

行政院原子能委員會 100 年度
政府科技計畫(期末)成果效益報告
(100.1.1 ~ 100.12.31)

計畫名稱：核設施放射性災害應變與複合式災害互依性分析技術建立

執行期間：

全 程：自 100 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日 止

本年度：自 100 年 01 月 01 日至 100 年 12 月 31 日 止

執行單位：核能研究所

目 錄

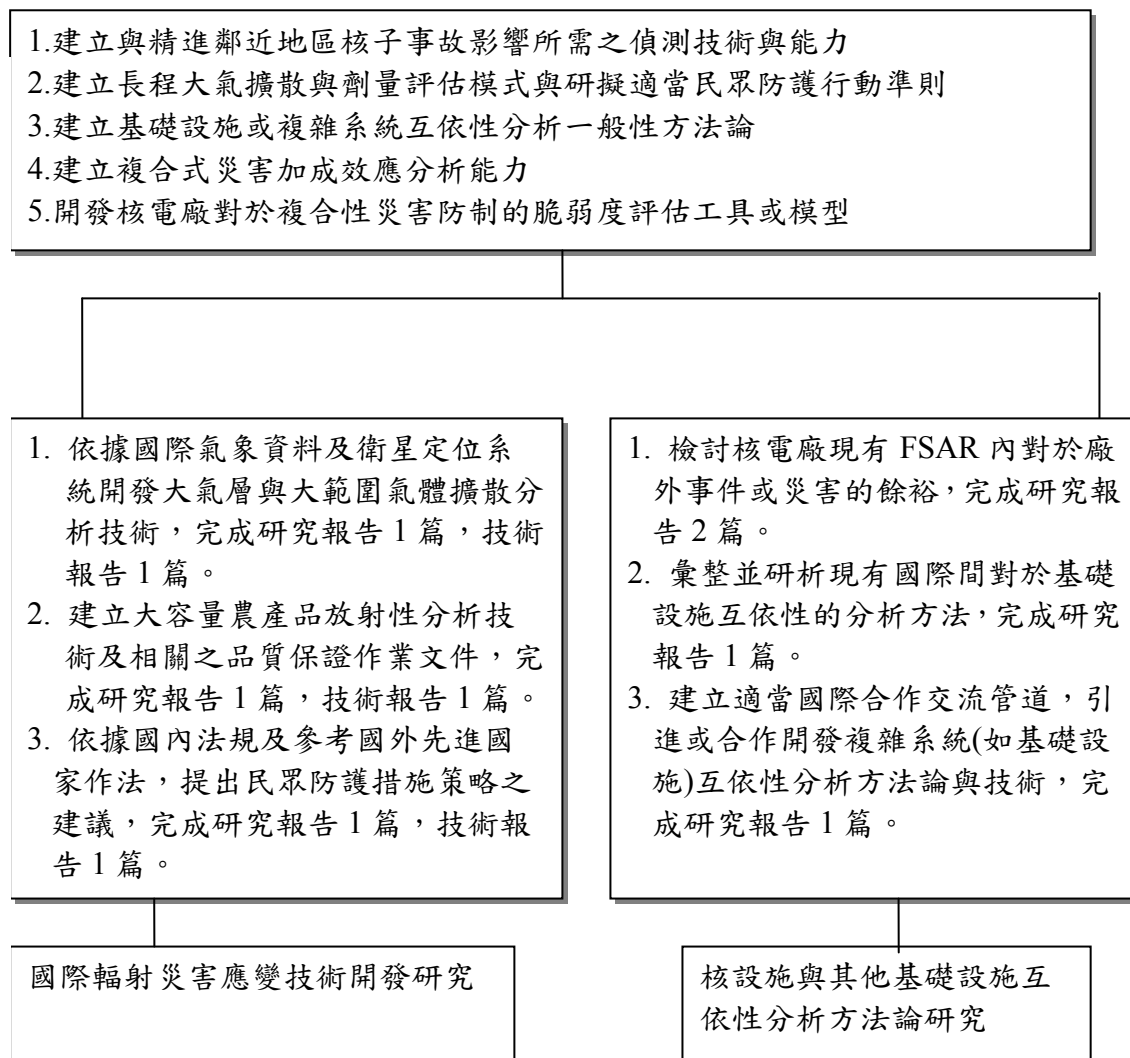
壹、科技施政重點架構圖：	1
貳、基本資料	2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容	2
一、計畫目的與預期成效	2
(一)計畫目的：	2
(二)預期成效：	2
二、計畫架構(含樹狀圖)	3
三、計畫主要內容	6
四、計畫執行情形及績效成果	7
(一)工作進度—本年度預期目標及達成情形	7
肆、計畫經費與人力執行情形	10
一、計畫經費執行情形：	10
(一)計畫結構與經費	10
(二)經資門經費表	10
二、計畫人力運用情形：	11
(一)計畫人力(人年)	11
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)	12
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output)	14
一、本計畫主要成果及重大突破	14
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破	15
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	18
一、學術成就(科技基礎研究) (權重 30%)	18
二、技術創新(科技整合創新) (權重 30%)	18
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 10%)	18
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 20%)	19
五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重 10%)	19
柒、與相關計畫之配合	20
捌、後續工作構想之重點	20
玖、檢討與展望	21
附錄一、佐證資料表	22

附錄二、佐證圖表（請貼佐證圖表）	25
附錄三、100 年度期中審查意見回覆辦理情形	30
附錄四、100 年度期末審查意見回覆	31

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、科技施政重點架構圖：

策略績效目標
——
績效衡量指標
——
執行措施（綱要計畫）



貳、基本資料

計畫名稱：核設施放射性災害應變與複合式災害互依性分析技術建立

主 持 人：張栢菁

審議編號：100-2001-02-04-20

計畫期間(全程)：100 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日

年度經費：11,050 千元 全程經費規劃：56,050 千元

執行單位：核能研究所

參、計畫目的、計畫架構與主要內容

(請依原綱要/細部計畫書上所列計畫目的、架構、主要內容填寫)

一、計畫目的與預期成效

(一)計畫目的：

核能研究所是隸屬於原子能委員會之核能專責研究機構，歷經三十餘年的努力，在核子事故緊急應變、民眾與環境輻射防護及定量風險評估核能安全等技術上累積了豐富的經驗及成熟的技術。支援原能會輻安及核安管制工作，一直是本所之重點工作之一，對國內輻射安全與核能電廠安全的順利運作有很大的貢獻。

為因應近年來天候環境變化與人為事故頻傳，所衍生對於複合式災害之顧慮，探討核設施在此類災害下的可能風險，開發核能電廠與其他基礎設施互依性分析方法論，為相關管制分析能力奠定必要基礎，以協助原能會等相關主管部門進一步確保在重大天災或人為加成事故下，核設施仍能安全運轉並提供基載電力，除善盡核能管制機關施政責任，亦可增進民眾對核能應用之信心，進而推廣核能發展，對低碳能源使用持續貢獻。

進行國際間放射性災害相關偵測評估技術之建立研究以及對於我國核設施與其他基礎設施互依性方法論進行研究，希望研究結果能提升國內核能安全與輻射災害應變主管機關以及其他相關單位在災害應變方面之規劃、預警、應變等各階段之能力技術。

