核電總體檢 安全 再升級

Safety Enhancement of Nuclear Power Plants

不讓福島事故在台灣發生

lessons learned from Fukushima

國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告

行政院原子能委員會 新北市永和區成功路一段80號2樓 電話：(02)8231-7919 傳眞：(02)8231-7833

中華民國101年8月

國內核能電廠
現有安全防護體制全面體檢方案
總檢討報告



行政院原子能委員會
ATOMIC ENERGY COUNCIL

國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告

勘誤表

項目	頁數	原報告內容	修訂內容	日期
1	192-193	**國科會已委請學者執行全國最大海嘯威脅模擬評估計畫，優先執行並在 100 年 12 月提出各核電廠之海嘯威脅第一階段分析報告**，台電公司除依據調查結果檢討並強化核能電廠的海嘯防範措施外，原能會要求台電公司依據美國核管會最新分析方法論，重新評估海嘯危害之設計基準，並要求依現行持照設計基準水位再提高 6 公尺築海牆或廠房為水密性能力以涵蓋可能之不確定度。	**國科會已補助學界執行臺灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究計畫，已在 100 年 12 月提出各核電廠的鄰近區域之海嘯溢淹可能範圍與高程**，台電公司除依據調查結果檢討並強化核能電廠的海嘯防範措施外，原能會要求台電公司依據美國核管會最新分析方法論，重新評估海嘯危害之設計基準，並要求依現行持照設計基準水位再提高 6 公尺築海牆或廠房為水密性能力以涵蓋可能之不確定度。	102.3.21
2	附錄八 -33 頁	表 2，參見附件 1。	在表 2 第 4 項新增下列文字，修訂如附件 2。 **註：國科會補助學界之研究報告係對海溝型地震進行模擬，未包含其他海嘯源（例如海底山崩、火山等）與暴潮情境。**	102.3.21

附件 1

表 2.「核電廠安全總檢討報告」台電公司評估執行待協調事項

待協調事項	台電公司評估理由說明/評估費用
1.核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g	1. 擬同意按原能會之意見辦理核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 之評估作業。本案核一廠最快可於 103.6 完成評估，後續改善之必要性，再依 SMA 及 SPRA 之結果決定後續改善作業，預計於 106.12 完成工程改善。(核一廠一號機 107.12 除役，二號機 108.7 除役)。 2. 核一廠機組斷然處置所需兩串注水路徑已經進行評估改善，目前其中之一串已可耐震達 0.5g 以上；台電公司仍持續進行耐震餘裕分析(SMA)、耐震安全度評估(SPRA)，再根據工程評估之結果，進行進一步耐震能力改善。 3. 核一廠執行評估作業，其所需之費用約 22 億元。 4. 耐震補強所需費用：濱岡電廠補強費用約 25 億台幣，IAEA 估約需 60 億台幣，美國 Diablo Canyon 補強費用約 220 億台幣。 5. 原能會要求之補強範圍，較雷同於美國 Diablo Canyon 之狀況 (初估含硬體改善費用約 200 億台幣)。
2.核一廠安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管	1. 美國核管會(NRC)針對 Mark-I/II 圍阻體(核一廠為 Mark-I)是否於 Harden Vent 上加裝排氣過濾設備，預訂 101 年 7 月明確宣佈政策方向。 2. 台電公司待 NRC 規範訂定明確後，立即進行評估。 3. 核一廠二部機裝置費用共約需 16 億元。
3.增設置生水池(深水井)	1. 以各廠各種既有及新增之多重、多樣且穩定之後備水源，作為替代選項，不另增設深水井。 2. 原能會表明因各核電廠各有地下水源不豐富、水質不良等不同困難處，不堅持一定須執行。
4.建造大型海嘯鋼筋混凝土擋牆	1. 核一、二廠改善完成後，已近除役，其實質效益偏低；以國科會分析之海嘯溯上高度 2.8、2.5 公尺之結果，尚有 8～10 公尺餘裕；目前符合原 FSAR 在最保守狀況下之假設事故設計基準，因此，擬不建造海嘯牆。 2. 核三廠以國科會分析之海嘯溯上高度 10 公尺之結果，尚有 5 公尺餘裕；而 FSAR 之分析資料則仍有 3 公尺餘裕，但為求保守起見，將就廠區範圍內建造鋼筋混凝土擋牆，將於 101.12.31 完成規劃評估。 3. 龍門廠廠區高程防海嘯溯上高度餘裕，以國科會分析之海嘯溯上高度 3.4 公尺之結果，尚有 8.6 公尺餘裕；而以 FSAR 之分析資料則仍有 4 公尺餘裕，因此，擬不建造海嘯牆。 4. 各廠海嘯牆預估費用約為，核一廠：2 億 2 千萬、核二廠：2 億、核三廠：4 億 5 千萬、龍門廠：27 億 4 千萬。
5.設置額外氣冷式柴油發電機	1. 各廠以各種既有及新增之多重緊急備用電源作為替代選項，不另外增設氣冷式柴油發電機。 2. 於廠區高處增設第二台氣冷式柴油發電機，然現有廠內高處用地需進行山坡地開挖，需進行環評/水保計畫/申請建照，則整個建置時程預估需時 8 年。若無須環評等，則建置時程約 4 年(核三廠實務經驗，雖經台電公司評估不需環評，但地方政府於水保計畫與申請建照時，仍要求需有環評)。 3. 依台電公司增設第五台柴油發電機之經驗，其預估每部柴油發電機所需金額約 10 億台幣。
6.建造免震重要棟	1. 核一、二、三廠，以現有新建之低放廢棄物貯存庫(核一廠為 2 號貯存庫、核二廠為 3 號貯存庫、核三廠為新建貯存庫，其清潔區可容納 150～300 人備勤)結構，作為於廠區高處建造免震重要棟的替代選項。核一廠同時另評估以現有廠房人員辦公室騰空，作為改裝為免震重要棟的替代選項。 2. 龍門廠配合二號機建廠進度(不作為一號機燃料初次裝填之要件)，以二號機興建中之 ACB(進出控制廠房)作為免震重要棟的替代建物。 3. 若建造免震重要棟，考量防範超過設計基準海嘯侵襲，台電公司傾向應興建於高處。然廠內高處用地進行山坡地開挖，需進行環評/水保計畫/申請建照，則整個建置期程預估需時 8.5 年。若無須環評等，則建置期程約 4.5 年。 4. 依台電工程經驗初估，一棟免震動建物含設施約需 11.2 億台幣。如以低放廢棄物貯存庫補強則約需 3.7 億元。

註：依據行政院環保署發布之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」(該標準屬正面表列)。於核電廠內興建海嘯堤、免震棟、緊急柴油發電機及廠房，並未列於該標準範圍內；台電公司將於評估開發行為之範圍後，立即正式向環保署申請是否可免辦環評。台電公司皆以「不需環評」及「需環評」進行時程評估。

附件 2

表 2.「核電廠安全總檢討報告」台電公司評估執行待協調事項

待協調事項	台電公司評估理由說明/評估費用
1.核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g	6. 擬同意按原能會之意見辦理核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 之評估作業。本案核一廠最快可於 103.6 完成評估，後續改善之必要性，再依 SMA 及 SPRA 之結果決定後續改善作業，預計於 106.12 完成工程改善。(核一廠一號機 107.12 除役，二號機 108.7 除役)。 7. 核一廠機組斷然處置所需兩串注水路徑已經進行評估改善，目前其中之一串已可耐震達 0.5g 以上；台電公司仍持續進行耐震餘裕分析(SMA)、耐震安全度評估(SPRA)，再根據工程評估之結果，進行進一步耐震能力改善。 8. 核一廠執行評估作業，其所需之費用約 22 億元。 9. 耐震補強所需費用：濱岡電廠補強費用約 25 億台幣，IAEA 估約需 60 億台幣，美國 Diablo Canyon 補強費用約 220 億台幣。 10. 原能會要求之補強範圍，較雷同於美國 Diablo Canyon 之狀況（初估含硬體改善費用約 200 億台幣)。
2.核一廠安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管	4. 美國核管會(NRC)針對 Mark-I/II 圍阻體(核一廠為 Mark-I)是否於 Harden Vent 上加裝排氣過濾設備，預訂 101 年 7 月明確宣佈政策方向。 5. 台電公司待 NRC 規範訂定明確後，立即進行評估。 6. 核一廠二部機裝置費用共約需 16 億元。
3.增設置生水池(深水井)	3. 以各廠各種既有及新增之多重、多樣且穩定之後備水源，作為替代選項，不另增設深水井。 4. 原能會表明因各核電廠各有地下水源不豐富、水質不良等不同困難處，不堅持一定須執行。
4.建造大型海嘯鋼筋混凝土擋牆	5. 核一、二廠改善完成後，已近除役，其實質效益偏低；以國科會分析之海嘯溯上高度 2.8、2.5 公尺之結果，尚有 8～10 公尺餘裕；目前符合原 FSAR 在最保守狀況下之假設事故設計基準，因此，擬不建造海嘯牆。 6. 核三廠以國科會分析之海嘯溯上高度 10 公尺之結果，尚有 5 公尺餘裕；而 FSAR 之分析資料則仍有 3 公尺餘裕，但為求保守起見，將就廠區範圍內建造鋼筋混凝土擋牆，將於 101.12.31 完成規劃評估。 7. 龍門廠廠區高程防海嘯溯上高度餘裕，以國科會分析之海嘯溯上高度 3.4 公尺之結果，尚有 8.6 公尺餘裕；而以 FSAR 之分析資料則仍有 4 公尺餘裕，因此，擬不建造海嘯牆。 8. 各廠海嘯牆預估費用約為，核一廠：2 億 2 千萬、核二廠：2 億、核三廠：4 億 5 千萬、龍門廠：27 億 4 千萬。 **註：國科會補助學界之研究報告係對海溝型地震進行模擬，未包含其他海嘯源（例如海底山崩、火山等）與暴潮情境。**
5.設置額外氣冷式柴油發電機	4. 各廠以各種既有及新增之多重緊急備用電源作為替代選項，不另外增設氣冷式柴油發電機。 5. 於廠區高處增設第二台氣冷式柴油發電機，然現有廠內高處用地需進行山坡地開挖，需進行環評/水保計畫/申請建照，則整個建置時程預估需時 8 年。若無須環評等，則建置時程約 4 年(核三廠實務經驗，雖經台電公司評估不需環評，但地方政府於水保計畫與申請建照時，仍要求需有環評)。 6. 依台電公司增設第五台柴油發電機之經驗，其預估每部柴油發電機所需金額約 10 億台幣。
6.建造免震重要棟	5. 核一、二、三廠，以現有新建之低放廢棄物貯存庫(核一廠為 2 號貯存庫、核二廠為 3 號貯存庫、核三廠為新建貯存庫，其清潔區可容納 150～300 人備勤)結構，作為於廠區高處建造免震重要棟的替代選項。核一廠同時另評估以現有廠房人員辦公室騰空，作為改裝為免震重要棟的替代選項。 6. 龍門廠配合二號機建廠進度(不作為一號機燃料初次裝填之要件)，以二號機興建中之 ACB（進出控制廠房）作為免震重要棟的替代建物。 7. 若建造免震重要棟，考量防範超過設計基準海嘯侵襲，台電公司傾向應興建於高處。然廠內高處用地進行山坡地開挖，需進行環評/水保計畫/申請建照，則整個建置期程預估需時 8.5 年。若無須環評等，則建置期程約 4.5 年。 8. 依台電工程經驗初估，一棟免震動建物含設施約需 11.2 億台幣。如以低放廢棄物貯存庫補強則約需 3.7 億元。

註：依據行政院環保署發布之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」(該標準屬正面表列)。於核電廠內興建海嘯堤、免震棟、緊急柴油發電機及廠房，並未列於該標準範圍內；台電公司將於評估開發行為之範圍後，立即正式向環保署申請是否可免辦環評。台電公司皆以「不需環評」及「需環評」進行時程評估。

101 年 **8** 月 3 日行政院院臺科字第 1010041863 號函備查

國內核能電廠
現有安全防護體制全面體檢方案
總檢討報告

行政院原子能委員會
中華民國 101 年 8 月

摘　　要

日本福島一廠發生核子事故後，原能會即針對該事故要求台電公司檢討國內核能電廠因應異常天災包括抗地震、防山洪、耐海嘯之能力，原能會除了對台電公司的檢討報告進行評估與查證外，並持續與國內相關部會、機關協調合作，以執行「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，方案內容分為「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部份，分近程(100 年 6 月)與中程(100 年 12 月)兩階段實施，其中第一階段安全評估報告經行政院 100 年 10 月 7 日核備後即於原能會網站對外公布，本報告為綜合近程與中程之總檢討結果。本報告參考日本福島一廠事故之經驗回饋與迄 101 年 2 月止國際上包括美國、日本及歐盟等重要資訊，提出防範放射性危害與威脅的詳細背景，以及為提升國內核能電廠安全防護及對超過設計基準狀況下深度防禦能力的強化措施，使類似福島電廠事故不會在台灣發生。

日本福島事件直接的成因為規模 9.0 的地震並導致超過 14 公尺高的海嘯，遠超過福島電廠參考歷史上曾經歷的最嚴重天然災害所訂定之設計基準；雖然日本東北海岸在歷史上曾發生過更大型的海嘯，然福島一廠廠址的設計卻僅能防護達 5.7 公尺溯上的海嘯。原能會要求台電公司運轉中及正在興建的核電廠均須採相同的標準檢視設計基準，且在設計基

準的分析上，亦要求台電公司證實能防護適當回歸期之自然事件，並要求採歐盟壓力測試規範證明核電廠能因應瀕危效應。即使日本福島事故發生且惡化的原因尚待繼續調查與澄清，原能會依據初步經驗回饋資訊及第一階段安全評估報告之基礎，陸續研議要求台電公司儘速執行的技術議題，經參照比對美國核管會及國際間優良實務，其議題範圍與內容已臻完備；其中多數強化措施已在總檢討報告提出時完成，其他未完成項目則以核能管制案件限期追蹤，並將持續了解後續新增資訊或待澄清之長期要求事項。

原能會針對台電公司提報核電廠安全防護資料之審查結果，在近期檢討議題中分別就核一廠廠區高程不符案，以及核二廠緊急海水泵室防海嘯能力不足案，經現場專案視察確認台電公司已依本會要求限期內完成改正。原能會要求台電公司強化之重點在地震、海嘯及洪水危害之設計基準再評估及長期喪失電源之因應能力。

有關「核能電廠安全防護措施」部份，總體檢的重點是檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力以及異常天災發生後可能潛在之設備功能喪失危險要項，歸納成為現有核能電廠全面安全體檢之八個具體項目，包括喪失所有廠區交流電源、海嘯的防範、用過燃料池的冷卻、氫氣偵測及爆炸、嚴重事故之處理、地震之防範、廠區基礎設施之檢討、以及安全文化之檢討等，各項的評估結果茲分別說明如下：

喪失所有廠區交流電源

福島周邊在地震發生時電力網供應中斷，但更嚴重的問題在福島一廠為長期喪失電力。獨立之廠內緊急電源長期供應並能及時回復可靠的廠外電源以確保廠址的安全，故依據福島事件重新評估在嚴重危害情況下，電廠緊急電力系統的強固性、可靠性以及長期不可用的可能性。

台電公司廠址內以柴油發電機及後備電池組提供緊急電力供應，針對廠址配置的審查，考量廠內及廠外電源間的角色及水災的防護，必須再額外考慮採多樣化方式，長期供應與外電無關且強固的緊急電源，供應緊急爐心冷卻及儀控系統電力之需求，要求增設額外(第六部)氣冷式柴油發電機；台電公司購置移動式柴油發電機及置於廠址之可移動式、多樣化設備，以強化電廠在類似福島事故下之因應能力，這類專用的電力供應要配置適宜強固性之接頭並可置於廠址內或臨近。原能會並要求台電公司評估建立喪失所有交流電源的 24 小時因應時間，並對更長期喪失所有交流電源在能滿足所必須的爐心、用過燃料池冷卻及反應器圍阻體完整性之 72 小時因應時間；機組大修時限制第五部柴油發電機做線上維修之備用，以及依照美國核管會近期專案小組報告建議事項 4.1 之要求，強化電廠全黑的救援能力並更新設計基準。

海嘯的防範

廠外水災對廠址及廠區/廠房的影響為本報告要求之項目，國科會已提出核電廠海嘯威脅模擬之初步結果，台電公司須依據美國相關法規規範採新技術標準重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計能力。在完成重新分析前台電公司須依現行海嘯設計基準水位加 6 公尺高度築擋牆或水密能力之方式因應，採深水井或冷卻水塔做為緊急海水泵熱沉之後備。依照美國核管會近期專案小組報告建議事項 2.1 及 2.3 有關水災之要求，強化水災的救援能力並視需要更新設計基準。

用過燃料池的冷卻

台電公司之用過燃料池儲存策略在廠址有增加儲量的需求，核一廠正在進行用過燃料乾式貯存設施的建置。用過燃料池為充滿水且提供輻射屏蔽以冷卻用過燃料之耐震結構，其冷卻系統之設計能力為保持水溫在攝氏 30 度至 40 度，並維持水位高於燃料元件頂部數公尺。用過燃料在池中數年之後，衰變熱降低至低於一定大小即可移出至乾式貯存，乾式貯存在保安的本質上優於貯存在用過燃料池，但乾式貯存僅適用於用過燃料移出爐心至池中的時間夠長者。

在用過燃料池中的用過燃料應評估採用周邊為低衰變熱、中央為高衰變熱之用過燃料排列組態，原能會另要求台電公司提供足夠數量的安全相關儀器，以在控制室能監控用過燃料池的重要參數(包括水位、溫度及輻射大小)，並提供

安全相關交流電源至用過燃料池補水系統，依照美國核管會近期專案小組報告建議事項 7.1 有關嚴重事故下用過燃料池水位儀器之要求。

氫氣偵測及爆炸

在福島電廠事故下缺乏冷卻時，燃料棒鋯合金護套及蒸汽的化學反應會產生大量的氫氣，沸水式電廠依據美國三哩島事故因應措施安裝強化的圍阻體排氣管道，以排放反應爐的熱量；此外，福島一廠二號機抑壓池發生爆炸，且可能造成一次圍阻體的損害，故應更加注意核一廠馬克Ⅰ型的圍阻體設計之強固性及安全評估。原能會要求台電公司須依據福島一廠事件經驗回饋，審慎檢查不同圍阻體型式的排氣系統設計，對可燃氣體的可能濃度控制及具足夠強固性，核一廠完成美國核管會因應福島事故建議事項 5.1 之要求，台電公司其他核電廠須參照歐盟國家之標準評估裝設具過濾之強化排氣系統。

嚴重事故之處理

審查嚴重事故處理指引在協助運轉員措施，並提出能因應福島型態事故的成功或其他設想能救援因應手段的適切性，在執行此一審查時特別應納入關鍵安全功能優先排序的考量，對電廠為更廣泛且全面性的需求以及較現行提供更詳細務實的程度。台電公司須持續瞭解核能業界在改善對嚴重事故現象的要求及做法，並且深入審查任何可能影響運轉員

及相關人員訓練要求之項目，對現行模擬器模式佐助嚴重事故處理指引在正式訓練的限制，必須考量能在例行嚴重事故處理之訓練獲得合理且實務可行及安全的效益，台電公司應精進「機組斷然處置程序指引」，以及完成美國核管會因應福島事故建議事項 8 之要求，納入「機組斷然處置程序指引」與 EOPs、SAMGs 及 EDMGs 整合之考量。

地震的防範

在地震釀成巨災時，福島一廠有效地將反應器停機，顯示日本電廠採用防震設計的強固性；原能會由過去日本核電廠的地震事件之經驗，幾年來已要求台電公司執行必要的研究，包括核電廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。台電公司須依據美國相關法規規範採新技術標準重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計能力。台電公司須強化非耐震一級技術支援中心結構之耐震能力，以及完成美國核管會因應福島事故建議事項 2.1 及 2.3 有關地震之要求。

廠區基礎設施之檢討

福島事件觀察到電力網、通訊及交通運輸等嚴重中斷之現象，由於該情況持續數天係導致事故更嚴重的重要因素，在嚴重自然危害導致廠址及周邊基礎設施受損，核能安全將

視當地基礎設施的復原能力而定。台電公司須強化廠內事故管理能力並納入廠外支援的資源，並依據日本經驗回饋重新檢視核能電廠與廠外基礎設施復原力的相依性，並強調電廠自我防護因應特定期長需求下的電力、冷卻及備品等。原能會要求台電公司參照日本做法增加緊急應變場所功能，以及完成美國核管會因應福島事故建議事項 9.3 之要求。

安全文化之檢討

以上所述有關福島事故的檢討，本質上大多能與電廠安全文化有所連結，福島事故已強調一些台電公司各核電廠都應該檢討的議題，並視需要提出在安全文化上實務性的修訂。可接受的安全文化將要求針對在嚴重事故下對電廠及配置的變更提出適當的基礎，並須特別考量將故障失效事故序列納入長期研究，做為發展事故序列具時序的考量，在可能喪失系統功能如冷卻或電力供應的情況下，回復或修復至安全狀態的可能性。原能會對台電公司的安全績效強化管制監督(例如，反應器監管方案)，並要求台電公司精進核安文化。

原能會總檢討報告要求台電公司實施核能管制案並正確落實，台電公司得提出經本會審查接受並能符合本會核管案件要求為相當功能之替代方案，為反映近期主要核能國家及國際機構針對福島事件檢討之結論與建議事項，原能會後續將主動積極完成之重點工作，包括實施歐盟壓力測試國家報告之國際同行審查、以及嚴謹審查核能電廠 10 年整體安

全評估。

至於「輻射防護及緊急應變機制」部份，緊急應變機制議題之檢討包括應變機制及法規、平時整備及緊急應變作業能力等三大項目，先說明我國在此項目的執行現況，再針對因應類似日本福島事故(即超出設計基準事故)，提出相關之檢討與須強化精進之規劃。最後提出包括緊急應變計畫區範圍的修正、研修核子事故緊急應變相關法規、複合式災害應變機制的建立、相關機關應變任務的檢討及相關整備作業、應變能力的精進等，以確保緊急應變機制之完善及效能的提升。

針對日本福島核子事故放射性物質外釋的影響以及大陸與韓國積極增建核能發電廠，我國應建立境外核災的劑量評估能力，以因應境外核子事故時提供預警及防護對策。又我國緊急應變計畫區已從5公里擴大為8公里，現有的事故劑量評估系統必須加以精進，藉由日本福島事故之劑量評估經驗，增進系統的評估範圍及速度。同時為了強化國內對於核子事故的即時輻射偵測能力，已積極建立空中與海域偵測技術與能力，並添購可自動傳輸數據之機動偵測設備，強化輻射災害之應變能量及建立輻射偵測之整備平台，以因應複合式災害之所需。

Executive Summary

In the wake of Japan's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, the Atomic Energy Council (AEC) has asked Taiwan's Nuclear Power Plant operator (TPC) to re-evaluate its capability to cope with extreme natural disasters, including earthquakes, tsunamis, extreme rainfalls and mudslides resulted from the related hazards, and take possible countermeasures. AEC has completed its assessment and verification of TPC's reports, and is committed to continuing its efforts in cross-ministerial coordination and cooperation with national organizations and stakeholders. The reassessment program comprises of two parts: 1) nuclear safety assurance, and 2) radiation protection and emergency response preparedness, which were implemented in two stages: near-term (by June 2011) and mid-term (by December 2011) assessments. The report on the first-stage assessment, approved by the Executive Yuan in October 2011, is available on AEC's website. This report covers the near-term and mid-term assessment results for both parts. The report provides a comprehensive background on radioactive hazards, and how to protect against them, as well as an overview of the enhancement measures to nuclear safety and security for the accidents in light of the Fukushima Daiichi accident. Lessons learned from the Fukushima accident as well as relavant information available internationally were used as reference during preparation of this report.

The direct cause of the nuclear accident at Fukushima, an earthquake with magnitude 9.0 resulting in an over 14 meter high tsunami, is far beyond the design basis against most extreme natural events experienced. Although there have been huge tsunamis attacking the east coast of northern area in the main island of Japan, design provisions at the

Fukushima Daiichi site appear to only have been made to protect against a 5.7 meter high surge above sea level. The nuclear power plants of TPC, both operating and being under construction, should follow the same criteria to examine the design basis. In addition, AEC's regulation on design basis analysis requires TPC to demonstrate that adequate protection is in place for an extremely rare natural event, developed based on extrapolation from the historical record. AEC then requires TPC to show that there are no "cliff-edge" effects based on the specification of EU stress tests. While the investigation of the accident scenarios in Japan is still left to be clarified, there is sufficient information to develop initial lessons learned for AEC. Based on our preliminary conclusions and first-stage requirements, AEC refers the actions recommended by USNRC to be taken without delay and the best international engineering practices considered in the nuclear industry by taking the nuclear regulatory cases into account to the second-stage report. There are some emerging lessons, and these are proposed as requirements for further work.

After reviewing the TPC's near-term action submittals required by AEC, two issues related to the current licensing basis of the nuclear power plants were found: the elevation measurement did not comply with FSAR in Chinshan plant, and the design for tsunami protection was not adequate at the ECW pump room in Kuosheng. These issues were later confirmed resolved upon site inspection. While the assessment of post-Fukushima evaluation reveals neither immediate nuclear safety concern nor threat to the public health and safety, AEC requests that TPC focus on strengthening its re-evaluation on design basis against earthquakes, tsunamis and heavy rainfalls, and enhancing its capability to mitigate a prolonged station blackout (SBO) for further improvement.

Many areas of improvement have been identified in the issues of

nuclear safety assurance. The key areas include the enhancement of capability to mitigate a prolonged station blackout, protection against tsunami hazards, spent fuel pool cooling, hydrogen detection and explosion prevention, severe accident management, protection against seismic hazards, critical infrastructure, and safety culture, which are further stated in the following.

Prolonged Station Blackout

Grid supplies were lost when the earthquake struck the area around Fukushima, but serious problems arose at the Fukushima Daiichi site because of prolonged unavailability of electrical power. The long-term independent on-site emergency electrical supplies then provide assurance of safety on the site, when coupled with the timely restoration of a reliable off-site grid supply. The robustness, reliability and potential for extended unavailability in severe hazard conditions of the plant emergency power systems need to be re-evaluated in light of the Fukushima accident.

The on-site emergency electrical supplies at the TPC site involve diesel generators (DG) and back-up batteries. By reviewing plant layouts, the protection against flooding and the interplay between on-site and off-site electrical supplies, consideration should also be given to the provision of additional, diverse means of providing robust long-term electrical supplies independent of the grid for emergency cooling, emergency control and instrumentation systems. AEC requests TPC to install an additional sixth air-cooled desiel generator. TPC has procured 4.16kV and 480V mobile diesel generators and on-site protable, diverse equipment to increase robustness of the plant to respond to the Fukushima-like events. Such dedicated supplies may be located on or near the site with suitable robust connections. AEC also requests TPC to

evaluate the establishment of a coping time of 24 hours for a loss of all AC power, and establish the requirement necessary to implement an "extended loss of all AC power" coping time of 72 hours for core and spent fuel pool cooling and for reactor and containment integrity. The fifth DG should be used as dedicated backup for on-line maintenance related to cold shutdown and fuel replacement. AEC requires TPC to strengthen SBO mitigation capability and update its design basis by following Recommendation 4.1 in the near-term task force (NTTF) report of USNRC.

Protection against Tsunami Hazards

External flooding has also been considered in the report as an impact on siting and site/plant layout. The simulations of threat for nuclear power plants by tsunamis have been provided by the National Science Council (NSC). TPC needs to reanalyze the tsunami hazard of nuclear power plants based on the US related laws and regulations which are standardized by the state-of-the-art technology, and to strengthen their flooding design data. AEC requests TPC to adopt the installation of flood barrier walls around the area where equipment essential for ensuring safety is located or enhancement of seals and water-tightening of building doors based on six meters above the current design basis tsunami level, and install deep wells or cooling towers as an alternative backup of ultimate heat sinks (UHS) for emergency service pumps before completion of the reanalysis. AEC requires TPC to strengthen flooding mitigation capability and update its design basis if necessary, by following Recommendations 2.1 and 2.3 regarding flooding mitigation in the NTTF report of USNRC.

Spent Fuel Pool Cooling

TPC's spent fuel management strategy has necessitated increased spent fuel pool storage capacity at reactor sites, an interim spent fuel

storage installation (ISFSI) is also under construction at Chinshan plant. The spent fuel pool is a robust structure filled with water to cool the fuel and provide shielding from gamma radiation. The pool is designed with cooling systems to maintain water temperatures around 30°C to 40°C and water levels several meters above the top of the fuel assemblies. After several years of storage, the residual decay heat within the fuel was decayed to a level where the spent fuel could be transferred into dry casks for further storage. Dry cask storage has inherent security advantages over spent fuel pool storage, but it can only be used to store older spent fuel.

The spent fuel assemblies in the pool should be evaluated with the reconfiguration in a “checkerboard” pattern (i.e. center hot spent fuel assembly surrounded by four cold assemblies) so that newer, higher decay-heat fuel elements are surrounded by older, lower decay-heat elements. AEC orders TPC to provide sufficient safety-related instrumentation to monitor key spent fuel pool parameters (i.e., water level, temperature, and area radiation levels) from the main control room. AEC also requests TPC to provide safety-related AC electrical power for the spent fuel pool makeup system. AEC requires TPC to strengthen the capability to monitor the level of spent fuel pool under severe accidents by following Recommendation 7.1 relating to spent fuel pool instrumentation in the NTTF report of USNRC.

Hydrogen Detection and Explosion Prevention

A considerable quantity of hydrogen could be generated by chemical reactions between zirconium fuel cladding and steam on loss of cooling like that happened in Fukushima Daiichi plant. In the case of BWR plants, the hardened routes for venting containment heat from the reactor vessel have been installed, following the TMI (Three Miles Island) response actions. Additionally, an explosion occurred in the suppression pool of

Fukushima Daiichi Unit 2, possibly breaching the primary containment. This indicates that more attention should be given in the design and safety assessment to the robustness of the Mark I containment installed in Chinshan plant. Given the experience at the Fukushima plant, AEC requests TPC to prudentially review if the systems for venting containments with potentially significant concentrations of combustible gases are sufficiently robust. AEC requires Chinshan plant to conform the requirement from Recommendation 5.1 in the NTTF report of USNRC. The other nuclear power plants of TPC are required to evaluate the installation of radioactive substance filtering device to the hardened vent systems in accordance with the standards of European Union nations.

Severe Accident Management

Reviewing the Severe Accident Management Guidelines (SAMG) can provide support for operator actions and also allow assessment of the suitability of operator actions in coping with Fukushima type events, based on the information on the success or otherwise of the postulated operator actions. In particular such a review should consider the critical safety functions prioritization, wider plant requirements, and the level of details and prescription currently offered. TPC should continue its effort to gain better understanding the improvements that the nuclear industry has made in dealing with severe accident phenomenon in terms of requirements and approaches. The current simulator models used to support the formal training of severe accident management have their limitation. TPC needs to consider reasonable practicability and safety benefit of extending routine training in severe accident response, and refine the Ultimate Response Guideline (URG). AEC requires TPC to strengthen and integrate onsite emergency response capabilities such as EOPs, SAMGs, and EDMGs, into the URG by following Recommendation 8 in the NTTF report of USNRC.

Protection against Seismic Hazards

The Fukushima reactor's shutdown systems operated effectively in response to the event. It indicates the robustness of seismic design adopted for these Japanese plants. AEC has learned from the earthquake experience on Japan's nuclear power plants, and in recent years has requested TPC to perform the necessary studies, including the supplemental geological investigation of sea area, land territory, geological stability and seismic hazard analysis nearby the nuclear power plants. Based on the relevant information of seismic margin assessment of operating nuclear power plants, the subsequent reinforcement work is to strengthen seismic design to cope with natural disasters. TPC needs to reanalyze the seismic hazard of nuclear power plants based on the US related laws and regulations which are standardized by the state-of-the-art technology, and to strengthen their seismic design data accordingly. TPC needs to reinforce the seismic resistant capability for the structure of non-seismic technical support center, and completes relevant requirements as set forth in Recommendations 2.1 and 2.3 regarding seismic hazards in the NTTF report of USNRC.

Infrastructure Resilience

The severe disruption of the electrical grid, communications and transportation systems on Fukushima event was one of the important observations. It was a significant contributory factor to worsen the accident while the conditions lasted for several days. The reactor safety is reliant on the resilience of the local infrastructure in circumstances of extreme events affecting both the nuclear site itself and the surrounding area. TPC needs to enhance on-site accident management capabilities and incorporate the off-site resources. The interdependency on the resilience of nuclear plants and off-site infrastructure should be re-examined through the lessons learned from the Japan event. This might highlight

the need for the enhancement of plant's sustainabilities for extended periods in terms of electrical power, coolants and necessary supplies. The Fukushima Daiichi accident in Japan showed the value of hardened on-site emergency response centres. AEC requires TPC to prepare emergency response workplace at nuclear power plants by referring to the guidance of seismic isolation buildings of Japan, and completes relevant requirements as set forth in Recommendation 9.3 in the NTTF report of USNRC.

Safety Culture

Many of the above considerations are intrinsically linked to nuclear plant safety culture. The events at Fukushima have highlighted a number of issues that should be reviewed for each TPC plant and, if necessary, provided as reference to the revisions of the practices of safety culture. An acceptable safety culture will be required to provide an appropriate basis for any changes to plant and arrangements for severe accidents. There is a particular need to consider longer term analysis of fault sequences taking account of the development of the accident sequence over time and the potential loss of services, such as cooling and electricity, as well as the potential for repair and recovery to a stable state. While demanding TPC to improve its nuclear safety culture, AEC will strengthen regulatory oversight of licensee safety performance (i.e., the Reactor Oversight Process).

AEC requests TPC to deliberately implement and complete the nuclear regulatory safety-issue follow-ups cases identified in the second-stage report for safety improvement. TPC may submit alternative plans approved by AEC to provide the equivalent function to conform the requirement of nuclear regulatory cases. To keep up with the pace of international countermeasures after Fukushima, AEC is actively involved in such activities as to have the national reports in the specification of

EU's Stress Test reviewed by international counterparts, and to examine rigorously the 10-year periodic safety review of nuclear power plants in the near future.

As for the part on radiation protection and emergency response preparedness, the re-assessment of nuclear emergency preparedness and response comprises three aspects: 1) relevant laws, regulations and implementation mechanisms, 2) emergency planning and preparedness, and 3) the implementing capability of emergency response.

The improved plans or measures are based on the lessons learned from Fukushima accident (beyond design basis) after a review on the current status of related issues as a baseline. It includes expanding the Emergency Planning Zone (EPZ), reviewing the Nuclear Emergency Response Act and related regulations, establishing a mechanism to respond to compound disasters, re-assessing the mission and functions of response units, and enhancing the capabilities and abilities of the nuclear emergency preparedness and response system. All the measures are to ensure the nuclear emergency preparedness and response system more efficient and effective.

Concerning the impacts of released radioactive material resulted from the Fukushima nuclear accident as well as new construction of nuclear power plants in mainland China and Korea, the capability for assessing dose resulted from overseas nuclear accidents should be established in an effort to provide early warnings and take appropriate radiation protection measures. As a result of the re-assessment, the EPZ has been expanded from 5 km to 8 km for all three nuclear plants in Taiwan. It is also essential to advance the effective range and processing speed of the existing accident dose assessment system, based on the lessons learned from the Fukushima accident. In order to enhance

domestic capability of radiation fallout monitoring in a timely manner, we have purchased mobile detection equipment with automatic data transmission capability, and actively establishing aerial and marine monitoring systems and capability, strengthening radiation hazard response capacity and setting up a radiation monitoring preparedness platform, so as to be prepared in the event of a compound disaster.

目　錄

		頁碼
摘要		I
Executive Summary		IX
第一章	前言	1
	一、概述	1
	二、總體檢規劃與檢討	5
	三、執行做法摘述	6
第二章	日本福島一廠事故評析	15
	一、日本福島一廠事故概述	15
	二、福島一廠事故的經驗回饋	46
第三章	我國核能電廠安全防護之檢討	73
	一、近期檢討議題摘要	73
	二、近期檢討議題現場查證結果	91
	三、中程檢討議題摘要	98
	四、核能安全管制案件摘要	100
第四章	我國輻射防護及緊急應變機制之檢討	109
	一、應變機制及法規	109
	二、平時整備	156
	三、緊急應變作業能力	176
第五章	第二階段安全評估報告結語	191
	一、核能電廠安全防護之結語	197
	二、輻射防護及緊急應變機制之結語	204
參考資料		211

圖　目　錄

		頁碼
圖 1-1.	總體檢的評估方式與流程	7
圖 2-1.	福島一廠一次圍阻體排氣系統流程圖	31
圖 2-2.	福島一廠廠房受損照片	33
圖 2-3.	福島一廠 4 號機氫氣來源可能途徑	34
圖 2-4.	福島一廠附近劑量率變化圖	36
圖 2-5.	福島一廠廠區輻射偵測站輻射強度數值	37
圖 2-6.	福島一廠 20 公里外偵測點變化趨勢	39
圖 2-7.	福島一廠20公里外偵測點輻射值(100年7月5日)	39
圖 2-8.	福島一廠海水泵室取水口防止污染擴散設施設置情形	41
圖 2-9.	福島一廠放射性物質飛散的防止劑之撒放作業情形	42
圖 2-10.	日本東北大地震受影響的核能電廠	46
圖 2-11.	福島一廠複合式災難肇始事件圖示	47

表　目　錄

		頁碼
表 1-1.	我國採行檢討措施與國際核能國家做法之比較	4
表 1-2.	行政院審議專家小組委員名單	8
表 1-3.	原子能委員會審議專家小組委員名單	13
表 2-1.	福島一廠事故狀態(101 年 1 月 18 日)	18
表 2-2.	福島一廠各機組基本資料	19
表 2-3.	福島一廠地震量測值	21
表 2-4.	1~3 號機反應爐補水系統運轉與水位達 TAF 時序表	27
表 2-5.	圍阻體排氣準備及實際時間	32
表 2-6.	東京電力公司事故處理目標與時程(100 年 4 月 17 日)	44
表 2-7.	日本核能電廠防海嘯設計及廠房高程設計基準	55
表 2-8.	日本運轉中電廠地震安全再評估的結果	67
表 3-1.	本會要求台電公司檢討喪失所有廠區交流電源之重要項目	77
表 3-2.	本會要求台電公司防範海嘯之重要項目	79
表 3-3.	本會要求台電公司檢，討用過燃料池冷卻之重要項目	81
表 3-4.	本會要求台電公司檢討氫氣排放及爆炸之重要項目	82

表 3-5. 本會要求台電公司檢討嚴重事故處理之重要項目 84
表 3-6. 本會要求台電公司防範地震之重要項目 85
表 3-7. 本會要求台電公司檢討廠區基礎設施之重要項目 86
表 3-8. 核一廠因應福島事件實施緊急安全措施及對策的備品整備 87
表 3-9. 核二廠因應福島事件實施緊急安全措施及對策的備品整備 88
表 3-10. 核三廠因應福島事件實施緊急安全措施及對策的備品整備 89
表 3-11. 本會要求台電公司檢討安全文化之重要項目 91
表 4-1. 緊急應變計畫區檢討劃定分析結果 112
表 4-2. 緊急應變計畫區範圍檢討調整說明會 112
表 4-3. 緊急應變計畫區範圍擴大之後續整備規劃 114
表 4-4. 商品輻射限量標準 130
表 4-5. 輻射塵停班與停課暫行防護基準 130
表 4-6. 核災急救責任醫院一覽表 173
表 4-7. 國內核災急救責任醫院現有醫療資源 174

附錄一 國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案

附錄二 日本福島一廠事故序列摘要

附錄三 日本原子力保安院之要求事項

三.1. 原子力安全保安院100年3月30日要求業者採行之緊急安全對策

三.2. 原子力安全保安院100年4月9日要求業者有關緊急柴油發電機之相關措施

三.3. 原子力安全保安院100年4月15日對外部電源的要求事項

三.4. 原子力安全保安院100年4月28日對各核電廠耐震評估之指示及100年6月6日後續追加指示

三.5 原子力安全保安院100年5月11日有關緊急柴油發電機要求事項之補充說明

三.6 原子力安全保安院100年5月31日對懸吊式高壓斷路器之火災防護措施指示及100年6月15日各業者回報說明

三.7 原子力安全保安院100年6月7日對外部電源可靠度實施之評估及指示

三.8 原子力安全保安院100年6月7日對各核電廠嚴重事故對應措施之指示

三.9 日本因應福島事故對現有核電廠執行全面安全評估之內容

附錄四 日本政府之經驗回饋及其他核電廠之緊急安全對策
四.1 日本電力公司針對原子力安全保安院 100 年 3 月 30 日要求提出緊急安全對策
四.2 日本政府 100 年 6 月 20 日於國際原子能總署部長級會議報告中述及之經驗回饋摘要
四.3 日本福島第一核電廠事故調查委員會向日本政府提出之中期調查報告
附錄五 國際其他核電國家的做法
五.1 國際原子能總署日本福島事件初步調查摘要報告
五.2 國際原子能總署福島事故真相調查專家小組報告
五.3 歐盟 ENSREG 壓力測試規範
五.4 歐盟壓力測試國家進度報告摘要
五.5 美國相關應變摘要
五.6 英國期中報告摘要
五.7 芬蘭 STUK 調查報告摘要
五.8 美國核管會福島近期專案小組報告之建議事項
五.9 美國核管會因應近期專案小組報告之後續對策
五.10 國際上因應福島事故核安管制組織與架構之調整
五.11 歐盟核能電廠壓力測試比利時、法國國家報告之結論
五.12 韓國核能安全研究所特殊安全檢查摘要
附錄六 行政院專家審查小組第一次、第二次及第三次審查

會會議紀錄及原能會之回應
附錄七 近期及中程檢討議題之現場查證及結果摘要
附錄八 近期檢討議題共通性審查意見及核能管制案件
附錄九 近期檢討議題共通性審查意見及輻射防護管制案件
附錄十 緊急應變機制相關議題後續之管制追蹤案
附錄十一 行政院原子能委員會專家審查小組第一次、第二次審查會會議紀錄及回應

第一章　前言

一、 概述

日本東北地區外海 100 年 3 月 11 日當地時間 14 時 46 分發生規模 9.0 大地震，後續並引發大海嘯，造成福島一廠機組因廠區電源喪失及失去補水能力，導致爐心燃料熔毀及放射性物質外釋。日本福島一廠發生核子事故後，總統於國家安全會議 311 專案第五次會議裁示：「三座運轉中核電廠及一座興建中核電廠，應再予以總體檢」。原能會即參考日本官方管制機構(原子力安全保安院)、東京電力公司及國際重要核能機構(國際原子能總署、美國核能管制委員會、美國核能協會、歐洲核能安全管制者組織、世界核能發電者協會)針對福島一廠事故採行之加強安全措施，並依我國核能電廠設計基準、地質環境及運轉狀況等特性，檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力以及異常天災發生後可能潛在之設備功能喪失危險要項，規劃現有核能電廠全面安全體檢之具體項目，以強化現有核能機組抗地震、防山洪、耐海嘯之能力，使台灣不致發生類似日本福島電廠事故為目標。

行政院於 100 年 4 月 19 日核定「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，方案內容分為「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部份。在「核能電廠安全防護措施」的部份，首先由原能會要求台灣電力

公司針對現有應變機制、程序與設計能力，分第一階段 11 項（100 年 6 月底前完成，項目及細目請參閱附錄一）與第二階段（提前執行 10 年整體安全評估，100 年 12 月底前完成）兩階段執行。我國採行之檢討措施與國際核能國家做法經初步比較，在項目和作法上頗為一致，其中，針對機組斷然處置程序、精進人力/組織運作及強化核能安全文化之考量，我國則較方案規劃時國際間之作法更為嚴謹、嚴密(項目比較如表 1-1)。考量日本事故報告提出的時間、內容的完整性及各國執行檢討或壓力測試之做法，乃決定核電廠安全防護總體檢的執行方式，首先由台電公司自我檢視機組現行設計與事故因應機制，在完成檢討列出可能的改善做法後，將報告送原能會審查，原能會除進行書面審查外，並派員赴電廠執行現場符合性查證工作，在此工作期間，原能會並參考國際間各主要核能國家做法作適時調整，務必確保檢討項目之完整性。

方案中也包括「輻射防護及緊急應變機制」之檢討，其執行方式則由原能會召集核子事故緊急應變之相關部會和地方政府，分應變機制及法規、平時整備、緊急應變作業能力三項進行檢討，提出改善方案也分二階段執行。上述兩個部分分別完成各階段檢討和改善措施後，由原能會負責彙整將撰寫現有安全防護體制全面體檢安全評估報告，報告中列出要求台電公司及各相關部會依限完成之具體強化措施與

改善方案。為確保兼顧評估之專業性與完整性，並力求評估結果具公信力且資訊透明，原能會完成的安全評估報告再送行政院專案成立之跨學門專家小組(由行政院李政務委員鴻源擔任召集人)審查，從行政院的高度與國際的視野檢視核安總體檢方案的完整性，同時在執行中和完成評估後均安排對社會大眾及核電廠所在地之政府、社團與地方民眾作說明，以反映學術界與一般民眾對核安總體檢的期待，有效減輕因福島事故引起之災害不確定性的衝擊及降低民眾對核能安全的疑慮。依據行政院專案小組 100 年 7 月 18 日審查會議結論事項六，「本報告重點在於從日本福島電廠事故的經驗發掘核電廠須加強之處，並經強化後確保我國不會發生類似福島電廠之事故。請原能會在報告中加強說明總體檢的目標及範圍，並參照最新之核安國際規範及技術發展，充實及強化總體檢報告內容」，爰如上述說明總體檢的目標和範圍，並於附錄三、四、五補充說明日本和國際上主要國家的作法和規範。

表 1-1. 我國採行檢討措施與國際核能國家做法之比較

項目	我國作法之內容	NRC[1]	NEI[2]	ENSREG[3]	WANO[4]	NISA[5]
(1)	廠區電源全部喪失(全黑)事件	✓	✓	✓	✓	✓
(2)	廠房/廠區水災事件及防海嘯能力	✓	✓	✓	✓	✓
(3)	用過燃料池完整性及冷卻能力	✓		✓		✓
(4)	熱移除及最終熱沉能力	✓		✓		✓
(5)	事故處理程序與訓練	✓	✓	✓		✓
(6)	機組斷然處置程序之建立					✓
(7)	一/二號機組相互支援			✓		✓
(8)	複合式災難事件	✓	✓	✓	✓	✓
(9)	超過設計基準事故	✓	✓	✓	✓	✓
(10)	設備/設施完備性及備品儲備		✓	✓		✓
(11)	精進人力/組織運作及強化核能安全文化	✓	✓			✓

備註：

1. 美國核能管制委員會[1]（Nuclear Regulatory Commission）
2. 美國核能協會[2]（Nuclear Energy Institute）
3. 歐洲核能安全管制者組織[3,4]（European Nuclear Safety Regulators Group）
4. 世界核能發電者協會[5]（World Association of Nuclear Operators）
5. 日本原子力安全保安院[6]（Nuclear and Industrial Safety Agency）
6. 我國在方案規劃時較國際間之作法更為嚴謹、嚴密

二、 總體檢規劃與檢討

原能會依據台電公司答覆核電廠安全防護第一、二階段各項議題內容與時程，進行審慎與嚴謹之審查及列為追蹤管制項目，並持續蒐集福島電廠事故最終檢討報告及依據國際原子能總署、日本及美國等檢討報告之經驗回饋與建議，要求台電公司儘速執行相關強化暨改善措施，迄第二階段 101 年 2 月 10 日為止蒐集國際上包括美國、日本及歐盟等國重要相關資訊如下：

(一) 蒐集並彙整日本福島電廠事故序列及演進(如附錄二)

(二) 日本原子力保安院(NISA)之重要要求內容(如附錄三)

(三) 日本電力公司回應 NISA 要求之緊急安全對策(如附錄四)

(四) 蒐集國際原子能總署相關調查與因應措施報告(如附錄五)

(五) 蒐集美國核能管制委員會相關檢討與因應報告(如附錄五)

(六) 蒐集歐盟相關國家檢討與因應做法(如附錄五)

(七) 其他相關資料

原能會執行核能安全防護總體檢之評估準則如下：

(一) 對運轉中電廠檢視並確認與現行設計基準(FSAR)的符合性

(二) 對運轉中電廠檢討並評估超過現行設計基準的因應強化

措施

(三) 興建中之核四廠因尚未裝填核子燃料，目前不會對民眾造成安全影響

(1) 檢討項目原則上與運轉中電廠相同

(2) 因部份項目如程序書等尚未完全建立，故時間上可稍微延後

(3) 相關檢討項目原則上須於核子燃料裝填前完成，目前已列在核四廠燃料裝填前應完成之管制事項

(4) 核四廠另須在運轉執照核發前或 102 年 6 月底前(以時間先到者為準)，完成兩部廠內氣渦輪發電機之安裝(或裝設類似功能設備)，以確保爾後運轉安全

(四) 不論運轉中或興建中之電廠，對超過設計基準的評估準則將視國際間主要核電國家之檢討標準而調整，期使我國核電廠之設計能達到國際水準。

三、執行做法摘述

本方案的評估方式與流程如圖 1-1，採用行政院核定我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案(如附錄一)，台電公司在 100 年 4 月中旬至 5 月上旬，於完成檢討後分批次將報告送原能會審查。原能會則依據台電公司近期檢討議題之報告，於 100 年 5 月中完成審查並撰寫初步安全評估報告(報告編號 NRD-SER-100-07)，經於 100 年 5 月 31 日陳報行政

院奉核定後，在本會網站首頁「核能電廠總體檢專區」公開發佈，供各界檢視並提供意見，並於 100 年 5 月 31 日舉辦「核能安全」公聽會，邀請地方政府、民間團體等參與並提供卓見。

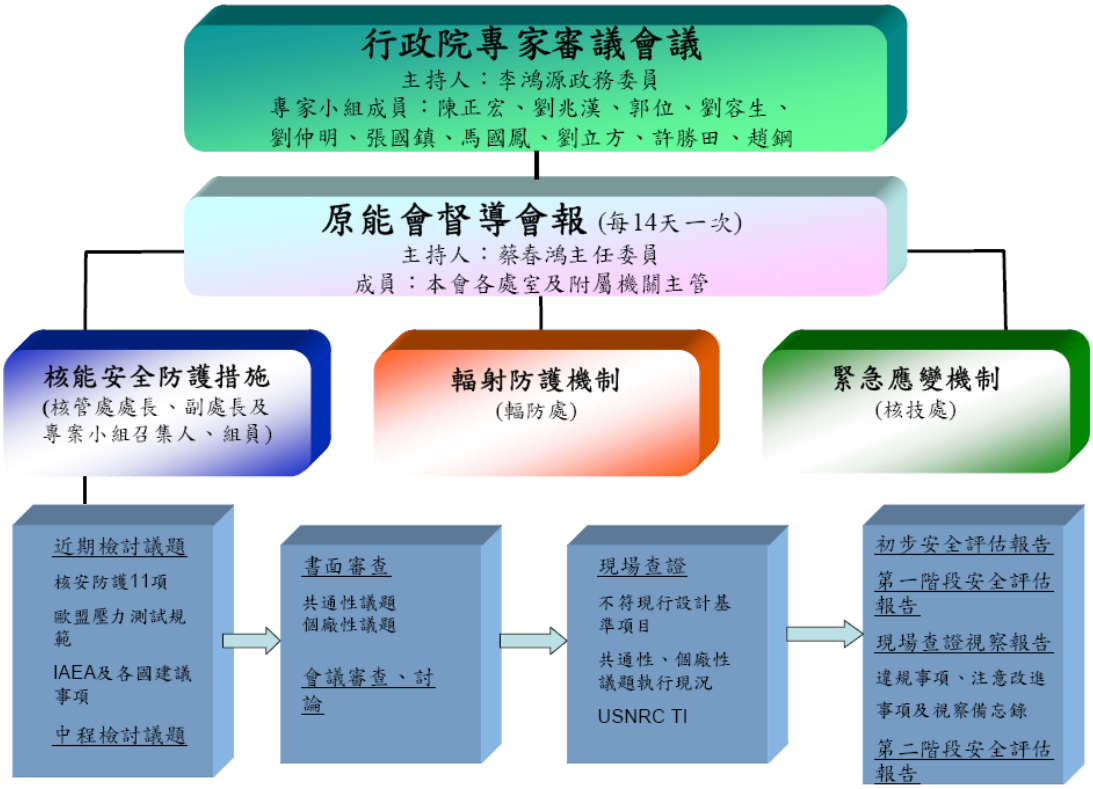


圖 1-1. 總體檢的評估方式與流程

行政院之專家審查小組之成員包括召集委員李鴻源博士(時任行政院政務委員兼中央災害防救委員會副主任委員)及 10 位委員，各委員經歷及專長詳表 1-2。行政院專家審查小組於 100 年 6 月 28 日召開第一次審查會議，審議原能會 100 年 5 月中完成之初步安全評估報告，於 100 年 7 月 18 日、8 月 26 日召開第二、三次審查會議，分別審議 100 年 7 月上旬、8 月中旬完成修訂之第一階段安全評估報告，三次審查

會之會議紀錄如附錄六，原能會已參照委員審查意見及書面意見修訂全面總體檢之方向，第一階段安全評估報告經於100年10月7日陳報行政院備查後，在本會網站首頁「核能電廠總體檢專區」公開發佈，供各界檢視並提供意見。本核安總體檢報告審查小組之定位在於提出問題及發掘事實，並進而提出因應方案，要求原能會及台電公司應就核安議題強化溝通，積極檢討提出各項潛在的核安問題，並研議解決之道，倘有需跨部會協助事項，可由行政院進行協調。

表 1-2. 行政院審議專家小組委員名單

召集委員：李鴻源博士（行政院政務委員兼中央災害防救委員會副主任委員）

委員：

1.陳正宏博士（行政院國家科學委員會副主任委員、地質專長）

2.劉兆漢博士（行政院科技顧問、中央研究院院士、副院長、工程科學專長）

3.郭　位博士（中央研究院院士、香港城市大學校長、工程科學專長）

4.劉容生博士（臺灣聯合大學系統副校長、工程科學專長）

5.劉仲明博士（工業技術研究院副院長、工程科學專長）

6.張國鎮博士（國家實驗研究院國家地震工程研究中心主任、地震專長）

7.馬國鳳博士（中央大學地球物理研究所教授、地震專長）

8.劉立方博士（美國康乃爾大學土木與環境工程系系主任、海嘯專長）

9.許勝田董事長（巨廷工程顧問公司董事長、工程專長）

10.趙　鋼理事長(社團法人中華消防及減災學會理事長、前內政部消防署署長)

依據行政院專案小組100年7月18日審查會議結論事項一，「核安總體檢報告除了應嚴謹地調查目前核安的實際情形外，針對可能潛在的核安風險，必須就技術、預算、設備等可能面對的限制條件綜合考量，研擬具體可行之因應措施，並進而提出相關之政策建議方案」。依據行政院專案小組100年7月18日審查會議結論事項三，「原能會與臺電在部分核安管制議題上立場不同，更能凸顯管制機關原能會的監督功能；惟仍請原能會及臺電公司就各項核安資訊及應採行之改善措施，加強聯繫及溝通」。

另原能會在100年5月中完成之初步安全評估報告、100年10月經行政院備查之第一階段安全評估報告，均已函送台電公司要求據以修訂核能安全防護檢討事項，原能會並分別於100年6月、10月及今(101)年1月完成核一、二、三廠總體檢現場查證專案視察。台電公司於100年6月30日及100年11月30日將完成之具體強化措施與改善方案之回復修訂版，以及原訂須提報之「要求將核一廠地震設計基準值由0.3g強化為至少0.4g之後續補強作業規劃」，及近期檢討議題(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化之方案提報至原能會。

依據行政院專家小組100年6月28日審查會議結論事項四，「請原能會於總體檢報告提出國內核能電廠運轉安全之技術意見，並盤點國內核災應變機制的能量，例如目前國

軍化學兵的救災能量；此外，針對核災可能發生的最嚴重情境，應考量核電廠運轉及安全的技術限制，預為研擬核電廠安全防護、輻射防護及緊急應變機制之強化措施」。原能會審查台電公司新增提報之書面資料，檢討台電公司之具體強化措施與改善回覆資料，在去(100)年 6 月、10 月間及今(101)年 1 月間，分別執行三次核一、二、三廠總體檢現場查證專案視察之發現，以及安全防護體制全面體檢方案之中程檢討議題審查意見，彙整後撰寫此總體檢第二階段安全評估報告。

因日本福島電廠事故已超過原設計安全基準，因此，全面總體檢在核能安全防護的重點除確認各受檢電廠的安全防護機制與現行設計基準的符合性之外，更重要的是檢討並評估電廠對超過設計基準的因應與強化其縱深防禦能力。第一階段要求台電公司提昇超過設計基準事件防範能力，各廠主要措施有增購電源車及移動式救援電源；增加大型消防水泵與注水來源、建立海水熱沉作為事故後復原之冷卻能力(包括提高各廠緊要海水系統廠房設備之防水設計與水密性)；完成用過燃料池緊急補水能力與灑水系統之設計、檢討並調整用過燃料之排列方式、執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時之溫昇評估；擬定「機組斷然處置之流程指引」(包括明確定義斷然處置之各決策點與執行時機)及因應策略與監控措施；強化圍阻體完整性與氫氣控制能力等。

第二階段評估的結果，除在第一階段已要求台電公司項目以注意改進事項持續強化作為外，重點在強化並提昇現行設計基準，並考量美國核管會建議事項及國際間公認之優良實務，納入核管案件要求「重新評估地震、水災及其他廠外危害」、「地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘」、「電廠全黑之管制措施提昇」、「強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護」、「具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計及可靠性」、「用過燃料池儀器之強化」、「強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs」、「緊急計畫之管制措施在人力及通訊能力之提昇」等改善事項，以及「用過燃料池補水能力之強化」、「緊急計畫相關管制措施」等其他後續長期改善事項。

除管制追蹤總體檢核能安全防護之強化措施外，原能會後續將持續掌握並適時納入國際上因應福島事件的經驗回饋及檢討修正的國際規範，及依據國內最新地質調查及海嘯研究結果，檢視並強化現有核能電廠設計基準，以確保國內核能電廠能因應超越設計標準之天災所可能導致之危害。原能會自聘專家學者依核能專業立場審查第二階段安全評估報告，將在完成審查後函陳審查過程及重要結論，經行政院核定後公布於原能會網站，亦歡迎各界人士能廣提建言。

針對興建中的龍門核電廠（核四廠）部份，因目前仍在興建中，尚未將核子燃料裝填至核子反應爐中，現階段的所

有施工作業並不會對民眾造成影響，台電公司已於今(101)年1月中旬提出核四廠核能安全防護近期項目之檢討報告，原能會除書面審查並在今年3月上旬完成現場查證作業。原能會已將「日本福島核災事故之檢討與評估」納入核四廠未來重要管制點—核子燃料裝填前應完成事項中列管。依據行政院專家小組100年6月28日審查會議結論事項二，「核安總體檢報告現階段應補充說明檢討議題與福島事故原因的關聯性，各項資料要更明確、完整，以助於研判檢討項目及其強化措施的適當性」。

原能會依據100年10月中旬經行政院備查之「第一階段安全評估」報告，陸續彙整後續現場查證視察結果，對台電公司十年整體安全評估報告審查初步意見，再納入美國核管會近期專案小組報告建議事項、歐盟壓力測試國家報告等經驗回饋，於101年2月底完成撰寫「第二階段安全評估」報告(即總檢討報告)；經奉行政院指示由原能會秉核能專業立場自聘專家學者辦理總檢討報告審查，原能會之專家審查小組之成員包括召集委員蔡春鴻主任委員、行政院專家審議小組10位委員及新增聘3位委員，各委員經歷及專長詳表1-3。原能會專家審查小組於101年4月13日召開第一次審查會議，審議原能會101年2月底完成之總檢討報告，並於101年5月14日召開第二次審查會議，審議原能會101年5月上旬完成修訂之總檢討報告，二次審查會之會議紀錄如附

錄十一，原能會已參照委員審查意見及書面意見修訂全面總體檢之方向，總檢討報告審查過程及重要結論經陳報行政院備查後，將在本會網站首頁「核能電廠總體檢專區」公開發佈，供各界檢視並提供意見。

表 1-3. 原子能委員會審議專家小組委員名單

召集委員：蔡春鴻博士（行政院原子能委員會主任委員）

委員：

1.陳正宏博士（行政院國家科學委員會副主任委員、地質專長）

2.劉兆漢博士（行政院科技顧問、中央研究院院士、副院長、工程科學專長）

3.郭　位博士（中央研究院院士、香港城市大學校長、工程科學專長）

4.劉容生博士（臺灣聯合大學系統副校長、工程科學專長）

5.劉仲明博士（工業技術研究院副院長、工程科學專長）

6.張國鎮博士（國家實驗研究院國家地震工程研究中心主任、地震專長）

7.馬國鳳博士（中央大學地球物理研究所教授、地震專長）

8.劉立方博士（美國康乃爾大學土木與環境工程系系主任、海嘯專長）

9.許勝田董事長（巨廷工程顧問公司董事長、工程專長）

10.趙　鋼理事長(社團法人中華消防及減災學會理事長、前內政部消防署署長)

11.吳祚任博士（中央大學水文與海洋研究所助理教授、海嘯專長）

12.潘　欽博士（清華大學工程與系統科學研究所教授、核工專長）

13.薛燕婉博士（清華大學核子工程與科學研究所教授、核工專長）

本報告在第二章藉日本事故評析說明我國檢討議題與福島事故原因的關聯性，以助研判檢討項目及採取強化措施的適當性。第三章提出我國核能電廠安全防護之檢討，依序說明各檢討議題重要事項的執行進度、改善情形以及規劃完成期限，總體檢核能安全防護近期議題現場查證專案視察之發現以及中程議題的檢討結果，並彙整摘要核能安全防護有關之核能管制案件之內容。第四章針對輻射防護及緊急應變機制的檢討方案，區分為應變機制及法規、平時整備及緊急應變作業能力三大項目，說明國內現況並提出檢討與精進之規劃。最後，第五章除簡要敘述在二階段總體檢期間提出的安全強化措施之外，並以原能會納入核能管制案件作為第二階段評估報告的結語，同時在結語中也提出為反映近期國際核能國家及機構針對福島事件檢討之結論與建議事項，使核安總體檢方案之執行與國際同步。

第二章 日本福島一廠事故評析

依據行政院專案小組 100 年 6 月 28 日審查會議結論事項七，「請原能會持續加強核能安全之教育宣導，以避免社會大眾產生不必要之疑慮，同時應強調核災發生有不同層次及系統的差異，以利於非核能專業人士的理解」，乃新增此章節，期藉由對日本福島一廠事故之評析來說明我國檢討議題與福島事故原因的關聯性，以有助於研判檢討項目及採取強化措施的必要性和適當性。

一、日本福島一廠事故概述

日本東北（Tohoku）地區外海於 100 年 3 月 11 日當地時間 14 時 46 分發生規模 9.0 之強震，造成東京電力公司（Tokyo Electric Power Company）所屬的福島一廠（Fukushima Daiichi Nuclear Power Station）6 部機組之廠外電力系統皆中斷，約 41 分鐘後第一波海嘯來襲，隔 8 分鐘後第二波海嘯來襲，再 2 分鐘後，除 6 號機 1 台緊急柴油發電機外，其餘所有機組之緊急柴油發電機皆遭海水淹沒，導致福島一廠 1~4 號機靠交流電力系統供電之反應爐冷卻系統皆因失電而無法運轉，僅剩 5、6 號機之反應爐冷卻系統因共用未遭淹沒之 1 台緊急柴油發電機而可繼續運轉。雖然福島一廠 1~3 號機事故前運轉中之機組於地震發生後皆已因強

震急停系統動作而自動停機，另 4 至 6 號機因機組大修而處於停機狀態，但此一複合式災害之程度超出預期，救援與應變處理不及，進而造成 1~3 號機後續爐心燃料冷卻不足、爐心融毀、廠房氫爆、大量放射性物質外釋，且 4 號機用過燃料池亦疑似因冷卻不足而發生氫爆之事故，日本政府於 4 月 12 日宣布將事故等級調升為國際原子能總署之國際核能事件分級制最嚴重的 7 級，與前蘇聯車諾比事故同級，當時預估放射性物質外釋量約為車諾比事故之 1/10，但實際外釋量仍待日本於事故告一段落後，根據爐心燃料損壞情形與輻射偵測數據，進一步確認。(註：依日本政府提供 IAEA 之報告[6]等資料，說明預估外釋量約為車諾比之 1/10，故此處引用該數值。該資料所附為日本政府於 4 月 12 日公布將事故等級提升為 7 級時之各核種統計數據，其中以 NISA 及 NSC 預估之 Iodine(I-131 及 Radiological equivalences to I-131)外釋量分別為 3.7×10^{17} 及 6.3×10^{17} Bq(貝克)，約為車諾比之 5.2×10^{18} Bq 的 1/14 及 1/8，另 Cs-137 及 Radiological equivalences to I-131 則為車諾比之 1/7~1/14，因此亦有外釋量為車諾比事故 1/7 之說法。)

福島一廠事故狀況已漸趨緩和，且 1~3 號機反應爐內及 1~4 號機燃料池內之燃料已建立密閉冷卻循環，1~3 號機反應爐底部金屬溫度分別於 100 年 8 月 19 日、100 年 9 月 28 日及 100 年 9 月 5 日降至 100℃以下，日本政府並於 12 月

16 日宣布福島一廠 1~3 號機已達到冷停機狀態(雖然日本國內及國際媒體對此宣布持保留態度)。因廠房受損，輻射外釋情形仍然持續，但依據日本原子力災害對策本部於 100 年 12 月 16 日公佈事故處理措施執行情形，其中 1～3 號機輻射物質最大外釋率在 100 年 12 月初銫 134 及銫 137 之數值約為每小時 0.6 億貝克，約為 3 月事件發生時釋放率的 1 仟 3 佰萬分之一，而依此估算，最大廠界曝露劑量約每年 0.1 毫西弗，已顯著降低。東京電力公司規劃在廠房受損之機組外搭蓋氣密式聚酯材質之帷幕，以避免雨水滲入廠房，同時防範可能的輻射外洩，一號機反應器廠房外罩工程已於 100 年 10 月下旬完成。因機組受損情形嚴重，且內部仍處於高輻射環境，東京電力公司雖然已宣布將關廠除役，但仍需長時間持續進行後續處理作業，截至 101 年 1 月 18 日為止之機組狀況如表 2-1。

以下分別就福島一廠基本資料、地震與海嘯之危害情形、事故處理過程及後續處理等方面作簡述說明。

（一）福島一廠基本資料

福島一廠共有 6 部機組，其基本資料與地震發生時機組運轉狀態如表 2-2。

表 2-1. 福島一廠事故狀態(101 年 1 月 18 日)

機　　組		1	2	3	4	5/6
爐心燃料完整性		受損(爐心融毀)	受損(爐心融毀)	受損(爐心融毀)	無燃料棒	未受損
爐心燃料束		400 束	548 束	548 束	0 束	548/764 束
反應爐完整性		研判受損且有洩漏	研判受損且有洩漏	研判受損且有洩漏	未受損	未受損
一次圍阻體完整性		研判受損且有洩漏	研判受損且有洩漏	研判受損且有洩漏	未受損	未受損
二次圍阻體完整性		嚴重受損(氫氣爆炸)	局部開啟(釋壓板開啟)	嚴重受損(氫氣爆炸)	嚴重受損(氫氣爆炸)	頂樓開通風孔，預防氫氣累積
爐心補水（註 3）		持續注淡水（循環）	持續注淡水（循環）	持續注淡水（循環）	不需要	不需要
用過燃料池燃料完整性		大部份用過燃料未受損	大部份用過燃料未受損	大部份用過燃料未受損	大部份用過燃料未受損	未受損
用過燃料池用過燃料束		292 束	587 束	514 束	1331 束	946/876 束
用過燃料池冷卻		新設循環冷卻系統運轉(8/10 開始)	新設循環冷卻系統運轉(5/31 開始)	新設循環冷卻系統運轉(6/30 開始)	新設循環冷卻系統運轉(7/31 開始)	冷卻系統運轉
反應爐水位公分（註 1）		A:低於指示範圍 B:-182	A:低於指示範圍 B:-212	A:-221 B:-222	略(反應爐無燃料)	安全
反應爐壓力 MPa abs		A ：0.105	A：0.103	A/B:低於指示範圍	略(反應爐開蓋)	安全
反應爐槽溫度℃	飼水管	26.1	47.1	45.0	略	
	爐底	26.5	50.9	53.4		
乾井壓力 MPa		0.107	0.109	0.102		
乾井溫度(℃)（註 2）		27.9	50.4	59.7		
抑壓槽壓力 MPa		0.118	儀器故障	0.188		
用過燃料池水溫℃		13.0	12.6	12.6	21.0	13.4/13.0

註：摘要整理自日本經產省及社團法人日本原子力產業協會(Japan Atomic Industrial Forum, Inc., JAIF)網頁資料 http://www.jaif.or.jp/english/。

註 1：水位以燃料頂部(TAF)為基準點。

註 2：取自接近乾井大修封環(REFUELING BELLOW)區域，於乾井上層區。

註 3：於 100 年 7 月 2 日開始正式改由緩衝槽(收集經處理後之廠房積水)取水注入爐心。2~3 號機分別於 100 年 9 月 14 日及 9 月 1 日新增由爐心噴灑管路注水至爐心上方之途徑。

表 2-2. 福島一廠各機組基本資料

機組		1	2	3	4	5	6
反應器型式[a]		BWR 3	BWR 4				BWR 5
圍阻體型式		馬克 1 型					馬克 2 型
發電量(百萬瓦)		460	784	784	784	784	1100
開始運轉年份		1971	1974	1976	1978	1978	1979
地震前運轉狀態		運轉中			停機大修中（b）	停機大修中（b）	停機大修中（b）
地震時機組反應		強震自動停機			-		
燃料數目(束)	反應爐	400	548	548	0	548	764
	用過燃料池	292	587	514	1331	946	876

註：a. BWR:沸水式反應器

b.4 號機於 2010 年 10 月 30 日停機大修(停機填換燃料並執行設備維護檢修)，爐心燃料全部移至用過燃料池以進行爐心側板之改善作業；5 號機於 2011 年 1 月 3 日停機大修，地震時反應爐蓋已回裝並執行洩漏定期測試中；6 號機於 2010 年 8 月 14 日停機大修，反應爐蓋已回裝

（二）地震與海嘯之危害情形

1.地震對機組設備造成之損害情形

於地震發生時，福島一廠運轉中之 1~3 號機皆因強震而自動停機，6 部機組之廠外電力系統皆因輸電塔倒塌、開關場斷路器受損、電力線接地故障跳脫等不同原因而全部中斷。

在對機組其他設備之影響方面，由目前所獲得之資訊，

只顯示地震發生後至海嘯侵襲廠區前的期間，控制棒皆插至全入位置、反應爐隔離冷卻器（Isolation Condenser，以下簡稱 IC）及反應爐隔離冷卻系統(Reactor Core Isolation Cooling，以下簡稱 RCIC)、緊急柴油發電機及對應海水系統皆正常啟動運轉，2 號機之餘熱移除系統 A/B 串亦曾起動執行抑壓池冷卻，故這些安全系統設備應未在地震中嚴重受損。其他未自動起動或需手動起動之系統，以及其他設備管路，則因未實際運轉無法確認其功能是否受影響，且因現場尚處於高輻射，無法進行檢視，故無法判定是否有因地震而受損。不過，由日本政府於 6 月提供給國際原子能總署之事故檢討報告（ Report of the Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety）第 4 章對各機組之狀況研析中，因 3 號機高壓注水系統（High Pressure Core Injection，以下簡稱 HPCI）之運轉與停止時，反應爐壓力都有明顯對應之變化，故懷疑其蒸汽管路可能有洩漏，但此是否係因地震而受損，仍待進一步釐清。

每部機組反應器廠房、汽機廠房之基礎及 2 樓處皆裝有地震儀，目前根據東京電力公司公布之反應器廠房基礎(basemat)位置地震量測資料（如表 2-3），2、3、5 號機組所測得之東西向最大加速度值已超越原設計標準，對於廠房結構設施之衝擊影響，未來仍有待進一步評估。此外，因為記錄系統軟體問題,地震期間福島一廠各機組上述廠房基礎及 2

樓之地震儀有 7 只僅錄得前 130~150 秒不等之紀錄，所幸經過頻譜分析發現這些地震紀錄在超越設計反應譜的頻率區間均相當一致，東電公司初步研判對未來後續地震資料的運用與分析影響不大。

表 2-3. 福島一廠地震量測值

機組	廠房基礎量測最大加速度(gal)（ground motion observed）			抵抗標準設計地震所需之最大加速度值(gal)（maximum response acceleration to standard seismic ground motion）		
	水平南北	水平東西	垂直	水平南北	水平東西	垂直
1	460※	447※	258※	487	489	412
2	348※	**550**※	302※	441	438	420
3	322※	**507**※	231※	449	441	429
4	281※	319※	200※	447	445	422
5	311※	**548**※	256※	452	452	427
6	298※	444※	244	445	448	415

※：地震加速度歷時紀錄僅測得前130~150秒不等之數值

2. 海嘯對機組設備造成之損害情形

由日本政府公布之資訊顯示，當時海嘯在廠區的上溯高度達 14~15 公尺，遠高於防波堤 5.7 公尺及 1~4 號機廠區高

度 10 公尺，因此對 1~4 號機造成相當嚴重之影響，造成位於海邊且為露天無建築物之海水冷卻系統、廠房內柴油發電機、交流電力系統 6.9KV 開關室與大部分 480V 電力中心（Power Center）及 1/2/4 號機直流電力系統之蓄電池及配電盤因淹水而失去功能。5~6 號機因廠房高度為 13 公尺，雖然部分廠房內部地下層之電力設備，包括兩台柴油發電機亦受到影響，海水泵因位於海邊而受損，但仍有部份反應爐和用過燃料池補水系統之緊急供電設備，如 6 號機 1 台緊急柴油發電機（設於獨立之柴油機廠房內，可供電至 5、6 號機）、直流電力系統、緊急交流電力中心等，並未受到海嘯影響，因此仍可提供反應爐與用過燃料池之適當冷卻，不致造成如 1~4 號機之事故。

1~4 號機因海嘯侵入廠區，當下，廠內、外之所有交流電源及 1、2、4 號機組之直流電源都已喪失，造成所有反應爐與一次圍阻體之冷卻與補水系統、儀控電源、控制室與現場照明皆無法正常運作，且因海嘯導致道路受阻，後續救援設備亦未能就位，致反應爐爐心燃料之餘熱無法有效移除，無法維持燃料被水覆蓋，造成燃料受損與產生大量氫氣，此為造成後續重大事故之主因。其中，3 號機之直流電力系統並未因海嘯而受損，故由直流系統供電之 RCIC/HPCI 系統尚能於交流電力系統斷電後運轉提供反應爐補水，惟在其蓄電池耗盡前，救援設備仍因種種因素未能備妥接替，造成反應

爐補水不及。再者，反應爐需降壓以使臨時補水系統能夠將水注入反應爐，當開啟反應爐釋壓閥降壓及 RCIC 系統汽機運轉時，其蒸汽皆會導入一次圍阻體抑壓池冷凝，造成抑壓池水溫升高，其冷卻系統因失電無法運轉，在抑壓池水溫度過高時，反應爐洩壓排放之蒸汽無法有效冷凝，又造成一次圍阻體壓力快速上升，對一次圍阻體之完整性造成衝擊，因此影響到反應爐降壓操作之進行；此外，一次圍阻體排氣降壓操作亦因失電而無法順利進行，這些皆增加反應爐補水之困難度。廠區部份水槽、廠內外道路亦因海嘯衝擊與帶來之雜物而受損或無法通行，則亦增加後續救援行動之困難度與所費時間。

（三）事故發生與處理過程

地震及海嘯後，各機組事故發生與處理時序整理如附錄二。由於地震與海嘯造成反應爐補水及冷卻系統因失電及設備受損而無法運轉，在缺水、缺電以及應變經驗不足之情況下，如何維持反應爐爐心及用過燃料池之燃料冷卻、保持反應爐及圍阻體完整性、降低放射性物質外釋，皆是極大之考驗，實際結果也顯示超大的地震與海嘯雖為造成事故的外部肇因，然無法即時提供反應爐爐心燃料適當之補水與冷卻，乃造成爐心燃料熔毀與大量放射性物質外釋之主要原因。

以下就事故過程中，反應爐補水與冷卻、一次圍阻體排

氣(venting)降壓處理與氫爆、用過燃料池冷卻、電力系統恢復、放射性物質外釋及民眾疏散與人員輻射曝露情形等，分別簡述其發生過程與處理情形。

1.反應爐補水與冷卻

由於所有馬達帶動之反應爐補水與冷卻系統，包括正常與緊急之補水系統與熱移除系統，皆於海嘯後因失電或設備淹水受損而無法運轉，故爐心燃料之初期冷卻需靠不由交流電源供電之補水系統，包括 1 號機之 IC、2/3 號機由反應爐蒸汽推動之 RCIC/HPCI 系統，但這些系統仍需由直流電力系統提供閥門與控制系統之電源，或足夠之驅動蒸汽以推動汽機。當直流電源故障或蓄電池電力耗盡，或汽機驅動之蒸汽壓力不足時，這些系統將無法運轉。由日本官方公布之資料顯示，1、2 號機之直流電力系統因第 2 波海嘯而受損失電，故 1 號機之 IC 可能於海嘯入侵當時即無法運轉，1、2 號機之 HPCI 系統亦未能運轉。至於 2 號機 RCIC 系統在直流電力系統淹水受損時正運轉中，且之後持續運轉超過 40 小時，其為何可以持續運轉之原因尚不清楚。3 號機 RCIC 系統在海嘯後運轉約 20 小時，其停止運轉之原因並不清楚，但推測其電池應已耗盡；而其蓄電池設計可供電時間為 8 小時，何以其可持續運轉超過此時間之原因，仍需就其蓄電池容量計算基礎與當時負載運轉情形方能進一步釐清。3 號機 HPCI

系統因低水位信號而自動起動運轉約 14 小時後停止運轉，其原因研判可能是反應爐蒸汽壓力過低所致。

當這些系統無法運轉時，則以臨時佈設之補水系統注水入反應爐提供冷卻，補水動力原由消防車提供，之後改由臨時電動泵浦。而為使水可以補入反應爐，反應爐須配合降壓至低於消防車或電動泵浦可泵送之壓力。水源方面，原使用容量有限之消防用淡水，之後改用海水；而隨後於其他區域引水至廠區之淡水水源管路鋪設完成後，於 3 月下旬改用淡水。電源方面，電動泵浦之電源初期由電源車供給，於廠外電力系統重新鋪設完成後，則改由廠外電力系統供電。其中在利用消防車補水時，曾發生人員去現場查看才發現因燃油耗盡而停止運轉之情形，電廠之後也加強監視運轉情形；在 5 月上旬，亦於電動補水泵後加裝運轉監視警報裝置，以強化其運轉狀態之監視。

東京電力公司並規劃建置將 1~3 號機廠房積水處理後經飼水管路再打回反應爐之流程，以減少原由外部取水注入反應爐所增加之放射性廢水量。該流程經試運轉後於 100 年 7 月 2 日正式運轉。1 號機反應爐槽金屬溫度於 100 年 8 月 19 日已降至 100℃以下， 2、3 號機部分因溫度未持續下降，研判可能有部分爐心燃料仍在爐心區域，故分別於 100 年 9 月 14 日及 9 月 1 日另新增由爐心噴灑管路注水至爐心上方之方式冷卻，其反應爐槽底部金屬溫度分別於 100 年 9 月 18

日及 9 月 5 日降至 100℃以下。

由相關資訊顯示，原補水系統運轉時(如前述之 RCIC 系統)，反應爐水位皆能維持在有效燃料頂端(Top of Active fuel, TAF)以上，但從表 2-4 相關時序看出，當原補水系統無法運轉後，臨時補水系統皆無法即時補水入反應爐，或許可能雖然臨時補水系統已運轉，但因反應爐壓力過高而實際上並未補入反應爐，或者因補水量不足，以致反應爐水位於數小時內即下降至 TAF 以下，致燃料開始裸露，且即使之後臨時補水系統持續補水，反應爐水位始終無法回復至 TAF 以上。根據日本官方及東京電力公司分別利用嚴重核子事故程式（MAAP/MELCOR）估算結果，研判 1~3 號機之爐心皆於反應爐水位下降至 TAF 後約兩小時左右開始融毀，熔渣掉至爐底區域，猜測數小時後可能有部分熔渣經受損之爐底穿孔掉至乾井地面，但由反應爐底金屬溫度及注水情形研判大部分熔渣仍在反應爐底內。東京電力公司另由補水量大於沸騰蒸發之蒸汽量約 1 倍以上，推估反應爐應有洩漏，同時由反應爐金屬溫度仍大於 100℃之情況研判仍有蒸汽產生，顯示部分掉至爐底燃料並未完全被水淹蓋。而根據東京電力公司於 100 年 11 月 30 日公布福島一廠 1~3 號機受損燃料之狀況報告，說明由溫度、冷卻水量與其他數據研判，在最壞之情況下，1 號機全部爐心燃料可能已熔毀並經爐底破洞掉至一次圍阻體地面，預估將鋼板與混凝土地面侵蝕約 65 公分厚度。

2/3 號機分別有 57%/ 63%爐心燃料已熔毀，部分燃料可能掉至一次圍阻體地面。

至於當時無法即時補水的原因，包括因海嘯造成廣泛損壞，備援設備資源（水、電、管路、泵浦/消防車）供應不及（例如影響反應爐洩壓及一次圍阻體排氣），現場操作環境惡劣之普遍問題，加上事故演變過速，應變不及(如 1 號機)，或是其他機組廠房氫爆，造成已佈設完成之設備管線受損（如 2 號機），以及廠區高輻射等因素。另一個因素可能是狀況複雜，必須同時進行多部機組超出預期之救援行動，應變程序與人力、經驗不足，無法作出最適當決策，都是極大的考驗。例如 2/3 號機曾嘗試恢復高水頭低流量之控制棒驅動液壓及備用硼液系統（注水流量各約每分鐘數十加侖），但至 100 年 3 月 13 日中午才下令進行注海水之準備作業，雖然任一可能補水來源都需盡量建立，但在人力資源有限情況下，如何考量其優先順序即成為判斷與決策能力的考驗。

表 2-4. 1~3 號機反應爐補水系統運轉與水位達 TAF 時序表

1 號機	
原補水系統運轉情形	IC 於 3/11 14:46 地震發生時自動啟動，其間曾手動控制運轉，研判於 3/11 15:37 海嘯來襲時停止。
臨時補水系統開始運轉	3/12 05:46 首次利用消防泵補水入反應爐（但水可能並未注入反應爐）

時間	
水位降至 TAF 時間（爐心燃料開始裸露）	1. 3/12 02:27（水位儀器顯示） 2.利用嚴重核子事故程式估算結果(假設 IC 於海嘯來襲時即停止)： ~地震後 3 小時：東京電力公司(MAAP) ~地震後 2 小時：NISA（MELCOR）
爐心開始熔毀時間	利用嚴重核子事故程式估算結果(假設 IC 於海嘯來襲時即停止)： ~地震後 4 小時：東京電力公司(MAAP) ~地震後 3 小時：NISA（MELCOR）

2 號機	
補水系統運轉情形	RCIC 於 3/11 15:02 初次手動起動，之後曾因高水位而自動跳脫，於 3/11 15:39 手動起動後，研判持續運轉至 3/14 13:18 停止
臨時補水系統開始運轉時間	3/14 16:34（於 3/14 19:20 發現消防車已停止運轉）
水位達 TAF 時間（爐心燃	3/14 17:17（水位儀器顯示） 利用嚴重核子事故程式估算結果：

料開始裸露）	~地震後 75 小時（東京電力公司） ~地震後 75 小時（NISA）
爐心開始熔毀時間	利用嚴重核子事故程式估算結果： ~地震後 77 小時（東京電力公司） ~地震後 77 小時（NISA）

3 號機	
補水系統運轉情形	RCIC 於 3/11 15:05 初次手動起動，之後曾因高水位而自動跳脫，於 3/11 16:03 手動起動後，研判持續運轉至 3/12 11:36 停止 3/12 12:35 HPCI 因低水位信號自動起動，於 3/13 02:42 停止運轉
臨時補水系統開始運轉時間	3/13 09:25 開始補淡水（水位仍降） 3/13 13:52 改補海水
水位達 TAF 時間（爐心燃料開始裸露）	3/13 04:15（研判） 利用嚴重核子事故程式估算結果： ~地震後 40 小時（東京電力公司） ~地震後 41 小時（NISA）

爐心開始熔毀時間	利用嚴重核子事故程式估算結果： ~地震後 42 小時（東京電力公司） ~地震後 44 小時（NISA）

註：以上所載嚴重核子事故程式估算結果係摘錄自日本 NISA 於 100 年 6 月 6 日公布之“Regarding the Evaluation of the Conditions on Reactor Cores of Unit 1, 2 and 3 related to the Accident at Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station, Tokyo Electric Power Co. Inc” 之內容。

2.一次圍阻體排氣降壓與氫爆

1~3 號機在地震前皆在運轉發電中，海嘯造成反應爐之電動補水冷卻系統無法運轉後，反應爐爐心燃料仍持續產生相當之餘熱，必須排至一次圍阻體之抑壓池冷凝以維持反應爐壓力不致上升，同時 2/3 號機高壓注水系統（HPCI）及爐心隔離冷卻系統（RCIC）之泵浦係由反應爐蒸汽推動之汽機驅動，其運轉時之汽機排汽亦會排至抑壓池，兩者都會造成抑壓池溫度上升。尤其是抑壓池冷卻系統亦因斷電而無法運轉，其溫度升高造成一次圍阻體乾井及抑壓池壓力逐漸上升，必須適時進行排氣以避免一次圍阻體因過壓而破損，導致大量放射性物質在無法控制的情況下外釋至環境。

福島一廠一次圍阻體排氣流程圖如圖 2-1，排氣通路中設有氣動閥及電動閥，下游端設有過壓時開啟之爆破盤，最後經廠房煙囪排放。由於閥門之電源及氣源缺乏，電動閥部分雖可至現場手動操作，氣動閥則須臨時電源（提供電磁閥

引動電力）及氣源（提供閥門驅動動力）方能開啟。臨時電源及氣源之供應，以及現場高溫度及輻射狀況皆增加操作之困難度，且某些狀況乾井之壓力較抑壓槽為高，故雖然抑壓槽之排氣閥已開啟，但因其壓力低於爆破盤之動作壓力而無法排氣，必須再開啟乾井之排氣管，亦會影響實際上有效排氣之時間。

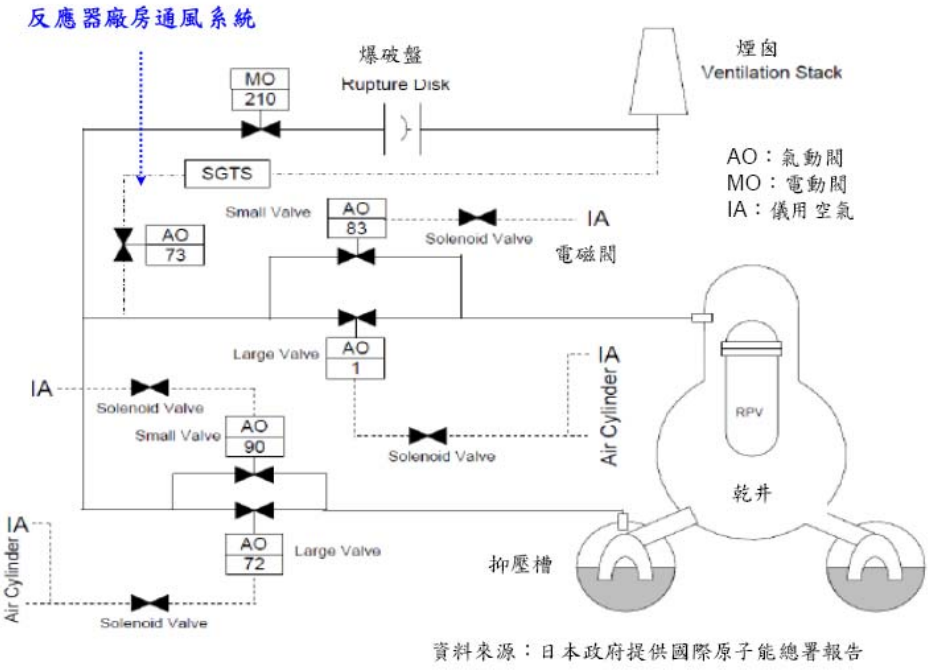


圖 2-1. 福島一廠一次圍阻體排氣系統流程圖

電廠下令開始進行排氣與實際排氣(由乾井壓力下降估計)之時間整理如表 2-5，由開始準備時間至實際排氣時間顯示需花費相當之時間。排氣後，1~3 號機乾井壓力均顯著下降，但氣動閥門開啟後亦可能因氣源或電源耗盡而關閉，此時即需再次進行操作。

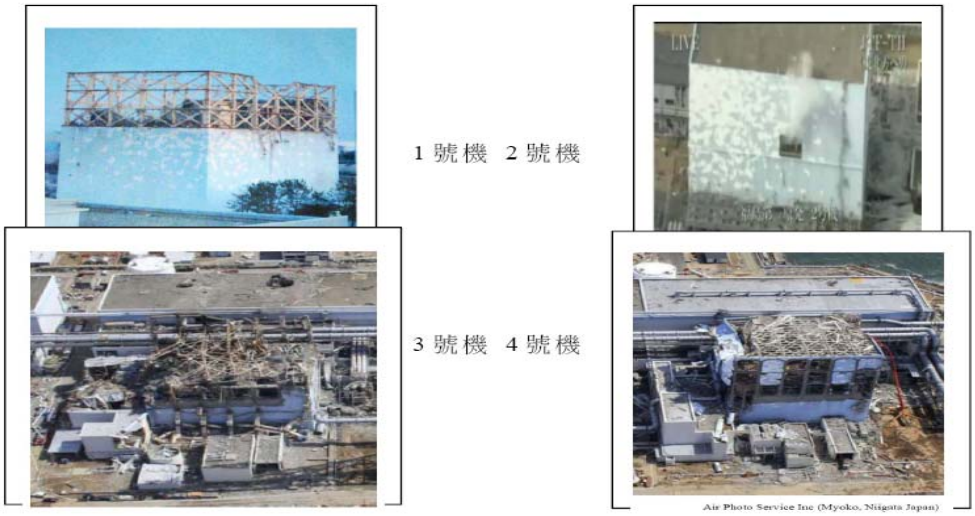
由於反應爐水位因無補水而持續降低，部分爐心燃料裸露後，燃料溫度上升造成燃料護套之鋯金屬與水蒸汽作用（鋯水反應）產生氫氣，這些氫氣於反應爐洩壓時會與反應爐蒸汽中不凝結氣體一起排至一次圍阻體空間，這些氫氣可能先經受損之穿越孔填封或其他路徑再逸散至一次圍阻體外之反應器廠房，當空氣中氫氣濃度累積達到燃爆濃度後即發生氫爆。

表 2-5. 圍阻體排氣準備及實際時間表

機組	開始進行排氣 準備時間	實際初次排氣時間 （乾井壓力下降）
1	3/12 00:06	3/12 14:30
2	3/13 10:15	3/14 18:06
3	3/13 05:15	3/13 09:24

1 號機於 100 年 3 月 12 日 15 時 36 分在反應器廠房頂樓區域發生氫爆，廠房屋頂及週邊牆壁因氫爆而毀損。廢料處理廠房（waste processing building）部分受損亦可能是因氫爆所致。於 100 年 3 月 14 日 11 時左右，3 號機於反應器廠房發生較 1 號機更嚴重之氫爆，造成廠房牆壁及頂樓天花板嚴重損壞，廢料處理廠房部分受損亦可能是因氫爆所致。從 1、3 號機廠房受損情形看出，其屋頂掀開處邊緣整齊，此乃為保護廠房內一次圍阻體避免因氫爆而受損之設計，同時也顯示廠房受損之同時也解除了後續因鋯水持續反應而引發氫

爆之可能。4 號機於 100 年 3 月 15 日 6 時 10 分左右亦發生氫爆，反應器廠房多處樓層牆面及頂樓樓板嚴重受損，並可看到內部之設備；之後 4 樓發生火災，媒體報導 3 樓亦有火災，但現場無法確認。2 號機則於 100 年 3 月 15 日 6 時 10 分左右於廠房內有爆炸聲響，隨後抑壓池空間壓力下降，研判抑壓池亦可能發生氫爆並受損，導致壓力下降。廠房受損照片如圖 2-2。



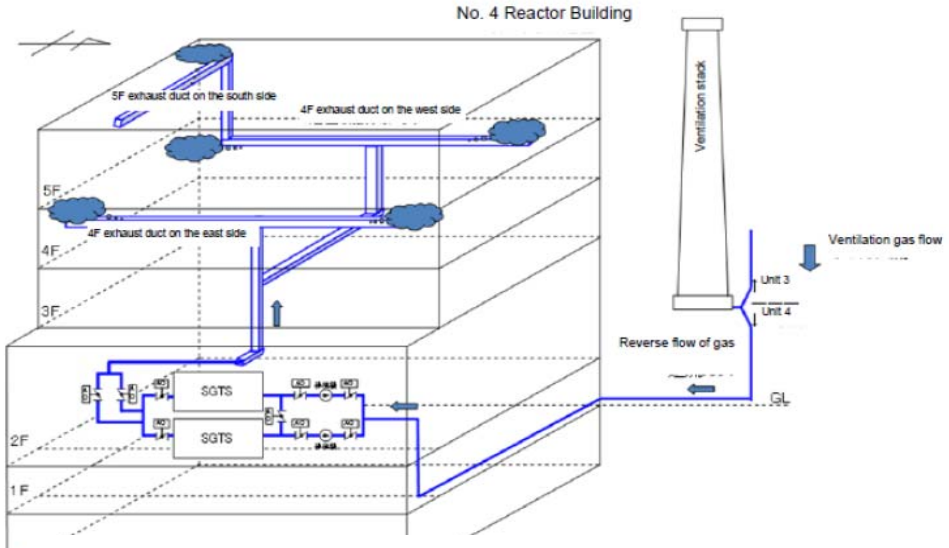
(2 號機所示為反應器廠房釋壓鈑，非氫爆之抑壓槽)

圖 2-2. 福島一廠廠房受損照片

以上 1~3 號機廠房氫爆皆在進行一次圍阻體排氣之後發生，設計上排氣流程係直接排至煙囪，為何氫氣會逸散至反應器廠房，目前日本官方公布之資訊研判，其一途徑為一次圍阻體排氣時，經連通之備用處理系統管路倒流至反應器廠房；另一說法是因乾井壓力過高(如 1 號機)，造成乾井蓋或氣鎖門等穿越器產生隙縫而使排氣漏至反應器廠房。以上推

測及確實原因仍有待進一步之資料加以確認。

4 號機部份,原懷疑氫氣來源是用過燃料池池水因用過燃料池冷卻系統失去電力無法冷卻而使池水溫度上升，池水沸騰蒸發或池底破漏導致池水水位下降，造成貯放之用過燃料裸露，燃料溫度更為升高，因鋯水反應產生氫氣而發生氫爆。但後來經東電公司檢查池體及化驗池水，並未發現池體有洩漏或燃料有受損情形，因此在日本官方提供國際原子能總署之報告中，推測不排除是 3 號機進行一次圍阻體排氣時,排放之氣體(連同氫氣)經 3/4 號機於煙囪前連通之排放管路（如圖 2-3），經備用氣體處理系統風管倒流至 4 號機之反應器廠房而發生氫爆。



資料來源：日本政府提供國際原子能總署報告

圖 2-3. 福島一廠 4 號機氫氣來源可能途徑

3. 用過燃料池冷卻

1~4 號機用過燃料池貯存有 200 束至 1331 束不等之用過燃料，海嘯後冷卻系統因電力喪失而無法運轉，於事故後初期，用過燃料池之冷卻方式主要利用直升機在上空灑水及於地面利用消防噴水車噴水，之後改由高樓水泥灌漿車由高處灌注，或由原冷卻系統管路注水方式提供冷卻，2/3 號機新設之用過燃料池循環冷卻系統分別於 100 年 5 月 31 日及 6 月 30 日正式運轉，提供冷卻，1/4 號機部分則分別於 100 年 8 月 10 日及 7 月 31 日正式啟用運轉。

4.臨時電力系統佈設

由於廠內大部分位於地面層及以下之電力系統與設備皆因海嘯淹水而受損，事故初期係以電源車或移動式柴油發電機提供電源，並由臨時電纜供電至現場未受損之配電盤，以儘速提供相關救援設備與未受損之電力設備電源。之後則開始進行移動式配電盤及廠外電力系統佈設作業，以提供充足可靠之電力供應系統。

東京電力公司於 100 年 3 月 16 日開始進行廠外輸電線設置工程，並於 100 年 3 月 22 日完成廠外電力系統佈設，1~4 號機控制室照明乃分別於 100 年 3 月 24、26、22、29 日恢復供電，汽機廠房亦有部分照明恢復，並於 100 年 4 月 3 日將臨時注水泵電源改由廠外電力系統供應。

此外，為因應餘震可能引發之海嘯與破壞，東京電力公司除將移動式電力與配電盤設備等移至高處，並進行 1~6 號機廠外電力供應線路之強化作業，彼此可相互支援，以便於任一外部電力供應迴路中斷時，可由其他迴路供電。

5.放射性物質外釋狀況與處理

福島一廠於 100 年 3 月 12 日開始偵測到廠區輻射劑量率升高，最高曾經到達約 12,000 微西弗/小時(背景值約為 0.1 微西弗/小時)，事故後至 100 年 4 月 1 日之廠區輻射劑量率變化如圖 2-4。

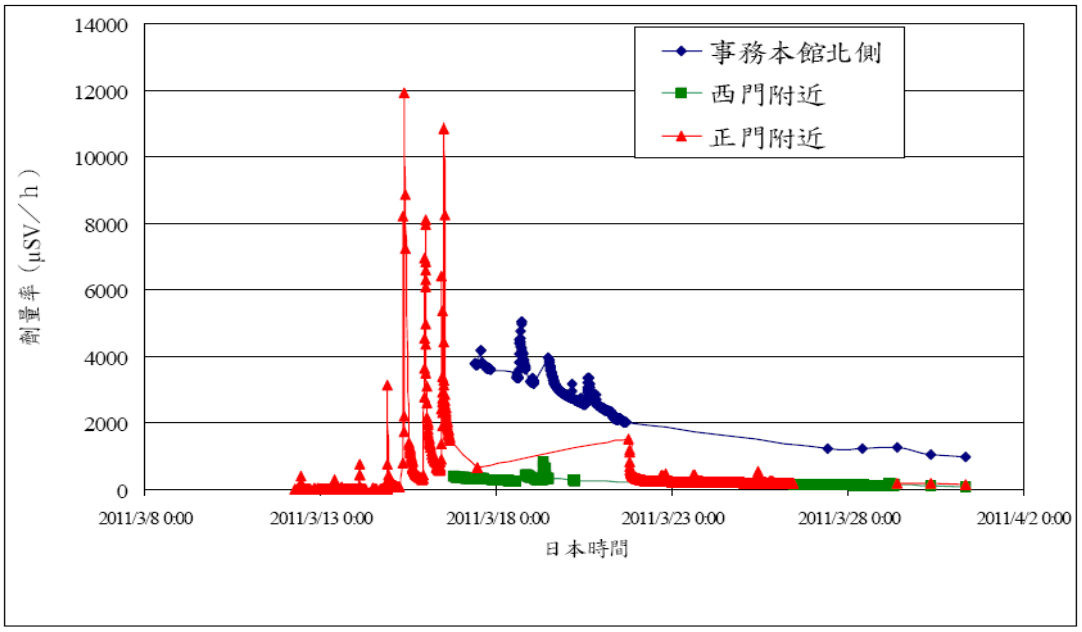


圖 2-4. 福島一廠附近劑量率變化圖

另由日本官方公布於 100 年 7 月 5 日監測之數據（如圖 2-5），於事務本館南側、西門及正門區域之空間輻射強度分別為 332/13/33 微西弗/小時，已較事故初期大幅降低。其他

廠界 9 個偵測點之空間輻射強度數值在 5~113 微西弗/小時，亦較事故初期量測之數值降低。另於 101 年 1 月 18 日監測之數據，於事務本館南側、西門及正門區域之空間輻射強度分別為 286/11/29 微西弗/小時，數值稍有降低；其他廠界 8 個偵測點之空間輻射強度數值在 4~88 微西弗/小時，亦有降低。

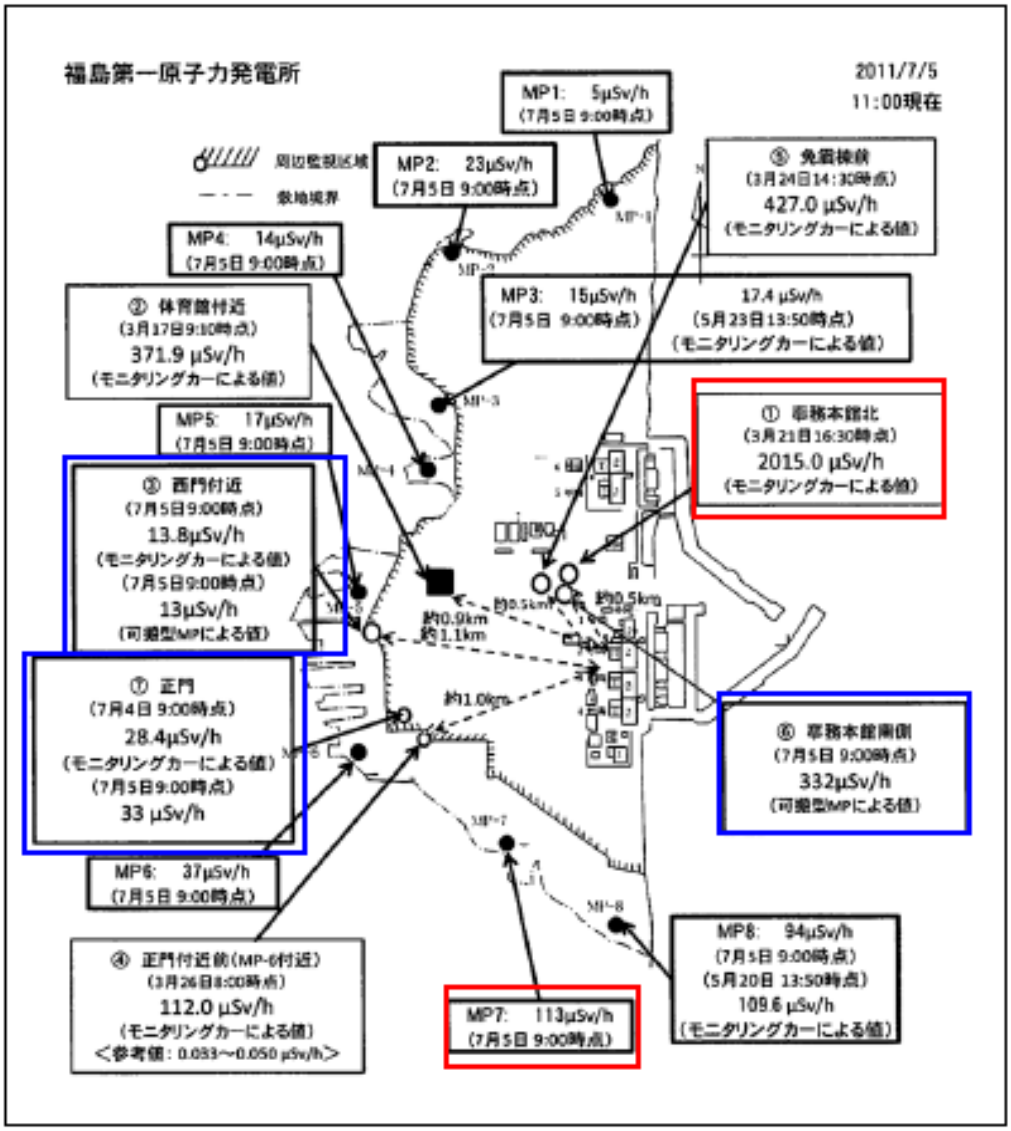


圖 2-5. 福島一廠廠區輻射偵測站輻射強度數值

在事故期間，因一次圍阻體排氣或廠房氫爆而外釋之放射性物質，依日本政府於100年4月12日公布由日本NISA及NSC估算當時放射性物質外釋量。碘-131及其他核種之碘-131等效量（Radiological equivalences to I-131）總合分別為3.7×10^{17}貝克及6.3×10^{17}貝克。另NISA就東京電力公司於100年5月16日提供之報告及相關資訊，委託日本原子力安全基盤機構(Japan Nuclear Energy Safety Organization，簡稱JNES)重新估算外釋之放射性氣體總量，碘-131增加為約1.6×10^{17}貝克，銫-137約為1.5×10^{16}貝克，其主要差異原因為爐心燃料受損比例之預估值有變化，其中，1號機爐心燃料預估受損比例減少5%，但爐心燃料數目較大之2號機預估受損比例增加20%。

在事故期間，放射性物質外釋造成鄰近區域輻射背景值增加，在福島一廠半徑20公里疏散區域外輻射劑量率較高區域(俗稱"熱點")之偵測值變化如圖2-6，皆位於廠區西北方向，其中偵測點32及83位於双葉郡浪江町，偵測點33位於相馬郡飯館村，於事故期間最高值達106~170微西弗/小時。至100年7月上旬，日本全國除了福島縣部分地區以及茨城縣少部地區輻射劑量仍較背景值稍高外，其餘縣均在天然背景值變動範圍內。就100年7月5日日本文部科學省公布在福島一廠半徑20公里疏散區域外之輻射劑量率偵測資料(如圖2-7)，大部分偵測點之數值已在1.0微西弗/小時以

下，但偵測點 32、33 及 83 之劑量率分別為 16.2/12.1/37.5 微西弗/小時。

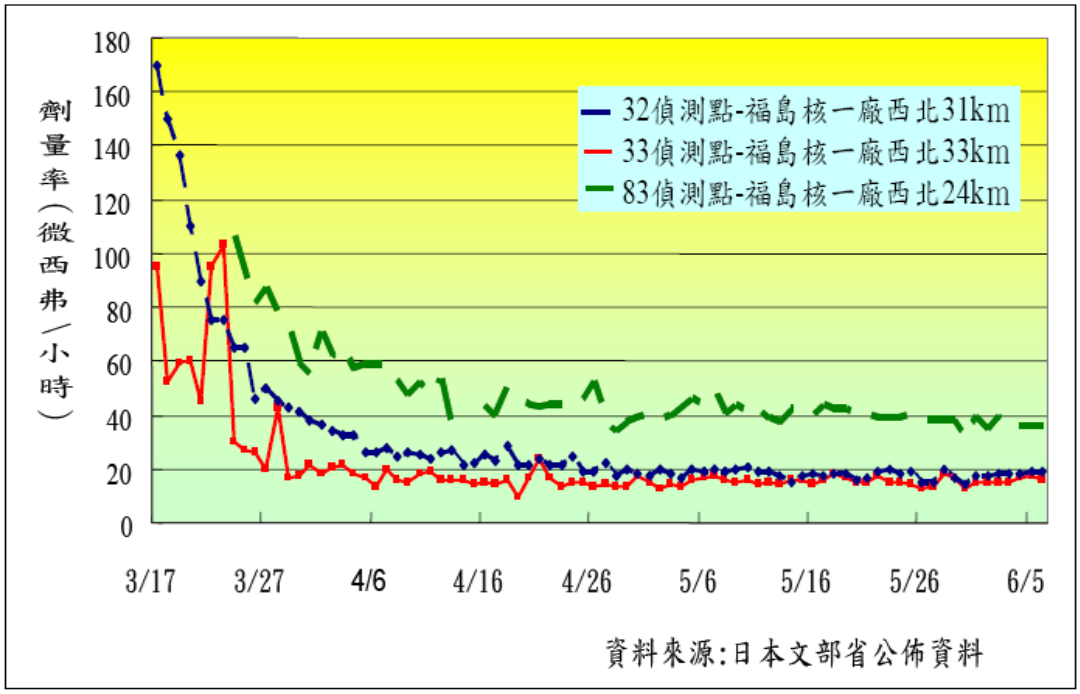


圖 2-6. 福島一廠 20 公里外偵測點變化趨勢

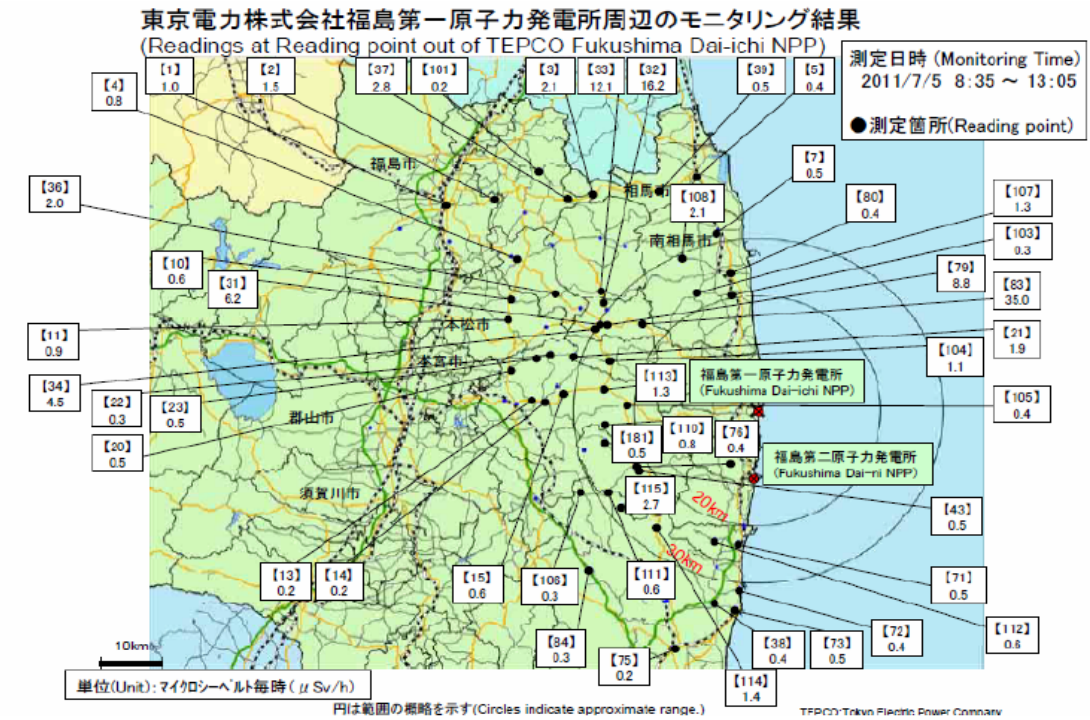


圖 2-7. 福島一廠 20 公里外偵測點輻射值(100 年 7 月 5 日)

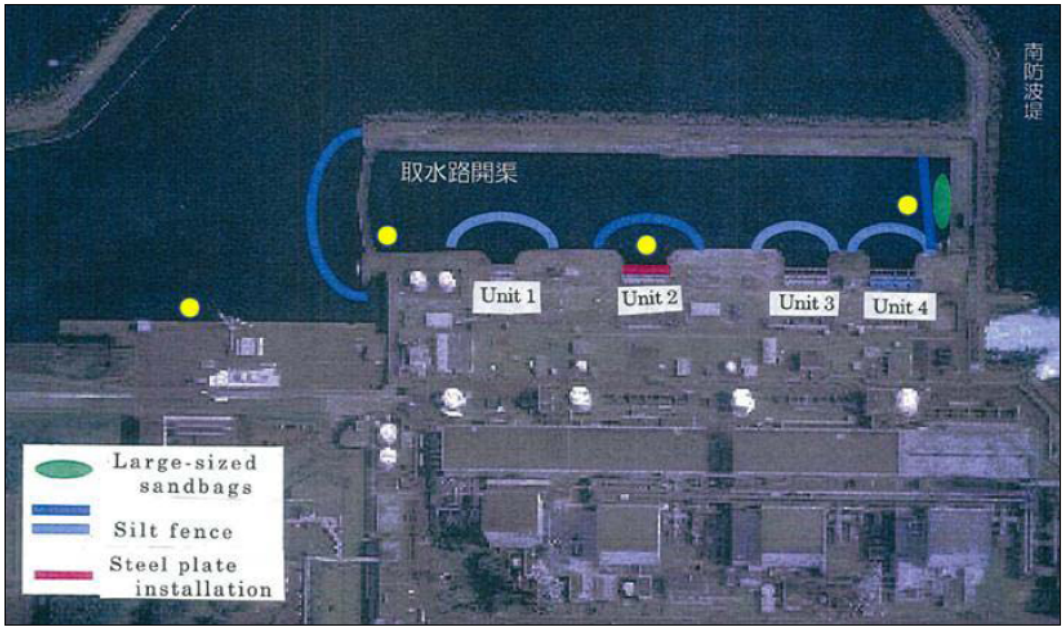
由 100 年 12 月 29 日日本文部科學省公布之輻射劑量率偵測資料，原偵測點 32、33 及 83 之劑量率分別稍降為 14.1/10.0/30 微西弗/小時，其中偵測點 83 之數值仍為最高。

此外，各機組廠房皆存在有數量不等之放射性積水，其中 2 號機汽機廠房外電纜隧道豎井之積水曾經由裂縫而流至海水泵室取水池，並外釋至附近海水中。這些廠房及隧道積水原傳送到主冷凝器及放射性廢料處理廠房，同時並訂購臨時儲存槽以增加存放容量。同時並設置過濾除塩系統，去除廢水中之塩份、放射性及雜質後，再作為爐心注水之水源。經持續處理後，廠房中積水水位已逐漸下降。

廠區內部分廠房或系統，如主冷凝器及廢料處理廠房儲存槽仍有若干放射性較低之廢水，為提供廠房內高放射性之積水之暫時貯存空間，東京電力公司曾申請將低放射性廢水排入大海，並利用增設備用水槽及駁船等來存放。

由於 2 號機汽機廠房外電纜隧道豎井之積水，經裂縫流入海水泵室取水池中，於 100 年 4 月 2 日發現海水放射性濃度超標。於 100 年 4 月 5 日灌入俗稱水玻璃之凝固劑後，於 100 年 4 月 6 日 5 時 38 分確認漏水已停止。為了減少取水池之高放射性海水擴散至外海之數量，於 100 年 4 月 13~14 日再於 1~4 號機進水口外圍設置砂籬(Silt fences)，於 100 年 4 月 15 日將 2 號機取水過濾網設置 7 道鋼板，以阻絕高放射性之滲漏廢水擴散至外部海水。同時於 100 年 4 月 17 日完

成在 1~3 號機欄污柵沖洗泵進口區域設置內有可吸附放射性物質之高分子吸收材料(Zeolite)砂袋（如圖 2-8）。



照片來源：IAEA報告

圖 2-8. 福島一廠海水泵室取水口防止污染擴散設施設置情形

對於因氫爆而散落於廠區之廠房結構物碎片或其他設備雜物，利用遙控重機具收集後裝至貨櫃集中處理；針對廠區被輻射污染之粉塵，則於 100 年 4 月 1 日開始執行避免放射性物質飛散的防止劑之撒放作業（如圖 2-9）。

在廠外海水及陸地之輻射監測部分，自從福島電廠發生核子事故後，大量的放射性物質外釋的結果，造成附近土壤受污染，根據日本文部科學省所公布福島電廠附近土地，有不同程度的碘-131、銫-134 及銫-137 的污染，主要集中在福島第一核能電廠半徑 30 公里的土地上，經持續監測該地區附近 30 公里處土壤放射性核種含量已趨於穩定，環境輻射

劑量已有顯著下降趨勢，東京電力公司自 100 年 4 月開始持續於廠區噴灑飛散防止劑，對防止地面放射性物質粉塵外釋的現象，已有相當效果。



照片來源：日本經產省報告

圖 2-9. 福島一廠放射性物質飛散的防止劑之撒放作業情形

因日本東京電力公司將福島核一廠放射性廢水排放至海中，根據日本文部科學省公布的初步量測結果，在福島核電廠外海 30 公里的海面上，經過海洋的稀釋效果，銫-137 濃度比岸邊約降低 1000 倍。而日本文部科學省管轄下之「行政法人海洋研究開發機構」，針對輻射物質排入海中之擴散情形進行檢測，該機構進行模擬並預測海水「銫-134」與「銫-137」之擴散情形。100 年 5 月中旬模擬計算結果，整個海域之「銫-134」與「銫-137」都在儀器檢測低限值以下。而

文部科學省自 100 年 6 月 4 日起公布數據亦顯示，根據最新的監測結果，日本福島 30 公里外海已未檢測出碘-131 及銫-137。

目前日本政府已針對福島核能電廠半徑 30 公里地區採取復育措施，包括詳細輻射污染地圖的製作、土壤除污及改良之評估、解除管制之規劃、民眾受曝露劑量之評估與長期之健康照護等。

6.民眾疏散與工作人員傷亡及輻射曝露情形

在民眾疏散作業部分，由日本官方公布之數據，於 20 公里半徑內之居民人數為 78,200 人；於 20~30 公里區域內民眾人數為 62,400 人。於半徑 20 公里以外自願性疏散之民眾以及其他因輻射背景有升高趨勢之區域，政府考量相關物資救援與生活條件可能不良，故鼓勵民眾自發性撤離。

在電廠人員傷亡部分，依據日本經產省至 100 年 7 月 1 日公布的統計資料，目前有 2 名工作人員死亡以及多名工作人員受傷，2 名死亡人員係於 4 號機汽機廠房發現，研判為地震海嘯期間受撞擊而死亡，多名工作人員受傷原因則為 1/3 號機廠房氫爆及在廠房內工作時不慎受傷。截至目前為止，並無人因核災導致之輻射曝露而死亡。

在工作人員輻射曝露情形方面，主要為事故初期於現場工作時受到程度不一之體內或體外污染，至 100 年 9 月 29

日止，共有 101 名工作人員體內外輻射曝露劑量超過 100 毫西弗（原工作人員每年劑量限值），6 人超過日本政府因應福島事故所修訂之緊急工作曝露限值 250 毫西弗，其中 2 名劑量達 643 毫西弗及 678 毫西弗。

（四）後續處理

東京電力公司於 100 年 4 月 17 日公布事故處理的時間表與各項處理策略(Roadmap)，預計在 3 個月內降低核電廠的輻射外洩，並在 6 至 9 個月內冷卻爐心、讓輻射外洩情況獲得控制，其主要之目標與時程如表 2-6。

表 2-6. 東京電力公司事故處理目標與時程(100 年 4 月 17 日)

	第 1 階段 3 個月	第 2 階段 6~9 個月
目標	輻射劑量穩定下降	控制放射性物質外釋 (劑量大幅降低)
反應爐	穩定冷卻	冷爐停機
用過燃料池	穩定冷卻	更穩定的冷卻 （保持足夠之水位與建立遠距操作）
放射性廢水	防止外釋至廠區外	降低污染水量 (除污與除鹽)
放射性廢氣與污染之土壤	防止擴散	將反應器廠房包封，重新建立圍阻功能（屬暫時措施）

東京電力公司於100年5月17日公布事故處理措施執行情形，新增防止地下水污染、強化餘震與海嘯之預防措施及改善工作人員環境等3項，並將建立反應爐注水冷卻循環列為優先作業，此為將廠房積水經處理冷卻後打回反應爐，可改善目前持續由外部補水方式造成廠房積水量增加的狀況。100年6月17日東京電力公司再新增輻射管制之醫療照護乙項議題，處理因應措施由76項增為81項。

目前各項作業仍持續進行中，部分作業已完成，如反應爐注水冷卻循環於100年7月2日正式運轉，1~3號機反應爐槽金屬溫度分別於100年8月19日、9月14日及9月1日已降至 100℃以下。1~4 號機新設之用過燃料池循環冷卻系統皆已正式運轉；在放射性廢水處理方面，於100年6月17日放射性廢液處理設施裝置完成開始處理廠房廢液，並作為反應爐注水水源，另持續增設儲存設施以儲放廢水。將反應器廠房包封以重新建立圍阻功能部分，1 號機反應器廠房外罩之安裝工程已於100年10月28日完成，3、4號機進行準備作業。為減少一次圍阻體放射性氣體外釋量所設置之氣體控制系統，1、2號機已正式運轉，3號機安裝中。為防止受污染之地下水流至週邊海洋及環境，而於廠區外圍建立深入地下之擋牆(shielding wall)工程，海洋側部分於100年10月底開始施工。日本政府於100年12月16日宣布與東京電力公司成立中長期對策會議，統籌福島一廠後續安全與除役

作業。預計於 2 年內將 4 號機用過燃料池之燃料移出，於 25 年內分成 3 階段將 1~3 號機用過燃料池之燃料先移出，之後再將融毀之爐心燃料處理完成，目標於 40 年內完成 1~4 號機除役作業。不過由於以往未曾有處理類似爐心燃料掉至反應爐外之經驗，預計後續工作仍將面臨極大之挑戰，仍有待觀察其後續執行情形。

二、福島一廠事故的經驗回饋

日本東北地區外海於當地時間 100 年 3 月 11 日下午 2 時 46 分發生規模 9.0 的大地震並引發海嘯，日本核能電廠受此地震與海嘯影響如圖 2-10 所示，由北向南依序為女川核電廠 1 至 3 號機、福島一廠 1 至 6 號機、福島二廠 1 至 4 號機及東海電廠 1 號機；地震發生當時僅福島一廠 4 至 6 號機正在進行填換燃料大修而停止運轉中，其他機組均於功率運轉之狀態，事件至今福島一廠 1 至 3 號機反應爐槽底部金屬已冷卻降至 100℃以下。

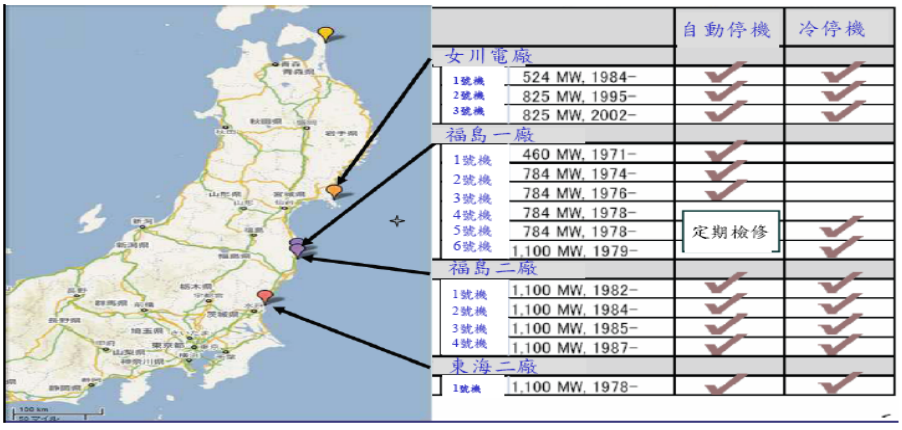


圖 2-10. 日本東北大地震受影響的核能電廠

圖 2-11 說明在地震發生初始，核電廠之外電供應因輸配電網(Grid Line)鐵塔耐震能力較低倒塌而跳脫，導致喪失外電之肇始事件，核電廠本身安全耐震設計包含甚高的安全係數，故由反應器保護系統自動動作跳脫反應器，緊急柴油發電機因低電壓而自動起動運轉供應緊急用電。隨後而來的大海嘯高出電廠設計時考慮之海嘯高度(5.7 公尺)近 10 公尺，除了摧毀所有的緊急海水泵之外，由於海嘯淹沒廠區深達 4 至 5 公尺，使得福島一廠六個機組所有 13 台緊急柴油發電機中，除了 4 號機 1 台在大修，6 號機 1 台受柴油機廠房保護外，剩下的 11 台緊急柴油發電機全因浸水故障而不可用，也因為 6 號機在柴油機廠房的該台緊急柴油發電機為氣冷式，不需要由緊急海水泵提供冷卻，故其可提供機組冷卻所需之電力，穩定將福島一廠 5、6 號機帶到安全冷停機狀態。

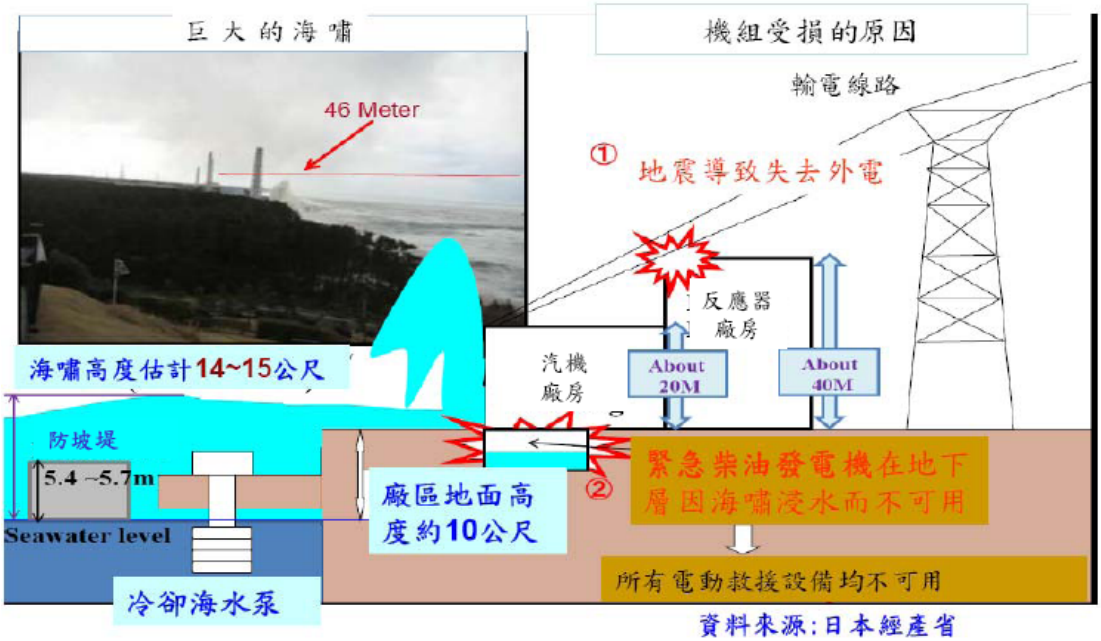


圖 2-11. 福島一廠複合式災難肇始事件圖示

因福島一廠廠址過於擁擠的配置，故兩機組間實體分隔性不足，故在一部機組的問題會導致相鄰機組在安全狀況的負面效應，例如，3 號機的氫氣爆炸導致用於 2 號機灌注海水消防泵失效無法運轉，受單一廠外事件(海嘯)導致同時喪失 6 部機組中 11 部緊急柴油發電機。福島一廠在廠址選定方面顯有弱點，蓋因福島二廠及女川電廠與福島一廠相距不遠，在地震及海嘯下並未遭受如福島一廠之嚴重損壞。

多機組廠址顯示優劣互見的交互影響：(1)共因失效的脆弱性增加，(2)處理多機組同時嚴重事故對人力、資源可用性挑戰甚大，(3)具有潛在較高的輻射源項，然而在(4)高度標準化有利經驗共享，及(5)共用設備有較佳經濟性，及在有足夠餘裕能相互支援時較高安全性。另外，依據目前推測在 4 號機的氫氣爆炸或火災係經由與 3 號機共用管線的氫氣洩漏所致。至於 5、6 號機組因距離 1~4 號機較遠，故能免於受 1、3 號機組氫氣爆炸之不利影響。

在日本事故調查委員會期中報告[19]指出在機組運轉人員、地方緊急應變總部以及在東京的東電公司總部，均未能正確掌握 1 號機隔離冷凝器(Isolation Condenser, IC)的運轉狀況，導致執行替代注水冷卻爐心及圍阻體排氣降壓以利爐心注水的作業被延宕，而因前述人員一連串誤判而錯失早期提供爐心冷卻的契機。在 3 號機的高壓爐心注水系統亦有類似不佳操作的情境，因蒸汽帶動泵在動力源蒸汽低壓下長期運

轉於較低轉速，機組運轉人員擔心爐心注水流量不足，但替代注水(與 1 號機相似在電池組用罄而無法執行圍阻體排氣降壓)尚未備妥即停用該泵，導致 3 號機長時間缺少爐心冷卻之注水流量。原能會在總體檢要求台電公司針對事故處理程序與訓練，以及在機組斷然處置程序之建立，特別著重運轉人員對緊要系統之運轉、操作程序與訓練，能夠避免類似福島事故運轉人員對 ECCS 操作不當之錯誤。

該事故調查委員會期中報告強調，在 2001 年日本核安會(NSC)執行地震設計審查導則改版時，疏忽海嘯對核安的重要性而未納入海嘯專家之意見；原子力安全保安院(NISA)在 2009 年及 2011 年分別接獲東電公司包括海嘯分析的報告，但未能提出特定的要求以強化海嘯之防範。在 2008 年東電公司重新評估海嘯高度超過 15 公尺，另外的評估也有超過 9 公尺高度的海嘯，東電公司卻僅基於尚未確認之技術理由，並未採取嚴謹的對策防範可能的海嘯。在民國 95 年 12 月恆春西南外海發生規模 7.0 之地震，隔年 7 月日本柏崎刈羽電廠外海地震，同時期中央地質調查所將山腳斷層、恆春斷層改暫列為第二類活動斷層，原能會即依據新事證要求台電公司採最新技術方法論執行核能電廠耐震安全評估精進作業；行政院為因應海嘯之潛在危害已在去(100)年由國科會委託國內學者專家，完成台灣潛在大規模地震海嘯之模擬，原能會並要求台電公司依據美國核管會最新技術方法論評估

分析海嘯對核電廠之衝擊，視需要強化核能電廠防範海嘯威脅之設計基準及緊急對策。上述措施之目的在提昇我國核能電廠對自然危害之設計基礎，避免類似福島電廠之事故在我國重演。

該事故調查委員會期中報告說明，在遠超過設計基準的海嘯發生，很可能共因失效導致同時喪失多項安全功能，並迅速將事件惡化至嚴重事故，然而過去對海嘯導致的嚴重事故顯然低估其風險而未能妥善納入處理。經濟產業省(METI)在 2002 年首度發佈嚴重事故管理的措施，但僅限於廠內事件機械故障、人為誤失的範疇，並未涵蓋包括地震、海嘯等廠外事件的嚴重事故管理，且相關措施為業主自願性實施而非管制要求項目。民國 92 年由台電公司依據電力公司團體之規範，發展完成並實施核能電廠之嚴重事故指引，並考量水災、火災等事故情境之救援，惟希能妥善因應類似福島事故之複合式災難對多機組之影響，原能會要求台電公司制定機組斷然處置程序以為因應，並檢討廠內/廠外臨時性支援物品、設備、工具之完備及改善做法，以強化核能電廠在超過設計基準事故下的救援能力，以及我國核能電廠事故緊急應變之救援措施。

該事故調查委員會期中報告提出，因為嚴重事故管理措施未考量海嘯風險，故針對同時喪失多重性電源、廠區全黑及喪失直流電源等情境並未事先準備，也未建立並儲備在此

情境回復電源、儀器設備及圍阻體排氣之操作程序及設備備品，也無法對運轉人員施以適當的訓練。事故救援採用消防車執行注(海)水，但相關措施未事先納入嚴重事故管理措施，故當時須要更多時間針對消防車注(海)水程序做準備，相關器材及重機械未事先備便亦導致消防車注(海)水程序之延宕。原能會對上述福島電廠應變準備不及之處，除要求台電公司制定機組斷然處置程序外，對於非傳統手段的可操作性，應在技術數據(設計，操作，調整和連接，定期測試，預防性維護，等)的基礎上，確定其合理性。並要求核能電廠建立程序書、進行訓練、及檢整維護，確保相關設備在需用時能發揮效能。

廠內通訊設施並不足因應緊急事故，在廠區全黑事故下高聲電話無法操作，廠內人員之間的資訊分享受到嚴重中斷。原能會在民國 90 年核三廠電廠全黑事件後，即要求核能電廠改善並強化高聲電話的電源備用性，並將相關資訊經驗回饋美國核管會，納入美國核能電廠之相關改善措施。

針對自然威脅的危害不能依賴業主自願性執行安全措施，管制機關有必要強化相關管制技術能力之研究及智能，自然威脅專業研究須有效的整合及適切分工，提出風險解決方案能排除檢討過去實務不足的疑慮。原能會除已積極要求台電公司執行地震精進計畫，對於地震、水災(包括海嘯)及極端天候(如豪大雨)之影響，除依據美國核管會所要求採最

新技術重新分析評估外，將視我國自然危害威脅之特殊性，在耐震能力、防範海嘯等方面，參考國際認同日本電廠之優良實務要求台電公司遵循。

該事故調查委員會期中報告強調，核能安全管制機關未來須具獨立性及透明性，具有足夠的授權、資源及不同專業領域的幕僚以獨立地執行任務；該管制機關在反應緊急事件的權限，規劃災害防範計畫及實施該計畫之訓練以強化管制機關因應能力，做好應變整備並與政府有關機關及地方政府協調合作，形成能共同管理並因應緊急事件的團隊；在緊急事件管制機關有提供充份資訊的重要角色，該系統平時即應運作並能提供國內及國際間對緊急事件及時並正確的資訊；管制機關須藉納入專業技術人力之幕僚、對幕僚增加長期訓練及實務研究及強化幕僚與核能、輻射相關行政及研究機構之交流，以提昇幕僚專業能力；建立與國內、外學術研究知識技術的連繫，及與其他國家管制機關交換、分享相關活動資訊。原能會藉此次核安總體檢與中央防災機關及地方政府，重新檢討並釐清緊急應變、輻射防護機制的分工與權責，並將持續與美國、日本及國際間核能國家核能管制機關建立資訊分享、溝通之管道。原能會未來在政府組織再造將轉型為核能安全署，並由本會核能研究所移撥研究人力配合支援有關核能安全之管制技術研究。

該事故調查委員會期中報告初步結論指出，管制機關與

電力業主對此次海嘯引起的嚴重事故並未採取預防措施，緊急計畫亦無嚴重事故可能類似此次複合式災難的假設，甚至在緊急計畫中未能適切反應事故整體狀況的觀點而有甚大的落差。針對日本政府事故調查委員會的重點資訊，原能會除持續追蹤關注後續發現外，並須記取福島事故教訓，確實落實在我國核能安全總體檢之檢討，確保我國達到不發生類似日本福島電廠事故之目標。

原能會依據對福島一廠事故的深入瞭解，就我國核能電廠現有應變機制、程序與設計能力，要求台電公司檢討各核能電廠安全防護有關事項。由上述日本福島一廠事故及調查發現的說明，東京電力公司在電廠事故救援過程所遭遇的困難與問題，並參考 1~3 號機爐心熔毀嚴重事故之演進，以及日本政府於 100 年 6 月 20 日於國際原子能總署召集的部長會議中的報告(詳參附錄 4.2)，彙整得到以下八項重要的經驗回饋，可做為我國執行核能安全防護安全再評估的主要項目，據以檢討我國核能電廠機組應變能力，以因應類似日本福島電廠之事故，並防範類似事故下機組狀況的持續惡化。

(一)海嘯預防準備不足

日本福島第一、二核電廠 10 部機組、女川核電廠 3 部機組及東海電廠 1 部機組等共 14 部機組，於 100 年 3 月 11 日東北地區外海規模 9.0 大地震後，分別遭受高度不等之海嘯

侵襲(相關資訊如表 2-7)，導致福島一廠 1 至 3 號機爐心熔毀及 4 號機用過燃料池喪失冷卻的嚴重事故。其中，福島一廠 5、6 號機因 6 號機在柴油機廠房之緊急柴油發電機未受損，且該台緊急柴油發電機為氣冷式不需要緊急海水泵提供冷卻；福島二廠則未發生喪失廠外電源的情況，有足夠充裕的時間更換淹水受損泵的馬達，故與福島一廠 5、6 號機均未發生嚴重事故之後果。如表 2-7 所述，福島一、二廠，均遭到高達 15 公尺的海嘯侵襲，遠遠超過設計基準的 5.7 公尺海嘯，顯示原始防海嘯設計的不足。反觀女川及東海核電廠則因海嘯高度小於設計高程，故並未受到嚴重影響。

由於核能電廠海嘯分析為數十年前的老舊資料，而海嘯分析的結果與地震規模直接相關，近年學術界在地震工程學、海嘯分析研究等技術已有甚大之進展，宜以新技術重新分析，以了解原海嘯設計對核能電廠之安全防護是否足夠。依據行政院專案小組 100 年 6 月 28 日審查會議結論事項十，「請國科會協調學術界提升海嘯研究能量，將波高、潮汐及氣候等因素納入研究範圍，並應強化各項研究數據之正確性及推估模式之可靠度」。依據行政院專案小組 100 年 7 月 18 日審查會議結論事項十三，「請原能會督導臺電公司，預為設想及推估可能造成核安問題之海嘯發生情境及機率，針對各項情境研擬可能之因應措施，並綜合考量成本及技術等因素，俾決定最終之方案」。

表 2-7. 日本核能電廠防海嘯設計及廠房高程設計基準

項　　目	**福島一廠**	福島二廠	女川電廠	東海電廠
廠址設計高程（公尺）	**1-4 號機**：10 5-6 號機：13	12	13.8	8.9
想定海嘯最高水位（公尺）	5.7	5.2	9.1	7.0
此次海嘯上溯高程（公尺）	14~15	局部區域達 14~15	13	6.3
海嘯淹浸廠址（公尺）	**1-4 號機**：4~5 5-6 號機：1~2	2~3	未淹浸	未淹浸
目前機組狀態	**1-4 號機**：**受損** 5-6 號機：安全停機	安全停機	安全停機	安全停機

依據行政院專案小組 100 年 8 月 26 日審查會議結論事項一，「國科會所提『潛在大規模地震引發海嘯對核電廠之影響』報告，應針對各種預想情境的參數或標準明確定義，對於如何計算推估出地震可能引發之海嘯高度，亦宜進一步說明」。原能會已於 101 年 3 月 29 日接獲國科會函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」，做為採法規規範重新評估前要求台電公司納入因應措施之參考，並持續督促台電公司依據美國相關法規規

範以新技術納入新事證重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計及因應超過設計基準(依設計基準水位提高 6 公尺或為水密性)之能力。

依據行政院專案小組 100 年 8 月 26 日審查會議結論事項二，「另請原能會督促台電公司務必確實調查及掌握各核電廠所在之海、陸域斷層現況，並追蹤海嘯分析中地震規模的影響，俾據以研擬因應措施」。原能會將持續追蹤並督促核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。原能會將瞭解掌握國科會海嘯分析，並確認海、陸域斷層補充調查結果對海嘯分析之影響；由於核能電廠海嘯分析為數十年前的老舊資料，而海嘯分析的結果與地震規模直接相關，近年學術界在地震工程學、海嘯分析研究等技術已有甚大之進展，將要求台電公司依據美國相關法規規範以新技術重新分析，並視分析結果考量強化設計及因應能力。

(二)對長時間喪失所有廠區交流電源之準備不足

因為地震事件導致福島一廠喪失外電，機組雖成功自動急停，緊急柴油發電機亦自動起動供電，然隨後的海嘯摧毀所有的緊急海水泵，並淹沒廠房內位置不高的交流電源(緊急

柴油發電機)，僅有 6 號機的 B 台緊急柴油發電機未淹沒能繼續供電，並將 5、6 兩機組安全帶到冷停機的狀態。在交流電源無法於短時間修復供電的情況下，該廠 1 至 3 號機或因蓄電池組亦遭水淹沒或能力用盡或汽機帶動設備失效後，最終導致喪失爐心冷卻能力，使得燃料過熱受損，最後造成爐心熔毀的嚴重事故；4 號機雖然在停機大修期中，然因爐心燃料全移入用過燃料池，亦導致用過燃料池因喪失冷卻而可能導致燃料損毀的議題，此議題將在之後的項目中詳細討論。

核能電廠在喪失所有交流電源的安全設計規範，與廠外電源在一定時間內的回復能力、廠內緊急柴油發電機的可靠度，以及廠內直流電源在前述外電回復時間內的可用性有關。目前，我國係假設廠外電源可以在 8 小時之因應時間內回復，然此次福島事件長達數天的喪失所有交流電源事件而言，有必要重新審視安全設計上對因應時間的假設、廠內緊急電源的強固性與可靠度，在嚴重的自然危害下須能降低喪失所有交流電源事件之風險。

另外，我國核能電廠在直流電源設計容量即要求滿足上述 8 小時之因應時間，故須重新審視直流電源容量及蒸汽帶動泵等設備之能力，使可以因應超過原設計更長時間喪失所有交流電源的能力。考量該因應時間之原始設計[7]係針對惡劣天候(如降雪、颶風、強風及龍捲風等)所規劃，在非天候

因素如規模甚大之地震危害事件下，須積極強化以大幅延長喪失廠外電源的因應時間，在國際間對此議題均認為須有所加強，但延長多久則尚未有定論，因此短期應先要求核能電廠強化至盡可能的更長的因應時間，並佐以移動式電源車、發電機、空壓機等備用救援設備，使電廠在喪失廠外電源下仍有至少 72 小時之因應能力；日本政府原子力保安院在 30 項額外安全要求中，要求核能電廠建立安全相關電池組 24 小時之運轉能力，電池組容量之要求為至少在前 8 個小時不得卸去負載，此期間俾利運轉員正確掌握事態之發展、冷靜的判斷、提供作業準備及實施之必要時間，在其後至 24 小時則得以卸去不必要之負載為估算容量之基準，建立核電廠在外援抵達前，能建立持續自行保護電廠安全之能力。

核能電廠在電源的防護方面，除自然事件之危害外，另須納入飛機墜落等人為肇因，故緊急柴油發電機設置的位置須採多樣化方式，在地下以水密門保護防淹水的緊急柴油發電機可避免飛機墜落將其損壞，而在高處的緊急柴油發電機則可免於洪水、海嘯之威脅；爾後核能電廠新增設施應採整合性考量，以強化天災及人為事件複合式災難之因應能力。

(三)氫氣累積、偵測及防範爆炸之能力不足

由於爐心燃料長時間喪失冷卻，將導致燃料元件過熱受損，在高溫度(約攝氏 1200 度)下燃料元件護套的鋯合金材料

與水蒸汽產生劇烈的氧化反應，並產生大量之氫氣與熱量，此放熱反應將加劇惡化反應爐內的情況，溫度、壓力上升更高，並加速該氧化反應的作用，產生的氫氣隨著安全釋放閥的蒸汽釋出進入一次圍阻體，在喪失所有廠區交流電源以及所有最終熱沉(所有緊急海水泵受海嘯侵襲損毀)時，蒸汽帶動泵無法運轉移除衰變熱之後，將使得一次圍阻體濕井溫度、壓力持續增加。福島一廠已依據美國三哩島事件之經驗回饋措施，裝置一次圍阻體洩壓排氣系統(Direct Torus Venting System, DTVS)，並將原有管線增設可耐排氣壓力之鋼管(Hardened Piping)，然因排放管線上開啟操作閥門所需之電源已喪失，運轉員須穿著抗輻射裝備摸黑處理，造成延宕降壓補水處置之最適時機。另外，目前尚未澄清該排放程序使得氫氣洩漏進入在反應器廠房(二次圍阻體)之路徑，並因全黑情形下無通風系統，致氫氣累積在廠房高處，達一定濃度後導致氫氣爆炸嚴重損毀反應器廠房。

依據行政院專案小組 100 年 6 月 28 日審查會議結論事項八，「請原能會督導台電公司確實掌握核電廠氫氣可能釋出的途徑，並強化氫氣監控及排放之措施」。從圍阻體至其他相關廠房氫氣產生的監控、排除及釋放過程均須深入檢討，如強化 DTVS 管道的耐震性、廠房氣封密閉性，擴充排放管線閥門的操作能力，在反應器廠房或其他可能聚積氫氣之廠房高處，增設失效安全(開啟)的天窗、氫氣再結合器、氫氣

點燃器，在圍阻體或廠房通風系統管道增設催化劑反應之氫氣再結合器；美國麻省理工學院福島事件的初步評估[8]，提出長期而言可考慮不再使用鋯合金作為燃料護套的材料，改採不易產生氫氣的材料(如陶瓷材料)做為燃料棒的護套。另外，可考量圍阻體在喪失所有交流電之情形下，需建立非動力操作方式之長期熱移除能力。

(四)喪失用過燃料池之冷卻

福島一廠用過燃料池因位置較高，在 1 及 3、4 號機組發生氫爆的同時結構可能受損。在上述廠區全黑的情境，對已停機且爐心燃料全出的 4 號機，因用過燃料池內儲存大量退出爐心的燃料，仍存在有較高的衰變熱，於喪失用過燃料池的冷卻能力後，用過燃料池池水溫度會逐漸上升而開始蒸發，如使得燃料裸露未被水覆蓋，則可能導致燃料過熱受損，甚至更嚴重的鋯護套火災事件。為確保用過燃料池有足夠之冷卻，東京電力公司實施長達一週以上非傳統(如直升機、高壓水砲)的冷卻方式，目前資料顯示釋放進入環境的放射性物質最顯著的為 4 號機組。用過燃料池結構是否因地震或氫爆而受損尚待確認，惟用過燃料池水位降低則為事實，亦使得相關救援處境更加惡化。

依據美國國家研究院(National Research Council)核電廠用過燃料儲存安全及保安報告[9]指出，重新安排用過燃料池

中用過燃料位置的組合，可降低鋯護套火災之可能性，並可避免釋放大量的放射性物質到環境。用過燃料池除強化補水策略外，可以藉提供噴灑策略以冷卻用過燃料。用過燃料的乾式貯存較置於用過燃料池的濕式貯存，因不需靠動力冷卻，在安全性上更具優點，但僅適用於較冷的用過燃料。

(五)電廠自救能力及週邊基礎設施損毀之威脅

福島一廠因地震、海嘯之複合型災難事件，導致電力設施、冷卻水或其他貯槽受損，廠址週邊道路交通中斷，惡化核電廠救援及外援實施之困難性。廠外電源供應之輸電鐵塔倒塌，廠內開關場因地震而受損，重新恢復外電的提供須要修復開關場等基礎設施；未採鋼筋混凝土結構保護之貯槽受損，導致救援所需設備之支援系統(動力油、氣源、水源)中斷，損壞的設備或貯槽橫互嚴重影響救援之速度；廠區聯外道路中斷使得救援所需人員、各式設備、機具無法迅速進入，延緩救援速度並惡化機組之事故程度。

考量在惡劣情況下核電廠與廠外基礎設施之相依性，廠外電源可靠度及持續供應能力的強化，得以提高核電廠在事故後迅速獲得外部電力供應；在外電以及氣渦輪發電機進入機組供應的開關場，其耐震設計及防水災、海嘯淹沒的能力也必須檢討並視需要提升。如嚴重自然危害使得廠區聯外道路中斷之影響，核電廠有必要強化獨立因應並自我救援的能

力與機制，然而，核電廠在符合特定期間的因應能力之後，仍需地方政府及中央部會的迅速協助，故在救災事項有關軍、警、消防及其他特定專業支援之協議/合約內容，以及救援人員之輻射防護設備與能力，均須針對類似福島事件之衝擊事先規劃納入考量。

(六)地震設計基準與強化措施

依據行政院專案小組100年6月28日審查會議結論事項八，「核電廠各項備用設備應考量在強震下的可用性，並強化操作程序的嚴謹正確」。依據行政院專案小組100年6月28日審查會議結論事項九，「請原能會督導台電公司強化核電廠反應器一次圍阻體及管線的耐震能力，另針對核電廠組件、系統、結構物的耐震強度分析(Fragility Analysis)之長期技術發展，應檢討納入國內專家之技術能力與意見，以建立國內產、學參與並協助決策之機制」。依據行政院專案小組100年6月28日審查會議結論事項十一，「國內斷層細部及工程調查仍待發展，請國科會協調相關機構之研究應考量全波型不同頻率對建物之影響，近期內應瞭解備用設備耐震週期及在核電廠增設地震儀，長期則應完成海陸域調查、海嘯歷史事件調查研究」。依據行政院專案小組100年6月28日審查會議結論事項十二，「請原能會督導台電公司強化國內核電廠之耐震設計，透過執行模擬分析，瞭解在不同地震

加速度情境下，對核能電廠可能的災損後果及影響，並進而強化對地震、海嘯複合型自然災害之因應措施」。依據行政院專案小組 100 年 7 月 18 日審查會議結論事項一，「有關將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 一節，是否確實可行，宜再進一步審慎評估，並應說明評估之因素及最終決定之依據」。依據行政院專案小組 100 年 7 月 18 日審查會議結論事項八，「請原能會督導臺電公司在電廠增設地震儀，並對外界說明以往核電廠於實際地震時量測之結果；另請原能會督導臺電公司將海嘯分析納入核四廠終期安全分析報告（FSAR）中」。依據行政院專案小組 100 年 7 月 18 日審查會議結論事項十一，「總體檢報告中下列用語及內容請再檢討修正：1.耐震“係數”之評估與提升，改為採用耐震“能力”之評估與提升；2.有關技術之用辭，應力求能精準表達技術要項；3.考量危害度分析的可能影響，對安全停機地震（SSE）須保留彈性；4.對於核電廠因應地震之設計（Design）及能量(Capacity)須加以釐清，以避免外界誤解」。

依據行政院專案小組 100 年 8 月 26 日審查會議結論事項二，「請原能會釐清美、日在核電耐震設計基準之地震定義及相關設計要求」。美國核能法規及相關設計規範(NRC/RG、ACI-349、ACI-318 等)以運轉基準地震(Operating Basis Earthquake，OBE)及安全停機地震(Safe Shutdown Earthquake，SSE)設計基準地震，進行耐震設計分析。美國

規範要求，在 OBE 地震下，核電廠一級結構必須保持彈性，並不允許降服或進入非彈性反應，但在 SSE 地震下安全相關之結構/系統/組件只要仍能發揮其既定功能，允許非彈性。原能會執行中之委託研究計畫「美日核能耐震相關規範/導則新舊差異分析」將持續探討並釐清美日耐震設計定義及要求。

目前瞭解之情況為地震引起的受損主要在外電的供應，尚未確認對安全重要設備、組件之影響，至少在海嘯侵襲前機組處於可管控之狀況。然而，由地震可能導致的詳細損壞情形尚待澄清及發現，且在福島一廠反應器廠房基座的地震最大加速度紀錄顯示，2、3 及 5 號機組所測得之東西向最大加速度值超出設計基準值(Ss)，故對於反應器廠房及重要安全設備的地震安全性仍有待進一步評估。

日本在以往幾乎未曾觀測到地震活動的地區，因此次地震之誘發，頻繁發生地震，且亦出現如 100 年 4 月 11 日福島縣濱通地區地震之正斷層型地震活動。有關斷層發生活動可能性之再評估，應針對以往列為無須納入耐震設計之斷層，重新檢討其是否有納入之必要，並收集其他進一步資訊。如發現對廠區可能造成影響之斷層時，也必須進行地震動評估。日本原子力安全保安院已要求對現有反應器耐震設計上，對地質調查或文獻中所列斷層、變位地形、線性構造等納入考量，進行進一步調查瞭解。國內核能電廠為因應斷

層新事證(核一、二之山腳斷層與核三之恆春斷層)，已積極執行耐震安全再評估精進作業，為因應福島一廠事件，該計畫已加速進行並參採福島一廠之經驗回饋。

日前日本原子力安全保安院在要求防海嘯之緊急安全對策時，即依據福島一廠海嘯上溯高度超過設計值為標準對所有電力公司之核電廠做齊頭式之要求，故我國要求將核一廠之耐震基準由 0.3g 齊頭式提升為 0.4g 之做法，實係積極回應我國民眾對各核電廠核安標準的迫切期許。未來若上述耐震安全再評估精進作業之地震危害度分析結果發現比 0.4g 的要求更高，則因已執行相關更新改善作業，臺電公司從執行過程中獲取的經驗，可有助於加速完成提升耐震之安全性能；若危害度分析結果無提高之要求，則在已提高到更高的安全標準下，能強化我國政府對確保核能安全的宣誓，有助於獲取民眾對安全的信心。

依據 2010 年 9 月 2 日 GI 199 專案小組主席提供美國核管會核管署署長的備忘錄報告[10]，有關美國中部、東部地震危害機率評估更新專案之風險評估結果，提出美國核電廠 SSE 低於(包含)0.2g 的至少有 90 個機組，Quad Cities 1、2 號機為 0.24g，Clinton、Seabrook 機組為 0.25g。加州能源委員會報告[11]指出在美國加州的 San Onofre 三部機組原始 SSE 均為 0.5g，目前均已更新為 0.67g，至於也在加州的 Diablo Canyon 兩部機組原始 SSE 為 0.4g，目前均已更新為 0.75g。

我國在耐震安全再評估精進作業釐清斷層新事證的影響後，也應該就斷層的影響評估並確認國內電廠更新耐震能力之需求。

日本原地震設計指引區分設計基準地表運動為 S1(活動斷層回歸期 10,000 年以上)及 S2(活動斷層回歸期 50,000 年以上)兩種，且設計理念為廠址地表運動不可能會超過 S2 者；在 2006 年修訂後僅採性能基準的地震設計指引 Ss(在約 80,000 ~ 130,000 年之前晚更新世的活動斷層)一種設計基準地震(設計值 Sd=a×Ss, a>=0.5)，且設計理念修改為廠址地表運動有可能會超過 Ss 者。日本核管單位係在發現核電廠在經歷遠超過設計基準(S2)之強震後，安全設備均未受損能正常運作並能安全停機，故為反映地震學及地震工程之進步方向規劃上述指引之修訂；修訂後指引與原指引的差別為可接受超過設計基準地震(Ss)風險之存在。福島電廠在原指引 S2 為 370 Gal，對照在修訂後指引 Ss 為 600 Gal。

依據 JNES 在 2009 年 12 月 ICTP/IAEA 研討會[12]提出依據柏崎刈羽電廠經驗回饋，針對運轉中電廠執行地震安全再評估的簡報資料如表 2-8，第 1 欄為電廠名稱，第 2 欄為 2008 年 3 月依據新審查指引之再評估結果 Ss(單位 Gal)，第 3 欄為 2009 年 3 月新審查指引之再評估結果 Ss(單位 Gal)，最後一欄為原指引之評估結果 S2(單位 Gal)。

表 2-8. 日本運轉中電廠地震安全再評估的結果

電廠廠址	New DBGM* Ss	New DBGM Ss	DBGM S2
泊	550		370
女川	580		375
東通	450		375
福島	600		370
東海	600		380
濱岡	800		600
志賀	600		490
敦賀	650	800	532
美濱	600	750	405
大飯	600	700	405
高濱	550		370
島根	600		456
伊方	570		473
玄海	500		370
川內	540		372

註：DBGM 為設計基準地表運動(Design Basis Ground Motion)

日本新審查指引 Ss 與美國安全停機地震(Safe Shutdown Earthquake, SSE)下均要求確認安全系統能發揮作用並能將機組安全停機之地震設計值。美國核管會早年要求執行個廠檢查(Individual Plant Examination, IPE)及個廠廠外事件檢查

(Individual Plant Examination for External Events, IPEEE)，但目前之管制方向已採安全度評估模式(Probabilistic Risk Assessment, PRA)之風險告知做法。然過去在執行 IPEEE 有關地震事件時，美國核管會對於廠址屬非地震高風險者，允許採用地震餘裕評估(Seismic Margin Assessment, SMA)來替代執行 IPEEE 的地震分析。以 SMA 法執行時美國核能電廠預選設定之地震頻譜(可延用 NUREG-0098 資料)此即審查級地震(Review Level Earthquake, RLE)，並可藉以估算 SMA 法所需要之高信賴度低機率失效(High-Confidence Low-Probability Failure , HCLPF)概念，即在執行該分析時對欲分析的地震頻率下 HCLPFsa = max [RLEsa, SSEsa]。另在目前核電廠如執行地震 PRA(如核管會之 SPAR 模式)分析時，一般則採個廠廠址的均勻危害頻譜(Uniform Hazard Spectrum, UHS)做為該廠的 RLE。

雖然我國核能電廠運轉迄今，廠址實際量測最大地震加速度為核三廠恆春地震之 0.171g(該廠 SSE 為 0.4g)，然為因應福島事故之經驗，亦應考量國內地震學及地震工程之進展、納入廠址新發現的地質證據及歷史地震之變化，執行地震設計之安全再評估，以確保核能電廠因應強震之能力提升。在此次日本福島事故的救援過程，亦可觀察到規模甚大的餘震持續威脅設備的可用性，以及對救援措施的嚴重阻礙，核能電廠對於此類事故之救援亦須事先將規模甚大的餘

震納入考量。

(七)嚴重事故管理之效能欠佳

福島電廠在地震、海嘯之複合型自然災害衝擊下，因共因失效導致多機組同時發生嚴重事故，舉凡爐心、圍阻體、用過燃料池等機組參數之監控、運轉員的緊急應變及救援操作、設備備品的準備等均發生力有未逮的情形，尤其當整廠缺電、爐心缺乏冷卻狀態下，進入嚴重事故救援已刻不容緩，然從福島事件已顯示的資訊，在緊急運轉程序、嚴重事故處理的程序，仍看得出電廠操控之侷限性與訓練不足，同時也看出執行圍阻體排放和面對氫爆危機時之技術面與管理面的缺失，導致氫氣爆炸後機組救援機制的劣化，最後再因隨之而來的廠區高輻射強度環境，延宕救援措施之實施。

針對複合式多機組災難的因應，目前未列入法規要求之嚴重事故管理指引，在因應能力上須再積極強化；提升廠區在控制室、技術支援中心設施在強震、水災等惡劣情形下能維持適居性的能力，及對電廠通訊、重要電廠參數、控制及資源的管控能力；此外，在嚴重事故情況下因應現有設備不可用的情況，應備妥簡單、有效、堅固耐用的移動式設備，有利於及時回復重要的安全功能。

依據行政院專案小組100年6月28日審查會議結論事項七，「並請原能會參考日本福島之經驗，規劃建立因應核災

之國際支援及協助網絡」，原能會在「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」內容「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」的兩部份均如建議方向加以強化執行之措施。依據行政院專案小組 100 年 7 月 18 日審查會議結論事項五，「請臺電公司評估核一、二廠因應大屯火山爆發時火山灰堆積的影響，分析可以承受的堆積深度並研議因應措施」，此項目已增加納入附錄八列為原能會要求台電公司之事項。

(八)安全文化之落實

美國核管會反應器監管程序之安全文化要件，包括運轉人員績效、問題之確認及解決與工作環境之安全意識，對於人員、設備、程序書及相關資源，業主須確認為適當並可用於保證電廠長期的核能安全，諸如保持設計餘裕，長久存在設備問題的最少化，降低預防保養的延期，確認維護及工程遲延低到能佐證安全。採取施以人員訓練及提供足敷所需之符合資格人員以使工時能滿足導則之要求。完整精細設計文件、程序書及工作套件的更新，設施、設備的適當可用，包括實體的改善、模擬器的保真及緊急設施與設備等方面的要求。

機組在例行運轉中若發生異常事件或事故，係依據營運程序書執行肇因分析，釐清事故原因並建立矯正因應措施，

這些工作採用系統化、組織化、且就事論事的態度，以小組討論、腦力激盪之做法，考量可能導致事故之硬體、軟體、運轉員、程序書、品保制度、法規規範等各種因素，此即核能電廠推動「核安文化」之精神。國際原子能總署及日本原子力保安院的福島事故報告均指出，所有的改善建議事項需以核安文化為基礎，沒有核安文化即無核能安全的持續改善，並持續檢討核能電廠的弱點以保護核能安全及任何在安全方面改善的空間。

依據行政院專案小組100年6月28日審查會議結論事項六，「核能安全的提升必須從設備、人員及管理三方面著手，除了應強化核電廠備用設備的可靠性、提升技術人員執行能力外，請原能會要求台電公司強化核電廠之管理」。依據行政院專案小組100年7月18日審查會議結論事項九，「歷史上重大核子事故大都因人員的操作或管理問題而引起，請原能會務必督導臺電公司提升人員的操作及管理績效」，此兩項目已增加納入附錄八列為原能會要求台電公司之事項。

在核電廠發生核子事故時，最重要的是依據營運程序書的規範控制事故的演進，使其不會惡化並導致爐心熔毀甚至放射性物質外釋進入環境，避免對人民生命財產造成不利的影響。福島事件再次提醒核安文化之重要性，累積小事件未適當處置會變成大事件，如平時未針對相關營運程序書、嚴重事故管理指引切實檢討，如圍阻體排氣之實施、緊急灌水

時接頭規格不符等，在實際需用的緊急情況下將會有無可挽回的危害。至於核電廠人力逐漸老化出現斷層，核能人才的流動與成長處於停滯狀態，工作長期外包對於運轉經驗與核安文化的傳承均有不利的影響。核安法規之健全，核安管制機關之獨立性均有待探討。

依據行政院專案小組100年8月26日審查會議結論事項十，「針對原能會於報告附錄中所提政府組織再造後，核能安全管制專責機關將調整為三級機關，於協調相關部會時恐力有未逮一節，政府有責任提供民眾最完善的核能安全保障，行政院將視組織改造之進程及結果，適時檢討強化跨部會之核能安全因應機制」。原能會將配合行政院組織改造之進程及結果，依據經檢討並強化之跨部會核能安全因應機制，提供民眾最完善的核能安全保障。

第三章 我國核能電廠安全防護之檢討

經前章所述日本福島事故評析及經驗回饋之探討，本報告依據八項經驗回饋(1)喪失所有廠區交流電源、(2)海嘯之防範、(3)用過燃料池之冷卻、(4)氫氣排放及爆炸、(5)嚴重事故之處理、(6)地震之防範、(7)廠區基礎設施、(8)安全文化，評估台電公司在「核能安全防護體制全面體檢方案」要求之近期議題檢討結果，並綜合涵蓋台電公司回覆原能會之審查意見及現場查證專案視察的執行結果；另提出「核能安全防護體制全面體檢方案」要求之中程檢討議題，運轉中核能電廠 10 年整體安全評估新增福島專，說明我國核能電廠針對安全防護議題，防範日本福島事件檢討之重要項目及結果；最後，提出原能會辦理國內核能電廠之核能安全管制案件之規劃。

一、近期檢討議題摘要

檢視我國核能安全防護第一階段之 11 項近期檢討議題(詳細內容如附錄一)，均與前章日本福島事件之說明及經驗回饋 8 大項目密切吻合；在這 11 項檢討議題中，由於在實務運作上及事故影響時序上互為因果，且有高度相依性，在某個項目的劣化將導致其他一個或以上項目的情況更嚴重，回頭又會使得該劣化項目救援之形勢更為險峻，因此，

所有檢討議題的項目都必須澈底執行，以避免影響執行事故救援及因應措施之效能；由於極端的自然危害威脅來源主要有地震、及伴隨而生的海嘯，但針對地震及海嘯的防範措施各異，因此以下先概括說明我國因應日本福島事故的電廠安全防護檢討 11 項議題和第二章之二所述福島事故經驗回饋的八個項目間的關聯性：

1. 喪失所有廠區交流電源之檢討，在近期檢討議題之項目(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件，檢討內容包括電廠正常/緊急電源檢視及喪失時之處理方式與改善做法。
2. 海嘯之防範，分別在近期檢討議題之項目(二)廠房/廠區水災事件以及防海嘯能力，檢討內容包括電廠廠房/廠區排水設施檢視及緊急狀況(包含海嘯、土石流、淹水)之處理方式與改善做法；在項目(八)複合式災難事件，檢討內容包括複合式災難發生時(地震/海嘯/水災)之救援人力、設備、處理方式與改善做法。
3. 用過燃料池之冷卻，在近期檢討議題之項目(三)用過燃料池完整性及冷卻能力，檢討內容包括用過燃料池之耐震、冷卻能力、防範重物墜落、備援能力之檢視及喪失能力時之處理方式與改善做法。
4. 氫氣排放及爆炸之檢討，在近期檢討議題之項目(四)熱移除及最終熱沉能力，檢討內容包括反應爐、抑壓池、圍阻體及相關安全有關移熱系統功能檢視及喪失功能時之處

