

台電公司對 101 年 7 月 17 日核二廠用過核子燃料乾式貯存設施聽證會
相對人提問之書面補充說明

一、意見陳述部份

1. 萬里區賴俊達區長:

- (1) 核二乾貯案是公共政策，30 年前核二廠設在萬里，但如今時空環境已經不同，如今萬里區是否還適合設置乾式貯存設施，需要重新檢討。

說明：

一、乾式貯存設施是配合核二廠運轉 40 年之必要性

30 多年前，核二廠就以運轉 40 年為設計規劃，而乾式中期貯存設施之興建，就是以滿足核二廠運轉至屆滿執照效期 40 年為目的，該目的已敘明於台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第一章第一節，及敘明於環保署同意備查之「核能二廠用過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節，謹補充說明如下：

台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。由於核二廠 1、2 號機係分別於民國 70 年及 72 年開始商轉，原能會核准運轉執照效期為 40 年，故運轉執照將分別至民國 110 年及 112 年屆滿。但是現有水池容量有限，無法貯存運轉 40 年退出之所有用過核子燃料，因此，台電公司參考歐、美、日、韓等核能先進國家之作法，規劃將部份經水池充分冷卻之用過核子燃料移至乾式貯存設施，以維持電廠運轉發電 40 年。亦即規劃興建之乾式中期貯存設施，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至民國 110 年及 112 年為目的，以確保國內電力供應，因此，核二廠乾貯設施的興建，確有其必要性。

二、核二廠乾式貯存之安全性

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是國際上普遍採行的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該貯存設施可運轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

(2) 核二廠附近有出現山腳斷層，有造成地震之疑慮；附近亦有大屯火山群，有可能受到火山之影響；

說明：

一、有關山腳斷層所造成地震之影響評估：

台電公司針對山腳斷層之新事證已納入本設施之評估分析工作，說明如下：

我國核能電廠於廠址選擇時，均依相關法規嚴格選址，詳查廠址周邊地震歷史紀錄，保守預估廠址可能遭受之最大地震震度，以此基準設計核電廠安全設備之耐震防護能力，核二廠耐震設計之基礎岩盤基準值為 0.4g，反應器廠房地面層加速度值為 0.53g。

在山腳斷層被列為第二類活動斷層之新事證發現後，台電公司依據中央地質調查所公布之資料，委託國立中央大學辦理「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」，依據新事證已知斷層震度進行初步評估（已於 98 年 5 月完成），結論為：斷層錯動時，將對核二廠之基盤產生 0.205g 之加速度，小於上述之設計基準地震值。

本設施基於安全考量以及考慮山腳斷層為第二類活動斷層，為了防止混凝土護箱滑動，於混凝土護箱周圍每隔 90 度設置了四根直徑 15.24cm (6 inch) 的固定樁。在岩盤地震最大水平加速度 0.4g 及相關最大垂直加速度下，考量土壤結構互制效應，保守採用 0.88g 與 0.78g

作為最大水平與垂直加速度的分析輸入值進行設計。以 LS-DYNA 進行非線性動力分析，結果顯示護箱不會傾倒。

若未來調查發現山腳斷層長度再往棉花嶼延伸之新事證，台電公司將重新檢視原設計之安全性，並做必要之補強。

二、有關大屯火山之影響評估：

核二廠在建廠選址時即已充分考量斷層、地震及火山等之地質情況，該電廠運轉數十年來，台電公司亦積極進行大屯火山活動之監測與調查，例如：

(1)85 年到 90 年間委託美國系統科技公司進行大屯火山群火山活動可能性之研究。

(2)99 年委託中華民國地質學會針對 98 年 10 月 20 日金山地區四起有感地震，其地震機制與山腳斷層及大屯火山之關聯性研究。

(3)100 年核二廠耐震安全評估報告研究指出：假設大屯火山群中距該廠最近之丁火朽山及湊子山爆發，其熔岩流分別經瑪鍊溪及員潭溪流入太平洋而不會流向核二廠。

另，國科會等單位成立大屯火山觀測站，添加傾斜儀，如果有地殼隆起產生變化，都能偵測到。大屯火山就算噴發，其熔岩流分別經瑪鍊溪及員潭溪流入太平洋而不會流向核二廠，且核二廠離大屯火山還有一段距離，因此，影響應極輕微。

但台電公司仍謹慎以對，若乾式貯存設施進氣口遭火山灰或更細的火山塵完全堵塞，則將依照核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告之要求，於時限(25 天)內移除進氣口的堵塞物，維持設施自然對流的功能。

(3) 核二乾貯設施是露天放置，受到破壞（人為或自然災害）機率大，是否可能採地下貯放？

說明：

截至 101 年 5 月，世界上營運中的用過核子燃料乾式貯存設施共有 110 座，分布於 22 個國家，絕大部份均為地面式，目前國際上僅有美國加州 Humboldt Bay 電廠是採用地下貯放，乃根據該廠之用過核子燃料特性設計。Humboldt Bay 電廠是最早之沸水式電廠，功率只

有 63 Mwe，其燃料長度不到目前沸水式燃料之一半。美國 Holtec 公司根據該廠之經驗，向美國核管會提出適合目前輕水式核電廠所用之地下乾式貯存設施(稱為 HI-STORM 100U)之執照申請，於 2009 年 12 月取得美國核管會之執照許可。

台電公司依政府採購法相關規定辦理核二廠乾式貯存設施之招標採購作業，依法不能限定採購地下式乾式貯存設施；惟未來台電公司如有必要辦理其它核電廠乾式貯存設施之採購案時，若有廠家提出地下式乾式貯存設施且其價格低於其它型式之貯存設施，則不排除採購地下式乾式貯存設施。

另，日本福島核能電廠所採用之乾貯設施為金屬護箱，這些金屬護箱是橫放在該廠既有之鋼筋混凝土建築物內。在功能上金屬護箱就相當於核二廠乾式貯存系統混凝土護箱內之密封鋼筒，用於承裝及包封用過核子燃料，而鋼筋混凝土建築物就相當於核二廠乾式貯存系統之混凝土護箱，用於提供輻射屏蔽，因此無需採用如日本福島核能電廠之室內乾式貯存型式。

(4) 核二乾貯設施可否承受飛機撞擊之影響

說明：

美國核管會(NRC)2001 年發布之 CLI-01-22 法規，訂定乾式貯存設施設想事故(credible accident)的門檻機率為 10^{-6} ，亦即發生機率小於 10^{-6} 的事故不屬於 credible accident，執照申請人不需進行設施可以承受該事故之分析。

核二廠位於限航區，限制半徑為 3.7 公里(2 海浬)，限航區內各種飛行器於任何時間皆不得進入。另，經調查國內距離核二廠乾貯場址最近並且飛機起降次數最頻繁的松山與桃園機場，其飛機起降次數少於 NUREG-0800 規定之容許起降架次。因此，依據 NUREG-1567 與 NUREG-0800 針對乾式貯存設施設置地點受飛機撞擊之機率評估之要求，已符合飛機撞擊事件導致輻射外釋劑量超過 10 CFR 100 規定的發生機率小於 10^{-7} 次/年之規定。

若依據上述美國核管會的規定，核二廠用過核子燃料乾式貯存設施的興建並不需要做飛機撞擊事故分析，但為了讓民眾對核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全性的了解，台電公司特蒐集下列美國的評估報告作為

說明，基於國土保安的理由，美國不將分析的細節提供給民眾，僅提供一般性分析結果：

(1)美國電力研究所(EPRI)

假設波音 767-400 型客機撞到混凝土護箱表面中心點及上端，分析結果顯示：雖然撞擊點有混凝土粉碎現象，但是對混凝土護箱內部裝用過核子燃料的密封鋼筒而言，只是產生凹痕，並沒有裂痕，因此不會造成放射性物質外釋到環境中。

(2)美國 NAC International

假設波音 747 型客機撞到混凝土護箱，分析結果顯示，護箱會發生滑移或傾倒外，並不致造成密封鋼筒之密封蓋焊接失效，無放射性物質外釋。

(3)美國核管會

依據 Indian Point Energy Center 之分析資料，NRC 曾經針對假設 F-16 戰機撞擊混凝土護箱乙節進行評估，評估結果顯示，無放射性物質外釋。

參考文獻：

1. Aircraft Crash Impact Analyses Demonstrate Nuclear Power Plant's Structural Strength, EPRI, 2002.
2. The safety of NAC UMS following militant Acts destructiveness.
3. Analyses of Potential Terrorist Acts On DCS, Indian Point Energy Center.

- (5) 核電廠地方回饋機制需要檢討，應考量地方觀光之影響，若一定要設置，緊急疏散道路一定要做好，包含替代道路(包括萬雙隧道)

說明：

- 依據經濟部發布之「核能發電後端營運基金放射性廢棄物貯存回饋要點」，核能發電後端營運基金管理委員會為推動核能發電放射性廢棄物貯存作業，增進放射性廢棄物貯存設施與地方和諧及周遭居民福祉，對適用該要點之放射性廢棄物貯存設施，每年由核能發電後端營運基金管理會撥付回饋金予接受回饋對象，包括：放射性廢棄物貯存設施所在直轄市、縣政府與鄉(鎮、區)公所以及鄰接鄉(鎮、區)公所。依據該回饋要點，乾式貯存回饋金為水池貯存回饋金之兩倍。
- 有關萬里地區緊急應變疏散計畫，台電公司已委託國立交通大學規劃

中，交通大學於 101 年 4 月 25 日在新北市金山區公所辦理金山區與萬里區集結點設置位置村里長座談會，各與會里長提出對集結點設置位置之建議，部分未出席里長，交通大學則以電話洽詢對集結點設置位置之建議，預定 101 年底規劃完成後將陳報原能會及地方政府審查，作為地方政府修訂及執行其「核子事故區域民眾防護應變計畫」之參考，至於是否需要闢建新的疏散道路，需由地方政府視該應變計畫進行整體考量。

(6) 核二乾貯場不應該成為最終處置場

說明：

一、用過核子燃料最終處置計畫之時程規劃

原能會已核定台電公司的用過核子燃料最終處置計畫，未來我國用過核子燃料最終處置計畫將採階段性發展推動，原能會依據放射性物料管理法嚴格監督台電公司之計畫推動時程及執行成效，並依法要求台電公司定期提出年度工作計畫與執行成果報告。

目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1) 「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2) 「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3) 「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4) 「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5) 「處置場建造」(民國 134-144 年)。

台電公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，預計於民國 127 年確定最終處置場址，144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於 2038 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國

141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

二、乾式貯存設施不會變成「最終處置場所」

依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

此外，經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告
用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

2 田秋堃立法委員：

(1) 台電報告內容中，為何用過核燃料棒無法貯放在燃料池中 40 年，當初設計這些用過核燃料棒要放到哪裡？

說明：

針對核二廠用過核子燃料池，將來即使可將用過燃料放置於上池，其容量亦不足存放核二廠運轉至屆滿運轉執照效期為 40 年所產生之所有用

過核子燃料，說明如下：

1.核二廠反應爐為 BWR-6 設計，每部機有二座燃料池分別是位於反應爐廠房的上燃料池(上池，容量 628 束)及位於燃料廠房的用過燃料池(下池，容量 4398 束)。依據核二廠現行終期安全分析報告 (FSAR) 所述，核二廠機組運轉發電時，上池不放用過核子燃料，而係使用於：

(1)機組大修期間暫放照射過之核子燃料

(2)於執行全爐心燃料退出時(包括緊急狀況)燃料存放

(3)暫時存放待填換入反應爐內之新燃料。

下燃料池則用於貯存用過核子燃料。

2.兩部機組上池容量共可以貯存 $1256(=628 \times 2)$ 束用過核子燃料，而本乾式貯存設施所需容量為 2349 束。因此，將來即使利用上池存放用過核子燃料，上下池總容量亦不足存放核二廠運轉滿執照效期 40 年所產生之所有用過核子燃料，仍需興建乾式貯存設施。

依國際上核電廠之除役經驗，所有用過核子燃料必須移離用過燃料池才能進行拆廠除役，蓋因為了確保用過核子燃料之貯存安全，冷卻及淨化系統以及其它相關系統仍需繼續運轉，而無法進行實質之拆廠除役。因此，不論現有燃料池之容量為何，為了如期進行拆廠除役，必需分批將用過燃料池內之用過核子燃料移至乾式貯存設施。

核電廠於設計興建時期係參照美國之規劃，預期用過核子燃料可送至具再處理技術之國家進行再處理，故當時核電廠用過核子燃料池的尺寸設計較小，惟美國卡特總統於 1978 年取消再處理策略且不支持其他國家進行用過核子燃料再處理，故國際上大多數國家核電廠採取(1)使用先進之貯存格架，在不改變燃料池尺寸下，增加燃料池貯存容量及(2)興建乾式貯存設施之策略，以滿足核電廠運轉至屆滿 40 年執照效期所產生之所有用過核子燃料貯存之需，俾有充分時間平行推動用過核子燃料最終處置計畫，並保留未來採取用過核燃料再處理策略之彈性，台電公司也是參照前述國際上作法，規劃與執行各項用過核子燃料營運計畫。

(2)先前台電公司核電廠有申請延役時，台電公司是準備要如何處理這些用過核燃料？

說明：

在政府於 100 年 11 月 3 日宣布既有核電廠不再延役之新能源政策前，環保署 99 年 4 月所同意備查之「核能二廠用過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節，已敘明乾式中期貯存設施之興建，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至屆滿執照效期 40 年為目的。謹補充說明如下：

台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。由於核二廠 1、2 號機係分別於民國 70 年及 72 年開始商轉，原能會核准運轉執照效期為 40 年，故運轉執照將分別至民國 110 年及 112 年屆滿。但是現有水池容量有限，無法貯存運轉 40 年退出之所有用過核子燃料，因此，台電公司參考歐、美、日、韓等核能先進國家之作法，規劃將部份經水池充分冷卻之用過核子燃料移至乾式貯存設施，以維持電廠運轉發電 40 年。亦即規劃興建之乾式中期貯存設施，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至民國 110 年及 112 年為目的，以確保國內電力供應，因此，核二廠乾貯設施的興建，確有其必要性。

(3)我國應該比照德國做法，將壓力測試不合格的反應爐停機，若我國無法處理核廢料，也應該先停機？

說明：

一、比照德國做法，將壓力測試不合格的反應爐停機：

- 1.福島事故發生後，本公司立即對我國核能電廠進行安全總體檢，同時依行政院原子能委員會之要求，執行 11 項近程體檢項目，運轉中電廠於 100 年 6 月 30 日完成 11 項近程檢討議題報告提送原能會，並於 100 年 11 月 30 日完成運轉中電廠「個廠安全防護總體檢報告」陳報原子能委員會。興建中之龍門電廠(核四廠)，亦已於 101 年 1 月 12 日完成「個廠安全防護總體檢報告」，陳報原子能委員會。原子能委員會亦已依序完成核一、二、三廠因應日本福島電廠事故總體檢安全評估，評估結果確認我國三座核能電廠並無重大或立即安全顧慮。
- 2.為了更確保核能安全，各核能電廠亦均依歐盟頒布之壓力測試規範，進行核電廠壓力測試，其報告內容架構與歐盟各核能電廠採行的相同，含括地震、海嘯、極端天災、喪失電源及最終熱沉、嚴重核子事故管理。進一步檢視核電廠深度防禦能力、安全餘裕的裕度及核安總