本計畫所涵蓋部分，對應於原能會核安管制局處，如風險評估相關技術(互依性)係支援核管處，國際輻射災害應變技術開發可支援核技處與輻防處。

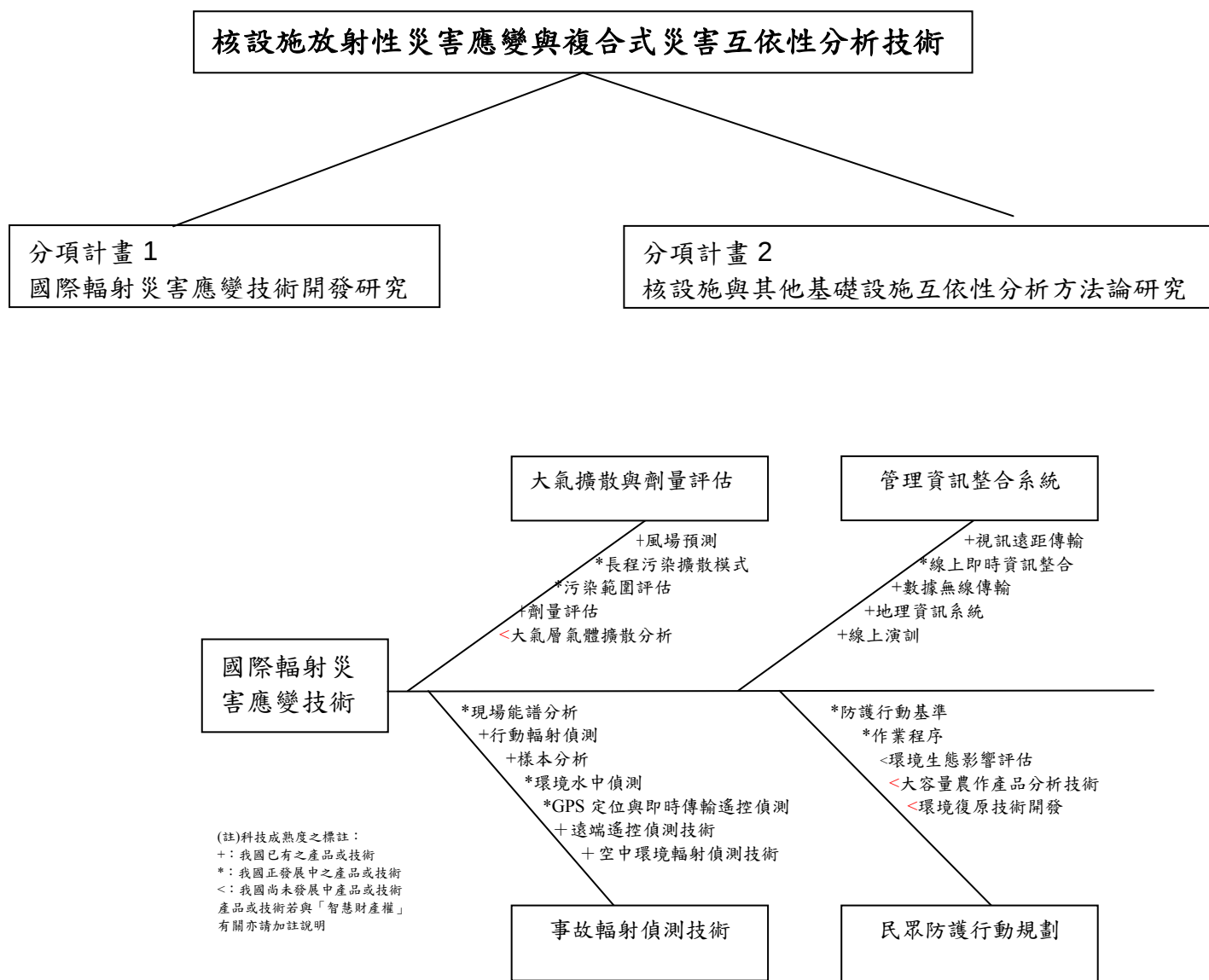
(二)預期成效：

- 1.建立鄰近國家地區輻災或核子事故發生後國內之偵檢與評估能力，可作為預警、影響評估與決策之依據，確保國土安全同時可提升國際合作能量。
- 2.瞭解基礎設施系統互依特性，未來可運用於關鍵基礎設施(運作)脆弱度分析，預先發掘潛在的問題，供相關單位及早規劃因應。

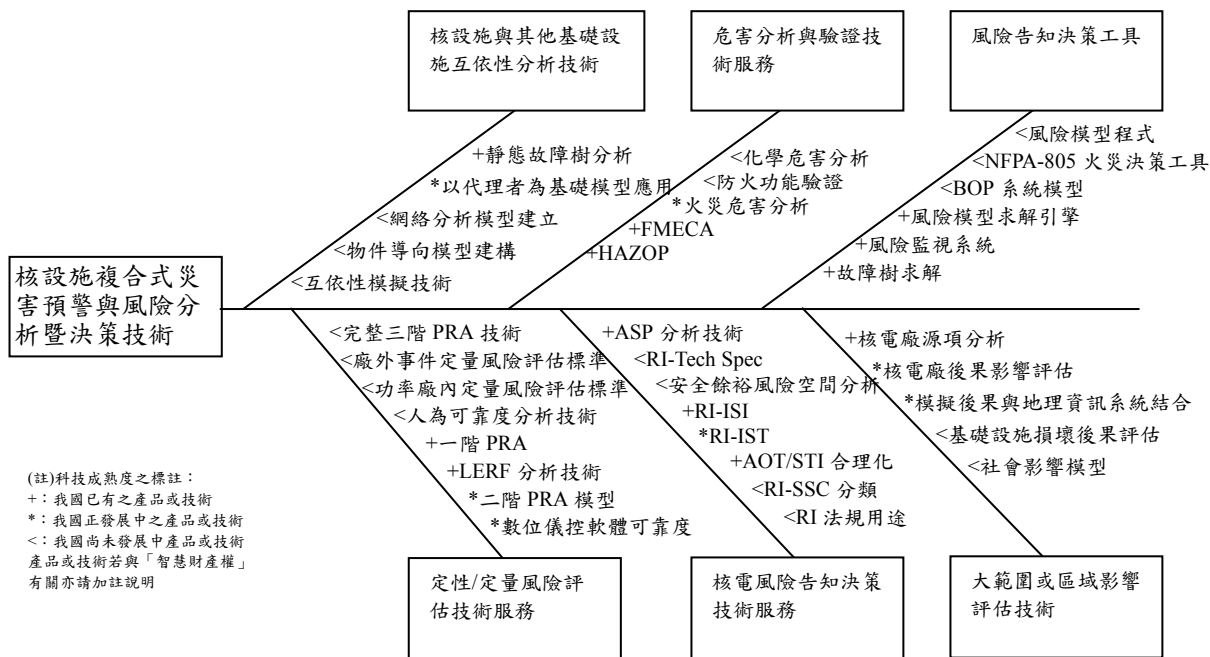
3.建立我國核電廠對於複合式災害風險量化技術，強化互依性與後果影響分析深度，以因應天候環境變化或基礎設施失效之狀況，可提升我國核能管制與運轉及相關政府單位的防災預警與防範作為。

二、計畫架構(含樹狀圖)