理方式與改善做法；在項目(五)事故處理程序與訓練，檢討內容包括包括機組人員與設備之檢視與人員訓練，及緊急狀況時之處理方式與改善做法所涵蓋。

5. 嚴重事故之處理，在近期檢討議題之項目(五)事故處理程序與訓練，檢討內容包括機組人員、廠外支援與備援人力與設備之檢視與人員訓練，及緊急狀況時之處理方式與改善做法；在項目(六)機組斷然處置程序之建立，檢討內容包括建立機組斷然處置之定義、運作方式、機制、設備、程序及因應做法；以及在項目(七)一/二號機組相互支援，檢討內容包括每座電廠一/二號機組相互支援之人員、設備、措施與強化做法。
6. 地震之防範，分別在近期檢討議題之項目(八)複合式災難事件，檢討內容包括複合式災難發生時(地震/海嘯/水災)之救援人力、設備、處理方式與改善做法；在項目(九)超過設計基準事故，檢討內容包括設計上用來減緩嚴重事故之設備、機制、備援及超過設計基準事故之處理方式與改善做法。
7. 廠區基礎設施之檢討，在近期檢討議題之項目(八)複合式災難事件，檢討內容包括複合式災難發生時(地震/海嘯/水災)之救援人力、設備、處理方式與改善做法；在項目(十)設備/設施完備性及備品儲備，檢討內容包括廠內/廠外臨時性支援物品、設備、工具之完備及改善做法。

8. 安全文化之檢討，在近期檢討議題之項目(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化，檢討內容包括檢視強化核安文化所需之組織、人力運用及改善做法。

以下本章之檢討評估均依照上述八項經驗回饋，並綜合涵蓋台電公司回覆原能會之審查意見及現場查證專案視察的結果，分別說明我國核能電廠安全防護議題，針對防範日本福島事件之檢討重要項目及第二階段之查證結果，已完成或列在核管案件相關追蹤改善事項，將依據後續視察發現持續更新。

(一)、 喪失所有廠區交流電源之檢討

對應近期檢討議題項目(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件，內容包括電廠正常/緊急電源檢視及喪失時之處理方式與改善做法，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表 3-1，部份項目完成日期延後(相對於 100 年 10 月份之第一階段安全評估報告)主要係受限於增購設備之採購期程，部份項目參考國際間做法納入核能管制案件繼續追蹤。其中評估建立 24 小時全黑之因應能力，必須針對設計基準之分析結果重新檢討，並視需要強化必要的支援系統及功能(應急之臨時性設備不應納入提供相關分析之效益)，並針對反應爐、用過燃料池之冷卻及圍阻體完整性，評估建立長期喪失所有交流電源 72 小時因應能力所需要之設備、程序書

及訓練。第 5 台氣冷式柴油發電機原設置目的是為補每部機組兩台緊急柴油發電機可靠度之不足，必要時可支援任一部機組發生事故時之需求，但鑑於第二章經驗回饋所述同場址 2 部機組共因失效之可能性，台電公司規劃調配第 5 台柴油發電機之供電能力，使能同時提供兩部機的電源，原能會乃要求須事先妥為規劃供應之負載。

表 3-1. 本會要求台電公司檢討喪失所有廠區交流電源之重要項目

重要項目說明	核一廠	核二廠	核三廠	預定完成日期
(1) 要求機組於大修或停機時仍需維持兩部備用之緊急柴油發電機可用				101.03.31 繼續追蹤
(2) 對新增電氣設備之貯置，要求在地震/海嘯危害時不會同時損傷，並達到在廠區內異地儘速備援之能力				101.06.30 繼續追蹤
(3) 要求強化主控制室、技術支援中心(TSC)、備用 TSC 等，在廠區全黑事故下儀控系統交直流電源容量				核管案件 繼續追蹤
(4) 購置電源車，提供長期冷卻系統復原用電	2 台 4.16kV/ 1500kW	2 台 4.16kV/ 1500kW	2 台 4.16kV/ 1500kW	101.06.30 繼續追蹤 (註：核一、二各一台異地儲置於核四廠)
(5) 增購可移動式柴油發電機，作為緊急時操作電源與直流蓄電池的充電電源	12 部 480V/ 500kW (8) 200kW (4)	4 部 480V/ 200kW	10 部 480V/ 375kW (10)	已完成

(6) 增購大型消防水泵，增加汲水容量	8 具 出水壓 10kg/cm^2 出水量 1500LPM	5 具 出水壓 10kg/cm^2 出水量 1500LPM	7 具 出水量 600LPM (3) 1000LPM (2) 1600LPM (2)	已完成
(7) 增購消防車以強化防火能力	已有水庫車、化學泡沫車各 1 輛	水庫車 1 輛，係汰換	增購泡沫車 1 輛、水庫車 1 輛	核一：無/ 核二：101.12.31/ 核三：已完成, 101.06.30
(8) 調配第 5 台氣冷式柴油發電機供電能力，使可同時提供兩部機電源				101.03.31 繼續追蹤
(9) 要求因應廠區全黑能力之時間至少提高為 24 小時，並評估強化至長期喪失廠區全黑因應能力至 72 小時				核管案件 繼續追蹤

(二)、 海嘯之防範

在水災(包括海嘯)事件防範的部份，要求強化之重要項目對應近期檢討議題為項目(二)廠房/廠區水災事件以及防海嘯能力，檢討內容包括電廠廠房/廠區排水設施檢視及緊急狀況(包含海嘯、土石流、淹水)之處理方式與改善做法；另包括對應項目(八)複合式災難事件，檢討內容包括複合式災難發生時(地震/海嘯/水災)之救援人力、設備、處理方式與改善做法，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表 3-2，部份項目完成日期延後主要係受限於增購設備之採購期程，部份項目參考國際間做法納入核能管制案件繼續追蹤。其中，核一廠廠房高程經重新量測後，本會要求台電公司提出高程不符 FSAR 之後果及影響評估；核二廠已依限完成

ECW 泵室阻隔海水入侵之改善措施，核三廠已完成廠用海水泵室馬達操作區防水擋板及防水門措施。要求因應廠區排洪能力之設計，必須針對設計基準之分析重新檢討，並納入近來氣候變異之雨量統計結果以更新雨量危害曲線，視需要考量強化廠區排洪設計，要求每 10 年重新執行評估與確認，如有發現新事證須立即執行評估與確認；確認海、陸域斷層補充調查結果對海嘯分析之影響。國科會海嘯溯高的影響須先防範，並強化對海溝型地震源以外海嘯之分析。

表 3-2. 本會要求台電公司防範海嘯之重要項目

重要項目說明	核一廠	核二廠	核三廠	預定完成日期
(1) 增購排水沉水泵並配置，以因應機動之排水需求	4 具	6 具	30 具	已完成
	1180LPM	500LPM (3) 1000LPM (3)	600LPM	
(2) 核一、二廠各加購 1 台緊要海水系統馬達備品，以達廠內各儲備 2 台馬達	1 台	1 台	現有廠用海水系統泵之馬達備品 5 台	已完成
	4.16kV ESW	4.16kV ECW	4.16kV NSCW	
	須將馬達備品儲放高處			
(3) 提高各廠緊要海水系統廠房重要設備之防水設計及水密性				已完成
(4) 繪製廠區廠房易遭淹沒區域的圖面，事先規劃排洪做法				已完成
(5) 規劃在地面層以下安全重要設備之支援系統，如儲油槽及附屬設備管線強化耐海嘯及防水災能力				102.12.31
(6) 增設廠區附近土石流監視、預警、防災、減災之機制				已完成
(7) 電廠重要安全設備室(各泵室、柴油機廠房、開關室、電池室、充電機室、第 5 部氣冷式柴油發電機等)防火門、防水門提升至				101.12.31

水密門等級	
(8) 參照國科會研究結果，重新檢討海嘯設計基準	繼續追蹤
(9) 強化緊要海水泵室在機組間的實體分隔性	已完成

(三)、 用過燃料池之冷卻

對應近期檢討議題之項目(三)用過燃料池完整性及冷卻能力，檢討內容包括用過燃料池之耐震、冷卻能力、防範重物墜落、備援能力之檢視及喪失能力時之處理方式與改善做法，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表3-3，部份項目參考國際間做法納入核能管制案件繼續追蹤。美國核管會已公布飛機撞擊導致威脅的法規 10CFR 50.54(hh)，且在福島事件後已開始陸續對外公開相關文件(如NEI 06-12[13])，本會在取得機敏性資料後即送台電公司據以做為執行總體檢之參考；本會已要求台電公司納入該文件(詳第一階段安全評估報告)，以強化核能電廠對飛機衝撞所衍生爆炸、火災而喪失大範圍廠區之因應能力，包括恢復用過燃料池、爐心及圍阻體冷卻能力之指引及策略。針對用過燃料池要求強化補水能力及監控儀器，包括(1)以安全相關儀器提供主控制室監控用過燃料池之重要參數(水位、溫度、輻射)，(2)採安全相關電源供應用過燃料池補水系統，(3)修改運轉規範要求有用過燃料在池中時，有一串廠內緊急電源為可供電予用過燃料池補水系統及儀器，(4)設置耐震之噴灑方法注水進入用過燃料池。

表 3-3. 本會要求台電公司檢,討用過燃料池冷卻之重要項目

重要項目說明	完成日期
(1) 要求台電公司採用最新分析技術(如 CFD 程式)執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時的溫升評估	100.12.31 審查程序
(2) 要求檢討並調整用過燃料池中用過燃料之排列方式	已完成
(3) 增加用過燃料池適當強化之補水/灑水系統	核一、核二 已完成 核三 101.7.31
(4) 評估強化用過燃料池補水能力及監控儀器之規劃，包括(a)以安全相關儀器提供主控制室監控用過燃料池之重要參數(水位、溫度、輻射)，(b)採安全相關電源供應用過燃料池補水系統，(c)修改運轉規範要求有用過燃料在池中時，有一串廠內緊急電源為可供電予用過燃料池補水系統及儀器，(d)設置耐震之噴灑方法注水進入用過燃料池	核管案件 繼續追蹤

(四)、 氫氣排放及爆炸之檢討

對應近期檢討議題之項目(四)熱移除及最終熱沉能力,檢討內容包括反應爐、抑壓池、圍阻體及相關安全有關移熱系統功能檢視及喪失功能時之處理方式與改善做法;在項目(五)事故處理程序與訓練，檢討內容包括包括機組人員、廠外支援與備援人力與設備之檢視與人員訓練，及緊急狀況時之處理方式與改善做法所涵蓋，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表 3-4，部份項目參考國際間做法納入核能管制案件繼續追蹤。要求針對美國在嚴重事故現象的研究，持續追蹤了解圍阻體內氫氣及其他可能導致圍阻體失效

的物理現象。要求臨時性救援規劃須納入電廠程序書，搭配電廠圖面做執行之說明，列出欲操作設備之位置、進出該設備之通路以及所需之工具，相關規劃須納入環境惡化之替代考量。

核一廠備用氣體處理(SBGT)系統功能之一為執行圍阻體排氣，系統之隔離閥為失效開啟(fail open)設計，若發生如福島一廠之情況，有潛在發生一次圍阻體氫氣回流至二次圍阻體的可能。此外兩部機經過強化之 DTVS 系統之圍阻體排放在煙囪處為集管，亦有潛在發生一部機一次圍阻體氫氣回流至另一部機的可能，因此要求核一廠檢視並提出強化之因應措施。核一、二、三廠新增購救援設備，以因應福島事件超過設計基準之實施緊急安全措施及對策的備品整備如表 3-8 至表 3-10 所示。

表 3-4. 本會要求台電公司檢討氫氣排放及爆炸之重要項目

重要項目說明	核一廠	核二廠	核三廠	預定完成日期
(1) 增購移動式空壓機	3 台	3 台	3 台	已完成
	供氣動閥緊急操作使用			
(2) 用過燃料池喪失冷卻、圍阻體壓力及氫氣控制等包括相關嚴重事故之物理現象，均須納入運轉員訓練項目				已完成
(3) 要求核一廠檢視氫氣排放路徑並提出強化之因應措施				核管案件繼續追蹤
(4) 要求訂定計畫防止在緊急情況下產生之氫氣大量積存於反應器廠房等處				核管案件繼續追蹤

(五)、 嚴重事故之處理

對應近期檢討議題之項目(五)事故處理程序與訓練，檢討內容包括機組人員、廠外支援與備援人力與設備之檢視與人員訓練，及緊急狀況時之處理方式與改善做法；另對應項目(六)機組斷然處置程序之建立，檢討內容包括建立機組斷然處置之通報、運作方式、機制、設備、程序及因應做法；以及對應項目(七)一/二號機組相互支援，檢討內容包括每座電廠一/二號機組相互支援之人員、設備、措施與強化做法，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表 3-5，完成日期延後主要係受限於增加監測參數之建置，部份項目參考國際間做法納入核能管制案件繼續追蹤。在類似福島事故的長期喪失電源及冷卻水的情形，爐心及圍阻體的冷卻及熱移除將是首要考量，如平時對程序書有良好的操作訓練，並妥善檢點備變的臨時性可移動設備，程序書能清楚指出該等設備之儲放位置、進出通道、所需支援系統的運作，運轉員在事故情況下能依據事先規劃想定之情境，當能有效避免機組、圍阻體狀況之進一步惡化。另要求台電公司不應限制「超過設計基準事故」為斷然處置程序進入點，須事先評估準備執行斷然處置程序之時序(相關細節參見第一階段安全評估報告)。嚴重事故處理之改善強化措施另包括：消防班人力須妥適考量能因應增加之消防設備，及在風險評估要求中增加額外氣冷式柴油發電機效益之個案分析。

表 3-5. 本會要求台電公司檢討嚴重事故處理之重要項目

重要項目說明	核一廠	核二廠	核三廠	預定完成日期
(1) 增列斷然處置定義及執行時機				繼續追蹤
(2) 增列決定斷然處置後，後續之因應策略與監控措施				繼續追蹤
(3) 增購天然硼酸、硼砂	58 噸	93 噸	50 噸	已完成
(4) 參考日本做法，規劃增建兩機組共用之耐震級緊要 TSC，該建築除有高耐震等級外，並有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資等之評估				核管案件繼續追蹤
(5) 要求現行風險評估模式納入複合式災難之交互作用、隨機失效及共因失效等，檢視風險序列分析結果並驗證福島事件，以強化機組人員對事故情境之瞭解與掌握，在風險評估要求中增加額外氣冷式柴油發電機效益之個案分析				100.12.31 審查程序
(6) 要求檢討廠外支援之搶救人員進入輻射區域或污染區時，相關處理機制/程序/標準作業程序書之檢討、建立與訓練				已完成

(六)、 地震之防範

在要求強化耐震能力部份，因為地震易引致複合式災難(包括地震後的水災及/或火災事件)，故檢討重要項目對應近期檢討議題之項目(八)複合式災難事件，檢討內容包括複合式災難發生時(地震/海嘯/水災)之救援人力、設備、處理方式與改善做法；另對應項目(九)超過設計基準事故，檢討內容包括設計上用來減緩嚴重事故之設備、機制、備援及超過設計基準事故之處理方式與改善做法，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表 3-6，部份項目參考國際間

做法納入核能管制案件繼續追蹤。台電公司在去(100)年 10 月 28 日提出核一廠地震設計基準值強化為至少 0.4g 之後續補強作業規劃，提出具體可行之規劃方案，已符合 100 年度第 1 次核管會議(7 月 6 日)決議事項暨因應福島事故總體檢第一階段安全評估報告之要求。要求必須針對地震設計基準之分析重新檢討，並每 10 年重新執行評估與確認，如有發現斷層之新事證等新資訊須立即執行評估與確認。核能電廠附近斷層性質須深入研究，如山腳斷層向北延伸及恆春斷層之南、北延伸之長度及類型，以助益於判斷可能產生地震之規模。

表 3-6. 本會要求台電公司防範地震之重要項目

重要項目說明	完成日期
(1) 要求增加強震後執行現場查證或檢查之方式，確認減緩事故後果之重要設備，在地震等複合式災難下是否損及原有功能，並釐清可能存在之弱點	核管案件繼續追蹤
(2) 要求規劃強化主控制室、技術支援中心(TSC)/備用 TSC 及其內部設備之耐震能力	已完成
(3) 生水池管路明管化及耐震能力提升之評估與提升	101.12.31
(4) 要求將核一廠地震設計基準值由 0.3g 強化為至少 0.4g 之後續補強作業規劃	核管案件繼續追蹤
(5) 參照海陸域地質補充調查及地震危害度分析，規劃後續補強作業，並每 10 年重新執行評估與確認，如有發現斷層之新事證等新資訊須立即執行評估與確認	102.04.30

(七)、 廠區基礎設施之檢討

對應近期檢討議題之項目(八)複合式災難事件，檢討內容包括複合式災難發生時(地震/海嘯/水災)之救援人力、設備、處理方式與改善做法；另對應項目(十)設備/設施完備性及備品儲備，檢討內容包括廠內/廠外臨時性支援物品、設備、工具之完備及改善做法，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表 3-7，部份項目參考國際間做法納入核能管制案件繼續追蹤。新增購救援設備須納入程序書維護、檢查及管理機制之完備性，目前核一、二、三廠因應福島事件超過設計基準之實施緊急安全措施及對策的備品整備如表 3-8 至表 3-10。

表 3-7. 本會要求台電公司檢討廠區基礎設施之重要項目

重要項目說明	完成日期
(1) 消防救災相互支援協定、兵警力支援協定書及總處支援合約應儘速制定，釐清並確認相關合約/協定的優先度，並須確認合約/協定及納入程序書之內容適切性、具體明確	已完成
(2) 考量納入國內技術支援團隊配合或納入與國外機構簽訂協助處理事故之合約或協定之可行性、具體明確	已完成
(3) 檢討目前廠內資源(包括人力、物料及備料數量)在不同嚴重事故、超過設計基準及複合型事故下能獨自因應之時間期長；釐清並事先提出須由外部協議/合約所提供的物資、機具	核管案件繼續追蹤

表 3-8. 核一廠因應福島事件實施緊急安全措施及對策的備品整備

	喪失所有交流電源時對策								
	緊急時電源確保			反應器及用過燃料池冷卻					
				水泵等			水源確保	圍阻體排氣操作/海水注入	組織・訓練
	必要能力	確保能力	保管位置等	必要能力	確保能力	保管位置等			
核一廠	#1:270kVA #2:270kVA	〈發電機〉 480V/100kW * 2 台 480V/400kW * 1 台 請購中 480V/500kW* 8 台 480V/200kW* 4 台 4.16kV/1500kW*2 台	〈保管位置〉 氣渦輪機廠房 〈要求時間〉 8 小時內 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	〈水泵〉 #1：42 m3/h #2：42 m3/h 〈水管〉 乾華溪生水抽水處 350m 乾華溪出海口抽水處 750m 總長 2200m (1100m*2 部機)	〈水泵〉 移動式水泵 72 m3/h*3 台 消防車 180 m3/h*2 台 〈水管〉 5000m（25m*200 條） 請購中 消防泵 90 m3/h*6 台	〈保管位置〉 廠內高處 (22.4m) 消防車車庫 (11.2m) ※發佈大海嘯警報時，由消防隊員將其移往廠內高處 (22.4m)暫避 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	〈淡水槽〉 東邊山上生水池 2000 噸 東邊山上生水池 600 噸 東邊山上生水池 1000 噸 第一抽水站蓄水池 787.5 噸 西邊山上生水池 100000 噸 西邊山上生水池 3000 噸*2 座 乾華溪/小坑溪 〈海水〉 海岸線	〈程序〉 依 540.8 斷然處置程序書執行	〈訓練實施〉 1.運轉員已有 3 小時福島情境訓練 2.於 9 月底前將另有 3 小時超過設計基準事故處理訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 以 BCSS 注硼/注水程序已建立

表 3-9. 核二廠因應福島事件實施緊急安全措施及對策的備品整備

	喪失所有交流電源時對策								
	緊急時電源確保			反應器及用過燃料池冷卻					
				水泵等			水源確保	圍阻體排氣操作 海水注入	組織・訓練
	必要能力	確保能力	保管位置等	必要能力	確保能力	保管位置等			
核二廠	#1：263kW #2：263kW	5TH 柴油發電機 3910kW*1 台	5TH 柴油機廠房 (TP12m) <要求時間> 1 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	〈水泵〉 水泵約 100m 揚程 3 台 水泵約 70m 揚程 3 台 〈水管〉 總長約 1000m	〈水泵〉 #1~2 機共用: 移動式水泵抽水量：1500 公升/分 * 3 台、1200 公升/分 3 台、消防車 10 噸 * 1 台、消防車 2 噸 * 1 台 〈水管〉 同必要能力之部份總長約 1000m	〈保管位置〉 廠內高處 (高程 20m 之 29 號、30 號倉庫) 消防車車庫 (高程 12m) ※發佈大海嘯警報時，由廠內消防隊員將其移往廠內高處 (高程 28m) 暫避 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 3 小時	〈淡水槽〉 生水：A 池 16,572 噸，B 池 20,267 噸合計：36839 噸 CST：757 噸 DST：189 噸 ACST 以液位 2 公尺計為 221 噸 ADST：200 噸 熱井餘水 470 噸 〈海水〉 渠道餘水一號機約有 4,800 噸，二號機約有 2,650 噸，出口處另有 514 噸	〈程序〉 依廠長判斷，進行淡水注入 通報緊執會後判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 已實施 5 次個別訓練有控制室之福島情境訓練 供電、替代注水等、100 年 9 月 30 日前完成各班之綜合訓練 〈改善及特殊事項〉 水管長度加購中 水泵台數加購中
		氣渦輪機 4.16kV 柴油發電機 1100kW*2 台（預定於 100 年 10 月 30 日前完成）	氣渦輪機廠房外 (TP22m) <要求時間> 2 小時以內 〈訓練確認時間〉 待 DCR 完成						
		移動式 4.16kV 柴油發電機 1500kW*1 台（預定於 101 年 6 月 30 日前完成）	氣渦輪機廠房外 (TP22m) <要求時間> 2 小時以內 〈訓練確認時間〉 待 DCR 完成						
		TSC/OSC 480V 柴油發電機 200kW*2 台（預訂於 101 年 10 月 31 日前完成）	廠區內 (TP12m) <要求時間> 1 小時以內 〈訓練確認時間〉 待 DCR 完成						
		移動式 480V 柴油發電機 200kW*4 台（預定於 100 年 12 月 31 日採購到貨）	29 號倉庫 (TP20m) <要求時間> 3 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時						

表 3-10. 核三廠因應福島事件實施緊急安全措施及對策的備品整備

	喪失所有交流電源時對策								
	緊急時電源確保			反應器(蒸汽產生器)及用過燃料池冷卻					組織・訓練
				水泵等			水源確保	圍阻體排氣操作/海水注入	
	必要能力	確保能力	保管位置等	必要能力	確保能力	保管位置等			
核三廠	#1：343.3kW #2：343.3kW	5TH 柴油發電機 6300kW*1 台 氣渦輪機 51MW*2 台 移動式 4.16kV 柴油發電機 1500kW*2 台（預定於 101 年 6 月 30 日前完成） TSC 480V 柴油發電機 125kW*1 台 OSC 480V 柴油發電機 125kW*1 台 （預定於 100 年 12 月 31 日完成） 移動式 480V 柴油發電機 375KVA*10 台 （預定於 100 年 12 月 31 日完成）	5TH 柴油機廠房(TP15m) <要求時間>1 小時以內 〈訓練確認時間〉約 1 小時 氣渦輪機廠房外(TP35m) <要求時間> 30 分鐘以內 工具倉庫(後備救援倉庫)(TP24m) <要求時間>4 小時以內 〈訓練確認時間〉 待 DCR 完成後再確認 廠區內(TP15m) <要求時間>1 小時以內 〈訓練確認時間〉 待 DCR 完成後約 1 小時 工具倉庫(後備救援倉庫)(TP24m) <要求時間> 2 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	SFP〈水泵〉 水泵約 16m 揚程 1 台 .. S/G 補水泵約 60m(6kg/cm2) 揚程 1 台 反應器： 重力補水	SFP〈水泵〉 柴油引擎泵每部機 2 台，揚程 30 米以上。 S/G 水 #1#2 汽機帶動輔助飼水泵、後備柴油引擎帶動輔助飼水泵。 消防泵、消防車，消防水箱車 7 噸 * 1 台、消防泡沫車 7 噸 * 1 台、消防化學車 3.5 噸 * 1 (可用於 SFP、S/G 、RCS 補水)	〈保管位置〉 廠內高處 (高程 26m 之工具倉庫(後備救援倉庫) 消防車車庫(高程 26m) 〈要求時間〉 8 小時以內 DCR 完工後 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	〈淡水槽〉 生水池 50,000 噸*2，合計：10 萬噸 2000 噸*1 5000 噸*1 CST：2680 噸 DST：378.5 噸 龍鑾潭用消防車載水 〈海水〉 由泵室碼頭用消防傳送泵打水。	〈程序〉 依程序書 1451 斷然處置程指引執行釋壓或注水。	〈訓練實施〉 福島情境與程序書 1451 相關預定 100.7.31 日完成，供電、替代注水等 DCR 於 DCR 完工後 101 年 3 月 31 日前完成重新各班之訓練 〈改善及特殊事項〉 現有水泵 20 台，配備水管長度 800 公尺 水泵台數(30)、水管長度(1200 公尺)加購中

(八)、 安全文化之檢討

對應近期檢討議題之項目(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化，檢討內容包括檢視強化核安文化所需之組織、人力運用及改善做法，本會要求台電公司限期完成之重要項目及期程摘要如表 3-11，部份項目參考國際間做法納入核能管制案件繼續追蹤。國際原子能總署的基本安全規則(安全標準編號 SF-1) [14]、NEI 09-07「促進優良的核安文化」[20]均為台電公司執行安全文化參考之依據。

2011 年 3 月 7 日美國核管會委員已投票通過安全文化政策白皮書(SECY 2011-05, Proposed Final Safety Culture Policy Statement)[15]，定義核安文化係領導者及從業人員共同承諾的核心價值與行為，重點在確保民眾與環境安全防護為唯一目標；在正面積極的核安文化中，安全與保安有等同重要性，美國核管會所管制的機構均有責任發展並維護正面積極的核安文化，原能會已適當參照並採用美國核管會之反應器監管程序(ROP)及核管會內部管理程序以監督核安文化的落實。安全文化政策白皮書已於 2011 年 6 月 14 日生效，在美國核管會主席要求下幕僚在 2012 年 1 月 19 日提出安全文化政策白皮書的實施計畫草案(SECY 2012-08, Implementation Plan for the Safety Culture Policy Statement)[21]，原能會將持續追蹤瞭解安全文化政策白皮書實施計畫的內涵及特色，以強化我國核能安全管制程序書、文件及視察活動等之做法。

表 3-11. 本會要求台電公司檢討安全文化之重要項目

重要項目說明	完成日期
(1) 國際原子能總署的「基本安全規則」、NEI 09-07「促進優良的核安文化」要求為台電公司執行安全文化參考之依據	101.06.30
(2) 各要求事項都要評估並檢討人力需求，再彙整所有人力需求於此項，消防班人力在設備增加後須納入複合式災難下之需求	100.10.31 繼續追蹤
(3) 要求台電公司瞭解並比對國際核能業界安全文化之作法，據以為精進方案強化之基礎	100.9.30 繼續追蹤

二、近期檢討議題現場查證結果

原能會針對台電公司各項檢討議題重要事項的執行進度、改善情形以及規劃完成期限，採書面審查及現場查證方式執行確認。在台電公司提出近期檢討議題後，原能會即組成總體檢核能安全防護專案視察團隊，分三次執行運轉中核能電廠近期檢討議題之現場查證，執行時間核一廠分別為去(100)年 6 月 13 日至 6 月 17 日、10 月 13 日至 10 月 31 日及今(101)年 1 月 9 日至 1 月 13 日，核二廠分別為去(100)年 6 月 15 日至 6 月 17 日及 6 月 20、21 日、10 月 17 日至 10 月 31 日及今(101)年 1 月 5 日至 1 月 11 日，核三廠分別為去(100)年 6 月 20 日至 6 月 24 日、10 月 17 日至 10 月 21 日及今(101)年 1 月 2 日至 1 月 6 日，並完成相關視察報告[22~27]後公布在原能會網站。

專案視察之重要結果包括：(1)設計基準之符合性及確認

面向、(2)因應福島強化措施規劃執行面向、(3)新增設備規劃及規範適切性面向、(4)硬體設計變更及設計評估技術性面向、(5)程序書執行程序適切性面向、(6)人力資源及配置適切性面向及(7)相關資料文件品保面向等七個面向，以下分別說明各面向的重要發現與改善現況及後續追蹤要項(細節詳如附錄七)。

(一)、設計基準之符合性及確認面向

核一廠FSAR陳述建廠時廠房地面高程為12公尺，於100年5月期間台電公司委託中興工程顧問公司重新量測廠房地面高程，結果為約11.2公尺較原設計高程約低0.8公尺，台電公司評估核一廠實際高程對各廠房樓層高度、各系統功能和其安全分析之影響、排水防洪之影響，以及與FSAR不一致部分，台電公司尚未完成後續改善措施等，原能會對此議題持續追蹤要求台電公司改善。核二廠於評估過程中發現ECW泵室防海嘯能力不足，經通報原能會於100年5月4、5日赴核二廠執行緊急循環海水系統專案視察，確認核二廠ECW 緊急泵室恐因海嘯發生而陷入海水淹沒狀況，將導致ECW 泵馬達及電路盤淹水損壞。原能會立即要求台電公司進行改正，於100年6月30日完成ECW泵室水密牆等封堵阻隔措施，提升海嘯防護能力。核三廠已完成NSCW廠房各泵房間增設水密門及防水牆，及廠用海水取水池上方增設防雜物蓋板，並考量海嘯潛在衝擊力分析之影響。

地震及海嘯等自然危害的威脅，在地震影響部份原能會採核管案件要求台電公司執行核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。至於海嘯影響部分，除參考國科會海嘯模擬研究小組之「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠的影響」報告，原能會已要求台電公司須依據美國相關法規以新技術重新分析海嘯危害，並依分析結果考量強化設計及因應超過設計基準之防範海嘯能力。除地震、海嘯自然危害外，暴雨、洪水等相關設計基準的檢討，已列入原能會核能管制追蹤案件持續追蹤。

(二)、因應福島強化措施規劃執行面向

在熱移除及最終熱沉能力強化動力源氣源改善方面，核一廠已增購移動式引擎帶動空壓機，並規劃增加氮氣瓶儲存量，擴大廠內儀用空氣系統相連接的備援能力，以提供釋放閥短期操作及緊要儀用空氣使用。核一廠規劃增設旁通SBGT之增壓風扇、閥及管路，進行一次/二次圍阻體排氣改善。原能會要求核一廠耐震設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g 之後續補強作業規劃與評估，目前採美國核管會 USI-A-46 方法進行評估，惟未來應視「耐震精進作業方案」執行成果，

重新確認核一廠耐震設計基準值後，全面重新檢討核一廠設計基準之提升與後續補強作為，並將近期正推動之耐震、海嘯相關之工作計畫，全面整合為一個具體而完整的中長期地震評估計畫，以具體作為確保核能電廠安全。

核二廠已完成於燃料廠房增設耐震一級(Seismic I)常備硬管式注水管路注水及裝設噴灑設備至用過燃料池，額外增加足夠的設計注水量，可於燃料廠房外，以消防車或消防泵等方式進行燃料池的的補水作業。

核三廠依 NEI 06-12 要求執行大修爐心燃料移至用過燃料池後之排列方式，另規劃增設可由廠房外注水之常備硬管式消防管路、可攜式噴灑系統再加上原已規劃的緊急補水路徑，補水能力可符合 NEI 06-12 所建議之流量，並對補水/噴灑流量會加以驗證。在強化用過燃料池監測能力方面，核三廠主控制室監控用過燃料池之輻射參數，已有區域輻射偵測器及流程輻射偵測器，均為安全相關儀器。核三廠油槽依不同區域及類型，均設有防溢堤或防火牆等阻擋火勢延燒之設計，防止發生火災損及鄰近設備無法發揮功能，在地震下因油槽或潤滑油等引起火災應變措施，電廠已有失火對策計劃相關程序書因應，另須依據美國核管會 IN 2012-01 針對地震事件下非安全相關儲槽，在特定系統組態可能威脅或損害安全相關系統功能之考慮。

(三)、新增設備規劃及規範適切性面向

為再強化核電廠因應超過設計基準事故之能力，新增購置緊急備用及可用電力，包括 480V 移動式柴油發電機，核一、二廠並將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 柴油發電機供電至匯流排，並購置備妥引接電纜，緊急時可引接由此柴油發電機對機組供電。核一、二、三廠規劃在 101 年 6 月 30 日前完成各購入 2 台 4.16kV 電源車，電廠內已有耐震一級柴油油槽，在全黑情況下儲油足以提供移動式發電機連續運轉所需之動力油料。另新增購置移動式空壓機、抽水泵及消防車以提供多樣化、彈性之緊急備援能力。備置足夠數量之鉛毯、鉛衣及防護衣供事故情境下廠內救援人員輻射防護之用，增購大量之硼酸置於廠區以為事故下避免爐心再臨界之需。對新增電氣設備之貯置，符合在地震/海嘯危害時不會同時損傷，並達到在廠區內異地儘速備援之能力。

(四)、硬體設計變更及設計評估技術性面向

核一、二、三廠因應強震之考量，均規劃機組生水消防管路地下管線部分增設明管迴路，山坡地特定地點連接撓性管路，以吸收地震錯位造成之位移，廠區內消防栓之設計須符合設計標準之要求。核一廠另規劃 10 萬噸生水上、下池加裝連通管與機組的環形生水管連通；核二廠規劃氣渦輪機廠房結構、600 公秉油槽(日用油槽)、35000 公秉油槽及生

水池等進行耐震補強之工作；核三廠規劃對兩座五萬噸生水池及 5000 噸消防水槽、2000 噸生水池進行結構補強，強化其結構強度，提高耐震能力。

(五)、程序書執行程序適切性面向

針對廠區電源全部喪失(全黑)事件，原能會要求因應廠區全黑能力之時間由 8 小時至少提高為 24 小時，核一、二廠已檢討現有蓄電池供電迴路，提出以轉供電方式來提高原有設計要求，設計修改案正進行中，目前轉供電以臨時線路由人員操作，以供緊急時使用，所需使用之全黑轉供電操作程序已加入相關程序書。核一、二、三廠在考量嚴重事故下，低壓、重力或臨時性補水設備之可用性，已於斷然處置程序指引中明確說明緊急洩壓時機，以及規劃各種水源取得方式與注水流徑，並已於程序書中擬定喪失直流電力及氣源等動力後，以 RCIC 執行緊急洩壓。核一廠規劃修訂程序書適時起動排氣隔離等操作，並於廠區全黑期間強制進行一、二次圍阻體隔離。

對於原能會要求核一、二、三廠執行斷然處置程序，台電公司規劃決策層級與斷然處置之實施時機，宜再就決策之技術性與時效性考量，訂定完善之決策指引以供執行時遵循，以避免發生類似日本福島事故因非技術因素而導致重大決策時機延宕之問題。原能會要求對於因應福島事件總體檢

設施備品、器材、工具建置及新購入救災設備等，涉及相關部門操作之器具或存放位置核一、二、三廠已納入適當程序書定期檢視、維護並確認其功能性。

(六)、人力資源及配置適切性面向

原能會要求台電公司檢討就強化核能安全文化提出具體作法，在精進人力部分，在擴增核電廠消防班人力因應複合式災難外，僅考量資深員工陸續離退之情況而提前進用人員，並未說明核能安全防護總體檢雙機組、複合式災難所需人力需求，原能會核能管制案件納入本項議題做後續追蹤。

(七)、相關資料文件品保面向

針對現場查證或檢查減緩事故後果之重要設備(如防火設備)，渠等功能是否因地震/海嘯/水災之交互作用而喪失，並確認潛在弱點部分，台電公司依據 WANO 要求執行相關措施之現場履勘，核一、二、三廠對位於開放或淹水可能擴散區域，因非耐震一級設計管路因地震而破管淹水、噴灑或火災時，導致該區多串具有減緩事故後果功能之重要設備因淹水或火損而同時失效，以及由海嘯引起廠房水災，可能導致在地震未受損之設備水損無法發揮功能之潛在弱點的檢討提出說明，原能會核能管制案件納入本項議題做後續追蹤。原能會要求台電公司將福島事故相關核能管制案件、管

制追蹤項目及注意改進事項，均列入改正行動方案(Correction Action Program, CAP)加以列管。

針對興建中的龍門核電廠(核四廠)部份，因目前仍在興建中，尚未將核子燃料裝填至核子反應爐中，現階段的所有施工作業並不會對民眾造成影響，原能會要求的檢討項目原則上與運轉中電廠相同，惟因部份項目如程序書等尚未完全建立，故時間上可稍微延後，相關檢討項目原則上須於核子燃料裝填前完成並提報原能會。原能會於去(100)年 8 月 25 日、12 月 19 日召開兩次龍門電廠因應日本福島事故總體檢近期檢討說明會議，會議決議之要求事項請參見附錄七。台電公司於今(101)年 1 月 12 日提出核四廠核能安全防護近期項目之檢討報告，原能會除書面審查並在今年 3 月上旬完成現場查證作業。原能會已將「日本福島核災事故之檢討與評估」納入核四廠未來重要管制點—核子燃料裝填前應完成事項中列管。

三、中程檢討議題摘要

運轉中電廠中程檢討議題為提前進行 10 年整體安全評估，依核子反應器設施管制法之規定，核一廠已於 98、99 年間完成兩部機組第三次 10 年整體安全評估報告，核二廠、核三廠分別需於 100 年 6 月及 103 年 1 月提交第三次 10 年

整體安全評估報告送原能會審查。原能會為因應福島電廠事故之管制要求，10 年整體安全評估報告已增訂「因應日本福島電廠事故」專章評估內容，臺電公司已依(1)核一廠於 100 年 6 月補提新增專章內容、(2)核二廠依原訂時程含新增專章內容及(3)核三廠提前至 100 年 12 月含新增專章內容，送原能會審查之規定辦理。

核能電廠10年整體安全評估依「核子反應器設施管制法」第九條及其施行細則第六條，各廠原使用執照換發成運轉期滿 40 年之運轉執照，但仍維持原每 10 年整體安全評估之要求；整體安全評估包括運轉安全之回顧與評估、輻射安全之回顧與評估、放射性廢棄物營運之回顧與評估、機組待執行之改善或補強事項檢討、老化管理整體評估、耐震安全評估、過去 10 年重大安全事件經驗回饋改善評估、國內外核能電廠經驗及研發結果應用、過去 10 年電廠重大變更、日本福島核災事故之檢討與評估等重要項目，尤其在耐震安全評估方面鑑於國內地震危害之威脅，原能會要求台電公司採最新分析方法論及新事證持續瞭解掌握並視需要強化核電廠設備、系統及結構物的耐震能力。

日本福島核災事故之檢討與評估專章內容包括近期11項檢討議題之執行，並檢討因應日本福島事故進行自我安全總體檢之效益，包括在複合式災害下長時間廠區全黑因應能力提升、氣候變異下防洪能力及防海嘯、防地震能力重新評

估、用過燃料池冷卻、反應爐緊急注水途徑及最終熱沈能力強化、氫氣排放與防爆、事故處理與人員訓練、機組斷然處置指引建置、一/二號機機組相互支援、評估及加強複合式災難事件因應能力、評估及加強超過設計基準事故因應能力、設備完備性及救援設備/支援物資整備、以及人力需求檢討與精進及強化核能安全文化等應變救援能力之提升等各面向。經由弱點評估、機動救援設備改善/增購、及作業程序/機制增修訂等措施後，藉增加核電廠機動救援設備/救援機制之多重防禦深度，期能達到提升電廠因應超過設計基準事故的安全裕度。原能會有關日本福島核災事故之檢討與評估專章之重要發現與改善現況及後續追蹤要項之細節，詳如附錄七。

四、核能安全管制案件摘要

我國採行之核能安全防護檢討議題與國際核能國家做法比較，在項目和執行作法上頗為一致，並採嚴謹、嚴密的考量強化我國核能電廠的安全防護措施。考量日本事故報告提出的時間、內容的完整性及美國執行檢討或歐盟壓力測試之做法，在完成第一階段安全評估檢討並列出建議的改善方向後，原能會除要求台電公司提報書面資料審查外，並派員赴電廠執行現場符合性查證工作；在第二階段安全評估工作期間，原能會主要參考美國核管會及歐盟壓力測試之做法作適

時調整，務必確保檢討項目之完整性。

原能會依據台電公司答覆核電廠安全防護第一、二階段各項議題內容與時程，進行審慎與嚴謹之審查及列為追蹤管制項目，並依據蒐集福島電廠事故最終檢討報告及依據國際原子能總署、日本事故調查委員會及美國核管會等檢討報告之經驗回饋與建議，納入國際間公認為優良實務之日本電廠事先建立設施或後續因應措施，建立我國核能電廠核能管制案件要求台電公司儘速執行相關強化暨改善措施，在第一、二階段所提出之管制追蹤項目及注意改進事項，仍須依後續視察發現為持續之更新。第二階段安全評估報告將在行政院核定後公布於原能會網站，亦歡迎各界人士能廣提建言。

除總體檢核能安全防護採核能管制追蹤案件之強化措施外，原能會後續將持續掌握並適時納入國際上因應福島事件的經驗回饋及檢討修正的國際規範，及依據國內最新地質調查及海嘯研究結果，檢視並強化現有核能電廠設計基準，以確保國內核能電廠能因應超越設計標準之天災所可能導致之危害。

美國核管會(NRC)在日本福島事故後所採措施，包括暫行指引之現場視察活動(細節如附錄五.5 之說明)，並在去(100)年 7 月 12 日公布福島事故近期專案小組依據對該事故洞識之審查，提出在 21 世紀強化反應器安全之建議事項，包括澄清闡明管制架構、確保安全防護、強化救援能力、強化緊

急應變機制及改善 NRC 計畫效能等五個面向的 12 個建議事項，細節如附錄五.8 之說明。

美國核管會在 100 年 8 月 19 日新聞稿說明要求日本福島事故近期專案小組(Near-Term Task Force, NTTF)報告建議事項 2 至建議事項 12(完整或部份)須立即實施之項目，並規劃執行建議事項 2 至建議事項 12 之優先順序，並在 100 年 10 月 3 日提出經委員會委員投票通過之 SECY-11-0137 報告，此審查報告係由 NRC 資深經理代表及技術專家組成小組完成優先順序評估之審查，並接受在 SECY-11-0124 報告(100 年9月9日)提出之「對公眾健康與安全並無立即威脅之發現」說明，及近期(立即採取不應有不必要延遲)對安全有最大改善效益之建議事項，亦認同目前並沒有足夠的資源同時針對所有建議事項發展對策。

美國核管會將NTTF報告的12個建議事項優先順序分成三個階段，並由美國核管會針對第一階段建議事項有關利害關係人召開一系列技術會議，分別由核管會幕僚及利害關係人針對第一階段建議事項的實施做法提出技術細節，美國核管會已規劃在 101 年 3 月 9 日發出之命令及 10 CFR 50.54(f)函之技術細節與要求，將為我國核電廠核能安全防護再昇級參考做法之依據。

依據美國核管會去(100)年 10 月 20 日新聞稿指出針對特定改善措施應立即執行(詳參考資料SECY 2011-124及SECY

2011-137)及中、長程因應措施之規劃，而美國核管會近期措施包括法令修訂之規劃約需 4 至 5 年，如我國俟美國核管會完成修法後，才要求台電公司比照業界作法採取對應改善措施，恐對國內核安管制有空窗期之疑慮；而我國核能總體檢做法已採參國際間重要核能國家主要做法，並彙整納入原能會核安總體檢第一階段安全評估報告，業於 10 月 7 日經行政院函復(院臺科字第 1000052749 號)備查，指示本會就應檢討及強化事項，督促台電公司儘速完成。原能會將持續追蹤掌握美國核管會的措施，並考量歐盟壓力測試之整體考量要求台電公司完成相關改善。

第二階段安全評估(即總檢討)報告規劃之核能管制案件的實施內容及細節，除依據 SECY 2011-137、並納入參照 SECY 2012-025[28]的內容，詳細說明請參考本報告之附錄伍.9 及附錄八，原能會要求之主要項目包括如下：

(一)、重新評估地震、水災廠外危害

採用現行要求與指引重新評估地震、水災(包括海嘯)及包括設計基準颱風、豪雨(與廠房屋頂排水有關)、環境設計溫度、最終熱沉等廠外危害設計基準，視需要更新設計基準，提供對安全重要 SSC 防護該更新之危害。

國際間公認為優良實務之事先建立設施或後續因應措施，包括(1)對非耐震一級 TSC 做結構耐震強化，(2)如第(九)項說明增建可共用之緊要應變中心(免震重要棟)，該建築除

有免震能力外，並自備有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資，(3)增設大型海嘯鋼筋混凝土擋牆。

(二)、地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘

執行地震、水災及包括設計基準颱風、豪雨(與廠房屋頂排水有關)、環境設計溫度、最終熱沉設計基準等重要的自然現象及其他廠外危害防護的現場履勘，以確認並處置個廠弱點，針對防水門、密封等防護措施證實有適切的監視與維護。

(三)、電廠全黑之管制措施提昇

美國核管會對運轉中及新建反應器的「電廠全黑」法規要求(1)建立至少 8 小時因應喪失所有交流電源之能力，(2)建立長期喪失所有交流電源 72 小時，針對爐心及用過燃料池冷卻、反應爐冷卻水系統及圍阻體完整性因應能力所需要之設備、程序書及訓練，(3)事先規劃及備置廠外資源以支援長期因應能力之所需，包括重大天災廠外交通基礎設施顯著劣化的情況下，在長期因應期間建立運送設備到廠之能力。

美國核管會現行「電廠全黑」法規僅考量大雪、颶風、強風、龍捲風等天候相關自然威脅，然與天候無關的自然威脅(如地震、海嘯)並未涵蓋在內，且我國自然威脅及獨立電網之特色異於美國，原能會對此項目要求係採階段性目標強化台電公司核電廠因應電廠全黑之能力，依序為(1)強化電池組容量至 24 小時，(2)強化核電廠因應能力時間至 24 小時及

(3)採移動方式強化長期電廠全黑因應能力至 72 小時之措施，並納入美國核管會做法視需要再予強化。

國際間公認為優良實務之事先建立設施或後續因應措施，包括(1)第五部柴油發電機僅為大修或停機機組而不得為運轉中機組之備用，(2)增加額外氣冷式柴油發電機，(3)增設生水池(深水井)。

(四)、實施美國法規 10CFR50.54(hh)、強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護

要求台電公司遵循美國法規 10CFR50.54(hh)要求執行 NEI 06-12「B.5.b Phase 2&3 Submittal Guidance」針對火災或爆炸導致喪失大範圍廠區之指引，強化國內核能電廠對飛機衝撞所衍生爆炸、火災而喪失大範圍廠區的因應能力；並對遵循 10 CFR 50.54(hh)(2)之保安有關設備增加對設計基準外部事件合理的防護，並須增加處置兩機組事件能力之設備。

(五)、具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計及可靠性

要求核能一廠(馬克I型圍阻體)增置可靠且強固的排氣系統，包括強固排氣系統設計的性能目標，以確認在長期電廠全黑下運轉可靠性及使用(包括開啟與關閉)方便性。考量台灣地區居民人口稠密之情況，要求核能二廠、核能三廠、龍門廠參考歐盟國家(如瑞士、瑞典等)電廠過濾排氣功能完成實施之規劃評估。

(六)、用過燃料池儀器之強化

要求台電公司提供能承受設計基準自然現象且足夠安全相關之儀器，以提供控制室監視用過燃料池的重要參數(也就是說，水位、溫度及區域輻射量)。

(七)、強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs

要求台電公司修改 EOP 技術指引以(1)整合 EOPs、SAMGs 及 EDMGs，(2)具體清楚說明其執行之命令與控制策略，(3)對緊急時執行決策者規定適當的資格及訓練。修改標準運轉規範第五章行政管制以符合上述變更，以及包括在緊急時為決策之相關人員在 SAMGs 及 EDMGs 要求更務實、實用的訓練及演習，並須納入「機組斷然處置程序指引」與 EOPs、SAMGs 及 EDMGs 整合之考量。

(八)、緊急計畫之管制措施在人力及通訊能力之提昇

要求台電公司修訂使緊急計劃能處理長期電廠全黑及多機組事件之事項，(1)評估多機組事故反應所必須人力並實施補充，(2)在長期電廠全黑下提供廠內人員間及廠內/廠外所需通訊設備電源的多樣方式，本項目改列在附錄十緊急應變機制相關議題之後續管制追蹤案。

(九)、緊急應變場所功能之提昇

電廠各緊急應變場所與設備應具有耐震、防淹水、輻射屏蔽、獨立通風、緊急電源、爐心與圍阻體重要參數資訊、廠內外通訊及維生物質等功能且空間足夠，本項目改列在附

錄十緊急應變機制相關議題之後續管制追蹤案。

其中，「緊急應變場所(原使用免震重要棟)功能提昇」及「緊急計畫之管制措施在人力及通訊能力之提昇」兩項目，已規劃為本會核技處之業管項目，在總檢討報告納列在附錄十。由於上述特定核管案件有多個子項目導致複雜度甚高，亦不利於管控、追蹤之作業，爰修訂總檢討報告附錄八之附表二為十五項核管案件。

以上核能管制案件除國際間公認為優良實務之事先建立設施或後續因應措施外，相關項目再參照美國核管會在 101 年 3 月 9 日發出之命令及 10 CFR 50.54(f)函之技術細節與要求，並依據在今年 8 月提出實施建議事項之幕僚暫行指引(Interim Staff Guidance, ISG)；原能會要求台電公司將福島事故核能管制案件、管制追蹤項目及注意改進事項列入改正行動方案(CAP)加以列管。在美國核管會 NTTF 報告提出之中、長程之強化措施議題，原能會將持續追蹤美國核管會在因應福島事故之建議事項，瞭解相關技術內涵及要求，視適當時機採核能管制案件要求台電公司實施。

核能管制案件相關完成時間再參照美國核管會在今(101)年 3 月 12 日發出之命令予以考量修訂；龍門廠的完成時間可再視實際需要調整。本會要求台電公司於期限 101 年 12 月 31 日前完成具體能滿足本會要求(或提出經本會審查接受之替代方案)實施做法之規劃評估，將分別納入核一廠

1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 之機組起動之審查項目追蹤列管。本會將再依據規劃評估方案訂定各項核能管制案件之里程碑及完成期限，在上述核能管制案件達到里程碑及預定完成時間，該里程碑及預定完成項目將納入各廠的最近一次大修後機組起動之審查項目。

由於核能安全不得有空窗期或例外情況，即不應在電廠即將除役或電廠無法延役之考量而不執行要求之強化措施；惟目前因應福島事故相關管制要求將有大規模之資本投資，原能會要求台電公司事先針對即將除役或無法延役之電廠考量成本效益為最適化之做法；台電公司在特定項目如因技術或經濟因素，無法提出具體規劃(含實施做法之評估)及合理期程，原能會應令其限期改善或採行其他必要措施；其情節重大、未於期限內改善或採行必要措施者，得命其停止現場作業、運轉、廢止其執照或限載運轉。

第四章 我國輻射防護及緊急應變機制之檢討

輻射防護及緊急應變機制議題之檢討，依照應變機制及法規、平時整備及緊急應變作業能力等三大項目，分別說明我國在相關議題的執行現況，再針對因應類似日本福島事故（即超出設計基準事故），提出相關項目之檢討與須強化精進之規劃。

一、應變機制及法規

在應變機制及法規項目之檢討，包括七個子項議題，以下分別說明各個子項議題的現況，並提出該議題須強化精進之規劃。

(一) 緊急應變計畫區範圍檢討及調整方案

1. 現況說明

(1)「緊急應變計畫區」是指核能電廠發生核子事故時，必須實施緊急應變計畫及即時採取民眾防護措施的區域，以避免區域內民眾發生確定性健康效應的風險；其範圍與核電廠反應爐型式、電廠附近人口密度、地形、氣象狀況等有密切之關係。緊急應變計畫區範圍之決定乃依據我國核子事故緊急應變法施行細則與參考美國核管會建議之評估準則(NUREG-0396)，並參照國際原子能總署之建議(IAEA-TECDOC-953)與世界各核能先進國家的作法，以發

生反應爐爐心熔毀事件為基本假設，利用電腦程式（MACCS 2，美國 Sandia 國家實驗室所發展）模擬事故後的劑量擴散與風險狀況，以及根據「核子事故民眾防護行動規範」之劑量標準，經過專家詳細的分析與評估，並綜合考量社會、經濟、交通條件及其他因素所定之範圍。日本福島核電廠事故前，各核能電廠緊急應變計畫區均訂為以核能電廠為中心周圍半徑 5 公里的區域，平時即以此區域為範圍規劃適當應變作業，例如民眾疏散路線及交通工具之安排、集結點與收容站之設置等，並定期演練。

(2)世界各國目前所採取之緊急應變計畫區之資料如下：比利時 5 公里、法國 5 公里、義大利 3 公里、西班牙 3 公里、荷蘭 5 公里、英國 1 至 3.5 公里、加拿大 10 公里、德國 10 公里、芬蘭 20 公里、日本 8~10 公里、瑞典 12~15 公里、瑞士 20 公里、美國 16 公里(以上係參閱 OECD 1995 年出版資料)。此外，韓國所訂定之「爐心熔毀核子事故」防護區為 3~5 公里，而大陸所訂定之煙羽應變計畫區為 7～10 公里。

(3)此次日本東北大地震後 6.5 小時，政府下令撤離半徑 3 公里內居民，且半徑 10 公里內居民家中掩蔽；第二天凌晨(大地震後 15 小時)政府再下令半徑 10 公里內居民撤離，後事故持續惡化未能控制，於 3 月 12 日 18 時 25 分(大地震後 27.5 小時)再下令半徑 20 公里內居民撤離，也就是說事

故實際疏散範圍已超出其原先緊急應變計畫區（8～10 公里）之規劃，在決策過程中除了核能專業考量外，尤其因陸續發生有多達 4 部機組之事故，當然也包含海嘯及地震複合性災害對大範圍居民居住與生活影響等相關因素之考量。

2. 檢討與精進規劃

(1) 日本福島電廠事故前，正值我國核一、二、三廠緊急應變計畫區每 5 年檢討之時機，事故發生前，我國緊急應變計畫區範圍之分析是以單部機組事故為假設，分析結果均小於 5 公里，因此依法核定公告為 5 公里；因應日本福島多機組核災事故，原能會乃要求台電公司以雙機組事故為分析假設（註：我國四座核電廠均為雙機組設計），重新計算核一、二、三廠緊急應變計畫區範圍，結果核一、二廠仍小於 5 公里，核三廠 7.5 公里，考量我國國情與民眾接受程度，決定我國核能電廠的緊急應變計畫區範圍宜一致，再取劃定範圍之整數，因此原能會決定將核一、二、三廠緊急應變計畫區由 5 公里調整為 8 公里，並業於 100 年 10 月 27 日正式核定公告。

表 4-1. 緊急應變計畫區檢討劃定分析結果

廠別 / 事故機組	核一廠	核二廠	核三廠
單機組事故	＜1.0 公里	＜2.5 公里	＜3.5 公里
雙機組事故	＜1.5 公里	＜3.5 公里	＜7.5 公里

(2) 各界溝通：為化解民眾心中疑惑，爭取各界認同，同時聽取各界對緊急應變計畫區擴大後配套措施規劃的建議，原能會於 100 年 8 月 31 日起陸續於新北市、屏東縣及基隆市等各種集會場合進行緊急應變計畫區範圍檢討調整之說明，包括地方政府應執行之事項，以取得共識。詳細辦理情形（迄 100 年 12 月 19 日止）如表 4-2。

表 4-2. 緊急應變計畫區範圍檢討調整說明會

項次	日　　期	地　　點	對　　象
1	8 月 31 日	新北市政府	侯副市長、消防局同仁、緊急應變計畫區內各區長等
2	9 月 1 日	新北市貢寮區	區長、里長、諮詢委員、環保團體、歷任鄉長等
3	9 月 6 日	新北市政府	災害應變編組人員
4	9 月 8 日	新北市金山區	警政、消防、衛生等應變編組人員(上、下午各一梯次)
5	9 月 8 日	屏東縣消防局	鍾副縣長、消防局同仁等
6	9 月 9 日	屏東縣恆春鎮	鎮長、里長、鎮民等
7	9 月 15 日	基隆市消防局	唐局長、消防局同仁等

8	9 月 28、30 日、10 月 4 日	地方政府輻射災害應變作業巡迴講習	地方政府警政、消防、衛生、環保等同仁
9	10 月 18、25、27 日	全民防衛動員巡迴講習（3 梯次）	中央及地方政府全民防衛動員工作同仁等
10	10 月 24、25 日	聯勤司令部核生化巡迴講習（2 梯次）	聯勤司令部重要幹部
11	10 月 26、28、11 月 2 日	後備司令部核生化巡迴講習（3 梯次）	後備司令部重要幹部
12	10 月 31 日	後備司令部	台閩戰力綜合協調業務會報
13	11 月 3、8 日	中華電信訓練所	中華電信核電廠附近工作同仁
14	11 月 14 日	圓山飯店（災害防救基本對策論壇）	中央及地方政府災害防救同仁
15	11 月 25 日	公務人力發展中心（核子事故緊急應變決策人員訓練）	各應變組織決策主管人員
16	12 月 5、7、9、13 日	彰化縣消防局	消防及義消同仁等
17	12 月 19 日	台大醫院國際會議中心（災害防救辦公室研討會）	各縣市災害防救辦公室同仁

(3) 後續整備規劃：緊急應變計畫區範圍之擴大，代表平時

整備所需執行的事項亦相對的增加，以現行緊急應變計畫區內已規劃之區域民眾防護應變計畫中提及之預警系統、集結點、疏散路線、收容所、碘片（預先分發及集中儲存）等為例，配合緊急應變計畫區範圍調整，新增區域需檢討增加上述各項整備作業，做詳盡完善規劃（基隆市政府以前不在緊急應變計畫區內，此次納入成為核子事故的地方災害應變中心，必須新增建立區域民眾防護應變計畫）。此外，對於緊急應變計畫區外的應變準備區，也必須結合災害防救體系，將民眾防護措施規劃納入地方政府地區災害防救計畫中，如碘片集中貯放、預先規劃輻射偵測路線、結合防空民防廣播系統擴大預警範圍、規劃大規模收容安置與演練及加強民眾教育溝通等，以供必要時採行預防性之疏散與掩蔽作業，確保民眾之安全。相關規劃項目如表 4-3。

表 4-3. 緊急應變計畫區範圍擴大之後續整備規劃

整備規劃區別	區域民眾防護應變計畫	預警系統	碘片分發	演習	溝通宣導	輻射偵測規劃	集結、疏散收容規劃
緊急應變計畫區內（8公里）	基隆市需新增；新北市及屏東縣需修訂	5-8 公里需增設	需採購及補發 5-8 公里居民	101 年依新範圍規劃辦理	持續辦理	預先規劃好偵測站及路線	依修訂之防護計畫增設告示牌等作業

緊急應變計畫區外之應變準備區	民眾防護規劃納入地區災害防救計畫	結合民防警報系統	集中庫存方式保管，視需要分發	觀摩及必要演練	持續辦理	預先完成輻射偵測佈點規劃及路線圖	以掩蔽為優先、結合天然災害之收容規劃作整備

(4) 龍門（核四）核電廠緊急應變計畫區範圍檢討：龍門核電廠緊急應變計畫區於 98 年 3 月 31 日核定公告（範圍亦為 5 公里），依每五年檢討之規定，不須於 100 年與核一、二、三廠同時提出檢討修訂，惟龍門核電廠完工時日因施工不順仍有許多不確定因素，加上因應此次日本福島核災，核一、二、三廠緊急應變計畫區已於 100 年 10 月 27 日公告調整為 8 公里，因此，原能會已於 100 年 10 月 31 日要求台電公司比照核一、二、三廠之分析條件（雙機組事故、疏散干預基準 50 毫西弗、99 年氣象數據），重新計算龍門核電廠緊急應變計畫區範圍，本項要求並已列為原能會審查同意龍門核電廠一號機核子燃料裝填申請的應完成項目之一。台電公司已於今(101)年3月29日陳報龍門核電廠緊急應變計畫區檢討修正報告，經程序審查後，發現送審報告內容不齊備，已於 4 月 3 日函請台電公司補正相關資料，再將報告函送原能會審查。

(5) 原能會檢討劃定核一、二、三廠緊急應變計畫區範圍為 8 公里，係目前學理上分析可據以劃定之基礎，惟如未來發生極罕見之天災巨變，政府基於保護民眾生命安全考量，必仍盡全力執行影響範圍內民眾的防護行動(如掩蔽、疏散、服用點片等)，但是法理上，緊急應變計畫區範圍之劃定仍須以學理依據為依歸。因此，為做好萬全的應變準備作業，未來將擴大民眾掩蔽或疏散作業範圍之整備與規劃，並結合天然災害防救體系，準備民眾防護與收容規劃，擴充收容所容量及備援物資之儲備，以備緊急之需，確保民眾生命財產安全。相關說明請見本章第二節「平時整備」。

(二) 複合式災害應變機制

1. 現況說明

(1) 依核子事故緊急應變法第 1 條第 2 項規定，核子事故緊急應變作業優先適用該法及相關子法規定辦理。

(2) 依據「核子事故緊急應變法」第 6 條，核子事故發生或有發生之虞時，依事故可能影響程度，中央主管機關（原能會）成立核子事故中央災害應變中心及輻射監測中心，國防部成立核子事故支援中心，地方主管機關成立核子事故地方災害應變中心。另依據「核子事故中央災害應變中心作業要點」規定，核子事故中央災害應變中

心指揮官由原能會主任委員擔任，編組單位由原能會、國防部、內政部、經濟部、交通部、行政院農業委員會、行政院衛生署、行政院環境保護署、行政院海岸巡防署及國家通訊傳播委員會等部會編組而成。

(3) 依據災害防救法中央災害應變中心作業要點第 17 點規定：當多種重大災害發生之處理模式：

- 多種重大災害同時發生時，相關之中央災害防救業務主管機關首長，應即分別成立應變中心，並陳報災防會報召集人（即行政院院長）分別指定指揮官，統籌各項災害之指揮、督導及協調。
- 因風災伴隨發生水災及土石流災害等互有因果關係之災害發生時，會報召集人原則指定內政部部長為指揮官。
- 應變中心成立後，續有其他重大災害發生時，各該災害之中央災害防救業務主管機關首長，仍應即報請會報召集人，決定併同應變中心運作或另成立中央災害應變中心及指定其指揮官。

2. 檢討與精進規劃

(1) 因地震、海嘯所引起之核子事故，與其他原因(如廠內設備故障或人為疏失等)所造成之核子事故，其成因及演變過程不同，事故排除及廠外救援措施等均較為困難，但

廠內機組搶救、控制及應變作業，尚無多大差異。惟複合性災害之形態，比單一災害更為複雜，地方政府之救災工作亦更形艱鉅。現行單一災害為主要想定之應變機制勢無法有效因應類似日本福島電廠發生之複合性災害；因此，災害防救與核子事故緊急應變二者實有採專業分工、相互合作必要，以建立國家全災害防救機制。

(2) 當重大天然災害等引發造成核子事故的情況，就災害發生時序而言，應先由該災害中央災害防救業務主管機關及該首長於第一時間成立中央災害應變中心及擔任指揮官。當後續災情擴大並引發核子事故時，原能會應報請中央災害防救會報召集人（院長）指定指揮官人選並進駐中央災害應變中心，亦即將核子事故應變體系與中央災害應變體系合併共同運作，中央部會相關人員仍以進駐大坪林應變中心作業為主，原能會相關人員分為兩組，一組隨同主任委員進駐大坪林中央災害應變中心參與作業，另一組（緊急應變小組）留守原能會提供各種監測及評估資料，並配合中央災害應變中心執行各項應變作業。以上作業程序已在 100 年 5 月間核安 17 號演習時透過兵棋推演的方式驗證其可行性，並歸納及建議後續需要跨部會討論或協調之議題。

(3) 依上述自然災害引發核子事故之複合式災害想定，為利於核子事故之應變處置，內政部消防署研修完成中央災

害應變中心作業要點，並於 101 年 2 月 1 日奉行政院核定，於中央災害應變中心作業編組增列「核能救援組」，一般天然災害或無核子事故發生時，核能救援組不需啟動，而當天然災害併同核子事故發生時，該組則由原能會主導，同時另派員進駐參與幕僚參謀組、情資研判組、災情監控組等各功能分組協同處理，俾使二體系相互聯繫，以達到整合效果。

(4) 現行核子事故中央災害應變中心設置於新北市永和區原能會辦公大樓，已建置相關應變作業之軟硬體設施，若發生核子事故等複合性災害需與位於大坪林之中央災害應變中心合併運作，未來相關設備，例如視訊系統、核能電廠相關運轉資料等即時資訊傳送，將運用雙方現有設備完成階段性整合及改善。另預計由消防署移撥一套微波通訊系統，規劃於 101 年底前完成設備移置及與消防署救災微波通訊系統連線，建置多管道通訊方式，強化原能會核安監管中心與大坪林中央災害應變中心間之聯繫。

(5) 行政院於 101 年 3 月 22 日送請立法院審議之災害防救法部分條文修正草案，為健全輻射災害防救體系，業將輻射災害列舉為該法災害類別，為有效運用國家救災資源及與各部會間溝通協調能力，無論嚴重核子事故或複合式核子事故災害勢將動員全國資源傾力救災，以大坪林

中央災害應變中心現有的軟硬體設施相較於核子事故應變中心設備老舊及空間規劃上限制，且兩個應變中心性質及功能皆相近，倘未來得加以整併規劃，將核子事故應變中心併入大坪林中央災害應變中心，核災專業部份之核子事故分析與輻射劑量評估則保留在原能會，除降低設備維護費用外，將大大整合中央災害應變中心統籌指揮之應變能力，未來國內有關災害之預防、整備、應變及復原作業，將朝向全災害之救災一元化，有效運用國家災害防救整體能量。

(三) 境外核災監控機制

境外核災監控議題包括三個細項，分別是國內應變機制啟動、強化大氣擴散及輻射劑量影響評估能力、以及海域與空中輻射偵檢作業等。分別說明如下：

1. 國內應變機制啟動

(1) 現況說明

現行國內核子事故緊急應變作業相關規定，係針對國內核子反應器設施發生事故所設置，而境外國家發生核子事故對我國之影響，以此次日本福島電廠事故為例，若比照國內核設施事故應變的標準，其嚴重程度並未達啟動核子事故緊急應變機制之時機。國內目前並無針對鄰近國家發生核子事故之應變機制，此次日本核災，係由原能會啟動緊急應變小

組，於業管範圍內執行各項應變作為，並先後由國安機制和行政院召集跨部會合作執行因應措施。

(2) 檢討與精進規劃

a. 萬一境外發生核子事故，對台灣之影響為輻射塵的飄散，主要因應作業為對民眾、環境以及各類商品、食物等之輻射影響監控，以及後續相關之輻射偵檢與分析及管制作業，其對國內之影響較為輕微，無需採取即時性的掩蔽、服用碘片或疏散等民眾防護措施。本次核能電廠安全防護總體檢，有關境外核災應變作業方面，已參考此次日本福島事故國內因應作業經驗，針對應變機制的啟動進行深入檢討與規劃，原能會於 100 年 11 月 15 日已完成「行政院原子能委員會災害通報及緊急應變小組編組作業要點」修訂，增列境外核災原能會內部之應變啟動機制，並於 101 年 3 月完成國內因應境外核災處理作業要點初稿之研訂；未來配合災害防救法修正列舉輻射災害為災害類別，將依該法第 19 條第 2 項規定擬訂輻射災害防救業務計畫，納入境外核災相關作業內容，報請中央災害防救會報核定後實施，以應萬一大陸等境外地區發生核子事故時，即時掌握事故狀況，並採取必要因應作為，減少民眾之恐慌及確保國人之安全。

b. 100 年 10 月 20 日我國與大陸已簽署海峽兩岸核電安全合作協議，除了藉由監督經驗的交流與分享，提升核電運轉

安全，並可進行相關資訊交換，掌握其核能電廠運轉狀況；萬一事故發生，將可藉由平時建立之聯繫機制與管道，進行事故的通報及後續完整事故資訊的提供，俾評估可能之影響程度，即時採取預防措施。

2. 強化大氣擴散及輻射劑量影響評估能力

(1) 現況說明

a. 日本 311 地震後，引發海嘯，導致福島第一核能發電廠發生核子事故，造成大量放射性物質釋出，除了污染福島地區外，亦經由大氣層擴散至北半球其他國家。雖然福島電廠距離台灣有兩千多公里之遙，但已引起我國民眾高度關切，擔心國內的農、漁產品及飲水受到影響，衝擊民眾的健康。

b. 亞洲地區如大陸及韓國陸續增建核能電廠，其中離台灣最近的福建福清核電廠距新竹僅一百八十四公里，一旦發生事故對國內影響遠比日本福島電廠事故嚴重。

c. 國際原子能總署(IAEA)於福島事故後，派遣專家團赴日本調查福島事故並提出評估報告，該報告之十五項結論提及必須強化系統、通訊、監測儀器資訊等，在嚴重事故時能提供廠內、外必要資訊，改進核子事故評估模式建立射源項，並改進緊急應變之規劃。然而，目前國內尚未建置長程大氣擴散評估模式，無法有效的精確預測境外核災發生

時，其輻射塵對國內擴散之模式，以提供預警及防護功能。

(2) 檢討與精進規劃

為能即時掌握輻射塵擴散之影響，目前原能會已提出三年期規劃，針對境外核災對台灣之輻射影響，整合放射性物質於長程大氣傳輸擴散與劑量評估模式，建立作業化機制，並結合輻射塵的監測量測技術，提供輻射擴散之影響評估，以強化政府應變決策基礎，保障國民健康，讓民眾安心放心。主要內容如下：

a. 境外核災輻射塵長程大氣擴散模式與台灣區域之高解析度(1 km)之氣象預報與分析技術建立，以完成境外核災輻射塵擴散對台灣區域之影響分析，並達到區、鄉、鎮級的預報能力。同時依據擴散評估結果，建立境外核災民眾防護措施劑量評估模式，作為事故早期預警之依據。

b. 建立亞洲區核電廠之位置與電廠類型等相關資料庫，在境外核災發生時，利用所蒐集的事故電廠之事故情節與國際交流資訊，研判可能之外釋程度，推算出合理保守的外釋射源項值，作為後續劑量影響評估之起始值。

c. 建立國家級境外核災對我國之輻射塵與劑量影響的空間分布與分析預報，及資訊整合平台作業系統，開發地理資訊系統（GIS）平台進行空間分布的展示與分析，彙整各項評估、實際環境輻射偵測結果、以及樣品分析追蹤，進行圖像化的呈現，以利災害管理與資源整合。

d. 預期之成果為 101 年完成長程擴散之氣流軌跡整合模式（Hybird Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory, HYSPLIT Model，HYSPLIT），於接收美國國家環境預報中心(National Centers for Environmental Prediction，NCEP）之預報資料後，執行台灣區中尺度動力降尺度之氣象場，進行長程大氣擴散模擬，並建立事故核種輸入介面，評估台灣區域的劑量影響，完成初步之境外核災輻射影響評估能力之研發。102 年完成長程擴散平台的建立，與模式運跑驗證，對於境外核子事故，具備即時應變與追蹤評估之能力。103 年完成大陸福建某核電廠的假想事故模擬案例運跑的示範，並進行氣象預報參數與擴散模式的調校，及精進事故核種分類資料庫。開發 GIS 基礎之國土資訊整合管理平台，利用 GIS 圖台展示長程擴散影響之成果，作為強化民眾溝通之工具。

e. 建置國內境外核災擴散評估系統及設備於地震時期之保護措施，確保設備之完善。地震後最易發生喪失電源供應之情形，故建置備援電力及系統，以期於無外電的情形下，系統能維持運作能力。

3. 海域及空中輻射偵檢作業

(1) 現況說明

日本 311 地震發生後引發之海嘯及核子事故，其放射性

物質外釋已對附近地區之空域及海域造成影響，事故發生後，國內所採取之因應措施如下：

a. 派艦監測輻射值：由國防部派遣配置有輻射偵檢器之海軍偵巡艦，並由海巡署派艦支援，每日於東北、南部及海峽偵巡區，持續實施輻射強度偵檢。

b. 海水及魚體採樣：由農委會針對我國近海漁場捕獲魚類魚體採樣工作，交由原能會核能研究所及輻射偵測中心進行檢測分析；此外農委會委請海巡署自 4 月 1 日起於彭佳嶼、龜山島及花蓮外海等三處漁場分別採取海水樣品，交由原能會核能研究所及輻射偵測中心進行檢測分析。原能會則於台灣四周海岸取海水樣品，送實驗室分析海水中的放射性活度。

c. 空中偵測部分：福島核子事故發生後，國內測得地面空氣中的放射性物質濃度屬極微量的程度，故未規劃實施此作業。惟於 100 年 5 月舉行之核安 17 號演習已完成小型無人載具用於量測空中輻射強度的初步測試。

(2) 檢討與精進規劃

a. 海域偵測：

i. 海域偵測主要目的為監控海水污染程度，並據以研判對我國海生物可能污染程度。此次福島事故發生後，國防部及海巡署均已啟動海域輻射偵檢作業，農委會除投入研究試驗船進行漁場水體採樣外，亦由該會請國科會協

調各大學調派研究船協助不同水層之採樣。基本上，國內在海域偵測方面已建立支援機制，可掌握日本福島事故對我國海域之影響。

ii. 102 年起將建立國內海域偵測的支援機制與偵測計畫，由台電公司支援無線傳輸輻射偵檢器兩部，並進行執行海域偵測任務之標準作業程序，內容包括路線規劃、劑量率偵測與海水取樣方法等。

b. 空中偵測：

i. 空中偵測主要目的為監控空氣中之輻射污染程度，並據以研判對我國空域可能之影響程度。國內發生核子事故，亦可立即協調國防部或內政部支援空中交通工具，進行空中直接偵測，以迅速掌握空中輻射擴散範圍，俾利民眾採取疏散或掩蔽措施。此外，並有助於大氣擴散模式之驗證，評估國內民眾可能接受之輻射劑量。

ii. 我國已與美國能源部簽訂合作意向聲明書，可在發生核災後，向美國尋求空中偵測技術支援，同時國內亦已規劃進行空中偵測儀器規格與適用性之研究，以建立本土化之空中即時輻射偵測技術與能力。美國能源部預定於 101 年 7 月派員來台訓練我方人員，提供空中偵測設備供我方人員教育訓練使用，陸軍亦已同意支援空中偵測之載具(直昇機) 合作實施演練。

iii.102 年將購置美國空中偵測系統(Aerial Measuring

Systems, AMS)兩套，執行 4 組不同尺寸偵檢儀器模組校正分析參數研究，建立劑量評估模式以推算出地面核種沈降量，作為後續民眾防護與國土復育之重要參考。此外亦發展衛星定位(GPS)功能，與 SPARCS 系統整合，增加偵測數據即時傳輸功能，強化本土化技術。

iv. 無人空中偵測技術建置評估研發部分，將於 102 年開始進行，針對輻射偵檢儀器數據擷取與長程數據傳輸技術開發、無人空中偵測結果地理資訊系統(GIS)接收展示圖台建置開發、無人空中偵測試驗技術建置與測試評估高劑量區無人空中偵測計畫進行研究，與上述 AMS 系統配合，建構完整的空中輻射偵測計畫。

(四) 民眾防護干預基準

1. 針對現行人員/食品/商品/飲用水/農林漁牧偵檢及污染清除等各項標準進行檢討及修訂

(1) 現況說明

a. 因應此次日本福島核災，放射性物質外釋可能對國內民生造成影響，原能會自 3 月 14 日起針對日本進口食品由原能會輻射偵測中心於市面上抽樣檢測日本進口商品。在日本進口食品方面，衛生署食品藥物管理局則自 3 月 15 日針對自日本輸入之八大類食品（生鮮冷藏蔬果、冷凍蔬果、活生鮮冷藏水產品、冷凍水產品、乳製品、嬰幼兒食

品、礦泉水或飲水、海草類）採逐批查驗方式送原能會核能研究所及輻射偵測中心檢測放射性物質含量；3 月 26 日後，日本受輻射污染地區（目前為福島、茨城、櫪木、群馬、千葉縣）生產製造之食品，衛生署食品藥物管理局均暫停受理輸入報驗。

b. 原能會自 3 月 23 日起協助由漁業署所送其所轄沿海及澎湖馬公等 23 處魚市場採自太平洋海域捕撈之各種漁獲放射性含量之分析檢測；自 4 月 1 日起協助全國農作物放射性含量之分析檢測；自 4 月 12 日起協助進行重要灌溉圳路放射性含量之分析檢測以及合作監控台灣附近海域放射性物質含量。原能會亦與農委會合作，由農委會水試所派船遠赴北海道外海秋刀漁場進行水體、浮游生物及魚體取樣，送回原能會核能研究所檢測，結果均未檢出人工放射性核種。

c. 經濟部標準檢驗局就日本進口商品進行輻射污染偵檢，檢測範圍為目前已公告之應施檢驗商品，共計 658 種品目。農委會亦委託標準檢驗局於辦理飼料輸入查驗時執行輻射劑量量測；交通部中華郵政股份有限公司針對日本進口郵件實施輻射檢測作業。

d. 日本福島事件發生後，為協助由日本返台民眾確定其是否遭受污染，行政院原子能委員會於 100 年 3 月 15 日起於松山機場、桃園機場及小港機場等地設置了輻射門框偵檢

器，陸續提供自日本入境旅客輻射偵測服務。從 3 月 15 日至 5 月 4 日止在五座機場與基隆港進行入境旅客輻射偵測，共檢測了 210,218 人，僅 45 人超過儀器設定值。

e. 經濟部水利署亦針對國內重要水庫每週進行放射性物質含量檢測，共公布偵測結果，以確保我國飲用水的安全。

f. 核子事故民眾防護行動規範中已訂有核子事故民眾防護行動食物及飲水管制之行動基準，可供事故發生時之飲用水及食物管制依據。

(2) 檢討與精進規劃

a. 日本福島核子事故發生後，檢視國內現行法規中，衛生署訂定之食品中原子塵或放射能污染安全容許量標準以及原能會訂定之商品輻射限量標準，所規範的核種如碘-131、銫-134 及銫-137 核種限值是一致的，各核種之限值詳見如表 4–4，而其他核種並沒有具體規定。衛生署已於 100 年 6 月 30 日針對食品中原子塵或放射能污染安全容許量標準函詢相關機關及國內專家提供修正意見，預計於 101 年底完成檢討修正。此一標準適用於國內食品以及進口食品之放射性含量檢測標準。

b. 針對商品及其他消費品可能遭受放射性落塵污染，原能會已立即訂定之商品檢測輻射管制暫行標準(如表 4-4)，此一暫行規定，亦可應用在一般商品可能遭受放射性落塵污染的篩選標準。

c. 經濟部對於商品輻射偵檢業根據行政院原能會 100 年 3 月 21 日所訂「商品檢測污染管制暫行標準」以 0.2 微西弗/小時(μSv/h)作為污染管制標準，並已於 100 年 6 月 13 日訂定「商品輻射偵檢作業程序」及「商品輻射污染檢測及處理措施」據以執行。

表 4-4. 商品輻射限量標準

食品種類 / 種	乳品及嬰兒食品	其他食品
碘 131　(I-131)	55 貝克/公斤 (55 Bq/kg)	300 貝克/公斤 (300 Bq/kg)
銫 134+銫 137 (Cs-134＋Cs-137)	370 貝克/公斤 (370 Bq/kg)	370 貝克/公斤 (370 Bq/kg)

d. 為減少核子事故輻射塵可能造成之輻射曝露，保障民眾安全，原能會已與相關部會商討訂定停班停課暫行防護基準草案，以提供教育部及縣市政府未來因應核子事故實施停班停課時之依據。內容如表 4-5 業於 100 年 8 月 17 日經行政院中央災害防救會報第 19 次會議決議：納入核子事故緊急應變法中，未來停班與停課指示由核子事故中央災害應變中心發布。將推動核子事故緊急應變法之修法作業。

表 4-5. 輻射塵停班與停課暫行防護基準

	防護基準	防護措施	說明
警示通知	環境輻射劑量率大於 0.2 微西弗/小時，或未來兩天累積劑量預測達 0.01 毫西弗以上	1.非必要時應減少戶外活動，外出時穿著長褲長袖，戴口罩、帽子，下雨時撐傘。 2.返家時，利用沐浴及洗滌衣物，即可有效避免輻射塵附著在皮	超過自然背景變動範圍，確認有微量輻射落塵，建議民眾採取防護措施，以減少

		膚上。 3.避免食用曝露在外的食物或飲水，食品在食用前應加強洗滌，在室內之食物和飲水應可安心食用。 4.隨時透過媒體注意政府所發布的訊息，配合各項應變措施。	不必要之輻射曝露。
停課通知	環境輻射劑量率大於2微西弗/小時，或未來兩天累積劑量預測達0.1毫西弗以上	1.高中(含)以下學生立即停止上課，返家待在屋內，避免外出。 2.非必要時應減少戶外活動，外出時穿著長褲長袖，戴口罩、帽子，下雨時撐傘。 3.返家時，利用沐浴及洗滌衣物，即可有效避免輻射塵附著在皮膚上。 4.避免食用曝露在外的食物或飲水，食品在食用前應加強洗滌，在室內之食物和飲水應可安心食用。 5.隨時透過媒體注意政府所發布的訊息，配合各項應變措施。	考量高中(含)以下學生尚在發育，宜採儘量抑低之原則，故採用游離輻射防護安全標準一般民眾年劑量限值1毫西弗之十分之一做為防護基準，建議立即停止上課，並採取防護措施，以確保學生之健康與安全。
停班通知	環境輻射劑量率大於20微西弗/小時，或未來兩天累積劑量預測達1毫西弗以上	1.各級機關立即停止上班，返家待在屋內，避免外出。 2.非必要時應減少戶外活動，外出時穿著長褲長袖，戴口罩、帽子，下雨時撐傘。 3.返家時，利用沐浴及洗滌衣物，即可有效避免輻射塵附著在皮膚上。 4.避免食用曝露在外的食物或飲水，食品在食用前應加強洗滌，在室內之食物和飲水應可安心食用。 5.隨時透過媒體注意政府所發布的訊息，配合各項應變措施。	採用游離輻射防護安全標準一般民眾年劑量限值1毫西弗做為防護基準，建議立即停止上班，並採取防護措施，以確保民眾之健康與安全。

註:若立即採取上述防護措施，所接受之劑量將遠低於防護基準之數值。

e. 為防止自日本進口之飼料遭受輻射塵污染，以保護消費者食的安全，農委會、經濟部標準檢驗局、原能會及學者專家已開會討論後決議，自日本進口飼料之放射性含量暫行標準為每公斤飼料所含銫134及銫137活度之總和不得超過1,250貝克。

f. 根據日本福島核災事故調查委員會期中報告中指出，目前

仍針對篩選標準、污染學校土地的使用標準進行調查評估中，未來將密切注意其評估結果，評估是否納入法規標準中。

2. 放射性物質外洩途徑及環境衝擊檢討

(1) 現況說明

a. 放射性物質外釋途徑分為氣體排放及液體排放，氣體排放途徑分為例行運轉時之排放以及事故時之排放。液體排放一般係以批次排放，經過廠內的收集槽收集後，經取樣分析符合排放標準後由循環海水渠道排放。

b. 放射性廢氣包括一次系統產生之系統廢氣及各廠房通風系統排氣兩大部份，系統廢氣主要為冷凝器中之不凝結氣體，其經活性炭床吸附、滯留及高效率過濾器處理後，在流程輻射監測器監測下，自主煙囪或廢氣處理廠房屋頂排放口排放至大氣。反應器廠房、輔助廠房、汽機廠房及廢料廠房之通風排氣系統，在流程輻射監測器監測下，經匯集或各自於廠房屋頂排放口排放至大氣。

c. 放射性廢水之來源包括設備洩水、地面洩水、雜項廢水、洗滌廢水及化學廢水等。核一廠兩部機及洗衣廠房各設有獨立之廢水處理系統處理發電過程及洗衣過程產生之廢水，兩部機、洗衣廠房及壹號貯存庫集水坑各設有外釋排放口，廢水排放在流程輻射監測器監測下將廢水引入廠

區。

d. 雜項廢水處理系統處理，經監測其濃度符合規定後再引入循環海水渠道排放到大海。核二廠兩部機共用放射性廢液儲存處理系統、一般及含油廢液系統（雜項廢液處理系統及油水分離器）以及清潔劑廢液系統，處理發電過程及洗衣過程產生之廢水。核三廠兩部機共用乙套放射性廢水處理系統，一、二號機各自設有放射性洗衣廢水處理系統，放射性廢水處理系統與放射性洗衣廢水處理系統設有排放口，排放口設置有流程輻射監測器，廢水在監測下引入循環海水渠道後排放到大海。

e. 此次福島核子事故發生後，放射性物質之外釋經由空氣將大量的放射性物排放，隨著大氣擴散至鄰近縣，造成福島電廠附近土地上銫-137 的放射性物質含量達每公斤數千貝克至數萬貝克間，甚至於遠在 200 公里以外的東京之自來水中亦量測到碘-131。日本原子力保安院於 4 月 12 日將福島核電廠事件上修至國際核能事件分級第 7 級，其放射性氣體的排放總活度已達車諾比爾事故的 1/10 或 1/7。

f. 福島核電廠核子事故發生後，由於冷卻系統失效無法運作，東京電力公司決定採消防車噴灑及空中噴灑的方式冷卻，此一冷卻過程中，產生了大量的放射性廢液，因福島電廠本身廢液系統已無法容納，乃將放射性廢液排放至海中，希望藉由海水的大量稀釋作用，降低對環境的衝擊，

然而此舉遭到鄰國的抗議。

g. 福島核電廠採用消防車等方式，試圖降低反應爐及燃料池的溫度，此作法過去並未納在緊急應變程序中，故將此部分納入放射性物質外釋途徑對環境影響的檢討項目。

(2) 檢討與精進規劃

a. 廢液外釋可分為排放和管路破裂滲漏

(a) 排放部分

i. 日本在福島事故發生初期(4 月)曾排放 1 次 10,393 立方公尺的放射性廢液到海中，其原因為廠內的貯存設施無法容納大量高活度放射性廢液的產生，故先將低活度的放射性廢液排放至大海中。6 月份已陸續完成外部循環管路及廢液處理設備，可處理事故初期產生之放射性廢液。為因應核子事故時可能產生大量之放射性廢水，國內三座核能電廠仍優先考量以廠內現有廢水貯存槽及廢液處理系統貯存，目前各廠的廢液貯存量分別為核一廠 2,300 立方公尺、核二廠 1,000 立方公尺、核三廠 2,400 立方公尺。

ii. 依據福島經驗三個電廠廢液貯存量不足以因應事故後放射性廢液之貯存，目前國內各核電廠完成檢討及規劃，以設計修改或程序書修改的方式，將廠內最大廢液貯存量加以擴增，除原有廢液貯存槽外，核一廠經過評估將採用汽機廠房下樓層空間貯存放射性廢液，約可貯

存 52,668 立方公尺；核二廠已採購 1000 只廢棄物桶及 200 只內分櫃備用貯存放射性廢液，如廢水數量過多時利用汽機廠房 1～2 樓以下之空間(約 30,000 立方公尺)貯存廢液，合計約 30,200 立方公尺；核三廠採用輔助廠房(74～100 呎)及汽機廠房(73～100 呎)合計可達 88,000 立方公尺，根據日本福島電廠實際之外洩量估算，以上國內各廠提供之廢液貯存量，可以有效阻絕放射性廢液外洩。

(b) 管路破裂滲漏

福島事故因為廢液貯存設施或管路破裂導致兩次的洩漏，一次是發生在 4 月 1 日至 4 月 6 日洩漏量每小時約 4.3 立方公尺，6 天約 620 立方公尺，共排放了 4.7×10^{15} 貝克；另一次發生在 5 月 10 日至 11 日洩漏量約 120 立方公尺，共排放了 2.0×10^{13} 貝克。針對核電廠槽體管線破損、管路穿越器損壞或廠房結構受損，各核電廠將架設圍堵及隔離設備，遏止廢液溢流，並準備吸水設備回收廢液。並參考日本處理經驗購置水玻璃於結構受損可以立即防止洩漏。

b. 廢氣外釋

(a) 事故發生之氣體排放

i. 未喪失電源：圍阻體內之高輻射廢氣須經過高效率過濾器及活性炭床處理後，由主煙囪、輔助廠房或反應器廠房之排放口外釋，避免高放射性廢氣由廠房直接排放。

ii. 喪失電源：通風排氣系統停止，廠房內廢氣將直接由內而外洩漏至大氣。

iii. 爆炸：廠房因爆炸而受損，廠房內廢氣將由受損破洞直接排放至大氣。

(b) 福島第一核電廠一、二、三及四號機皆發生氫爆，氫爆過程中造成大量的放射性物質外釋，大量的放射性分裂產物亦隨氣化的水蒸氣散布在空氣中，福島電廠所外釋的放射性物質累計已達3.7×10^{17}貝克，此一外釋途徑過去在安全分析中未曾加以評估，必須重新檢視氫爆風險與其影響，並安置減緩氫爆的系統。

(c) 減緩氫爆的系統已於第三章氫氣排放及爆炸要求之檢討中要求改善。

3. 以民眾感受角度檢討現行作業方式

(1) 現況說明

a. 核子事故民眾防護行動規範中規定，核子事故發生或有發生之虞時，應考慮採行掩蔽措施之干預基準，為可減免劑量於 2 天內達 10 毫西弗以上；應考慮採行疏散措施之干預基準，為可減免劑量於 7 天內達 50 至 100 毫西弗；應考慮採行服用碘片措施之干預基準，為可減免甲狀腺約定等價劑量達 100 毫西弗以上。

b. 由於輻射屬於相當專業的領域，民眾的基本認知不足，以

上規範中提的預期輻射劑量、可減免劑量及等價劑量等專業用語更是難以理解。

c. 民眾對於媒體報導或本會新聞稿提及之毫西弗與貝克之間的關係亦難理解其所代表的含意。

(2) 檢討與精進規劃

a. 輻射劑量的單位與專業術語本身就不易解，未來宜將劑量術語單純化、加強宣導或透過專業人士（如放射科醫師）的解說來解答民眾疑惑，政府發言人亦可考慮與相關專家一起召開記者會。

b. 政府單位及專業的實驗室宜快速主動的提供人員、食品及物品的檢測服務並加以公布，使民眾儘速獲得檢測結果的資訊，才能讓民眾安心。

c. 應適時公開正確並有說服力的訊息，使民眾能夠安心面對怎樣的風險，防止謠言流傳。以日本的經驗而言，民眾想聽的不是「不會立即有影響」，而是「輻射要累積到什麼時候才會有影響，才好防範於未然。」

d. 有關輻射塵擴散及劑量評估訊息之發布，原能會將邀請其他研究單位參與原能會之境外劑量評估系統之開發與精進過程，並建立統一由原能會對外發布訊息之機制。

e. 未來在核能管制、輻射防護及緊急應變總體檢的結果，應以民眾的立場來考量，將台電公司或相關機關所採取的提升安全措施，以淺顯易懂的語言加以公開，讓民眾安心。

(五) 相關機關任務分工與作業程序

1. 現況說明

核子事故緊急應變法及相關子法於94年7月1日正式施行，分由中央（原能會等 11 個機關）、地方（新北市、屏東縣）及核子反應器設施經營者依業管職掌執行各項任務。

2. 檢討與精進規劃

(1) 各機關任務分工之調整與強化：核子事故發生，影響層面廣泛，日本核災經驗，原規劃之中央11個機關及任務分工不足以因應，參考日本福島核子事故經驗，目前原能會已完成核子事故中央災害應變中心作業要點修正草案，針對各機關任務分工進行檢討，除增列外交部、教育部、財政部、國科會編組成員外，並增列國防部、海巡署、農委會等機關協助空中及海域環境輻射偵檢等事宜。此外，日本於100年12月26日公布了福島電廠事故調查期中報告，報告指出由於地震造成交通中斷及通訊與電力功能喪失，導致應變成員無法至前進指揮所集合。汲取日本核子事故前進指揮所功能喪失的經驗與教訓，原能會正研擬核子事故前進指揮所相關應變作業規定，以確保前進指揮所功能可以充分發揮，俾及時掌握事故狀況，採取必要因應作為。

(2) 核子事故緊急應變法之研修：參考國際相關規範與日本福島事故應變作業經驗，緊急應變計畫區範圍內外區域之應變整備相關事宜將持續進行檢討與精進規劃；中央與地方政府及核子反應器設施經營者平時整備之責任劃分，須進一步檢討；核子反應器設施經營者及中央目的事業主管機關有必要擔付更大責任，以強化落實核子事故緊急應變整備工作；面對行政院組織之再造，核子事故緊急應變基金之主管機關是否須配合調整；原能會應儘速參考日本福島經驗於101年12月底前完成核子事故緊急應變法修正草案之擬定。

(3) 核子事故緊急應變基金收取額度之檢討：鑒於日本福島核子事故後，我國核子反應器設施周圍之緊急應變計畫區業由五公里調整為八公里，應變範圍顯較調整前擴增，另為汲取該事故應變處置之經驗，有必要提昇核子事故緊急應變基金收取額度，以支應未來之例行整備、訓練、演習等經費及儲備核子事故發生後應變作業所需費用，爰研擬修正核子事故緊急應變法施行細則第十六條規定，將每一核子反應器設施每年收取一定之金額由新臺幣二千四百萬元調整至五千四百萬元，本修正草案，經邀集相關機關會商檢討後定案，於100年12月13日經原能會法規委員會審議完竣，並於101年3月14日奉行政院核定，於101年3月28日發布，並定自102年

1 月 1 日施行。

(4) 「核子損害賠償法」修訂案：原能會為使我國核子損害賠償法能與國際接軌，以因應嚴重核子事故及複合型災害的發生，參考日本福島核電廠事故及美國三哩島核電廠事故案例，爰務實擴大損害賠償範圍、納入天然災害損害賠償責任與延長請求權時效，重新檢討修訂《核子損害賠償法》。分別函請相關單位提供修訂意見，並於民國 100 年 4 至 6 月期間召開 4 次修訂審查會議。8 月份原能會委員會及法規委員會分別召開審查會議通過後陳報行政院。9 月 15 日行政院召開第一次審查會議，9 月 20 日再度由本會召開相關部會協商會議，於 9 月 29 日經行政院院會審查通過。「核子損害賠償法」修正要點如下：

(a) 為符合國際公約之趨勢，並提高核子設施經營者之責任，爰將「重大天然災害」所導致之核災，排除於核子損害賠償之免責事由之外。（修正條文第 18 條）

(b) 參照國際公約，將核子設施經營者之損害賠償責任限額，由現行之新臺幣 42 億元提高至新臺幣 150 億元。（修正條文第 24 條）

(c) 考量核子事故造成生命喪失或人體傷害之潛伏期往往甚長，爰延長其賠償請求權時效至三十年。（修正條

文第 28 條）

(d) 對核子物料所屬核子設施經營者之損害賠償責任，不宜因引起核子事故之核子物料是否係經竊盜、遺失、投棄或拋棄而有不同，爰將現行條文第 29 條對核子設施經營者之損害賠償請求權以自竊盜、遺失、投棄或拋棄之時起 20 年為限之規定刪除，回歸第 28 條規定。

「核子損害賠償法部分條文修正草案」曾於 100.10.4 函送立法院審議，然於立法院第 7 屆立法委員任期內尚未議決。依「行政院法案重行送請立法院審議處理原則」第一類法案，已於 101 年 1 月 19 日再提請行政院會討論，院會於 2 月 16 日核准通過，並函請立法院審議處理。

(5) 事故作業程序與復原措施：日本福島事故相關應變作業已告一段落，正進行環境的復原與經濟的重建，並積極進行法規、應變機制與策略等防救災作業的檢討，相關檢討結果亦將陸續完成；基於福島事故的指標性，相關檢討結果有助於完善我國核子事故緊急應變整備與復原作業規劃，爰此，持續蒐集與綜整日本政府針對福島事故後進行之相關改善措施與災後重建之資訊，亦應列為後續之重點工作項目。

(六) 支援能量檢討及改善方案

1-1. 國內緊急應變人力及設備備援能量檢討

(1) 現況說明

a. 由於輻射的專業性，國內目前核子事故緊急應變相關的應變人力及設備主要以原能會暨所屬機關、台電公司及國軍化學兵部隊為主力，地方政府則負責一般救災作業。

b. 在台電公司各核能電廠廠內緊急應變人力方面，核一、二、三廠分別有 350 人、330 人、330 人，萬一發生事故，事故電廠應變人力若有不足時，台電公司將會動員各廠派員相互支援，至於原能會暨所屬機關可動員人力約 300 人、國軍化學兵部隊可支援人力約 500 人。惟此次日本發生之複合式災難，造成極大之破壞力，面對天然災害日益嚴峻挑戰，我國亦應預為因應，強化應變能力。

(2) 檢討與精進規劃

a. 此次日本核災曝露國內應變人力及設備的不足，原能會是部會層級，但地方政府未設相對應的核能及輻射管制部門，無法全面動員協助支援救災及輻射偵檢；鑑於輻射之特性，若無高度之警覺性，將可能曝露於放射性污染環境中而不自覺。因此，於事故發生之初始，第一線救災工作人員應要熟習輻射防護要領及具備基礎偵測能力，始能有效發揮救災功能並保護救災人員之安全，減少非必要之傷害。爰此，原能會已要求台電公司提供救災人員之防護設

備及程序書，並提供必要之訓練。

b. 至於國軍投入核災救援方面，經過化學兵部隊內部檢討，其提出須建置化學兵部隊機動式高靈敏度、低背景值微量輻射偵測能量與裝備除污車等 9 項設備與車輛之需求，以提升化學兵的救災能量。

c. 目前原能會已申請第二預備金增購輻射偵檢器，增購的項目包括移動式門框偵檢器、污染偵檢器、移動式能譜分析儀、中子偵檢器及輻射劑量偵檢器等設備，以因應未來應變之用。此外，並已針對國內擁有輻射偵檢器的單位進行統計，以掌握發生核災時，可支援之偵檢器數量，因應境內或境外核災發生時調度所需。

d. 以日本此次救援複合式災害所動員的人力顯示，總計動員自衛隊約 10 萬人，管制災區警力約 4 萬人及消防隊約 2 萬 6 千人，動員人力迅速。故我國已參考日本經驗開始規劃發生核災時，可能動員之人力，預為準備所需之儀器，加強輻射防護訓練以及劃分各項任務之責任區並預為演練，目前已針對複合式災害發生時，所需的輻射偵檢設備進行需求評估，並編列預算購置。

1-2. 民間救援組織

(1) 現況說明

民間救援組織主要包括義警、義消、搜救隊、紅十字會、

各類慈善團體組織等；核電廠廠內機組搶救涉及核能專業，並未規劃民間救援組織的支援；廠外民眾防護措施係由地方政府依核子事故中央災害應變中心的指示執行，目前亦甚少有民間救援組織之參與。

(2) 檢討與精進規劃

由於核子事故應變為較專業性之處理，且須有完善設備可供使用，民間救援組織參與核子事故緊急應變作業規劃仍先以廠外後勤補給、疏散及收容的協助為原則，原能會將協請地方政府每年定期對民間救援組織(如鳳凰志工隊)及大型慈善團體（如慈濟、法鼓山等）辦理輻射防護相關之溝通宣導活動，以建立正確之輻射防護認知。

1-3. 國際組織與兩岸之通報及支援作業的建立

(1) 現況說明

a. 台電公司已與奇異公司、西屋公司、貝泰公司、Ebasco 公司等國外機構簽訂有合約或協定協助處理事故。

b. 原能會核安監管中心每季、每半年分別與國際原子能總署事故緊急應變中心（Incident Emergency Center）、美國核能管制委員會運轉中心（Operation Center）進行通訊測試一次；另不定期參與國際原子能總署實施會員國核安演練-ConvEx（Convention Exercise）之通報程序演練。

c. 日本福島核災造成民眾恐慌，大陸於東南沿海快速發展核

電，有必要深度瞭解其核安資訊，核實發布資訊，並相互通報。基於此，100 年 10 月 20 日第七次江陳會談中已完成「海峽兩岸核電安全合作協議」簽署。

(2) 檢討與精進規劃

a. 原能會於台美核能合作架構下與美國核管會早期即建立核能安全、核子保防、保安方面之交流合作關係，100 年 5 月 26 日並與美國能源部核子安全局（NNSA）簽署「核事故與輻防意外事件交流合作意向聲明書」， NNSA 為美國聯邦政府負責核能安全與核子緊急事件主管機關，此項合作提供國內核子事故國外通報與支援合作業務一個重要夥伴，可做為國內核子事故緊急應變工作國外技術支援與後盾。100 年 11 月底台美民用核能合作會議已將上述與 NNSA 的交流合作事宜納入合作項目中。

b. 我國雖非國際原子能總署（IAEA）及經濟合作開發組織核能署（OECE/NEA）會員國，然對該二組織相關緊急通報與支援單位與管道相當熟悉，遇有事故通報與請求支援需求時，仍會依程序通知該二單位，同時會透過本會派駐維也納及巴黎之同仁，作為緊急事件時對 IAEA 及 OECE/NEA 之聯絡、通報與請求支援輔助窗口。另參與其他核能非政府組織如：國際核能學會聯席會(INSC) International Nuclear Societies Council、太平洋核能理事會（PNC）、美洲核能協會（ANS）American Nuclear Society、

核能資訊網（NucNet）Nuclear Net、歐洲核能協會（ENS）European Nuclear Society、美國核能協會（NEI）Nuclear Energy Institute、全球核能婦女會 WIN-Global 等，均可作為核子事故緊急對外訊息發布與連絡管道。

c. 我國雖不是國際原子能總署（IAEA）的會員，我方仍嘗試透過美國等重要友邦向 IAEA 表達參與總署目前積極鼓勵會員國協助建立之「核子事故應變支援系統」-RANet（Response Assistance Network）之意願，進入此一全球互助機制，可隨時獲得各國核子事故即時訊息，並於必要時請求總署提供救災及減災技術相關支援。

d. 有關兩岸核安資訊交流及相關通報機制建立，後續將設置工作組，負責商定具體工作規劃、方案，並由雙方核電安全及緊急應變主管部門指定的聯絡人相互聯繫實施，平時進行連繫、通訊測試，定期召開交流研討會議，並安排雙方人員互訪，藉由監督經驗的交流與分享，提升核電運轉安全以及進行相關資訊交換。萬一發生事故時，更可藉由平時建立之聯繫機制與管道，進行事故的通報及後續完整事故資訊的提供，俾評估可能之影響程度，即時採取預防措施，確保民眾安全。

2. 國內輻射偵檢人力及設備備援能量檢討

(1) 現況說明

a. 日本福島事故發生後，為協助由日本入境旅客確認是否遭受輻射污染，原能會自 100 年 3 月 15 日起即於松山機場、桃園機場及小港機場等地設置了門框式輻射偵檢器，提供自日本入境旅客輻射偵測服務。由於國內門框式輻射偵檢器數量有限，以致在花蓮機場之日本返台包機僅能以速度較慢的手提式偵檢器量測旅客。

b. 事件發生後國內輻射偵檢器需求量大增，各單位皆急於採購輻射偵檢儀，部分單位原已備有少量手提式輻射偵檢儀，但因長期未使用，亦已過了校正期限，導致校正單位短期內湧入大量的輻射偵檢儀需予校正。

c. 原能會所屬實驗室配合衛生署食品藥物管理局針對由日本進口食品採樣，進行日本進口食品放射性含量分析；與農委會農糧署、畜牧處及農田水利處合作，針對國內生產的蔬果、漁牧產品及灌溉用水進行檢測，均需加班處理，已影響國內例行之環境偵測作業之進行。

d. 國內經財團法人全國認證基金會認證實驗室僅有 39 部加馬能譜分析儀，分析人力僅約 50 名；而原能會所屬專業驗室僅有 19 部，分析人員共約 10 餘人，每天最大檢測量僅能檢測 500 個樣品。國內若發生類似福島電廠核子事故，將大量湧入需檢測之各類農、漁、畜牧等產品，以及國內環境中水、空氣、土壤、植物樣品，以目前之人力及設備而言均無法負荷。

(2) 檢討與精進規劃

a. 國內宜儘速增加放射性核種分析能力，除原能會基於業務職掌實施環境輻射偵測外，建議衛生署食品藥物管理局，應就其食品衛生管理法第十一條第二項授權訂定之「食品中原子塵或放射能污染安全容許量標準」，執行該法規所規定的檢測項目，設置專業放射性分析實驗室進行分析；經濟部則針對所管轄的水庫水體建立放射性分析實驗室；農委會則針對農、漁、牧產品進行檢測。以上各機關宜評估自行設置專業實驗室或與大學及研究機構建立委託檢測機制，以因應未來事故時所需之緊急放射性分析能力，維護民眾輻射安全。化學兵目前已積極投入放射性分析實驗室之建置，未來將會以加入 TAF 認證為目標。

b. 在商品進行輻射污染偵檢部分，事故發生時，以國內相關單位，如港口、機場及關稅局，擁有輻射偵測儀器的數量極為有限，不足以因應大量應實施檢驗的商品，國防部及新北市等單位已針對污染偵測所需偵檢器進行編列預算購置。

c. 日本福島事件發生後，媒體亦曾報導東京電力公司之輻射偵檢設備，因海嘯破壞而不足的窘境。有鑑於此，目前原能會已完成可支援國內核災所需之輻射偵檢設備數量調查，並已著手規劃整合國內民間擁有可支援輻射偵檢之單位及偵檢人力，以因應未來發生核災時，所衍生之大量及

大面積範圍環境偵測需求。經調查手提式輻射偵測儀可支援緊急應變使用的約有 400 餘部，目前完成國內輻射偵檢儀器數量之檢討，扣除地方災害應變中心及支援中心應變所需的設備，粗略估計數量尚欠缺約 50 部，未來則考慮編預算或由其他應變中心逐年編列預算因應。

3. 環境輻射偵測實驗室快速偵測分析能力（含非放射化學快速偵測能力）

(1) 現況說明

a. 原能會輻射偵測中心之環測實驗室，現有 11 個純鍺偵檢器（相對效率≦40% ），其中 7 個純鍺偵檢器之使用年限介於 11 至 27 年，偵測效能已較為老舊。另外亦缺乏非放射化學快速偵測能力之感應耦合電漿質譜儀（ICP-MS）等精密儀器設備。

b. 台電公司方面，環境直接輻射即時監測系統，使用高壓游離腔偵檢器監測環境即時直接輻射變化。目前每廠各 5 部，共 20 部；當環境輻射發現異常升高趨勢，將逐步啟動空浮、落塵、雨水、地表水體、土壤、植物指標生物 (相思樹葉)及各種農漁產品等的取樣作業與核種分析。核種分析的主要儀器為加馬能譜分析系統，目前計有 14 套。此外，各核能電廠工安部門均備有多台手提式氫氣或多種氣體監測儀，可用於氫氣濃度偵測。

(2) 檢討與精進規劃

a. 為建立事故快速偵測分析能力，提升環測技術與品質。未來在經費的許可下，輻射偵測中心宜優先規劃購置「高效率純鍺偵檢器能譜分析系統」、「寬能量範圍純鍺偵檢器能譜分析系統」，（101 年度建置完成）；非放射化學快速偵測能力部份，規劃購置「感應耦合電漿質譜儀（ICP-MS）」等精密儀器設備，針對鈾系、釷系、鐳-226 等低能光子及環境長半衰期核種，建立並開發其偵測技術與作業程序，有效運用於事故之應變（102 年度建置完成）。

b. 台電公司規劃在 5 年內逐年汰換低效率純鍺偵檢器為高效率(40%)純鍺偵檢器。並建立一套利用 3G 通訊無線傳輸的「緊急應變環境輻射監測暨展示網」(目前有 7 部機動偵測儀，將視實際需要陸續增購偵測儀)，可機動設置、自動偵測、即時傳送直接輻射劑量率、核種計數率、氣象(風向、風速、雨量)等資訊，可符合 20 公里以外地區環境輻射偵測的作業要求，未來則配合緊急應變計畫區檢討，精進其功能及數量。另外，建立一套可攜式並可重複度量的發光劑量計計讀系統，可大幅提升現有環境直接輻射累積劑量計讀作業的穩定性及快速作業能力。

(七) 資訊公開與傳送

1. 即時資訊的公布（例如網站核災專區之建置等）及民眾諮詢、現行新聞發布與媒體溝通作業之檢討

(1) 現況說明

a. 原能會已將原子能安全管制資訊公佈於網站，便利民眾取得，並透過首長信箱之設置，提供民眾建言管道，且經由製作各類文宣、廣告、出版品或舉行記者會、展覽，透過大、小眾媒體管道，將核安與輻安資訊廣泛傳播。

b. 為因應核子事故時，能正確迅速報導事故實情及處理情形，在「核子事故中央應變中心」下設有專責單位「新聞組」，在歷年來的核安演習，皆依規定進行規劃與演練。

c. 在新聞發布上，已建置「核子事故電子快報系統」，讓核子事故現場新聞分組使用本系統，將相關資訊立即傳送新聞組組本部，便捷地進行核子事故新聞稿撰寫、潤飾、陳核、發布作業。且事故時，可迅速於原能會網站建立連結，提供相關資訊及核定後新聞稿，供民眾上網查詢；此符合現今民眾大量應用網路科技之趨勢。新聞之緊急插播及徵用媒體頻道則由新聞局、國家通訊委員會協助。

d. 新聞稿發布後即舉行記者會，由中央災害應變中心指揮官或其代理人負責主持，並請中央災害應變中心指派相關幕僚協助指揮官現場解說。

e. 此次福島核災事故，原能會除配合府院召開記者會外，也自行密集召開記者會(100 年 3 月 12 日至 4 月 27 日，共計召開 17 次記者會)，說明日本核災最新狀況及國內相關輻射檢測情形，並針對媒體提問議題於記者會中詳細對外說明，簡報時也引入天然輻射劑量和醫療輻射劑量比較，且提供記者輻射小辭典和相關書面資料，並請與會記者協助傳播國人正確防護作為，且就錯誤報導請其協助導正。同時，就媒體邀約安排本會長官及學者專家接受各電視台及廣播節目訪問(約 140 家次)。

f. 為把握民眾關切核災之契機，促使民眾在日常生活上對輻射及原子能民生應用有正確的認知，應用原能會網站設立「輻射你我她」免費演講服務機制，提供具專業及經驗豐富講師的免費演講服務，近期內已安排逾 40 場次。

g. 因應此次福島核災事件，原能會建置「日本福島核災專區」，公布相關訊息供民眾參考，因民眾急欲瞭解相關訊息，初期網站壅塞，導致網頁無法開啟或開啟後一片空白等錯誤狀態。究其因為網路頻寬不足，無法連結，以及主機設備老舊，造成系統當機。已即時請網站設計廠商技術支援協助，包括緊急修改程式、資料移轉、輻射監測資訊網頁代理伺服器及提供高速頻寬機房等服務，網站瀏覽速度已恢復正常。

(2) 檢討與精進規劃

日本福島核災係發生於境外，致此次應變僅由原能會因應，無法依據核子事故緊急應變法完全發揮中央災害應變中心下新聞組的功能，參考此次因應作為，未來可針對下列幾點進行進一步改善：

a. 密集召開記者會，提供正確和即時的資訊：以事故國之日本為例，官房長官幾乎每 1 至 2 小時就召開記者會。

b. 增加新聞組的人力：現有新聞聯繫及接待記者人力已略有不足外，提供資訊主體的核能管制處及輻射防護處的回應新聞媒體人力也需增加，方可滿足媒體。

c. 透過網路及新聞發佈等方式提供環境輻射監測的結果，在核設施附近的地區，並選擇適當地點，以電子看板直接顯示，以發揮資訊公開的功能。

d. 強化國會聯繫、政府相關部會及國際聯絡之人力：以此次日本核災發生，各級政府、民意代表皆關切，故同時皆要求派員說明或報告，故需強化人力，或建立後備人力管道，俾能完備提供資訊。

e. 需強化民眾諮詢功能：若民眾無管道反映災情和查詢救災情況，易孳生民怨或疑慮，本次日本核災期間，每日民眾詢問電話眾多。若國內有核子事故發生，則應迅速成立「諮詢防災專線」接受民眾求援或諮詢，新聞組雖下設有諮詢分組，但以此次因應經驗，大眾以電話詢問或觀看電視仍為首要，故未來除需充分應用網路科技外，仍應設置諮詢

專線，而事故時則可能需近百人之人力（例：假設救災專線代表號 1 個，下設 20 線，分 4 班輪替，則需 80 人），故在軟（常見問答之準備、答詢技巧）、硬體（電話、網路、首長信箱）上都需提升量能。核子事故中央災害應變中心新聞組下設有「諮詢分組」，已配置電話供民眾詢問，惟目前量能尚不足以應付可能之複合式災害需求，且應考量建置如 1999 專線，便利民眾應用。目前台電公司已設立之客服中心 1911 專線，將製作電話錄音於 1911 客服專線播放回應；或可依 99 年核安演習方式，由原能會及台電公司指派專業人員進駐，接受民眾諮詢，台電公司客服中心配合提供必要的值機席位及協助，以回應民眾電話詢問需求。未來仍將與經濟部協調有關台電公司 1911 客服專線功能於核子事故之諮詢機制，考量如何擴充現有硬體，以及強化常見問答題庫與明確之人力編組，並於未來核安演習，將其納入新聞組演練，以驗證可行性。

f. 建立專家學者協助接受媒體採訪機制：記者會之召開，雖可滿足新聞台報導之需求，但對談話性節目、雜誌、廣播則嫌不足，事故時此種類型之節目都會同步作專題報導或深入報導，故在「新聞組」外需有專家學者協助接受媒體採訪或參與談話性節目之討論，一者協助傳播正確資訊，二者舒緩「新聞組」為因應媒體要求之採訪壓力，故應建立機制，從專家學者資料庫的建立，到因應事故作為訊息

的提供和採訪的安排，著手訂定標準作業程序。

g. 強化與新聞局建立訊息通報的機制，目前新聞局主導我國現行中央災害應變中心功能分組之新聞發布組業務，在複合性災害發生時，皆需透過此管道發布相關新聞。且此次因應日本核災時，新聞局在記者會召開及文宣片播放提供很大的協助，故未來擴大與新聞局及 NCC 就建立插播管道、徵用媒體時段、應用手機簡訊、行政院影音白板、部會間網路連結等事項及傳播資源的規劃應用等合作，俾協助新聞發布及指導民眾防護措施。

h. 研議邀請公視扮演提供官方資訊的功能：日本福島核災期間，由 NHK 電視台負責提供相關訊息給國外媒體，且獲佳評。此外，學者就台灣媒體報導多有批評，並建議未來國內之防災體系就提供國內外新聞報導部分，建議參考日本之做法，規劃公共電視台（如公視）擔負類似 NHK 的角色。

i. 上述各項精進規劃作業，均需足夠之人力，以原能會為例，平時辦理新聞發布及聯繫等相關業務之人力為 2 人，雖為因應核子事故時，將擴大新聞組編組成員有 37 人，而此些人力均由原能會綜合計畫處人員擔任，核管處及輻防處則支援各 1 名人力，惟考量如需因應龐大民眾、各級政府、民意代表、國際人士及媒體等諮詢，尚無法滿足此需求，因此人力的來源須進一步協調及檢討。

另在資訊硬體改善方面，為因應核災緊急應變的業務，避免此次網路壅塞及系統當機的問題，未來應增加網路頻寬及汰換網路與主機相關設備，並建置全球資訊網站異地備援機制。同時已建置完成「核安即時通」行動資訊系統(應用程式 App)，提供民眾手機、平板電腦即時查詢全國各地環境輻射劑量、核電廠運轉情況與民眾應變措施(包括集結點)，透過主動訊息推播功能，民眾可以立即接收安全或應變訊息。

二、 平時整備

在平時整備項目之檢討，包括三個子項議題：依緊急應變計畫區檢討結果，檢討現有各項整備作為、輻傷醫療能量檢討以及民眾及救災人員曝露劑量重建能力建立等。以下分別說明各個子項議題的現況，並提出該議題須強化部分之精進規劃。

(一) 依緊急應變計畫區檢討結果檢討現有各項整備作為

本項議題包括疏散道路、集結點、收容所，預警通知機制及設施，碘片儲備及發放，救災人員防護裝備，輻射偵測計畫，溝通宣導及訓練，演習及演練以及緊急通訊等八個細項，以下分別說明之。

1. 疏散道路、集結點、收容所

(1) 現況說明

為能及時進行民眾疏散，已在緊急應變計畫區內人口集

中處，規劃集結點，萬一須進行民眾疏散，民眾只要到集結點，地方政府即會派車輛到指定地點進行疏運；在疏散路線規劃方面，係台電公司委託交通大學依據核一、二、三廠緊急應變計畫區規劃完成之集結點，實地勘查集結點基本資料、路網資料及最新人口資料等，進行各種氣象(風向)下之路網疏散模擬，並規劃公用車輛疏散之建議路線及估算疏散所需時間。依 98 年 12 月報告顯示，事故發生時在平時狀況下核一、二、三廠附近民眾可分別於 48 分鐘、1 小時 56 分鐘及 52 分鐘內疏散至緊急應變計畫區(EPZ)5 公里外。在特殊節日（如春天吶喊等活動）核一、二、三廠附近民眾可分別於 48 分鐘、2 小時 52 分鐘及 5 小時 47 分鐘內疏散至緊急應變計畫區(EPZ)5 公里外。疏散民眾時，地方政府可依交通部「車輛徵用辦法」徵調所需車輛，再配合軍方現有交通工具，在現有道路狀況下於最短時間內疏散民眾。因應天候狀況、人口分布及道路狀況等因素，每一核能電廠均於緊急應變計畫區外規劃有緊急收容站 2 處。

(2) 檢討與精進規劃

核能電廠緊急應變計畫區已由原能會核定公告擴大為 8 公里，台電公司正依新核定之緊急應變計畫區範圍，檢討修正「核能電廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃」，其內容包含人口分布、輻射偵測計畫、民眾預警系統、民眾集結、疏散及收容等項目。台電公司並請交通大學針對

既有道路於各種條件狀況下模擬民眾疏散模式，規劃公用車輛疏散之建議路線，估算疏散時間，並進行模擬作業，確認疏散瓶頸路段，研擬因應之交通改善措施。台電公司應於101年底完成「核能電廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃」報告並送原能會審查，且列為管制追蹤項目。

原能會將邀請專家學者、地方政府及相關應變單位審查「核能電廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃」報告，俟核定後，地方政府將依據原能會核定之報告，修訂「核子事故區域民眾防護應變計畫」，訂定核子事故時各項民眾防護行動之執行計畫，包括各種方式之預警警報通知、掩蔽作業之執行、碘片發放及服用通知、疏散作業之執行等，當發生事故時，核子事故中央災害應變中心下達相關民眾防護行動命令時，地方政府將依既有計畫執行相關民眾防護行動。

原能會參考日本福島核災事故之經驗及國際間相關規範，在疏散規劃上要求廣設集結點，以住家離集結點不超過500公尺為原則，於12公里外設置臨時收容所停留0.5~3天，16公里外設置長期收容所，規劃各里指定之收容場所。當核能電廠發生事故(緊急戒備事故)，尚未達需採取疏散時，即要求遊客或外來民眾先行離開，並管制人車，只出不進。另若遇辦理大型活動時，也將依活動本身之應變計畫，在核子事故初期(緊急戒備事故)，尚未達疏散要求時，透過相關單

位通知主辦單位，將參與活動的民眾按照原預定應變計畫之疏散規劃先行疏散。

核災之收容作業與一般天災之收容作業並無太大差異，唯一不同的是，民眾於進入收容站前，需進行輻射偵測並於必要時進行除污作業，前述作業完畢後，才讓民眾進入收容站進行安置；由於民眾對於收容站之輻射劑量非常關切，除了進入收容站前的輻射偵測外，裝置移動式的即時輻射劑量顯示設備，可使收容站的民眾隨時能掌握周遭的輻射劑量，以安定民心。

此外，為因應地方居民反應防災之需求，第一階段報告曾述及未來五年內緊急應變計畫區內發放每戶一個防護包(內含手套、口罩及防護衣等)，經審慎評估後，鑒於核子事故發生時，民眾對於相關資訊的獲得將極為殷切，而防護包內所含物品並非迫切需求，且一般家庭內均應已有，經檢討後將改以收音機取代之，除符合民眾實際需要，並可做為各項民眾防護行動通知之輔助工具。

2. 預警通知機制及設施

(1) 現況說明

核子事故民眾預警廣播系統由台電公司負責在電廠緊急應變計畫區 5 公里範圍內建制、運作及維護設置，核一、二、三及龍門電廠分別設置 4、7、6、8 個警報站；另為加強核

子事故警報發布及民眾通知之效果，97 及 98 年於三芝、石門、金山、萬里等區建置 8 個村里廣播系統供當地里長使用，增進預警之效能。新北市其他 40 個里及屏東縣 12 村里亦已編列建置預算，以因應民眾加速建置之需求。

(2) 檢討與精進規劃

核能電廠緊急應變計畫區已由原能會核定公告擴大為 8 公里，台電公司將重新檢討於人口稠密地區設置核子事故民眾預警廣播系統，並搭配地方災害應變中心及指定機關協助透過村里廣播系統、防空警報系統、電視、收音機、車輛巡迴廣播、漁業廣播電台等，以達 100% 通知民眾採取適當防護措施，保障民眾生命健康及安全。

國家通訊傳播委員會已協調國內 3G 行動電話業者建置「災害緊急應變區域簡訊傳送平台」，目前中華電信已完成建置，可供各防救災單位申請使用，其餘電信業者將於 102 年 5 月完成建置，屆時可提供防救災區域簡訊發送服務。

3. 碘片儲備及發放

(1) 現況說明

碘片發放目前係以核電廠半徑 5 公里為範圍，每人預先發 2 日份，另外 2 日份集中保管。平時碘片之儲備請地方政府衛生局集中保管，並由原能會定期盤點清查，發放作業及對象亦皆有計畫及控管機制。

(2) 檢討與精進規劃

a. 由地方政府採購緊急應變計畫區 5 至 8 公里民眾所需之碘片，每人預先發 2 日份，另外 2 日份集中保管，且每戶發放一個保健箱供存放。

b. 建置國家儲存庫、規劃碘片分發優先順序、加強民眾宣導等。建置碘片國家儲存庫部份，原能會已完成 80 萬片（40 萬盒）碘片之採購，將於 101 年 7 月底前完成驗收，並於國防部建置國家儲存庫集中保管，以備將來萬一發生嚴重核子事故提供給緊急應變計畫區內、外民眾或境外發生核子事故救難團體之所需。

4. 救災人員防護裝備

(1) 現況說明

新北市及屏東縣政府針對核災應變人員防護裝備，目前備有部份輻防包、人員輻射劑量筆、輻射偵測器等。支援中心建置有核生化偵檢車、輻防包、人員輻射劑量筆、輻射偵測器。以現有裝備數量無法應付如日本福島之複合式災害應變所需。

(2) 檢討與精進規劃

考量福島核災救災模式，原能會訂定「核子事故各應變中心救災及防護裝備配置要點」，相關原則如下：

a. 進入核電廠廠區協助執行火災搶救及人命救助之消防人

員，所需偵檢裝備由台電公司負責提供，若無輻射威脅，應著制式消防服裝(含消防衣、頭盔、面罩、氧氣瓶等)。若須進入輻射區協助火災搶救及人命救助，應依與核電廠簽訂之支援協定辦理，所需偵檢及輻射防護裝備由台電公司負責提供，台電公司應建立相關作業程序並備妥所需設備。

b. 進入核電廠執行人命或設備搶救而需緊急曝露之人員(一般為熟悉現場環境之電廠員工)，應依游離輻射防護法之規定辦理，搶救期間可能接受較高之劑量，所需輻射防護裝備及個人輻射劑量劑或警報器由台電公司負責提供，台電公司應建立相關作業程序並備妥所需設備。

c. 核電廠廠界內、外執行輻射偵測人員(一般為電廠員工及輻射監測中心人員)，距離廠界較近，受輻射影響較大，除佩帶個人輻射劑量劑或警報器外，所著防護衣物依原能會訂定之「核子事故廠外應變人員防護衣物穿著指引」規定辦理。

d. 執行民眾掩蔽、疏散（運）、疏散民眾收容、暫時移居、緊急醫療救護、碘片發放、交通管制、警戒及秩序維持之應變人員，因距離廠界較遠，受輻射影響較小，原則上無須佩帶個人輻射劑量劑或警報器，上述各類應變人員若有機會進入較高之輻射或污染區工作，所著防護衣物依原能會訂定之「核子事故廠外應變人員防護衣物穿著指引」規

定辦理。

e. 可能受高輻射污染之影響時，所著防護衣物除依前述規定外，可佩帶個人輻射劑量劑或警報器。

將請支援中心及緊急應變計畫區內所含之地方政府依「核子事故各應變中心救災及防護裝備配置要點」檢討核災應變所需之輻射防護裝備數量並儘速提出需求，於未來 3 年內(102 至 104 年)分年編列預算採購。對於支援核電廠廠內救災部份，由電廠提供相關防護裝備，並於支援協定書中明列所需提供防護裝備型式及數量。

5. 輻射偵測計畫

(1) 現況說明

目前核能電廠事故發生時，輻射監測中心之輻射偵測範圍為緊急應變計畫區內，其他相關監測資料僅能利用全國輻射監測網設置之固定監測站。

(2) 檢討與精進規劃

檢視此次日本福島核能電廠事故狀況，輻射偵測範圍限制於緊急應變計畫區內實有不足。輻射偵測範圍應隨事故發展而調整，自緊急應變計畫區向外延伸，並增加移動式定點偵測設備，隨時掌控核能電廠周圍環境輻射狀況的變化。同時環境試樣之取樣項目、地點亦應隨事故演變調整，以利掌

握放射性落塵對環境之影響外，並應隨時增加對民眾有直接影響之飲水及農畜產品試樣。

因應緊急應變計畫區調整為 8 公里範圍之輻射偵測，並參考福島核災影響範圍後，由於監測範圍擴大須增加作業人力與設備，應增加下列精進措施：

a. 請台電公司（放射試驗室）於每一核電廠緊急應變計畫區範圍內增購 10 部機動偵測儀，納入 3G 通訊無線傳輸的「緊急應變環境輻射監測暨展示網」，可減少核災事故發生時輻射偵測人力之動員，並增加即時輻射偵測資料之傳遞與更新；另於核能電廠緊急應變計畫區範圍內增設固定式輻射偵測站如下：核一廠 3 站、核二廠 4 站、核三廠 3 站、龍門廠 3 站，合計增設 13 站。（102 年 12 月底前增購完畢）

b. 請台電公司（放射試驗室）於每一核電廠增加輻射偵測車 1 輛（配置無線電通訊器材、直接輻射偵測器、空浮氣體計測器及個人防護用具等）及所需之人力與設備，於發生核子事故時統籌調派支援，以因應監測範圍擴大，需具備充足之偵測能力。（102 年 12 月底前完成）

c. 協調國防部同意支援 99 式核生化偵檢車執行地面輻射偵測作業。

d. 協調國防部同意支援 2 架直升機，其中 1 架配置台電公司放射試驗室購置之機動偵測儀；另 1 架直升機配置原

能會輻防處擬購置之空中偵測系統 (AMS，Aerial Measuring System) ，以利執行空中輻射偵測作業。

e. 協調海巡署與農委會同意支援海上交通工具， 執行海面輻射偵測及海水取樣作業。

f. 配合緊急應變計畫區調整為 8 公里，受影響民眾可能大幅增加，協調台電公司放射試驗室購置 5 台移動式門框偵檢器，並於 102 年 12 月底前另購置 1 台，以供疏散民眾輻射偵檢作業。此外，原能會物管局亦於 100 年購置移動式門框偵檢器 4 台，可供民眾輻射偵檢作業使用。

g. 為了因應緊急應變計畫區的調整以及吸取福島事件的經驗，將於 101 年進行環境輻射偵測整備計畫之研擬，內容包括：

   i. 因應核能電廠緊急應變計畫區範圍之調整，規劃擴大輻射偵測範圍；針對不同地形與環境特色，規劃陸、海、空域不同階段之輻射偵測計畫，以強化即時環境輻射監測網，建立快速取樣分析能力。

   ii. 因應複合式災害，對加強機動式輻射偵測能力的策略及執行方式，提出規劃及建議。

   iii. 環境輻射偵測之支援作業、協調與執行機關（構）作業分工之規劃，並檢視現有國際支援管道後，提出規劃及建議。

   iv. 環境輻射資訊整合平台架構及相關資訊輸入、輸出功

能功能之規劃。

6. 溝通宣導及訓練

(1) 現況說明

鑑於原子能民生應用層面日益廣泛，而其相關資訊又具有高度專業複雜性，如何提供讓社會大眾深入淺出且很容易獲得的正確核能資訊，以及將原子能知識納入教育系統是一直持續努力的工作；現行在教育與溝通上，係採分眾(學生、一般民眾及核能電廠所在地民眾等不同對象)及對民眾關切事項及議題來辦理。

(2) 檢討與精進規劃

a. 把握民眾需求時機，擴大輻射防護教育溝通工作：藉由複合性災害的演練，例如學校或政府間的防災演練，提供輻射知識及民眾防護的資訊，並藉由「種子教師研習營」培養教師或提供免費演講服務，便利民眾學習。

b. 於教材中納入輻射教育為首要：以本次日本核災事件，無論民眾電話詢問、媒體報導或網路訊息，皆顯示大眾對輻射認識的不足，且因錯誤報導或過度恐慌，致政府單位需對應投入大量的人力、物力來消弭民慮，故應自學校著手，在現行教育體系中納入輻射防護課程。教育部為強化建構學生正確核能觀念與輻射防護資訊，業於 100 年 5 月研訂「核能與輻射教育」之教學模組，並公告於教育部環

保小組網站供各級學校下載使用。

c. 溝通教材之準備：就民眾關切之輻射安全與輻射防護議題，製作文宣品，包括短片、錄音帶及刊物等製作，俾能即時透過媒體通路傳播正確訊息。

d. 鼓勵未設立核能相關科系之大專院校開設「核能、輻射與生活」、核工概論及原子能民生應用等通識課程，增加大學生對於核能科技的了解。（已於 98 年開始施行，100 學年度，有國立清華大學、吳鳳科技大學、南開科技大學、清雲科技大學、德明財經科技大學、蘭陽技術學院、南亞技術學院、致理技術學院、元培科技大學、慈濟技術學院、高苑科技大學及國立高雄應用科技大學等開課）。

e. 將編訂消防、國軍、警察、衛生、社會、民政等相關應變機關緊急應變人員和災害應變訓練教材，並辦理相關人員訓練，以提升核災應變效能。

7. 演習及演練

(1) 現況說明

為建置核災應變體系及能量，自 78 年開始每兩年輪流於南、北核能電廠擇一舉行 1 次，動員中央、地方政府及核子反應器經營者進行聯合演習，演習項目包括輻射偵測、劑量評估、民眾掩蔽與疏散及收容、碘片模擬發放、除污及醫療救護等，以測試核能電廠及各項應變措施之應變能力，90 年

起核安演習改為每年一次。經過多年的摸索及經驗累積於 92 年 12 月 24 日完成『核子事故緊急應變法』之立法，並於 94 年 7 月 1 日開始實施，自此完成核災應變的組織體系與架構，迄 100 年止已辦理 17 次核安演習。演習目的以強化各應變中心間縱向和橫向之指揮、協調、溝通和聯繫能力，達成各應變中心指揮官及應變人員熟悉標準作業程序，驗證應變決策支援工具、設施、防災地圖、應變作業平台等之應用及建立民眾正確防災觀念和熟悉民眾防護行動為目標。

100 年演習之兵棋推演，為實際演練以核災為主軸之複合式重大災害，首次於大坪林消防署中央災害應變中心開設指揮中心，配合原能會、新北市及萬里區各級應變中心之開設作業，以協調核子事故緊急應變體系與災防體系整合運作方式，選擇關鍵議題模擬情境狀況，各功能分組提報處置作為，探討因應對策，演練檢討結果將作為我國核災應變機制改進強化之依據。廠外民眾防護之實兵演練，除在萬里地區（5 公里半徑緊急應變計畫區內）實施實地演習，包括警報發放、交通管制、居家掩蔽、民眾集結、疏散等實作演練，並擴大疏散演練範圍至半徑 10 公里地區，選定汐止區與瑞芳區演練使用鐵路、船隻為載具之民眾疏散，另選定台北港（20 公里半徑外）舉行定點集中示範演練，動員新北市警消、衛生局、社會局等與軍方、原能會相關應變人員，以及金山區、萬里區、汐止區、瑞芳區 1680 位地方民眾共同參

演災民收容安置、人車偵檢除污、環境輻射監測、災情偵蒐、碘片發放、消防車射水降溫、檢傷後送等實作項目，並展示應變相關設備與資料，以提供應變人員大型演訓平台，熟稔相關應變措施，此外，未來現場邀請地方民眾、學生參觀，藉以傳達給民眾正確之防災應變資訊，加強核災緊急應變之宣導溝通。

(2) 檢討與精進規劃

日本 311 大地震及海嘯引發福島核電廠核災，全球各國均為之震驚並紛紛全面重新檢視核電之安全性及核災應變之能力，而我國除立即實施「對國內核電廠現有安全防護體制全面檢討方案」、舉行「核子事故整備與應變公聽會」等措施之外，另亦積極規劃每年一次之核安演習。

依照 100 年演習檢討將積極整合複合式災害應變編組與指管權責、介接指管及資訊通信系統、明定斷然處置時機、加強民眾應變宣導，並與相關部會規劃大規模疏散撤離及收容安置之具體細部作法。未來之核安演習將委託相關救災之專家學者協助訂定精進計畫，結合中央、地方及民間人物力，積極加強深入推演驗證，提升緊急應變計畫與作業之完整性及可行性。

a. 101 年核安演習計畫規劃方向：驗證核能一廠因應日本福島電廠事故，國內核能電廠安全防護總體檢之改善措施，且因應重大天然災害引發核子事故造成複合式災害，實施

大規模疏散及收容之推演、國際組織及兩岸事故通報之程序驗證及空中與海上偵測之裝備展示與操作。

b. 102 年核安演習計畫規劃方向：核能三廠因應恆春地區海嘯災害造成孤島效應之救災人力、資源之動員、集結、調度作業；民眾及遊客疏散撤離作業之執行及輻射偵測與除污對策；疏散撤離民眾之臨時收容安置，與災後復原返家作業之規劃。

8. 緊急通訊等

(1) 現況說明

通訊是影響救災成敗的重要因素，核子事故緊急應變之通訊系統目前有視訊系統、與各核能電廠間之熱線電話、台電微波電話、衛星電話、軍方指揮電話系統及電信局撥號電話系統與行動電話等多套系統。

(2) 檢討與精進規劃

原能會核安監管中心現況已具備與各核能電廠間數種通訊聯繫方式，以因應核電廠事故發生時之通聯所需；惟 311 日本福島核災之經驗教訓，仍然有改善之空間；如核子事故應變中心與大坪林中央災害應變中心間通訊聯繫之整合，以強化複合式災害引發核子事故時之應變能力及溝通協調能力，俾及時掌控災害情勢，採取有效因應作為，將災損降至最低。現已協商消防署逐步規劃將原能會核災應變通聯系統

整合納入其防救災之衛星、微波及現場指揮之緊急通訊系統，俾有效整合及運用國家資源，務求救災通訊無死角。

另有關核電廠緊急通訊方面，根據美國核管會因應福島事故之近期專案小組（NTTF）報告之建議事項 9.3 節，原能會要求台電公司檢討廠內緊急應變通訊系統之電源，必須能因應嚴重天災導致 72 小時電廠全黑與廠區邊通訊基礎設施交流電源受損之狀況，以確保類似福島事故發生時，緊急應變工作不因通訊問題而受阻，本項要求原能會已以核能管制案件列入追蹤。

(二) 輻傷醫療能量檢討

1. 現況說明

a. 依據行政院核定災害防救基本計畫(第十編 輻射災害防救對策)及原能會訂定輻射災害防救業務計畫、核子事故緊急應變作業程序書、核子事故緊急應變中央災害應變中心作業程序書等，衛生署在前開計畫中負責緊急醫療救護、傳染病防治、食品衛生及其它公共衛生事項(如：心理衛生)等；其中，衛生署因應核子事故發生時之醫療除污、偵檢及醫療等需要，於新北市、屏東縣建置完成核災緊急醫療網。

b. 一旦核子事故中央災害應變中心啟動應變機制時，地方衛生主管機關立即通報核災急救責任醫院待命收置傷患，並

即時利用緊急醫療管理系統，隨時掌握醫院收治傷患之最新情形。

c. 為強化災害發生時之各項醫療服務，緊急醫療救護法明定應建置區域緊急醫療應變中心，以建構中央、區域及地方三層級之緊急醫療指揮架構，俾便進行包括縣市間醫療支援及跨區域醫療協助等。

d. 衛生署自 89 年起，規劃建置核子事故緊急應變機制，逐年於北部、南部地區，輔導醫院擬訂核災急救責任醫院計畫，訂定輻傷病人收治作業流程並演練。

e. 核災急救醫療分為三級，第一級為核電廠內、外之緊急醫療、第二級為核電廠外，可提供傷病患檢傷分類、到院後除污及偵檢，第三級為核電廠附近之醫學中心，可提供輻傷必要住院處理。

f. 衛生署同時依緊急醫療救護法規定，設置緊急醫療救護諮議小組，平時為協助輻射災害緊急醫療救護之諮詢，必要時得召開臨時會議，協助地方政府緊急應變。

g. 綜上，衛生署已委託區域緊急醫療應變中心，整合各區核災急救責任醫院醫護相關人員輻射醫療教育訓練、輻傷偵檢與個人防護裝備及辦理定期演練與評核。

h. 核災緊急醫療網 19 家核災急救責任醫院名單如表 4-6。

i. 有關核災急救責任醫院現有醫療資源整備如下：急性一般病床 16,103 床、加護病床 1,756 床、一般隔離床 156 床及

骨髓移植隔離病床 31 床(如含全國其它各院所計 56 床)，詳如表 4-7。

表 4-6. 核災急救責任醫院一覽表

	南部（10）	北部（9）
二 級（11）	署立恆春旅遊醫院、署立屏東醫院、恆春基督教醫院、屏東基督教醫院、枋寮醫院、東港安泰醫院、輔英醫院（7）	署立基隆醫院、長庚醫院基隆分院、台大金山分院與馬偕醫院淡水院區(4)
三 級（8）	高雄長庚醫院、高雄醫學大學附設醫院及高雄榮民總醫院（3）	臺大醫院、馬偕醫院、台北榮總、三軍總醫院與長庚醫院林口分院（5）

表4-7. 國內核災急救責任醫院現有醫療資源

醫院名稱	急性一般病床開放數	骨髓移植隔離病床數	一般隔離床核定數	ICU開放數
行政院衛生署基隆醫院	300	0	0	40
長庚醫療財團法人基隆長庚紀念醫院	550	0	0	53
國立臺灣大學醫學院附設醫院金山醫院	46	0	0	0
財團法人基督長老教會馬偕紀念醫院淡水分院	829	0	0	63
行政院國軍退除役官兵輔導委員會台北榮民總醫院	2380	4	48	228
財團法人臺灣基督長老教會馬偕紀念社會事業基金會馬偕紀念醫院	793	0	8	102
國立台灣大學醫學院附設醫院	1899	14	81	261
國防醫學院三軍總醫院	1250	2	0	105
長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院	2918	5	0	291
行政院國軍退除役官兵輔導委員會高雄榮民總醫院	971	2	0	100
長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院	1388	0	0	206
財團法人私立高雄醫學大學附設中和紀念醫院	1200	4	0	144
行政院衛生署屏東醫院	200	0	9	26
善工醫療財團法人屏東基督教醫院	346	0	10	57
輔英科技大學附設醫院	371	0	0	16
安泰醫療社團法人安泰醫院	450	0	0	52
枋寮醫療社團法人枋寮醫院	92	0	0	12
行政院衛生署恆春旅遊醫院	30	0	0	6
財團法人恆春基督教醫院	26	0	0	0
總計	16103	31	156	1756

2. 檢討與精進規劃

核子事故如果災情擴大，除依據中央災害應變中心啟動民眾防護行動命令，各地方災害應變中心於「緊急應變計畫區」之管制點執行輻傷病患之檢傷，並通報各級急救責任醫院。如遇大量傷患，則優先騰空「緊急應變計畫區」外之隔離病房，隨時協調以掌握收治情形。

(三) 民眾及救災人員曝露劑量重建能力建立

1. 現況說明

國內除輻射工作人員外，個人配置之警報式電子劑量計只有少數單位使用，目前救災人員皆無此類裝備。又國內曾建立生物劑量評估技術，因工作人員退休而未能延續此劑量重建能力。

2. 檢討與精進規劃

a. 以日本福島電廠事故觀之，現場的輻射偵測設備除了可以佐證事故現場的輻射狀況，亦可粗估救災人員允許之工作時間，但是仍需要有一定數量的偵測設備(固定或移動式)，才能完整地描繪出現場劑量圖，提供救災人員之參考。然而此為空間劑量，並非救災人員實際接受劑量，救災工作仍應以個人劑量計紀錄為主，故應提供救災人員足夠之警報式劑量計以有效管控其劑量，並應提供面具及防護設備，以避免超過人員劑量限值。

b. 人員接受意外曝露後，劑量重建是必要的過程。當發生意外輻射曝露時，當事人可能未配帶任何劑量計，或因輻射劑量過高無法以正常劑量計評估時，可藉血液及染色體分析技術推算所接受之劑量，以利後續之健康照護及治療。

c. 國內目前已積極建立人員生物劑量技術(100~101 年)，添購所需之劑量判讀儀器，建立劑量標準曲線，並與國際實驗室比對，以提供意外曝露時民眾及救災人員劑量評估之服務。

三、 緊急應變作業能力

在緊急應變作業能力項目之檢討，包括二個子項議題：應變作業工具以及檢討飲用水污染淨化與食品及各項民生用品緊急調度供應能力等二項議題。以下分別說明各個子項議題的現況，並提出該議題須強化部分之精進規劃。

(一) 應變作業工具

1. 事故評估系統

(1) 現況說明

緊急應變支援系統（Emergency Response Support System；ERSS）是核研所自行開發的一套人機介面程式，用以作為協助核能電廠緊急應變事故評估工作之系統，可藉以評估在事故演進過程中操作人員的處置是否

適當及輔助相關人員的決策事宜。目前包含電廠狀態展示系統、事故狀態診斷系統、事故演變預測系統、事故處理監測系統、事故評估資料庫等五個子系統。

(2) 檢討與精進規劃

行政院原子能委員會核能研究所已於100年底透過原能會完成安全數據顯示系統(SPDS)連線，並順利取得SPDS資料，能將從原能會傳送至所內之核一、二、三廠SPDS資料，展示於電腦上。另外研究SPDS資料格式及其代表意義，完成在所內網路建置核一、二、三廠SPDS整合系統，並完成SPDS與ERSS系統的連結。

2. 劑量評估系統

(1) 現況說明

a. 核子事故緊急應變劑量評估系統係依據法規評估可減免劑量與提供民眾防護行動建議，計算範圍在電廠半徑 30 公里內為 1 公里解析度的網格數值，5 公里半徑內為 250 公尺解析度的網格數值，氣象預報時間為未來 8 天之氣象預報資料。並已內建 5 公里半徑範圍之村里界資料，做為民眾防護行動計算與評估判斷之參考。

b. 中央氣象局每日兩次定時更新未來 8 天之氣象預報資訊（系統並提供專家研判手動修訂氣象預報資訊的功能），系統依照預報資訊即時自動進行 8 天氣象場的運算，並將

結果存放於伺服器端。當演習或意外事故發生時，則由遠端個人電腦依據事故電廠提供預估之外釋核種濃度資料，輸入伺服器端，利用已備於伺服器中的預報氣象場條件，執行放射性雲團擴散模式分析，擴散分析結果結合劑量模式，進行廠外劑量分布狀態顯示，與民眾防護行動措施的可減免劑量計算與評估建議。

(2) 檢討與精進規劃

a. 目前核子事故緊急應變劑量評估系統 A2CDOSE 之伺服器，已規劃由原能會、輻射偵測中心及核能研究所各建置一套，做為相互備援。

b. 依據緊急應變計畫區已由 5 公里增加至 8 公里，將劑量評估系統的計算範圍在電廠半徑 60 公里為 1 公里解析度，20 公里半徑為 500 公尺解析度，10 公里半徑 250 公尺解析度。並更新氣象資訊資料庫，統計並建立大範圍之氣象資訊資料庫，與增加民眾防護行動所涵蓋分析之村里。

c. 建立大氣擴散模式考慮不同核種特性，依核種分類考慮乾、溼沉降之機制。

d. 開發降尺度作業系統(Taiwan downscaling system，TDS)，以接收中央氣象局全球預報模式（CWB/GFS）及中尺度預報模式（CWB/WRF），產生全台範圍之全真即時化氣象場預報資料，作為後續擴散模擬與劑量評估之基礎。此技術可提供氣候變遷條件之氣象場預報資料，並建立超過

核電廠半徑 60 公里範圍之劑量評估能力。

e. 開發獨立運作系統，以降低網路依存風險，並達快速、穩定之劑量評估作業。獨立運作系統將三維氣象資訊資料庫儲存於硬碟，藉由主動式擷取氣象預報參數，可於單一電腦主機完成氣象場運算、大氣擴散分析與劑量計算評估。

f. 進行國內核電廠各項意外事故(含設計基準事故與嚴重事故)，不同等級與發展序列所造成之外釋射源項情節分析，提供合理保守之外釋濃度資料，作為事故早期應變劑量評估作業使用。

g. 預計可完成期限為 3 年，依序於 101 年完成核一廠，102 年完成核三廠及龍門電廠，103 年完成核二廠緊急應變劑量評估系統，針對緊急應變計畫區擴大修正之氣象資料庫建立，擴散與劑量模式的精進，以及相關系統功能提升之工作；103 年建立獨立運作版本之劑量評估系統。

h. 建置國內劑量評估系統及設備於地震時期之保護措施，確保設備之完善。地震後最易發生喪失電源供應之情形，故建置備援電力及系統，以期於無外電的情形下，系統能維持運作能力。

i. 最後，劑量評估結果界面更新，並提升輸出至 Google Earth 之能力，強化與民眾之資訊溝通工具。

3. 地理資訊系統（電子地圖）

(1) 現況說明

a. 緊急應變計畫防災電子地圖為一套以GIS軟體為基礎，透過網際網路地理資訊系統所開發建置之資訊平台，可提供本會在業務管理與核災應變相關決策等功能參考，作為核子事故發生及核安演習時，進行村里資訊、民眾疏散路線與核能發電廠即時監測資訊（含全國即時環境輻射監測系統之數據動態展示）等功能之查詢與展示。

b. 本系統之資料建置(包括圖資)於100年度從5公里擴大至30公里，可依選取範圍統計本會所整理的相關點位資訊，包含學校、收容站(含內政部災民收容所設置點位)、集結點、警報站、輻傷醫院、消防局及主要疏散道路等相關整備資訊。

c. 100年度結合本會所建置的劑量評估系統，依據劑量評估系統輸出的輻射劑量評估原始資料，繪製輻射災害潛勢圖。

d. 為使展示功能更完整，本會擴增資料來源（例如 Google Map、結合氣象局衛星雲圖以及等劑量曲線圖展示）及地標查詢功能。

(2) 檢討與精進規劃

a. 因應緊急應變計畫區範圍擴大後，民眾防護措施分析與規劃將重新檢討，本會將依最新「核能電廠緊急應變計畫區

內民眾防護措施分析及規劃」報告之結果，更新集結點、收容站與疏散路網資料。

b. 為有效進行緊急應變計畫區內之防災整備規劃與增加本會辦理家庭訪問宣導計畫之效能，將於 101 年度進行緊急應變計畫區內門牌資料庫之建置與建立家庭訪問調查模組，並於未來彙整需載具、行動不便人口資訊。

c. 增加使用者登入及管理功能建置，包括帳號申請、帳密驗證與帳號權限設定功能，讓各部會與民眾依不同需求設定瀏覽權限。

4. 應變作業平台

(1) 現況說明

核子事故緊急應變工作平台提供各應變組織作為共同資料庫，並作為人員訓練、整備、系統測試及演習作業規劃之資訊工具。事故發生核子事故中央災害應變中心可藉由核子事故緊急應變工作平台掌握即時資訊，並與各中心，進行即時命令下達、訊息傳遞及資訊交流等各項應變協商。

(2) 檢討與精進規劃

整合核子事故緊急應變工作平台命令下達與回報功能及電子防災地圖、劑量評估系統等緊急應變工具，透過網路快速即時功能，強化資訊流通與應變處置能力，並可作為平時規劃、訓練及演習之各項整備作業之工具，俾核子事故發生

或有發生之虞時，能迅速採行應變措施。未來當發生核子事故或複合式災害時，原能會與各部會之聯繫協調將透過大坪林中央災害應變中心建置之「應變管理資訊系統(EMIS)」作為資訊溝通與整合機制之平台。原能會與各應變中心（地方災害應變中心、輻射監測中心、支援中心與台電技術支援中心 TSC）間資訊溝通與建議將透過原能會建置之「核子事故緊急應變工作平台」，以確保資訊的正確及一致性，並強化應變決策之效能。

5. 輻射資源整合系統（放射性物質使用場所、偵檢儀器數量等）

(1) 現況說明

國內目前有 1,521 個使用放射性物質的單位，手提輻射偵檢器與其他型式的輻射偵檢器數量大約有 2,900 餘部。其中 840 餘部為台電公司所有。平均每個使用場所輻射偵檢器的數量為 1.35 部，平時皆用於例行輻射作業時的偵測。

(2) 檢討與精進規劃

國內發布緊急動員令時，國內持有輻射偵檢器大部分單位，所持有的偵檢器數量約 1~2 部，用於輻射工作場所的輻射偵測，事故發生後，大部分單位皆無法提供應變偵測所需。

目前已針對國內持有輻射偵檢器數量較多的單位，如原

能會暨所屬單位、台電公司及清華大學等，已完成調查各類輻射偵檢器之統計及支援數量，初步統計國內可供執行應變所需的輻射偵檢器大約有 400 餘部，並已將這類設備建檔管理，未來每年會更新數量及現況，因應未來應變作為所需。此外上述單位未來定期予以分批實施救災防護訓練，以便能有效動員投入核災之輻射偵測作業。

(二) 檢討飲用水污染淨化與食品及各項民生用品緊急調度供應能力

1. 現況說明

a. 飲用水方面：研訂「公共給水受輻射污染因應作業機制暫行措施」，水庫或淨水場環境背景輻射達「20 微西弗/時」，或所送原水達水體種原濃度達輻射限量標準以上，或所送自來水水樣種源濃度達「商品輻射限量標準」規定之飲用水輻射限量標準時，比照旱災應變機制成立緊急應變小組，並由水庫管理機關(構)或自來水事業單位執行輻射緊急監測，另由緊急應變小組通知媒體籲請民眾儲水備用，及通知各縣市政府增加包裝水貯備能量，作為公共給水受輻射污染時之緊急應變安全飲用水。

b. 進出口方面：依現行輸入規定，水、食品及民生用品除少部分大陸產製品不准進口外，其餘國家產製者均屬准許進口並免辦輸入許可證，凡在貿易局登記之出進口廠商可逕

向海關報關進口，惟進口時應依我國檢驗、檢疫相關規定辦理；又依現行輸出規定，水、食品及民生用品均屬准許出口並免辦輸出許可證之貨品，出進口廠商者可逕向海關辦理通關出口。前述貨品倘非屬經濟部公告准許進口之大陸物品，進口人如有進口需要，可依專案進口或建議開放進口之程序向貿易局申請辦理，經審核通過後始准予專案進口或公告開放進口。

c. 產銷方面：於災害發生時，為執行重要民生物資供應調度工作，成立緊急民生物資供應調度應變小組，以統籌處理市場產銷情勢，並掌握重要民生物資供應情況，同時協調國內重要民生物資生產廠商排除生產障礙，增加產能，並函請各公會並轉知會員廠商，必要時協調專案進口，加強充裕物資供應。有關受輻射污染地區之包裝飲用水及食品則由衛生署依食品衛生管理法規執行相關管制措施；受輻射污染地區民生用品之管制措施部分，由標準檢驗局配合原能會執行應施檢驗商品之輻射偵檢。

d. 商品零售流通方面：建立流通業物資網絡(包含量販店、超市、超商) 緊急連繫窗口清單，救災重要民生物資項目列冊管理(如包裝飲用水、乾糧、帳棚、睡袋)，調查運輸補給能量和網絡。

2. 檢討與精進規劃

a. 飲用水方面：經濟部已於 100 年 9 月 9 日以經授水字第 10020223560 號公告核定「公共給水及水庫原水輻射災害防救業務計畫」、「主要供水水庫管理單位因應輻射污染監測措施」及「自來水事業因應輻射污染淨水場監測措施」，並據以執行。

b. 進出口方面：配合國內需要，擴大民生物資（食品或用品）之進口來源，俾充裕國內供給，例如屬未開放之大陸物品，將迅速專案核准使用單位或廠商進口，並對民生物資採取出口限制措施，俾優先提供國內使用，或防止受污染產品出口，以免遭國際關切。

c. 產銷方面：配合國內需要，依法管制重要及短缺之民生物資出口，嚴密注意市場動態，維持物價穩定。必要時將協調徵調民間庫存之民生物資。

d. 商品零售流通方面：物資尚未進入災區：配合直轄市、縣(市) 政府與通路業者所訂之「開口合約」，協調當地零售通路與盤商，對於災後仍堪用的商品，優先提供災民免費取用。物資開始進入災區後則配合直轄市、縣(市) 政府、鄉(鎮、市、區)公所所設立之物資集貨配送中心（或協調業者成立迷你便利店），彙集重要民生物資能量，結合軍方補給與物流業運輸能量。

(三) 核能電廠緊急應變場所功能檢討

1. 現況說明

我國核能電廠緊急應變作業場所包括控制室、技術支援中心(TSC)、作業支援中心(OSC)、保健物理中心(HPC)、緊急民眾資訊中心(EPIC)等。依核子事故緊急應變法規定，每運轉中核能電廠每年需辦理緊急應變計畫演習，前述緊急應變場所均為主要演練場所，相關場所功能與設備要求藉由演習測試而逐步強化改善。

2006 年日本發生新潟大地震，柏崎刈羽核能電廠的技術支援中心因地震造成不可用，電廠緊急應變作業無法順利執行，原能會檢討此事件後，要求國內各核能電廠除現有之技術支援中心外，應設置耐震之備用技術支援中心，且制定設備需求與作業程序書，並於緊急應變計畫演習中進行演練。

2. 檢討與精進規劃

2011 年日本福島事故，地震與海嘯不僅對電廠安全系統造成嚴重影響，對緊急應變場所亦提出嚴厲挑戰，應變場所如果在事故時不能提供緊急應變人員安全場所，則應變工作無法執行，事故無法控制與改善而持續惡化，故緊急應變場所之重要性不言可喻。

原能會以日本福島核災情境檢視我國各核能電廠現有緊急應變場所（如技術支援中心 TSC、備用技術支援中心、作業支援中心 OSC、保健物理中心 HPC 等），發現各場所或

因耐震不足（如各廠技術支援中心等各應變場所）、或位處地下室易淹水(如核二、三廠作業支援中心)、或未符 NUREG 0696 適居性（如各廠技術支援中心除外之各應變場所）要求等因素，恐無法於類似日本福島核災之複合型天災下正常運作，執行各項緊急應變作業。

檢視國際上各國針對福島核災檢討項目亦包括此緊急應變場所功能之提昇，例如國際原子能總署 IAEA 福島事故真相調查專家小組報告經驗回饋第 4、5 項：要求電廠供緊急應變作業之場所（建物）應具有耐震、防淹水、輻射屏蔽、獨立通風、設備充足、空間足夠、提供應變人員輻射防護與維生、重要安全參數之儀器與信號線路強化、廠內外通訊等功能。

日本福島核災時，福島第一核電廠之免震重要棟(註：技術支援中心設置其中)，於地震與海嘯下未受嚴重破壞，維持功能，讓電廠應變人員得以執行緊急應變作業，即為明顯範例。

日本核電廠於福島事故後，陸續停機進入定期大修，近日，日本原子力安全保安院(NISA)針對核能電廠再起動之審查，提出 30 項要求事項，其中 1 項即是要求確保事故時技術支援中心能安全運作(To secure and well maintain the commanding headquarters in the case of accidents)，對福島事故後首先申請再起動之大飯核電廠，亦要求要具備免震棟，並

將原預定完成期限提前一年至 2015 年底。

綜上，原能會要求台電公司應全面檢討各緊急應變場所及設備設置基準，瞭解日本核電廠免震重要棟實施之詳細做法，強化緊急應變作業場所建物之防護能力與功能，各緊急應變場所與設備須具有耐震、防淹水、輻射屏蔽、獨立通風、緊急電源、爐心與圍阻體重要參數資訊、廠內外通訊、維生物質及空間足夠等功能，以確保我國核電廠在複合型天災下，應變人員能處於適當建物內執行救援工作，延阻機組惡化、防範放射性物質外釋，維護民眾生命財產及環境生態。

(四) 核能電廠緊急應變人力檢討

1. 現況說明

核能電廠應變人力是否足夠是緊急應變任務成功與否之關鍵，現行核子反應器設施緊急應變計畫對於事故時應變人力之規劃，以單一機組事故為主，且未考量天然災害導致廠外支援人力進廠受阻情形。

2. 檢討與精進規劃

日本福島核災反映核電廠應變人力應考量多機組事故與天然災害之影響，本會要求台電公司依美國核管會 NTTF 報告建議事項 9.3 之要求，修訂緊急應變計畫，評估天然災害情況下多機組事故應變所須人力並加以補強。

緊急應變人力需求評估，必須能因應大規模複合式天然

災害所導致 72 小時電廠全黑的多機組事故，且假設非上班時段所有機組均受天然災害影響及 72 小時外界人力因廠區進出道路受阻而無法支援，人力需求之評估應以應變工作項目為基礎，並參照美國 NEI 12-01 之規定，人力不足處應提出補充辦法，以確保類似福島事故發生時，緊急應變工作不因人力問題而無法執行，本項要求原能會已以核能管制案件列入追蹤。

第五章 第二階段安全評估報告結語

原能會針對台電公司提報資料之審查結果，在近期檢討議題對現行持照基準之檢視，分別就核一廠廠區高程不符案，以及核二廠緊急海水泵室防海嘯能力不足案，原能會除開立違規案外，經現場查證專案視察確認台電公司已依原能會要求限期內完成改正，相關文件後續改善措施持續追蹤。

針對列為近期對策以因應超過設計基準事故之海水泵馬達等備品確保、移動式緊急發電機(如電源車等)等設置、防海嘯措施等項目，原能會已要求台電公司依據管理計畫嚴格確認其可用行及實施狀況。同時，原能會亦將持續督促台灣電力公司依據海嘯分析、地震評估之結果採取必要之改善措施，以提高核能電廠因應複合式災難之能力。

在採用增設具彈性之移動式備援方式，以強化廠址救援超過設計基準的複合式災難事件的能力，然仍須處理現行設計基準的適切性議題，原能會要求台電公司須採最新方法論及新事證，重新評估廠址的自然危害，視需要更新設計基準，提供對廠址符合防護該更新危害的目標；針對現行設計基準的強化措施與檢討，要求台電公司採固定式、納入持照基準之方式為之，並不得以因應超過設計基準之臨時性、移動式之措施為替代；此臨時性、移動式之措施專指針對超過設計基準事故的強化措施及因應作為。

日本福島一廠事故突顯過去對地震、海嘯等自然危害的掌握有待強化，隨著氣候變異等因素可能侵蝕原有的設計安全餘裕。從日本內閣福島事故調查委員會初步結果顯示，日本核能管制單位與電力業主對廠外水災危害(尤其海嘯所導致)威脅的疏忽，導致福島一廠未能建立防範海嘯的足夠措施，已使得福島一廠因海嘯高度突破防範措施導致此一嚴重事故。同樣地，在 1999 年 12 月由暴風雨導致法國 La Blayais 核電廠淹水事件中，在水災設計標準中未能涵蓋的不同水災模式之結合導致河水潮位超過原始設計，暴風雨導致喪失外電以及廠房淹水使部份緊急系統不可用的結果。原能會要求台電公司應釐清設計基準餘裕有可能減損之部份，並據以提升並改善原有設計基準。

因應日本福島事故而要求檢討超過現行設計基準之項目，包括廠區全黑因應能力、氣候變異下防洪能力以及防海嘯、防地震能力準則之重新評估，原能會將視國際間主要核電國家之檢討標準而調整，擬定強化之具體作法，要求台電公司檢討改善，必要時提升現行設計基準，俾確保核能機組之運轉安全。依國際原子能總署及美國核管會之建議事項，原能會將要求台電公司每 10 年確認地震、水災危害並處理任何新得知且重要資訊，視需要更新設計基準。

國科會已委請學者執行全國最大海嘯威脅模擬評估計畫，優先執行並在 100 年 12 月提出各核電廠之海嘯威脅第

一階段分析報告，台電公司除依據調查結果檢討並強化核能電廠的海嘯防範措施外，原能會要求台電公司依據美國核管會最新分析方法論，重新評估海嘯危害之設計基準，並要求依現行持照設計基準水位再提高 6 公尺築海牆或廠房為水密性能力以涵蓋可能之不確定度。

台電公司應依承諾分別於 101 年 6 月、101 年 12 月及 102 年 4 月完成核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。原能會要求台電公司依據美國核管會最新分析方法論，重新評估海嘯危害之設計基準，地震及海嘯之危害、廠外水災不同來源之危害等影響，在重新評估設計基準時應詳細考量彼此間的相依性。

在地震及海嘯的危害評估中，原能會要求台電公司依以下內容進行評估。

1. 核一、二、三、四廠附近海域、陸域地質調查，評估臨近斷層分佈
2. 歷史性大地震、海嘯及上項(1)中確認的斷層的地震、海嘯定量式潛勢評估
3. 地震、海嘯高解析度模擬分析

   3.1 精細的速度構造調查

3.2 精細的海底地形調查

3.3 斷層發震機制、破裂方向及錯動量分佈、模擬

3.4 地震及海嘯全波形分析(時間序列)

3.5 井下地震儀的設置，以提供廠址的震波特性

4. 預警系統的建立，並考量設置外海觀測台(OBS 海底 GPS)

5. 考慮 Scenario 事件，做事件的模擬及境況模擬

原能會在核管案件(請參照附錄八說明)中要求台電公司參照美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 方法論執行自然危害(地震、水災包括海嘯)的重新評估(請參照附錄五說明)，已能涵蓋上述要求之第 1.項及第 2.項，台電公司得採用其他成熟技術分析評估廠址之自然危害，惟原能會之審查時程將視審查指引、標準而變動。台電公司如採用 USNRC 之方法論，原能會將依據美國核管會標準審查規範(SRP)及審查指引(RG)、標準，組成審查小組執行台電公司核能電廠自然危害分析及評估結果之審查，原能會依分析結果要求台電公司視需要強化設計基準。其中，第 4 項建立預警系統為政府施政作為之考量，原能會建議業務主政機關優先採與核能電廠安全有關的方向做規劃。原能會將要求台電公司執行上述說明第 3.項及第 5.項，並另立核管案件執行管制追蹤。

台電公司已建立機組斷然處置程序，應依據原能會後續要求嚴格落實此措施之執行，強化運轉人員、緊急應變成員對斷然處置措施之認知，確保機組在緊急狀況時，能果決斷

然執行圍阻體排氣、反應爐灌水之程序，確保爐心與用過燃料池之燃料均能為水覆蓋，避免爐心熔毀及放射性物質大量外釋，使環境和民眾受到的影響減到最小。

在安全文化方面除要求台電公司須持續依國際原子能總署的基本安全規則、美國核能協會最新做法為台電公司執行安全文化精進之參考，原能會亦將瞭解掌握美國核管會規劃反應器監管方案的改善進程，持續追蹤美國核管會因應福島事故在管制架構創新之做法，瞭解相關技術內涵及要求，並視適當時機在國內採納反應器監管方案之更新，以落實並強化精進國內核安文化之基礎。

此總檢討報告為我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案在「核能安全防護措施」部份 11 項檢討議題的安全評估報告，內容包括台電公司迄去(100)年 11 月 30 日止依據本方案，在「核能安全防護措施」部份增加提報議題(九)超過設計基準事故細項「檢討運轉中電廠採用相同耐震能力(設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g)之後續補強作業規劃與評估」，及議題(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化，原能會所提出近期安全評估第二階段的研議結果。在前一階段已對各項核安議題進行全面性之考量，例如將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g，包括技術、經濟及核電廠服役期限等層面的可行性。另依據行政院專案小組 100 年 7 月 18 日審查會議結論事項七，「有關核安事故發生時可能引發之

能源安全問題，請原能會考量在報告中予以補充說明」，經濟部提供此能源安全議題資料，已納入本報告附錄六。

核能電廠每 10 年執行一次的整體安全評估已納入「日本福島核災事故之檢討與評估」專章，並提前執行，亦為本體檢方案運轉中電廠中程檢討議題，目前已接獲核一廠新增專章及核二、三廠之十年整體安全評估報告，原能會依核子反應器設施管制法之規定審查，已在本報告第三章、附錄七說明初步審查意見；至於興建中的核四廠部份，則已將「日本福島核災事故之檢討與評估」納入未來最重要的管制點—核子燃料裝填前應完成事項中列管。所有列入本體檢方案檢討須改善項目，原能會將管制追蹤，並視未來耐震餘裕檢討和海嘯威脅分析結果適時調整。因福島事故調查仍持續進行中，相關資訊雖尚未充分完整但已陸續揭露，本總檢討報告有關核能管制案件，仍會依後續資訊的澄清及國際主要核能國家的做法而有所調整。

日本福島核災引起國人對核安諸多疑慮，總統指示原能會協調相關機關進行核安總體檢，並經由各方專家多次會議審查討論，除了確認我國核電廠於類似日本地震海嘯下之防護能力較高外，並於假設日本核災情境下，提出全面強化應變體系方案，加上備妥之機組斷然處置作業程序，確信在此重重防護下，民眾生命與財產安全可以充分獲得確保。

茲綜合彙整核安總體檢「核能電廠安全防護」與「輻射

防護及緊急應變機制」兩部份評估結果，原能會納入後續管制之追蹤事項如下：

一、 核能電廠安全防護之結語

(一) 本會管制追蹤事項

原能會已在去(100)年 6 月、10 月及今(101)年 1 月間赴核一、二、三廠，另於今年 3 月間赴龍門廠完成執行總體檢現場查證專案視察，視察依據及項目包括如下：

1. 核能管制處，「我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢－核能安全防護，近期檢討議題初步安全評估報告」，行政院原子能委員會，NRD-SER-100-07，民國 100 年 5 月 13 日
2. 原子能委員會，「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢第一階段安全評估報告」，行政院原子能委員會，民國 100 年 10 月 7 日
3. USNRC, TI 2515/183, Followup to the Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Event, March 23, 2011.[16]
4. USNRC, TI 2515/184, Availability and Readiness Inspection of Severe Accident Management Guidelines (SAMGs), April 29, 2011.[17]

原能會針對總體檢對台電公司檢討報告之共通性、個廠性審查意見，以及台電公司規劃之執行方向與進度進行檢視與確認。並參照美國核管會在日本福島事件之後，陸續公布

發行的兩份視察暫行指引(Temporary Instruction) TI 2515/183 及 TI 2515/184；TI 2515/183 視察目的係檢視核能電廠執行 B.5.b 的實施狀況、喪失所有交流電源、水災、地震及其他事件交互影響之防範因應能力；TI 2515/184 視察目的則係檢視核能電廠執行嚴重事故處理指引(SAMG)的現況，了解針對類似福島事件之準備、防範與因應能力。

在國際上，德國及美國均曾做過飛機撞擊核電廠圍阻體之模擬試驗，美國並利用電腦模擬飛機撞擊核電廠，分析結果均顯示最外層圍阻體就足以保護核電廠反應器安全[18]。美國核管會已公布因應飛機撞擊導致核電廠人為威脅的法規 10CFR50.54(hh)，在福島事件後已開始陸續對外公開相關文件(如 NEI 06-12)，原能會在取得機敏性資料後即送台電公司據以做為執行之參考，俾能針對火災或爆炸導致喪失大範圍廠區之指引，強化國內核能電廠對飛機衝撞所衍生爆炸、火災而喪失大範圍廠區的因應能力；在核一、二、三廠今年 1 月檢討 NEI 06-12 的實施狀況，已配合考量總體檢的安全要求並初步完成 NEI 06-12 之策略規劃。

原能會此次總體檢現場查證專案視察所查證之項目，在視察報告提出審查意見要求各廠修正並納入個廠總體檢報告，對現場查證專案視察所發現之缺失除現場立即指正電廠人員外，已於電廠視察後會議中提出檢討，要求改善，後續視情節將分別開立核能電廠違規事項、注意改進事項及視察

備忘錄要求改正，以強化核電廠因應類似福島電事故之整體能力。原能會將管制追蹤，並要求台電公司將福島事故檢討議題列入改正行動方案(Corrective Action Program, CAP)列管，相關追蹤改善事項將依後續視察發現持續更新。

(二) 後續要求之規劃

為反映近期主要核能國家及國際機構針對福島事件檢討之結論與建議事項，提出本會後續要求之規劃，主要項目如下：

1. 要求台電公司實施歐盟之壓力測試規範

依據行政院專案小組100年6月28日審查會議結論事項三，「請原能會參考歐盟核電廠壓力測試之評估項目及內容，檢討強化我國核能安全措施，並研議推動我國核安總體檢加入歐盟之壓力測試」。歐盟定義「壓力測試」係以全面、透明的安全及風險評估為基礎，針對所有歐盟境內核能電廠執行的安全審查。執行壓力測試的目的是評估現有電廠持照基準的安全餘裕是否足以因應未預期的事件，並經由對日本事故的經驗回饋，避免並防範類似事件在歐洲發生。

目前歐盟已參照 WENRA 壓力測試規範之草案，提出ENSREG版本之壓力測試規範，各國管制單位至遲100年6月1日應將該規範送交核電業主展開重新評估核電廠安全餘裕的三階段程序，(1)先期評估：核電業主須回應壓力測試的

問題，說明電廠在不同情境下之反應作為，要求分別在 100 年 8 月 15 日、10 月 31 日提出進度報告及總結報告。(2)國家報告(國家進度報告內容摘要請參閱附錄五.4)：各國管制單位分別在 100 年 9 月 15 日、12 月 31 日提出核電業主進度報告及總結報告之各國審查報告，各國總結報告之審查結果為國家報告(比利時國家總結報告內容詳參閱附錄五.11)。(3)同行審查(Peer Review)：該國家報告須經由同行審查之程序。

歐盟理事會要求國家報告須由他國執行同行審查程序，同行審查委員會由八名成員組成，包括一名歐盟理事會的代表，另六名成員由 27 個 ENSREG 的管制單位派出，其中兩名須固定以確認審查方法論有整體一致性，成員應迴避所屬國家報告之審查，此一同行審查程序自 101 年 1 月開始進行為期兩個月的主題審查，分為自然危害、喪失安全系統功能及嚴重事故管理三大主題之橫向審查，後續自 101 年 3 月開始為期兩個月的國家報告之縱向審查，應在 101 年 4 月完成，並規劃在 101 年 6 月底對歐盟委員會提出同行審查結論。同行審查的目標包括(1)提昇並強化參與國家的核能安全，採一致性的方式強化安全，(2)提供國際第三方的補充評估，以確保壓力測試未遺漏重要的議題，(3)從審查他國國家報告所確認之任何潛在改善或優良實務，提供各國管制機關納列。

國家報告及同行審查結果均對大眾公開。在該國及歐盟

公開會議將討論各國之審查結果，並邀請其他利害關係人(包括非核能領域、非政府機構等專家)參與。在今年 1 月 17 日已召開公開會議，並規劃在同行審查完成後再召開至少一次公開會議，對利害關係人提出壓力測試同行審查之結果。

配合上述歐盟國家壓力測試執行進程規劃之說明，原能會已邀請並獲法國核能安全委員會(Nuclear Safety Authority, ASN)主席 André-Claude LACOSTE 先生同意將於今(101)年年中來訪協助審查有關壓力測試之原能會國家報告。原能會要求台電公司參照附錄五所列歐盟 ENSREG 壓力測試規範，執行各電廠核安總體檢的壓力測試，今(101)年 3 月上旬已提交核一、二、三廠壓力測試之業主總結報告(中、英文版)，原能會分兩次提出額外資訊澄清之要求(共計 166 項)，台電公司亦分別在 4 月中、5 月初提出回復說明，原能會規劃在 6 月底前完成壓力測試國家報告初稿；另龍門電廠在 4 月底前已提出壓力測試之業主總結報告，原能會目前進行額外資訊澄清之審查。

2. 要求台電公司之核能管制案件

原能會核能管制案件的實施內容及要求，主要參考美國核管會分三階段實施強化的做法，目前提出美國核管會第一階段的八項要求(其中美國核管會 NTTF 報告建議事項 9.3 由緊急應變機制列管)、歐盟壓力測試國家報告的優良實務、日

本原子力保安院的因應對策及要求，再考量國內之特定環境之需求，鑑於特定核管案件如有多項子項目將導致複雜度甚高，恐不利於管控、追蹤之作業，爰修訂有關核管案件要求為以下 15 項(包括 23 小項)，實施內容及要求細節詳本報告附錄八。

(1)NTTF 建議事項 2.1－重新評估地震、水災廠外危害，另包括完成耐震餘裕檢討及精進子項(3 小項)

(2)地震、海嘯危害模擬及情境模擬(2 小項)

(3)建造海堤、鋼筋混凝土擋牆、或水密性之防海嘯能力提昇

(4)非耐震一級 TSC 結構之耐震強化

(5)NTTF 建議事項 2.3－地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘(3 小項)

(6)NTTF 建議事項 4.1－電廠全黑之管制措施提昇

(7)限制第五部柴油發電機之備用

(8)強化核電廠因應電廠全黑能力至 24 小時－另包括強化電池組容量至 24 小時及強化核電廠因應能力時間至 24 小時子項(2 小項)

(9)新增設置氣冷式柴油發電機

(10)新增設置第二套最終熱沉

(11)NTTF 建議事項 4.2 強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護－另包括實施 NEI 06-12 子項(2 小項)

(12)NTTF 建議事項 5.1 具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計

及可靠性－另包括核一、二、三廠及龍門廠參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國等)過濾排氣功能執行之規劃評估子項(2 小項)

(13)NTTF 建議事項 7.1－用過燃料池儀器之強化

(14)NTTF 建議事項 8－強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs

(15)檢討運轉中電廠採用相同耐震能力(設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g)之後續補強作業規劃與評估

由前述日本福島一廠事故、法國 La Blayais 核電廠水災事件顯示，重新評估設計基準並確實掌握因應措施之重要性。我國核電廠風險評估結果指出緊急電力之重要性，遂在核一、二、三廠新增設耐震等級且與原緊急柴油發電機(水冷式)能避免共因失效之第五部柴油發電機(氣冷式)；在民國 90 年核三廠曾經發生之電廠全黑事件，即依賴此超過美國法規要求之第五部柴油發電機而避免機組狀況持續惡化。

故以上核能管制案件除悉參照美國核管會要求外，原能會考量日本電廠在福島事件後之經驗回饋，以及在國際間評價為優良實務之做法或應變措施，且對國內無互聯獨立電網及自然危害高威脅下，核能電廠運轉及安全防護有實際助益之項目(例如緊急應變場所功能提昇、強化電廠全黑因應能力等)，提出較美國核管會現行建議事項更進一步之要求，俾能全面強化我國核能電廠抗地震、防山洪、耐海嘯之能力，使

台灣達到不致發生類似日本福島電廠事故之目標。

由於日本福島事故仍持續進行調查，大量技術資訊須要研究瞭解;日本政府要求停機之機組執行壓力測試,在今(101)年 2 月 16 日原子力保安院因應福島事故後壓力測試之審查結果[29]，提出 30 項必須解決之技術議題(詳附錄三、9)，南韓核能管制機關執行核電廠特殊安全檢查，提出 50 項短、中/長期改善事項(詳附錄五、12)，要求電力業主至遲 2015 年底前完成所有改善。今年 6 月歐盟國家提出壓力測試總結報告，今年 7 月美國核管會在 NTTF 報告第二、三階段所關切的建議事項等，原能會將持續追蹤包括美國核管會等國際核能重要國家，在因應福島事故之改善做法，瞭解相關技術內涵及要求，視適當時機採核能管制案件要求台電公司實施。

二、 輻射防護及緊急應變機制之結語

(一) 輻射防護部份之追蹤事項

日本福島核子事故的經驗檢討，國內不論是在因應境外各部會之輻射偵測人力及輻射偵測設備在能力及能量上均有不足；經過詳細的檢討分析及統計後，目前可供應變所需的輻射偵檢儀器約 320 餘部，並已將這類設備建檔管理，未來每年會更新數量及現況，因應未來應變作為所需。此外定期予以分批實施救災防護訓練，以便能有效動員投入核災之

輻射偵測作業。

亞洲地區中國大陸及韓國陸續增建核能電廠，為能即時監控輻射塵飄散之影響，將建立放射性物質於長程大氣傳輸擴散與劑量模式之整合，提供政府作業化之輻射劑量影響評估能力，另也積極建立海域及空中輻射偵檢作業，整合量測及預估的輻射監測量測機制，提供政府下達各項民眾防護干預基準之重要參考。

為了降低放射性物質外釋對環境造成之衝擊，分為放射性廢液及放射性廢氣兩途徑進行檢討，放射性廢液排放分為計畫性及滲漏，各核電廠已完成廠內貯存空間的檢討與改善，可以因應事故初期放射性廢液貯存，可減緩排放量及活度，降低對環境的影響；在防止貯存槽或管路破裂造成滲漏部分，將以架設圍堵及隔離設備，遏止廢液溢流，並準備吸水設備回收廢液，並以水玻璃來填補破損的結構，可以立即防止洩漏。至於放射性氣體部分已進行減緩氫爆設備的設置，降低風險與其影響，以降低環境衝擊。

目前核子事故緊急應變劑量評估系統於事故發生時，無法提供放射性物質外釋項（含事故情節分析，及外釋時序與預估外釋量）。參考日本福島電廠事故應變經驗，將核子事故緊急應變劑量評估系統強化其功能，可重新統計並建立大範圍之氣象資訊資料庫、擴大現行劑量評估系統不同解析度之大氣擴散計算網格、建立大氣擴散模式考慮不同核種特

性，依核種分類考慮乾、溼沉降之機制等，作為事故全期大氣擴散分析與民眾劑量評估。

根據日本福島核災事故調查委員會期中報告中指出需強化硬體系統設備，確保在強震下的可用性，以及作業程序的精進以適時提供有效資訊給大眾，我國未來境外核災評估系統及劑量評估系統已建立快速有效之程序與資訊公布之機制並提昇設備耐震性去規劃。

(二) 緊急應變機制之結語

「防災重於救災，離災優於防災」，緊急應變是核能安全深度防禦最後一道防線，東日本 311 大地震、海嘯引發核子事故，進行大規模民眾疏散作業，更加證諸緊急應變整備規劃的重要性。本次核電廠安全防護總體檢，在緊急應變作業之檢討方面，即是確保縱使發生像日本 311 重大災害時，能將民眾之傷害降至最低。主要重點包括應變機制及法規、平時整備、緊急應變作業能力三部分。

首先，緊急應變計畫區範圍已於 100 年 10 月 27 日核定公告由 5 公里擴大為 8 公里，現行地方政府訂定之區域民眾防護應變計畫須配合調整。對於緊急應變計畫區外的應變準備區，也必須結合災害防救體系，將民眾防護措施規劃納入地方政府地區災害防救計畫中，如碘片集中貯放、預先規劃輻射偵測路線、結合防空民防廣播系統擴大預警範圍、規劃

大規模收容安置與演練及加強民眾教育溝通等，以供必要時採行預防性之疏散與掩蔽作業，確保民眾之安全。

其次，因應極端氣候異常造成重大天然災害併同核子事故的發生，已於災害防救法規中建立複合式災害應變機制；另完成核子事故緊急應變法施行細則有關核子事故緊急應變基金收取額度檢討、核子事故中央災害應變中心作業要點、原子能委員會災害通報及緊急應變小組編組作業要點等相關內容之修訂。

此外，考量境外核災對國內民眾心理影響遠較實質層面大，因應大陸沿岸積極興建核電機組，100 年 10 月第七次江陳會談中，已完成「海峽兩岸核電安全合作協議」簽署，雙方將積極推動平時分享核電廠安全監督資訊及經驗，促進兩岸核電廠安全資訊透明化，並建立緊急通報機制，即時掌握相關資訊，萬一發生事故時可提前採取因應作為，確保民眾安全與祛除心理之恐慌。

除上述針對緊急應變機制相關議題進行之深入檢討外，後續重要之精進規劃與追蹤管制事項(如附錄十)如下：

1. 因應緊急應變計畫區範圍由 5 公里擴大為 8 公里，台電公司須配合於 101 年底完成「核能電廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃」報告(其內容包含人口分布、輻射偵測計畫、民眾預警系統、民眾集結、疏散及收容等項目)並送原能會審查，屆時原能會將邀請專家學者、地方

政府及相關應變單位共同審查；後續地方政府將依據核定之報告，修訂「核子事故區域民眾防護應變計畫」，訂定核子事故時各項民眾防護行動之執行計畫，包括各種方式之預警警報通知、掩蔽作業之執行、碘片發放及服用通知、疏散作業之執行等事項。

2. 有關境外核災應變作業方面，已參考此次日本福島事故國內因應作業經驗，針對應變機制的啟動進行深入檢討與規劃，除應積極完成國內因應境外核災處理作業要點之研訂；未來應配合「輻射災害」 納入災害防救法之修訂，將研修「輻射災害防救業務計畫」，增列境外核災相關作業內容，以應境外地區發生核子事故時，即時掌握事故狀況，並採取必要因應作為，減少民眾之恐慌及確保國人之安全。

3. 有關核子事故緊急應變法之研修方面，參考國際相關規範與日本福島事故應變作業經驗，緊急應變計畫區範圍內外區域之應變整備相關事宜將持續進行檢討與精進規劃；中央與地方政府及核子反應器設施經營者平時整備之責任劃分，須進一步檢討；核子反應器設施經營者及中央目的事業主管機關有必要擔付更大責任，以強化落實核子事故緊急應變整備工作；面對行政院組織之再造，核子事故緊急應變基金之主管機關是否須配合調整；原能會應儘速參考日本福島經驗於 101 年 12 月底前完成核子事故緊急應

變法修正草案之擬定。

4. 有關緊急通訊之精進規劃方面，

(1) 原能會已協商消防署逐步規劃將核災應變通聯系統整合納入其防救災之衛星、微波及現場指揮之緊急通訊系統，俾有效整合及運用國家資源，務求救災通訊無死角。

(2) 在核能電廠緊急通訊方面，根據美國核管會因應福島事故之近期專案小組(NTTF)報告之建議事項 9.3 節，原能會要求台電公司檢討廠內緊急應變通訊系統之電源，必須能因應嚴重天災導致 72 小時電廠全黑與廠區邊通訊基礎設施交流電源受損之狀況，以確保類似福島事故發生時，緊急應變工作不因通訊問題而受阻，本項要求原能會已以核能管制案件列入追蹤。

5. 有關核能電廠緊急應變場所之精進規劃方面，原能會要求台電公司應全面檢討各緊急應變場所及設備設置基準，參照並瞭解日本核電廠免震重要棟實施之詳細做法，強化緊急應變作業場所建物之防護能力與功能，各緊急應變場所與設備須具有耐震、防淹水、輻射屏蔽、獨立通風、緊急電源、爐心與圍阻體重要參數資訊、廠內外通訊、維生物質及空間足夠等功能，以確保我國核電廠在複合型天災下，應變人員能處於適當建物內執行救援工作，延阻機組惡化、防範放射性物質外釋，維護民眾生命財產及環境生

態。

6. 有關事故作業程序與復原措施方面，日本福島事故相關應變作業已告一段落，正進行環境的復原與經濟的重建，並積極進行法規、應變機制與策略等防救災作業的檢討，相關檢討結果亦將陸續完成；基於福島事故的指標性，相關檢討結果有助於完善我國核子事故緊急應變整備與復原作業規劃，爰此，持續蒐集與綜整日本政府針對福島事故後進行之相關改善措施與災後重建之資訊，亦應列為後續之重點工作項目。

核災發生的機率很低，但基於保護民眾安全的決心，原能會仍抱著戒慎恐懼的態度進行緊急應變機制之檢討與精進規劃，以確保民眾的安全與健康為第一優先考量，採取當機立斷的應變措施，請民眾安心。

參考資料

1. IN 2011-05, “Tohoku-Taiheiyou-Oki Earthquake Effects on Japanese Nuclear Power Plants,” USNRC, March 18, 2011.
2. Fact Sheet,“Industry Taking Action to Ensure Continued Safety at U.S. Nuclear Energy Plants,” NEI, March 16, 2011.
3. WENRA, “First proposal about European-stress tests-on nuclear power plants,” WENRA, March 23, 2011.
4. ENSREG, “EU stress test specifications,” ENSREG, May 25, 2011.
5. SOER 2011-02, “Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Caused by Earthquake and Tsunami,” WANO, March 17, 2011.
6. Nuclear Emergency Response Headquarters, Government of Japan, “Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety — The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations,” June 2011.
7. RG 1.155, “Station Blackout,” USNRC, August, 1988.
8. MIT, “Technical Lessons Learned from the Fukushima-Daichii Accident and Possible Corrective Actions for the Nuclear Industry: An Initial Evaluation,” MIT-NSP-TR-025, May 2011.
9. National Research Council, “Safety and Security of

Commercial Spent Nuclear Fuel Storage," Public Report, National Academy of Sciences, 2006.

