

106 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：輻射災害防救與應變技術之研究發展(2/4)

執行期間：

全程：自 105 年 1 月 1 日 至 108 年 12 月 31 日止

本期：自 106 年 1 月 1 日 至 106 年 12 月 31 日止

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：行政院原子能委員會

行政院原子能委員會輻射偵測中心

瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司

中華警政研究學會

中華民國 107 年 2 月 22 日

目 錄

【106 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	ii
【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】	v
【106 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】	viii
第一部分	1
壹、 目標與架構	2
一、 目標與效益	2
(一) 目標	2
(二) 效益	6
二、 架構	7
三、 實際達成與原預期目標之差異說明	9
貳、 主要內容	10
一、 執行內容	10
二、 遭遇困難與因應對策	12
三、 實際執行與原規劃差異說明	12
參、 經費與人力執行情形	13
一、 經費執行情形	13
(一) 經資門經費表 (E005)	13
(二) 經費支用說明	14
(三) 經費實際支用與原規劃差異說明	15
二、 計畫人力運用情形	16
(一) 計畫人力結構 (E004)	16
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明	16
肆、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)	17
第二部分	22
壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)	23
一、 學術成就(科技基礎研究)	23
二、 技術創新(科技技術創新)	25
三、 經濟效益(經濟產業促進)	25
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)	25
五、 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)	26
貳、 跨部會協調或與相關計畫之配合	27
參、 檢討與展望	27
附表、佐證資料表	29

【106 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	106-2001-02-05-02					
計畫名稱	輻射災害防救與應變技術之研究發展(2/4)					
主管機關	行政院原子能委員會					
執行單位	行政院原子能委員會核能技術處					
計畫主持人	姓名	廖家群	職稱	處長		
	服務機關	行政院原子能委員會核能技術處				
計畫類別	新興一般計畫					
計畫群組及比重	環境科技 100%					
執行期間	106 年 1 月 1 日 至 106 年 12 月 31 日					
全程期間	105 年 1 月 1 日 至 108 年 12 月 31 日					
資源投入 (以前年度 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)		
	105	11,672		6		
	106	11,315		6		
	107	14,503		6		
	108	17,000		8		
	合計	54,490		26		
	106 年度	經費項目		預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
		經常門	人事費	0	0	0
			材料費	0	0	0
			其他經常支出	7,315	6,928	94.7
			小計	7,315	6,928	94.7
		資本門	土地建築	0	0	0
			儀器設備	4,000	3,952	98.8
			其他資本支出	0	0	
			小計	4,000	3,952	98.8
		經費合計		11,315	10,880	96.2
本計畫在機關 施政項目之定 位及功能	本計畫係屬災害防救相關之基礎研究，其核心價值為維護及確保社會安全，降低災害對社會的整體影響。行政院原子能委員會是核能管制及輻射安全的主管機關，緊急應變是核能安全深度防禦的最後一道防線，透過「輻射災害鑑識分析能力建立」及「輻射災害防救實務調查與減災對策研究」，強化我國在輻射災害應變的能力					