計畫架構：

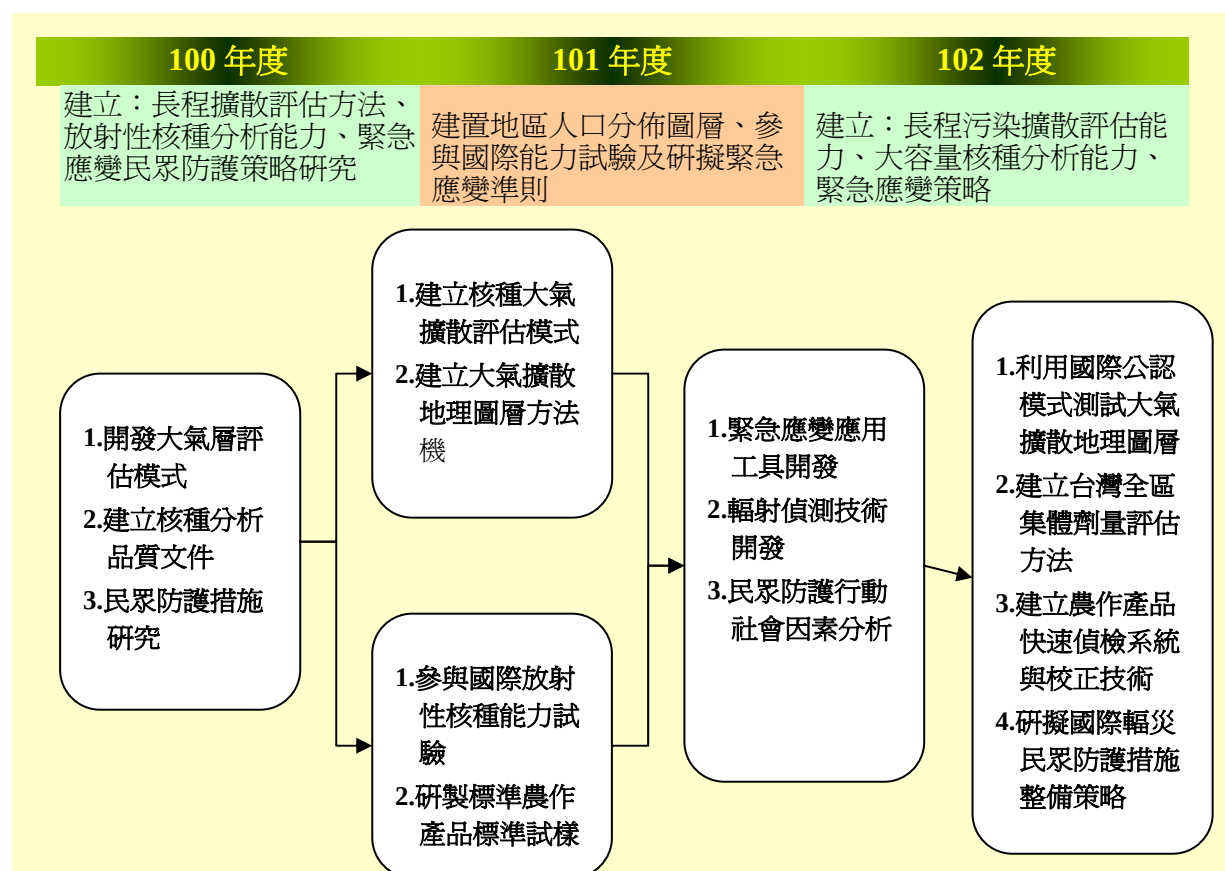


圖一：「國際輻射災害應變技術開發研究」重要科技關聯圖

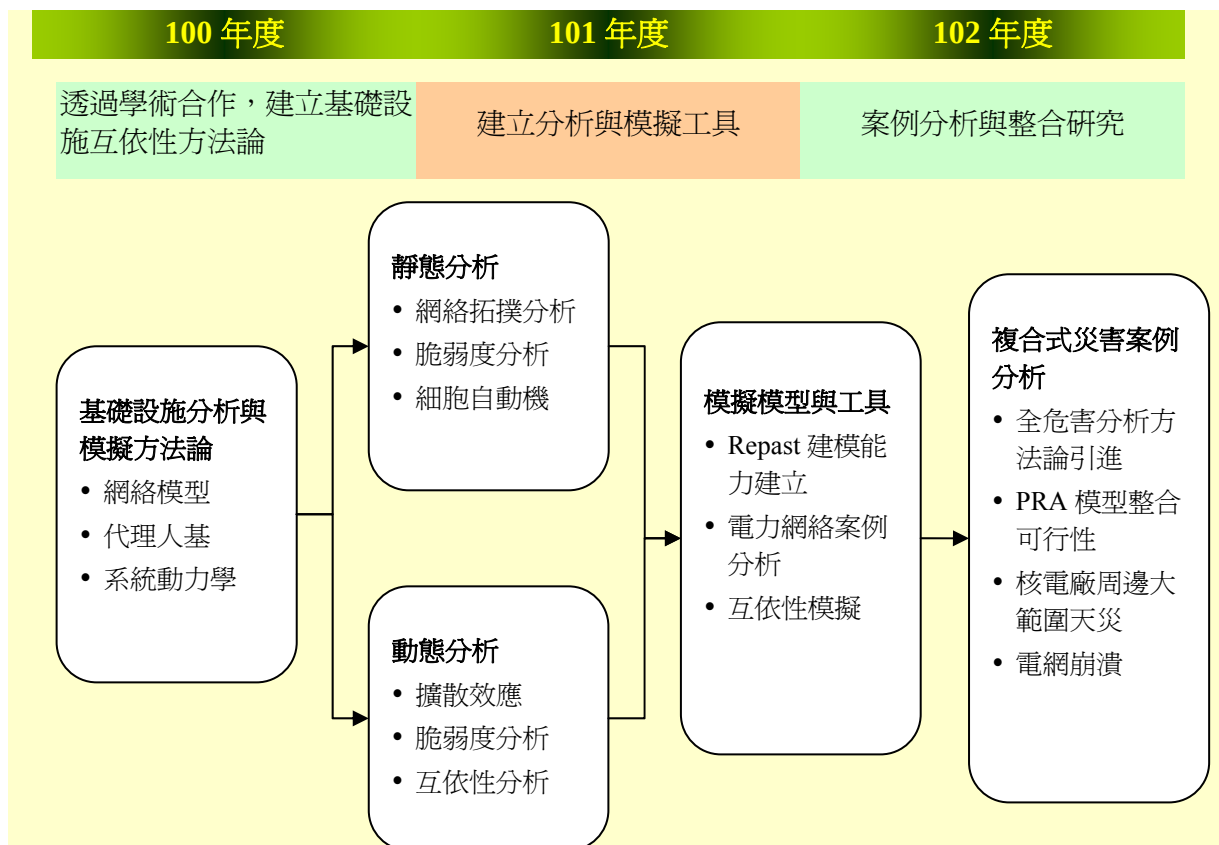


縮寫說明：	
FMECA	Failure Mode, Effect and Criticality Analysis
HAZOP	Hazard and Operability studies
NFPA	National Fire Protection Association
BOP	Balance of Plant
PRA	Probabilistic Risk Assessment
LERF	Large Early Release Frequency
ASP	Accident Precursor Analysis
RI TechSpec	Risk-Informed Technical Specifications
RI-ISI	Risk-Informed In-Service Inspection
RI-IST	Risk-Informed In-Service Testing
AOT/STI	Allowed Outage Time / Surveillance Test Interval
RI-SSC 分類	Risk-Informed Structures, Systems and Components Categorization
RI	Risk-Informed

圖二：「核設施與其他基礎設施互依性分析技術」重要科技關聯圖



國際輻射災害應變技術開發研究路徑圖



核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究路徑圖

三、計畫主要內容

第一分項計畫「國際輻射災害應變技術研究」的倡議主要著眼於發生國際輻射災害時，開發我國的因應對策與應變技術。日前，國家安全局建議我國應建立模擬中國大陸核電廠輻射事故相關污染物擴散與分佈情況技術，列入國家安全及相關防災體系。因此，本分項計畫評估可能發生國際輻射災害的區域，除包括大陸地區外，也包括鄰近地區，如韓國、日本、菲律賓等地，在技術開發方面包括：放射性核種在大氣層之擴散模式；大氣層與大範圍氣體分析；大容量農產品放射性分析及品質保證；檢討核子事故輻射監測中心場所設置；精進行動式輻射監測設備；分析民眾防護措施(如疏散、掩蔽等)的適當性。本分項計畫在執行上，將與中央氣象局及學術界合作，拓展衛星氣象資料分析與研究領域，對發生國際輻射災害時，提供完善的應變措施。

第二分項計畫「核設施與其他基礎設施互依性分析技術研究」規劃從核電廠做為(發電)基礎設施的角色出發，瞭解基礎設施系統互依特性對於核電廠安全風險之可能影響，並開發新的分析技術，此將是本計畫的重點。本計畫引進或開發的技術，未來可運用於關鍵基礎設施(運

作)脆弱度分析，預先發掘潛在的問題，供相關單位及早規劃因應，同時也可藉此拓展我國核電廠對於複合式災害風險評估的範圍與能力，強化互依性與後果影響分析深度，以因應天候環境變化或基礎設施失效之狀況，可提升我國核能管制與運轉及相關政府單位的防災預警與防範作為。透過學術合作或委辦管道，本分項計畫對於國內學界在基礎設施分析方面的研究領域拓展與能量建立，乃至於跨領域的合作與整合，將有起頭帶動的作用。

四、計畫執行情形及績效成果

(一)工作進度—本年度預期目標及達成情形

(說明年度預期目標及達成情形、目前計畫之實際執行與預期工作之差異)

本計畫為三年期計畫第一年度，內含兩個分項計畫，目前執行成果如下：

年度預期目標(查核點)	達成情形	差異分析
一、國際輻射災害應變技術開發研究	(1)研究國外有關核子事故民眾防護行動基準建議報告，分析與規劃國際輻災民眾防護策略。 (2)利用多部 DG-5 偵檢器測試大件物品輻射劑量率。 (3)蒐集與評估世界各國對福島事件之後果資料，瞭解各國在長程擴散模式發展概況。 (4)彙整參與放射性核種分析能力試驗結果資料，建立專業分析技術。	
1.「民眾防護措施分析與檢討」研究報告 1 篇	完成國內核一、二、三廠緊急應變計畫區內的民眾防護措施分析及規劃以及國內核一、二、三廠緊急應變計畫區檢討修正，分別發表於 100 年 8 月與 9 月台電工程月刊，若發生國際輻災時，可供政府執行緊急應變或民眾防護行動的借鏡。	無。
2.「大容量農產品放射性核種分析技術與品保系統」研究報告 1 篇。	完成「核子事故的經濟影響分析」研究報告 1 篇以及彙整「參加九十九年環境試樣放射性核種分析能力試驗報告」與完成「參加輻射偵測中心九十九年環境試樣放射性	無。