10. Memorandum from Chairman of Safety/Risk Assessment Panel for Generic Issue 199 to NRR director, Safety/Risk Assessment Results for Generic Issue 199, " Implications of Updated Probabilistic Seismic Hazard Estimates in Central and Eastern United States on Existing Plants," September 2, 2010. (ML100270598)
11. MRW & Associates, Inc. "AB 1632 Assessment of California's Operating Nuclear Plants, Final Report, California Energy Commission, CEC-100-2008-005-F, October 2008.
12. Hiroshi Abe, "Outline of Seismic Regulation on NPPs and Seismic Safety Reevaluation in Japan", Japan Nuclear Energy Safety Organization, Presented at Joint ICTP/IAEA Advanced Workshop on Earthquake Engineering for Nuclear Facilities, 30 November - 4 December, 2009.
13. NEI, "B.5.b Phase 2&3 Submittal Guideline," NEI 06-12 (Revision 2), December 2006.
14. Safety Fundamentals No. SF-1, "Fundamental Safety Principles," IAEA Safety Standards, Vienna, 2006.
15. USNRC, "Proposed Final Safety Culture Policy Statement," SECY 2011-05, January 5, 2011.
16. USNRC, TI 2515/183, Followup to the Fukushima

Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Event, March 23, 2011.

17. USNRC, TI 2515/184, Availability and Readiness Inspection of Severe Accident Management Guidelines (SAMGs), April 29, 2011.
18. USNRC, "Containment Integrity Research at Sandia National Laboratories-An Overview," NUREG/CR-6906, July 2006.
19. Investigation Committee on the Accidents at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company, "Executive Summary of the Interim Report," December 26, 2011.
20. NEI 09-07, "Fostering a Strong Nuclear Safety Culture," NEI, June 1, 2009. (Revision 0)
21. SECY 2012-08, "Implementation Plan for the Safety Culture Policy Statement," USNRC, January 19, 2012.
22. NRD-NPP-100-13，"核一廠核能安全總體檢近期檢討議題現場查核結果，" 行政院原子能委員會，民國 100 年 7 月
23. NRD-NPP-100-28，"核一廠核能安全總體檢檢討議題執行進度現場查證報告，" 行政院原子能委員會，民國 100 年 11 月
24. NRD-NPP-100-14，"核二廠核能安全總體檢近期檢討議題現場查核結果，" 行政院原子能委員會，民國 100

年 10 月

25. NRD-NPP-100-29，“核二廠核能安全總體檢檢討議題執行進度現場查證報告，”行政院原子能委員會，民國 100 年 12 月
26. NRD-NPP-100-20，“核三廠核能安全總體檢近期檢討議題現場查核結果，”行政院原子能委員會，民國 100 年 8 月
27. NRD-NPP-100-30，“核三廠核能安全總體檢檢討議題執行進度現場查證報告，”行政院原子能委員會，民國 100 年 11 月
28. SECY 2012-25, “Proposed Orders and Requested for Information in Response to Lessons Learned from Japan’s March 11, 2011, Great Tohoku Earthquake and Tsunami,” USNRC, February 17, 2012.
29. NISA, “Technical Findings on Accident at TEPCO Fukushima-Daiichi NPP (ad interim report),” February 16, 2012. http://www.meti.go.jp/press/2011/02/20120216004/20120216004.html (In Japanese)
30. 第一核能發電廠，“核一廠安全防護總體檢報告，”台灣電力公司，民國 101 年 2 月 14 日
31. 第二核能發電廠，“核二廠安全防護總體檢報告，”台灣電力公司，民國 100 年 11 月 30 日

32. 第三核能發電廠，“核三廠安全防護總體檢報告，”台灣電力公司，民國 100 年 11 月 30 日
33. 龍門電廠，“龍門電廠安全防護總體檢報告，”台灣電力公司，民國 101 年 1 月 6 日
34. 吳祚任，“行政院災防應用科技方案－台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究：地震海嘯模擬結果，”國立中央大學水文與海洋科學研究所，民國 100 年 12 月
35. SECY 2011-93, “Near-Term Report and Recommendations for Agency Actions Following the Events in Japan,” USNRC, July 12, 2011.
36. SECY-11-0124, “Recommended Actions to be Taken without Delay from the Near-Term Task Force Report,” USNRC, September 9, 2011.
37. SECY-11-0137, “Prioritization of Recommended Actions to be Taken in Response to Fukushima Lessons Learned,” USNRC, October 3, 2011.
38. EA-12-049, “Issuance of order to Modify Licenses with Regard to Requirements for Mitigation Strategies for Beyond-Design-Basis External Events,” USNRC, March 12, 2012.
39. EA-12-050, “Issuance of order to Modify Licenses with Regard to Reliable Hardened Containment Vents,” USNRC, March 12, 2012.
40. EA-12-051, “Issuance of order to Modify Licenses with

Regard to Reliable Spent Fuel Pool Instrumentation," USNRC, March 12, 2012.

41. "Request for Information Pursuant to Title 10 of the Code of Federal Regulations 50.54(f) Regarding Recommendations 2.1, 2.3, and 9.3, of the Near-Term Task Force Review of Insights From the Fukushima Dai-ichi Accident," USNRC, March 12, 2012.
42. NRC–2011–0299, "Advance notice of proposed rulemaking (ANPR): Station Blackout," USNRC, March 20, 2012.
43. NRC–2012–0031 "Advance notice of proposed rulemaking (ANPR): Onsite Emergency Response Capabilities," USNRC, April 18, 2012.
44. Draft GL 2011-XX, "Seismic Risk Evaluations for Operating Reactors," USNRC, September 2011.
45. NUREG-2115, "Central and Eastern United States Seismic Source Characterization for Nuclear Facilities," USNRC, DOE and EPRI Cosponsors, January 2012. (DOE/NE-0140, EPRI 1021097)
46. NUREG/CR-7046, "Design-Basis Flood Estimation for the Site Characterization at Nuclear Power Plants in the USA," USNRC, November 2011.
47. NUREG/CR-6966, "Tsunami Hazard Assessment at Nuclear Power Plant Sites in the United States of America," USNRC, March 2009.

48. Synolakis CE, Bernard EN, Titov VV, Kânoğlu U, González FI, “Standards, criteria, and procedures for NOAA evaluation of tsunami numerical models,” NOAA Technical Memorandum OAR PMEL-135, Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, WA, May 2007.
49. González FI, Bernard EN, et al., “Scientific and Technical Issues in Tsunami Hazard Assessment of Nuclear Power Plant Sites,” NOAA Technical Memorandum OAR PMEL-136, Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, WA, May 2007.
50. JSM, “Guideline for Assessing Large Tsunami Countermeasures in Japanese Nuclear Power Plants,” Japan Society of Maintenology, December 2011.
51. IPSN, Report on flooding of Le Blayais power plant on 27 december 1999, published at EUROSAFE 2000 Seminar 1.
52. IPSN and GRS, Generic Results and Conclusions of Re-evaluating the Flooding Protection in French and German Nuclear Power Plants, published at EUROSAFE 2001 Seminar 1.
53. IRSN, From the 1999 BLAYAIS NPP Flood to the Review ASN Protection against External Flooding.ppt, published at BgNS International Conference, 26 – 29 September 2010.

54. ASME, “Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications,” ASME/ANS RA-Sa-2009, February 2009.

附錄一

國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案

100 年 4 月 19 日行政院核定本

國內核能電廠現有安全防護體制

全面體檢方案

行政院原子能委員會

中華民國 100 年 4 月

目　　錄

壹. 緣起……1
貳. 目的……1
參. 內容……1
一. 核能安全防護措施……1
（一）運轉中電廠近期檢討議題……1
（二）運轉中電廠中程檢討議題……3
（三）興建中電廠檢討議題……3
（四）後續規劃……4
二. 輻射防護及緊急應變機制……4
（一）應變機制與法規……4
（二）平時整備……5
（三）緊急應變作業能力……6
肆. 期程……6
伍. 經費……6
陸. 效益……6
柒. 執行情形追蹤與管考……7
捌. 附則……7
玖. 附錄……8
附錄一. 研議因應日本福島電廠事故要求辦理事項參考資料……8
附錄二. 運轉中電廠近期檢討議題 11 項重要關切議題之執行細目及期程……9
附錄三. 因應日本福島電廠事故美國對核能電廠核安體檢之作法……15
附錄四. 因應日本福島電廠事故 OECD/NEA 對核能電廠核安體檢之作法……17

國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案

壹、 緣起

總統於國家安全會議311專案第五次會議裁示：「三座運轉中核電廠及一座興建中核電廠，應再予以總體檢」。旋由原能會、經濟部、臺電公司、放射性物料管理局、核能研究所等單位共同檢討現有核能機組因應事故之能力以及天災發生之後救災過程中，潛在可能發生設備喪失功能的危險要項，並參酌國際組織及世界核能先進國家對現有機組所採行的改善措施，爰研提本方案。

貳、 目的

強化現有核能機組抗地震、抗山洪、抗海嘯之機制，以確保國內核能電廠的運轉更加安全，務求讓民眾安心、放心。

參、 內容：分為「核能安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部分。

一、核能安全防護措施：（原能會主辦，經濟部協助督導，臺電公司受檢）

依據對日本福島一廠事故的初步瞭解，優先以運轉中電廠之近期（100年6月底前完成）與中程（100年12月底前完成）兩階段，以及興建中電廠之特性，參酌附錄一之國際組織及世界核能先進國家的改善措施，要求臺電公司檢討各核能電廠安全有關事項。

（一）運轉中電廠近期檢討議題：（100年6月30日前完成）

依近期、中程二階段要求臺電公司檢討各運轉中核能電廠機組安全有關事項，目標為確認電廠具處理以下事件之能力，並視需要研議強化措施，依期程完成相關應辦理事項並提報原能會，至少包括但不限於下列11項重要關

切議題(各項執行細目及期程列如附錄二)。

1. 廠區電源全部喪失(全黑)事件：
   - 包括電廠正常/緊急電源檢視及喪失時之處理方式與改善做法。
2. 廠房/廠區水災事件及防海嘯能力：
   - 包括電廠廠房/廠區排水設施檢視及緊急狀況(包含海嘯、土石流、淹水)之處理方式與改善做法。
3. 用過燃料池完整性及冷卻能力：
   - 包括用過燃料池之耐震、冷卻能力、防範重物墜落、備援能力之檢視及喪失能力時之處理方式與改善做法。
4. 熱移除及最終熱沉能力：
   - 包括反應爐、抑壓池、圍阻體及相關安全有關移熱系統功能檢視及喪失功能時之處理方式與改善做法。
5. 事故處理程序與訓練：
   - 包括機組人員、廠外支援與備援人力與設備之檢視與人員訓練，及緊急狀況時之處理方式與改善做法。
6. 機組斷然處置程序之建立：
   - 包括檢討與建立機組斷然處置之通報、運作方式、機制、設備、程序及因應做法。
7. 一/二號機組相互支援：
   - 包括檢討每座電廠一/二號機組相互支援之人員、設備、措施與強化做法。
8. 複合式災難事件：
   - 包括檢討複合式災難發生時(地震/海嘯/水災)之救援人力、設備、處理方式與改善做法。
9. 超過設計基準事故：
   - 包括檢視設計上用來減緩嚴重事故之設備、機制、備源及超過設計基準事故之處理方式與改善做法。

— 包括檢討運轉中電廠防震能力之補強作業規劃與評估。

10. 設施/設備完備性及備品儲備：

— 包括檢討廠內/廠外臨時性支援物品、設備、工具之完備及改善做法。

11. 精進人力/組織運作及強化核能安全文化：

— 包括檢視強化核安文化所需之組織、人力運用及改善做法。

（二）運轉中電廠中程檢討議題：（100 年 12 月 31 日前完成）

運轉中電廠中程檢討議題為提前進行 10 年整體安全評估，依核子反應器設施管制法之規定，核一廠已於 98、99 年間完成兩部機組第三次 10 年整體安全評估報告，核二廠、核三廠分別需於 100 年 6 月及 103 年 1 月提交第三次 10 年整體安全評估報告送原能會審查。原能會為因應福島電廠事故之管制要求，10 年整體安全評估報告已增訂「因應日本福島電廠事故」專章評估內容，臺電公司應依下列規定辦理：

1. 核一廠於 100 年 6 月補提新增專章內容送原能會審查。
2. 核二廠依原訂時程含新增專章內容送原能會審查。
3. 核三廠提前至 100 年 12 月含新增專章內容送原能會審查。

（三）興建中電廠檢討議題：

龍門廠至今尚未裝填核子燃料，並不會對民眾造成安全影響；檢討項目原則上與運轉中電廠相同，惟因部份項目如程序書等尚未完全建立，故時間上可稍微延後，相關檢討項目原則上須於核子燃料裝填前完成並提報原能會。

另為確保安全，龍門廠須在運轉執照核發前或 102 年 6 月底前(以時間先到者為準)完成兩部廠內氣渦輪發電機之安裝(或裝設類似功能設備)。

（四）後續規劃：

原能會將持續蒐集世界各國重要資訊，包括：

1. 蒐集日本福島電廠最新狀況與日本檢討報告。
2. 蒐集國際原子能總署相關調查與因應措施報告。
3. 蒐集美國核能管制委員會(目前參考資料詳附錄三)相關檢討與因應報告。
4. 蒐集 OECD/NEA 相關國家(目前參考資料詳附錄四)檢討與因應做法。
5. 其他相關資料。

原能會將依據臺電公司答覆近期、中程檢討之 12 項議題內容與時程，進行審慎與嚴謹之審查及列為追蹤管制項目，並持續蒐集福島電廠事故最終檢討報告及依據國際原子能總署、日本及美國等檢討報告之經驗回饋與建議，要求臺電公司儘速執行相關強化暨改善措施。

二、輻射防護及緊急應變機制

(一) 應變機制及法規：

1. 緊急計畫區範圍檢討及調整方案提出：(原能會主辦，內政部、國防部、衛生署、地方政府協辦，臺電公司承辦，100 年 6 月 30 日前完成)
   (1) 針對劃定準則與其他國家作法及參考日本福島核災民眾防護作為進行緊急計畫區範圍之檢討。
2. 複合式災害應變機制：(原能會主辦，內政部、國防部、災害防救辦公室協辦，100 年 6 月 30 日前完成)
   (1) 因應此次日本發生地震、海嘯及核子事故等複合性災害應變，配合行政院災害防救辦公室針對災害防救與核子事故緊急應變機制二者介面進行檢討，建立國家全災害防救機制。
3. 境外核災監控機制：(原能會主辦，核研所、偵測中心、

中央氣象局協辦，100 年 6 月 30 日前完成）

(1) 國內應變機制啟動。

(2) 強化大氣擴散及輻射劑量影響評估能力。

(3) 海域及空中輻射偵檢作業。

4. 民眾防護干預基準：（原能會主辦，農委會、消保會、經濟部、財政部協辦，100 年 6 月 30 日前完成）

(1) 針對現行人員/食品/商品/飲用水/農林漁牧偵檢及污染清除等各項標準進行檢討及修訂。

(2) 放射性物質外洩途徑及環境衝擊檢討及因應方案提出。

(3) 以民眾感受角度檢討現行作業方式。

5. 相關機關任務分工與作業程序：（原能會主辦，100 年 12 月 31 日前完成）

(1) 修正核子事故緊急應變法及相關子法，檢討應變組織架構，明確劃分應變成員任務及作業程序。

6. 支援能量檢討及改善方案提出：（原能會主辦，臺電公司協辦，100 年 6 月 30 日前完成）

(1) 國內緊急應變人力及設備備援能量檢討、民間救援組織、國際組織與兩岸之通報及支援作業的建立。

(2) 國內輻射偵檢人力及設備備援能量檢討。

(3) 環境輻射偵測實驗室快速偵測分析能力（含非放射化學快速偵測能力）。

7. 資訊公開與傳送：（原能會主辦，臺電公司協辦，100 年 6 月 30 日前完成）

(1) 即時資訊的公布（例如網站核災專區之建置等）及民眾諮詢、現行新聞發布與媒體溝通作業之檢討。

(二) 平時整備：（原能會主辦，衛生署、偵測中心、物管局、地方政府、臺電公司協辦，100 年 12 月 31 日前完成）

1. 依緊急計畫區檢討結果，針對現有各項整備作為（疏散

道路、集結點、收容所預警通知機制及設施、碘片儲備及發放、救災人員防護裝備、輻射偵測計畫、溝通宣導及訓練、演習及演練、緊急通訊等）進行檢視與強化。

2. 輻傷醫療能量檢討、民眾及救災人員曝露劑量重建能力建立。

(三) 緊急應變作業能力檢討及改善方案提出：（原能會主辦，核研所、偵測中心、物管局、臺電公司、中央氣象局及相關機關協辦，100 年 6 月 30 日前完成）

1. 現有應變作業工具包括事故評估系統、劑量評估系統、地理資訊系統（電子地圖）、應變作業平台、輻射資源整合系統（放射性物質使用場所、偵檢儀器數量等），俾即時提供研析評估結果及掌握各項救災資源。

2. 飲用水污染淨化與食品及各項民生用品緊急調度供應能力。

肆、 期程：自 100 年 4 月起至 100 年 12 月止，計 9 個月。分近期(3 個月)及中程(9 個月，即至 100 年 12 月底)兩個階段辦理。

伍、 經費：原則由各機關編列年度預算辦理，並得透過法定程序，由核子事故緊急應變基金支應。

陸、 效益：依據對日本福島一廠事故的初步瞭解，針對運轉中電廠與興建中電廠之特性，相關單位共同檢討出我國核能電廠現有應變機制、程序與原始設計應持續強化之處，防杜類似事故機組持續惡化狀況。方案實施後，將會給予民眾更堅實確切的保障，有效減輕重大不確定災害的衝擊及降低民眾對核能的恐懼。

柒、 執行情形追蹤與管考

一、本方案自行政院核定後推動實施，由原能會負責方案之幕僚工作及協調各部會應辦事項。

二、各主、協辦機關(構)應自行督促依既定時程辦理，並應於每週一提報上週執行情形送原能會管考單位進行考核；管考結果提供各相關部會作為評估獎懲之依據。

三、本方案每月召開督導會報一次，由原能會召集之，並得指定有關機關及相關學者專家出席。必要時，得召開臨時會議。

捌、 附則：本方案於報奉行政院核定後實施，修正時亦同。

玖、 附錄

附錄一、研議因應日本福島電廠事故要求辦理事項參考資料

1. IN 2011-05, “Tohoku-Taiheiyou-Oki Earthquake Effects on Japanese Nuclear Power Plants,” USNRC, March 18, 2011.

2. TI 5215/183,“Followup to the Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Event,” USNRC, March 23, 2011.

3. Fact Sheet,“Industry Taking Action to Ensure Continued Safety at U.S. Nuclear Energy Plants,” NEI, March 16, 2011.

4. SOER 2011-02, “Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Caused by Earthquake and Tsunami,” WANO, March 17, 2011.

5. “First proposal about European-stress tests-on nuclear power plants,” WENRA, March 23, 2011.

附錄二、運轉中電廠近期檢討議題 11 項重要關切議題之執行細目及期程

1. 廠區電源全部喪失(全黑)事件:(本項於 100 年 4 月 15 日前完成)

確認機組用於救援廠區全黑事件之設計為有效且能適時發揮作用，針對廠區全黑設計能力範圍內及超過廠區全黑設計範圍之兩階段考量，檢討處置廠區全黑事件之能力、容量並視需要研議強化措施，至少包括下列項目：

(1) 正常/緊急電源。
(2) 廠內、廠外交流/直流電源之可靠度及持久性。
(3) 緊急柴油發電機、氣渦輪發電機之可靠度及持久性。
(4) 蒸汽驅動安全注水設備。
(5) 儀器控制系統。
(6) 壓縮空氣系統。
(7) 正常/緊急通訊設備。
(8) 維持上述設備功能所需之支援系統。

2. 廠房/廠區水災事件及防海嘯能力：(本項於 100 年 4 月 15 日前完成)

確認電廠處理廠房/廠區水災事件及防海嘯之能力，檢討並視需要研議強化措施，至少包括下列項目：

(1) 執行包含所有可接近之防水門、屏蔽(包括井欄等)、及穿越器填封完整性之現場查證或檢查。
(2) 正常/停電時，廠房/廠區淹水及排水功能/機制/流程/標準作業程序書等項目檢討。
(3) 廠區防範土石流發生之檢討。
(4) 現有防海嘯設計相關設備/功能/流程/標準作業程序書等項目檢討。

3. 用過燃料池完整性及冷卻能力：（本項於 100 年 4 月 22 日前完成）

確認電廠對處理喪失用過燃料池完整性或冷卻能力事件之能力，檢討並視需要研議強化措施，至少包括下列項目：

(1) 現場查證或檢查用過燃料池之耐震性，及其他重物墜落而喪失之可能性。
(2) 重新評估用過燃料池系統之冷卻能力及備援能力。
(3) 強化燃料池冷卻/補水能力及應變措施。
(4) 計算用過燃料池在缺乏冷卻水與大修時全爐心燃料移除時之溫升情形，並評估大修時採用全爐心燃料移除之安全性與妥適性。

4. 熱移除及最終熱沉能力:（本項第 1 至 8 目於 100 年 4 月 22 日前完成，本項第 9 目於 100 年 4 月 29 日前完成）

確認電廠發生嚴重事故下熱移除及最終熱沉的能力，檢討並視需要研議強化方案，並以確保放射性物質外釋量最低為目標，至少包括下列項目：

(1) 檢討反應爐緊急洩壓的時機及方式。
(2) 檢討反應爐/抑壓池/圍阻體之熱移除能力。
(3) 檢討機組最終熱沉的容量、支援系統、備援的能力。
(4) 檢視海岸進水口結構物之耐震性。
(5) 移除衰變熱水源存量及因應措施。
(6) 檢討海岸進水口因海嘯受損或嚴重堵塞的預防及因應措施。
(7) 除海水外，檢討其他可能的熱沉。
(8) 檢討各種水源灌水路徑及動力來源。
(9) 檢討生水池槽體管路的耐震能力及完整性。

5. 事故處理程序與訓練：（本項於 100 年 4 月 29 日前完成）

確認電廠發生各類嚴重事故、極端惡劣的機組狀況、機組互相支援或機組須斷然處置下，因應之相關程序、指引及訓練能確保爐心燃料、壓力容器及圍阻體的完整性，檢討並視需要研議強化方案，至少包括下列項目：

(1) 檢討現行因應措施之程序書或指引之完整性及涵蓋性。

(2) 檢討機組人員、廠外支援人員之訓練規劃完整性/符合性。

(3) 檢討在緊急情況下協助處理事故之協議/合約，能及時發揮減輕事故後果之功效。

(4) 廠外支援之搶救人員進入輻射區或污染區時，相關處理機制/程序/標準作業程序書之檢討、建立與訓練。

(5) 經由機組人員、廠外備援資源、人員調度的實際演練，確認上述因應措施之程序書或指引為可行。

6. 機組斷然處置程序之建立：（本項於 100 年 4 月 29 日前完成）

確認電廠發生極嚴重事故且喪失因應能力時，在保護民眾安全之考量下的斷然處置程序，檢討並視需要研議強化措施，並以確保放射性物質外釋量最低為目標，至少包括下列項目：

(1) 檢討機組斷然處置程序之運作/機制/設備/標準作業程序書。

(2) 檢討機組斷然處置程序的通報機制/標準作業程序書。

(3) 檢討機組斷然處置程序的後續因應作為及備援能力。

7. 一/二號機組相互支援：（本項於 100 年 4 月 29 日前完成）

確認電廠在發生事故時一/二號機組相互支援之因應能力，檢討並視需要研議強化措施，至少包括下列項目：

(1) 檢討一/二號機組可相互支援減緩事故後果的設備或措施，現場查證或檢查對事故救援能力之影響。

(2) 強化一/二號機組相互支援的措施及備援能力。

(3) 檢討一/二號機組相互支援時，主控制室之運作機制。

8. 複合式災難事件：（本項於 100 年 4 月 29 日前完成）

由大型地震導致可能的海嘯、火災、或廠房/廠區水災的複合式災難事件，確認電廠處理複合式災難事件之能力，檢討並視需要研議強化措施，至少包括下列項目：

(1) 現場查證或檢查緩減事故後果之重要設備(如防火設備)，渠等功能是否因地震/海嘯/水災之交互作用而喪失，並確認潛在弱點。

(2) 針對但不限於消防設備、相關儲存槽、各式管線等救援設備劣化、或誤動作，並導致救援功能之喪失。

(3) 檢討大型設備(如吊車)在地震事故下，可能衍生對完整性或救援之不利效應。

(4) 檢討廠外救援人員/設備無法順利抵達，電廠獨自應付之能力。

9. 超過設計基準事故：（本項第 1 至 7 目於 100 年 5 月 6 日前完成，本項第 8 目於 100 年 6 月 30 日前完成）

確認超過電廠設計基準事故(嚴重事故)之救援能力，檢討並視需要研議強化措施，至少包括下列項目：

(1) 執行測試或檢查，確認設計上用來減緩嚴重事故之設備為可用且能發揮功能。

(2) 檢討在雙機組事故下，技術支援中心之運作機制。

(3) 檢討啟用廠外備用水源（如核一廠乾華溪、核三廠之

龍鑾潭）或抽用海水之機制。

(4) 檢討圍阻體、反應器廠房、燃料廠房內氫氣偵測、稀釋及排除能力。

(5) 檢討大型設備(如吊車)在圍阻體、反應器廠房或燃料廠房內重物墜落情況下 ，可能衍生對結構完整性或救援之不利效應。

(6) 檢討保護機組人員免於氫爆或其他重物墜落情況威脅之安全防護機制。

(7) 考量福島電廠海嘯事件之衝擊，對海嘯浪高超出電廠設計基準時，檢討可能影響廠房內安全設備可用性之範圍與因應措施。

(8) 檢討運轉中電廠採用相同耐震能力(設計基準值由0.3g 強化為 0.4g)之後續補強作業規劃與評估。

10. 設施/設備完備性及備品儲備：（本項於 100 年 5 月 6 日前完成）

檢討並確認電廠發生極嚴重事故且喪失因應能力下，執行相關程序書及指引所需臨時性設備/設施之完備性、備品及工具等儲備，檢討並視需要研議強化方案，至少包括下列項目：

(1) 檢討現行因應措施之程序書或指引所需設備/設施（如：日本新潟強震後經驗回饋新增建之備用防震一級技術支援中心）、臨時性設備、備品、工具之完備性。

(2) 檢討廠內/廠外臨時性支援設備(燃油、電源、冷卻水等)及備援能力。

(3) 檢討並確認上述設備、備品、工具已妥善整備及配置。

(4) 檢討廠區硼砂、輻射屏蔽、防護衣等儲存量。

(5) 檢討廠區輻射偵檢器備用電源。

11. 精進人力/組織運作及強化核能安全文化：（本項於 100 年 6 月 30 日前完成）

檢討並確認電廠運轉人力及 101 年政府組織再造後，有關電廠核能安全文化之措施，檢討並視需要研議強化方案，至少包括下列項目：

(1) 檢討現行電廠人力是否足以因應正常運轉及類似福島電廠遭遇之緊急事件。

(2) 檢討政府組織再造後，核能研究所部分人力改隸經濟及能源部在強化核能電廠安全之組織/人力運作之做法。

(3) 檢討核安文化現行措施及精進方案。

附錄三、因應日本福島電廠事故美國對核能電廠核安體檢之作法

美國核管會在2011年3月18日發行IN 2011-05, “Tohoku-Taiheiyou-Oki Earthquake Effects on Japanese Nuclear Power Plants”，要求持照業主檢視或採行對策以避免類似之問題，說明美國核管會在911恐怖攻擊之後，發佈安全及保安暫行補償措施之命令EA-02-26 (ICM命令)，在第B.5.b章節要求持照業主採用備變可用之資源，保持並維護爐心冷卻、圍阻體、用過燃料池冷卻等能力，以因應任何原因(包括超過設計基準飛機衝撞)導致火災或爆炸而喪失大範圍廠區。

美國核管會依據第B.5.b章節第一階段導則，採用暫行指引(TI) 2515/164「Inspection of Nuclear Reactor Safeguards Interim Compensatory Measures - Section B.5.b of the February 25, 2002,Order」及TI 2515/168「Closeout Inspection of Nuclear Reactor Safeguards Interim Compensatory Measures - Section B.5.b of the February 25, 2002 Orders」以執行運轉機組的視察，俾確認ICM命令第B.5.b章節的符合性。在2006年12月美國核管會採用美國核能協會(NEI)發行之NEI 06-12(第2版), “B.5.b Phase 2&3 Submittal Guidance”，此導則文件提供在火災或爆炸而喪失大範圍廠區時，保持並維護爐心冷卻、圍阻體、用過燃料池冷卻等能力的施行策略。導則內容主要包括：

(1) 增加補水到用過燃料池

(2) 在用過燃料上噴灑水

(3) 強化對威脅爐心冷卻及圍阻體之初期指令及控制活動

(4) 強化對威脅爐心冷卻及圍阻體的反應策略

美國核管會接著在2011年3月23日發行TI 5215/183, “Followup to the Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Event”，指引如何評估業主針對福島電廠事故採取

對策之適切性。

(1) 評估業主對超過設計基準事故的救援能力，依據第B.5.b章承諾的保安威脅、嚴重事故導則以及10 CFR 50.54(hh)之要求。

(2) 評估業主在10 CFR 50.63要求救援廠區全黑的能力及電廠設計可運作並證實。

(3) 評估業主電廠設計所要求救援廠內/廠外水災之能力。

(4) 評估業主對救援水災/火災為重要設備現場履勘及檢視的完整性，並能確認這些設備受廠址地震損毀而喪失功能的可能性。評估業主經確認弱點所新發展之救援對策。

另外，美國核能協會(NEI)在2011年3月16日發行「Fact Sheet－Industry Taking Action to Ensure Continued Safety at U.S. Nuclear Energy Plants」指出日本福島電廠事故顯著地威脅電廠結構完整性及安全，要求持照業主對核能電廠執行體檢，與美國核管會要求內容亦大致相仿，摘要如下。

(1) 確認電廠救援包括天災、火災、飛機衝撞及爆炸導致喪失重要運轉及安全系統嚴重事件下的能力，特定措施涵蓋對救援相關事件所需設備之測試與檢查，確認運轉員及現行實施救援所需支援人員的資格。

(2) 確認核電廠對完全喪失電源之救援能力為適當且可行，此須檢查並確認所有要求的物資為適切且妥善備置、且程序書為可實行。

(3) 確認救援水災的能力以及廠內/廠外水災影響之系統，特定措施涵蓋確認要求的物資及設備適切地安置以防護水災。

(4) 對救援水災及火災所需的重要設備執行現場履勘及檢查，釐清設備在廠址地震下功能喪失的可能性，並針對潛在的弱點發展救援對策。

附錄四、因應日本福島電廠事故 OECD/NEA 對核能電廠核安體檢之作法

WENRA (Western European Nuclear Regulators' Association)成立於 1999 年，係由運轉核電廠之歐盟國家如瑞士、英國等十七國之核管機構，以及關切相關事務的八個歐洲國家為觀察員所組成的核能安全合作組織。

WENRA 在 2011 年 3 月 23 日發行 First proposal about European-stress tests-on nuclear power plants，要求各國持照業主針對所屬核能電廠執行壓力測試，考量日本福島核電廠事故的發生，採針對性重新評估核能電廠的安全餘裕。

壓力測試所考量的技術議題設想如下：

肇始事件

1. 超過設計基準的地震
2. 超過設計基準的水災
3. 威脅特定廠址的其他極端外部情況

相應而生的喪失安全功能

4. 長期的喪失所有電力
5. 長期的喪失最終熱沉

事故管理議題

6. 爐心熔損事故，納入相應而生的效應包括氫氣的積聚
7. 用過燃料儲存的劣化情況，納入相應而生的效應包括輻射屏蔽的喪失

上述項目應該考量：

- 自動動作的措施
- 緊急運轉程序書所要求特定之運轉員措施
- 對事故預防、回復、救援等任何其他規劃的方案

– 廠外的情況
– 多機組同時受影響的可能性

安全是業主的最主要責任，須由業主負責執行上述重新評估，並由管制單位獨立審查業主的評估結果。

WENRA 專案小組將與歐洲核能工業合作探討，並提交建議事項至今年 5 月 12 日的歐洲核能安全管制機構組織(European Nuclear Safety Regulators Group, ENSREG)會議，而各國業主執行上述壓力測試的期程為六個月，並送交結果及相關文件至該國的管制單位。各國的管制單位須在三個月完成審查該國業主提交的報告並公佈審查結果，各國管制單位間必須相互交換意見並由 WENRA 或 ENSREG 管理。

附錄二

日本福島一廠事故序列摘要

附錄二

日本福島一廠事故序列摘要

以下內容主要為就日本政府於 100 年 6 月提供國際原子能總署之事故檢討報告及日本原子力技術協會(JANTI)於 101 年 1 月公布之事故調查報告，以及經產省原子力安全保安院(NISA)與東京電力公司網站公布資料整理而得。另所載時間皆為日本當地時間。

緊急應變與疏散作業

3/11 14:46　日本東北地區外海發生規模 9.0 之地震

3/11 15:06　東京電力公司總部重大災害處理中心成立，統籌地震造成損害情形及恢復電力供應事宜

3/11 15:42　東京電力公司及福島一廠成立核能事故緊急應變中心

3/11 16:00　原子力安全委員會（ Nuclear Safety Commission）召開臨時會議，決定成立緊急技術諮詢組織

3/11 16:36　副官房長官於首相辦公室成立核能事故緊急應變中心

3/11 19:03　首相宣布進入緊急狀況，並成立核能緊急應變中心及地方緊急應變中心

3/11 20:50　福島縣政府下令要求電廠半徑 2 公里內居民撤離

3/11 21:23　首相下令電廠半徑 3 公里內居民撤離，半徑 3~10 公里內居民家中掩蔽

3/12 00:30　政府確認電廠半徑 3 公里內居民完成撤離

3/12 05:44　首相下令電廠半徑 10 公里內居民撤離

3/12 08:27　電廠確認 Okuma 鎮部分居民尚未疏散

3/12 08:37　電廠通報福島縣政府，說明準備於 09:00 開始執行一次圍阻體排氣，並協調於居民完成疏散後進行排氣

3/12 09:03　電廠確認 Okuma 鎮居民疏散完成

3/12 18:25　首相下令電廠半徑 20 公里內居民撤離

3/15 11:00　首相下令電廠半徑 20~30 公里內居民家中掩蔽

3/15 19:00　確認電廠半徑 20 公里內居民撤離作業開始進行

4/21 11:00　日本官房長官於記者會中正式宣布電廠半徑 20 公里內建立限制區（Restricted Area），禁止民眾擅自進入，於 4 月 22 日零時開始生效

4/22 上午　日本政府宣布電廠半徑 20 公里外，年劑量預估達 20 毫西弗的區域為「計畫性疏散區」，居民應在 1 個月內疏散

4/23　日本政府公布限制區臨時進出之相關原則規定，允許民眾短時間返回住家取得必要之物品文件

9/30　日本政府宣布解除福島一廠周邊 20~30 公里之 5 個地區，包括廣野町、楢葉町、川內村、田村市、南相馬市所建立之緊急時避難準備區域限制，並進行相關復原作業

各機組事故發生與處理時序

1 號機

3/11 14:46　發生規模 9.0 之地震，廠外電力系統因斷路器受損而斷電，反應爐因強震而自動停機，控制棒全入

3/11 14:47　緊急柴油發電機自動起動供電

3/11 14:52　運轉員確認兩串反應爐隔離冷卻器(Isolation Condenser，以下簡稱 IC)自動起動，反應爐水位維持正常範圍，運轉員決定當水位下降時由高壓注水系統(HPCI)提供反應爐補水，隔離冷卻器則用於調節反應爐壓力

3/11 15:02　確認反應爐達次臨界

3/11 15:03　因反應爐壓力指示快速下降，反應爐溫降率達 55℃/小時，運轉員為避免溫降率超過運轉規範限值，乃將隔離冷卻器回水至反應爐之兩只隔離閥關閉 MO-3A/B，並決定利用其中 1 串來控制反應爐壓力，並將水補入殼側（於 15:10~15:30 反應爐壓力有 3 次變動，以及隔離冷卻器回水至反應爐所經之再環環系統溫度亦顯示有 3 次下降，研判為運轉員手動利用隔離冷卻器進行降壓操作）

3/11 15:06　東京電力公司總部重大災害處理中心成立

3/11 15:07　起動一次圍阻體噴灑系統以進行抑壓池冷卻

3/11 15:27　第一波海嘯侵襲廠區

3/11 15:35　第二波海嘯侵襲廠區

3/11 15:37　海嘯侵襲廠區，兩台緊急柴油發電機因其冷卻海水泵、電力系統盤面因海嘯造成廠房淹水而停止運轉，6.9KV 開關箱(Metal Clad Switchgear)及 480V 電力中心（Power Center）配電盤亦因淹水而全部受損，廠內外交流電力全部喪失，直流電力系統蓄電池及配電盤亦因淹水而故障

3/11 15:42　電廠通報主管機關及其他相關政府機關（廠內交流電力全部喪失），之後控制室正常照明及盤面儀器指示與指示燈逐漸喪失，僅餘緊急照明；因無相關儀器及閥位指示，無法獲知 IC 及 HPCI 之運轉狀態

電廠緊急應變中心成立

3/11 15:50　儀用電源喪失，控制室水位儀器無指示

3/11 16:36　因無法確認反應爐水位，故判定反應爐緊急爐心冷卻系統無法注水，電廠並於 16:45 通報主管機關及其他相關政府機關

3/11 16:45　因能夠確認反應爐水位，電廠於 16:55 通報主管機關及其他相關政府機關，取消反應爐緊急爐心冷卻系統無法注水之通報

3/11 17:07　因無法確認反應爐水位，無法判定反應爐緊急爐心冷卻系統之注水狀況，電廠於 17:12 再次通報

廠長指示考慮利用柴油驅動消防水泵經消防管路與爐心噴灑系統連結管路注水入反應爐之準備作業，派員至現場將爐心噴灑系統之電動閥手動開啟，並需配合將反應爐降壓至 690kPa 以下，以使水能夠注入

3/11 17:30　柴油驅動消防水泵起動在備用模式運轉(未打水入反應爐)

3/11 18:18　利用臨時電源開啟隔離冷卻器 A 串回水隔離閥 MO-3A

及蒸汽管隔離閥 MO-2A，確認有蒸汽產生（由臨時電源供電後發現 MO-2A/MO-3A 之閥位指示在關閉位置，研判 15:37 時隔離冷卻器即未運轉）

3/11 18:25　運轉員關閉隔離冷卻器回水隔離閥 MO-3A

3/11　現場檢查發現所有電氣盤面與設備因海嘯淹水而無法使用，但 2 號機 1 只 480V 之電力中心(Power Center)仍正常，故準備利用電源車經 2 號機該只電力中心供電至高出口水頭之備用硼液系統

3/11 20:07　主控制室監視儀器因失電而不可用，運轉人員摸黑至反應器廠房現場確認反應爐壓力為 690kPaA

3/11 20:49　利用小型發電機提供控制室臨時照明

3/11 21:19　控制室反應爐水位指示利用臨時電源恢復指示，水位指示在燃料頂部(TAF)上方 20 公分（由後續針對爐心熔毀時間之推估結果研判，此水位指示應已不正確）。進行柴油引擎驅動泵至隔離冷凝器之建立流程作業

3/11 21:30　運轉員開啟隔離冷卻器回水隔離閥 MO-3A，確認有蒸汽產生

3/11 21:35　由柴油引擎驅動泵補水至隔離冷凝器

3/11 21:51　因反應器廠房輻射值升高，禁止進入該區域

3/11 22:00　確認反應爐水位在 TAF 上方 55 公分（註：由事後利用嚴重核子事故程式估算，爐心可能於地震後數小時即發生熔毀，反應爐亦可能破漏，爐水洩漏至乾井造成壓力及溫度上升，故反應爐水位儀器指示可能偏高）

3/11 23:00　於汽機廠房 1 樓南北側雙重門所測得之輻射值分別為 0.5 及 1.2 毫西弗/小時，於 23:40 通報主管機關及其他相關政府機關

3/11 午夜　電源車開始陸續到廠

3/12 00:06　因乾井壓力指示上升，可能超過 600kPaA，廠長指示進行一次圍阻體排氣之準備作業

3/12 00:30　由柴油引擎驅動泵補水至隔離冷凝器

3/12 00:49　電廠確認圍阻體壓力可能超過 600kPaA，於 00:55 通報管

制單位

3/12 01:30　提出一次圍阻體排氣之申請，並獲得首相、經產省大臣、原子力安全保安院核准

3/12 01:48　柴油驅動消防水泵停止運轉，經補油及更換電池後仍無法起動，研判泵浦故障。開始進行利用消防車經消防與爐心噴灑系統管路注水入反應爐之準備作業，廠區道路因地震及海嘯而無法順利通行，增加準備作業時間

3/12 02:30　乾井壓力上升達 840kPaA，反應爐水位儀器 A/B 為燃料頂度(TAF)上方 130/53 公分

3/12 02:47　通報主管機關及其他相關政府機關，乾井壓力於 02:30 上升達 840kPaA

反應爐水位 A/B 指示分別為 TAF 上方 130/53 公分

3/12 03:06　召開記者會說明將進行一次圍阻體排氣

3/12 03:33　將一次圍阻體排氣之輻射暴露評估結果提報主管機關

3/12 03:45　電廠人員開啟反應器廠房氣鎖門以進行輻射強度量測時，發現有白色氣體，隨即將氣鎖門關上

電廠將一次圍阻體排氣之輻射曝露評估預估結果報告東京電力公司

3/12 04:30　因考慮餘震造成海嘯之可能性，電廠應變中心要求禁止在廠區活動

3/12 04:55　廠區大門之輻射值於 04:00 之 0.069 微西弗/小時，於 04:23 上升至 0.59 微西弗/小時，研判有放射性物質外釋，通報主管機關及其他相關政府機關

3/12 05:09　乾井壓力下降至 770kPaG

3/12 05:14　由於廠區劑量升高，且乾井壓力有下降趨勢，研判有放射性物質外釋，並通報主管機關及其他相關政府機關

3/12 05:19　乾井壓力為 770kPaA

3/12 05:46　開始利用消防車由 1 號機消防水槽取水後，再至反應器廠房附近經消防管路連接爐心噴灑管路，將水注入反應爐（配合將反應爐降壓至 690kPaA 以下），之後利用消防水帶連接消防車及消防管路補水入反應爐。後來另台

消防水車到廠後，則由 3 號機之消防水槽取水，補入 1 號機消防水槽，所以補水作業可能會因水源補充不及而中斷。於 05:52 消防車總計打水 1000 公升

3/12 06:30　由消防車至反應爐注水量累計約 2 公噸

3/12 06:50　經產省大臣下令要求依法令執行一次圍阻體排氣，以降低壓力

3/12 07:11　首相抵達電廠

3/12 07:55　反應爐水位降至燃料頂度(TAF)下方 20 公分，燃料裸露
由消防車至反應爐注水量累計約 3 公噸

3/12 08:03　廠長指示目標於 9:00 開始執行一次圍阻體排氣

3/12 08:04　首相離開電廠

3/12 08:15　由消防車至反應爐注水量累計約 4 公噸

3/12 08:27　確認 Okuma 鎮部分居民尚未疏散

3/12 08:37　通報福島縣政府，說明準備於 09:00 開始執行一次圍阻體排氣，並協調於居民完成疏散後進行排氣

3/12 09:03　確認 Okuma 鎮居民疏散完成

3/12 09:04　兩位運轉值班人員穿著消防衣，配戴呼吸器及警報型劑量計、手電筒至反應器廠房進行一次圍阻體排氣之操作

3/12 09:05　將執行一次圍阻體排氣通知媒體

3/12 09:15　由消防車至反應爐注水量累計約 6 公噸

~3/12 09:15 運轉值班人員手動開啟一次圍阻體排氣管路之電動隔離閥至約 25%開度，人員接受約 25 毫西弗之劑量。消防車至反應爐注水量累計約 9 公噸

3/12 09:30　另組運轉值班人員嘗試開啟抑壓槽排氣管路（小管）之氣動隔離閥，但因現場輻射劑量過高而放棄

3/12 09:40　累計約有 21 公噸水經消防管路注入反應爐

3/12 09:53　將一次圍阻體排氣之輻射曝露評估結果提報主管機關

3/12 10:17　開始嘗試利用氣動閥驅動空氣管路之內之殘餘空氣操作開啟排氣管路(小管)之氣動隔離閥，並於 10:23 及 10:24 時再各開啟乙次，但無法確認 10:24 時閥門是否有開啟

3/12 10:40　廠區輻射監測站測得之劑量率升高，研判有放射性物質

經排氣管路外釋

3/12 11:15 廠區輻射監測站測得之劑量率下降，研判排氣閥開啟時間可能不到 10 分鐘

3/12 11:39 通報主管機關，1 名至反應器廠房進行一次圍阻體排氣操作之電力公司員工接受輻射劑量為 106.3 毫西弗，超過許可劑量 100 毫西弗

3/12 12:55 反應爐水位指示 A/B 下降至 TAF 下方 170/150 公分，乾井壓力下降至 750kPaG

3/12 14:00 利用臨時空壓機及空氣管連接至氣動閥之操作空氣管線後，開啟抑壓槽排氣管路（大管）之氣動隔離閥。

3/12 14:30 確認乾井壓力由 750kPa 開始下降，於 14:50 乾井壓力為 580kPa，判斷有放射性物質外釋，於 15:18 通報主管機關及其他相關政府機關

3/12 14:53 估計約有 80 噸之水經由消防車與消防管路注入反應爐

3/12 14:54 東京電力公司副社長指示執行將海水注入反應爐之準備作業（因電廠淡水存量有限）

3/12 15:18 通報主管機關說明正進行備用硼液系統之注硼及注海水之準備作業。考量取水長度，未直接由海邊抽水，而由 3 號機旁之主冷凝器管海水逆洗池（backwash valve pit）抽取海水

3/12 15:30 由電源車至 2 號機電力中心之電纜線佈設完成

3/12 15:36 反應爐廠房頂樓發生氫爆，3 位東京電力公司員工及兩位包商人員受傷，其他人員疏散至技術支援中心。事後檢查發現消防車仍運轉，但提供備用硼液系統電力之電纜受損，電源車自動停止運轉，取用海水之消防水管亦受損

3/12 15:40 發現反應器廠房上方有白色煙霧冒出

3/12 16:27 廠區輻射偵測站輻射強度達 1,015 微西弗/小時，通報主管機關及其他相關政府機關

3/12 18:05 經產省大臣要求採取將海水注入反應爐之措施

3/12 19:04 經重新佈線後，開始將海水經消防車及消防管路注入反

應爐

3/12 20:45 開始將海水與硼液混合經消防水管路注入反應爐

3/16 開始進行廠外輸電線佈設工程

3/22 廠外電力系統佈設完成

3/23 09:00 改由飼水管路注海水入反應爐

3/24 11:30 主控制室照明恢復

3/25 15:37 改注淡水入反應爐

3/29 08:32 改用電動泵浦注淡水入反應爐

3/31 13:03 開始利用高樓水泥灌漿車由高處灌注淡水入 1 號機用過燃料池

4/2 汽機廠房部分照明恢復

4/03 12:02 改由廠外電力系統供電至電動泵浦

4/06 22:30 開始執行一次圍阻體灌氮作業，以預防發生氫爆

4/07 01:31 確認氮氣已灌入一次圍阻體

4/11 17:16 福島縣浜通地區發生地震，廠外電力中斷，反應爐注水及一次圍阻體灌氮作業停止，之後陸續恢復

4/19 10:23 完成 1、2 號機及 3、4 號機間電力線路之強化作業，由 Tohoku 及 Okuma 電力輸電系統供電

4/25 17:38 完成 1、2 號機及 5、6 號機間電力線路之強化作業，可相互支援供電

4/26 10:02 開始進行將注水量由每小時 6 公噸逐漸提升為 14 公噸之測試計畫（藉此觀察一次圍阻體是否完整，以作為日後執行一次圍阻體灌水作業之參考），但因發現有漏水情形，故測試計畫暫停

5/5 完成反應器廠房空氣過濾系統設置，以降低內部放射性空浮濃度，改善現場環境

5/9 04:17 反應器廠房雙重門開啟，以改善內部環境(經向主管機關申請同意)

5/29 開始由用過燃料池冷卻系統注入淡水，以提供用過燃料冷卻

5/31 統計至 5 月底止，反應爐注水量淡水約 10787 公噸，海

水約 2482 噸，估計沸騰蒸發量為 5100 公噸，反應爐容積為 350 立方米

6/28　開始進行 1 號機反應器廠房外罩之安裝工程

7/2　反應爐循環補水流程正式運轉，將廠房積水經處理系統過濾、去塩後，再由臨時泵浦經飼水管路注入爐心

8/10　新設之用過燃料池循環冷卻系統開始正式運轉

8/19　反應爐槽金屬溫度降至 100℃以下

10/28　完成反應器廠房外罩之安裝工程

11/30　開始將氮氣注入反應爐，以預防內部聚集之氫氣與氧氣作用而發生氫爆

12/6　新增之一次圍阻體氣體控制系統（gas control system）開始運轉

2 號機

3/11 14:46　發生規模 9.0 之地震

3/11 14:47　廠外電力系統因斷路器受損而斷電，反應爐因強震而自動停機，緊急柴油發電機自動起動供電

3/11 14:50　運轉員手動起動爐心隔離冷卻系統(Reactor Core Isolation Cooling，以下簡稱 RCIC)，後因反應爐高水位而自動跳脫

3/11 14:51　RCIC 因反應爐高水位而自動跳脫

3/11 15:00 ~15:07　餘熱移除泵 A/B 台陸續起動進行抑壓池冷卻

3/11 15:01　確認反應爐達次臨界

3/11 15:02　手動起動 RCIC

3/11 15:06　東京電力公司總部事故應變中心成立

3/11 15:27　第一波海嘯侵襲廠區

3/11 15:28　RCIC 因反應爐高水位而自動跳脫

3/11 15:35　第二波海嘯侵襲廠區

3/11 15:36　餘熱移除泵 A/B 台停止運轉(研判為海嘯引起)

3/11 15:39　手動起動 RCIC

3/11 15:41　兩台緊急柴油發電機因其冷卻海水泵、電力系統盤面因海嘯造成廠房淹水而停止運轉，6.9KV 開關箱及部分 480V 電力中心配電盤亦因淹水而全部受損，部分 480V 電力中心配電盤(PC 2A、2B、2C、2D)雖淹水情形不嚴重，但因上游電源淹水跳脫而失電，廠內交流電力全部喪失；直流電源系統蓄電池及配電盤亦因淹水而故障，之後控制室所有照明及儀器指示逐漸喪失

3/11 15:42　電廠通報主管機關及其他相關政府機關。（廠內交流電力全部喪失），並成立緊急應變中心

3/11 15:50　儀用電源喪失，控制室水位儀器無指示

3/11 16:36　電廠通報（因無法確認反應爐水位及反應爐緊急爐心冷卻系統注水情形），於 16:45 再次通報相關機關

3/11 17:12　廠長指示考慮利用原用於事故後及消防用之柴油驅動消防水泵經消防管路與爐心噴灑系統連結管路注水入反應爐之準備作業。需派員至現場將爐心噴灑系統之電動閥手動開啟，並需配合將反應爐降壓至 690kPa 以下，以使水能夠注入。之後考量 1 號機之經驗，於現場輻射背景升高前，派員至反應器廠房及汽機廠房將餘熱移除系統閥門先手動開啟，以建立其他可能之補水途徑。現場查看電力設備受損情形，經絕緣測試，發現其中 1 只 480V 電力中心（Power Center）尚可使用，同時高出口水頭之控制棒驅動系統及備用硼液系統泵馬達仍正常，遂開始進行將電源車供電至該只電力中心之接線作業

3/11 20:49　利用小型發電機提供控制室臨時照明

3/11 20:50　福島縣政府下令要求電廠半徑 2 公里內居民撤離

3/11 21:02　通報說明因無法確定反應爐水位及 RCIC 系統補水情形，反應爐水位有可能下降至燃料頂部（TAF）以下

3/11 21:13　通報主管機關及其他相關政府機關，預估反應爐水位於 21:40 會降至 TAF

3/11 21:23　首相下令電廠半徑 3 公里內居民撤離，半徑 10 公里內居民家中掩蔽

3/11 22:00 控制室反應爐水位指示利用臨時蓄電池電源恢復指示，水位指示在 TAF 上方 340 公分，於 22:10 通報主管機關

3/11 23:25 反應爐壓力 6.3MPaG，乾井壓力為 0.141MPaA

3/11 23:55 乾井壓力為 40kPaG

3/12 00:00 反應爐水位在 TAF 上方 350 公分

3/12 00:30 確認電廠半徑 3 公里內居民完成撤離

3/12 01:30 提出一次圍阻體排氣之申請，並獲得首相、經產省大臣、原子力安全保安院核准

3/12 02:00 運轉人員再度進入 RCIC 系統之現場設備室，現場積水較之前進入時更高(原高約淹過鞋面)，但仍無法確認其運轉狀態

3/12 02:55 由現場儀器盤顯示之反應爐壓力及系統出口壓力，研判 RCIC 系統已在運轉

3/12 03:06 召開記者會說明將進行一次圍阻體排氣

3/12 03:33 將一次圍阻體排氣之輻射暴露評估結果提報主管機關

3/12 04:20 冷凝水槽(RCIC 之水源之一)水位下降，於 05:00 改由抑壓池取水

註：以下所列輻射偵測站偵測之劑量率數值為事故期間所有機組放射性物質外釋之綜合結果

3/12 04:55 廠區大門之輻射值於 04:00 之 0.069 微西弗/小時，於 04:23 上升至 0.59 微西弗/小時，通報主管機關及其他相關政府機關

3/12 05:44 首相下令電廠半徑 10 公里內居民撤離

3/12 06:50 經產省大臣下令要求依法令執行一次圍阻體排氣

3/12 15:30 電源車至唯一正常之電力中心的電纜線連接完成，惟因 15:36 一號機廠房氫爆產生之碎片，造成電纜受損，電源車自動跳脫停止運轉（次日再嘗試啟動電源車，仍因過電流保護電驛動作而無法運轉）

3/12 16:27 廠區輻射偵測站輻射強度達 1,015 微西弗/小時，通報主管機關及其他相關政府機關

3/12 17:30 廠長指示進行一次圍阻體排氣準備作業（查閱相關圖

面，確認流程上電動閥可直接手動開啟，氣動閥需其他輔助氣源與電源方可開啟）

乾井壓力維持在 200~300kPaA 左右

3/12 18:00 反應爐壓力開始上升，研判安全釋壓閥可能因驅動空氣或電磁閥問題而關閉

3/12 18:25 首相下令電廠半徑 20 公里內居民撤離

3/13 03:00 乾井壓力由 3/12 00:30 之 40kPaG 上升至 315kPaG

3/13 08:10 至現場將一次圍阻體下游爆破盤前之電動排氣閥手動開啟至 25%開度

3/13 08:56 廠區輻射偵測站輻射強度為 822 微西弗/小時，通報主管機關及其他相關政府機關

3/13 10:15 廠長指示開始執行一次圍阻體排氣降壓作業

3/13 11:00 利用臨時發電機提供抑壓槽排氣管路(大管)之氣動閥操作空氣管路之電磁閥電源，將氣動閥開啟，但由於排氣管路壓力低於爆破盤之動作壓力，故實際上並無排氣（爆破盤於壓力達到 427kPaG 時，將破裂以釋放壓力）。

首相下令電廠半徑 20~30 公里內居民家中掩蔽

3/12 11:20 召開記者會說明一次圍阻體排氣事宜

3/13 12:05 廠長下令進行海水注入反應爐之準備作業（利用消防車及消防水帶自 3 號機旁之主冷凝器管逆洗池抽水）

3/13 14:15 廠區輻射偵測站輻射強度為 905 微西弗/小時，於 14:23 通報主管機關及其他相關政府機關

3/13 15:18 將執行一次圍阻體排氣之劑量評估結果通報主管機關

3/14 02:20 廠區輻射偵測站偵測之劑量率為 751 微西弗/小時，於 04:24 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 02:40 廠區輻射偵測站偵測之劑量率為 650 微西弗/小時，於 05:37 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 04:00 廠區輻射偵測站偵測之劑量率為 820 微西弗/小時，於 08:00 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 09:12 廠區輻射偵測站偵測之劑量率為 518.7 微西弗/小時，於 09:34 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 11:00　將反應爐廠房側牆之釋壓板(blowout panel)開啟，以預防氫氣累積

註：日本官方於提供國際原子能總署之報告中提及於 4 月 14~15 日之機組相關參數變化頗大，其數值可能不宜直接引用，僅作為變動趨勢之參考

3/14 11:01　抑壓槽排氣管路排氣管路（大管）之氣動隔離閥因 3 號機廠房氫爆造成電磁閥斷電而關閉，無法開啟；佈設之海水注水入反應爐途徑，其消防車及消防水帶亦受損
除控制室值班人員外，其餘人員撤離至技術支援中心
乾井壓力在 450kPa 左右

3/14 12:30　抑壓槽池水溫度達 149.3℃，壓力達 486kPaG，且上升中（反應爐安全釋壓閥開啟降壓時，其蒸汽會經管路導入抑壓槽，將蒸汽冷凝，若抑壓池水溫度過高時，蒸汽無法有效冷凝，可能造成抑壓槽壓力升高）

3/14 13:05　重新佈設海水注水入反應爐之消防車及水帶，考量 3 號機廠房氫爆造成鄰近區域佈滿碎石雜物，決定改由另處碼頭抽取海水

3/14 13:18　反應爐水位開始下降，推估爐心隔離冷卻系統(RCIC)應無法運轉補水，加速進行注海水之準備作業，通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 13:25　確認 RCIC 系統功能喪失，於 13:38 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 14:43　消防車至消防系統之臨時補水管線佈設完成

3/14 15:28　評估反應爐水位於 16:30 會降至 TAF，將此訊息通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 16:00　撤離指令解除，將抑壓槽排氣管路（大管）氣動閥開啟，以利於使用安全釋壓閥進行反應爐降壓操作，但於 16:20，因臨時空壓機之壓力不足，該閥門仍無法開啟。

3/14 16:30　啟動消防車，準備將海水注入反應爐

3/14 16:34　開始執行反應爐降壓準備作業，並通報通報主管機關及其他相關政府機關，開始利用消防系統將海水注入反應

爐（不確認水是否注入反應爐，不過當時反應爐壓力為6.998MPaG，研判超過消防車之水頭，水應未注入）

3/14 16:35 研判抑壓槽排氣管路（大管）氣動閥因電磁閥故障而無法開啟，改嘗試開啟排氣管路（小管）氣動閥

3/14 17:17 反應爐水位下降至燃料頂端，於 17:25 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 18:06 開啟反應爐釋壓閥，反應爐壓力由 5.4MPaG（錶頭壓力）開始下降，反應爐水位亦下降（之前因安全釋壓閥操作所需 120V 直流電源不足，乃利用所蒐集到之汽車電瓶串接後提供所需電壓，另壓力下降為東京電力公司之說法，由日本官方提供國際原子能總署之報告說明內容表示壓力有下降，但隨後可能因氣源或電磁閥問題造成釋壓閥回關，反應爐壓力又回升，但由所附參數變化圖，當時反應爐壓力並未下降，反而上升至 7.5 MPaG，兩者不相符）

3/14 18:22 反應爐水位下降至 TAF 以下 370 公分，燃料裸露，於 19:32 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 19:03 反應爐壓力下降至 0.63MPaG（此為東京電力公司之說法，但對壓力下降之疑問參見 3/14 18:06 括弧內之說明）

3/14 19:20 注水之消防車因燃油耗盡而停止運轉（因廠區輻射值高，人員須輪流至現場查看消防車運轉狀態）

3/14 19:53 再開啟 1 只反應爐釋壓閥

3/14 19:54 經補充燃油後，重新啟動消防車，將海水注入反應爐

3/14 21:00 抑壓槽排氣管路（小管）之氣動隔離閥可微開啟，爆破盤前之一次圍阻體排氣流程操作完成

3/14 21:20 開啟 2 只反應爐安全釋壓閥，反應爐壓力下降，之後確認反應爐水位指示有回升

3/14 21:30 反應爐水位指示回升至 TAF 下方 300 公分，於 21:34 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 21:35 廠區輻射偵測站輻射強度為 760 微西弗/小時，於 22:35 通報主管機關及其他相關政府機關

3/14 22:14　反應爐水位回升至 TAF 下方 180 公分，研判反應爐燃料已有受損

3/14 22:50　乾井壓力異常上升，超出設計值 427kPaG，於 23:39 通報主管機關及其他相關政府機關

~3/14 23:35　由於抑壓槽壓力低於爆破盤壓力（約 300~400kPaG），而乾井側壓力持續上升，決定由開啟乾井側排氣管路(小管)之氣動隔離閥

3/15 00:02　開啟乾井側排氣管路(小管)之氣動隔離閥，至爆破盤前之流程操作完成，但爆破盤仍完整。數分鐘後該氣動隔離閥關閉，乾井壓力仍維持在 750kPaA(絕對壓力)

3/15 00:45　反應爐壓力升至 1.823MPaG

3/15 03:00　乾井壓力仍超出設計值，於 04:17 通報主管機關及其他相關政府機關，說明雖然嘗試降低乾井壓力以利反應爐降壓及補水，但乾井壓力仍無下降徵象

3/15 05:00　反應爐壓力降至 626kPaG

3/15 06:00 ~06:10　廠房發生爆炸聲響，之後抑壓池壓力下降至 0，研判抑壓槽可能損傷，非必要人員共 650 名再度撤離至福島二廠，70 名東京電力公司員工留守

運轉值班人員定時至控制室記錄乾井壓力等參數，反應爐水位為 TAF 下方-280 公分，乾井壓力為 730kPa，反應爐及抑壓槽壓力不明（東京電力公司表示抑壓槽壓力降至 0 MPaA）

3/15 06:50　廠區大門輻射偵測站輻射強度為 518.7 微西弗/小時，於 07:00 通報通報主管機關及其他相關政府機關

3/15 07:00　通報主管機關說明除必要人員外，其餘人員將撤離至福島二廠

3/15 07:20　乾井壓力為 730kPaA

3/15 08:11　廠區輻射偵測站輻射強度為 807 微西弗/小時，於 08:36 通報主管機關及其他相關政府機關

3/15 08:25　確認白煙(疑似蒸汽)由反應器廠房 5 樓外牆冒出，於 09:18 通報主管機關及其他相關政府機關

3/15 10:30 經產省大臣下令要求儘速執行反應爐注水及必要時進行一次圍阻體排氣

3/15 11:25 電廠確認乾井壓力下降至 155kPaA

3/15 16:00 廠區輻射偵測站輻射強度為 531.6 微西弗/小時，於 16:22 通報主管機關及其他相關政府機關

3/15 23:05 廠區大門輻射偵測站輻射強度為 4,548 微西弗/小時，於 11:20 通報主管機關及其他相關政府機關

3/19 13:30 廠外電力至廠區輸電線佈設完成，進行至負載端之電力線佈設作業

3/20 15:05 開始使用消防車經燃料池冷卻系統管路補水入用過燃料池，之後即進行間歇補水作業

3/15 15:25 反應爐壓力為 119 kPaG，乾井壓力為 174kPaG

3/21 18:22 從反應爐廠房側牆之釋壓板噴出白煙(水蒸汽)

3/20 15:46 480V 電力中心（Power Center）2C 由東北電力公司電力線提供之臨時電源供電

3/25 10:30 經由用過燃料池冷卻系統開始向用過燃料池注水，於 12:19 完成

3/26 10:10 改用淡水注入反應爐（內加硼酸）

3/26 16:46 主控制室照明恢復

3/27 18:31 改用電動泵浦注水入反應爐

3/29 16:30 改用電動泵浦將淡水注入用過燃料池

4/02 09:30 確認海水泵室取水口附近之高放射性廢水係來自汽機廠房外側電纜隧道於海水泵室邊工作豎井，地面有 20 公分之裂縫，並有水持續流入取水口

4/02 16:02 開始進行電纜隧道於海水泵室邊工作豎井裂縫止漏作業

4/02 汽機廠房部分照明恢復

4/03 12:12 反應爐注水之電動泵改用廠外電源供電

4/06 05:38 經於 4 月 5 日在電纜隧道週邊開挖注入俗稱水玻璃之止水劑，確認原流入取水口之開口已無水流出

4/11 17:16 福島縣浜通地區發生地震，廠外電力中斷，反應爐注水作業停止，之後陸續恢復

4/15　將反應爐注水臨時電動泵浦之配電盤移至高處，以防海嘯

4/16　進行用過燃料池池水取樣分析作業，於次日分析結果顯示有高濃度之碘-131、銫-134/137 等核分裂產物存在，其濃度分別為 4.1×10^{3}/1.6×10^{5}/1.5×10^{5} 貝克/c.c.，較 4 號機高出許多

4/18 19:30　再於電纜隧道灌入水玻璃之止水劑

4/19 10:08　開始將汽機廠房之積水抽至廢料處理廠房之儲存槽

4/19 10:23　完成 1、2 號機及 3、4 號機間電力線路之強化作業

4/25 14:44　進行 1、2 號機及 5、6 號機間電力線路之強化作業

5/1　開始進行電纜隧道豎井封填作業

5/2　安裝反應爐注水臨時電動泵浦運轉狀態之監視警報裝置

5/31　新設之用過燃料池循環冷卻系統開始正式運轉

統計至 5 月底止，反應爐注水量淡水約 21000 公噸，海水約 2482 噸，估計沸騰蒸發量為 7900 公噸，反應爐容積為 500 立方米

6/28　一次圍阻體開始灌入氮氣，以預防一次圍阻體內部聚集之氫氣與氧氣作用而發生氫爆

7/2　反應爐循環補水流程正式運轉，將廠房積水經處理系統過濾、去塩後，再由臨時泵浦經飼水管路注入爐心。

9/4　新增由爐心噴灑管路注水至爐心上方之途徑

9/28　反應爐槽底部金屬溫度降至 100℃以下

10/28　新增之一次圍阻體氣體控制系統（gas control system）開始運轉

11/30　開始將氮氣注入反應爐，以預防內部聚集之氫氣與氧氣作用而發生氫爆

3 號機

3/11 14:46　發生規模 9.0 之地震

3/11 14:47　反應爐因強震而自動停機

3/11 14:48　廠外電力系統因廠外輸電線故障而斷電，緊急柴油發電

機自動起動供電

3/11 14:54　確認反應爐達次臨界

3/11 15:05　運轉員手動起動爐心隔離冷卻系統(RCIC)

3/11 15:06　東京電力公司總部事故應變中心成立

3/11 15:25　RCIC 因反應爐高水位而自動跳脫

3/11 15:27　第一波海嘯侵襲廠區

3/11 15:35　第二波海嘯侵襲廠區

3/11 15:38　海嘯侵襲廠區，兩台緊急柴油發電機因其冷卻海水泵、電力系統盤面與匯流排因海嘯造成廠房淹水而停止運轉，6.9KV 開關箱及 480V 電力中心配電盤亦因淹水而全部受損，廠內交流電力全部喪失，直流電力系統正常（電廠之後曾將非必要負載切離，以延長供電時間），電廠於 15:42 通報相關政府單位

3/11 16:03　手動起動 RCIC

3/11 20:50　福島縣政府下令要求電廠半徑 2 公里內居民撤離

3/11 21:23　首相下令電廠半徑 3 公里內居民撤離，半徑 10 公里內居民家中掩蔽

3/11 21:58　控制室使用臨時照明

3/11 23:35　反應爐寬範圍水位儀器指示由 22:58 之 40 公分降至 35 公分

3/12 00:30　確認電廠半徑 3 公里內居民完成撤離

3/12 04:55　廠區大門之輻射值於 04:00 之 0.069 微西弗/小時，於 04:23 上升至 0.59 微西弗/小時，通報主管機關

3/12 05:44　首相下令電廠半徑 10 公里內居民撤離

3/12 11:36　RCIC 跳脫，無法重新起動

~3/12 12:30　反應爐壓力有下降趨勢，至 19:00 下降至約 6MPa

3/12 12:35　高壓爐心注水系統(HPCI)因反應爐低水位信號自動啟動

3/12 17:30　電廠廠長下令進行一次圍阻體排氣準備作業

3/12 18:25　首相下令電廠半徑 20 公里內居民撤離

3/12 21:00　控制室人員開始研擬一次圍阻體之排氣作業

~3/12 02:00　反應爐壓力稍下降，至約 02:30 開始回升

3/13 02:42　HPCI 跳脫（東京電力公司說明為因無蓄電池提供電源，無法起動；日本官方研判可能是反應爐壓力過低）

3/13 03:51　反應爐水位儀器電源恢復，水位指示在 TAF 下方-160 公分

~3/13 04:00　反應爐壓力上升至 7MPaG

3/13 04:50　嘗試利用臨時電源開啟抑壓槽排氣管路(大管)之氣動閥，並派員至現場抑壓槽室確認閥門位置，但閥位指示在關閉位置

3/13 05:10　HPCI 停止運轉，反應爐無注水。嘗試起動 RCIC 及 HPCI，但因蓄電池耗盡而無法起動；柴油驅動消防泵因反應爐壓力過高，超過其水頭，故無法提供補水，電廠於 05:58 通報相關政府單位。另備用硼液系統之復原作業因不時的餘震及現場環境不良，故未能進行

3/13 05:15　廠長下令進行一次圍阻體排氣降壓之相關列置作業(除爆破盤外)，現場查看發現抑壓槽氣動排氣閥(大管)未開，乃進行新驅動裝置更換作業

3/13 05:23　更換抑壓槽排氣管路(大管)之氣動閥之驅動氣瓶

3/13 05:50　召開記者會說明一次圍阻體排氣事宜

3/13 06:00　反應爐寬範圍水位儀器指示-350 公分

3/13 07:35　將一次圍阻體排氣之輻射暴露評估結果提報主管機關

3/13 07:39　利用引擎驅動消防水泵開始執行一次圍阻體噴灑作業

3/13 07:45　反應爐水位降至 TAF 下方 300 公分，反應爐壓力 7.31MPaG，乾井壓力 450kPaG，抑壓槽壓力 440kPaG

3/13 08:35　至現場將一次圍阻體下游爆破盤前之電動排氣閥手動開啟至 15%開度

3/13 08:41　開啟抑壓槽排氣管路(大管)之氣動閥，一次圍阻體排氣(除爆破盤外）列置作業完成（由於排氣管路壓力低於爆破盤之動作壓力，故實際上並無排氣）

3/13 08:56　廠區輻射偵測站輻射強度為 822 微西弗/小時，通報主管機關及其他相關政府機關

3/13 09:08　執行反應爐快速降壓（由蒐集之汽車電瓶串接後提供安

全釋壓閥開啟所需電力）

3/13 09:10　乾井壓力由 637kPa 開始下降

3/13 09:24　乾井壓力降至 0.540MPaA，研判乾井已有排氣

3/13 09:25　利用消防車經消防水管路將含硼淡水注入反應爐

3/13 10:30　廠長下令進行注海水入反應爐之準備作業

3/13 11:00　首相下令電廠半徑 20~30 公里內居民家中掩蔽

3/13 11:17　抑壓槽排氣管路(大管)之氣動閥因臨時氣瓶耗盡而關閉，於 12:30 更換新氣瓶後於重新開啟。另曾嘗試將氣動閥固定在開啟位置，但因現場高溫及抑壓槽因反應爐釋壓閥開啟洩壓造成的振動而放棄

3/13 12:20　淡水注入反應爐作業中止（水源用盡）

3/13 13:12　改用消防車由主冷凝器管逆洗池經消防水管路將海水注入反應爐

3/13 22:15　柴油驅動消防泵停止運轉(燃油即將耗盡)

3/14 01:10　反應爐注水暫停（因原取水坑之海水存量不足），消防車改安排抽海水打入取水槽

3/14 02:00　乾井壓力為 0.265MPaA，並開始上升

3/14 03:00　乾井壓力為 0.315MPaA

3/14 03:20　反應爐利用消防車注海水恢復，由圍阻體大氣偵測系統(CAMS)指示乾井輻射強度為 140 西弗/小時，東京電力公司推估爐心燃料有 30%熔毀

3/14 05:20　再度執行一次圍阻體排氣降壓作業，開啟抑壓槽排氣管路(小管)之氣動閥

3/14 06:10　確認抑壓槽排氣管路(小管)之氣動閥開啟（之後電磁閥因電源喪失關閉，無法維持氣動閥在開啟位置），乾井壓力為 460kPaA

3/14 07:44　一次圍阻體壓力異常上升

3/14 09:05　乾井壓力為 490kPaA

3/14 09:20　利用消防車由他處取海水注入取水坑

3/14 11:01　反應器廠房發生氫爆，廢料處理廠房受損，4 樓再循環系統馬達發電機組轉速控制裝置液壓油亦發生爆炸。爆炸

之碎裂物造成消防車及水帶受損，反應爐注水停止，人員撤離至技術支援中心，4 名東京電力公司員工、3 名包商及 4 名自衛隊員受傷

3/14 11:25 反應爐水位為 TAF 下方 180 公分，反應爐壓力 0.185MPaG，乾井壓力 360kPa，抑壓槽壓力 380kPa

3/14 16:30 反應爐注水恢復，重新佈設之消防車及水帶，由碼頭區直接抽取海水

3/15 07:00 電廠通報相關政府單位說明除必要監測與操作人員外，其餘人員將暫時撤離至福島二廠

3/15 07:55 反應器廠房發現有白煙冒出(蒸汽)

3/16 10:45 因懷疑一次圍阻體受損，故運轉員自 3、4 號機共用之主控制室撤離，注水作業暫停

3/16 11:30 運轉員回至主控制室，注水作業恢復

3/17 使用直升機及消防噴水車進行用過燃料池噴灑海水作業

3/20 11:00 一次圍阻體壓力上升至 320kPa，進行排氣降壓準備，於 11:25 開啟氣動閥，之後壓力下降，於 3/21 12:15 降至 120 kPa

3/20 反應爐金屬溫度超過儀器指示範圍 400℃，經增加補水量後，於 3/24 逐漸回降至 100℃左右

3/21 15:55 反應器廠房有灰煙冒出，於 18:02 停止

3/22 22:28 120VAC 主儀器匯流排電氣盤(Main Bus Panel for measurement)恢復供電

3/22 22:43 主控制室照明恢復

3/23 11:03 利用燃料池冷卻系統管路將海水注入用過燃料池，之後間歇性補水

3/23 16:20 反應器廠房噴出些微灰煙(於 3/23 23:30 左右確認停止)

3/25 13:28 利用消防車將水噴灑入用過燃料池

3/25 18:02 改用淡水注入反應爐

3/27 17:40 由高樓灌漿車將海水灌入用過燃料池

3/28 20:30 改用電動泵浦注水入反應爐

3/29 14:17 改用高樓水泥灌漿車將淡水灌入用過燃料池，之後間歇

性進行灌水作業

4/03 11:50 反應爐注水之電動泵改用廠外電源供電

~4/8 18:30 發現抑壓槽排氣管路氣動閥在關閉位置

4/11 17:16 福島縣浜通地區發生地震，廠外電力中斷，反應爐注水作業停止，之後陸續恢復

4/15 將反應爐注水電動泵電源之配電盤及相關設備移至高處，以防海嘯

4/17 利用遙控機器人進行現場勘查

4/19 完成 1~4 號機廠外電力供電系統可互相支援之電力系統強化措施

4/22 13:40 進行利用過燃料池冷卻系統管路進行注水之測試作業

4/26 12:25 開始利用用過燃料池冷卻系統管路進行注水

4/30 進行廠外電力供電至廠內電力系統之強化作業

5/1 開始進行將廠房外電纜隧道豎坑之封填作業，避免海嘯淹水時造成內部放射性廢水溢流至環境

5/2 設置反應爐電動補水泵運轉狀態之監視警報

5/8 進行用過燃料池水位量測並取池水以進行化驗

5/9 開始將聯氨(hydrazine，腐蝕抑制劑)加入用過燃料池注水中

~5/11 12:30 確認海水取水池附近之電纜坑內有水流入，於 18:40 進行止漏作業，並於 18:45 確認漏水已停止

5/12 16:53 為準備將反應爐注水流程由消防管路改為飼水管路，約 3 噸淡水經反應爐經飼水管路注入反應爐

5/31 統計至 5 月底止，反應爐注水量約 20700 公噸，估計沸騰蒸發量為 8300 公噸，反應爐容積為 500 立方米

6/20 開始反應器廠房外罩之安裝工程之準備作業

6/30 新設之用過燃料池循環冷卻系統開始正式運轉

7/1 新設之用過燃料池循環冷卻系統開始正式運轉

7/2 反應爐循環補水流程正式運轉，將廠房積水經處理系統過濾、去塩後，再由臨時泵浦經飼水管路注入爐心

9/1 新增由爐心噴灑管路注水至爐心上方之途徑

9/5　　反應爐槽底部金屬溫度降至 100℃以下

9/30　　開始一次圍阻體氣體控制系統（gas control system）安裝之準備作業

11/30　　開始將氮氣注入反應爐，以預防內部聚集之氫氣與氧氣作用而發生氫爆

4 號機

註：4 號機機組於 2010 年 10 月 30 日停機大修，地震前反應爐爐心燃料已全部移至用過燃料池，池水溫度約 27℃，用過燃料池與反應爐間之閘門在關閉位置

3/11 14:46　發生規模 9.0 之地震，廠外電力系統因輸電線路故障而斷電，用過燃料池冷卻系統因斷電而停止運轉，1 台緊急柴油發電機自動起動運轉，另 1 台緊急柴油發電機維護中

3/11 15:38　海嘯來襲，運轉中之緊急柴油發電機因其冷卻海水泵、電力系統盤面與匯流排因海嘯造成廠房淹水而停止運轉，6.9KV 開關箱及部分 480V 電力中心配電盤亦因淹水而受損，部分 480V 電力中心配電盤(PC 4A、4B、4C、4D)雖淹水情形不嚴重，但因上游電源淹水跳脫而失電，廠內交流電力全部喪失；直流電源系統蓄電池及配電盤亦因淹水而故障，之後控制室所有照明及儀器指示逐漸喪失

3/11 21:58　控制室臨時照明完成

3/14 04:08　用過燃料池水溫達到 84℃

~3/15 06:00　反應器廠房發生氫爆，5 樓牆壁及屋頂嚴重受損

3/15 08:11　確認反應爐廠房受損，大門輻射強度超過 500 微西弗/小時，電廠通報相關機關

3/15 09:38　反應器廠房 3 樓西北側發生火災，通知消防單位準備滅火，美國陸軍(Armed Forces)及日本消防隊規劃進行滅火作業。於 11:00 確認自然熄滅，電廠通報相關機關

3/16 05:45　媒體報導反應器廠房 4 樓北側發生火災，通知消防單位

準備滅火，但電力公司表示現場無法確認何處發生火災

3/16 於自衛隊直昇機上觀察用過燃料池，發現池中有水，研判燃料仍有水淹蓋

3/16 10:43 因 3 號機反應器廠房上方冒出白色蒸汽，人員疏散至緊急應變中心

3/16 10:55 大門輻射強度達 2.9 毫西弗/小時

3/20 開始利用消防噴水車將海水灑入 4 號機用過燃料池

3/22 10:36 緊要電力中心 PC4D 恢復供電

3/22 17:17 改用高樓水泥灌漿車將海水灌入燃料池，之後間歇性進行灌水作業

3/22 21:52 主儀器匯流排電氣盤(Main Bus Panel for measurement)恢復供電

3/25 測試利用燃料池冷卻系統管路進行注水作業

3/29 11:50 控制室照明恢復

3/30 18:33 改用淡水利用高樓水泥灌漿車灌入燃料池，之後間歇性進行灌水作業

4/2 汽機廠房部分照明恢復

4/12 進行用過燃料池池水取樣分析作業，於次日分析結果顯示有碘-131、銫-134/137 等核分裂產物之濃度分別為 220/88/93 貝克/c.c.

4/22 利用高樓水泥灌漿車進行用過燃料池水位測量作業，池水位仍未恢復正常

5/9 開始進行用過燃料池底部支撐結構加強的作業

6/24 開始反應器廠房外罩之安裝工程之準備作業

7/1 新設之用過燃料池循環冷卻系統開始正式運轉

7/30 完成用過燃料池底部支撐結構加強的作業

5/6 號機

註：5 號機機組於 2011 年 1 月 3 日停機大修，地震前反應爐爐心燃料已回填，反應爐加壓進行洩漏測試中；6 號機機組於 2010 年 8 月 14 日停機大修，地震前反應爐爐心燃料已回填，反應爐蓋已

回裝完成

3/11 14:46　發生規模 9.0 之地震，廠外電力系統斷電（電塔倒塌）

3/11 14:47　5/6 號機緊急柴油發電機自動起動供電

3/11 15:36　海嘯來襲，5/6 號機運轉中之緊急柴油發電機因其冷卻海水泵於海嘯時淹水受損而停止運轉，6.9KV 開關箱及部分 480V 電力中心配電盤亦因淹水而受損，僅餘 6 號機 1 台位置較高之緊急柴油機 DG6B 及部分 6.9KV 開關箱（M/C 6D）與部分 480V 電力中心(PC6D、6E)能正常供電，部分 6.9KV 開關箱及部分 480V 電力中心配電盤雖未淹水（M/C 6C、HPCS DG M/C 與 PC 5A-1、5B-1、6C），但因上游電源淹水跳脫而失電，其餘廠內外交流電力則全部喪失；5/6 號機直流電源系統蓄電池及配電盤則未淹水

3/12 01:40　5 號機反應爐餘熱移除系統系統因斷電無法運轉，反應爐壓力因燃料衰變熱而逐漸上升至約 8MPa ，5 號機反應爐安全釋壓閥自動開啟，壓力利用安全釋壓閥維持在 8MPa 左右。6 號機因停機時間較長，故壓力上升相對較緩

3/12 06:06　5 號機利用開啟爐頂逸氣閥降壓

3/12 08:13　6 號機提供部分電源至 5 號機 5/6 號機冷凝水傳送泵由 6 號機供電運轉，將水補入反應爐

3/12 14:42　6 號機控制室之緊急過濾系統及 5/6 號機之通風系統啟動運轉

3/13 13:20　6 號機冷凝水傳送泵間歇起動已進行反應爐補水作業

3/13 18:29　利用臨時電纜提供 5 號機冷凝水補充系統（MUWC）之電源

3/13 20:54　5 號機冷凝水補充系統泵及備用氣體處理系統手動起動

3/14 05:00　5/6 號機利用反應爐安全釋壓閥降低反應爐壓力

3/14 05:30　冷凝水補充系統泵開始將水補入 5 號機反應爐

3/14 09:27　開始將水補入 5 號機用過燃料池

3/14 14:13　開始將水補入 6 號機用過燃料池

3/16 13:10　6 號機用過燃料池冷卻系統起動（熱交換器未使用）

3/16 22:16　開始進行 5 號機用過燃料池換水作業

3/18 13:30　5 號機反應器廠房屋頂開孔(共 3 處)作業完成，以預防氫氣可能產生後之問題

3/18 17:00　6 號機反應器廠房屋頂開孔(共 3 處)作業完成，以預防氫氣可能產生後之問題

3/18 19:07　6 號機柴油引擎海水泵起動

3/19 01:55　5 號機 RHR 臨時海水泵利用臨時電源車供電起動運轉

3/19 04:22　6 號機另一台緊急柴油發電機 DG6A 起動運轉

3/19 05:00　5 號機臨時之餘熱移除系統海水泵安裝完成，並利用 6 號機 1 台共用之緊急柴油發電機起動餘熱移除系統泵 C 台交替提供反應爐及用過燃料池之冷卻，並優先提供用過燃料池冷卻系統電源。

3/19 05:11　6 號機用過燃料池冷卻系統起動

3/19 21:26　6 號機臨時餘熱移除系統海水泵利用臨時電源車供電起動運轉

3/19 22:14　6 號機餘熱移除系統 B 串起動執行用過燃料池冷卻模式運轉

3/20 10:49　5 號機 RHR 手動停止運轉（用過燃料池冷卻）

3/20 12:25　5 號機 RHR 手動啟動運轉執行反應爐停機冷卻模式

3/20 14:30　5 號機達冷爐停機

3/20 16:26　6 號機 RHR 手動停止運轉（用過燃料池冷卻）

3/20 18:48　6 號機 RHR 手動啟動運轉執行反應爐停機冷卻模式

3/20 19:27　6 號機達冷爐停機

3/20 19:52　廠外電力系統電源恢復

3/21 11:36　6 號機 6.9KV 匯流排 M//C 6C 由起動變壓器 5SA 供電

3/22 20:13　5 號機 480KV 電力中心 PC 5A-1 由 M//C 6C 供電

3/22 19:17　6 號機 6.9KV 匯流排 M//C 6C/D 恢復由廠外電力系統供電

3/23 17:24　5 號機臨時之餘熱移除系統海水泵電源切換時跳脫

3/24 16:14　5 號機臨時之餘熱移除系統海水泵起動

3/24 16:35　5 號餘熱移除系統泵起動執行停機冷卻

4/4　21:00　6 號機廠房積水與地下水坑之地下水經申請核准後開始排放至大海，至 4/9 18:52 停止排放，共排放約 373 立方公尺

4/5　17:25　5 號機廠房積水經申請核准後開始排放至大海，至 4/8 12:14 停止排放，共排放約 950 立方公尺低放射性廢水

4/25　執行 1、2 號機與 5、6 號機間電力線之強化作業

附錄三

日本原子力保安院之要求事項

附錄三.1

原子力安全保安院100年3月30日要求業者採行之緊急安全對策

1. 緊急安全對策內容

福島一廠事故之發生，是由於伴隨巨大地震而來之海嘯，導致：

(1)喪失外電同時，亦無法確保緊急電源；
(2)喪失將反應爐停機後衰變熱排放入海之海水系統、功能；
(3)喪失用過燃料池冷卻及供水同時，無法以移動式設備供應冷卻水；

因而使得事故惡化，成為核子災害，且災害規模進一步擴大。
有鑑於此，原子力安全保安院直接以命令（對運轉規範之要求事項）等方式，要求所有核電廠（不含福島第一、二核電廠）強化以下安全對策作為。

- 法規上要求

即使三大機能（所有交流電源、海水冷卻功能、用過燃料池冷卻功能）均因海嘯而喪失，亦必須有適當對策可避免爐心及用過燃料受損、防止放射性物質外釋，並恢復冷卻功能。

- 具體要求事項

(1) 實施緊急檢查
針對海嘯引發緊急狀況時所需機器設備，實施緊急檢查。

(2) 緊急應變計畫之檢查及訓練實施
緊急應變計畫內需假設喪失所有交流電源、海水冷卻功能、用過燃料池冷卻功能，並針對計畫內容進行檢查及實施訓練。

(3) 確保緊急電源

當喪失廠內電源、亦無法確保緊急電源時，必須確保可以移動式設備供給所需電力。

(4) 確保緊急狀況下之最終熱移除功能

假定喪失海水系統或其功能，必須以移動式熱移除設備等方式恢復熱移除功能。

(5) 確保緊急狀況下之用過燃料池冷卻

喪失用過燃料池冷卻及供水時，需以移動式設備供應冷卻水。

(6) 針對各廠本身設計，實施必要之對策

2. 實施緊急安全對策

各電力公司應立即執行以上所述安全對策，對象包含所有核電廠，且需就該等緊急安全對策之實施狀況（包含今後計畫）儘速向原子力安全保安院提出報告。

3. 原子力安全保安院之確認等

原子力安全保安院將就各電力公司所提緊急安全對策實施狀況之妥適性嚴格執行確認。除針對載有緊急安全對策之書面認可申請進行嚴格審查外，並將藉視察等方式嚴格審視各電廠之緊急安全對策實施狀況。

原子力安全保安院將於業者提出緊急安全對策後，大約 1 個月內完成緊急安全對策實施狀況之確認。

附錄三.2

原子力安全保安院100年4月9日要求業者有關緊急柴油發電機之相關措施

100年4月7日23:32宮城縣海域地震發生後，東北電力公司東通核電廠1號機3部緊急柴油發電機（以下簡稱EDG）於100年4月8日14:08全數進入不可用狀態。有鑑於該次事件，原子力安全保安院要求各業者採取以下對策：

1. 變更有關冷停機及更換燃料時之運轉限制規定：
   - 依現行規定，起動、運轉中及熱停機狀況下，均需確保有2部以上EDG可用；冷停機狀況下，僅需維持1部EDG可用。
   - 原子力安全保安院向所有擁有核電廠之電力公司下達指示，要求即使於冷停機狀況下，亦需確保2部以上EDG「可用、且可與緊急電力系統連結」。（要求針對規定進行變更）
   - 原子力安全保安院已於100年4月8日口頭向東北電力下達指示，要求就前述事項檢討規定變更事宜。
   - 對於無法立即達成前述要求之其他核電廠，要求依照100年3月30日公布之緊急安全對策內容，採行配置電源車及消防泵等方式，並於今日所下達指示當中，要求立即著手執行。藉由以上方式，可確保冷卻所需之緊急電源擁有雙重保障。

2. 東北電力公司東通核電廠狀況

   100年4月8日，原子力安全保安院派遣負責東通核電廠之安全檢查官事務所長前往電廠，針對以下項目進行現地視察：
   - 因漏油而不可用之EDG，已於100年4月9日7:00恢復正常。
   - EDG不可用期間，電源車及消防水泵車均進入待命位置，以備萬一發生喪失外電狀況時，可立即進行必要處置。
   - 消防水泵車及水帶規格均符合規定。

- 經審視訓練紀錄，確認實際將消防水泵連接至反應器廠房之消防栓後，其水壓、流量足以供水至用過燃料池所在之廠房最高樓層。

附錄三.3

原子力安全保安院 100 年 4 月 15 日對外部電源的要求事項

1. 核電廠電源線之狀況

- 依運轉規範，核電廠與廠外電力系統間需有 2 回路以上之連結；以目前現狀，單一送電路徑架有 1～2 回路，兩條送電路徑即有 3 回路以上，且大多數電廠均有兩條以上高於 27.5 萬伏特之超高壓大容量送電線，以提高其可靠度。
- 100 年 4 月 7 日發生宮城縣海域地震後，東通核電廠（2 路徑 3 回路）及六個所村再處理設施（1 路徑 2 回路）喪失所有外電，依靠緊急柴油發電機供給電力（東通於外電恢復後，緊急柴油發電機因故障而無法運轉）。女川核電廠（3 路徑 5 回路，其中 1 回路停用中）則有 3 回路無法使用，僅 1 回路可送電。
- 本事件之起因為主要變電所發生接地事故，導致供應北東北之電力系統停止運作，使得與其連接之核能設施失去外電供給，引發電力系統可靠度問題。

2. 各電力公司為提高電力系統可靠度所為對策

- 鑑於前述電力系統可靠度問題，保安院對各電力公司下達指示，針對因地震等原因造成核電廠外電受影響之狀況，進行電力系統供電可靠度之分析及評估，並依分析評估結果檢討如何提升電廠之電力供應可靠度（亦包括強化廠內電源在內）。

3. 提高核電廠廠內電源之可靠度對策（短期對策）

由於提高外電可靠度需要時間，在完成前，採取下列措施以確保供電可靠度：

(1) 已實施之對策

①確保反應爐於停機狀況下，仍有兩台以上緊急柴油發電機可用

- 基於宮城縣海域地震經驗，即使反應爐處於停機狀況下，

亦需確保兩台以上緊急柴油發電機可用，以提高電源可靠度。（已於 100 年 4 月 9 日下達指示）

②緊急柴油發電機容量及各機組互相間之電力融通

- 擁有兩部以上機組之電廠，將各機組之緊急柴油發電機互相跨接，以便在必要時向其他機組供電，藉以提高電源可靠度（屬嚴重事故管理之一環，已實施完畢）

③配置電源車

- 配合經產省要求，於緊急安全對策中載明各電廠需配置電源車及水源車，其電源容量、注水容量必須足供冷卻功能所需。（已於 100 年 3 月 30 日下達指示）

(2) 進一步提高可靠度之對策

為提高核電廠電源可靠度，下達以下指示：

④各機組分別與所有送電回路連結

- 為提高各機組供電可靠度，將所有送電回路分別與各機組連結，使其全數具備供電能力。

⑤電塔（電源線）之強化

- 針對吊掛送電線之電塔進行耐震、地基安定性等評估，並依評估結果進行必要補強。

⑥開關場之防淹水對策

- 針對開關場等電氣設施，採行如室內化、防水工程等防海嘯對策。

附錄三.4

原子力安全保安院 100 年 4 月 28 日對各核電廠耐震評估之指示及 100 年 6 月 6 日後續追加指示

100 年 4 月 28 日原子力安全委員會完成「原子力安全保安院檢討各業者依新耐震方針進行既設核電廠耐震安全性評估之結果乙案，本委員會之追加意見」決議，並通知原子力安全保安院。

該決議內容指出，以往幾乎未曾觀測到地震活動的地區，因此次地震之誘發，頻繁發生地震，且亦出現如 100 年 4 月 11 日福島縣濱通地區地震之正斷層型地震活動。有鑑於此，原子力安全委員會針對原子力安全保安院目前實施中，依新耐震方針進行既設核電廠耐震安全性評估乙案，提出以下意見，並要求原子力安全保安院進行檢討。

- 伴隨東北地方太平洋海域地震之發生，可觀測到巨大之地殼變動，並造成大範圍區域之應力變化。因此各業者應就其目前調查中之斷層、變位地形、線性構造等進行評估，考慮該等地形是否屬於應列入耐震設計考量之活動斷層。

- 伴隨東北地方太平洋海域地震之發生，如於廠址周邊原本非屬地震頻發區域處發生地震，或於非耐震設計考量對象之斷層附近發生地震時，必須對該等地震進行評估。

- 基於以上評估結果，如發現對廠區可能造成影響之斷層時，必須進行地震動評估。

原子力安全保安院接獲以上決議內容後，請各業者針對以下事項，於 100 年 5 月 31 日前提出報告。

- 伴隨東北地方太平洋海域地震之發生，可觀測到巨大之地殼變動，因此請貴公司就自行實施之地質調查或文獻資料中所列斷層、變位地形、線性構造等，評估其屬既設核電廠耐震設計上應納入考慮對象之可能性，並提報該等重要資訊。

配合以上指示，各業者於 100 年 5 月 31 日提出調查結果報告。依該等報告內容所述，原本評估為不需納入耐震設計考慮之斷層中，有一條斷層因受 100 年 3 月 11 日之後陸續發生之地震影響，實際於地表上出現斷層。原子力安全保安院基於上述原因，於 100 年 6 月 6 日向各業者下達指示，要求執行附件中所示內容。

附件要求內容：

有關斷層發生活動可能性之再評估，原子力安全保安院認為各業者應針對以往列為無須納入耐震設計之斷層，重新檢討其是否有納入之必要，並收集其他進一步資訊。有鑑於此，原子力安全保安院要求各業者需在必要距離範圍內，針對前述斷層進行調查，確認 100 年 3 月 11 日後陸續發生之地震狀況及所造成地殼變動量。如調查結果認為無法排除該等斷層應列入耐震設計考量之可能性，則需進行現地勘察，並於 100 年 8 月 31 日前向原子力安全保安院提出報告。

附錄三.5

原子力安全保安院 100 年 5 月 11 日有關緊急柴油發電機要求事項之補充說明

1. 經過

100 年 4 月 7 日，東北電力公司東通核電廠於宮城縣海域地震後，發生外電喪失狀況。當時緊急柴油發電機雖成功起動供電，卻於外電復原後，所有緊急柴油發電機進入不可用狀態。有鑑於前述事件，為確保反應爐停機時仍有 2 部以上緊急柴油發電機可用，原子力安全保安院下達「運轉規範內有關緊急用發電設備相關事項」之指示。（已於 100 年 4 月 9 日下達指示）

以下業者於收到指示後，提出運轉規範之變更認可申請書：（申請日均為 100 年）

4 月 20 日：關西電力公司（美濱、大飯、高濱）

4 月 21 日：北海道電力公司（泊）、東京電力公司（柏崎刈羽）、九州電力公司（玄海、川內）、日本原子力發電公司（東海第二、敦賀）

4 月 22 日：東北電力公司（女川、東通）、中部電力公司（濱岡）、北陸電力公司（志賀）、中國電力公司（島根）

4 月 25 日：四國電力公司（伊方）

4 月 28 日：東京電力公司（福島第二）

2. 審查內容

運轉規範中必須明訂，即使反應爐處於冷停機或更換燃料狀態，亦需保持 2 部以上之緊急發電設備可用。

依各電廠設計不同，目前部分電廠每一機組擁有 2 部緊急柴油發電機，部分為 3 部。每一機組僅有 2 部緊急柴油發電機之電廠，一旦發電機進行檢修，便無法保持 2 部可用；擁有 3 部發電機者，一旦進行檢修，仍有可能無法保持 2 部可用，因此必須增

設緊急發電設備。

由於增設該等設備需相當時間，因此採取緊急措施，於設備之增設尚未完成之前，電廠需於運轉規範中增加附加條款，自其他機組之緊急柴油發電機進行跨接（如該電廠有 2 部以上機組）以及使用電源車供電。

(1)第一階段措施（需儘速實施）

①機組間之電源跨接

擁有 2 部以上機組之電廠，需將各機組之緊急柴油發電機跨接，以備必要狀況下可互相供應電力，並確保 2 部以上電源可用，以提高電源之可靠度。

②無法於機組間跨接電源之電廠

如電廠無法藉其他機組互相供應電力，則必須藉由配備足供冷卻所需電力容量之電源車、或規定緊急柴油發電機不得同時檢修等方式，以提高電源之可靠度。

（參考用）無法於機組間跨接電源之電廠對策概要

- 東北電力公司東通核電廠（1 部機組）

本次大修時，3 部緊急柴油發電機皆可用。預定將於本次大修完成後、下次大修開始前，新設大容量之緊急發電機。

- 日本原子力發電公司東海第二核電廠（1 部機組）

配備有 3 部緊急柴油發電機，當反應爐停機進行發電機檢修時，一次僅檢修一部，因此可確保隨時保有 2 部發電機可用。當不得不同時進行 2 部發電機之檢修時，將以配置電源車方式，確保電源之可靠度。

- 日本原子力發電公司敦賀核電廠（機組間無法互相跨接供電）

為應緊急柴油發電機檢修時所需，已配置完成電源容量足夠之電源車。（800kVA 2 部、220kVA 2 部）

(2)第二階段措施（1～2 年內完成）

所有核電廠均需訂定計畫，於廠內不受海嘯影響之高處設置大容量氣冷式緊急發電機。

3. 審查結果

運轉規範中已明訂，即使反應爐處於冷停機或更換燃料狀態，亦需保持 2 部以上之緊急發電設備可用。

每一機組僅有 2 部緊急柴油發電機之電廠，一旦發電機進行檢修，便無法保持 2 部可用；擁有 3 部發電機者，一旦進行檢修，仍有可能無法保持 2 部可用，因此必須增設緊急發電設備。由於增設該等設備需相當時間，因此採取緊急措施，於設備之增設尚未完成之前，電廠需於運轉規範中增加附加條款，自其他機組之緊急柴油發電機進行跨接、以及使用電源車供電。以上項目經確認，各電廠均已完成。

基於以上審查結果，提出變更認可申請之業者，原子力安全保安院已於 100 年 5 月 11 日認可其變更後之運轉規範。東北電力公司女川核電廠及東京電力公司福島第二核電廠部分，將待原子力安全保安院收到其緊急安全對策實施報告後，再行審查。

附錄三.6

原子力安全保安院 100 年 5 月 31 日對懸吊式高壓斷路器之火災防護措施指示及 100 年 6 月 15 日各業者回報說明

原子力安全保安院於 100 年 5 月 30 日接獲東北電力公司提出之報告，內容為女川核電廠因東北地方太平洋海域地震及伴隨而來之海嘯所受損傷狀況。

依該報告內容所述，100 年 3 月 11 日當天 1 號機之正常用高壓分電盤發生火災，其原因為：地震使得分電盤內懸吊式高壓斷路器劇烈搖晃，導致其導體部分和周遭結構互相接觸而發生短路、接地，並隨之發生電弧放電，因而生熱造成火災。為防止相同原因之事故再次發生，原子力安全保安院於 100 年 5 月 31 日下達指示，要求持有核電廠之業者，確認其廠內是否亦裝設有懸吊式高壓斷路器。如裝有該型斷路器，則業者必須訂定計畫，於其下裝設耐震台架、或更換為高耐震性設備，並於 100 年 6 月 15 日前向原子力安全保安院提出報告。

原子力安全保安院於 100 年 6 月 15 日接獲各業者依前述通知要求所提出之報告書，依報告內容所述，共計有 5 家業者、6 個電廠合計 11 部機組（不含目前運轉中機組），裝有 359 部懸吊式高壓斷路器。其中 288 台已採取下側加裝防震台架或斷電之措施，其餘 71 台由於事前準備作業之故，加裝防震台架或斷電之措施將於 100 年 7 月 15 日前完成，詳細時程目前正由相關業者規劃中。而遭斷電之高壓斷路器，將待相關準備作業完成後，進行防震台架之加裝或更換為抗震型斷路器，再重新上線使用。

原子力安全保安院今後亦將針對業者對策之實施狀況進行確認。

附錄三.7

原子力安全保安院 100 年 6 月 7 日對外部電源可靠度實施之評估及指示

1. 100 年 4 月 7 日宮城縣海域地震發生後，部分電力系統因發生接地事故，導致核電廠等設施喪失外電；有鑑於此，原子力安全保安院對業者下達以下 4 項指示：

   (1). 針對供應核電廠等設施外電之電力系統，進行可靠度評估及可靠度提升對策；

   (2). 所有送電回路均需與各機組相連；

   (3). 對電塔（電源線）之耐震能力進行評估及採取對策；

   (4). 開關場之抗海嘯對策。（均已於 100 年 4 月 15 日完成通知）

2. 原子力安全保安院已於 100 年 5 月 16 日接獲各電力公司所屬核電廠（不含福島第一及第二核電廠）針對以上指示所提出之報告。（已於 100 年 5 月 16 日完成通知）

有關該等報告內容，原子力安全保安院另行以附件方式告知審查結果。另有關福島第二核電廠之外電可靠度對策部分，已要求東京電力公司就設備復原、維持反應爐冷停機所需採取之緊急安全對策實施狀況儘速提出報告。其他電力公司部分，則要求根據福島第一核電廠測得之地震數據，評估開關場等電氣設備因而發生倒塌、損傷，損及其功能之可能性，並將所採對策實施狀況於 100 年 7 月 7 日前提出報告。

附錄三.8

原子力安全保安院100年6月7日對各核電廠嚴重事故對應措施之指示

1. 確保控制室之作業環境

為確保控制室之作業環境，應考量緊急狀況下之輻射防護等事宜，故需訂定計畫，確保即使喪失所有交流電源，仍能以電源車供電等方式維持控制室緊急通風設備（再循環系統）之運轉。

2. 確保緊急狀況下之廠內通訊

為確保緊急狀況下之廠內通信，以維持各項作業之順暢執行，需訂定計畫，確保即使喪失所有交流電源，仍能維持廠內正常通訊。

3. 高劑量環境用防護服裝等機材確保，以及劑量管理相關組織整備

為確實執行緊急狀況下之工作人員輻射防護及劑量管理，需訂定計畫，使各電力公司可互相支援高劑量環境用防護服裝、個人劑量計等機材，且需完成組織整備，以應緊急狀況下接受劑量管制人員之擴充。

4. 防止氫爆對策

為防止爐心損傷產生之氫爆導致設備損毀，需訂定計畫，以防止緊急狀況下產生之氫氣大量積存於反應器廠房等處。

5. 配置清除瓦礫所需之重機具

為確保緊急狀況下能快速執行相關廠區作業，需訂定計畫，配置如推土機之類重機具，以快速清除海嘯所造成之瓦礫。

附錄三.9

日本因應福島事故對現有核電廠執行全面安全評估之內容

100 年 7 月 22 日

原子力安全保安院(NISA)在原子力安全委員會(NSC)要求下對現有核電廠執行全面安全評估，以因應福島事故之檢討，以下為評估程序及實施計畫。

一、 評估程序

(一) 應評估的設施

所有核反應器設施包括興建中者必須評估，然而，東京電力公司(TEPCO，以下簡稱東電)的福島一廠、二廠、任何已經除役的設施以及已無任何燃料之設施可排除評估的要求。核燃料生產設施將考量另行實施評估。

(二) 應評估的特定時間

應受評估的設施將實施此評估，及在其選定時間前提出營運狀況之報告。

(三) 應評估的事件

考量東電福島一廠的事故，以下事件應受到評估：

1. 自然現象：地震及海嘯

2. 喪失安全功能：喪失所有交流電源及喪失最終熱沉

(四) 評估的實施方法

電力業主及相關(營運)機構應依據以下方法論實施評估並提交評估結果至 NISA。NISA 將先審查各營運者的評估結果，再由 NSC 做審查結果之確認。各營運者的評估包括二個階段，該兩個評估階段均要求明確說明，針對在東電福島一廠事故後已實施的緊急安全措施

及其他相關措施。

1. 第一階段評估

實施的做法係對抵抗超過設計基準事件，具安全功能且重要度特別高的組件、系統及結構物(SSC)安全餘裕程度的評估，實施評估的觀點將依據允許限值及其他有關數值(相較於回復能力的上限預設甚大餘裕的允許限值，採用的餘裕值及應用在技術上為可衡量)在安全餘裕確保的程度。該評估也從深度防禦的觀點，指出採取確保抵抗超過設計基準事件安全措施的有效性。上述程序將判定在安全標準是否將強化至更高的安全餘裕。

2. 第二階段評估

假設發生超過設計基準事件下，將評估在提高事件規模而電廠能承受且無嚴重燃料受損的安全餘裕(強度的最後限值)，此外，依據深度防禦的觀點，指出避免嚴重燃料受損措施的有效性。同時，確認任何瀕危效應以發現潛在的弱點。上述過程將得到現有電廠抵抗超過設計基準外部事件的強固性之全面性評價。

3. 進行評估的方法

所有營運者的評估將依事件樹指出特定事件的發展過程及事件樹各階段，營運者應考量能用於各階段的防護措施，並提出各措施的可實現性及限制，提出此方式在各階段，並由深度防禦的觀點獲得清楚明確的評估。在營運者實施評估時須依據下列要點：

(1) 在肇始事件出現的情況，除假設在最嚴重如全功率運轉情況外，營運者應假設電廠的情況會最嚴重，例如，在用過燃料池係完全填滿用過燃料。

(2) 分析假設的自然現象為地震及海嘯，以這些自然現象同時發生為前提，甚至，在第二階段的評估最嚴重之情況按照

最近超過設計基準事件之經驗做假定，視需要也可納入其他自然現象的同時發生，即未限定在設計基準事件。

(3) 營運者也須審查事件的發展及在事件進程所考慮運轉員的可用時間。

(4) 營運者應假設反應器及用過燃料池係同時受影響，甚至，在評估防護措施時，營運者應假設嚴重情況，即排除在合理假設預期為可回復之功能，將設為只要喪失該功能將不能回復；並假設營運者無法從電廠以外獲得任何協助。

(5) 營運者在第二階段評估可納入包括其自願強化的功能及設施之 SSC 的評估，包括依據合理假設預期能維持功能之地震設計重要性分類為 B 及 C 級之結構或組件。

(6) 在喪失安全功能及喪失所有交流電源、最終熱沉的假設，在第二階段評估也假定其喪失之同時發生。

(7) 營運者對多機組的核電廠應考慮不同機組之間交互作用的可能性。

(8) 評估係依定論的方式及實務性實施，不使用過度之保守性。

(9) 營運者實施過程對此工作應體認係能夠擷取所屬核電廠之餘裕及可能弱點並改善安全之程序的一部份。

(五) 第一階段評估的實施內涵

以下為第一階段評估應實施的項目：

1. 地震

(1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估(SPRA)及其他相關知識或與可用限值或其他數值相比較得到的知識，評估對嚴重燃料受損有關的地震 S 等級或其他地震等級之 SSC 是否會損壞或喪失功能。

(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明地震在瀕危效應之地表運動的大小。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

2. 海嘯

(1) 依據海嘯溯上高度超過設計基準的程度，設計基準海嘯係採用由日本土木工程學會「日本核電廠海嘯評估方法(2002 年)」之結果，並採用海嘯安全度評估(TPRA)獲得的知識及其他相關知識或與設計基準海嘯高度或其他數值相比較得到的知識，評估對嚴重燃料受損有關的高重要度安全功能及其他SSC是否會損壞或喪失功能。

(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明海嘯在瀕危效應之溯上高度。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

3. 同時發生地震、海嘯

(1) 依據 SPRA、TPRA 獲得或與設計基準相比較得到的知識，在超過設計基準地震之後及超過設計基準海嘯，評估對嚴重燃料受損有關的高重要度安全功能及其他 SSC 是否會損壞或喪失功能。

(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明在瀕危效應時地震地表運動的大小及海嘯之溯上高度。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

4. 喪失所有交流電源

(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源在上述情境之期長。

(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，以及由喪失外電發展為喪失所有交流電源之過程，詳細說明存在的任何瀕危效應。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

5. 喪失最終熱沉

(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失最終熱沉肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失最終熱沉在上述情境之期長。

(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

6. 其他嚴重事故管理

在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)並採深度防禦之觀點說明其有效性。然而，排除上述 1 至 5 項的(3)所描述用於避免事件發展至導致任何嚴重燃料損壞程序中之措施。

(六) 第二階段評估的實施內涵

以下為第二階段評估應實施的項目：

1. 地震

(1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估(SPRA)得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。

(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明地震在瀕危效應之地表運動的大小。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。

2. 海嘯

(1) 依據海嘯高度超過設計基準的程度，採用由海嘯安全度評估(TPRA)得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。

(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明海嘯在瀕危效應之高度。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。

3. 同時發生地震、海嘯

(1) 在超過設計基準地震之後及超過設計基準海嘯事件，採用由地震及海嘯安全度評估得到的知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。

(2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明在瀕危效應地震地表運動的大小及海嘯之溯上高度。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。

4. 喪失所有交流電源

(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源在上述情境之期長。

(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，以及由喪失外電發展為喪失所有交流電源之過程，詳細說明存在的任何瀕危效應。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

5. 喪失最終熱沉

(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失最終熱沉肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失最終熱沉在上述情境之期長。

(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括

對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

6. 喪失所有交流電源且喪失最終熱沉

(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源且喪失最終熱沉的肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源及喪失最終熱沉事件在上述情境之期長。

(2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。

(3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。

7. 嚴重事故管理

(1) 在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)，詳細說明任何的瀕危效應。此外，評估啟動嚴重事故管理措施的時間到事件進入瀕危效應時間之間的區間期長。

(2) 依據避免瀕危效應的措施，採深度防禦之觀點說明其有效性，並檢討硬體以及包括應變程序書及機制等軟體面向。

二、 實施計畫

(一) 第一階段評估

第一階段評估應針對正在定期檢修且已完成起動準備整備之反應器。

(二) 第二階段評估

第二階段評估應針對所有現存反應器設施(然而，東電的福島一

廠及二廠、任何已經除役的設施以及已無任何燃料之設施可排除評估的要求)，而今年底是營運者提送評估報告的規劃期限。然而，此期限仍可視歐盟國家執行壓力測試的狀態，以及東電福島電廠事故調查檢證委員會的審查狀態而調整。

現在興建中之核反應器設施在起動前應實施此一評估。此一評估依核電廠為基礎實施。

(三) NISA 採行的對策

1. 第一階段評估

在 NISA 接到評估報告將評價第一階段評估的內容，並將陳報審查結果的發現至 NSC，再由 NSC 做確認。

2. 第二階段評估

NISA 將評價第二階段評估的內容，並將陳報審查結果的發現至 NSC，再由 NSC 做確認。

此外，NISA 將考量歐盟國家執行壓力測試的狀態，以及東電福島電廠事故調查檢證委員會的審查狀態，視需要修訂第二階段實施之內涵，並命令營運者再依據修訂後第二階段的內涵實施評估。

第一階段及第二階段評估之比較

	第一階段評估	第二階段評估
評估主題	自然現象：地震、海嘯及兩者同時發生 喪失安全功能：喪失所有交流電源及喪失最終熱沉 嚴重事故管理	自然現象：地震、海嘯及兩者同時發生 喪失安全功能：喪失所有交流電源、喪失最終熱沉**及兩者兼有** 嚴重事故管理
評估細節	實施的做法係對抵抗超過設計基準事件，具**安全功能且重要度特別高的 SSC 安全餘裕程度的評估**，實施評估的觀點將依據允許限值及其他有關數值(相較於回復能力的上限預設甚大餘裕的允許限值，採用的餘裕值及應用在技術上為可衡量)在安全餘裕確保的程度。該評估也從深度防禦的觀點，指出採取確保抵抗超過設計基準事件安全措施的有效性。上述程序將判定在安全標準是否將強化至更高的安全餘裕。	假設發生超過設計基準事件下，將評估在提高事件規模而電廠能承受且無嚴重燃料受損的**安全餘裕(強度的最後限值)**，此外，依據深度防禦的觀點，指出避免嚴重燃料受損措施的有效性。同時，**確認任何瀕危效應以發現潛在的弱點**。上述過程將得到現有電廠抵抗超過設計基準外部事件的強固性之全面性評價。
地震	(1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估(SPRA)及其他相關知識**或與可用限值或其他數值相比較得到的知識**，評估**對嚴重燃料受損有關的地震 S 等級或其他地震等級**之 SSC 是否會損壞或喪失功能。 (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此	(1) 依據地震運動超過設計基準的程度，採用由地震安全度評估(SPRA)得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。 (2) (與第一階段相同) (3) (與第一階段相同)**甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊**

	外，說明地震在瀕危效應之地表運動的大小。 (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。	**及因應措施**。
海嘯	(1) 依據海嘯溯上高度超過設計基準的程度，設計基準海嘯係採用由日本土木工程學會「日本核電廠海嘯評估方法(2002年)」之結果，並採用海嘯安全度評估(TPRA)獲得的知識及其他相關知識或與設計基準海嘯高度或其他數值相比較得到的知識，評估對嚴重燃料受損有關的高重要度安全功能及其他 SSC 是否會損壞或喪失功能。 (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明海嘯在瀕危效應之溯上高度。 (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。	(1) 依據海嘯高度超過設計基準的程度，採用由海嘯安全度評估(TPRA)得到的知識及其他相關知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。 (2) (與第一階段相同) (3) (與第一階段相同)甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。
地震及海嘯同時發生	(1) 依據 SPRA、TPRA 獲得或與設計基準相比較得到的知識，在超過設計基準地震之後及超過設計基準海嘯，評估對嚴重燃料受損有關的高重要度安全功能及其他 SSC 是否會損	(1) 在超過設計基準地震之後及超過設計基準海嘯事件，採用由地震及海嘯安全度評估得到的知識，評估 SSC 是否會損壞或喪失功能。

	壞或喪失功能。 (2) 確認由肇始事件發生到嚴重燃料受損之任何事件進程，採用描述在(1)的評估結果，並詳細說明存在的任何瀕危效應。此外，說明在瀕危效應時地震地表運動的大小及海嘯之溯上高度。 (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。	(2) (與第一階段相同) (3) (與第一階段相同)甚至，若考慮同時發生之其他自然現象有對事件進程會引致嚴重的影響之可能性，須考量其衝擊及因應措施。
電源	(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源在上述情境之期長。 (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，以及由喪失外電發展為喪失所有交流電源之過程，詳細說明存在的任何瀕危效應。 (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。	(與第一階段相同)
最終熱沉	(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失最終熱沉肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，	(與第一階段相同)

	說明喪失最終熱沉在上述情境之期長。 (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。 (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。	
同時喪失所有交流電源及最終熱沉	在日本核電廠通常喪失所有交流電源的同時，結果也將喪失最終熱沉。基於此理由同時喪失所有交流電源及最終熱沉，已涵蓋在喪失所有交流電源的情境。然而，此情境將在第二階段的評估時納入考量。	(1) 依據廠內事件安全度評估(PRA)獲得的知識，確認由喪失所有交流電源且喪失最終熱沉的肇始事件到嚴重燃料受損的所有事件進程，此外，說明喪失所有交流電源及喪失最終熱沉事件在上述情境之期長。 (2) 採用描述在(1)確認事件進程的結果，詳細說明存在的任何瀕危效應。 (3) 依據事件發展並惡化的程序導致嚴重燃料受損的預防措施，包括對任何瀕危效應的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性。
其他嚴重事故管理	在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)並採深度防禦之觀點	(1) 在 1992 年當時的國際貿易與工業省發佈之文件「未來如何精進事故管理措施」，引進做為事故管理措施之管制項目，營運者據以施行(包括避免嚴重燃料受損的措施、維持圍阻體完整性及避免大量放射性物質外釋功能的措施)，詳細說

	說明其有效性。然而，排除上述 1 至 5 項的(3)所描述用於避免事件發展至導致任何嚴重燃料損壞程序中之措施。	明任何的瀕危效應。此外，評估啟動嚴重事故管理措施的時間到事件進入瀕危效應時間之間的區間期長。 (2) 依據避免瀕危效應的措施，採深度防禦之觀點說明其有效性，並檢討硬體以及包括應變程序書及機制等軟體面向。

評估項目

1. 評估組件、系統及結構物之安全餘裕

針對超過設計基準之地震且/或海嘯評估是否將導致組件、系統及結構物之損壞或喪失安全功能。

（1）具體要求安全重要及地震安全之組件須經評估，參考在 PRA 事件樹會導致爐心熔損，對於嚴重燃料受損可能有關應評估之組件納入列表。

評估安全重要組件之案例－Class 1 組件

分類		功能	設備
Class 1	PS-1	反應器冷卻水壓力邊界功能	反應爐槽、蒸汽產生器、調壓槽、反應器冷卻水泵、反應器冷卻水管線、調壓槽安全閥、調壓槽釋放閥等
		防止過多反應度加入功能	控制棒束
		…	…
	MS-1	反應器緊急停機功能	控制棒束
		反應器停機後餘熱移除功能	M/D 及 T/D 輔助飼水泵、蒸汽產生器、主蒸汽釋放閥等
		…	….
		對安全特別重要之支援功能	緊急柴油發電機、DC 控制中心、電池組、金屬外殼開關箱、負載中心、核反應器控制中心、廠用水泵、CCW 泵、柴油發電機盤面、RWST、高壓注水泵等

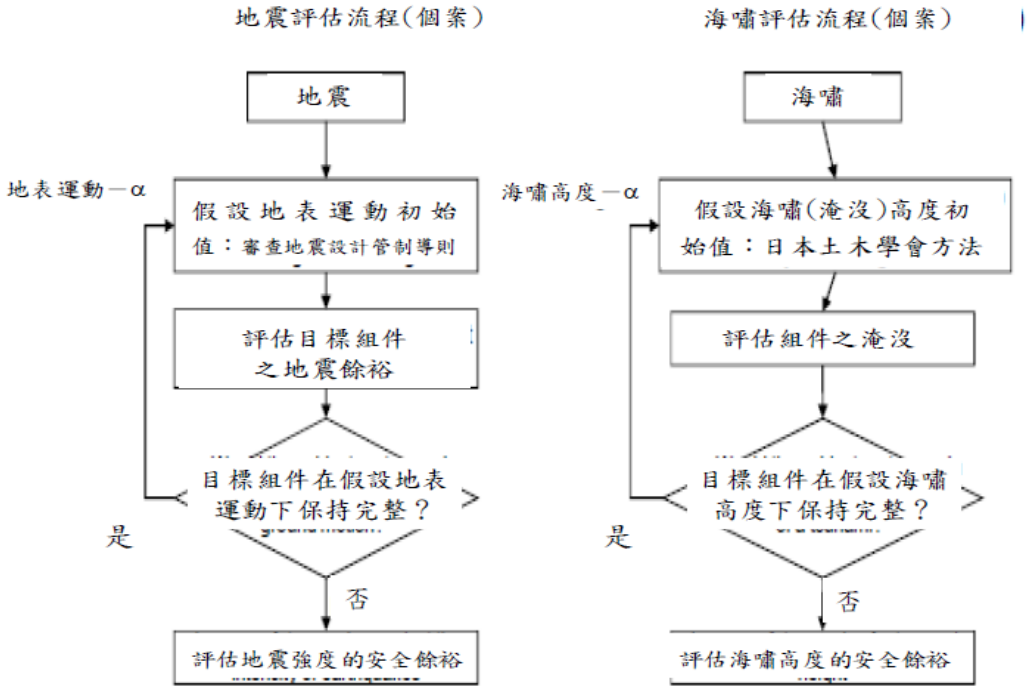
評估地震安全為重要組件之案例－Class S 組件

地震重要分類	功能性分類	隸屬設施
S	組成「反應器冷卻水壓力邊界」的設備/管線系統(如輕水式核反應器設施審查安全設計管制導則所定義)	反應爐槽、蒸汽產生器、調壓槽、反應器冷卻水泵、反應器冷卻水管線、調壓槽安全閥、調壓槽釋放閥等
	插入負反應度能迅速停機之設施，此設施並能維持反應器在停機模式	控制棒束
	在反應器停機後能將爐心餘熱移除之設施	M/D 及 T/D 輔助飼水泵、蒸汽產生器、主蒸汽釋放閥等
	在喪失反應器冷卻水壓力邊界事故之後，能從爐心移除餘熱所必須的設施	廠用水泵、CCW 泵、緊急柴油發電機、DC 控制中心、電池組、金屬外殼開關箱、負載中心、核反應器控制中心、柴油發電機盤面、RWST、高壓注水泵等

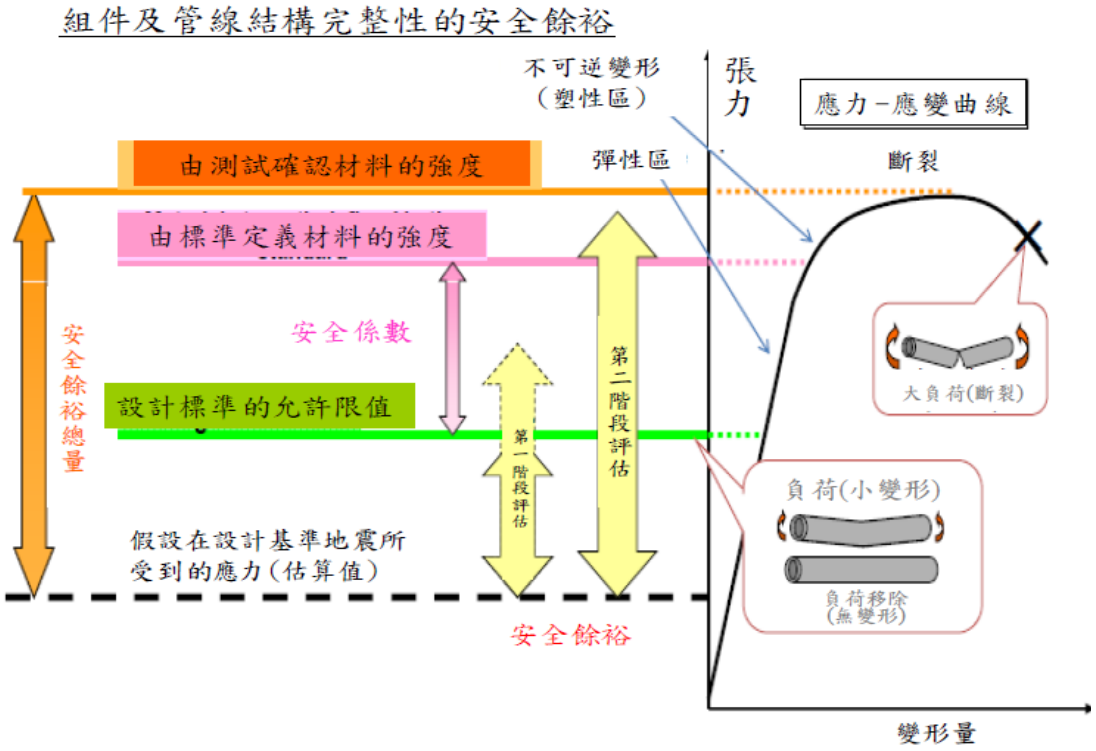
在 PRA 評估基礎與嚴重燃料受損有關之設備，包括主變壓器、起動變壓器、緊急變壓器、超高壓開關場、主飼水管線等。

（2）假設超過設計基準事件並得到反應此事件應提昇量。

（3）將(2)項得到的反應提昇值與允許限值（超過此值將喪失結構完整性及功能性）相比較。

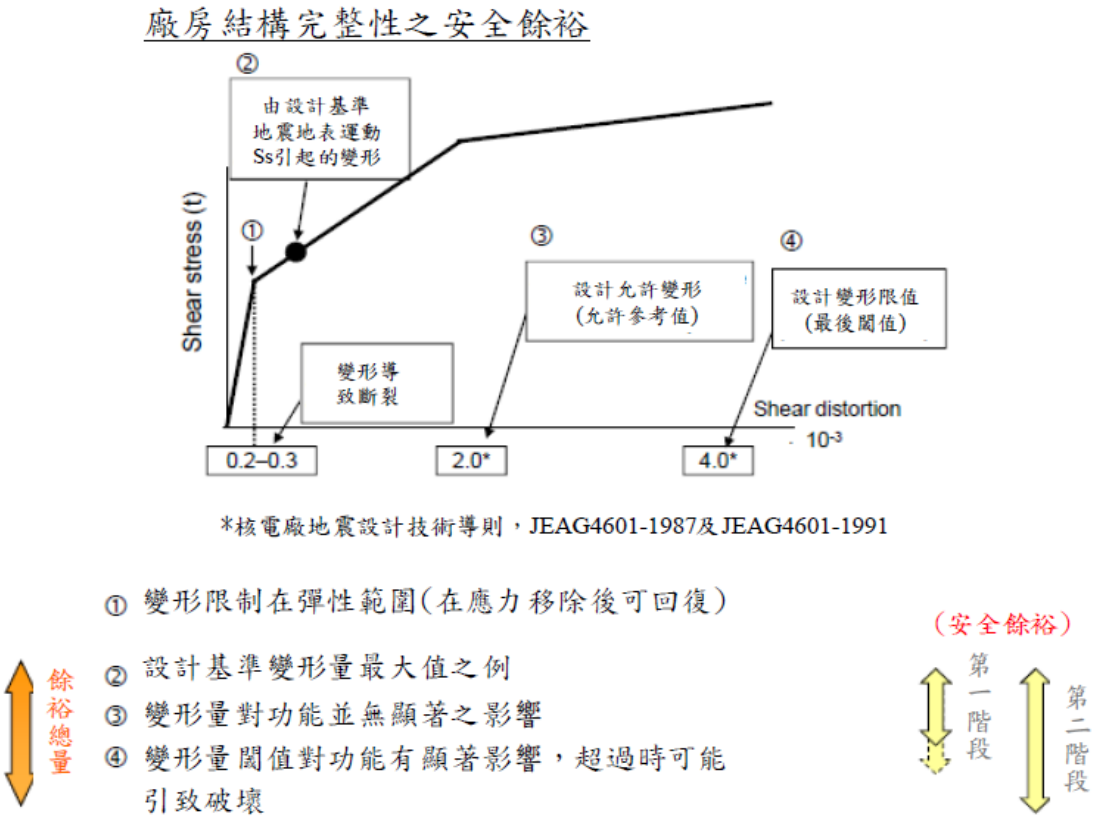


如上圖地震及海嘯之評估流程，藉由逐漸增加額外的設計基準(增加或放大一固定量α)，且評估受評價之 SSC 可能超過允許限值而受損或喪失功能，以獲得地震及海嘯的限值。



在第一階段評估的允許限值為使用在 NSC 管制導則及技術標

準所規定的數值，在第一階段評估若經技術驗證能維持結構完整性及功能，則可接受超過允許限值；在第二階段執行實際的評估，以獲得喪失結構完整性及功能的數值。



（4）決定地震或海嘯超過的設計基準之範圍，評估該值所產生的應力與允許限值相當。

評估案例－對安全為重要之組件(Class 1)及對地震安全為重要之組件(Class S)

隸屬設施		地震評估案例				受損或功能性喪失的想定之影響
設施	型式	評估零件	產生應力	允許限值	餘裕	
反應爐槽	結構受損	出口管嘴	○○○	△△△	x 1.xx	反應爐槽受損形成大破口 LOCA 導致爐心受損
RCP	結構受損	套管螺栓	△△△	△△△	x 2.xx	RCS 邊界受損形成大破口 LOCA 導致爐心受損
調壓槽釋放閥	喪失功能性	－	◇◇◇	◇◇◇	x 1.xx	調壓槽釋放閥喪失功能性無法執行充洩操作
T/D 輔助飼水泵	結構受損	蒸汽管線	□□□	□□□	x 1.xx	喪失所有交流電源下無法補水至蒸汽產生器冷卻爐心
…	…	…	…	…	…	…

評估案例－依據 PRA 評估可能導致嚴重燃料受損之設備

隸屬設施		地震評估案例				受損或功能性喪失的想定之影響
設施	型式	評估零件	產生應力	允許限值	餘裕	
外電系統	假設在 Ss 下受損	礙子	－	－	－	損及外電的供應
…	…	…	…	…	…	…

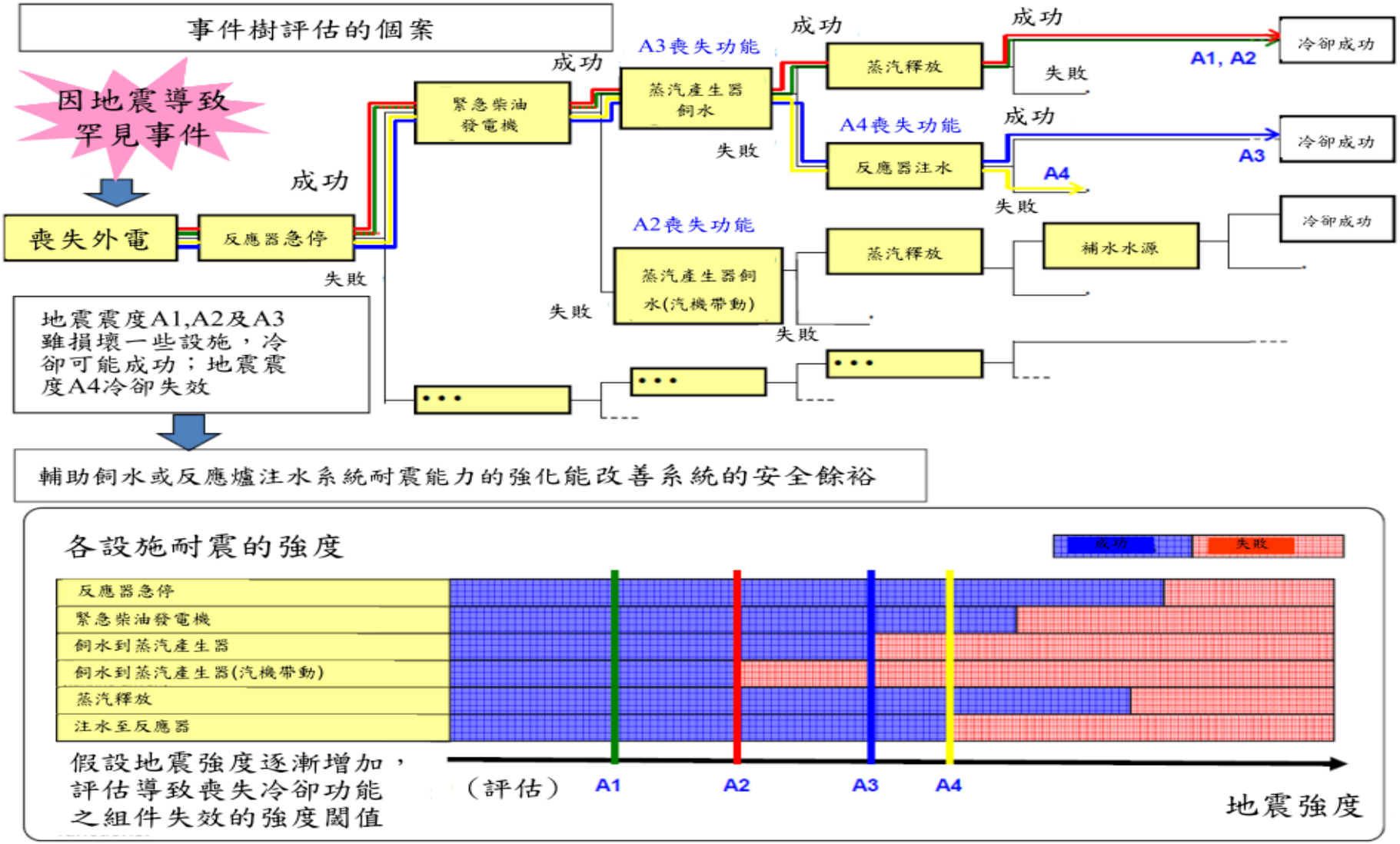
2. 評估安全設計之安全餘裕

採用組件、系統及結構物之安全餘裕評估結果，依據在可能導致重大失效之超過設計基準之地震且/或海嘯，評估其損壞或喪失安全功能之程度清楚說明該瀕危效應。

(1) 依據 PRA 的發現找出事件樹中會導致嚴重燃料受損的事故序列。

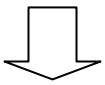
(2) 採用在 SSC 安全餘裕評估的結果做為輸入，並由定論方式決定事件樹的途徑，確認會導致嚴重燃料受損情境的事故序列。

(3) 在確認的情境清楚說明瀕危效應。

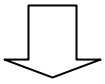

事件樹評估的個案
因地震導致罕見事件
喪失外電
反應器急停
緊急柴油發電機
蒸汽產生器飼水
蒸汽釋放
反應器注水
蒸汽產生器飼水(汽機帶動)
補水水源
冷卻成功
成功
失敗
A1, A2
A3
A4
A3喪失功能
A4喪失功能
A2喪失功能
地震震度A1,A2及A3雖損壞一些設施，冷卻可能成功；地震震度A4冷卻失效
輔助飼水或反應爐注水系統耐震能力的強化能改善系統的安全餘裕
各設施耐震的強度
反應器急停
緊急柴油發電機
飼水到蒸汽產生器
飼水到蒸汽產生器(汽機帶動)
蒸汽釋放
注水至反應器
假設地震強度逐漸增加，評估導致喪失冷卻功能之組件失效的強度閾值
(評估)
A1
A2
A3
A4
地震強度

評估程序書的案例－從輸入資料(對各別組件的評估結果)引述

隸屬設施		地震評估案例				想定受損之影響
設施	損壞模式	評估零件	產生應力	允許限值	餘裕	
外電系統	假設因系統低耐震等級而在 Ss 下受損	礙子	—	—	—	損及外電的供應
DC 控制中心	結構損壞	DC 控制中心	30	210	x 7	喪失 DC 電源供應(DG 及安全系統輔助設備無法起動)
反應器控制中心	結構損壞	反應器控制中心	50	100	x 2	喪失緊急 400V 反應器控制中心



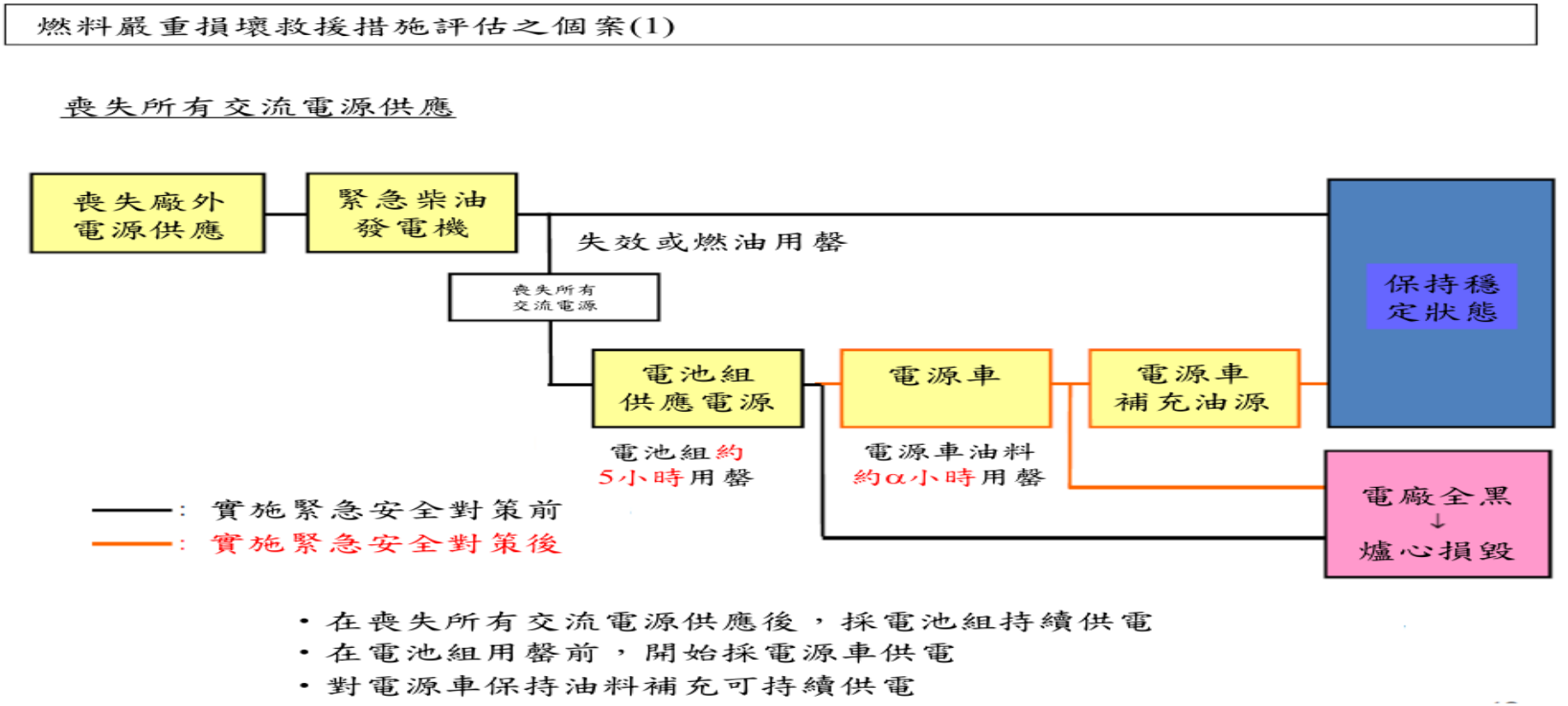
藉事件樹的評估做判斷



地面運動	判斷(爐心狀態)
設計基準地面運動	完整
(設計基準地面運動) x 1.1	完整
(設計基準地面運動) x 1.2	完整
…	…
(設計基準地面運動) x α	受損

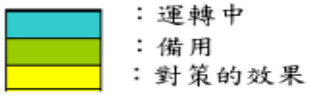
3. 評估避免嚴重燃料受損的措施

採深度防禦的觀點評估避免事件演進惡化至嚴重燃料受損實施措施的影響，包括對瀕危效應的因應，以及執行該措施有效性的評估。

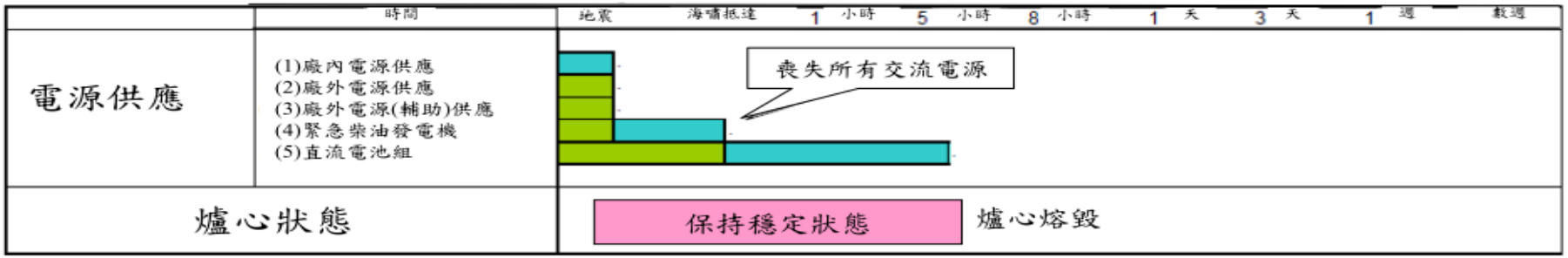


燃料嚴重損壞救援措施評估之個案(1)

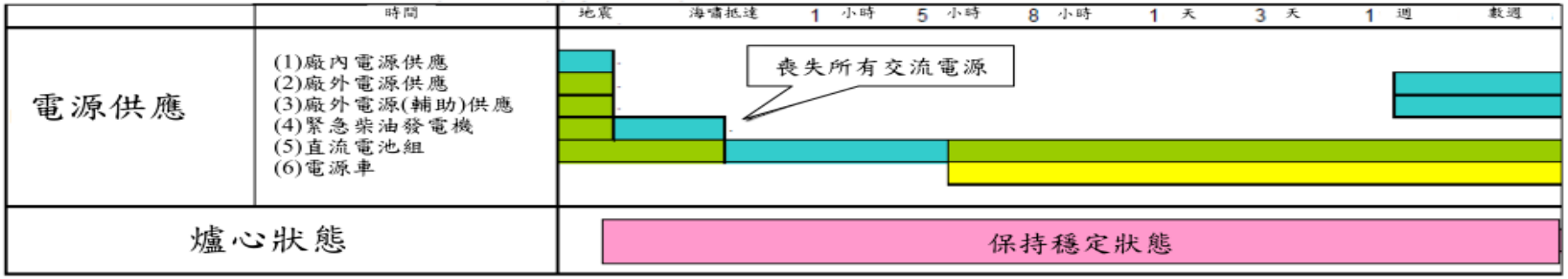
喪失所有交流電源供應



［實施對策前］　由於直流電池組用罄導致無法避免爐心熔毀

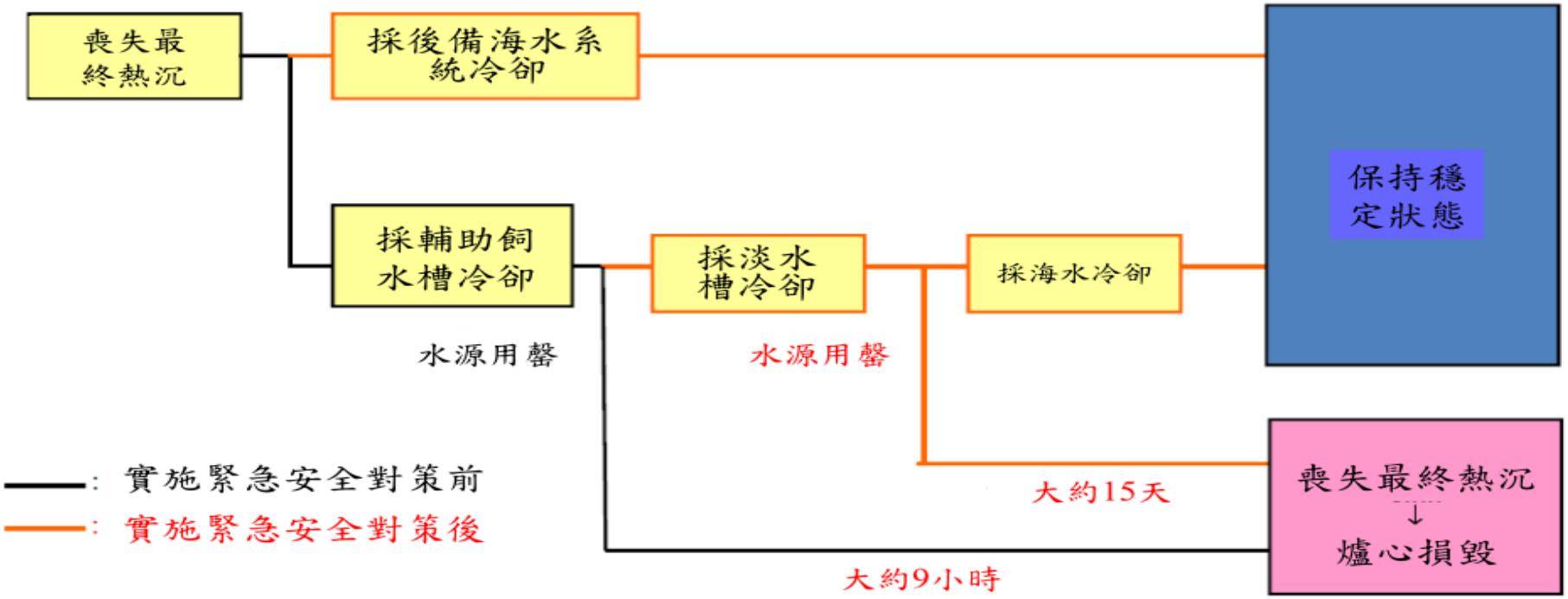


［實施對策後］　在廠外電源回復工作完成前，持續採電源車供電



燃料嚴重損壞救援措施評估之個案(2)