體檢成果。運轉中電廠已於 101 年 3 月 5 日完成「壓力測試報告」陳報原能會，龍門廠亦於 101 年 4 月 27 日完成「壓力測試報告」陳報原能會。透過壓力測試評估結果，驗證核安總體檢所擬定的強化方案，已能有效提升電廠安全裕度，及核電廠防災、減災及救災的能力。

二、未確定最終處置場之前就使用乾式貯存設施是國際間之普遍作法：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

- (4) 蘭嶼處置場的低放射性廢棄物迄今無法移出，乾貯場的用過核燃料半衰期更長，請問 40 年後若沒有最終處置場，請問這些用過核子燃料棒要移往何處？因此一旦全數移出燃料池，放入乾式貯存場，可能最後都沒有辦法移出萬里區？

說明：

一、用過核子燃料最終處置計畫之法定時程

台電公司依「放射性物料管理法」及其施行細則規定，提報原能會「用過核子燃料最終處置計畫」，並獲原能會核定，因此，台電公司必須依「放射性物料管理法」及用過核子燃料最終處置計畫之法定時程切實執行。目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1) 「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2) 「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3) 「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4) 「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5) 「處置場建造」(民國 134-144 年)。

台電公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃

料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，預計於民國 127 年確定最終處置場址，144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於 2038 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

二、乾式貯存設施不會變成「最終處置場所」

依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告

用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

(5) 山腳斷層若造成錯動產生地震，會產生大地震，依台大陳文山教授估算約 500 顆原子彈的威力，應納入安全考慮。

說明：

我國核能電廠於廠址選擇時，均依相關法規嚴格選址，詳查廠址周邊地

震歷史紀錄，保守預估廠址可能遭受之最大地震震度，以此基準設計核電廠安全設備之耐震防護能力，核二廠耐震設計之基礎岩盤基準值為 0.4g，反應器廠房地面層加速度值為 0.53g。【1】

在山腳斷層被列為第二類活動斷層之新事證發現後，台電公司依據中央地質調查所公布之資料，委託國立中央大學辦理「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」，依據新事證已知斷層震度進行初步評估（已於 98 年 5 月完成），結論為：斷層錯動時，將對核二廠之基盤產生 0.205g 之加速度，小於上述之設計基準地震值。【2】

本設施基於安全考量以及考慮山腳斷層為第二類活動斷層，為了防止混凝土護箱滑動，於混凝土護箱周圍每隔 90 度設置了四根直徑 15.24cm (6 inch) 的固定樁。在岩盤地震最大水平加速度 0.4g 及相關最大垂直加速度下，考量土壤結構互制效應，保守採用 0.88g 與 0.78g 作為最大水平與垂直加速度的分析輸入值進行設計。以 LS-DYNA 進行非線性動力分析，結果顯示護箱不會傾倒。

若未來調查發現山腳斷層長度再往棉花嶼延伸之新事證，台電公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

參考文獻：

【1】台灣電力公司，「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」，2009。

【2】台灣電力公司，「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」，2012。

3. 賴發奎先生（立委助理）：

(1) 乾式貯存設施的做法有疑慮，核二廠的系統是美國核管會核准準備以火車搬運而非卡車搬運的，屆時可能產生無法運送之問題。

說明：

美國典型卡車搬運的乾式貯存桶直徑在 0.9 米以下，但非法規限制，船運則無該項顧慮。核二廠所採用之乾式貯存系統具貯存及運輸雙重功能設計，其中貯存功能已於 2009 年獲美國核管會審查通過，運輸功能目前正由美國核管會審查中。將來，核二廠用過核子燃料運出廠外時，將優先規劃由附近明光碼頭經由海運方式運往最終處置場。

核二廠所採用之乾式貯存系統具貯存及運輸雙重功能設計，其中貯存功能已於 2009 年獲美國核管會審查通過，運輸功能目前正由美國核管會審查中。將來，核二廠用過核子燃料運出廠外時，將優先規劃由附近明光碼頭經由海運方式運往最終處置場。

4.李卓翰先生（鄭麗君委員顧問）：

- (1)蘭嶼核廢料尚無法移出，台電公司的託辭總以最終處置場無法完成為由；對於乾式貯存，屆時 40 年一到是否能夠順利移出；特別國內地質學者都表示國內沒有可以處置高階核廢料之場址，台電公司應該完整提出 40 年後要如何將用過核燃料移出電廠，不論屆時高放處置場是否存在。

說明：

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於 2055 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核子燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於 2055 年之前，若用過核子燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核子燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告
用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

- (2)乾貯 40 年之後，密封鋼筒內的溫度，壓力，輻射劑量變化如何，是否適合做再取出（鋸道切割），台電公司應該說明。

說明：

本乾貯設施在 40 年正常貯存狀態下，經安全分析評估，密封鋼筒內燃料護套、燃料提籃、密封鋼筒殼體之最高溫度分別為 251°C、251°C、164°C，低於該三項元件可容許之最高溫度 400°C、426.6°C、426.6°C；密封鋼筒內之壓力在保守評估下，最大達 93.5psig，小於密封鋼筒設計壓力 100psig；密封鋼筒係貯存於混凝土護箱內，不會直接對外界造成輻射劑量，經由混凝土護箱屏蔽後，評估 27 組混凝土護箱對最近廠界造成之年有效劑量為 0.0416mSv/y，低於 0.05mSv/y 的設計準則要求。

綜上所述，本乾貯設施在 40 年正常貯存狀態下，其溫度、壓力、輻射劑量皆低於其設計值，且密封鋼筒內之壓力、溫度及輻射劑量將隨時間遞增而減低，因此評估無安全疑慮。未來若有需要進行再取出作業時，將針對用過核子燃料之核臨界及輻射防護等相關安全事項進行評估分析，並報請主管機關核准後，執行再取出作業。

(3)核電廠除役後已經沒有水池無法再取出。

說明：

依「核子反應器設施管制法」施行細則第 16 條：「核子反應器設施之除役，應於取得主管機關核發之除役許可後 25 年內完成」，故在除役完成前用過核子燃料池尚未拆除時，本乾式貯存設施仍可利用用過核子燃料池進行再取出作業；若用過核子燃料池已不存在，將針對用過核子燃料之核臨界及輻射屏蔽等相關安全事項進行評估分析後，建立處理設施以備執行再取出作業，未來將併入核二廠除役計畫一併規劃。

5.賴芬蘭小姐（立委助理）：

(1)乾式貯存似乎是為了延役而設置，不管如何，乾式貯存廠和最終處置場之間的接軌都應該考慮。

說明：

一、乾式貯存設施不是為了延役而設置

核二廠乾式中期貯存設施之興建，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至屆滿執照效期 40 年為目的，該目的已敘明於台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第一章第一節，及敘明於環保署同意備查之「核能二廠用過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節，謹補充說明如下：

台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。由於核二廠 1、2 號機係分別於民國 70 年及 72 年開始商轉，原能會核准運轉執照效期為 40 年，故運轉執照將分別至民國 110 年及 112 年屆滿。但是現有水池容量有限，無法貯存運轉 40 年退出之所有用過核子燃料，因此，台電公司參考歐、美、日、韓等核能先進國家之作法，規劃將部份經水池充分冷卻之用過核子燃料移至乾式貯存設施，以維持電廠運轉發電 40 年。亦即規劃興建之乾式中期貯存設施，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至民國 110 年及 112 年為目的，以確保國內電力供應，因此，核二廠乾貯設施的興建，確有其必要性。

二、乾式貯存和最終處置場之銜接性

未來核二廠用過核子燃料欲從乾式貯存設施運至用過核子燃料最終處置場時，可將盛裝用過核子燃料之密封鋼筒自混凝土護箱中取出裝入運輸用金屬護箱中，然後運至最終處置場進行處置。用過核子燃料抵達最終處置場後，將先送至接收處理場進行安全檢測並登錄編號，然後送至包封工廠，將用過核子燃料從密封鋼桶轉換至處置罐內並封裝，最後再經由豎井將處置罐從地表傳送至地下處置隧道進行最終處置。

- (2)德國的乾式貯存設施每個密封鋼筒放置 20 束左右的用過核燃料，我國採用的系統卻放置 87 束，似乎太高，用過核燃料取出時的放射性物質，特別是氣體放射性物質的擴散汙染，是否會藉由密封鋼筒的鏽蝕以及不密合的鋼筒擴散至大氣中。

說明：

輕水式核電廠可分壓水式及沸水式兩種，壓水式核電廠之用過核子燃料每束含鈾量約四百多公斤，而核二廠為沸水式核電廠，其用過核子燃料每束含鈾量僅一百多公斤，因此，不宜以每個密封鋼筒可以放置多少束的用過核子燃料來做比較，而應以熱負載做比較。核二廠計畫採用之 MAGNASTOR 貯存系統，美國核管會核定之最高熱負載為 33kW，而核二廠乾式貯存設施預計貯存之用過核子燃料熱負載約 14.6kW，尚有很大之安全餘裕。

用過核子燃料係密封於密封鋼筒內，其衰變熱係由鋼筒內的氬氣傳到鋼筒外殼，次由空氣將鋼筒外殼的熱量以對流的方式帶走，因此，外界空氣不會與用過核子燃料接觸，不會帶走放射性物質。密封鋼筒包含之主要組件包括鋼筒外殼、底板、密封上蓋。密封鋼筒外殼由厚度約 12.7 mm

的不銹鋼(304/304L)板滾製並以全滲透銲接結合，底部則以厚度約 69.9 mm 的不銹鋼(304/304L)板銲接結合，以達成密封功能。密封鋼筒裝載用過核子燃料後，對其密封上蓋及兩個孔蓋執行雙層封銲。密封邊界是由密封鋼筒外殼之不銹鋼組件銲接結合而成，密封鋼筒外殼的銲道是用目視檢查、液滲檢測(PT)、射線照相檢測(RT)與超音波檢測(UT)來確認其完整性，並使用氦氣洩漏測試(LT) 來確定其密封性。密封上蓋與鋼筒外殼的多層銲道檢測，是利用漸進式液滲檢測(至少檢測根部、中間銲層與表面)來確認該銲道的完整性與密封性。密封上蓋與鋼筒外殼的銲道銲接完成後，須進行現場水壓測漏測試。為了確認鋼筒外殼及排水/排氣孔內層孔蓋與密封上蓋的密封邊界銲道密封性，該銲道須經氦氣洩漏測試並滿足密封的要求。因此，不會有放射性物質外釋。

(3)核二乾貯場是否會成為最終處置場併請說明。

說明：

一、用過核子燃料最終處置計畫之時程規劃

原能會已核定台電公司的用過核子燃料最終處置計畫，未來我國用過核子燃料最終處置計畫將採階段性發展推動，原能會依據放射性物料管理法嚴格監督台電公司之計畫推動時程及執行成效，並依法要求台電公司定期提出年度工作計畫與執行成果報告。

目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1)「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2)「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3)「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4)「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5)「處置場建造」(民國 134-144 年)。

台電公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，預計於民國 127 年確定最終處置場址，144 年完工啟用

最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

二、乾式貯存設施不會變成「最終處置場所」

依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告

用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

6.新北市議會代表鄭庚和先生（代表新北市呂子昌市議員，前石門鄉長）：

(1)山腳斷層已經延伸(陸地 40km,海中 10km)，乾式貯存設施設置在斷層附近，若發生地震會產生大災難，北台灣人口密集(近九百萬)，若發生核災，民眾如何疏散應謹慎考量。

說明：

一、有關山腳斷層部份

1.本計畫在推動時，即已納入考量最新之活動斷層調查資料，評估分析對本 乾貯設施之影響。

2.在日本發生福島事件後，台電公司於 100 年 5 月間為探討核能電廠受

海嘯影響之情形，委託中興工程顧問有限公司重新進行核能電廠海域及陸域之地形測量與調查工作，並於 101 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告，該報告採用國科會所訂定之 22 個可能產生海嘯之震源，以比過去更精細之網格進行核電廠海嘯模擬分析，評估海嘯溯上對電廠產生之影響。以下針對核二廠部分簡述海嘯模擬及海嘯溯上影響之結論。

(1)海嘯模擬部分：

本計畫依據國科會提供之 22 個可能產生海嘯之震源，進行海嘯遠域傳播模擬，由 SEC-HY21 程式模擬結果，海嘯溯上時以屬山腳斷層的震源 T20 對於核能二廠影響為最大；退水時，以同屬山腳斷層的震源 T22 對於核能二廠影響最大。

(2)海嘯溯上影響評估

於高水位情境下，以震源 T20 之模擬水位高程略高，而地震發生時核二廠外海即位於海嘯影響範圍內，最高水位發生於第 330 秒時，緊急進水口前水位達 EL 4.38m，鄰近緊急進水口之陸地側最大溯升水位達 EL 4.39m；其餘陸地區域則在 EL 4.37~EL 4.66m 之間不等，低於主廠區基地高程 EL 12m，主廠區各設施均不受影響。本乾式貯存場址高程約為 12.3 m，且在乾貯計畫區東北側有人造砂丘，高程約為 23 m，具有天然屏障之功能。綜合以上研究結果顯示，海嘯所可能引發之海嘯溯上高度皆低於本乾式貯存場址之高程，因此，評估海嘯應不會對乾式貯存場址造成安全上的影響。

3.有關山腳斷層錯動等所引發之地震，核二廠耐震設計之基礎岩盤基準值為 0.4g，反應器廠房地面層加速度值為 0.53g。在山腳斷層被列為第二類活動斷層之新事證發現後，台電公司依據中央地質調查所公布之資料，委託國立中央大學辦理「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」，依據新事證在已知斷層震度情形下進行評估(已於 98 年 5 月完成)，結論為：斷層錯動時，將對核二廠之基盤產生 0.205g 之加速度，小於上述之核能電廠設計基準地震值。而本乾貯設施基於安全考量，以及山腳斷層被列為第二類活動斷層，可能再往外海延伸之情形，在岩盤地震最大水平加速度 0.4g 及相關最大垂直加速度下，考量土壤結構互制效應，保守採用 0.88g 與 0.78g 作為最大水平與垂直加速度的分析輸入值進行設計，並以 LS-DYNA 程式進行非線性動力分析，結果顯示護箱不會發生傾倒。除此外，台電公司仍持續在調查山腳斷層延伸海域範圍，若未