	核種分析比較實驗報告」，技術報告，並利用多部 DG-5 輻射劑量率偵檢器偵測大型件物品之技術等，已建立農產品放射性核種的分析能力，以及事故的社會經濟影響的評估方法。	
3. 「大氣層與大範圍氣體擴散與分析技術」研究報告 1 篇。	完成研究報告「國際輻射災害應變技術長程擴散模式研究」報告 1 篇與投稿SCI論文 1 篇，本研究主要匯整蒐集目前全球重要之長程污染擴散模式資料，並做編列說明及其介紹，於最後評估比較篩選出 WRF/Chem 模式為適合國內發展應用之長程擴散模式；未來進一步將以此模式做為發展應用，以應對核災事故之相關緊急應變工作。	無。
4. 「國際輻射災害應變技術」研究報告 1 篇。	派員參加 6 月 13~16 日大陸南京由國內核能科技協進會與大陸中國核能行業協會主辦之 2011 年海峽兩岸核應急管理與技術研討會，以及完成「輻射的健康效應與輻射或核子事故緊急應變準則」報告，建立國際輻災的通報機制與民眾防護的應變準則。另「具有通風透氣功能之防護衣」向中華民國申請發明專利，可提供第一線緊急應變人員在異常天候的環境下較靈敏的執行防護行動。	無。
二、核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究	(1)與義大利米蘭科技大學合作，建立網絡拓撲特性分析方法論，並以本島北部電網為例進行分析，本年度完成靜態分析。本計畫將再針對全島主要電網建立模型。 (2)與政大合作，以電網為例，建立代理人基與系統動力學模擬方法論，並建立以 Repast 程式模擬網絡結構的能力。	

	(3)蒐集彙整近年來的氣候與地質調查資料，針對核一、二、三廠廠外水災風險進行檢討，瞭解原有的設計餘裕是否足夠，並以 SBO 案例評估風險餘裕。 (4)彙整基礎設施互依性分析相關文獻，並檢討本所既有 PRA 方法的限制，完成相關研究報告。	
1.「我國運轉中電廠廠外水災設計餘裕檢討」研究報告一篇。	完成「核一、二、三廠水災風險探討」報告，編號中，進行台灣地區與核一、二、三廠周邊暴降雨歷史資料及 FSAR 內容比對，重新審視防洪設計回歸週期；另根據 FSAR 內有關核一、二廠附近地型的坡地高度與剖面調查，定性評估該區域發生土石流或山崩的潛勢，並包括海水倒灌的相關分析。	無。
2.「基礎設施互依性分析方法論現況研究」報告一篇。	完成「基礎設施互依性分析方法論探討」報告，編號 INER-8535，探討本所目前定量風險評估技術於分析網絡型基礎設施上的不足之處，並蒐集現有基礎設施分析方法，重點將以代理人基模擬、系統動力學與其在複雜系統上之應用為主，分別討論建立相關分析方法，並探討應用於國內基礎設施如電網與核電廠之間互依性分析的可行性。	無。

肆、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：

(一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
核設施放射性災害應變與複合式災害互依性分析技術建立	11,050			張栢菁	核能研究所	
		國際輻射災害應變技術開發研究	7,240	汪子文	核能研究所	
		核設施與其他基礎設施互依性分析技術研究	3,810	林家德	核能研究所	

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期：100.12.31

會計科目 項目		預算數(執行數)/元			備註
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計	
				流用後預算數 (實際執行數)	
一、經常支出					
1.人事費					
2.業務費		6,820,000 (6,820,000)		6,820,000 (6,808,493)	61.72% (99.83%)
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計		6,820,000 (6,820,000)		6,820,000 (6,808,493)	61.72% (99.83%)
二、資本支出					
1.設備費		4,230,000 (4,230,000)		4,230,000 (4,230,000)	38.28% (100%)
小計		4,230,000 (4,230,000)		4,230,000 (4,230,000)	38.28% (100%)
合計	金額	11,050,000 (11,050,000)		11,050,000 (11,038,493)	100% (99.90%)
	占總經費%= 分配數÷預算數 (執行率=執行數÷ 流用後預算數)	100%		(99.90%)	

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

本年度至 12 月份計畫經常支出分配數為 6,820 千元，實際結報數為 6,808 千元，執行率達 99.83 %；資本支出分配數為 4,230 千元，實際結報數為 4,230 千元，執行率達 100 %；經資門支出合計分配數為 11,050 千元，實際結報數合計為 11,038 千元，總經費執行率達 99.90 %。

二、計畫人力運用情形：**(一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期：100.12.31**

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
核設施放射應變與複合式災害相依性分析技術建立(張柏菁)	原訂(全年)	7.0	0	1.8	2.2	3.0
	實際	7.0	0	1.8	2.2	3.0
	差異	0	0	0	0	0
國際輻射災害應變技術開發研究(汪子文)	原訂(全年)	4.0	0	0.8	1.2	2.0
	實際	4.0	0	0.8	1.2	2.0
	差異	0	0	0	0	0
核設施與其他基礎設施相依性分析方法論研究(林家德)	原訂(全年)	3.0	0	1.0	1.0	1.0
	實際	3.0	0	1.0	1.0	1.0
	差異	0	0	0	0	0

說明：

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助 理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
張栢菁	主持人	核設施放射性災害應變與複合式災害互依性分析技術建立分支計畫主持人/1 人月數	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
汪子文	共同主持人	國際輻射災害應變技術開發研究/6 人月數/	學歷	學士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
楊雍穆	副研究員	國際輻射災害應變技術開發研究/3.6 人月數	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
王正忠	副研究員	國際輻射災害應變技術開發研究/2.4 人月數	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	輻射偵測與分析
林家德	共同主持人	核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究/2 人月數	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
羅崇功	副研究員	核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究/2 人月數	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	核子工程
徐碧璘	助理研究員	核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究/2 人月數	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	資訊管理
黃佳慧	研發工程師	核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究/4 人月數	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	環境工程
邱鈺婷	助理工程師	核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究/4 人月數	學歷	碩士
			經歷	核能研究所

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		法論研究/4 人月數	專 長	環境工程
李栢旭	研發工程師	核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究/4 人月數	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	資訊工程

與原計畫規劃差異說明：

本年度 12 月規劃投入研究人力 7 人年，實際投入人力 7 人年(即佔規劃人力 100 %)。

伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果output)

一、本計畫主要成果及重大突破

請就本計畫涉及之(1)學術成就或(2)技術創新或(3)經濟效益或(4)社會影響(5)其它效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。

(一) 學術成就

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

完成相關之期刊論文 3 篇與研究報告 5 篇，技術報告 3 篇，達成計畫預定目標。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

完成研究報告 4 篇，含與政大與義大利米蘭科技大學合作，引進網絡分析方法論，完成成果論文與投稿 PSAM 論文摘要各一篇。

(二) 技術創新

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

(1) 完成利用多部 DG-5 輻射劑量率偵檢器偵測大型件物品與車輛之技術，初步測試符合設計需求，未來可應用於國際輻災進出口農作產品之輻射偵測。

(2) 完成九十九年環境試樣放射性核種分析能力試驗報告，對放射性核種分析提供可靠與可信的結果。

(3) 完成「具有通風透氣功能之防護衣」之設計，向中華民國與美國申請發明專利。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

完成電力網絡於 Repast 上的 ABM 建模應用，並考量與 PRA 方法未來結合的可行性。

(三) 經濟效益

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

設計完成「具有通風透氣功能之防護衣」之發明專利，對可提供第一線輻射防護人員適當的防護工具，未來具有經濟的開發潛力。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

近年來因極端氣候或巨大天災造成之基礎設施癱瘓問題屢見不鮮，2011 年更發生日本複合式災害與福島核災事故，顯見核能電廠面臨廠外事件的挑戰更加嚴峻。本計畫之間接效益期望可以在未來降低核電廠因應超限廠外事件的風險，進而避免經濟重大傷害的後果。

(四) 社會影響

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

- (1)完成「核子事故的經濟影響分析」，可提供輻射或核子事故緊急應變管理與復原階段防護措施的參考。
- (2)輻射的健康效應與輻射或核子事故緊急應變準則，可提供輻射或核子事故民眾防護決策的依據。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

本計畫以台灣電力網絡為案例，引進網絡分析方法論，期能確立此類計算科學的方法在重要基礎建設分析的運用方式，以做為後續理論發展與系統研發的基礎。隨著國內經濟之持續繁榮及對電力的依賴，使得電力負載之尖峰值年年創新高峰，加上政府大力推動產業升級與各縣市高科技科學園區之設立，此一類產業對於電力之需求更甚於一般之民生用電，往往幾分鐘的電力中斷，將造成數以千萬元甚至以億元計之損失，所以電力供應系統的重要性是毋庸置疑。