喪失熱移除(最終熱沉)的方法



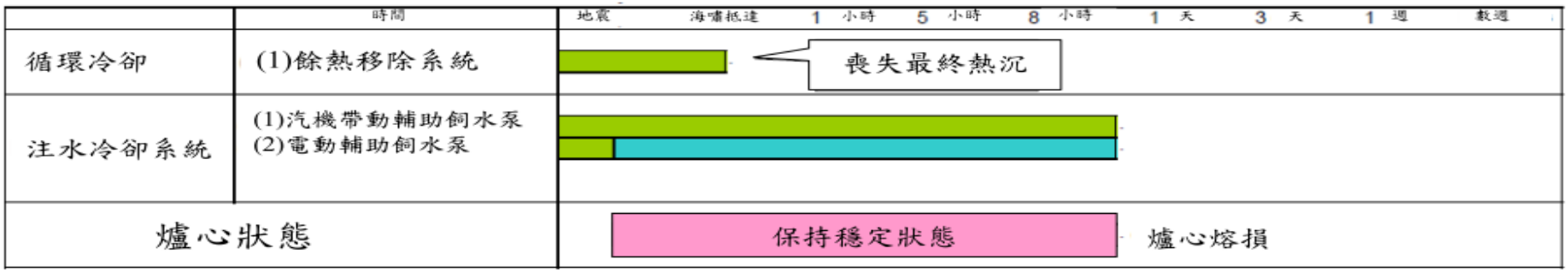
- 在喪失最終熱沉時，採臨時水泵等替代措施保持冷卻
- 採輔助飼水槽、淡水槽及海水任擇一方式，持續注水到爐心

燃料嚴重損壞救援措施評估之個案(2)

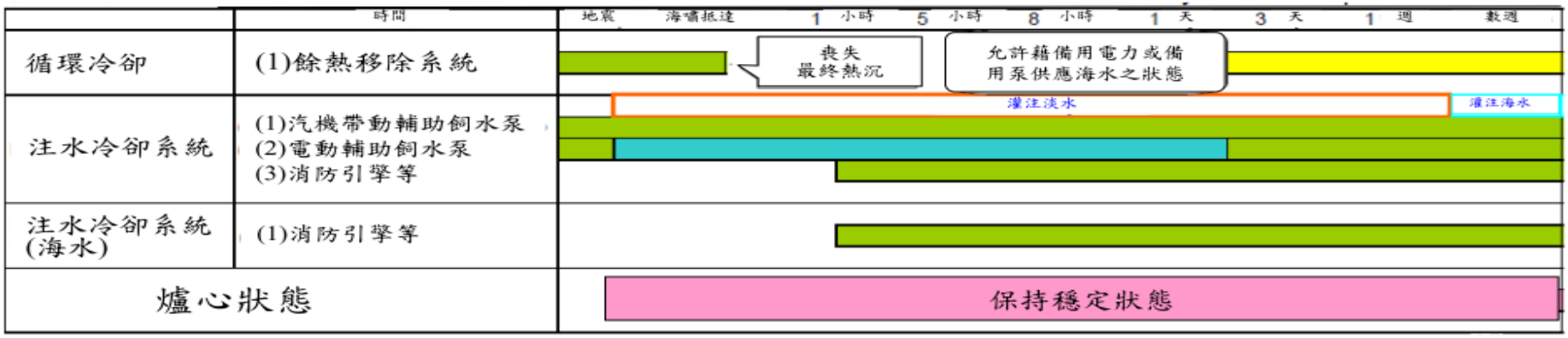
喪失熱移除(最終熱沉)的方法

：運轉中
：備用
：對策的效果

[實施對策之前]　在喪失爐心注水的方法及水源用盡時，無法避免爐心熔毀



[實施對策之後]　在恢復餘熱移除系統的工作完成前，確保水源由電動輔助飼水泵冷卻爐心



核反應器設施全面性安全評估之摘要說明

全面性安全評估之目標及摘要

目標

NISA 參考歐盟國家壓力測試，據以提出新的程序書及法規，實施安全評估的目標係改善核電廠安全，確保公眾及廠址附近居民的信心及信賴。

摘要

第一階段評估

考量在定期檢修並準備起動之核電廠，針對抵抗超過設計基準事件重要安全 SSC，實施能確保安全餘裕的評估。

第二階段評估

對所有的運轉中包括已執行第一階段評估之核能電廠，考量歐盟執行壓力測試之狀態，以及事故調查檢證委員會的審查狀態，實施全面性安全審查。

設施的評估及實施計畫

應評估之設施

所有核能電廠包括正在興建中者均須評估，除了福島一廠及二廠以及無燃料在廠址除役中之電廠。對核燃料製造設施將另行考量評估。

實施計畫

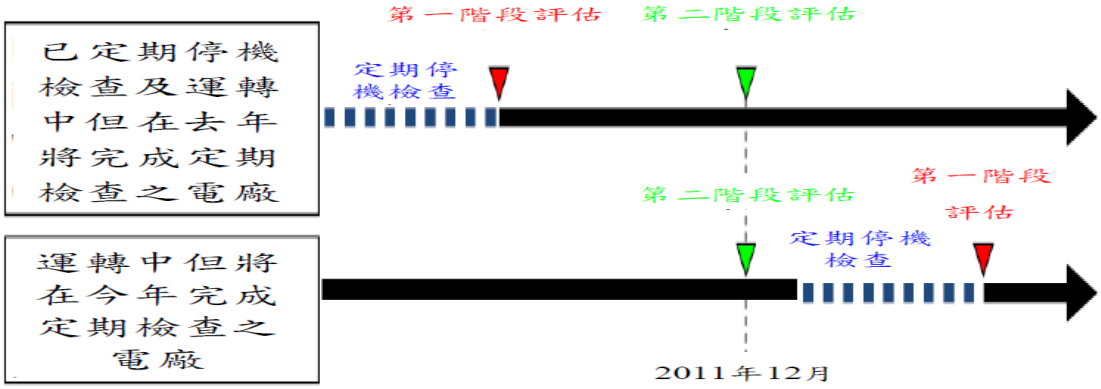
第一階段評估

對定期檢修並準備起動之核電廠實施評估。

第二階段評估

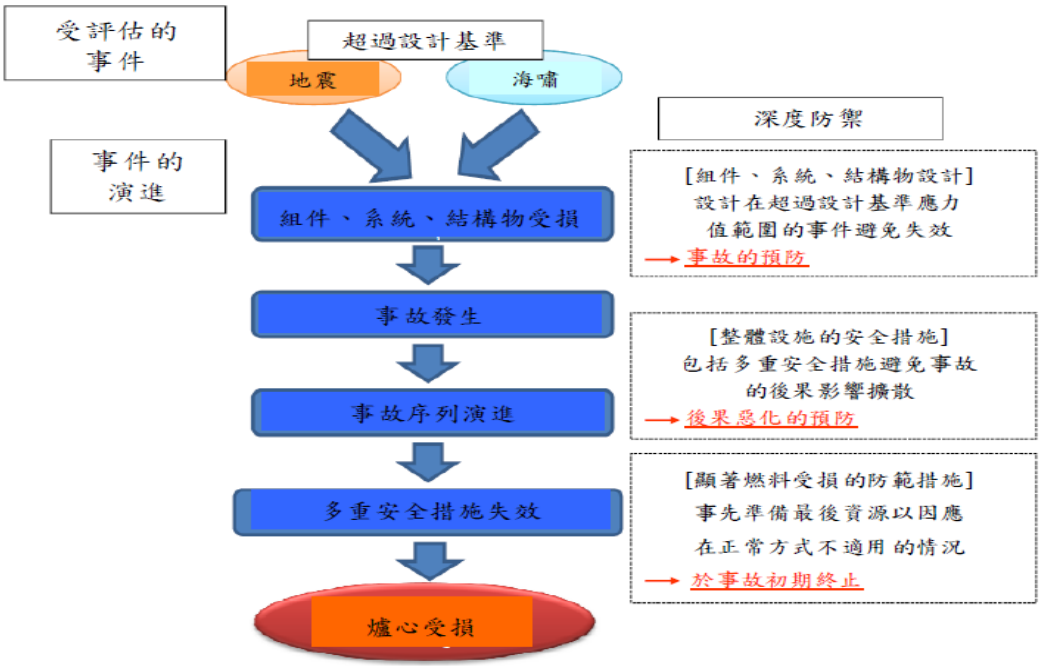
對所有在要評估之列的核反應器設施實施評估，業主提送報告

規劃的期限為今年年底，但將視歐盟執行壓力測試之狀態，以及事故調查檢證委員會的審查狀態而重新考量。



評估的事件及安全餘裕評估程序

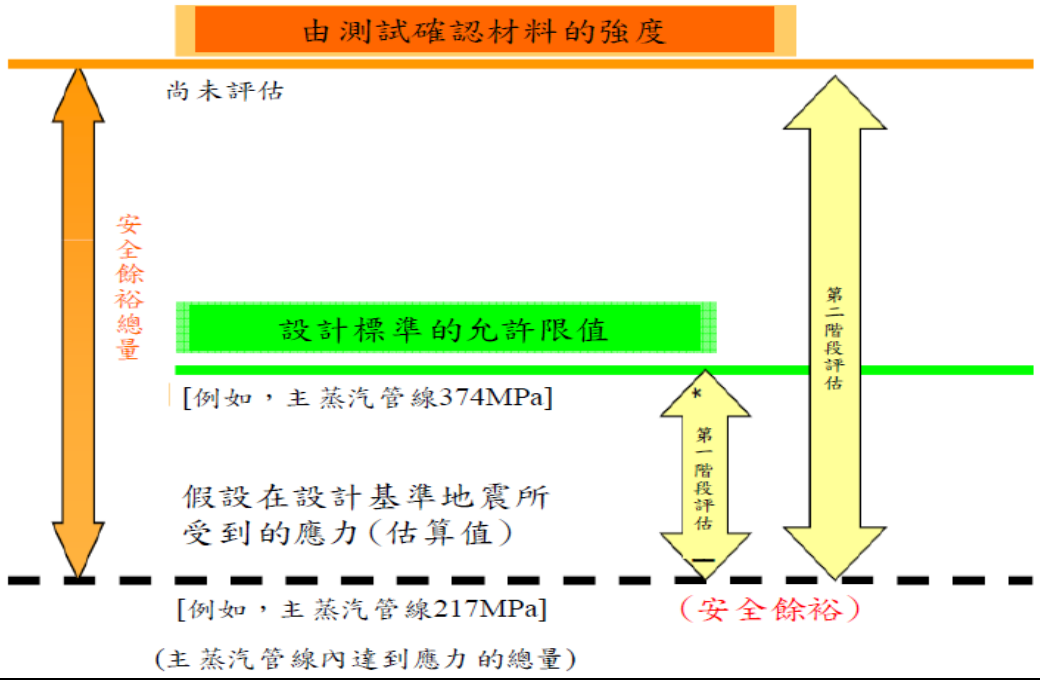
在發生超過設計基準事故(地震、海嘯)期間，藉著檢視整個設施個別的 SSC 之設計，及檢視抵抗嚴重燃料受損的防範措施，評估與爐心受損有關之安全餘裕。



組件在地震安全餘裕的評估方法

第一階段評估採用管制標準的允許限值與安全餘裕的比較。第二階段評估採用與喪失結構完整及功能性之實際數值。

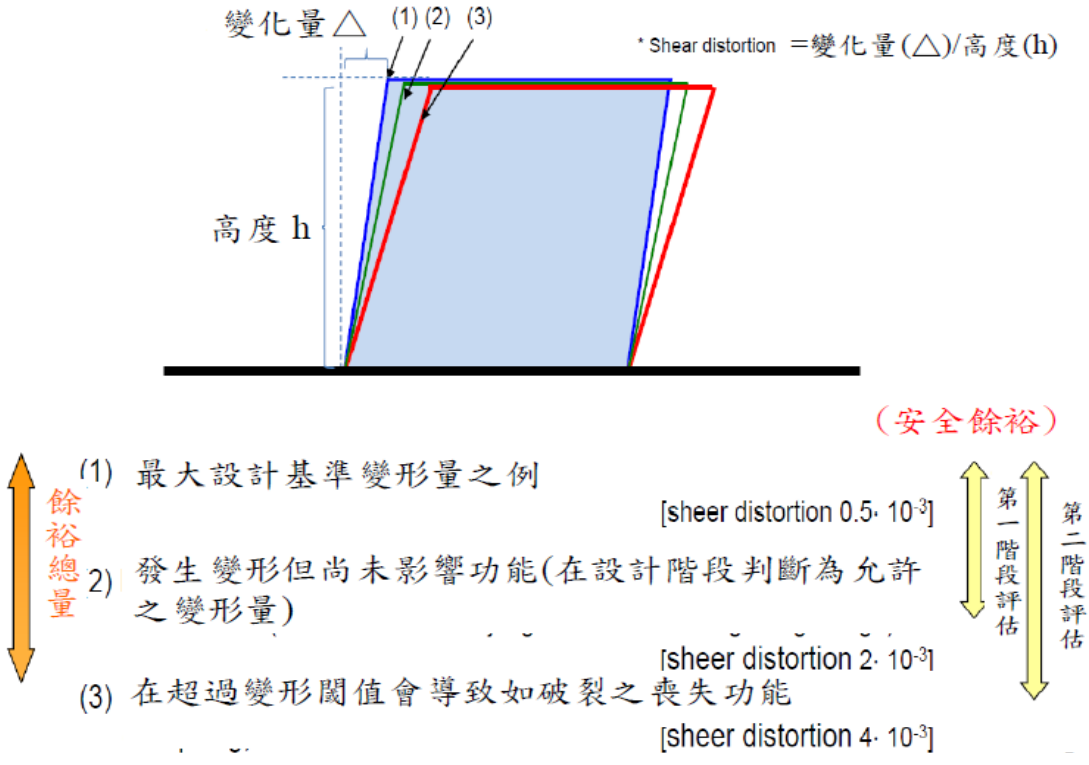
組件及管線結構完整餘裕之基本方式



*在第一階段評估經技術評價若能維持結構完整及功能性，則超過允許限值為可接受

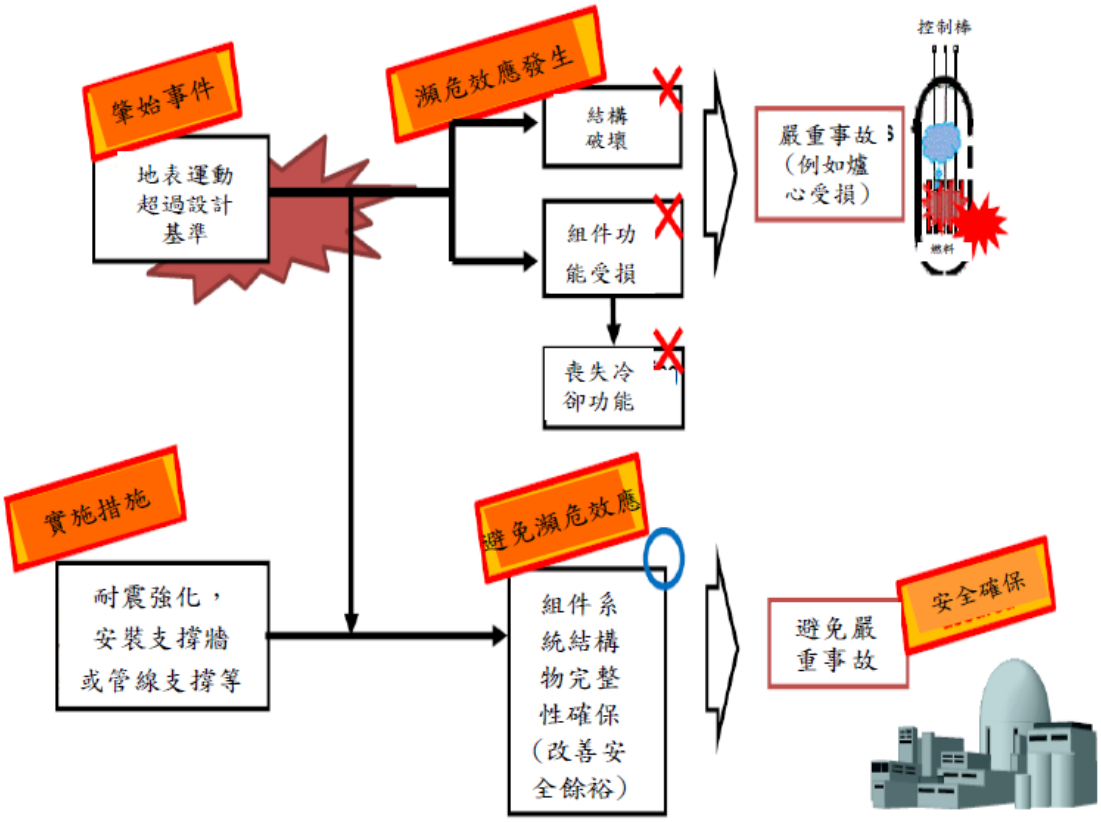
結構在地震安全餘裕之評估方法

廠房結構完整性餘裕之基本方式



設施整體在地震安全餘裕之評估方法

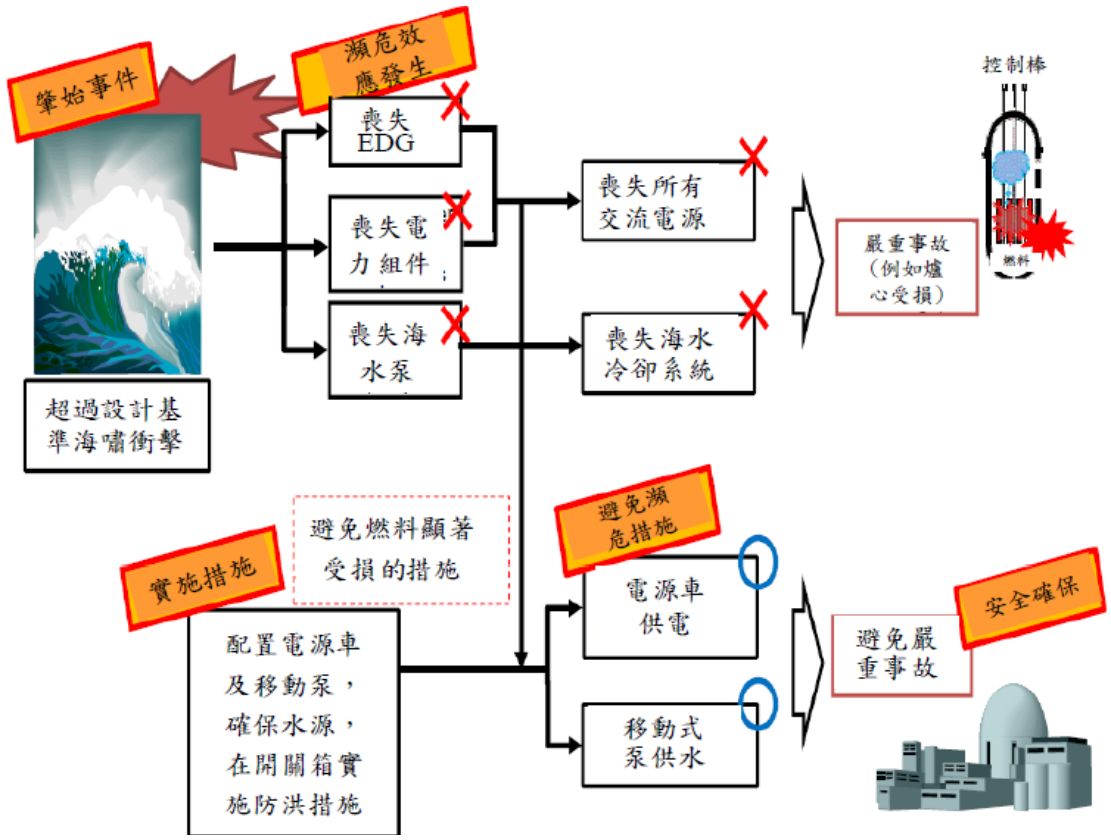
在地震事件發生可能損傷或破壞 SSC 使導致爐心熔損情境；然而可以藉實施如耐震強化方案避免之。



瀕危效應為包括超過設計基準地震且/或海嘯的事件，導致設備受損或淹沒之後，安全重要組件等的功能性依序喪失，導致如燃料的受損嚴重損壞。

在海嘯安全餘裕之評估方法

在海水泵、緊急柴油發電機、及開關箱等電力系統因海嘯而喪失功能性，核反應器冷卻功能將喪失，導致爐心受損之情境；然而可以藉實施防洪強化方案提供穩定冷卻避免之。



第一階段與第二階段評估之比較

	第一階段	第二階段
評估的組件	對安全重要之組件及系統	與避免嚴重燃料受損有關的組件及系統
評估的 SSC	藉由地震且/或海嘯導致 SSC 的額外應力與設計基準的允許限值相比較以評估安全餘裕	藉由地震且/或海嘯導致 SSC 的額外應力與導致功能喪失的實際限值相比較以評估安全餘裕(評估超過設計基準會導致SSC喪失功能的程度)
整體設施安全措施的評估	評估SSC喪失功能或損壞並將導致嚴重燃料受損的程度	評估SSC喪失功能或損壞並將導致嚴重燃料受損的程度

避免嚴重燃料受損措施的評估	評估避免嚴重燃料受損措施的有效性	評估避免嚴重燃料受損措施的有效性

總結

採量化方式對所有核反應器設施抵抗超過設計基準地震及海嘯評估其安全餘裕(主要在第一階段的評估)，以提出強化核反應器設施安全的保證。

藉澄清導致嚴重燃料受損事件的程序，詳細說明組件及系統的潛在弱點，並確認弱點改善的範疇(主要在第二階段的評估)，藉有效的安全保證措施持續改善安全。

日本對現有核電廠執行全面安全評估之初步結果

日本核電廠已有 22 部機組完成並提出第一階段全面安全評估報告送交 NISA 審查，如下表。

項次	機組名稱	業主提出日期	備註
1	大飯 3 號機	100 年 10 月 28 日	摘要如附表 1
2	伊方 3 號機	100 年 11 月 14 日	摘要如附表 2
3	大飯 4 號機	100 年 11 月 17 日	摘要如附表 3
4	泊 1 號機	100 年 12 月 07 日	
5	玄海 2 號機	100 年 12 月 14 日	
6	川內 1 號機	100 年 12 月 14 日	
7	川內 2 號機	100 年 12 月 14 日	
8	美濱 3 號機	100 年 12 月 21 日	
9	敦賀 2 號機	100 年 12 月 27 日	
10	泊 2 號機	100 年 12 月 27 日	
11	東通 1 號機	100 年 12 月 27 日	
12	高浜 1 號機	101 年 01 月 13 日	
13	柏崎刈羽 1 號機	101 年 01 月 16 日	
14	柏崎刈羽 7 號機	101 年 01 月 16 日	
15	大飯 1 號機	101 年 01 月 27 日	
16	志賀 2 號機	101 年 02 月 01 日	
17	志賀 1 號機	101 年 03 月 26 日	
18	高浜 4 號機	101 年 04 月 06 日	
19	高浜 3 號機	101 年 04 月 27 日	
20	玄海 4 號機	101 年 05 月 10 日	

21	玄海 3 號機	101 年 05 月 25 日	
22	伊方 1 號機	101 年 05 月 25 日	

日本核電廠第一階段全面安全評估報告係以機組為單位提交，此與歐盟壓力測試報告採用廠址(不論該廠址為單機組或多機組)為單位提交並不相同。以下附表 1 至附表 3 摘要大飯 3 號機、伊方 3 號機及大飯 4 號機第一階段全面安全評估報告之初步結果。針對福島事故的自然危害地震、海嘯之威脅，以及喪失所有交流電源、最終熱沉等安全系統考量，如核電廠機組遭遇類似福島事故的情境，說明在未執行強化措施前爐心及用過燃料池瀕危(Cliff-edge)效應發生的狀況及受挑戰的系統設備，並與執行強化措施後瀕危效應發生的狀況及受挑戰的系統設備做比較。日本核電廠業主已提交第一階段全面安全評估報告至原子力安全保安院(NISA)，大飯 3 號機、伊方 3 號機及大飯 4 號機已完成由原子力安全保安院進行的審查，大飯 3 號機、4 號機之第一階段全面安全評估報告，已在 101 年 3 月 23 日業經原子力安全委員會(NSC)審查確認，相關報告及審查資料公佈在以下網址：

http://www.nisa.meti.go.jp/stresstest/stresstest.html

原子力安全保安院在 101 年 2 月 16 日公布針對東京電力公司福島一廠事故的五類(廠外電源供應、廠內電源供應、冷卻能力及水源供應、因應圍阻體失效及氫氣爆炸之措施、通訊/指揮及儀控系統)30 項必須解決之技術發現(期中報告)，原能會已在核能安全總體檢要求台電公司檢討並強化之項目標示底線，其他項目將持續追蹤瞭解並視需要要求台電公司檢討，相關資料(日文版)在以下網址連結：

http://www.meti.go.jp/press/2011/02/20120216004/20120216004.html

廠外電源供應

1. 提昇外電供應之可靠度，包括確認供應電源的不同線路(包括電

網迴線及變電所)

2. 改善高壓變電所的耐震能力，包括使用氣體絕緣設備及高強度礙子
3. 改善開關場的耐震能力，包括將空氣吹弧斷路器(air-blast breaker, ABB)昇級為氣體絕緣開關設備(Gas Insulated Switchgear, GIS)
4. 迅速回復外電供應之能力，包括準備設備、備品及手冊，安裝故障定位器

廠內電源供應

5. 廠內電力系統佈局的多樣化，包括強化電源供應及開關箱的冗餘性，確保廠內電源設備安裝位置的多樣性
6. 強化水密性，包括使用防水廠房/房間及排/洩水功能
7. 強化緊急交流電源供應的重覆性及多樣性，包括強化電力系統冷卻(水冷/氣冷等)方式的多樣性
8. 強化緊急直流電源的供應，包括依個廠特性確保電池組容量(必須確保在未隔離負載之情形下電池組容量至少為8小時，在切離不必要的負載情形下電池組容量至少達24小時)
9. 在特定設備(如儀控系統)裝置額外專用的電源，包括特定重要儀控系統確保有專用電源供應，在現有及後備電源之外，另行準備充電系統及電池組
10. 設置簡易之外部供電方式，包括由電源車供應至廠房外部介面的標準化，區隔為兩個(或兩個以上)供電位置及供應海水之措施
11. 儲備電力系統之備品、零件，包括確保高壓開關箱、電源中心及電纜的備用零件，安裝備用設備，備妥移動式照明

冷卻能力及水源供應

12. 提昇事故之因應、決策能力，包括建立程序化之手冊，確保對事故判斷有助益之硬體(劑量計及面具)及軟體(操作手冊及藍圖)，海嘯預警系統的研究發展
13. 冷卻系統的水密性及佈局的多樣化，包括使用防水廠房/泵室及排/洩水功能
14. 強化事故後的最終熱沉，包括安裝移動式後備餘熱移除系統且/或氣冷式設備
15. 改善隔離閥及SRV的操作及可靠度，包括確保移動式空壓機及直流電源，建立手動操作的措施
16. 改善後備/替代注水能力，包括確保注水泵有高水頭，在反應器廠房外部安裝注水接頭
17. 改善用過燃料池補水能力及冷卻之可靠度，包括確保冷卻及注水功能之冗餘性與多樣性(並且，研究確認有足夠的冷卻水量、非集中化儲放組態、氣冷設施及實施乾式儲存)

因應圍阻體失效及氫氣爆炸之措施

18. 圍阻體熱移除功能的多樣化，包括在沒有交流電源、RHR及多樣化(如氣冷)圍阻體冷卻功能，採一次圍阻體噴灑(並可移除圍阻體內放射性物質)來確保額外的熱移除功能
19. 避免一次圍阻體上頂部凸緣高溫失效的措施，包括檢查上頂部外部的冷卻
20. 可靠的轉換至後備/替代低壓注水，包括在完全喪失電源下確保操作的程序書
21. 改善一次圍阻體排氣之操作性及可靠度，包括安裝空壓機的電

池及/或設備以手動操作開啟排氣閥，檢查在旁通管線上有爆破盤的閥門

22. 降低一次圍阻體排氣對大氣環境之影響，包括在排氣系統安裝放射性物質移除(過濾)設施

23. 確保一次圍阻體排氣管線之獨立性，包括將排氣系統與SGTS隔離，禁止機組間的排氣系統管線相連接

24. 避免氫氣爆炸，控制氣體濃度並適當外釋，包括控制氫氣外釋並安裝氫氣濃度偵測器

通訊、指揮及儀控系統

25. 備妥/實施緊急應變中心(耐震重要棟)，包括確保電源，防範放射性物質進入，確保通訊能力，附近狀況的監視功能

26. 確保事故下的通訊功能，包括確保電源，安裝耐震之設施，主要通訊基地採取防範水災的對策，建立緊急應變的資訊系統及視訊會議系統並納入傳送網路系統

27. 確保事故下量測儀器之可靠度，包括確保電源，提供儀器專用的電池組、備用儀器及零件

28. 強化事故下機組狀態的監測功能，包括在一次圍阻體內採用監視攝影機，鼓勵擴展儀器規格監視範圍的研究發展

29. 強化事故下廠內環境監測能力，包括從緊急電源系統供應電力，監視系統安裝專用的電源

30. 建立緊急應變系統並實施訓練，包括確保備用零件，建立確保人力及對外召回之系統，在夜間及惡劣天候下訓練人員

附表 1. 大飯 3 號機第一階段評估結果摘要

項目	Cliff Edge 評估指標	強化措施執行後 Cliff Edge 及受影響設備		強化措施執行前 Cliff Edg 及受影響設備	強化措施的效果
地震 (包括地震與海嘯同時)	與「基準地震動 Ss」 (700gal)比較	約 1.80 倍(相當 1260 gal)， 高壓開關設備受損		約 1.75 倍(相當 1225 gal)， 核機冷卻水泵(CCW 泵)	約提高 3%
海嘯 (包括地震與海嘯同時)	與海嘯設計高度 (2.85 公尺)比較	約 4.0 倍(11.4 公尺) 汽機帶動輔助飼水泵(T/D AFWP)		約 1.6 倍(4.65 公尺) 海水泵	約提高 145%
喪失全部交流電源 (SBO)	在沒有外界支援的情形下，可以維持燃料冷卻的時間	爐心	約 16 日後 爐心補水消防泵汽油	約 5 小時後 蓄電池	約提高 76 倍
		用過核燃料	約 10 日後 用過核燃料池補水消防泵汽油	約 12 小時後 水溫到達 100℃的時間	約提高 20 倍
喪失最終熱沈(LUHS)		爐心	約 16 日後 輸送水源消防泵汽油	約 6 日後 蒸汽產生器飼水水源	約提高 2.6 倍
		用過核燃料	約 10 日後 用過核燃料柒補水消防泵汽油	約 12 小時後 水溫到達 100℃的時間	約提高 20 倍

附表 2. 伊方 3 號機第一階段評估結果摘要

項目	評估結果					強化措施執行前 Cliff Edge
	評估基準	受影響設備			強化措施後 Cliff Edge	
地震	基準地震動 Ss (570gal)的倍數	爐心	直流電源		1.86×基準地震動	1.86×基準地震動
		用過核燃料	過核燃料池		2.00×基準地震動	1.85×基準地震動
海嘯	超過設計海嘯 (T.P.＋3.49m)	爐心	汽機帶動輔助泵水泵		T.P.＋14.2m	T.P.＋10.2m
		用過核燃料	--		用過核燃料不會受損	T.P.＋10.3m
地震與海嘯同時	上述 2 項一併考慮	爐心	確認適用個別事件的結果			
		用過核燃料				
喪失全部交流電源 (SBO)	在沒有外界支援的情形下，可以維持燃料冷卻的時間	爐心	電源車燃油(重油)		約 10.7 日	約 5 小時(蓄電池)
		用過核燃料	消防車燃油(柴油)		約 8.2 日(運轉時)	約 22 小時 (池水 100℃)
			電源車燃油(重油)		約 10.7 日(停機時)	約 8 小時 (池水 100℃)
喪失最終熱沈 (LUHS)		爐心	--		核燃料不會受損	約 4 日(CST)
		用過核燃料			約 28 日(運轉時)	約 4 日(CST)
			--		核燃料不會受損(停機時)	約 6 日(CST)

附表 3. 大飯 4 號機第一階段評估結果摘要

項目	Cliff Edge 評估指標	強化措施執行後 Cliff Edge 及受影響設備		強化措施執行前 Cliff Edge 及受影響設備	強化措施的效果
地震 (包括地震與海嘯同時)	與「基準地震動 Ss」(700gal)比較	約 1.80 倍(相當 1260 gal)， 高壓開關設備受損		約 1.75 倍(相當 1225 gal)， 核機冷卻水泵(CCW 泵)	約提高 3%
海嘯 (包括地震與海嘯同時)	與海嘯設計高度 (2.85 公尺)比較	約 4.0 倍(11.4 公尺) 汽機帶動輔助飼水泵(T/D AFWP)		約 1.6 倍(4.65 公尺) 海水泵	約提高 145%
喪失全部交流電源 (SBO)	在沒有外界支援的情形下，可以維持核燃料冷卻的時間	爐心	約 16 日後 爐心補水消防泵汽油	約 5 小時後 蓄電池	約提高 76 倍
		用過核燃料	約 10 日後(停機時) 用過核燃料池補水消防泵汽油	約 12 小時後(停機時) 水溫到達 100℃的時間	約提高 20 倍
喪失最終熱沈(LUHS)		爐心	約 16 日後 輸送水源消防泵汽油	約 6 日後 蒸汽產生器飼水水源	約提高 2.6 倍
		用過核燃料	約 10 日後(停機時) 用過核燃料池補水消防泵汽油	約 12 小時後(停機時) 水溫到達 100℃的時間	約提高 20 倍

IAEA 任務小組對日本 NISA 全面安全評估的審查結果

(初步摘要報告)

101 年 1 月 31 日

IAEA 應日本政府之邀，派遣一組由 5 名 IAEA 專家、3 名國際專家及 2 名幕僚組成的任務小組，於 2012 年 1 月 23 日至 2012 年 1 月 31 日期間審查日本原子力保安院(NISA)要求核電廠執行全面安全評估的方法論，以及 NISA 審查各電廠所提全面安全評估報告的方式，IAEA 專家小組於 2012/1/31 提出「初步摘要報告」，並召開記者會說明，規劃在 2012 年 2 月底提出「總結報告」。

任務小組在審查過程除了與 NISA 技術會議外，並前往關西電力的大飯電廠實地瞭解全面安全評估執行情形。任務小組評估作業係依據 IAEA 的文件“A Methodology to Assess the Safety Vulnerabilities of Nuclear Power Plants Against Site Specific Extreme Natural Hazards”及 IAEA 相關的安全標準。

任務小組審查範圍分為四大領域：

(1)管制單位的審查及評估程序

(2)廠外自然危害及安全餘裕評估

(3)電廠全黑及喪失最終熱沈下的電廠弱點

(4)嚴重事故管理

任務小組提出的初步結論是 NISA 所制定全面安全評估的要求，以及審查各電廠提出之全面安全評估報告的程序，整體而言與 IAEA 安全標準的要求為一致。任務小組確認的優良實務包括：

(1)在 2011 年 3 月 11 日的事故後，NISA 迅速地訂出安全強化對策，各電廠也積極配合執行。

(2)NISA 獨立執行現場履勘並實地查核電廠對安全強化對策的實施情形。這些現場履勘適當的執行，並增強安全強化對策執行的信心。

(3)NISA 在制定全面安全評估的要求，審查各電廠所提全面安全評估報告

的程序，均顯現充分透明化及與利害關係者間溝通的作法。

(4)NISA 參考歐盟壓力測試的方式，並汲取他國的經驗，以進一步提升日本的核能安全。

任務小組提出全面安全評估程序及相關管制活動，強化整體性效益的建議事項：

(1) NISA 制定全面安全評估要求及執行審查程序應有更清楚的指引，採描述方式取代定性方式，並應設定期望的標準。

(2)NISA 應確認記錄未來業主安全強化措施所需的對策，並納入後續適當的視察。否則，NISA 應確認電廠恢復運轉前，已採行適當的暫行措施。

(3)除了已採取的措施外，NISA 應與執行全面安全評估電廠附近的利益團體開會溝通。

(4)NISA 應與業主溝通確認定義並明確定出適當信心水準的安全餘裕。

(5)NISA 應確認地震安全餘裕評估包括可以確認基本安全功能成功路徑完整性的系統現場履勘，執行能確認交互作用並蒐集用於安全餘裕計算之興建及運轉資訊的地震/水災能力之現場履勘。

(6)NISA 應確認在全面安全評估的第二階段，應更全面性的處理減緩嚴重事故的措施，此評估能做為業主中、長期實施計畫基礎。

(7)在全面安全評估的中、長期而言，NISA 應要求業主擬訂更完整且符合現行 IAEA 安全標準的事故管理計畫。

任務小組提出其他的建議事項如下：

(1)NISA 應記錄並蒐集在初期評估及審查時的經驗回饋，以確認或改善評估指引並儘可能使未來的審查具一致性。

(2)NISA 應確認管制機關在全面安全評估的第二階段審查，能在適當時間內完成、評估並審查。

(3)應藉執行與 IAEA 安全標準及國際業界實務為一致的地震及海嘯安全度評估(PSA)方法論，以檢視在實施安全改善昇級並增加抵抗地震與海

嘯危害安全餘裕的有效性。

(4)NISA 在全面安全評估的第二階段應採用 IAEA 相關的安全標準及歐盟壓力測試的經驗回饋,考量更緊密整合事故管理及廠內緊急應變措施以驗證額外的系統。

附錄四

日本政府之經驗回饋及其他核電廠之緊急安全對策

附錄四.1

日本電力公司針對原子力安全保安院100年3月30日要求提出緊急安全對策

為因應福島第一核電廠事故，其他各電廠之緊急安全對策實施狀況確認結果，以及運轉規範變更之認可（女川電廠）

原子力安全保安院（以下簡稱本院）基於福島第一核電廠所發生之事故，於100年3月30日下達指示，要求各電力公司立即採取緊急安全對策，以確保即使三大功能（所有交流電源、海水冷卻功能、用過燃料池冷卻功能）因海嘯來襲而全部喪失，亦需能確保爐心不致受損，並需儘速就對策實施狀況提出報告。

基於以上指示，東北電力公司（以下簡稱東北電力）就女川核電廠之緊急安全對策提出報告，本院並派遣保安檢查官至現場進行視察，針對電源車・水泵車等資材及機器設備之配備狀況、緊急程序書之整備狀況、以及緊急應變訓練實施狀況等項進行嚴格視察。

與以上視察同時，另針對運轉規範以及相關公司內部規定（程序書等），依據運轉規範審查內規進行審查。

視察結果，本院認為東北電力已確實執行所提出報告內之緊急安全對策，且運轉規範及相關內部規定之修改及新增亦均已確實完成，因此於100年6月1日同意其運轉規範變更之申請。

今後本院亦將利用保安視察等時機，就東北電力列為中長期對策之海水泵馬達等備品確保、大容量緊急發電機之設置、防海嘯措施等項目，嚴格確認其實施狀況。

本院亦將繼續督促各業者採取必要之改善措施，以進一步提高緊急安全對策之可靠度。

另基於本院100年4月9日發出之「緊急發電設備之運轉規範（指示書）」所為之運轉規範變更認可申請，經本院就申請內容進行現場視察、並予嚴格審查結果，認定足可防止災害之發生，因此於今日認可其運轉規範之變更申請。

1.經過 (以下均為100年)

- 3月30日 保安院就緊急安全對策之實施及報告等事項下達指示，並修正相關命令
- 4月8日 東北電力收到3月30日發出之修正命令，向保安院提出女川核電廠之運轉規範變更認可申請書
- 5月18日 東北電力提出女川電廠之緊急安全對策實施狀況報告
- 4月9日 保安院就「緊急發電設備之運轉規範」下達指示
- 4月22日 東北電力基於4月9日之指示內容，提出運轉規範變更認可申請書

・5 月 19～20 日 保安院檢查官進行現場視察，確認實施狀況
・6 月 1 日 保安院彙整女川電廠之緊急安全對策實施狀況之評估結果後，認可依 3 月 30 日修正命令所為之運轉規範變更申請。另依 4 月 9 日指示所為之運轉規範變更申請亦同時予以認可。

2.東北電力之實施狀況

(1)實施緊急點檢

RCIC 水泵、蓄電池、冷凝水泵、原水槽、戶外消防栓等設備之外觀點檢、功能確認等。

(2)緊急應變計畫之點檢及訓練實施

訂定緊急應變計畫，其中需包含前往操作地點的路線之多樣性、排氣或海水注入之實施程序、以及權限明確化等項目在內。另為提升緊急安全對策之實際效果，實施各項訓練，包括：喪失所有交流電源時之應變、替代供電、爐內及用過燃料池之替代注水、綜合訓練（同時有超過一部以上機組開始進行應變）。

(3)緊急狀況下之電源確保

配備 4 部電源車（均為 400kVA）以供反應器或用過燃料池注水設備之驅動及控制，並將該等電源車停放於不受海嘯影響之高處（O.P.+24～25m）。

(4)緊急狀況下之最終移熱功能確保

配備 2 部消防車作為 RCIC 之水源確保或替代用注水，並將該等消防車停放於不受海嘯影響之高處（O.P.+25m）。另配備 2 部消防車作為燃料池補給水泵之水源確保或替代用注水，並將該等消防車停放於不受海嘯影響之高處（O.P.+25m）。

(5)提高可靠度之中長期對策

計畫進行以下項目：設置大容量緊急電源（4000kVA 3 部）（本年度內）、確保海水泵馬達之備品（本年度內）、設置海水泵室週邊防水牆（2012 年 4 月）、廠區靠海側及側面設置防波堤（2012 年 4 月）。

3.運轉規範變更認可之申請內容

(1) 針對 100 年 3 月 30 日修正命令所為運轉規範變更申請之認可

以下設備喪失功能時：所有交流供電設備、所有使用海水進行反應器相關裝置冷卻之設備、所有用過燃料池冷卻設備（以下簡稱「喪失電源功能等狀況」），為組織人員執行反應器安全相關作業，於運轉規範中追加以下內容：

①需訂定計畫，以利喪失電源功能等狀況下執行反應器安全相關作業

②喪失電源功能等狀況下，為執行反應器安全相關作業所需人力配置、訓練、及其所需資材及機器設備

③喪失電源功能等狀況下所執行反應器安全相關作業之定期評估、及評估結果之改善措施

(2) 基於 100 年 4 月 9 日指示所為運轉規範變更申請之認可

於運轉規範本文中明訂，即使反應器處於冷停機或更換燃料狀態，仍須維持 2 部緊急發電設備可用。

女川電廠 1 號機配備 2 部緊急柴油發電機，2 號機及 3 號機分別配備 3 部緊急柴油發電機。

1 號機由於僅有 2 部緊急柴油發電機，一旦發電機進行檢修，便無法保持 2 部可用；2 號機及 3 號機雖各有 3 部發電機，一旦進行檢修，仍有可能無法保持 2 部可用，因此必須增設緊急發電設備。

由於增設該等設備需相當時間，因此採取緊急措施，於設備之增設尚未完成之前，確認電廠已於運轉規範中增加附加條款，需自其他機組之緊急柴油發電機進行跨接、以及使用電源車供電。

(1)第一階段措施（已實施完畢）

女川電廠已將各機組之緊急柴油發電機進行跨接，使其在必要狀況下可互相供應電力，以符合隨時需有 2 部以上發電機可用之規定，同時備有 4 部容量均為 400kVA 之電源車，以確保電源之可靠度。

(2)第二階段措施（本年度內進行）

女川電廠計畫於本年度內，於廠內不受海嘯影響之高處，新增 3 部 4000kVA 容量之氣冷式大容量緊急發電機。

4.保安院評估結果

經保安院派遣保安檢查官進行現場視察，針對電源車・消防車等資材及機器設備配置狀況、緊急應變程序書準備狀況、以及緊急應變訓練實施狀況等項目進行嚴格檢視後，認定東北電力公司報告中，就女川電廠所提出之緊急安全對策均已確實執行。

另喪失電源功能等狀況下，為組織人員執行反應器安全相關作業，相關人員配置、訓練及必要之資材及機器設備整備事項，均已明訂於運轉規範內，相關公司內部規定之修改及新增亦均已確實執行。

今後本院亦將利用視察等時機，就東北電力列為中長期對策之海水泵馬達等備品確保、大容量緊急發電機之設置、防海嘯措施等項目，嚴格確認其實施狀況。

本院亦將繼續督促業者採取必要之改善措施，以進一步提高緊急安全對策之可靠度。

另基於本院 100 年 4 月 9 日發出之指示書所為之運轉規範變更申請，經本院進行現場視察、並針對運轉規範進行嚴格審查結果，認定足可防止災害之發生，因此於今日認可其運轉規範之變更申請。

附件：女川核電廠緊急安全對策實施狀況之確認結果

參考：因應福島第一・第二核電廠事故，東北電力公司女川核電廠緊急安全對策實施狀況之評估

（http://www.nisa.meti.go.jp/itiran/new_onagawa_index.html）

附件

女川核電廠緊急安全對策實施狀況之確認結果

2011 年 6 月 1 日
原子力安全・保安院

1.經過(以下均為 100 年)

・3 月 30 日 保安院就緊急安全對策之實施及報告等事項下達指示，並修正相關命令
・5 月 18 日 東北電力提出女川電廠之緊急安全對策實施狀況報告
・5 月 19～20 日 保安院檢查官進行現場視察，確認實施狀況

2.緊急安全對策之確認方針

[確認事項]

(1)短期對策

①喪失所有交流電源時之對策

假設 3 大功能（所有交流電源、海水冷卻功能、用過燃料池冷卻功能）均因海嘯而喪失。確認在此種狀況下，仍能以注水方式進行冷卻、掌握爐心狀況，且可將反應器帶至冷停機狀態。

②廠房防淹水對策

確認所有喪失交流電源對策所需設備，均已實施防淹水措施，使其不致受海嘯影響。

(2)中長期對策

①加快冷停機速度，以提高可靠度

確認已訂定包括加強緊急電源等適當對策之實施計畫，以達到數日內完成冷停機之目標。

②針對海嘯之防護措施

確認已訂定適當計畫，藉由加強防水、防波堤、防水牆等方式，提高緊急安全對策之可靠度。

3.確認・評估結果

[短期對策]

(1)喪失所有交流電源時之對策

①訂定緊急應變計畫

○假設遭受海嘯襲擊，訂定緊急應變計畫
○達成以下要求：前往操作地點的路線之多樣性、排氣或海水注入之實施程序、以及權限明確化

（確認結果）

- 緊急應變計畫已明訂於運轉規範及程序書中。
- 關於喪失所有交流電源時之緊急應變計畫：①已就反應器停機後之衰變熱移除所需水量進行分析評估；②基於前項評估結果，已於適當程序書內載明，一定時間內需開始以水泵車及電源車進行供水供電；③藉由以上對策，使反應器可維持熱停機，且燃料不致受損。
- 反應器廠房已設置多個緊急電源接頭及注水口，且電源車及水泵車亦已安排多條行進路線。
- 可藉裝設臨時水泵及修復海水泵方式，維持反應器之穩定冷卻，並將反應器帶至冷停機狀態。
- 運轉規範及程序書中明訂：電廠廠長被賦予權限，可於緊急狀況下採取相關安全對策。廠長亦有權決定是否進行排氣、注水（含海水）。藉由以上規定，可使緊急狀況下之處置動作更為迅速。

②緊急狀況下之電源確保

○電源車之容量及台數，需足以維持儀控系統、控制室之監控功能以及閥門驅動所需。
○電纜線長度需足以連接電源車及廠房接頭。
○以上設備需保管於不受海嘯影響之高處。

（確認結果）

- 電源車容量足供控制室監控、儀控設備作動、以及驅動閥門所需（400kVA 電源車 4 部），電源車之燃料供給亦已完成適當規劃。保管地點部分，亦已採行遷往更高處（O.P.+24~25m）等改善對策。
- 電源車及電纜線之搬運、鋪設、連接等，需於蓄電池之設計供電時間（8 小時）以內完成；經由訓練，確認可於 2 小時內完成。
- 即使 4 部電源車及 2 部水泵車同時運作，廠內燃料亦足以維持 25 天以上。

③緊急狀況下之移熱功能確保

○消防車、水泵車之加壓能力、容量、台數，需足供衰變熱移除之注水所需。
○除確保足夠容量之水源外，水帶長度亦需足供注水所需。
○設備需保管於不受海嘯影響之高處或置放於廠內消防單位待命。
○明確訂定排氣之操作程序、權限，並確保可快速執行。

（確認結果）

- 水泵車（2 部）供水能力足供衰變熱移除所需（約 $20m^3/h$），亦有足夠之燃料供給，

且保管於高處（O.P.+25m）。

- 水泵車及水帶之搬運、鋪設、連接等，需於要求時間（8 小時）以內完成；經由訓練，確認可於 1.5 小時內完成。
- 水源部分，除確保有多個水量足夠之水槽外，如需使用海水做為水源，相關取水・供水設施亦均已設置完成。
- 即使 4 部電源車及 2 部水泵車同時運作，廠內燃料亦足以維持 25 天以上。
- 實施排氣所需管線組裝訓練，訂定程序書及相關組織，確保可迅速確實執行排氣程序。
- 排氣閥門之空氣驅動閥部分，除確保作為替代性設備之氮氣瓶以外，並確認可於現場執行排氣操作。

④實施設備之檢查及訓練

○已完成緊急用設備之檢查作業。 ○除執行因海嘯喪失所有交流電源之對策訓練外，並確認其執行程序。

（確認結果）

- 設備檢查計畫之訂定及執行，已藉由現場視察等方式確認完畢。
- 使用電源車或水泵車進行實際演練、設備操作程序訓練、電廠所有機組同時喪失功能之綜合訓練等訓練項目，已藉由現場視察等方式確認完畢。
- 訓練時發現之問題（配備擴音器、頭燈等），已將其與其他單位分享並進行改善。

⑤運轉規範變更

○運轉規範中明訂當發生喪失電源等狀況時，為確保反應器安全所採取作為之要求事項。

（確認結果）

- 確認運轉規範或程序書中已載明緊急應變計畫之訂定、人員配置、訓練實施、資材及機器設備、定期評估等事項。

(2)廠房防淹水對策

○針對喪失所有交流電源時對策所需設備，必須訂定計畫，確保其不受海嘯影響。

（確認結果）

- 經現場視察等方式，確認已針對反應器廠房採取防淹水對策（如於門縫處貼附膠條等），即使遭受福島第一核電廠事故同等級海嘯襲擊，交流電喪失相關對策所需設備（如反應器廠房 1 樓分電盤等設備之進出門等）亦不致因而淹水受損。

[中長期對策]

(1)加速冷停機，以提高可靠度之對策

①海水泵馬達等備品之確保[約需 1 年左右實施]

○為快速於緊急狀況下將機組帶至冷停機，需修復原有之 RHR；目前已開始訂定計畫，以確保所需之海水泵馬達備品或替代用水泵（沈水泵、移動式水泵）等設備。

（確認結果）

・已訂定計畫，預計以 1 年左右時間完成 RHR 海水泵馬達備品及替代用水泵之導入。

②設置氣冷式緊急發電機[約需 1～3 年左右實施]

○需訂定計畫，於不受海嘯影響之高處設置足以驅動衰變熱移除用熱交換水泵之大型發電機。

（確認結果）

・已訂定計畫，預計於 1 年內導入足夠容量之氣冷式緊急發電機（4000kVA 3 台）

(2)海嘯防護對策

③海岸設置防波堤、廠房周邊設置防水牆、廠房周邊進行防水工程[約需 2～3 年左右實施]

○需訂定計畫，藉由防波堤、防水牆及廠房周邊防水工程等方式，使反應器安全相關設備不受海嘯影響，以提高緊急安全對策之可靠度。

（確認結果）

・已訂定計畫，預計於 2～3 年內完成廠房周邊防水工程（更換為防水門等），以加強防水能力。
・已訂定計畫，以海嘯高度 15m 為假設條件，預計於 1 年內於廠址前方建造高 3m 之防波堤。

4.結論

依本院之確認結果，認定東北電力公司報告中，就女川電廠所提出之緊急安全對策均已確實執行。

針對列為中長期對策之海水泵馬達等備品確保、氣冷式緊急發電機等設置、防海嘯措施等項目，本院未來亦將嚴格確認其實施狀況。

今後本院亦將持續督促東北電力採取必要之改善措施，以提高緊急安全對策之可靠度。

伴隨福島第一核電廠事故之詳細調查，待事故原因明朗後，如需追加任何對策，本院亦將要求東北電力採取必要之改善。

（改善資料）

附件一 各電力公司緊急安全對策概要（短期對策）
附件二 各電力公司緊急安全對策概要（中長期對策）
附件三 緊急安全對策中有關防止淹水措施之概要

附件一

各電力公司緊急安全對策概要

				喪失所有交流電源時對策									
				緊急時電源確保			反應爐及用過燃料池冷卻						組織・訓練
							水泵等			水源確保	圍阻體釋壓操作 海水注入		
				必要能力	確保能力	保管位置等	必要能力	確保能力	保管位置等			
北海道	泊	#1 #2 #3	PWR	#1: 110kVA #2: 110kVA #3: 255kVA	〈電源車〉 #1～3 共用: 4000kVA * 1 台 備用: 625kVA * 1 台	〈保管位置〉 廠區內高處 (TP31m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1.5 小時	〈水泵〉 #1: 約 20m3/h #2: 約 20m3/h #3: 約 32m3/h 〈水帶〉 總長約 2360m	〈水泵〉 #1: 移動式水泵 30m3/h * 2 台 #2: 移動式水泵 30m3/h * 2 台 #3: 移動式水泵 30m3/h * 4 台 #1~3 共用: 移動式水泵 45m3/h * 3 台、180 m3/h * 1 台、30m3/h * 6 台、消防車 48m3/h * 2 台 〈水帶〉 2710m (相當於 20m * 136 條)	〈保管位置〉 廠內高處 (TP31m, 33m) 消防車車庫 (TP10m) ※發佈大海嘯警報時，由常駐自衛消防隊員將其移往廠內高處 (TP31m) 暫避 〈要求時間〉 10 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 3 小時	〈淡水槽〉 #1: 825t (3 座合計) #2: 825t (3 座合計) #3: 1310t (2 座合計) #1~3 共用: 27960t (16 座合計) 〈海水〉 取水口	〈程序〉 依廠長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 11 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・水帶長度、水泵台數最佳化，以及佈置的修改 ・程序書中加註留意水帶糾結
東北	東通	#1	BWR	#1: 813.8kVA	〈電源車〉 400kVA * 3 台	〈保管位置〉 固體廢料儲存所停車場(TP18m) 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2.5 小時	〈水泵〉 約 40m3/h 〈水帶〉 總長約 1500m	〈水泵〉 消防車 120m3/h * 2 台 〈水帶〉 1600m (20m * 80 條)	〈保管位置〉 消防車車庫 (TP13m) ※發佈大海嘯警報時，由常駐自衛消防隊員將其移往固體廢料儲存所停車場 (TP18m) 暫避 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 4 小時	〈淡水槽〉 3166t (12 座合計) 〈河水〉 每日 2300t 〈海水〉 取水口	【釋壓、海水注入】 〈程序〉 依廠長判斷，進行釋壓、海水注入 〈對應設施(釋壓)〉 壓縮空氣瓶	〈訓練實施〉 共計實施 13 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・配置免手持頭燈
	女川	#1 #2 #3	BWR	〈必要容量〉 #1: 287kVA #2: 217kVA #3: 188kVA 共用: 50kVA	〈電源車〉 #1～3 共用: 400kVA * 4 台	〈保管位置〉 3 台: 備用變電設備設置場所周邊 (O.P.+24m) 1 台: 消防車庫周邊(O.P.+25m) 〈要求時間〉 8 小時以內	〈水泵〉 #1: 約 20m3/h #2: 約 30m3/h #3: 約 30m3/h 〈水帶〉 總長約 1800m(最長狀況下)	〈水泵〉 120m3/h * 2 台 (消防車) 〈水帶〉 約 2000m (20m * 100 條)	〈保管位置〉 消防車車庫 (O.P.+25m) 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1.5 小時	〈淡水槽〉 #1: 2900t 以上 #2: 3000t 以上 #3: 3000t 以上 〈海水〉 取水口	【釋壓、海水注入】 〈程序〉 依廠長判斷，進行釋壓、海水注入 〈對應設施(釋壓)〉 壓縮氮氣瓶	〈訓練實施〉 共計實施 36 次個別訓練 (供電、替代注水等)、2 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・配置擴音器、頭

						〈訓練確認時間〉 約 2 小時						燈(已完成) ・準備失電狀況下之閥門狀態確認程序書(已完成) ・檢討改善釋壓用氣瓶之連接方式(檢討中)
東京	柏崎刈羽	#1 #2 #3 #4 #5 #6 #7	BWR BWR BWR BWR BWR ABWR ABWR		〈電源車〉 #1: 500kVA * 1 台 #5: 500kVA * 1 台 #6: 500kVA * 1 台 #7: 500kVA * 1 台 〈發電機〉 #2: 195kVA * 1 台 #3: 450kVA * 1 台 #4: 195kVA * 1 台 共用(淡水送水用): 195kVA * 1 台、125kVA * 1 台	〈保管位置〉 高處停車場 (TP35m) 1 台: 消防車庫周邊(O.P.+25m) 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 3 小時	〈水泵〉(注) (運轉中機組) #1: 約 30m3/h #5: 約 30m3/h #6: 約 40m3/h #7: 約 40m3/h (停止中機組) #2: 約 1m3/h #3: 約 1m3/h #4: 約 1m3/h 〈水帶〉 總長 1970m (注)長期停機中之#2,3,4，已完成其用過燃料池冷卻能力之確認	〈水泵〉 #1,2: 消防車約 60m3/h * 1 台 #3: 消防車約 60m3/h * 1 台 #4: 消防車約 60m3/h * 1 台 #5,6: 消防車約 120m3/h * 1 台 #7: 消防車約 50m3/h * 1 台 〈水帶〉 2080m (20m * 104 條)	〈保管位置〉 高處停車場 (TP35m) 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	〈淡水槽〉 #1: 1575t * 1 座 #2: 415t * 1 座 #3: 415t * 1 座 #4: 415t * 1 座 #5: 1550t * 1 座 #6: 1050t * 1 座 #7: 1050t * 1 座 #1~7 共用: 12500t (8 座合計) 〈海水〉 取水口	【釋壓、海水注入】 〈程序〉 依廠長判斷，進行釋壓、海水注入 〈對應設施(釋壓)〉 氮氣瓶	〈訓練實施〉 共計實施 10 次個別訓練 (供電、替代注水等)、3 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・建立電源車或消防車之燃料補給制度 ・製作表格，一旦多部機組同時發生狀況時，可用以確認各機組作業進展 ・將各機能班分為數個小組，各自任命負責人
中部	濱岡	#1 #2 #3 #4 #5 (#1,2 除役中)	BWR BWR BWR BWR ABWR	#1: 28kVA #2: 38kVA #3: 186kVA #4: 195kVA #5: 202kVA	〈發電機〉 #1: 150kVA * 1 台 #2: 220kVA * 1 台 #3: 150kVA * 2 台 #4: 150kVA * 2 台 #5: 125kVA * 3 台	〈保管位置〉 反應器廠房中間屋頂 #1: TP14.5m #2: TP14.5m #3: TP16.0m #4: TP22.8m #5: TP30.5m 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	〈水泵〉 #1: 0m3/h ※1,2 #2: 0.3m3/h ※1 #3: 40m3/h #4: 40m3/h #5: 45m3/h ※1 除役中僅維持用過燃料池冷卻 ※2 用過燃料池中僅有 1 組用過燃料，故無須供水 〈水帶〉 總長約 1420m	〈水泵〉 #1,2: 移動式水泵 67.8m3/h * 2 台 #3: 移動式水泵 52.8m3/h * 2 台 #4: 移動式水泵 52.8m3/h * 2 台 #5: 移動式水泵 52.8m3/h * 2 台 〈水帶〉 1440m (20m * 72 條)	〈保管位置〉 開關場 (TP25m) 〈要求時間〉 約 1.3 日以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	〈淡水槽〉 水槽容量計算 #1: 118t (2 座合計) #2: 488t (3 座合計) #3: 1960t (2 座合計) #4: 1597t (2 座合計) #3,4 共用: 3450t (2 座合計) #5: 1592t (2 座合計) 〈海水〉 #2 海水連動泵豎井 #3,4,5 取水槽 〈河水〉 新野川	【釋壓、海水注入】 〈程序〉 依廠長判斷，進行釋壓、海水注入 〈對應設施(釋壓)〉 氮氣瓶	〈訓練實施〉 共計實施 56 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・追加採購並配置夜間作業用反光背心 ・於閥門貼上夜間作業用螢光條 ・於程序書中記錄輸出端子識別 (R・S・T) 及電纜三相識別 (藍・白・紅) 之對應關係
北陸	志賀	#1 #2	BWR ABWR	#1: 586kVA #2: 733kVA	〈電源車〉 #1: 300kVA * 2 台 #2: 300kVA * 3 台	〈保管位置〉 #2 反應器廠房東側(TP21m)	〈水泵〉 #1: 16m3/h #2: 40m3/h	〈水泵車等〉 #1,2 共用: 消防車 84m3/h * 1 台	〈保管位置〉 水泵車等: 消防車庫、事務本館旁車庫 (TP11m)	〈淡水槽〉 水槽容量計算 #1: 972t * 1 座 #2: 1193t * 1 座	【釋壓、海水注入】 〈程序〉 依廠長判斷，進行	〈訓練實施〉 共計實施 29 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜

						〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2.5 小時	〈水帶〉 總長 700m	消防車 60m3/h * 1 台 移動式水泵 60m3/h * 1 台 〈水帶〉 1000m (20m * 50 條)	水帶: 資材及機器設備倉庫 (TP64m)、水泵車上(TP11m) ※發佈大海嘯警報時，由常駐自衛消防隊員將其移往 TP30m 高處暫避 〈要求時間〉 約 1 日以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	#1,2 共用: 1243t (4 座合計) 〈水庫水〉 36 萬 t 〈海水〉 #2 排水槽	釋壓、海水注入 〈對應設施(釋壓)〉 壓縮空氣瓶	合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・程序書明確化 ・由於電纜重量極重，於樓梯間布設時極花時間，因此樓梯間之電纜改為常態性配置
關西	美濱	#1 #2 #3	PWR	#1: 232kVA #2: 275kVA #3: 293kVA	〈電源車〉 #1: 500kVA * 1 台 #2: 800kVA * 1 台 #3: 400kVA * 1 台	〈保管位置〉 #3 旁 32m 高處 (TP32m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	〈水泵〉 #1: 約 13m3/h #2: 約 18m3/h #3: 約 17m3/h 〈水帶〉 總長約 3090m	〈水泵〉 #1: 移動式水泵 36m3/h * 3 台、52.8m3/h * 1 台 #2: 移動式水泵 36m3/h * 6 台、52.8m3/h * 1 台 #1,2: 移動式水泵 52.8m3/h * 1 台 #3: 移動式水泵 36m3/h * 3 台、52.8m3/h * 4 台 〈水帶〉 3640m (20m * 182 條)	〈保管位置〉 水帶、水泵: #3 旁 32m 高處 (TP32m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 80 分鐘	〈淡水槽〉 #1: 312t (2 座合計) #2: 384t (2 座合計) #3: 4330t (7 座合計) #1~3 共用 3660t (5 座合計) 〈海水〉 #1,2: #1,2 出水口 #3: #3 出水道豎井、#3 進水口	〈程序〉 依廠長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 47 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 實施水帶條數、水泵台數最佳化以及使用搬運台車等改善措施
關西	大飯	#1 #2 #3 #4	PWR	#1: 386kVA #2: 386kVA #3: 197kVA #4: 197kVA	〈電源車〉 #1: 500kVA * 1 台 #2: 610kVA * 1 台 #3: 610kVA * 1 台 #4: 610kVA * 1 台	〈保管位置〉 #1,2: #1,2 後方道路(TP31m) #3,4: #3,4 後方道路(TP33m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	〈水泵〉 #1: 19.88m3/h #2: 19.88m3/h #3: 19.44m3/h #4: 19.44m3/h 〈水帶〉 總長約 4860m	〈水泵〉 #1: 移動式水泵 46m3/h * 3 台 #2: 移動式水泵 46m3/h * 3 台 #1,2: 移動式水泵 48m3/h * 3 台 #3: 移動式水泵 36m3/h * 4 台、48m3/h * 4 台 #4: 移動式水泵 36m3/h * 4 台、48m3/h * 4 台 〈水帶〉 5720m (20m * 286 條)	〈保管位置〉 水帶、水泵: 吉見隧道內 (TP62.8m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 70 分鐘	〈淡水槽〉 #1: 1075t (2 座合計) #2: 1075t (2 座合計) #3: 730t * 1 座 #4: 730t * 1 座 #1,2,3,4 共用: 21116t (10 座合計) 〈海水〉 #1,2 進水道	〈程序〉 依廠長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 47 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 實施水帶條數、水泵台數最佳化以及使用無線電對講機等改善措施
關西	高濱	#1 #2 #3 #4	PWR	#1: 358kVA #2: 358kVA #3: 220kVA #4: 197kVA	〈電源車〉 #1: 500kVA * 1 台 #2: 800kVA * 1 台 #3: 610kVA * 1 台 #4: 400kVA * 1 台	〈保管位置〉 #1,2: #1,2 後方道路(TP32m) #3,4: #3,4 後方道路(TP32m)	〈水泵〉 #1: 17m3/h #2: 17m3/h #3: 17.33m3/h #4: 17.33m3/h	〈水泵〉 #1: 移動式水泵 46m3/h * 4 台、48m3/h * 5 台 #2: 移動式水泵	〈保管位置〉 水泵: 污泥焚化爐附近高處 (TP49.5m) 水帶: visitor's	〈淡水槽〉 #1: 680t (2 座合計) #2: 680t (2 座合計)	〈程序〉 依廠長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 55 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練

						〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	〈水帶〉 總長約 7040m	46m3/h * 6 台、 48m3/h * 5 台 #3: 移動式水泵 46m3/h * 9 台、 48m3/h * 9 台 #4: 移動式水泵 46m3/h * 7 台、 48m3/h * 7 台 〈水帶〉 8280m (20m * 414 條)	house 附近高處 (TP28.0m)、用過燃料槽區域 (TP32m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 70 分鐘	#3: 660t (2 座合計) #4: 660t (2 座合計) #1,2,3,4 共用: 26160t (12 座合計) 〈海水〉 #1: #1,2 進水道、出水道 #2: #1,2 出水道 #3: #3,4 進水道、#1,2 出水道 #4: #1,2 出水道、出水口		〈訓練之改善及特殊事項〉 實施水帶條數最佳化、配置搬運用附吊臂貨車、卡車以及使用無線電對講機等改善措施
中國	島根	#1 #2	BWR	#1: 141kVA #2: 290kVA 共用: 32kVA	〈電源車〉 500kVA * 2 台 〈發電機〉 共用(消防泵用): 90kVA * 1 台	〈保管位置〉 #1 CST 旁 (TP15m)(發電機位於過濾水槽旁 TP22m) 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	〈水泵〉 #1: 約 13m3/h #2: 約 22m3/h 〈水帶〉 總長約 1000m	〈水泵〉 消防車 142.8m3/h * 1 台、92.4m3/h * 1 台 移動式水泵 76.8m3/h * 2 台、72.6m3/h * 1 台、60m3/h * 5 台 〈水帶〉 1980m (20m * 99 條)	〈保管位置〉 消防車庫 (TP8.5m)及資材及機器設備置放場(TP15m) ※發佈海嘯警報時，由常駐自衛消防隊員將其移往 TP15m 高處暫避 〈要求時間〉 約 4 日 〈訓練確認時間〉 約 30 分鐘	〈淡水槽〉 #1: 1600t * 1 座 #2: 1400t * 1 座、1500t * 1 座 #1,2 共用: 5792t (4 座合計) #1,2 共用儲水槽: 18000t (4 座合計) 〈海水〉 輪谷灣內	【釋壓、海水注入】 〈程序〉 依廠長判斷，進行釋壓、海水注入 〈對應設施(釋壓)〉 氮氣瓶	〈訓練實施〉 共計實施 12 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・將圍阻體釋壓驅動用供氣管之安裝方法貼於現場(附加照片)
四國	伊方	#1 #2 #3	PWR	#1: 145kVA #2: 137kVA #3: 93kVA	〈電源車〉 #1: 300kVA * 1 台 #2: 300kVA * 1 台 #3: 300kVA * 1 台	〈保管位置〉 tank yard (TP32m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1.5 小時	〈水泵〉 #1: 約 21m3/h #2: 約 21m3/h #3: 約 34m3/h 〈水帶〉 總長約 1960m	〈水泵〉 消防車 84m3/h * 2 台 移動式水泵 73.2m3/h * 2 台 〈水帶〉 3200m (20m * 160 條)	〈保管位置〉 tank yard (TP32m) 〈要求時間〉 #1,2 約 5 小時以內 / #3 約 9 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	〈淡水槽〉 #1: 1505t (2 座) #2: 1505t (2 座) #1,2 共用: 12400t (3 座) #3: 8410t (4 座) 〈海水〉 #1,2 出水口 #3 海水 pit	〈程序〉 依廠長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 11 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 修正水帶必要長度及條數
九州	玄海	#1 #2 #3 #4	PWR	#1: 125kVA #2: 125kVA #3: 174kVA #4: 174kVA	〈電源車〉 #1: 500kVA * 1 台 #2: 500kVA * 1 台 #3: 500kVA * 1 台 #4: 500kVA * 1 台	〈保管位置〉 電源車: 廠內高處 (TP26.0m) 資材及機器設備: 廠內高處 (TP24.6m) (#1,2) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 105 分鐘	〈水泵〉 #1: 約 13m3/h #2: 約 13m3/h #3: 約 31m3/h #4: 約 28m3/h 〈水帶〉 總長約 4920m	〈水泵〉 移動式水泵 #1: 30.0m3/h * 1 台、46.8m3/h * 1 台、4.8m3/h * 1 台 #2: 30.0m3/h * 1 台、46.8m3/h * 1 台、4.8m3/h * 1 台 #3: 48.0m3/h * 1 台、46.8m3/h * 1	〈保管位置〉 臨時水泵、水帶等: 廠內高處 (TP24.6m) (#1,2) 〈要求時間〉 約 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 60 分鐘 (#3,4)	〈淡水槽〉 #1: 305t * 1 座 #2: 305t * 1 座 #3: 690t * 1 座 #4: 690t * 1 座 #1,2 共用: 830t * 2 座、1400t * 2 座 #3,4 共用: 1430t * 2 座、6500t * 2 座	〈程序〉 依值班課長或發電課長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 15 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・追加蓄壓槽開始注入時機，並列為注意事項(#1,2) ・追加蓄壓槽開始

						(#3,4) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 115 分鐘		台、30.0m3/h * 1 台 #4: 30.0m3/h * 1 台、46.8m3/h * 1 台、18.0m3/h * 1 台 〈水帶〉 約 7500m (相當於 20m * 375 條)	〈要求時間〉 約 6 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 50 分鐘	〈硼酸水槽〉 #1: 860t * 1 座 #2: 860t * 1 座 #1,2 共用: 280t * 1 座 〈河川水〉 八田浦儲水池 (水量約 13 萬 t) 〈海水〉 #1: #1 進水 pit #2: #2 進水 pit #3: #3 進水 pit #4: #4 進水 pit		注入壓力及主蒸汽釋壓閥開度 (#3,4)
九州	川內	#1 #2	PWR	#1: 194kVA #2: 189kVA	〈電源車〉 #1: 500kVA * 1 台 #2: 500kVA * 1 台	〈保管位置〉 電源車: 廠內高處 (TP27.0m) 資材及機器設備: 廠內高處 (TP27.0m) 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 130 分鐘	〈水泵〉 #1: 約 25m3/h #2: 約 25m3/h 〈水帶〉 總長約 2000m	〈水泵〉 移動式水泵 #1: 30.0m3/h * 2 台、7.8m3/h * 1 台 #2: 30.0m3/h * 2 台、7.8m3/h * 1 台 〈水帶〉 約 2900m (相當於 20m * 145 條)	〈保管位置〉 臨時水泵、水帶等: 廠內高處 (TP27.0m) 〈要求時間〉 約 6 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 80 分鐘	〈淡水槽〉 #1: 520t * 1 座 #2: 520t * 1 座 #1,2 共用: 930t * 2 座、2100t * 2 座 〈硼酸水槽〉 #1: 1470t * 1 座 #2: 1470t * 1 座 #1,2 共用: 1040t * 1 座 〈河川水〉 みやま池 (水量約 34 萬 t) 〈海水〉 #1: #1 進水 pit #2: #2 進水 pit	〈程序〉 依值班課長或發電課長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 13 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・追加蓄壓槽開始注入時機，並列為注意事項(#1,2) ・追加發佈海嘯或大海嘯警報時，通報所有廠內作業人員方式
日本原電	敦賀	#1 #2	BWR PWR	#1: 148kVA #2: 629kVA	〈電源車〉 #1: 220kVA * 1 台 #2: 220kVA * 1 台、800kVA * 1 台 備用: 800kVA * 1 台	〈保管位置〉 廠址附近高處 (約 TP20m) 〈#1〉 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 109 分鐘 〈#2〉 〈要求時間〉 5 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 85 分鐘	〈水泵〉 #1: 20.7m3/h #2: 50.8m3/h 〈水帶〉 #1: 總長 480m #2: 總長 520m	〈水泵〉 #1: 移動式水泵 67.8m3/h * 2 台 #2: 消防車 120m3/h * 2 台、移動式水泵 67.8m3/h * 2 台 〈水帶〉 #1: 480m (20m * 24 條) #2: 520m (20m * 26 條)	〈保管位置〉 高處(約 TP20m) 消防車庫(TP3m) ※發佈大海嘯警報時，由常駐自衛消防隊員將其移往 TP20m 高處暫避 (#1) 〈要求時間〉 2.2 日以內 〈訓練確認時間〉 約 33 分鐘 (#2)	〈淡水槽〉 水槽容量總計約 9400t (13 座) #1: 232t, 385t, 60t, 1000t, 300t #2: 957t, 1592t, 60t, 2300t (2 座合計), 188t, 270t, 2100t 〈海水〉 #1: #1 進水口 #2: #2 進水口	〈程序〉 依廠長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 4 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 ・考量移動式水泵保管位置之可接近性，更改至發電用水槽附近

									〈要求時間〉 1.1 日以內 〈訓練確認時間〉 約 35 分鐘			
日本原電	東海第二		BWR	431kVA	〈電源車〉 700kVA * 1 台 備用: 700kVA * 2 台	〈保管位置〉 廠內高處 (TP21m) 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 3 小時	〈水泵〉 36.2m3/h 〈水帶〉 總長 442m	〈水泵〉 消防車 168m3/h * 2 台、移動式水泵 60m3/h * 1 台 〈水帶〉 480m (24 條)	〈保管位置〉 TP8.2m ※發佈大海嘯警報時，由常駐自衛消防隊員將其移往 TP21m 高處暫避 〈要求時間〉 1.9 日以內 〈訓練確認時間〉 約 2 小時	〈淡水槽〉 水槽容量總計約 2800t (670t * 2 座、103t, 963t, 372t) 〈海水〉 進水口	【釋壓、海水注入】 〈程序〉 依廠長判斷，進行釋壓、海水注入 〈對應設施(釋壓)〉 氮氣瓶	〈訓練實施〉 共計實施 9 次個別訓練 (供電、替代注水等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 •準備電池式 LED 燈及雨天用防水布
JAEA	文殊		FBR	483kVA	〈電源車〉 500kVA * 1 台	〈保管位置〉 電源車: 廠內高處，EL 約 42m 資材及機器設備: 廠內高處，EL 約 31m 以上 〈要求時間〉 8 小時以內 〈訓練確認時間〉 約 4 小時	因反應爐及燃料儲存設備可以自然循環方式移熱，無須使用水泵車等方式注水冷卻。用過燃料池則以水泵注水方式冷卻。					〈訓練實施〉 共計實施 9 次個別訓練 (供電、輔助冷卻設備葉片、阻尼器手動操作等)、1 次綜合訓練 〈訓練之改善及特殊事項〉 •設置電源連接用 mockup •準備雨天用防水布
	普賢 (對象為燃料池)		ATR	0.1kVA (沈水泵 1 台用)	〈發電機〉 2.3kVA * 1 台	〈保管位置〉 發電機: TP 約 70m 資材及機器設備: 廠內高處，TP 約 20m 以上 〈要求時間〉 5 小時 〈訓練確認時間〉 約 1.5 小時		〈水泵〉 0.2m3/h 〈水帶〉 15 條	〈保管位置〉 TP70m 〈要求時間〉 約 15.5 小時 〈訓練確認時間〉 約 1 小時	〈淡水槽〉 水槽容量總計 2000t * 1 座、300t, 170t, 20t 及其他 〈海水〉 進水口	〈程序〉 依廠長判斷，進行海水注入	〈訓練實施〉 共計實施 2 次個別訓練 (綜合訓練、冷卻水補給路徑、補給方法等) 〈訓練之改善及特殊事項〉 •為使聯繫順暢，設置無線電對講機 •於水帶補給口裝置瞄子，以防止飛散

附件二

各電力公司緊急安全對策概要

				提高可靠度之中長期對策（需時間完成之項目）				
				快速冷停機所需備品確保、 維持反應爐安全功能所需大容量緊急電源之設置		海嘯防護措施		
				海水泵等備品確保	大容量緊急電源之設置	反應器廠房防水工程	設置防水牆	設置防波堤
北海道	泊	#1 #2 #3	PWR	海水泵馬達(2 年左右) 替代用海水泵(1 年左右)	追加配置 2000kVA 等級之移動式發電機車輛(2 年左右)	確保安全所需重要設備區域之防水等(3 年左右)	檢討設置廠房出入口周邊防水牆(3 年左右)	- (廠址位於海拔+10m)
東北	東通	#1	BWR	海水泵馬達(2012 年度上期中) 替代用海水泵(2012 年 6 月中)	DG2000kVA 4 台 (2011 年度上期中)	廠房門之防水工程等(3 年左右)	海水除塵裝置周邊等開口部設置防水牆(3 年左右)	廠址靠海側及側面設置防水牆(3 年左右)
	女川	#1 #2 #3	BWR	海水泵馬達(2011 年度內) 替代用海水泵(2012 年 6 月中)	DG4000kVA 3 台 (2011 年度內)	廠房門之防水工程等(3 年左右)	海水泵室周邊設置防水牆(2012 年 4 月)	廠址靠海側及側面設置防波堤(高約 17m，2012 年 4 月)
東京	柏崎刈羽	#1 #2 #3 #4 #5 #6 #7	BWR BWR BWR BWR BWR ABWR ABWR	替代用海水泵(2012 年度上期附近) 替代用熱交換器(2012 年度上期附近)	氣渦輪發電機車輛 4500kVA 2 台 (2011 年度下期附近)	反應器廠房等改為防水門(2012 年度下期附近)	設置防水牆(2012 年度下期附近)	於廠址海岸線設置防波堤(高 15m 左右，2013 年度上期附近)
中部	濱岡	#3 #4 #5	BWR BWR ABWR	緊急爐心冷卻系統等(2012 年度末)	DG4000kVA 3 台 (2012 年度初期)	提高反應器廠房防水門之可靠度(2013 年 9 月)	-	於廠址海岸線設置防波堤(長 1.5km 左右，高 12m 以上，2013 年度)
北陸	志賀	#1 #2	BWR ABWR	反應器輔助冷卻系統水泵備用馬達(2012 年度上期)	DG4000kVA 左右 2 台 (2 年左右)	海水熱交換器廠房改為防水門(2 年左右)	通往進水槽、出水槽處設置防水牆(標高 15m，2 年左右)	廠址西側(靠海側)構築防波堤(標高 15m，2 年左右)
關西	美濱	#1 #2 #3	PWR	海水泵馬達(2012 年 3 月附近) 臨時大容量水泵(2011 年 12 月附近)	DG1800kVA 5 台 (2011 年 9 月附近)	更換為防水門等防水對策強化(依順序進行)	海水泵區域之防護牆(2012 年 3 月附近) 淡水槽等周邊(2013 年 3 月附近)	設置防波堤(2012 年 3 月附近)
	大飯	#1 #2 #3 #4	PWR	海水泵馬達(2012 年 3 月附近) 替代用大容量水泵(2011 年 12 月附近)	DG1800kVA 8 台 (2011 年 9 月附近)	更換為防水門等防水對策強化(依順序進行)	海水泵區域之防護牆(2012 年 3 月附近) 淡水槽等周邊(2013 年 3 月附近)	加高防波堤(2013 年 12 月附近)
	高濱	#1 #2 #3 #4	PWR	海水泵馬達(2012 年 3 月附近) 臨時大容量水泵(2011 年 12 月附近)	DG1800kVA 8 台 (2011 年 9 月附近)	更換為防水門等防水對策強化(依順序進行)	海水泵區域之防護牆(2012 年 3 月附近)	設置防波堤(2012 年 3 月附近)
中國	島根	#1 #2	BWR	海水泵馬達(2011 年內)	氣渦輪發電機 12000kVA 2 台 (2011 年內)	廠房改用防水門等(2012 年度內)	海水泵區域之防水牆(2011 年度內)	強化防波牆(2 年左右)
四國	伊方	#1 #2 #3	PWR	海水泵馬達(2012 年 3 月末) 替代用海水泵(2012 年 3 月末)	大容量電源車: 1825kVA 4 台 (#1,2 用: 2011 年下期) (#3 用: 2012 年 4 月末。目前配備 4500kVA 1 台)	確保安全所需重要設備區域更換為防水門等防水對策(2~3 年左右)	強化海水泵區域之防水對策(2~3 年左右)	- (廠址位於海拔+10m)
九州	玄海	#1 #2 #3 #4	PWR	海水泵馬達(1 年左右) 替代用海水泵(3 年左右)	DG4000kVA 4 台 (1 年左右)	確保安全所需重要設備區域之防水等(3 年左右)	強化海水泵區域之防水對策(3 年左右) 水槽周邊設置防護牆(3 年左右)	- (廠址位於海拔+11m)
	川內	#1 #2	PWR	海水泵馬達(1 年左右) 替代用海水泵(3 年左右)	DG4000kVA 2 台 (1 年左右)	確保安全所需重要設備區域之防水等(3 年左右)	強化海水泵區域之防水對策(3 年左右)	- (廠址位於海拔+13m)

							水槽周邊設置防護牆(3 年左右)	
日本原電	敦賀	#1 #2	BWR PWR	海水泵馬達(2011 年度中) 替代用海水泵(1.5 年左右)	DG1825kVA 4 台 (2011 年度中)	強化水封及防水門(1.5 年左右)	設置海水泵及水槽周邊防護牆(1.5 年左右)	檢討是否於廠區海岸線設置防波堤
	東海第二		BWR	海水泵馬達(1.5 年左右) 替代用海水泵(1.5 年左右)	DG1725kVA 3 台 (2011 年度中)	強化水封及防水門(1.5 年左右)	強化海水泵防護牆(1.5 年左右)	檢討是否於廠區海岸線設置防波堤
JAEA	文殊		FBR	輔助冷卻海水泵備用馬達、輔助冷卻海水泵之替代用水泵	追加配置替代用空冷電源設備(預定裝設 2500kVA 等級設備)	海水入侵路徑之止水對策(依順序實施)	補強海水泵周邊防水牆(2012 年 3 月左右)	- (廠址位於海拔+21m)
	普賢		ATR	移動式發電機	200V 1 台(2011 年度中)	-	-	- (廠址位於海拔+20m)

附件三

緊急安全對策中有關防止淹水措施之概要

○防止淹水措施的考量點

・福島第一核電廠此次遭到 15m 高的海嘯襲擊，較土木學會所評估之 5.5m 超出 9.5m。

・因此各電力公司依土木學會的評估值，再加 9.5m（上限 15m）做為基準，訂定防止淹水措施。

電力公司	電廠	廠址高度	土木學會 2002 年海嘯評估值	依福島事故經驗應考慮之淹水高度	防止淹水措施(短期對策)可應付之淹水高度	更進一步之防止淹水對策(中長期對策)
東京	福島第一 #1~4	O.P. +10	O.P. +5.4~5.5	東北地方太平洋沖地震所引發之海嘯高度(O.P. +15)	-	-
	福島第一 #5,6	O.P. +13	O.P. +5.6~5.7			
北海道	泊#1 泊#2 泊#3	T.P. +10	T.P. +9.8	T.P. +15	T.P. +15.0	更換為防水門等 (3 年左右)
東北	女川#1 女川#2 女川#3	O.P. +約 13.8 (原 14.8m，考量地震導致之地殼變動(約-1m, 快報值))	O.P. +13.6	O.P. +15	O.P. +15.8	1 年左右 (設置防波堤) 3 年左右 (更換為防水門等)
	東通	T.P. +13.0	T.P. +8.8	T.P. +15	T.P. +15.0	更換為防水門、設置防波堤(3 年左右)
東京	柏崎刈羽#1 柏崎刈羽#2 柏崎刈羽#3 柏崎刈羽#4	T.P. +5.0	T.P. +3.7 (#1: +3.7 #2: +3.6 #3: +3.6 #4: +3.5 #5: +3.6 #6: +3.6 #7: +3.5)	T.P. +13.2	T.P. +13.2(注 1) T.P. +13.2(注 2) T.P. +13.2(注 2) T.P. +13.2(注 2)	更換為防水門等 (1.5 年左右) 設置防波堤等 (2 年左右)
	柏崎刈羽#5 柏崎刈羽#6 柏崎刈羽#7	T.P. +12.0			T.P. +15.2	
中部	濱岡#3 濱岡#4 濱岡#5	T.P. +6.0 T.P. +8.0	T.P. +6.8	T.P. +15	T.P. +15.0(注 1)	更換為防水門、設置防水牆等 (2~3 年左右)
北陸	志賀#1 志賀#2	T.P. +11.0	T.P. +4.0	T.P. +15	T.P. +15.0	更換為防水門、設置防波堤等 (2 年左右)
關西	美濱#1 美濱#2 美濱#3	T.P. +3.5	T.P. +1.6	T.P. +11.1	T.P. +11.1	更換為防水門等 (1.5 年左右)
	高濱#1 高濱#2 高濱#3 高濱#4	T.P. +3.5	T.P. +1.3	T.P. +10.8	T.P. +10.8	更換為防水門等 (1.5 年左右)
	大飯#1 大飯#2 大飯#3 大飯#4	T.P. +9.3	T.P. +1.9	T.P. +11.4	T.P. +11.4	更換為防水門等 (1.5 年左右) 加高防波堤 (3 年左右)
中國	島根#1 島根#2	T.P. +8.5 (女兒牆高: +9.4)	T.P. +8.7	T.P. +15	T.P. +15.0(注 1) T.P. +15.0	更換為防水門等 (2 年左右)
四國	伊方#1 伊方#2 伊方#3	T.P. +10	T.P. +4.0 (#1,2: 3.97 / #3: 3.66)	T.P. +13.5	T.P. +13.8 T.P. +13.8 T.P. +14.2	更換為防水門等 (2~3 年左右)
九州	川內#1 川內#2	T.P. +13.0	T.P. +2.7	T.P. +12.2	T.P. +15.0	更換為防水門等 (3 年左右)
	玄海#1 玄海#2 玄海#3 玄海#4	T.P. +11.0	T.P. +1.9	T.P. +11.4	T.P. +13.0	更換為防水門等 (3 年左右)
原電	敦賀#1	T.P. +3.0	T.P. +2.1	T.P. +11.6	T.P. +6.8 (T.P. +11.6)(注 3)	更換為防水門等 (1.5 年左右)
	敦賀#2	T.P. +7.0	T.P. +2.1	T.P. +11.6	T.P. +11.6(注 1)	更換為防水門等 (1.5 年左右)
	東海第二	T.P. +8.0	T.P. +4.9	T.P. +15	T.P. +15.0(注 1)	更換為防水門等 (1.5 年左右)
原子力機構	文殊	T.P. +21.0	T.P. +5.2	T.P. +14.7	T.P. +23.0	-

(注 1)截至 5 月底止，已完成所有防止淹水措施

(注 2)因中越沖地震後進行設備完整性檢查・評估，目前長期停機中。預計於該等檢查・評估作業完成前進行防止淹水措施。

(注 3)因大修之故，目前反應爐長期停機中。防止淹水措施至遲會於燃料裝填前（2012 年 2 月附近）完成。目前所有燃料均存放於用過燃料池中，並可以外部注水及水位監視方式確保冷卻功能。

附錄四.2

日本政府 100 年 6 月 20 日於國際原子能總署部長級會議報告中述及之經驗回饋摘要

日本政府代表於國際原子能總署(IAEA) 100 年 6 月 20 日舉辦之部長級會議中，報告日本福島一廠核電廠事故經驗回饋及改善做法，分為五大類別 28 小項，簡述如下。

第一大類： 強化嚴重事故防範措施 (共 8 小項)

(一) 強化防震與防海嘯措施

1. 強化外電耐震能力並與地震中心建立多方聯結機制
2. 安全設計目標納入適度之海嘯發生頻率與目標，強化安全設計結構
3. 依據海嘯造成之淹水及破壞力，強化設施防範能力

(二) 確保電力供應

1. 提供多樣緊急電源，延長廠區供電時間
2. 增加如氣冷式緊急發電機、氣渦輪機、電源供應車、電源切換開關、電池充電電源

(三) 確保反應器與一次圍阻體容器之冷卻功能

1. 水源注入功能多樣化
2. 增加注入水源及多樣性
3. 引入氣冷式系統

(四) 確保用過燃料池足夠冷卻功能

1. 提供額外冷卻方式如自然循環或氣冷系統
2. 提供其他注水功能

(五) 完整檢視嚴重事故防範措施

1. 將自願性之嚴重事故管理改為強制性
2. 建置意外管理措施

(六) 多機組電廠特殊要求

1. 確保意外發生時機組操作之獨立性
2. 確保反應器間工程之獨立以避免事故時影響其他機組

3. 發展各機組獨立應變處置機制

(七) 核電廠基礎設計檢視

1. 推廣電廠基礎設計時考量充足冷卻與設施防備能力

2. 對現有機組增加功能以符合需求

(八) 關鍵設施防水檢視

1. 確保超過設計基準之海嘯與淹水時，重要安全功能仍能正常運作

2. 確保重要儀器設施防水能力

第二大類： 強化嚴重事故應變方式 (共 7 小項)

(九) 強化防範氫爆設施

1.增加防範氫爆設施如氫氣點火系統、排氫裝置、氫氣偵測裝置

(十) 強化圍阻體排氣系統

1. 增加圍阻體排氣能力

2. 確保圍阻體排氣系統獨立性

(十一) 強化應變作業環境

1. 強化緊急應變作業環境，提供更長作業時間

2. 增加主控制室及緊急應變中心輻防能力、增加廠區空調及排氣能力

3. 強化通訊及照明能力

(十二) 強化意外事故即時輻射暴露管理系統

1. 提供足夠之人員劑量配章及防護衣

2. 建立及時擴張輻射應變人力組織及設施之架構

(十三) 強化緊急事故訓練

1. 建立緊急事故反應及復原組織並加強訓練

2. 確認廠內外狀況並與其他組織有效整合人力支援

(十四) 強化反應爐及一次圍阻體容器之儀器指示

1. 強化嚴重事故時反應爐及一次圍阻體容器之儀器指示功能

(十五) 建立緊急情況儀器供應及救援派遣之集中管理機制

1. 建立緊急情況時集中提供儀器供應機制

2. 提供緊急及惡劣情況下救援與操作人力派遣

第三大類： 強化核災緊急應變措施 (共 7 小項)

(十六) 強化大規模自然災害與長期核災複合式災害之應變能力

1. 確保大規模天然災害與延長核事故複合式災害發生時，通訊與儀器設備資源取得之架構與環境
2. 強化緊急應變與準備機制，包含有效的動員計畫及不同專業人員徵調

(十七) 強化環境輻射監測

1. 建立政府處理緊急狀況時環境輻射監測機制

(十八) 建立中央與地方組織之明確人力分工

1. 檢視與確認中央與地方機構緊急應變角色與職責，提供通訊所需工具

(十九) 強化意外事故通訊能力

1. 強化事故狀況與處置之前瞻資訊
2. 增進對事故鄰近居民輻射影響之說明與未來風險因素之預估

(二十) 強化請求國際支援及與國際溝通能力

1. 建立有效反應之全球性機制
2. 強化全球資訊分享機制

(二十一)增進辨別與預估輻射外釋能力

1. 強化儀器與設施獲得外釋射源資訊
2. 強化劑量評估系統(SPEEDI)早期事故評估與資訊公佈能力

(二十二)精進核子緊急事故時大規模疏散區域判定與輻防指引

1. 明確界定緊急事故時疏散區域與強化輻射防護指引

第四大類： 檢視核電廠安全實體架構是否足夠 (共 5 小項)

(二十三) 強化核安管制機構

1. 將原子力安全保安院(NISA)與經產省(METI)分離
2. 重新檢視核電安全管制與環境輻射監測組織架構

(二十四) 強化法制架構與指引

1. 重新檢視與強化核電安全、緊急應變整備之法規架構與指引
2. 澄清新法規與新事證所需之技術需求及所需之法律與組織架構

3. 提供 IAEA 改善指引所需之相關資訊

(二十五)強化核安與緊急應變與準備人力資源

1. 強化管制機關與電廠運轉單位人力資源

2. 強化教育機構之核電安全、緊急應變整備、危機處理與輻射醫學教育

(二十六)確保安全系統獨立與多樣性

1. 確保安全系統獨立與多樣性，避免共因失效(Common Cause Failure)

(二十七)有效應用風險評估機制

1. 採用風險評估(PSA)提升意外事故處理效能

第五大類： 檢視核安文化(共 1 小項)

(二十八)全面融入核安文化

1. 利用知識與發現檢視電廠安全防護是否不足

2. 檢視國家核安管制機構負責人員是否即時、認真採用新知識以確保安全

3. 依據基本之縱深防禦、持續學習、發覺弱點等方式，建立核安文化

附錄四.3

日本福島第一核電廠事故調查委員會向日本政府提出之期中調查報告

2011 年 12 月 26 日

日本內閣於 2011 年 5 月 24 日成立日本福島第一核電廠事故調查委員會，其目標是進行調查和評估以找出福島核能一廠釀成意外事故原因、提出政策建議、限制損害的擴大，以防止類似事故再次發生，其查證範圍包括實地考察、聽證會，以及採訪相關人員及地方政府負責人，截至 2011 年 12 月 16 日，受訪者的人數達到 456 人。

事故調查委員會向政府提出中期調查報告指出，東京電力公司缺乏因應嚴重災害的對策、誤判及處理不當、政府指揮中心步調紊亂等，都可能是災情擴大的原因。

報告提出問題之摘要

1. 距離核電廠 5 公里處的核災應變中心，因地震造成的嚴重交通堵塞、運輸困難、喪失通信基礎設施、斷電、食物、飲水和燃料短缺，建築物沒有配備適當空氣清潔過濾器所以承受輻射劑量的設計不足，以致沒有發揮應有功能。
2. 中央和地方組織間之分工不明確，如實施疏散的決定和執行權力分工不良，以致未能適時採取必要的行動，事故調查委員會將繼續查證。
3. 當時首相菅直人坐鎮指揮的首相官邸 5 樓與設在首相官邸地下室的危機管理中心之間聯繫不足，資訊紛亂，原子力安全保安院也未能確實掌握資訊。
4. 海嘯發生後不久福島 1 號機喪失所有電源（廠區全黑），隔離式冷凝器喪失相關安全電路的功能，其隔離閥完全或幾乎完全未能正常運轉，但操作人員卻沒察覺；3 號機值班人員在高壓注水系統(HPCI)注水不足並手動關閉後，低估了電池耗盡的風險，導致反應爐降壓失敗，故未能適時執行以消防車等替代性注水工作。東電處理核災的最初階段因誤判有以上處理不周延的情況，如果能儘早執行核子反應爐注水工作，有可能控制災情。

5. 福島 1 和 3 號機反應器廠房發生氫氣爆炸，若能執行早期的降壓和替代注水工作，是否可以避免此兩部機組反應器廠房的爆炸，事故調查委員會指出在此階段尚無法判斷。

6. 事故調查委員會呼籲有關機構應迅速採取改善行動：

(1) 在關鍵時刻包括地震，海嘯等各種事件，應保持初期輻射監測系統的設計功能。即使在複雜的災害如道路被地震損壞情況下，出動移動監測和巡邏車，仍是必要的準備及應採取措施。另應加強相關組織及工作人員訓練，以強化監控系統的執行和使用的能力。

(2) 在事件爆發後，環境緊急劑量資訊預測「SPEEDI」系統，在規劃防堵輻射照射和當地居民疏散發揮了重要作用。但在指示居民避難時，相關單位使用「SPEEDI」系統發出撤離指令的時間有所延誤及缺失。

7. 事故調查委員會提出政府應積極改進項目：

(1) 公共教育方案應制定教育民眾放射性物質釋放及擴散的基本知識，使其明瞭一旦核電廠發生核事故，輻射曝露對健康可能產生的影響。

(2) 地方政府應考慮核事故的獨特性，備妥疏散作業相關系統，並以實事求是的態度認真參與定期演練。

(3) 核事故的疏散可能涉及到從數千到數萬以上的大量人口，地方政府應制定具體執行計劃（特別是在偏遠的地區），以確保食物和飲水充足、交通運輸及管制、疏散目的地等正常運作，以及為疏散社會弱勢群體（包含在醫療設施、護理老人院、福利機構、在家中之嚴重患者及嚴重殘疾人）備妥特別措施。

(4) 中央和各地方政府應積極主動地參與制定上述疏散措施、防災規劃和運作。

8. 核事故發生時政府未對人民說明輻射的影響，溝通不良以致事態擴大，且提供給海外的資訊說明難以理解或太遲。

9. 2008 年時東京電力公司重新評估在福島第一發電廠的海嘯風險，並得知若福

島周邊海域發生強烈地震，可能引發高度超過 15 公尺的海嘯。但該公司相關負責人僅認爲這不過是假設性的數值，沒有研究如何採取應對措施。

10.於 2002 年 7 月經濟產業省（MITI）發表“事故管理指南”（AM），作為對嚴重事故的措施的事故管理上的考量，但對於事故範圍的規劃有限，廠內事件包含機械故障、人為錯誤。廠外事件僅包含地震，海嘯並沒有列入考慮範圍。

11.東京電力公司沒有將超過設計基準事故納入海嘯的預防措施，電廠未能事前針對海嘯可能帶來的嚴重災害建立對策，亦缺乏地震或海嘯等複合災害會釀成核災的觀念，對廠區全黑(所有的電源喪失)等事故，未能事先規劃完善的應變方式與緊急對策。

12.事故調查委員會建議新的核安全監管機構，應確保其獨立性和透明度，並著重制定和更新的準則和標準，不但需制定防災計劃和實施防災訓練，必須能應對大規模災害的組織體系與管理緊急情況，以及在緊急情況下能夠向全國和國際社會提供適當和及時的信息。

13.改善核能工作人員的教育條件，以確保工作人員稱職且具有較高的專業知識，長期的培訓和研究的經驗回饋，在核能安全和輻射防護領域促進與其他行政機關或研究機構交流。

初步結論

事故調查委員會調查和評估後認為，對意外事故後產生重大影響的反應有三個因素如下。

1.對海嘯的嚴重事故缺乏相關預防及應變措施

東京電力公司沒有預期海嘯可能造成嚴重的事故，來採取預防措施，也沒有適當的監管部門。對於即使是低概率的意外事故，只要預期一旦發生將導致規模非常大的損害，就應妥適考慮所涉及的風險並採取預防措施。

2.缺乏複合式災難的規劃

核電廠的安全設計和周圍社區，均未對核電廠發生複合式災害進行應變規

劃，未來核電廠的安全審查，應制定複合式災難之防災計劃。

3.缺乏對事故的全觀性

在核災預防計劃中，因為沒有全觀性，無法充分反映發生事故之狀況，所以核災預防方案有嚴重缺失。不能因為有未預期特殊情況（例如這次海嘯）的核能事故導致無法處理。

事故調查委員會認為需要改善災害預防方案的基本原則，否則對於核電廠如此龐大的系統，一旦發生事故將造成嚴重損害。

附錄五

國際其他核電國家的做法

附錄五.1

國際原子能總署日本福島事件初步調查摘要報告

24 May- 1 June, 2001

資料來源:

http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/missionsummary010611.pdf

國際原子能總署與日本政府協議執行日本福島事件事實調查的初期任務，在 2011 年 5 月 24 日至 6 月 1 日期間針對東京電力公司福島核一廠釐清事故原因，提出初步發現與經驗回饋，提供相關資訊供國際核能社群參考，此一結果也將在 2011 年 6 月 20 日至 24 日於維也納國際原子能總署總部舉辦的核能安全部長級會議提出。

福島事件在地震、海嘯下，導致喪失外電、廠內交流電源、最終熱沉、以及廠房、儲槽與其他基礎設施的廣泛破壞等之複合式災難，雖然事件至今並無由於核事故輻射曝露導致任何個人健康影響的報告，日本政府將此一核子事故判定為 INES 最高等級(第 7 級)。

初步調查摘要報告的主要發現與經驗回饋如下：

- 日本政府、核能管制及運轉機構已完整公開資訊並分享，協助並回覆專案小組相關問題，積極協助核能領域經驗回饋以改善核能安全
- 在極艱鉅事故情況下的典範，由現場堅守崗位專業的特定人員協助，在異常環境形勢下提供小組人員最佳的安全保護，提供專案

小組高度專業的後援協助對調查工作進行有極大助益，尤其在救災總部(J-Village，原國家訓練中心)提供小組在現場工作人員安全防護確保之準備工作甚為完善

- 日本政府保護大眾包括人員疏散等長期之因應措施，予專案小組留下深刻印象並有極良好的組織執行；適切、適時的後續輻防計畫對大眾及工作人員曝露及健康情形監測甚有助益
- 日本政府規劃對復原受損反應器的方案已獲得認可，然在國際合作協助之新情勢下該方案應適需要修訂；在此廣泛計畫的一部份做為係提供對廠外受輻射影響區域的矯正措施，以使疏散的人民能回復正常之生活；並佐證在如此極端嚴重核事故下，相關因應措施所能獲致的成效
- **在日本許多廠址低估海嘯的危害，核工設計及運轉業者應適當評估並提供能抵抗所有自然危害風險的防護，並應按照新資訊、運轉經驗及認識，以定期更新這些評估及評估的方法論**
- **深度防禦、實體分隔性、多樣性及重複冗餘性等需求應適用在極端外部事件，特別在會導致共因失效的極端洪水**
- **核能管制體系應適切的處理極端外部事件，包括對這些事件的定期審查，並應確認在所有情況下，都能與 IAEA 安全標準為一致，保持管制角色的獨立性及明確性**

- **在設計、運轉、資源分配及緊急應變的安排，應該能適當的涵蓋長期且嚴重外部事件的組合**
- **日本的事故證實適當備妥強化之廠區緊急應變中心對通訊、重要電廠參數、控制及資源的重要性，在具嚴重事故威脅潛勢的重要核設施應該設置；此外，對嚴重事故情況下應備妥簡單、有效、堅固耐用的設備，以便及時回復重要的安全功能**
- **氫氣風險的管理應有詳細評估及提供必須的救援系統**
- **針對嚴重事故應設計能健全反應的緊急應變計畫，尤須特別注意初期階段**

國際原子能總署專案小組強烈建議國際核能社群，利用福島事故得到的特殊機會，尋求並學習改善全球的核能安全。

附錄五.2

IAEA 福島事故真相調查專家小組報告　2011.06.16

IAEA 於 2011 年 5 月 24 日至 6 月 1 日派遣專家團赴日本調查福島事故情形，並於 6 月 20 日 IAEA 總部舉行之部長級會議中提出真相調查專家小組報告。專家團設定之目標包含：瞭解事實真相、發現問題與經驗回饋。

專家團前往地點包括福島第一核電廠、福島第二核電廠、東海第二核電廠，並向日本首相辦公室報告真相調查專家小組評估結果與交換意見；專家團做出 15 項結論、16 項經驗回饋(Lessons)，並提出加強核電廠安全建議。

IAEA 提出之 15 項結論

項次	結論內容
1	IAEA Fundamental Safety Principles 提供健全基礎，並包含福島事件各項經驗回饋
2	事故後地區處理已依基本原則第三點採取最佳可能方式
3	對海嘯危害深度防禦(Defense In Depth)不足
4	對於福島一、二廠及東海電廠需進行短期計畫、評估及採取措施以確保安全
5	必須依據福島資訊、IAEA 安全標準與最新研發結果

	更新管制要求與指引
6	日本已建置良好的緊急準備與應變體制，但複雜的組織架構可能延緩緊急事故時決策執行
7	全心投入之官員與工作人員及完善組織與具彈性的系統，可能處理超過預期事故及避免工作人員與民眾健康重大影響
8	合宜之後續民眾暴露與健康調查將對核安有益
9	目前顯示影響地區之輻射暴露已有效控制
10	必須重新檢視 IAEA 安全規範指引(Safety Requirements and Guides)以確保足夠納入多廠嚴重事故設計與緊急處理
11	必須考量定期將國家管制規範與國際標準一致，並借鏡外部危害事件之國際經驗
12	IAEA ISSC (International Seismic Safety Center)可提供日本外力危害、地震停機後啟動前現場勘查、地震準備之安全檢視服務
13	後續任務應仔細檢視廠內外緊急應變之經驗，包含緊急應變整備檢視(Emergency Preparedness Review)
14	後續任務應納入福島經驗，尋求大規模輻射防護之有效模式
15	後續任務應包含 2007 年 IRRS (Integrated Regulatory Review Service)完成後，將福島事件經驗納入，並再

	次協助日本政府強化管制系統

IAEA 提出之 16 項經驗回饋

項次	內容
1	電廠必須確保已考量外在天然災害(包含: 設計、廠址及安全分析中考量淹水長期影響、實體分隔、關鍵安全系統多樣性、共因失效、定期檢視外在天然災害影響、海嘯預警等)
2	簡易備用設施(Mobile power, Compressed Air, Water)應做為嚴重事故處理時提供功能之必須設備
3	簡易備用設施應存放於安全位置，電廠操作人員應完成操作訓練
4	電廠應有耐震、適當屏蔽、通風及設備充足之緊急應變中心(ERC)，空間足夠容納事故處理人員及提供足夠輻射防護
5	ERC 應有適當基本安全資訊(水位、圍阻體狀況、壓力等)，並與控制室及廠內外建立安全通訊線路
6	制定嚴重事故導引(SAMG)與程序時，必須考量儀器、照明、電源失效等及電廠處於不正常狀況(如高輻射環境)
7	外部事件可能同時影響多座電廠及多部機組，必須有足夠之訓練人員、設備、資源及外部支援。應確

	保能及時召及足夠能處理特定機組事件之專業人員
8	必須重新檢視氫爆風險與影響並安置減緩氫爆之系統
9	避免共因失效採用之多重安全系統，應具備足夠之多樣性(diversity)、備用設施與實體分離，以提供必要之安全功能
10	必須強化系統、通訊、監測儀器資訊等，在嚴重事故時能提供廠內外必要資訊
11	採用 IAEA 安全規範(Safety Requirements, 如GS-R-2)及指引對特定事件之廠外緊急準備及應變更有效益
12	長期掩蔽(long Term Sheltering)不是有效處理方式
13	國際核能組織應由福島事件經驗與數據，改進現有核子事故評估模式建立之射源項，並改進緊急計畫規劃
14	良好之領導與組織及適當訓練之員工，對嚴重事故大規模廠內人員輻射防護將有效益(effective)
15	福島經驗將幫助建立嚴重事故時廠區及外部支援人員輻防之能力，並對演練提供助益
16	不論在任何情況下，管制機關必須維持獨立性及明確角色，並符合 IAEA 安全標準(Safety Standards)

IAEA 其他建議

- 日本福島事件提供全世界嚴重核子事故處理之寶貴學習機會
- 應專注確保 3C (Containment、 Cooling、 Control)
- 應強化對外部危害之設計
- 應對嚴重事故做好準備(Multiple Barrier、Simple effective contingency measures、Trained and capable response)
- 強化緊急應變準備

專家團提出的 16 項經驗回饋，對因應福島事故、加強核電廠安全有實質的助益，與本會總體檢相關範圍者列在次頁表，說明我國總體檢在檢視項目的完整性與涵蓋性，與 IAEA 提出之經驗回饋內容之符合性。

我國總體檢做法與 IAEA 福島事件調查小組經驗回饋之完備性

項次	內容說明	我國總體檢做法	符合性
1	電廠必須確保已考量外在天然災害(包含: 設計、廠址及安全分析中考量淹水長期影響、實體分隔、關鍵安全系統多樣性、共因失效、定期檢視外在天然災害影響、海嘯預警等)	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵蓋： (二)廠房/廠區水災事件及防海嘯能力，包括「廠區排水/排洪設計基準須納入近年來氣候變異現象之考量，重新檢討並評估 FSAR 相關設計基準內容的適切性，並視檢討結果判斷修訂或更新之要求，以強化電廠因應氣候變異的能力」、「強化在地面層以下安全重要設備之支援系統，包括儲油槽及附屬設備管線耐海嘯及防水災能力；安全重要設備包括柴油發電機、電池組、電池充電器、4kV 開關箱室以及泵等重要設備及相關支援系統」、「參照國科會研究結果，重新檢討海嘯設計基準；台電公司防海嘯小組儘速完成並提出	是

		評估結果，另參考美、日最新海嘯法規，重新檢討並評估 FSAR 相關設計基準內容的適切性，並視檢討結果判斷修訂或更新之要求，以強化電廠因應海嘯衝擊的能力」 (四)熱移除及最終熱沉能力，包括「強化緊要海水泵室在機組間的實體分隔性；包括核一廠 ESW 系統、核二廠 ECW 系統、核三廠 NSCW 系統在機組間、串間的實體分隔性，以提升安全相關系統、組件、結構物的重複冗餘性及結構保護性」 (八)複合式災難事件，包括「要求增加強震後執行現場查證或檢查之方式，確認緩減事故後果之重要設備，在地震等複合式災難下未損及原有功能，並釐清可能存在之弱點；包括事先釐清在地震事件下破斷管淹水或水噴灑，可能導致在地震下未受	

		損之設備水損無法發揮功能；或在地震下因油槽或潤滑油等引起火災，可能導致在地震未受損之設備火損無法發揮功能；或海嘯引起廠房水災，可能導致在地震未受損之設備水損無法發揮功能」、「確認並釐清防火門、穿越孔填封的防水或水密能力」、「要求現行風險評估模式納入複合式災難之交互作用、隨機失效及共因失效等，檢視風險序列分析結果並驗證福島事件，以強化機組人員對事故情境之瞭解與掌握」 (九)超過設計基準事故，包括「要求將核一廠地震設計基準值由 0.3g 強化為至少 0.4g 之後續補強作業規劃」、「參照海陸域地質補充調查及地震危害度分析，規劃後續補強作業」	
2	簡易備用設施(Mobile power, Compressed Air,	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會	是

	Water)應做為嚴重事故處理時提供功能之必須設備	之要求能完整涵蓋： (一)廠區電源全部喪失(全黑)事件，包括「增設移動式之發電機、電源車、電池充電器、電池組、空壓機等，供應廠房設備之供應接頭位置，要求之設備容量、所需燃油儲量等，須納入所有新增規劃供應設備總需求之考量；對新增電氣設備之貯置，要求在地震/海嘯危害時不會同時損傷，並達到在廠區內異地儘速備援之能力」 (四)熱移除及最終熱沉能力，包括「考量低壓、重力或臨時性補水設備之可用性，故在嚴重事故下須檢討緊急洩壓執行的時機」、「採臨時性設備提供熱移除能力須評估在不同機組情況下(如注水水頭、動力源等)之適用性，並須評估潛在之負面效應，針對多個後備水源須考量其各別所需供應時間對整體救援之影響」	

		(八)複合式災難事件，包括「檢討目前廠內資源(包括人力、物料及備料數量)在不同嚴重事故、超過設計基準及複合型事故下能獨自因應之期長；釐清並事先提出須由外部協議/合約所提供的物資、機具」 (十)設備/設施完備性及備品儲備，包括「備品存放位置、高程、耐震性等須妥適規劃，以避免單一天災之共因受損」	
3	簡易備用設施應存放於安全位置，電廠操作人員應完成操作訓練	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵蓋： (一)廠區電源全部喪失(全黑)事件，包括「考量並區別為地震、天候、電網、開關場、電廠本身等問題所導致之廠區全黑，檢討上項 FSAR 相關內容所有設備在現行能力可運作期長，評估如第二、第三水源須手動操作或動力等額外措施，須考	是

		量能因應延長至超過設計基準期長的廠區全黑」、「建立須因應廠區全黑期長的不同階段，針對爐心救援、圍阻體完整性包括隔離、氫氣偵測、控制、排氣等不同功能，所需設備包括其支援設備及容量之清冊，納入或增設適當的程序書及運轉人員之訓練」、「增設移動式之發電機、電源車、電池充電器、電池組、空壓機等，供應廠房設備之供應接頭位置，要求之設備容量、所需燃油儲量等，須納入所有新增規劃供應設備總需求之考量；對新增電氣設備之貯置，要求在地震/海嘯危害時不會同時損傷，並達到在廠區內異地儘速備援之能力」 (四)熱移除及最終熱沉能力，包括「採臨時性設備提供熱移除能力須評估在不同機組情況下(如注水水頭、動力源等)之適用性，並須評估	

		潛在之負面效應，針對多個後備水源須考量其各別所需供應時間對整體救援之影響」、「進水口雜物清理所需之車輛及設備之停放地點，應考量是否受海嘯影響。須事先評估外援(如縣市消防車)置入可用的人員指引及所需時間，電廠所需大型機具及人力等外援，應先行協調、規劃並納入相關程序書」 (五)事故處理程序與訓練，包括「電廠大致在年底前能有初步之改善(如新購置移動電源)作為，須立即針對完成初步改善前的空窗期建立相關因應暫行措施，如檢討以現有蒸汽泵設施之直流電源最大化供應時間之暫行程序(另包括反應爐壓力控制、爐心圍阻體氫氣控制及壓力控制功能)」、「總體檢所新增之設備/操作須檢討納入程序書或指引」 (十)設備/設施完備性及備品	

		儲備，包括「備品存放位置、高程、耐震性等須妥適規劃，以避免單一天災之共因受損」	
4	電廠應有耐震、適當屏蔽、通風及設備充足之緊急應變中心(ERC)，空間足夠容納事故處理人員及提供足夠輻射防護	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵蓋： (九)超過設計基準事故，包括「要求強化主控制室、技術支援中心(TSC)、備用 TSC 等，在廠區全黑事故下儀控系統交直流電源容量，供運轉人員在廠區全黑事故下須掌握機組狀況；主控制室人員除掌握機組狀況外，尚須釐清包括主控制室、TSC、備用 TSC 等相關人員主導、協助或執行的工作」、「要求強化主控制室包括包括 TSC、備用 TSC 及內部設備之耐震能力；包括廠用電腦、流程電腦、及 SPDS 等耐震等級之需求，在安全相關控制系統數位化後，並須考量商用級相關產品在主控	是

		制室(包括 TSC、備用 TSC)的相關設備耐震等級之要求」、「檢討主控制室(包括 TSC、備用 TSC)人員配置之適切性，一位值班經理在因應該廠雙機組事故下的適切性；考量增加簡易支持設施供運轉人員在強震下持握」 (十)設備/設施完備性及備品儲備，包括「考量 TSC、備用 TSC 在耐震性能強化的規劃」、「參考日本做法，增建兩機組共用之耐震級緊要 TSC，該建築除有高耐震等級外，並有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資等」	
5	ERC 應有適當基本安全資訊(水位、圍阻體狀況、壓力等)，並與控制室及廠內外建立安全通訊線路	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵蓋： (九)超過設計基準事故，包括「要求強化主控制室、技術支援中心(TSC)、備用 TSC 等，在廠區全黑事故下儀控系統交直流電源容量，供運	是

		轉人員在廠區全黑事故下須掌握機組狀況；主控制室人員除掌握機組狀況外，尚須釐清包括主控制室、TSC、備用 TSC 等相關人員主導、協助或執行的工作」 (十)設備/設施完備性及備品儲備，包括「參考日本做法，增建兩機組共用之耐震級緊要 TSC，該建築除有高耐震等級外，並有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資等」 在(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件要求強化控制室對廠內外通訊能力之強化，包括「所需設備包括其支援設備及容量之清冊，納入或增設適當的程序書及運轉人員之訓練」及超過現行設計基準進一步檢討的中亦特別強化控制室對廠內外通訊能力之強化	
6	制定嚴重事故導引(SAMG)與程序時，必須考	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見本會之要求	是

	量儀器、照明、電源失效等及電廠處於不正常狀況(如高輻射環境)	能完整涵蓋： (五)事故處理程序與訓練，包括「原有程序書、嚴重事故處理(SAG)指引須再檢討實務上之可行性，納入新增之考量，並監視相關措施之可用時間」、「檢討現行 SAG 指引能適用於雙機組事故並視需要考量精進為程序書」、「用過燃料池喪失冷卻、圍阻體壓力及氫氣控制等包括相關嚴重事故之物理現象，均須納入運轉員訓練項目」	
7	外部事件可能同時影響多座電廠及多部機組，必須有足夠之訓練人員、設備、資源及外部支援。應確保能及時召及足夠能處理特定機組事件之專業人員	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵蓋： (五)事故處理程序與訓練，包括「消防救災相互支援協定、兵警力支援協定書及總處支援合約應儘速制定，釐清並確認相關合約/協定的優先度，並須確認合約/協定及納入程序書之內容適切性」、「須考量極少數特殊專	是

		業人員之陪同輻防人員資源建冊列管，並納入第(十一)1項人力檢討，相關輻防衣物、配章及劑量警報器適當數量備便」、「在平時、廠內或緊急應變計畫演習，須考量適當納入相關合約/協定支援要求的執行，並納入參與演訓人員的意見回饋」、「考量納入國內技術支援團隊配合或納入與國外機構簽訂協助處理事故之合約或協定之可行性」 (七)一/二號機組相互支援，包括「發生異常、緊急事件下(尤其在非上班時間)須檢討人員編制(包括特殊車輛、器械操作人員等)的適切性，並納入要求陳報項目(十一)1.檢討」、「須評估並提出緊急應變人力可因應短時間之期長」 (八)複合式災難事件，包括「檢討目前廠內資源(包括人力、物料及備料數量)在不	

		同嚴重事故、超過設計基準及複合型事故下能獨自因應之期長；釐清並事先提出須由外部協議/合約所提供的物資、機具」 (九)超過設計基準事故，包括「檢討主控制室(包括TSC、備用 TSC)人員配置之適切性，一位值班經理在因應該廠雙機組事故下的適切性；考量增加簡易支持設施供運轉人員在強震下持握」	
8	必須重新檢視氫爆風險與影響並安置減緩氫爆之系統	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵： (一)廠區電源全部喪失(全黑)事件，包括「建立須因應廠區全黑期長的不同階段，針對爐心救援、圍阻體完整性包括隔離、氫氣偵測、控制、排氣等不同功能，所需設備包括其支援設備及容量之清冊，納入或增設適當的程序書及運轉人員之訓練」 (五)事故處理程序與訓練，	是

		包括「電廠大致在年底前能有初步之改善(如新購置移動電源)作為，須立即針對完成初步改善前的空窗期建立相關因應暫行措施，如檢討以現有蒸汽泵設施之直流電源最大化供應時間之暫行程序(另包括反應爐壓力控制、爐心圍阻體氫氣控制及壓力控制功能)」、「用過燃料池喪失冷卻、圍阻體壓力及氫氣控制等包括相關嚴重事故之物理現象，均須納入運轉員訓練項目」	
9	避免共因失效採用之多重安全系統，應具備足夠之多樣性(diversity)、備用設施與實體分離，以提供必要之安全功能	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵蓋： (一)廠區電源全部喪失(全黑)事件，包括「增設移動式之發電機、電源車、電池充電器、電池組、空壓機等，供應廠房設備之供應接頭位置，要求之設備容量、所需燃油儲量等，須納入所有新增規劃供應設備總需求之考	是

		量；對新增電氣設備之貯置，要求在地震/海嘯危害時不會同時損傷，並達到在廠區內異地儘速備援之能力」 (四)熱移除及最終熱沉能力，包括「強化緊要海水泵室在機組間的實體分隔性；包括核一廠 ESW 系統、核二廠 ECW 系統、核三廠 NSCW 系統在機組間、串間的實體分隔性，以提升安全相關系統、組件、結構物的重複冗餘性及結構保護性」、「考量不同水源之供應，須納入各種水源供應所需操作時間，以為提供注水、灌水規劃之考量」 (八)複合式災難事件，包括「檢討目前廠內資源(包括人力、物料及備料數量)在不同嚴重事故、超過設計基準及複合型事故下能獨自因應之期長；釐清並事先提出須由外部協議/合約所提供的物資、機具」	

		(十)設備/設施完備性及備品儲備，包括「備品存放位置、高程、耐震性等須妥適規劃，以避免單一天災之共因受損」	
10	必須*強化*系統、通訊、監測儀器資訊等，在嚴重事故時能提供廠內外必要資訊	相關內容在核能安全防護之共通性審查意見等項中本會之要求能完整涵蓋： (一)廠區電源全部喪失(全黑)事件，包括「建立須因應廠區全黑期長的不同階段，針對爐心救援、圍阻體完整性包括隔離、氫氣偵測、控制、排氣等不同功能，所需設備包括其支援設備及容量之清冊，納入或增設適當的程序書及運轉人員之訓練」 (九)超過設計基準事故，包括「要求強化主控制室、技術支援中心(TSC)、備用 TSC 等，在廠區全黑事故下儀控系統交直流電源容量，供運轉人員在廠區全黑事故下須掌握機組狀況；主控制室人員除掌握機組狀況外，尚須	是

		釐清包括主控制室、TSC、備用 TSC 等相關人員主導、協助或執行的工作」 (十)設備/設施完備性及備品儲備，包括「參考日本做法，增建兩機組共用之耐震級緊要 TSC，該建築除有高耐震等級外，並有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資等」	
11	採用 IAEA 安全規範(Safety Requirements, 如 GS-R-2)及指引對特定事件之廠外緊急準備及應變更有效益	IAEA 安全規範相關作法，在國情考量下，將因應日本福島核災，適度引用納入我國緊急應變整備機制與作業	是
12	長期掩蔽(long Term Sheltering)不是有效處理方式	掩蔽是目前國內核子事故緊急應變民眾防護行動的短期初始對策，但在考量掩蔽期間民眾之心理因素及相關民生物質提供等作業繁複，若掩蔽時間需要增加，將建請決策單位將疏散納入考量	是

13	國際核能組織應由福島事件經驗與數據，改進現有核子事故評估模式建立之射源項，並改進緊急計畫規劃	將參考國際核能組織針對福島事件經驗與數據所改善現有核子事故評估模式，修正國內現有評估模式建立之射源項，並進而修正現有國內緊急計畫	是
14	良好之領導與組織及適當訓練之員工，對嚴重事故大規模廠內人員輻射防護將有效益(effective)	1. 「游離輻射防護法」中明定電廠應設立輻射防護組織，督導電廠內輻射防護事項，輻射防護組織分為輻射防護委員會及輻射防護業務單位，輻射防護組織由廠長擔任主席，各單位主管為委員，依規定每半年最少召開一次會議，必要時得加開會議，討論廠內輻射防護事項。電廠的保健物理組為實際執行輻射防護的業務單位。 2. 輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準，每一機組應至少配置輻射防護師二名，輻射防護員五名；設施內每一輪值應	是

		至少有一名輻射防護員當值。且要求此人員配置應由電廠員工擔任。 3. 「游離輻射防護法」及其施行細則規定，電廠每年應予以工作人員最少3小時之輻射作業防護及預防輻射意外事故所必要之教育訓練。 4. 因此，在法規要求及電廠落實執行情形下，電廠藉由良好之領導與組織及適當訓練之員工，對嚴重事故時之輻射防護應能發揮到最大效益。	
15	福島經驗將幫助建立嚴重事故時廠區及外部支援人員輻防之能力，並對演練提供助益	1.相關內容在「廠外支援之搶救人員進入輻射區域或污染區時，相關處理機制、程序與標準作業程序書」之項目中，已請台電公司全面檢討，並預計於10月底前完成增（修）訂。 2.目前台電公司各核能電廠分別與所在縣市消防局簽署「消防救災支援協定書」並	是

		每年定期實施輻防訓練。核一、二廠主要與新北市政府消防局第六大隊合作，核三廠則與屏東縣政府消防局第四大隊合作。 各核能電廠均按輻防訓練計畫每年定期對電廠附近地區消防分隊實施輻射防護訓練與廠區環境介紹，98、99 年各廠共實施 15 場次訓練，總計 253 人次完成參訓。	
16	不論在任何情況下，管制機關必須維持獨立性及明確角色，並符合 IAEA 安全標準(Safety Standards)	一、依現階段政府組改作業擘劃方向，原能會將由現行中央二級機關調整為中央三級機關核能安全署（以下簡稱核安署），並改隸「科技部」，所屬物管局併入核安署、輻射偵測中心調整為中央四級機關輻射偵測分署，隸屬於核安署；至所屬核研所除支援核能安全管制業務移出至核安署外，餘組織及業務則併入未來「經	是

		濟及能源部」，並更名為「能源研究所」。 二、組織變革後，無論在行政機關組織位階，或是受限於三級機關框架下的專業人力、編列經費或技術支援能量，以原先規劃實不足以滿足國家及人民對核能安全品質的高度期待；復因核能安全管制業務具高度專業及特殊性，未來職務列等調降、員額配置等，將嚴重影響現有資深管制人員留任意願及未來專業人才之延攬培育。 三、日本福島事故後，國際間對核安管制單位之組織定位問題亦做了相當程度的檢討： (一)日本核安管制單位原子力安全保安院(NISA)原為隸屬經濟產業省	

		的三級機關，福島事故後，日本政府已提出規劃，參照美國核能管制委員會之位階及獨立運作模式，將該單位移出並提升層級整併至內閣府原子力安全委員會。 (二)英國正在進行設置更具獨立性的核安管制專責機構之評估。 (三)IAEA 專家團於 5 月間赴日本調查福島事故情形，提出 15 項結論、16 項經驗回饋(lessons)，其結論5明確指出日本已建置良好的緊急準備與應變體制，但複雜的組織架構可能延緩緊	

		急事故時決策執行。此項結論突顯出三級管制機關受限於位階，需層層請示，致無法充份發揮獨立性功能之缺點。 四、從實際因應福島事故之經驗來看，原能會在尚屬部會層級的情況下，已深感力有未逮，更遑論一旦台灣發生類似事故，以未來一個三級單位所配賦之組織能量，若要有效因應並協調其他部會共同面對，實不無疑問。 五、考量我國短期內勢必無法完全排除使用核能發電的方式，政府對全體民眾最大的責任當然是提供完善的核能安全保障，在組改進程當中，維持一個適當層級、獨立且專業性的核能管制	

		單位，並賦予充足人力、經費及技術支援能量，是符合民眾對核能安全殷切期待的首要考量。	

附錄五.3

歐盟 ENSREG 壓力測試規範

資料來源：

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/20110525_eu_stress_tests_specifications.pdf

壓力測試之技術範圍

歐洲國家核能電廠現有安全分析涵蓋大範圍之情況，此壓力測試之技術範圍已定義須考量發生在福島事件所強調的議題，包括肇始事件及失效的組合。重點為以下議題：

(a) 肇始事件

- 地震
- 水災

(b) 在廠址任何可想像的肇始事件導致喪失安全功能之後果

- 喪失電源，包括廠區全黑(SBO)
- 喪失最終熱沉(UHS)
- 上述兩者之組合

(c) 嚴重事故管理議題

- 防護並管理喪失爐心冷卻功能的方法
- 防護並管理喪失用過燃料池喪失冷卻功能的方法
- 防護並管理喪失圍阻體完整性的方法

(b)及(c)項的範圍並不限於福島事件的海嘯及地震，將包括不論其來源之水災，並且，納入惡劣天候之情況。

此外，喪失安全功能後果的評估係與直接肇始事件所導致者相關，例如，電網大擾動影響交流配電系統，或森林火災、飛機撞擊。

嚴重事故管理議題的審查重點為持照業主的規定，也可能包括已規畫用於維持電廠安全功能的廠外支援。雖然由福島事故的經驗回饋

可能包括緊急應變措施，以管理有關公眾防護的廠外服務(消防、警察、醫療等)，此議題不在壓力測試之範圍內。

以下章節包括：

- 要求持照業主提供的一般性資訊，
- 持照業主應考慮的每個應納入之極端情況之議題

一般性觀點

報告的格式

持照業主的每個廠址應提出一份報告，如有數機組在該廠址亦然。所有核電廠的廠址縱然機組已停機，只要用過燃料儲存設施仍運轉者均須提出。

第一部份應該清楚的說明廠址的特性：

- 位置(海、河流)
- 機組數目
- 持照業主

每個機組主要的特性應該提出包括：

- 反應器型式
- 熱功率
- 初次臨界日期
- 用過燃料儲存設施(或共用者)

應強調多部機組間對安全為重要之差異者。

應提供安全度評估(Probabilistic Safety Assessments)的範圍與主要結果。

第二部份應該依據以下的指引評估各個極端情況：

壓力測試的前提

對現有電廠的重新評估應該參照並視電廠為在 2011 年 6 月 30 日已建造並運轉，對興建中電廠之重新評估應該參照電廠執照的設計。

壓力測試採定論式本質的評估方法論，在分析極端的情境時應遵循漸進的方式，假設防護措施係依序的受損。

電廠的情況應代表在運轉規範允許下之最不受歡迎的運轉狀態(LCO)，應該考量所有運轉狀態，在嚴重事故的情境下可能考慮非合格等級設備以及符實的評估。

所有反應器及用過燃料儲存設施應該假設在同一時間受影響，應該納入廠址週圍區域劣化的可能性。

相關考量包括：

- 自動措施
- 在緊急運轉程序書中指示的運轉員操作
- 任何用於預防、回復、及事故救援的其他已規劃措施

應提供之資訊

上述與設計基準有關部份的報告應涵蓋資訊包括如下：

- 電廠設計基準所採行的規範，及電廠與其設計基準的符合性
- 電廠在超過設計基準的強健性，基此目的，必須評估與安全相關系統、組件、結構物的強健性(可用的設計餘裕、多樣性、重複冗餘性、結構保護性、實體分隔性等)，以及深度防禦觀念的有效性；審查針對有關設施及措施的強健性，須聚焦於確認辨識隨事故序列(瀕危效應[註])的逐步演進，並視需要考量避免的措施
- 任何可能的修改能夠改善已考量深度防禦的層級，並涵蓋改善組件的強固性或強化其他防禦層級的獨立性

註：瀕危效應的例子為在廠區全黑事件下電池容量的耗竭

此外，業主須描述有助益於避免在壓力測試中假想的極端情境之防護措施，以提供壓力測試的背景脈絡。分析應該視需要補充該特定廠址現場履勘之結果，為此目的業主另須確認：

- 維持三類基本安全功能(控制反應度、冷卻燃料、包封侷限輻射物質)以及支援功能(電源供應、最終熱沉的冷卻)的方法，考量並納入可能因肇始事件所導致的損害，以及在電廠執照安全分析報告所未採納其效益之任何方法
- 移動式外部方法的可能性以及適用的條件狀況
- 由一機組採用任何現行程序書所使用的方法協助另一機組
- 在同廠址之該反應器功能與其他反應器之相依性

業主在嚴重事故管理應適需要確認：

- 提出功率運轉情況下爐心燃料受損無可避免的時間，包括爐心水位降至燃料頂部的時間、燃料開始劣化(迅速氧化產生氫氣)的時間
- 提出填換燃料大修情況燃料在用過燃料池，包括用過燃料池沸騰時間、適當輻射屏蔽不能維持的時間、用過燃料池水位降至燃料元件頂部的時間以及燃料開始劣化(迅速氧化產生氫氣)的時間

佐證文件

業主須提出有關的參考文件須歸類如下：

- 經發照程序所確證者
- 未經發照程序所確證然而係由業主品保計畫所確證者
- 非上述之一者

<u>地震</u>

(1) 現行設計基準符合性之確認

(a) 電廠設計所能抵抗的地震

- 說明設計基準地震(DBE)的大小(PGA)，以及選擇該數值的原因，如 DBE 與原持照基準不同亦須說明考量的原因
- 說明評估 DBE 的方法論(回歸期、考量的歷史事件及選取的理由，所增加的安全餘裕等)、以及現今該數據的有效性
- 說明設計基準適切性的結論

(b) 保護電廠抵抗 DBE 的條款

- 確認為達到安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件(SSC)，並且在地震後是能夠保持可用
- 為避免在地震後導致反應器爐心、或用過燃料池受損，運轉的主要條款(包括緊急運轉程序書、移動式設備等)
- 考量並須納入地震所導致的間接效應，包括：
  1. 設計並未要抵禦 DBE 的 SSC 之失效，以及喪失其完整性時，可能導致須維持可用的 SSC 隨之發生的受損(例如，廠址或廠房內非防震等級管線的破裂或洩漏，形成水災的水源及可能的後果)
  2. 喪失廠外電源供應
  3. 廠外之情況，包括可能阻礙或延遲人員及設備到達廠區

(c) 電廠承諾的現行持照基準

- 業主用以確認承諾的一般程序(例如，定期維護、檢查及測試)
- 業主用以確認在緊急運轉程序書考量的廠外移動設備/補給為可用且維持任務所需的程序，
- 任何已知的偏離、及該偏離對安全的可能後果，及矯正措施的規劃

- 業主在福島核一廠事故後已經開始檢視確認的特定承諾

(2) 現行設計基準之餘裕評估

(d) 依據現成可用的資訊(可能包括地震 PRA、地震餘裕評估或可佐助工程判斷的其他地震工程研究)，在給定的地震嚴重度範圍內評估上述基本安全功能的喪失或者無法避免(爐心或用過燃料池)燃料的嚴重受損

- 說明何處為弱點，並依據地震嚴重度具體說明所有的瀕危效應
- 說明任何設想能夠阻止瀕危效應、或者能增加電廠強固性的條款(硬體、程序書的改善，組織架構等)

(e) 依據現成可用的資訊(可能包括地震 PRA、地震餘裕評估或可佐助工程判斷的其他地震工程研究)，瞭解電廠能夠承受而不會喪失包封圍阻完整性的地震嚴重度範圍

(f) 超過 DBE 的地震及隨之而來超過 DBF 的水災

- 考量電廠位置及電廠設計說明此類情況實質地可能發生與否，針對此考量，尤其須確認如廠內及廠外(如潰壩、防護欄、土石流)的結構嚴重受損，可能影響電廠的安全
- 說明何處為水災弱點，並具體說明所有的瀕危效應，確認可能受影響的廠房及設備
- 說明任何設想能夠阻止瀕危效應、或者能增加電廠強固性的條款(硬體、程序書的改善，組織架構等)

水災(包括海嘯)

(1) 現行設計基準符合性之確認

(a) 電廠設計所能抵抗的水災

- 說明設計基準水災(DBF)的大小，以及選擇該數值的原因，如 DBF 與原持照基準不同亦須說明考量的原因
- 說明評估 DBF 的方法論(回歸期、考量的歷史事件及選取的理由，所增加的安全餘裕等)，水災的來源(海嘯、潮汐、湧浪、潰壩等)，以及現今該數據的有效性
- 說明設計基準適切性的結論

(b) 保護電廠抵抗 DBF 的條款

- 確認為達到安全停機所需關鍵的 SSC，並且在水災後是能夠保持可用，包括：
  1. 維持取水口功能的條款
  2. 維持緊急電源供應的條款
- 確認主要設計用於防護廠址免於水災(平臺高程、防護欄)之條款，
- 運轉的主要條款(包括緊急運轉程序書、移動式設備)可預警，並救援水災的影響，
- 考量並須納入與水災有關的其他效應，或引致水災的現象(諸如極惡劣的天候)，包括：
  1. 喪失廠外電源供應
  2. 廠外之情況可能阻礙或延遲人員及設備到達廠區

(c) 電廠承諾的現行持照基準

- 業主用以確認承諾的一般程序(例如，定期維護、檢查及測試)
- 業主用以確認在緊急運轉程序書考量的廠外移動設備/補給為可用且維持任務所需的程序，
- 任何已知的偏離、及該偏離對安全的可能後果，及矯正措施的規劃

- 業主在福島核一廠事故後已經開始檢視確認的特定承諾

(2) 現行設計基準之餘裕評估

(d) 依據現成可用的資訊(包括可佐助工程判斷的工程研究)，決定電廠能夠承受且不會導致(爐心或用過燃料池)燃料嚴重受損的水災範圍內，

- 視預警及水災之間的時間說明是否能設想或實施額外的防護措施
- 說明何處為水災弱點，並具體說明所有的瀕危效應，確認最先被淹沒的廠房及設備
- 說明任何設想能夠阻止瀕危效應、或者能增加電廠強固性的條款(硬體、程序書的改善，組織架構等)

喪失電源以及最終熱沉

交流電源包括：

1. 廠外電源(電網)
2. 廠內發電機
3. 正常後備發電機(柴油發電機、氣渦輪機等)
4. 特定情形下其他不同樣式的後備電源

必須考量依序喪失上述電源的情況(參考下述(a)及(b))。

最終熱沉(UHS)為移除反應器餘熱之媒介，有些電廠除了大海或河流之主要 UHS，另可由如湖水、地下水或大氣等替代的 UHS 所補充，必須考量依序喪失上述熱沉的情況(參考下述(c))。

(a)喪失廠外電源(LOOP [註])

- 說明設計基準的因應，及廠內設計因應之後備電源
- 說明在無廠外支援下廠內電源的運轉時間

- 說明廠內電源延長運轉時間所需的準備(例如柴油發電機補充柴油或油槽)
- 說明電廠任何強化措施的研議(硬體、程序書的改善，組織架構等)

需明確指出如蒸汽帶動泵、貯能之氣槽等系統，已考量該系統不依賴已假設為喪失電源之功效，以及該系統設計能承受肇始事件(如地震)。

註：長時間喪失外電下，廠址成為孤島在 72 小時內無法藉公路、鐵路或河運輸送重型物質，至於輕型可移動設施可在 24 小時後由其他位置送抵廠址

(b)喪失外電及廠區後備電源(廠區全黑)

應該考量兩種情況：

1. 喪失外電及喪失正常後備電源
2. 喪失外電及喪失正常後備電源、任何其他不同樣式的後備電源

上述情況均應說明：

- 說明電池容量及運轉期長
- 說明在這些情況下的設計規範之資訊
- 在燃料嚴重受損無可避免之前，說明在無廠外支援下能承受全黑事件的運轉時間
- 說明預期可阻止燃料劣化的措施(包括外部支援)
    1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備
    2. 假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備
    3. 臨近電廠(如水力、氣渦輪機組)能經專用配線直接配置供電
    4. 上述任一系統操作運轉所需時間
    5. 執行特殊連接合格人員的可用性

6. 確認主要瀕危效應發生的時間

- 說明任何可避免瀕危效應或增強電廠能力的強化措施(硬體、程序書的改善，組織架構等)

(c)喪失主要最終熱沉(UHS [註])

- 說明設計上能阻止喪失最終熱沉的因應措施(如在不同位置主要最終熱沉的不同水源，使用替代的最終熱沉等)

應該考量兩種情況：

1. 喪失主要最終熱沉，也就是說，由大海或河流取用的水源
2. 喪失主要最終熱沉及替代的最終熱沉

上述情況均應說明：

- 在燃料嚴重受損無可避免之前，說明在無廠外支援下能承受喪失最終熱沉的運轉時間
- 說明在這些情況下的設計規範之資訊
- 說明預期可阻止燃料劣化的外部支援措施
  1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備
  2. 假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備
  3. 上述任一系統操作運轉所需時間
  4. 執行操作合格人員的可用性
  5. 確認主要瀕危效應發生的時間
- 說明任何可避免瀕危效應或增強電廠能力的強化措施(硬體、程序書的改善，組織架構等)

註：長時間喪失外電下，廠址成為孤島在 72 小時內無法藉公路、鐵路或河運輸送重型物質，至於輕型可移動設施可在 24 小時後由其他位置送抵廠址

(d)在全黑事件下喪失主要最終熱沉

- 在燃料嚴重受損無可避免之前，說明在無廠外支援下能承受全黑事件下喪失主要最終熱沉的運轉時間

- 說明預期可阻止燃料劣化的外部支援措施

  1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備

  2. 假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

  3. 上述任一系統操作運轉所需時間

  4. 執行操作合格人員的可用性

  5. 確認主要瀕危效應發生的時間

- 說明任何可避免瀕危效應或增強電廠能力的強化措施(硬體、程序書的改善，組織架構等)

<u>嚴重事故管理</u>

本章節主要在處理救援的議題，縱然該事件的機率甚微，仍應該評估用於防護圍阻體免於完整性受威脅之負載，嚴重事故管理為運轉員在深度防禦的最後一道防線，應該與用於防阻爐心受損的方法及電廠整體安全方式為一致。

(a) 針對喪失爐心冷卻功能情境之不同階段，說明現行嚴重事故管理之措施

- 在爐心燃料受損發生之前

  1. 防止燃料受損的最後辦法

  2. 排除燃料在爐心高壓下受損的可能性

- 在爐心燃料受損之後

- 在反應爐壓力槽受損之後

(b) 說明在爐心燃料受損後，保護圍阻體完整性之事故管理措施及電廠設計特點

- 防止氫氣爆燃或爆炸(充氮、再結合、或點燃器)，亦考量排放之程序

- 防止圍阻體過壓；如保護圍阻體須要讓外釋進入環境，應該評估該外釋是否須要過濾，此情況下，應該說明估算外釋進入環境輻射量方法的可用性
- 防止再臨界
- 防止圍阻體基座熔穿
- 用於保護圍阻體完整性設備所需之 AC、DC 電力及壓縮空氣供應要求

(c) 說明救援喪失圍阻體完整性後果之現行設置的事故管理措施

(d) 針對喪失用過燃料池冷卻功能情境之不同階段，說明現行嚴重事故管理之措施

- 喪失適當輻射屏蔽之前/之後
- 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前/之後
- 用過燃料池燃料劣化(護套迅速氧化產生氫氣)之前/之後

在上述(a)、(b)、(c)及(d)的每個階段：

- 確認任何瀕危效應及評估發生該效應之時間
- 評估現行管理措施的適切性，包括因應嚴重事故的程序化指引，並評估可能的額外措施；業主被要求須特別考量：
  1. 防止燃料受損的最後辦法需用儀控的適宜性及可用性
  2. 電廠重要區域(控制室、技術支援中心、現場控制及取樣位置及修復的可能性)的可用性及適居性
  3. 氫氣可能積聚在圍阻體之外的廠房

以下為必須處理的議題：

- 業主管理上述情況之組織架構，包括：
  1. 值班人員、資源及其他人員的管理
  2. 使用廠外技術支援以為事故防護管理(包括廠外支援不可

用的應急措施)

3. 程序書、訓練、及演習

- 使用現有設備的可能性
- 使用移動式設施的備便(此類設施的可用性、運送到廠內以及置入運轉的時間)
- 後勤供應管理的備便(柴油發電機的燃油、水等)
- 輻射外釋的管理及侷限輻射外釋的準備；工作人員劑量的管理及侷限劑量獲得的準備
- 通訊及資訊系統(包括廠內及廠外)，包括事故後長期活動之規劃

考量可能在廠址發生的以下情況，必須評估所設想的事故管理措施：

- 在電廠週邊基礎設施包括通訊設施受到廣泛全面的破壞(將使得從廠外的技術及人力支援更為困難)
- 因廠區局部高劑量率、輻射污染及許多設施受損將損及工作績效(包括影響主控制室及其他控制室可進出性、適居性)
- 在外部危害(地震、水災)情況下，事故管理措施的可行性及有效性
- 電力供應的不可用性
- 儀控系統失效的可能性
- 廠址內其他臨近機組的可能效應

業主必須確認阻礙機組人員至主控制室及其他控制室的情況，以及確認可避免前述情況發生之措施。

附錄五.4

歐盟委員會幕僚工作報告－國家進度報告審查摘要

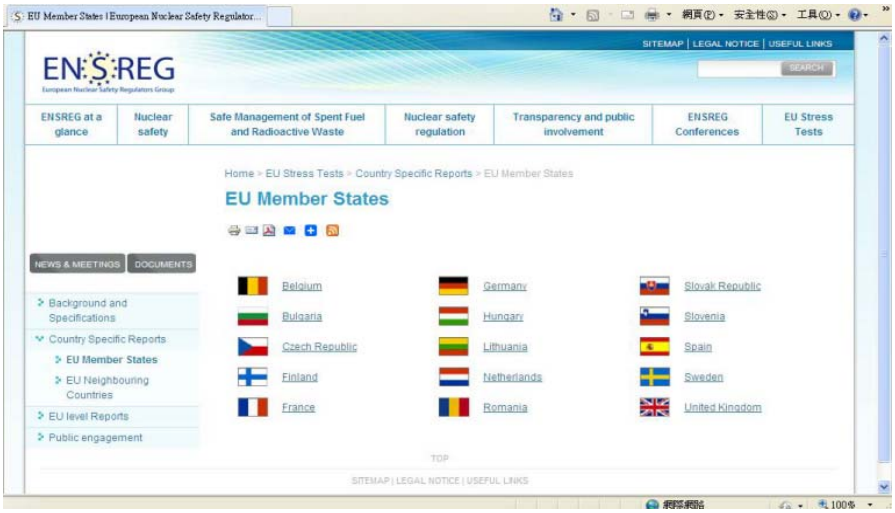
歐盟參照 WENRA 壓力測試規範之草案，提出 ENSREG 版本之壓力測試規範，各國管制單位至遲 100 年 6 月 1 日應將該規範送交核電業主展開重新評估核電廠安全餘裕的三階段程序，(1)先期評估：核電業主須回應壓力測試的問題，說明電廠在不同情境下之反應作為，要求分別在 8 月 15 日、10 月 31 日提出進度報告及總結報告。(2)國家報告：各國管制單位分別在 9 月 15 日、12 月 31 日提出核電業主進度報告及總結報告之各國審查報告，各國總結報告之審查結果為國家報告。(3)同行審查(Peer Review)：該國家報告須經由同行審查之程序。

歐盟委員會要求國家報告須由他國執行同行審查程序，同行審查由七名成員組成，包括一名歐盟委員會的代表，另六名成員由 27 個 ENSREG 的管制單位派出，其中兩名須固定以確認審查方法論有整體一致性，成員應迴避所屬國家報告之審查，此一同行審查程序應在 2012 年 4 月完成。國家報告及同行審查結果均對大眾公開。在該國及歐盟公開會議將討論各國之審查結果，並邀請其他利害關係人(包括非核能領域、非政府機構等專家)參與。歐盟規劃在 2012 年 6 月底前公佈國家報告同行審查之結果。

歐盟國家於 2011 年 9 月 15 日提出執行壓力測試的國家進度報告，歐盟工作小組在 2011 年 11 月 24 日出版工作報告(編號 SEC(2011) 1395final)摘要國家進度報告的技術內涵。

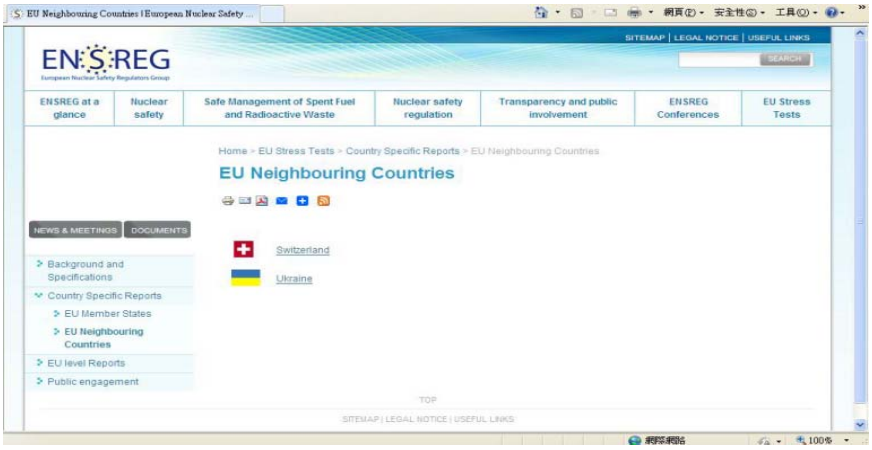
歐盟壓力測試 15 份國家報告公開在下列網址：

http://www.ensreg.org/EU-Stress-Tests/Country-Specific-Reports/EU-Member-States



非歐盟臨近國家參與壓力測試之國家報告公開在下列網址：

http://www.ensreg.org/EU-Stress-Tests/Country-Specific-Reports/EU-Neighbouring-Countries



歐盟 15 個會員國國家進度報告及 2 個非歐盟會員國(瑞士、烏克蘭)國家進度報告之技術摘要如下。

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">比利時</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>PWR</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">50%以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 7</td><td>7</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>2</td><td>Doel、Tihange</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">執行壓力測試之設施除核電廠外，另包括燃料製造廠、廢料處理及儲存廠、生產同位素設施、研究中心人為事件包括恐怖攻擊、飛機墜毀、網路攻擊、毒性及爆炸性氣體、爆震波</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 有限的技術細節、定義規劃之工作
■ 管制單位已採適當、有效的方式要求業主執行壓力測試
■ 工作小組的組成人員足夠並適切
■ 規劃工作按進度，大量技術資訊足供總結報告統合
■ 在 SBO 新增額外的冷卻水至 SFP 的改善及設施零件耐震強化已實施，管制視察確認一些改善已可運作，其他相關改善在施工中</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">保加利亞</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>VVER-1000</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">35%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>1</td><td>Kozloduy，
Belene (規劃中廠址)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">執行壓力測試之設施除 2 部機外，另包括已用久停機但 SFP 仍有用過燃料之 2 部機</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 在採用對策及初步結果仍為有限的技術細節及資訊內容
■ 進度報告能涵蓋大部份現有設計
■ 已定義規劃之工作，此階段一些工作顯示已延宕(業主進度報告的一些內容尚未提交)
■ 正進行業主進度報告的審查，包括設計基準事件及安全餘裕的評估</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="6">捷克</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>VVER-440</td><td>VVER-1000</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">33.3%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 6</td><td>4</td><td>2</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>2</td><td colspan="2">Dukovany、
Temelín(另有規劃中 2 機組)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="6">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="6">■ 極有限的技術細節、定義規劃之工作
■ 未確認或採取立即措施</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="6">■ 依現有 BDBA 分析評估特定天災導致的重要安全系統不可用(LOOP、SBO、LUHS)，NPP 並無天然危害的重大風險
■ 對已安裝再生能源供應下，LOOP 係相對而言的風險</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="6">芬蘭</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>VVER-440</td><td>BWR</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">30%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 4</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>2</td><td colspan="2">Loviisa、Olkiluoto (另有興建中 EPR 之 1 機組，規劃中 2 機組)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="6">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="6">■ 提供詳細技術資訊、清楚定義執行項目、要求範圍及如規劃進行
■ 未發現電廠須立即採取改正措施之缺陷，考量更安全運轉的一些改善</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="6">■ 地震－2010 以地震 PRA 建議做安全改善，地震 PRA 佔總 CDF 約 2%，已執行用過燃料池及消防水系統的耐震性研究
■ 其他－已提出的可能改善
(1) 強化 LOOP、SBO 及 LUHS (研議移動式 AC 電源、額外柴油引擎帶動 AFW 泵、替代熱傳至大氣方法、消防水供應壓力槽及獨立水源等之研究)
(2) SFP 的強化(研議 SFP 補水之可靠電力及永久管線、SAM 分析以及 SFP 策略包括氫氣管理、SFP 水溫/水位量測之實施)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="7">法國</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>900MW</td><td>1300MW</td><td>1450MW</td><td>電力佔比</td><td>75%以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 58</td><td>34</td><td>20</td><td>4</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>19</td><td colspan="4">Belleville、Blayais、Bugey、Cattenom、Chinon、Chooz、Civaux、Cruas、Dampierre、Fessenheim、Flamanville、Golfech、Gravelines、Nogent、Paluel、Penly、St. Alban、St. Laurent、Tricastin (另有興建中 EPR 之 1 機組，規劃中 1 機組)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="7">■ 執行壓力測試之設施除運轉及興建之核電廠外，另包括 La Hague 燃料再製造廠；總結報告涵蓋所有核電廠等共 80 項設施
■ 在工業危害、臨近道路或鐵路等主題，超過 ENSREG 規範之要求</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="7">■ 未提出技術資訊、定義規劃之工作
■ 在不同階段廣泛納入利害關係者俾使結果透明化，邀請包括德國、瑞士、比利時及盧森堡等國外專家參與
■ 執行大量通用性分析工作，並提供法國高度標準化的機組所用
■ 針對廠址考量特定的情境
■ 開始設置國家「迅速反應專案小組」負責採及時的方式，運送人員及物資到受事故影響的廠址</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="6">德國</td></tr>
<tr><td rowspan="4">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>PWR</td><td>BWR</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">25%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 17</td><td>11</td><td>6</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>12</td><td colspan="3">Brunsbüttel、Brokdorf、Krümmel、Unterweser、 Emsland、Grohnde、Grafenrheinfeld 、 Biblis 、 Philippsburg 、 Neckarwestheim 、 Gundremmingen、Isar
1998 年非核政策，2009 年推遲 10 年，但 2011 年受福島事件影響確認在 2021-2022 達到非核之目標</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="6">超過 ENSREG 規範之要求，包括飛機墜毀、爆震波、毒性氣體、恐怖攻擊及網路攻擊等人為事件。</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="6">■ 提供詳細技術資訊、清楚定義執行項目、要求範圍及如規劃進行
■ 在執行 ENSREG 規範前，已採 RSK 強固性層級概念執行國內核電廠安全審查
－確保避免瀕危效應要求之安全功能
－至目前的結果顯示高層級的強固性
■ 針對 SBO、LUHS 強化措施，改良個廠 SAM 並實施 SAMG
■ 假想安全系統的不可用與 BDBE 的一致及量化評估的標準正在發展</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">匈牙利</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>VVER-440</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">33.3%以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 4</td><td>4</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>1</td><td>Paks (另有規劃中 2 機組)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 提供詳細技術資訊、清楚定義執行項目、要求範圍及如規劃進行
■ 已確認電廠可能改正之方向，增加電廠 BDBE 強固性，水災及 SBO 之動態效應，增加 SFP 強固性，及引進個廠 SAMG</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="5">■ 地震－一些 BDBE 須更詳細安全評估，也提出一些改善措施
■ 嚴重事故管理－已提出個廠 SAMG 完成時間(1 號機今年底，另三機組在 2014 年)，及圍阻體完整性議題
(1) 今年底四機組安裝被動自催化再結合器
(2) 安裝圍阻體過濾排氣系統
(3) 分析事故下反應器及 SFP 的氫氣產生與分佈
(4) SFP 嚴重事故救援措施的分析</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">立陶宛</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>RBMK</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">NA</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>1</td><td>Ignalina (除役，有用過燃料，規劃新電廠)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 有限的技術細節、定義規劃之工作、要求範圍及如規劃進行
■ 已確認電廠可能改正之方向，增加 SFP 耐 BDBE 強固性</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="5">■ 替代補水方式至 2 號機爐心及 SFP
■ 供應中子吸收物質至 SFP 方式
■ SBO 下的替代電源
■ 對新的用過燃料儲存設施提出初步結論與建議：BDBE 分析，燃料筒在輸送過程翻倒失效的情境，儲存槽失效燃料筒被殘渣堵住，吊送用過燃料損壞熱燃料。將增設移動式柴油發電機</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">荷蘭</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>PWR</td><td rowspan="3">電 力
佔比</td><td rowspan="3">4%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>1</td><td>Borssele (大的新機組規劃中)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">包括研究用反應器(Petten, Delft)、URENCO 鈾濃縮廠(Almelo)、COVRA 放射廢料儲存場(Vlissingen)等設施及核電廠，總結報告亦僅針對核電廠，與比利時國際合作執行壓力測試，壓力測試的肇始事件另包括電網大擾動、飛機墜毀、爆炸壓力波、電磁脈衝、毒性氣體、船舶撞擊、網路攻擊及生物現象</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 有限的技術細節、初步結果無內容細節、定義規劃之工作及如規劃進行
■ 管制單位告知業主進度報告內容薄弱，要求業主就採用之情境、方法論、品保及進度的更多補充資料
■ 業主已使用 MOX 燃料，但進度報告僅採用鈾燃料
■ 業主說明在福島事故後立即採取的對策，包括驗證核電廠因應 BDBE、SBO、廠內/外水災的能力，以及地震事件後救援水/火災的能力</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="5">NA</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">羅馬尼亞</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>CANDU 6</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">20%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>1</td><td>Cernavoda (規劃新增 2 機組)，其他廠址規劃新機組</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 良好的報告包括初步結果及技術設計細節，並說明可能的安全改善；提出許多改善建議，針對氫氣累積及圍阻體壓力上昇之措施，規劃安裝被動自催化氫氣再結合器及圍阻體緊急排放過濾系統
■ 強化 SAM 技術改進，採購移動式柴油發電機，以特定 EOP 因應 SBO 及喪失 SFP 冷卻，改善現行 SAM 通訊系統，並規劃強化關鍵儀器在 DBDA 的存活能力</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="5">■ 地震－執行地震設計審查並確認用於 DBE 評估方法論為適切
■ 初步 SMA 結果與原 DBE 0.2g (1E-3/y)相較，在一 0.4g (5E-5/y)地震下安全停機路徑的所有 SSC 可持續執行其既定之安全功能
■ 嚴重事故管理－確認主要的威脅來自氫氣累積、圍阻體逐漸過壓及 MCCI。規劃的安全改善措施包括氫氣再結合器、圍阻體緊急排氣過濾系統及移動式柴油發電機</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">斯洛伐克</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>VVER 440</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">50%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 4</td><td>4</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>2</td><td>Bohunice, Mochovce (規劃在 Mochovce 新增 2 機組，規劃在 Bohunice 新增 1 機組)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 有限的技術細節、定義規劃之工作、要求範圍及如規劃進行
■ 並未確認任何立即措施，研究額外的安全更新增加現有安全餘裕以抵禦 BDBE 及廠外水災</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="5">■ 地震－地震設計 (1E-4/y) Bohunice 0.344g, Mochovce 0.143g (最大水平加速度)，SMA 正在進行將在總結報告提出
■ 嚴重事故管理－說明近年來針對因應嚴重事故能力之強化，正在評估的安全改善措施，包括反應器爐穴淹灌(爐槽外冷卻)，被動自催化氫氣再結合器、igniter(氫氣燃燒之防護)，專用含硼水槽的圍阻體噴灑(過壓高溫防護)，設置 SAM 之廠外控制中心</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">斯洛維尼亞</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>PWR</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">40%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>1</td><td>Krško (考量新增容量)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 報告完整、架構嚴謹、並提出有價值的技術細節，壓力測試之進度超前，已處理大部份的要求
■ 已確認可能的改善措施，包括增加電廠抵禦 BDBE、水災、LOOP 及 LUHS 的強固性，壓力測試提出之許多改善已實施。已納入基礎設施破壞對電廠供應中斷的考量</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="5">■ 地震－NPP 之前已實施的強化足以因應
■ 地震－SFP 未包括在 SPRA 的範圍，在約 0.9g 地震 SFP 完整性不受威脅，在 0.9g 以上地震不能排除 SFP 結構的整體性失效，燃料裸露的可能性低於 1E-5/y
■ 嚴重事故管理－已更新 SAMG</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="6">西班牙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>PWR</td><td>BWR</td><td>電力佔比</td><td>20%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 8</td><td>6</td><td>2</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>6</td><td colspan="2">Almaraz、Ascó、Cofrentes、Sta. Maria de Garoña、Trillo、Vandellós</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="6">包括核燃料製造廠</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="6">■ 提供詳細技術資訊、清楚定義執行項目、要求範圍及如規劃進行；所有廠址處理幾乎所有壓力測試之要求，管制機關認為業主的進度報告完整且適切
■ 已確認可能的改善措施，包括增加電廠抵禦 BDBE、水災、LOOP 、LUHS 及 SAM 的強固性</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="6">■ 地震－所有廠址重新評估現有 DBE，審查水平加速度 0.3g(設計基準之 1.5 倍至 3 倍)之地震餘裕
■ 嚴重事故管理－建議設置所有廠址共用的支援中心，具備所有必要之人力物力資源，能在 24 小時內協助任一電廠</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="6">瑞典</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>PWR</td><td>BWR</td><td rowspan="3">電力佔比</td><td rowspan="3">40%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 10</td><td>3</td><td>7</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>3</td><td colspan="2">Oskarshamn 、 Forsmark 、 Ringhals</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="6">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="6">■ 提供詳細技術資訊、清楚定義執行項目、要求範圍及如規劃進行
■ 已確認可能的改善措施，包括增加電廠抵禦 BDBE、水災的強固性，及 SAM 措施的改善。氫氣累積及燃燒須更多的研究</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="6">■ 地震－評估進行中，包括更新驗證電廠設計能抵禦之 DBE 及 BDBE 分析。DBE 為地表反應譜在超越頻率為 1E-5/y 之值，最老的 8 個機組原始設計未考量承受特定地震，故 DBE 無法驗證。分析將限定於地震負荷大小在 1E-7/y</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="7">英國</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>MAGNOX</td><td>AGR</td><td>PWR</td><td rowspan="3">電 力
佔比</td><td rowspan="3">15%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 18</td><td>3</td><td>14</td><td>1</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>9</td><td colspan="3">Oldbury 、 Wylfa 、 Dungeness 、 Hartlepool 、 Heysham、Hinkley Point、 Hunterston、Torness、Sizewell</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="7">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="7">■ 有限的技術細節、定義規劃之工作、要求範圍及如規劃進行
■ 報告描述業主再評估的進度、執行架構及進行中之工作，僅提出有限的內容及初步結果，已確認可能的改善措施，包括增加電廠抵禦水災、LUHS 的強固性</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="7">■ 地震－評估進行中。對可能回復能力改善的修改或額外設備尚未有電廠提出
■ 水災－評估進行中。一業主提出復原力的強化，包括對重要設備的水災防護，及額外緊急備用設備以提供冷卻及電力。特定廠址對重新考量水災模擬的研究，並審查進來氣候變遷的資訊</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="6">瑞士</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>PWR</td><td>BWR</td><td rowspan="3">電 力
佔比</td><td rowspan="3">40%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 5</td><td>3</td><td>2</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>4</td><td colspan="2">Beznau 、 Leibstadt 、 Gösgen、Mühleberg 兩機組規劃中</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="6">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="6">■ 提供詳細技術資訊、清楚定義執行項目、要求範圍及如規劃進行
■ 已確認可能的改善措施，包括增加電廠抵禦水災、BDBE 的強固性</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="6">■ 地震－1999 年要求依最新方法論重新評估地震風險，結果顯示低估地震危害。管制機關要求所有電廠重新評估 PSA，佐證所有電廠之地震 CDF 符合 IAEA 之標準
■ 水災－考量廠外水災不同危害的大小。已確認安全餘裕分析的一致做法。對可能的瀕危效應必須考慮靈敏度研究
■ 其他－管制機關要求設立所有核電廠外部共用之緊急設備儲存設施</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>國家</td><td colspan="5">烏克蘭</td></tr>
<tr><td rowspan="3">電廠說明</td><td colspan="2">反應器型式</td><td>VVER</td><td rowspan="3">電 力
佔比</td><td rowspan="3">50%</td></tr>
<tr><td colspan="2">數量 15</td><td>15</td></tr>
<tr><td>廠址</td><td>4</td><td>Khmelnitski、Rovno、South Ukraine、Zaporozhe(兩新機組規劃中)</td></tr>
<tr><td>壓力測試範圍</td><td colspan="5">NA</td></tr>
<tr><td>審查摘要</td><td colspan="5">■ 極有限的技術細節、定義規劃之工作
■ 運轉中電廠已提出初步結果,業主進度報告在 10.15 提給管制機關</td></tr>
<tr><td>特定議題</td><td colspan="5">■ 地震－初步評估指出須持續改善對安全重要 SSC 耐震能力
■ 水災－實施技術及組織編制的措施因應 Dnieper 水壩可能的損壞，對 Zaporozhe 廠址而言係最重要措施
■ 極端天候－實施特定措施以強化電廠抵禦龍捲風能力
■ 嚴重事故管理－確認須改善部份，包括移動式設備供電及水，圍阻體過壓保護，及嚴重事故情況下氫氣濃度控制設施
■ 其他－定義強化安全措施之優先順序，確認電力供應之缺失，正在執行氫氣危害及圍阻體過壓的後果分析</td></tr>
</table>