	與能量。
計畫重點描述	一、輻射災害鑑識分析能力建立： 1. 完成備援實驗室空間規劃與設置。 2. 購置純鍍半導體偵檢器（HpGe）加馬能譜分析系統等相關設備並建立設備操作程序書。 3. 依據我國測試實驗室認證制度辦理認證實驗室申請先期工作，包括完成實驗室認證準備作業相關文件，並向財團法人全國認證基金會（TAF）提出游離輻射領域測試實驗室認證申請。 4. 辦理相關教育訓練及儀器操作實務訓練，培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員。 5. 參與輻射偵測中心舉辦之國內環境試樣放射性分析比較實驗，驗證備援實驗室技術人員的放射性分析能力與品質。 二、輻射災害防救與應變相關技術研究： 1. 研析國際輻射災害中後期民眾防護措施採行基準，並蒐集國際有關輻射災害後復原案例與實務，及應採行之復原行動、程序或對策。 2. 蒐集、翻譯及研析國際原子能總署及歐美日等國家核設施保安相關法規，並分析比較我國及渠等國家核子保安實務作法。 3. 辦理 4 場次地方政府輻射災害防救講習及 1 場次核子保安風險管理與危機處置研習會。 4. 出版《輻射災害第一線應變人員手冊》。 5. 完成 2 項技術導則之研究建議：「輻災復原時期民眾返鄉作業導則」、「核電廠行動裝置之資安防護實務作法」。
計畫效益與重大突破	一、輻射災害鑑識分析能力建立： 1. 鑑於國內核輻射度量實驗室能量不足且多位於北部，本計畫分四年期於南部新增設置放射性分析實驗室，除有助於強化國內的放射性分析能量，補強南部地區處理輻射污染事故與災害應變之能力，並可達平衡南北資源，提升我國整體輻射檢測與分析緊急應變能量。 2. 透過與南部大專院校合作的方式，訓練相關人員與年輕學生的參與，可培育輻射度量及檢測技術開發人才以有效帶動輻射檢測技術發展及經驗傳承，亦可儲備災時技術支援分析之人力。 3. 備援實驗室平時可協助協助主管機關進行國內部分地區食品輻射市場調查作業，以評估國民劑量；災時則支援緊急事故任務，增進民眾對政府在輻災應變上之信心。 二、輻射災害防救與應變相關技術研究：

	針對輻災防救與緊急應變、核子保安相關作業，透過出版手冊、製作教材、辦理講習訓練、提出導則研究建議，有助於： 1. 協助地方政府建構輻災應變基本知能，包括：(1)加強第一線應變人員輻射防護要領、基礎輻射偵測技能與即時辨識輻災屬性之能力；(2)瞭解輻災應變機制與防救措施；(3)熟稔相關作業程序以維護自身安全。 2. 研訂與國際接軌，又符合我國國情之我國核子反應器設施核子保安作業相關要點及規範或導則，完成制度建立之深耕工作。 3. 提升我國整體輻災防救能量，強化輻災應變與整備技術，減少輻射災害對社會與環境之衝擊，保障人民生命及財產安全。			
遭遇困難與因應對策	無遭遇困難或落後			
後續精進措施	本計畫各項年度量化目標均已達到，且整體預算執行率為 96.2%，成效良好。未來仍將依原訂規劃，持續辦理後續計畫之執行與追蹤考核工作，俾利本計畫順利執行。			
計畫連絡人	姓名	王清鍾	職稱	技正
	服務機關	行政院原子能委員會核能技術處		
	電話	02-2232-2100	電子郵件	ccwang@aec.gov.tw

【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】

年度	階段性目標達成情形 (每年度以 300 字為限)	重要成果摘要說明 (每年度以 600 字為限，過程性結果請免列)
105	1. 完成輻射災害偵測分析備援實驗室先期作業。 2. 蒐集國際輻射災害初期民眾防護措施，建立全國分區輻射災害支援機制；研析國際核子保安管制實務與法規研訂網路安全規範。	本計畫為 105 年至 108 年之中程計畫，總目標為提昇輻災緊急應變與整備相關技術研發及應變作業效能，包含「輻射災害鑑識分析能力建立」及「輻射災害防救與應變相關技術研究」二個分項工作；105 年分別在輻射災害鑑識分析能力、核子保安風險管理及輻災防救實務等領域培養 3 個合作團隊。 「輻射災害鑑識分析能力建立」部分，共計完成 1 間備援實驗室軟硬體之初步建置工作，相關成果並彙整成 1 篇技術報告（輻射災害放射性分析備援實驗室建置案）和 1 篇學術論文（105 年台灣地區日本食品中放射性檢測調查）；「輻射災害防救與應變相關技術研究」部分，除建立全國分區輻射災害應變技術隊之支援機制外，共計辦理 5 場次輻射災害應變作業講習及 1 場輻射犯罪現場鑑識研習會，並完成相關專業教材之製作，共計 377 名輻射應變相關人員參與訓練，另也完成 2 項技術導則（輻射災害第一線應變人員行動手冊初稿、核子反應器設施核子保安作業要點草案）及研究報告 2 篇（核子保安風險管理與危機處置之研究、輻災防救實務調查與減災對策研究），階段性目標及量化目標均達成。
106	1. 完成建置輻射災害放射性分析備援實驗室作業，並規劃	本計畫 106 年持續辦理二個分項工作如下： 「輻射災害鑑識分析能力建立」部