來發現山腳斷層長度再延伸之新事証，台電公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

二、有關疏散部份

有關萬里地區緊急應變疏散計畫，台電公司已委託國立交通大學規劃中，交通大學於 101 年 4 月 25 日在新北市金山區公所辦理金山區與萬里區集結點設置位置村里長座談會，各與會里長提出對集結點設置位置之建議，部分未出席里長，交通大學則以電話洽詢對集結點設置位置之建議，預定 101 年底規劃完成後將陳報原能會及地方政府審查，作為地方政府修訂及執行其「核子事故區域民眾防護應變計畫」之參考，至於是否需要闢建新的疏散道路，需由地方政府視該應變計畫進行整體考量。

(2)乾式貯存設施之設置會對地方發展產生衝擊，地方民眾應如何以對。

說明：

核電廠與地方共榮共存已 30 多年，台電公司為增進發電、輸電及變電設施周邊地區居民福祉，及提昇台電公司企業形象，特設置「台灣電力股份有限公司促進電力開發協助金」，循預算程序，提撥協助金給地方。

乾式貯存設施係建置在核能電廠廠區內，本計畫將部分用過核子燃料由廠區內的水池搬移到廠區內乾式貯存設施，以維持核二廠運轉至屆滿執照有效期 40 年，因此，並不會因為有乾式貯存設施而增加電廠對地方發展之影響。但考量增進放射性廢棄物貯存設施與地方之和諧及周遭居民福祉，特依據經濟部頒布之「放射性廢棄物貯存回饋要點」，每年對地方提供回饋金，供地方建設使用，期盼與地方共存共榮。

7.新北市政府代表(鄭惠芬科長)：

(1)新北市政府對於核二廠乾式貯存設施表達反對立場，新北市針對市民的安全反對設置。台電公司未對最終處置場達成任何實質進度，台電許多承諾皆未兌現，新北市人民如何相信台電公司？

說明：

一、核二廠乾式貯存之安全性

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是國際上普遍採行

的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該貯存設施可運轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

二、依規劃時程推動最終處置

台電公司依「放射性物料管理法」及其施行細則規定，提報原能會「用過核子燃料最終處置計畫」，並獲原能會核定，因此，台電公司必須依「放射性物料管理法」及用過核子燃料最終處置計畫之法定時程切實執行。目前本公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，預計於民國 127 年確定最終處置場址，144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存

設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，本公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則本公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告
用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

(2)電廠不再延役，乾式貯存設施是否還有其必要性？

說明：

乾式中期貯存設施之興建，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至執照效期 40 年為目的，該目的已敘明於台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第一章第一節，及敘明於環保署同意備查之「核能二廠用過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節，謹補充說明如下：

台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。由於核二廠 1、2 號機係分別於民國 70 年及 72 年開始商轉，原能會核准運轉執照效期為 40 年，故運轉執照將分別至民國 110 年及 112 年屆滿。但是現有水池容量有限，無法貯存運轉 40 年退出之所有用過核子燃料，因此，台電公司參考歐、美、日、韓等核能先進國家之作法，規劃將部份經水池充分冷卻之用過核子燃料移至乾式貯存設施，以維持電廠運轉發電 40 年。亦即規劃興建之乾式中期貯存設施，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至民國 110 年及 112 年為目的，以確保國內電力供應，因此，核二廠乾貯設施的興建，確有其必要性。

(3)乾式貯存設施在全世界只有運轉 20 年，如何確保 40 年可以安全無虞？

說明：

本乾式貯存系統之設計壽命為 50 年，在乾式貯存設施運轉期間，台電公司為長期監測密封鋼筒材料-不銹鋼 304/304L(含鐳道熱影響區)之耐久性與抗鏽蝕性，將於每個護箱裝設與密封鋼筒外殼材料相同之環境測試試片，作為長期材料耐腐蝕劣化之監測，以確保密封鋼筒之長期安全性。此外，在運轉期間，原能會對乾式貯存設施的安全性得隨時派員查核，且台電公司依法須定期向原能會提出有關運轉、輻射防護、環境輻射監測、異常或緊急事件報告，原能會亦須將相關報告公告。

- (4)乾式貯存設施並非一個絕對必須過程，可以採濕式貯存，過去燃料池有多次擴充經驗，原能會可以重新考量濕式貯存可行性，新北市政府過去多次去函關心核二廠螺栓事件，但均未正面回應，且核二乾貯設之場地鄰近馬路，安全性存疑。

說明：

一、水池之空間已充分利用，無法增加貯存容量

核二廠用過核子燃料池業經格架改裝工程，水池之空間已充分利用，以現行技術已無法增加貯存容量。

二、螺栓已完成修復並獲原能會同意機組再起動

核二廠錨定螺栓斷裂原因，已由台電公司會同國內專業機構，包括核研所、工研院、學術界，以及美國奇異公司、貝泰顧問公司，完成肇因分析，並獲原能會專案小組專家認可。7 支裂損螺栓已完成修復，餘 113 支螺栓均以鎖緊度驗證及超音波檢測確認結構完整，同時完成結構及周邊組件運轉安全驗證及安全分析報告、肇因分析等。經原能會召開 4 次專案小組審查會議，針對螺栓修復情形進行完整審查後，獲原能會同意機組再起動；台電並已建立運轉中之振動監測機制，可有效確保核二廠一、二號機組安全運轉至滿執照效期 40 年，亦即可分別安全運轉至 110 年及 112 年，因此，有必要興建乾式貯存設施。

三、核二廠乾式貯存之安全性

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是國際上普遍採行的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該貯存設施可運轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

(5)核二乾式貯存設施地點變更，場址近馬路更為危險
說明：

- 1.本計畫之環境影響說明書定稿本於 85 年 9 月經環保署同意備查。因環境影響說明書所規劃之場址，依民國 88 年 6 月施行之建築技術規則建築設計施工篇第 262 條規定，山坡地平均坡度超過 30%者，不得開發為建築用地，致使原計畫部分場址平均坡度超出法規限制者達全開發面積 67%，因此可供開發之面積僅為原全開發面積 33%，為此台電公司爰就可供開發面積重新規劃，其貯存容量僅剩 1700 束之用過核子燃料，未能滿足計畫之需求。
- 2.因計畫變更與本計畫逾 3 年尚未實施開發行為，台電公司於 97 年 11 月將「環境影響差異分析報告」與「環境現況差異分析及對策檢討報告」陳報環保署審查，其定稿本於 99 年 4 月經環保署同意備查。
- 3.本計畫貯存設施採購帶安裝案已於 99.11.12 由美國 NAC / 台灣俊鼎公司（共同承攬）得標。混凝土護箱係採用 98 年 2 月取得美國核能主管機關 NRC 執照，由美國 NAC 公司所設計之 MAGNASTOR 型。

4.經針對發生計畫設計基準內之各異常事件以及各意外事故與天然災害進行分析評估後顯示，本乾式貯存設施在各種保守假設條件下，均能確保密封鋼筒之結構完整性，並無放射性物質外釋之疑慮。台電公司已於 101 年 2 月依依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

5.因核二乾貯設施對民眾的影響是以廠界計算評估，本設施對最近廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，僅為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5，不會對馬路用路人造成額外威脅。

8.基隆市陳志成市議員：

(1)用過核子燃料最終處置場未確定之前，乾式貯存應先予以否決。

說明：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

(2)0.05 毫西弗輻射劑量若不會對人體產生影響，用過核子燃料為何不放置在台電大樓？

說明：

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是國際上普遍採行的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布

於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該貯存設施可運轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

我國用過核子燃料乾式貯存設施之設置必須依照原能會「放射性物料管理法」之規定辦理。核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

(3)核子事故緊急事故的疏散 8 公里半徑太短，應該拉長到 30 公里，電廠不延役，應盡速往非核家園目標前進。

說明：

台電公司將遵照國家能源政策：「確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」，既有核電廠依規定除役後不再延役。

(4)最終處置是否應考量將用過核燃料運回原製造國（美國）去處置。

說明：

將用過核子燃料運回原製造國乙節，必須考慮國際慣例、原製造國之法律、國際原子能總署之核子保防規定等因素，不是我國可以單獨決定，以目前國際之現況，我國無法將用過核子燃料運回原製造國。

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技

術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於民國 127 年選定處置場址，144 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

9.金山區楊志宏區長：

(1)乾式貯存設施是為了最終處置而設置或是為了核電廠營運 40 年而設置，應說明？

說明：

乾式中期貯存設施之興建，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至屆滿執照效期 40 年為目的，該目的已敘明於台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第一章第一節，及敘明於環保署同意備查之「核能二廠用過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節。

核二廠所採用之乾式貯存系統具貯存及運輸雙重功能設計，其中貯存功能已於 2009 年獲美國核管會審查通過，運輸功能目前正由美國核管會審查中。將來，核二廠用過核子燃料運出廠外時，將優先規劃由附近明光碼頭經由海運方式運往最終處置場。

(2)台電表示民國 144 年會完成最終處置場，但過去台電在最終處置場的計畫一直碰壁，屆時用過核燃料是否能順利移出電廠？

說明：

原能會已核定台電公司的用過核子燃料最終處置計畫，未來我國用過核子燃料最終處置計畫將採階段性發展推動，原能會依據放射性物料管理法嚴格監督台電公司之計畫推動時程及執行成效，並依法要求台電公司

定期提出年度工作計畫與執行成果報告。

目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1)「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2)「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3)「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4)「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5)「處置場建造」(民國 134-144 年)。

台電公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，係規劃於民國 144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料，預計於民國 127 年確定最終處置場址。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告
用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

(3)核二乾貯場址緊鄰台二線，事故發生的疏散道路應盡慎考量。

說明：

有關萬里地區緊急應變疏散計畫，台電公司已委託國立交通大學規劃中，交通大學於 101 年 4 月 25 日在新北市金山區公所辦理金山區與萬里區集結點設置位置村里長座談會，各與會里長提出對集結點設置位置之建議，部分未出席里長，交通大學則以電話洽詢對集結點設置位置之建議，預定 101 年底規劃完成後將陳報原能會及地方政府審查，作為地方政府修訂及執行其「核子事故區域民眾防護應變計畫」之參考，至於

是否需要闢建新的疏散道路，需由地方政府視該應變計畫進行整體考量。

10 基隆市安樂區公所代表徐游宇先生：

(1)安樂區及中正區人口密度高於北海四鄉，核二廠內是否適合設置乾貯設施？

說明：

依據台電公司檢送原子能委員會審查中之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」，本案係保守地以最可能接近本設施之民眾為評估對象，即評估鄰近本案用過核子燃料乾式貯存設施附近之廠界處，民眾所可能接收到的輻射劑量。

本案有關鄰近核二廠廠界處之民眾所可能接收到的輻射劑量，經計算評估後，符合台電公司在環境影響說明書中所做的承諾——對廠外民眾的輻射劑量不超過每年每人 0.05 毫西弗，更遠低於我國相關法規中個人年有效劑量 0.25 毫西弗之限值。據此，核二廠用過核子燃料乾式貯存設施對於位在較核二廠廠界處更遠之其它地區（包括基隆市中山區及安樂區）民眾的輻射劑量影響，將更是輕微。

(2)基隆市政府配合新北市政府的政策做決定，核燃料運送計畫，區公所皆未獲通知，台電公司是否有欺瞞地方政府之情形？

說明：

核二廠新核燃料運送前，本公司召開協調會，出席單位包括基隆市政府、新北市政府、原能會、高速公路局、內政部警政署保二總隊等，並行文沿途地區公所，並無欺瞞地方政府之情形。

11 金山區許添坤里長：

(1)台電應該在北海四區增加地方回饋金額度，中期貯存設施 40 年後是否會成為最終處置場？特別是台電公司最終處置場探勘工作處處碰壁。

說明：

一、用過核子燃料最終處置計畫之時程規劃

原能會已核定台電公司的用過核子燃料最終處置計畫，未來我國用過核子燃料最終處置計畫將採階段性發展推動，原能會依據放射性物料管理

法嚴格監督本公司之計畫推動時程及執行成效，並依法要求本公司定期提出年度工作計畫與執行成果報告。

目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1)「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2)「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3)「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4)「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5)「處置場建造」(民國 134-144 年)。

本公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，係規劃於民國 144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料，預計於民國 127 年確定最終處置場址。依目前計畫時程，預計於民國 127 年確定最終處置場址，144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，本公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則本公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

二、乾式貯存設施不會變成「最終處置場所」

依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使

能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告

用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

(2) 台電對金山區之地方回饋不公

依據經濟部核定發布之「核能發電後端營運基金放射性廢棄物貯存回饋要點」之規定，用過核子燃料乾式貯存設施回饋金額度如下表：

貯存 方式 接受 回饋者	濕式貯存回饋金 計算方式	乾式貯存回饋金計算方式	
		興建階段	運轉階段
設施所在鄉 (鎮、區)公 所	依上一年底實際 貯存用過核子燃 料計：每公噸鈾新 台幣 1 萬 5,000 元	全部一次 新台幣 6,000 萬元	獎勵金新臺幣 1,200 萬元及 設施上一年底實際 貯存之用過核子燃 料每公噸鈾新臺幣 3 萬元
設施各鄰接 鄉(鎮、區) 公所及所在 直轄市、縣 政府	依上一年底實際 貯存用過核子燃 料計：每公噸鈾新 台幣 4,500 元	全部一次 新台幣 3,000 萬元	依上一年底實際貯 存用過核子燃料 計：每公噸鈾新台 幣 9,000 元

上開回饋方式均已考量到所在地及鄰接鄉鎮區之公平性及一體適用性，例如新北市金山區因介於核一、二廠之間，係屬核一廠及核二廠之鄰接鄉鎮，故金山區同時享有核一廠及核二廠用過核子燃料濕式貯存及乾式貯存的興建、運轉階段鄰接鄉鎮應得之回饋金。

12 基隆市安樂區里長代表林金龍先生：

(1) 台電公司自從電廠營運後，對於緊急疏散區之地方補助都未盡職責，濕式貯存放得好好的，為何要乾式貯存？

台電公司為增進發電、輸電及變電設施周邊地區居民福祉，及提昇台電

公司企業形象，特設置「台灣電力股份有限公司促進電力開發協助金」，循預算程序，提撥協助金給地方，基隆市屬協和電廠協助區。此外，核能電廠考量增進放射性廢棄物貯存設施與地方之和諧及周遭居民福祉，特依據經濟部頒布之「放射性廢棄物貯存回饋要點」，每年對要點所訂地方提供回饋金，供地方建設使用，期盼與地方共存共榮，兩個回饋辦法與緊急疏散區無關。

台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。由於核二廠 1、2 號機係分別於民國 70 年及 72 年開始商轉，原能會核准運轉執照效期為 40 年，故運轉執照將分別至民國 110 年及 112 年屆滿。但是現有水池容量有限，無法貯存運轉 40 年退出之所有用過核子燃料，因此，台電公司參考歐、美、日、韓等核能先進國家之作法，規劃將部份經水池充分冷卻之用過核子燃料移至乾式貯存設施，以維持電廠運轉發電 40 年。亦即規劃興建之乾式中期貯存設施，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至民國 110 年及 112 年為目的，以確保國內電力供應，因此，核二廠乾貯設施的興建，確有其必要性。