二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。

(填寫說明如表格內容，未使用之指標及填寫說明文字請刪除)

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	國外期刊 1 篇及國內期刊 2 篇。	有助於提昇本所學術地位，並做為相關技術發展重要指標。國外期刊向 International Journal of Geographical Information Science申請，國內期刊於台電工程月刊發表。	
	B 研究團隊養成	養成定量風險管理與評估、培養輻射劑量評估等 2 個研究團隊。	相關之定量風險管理與評估本土團隊，可針對國內核電廠所欠缺專門技術進行研發，以建立本土化自主技術，免受國外之技術與商業壟斷。因應台灣鄰近地區核設施如果發生核事故勢必造成對台灣影響，因此培養相關輻射劑量評估本土團隊可維護台灣地區環境安全與人民健康。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	C 博碩士培育	參與計畫執行之碩士研究生 3 人及博士研究生 1 人。	可培養出國內未來需要的定量風險評估、輻射防護劑量評估、醫療院所輻射安全評估與輻射防護技術領域所需高階研發人才至少 2 人，提升相關領域的水準，增加論文產出至少 2 篇。	產值(薪資)
	D 研究報告	7 篇	技術經驗傳承，建構研發之基礎，包括定量風險管理與評估、輻射異常事件分析、緊急應變與劑量評估管制技術發展，可支援主管機關從事安全審查等議題。	
	E 辦理學術活動	2011 年海峽兩岸核應急管理與技術研討會	由財團法人科技協會與中國核能行業協會主辦，核研所為贊助單位之一，於 100 年 6 月 15~18 在大陸南京召開，除提供核電廠運轉經驗外，雙方並建議核子事故相互通報之共識。	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	申請中華民國發明專利 1 件及美國專利 1 件。	完成具有通風透氣功能之防護衣」向中華民國申請發明專利，對可提供第一線輻射防護人員適當的防護工具，未來具有經濟的開發潛力。	空氣濾器與防護面具產業
	H 技術報告	4 篇。	發展放射性核種分析技術及輻射偵測技術，以及建立 Repast 程式，對發生重大國際輻災時，能有效支援政府執行環境輻射偵測、國外入境人員偵測、進出口產品偵測、劑量評估等以及建立國內核能電廠基礎設施複合式故障樹分析技術，提供簡單清楚且初步量化的分析結果，做為決策參考依據。	

		績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
		I 技術活動	100 年度環境試樣放射性核種分析比較試驗	參加國內環境試樣與熱發光劑量計比較試驗，建立計測結果的精確性與公信力。	
社會影響	民生社會發展	R 增加就業	2 人	提供國防替代役 2 員參加緊急應變技術開發團隊。	
其他效益(科技政策管理及其它)		AA 決策依據	1 件	協助協助主管機關重新計算國內核能電廠緊急應變計畫區的範圍應為 8 公里，目前已經原子能委員會同意由 5 公里擴增為 8 公里，台電公司並應重新規劃與整備緊急應變計畫區的民眾防護措施。	

陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明其價值與貢獻度

一、學術成就(科技基礎研究)(權重 30%)

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

在執行鄰近地區事故長程污染擴散偵測技術建立方面，共完成期刊 1 篇與研究報告 1 篇，篩選出 WRF/Chem 為適合國內發展應用之長程擴散模式。在通過環境及農產品試樣能力比對方面，共完成技術報告 2 篇與研究報告 1 篇，建立大容量農產品放射性分析技術與後果評估技術。在國際民眾防護措施效應評估指引與策略之研究方面，共完成期刊 2 篇、研究報告 2 篇及技術報告 1 篇，建立國際輻災緊急應變與民眾防護技術。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

本計畫研究電網脆弱度分析方法建立，並以我國北部電網(僅含發電廠與超高壓變電站)的網絡架構進行拓樸特性分析，並與義大利米蘭科技大學合作完成投稿 PSAM 11 會議論文摘要一篇。

二、技術創新(科技整合創新)(權重 30%)

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

(1)利用原有之 DG-5 輻射劑量率偵檢器，設計多部 DG-5 組裝後進行測試，初步測試符合設計需求，未來可應用篩選國際輻災進出口農作產品之輻射偵測。(2)研究利用 ANISN 程式之中子伴隨遷移模式計算內含氦-3 偵檢器之波那氏球組的能量響應函數，可提升核子事故時中子的量測技術。(3)設計「具有通風透氣功能之防護衣」未來可提供核子或輻災時輻射偵測人員便捷與舒適的執行任務。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

本計畫探討藉由物件導向建模與網路分析建立一個基礎建設網路的弱點分析方法，透過系統動力學及代理人基的模擬方式，進一步提高找尋基礎建設中弱點的可行性，嘗試突破既有 PRA 方法的限制。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 10%)

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

核子事故或發生國際性輻射災害時，政府在執行民眾掩蔽、疏散與收容防護行動對民眾的心理與社會的影響很大，尤其在民眾醫療照護與復原作業，可能對國家經濟造成重大衝擊，本計畫已建立國際輻災或核子事故經濟影響評估的方法。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

近年來因極端氣候或巨大天災造成之基礎設施癱瘓問題屢見不鮮，2011 年更發生日本複合式災害與福島核災事故，顯見核能電廠面臨廠外事件的挑戰更加嚴峻。本計畫之間接效益期望可以在未來降低核電廠因應超限廠外事件的風險，進而避免經濟重大傷害的後果。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 20%)

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

(1)參考國際規範，建立核子事故社會影響因素的評估方法，包括民眾心理因素與經濟因素評估。(2)依據國際原子能總署公布與輻射或核子事故相關的緊急應變準則，彙整民眾防護的干預基準，做為決策者採取防護行動的依據。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫：(林家德)

本計畫以台灣電力網絡為案例，引進網絡分析方法論，期能確立此類計算科學的方法在重要基礎建設分析的運用方式，以做為後續理論發展與系統研發的基礎。隨著國內經濟之持續繁榮及對電力的依賴，使得電力負載之尖峰值年年創新高峰，加上政府大力推動產業升級與各縣市高科技科學園區之設立，此一類產業對於電力之需求更甚於一般之民生用電，往往幾分鐘的電力中斷，將造成數以千萬元甚至以億元計之損失，所以電力供應系統的重要性是毋庸置疑。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 10%)

1. 「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫

本計畫執行期間，適逢發生日本東京電力公司福島第一核能電廠因地震與海嘯發生重大核子事故，本計畫除協助主管機關重新計算國內核能電廠緊急應變計畫區的範圍外，並提供立法委員蔣乃辛立院質詢資料。目前國內核能電廠緊急應變計畫區半徑由 5 公里擴增為 8 公里，未來台電公司將重新規劃與整備緊急應變計畫區的民眾防護措施，提供國人更安全的保證。

2. 「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

本計畫透過基礎設施互依性之研究，或可藉由研究過程，發掘其他類型之基礎設施可能面臨的互依性弱點或潛在問題，以及相關的研究方法，提供其他主管部會之參考。

註：若綱要計畫期程為 4 年期第 1 年執行者，請明確寫出本綱要計畫為第 1 年執行，故無主要成就及成果之價值與貢獻度；其他非第 1 年執行者請填寫起始年累積至今主要成就及成果之價值與貢獻度(例如：執行期程為第 3 年之綱要計畫即寫第 1 年到現在所有成果之 outcome)。

柒、與相關計畫之配合

- 一、「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫主要為開發國際輻災時的大氣擴散評估、放射性核種分析及健全民眾防護措施，目前已納入行政院國家災害防救科技中心列管計畫，每季如期在行政院國家災害防救科技中心網站陳報執行成果。
- 二、「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫因以其他基礎設施與核電廠之互依性為探討主題，將會儘量參考或引用國內已完成或進行中之各項與基礎設施安全、災害防治、天災風險等有關的部會署計畫成果。