	進行品質稽核作業。 2. 研析國際輻射災害中、後期民眾防護措施採行基準，推動輻射災害風險管理溝通協調平台；完成我國核設施網路安全作業規範之研究建議。	分，於國立屏東科技大學完成 1 間備援實驗室空間建置工作、擴充其分析技術能力、完成實驗室認證相關文件，並向財團法人全國認證基金會(TAF)提出游離輻射領域測試實驗室認證申請。相關成果彙整成 1 篇技術報告(輻射災害鑑識分析能力建立)和 3 篇研討會論文(屏科大備援實驗室團隊參加「2017 第十二屆屏東科技大學暨北京科技大學學術研討會」宣讀論文《屏科大放射性核種分析實驗室在環境試樣檢測之應用及發展》1 篇及本會輻射偵測中心參加「2017 年(第 31 屆)環境分析化學研討會」發表《台灣沿岸海水銫-137 分析方法探討研究》與《台灣北部環境土壤中銻來源鑑別分析研究》壁報論文 2 篇)。 「輻射災害防救與應變相關技術研究」部分，持續精進全國分區輻射災害應變技術隊之支援機制，並協助臺北市政府執行 2017 世大運期間輻射偵檢與應變任務，辦理 4 場次地方政府輻射災害應變作業講習及 1 場次核子保安風險管理與危機處置研習會，並完成相關專業教材之製作，共計 346 名輻射應變相關人員參與訓練。另外，出版輻射災害第一線應變人員手冊、完成 2 項技術導則之研究建議(輻災復原時期民眾返鄉作業導則、核電廠行動裝置之資安防護實務作法)及 2 篇研究報告(輻災防救實務調查與減災對策研究、核子保安風險管理與危機處置精進研究)，年度工作目標及績效指標均已達成。
--	--	---

107		
108		

【106 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

計畫名稱：輻射災害防救與應變技術之研究發展(2/4)

績效自評審查委員：陳建源、李境和、尹學禮、陳渙東、邱志宏、董傳中

序號	審查意見	回復說明
壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(自評評分：<u>8.8</u>) 9-10 分：超越計畫原訂目標，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。 8 分：達成計畫原訂目標，且已就遭遇困難提出可行之因應對策。 7 分：大致達成原訂目標，且就遭遇困難所提因應對策尚屬可行。 1-6 分：執行內容與原規劃未符，或未達成原訂目標，或仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。		
1-1	本計畫以兩個分項工作計畫執行，其執行進度與預期進度相符合，兩分項計畫均達到原訂目標，並有具體成果。	謝謝委員肯定。
1-2	本計畫達成 106 年度之兩項工作目標：輻射災害鑑識分析能力建立、輻射災害防救與應變相關技術研究，符合預期成果。	謝謝委員肯定。
1-3	各項年度量目標均完成並符合規劃。已於國立屏東科技大學完成備援實驗室空間建置，並提出游離輻射領域測試實驗室認證申請。除持續精進全國輻射災害應變技術隊之支援機制，並成功執行 2017 世大運期間輻射偵檢與應變任務，成效良好。	謝謝委員肯定。
1-4	輻射災害鑑識分析能力建立方面，完成南部備援實驗室設置、完成備援實驗室認證相關申請文件，符合原訂目標，未遭遇困難。	謝謝委員肯定。
1-5	輻射災害防救與應變相關技術	謝謝委員肯定。