(2)用過核子燃料 40 年後若要再取出，污染要怎麼辦？

說明：

已裝填用過核子燃料之密封鋼筒，僅在將用過核子燃料運離貯存場進行再處理或最終處置時，才須由混凝土護箱再取出。另外，在極低微的機率下，若須開啟已封鐸的密封鋼筒，以取出其內貯存之用過核子燃料，則依照再取出作業程序執行。較詳細之再取出程序可參考台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第五章第一節，略以：將密封鋼筒自混凝土護箱吊出並置入傳送護箱，再藉由傳送護箱將其運回燃料廠房，打開密封鋼筒，移出用過核子燃料等作業。相關作業將在主管機關之監督下，符合輻射防護等相關安全要求，確保不會造成輻射污染。

(3)新北市應該堅定否決之立場，台電公司都應該誠實對民眾說明，不要只說正面而隱瞞它的危害性。

說明：

為了促進地方和諧，針對核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫，台電公司持續跟地方做溝通說明，溝通說明的形式有很多種，例如學校

的活動、社區的活動、晚會宣導活動等，98 年至今，在萬里及金山地區所辦理之宣導活動達 100 場次以上，與地方溝通及睦鄰回饋是持續性的工作，我們還會持續做下去。此外，本計畫如經許可，台電公司將於施工前，依環境影響評估法第七條第三項規定，至當地舉行公開說明會。此外，台電公司將用過核子燃料乾式貯存計畫資訊公開於台電公司網站(<http://10.18.8.153/>)，供民眾隨時查閱。

12 宜蘭人文基金會陳錫南董事長：

程序問題：

(1)高階核廢料管理的立法未過，要如何申請審查？

說明：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審核核准，才啟用運轉，安全無虞。

(2)核能後端基金是否足夠，如何辦理後續乾式貯存？

說明：

一、後端基金由具有公信力之管理會負責保管：

後端基金自 88 會計年度起改制為經濟部主管之非營業基金，並由經濟部聘邀各相關機關(構)及學者專家組成「後端基金管理會」，以確保後端基金之提列、保管及運用具有公信力。

二、後端營運總費用經估算約為新台幣 3,353 億元(97 年幣值)：

後端營運總費用估算係以運轉中 6 部核能機組，運轉 40 年，高、低放射性廢棄物均採境內處置方式為計算基礎。至民國 101 年 5 月底止，基

金已累積新台幣 2,193.74 億元。歷年每度核能發電分攤率介於 0.14～0.18 元間，101 年度則為 0.17 元，與其他主要核能國家之分攤率比較，居中上水準。考量各國之核能發電規模及所提列費用之動支範圍，應無低估情形。

三、進行後端營運總費用重估，以確保後端基金足以支應所需：
每 5 年或在技術、法規及核能發電規模等有重大變動時辦理後端營運總費用重估，可以確保後端基金足以支應執行後端營運業務所需。

四、乾式貯存費用：

有關本計畫乾式貯存設施興建計畫運轉維護費用及建造費用共計約為新台幣 28 億 3,364 萬元，由後端基金支應。

(4)乾式貯存資訊只用動畫表示，對於高科技乾貯設施的安全說明似乎不足夠。

說明：

除了應民眾要求製作動畫外，台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。此外，台電公司將用過核子燃料乾式貯存計畫資訊(包括安全分析報告)公開於台電公司網站(<http://10.18.8.153/>)，供民眾隨時查閱。

提問：

(1)乾貯高輻射相關問題如何解決？核廢料無解

說明：

核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核

二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

(2)應公開乾貯作業程序並加以錄影存證。

說明：

有關用過核子燃料乾式貯存之作業程序，於安全分析報告第 5 章已有詳細的說明，且安全分析報告業已公開於原能會及台電公司之網站。考量乾貯作業程序已有品質人員於現場監督，原能會亦將派員現場查核。另，台電公司預定於試運轉階段進行錄影存證。

(3)核二乾貯密封鋼筒安全性有沒有經過實地試驗？

說明：

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是目前國際上普遍採行的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該乾式貯存設施可運轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

密封鋼筒於設計與安全分析時，結果顯示在所有設計基準包含正常、異常與意外的條件下，均能確保密封鋼筒之完整性。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。在運轉期間，會 24 小時進行溫度與輻射的監測；另外，將於每個護箱裝設與密封鋼筒外殼材料相同之環境測試試片，作為長期材料耐腐蝕劣化之監測，以確保密封鋼筒之長期安全性。

(4)核二乾貯該系統 MAGANSYOR 為何 3 年之內申請設計修改 2 次？

說明：

MAGNASTOR 供應廠商為美國公司，過去進行之設計修改，均事先安全分析報告並提報美國核管會(NRC)審查，並獲核准，說明如下：

有關 MAGNASTOR FSAR 由 Revision 0 進版到 Revision 1【1】時，所修改的部份主要為變更中子吸收材料的接受測試方法，摘要如下：

- (1)若採用 boral 作為中子吸收材料，允許中子吸收材料的接受測試方法以濕式化學分析法取代原來的中子衰減量測法。
- (2)在執行中子吸收相關檢測作業時，將最大中子束直徑增加到 2.54cm(包含了 10%的容許值)。
- (3)將使用 X 光照相來驗證 B-10 成份之方法刪除。
- (4)若採用 MMC(Borated metal matrix composites)作為中子吸收材料，在此次美國核管會審查過程中，審查委員曾關切 MMC 中子吸收材料是否會產生顯著的空隙(open porosity)，此將使滲入其中的水快速汽化而導致吸收材料的劣化(degradation)或扭曲變形(warping)，因此增加一 0.5%之空隙(open porosity)限值作為中子吸收測試之規範。

有關 MAGNASTOR FSAR 由 Revision 1 進版到 Revision 2【2】時，所修改的部份主要為密封鋼筒表面除污限值及中子吸收板材料之 B-10 最低有效面密度之修改，摘要如下：

- (1)將 beta 及 gamma 之表面除污限值由 20000(dpm/100cm²)降低至 10000(dpm/100cm²)；將 alpha 之表面除污限值由 200(dpm/100cm²)降低至 100(dpm/100cm²)。
- (2)有關中子吸收板材料之 B-10 最低有效面密度，針對 BWR 的用過核子燃料乾貯系統，除原本之 0.027g/cm² 外，增列 0.0225 g/cm² 及 0.020 g/cm² 之最低有效面密度分析。

參考文獻：

【1】Certificate of Compliance No.1031 of Amend. 1 to NAC Magnastor System DOCKET NO. 72-1031.

【2】Certificate of Compliance No.1031 of Amend. 2 to NAC Magnastor System DOCKET NO. 72-1031

13 貢寮反核自救會楊木火先生：

(1)原能會對於核一乾貯有許多違反 NRC 作法，燃料棒完整性測試的方式以

啜吸方式，不能完整檢驗燃料完整性，應用工業用顯微鏡針對燃料棒表面做檢驗。

說明：

依據美國核管會 ISG-1 Rev. 2 第 5 頁說明，不適合直接貯存於乾式貯存設施之用過核子燃料為具有護套裂痕大於 1 毫米之大破損用過核子燃料(grossly breached spent fuel)。同頁並說明如運轉紀錄顯示反應器冷卻水無重金屬同位素從燃料外釋，則可判斷燃料沒有大破損(gross breach)。而啜吸檢驗則不僅可以檢驗出燃料是否具有大破損(gross breach)，亦可以檢驗出燃料是否具有針孔(pinhole)或毛細(hairline)破損。由於大破損用過核子燃料之護套裂痕必須大於 1 毫米，可依運轉紀錄判斷，不需使用工業用顯微鏡來檢驗。為加強對本案之信心，額外抽樣檢驗係參照 EPRI-7218 提供之核能級商品檢証非破壞檢驗計畫，執行抽樣啜吸檢驗。

(2)貯存設施容易受到飛彈攻擊，台電應做評估分析。

說明：

依據 1949 年 8 月所簽訂之日內瓦公約的附加議定書（1977 年第一附加議定書）第 56 條，明確規定作戰中攻擊方應避免將含有危險力量的工程或裝置(如堤壩和核電站（無論民用還是軍用）)，或其他在這類工程或裝置的位置上或在其附近的軍事目標列為攻擊對象。因此，核電站係屬國際公約所規定避免受攻擊的特別保護設施。

用過核子燃料乾式貯存設施係座落於核電廠場址內，受日內瓦公約保護，屬避免受攻擊的特別保護設施。且就核電廠防空而言，應在我國的國土防空範圍內，可實施飛彈攔截，為核電廠內的設施提供了空中安全保障，但該資訊屬國土保安之機密文件，台電公司無法取得及對外公開。

另，依據美國桑地亞國家實驗室之分析，以強度為一般反坦克武器 30 倍強度的裝置攻擊乾式貯存混凝土護箱時，分析結果顯示，並無放射性物質外釋。

(3)乾貯護箱空氣通道若有動物(螞蟻)築巢，要怎麼辦？

說明：

雖然發生機率不高，但本乾式貯存設施安全分析報告中已評估混凝土護

箱進氣口可能由於風的流動所夾帶的碎屑、動物築巢或排泄物等因素而造成之半阻塞，因此在進氣口處已加裝空氣濾網以降低阻塞，並且可加速清除混凝土護箱外的阻塞物。

對於可能造成進氣口堵塞而減少空氣對流，造成溫度上升的異常事件偵測，可藉由混凝土護箱出氣口溫度之連續自動監測立即得知進氣口堵塞狀況，亦可由安全人員、運轉人員或其他常態巡視活動得知。

經評估，若發生此類異常事件，各組件溫度及輻射劑量均未超出其限值，惟基於安全考量，仍會將造成堵塞的碎片及雜物予以移除，並採取措施，以預防堵塞再次發生。

(4)斷層效應未完整納入最新數據(陸地 40km, 海中 40km, 延伸 40km)，火山也沒有納入評估；台電公司長期以不實資料欺瞞大眾，例如海嘯的資料未完整列入說明資料。

說明：

本計畫在推動時，即已納入考量最新之活動斷層調查資料，評估分析對本乾貯設施之影響，說明如下：

一、 有關海嘯對乾式貯存設施安全性之影響：

台電公司現有核電廠之廠址高程設計，係依歷史氣象資料推斷，加入合理餘裕，預估最大海嘯可能上溯高程為 10.28 米。另，台電公司委託中興工程顧問公司於 101 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告，採用國科會所訂定之 22 個海嘯震源，評估海嘯溯上對電廠產生之影響，結果顯示：陸地區域海嘯高程在 4.37~4.66 米之間不等，低於主廠區基地高程 12 米，主廠區各設施均不受影響。

核二廠乾式貯存場址高程約為 12.3 米，高於海嘯可能溯上高程，因此，不會有淹水情形。但基於保守考量，台電公司已針對混凝土護箱淹水及水流衝擊的假設情節來進行分析，分析結果顯示混凝土護箱不會滑動或傾倒，產生之水壓也不會對混凝土護箱內之密封鋼筒造成顯著的應力，亦無放射性物質釋出之虞。

二、 有關地震對乾式貯存設施安全性之影響：

我國核能電廠於廠址選擇時，均依相關法規嚴格選址，詳查廠址周邊地震歷史紀錄，保守預估廠址可能遭受之最大地震震度，以此基準設計核

電廠安全設備之耐震防護能力，核二廠耐震設計之基礎岩盤基準值為 0.4g，反應器廠房地面層加速度值為 0.53g。

在山腳斷層被列為第二類活動斷層之新事證發現後，台電公司依據中央地質調查所公布之資料，委託國立中央大學辦理「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」，依據新事證已知斷層震度進行初步評估（已於 98 年 5 月完成），結論為：斷層錯動時，將對核二廠之基盤產生 0.205g 之加速度，小於上述之設計基準地震值。

本設施基於安全考量以及考慮山腳斷層為第二類活動斷層，為了防止混凝土護箱滑動，於混凝土護箱周圍每隔 90 度設置了四根直徑 15.24cm (6 inch) 的固定樁。在岩盤地震最大水平加速度 0.4g 及相關最大垂直加速度下，考量土壤結構互制效應，保守採用 0.88g 與 0.78g 作為最大水平與垂直加速度的分析輸入值進行設計。以 LS-DYNA 進行非線性動力分析，結果顯示護箱不會傾倒。

若未來調查發現山腳斷層長度再往棉花嶼延伸之新事證，台電公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

(5) 基隆地區的酸雨日趨嚴重，對於貯存設施的劣化會影響？

說明：

依據工業界之測試結果，以美國金屬協會第 13 冊「腐蝕」報告為例，304 不銹鋼的腐蝕測試結果，在海水的環境下，其平均腐蝕率小於 0.001mils/年（約 $0.025 \mu\text{m}/\text{年}$ ）；在 50 年後，局部金屬表面平均腐蝕深度為 0.0037 ± 0.000005 英吋（約 $0.925 \pm 0.013 \mu\text{m}$ ）。由此可知貯存用過核燃料之密封鋼筒的外殼在正常或意外條件下，最大可能鏽蝕深度約為原厚度之 0.007%，腐蝕所造成的厚度變化並不顯著。

本乾式貯存系統之設計壽命為 50 年，在乾式貯存設施運轉期間，台電公司為長期監測密封鋼筒材料-不銹鋼 304/304L(含鈾道熱影響區)之耐久性與抗鏽蝕性，將於每個護箱裝設與密封鋼筒外殼材料相同之環境測試試片，作為長期材料耐腐蝕劣化之監測，以確保密封鋼筒之長期安全性。此外，在運轉期間，原能會對乾式貯存設施的安全性得隨時派員查核，且台電公司依法須定期向原能會提出有關運轉、輻射防護、環境輻射監測、異常或緊急事件報告，原能會亦須將相關報告公告。

(6)日本乾貯設施貯放在建築物內，引用日本評估報告時台電公司有無考慮其差別性？

說明：

日本福島核能電廠所採用之乾貯設施為金屬護箱，這些金屬護箱是橫放在該廠既有之鋼筋混凝土建築物內。在功能上金屬護箱就相當於混凝土護箱內之密封鋼筒，用於承裝及包封用過核子燃料，而鋼筋混凝土建築物就相當於混凝土護箱，用於提供輻射屏蔽。

核二廠所採用之混凝土護箱乃採用已經美國核管會嚴格審查，其設計取得相關認證(Certificate of Compliance)，為露天式貯存之混凝土護箱，其核臨界安全、結構安全、熱傳及輻射屏蔽等均符合相關安全法規之要求。此外，依照我國法規，乾式貯存設施須評估設施所在地之廠址特性並納入安全分析項目，本乾貯設施安全分析報告中已針對核二廠廠址特性進行分析，包含降水量與降水日數、氣溫、相對濕度、風速及風向、氣壓、日照時數、颱風及雷雨等氣候特性（參考中央氣象局所提供之資料）。