捌、後續工作構想之重點

- 一、在鄰近地區事故長程污染擴散評估技術與程序研究建立方面，將利用地理資訊系統整合大氣汙染擴散結果以及人群分布關係，進而評估國民個人可能接受之劑量及事件造成之集體劑量，以做為決策者與民眾溝通及應變程序研擬基礎。
- 二、在關鍵農產品標準參考試樣製作技術研究方面，將參加 IAEA 或國家級主辦之環境或農產品試樣放射性核種比對分析，另研製關鍵農產品(如稻米)標準放射性參考試樣，應用於大容量農產品放射性分析。
- 三、在國際輻災我國民眾防護策略與基準之分析與研擬方面，將依據國際間輻射防護標準與規範，提出民眾與工作人員輻射異常事件之劑量標準，確保輻射安全。
- 四、本所與義大利米蘭科技大學合作電網脆弱度分析方法建立，並以我國電網(僅含發電廠與超高壓變電站)的網絡架構為例，此階段已完成拓樸特性分析，後續階段將繼續朝動態分析進行研究。
- 五、與台電公司洽商，並取得較大範圍的電網資訊，下階段將以此範圍的電網為案例，測試本計畫所開發的網絡分析方法論。

玖、檢討與展望

- 一、本計畫依據已建立的技術，進行國際間發生輻射災害與核子事故時，國內的緊急應變與民眾防護措施，進行研究開發新技術。從日本福島核子事故政府與民眾的處置與應變經驗，未來將有許多的技術有待開發，如人員輻射防護、環境污染偵測、復原技術以及社會影響因素等，尚須與國內產官學共同合作，以消弭民眾對核能電廠不安的疑慮。
- 二、為克服本所 PRA 技術應用於基礎設施互依性分析的不足，透過學術合作，初次針對基礎設施互依性投入研究，先從核設施著手，探討其與基礎設施功能之間的互動作用，現階段先以電力網絡基礎設施為案例，期望能透過國內與國外單位的學術合作，開發較新的分析方法論。此計畫第一年度已引進網絡拓撲特性分析方法，並以 Repast 程式開發基礎設施模型，建立初步建模能力，也針對代理人基與系統動力學等方法與國內學術單位合作；另並針對核一、二、三廠廠外水災風險進行檢討，瞭解廠外水災造成廠區全黑的可能效應，未來將再嘗試應用於其他基礎設施或其他情境，目標是希望拓展本所在定量風險評估的應用範圍及建立必要的能量。

填表人：張栢菁 聯絡電話：03-4711400 分機 7600 傳真電話：03/4711171

E-mail：bjchang@iner.gov.tw

主管簽名：邱太銘

附錄一、佐證資料表

(請選擇合適之佐證資料表填寫，超過 1 筆請自行插入列繼續填寫，未使用之指標資料表請刪除)

計畫名稱：核設施放射性災害應變與複合式災害互依性分析技術建立

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別	引用 情形	獲獎 情形	論文出處
Web GIS 於輻射緊急應變之應用	盧仲信		d	Y1	N	1365-8816, INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SCIENCE
核一二三廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃	汪子文	2011	b	Y1	N	台電工程月刊 756 卷，756 期，13-16 頁
核一、二、三廠緊急應變計畫區檢討修正	汪子文	2011	b	Y1	N	台電工程月刊 757 卷，757 期，10-22 頁

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書；引用情形分成 Y1 被論文引用、Y2 被專利引用、N 否；獲獎情形分成 Y 有獲獎、N 否；論文出處列出期刊名稱，卷期，頁(如科學發展月刊，409 期，頁 6-15)

【AA 決策依據表】

名稱	內容	類別	是否被採納
核一、二三廠緊急應變計畫區範圍評估	由目前 5 公里擴增為 8 公里	b 政策建議報告	b 部會署級採納、

註：類別分成 a 新建或整合流程、b 政策建議報告；是否被採納分成 a 院級採納、b 部會署級採納、c 單位內採納、d 存參

【B 研究團隊表】

團隊名稱	團隊所屬機構	團隊性質	成立時間 (西元年)
定量風險管理與評估研究團隊。	核研所核工組	機構內跨領域合作	2011
輻射劑量評估團隊。	核研所保物組	機構內跨領域合作	2011

註：團隊性質分成 a 機構內跨領域合作、b 跨機構合作、c 跨國合作、d 研究中心、e 實驗室

【C 培育人才表】

姓名	學歷	機構名稱	指導教授
劉治宏	b	政治大學資訊科學研究所	李 蔡 彥

林志忠	b	政治大學資訊科學研究所	李 蔡 彥
謝佳宏	a	陽明醫學工程研究所	蕭 又 新
劉彥宏	b	政治大學應用物理研究所	蕭 又 新

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
國際輻射災害應變技術長程擴散模式研究	徐清鈺	2011.10.20.	INER-8652R
第 56 屆美國保健物理學會年會公差報告	李繡偉	2011.08.01	INER-F0477
赴大陸參加海峽兩岸核電廠應急管理與技術研討會	武及蘭	2011.07.15	INER-F0475
核子事故的經濟影響分析	汪子文	2011.03.08	INER-8011
核一、二、三廠廠外水災風險檢討	黃佳慧	2011.10.14	
基礎設施互依性分析方法論探討	林家德	2011.09.08	INER-8535
輻射的健康效應與輻射或核子事故緊急應變準則	汪子文	2011 年 12 月申請 審核中	

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
2011 年海峽兩岸核應急管理與技術研討會	c	100/06/15~100/06/18	中國核能行業協會，財團法人科技協會 / 江蘇城市應急協會

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間 (YYYY/MM)
具有通風透氣功能之防護衣	發明	中華民國	100137012 (申請案號)	蔡源順 李繡偉	核研所	
具有通風透氣功能之防護衣	發明	美國	申請中	蔡源順 李繡偉	核研所	

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

【H 技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
RePAST 使用手冊	李枋旭	2011.09.13	INER-OM-1682
參加九十九年環境試樣放射性核種分析能力試驗報告	彭恩琪	2011.06.21	INER-8310
參加輻射偵測中心九十九年環境試樣放射性核種分析比較實驗報告	李繡偉	2011.06.02	INER-8208
利用 ANISN 程式之中子伴隨遷移模式計算內含氦 3 偵檢器之波那氏球組的能量響應函數	楊雍穆	2011.01.26	INER-7952

【I 技術活動表】

技術論文名稱	研討會名稱	性質	舉辦(起-迄)日期 (YYYY/MM/DD)	主/協辦單位
參加輻射偵測中心九十九年環境試樣放射性核種分析比較實驗報告	99 年度環境試樣放射性核種分析比較試驗	a	2010.12.16	輻射偵測中心
參加九十九年環境試樣放射性核種分析能力試驗報告	2010 游離輻射量測能力試驗研討會	a	2010.10.20	核能研究所

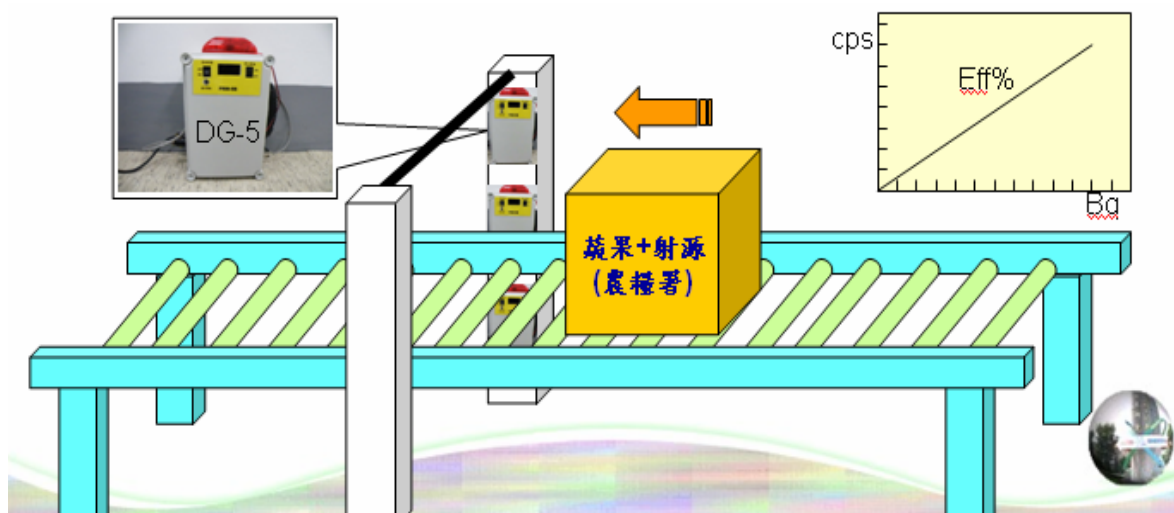
註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度
內政部		2 人	100 年