	研究方面，完成「輻災復原時期民眾返鄉作業導則」、出版輻射災害第一線應變人員手冊、辦理 4 場次地方政府輻射災害防救講習、完成「核電廠行動裝置之資安防護實務作法」、辦理 1 場次核子保安風險管理與危機處置研習會，超越原訂目標，未遭遇困難。	
1-6	本計畫超越原來訂的目標值，計畫進行中所發生的困難已提出有效的因應對策；此外，屏科大依計畫所執行的建置「輻射災害備援實驗室」，除 106 年順利完成外，相關配置之設備及軟體也能順利操作。	謝謝委員肯定。
1-7	本計畫係屬災害防救相關之基礎研究，目標為確保社會安全，降低災害對社會和環境的整體影響。原能會是原子能安全的主管機關，緊急應變是核安深度防禦的最後一道防線，現階段係透過「輻射災害鑑識分析能力建立」及「輻射災害防救實務調查與減災對策研究」，強化我國在輻射災害應變的能力與能量，計畫實際執行與原計畫目標大致相符合。	謝謝委員肯定。
1-8	「瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司」及「中華警政研究學會」，在佐證資料表內雖有研究報告，惟應於報告主內容內略加說明其工作與成果。	謝謝委員指正。 此 2 份研究報告已於補述於報告主內容中，請參閱報告中第 11、12 頁說明。

貳、計畫經費及人力運用之妥適度(自評評分： 8.8)

9-10 分：與原規劃一致。

7-8 分：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。

1-6 分：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。

2-1	輻射災害鑑識分析能力建立之實際支用經費，執行率達 99.0%；輻射災害防救與應變相關技術研究之實際支用經費，執行率達 92.6%。 此外，本計畫經費之經常門(人事費 0 元、材料費 0 元。其他經常支出，預算數 7,315 千元、實支數 6,928 千元)執行率為 94.7%；資本門(土地建築 0 元、儀器設備費預算數 4,000 千元、決算數 3,952 千元、其他資本支出 0 元)執行率為 98.8%，整體執行率為 96.2%，約與原規劃一致。	謝謝委員肯定。
2-2	雖因應組織調整主持人更換，人力投入部分雖稍有調整，但大致符合預期規劃的 6 人年。	謝謝委員肯定。

**參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度
(自評評分： 9)**

9-10 分：所達成量化指標或質化效益超越原計畫預期效益。

8 分：所達成量化指標及質化效益與原計畫預期效益相符

7 分：大致達成原計畫預期效益。

1-6 分：未達成計畫原計畫預期效益。

3-1	本計畫之量化成果有超出預期計畫，質化效益方面並無重大突破技術，社會貢獻度尚可。	感謝委員指正。 本計畫旨在提升我國輻射災害防救相關技術研發能力及應變整備相關作業效能，降低輻災對社會的整體影響，確保民眾安全。106 年度已如期完成年度目標及各項
-----	---	--

		量化指標，其中有關技術開發部分，輻射偵測中心將持續進行。此外，輻射災害防救與應變相關技術研究分項計畫，規劃開發建置輻災應變資料庫，精進相關教育訓練課程，有助於地方政府精進相關輻災應變作業程序，提升地方處理輻災之應變能力與整備能量。本計畫未來將持續開發輻射檢測及輻災應變與整備技術，除達成各項量化指標，亦會持續精進計畫質化效益。
3-2	1. 本計畫所訂定之各項績效指標，均超過原訂目標值，說明如下： (1) 完成研討會論文 3 篇(原訂 0)、合作團隊養成 5 種(原訂 1) (2) 培育人才 3 名(原訂 0) (3) 研究報告 2 篇(原訂 1) (4) 辦理學術活動 6 場(原訂 0) (5) 形成課程/教材/手冊 4 件(原訂 0) (6) 技術報告 1 篇(原訂 1) (7) 參與技術活動 2 場(原訂 0) 2. 惟原訂計畫與同等經費計畫規模相較其計畫目標 KPI 有明顯偏低現象，因而本計畫之研究產出均已達成，但其數量尚稱良好。	謝謝委員意見。 有關績效指標之訂定是參考歷年來之績效並配合當年工作內容擬訂。未來分年計畫執行時，將參考上年度執行成果及委員意見酌修年度績效指標及目標值。
3-3	本計畫對輻射災害防救，貢獻良多，說明如下： 1. 建立 4 個專業研究團隊，有	謝謝委員肯定。