14 林獻山(宜蘭人文基金會代表)：

(1)日本京都大學資料，表示 1998 年東京電力的資料作假，因此乾式貯存設施設備安全有存疑

說明：

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是國際上普遍採行的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該貯存設施可運轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、

密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

(2)乾貯設施受中子照射是否會影響材料；江祥輝教授去年研究報告，表示如何取得實驗數據有相當考驗，請台電公司多配合原能會之調查。

說明：

根據美國太空總署所發表的文獻「Nuclear and Space Radiation Effects on Materials」(NASA SP-8053)，中子通量低於 $1 \times 10^{17} \text{ n/cm}^2$ 時，金屬的特性不受到影響。假設本乾貯設施連續貯存 50 年，則所累計之中子通量預估為 $1.7 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2$ ，由於此中子通量遠低於前揭之 $1 \times 10^{17} \text{ n/cm}^2$ ，因此不會影響乾貯設施之材料。

此外，江教授需要較長時間進行中子屏蔽驗證實驗，台電公司將全力配合。

15 張武修教授：

(1)PIE(Post Irradiation Examination)，燃料池的貯放的燃料要選取哪一些燃料放到乾式貯存設施，台電公司是否知道？

說明：

本計畫將以啜吸檢驗選取完好無損的用過核子燃料，以供進行乾式貯存。

依據美國核管會 ISG-1 Rev. 2 第 5 頁說明，不適合直接貯存於乾式貯存設施之用過核子燃料為具有護套裂痕大於 1 毫米之大破損用過核子燃料(grossly breached spent fuel)。同頁並說明如運轉紀錄顯示反應器冷卻水無重金屬同位素從燃料外釋，則可判斷燃料沒有大破損(gross breach)。而啜吸檢驗則不僅可以檢驗出燃料是否具有大破損(gross breach)，亦可以檢驗出燃料是否具有針孔(pinhole)或毛細(hairline)破損。由於大破損用過核子燃料之護套裂痕必須大於 1 毫米，可依運轉紀錄判斷，不需使用工業用顯微鏡來檢驗。為加強對本案之信心，額外抽樣檢驗係參照 EPRI-7218 提供之核能級商品檢証非破壞檢驗計畫，執行

抽樣啜吸檢驗。

(2)用過核子燃料燃料棒完整性相關資料應該做資訊公開。

說明：

核二廠核燃料完整性資訊已於相關國內或國際性核燃料技術會議公開報告說明。核燃料完整性資訊摘要如下：

核二廠兩部機組運轉迄 101 年 6 月共有 7892 束退出爐心燃料(1 號機 4024 束/2 號機 3872 束,分別有 287,868/273,892 根燃料棒)。1/2 號機歷次燃料週期受損燃料棒分別為 10/14 根，目前受損燃料棒皆已自燃料束中移出，並放置於受損燃料束提籃中集中管理。受損燃料束皆已修復，完整性恢復正常。本次乾式貯存計畫將暫時排除上述已修復之受損燃料束，自其餘符合條件約 3500 束冷卻 20 年之用過燃料中擇取 2349 束燃料進乾貯。日後若要執行乾式貯存受損燃料棒，將會使用密封方式處理後，再置入乾式貯存桶內。

16 台灣蠻野心足生態協會蔡雅滢律師：

(1)乾式貯存設施是否會成為最終處置場？

說明：

一、用過核子燃料最終處置計畫之時程規劃

原能會已核定台電公司的用過核子燃料最終處置計畫，未來我國用過核子燃料最終處置計畫將採階段性發展推動，原能會依據放射性物料管理法嚴格監督本公司之計畫推動時程及執行成效，並依法要求本公司定期提出年度工作計畫與執行成果報告。

目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1)「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2)「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3)「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4)「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5)「處置場建造」(民國 134-144 年)。

本公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，預計於民國 127 年確定最終處置場址，144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，本公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則本公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

二、乾式貯存設施不會變成「最終處置場所」

依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告
用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

(2)乾貯場址在人口密度高的地方，應該變更地點另重做環評。

說明：

依據台電公司檢送原子能委員會審查中之「核二廠用過核子燃料乾式貯

存設施安全分析報告」，本案係保守地以最可能接近本設施之民眾為評估對象，即評估鄰近本案用過核子燃料乾式貯存設施附近之廠界處，民眾所可能接收到的輻射劑量。

本案有關鄰近核二廠廠界處之民眾所可能接收到的輻射劑量，經計算評估後，符合台電公司在環境影響說明書中所做的承諾——對廠外民眾的輻射劑量不超過每年每人 0.05 毫西弗，更遠低於我國相關法規中個人年有效劑量 0.25 毫西弗之限值。據此，核二廠用過核子燃料乾式貯存設施對於位在較核二廠廠界處更遠之其它地區民眾的輻射劑量影響，將更是輕微。

(3)乾貯設施採用空氣對流方式，應該先做流行病學研究及健康風險評估。
說明：

乾式貯存護箱雖然採用空氣對流方式，但是空氣並不與放射性物質接觸，不會外釋放射性物質而污染環境，設施對最近廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，僅為我國「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」法規值 0.25 毫西弗的 1/5；另，僅為我國「游離輻射防護安全標準放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」一般人年劑量限度 1 毫西弗的 1/20。因此，依法無需做流行病學研究及健康風險評估，說明如下：

(1)用過核子燃料係密封於密封鋼筒內，其衰變熱係由鋼筒內的氬氣傳到鋼筒外殼，次由空氣將鋼筒外殼的熱量以對流的方式帶走，因此，外界空氣不會與用過核子燃料接觸，不會帶走放射性物質。密封鋼筒包含之主要組件包括鋼筒外殼、底板、密封上蓋。密封鋼筒外殼由厚度約 12.7 mm 的不銹鋼(304/304L)板滾製並以全滲透鐸接結合，底部則以厚度約 69.9 mm 的不銹鋼(304/304L)板鐸接結合，以達成密封功能。密封鋼筒裝載用過核子燃料後，對其密封上蓋及兩個孔蓋執行雙層封鐸。密封邊界是由密封鋼筒外殼之不銹鋼組件鐸接結合而成，密封鋼筒外殼的鐸道是用目視檢查、液滲檢測(PT)、射線照相檢測(RT)與超音波檢測(UT)來確認其完整性，並使用氬氣洩漏測試(LT) 來確定其密封性。密封上蓋與鋼筒外殼的多層鐸道檢測，是利用漸進式液滲檢測(至少檢測根部、中間鐸層與表面)來確認該鐸道的完整性與密封性。密封上蓋與鋼筒外殼的鐸道鐸接完成後，須進行現場水壓測漏測試。為了確認鋼筒外殼及排水/排氣孔內層孔蓋

與密封上蓋的密封邊界銲道密封性，該銲道須經氬氣洩漏測試並滿足密封的要求。因此，不會有放射性物質外釋。

(2) 本計畫乾式貯存場之四周輻射監測作業係依照核二廠輻射監測計畫執行，使用核二廠現有的熱發光劑量計(TLD)、輻射監測器及連續空浮取樣器，全天候 24 小時監測該區域之直接輻射強度和空浮濃度，以確保輻射安全。

(3) 本計畫用過核子燃料乾式貯存設施對最近廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，僅為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。

(4) 國際乾貯只有 20 年經驗，如何確保未來 40 年的安全？

說明：

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是國際上普遍採行的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該貯存設施可運轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

本乾式貯存系統之設計壽命為 50 年，在乾式貯存設施運轉期間，台電公司為長期監測密封鋼筒材料-不銹鋼 304/304L(含銲道熱影響區)之耐久性與抗鏽蝕性，將於每個護箱裝設與密封鋼筒外殼材料相同之環境測試試片，作為長期材料耐腐蝕劣化之監測，以確保密封鋼筒之長期安全性。此外，在運轉期間，原能會對乾式貯存設施的安全性得隨時派員查核，且台電公司依法須定期向原能會提出有關運轉、輻射防護、環境輻射監測、異常或緊急事件報告，原能會亦須將相關報告公告。

(5) 我國都參考美國經驗，美國氣候與我國都有差異，如此比對是否合適？

說明：

依照我國法規，乾式貯存設施須評估設施所在地之廠址特性並納入安全分析項目，本乾貯設施安全分析報告中已針對核二廠廠址特性進行分析，包含降水量與降水日數、氣溫、相對濕度、風速及風向、氣壓、日照時數、颱風及雷雨等氣候特性(參考中央氣象局所提供之資料)，因

此，本乾貯系統與原設計之差異部分已涵蓋，如本乾式貯存設施之正常周圍溫度，經參考廠址日照因素後，評估為 32°C，較美國嚴格。

17 綠黨中執委潘翰聲：

(1)核二乾貯設施是否有設置必要？

說明：

乾式中期貯存設施之興建，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至執照效期 40 年為目的，該目的已敘明於台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第一章第一節，及敘明於環保署同意備查之「核能二廠用過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節，謹補充說明如下：

台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。由於核二廠 1、2 號機係分別於民國 70 年及 72 年開始商轉，原能會核准運轉執照效期為 40 年，故運轉執照將分別至民國 110 年及 112 年屆滿。但是現有水池容量有限，無法貯存運轉 40 年退出之所有用過核子燃料，因此，台電公司參考歐、美、日、韓等核能先進國家之作法，規劃將部份經水池充分冷卻之用過核子燃料移至乾式貯存設施，以維持電廠運轉發電 40 年。亦即規劃興建之乾式中期貯存設施，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至民國 110 年及 112 年為目的，以確保國內電力供應，因此，核二廠乾貯設施的興建，確有其必要性。

(2)目前冷卻池兩年後貯滿，蓋乾式貯存就是為了應因水池空間不足問題；未來水池貯存空間解決，台電公司是否會進行延役？

說明：

乾式中期貯存設施之興建，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至屆滿執照效期 40 年為目的，該目的已敘明於台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第一章第一節，及敘明於環保署同意備查之「核能二廠用過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節，謹再重申：台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。

(3)法律上不允許乾貯設施變成最終處置場，實務上有沒有可能發生？如蘭嶼貯存場繼續違法貯存。

說明：

原能會已核定台電公司的用過核子燃料最終處置計畫，未來我國用過核子燃料最終處置計畫將採階段性發展推動，原能會依據放射性物料管理法嚴格監督台電公司之計畫推動時程及執行成效，並依法要求台電公司定期提出年度工作計畫與執行成果報告。

目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1)「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2)「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3)「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4)「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5)「處置場建造」(民國 134-144 年)。

台電公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，係規劃於民國 144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料，預計於民國 127 年確定最終處置場址。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

另，依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同。

綜上所述，就實務上而言，乾貯設施絕對不會變成最終處置場。

參考文獻：

(4)輻射物質釋放以及再臨界的風險應考量，用過燃料棒的溫度是否有統計紀錄，40 年後的溫度變化曲線有無評估及紀錄？

說明：

防止輻射物質外釋及確保核臨界安全是乾貯設施設計之最重要考量因素，為了防止輻射物質外釋，用過核子燃料是放在密封鋼筒內，且密封鋼筒頂蓋是採取雙層銲接。為了進一步確保核臨界安全，除了保守假設是以全新燃料所含之鈾濃縮度進行臨界之設計分析外，在密封鋼筒內之燃料提籃又加入中子吸收物質。

用過核子燃料之衰變熱會自然地隨時間而下降，本乾貯設施之每一束用過核子燃料之衰變熱最高只有 168 瓦，小於兩個 100 瓦之燈泡，貯存 40 年後，每一束用過核子燃料衰變熱僅剩約 100 瓦，相當於 1 個燈泡。因此，溫度將隨貯存時間降低，風險亦隨之降低。

(5)後端基金是否足夠？除役經費是否能達到順利接軌？

說明：

後端基金由具有公信力之管理會負責保管，後端基金自 88 會計年度起改制為經濟部主管之非營業基金，並由經濟部聘邀各相關機關(構)及學者專家組成「後端基金管理會」，以確保後端基金之提列、保管及運用具有公信力。

後端營運總費用經估算約為新台幣 3,353 億元(97 年幣值)，後端營運總費用估算係以運轉中 6 部核能機組，運轉 40 年，高、低放射性廢棄物均採境內處置方式為計算基礎。至民國 101 年 5 月底止，基金已累積新台幣 2,193.74 億元。歷年每度核能發電分攤率介於 0.14~0.18 元間，101 年度則為 0.17 元，與其他主要核能國家之分攤率比較，居中上水準。考量各國之核能發電規模及所提列費用之動支範圍，應無低估情形。

上述費用已包含核電廠除役所需費用。未來，每 5 年或在技術、法規及核能發電規模等有重大變動時辦理後端營運總費用重估，可以確保後端基金足以支應執行後端營運業務所需。因此，可順利接軌並完成除役作業無虞。

(6)低階核廢料之最終處置回饋金比高階核廢料高，理由為何？

說明：

95 年 5 月 24 日頒布施行之選址條例規定給予最終處置場設施所在地鄉鎮 50 億元的回饋，係指低放射性廢棄物最終處置場，其與用過核子燃料乾式貯存設施之性質並不相同。低放射性廢棄物最終處置場係永久性的設施，掩埋在設施內的低放射性廢棄物將不再移走，而用過核子燃料乾式貯存設施為暫時性設施（期間約 40 年），貯存在設施內的用過核子燃料未來將會移走。對於用過核子燃料乾式貯存設施之興建及貯存，台電公司是依據經濟部發布之「核能發電後端營運基金放射性廢棄物貯存回饋要點」提供回饋予地方。

(7)核廢料應儘速遷出蘭嶼。

說明：

一、蘭嶼貯存場廢棄物桶運至最終處置場為較佳之方案。

目前存放在蘭嶼貯存場及各核電廠之廢棄物桶將來都必須遷往最終處置場。而蘭嶼貯存場廢棄物桶已於 100 年 11 月完成檢整，未來貯存場的營運將會更安全。

另，蘭嶼貯存場廢棄物桶中，約 90%來自核電廠，其餘約 10% 來全國醫療、農業、工業、學術研究等各界。即使能將其全部運回原產地，將來仍須再運至最終處置場，綜合而言，蘭嶼貯存場廢棄物桶運至最終處置場為較佳之方案。

二、行政院核定場址前應通過場址公投，在時程上有其不確定性

政府已承諾待最終處置場啟用後遷離蘭嶼貯存場廢棄物桶，目前正依「選址條例」進行選址作業中，已選出兩處潛在場址。

由於須經地方公投同意且環境影響評估報告獲審查通過後始能核定為場址。因此，公投通過與環評程序是選址作業的三大挑戰，在時程上有其不確定性。但是，在場址核定後，預計可以在 5 年內完成處置場興建並啟用；處置場啟用後，預計以 4 年時間完成遷場；隨後，預計以 4 年時間完成貯存場除役復原等作業。