附錄五.5

福島災變發生後，美國相關應變摘要

2006 年 12 月美國核管會採用美國核能協會(NEI)發行之 NEI 06-12(第 2 版), “B.5.b Phase 2&3 Submittal Guidance”，此導則文件提供在火災或爆炸而喪失大範圍廠區時，保持並維護爐心冷卻、圍阻體、用過燃料池冷卻等能力的施行策略。導則內容主要包括：

(1) 增加補水到用過燃料池

(2) 在用過燃料上噴灑水

(3) 強化對威脅爐心冷卻及圍阻體之初期指令及控制活動

(4) 強化對威脅爐心冷卻及圍阻體的反應策略

在 2011 年 3 月 11 日福島災變發生後，美國核管會在 2011 年 3 月 23 日發行臨時指引(Temporary Instruction, TI)TI 2515/183，“Followup to the Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Event”，指引如何評估業主針對福島電廠事故採取對策之適切性。2011 年 4 月 29 日美國核管會發行臨時指引(Temporary Instruction, TI)TI 2515/184，“AVAILABILITY AND READINESS INSPECTION OF SEVERE ACCIDENT MANAGEMENT GUIDELINES (SAMGs)”，評估電廠 SAMGs 可用性的及維護情況，以及業者對於 SAMG 訓練及演練的性質與程度（nature and extent ）。

TI 2515/183，NRC 分成下列四個方向來執行查證：

一、超過設計基準事故的救援能力：評估業主對超過設計基準事故的救援能力，依據第 B.5.b 章承諾的保安威脅、嚴重事故導則以及 10 CFR 50.54(hh)之要求。使用 IP-71111.05T 之 02.03 與 03.03

作為導則，特別著重在與用過燃料池相關部分。

a.透過測試或檢查確認設備可得且能發揮功能。主動設備應測試，被動設備應巡視。

b.現場巡視或模擬示範關於 B.5.b 和 10 CFR 50.54(hh)之程序書已備妥且可執行。

c.確認運轉員及支援人員之訓練及資格。

d.確認電廠與外界之協議/合約已備妥，且內容能用於救援前項所述之狀況。

e.審查尚未結案之改正行動文件，確認有無弱點尚未被改善完成。

註: 10 CFR 50.54(hh) 要求摘述如下：

(1) 電廠要建立飛航事故之處理程序書。此程序書涵蓋下列項目：(a)確認事件通報之正確性。(b)維持與通報來源之連繫。(c)連絡廠內人員及廠外應變組織。(d)減輕事件後果之必要行動。(e)疏散人員。

(2) 電廠要建立當火災或爆炸而喪失大範圍廠區時，保持/恢復爐心冷卻、圍阻體冷卻、用過燃料池冷卻等能力的施行策略。

註:IP-71111.05T 之 02.03 與 03.03 要求摘述如下：

(1) 02.03 重新探討一件關於處理大火災或爆炸事件之救援策略。確認業者符合 B.5.b 及 10 CFR 50.54 (hh)(2)之要求，包括：(a) 程序書有適當維護且能滿足需求。(b) 設備存在，且有維護與測試。(c) 電廠人員知識充份以實施此程序書。

(2) 03.03 要求：(a)在 NEI 06-12，「B.5.b 階段 2 & 3 之承諾指南」，依電力公司所做的承諾、NRC 安全評估報告和電廠的執照條件(如 10 CFR 50.54 (hh) (2))，可利用 B.5.b 來視察核電廠相關的設備基準和接受準則以及其減緩災害之策略。並可對照之

前視察報告中電力公司依功能視察或臨時指引 TI 2515/171 所做的改正行動或承諾。(b)預計視察工作的大多數材料將涉及敏感但非機密性保障資訊(SUNSI)。然而，根據視察的範圍，預計視察報告應該不需要包括任何 SUNSI。如果視察需要 SUNSI 的文獻，IMC 0612「動力反應爐檢查報告」，提供其導則，關於 SUNSI 的另外的指引在 NRC 網站可以找到。

二、 廠區全黑的救援能力：評估業主在 10 CFR 50.63 要求救援廠區全黑的能力及電廠設計可運作並證實。

a.透過現場巡視和檢查確定所有緊急及備援必需的材料是充足且儲存於適當地點，且有適當的測試和維護。

b.透過現場巡視顯示電廠應變的做法在廠區全黑時之可執行性。

三、 廠內/廠外水災之救援能力：評估業主電廠設計所要求救援廠內/廠外水災之能力。

a.透過現場巡視和檢查確定所有緊急及備援必需的材料是充足且儲存於適當地點，且有適當的測試和維護。

四、 地震對防洪/滅火設備功能之影響：評估業主對救援水災/火災為重要設備現場履勘及檢視的完整性，並能確認這些設備受廠址地震損毀而喪失功能的可能性。評估業主經確認弱點所新發展之救援對策。

a.透過現場巡視和檢查確定所有緊急及備援必需的材料是充足且儲存於適當地點，且有適當的測試和維護。

TI 2515/184，NRC 以下列項目來執行評估查證：

一、 SAMG 最近一次更新情況。

二、 TSC/EOF/控制室有無控制版 SAMG ？

三、 SAMG 是否列入電廠程序書文件管控，包括定期 Review 及進版？

四、 SAMG 是否反映設計變更？

五、 與業界標準比較，SAMG 是否與 BWROG 的指引一致。

六、 SAMG 的訓練是如何執行、訓練的對象及頻率為何？

七、 訪談四位持照人員（兩個 RO 及 2 個 SRO），及執行 SAMG 的 2 位 TSC 成員及 2 位 TSC 經理。訪談內容包括：(1)受訪人員是否有接受初始及定期訓練。(2)受訪人員是否能清楚說明其權責？

八、 SAMG 執行相關人員是否有定期演練？

福島災變發生後，美國核管會長期之應變工作如下：

一、 確認福島事件形成的順序以及當時設備狀態。

二、 評估所有技術和政策議題以確認潛在研究、一般性對反應器監管程序(ROP)的問題、變動，法規設立和管制架構調整。

三、 評估各部門間的潛在問題，例如緊急應變。

四、 相關適用經驗回饋至非運轉中反應器和輻射設施。

五、 在 6 個月向委員會報告政策方向的評估結果。

附錄五.6

日本地震與海嘯：英國核能業界的參與

資料來源：http://www.hse.gov.uk/nuclear/fukushima/interim-report.pdf

期中報告摘要

日本福島核事故的直接原因係規模九的強烈地震及高達14公尺的海嘯，均遠超過在英國由經驗顯示所預期最嚴重的自然事件，讓英國消除疑慮的是在地震活動較常見且嚴重之地殼板塊的邊緣約距離1000哩之外。在福島一廠廠址設計的規定顯示僅能防護抵禦海平面以上5.7公尺高的浪高，然而日本歷史上海岸曾遭受甚大海嘯攻擊，據報在約150年之前日本東海岸經歷很多高達6公尺以上甚至20公尺的海嘯，然而，英國尚未能確認福島一廠特定海嘯的歷史記錄。

英國在運轉中及興建中的核能電廠係採與福島一廠BWR反應器為不同的設計，此外，英國設計基準分析的方法論，對依據歷史記錄外推的極罕見自然事件，要求設計者及運轉者證實已妥善設置適當的防護能力。之後，設計者及運轉者將被要求證實沒有「瀕危效應」，或無法合理完成防禦的極罕見事件，基於這些考量獲得以下的初步結論：

期中報告的結論

1. 考量福島事故的直接原因，英國沒有理由削減核能電廠或其他核設施的運轉，在未來工作所完成任何建議的改善，將依據正常管制程序考量採個案方式的基礎實施改善措施。
2. 英國核工業界迄今已負責並適切扮演在安全及優良安全文化的領

導角色，以積極回應對福島事故的需要。

3. 英國政府意圖對核管署設立採前瞻建議，在法規對主任督察的職位及責任，應該能強化英國核管領域更有效面對未來挑戰的信心。
4. 至今，對英國核設施的安全評估原則的深度與範圍，在已知福島事故情況的考量下尚未顯示任何的差異。
5. 對日本事件的考慮及英國所獲得的經驗回饋，在英國核能發照制度尚未顯示任何重大的弱點。
6. 在英國未來幾年可能廠址的新建核電廠，不可能受水災風險所阻礙，對廠址水災風險的詳細考慮，可能要求變更廠址的配置及特定水災防護的規定。
7. 英國新建核能電廠無須變更現行的選址策略。
8. 在英國發展新反應器所考量設計方式，以及在設計及運轉安全之適切證實，沒有理由偏離多機組廠址的觀念
9. 英國氣冷式反應器較水冷式反應器具較低功率密度及較大熱容，其自然循環能力可提供較長時間供矯正措施；此外，在喪失冷卻下較無圍阻體排放之需求，也不會從過熱燃料護套產生足夠濃度的氫氣。
10. 目前無證據佐證在福島一廠三號機MOX燃料，在事故或廠址外有重大的健康影響之貢獻。
11. 在得到更多資訊及經驗回饋後，有助益英國針對類似事件對嚴重事故下運轉人員強化因應緊急管理行為及訓練之要求。

期中報告的建議事項

基於英國對福島一廠事故的思考，已確認許多經考量必須審查之事務，俾利決定須否為英國核能業界的安全執行實務上合理可行的改

善。此外，英國亦確認一些需納入考量之一般性事務。期中報告的建議事項依邏輯區分類組提供系統化的闡述方式，並確認預期必須有後續處置的建議事項，這些建議事項依類組分項列出。

一般性建議

議題	建議事項的說明
事故反應之國際合作	**建議1:**政府應聯繫IAEA並與其他機構合作，確認改善的配置已到位，在世界任何地區核事件有關官方資訊能及時傳播。
國家緊急應變計劃	**建議2:**政府應該考量執行對日本緊急應變反應的審查，以確認對英國公眾緊急計畫在反應緊急事件的任何經驗回饋，並納入可能存在的社會、文化及組織體系的差異。 **建議3:**英國緊急計劃聯絡組應該依據長期處理日本事故的經驗，鼓吹審查英國國家核子緊急應變之配置。
公開及透明化	**建議4:**英國核工業及管制單位均應該考量與公眾、及其他利害關係人，建立能強化並確認更開放、透明、及互信溝通的方式及關係。

對管制單位之建議

議題	建議事項的說明
安全評估方法論	**建議5:**在更多詳細資訊獲得及研究完成後，核管署應執行安全評估原則的正式審查，以決定按照福島事件尤其在瀕危效應是否有新增加導則之需求。

緊急應變計劃及演練	**建議6:**核管署應考慮在何種期長範圍的嚴重事故，能夠且應該被管制單位監督的緊急應變計畫演練所涵蓋。 **建議7:**核管署應審查英國管制單位對可能嚴重事故因應之整備，以瞭解是否應針對此種罕見事件執行更深入的準備。

<u>對核能業界之建議</u>

議題	建議事項的說明
廠外基礎設施的韌性	**建議8:**英國核工業界應該審查在惡劣情況下核安與廠外基礎設施之相依性，並考量須否在惡劣情況特定之電網可靠度下，強化廠址本身在自給能力。 **建議9:**在獲得更多有關資訊後，英國核工業界應該審查福島一廠及二廠並比較事件可獲得的經驗回饋。
自然危害的衝擊	**建議10:**英國核工業界應該案照福島經驗開始審查包括海嘯之水災研究，以確認英國核廠廠址及新建反應器水災之設計基準及餘裕，確認須否對個廠水災風險評估做更進一步的改善並納入定期安全審查計畫，也應納入海平面高程之防護。
多機組廠址	**建議11:**英國核工業界應該確認有多機組新建廠址的安全個案，適切地證實能處理由嚴重廠外危害所導致多重嚴重事故同時發生的能力。

用過燃料儲存	**建議12:** 英國核工業界應該與在安全評估原則對被動安全及良好工程實務的預期，確認相較而言任何新的用過燃料策略為適當。
廠址及機組佈置	**建議13:** 英國核工業界應該審查現有及新建設計電廠之機組和廠址佈置，以確認安全系統及其重要供給及控制對防禦嚴重水災及其他嚴重廠外事件有適切的強健性。
用過燃料池設計	**建議14:** 英國核工業界應該確認靠近反應器之新型用過燃料池的設計，能將易於虹吸故障的底部穿越器及管線數量降至最少，任何抵禦故障的強健性需求與燃料池本身為相當。
地震韌度	**建議15:** 在獲得混凝土、其他結構及設備的性能之詳細資訊後，英國核工業界應該考慮任何涉及有關設計及分析改善的細節。
嚴重廠外事件	**建議16:** 英國核工業界應該以本報告所建議能按照所有嚴重危害本身去考量，尤其電廠的佈置及機組安全相關的設計。
外電供應	**建議17:** 英國核工業界應該對國家電網執行更多的作為，建立在嚴重危害情況下廠外電源供應的不可用性及強健性。
廠內供電	**建議18:** 英國核工業界應該審查廠內電源在新增的、多樣化方式能長期獨立且足夠強健提供相關規定之需求，以反映在嚴重情況下喪失廠外電源供應的可用性。
冷卻水供應	**建議19:** 英國核工業界應該審查現有及新增建電廠

	在嚴重廠外毀損下，提供長期冷卻水供應至廠址能力的需求，並視需要考量廠內供應或更大的廠外供應量之更進一步要求，並包括二氧化碳(註：針對氣冷式反應器)及淡水供應。 **建議20:**英國核工業界應該審查廠址的緊急應變計畫對嚴重事故情況下水池的補水，以瞭解在福島事)經驗下能夠做及應該做的強化之需。
可燃性氣體	**建議21:**英國核工業界應該審查高濃度可燃性氣體可能流經會累積的核設施之通風及排氣路徑，以決定須否提供更都多的防護。
緊控中心、儀空及通訊	**建議22:**英國核工業界應該按照福島事故的環境審查廠內緊急儀控及通訊之規定，包括長期時間、廣泛廠內廠外的破壞以及與嚴重事故有關的廠內環境。 **建議23:**英國核工業界應該視需要結合其他機構，審查包括廣泛破壞的嚴重事故之必須廠外通訊之強健性。
人力資源及資格	**建議24:**英國核工業界應該對在廠內尤其超長時期採取因應措施之工作人員的身體、機能性、行為反應、情緒及文化等面向施以特殊考量，審查在現有嚴重事故下之緊急備便及訓練。此也應該納入對廠內一些採取合約方面如維修及可能措施反應的影響。

安全個案	**建議25:**英國核工業界應該視需要擴展審查長期嚴重事故之事序分析，並應確認可達穩定狀態之適當的修理或回復策略，釐清任何在設備集中貯存及協助後勤支援有強化之需要。

今後因應之建議

議題	建議事項的說明
未來展望	**建議26:**在期中報告各式建議的回應應該在一個月內提出並公佈，並應該包括處理該項建議為適當的計畫，由核管署彙編相關回應後公佈在網頁上。

未來的發展

英國正在發展核能電廠「壓力測試」的作為以回應歐盟議會之要求，包括國家管制單位要求核電業主執行對安全餘裕的相關檢視，由國家管制單位獨立地評估該結果，在英國接著要求依據「實務上合理可行」(as low as reasonably practicable, ALARP)的原則執行改善。此報告的建議事情與「壓力測試」間容或重疊重複，因此建議核能業界以此報告建議及「壓力測試」回應形成一共通計畫，並須公開公佈此一計畫。此報告要求及「壓力測試」之結果以及對電廠、人員或程序書所顯現實務上合理需求的改善計畫應該一併公佈，由於「壓力測試」的時間不同將可能須要將「壓力測試」結果納入此期末版的報告。

附錄五.7

芬蘭輻射及核子安全管制單位(STUK)有關核能電廠因應異常自然現象之調查報告

16/05/2011

(網站資料來源：http://www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/en_GB/news_680/)

STUK 於調查報告說明，經由福島事故後所進行之調查，芬蘭的核能電廠並未發現必須立即執行安全改善的威脅因子或不足。

由於日本發生福島核能電廠事故，勞工及經濟部門(TEM)要求 STUK 針對發生各種不同缺陷及故障狀況，芬蘭的核能電廠以其電廠現有之功能如何準備因應洪水效應及其他極端自然現象，以及電廠如何證實其電力的可用性。

芬蘭雖然並無需考慮造成福島核能電廠事故之強烈地震及極端的海嘯現象，然而，事故所顯現出的起因仍必須被加以考慮。

STUK 說明雖然無需立即採取安全改善措施，但電力公司仍應繼續針對一些異常自然狀況的準備進行調查，而安全改善之調查計劃的安排時程，可與今年歐盟委員會(EU)部門所要求執行之壓力測試時程相同。

電力公司應該針對各種極端現象的結果進行額外調查，譬如即使實體上不可能發生大量洪水的 Loviisa 發生大量洪水的可能性，同時，電力公司將調查於發生比截至目前為止芬蘭可能發生之地震強度還大的地震時，電廠機組的一些系統如何提供其功能，而預先未加以考量不太可能發生的零下溫度及高溫亦將包括在內，電力公司同時將調查於事故狀態時，電廠機組系統電力供給需求的功能。

STUK 在發展核子安全守則時，將把由福島核能事故所獲取之經驗及調查結果納入考量，相關經驗亦將被考量於芬蘭研究方案中有關

核能電廠安全的強化計劃中，然而，目前為止並無重大改變之需求。在描述中，STUK 說明有效率地改善芬蘭核能電廠機組安全是有可能的，為了確保計劃營運壽命、電廠現代化及改善安全，電力公司針對舊有電廠已有一套長期管理方案。

附錄五.8

美國核管會福島近期專案小組報告之建議事項

12/07/2011

(網站資料來源：http://www.nrc.gov/)

2011 年 7 月 12 日美國核管會(NRC)公布福島事故近期專案小組依據對該事故洞識之審查，提出在 21 世紀強化反應器安全之建議事項，包括五個面向的 12 個建議事項，分別說明如下。

一、 澄清闡明管制架構

建議事項 1－建立具邏輯性、系統化且一致性的管制架構，在深度防禦及風險考量(Risk-Informed Defense-in-Depth, RIDID)間合理平衡以提供適切的安全防護

(1) 草擬風險告知深度防禦架構之政策白皮書，以確保廣泛的設計基準要求能有適當防護

(2) 開始為實施風險告知深度防禦架構立法

(3) 修改管制分析指引與現行強調風險基準指引平衡，更有效地實施深度防禦哲學

(4) 評價由個廠檢查(Individual Plant Examination, IPE)、個廠廠外事件檢查(Individual Plant Examination for External Events, IPEEE)的洞識，以確認潛在共通性或個廠性的管制要求

二、 確保安全防護

建議事項 2－要求業主對運轉中機組重新評估並視需要更新結構物、系統、組件(Structures, Systems, and Components, SSC)在設計基準地震及水災的防護能力(每 10 年納入新的、重

要的歷史資料以確認並視需要更新此設計基準)

(1) 命令業主依 NRC 現行要求與指引重新評估地震、水災的危害，視需要更新設計基準

(2) 開始立法以要求業主每 10 年確認上述危害並處理任何新得知且重要資訊，視需要更新設計基準

(3) 命令業主在上述長期措施完成前，執行地震、水災防護的現場履勘，以確認並處置個廠弱點，針對防水門、密封等防護措施證實有適切的監視與維護

建議事項 3－要求強化預防或減緩由地震導致火災及水災之能力(長期階段)

(1) 共通性安全議題(Generic Safety Issue, GSI) 172：多重性系統反應計畫(Multiple System Responses Program)，已依據 IPEEE 計畫之結果結案

(2) 重新評估 GSI-172，以瞭解地震導致火災及水災使電廠安全設備共因失效的可能性

三、 強化救援能力

建議事項 4－要求對運轉中及興建中機組針對設計基準及超過設計基準廠外事件，導致廠區全黑救援能力的強化

(1) 開始立法以修訂 10 CFR 50.63「廠區全黑」的要求

a、 建立至少 8 小時因應喪失所有交流電源之能力

b、 建立長期喪失所有交流電源 72 小時因應能力所需要之設備、程序書及訓練

c、 事先規劃及備置廠外資源以支援長期因應能力

(2) 命令業主對根據 10 CFR 50.54(hh)(2)之現行設備增

加適合的防護，並視需要增加處置多機組事件能力之設備

建議事項5－要求採馬克I型及II型圍阻體的沸水式(BWR)電廠強化排氣設計及可靠性

(1) 命令業主在BWR馬克I型及II型圍阻體增置可靠且強固的排氣系統

(2) 考慮在福島事故的洞識，對其他設計之圍阻體重新評估此強化排氣系統的需求，並視需要採取適當的管制措施

建議事項6－在福島一廠事故揭露更多資訊後，要求針對在圍阻體或其他廠房內提出並確認氫氣控制及救援的洞識(長期階段)

(1) 建議事項4減少爐心受損及氫氣產生的可能性

(2) 建議事項 5 主要目的為圍阻體過壓保護，也能提供氫氣排放的可靠路徑

(3) 目前資訊尚不足以合理地規劃任何特定建議

建議事項7－要求針對用過燃料池強化補水能力及監控儀器

(1) 命令業主以安全相關儀器提供主控制室監控用過燃料池之重要參數(水位、溫度、輻射)

(2) 命令業主採安全相關電源供應用過燃料池補水系統

(3) 命令業主修改運轉規範要求有用過燃料在池中時，有一串廠內緊急電源為可供電予用過燃料池補水系統及儀器

(4) 命令業主設置耐震之噴灑方法注水進入用過燃料池

(5) 開始立法要求執行上述措施

建議事項8－要求強化並整合廠內緊急應變能力相關之緊急運轉程序書畫 Emergency Operating Procedures, EOPs)、嚴重事故管理指引用(Severe Accident Management Guidelines, SAMGs)及大範圍廠區受損管理指引(Extensive Damage Management Guidelines, EDMGs)

(1) 命令業主修改 EOP 技術指引，以

a、 整合 EOPs、SAMGs 及 EDMGs

b、 具體清楚說明其執行之命令與控制策略

c、 對緊急時執行決策者規定適當的資格及訓練

(2) 修改標準運轉規範第五章行政管制

(3) 命令業主修改運轉規範以符合上述變更

(4) 開始立法對相關人員在 SAMGs 及 EDMGs 要求更務實、實用的訓練及演習

四、 強化緊急應變機制

建議事項9－要求業主的緊急計畫處理長時間廠區全黑及多機組事故

(1) 開始立法要求強化緊急計畫因應多機組事件能力(包括人員、劑量評估、訓練、設備等)

(2) 開始立法要求強化緊急計畫因應長期全黑事件能力(包括通訊、緊急應變資料系統(Emergency Response Data System, ERDS)、訓練、設備等)

(3) 在立法完成前命令業主之要求事項

(4) 命令業主在 2012 年 6 月前完成 ERDS 現代化做為，

以確保多機組廠址監控能力

建議事項 10－要求針對長時間廠區全黑及多機組事故尋求額外的緊急計畫重點(長期階段)

(1) 依據福島事故的洞識分析應變人員現行防護設備的要求及指引

(2) 在長期全黑、多機組事故或兩者，評估決策者的資格及命令、控制架構，以確保在正確設施有適當層級的授權與監督

(3) 評估 ERDS，包括

a、 判定傳送 ERDS 資料的替代方式(如衛星)

b、 判定目前設定從廠址接收之資料為足供評估所需

c、 判定在緊急情況期間 ERDS 須要求持續傳送，不需要運轉員操作

建議事項 11－要求針對決策架構、輻射監測及大眾教育尋求建立緊急計畫之主題(長期階段)

(1) 研究是否須強化廠內緊急應變資源以佐助業主緊急計畫的有效執行

(2) 結合聯邦緊急應變署(Federal Emergency Management Agency, FEMA)、州政府及外部利害關係人評估依據福島事故緊急計畫實施的洞識，確認美國在包括回復、再入等決策架構可能的強化做法

(3) 研究在廠內與緊急應變計畫區(Emergency Plan Zone, EPZ)範圍內即時輻射偵測的效力

(4) 協調適當的聯邦機構執行輻射及輻射安全的訓練，及在核電廠週邊社區適當使用碘片

五、 改善 NRC 計畫效能

建議事項 12－更專注在與建議事項 1 要求建立深度防禦架構之相關要求，強化對業主安全績效(如反應器監管方案(Reactor Oversight Program, ROP))的管制監督

(1) 擴大年度 ROP 自我評估及兩年一次 ROP 重組的範圍，納入更完整深度防禦的考量

(2) 強化 NRC 幕僚在嚴重事故的訓練，包括駐廠視察員在 SAMGs 的訓練

附錄五.9

美國核管會因應近期專案小組報告之後續對策

美國核管會新聞稿 No. 11-151「委員會要求福島專案小組幕僚提出立即的措施」

2011 年 8 月 19 日

委員會要求專案小組在未來的 45 天內提出因應日本福島事故的立即措施(須立即處理之對策)之項目及執行之優先順序。

2011 年 9 月 9 日

專案小組提出在因應日本福島事故近期專案小組(Near-Term Task Force, NTTF)報告建議事項 2~12(完整或部份)須立即實施之項目(詳 SECY-11-0124，說明摘要於後)，並包括提出建議藉公開會議的執行與民眾做溝通。

2011 年 10 月 3 日

專案小組提出在因應日本福島事故 NTTF 報告建議事項 2~12 之優先順序，並列出建議事項的所有措施(詳 SECY-11-0137，說明摘要於後)，並排定與民眾、其他利害關係人及核安諮詢委員會(ACRS)討論的期程。

2013 年 2 月

專案小組將提出在因應日本福島事故 NTTF 報告建議事項 1 調整 NRC 管制之做為，即在風險告知管制及原來管制條款對深度防禦要求，兩者間尋求更好的平衡做法，建立具邏輯性、系統化、一致性且更容易理解的管制架構，須提供建議選項能涵蓋處理建議事項 1 做法的方向。

美國核管會 SECY-11-0124, "Recommended Actions to be Taken Without Delay from the Near-Term Task Force Report"

2011 年 9 月 9 日

美國核管會幕僚提出近期最可能對安全改善之建議事項，包括如下：

2.1 地震及水災危害的重新評估

命令業主依 NRC 現行要求與指引重新評估地震、水災的危害，視需要更新設計基準，提供對安全重要 SSC 防護該更新之危害。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50 附錄 A 的一般設計標準(GDC) 2 "Design Bases for Protection Against Natural Phenomena"，要求對安全重要之 SSC 設計，能承受在水災、海嘯及海灣潮位波動等自然現象之影響，不會喪失執行安全功能的能力。

(2) 在 10 CFR 100 附錄 A "Seismic and Geologic Siting Criteria for Nuclear Power Plants"，提供評估廠址在地震及地質特性適切性的詳細標準。

(3) 管制指引(Regulatory Guide) 1.29、1.59、1.60、1.102、1.125 及 1.208。

此項要求的實施對電力業主及管制單位有增加資源的需求，以因應重新評估的審查之需。幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

(1) 建立執行個廠地震危害重新評估的技術基礎及可接受標準，包括實施在通函 (GL) 2011-XX "Seismic Risk Evaluations for Operating Reactors" 中所考慮的危害及風險方法論。

(2) 重新評估水災危害採用現行管制導則及方法論之應用。

(3) 發展業主遵循 10 CFR 50.54(f)執行(a)採用項(1)討論的方法論重

新評估個廠廠址地震危害，(b)依據更新的地震危害確認已採取或將處理個廠弱點等資訊。

(4) 發展業主遵循 10 CFR 50.54(f)執行(a)採用項(2)討論的方法論重新評估個廠水災危害，(b)依據更新的水災危害確認已採取或將處理個廠弱點等資訊。

(5) 評估業主的回應並採取適當的管制措施，以解決與更新個廠危害有關之弱點。

2.3 地震及水災現場履勘

命令業主在長期措施完成前，執行地震、水災防護的現場履勘，以確認並處置個廠弱點，針對防水門、密封等防護措施證實有適切的監視與維護。

有關管制指引與前項同。幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展業主遵循 10 CFR 50.54(f)執行(a)發展地震及水災現場履勘之方法論及可接受標準，(b)執行地震及水災防護現場履勘以確認並(藉矯正措施計畫)處理個廠弱點，並驗證防護措施監視與維護的適切性，(c)通知 NRC 現場履勘的結果及將採取或規劃之矯正措施等資訊。

4.1 電廠全黑管制措施

開始立法以修訂 10 CFR 50.63「電廠全黑」對運轉及新反應器的要求(1)建立至少 8 小時因應喪失所有交流電源之能力，(2)建立長期喪失所有交流電源 72 小時，針對爐心及用過燃料池冷卻、反應爐冷卻水系統及圍阻體完整性因應能力所需要之設備、程序書及訓練，(3)事先規劃及備置廠外資源以支援長期因應能力之所需，包括重大天災廠外交通基礎設施顯著劣化的情況下，在長期因應期間建立運送設備到廠之能力。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50.63 “Loss of All Alternating Current Power”(也稱之 Station Blackout Rule)，要求核能電廠在特定期間之電廠全黑，必須能夠冷卻反應器爐心、保持圍阻體完整性。

(2) 管制指引(Regulatory Guide) 1.155。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

鼓勵利害關係人協助立法活動，在長期電廠全黑下強化維持安全的能力，相關活動包括管制基礎、法案草案及實施導則等之發展。

4.2 在 10 CFR 50.54(hh)(2)所涵蓋的設備

命令業主對遵循 10 CFR 50.54(hh)(2)之現有設備增加對設計基準外部事件合理的防護，並視需要增加處置多機組事件能力之設備。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50.54(hh)(2)要求業主發展並實施在爆炸或火災喪失大範圍廠區下，維持或回復爐心冷卻、圍阻體及用過燃料池冷卻之導則及策略。策略包括消防、救援燃料受損的操作及放射性物質外釋減至最低的做為。

(2) NEI 06-12 “B.5.b Phase 2 & 3 Submittal Guidance”(第 2 版)。

(3) 在此策略所需設備係經業主承諾管理程序所管制(NEI 99-04 “Guidelines for Managing NRC Commitment Changes”)。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展命令要求業主對符合 10 CFR 50.54(hh)(2)要求之設備提供對外部事件影響的合理防護，並建立、維持能救援多機組事故的足夠能力，建立 10 CFR 50.54(hh)(2)要求設備合理防護設計基準外部危害之可接受標準。

5.1 針對馬克 I 型圍阻體可靠之強化排氣

命令業主在 BWR 馬克 I 型及 II 型圍阻體增置可靠且強固的排氣系統，包括強固排氣系統設計的性能目標，以確認在長期電廠全黑下運轉可靠性及使用(包括開啟與關閉)方便性。

有關管制指引如下：

(1) GL 89-16 “Installation of a Hardened Wetwell Vent”要求 BWR 馬克 I 型圍阻體自願性安裝強化的濕井排氣，在正常或設計基準圍阻體冷卻系統不可用時，以確保能經顯著篩除放射性物質的路徑釋放壓力。目前安裝在馬克 I 型圍阻體的強化濕井排氣，目的為避免超過一次圍阻體壓力限值，設計各異但操作均須依賴交流電源。

(2) 在 NEI 06-12 (第 2 版)指定為 10 CFR 50.54(hh)(2)接受的方法，發展程序書或策略允許在不需交流電源下，排放一次圍阻體至二次圍阻體做為一次圍阻體熱移除的替代方式；然此策略所要求之排放路徑既無設計標準，NRC 現行管制也沒有要求其因應其他嚴重(超過設計基準)事故的能力。

福島事故顯示濕井功能排放、排放閥的易接近及不靠交流電源操作等的重要性。幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展命令要求業主對 BWR 馬克 I 型圍阻體的設計，採取能確認可靠且強固排氣系統的措施，包括發展適切的可靠強化排氣系統設計之技術基礎、可接受標準。

8 強化並整合緊急運轉程序書、嚴重事故處理指引及大範圍廠區受損管理指引

命令業主修改 EOP 技術指引，以(1)整合 EOPs、SAMGs 及 EDMGs，(2)具體清楚說明其執行之命令與控制策略，(3)對緊急時執

行決策者規定適當的資格及訓練。專案小組強烈建議由電廠廠家組織採取對策而非各廠自行其是，並鼓勵使用已建立實務之管制指引(RG)做為採行業主可接受方法之認可。修改標準運轉規範第五章行政管制，命令業主修改運轉規範以符合上述變更，以及開始立法對相關人員在 SAMGs 及 EDMGs 要求更務實、實用的訓練及演習。

有關管制指引如下：

(1) 管制指引 RG 1.33 “Quality Assurance Program Requirements (Operation)” 附錄 A 要求緊急運轉程序書係由運轉規範第五章行政管制建議之一系列程序書。

(2) NUREG-0737 “Clarification of TMI [Three Mile Island] Action Plan Requirements” 的補充資料 1 “Requirements for Emergency Response Capability” (GL 82-33)要求發展 EOP 技術指引並經審查、核准。

(3) 發展 SAMG 係業主自願性計畫，並紀錄符合管制之承諾事項；然 SAMG 並無實務、實際的訓練或演練之要求，也無整合 SAMG、EOP、EDMG 之要求。

(4) 在 10 CFR 50.54(hh)(2) 要求業主發展 EDMG，在 SECY-11-0053 “Final Rule: Enhancements to Emergency Preparedness Regulations (10 CFR Part 50 and 10 CFR Part 52)” 要求 EDMG 的演練，然並無對該導則或策略做訓練之要求。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展立法草案鼓勵業主參與廠內緊急應變流程、程序書、訓練及演練整合之方法論，修訂 EOP 一般技術指引俾納入 SAMG、EDMG 的指引為整合之方式，並澄清確認命令及控制議題為適宜。

9.3 緊急應變管制措施

在立法完成前命令業主緊急計劃能處理長期電廠全黑及多機組事件之要求事項，(1)評估多機組事故反應所必須人力並實施補充，(2)在長期電廠全黑下提供廠內人員間及廠內/廠外所需通訊設備電源的多樣方式。另包括建議事項 9.4，為確保多機組廠址監視能力，命令業主在 2012 年 6 月完成緊急反應資料系統(Emergency Response Data System, ERDS)現代化倡議。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50.47 “Emergency Plans”及 10 CFR 50 附錄 E “Emergency Planning and Preparedness for Production and Utilization Facilities”描述符合緊急計劃要求之資訊。

(2) NUREG-0654 “Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants”，1980 年 11 月，第一版。

(3) SECY-11-0053 “Final Rule: Enhancement to Emergency Preparedness Regulations (10 CFR Part 50 and 10 CFR Part 52)”，2011 年 4 月。

(4) 在 10 CFR 50.27(b)(5)及 10 CFR 50 附錄 E 要求業主對位在緊急計劃區內的民眾提供通告及宣導以及 NRC 對 ERDS 之要求法規。

(5) NUREG-0696 “Functional Criteria for Emergency Response Facilities”，1981 年 2 月。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展業主遵循 10 CFR 50.54(f)執行(a)研究反應多機組事件所必須職務之人力，(b)評估在長期電廠全黑廠內及廠外人員間通訊設備電源之強化，(c)通知 NRC 人力研究、通訊設備電源可靠研究的結果

及將採取或規劃之實施期程等資訊。

此外，幕僚認為與建議事項 9.4 緊急應變資料系統(Emergency Response Data System, ERDS)的現代化，依據現行工業能力尚不須要求實施 ERDS 的現代化。幕僚對有關建議事項 7 用過燃料池強化補水能力及監控儀器，必須做更多的審查以確認特定的管制措施，例如，在建議事項 2.1 的結果可能影響用過燃料池儀器的耐震要求。對於 Watts Bar 2 號機及 Bellefonte 1 及 2 號機等運轉執照審查，亦應採取 NTTF 報告評估之強化因應方式。

美國核管會 SECY-11-0137, “Prioritization of Recommended Actions to be Taken in Response to Fukushima Lessons Learned”

2011 年 10 月 3 日

本審查報告係由 NRC 資深經理代表及技術專家組成小組完成優先順序評估之審查，並接受在 SECY-11-0124 提出之「對公眾健康與安全並無立即威脅之發現」說明，及近期(立即採取不應有不必要延遲)對安全有最大改善效益之建議事項，亦認同目前並沒有足夠的資源同時針對所有建議事項發展對策。以下將 NTTF 報告的 12 個建議事項優先順序分成三個階段，並另行納入最近美國核管會第一階段建議事項與利害關係人相關會議之摘要，敘述內容目前並非美國核管會之正式立場，然係幕僚提出第一階段建議事項的實施做法供與會之利害關係人參考，爾後將持續追蹤美國核管會在 101 年 3 月 9 日發出之命令及 10 CFR 50.54(f)函之技術細節與要求，以為我國核電廠核安再昇級之參考依據。

第一階段(Tier 1)

歸類至第一階段的建議事項係不應有不必要延遲立即採取措施，且包括現有為可用之關鍵技術等資源運用上有足夠彈性。第一階段包括在 SECY-11-0124 所提出之項目以及另外兩個項目，首先，在建議事項 5.1 須同時考量馬克 II 型圍阻體增設可靠及強化設計之排氣系統，其次，建議事項 7.1 在用過燃料池儀器的實施，此兩項均係應立即採取措施者。第一階段的建議事項如下，NRC 與利害關係人公開會議之資訊亦納入各建議事項的說明，並標示美國 NRC ADAMS 系統之檔案編號。

在 101 年 1 月 13 日指導委員會議中，第一階段建議事項的命令或 10 CFR 50.54(f)函須在 101 年 3 月 11 日福島事故週年前提出。初期應專注在安全效益最高的建議事項 2.3 及 4.2。(ML120120491)

2.1 重新評估地震、水災危害

命令業主依 NRC 現行要求與指引重新評估地震、水災的危害，視需要更新設計基準，提供對安全重要 SSC 防護該更新之危害。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50 附錄 A 的一般設計標準(GDC) 2“Design Bases for Protection Against Natural Phenomena”，要求對安全重要之 SSC 設計，能承受在水災、海嘯及海灣潮位波動等自然現象之影響，不會喪失執行安全功能的能力。

(2) 在 10 CFR 100 附錄 A“Seismic and Geologic Siting Criteria for Nuclear Power Plants”，提供評估廠址在地震及地質特性適切性的詳細標準。在 1997 年 1 月 11 日前引用附錄 A 依定論式方法發展廠址之地震設計基準，在 1997 年 1 月 11 日後 10 CFR 100.23 應用不確定度的特性發展地震設計基準。10 CFR 52 對新執照廠址的要求。10 CFR 100.20“Factors to be Considered when Evaluating Sites”(1996 年)目前並未適用在運轉中電廠的管制。

(3) NUREG-0800“Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR [Light-Water Reactor] Edition”，第 2.4.6 節“Probable Maximum Tsunami Hazards”。(第 2.4 章包括水文安全審查領域)

(4) 管制指引(Regulatory Guide) 1.29、1.59、1.60、1.102、1.125 及 1.208。

(5) ANS 2.8：Determining Design Basis Flooding at Power Reactor Sites (1992 版）

(6) NUREG/CR-7046 ： Design-Basis Flood Estimation for the Site Characterization at Nuclear Power Plants in the USA (2011 年 11 月)

(7) 10 CFR 50.34(a)(1)、(a)(3)、(a)(4)、(b)(1)、(b)(2)及(b)(4)

此項要求的實施對電力業主及管制單位有增加資源的需求，以因應重新評估的審查之需。幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

(1)建立執行個廠地震危害重新評估的技術基礎及可接受標準，包括實施在通函(GL) 2011-XX“Seismic Risk Evaluations for Operating Reactors”(ML111710783)中所考慮的危害及風險方法論。

(2)重新評估水災危害採用現行管制導則及方法論之應用。

(3)發展業主遵循 10 CFR 50.54(f)執行(a)採用項(1)討論的方法論重新評估個廠廠址地震危害，(b)依據更新的地震危害確認已採取或將處理個廠弱點等資訊。

(4)發展業主遵循 10 CFR 50.54(f)執行(a)採用項(2)討論的方法論重新評估個廠水災危害，(b)依據更新的水災危害確認已採取或將處理個廠弱點等資訊。

(5)評估業主的回應並採取適當的管制措施，以解決與更新個廠危害有關之弱點。

重新評估地震危害之期程與哩程碑：

(1)對業主發出 10 CFR 50.54(f)函(期程 6 個月)，包括方法論、技術基礎及接受標準等。

(2)對業主之回應撰寫安全評估報告(期程待定)，或 NUREG 報告紀錄審查結論。

(3)視需要對業主發出命令(在決定發出命令後 3 個月)，包括發展管制基礎及命令草案。

(4)視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察及更新標準化電廠分析風險(Standardized Plant Analysis Risk, SPAR)模式。

(5)對業主發出 10 CFR 50.54(f)結案函且/或命令(最後一次視察後 1 個月）。

重新評估水災危害之期程與哩程碑：

(1)對業主發出 10 CFR 50.54(f)函(期程 8 個月)，包括方法論、技術基礎及接受標準等。

(2)對業主之回應撰寫安全評估報告(期程待定)，或 NUREG 報告紀錄審查結論。

(3)視需要對業主發出命令(在決定發出命令後 3 個月)，包括發展管制基礎及命令草案。

(4)視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察及更新 SPAR 模式。對業主發出 10 CFR 50.54(f)結案函且/或命令(最後一次視察後 1 個月）。

本建議事項在重新評估地震危害約需 30.25 全時工作人員(Full-Time Equivalency, FTE)，在重新評估水災危害約需 20FTE。

此建議事項除地震、海嘯及水災外，必須包括其他廠外危害，並據以決定額外管制措施的要求(如命令電廠修改），發出 10 CFR 50.54(f)函後半年(即 101 年 6 月 9 日)內提出實施導則。(ML120120491)

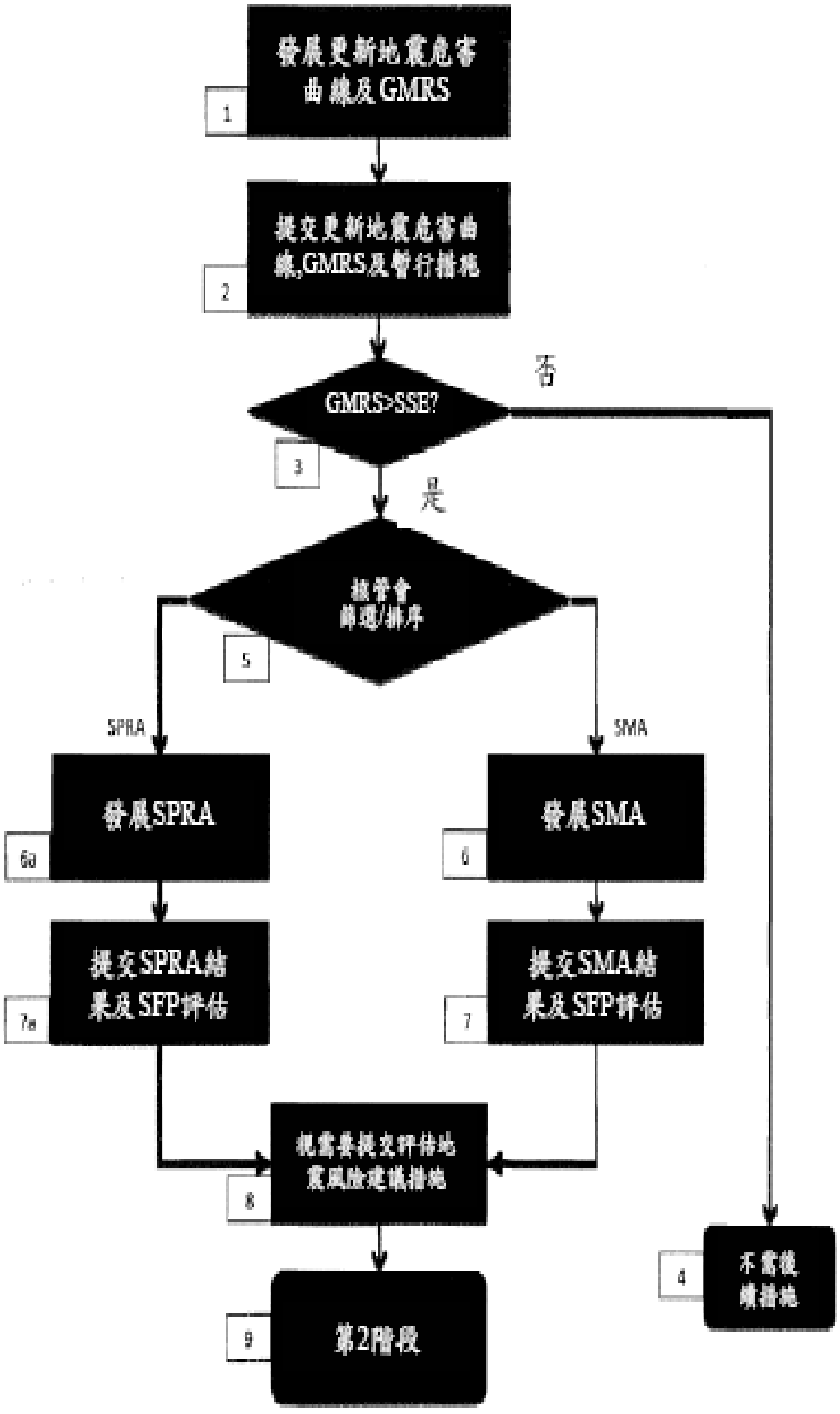
在 100 年 12 月 14 日的會議中 NRC 幕僚認為在此建議事項，另須評估包括歐盟壓力測試及其他國際上對福島事故地震及海嘯之報告。(ML11346A007)

在 101 年 1 月 18 日的會議中幕僚提出水災危害重新評估的程序(草案版詳如 ML120110116)，採用現今的導則與方法論(NUREG/CR-7046)執行所有不同水災機制危害的重新評估，規劃在半年內發展評估程序，一年內提出危害重新評估結果，兩年內完成報告定稿版。羅列其他廠外危害包括設計基準龍捲風、颶風、強風(SRP 2.3.1、3.3.1)、豪雨(廠房屋頂排水有關，SRP 2.3.1、2.4.2，DC/COL-ISG-7)、環境設計溫度(SRP 2.3.1、5.4.7、6.2.1、6.2.2、6.4、9.1.3 及 9.2.2)、最終熱沉設計基準(SRP 2.3.1、2.4.7、及 9.2.5，RG 1.27 第 2 版)、包括閃電、沙塵暴、森林火災及火山活動等其他重要的自然現象(SRP 2.2.1、2.2.2、2.2.3 及 2.3.1，RG 1.204)；規劃其他廠外危害在半年內發展評估程序(草案版詳如 ML120110118)，一年內提出危害重新評估結果，兩年內完成報告定稿版。幕僚亦提出地震危害重新評估的程序(草案版詳如 ML120110114)，採 RG 1.208 發展新的地震危害曲線及地表運

動反應譜(GMRS)，並視其與原設計基準地震(SSE)比較而採取不同程度之後續管制措施，例如，GMRS 在 10Hz 以上範圍超過 SSE 則必須執行 SMA，而 GMRS 在 1Hz 至 10Hz 範圍若超過 1.3 倍 SSE 則必須執行 SPRA；規劃地震危害在半年內完成風險評估實施程序，一年內(美國西部或有新事證廠址得延長)提出危害重新評估結果，三年內完成報告定稿版(ML120130314、ML120170112)。在 SECY 12-0025 將其他自然危害歸類在 Tier 2 的新增建議事項 2.1 (ML12039A111)。

美國核管會 101 年 3 月 12 日對電力業主提出對重新評估自然危害(地震、水災包括海嘯)資訊之要求，依據該文件羅列有目的、背景說明、適用之管制規範、兩階段做法、電力業主須採行之對策、電力業主須提供之資訊以及電力業主須回應項目等。

美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 重新評估地震危害的評估程序，包括第 1 階段及第 2 階段，評估程序第 1 階段之說明如下圖。



在評估程序的第 1 階段係要求電力業主採用最新的地震危害資訊及

目前的管制導則及方法論，視需要執行風險評估，重新評估廠址之地震危害。

在第 1 階段依據 RG 1.208 發展風險告知、性能基準之地表運動反應譜(GMRS)，在此 RG 建議採用 Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC)方法論處理專家判斷及不準度之量化，以發展機率式地震危害分析之地震源及地表運動模式，獲得廠址的 GMRS。建議事項 2.1 除了反應器完整性的評估，包括用過燃料池完整性的評估，須涵蓋用過燃料池的牆、管線、穿越器、傳送渠道閘門及密封等可能導致用過燃料池顯著喪失水存量。在評估程序的第 2 階段將依據第 1 階段的結果，視需要採行額外的管制措施(例如更新設計基準)以防護更新之地震危害。

在地震評估要求之資訊包括：

<u>地震危害評估</u>

(1) 個廠廠址地震危害曲線

(2) 依據更新之廠址地震危害曲線發展個廠 GMRS

(3) SSE 地表加速度值

(4) 比較前兩項並採取適切之對策

(5) 由 NTTF 建議事項 2.3 履勘及由原風險評估計算耐震能力之額外資訊供 NRC 篩選及排序

(6) 較原設計基準有更高地震危害之廠址，惟在完成以下要求風險評估前，提出之因應對策或暫行措施

(7) 選擇適當之風險評估方法論

<u>地震風險評估</u>

(8) SMA 或 SPRA

A. 執行 SMA 電廠須提出之資訊，包括(a)量化地震餘裕(SSC 之 HCLPF)之方法論及重要假設，(b)表列 SSC 之地震餘裕值、主要失效模式及資料

來源，(c)個別分析的 SSC 之地震餘裕參數，如加速度中值、對數標準差等及相關技術基礎，(d)篩選 SSC 之一般性基礎，(e)說明 SMA，涵蓋邏輯模式發展、地震反應分析、圍阻體性能評估結果、篩濾分析結果、個廠地震履勘結果、個別 SSC 主要失效模式確認及納在 SMA 邏輯模式中各 SSC 之 HCLPF 計算，(f)描述 SMA 程序之適切性，包括同行審查的發現，及(g)確認個廠之弱點及規劃或採行之對策。

B. 執行 SPRA 電廠須提出之資訊，包括(a)對地震 CDF 重要貢獻項目之表列，及 RAW、F-V、Birnbaum 等重要度指標，(b)分析地震 CDF、LERF 方法論之摘要，涵蓋 SSC 耐震強度評估方法論及重要假設、主要失效模式及資料來源，耐震強度之參數，個廠履勘重要發現及已採行矯正措施，電廠地震反應分析及量化之程序如廠內 PRA 模式之特定調整為地震 PRA 模式及理由，圍阻體性能有關的假設，(c)描述 SPRA 程序之適切性，包括同行審查的發現，及(d)確認個廠之弱點及規劃或採行之對策。

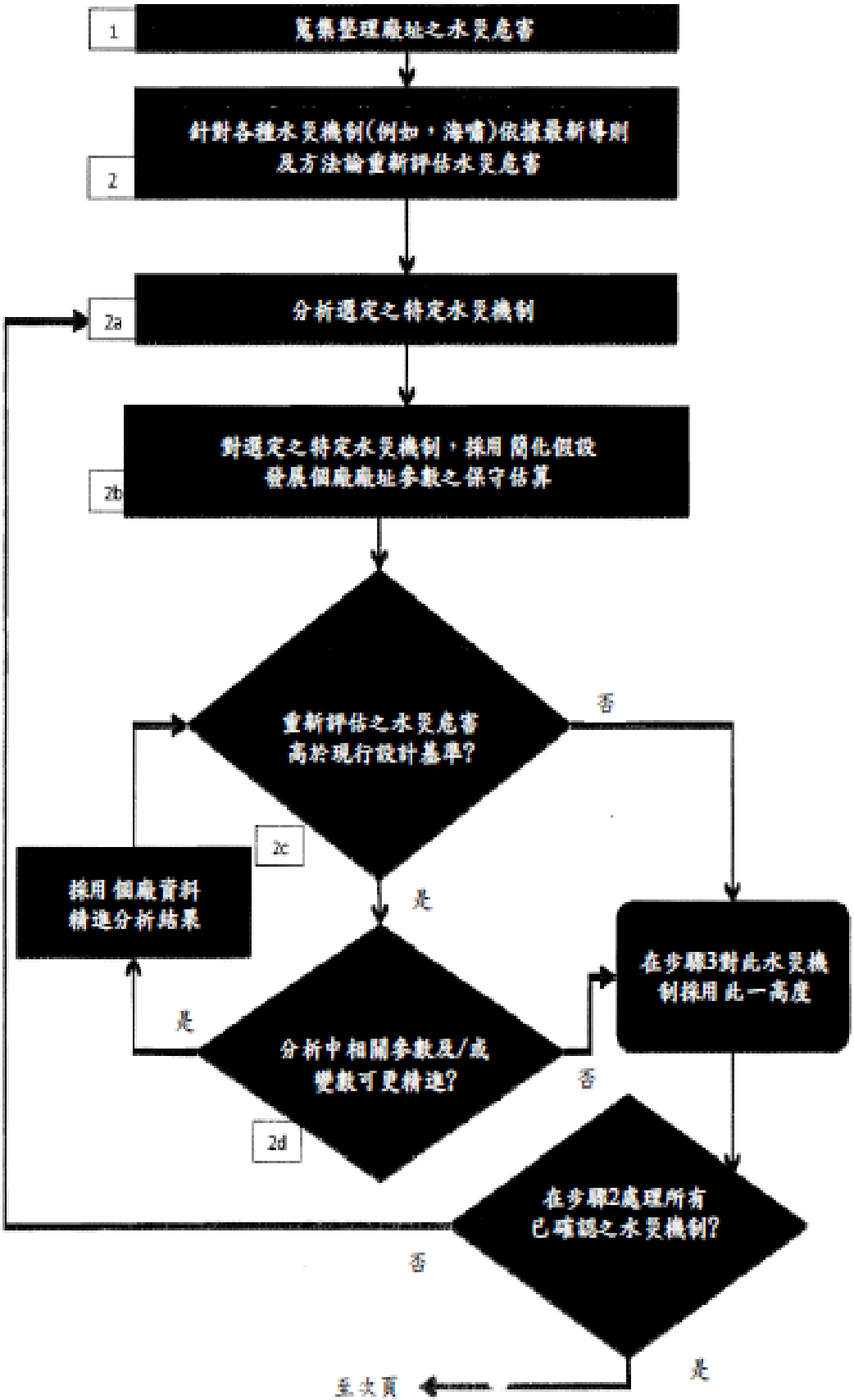
(9) 用過燃料池的評估

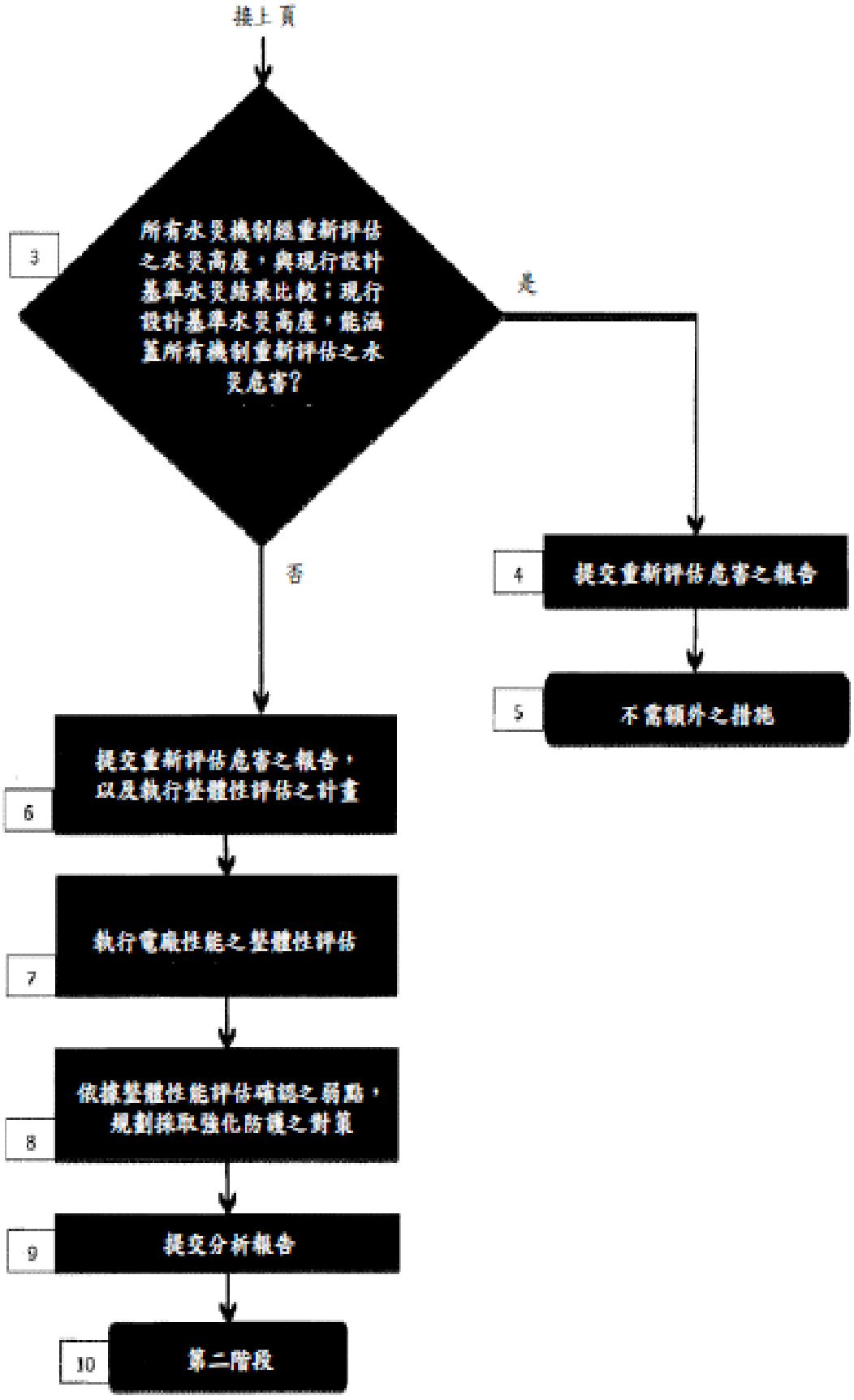
A. 說明用過燃料池完整性評估的程序。

B. 評估結果。

C. 確認與用過燃料池完整性有關弱點及規劃或採行之對策。

美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 重新評估水災危害的評估程序，包括第 1 階段及第 2 階段，評估程序第 1 階段之說明如下圖。


1
蒐集整理廠址之水災危害
針對各種水災機制(例如，海嘯)依據最新準則
及方法論重新評估水災危害
2
2a
分析選定之特定水災機制
對選定之特定水災機制，採用簡化假設
發展個廠廠址參數之保守估算
2b
重新評估之水災危害
高於現行設計基準?
否
2c
採用個廠資料
精進分析結果
是
在步驟3對此水災機
制採用此一高度
是
分析中相關參數及/或
變數可更精進?
否
2d
在步驟2處理所有
已確認之水災機制?
否
是
至次頁



在水災評估要求之資訊包括：

重新評估危害報告

執行水災危害重新評估，提出詳細分析之報告。

(1) 有關水災危害的廠址資訊，詳細廠址資訊、對所有水災機制之現行設計基準高度、持照至今水災相關持照基準及水災防護的變更、持照至今流域及地貌之變更、現今水災基準之防護及救援設施、評估水災危害之其他細節(如海域探測、履勘結果等)

(2) 採最新之方法論及審查導則評估各種水災機制所導致之水災危害，各種水災機制須包括豪大雨、河流水災、水壩潰堤、暴潮及波動、海嘯、河流改道及可能機制合併之效應。提供不適用個廠廠址水災機制之佐證

(3) 提供各種水災機制在現行設計基準及重新評估之比較，包括由 NTTF 建議事項 2.3 履勘之發現

(4) 較原設計基準有更高水災危害之廠址，惟在完成以下要求整體評估前，提出之因應對策或暫行措施

(5) 視需要提出更多的防護措施

整體性評估報告

對現行設計基準水災不能涵蓋水災危害重新評估者，須提出以下報告。

(1) 與個廠在水災期間完整性之整體性評估有關程序之說明

(2) 個廠評估關鍵性水災機制的影響及防護、救援措施的有效性，探討個廠是否仍有足夠的餘裕

(3) 說明任何額外的已安裝或規劃之防護、救援措施，及及功能

(4) 確認其他應採取或規劃以處理個廠弱點之措施

2.3 地震、水災防護的現場履勘

命令業主在長期措施(廠外事件設計基準更新)完成前，執行地震、水災防護的現場履勘，以確認並處置個廠弱點，針對防水門、密封等防護措

施證實有適切的監視與維護。

有關管制指引與前項同。現有的地震防護現場履勘指引包括 EPRI NP-6041-SL“A Methodology for Assessment of Nuclear Power Plant Seismic Margin”(第 1 版)，地震資格業主團體(SQUG)程序書“Generic Implementation Procedure (GIP) for Seismic Verification of Nuclear Plant Equipment”，及 IAEA NS-G-2.13“Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations”，之前已執行 TI 2515/183“Followup to the Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Event”對業主電廠相關現場檢查等資料，有助益於此建議事項的實施。目前福島一廠及二廠對 SSC 的評估及檢查，以及 2011 年 8 月 23 日 North Anna 電廠地震事件的評估均可提供有價值之洞識。

一些電廠的防洪措施係依賴沙包、臨時防水牆、阻隔及移動式設備等暫時性防洪設施及人員操作，之前已執行 TI 2515/183 業主電廠現場視察的觀察及發現，以及 Fort Calhoun 廠址最近水災事件顯示暫時性防洪措施的重要性。幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

鼓勵利害關係人發展地震及水災現場履勘之方法論及接受標準，發展 10 CFR 50.54(f)要求業主遵循並執行(a)執行地震及水災防護現場履勘以確認並(藉矯正措施計畫)處理個廠弱點，並驗證防護措施監視與維護的適切性，(b)通知 NRC 現場履勘的結果及將採取或規劃之矯正措施等資訊。

地震現場履勘之期程與哩程碑：

(1) 對業主發出 10 CFR 50.54(f)函(期程 6 個月)，包括方法論、技術基礎及接受標準等。

(2) 對業主之回應撰寫安全評估報告(期程待定)，或 NUREG 報告紀錄審查結論。

(3) 視需要對業主發出命令(在決定發出命令後 3 個月)，包括發展管制基礎及命令草案。

(4)執行檢查活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察及更新 SPAR 模式。

(5)對業主發出 10 CFR 50.54(f)結案函且/或命令(最後一次視察後 1 個月)。

水災現場履勘之期程與哩程碑：

(1)對業主發出 10 CFR 50.54(f)函(期程 8 個月)，包括方法論、技術基礎及接受標準等。

(2)對業主之回應撰寫安全評估報告(期程待定)，或 NUREG 報告紀錄審查結論。

(3)視需要對業主發出命令(在決定發出命令後 3 個月)，包括發展管制基礎及命令草案。

(4)執行檢查活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察及更新 SPAR 模式。

(5)對業主發出 10 CFR 50.54(f)結案函且/或命令(最後一次視察後 1 個月)。

本建議事項在地震現場履勘約需 16.65 全時工作人員(Full-Time Equivalency, FTE)，在水災現場履勘約需 16.35FTE。

此建議事項在水災的現場履勘，必須處理包括其他廠外危害的現場履勘(ML120120491)。在 SECY 12-0025 將其他自然危害重新評估歸類在 Tier 2 的新增建議事項 2.1，美國核管會鼓勵電力業主將其他廠外危害的現場履勘，納入水災危害防護現場履勘項目的執行。 (ML12039A111)。

在 101 年 1 月 18 日的會議中幕僚提出規劃分別在 90 天、120 天內發展水災、地震現場履勘程序(水災草案版詳如 ML120110121、地震草案版詳如 ML120110119)，半年內完成水災、地震現場履勘程序定稿版。(ML120130314)

4.1 電廠全黑之管制措施

開始立法以修訂 10 CFR 50.63「電廠全黑」對運轉及新反應器的要求(1)建立至少 8 小時因應喪失所有交流電源之能力，(2)建立長期喪失所有交

流電源 72 小時，針對爐心及用過燃料池冷卻、反應爐冷卻水系統及圍阻體完整性因應能力所需要之設備、程序書及訓練，(3)事先規劃及備置廠外資源以支援長期因應能力之所需，包括重大天災廠外交通基礎設施顯著劣化的情況下，在長期因應期間建立運送設備到廠之能力。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50.63 “Loss of All Alternating Current Power”(也稱之 Station Blackout Rule)，要求核能電廠在特定期間之電廠全黑，必須能夠冷卻反應器爐心、保持圍阻體完整性。

(2) 管制指引(Regulatory Guide) 1.155。

在建議事項 4.2 採取之暫行因應對策，幕僚對此建議事項規劃採標準立法程序，依 SECY-11-0032 “Consideration of Cumulative Effects of Regulation in the Rulemaking Process”適當納入利害關係人於立法程序及期程。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

鼓勵利害關係人協助立法活動，在長期電廠全黑下強化維持安全的能力，相關活動包括管制基礎、法案草案及實施導則等之發展。

電廠全黑管制立法之期程與哩程碑：

(1) 發展並發出定案版法案(期程 4.25 年)，包括納入利害關係人意見發展管制基礎(一般須 13 個月)，提出法案草案及實施導則供評論(一般為 16 個月，包括 4 個月委員會審查程序)，法案草案階段視需要進行 ACRS 審查，提出定案版法案、實施導則(一般為 22 個月)。

(2) 執照審查(期程待定)，包括業主提交報告，幕僚審查及安全評估。

(3) 視察活動(期程待定)，包括納入 ROP 之視察，執行視察及更新 SPAR 模式。

本建議事項約需 22.35 FTE。

在 101 年 1 月 13 日指導委員會議中幕僚指出此建議事項在 24~30 個月內完成立法(包括今年 3 月底預先公告立法草案 ANPR)，並盡力在五年(2016)內完成福島事故之經驗回饋。(ML120120491)

4.2 在 10 CFR 50.54(hh)(2)所涵蓋之設備

命令業主對遵循 10 CFR 50.54(hh)(2)之現有設備增加對設計基準外部事件合理的防護，並視需要增加處置多機組事件能力之設備。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50.54(hh)(2)要求業主發展並實施在爆炸或火災喪失大範圍廠區下，維持或回復爐心冷卻、圍阻體及用過燃料池冷卻之導則及策略。策略包括消防、救援燃料受損的操作及放射性物質外釋減至最低的做為。

(2) NEI 06-12 “B.5.b Phase 2 & 3 Submittal Guidance”(第 2 版)。

(3) 在此策略所需設備係經業主承諾管理程序所管制(NEI 99-04 “Guidelines for Managing NRC Commitment Changes”)。

NTTF 報告指出 10 CFR 50.54(hh)(2)僅處理單機組事件並儲備保安有關肇始事件所需之設備，且在 NEI 06-12 未提及這些設備對廠外事件影響的防護，如能合理防護這些設備仍符合原保安目的並能增加效益；此外執行 10 CFR 50.54(hh)(2)設備應擴充至能處理多機組狀況。在 RIS 2008-15“NRC Staff Position on Crediting Mitigating Strategies Implemented in Response to Security Orders in Risk-Informed Licensing Actions and in the Significance Determination Process”討論用相關設備獲得救援長期電廠全黑之效益，故必須將相關措施程序書化並加以訓練，對於建議事項 9.3 對於人力之評估亦應納入。利害關係人必須針對這些設備的合理防護做探討。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

(1) (a)發展對符合 10 CFR 50.54(hh)(2)要求之設備提供對設計基準外部事件影響合理防護的接受標準,(b)評估能救援多機組事故足夠能力的設備之需，(c)發展佐助策略及訓練之需要。

(2) 命令業主(a)對符合 10 CFR 50.54(hh)(2)要求之設備提供對外部事件影響的合理防護，(b)建立、維持能救援多機組事故的足夠能力，(c)發展、實施及維持策略及相關之訓練。

強化 10 CFR 50.54(hh)(2)所涵蓋設備廠外事件防護之期程與哩程碑：

(1) 發展並發出命令(期程 6 個月)，包括發展合理防護、設備數量之管制基礎及接受標準。

(2) 執照審查(期程 4 個月)，包括業主提交報告，幕僚審查及安全評估。

(3) 視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察及更新 SPAR 模式。

(4) 對業主發出結案命令(最後一次視察後 1 個月）。

本建議事項約需 18.75 FTE。

在 101 年 1 月 18 日會議 NRC 幕僚指出在今年 6 月 30 日前，提出此建議事項之幕僚暫行導則(ISG)，在發出 ISG 後兩年內業主須達成符合 ISG 之要求(ML12013A241)。在 101 年 2 月 9 日 ACRS 會議修訂為在今年 8 月 31 日前，提出此建議事項之 ISG，電力業主 102 年 2 月提出業主的實施計畫(並須每半年提出一次狀態報告)，在業主提出實施計畫後兩個燃料週期內或 105 年底前(以時間先到者為準)業主須達成符合 ISG 之要求(SECY 12-0025)。

在 101 年 1 月 13 日指導委員會議中幕僚針對 NEI 提出 FLEX (diverse and flexible approach)方式做為超過設計基準的強化措施係可接受的方法論，但須要藉能視察並可實施的增強及彈性(flexible)兩種方式佐證該特定的強化措施。納入喪失最終熱沉的新增建議事項。(ML120120491) 在 100 年 12 月 14 日會議摘要中幕僚強調採如 FLEX 方式，強化廠址救援超過設

計基準事件的能力，並未處理現行設計基準的適切性議題，亦未能符合重新評估自然危害的目標。(ML11353A390)

5.1 馬克 I 型、II 型圍阻體強化排氣設計及可靠性

命令業主在 BWR 馬克 I 型及 II 型圍阻體增置可靠且強固的排氣系統，包括強固排氣系統設計的性能目標，以確認在長期電廠全黑下運轉可靠性及使用(包括開啟與關閉)方便性。

有關管制指引如下：

(1) GDC 16 圍阻體設計。10 CFR 50.34(f)(3)(iv)。

(2) GL 89-16 “Installation of a Hardened Wetwell Vent”要求 BWR 馬克 I 型圍阻體自願性安裝強化的濕井排氣，在正常或設計基準圍阻體冷卻系統不可用時，以確保能經顯著篩除放射性物質的路徑釋放壓力。目前安裝在馬克 I 型圍阻體的強化濕井排氣，目的為避免超過一次圍阻體壓力限值，設計各異但操作均須依賴交流電源。

(3) 在 NEI 06-12 (第 2 版)指定為 10 CFR 50.54(hh)(2)接受的方法，發展程序書或策略允許在不需交流電源下，排放一次圍阻體至二次圍阻體做為一次圍阻體熱移除的替代方式；然此策略所要求之排放路徑既無設計標準，NRC 現行管制也沒有要求其因應其他嚴重(超過設計基準)事故的能力。

SECY 89-17“Mark I Containment Performance Improvement Program”如 NTTF 報告之要求，福島事故顯示濕井功能排放、排放閥的易接近及不靠交流電源操作等的重要性，美國所有馬克 I 型圍阻體電廠均裝設強化排氣系統，並能提供符合 10 CFR 50.54(hh)(2)要求長期電廠全黑之用，然而，並未考量在電廠全黑及現場高輻射下接近性及操作性等使用方便性。在 SRM SECY-11-0137 要求圍阻體強化排氣設計包括過濾功能係建議事項之一，幕僚認為有必要針對 BWR 馬克 I 型及 II 型圍阻體發展可靠

強化排氣系統的管制基礎及接受標準，包括在長期電廠全黑運轉之排放容量、易接近性、氫氣及分裂產物之安全處理。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展並命令業主要求對 BWR 馬克 I 型及 II 型圍阻體的設計，採取能確認可靠且強固排氣系統的措施，包括發展適切的可靠強化排氣系統設計之技術基礎、接受標準。

強化排氣設計及可靠性之期程與哩程碑：

(1) 發展並發出命令(期程 6 個月)，包括發展可靠強固溼井排放系統之管制基礎及接受標準。

(2) 執照審查(期程待定)，包括業主提交報告，幕僚審查及安全評估。

(3) 視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察。

(4) 對業主發出結案命令(最後一次視察後 1 個月）。

本建議事項約需 8.35 FTE。

NRC 幕僚在 100 年 12 月 15 日會議指出強化排氣系統能由濕井或乾井完成，具備過濾器功能有利於圍阻體排氣之決策，該系統不應在機組間共用或與其他安全/非安全系統之運轉互相干擾，規劃在 101 年 4 月 16 日發出命令。(ML11348A100)

NRC 幕僚在 101 年 1 月 17 日會議說明暫行命令將過濾功能視為考量中之議題，要求業主在發展強化排氣系統應保留未來能設置過濾能力，預計業主的所有措施將在 104 年 3 月 10 日前完成，強化排氣系統之設計要求為非動力操作降壓至適當值，任何時候能採動力操作降壓至低壓注水系統可用。強化排氣系統之設備為永久設置者，能在長期電廠全黑下操作，且不應對運轉人員造成非必要之危害。強化排氣系統設計在第二個圍阻體隔離閥須為安全相關，之後可為非安全相關，且必須能承受地震事件的強固耐用設計，修訂在 101 年 3 月 9 日發出命令(ML12013A230)。在 101 年

2 月 9 日 ACRS 會議修訂為在今年 8 月 31 日前，提出此建議事項之 ISG，電力業主 102 年 2 月提出業主的實施計畫(並須每半年提出一次狀態報告)，在業主提出實施計畫後兩個燃料週期內或 105 年底前(以時間先到者為準)業主須達成符合 ISG 之要求(SECY 12-0025)，並考量 2012 年 7 月評估報告納入反應器廠房以外建築物排氣的需求。

7.1 用過燃料池儀器

命令業主提供能承受設計基準自然現象且足夠安全相關之儀器，以提供控制室監視用過燃料池的重要參數(也就是說，水位、溫度及區域輻射量)。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50 附錄 A 之 GDC 61 “Fuel storage and handling and radioactivity control”說明用過燃料池設計在事故情況下能有效避免用過燃料池的水存量顯著降低。

(2) 在 10 CFR 50 附錄 A 之 GDC 63 “Monitoring fuel and waste storage”說明適當儀器提供(a)可能導致喪失熱移除能力狀況的偵測，(b)啟動適切安全措施。

現行用過燃料池儀器的設計並未保持事故狀況下的功能，如改善儀器的可靠度及監視範圍，可提供長期喪失冷卻及喪失水存量事件下用過燃料池運轉情況之資訊，故相關儀器必須在嚴酷環境(過燃料池水飽和)能可靠地運轉，提供可靠可能安全相關的電源。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

鼓勵利害關係人提出決定(1)構成可靠(可能安全相關)用過燃料池儀器，(2)儀器能符合既定功能的情況，(3)應監視的用過燃料池參數(例如，水位、溫度及區域輻射量)，(4)實施補水的策略及(5)需提供參數指示的場所(例如，控制室且/或遙控位置)，並發展且命令要求業主提供可靠的用過

燃料池儀器。

可靠的用過燃料池儀器之期程與哩程碑：

(1)發展並發出命令(期程 6 個月)，包括決定儀器之要求。

(2)執照審查(期程 4 個月)，包括業主提交報告，幕僚審查及安全評估。

(3)視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察。

(4)對業主發出結案命令(最後一次視察後 1 個月）。

本建議事項約需 8.75 FTE。

在 100 年 12 月 15 日、101 年 1 月 19 日之兩次會議後，NRC 指出如業界需要(業界指出命令應涵蓋性能基準要求，ML12010A003)將在今年 4 月 19 日前提出導則，在發出導則後兩年內業主須達成符合導則之要求(ML12013A237)。在 101 年 2 月 9 日 ACRS 會議修訂為在今年 8 月 31 日前，提出此建議事項之 ISG，電力業主 102 年 2 月提出業主的實施計畫(並須每半年提出一次狀態報告)，在業主提出實施計畫後兩個燃料週期內或 105 年底前(以時間先到者為準)業主須達成符合 ISG 之要求(SECY 12-0025)。

此建議事項的標準及要求內容如下表(ML12013A237)。

標準	要求內容
儀器	永久固定式及後備(移動或固定)之水位儀器
監視能力	連續可用，需要即指示，電力中斷做校正維護
指示位置	控制室或遙控停機盤，移動式用在易接近處
佐助迅速確認 SFP 情況	強制冷卻運轉之適當水位，不適當屏障輻射並威脅進出之水位，低於儲放燃料頂部之水位
品質要求	強化品質(如消防之品保），藉現有結構優化飛射物防護，設備須為耐震一級，佐證嚴苛環境功能可用，設備須耐震及抗輻射

電源	非安全及備用(電池或外部)電源

8 強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs

命令業主修改 EOP 技術指引，以(1)整合 EOPs、SAMGs 及 EDMGs，(2)具體清楚說明其執行之命令與控制策略，(3)對緊急時執行決策者規定適當的資格及訓練。專案小組強烈建議由電廠廠家組織採取對策而非各廠自行其是，並鼓勵使用已建立實務之管制指引(RG)做為採行業主可接受方法之認可。修改標準運轉規範第五章行政管制，命令業主修改運轉規範以符合上述變更，以及開始立法對包括在緊急時為決策之相關人員在 SAMGs 及 EDMGs 要求更務實、實用的訓練及演習。

有關管制指引如下：

(1) 管制指引 RG 1.33“Quality Assurance Program Requirements (Operation)”(第 2 版)附錄 A 要求緊急運轉程序書係由運轉規範第五章行政管制建議之一系列程序書。

(2) NUREG-0737 “Clarification of TMI [Three Mile Island] Action Plan Requirements”的補充資料 1 “Requirements for Emergency Response Capability”(GL 82-33)要求發展 EOP 技術指引並經審查、核准。

(3) 發展 SAMG 係業主自願性計畫，並紀錄符合管制之承諾事項；然 SAMG 並無實務、實際的訓練或演練之要求，也無整合 SAMG、EOP、EDMG 之要求。

(4) 在 10 CFR 50.54(hh)(2)要求業主發展 EDMG，在 SECY-11-0053“Final Rule: Enhancements to Emergency Preparedness Regulations (10 CFR Part 50 and 10 CFR Part 52)”要求 EDMG 的演練，然並無對該導則或策略做訓練之要求。

EOP、SAMG、EDMG 應該整合並強化，包括轉換點、命令及控制、決策以及訓練。SAMG 應要求業主在超過設計基準事故情境，採用 SAMG

或 EDMG 做決策之人員之訓練及資格。重要的考量為確保運轉員訓練的要求能保持適當的專注在風險最顯著的情境。幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展預先公告立法草案(Advanced notice of proposed rulemaking, ANPR)鼓勵利害關係人參與廠內緊急應變流程、程序書、訓練及演練整合方法論之立法活動，修訂 EOP 一般技術指引俾納入 SAMG、EDMG 的指引為整合之方式，並澄清確認命令及控制議題為適宜。

整合 EOPs、SAMGs 及 EDMGs 之期程與哩程碑：

(1) 發展並發出定案版法案(期程 4.25 年)，包括納入利害關係人意見發展 ANPR(4 個月)，納入利害關係人意見發展管制基礎(一般為 13 個月)，法案草案階段及實施導則(一般為 16 個月完成，包括 4 個月委員會審查程序)，視需要進行 ACRS 審查，提出定案版法案、實施導則(一般為 22 個月)。在 101 年 2 月 9 日 ACRS 會議修訂為 105 年底前業主須完成要求。

(2) 執照審查(期程待定)，包括業主提交報告，幕僚審查及安全評估。

(3) 視察活動(期程待定)，包括納入 ROP 之視察，執行視察。

本建議事項約需 23.8 FTE。

9.3 緊急計畫之管制措施(人力及通訊)

在立法完成前命令業主緊急計劃能處理長期電廠全黑及多機組事件之要求事項，(1)評估多機組事故反應所必須人力並實施補充，(2)在長期電廠全黑下提供廠內人員間及廠內/廠外所需通訊設備電源的多樣方式。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50.47 “Emergency Plans”及 10 CFR 50 附錄 E “Emergency Planning and Preparedness for Production and Utilization Facilities”描述符合緊急計劃要求之資訊。

(2) NUREG-0654(FEMA-REP-1)“Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants”，1980 年 11 月，第一版。

(3) SECY-11-0053 “Final Rule: Enhancement to Emergency Preparedness Regulations (10 CFR Part 50 and 10 CFR Part 52)”，2011 年 4 月。

(4) NUREG-0696 “Functional Criteria for Emergency Response Facilities”，1981 年 2 月。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展業主遵循 10 CFR 50.54(f)執行(a)研究反應多機組事件所必須職務之人力，(b)評估在長期電廠全黑廠內及廠外人員間通訊設備電源之強化，(c)通知 NRC 人力研究、通訊設備電源可靠研究的結果及將採取或規劃之實施期程等資訊。評估業主的回應並採取管制措施要求業主適切地執行。

緊急計畫之管制措施(人力及通訊)之期程與哩程碑：

(1) 對業主發出 10 CFR 50.54(f)函(期程 6 個月)，包括方法論、技術基礎及接受標準等。

(2) 對業主之回應撰寫安全評估報告(期程待定)，或 NUREG 報告紀錄審查結論。

(3) 視需要對業主發出命令(在決定發出命令後 3 個月)，包括發展管制基礎及命令草案。

(4) 執行視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察。

(5) 對業主發出 10 CFR 50.54(f)結案函且/或命令(最後一次視察後 1 個月)。

本建議事項約需 8.7 FTE。

緊急應變有關通訊系統之電源供應程序，必須能因應由於大規模自然事件導致 72 小時的電廠全黑，並假設廠區週邊 25 哩通訊系統之基礎設施電源受損。緊急應變有關人力支援的程序，依目前緊急應變廠內人力的管

制要求(包括如緊急應變管制/ML112070125，幕僚暫行導則NSIR/DPR-ISG-01/ML113010523 第 IV.C 章以及 NEI-10-05“Assessment of On-shift ERO staffing and Capabilities”/ML111751698)，並未考慮大規模自然事件導致長期電廠全黑的多機組事故，對於人力支援評估的基本假設為所有機組均受自然事件影響、72 小時電廠全黑及 72 小時外界支援廠區進出受阻，廠內人力及資源在廠外支援抵達前能執行包括工程評估及修護規劃等關鍵工作。(草案版詳如 ML12013A270)

喪失最終熱沉

有關管制指引如下：

(1) GDC 44 “Cooling Water”，GDC 2 “Design Bases for Protcetion Against Natural Phenomena”。

(2) RG 1.27 “Ultimate Heat Sink for Nuclear Power Plants,”Revision 2。

(3) GL 89-13“Service Water System Problems Affecting Safety-Related Equipment”，1989 年 7 月；GL 91-13“Request for Information Related to the Resolution of Generic Issue 130”，1991 年。

(4) NUREG-1275, Volume 3，1988 年 11 月；NUREG/CR-5526，1991 年 6 月。

(5) 依據 10 CFR 50.54(hh)(2)要求。

在 Tier 1 建議事項 2.1 及 2.3 將處理最終熱沉系統對廠外危害的防護，在建議事項 4.1 及 4.2 提出無法接近正常最終熱沉救援之策略，此一新增建議事項包括喪失冷卻水、喪失冷卻水的泵送能力、喪失熱交換器及這些失效的組合。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

要求業主在建議事項 2.1 及 2.3 納入最終熱沉系統，在建議事項 4.1 納入喪失最終熱沉為電廠全黑之設計假設，命令業主在建議事項 4.2 須考

量無法接近正常最終熱沉救援之策略，在新增建議事項 2.1 其他廠外危害的重新評估須納入最終熱沉系統的影響，幕僚判斷此項目不影響對第一階段實施的期程、哩程碑及資源需求。

在 101 年 2 月 9 日 ACRS 會議修訂規劃在今年 2 月 17 日前，提出第一階段建議事項之命令或 10 CFR 50.54(f)函之投票內容(SECY 12-0025)，供 NRC 委員投票表決，如能在今年 3 月 2 日前獲委員投票通過，規劃在今年 3 月 9 日發出第一階段建議事項之命令或 10 CFR 50.54(f)函，要求美國電力業主遵循並實施。之後，仍將密切保持與利害關係人之溝通互動，以發展第一階段建議事項相關之實施導則及接受標準。

在 SECY 12-0025(2012 年 2 月 17 日)針對建議事項 4.2、5.1 及 7.1 提出命令立即生效，幕僚在 2012 年 8 月 31 日提出實施技術要求的指引，電力業主在 2013 年 2 月 28 日前提出全面性的實施計畫，在幕僚審查並發出個廠命令後 60 天內，電力業主提出初步狀態報告，並每半年提出全面實施計畫的執行進度狀態報告，電力業主在 2013 年 2 月 28 日後兩個燃料週期內或 105 年底前(以時間先到者為準)必須完成建議事項之要求。同時，對建議事項 2.1、2.3 及 9.3 要求提出資訊的澄清。

第二階段(Tier 2)

建議事項受限於仍需要更多的技術評估及配合、與第一階段議題有關聯性、或關鍵技術的可用性，而無法在近期執行者歸類為第二階段，然此階段的建議事項毋須長期研究者，只要有足夠的技術資訊及適合的資源時即可實施。在 SECY 12-0025 將其他自然危害歸類在 Tier 2 的新增建議事項 2.1 (ML12039A111)。第二階段的建議事項如下：

2.1 其他(除地震、水災外)廠外危害的重新評估

命令業主依 NRC 現行要求與指引重新評估除地震、水災外的其他廠

外危害，視需要更新設計基準，提供對安全重要 SSC 防護該更新之危害。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50 附錄 A 的一般設計標準(GDC) 2“Design Bases for Protection Against Natural Phenomena”，要求對安全重要之 SSC 設計，能承受在水災、海嘯及海灣潮位波動等自然現象之影響，不會喪失執行安全功能的能力。GDC 4、GDC 44。

(2) 在 10 CFR 100 Subopart B。10 CFR 100.20“Factors to be Considered when Evaluating Sites”。

(3) NUREG-0800“Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR [Light-Water Reactor] Edition”，第 2.3.1 節、第 2.4.2 節、第 2.4.11 節、第 3.3.1 節、第 3.3.2 節、第 3.5.1.4 節、第 5.4.7 節、第 6.2.1 節、第 6.2.2 節、第 6.4 節、第 9.1.3 節、第 9.2.2 節。

(4) 幕僚暫行指引 DC/COL-ISG-7，2009 年 10 月 9 日。

(5) 管制指引(Regulatory Guide) 1.27、1.76 及 1.221。

重新評估其他廠外危害之期程與哩程碑：

(1) 對業主發出 10 CFR 50.54(f)函(期程 6 個月)，包括方法論、技術基礎及接受標準等。

(2) 對業主之回應撰寫安全評估報告(期程待定)，或 NUREG 報告紀錄審查結論。

(3) 視需要對業主發出命令(在決定發出命令後 3 個月)，包括發展管制基礎及命令草案。

(4) 視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察。

(5) 對業主發出 10 CFR 50.54(f)結案函且/或命令(最後一次視察後 1 個月)。

本建議事項在重新評估其他廠外危害約需 12.8 全時工作人員

(Full-Time Equivalency, FTE)。

7 用過燃料池補水能力(7.2, 7.3, 7.4 及 7.5)

強化用過燃料池補水能力及儀器，包括

(1) 命令業主採安全相關交流電源供應用過燃料池補水系統。

(2) 命令業主修改運轉規範要求在所有反應器運轉模式，只要有用過燃料在池中時，須有一串廠內緊急電源為可供電予用過燃料池補水系統及儀器。

(3) 命令業主設置耐震之噴灑方法注水進入用過燃料池，包括廠房外地面層容易接近供水之連接(例如，採移動式泵或消防車)。

(4) 開始立法或業主活動(或兩者併行)要求執行上述(建議事項 7.1-7.4)措施。

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50 附錄 A 之 GDC 61 “Fuel storage and handling and radioactivity control”說明用過燃料池設計在事故情況下能有效避免用過燃料池的水存量顯著降低。

(2) 在 10 CFR 50 附錄 A 之 GDC 63 “Monitoring fuel and waste storage”說明適當儀器提供(a)可能導致喪失熱移除能力狀況的偵測，(b)啟動適切安全措施。

(3) 在 10 CFR 50.54(hh)(2)要求業主發展並實施在爆炸或火災喪失大範圍廠區下，維持或回復爐心冷卻、圍阻體及用過燃料池冷卻之導則及策略。

(4) NEI 06-12 “B.5.b Phase 2 & 3 Submittal Guidance”(第 2 版)。

幕僚認為在 10 CFR 50.54(hh)(2)要求之設備已強化用過燃料池補水能力，但該導則並未處理包括易接近性及設備可用性等補水功能的可靠度。在填換燃料之際及其後，可因(1)剛退出爐心燃料增加熱負載，(2)增加洩水路徑(非耐震 SSC 連接)，(3)水位降低，(4)可用補水系統較少等導致用過燃

料池有較高的風險。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

在有足夠技術資訊為可用時，鼓勵利害關係人佐助立法活動提供可靠的用過燃料池儀器及補水能力，包括發展管制基礎、立法草案及實施導則。

可靠用過燃料池儀器及補水能力之期程與哩程碑：

(1) 發展並發出定案版法案(期程 4.25 年)，包括納入利害關係人意見發展管制基礎(一般為 13 個月)，法案草案階段及實施導則(一般為 16 個月完成，包括 4 個月委員會審查程序)，視需要進行 ACRS 審查，提出定案版法案、實施導則(一般為 22 個月)。

(2) 執照審查(期程待定)，包括業主提交報告，幕僚審查及安全評估。

(3) 視察活動(期程待定)，包括納入 ROP 之視察，執行視察。

本建議事項約需 21.7 FTE。

規劃在 2012 年底開始發展支援立法所必須的技術基礎(SECY 12-0025)。

9.3 緊急計畫之管制措施

除第一階段處理的人力及通訊能力，在第三階段處理 ERDS 能力之外，建議事項 9.3 之其他部份在第二階段。要求業主的緊急計畫處理長時間廠區全黑及多機組事故，命令業主在完成立法之前，執行

(5) 緊急計劃增加採用個廠劑量評估軟體及方法論，以執行多機組劑量評估(包括由用過燃料池外釋)的導則

(6) 針對多機組及長期電廠全黑情境執行定期訓練及演練，盡可能範圍模擬確認及要求廠外資源的實務

(7) 確認緊急計劃的設備及設施足供多機組及長期電廠全黑情境之需

有關管制指引如下：

(1) 在 10 CFR 50.47“Emergency Plans”包括 10 CFR 50.47(b)的 16 項計劃

之標準，及 10 CFR 50 附錄 E “Emergency Planning and Preparedness for Production and Utilization Facilities”說明佐證緊急計劃要求之符合性。

(2) NUREG-0654 “Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants”，1980 年 11 月，第一版。

(3) SECY-11-0053 “Final Rule: Enhancement to Emergency Preparedness Regulations (10 CFR Part 50 and 10 CFR Part 52)”，2011 年 4 月。

(4) 在 10 CFR 50 附錄 E 第 IV 章彙編 NRC 對 ERDS 之要求。

(5) NUREG-0696 “Functional Criteria for Emergency Response Facilities”，1981 年 2 月。

NTTF 報告建議事項 9.3 與緊急計劃標準的關係，包括人力(在第一階段確認)、設備與設施、輻射劑量評估、訓練、演習、廠外資源及通訊(在第一階段確認)，在緊急計劃標準應強化因應長期電廠全黑及多機組事故之能力。

幕僚建議此近期建議事項的管制措施：

發展建議事項有關計劃標準要件業主的檢查接受標準，發展並發出命令處理緊急計劃因應長期電廠全黑及多機組事故之變更，包括(1)緊急計劃增加執行多機組劑量評估的導則，(2)對多機組及長期電廠全黑情境執行定期訓練及演練，(3)盡可能範圍模擬確認及要求廠外資源的實務，及(4)確認緊急計劃的設備及設施足供多機組及長期電廠全黑情境。

緊急計畫管制措施之期程與哩程碑：

(1) 發展並發出命令(期程 6 個月)，包括管制基礎及接受標準之發展。

(2) 執照審查(期程待定)，包括業主提交報告，幕僚審查及安全評估。

(3) 視察活動(期程待定)，包括發展暫行指引，執行視察。

(4) 對業主發出結案命令(最後一次視察後 1 個月）。

本建議事項約需 9.3 FTE。

第三階段(Tier 3)

建議事項仍需要更長期技術評估以佐助管制措施、與近期措施執行結果有關的長期措施、與關鍵技術可用性有關、或與建議事項 1 解決有關之項目歸類在第三階段。報告中幕僚專注於發展並提出第一、二階段活動有關期限、哩程碑及所需要之資源，因此，並未提出第三階段建議事項規劃的資訊，在完成前兩階段建議事項對資源的影響評估，將得以較精確地處理有關第三階段建議事項之規劃(在 SRM SECY-11-0137 要求幕僚在 2012 年 9 月 15 日前提出相關資源配置規劃，包括新增的建議事項)。在 101 年 2 月 9 日 ACRS 會議修訂規劃在今年 7 月針對第三階段建議事項等議題(包括其他類型圍阻體排氣的考量)進行投票。第三階段的建議事項如下：

- 2.2 每 10 年確認地震、水災危害 (與建議事項 2.1 有關)
- 3 強化預防或減緩由地震導致火災及水災之能力 (長期評估)
- 5.2 對其他圍阻體設計評估強化排氣系統的需求 (長期評估)
- 6 在圍阻體或其他廠房內氫氣控制及救援 (長期評估)
- 9.1/9.2 強化長期全黑及多機組事件的緊急應變 (視關鍵技術能力之可用性而定)
- 9.3 ERDS 能力 (與長期評估之建議事項 10 有關)
- 10 長期廠區全黑及多機組事件額外的緊急計畫重點 (長期評估)
- 11 決策架構、輻射監測及大眾教育建立緊急計畫主題 (長期評估)
- 12.1 納入深度防禦架構之反應器監管方案 (視建議事項 1 而定)
- 12.2 強化 NRC 幕僚嚴重事故的訓練，包括駐廠視察員 SAMGs 的訓練 (視建議事項 8 而定)

在 101 年 1 月 18 日的會議中幕僚提出第三階段將視一般性議題草案 GI-204(上游水壩潰堤)正式立案，處理其他包括除役廠址的未解決議題。(ML120130314)

在 NTTF 報告未提出的新增議題之考量

由 NRC 幕僚及包括科技政策署、國會、國際機構、其他聯邦及州機關、非政府組織、公眾及核工業等外部利害關係人經不同會議提出許多新增之建議事項，幕僚將考量相關議題採用現行程序或納入 NTTF 報告處理之適切做法。新增建議事項與福島事故檢討有關但未納入 NTTF 報告，或尚未釐清、或需更多的研究，將判斷如須納入相關管制措施並制定優先順序。以下為新增建議事項及可能之順序，在 101 年 1 月 13 日指導委員會議中提出之因應於括號中說明，並規劃在 101 年 2 月提出新增建議事項之篩選及優先順序。(ML120120491)

- 圍阻體排氣的過濾 (在 SRM SECY-11-0137 已要求圍阻體強化排氣設計包括過濾功能，並納入第一階段建議事項 5.1 做整合性考量)
- 地震儀(由 NRR 在福島經驗回饋程序外的 North Anna 電廠地震專案另行處理，ML12019A259)
- EPZ 範圍的基礎(納入第三階段項目，採三階 PRA 結果做驗證)
- 10 哩外碘片的備便(納入第三階段項目，採福島輻射研究結果做驗證)
- 用過燃料轉移至乾式儲存(納入第三階段項目，採 SFP 因應研究結果做驗證)
- 喪失最終熱沉(在第一階段項目考慮喪失最終熱沉的干擾，第二階段項目考慮喪失最終熱沉的水源)

仍有許多可能的建議事項尚待更深入的考慮，且相關建議事項將隨著外部利害關係人的回饋、與國際間管制機關的互動、及 NRC 及核工業經福島事故探勘之經驗回饋而持續增加，尚有甚多已公佈的報告或正在準備中報告，包括日本政府的調查報告，幕僚將持續審閱以強化對福島事故的瞭解。在 SECY 12-0025(2012 年 2 月 17 日)指出在 2012 年 7 月將針對 Tier 3 建議事項及不同型式圍阻體排氣的要求提出評估報告，並視需要提出可

能歸類到 Tier 1 之建議事項。

實施、期程及資源挑戰的概述

福島事故建議事項的實施挑戰與原先任務，幕僚須重新規劃其優先順序，並確認不應排擠更高安全效益之進行中工作、對持續安全運轉必須的工作或其他現行更高優先的工作。幕僚已提出一些不應受 NTTF 建議事項所影響與安全運轉有關項目如下：

- NFPA 805 審查
- GSI 191(殘渣聚積堵塞 PWR 集水池之性能評估)結案
- 新近更新緊急應變法規(SECY-11-0053)之實施
- 物料、燃料設施及 ROP 計劃
- 近期申請執照之審查

此過程將持續關注新增運轉反應器之安全議題出現，可能影響安全並較低優先順序 NTTF 建議事項佔更高之順位，幕僚會採用可用的風險資訊及經驗執行建議事項優先順序之定期重新評估。在建議事項要求資源及實施的高度需求，將挑戰業主及聯邦、州機構的關鍵技術(例如，**PRA、地震及水災之專家**)，相關資源的限制可能影響業主完成福島事故建議事項之比例。

NRC 主席備忘錄(COMGBJ-11-0002)新增措施

在備忘錄(COMGBJ-11-0002)中 NRC 主席命令幕僚依據福島事故發展非核反應器之設施所適用之經驗回饋。NRC 幕僚為回應此一命令在 2011 年 6 月與能源部簽署備忘錄，執行福島事故有關核能安全研究之合作，針對每個反應器、用過燃料池之事故演進發展全面性的瞭解，以重建福島事故發生的序列，掌握事故救援因應之特性並驗證嚴重事故之模擬。NRC 幕僚另透過與聯邦夥伴、核工業界及包括日本政府等國際社群建立合作關係，分享並整合福島事故序列特定資訊之共通瞭解。幕僚正在規劃針對非

動力反應器設施應用福島事故經驗回饋之適用性及採取之適切對策，將針對燃料設施提出一份獨立驗證該設施業主能預防且/或救援可能威脅設施安全後果能力之暫行指引(TI)，並評價燃料設施業主處理事故序列應變計畫之適切性，幕僚將依據 GI 199“Implications of Updated Probabilistic Seismic Hazard Estimates in Central and Eastern United States on Existing Plants”所獲得的洞識評估視察的結果;幕僚並規劃評價福島事故經驗回饋對研究與測試反應器、獨立用過燃料儲存設施及已永久停止運轉但 SFP 仍有燃料反應器等之適用性。

在 SECY 12-0025(2012 年 2 月 17 日)指出在 2011 年 9 月 30 日發行暫行指引(TI) 2600/015，提出燃料設施業主預防且/或救援可能威脅設施安全後果能力之視察指引，預計在 2012 年 9 月 30 日前完成相關視察活動，包括研究用/試驗用反應器、用過燃料乾式貯存設施及已除役但用過燃料池仍有用過燃料之反應器。

美國核管會主席 Gregory B. Jaczko 對 NTTF 報告的書面意見

2011 年 8 月 9 日

美國核管會主席對 SECY-11-0093 (NTTF 報告)進行投票之書面意見(Commission Voting Record)，摘要如下。

委員會並未針對 NTTF 報告內容及核安的義涵深入探討，而是討論審查報告的程序。

委員會未經足夠檢視、爭論及討論，即引述「continued operation and continued licensing activities do not pose an imminent risk to public health and safety」。應針對 12 項建議做仔細的實施計畫，而非針對 12 項建議做投票，尤其是有缺陷的投票系統。

針對投票的想法：(1)針對 12 項建議事項本身投票，(2)針對考量建議事項的程序投票，也可以(3)針對此兩項做投票。

(1) 針對 12 項建議事項本身投票：若能更詳細地討論這 12 項建議事項，應該在 10 月才執行此投票，而非 8 月就投票會更理想。

(2) 針對考量建議事項的程序投票：此為其他同事（Commissioner）所做的，針對建議事項的程序而非實質內容。此程序缺點是使 NRC 更沒效能，並使得沒有機會再針對建議事項的實質內容投票。

(3) 針對建議事項本身及程序兩者投票：係處理困境的最佳選擇。

<u>程序</u>

建議的程序係

(1) 在 90 天內針對每項建議投票。

(2) 由 NRC 其他經理、幕僚提出意見(如實施優先順序的提出)，之後 45 天提書面意見，再 90 天投票。

(3) 公開並透明地執行相關活動。

不贊成委員 Magwood 建議針對 34 項措施執行一系列分析及耗時的投票，不值得鼓勵且可能需時數年。

強烈反對委員 Svinicki 的建議(其他委員為贊成)：由幕僚提出長期專案小組授權的做法。

同意委員Ostendorff針對六項建議提出應近期處理之實質內容，但有所顧慮的是委員Ostendorff要求幕僚由「lens of the Task Force's finding that the currently regulatory approach has served the Commission and the public well」提出報告，可能混淆原來近期專案小組的目的。要求幕僚針對12個事項個別提出實施的建議做法，在立法的程序中委員會有許多機會針對政策選項做決策。

本質

將12項建議事項區分為三類，第一類係沒有足夠資訊以提出特定做法的四項長期審查之建議事項，對此類建議事項僅有的要求是在五年內處理並確保已完成其實施。

第二類為有足夠資訊採特定做法要求業主立即實施的六項建議事項，第三類係針對NRC本身的兩項建議事項。

以下逐項討論第二類建議事項：

建議事項2 地震、水災的防護

此建議事項對所有業主要求重新評估地震、水災的設計基準分析，並做必要的改善。從美國核電業主已發生個案改善的益處，最大可能水災的重新審查以改善並強化措施因應類似事件，此建議事項應立即採用。

建議事項4 SBO防護的改善

此建議事項強化設計基準及超過設計基準事件下全黑的救援能力，其重要性已為委員會認同，並須變更相關之要求，報告提出一項立法及一項命令，由於資訊足夠完全採納此事項。

建議事項5 強化BWR Mark I, II圍阻體排氣的改善

過去業界實施的做法各異，也未預期在長期全黑排氣的需要，美國8個Mark II圍阻體的BWR機組有5個未裝置強化排氣設備，支持此項建議事項的對策。

建議事項7 強化用過燃料池補水及監視能力

除了要求SFP補水系統的可靠性及可用性外，對這些系統應要求安全相關之電源；採用耐震方式補水相較於消防泵補水或噴灑更為合理。提供運轉員簡單可靠的水位指示，以及替代的水位指示方式，較運轉員須要到現場更合乎情理。謹記福島事故在長時間下，因基礎設施損壞、缺乏照明、濃煙及高輻射等不利情況，而不可能到現場直接取得實際資料。長期而言委員會應該要求在一定時間後將用過燃料移至乾式儲存，此好處可由NRC發展的先導PRA模式獲得佐證。

建議事項8 整合並強化廠內緊急反應能力(EOP、SAMG、EDMG)

同意此建議事項。視察發現過去自願實施SAMG的重要不一致，處理福島的長期全黑及多機組事故顯示新的威脅，增加新的程序書必然改變運轉員的訓練以及可能增加運轉員的人數。

建議事項9 緊急計畫處理長時間廠區全黑及多機組事故

廠內緊急對策的效能為電廠整體安全重要之一環，同意緊急計畫須能處理長時間廠區全黑及多機組事故。

第三類建議係針對NRC本身的兩項建議事項：

建議事項1 建立具邏輯性、系統化且一致性的管制架構，在深度防禦及風險考量間合理平衡以提供適切的安全防護

支持此建議事項。對現行設計基準的要求大多維持不變，超過設計基準的要求補充更平衡（風險告知）、有效的深度防禦，強化原由業界採自願性實施方式並能取代管制要求的做法。

建議事項12 強化對業主安全績效(ROP)的管制監督

可由公開會議得到更多的了解，對此建議事項須要更多的闡明。

附錄五.10

國際上因應福島事故核安管制組織與架構之調整

一、 依現階段政府組改作業擘劃方向，原能會將由現行中央二級機關調整為中央三級機關核能安全署（以下簡稱核安署），並改隸「科技部」，所屬物管局併入核安署、輻射偵測中心調整為中央四級機關輻射偵測分署，隸屬於核安署；至所屬核研所除支援核能安全管制業務移出至核安署外，餘組織及業務則併入未來「經濟及能源部」，並更名為「能源研究所」。

二、 組織變革後，無論在行政機關組織位階，或是受限於三級機關框架下的專業人力、編列經費或技術支援能量，以原先規劃實不足以滿足國家及人民對核能安全品質的高度期待；復因核能安全管制業務具高度專業及特殊性，未來職務列等調降、員額配置等，將嚴重影響現有資深管制人員留任意願及未來專業人才之延攬培育。

三、 日本福島事故後，國際間對核安管制單位之組織定位問題亦做了相當程度的檢討：

(一)日本核安管制單位原子力安全保安院(NISA)原為隸屬經濟產業省的三級機關。福島事故後，日本政府參照美國核能管制委員會之位階及獨立運作模式，規劃將該單位移出，並與內閣府原子力安全委員會(NSC)合併，成立新的核能安全管制機關，隸屬環境省，並預定於 2012 年 4 月前完成。

(二)英國正在進行設置更具獨立性的核安管制專責機構之評估。

(三)IAEA 專家團於 5 月間赴日本調查福島事故情形，提出 15 項結論、16 項經驗回饋(lessons)，其結論 5 明確指出日本已建置良好的緊急準備與應變體制，但複雜的組織架構可能延緩緊急事故時決策執行。此項結論突顯出三級管制機關受限於位階，需層層請

示，致無法充份發揮獨立性功能之缺點。

四、 從實際因應福島事故之經驗來看，原能會在尚屬部會層級的情況下，已深感力有未逮，更遑論一旦台灣發生類似事故，以未來一個三級單位所配賦之組織能量，若要有效因應並協調其他部會共同面對，實不無疑問。

五、 考量我國短期內勢必無法完全排除使用核能發電的方式，政府對全體民眾最大的責任當然是提供完善的核能安全保障，在組改進程當中，維持一個適當層級、獨立且專業性的核能管制單位，並賦予充足人力、經費及技術支援能量，是符合民眾對核能安全殷切期待的首要考量。

六、 日本福島事故後，韓國核能管制機關變革說明摘要如下。

韓國核能管制機關原轄在教育科技部(Ministry of Education, Science & Technology, MEST)之下，包括核安管制及核能應用推廣之研究事務，雖然在核電廠管制(由 MEST 主管)及由知識經濟部(Ministry of Knowledge Economy, MKE)主管核電開發計畫兩方面並無爭議，惟此種混合式的角色仍有許多潛在之衝突。韓國國會自 2009 年 7 月起陸續推動三項法案，目的在建立獨立的核能管制機關，並由國會之科學委員會持續審查。

去(100)年 7 月國際原子能總署之整合性管制審查服務(Integrated Regulatory Review Service, IRRS)提出對核能安全與保安委員會(Nuclear Safety & Security Commission, NSSC)之建議，包括(1)建立 NSSC 委員選任標準，以符合獨立性及核能安全勝任的需求，(2)清楚釐定新設管制機關的權責，避免在秘書長、核能安全研究所(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)及核能安全與保安諮詢委員會(ACNSS)間重疊，(3)配置與權責相稱的資源、幕僚，(4)提供秘書長人

力資源規劃，以使幕僚能完成協助委員會之行政功能，(5)建立諮詢委員會協助決策之程序，及(6)提供並發展能涵蓋新機關及秘書長所有活動的管理系統。

韓國總統在去年日本福島核災後，即命令成立一獨立核安管制機關，至去年 10 月 26 日正式成立核能安全與保安委員會(Nuclear Safety & Security Commission, NSSC)。韓國原有及現行核能安全管制的架構如圖 1。目前，NSSC 係直屬總統府的核能管制專責機關，由韓國核能安全研究所(KINS)及韓國防核武擴散及管制研究所(Korea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control, KINAC)協助執行相關工作；而在組織改造後抽離核電廠管制的 MEST 角色，僅限於核能政策的制定及辦理核能相關的研究發展。

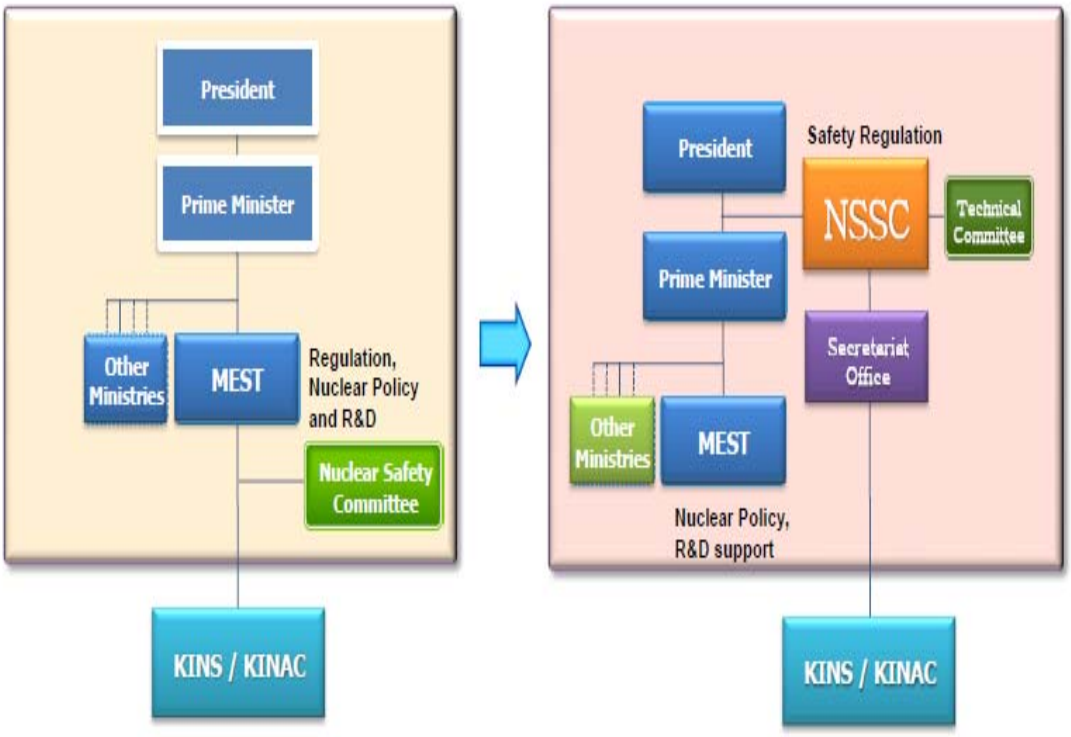


圖 1. 韓國核能安全管制機關組改前後的架構

依據 NSSC 法案必須保持機關之獨立性及公平性，並能免於總理的行政指導及監督，並對 NSSC 委員訂有任期制保障，委員一任為 3 年得連任一次，委員執行職務時不應受干擾，非經受刑之宣告而確

定者，不得在違反委員意志下免職。

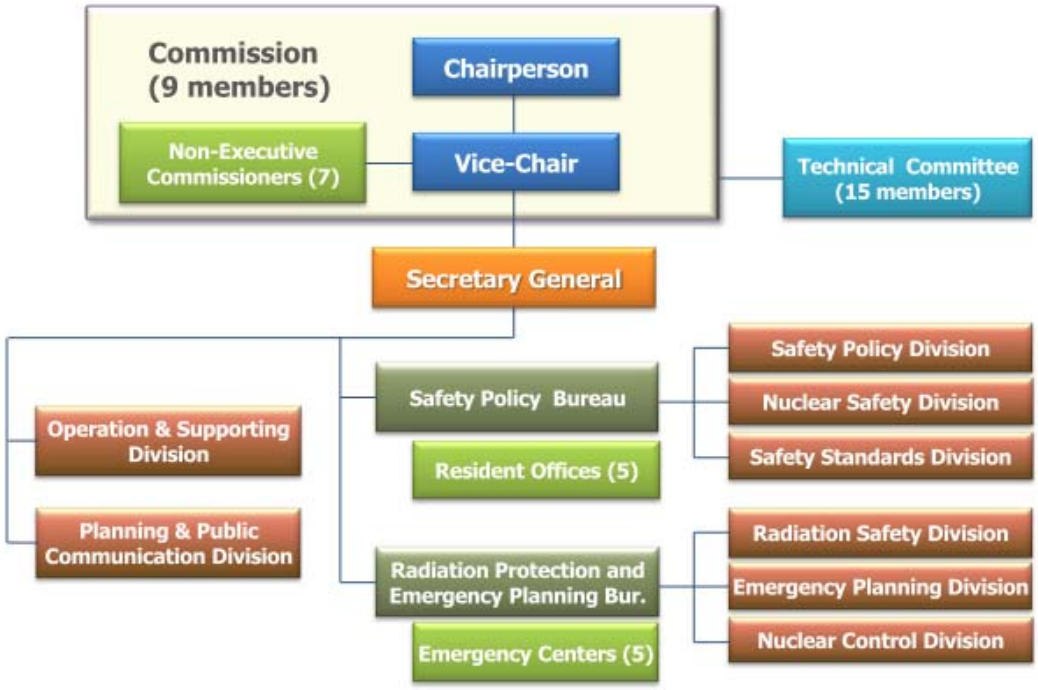


圖 2. 韓國核能安全與保安委員會(NSSC)組織架構

核能安全與保安委員會為一部會層級之機關(如圖 2)，由主席、副主席及七位委員(涵蓋不同專業背景)所組成，設有核能安全與保安諮詢委員會(ACNSS，15 位委員，包括不同技術領域的資深專家)，秘書長下設有 2 署(核能管制署、輻射防護及緊急應變署)，以及行政業務處(General Administration)、規劃及公共關係處(Planning & Public Relations)以及核能管制(Nuclear Regulatory)署下之核安政策處(Nuclear Safety Policy)、核安處(Nuclear Safety)、安全標準處(Safety Standard)以及輻射防護及緊急應變署下之輻射安全處(Radiation Safety)、緊急應變處(Nuclear Emergency)及保安及輸出管制處(Safeguards & Export Control)等 8 處，包括主管與職員人數約九十餘名；核安處及輻射安全處在 4 個核電廠廠址及廢料處置場設有駐廠辦公室(各辦公室派有 5 員)，緊急應變處在各設施位址鄰近設有緊急應變中心。

核能安全研究所(KINS)為協助 NSSC 技術安全審查及視察之工作，組織架構如圖 3，由總裁、副總裁及 8 個處級單位所組成，包括有運轉反應器管制處、新建設反應器管制處(屬於核能安全署)、輻射管制處、緊急管理處(屬於輻射安全署)、研究及政策處、國際核能安全學校、規劃處及行政處等，幕僚人數約 400 名，近 9 成為技術性幕僚。KINS 成立於 1990 年 2 月，主要任務為保護大眾健康及環境，避免受使用核能伴隨之潛在輻射危害，執行之關鍵任務有六大項：核能安全管制、輻射安全管制、環境監測、緊急應變、發展安全標準、準則與管制技術以及建立核能安全及輻射安全管制之技術基礎。

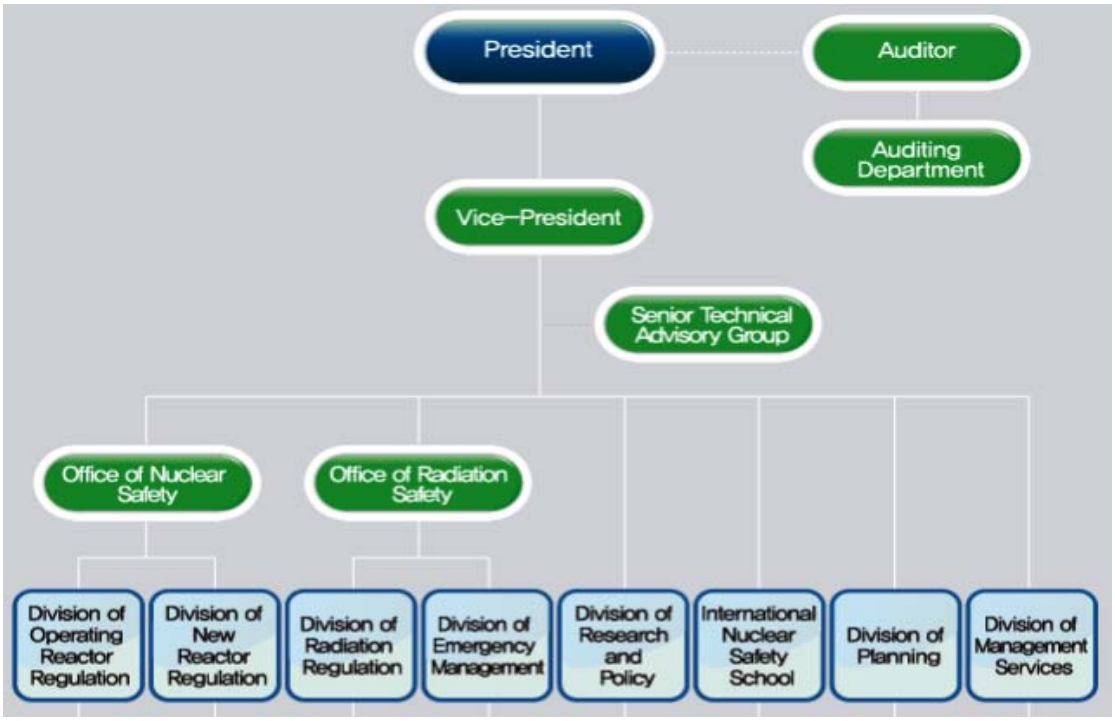


圖 3. 核能安全研究所(KINS)組織架構圖

至今，KINS 管制的設施包括在 4 個廠址(Ulchin、Wolseong、Kori 及 Yong-gwang)的 21 個(各廠址有 6 個、4 個、5 個及 6 個)運轉中機組，7 個興建(各廠址有 2 個、3 個、3 個及 0 個)中的機組，以及規劃中尚有 10 個機組；KEPCO-NF 及 KAERI 之核燃料設施，研究用(KAERI 之 Hanaro)及教育用(AGN-201K)反應器，以及興建中之廢料處置場等。

附錄五.11

歐盟核能電廠壓力測試比利時、法國國家報告之結論

比利時國家報告之結論

1 持照者所提出之主要結果及安全改善

1.1 地震

1. 絕大部分既有安全相關的 SSC 對於超過 DBE 約 1.7 倍的 RLE 仍有餘裕，極少部份 L 類的 SSC 已進行補強
2. 地震引起的可能淹水對電廠安全沒有威脅

1.2 水災

Tihange 核能電廠：

1. 設計基準與驗證

參考水災的定義已經從原來的流率 2,200 m^3/s（對應水位 69.8 米）提高到 2,615m^3/s（對應水位 71.30 米），為了加強防禦此參考水災，電廠已沿進水口加建一小段防震防水牆，以符合設計基準。電廠亦執行 Meuse 河上游的 Andenne-Seille 水壩破裂的水動力分析，結果顯示此事件將使進水口的水位高達 70.54 米，仍低於 1995 年訂定的參考水災之最高允許水位。

2. 安全餘裕評估與其他防護方法

管制單位要求 Tihange 電廠參考國際作法，以迴歸週期 10,000 年水災的標準修訂其參考水災標準。持照者乃依照法國管制法規 RFS I.2.e 將其以迴歸週期 1,000 年水災的原訂標準增加 15%作為新的設計基準水災（DBF）。在此新的 DBF 下，分析得到 Meuse 河的最大流率為 3,488m^3/s，其對應之水位高度遠超過電廠基地高程，

造成 3 部機組淹水，許多安全相關設備喪失功能。因此，管制單位要求電廠建立額外的保護措施與緊急對策。持照者因應此要求發展出下列 3 層加強縱深防禦措施，並已獲得管制單位原則同意：(1) 廠址周圍防護，(2) 內含維持機組安全重要設備的廠房之局部防護，(3) 建立一套能確保 3 座反應爐與用過燃料池冷卻的非傳統措施（NCM），此措施甚至可應付超過迴歸週期 10,000 年的水災。目前，第一與第二兩項措施尚未建立（設計進行中），第三項則已部分實施，安裝所謂的最終措施設備（CMU）以維持機組在安全停機與等候維修的狀態。此外持照者亦完成建立緊急準備策略與工作安排，包括相關程序書等。

Doel 核能電廠：

1. 設計基準與驗證

廠址基地高程為+8.86 米 TAW，沿著 Scheldt 河的防洪堤岸高達+11.08 米 TAW（後來又增加到+12.08 米 TAW），相較於設計基準水災的最大水位+9.13 米 TAW（以 10,000 年迴歸週期定義），有足夠的餘裕。

2. 安全餘裕評估與其他方法

電廠評估堤岸經過河水沖蝕造成堤岸功能喪失的情形，在最差的情況下，可能造成廠內數棟建築淹水（20 到 50 公分）。因此，必須定期檢查堤岸潛在劣化情形與堤岸高度。電廠並計畫在較敏感的廠房入口建置機動型擋水設施，提供適當的保護。

1.3 極端氣候條件

依據持照者的壓力測試報告與持照者在現場檢查技術會議所提出的資訊，得到極端氣候條件的主要結果如下：

1. 持照者已經重新評估豪雨、強風、龍捲風、閃電、大雪與冰雹等

極端氣候條件，其他諸如颶風、沙塵暴、…等，不適用於比利時

2. 豪雨問題—Doel 電廠已於 2007 至 2009 年間詳細檢查並修理下水道系統，並建立水動力模式以驗證下水道的排水能力。其結論為：除了 3&4 號機附近的 H4 與 H5 下水道網路外，其餘下水道系統的排水能力都已足夠。針對不足之處，將視需要提出改善措施。Tihange 電廠即將完成下水道系統的詳細檢查與修理，將建立水動力模式以分析驗證下水道的排水能力，針對不足之處，將視需要提出改善措施
3. 強風與極端溫度條件的問題—電廠於每 10 年一次的安全評估中，已經重新評估這些氣候條件的設計基準。電廠已建立特定的運轉程序書，在極端的冷浪或熱浪來襲時，可確保安全相關系統、結構與組件維持其功能
4. 龍捲風問題—Tihange 1 號機與 Doel 1&2 號機可以抵抗風速高達 70 m/ s（250km/h）的龍捲風；Tihange 2&3 號機與 Doel 3&4 號機可以抵抗風速 107 m/ s（385 km/h）的龍捲風
5. 閃電問題—正依照新標準 NBN EN 62305 重新分析，2013 年底前提出行動規劃
6. 下雪問題—將制訂程序書以監測電廠的非〝bunkered〞建築的屋頂積雪，當積雪厚度超過 30 公分時，立即移除積雪
7. 冰雹問題—其危害已由其他事件涵蓋，不需要加強措施

歐洲壓力測試規範並未要求評估極端氣候條件下的安全餘裕，但明確的要求電廠評估弱點、破壞模式與瀕危效應等。因此，持照者評估電廠在設計基準內抵抗極端氣候條件的能力。就龍捲風而言，已經找到一些電廠弱點，例如喪失外電（LOOP）與喪失第一層保護等，在此情況下，第二層保護（〝bunkered〞系統）仍能保住其功能。

1.4 喪失電源與最終熱沉

Tihange NPP：

綜合評估每個反應器之供電系統及熱沉後，Tihange NPP 在這方面具有高度的可靠性，每個反應器皆有：(1)三個廠外電源；(2)兩個獨立終極熱沉，獨立的石灰水管道；(3)至少有兩個獨立的廠內電源，並有充裕燃料可供應數星期；(4)一個渦輪驅動安全飼水泵；(5)各種冷卻水量。

Doel NPP：

Deol 1 和 2 反應器可利用三個獨立熱沉(Scheldt 河水、熱交換器、冷卻塔)，每個都可獨立冷卻反應器。

同樣地，Doel 3 和 4 反應器可利用兩個獨立熱沉(冷卻塔、3 個 30,000 立方公尺冷卻池)，每個都可獨立冷卻反應器。

每個反應器有兩個獨立的廠內電源供應系統，共有 19 組柴油發電機提供安全設備之電力，並有數星期的燃料儲存量。大部分柴油發電機之冷卻系統是使用空氣冷卻氣，因此其冷卻系統與廠外熱沉獨立。

每個反應器的冷卻泵電力由蒸氣機提供，已確保冷卻水持續的提供蒸氣產生器。

Tihange 和 Doel NPP：

兩個核電廠需要加強的地方有：

1. Tihange 1 須進行提高 EAS 貯水槽獨立性的可行性研究，包括增加緊急飼水泵和提高 CTF 和 RRA 泵的電源供應系統安全性
2. Tihange 廠址須研究蓄水池的額外水位監測系統
3. 使用充電電池和改建設備(泵、壓縮機、閥門)以強化非傳統設備
4. 制定新步驟或修正步驟
5. Deol 3 和 4 需在移動式噴灑泵安裝適當噴嘴，應付不同的噴灑方式

1.5 緊急組織與嚴重事故處理策略

緊急組織：

在福島事件後，持照者重新評估後，決定要考慮下列事項：

1. Tihange 廠址將在地底下建設新建築，並以新的設計基準地震加強建築，而運轉中心將轉移至此
2. 為了使三個緊戒等級(standard level、alert level、high level)能運作，因此研擬修正和強化緊急處理組織，確保在 24 小時之內能協助支援現場團隊
3. 研究將最佳行動措施納入 EDMG 分析中考慮
4. 若緊急處理組織無法接近 Doel NPP 則從廠內調度組織

嚴重事故處理策略：

1. 圍阻體安裝過濾排放系統之可行性研究
2. 評估氫氣產生和聚集在使用過核燃料儲存槽建築裡的風險
3. 後續研發有關於爐心熔融物(corium)混凝土互制議題

2 管制單位的評估和結論

2.1 地震

1. 經 SMR 後歸為 L 類的 SSC 要提出具體的改正計畫
2. 因為歐盟壓力測試很緊的時程要求，目前的 PSHA 結果應再進一步針對如考慮採用更新的衰減公式及用 CAV 來先篩選地震、國外專家審查、歐盟相似之分析結果(歐盟的 SHARE，Seismic Hazard Harmonization in Europe 計畫)

2.2 水災

Tihange 核能電廠：

管制單位首先同意持照者在水災風險方面所用的評估方法，在經過一

系列的審查、檢查與技術會議後，其結論為持照者之評估結果與後續改善計畫足以確保電廠安全。然而，為進一步確保電廠對抗水災的威脅，管制單位亦提出下述要求與建議：

1. 持照者必須有足夠的裕度以防範 10,000 年再現一次最大水災（擋水牆的設計必須高於 10,000 年再現一次最大水災的最高水位）。
2. 針對水災風險，需在 2012 年中以前，加強緊急準備策略與工作安排，包括相關程序書等。
3. 目前安裝的非傳統措施（NCM）的強韌性，亦即所謂的最終措施設備（CMU）必須加強：
   (1) 在水災超過 2,615m^3/s 的參考水災（reference flood，即超過 100 到 400 年再現週期的水災）時，CMU 是必要的設備，持照者必須提供特定 CMU，以確保安全相關設備的運轉
   (2) 目前提供 I&C 系統與緊急照明的替代電源必須加強，且必須再確認 I&C 設備能安全的控制 3 個機組
   (3) 這些非傳統措施必須能應付在電廠運轉期間可能遇上的有害的氣候條件。如果在設計時未考量這些條件，必須建立適當的保護與補救策略
4. 目前採取的緊急準備策略與工作安排的強韌性必須加強：
   (1) 水災警報系統的強韌性需要加強，尤其是下列各項：
      - Tihange 電廠與區域防洪單位 SETHY 的合作協議必須儘快正式化。
      - 持照者必須定期執行溝通管道與資料傳送測試。
      - 持照者必須安排 Tihange 電廠與 SETHY 人員的緊急準備演習。
      - 緊急應變程序必須清楚的定義啟動廠內緊急計畫與相關行動

的準則。

(2) 緊急準備策略必須考量並建立電廠人員與設備在機組內、機組間的運送方法

5. 由水災可能引發的廠內危險（火災、爆炸等）必須詳細檢查，必要時（例如：自動滅火系統可能因水災過大而喪失功能）應建立額外的防制辦法。CMU 的功能必須詳細檢查並解決其潛在的弱點，特別是當 CMU 與滅火系統連結時，遇到火災就可能會有潛在缺陷。

Doel 核能電廠：

管制單位首先同意持照者在水災風險方面所用的評估方法，在經過一系列的審查、檢查與技術會議後，其結論為持照者之評估結果與後續改善計畫足以確保電廠安全。然而，為進一步確保電廠對抗水災的威脅，管制單位亦提出下述要求與建議：

1. 可用於安全相關廠房淹水時的非傳統措施（NCM）的技術必須能應付在電廠運轉期間可能遇上的有害的氣候條件。如果在設計時未考量這些條件，必須建立適當的保護與補救策略。
2. 地震後的程序改進（I-QM-01）：在地震後，必須迅速確認冷卻塔溢流（由於出口堵塞）是否已造成淹水或即將發生，在此狀況下，CW 泵必須迅速停止運轉。
3. 電廠必須定期檢查堤岸高度（例如 2 年一次，至少 5 年一次，而非 10 年一次），以避免設計基準水災的風浪越過堤岸（允許風浪越過堤岸發生的再現週期必須大於 300 年）。

2.3 極端氣候條件

管制單位同意持照者用以重新評估電廠在極端氣候條件下之風險的方法。大部分的危害都已在電廠設計基準涵蓋下，因此不至於影響各機組的安全功能。整體而言，極端氣候條件的潛在後果已由壓力測試要求重新

評估的其他重要事故（水災、飛機撞擊、…等）涵蓋。因此這些較嚴重的事故已為電廠的極端氣候事故提供更高的保護。然而，根據持照者的分析報告與電廠現場檢查技術會議討論結果，管制單位提出如下的要求與建議以加強電廠對抗極端氣候條件的能力：

1. 在電廠下水道功能再評估方面，利用詳細的水動力模型必須包含100 年迴歸週期大雨的短期豪雨與長期大雨，持照者必須視評估結果擬定電廠下水道改善計畫與適當的修訂其行動計畫。
2. 由於近年來比利時鄰近國家曾觀察到高強度龍捲風（Fujita scale EF4 級），可知 Tihange 電廠的 1 號機與 Doel 電廠的 1&2 號機有可能遇到強度超過其設計基準的龍捲風（風速超過 70 m/ s（250 km/h）），持照者必須確認在此情況下電廠的第二層保護系統的強健度。

2.4 喪失電源與最終熱沉

針對喪失電力和喪失最終熱沉因應措施再評估，持照者所採取的方法符合其提供並由管制單位批准的方法論。

由於有第二層保護（緊急系統），且第二層保護完全獨立於第一級保護（安全系統）外，比利時機組的設施在面對不同的情節時都非常強勁。此外，這些不同的安全和緊急系統不但多元化且滿足安全要求，如多重性，獨立性，資格認定，測試等。一般而言，持照者必須保證在壓力測試計劃的框架下(包括超出設計情節)，所使用之各項設備具有可用性並能發揮適當功能：

1. 透過運轉技術規範。針對所有與安全相關的設備，運轉技術規範載明了可用性、測試和允許停電時間等方面要求。持照者應檢討電廠的運轉技術規範，以進一步提高第二級緊急設備的可用性。特別是，就所涉及的風險，針對最大允許的停機時間和恢復可用

的時間限制，應重新評估和確定其合理性

2. 透過惡劣的天氣條件的考量。有些天氣條件（極端寒冷或熱浪）在壓力測試的規格中並未考慮。但是，如果這些事件不是肇始事件，持照者須確認各項意外的情況下，無論是在冬季（凍結和雪期都在比利時例外），或在夏季（相對較高的溫度幾天或幾週的時間）用來應付事故所採取的手段是可用有效的

根據評估持照者的報告和隨後技術會議和現場檢查之證明文件，管制單位認為，由此產生的行動計劃是足夠的。不過，管制單位指出額外的要求和建議，以進一步改善比利時所有機組的強韌性：

1. 非傳統手段的可操作性，應在技術數據（設計，操作，調整和連接，定期測試，預防性維護，等）的基礎上，確定其合理性
2. 非傳統的手段（NCM）的技術特點，應考量在整個操作時期可能會受到不利的（天氣）條件
3. 持照者應與埃利亞(高壓電網經理)合作，進行可行性研究，以確保更好的地域分離高壓線路（380，150 千伏），使核電廠外部電源的可靠性進一步提高。此外，持照者應與 ELIA 協議，確保在喪失外電的情況下，核電廠擁有最優先級的外部電源供應重建。管制單位應與其他主管機關合作採取必要的步驟，確保此建議之實現
4. 在“電廠全面全黑”的情景，應檢視由於喪失最終壓縮空氣造成蒸汽產生器溢出或變乾的潛在可能性
5. 針對“電廠全面全黑”，在渦輪驅動泵房喪失通風的情況下，應檢視 AFW 渦輪泵的可操作性
6. 在電廠全面全黑的情況下，特別是在停機的情況下，持照者應評估所有圍阻體貫穿管是否可以在適當的時間關閉，以及圍阻體隔離相關系統是否能保持功能。應評估人員和器材出入口關閉的可行性。

在電廠全面全黑的程序書中應涵蓋這些議題

7. 持照者須證明，當該廠址的所有機組均喪失主要 UHS 時，第二層保護系統所需之水容量（數量和冷卻水流量）是足夠的。必要時，應制定一項策略，以得到適當之用水分配
8. 對 Tihange，針對不同情況下，運轉員可能進入的房間與地區，持照者應加強這些地方的緊急照明
9. 在“喪失主要 UHS”的情況下，持照者須在 2012 年針對來自默茲河床緊急深取水口進行校準和測試（Tihange2 和 3）
10. 在“喪失主要 UHS” 的情況下，持照者須按照美國核管會 RG 1.27 的要求，證明 Tihange2 和 3 緊急取水口的可用性（可接近性，可操作性和調整）
11. 用過燃料池的持照者應評估兩種配置：
    (1) 在“電廠全面全黑” 的情況下，燃料組件在反應器池中操作的配置。燃料組件應該在一個安全的位置手動操作。持照者應研究調查（硬體設施，程序，照明等）在此配置下之供應
    (2) 用過燃料池喪失庫存水的配置。國際經驗回饋已經指出在用過燃料池虹吸破壞器的設計潛在問題。當管路破裂時，虹吸破壞器的容量不足，可能會導致用過核燃料組件快速裸露。持照者應檢視此安全顧慮

2.5 嚴重事故處理策略

1. 雖然持照者評估 Doel 和 Tihange 的嚴重事故處理策略程序已經足夠，但是仍有進步空間：
    (1) Doel BK 程序應該補充一些長期監測且既有的指引
    (2) 部分 Doel BK 程序係參考 FRG 程序，建議 Doel BK 程序增加其自主性

(3) BK 和 SAMG 程序應增加內圍阻體的 pH 值計算工具

(4) BK 和 SAMG 程序應增加決策工具

(5) BK 程序應提供重要參數的量化標準，以便快速處理餘熱的排除和隔離循環管路的洩漏

2. Tihange 和 Doel NPP 的持照者，在緊急事故訓練和進修培訓方面，彼此應增加交流與協調
3. Doel NPP 的持照者指出爐心熔融物掉落反應槽進入爐穴底部的機率非常低，但是研究指出實驗無法產生此現象

   Tihange NPP 的持照者指出將推行爐穴灌水的可行性研究，然而持照者應該跟進正在進行的蒸氣爆炸實驗
4. 持照者須評估新安裝的設備是否有助於嚴重事故處理
5. 持照者應找出有效的措施，控制嚴重事故時，內圍阻體的 pH 值
6. 更進一步緊急事件處理的多樣化策略，可以透過減少電池負荷
7. 為了增加第二級緊急設備的使用性，持照者應檢視電廠的技術規格
8. 持照者應考慮更多的措施，確保關鍵安全相關設備，在緊急事故發生時，盡可能的預防、監測和減緩緊急事故。在緊急事故情況下，持照者應當能具體的供應適當設備

法國國家報告之結論

法國核電廠強化嚴重事故處理的相關強化措施整理於次頁表，並於第 1 節及第 3 節分別說明已完成、未來將完成的措施。

法國核電廠改善措施說明表

改善項目	內容	狀態
地震 (earthquake)	● 安全系統耐震度分析	完成 (現有核電廠皆滿足耐震標準)
	● 預防地震引發的火災 ● 加強運轉員訓練、精進因應能力、確認電廠儀器設備耐震等級 ● 針對 Tricastin、Fessenheim 及 Bugey 電廠進行防水設施與設備的耐震等級分析報告	進行中
淹水(flooding)	● 淹水防護分析	完成 (結果顯示需提升防護等級)
	● 更新淹水防護設計 ● 改善防護設備的容積運用 ● 熱沈設計審查 ● 強化電廠淹水防護	進行中
廠外危害評估	● Hazards resulting from the industrial environment	進行中
hard core	● 2012 年 6 月 30 前完成並施行 hard core 方法與策略	進行中
喪失電力供應與冷卻系統	● 建立因應長期喪失電力與熱沈狀態的設備，如移動式發電機	進行中
嚴重事故處理	● 依據三哩島事故的經驗改善電廠系統	完成
	● 建立因應多重機組發生事故之策略 ● 強化排氣及過濾系統之強健程度及效用 ● 確保放射性外釋控制的能力 ● 精進緊急應變的效率 ● 強化緊急應變策略	進行中

1 已完成的核電廠強化措施

按照法國目前採行的安全管控方法與設計方式，核電廠必須在十年安全審查(ten-yearly periodic safety reviews)檢視各種危害下的安全設計需求基準，EDF 必須進行詳細電廠體檢以維持安全等級、改善核電廠安全等級以確保安全設計符合實際需求，透過週期性十年安全審查的方法，法國與國外的經驗、最好的因應方法可以實際回饋到商轉中核電廠。

☐ 核能總體檢(conformity of installations)

EDF 已經開始執行核能總體檢，確保電廠設施滿足安全設計要求，預計於 2012 年底完成。

☐ 地震危害

EDF 在 CSA 報告中指出，目前所有商轉中核電廠的安全設計餘裕皆滿足耐震標準。

☐ 水災危害

EDF 在 CSA 報告中指出，已重新評估 Blayais 核電廠於 1999 年發生的水災危害，其結果顯示有必要提高防護標準，因應水災造成的風險。

☐ 嚴重事故處理

EDF 已經根據三哩島事故的經驗改善嚴重事故處理方式。ASN 也致力於確保 EDF 可以控制任何事故下的放射性物質外釋，並排定在十年安全審查的改善工作內，提高商轉中核電廠的安全要求基準。

2 安全性問題

EDF 進行了長期喪失電力供應與熱沉的嚴重事故分析，研究顯示喪失全部電力與熱沉且沒有執行任何救援動作下，爐心將會在幾個小時內熔毀。

3 強化核能安全及未來工作

□ 建立 hard core

完成日本福島事故後的 CSA 報告後，ASN 考量核電廠安全必須涵蓋電廠設計階段納入的考量外、十年安全審查提出的風險，以期提高核安的強健程度，電廠新增的設備必須可以因應複合式災害與長期的喪失電力供應或熱沉情形。因此 ASN 要求 EDF 於 2012 年六月底前完成設備與組織策略 hard core 的開發與佈局，確保商轉中核電廠在安全設計基準預期外的情況可以維持基本的安全功能、知道應該採行的操作程序。Hard core 係核電廠的最終保護，其操作程序的目的在於：

- 預防嚴重事故或控制嚴重事故的發展；
- 在嚴重事故無法控制的情形下限制分裂產物大量外釋；
- 促使商轉中核電廠負起緊急應變責任。

□ 地震危害

CSA 報告指出，目前商轉中核電廠的耐震設計餘裕足以因應超出現階段安全設計要求的情形，ASN 則進一步要求 EDF 執行預防地震相關風險的改善建議：

- 確保基本安全功能供應設備可以預防地震引發的火災；
- 加強運轉員訓練、精進因應地震事件的思維(consideration of event-earthquake issue)、確保電廠儀器設備符合地震等級；
- 針對 Tricastin、Fessenheim 及 Bugey 電廠，提出堤岸與其他用於防止電廠淹水的設備、顯示防水設備是否失效之儀器的耐震等級分析報告。

□ 水災危害

EDF 在 CSA 報告指出 2007 年的安全分析即說明提高電廠防止淹水高度的必要性，但尚未完成這些要求，因此 ASN 要求 EDF：

- 在 2015 年前完成 2007 年分析結果提及的電廠防護策略與設

備；

- 改善電廠設備防水程度(management of volumetric protection of installations)；
- 完成熱沉設計的審查；
- 強化電廠防護。

□ 喪失電力供應與冷卻系統失效

EDF 在 CSA 報告中指出，在喪失電力供應與熱沉的情況下，如果無法執行任何救援措施，爐心將在幾個小時內熔毀，ASN 因此考量增加因應長期電源喪失與沒有熱沉情形的設備，提高核電廠強健程度。ASN 將要求 EDF：

- 強化設備、精進策略；
- 將強化設備與精進策略整合在 hard core 中；
- 結合柴油發電機與緊急供水系統以因應超過設計基準的大規模廠內外事故、喪失所有電力與冷卻系統失效；
- 增加移動式發電機。

□ 嚴重事故處理

- ASN 要求 EDF 於 2013 年底之前，介入措施(intervention measures)的專家人力與設備可以在 24 小時之內接替受創電廠的運轉人員，接到通報之後 12 小時之內部屬緊急介入資源；
- ASN 要求 EDF 改善緊急應變組織，使其具有同時處理多部機組發生事故的能力；

ASN 要求 EDF 針對災害程度超過現今安全設計基準的情況，建立控制輻射外釋的因應措施，EDF 將著手改善排氣與過濾系統的強健程度與效用、進行防護地下水及地表水的可行性研究。

附錄五.12

韓國核能安全研究所特殊安全檢查摘要

在 100 年 3 月 11 日日本發生福島核災的因應，韓國核能安全研究(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)在當天即成立緊急應變中心，韓國電力公司自 3 月 16 日至 3 月 18 日實施自主檢查，KINS 則在 3 月 21 日至 4 月 30 日執行特殊安全檢查，期間 4 月 12 日 Kori 電廠 1 號機因 4.16kV 斷路器故障導致不預期之急停，故在 4 月 22 日至 5 月 3 日對最老的機組 Kori 電廠 1 號機實施補充檢查。在 5 月 6 日當時隸屬教育科技部的核安委員會(Nuclear Safety Committee, NSC)即決定要求韓國核能電廠必須執行特殊安全檢查的結果與發現，核電業主在 7 月 5 日將實施計劃送交管制機關，在去年的 8 月至 10 月間管制機關與核電業主就實施期程、流程及方法做實施細節的討論，在今(101)年 1 月韓國電力公司即提交第 1 次進度報告(規劃每半年一次)。

由教育科技部劃分於 100 年 10 月 26 日成立新的管制機關－直屬總統的核能安全與保安委員會(Nuclear Safety & Security Commission, NSSC)，持續追蹤國際原子能總署(發現與經驗回饋)、日本(國家報告)、美國(核管會近期專案小組報告)、歐盟(壓力測試報告)及加拿大(核安會專案小組報告)等有關福島事故的檢討及因應措施，廣泛建立國際合作以發現並共享經驗回饋。依據韓國原子能法規定，在視察時發現與現狀或國際承諾不符，則 NSSC 主席能命令核電業主執行矯正或補充措施。韓國 KINS 因應福島事件所執行特殊安全檢查(Special Safety Inspection)的重要事項如下頁表所示。

特殊安全檢查的六大議題(包括 27 個項目)提出共 50 項近期(2012 年底)、中/長期(最晚 2015 年底)建議事項，運轉中電廠之近期、中/長期項目各 23 項，共有 46 項(其中 33 項適用所有核電廠，13 項適用於特定電廠)，

研究用反應器及燃料設施共 4 項。爾後定期依據每 10 年整體安全評估執行長期檢視，在每次大修則執行近期檢視。

日期	重要項目說明
100 年 3 月 11 日	日本福島核災開始，KINS 在當天即成立緊急應變中心
100 年 3 月 16 日至 3 月 18 日	電力公司實施自願性檢查
100 年 3 月 21 日	教育科技部(MEST)部長下令核安委員會(NSC)提出後續建議
100 年 3 月 21 日至 4 月 30 日	KINS 執行特殊安全檢查(SSI)，現場視察：3 月 28 日至 4 月 15 日，審查視察之發現：4 月 16 日至 4 月 30 日
100 年 4 月 22 日至 5 月 3 日	最老的機組 Kori 電廠 1 號機實施補充性視察；原因：4 月 12 日 Kori 電廠 1 號機因 4.16kV 斷路器故障導致未預期急停
100 年 5 月 6 日	當時隸屬 MEST 的 NSC 決定執行 SSI 的結果，要求韓國電力公司的做法：兩個月內提交實施計畫，每半年提交進度報告
100 年 5 月 27 日至 6 月 30 日	辦理說明 SSI 結果的會議，對象為各電廠廠址附近居民及民代
100 年 7 月 5 日	電力公司提交實施計畫至管制機關
100 年 7 月 6 日至 9 月 30 日	管制機關與電力公司就實施期程、流程及方法做細節的討論
100 年 7 月 10 日至 7 月 22 日	IAEA 執行 IRRS 專案 PI-0，福島事故的特殊議題
100 年 10 月 26 日	NSSC 正式成立
101 年 1 月	電力公司提交第 1 次進度報告

特殊安全檢查採深度防禦的原則，依序考慮地震、海嘯、喪失電力及嚴重事故的情境，訂定六個特殊安全檢查範圍之 27 個項目，共有 73 個專家參與。六個特殊安全檢查項目之範圍包括：

1. 因應地震及海岸水災的設備與結構物之設計
2. 水災淹沒情況下電力、冷卻系統及消防系統的完整性
3. 因應嚴重事故的措施、對策
4. 緊急應變及醫療體系
5. 長期運轉電廠的影響
6. 研究用反應器及核燃料循環設施

包括對 Kori 電廠 1 號機實施補充檢查，總共得到 50 項改善建議；其中，對研究用反應器及核燃料循環設施有 4 項，46 項對運轉中電廠的改善建議，所有運轉中及新建之反應器有 33 項，對特定電廠及最老機組者有 13 項，以下說明較主要的改善建議。特殊安全檢查依三個層次的防禦概念提出改善建議，第一層防禦在確保極端地震的防護，目標在超過設計基準地震下針對安全組件及設備的保護，相關改善建議包括：

1.1 裝設強震自動急停系統

1.2 改善安全停機系統的耐震能力

1.3 調查並研究核電廠廠址的最大可能地震

1.4 改善主控制室設施的耐震能力

以及在確保極端海嘯的防護，目標在超過設計基準海嘯下針對電廠廠址的保護，相關改善建議包括：

2.1 提高 Kori 電廠海牆的高度

2.3 調查並研究核電廠廠址的設計基準海水水位

第二層防禦在確保電力及反應器冷卻能力，目標由電力系統的

保護以確保緊要電源供應，確保執行冷卻及最終熱沉的系統，以及在無電源時確保一次側及二次側的冷卻能力，相關改善建議包括：

2.2 裝設防水門及排水泵

2.4 強化取水口能力，並對因應海岸水災之設施加以強固

3.1 確保移動式電源車、電池組等之可用性

3.2 將後備交流電源(AAC)之柴油發電機提昇其設計基準

3.6 準備防範淹水的措施及最終熱沉的回復

3.10 改善電廠消防隊的消防設施及反應能力

4.3 裝設可經由外部水源提供緊急冷卻水之反應器注水流徑

以及在確保用過燃料池的冷卻能力，目標在最差之情況下確保用過燃料池的冷卻能力，相關改善建議包括：

1.5 確保用過燃料池喪失冷卻功能之因應對策

第三層防禦在強化嚴重事故救援設施及其因應策略，目標在嚴重事故下確保反應器爐穴之冷卻能力，在過壓或氫爆下避免圍阻體建築物失效的措施，以及在嚴重事故管理訓練及策略的強化，相關改善建議包括：

4.1 裝設被動式氫氣移除設備

4.2 裝設具過濾能力的排氣系統或能對圍阻體建築物降壓的設施

4.3 裝設外部水源提供緊急冷卻水至反應器注水流徑

4.4 嚴重事故教育及訓練之強化

4.5 修訂嚴重事故處理指引以增強有效性

4.6 發展低功率及停機之嚴重事故處理指引

以及強化極端事故的緊急應變能力，目標在廠址極端事故下針對廠址週邊居民的保護，在長期緊急狀況及多機組事故下強化緊急應變能力，在極端地震及海嘯下確保緊急應變設施，相關改善建議包括：

5.1 確保額外的輻射防護設備以保護核電廠附近居民

5.2 修訂緊急應變計畫納入多機組同時緊急事故

5.3 確保額外的防護措施以因應長期的緊急事故

5.5 強化輻射緊急應變之演習

5.6 修改確保必要資訊的方式以因應長期喪失電源

5.7 確保防護維修工作人員的對策措施

5.8 改善緊急應變設施

5.9 修訂在輻射緊急事故下資訊發布的程序

5.11 強固緊急應變設施之性能

以上標底線的建議改善項目為近期須在 2012 年底前完成的項目，未標底線的建議改善項目為中/長期須在 2013 年底至 2015 年底前完成的項目。

上述六個特殊安全檢查項目，區分為以下七個特殊安全檢查項目之視察範圍及建議事項，包括：

(一)因應地震的設備與結構物之設計

視察範圍

1. 耐震一級結構物及設備的耐震能力

結構物及設備的維護

在現有設施新增其他設施或設計變更的效應

設備錨固的適切性，及主要設備與相鄰設施之間潛在的干擾

2. 地震監測系統的可操作性

地震監測及警報系統的可操作性

地震發生時地震監測系統停機標準輸入資料的適切性

3. 發生地震時相關措施之適切性及可行性

4. 確保能抵抗超過 SSE 地震之更多餘裕的措施

建議事項

1.1 裝設強震自動急停系統 **(2012 年底)**

裝設強震自動急停系統，在偵知地震大於特定地震強度(0.18g)時急停 **(適用所有電廠)**

1.2 改善安全停機系統的耐震能力 **(2014 年底)**

改善安全停機系統的耐震能力達進步型核電廠之設計地震強度(0.3g)，以因應超過設計基準之地震 **(適用所有電廠)**

1.3 調查並研究核電廠廠址的最大可能地震 **(2013 年底)**

執行核電廠廠址最大可能地震的全面重新評估 **(適用所有電廠)**

1.4 改善主控制室設施的耐震能力 **(2013 年底)**

改善主控制室地震警報窗的耐震能力 **(適用所有電廠)**

避免天花板及燈光設施掉落並固定辦公室器具，以保護主控制室的運轉員 **(適用於Kori電廠1號機至4號機)**

1.5 改善 Wolsong 廠址進口橋樑之耐震能力 **(2012 年底)**

改善Wolsong廠址接近後門口橋樑之耐震能力 **(適用於Wolsong電廠1號機至4號機)**

(二) 水災淹沒情況下電力、冷卻系統及消防系統的完整性

視察範圍

1. 電廠設計能抵抗海嘯及暴潮之適切性

因應海岸水災(考量地震、暴風雨等)廠址高程之適切性

安全相關結構物因應海岸水災之抵抗能力

在低水位時取水口結構物提供足夠冷卻水之能力

2.確保強化抵抗超過設計基準海岸水災餘裕之措施

建議事項

2.1 提高 Kori 電廠海牆的高度 **(2012 年底)**

Kori 廠址的高程相對較低，擴增 Kori 廠址之海牆高度，增加高程(10 公尺)以與其他廠址相同 **(適用於 Kori 電廠)**

2.2 裝設防水門及排水泵 **(2014 年底)**

在包括緊急電力系統及主要安全系統的結構物，裝設耐震防水門及排水泵(防水)以防範淹沒，包括如通風窗口或開口處之穿越器之防淹沒措施 **(適用所有電廠)**

2.3 調查並研究核電廠廠址的設計基準海水水位 **(2013 年底)**

調查並研究核電廠廠址的設計基準海水水位，在用於評估並決定現行設計基準值的輸入數據有足夠的保守度，保守度的考慮包括地震破口帶、超級颱風等同時發生 **(適用所有電廠)**

2.4 強化取水口能力，並對因應海岸水災之設施加以強固 **(2015 年底)**

依據 2.3 項之結果強化海水泵之取水口能力(重新安排取水泵 bell mouse 位置，並裝設一沉沒之水壩以保持最低海水水位) **(適用所有電廠)**

將設備備品及替換零件移動至遠離在嚴重海岸水災會淹沒的安全倉庫 **(適用於 Kori 電廠 1 號機至 4 號機)**

(三) 水災下電力、冷卻及消防系統的完整性

視察範圍

1. 電力系統抵禦設計基準地震及海嘯的適切性

緊急柴油發電機、AAC 柴油發電機、電池組等

2. 冷卻系統抵禦設計基準地震及海嘯的適切性

緊要海水系統、用過燃料池冷卻系統等

3. 確保電力系統抵禦超過設計基準地震及海嘯功能的措施

因地震導致喪失外電下回復外電計畫的適切性

緊急電源、相連系統及電池組等淹水下回復的措施

電源供應系統連結及位置因應淹水弱點的適切性

4. 確保冷卻系統抵禦超過設計基準地震及海嘯功能的措施

最終熱沉功能的確保

用過燃料池長期喪失冷卻功能的措施

戶外水源水槽及毒性物質儲槽之完整性

5. 消防設施及消防組織在緊急應變能力的適切性

建議事項

<電力系統>

3.1 確保移動式電源車、電池組等之可用性 **(2014 年底)**

各別廠址準備一部可移動式電源車及電池組(包括充電器及電纜)，並安放於遠離淹水的安全位置以因應廠址淹水所導致的長期電廠全黑，確保移動式電源車的臨時供電介面 **(適用所有電廠)**

3.2 將後備交流電源(AAC)之柴油發電機提昇其設計基準 **(2014 年底)**

更新昇級 AAC 柴油發電機設計基準(如增加容量、冷卻方式多樣化、確保一天的燃油儲量) **(適用所有電廠)**

3.3 錨定螺栓緊固備用變壓器，修改緊急電源系統的燃油注入點 **(2012 年底)**

錨定螺栓緊固備用變壓器避免因大地震或海嘯使得備用變壓器受損或/且漂流 **(適用所有電廠)**

重新提供緊急電源系統(EPS)儲油槽注入點至更高於 Wolsong 廠址地面的位置，該廠址儲油槽原有注入點位置係低於地面 **(適用 Wolsong 電廠)**

3.4 改善開關場設施的管理 **(2013年底)**

經由與 KEPCO 合作以釐清管理開關場設施的責任，以及在喪失外電之情況建立快速回復外電之程序書 **(適用所有電廠)**

<冷卻系統>

3.5 確保抵禦用過燃料池喪失功能之措施 **(2011年底)**

準備安裝連接點以消防車補充水源之方式，以因應喪失冷卻水泵及熱交換器 **(適用所有電廠)**

3.6 準備防範淹水的措施及最終熱沉的回復 **(2013 年底)**

如緊要海水泵的馬達、電氣櫃等電氣組件之防水能力以避免大暴雨及海嘯受損 **(適用所有電廠)**

確保馬達之備品並在喪失功能時建立回復程序書 **(適用所有電廠)**

3.7 準備戶外儲槽受損的對策 **(2014年底)**

對許多不同的儲水槽及化學物質槽裝設擋牆，以因應地震及/或海嘯可能的受損 **(適用所有電廠)**

3.8 準備主蒸汽安全閥室及緊要海水泵室淹水的對策 **(2014年底)**

準備主蒸汽安全閥室(適用 Wolsong 電廠 2 號機至 4 號機)及緊要海水泵室(適用 Wolsong 電廠)淹水的對策，這些房間座落在地面層對水災及外部受損為弱點 **(適用 Wolsong 電廠)**

<消防系統>

3.9 改善消防計劃並強化合作機制 **(2012 年底)**

改善消防計劃(也就是說，簡化向廠外消防隊要求支援的程序，改善進廠管制，在火災動員時建立有效的合作機制，因應大範圍火災的對策等) **(適用所有電廠)**

強化廠內及廠外消防隊的合作機制，並強化廠址臨近 119 安全中

心及區域小隊之消防能力 **(適用所有電廠)**

3.10 改善電廠消防隊的消防設施及反應能力 **(2015 年底)**

確保在廠址遇海嘯喪失消防水源時，有能力以消防車連結後備水源為因應 **(適用所有電廠)**

電廠消防隊保持最少夠用之化學消防車操作專業人員 **(適用所有電廠)**

3.11 引進績效基準的消防設計 **(2012 年底)**

改善現有消防設計觀念為績效基準的設計，採用電廠特色基於火災發生率及後果優化消防 **(適用所有電廠)**

(四) 因應嚴重事故的對策

視察範圍

1. 救援及預防嚴重事故設施之適切性

氫氣控制、反應器冷卻水系統降壓及冷卻能力、圍阻體廠房降壓能力等

量測儀器及設施在嚴重事故情況下的設備存活能力

2. 嚴重事故策略及事故管理計畫之適切性

嚴重事故管理指引的實務性及適切性

嚴重事故的管理能力

3. 在電廠全黑事件下反應器冷卻策略之適切性

蒸汽產生器及反應器爐心補水策略的適切性

建議事項

4.1 安裝被動式氫氣移除設備 **(2013 年底)**

安裝不須電力操作之被動式氫氣移除設備 **(適用於 Kori 電廠 1 號機外之所有電廠)**

在圍阻體廠房內安裝線上氫氣偵測系統 **(適用於 Ulchin 電廠 1、2 號機及 Wolsong 電廠 1~4 號機，2015 年底)**

4.2 在圍阻體廠房安裝過濾排氣系統或降壓設施 **(2015 年底)**

安裝過濾排氣系統或降壓設施，避免嚴重事故期間圍阻體廠房過壓 **(適用所有電廠)**

4.3 安裝緊急冷卻水由外部水源注水至反應器之流徑 **(2015 年底)**

在一次側及二次側安裝緊急冷卻水注水之流徑，以因應長期喪失冷卻功能之情況 **(適用所有電廠)**

4.4 強化對嚴重事故的教育與訓練 **(立即開始)**

以工具模擬嚴重事故下不同情境及物理現象以強化運轉員訓練，將訓練時間由每 2 年 8 小時延長為每年 10 小時 **(適用所有電廠)**

4.5 修訂嚴重事故管理指引以增強有效性 **(2012 年底)**

爐槽內滯留/爐心外爐槽冷卻策略的效力及適用性評估，並視需要修改救援指引 **(適用所有電廠)**

考量在長期電廠全黑事件下設備存活性的評估，並發展在嚴重事故下供應電力的程序書 **(適用所有電廠)**

4.6 發展低功率、大修之嚴重事故管理指引 **(2012 年底)**

評估低功率、大修嚴重事故之風險，以發展低功率、大修之嚴重事故管理指引 **(適用所有電廠)**

(五) 緊急應變

視察範圍

1. 有關緊急措施層級、程序書及組織之緊急計畫

計畫在宣布緊急事件、建立緊急組織並動員緊急組織能確保適切的標準及程序，並確保命令及管制系統

緊急回復工作人員的管理標準及輻射防護工作人員的數量為適切

2. 緊急應變場所及設施

核電廠緊急應變設施及地方政府

核電廠內及廠外之緊急警報設施

確保如防護衣及輻射偵測器等防護設備之狀態

3. 在緊急狀況保護居民的系統之運作狀態

SPDS 及環境輻射偵測器

在廠址緊急或一般緊急狀況下，與環境輻射偵測中心的合作

增設更多環境輻射偵測器的需要

資訊公開之程序書

4. 緊急醫療系統

緊急病患之線上回應手冊

緊急人員之訓練課程及訓練紀錄，緊急應變之應變場所、設備、物資及醫藥維護紀錄等內容

5. 確認緊急應變能力之演練

執行各情境演練之狀態及演練之紀錄

建議事項

5.1 確保有額外輻射防護設備以保護核電廠週邊居民 **(2012 年底)**

更多的碘片、防護面具在大事故下以確保能保護電廠週邊居民，由 12 萬份碘片增加到 50 萬份,防護面具由 6 萬份增加到 48 萬份 **(適用所有電廠)**

※ (防護基準) 人口基準由電廠週邊 10 公里人口數增加至 16 公里

5.2 修改緊急計畫以納入多機組同時緊急狀態的事件 **(2011 年底)**

將緊急應變組織納入能實施多機組同時自然災害導致緊急狀態的事件

5.3 確保有額外防護設備以因應長期緊急狀態之需 **(2012 年底)**

確保有如防護衣、過濾能力防護面具等超過現行存量 200%額外防護設備並存放在不會淹水的安全位置 **(適用所有電廠)**

5.4 緊急醫療治療機構設備的擴充 **(2013 年底)**

擴充緊急醫療治療設施及醫療設備，並指派緊急醫療治療機構(Korea Institute of Radiological & Medical Sciences)，在輻射災難下能迅速展開醫療治療

5.5 強化輻射緊急事件之演練 **(2012 年底)**

發展包括地震、海嘯自然災害為務實的情境，採用緊急演練及未事先宣告演練以更增強緊急應變能力 **(適用所有電廠)**

5.6 長期喪失電源事件下裝設能確保必要資訊的方式 **(2013 年底)**

強化 CFMS (Critical Function Monitoring System)及 SPDS (Safety Parameter Display System)的電力設備以提供防護居民所需之電廠必要之安全參數 **(適用所有電廠)**

對核電廠附近環境偵測設施建立在大海嘯情況下淹水之防範措施，確保額外的緊急電源系統以備長期喪失電力之因應 **(適用所有電廠)**

5.7 確保維護工作人員防護之對策 **(2012 年底)**

修訂緊急計畫以涵蓋核電廠緊急組織內維護工作人員，使相關人員能參加緊急應變之教育及緊急計畫之演練 **(適用所有電廠)**

備妥標準化程序書(判定緊急輻射工作及核准之程序書)俾使對執行緊急輻射工作者的防護不致混淆 **(適用所有電廠)**

5.8 改善緊急應變場所 **(2015 年底)**

因應超過廠址高程的地震及海嘯，改善 TSC 及 OSC 的耐震能力**(適用 Kori 電廠)**，及改善防範淹水的能力 **(適用 Kori 電廠、Yonggwang**

電廠 1、2 號機)

確保 TSC 及 OSC 的適當區域**(適用 Kori 電廠、Ulchin 電廠 1、2 號機及 Wolsong 電廠)**及緊急電力 **(適用所有電廠)**

5.9 修訂在輻射緊急事件下資訊公開之程序 **(2012 年底)**

修訂在輻射緊急事件計畫及相關手冊(風險應變手冊)，使得嚴謹的資訊(即時資訊公開清單、輻射污染及保護居民的指引)以及資訊公開的期間能提供包括媒體、大眾及居民 **(適用所有電廠)**

5.10 評估居住在緊急應變區域外居民之防護措施 **(2014 年底)**

考量多機組同時緊急事件下，評估居住在緊急計畫區(emergency plan zone, EPZ)之外居民的防護措施 **(適用所有電廠)**

5.11 強化緊急警報設施之性能 **(2014 年底)**

確保裝設為保護電廠人員及週邊 2 公里居民之警報設施的緊急電力以因應超過設計基準的自然危害 **(適用所有電廠)**

(六) 長期運轉電廠

視察範圍

1. 老化管理方案的適切性
2. 監管反應爐槽、蒸汽產生器、安全相關管線及支撐以及緊急柴油發電機的老化
3. 主動組件(泵及閥)營運期間管理的適切性
4. 電力公司對導致跳機重要組件的品保措施
5. 人為因子之管理