	助於強化國內自主輻災防救應變能力與技術。 2. 於南部地區建置 1 間放射性分析援實驗室，有助補強南部地區輻射檢測能量。辦理多場專業訓練與研討會，培養輻射災害防救應變與核子保安風險管理專業人才。 3. 將輻射基礎教育導入國立屏東科技大學學程，讓學生瞭解輻射的基本原理。出版「輻射災害第一線應變人員手冊」，有助於第一線應變人員順利執行輻射災害應變行動，且維護自身安全，亦有助於地方政府建構輻災應變基本知能。	
3-4	建立各專業研究團隊，促進輻災防救及核子保安風險管理。建置放射性分析備援實驗室，提升輻射污染事故的分析能量。完成多項之研究報告與研討會論文，並出版第一線應變人員手冊。此計畫能有效強化我國輻射災害整體防救能力，並增進民眾對輻射應用之信心。成果豐碩並具實用價值。	謝謝委員肯定。
3-5	台灣沿岸海水銻-137 分析方法探討研究、培養輻射災害防救應變與核子保安風險管理專業人才、與國立屏東科技大學合作將輻射基礎教育導入學程中開設「輻射與安全」通識課程建立輻射防護基本觀念、出版輻	謝謝委員肯定。

	射災害第一線應變人員手冊、輻射災害放射性分析備援實驗室建置、輻射災害鑑識分析能力建立等，尤其備援實驗室未來通過 TAF 實驗室認證後，亦可參與協助國內食品與環境樣品之輻射檢測工作。	
3-6	完成輻災復原時期民眾返鄉作業導則之研究建議、核子反應器設施核子保安作業要點及核電廠行動裝置之資安防護實務作法之研究建議等均值得高度肯定。	謝謝委員肯定。
3-7	本計畫之核心價值為維護及確保社會安全，降低災害對社會的整體影響。透過執行本計畫，得以強化我國在輻射災害應變的能力與能量；此外，本計畫順利達成年度工作目標及績效指標。	謝謝委員肯定。
3-8	106 年本計畫旨在提升輻射災害緊急應變及整備相關技術能量及應變作業效能，執行內容攸關國家政策方向及民眾對輻射安全及緊急應變的關切焦點，與主管機關業務職掌有密切相關，有其必要性及迫切性。	謝謝委員肯定。
3-9	日本福島核電廠發生非常嚴重的核電事故後，「國內核能電廠之安全防護體制總檢討報告」第四章「我國輻射防護及緊急應變機制之檢討」內容包括 1. 「應變機制及法規」、2. 「檢討	謝謝委員肯定。

	與精進規畫...設置『專業放射性分析實驗室』進行分析」。 原子能委員會為核能管制及輻射安全的主管機關，緊急應變是核能安全深度防禦的最後一道防線，主要目的在保障民眾和環境的安全。	
3-10	本計畫有一小的報告缺失是建立研究團隊，原計畫書 KPI 原列三個團隊，但於成果報告中，卻列原 KPI 為 0，可能係打字錯誤造成。	感謝委員指正。績效報告中合作團隊養成原訂目標值應為 3(報告中誤植為 0)，已進行更正。

肆、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(自評評分：8.7)

10 分：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。

9-10 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。

7-8 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。

1-6 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。

4-1	1. 本計畫目前係獨立執行，無跨部會協調或與相關計畫之需求，透過計畫的執行，與「輻射偵測中心」、「國立屏東科技大學」、「瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司」及「中華警政研究學會」合作，共建立 4 個專業研究團隊，能互相作技術交流與整合，有效提升計畫之整體成效。 2. 惟本計畫內容係屬全國防災的重要一環，所擬定建議或程序與如何配合執行，均與其他單位息息相關，建議予以加強。	謝謝委員肯定與建議。 有關加強與其他單位配合執行本計畫擬定之建議或程序部分，目前本會已將輻射災害第一線應變人員手冊內容納入地方政府輻射災害防救講習課程中，協助地方政府建構輻災應變基本知能，包括加強第一線應變人員即時辨識輻災屬性之能力，瞭解輻災應變機制與防救措施，以及熟稔相關作業程序以維護自身安全。 除辦理講習訓練，本會亦配合行政院審查地方政府輻射災害防救計畫及進行業務訪評，健全地方政府輻災防救機制，並協助辦理輻災演練(如民安演習、災防演習等)，藉由共同參與演練以收相互
-----	--	---