附錄二、佐證圖表（請貼佐證圖表）

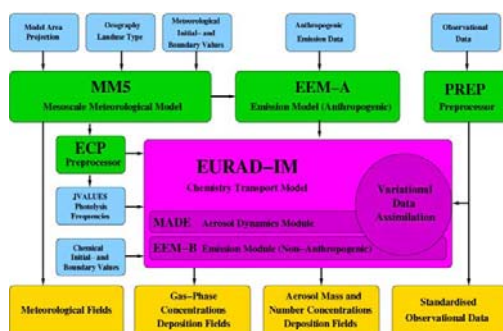
「國際輻射災害應變技術開發研究」計畫



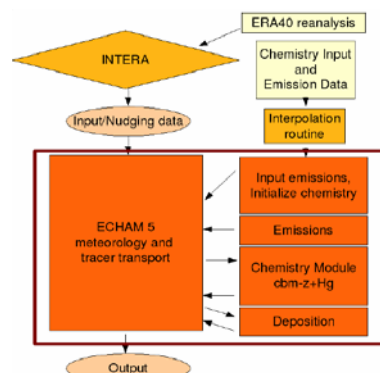
多部 DG-5 輻射劑量率偵檢器偵測大型物件示意圖



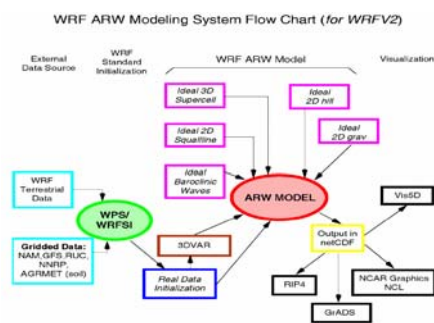
2011 年海峽兩岸核应急管理與技術研討會



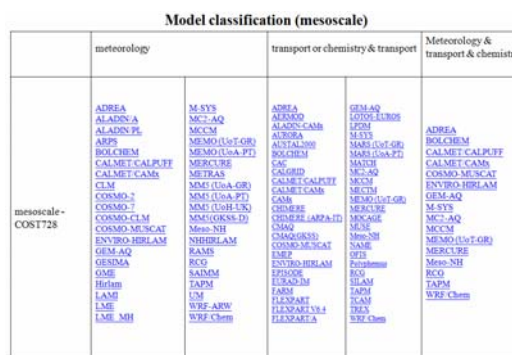
EURAD-IM模式系統架構流程圖



ECHMERIT模式系統架構圖



WRF ARW模擬系統的模擬流程示意圖



COST編列匯整之中尺度模式

核子或輻射事故緊急應變與防護行動干預基準表

編號	干預基準值	應變行動
II-1	距地表面 1m處劑量率 1,000μSv/h 表面污染量測 ^e 總貝他 活度 2,000cps 表面污染量測 ^f 總阿伐 活度 50cps	-立即疏散人員或掩蔽 ^a 。 -疏散人員進行除污 ^b 。 -避免不正當的飲食 ^c 。 -禁止食用當地產物 ^d 、雨水、牛羊奶。 -登記疏散人員及提供健康檢查。 -如射源 1m 處劑量率大於或等於 1,000μSv/h 時，人員立即做健康檢查。
II-2	距地表面 1m 處劑量率 100μSv/h 表面污染量測總貝他 活度 200cps 表面污染量測總阿伐 活度 10cps	-暫停食用當地產物、雨水牛羊奶，取樣 分析是否符合 II-5 與 II-6 標準。 -暫時離開目前的生活區；注意飲食 ^c ；登 記污染區人數與執行劑量評估及提供健 康檢查。 -如處理射源 1m處 ^e 劑量率大於或等於 100μSv/h時，人員立即做健康檢查。
II-3	距地表面 1m處劑量率	-暫停消耗非基本當地產物 ^g 、雨水、奶 ^h ，

	1μSv/h 表面污染量測 ^{f,i} 總貝他 活度 20cps 表面污染量測 ^{f,i} 總阿伐 活度 2cps	並取樣分析是否符合 IL-5 與 IL-6 標準。 -擴大取樣距離。 -發現分裂產物外釋 ^j ，發放碘片 ^k 阻斷放射性碘同位素的吸收。 -執行劑量評估。
IL-4	距皮膚 10cm 處劑量率 1μSv/h 皮膚表面污染量測 ^f 總貝他 活度 1,000cps 皮膚表面污染量測 ^f 總阿伐 活度 50cps	-提供皮膚除污 ^b 與正確飲食 ^c 。 -登記與提供醫療照護。
IL-5	食物、牛羊奶、水 (1)總貝他活度 100Bq/kg 或(2)總阿伐活度 5Bq/kg	-大於 IL-5，利用 IL-6 評估。 -低於 IL-5 可安全食用。
IL-6	食物、牛羊奶、水 H-3：2×10 ³ Bq/kg Fe-59：9×10 ³ Bq/kg Co-60：8×10 ² Bq/kg Sr-89：6×10 ³ Bq/kg Sr-90：2×10 ² Bq/kg I-131：3×10 ³ Bq/kg Cs-134：1×10 ³ Bq/kg Cs-137：2×10 ³ Bq/kg	-大於IL-6，不可食用。 -低於IL-6，可限制消耗量。

^a 掩蔽是指進入封閉式的大型或石磚結構的建築物，並盡量勿靠近牆壁或窗戶。

^b 如不方便立即除去污染物，可先更換衣物儘速前往適當地點淋浴。

^c 勸導疏散人員暫時勿飲水、吸煙及手部勿接觸口鼻。

^d 在開擴地形當地生長作物如蔬菜較可能受到外釋放射性核種的直接污染。

^e 此外劑量率僅適用於密封危險射源。

^f 要使用性能良好的污染偵測儀器。

^g 限制可能造成嚴重健康效應作物的消耗量，或以外地的食物取代。

^h 用IL-3 干預基準的標準篩選牛羊奶。

ⁱ 經由雨水沈積氫的子核種可能造成高於4 倍以上的背景劑量率，雨停後需數小時才會降至平常的背景值。核子或輻射事故在有雨的情況，劑量評估時應排除氫氣子核種的貢獻度。

^j 核子事故若有分裂產物外釋，同時含有大量的放射性碘同位素。

^k 分發或服用碘片僅需數天時間即可有效降低甲狀腺劑量。

(資料來源：IAEA Safety Standards, Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, GSG-2, 2011.)

「核設施與其他基礎設施互依性分析方法論研究」計畫

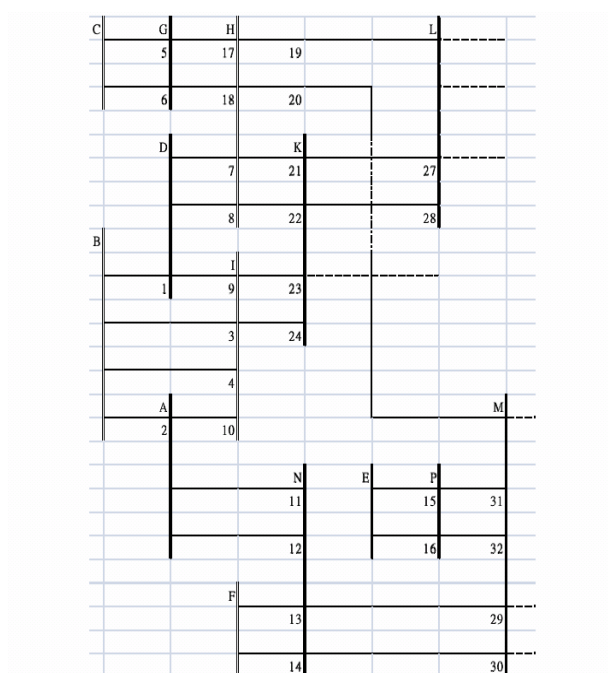


Figure 1. Technical scheme of the considered portion of the Taiwanese 345 kV power transmission network.

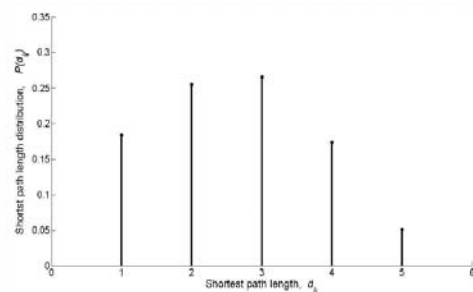


Figure 3. Shortest path length distribution for the portion of the Taiwanese 345 kV electric power transmission network.