建議事項

6.1 強化管制安全視察 **(2012 年底)**

建立並實施老化管理計畫及救援措施，並在定期檢查期間驗證適

切性 **(適用 Kori 電廠 1 號機至 4 號機、Yonggwang 電廠 1、2 號機、Ulchin 電廠 1、2 號機及 Wolsong 電廠 1 號機)**

新增視察檢查項目對現有定期檢查項目與持續運轉有關"監視主要組件的壽期",並視需要延長視察檢查期長 **(適用 Kori 電廠 1 號機)**

6.2 強化重要組件及管線之營運期間檢查 **(立即開始)**

縮短反應爐槽水平銲道之視察周期(由 10 年減為 5 年) **(適用 Kori 電廠 1 號機)**

擴增一級管線營運期間檢測之範圍(由 25%增為 50%) **(適用 Kori 電廠 1 號機)**

6.3 建立並實施整合性老化管理計畫 **(2012 年底)**

建立並實施涵蓋建立、修改及實施之整合性老化管理計畫 **(適用 Kori 電廠 1 號機)**

設置專責組織負責老化管理計畫 **(適用 Kori 電廠 1 號機)**

6.4 強化重要主動式組件性能參數的管理 **(2012 年底)**

分析安全相關泵及閥組件性能參數的趨勢 **(適用 Kori 電廠 1、2 號機、Yonggwang 電廠 1、2 號機、Ulchin 電廠 1、2 號機及 Wolsong 電廠 1 號機至 4 號機)**

6.5 安裝疲勞監視系統以強化定量疲勞管理 **(2015 年底)**

在長期營運之電廠裝設疲勞監視系統，並強化定量疲勞管理 **(適用 Kori 電廠 2 號機至 4 號機、Yonggwang 電廠 1、2 號機、Ulchin 電廠 1、2 號機)**

6.6 強化調壓槽下底部的完整性 **(2012 年底)**

強化調壓槽下底部受到反應爐冷卻水進出導致的疲勞完整性 **(適用 Kori 電廠 2 號機至 4 號機、Yonggwang 電廠 1、2 號機、Ulchin 電廠 1、2 號機)**

6.7 增加導致停機設備的可靠度 **(2012 年底)**

在預防保養計畫中反映過去的故障經驗及故障的肇因，以增加導致停機設備的可靠度 **(適用所有電廠)**

強化技術服務公司及承包商工作人員的教育、訓練，以避免人為誤失及確保維護服務的品質 **(適用所有電廠)**

6.8 人力資源適切性的評價 **(2013 年底)**

確保在廠址有適當的運轉及維護之人力資源 **(適用 Kori 電廠 1、2 號機)**

6.9 增加廠內電力系統的可靠度 **(2013 年底)**

修改匯流排系統的設計，將安全匯流排及非安全匯流排分隔，以避免非安全匯流排的介面 **(適用 Kori 電廠 1 號機)**

6.10 強化安全重要組件採購的品保作業 **(2011 年底)**

強化採購規範的品保要求，以避免使用會導致反應爐停機的缺陷零組件 **(適用所有電廠)**

(七) 研究用反應器及核燃料循環設施

視察範圍

1. 地震、淹水及火災應變的適切性
2. 緊急計畫及抵禦地震有關手冊的適切性

建議事項

7.1 評估結構的耐震能力並改善主控制室 **(2012 年底)**

評估 Hanaro 反應器廠房及煙囪在超過設計基準地震下的耐震能力

避免天花板及照明設備倒塌掉落並固定辦公室器具，以保護地震時控制室之運轉人員

7.2 重新評估 Hanaro 及其他設施廠址的淹水深度 **(2011 年底)**

依據近年來全球氣候變異考量降雨量強度之變化計算可能最大降雨量，並重新評估 Hanaro 廠址的淹水深度(視需要改善設施)

7.3 修訂輻射緊急計畫，以反映複雜的輻射緊急狀況 **(2011 年底)**

評估複雜的輻射緊急狀況(多設施同時事故導致不同放射性物質的外釋)並反映在輻射緊急計畫 **(適用於 Hanaro、核電廠燃料製造設施)**

附錄六

行政院專家審查小組第一次、第二次及第三次審查會會議紀錄及原能會之回應

審查「我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢－核能安全防護近期檢討議題初步安全評估報告」會議紀錄

一、時間：100 年 6 月 28 日（星期二）上午 9 時 40 分

二、地點：本院 2 樓第 2 會議室

三、主席：李召集委員鴻源

四、出席人員：詳如後附簽到單　　紀錄：吳景輝、林廣宏

五、主席致詞：(略)。

六、報告事項：

(一)原能會報告「核能安全防護近期檢討議題」(略)。

(二)原能會報告「輻射防護及緊急應變機制」(略)。

七、審查結論：

(一) 本核安總體檢報告審查小組之定位在於提出問題及發掘事實，並進而提出因應方案，原能會及台電公司應就核安議題強化溝通，積極檢討提出各項潛在的核安問題，並研議解決之道，倘有需跨部會協助事項，可由本院進行協調。

(二) 核安總體檢報告現階段應補充說明檢討議題與福島事故原因的關聯性，各項資料要更明確、完整，以助於研判檢討項目及其強化措施的適當性；至下一階段則應對各項核安議題進行全面性之考量，例如將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g，在技術、經濟及核電廠服役期限等層面是否皆可行。

(三) 請原能會參考歐盟核電廠壓力測試之評估項目及內容，檢討強化我國核能安全措施，並研議推動我國核安總體檢加入歐盟之壓力測試。

-

(四) 請原能會於總體檢報告提出國內核能電廠運轉安全之技術意見，並盤點國內核災應變機制的能量，例如目前國軍化學兵的救災能量；此外，針對核災可能發生的最嚴重情境，應考量核電廠運轉及安全的技術限制，預為研擬核電廠安全防護、輻射防護及緊急應變機制之強化措施。

(五) 核子事故緊急應變區範圍為立法院、民眾與媒體高度關注議題，請原能會審慎研議可行方案。

(六) 核能安全的提升必須從設備、人員及管理三方面著手，除了應強化核電廠備用設備的可靠性、提升技術人員執行能力外，請原能會要求台電公司強化核電廠之管理。

(七) 請原能會持續加強核能安全之教育宣導，以避免社會大眾產生不必要之疑慮，同時應強調核災發生有不同層次及系統的差異，以利於非核能專業人士的理解；並請參考日本福島之經驗，規劃建立因應核災之國際支援及協助網絡。

(八) 請原能會督導台電公司確實掌握核電廠氫氣可能釋出的途徑，並強化氫氣監控及排放之措施；核電廠各項備用設備應考量在強震下的可用性，並強化操作程序的嚴謹正確。

(九) 請原能會督導台電公司強化核電廠反應器一次圍阻體及管線的耐震能力，另針對核電廠組件、系統、結構物的耐震強度分析(Fragility Analysis)之長期技術發展，應檢討納入國內專家之技術能力與意見，以建立國內產、學參與並協助決策之機制。

(十) 請國科會協調學術界提升海嘯研究能量，將波高、潮汐及氣候等因素納入研究範圍，並應強化各項研究數據之正確性及推估模式之可靠度。

-

(十一) 國內斷層細部及工程調查仍待發展，請國科會協調相關機構之研究應考量全波型不同頻率對建物之影響，近期內應瞭解備用設備耐震週期及在核電廠增設地震儀，長期則應完成海陸域調查、海嘯歷史事件調查研究。

(十二) 請原能會督導台電公司強化國內核電廠之耐震設計，透過執行模擬分析，瞭解在不同地震加速度情境下，對核能電廠可能的災損後果及影響，並進而強化對地震、海嘯複合型自然災害之因應措施。

(十三) 請原能會納入委員口頭及書面意見(詳如後附)檢討修訂核安總體檢報告，針對核電廠各項核安關鍵設施(如生水池)，應在報告中提出強化措施，並於下次會議中提出內容更具體、數據更完整、外界更易瞭解之報告。

八、散會(中午 12 時 10 分)

審查「我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢—核能安全防護近期檢討議題初步安全評估報告」會議簽到單

一、時間：100 年 6 月 28 日(星期二)上午 9 時

二、地點：行政院 2 樓第 2 會議室

三、主持人：李召集委員鴻源

四、出席單位人員：

出(列)席人員	簽　　名
陳委員正宏	陳正宏
劉委員兆漢	(請假)
郭 委員 位	郭位
劉委員容生	劉容生
劉委員仲明	劉仲明
張委員國鎮	張國鎮
馬委員國風	馬國風
劉委員立方	劉立方
許委員勝田	許勝田
趙 委員 鋼	(出國請假)

出(列)席人員	職　　稱	簽　　名
內政部	副署長 孫揚文	孫增剛 許惠雪
經濟部	副主委	陳照華代
國科會	災防應用科技計畫 執行秘書	游子勇
原能會	主委	李毅
台電公司	董事長 副總經理	陳貴明 徐德修
災害防救辦公室	組長 王鴻濬	謝金鵬代
本院第五組	參議	林煥商
本院第六組	組長	孫重權

2

附件：審查委員及相關機關書面意見

<u>陳正宏</u>委員審查意見：

1. 建議台電建立地震災損系統中的災害評估。
2. 建議原能會建立更精密的偵測能力。
3. 建議原能會儘早規劃核能安全研究所之設置。

<u>郭位</u>委員審查意見：

1. 技術問題應該由核電技術人員來決定(e.g. 在此情形，台電)，避免層層申報(此點美國較日本為優)。
2. 蓄水池(生水池)的可靠性也應該受到重視。否則，水池可能先遭破壞，而無法發生救援作用。
3. 備用設備(Cable, for example)應先安排妥當，甚至應與外國合作互通有無。日本福島事故是一管理問題。
4. 原委會的總體檢詳實，應澈底執行。

<u>劉容生</u>委員審查意見：

1. 強調人才和管理對災難處理的重要性，應深入瞭解福島一廠 5/6 號機及福島二廠，未發生爐心熔毀的原因，了解操作方式與應變的差異性，以為未來我國核安的參考。海嘯分析應有數據來佐證。
2. 擴大學術界的參與及加強資訊的透明化，可聘用專業的廣告公司，協助相關單位(能委會、台電、核能)加強對社會的宣導，減少社會民眾對核能的疑慮及不安。增加社會對核能接受度及信心。此體檢報告可能關係台灣未來核能的發展應慎重處理。

劉仲明委員審查意見：

總體檢顯示我國相關人才核心能力具備相當高的水準，惟在日本災變之後，相關專業領域人才的士氣以及未來生涯規劃及發展的衝擊，對專業人員的影響必須加以重視，畢竟，完備的系統仍需適當團隊來相輔相成。

實務上很難有百分之百安全的設計，如何在最壞的狀況能避免大災難應該是可能做到的，但如何與民眾溝通所謂的安全是一項挑戰。建議對法國的社會能持續支持核能發展做深入的瞭解並持續有具體做法，建立民眾對核能發電的信心。

張國鎮委員審查意見：

1. 原能會與台電近幾個月對我國核電廠安全的提升做了許多的努力與具體的改善措施，值得肯定。
2. 台電公司必須思考如何結合、藉助國內產學界的投入，以加快進程，並進行長期之研究。(天然災害方面)
3. 電廠與設備耐震安全餘裕評估應盡快開始，並研究影響核能安全的關鍵結構、系統或元件，優先進行分析、試驗、驗證及補強改善。

馬國鳳委員審查意見：

電廠重要設施抗震週期的界定，評估其耐震度，以供未來地震模擬，做全面的情境模擬評估。

許勝田委員審查意見：

一、 由報告得知福島一廠 1~4 機組在大地震後廠內電源喪失又失去補水能力是爐心燃料熔損及放射物外釋所致，目前台電所做大量的檢討工作主要是：

- 確保海嘯不入侵 ECW 的抽水機。
- 提供 ECW 足夠的備用電源。
- 確保 ECW 系統生水供應能力。
- 確保 Spent fuel pool 有水。

雖然個人對 ECW 系統的設計細節不完全瞭解，但由原能會的審查顯示，對 ECW 可能問題的考慮應已相當詳細。

二、 個人認為核災之發生有不同原因，也有不同系統來防止或控制問題的發生，目前報告所提僅止於其中的一些面向，建議應綜合列出可能發生的面向與層次及相應的安全系統，由此才容易讓委員或其他專業人員瞭解本檢討工作是否完整，核電廠的安全可以得到適當的保證。

內政部

警政署意見：

初步安全評估報告附錄四之(五).6 及(五).10(警力協定書)

警察於協助防救災的工作任務為執行災區警戒、治安維護及收容處所安全維護、交通管制、疏導、災情查通報、協助疏散及搶救災區民眾等；至核電廠事故處理，非屬警察專業，不宜由警察人員進入廠區內救災。

消防署意見：

一、有關第五點「事故處理程序與訓練」，原能會意見第 10 點：內政部消防……進入高輻射區規畫之協議/合約，並落實在電廠程序書乙節，依據災害防救法及地方制度法規定，災害防救係為地方自治事項，有關消防救災應由地方政府執行，爰此，有關消防單位人員進入核電廠高輻射區規劃之之協議/合約，原能會原建議由本署執行，依上開規定，應由核電廠與所在地之地方政府簽訂救災協議/合約，並落實在電廠程序書內，以落實防災體制。

二、查目前核電廠所在之新北市及屏東縣政府消防局，基於核電廠搶救需要，均有與轄內之台電公司核能電廠簽訂消防救災支援協定書，惟為進一步確保消防救災人員支援核電廠救災安全，有關第五點「事故處理程序與訓練」部分，建請應將前不久日本發生東北強震引發核電廠核物質外釋事故搶救過程前車之鑑，深切檢討並重新修訂廠外消防單位人員支援進入輻射區或汙染區之SOP、台電公司前與各核電廠所轄之消防局簽訂之救災支援協定書等內容，建議修訂重點如下：

1. 應邀集核物質應變專家學者開會研商並訂定消防人員進入核電廠協助救災之可承受輻射劑量標準，並納入上開修訂事項辦理。
2. 建請依核電廠事故國際分級、狀況，廠內消防隊無法有效控制火勢等，明確訂定廠外消防單位須支援時機。
3. 建請核電廠應提供所在地之縣(市)政府消防局及緊急計畫區內消防單位足夠之人員防護、輻射偵檢裝備、完整之核電廠

事故火災搶救等教育訓練及定期搭配演練等，以利支援救災任務之執行。

4. 當核電廠發生事故，廠內消防隊無法有效滅火時，依上開支援時機，請求外部消防單位支援時，核電廠消防隊除應提供進入廠內之外部消防單位人員足夠之安全防護裝備器材，並在廠內專業應變人員引導下進入廠內配合救災外，救災時，廠內並應全程監控及管制消防救災人員應在可承受輻射劑量標準範圍時間內配合救災。

5. 於支援協定中，應界定消防單位支援範圍，對於圍阻體(爐心)內之火災搶救任務，因屬核電救災專業領域，建請應由廠內專業消防隊執行之，消防單位支援任務則應以圍阻體(爐心)以外之一般構造物火災滅火為主。

民防組意見：

一、對轄區分局員警辦理說明會，製作支援人員手冊，敘明輻射劑量與人體健康之關係、遭受輻射汙染時之處置作為，以減少第一線執勤人員之心理壓力。

二、輻防包、劑量筆、防護衣等裝備應補足至轄區分局員警數，並有備用數量以備其他單位支援時使用。

三、建立第一線執勤人員之輻射教育訓練、健康檢查及額外保險機制。

行政院原子能委員會回應
行政院審查「我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢－核能安全防護近期檢討議題初步安全評估報告」意見

壹、行政院審查結論：

序號	審查結論	回應單位	回應意見
101	本核安總體檢報告審查小組之定位在於提出問題及發掘事實，並進而提出因應方案，原能會及台電公司應就核安議題強化溝通，積極檢討提出各項潛在的核安問題，並研議解決之道，倘有需跨部會協助事項，可由本院進行協調。	核管處 輻防處 核技處	本會配合審查小組指導核安防護強化之方向，秉持專業積極把關核安議題，強化我國核能電廠防範並因應類似福島事件之能力，期能協助國人消除福島事件後果之疑慮。本會在報告初稿完成後，均邀請台電公司人員參與討論會議，說明核能電廠應強化之方向，並藉不定期、不同層級之會議及溝通方式，交換有關技術資訊，加強凝聚技術面之認知與共識，故在實施核安強化措施之技術面上並無歧見。然台電公司對非本會權責之經濟效益(如延役與否)，在實施強化措施時對成本效益之考量仍多有保留，故建議經濟部/國營會對未來核能發展之長期政策面向能明確釐清；另針對與強化核能安全措施有關之經費，建議經濟部能大力支持，共同爭取行政院在預算方面的協助。 報告初稿的第四章「我國輻射防護及緊急應變機制之檢討」中，諸多議題仍需要持續進行跨部會的協調，尤其經過 311 專案過程及 5 月份的核安 17 號演習，各項議題已經歷非常密切的討論與協調，故對第一階段報告中的檢討及強化規劃，各相關部會已有充分共識，惟將來一部分強化措施的落實尚需由相關部會共同來爭取經費預算，這部分將來需要行政院的鼎力支持。
102	核安總體檢報告現階段應補充說明檢討議題與福島事故原因的關聯性，各項資料要更明確、完整，以助於研判檢討項目及其強化措施的適當性；至下一階段則應對各項核安議題進行全面性之考量，例如將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g，在技術、經濟及核電廠服役期限等層面是否皆可行。	核管處	第一階段報告已增加第二章專章說明檢討議題與福島事故原因的關聯性，建立檢討議題及防範、救援、減緩事故的基礎，以助益於協助研判檢討項目及其強化措施的適當性；配合核安議題的檢討已做整體性之考量，本會持續追蹤日本在 2006 年後核電廠因應耐震提升之實績，技術面非執行不可行之考量因素。日前日本原子力保安院在要求防海嘯之緊急安全對策，即依據福島一廠海嘯上溯高度超過設計值為標準做齊頭式之要求，故我國要求將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 之做法，實係積極回應我國民眾對各核電廠核安標準的迫切期許。
103	請原能會參考歐盟核電廠壓力測試之評估項目及內容，檢討強化我國核能安全	核管處 綜計處	一、本會在初步安全評估報告已將歐盟核電廠壓力測試草案納入要求，在第一階段評估報告亦參照定案版規範修訂納入要求。目前歐洲已有近 200 座反應器將遵循該壓力測試規範，日本政府決定參

	措施，並研議推動我國核安總體檢加入歐盟之壓力測試。		考歐盟規範對所有核電廠執行壓力測試，基於地球世界村核安無國界之理念，爰請外交部協助推動加入歐盟壓力測試之做法，本會已修訂要求檢討該規範之期程，並積極配合辦理歐盟後續之做法，以符國人對核安有更高之標準，並緩解民眾對核安之擔憂。 二、本會已於6月28日外交部舉辦之第22屆台歐盟諮商「綜合及其他部門別」議題期中檢討會中，提請歐盟考量同意我國（以非會員身份）參加歐盟境內電廠壓力測試，並願與歐盟分享運轉經驗及管制訊息。歐盟中、台、蒙處長Mr. Franz Jessen表示會攜回意見研議後復。
104	請原能會於總體檢報告提出國內核能電廠運轉安全之技術意見，並盤點國內核災應變機制的能量，例如目前國軍化學兵的救災能量；此外，針對核災可能發生的最嚴重情境，應考量核電廠運轉及安全的技術限制，預為研擬核電廠安全防護、輻射防護及緊急應變機制之強化措施。	核管處 輻防處 核技處	一、本會在初步安全評估報告以及現場查證專案視察，持續蒐集瞭解國際核能國家之做法，廣泛納入有助益於強化核電廠耐震、防海嘯之技術能力，全面納入第一階段安全評估報告，爾後待事故真相日漸發掘釐清本會仍將蒐集並瞭解國際做法以為修訂本會之技術意見。本會在安全防護總體檢方案即已要求核電廠考量複合式災難、超過設計基準事故以及雙機組事故等特殊情境，要求強化嚴重事故管理指引及斷然處置措施，事先瞭解電廠弱點備妥各式備品以為強化核電廠因應之措施。 二、在輻射防護方面： 1.原能會已針對國內緊急應變人力及設備之備援能量進行檢討，並已完成緊急應變人力之初步統計，其中國軍化學兵部隊可支援人力約500人。 2.已要求台電公司提供救災人員之防護設備及程序書，並施予必要之訓練。 3.我國已參考日本經驗開始規劃發生核災時，可能動員之人力，預為準備所需之儀器，加強輻射防護訓練以及劃分各項任務之責任區並預為演練。 三、在有關強化緊急應變機制說明如下： 1.因地震、海嘯所引起之核子事故，與其他原因所造成之核子事故，其成因及演變過程不同，事故排除亦較困難，但核能電廠機組搶救、控制及應變作業，尚無多大差異。惟複合式災害之形態，比單一災害更為複雜，地方政府之救災工作亦更形艱鉅。現行單一災害應變機制勢無法有效因應類似此次日本發生地震、海嘯及核子事故等複合式災害應變；因此，災害防救與核子事故緊急應變二者實有採專業分工、相互合作必要，以建立國家全災害防救機制。 2.經檢視現有災害防救法規已有相關複合式災害應變規定，為利於核子事故之應變處置，將於中央災害應變中心作業編組增列「核能救援組」，

			由原能會主導並進駐幕僚參謀組、情資研判組、災情監控組等各功能分組協同處理，俾使二體系相互聯繫，以達到整合效果。 3.國軍具備核電廠輻射外釋處置能力 （1）依我國「核子事故緊急應變法」與相關計畫規定，當發生輻射事件時，行政院原能會依法成立中央災害應變中心，國防部配合成立「支援中心」，負責執行輻射污染消除，並支援醫療、民眾疏運與收容等任務。 （2）自民國 78 年起於南北核電廠，每 2 年實施 1 次全國性核子事故緊急應變演練，90 年起提升為每年 1 次，100 年於新北市核能二廠與週邊地區實施。歷年國軍均依法配合執行，迄今已完成 17 次「核安演習」。 （3）國軍化學兵部隊除參與國家級演練外，平時學校教育及部隊訓練、測考均將輻射污染偵測、消除作業納入訓練。就現有編組、裝備及訓練，可執行人員、車輛、裝備、設施及地區偵、消作業。 4.國軍化學兵戰備部隊的緊急應變機制 （1）當我國發生輻射污染事件時，國軍係依「核子事故緊急應變法」於中央災害應變中心下成立「支援中心」，負責執行輻射污染消除，並支援醫療、民眾疏運與收容等任務。 （2）國軍化學兵戰備部隊係以陸軍為主體，各軍團平日均保持偵消部隊三分之一兵力任戰備部隊，計連級 3、排級 2、班級 3，可於第一時間立即投入，預判狀況發展，適時投入後續支援與跨區增援部隊。 （3）偵消部隊具核子與放射性偵、消能力，可定點及機動前推配置，執行輻射偵測與消除作業。偵檢裝備：可量測中子、γ、β 射線與分析核種；消除裝備：可移除人員、車輛及地面輻射落塵。 （4）配置於北、中、南地區之核生化偵檢車（10 輛）均已完成整備，可配合原能會輻射及環境輻射監測站執行偵測作業；另各式消除機具與編組亦同步完成待命。 （5）因應核子事故，原能會 93 年已核撥六、八軍團任務部隊碘片各 700 盒（1400 錠），依原能會指示管制使用。另現有防護服（隔離衣）、口罩等計 5 類 8 項 282 萬餘件，足敷使用。
105	核子事故緊急應變區範圍為立法院、民眾與媒體高度關注議題，請原能會審慎研	核技處	一、依現行法規規定且人口分布、氣象、地理資訊等條件，近 5 年內並無明顯差異，經分析評估後，核一、二、三廠緊急應變計畫區範圍仍為 5 公里。

	議可行方案。		二、參考日本福島經驗，以二部機組同時發生爐心熔毀之最嚴重事故為假設條件，經分析評估後，並在民眾安全及務實可行的原則下，初步劃定為 8 公里。 三、緊急應變計畫區域係萬一核電廠發生緊急事故時，為確保迅速執行有效的防護行動，以保護廠外民眾而需詳加規劃之地區。在該區域內所做詳細規劃，當必要時可提供擴大充份應變能量之基礎。至於萬一發生核子事故之實際疏散範圍，仍需視機組狀況及放射性物質外釋情形而定。未來除於緊急應變計畫區內做完善之民眾防護措施規劃外，並將以該區域為基礎，結合災害防救體系，規劃緊急應變計畫區外大規模疏散、收容安置等相關配套措施，以供必要時採行預防性之疏散與掩蔽作業，確保民眾之安全。 四、此外，核能電廠已完成機組斷然處置作業程序，原能會亦將要求台電公司確實執行，必要時，應即時進行事故機組之斷然處置措施，減緩放射性物質之外釋，爭取廠外民眾防護行動之時間。
106	核能安全的提升必須從設備、人員及管理三方面著手，除了應強化核電廠備用設備的可靠性、提升技術人員執行能力外，請原能會要求台電公司強化核電廠之管理。	核管處	本會在安全防護總體檢方案除要求核電廠強化備品備變，強化重要設備的可靠度計畫，要求針對各式緊急程序書及斷然處置措施完成整備與人員訓練及測試，以確認在各種突發情境、惡劣環境，運轉員須確實依據程序書或指引完成因應措施。並在檢討議題強調「精進人力/組織運作及強化核能安全文化」項目，事先瞭解電廠弱點備妥各式備品以為強化核電廠因應之措施，本會納入此項議題並確實督導台電公司落實此要求。
107	請原能會持續加強核能安全之教育宣導，以避免社會大眾產生不必要之疑慮，同時應強調核災發生有不同層次及系統的差異，以利於非核能專業人士的理解；並請參考日本福島之經驗，規劃建立因應核災之國際支援及協助網絡。	核管處 綜計處	一、本會第一階段報告已增加第二章專章說明檢討議題與福島事故原因的關聯性，有利於瞭解核災的演進，並強調在關鍵性的問題上(包括設備、人員及管理)實係一連串的突破，最後才導致嚴重的後果，不同的情境及因應措施的執行會有不同的結果；由各電廠甚至福島一廠不同機組的事件發展，即有利於瞭解總體檢的目的，係掌握上述異或同的可能缺失以利強化作為。本會在近期檢討議題(五)事故處理程序與訓練，提出要求事先規劃核災所需國內外之救援及協議/合約之確認，本會納入此項議題並確實督導台電公司落實此要求。 二、讓社會大眾深入淺出且很容易的獲得正確的核能資訊，進而建立共識，一直是原能會近年來努力的目標。為消弭民眾的疑慮，原能會力求資訊公開透明，將核安管制資訊公佈於原能會網站，便利民眾取得，並透過電子郵件首長信箱之設置，隨時與民眾做第一線之互動。且經由製作各類文

			宣、廣告、出版品或舉行記者會、展覽，透過媒體，將核能資訊傳播，俾瞭解政府推廣原子能科技在和平上之應用，以有效提升國人對核能與輻射安全的認知。 福島事件時，感受到民眾對輻射的疑慮甚深，故規劃辦理推動國人正確防護作為之教育溝通事項，為此已申請動支第二預備金共 250 萬元，俾經由出版品的製作或短片類多媒體等，及經由大眾傳播管道，將正確訊息傳播。此外，也將培育種子教師或對民眾團體說明。 而為把握民眾關切核災之契機，已應用原能會網站設立「輻射你我她」免費演講服務機制，提供具專業及經驗豐富講師的免費演講服務，近期內已安排逾 60 場次。
108	請原能會督導台電公司確實掌握核電廠氫氣可能釋出的途徑，並強化氫氣監控及排放之措施；核電廠各項備用設備應考量在強震下的可用性，並強化操作程序的嚴謹正確。	核管處	本會初步安全評估報告相關內容在核能安全防護之共通性審查意見：(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件、(五)事故處理程序與訓練、(九)超過設計基準事故等項中本會之要求能完整涵蓋；該報告相關內容在核能安全防護之共通性審查意見：(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件、(四)熱移除及最終熱沉能力、(八)複合式災難事件、(十)設備/設施完備性及備品儲備等項中本會之要求能完整涵蓋；本會納入此兩項議題並確實督導台電公司落實此要求。
109	請原能會督導台電公司強化核電廠反應器一次圍阻體及管線的耐震能力，另針對核電廠組件、系統、結構物的耐震強度分析(Fragility Analysis)之長期技術發展，應檢討納入國內專家之技術能力與意見，以建立國內產、學參與並協助決策之機制。	核管處	本會初步安全評估報告相關內容在核能安全防護之共通性審查意見：(九)超過設計基準事故項中本會之要求能完整涵蓋；目前台電公司承諾分別於 101 年 6 月、101 年 12 月及 102 年 4 月完成海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。以往核能電廠之地震危害度分析即由國內科研團隊執行，對核能電廠地震風險有重要之貢獻，如在耐震強度分析結合國內產、學專家協助建立本土化地震評估模式，爾後可立即執行事件反應評估，對風險決策有實質的助益，本會納入此項議題之要求並確實督導台電公司落實。
110	請國科會協調學術界提升海嘯研究能量，將波高、潮汐及氣候等因素納入研究範圍，並應強化各項研究數據之正確性及推估模式之可靠度。	核管處	本會持續保持與國科會研究團隊資訊溝通及連繫，亦將配合國科會的後續結果審查。本會納入此項議題之要求，並確實督導台電公司落實。 國科會函復委託學界進行之海嘯模擬研究期中報告，待審查通過且呈報行政院後，已於 101 年 3 月 29 日函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」。
111	國內斷層細部及工程調查仍待發展，請國科會協調相關機構之研究應考量全波	核管處	本會持續保持與國科會研究團隊資訊溝通及連繫，亦將配合國科會的後續結果審查。台電公司在 7 月 6 日核管會議已承諾參考日本做法儘速增設地震

	型不同頻率對建物之影響，近期內應瞭解備用設備耐震週期及在核電廠增設地震儀，長期則應完成海陸域調查、海嘯歷史事件調查研究。		儀。本會納入近期、長期議題之要求，並確實督導台電公司落實。 國科會函復委託學界進行之海嘯模擬研究期中報告，待審查通過且呈報行政院後，已於 101 年 3 月 29 日函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」。
112	請原能會督導台電公司強化國內核電廠之耐震設計，透過執行模擬分析，瞭解在不同地震加速度情境下，對核能電廠可能的災損後果及影響，並進而強化對地震、海嘯複合型自然災害之因應措施。	核管處	本會初步安全評估報告相關內容在核能安全防護之共通性審查意見：(八)複合式災難事件、(九)超過設計基準事故項中本會之要求能完整涵蓋；另將要求台電公司針對不同地震情境(地震加速度)，模擬核能電廠可能的災損後果及影響。本會納入此項議題之要求並確實督導台電公司落實。
113	請原能會納入委員口頭及書面意見(詳如後附)檢討修訂核安總體檢報告，針對核電廠各項核安關鍵設施(如生水池)，應在報告中提出強化措施，並於下次會議中提出內容更具體、數據更完整、外界更易瞭解之報告。	核管處 輻防處 核技處	本會已納入委員口頭及書面意見，並在第一階段評估報告要求台電公司限期辦理，本會確實督導台電公司落實。本會在第一階段評估報告並增加第二章福島一廠事故說明，將事故過程所顯現的弱點或缺失，與我國總體檢的項目建立關聯性，以確認是否仍有不足或須改進之處；第三章針對重要檢討議題各項目的要求，提出本會要求之重點摘要；第五章列出中長期管制追蹤的作法及第一階段評估報告新增的要求事項；也希望委員能再提出指正，確保本會總體檢方案之完整性。

貳、口頭及書面意見：

序號	提案委員	書面意見	回應單位	回應意見
201	**陳正宏委員**	建議台電建立地震災損系統中的災害評估。	核管處	本會將要求台電公司針對不同地震情境(地震加速度)，模擬核能電廠可能的災損後果及影響，並確實督導台電公司落實。
202		建議原能會建立更精密的偵測能力。	輻防處 核管處 輻射偵測中心	一、原能會已提出專案計畫，將增購效率較高之加馬能譜分析儀，同時亦將添購高流量之空浮抽氣採樣設備，建立更精密的偵測能力。 二、檢討現行環境輻射偵測計畫，結合境內及境外核子事故緊急應變作為，精進輻射偵測系統與儀器設備，以提升偵測能力，並提供廣泛而細密的監測資訊，作為民眾防護應變之參考。 三、更新系統與儀器設備，包括： 1.高效率純鍺偵檢器能譜分析系統。 2.寬能量範圍純鍺偵檢器能譜分析系統。 3.感應耦合電漿質譜儀（ICP-MS）。 4.自動化熱發光劑量計計讀儀。

203		建議原能會儘早規劃核能安全研究所之設置。	綜計處 核管處	目前刻參酌獨立行政法人日本原子力安全基盤機構（JNES）核能安全研究單位之架構與內部組成，著手研擬未來組改「核能安全研究所」設置要件草案（含職掌、人力、預算、研究屬性及組織架構等），並將配合國科會規劃進度進行後續協商討論。
204	**郭位委員**	技術問題應該由核電技術人員來決定(e.g. 在此情形，台電)，避免層層申報(此點美國較日本為優)。	核管處	本會要求台電公司建立斷然處置措施，將確實督導台電公司落實由電廠技術人員決定，並對斷然處置措施採事後通報，以使經營管理及管制單位能瞭解掌握機組特殊狀況。
205		蓄水池(生水池)的可靠性也應該受到重視。否則，水池可能先遭破壞，而無法發生救援作用。	核管處	本會初步安全評估報告相關內容在核能安全防護之共通性審查意見：(四)熱移除及最終熱沉能力之項(9)要求補強生水池結構及管路等之耐震能力。在生水池槽體完成改善為安全等級前，須檢視池槽體受損水流的可能路徑，並預先規劃排除對廠房廠區重要設備淹水影響；本會持續追蹤此項議題並確實督導台電公司落實此要求。
206		備用設備(Cable, for example)應先安排妥當，甚至應與外國合作互通有無。日本福島事故是一管理問題。	核管處	本會初步安全評估報告相關內容在核能安全防護之共通性審查意見：(十)設備/設施完備性及備品儲備之項(2)備品存放位置、高程、耐震性等須妥適規劃，以避免單一天災之共因受損；(五)事故處理程序與訓練之項(9)考量納入國內技術支援團隊配合或納入與國外機構簽訂協助處理事故之合約或協定之可行性；與設備、人員有關之措施均依品保程序納入程序書管控、維護測試及訓練；(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化，即在要求台電公司強化管理落實核安文化。本會持續追蹤相關議題並確實督導台電公司落實此要求。
207		原委會的總體檢詳實，應澈底執行。	核管處 輻防處 核技處	本會持續追蹤瞭解福島事故之成因，並蒐集研析各國因應及強化之做法，期望能積極提升核能電廠因應地震、海嘯及喪失所有電源威脅之設計能力，本會將確實督導台電公司澈底執行並落實相關要求。
208	**劉容生委員**	強調人才和管理對災難處理的重要性，應深入瞭解福島一廠 5/6 號機及福島二廠，未發生爐心熔毀的原因，了解操作方式與應變的差異性，以為未來我國核安的參考。海嘯分析應有數據來佐證。	核管處	本會持續追蹤瞭解福島事故之成因，並蒐集日本原子力保安院的調查報告，瞭解研析事故後受損的機制、各機組因應的做法，以為我國強化並提升核能電廠做法之基礎；故在第一階段報告第二章福島一廠事故經驗回饋第一項，表列比較 14 個受大地震急停之機組，廠址高程、想定海嘯最高位置及此次海嘯實際上溯高程，直指最重要之事故原因係福島一廠海嘯預防準備不足；然而，福島一廠 5/6 號機除了廠址高程較另 4 部機組高 3 公尺，僅淹浸水 1 至 2 公尺，且 6 號機是較其他機組更新之設計，建有廠房保護之氣冷式緊急柴油發電機，僅靠這部倖存的柴油發電機，即發揮了保護 5/6 號機組至安全停機的功用。至於，福島

				二廠的 4 部機組均與福島一廠 6 號機為相同的設計，故雖然廠區局部區域淹浸水達 2 至 3 公尺，然而福島二廠的 4 部機組並無傳出類似福島一廠多重安全設備單一共因故障的嚴重後果。本會在核能安全防護近期檢討議題：(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化，即在要求台電公司健全組織人力、強化管理以落實核安文化。海嘯分析方面將配合國科會的後續結果審查。本會將確實督導台電公司落實相關要求。
209		擴大學術界的參與及加強資訊的透明化，可聘用專業的廣告公司，協助相關單位(能委會、台電、核能)加強對社會的宣導，減少社會民眾對核能的疑慮及不安。增加社會對核能接受度及信心。此體檢報告可能關係台灣未來核能的發展應慎重處理。	綜計處	原能會除了要善盡核能安全管制的責任外，讓民眾更認識原能會、更瞭解原能會，絕對是本會各項業務成敗的重要關鍵。因此原能會 99 年之施政策略目標，已將「落實資訊透明化，增進民眾信任」納入。 福島事件時，感受到民眾對輻射的疑慮甚深，故規劃辦理推動國人正確防護作為之教育溝通事項，為此已申請動支第二預備金共 250 萬元，俾經由出版品的製作或短片類多媒體等，及經由大眾傳播管道，將正確訊息傳播。此外，也將培育種子教師或對民眾團體說明。 未來在民眾溝通說明上也會遵照委員建議，引入學界及專業人士的協助，俾有效提升國人對核能與輻射安全的認知和消弭民慮。此外，原能會已開始規劃如何向民眾說明，並就溝通說明內容及辦理方式向學者專家請益中，且將渠等建議納入未來推動規劃應用。
210	**劉仲明委員**	總體檢顯示我國相關人才核心能力具備相當高的水準，惟在日本災變之後，相關專業領域人才的士氣以及未來生涯規劃及發展的衝擊，對專業人員的影響必須加以重視，畢竟，完備的系統仍需適當團隊來相輔相成。 實務上很難有百分之百安全的設計，如何在最壞的狀況能避免大災難應該是可能做到的，但如何與民眾溝通所謂的安全是一項挑戰。建議對法國的社會能持續支持核能發展做深入的瞭解	核管處 綜計處	一、本會持續追蹤瞭解福島事故之成因，並蒐集日本原子力保安院的調查報告，瞭解研析事故後受損的機制、各機組因應的做法，以為我國強化並提升核能電廠做法之基礎；本會在核能安全防護近期檢討議題：(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化，即在要求台電公司健全組織人力、人才斷層的補強、強化管理以落實核安文化。本會將確實督導台電公司落實相關要求。 二、如何與民眾溝通「安全」確是一項挑戰，原能會就核能總體檢之溝通說明的內容及辦理方式正向學者專家請益中，且將渠等建議納入未來推動規劃之參考，並將瞭解國外做法，俾盡全力讓民眾瞭解並進而建立信心。

		並持續有具體做法，建立民眾對核能發電的信心。		
211	**張國鎮委員**	原能會與台電近幾個月對我國核電廠安全的提升做了許多的努力與具體的改善措施，值得肯定。	核管處	本會持續追蹤瞭解福島事故之成因，並蒐集研析各國因應及強化之做法，期望能積極提升核能電廠因應地震、海嘯及喪失所有電源威脅之設計能力，本會將確實督導台電公司澈底執行相關改善措施並落實相關要求。
212		台電公司必須思考如何結合、藉助國內產學界的投入，以加快進程，並進行長期之研究。（天然災害方面）	核管處	本會持續追蹤國內外研究，並要求台電公司針對地震、海嘯、水災及衍生之喪失所有交流電源事故，應按照新資訊、運轉經驗及認識，以定期更新這些評估及評估的方法論，俾強化核電廠抵抗所有自然危害風險的防護能力。本會將確實督導台電公司結合、藉助國內產學界的投入，執行相關長期研究以落實相關要求。在福島事故後能源國家型計畫，核能主軸計畫已調整計畫方向以核能安全為主軸，未來建議應廣為邀請國內產學界共同參與規劃與執行。
213		電廠與設備耐震安全餘裕評估應盡快開始，並研究影響核能安全的關鍵結構、系統或元件，優先進行分析、試驗、驗證及補強改善。	核管處	目前台電公司承諾分別於 101 年 6 月、101 年 12 月及 102 年 4 月完成海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。耐震安全餘裕評估之執行如受限前述期程，本會將要求台電公司先行建立評估方法論及個案分析實作之技術能力。本會將確實督導台電落實相關要求
214	**馬國鳳委員**	電廠重要設施抗震週期的界定，評估其耐震度，以供未來地震模擬，做全面的情境模擬評估。	核管處	本會將要求台電公司執行電廠重要設施抗震週期的界定，為爾後全面的地震情境模擬評估之用。本會將確實督導台電落實相關要求。
215	**許勝田委員**	由報告得知福島一廠 1~4 機組在大地震後廠內電源喪失又失去補水能力是爐心燃料熔損及放射物外釋所致，目前台電所做大量的檢討工作主要是： ・確保海嘯不入侵 ECW 的抽水機。 ・提供 ECW 足夠的	核管處	本會持續追蹤瞭解福島事故之成因，並蒐集研析各國因應及強化之做法，針對核能電廠可能遭遇超過設計基準之地震、海嘯及喪失所有電源等威脅，在設計能力之外補強核能電廠可能之因應措施，本會將確實督導台電公司澈底執行相關改善措施並落實相關要求。

		備用電源。 ・確保 ECW 系統生水供應能力。 ・確保 Spent fuel pool 有水。 雖然個人對 ECW 系統的設計細節不完全瞭解，但由原能會的審查顯示，對ECW可能問題的考慮應已相當詳細。		
216		個人認為核災之發生有不同原因，也有不同系統來防止或控制問題的發生，目前報告所提僅止於其中的一些面向，建議應綜合列出可能發生的面向與層次及相應的安全系統，由此才容易讓委員或其他專業人員瞭解本檢討工作是否完整，核電廠的安全可以得到適當的保證。	核管處	第一階段報告已增加第二章專章說明檢討議題與福島事故原因的關聯性，建立檢討議題及防範、救援、緩減事故的基礎，以助益於協助研判檢討項目及其強化措施的適當性；本會將確實督導台電公司澈底執行相關改善措施並落實相關要求。 考量日本事故報告提出的時間、內容的完整性及各國執行檢討或壓力測試之做法，乃決定核電廠安全防護總體檢的執行方式，首先由台電公司自我檢視機組現行設計與事故因應機制，在完成檢討列出可能的改善做法後，將報告送原能會審查，原能會除進行書面審查外，並派員赴電廠執行現場符合性查證工作，在此工作期間，原能會並參考國際間各主要核能國家做法作適時調整，務必確保檢討項目之完整性。歐盟 WENRA 的壓力測試規範草案，及定案稿後 ENSREG 版壓力測試規範，國際原子能總署真相調查小組報告、美國核管會福島專案小組近期報告等建議事項，本會均即時掌握並了解其內涵，確保我國在執行核安防護總體檢作法與國際同步。
217	**內政部警政署意見**	初步安全評估報告附錄四之(五).6 及(五).10(警力協定書)警察於協助防救災的工作任務為執行災區警戒、治安維護及收容處所安全維護、交通管制、疏導、災情查通報、協助疏散及搶救災區民眾等；至核電廠事故處理，非屬警察專業，不宜由警察人員進入廠區內救災。	核管處 輻防處 核技處	一、本會將左列意見納入為審查意見，並將確實督導台電公司落實相關要求。 二、依地方政府區域民眾防護應變計畫，警察單位的分工為執行災區警戒、治安維護及收容處所安全維護、交通管制、疏導、災情查通報、協助疏散及搶救災區民眾等，並無規劃警察人員進入廠區內協助救災。

218	**內政部消防署意見**	有關第五點「事故處理程序與訓練」，原能會意見第 10 點：內政部消防……進入高輻射區規畫之協議/合約，並落實在電廠程序書乙節，依據災害防救法及地方制度法規定，災害防救係為地方自治事項，有關消防救災應由地方政府執行，爰此，有關消防單位人員進入核電廠高輻射區規劃之之協議/合約，原能會原建議由本署執行，依上開規定，應由核電廠與所在地之地方政府簽訂救災協議/合約，並落實在電廠程序書內，以落實防災體制。	核管處 輻防處 核技處	一、本會將左列意見納入為審查意見，並將確實督導台電公司落實相關要求。 二、目前台電公司各核能電廠分別與所在縣市消防局簽署「消防救災支援協定書」並每年定期實施輻防訓練。核一、二廠主要與新北市政府消防局第六大隊合作，核三廠則與屏東縣政府消防局第四大隊合作。 三、各核能電廠均按輻防訓練計畫每年定期對電廠附近地區消防分隊實施輻射防護訓練與廠區環境介紹，98、99 年各廠共實施 15 場次訓練，總計 253 人次完成參訓。 四、目前消防救災支援協定書係由核電廠與所在地之地方政府簽訂，內容包括支援事項、範圍、程序、統一指揮、災情傳遞等協定事項。 五、各核電廠訂有消防作業程序書，內容包括編組、涉及輻射危險地區與涉有輻射危險顧慮之消防行動程序、消防人員之輻射防護規定與注意事項、廠外消防人員之責任與能力及聯繫方法、廠外消防人員進廠集結與引導及滅火注意事項暨人員輻射監測與防護之特別指導等。
219		查目前核電廠所在之新北市及屏東縣政府消防局，基於核電廠搶救需要，均有與轄內之台電公司核能電廠簽訂消防救災支援協定書，惟為進一步確保消防救災人員支援核電廠救災安全，有關第五點「事故處理程序與訓練」部分，建請應將前不久日本發生東北強震引發核電廠核物質外釋事故搶救過程前車之鑑，深切檢討並重新	核管處 輻防處 核技處	一、本會將左列意見納入為審查意見，並將確實督導台電公司落實相關要求。 二、有關「核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」之廠外支援之搶救人員進入輻射區域或污染區時，相關處理機制、程序與標準作業程序書等，已請台電公司全面檢討，並預計於 10 月底前完成增（修）訂。 三、核子事故發生時，基於搶救生命或防止嚴重危害目的等，對於進入事故電廠從事干預行動之工作人員(除電廠員工及雇工人員外，尚可能包括軍警、消防人員、醫護人員等)，原則悉依「游離輻射安全標準」第 17 條「緊急曝露」規定處理，包括事先告知及訓練。 四、有關接受「緊急曝露」工作人員之劑量限制，依「游離輻射安全標準」第 18 條規定略以：為搶救生命，劑量儘量不超過 500 毫西弗；其餘搶救者劑量儘量不超過 100 毫西弗。 五、有關廠外消防進廠相關事宜綜合說明如下： 1.依核電廠 1420 作業程序書規定於設備火災或在地震後引起火災持續 10 分鐘以上，仍無法有效

		修訂廠外消防單位人員支援進入輻射區或汙染區之SOP、台電公司前與各核電廠所轄之消防局簽訂之救災支援協定書等內容，建議修訂重點如下： 1. 應邀集核物質應變專家學者開會研商並訂定消防人員進入核電廠協助救災之可承受輻射劑量標準，並納入上開修訂事項辦理。 2. 建請依核電廠事故國際分級、狀況，廠內消防隊無法有效控制火勢等，明確訂定廠外消防單位須支援時機。 3. 建請核電廠應提供所在地之縣(市)政府消防局及緊急計畫區內消防單位足夠之人員防護、輻射偵檢裝備、完整之核電廠事故火災搶救等教育訓練及定期搭配演練等，以利支援救災任務之執行。 4. 當核電廠發生事故，廠內消防隊無法有效滅火時，依上開支援		控制火勢，將協請廠外消防支援。另依消防救災支援協定事項廠外消防支援範圍，包括輻射管制區之核電廠財產區所轄範圍，惟進入輻射管制區之支援人員，須事先經輻防管制人員偵測無安全顧慮及同意後，始得進入，且核電廠應提供偵測及防護裝備供支援人員使用。 2.台電公司應針對簽訂支援協定之消防單位加強廠內救災之教育訓練且備妥進廠協助救災人員所需之防護裝備並定期辦理相關聯合實兵演練。

		時機，請求外部消防單位支援時，核電廠消防隊除應提供進入廠內之外部消防單位人員足夠之安全防護裝備器材，並在廠內專業應變人員引導下進入廠內配合救災外，救災時，廠內並應全程監控及管制消防救災人員應在可承受輻射劑量標準範圍時間內配合救災。 5. 於支援協定中，應界定消防單位支援範圍，對於圍阻體(爐心)內之火災搶救任務，因屬核電救災專業領域，建請應由廠內專業消防隊執行之，消防單位支援任務則應以圍阻體(爐心)以外之一般構造物火災滅火為主。		
220	**內政部民防組意見**	1. 對轄區分局員警辦理說明會，製作支援人員手冊，敘明輻射劑量與人體健康之關係、遭受輻射汙染時之處置作為，以減少第一線執勤人員之心	核技處	一、本會將左列意見納入為審查意見，並將確實督導台電公司落實相關要求。 二、將配合地方政府針對救災人員辦理輻射防護相關之教育訓練，建立救災人員正確的輻射防護觀念。 三、救災人員所需之防護裝備，除由台電公司提供外，相關輻防包、劑量筆、防護衣等裝備將請地方政府依實際需求在核子事故緊急應變基金預算中編列。

		理壓力。 2. 輻防包、劑量筆、防護衣等裝備應補足至轄區分局員警數，並有備用數量以備其他單位支援時使用。 3. 建立第一線執勤人員之輻射教育訓練、健康檢查及額外保險機制。		

審查「我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢第一階段報告」會議紀錄

一、時間：100 年 7 月 18 日（星期一）上午 10 時 30 分

二、地點：本院 3 樓第 4 會議室

三、主席：李召集委員鴻源

四、出席人員：詳如後附簽到單　　紀錄：吳景輝

五、主席致詞：(略)。

六、報告事項：

(一)原能會第一階段「近期核能安全議題之檢討」報告（略）。

(二)原能會第一階段「輻射防護及緊急應變機制之檢討」報告(略)。

七、審查結論：

(一) 核安總體檢報告除了應嚴謹地調查目前核安的實際情形外，針對可能潛在的核安風險，必須就技術、預算、設備等可能面對的限制條件綜合考量，研擬具體可行之因應措施，並進而提出相關之政策建議方案。

(二) 核子事故緊急應變區、疏散圈範圍為外界高度關注議題，原能會應依據專業的學理及分析來劃定範圍，並應就劃定之理由提出清楚的專業說明，及研擬完善之應變行動計畫，以化解民眾不必要之疑慮。

(三) 原能會與台電在部分核安管制議題上立場不同，更能凸顯管制機關原能會的監督功能；惟仍請原能會及台電公司就各項核安資訊及應採行之改善措施，加強聯繫及溝通。

(四) 有關將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 一節，是否確實可

行，宜再進一步審慎評估，並應說明評估之因素及最終決定之依據。

(五) 請台電公司評估核一、二廠因應大屯火山爆發時火山灰堆積的影響，分析可以承受的堆積深度並研議因應措施。

(六) 本報告重點在於從日本福島電廠事故的經驗發掘核電廠須加強之處，並經強化後確保我國不會發生類似福島電廠之事故。請原能會在報告中加強說明總體檢的目標及範圍，並參照最新之核安國際規範及技術發展，充實及強化總體檢報告內容。

(七) 有關核安事故發生時可能引發之能源安全問題，請原能會考量在報告中予以補充說明；另核能安全易受心理因素影響，尤其恐怖攻擊等人為蓄意破壞對民眾心理面之影響極大，宜在報告中涵蓋相關之因應措施。

(八) 請原能會督導台電公司在電廠增設地震儀，並對外界說明以往核電廠於實際地震時量測之結果；另請原能會督導台電公司將海嘯分析納入核四廠終期安全分析報告（FSAR）中。

(九) 歷史上重大核子事故大都因人員的操作或管理問題而引起，請原能會務必督導台電公司提升人員的操作及管理績效。

(十) 目前國內有數個機關（構）進行放射性物質之研究及監測，為避免產生資訊不一致之情形，請原能會以日本福島事故時放射性物質擴散及分佈的資訊為例，研議建立類似氣象預報之官方單一資訊公布窗口。

(十一) 總體檢報告中下列用語及內容請再檢討修正：1.耐震“係數”之評估與提升，改為採用耐震“能力”之評估與提升；2.有關技術之用辭，應力求能精準表達技術要項；3.考量危害

度分析的可能影響，對安全停機地震（SSE）須保留彈性；4.對於核電廠因應地震之設計（Design）及能量(Capacity)須加以釐清，以避免外界誤解。

(十二) 請原能會規劃核化學相關輻射偵測技術與同位素分析之人力資源等需求，並會同國科會及教育部強化相關分析能量。

(十三) 請原能會督導台電公司，預為設想及推估可能造成核安問題之海嘯發生情境及機率，針對各項情境研擬可能之因應措施，並綜合考量成本及技術等因素，俾決定最終之方案。

(十四) 為瞭解國軍對核能的防救災能量，下次會議建議邀請國防部列席；另核安總體檢為一專業而複雜之工作，為利後續向民眾說明政府所採取各項核安管制及強化措施，下次會議宜邀請新聞局列席。

(十五) 請原能會參照委員口頭意見及書面意見(詳如後附)，檢討修正第一階段評估報告之內容，並將修正後報告函送本院。

八、散會(中午 12 時 10 分)

審查「我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢第一階段報告」會議簽到單

一、時間：100 年 7 月 18 日(星期一)上午 10 時 30 分

二、地點：行政院 3 樓第 4 會議室

三、主持人：李召集委員鴻源

四、出席單位人員：

出(列)席人員	簽　　名
陳委員正宏	
劉委員兆漢	
郭 委員 位	
劉委員容生	(請假)
劉委員仲明	
張委員國鎮	
馬委員國鳳	
劉委員立方	(請假)
許委員勝田	
趙 委員 鋼	

出(列)席人員	職　　稱	簽　名
內政部	消防署主秘 科長	馮啟益 李等生 章雅芳
經濟部	執行長	劉明生
國科會	博士後研究	廖名偉
原能會	主委	李昭元
台電公司	副總經理	許慶復
災害防救辦公室	組長 協理	許文龍 謝通瑞
本院第五組	參議	紀純真
本院第六組	組長	許秉权

2

書面意見

陳正宏委員審查意見：

輻安偵測牽涉整體核化學各系列所分裂的元素同位素的偵測方法及能力，宜由原能會作整體偵測規劃，並設置人才培育的長程計劃，不是僅由各部會署建立自行偵測能量。

郭位委員審查意見：

一、美國NRC近日提出福島核事故的報告，可作為我們的參考、討論。

二、心理恐慌對社會安定有不良影響（而且是最主要的角色），因此推廣與宣導有必要加強，雖然宣導不易達成。

三、請注意暴力對核電廠未來的影響。

四、核安全是人員與管理的問題。應隨時做模擬演練。對核安全應做全體考量（地震，水災，火災，暴力，etc.）。

劉容生委員審查意見：

一、建議邀請國防部相關單位及專家出席未來會議，針對國軍對核災可能造成傷害及應變、救災能力做說明，並檢討日本福島事件，日本軍方所做之處理作評估，以為我國未來之參考。

二、核安總體檢是一個非常專業且複雜的討論，但如何讓社會民眾經由此嚴謹的安檢過程，了解相關單位對核安要求的嚴格，以減除民眾對核能的不安，增加社會的對核能的接受度，也是非常重要的結果。建議邀請未來對此事務相關的發言人或相關單位專家參與列席。

劉仲明委員審查意見：

專業上的討論仍需轉化成使人民“安心”的政策，例如 0.3g、0.4g 等數字，一般人無法瞭解，但實際量測的數據或許可增加一般人的感受。此外，若能 benchmark 國際上的數字，也可增加國人的安心。美國能源部部長朱棣文曾在 CNN 上接受訪問時，有一些溝通表達的方式可以參考，甚或可專程請益。

張國鎮委員審查意見：

一、報告中提及耐震係數（例如P.54表6-6），意義不夠明確，容易產生誤解，相關名詞可用耐震能力、耐震性能等。而核一廠耐震設計基準地震由0.3g提升至0.4g影響深遠，相關說明要更清晰周到，應考量新的地震危害評估結果的可能變化（避免說死，保持彈性）。

二、關於日本柏崎刈羽電廠在2007年新潟地震後，將其安全停機加速度值提升至1000gal（P.40），與電廠耐震設計基準SSE之關係為何？是否不同？（RLE，Review Level Earthquake？）應加以說明；如果相同，亦應說明為何其值高出我國核能電廠SSE值之理由。

許勝田委員審查意見：

一、本報告對福島事件之說明有助於委員對事件經歷的瞭解。

二、行政院核定的是「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢」，但本報告係針對「因應日本福島電廠事故」之體檢，兩者有相當

差距，建議就本報告的scope下定義。

三、核電廠出工安問題都源自於冷卻系統無法運轉或無法正常運轉。目前針對福島事件皆屬動力系統及供水系統的檢討，但若有些冷卻水系統在試俥期間沒做過試運轉（因該等系統僅在非常事件時才啟動），是否應列入本次體檢的對象？

行政院原子能委員會回應

行政院審查「我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢第一階段報告」意見

壹、行政院審查結論：

序號	審查結論	回應單位	回應意見
301	核安總體檢報告除了應嚴謹地調查目前核安的實際情形外，針對可能潛在的核安風險，必須就技術、預算、設備等可能面對的限制條件綜合考量，研擬具體可行之因應措施，並進而提出相關之政策建議方案。	核管處 輻防處 核技處	一、原能會依據行政院於 4 月 19 日核定之「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」之項目，要求臺灣電力公司針對現有應變機制、程序與設計能力執行檢討列出可能的改善做法後，將報告送原能會審查，原能會除進行書面審查外，並派員赴電廠執行現場符合性查證工作，在此工作期間，原能會並參考國際間各主要核能國家做法作適時調整，務必確保檢討項目之完整性；原能會考量改善措施之國際做法及技術可行性，將請經濟部督促臺電公司提出不同改善措施方案之預算規劃，在確保核能安全之前提下研擬政策制定之建議方案。 二、核安總體檢報告中有關輻射防護部分，已就現有輻射安全的風險加以評估，並從技術、預算及設備等方面進行考量，並研擬出具體之措施。
302	核子事故緊急應變區、疏散圈範圍為外界高度關注議題，原能會應依據專業的學理及分析來劃定範圍，並應就劃定之理由提出清楚的專業說明，及研擬完善之應變行動計畫，以化解民眾不必要之疑慮。	核技處	將遵照辦理。原能會目前初步劃定之核一、二、三廠緊急應變計畫區範圍 8 公里即是依據專業學理分析之結果，並研擬 8 公里範圍內外相關應變整備行動計畫與說帖及問答集等說明資料，另規劃辦理說明會，以面對面方式直接向核電廠附近民眾說明劃定理由與民眾防護行動，取得民眾共識，化解疑慮。
303	原能會與臺電在部分核安管制議題上立場不同，更能凸顯管制機關原能會的監督功能；惟仍請原能會及臺電公司就各項核安資訊及應採行之改善措施，加強聯繫及溝通。	核管處 輻防處 核技處	原能會在報告初稿完成後，均邀請臺電公司人員參與討論會議，說明核能電廠應強化之方向，並藉不定期、不同層級之會議及溝通方式，交換有關技術資訊，加強凝聚技術面之認知與共識，故在實施核安強化措施之技術面上並無歧見。未來原能會將會就各項核安資訊及應採行之改善措施，持續與臺電公司加強聯繫及溝通。
304	有關將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 一節，是否確實可行，宜再進一步審慎評估，並應說明評估之	核管處	「核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g」一案係行政院列管案件及核安總體檢項目之一，臺電公司迄未提出較詳細完整的規劃或針對不同個案比較之後續補強作業規劃，原能會已於 7 月 6 日

	因素及最終決定之依據。		核管會議要求臺電公司於100年8月底前提出報告。 心理面－在日本福島事故後國、內外媒體廣泛報導我國核電廠廠址具地震高風險，部份國人亦深感憂慮與不安，原能會有必要積極回應，要求臺電公司能確保核能電廠因應強震之能力提升。 經濟面－爰請經濟部協助提供不同方案評估之結果。 技術面－大多數美國核能電廠在地震方面並無高風險，然美國核管會仍要求核電業主依據USGS每六年公佈更新之地震危害資料，定期審視地震之危害及視需要提出因應或改善措施。我國核能電廠承諾參照美國核管會之法規，然我國核能電廠自建廠即未曾評估或更新地震之危害，且臺電公司過去亦未能積極規劃執行相關評估；另日本在2006年福島事故前即執行地震再評估之積極作為，我國核能電廠面臨地震之威脅亦高，亦應積極瞭解評估更新之作為。 綜上所述，耐震基準之提升實係複雜之社會性議題，最終評估決定之依據亦非單純面向可決，原能會將秉持專業及核能安全之最高原則提出佐助行政院決策之建議方向。
305	請臺電公司評估核一、二廠因應大屯火山爆發時火山灰堆積的影響，分析可以承受的堆積深度並研議因應措施。	核管處 輻防處 核技處	原能會將此議題納入第一階段安全評估報告，要求臺電公司針對大屯火山爆發時，評估火山灰堆積對核一、二廠的影響、分析可以承受的火山灰堆積深度及研議因應措施。
306	本報告重點在於從日本福島電廠事故的經驗發掘核電廠須加強之處，並經強化後確保我國不會發生類似福島電廠之事故。請原能會在報告中加強說明總體檢的目標及範圍，並參照最新之核安國際規範及技術發展，充實及強化總體檢報告內容。	核管處 輻防處 核技處	一、原能會即參考日本官方管制機構(原子力安全保安院)、東京電力公司及國際重要核能機構(國際原子能總署、美國核能管制委員會、美國核能協會、歐洲核能安全管制者組織、世界核能發電者協會)針對福島一廠事故採行之加強安全措施，並依我國核能電廠設計基準、地質環境及運轉狀況等特性，檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力以及異常天災發生後可能潛在之設備功能喪失危險要項，規劃現有核能電廠全面安全體檢之具體項目，以強化現有核能機組抗地震、防山洪、耐海嘯之能力，使臺灣不致發生類似日本福島電廠事故為目標。 考量日本事故報告提出的時間、內容的完整性及各國執行檢討或壓力測試之做法，乃決定核電廠安全防護總體檢的執行方式，首先由臺電公司自我檢視機組現行設計與事故因應機制，在完成檢討列出可能的改善做法

			後，將報告送原能會審查，原能會除進行書面審查外，並派員赴核電廠執行現場符合性查證工作，在此工作期間，原能會並參考國際間各主要核能國家做法作適時調整，務必確保檢討項目之完整性。 二、原能會另已針對歐洲壓力測試項目以及IAEA 福島事件調查小組經驗回饋，相關內容進行審視，並已充實及強化總體檢報告內容。
307	有關核安事故發生時可能引發之能源安全問題，請原能會考量在報告中予以補充說明；另核能安全易受心理因素影響，尤其恐怖攻擊等人為蓄意破壞對民眾心理面之影響極大，宜在報告中涵蓋相關之因應措施。	核管處 輻防處 核技處	一、原能會已請經濟部協助瞭解並提供書面資料，針對在核能機組因故無法長期提供電力時潛在之能源安全問題，補充說明如下。 1. 目前核一、核二、核三裝置容量分別為 127 萬瓩、197 萬瓩、190 萬瓩，佔電力系統 3.07%、4.76%、4.59%，個別核電廠停止運轉時，短期內尚可啟動備用機組彌補電力空缺，惟如三座核電廠同時停止運轉，其短缺電力短期內無其他電源可以替代，將影響電力穩定供應。一旦電力供應不足，依「電源不足時期限制用電辦法」必須進行停限電措施，其原則為以民生優先供應，故核電廠是否提前除役或停止商轉，仍需評估電力供應情形。 2. 核電機組因故無法長期提供電力時，針對潛在之能源供應問題台電公司除開發多項大型火力電源及計畫將機組更新外，亦規劃從「需求面」及「供給面」降低電力需求、減少尖峰負載、推動智慧電網基礎建設以及全力推動再生能源。 3. 未來逐步邁向非核家園後，其所短少之電力當優先以再生能源替代，不足部份再以燃氣電廠增加發電補充及加強機組保養維護、妥適安排機組檢修時程、增購汽電共生系統餘電等措施以為因應，必要時並將辦理民營電廠開放作業，力求確保電力穩定供應。 三、恐怖攻擊等人為蓄意破壞為核子保安與核能安全界面部份，已在目前的管制體制中納入，建請臺電公司納入總體檢報告。至於恐怖攻擊等人為破壞自 911 事件後即進行一序列的檢討精進，此部份屬密件等級建議不公開為宜。有關請台電公司將恐怖攻擊等人為蓄意破壞核能安全之管制體制納入總體檢報告部份，經濟部協助提供書面資料，補充說明如下。 1. 各核電廠依保安計畫均建制有保安系統，依設備重要性劃分為控制區、保護區與緊要區，其

			人員識別證依人員所屬部門與從事工作之必要性而進行分時、分區、分級之規劃門禁管制，足以因應各種狀況並防範入侵。 2. 針對各種可能之恐怖攻擊威脅，核能發電廠已訂定各項保安應變方案，以防範：保護區周界、緊要區、特別管制區等遭遇入侵破壞之事件。 3. 若遇廠內保警不足以因應武裝攻擊時，可透過與軍警單位之協定，請求支援，對於超出設計基準威脅分析之攻擊，諸如：飛彈攻擊、空中轟炸等，將立即透過通報系統，轉知權責單位(國防部等相關部會)進行反制應變。 4. 若核災同時併發恐怖攻擊事件，此時「保安危機狀況」進入「二級保安事件」，即由電廠通報緊執會等相關單位啟動「核能電廠緊急應變計畫」機制，執行核災與反恐應變並協調軍警及時支援，台電公司平時則透過關鍵基礎設施防護演練、核能安全與保安緊急應變演練等進行操演。 5. 台電公司已計劃將各核電廠保安措施納入總體檢報告，預定於 101 年 3 月底前完成。
308	請原能會督導臺電公司在電廠增設地震儀，並對外界說明以往核電廠於實際地震時量測之結果；另請原能會督導臺電公司將海嘯分析納入核四廠終期安全分析報告（FSAR）中。	核管處	原能會於 7 月 6 日核管會議中再度要求臺電公司參考日本案例，在核電廠重要廠房各樓層加裝地震儀，且各機組皆須裝設，以期有完整數據可提供地震分析或地震後再起動之用，本項作業已要求臺電公司提出規劃時間表。原能會將要求臺電公司提出並公佈核電廠在地震時，廠址實際量測之歷史紀錄。原能會將要求臺電公司將海嘯分析納入核四廠終期安全分析報告（FSAR）中。
309	歷史上重大核子事故大都因人員的操作或管理問題而引起，請原能會務必督導臺電公司提升人員的操作及管理績效。	核管處	我國採行之檢討措施與國際核能國家做法經初步比較，在項目和作法上頗為一致，其中，針對機組斷然處置程序、精進人力/組織運作及強化核能安全文化之考量，我國則較方案規劃時國際間之作法更為嚴謹、嚴密。 在核電廠發生核子事故時，最重要的是依據營運程序書的規範控制事故的演進，使其不會惡化並導致爐心熔毀甚至放射性物質外釋進入環境，避免對人民生命財產造成不利的影響。福島事故再次提醒核安文化之重要性，累積小事件未適當處置會變成大事件，平時未針對相關營運程序書切實檢討，在實際需用的緊急情況下將會有無可挽回的危害。至於核電廠人力逐漸老化出現斷層，核能人才的流動與成長處於停滯狀態，工作長期外包對於運轉經驗與核安文化的傳承均有不利的影響。核安法規之健全，核安管制機關之獨立性均有待探討。

310	目前國內有數個機關（構）進行放射性物質之研究及監測，為避免產生資訊不一致之情形，請原能會以日本福島事故時放射性物質擴散及分佈的資訊為例，研議建立類似氣象預報之官方單一資訊公布窗口。	輻防處 核技處 輻射偵測中心	原能會將按委員意見，在應變體系內研議官方單一資訊發布機制。
311	總體檢報告中下列用語及內容請再檢討修正：1.耐震“係數”之評估與提升，改為採用耐震“能力”之評估與提升；2.有關技術之用辭，應力求能精準表達技術要項；3.考量危害度分析的可能影響，對安全停機地震（SSE）須保留彈性；4.對於核電廠因應地震之設計（Design）及能量(Capacity)須加以釐清，以避免外界誤解。	核管處	第 1 項及第 2 項：總體檢報告中用語遵照委員意見修訂。 第 3 項：日前日本原子力安全保安院在要求防海嘯之緊急安全對策，即依據福島一廠海嘯上溯高度超過設計值為標準做齊頭式之要求，故我國要求將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 之做法，實係積極回應我國民眾對各核電廠核安標準的迫切期許。如危害度分析結果之要求更高，因已執行相關更新改善作業，臺電公司能由執行過程經驗回饋，以加速完成提升耐震之安全性能；若危害度分析結果無提高之要求，在已提高到更高的安全標準下，能強化我國政府對確保核能安全的宣誓。 第 4 項：日本原地震設計指引區分設計基準地表運動為 S1(活動斷層回歸期 10000 年以上)及 S2(活動斷層回歸期 50000 年以上)兩種，且設計理念為廠址地表運動不可能會超過 S2 者；在 2006 年修訂後採性能基準的地震設計指引僅 Ss(在約 80000 ~ 130000 年之前晚更新世的活動斷層)一種設計基準地震(設計值 Sd=a×Ss, a>=0.5)，且設計理念修改為廠址地表運動有可能會超過 Ss 者。在修訂後指引與原指引的差別為接受超過設計基準地震(Ss)風險之存在。福島電廠在原指引 S2 為 370 Gal，對照在修訂後指引 Ss 為 600 Gal。日本核管單位係在發現核電廠經歷遠超過設計基準(S2)之強震，然安全設備均未受損能正常運作並能安全停機，故為反映地震學及地震工程之進步方向規劃上述指引之修訂。雖然我國核能電廠運轉迄今，廠址實際量測最大地震加速度為核三廠恆春地震之 0.171g(該廠 SSE 為 0.4g)，然在福島事故之因應做為亦應考量國內地震學及地震工程之進展、納入廠址新發現的地質證據及歷史地震之變

			化，執行地震設計之安全再評估，以確保核能電廠因應強震之能力提升。
312	請原能會規劃核化學相關輻射偵測技術與同位素分析之人力資源等需求，並會同國科會及教育部強化相關分析能量。	核管處 輻防處 核技處 輻射偵測中心	本次核能總體檢中，已針對國內輻射偵測技術與同位素分析能力做一完整的調查與分析，以及每日最大的檢測能量。輻射偵測儀器部分將會與相關部會協商，針對因應境內事故以及境外事故發生時，國內所需檢測能量進行討論，並於100年12月底完成檢討。同位素分析能力部分，原能會輻射偵測中心已提出中程計畫，提出計畫需求開始增補國內分析能力及設備。至於核化學相關輻射偵測技術與同位素分析之人力資源等需求，將會與國科會及教育部研議強化國內相關分析能量。
313	請原能會督導臺電公司，預為設想及推估可能造成核安問題之海嘯發生情境及機率，針對各項情境研擬可能之因應措施，並綜合考量成本及技術等因素，俾決定最終之方案。	核管處 核技處	一、原能會將此議題納入第一階段安全評估報告，要求臺電公司針對海嘯發生情境及機率，評估可能造成核安問題，針對各項情境研擬可能之因應措施，並要求臺電公司綜合考量成本及技術等因素，決定最終之方案。 二、原能會並將把此意見納入核安演習情境。
314	為瞭解國軍對核能的防救災能量，下次會議建議邀請國防部列席；另核安總體檢為一專業而複雜之工作，為利後續向民眾說明政府所採取各項核安管制及強化措施，下次會議宜邀請新聞局列席。	核管處 核技處	原能會將採取與國際同步之技術考量，要求各項核安管制及強化措施，俾達成臺灣不致發生類似日本福島電廠事故之目標。
315	請原能會參照委員口頭意見及書面意見(詳如後附)，檢討修正第一階段評估報告之內容，並將修正後報告函送本院。	核管處 輻防處 核技處 綜計處	原能會已納入委員口頭及書面意見，並在第一階段評估報告要求臺電公司限期辦理，本會確實督導臺電公司落實。

貳、口頭及書面意見：

序號	提案委員	書面意見	回應單位	回應意見

401	**陳正宏委員**	輻安偵測牽涉整體核化學各系列所分裂的元素同位素的偵測方法及能力，宜由原能會作整體偵測規劃，並設置人才培育的長程計劃，不是僅由各部會署建立自行偵測能量。	核管處 輻防處 核技處 輻射偵測中心	同位素分析偵測方法及偵測能力部分，原能會輻射偵測中心已提出中程計畫，強化國內分環境析能力及設備。依國外經驗，美國食品藥物管理局本身有放射分析實驗室、而日本部分縣亦具有放射性分析能力；在中央則有文部科學省負責環境放射性分析。為了強化國內放射分析能力，國內宜比照美日等國分工模式，衛生署針對食品檢測，設置專業放射性分析實驗室進行分析；經濟部則針對所管轄的水庫水體建立放射性分析實驗室；農委會則針對農、漁、牧產品進行檢測。以上各機關宜評估自行設置專業實驗室或與大學及研究機構建立委託檢測機制，以因應未來事故時所需之緊急放射性分析能力，維護民眾輻射安全。
402	**郭位委員**	美國NRC近日提出福島核事故的報告，可作為我們的參考、討論。	核管處	第二次會議之簡報資料已彙整美國核管會福島事故專案小組近期報告之重要建議事項，原能會參考國際間各主要核能國家做法作適時調整，並追蹤掌握各主要核能國家發表的報告及提出的建議事項，以為我國核安總體檢之依據。
403		心理恐慌對社會安定有不良影響（而且是最主要的角色），因此推廣與宣導有必要加強，雖然宣導不易達成。	綜計處 輻防處 核技處	謝謝委員提醒，在總體檢報告中亦針對以民眾感受角度檢討現行作業方式進行陳述，冀望對於爾後宣導有所助益，另並加強規劃辦理溝通與宣導工作。
404		請注意暴力對核電廠未來的影響。	核技處	謝謝委員意見，將要求臺電公司檢討及加強防範措施。
405		核安全是人員與管理的問題。應隨時做模擬演練。對核安全應做全體考量（地震，水災，火災，暴力，etc.）。	核管處 輻防處 核技處	一、我國採行之檢討措施與國際核能國家做法經初步比較，在項目和作法上頗為一致，其中，針對機組斷然處置程序、精進人力/組織運作及強化核能安全文化之考量，我國則較方案規劃時國際間之作法更為嚴謹、嚴密。原能會已針對廠外自然危害、及可能衍生之水災、火災納入運轉程序書，要求臺電公司備便應變設備及備品並納入實施案例之教育訓練。 臺電公司已建立機組斷然處置程序，仍未符合原能會之要求須具體再予精進之必要，在第一階段安全評估報告第五章提出本會後續要求之規劃「重新檢討斷然處置措施之完整性與人員訓練」;臺電公司應依據原能會後續要求嚴格落實此措施之執行，強化運轉人員、緊急應變成員對斷然處置措施之認知，確保機組在緊急狀況時，能果決斷然執行圍阻體排氣、反應爐灌水之程序，確保爐心與用過燃料池之燃料均能為水覆蓋，避免爐心

				熔毀及放射性物質大量外釋，使環境和民眾受到的影響減到最小。 二、謝謝委員提醒，未來針對核能安全人員與管理部分會隨時加強模擬演練。
406	**劉容生委員**	建議邀請國防部相關單位及專家出席未來會議，針對國軍對核災可能造成傷害及應變、救災能力做說明，並檢討日本福島事件，日本軍方所做之處理作評估，以為我國未來之參考。	核管處 核技處	原能會召集方案督導會報的成員涵括國防部在內的 13 個部會及地方政府，未來將持續與國防部相關單位及專家，針對國軍對核災可能造成傷害及應變、救災能力等逐項探討，並會就日本軍方在福島事件所做之處理進行評估參考。
407		核安總體檢是一個非常專業且複雜的討論，但如何讓社會民眾經由此嚴謹的安檢過程，了解相關單位對核安要求的嚴格，以減除民眾對核能的不安，增加社會的對核能的接受度，也是非常重要的結果。建議邀請未來對此事務相關的發言人或相關單位專家參與列席。	核管處 核技處 綜計處	原能會已規劃就核安總體檢的過程及第一階段檢討的項目與改善措施，期透過記者會、說明會等公開方式向社會大眾解說，供民眾了解相關單位對核安的嚴格要求。
408	**劉仲明委員**	專業上的討論仍需轉化成使人民“安心”的政策，例如 0.3g、0.4g 等數字，一般人無法瞭解，但實際量測的數據或許可增加一般人的感受。此外，若能 benchmark 國際上的數字，也可增加國人的安心。美國能源部部長朱棣文曾在 CNN 上接受訪問時，有一些溝通表達的方式可以參考，甚或可專程請益。	核管處 綜計處	如第 311 項回應提及我國核能電廠運轉迄今，廠址實際量測最大地震加速度為核三廠恆春地震之 0.171g (該廠 SSE 為 0.4g)。 依據 2010 年 9 月 2 日 GI 199 專案小組主席提供美國核管會核管署署長的備忘錄報告，有關美國中部、東部地震危害機率評估更新專案之風險評估結果，提出美國核電廠 SSE 低於(包含)0.2g 的至少有 90 個機組，Quad Cities 1、2 號機為 0.24g，Clinton、Seabrook 機組為 0.25g。另在美國加州的 San Onfree 三部機組原始均為 0.5g，目前均已更新為 0.67g (825 F.2d 1356 No. 85-7003. United States Court of Appeals, Ninth Circuit)，至於也在加州的 Diablo Canyon 兩部機組原始為 0.4g，目前均已更新為 0.75g (AB 1632 加州運轉中核電廠評估報告，CEC-100-2008-005-F，加州能源委員會)。 依據 JNES 在 2009 年 12 月 ICTP/IAEA 研討會的簡報資料如下表，第 1 欄為機組名稱，第 2 欄為 2008 年 3 月新審查指引之 Ss(單位 Gal)，第 3 欄

				為 2009 年 3 月新審查指引之 Ss(單位 Gal)，最後一欄為原指引之 S2(單位 Gal)。 核電廠名 / New DBGM Ss / New DBGM Ss / DBGM S2 泊 550 370 女川 580 375 東通 450 375 福島 600 370 東海 600 380 濱岡 800 600 志賀 600 490 敦賀 650 800 532 美濱 600 750 405 大飯 600 700 405 高濱 550 370 島根 600 456 伊方 570 473 玄海 500 370 川內 540 372
409	**張國鎮委員**	報告中提及耐震係數（例如 P.54 表 6-6），意義不夠明確，容易產生誤解，相關名詞可用耐震能力、耐震性能等。而核一廠耐震設計基準地震由 0.3g 提升至 0.4g 影響深遠，相關說明要更清晰周到，應考量新的地震危害評估結果的可能變化（避免說死，保持彈性）。	核管處	相關名詞遵照委員意見修訂。 日本核管單位發現核電廠經歷遠超過設計基準(S2)之強震，安全設備正常運作且能安全停機，故為反應地震學及地震工程之進步規劃地震設計審查指引之修訂。日本原地震設計指引區分設計基準地表運動為 S1(定義活動斷層回歸期 10000 年以上)及 S2(定義活動斷層回歸期 50000 年以上)兩種，且設計理念為廠址地表運動不可能會超過 S2 者；在 2006 年修訂後採性能基準(performance based)的地震設計指引僅 Ss(定義在約 80000 ~ 130000 年之前晚更新世的活動斷層)一種設計基準地震(設計值 Sd=a×Ss, a>=0.5)，且設計理念為廠址地表運動有可能會超過 Ss 者；在修訂後指引與原指引的差別為接受超過設計基準地震(Ss)風險之存在。此次事故之福島電廠在原指引 S2 為 370 Gal，對照在修訂後指引 Ss 為 600 Gal。我國亦應考量地震學及地震工程之進展、廠址新發現的地質證據及歷史地震之變化，執行地震設計之安全再評估，以確保核能電廠因應強震能力之提升。

410		關於日本柏崎刈羽電廠在2007年新潟地震後，將其安全停機加速度值提升至1000gal（P.40），與電廠耐震設計基準SSE之關係為何？是否不同？（RLE，Review Level Earthquake？）應加以說明；如果相同，亦應說明為何其值高出我國核能電廠SSE值之理由。	核管處	同409項之說明，在Ss之定義與SSE類似，均係確認安全系統能發揮作用並能將機組安全停機之地震設計值。美國核管會早年要求執行個廠檢查(IPE)及個廠廠外事件檢查(IPEEE)，目前之管制方向已採安全度評估模式(PRA)之風險告知做法，然當時執行IPEEE有關地震事件，美國核管會對於廠址非地震高風險者，可以採用地震餘裕評估(SMA)來替代執行IPEEE的地震分析。以SMA法執行時美國核能電廠預選設定之地震頻譜(可延用NUREG-0098資料)此即RLE，並可藉以估算SMA法所需要之HCLPF，在執行該分析時對欲分析的地震頻率下HCLPFsa = max [RLEsa, SSEsa]。另在目前核電廠如執行地震PRA(如核管會之SPAR模式)分析時，一般採個廠廠址的均勻危害頻譜(UHS)做為該廠的RLE。
411	**許勝田委員**	本報告對福島事件之說明有助於委員對事件經歷的瞭解。	核管處 輻防處 核技處	原能會係遵照第一次會議委員審查意見辦理，並謝謝委員肯定。
412		行政院核定的是「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢」，但本報告係針對「因應日本福島電廠事故」之體檢，兩者有相當差距，建議就本報告的scope下定義。	核管處 輻防處 核技處	原能會即參考日本官方管制機構(原子力安全保安院)、東京電力公司及國際重要核能機構(國際原子能總署、美國核能管制委員會、美國核能協會、歐洲核能安全管制者組織、世界核能發電者協會)針對福島一廠事故採行之加強安全措施，並依我國核能電廠設計基準、地質環境及運轉狀況等特性，檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力以及異常天災發生後可能潛在之設備功能喪失危險要項，規劃現有核能電廠全面安全體檢之具體項目，以強化現有核能機組抗地震、防山洪、耐海嘯之能力，使臺灣不致發生類似日本福島電廠事故為目標。 考量日本事故報告提出的時間、內容的完整性及各國執行檢討或壓力測試之做法，乃決定核電廠安全防護總體檢的執行方式，首先由臺電公司自我檢視機組現行設計與事故因應機制，在完成檢討列出可能的改善做法後，將報告送原能會審查，原能會除進行書面審查外，並派員赴電廠執行現場符合性查證工作，在此工作期間，原能會並參考國際間各主要核能國家做法作適時調整，務必確保檢討項目之完整性。
413		核電廠出工安問題都源自於冷卻系統無法運轉或無法正常運轉。目前	核管處	核能電廠在緊急時需用之設備，均列在運轉規範之可用性要求，配合電廠營運程序書之定期測試以佐證該系統設備之可用性，如未能符合可用性要求須依規範執行適切之因應或改善措施，該等

		針對福島事件皆屬動力系統及供水系統的檢討，但若有些冷卻水系統在試俥期間沒做過試運轉（因該等系統僅在非常事件時才啟動），是否應列入本次體檢的對象？		系統均為提供緊急時冷卻、電源等之供應，均為本次總體檢的重要項目。針對福島事故要求核能電廠因應超過設計基準事件所準備之額外設備，均要求納入電廠程序書列管並定期檢視及訓練，俾能符合原能會總體檢之要求。

續審「我國核能電廠因應日本福島電廠事故現有安全防護體制全面體檢第一階段安全評估報告」會議紀錄

一、時間：100 年 8 月 26 日（星期五）下午 1 時 30 分

二、地點：本院 2 樓第 1 會議室

三、主席：李召集委員鴻源

四、出席人員：詳如後附簽到單　　紀錄：吳景輝、林廣宏

五、主席致詞：(略)。

六、報告事項：

(一)原能會報告「第一階段核安總體檢結果之地方政府與民眾溝通規劃」(略)

(二)國科會報告「潛在大規模地震引發海嘯對核電廠之影響」(略)

(三)國防部報告「日本 311 地震福島核電廠事故國軍化學兵啟示與作為」(略)

七、審查結論：

(一)國科會所提「潛在大規模地震引發海嘯對核電廠之影響」報告，應針對各種預想情境的參數或標準明確定義，對於如何計算推估出地震可能引發之海嘯高度，亦宜進一步說明。另該報告目前係 2 維模擬資料，請國科會在下一階段 3 維海嘯分析中納入海浪波長、動力效應、近岸海底精細地形（例如考量南灣海灣地形之海嘯靈敏度分析，以了解核三廠分析結果的合理性）等因素，並考慮增加針對包括歷史海嘯、火山群、海底山崩等非地震斷層之海嘯分析。

(二)請原能會釐清美、日在核電耐震設計基準之地震定義及相關設

計要求；另請原能會督促台電公司務必確實調查及掌握各核電廠所在之海、陸域斷層現況，並追蹤海嘯分析中地震規模的影響，俾據以研擬因應措施。

(三)針對海嘯對各核電廠可能造成之影響，各媒體間的報導有相當差異，國科會及原能會在後續對民眾的宣導溝通上，應以更淺顯易懂、清楚及明確的方式進行。

(四)中研院和國際科學理事會合作設立之災害風險整合研究中心（Integrated Research on Disaster Risk, IRDR），業將核災納入研究之重點項目，請原能會等相關機關透過該平台，就核能安全議題強化與國際間之資訊交流及分享；另請行政院災害防救辦公室安排李政務委員鴻源拜會該中心，洽商未來之合作事宜。

(五)法國有約 80%之電力來自核能發電，核電廠安全管理及核安技術先進，民眾對核能發電接受度亦高。建議原能會可透過外交部或歐盟駐臺辦事處，邀請法國或歐盟核安相關學者專家來臺，引進先進之核能安全技術及觀念。

(六)核安議題宣導及溝通計畫之對象要明確，並應有具體之做法及策略，建議原能會再行檢討強化對民眾之宣導溝通計畫，可研議透過學校加強核安教育，及委請專業公關公司規劃核安宣導事宜，並請原能會研議投入更多之宣導經費。另後續對民眾之溝通宣導，可針對日本福島事故所呈現之缺失，及我國核能廠與日本核電廠之系統及設計差異等事項，加強說明。

(七)目前國內對核安、生物及化毒等事件之因應機制，分由不同的機關主政，應研議整合相關之應變機制及資源；國軍之核生化防護裝備應檢討強化，有關國軍核生化防護設備之現況及需強

化事項，請本院災害防救辦公室適時安排國防部於中央災害防救會報報告。

(八)大陸刻正積極推動核能發電，對臺灣可能造成之影響，應及早設想因應。

(九)請原能會在報告中加強摘要之內容，使摘要內容能具體呈現總體檢的執行重點與結論，同時建議修訂總體檢報告內容使其更平實易懂。

(十)針對原能會於報告附錄中所提政府組織再造後，核能安全管制專責機關將調整為三級機關，於協調相關部會時恐力有未逮一節，政府有責任提供民眾最完善的核能安全保障，行政院將視組織改造之進程及結果，適時檢討強化跨部會之核能安全因應機制。

(十一) 原能會所提之核電廠第一階段安全評估報告，業參酌前二次審查會議結論檢討修正，本案報告內容原則上尊重原能會之專業與權責。感謝各位審查委員費心審查，並請原能會參酌本次會議委員口頭及書面意見（詳如後附）修正報告部分內容後函送本院，再由本院幕僚單位據以簽復該會。

九、散會(下午 3 時 30 分)

續審「我國核能電廠因應日本福島電廠事故現有安全防護體制全面體檢第一階段安全評估報告」會議簽到單

一、時間：100 年 8 月 26 日(星期五)下午 1 時 30 分

二、地點：行政院 2 樓第 1 會議室

三、主持人：李召集委員鴻源

四、出席單位人員：

出(列)席人員	簽　　名
陳委員正宏	
劉委員兆漢	
郭　委員　位	
劉委員容生	
劉委員仲明	
張委員國鎮	
馬委員國鳳	
劉委員立方	
許委員勝田	
趙　委員　鋼	

出(列)席人員	職稱	簽名
內政部	消防署主任秘書 經中將務總隊 李政宏	馮健豪 劉小玲 代理 周昭任 孫志盛
國防部	少將處長	曹君範
經濟部	組長	簡金河
國科會	技士員	張文孝 廖宏偉
原能會	主委	李長沛
新聞局	編審	吳輝雲
台電公司	副總經理 組長	徐慶豫 許永婷
災害防救辦公室	組長	王明德

列席人員：林志芳

出(列)席人員	職　　稱	簽　名
本院第五組	參　議	林煥彰
本院第六組	組　長	孫亞秋

: 81:11:11-80-08

書面意見

陳正宏委員審查意見：

1. 國科會「潛在大規模地震引發海嘯之核電廠之影響」僅為 2 維模擬，3 維模擬套入精密之近海岸海底地形資料後，可能對溯高會有重大改變，宜先防範，並對海溝型地震源以外之海嘯多作瞭解。
2. 核能電廠附近之斷層性質宜多作深入研究，例如山腳斷層向北延伸及恆春斷層之南、北延伸之長度及類型均應儘速設法瞭解，有助於判斷可能產生地震之規模。

郭位委員審查意見：

1. 社會上對核電廠與核安全有許多不解，甚至誤解因此而引起許多嚴重誤導，造成社會不安。有效與有說服力的宣導十分重要，值得研究。我們的策略為何？
2. 中華民國危機應變處理模式如何？如果發生類似日本福島事故，我們能處理的更好嗎？
3. 法國的電力 80%來自核電，並額外支助鄰近國家的電力。可否邀請法國能源專家來台交流以便吸取他們的經驗。

劉容生委員審查意見：

1. 針對原能會的報告：加強與社會及民眾溝通是件重要的事情，但報告中，未說明整體的策略及溝通的對象？宣傳工具的選擇？經費的分配？各相關單位(原能會、台電、能源局、新聞局)整體的宣傳策略。

2. 國科會海嘯模擬：此項模擬計劃，十分重要，國科會應大力支持。但海嘯模擬是一個非常複雜的系統，本模擬結果與實際的情況可能與實際差異有落差，不宜納入本總體檢的報告。
3. 國防部報告：國防部報告十分詳細，國軍救災救民之投入及辛勞亦為國民有目共睹。針對未來核、生、化災之救援，應有統籌之規劃。特別是對大陸積極發展核能，未來對台灣造成的核害，應加強對策。
4. 法國核能佔全國 80%，核安也為全球所稱道，建議邀請法國專家來台，以分享其成功的經驗。

張國鎮委員審查意見：

1. 報告第 54 頁關於日本運轉中電廠之設計基準地表運動(DBGM，亦即 Ss)，提及『日本新審查指引 Ss 之定義與美國安全停機地震(Safe Shutdown Earthquake, SSE)類似，目的均係確認安全系統能發揮作用並將機組安全停機之地震設計值』。關於美、日在核能耐震設計基準地震定義及相關設計性能要求仍需進一步釐清。未釐清之前，本報告用詞宜保留彈性。

   說明：日本 2006 年審查指引中對一級(S 級)結構之性能要求規定，在遭遇 Ss 地震下，允許結構降服，進入非彈性階段(指針第 7 節 Load Combination and Allowable Limit；陳宜彬處長「訪問日本核能地震安全相關機構及東京電力公司柏崎刈羽核電廠」報告第 6 頁)；而美國核能法規及相關設計規範(NRC/RG、ACI-349、ACI-318 等)以 SSE 設計基準地震，進行彈性設計(參閱 FSAR)。換言之，美國規範要求，在 SSE 地震下，核電廠一級結構必須保持彈性，並不允許降服或進

入非彈性反應。日本 Ss 及美國 SSE 地震下，均要求確認安全系統能發揮作用並將機組安全停機。

由日、美西、台之地震環境比較，日本之地震環境較美西、台險惡，但應不致於動輒高出一倍(柏崎刈羽核電廠之 Ss 值為 1000gal)。日本核電廠審查指針之 Ss 地震與美國核電廠 SSE 地震之差異，仍需進一步釐清。

2. 報告中關於日本 311 地震規模之敘述，請將『芮氏規模』改為『規模』即可，請全文搜尋更改。

說明：學界對規模之定義很多種，媒體多誤為『芮氏規模』，為避免過於學術或錯誤，請只使用『規模』兩字，模糊涵蓋所有狀況。

許勝田委員審查意見：

1. 核電廠的原罪是它必須百分之百安全，但百分之百安全的東西是極難達到的，本次福島事件發生給國人的衝擊很大，因為日本人一向做事精細，如何說明核電事件會發生於日本，不會發生於台灣是極度困難的。但事實上福島電廠在一個廠址裝了 6 部機是規劃的一大缺失，建議在安全評估報告適當針對福島與台灣核電廠做比較，點出其差異，讓讀者了解。
2. 與民眾溝通，建議以學校為出發，學生較容易接受新資料，目標學生可影響家長。
3. 核三廠海嘯浪高較大，是否因其位於南灣內，而致使能量集中，建議就南灣的影響作補充說明。
4. 軍方設備不足，救災補貼條件差，建議往上呈報。

行政院原子能委員會回應
行政院續審「我國核能電廠因應日本福島電廠事故現有安全防護體制全面體檢第一階段安全評估報告」意見

壹、行政院審查結論：

序號	審查結論	回應單位	回應意見
501	國科會所提「潛在大規模地震引發海嘯對核電廠之影響」報告，應針對各種預想情境的參數或標準明確定義，對於如何計算推估出地震可能引發之海嘯高度，亦宜進一步說明。另該報告目前係 2 維模擬資料，請國科會在下一階段 3 維海嘯分析中納入海浪波長、動力效應、近岸海底精細地形（例如考量南灣海灣地形之海嘯靈敏度分析，以了解核三廠分析結果的合理性）等因素，並考慮增加針對包括歷史海嘯、火山群、海底山崩等非地震斷層之海嘯分析。	核管處	原能會將持續追蹤國科會本階段及下一階段的海嘯模擬評估結果，做為採法規規範重新評估前要求臺電公司納入因應措施之參考，並持續督促臺電公司依據美國相關法規規範以新技術重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計及因應能力。 國科會函復委託學界進行之海嘯模擬研究期中報告，待審查通過且呈報行政院後，已於 101 年 3 月 29 日函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」。
502	請原能會釐清美、日在核電耐震設計基準之地震定義及相關設計要求；另請原能會督促臺電公司務必確實調查及掌握各核電廠所在之海、陸域斷層現況，並追蹤海嘯分析中地震規模的影響，俾據以研擬因應措施。	核管處	美國核能法規及相關設計規範(NRC/RG、ACI-349、ACI-318 等)以 OBE 及 SSE 設計基準地震，進行耐震設計分析。美國規範要求，在 OBE 地震下，核電廠一級結構必須保持彈性，並不允許降服或進入非彈性反應，但在 SSE 地震下安全相關之結構/系統/組件只要仍能發揮其既定功能，允許非彈性。原能會執行中之委託研究計畫「美日核能耐震相關規範/導則新舊差異分析」將持續探討並釐清美日耐震設計定義及要求。 美國核管會法規 10 CFR 50 附錄 S 原文如下，在 SSE 設計地震下，允許安全相關結構物、系統、組件超過降服應變。 100 CFR 50 Appendix S “Earthquake Engineering Criteria for Nuclear Power Plants” IV. *Application To Engineering Design* (a) Vibratory Ground Motion (1) Safe Shutdown Earthquake Ground Motion (iv) The evaluation must take into account soil-structure interaction effects and the expected duration of vibratory motion. **It is permissible to design for strain limits in excess of yield strain in**

			some of these safety-related structures, systems, and components during the Safe Shutdown Earthquake Ground Motion and under the postulated concurrent loads, provided the necessary safety functions are maintained. 原能會將持續追蹤並督促核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。 原能會將瞭解掌握國科會海嘯分析，並確認海、陸域斷層補充調查結果對海嘯分析之影響；由於核能電廠海嘯分析為數十年前的老舊資料，而海嘯分析的結果與地震規模直接相關，近年學術界在地震工程學、海嘯分析研究等技術已有甚大之進展，將要求臺電公司依據美國相關法規規範以新技術重新分析，並視分析結果考量強化設計及因應能力。
503	針對海嘯對各核電廠可能造成之影響，各媒體間的報導有相當差異，國科會及原能會在後續對民眾的宣導溝通上，應以更淺顯易懂、清楚及明確的方式進行。	核管處 綜計處	一、原能會將依據國科會不同階段之海嘯分析結果，擬定對民眾溝通為淺顯易懂、清楚及明確的核電廠因應海嘯威脅之管制方式說明。國科會函復委託學界進行之海嘯模擬研究期中報告，待審查通過且呈報行政院後，已於 101 年 3 月 29 日函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」。 二、在後續對民眾的宣導溝通上，目前已規劃對民眾之宣導溝通方案，將依計畫逐步推展；且為促進民眾對本案專業內容的瞭解，透過現場說明等方式近距離溝通，讓民眾更清楚瞭解。
504	中研院和國際科學理事會合作設立之災害風險整合研究中心（Integrated Research on Disaster Risk, IRDR），業將核災納入研究之重點項目，請原能會等相關機關透過該平臺，就核能安全議題強化與國際間之資訊交流及分享；另請行政院災害防救辦公室安排李政務委員鴻源拜會該中心，洽商未來之合作事宜。	核管處	原能會將配合行政院災害防救辦公室洽商 IRDR 合作事宜進行在核災方面可能合作之研究項目。 行政院災害防救辦公室 101 年 2 月 22 日函復表示業經聯繫及評估，該中心目前尚未針對核能安全議題進行相關具體研究，尚不宜安排拜會行程。建請原能會先行評估並透過該中心提供之平台，就核能安全議題進行國際交流合作，俟有具體成果再行安排拜會事宜。 原能會目前規劃邀請災害風險整合研究中心(IRDR)人員來本處專題演講介紹該中心提供之平台，以探尋透過該平台對核能安全議題國際交流之做法。
505	法國有約 80%之電力來自核能發電，核電廠安全管理及核安技術先進，民眾對核能發電接受度亦高。建議原能會可透	核管處 綜計處	原能會將持續並強化對臺電公司核安管制之作為，建立民眾對核安、輻安之信心，以增進民眾對核能發電之接受度。

	過外交部或歐盟駐臺辦事處，邀請法國或歐盟核安相關學者專家來臺，引進先進之核能安全技術及觀念。		
506	核安議題宣導及溝通計畫之對象要明確，並應有具體之做法及策略，建議原能會再行檢討強化對民眾之宣導溝通計畫，可研議透過學校加強核安教育，及委請專業公關公司規劃核安宣導事宜，並請原能會研議投入更多之宣導經費。另後續對民眾之溝通宣導，可針對日本福島事故所呈現之缺失，及我國核能廠與日本核電廠之系統及設計差異等事項，加強說明。	核管處 綜計處	一、原能會在總體檢第一階段安全評估報告已說明日本福島事故所呈現之缺失，將再針對民眾之溝通宣導，加強說明我國核能廠與日本核電廠之系統及設計等事項之差異。 二、宣導溝通已按「分眾」的概念在規劃執行中，除於教師研習營、種子教員培養之各項活動中，講述核安議題，並已諮詢專業公關公司，對本會未來推動核安宣導事宜，提供專業意見及規劃，目前刻對經費及內容進行執行評估。
507	目前國內對核安、生物及化毒等事件之因應機制，分由不同的機關主政，應研議整合相關之應變機制及資源；國軍之核生化防護裝備應檢討強化，有關國軍核生化防護設備之現況及需強化事項，請本院災害防救辦公室適時安排國防部於中央災害防救會報報告。	核技處	1.核子事故緊急應變作業係基於專業分工、相互合作原則執行，核子事故緊急應變法亦規定本法未規定者依災害防救法辦理，必要時，並可適時啟動全民防衛動員體系。 2.災害防救法修正草案已規劃納入輻射災害，未來緊急應變機制將更為完善，並有效運用國家整體救災資源。 3.國軍之核生化防護裝備及需強化事項，將配合國防部之檢討結果，提供必要之協助。
508	大陸刻正積極推動核能發電，對臺灣可能造成之影響，應及早設想因應。	核技處	大陸發生核子事故對我國主要影響為輻射塵的飄散，可歸類為「輻射公害」，主要應變作為包括環境輻射監測、飲水和食品之取樣與分析管制。原能會已參考此次日本福島事故因應作業，針對應變機制、大氣擴散及輻射劑量評估能力、海域及空中輻射偵檢作業等進行檢討，並做必要改善。
509	請原能會在報告中加強摘要之內容，使摘要內容能具體呈現總體檢的執行重點與結論，同時建議修訂總體檢報告內容使其更平實易懂。	核管處 輻防處 核技處 綜計處	遵照辦理。原能會採納委員歷次審查意見，修訂總體檢第一階段安全評估報告，使摘要內容能具體呈現總體檢的執行重點與結論，同時依據委員審查意見修訂總體檢報告內容使其更平實易懂。
510	針對原能會於報告附錄中所提政府組織再造後，核能安全管制專責機關將調整為三級	核管處 綜計處	一、原能會將配合行政院組織改造之進程及結果，依據經檢討並強化之跨部會核能安全因應機制，提供民眾最完善的核能安全保障。 二、政府組織再造方面：

	機關，於協調相關部會時恐力有未逮一節，政府有責任提供民眾最完善的核能安全保障，行政院將視組織改造之進程及結果，適時檢討強化跨部會之核能安全因應機制。		1.原能會在此次政府組織改造作業中，由現行中央二級機關調整改隸為「科技部」所轄三級專責機關「核能安全署」（以下簡稱「核安署」），職掌功能定位為獨立行使功能的「核能安全管制」機關已確立。 2.依據100年6月7日立法院黨團協商結果，已參酌獨立行政法人日本原子力安全基盤機構（JNES）核能安全研究單位之架構與職掌，研擬未來組改「核能安全研究所」設置構想（含職掌、人力、預算、研究屬性及組織架構等），復經100年8月10日行政院組織改造推動小組會議討論決議，同意於核能安全署內成立派出單位「核安管制研究中心」，提供核能安全管制技術與研究必要之支援。 3.另為有效維護我國核能安全，研議保障核能及輻射安全對策，並加強督導及管考，以補強未來核安署於協調相關部會時恐力有未逮之核能安全因應機制，特規劃設置「行政院核能安全會報」，本會報置召集人、副召集人各一人，分別由行政院院長、副院長兼任，並為當然委員，其餘委員由相關部會首長兼任，務求為民眾提供最完善的核能安全保障。
511	原能會所提之核電廠第一階段安全評估報告，業參酌前二次審查會議結論檢討修正，本案報告內容原則上尊重原能會之專業與權責。感謝各位審查委員費心審查，並請原能會參酌本次會議委員口頭及書面意見（詳如後附）修正報告部分內容後函送本院，再由本院幕僚單位據以簽復該會。	核管處 輻防處 核技處 綜計處	遵照辦理。原能會採納委員歷次審查意見，修訂總體檢第一階段安全評估報告，並依據原能會之專業與權責持續執行後續工作。

貳、口頭及書面意見：

序號	提案委員	書面意見	回應單位	回應意見

601	**陳正宏委員**	國科會「潛在大規模地震引發海嘯之核電廠之影響」僅為2維模擬，3維模擬套入精密之近海岸海底地形資料後，可能對溯高會有重大改變，宜先防範，並對海溝型地震源以外之海嘯多作瞭解。	核管處	原能會將持續追蹤國科會本階段及下一階段的海嘯模擬評估結果，做為採法規規範重新評估前要求臺電公司納入因應措施之參考，並持續督促臺電公司依據美國相關法規規範以新技術重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計及因應能力。 國科會函復委託學界進行之海嘯模擬研究期中報告，待審查通過且呈報行政院後，已於 101 年 3 月 29 日函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」。
602		核能電廠附近之斷層性質宜多作深入研究，例如山腳斷層向北延伸及恆春斷層之南、北延伸之長度及類型均應儘速設法瞭解，有助於判斷可能產生地震之規模。	核管處	原能會將持續追蹤並督促核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。
603	**郭位委員**	社會上對核電廠與核安全有許多不解，甚至誤解因此而引起許多嚴重誤導，造成社會不安。有效與有說服力的宣導十分重要，值得研究。我們的策略為何？	核管處 綜計處	一、原能會將針對社會民眾對核電與核安之誤解，強化相關之溝通宣導，協助提供嚴謹正確資料加強對民眾之說明。 二、另著眼於不同屬性的民眾，對於核安及政府安全管制的觀點亦有不同，已按「分眾」的概念，施行不同的宣導作業方式。
604		中華民國危機應變處理模式如何？如果發生類似日本福島事故，我們能處理的更好嗎？	核管處 輻防處 核技處	一、我國核能電廠具有供應兩部機組之氣冷式第五部柴油發電機、氣渦輪發電機，以及在高處能採重力補水之生水池，或不致於如日本福島事故惡化，然在執行因應日本福島事故核能安全總體檢之前，如發生類似事故之電廠因應及處置未必能較順利；我國在執行因應日本福島事故核能安全總體檢並強化後，並記取日本福島事故之教訓及經驗回饋，能確認我國電廠將能處理的更好。 二、萬一發生核子事故，將依據核子事故緊急應變法規定，先由原能會成立緊急應變小組因應，若事故持續惡化，將適時動員成立輻射監測中心、支援中心、地方與中央災害應變中心進行各項應變作業。原能會亦已參考日本福島事故經驗，針對應變機制及法規、平時整備、緊急應變作業能力進行檢討及相關改善作為，希萬一類似事故，能將損害降至最低。

605		法國的電力 80%來自核電，並額外支助鄰近國家的電力。可否邀請法國能源專家來臺交流以便吸取他們的經驗。	核管處 綜計處	原能會將持續並強化對臺電公司核安管制之作為，建立民眾對核安、輻安之信心，以增進民眾對核能發電之接受度，配合相關業務規劃與國際先進核能國家做經驗交流。
606	**劉容生委員**	針對原能會的報告：加強與社會及民眾溝通是件重要的事情，但報告中，未說明整體的策略及溝通的對象？宣傳工具的選擇？經費的分配？各相關單位(原能會、臺電、能源局、新聞局)整體的宣傳策略。	綜計處	針對總體檢內容及未來宣導事項，目前已整體規劃並積極推動中。
607		國科會海嘯模擬：此項模擬計劃，十分重要，國科會應大力支持。但海嘯模擬是一個非常複雜的系統，本模擬結果與實際的情況可能與實際差異有落差，不宜納入本總體檢的報告。	核管處	原能會將持續追蹤國科會本階段及下一階段的海嘯模擬評估結果，做為採法規規範重新評估前要求臺電公司納入因應措施之參考，並持續督促臺電公司依據美國相關法規規範以新技術重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計及因應能力。國科會海嘯分析之初步評估結果，將遵照委員審查意見不納入目前總體檢第一階段安全評估報告。 國科會函復委託學界進行之海嘯模擬研究期中報告，待審查通過且呈報行政院後，已於 101 年 3 月 29 日函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」。
608		國防部報告：國防部報告十分詳細，國軍救災救民之投入及辛勞亦為國民有目共睹。針對未來核、生、化災之救援，應有統籌之規劃。特別是對大陸積極發展核能，未來對臺灣造成的核害，應加強對策。	核技處	1.災害防救法修正草案已規劃納入輻射災害，未來緊急應變機制將更臻完善。 2.有關中國大陸積極發展核電可能之影響，詳如序號 508 回應意見。
609		法國核能佔全國 80%，核安也為全球所稱道，建議邀請法國專家來臺，以分享其成功的經驗。	核管處 綜計處	原能會將持續並強化對臺電公司核安管制之作為，建立民眾對核安、輻安之信心，以增進民眾對核能發電之接受度，配合相關業務規劃與國際先進核能國家做經驗交流。
610	**張**	報告第 54 頁關於日本運	核管處	本報告遵照委員審查意見修訂敘述為「日本

	國鎮委員	轉中電廠之設計基準地表運動(DBGM，亦即Ss)，提及『日本新審查指引Ss之定義與美國安全停機地震(Safe Shutdown Earthquake, SSE)類似，目的均係確認安全系統能發揮作用並將機組安全停機之地震設計值』。關於美、日在核能耐震設計基準地震定義及相關設計性能要求仍需進一步釐清。未釐清之前，本報告用詞宜保留彈性。 說明：日本2006年審查指引中對一級(S級)結構之性能要求規定，在遭遇Ss地震下，允許結構降服，進入非彈性階段(指針第7節Load Combination and Allowable Limit；陳宜彬處長「訪問日本核能地震安全相關機構及東京電力公司柏崎刈羽核電廠」報告第6頁)；而美國核能法規及相關設計規範(NRC/RG、ACI-349、ACI-318等)以SSE設計基準地震，進行彈性設計(參閱FSAR)。換言之，美國規範要求，在SSE地震下，核電廠一級結構必須保持彈性，並不允許降服或進入非彈性反應。日本Ss及美國SSE地震下，均要求確認安全系統能發揮作用並將		新審查指引Ss與美國安全停機地震(Safe Shutdown Earthquake, SSE)下均要求確認安全系統能發揮作用並能將機組安全停機之地震設計值」。 在美國核能法規及相關設計規範(NRC/RG、ACI-349、ACI-318等)以OBE及SSE設計基準地震，進行耐震設計分析。美國規範要求，在OBE地震下，核電廠一級結構必須保持彈性，並不允許降服或進入非彈性反應，但在SSE地震下安全相關之結構/系統/組件只要仍能發揮其既定功能，允許非彈性。原能會執行中之委託研究計畫「美日核能耐震相關規範/導則新舊差異分析」將持續探討釐清耐震設計之要求。 美國核管會法規10 CFR 50附錄S原文如下，在SSE設計地震下，允許安全相關結構物、系統、組件超過降服應變。 100 CFR 50 Appendix S "Earthquake Engineering Criteria for Nuclear Power Plants" IV. *Application To Engineering Design* (a) Vibratory Ground Motion (1) Safe Shutdown Earthquake Ground Motion (iv) The evaluation must take into account soil-structure interaction effects and the expected duration of vibratory motion. **It is permissible to design for strain limits in excess of yield strain in some of these safety-related structures, systems, and components during the Safe Shutdown Earthquake Ground Motion and under the postulated concurrent loads, provided the necessary safety functions are maintained**.

		機組安全停機。 由日、美西、臺之地震環境比較，日本之地震環境較美西、臺險惡，但應不致於動輒高出一倍(柏崎刈羽核電廠之 Ss 值為 1000gal)。日本核電廠審查指針之 Ss 地震與美國核電廠 SSE 地震之差異，仍需進一步釐清。		
611		報告中關於日本 311 地震規模之敘述，請將『芮氏規模』改為『規模』即可，請全文搜尋更改。 說明：學界對規模之定義很多種，媒體多誤為『芮氏規模』，為避免過於學術或錯誤，請只使用『規模』兩字，模糊涵蓋所有狀況。	核管處 綜計處	原能會已遵照委員審查意見修訂報告內容。
612	**許勝田委員**	核電廠的原罪是它必須百分之百安全，但百分之百安全的東西是極難達到的，本次福島事件發生給國人的衝擊很大，因為日本人一向做事精細，如何說明核電事件會發生於日本，不會發生於臺灣是極度困難的。但事實上福島電廠在一個廠址裝了 6 部機是規劃的一大缺失，建議在安全評估報告適當針對福島與臺灣核電廠做比較，點出其差異，讓讀者了解。	核管處	在第一階段安全評估報告增加以下敘述： 因福島一廠廠址過於擁擠的配置，故兩機組間實體分隔性不足，故在一部機組的問題會導致相鄰機組在安全狀況的負面效應，例如，3 號機的氫氣爆炸導致用於 2 號機灌注海水消防泵失效無法運轉，受單一廠外事件(海嘯)導致同時喪失 6 部機組中 11 部緊急柴油發電機。福島一廠在廠址選定方面顯有弱點，蓋因福島二廠及女川電廠與福島一廠相距不遠，在地震及海嘯下並未遭受如福島一廠之嚴重損壞。 多機組廠址顯示優劣互見的交互影響：(1)共因失效的脆弱性增加，(2)處理多機組同時嚴重事故對人力、資源可用性挑戰甚大，(3)具有潛在較高的輻射源項，然而在(4)高度標準化有利經驗共享，及(5)共用設備有較佳經濟性，及在有足夠餘裕能相互支援時較高安全性。另外，依據目前推測在 4 號機的氫氣爆炸或火災係經由與 3 號機共用管線的氫氣洩漏所致。至於，5、6 號機組因距離 1~4 號機較遠，故能免於受 1、3 號機組氫氣爆炸之不利影響。

613		與民眾溝通，建議以學校為出發，學生較容易接受新資料，目標學生可影響家長。	綜計處	目前以核能種子教師研習方式，將核安知識向校園紮根，學生、校園部分則規劃網路、園遊會、專題講座等較生活化、活潑方式，向學生傳達核安相關資訊。
614		核三廠海嘯浪高較大，是否因其位於南灣內，而致使能量集中，建議就南灣的影響作補充說明。	核管處	原能會將持續追蹤國科會本階段及下一階段的海嘯模擬評估結果，了解南灣地形對海嘯分析結果浪高的影響情形。 國科會函復委託學界進行之海嘯模擬研究期中報告，待審查通過且呈報行政院後，已於 101 年 3 月 29 日函送「台灣潛在高於預期之海嘯模擬與研究－地震海嘯模擬結果報告書(100.12)」。
615		軍方設備不足，救災補貼條件差，建議往上呈報。	核技處	將配合國防部之檢討結果，提供必要之協助。

附錄七

近期及中程檢討議題之現場查證及結果摘要

-

附錄七 近期及中程檢討議題之現場查證及結果摘要

一、概述

原能會依據附錄一「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」要求十一項近期檢討議題之強化措施研議，項目包括(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件、(二)廠房/廠區水災事件及防海嘯能力、(三)用過燃料池完整性及冷卻能力、(四)熱移除及最終熱沉能力、(五)事故處理程序與訓練、(六)機組斷然處置程序之建立、(七)一/二號機組相互支援、(八)複合式災難事件、 (九)超過設計基準事故、(十)設備/設施完備性及備品儲備、(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化等，此附錄摘要核一、二、三廠近期檢討議題現場查證之審查意見，並說明核四廠在近期檢討議題執行進度。

運轉中電廠中程檢討議題為提前進行 10 年整體安全評估，原能會要求增訂「因應日本福島電廠事故」專章評估內容，核一、二廠提出新增專章，且核三廠提前至 100 年 12 月含新增專章內容送原能會審查，此附錄摘要核一、二、三廠中程檢討議題有關日本福島核災事故之檢討與評估專章，分別說明重要發現與改善現況及後續追蹤要項之細節。

二、近期檢討議題現場查證視察結果摘要

原能會針對各台電公司各項檢討議題重要事項的執行進度、改善情形以及規劃完成期限，採書面審查及現場查證方式執行確認。在台電公司提出近期檢討議題後，原能會即組成總體檢核能安全防護專案視察團隊，分三次執行運轉中核能電廠近期檢討議題之現場查證，執行時間核一廠分別為去(100)年 6 月 13 日至 6 月 17 日、10 月 13 日至

10 月 31 日及今(101)年 1 月 9 日至 1 月 13 日，核二廠分別為去(100)年 6 月 15 日至 6 月 17 日及 6 月 20、21 日、10 月 17 日至 10 月 31 日及今(101)年 1 月 5 日至 1 月 11 日，核三廠分別為去(100)年 6 月 20 日至 6 月 24 日、10 月 17 日至 10 月 21 日及今(101)年 1 月 2 日至 1 月 6 日，並在完成相關視察報告後公佈在原能會網站。

專案視察之重要結果包括：(1)設計基準之符合性及確認面向、(2)因應福島強化措施規劃執行面向、(3)新增設備規劃及規範適切性面向、(4)硬體設計變更及設計評估技術性面向、(5)程序書執行程序適切性面向、(6)人力資源及配置適切性面向及(7)相關資料文件品保面向等七個面向，以下分別說明核一、二、三廠在各面向的重要發現與改善現況及後續追蹤要項。

(一)核一廠部份

1. **設計基準之符合性及確認面向**

核一廠最終安全分析報告陳述核一廠建廠時廠房地面高程為 12 公尺，於 100 年 5 月期間台電公司委託中興工程顧問公司重新量測核一廠建廠時廠房地面高程，結果為約 11.2 公尺較原設計高程約低 0.8 公尺，台電公司評估核一廠實際高程對各廠房樓層高度、各系統功能和其安全分析（如：以絕對高程作安全分析）之影響、排水防洪之影響，以及與 FSAR 不一致部分，台電公司尚未完成後續改善措施等，仍待台電公司釐清和改善。至於廠房受到海嘯影響部分，台電公司參考國科會海嘯模擬研究小組之「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠的影響」報告，以及建廠時海嘯設計基準，台電公司評估認為依現有地質資料應不受海嘯威脅。然而，國科會海嘯模擬初步評估及下階段評估的結果，因其評估並未包括海底山崩及火山爆發等因素，僅可

作為防範地震引起海嘯能力之依據，因此本會已要求台電公司須依據美國相關法規以新技術重新分析海嘯危害，並依分析結果考量強化設計及因應超過設計基準之防範海嘯能力。相關議題均已列入本會共通性管制追蹤案件持續追蹤中。（近期檢討議題二）

針對地勢低窪位置或區域建立適切之排洪或排水能力方面，核一廠已完成廠區高程測量，研判廠區易遭受淹沒之區域為 Power Block 北側牆以北至貨櫃區間之區域(包括大停車場、臨時變電站及綠地等)，電廠評估該區域設有排水溝將積水排入乾華溪及東海，並針對廠房外部門窗改為防海嘯功能，以使廠區內不受淹水，另電廠蒐集氣象局近年來最大時降雨強度資料參考比對，檢討設計基準。然而近年來地球暖化日趨嚴重，氣候變異甚大，對此台電公司須就 FSAR 第 2.4.3 節 Probable Maximum Flood (PMF)再進一步檢討原設計基準對目前廠區之適用性及排洪能力。相關議題均已列入本會共通性管制追蹤案件持續追蹤中。（近期檢討議題二）

2. **因應福島強化措施規劃執行面向**

核一廠除擬增設 2 台 100%容量的替代熱移除冷卻水泵、2 台 100%容量的冷凝水泵及相關連接管路與氣冷式新增燃料池冷卻系統(SFPACS)及主冷凝器相連接，作為複合式災變發生時，反應器、乾井、抑壓池及用過燃料池之熱移除及補水替代系統外，核一廠並已增設用過燃料池抗震 SSE 等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，以強化燃料池冷卻及補水能力，但對於 NEI 06-12 文件所提內部策略建議，要求建立分散用過燃料池額外補水方式部分，及強化用過燃料池重要參數監控，則未提出相關規劃與改善時程，電廠應再加以說明。而針對本會要求參照 NEI 06-12 檢討並調整用過燃料池過燃料之排列方式，並執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時的溫升評估，

以及檢討不再回填爐心用過燃料持續增加之長期規劃，核一廠雖已完成用過燃料重置作業，但仍未能符合 NEI 06-12 所建議之最佳化分散擺放排列，惟目前核一廠乾式貯存場已發包施工中，相關溫升評估目前亦已委託研究機構以 CFD 分析程式執行評估中。（近期檢討議題三）

在熱移除及最終熱沉能力強化動力源氣源改善方面，核一廠擬將反應器廠房一樓連接到機組儀用氮氣系統，並增加氮氣瓶儲存量，以提供 ADS 或 SRV 等短期操作使用，及增加移動式引擎帶動空壓機，並擬將大修廠用空氣系統與廠內儀用空氣系統相連接，於廠內喪失儀用空氣時，可提供緊要儀用空氣至廠內。在一次/二次圍阻體喪失正常排氣功能之設計改善方面，核一廠將規劃增設旁通 SBGT 之增壓風扇、閥及管路，進行一次/二次圍阻體排氣改善。在反應爐、抑壓池或乾井喪失熱沉冷卻(海水)之改善方面，核一廠擬將 SFPACS 二次側耐震二級管路部分提升為耐震一級，但冷卻水塔不作耐震一級改善，對於 SFPACS 二次側生水補充可靠度之提升顯有不足，須檢討改善。（近期檢討議題四）

在海嘯侵襲下，造成淹水狀況超出電廠「廠房/廠區水災事件及防海嘯評估」範圍之因應措施中，核一廠擬利用程序書 113.5「災害防救要點」災害防救整備項目提供後備緊急機動救援，惟相關救援設備整備數量是否充足應再行檢討。而在強化主控制室包括 TSC、備用 TSC 及內部設備之耐震能力，以及檢討增加主控制室簡易支持設施供運轉人員在強震下持握之考量方面，核一廠將針對各項移動式設備執行固定改善，並於主控制室增加簡易持握改善。至於核一廠反應器廠房氫氣偵測、稀釋及排除能力之檢討，核一廠除擬於反應器廠房 5 樓增設氫氣偵測設備外，並規劃於反應器廠房 5 樓屋頂增設數個可為手

-
動及遙控之釋壓板(Blow-Out plate)，以供緊急排氣之用。（近期檢討議題九）

針對核一廠耐震設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g 之後續補強作業規劃與評估，台電公司目前採 NRC USI-A-46 方法進行評估，惟未來應視「耐震精進作業方案」執行成果，重新確認核一廠耐震設計基準值後，台電公司即應全面重新檢討核一廠設計基準之提升與後續補強作為，並將近期正推動之耐震、海嘯相關之工作計畫，全面整合為一個具體而完整的中長期地震評估計畫，以具體作為確保核能電廠安全。至於海陸域地質補充調查及地震危害度分析及後續補強規劃作業，目前乃由台電公司核能電廠防海嘯評估專案小組及核能電廠耐震評估專案小組進行調查與評估，核一廠將依據後續補強作業規劃執行相關補強作業，由於目前相關調查與評估作業均持續進行中，後續補強作業規劃亦未完成。相關議題均已列入本會共通性管制追蹤案件持續追蹤中。（近期檢討議題九）

3. **新增設備規劃及規範適切性面向**

為再強化緊急備用及可用電力，核一廠已購置完成 480V 移動式柴油發電機，可引接至蓄電池之充電機送電使用，可延長廠區全黑能力提升至 72 小時以上。另已規劃將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機供電至匯流排，並購置引接電纜，緊急時可引接由此柴油發電機對機組供電，提供另一個供電來源。預計 101 年 6 月 30 日前再購入 2 台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機電源車，且目前廠內各有 1 個 52000 加侖及 85 萬柴油容量之油槽，屬於耐震一級設施，在全黑情況下儲油足以提供移動式發電機連續運轉所需之動力油料。可解決廠區交流電源全部喪失事件之問題。電廠雖已提出設計修改，將 480V 移動式柴油發電機及相關電力中心盤面設置於行政廠

房上方，可於更快時間提供電廠所需電力，但兩號機分別預計於 102 年 5 月 31 日及 103 年 4 月 30 日完成，本會已要求電廠應針對在完工前之過渡期間，提出暫行因應措施。（近期檢討議題一）

4. **硬體設計變更及設計評估技術性面向**

針對核一廠地震後引發海嘯事故可能會造成一般耐震性結構物的失效改善，以及生水池槽體管路的耐震能力及完整性之改善，核一廠將待台電公司核能電廠耐震評估專案小組完成評估後，再進行補強。而因應強震帶來的損傷，核一廠擬將機組生水消防管路地下管線部分增設明管迴路，惟相關改善完成期限並未加以說明，且廠區內消防栓之設計並不符合 NFPA 24 要求，應加以說明及改善。同時，核一廠擬將 10 萬噸生水上、下池加裝連通管與機組的環形生水管連通，並於山坡地特定地點連接 HDPE 撓性管路，以吸收地震錯位造成之位移。（近期檢討議題四）

5. **程序書執行程序適切性面向**

針對廠區電源全部喪失(全黑)事件，原能會要求因應廠區全黑能力之時間由 8 小時至少提高為 24 小時。核一廠已檢討現有蓄電池供電迴路，提出以轉供電方式來提高原有設計要求，設計修改案正進行中，目前轉供電以臨時線路由人員操作，以供緊急時使用，所需使用之全黑轉供電操作程序已加入相關程序書。另因我國核能電廠在平面層設有福島一廠所無設置之 1 部稱為第 5 台氣冷式柴油發電機，可在緊急柴油發電機喪失冷卻水情況時，提供 1 部機組之後備電源，因應福島事故再規劃其緊急時可同時供電至兩部機組，核一廠已完成程序書修訂。但本項非正常運轉之模式，可能衍生其他未經分析之安全議題及風險，已請台電公司針對上述運轉模式，儘速審慎評估，確定上述作業可供電無虞，且無設備跳脫及損害之風險。在未澄清前，仍不

宜先納入程序書施行。(近期檢討議題一)

核一廠已擬定用過燃料池冷卻緊急應變流程,並完成相關程序書修訂。(近期檢討議題三)

核一廠在考量嚴重事故下,低壓、重力或臨時性補水設備之可用性,已於斷然處置程序指引中明確說明緊急洩壓時機,以及規劃各種水源取得方式與注水流徑,並已於程序書中擬定喪失直流電力及氣源等動力後,以 RCIC 執行緊急洩壓。至於核一廠 SBGT 系統閥為 fail open 設計,若發生需使用如福島情況,有潛在發生一次圍阻體氫氣回流至二次圍阻體的可能,此外因 hardened vent 系統兩部機在煙囪處為集管,亦有潛在發生一部機一次圍阻體氫氣回流至另一部機的可能,核一廠正研擬修訂程序書,由值班人員考量適時起動 SBGT 或進行 SBGT 及廢料系統 Loop Seal 排氣隔離等操作,並於廠區全黑期間強制進行一、二次圍阻體隔離。而對於電廠進水口雜物清理所需車輛及設備停放地點規劃,以及所需外援人力及大型機具之協調、規劃等,亦均已納入程序書中加以規範。(近期檢討議題四)

針對本會要求電廠就完成初步改善前的空窗期建立相關因應措施乙項,核一廠已進行相關操作程序之建立作業,然查證仍發現有部分待完成改善或檢討,例如利用臨時電源提供現場盤面直流/交流電源之操作程序需列入正式程序書,另程序書 535「全黑應變程序書」對於切直流負載以延長供電時間之作法,仍應參照美國核管會 TI 2515/120 規定,將確認維持一完整區儀控電源為可用納入考量。同時電廠應再參照歐盟壓力測試之意旨,評估現有設備以及後續救援設備在不同時間之因應能力與可能不足之處,並就關鍵點提出可能之暫時救援替代措施,且應就所提措施操作程序與應備機具列入程序書管控,並實際演練以驗證其可執行性與可加強之處。(近期檢討議題五)

-

對於電廠新編斷然處置程序書中所提決策層級與斷然處置之實施時機，宜再就決策之技術性與時效性考量，訂定完善之決策指引以供執行時遵循，以避免發生類似日本福島事故因非技術因素而導致重大決策時機延宕之問題。（近期檢討議題六）

針對本會要求核一廠就發生事故後之持續處理期間如何維持替代備援設備之運轉能力，如人員監視運轉狀態、設備運轉所需支援物件(燃油、水源、備品)之備齊，以及斷然處置程序書之「建立長期監控機制」部分對於參數監測之對應執行程序，電廠仍需再研議修訂。（近期檢討議題六）

因應雙機組事故發生，核一廠已於程序書中，完成 TSC 緊急控制小組兩組人力運作時之輪替代理人力建置，並詳列相關規範與決策機制，但針對一位值班經理因應雙機組事故以及 TSC、備用 TSC 人員配置之適切性，目前則尚無明確之檢討說明。（近期檢討議題九）

6. **人力資源及配置適切性面向**

台電公司所提之檢討內容已就如何強化核能安全文化提出具體作法，惟其成效仍有待觀察。至於精進人力部分，僅提出將增加人力數目，並未說明這些增加人力之估算基礎，與是否符合總體檢後之人力需求，本項為各廠共通問題，台電公司須進一步說明。（近期檢討議題十一）

7. **相關資料文件品保面向**

核一廠反應器廠房 5 樓燃料平台吊車安裝防滑動裝置改善、兩組固定式懸臂吊車防止懸臂翻移改善以及橋式燃料吊車上之單軌吊車防止滑移及脫軌墜落改善等，其相關應力強度分析計算在引用所處樓層之 SSE 地震反應譜之水平加速度前，並未事先確認相關設備設計頻率，相關分析結果之合理性尚待加以確認。同時，核一廠反應器廠

房 5 樓電動懸臂式吊車重量已超過用過燃料池格架改善工程評估範圍，對於若因地震而掉入用過燃料池時，相關結構之影響應加以評估。(近期檢討議題三)

在複合式災變兩部機組事故下廠房內外可能形成惡劣的環境,且必需於有限時間內同時進行多點、多處操作，在考量人員作業安全性、設備操作列置準確性、設備操作列置時效性，雙人共同執行任務為最佳方式的選擇。海嘯退潮後或地震後電力、動力可能部分喪失或完全喪失，在外援支援人力到廠前，盡可能以現有之可用人力（非上班時間)，爭取更多的時間以減緩事件的惡化，朝可控的、良性的趨勢發展，故核一廠將緊急調派廢料處理值班員，與線上各崗位的運轉值班人員併同設備操作列置,必要時調派消防班在廠執勤人員部份人力支援事故機組與線上各崗位的運轉值班人員併同設備操作列置,並緊急徵調另一組消防班進廠支援。此一權宜調度係屬支援運轉操作之性質，所有的支援人員協助操作仍需在運轉值班人員的監督下，與運轉值班人員共同完成，相關檢討一/二號機組相互支援時，主控制室之運作機制，已列入新發行之核一廠斷然處置指引程序書。此部份仍需請台電公司針對消防班人員如何支援運轉操作調派之機制,說明時程與具體作法。另因危急情況救援時本應調派所有可用之人力支援運轉操作，故請台電公司就需求人力進行評估後，再據以說明尚需支援人力與可支援情形或短缺時因應措施。另針對發生複合式災變，所發生機組事故的各項人物力問題,建議核一廠就近與核二廠建立支援方案。同時台電公司所訂人力與時間仍需實際驗證其合理性。(近期檢討議題七)

針對現場查證或檢查減緩事故後果之重要設備(如防火設備)，渠等功能是否因地震/海嘯/水災之交互作用而喪失，並確認潛在弱點部

分，經查證核一廠仍需就位於開放或淹水可能擴散區域，其非耐震一級設計含水管路因地震而破管淹水或噴灑時，是否會造成該區多串具有減緩事故後果功能之重要設備因淹水而同時失效，以及海嘯引起廠房水災，可能導致在地震未受損之設備水損無法發揮功能之潛在弱點的檢討提出說明。（近期檢討議題八）

(二)核二廠部份

1. **設計基準之符合性及確認面向**

針對防海嘯能力，核二廠於評估過程中發現 ECW 泵室防海嘯能力之弱點，並通報原能會，核管處於 100 年 5 月 4、5 日赴核二廠執行緊急循環海水系統專案視察，確認緊急循環海水系統廠房地面層高程 12 公尺，ECW 泵室樓層位於廠房 B1 層(高度海平面 6.6 公尺)，緊急循環海水泵馬達實際高度為 7.9 公尺，廠房 B3 層屬海水進水底層。現場視察確認 B1、B2、B3 有許多孔溝互相連通，部份孔溝使用一般鐵板蓋住，無任何密封。而根據核二廠 FSAR 2.4.6 設計基準之最大海嘯溯上高度為 10.28 公尺來考量，ECW 緊急泵室恐因海嘯發生而陷入海水淹沒狀況，將導致 ECW 泵馬達及電路盤淹水損壞。

核二廠發現 ECW 泵室防海嘯能力之弱點後立即進行改正，於 100 年 6 月 30 日完成 ECW 泵室水密牆等封堵阻隔措施，提升海嘯防護能力。完成後 ECW 泵室海嘯上湧防護高度與主要廠區地面一致，同為 12 公尺，符合 FSAR 要求。（近期檢討議題二）

至於廠房受到海嘯影響部分，台電公司參考國科會海嘯模擬研究小組之「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠的影響」報告，以及建廠時海嘯設計基準，台電公司評估認為依現有地質資料應不受海嘯威脅。然而，國科會海嘯模擬初步評估及下階段評估的結果，因其評

估並未包括海底山崩及火山爆發等因素，僅可作為防範地震引起海嘯能力之依據，因此本會已要求台電公司須依據美國相關法規以新技術重新分析海嘯危害，並依分析結果考量強化設計及因應超過設計基準之防範海嘯能力。相關議題均已列入本會共通性管制追蹤案件持續追蹤中。（近期檢討議題二）

核二廠規劃於各主要設備廠房之廠區進出門或鐵捲門裝設擋水板，將於廠房進出門或鐵捲門裝設以達位高 13 公尺之可拆式擋水鋼板（若廠房進出門位高 12 公尺則鋼板為 1 公尺），可提升廠房防淹水高度，目前已設計完成，待發包廠商製作，預定於 101 年 12 月 31 日前完成，本項已列入本會核二廠個廠檢討答覆表審查意見 CSA-KS-02-001 持續進行追蹤中。（近期檢討議題二）

核二廠排洪能力最新評估：主要廠房區的排水系統，依 FSAR 2.4.3.1 節所述(241 mm/hr)，其排洪能力在最大降雨強度的狀況下，對安全有關的結構不會造成任何損害。而渠道 A 及渠道 B 的排洪能力其設計洪峰流量均為 102.8 cms，換算為廠區可容許之暴雨量為 180mm/hr。FSAR 2.4.3.3 節的計算結果，在 500 年重現期的降雨強度 (140mm /hr)下，渠道 A 出海口排洪量為 80cms，而渠道 B 則須排洪 67cms。考量近年氣候變遷，核二廠依據中央氣象局基隆及金山測站，最近 30 年來最大單日降雨量之歷史紀錄，重新進行 500 年重現期距之暴雨推算，其值為 154mm/hr，仍小於電廠渠道 A 及渠道 B 之廠區設計可容許之暴雨量 180 mm/hr，經核二廠評估排洪渠道可承受氣候變異所造成之豪大雨量，並無淹水之虞。（近期檢討議題二）

核二廠承受發生超出基準設計降雨量值之評估：目前全球氣候異常造成極端氣候發生機率增高，亦即核二廠發生超出基準設計承受降雨量值機率大增，核二廠評估於補強措施完成則各廠區承受最低雨量

如下：A.在主警衛室及東南角大門建立擋水板，阻隔主要廠區與東/西廠區使主要廠區承受最低雨量恢復至 241 mm/hr(710mm/日)，東/西廠區 180 mm/hr(510mm/日)以上。B.在主要廠房進出口處建立擋水板，則可由原 241 mm/hr 提升。評估約建立 1 公尺擋水板高可再提升降雨量至 344mm /hr 約可支撐 24 小時連續降雨；於 560 mm/hr 降雨量時約可支撐 7.7 小時連續降雨。C.於主廠區積水快達 1M 時，將靠北側圍牆低處以人為方式開一渲洩口或預設一閘門開啟，利用地勢將主要廠區積水洩至大海，則可確保主要廠區積水不再上升，以確保機組安全及達到總處排洪能力要求(民國 56 年 10 月 18 日宜蘭冬山河單日降雨量 1,672mm 之 3 倍以上)。（近期檢討議題二）

依核二廠 FSAR 3.8.2.1.8 敘述，緊急循環水進水結構內含有緊急循環水泵浦、固定攔污柵和迴轉攔污柵以強化水泥構成其牆面及樑柱，耐震等級為耐震一級(Seismic I)。進水結構於民國 99 年由整體安全評估小組(KSIPA)執行結構檢查，並規定以後每 5 年須執行一次追蹤檢查及維護，可適當保持進水口結構之完整性。（近期檢討議題四）

2. **因應福島強化措施規劃執行面向**

依據 Nuclear Energy Institute 發佈 NEI 06-12 文件之建議，為避免廠區失電且廠房高輻射時，無法進行有效的緊急燃料池補水，核二廠 100 年 12 月 31 日已完成設計變更修改案編號 DCR-K1-4059/K2-4060，於燃料廠房增設常備硬管式注水管路注水至用過燃料池，額外增加 500 gpm 的設計注水量，可於燃料廠房外，以消防車或消防泵等方式進行燃料池的的補水作業。另核二廠為考量發生超越設計基準事故，造成用過燃料池或廠房嚴重受損，池中用過燃料無法以正常補水的方式獲得適當的冷卻時，根據 NEI 06-12 文件建議，進行燃料池噴灑冷卻作業時須有 200 gpm 流量，為此，電廠 100

年 12 月 31 日已完成設計變更修改案編號 DCR-K1-4068/K2-4069，於燃料廠房增設常備硬管式注水管路至用過燃料池邊，再裝設噴灑設備。另外，查閱本兩案之設計文件，確認修改案之耐震要求為比照耐震一級（Seismic I），安全/品質等級為 Non-Q 級。（近期檢討議題三）

在強化用過燃料池監測能力方面，核二廠進行用過燃料池溫度指示、與增加水位指示儀器改善案，以強化用過燃料池監測能力。（#2 機已完成，＃1 機預計 EOC22 完成）。（近期檢討議題三）

而在參照 NEI 06-12 檢討並調整用過燃料池過燃料之排列方式，並以 CFD 分析程式執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時的溫升評估，以及檢討不再回填爐心用過燃料持續增加之長期規劃，核二廠雖已完成用過燃料棋盤式重置作業，但仍未能符合 NEI 06-12 所建議之最佳化分散擺放排列。雖棋盤式擺法未能符合 NEI 06-12 所建議之最佳化分散擺放排列，但核二廠評估用過燃料池在此狀況下，事故時可利用消防車運水，直接駛入燃料廠房對用過燃料池中注水，可以符合 NEI 06-12 中 2 小時內建立外部補水之要求，來有效達成燃料池冷卻/補水能力。（近期檢討議題三）

核二廠依據三維雙相熱流分析程式（REAP5-3D）分析結果，並考量電廠斷然處置之合理運轉操作，當事件發生時，RCIC 持續控制壓力及注水維持 1、4、8 小後失效三種情況，反應爐緊急洩壓，則斷然處置注水（藉由消防管路）足以避免燃料護套溫度達到 1500°F（產生氫氣）所需流量，分別需求為 645 gpm（1hr）、530 gpm(4hr)及 475 gpm(8hr)。100 年 10 月 19 日赴生水注入廠房消防管路入口消防栓現場視察模擬山上生水以重力方式注入反應爐之流量測試，測試過程如下：於消防栓接一壓力表頭以量測水壓，2.5 吋消防管路接一消防車，車上有水位計。當開啟消防栓後，生水利用重力注入消防車

水庫內，水位計由零上升時開始計時，到達滿水位時結束計時，利用消防車固定水量 10 噸及時間計算流量，最後在考量反應爐背壓、管路內摩擦損失及廠內 4 吋消防管路面積進行流量計算。計算結果流量可以達到 808 gpm，符合 RELAP5-3D 分析之標準。（近期檢討議題四）

針對本會要求電廠釐清地震下因油槽或潤滑油等引起火災，可能導致在地震未受損之設備火損無法發揮功能後等可能存在之弱點事宜，台電公司答覆說明各核電廠油槽依不同區域及類型，均設有防溢堤或防火牆等阻擋火勢延燒之設計，防止發生火災損及鄰近設備無法發揮功能；另廠房內存放之潤滑油已依失火對策防火區之火載量限制，評估規劃放置區域及數量，以確保該防火區之安全，同時電廠配置有大型推車式乾粉、CO2 及海龍滅火器、消防水庫車及化學消防車可即時支援滅火，防止火勢擴大至其他防火區劃。地震下因油槽或潤滑油等引起火災應變措施，電廠已有失火對策計劃相關程序書因應，本項已列入本會共通性管制追蹤案件 CSA-08-001 持續進行追蹤中。（近期檢討議題八）

核二廠為防震考量，將於主控制室前之會議室成立後備 TSC，具有緊急通風過濾系統。設備有：投影設備、全廠網路連線及安全數據顯示系統、事故分類板、事故排除關鍵組件表、緊急輻射偵測圖、可撥打外線之廠內電話、微波電話、另可使用主控制室之海事衛星電話、與原能會及萬里消防分隊之直通電話、傳真機等設備，若 TSC 已不能使用，則撤退至主控制室前之耐震一級會議室成立後備 TSC 繼續運作。（近期檢討議題九）

3. **新增設備規劃及規範適切性面向**

為再強化緊急備用及可用電力，針對廠區電源全部喪失(全黑)事件，原能會要求因應廠區全黑能力之時間由 8 小時至少提高為 24 小

時。核二廠已檢討全黑狀況下，安全有關蓄電池組具 24 小時的供電容量（相關操作隔離部分非緊要負載部分，也已列入程序書）。（近期檢討議題一）

TSC/OSC 二台 480V 200kW 柴油發電機供給 LC1B3/2B3 及增加四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，供給 LC LC1(2)B3/1(2)B4，2 部機組配管、線部份已配置完成，2 號機電源相序測試完成，1 號機配合大修於 101 年 4 月進行電源相序測試，相關操作已納入程序書 1451 中，相關維護人員已於 100 年 12 月底完成訓練；運轉人員分批將於 101 年 1 月底前完成訓練。

台電總處已決定統一採購 6 台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機，其中一台將置於核二廠使用，預定 101 年 6 月 30 日完成，本項已列入本會核二廠個廠檢討答覆表審查意見 CSA-KS-01-001 持續進行追蹤中。（近期檢討議題一）

經核二廠重新評估及配置結果，現有 3 台大型抽水泵（泵送壓力每台可達 400gpm @10 kg/cm2，抽水泵可串連增壓），及 3 台中型抽水泵，必要時可配合消防車，進行水源傳送（泵送至渠道或儲存槽）。目前核二廠已成立 MMR-K0-0259 進行海水渠道取水工程埋設 12 吋輸水管，預定於 101 年 12 月 31 日完工（因須北觀處同意方能施工，故完工日期最快也要 101/12/31。）。在完工前，若遇事故需打水時，則需配合抽水泵建立至少 3 條串連消防水管。經核二廠評估目前水帶置於臨海橋消防箱 33 條、西山亭消防箱 22 條、臨海橋至大門配置 11 條，每條長度 20 公尺，合計 66 條水帶足夠出水口至大門攔水閘 3 條抽水管線之配置。另廠區外圍 2 1/2”消防水帶總數量 270 條，隨時可移用支援緊急狀況，廠內現有消防水管加上消防車庫之備用消防水管 25 條，長度共計 7,220 公尺已足夠使用，電廠預定 101 年再發包

採購 100 條。（近期檢討議題六）

核二廠經評估結果暫不進行二次圍阻體增設固定式氫氣偵測儀器，本會已於 100 年 6 月間執行核二廠核能安全總體檢專案視察現場查證時，建議核二廠仍應就日本電廠之經驗，重新考慮二次圍阻體氫氣偵測儀器之裝設及配置，本案已於注意改進事項 AN-KS-100-009 追蹤時，請核二廠參考核一廠改善做法重新考量氫氣偵測器之裝設。（近期檢討議題九）

4. **硬體設計變更及設計評估技術性面向**

核二廠完成 RCIC 在廠區全黑長期運轉的評估，顯示電廠 RCIC 系統具有 24 小時全黑狀況下運作能力，並完成手動操作 RCIC 驗證及操作程序。（近期檢討議題一）

核二廠已完成將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機供電至 1(2)A3/ 1(2)A4 匯流排之改善，緊急時可引接由此柴油發電機對機組供電，提供另一個供電來源。（近期檢討議題一）

而在後續之規劃中，核二廠增設 RHR 系統之後備注水管路，以增加注水途徑之多重性。（DCR4074/4075 PART-II 預定 101 年 9 月 30 日完成）。並進行於 ECW 渠道管路增設關斷閥及快速接頭，以便利用可移動式引擎抽水機以水帶連接送水至 RHR 熱交換器系統作為冷卻水。（預計 101.06.30 完工）。（近期檢討議題四）

因應強震帶來的損傷，核二廠消防管路明管化改善工程、改善生水主管路的局部彈性，消防管路明管化已完成改善規劃及設計，目前發包施工中，預計 101 年 12 月 31 日前完成施工。改善生水主管路的局部彈性進行已完成設計，預定 101 年 12 月 31 日前完成施工，本項已列入本會共通性管制追蹤案件 CSA-04-003 持續進行追蹤中。（近期檢討議題四）

-

另台電總處耐震小組將對核二廠氣渦輪機廠房結構、600 公秉油槽(日用油槽)、35000 公秉油槽，及生水池等進行耐震補強之發包及施工，預定 102 年 12 月 31 日前完成。(近期檢討議題一)

電廠緊急備援壓縮空氣增加移動式柴油機驅動空壓機 2 台及高壓增壓器 2 組，並於輔助廠房適當之空氣管線增設緊急充氣管路及接頭至廠房外備用，當兩部機組高壓空氣壓縮均故障不可用時，以提供 SRV 開啟使用，預訂 101 年 4 月底完成，並於完工 3 個月內完成相關訓練，另若發生單機高壓空氣壓縮機故障，可開啟連通閥由另一部機組提供高壓空氣，電廠已完成程序書修訂，因僅操作閥門，故以傳閱程序書方式代替訓練。(近期檢討議題七)

核二廠進行圍阻體正常排氣系統 1(2)VR4 的電源由 1(2)C1D48 改至 1(2)C3F 改善案，使其納入廠區全黑時緊急應變後備電源補強措施之供電負載範圍內，在廠區全黑事故下仍可維持其功能。〔其中二號機 DCR4054 已完工，一號機 DCR4053 預計 101/06/30 完工〕(近期檢討議題九)

5. **程序書執行程序適切性面向**

核二廠評估若事故後喪失緊急循環水系統時，以緊急洩壓降低反應爐壓力，以替代反應爐補水維持反應爐水位，利用一次圍阻體排氣方式，將熱量移除至外界，防止發生爐心熔毀。並將備用氣體處理系統(SBGT)啟動，抽取一次圍阻體或二次圍阻體內之氣體，透過活性碳之過濾，達到抑低放射性劑量的目的。(近期檢討議題四)

針對本會要求電廠應考量低壓、重力或臨時性補水設備之可用性，在嚴重事故下應檢討洩壓執行的時機，經查核二廠已於程序書 1451「核二廠斷然處置程序指引」中說明必須於確定注水流徑先完成列置後，才能執行緊急洩壓。(近期檢討議題四)

-

核二廠已將目前設計各種水源灌水路徑及動力來源檢討完成，包含冷凝水儲存槽(CST) 757 噸可經由爐心隔離冷卻系統(RCIC)或高壓爐心噴灑系統(HPCS)補至反應爐內。另有供燃料池緊急冷卻 2272 噸(可提供用過燃料池至少一個月之蒸發量)，除礦水儲存槽(DST)189 噸，輔助冷凝水儲存槽(ACST)滿水位 1325 噸，以液位 2 公尺計為 221 噸，輔助除礦水儲存槽(ADST)200 噸，消防水(生水)A 池 19508 噸，B 池 23858 噸等。（近期檢討議題四）

目前核二廠已訂定 1450 程序書：「嚴重事故處理指引」，並配合緊急操作程序書（EOP 500.1～500.16）來處理核子事故。並成立技術支援中心（TSC）與嚴重事故處理小組(AMT)，依事故狀態採取對應之策略，避免電廠發生嚴重核子事故，防止爐心熔毀，達到減緩嚴重事故之目的。（近期檢討議題五）

執行機組斷然處置之通報與執行面仍有相當權力下達之疑慮。依據行政院審查委員意見以及日本做法，須落實技術問題由電廠技術人員決定，期符合"有效執行確實通報"之準則。此案件以共同管制追蹤案件(CSA-06-003)持續追蹤檢討並請電廠提出修正辦法以確保值班經理/值班主任具有有效決行之能力。（近期檢討議題六）

核二廠遭遇重大的事件(如地震、颱風、火災、海嘯、洪水等)，兩部機組可能同時遭遇重大異常狀況，此時各部機組成員皆應針對自身的機組作必要應變措施。值班經理同時指揮兩部機組人員採取應變操作外，應要求各維護部門的支援及運轉組、機動支援班(檢控組)成員投入協助操作及監控。並依緊急計畫程序書(1400 系列)規定，依嚴重的分類，執行不同因應措施；立即通知緊急控制大隊大隊長，成立緊急控制大隊。技術支援中心未成立前，緊急應變及通報由值班經理負責；技術支援中心成立後，指揮權移至技術支援中心，由緊急控制

大隊大隊長負責。此時主控制室依不同的狀態，採取不同操控(遵循EOP、SAMG 或程序書 1451)，各項操控及採取緊急措施皆由主控制室及技術支援中心統籌商討決策及指揮。依據電廠程序書 1400 緊急應變計畫及程序書 1407 TSC 動員與應變程序，已有人員動員與應變以及配置說明。(近期檢討議題九)

視察核二廠發現柴油發電機之柴油存量應納入工安評估並視評估結果預先規劃補油流程及時機，對於因應福島事件總體檢設施備品、器材、工具建置及新購入救災設備等，涉及相關部門操作之器具或存放位置應考量納入程序書，本案已於注意改進事項 AN-KS-100-012 管制追蹤。(近期檢討議題十)

6. **人力資源及配置適切性面向**

核二廠主控制室是一/二號機組共用的空間，也就是兩部機組的組員同時在同一個主控制室及待命區，執行個別機組的操作監控及待命，一個輪值有 27 位運轉值班人員，主控制室有照人員 7 人及電氣主任 1 人，主控制室待命區無照人員 10 人。經查電廠已針對平時(上班日)、非上班時間(例假日及下班)的一/二號機組相互支援時，主控制室之運作機制狀態進行評估，並於發生異常或緊急時要求運轉值班依程序書 500.1「異常或緊急時值班交班程序」進行交接班。(近期檢討議題七)

單一機組事故與雙機組事故處理上有重要之差異，乃各緊急工作隊需執行之任務量增加，人力可能不足。電廠應進行模擬規劃，計算出人力之需求，並編列緊急處置措施及相關計畫。本項已列入本會核二廠個廠檢討答覆表審查意見 CSA-KS-09-002 持續進行追蹤中，另針對一位值班經理在因應該廠雙機組事故下之適切性，有關 TSC、備用 TSC 人員配置之適切性問題，亦已列入本會共通性管制追蹤案件

CSA-09-003 持續進行追蹤中。(近期檢討議題九)

依據台電公司目前所提之核安文化精進方案,將針對管理效能、包商管理、風險管理與人員績效,修訂安全文化量化指標與績效評等,據以檢討落實執行,其各項內容已就如何強化核能安全文化提出具體作法,預計將於 101 年試行,102 年開始實施,本項改善偏重台電公司之內部管理,對於安全文化與人員執行面之落實,未來成效仍有待進一步觀察。(近期檢討議題十一)

對於擴增核電廠消防班人力、爭取進用員額或考量資深員工陸續離退之情況而提前進用人員等事項,乃各電廠共通性的問題,台電公司目前仍處於規劃階段,未來其執行實績仍有待觀察。(近期檢討議題十一)

7. **相關資料文件品保面向**

針對廠房廠區內排水渠道暗管之暢通進行查證,核二廠已將廠區內排水溝渠及集沙坑固定於每季及颱風季節前後均有清理納入程序書 158「廠房積水處理管制程序」,以確保其暢通性。(近期檢討議題二)

針對事故處理相關之人力配置及人員名冊,核二廠應修訂相關程序書內容,建立定期更新機制以確保名冊之正確性。本案於注意改進事項 AN-KS-100-012 追蹤管制。(近期檢討議題五)

核二已完成評估因地震使大型吊車造成危害之檢討評估,確認重物墜落不會損壞上燃料池與用過燃料池結構完整性。燃料廠房之 Cask Crane、Service Crane 及 Fuel Handling Platform 及反應器廠房之 Refueling Platform 4 組吊(台)車上止滑裝置已裝設完成,可防止地震時其在平行軌道產生滑移,造成危害。並將重要安全設備廠房吊車停用時之停放位置,明訂於程序書中,確保在地震時,萬一掉落不會傷

-

及重要安全設備及燃料。並將吊車基座銲道檢查納入程序書中定期檢查，以確保吊車基座之穩固性。（近期檢討議題八）

(三)核三廠部份

1. **設計基準之符合性及確認面向**

至於廠房受到海嘯影響部分，台電公司參考國科會海嘯模擬研究小組之「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠的影響」報告，以及建廠時海嘯設計基準，台電公司評估認為依現有地質資料應不受海嘯威脅。然而，國科會海嘯模擬初步評估及下階段評估的結果，因其評估並未包括海底山崩及火山爆發等因素，僅可作為防範地震引起海嘯能力之依據，因此本會已要求台電公司須依據美國相關法規以新技術重新分析海嘯危害，並依分析結果考量強化設計及因應超過設計基準之防範海嘯能力。相關議題已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題二）

核三廠規劃於各主要設備廠房之對外開口處裝置簡易型擋水板設施，預定於 101 年 12 月 31 日前完成設計。核三廠排洪能力最新評估：依自恆春氣象站取得之近 30 年來每年最大日降雨量紀錄推算得本廠位址 100 年一次最大時降雨量為 169.33mm/hr，10000 年一次最大時降雨量為 303.3mm/hr，仍小於主排水系統排水能力（20cms，325mm/hr 所形成逕流量）。此評估與近年來短時間超大雨量之氣候變異情況相左，要求台電公司採用最新分析技術重新評估，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題二）

核三廠已完成 NSCW 廠房各泵房間增設水密門及防水牆，及廠用海水取水池上方增設防雜物蓋板，NSCW 廠房結構耐震等級為耐震一級(Seismic I)，並考量海嘯潛在衝擊力分析之影響。核三廠依中興

-
顧問公司所進行「核能一、二及三電廠生水系統耐震評估及補強設計技術服務」案之建議，規劃對兩座五萬噸生水池及 5000 噸消防水槽、2000 噸生水池進行結構補強，強化其結構強度，提高耐震能力。（近期檢討議題四）

2. **因應福島強化措施規劃執行面向**

核三廠 NEI 06-12 要求執行完成程序書修訂，管制大修爐心燃料移至用過燃料池後之排列方式，往後大修遵照執行，然對 NEI 06-12 之用過燃料排列方式要求將無法達到，將採取當燃料貯存以非 NEI 06-12 放置時，救援措施於 2 小時內備妥之策略，即於 2 小時內，列置程序書 1451 機組斷然處置指引附件十二、用過燃料池緊急補水/噴灑策略完成。核三廠已規劃增設可由廠房外注水之常備硬管式消防管路，及可攜式噴灑系統，再加上原已規劃的緊急補水路徑，初步評估總補水能力應可達 NEI 06-12 所建議之 500gpm 補水或 200gpm 之噴灑水，補水系統規劃於 101 年 3 月 31 日前完成，噴灑系統規劃於 101 年 7 月 31 日前完成。補水流量分析時將假設用過燃料池長期喪失冷卻，僅能依賴補水/蒸發模式進行燃料池冷卻之保守情況；噴灑水流量分析時將假設用過燃料池完全喪失池水，僅依靠噴灑水進行用過燃料冷卻之保守情況。核三廠對補水/噴灑流量會加以驗證。在強化用過燃料池監測能力方面，核三廠主控制室監控用過燃料池之輻射參數，已有區域輻射偵測器(GG-RT-113)及流程輻射偵測器(GG-RT-213)，均為安全相關儀器；強化用過燃料池補水能力及監控儀器之規劃，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題三）

目前核三廠已建置完成機組斷然處置 3 階段各項行動的點檢資料，包括各項行動的人力檢討。斷然處置措施之第 2 階段及第 3 階段

救援行動時間為 8 小時及 36 小時，此時，緊急應變組織之 TSC、AMT、OSC、HPC 及 EPIC 等組織成員皆已進廠，人力支援備齊，人力動員已規範在緊急計畫 1400 序列程序書。然而第 1 階段之救援行動需在 1 小時內完成，此時，僅能由當時在廠之人力獨力完成，規劃第 1 階段行動人力配置是以非上班時間之常態在廠人力進行檢討，核三廠評估結果認為廠內值班人力足以應付兩部機組斷然處置的緊急操作，考慮大規模自然事件導致長期電廠全黑的多機組事故，對於人力支援評估的基本假設為所有機組均受自然事件影響、72 小時電廠全黑及 72 小時外界支援廠區進出受阻，廠內人力及資源在廠外支援抵達前能執行包括工程評估及修護規劃等關鍵工作，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題四）

針對本會要求電廠釐清地震下因油槽或潤滑油等引起火災，可能導致在地震未受損之設備火損無法發揮功能後等可能存在之弱點事宜，核三廠油槽依不同區域及類型，均設有防溢堤或防火牆等阻擋火勢延燒之設計，防止發生火災損及鄰近設備無法發揮功能；另廠房內存放之潤滑油已依失火對策防火區之火載量限制，評估規劃放置區域及數量，以確保該防火區之安全，同時電廠配置有大型推車式乾粉、CO2 及海龍滅火器、消防水庫車及化學消防車可即時支援滅火，防止火勢擴大至其他防火區劃。地震下因油槽或潤滑油等引起火災應變措施，電廠已有失火對策計劃相關程序書因應，另依據美國核管會 IN 2012-01 針對地震事件下非安全相關儲槽，在特定系統組態可能威脅或損害安全相關系統功能之考慮，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題八）

3. **新增設備規劃及規範適切性面向**

為再強化緊急備用及可用電力，針對廠區電源全部喪失(全黑)事

-
件，原能會要求因應廠區全黑能力之時間由 8 小時至少提高為 24 小時。核三廠已檢討全黑狀況下，並執行隔離部分非緊要負載之操作，安全有關蓄電池組僅 8 小時的供電容量，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。增設 10 部 480V 移動式柴油發電機的供電介面，使可供電至 2 部機組配管、線部份已配置完成，相關操作已納入程序書 1451 中。台電總處已決定統一採購 6 台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機，其中二台將置於核三廠使用，預定 101 年 6 月 30 日完成，本項已列入核三廠個廠檢討審查意見持續追蹤。（近期檢討議題一）

核三廠原有臨時抽水用汽油引擎抽水泵（共有 20 台），已完成增購 30 台柴油引擎抽水泵，並配置 140 條 10 公尺長的水管，以因應機動之排水需求。已備整小型移動式發電機 24 台，緊急時可支援臨時抽(沉)水泵、排煙風扇、輻射偵測儀器等用電，以確保救援設備或儀器設備正常發揮功能。(註：消防隊 4 台/機組 14 台/輻防用 6 台)（近期檢討議題二）

核三廠取海水(或龍鑾潭水)做法，規劃在 1451 程序書，取海水經評估須設置移動式消防泵，配置 13 條水帶至中繼消防水箱車，再加壓送至 1、2 號機之 CST、後備輔助飼水泵、燃料廠房大鐵門及 RWST，另需共 169 條水帶(每條長度 20 公尺)，每只室外消防栓水帶箱(共 24 只)置 4 條水帶，消防隊部另有備用水帶 220 條，合計 316 條水帶足夠取水口至兩機組之配置，然須要考量在複合式災難消防隊滅火能力對水帶之需求量。（近期檢討議題六）

4. **硬體設計變更及設計評估技術性面向**

核三廠完成汽機帶動輔助飼水泵在廠區全黑長期運轉的評估，並在 1451 程序書第一階段須完成之手動操作的程序，包括現場手動操

作汽機帶動輔助飼水泵蒸氣進汽閥 FC-UV002，汽機帶動輔助飼水泵出口閥 AL-HV213、HV214、HV215，蒸汽產生器動力釋壓閥 AB-PV501~PV506，維持蒸氣產生器的補水和排放。（近期檢討議題六）

因應強震帶來的損傷，核三廠生水池管路明管化改善工程，管路配置路徑已規劃完成，管路立體圖已繪製完成，目前管支架及應力分析、管溝及管墩在設計中，規劃在 101 年 28 日細部設計完成，本項已列入本會共通性管制追蹤案件 CSA-04-003 持續進行追蹤中。（近期檢討議題四）

核三廠已增置備援空壓機 3 台、移動式柴油發電機 10 台、抽水機 30 台，部份置於廠內(海平面高度 15 米)，部份將置於工具庫(或救援設備倉庫)，海平面高度 26 米，2 小時內可搬至現場安裝完成，俾能達到緊急備援之能力。（近期檢討議題十）

5. **程序書執行程序適切性面向**

針對本會要求電廠應考量低壓、重力或臨時性補水設備之可用性，在嚴重事故下應檢討洩壓執行的時機，核三廠已於 1451 程序書說明緊急洩壓時機，需視各種規劃水源可用情況，低壓水源注入流徑排列完成後，才執行反應爐緊急洩壓與注水，以確保燃料受水覆蓋。（近期檢討議題四）

核三廠已增訂 1451 程序書並配合修訂程序書 1450：「嚴重事故處理指引」，結合緊急操作程序書（EOP 570 系列）處理嚴重事故，並成立技術支援中心（TSC）與嚴重事故處理小組(AMT)，在 1451 程序書已納入多項 NEI 06-12 之要求，須考量各程序書、指引間的整合，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題五）

-

電廠 EOP、SAMG 之操作項目原已包括灌注海水及圍阻體排氣，然為避免類似福島事故因非技術因素導致之延宕，並強化複合式災難等情境因應之能力，本會要求台電公司依專業技術分析及評估據以建立斷然處置程序指引，即應考量完善之決策指引(包括運轉員壓力)以供執行時遵循，不宜因決策壓力及責任而遽然否定電廠廠長或當值值班經理的專業能力；針對通報至主管核能發電副總經理取得決行之做法，要求確認電廠持照文件之符合性，並研議適當之配套措施，納入斷然處置程序指引中，避免我國在類似情境下發生非技術因素導致延宕重大決策時機之可能，共同管制追蹤案件(CSA-06-003)持續追蹤檢討。（近期檢討議題六）

核三廠在複合式災難(如地震、颱風、火災、海嘯、洪水等)下，兩部機組可能同時遭遇重大異常狀況，此時各部機組成員皆應針對自身的機組作必要應變措施。值班經理同時指揮兩部機組人員採取應變操作外，應要求各維護部門的支援及運轉組、機動支援班(檢控組)成員投入協助操作及監控，然原來緊急應變廠內人力的管制要求，並未考慮大規模自然事件導致長期電廠全黑的多機組事故，要求須評估多機組事故反應所必須人力並實施補充，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題九）

針對於因應福島事件總體檢設施備品、器材、工具建置及新購入救災設備等，涉及相關部門操作之器具或存放位置應考量納入程序書，核三廠檢討所需的空氣儲存槽、氮氣等皆屬安全相關等級之固有設備/ 設施，平時即備妥分散於各防震一級廠房內且固定良好；檢討所需的柴油與潤滑油亦是平時即備妥分散於各儲油槽，且各儲油槽皆屬防震二級以上的固定設施。唯需求的汽油，只有少量的備品暫存於 24 公尺高程的消防隊部及 26 公尺高程的油品倉庫(鋼筋混泥土建築

物)。基於汽油的易揮發、易燃特性，其儲存場所應有更高標準的管制，又該少量的備品係屬消防需求的戰備油性質，因此，暫存於消防隊部及油品倉庫應屬恰當。核三廠將分散存放在原施工處留下的鐵皮屋倉庫，為輕鋼架鐵皮屋耐震性強，若因地震而崩塌，救援設備亦不會受損。惟部份救援設備、備品、工具、消防車、取水泵、移動式發電機，因考量平時緊急用，則不採行集中儲放。（近期檢討議題十）

6. **人力資源及配置適切性面向**

單一機組事故與雙機組事故處理上有重要之差異,考量複合式災難外界支援廠區進出受阻下,廠內人力及資源在廠外支援抵達前能執行包括工程評估及修護規劃等關鍵工作,原來的人力資源規劃並未涵蓋，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。(近期檢討議題九）

依據台電公司目前所提之核安文化精進方案,將針對管理效能、包商管理、風險管理與人員績效，修訂安全文化量化指標與績效評等，據以檢討落實執行，其各項內容已就如何強化核能安全文化提出具體作法，預計將於 101 年試行，102 年開始實施，本項改善偏重台電公司之內部管理，對於安全文化與人員執行面之落實，未來成效仍有待進一步觀察，要求台電公司須考量納入業界實務(如 NEI 09-07「促進優良的核安文化」)之做法。(近期檢討議題十一）

對於擴增核電廠消防班人力、爭取進用員額或考量資深員工陸續離退之情況而提前進用人員等事項，乃各電廠共通性的問題，台電公司目前仍處於規劃階段,要求須評估多機組事故反應所必須人力並實施補充，以及因應福島事故多項評估分析之人力要求。(近期檢討議題十一）

7. **相關資料文件品保面向**

-

核三廠程序書 700-A-001 於汛期前進行渠道結構體檢查，以確保排水渠道結構完整、暢通性，建立廠區排水系統整地圖 SPF-23-CL-101 及順向坡/逆向坡與駁崁檢查之結果。核三廠基地於建廠施工階段即全面整地，使地表稍微往南（海測）傾斜以利於排洪及排水至海邊，並無局部易遭淹沒地區；現已將廠房區排水流向、流徑圖及流向列表圖（301-C-013~~016）重新繪製完成。（近期檢討議題二）