18 陳蘇福先生（新北市環境關懷協會會員，金山區居民）：

(1)安全分析報告中引用資料場址調查資料太舊，安全分析報告中並未分析意外後造成傷害程度，應該說明。

說明：

台電公司為瞭解乾式貯存設施場址之合適性及可行性，已於 2007 年委託顧問公司完成現地各項工程地質及大地工程特性調查，以瞭解地下地層之分佈與特性，作為核二廠乾式貯存設施設計及安全分析之依據。另於 2012 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告（原子能委員會審查中），該報告採用國科會 2011 年所訂定之 22 個海嘯震源，以比過去更精細進行核電廠海嘯模擬分析，評估海嘯溯上對電廠產生之影響。

台電公司「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」意外分析相關章節係依據行政院原子能委員會所頒定之「放射性物料管理法及其施行細則」、「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」、「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」等法規編寫，目前原能會正審查中。本安全分析報告已針對各異常事件以及各意外事故與天然災害進行評估，且針對各種意外事件皆有其因應措施，評估結果顯示，本乾式貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施均能維持正值之安全餘裕，所有設計皆能滿足設施的相關法規要求，且在各種保守假設條件下，密封鋼筒維持結構完整，無破損洩漏之虞，因此不會對廠內人員及廠外居民造成傷害，無安全疑慮。

(2)安全分析報告並未提出緊急事故之對應情形如海嘯，通氣口阻塞，誰能保證未來 50 年不出問題？

說明：

核二廠乾式貯存安全分析報告第六章第六節中，已針對各異常事件以及各意外事故與天然災害進行評估，且針對各種意外事件皆有其因應措施。評估結果顯示，貯存設施在各種保守假設條件下，密封鋼筒維持結構完整，無破損洩漏之虞，不會對廠內人員及廠外居民造成安全疑慮。

此外，台電公司將擬定核二廠用過核子燃料乾式貯存設施意外事件應變計畫，其中所考量之緊急應變措施，將包括本設施進行安裝/吊運作業及貯存過程中保守假設之異常或意外災害等事件時，所應採取之緊急應變處理措施，使本設施相關人員能及時進行緊急處理，以防止事故擴

大，讓意外事件對人員、設備之損害及對廠內環境之影響降至最低。有關前述意外事件應變計畫，台電公司將依「放射性物料管理法施行細則」相關規定，於向主管機關申請核發運轉執照時提送審查。

19 金山區鄉民許富雄先生：

(1)發言內容應該實際，台電公司計畫民國 144 年最終處置場要營運，是否可信？

說明：

原能會已核定台電公司的用過核子燃料最終處置計畫，未來我國用過核子燃料最終處置計畫將採階段性發展推動，原能會依據放射性物料管理法嚴格監督台電公司之計畫推動時程及執行成效，並依法要求台電公司定期提出年度工作計畫與執行成果報告。

目前最終處置計畫之規劃時程依序分為下列五個階段：

- (1)「潛在處置母岩特性調查與評估」(民國 94-106 年)；
- (2)「候選場址評選與核定」(民國 107-117 年)；
- (3)「場址詳細調查與試驗」(民國 118-127 年)；
- (4)「處置場設計與安全分析評估」(民國 128-133 年)；
- (5)「處置場建造」(民國 134-144 年)。

台電公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。依目前計畫時程，係規劃於民國 144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料，預計於民國 127 年確定最終處置場址。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

另，依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性

廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同。

綜上所述，就實務上而言，乾貯設施絕對不會變成最終處置場。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告

用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

20 台灣環境保護聯盟李秀容小姐（核一乾貯環評監督委員會委員）：

(1) 乾式貯存應該提出民眾認同可以興建的證明，過去並未見相關說明會居民之同意簽名等，且居民對於緊急事故發生時之處理程序不了解。

說明：

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫已依環評法規完成環評程序，依法無需進行民意調查，但是為了促進地方和諧，過去，針對核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫，台電公司都有去跟地方做溝通，溝通的形式有很多種，例如學校的活動、社區的活動、晚會宣導活動等，98 年至今，在萬里及金山地區所辦理之宣導活動達 100 場次以上，與地方溝通及睦鄰回饋是持續性的工作，我們還會持續做下去。此外，本計畫如經許可，台電公司將於施工前，依環境影響評估法第七條第三項規定，至當地舉行公開說明會。此外，台電公司將用過核子燃料乾式貯存計畫資訊(包括安全分析報告)公開於台電公司網站(<http://10.18.8.153/>)，供民眾隨時查閱。

(2) 核一乾貯由核研所承包，不合法。

說明：

核一乾式貯存案係由核研所承包，核研所以自身現有之技術，佐以技術移轉方式引進國外乾式中期貯存相關技術，進行研究發展出適合於核一廠用過核子燃料特性及本土地理環境特性的乾式中期貯存設施。

本案執照審核之主管單位為放射性物料管理局，執行興建計畫的單位為核研所，而放射性物料管理局與核研所雖同屬原能會，但並無隸屬關係，因此無不合法之疑慮。

- (3) 台灣如何面對高放廢棄物貯存及其後續搬運之問題，台電應該告訴民眾貯存場之安全是比核電廠不安全的，主管機關應該要求台電公司先取得地方民眾許可。

說明：

有關核子燃料之乾式貯存及其後續搬運問題，未來核二廠用過核子燃料欲從乾式貯存設施運至用過核子燃料最終處置場時，可將盛裝用過核子燃料之密封鋼筒自混凝土護箱中取出裝入運輸用金屬護箱中，然後運至最終處置場進行處置。用過核子燃料抵達最終處置場後，將先送至接收處理場進行安全檢測並登錄編號，然後送至包封工廠，將用過核子燃料從密封鋼桶轉換至處置罐內並封裝，最後再經由豎井將處置罐從地表傳送至地下處置隧道進行最終處置。

核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

- (4) 核廢料比核電廠更加危險。

說明：

用過核子燃料乾式貯存已經是國際上成熟的技術，也是國際上普遍採行的做法。截至 101 年 5 月止，世界上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家；其中美國的乾式貯存設施已有 58 座，德國 16 座、加拿大有 7 座。

美國首座用過核子燃料乾式貯存設施，位於維吉尼亞州的 Surry 核能電廠，自 1986 年開始運轉至今 26 年，美國核管會已核准該貯存設施可運

轉至 2046 年，顯示乾式貯存可靠性無虞。

乾式貯存設施之設計與核電廠之設計一樣安全。核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

21 金山區居民李菁桔先生：

(1)原能會是監督單位不應該為台電背書，若發生核災，地方疏散道路卻不夠，應加強。

說明：

有關萬里地區緊急應變疏散計畫，台電公司已委託國立交通大學規劃中，交通大學於 101 年 4 月 25 日在新北市金山區公所辦理金山區與萬里區集結點設置位置村里長座談會，各與會里長提出對集結點設置位置之建議，部分未出席里長，交通大學則以電話洽詢對集結點設置位置之建議，預定 101 年底規劃完成後將陳報原能會及地方政府審查，作為地方政府修訂及執行其「核子事故區域民眾防護應變計畫」之參考，至於是否需要闢建新的疏散道路，需由地方政府視該應變計畫進行整體考量。

(2)核二廠進水口到野柳附近有發生過地震，產生海底裂縫，若大地震發生該怎麼辦？

說明：

1.台電公司在日本福島事件後，即針對台灣各核能電廠與設施附近海域，委託中興工程顧問股份有限公司進行海上發生地震可能引發海嘯，對核能設施產生影響之總體檢調查工作。針對影響核二廠之海嘯

源進行近域海嘯溯升模擬分析中，以位於山腳斷層近內陸段及近外海段，皆屬基隆近海處之震源影響最大。

- 2.該調查所採用之地形資料，係於 100 年 4~5 月間進行之海域及陸域地形測量成果，其測量範圍包括核二廠區及鄰近金山、萬里海域，在此範圍內的地形地貌，涵蓋野柳岬或凹岸等特殊地形。為求慎重，該調查工作曾派員至現場勘查，勘查對象與內容主要有海岸地形、設施場區、相關重要設施等，並比對核二廠區既有之紀錄資料，以符合實際現況。
- 3.由於海嘯主要乃因發生地震而衍生，不易預測其發生之時間、地點與規模，故本調查工作在海嘯模擬之潮位邊界選擇時，除針對歷史極端潮位資料進行模擬分析外，亦納入不同重現期距海象條件下之潮位條件進行模擬。經由核二廠近陸域海嘯模擬分析結果可知，在海水高水位情境下，近陸域海嘯溯上對核二廠之影響最大，最大溯上水位達 EL4.37~ 4.66m 之間不等，對於高程達 12.3m 之本乾貯設施場址應不致造成安全上的影響。
- 4.如因近場址之山腳斷層發生錯動等所引發之地震情形，在山腳斷層被列為第二類活動斷層之新事證發現後，台電公司依據中央地質調查所公布之資料，委託國立中央大學辦理「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」，依據該新事證在已知斷層震度情形下進行評估(已於 98 年 5 月完成)，結論為：斷層錯動時，將對核二廠之基盤產生約 0.205g 之加速度。而本乾貯設施基於安全考量，以及因山腳斷層被列為第二類活動斷層，可能再往外海延伸之情形，在岩盤地震最大水平加速度 0.4g 及相關最大垂直加速度下，考量土壤結構互制效應，本設施保守採用 0.88g 與 0.78g 作為最大水平與垂直加速度的分析輸入值進行設計，並以 LS-DYNA 程式進行非線性動力分析，結果顯示護箱不會發生傾倒。除此外，台電公司仍持續在調查山腳斷層延伸海域範圍，若未來發現山腳斷層長度再延伸之新事証，台電公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

22 金山區里民林錫聰先生：

(1)請台電公司考量當地鏽蝕的問題，當地里民對於核電安全的溝通不足，乾式貯存的宣傳也很糟糕；

說明：

本設施之乾式貯存護箱乃由密封鋼筒及混凝土護箱所組成，也就是混凝土護箱為外套筒，其內放置密封鋼筒。密封鋼筒外殼材料採用不銹鋼 304/304L。不銹鋼 304/304L 具有極佳的耐久性及抗鏽蝕性，使用在核能組件非常普遍。依據工業界之測試結果，以美國金屬協會第 13 冊「腐蝕」報告為例，304 不銹鋼的腐蝕測試結果，在海水的環境下，其平均腐蝕率小於 0.001mils/年（約 0.025 μm /年）；在 50 年後，局部金屬表面平均腐蝕深度為 0.0037 ± 0.000005 英吋（約 $0.925 \pm 0.013 \mu\text{m}$ ）。由此可知貯存用過核燃料之密封鋼筒的外殼在正常或意外條件下，最大可能鏽蝕深度約為原厚度之 0.007%，腐蝕所造成的厚度變化並不顯著。

為長期監測密封鋼筒材料-不銹鋼 304/304L(含鈾道熱影響區)之耐久性與抗鏽蝕性，台電公司將於每個護箱裝設與密封鋼筒外殼材料相同之環境測試試片，作為長期材料耐腐蝕劣化之監測，以確保密封鋼筒之長期安全性。

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫已依環評法規完成環評程序，為了促進地方和諧，過去，針對核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫，台電公司都有去跟地方做溝通，溝通的形式有很多種，例如學校的活動、社區的活動、晚會宣導活動等，98 年至今，在萬里及金山地區所辦理之宣導活動達 100 場次以上，與地方溝通及睦鄰回饋是持續性的工作，我們還會持續做下去。此外，本計畫如經許可，台電公司將於施工前，依環境影響評估法第七條第三項規定，至當地舉行公開說明會。

(2)台電公司應多體諒地方民眾的心聲。

說明：

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫已依環評法規完成環評程序，為了促進地方和諧，過去，針對核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建計畫，台電公司都有去跟地方做溝通，溝通的形式有很多種，例如學校的活動、社區的活動、晚會宣導活動等，98 年至今，在萬里及金山地區所辦理之宣導活動達 100 場次以上，與地方溝通及睦鄰回饋是持續性的工作，我們還會持續做下去。此外，本計畫如經許可，台電公司將於施工前，依環境影響評估法第七條第三項規定，至當地舉行公開說明會，與地方共榮共存。

二、相互答詢及最後陳述部份

- (1)當初蓋電廠已經知道燃料棒貯放空間會不夠，當初是計畫放在哪裡？若最終處置場無法找到，屆時是否密封鋼筒會繼續放在電廠內？山腳斷層錯動後產生的地震，後續造成的災害是否會對密封鋼筒造成影響？應該先停機再處理核廢料的問題

說明：

1.核電廠於設計興建時期係參照美國之規劃，預期用過核子燃料可送至具再處理技術之國家進行再處理，故當時核電廠用過核子燃料池的尺寸設計較小，惟美國卡特總統於 1978 年取消再處理策略且不支持其他國家進行用過核子燃料再處理，故國際上大多數國家核電廠採取(1)使用先進之貯存格架，在不改變燃料池尺寸下，增加燃料池貯存容量及(2)興建乾式貯存設施之策略，以滿足核電廠運轉至屆滿 40 年執照效期所產生之所有用過核子燃料貯存之需，俾有充分時間平行推動用過核子燃料最終處置計畫，並保留未來採取用過核燃料再處理策略之彈性，台電公司也是參照前述國際上作法，規劃與執行各項用過核子燃料營運計畫。

2.如最終處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

3.如因山腳斷層發生錯動等所引發之地震情形，在山腳斷層被列為第二類活動斷層之新事證發現後，台電公司即依據中央地質調查所公布之資料，委託國立中央大學辦理「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」，依據該新事證在已知斷層震度情形下進行評估(已於 98 年 5 月完成)，結論為：斷層錯動時，將對核二廠之基盤產生約 0.205g 之加速度。而本乾貯設施基於安全考量，以及因山腳斷層被列為第二類活動斷層，可能再往外海延伸之情形，在岩盤地震最大水平加速度 0.4g 及相關最大垂直加速度下，考量土壤結構互制效應，本設施保守採用 0.88g 與 0.78g 作為最大水平與垂直加速度的分析輸入值進行設計，並以 LS-DYNA 程式進行非線性動力分析，結果顯示護箱不會發生傾倒。除此外，台電公司仍持續在調查山腳斷層延伸海域範圍，若未來發現山腳斷層長度再延伸之新事証，台電公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

雖經力學分析，混凝土護箱無論在地震、颱風或是洪水等設計基礎意外

事件的情況下皆不會傾倒。但本設施仍針對非屬力學原理之假設性意外事件進行混凝土護箱傾倒之分析，其主要目的是為了強化結構的保守度而已。在本計畫提報原能會審查之安全分析報告第六章二、(六).4 節已經分別就傾倒撞擊時密封鋼筒及提籃的結構進行應力分析。分析時，使用 ANSYS 有限元素軟體，保守分析密封鋼筒及提籃分別承受 40g 及 35g 的側向慣性力下的應力。比較最大應力值與容許應力強度值後可以發現，密封鋼筒及燃料方管的結構應力皆滿足 ASME Section III, Subsection NB 及 NG 的相關規範要求，仍可保持結構完整性，故無輻射外釋疑慮。