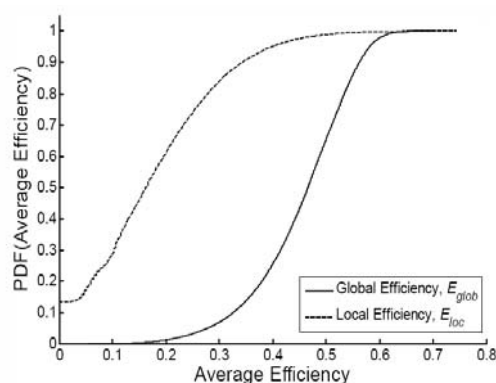
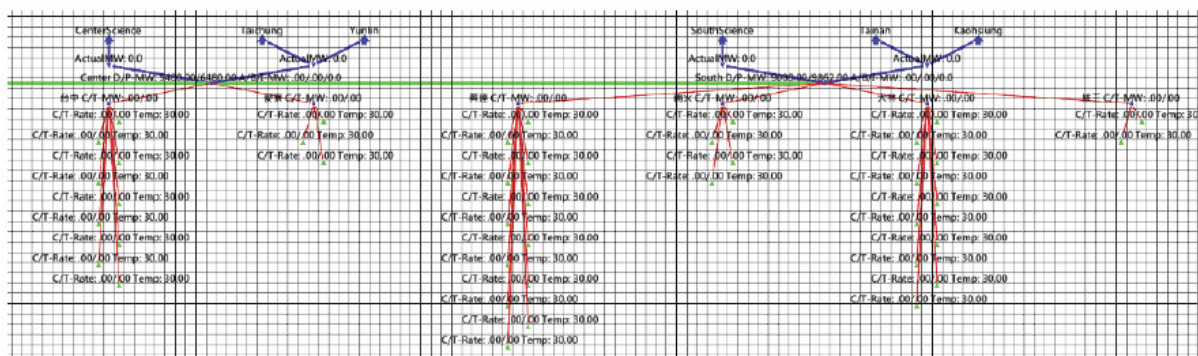
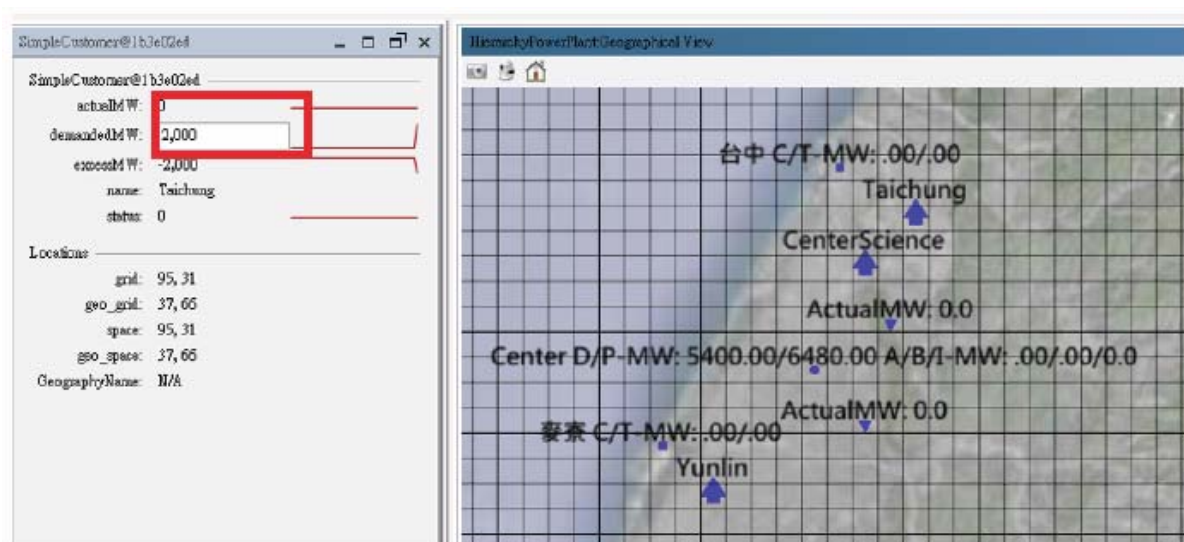


Figure 6. Distribution function for $E_{glob}(ER)$ (solid line) and $E_{loc}(ER)$ (dashed line), i.e. the average global and local connectivity efficiencies of the 50000 computer-generated random graphs with $N=14$ and $K=18$.

台灣北部輸電電網網絡分析圖：連結架構(左)、
最短路徑長度分佈(右上)、全網與局部連結效率分佈(右下)



電力系統架構圖顯示模式



Repast 程式環境下動態改變代理人介面

附錄三、100 年度期中審查意見回覆辦理情形

核能研究所 100 年度科技計畫(期中)成果效益報告審查委員意見及回覆表

計畫名稱：核設施放射性災害應變與複合式災害互依性分析技術建立	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 覆 說 明
1. 全程目標中，建立與精進鄰近地區核子事故影響所需之偵測與評估能力，此為重要的工作項目，建議加強與區域鄰國之技術合作。	1. 本計畫今年參加 2011 年海峽兩岸核應急管理與技術研討會，初步已與大陸建立核子事故相互通報及提升環境輻射偵測與劑量評估技術之共識，未來將與區域鄰國建立相關的技術合作關係。
2. 今年度 2 分項計畫之工作項各 3 項(報告 p7)，建議計畫在報告 p6(工作進度)逐項說明各項工作的執行達成情形。同時將佐證資料(圖或表置於 p28(附錄二))。	2. 依委員意見在報告 p6(工作進度)逐項說明 P7 各項工作的執行達成情形。並參加 2011 年海峽兩岸核應急管理與技術研討會，佐證資料視 P22(附錄一) 及補充於成果效益報告內)。
3. P7 鄰近地區事故長程污染擴散偵測技術與評估程序研究建立，建議說明待建立之偵測技術與評估能力，繼之談實施步驟與研究方法會較具體。	3. 依委員意見，說明本計畫鄰近地區事故長程污染擴散偵測技術與評估程序研究建立，在於建立大氣擴散評估技術、劑量評估模式及大容量物品放射性核種偵測技術，視 P7。
4. P15 績效指標項目出及產出、效益及重大突破；建議依計畫書承諾項目填寫，其餘無關項目則刪除。	4. 依委員意見依計畫書修訂效益及重大突破，視 P15~16。
5. P19 技術創新方面，目前計畫尚無專利申請，建議說明半年來本計畫已建立或建置中之創新技術。	5. 本計畫半年來已建立大容量物件輻射劑量率偵測系統，未來規劃建立核子事故緊急應變民眾防護措施管理系統，將有成果產出。
6. 整體而言，此報告所呈現的執行進度或成果稍嫌薄弱，建議期末報告能予以加強。	6. 本計畫前半年主要在建立相關的技術與方法與購置相關設備，期末將會有更明確的成果產出。

附錄四、100 年度期末審查意見回覆

核能研究所 100 年度科技計畫期末成果效益報告審查委員意見及回覆表

計畫名稱：核設施放射性災害應變與複合式災害互依性分析技術建立	
審查委員：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 覆 說 明
1. 建議在 p1 科技施政重點架構圖中於策略績效目標中補充今年年度目標，以及在績效衡量指標中補充質化績效指標。	感謝委員意見，已依 100 年度細部計畫書述明績效衡量指標中補充質化績效指標。
2. 本計畫的執行成果相信對國內核設施複合式災害的應變有極大幫助，建議於報告內補充說明本計畫研究了哪些複合式災害。另外亦請於報告內補充兩分項計畫 3 年之 roadmap。	本計畫屬於基礎研究，目前並未針對特定的複合式災害，而是從效應角度，針對複合式災害的影響在規模與複雜程度均較高的特性，進行瞭解與研究，例如輻災、電網失序、大範圍區域的災損等，先尋求建立方法論與分析模擬能力，再選擇分析案例。已補充相關 roadmap，視 P5~6。
3. 建議加強計畫執行成效之說明，請於 p5 執行情形欄中，補充工作內容及其能發揮的功能。(此項目為執行報告之重點項目，僅寫完成的報告名稱，說服力不足)。	已依據查核點的目標說明執行績效，視 P7~9。
4. P12(第伍項)與 p15(第陸項)的內容完全一樣，請修正。建議就各項目標提之要求，補充適當內容。	已根據各項目標說明建立的技術與後續影響，視 P14(第伍項)與 p18(第陸項)。
5. 請於 p18 檢討與展望中，檢討計畫執行 1 年之後，核研所對強化國內核能安全增加了哪些具體的能力。	已補充說明強化國內核能安全所增加的具體能力，視 P21。
6. P22 請補充其他佐證圖表，說明今年所建立了一些量測技術與評估能力。	感謝委員意見，已增補相關的佐證圖表，視 P25~29。