		學習之效。 未來本會亦將持續加強與相關單位配合運用與執行計畫成果，以深耕地方輻災防救工作。
4-2	本計畫專業部分雖可獨立執行，然成果運用需要跨部會協調，可加強與部會之間的連繫。	謝謝委員建議。 有關計畫成果運用部分，目前本會已將相關成果，如輻射災害第一線應變人員手冊，分送予地方政府依循使用，並將手冊內容納入第一線應變人員訓練課程中講授，107 年度並將與行政院災害防救辦公室合作辦理輻災防救講習課程。除辦理訓練，本會另透過輔導與演練的機制，強化地方政府的輻射災害防救能量，包括配合行政院進行輻射災害防救計畫審查與業務訪評，並協助地方政府辦理輻射災害應變演習。另外，在食品輻射檢測部分，本會建置之備援實驗室在通過 TAF 認證後，可協助衛福部、農委會等部會及地方政府檢測各類食品、農漁畜產品的輻射含量。 未來在輻射災害防救上，本會將持續強化與相關部會及地方政府之間的聯繫，推廣應用計畫成果，使計畫成效更加擴展。
4-3	本計畫與國立屏東科技大學合作將輻射基礎教育導入學程中開設「輻射與安全」通識課程，及輻射災害放射性分析備援實驗室建置，雖校方可自行處理，但如透過與教育部協商，對該	謝謝委員建議，有關委員建議引入教育部能量一事，後續將納入計畫執行參考。

	備援實驗室後續維續經費的爭取將更有助益。	
4-4	我國目前面臨放射性分析能量不足，當國內發生各種輻射相關之複合性輻射污染災害時，尤其我國南部地區欠缺與輻射相關之實驗室，萬一發生核災或輻災，會出現遠水救不了近火的窘境，經過尋求、探訪，得知國立屏東科技大學，現有「災害防救科技研究中心」架構下，105 年也增設「輻射災害放射行分析備援實驗室」，協助政府相關政策推動。 「輻射災害放射性分析備援實驗室」項下，分項一「輻射災害鑑識分析能力建立」、分項二「研析國際輻射災害中、後期民眾防護措施採行基準推動輻射災害風險管理溝通協調平台；完成我國核設施網路安全作業規範。	謝謝委員肯定。
4-5	檢視屏科大 106 年計畫成果。 1. 完成「105、106 年度輻射災害放射性分析備援實驗室建置案」。 2. 辦理完成「購置 1 套純鍺偵檢器 ORTEC」。 3. 加馬能譜分析系統(GEM40-76-SMP)。 4. 指派「輻射災害放射性分析備援實驗室」未曾參與實務操作人員至『原能會南部輻	謝謝委員肯定。