- (2) 台電公司並未說明 40 年後要用什麼方式處理，台灣和瑞典的花崗岩地質情形並不相近，是否能夠做類比，令人懷疑。台灣並沒有類似地質條件，屆時運送亦是問題（交通工具）。

說明：

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。

核二廠所採用之乾式貯存系統具貯存及運輸雙重功能設計，其中貯存功能已於 2009 年獲美國核管會審查通過，運輸功能目前正由美國核管會審查中。將來，核二廠用過核子燃料運出廠外時，將優先規劃由附近明光碼頭經由海運方式運往最終處置場。

- (3) 用過核子燃料最終處置場在哪裡？應該先說最終處置場在哪裡，再談中期貯存才能合理。

說明：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我

國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

- (4) 台電公司意見陳述簡報第 16 頁提到乾式貯存設施不會成為最終處置場，這段陳述是不是事實？

說明：

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，並預定於 2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。另，依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

- (5) 台電公司意見陳述簡報第 16 頁，提到 144 年完工啟用，請問地點在哪裡？應該說明，剛剛提到用過核子燃料處置替代方案，地點又在哪裡？請問台電，144 年找不到場址是不是一個選項？低放廢棄物處置，台電公司總是提出公投不過做為藉口，請台電說明地點在哪裡？

說明：

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(6) 請問核輻射若汙染，是否造成台北市歸零？核廢料全球無解，國際有無最終處置場的成功經驗？核電在台灣並不是一個必要選項

說明：

核二廠乾式貯存設施之設計，係引進經美國核管會核准之 MAGNASTOR 貯存護箱系統，並提升其安全標準，以配合環評相關承諾事項對廠界個人年有效劑量不超過 0.05 毫西弗，為我國現行法規 0.25 毫西弗的 1/5。依據台電公司陳報原能會之「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施」安全分析報告顯示，該貯存設施的設計不論是遭遇異常狀況、意外事故或假想天然災害時，貯存設施之結構、熱傳、屏蔽、臨界、密封或輻射防護等均能維持正值之安全餘裕，皆能滿足設施的相關法規要求，密封鋼筒維持結構完整，無放射性物質外釋之虞，可確保環境品質與民眾健康。台電公司已於 101 年 2 月依「放射性物料管理法」將核二廠乾式貯存設施安全分析報告陳報原能會，原能會已邀集專家學者進行嚴格審查中，俟安全分析報告奉原能會核准後才會興建；興建完成後，經原能會審查核准，才啟用運轉，安全無虞。

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

(7) 台電公司意見陳述簡報第 5 及第 7 頁，請問要拿出來放到乾貯設施的燃料棒是那些？請問 22 個採用乾貯技術的國家，那些是用 PIE 檢驗技術？

說明：

依據台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第三章第一節，說明本設施計畫貯存之用過核子燃料為完整的 GE8x8-2 和 ANF8x8-2 用過核子燃料，其最大初始平均濃縮度為 3.25 wt% U-235，最大平均燃耗為 35,000 MWD/MTU，最少冷卻時間為 20 年。

核子燃料照射後之檢驗(post-irradiation examination, PIE)，主要是針對照射後核子燃料進行金相檢驗、掃描電子顯微鏡斷裂面檢驗、硬度測試以及護套的拉伸測試等破壞性檢驗，被用來探討破損燃料之肇因分析，或用來提升製造高燃耗品質核燃料元件所進行之材質分析研究。因此，與用過核子燃料乾式貯存「完整性」非破壞檢驗之目的不同。

依據 ISG-1 規定，「完整性」的用過核子燃料才可以直接進行乾式貯存（非完整性之用過核子燃料須另裝罐之後始可進行乾式貯存）。因此，用過核子燃料不可以進行上述之破壞性檢驗，而須以非破壞性檢驗為之。

另 ISG-1 規定，依據爐心營運紀錄、燃料操作紀錄，顯示沒有燃料洩漏的症候，也沒有不尋常的情況，該燃料就必須歸類為完整（無破損）；如既有紀錄有不足，必需藉由檢測來驗證燃料的狀態。檢測方法包括啜吸(sipping)、超音波等。

由於台電公司用過核子燃料之爐心營運紀錄、燃料操作紀錄完整，有充足紀錄可以歸類用過核子燃料為完整與否，但台電公司為了提高信心度，額外對用過核子燃料抽樣進行啜吸檢驗。

綜上，用過核子燃料之完整性依 ISG-1 可依運轉紀錄判斷，不需使用工業用顯微鏡來檢驗。台電公司為加強對本案之信心，額外參照 EPRI-7218 提供之核能級商品檢証非破壞檢驗計畫，執行抽樣啜吸檢驗。

(8) 過去根據清大潘教授的報告，當時報告中核二廠的用過核燃料束，和今日報告資料有出入（少 628 束），過去原能會及台電報告都是 5026 束，為何現今不同？似乎顯示燃料池數量仍足夠，核二廠要除役了，上池應該可以

使用，不應該放著不用

說明：

一、核二廠反應爐為 BWR-6 設計，每部機有二座燃料池分別是位於反應爐廠房的上燃料池(上池，容量 628 束)及位於燃料廠房的用過燃料池(下池，容量 4398 束)。依據核二廠現行終期安全分析報告(FSAR)所述，核二廠機組運轉發電時，上池不放用過核子燃料，而係使用於：

- 1.機組大修期間暫放照射過之核子燃料
- 2.於執行全爐心燃料退出時(包括緊急狀況)燃料存放
- 3.暫時存放待填換入反應爐內之新燃料。

下燃料池則用於貯存用過核子燃料。

二、兩部機組上池容量共可以貯存 $1256(=628 \times 2)$ 束用過核子燃料，而本乾式貯存設施所需容量為 2349 束。因此，將來即使利用上池存放用過核子燃料，上下池總容量亦不足存放核二廠運轉滿執照效期 40 年所產生之所有用過核子燃料，仍需興建乾式貯存設施。

(9)請問乾貯計畫要花多少錢？若核二停機一年，少花多少燃料費用？應該針對最終處置場地質條件提出說明。

說明：

有關本計畫乾式貯存設施興建計畫運轉維護費用及建造費用共計約為新台幣 28 億 3,364 萬元。

若核二廠兩部機停機一年，改以其他替代方式發電，一年所增加之替代燃料成本約為 700 億元。

依據「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第 5 條：高放處置設施場址，應避免位於下列地區：

- 一、有山崩、地陷及火山活動之虞者。
- 二、地質構造可能明顯變化者。
- 三、水文條件易改變者。
- 四、處置母岩具明顯劣化現象者。
- 五、地殼具明顯上升或侵蝕趨勢者。

高放處置設施場址有前項情形時，其經營者應提出確保高放處置設施符合安全要求之解決方法。

(10)核二乾貯費用共 28 億，建造費用僅 27 億有無少編。

說明：

有關本計畫乾式貯存設施興建計畫運轉維護費用及建造費用共計約為新台幣 28 億 3,364 萬元，將依建議分開編列，其中運轉維護費用約為新台幣 0.5 億元，建造費用約為 27 億 8,364 萬元。

本計畫乾式貯存設施之除役費用及建造與運轉維護費用係各依其作業性質進行估算，其中除役費用係用過核子燃料貯存護箱移出後僅餘混凝土基座之拆除及混凝土護箱之處理所需費用，故遠較乾式貯存設施之建造與運轉維護費用為低。

(11)根據核二乾貯安全分析報告，山腳斷層及活火山並沒有列入新事證，相關報告應該資訊公開

說明：

- 1.本設施安全分析報告已考量山腳斷層等所發現之新事證，目前台電公司仍持續在調查山腳斷層往外海延伸之海域範圍。
- 2.本設施為保有彈性，保守採用 0.88g 與 0.78g 作為最大水平與垂直加速度的分析輸入值進行設計。此外，台電公司若未來發現山腳斷層長度再延伸之新事証，台電公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

(12)台電公司表示法律並未禁止乾式貯存和最終處置不能同時進行，惟乾貯設施 40 年後無去處，安全仍有疑慮，並不能符合法規應保障民眾安全的規定；且依物管法第 9 條規定，用過核子燃料設施，應先備妥最終處置場或有代理契約在哪？

說明：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作

法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

核二廠用過核子燃料乾式貯存設施係配合核二廠運轉需要而設置於廠內之暫時性貯存設施，並非永久性之最終處置設施，台電公司依據「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」相關規定，已完成有關場址特性因素之地質、水文與氣象等調查評估工作，依法通過環境影響評估程序，並依「放射性物料管理法」第 17 條相關規定，提出安全分析報告送請主管機關審查中。

(13)2018 年才要開始找最終處置場，144 年完成最終處置場是否可信？核二廠燃料池的容量是否真的不夠？

說明：

(一)依規劃時程推動最終處置

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(二)用過核子燃料池不足以使核二廠正常運轉 40 年：

1.核二廠反應爐為 BWR-6 設計，每部機有二座燃料池分別是位於反應爐廠房的上燃料池(上池，容量 628 束)及位於燃料廠房的用過燃料池(下池，容量 4398 束)。依據核二廠現行終期安全分析報告(FSAR)所述，核二廠機組運轉發電時，上池不放用過核子燃料，而係使用於：

(1)機組大修期間暫放照射過之核子燃料

(2)於執行全爐心燃料退出時(包括緊急狀況)燃料存放

(3)暫時存放待填換入反應爐內之新燃料。

下燃料池則用於貯存用過核子燃料。

2.兩部機組上池容量共可以貯存 $1256(=628 \times 2)$ 束用過核子燃料，而本乾式貯存設施所需容量為 2349 束。因此，將來即使利用上池存放用過核子燃料，上下池總容量亦不足存放核二廠運轉滿執照效期 40 年所產生之所有用過核子燃料，仍需興建乾式貯存設施。

(14)用過核燃料乾式貯存場在民國 144 年是否可以順利移出？台電公司應該修該就上午簡報內容，將 144 年用過核燃料無法移出列入選項

說明：

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置

計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(15)燃料池上池 628 束的容量是否可以納入用過核燃料池容量，有無相關法源禁止上下池容量混用？原能會規定如何？

說明：

一、核二廠反應爐為 BWR-6 設計，每部機有二座燃料池分別是位於反應爐廠房的上燃料池(上池，容量 628 束)及位於燃料廠房的用過燃料池(下池，容量 4398 束)。依據核二廠現行終期安全分析報告(FSAR)所述，核二廠機組運轉發電時，上池不放用過核子燃料，而係使用於：

- 1.機組大修期間暫放照射過之核子燃料
- 2.於執行全爐心燃料退出時(包括緊急狀況)燃料存放
- 3.暫時存放待填換入反應爐內之新燃料。

下燃料池則用於貯存用過核子燃料。

二、兩部機組上池容量共可以貯存 $1256(=628 \times 2)$ 束用過核子燃料，而本乾式貯存設施所需容量為 2349 束。因此，將來即使利用上池存放用過核子燃料，上下池總容量亦不足存放核二廠運轉滿執照效期 40 年所產生之所有用過核子燃料，仍需興建乾式貯存設施。

(16)144 年若乾式貯存場無法順利將密封鋼筒遷出，誰要負責？

說明：

依「放射性物料管理法」第 29 條規定，放射性廢棄物之處理、運送、貯存及最終處置，應由放射性廢棄物產生者自行或委託具有國內、外放射性廢棄物最終處置技術能力或設施之業者處置其廢棄物。用過核子燃料是台電公司擁有之核電廠運轉發電所產生，應負責用過核子燃料之最終處置。

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技

術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。另，依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(17)144 年完成最終處置場，請台電公司提出相關報告，2017 是提出候選場址建議調查區域，是否屆時一定過得了關？乾貯設施到底會不會成為最終處置場？民國 144 年最終處置場地點到底在何處？

說明：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。另，依「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置，意即高放射性廢棄物必須置放在地表下適當之深度(國際上一般指地下 300 至 1000 公尺處)與地質環境內，使能長期將放射性核種與生物圈安全隔離。此外，相關法規對於乾式貯存設施與最終處置場所要求之安全標準不同，故乾式貯存設施絕對不會變成「最終處置場所」。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(18)台電公司意見陳述簡報第 16 頁，台電公司實際上未知道最終處置場址，請簡報內容依據實情修正說明。

說明：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(19)東北季風對密封鋼筒的影響(鏽蝕). 水池空間是否已經足夠?

說明：

一、乾式貯存護箱無鏽蝕之風險：

本設施之乾式貯存護箱乃由密封鋼筒及混凝土護箱所組成，也就是混凝土護箱為外套筒，其內放置密封鋼筒。密封鋼筒外殼材料採用不銹鋼 304/304L。不銹鋼 304/304L 具有極佳的耐久性及抗鏽蝕性，使用在核能組件非常普遍。依據工業界之測試結果，以美國金屬協會第 13 冊「腐蝕」報告為例，304 不銹鋼的腐蝕測試結果，在海水的環境下，其平均腐蝕率小於 0.001mils/年（約 0.025 μm /年）；在 50 年後，局部金屬表面平均腐蝕深度為 0.0037 ± 0.000005 英吋（約 $0.925 \pm 0.013 \mu\text{m}$ ）。由此可知貯存用過核燃料之密封鋼筒的外殼在正常或意外條件下，最大可能鏽蝕深度約為原厚度之 0.007%，腐蝕所造成的厚度變化並不顯著。

為長期監測密封鋼筒材料-不銹鋼 304/304L(含鈾道熱影響區)之耐久性與抗鏽蝕性，台電公司將於每個護箱裝設與密封鋼筒外殼材料相同之環

境測試試片，作為長期材料耐腐蝕劣化之監測，以確保密封鋼筒之長期安全性。

二、用過核子燃料池不足以使核二廠運轉滿執照效期 40 年：

1.核二廠反應爐為 BWR-6 設計，每部機有二座燃料池分別是位於反應爐廠房的上燃料池(上池，容量 628 束)及位於燃料廠房的用過燃料池(下池，容量 4398 束)。依據核二廠現行終期安全分析報告(FSAR)所述，核二廠機組運轉發電時，上池不放用過核子燃料，而係使用於：

(1)機組大修期間暫放照射過之核子燃料

(2)於執行全爐心燃料退出時(包括緊急狀況)燃料存放

(3)暫時存放待填換入反應爐內之新燃料。

下燃料池則用於貯存用過核子燃料。

2.兩部機組上池容量共可以貯存 1256(=628×2)束用過核子燃料，而本乾式貯存設施所需容量為 2349 束。因此，將來即使利用上池存放用過核子燃料，上下池總容量亦不足存放核二廠運轉滿執照效期 40 年所產生之所有用過核子燃料，仍需興建乾式貯存設施。