針對事故處理相關之人力配置及人員名冊，核三廠修訂相關程序書內容，建立定期更新機制以確保名冊之正確性，要求能符合雙機組複合式災難之需求，已列入第二階段安全評估報告核能管制案件追蹤。（近期檢討議題五）

核三廠柴油機廠房大吊車及氣渦輪機廠吊車，停用時都置放於廠房邊緣，離設備距離較遠；柴油機廠房小吊車因廠房空間限制，在柴油發電機上方邊緣，但因柴油機廠房小吊車是防震一級設計且有軌道防滑裝置，經計算承受地震破壞力不會垮台墜落損及設備，將修訂程序書說明此狀況。（近期檢討議題八）

原能會要求台電公司將福島事故相關核能管制案件、管制追蹤項目及注意改進事項，均列入改正行動方案(Correction Action Program, CAP)加以列管。

(四)核四廠部份

興建中的龍門核電廠(核四廠)部份，因目前仍在興建中，尚未將核子燃料裝填至核子反應爐中，現階段的所有施工作業並不會對民眾造成影響，原能會要求的檢討項目原則上與運轉中電廠相同，惟因部份項目如程序書等尚未完全建立，故時間上可稍微延後，相關檢討項目原則上須於核子燃料裝填前完成並提報原能會。原能會於去(100)

年 8 月 25 日、12 月 19 日召開兩次龍門電廠因應日本福島事故總體檢近期檢討說明會議，會議決議之要求事項請參見附錄七。台電公司於今(101)年 1 月 12 日提提出核四廠核能安全防護近期項目之檢討報告，原能會正進行審查及規劃現場查證作業。原能會已將「日本福島核災事故之檢討與評估」納入核四廠未來重要管制點—核子燃料裝填前應完成事項中列管。

100 年 8 月 25 日第一次會議之決議事項如下：

1. 龍門電廠因應日本福島事故總體檢初期檢討，除考量龍門電廠特殊性外，並請參照我國核能電廠因應日本福島電廠事故現有安全防護體制全面體檢第一階段安全評估報告及本會審查核一、二、三廠因應福島核災初期檢討報告意見，擬定及說明具體之改善事項及相關措施。
2. 龍門電廠因應日本福島事故總體檢之改善事項，請列明各項之預定完成日期。
3. 龍門電廠因應日本福島事故總體檢初期檢討報告，請於 100 年 12 月 31 日以前提出。

100 年 12 月 19 日第二次會議之決議事項如下：

1. 請於正式提報報告時，併補充說明下列事項：
   (1) 主控制室、TSC 已設置於地下室，備用 TSC 仍將設置在地下室是否適當。
   (2) 購置之電源車應註明容量。
   (3) 增購大型消防水泵以增加汲水容量，應說明增購後是否符合事故後預期之所需，另配管路徑及所需管材是否已規劃完成。請參照本會第一階段報告表 3-1、3-2、3-4、3-5、3-8、3-9、3-10 所列，提出龍門電廠之具體作法。

-

(4) 未針對因應全黑 24 小時設計基準之分析結果(COPING TIME)重新檢討，亦未評估建立長期喪失所有交流電源 72 小時因應能力所需要之設備、程序書及訓練。

(5) 請說明增購之排水沉水泵及其配置是否依據電廠積水評估之需求。

(6) 考量海嘯分析規劃擋水板高度，請參考 SRP 2.4.6 (NUREG/CR-6966)之要求，另請列出分析後裝設擋水板之高度及裝設時機。

(7) 因地震搖晃用過燃料池頂增設擋板以避免池水溢出之改善措施未列出。

(8) 用過燃料池燃料置放，請依 NRC 管制方式採 1×4 Repeating Pattern 的方式交錯擺置。

(9) 規劃新增 2 支用過燃料池補水/灑水專用管路，請說明是否為耐震 I 級設計。

(10) 未訂出所要求之計畫並將其列入程序書管制。

(11) 請參考日本做法，規劃增建兩機組共用之耐震級緊要 TSC，該建築除有高耐震等級外，並有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資等之評估。

(12) 實際執行情形應於報告內作說明。

(13) 減緩事故後果之重要設備，在地震等複合式災難下是否損及原有功能及可能存在之弱點，並未說明。

(14) 應簽訂之相互支援協定、兵警力支援協定書及總處支援合約應儘速制定，釐清並確認相關合約/協定的優先度，並須確認合約/協定及納入程序書之內容適切且具體明確。

(15) 未明確說明在不同嚴重事故、超過設計基準及複合型事故下

-

能獨自因應之期長及須由外部協議/合約所提供的物資、機具。

2. 增設氣渦輪發電機之完成日期與本會第一階段安全評估報告所列不一致。
3. 龍門電廠因應日本福島事故總體檢之改善事項，請列明各項之具體完成日期，待改善及未完成事項應明列並說明預期之作法及完成時限。
4. 龍門電廠壓力測試報告陳報本會之期程須與核一、二、三廠一致。
5. 龍門電廠因應日本福島事故總體檢初期檢討報告，為因應增加回復本會第一階段安全評估報告附錄七附表一之內容，同意該報告延至 101 年 1 月 15 日以前提出。

三、中程檢討議題審查意見摘要

運轉中電廠中程檢討議題為提前進行 10 年整體安全評估，依核子反應器設施管制法之規定，核一廠已於 98、99 年間完成兩部機組第三次 10 年整體安全評估報告，核二廠、核三廠分別需於 100 年 6 月及 103 年 1 月提交第三次 10 年整體安全評估報告送原能會審查。原能會為因應福島電廠事故之管制要求，10 年整體安全評估報告已增訂「因應日本福島電廠事故」專章評估內容，臺電公司已依(1)核一廠於 100 年 6 月補提新增專章內容、(2)核二廠依原訂時程含新增專章內容及(3)核三廠提前至 100 年 12 月含新增專章內容，送原能會審查之規定辦理。

核能電廠 10 年整體安全評估依「核子反應器設施管制法」第九條及其施行細則第六條，各廠原使用執照換發成運轉期滿 40 年之運轉執照，但仍維持原每 10 年整體安全評估之要求；整體安全評估包括運轉安全之回顧與評估、輻射安全之回顧與評估、放射性廢棄物營

運之回顧與評估、機組待執行之改善或補強事項檢討、老化管理整體評估、耐震安全評估、過去 10 年重大安全事件經驗回饋改善評估、國內外核能電廠經驗及研發結果應用、過去 10 年電廠重大變更、日本福島核災事故之檢討與評估等重要項目，尤其在耐震安全評估方面鑑於國內地震危害之威脅，原能會要求台電公司採最新分析方法論及新事證持續瞭解掌握並視需要強化核電廠設備、系統及結構物的耐震能力。

日本福島核災事故之檢討與評估專章內容包括近期 11 項檢討議題之執行，並檢討因應日本福島事故進行自我安全總體檢之效益，包括在複合式災害下長時間廠區全黑因應能力提升、氣候變異下防洪能力及防海嘯、防地震能力重新評估、用過燃料池冷卻、反應爐緊急注水途徑及最終熱沈能力強化、氫氣排放與防爆、事故處理與人員訓練、機組斷然處置指引建置、一/二號機機組相互支援、評估及加強複合式災難事件因應能力、評估及加強超過設計基準事故因應能力、設備完備性及救援設備/支援物資整備、以及人力需求檢討與精進及強化核能安全文化等應變救援能力之提升等各面向。經由弱點評估、機動救援設備改善/增購、及作業程序/機制增修訂等措施後，藉增加核電廠機動救援設備/救援機制之多重防禦深度，期能達到提升電廠因應超過設計基準事故的安全裕度。原能會對核一、二、三廠 10 年整體安全評估有關日本福島核災事故之檢討與評估專章，分別說明重要發現與改善現況及後續追蹤要項之細節。

(一)核一廠部份

1. **廠區電源全部喪失(全黑)事件**

針對廠區電源全部喪失(全黑)事件，原能會要求因應廠區全黑能

力之時間由 8 小時至少提高為 24 小時。核一廠已檢討現有蓄電池供電迴路，提出以轉供電方式來提高原有設計要求，1 號機已完成設計修改案，2 號機以臨時線路由人員操作，以供緊急時使用，所需使用之全黑轉供電操作程序已加入相關程序書。為再強化緊急備用及可用電力，核一廠已購置完成 480V 移動式柴油發電機，可引接至蓄電池之充電機送電使用，可延長廠區全黑能力提升至 72 小時以上。

而為預防更嚴重之事故，造成廠房平面樓無法作業，核一廠已提出設計修改，將 480V 移動式柴油發電機及其相關配電盤面設置於行政廠房上方，設置固定配線，可於更快時間提供電廠所需電力，但因兩號機分別預計於 102 年及 103 年才能完成，電廠目前於程序書亦已提出過渡期間部份因應措施，但仍不完整。對設備放置、引接作業及動線等細部規劃，仍未於程序書述明。本會將以注意改進事項持續追蹤後續進度。

另已規劃將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機供電至匯流排，並購置引接電纜，緊急時可引接由此柴油發電機對機組供電，提供另一個供電來源。預計 101 年 6 月 30 日前再購入 2 台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機電源車，且目前廠內各有 1 個 52000 加侖及 85 萬柴油容量之油槽，屬於耐震一級設施，在全黑情況下儲油足以提供移動式發電機連續運轉所需之動力油料。可解決廠區交流電源全部喪失事件之問題。

另因我國核能電廠在平面層設有福島一廠所無設置之 1 部稱為第 5 台氣冷式柴油發電機，可在緊急柴油發電機喪失冷卻水情況時，提供 1 部機組之後備電源，因應福島事故再規劃其緊急時可同時供電至兩部機組，核一廠已完成程序書修訂。但本項非正常運轉之模式，可能衍生其他未經分析之安全議題及風險，已請台電公司針對上述運

轉模式，儘速審慎評估，確定上述作業可供電無虞，且無設備跳脫及損害之風險。

2. **廠房/廠區水災事件及防海嘯能力**

針對海嘯閘門之防海嘯能力，核一廠已於 100 年 10 月 27 日完成海嘯閘門電動關閉改善工程，可於 5 分鐘內完成海嘯閘門開啟或關閉作業。

有關廠區排水/排洪設計納入氣候變異現象，雖電廠檢視近十年來所遭遇暴雨侵襲，均未達核一廠設計最大降雨量 297mm/hr，以及檢視廠區排水能力，結果可涵蓋設計考量之最大洪峰量及最大時雨量，惟台電公司仍須再考量近年氣候變異現象，就 FSAR 第 2.4.3 節 Probable Maximum Flood (PMF)檢討原設計基準對目前廠區之適用性及排洪能力，以及重新計算 10,000 年回歸週期的降雨量，以確認原設計基準之適用性。

核一廠最終安全分析報告陳述廠房地面高程為 12 公尺，於 100 年 5 月期間台電公司委託中興工程顧問公司重新量測核一廠廠房地面高程，結果為約 11.2 公尺較原設計高程約低 0.8 公尺，核一廠將對實際高程對各廠房樓層高度和各系統功能及其安全分析（如：以絕對高程作安全分析）之影響、排水防洪之影響，以及與 FSAR 不一致部分等，進行評估。

至於廠房受到海嘯影響部分，台電公司參考國科會海嘯模擬研究小組之「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠的影響」報告，以及建廠時海嘯設計基準，台電公司評估認為依現有地質資料應不受海嘯威脅。然而，國科會海嘯模擬初步評估及下階段評估的結果，因其評估並未包括海底山崩及火山爆發等因素，僅可作為防範地震引起海嘯能力之依據，因此台電公司仍須依據美國相關法規以新技術重新分析

海嘯危害，並依分析結果考量強化設計及因應超過設計基準之防範海嘯能力。

3. **用過燃料池完整性及冷卻能力**

核一廠因應防止重物墜落而喪失用過燃料池完整性之可能，已分別完成反應器廠房 5 樓燃料平台吊車安裝防滑動裝置改善、固定式懸臂吊車防止懸臂翻移改善以及橋式燃料吊車上之單軌吊車防止滑移及脫軌墜落改善等，並已建立程序書定期執行相關吊車基座銲道及用過燃料池完整性檢查，以及管制大型吊車停放位置；而在因應 Nuclear Energy Institute 發佈 NEI 06-12 文件之建議上，核一廠亦已完成增設用過燃料池抗震 SSE 等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，將可額外增加至少 500gpm 補水及 200gpm 噴灑容量，以強化燃料池冷卻及補水能力。

在後續強化用過燃料池冷卻及補水能力方面，核一廠除擬將機組生水消防管路地下管線部分增設明管迴路，及規劃符合 NEI 06-12 分散策略建議之用過燃料池內部補水改善外，並擬強化氣冷式新增燃料池冷卻系統(SFPACS)及利用熱井餘水，以作為反應器、乾井、抑壓池及用過燃料池之熱移除及補水替代系統；同時，並將評估強化用過燃料池監控儀器之規劃。而在參照 NEI 06-12 檢討並調整用過燃料池過燃料之排列方式，並以 CFD 分析程式執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時的溫升評估，以及檢討不再回填爐心用過燃料持續增加之長期規劃，核一廠雖已完成用過燃料棋盤式重置作業，但仍未能符合 NEI 06-12 所建議之最佳化分散擺放排列。雖然經由研究機構以 CFD 分析程式評估認為，核一廠採用棋盤式擺置可以有效降低燃料裸露後的溫升速度，並可增加 2.5 小時左右的可供救援時間，但核一廠仍將依據 NEI 06-12 之建議，於用過燃料池喪失正常補水能力後，

-
評估電廠具備能於 2 小時內建立其外部補水能力，以符合 NEI 06-12 之要求。

4. **熱移除及最終熱沉能力**

核一廠在考量低壓、重力或臨時性補水設備之可用性上，除已於程序書中明確說明緊急洩壓時機及增列相關 RCIC 緊急洩壓操作步驟外，並已增購 480V 柴油發電機供給廠用儀用空氣系統使用，同時，亦已提出多項動力氣源、AC 電源及直流電源改善。在強化反應爐/抑壓池/圍阻體熱移除能力方面，核一廠除已於程序書中規劃各種水源取得方式與注水流徑並進行評估外，並已於程序書中規劃 EDG 變通運轉模式，以及於廠區全黑期間，強制進行一、二次圍阻體隔離，以防止一部機一次圍阻體氫氣回流至另一部機的潛在發生可能。

而在後續之規劃中，除擬強化動力電源及強化氣冷式新增燃料池冷卻系統(SFPACS)及利用熱井餘水，以作為反應器、乾井、抑壓池及用過燃料池之熱移除及補水替代系統，並擬增設 SBGT 旁通排氣扇、閥及管路、增設氫氣偵測設備，以及強化反應器廠房 5 樓釋壓板功能。而針對地震後引發海嘯事故可能會造成一般耐震性結構物的失效改善及水池槽體管路的耐震能力改善，核一廠除擬將機組生水消防管路地下管線部分增設明管迴路，及規劃於特定地點連接 HDPE 撓性管路，以吸收地震錯位造成之位移外，相關耐震改善規劃目前亦已由台電公司核能電廠耐震評估專案小組進行評估中。

5. **事故處理程序與訓練**

核一廠已就總體檢各議題檢討後，將發生相關事故時須採取之強化因應措施修訂列入現有程序書或新編程序書中，陸續進行相關人員訓練，並模擬福島電廠超出設計基準之情境，於 100 年緊急計畫演習中演練。同時針對設計修改案、新增設備與措施對應之程序書修訂與

人員訓練並已建立管制追蹤機制，定期檢視辦理情形。在廠外單位支援事故處理部分，已完成鄰近軍方與地方消防單位完成支援協定簽署。對於廠外支援之搶救人員進入輻射區或污染區時，相關處理機制與程序方面，核一廠已於程序書中增訂廠外支援搶救人員進入核能電廠管制區輻射防護機制及作業程序相關規定，並完成緊急搶救人員講習輻防訓練教材編寫。

至於部分強化措施需以設計修改案進行相關管路、電源迴路與設備之增設，在改善未完成前過渡期間之替代措施部份，核一廠已完成所需人力、設備與操作程序之規劃，電廠將逐步針對其內容之適切性與可執行性進一走檢視後，據以執行人員訓練，預定於 101 年 3 月底可完成相關作業。

6. **機組斷然處置程序之建立**

核一廠已編寫斷然處置程序書，明訂其定義、執行時機、通報標準、通報對象等，以作為發生事故時，在無法維持反應爐水位之情況下，即時將生水或海水注入反應爐，以避免發生類似日本福島一廠事故之情形。針對執行機組斷然處置程序後續如何維持替代備援設備之持續運轉，如人員監視運轉狀態、設備運轉所需支援物件(燃油、水源、備品)之備齊等措施，已列入程序書中。

針對斷然處置程序書所訂執行時機與決策層級部分，其中所訂決策層級為台電公司高層，然依據行政院審查委員對第一階段報告意見及日本經驗，需落實技術問題由電廠技術人員決定，此仍需台電公司就其決策之技術層面與時效性再進一部研議。另外，在執行機組斷然處置程序對替代備援設備持續運轉所訂監視措施部份，仍應就替代備援設備運轉狀況與設備運轉所需支援物件備齊性之監視管理部分再提出完整內容。

7. **一/二號機組相互支援**

在複合式災變兩部機組事故下廠房內外可能形成惡劣的環境,且必需於有限時間內同時進行多點、多處操作，在考量人員作業安全性、設備操作列置準確性、設備操作列置時效性，雙人共同執行任務為最佳方式的選擇。海嘯退潮後或地震後電力、動力可能部分喪失或完全喪失，在外援支援人力到廠前，盡可能以現有之可用人力（非上班時間)，爭取更多的時間以減緩事件的惡化，朝可控的、良性的趨勢發展，故核一廠將緊急調派廢料處理值班員，與線上各崗位的運轉值班人員併同設備操作列置,必要時調派消防班在廠執勤人員部份人力支援事故機組與線上各崗位的運轉值班人員併同設備操作列置,並緊急徵調另一組消防班進廠支援。此一權宜調度係屬支援運轉操作之性質，所有的支援人員協助操作仍需在運轉值班人員的監督下，與運轉值班人員共同完成，相關檢討一/二號機組相互支援時，主控制室之運作機制，已列入新發行之核一廠斷然處置指引程序書。

針對發生複合式災變,所發生機組事故的各項人物力問題,建議核一廠就近與核二廠建立支援方案。同時台電公司所訂人力與時間仍需實際驗證其合理性。

8. **複合式災難事件**

核一廠已修訂程序書，明確訂定強震後進行現場查證,檢查減緩事故後果之重要設備(如防火設備)是否因地震/海嘯/水災之交互作用而喪失功能。核一廠已完成假設反應器廠房五樓 90 公噸吊車因地震墜落時對樓版之衝擊影響評估，初步評估結果不致影響結構完整性。

針對檢視強震或海嘯時之潛在弱點部分,包括非耐震含水管路因地震而破管淹水或噴灑時,是否會造成該區多串具有減緩事故後果功能之重要設備因淹水而同時失效；地震下因油槽或潤滑油等引起火

災，是否可能導致在地震未受損之設備火損無法發揮功能；以及海嘯引起廠房水災，可能導致在地震未受損之設備水損無法發揮功能等項，核一廠雖已完成初步評估，但仍需就非耐震含水管路發生斷管，在廠區全黑導致現場淹水警報失效之情況下，如何即時獲知現場狀況而將斷管隔離，以及廠區油槽外堰堤若因強震坍塌時是否會對救援設備結果造成不利影響部份進一步評估。在廠外救援人員/設備無法順利抵達，電廠獨自應付 24 小時之能力方面，核一廠已針對全黑事故下反應爐與用過燃料池補水水源、直流電源供應、一次圍阻體排氣等因應能力提出評估，其中水源部份估計無虞，但有少量須由 10 萬噸生水池支應部分，已成立設計修改案增設泵浦，將水打至 3000 噸水池；一次圍阻體排氣部分已成立設計修改案加強排氣能力，在改善未完成前將由臨時柴油發電機提供閥門操作電源。另核一廠已提設計修改案，將兼具反應爐與燃料池補水功能之後備圍阻體噴灑系統 BCSS 提升其耐震等級。

9. **超過設計基準事故**

核一廠在因應海嘯侵襲下，造成淹水狀況超出電廠「廠房/廠區水災事件及防海嘯評估」範圍之因應措施中，已於程序書中擬訂相關後備緊急機動救援；而在強化主控制室包括 TSC、備用 TSC 及內部設備之耐震能力方面，核一廠已完成主控制室、TSC 及備用 TSC 各項移動式設備之固定，並於主控制室增設簡易支持設施供運轉人員在強震下持握；在因應雙機組事故發生，核一廠已於程序書中，完成 TSC 緊急控制小組兩組人力運作時之輪替代理人力建置，及詳列相關規範與決策機制，並完成主控制室(包括 TSC、備用 TSC)人員配置之適切性及一位值班經理在因應該廠雙機組事故下的適切性檢討。

至於核一廠反應器廠房氫氣偵測、稀釋及排除能力之檢討，核一

廠除擬於反應器廠房 5 樓增設氫氣偵測設備外，並規劃於反應器廠房 5 樓屋頂增設數個可為手動及遙控之釋壓板，以供緊急排氣之用；而在耐震基準值檢討之後續補強作業規劃與評估方面，幕台電公司已完成規劃報告之修訂，台電公司將採 NRC USI-A-46 方法進行評估，惟未來應視「耐震精進作業方案」執行成果，重新確認核一廠耐震設計基準值後，台電公司即應全面重新檢討核一廠設計基準之提升與後續補強作為，並將近期正推動之耐震、海嘯相關之工作計畫，全面整合為一個具體而完整的中長期地震評估計畫，以具體作為確保核能電廠安全；至於海陸域地質補充調查及地震危害度分析及後續補強規劃作業，目前乃由台電公司核能電廠防海嘯評估專案小組及核能電廠耐震評估專案小組進行調查與評估，核一廠將依據後續補強作業規劃執行相關補強作業。

10.**設備/設施完備性及備品儲備**

核一廠檢討現行因應緊急狀況下所需之臨時性設備、備品及工具之完整性，增購多項設備，將電廠原有的一般救災等級提昇至核能事故救災等級，如手提數位式氫氣偵檢器、消防水帶 2、消防水泵、沉水泵、移動式柴油空壓機、480V/500kW 柴油發電機、480V/200kW 柴油發電機、4.16kV/1500kW 外接電源車移動式發電機、硼砂、天然硼酸、鉛衣、鉛毯等等，並考量備品儲存量和貯存環境，以及列入程序書中加以管控。

有關 TSC 耐震性能方面，核一廠規劃將目前二號機旁 3 樓耐震一級會議室改做為 TSC，以合乎抗震及防海嘯，並對 TSC 所須具備之電力、通風、輻射屏蔽、適居性等進行改善。核一廠已於 100 年 12 月 31 日前完成 TSC 通訊設備建置，對於 TSC 之電源和人員適居通風系統過濾設備須設計為耐震一級，核一廠考量採購和施工時程，

-
預定於 102 年 6 月 30 日完成。另，對於備用 TSC 耐震性能強化，核一廠擬參考國外電廠對現有建築物補強的經驗，對原本非耐震 TSC 建築物施以強化措施，以提升其耐震能力。

核一廠在因應緊急狀況下對人力需求檢討時,除電廠值班原有的人力外，也將消防班人力納入，因此消防班人員和消防車所處之場所，其建物耐震能力也須納入考量和強化，如此才可確保緊急時人力和消防設備之可靠度，如同前項，建議核一廠應強化消防班人員和消防車所處場所之耐震能力，並提出規劃時程。

11.**精進人力/組織運作及強化核能安全文化**

台電公司已就強化核能安全文化提出說明與作法，並於 100 年 6 月正式實施「核安文化精進方案」，其中亦將因應複合式災害之整備列入考量，未來將持續蒐集國際間對安全文化之資訊，列入推動核安文化之參考。

針對精進人力與組織運作方面，台電公司已就評估調查、後福島採購及改善工程以及機組斷然處置程序所需人力進行檢討，並說明人力足夠，本項仍需核一廠依規劃於 101 年 2 月 15 日就改善作業完成前過渡期間各項關鍵操作所需人力進行詳細評估後確認，同時台電公司係以 8 小時後所有緊急應變人力皆已到期認為之後人力無虞，此亦須就發生強震或海嘯時對廠區交通之破壞程度再評估應變人力到達之時間，加以佐證。

(二)核二廠部份

1. **廠區電源全部喪失(全黑)事件**

針對廠區電源全部喪失(全黑)事件，原能會要求因應廠區全黑能力之時間由 8 小時至少提高為 24 小時。核二廠已檢討全黑狀況下，

安全有關蓄電池組具 24 小時的供電容量（相關操作隔離部分非緊要負載部分，也已列入程序書）。

兩部機組柴油發電機及第五台緊急柴油發電機，緊急時同時供電至兩部機組之操作程序，經查證已完成納入程序書 1451 中，相關維護人員已於 100 年 12 月底完成訓練；運轉人員分批將於 101 年 1 月底前完成訓練。

核二廠完成 RCIC 在廠區全黑長期運轉的評估，顯示電廠 RCIC 系統具有 24 小時全黑狀況下運作能力，並完成手動操作 RCIC 驗證及操作程序。

核二廠已完成將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機供電至 1(2)A3/ 1(2)A4 匯流排之改善，緊急時可引接由此柴油發電機對機組供電，提供另一個供電來源。

台電總處已決定統一採購 6 台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機，其中一台將置於核二廠使用，預定 101 年 6 月 30 日完成，本項已列入本會核二廠個廠檢討答覆表審查意見 CSA-KS-01-001 持續進行追蹤中。

核二廠評估只要蓄電池組可用，重要的 DC 及 AC(經由 UPS)操作/儀控電源就能保持可用。但考量蓄電池組所放置廠房樓層位置不高，易遭受水災影響，電廠已檢討並規劃各主要廠房對外之防火門、緊急逃生門、鐵捲門及出入口之擋水板設計，當遇氣象局發布颱風加豪大雨或判斷廠區淹水有侵入廠房之虞時，事先裝設，為電廠執行超出設計基準之深度防禦措施，核二廠承諾最後一座擋水板於 101 年 12 月前完工，本項已列入本會核二廠個廠檢討答覆表審查意見 CSA-KS-01-002 持續進行追蹤中。

TSC/OSC 二台 480V 200kW 柴油發電機供給 LC1B3/2B3 及增加

四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，供給 LC LC1(2)B3/1(2)B4，2 部機組配管、線部份已配置完成，2 號機電源相序測試完成，1 號機配合大修於 101 年 4 月進行電源相序測試，相關操作已納入程序書 1451 中，相關維護人員已於 100 年 12 月底完成訓練；運轉人員分批將於 101 年 1 月底前完成訓練。

大修或停機時仍需維持兩部備用之緊急柴油發電機可用，故第五部柴油發電機僅為大修或停機機組而不得為運轉中機組之備用。依台電精進方案於電廠機組大修期間，維持並管制 2 部氣渦輪機於備用狀態，30 分鐘內可隨時供給廠內緊要電源，以保有第 5 部柴油發電機可隨時作為大修中與運轉中機組之後備電源，經查證僅程序書 727.6、618.2.9 規範於外電不穩須柴油機 24 小時測試時，才須 2 部氣渦輪機備用狀態或供電中條件下執行，故於機組運轉中執行 DIV I 柴油機大修（線上維修），且經 SORC 同意有 1 部機氣渦輪機整修煙道不可用，將第 5 部柴油發電機替代為備用電源，與台電回覆之精進方案機組大修期間，維持管制 2 部氣渦輪機於備用狀態明顯不符，請台電檢討。

2. **廠房/廠區水災事件及防海嘯能力**

針對防海嘯能力，核二廠已於評估過程中發現 ECW 泵室防海嘯能力之弱點後，立即進行改正，完成 ECW 泵室水密牆等封堵阻隔措施，提升海嘯防護能力。完成後 ECW 泵室海嘯上湧防護高度與主要廠區地面一致，同為 12 公尺。

有關廠區排水/排洪設計納入氣候變異現象，核二廠已完成檢討廠區淹水及排水功能，廠內渠道 A 及 B 之設計洪峰流量均為 102.8cms，換算為廠區可容許之暴雨量為 180 mm/hr，大於 FSAR 中所敘述 500 年重現期距之暴雨量設計參考值 140 mm/hr；核二廠現根

據中央氣象局基隆及金山測站，重新檢視最近 30 年來最大單日降雨量之歷史紀錄，重新進行 500 年重現期距之暴雨量推算，其值為 154.35mm/hr，仍小於核二廠渠道 A 及 B 之廠區可容許之暴雨量 180 mm/hr，經核二廠評估排洪渠道可承受氣候變異所造成之豪大雨量，並無淹水之虞。

核二廠已對廠區環境地質及過去最大單日降雨量之歷史紀錄，進行廠區防範土石流發生之檢討。並完成新增程序書，定期檢視廠區附近的開發行為，依照「中央氣象局」所公佈之降雨資料及「行政院農委會水土保持局」所公佈之土石流警戒資料，將土石流的預警、防災、減災機制納入程序書。

核二廠規劃於各主要設備廠房之廠區進出門或鐵捲門裝設擋水板，經查將於廠房進出門或鐵捲門裝設以達位高 13 公尺之可拆式擋水鋼板（若廠房進出門位高 12 公尺則鋼板為 1 公尺），預定於 101 年 12 月 31 日前完成，目前已設計完成，待發包廠商製作，本項已列入本會核二廠個廠檢討答覆表審查意見 CSA-KS-02-001 持續進行追蹤中。

至於廠房受到海嘯影響部分，台電公司參考國科會海嘯模擬研究小組之「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠的影響」報告，以及建廠時海嘯設計基準，台電公司評估認為依現有地質資料應不受海嘯威脅。然而，國科會海嘯模擬初步評估及下階段評估的結果，因其評估並未包括海底山崩及火山爆發等因素，僅可作為防範地震引起海嘯能力之依據，因此台電公司仍須依據美國相關法規以新技術重新分析海嘯危害，並依分析結果考量強化設計及因應超過設計基準之防範海嘯能力。

3. **用過燃料池完整性及冷卻能力**

-

因應現場查證用過燃料池之耐震性,及因其他重物墜落而喪失之可能核二廠已於 6 月下旬完成安裝工作,防滑裝置相關注意事項及使用時機已修訂於核二廠相關操作及維護程序書當中,並於燃料台車現場放置警示標語,以提醒操作與維護人員於適當時機進行防滑裝置之拆卸與回裝,本案已於注意改進事項 AN-KS-100-009 追蹤管制。

依據 Nuclear Energy Institute 發佈 NEI 06-12 文件之建議,為避免廠區失電且廠房高輻射時,無法進行有效的緊急燃料池補水,核二廠 100 年 12 月 31 日已完成設計變更修改案編號 DCR-K1-4059/K2-4060,於燃料廠房增設常備硬管式注水管路注水至用過燃料池,額外增加 500 gpm 的設計注水量,可於燃料廠房外,以消防車或消防泵等方式進行燃料池的的補水作業。另核二廠為考量發生超越設計基準事故,造成用過燃料池或廠房嚴重受損,池中用過燃料無法以正常補水的方式獲得適當的冷卻時,根據 NEI 06-12 文件建議,進行燃料池噴灑冷卻作業時須有 200 gpm 流量,為此,電廠 100 年 12 月 31 日已完成設計變更修改案編號 DCR-K1-4068/K2-4069,於燃料廠房增設常備硬管式注水管路至用過燃料池邊,再裝設噴灑設備。另外,查閱本兩案之設計文件,確認修改案之耐震要求為比照耐震一級(Seismic I),安全/品質等級為 Non-Q 級。

在強化用過燃料池監測能力方面,核二廠進行用過燃料池溫度指示、與增加水位指示儀器改善案,以強化用過燃料池監測能力。(#2 機已完成,＃1 機預計 EOC22 完成)。

而在參照 NEI 06-12 檢討並調整用過燃料池過燃料之排列方式,並以 CFD 分析程式執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時的溫升評估,以及檢討不再回填爐心用過燃料持續增加之長期規劃,核二廠雖已完成用過燃料棋盤式重置作業,但仍未能符合 NEI 06-12 所建議

之最佳化分散擺放排列。但棋盤式擺法仍未能符合 NEI 06-12 所建議之最佳化分散擺放排列，核二廠評估用過燃料池在此狀況下，事故時可利用消防車運水，直接駛入燃料廠房對用過燃料池中注水，可以符合 NEI 06-12 中 2 小時內建立外部補水之要求，來有效達成燃料池冷卻/補水能力。

因應未來用過燃料乾式貯存計畫需要，核二廠正考慮將進行燃料廠房吊車 Cask Crane 改善為具有單一故障安全模式(Single Failure Proof)，可防止未來吊運燃料護箱時之異常掉落事件，避免護箱墜落造成對燃料廠房樓地板結構的影響。

4. **熱移除及最終熱沉能力**

核二廠依據三維雙相熱流分析程式（REAP5-3D）分析結果，並考量電廠斷然處置之合理運轉操作，當事件發生時，RCIC 持續控制壓力及注水維持 1、4、8 小後失效三種情況，反應爐緊急洩壓，則斷然處置注水（藉由消防管路）足以避免燃料護套溫度達到 1500°F（產生氫氣）所需流量，分別需求為 645 gpm（1hr）、530 gpm(4hr)及 475 gpm(8hr)。100 年 10 月 19 日赴生水注入廠房消防管路入口消防栓現場視察模擬山上生水以重力方式注入反應爐之流量測試，測試過程如下：於消防栓接一壓力表頭以量測水壓，2.5 吋消防管路接一消防車，車上有水位計。當開啟消防栓後，生水利用重力注入消防車水庫內，水位計由零上升時開始計時，到達滿水位時結束計時，利用消防車固定水量 10 噸及時間計算流量，最後在考量反應爐背壓、管路內摩擦損失及廠內 4 吋消防管路面積進行流量計算。計算結果流量可以達到 808 gpm，符合 RELAP5-3D 分析之標準。

核二廠評估若事故後喪失緊急循環水系統時，以緊急洩壓降低反應爐壓力，以替代反應爐補水維持反應爐水位，利用一次圍阻體排氣

方式，將熱量移除至外界，防止發生爐心熔毀。並將備用氣體處理系統(SBGT)啟動，抽取一次圍阻體或二次圍阻體內之氣體，透過活性碳之過濾，達到抑低放射性劑量的目的。

而在後續之規劃中，核二廠增設 RHR 系統之後備注水管路，以增加注水途徑之多重性。(DCR4074/4075 PART-II 預定 101 年 9 月 30 日完成)。並進行於 ECW 渠道管路增設關斷閥及快速接頭，以便利用可移動式引擎抽水機以水帶連接送水至RHR 熱交換器系統作為冷卻水。(預計 101.06.30 完工)。

生水管路明管化 DCR 3886 預計 101 年 12 月 31 日施工完成，生水撓性管路 DCR4057 預計 101 年 12 月 31 日施工完成。

5. **事故處理程序與訓練**

核二廠經完成核能安全總體檢評估後,提出新編或修訂相關程序書，共計 37 份。重要之項目有；

a.新編 1451『機組斷然處置程序指引』程序書

b.緊急循環水系統替代熱沉運轉策略。

c.緊急循環水泵馬達緊急更換作業。

d.五號緊急柴油發電機同時供電至兩部機組緊要匯流排之操作。

程序書 1451『機組斷然處置程序指引』之訓練，二號機大修後完工之 DCR 納入新修訂之 1451 程序書中，值班人員於 101 年 1 月 17 日訓練完成。

針對事故發生後喪失直流電力及氣源等動力，手動操作 RCIC 方式以供緊急爐心注水，核二廠已於 100 年 10 月 11 日執行特殊程序書 SP-2011-10 爐心隔離冷卻系統手動流量測試，已確認手動操作 RCIC 方式以供緊急爐心注水之能力，另已提 PCN 將爐心隔離冷卻系統手動操作程序加入程序書 1451 附件八中。

-

總體檢新增之設備或採行之措施及操作，電廠比照現行管制作業方式(如 DCR 處理作業流程)，逐項列入追蹤清單，將其提 PCN 納入程序書或指引，並於程序書完成後三個月內完成訓練。

廠外支援之搶救人員進入輻射區或污染區時，相關處理機制/程序/SOP 之檢討、建立與訓練，經查核二廠針對未經編組之廠外支援搶救人員，其進廠作業之相關輻防管制規定已列入程序書 1414 中。有關本項管制作業規定，列入 100 年度保健物理人員經驗回饋訓練內容中，已於 100 年 9 月底完成。針對本會要求電廠須考量極少數特殊專業人員之陪同輻防人員資源建冊列管事宜，經查核二廠已提出正式名冊，相關所需輻防衣物、裝具之備齊性則由本會輻防處負責追蹤審查。

6. **機組斷然處置程序之建立**

目前核二廠已修訂 1451 程序書:「機組斷然處置程序指引」，將各種緊急狀況與處置方法列成附件標示，經由此指引的建置，確保斷然處置作為可確切達成，維持反應爐與用過核燃料之安全。

抽查運轉值班對機組斷然處置程序之訓練，經查證五位自行研讀人員已於 101 年 1 月完成相關訓練，並檢附相關受訓資料，符合規定。

目前核二廠已成立 MMR-K0-0259 進行海水渠道取水工程埋設 12 吋輸水管，預定於 101 年 12 月 31 日完工（因須北觀處同意方能施工，故完工日期最快也要 101/12/31）。在完工前，若遇事故需打水時，則需配合抽水泵建立至少 3 條串連消防水管。經核二廠評估目前水帶置於臨海橋消防箱 33 條、西山亭消防箱 22 條、臨海橋至大門配置 11 條，每條長度 20 公尺，合計 66 條水帶足夠出水口至大門攔水閘 3 條抽水管線之配置。另廠區外圍 2 1/2”消防水帶總數量 270 條，隨時可移用支援緊急狀況，廠內現有消防水管加上消防車庫之備用消

防水管 25 條，長度共計 7,220 公尺已足夠使用，電廠預定 101 年再發包採購 100 條。

執行機組斷然處置之通報與執行面仍有相當權力下達之疑慮。依據行政院審查委員意見以及日本做法，須落實技術問題由電廠技術人員決定，期符合"有效執行確實通報"之準則。此案件以共同管制追蹤案件(CSA-06-003)持續追蹤檢討並請電廠提出修正辦法以確保值班經理/值班主任具有有效決行之能力。

7. **一/二號機組相互支援**

DST/ADST/CST 等相互支援，電廠已完成增設可移除的孔蓋，可由孔蓋處補充水源，再藉由連通閥補充至另 1 部機，並已完成相關操作訓練。

儀用空氣，若發生單機高壓空氣壓縮機故障，可開啟連通閥由另一部機組提供高壓空氣，電廠已完成程序書修訂，因僅操作閥門，故以傳閱程序書方式代替訓練，經抽測 2 號機 EO 領班，能迅速至現場指出連通閥位置及操作方式。

核二廠主控制室是一/二號機組共用的空間，也就是兩部機組的組員同時在同一個主控制室及待命區，執行個別機組的操作監控及待命，一個輪值有 27 位運轉值班人員，主控制室有照人員 7 人及電氣主任 1 人，主控制室待命區無照人員 10 人。經查電廠已針對平時(上班日)、非上班時間(例假日及下班)的一/二號機組相互支援時，主控制室之運作機制狀態進行評估，並於發生異常或緊急時要求運轉值班依程序書 500.1「異常或緊急時值班交班程序」進行交接班。。

8. **複合式災難事件**

已完成評估因地震使大型吊車造成危害之檢討評估，確認 重物墜落不會損壞上燃料池與用過燃料池結構完整性。燃料廠房之 Cask

-
Crane、Service Crane 及 Fuel Handling Platform 及反應器廠房之 Refueling Platform 4 組吊(台)車上止滑裝置已裝設完成,可防止地震時其在平行軌道產生滑移，造成危害。

已將重要安全設備廠房吊車停用時之停放位置，明訂於程序書中，確保在地震時，萬一掉落不會傷及重要安全設備及燃料。並將吊車基座銲道檢查納入程序書中定期檢查，以確保吊車基座之穩固性。

針對消防救援設備劣化的因應措施:目前核二廠有水庫車 1 台、化學車 1 台、消防器具車 1 台、工程車 1 台、備用改裝水庫車 1 台。增購水庫車 1 台、化學車 1 台，預定於 101 年 7 月完成。

台電總處耐震小組將對核二廠氣渦輪機廠房結構、600 公秉油槽(日用油槽)、35000 公秉油槽，及生水池等進行耐震補強之發包及施工，預定 102 年 12 月 31 日前完成(生水池部份至 103 年 12 月 31 日完成補強施工)。本項已列入本會核二廠個廠檢討答覆表審查意見 CSA-KS-01-003 持續進行追蹤中。

檢討當發生複合式災難時，消防大樓倒塌之應變處置原則。目前核二廠消防相關車輛與設備皆置於消防大樓內，當發生複合式災難可能導致消防車輛無法進行救援，錯失關鍵救災時效，請電廠研議相關議題，並提出改善方法。

9. **超過設計基準事故**

核二廠為防震考量，將於主控制室前之會議室成立後備 TSC，具有緊急通風過濾系統。設備有：投影設備、全廠網路連線及安全數據顯示系統、事故分類板、事故排除關鍵組件表、緊急輻射偵測圖、可撥打外線之廠內電話、微波電話、另可使用主控制室之海事衛星電話、與原能會及萬里消防分隊之直通電話、傳真機等設備，若 TSC 已不能使用，則撤退至主控制室前之耐震一級會議室成立後備 TSC

-
繼續運作。

核二廠遭遇重大的事件(如地震、颱風、火災、海嘯、洪水等)，兩部機組可能同時遭遇重大異常狀況，此時各部機組成員皆應針對自身的機組作必要應變措施。值班經理同時指揮兩部機組人員採取應變操作外，應要求各維護部門的支援及運轉組、機動支援班(檢控組)成員投入協助操作及監控。並依緊急計畫程序書(1400 系列)規定，依嚴重的分類，執行不同因應措施；立即通知緊急控制大隊大隊長，成立緊急控制大隊。技術支援中心未成立前，緊急應變及通報由值班經理負責；技術支援中心成立後，指揮權移至技術支援中心，由緊急控制大隊大隊長負責。此時主控制室依不同的狀態，採取不同操控(遵循 EOP、SAMG 或程序書 1451)，各項操控及採取緊急措施皆由主控制室及技術支援中心統籌商討決策及指揮。依據電廠程序書 1400 緊急應變計畫及程序書 1407 TSC 動員與應變程序，已有人員動員與應變以及配置說明。

核二廠將氫氣點火系統 HIS、輔助廠房(SGTS)及燃料廠房緊急通風系統，納入廠區全黑時緊急應變後備電源補強措施之供電負載範圍內，使其在廠區全黑事故下仍可維持其功能。

核二廠經評估結果暫不進行二次圍阻體增設固定式氫氣偵測儀器，本會已於 100 年 6 月間執行核二廠核能安全總體檢專案視察現場查證時，建議核二廠仍應就日本電廠之經驗，，重新考慮二次圍阻體氫氣偵測儀器之裝設及配置，本案已於注意改進事項 AN-KS-100-009 追蹤時，請核二廠參考核一廠改善做法重新考量氫氣偵測器之裝設。

核二廠進行圍阻體正常排氣系統 1(2)VR4 的電源由 1(2)C1D48 改至 1(2)C3F 改善案，使其納入廠區全黑時緊急應變後備電源補強措施之供電負載範圍內，在廠區全黑事故下仍可維持其功能。〔其中二

-
號機 DCR4054 已完工，一號機 DCR4053 預計 101/06/30 完工〕

10.**設備/設施完備性及備品儲備**

核二廠已對救災設備之整備倉庫完成規劃,救災設備集中管理存放在 29/30 號倉庫 (距海平面高約 20 米)，無遭海嘯侵襲顧慮。另因屬輕鋼架鐵皮屋，其耐震性強，若因地震而崩塌，存放其內之設備亦不會受損。

目前核二廠 TSC 為一般性建築物耐震等級，非耐震一級設計，核二廠為防震考量，將於主控制室前之會議室成立後備 TSC 中心，具有緊急通風過濾系統。設備有：投影設備、全廠網路連線及安全數據顯示系統、事故分類板、事故排除關鍵組件表、緊急輻射偵測圖、可撥打外線之廠內電話、微波電話、另可使用主控制室之海事衛星電話、與原能會及萬里消防分隊之直通電話、傳真機等設備。

核二廠購置及購置中救災設備，主要包括有：

(1) 已完成汰舊換新消防水庫車 1 台。

(2) 以 1 台現有運水車加裝泵浦，以提升核二廠機動注水能力。

(3) 已完成增置大型消防取水泵 9 台

(4) 已完成增購 6 具排水沉水泵，強化機動排水能力。

(5) 已完成購買 4 台 200KW/3ψ/480V 移動式柴油發電機。

(6) 已完成購買小型移動式發電機 6 台。(單相 110V/220V 2.4KVA 與 4.5KVA 各 3 台)

(7) 已完成購置緊急循環水泵備用馬達一台。

(8) 已採購硼酸、硼砂各 46.5 噸。

(9) 已完成購買 3 台移動式空壓機供氣動閥緊急操作使用。

(10) 已完成購買 2 台移動式柴油驅動空壓機及高壓增壓器 2 組。

(11) 已完成購買廠外支援人員之拋棄式防護衣 13,500 套,拋棄式鞋套

-

14,000 套。

(12) 已完成採購直流式區域輻射偵測器，因應電廠全黑時，能持續提供事故現場搶修期間之輻射資訊。

(13) 購置 1 台 4.16kV 1500kW 柴油發電機電源車。(101 年 6 月到貨)

11.**精進人力/組織運作及強化核能安全文化**

核二廠依據機組斷然處置點檢資料及程序模擬，完成規劃 3 階段行動策略，並已評估現有輪值人力(運轉、消防班、輻防)的充足性，經確認現有值班人力與增額後之消防班人力已可完成斷然處置第 1 階段的行動策略，順利完成減緩與控制事故的任務。未來核二廠將透過小組團隊演練強化各崗位操作的熟悉度與協調性。

核二廠檢討機動注水人力，配合安全總體檢相關機動注水的列置工作，消防班輪值人員將由現有每值 6 員增加至每值 8 員。

對於擴增核電廠消防班人力、爭取進用員額或考量資深員工陸續離退之情況而提前進用人員等事項，乃各電廠共通性的問題，台電公司目前仍處於規劃階段，未來其執行實績仍有待觀察。

(三)核三廠部份

1. **廠區電源全部喪失(全黑)事件**

核三廠內目前執行屋外式單匯流排 161kV 開關場，修改為屋內式雙匯流排的改善案，完成後對開關場可靠度有所助益，並考量提昇開關場或其內設備之耐震能力(或免震措施)，以強化因應類似福島電廠事故之能力；喪失外電可由氣渦輪機對第三電源供電，並規劃購置兩台電源車為第三電源的替代，預定 101 年 6 月 30 日完成。在因應電廠全黑(SBO)之直流電源容量設計至少可維持 8 小時，並將非緊要的 DC 負載切離，以降低廠內電池負載，延長直流電源使用時間，目

-
前僅評估移動式柴油發電機因應各種不同期長之 SBO，負載切離的標示已部份完成，尚未考量直流電源容量擴大至因應 24 小時之 SBO；新增 480V 移動式柴油發電機供電界面均已完成施工，要求應納入此類非安全設備之耐震性考量，以避免由於非安全設備損壞導致安全設備受損而無法發揮功能之可能性。

新購置 3 台配合移動式柴油發電機使用之插電式移動式空壓機為簡易操作，「使用說明」隨空壓機提供使用人員查閱。通訊系統包括廠內電話、微波電話、低功率無線電話及 PA(廠內廣播系統)，前三者備用蓄電池組在全黑時可供電約 8 小時及採行政廠房柴油機供電，PA 系統備有約 4 小時容量 UPS，均另行規劃移動式柴油機界面，已納入核能管制案件持續追蹤；在操作 RCP 軸封注水閥位列置之現場照明規劃手提式照明設備，其他可能之現場操作、救援行動要求規劃現場照明電源用罄之後備做法。

電廠已在程序書 1451 附件十增列汽機帶動輔助飼水泵喪失控制電源時運轉指引，然對汽機帶動輔助飼水泵的出口控制閥(AL-HV213、AL-HV214、AL-HV215)以及跳脫節流閥(FC-UV002)等之調整，應針對實際狀況考量並預先建立可協助運轉員在緊急下操作之表單。兩部機組柴油發電機及第五台緊急柴油發電機，緊急時同時供電至兩部機組之操作程序，經查證已完成納入程序書 1451 中。

2. **廠房/廠區水災事件及防海嘯能力**

核三廠比對最大時雨量與設計基準、檢討設計餘裕，若有不足，再設法補足（如增設排水渠道）；因應氣候變異影響須重新評估並檢討設計基準之合理性並更新設計，在完成設計更新前因基準裕度不足須納入應急之補強作法；電廠須瞭解掌握廠區歷史雨量統計紀錄更新雨量危害曲線，檢討現行廠房排洪能力之餘裕及因應措施。核三廠在

程序書 700-A-001 增加檢查駁崁項目，廠區廠房週邊坡地無土石流問題須提出現場履勘、分析評估報告以為佐證，要求探討廠區附近山坡地發生土石流，堵塞廠區排水通道導致廠區水災的可能性。要求針對要求項目完整執行，在海嘯或豪大雨評估完成前，須全面檢討相關程序書(582.2 等)及因應機制等之適切性，並考量視需要增加額外之因應程序書。電廠須瞭解掌握廠區歷史雨量統計記錄更新雨量危害曲線，檢討現行廠房排洪能力之餘裕及因應措施。

廠用海水泵(NSCW)室操作層隔間之防水擋板及水密門，強化緊要海水泵室在機組間的實體分隔性之改善案已完工並要求納入定期檢視；NSCW 泵室迴轉攔污柵設備、操作層下方通風設備、地面鋼板隙縫等海水可能入侵處，已規劃改善案做強化。電廠利用防火填封及防火門之程序書檢視防水填封及水密門，檢查目的能確認填封沒有遭受移除或損壞為可接受。

至於廠房受到海嘯影響部分，台電公司參考國科會海嘯模擬研究小組之「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠的影響」報告，以及建廠時海嘯設計基準，台電公司評估認為依現有地質資料應不受海嘯威脅。然而，國科會海嘯模擬初步評估及下階段評估的結果，因其評估並未包括海底山崩及火山爆發等因素，僅可作為防範地震引起海嘯能力之依據，因此台電公司仍須依據美國相關法規以新技術重新分析海嘯危害，並依分析結果考量強化設計及因應超過設計基準之防範海嘯能力。

3. **用過燃料池完整性及冷卻能力**

核三廠用過燃料池結構為耐震一級(0.4g)設計，用過燃料池系統之冷卻能力及備援能力，目前購置電源車及移動式柴油發電機因應超過設計基準事故，已納入核能管制案件持續追蹤；廠房廠區消防水之

補水/噴灑至用過燃料池，考量補水/噴灑設備之水頭、容量，設計修改案已完成列入追蹤管制事項；新增設之注水管路，係自燃料廠房100 呎(地面高程)連接至高程 148 呎 6 吋進入用過燃料池，管徑為 4 吋之不鏽鋼材質，屬耐震 1 級之設計，設計流量 500 gpm，燃料廠房100 呎外另設置兩個快速接頭，以便連接廠區消防栓之消防水帶，或由消防車供應補水。用過燃料池規劃以備用硼直接加入，或以臨時混拌槽拌好硼酸水，以消防車載運補水。

核三廠以程序書 111.06 新增要求爐心燃料退出時，用過燃料池冷卻須維持一串可用且運轉中，俾確認有用過燃料在池中時緊急廠內電源之可用性。要求基於用過燃料貯存之安全性，考量納入用過燃料乾式儲存之規劃。

考慮其他設備互相競爭相同水源的狀況，凝結水儲存槽在 16 小時內可補充至用過燃料池的水存量為 167,285 加侖，而用過燃料池水位降至燃料元件頂部所消耗的水量約為 307,970 加侖；在廠區全黑，用過燃料池水位因失去冷卻水源而蒸發降低，降至燃料元件頂部時間，以大修全爐心退出至用過燃料池之狀況計算為 3.9 天，非大修期間則為兩倍以上的時間;因此即使大部份水源使用於爐心救援，仍有充分時間根據程序書 1451 提供來自 CST 之補水；在最壞的情況，使用消防車由後備水源直接載水進行補水足可因應。核三廠須規劃生水池相關注水水頭及流量能力，要求執行現場實地測試、驗證。

4. **熱移除及最終熱沉能力**

核三廠說明多個後備水源須考量其各別所需時間,後備水源只要完成 1 條路徑即可，如電廠非採多組路徑同時派員執行，則任一後備水源的硬體失效，或人員操作延宕將影響整體救援之所需時間；要求事先評估並在相關程序書中列出多個後備水源的優先順序，並要求運

轉人員依據電廠損害評估指派人員執行。規劃大型泵如廠用海水(NSCW)泵更換置入可用所需機械、修護、卡車操作所需時間、拖至定點所需時間、更換泵所需時間，相關資訊須納入程序書，並要求參考日本福島二廠、女川電廠等更換海水泵以外 ECCS 泵之需要及做法。

核三廠廠用海水取水池池頂攔污格柵蓋板已設計、施工完成，要求納入海嘯帶來大型物體損壞泵室結構可能性之評估；考量可能高輻射限制進出區域的現場操作措施，並納入此因素下運轉員需用時間之增加，核三廠規劃由保物組管制人員進出及時間，以增加人員輪替方式執行操作。核三廠在 100 年 5 月 30 日發函屏東農田水利會取得同意得由龍鑾潭取水應急，已於 100 年 08 月 15 日完成抽取龍鑾潭水的演練，相關操作說明已列入程序書 1451 之附件九簡要說明，要求增加更明確之抽水程序指引，以確保能達成目標，並訂定計畫納入定期演練項目。完成抽取海水相關操作演練，並已列入程序書 1451 附件九。

5. **事故處理程序與訓練**

核三廠原有程序書或指引可因應長期喪失所有電源、熱沉之單一事件及同時發生的事件，然地震、海嘯等威脅人員、設備對執行面影響之考量，顯非原有程序書或指引能涵蓋，新設/增購項目及機組人員指引或引導廠外支援人員協助事故救援處理等均須納入程序書。支援協定書能提供支援人數有限，核三廠須事先建立模擬情境，規劃考量由支援單位完成之工作內容。目前已建立協議/合約及包括管轄權及轉移之做法，核三廠及對方執行人員充分瞭解合約/協定內容，以及辦理外援人員訓練時增加作業風險及輻射環境作業特性等項目，協助渠等瞭解合約/協定之輻射環境作業特性，要求後續藉演習、訓練

-
等實務方式精進。

核三廠經完成核能安全總體檢評估後,提出新編或修訂相關程序書，重要之項目有；

(1) 1451『機組斷然處置程序指引』程序書

(2) 1450『核三廠嚴重核子事故處理程序』程序書

(3) 190『起重機操作、檢查、吊掛及吊掛構件管理、搬運程序書』

(4) 582『強震處理程序』

(5) 582. 2『海嘯處理程序』

由一個電源(第五部柴油發電機)同時提供給 2 個緊要匯流排，超出設計基準時蒸汽產生器、反應爐、圍阻體之熱移除及洩壓路徑，蒸汽產生器補水水源,汽機帶動輔助飼水泵喪失控制電源時手動運轉指引,利用消防水補蒸汽產生器指引,用過燃料池緊急補水/噴灑策略，移動式空壓機供給儀用空氣指引，清運海嘯過後 NSCW 水池進水口垃圾雜物的作業程序，廠用海水泵馬達（NSCW）緊急更換程序等重要操作均採附件方式列在程序書 1451。

6. **機組斷然處置程序之建立**

核三廠修訂 1451 程序書:「機組斷然處置程序指引」,將各種緊急狀況與處置方法列成附件標示，經由此指引的建置，確保斷然處置作為可確切達成，維持反應爐與用過核燃料之安全；運轉值班對機組斷然處置程序已完成要求之訓練。在程序書 1451 規劃之內容，實施之項目或可為電廠 EOP、SAMG、機組斷然處置程序指引或/及 NEI 06-12 指引所直接引用,相關設備/備品等亦可因應不同程序書/指引之需求，要求考量加以整合並更具實用性。圍阻體排氣(Containment Venting)之目的在喪失移熱能力時，提供圍阻體長期熱移除之能力；沸水式反應器二次圍阻體連通大氣環境，設計之目的係過壓保護，變

更設計須掌握業界實務並嚴謹為之。在執行圍阻體排氣時尚須注意圍阻體內氫氣、空氣(氧氣)及蒸汽之比例，避免達到氫氣燃燒或爆炸限值之負面效應，且實務上排放並非屋頂(氫氣累積在高處)抽氣，並不具避免氫爆之作用，流程圖前置行動「準備圍阻體連通大氣環境」要求適當修訂。圍阻體排氣對廠址外環境有放射性物質污染之考量，在斷然處置程序指引流程圖要求納入圍阻體排氣之通報程序。

斷然處置流程各階段策略執行時機之擬定，對於斷然處置措施之成效有決定性之影響，電廠須確實掌握爐心、圍阻體等相關熱流分析及評估之結果，相關分析與各階段策略執行時機擬定有重要影響，對分析評估之結果須切實審查；由程式分析結果具一定程度之不準度，另須針對不準度可能之負面影響，嚴謹並趨保守考量行動之決策時機。電廠 EOP、SAMG 之操作項目原已包括灌注海水及圍阻體排氣，然為避免類似福島事故因非技術因素導致之延宕，並強化複合式災難等情境因應之能力，本會要求台電公司依專業技術分析及評估據以建立斷然處置程序指引，即應考量完善之決策指引(包括運轉員壓力)以供執行時遵循，不宜因決策壓力及責任而遽然否定電廠廠長或當值值班經理的專業能力；針對通報至主管核能發電副總經理取得決行之做法，要求確認電廠持照文件之符合性，並研議適當之配套措施，納入斷然處置程序指引中，避免我國在類似情境下發生非技術因素導致延宕重大決策時機之可能。

7. **一/二號機組相互支援**

惟基於兩部機事故前之運轉模式各異，包括兩部機組均在事故下或一機組正常一機組事故情形之差異，於機組情況各異(如功率運轉、大修下)的能力及餘裕，均須事先分析並瞭解可能對另一事故機組之特定影響情況，由於情況可能甚複雜故要求事先思考，核三廠之

報告僅針對柴油存量及直流電源供應之考慮，要求事先評估瞭解兩機組可能互相競爭有關救援能力及餘裕；規劃擴充消防班人力以因應雙機組複合式災難。

兩部機設備連通操作應注意事項及特定情境需求，對非安全相關電池之容量/連接方式等，事先了解加以強化並納入程序書，以助於事故下作為安全相關電源備援之考量。在程序書 1451 中納入兩部機相互支援的連通步驟，以便運轉人員得以迅速參閱執行；在連通路徑上之管閥，擬定適切方案以確保其可用性。要求電廠在處理機組狀況的特殊專業技術組人力，須假設在 3 天內無法依賴由在廠外之人力支援，電廠應預先考量在雙機組事故下，建立長時間處置包括如輪班人力的因應等做法。

8. **複合式災難事件**

考量各式貯油槽在地震下火災之可能性及對救援之影響，電廠報告說明油槽防溢堤圍堰做法，並規劃對柴油引擎輔助飼水泵油槽增設防溢堤，要求提出此類防溢堤的防洪、耐震能力，並考量此類防溢堤圍堰內池火之後果及影響，並提出相關消防能力及做法之說明。在重要設備廠房無耐震設計之大型吊車，考量與該廠房設備有相當耐震等級之強化作法，並針對不同廠房區域提出檢討及因應措施，已將重要安全設備廠房吊車停用時之停放位置，明訂於程序書中，確保在地震時，萬一掉落不會傷及重要安全設備及燃料。並將吊車基座銲道檢查納入程序書中定期檢查，以確保吊車基座之穩固性。釐清特殊救援機具(包括新增設)合格操作人員之數量，以及緊急事故下到勤能力及規劃，提出特殊救援機具包括吊車、堆高機及推板車等及人員到勤規劃之說明。

採現場查證或檢查電廠設備在地震/海嘯/水災等形況下的交互

作用，用以確認安全設備之功能不會被其他設備在地震/海嘯/水災等情況下之行為而阻礙其執行安全功能。核三廠對緩減事故後果之重要設備及消防相關等設施均各自進行查證測試、維護等項目。

電廠防震一級之儲油槽是用來供給緊急柴油機，其他重要儲油槽均為防震二級，而電廠儲備之救災物資(如移動式發電機等)及消防車使用大量柴油。若大地震時這些油槽被震垮，電廠所準備之救災器材及消防車可能陷入無油可用。建議電廠對使用柴油之救災設備進行清查，並依救災時柴油之需求量來規劃防震一級的儲油槽。

9. **超過設計基準事故**

防廠房淹水的沉水泵存放或設置廠房位置，用於緊急救援水災之操作須列入程序書、訓練，電廠報告說明相關泵係高處異地存放，仍須建立相關設備存放、需用做法之記錄文件。機、電、儀、修等技術組專業人力分工細緻，考量在雙機組事故下同時對特定專業人力有需求之安排規劃，電廠報告說明已將人力依專長分組，並執行緊急操作人力分析。第 2、3 號深水井每月試運轉，保持可用狀態，經查證有查核表每月由運轉組控管執行，為確保需用時之可用性，要求納入 MMCS 中規定每月執行。

確認圍阻體排放的管道通過之廠房，除圍阻體、燃料廠房外有其他廠房須考量氫氣偵測、稀釋及排除之能力；強化相關排放管道耐震能力的適切性，電廠報告提出圍阻體廠房有地震一級及非地震等級之排放管道，後續應追蹤瞭解國外業界的因應做為。電廠針對外部水災已提出 MMR-0732~~0740 等修改案，於相關廠房對外門戶增設置擋水板，後續將持續追蹤管控。目前緊計組織人力已完成規劃，然處理機組狀況的特殊專業技術人力無法依賴外援，要求電廠預先考量在雙機組事故下，建立長時間處置如包括輪班人力的因應做法。

-

10.**設備/設施完備性及備品儲備**

確認 TSC、後備 TSC 之防震、防水、防火、防輻射等設計性能，澄清長時間通風、電力等容量適切性，電廠報告提出 TSC、後備 TSC 的適切性及移動式電源之規劃，然 TSC 僅為防震二級之設計。一般救援設備存放在鐵皮屋倉庫，在地震下仍可能減損設備數量及增加取用時間，須考量規劃適當的存放場所，及廠區異地但能迅速備援之存放方式，電廠報告說明規劃表之設備分散存放及位置高程，然仍須檢討相關設備、備品數量有足夠之餘裕。廠內/廠外臨時性設備、備品、工具、器材等，詳列包括存放位置、數量、容量及所需支援系統等相關資訊，核三廠報告說明規劃表納入程序書 192。電廠說明已籌措原有數量 3 倍拋棄式防護衣、鉛衣之數量亦倍增，以因應有關廠方人員、包商、外援人員的輻射屏蔽、防護衣需用量做為國內因應事故救援之庫存量。

核三廠已對救災設備之整備倉庫完成規劃，救災設備集中管理存放在一般救援設備存放倉庫高程約在 25 米，無遭海嘯侵襲顧慮。另因屬輕鋼架鐵皮屋，其耐震性強，若因地震而崩塌，存放其內之設備亦不會受損。

核三廠購置及購置中救災設備，主要包括有：

(1) 已完成增購消防泡沫車 1 台

(2) 已完成增置柴油引擎泵 7 台

(3) 已完成增購 30 具柴油引擎抽水泵，強化機動排水能力

(4) 已完成購買 10 台移動式柴油發電機

(5) 已完成購買小型移動式發電機 2 台

(6) 已採購 50 噸天然硼酸

(7) 已完成購買 3 台移動式空壓機供氣動閥緊急操作使用

-

(8)購置消防水庫車 1 台（101 年 6 月到貨）

(9)購置 2 台 4.16kV 1500kW 電源車（101 年 6 月到貨）

11.**精進人力/組織運作及強化核能安全文化**

核三廠提出之人力需求未說明需求之依據，亦未呈現因應福島事故各項目檢討之要求；福島事故檢討針對「國內核能電廠現有安全防護體制全面總體檢方案」的其他十項議題逐項檢討規劃，如耐震評估、防海嘯評估、歐盟壓力測試及其他中、長期措施評估之各廠需求等，包括消防班、斷然處置措施等人力檢討，各檢討細項所需因應之人力資源均須納入第十一項「精進人力/組織運作及強化核能安全文化」做檢討，以確實掌握並提出合理之人力需求。

核三廠檢討機動注水人力，配合安全總體檢相關機動注水的列置工作，消防班輪值人員將由現有每值 6 員增加至每值 8 員。對於擴增核電廠消防班人力、爭取進用員額或考量資深員工陸續離退之情況而提前進用人員等事項，乃各電廠共通性的問題，台電公司目前仍處於規劃階段，未來其執行實績仍有待觀察。

附錄八

近期檢討議題共通性審查意見及核能管制案件

-

附錄八 近期檢討議題共通性審查意見及核能管制案件

一、概述

台電公司依據本會要求(詳附錄一)陳送核一、二、三廠十一項近期檢討議題之強化措施研議，項目包括(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件、(二)廠房/廠區水災事件及防海嘯能力、(三)用過燃料池完整性及冷卻能力、(四)熱移除及最終熱沉能力、(五)事故處理程序與訓練、(六)機組斷然處置程序之建立、(七)一/二號機組相互支援、(八)複合式災難事件、 (九)超過設計基準事故、(十)設備/設施完備性及備品儲備、(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化等，此附錄為本會針對核一、二、三廠及龍門廠近期檢討議題提出共通性審查意見。

涉及現行法規更新的要求(如直流電源容量強化為 72 小時)，係較長期的規劃必須追蹤美國的做法；惟鑑於美國核管會管制法規尚待澄清之議題，本會將藉由台美雙邊合作及其他國際合作之機制探討待釐清與法規、天然危害等相關項目，如下：

1. 參照美國核管會 SBO 法規、RG 1.155，目前考量大雪、颶風、強風、龍捲風等天候相關自然威脅，非天候的自然威脅(如地震、海嘯)並未涵蓋在內，本會須瞭解並參考美國對此技術議題之考量，以研議並建立因應對策之可行性
2. 美國核管會 SBO 法規管制之成本效益的研究結論，本會須瞭解並參考美國對此技術議題之後續作法，以研議並建立因應對策之可行性
3. 參照美國在海嘯、水災、地震等技術議題研究及對法規的影響，瞭解日本、世界先進國家在該技術議題的趨勢，以研議並建立因應對策之可行性

4. 蒐集瞭解美國在 911 事件後針對因爆炸或火災導致喪失大範圍廠區(Loss Of Large Areas, LOLA)之因應措施，確保大範圍廠區消防措施、用過燃料池、爐心、圍阻體等安全防護之研究議題及強化措施，以研議並建立因應對策之可行性

在本附錄針對台電公司運轉中電廠提出共通性審查意見，台電公司於今(101)年 1 月 12 日提出第 2 版回覆說明，原能會已執行現場查證並執行書面審查確認中，將考量至今為止美國、日本及歐盟壓力測試之發現與要求，列為管制追蹤案並訂定台電公司完成日期。在個廠性審查意見要求為針對各運轉中電廠現場查證，另提出之現場查證專案視察報告，提出注意改進事項要求修訂。原能會將持續瞭解日本福島事故後續發展及經驗回饋，對上述管制追蹤案及注意改進事項，將視未來國內耐震餘裕檢討、海嘯及其他廠外事件威脅分析結果、後續日本福島電廠事故調查結果、國際主要核能國家的檢討或壓力測試結果與原能會視察發現而作定期、適時之調整，並參照後續執行之視察發現持續更新。

興建中的龍門核電廠（核四廠）部份，因目前仍在興建中，尚未將核子燃料裝填至核子反應爐中，現階段的所有施工作業並不會對民眾造成影響，台電公司已於今年 1 月中旬提出核四廠核能安全防護近期項目之檢討報告，原能會在今年 3 月間進行評估及完成現場查證作業。原能會已將「日本福島核災事故之檢討與評估」納入核四廠未來重要管制點—核子燃料裝填前應完成事項中列管，本附錄有關共通性審查意見及核能管制案件均適用於核四廠之核能安全防護總體檢之檢討項目。

二、第二階段報告結論與改善時間表

-

對新增設計或相關改善評估，在共通性及個廠性管制追蹤案均須納入其對現行正常運轉、緊急救援、及嚴重事故操作等安全上有潛在負面衝擊之考量。本會對責成台電公司核一、二、三廠及龍門廠須改善之共通性管制追蹤要求之項目(詳附表一)如下，共通性管制追蹤案或為持續辦理項目或與國際間後續做法有關，改善時間表將持續追蹤並視核能管制案件而調整，共通性管制追蹤項目將要求台電公司納入改正行動方案(Corrective Action Program, CAP)加以列管、追蹤。在正式發行核管案件後，共通性管制追蹤案要求檢視之內容，本會將考量共通性管制追蹤案之結案。

(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件

1. 要求因應廠區全黑能力之時間至少提高為 24 小時，必須針對設計基準之分析結果重新檢討，並視需要強化必要的支援系統及功能(應急之臨時性設備不應納入提供相關分析之效益)，並針對反應爐、用過燃料池之冷卻及圍阻體完整性，評估建立長期喪失所有交流電源 72 小時因應能力所需要之設備、程序書及訓練
2. 針對上項廠區全黑因應能力時間之要求，納入電廠現狀為相符及一致性的檢討，執行 FSAR 相關內容之檢視與重新評估，採用最新(state-of-the-art)分析技術執行因應廠區全黑重新評估報告；本會將再視美國對法規修訂的要求執行後續更新
3. 針對超過現行廠區全黑法規之要求，評估以外援(如地方政府或國家資源)能介入的時間為考量的範圍，研議台電公司各核電廠能因應延長至超過設計基準期長的廠區全黑，以協調地方政府或建議國家資源投入的需求。
   (1) 考量並區別為地震、天候、電網、開關場、電廠本身等問題所導致之廠區全黑，檢討上項 FSAR 相關內容所有設備在現

-

行能力可運作期長，評估如第二、第三水源須手動操作或動力等額外措施，考量能因應延長至超過設計基準期長的廠區全黑

(2) 建立須因應廠區全黑期長的不同階段，針對爐心救援、圍阻體完整性包括隔離、氫氣偵測、控制、排氣等不同功能，所需設備包括其支援設備及容量之清冊，納入或增設適當的程序書及運轉人員之訓練

4. 要求機組於大修或停機時仍需維持兩部備用之緊急柴油發電機可用，故第五部柴油發電機僅為大修或停機機組而不得為運轉中機組之備用
5. 增設移動式之發電機、電源車、電池充電器、電池組、空壓機等，供應廠房設備之供應接頭位置，要求之設備容量、所需燃油儲量等，須納入所有新增規劃供應設備總需求之考量；對新增電氣設備之貯置，要求在地震/海嘯危害時不會同時損傷，並達到在廠區內異地儘速備援之能力
6. 第 5 台氣冷式柴油發電機同時提供兩部機電源須事先妥為規劃供應之負載

(二)廠房/廠區水災事件及防海嘯能力

1. 廠區排水/排洪設計基準須納入近年來氣候變異現象之考量，重新檢討並評估 FSAR 相關設計基準內容的適切性，並視檢討結果判斷修訂或更新之要求，以強化電廠因應氣候變異的能力，要求每 10 年重新執行評估與確認，如有發現新事證須立即執行評估與確認
2. 檢討可能導致廠區廠房水災之來源，如乾華溪、龍鑾潭(確證 FSAR 指出在廠址與龍鑾潭間地形為自然隆起，經歷多年後地形地貌仍

-

未有更迭)等；針對廠區的洪水氾濫或淹水，確認可能的流徑或改道的方向，以及可能的水深，對可能遭受威脅的廠房，現場履勘以確認該廠房有足夠的水災防護

3. 全面檢討確認廠區範圍內高程，以釐清地勢低窪位置或區域，針對該位置或區域建立適切之排洪或排水之能力
4. 確認廠房廠區內排水渠道暗管之暢通，並須確認該排水通道由外往廠房內回淹可能性及因應措施
5. 繪製廠區廠房易遭淹沒區域的圖面，事先規劃排洪做法；增列廠區廠房的防洪圖面，強化廠區廠房排洪能力，包括防水門、井欄等設備及設計值，另建立廠區廠房各排放流徑及排放能力之列表，全面檢視驗證相關能力之適切性
6. 在海水泵的設備廠房包括汲水渠道入口結構物，參照日本電廠做法，增設大型海嘯鋼筋混凝土擋牆
7. 規劃在地面層以下安全重要設備之支援系統，包括儲油槽及附屬設備管線耐海嘯及防水災能力；安全重要設備包括柴油發電機、電池組、電池充電器、4kV 開關箱室、第 5 部氣冷式柴油發電機以及泵等重要設備及相關支援系統防火門、防水門提升至水密門等級
8. 參照國科會研究結果，重新檢討海嘯設計基準；台電公司防海嘯小組儘速完成並提出評估結果，另參考美、日最新海嘯法規，重新檢討並評估 FSAR 相關設計基準內容的適切性，並視檢討結果判斷修訂或更新之要求，以強化電廠因應海嘯衝擊的能力
9. 增設廠區附近土石流監視、預警、防災、減災之機制；包括電廠應考量廠區附近山坡土石流產生的可能及其堵塞排水通道所引發之廠區水災，因此廠區附近山坡應增加順向坡/逆向坡之檢討並將相關機

-

制納入程序書

10.核一廠廠房地面高程新量測結果較原設計高程約低 1 公尺，雖仍高於核一廠設計基準之海嘯溯上高度 10.73 公尺，本會要求台電公司應於限期內完成後續改善規劃

(三)用過燃料池完整性及冷卻能力

1. 要求台電公司採用最新分析技術(如 CFD 程式)執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時的溫升評估
2. 要求檢討並調整用過燃料池中用過燃料之排列方式；針對新退出要回填與不再回填用過燃料(包括可留空的位置)為最適化的排列安置，考量採用全爐心燃料退出、非全爐心燃料退出及延遲由爐心退出燃料之規劃
3. 分析計算須納入不再回填爐心用過燃料將持續增加之長期規劃
4. 針對用過燃料池或廠房嚴重受損，考量燃料池適當強化之噴灑系統(低壓，提供經上述分析評估為適當之流量)之實施
5. 增加用過燃料池適當強化之補水/灑水系統，並能涵蓋不同情況下之補水/噴灑水經計算分析之最高需求容量
6. 評估強化用過燃料池補水能力及監控儀器之規劃，包括(a)以安全相關儀器提供主控制室監控用過燃料池之重要參數(水位、溫度、輻射)，(b)採安全相關電源供應用過燃料池補水系統，(c)修改運轉規範要求有用過燃料在池中時，有一串廠內緊急電源為可供電予用過燃料池補水系統及儀器，(d)設置耐震之噴灑方法注水進入用過燃料池
7. 相關措施須納入廠房嚴重受損或高輻射限制進出區域之考量，即現場作業人員可能曝露於高劑量輻射環境，應區分作業現場為可接近或不可接近兩種狀況，並就不同之情境，評估各因應措施之

-
可行性

8. 建立相關程序書執行定期維護作業，以確保吊車基座銲道及用過燃料池之完整性，並定期檢視追蹤

(四)熱移除及最終熱沉能力

1. 考量低壓、重力或臨時性補水設備之可用性，在嚴重事故下須檢討緊急洩壓執行的時機
2. 採臨時性設備提供熱移除能力須評估在不同機組情況下(如注水水頭、動力源等)之適用性，並須評估潛在之負面效應，針對多個後備水源須考量其各別所需供應時間對整體救援之影響
3. 對備品(尤其大型泵、設備等)置入可用所需機械、修護、卡車操作等人員操作所需時間亦納入考量
4. 提升緊要海水泵室防海嘯設施(如閘門等)之耐震能力；並考量現有備援設備(如核三蒸汽產生器及週邊設施)耐震性是否高於進水口結構並視需要補強
5. 進水口雜物清理所需之車輛及設備之停放地點，應考量是否受海嘯影響。須事先評估外援(如縣市消防車)置入可用的人員指引及所需時間，電廠所需大型機具及人力等外援，應先行協調、規劃並納入相關程序書
6. 提高各廠緊要海水系統廠房重要設備之防水設計及水密性；在增設大型鋼筋混凝土海嘯擋牆，須再納入可減少受大型物體損毀或嚴重堵塞之檢討
7. 考量不同水源之供應，須納入各種水源供應所需操作時間，以為提供注水、灌水規劃之考量
8. 非海水之熱沉如以重力為動力方式須考量緊急降壓之需求，如為廠區外之供水水源須事先協調並提出規劃、執行方案

-

9. 要求補強生水池結構及管路等之耐震能力。在生水池槽體完成改善為安全等級前，須檢視池槽體受損水流的可能路徑，並預先規劃排除對廠房廠區重要設備淹水影響
10. 強化緊要海水泵室在機組間的實體分隔性；包括核一廠 ESW 系統、核二廠 ECW 系統、核三廠 NSCW 系統在機組間、串間的實體分隔性，以提升安全相關系統、組件、結構物的重複冗餘性及結構保護性
11. 核二廠 ECW 泵室未符合防海嘯高程要求完成後續改善措施
12. 要求核一廠檢視氫氣排放路徑並提出強化之因應措施
13. 要求針對美國在嚴重事故現象的研究，持續追蹤了解圍阻體內氫氣及其他可能導致圍阻體失效的物理現象

(五)事故處理程序與訓練

1. 電廠大致在年底前能有初步之改善(如新購置移動電源)作為，須針對完成初步改善前的空窗期建立相關因應暫行措施，如檢討以現有直流電源設施最大化直流電源供應時間之暫行程序，該程序並須包括反應爐壓力控制、爐心圍阻體氫氣控制及壓力控制功能
2. 總體檢所新增之設備/操作須檢討納入程序書或指引
3. 原有程序書、嚴重事故處理(SAG)指引須再檢討實務上之可行性，納入新增之考量，並監視相關措施之可用時間
4. 檢討現行 SAG 指引能適用於雙機組事故並適切考量可精進為程序書之部份
5. 用過燃料池喪失冷卻、圍阻體壓力及氫氣控制等包括相關嚴重事故之物理現象，均須納入運轉員訓練項目
6. 消防救災相互支援協定、兵警力支援協定書及總處支援合約應儘速制定，釐清並確認核電廠在相關合約/協定的優先度，並須確認

-
合約/協定及納入程序書之內容適切性

7. 須考量極少數特殊專業人員之陪同輻防人員資源建冊列管，並納入第(十一)1 項人力檢討，相關輻防衣物、配章及劑量警報器適當數量備便
8. 在平時、廠內或緊急應變計畫演習，須考量適當納入相關合約/協定支援要求的執行，並納入參與演訓人員的意見回饋
9. 考量納入國內技術支援團隊配合或納入與國外機構簽訂協助處理事故之合約或協定之可行性
10. 內政部消防、警方人力或國軍須考量進入高輻射區規劃之協議/合約，並落實在電廠程序書
11. 各要求事項都要評估人力需求並檢討，再彙整所有人力需求於要求事項(十一)、1
12. 程序書未經編組廠外支援搶救人員，須修訂程序書
13. 要求訂定計畫防止在緊急情況下產生之氫氣大量積存於反應器廠房等處
14. 要求臨時性救援規劃須納入電廠程序書，搭配電廠圖面做執行之說明，列出欲操作設備之位置、進出該設備之通路以及所需之工具，相關規劃須納入環境惡化之替代考量

(六)機組斷然處置程序之建立

1. 增列斷然處置定義及執行時機；包括斷然處置之定義(執行作業將廢棄該反應爐)、通報標準(如爐心、或圍阻體狀況)、通報對象等程序均須納入探討
2. 增列決定斷然處置後，後續之因應策略與監控措施；包括後續因應須另納入圍阻體狀況、輻射外釋情況之監控，並須考量電廠現有系統、設備為不可用之備援能力

-

3. 修訂意見之要求如本附錄第四章「第一階段報告後續要求之規劃」之第 3 項「重新檢討斷然處置措施之完整性與人員訓練」說明

(七)一/二號機組相互支援

1. 此類兩機組間相互支援之考量均須事先研究、瞭解，以掌握其對現行正常運轉、緊急救援及嚴重事故操作等考量，及其對任一機組安全上之潛在負面衝擊
2. 電氣連鎖之解除須依相關設計修改若涉及安全系統設計變更，影響原有之正常運轉功能，或衍生其它未經分析之安全議題，應依相關法令規定辦理
3. 發生異常、緊急事件下(尤其在非上班時間)須檢討人員編制(包括特殊車輛、器械操作人員等)的適切性，並納入要求陳報項目(十一)1.檢討
4. 須評估並提出緊急應變人力可因應短時間之期長
5. 提出並確認兩機組間對安全為重要之差異

(八)複合式災難事件

1. 要求增加強震後執行現場查證或檢查之方式，確認緩減事故後果之重要設備，在地震等複合式災難下未損及原有功能，並釐清可能存在之弱點；包括事先釐清在地震事件下破斷管淹水或水噴灑，可能導致在地震下未受損之設備水損無法發揮功能；或在地震下因油槽或潤滑油等引起火災，可能導致在地震未受損之設備火損無法發揮功能；或海嘯引起廠房水災，可能導致在地震未受損之設備水損無法發揮功能(重新評估美國 GSI-172)
2. 確認並釐清防火門、穿越孔填封的防水或水密能力
3. 須針對相關救援設備釐清在地震及餘震下劣化、斷裂無法發揮功能，或者地震下如消防系統誤動作(或注水系統誤隔離)導致相關救

-

援設備無法發揮功能；消防系統(CO2)在地震及餘震下誤動作影響人員救援之考量

4. 檢討大型設備(如吊車)在地震事故下或爆炸事件下墜落，對廠房、圍阻體、用過燃料池等結構完整性之影響須審慎評估並提出分析結果
5. 檢討目前廠內資源(包括人力、物料及備料數量)在不同嚴重事故、超過設計基準及複合型事故下能獨自因應之期長；釐清並事先提出須由外部協議/合約所提供的物資、機具
6. 要求現行風險評估模式納入複合式災難之交互作用、隨機失效及共因失效等，檢視風險序列分析結果並驗證福島事件，以強化機組人員對事故情境之瞭解與掌握，在風險評估要求中增加額外氣冷式柴油發電機效益之個案分析

(九)超過設計基準事故

1. 要求強化主控制室、技術支援中心(TSC)、備用 TSC 等，在廠區全黑事故下儀控系統交直流電源容量，供運轉人員在廠區全黑事故下須掌握機組狀況；主控制室人員除掌握機組狀況外，尚須釐清包括主控制室、TSC、備用 TSC 等相關人員主導、協助或執行的工作
2. 要求規劃強化主控制室、技術支援中心(TSC)/備用 TSC 及內部設備之耐震能力；包括廠用電腦、流程電腦、及 SPDS 等耐震等級之需求，在安全相關控制系統數位化後，並須考量商用級相關產品在主控制室(包括 TSC、備用 TSC)的相關設備耐震等級之要求
3. 檢討主控制室(包括 TSC、備用 TSC)人員配置之適切性，一位值班經理在因應該廠雙機組事故下的適切性；考量增加簡易支持設施供運轉人員在強震下持握

-

4. 要求將核一廠地震設計基準值由 0.3g 強化為至少 0.4g 之後續補強作業規劃
5. 參照海陸域地質補充調查及地震危害度分析，規劃後續補強作業；要求必須針對地震設計基準之分析重新檢討，並每 10 年重新執行評估與確認，如有發現斷層之新事證等新資訊須立即執行評估與確認

(十)設備/設施完備性及備品儲備

1. 考量 TSC、備用 TSC 在耐震性能強化的規劃
2. 參考日本做法，規劃增建兩機組共用之耐震級緊要 TSC，該建築除有高耐震等級外，並有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資等之評估
3. 備品存放位置、高程、耐震性等須妥適規劃，以避免單一天災之共因受損
4. 澄清各廠硼砂、天然硼酸存量之適切性，須考量包括用過燃料池之需求，以及在核事故長期補水下因稀釋效應的損耗；確認硼砂、天然硼酸對避免燃料重新臨界之效益為相當；並須重新檢討各廠僅購置需求量半數做法之適切性；另因各廠規劃購置數量差距甚大(如核一、核二兩廠存量才能支援核四之需)，須再檢討互相支援能力之適切性
5. 持續追蹤並瞭解福島核災後續處理復原資源的特性(如水玻璃、機器人等)，納入經驗回饋並可為預先準備之規劃方向
6. 核三部份與核一、二寫法不一致，建請台電公司應統一格式；請考量添購足夠之輻射屏蔽設備(如鉛衣)供救災人員使用並研定使用時機

(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化

-

1. 國際原子能總署的基本安全規則、NEI 09-07「促進優良的核安文化」要求為台電公司執行安全文化參考之依據
2. 各要求事項都要評估並檢討人力需求，再彙整所有人力需求於此項，消防班人力在設備增加後須納入複合式災難下之需求要求
3. 要求台電公司瞭解並比對國際核能業界安全文化之作法，據以為精進方案強化之基礎

本會對責成台電公司核一、二、三廠須改善之共通性管制追蹤要求之項目(如附表一)，台電公司已提出兩批次說明及回覆本會意見，另有針對核一、二、三廠之個廠性管制追蹤要求項目，台電公司已提出三批次說明及回覆本會意見，本會目前對相關項目之同意結案數量如表 1，共通性檢討議題未結案比為 85%，個廠性檢討議題未結案比平均為 67%。在總結報告正式發行核管案件後，本會將考量表 1 項目如與核管案件為重覆項目之結案。

三、行政院審議專家小組審查意見

行政院之專家審查小組於 100 年 6 月 28 日、7 月 18 日及 8 月 26 日召開第一、二、三次審查會議，分別審議原能會 100 年 5 月中、7 月上旬、8 月中旬完成之初步安全評估報告、第一階段安全評估報告及修訂版，三次審查會之會議紀錄詳如附錄六，原能會要求台電公司應遵照委員審查意見及書面意見修訂。

(一)、行政院第一次審查會議

1. 審查結論

序號	審查結論
101	本核安總體檢報告審查小組之定位在於提出問題及發掘事實，並進而提出因應方案，原能會及台電公司應就核安議題強化溝通，積極檢討提出各項潛在的核安問題，並研議解決之道，倘有需跨部會協助事項，可由

-

	本院進行協調。
102	核安總體檢報告現階段應補充說明檢討議題與福島事故原因的關聯性，各項資料要更明確、完整，以助於研判檢討項目及其強化措施的適當性；至下一階段則應對各項核安議題進行全面性之考量，例如將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g，在技術、經濟及核電廠服役期限等層面是否皆可行。
103	請原能會參考歐盟核電廠壓力測試之評估項目及內容，檢討強化我國核能安全措施，並研議推動我國核安總體檢加入歐盟之壓力測試。
104	請原能會於總體檢報告提出國內核能電廠運轉安全之技術意見，並盤點國內核災應變機制的能量，例如目前國軍化學兵的救災能量；此外，針對核災可能發生的最嚴重情境，應考量核電廠運轉及安全的技術限制，預為研擬核電廠安全防護、輻射防護及緊急應變機制之強化措施。
106	核能安全的提升必須從設備、人員及管理三方面著手，除了應強化核電廠備用設備的可靠性、提升技術人員執行能力外，請原能會要求台電公司強化核電廠之管理。
107	請原能會持續加強核能安全之教育宣導，以避免社會大眾產生不必要之疑慮，同時應強調核災發生有不同層次及系統的差異，以利於非核能專業人士的理解；並請參考日本福島之經驗，規劃建立因應核災之國際支援及協助網絡。
108	請原能會督導台電公司確實掌握核電廠氫氣可能釋出的途徑，並強化氫氣監控及排放之措施；核電廠各項備用設備應考量在強震下的可用性，並強化操作程序的嚴謹正確。
109	請原能會督導台電公司強化核電廠反應器一次圍阻體及管線的耐震能力，另針對核電廠組件、系統、結構物的耐震強度分析(Fragility Analysis)之長期技術發展，應檢討納入國內專家之技術能力與意見，以建立國內產、學參與並協助決策之機制。
110	請國科會協調學術界提升海嘯研究能量，將波高、潮汐及氣候等因素納入研究範圍，並應強化各項研究數據之正確性及推估模式之可靠度。
111	國內斷層細部及工程調查仍待發展，請國科會協調相關機構之研究應考量全波型不同頻率對建物之影響，近期內應瞭解備用設備耐震週期及在核電廠增設地震儀，長期則應完成海陸域調查、海嘯歷史事件調查研究。
112	請原能會督導台電公司強化國內核電廠之耐震設計，透過執行模擬分析，瞭解在不同地震加速度情境下，對核能電廠可能的災損後果及影響，並進而強化對地震、海嘯複合型自然災害之因應措施。
113	請原能會納入委員口頭及書面意見(詳如後附)檢討修訂核安總體檢報告，針對核電廠各項核安關鍵設施(如生水池)，應在報告中提出強化措施，並於下次會議中提出內容更具體、數據更完整、外界更易瞭解之報

-

	告。

2.書面意見

序號	書面意見
201	建議台電建立地震災損系統中的災害評估。
204	技術問題應該由核電技術人員來決定(e.g. 在此情形，台電)，避免層層申報(此點美國較日本為優)。
205	蓄水池(生水池)的可靠性也應該受到重視。否則，水池可能先遭破壞，而無法發生救援作用。
206	備用設備(Cable, for example)應先安排妥當，甚至應與外國合作互通有無。日本福島事故是一管理問題。
207	原委會的總體檢詳實，應澈底執行。
208	強調人才和管理對災難處理的重要性，應深入瞭解福島一廠 5/6 號機及福島二廠，未發生爐心熔毀的原因，了解操作方式與應變的差異性，以為未來我國核安的參考。海嘯分析應有數據來佐證。
210	總體檢顯示我國相關人才核心能力具備相當高的水準，惟在日本災變之後，相關專業領域人才的士氣以及未來生涯規劃及發展的衝擊，對專業人員的影響必須加以重視，畢竟，完備的系統仍需適當團隊來相輔相成。 實務上很難有百分之百安全的設計，如何在最壞的狀況能避免大災難應該是可能做到的，但如何與民眾溝通所謂的安全是一項挑戰。建議對法國的社會能持續支持核能發展做深入的瞭解並持續有具體做法，建立民眾對核能發電的信心。
211	原能會與台電近幾個月對我國核電廠安全的提升做了許多的努力與具體的改善措施，值得肯定。
212	台電公司必須思考如何結合、藉助國內產學界的投入，以加快進程，並進行長期之研究。(天然災害方面)
213	電廠與設備耐震安全餘裕評估應盡快開始，並研究影響核能安全的關鍵結構、系統或元件，優先進行分析、試驗、驗證及補強改善。
214	電廠重要設施抗震週期的界定，評估其耐震度，以供未來地震模擬，做全面的情境模擬評估。
215	由報告得知福島一廠 1~4 機組在大地震後廠內電源喪失又失去補水能力是爐心燃料熔損及放射物外釋所致，目前台電所做大量的檢討工作主要是： ・確保海嘯不入侵 ECW 的抽水機。 ・提供 ECW 足夠的備用電源。 ・確保 ECW 系統生水供應能力。

-

	・確保 Spent fuel pool 有水。 雖然個人對 ECW 系統的設計細節不完全瞭解，但由原能會的審查顯示，對 ECW 可能問題的考慮應已相當詳細。
216	個人認為核災之發生有不同原因，也有不同系統來防止或控制問題的發生，目前報告所提僅止於其中的一些面向，建議應綜合列出可能發生的面向與層次及相應的安全系統，由此才容易讓委員或其他專業人員瞭解本檢討工作是否完整，核電廠的安全可以得到適當的保證。
217	初步安全評估報告附錄四之(五).6 及(五).10(警力協定書) 警察於協助防救災的工作任務為執行災區警戒、治安維護及收容處所安全維護、交通管制、疏導、災情查通報、協助疏散及搶救災區民眾等；至核電廠事故處理，非屬警察專業，不宜由警察人員進入廠區內救災。
218	有關第五點「事故處理程序與訓練」，原能會意見第 10 點：內政部消防……進入高輻射區規畫之協議/合約，並落實在電廠程序書乙節，依據災害防救法及地方制度法規定，災害防救係為地方自治事項，有關消防救災應由地方政府執行，爰此，有關消防單位人員進入核電廠高輻射區規劃之之協議/合約，原能會原建議由本署執行，依上開規定，應由核電廠與所在地之地方政府簽訂救災協議/合約，並落實在電廠程序書內，以落實防災體制。
219	查目前核電廠所在之新北市及屏東縣政府消防局，基於核電廠搶救需要，均有與轄內之台電公司核能電廠簽訂消防救災支援協定書，惟為進一步確保消防救災人員支援核電廠救災安全，有關第五點「事故處理程序與訓練」部分，建請應將前不久日本發生東北強震引發核電廠核物質外釋事故搶救過程前車之鑑，深切檢討並重新修訂廠外消防單位人員支援進入輻射區或汙染區之 SOP、台電公司前與各核電廠所轄之消防局簽訂之救災支援協定書等內容，建議修訂重點如下： 1. 應邀集核物質應變專家學者開會研商並訂定消防人員進入核電廠協助救災之可承受輻射劑量標準，並納入上開修訂事項辦理。 2. 建請依核電廠事故國際分級、狀況，廠內消防隊無法有效控制火勢等，明確訂定廠外消防單位須支援時機。 3. 建請核電廠應提供所在地之縣(市)政府消防局及緊急計畫區內消防單位足夠之人員防護、輻射偵檢裝備、完整之核電廠事故火災搶救等教育訓練及定期搭配演練等，以利支援救災任務之執行。 4. 當核電廠發生事故，廠內消防隊無法有效滅火時，依上開支援時機，請求外部消防單位支援時，核電廠消防隊除應提供進入廠內之外部消防單位人員足夠之安全防護裝備器材，並在廠內專業應變人員引導下進入廠內配合救災外，救災時，廠內並應全程監控及管制消防救災人員應在可承受輻射劑量標準範圍時間內配合救災。 5. 於支援協定中，應界定消防單位支援範圍，對於圍阻體(爐心)內之

-

	火災搶救任務，因屬核電救災專業領域，建請應由廠內專業消防隊執行之，消防單位支援任務則應以圍阻體(爐心)以外之一般構造物火災滅火為主。

(二)、行政院第二次審查會議審查結論

1. 審查結論

序號	審查結論
301	核安總體檢報告除了應嚴謹地調查目前核安的實際情形外，針對可能潛在的核安風險，必須就技術、預算、設備等可能面對的限制條件綜合考量，研擬具體可行之因應措施，並進而提出相關之政策建議方案。
303	原能會與台電在部分核安管制議題上立場不同，更能凸顯管制機關原能會的監督功能；惟仍請原能會及台電公司就各項核安資訊及應採行之改善措施，加強聯繫及溝通。
304	有關將核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 一節，是否確實可行，宜再進一步審慎評估，並應說明評估之因素及最終決定之依據。
305	請台電公司評估核一、二廠因應大屯火山爆發時火山灰堆積的影響，分析可以承受的堆積深度並研議因應措施。
306	本報告重點在於從日本福島電廠事故的經驗發掘核電廠須加強之處，並經強化後確保我國不會發生類似福島電廠之事故。請原能會在報告中加強說明總體檢的目標及範圍，並參照最新之核安國際規範及技術發展，充實及強化總體檢報告內容。
308	請原能會督導台電公司在電廠增設地震儀，並對外界說明以往核電廠於實際地震時量測之結果；另請原能會督導台電公司將海嘯分析納入核四廠終期安全分析報告（FSAR）中。
309	歷史上重大核子事故大都因人員的操作或管理問題而引起，請原能會務必督導台電公司提升人員的操作及管理績效。
311	總體檢報告中下列用語及內容請再檢討修正：1.耐震“係數”之評估與提升，改為採用耐震“能力”之評估與提升；2.有關技術之用辭，應力求能精準表達技術要項；3.考量危害度分析的可能影響，對安全停機地震（SSE）須保留彈性；4.對於核電廠因應地震之設計（Design）及能量(Capacity)須加以釐清，以避免外界誤解。
313	請原能會督導台電公司，預為設想及推估可能造成核安問題之海嘯發生情境及機率，針對各項情境研擬可能之因應措施，並綜合考量成本及技術等因素，俾決定最終之方案。
315	請原能會參照委員口頭意見及書面意見(詳如後附)，檢討修正第一階段評估報告之內容，並將修正後報告函送本院。

-

2.書面意見

序號	書面意見
402	美國 NRC 近日提出福島核事故的報告，可作為我們的參考、討論。
405	核安全是人員與管理的問題。應隨時做模擬演練。對核安全應做全體考量（地震，水災，火災，暴力，etc.）。
407	核安總體檢是一個非常專業且複雜的討論，但如何讓社會民眾經由此嚴謹的安檢過程，了解相關單位對核安要求的嚴格，以減除民眾對核能的不安，增加社會的對核能的接受度，也是非常重要的結果。建議邀請未來對此事務相關的發言人或相關單位專家參與列席。
408	專業上的討論仍需轉化成使人民“安心”的政策，例如 0.3g、0.4g 等數字，一般人無法瞭解，但實際量測的數據或許可增加一般人的感受。此外，若能 benchmark 國際上的數字，也可增加國人的安心。美國能源部部長朱棣文曾在 CNN 上接受訪問時，有一些溝通表達的方式可以參考，甚或可專程請益。
409	報告中提及耐震係數（例如 P.54 表 6-6），意義不夠明確，容易產生誤解，相關名詞可用耐震能力、耐震性能等。而核一廠耐震設計基準地震由 0.3g 提升至 0.4g 影響深遠，相關說明要更清晰周到，應考量新的地震危害評估結果的可能變化（避免說死，保持彈性）。
410	關於日本柏崎刈羽電廠在 2007 年新潟地震後，將其安全停機加速度值提升至 1000gal（P.40），與電廠耐震設計基準 SSE 之關係為何？是否不同？（RLE，Review Level Earthquake？）應加以說明；如果相同，亦應說明為何其值高出我國核能電廠 SSE 值之理由。
411	本報告對福島事件之說明有助於委員對事件經歷的瞭解。
412	行政院核定的是「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢」，但本報告係針對「因應日本福島電廠事故」之體檢，兩者有相當差距，建議就本報告的 scope 下定義。
413	核電廠出工安問題都源自於冷卻系統無法運轉或無法正常運轉。目前針對福島事件皆屬動力系統及供水系統的檢討，但若有些冷卻水系統在試俥期間沒做過試運轉（因該等系統僅在非常事件時才啟動），是否應列入本次體檢的對象？

(三)、行政院第三次審查會議審查結論

1. 審查結論

序號	審查結論

-

501	國科會所提「潛在大規模地震引發海嘯對核電廠之影響」報告，應針對各種預想情境的參數或標準明確定義，對於如何計算推估出地震可能引發之海嘯高度，亦宜進一步說明。另該報告目前係 2 維模擬資料，請國科會在下一階段 3 維海嘯分析中納入海浪波長、動力效應、近岸海底精細地形（例如考量南灣海灣地形之海嘯靈敏度分析，以了解核三廠分析結果的合理性）等因素，並考慮增加針對包括歷史海嘯、火山群、海底山崩等非地震斷層之海嘯分析。
502	請原能會釐清美、日在核電耐震設計基準之地震定義及相關設計要求；另請原能會督促臺電公司務必確實調查及掌握各核電廠所在之海、陸域斷層現況，並追蹤海嘯分析中地震規模的影響，俾據以研擬因應措施。
509	請原能會在報告中加強摘要之內容，使摘要內容能具體呈現總體檢的執行重點與結論，同時建議修訂總體檢報告內容使其更平實易懂。
510	針對原能會於報告附錄中所提政府組織再造後，核能安全管制專責機關將調整為三級機關，於協調相關部會時恐力有未逮一節，政府有責任提供民眾最完善的核能安全保障，行政院將視組織改造之進程及結果，適時檢討強化跨部會之核能安全因應機制。
511	原能會所提之核電廠第一階段安全評估報告，業參酌前二次審查會議結論檢討修正，本案報告內容原則上尊重原能會之專業與權責。感謝各位審查委員費心審查，並請原能會參酌本次會議委員口頭及書面意見（詳如後附）修正報告部分內容後函送本院，再由本院幕僚單位據以簽復該會。

2.書面意見

序號	書面意見
601	國科會「潛在大規模地震引發海嘯之核電廠之影響」僅為 2 維模擬，3 維模擬套入精密之近海岸海底地形資料後，可能對溯高會有重大改變，宜先防範，並對海溝型地震源以外之海嘯多作瞭解。
602	核能電廠附近之斷層性質宜多作深入研究，例如山腳斷層向北延伸及恆春斷層之南、北延伸之長度及類型均應儘速設法瞭解，有助於判斷可能產生地震之規模。
604	中華民國危機應變處理模式如何？如果發生類似日本福島事故，我們能處理的更好嗎？
607	國科會海嘯模擬：此項模擬計劃，十分重要，國科會應大力支持。但海嘯模擬是一個非常複雜的系統，本模擬結果與實際的情況可能與實際差異有落差，不宜納入本總體檢的報告。

-

610	報告第 54 頁關於日本運轉中電廠之設計基準地表運動(DBGM，亦即 Ss)，提及『日本新審查指引 Ss 之定義與美國安全停機地震(Safe Shutdown Earthquake, SSE)類似，目的均係確認安全系統能發揮作用並將機組安全停機之地震設計值』。關於美、日在核能耐震設計基準地震定義及相關設計性能要求仍需進一步釐清。未釐清之前，本報告用詞宜保留彈性。 說明：日本 2006 年審查指引中對一級(S 級)結構之性能要求規定，在遭遇 Ss 地震下，允許結構降服，進入非彈性階段(指針第 7 節 Load Combination and Allowable Limit；陳宜彬處長「訪問日本核能地震安全相關機構及東京電力公司柏崎刈羽核電廠」報告第 6 頁)；而美國核能法規及相關設計規範(NRC/RG、ACI-349、ACI-318 等)以 SSE 設計基準地震，進行彈性設計(參閱 FSAR)。換言之，美國規範要求，在 SSE 地震下，核電廠一級結構必須保持彈性，並不允許降服或進入非彈性反應。日本 Ss 及美國 SSE 地震下，均要求確認安全系統能發揮作用並將機組安全停機。 由日、美西、臺之地震環境比較，日本之地震環境較美西、臺險惡，但應不致於動輒高出一倍(柏崎刈羽核電廠之 Ss 值為 1000gal)。日本核電廠審查指針之 Ss 地震與美國核電廠 SSE 地震之差異，仍需進一步釐清。
611	報告中關於日本 311 地震規模之敘述，請將『芮氏規模』改為『規模』即可，請全文搜尋更改。 說明：學界對規模之定義很多種，媒體多誤為『芮氏規模』，為避免過於學術或錯誤，請只使用『規模』兩字，模糊涵蓋所有狀況。
612	核電廠的原罪是它必須百分之百安全，但百分之百安全的東西是極難達到的，本次福島事件發生給國人的衝擊很大，因為日本人一向做事精細，如何說明核電事件會發生於日本，不會發生於臺灣是極度困難的。但事實上福島電廠在一個廠址裝了 6 部機是規劃的一大缺失，建議在安全評估報告適當針對福島與臺灣核電廠做比較，點出其差異，讓讀者了解。
614	核三廠海嘯浪高較大，是否因其位於南灣內，而致使能量集中，建議就南灣的影響作補充說明。

(四)、台電公司之回應說明

上述三次行政院審議專家小組之審查意見，台電公司於今(101)年 1 月 6 日函送該公司之回應說明。原能會完成回應說明之書面審

查，已函復台電公司要求將重要議題納入改正行動方案(Corrective Action Program, CAP)加以列管、追蹤，並每半年提報一次執行進度書面報告。

四、第二階段報告核能管制案件要求之規劃

為反映近期主要核能國家(以美國、日本為主)、歐盟等及國際機構針對福島事件檢討之結論與建議事項，提出本會後續核能管制案件之規劃(詳如附表二)，說明相關核能管制案件的緣由、須適用之電廠以及包括執行項目及完成時間等實施要求。

核能管制案件相關完成時間(目前附表二 NTTF 建議事項的完成時間係參照 2012 年 2 月 17 日 SECY 12-0025 報告、2012 年 3 月 9 日 SRM SECY 12-0025 報告)再參照美國核管會在今(2012)年 3 月 12 日發出之命令予以修訂；龍門廠的完成時間可再視實際需要調整。原能會要求台電公司每半年提交核能管制案件之進度報告，本會得視需要變更進度報告之頻率；如核一廠之耐震能力提昇至 0.4g 案，本會要求台電公司每三個月提交進度報告，並至本會做簡報，另每個月(固定日期)以電子郵件通知執行進度狀況。

在核能管制案件達到預定完成時間前，訂定適當的里程碑及規劃之目標，該案件的各里程碑納入各廠大修後機組起動之審查項目。在核能管制案件到達預定完成時間，以各廠最近一次大修後機組起動審查，確認此核能管制案件符合結案之標準，否則，將視為無法通過總體檢之要求(屬情節重大)，將命令該廠停止現場作業、運轉、廢止其執照或限載運轉。**核能電廠申請運轉執照的發照/更新，必須完成福島事故後強化措施之管制案件，才能滿足申請執照之基本條件。**

由於核能安全防護不得有空窗期或例外情況，即不應在電廠即將

除役或電廠無法延役之考量而不執行;但目前因應福島事故相關管制要求將有大規模之資本投資,請台電公司事先針對即將除役或無法延役之電廠考量成本效益為最適化之做法;**台電公司如因技術或經濟因素，無法提出具體規劃(含實施做法之評估)及合理期程，原能會應令其限期改善或採行其他必要措施；其情節重大、未於期限內改善或採行必要措施者,得命其停止現場作業、運轉、廢止其執照或限載運轉**。

在第二階段安全評估(即總檢討)報告規劃之核能管制案件的實施內容及細節請參考本報告之附錄五，主要項目包括如下：

(一) 重新評估地震、水災廠外危害

(二) 地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘

(三) 電廠全黑之管制措施提昇

(四) 實施 NEI 06-12、強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護

(五) 具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計及可靠性

(六) 用過燃料池儀器之強化

(七) 強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs

(八) 緊急計畫之管制措施在人力及通訊能力之提昇(此管制案件由本會核能技術處列管追蹤，不列在本附錄附表二)

(九) 緊急應變場所功能之提昇(此管制案件由本會核能技術處列管追蹤，不列在本附錄附表二)

(十) 重新評估其他(地震、水災之外)廠外危害

(十一)用過燃料池補水能力之強化

(十二)緊急計畫相關管制措施

(十三)每 10 年確認地震、水災危害

(十四)強化預防或減緩由地震導致火災及水災之能力

(十五)對其他圍阻體設計評估強化排氣系統的需求

-

(十六)在圍阻體或其他廠房內氫氣控制及救援

(十七)強化長期全黑及多機組事件的緊急應變

(十八) ERDS 能力

(十九)長期廠區全黑及多機組事件額外的緊急計畫重點

(二十)決策架構、輻射監測及大眾教育建立緊急計畫主題

其中，第(一)項至第(七)項及相關管制要求已列在附表二對各核能管制案件依據議題、案由說明、適用電廠及實施要求，分別說明該案件之技術要求及實施內容及完成期限(請參考本報告附錄五.9 美國核管會因應近期專案小組報告之後續對策)。除「完成免震重要棟(修訂為緊急應變場所)之規劃評估」及「緊急計畫之管制措施在人力及通訊能力之提昇」兩項目，規劃為本會核技處之業管項目，在總檢討報告(定稿版)已移出附錄八。上述第(一)項至第(七)項由於特定核管案件有多項子項導致複雜度甚高，亦不利於管控、追蹤之作業，爰修訂總檢討報告(定稿版)附錄八之附表二有關核管案件，包括核一廠提昇耐震設計至 0.4g 案為以下十五項。

(1) NTTF 建議事項 2.1－重新評估地震、水災廠外危害，另包括完成耐震餘裕檢討及精進子項。

(2) 地震、海嘯危害模擬及情境模擬。

(3) 建造海堤、鋼筋混凝土擋牆、或水密性之防海嘯能力提昇。

(4) 非耐震一級 TSC 結構之耐震強化。

(5) NTTF 建議事項 2.3－地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘。

(6) NTTF 建議事項 4.1－電廠全黑之管制措施提昇。

(7) 限制第五部柴油發電機之備用。

(8) 強化核電廠因應電廠全黑能力至 24 小時－另包括強化電池組容量至 24 小時及強化核電廠因應能力時間至 24 小時兩子項。

-

(9) 新增設置氣冷式柴油發電機。

(10)新增設置第二套最終熱沉。

(11)NTTF 建議事項 4.2 強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護－另包括實施 NEI 06-12 子項。

(12)NTTF 建議事項 5.1 具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計及可靠性－另包括核一、二、三廠及龍門廠參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國等)過濾排氣功能執行之規劃評估子項。

(13)NTTF 建議事項 7.1－用過燃料池儀器之強化。

(14)NTTF 建議事項 8－強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs。

(15)檢討運轉中電廠採用相同耐震能力(設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g)之後續補強作業規劃與評估。

台電公司得提出經本會審查接受並能符合本會核管案件要求為相當功能之替代方案。**原能會考量日本電廠在福島事件後之經驗回饋，以及在國際間評價為優良實務之做法或應變措施，且對國內核能電廠運轉及安全防護有實際助益之項目，在**附表**二實施要求中以粗體標示這一類項目**，未標示者原則上將要求台電公司參照美國核管會因應福島事故建議事項之命令、10 CFR 50.54 (f)函(相關文件網址加註方式列出)或預先公告立法草案(Advanced notice of proposed rulemaking, ANPR)之做法執行。原能會要求台電公司將福島事故相關核能管制案件及相關注意改進事項列入改正行動方案(CAP)加以列管。

在第(十)項至第(二十)項及經 ACRS 提出或其他可能之議題，原能會將持續追蹤美國核管會在因應福島事故 Tier 2、Tier 3 之建議事項，瞭解相關技術內涵及要求，視適當時機採核能管制案件要求台電公司

實施。

101 年 5 月 8 日經濟部林聖忠政務次長，率同國營會及台電公司人員，拜會本會蔡主任委員就附表二總體檢有關核能管制案件的六項(其中核一廠提昇耐震基準案已立案，亦在附表二列出)進行協調，台電公司提供協調資料說明如表 2。

進行協調時本會重申台電公司不得歸咎於技術或經濟因素，而無法提出具體規劃(含實施做法之評估)及合理期程。以下逐項分別說明待協調事項之內容，除「核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g」項(本項已在近期檢討議題項目要求列為管制案件)外，均更新相關內容及結論至附表二核能管制案件。

(一) 核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g

本案依據 100 年 3 月 17 日第 3238 次行政院會議決議「原能會應將所有核能電廠的地震設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g，祛除民眾疑慮」(案號：A00962)之要求，將核一廠之耐震基準由原設計之 0.3g 提升為 0.4g，於 100 年 4 月 19 日經行政院核定納入本會「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」。本會於 100 年 7 月 6 日之 100 年第 1 次核管會議、100 年 8 月 31 日本案之說明會，並於 100 年 10 月 28 日規劃報告審查會之會議紀錄：同意本案目前採 NRC USI-A-46 方法進行評估，惟未來應視「耐震精進作業方案」執行成果，重新確認核一廠耐震設計基準值後，台電公司即應全面重新檢討核一廠設計基準之提升與後續補強作為。

國際間類似個案做法之說明：

(1)美國：要求設計地震強度至少在 0.1g 以上。

(2)韓國：改善安全停機系統的耐震能力，提昇至與進步型核電廠之設計地震強度(0.3g)相同，以因應超過設計基準之地震(此要求適用

-

所有電廠)。

本協調事項之結果，台電公司在 103 年 6 月依原規劃辦理完成。

(二) 核一廠安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管

本案要求核一廠依據 NTTF 報告 Tier 1 建議事項 5.1，完成安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管；核二廠、核三廠、龍門廠要求在美國 Tier 3 建議事項尚未明確要求前，參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國)電廠過濾排氣功能提出規劃評估。本案如美國核管會 Tier 1、Tier 3 均不做要求增設具過濾之圍阻體排氣功能，惟因本案對圍阻體完整性及緊急計劃區域之控制均甚有助益，考量我國與歐盟國家在核電廠週邊同樣有人口稠密之特性，將要求台電公司參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國等)之過濾排氣功能執行。

國際間類似個案做法之說明：

(1)瑞典：在 1980 年代基於三哩島事故的經驗回饋，已安裝具過濾(除污因素，DF 至少 1000)功能的圍阻體排氣系統，被動式設計在初期的 8 小時無運轉員操作。

(2)瑞士：在 1993 年提出圍阻體排氣指引(定案版)，防震一級之要求，日本福島事故後全面重新檢查。

(3)歐盟：除瑞典、瑞士外，德國及法國皆已設置。

(4)韓國：裝設具過濾能力的排氣系統或能對圍阻體建築物降壓的設施(此要求適用所有電廠)。

(5)日本：NISA 新頒 30 項安全標準之一。

本協調事項之結果，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃，本會將訂定適當的里程碑及規劃之目標。

(三) 增設置生水池(深水井)

考量新增設置生水池(深水井)提供長期冷卻的水源，新增設深水井方式提供較佳水質之固定式第二套(為緊急海水泵熱沉之後備，因應海水泵共因失效之情境)最終熱沉，包括設備位置及相關設施規劃之細節，核三廠已將深水井能力列入斷然處置措施。

國際間類似個案做法之說明：

(1)歐盟：一些國家採深水井或冷卻水塔提供緊急海水泵熱沉之後備，強化因應海水泵共因失效情境之措施。

本協調事項之結果，台電公司須依廠址特性提出深水井水質、水量之可行性評估或冷卻水塔規劃，先就核三廠提出由現有深水井改善為固定式第二套最終熱沉規劃方案。依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃。

(四) 建造大型海嘯鋼筋混凝土擋牆

原能會要求台電公司須依據美國相關法規規範以新技術重新分析海嘯危害，並依重新分析之結果考量強化設計及因應超過設計基準(依設計基準水位提高 6 公尺築混凝土海嘯擋牆或為水密性)之防範海嘯能力。在海嘯高度採新技術、新事證完成重新評估(USNRC NTTF 建議事項 2.1)後，應重新檢視海嘯擋牆或水密高度的適切性。

國科會海嘯模擬未納入火山群、海底山崩等非地震斷層之海嘯分析，在採法規規範重新評估防範海嘯能力前，僅可為台電公司參考制定因應措施之依據。

現行 FSAR 設計基準分析並未涵蓋不確定度。

參照並瞭解日本電廠之詳細做法，增設大型海嘯鋼筋混凝土擋牆(或為水密性)，以減少廠房、設備在海嘯時，受大型物體損毀或嚴重堵

-
塞之規劃評估，包括位置及相關設施規劃之細節。

國際間類似個案做法之說明：

(1)韓國：Kori 廠址的高程相對較低，擴增 Kori 廠址之海堤高度，增加高程(10 公尺)以與其他廠址相同。

(2)日本：依廠址評估值再加 9.5m（上限 15m）為基準，訂定防止淹水措施。

本協調事項之結果，本會要求依現行設計基準水位提高 6 公尺築海堤、混凝土海嘯擋牆或為水密性，確認核一、二廠影響大型車輛進出之評估，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃。

(五) 設置額外氣冷式柴油發電機

考量複合式災難導致多機組事故之情境，可能新增安全相關設備負載之要求，避免由共因失效導致喪失備援能力，原能會要求台電公司在風險評估要求中增加額外氣冷式柴油發電機效益之個案分析，並提出該額外氣冷式柴油發電機設置之規劃評估，包括設備位置及相關設施規劃之細節。新增設之柴油發電機，可採用耐震(隔震、免震)建築物之做法。

國際間類似個案做法之說明：

(1)歐盟：歐盟國家具第一線柴油發電機、第二線柴油發電機之配置。

(2)韓國：Kori 電廠(2006)、Youngkwang 電廠(2010)、Uljin 電廠(2010)已完成增設緊急柴油發電機，其他電廠廠址正在建造中。

(3)日本：大飯電廠 3、4 號機在停機(日本政府要求執行壓力測試)期間，已完成在高處增設緊急柴油發電機。

本協調事項之結果，採符合要求之現有設備(如經強化功能之氣渦輪機)提昇為耐震一級，或 CTG (Combustion/gas Turbine Generator)裝

-
置於耐震建物；符合本會審查要求之現有設備不得經開關場，須直接供電至安全相關匯流排，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃。

(六) 緊急應變場所功能提昇

各核電廠現有緊急應變場所（如技術支援中心 TSC、備用技術支援中心、作業支援中心 OSC、保健物理中心 HPC 等）因或耐震不足、或位處地下室易淹水、或未符 NUREG 0696 適居性要求等因素，恐無法於類似日本福島核災之複合型天災下正常運作，執行各項緊急應變作業。(註：美國核管會近期專案小組報告 SECY 11-0093 指出 NUREG 0696 發行時，並未納入類似福島核災之長期電廠全黑與雙機組事件等情況之考量，故有關緊急應變作業場所接受標準，NUREG 0696 只能視為必要條件之一)

各國針對福島核災檢討項目之一即包括此緊急應變場所功能之提昇，例如國際原子能總署 IAEA 福島事故真相調查專家小組報告經驗回饋第 4、5 項：要求電廠供緊急應變作業之場所（建物）應有耐震、防淹水、輻射屏蔽、獨立通風、設備充足、空間足夠、提供應變人員輻射防護與維生、重要安全參數之儀器與信號線路強化、廠內外通訊及自備柴油發電機等功能。

日本福島核災時，第一核電廠之免震重要棟，於地震與海嘯下未受嚴重破壞，維持功能，讓電廠應變人員得以執行緊急應變作業，即為本案之明顯範例。

國際間類似個案做法之說明：

(1)IAEA：建議此種強化之廠內緊急應變中心“should be provided for all major nuclear facilities with severe accident potential”(100.8.31)。

(2)韓國：強化緊急應變設施－因應超過設計基準地震、海嘯，改善

TSC、OSC 耐震能力及防淹沒能力，確保 TSC、OSC 區域及緊急電力。

(3)美國：電力公司亦不待法規修訂積極規劃因應緊急應變管制之變革，如 Davis-Besse 核電廠在 100 年 8 月已開始建造全新之強化 EOF 建築(佔地 1115 平方公尺)。

(4)日本：NISA 新頒 30 項安全標準之一(101.2.16)，日本核安委員會審查通過大飯 3、4 號機壓力測試報告(101.3.23)之要求。

本協調事項之結果，緊急應變場所之耐震能力要求，符合我國內政部營建署「建築物耐震設計規範及解說」，依本會要求或提出經本會審查接受之耐震強化替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 9 月 30 日前提出初步評估規劃。(此管制案件由本會核能技術處列管追蹤，不列在本附錄附表二)

針對現行設計基準的強化措施與檢討，在經自然(地震、水災包括海嘯等)危害重新評估，以及因應電廠全黑能力等設計基準之強化提昇，將要求台電公司採固定式、納入持照基準之方式為之，並不得以因應超過設計基準之臨時性、移動式之措施為替代；此臨時性、移動式之措施專指針對超過設計基準事故的強化措施及因應作為，如圖 1。

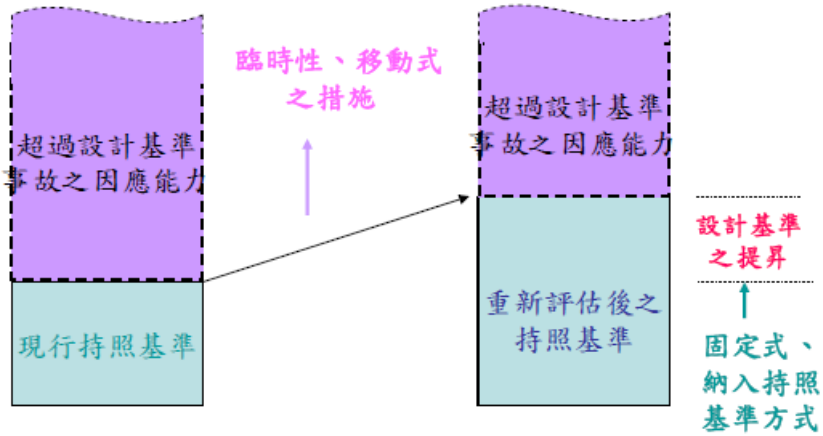


圖 1. 福島事故後提昇設計基準事故之因應措施

-

五、總檢討報告核能管制案件要求之期程

以上所述核管案件如係參照美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項者，台電公司運轉中核能電廠除自然危害再評估項(Recommendation 2.1)外，本會要求台電公司完成期程得比照美國核管會再加三個月；自然危害再評估項因本會已要求台電公司執行新事證之調查，完成期程則依據本附錄附表二之要求辦理。原能會參照國際優良實務要求之核管案件，台電公司運轉中核能電廠依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目。

本會要求台電公司興建中核能電廠，在核子燃料裝填前完成美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項要求之核管案件。原能會參照國際優良實務要求之核管案件，本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，依據行政院 101 年 8 月 3 日備查函(院臺科字第 1010041863 號)意見，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。

-

表 1. 核一、二、三廠共通性/個廠性案件結案數量統計

檢討議題	共通性		個廠性項目					
	項目	結案數	核一	結案數	核二	結案數	核三	結案數
一	10	0	12	6	8	3	8	0
二	15	0	6	2	4	1	4	0
三	8	1	3	2	3	0	4	1
四	12	3	6	4	6	3	8	1
五	15	6	-	-	4	2	3	1
六	3	0	5	3	2	1	4	0
七	5	2	3	3	1	0	3	0
八	6	0	2	0	4	2	3	0
九	5	1	7	2	7	4	8	3
十	6	0	2	1	2	0	4	0
十一	3	0	-	-	-	-	-	-
小計	88	13	46	23	41	16	49	6
佔比	-	15%	-	50%	-	39%	-	12%

註：共通性檢討議題未結案比為 85%。個廠性檢討議題核一廠未結案比為 50%，核二廠未結案比為 61%，核三廠未結案比為 88%，個廠性檢討議題加總之未結案比平均為 67%。

-

表 2.「核電廠安全總檢討報告」台電公司評估執行待協調事項

待協調事項	台電公司評估理由說明/評估費用
1. 核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g	1. 擬同意按原能會之意見辦理核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 之評估作業。本案核一廠最快可於 103.6 完成評估，後續改善之必要性，再依 SMA 及 SPRA 之結果決定後續改善作業，預計於 106.12 完成工程改善。(核一廠一號機 107.12 除役，二號機 108.7 除役)。 2. 核一廠機組斷然處置所需兩串注水路徑已經進行評估改善，目前其中之一串已可耐震達 0.5g 以上；台電公司仍持續進行耐震餘裕分析(SMA)、耐震安全度評估(SPRA)，再根據工程評估之結果，進行進一步耐震能力改善。 3. 核一廠執行評估作業，其所需之費用約 22 億元。 4. 耐震補強所需費用：濱岡電廠補強費用約 25 億台幣，IAEA 估約需 60 億台幣，美國 Diablo Canyon 補強費用約 220 億台幣。 5. 原能會要求之補強範圍，較雷同於美國 Diablo Canyon 之狀況 (初估含硬體改善費用約 200 億台幣)。
2.核一廠安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管	1. 美國核管會(NRC)針對 Mark-I/II 圍阻體(核一廠為 Mark-I)是否於 Harden Vent 上加裝排氣過濾設備，預訂 101 年 7 月明確宣佈政策方向。 2. 台電公司待 NRC 規範訂定明確後，立即進行評估。 3. 核一廠二部機裝置費用共約需 16 億元。
3.增設置生水池(深水井)	1. 以各廠各種既有及新增之多重、多樣且穩定之後備水源，作為替代選項，不另增設深水井。 2. 原能會表明因各核電廠各有地下水源不豐富、水質不良等不同困難處，不堅持一定須執行。
4.建造大型海嘯鋼筋混凝土擋牆	1. 核一、二廠改善完成後，已近除役，其實質效益偏低；以國科會分析之海嘯溯上高度 2.8、2.5 公尺之結果，尚有 8～10 公尺餘裕；目前符合原 FSAR 在最保守狀況下之假設事故設計基準，因此，擬不建造海嘯牆。 2. 核三廠以國科會分析之海嘯溯上高度 10 公尺之結果，尚有 5 公尺餘裕；而 FSAR 之分析資料則仍有 3 公尺餘裕，但為求保守起見，將就廠區範圍內建造鋼筋混凝土擋牆，將於 101.12.31 完成規劃評估。 3. 龍門廠廠區高程防海嘯溯上高度餘裕，以國科會分析之海嘯溯上高度 3.4 公尺之結果，尚有 8.6 公尺餘裕；而以 FSAR 之分析資料則仍有 4 公尺餘裕，因此，擬不建造海嘯牆。 4. 各廠海嘯牆預估費用約為，核一廠：2 億 2 千萬、核二廠：2 億、核三廠：4 億 5 千萬、龍門廠：27 億 4 千萬。
5.設置額外氣冷式柴油發電機	1. 各廠以各種既有及新增之多重緊急備用電源作為替代選項，不另外增設氣冷式柴油發電機。 2. 於廠區高處增設第二台氣冷式柴油發電機，然現有廠內高處用地需進行山坡地開挖，需進行環評/水保計畫/申請建照，則整個建置時程預估需時 8 年。若無須環評等，則建置時程約 4 年(核三廠實務經驗，雖經台電公司評估不需環評，但地方政府於水保計畫與申請建照時，仍要求需有環評)。 3. 依台電公司增設第五台柴油發電機之經驗，其預估每部柴油發電機所需金額約 10 億台幣。
6.建造免震重要棟	1. 核一、二、三廠，以現有新建之低放廢棄物貯存庫(核一廠為 2 號貯存庫、核二廠為 3 號貯存庫、核三廠為新建貯存庫，其清潔區可容納 150～300 人備勤)結構，作為於廠區高處建造免震重要棟的替代選項。核一廠同時另評估以現有廠房人員辦公室騰空，作為改裝為免震重要棟的替代選項。 2. 龍門廠配合二號機建廠進度(不作為一號機燃料初次裝填之要件)，以二號機興建中之 ACB(進出控制廠房)作為免震重要棟的替代建物。 3. 若建造免震重要棟，考量防範超過設計基準海嘯侵襲，台電公司傾向應興建於高處。然廠內高處用地進行山坡地開挖，需進行環評/水保計畫/申請建照，則整個建置期程預估需時 8.5 年。若無須環評等，則建置期程約 4.5 年。 4. 依台電工程經驗初估，一棟免震動建物含設施約需 11.2 億台幣。如以低放廢棄物貯存庫補強則約需 3.7 億元。

註：依據行政院環保署發布之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」(該標準屬正面表列)。於核電廠內興建海嘯堤、免震棟、緊急柴油發電機及廠房，並未列於該標準範圍內；台電公司將於評估開發行為之範圍後，立即正式向環保署申請是否可免辦環評。台電公司皆以「不需環評」及「需環評」進行時程評估。

-

附表一 共通性管制追蹤案及改善時間表

-

項目	一、廠區電源全部喪失(全黑)事件	預定完成期限
原能會意見	1. 要求因應廠區全黑能力之時間至少提高為 24 小時，必須針對設計基準之分析結果重新檢討，並視需要強化必要的支援系統及功能(應急之臨時性設備不應納入提供相關分析之效益)，並針對反應爐、用過燃料池之冷卻及圍阻體完整性，評估建立長期喪失所有交流電源 72 小時因應能力所需要之設備、程序書及訓練	101.06.30 (後續追蹤)
	2. 針對上項廠區全黑因應能力時間之要求，納入電廠現狀為相符及一致性的檢討，執行 FSAR 相關內容之檢視與重新評估，採用最新(state-of-the-art)分析技術執行因應廠區全黑重新評估報告；本會將再視美國對法規修訂的要求執行後續更新	101.03.31 (後續追蹤)
	3. 針對超過現行廠區全黑法規之要求，評估以外援(如地方政府或國家資源)能介入的時間為考量的範圍，研議台電公司各核電廠能因應延長至超過設計基準期長的廠區全黑，以協調地方政府或建議國家資源投入的需求。 (1)考量並區別為地震、天候、電網、開關場、電廠本身等問題所導致之廠區全黑，檢討上項 FSAR 相關內容所有設備在現行能力可運作期長，評估如第二、第三水源須手動操作或動力等額外措施，須考量能因應延長至超過設計基準期長的廠區全黑 (2)建立須因應廠區全黑期長的不同階段，針對爐心救援、圍阻體完整性包括隔離、氫氣偵測、控制、排氣等不同功能，所需設備包括其支援設備及容量之清冊，納入或增設適當的程序書及運轉人員之訓練	101.03.31 (後續追蹤)
	4. 要求機組於大修或停機時仍需維持兩部備用之緊急柴油發電機可用，故第五部柴油發電機僅為大修或停機機組而不得為運轉中機組之備用	101.06.30 (後續追蹤)

-

	5. 增設移動式之發電機、電源車、電池充電器、電池組、空壓機等，供應廠房設備之供應接頭位置，要求之設備容量、所需燃油儲量等，須納入所有新增規劃供應設備總需求之考量；對新增電氣設備之貯置，要求在地震/海嘯危害時不會同時損傷，並達到在廠區內異地儘速備援之能力	101.06.30 (後續追蹤)
	6. 第 5 台氣冷式柴油發電機同時提供兩部機電源須事先妥為規劃供應之負載	101.03.31 (後續追蹤)

-

項目	二、廠房/廠區水災事件及防海嘯能力	預定完成期限
原能會意見	1. 廠區排水/排洪設計基準須納入近年來氣候變異現象之考量，重新檢討並評估 FSAR 相關設計基準內容的適切性，並視檢討結果判斷修訂或更新之要求，以強化電廠因應氣候變異的能力，要求每 10 年重新執行評估與確認，如有發現新事證須立即執行評估與確認	100.9.30 (後續追蹤)
	2. 檢討可能導致廠區廠房水災之來源，如乾華溪、龍鸞潭(確證 FSAR 指出在廠址與龍鑾潭間地形為自然隆起，經歷多年後地形地貌仍未有更迭)等；針對廠區的洪水氾濫或淹水，確認可能的流徑或改道的方向，以及可能的水深，對可能遭受威脅的廠房，現場履勘以確認該廠房有足夠的水災防護	100.12.31 (後續追蹤)
	3. 全面檢討確認廠區範圍內高程，以釐清地勢低窪位置或區域，針對該位置或區域建立適切之排洪或排水之能力	100.12.31 (後續追蹤)
	4. 確認廠房廠區內排水渠道暗管之暢通，並須確認該排水通道由外往廠房內回淹可能性及因應措施	100.9.30 (後續追蹤)
	5. 繪製廠區廠房易遭淹沒區域的圖面，事先規劃排洪做法；增列廠區廠房的防洪圖面，強化廠區廠房排洪能力，包括防水門、井欄等設備及設計值，另建立廠區廠房各排放流徑及排放能力之列表，全面檢視驗證相關能力之適切性	100.12.31 (後續追蹤)
	6. 在海水泵的設備廠房包括汲水渠道入口結構物，參照日本電廠做法，增設大型海嘯鋼筋混凝土擋牆	100.12.31 完成規劃(後續追蹤)
	7. 規劃在地面層以下安全重要設備之支援系統，包括儲油槽及附屬設備管線耐海嘯及防水災能力	100.12.31 (後續追蹤)
	8. 安全重要設備包括柴油發電機、電池組、電池充電器、4kV 開關箱室、第 5 部氣冷式柴油發電機以及泵等重要設備及相關支援系統防火門、防水門提升至水密門等級	101.12.31
	9. 參照國科會研究結果，重新檢討海嘯設計基準；台電公司防海嘯小組儘速完成並提出評估結果，另參考美、日最新海嘯法規，重新檢討並評估 FSAR 相關設計基準內容的適切性，並視檢討結果判斷修訂或更新之要求，以強化電廠因應海嘯衝擊的能力	100.12.31 (後續追蹤)
	10. 增設廠區附近土石流監視、預警、防災、減災之機制；包括電廠應考量廠區附近山坡土石流產生的可能及其堵塞排水通道所引發之廠區水災，因此廠區附近山坡應增加順向坡/逆向坡之檢討並將相關機制納入程序書	100.9.30 (後續追蹤)

-

	11.核一廠廠房地面高程新量測結果較原設計高程約低 1 公尺，台電公司應於限期內完成後續改善規劃	100.9.30 (後續追蹤)

-

項目	三、用過燃料池完整性及冷卻能力	預定完成期限
原能會意見	1. 要求台電公司採用最新分析技術(如 CFD 程式)執行用過燃料池缺乏冷卻及全爐心退出時的溫升評估	100.12.31 (後續追蹤)
	2. 要求檢討並調整用過燃料池中用過燃料之排列方式；針對新退出要回填與不再回填用過燃料(包括可留空的位置)為最適化的排列安置，考量採用全爐心燃料退出、非全爐心燃料退出及延遲由爐心退出燃料之規劃	100.12.31 (後續追蹤)
	3. 分析計算須納入不再回填爐心用過燃料將持續增加之長期規劃	配合第 1 項時程 (後續追蹤)
	4. 針對用過燃料池或廠房嚴重受損，考量燃料池適當強化之噴灑系統(低壓，提供經上述分析評估為適當之流量)之實施	101.07.31
	5. 增加用過燃料池適當強化之補水/灑水系統，並能涵蓋不同情況下之補水/噴灑水經計算分析之最高需求容量	101.07.31
	6. 評估強化用過燃料池補水能力及監控儀器之規劃，包括(a)以安全相關儀器提供主控制室監控用過燃料池之重要參數(水位、溫度、輻射)，(b)採安全相關電源供應用過燃料池補水系統，(c)修改運轉規範要求有用過燃料在池中時，有一串廠內緊急電源為可供電予用過燃料池補水系統及儀器，(d)設置耐震之噴灑方法注水進入用過燃料池	101.07.31
	7. 相關措施須納入廠房嚴重受損或高輻射限制進出區域之考量，即現場作業人員可能曝露於高劑量輻射環境，應區分作業現場為可接近或不可接近兩種狀況，並就不同之情境，評估各因應措施之可行性	101.07.31
	8. 建立相關程序書執行定期維護作業，以確保吊車基座銲道及用過燃料池之完整性，並定期檢視追蹤	100.6.30 (後續追蹤)

-

項目	四、熱移除及最終熱沉能力	預定完成期限
原能會意見	1. 考量低壓、重力或臨時性補水設備之可用性，故在嚴重事故下須檢討緊急洩壓執行的時機	100.6.30 (後續追蹤)
	2. 採臨時性設備提供熱移除能力須評估在不同機組情況下(如注水水頭、動力源等)之適用性，並須評估潛在之負面效應，針對多個後備水源須考量其各別所需供應時間對整體救援之影響	100.6.30 (後續追蹤)
	3. 考量原有系統組件具相同功能之耐震能力提升，對備品(尤其大型泵、設備等)置入可用所需機械、修護、卡車操作等人員操作所需時間亦納入考量	101.12.31
	4.提升防海嘯設施(如閘門等)之耐震能力，並考量現有備援設備(如核三蒸汽產生器及週邊設施)耐震性是否高於進水口結構並視需要補強	100.6.30 (後續追蹤)
	5. 進水口雜物清理所需之車輛及設備之停放地點，應考量是否受海嘯影響。須事先評估外援(如縣市消防車)置入可用的人員指引及所需時間，電廠所需大型機具及人力等外援，應先行協調、規劃並納入相關程序書	100.6.30 (後續追蹤)
	6. 提高各廠緊要海水系統廠房重要設備之防水設計及水密性；在增設大型鋼筋混凝土海嘯擋牆，須再納入可減少受大型物體損毀或嚴重堵塞之檢討	100.12.31 (後續追蹤)
	7. 考量不同水源之供應，須納入各種水源供應所需操作時間，以為提供注水、灌水規劃之考量	100.6.30 (後續追蹤)
	8. 非海水之熱沉如以重力為動力方式須考量緊急降壓之需求，如為廠區外之供水水源須事先協調並提出規劃、執行方案	100.9.30 (後續追蹤)
	9. 要求補強生水池結構及管路明管化等之耐震能力。在生水池槽體完成改善為安全等級前，須檢視池槽體受損水流的可能路徑，並預先規劃排除對廠房廠區重要設備淹水影響	101.12.31
	10.強化緊要海水泵室在機組間的實體分隔性；包括核一廠 ESW、核二廠 ECW、核三廠 NSCW 系統在機組間、串間的實體分隔性，以提升安全相關系統、組件、結構物的重複冗餘性及結構保護性	100.12.31 (後續追蹤)
	11.核二廠 ECW 泵室未符合防海嘯高程要求完成後續改善措施	已完成
	12.要求核一廠檢視氫氣排放路徑並提出強化之因應措施	100.12.31 (後續追蹤)
	13.要求針對美國在嚴重事故現象的研究，持續追蹤了解圍阻體內氫氣及其他可能導致圍阻體失效的物理現象	100.12.31 (後續追蹤)

-

項目	五、事故處理程序與訓練	預定完成期限
原能會意見	1. 電廠大致在年底前能有初步之改善(如新購置移動電源)作為，須立即針對完成初步改善前的空窗期建立相關因應暫行措施，如檢討以現有蒸汽泵設施之直流電源最大化供應時間之暫行程序(另包括反應爐壓力控制、爐心圍阻體氫氣控制及壓力控制功能)	100.6.30(後續追蹤)
	2. 總體檢所新增之設備/操作須檢討納入程序書或指引	100.6.30(後續追蹤)
	3. 原有程序書、嚴重事故處理(SAG)指引須再檢討實務上之可行性，納入新增之考量，並監視相關措施之可用時間	100.6.30(後續追蹤)
	4. 檢討現行 SAG 指引能適用於雙機組事故並視需要考量精進為程序書	100.6.30(後續追蹤)
	5. 用過燃料池喪失冷卻、圍阻體壓力及氫氣控制等包括相關嚴重事故之物理現象，均須納入運轉員訓練項目	100.12.31(後續追蹤)
	6. 消防救災相互支援協定、兵警力支援協定書及總處支援合約應儘速制定，釐清並確認相關合約/協定的優先度，並須確認合約/協定及納入程序書之內容適切性、具體明確	已完成
	7. 須考量極少數特殊專業人員之陪同輻防人員資源建冊列管，並納入第(十一)1 項人力檢討，相關輻防衣物、配章及劑量警報器適當數量備便	100.6.30(後續追蹤)
	8. 在平時、廠內或緊急應變計畫演習，須考量適當納入相關合約/協定支援要求的執行，並納入參與演訓人員的意見回饋	已完成
	9. 考量納入國內技術支援團隊配合或納入與國外機構簽訂協助處理事故之合約或協定之可行性、具體明確	100.9.30(後續追蹤)
	10.內政部消防、警方人力或國軍須考量進入高輻射區規劃之協議/合約，並落實在電廠程序書	已完成
	11.各要求事項都要評估人力需求並檢討，再彙整所有人力需求於要求事項(十一)、1	100.6.30(後續追蹤)
	12.程序書未經編組廠外支援搶救人員，須修訂程序書	100.6.30(後續追蹤)
	13.要求訂定計畫防止在緊急情況下產生之氫氣大量積存於反應器廠房等處	100.12.31(後續追蹤)
	14.要求臨時性救援規劃須納入電廠程序書，搭配電廠圖面做執行之說明，列出欲操作設備之位置、進出該設備之通路以及所需之工具，相關規劃須納入環境惡化之替代考量	100.12.31(後續追蹤)

-

-

項目	六、機組斷然處置程序之建立	預定完成期限
原能會意見	1. 增列斷然處置定義及執行時機；包括斷然處置之定義(執行作業將廢棄該反應爐)、通報標準(如爐心、或圍阻體狀況)、通報對象等程序均須納入探討	100.9.30 (後續追蹤)
	2. 增列決定斷然處置後，後續之因應策略與監控措施；包括後續因應須另納入圍阻體狀況、輻射外釋情況之監控，並須考量電廠現有系統、設備為不可用之備援能力	100.9.30 (後續追蹤)
	3. 修訂意見之要求如本附錄第四章「第一階段報告後續要求之規劃」之第 3 項「重新檢討斷然處置措施之完整性與人員訓練」說明	100.9.30 (後續追蹤)

-

項目	七、一/二號機組相互支援	預定完成期限
原能會意見	1. 此類兩機組間相互支援之考量均須事先研究、瞭解，以掌握其對現行正常運轉、緊急救援及嚴重事故操作等考量，及其對任一機組安全上之潛在負面衝擊	100.6.30 (後續追蹤)
	2. 電氣連鎖之解除須依相關設計修改若涉及安全系統設計變更，影響原有之正常運轉功能，或衍生其它未經分析之安全議題，應依相關法令規定辦理	100.6.30 (後續追蹤)
	3. 發生異常、緊急事件下(尤其在非上班時間)須檢討人員編制(包括特殊車輛、器械操作人員等)的適切性，並納入要求陳報項目(十一)1.檢討	100.6.30 (後續追蹤)
	4. 須評估並提出緊急應變人力可因應短時間之期長	100.6.30 (後續追蹤)
	5. 提出並確認兩機組間對安全為重要之差異	100.6.30 (後續追蹤)

-

項目	八、複合式災難事件	預定完成期限
原能會意見	1. 要求增加強震後執行現場查證或檢查之方式，確認緩減事故後果之重要設備，在地震等複合式災難下未損及原有功能，並釐清可能存在之弱點；包括事先釐清在地震事件下破斷管淹水或水噴灑，可能導致在地震下未受損之設備水損無法發揮功能；或在地震下因油槽或潤滑油等引起火災，可能導致在地震未受損之設備火損無法發揮功能；或海嘯引起廠房水災，可能導致在地震未受損之設備水損無法發揮功能(重新評估美國 GSI-172)	100.12.31 (後續追蹤)
	2. 確認並釐清防火門、穿越孔填封的防水或水密能力	100.12.31 (後續追蹤)
	3. 須針對相關救援設備釐清在地震及餘震下劣化、斷裂無法發揮功能，或者地震下如消防系統誤動作(或注水系統誤隔離)導致相關救援設備無法發揮功能；消防系統(CO2)在地震及餘震下誤動作影響人員救援之考量	100.6.30 (後續追蹤)
	4. 檢討大型設備(如吊車)在地震事故下或爆炸事件下墜落，對廠房、圍阻體、用過燃料池等結構完整性之影響須審慎評估並提出分析結果	100.12.31 (後續追蹤)
	5. 檢討目前廠內資源(包括人力、物料及備料數量)在不同嚴重事故、超過設計基準及複合型事故下能獨自因應之期長；釐清並事先提出須由外部協議/合約所提供的物資、機具	100.9.30 (後續追蹤)
	6. 要求現行風險評估模式納入複合式災難之交互作用、隨機失效及共因失效等，檢視風險序列分析結果並驗證福島事件，以強化機組人員對事故情境之瞭解與掌握，在風險評估要求中增加額外氣冷式柴油發電機效益之個案分析	100.12.31 (後續追蹤)

-

項目	九、超過設計基準事故	預定完成期限
原能會意見	1. 要求強化主控制室、技術支援中心(TSC)、備用 TSC 等，在廠區全黑事故下儀控系統交直流電源容量，供運轉人員在廠區全黑事故下須掌握機組狀況；主控制室人員除掌握機組狀況外，尚須釐清包括主控制室、TSC、備用 TSC 等相關人員主導、協助或執行的工作	100.12.31 (後續追蹤)
	2. 要求規劃強化主控制室包括包括 TSC/備用 TSC 及內部設備之耐震能力；包括廠用電腦、流程電腦、及 SPDS 等耐震等級之需求，在安全相關控制系統數位化後，並須考量商用級相關產品在主控制室(包括 TSC、備用 TSC)的相關設備耐震等級之要求	100.12.31 (後續追蹤)
	3. 檢討主控制室(包括 TSC、備用 TSC)人員配置之適切性，一位值班經理在因應該廠雙機組事故下的適切性；考量增加簡易支持設施供運轉人員在強震下持握	100.6.30 (後續追蹤)
	4. 要求將核一廠地震設計基準值由 0.3g 強化為至少 0.4g 之後續補強作業規劃	100.8.31 (後續追蹤)
	5. 參照海陸域地質補充調查及地震危害度分析，規劃後續補強作業；要求必須針對地震設計基準之分析重新檢討，並每 10 年重新執行評估與確認，如有發現斷層之新事證等新資訊須立即執行評估與確認	102.4.30

-

項目	十、設備/設施完備性及備品儲備	預定完成期限
原能會意見	1. 考量 TSC、備用 TSC 在耐震性能強化的規劃	100.12.31 (後續追蹤)
	2. 備品存放位置、高程、耐震性等須妥適規劃，以避免單一天災之共因受損	100.6.30 (後續追蹤)
	3. 參考日本做法，規劃增建兩機組共用之耐震級緊要 TSC，該建築除有高耐震等級外，並有柴油發電機、爐心圍阻體儀控參數資訊、輻射屏蔽及維生物資等之評估	100.12.31 (後續追蹤)
	4. 澄清各廠硼砂、天然硼酸存量之適切性，須考量包括用過燃料池之需求，以及在核事故長期補水下因稀釋效應的損耗；確認硼砂、天然硼酸對避免燃料重新臨界之效益為相當；並須重新檢討各廠僅購置需求量半數做法之適切性；另因各廠規劃購置數量差距甚大(如核一、核二兩廠存量才能支援核四之需)，須再檢討互相支援能力之適切性	100.6.30 (後續追蹤)
	5. 持續追蹤並瞭解福島核災後續處理復原資源的特性(如水玻璃、機器人等)，納入經驗回饋並可為預先準備之規劃方向	101.06.30 (後續追蹤)
	6. 核三部份與核一、二寫法不一致，建請台電公司應統一格式；請考量添購足夠之輻射屏蔽設備(如鉛衣)供救災人員使用並研定使用時機	100.6.30 (後續追蹤)

-

項目	十一、精進人力/組織運作及強化核能安全文化	預定完成期限
原能會意見	1. 國際原子能總署的基本安全規則、NEI 09-07「促進優良的核安文化」(修訂版)要求為台電公司執行安全文化參考之依據	100.12.31 (後續追蹤)
	2. 各要求事項都要評估並檢討人力需求，再彙整所有人力需求於此項，消防班人力在設備增加後須納入複合式災難下之需求	100.12.31 (後續追蹤)
	3. 要求台電公司瞭解並比對國際核能業界安全文化之作法，據以為精進方案強化之基礎	100.9.30 (後續追蹤)

-

附表二 核能管制案件

-

核能管制案件實施說明表(1/15)

編號	XX-JLD-10101, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**NTTF 建議事項 2.1－重新評估地震、水災廠外危害**
案由說明	原能會在核管案件中要求台電公司參照美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 方法論執行自然危害(地震、水災包括海嘯)的重新評估(請參照附錄五說明)，原能會並將依據美國核管會標準審查規範(SRP)及審查指引(RG)組成審查小組，執行台電公司核能電廠自然危害分析及評估結果之審查。 原能會要求台電公司依美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 採用現行要求與指引重新評估地震、水災(包括海嘯)廠外的危害，視需要更新設計基準，提供對安全重要 SSC(包括最終熱沉系統)防護該更新之危害。 地震、水災(包括海嘯)廠外的危害，採用現今的導則與方法論重新評估，其他廠外危害包括設計基準颱風、豪雨(與廠房屋頂排水有關)、環境設計溫度、最終熱沉設計基準。(除地震、水災(包括海嘯)外其他廠外危害已在 SECY 12-0025 歸類為 Tier 2 新增的建議事項) 台電公司原承諾分別於 101 年 6 月、101 年 12 月及 102 年 4 月完成核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估；再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。原能會要求台電公司依據上述說明，須採用美國

-

	核管會提出之新的導則及方法論完成本案。 台電公司須確認海、陸域斷層補充調查(山腳斷層、恆春斷層)結果對海嘯分析之影響。原能會要求台電公司須依據美國相關法規規範以新技術重新分析海嘯危害，並依重新分析之結果考量強化設計及因應超過設計基準(依設計基準水位提高 6 公尺築海堤、混凝土海嘯擋牆或為水密性)之防範海嘯能力。 國科會海嘯模擬未納入火山群、海底山崩等非地震斷層之海嘯分析，在採法規規範重新評估防範海嘯能力前，僅可為台電公司參考制定因應措施之依據。 最大可能降雨強度(PMP)要求針對因應廠區排洪能力之設計，必須針對設計基準之分析採美國核管會提出之新導則與方法論重新評估，並納入近來氣候變異之雨量統計結果以更新雨量危害曲線，視需要考量強化廠區排洪設計。以上重新評估均須納入新事證。未來再視海、陸域斷層延伸後續調查工作之結果更新本項目之評估。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。本會要求台電公司興建中核能電廠，在核子燃料裝填前完成美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項要求之核管案件。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**完成耐震餘裕檢討及精進**	**依原規劃期程**
	完成地震危害重新評估* Risk Assessment Approach Hazard Evaluation	 102 年 4 月 29 日 103 年 6 月 30 日

-

	Risk Evaluation	105 年 6 月 30 日
	完成水災(包括海嘯)危害重新評估* Integrated Assessment Approach Flooding Hazard Evaluations Integrated Assessment	 102 年 4 月 29 日 103 年 6 月 30 日 105 年 6 月 30 日

註：Request for information pursuant to 10 CFR 50.54(f) regarding recommendations 2.1 of NTTF report 執行要求及說明參照 http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1205/ML12053A340.pdf

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

註：除 NTTF 報告建議事項 2.1 之完成時間依本會上述要求外，其他 NTTF 報告建議事項之完成時間比照 USNRC 要求時間再加三個月

JLD：Japan Lessons-Learned Project Directorate

-

核能管制案件實施說明表(2/15)

編號	XX-JLD-10102, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**地震、海嘯危害模擬及情境模擬**
案由說明	在地震及海嘯的危害評估中，將依以下內容進行評估。 1. 核一、二、三、四廠附近海域、陸域地質調查，評估臨近斷層分佈。 2. 歷史性大地震、海嘯及上項(1)中確認的斷層的地震、海嘯定量式潛勢評估。 **3. 地震、海嘯高解析度模擬分析。** **3.1 精細的速度構造調查。** **3.2 精細的海底地形調查。** **3.3 斷層發震機制、破裂方向及錯動量分佈、模擬。** **3.4 地震及海嘯全波形分析(時間序列)。** **3.5 井下地震儀的設置，以提供廠址的震波特性。** 4. 預警系統的建立，並考量設置外海觀測台(OBS 海底 GPS) **5. 考慮 Scenario 事件，做事件的模擬及境況模擬。** **(其中之一情境：台灣北部發生地震，地震規模並非毀滅型地震，然而該地震卻引發小規模山崩，並阻礙生水池之重力引流。該地震並引發海底山崩，並引發局部強烈海嘯，此時核電廠需如何因應？斷然處置為一合理作法，但需考慮生水池水源不足，又海邊取水困難下之因應措施。)**

-

	原能會在核管案件中已要求台電公司參照美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 方法論執行自然危害(地震、水災包括海嘯)的重新評估(請參照附錄五說明)，能涵蓋上述說明第 1.項及第 2.項，原能會規劃對上述說明第 3.項及第 5.項另立核管案件做管制追蹤。第 4.項建立預警系統為政府施政作為之考量，原能會建議業務主政機關優先採與核能電廠安全有關的方向做規劃。 台電公司依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩程碑增訂；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**案由說明第 3.項之規劃評估**	101 年 12 月 31 日
	案由說明第 5.項之規劃評估	101 年 12 月 31 日

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

-

核能管制案件實施說明表(3/15)

編號	XX-JLD-10103, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**建造海堤、鋼筋混凝土擋牆、或水密性之防海嘯能力提昇**
案由說明	原能會要求台電公司須依據美國相關法規規範以新技術重新分析海嘯危害，並依重新分析之結果考量強化設計及因應超過設計基準(依設計基準水位提高 6 公尺築混凝土海嘯擋牆或為水密性)之防範海嘯能力。在海嘯高度採新技術、新事證完成重新評估(USNRC NTTF 建議事項 2.1)後，應重新檢視海嘯擋牆或水密高度的適切性。 國科會海嘯模擬未納入火山群、海底山崩等非地震斷層之海嘯分析，在採法規規範重新評估防範海嘯能力前，僅可為台電公司參考制定因應措施之依據。 現行 FSAR 設計基準分析並未涵蓋不確定度。 參照並瞭解日本電廠之詳細做法，增設海堤、大型海嘯鋼筋混凝土擋牆、或在重要廠房強化為水密性，以減少廠房、設備在海嘯時，受大型物體損毀或嚴重堵塞之規劃評估，包括位置及相關設施規劃之細節。 本協調事項之結果，本會要求依現行設計基準水位提高 6 公尺築海堤、混凝土海嘯擋牆或為水密性，台電公司須確認核一、二廠影響大型車輛進出之評估，台電公司依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩

-

	程碑增訂；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**完成海堤、鋼筋混凝土擋牆、或水密性之防海嘯能力提昇之規劃評估**	101 年 12 月 31 日

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

-

核能管制案件實施說明表(4/15)

編號	XX-JLD-10104, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**非耐震一級 TSC 結構之耐震強化**
案由說明	台電公司原承諾分別於 101 年 6 月、101 年 12 月及 102 年 4 月完成核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估；再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。原能會要求台電公司依據上述說明，須採用美國核管會提供之新的導則及方法論完成本案。 在上述設計基準重新評估及相關耐震強化完成前，原能會要求台電公司核能電廠因應總體檢提昇核安之目標，參照並瞭解日本電廠之詳細做法，對非耐震一級之 TSC 做結構耐震強化(滿足本會要求之標準為耐震一級，並預留在採新事證、新技術重新評估設計地震值之提昇做法)之規劃評估，包括強化規劃之細節。 台電公司依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩程碑增訂；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先

-

	順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**完成非耐震一級 TSC 結構耐震強化之規劃評估**	101 年 12 月 31 日

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

-

核能管制案件實施說明表(5/15)

編號	XX-JLD-10105, XX 包括 CS、KS、MS、LM	
議題	**NTTF 建議事項 2.3－地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘**	
案由說明	原能會要求台電公司依美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.3 之要求，在長期措施(廠外事件設計基準更新)完成前，執行地震、水災及其他廠外危害防護(包括最終熱沉系統)的現場履勘，以確認並處置個廠弱點，針對防水門、密封等防護措施證實有適切的監視與維護。 雖然其他廠外危害的重新評估歸類在 Tier 2 的建議事項，美國核管會鼓勵電力業主將其他廠外危害的現場履勘，納入水災危害防護現場履勘項目的執行。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。本會要求台電公司興建中核能電廠，在核子燃料裝填前完成美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項要求之核管案件。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	完成地震防護的現場履勘程序*	102 年 3 月 31 日
	完成水災防護的現場履勘程序*	102 年 3 月 31 日
	完成其他廠外危害防護的現場履勘程序*	102 年 3 月 31 日

註：Request for information pursuant to 10 CFR 50.54(f) regarding recommendations 2.3 of NTTF report 執行要求及說明參照 http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1205/ML12053A340.pdf

本會將依美國核管會發出執行重新評估其他廠外危害設計基準之信

-

函要求台電公司辦理。完成其他廠外危害防護的現場履勘程序之項目，本會參照美國核管會信函為鼓勵持照業主(台電公司)一併執行。

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

註：除 NTTF 報告建議事項 2.1 之完成時間依本會上述要求外，其他 NTTF 報告建議事項之完成時間比照 USNRC 要求時間再加三個月

-

核能管制案件實施說明表(6/15)

編號	XX-JLD-10106, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**NTTF 建議事項 4.1－電廠全黑之管制措施提昇**
案由說明	美國核管會 NTTF 報告建議事項 4.1，開始立法以修訂 10 CFR 50.63「電廠全黑(SBO)」對運轉及新反應器的要求(1)建立至少 8 小時因應喪失所有交流電源之能力，(2)建立長期喪失所有交流電源 72 小時，針對爐心及用過燃料池冷卻、反應爐冷卻水系統及圍阻體完整性因應能力所需要之設備、程序書及訓練，(3)事先規劃及備置廠外資源以支援長期因應能力之所需，包括重大天災廠外交通基礎設施顯著劣化的情況下，在長期因應期間建立運送設備到廠之能力。(包括喪失最終熱沉) 美國核管會現行 SBO 法規 10 CFR 50.63 及 RG 1.155，在此管制指引考量(1)緊急交流電源組態(數量，包括是否多機組共用)的分類、(2)廠外電源設計特性(包括外電獨立性、(極端)惡劣天候威脅頻度及電廠具在 2 小時內回復外電的能力)的分類等因素，以決定核電廠對電廠全黑的因應時間(2、4、8 及 16 小時等不同時間)。以上，在估算惡劣天候可能導致喪失外電的發生率並進行分類時，僅納入降雪、暴雨風(另考量極端惡劣天候)、龍捲風及颶風等四項。美國電廠因應全黑的時間大多為 4 小時，少數電廠為 2 小時或 8 小時；故美國核管會 NTTF 報告建議事項 4.1 直接要求提昇因應時間至少為 8 小時以強化電廠處置能力。

-

	本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。本會要求台電公司興建中核能電廠，在核子燃料裝填前完成美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項要求之核管案件。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	完成 NTTF 報告建議事項 4.1*	105 年 12 月 31 日

註：Advance notice of proposed rulemaking with regarding recommendations 4.1 of NTTF report執行要求及說明參照 http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2012-03-20/pdf/2012-6665.pdf

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

註：除 NTTF 報告建議事項 2.1 之完成時間依本會上述要求外，其他 NTTF 報告建議事項之完成時間比照 USNRC 要求時間再加三個月

-

核能管制案件實施說明表(7/15)

編號	XX-JLD-10107, XX 包括 CS、KS、MS、LM	
議題	**限制第五部(或第七部)柴油發電機之備用**	
案由說明	在電廠全黑設計基準重新評估及相關因應能力強化完成前，原能會要求台電公司核能電廠因應總體檢提昇核安之目標，參考日本福島事故後續之演進，女川電廠在停機後受頻繁及規模甚大餘震之威脅，導致機組停機情況下喪失外電之情況，原能會要求台電公司機組於大修或停機時仍需維持兩部備用之緊急柴油發電機可用，故第五部(或第七部)柴油發電機僅為大修或停機機組而不得為運轉中機組之備用。 台電公司依本會要求於期限 101 年 6 月 30 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 2EOC20 機組起動之審查項目；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**限制第五部(或第七部)柴油發電機之備用**	101 年 6 月 30 日

-

核能管制案件實施說明表(8/15)

編號	XX-JLD-10108, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**強化核電廠因應電廠全黑能力至 24 小時**
案由說明	依據福島事故檢視美國之電廠全黑法規，有以下涵蓋面不完整且無法在台灣完全適用並套用之缺失： (1) 缺少地震、海嘯、鹽霧害、土石流等台灣具高危害之自然現象之考量 (2) 惡劣天候喪失外電在 2 小時內回復的能力，如今，該數據歷史資料已多年未更新 (3) 喪失外電的發生率亦多年未更新，尤其針對全球氣候變異的考量 (4) 台灣電網係無相連網路的獨立電網 (5) 台灣地狹人稠，受地震等複合式天災影響廠址週邊基礎設施之範圍，相較美國更不易建立外援 在建廠時安全分析報告並未納入電廠全黑之考量，而係依電廠全黑法規增列納入 FSAR 之分析評估，故我國在因應福島事故強化救援能力之檢討，應採更積極主動之做法以強化電廠之因應能力。 我國核能電廠早期基於風險評估結果，顯示電廠全黑有顯著的風險重要性，遂在核能電廠增設超過法規要求之第五部柴油發電機，係耐震等級建物保護之耐震設計設施，且採氣冷式設計與原水冷式設計之緊急柴油發電機能避免共因失效，故在民國 90 年鹽霧害導致的核三廠廠區全黑事件得以發揮功效，並避免可能的爐心熔毀

-

	事故，此例證已被國際核能業界認為屬於確保核安之優良實務。 原能會基於上述考量對此項目要求係採階段性實施之目標，強化台電公司核電廠因應電廠全黑之能力： (1)建立安全相關電池組 24 小時之運轉能力，強化在長期全黑下蒸汽帶動設備之運轉，以備廠內運轉人員在後續強大餘震(可能併同水災、火災、開關場/箱及相關廠房結構受損及重物墜落，且為多機組事故)等干擾下，能有更充分之時間、較和緩之心理壓力，在外援抵達前，判斷並考量建立持續保護電廠安全之能力；此項目電池組容量之要求為(A)至少在前 8 個小時不得卸去負載，俾利運轉員正確掌握事態之發展、冷靜的判斷、提供作業準備及實施之必要時間，(B)其後至 24 小時得卸去不必要之負載。 (2)建立 24 小時全黑之因應能力(Coping Time)，包括評估 NUMARC 87-00 技術項目(全功率、低功率及大修等組態均納入)，藉增設一套獨立、安全相關具耐震等級的熱移除能力，包括另外新增設第二台氣冷式柴油發電機(或稱第六台/第八台柴油發電機)的作法，須與第五台柴油發電機能力相當或更強，且考量能適當供應至兩機組的緊要匯流排，緊急時仍具兩機組間相互支援能力，且此柴油發電機位置需在廠區高處 (3)建立臨時性、移動式設備之程序及訓練，強化電廠在 24 小時至 72 小時的全黑因應能力，並持續保護電廠安全至外援已建立

-

	(4)最後，納入美國 NTTF 報告第一階段建議事項 4.1 之要求做法視需要再予強化 台電公司依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出強化電池組容量規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩程碑增訂。台電公司依本會要求於期限 102 年 12 月 31 日前提出強化核電廠因應能力時間規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 2EOC26、核二廠 2EOC23、核三廠 2EOC21 機組起動之審查項目，完成具體能滿足本會要求之實施做法；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**強化電池組容量至 24 小時**	101 年 12 月 31 日
	強化核電廠因應能力時間至 24 小時	102 年 12 月 31 日

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

-

核能管制案件實施說明表(9/15)

編號	XX-JLD-10109, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**新增設置氣冷式柴油發電機**
案由說明	原能會基於強化因應電廠全黑能力之考量，要求台電公司核電廠考量因應電廠全黑之能力： 建立 24 小時全黑之因應能力(Coping Time)，包括評估 NUMARC 87-00 技術項目(全功率、低功率及大修等組態均納入)，藉增設一套獨立、安全相關具耐震等級的熱移除能力，包括另外新增設第二台氣冷式柴油發電機(或稱第六台/第八台柴油發電機)，須與第五台/第七台柴油發電機能力相當或更強，且考量能適當供應至兩機組的緊要匯流排，緊急時仍具兩機組間相互支援能力，且此柴油發電機位置需在廠區高處。 考量複合式災難導致多機組事故之情境，可能新增安全相關設備負載之要求，避免由共因失效導致喪失備援能力，原能會要求台電公司在風險評估要求中增加額外氣冷式柴油發電機效益之個案分析，並提出該額外氣冷式柴油發電機設置之規劃評估，包括設備位置及相關設施規劃之細節。 101 年 5 月 8 日協調事項之結果，採符合要求之現有設備(如經強化功能之氣渦輪機)提昇為耐震一級，或 CTG (Combustion gas Turbine Generator)裝置於耐震建物(滿足本會要求之標準為耐震一級，並預留在採新事證、新技術重新評估設計地震值之提昇做法，包括免震、隔

-

	震等技術)；符合要求之現有設備不得經開關場，直接供電至安全相關匯流排，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案。 台電公司依本會要求於期限101年12月31日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠1EOC26、核二廠2EOC22、核三廠1EOC21機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩程碑增訂；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限101年12月31日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**額外氣冷式柴油發電機設置之規劃評估**	101年12月31日

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

-

核能管制案件實施說明表(10/15)

編號	XX-JLD-10110, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**新增設置第二套最終熱沉**
案由說明	考量複合式災難導致多機組事故之情境，可能新增安全相關設備熱負載之要求，避免由共因失效導致喪失最終熱沉之備援能力，原能會要求台電公司考量新增設置提供長期冷卻的水源，採能提供較佳水質、足夠水量之固定式第二套最終熱沉(其為緊急海水泵熱沉之後備，可採深水井、冷卻塔或其他為本會審查接受之方式)之規劃評估，包括設備位置及相關設施規劃之細節。 101 年 5 月 8 日協調事項之結果，台電公司須依廠址特性提出深水井水質、水量之可行性評估或冷卻水塔規劃，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案。 台電公司依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩程碑增訂；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修

-

	後機組起動之審查項目。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**增設置生水池(深水井)之規劃評估**	101 年 12 月 31 日

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

-

核能管制案件實施說明表(11/15)

編號	XX-JLD-10111, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**NTTF 建議事項 4.2**－實施 10CFR50.54(hh)(2)、強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護
案由說明	美國核管會已公佈飛機撞擊導致威脅的法規 10CFR50.54(hh)，在福島事件後已開始陸續對外公開相關文件(如 NEI 06-12)，本會在取得機敏性資料後即送台電公司據以做為執行總體檢之參考。 原能會要求台電公司遵循美國法規 10CFR50.54(hh)(2)要求，包括執行 NEI 06-12「B.5.b Phase 2&3 Submittal Guidance」針對火災或爆炸導致喪失大範圍廠區之指引，強化國內核能電廠對飛機衝撞所衍生爆炸、火災而喪失大範圍廠區的因應能力，台電公司於去(100)年 7 月 6 日 100 年度第 1 次核管會議提出個廠因應作法、硬體改善及程序書更新之規劃報告。 美國核管會 NTTF 報告建議事項 4.2，參照今年 8 月 31 日前所提出此建議事項之幕僚暫行導則(ISG)，命令業主對遵循 10 CFR 50.54(hh)(2)之保安有關設備增加對設計基準外部事件合理的防護，並須增加處置兩機組事件能力之設備。(包括無法接近正常最終熱沉救援之策略) 台電公司依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩程碑增訂；本會將再依據規劃評估方案訂定

-

	本項核能管制案件之完成期限。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。本會要求台電公司興建中核能電廠，在核子燃料裝填前完成美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項要求之核管案件。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	**完成 NEI 06-12 之實施**	101 年 12 月 31 日
	完成 NTTF 報告建議事項 4.2*	102 年 2 月 28 日後兩個燃料週期內或 105 年底前(以時間先到者為準)

註：Issuance of order to modify licenses with regard to requirements for mitigation strategies for beyond-design-basis external events (Regarding recommendations 4.2 of NTTF report)執行要求及說明(2012 年 8 月美國核管會將發行實施導則)參照

http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1205/ML12054A735.pdf

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

註：除 NTTF 報告建議事項 2.1 之完成時間依本會上述要求外，其他 NTTF 報告建議事項之完成時間比照 USNRC 要求時間再加三個月

-

核能管制案件實施說明表(12/15)

編號	XX-JLD-10112, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**NTTF 建議事項 5.1**－具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計及可靠性
案由說明	原能會要求台電公司依美國核管會 NTTF 報告建議事項 5.1 之要求，參照今年 8 月 31 日前所提出此建議事項之幕僚暫行導則(ISG)，在核能一廠(馬克 I 型圍阻體)增置可靠且強固的排氣系統，包括強固排氣系統設計的性能目標，以確認在長期電廠全黑下運轉可靠性及使用(包括開啟與關閉)方便性。 此強化排氣系統能由濕井或乾井完成，具備過濾器功能有利於圍阻體排氣之決策，該系統不應在機組間共用或與其他安全/非安全系統之運轉互相干擾。此強化排氣系統之設計要求為非動力操作降壓至適當值，任何時候能採動力操作降壓至低壓注水系統可用。 此強化排氣系統之設備為永久設置者，能在長期電廠全黑下操作，且不應對運轉人員造成非必要之危害。此強化排氣系統設計在第二個圍阻體隔離閥須為安全相關，在第二個圍阻體隔離閥之後管線、設備可為非安全相關，然必須考量能承受地震事件的強固耐用設計。 101 年 5 月 8 日協調事項之結果，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案;台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃，本會將訂定適當的里程碑及規劃之目標。

-

	如美國核管會 NTTF 報告 Tier 1、Tier 3 建議事項，均不要求增設具過濾之圍阻體排氣功能，惟因本案對圍阻體完整性及緊急計劃區域之控制均甚有助益，考量我國與歐盟國家在核電廠週邊同樣有人口稠密之特性，將要求台電公司參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國等)之過濾排氣功能執行。(核一廠優先參照 NTTF 報告建議事項 5.1 執行) 台電公司依本會要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，該方案經本會審查接受納入核一廠 1EOC26(如 101 年 7 月 SECY 文件通過 Mark I、II 圍阻體強化排氣具過濾功能之要求，本項停止適用)、核二廠 2EOC22、核三廠 1EOC21 機組起動之審查項目，其中核三廠將再視本會審查接受後之規劃評估報告的哩程碑增訂；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。本會要求台電公司興建中核能電廠於期限 101 年 12 月 31 日前提出規劃評估方案，本會在不影響核安之前提下，要求台電公司依優先順序提出規劃之期程，並經原能會審查同意後訂定，如確有必要再行檢討完成期限。	
適用電廠	核一廠*、核二廠**、核三廠**、龍門廠**	
實施要求	**完成參考歐盟電廠過濾排氣功能之規劃評估****	101 年 12 月 31 日

-

	完成 NTTF 報告建議事項 5.1*	102 年 2 月 28 日後兩個燃料週期內或 105 年底前(以時間先到者為準)

註1:Issuance of order to modify licenses with regard to reliable hardened containment vents (Regarding recommendations 5.1 of NTTF report)執行要求及說明(2012年8月美國核管會將發行實施導則)參照 http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1205/ML12054A694.pdf

註 2：美國核管會對其他圍阻體設計評估強化排氣系統的需求規劃為優先度較低(Tier 3)之建議事項，在今(101)年 7 月美國核管會將出版 SECY 報告請核管會委員投票；美國核管會幕僚仍關切我國 BWR 廠是否比照歐盟裝設過濾排氣。惟台灣地區居民人口稠密之情況類似或更甚於歐盟國家，考量增設具過濾之圍阻體排氣功能，對圍阻體完整性及緊急計劃區域之控制均有所助益，執行要求及說明參照歐盟國家(在今年美國核管會辦理 RIC 會議邀請瑞士及瑞典提出簡報)做法

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

註：除 NTTF 報告建議事項 2.1 之完成時間依本會上述要求外，其他 NTTF 報告建議事項之完成時間比照 USNRC 要求時間再加三個月

-

核能管制案件實施說明表(13/15)

編號	XX-JLD-10113, XX 包括 CS、KS、MS、LM	
議題	**NTTF 建議事項 7.1**－用過燃料池儀器之強化	
案由說明	原能會要求台電公司依美國核管會 NTTF 報告建議事項 7.1 之要求，參照今年 8 月 31 日前所提出此建議事項之幕僚暫行導則(ISG)，提供能承受設計基準自然現象且足夠安全相關之儀器，以提供控制室監視用過燃料池的重要參數(也就是說，水位、溫度及區域輻射量)。 現行用過燃料池儀器的設計並未保持事故狀況下的功能，如改善儀器的可靠度及監視範圍，可提供長期喪失冷卻及喪失水存量事件下用過燃料池運轉情況之資訊，故相關儀器必須在嚴酷環境(過燃料池水飽和)能可靠地運轉，提供可靠可能安全相關的電源。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。本會要求台電公司興建中核能電廠，在核子燃料裝填前完成美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項要求之核管案件。	
適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	完成 NTTF 報告建議事項 7.1	102 年 2 月 28 日後兩個燃料週期內或 105 年底前(以時間先到者為準)

註：Issuance of order to modify licenses with regard to reliable spent fuel pool instrumentation (Regarding recommendations 7.1 of NTTF report) 執行要求及說明(2012 年 8 月美國核管會將發行實施導則)參照 http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1205/ML12054A679.pdf

-

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

註：除 NTTF 報告建議事項 2.1 之完成時間依本會上述要求外，其他 NTTF 報告建議事項之完成時間比照 USNRC 要求時間再加三個月

-

核能管制案件實施說明表(14/15)

編號	XX-JLD-10114, XX 包括 CS、KS、MS、LM
議題	**NTTF 建議事項 8**－強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs
案由說明	原能會要求台電公司依美國核管會 NTTF 報告建議事項 8 之要求，修改 EOP 技術指引以(1)整合 EOPs、SAMGs 及 EDMGs，(2)具體清楚說明其執行之命令與控制策略，(3)對緊急時執行決策者規定適當的資格及訓練。修改標準運轉規範第五章行政管制，命令業主修改運轉規範以符合上述變更，以及開始立法對包括在緊急時為決策之相關人員在 SAMGs 及 EDMGs 要求更務實、實用的訓練及演習。 EOP、SAMG、EDMG 應該整合並強化，包括轉換點、命令及控制、決策以及訓練。SAMG 應要求業主在超過設計基準事故情境，採用 SAMG 或 EDMG 做決策之人員之訓練及資格。重要的考量為確保運轉員訓練的要求能保持適當的專注在風險最顯著的情境。 原能會要求在執行 EOPs、SAMGs 及 EDMGs 之整合時，納入精進後之「機組斷然處置程序指引」與 EOPs、SAMGs 及 EDMGs 整合之考量。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入各廠大修後機組起動之審查項目。本會要求台電公司興建中核能電廠，在核子燃料裝填前完成美國 NRC 之 NTTF 報告第一階段建議事項要求之核管案件。

-

適用電廠	核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠	
實施要求	完成 NTTF 報告建議事項 8	105 年 12 月 31 日

註：美國核管會規劃近期發行Advance notice of proposed rulemaking with regarding recommendations 8 of NTTF report執行要求及說明參照 http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2012-04-18/pdf/2012-9336.pdf

註：每半年須提出本項目之進度更新報告

註：除 NTTF 報告建議事項 2.1 之完成時間依本會上述要求外，其他 NTTF 報告建議事項之完成時間比照 USNRC 要求時間再加三個月

-

核能管制案件實施說明表(15/15)

編號	CS-JLD-10115	
議題	檢討運轉中電廠採用相同耐震能力(設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g)之後續補強作業規劃與評估	
案由說明	原能會要求台電公司依「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」,有關核能安全防護措施之運轉中電廠近期檢討議題，11 項重要關切議題之第 9 項超過設計基準事故,(8)檢討運轉中電廠採用相同耐震能力(設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g)之後續補強作業規劃與評估。 本會要求未來應視「耐震精進作業方案」執行成果，重新確認核一廠耐震設計基準值後，台電公司即應全面重新檢討核一廠設計基準之提升與後續補作為。 本管制案件實施規劃目標之里程碑將納入核一廠大修後機組起動之審查項目。	
適用電廠	核一廠	
實施要求	完成核一廠設計基準地震提升至 0.4g 之評估工作	103 年 6 月 30 日

註：每三個月書面進度報告並來會簡報，每個月(固定日期)以Email通知本會執行進度狀況

附錄九

近期檢討議題共通性審查意見及輻射防護管制案件

附錄九 近期檢討議題共通性審查意見及輻射防護管制案件

一、第二階段報告結論與改善時間表

為因應境外核子事故時能迅速提供預警及防護對策，亟需建立境外核災的劑量評估能力。又我國緊急應變計畫區已從 5 公里擴大為 8 公里，現有的事故劑量評估系統亦需加以精進，藉由日本福島事故之劑量評估經驗，增進系統的評估範圍及預警速度。同時為了強化國內對於核子事故的即時輻射偵測能力，已積極建立空中與海域偵測技術與能力，並添購可自動傳輸數據之機動偵測設備，強化輻射災害之應變能量及建立輻射偵測之整備平台，就下列事項加以列管、追蹤，以確實提昇國內劑量評估及輻射偵測之整備。

(一)強化大氣擴散及輻射劑量影響評估能力

1. 101 年完成長程擴散之氣流軌跡整合模式，執行台灣區中尺度動力降尺度之氣象場，進行長程大氣擴散模擬，並建立事故核種輸入介面，評估台灣區域的劑量影響，完成初步之境外核災輻射影響評估能力之研發。
2. 102 年完成長程擴散平台的建立，與模式運跑驗證，對於境外核子事故，具備即時應變與追蹤評估之能力。
3. 103 年完成大陸福建某核電廠的假想事故模擬案例運跑的示範，並進行氣象預報參數與擴散模式的調校，及精進事故核種分類資料庫。

(二)精進核子事故緊急應變劑量評估系統

1. 緊急應變計畫區已由 5 公里增加至 8 公里，將劑量評估系統的計算範圍在電廠半徑 60 公里為 1 公里解析度，20 公里半徑為 500 公尺解析度，10 公里半徑 250 公尺解析度。並更新氣象資訊資料庫，

統計並建立大範圍之氣象資訊資料庫，與增加民眾防護行動所涵蓋分析之村里。

2.建立依不同核種特性、核種分類考慮乾、溼沉降機制之大氣擴散模式。

3.開發獨立運作系統，以降低網路依存風險，並達快速、穩定之劑量評估作業。獨立運作系統將三維氣象資訊資料庫儲存於硬碟，藉由主動式擷取氣象預報參數，可於單一電腦主機完成氣象場運算、大氣擴散分析與劑量計算評估。

4.101 年完成核一廠，102 年完成核三廠及龍門電廠，103 年完成核二廠緊急應變劑量評估系統，針對緊急應變計畫區擴大修正之氣象資料庫建立，擴散與劑量模式的精進，以及相關系統功能提升之工作；103 年建立獨立運作版本之劑量評估系統。

(三)發展空中偵測技術研發

1.101 年建置完成空中輻射偵測技術、標準作業程序書及相關演練。

2.102 年購置美國國家核子安全局(NNSA)發展之國內空中偵測系統，並發展衛星定位(GPS)功能，與空中偵測系統整合，增加偵測數據即時傳輸功能，強化本土化技術。

2. 102 年開始進行無人空中偵測技術建置，針對輻射偵檢儀器數據擷取與長程數據傳輸技術開發、無人空中偵測結果地理資訊系統(GIS)接收展示圖台建置開發、無人空中偵測試驗技術建置與測試評估高劑量區無人空中偵測計畫進行研究。

(四)增進輻射偵測之能力

1. 台電公司於 102 年底前完成四座核能電廠 40 部機動偵測儀之添購後，納入 3G 通訊無線傳輸的「緊急應變環境輻射監測暨展示網」。

2. 台電公司於 102 年底前完成核能電廠緊急應變計畫區範圍內增設

固定式輻射偵測站，合計增設 13 站。分別為核一廠 3 站、核二廠 4 站、核三廠 3 站、龍門廠 3 站。

3.台電公司於 102 年底前完成每一核電廠增加一輛輻射偵測車 1 輛之添購，該輻射偵測車配置無線通訊器材、各類輻射偵測設備，以因應緊急應變計畫區範圍擴大，所需之機動偵測能力。

4. 101 年規劃完成環境輻射偵測整備計畫之先期規劃，包括空中及陸域輻射偵測、全國即時環境輻射監測網、建立快速取樣分析能力及作業分工等。此外，並將於 102 年規劃環境輻射偵測之整合平台，以期能迅速掌握發布預警、疏散、掩蔽等決策時機。

項目	一、強化大氣擴散及輻射劑量影響評估能力	主辦單位	預定完成期限
原能會意見	1. 完成長程擴散之氣流軌跡整合模式，執行台灣區中尺度動力降尺度之氣象場，進行長程大氣擴散模擬，並建立事故核種輸入介面，評估台灣區域的劑量影響，完成初步之境外核災輻射影響評估能力之研發。	核能研究所	101.12.31
	2. 完成長程擴散平台的建立，與模式運跑驗證，對於境外核子事故，具備即時應變與追蹤評估之能力。	核能研究所	102.12.31
	3. 完成大陸福建某核電廠的假想事故模擬案例運跑的示範，並進行氣象預報參數與擴散模式的調校，及精進事故核種分類資料庫。	核能研究所	103.12.31

項目	二、精進核子事故緊急應變劑量評估系統	主辦單位	預定完成期限
原能會意見	1.緊急應變計畫區已由5公里增加至8公里,將劑量評估系統的計算範圍在電廠半徑60公里為1公里解析度，20公里半徑為500公尺解析度，10公里半徑250公尺解析度。並更新氣象資訊資料庫，統計並建立大範圍之氣象資訊資料庫，與增加民眾防護行動所涵蓋分析之村里。 2.建立依不同核種特性、核種分類考慮乾、溼沉降機制之大氣擴散模式。 3.開發獨立運作系統,以降低網路依存風險,並達快速、穩定之劑量評估作業。獨立運作系統將三維氣象資訊資料庫儲存於硬碟，藉由主動式擷取氣象預報參數，可於單一電腦主機完成氣象場運算、大氣擴散分析與劑量計算評估。 4.完成核一廠緊急應變劑量評估系統,針對緊急應變計畫區擴大修正之氣象資料庫建立，擴散與劑量模式的精進，以及相關系統功能提升之工作。	核能研究所	101.12.31
	5.完成核三廠及龍門電廠，緊急應變劑量評估系統，針對緊急應變計畫區擴大修正之氣象資料庫建立，擴散與劑量模式的精進，以及相關系統功能提升之工作。	核能研究所	102.12.31
	6.完成核二廠緊急應變劑量評估系統,針對緊急應變計畫區擴大修正之氣象資料庫建立，擴散與劑量模式的精進，以及相關系統功能提升之工作。 7.建立獨立運作版本之劑量評估系統。	核能研究所	103.12.31

項目	三、發展空中偵測技術研發	主辦單位	預定完成期限
原能會意見	1.建置完成中輻射偵測技術、標準作業程序書及相關演練。	輻射防護處	101.12.31
	2.購置美國國家核子安全局(NNSA)發展之國內空中偵測系統，並發展衛星定位(GPS)功能，與空中偵測系統整合，增加偵測數據即時傳輸功能，強化本土化技術。 3.開始進行無人空中偵測技術建置，針對輻射偵檢儀器數據擷取與長程數據傳輸技術開發、無人空中偵測結果地理資訊系統(GIS)接收展示圖台建置開發、無人空中偵測試驗技術建置與測試評估高劑量區無人空中偵測計畫進行研究。	輻射防護處	102.12.31

項目	四、增進輻射偵測之能力	主辦單位	預定完成期限
原能會意見	1.規劃完成環境輻射偵測整備計畫之先期規劃，包括空中及陸域輻射偵測、全國即時環境輻射監測網、建立快速取樣分析能力及作業分工等。	輻射防護處	101.12.31
	2.台電公司完成四座核能電廠 40 部機動偵測儀之添購後，納入 3G 通訊無線傳輸的「緊急應變環境輻射監測暨展示網」。 3.台電公司完成核能電廠緊急應變計畫區範圍內增設固定式輻射偵測站，合計增設 13 站。分別為核一廠 3 站、核二廠 4 站、核三廠 3 站、龍門廠 3 站。 4.台電公司完成每一核電廠增加一輛輻射偵測車 1 輛之添購，該輻射偵測車配置無線通訊器材、各類輻射偵測設備，以因應緊急應變計畫區範圍擴大，所需之機動偵測能力。	台電公司	102.12.31
	5.規劃環境輻射偵測之整合平台，以期能迅速掌握發布預警、疏散、掩蔽等決策時機。	輻射防護處	102.12.31

附錄十

緊急應變機制相關議題後續之管制追蹤案

附錄十 緊急應變機制相關議題後續之管制追蹤案

項目	報告章節	管制追蹤案件	主辦單位	預定完成期限
1	一、應變機制及法規 (三)境外核災監控機制	配合「輻射災害」納入災害防救法之修訂，將研修「輻射災害防救業務計畫」，增列境外核災相關作業內容，以應境外地區發生核子事故時，即時掌握事故狀況，並採取必要因應作為，減少民眾之恐慌及確保國人之安全。	原能會核技處緊急應變科	災害防救法完成後 1 年內
2	一、應變機制及法規 (五)相關機關任務分工與作業程序	核子事故緊急應變法之研修：原能會應儘速參考日本福島經驗於 101 年 12 月底前完成核子事故緊急應變法修正草案之擬定。	原能會核技處緊急應變科	101 年底前
3	一、應變機制及法規 (五)相關機關任務分工與作業程序	事故作業程序與復原措施：持續蒐集與綜整日本政府針對福島事故後進行之相關改善措施與災後重建之資訊。	原能會核技處整備動員科	持續進行中
4	二、平時整備(一) 依緊急應變計畫區檢討結果檢討現有各項整備作為 1. 疏散道路、集結點、收容所	因應緊急應變計畫區範圍由 5 公里擴大為 8 公里，台電公司須配合於 101 年底完成「核能電廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃」報告。	台電公司	101 年底前
5	二、平時整備(一) 依緊急應變計畫區檢討結果檢討現有各項整備作為 8.緊急通訊	協商消防署逐步規劃將原能會核災應變通聯系統整合納入其防救災之衛星、微波及現場指揮之緊急通訊系統。	原能會核技處核安監管中心	102 年底前

項目	報告章節	管制追蹤案件	主辦單位	預定完成期限
6	二、平時整備(一) 依緊急應變計畫區檢討結果檢討現有各項整備作為 8.緊急通訊	原能會要求台電公司檢討緊急應變通訊系統之電源，必須能因應嚴重天災導致 72 小時電廠全黑與廠區周邊通訊基礎設施交流電源受損之狀況。	台電公司	102 年 3 月 31 日前
7	三、緊急應變作業能力 (三)核能電廠緊急應變場所功能檢討	原能會要求台電公司應全面檢討各緊急應變場所及設備設置基準，瞭解日本核電廠免震重要棟實施之詳細做法，強化緊急應變場所建物之防護能力與功能。	台電公司	1. 101 年 9 月底前提出評估報告。 2. 101 年 12 月底前確定改善方案與時程。 3. 核一、二、三廠之完成期限為 104 年底前；龍門廠之完成期限為 1 號機燃料裝填前。
8	三、緊急應變作業能力 (四)核能電廠緊急應變人力檢討	原能會要求台電公司修訂緊急應變計畫，評估天然災害情況下多機組事故應變所須人力並加以補強，緊急應變人力需求評估，必須	台電公司	101 年底前

項目	報告章節	管制追蹤案件	主辦單位	預定完成期限
		能因應大規模複合式天然災害所導致 72 小時電廠全黑的多機組事故，且假設非上班時段所有機組均受天然災害影響及 72 小時外界人力因廠區進出道路受阻而無法支援，人力需求之評估應以應變工作項目為基礎，並參照美國 NEI 12-01 之規定，人力不足處應提出補充辦法。		

附錄十一

行政院原子能委員會專家審查小組第一次、第二次審查會會議紀錄及回應

國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告

初稿審查會議紀錄

一、時間：101 年 4 月 13 日（星期五）上午 9 時正

二、地點：本會 2 樓會議室

三、主席：蔡召集委員春鴻

四、出席人員：詳如後附簽到單　　紀錄：吳景輝

五、主席致詞：(略)。

六、報告事項：

(一)核管處報告「核能安全防護機制」(略)。

(二)輻防處報告「輻射防護機制」(略)。

(三)核技處報告「緊急應變機制」(略)。

(四)台電公司報告「配合及待協調事項」(略)。

七、審查結論：

(一) 依據行政院指示由本會召集總檢討報告之審查小組，就原能會檢討核能電廠現有設計基準的符合性、強化超過設計基準的因應能力，並進而審議核能電廠強化及因應類似福島事故方案之適切性，對設計基準強化之要求不得以因應超過設計基準之臨時性、移動式之措施為替代。

(二) 核安體檢總檢討報告應補充說明檢討議題之主軸與能避免福島事故的關聯性，斷然處置措施要更明確、完整，以助於外界瞭解在最壞的情況下台電公司確可藉由執行斷然處置措施，即使犧牲核電廠，也要確保民眾安全。

(三) 請原能會在核電廠地震檢討評估項目中，除敘述性描述的內容

外，要提出檢討強化核電廠地震防範措施的結論，條列式提出地震風險評估的做法；海溝型地震、海底火山及山崩型地震之調查工作應由學術界、業界同時進行，俾能在強化核電廠耐震能力方面獲致合理之結果。

(四) 請台電公司在核電廠海嘯源評估項目應儘快進行，並應審慎考量築海牆以強化防護之餘裕；複合性天災應逐項分析檢討，並考量我國特定事件情境之影響，例如生水池在強震後無法供應足夠之冷卻水源；另核一、二廠地形對山崩型海嘯有利，要納入過去歷史海嘯之紀錄。

(五) 請台電公司針對待協調項目部份，再考量我國最可能之假想情境，也針對個別電廠的狀況，就那些項目是安全必須執行，那些項目可作成本效益考量，請在兩週內再行協調。在台電報告中有委員質疑成本估算待澄清或成本效益分析待加強的部份，請台電公司參考，對於替代方案亦請釐清確認為適切可行。

(六) 核安體檢總檢討報告對核電廠不延役或除役不須有預設立場，應設法儘量消除核電廠廠址有關地震及海嘯的疑慮；建議針對台電公司及核能研究所近期的人員退休潮，檢討強化在人力老化、經驗斷層等威脅核安文化方面之作為。

(七) 請原能會各業務處納入委員口頭及書面意見(詳如後附)，針對核電廠核安總體檢報告中提出強化措施之具體做法，在兩週內提出報告內容修正。

八、散會(中午 12 時 43 分)

國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告

初稿審查會議

簽名單

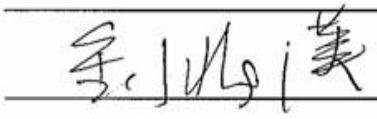
開會時間：101 年 4 月 13 日(星期五)上午 9 時正

開會地點：原子能委員會二樓會議室

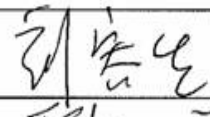
主持人：蔡召集委員春鴻

出列席人員及單位：

陳正宏委員：_____

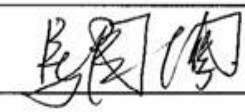
劉兆漢委員： 

郭　位委員：_____

劉容生委員： 

劉仲明委員： 

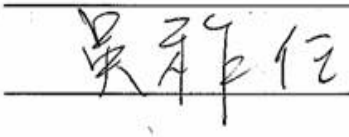
張國鎮委員：_____

馬國鳳委員： 

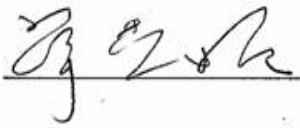
劉立方委員：_____

許勝田委員：_____

趙　鋼委員：_____

吳祚任委員： 

潘　欽委員：_____

薛燕婉委員： 

臺灣電力公司：

本會綜合計畫處：

本會核能管制處：

本會輻射防護處：

本會核能技術處：

放射性物料管理局：

核能研究所：

輻射偵測中心：

附件：審查委員書面意見

劉兆漢委員審查意見

劉容生委員審查意見

劉仲明委員審查意見

張國鎮委員審查意見

馬國鳳委員審查意見

劉立方委員審查意見

許勝田委員審查意見

吳祚任委員審查意見

潘　欽委員審查意見

薛燕婉委員審查意見

審查意見：

1. 報告資料相當完整.

2. 地震(強震)仍然是台灣核能安全最需注意之重点，報告中对电廠安全相関之工程施設及加強步驟均有詳尽敘述，比較欠缺的是整体的地震相関之風險評估及預警之可能性，地震研究是國内学術界強項，在斷層位置，地質特性，板塊活动等方面都有值得参改的知识与資訊，应該多加利用。
(在討論核能电廠安全时.)

3. 有関建立輻射擴散及剂量評估能力之規劃，希望能加速執行，早日建立 official Forecast 之机制. 希望以後不要再發生当境外事故發生後，由各大学研究单位各自發表自己算出之剂量評估的混乱局面。此能力之建立，应指定專責单位負責並維護完成日期，也可加快。

4. 美國科學院目前正着手研究並探討 "Lessons Learned from the Fukushima Accident for Improving Safety and Security of US Nuclear Plants" 将出報告，可做参改.

(以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！)

審查委員：李明漢 (請簽名)	日期	101年4月11日

02823I-7804 黃厚合

剛才走得匆忙，有一點沒有提出：

請切勿將"斷然處置"作為福島事件唯一(或最重要)得到的 Lesson. 報告是該國由核能安全立場的準備，如何規劃「斷然處置」之 SOP 是其中一環，但不應是最重要的結論.

劉炳漢

書面資料(1)

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢總檢討報告」審查意見表

審查意見：報告書：

1. 中英文摘要應求一致，如「詳細背景」（一頁七行）英文翻為「brief Background」（viii頁，12行）；「目的調查日益證情下」（1頁9行），翻為「still left to be clarified」（viii頁16行）等意義並不一致。英文版「copy」（viii頁4行）應為「cope」建議由專人在英文版及摘要可以加強。

2. 總體：此次本次要總體檢，值建各相關單位的努力，做了十分仔細的檢討；同時對福島事故及國內本次要既況做深入的分析。對未來核安應強化措施做為具體的建議，值予肯定。

3. 管理面：本次要請改單位眾多，如核事時，及生化相關之危機處理的認知及投入，不儘相同，在管理上（平時及事件發生）如何協調及管理，應該檢討及規劃。

4. 執行面：本次總檢提出不少強化措施及對策，估需的費用若干？事項如何？應做明確的規劃。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：	（請簽名）	日期	101 年 4 月 13 日

另外委員的建議：

1. 核四以裝填燃料，程序沒有把它說清楚，「程序」沒有時間表，似乎此報告有？

補充書面資料(2)

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

1. 在未來的改善組織架構－「核安會」下設「核安署」，而在「行政及研發部」下設「原能會[illegible]研究所」。此次核安總體檢所做之結論及建議，以及相關後續持續之措施及追蹤工作，之所負責新改善組織下單位及權責有無明確的規範？

2. 本次核安總體檢，針對日本福島事件有詳細的分析及討論，並提出建議之建議強化之措施，值得肯定。但針對台灣未來最可能發生之災害及防範，因台灣之地理、政治、行政、等環境種種環境有所不同，應針對台灣的特殊情況做分析及對應做深入探討。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：許容生（請簽名）	日期	101年4月13日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

一. 經過全面性的体檢，應可用深入淺出的方式，告訴國人台灣核電廠是安全的，最壞的情形也可將災害限制在電廠內，雖有財務損失，但一般居民，和民的生命財產不會受到影响。這個論述希望能夠明確易懂。

二. 電廠全黑應對能力從8小時提昇到24小時，是否可用移動式的發電或儲量裝置主机動支援。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：劉仲明（請簽名）	日期	101年4月12日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

P.65(Line 9-10)：請再確認『但在 SSE 地震下安全相關之結構/系統/組件只要仍能發揮其既定功能，允許非彈性。』此一說明之妥適性。若在 SSE 地震下允許非彈性反應，只要求仍能發揮其既定功能；是否意味著遇到超越 SSE 地震時，可能有安全疑慮?

第二章、二(八)一節(P.71)安全文化之落實提及『所有改善建議事項需以核安文化為基礎……』等。建議在第五章結語中應有一個標題或段落相呼應。

錯漏字修正：

P.46，Line 7：…… 增設儲存設施以儲放廢水。

P.89，表(Line 3)：…… 能獨自因應之期長(?)；

P.93，Line 12：……，環境安全防護為唯一目標；

P.94，Line 2：…… 原能會針對各台電公司各項……

P.101，Line 11： ……1 月 12 日提提出核四廠……

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：張國鉞（請簽名）	日期	101 年 4 月 12 日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

P.65(Line 9-10)：請再確認『但在 SSE 地震下安全相關之結構/系統/組件只要仍能發揮其既定功能，允許非彈性。』此一說明之妥適性。若在 SSE 地震下允許非彈性反應，只要求仍能發揮其既定功能；是否意味著遇到超越 SSE 地震時，可能有安全疑慮?

說明：SSE 為設計基準地震；設計時有安全因子(P.48)，結構耐震能力應會高於 SSE。

NRC/RG 規定核電廠選址細節，並決定 SSE。ACI-349 依據 SSE 分析計算地震力(彈性分析，不使用韌性折減)，配合載重組合進行彈性設計。因此，在 SSE 地震下相關結構/系統/組件應不致於發生非彈性行為。

美國新核能法規如 ANSI/ANS-2.26、ANSI/ASCE/SEI 43-05 等亦規定與核能安全相關之重要結構/系統/組件其 SDC(seismic design category)分類屬於 SDC-5 及 SDC-4(部分)者，在 SSE 地震下應保持彈性反應(Limit State D)。

第二章、二(八)一節(P.71)安全文化之落實提及『所有改善建議事項需以核安文化為基礎……』等。建議在第五章結語中應有一個標題或段落相呼應。

錯漏字修正：

P.46，Line 7：…… 增設儲存設施以儲放廢水。

P.89，表(Line 3)：…… 能獨自因應之期長(?)；

P.93，Line 12：…… 環境安全防護為唯一目標；

P.94，Line 2：…… 原能會針對~~各~~台電公司各項……

P.101，Line 11： ……1 月 12 日提~~提~~出核四廠……

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：張國鉞 （請簽名）	日期	101 年 月 日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：（for. P.187）

在地震及海嘯的危害評估中，將依以下~~步驟~~內容進行評估。

1. 核一、二、三、四廠附近海域、陸域地質調查，評估臨近斷層合併。

2. 歷史性大地震及(以中規模)足以影響的斷層的地震海嘯定量式評估。

3. 地震、海嘯高解析度模擬分析。

3.1 ~~進~~ 精細的速度構造調查

3.2 精細的海底地形調查

3.3 ~~三維度~~ 斷層發震機制及破裂方向及錯動量合併模擬

3.4 地震及海嘯全波形分析（時間序列）

3.5 井下地震儀~~設置~~的設置，以提供震源的震波特性

4. 預警系統的建立，並考慮設置外海觀測站（OBS、浮標GPS）~~增加預警時間~~

5. 考慮 Scenario 事件，做事件的模擬及情況模擬

整體而言大多為描述性內容，對於地震海嘯中的討論，並無明確的實質內容，多為內容指向各單位未來的工作及國科會的初步分析結果，本人建議在 187 頁中，加入上述的內容。

地震及海嘯危害評估

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：馬國慶 （請簽名）	日期	101 年 4 月 13 日

101.3.10 劉立方委員以 Email 傳送

I read the report very quickly. It is a very comprehensive report.
As far as the tsunami impact is concerned, it sounds like that TPC will perform the tsunami hazard of each plant based on the NSC results. There is no details on what kind of re-designs might be required. Do you have any more information?

I have edited the Executive summary (English version). It is still pretty rough. Feel free to ignore it.

Phil

101.4.10 劉立方委員以 Email 傳送

I e-mailed you the following comments with attachment soon after I received the report.
Let me repeat my comments:

1. I think that the report is very thorough and comprehensive.
2. As far as tsunami hazard is concerned, the report indicates that TPC has already taken actions in improving pumping facilities of each power plant. It also indicates that further improvements in design of the plant facilities will be carried out according to NSC tsunami report. Nothing is very specificly said. I would like to see the NSC report and find out more specifics. I suppose that during the field trip, the committee members had a chance to see the improvements and discuss the future actions.

Do you want me to cut and paste onto the report form?

Thanks,

Phil.

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

一、本報告針對福島事件就抗地震、防山洪及耐海嘯等議題之討論及改善內容詳儘。

二、核能電廠之安全除硬體改善之外，工作人員素質的加強亦極為重要。國內目前在廢核的聲浪下如何激勵核電廠現職員工的士氣及引進有理想的工作人員在是核能安全的最大隱憂。建議原子能委員會與台電在核安軟實力的提昇上下功夫。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：許勝田　（請簽名）	日期	101年04月11日

101.4.11 吳祚任委員以 Email 傳送

1. 總體檢報告書中對於海嘯防範部分，目前爲視國科會海嘯分析結果，再進行強化設計及因應能力。此部份合理。然而，國科會之計畫目前僅考慮地震型海嘯，對於其他海嘯，例如山崩型海嘯或複合型海嘯，並未研究。此部份建議台電需自行辦理。

2. 由報告書可知，斷然處置爲核電廠最後之終極手段。然而任何規劃總有其滯礙難行之處，特別是在複合型災害情況下。倘若斷然處置失敗，核電廠是否有因應計畫？

謝謝！

Tso-Ren

審查意見：

一、複合型天災有相當複雜度，要完全重現並不容易。台電公司針對福島事故逐項分析並檢討現有狀況值得肯定，但建設仍需以台灣之特殊地理條件加以考慮。以北部核一、二廠而言，其地勢陡峭，不利地震海溝型海嘯上溯。然而該地形卻有利於山崩型海嘯發生。1867年基隆海嘯即為一例。而近期透過海底探測亦發現海底山崩遺跡。

一可能亦合理之Scenario為：

台灣北部發生地震，地震規模並非毀滅型地震，然而該地震卻引發小規模山崩，並阻礙生水池之重力引流。該地震並引發海底山崩，並引發局部強烈海嘯。此時核電廠需如何因應？

斷然處置為一合理作法，但需考慮生水池水源不足，又海邊取水困難下之因應措施。

（見背面）

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：吳祥任（請簽名）	日期	101年4月13日

二、國科会目前已完成台灣海堤型海嘯之威脅評估，並已將結果交給台电公司，由於防範目標明確，建設台电儘快擬定因应策略。

三、地球科學之結果有其一定之不確定性，雖然目前計算出之海嘯威脅均在核电廠設計之內。然而各項指標多僅勉强過關，建設台电在海嘯防範方面需考慮安全係数，並築建海牆因应。

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢總檢討報告」審查意見表

審查意見：

1. 除了" Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety- The Accident at TEPCO's Fukusihma Nuclear Power Stations" June 2011 之外，日本政府亦曾於 2011 年 9 月 19 日在國際原子能總署的年會(General Conference)提出進一步的報告"Additional Report of the Japanese Government to the IAEA- The Accident at TEPCO's Fukusihma NPPS- 2nd Report ", 由代表團長，特別任務長官，Goshi Hosono 率領 Dr. K. Hirose, Dr. S. Kando 及 Dr. A. Omoto 分別就事故經過與現狀、汙染地區的除汙規劃，及中長期移出熔融爐心與用過燃料池之過核子燃料規劃提出說明。(詳細原始資料可見潘欽、林耿民"參加國際原子能總署第 55 屆年會報告"之攜回資料。)本檢討報告宜納入日本政府進一步的報告。
2. 原能會接受台電公司斷然處置措施，為避免嚴重事故發生導致大量放射性物質外洩的有效措施，宜有更堅實的且為國內外核能界接受的科學基礎。此外，當電力公司執行斷然處置措施程序時，管制單位如何因應，做好危機管理，亦宜有規劃。
3. 核能電廠在福島核一廠事故後，「核能安全防護體制全面體檢方案」所做之安全改善與提昇措施，宜有系統化的評估，了解其對電廠安全提昇的效果，並找出需要再補強之處。
4. 有關日本福島核一廠核災之教訓回饋，尚有管制面的。的確，美國核管會的主席在 2011 年 9 月 22 日 IAEA 年會的 Senior Regulator Meeting 裡提出一個國家的核能管制單位必須是強而獨立的(Strong and Independent)。在檢討我國核能電廠安全防護時，亦宜檢討我國的核能管制單位在政府組織改造之後如何維持 Strong and Independent？是否可以留住或吸引優秀的人才加入管制單位？是否有足夠的管制支援？
5. 優秀的人才是防護核能電廠重要的一環，政府在宣布確認"確保核安，穩健減核"之新能源政策的同時，對於國內核能教育的永續，宜有明確的政策，以吸引優秀的人才。
6. P.144~145 有關兩岸核子事故通報之論述似已經過時，宜更新。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：潘欽（請簽名）	日期	101 年 3 月 30 日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

1. P52-53 提及「廠內通訊設施不足以因應緊急事故，原能會已於民國90年核三全黑事件後要求核電廠改善」，請說明現況。

2. P53 提及「緊急事件時管制机関需扮演提供充份資訊的角色」。請補充說明在資訊硬体上應已落實那些項目，以確保充份資訊的迅速獲得。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：[signature]（請簽名）	日期	101年4月13日

行政院原子能委員會審查

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告初稿」書面意見回應

壹、行政院原子能委員會審查結論：

序號	審查結論	回應單位	回應意見
101	依據行政院指示由本會召集總檢討報告之審查小組，就原能會檢討核能電廠現有設計基準的符合性、強化超過設計基準的因應能力，並進而審議核能電廠強化及因應類似福島事故方案之適切性，對設計基準強化之要求不得以因應超過設計基準之臨時性、移動式之措施為替代。	核管處	原能會在核能安全防護總體檢的重點除確認各受檢電廠的安全防護機制與現行設計基準的符合性之外，更重要的是檢討並評估電廠對超過設計基準的因應與強化其縱深防禦能力。依據美國核管會在 100 年 12 月 14 日討論NTTF報告建議事項會議之摘要，幕僚強調採用 NEI 提出 FLEX (diverse and flexible approach)方式，以強化廠址救援超過設計基準事件的能力，惟並未處理現行設計基準的適切性議題，亦未能符合重新評估自然危害的目標(參考資料文件編號 ML11353A390)。美國核管會另在 101 年 1 月 13 日指導委員會議中，幕僚針對 NEI 提出 FLEX 方式做為超過設計基準的強化措施係可接受的方法論，惟須藉能視察並可實施的增強及彈性兩種方式佐證該特定的強化措施(ML120120491)。原能會針對現行設計基準的強化措施與檢討，將要求台電公司採固定式、納入持照基準之方式為之，並不得以因應超過設計基準之臨時性、移動式之措施為替代；此臨時性、移動式之措施專指針對超過設計基準事故

			的強化措施及因應作為。
102	核安體檢總檢討報告應補充說明檢討議題之主軸與能避免福島事故的關聯性，斷然處置措施要更明確、完整，以助於外界瞭解在最壞的情況下台電公司確可藉由執行斷然處置措施，即使犧牲核電廠，也要確保民眾安全。	核管處	原能會在總體檢之主軸係針對福島一廠事故採行之加強安全措施，並依我國核能電廠設計基準、地質環境及運轉狀況等特性，檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力以及異常天災發生後可能潛在之設備功能喪失危險要項，規劃現有核能電廠全面安全體檢之具體項目，以強化現有核能機組耐地震、防山洪、抗海嘯之能力，使台灣不致發生類似日本福島電廠事故為目標。 原能會為因應日本福島事故執行「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，內容分為「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部份。在「核能電廠安全防護措施」要求核能電廠檢討並強化設計基準，建置多層防護措施以及針對超過設計基準納入多項臨時性、移動式之措施，要求核能電廠建置斷然處置程序，目的即在確保避免爐心熔毀、放射性物質外釋進入環境中。另在「輻射防護及緊急應變機制」強化緊急應變整備規劃，強化輻射災害之應變能量及建立輻射偵測之整備平台，以為複合式災害因應之所需，確保縱使發生像日本 311 重大災害時，能將民眾之傷害降至最低。

			斷然處置措施目的在使超過設計基準事故時的因應程序除 EOP、SAMG 外，能將包括此次總體檢為強化超過設計基準所添加設備與後備電力、水源等設施與途徑在最短時間內(1 小時－乃參考福島經驗)安裝配置，同時將決策流程、權責更具體化，避免延誤救援時機。換言之，未因斷然處置措施作為最後手段而減少或取代相關安全強化措施。 EOP 係運轉規範要求處理設計基準事故，SAMG 係業界自願採行以提供超過設計基準事故的指引，EDMG 係 911 事故後 10CFR50.54(hh)(2)要求發展大範圍緊急事件之因應；業界發展之 SAMG 在程序控制及格式並不一致，對 SAMG、EDMG 訓練、資格及演習亦未標準化。 美國核管會 NTTF 報告建議事項 8 強調 EOP、SAMG、EDMG 應該整合並強化，採立法方式命令業主修改 EOP 技術指引，以(1)整合 EOPs、SAMGs 及 EDMGs，(2)具體清楚說明其執行之命令與控制策略，(3)對緊急時執行決策者規定適當的資格及訓練；並建議由電廠廠家組織採取對策而非各廠自行其是，並鼓勵使用已建立實務之管制指引(RG)認可業主所採行之方法可接受。命令業主修改標準運轉規範

			第五章行政管制以符合上述變更，以及開始立法對包括在緊急時為決策之相關人員在 SAMGs 及 EDMGs 要求更務實、實用的訓練及演習。 目前 EPRI 執行 SAMG 技術基礎報告更新，新增章節包括灌注海水或無硼酸水源、多機組的考量、外部危害的因應、低功率停機模式下的對策、二次圍阻體排氣及隔離冷凝器運轉(係 BWR 專屬之議題)、用過燃料池(水存量、冷卻)的對策；在事故物理現象的更新，包括採取對策的閾值、海水系統灌注、圍阻體損傷的可能性、爐渣進入爐槽下半部及爐槽失效、輻射分解及腐蝕、重新臨界的可能性。 本會要求在執行 EOP、SAMG 及 EDMG 整合之核管案件時，須納入「機組斷然處置程序指引」與 EOP、SAMG 及 EDMG 整合之考量。 在核電廠斷然處置措施強化及因應，說明如下： (1) 至今斷然處置措施尚待精進，如規劃在第 1 小時內完成第一階段策略之列置，惟在類似福島事故自然災變情境下，仍需務實驗證模擬類似情境下之可行性。在採 RELAP5 程式模擬斷然處置措施執行之情境，以估算所需注水之最小

			流量，相關靈敏度分析個案涵蓋面須再強化；如核三廠 RCP 軸封 LOCA 之情境，美國核管會採用之 WCAP-16141 指出高溫 O 型封環且 RCS 降壓成功之情況，在 13 分鐘之後每台泵洩漏率達 182gpm 之機率近 20%；如為高溫 O 型封環且 RCS 降壓失敗之情況，在 13 分鐘之後每台泵洩漏率達 76gpm 之機率約 80%，甚至每台泵洩漏率可達 480gpm 之情況；在執行「機組斷然處置程序指引」，並須考量避免和 EOP、SAMG 有不一致或衝突之處。 (2) 經濟部已於 101.4.9 函請行政院裁示斷然處置措相關通報程序，行政院秘書長於 101.4.16 函示本會妥慎審議。 (3) 美國核管會技術專家指出此項目之執行，依據 EOP、SAMG 由電廠人員即可決行，惟在 100.4.19「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」中，原能會考量避免我國發生類似日本福島一廠之延宕而致嚴重事故，遂要求台電公司建立斷然處置措施，原能會將持續瞭解國際間主要核電國家之具體作法而檢討。 (4) 台電公司已完成核一、二、三廠斷然處置程序分析報告；而圍阻體排氣功能之

			目的為熱移除，目前核能業界對避免氫爆技術未臻成熟前，且現有氫控系統未將圍阻體連通大氣；斷然處置之通報程序未符實際需求，原能會將要求台電公司提出斷然處置程序相關內容，本會將延攬專家小組審查分析結果及斷然處置程序之適切性。 (5) 參酌日本事故進程，原能會要求台電公司針對圍阻體排氣放射性物質過濾能力之強化，以及要求興建能因應環境高輻射救援、具機組重要資訊之緊急應變場所，將再視後續需要強化核管處「事故評估組作業程序」。
103	請原能會在核電廠地震檢討評估項目中，除敘述性描述的內容外，要提出檢討強化核電廠地震防範措施的結論，條列式提出地震風險評估的做法；海溝型地震、海底火山及山崩型地震之調查工作應由學術界、業界同時進行，俾能在強化核電廠耐震能力方面獲致合理之結果。	核管處	原能會要求台電公司依據 USNRC NTTF 建議事項 2.1 重新評估自然危害(地震、水災包括海嘯)，基於美國核管會 101 年 3 月 12 日對電力業主提出對重新評估自然危害(地震、水災包括海嘯)資訊之要求，依據該文件羅列有目的、背景說明、適用之管制規範、兩階段做法、電力業主須採行之對策、電力業主須提供之資訊以及電力業主須回應項目等。台電公司得採用其他成熟技術分析評估廠址之自然危害，惟原能會之審查時程將視審查指引、標準而變動。台電公司如採用 USNRC 之方法論，原能會將依據美國核管會標準審查規範

			(SRP)及審查指引(RG)、標準，組成審查小組執行台電公司核能電廠自然危害分析及評估結果之審查。其中，在地震評估要求之資訊包括： <u>地震危害評估</u> (1) 個廠廠址地震危害曲線 (2) 依據更新之廠址地震危害曲線發展個廠 GMRS (3) SSE 地表加速度值 (4) 比較前兩項並採取適切之對策 (5) 由 NTTF 建議事項 2.3 履勘及由原風險評估計算耐震能力之額外資訊供 NRC 篩選及排序 (6) 較原設計基準有更高地震危害之廠址，惟在完成以下要求風險評估前，提出之因應對策或暫行措施 (7) 選擇適當之風險評估方法論 <u>地震風險評估</u> (8) SMA 或 SPRA A. 執行 SMA 電廠須提出之資訊，包括(a)量化地震餘裕(SSC 之 HCLPF)之方法論及重要假設，(b)表列 SSC 之地震餘裕值、主要失效模式及資料來源，(c)個別分析的 SSC 之地震餘裕參數，如加速度中值、對數標準差等及相關技術基礎，(d)篩選 SSC 之一般性基礎，(e)

			說明 SMA，涵蓋邏輯模式發展、地震反應分析、圍阻體性能評估結果、篩濾分析結果、個廠地震履勘結果、個別 SSC 主要失效模式確認及納在 SMA 邏輯模式中各 SSC 之 HCLPF 計算，(f)描述 SMA 程序之適切性，包括同行審查的發現，及(g)確認個廠之弱點及規劃或採行之對策。 B. 執行 SPRA 電廠須提出之資訊，包括(a)對地震 CDF 重要貢獻項目之表列，及 RAW、F-V、Birnbaum 等重要度指標，(b)分析地震 CDF、LERF 方法論之摘要，涵蓋 SSC 耐震強度評估方法論及重要假設、主要失效模式及資料來源，耐震強度之參數，個廠履勘重要發現及已採行矯正措施，電廠地震反應分析及量化之程序如廠內 PRA 模式之特定調整為地震 PRA 模式及理由，圍阻體性能有關的假設，(c)描述 SPRA 程序之適切性，包括同行審查的發現，及(d)確認個廠之弱點及規劃或採行之對策。 (9) 用過燃料池的評估 A. 說明用過燃料池完整性評估的程序。 B. 評估結果。 C. 確認與用過燃料池完整性有關弱點及規劃或採行之對策。

			在水災評估要求之資訊包括： <u>重新評估危害報告</u> 執行水災危害重新評估，提出詳細分析之報告。 (1)有關水災危害的廠址資訊，詳細廠址資訊、對所有水災機制之現行設計基準高度、持照至今水災相關持照基準及水災防護的變更、持照至今流域及地貌之變更、現今水災基準之防護及救援設施、評估水災危害之其他細節(如海域探測、履勘結果等) (2)採最新之方法論及審查導則評估各種水災機制所導致之水災危害，各種水災機制須包括豪大雨、河流水災、水壩潰堤、暴潮及波動、海嘯、河流改道及可能機制合併之效應。提供不適用個廠廠址水災機制之佐證 (3)提供各種水災機制在現行設計基準及重新評估之比較，包括由 NTTF 建議事項 2.3 履勘之發現 (4)較原設計基準有更高水災危害之廠址，惟在完成以下要求整體評估前，提出之因應對策或暫行措施 (5)視需要提出更多的防護措施 <u>整體性評估報告</u> 對現行設計基準水災不能涵蓋水災危害重

			新評估者，須提出以下報告。 (1)與個廠在水災期間完整性之整體性評估有關程序之說明 (2)個廠評估關鍵性水災機制的影響及防護、救援措施的有效性，探討個廠是否仍有足夠的餘裕 (3)說明任何額外的已安裝或規劃之防護、救援措施，及及功能 (4)確認其他應採取或規劃以處理個廠弱點之措施 (以上內容更新至附錄五.9) 美國核管會要求核電業主採NUREG/CR-6966 海嘯危害方法論執行之海嘯分析，在歷史海嘯及地理、水文資訊等部份，係提出可參酌美國現有之相關(如NOAA 之 NGDC、CSC，USGS 等)資料庫；原能會將要求台電公司考量現行最佳可用之國際資料庫，惟將要求納入國內相關領域學者、專家確認國際資料庫應用在台灣特定資訊之適切性，採嚴謹方式執行相關海嘯源及歷史海嘯之調查工作。
104	請台電公司在核電廠海嘯源評估項目應儘快進行，並應審慎考量築海牆以強化防護之餘裕；複合性天災應逐項分析檢	核管處	原能會要求台電公司依據美國核管會要求採 NUREG/CR-6966 海嘯危害方法論執行分析，該一方法論(請詳第 103 項之回應說明)涵蓋不同海嘯源及其合併效應之考量，個廠廠址之特定資訊，歷史事件資料

	討，並考量我國特定事件情境之影響，例如生水池在強震後無法供應足夠之冷卻水源；另核一、二廠地形對山崩型海嘯有利，要納入過去歷史海嘯之紀錄。		之蒐集整理，以及海嘯防護及海嘯事故序列救援機制之能力。影響評估項目執行期程之可能因素，包括國內在歷史海嘯及地理、水文資訊等部份的資料庫，原能會將要求台電公司考量現行最佳可用之國際資料庫，惟將要求納入國內相關領域學者、專家確認國際資料庫應用在台灣特定資訊之適切性，採嚴謹方式執行相關海嘯源及歷史海嘯之調查工作；在完成海嘯危害更新及相關風險評估前，將要求台電公司儘速提出並執行海嘯防護之因應對策或暫行措施。 歐洲核能安全管制者組織（European Nuclear Safety Regulators Group, ENSREG）主席 Andrej Stritar 在 101 年 5 月 8 日壓力測試同行審查公開會議，指出日本海嘯設計低估此罕見事件，而安全餘裕不足，故對自然危害瞭解的不準確度，應採更大的保守度來補償，即更高的防護堤壩。
105	請台電公司針對待協調項目部份，再考量我國最可能之假想情境，也針對個別電廠的狀況，就那些項目是安全必須執行，那些項目可作成本效益考	核管處	101 年 5 月 8 日經濟部林聖忠政務次長，率同國營會及台電公司人員，拜會本會蔡主任委員就總檢討報告附錄八附表二有關核能管制案件進行協調，台電公司提供協調資料說明如總檢討報告附錄八表 1。

	量，請在兩週內再行協調。在台電報告中有委員質疑成本估算待澄清或成本效益分析待加強的部份，請台電公司參考，對於替代方案亦請釐清確認為適切可行。		本會重申台電公司不得歸咎於技術或經濟因素，而無法提出具體規劃(含實施做法之評估)及合理期程。以下逐項分別說明待協調事項之內容，除「核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g」項外，**均更新相關內容及結論至總檢討報告附錄八附表二核能管制案件**。 **(一) 核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g** 本案依據 100 年 3 月 17 日第 3238 次行政院會議決議「原能會應將所有核能電廠的地震設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g，祛除民眾疑慮」(案號：A00962)之要求，將核一廠之耐震基準由原設計之0.3g提升為 0.4g，於 100 年 4 月 1 9 日經行政院核定納入本會「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」。本會於 100 年 7 月 6 日之 100 年第 1 次核管會議、100 年 8 月 31 日本案之說明會，並於 100 年 10 月 28 日規劃報告審查會之會議紀錄：同意本案目前採 NRC USI-A-46 方法進行評估，惟未來應視「耐震精進作業方案」執行成果，重新確認核一廠耐震設計基準值後，台電公司即應全面重新檢討核一廠設計基準之提升與後續補強作為。 國際間類似個案做法之說明：

			(1)美國：要求設計地震強度至少在 0.1g 以上。 (2)韓國：改善安全停機系統的耐震能力，提昇至與進步型核電廠之設計地震強度(0.3g)相同，以因應超過設計基準之地震(此要求適用所有電廠)。 本協調事項之結果，台電公司依原規劃辦理。 **(二) 核一廠安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管** 本案要求核一廠依據NTTF報告Tier 1建議事項5.1,完成安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管；核二廠、核三廠、龍門廠要求在美國 Tier 3 尚未明確要求前，參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國)電廠過濾排氣功能提出規劃評估。本案如美國核管會 Tier 1、Tier 3 均不做要求增設具過濾之圍阻體排氣功能，惟因本案對圍阻體完整性及緊急計劃區域之控制均甚有助益，考量我國與歐盟國家在核電廠週邊同樣有人口稠密之特性，將要求台電公司參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國等)之過濾排氣功能執行。 國際間類似個案做法之說明： (1)瑞典：在 1980 年代基於三哩島事故的

			經驗回饋，已安裝具過濾(除污因素，DF 至少 1000)功能的圍阻體排氣系統，被動式設計在初期的 8 小時無運轉員操作。 (2)瑞士：在 1993 年提出圍阻體排氣指引(定案版)，防震一級之要求，日本福島事故後全面重新檢查。 (3)歐盟：除瑞典、瑞士外，德國及法國皆已設置。 (4)韓國：裝設具過濾能力的排氣系統或能對圍阻體建築物降壓的設施(此要求適用所有電廠)。 (5)日本：NISA 新頒 30 項安全標準之一。 本協調事項之結果，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃，本會將訂定適當的里程碑及規劃之目標。 **(三) 增設置生水池(深水井)** 考量新增設置生水池(深水井)提供長期冷卻的水源，新增設深水井方式提供較佳水質之固定式第二套(為緊急海水泵熱沉之後備，因應海水泵共因失效之情境)最終熱沉，包括設備位置及相關設施規劃之細節，核三廠已將深水井能力列入斷然處置措施。

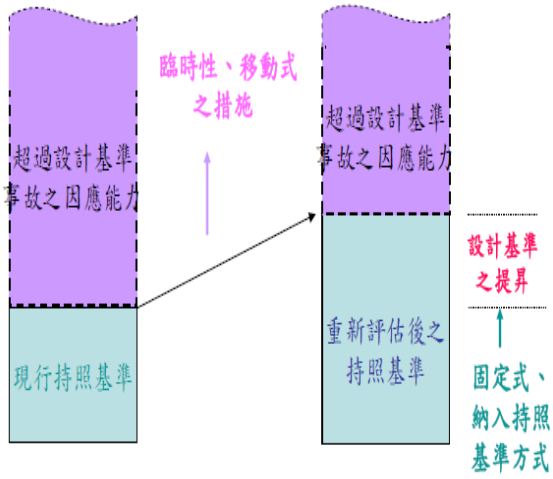
			國際間類似個案做法之說明： (1)歐盟：一些國家採深水井或冷卻水塔提供緊急海水泵熱沉之後備，強化因應海水泵共因失效情境之措施。 本協調事項之結果，台電公司須依廠址特性提出深水井水質、水量之可行性評估或冷卻水塔規劃，先就核三廠提出由現有深水井改善為固定式第二套最終熱沉規劃方案。依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限101 年 12 月 31 日前提出評估規劃。 **(四) 建造大型海嘯鋼筋混凝土擋牆** 原能會要求台電公司須依據美國相關法規規範以新技術重新分析海嘯危害，並依重新分析之結果考量強化設計及因應超過設計基準(依設計基準水位提高 6 公尺築混凝土海嘯擋牆或為水密性)之防範海嘯能力。在海嘯高度採新技術、新事證完成重新評估(USNRC NTTF 建議事項 2.1)後，應重新檢視海嘯擋牆或水密高度的適切性。 國科會海嘯模擬未納入火山群、海底山崩等非地震斷層之海嘯分析，在採法規規範重新評估防範海嘯能力前，僅可為台電公司參考制定因應措施之依據。 現行 FSAR 設計基準分析並未涵蓋不

			確定度。 參照並瞭解日本電廠之詳細做法，增設大型海嘯鋼筋混凝土擋牆(或為水密性)，以減少廠房、設備在海嘯時，受大型物體損毀或嚴重堵塞之規劃評估，包括位置及相關設施規劃之細節。 國際間類似個案做法之說明： (1)韓國：Kori 廠址的高程相對較低，擴增 Kori 廠址之海堤高度，增加高程(10 公尺)以與其他廠址相同。 (2)日本：依廠址評估值再加 9.5m（上限 15m）為基準，訂定防止淹水措施。 本協調事項之結果，本會要求依現行設計基準水位提高 6 公尺築海堤、混凝土海嘯擋牆或為水密性，確認核一、二廠影響大型車輛進出之評估，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃。 **(五) 設置額外氣冷式柴油發電機** 考量複合式災難導致多機組事故之情境，可能新增安全相關設備負載之要求，避免由共因失效導致喪失備援能力，原能會要求台電公司在風險評估要求中增加額外氣冷式柴油發電機效益之個案分析，並提出該額外氣冷式柴油發電機設置之規劃

			評估，包括設備位置及相關設施規劃之細節。新增設之柴油發電機，可採用耐震(隔震、免震)建築物之做法。 國際間類似個案做法之說明： (1)歐盟：歐盟國家具第一線柴油發電機、第二線柴油發電機之配置。 (2)韓國：Kori 電廠(2006)、Youngkwang 電廠(2010)、Uljin 電廠(2010)已完成增設緊急柴油發電機。 (3)日本：大飯電廠 3、4 號機在停機(日本政府要求執行壓力測試)期間，已完成在高處增設緊急柴油發電機。 本協調事項之結果，採符合要求之現有設備(如經強化功能之氣渦輪機)提昇為耐震一級，或 CTG (Combustion/gas Turbine Generator)裝置於耐震建物；符合要求之現有設備不得經開關場，直接供電至安全相關匯流排，依本會要求或提出經本會審查接受之替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 12 月 31 日前提出評估規劃。 **(六) 緊急應變場所功能提昇** 各核電廠現有緊急應變場所（如技術支援中心 TSC、備用技術支援中心、作業支援中心 OSC、保健物理中心 HPC 等）因或耐震不足、或位處地下室易淹水、或

			未符 NUREG 0696 適居性要求等因素，恐無法於類似日本福島核災之複合型天災下正常運作，執行各項緊急應變作業。(註：美國核管會近期專案小組報告 SECY 11-0093 指出 NUREG 0696 發行時，並未納入類似福島核災之長期電廠全黑與雙機組事件等情況之考量，故有關緊急應變作業場所接受標準，NUREG 0696 只能視為必要條件之一) 各國針對福島核災檢討項目之一即包括此緊急應變場所功能之提昇，例如國際原子能總署 IAEA 福島事故真相調查專家小組報告經驗回饋第 4、5 項：要求電廠供緊急應變作業之場所（建物）應有耐震、防淹水、輻射屏蔽、獨立通風、設備充足、空間足夠、提供應變人員輻射防護與維生、重要安全參數之儀器與信號線路強化、廠內外通訊及自備柴油發電機等功能。 日本福島核災時，第一核電廠之免震重要棟，於地震與海嘯下未受嚴重破壞，維持功能，讓電廠應變人員得以執行緊急應變作業，即為本案之明顯範例。 國際間類似個案做法之說明： (1)IAEA：建議此種強化之廠內緊急應變中心“should be provided for all major nuclear facilities with severe accident

			potential”(100.8.31)。 (2)韓國：強化緊急應變設施－因應超過設計基準地震、海嘯，改善 TSC、OSC 耐震能力及防淹沒能力，確保 TSC、OSC 區域及緊急電力。 (3)美國：電力公司亦不待法規修訂積極規劃因應緊急應變管制之變革，如 Davis-Besse 核電廠在 100 年 8 月已開始建造全新之強化 EOF 建築(佔地 1115 平方公尺)。 (4)日本：NISA 新頒 30 項安全標準之一(101.2.16)，日本核安委員會審查通過大飯 3、4 號機壓力測試報告(101.3.23)之要求。 本協調事項之結果，緊急應變場所之耐震能力要求，符合我國內政部營建署「建築物耐震設計規範及解說」，依本會要求或提出經本會審查接受之耐震強化替代方案；台電公司依要求於期限 101 年 9 月 30 日前提出評估規劃。 針對現行設計基準的強化措施與檢討，在經自然(地震、水災包括海嘯等)危害重新評估，以及因應電廠全黑能力等設計基準之強化提昇，將要求台電公司採固定式、納入持照基準之方式為之，並不得以因應超過設計基準之臨時性、移動式之措施為

			替代；此臨時性、移動式之措施專指針對超過設計基準事故的強化措施及因應作為，如圖 1。  圖 1. 福島事故後提昇設計基準事故之因應措施
106	核安體檢總檢討報告對核電廠不延役或除役不須有預設立場，應設法儘量消除核電廠廠址有關地震及海嘯的疑慮；建議針對台電公司及核能研究所近期的人員退休潮，檢討強化在人力老化、經驗斷層等威脅核安文化方面之作為。	台電公司 核能研究所	**台電公司**：為應核能電廠營運需要，已特別考量核能部門人力需求，人員補充率較高，近年來核心技術人力均已按退離人數進用，另本公司獲上級支持辦理專案精簡及同意增補精簡員額，對改善人力斷層及老化亦有助益。本公司為因應核能電廠各項新增工作項目（含福島事件正進行「安全總体檢」目前評估需增人力），正向上級申請 101 年核能電廠員額能增加 79 名；此外，考量未來 10 年員工之離退情況逐漸步入高峰，正積極向上級溝通，爭取辦理提前進用人力，核能發電系統 101 年申請提前進用 81 人，102 年申請提前進用 105 人，103 年申請提前進用 60 人，105 年申

			請提前進用 13 人，並於 106 年後視工作進度及核心技術傳承情形逐年攤還或配合除役計劃調整；近年來由於以上所述各項努力及措施，各核能電廠人力老化情形已大幅減緩。 此外，為加強人員技術經驗傳承，已採下列措施： 一、各類核心技術及各項主要作業都已列入各單位程序書，並置於單位網頁上，由核安處每年定期稽查，確實檢討落實。 二、各單位網頁除「程序書」外，尚包括「核能營運運轉資訊」、「經驗回饋」、「核能安全文化」、「核能電廠維護」、「大修管理」、「各類訓練教材」、「人員作業疏失案例」及各類「會議紀錄」等，各類資訊均有專屬部門或人員負責管理與維護，各類寶貴經驗及心得均已隨時上網，供公司內部員工參考、下載。 三、對於即將退休人員，均於事前規劃交接作業，並備妥書面資料及電子檔案，期將經驗技術順利傳承。 四、林訓中心及各廠訓練中心都已將經驗回饋及各類案例列入教材編寫重點。各項訓練均邀請資深且經驗豐富員工

			擔任講師、助教等相關工作，傳承技術及經驗等。 五、核一、二、三、四廠均已於網路建立「技術經驗」回饋系統，並訂有相關管理辦法，放射試驗室則於利用台電智庫知識管理平台建立知識傳承及經驗回饋子類別傳承技術經驗。 六、每年各類技術交流研討會，亦邀請相關單位簡報及技術交流等相關作業。 **核能研究所**：對於人力老化、退休潮的問題，除了進用正式公務員外，亦進用研發替代役人員，且對於任滿之優秀人員，亦採以下方式留用: 1.鼓勵參加國家高等考試，取得公務員任用資格，依法可轉為政府編制人員，繼續在本所服務。 2.未具公務員任用資格者，擇優繼續聘任為「約聘人員」或以「專業支援人力」方式繼續在本所服務。 另有關經驗斷層、技術傳承方面，亦有完整規劃，簡述如下： 1.基礎訓練 認識環境並了解所內現有實驗室設備與設施之功能並熟練各項儀器、工具之操作技巧。 2.參與計畫，在職訓練

			參加相關研發計畫，經由資深研究人員之指導及經驗傳承，從而培養專業領域的智識與技能。 3.國內訓練，初試啼聲 鼓勵參加研討會發表論文或參加所外訓練課程，拓展視野、吸收新知並交換研究心得。 4.國際合作，嶄露鋒芒 表現優異者，經由選送機制，選送國外著名研究機構參與國際合作計畫，提昇國際視野與專業技能。
107	請原能會各業務處納入委員口頭及書面意見(詳如後附)，針對核電廠核安總體檢報告中提出強化措施之具體做法，在兩週內提出報告內容修正。	核管處 輻防處 核技處	遵照辦理。

貳、口頭及書面意見：

序號	提案委員	書面意見	回應單位	回應意見
201	**劉兆漢委員**	報告資料相當完整。	核管處 輻防處 核技處	謝謝委員肯定。
202		地震(強震)仍然是台灣核能安全最需注意之重點，報告中對電廠安全相關之工程設施及加強步驟均又詳盡敘述，比較談的少的是整體與地震相關之風險評估及預警之可能性，地震研究是國內學術界強項，在斷層位置、地質特性、板塊活動等方面都有值得參考的知識與資訊，在討論核能電廠安全時，應能多加利用。	核管處	謝謝委員意見。 原能會在自然危害重新評估之項目，要求台電公司比照 USNRC 之方法論執行，該方法論已有長期執行之實務、導則、標準(說明詳後)。在地震有關的危害度(hazard)分析、耐震度(fragility)分析及風險評估(risk assessment)等，要求台電公司針對個廠廠址特性，納入國內相關領域學者、專家考量我國之特定資訊，採適切方式執行相關地震斷層、地質特性及板塊活動等工作，俾能獲得正確反映廠址特色之風險洞識。第 218 項回應說明有關地震預警將另採核管案方式要求台電公司執行。 (1) 美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 重新評估地震危害的評估程序如**附圖 1**。 (2) 在評估程序的第 1 階段係要求電力業主採用最新的地震危害資訊及目前的

				管制導則及方法論，視需要執行風險評估，重新評估廠址之地震危害。 (3) 在第 1 階段依據 RG 1.208 發展風險告知、性能基準之地表運動反應譜(GMRS)，在此 RG 建議採用 Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC)方法論處理專家判斷及不準度之量化，以發展機率式地震危害分析之地震源及地表運動模式，獲得廠址的 GMRS。建議事項 2.1 除了反應器完整性的評估，包括用過燃料池完整性的評估，須涵蓋用過燃料池的牆、管線、穿越器、傳送渠道閘門及密封等可能導致用過燃料池顯著喪失水存量。在評估程序的第 2 階段將依據第 1 階段的結果，視需要採行額外的管制措施(例如更新設計基準)以防護更新之地震危害。 (以上內容更新至附錄五.9) (4) 建議事項 2.1 所要求的資訊包括： <u>地震危害評估</u> 更新廠址危害曲線、廠址性能基準 GMRS、SSE 值、比較前兩者、提出電廠耐震能力之風險資訊及優先順序、完成風險評估前的暫行因應措施、視需要執行風險評估 <u>地震風險評估</u>

				SMA 或 SPRA 以及用過燃料池評估 (5) 原能會要求台電公司依據 USNRC NTTF 建議事項 2.1 重新評估地震危害，即須採 RG 1.208 發展新的地震危害曲線及地表運動反應譜(GMRS)，並視其與原設計基準地震(SSE)比較而採取不同程度之後續管制措施，例如，GMRS 在 10Hz 以上範圍超過 SSE 則必須執行 SMA，而 GMRS 在 1Hz 至 10Hz 範圍若超過 1.3 倍 SSE 則必須執行 SPRA。(報告附錄五.9) (6) 核管會議管制追蹤_9912A02 核能機組加裝之中央氣象局「強震即時警報系統」、核電廠各廠房加裝地震儀等項目。 (7) 台電公司目前委託國內學術界、工程界執行之核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。 (8) 美國核管會在建議事項 2.1 要求依據 GL 2011-XX, “Seismic Risk Evaluations for Operating Reactors”，比較地震危害重新評估及個廠 SSE 之結果，已納入地震風險評估之程序，並採用(1)一階地震 PRA(SPRA)，或(2)地震餘裕評估(SMA)

				等在ASME/ANS RA-Sa-2009 PRA標準已提出之方法論為之。 (9) 美國核管會在GI-199即要求核電廠，依據USGS每六年公佈更新之地震危害執行地震危害再評估之更新，相關做法值得我國借鏡。
203	**劉兆漢委員**	有關建立輻射擴散及劑量評估能力之規劃，希望能加速執行，早日建立Official Forecast之機制，希望以後不要再發生當境外事故發生後，由各大學研究單位各自發表自己算出之劑量評估的混亂局面。此能力之建立，應指定專責單位負責並維護，完成日期，也可加快。	輻防處	謝謝委員意見。 境外長程大氣傳輸擴散與劑量評估模式將於101年完成技術建立，102年完成作業化程序與系統建置。在技術建立前，氣象局已完成長程擴散之氣流軌跡整合模式引進與建立，可利用擴散軌跡結果，以保守之點射源模式進行境外核災對台灣之輻射影響概略評估。 輻射塵擴散及劑量評估訊息之發布，原能會將邀請其他研究單位參與原能會之境外劑量評估系統之開發與精進過程，並在原子能相關規定中增訂有關輻射劑量預測發布之規定，建立統一由原能會對外發布訊息之機制與程序。未來系統維護則由核安管制研究中心負責。
204	**劉兆漢委員**	美國科學院目前正著手研究並探討“Lessons Learned from the Fukushima Accident for	核管處	謝謝委員意見。 原能會將持續追蹤國際間主要核電國家之檢討標準而調整，擬定強化之具體作法，要求台電公司檢討改善，必要時提昇現行設計基準，俾確保核能機組之運轉安

		Improving Safety and Security of US Nuclear Plants”將出報告，可做參考。		全；原能會將持續瞭解委員提供美國科學院研究案之進展及報告。
205	**劉兆漢委員**	請切勿將“斷然處置”作為福島事件唯一(或最重要)得到的lesson，報告是談國內核能安全應做的準備，如何規劃“斷然處置”之 SOP 是其中一環，但不應是最重要的結論。	核管處	謝謝委員意見。 原能會依據「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」執行核能安全防護措施之近期檢討議題的 11 項重要議題之強化，包括廠區電源全部喪失(全黑)事件、廠房/廠區水災事件及防海嘯能力、用過燃料池完整性及冷卻能力、熱移除及最終熱沉能力、事故處理程序與訓練、機組斷然處置程序之建立、一/二號機組相互支援、複合式災難事件、超過設計基準事故、設施/設備完備性及備品儲備及精進人力/組織運作及強化核能安全文化；原能會另納入美國核管會近期檢討專案小組報告第一階段建議事項、參考日本政府管制單位緊急因應對策之要求以及審視歐盟壓力測試規範及歐盟各國報告，要求台電公司依據歐盟壓力測試規範執行。原能會並未規劃針對特定項目(如“斷然處置”項目)列為唯一(或最重要)的經驗回饋，仍將持續瞭解國際間執行核能安全防護強化之各方面做為，強化現有核能機組抗地震、抗山洪、抗海嘯之機制，以確保國內核能電

				廠的運轉更加安全。
206	**劉容生委員**	報告書：中英文摘要應求一致，如「詳細背景」(一頁七行)，英文翻為「brief background」(iii 頁 12 行);「的調查日益澄清下」(1 頁 9 行)，翻為「Still left to be clarified」(iii 頁 16 行)等意義並不一致。英文版「copy」(iii 頁 4 行)應為「cope」。建議由專人在英文版摘要可以加強。	核管處	謝謝委員意見，遵照辦理。
207	**劉容生委員**	總體：此次核安總體檢，經過各相關單位的努力，做了十分慎密的檢討；同時對福島事故及國內核安現況做深入的分析。對未來核安應強化措施做出具體的建議，值得肯定。	核管處 輻防處 核技處	謝謝委員肯定。
208	**劉**	管理面：核安涉及單	核技處	謝謝委員意見。

	容生委員	位眾多，如核輻射及生化分居不同政府單位包括國防部等。對核安相關之危機處理的認知及投入，不儘相同，在管理上(平時及事件發生)如何協調及管理，應該檢討及規劃。		有關核子事故緊急應變之跨部會協調及管理，已於總體檢報告第四章「複合式災害應變機制」、「相關機關任務分工與作業程序」議題中進行檢討與規劃，並已完成相關內容之修正；此外，目前行政院已完成災害防救法修正草案，修正案中將輻射災害正式列為該法災害種類，為有效運用國家救災資源及與各部會間溝通協調能力，原能會規劃將核子事故中央災害應變中心作業地點併入大坪林中央災害應變中心，未來國內有關災害之預防、整備、應變及復原作業，將朝向全災害之救災一元化，有效運用國家災害防救整體能量。
209	**劉容生委員**	執行面：核安總體檢提出不少強化措施及對策，增加所需之經費若干？來源如何？應做明確的規劃。	核管處輻防處核技處台電公司	謝謝委員意見。 **核管處**：原能會在核能管制案件達到預定完成時間，該預定完成項目將納入各廠的最近一次大修後機組起動之審查項目。由於核能安全不得有空窗期或例外情況，即不應在電廠即將除役或電廠無法延役之考量而不執行要求之強化措施；惟目前因應福島事故相關管制要求將有大規模之資本投資，原能會要求台電公司事先針對即將除役或無法延役之電廠考量成本效益為最適化之做法；台電公司在特定項目如因技術或經濟因素，無法提出具體規劃(含實施做法之評估)及合理期程，原能會

				應令其限期改善或採行其他必要措施；其情節重大、未於期限內改善或採行必要措施者，得命其停止現場作業、運轉、廢止其執照或限載運轉。 (以上內容更新至第三章) **輻防處**： 1. 強化大氣擴散及輻射劑量影響評估能力，由能源國家型科技計畫 101 年~103 年「核能技術」主軸專案計畫，約 3500 萬。 2. 空中輻射偵檢作業技術之研發由核子事故中央災害應變基金編列預算，目前已編列 101 年及 102 年預算，分別進行空中偵測系統及無人載具進行研發，約 1700 萬。 3. 放射性物質外洩途徑及環境衝擊檢討所需的設備及材料，由台電公司編列預算進行購置，約數十萬元。 4. 購置環境輻射偵測實驗室快速偵測分析設備(100%)2 部約 500 萬；感應耦合電漿質譜儀（ICP-MS）1 部約 1500 萬。 5. 3G 通訊無線傳輸的「緊急應變環境輻射監測暨展示網」機動設備 40 部，約 1000 萬。 6. 輻射緊急事故之偵測及分析整備計畫 101 年~104 年，約 3000 萬。

				7. 境內核災劑量評估系統更新，101~103年計畫，約3500萬。 8. 因應日本福島核子事故，強化國內輻射防護能力，申請第二預備金購置輻射偵測及分析設備，共約4500萬餘元。 **核技處**：未來核子事故緊急應變之例行整備、訓練、演習等經費及儲備核子事故發生後應變作業所需費用每年約5千萬至1億，經費將由核子事故緊急應變基金項下支應，目前原能會已完成核子事故緊急應變法施行細則修正，將每一核子反應器設施每年收取一定之金額由新臺幣二千四百萬元調整至五千四百萬元。 **台電公司**： 1.核一廠之耐震基準由0.3g提升為0.4g，約初估25億至200億台幣(實際金額需待實質評估後才能確定。耐震補強所需費用從濱岡電廠補強費用 25 億台幣，IAEA 所估 60 億台幣，到美國 Diablo Canyon 之 220 億台幣，視補強之範圍，差異非常大。核一廠單單執行評估作業，其所需之費用就至少需22億元。而依原能會要求之補強範圍，較雷同於美國 Diablo Canyon 之狀況) 2.核一廠安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管，約16億(8億/每機組，共2機

				組)。 3.建造大型海嘯鋼筋混凝土擋牆，如仿日本電廠在海岸邊建造大型海嘯牆，約需1200 億(300 億/每廠，共 4 廠)。如以替代方式改於廠區範圍內建造鋼筋混凝土擋牆，約需 36 億(每廠所需金額不同，核一、二、三廠約需 2~5 億，龍門廠約需 27 億)。 4.新增設第二台氣冷式柴油發電機，約 40 億(10 億/每廠 1 台，4 廠共 4 台)。 5.建造免震重要棟(緊急應變作業場所)，約 44 億(11 億/每廠 1 棟，4 廠共 4 棟)。
210	**劉容生委員**	“核四沒裝填燃料，暫時沒有安全顧慮”，「暫時」二字請商榷，似乎代表以後就會有？	核管處	謝謝委員意見。 核能電廠在尚未裝填燃料前，確無發生爐心熔損事故之虞，惟在將核燃料裝填進入反應爐後，即有發生爐心熔損事故之可能性。總體檢的目的即在將發生爐心熔損事故可能性儘可能的降低，確保國內核能電廠的運轉能更加安全。本報告為能減少並降低外界疑慮，修訂該段落文字為“核四沒裝填燃料，目前沒有安全顧慮”。
211	**劉容生委員**	在未來新的政府組織架構－「科技部」下設「核安署」，而在「經濟及能源部」下設「能源研究所」。此次核安	綜計處	謝謝委員意見。 一、本會改制為核能安全署後，原掌理核能安全管制業務之核能管制處，由核能安全署核安管制組賡續辦理，其主要業務規劃包括：(1)核子反應器管制

		總體檢所做之結論與建議，以及相關許多持續之措施及後續工作，所負責新政府組織下單位及權責有無明確的規範？		及技術法規之研擬及修訂、(2)核子反應器廠址之安全審查，設置、轉讓之審查及管制與執照之核發及管理、(3)核子反應器設計、興建、測試、運轉與維護之管制及視察、(4)核子反應器設計、興建及運轉安全分析與燃料更換安全分析之審查、(5)核子反應器設計、興建及運轉安全分析與燃料更換安全分析之審查、(6)核子反應器運轉人員執照之核發及管理、(7)核子反應器運轉數據之分析及評估、異常事件之調查與評估及事故爐心安全評估、(8)核子燃料使用之管制、(9)其他有關核子反應器安全管制事項等。其他業務單位亦同，組改後僅單位名稱改變，原管制業務一併轉入。 二、故此次核安總體檢所做之結論與建議，以及相關許多持續之措施及後續工作，將列為管制追蹤案件，由組改後對應之單位持續辦理。
212	**劉容生委員**	本次核安總體檢，針對日本福島事件有詳細的分析及討論，並提出詳盡之建議強化之措施，值得肯定。但針對台灣未來最可	核管處	謝謝委員意見。 原能會在總體檢係針對福島一廠事故採行之加強安全措施，並依我國核能電廠設計基準、地質環境及運轉狀況等特性，檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力以及異常天災發生後可能潛在之設備

		能發生之災害及防範，因台灣之地理、政治、經濟、氣候種種環境有所不同，應針對台灣的特殊情況做分析及對應做深入探討。		功能喪失危險要項，規劃現有核能電廠全面安全體檢之具體項目，以強化現有核能機組耐地震、防山洪、抗海嘯之能力，使台灣不致發生類似日本福島電廠事故為目標。 原能會在要求台電公司參照歐盟壓力測試規範執行，已依據台灣特殊自然環境考量豪大雨伴隨土石流之情境，評估該情境對核能電廠運轉安全可能之潛在威脅。原能會在參照美國核管會對自然危害之重新評估，要求台電公司除地震、水災(包括海嘯)外尚須依據標準審查規範納入其他廠外危害，包括設計基準龍捲風、颶風、強風、豪雨(此項並與廠房屋頂排水有關)、環境設計溫度、最終熱沉設計基準、閃電、沙塵暴、森林火災及火山活動等其他重要的自然現象均須加以檢討，並針對台灣特殊環境情況做分析並深入探討。
213	**劉仲明委員**	經過全面性的體檢，應可用深入淺出的方式，告訴國人台灣核電廠是安全的。最壞的情形也可將災害限制在電廠內，雖有財務損失，但一般居民，國民的生命財產	核管處	謝謝委員意見。 原能會為因應日本福島事故執行「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，內容分為「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部份。在「核能電廠安全防護措施」要求核能電廠檢討並強化設計基準，建置多層防護措施以及針對超過設計基準納入多項臨時

		不會受到影響。這個論述希望能夠明確易懂。		性、移動式之措施，要求核能電廠建置斷然處置程序，目的即在確保避免爐心熔毀、放射性物質外釋進入環境中。 另在「輻射防護及緊急應變機制」強化緊急應變整備規劃，強化輻射災害之應變能量及建立輻射偵測之整備平台，以為複合式災害因應之所需，確保縱使發生像日本311 重大災害時，能將民眾之傷害降至最低。
214	**劉仲明委員**	電廠全黑應對能力從8 小時提昇到 24 小時，是否可用移動式的發電或儲量裝置來機動支援。	核管處	謝謝委員意見。 請參照第 101 項之說明，原能會針對現行電廠全黑設計基準的檢討部份，係要求強化因應能力至 24 小時，將要求台電公司採固定式、納入持照基準之方式為之，並不得以因應超過設計基準之臨時性、移動式之措施為替代；在超過電廠全黑設計基準要求強化長期喪失廠區全黑因應能力至 72 小時部份，此臨時性、移動式之措施即為超過設計基準可接受的強化措施。
215	**張國鎮委員**	P.65(Line9-10)請再確認『但在 SSE 地震下安全相關之結構/系統/組件只要仍能發揮其既定功能，允許非彈性。』此一說明之妥適性。若在 SSE 地震	核管處	謝謝委員意見。 該說明係符合美國核管會之法規應具妥適性。如在超越 SSE 地震時，有安全疑慮之可能性。請卓參總體檢報告附錄六第 52 頁－ 美國核能法規及相關設計規範(NRC/RG、ACI-349、ACI-318 等)以 OBE

		下允許非彈性反應，只要求仍能發揮其既定功能；是否意謂著遇到超越 SSE 地震時，可能有安全疑慮？ 說明：SSE 為設計基準地震；設計時有安全因子(P.48)，結構耐震能力應會高於SSE。NRC/RG 規定核電廠選址細節，必決定 SSE。ACI-349 依據 SSE 分析計算地震力(彈性分析，不使用韌性折減)，配合載重組合進行彈性設計。因此，在 SSE 地震下相關結構/系統/組件應不致於發生非彈性行為。 美國新核能法規如 ANSI/ANS-2.26 、ANSI/ASCE/SEI 43-05 等亦規定與核能安全相關之重要結		及 SSE 設計基準地震，進行耐震設計分析。美國規範要求，在 OBE 地震下，核電廠一級結構必須保持彈性，並不允許降服或進入非彈性反應，但在 SSE 地震下安全相關之結構/系統/組件只要仍能發揮其既定功能，允許非彈性。原能會執行中之委託研究計畫「美日核能耐震相關規範/導則新舊差異分析」將持續探討並釐清美日耐震設計定義及要求。 在美國核管會法規 10 CFR 50 附錄 S 原文如下，在 SSE 設計地震下，祇要該結構能達到設計的功能，允許某些安全相關結構物、系統、組件超過降服應變，如下內容(iv)所述。 **100 CFR 50 Appendix S** "Earthquake Engineering Criteria for Nuclear Power Plants" IV. Application To Engineering Design (a) Vibratory Ground Motion (1) Safe Shutdown Earthquake Ground Motion (iv)The evaluation must take into account soil-structure interaction effects and the expected duration of vibratory motion. <u>It is permissible to design for strain limits in excess of yield strain in some of these safety-related structures, systems, and components during the Safe Shutdown</u>

		構/系統/組件其SDC(Seismic Design Category)分類屬於SDC-5及SDC-4(部份)者，在SSE地震下應保持彈性反應(Limit State D)。		Earthquake Ground Motion and under the postulated concurrent loads, provided the necessary safety functions are maintained. 另以核四廠為例，依其安全分析報告FSAR內所述，對於重要的圍阻體廠房內的混凝土結構SSE必須要在彈性範圍；但對鋼結構就允許採塑性設計。 至於超過SSE是否有安全疑慮當然那還得看超過多少及結構原有的margin。兩者相比較，如果後者能夠accommodate超過SSE的部份，則結構安全無疑；反之，無論是彈性還是非彈性設計，過大的SSE都會造成安全上的疑慮。
216	**張國鎮委員**	第二章、二(八)一節(P.71)安全文化之落實提及『所有的改善建議事項需以核安文化為基礎....』等。建議在第五章結語中應有一個標題或段落相呼應。	核管處	謝謝委員意見。 在安全文化方面台電公司係持續執行精進方案，原能會在共通性審查意見要求台電公司須依國際原子能總署的基本安全規則(安全標準編號SF-1)、NEI 09-07「促進優良的核安文化」做為台電公司執行安全文化精進之參考依據。美國核管會規劃反應器監管方案(建議事項12)列在第三階段執行的項目(附錄五.9)，原能會將持續追蹤美國核管會在因應福島事故之做法，瞭解相關技術內涵及要求，視適當時機採核能管制案件要求台電公司實施，已補充報告第五章有關之說明。

217	**張國鎮委員**	錯漏字修正 P.46，Line 7：….增設儲存設施以儲放廢水。 P.89，表(Line 3)：….能獨自因應之期長(?)； P.93，Line 12：….環境安全防護為唯一目標； P.94，Line 2：….原能會針對~~各~~台電公司各項… P.101，Line 11：….1月 12 日提~~提~~出核四廠…	核管處	謝謝委員意見，遵照辦理。
218	**馬國鳳委員**	(For P.187) 在地震及海嘯的危害評估中，將依以下內容進行評估。 1. 核一、二、三、四廠附近海域、陸域地質調查，評估臨近斷層分佈。 2. 歷史性大地震、海嘯及 1.中確認的斷	核管處	謝謝委員意見。 (1)原能會遵照委員意見將左列審查意見納入報告第五章，並要求台電公司在執行自然危害(包括地震及海嘯)重新評估的核管案件時，依據左列之審查意見適當納入台電公司核能電廠地震及海嘯危害的重新評估工作；原能會在核管案件中已要求台電公司參照美國核管會NTTF報告建議事項2.1方法論執行自然危害(地震、水災包括海嘯)

		層的地震、海嘯定量式潛勢評估。 3. 地震、海嘯高解析度模擬分析。 3.1 精細的速度構造調查。 3.2 精細的海底地形調查。 3.3 斷層發震機制、破裂方向及錯動量分佈、模擬。 3.4 地震及海嘯全波形分析(時間序列)。 3.5 井下地震儀的設置，以提供廠址的震波特性。 4. 預警系統的建立，並考慮設置外海觀測台(OBS 海底 GPS)。 5. 考慮 Scenario 事件，做事件的模擬及境況模擬。 報告大多為描述性內		的重新評估(請參照附錄五說明)，能涵蓋上述說明第 1.項及第 2.項，原能會規劃對上述說明第 3.項及第 5.項另立核管案件做管制追蹤。第 4.項建立預警系統為政府施政作為之考量，原能會建議業務主政機關優先採與核能電廠安全有關的方向做規劃。 (2)原能會在核管案件中要求台電公司參照美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 方法論執行自然危害(地震、水災包括海嘯)的重新評估(地震分析相關程序請參照第 202 項意見回應說明之**附圖 1**)。台電公司得採用其他成熟技術分析評估廠址之自然危害，惟原能會之審查時程將視審查指引、標準而變動。台電公司如採用 USNRC 之方法論，原能會將依據美國核管會標準審查規範(SRP)及審查指引(RG)、標準，組成審查小組執行台電公司核能電廠自然危害分析及評估結果之審查。 (以上內容更新至第五章) (3)美國核管會 NTTF 報告建議事項 2.1 重新評估水災危害的評估程序如**附圖 2、附圖 3**。 (以上內容更新至附錄五.9)

		容，對於地震、海嘯中的討論，並無明確的實質內容，多將內容指向台電未來的工作，及國科會的初步分析結果，本人建議在 187 頁中，加入上述地震及海嘯危害評估的內容。		
219	**劉立方委員**	As far as the tsunami impact is concerned, it sounds like that TPC will perform the tsunami hazard of each plant based on the NSC results. There is no details on what kind of re-designs might be required. Do you have any more information?	核管處	謝謝委員意見。 (1) 原能會將持續追蹤國科會本階段及下一階段的海嘯模擬評估結果，做為採美國相關法規規範完成重新評估前，要求台電公司納入因應措施之參考。 (2) 持續督促台電公司依據美國相關法規規範(NTTF 報告建議事項 2.1)以新技術重新分析海嘯危害，相關說明請參閱第 103 項及第 216 項回應。 (3) 依海嘯危害重新分析之結果考量納入不確定度，強化設計及因應超過設計基準(依設計基準水位提高至 6 公尺築海牆或為水密性)之能力。 (4) 原能會將持續瞭解掌握國科會海嘯分析，並確認海、陸域斷層補充調查結果對海嘯分析之影響。
220	**劉**	I have edited the	核管處	謝謝委員意見，遵照辦理。

	立方委員	Executive summary (English version).		
221	劉立方委員	I think that the report is very thorough and comprehensive.	核管處 輻防處 核技處	謝謝委員肯定。
222	劉立方委員	As far as tsunami hazard is concerned, the report indicates that TPC has already taken actions in improving pumping facilities of each power plant. It also indicates that further improvements in design of the plant facilities will be carried out according to NSC tsunami report. Nothing is very specifically said. I would like to see the NSC report and find out more specifics. I	核管處	謝謝委員意見。 (1) 國科會於 101/3/29 函送海嘯分析成果報告，並已提送委員佐參。 (2) 目前台電公司核能電廠已規劃擋水板、水密性及築海牆之評估。 (3) 原能會要求台電公司採美國相關法規規範完成重新評估前，依據 FSAR 之設計海嘯(較目前國科會分析結果更大)高度加 6 公尺築海牆或水密能力；在海嘯高度採新技術、新事證完成重新評估(即 USNRC NTTF 建議事項 2.1)後，將重新檢視築海牆或水密能力高度的適切性。

		suppose that during the field trip, the committee members had a chance to see the improvements and discuss the future actions.		
223	**許勝田委員**	本報告針對福島事件就抗地震、防山洪及耐海嘯等議題之討論及改善，內容詳盡。	核管處輻防處核技處	謝謝委員肯定。
224	**許勝田委員**	核能電廠之安全除硬體改善之外，工作人員素質的加強亦極為重要，國內目前在廢核的聲浪下，如何激勵核電廠現職員工的士氣及引進有理想的工作人員應是核能安全的最大隱憂。建議原子能委員會與台電亦在核安軟實力的提昇上下功夫。	核管處台電公司	謝謝委員意見。 台電公司： 於日本福島電廠事故後，提振電廠員工士氣及強化心理建設之作為，說明如下： 一、100 年 7 月 15 日辦理「日本福島電廠事故後本公司之因應與省思」溝通說明會，由徐副總經理主講，對總管理處及台北地區鄰近單位同仁溝通說明，目的在增進本公司同仁對核能相關知識之瞭解，以增強同仁對核能安全之信心，並利於適當時機之對外溝通宣導說明。 二、與各廠運轉人員座談，確認第一線人員對斷然處置的信心，去除疑慮及說明執照須延續至除役的重要性：

				(一)100 年 7 月 13 日徐副總經理及核發處蔡處長赴核二廠與運轉人員座談。 (二)100 年 7 月 19 日徐副總經理及陳專業總工程師赴核三廠與運轉人員座談。 (三)101 年 1 月 5 日徐副總經理及核發處蔡處長赴龍門廠與運轉人員座談。 (四)101 年 1 月 13 日徐副總經理及核發處蔡處長赴核一廠與運轉人員座談。 三、核發處處長及各核能電廠廠長對提高員工工作士氣極為重視，常利用各種場合及方法：如首頁留言、廠務會議、每日晨會或工作會議，轉達高層指示並激勵員工士氣。邇後，各級主管亦將持續努力強化員工心理建設，讓員工樂在工作且勇於任事。 四、與工會代表說明福島事件、本公司因應福島事件之檢討及役期內確保安全的人力增用規劃、本公司總體檢方案及除役議題（含認識事件主因、台電公司因應作為、核能貢獻與遠景以及除役對員工工作保障之規劃）： (一) 核發處蔡處長 100 年 9 月 23 日

				於南部展示館對核三工會小組長及各核能電廠工會理事溝通說明。 (二) 核發處蔡處長 100 年 9 月 27 日於龍門電廠對龍門施工處及龍門廠工會小組長宣導/溝通說明。 (三) 核發處蔡處長 100 年 9 月 30 日於北部展示館對核一、二廠工會小組長進行溝通說明。 (四) 核發處蔡處長 101 年 2 月 10 日藉原能會年度訪談，對核一廠工會理事報告除役人力留用規劃、運轉執照延用於除役與轉換於友廠的規劃，以及必要時優先於核能系統內輪調之規劃。 五、公司高層為鼓舞士氣，多次赴核電廠加強員工心理建設及承諾保障工作權，包括： (一) 100 年 6 月 16 日董事長赴核一廠及核二廠與課長級以上人員座談。 (二) 100 年 7 月 26 日董事長、蔡處長赴核二廠與運轉人員座談。 (三) 100 年 11 月 15 日董事長、陳專業總工程師與核三廠課長級以上人員座談。

				(四) 101 年 2 月 9 日董事長、徐副總經理藉龍門電廠聯歡會鼓舞該廠員工士氣。
225	**吳祚任委員**	總體檢報告書中對於海嘯防範部分，目前為視國科會海嘯分析結果，再進行強化設計及因應能力。此部份合理。然而，國科會之計畫目前僅考慮地震型海嘯，對於其他海嘯，例如山崩型海嘯或複合型海嘯，並未研究。此部份建議台電需自行辦理。	核管處	謝謝委員意見。 (1) 原能會要求台電公司依據 FSAR 之設計海嘯(較目前國科會分析結果更大)高度加 6 公尺築海牆或水密能力；在海嘯高度採新技術、新事證完成重新評估(即 USNRC NTTF 建議事項 2.1)後，重新檢視築海牆或水密能力高度的適切性。(海嘯分析係核電廠水災分析之一種，相關程序請參照第 103 項、及第 218 項回應說明之附圖) (2) 原能會將瞭解掌握國科會海嘯分析，並確認海、陸域斷層補充調查結果對海嘯分析之影響。 (3) 原能會要求台電公司依據 NTTF 建議事項 2.1 重新評估海嘯危害，所採用之方法論“NUREG/CR-6966，Tsunami Hazard Assessment at Nuclear Power Plant Sites in the United States of America，March 2009”，即包括在核電廠廠址之地震型、山崩型及火山型海嘯等三種海嘯源，並考量海嘯源可能組合的影響，再參照分析結果檢視電廠海嘯防護設計基礎的適切性。

				(4) NUREG/CR-6966 方法論除上述海嘯源的考量外，包括歷史海嘯及破壞的描述及階段式篩選審查方式，海嘯波直接對核電廠組件、系統及結構物安全之影響，詳細海嘯危害評估所需資料及來源，決定核電廠廠址之最大可能海嘯並評估其危害。 (5) 美國核管會要求核電業主採NUREG/CR-6966 海嘯危害方法論執行之海嘯分析，在歷史海嘯及地理、水文資訊等部份，係提出可參酌美國現有之相關(如 NOAA 之 NGDC、CSC，USGS 等)資料庫；原能會將要求台電公司考量針對台灣之特定資訊，採適切方式執行相關海嘯源及歷史海嘯之調查工作。
226	**吳祚任委員**	由報告書可知，斷然處置為核電廠最後之終極手段。然而任何規劃總有其滯礙難行之處，特別是在複合型災害情況下。倘若斷然處置失敗，核電廠是否有因應計畫?	核管處	謝謝委員意見。 在 100.4.19「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」中，方案內容分為「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部份。如「核能電廠安全防護措施」所建置的多層防護措施仍失敗，未能阻止爐心熔毀、放射性物質外釋進入環境中， (1)緊急應變機制提供核能安全深度防禦最後一道防線。如需進行大規模民眾疏

				散作業，更加證諸緊急應變整備規劃的重要性。本次核電廠安全防護總體檢，在緊急應變作業之檢討方面，即是確保縱使發生像日本 311 重大災害時，能將民眾之傷害降至最低。 (2)輻射防護措施的檢討在於強化國內對於核子事故的即時輻射偵測能力，積極建立空中與海域偵測技術與能力，並添購可自動傳輸數據之機動偵測設備，強化輻射災害之應變能量及建立輻射偵測之整備平台，以因應複合式災害之所需。
227	**吳祚任委員**	複合型天災有相當複雜度，要完全重現並不容易。台電公司針對福島事故逐項分析並檢討現有狀況值得肯定，但建議仍需以台灣之特殊地理條件加以考慮。以北部核一、二廠而言，其地勢陡峭，不利地震海溝型海嘯上溯。然而該地形卻有利於山崩型海嘯發生。1867 年基隆海嘯即為一例。	核管處	謝謝委員意見。 原能會要求台電公司依據 USNRC NTTF 建議事項 2.1 重新評估海嘯危害，即採 NUREG/CR-6966 方法論，包括在核電廠廠址之地震型、山崩型及火山型海嘯等三種海嘯源，並須考量可能海嘯源組合對危害曲線的影響。(海嘯分析係核電廠水災分析之一種，相關程序請參照第 103 項、及第 218 項回應說明之附圖) 原能會要求台電公司在執行自然危害(包括地震及海嘯)重新評估的核管案件時，依據左列之審查意見適當納入台電公司核能電廠地震及海嘯危害的重新評估工作；原能會規劃對左列審查意見之特定情

		而近期透過海底探測亦發現海底山崩遺跡。 一可能亦合理之Scenario為： 台灣北部發生地震，地震規模並非毀滅型地震，然而該地震卻引發小規模山崩，並阻礙生水池之重力引流。該地震並引發海底山崩，並引發局部強烈海嘯，此時核電廠需如何因應？ 斷然處置為一合理作法，但需考慮生水池水源不足，又海邊取水困難下之因應措施。		境納入核管案件項目做管制追蹤。
228	**吳祚任委員**	國科會目前已完成台灣海溝型海嘯之威脅評估，並已將結果交給台電公司，由於防範目標明確，建議台電儘快擬定因應策略。	核管處	謝謝委員意見。 原能會要求台電公司依據FSAR之設計海嘯高度加6公尺築海牆或水密能力；在海嘯高度採新技術、新事證完成重新評估(即USNRC NTTF建議事項2.1)後，重新檢視築海牆或水密能力高度的適切性。

229	**吳祚任委員**	地球科學之結果有其一定之不確定性，雖然目前計算出之海嘯威脅均在核電廠設計之內。然而各項指標多僅勉強過關，建議台電在海嘯防範方面需考慮安全係數，並建築海牆因應。	核管處	謝謝委員意見。 原能會要求台電公司依據FSAR之設計海嘯(較目前國科會分析結果更大)高度加 6 公尺築海牆或水密能力，該6公尺高度即依美國核管會NTTF報告建議納入分析結果之不確定度，以強化設計及因應超過設計基準之能力。
230	**潘欽委員**	除了“Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety - The Accident at TEPCO’s Fukushima Nuclear Power Stations, June 2011”之外，日本政府亦曾於2011年9月19日在國際原子能總署的年會(General Conference)提出進一步的報告“Additional Report of the Japanese Government to the IAEA - The Accident at TEPCO’s	核管處 輻防處 核技處	謝謝委員意見。 **核管處**：委員提出之報告本會有蒐集佐參，已納入如事故經過與現狀(報告附錄二)、日本電廠執行之全面安全評估(壓力測試，報告附錄三.9)，後續執行將再依攜回資料蒐集並研討重要資訊。 **輻防處**：謝謝委員提醒，有關強化環境輻射監測、即時預測放射性物質外釋量、意外事故時輻射防護的管理機制(人員防護裝備)、事故時輻射防護標準等，輻防處已參考 Additional Report of the Japanese Government to the IAEA 報告內容，檢討後納入總體檢報告中。 **核技處**：已依照委員意見，於總檢討報告「第四章一、應變機制及法規(五) 相關機關任務分工與作業程序」章節中新增有關核子事故緊急應變法之研修、事故作業程

		Fukushima Nuclear Power Stations – 2nd Report”，由代表團長，特別任務長官，Goshi Hosono 率領 Dr. K. Hirose, Dr. S. Kando 及 Dr. A. Omoto 分別就事故經過與現狀、污染地區的除污規劃，及中長期移出熔融爐心與用過燃料池之用過核子燃料規劃提出說明。(詳細原始資料可見潘欽、林耿民“參加國際原子能總署第 55 屆年會報告”之攜回資料)本檢討報告宜納入日本政府進一步的報告。		序與復原措施等議題內容。
231	**潘欽委員**	原能會接受台電公司斷然處置措施，為避免嚴重事故發生導致大量放射性物質外洩的有效措施，宜有更堅實的且為國內外核能界接受的科學基	核管處	謝謝委員意見。 (1) 至今斷然處置措施尚待精進，針對相關分析方法論及結果將請台電公司送本會審查；經濟部已於 101.4.9 函請行政院裁示相關通報程序，行政院秘書長於 101.4.16 函本會妥慎審議。 (2) 美國核管會技術專家指出此項目之執

		礎。此外，當電力公司執行斷然處置措施程序時，管制單位如何因應，做好危機管理，亦宜有規劃。		行，依據 EOP、SAMG 由電廠人員即可決行，惟在 100.4.19「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」中，原能會考量避免我國發生類似日本福島一廠之延宕而致嚴重事故，遂要求台電公司建立斷然處置措施，原能會將持續瞭解國際間主要核電國家之具體作法而檢討。 (3) 台電公司已完成核一、二、三廠斷然處置程序分析報告；而圍阻體排氣功能之目的為熱移除，目前核能業界對避免氫爆技術未臻成熟前，且現有氫控系統未將圍阻體連通大氣；斷然處置之通報程序未符實際需求，原能會將要求台電公司提出斷然處置程序相關內容，本會將延攬專家小組審查分析結果及斷然處置程序之適切性。 (4) 參酌日本事故進程，原能會要求台電公司針對圍阻體排氣放射性物質過濾能力之強化，以及要求興建能因應環境高輻射救援、具機組重要資訊之緊急作業場所，將再視後續需要強化核管處「事故評估組作業程序」。
232	**潘欽委**	核能電廠在福島一廠事故後，「核能安全防護體制全面體檢方	核管處 輻防處 核技處	謝謝委員意見。 **核管處**：原能會目前參考日本、美國及歐盟國家之檢討措施，再佐以我國的特殊環

	員	案」所作之安全改善與提昇措施，宜有系統化的評估，了解其對電廠安全提昇的效果，並找出需要再補強之處。		境與需求，釐定中長期之核管案件，並要求台電公司執行歐盟壓力測試規範，將再輔以歐盟之建議事項強化我國核能電廠之安全；未來將參考美國做法採可用風險資訊及經驗對相關改善措施做定期重新評估。 **輻防處**：已針對日本福島事故期中報告內容，加以審視進行弱點評估。 **核技處**：緊急應變機制部分之檢討，除了從應變機制及法規進行整體應變作業依據之檢討，並針對平時整備之各項規劃作全面向的能量評估以及緊急應變作業所需各項作業系統功能進行強化，包含機制、整備與應變等三項內容系統化的精進規劃，期有效提升應變作業能力。
233	**潘欽委員**	有關日本福島核一廠救災之教訓回饋，尚有管制面的。的確，美國核管會的主席在 2011 年 9 月 22 日 IAEA 年會的 Senior Regulator Meeting 裡提出一個國家的核能管制單位必須是強而獨立的 (Strong and Independent)。在檢討	綜計處	謝謝委員意見。 一、　日本福島核事故後，核能安全更加成為全球關注焦點，國際原子能總署重申各國核能電廠安全監督單位必須具備獨立監督之能力、專業性與強制效力、充分的資源，才能確保核能電廠安全。 二、　現階段政府組改策略，本會將由現行中央二級機關調降改隸為「科技部」所轄三級專責機關「核能安全署」（以下簡稱核安署），職掌功能定位為

		我國核能電廠安全防護時，亦宜檢討我國的核能管制單位在政府組織改造之後如何維持 Strong and Independent？是否可以留住或吸引優秀的人才加入管制單位？是否有足夠的管制支援？		獨立行使職權的「核能安全管制」機關。為維持組改後核安署專業管制的獨立性與完整性，從國家總體運作角度考量，目前做法如下： (一)配合國際趨勢和國際規範的作法，業協調將原子能的管制與非管制兩大區塊明確分工，由組改後新機關「科技部/核安署」與「經濟及能源部」分別負責掌理，並審慎進行後續相關業務移轉之必要性，以及合理專業人員與設施配置之評估及推動。 (二)變更管轄機關（即管轄權移轉）相關條款，明確就審照、發照及處分等獨立管制業務歸屬於核安署，以確保管制機關的獨立性和有效的管制體系。 (三)有關核安及輻安管制技術研發、核子事故及輻射彈等之緊急應變管制所需之研究發展及技術支援部分，自 100 年度起改由原能會編列科技經費，採部分委託核研所辦理的方式繼續維持技術的精進。 三、　此外，本會核研所組改後調整改隸「經濟及能源部」，有關該所原支援

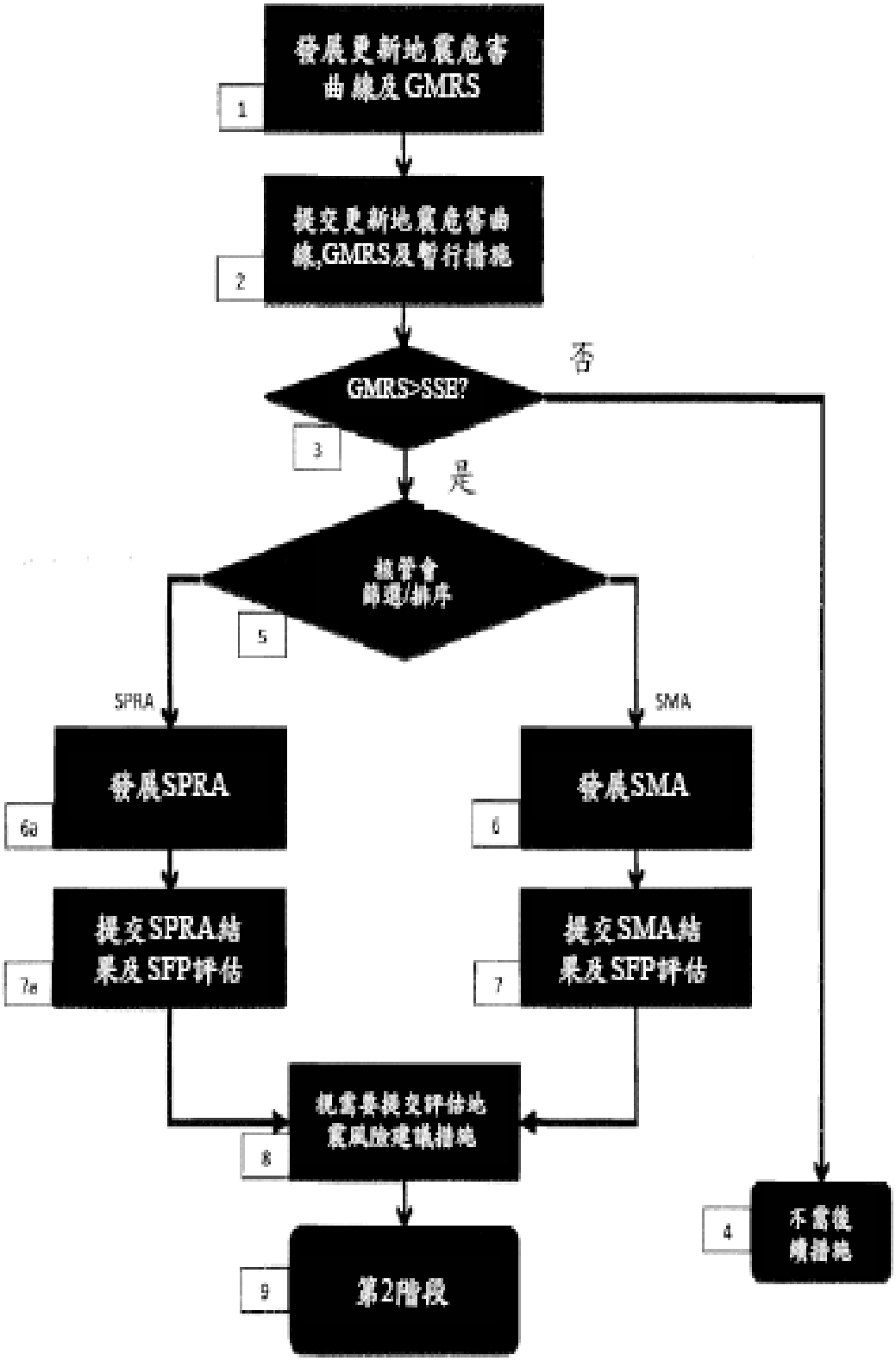
				核能安全管制業務（包括：支援原能會核電廠稽查、核電廠安全報告審查、放射醫療用放射源與設備稽查、工業用放射源與設備稽查、管制作業程序書研擬與工具開發、核安管制與評估資訊系統開發等等），移撥未來之核安署，已自 100 年起分年分梯次調撥核研所員額到本會，共計 34 員（其中 20 員將移撥至科技部）。另依立法院 100 年 6 月 7 日審議「科技部及所屬組織法案」附帶決議規定，為兼顧核能安全及能源研究需求，宜成立專責研究機構，爰行政院 100 年 10 月 12 日函示於核安署成立派出單位「核能安全管制研究中心」，所需員額 66 人則由核研所分年移撥，以充實業務所需研發能量。 四、 整體而言，原能會組改後調降為三級行政機關「核能安全署」，由於受到行政機關組織位階之限制，管制效能、人力配賦、經費編列、技術能量支援、專業人才吸收與留用，以及重大核安事件時緊急應變之指揮協調與整合分工等，均面臨嚴峻之挑戰，目前規劃恐尚不易完全滿足民眾對核能安全品質的高度期待，仍有努力的空

				間。
234	潘欽委員	優秀的人才是防護核能電廠重要的一環，政府在宣佈確認“確保核能，穩健減核”之新能源政策的同時，對於國內核能教育的永續，宜有明確的政策，以吸引優秀的人才。	綜計處	謝謝委員意見。 一、為維繫核能安全管制人力資源，除原能會管制人員透過持續訓練及進用新人方式，維持管制能量；並同時透過合作計畫方式，與台北科技大學、清華大學等培育核能專業人才，以及鼓勵非核工科系學生選讀核能課程，培育核能專業知能。 二、因應國內舊有核能人力退離、培育管道減少，已於 100 年 1 月邀集教育部等部會就提升核能人才培育進行討論，但就清華大學核工系所擴增學生乙節，教育於 100 年 6 月回復應於總量名額內自行調整。 三、面對人力老化、專業銜接斷層等問題，原能會仍規劃邀集教育部、國科會等相關部會就政策性規劃內容，進行研商討論。
235	潘欽委員	P.144~P.145 有關兩岸核子事故通報之論述似已經過時，宜更新。	核技處	謝謝委員意見。 已依照委員意見將內容重新調整與更新。
236	薛燕婉	P.52~53 提及「廠內通訊設施並不足因應緊急事故，原能會已於	核管處	謝謝委員意見。 在核管案件(編號：MS-0-9003)增設高聲電話不斷電系統，於每串 PA 電源各加裝一

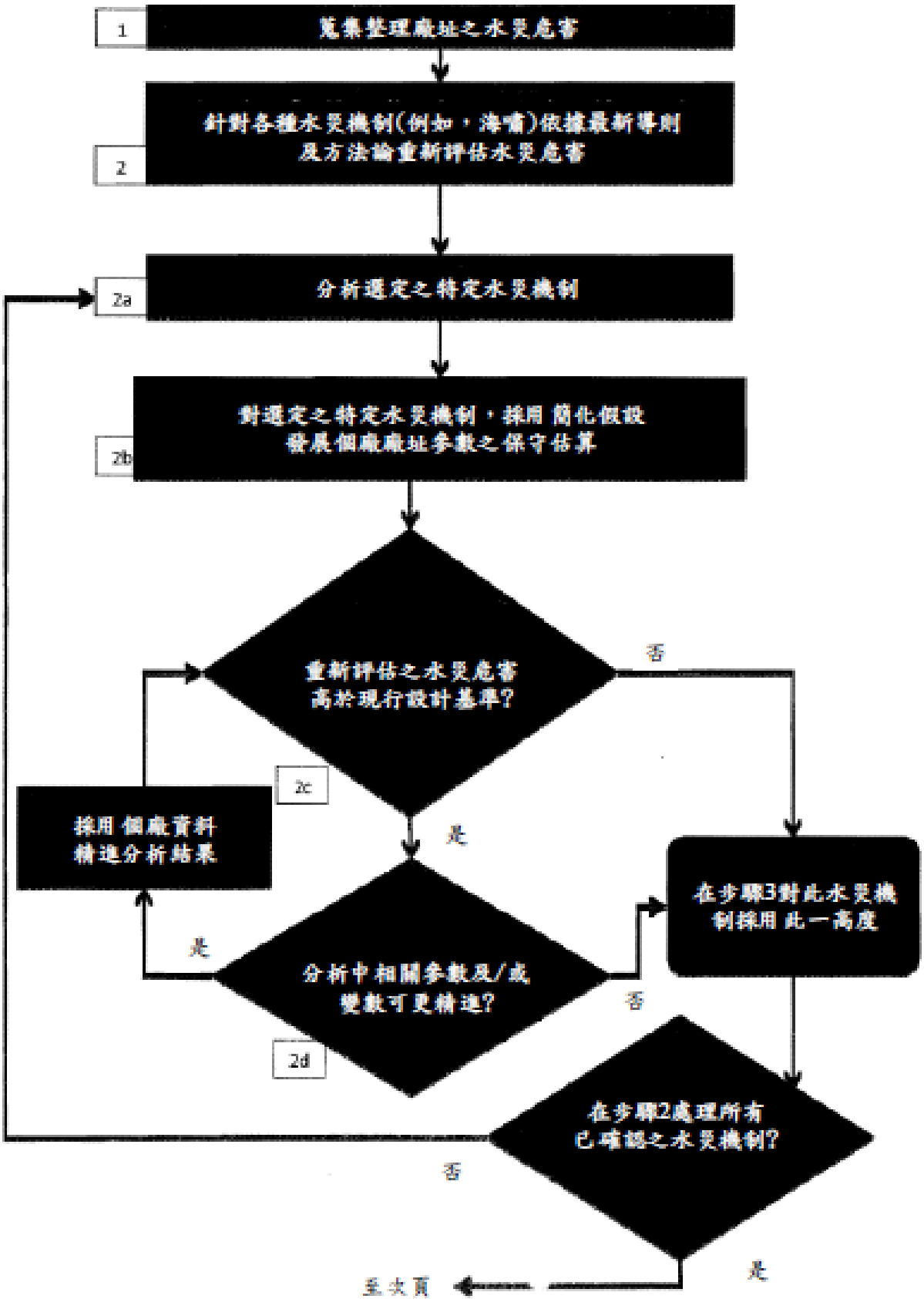
	委員	民國 90 年核三全黑事件後要求核能電廠改善」，請說明現況。		套 UPS 供電，程序書並規劃可經由緊急柴油發電機供電，在喪失 AC 交流電源時，各串使用獨立的蓄電池電源(設計值可供應 4 小時)，確保高聲電話可用狀態。
237	薛燕婉委員	P.53 提及「緊急事件時管制機關須扮演提供充份資訊的角色」。請補充說明在資訊硬體上應/已落實那些項目，以確保充份資訊的迅速獲得。	核技處	謝謝委員意見。 1. 原能會已建置「核子事故電子快報系統」，讓核子事故現場新聞分組使用本系統，將相關資訊立即傳送新聞組組本部，便捷地進行核子事故新聞稿撰寫、潤飾、陳核、發布作業。 2. 國家通訊傳播委員會已協調國內 3G 行動電話業者建置「災害緊急應變區域簡訊傳送平台」，目前中華電信已完成建置，可供各防救災單位申請使用，其餘電信業者將於 102 年 5 月完成建置，屆時可提供防救災區域簡訊發送服務。 3. 有關應變作業平台的部分，未來當發生核子事故或複合式災害時，原能會與各部會之聯繫協調將透過大坪林中央災害應變中心建置之「應變管理資訊系統(EMIS)」作為資訊溝通與整合機制之平台；原能會與各應變中心（地方災害應變中心、輻射監測中心、支援中心）間資訊溝通與建議將透過原能會建置之「核子事故緊急應變工作平台」進行，以確保資訊的正確及一致性，並強化應

				變決策之效能。 4. 原能會已要求台電公司應全面檢討各緊急應變場所及設備設置基準，瞭解日本核電廠免震重要棟實施之詳細做法，強化緊急應變場所建物之防護能力與功能，各緊急應變場所與設備須具有耐震、防淹水、輻射屏蔽、獨立通風、緊急電源、爐心與圍阻體重要參數資訊、廠內外通訊、維生物質及空間足夠等功能，以確保我國核電廠在複合型天災下，應變人員能處於適當建物內執行救援工作，延阻機組惡化、防範放射性物質外釋，維護民眾生命財產及環境生態。 5. 以上項目分別已納入總體檢報告第四章「溝通宣導及訓練」、「預警通知機制及設施」、「應變作業平台」及「核能電廠緊急應變場所功能檢討」等議題之檢討與精進規劃內容中。

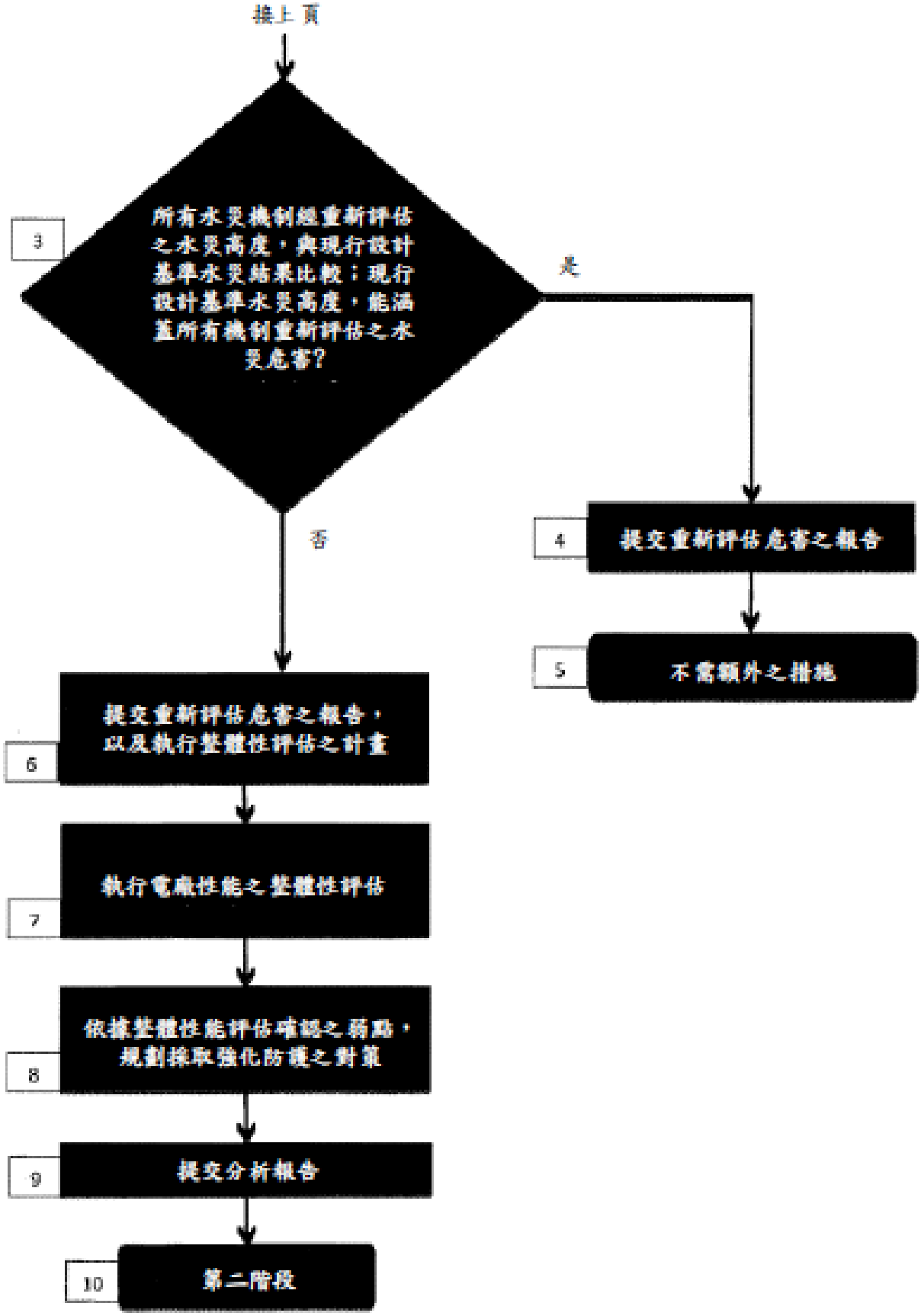
第 202 項回應意見之附圖 1



第 218 項回應意見之附圖 2



第 218 項回應意見之附圖 3



國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案

總檢討報告初稿第2次審查會議紀錄

一、時間：中華民國 101 年 5 月 14 日上午 9 時 30 分正

二、地點：原能會二樓會議室

三、主持人：蔡召集委員春鴻　　紀錄：劉新生、吳景輝

四、出席者：詳如後附簽到單

五、召集委員致詞：各位委員大家好！今天主要議程在第 2 項、第 3 項及第 4,5 項。有 3 個重點，第 1 個重點就是針對第 1 次審查會議結論及委員書面意見的回應做一個簡單的報告，我們已經將各項詳細的回應彙整成書面資料，限於時間關係僅就會議結論項目的回應摘要提出報告，個別委員意見倘有疑問稍後可以提出討論；第 2 個重點是緊急應變機制部分參照核能安全防護措施體例，提出 6 項管制案件，向委員報告後據以修正總檢討報告；第 3 個重點是前次會議尚有 6 項需要再協調事項，期間已經過協調，特將協調結果向各位委員提出報告，臺電公司亦作補充。另外，針對總檢討報告的中英文摘要，經過修正，併附在會議資料後面，請各位委員參閱。對綜計處規劃的議程無異議，請按議程進行。

六、報告事項：

（一）第 1 次審查會議結論及書面意見回應情形─綜合計畫處劉新生科長報告（略，詳如書面資料）。

（二）總檢討報告緊急應變機制修正情形─核能技術處吳美智技正報告（略，詳如書面資料）。

（三）原能會與臺電公司協調結果─核能管制處吳景輝技正報告（略，詳如書面資料）。

（四）臺電公司評估執行待協調事項─臺電公司康哲誠組長報告（略，詳如書面資料）。

七、討論事項與結論：

（一）報告事項，敬悉。

（二）核安總體檢對海嘯部分均已考量，值得肯定。提醒考慮海嘯或洪水侵襲的情況，除參考國科會算出海溝型海嘯即地震海嘯高度外，亦需依據 FSAR 注意山崩型海嘯，另外，尚未得見者第一是風暴潮，風暴潮在臺灣還不甚明顯；第二是潮汐，潮汐在臺灣北部及南部有 1 公尺的潮差，兩者必須考慮納入，相關法規亦有要求，在考量規劃水密門或海牆時，以上因子均應納入考量。

（三）核一、二廠發生海底山崩可能位置相對明確，因地型陡峭且有棉花峽谷，應予考量外，核三廠外海沿著高屏峽谷向外到南海有一個遠大於棉花峽谷的大斜坡，請臺電公司進行海嘯分析時，必須納入考量。例如近期八八風災時海底濁流一度切斷中華電信的纜線，甚至在高雄港接收到海嘯訊號，雖是小規模，但還是不同於一般的海水訊號。暗示著在大斜坡處發生中型地震配合海底山崩，會否造成影響？通常海底山崩造成影響的地方水較淺些，然該處界於深淺之間，故應進一步評估。

（四）由於新的廠址附近斷層調查顯示，現有核電廠的地震強度有可能大於 SSE 設計標準，倘某些安全相關的結構物、系統及組件在目前的 SSE 下已經超過其降伏強度，則應仔細以性能設計的

觀點評估其耐震餘裕度，以確保在大於 SSE 下該結構物、系統及組件能發揮應有的功能。

（五）緊急應變場所欲以現有貯存倉庫替代，則需儘快進行耐震評估，予以補強，至其內部設施，可採樓板隔震方式；若採新建場所，依現行安全設計規範，已可確保達到隔震效果，且工程技術成熟。此兩方案由臺電公司依原能會要求之條件自行評估，於今（101）年 9 月底提出初步評估報告，與原能會業務單位討論後，12 月底提出各廠確定可行之執行方案。

（六）核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 案，仍請臺電公司依時程提出規劃，未來再考量配合執行中之精進計畫納入山腳斷層海、陸域調查之新事證。

（七）核安總體檢報告完成後，基於山腳斷層及恆春斷層之海、陸域調查以及火山調查等結果，對地震、海嘯危害分析評估之影響，應持續進行追蹤管制，並視需要更新相關自然危害之風險結果。

（八）安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管案，請臺電公司於今年 12 月 31 日前提出核一廠之規劃評估。至於核二廠、核三廠及龍門廠後續請參照日本、韓國與歐盟等國之規範進行評估。

（九）建議核安總體檢應能常期實施，有鑑於臺灣週遭自然災害的參數，各項調查研究仍在進行中，逐漸完成之後必然會修正現有參數，例如北部山腳斷層及南部潮州－恆春斷層向海延伸的長度，必須俟專案調查結束方能有準確的結果。

（十）核安總體檢對臺灣北部可能的火山活動影響較少觸及，目前所知此項活動大約以千年為週期，不一定會對目前的核設施有立即的威脅，惟仍宜納入整體影響評估。

（十一）其他待協調事項之管制追蹤案，請臺電公司依據原能會要求或提出為原能會審查接受之替代方案，於要求期限內完成相關規劃評估。

（十二）核安總體檢全面檢討完成後，請原能會各業務處就後續作為及時程提出管制案件，按時程進度進行後續追蹤，在管制追蹤過程委員會建議原能會須適切延攬國內學者、專家，協助各業務處之管制案，期能涵蓋並符合國內特定資訊之結果。

（十三）針對地震與海嘯在核安總體檢報告內，特別強調兼顧其歷史的經驗與新的技術更新。委員提出的意見，原能會基於管制機關立場，在管制案件後續評估時，皆會列為追蹤參考的因素；臺電公司亦應在未來的評估中做出相對應的考慮。

（十四）緊急應變機制部分，核技處新提增列 6 項追蹤管制案，同意依所提報規劃內容及時程辦理；輻射防護機制部分，同意輻防處口頭要求於會後再整理提出管制案，一併納入總檢討報告。

（十五）委員會確定核安總體檢報告的基本架構，核技處新提出 6 項緊急應變機制管制案件，同意一併列入後續追蹤；原能會提出之核能安全防護措施 8 項管制案件已涵蓋臺電公司 6 項待協調事項，請核管處即按規劃進程追蹤辦理；輻防處併請提出管制案列案追蹤。

（十六）核安總體檢相關議題經提出討論處理，均有具體結論，審查會議不預期有下次會議，請原能會各業務處納入委員口頭及書面意見(詳如後附)檢討修訂總檢討報告，俟提供書面報告請委員確認同意定稿後，陳報行政院。

八、臨時動議：

物管局應臺電公司放射試驗室建議：刪除報告第 164 頁增加輻射偵測車之「7-9 人座小客車」條件，以符合實際採購作業。

決議：同意刪除「7-9 人座小客車」條件，並修正總報告相關文字。

九、召集委員結論：請相關單位即按以上結論的裁示事項辦理後續作業，並感謝各位委員自第一階段迄第二階段審查的工作，也謝謝與會同仁的參與，謝謝！

十、散會（上午 11 時 14 分正）。

國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告
初稿第 2 次審查會議
簽名單

開會時間：101 年 5 月 14 日(星期一)上午 9 時 30 分正

開會地點：原子能委員會二樓會議室

主持人：蔡召集委員春鴻

出列席人員及單位：

陳正宏委員：陳正宏

劉兆漢委員：劉兆漢

郭　位委員：

劉容生委員：劉容生

劉仲明委員：

張國鎮委員：張國鎮

馬國鳳委員：

劉立方委員：

許勝田委員：

趙　鋼委員：

吳祚任委員：吳祚任

潘　欽委員：

薛燕婉委員：

臺灣電力公司：

本會綜合計畫處：

本會核能管制處：

本會輻射防護處：

本會核能技術處：

放射性物料管理局：

核能研究所：

輻射偵測中心：

附件：審查委員及相關機關書面意見

陳正宏委員審查意見

劉容生委員審查意見

張國鎮委員審查意見

吳祚任委員審查意見

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

核電廠現有安全防護体制全面體檢原始考題要旨，諸原因素包括過往自然災害的參數及在各項調查研究逐漸完成之後必然會有修改，例如北部山脚斷層及南部潮州-恆春斷層向海延伸的長度，必需有專業調查才有準確的結果。此外，部分北部可能的火山活動影响較少論及，自前的知此等活動大約以千年為週期，不一定會計自前的核設施有立即的威脅，但仍宜納入整体影响評估。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：（請簽名）	日期	101年5月14日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

1. 國家核能安全体制有關國家安全，為國安之重大利益。需要長期及持續性的努力。相關專業人才的培育為最重要的工作，包括技術，管理，風險控制人才培育及訓練。有鑑核災的發生及環保意識的抬頭，對未來核能人才的發展是不利的因素。相關單位（教育部，經濟部，科技部，國科會等）必需有積極應用的人才培育政策，確保這方面人才的供應不缺。

2. 台電公司協調六大事項，涉及核一，核廢（1，2號）除役時程（107.12 至 108.7），安全強化之投資規模及經濟效益。決策過程除技術面考慮外，亦有風險評估及管理（Risk analysis and management）專業人才參與。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：	（請簽名）	日期	101 年 5 月 14 日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

由於新的場址調查顯示，現有核電場之地震強度可能遠大於 SSE=0.4g 之標準，若目前某些安全相關之結構物、系統及組件在~~現有~~目前之 SSE 地震下已超過其降伏強度，則應依細部性能設計之觀點評估其時裕餘度，以確保在大於 SSE 下該結構、系統或組件能發揮原有之功能。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員：張國鎮 （請簽名）	日期	101 年 5 月 14 日

「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」審查意見表

審查意見：

1. 海嘯災害防救部分有明顯改善，值得肯定。

2. 根據 NUREG/CR-6966 規範，除國科會所提之地震海嘯高度外，在此提醒其高度尚需考山崩海嘯、風暴潮、潮汐等因素，以為水密門或海牆規劃之用。

3. 核一、二廠海底山崩可能位置相對明確，然而核三之海底山崩仍需加以考慮，例如高屏峽谷(八八風災)近期有海底濁流造成小型海嘯訊號。

（以上意見請傳真：(02)8231-7804，謝謝！）

審查委員： 吳祚任（請簽名）	日期	101 年 5 月 14 日

行政院原子能委員會第2次審查會議
「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告初稿」書面意見回應

壹、行政院原子能委員會審查結論：

序號	審查結論	回應單位	回應意見
301	核安總體檢對海嘯部分均已考量，值得肯定。提醒考慮海嘯或洪水侵襲的情況，除參考國科會算出海溝型海嘯即地震海嘯高度外，亦需依據FSAR注意山崩型海嘯，另外，尚未得見者第一是風暴潮，風暴潮在臺灣還不甚明顯；第二是潮汐，潮汐在臺灣北部及南部有1公尺的潮差，兩者必須考慮納入，相關法規亦有要求，在考量規劃水密門或海牆時，以上因子均應納入考量。	核管處	謝謝委員意見。 台電公司原終期安全分析報告(FSAR)可能最大海嘯(PMT)評估指出，核一、二、三廠及龍門廠在FSAR評估海嘯影響，其高度包括海嘯溯上分別為9公尺、9公尺、8公尺、7.5公尺，高潮水位分別為1.73公尺、1.28公尺、4.03公尺、0.57公尺，以及各為0.27公尺、無、0.5公尺、0.5公尺的餘裕(freeboard)，評估得到各廠之PMT為11公尺、10.28公尺、12.53公尺、8.57公尺。 原能會要求台電公司依據NTTF建議事項2.1重新評估海嘯危害，所採用之方法論“NUREG/CR-6966，Tsunami Hazard Assessment at Nuclear Power Plant Sites in the United States of America，March 2009”，即包括在核電廠廠址之地震型、山崩型(包括海底山崩)及火山型(包括海底火山)海嘯等三種海嘯源，並考量海嘯源可能組合(如地震導致海嘯、地震又引起山崩也會造成海嘯)的影響，再參照分析結果檢

			視電廠海嘯防護設計基礎的適切性。該方法論指出對分析結果的應用須考量該模式具有顯著的不確定度，並應採足夠的設計餘裕以為因應。 原能會要求台電公司依據 NTTF 建議事項 2.1 重新評估水災危害的方法論“NUREG/CR-7046，Design-Basis Flood Estimation for Site Characterization at Nuclear Power Plants in the United States of America，November 2011”，考量廠址設計水災的機制，包括豪雨、河流氾濫、水霸潰堤、風暴潮(storm surge)、湖震(seiche)、冰壩引致水災、河流改道等，評估時並須將相關水災機制(如降雨量、積雪場、風湧浪、潮汐、風暴潮等)做合理合併的考量，該報告附錄 H 提出水災評估合併效應之考慮做法。至於海嘯的評估則參照上述 NUREG/CR-6966 報告之方法論。
302	核一、二廠發生海底山崩可能位置相對明確，因地型陡峭且有棉花峽谷，應予考量外，核三廠外海沿著高屏峽谷向外到南海有一個遠大於棉花峽谷的大斜坡，請臺電公司進行海嘯分析時，必須納入	核管處	謝謝委員意見。 原能會要求台電公司依據 NTTF 建議事項 2.1 重新評估海嘯危害，所採用之方法論“NUREG/CR-6966，Tsunami Hazard Assessment at Nuclear Power Plant Sites in the United States of America，March 2009”，即包括在核電廠廠址之地震型、山崩型(包括海底山崩)及火山型(包括海底

	考量。例如近期八八風災時海底濁流一度切斷中華電信的纜線，甚至在高雄港接收到海嘯訊號，雖是小規模，但還是不同於一般的海水訊號。暗示著在大斜坡處發生中型地震配合海底山崩，會否造成影響？通常海底山崩造成影響的地方水較淺些，然該處界於深淺之間，故應進一步評估。		火山)海嘯等三種海嘯源，並考量海嘯源可能組合(如地震導致海嘯、地震又引起山崩也會造成海嘯)的影響，再參照分析結果檢視電廠海嘯防護設計基礎的適切性。以上重新評估海嘯危害之要求，台電公司必須納入目前委託國內學術界、工程界執行之核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查等新事證，並執行地質穩定性及地震危害度分析以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。惟考量資源之合理分配，相關調查及研究僅針對與核能電廠廠址安全有關者為限。
303	由於新的廠址附近斷層調查顯示，現有核電廠的地震強度有可能大於 SSE 設計標準，倘某些安全相關的結構物、系統及組件在目前的 SSE 下已經超過其降伏強度，則應仔細以性能設計的觀點評估其耐震餘裕度，以確保在大於 SSE 下該結構物、系統及組件能發揮應有的功能。	核管處	謝謝委員意見。 原能會在自然危害重新評估之項目，要求台電公司比照 USNRC 之方法論分 2 階段執行，該方法論已有長期執行之實務、導則、標準。在地震有關的危害度(hazard)分析、耐震度(fragility)分析及風險評估(risk assessment)等，要求台電公司針對個廠廠址特性，納入國內相關領域學者、專家考量我國之特定資訊，採適切方式執行相關地震斷層、地質特性及板塊活動等工作，俾能獲得正確反映廠址特色之風險洞識。 (1)在評估程序的第 1 階段係要求電力業主採用最新的地震危害資訊及目前的管

			制導則及方法論，視需要執行風險評估，重新評估廠址之地震危害。 (2)在第 1 階段依據法規指引(Regulatory Guide, RG) 1.208 發展風險告知、性能基準之地表運動反應譜(Ground Motion Response Spectrum, GMRS)，在此 RG 建議採用 Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC)方法論處理專家判斷及不準度之量化，以發展機率式地震危害分析之地震源及地表運動模式，獲得廠址的 GMRS。除了反應器完整性的評估，包括用過燃料池完整性的評估，須涵蓋用過燃料池的牆、管線、穿越器、傳送渠道閘門及密封等可能導致用過燃料池顯著喪失水存量。在評估程序的第 2 階段將依據第 1 階段的結果，視需要採行額外的管制措施(例如更新設計基準)以防護更新之地震危害。 (3)重新評估地震危害所要求的資訊包括： 地震危害評估：更新廠址危害曲線、廠址性能基準 GMRS、安全停機地震(Safe Shutdown Earthquake, SSE)值、比較前兩者、提出電廠耐震能力之風險資訊及優先順序、完成風險評估前的暫行因應措施、視需要執行風險評估。

			地震風險評估：地震餘裕評估(Seismic Margin Assessment, SMA)或地震安全度評估(Seismic Probabilistic Risk Assessment, SPRA)以及用過燃料池評估。 (4)RG 1.208 在發展新的地震危害曲線及地表運動反應譜(GMRS)，即須視其與原設計基準地震(SSE)比較而採取不同程度之後續管制措施，例如，GMRS 在 10Hz 以上範圍超過 SSE 則必須執行 SMA，而 GMRS 在 1Hz 至 10Hz 範圍若超過 1.3 倍 SSE 則必須執行 SPRA。 (5)以上重新評估地震危害之要求，台電公司必須納入目前委託國內學術界、工程界執行之核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查等新事證，並執行地質穩定性及地震危害度分析以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。 (6)重新評估地震危害須參照美國核管會 GL 2011-XX, “Seismic Risk Evaluations for Operating Reactors”的做法，比較地震危害重新評估及個廠 SSE 之結果，並納入地震風險評估之程序，並採用在 ASME/ANS RA-Sa-2009 的 PRA 標準已提出之方法論(a)一階地震 PRA(SPRA)、(b)地震餘裕評估(SMA)

			等為之。
304	緊急應變場所欲以現有貯存倉庫替代,則需儘快進行耐震評估，予以補強，至其內部設施，可採樓板隔震方式;若採新建場所,依現行安全設計規範,已可確保達到隔震效果，且工程技術成熟。此兩方案由臺電公司依原能會要求之條件自行評估，於今（101）年 9 月底提出初步評估報告,與原能會業務單位討論後，12 月底提出各廠確定可行之執行方案。	核技處	謝謝委員意見。 將準備相關資料藉以審查審查台電提出之評估報告。
305	核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g 案，仍請臺電公司依時程提出規劃,未來再考量配合執行中之精進計畫納入山腳斷層海、陸域調查之新事證。	核管處	謝謝委員意見。 本案依據 100 年 3 月 17 日第 3238 次行政院會議決議「原能會應將所有核能電廠的地震設計基準值由 0.3g 強化為 0.4g，祛除民眾疑慮」(案號：A00962)之要求，將核一廠之耐震基準由原設計之 0.3g 提升為 0.4g,於 100 年 4 月 19 日經行政院核定納入本會「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」。本會於 100 年 7 月 6 日之 100 年第 1 次核管會議、100 年 8 月 31

			日本案之說明會，並於 100 年 10 月 28 日規劃報告審查會之會議紀錄：同意本案目前採 NRC USI-A-46 方法進行評估，惟未來應視「耐震精進作業方案」執行成果，重新確認核一廠耐震設計基準值後，台電公司即應全面重新檢討核一廠設計基準之提升與後續補強作為。 本案參考國際間類似個案做法之說明如下： (1)美國：要求設計地震強度至少在 0.1g 以上。(歐盟壓力測試之同行審查結論亦有此要求) (2)韓國：改善安全停機系統的耐震能力，提昇至與進步型核電廠之設計地震強度(0.3g)相同，以因應超過設計基準之地震(此要求 2014 年底前完成，適用韓國所有核能電廠)。 本案在 101 年 5 月 11 日 5 月份進度說明，台電公司表示現行作業已有延宕，將依規劃儘速辦理，本案完成時間為 103 年 6 月。
306	核安總體檢報告完成後，基於山腳斷層及恆春斷層之海、陸域調查以及火山調查等結果，對地震、海嘯危害分析評估之影響，應持續進行追蹤管	核管處	謝謝委員意見。 重新評估自然(包括地震、海嘯)危害之要求，台電公司必須納入目前委託國內學術界、工程界執行之核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查等新事證，並執行地質穩定性及地震危害度分析以及三座核

	制，並視需要更新相關自然危害之風險結果。		電廠耐震餘裕檢討評估。並依第 303 項之回應說明更新相關自然危害之風險結果。
307	安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管案，請臺電公司於今年 12 月 31 日前提出核一廠之規劃評估。至於核二廠、核三廠及龍門廠後續請參照日本、韓國與歐盟等國之規範進行評估。	核管處	謝謝委員意見。 本案要求核一廠依據美國核管會 NTTF 報告 Tier 1 建議事項 5.1，完成安裝具備過濾功能之圍阻體強化排氣管；核二廠、核三廠、龍門廠要求在美國 NTTF 報告 Tier 3 建議事項尚未明確要求前，參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國)電廠過濾排氣功能提出規劃評估。本案如美國核管會 Tier 1、Tier 3 均不做要求增設具過濾之圍阻體排氣功能，惟因本案對圍阻體完整性及緊急計劃區域之控制均甚有助益，考量我國與歐盟國家在核電廠週邊同樣有人口稠密之特性，將要求台電公司參考日本、韓國或歐盟國家(包括瑞典、瑞士、德國及法國等)之過濾排氣功能執行。 本案參考國際間類似個案做法之說明如下： (1)瑞典：在 1980 年代基於三哩島事故的經驗回饋，已安裝具過濾(除污因素，DF 至少 1000)功能的圍阻體排氣系統，被動式設計在初期的 8 小時無運轉員操作。 (2)瑞士：在 1993 年提出圍阻體排氣指引

			(定案版)，防震一級之要求，日本福島事故後全面重新檢查。 (3)歐盟：除瑞典、瑞士外，德國及法國皆已設置。 (4)韓國：裝設具過濾能力的排氣系統或能對圍阻體建築物降壓的設施(此要求2015年底前完成，適用韓國所有核能電廠)。 (5)日本：NISA新頒30項安全標準之一。 台電公司依本會要求於期限101年12月31日前完成具體能滿足本會要求(或提出經本會審查接受之替代方案)實施做法之規劃評估(分別納入核一廠1EOC26、核二廠2EOC22、核三廠2EOC20之機組起動之審查項目)；本會將再依據規劃評估方案訂定本項核能管制案件之完成期限。
308	建議核安總體檢應能常期實施，有鑑於臺灣週遭自然災害的參數，各項調查研究仍在進行中，逐漸完成之後必然會修正現有參數，例如北部山腳斷層及南部潮州－恆春斷層向海延伸的長度，必須俟專案調查結束方能有準確的結果。	核管處	謝謝委員意見。 原能會要求針對自然危害執行重新評估，台電公司必須納入目前委託國內學術界、工程界執行之核一、二、三廠附近海域、陸域地質補充調查等新事證，並執行地質穩定性及地震危害度分析以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。本會以往針對核能電廠的十年整體安全評估地震危害方面，經延攬國內學者、專家協助審查，提出管制案件對國內地震危害有所掌握及追蹤，依

			據國際間對福島事故的檢討方向，我國在十年整體安全評估尚能符合國際間對地震危害定期評估之要求，即必須掌握新技術及新事證定期評估自然危害。對於北部山腳斷層及南部潮州-恆春斷層延伸的長度，原能會將督促台電公司積極進行調查，並將調查結果納入並執行地震危害度、地震風險評估之更新，在完成風險評估前要求台電公司提出暫行因應措施。
309	核安總體檢對臺灣北部可能的火山活動影響較少觸及，目前所知此項活動大約以千年為週期，不一定會對目前的核設施有立即的威脅，惟仍宜納入整體影響評估。	核管處	謝謝委員意見。 原能會在參照美國核管會對自然危害之重新評估，要求台電公司除地震、水災(包括海嘯)外尚須依據標準審查規範(SRP)納入其他廠外危害，包括設計基準龍捲風、颶風、強風、豪雨(此項並與廠房屋頂排水有關)、環境設計溫度、最終熱沉設計基準、閃電、沙塵暴、森林火災及**火山活動**等其他重要的自然現象均須加以檢討，並針對台灣特殊環境情況做分析並深入探討。 原能會要求台電公司重新評估海嘯危害所採用之方法論“NUREG/CR-6966，Tsunami Hazard Assessment at Nuclear Power Plant Sites in the United States of America，March 2009”，即包括在核電廠廠址之地震型、山崩型(包括海底山崩)及火山型(包括海底火山)海嘯等三種海嘯

			源，並考量海嘯源可能組合(如地震導致海嘯、地震又引起山崩也會造成海嘯)的影響，故台電公司必須依方法論適切納入相關危害源(如陸上及海底之火山活動)的評估。 另依據國際間自然危害評估的標準，對影響核能電廠廠址自然危害一般採用一萬年之回歸期(return period)做評估，惟在各國對特定廠址或特定自然危害亦有其他不同回歸期之評估做法，原能會將要求台電公司採與國際間一致之標準(歐盟壓力測試之同行審查結論要求廠外事件以一萬年回歸期做評估)及分析技術執行。
310	其他待協調事項之管制追蹤案，請臺電公司依據原能會要求或提出為原能會審查接受之替代方案，於要求期限內完成相關規劃評估。	核管處	謝謝委員意見。 101 年 5 月 8 日經濟部林聖忠政務次長，率同國營會及台電公司人員，拜會本會蔡主任委員就總體檢有關核能管制案件的其中六項進行協調，台電公司亦提出協調資料說明。 進行協調時本會重申台電公司不得歸咎於技術或經濟因素，而無法提出具體規劃(含實施做法之評估)及合理期程。各項待協調事項之內容，除「核一廠之耐震基準由 0.3g 提升為 0.4g」項(本項已在近期檢討議題項目要求列為管制案件)外，均已更新上述內容及結論至總檢討報告附表二有關之核能

			管制案件。本會要求台電公司於期限 101 年 12 月 31 日前完成具體能滿足本會要求(或提出經本會審查接受之替代方案)實施做法之規劃評估，並分別納入核一廠 1EOC26、核二廠 2EOC22、核三廠 2EOC20 之機組起動之審查項目追蹤列管；本會將再依據規劃評估方案訂定各項核能管制案件之完成期限。
311	核安總體檢全面檢討完成後，請原能會各業務處就後續作為及時程提出管制案件，按時程進度進行後續追蹤，在管制追蹤過程委員會建議原能會須適切延攬國內學者、專家，協助各業務處之管制案，期能涵蓋並符合國內特定資訊之結果。	核管處、核技處、輻防處	謝謝委員意見。 **核管處**： 總檢討報告(初稿)附錄八之附表二有關核管案件，以美國 NTTF 報告 Tier 1 要求之建議事項為基礎，提出八項核管案件之要求如下。 (1) 重新評估地震、水災廠外危害－另包括完成耐震餘裕檢討及精進、完成非耐震一級 TSC 結構耐震強化之規劃評估、**完成免震重要棟之規劃評估**以及完成大型海嘯鋼筋混凝土擋牆之規劃評估等子項。 (2) 地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘。 (3) 電廠全黑之管制措施提昇－另包括限制第五部柴油發電機之備用、強化電池組容量至 24 小時、額外氣冷式柴油發電機設置之規劃評估、增設置生水池

			(深水井)之規劃評估、強化核電廠因應能力時間至 24 小時等子項。 (4) 實施 NEI 06-12、強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護。 (5) 具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計及可靠性(僅核一廠適用)。 (6) 用過燃料池儀器之強化。 (7) 強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs。 (8) **緊急計畫之管制措施在人力及通訊能力之提昇**。 其中，「完成免震重要棟(修訂為緊急應變場所)之規劃評估」子項及「緊急計畫之管制措施在人力及通訊能力之提昇」項目，規劃為本會核技處之業管項目，在總檢討報告(定稿版)已移出附錄八。由於特定核管案件有多項子項導致複雜度高，亦不利於管控、追蹤之作業，爰修訂總檢討報告(定稿版)附錄八之附表二有關核管案件為以下十四項。 (1) NTTF 建議事項 2.1－重新評估地震、水災廠外危害，另包括完成耐震餘裕檢討及精進子項。 (2) 地震、海嘯危害模擬及情境模擬。 (3) 建造海堤、鋼筋混凝土擋牆、或水密性之防海嘯能力提昇。

			(4) 非耐震一級 TSC 結構之耐震強化。 (5) NTTF 建議事項 2.3－地震、水災及其他廠外危害防護的現場履勘。 (6) NTTF 建議事項 4.1－電廠全黑之管制措施提昇。 (7) 限制第五部柴油發電機之備用。 (8) 強化核電廠因應電廠全黑能力至 24 小時－另包括強化電池組容量至 24 小時及強化核電廠因應能力時間至 24 小時兩子項。 (9) 新增設置氣冷式柴油發電機。 (10) 新增設置第二套最終熱沉。 (11) NTTF 建議事項 4.2 強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護－另包括實施 NEI 06-12 子項。 (12) NTTF 建議事項 5.1－具備過濾功能之圍阻體強化排氣設計及可靠性。 (13) NTTF 建議事項 7.1－用過燃料池儀器之強化。 (14) NTTF 建議事項 8－強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs。 **核技處：** 將遵照辦理。 **輻防處：** 將會依照委員建議，按時程進度進行後續

			追蹤，並會適切延攬國內學者、專家，協助後續追蹤之管制案進行。
312	針對地震與海嘯在核安總體檢報告內，特別強調兼顧其歷史的經驗與新的技術更新。委員提出的意見，原能會基於管制機關立場，在管制案件後續評估時，皆會列為追蹤參考的因素；臺電公司亦應在未來的評估中做出相對應的考慮。	核管處	謝謝委員意見。 在地震危害重新評估要求之資訊包括： <u>地震危害評估</u> (1) 個廠廠址地震危害曲線 (2) 依據更新之廠址地震危害曲線發展個廠 GMRS (3) SSE 地表加速度值 (4) 比較前兩項並採取適切之對策 (5) 由 NTTF 建議事項 2.3 履勘及由原風險評估計算耐震能力之額外資訊供 NRC 篩選及排序 (6) 較原設計基準有更高地震危害之廠址，惟在完成以下要求風險評估前，提出之因應對策或暫行措施 (7) 選擇適當之風險評估方法論 <u>地震風險評估</u> (8) SMA 或 SPRA (9) 用過燃料池的評估 在水災危害重新評估要求之資訊包括： <u>水災危害評估</u> (1) 有關水災危害的廠址資訊，詳細廠址資訊、對所有水災機制之現行設計基準高度、持照至今水災相關持照基準及水災防護的變更、持照至今流域及地貌之變

			更、現今水災基準之防護及救援設施、評估水災危害之其他細節(如海域探測、履勘結果等) (2)採最新之方法論及審查導則評估各種水災機制所導致之水災危害，各種水災機制須包括豪大雨、河流水災、水壩潰堤、暴潮及波動、海嘯、河流改道及可能機制合併之效應。提供不適用個廠廠址水災機制之佐證 (3)提供各種水災機制在現行設計基準及重新評估之比較，包括由 NTTF 建議事項 2.3 履勘之發現 (4)較原設計基準有更高水災危害之廠址，惟在完成以下要求整體評估前，提出之因應對策或暫行措施 (5)視需要提出更多的防護措施 原能會在執行相關管制案件追蹤、管控，將要求台電公司考量現行最佳可用之資料庫，最新技術之方法論，並納入國內相關領域學者、專家確認後續評估在台灣特定資訊之適切性。
313	緊急應變機制部分，核技處新提增列 6 項追蹤管制案，同意依所提報規劃內容及時程辦理；輻射防護機制部分，同意輻防處	核技處、輻防處	謝謝委員意見。 **核技處：** 謝謝委員審查同意。 **輻防處：** 已增列四項管制案，並納入總體檢報告。

	口頭要求於會後再整理提出管制案，一併納入總檢討報告。		
314	委員會確定核安總體檢報告的基本架構，核技處新提出 6 項緊急應變機制管制案件，同意一併列入後續追蹤；原能會提出之核能安全防護措施 8 項管制案件已涵蓋臺電公司 6 項待協調事項，請核管處即按規劃進程追蹤辦理；輻防處併請提出管制案列案追蹤。	核管處、核技處、輻防處	謝謝委員意見。 **核管處：** 核管處業管之管制案件考量降低管制案件之複雜度，為利於後續管控、追蹤之作業，爰修訂總檢討報告(定稿版)附錄八之附表二有關核管案件為十三項，相關說明請參照第 311 項之回應。 **核技處：** 謝謝委員審查同意。 **輻防處：** 已增列四項管制案，並納入總體檢報告。
315	核安總體檢相關議題經提出討論處理，均有具體結論，審查會議不預期有下次會議，請原能會各業務處納入委員口頭及書面意見(詳如後附)檢討修訂總檢討報告，俟提供書面報告請委員確認同意定稿後，陳報行政院。	核管處、核技處、輻防處	謝謝委員意見。 **核管處：** 已遵照辦理。 **核技處：** 已遵照辦理。 **輻防處：** 已納入委員口頭及書面意見修訂總檢討報告。
316	臨時動議： 物管局應臺電公司放射試驗室建議：刪除報告第		決議：同意刪除「7-9 人座小客車」條件，並修正總報告相關文字。

	164 頁增加輻射偵測車之「7-9 人座小客車」條件，以符合實際採購作業。		

貳、口頭及書面意見：

序號	提案委員	書面意見	回應單位	回應意見
401	**陳正宏委員**	核電廠現有安全防護體制全面體檢應能長期實施，主要原因為台灣週遭自然災害的參數，在各項調查研究逐漸完成之後必然會有修正，例如北部山腳斷層及南部潮州-恆春斷層向海延伸的長度，必需有專案調查方有準確的結果。此外，台灣北部可能的火山活動影響較少觸及，目前所知此種活動大約以千年為週期，不一定會對目前的核設施有立即的威脅，但仍宜納入整體影響評估。	核管處	謝謝委員意見。 相關說明請參照第 308 項及第 309 項之回應。
402	**劉**	國家核能安全體制	綜計處	謝謝委員意見。

	容生委員	有關國家安全，為國安之重大制度。需要長期及持續性的努力。相關專業人才的培育應為最主要的工作，包括技術、管理、風險控制人才培育及訓練。福島核災的發生及環保意識的提昇，對未來核能人才的發展是不利的因素,相關單位(教育部、經濟部、科技部、國科會等)必需有積極因應的人才培育政策，確保這方面人才的供應不缺。	台電公司	**綜計處:** 本會同樣有感於人才培育關係未來安全管制工作的重要性，已於5月29日上午邀集教育部、國科會、經濟部、及其部屬台電公司，以及清華大學、台北科技大學、高雄應用科技大學等進行核能專業人才培育、協助原能會開設核工學程等教育單位代表，共同就本案進行意見交換及討論，會中重點結論如下： 1. 觀諸核能發展之趨勢，世界各國求才若渴，另為國內核能師資之延續，為期人才回流，根植台灣，請教育部代表向國際文教處代轉學界希望教育部公費留學，能夠納入核能相關科系。 2. 目前清華大學研究用反應器已屆 50 年，如何維持或新建核工專業人才培育所需的核心設施，則應提早規劃。 3. 目前國內核能專業人才及核能專業師資平均年齡分布偏高，然核能人才之培育平均需3-5年的時間,現有人力老化將引發未來5-10年間之退休潮，並產生專業人才銜接斷層等窘境，是當前所面臨急需解決的難題。 4. 核能技術已納為能源國家型計畫主軸之一，惟能源國家型計畫中人才培育計畫，未將核能部分納入。能源國家

				型計畫之人才計畫係由國科會主辦，教育部協辦，是項計畫若能將核能相關的人才培育需求納入，將可協助解決核能人才與師資不足等問題。 就本次會議討論內容而言，核能安全專業人才培育之重要性，以及各項討論議題及結論，與會單位及代表亦表支持與後續配合，惟目前環境與育才、留才、攬才等各方面，仍待整合規劃，俾有良好成效。本會就「核安管制能量」立場，仍將持續就本案之發展，積極追蹤及推動相關工作。 **台電公司：** 1. 台電公司自 92 年起為因應退補及改善可能人力斷層及不足情形，積極向上級溝通，以爭取增員額，惟因實施現員及用人費率管控措施，並將生產力提升、用人費率、不減少繳庫盈餘(不增加虧損)列為審查重點；台電公司近年來因政策未調整電價，造成大量虧損，員額增加不易。 2. 在新進人力補充不易之大環境下，台電公司為應核能電廠營運需要，已特別考量核能部門人力需求，人員補充率較高，近年來核心技術人力均已按退離人數進用，另台電公司獲上級支

				持辦理專案精簡及同意增補精簡員額，對改善人力斷層及老化亦有助益。台電公司為因應核能電廠各項新增工作項目（含福島事件正進行「安全總體檢」目前評估需增人力），正向上級申請 101 年核能電廠員額能增加 79 名；此外，考量未來 10 年員工之離退情況逐漸步入高峰及除役規劃需要，正積極向上級溝通，爭取辦理提前進用人力，核能發電系統 101 年申請提前進用 81 人，102 年申請提前進用 105 人，103 年申請提前進用 60 人，105 年申請提前進用 13 人，並於 106 年後視工作進度及核心技術傳承情形逐年攤還。未來因應福島事件安全總体檢結果如需再增加人力，將另專案申請。 3. 台電公司核能系統已有完整之訓練體系及計畫，此外，為加強人員技術經驗傳承，已採下列措施： A. 各類核心技術及各項主要作業都已列入各單位程序書，並置於單位網頁上，由核安處每年定期稽查，確實檢討落實。 B. 各單位網頁除「程序書」外，尚包括「核能營運運轉資訊」、「經

				驗回饋」、「核能安全文化」、「核能電廠維護」、「大修管理」、「各類訓練教材」、「人員作業疏失案例」及各類「會議紀錄」等，各類資訊均有專屬部門或人員負責管理與維護，各類寶貴經驗及心得均已隨時上網，供公司內部員工參考、下載。 C. 對於即將退休人員，均於事前規劃交接作業，並備妥書面資料及電子檔案，期將經驗技術順利傳承。 D. 林訓中心及各廠訓練中心都已將經驗回饋及各類案例列入教材編寫重點。各項訓練均邀請資深且經驗豐富員工擔任講師、助教等相關工作，傳承技術及經驗等。 E. 核一、二、三、四廠均已於網路建立「技術經驗」回饋系統，並訂有相關管理辦法，放射試驗室則於利用台電智庫知識管理平台建立知識傳承及經驗回饋子類別傳承技術經驗。 F. 每年各類技術交流研討會，亦邀請相關單位簡報及技術交流等相關作業。

403	**劉容生委員**	台電公司協調六大事項，涉及核能一廠(1, 2 號)除役時程(107.12 與 108.7)，安全強化之投資規模及經濟效益。決策過程除技術面考慮外，應有風險評估及管理(Risk Analysis and Management)專業人才參與。	核管處	謝謝委員意見。 因應福島事故相關管制要求將有大規模之資本投資，原能會已請台電公司事先針對即將除役或無法延役之電廠考量成本效益為最適化之做法；台電公司係採基載方式運轉核能電廠，核能一廠兩機組每年可提供約一佰億度電力，假設依台電公司平均發電成本考量，核能機組每度電可節省約新台幣 1.5 元之替代燃料成本，故核能一廠兩機組每年可節省約新台幣一佰五十億元，估計核能一廠運轉至除役仍可替台電公司節省約新台幣玖佰億元之替代燃料成本。 由於核能安全防護不得有空窗期或例外情況，即不應在電廠即將除役或電廠無法延役之考量而不執行；但台電公司如因技術或經濟因素，無法提出具體規劃(含實施做法之評估)及合理期程，原能會應令其限期改善或採行其他必要措施；其情節重大、未於期限內改善或採行必要措施者，得命其停止現場作業、運轉、廢止其執照或限載運轉。 我國核電廠風險評估結果指出緊急電力之重要性，遂在核一、二、三廠新增設耐震等級且與原緊急柴油發電機(水冷式)能避免共因失效之第五部柴油發電機

				(氣冷式)；在民國 90 年核三廠曾經發生之電廠全黑事件，即依賴此超過美國法規要求之第五部柴油發電機而避免機組狀況持續惡化。在強化核能安全方案之投資，未經實際個案驗證檢視前，實無法直接顯現其成本或經濟效益。 台電公司核能電廠之安全度評估(PRA)模式，已建立並執行維護及更新逾二十年，並實際執行風險告知相關應用案例，在風險評估與管理方面已建立厚實之技術能力；原能會在個案審查亦培育專業人力及建立程序書，並視需要邀請國內學者、專家協助審查，已能掌握風險告知管制之精髓。惟目前核能電廠風險評估主要針對技術面議題，在政治面向、社會面向及心理面向較不易掌握量化之結果。
404	**張國鎮委員**	由於新的廠址調查顯示，現有核電廠之地震強度可能遠大於 SSE=0.4g 之標準，若目前某些安全相關之結構物、系統及組件在目前之SSE下已超過其降伏強度，則應仔細以性能	核管處	謝謝委員意見。 相關說明請參照第 303 項之回應。

		設計之觀點評估其耐震裕餘度，以確保在大於 SSE 下該結構、系統或組件能發揮應有之功能。		
405	吳祚任委員	海嘯災害防治部分有明顯改善，值得肯定。	核管處	謝謝委員肯定。
406	吳祚任委員	根據 NUREG/CR-6966 規範，除國科會所提之地震海嘯高度外，在此提醒其高度尚需考慮山崩海嘯、風暴潮、潮汐等因素，以為水密門或海牆規劃之用。	核管處	謝謝委員意見。 相關說明請參照第 301 項之回應。
407	吳祚任委員	核一、二廠海底山崩可能位置相對明確，然而核三之海底山崩仍需加以考慮，例如，高屏峽谷近期(八八風災)有海底濁流造成小型海嘯訊號。	核管處	謝謝委員意見。 相關說明請參照第 302 項之回應。