(20)若 144 年最終處置場未完成，要怎麼辦?今日可否做出決議，再開聽證，且預備聽證問題的澄清並未納入(乾貯設置於高人口密度區，疏散道路等)。

說明：

經查國際上的乾式貯存設施共有 110 座，分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲共 22 個國家，這些國家皆處於用過核子燃料最終處置場研究發展階段，尚未有運轉中之用過核子燃料最終處置設施。因此，由於國際上對於用過核子燃料的營運，均採整體規劃、分段實施的策略，依國際上作法，建造乾式貯存設施與推動用過核子燃料最終處置是平行進行，亦即用過核子燃料最終處置場並非建造乾式貯存設施之必要條件。另，依我國「放射性物料管理法」，乾式貯存設施之建造，並不要求先確定用過核子燃料最終處置場。

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用

過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(21)台電公司所提安全分析報告內容(SAR)與台電公司委託蔡樹昆(音)教授研究報告內容不一致。

說明：

台電公司核四廠廠址在評估規劃時，即已考慮因海底地震可能引起海嘯之影響，曾於 72 年委託成功大學水工所進行海嘯推算研究工作，因該研究在 29 年前受限於台灣大海嘯文獻資料缺乏，遠域海底地震資料不足等情形下，各種經驗公式計算結果差距頗大，故當年之報告書經成大水工所於 100 年 10 月 31 日發新聞稿澄清說明該報告書數值模擬計算僅供參考。74 年核能四廠進入工程初步設計階段，台電公司認為有進一步詳細研究評估的必要，遂於 74 年再委託成功大學水工所進行更詳細之評估，並聘請地震專家蔡義本博士參與協助，負責評估核能四廠之最大可能地震。該次研究項目包括台灣東北海域最大可能地震規模、地震規模與斷層參數之關係、海嘯傳播數值計算、海嘯溯上(Run-up)計算、颱風波浪數值計算、暴潮數值計算及工程設計標高計算等。研究評估結果顯示，造成海嘯最大地震發生於鹽寮附近海域，地震規模 7.2，最大可能海嘯溯上高度約 7.5 公尺，研究建議核四廠考量颱風暴潮影響，廠址高程應採 12 公尺，此為目前核四廠廠址高程。

核二廠自建廠前即將海嘯設計基準採用耐震 I 級結構標準，並納入地理及環境因素，進行過海嘯分析。台電公司在日本發生福島事件後，於 100 年 5 月間為探討核能電廠受海嘯影響之情形，委託中興工程顧問公司重新進行核能電廠海域及陸域之地形測量與調查工作，並於 101 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告，該報告採用國科會所訂定之 22 個可能產生海嘯之震源，以比過去更精細之網格進行核電廠海嘯模擬分析，評估海嘯溯上對電廠產生之影響。該計畫所進行之海嘯遠域傳播模擬，由 SEC-HY21 程式模擬結果，海嘯溯上時以屬山腳斷層的震源 T20 對於核能二廠影響為最大；退水時，以同屬山腳斷層的震源 T22 對於核能二廠影響最大。其中最高水位發生於第 330 秒時，緊急進水口前水位達 EL 4.38m，鄰近緊急進水口之陸地側最大溯升水位達 EL 4.39m；其餘陸地區域則在 EL 4.37~EL 4.66m 之間不等，皆低於主廠區基地高程 EL 12m，主廠區各設施均不受影響。目前台電公司仍持續在調查山腳斷層往外海延伸之情形，若未來發現山腳斷層長度再延伸之新事証，台電公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

(22)依據巴塞爾公約，核廢料的區域合作處置不可行，無法做為最終處置場的因應對策

說明：

經查巴塞爾公約指出，締約國應不許可將有害廢棄物從其領土出口到非締約國，亦不許可從一非締約國進口到其領土。惟依環保署網頁所述：「放射性廢棄物雖然也會對人體及環境造成傷害，然而因法規上將其視為放射性廢料，因此不屬『有害事業廢棄物』的範圍，另有放射性物料管理法管理。」

據此，台電公司對於用過核子燃料之最終處置，除依據「放射性物料管理法」規定持續推動執行地質調查與技術發展工作外，亦平行尋求國際合作再處理或處置之機會。

(23)乾貯護箱應使用重質混凝土，散熱效果較好。

說明：

本乾式貯存護箱所使用之混凝土材質為波特蘭 II 號水泥，抗壓強度為 27.58 MPa (4000psi)，足以保護裝載用過核子燃料之密封鋼筒。此外，混凝土護箱之散熱係藉由空氣之自然對流帶走熱量，與混凝土材質無直

接關係。

(24)乾式貯存護箱每個數百噸，乾貯設施基礎無法承受乾式貯存護箱重量。

說明：

本設施乾式貯存護箱係置放在長條型(長 76.5 m × 寬 13.5 m × 厚 1.0 m)混凝土基座(concrete pad)上，每一個混凝土護箱位置下方，皆有一支直徑 1.8 m、長 10.5 m~13.5 m 的混凝土基樁連結地下岩盤與基座，經評估分析該基座與基樁之強度，足以承載乾式貯存護箱之荷重。

(25)依美國核管會(NRC)ISG-1 檢驗破損燃料要求，應考量護套材質劣化，台電公司僅採啜吸試驗，無法有效檢驗，應採英美先進的工業顯微鏡逐一檢驗。

說明：

依據美國核管會 ISG-1 Rev. 2 第 5 頁說明，不適合直接貯存於乾式貯存設施之用過核子燃料為具有護套裂痕大於 1 毫米之大破損用過核子燃料(grossly breached spent fuel)。同頁並說明如運轉紀錄顯示反應器冷卻水無重金屬同位素從燃料外釋，則可判斷燃料沒有大破損(gross breach)。而啜吸檢驗則不僅可以檢驗出燃料是否具有大破損(gross breach)，亦可以檢驗出燃料是否具有針孔(pinhole)或毛細(hairline)破損。由於大破損用過核子燃料之護套裂痕必須大於 1 毫米，可依運轉紀錄判斷，不需使用工業用顯微鏡來檢驗。為加強對本案之信心，額外抽樣檢驗係參照 EPRI-7218 提供之核能級商品檢証非破壞檢驗計畫，執行抽樣啜吸檢驗。

(26)核二乾貯海嘯影響評估，未依美國核管會安全審查要求，就各種海嘯高度的調查或評估結果，採最保守值(最大值)加以評估。

說明：

核二乾貯設施安全分析報告在進行海嘯影響評估上，係依據行政院原子能委員會所頒定之「放射性物料管理法及其施行細則」及「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」等法規要求辦理，而且採用最保守的方式進行評估工作，如下說明：

1.台電公司於 101 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告，該

報告採用國科會所訂定之 22 個可能產生海嘯之震源，以比過去更精細之網格進行核電廠海嘯模擬分析，評估海嘯溯上對電廠產生之影響。由 SEC-HY21 程式模擬結果，海嘯溯上時以屬山腳斷層的震源 T20 對於核能二廠影響為最大；退水時，以同屬山腳斷層的震源 T22 對於核能二廠影響最大。其中最高水位發生於第 330 秒時，緊急進水口前水位達 EL 4.38m，鄰近緊急進水口之陸地側最大溯升水位達 EL 4.39m；其餘陸地區域則在 EL 4.37~EL 4.66m 之間不等，皆低於主廠區基地高程 EL 12m，主廠區各設施均不受影響。

2. 本設施安全分析報告已採最保守值考量海嘯影響，如在本設施安全分析報告意外分析相關章節保守假設水深 15.24 m (即 EL 27.24m)，將海水完全淹沒混凝土護箱之情節進行分析，分析結果顯示，在此狀況下的混凝土護箱不會滑動或傾倒。

(27) 高放處置必須依賴深地層做為天然屏蔽，台灣沒有適合地質條件。

說明：

台電公司依據「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作，依據台電公司陳報原能會並於 2010 年獲核定之「我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告」之結論，本島確實存在潛在母岩，但其合適性仍須待後續之進一步地下地質調查予以驗證。台電公司須依「放射性物料管理法」及該計畫書繼續執行，預定於 2038 年選定處置場址，2055 年完工啟用最終處置場，以接收各核電廠之用過核子燃料。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，本公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則本公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

參考文獻：

我國用過核子燃料最終處置初步技術可行性評估報告

用過核子燃料最終處置計畫書 2010 年修訂版

(28)40 年共會產生多少束用過燃料？台電公司應對 40 年後若無處置場，應提對策。目前規劃 40 年除役，應也規劃是否提早停止運轉。

說明：

目前預估核二廠運轉 40 年後將產生約 11,308 束用過核子燃料。

台電公司正依「放射性物料管理法」規定及原能會已核定之用過核子燃料最終處置計畫，持續推動執行用過核子燃料最終處置的地質調查與技術發展工作。依目前計畫時程，係規劃於民國 144 年完工啟用最終處置場以接收核能電廠之用過核子燃料，預計於民國 127 年確定最終處置場址。

如前述，預定於民國 127 年選定處置場址，如屆時確定最終處置場址後，如當時預期處置設施未能於民國 144 年完工啟用，台電公司將規劃提前於民國 131 年開始在處置場址興建用過核子燃料之暫存設施，俾於民國 141 年時可以接收核能電廠之用過核子燃料，以待後續處置坑道完工啟用時，執行最終處置作業。

惟於民國 144 年之前，台電公司若與其他國家達成國際或區域合作處置計畫之協議，則可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行最終處置；或者於民國 144 年之前，若用過核燃料之再處理符合核子保防、經濟效益、國家能源政策等，且與其他國家達成再處理之協議，則台電公司可以提前將用過核燃料遷離電廠並送至其他國家進行再處理。

(29)本計畫不周詳，沒有考慮替代案，替代案應包含：(i)零方案，也就是不執行此計畫的優缺點；(ii)蓋地面濕式儲存設施以及(iii)提前除役等可能。

說明：

替代方案係在環境影響說明階段的評估事項，本案之環境影響說明書業於 85 年奉環保署同意備查，目前已依法進入實質執行階段，故所有安全評估均須以執行方案為主體，而不再以替代方案進行評估。

(30)回答之經費有多麼準確？根據最先所提乾式儲存環評書，鋼筒式經費為 70 億，為何會差如此多？目前所提金額未來追加的可能多高？1991 年核能四廠在國營會可行性評估時，台電公司總經理信誓旦旦說核四絕對不會追加預算，今天呢？所以，台電公司所提計畫的經費與設計，到底有多少確實，有多少是推估？請回答。

說明：

於 85 年之「核二廠用過核燃料中期貯存設施興建計畫環境影響說明書定稿本」中，分別估算混凝土護箱、混凝土模組、混凝土窖及金屬護箱等 4 種貯存方式之施工費用，其中有關金屬護箱之施工總經費為新台幣 70 億 3,743 萬元，此為當時國際市場行情，而本案 99 年決標結果為混凝土護箱得標，其型式不同於金屬護箱，且自 85 年迄今，另受物價指數以及市場供需等因素影響，故產生差異。

本設施將採混凝土護箱式之技術，並貯存 2,349 束之用過核子燃料。以 2,349 束用過核子燃料之貯存規模，估算所需經費約為新台幣 46 億 1,171 萬元，其中建造費用約為新台幣 27 億 8,364 萬元，運轉維護費用新台幣 0.5 億元，未來除役費用約為新台幣 2 億 7,433 萬元，回饋金約為新台幣 15 億 374 萬元。因本設施之採購業已於 98 年 11 月決標，為本計畫最大宗的採購案，以目前之情勢，未來追加之可能性不高。上述估算之經費中，運轉維護費用與未來除役費用為推估。

(31)主因是蓋許多不需要到的設施或很少使用的設施，乾式儲存設施就是其中一例。台電錯誤的電力需求預測，導致電廠過多，2010 年夏日尖峰期間，還有進 1/4 發電設施不需開啟，而核一二三場總共發電量尚不及 18%，今天所有核電都關機，臺灣也不至於缺電，而台電公司還正在蓋許多大型火力電廠，總共發電量比核一二三四總共加起來還高，沒有核電二三十年都不會缺電。

說明：

一、乾式貯存設施是配合核二廠運轉 40 年之必要性

30 多年前，核二廠就以運轉 40 年為設計規劃，而乾式中期貯存設施之興建，就是以滿足核二廠運轉至屆滿執照效期 40 年為目的，該目的已敘明於台電公司陳報原能會之「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」第一章第一節，及敘明於環保署同意備查之「核能二廠用

過核燃料中期貯存環境現況差異分析及對策檢討報告」第一章第 1.1 節，謹補充說明如下：

台電公司遵照政府於 100 年 11 月 3 日所宣布之新能源政策，既有核電廠將不再延役。由於核二廠 1、2 號機係分別於民國 70 年及 72 年開始商轉，原能會核准運轉執照效期為 40 年，故運轉執照將分別至民國 110 年及 112 年屆滿。但是現有水池容量有限，無法貯存運轉 40 年退出之所有用過核子燃料，因此，台電公司參考歐、美、日、韓等核能先進國家之作法，規劃將部份經水池充分冷卻之用過核子燃料移至乾式貯存設施，以維持電廠運轉發電 40 年。亦即規劃興建之乾式中期貯存設施，係以滿足核二廠 1、2 號機各運轉至民國 110 年及 112 年為目的，以確保國內電力供應，因此，核二廠乾貯設施的興建，確有其必要性。

二、核能電廠繼續運轉之必要性

台灣為一獨立島嶼，電力系統並無外來電源可供奧援；為維持供電安全及穩定，兼顧電力系統最適開發規模，台電公司經長期審慎評估，及參酌世界先進國家電力系統標準，以電力系統合理備用容量率為 16% 為目標，經報奉行政院核定，作為各種電源開發的原則。前述「備用容量」之計算，係考慮了系統安全運轉所必需之備轉、停機、檢修、故障、及其他影響機組運轉的不確定因素(如氣溫變化、負載預測不確定)，其中已包括各種水力、火力、核能、再生能源等電源的容量在內。

我國目前有 3 座核能電廠，共 6 部機組運轉中，總裝置容量為 514 萬瓩，約占系統之淨尖峰供電能力的 14.5%。根據台電公司負載預測(10106 案)與研擬之長期電源開發方案，在未來數年內，整體電力系統的供電能力並不充裕，備用容量率約僅達 15% 左右，甚或將低於 15%，因此，在近期無足夠替代電源情形下，如貿然停止核能機組運轉，備用容量率將降至 0%~1%，甚至負值，屆時勢必造成嚴重缺電，連帶影響產經發展，及衝擊民眾日常生活，其負面衝擊將會相當深遠。

另從電力系統最佳運轉觀點來看，發電系統中各類發電機組因運轉特性與發電成本各不相同，可區分為基載機組、中載機組、尖載機組，並按電力系統負載變化及機組特性與發電經濟性，依基、中、尖載等先後次序，調度各類機組。台電公司現有運轉中之 6 部核能發電機組，因具穩定性高、燃料成本低、發電量大等特性，最適合擔任基載機組，故均予以優先調度，以符經濟調度原則。未來即便因經濟景氣與用電需求發生重大變化，致短期間內發生備用容量率高於理想目標 16% 之情形，但

基於經濟調度與機組特性，核能機組仍宜優先運轉，俾降低電力系統整體發電成本。