	射偵測中心』學習加馬核種能譜分析系統、手提式輻射偵檢器之實務操作訓練。	
伍、後續工作構想及重點之妥適度(自評評分： 9) 9-10 分：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。 7-8 分：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。 1-6 分：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。		
5-1	兩個分項計畫，都有具體的後續工作構想與目標，且後續規劃工作具體可行，說明如下： 1. 分項計畫一為逐年建立備援實驗室，並通過能力認證。 2. 分項計畫為二持續從不同的可能性，加以研究預防。	謝謝委員肯定。
5-2	未來將持續提升現有放射化學分析實驗室，及南部備援實驗室的儀器設備能量，以及精進檢測方法與各項目之標準作業程序書（SOP）；另規劃對南部備援實驗室進行品質稽核作業，藉由預先評鑑對發現的缺失進行矯正改善，使實驗室符合各項認證規定，以順利通過 TAF 實驗室認證，成為具有專業性及公信力的輻射檢測單位，宜加速執行步調與時程，並訂定更具挑戰性 KPI 目標值。	謝謝委員建議。 南部備援實驗室取得 TAF 實驗室認證，成為具有專業性及公信力的輻射檢測單位，為本計畫重要目標之一。因此本計畫原規劃 107 年始辦理實驗室認證作業，為加速實驗室之建置作業，認證作業已提早於 106 年下半年開始辦理，並已於 106 年 11 月向 TAF 提出游離輻射測試領域實驗室認證申請，預計 107 年取得 TAF 認證，屆時可逐步將實驗室檢測能量導入我國輻射檢驗實務作業。 在相關 KPI 目標值之訂定上，考量備援實驗室尚在起步階段，為確保其檢測品質，已規劃備援實驗室積極參與國內外相關實驗室比對。爰此，未來將依委員建議，規劃增訂參與技術活動場次之目

		標值。
5-3	輻災防救實務調查與減災對策部分後續規劃，適宜且周全。	謝謝委員肯定。
5-4	計畫將提升放射化學分析實驗室及備援實驗室的儀器設備，並精進檢測方法與標準作業程序書。亦蒐集國際上有關核走私相關案例，並研析國際採行之防範對策，提出我國適宜的具體防範建議。相關規劃能有效提升國內之應變技術與能力，值得持續推動。	謝謝委員肯定。
5-5	本計畫已開發完成多項與輻射災害防救與應變技術相關之工作，並且獲致優良成果。後續規劃除了持續辦理相關工作外，應積極推廣計畫研究成果。	謝謝委員建議。 輻射災害防救與應變技術相關計畫研究成果目前已納入地方政府輻射災害防救講習課程中，例如輔以「輻射災害第一線應變人員手冊」協助地方政府建構輻災應變基本知能，以助地方政府第一線應變人員在救災同時可兼顧自身安全。另外，本會已建立地方與中央的聯合應變體系，協助地方政府進行輻射災害應變演練（如民安演習、災防演習等）並提供相關專業諮詢，在 2017 臺北世大運期間，亦協助臺北市政府執行輻射事件防範及偵檢作業，以維護觀眾及選手的安全。 本計畫後續也將積極推廣研究成果，已規劃於 108 年建置完成輻災應變資料庫，使相關機關與地方政府應變人員能透過線上自主學習，強化應變專業知能，並有助

		於地方政府精進輻災應變作業程序，而本計畫之研究成果將為資料庫建置之重要基石。
5-6	106 年 11 月 28 日已向 TAF 認證實驗室提出申請，參加 TAF 及 IAEA 能力試驗；此外，再辦理 1 套純鍺偵檢器、加馬能譜分析系統(HPGe)之採購，持續派員至輻射偵測中心接受純鍺偵檢器(HPGe)加馬能譜分析實做、儀器校正、品管分析作業訓練；並驗證備援實驗室的放射性分析能力(通過認證條件)及分析人員的分析品質。	謝謝委員肯定。
陸、總體績效評量暨綜合意見 (自評評分： <u>9</u>) 10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣		
6-1	106 年度執行進度符合規劃進度，兩個分項計畫，都能達到原訂目標，並有具體成果，且計畫之績效指標達成的數量，均超過原訂目標值，整體研究產出相當良好。	謝謝委員肯定。
6-2	本計畫之核心價值為維護及確保社會安全，降低災害對社會的整體影響。緊急應變是核能安全深度防禦的最後一道防線，積極進行輻射災害鑑識分析能力建立，並加強輻射災害防救實務調查與減災對策研究，強化我國在輻射災害應變的能力，此計畫之推行已具初步成效，相關成果在質與量的表現上，多優於預期規劃者，績	謝謝委員肯定。

	效優良。	
6-3	本計畫若順利完成，可補強南部地區輻射檢測能量，提升輻災時之檢測能力：建立 4 個專業研究團隊，有助於強化國內自主輻災防救應變能力與技術。	謝謝委員肯定。
6-4	對後續規劃亦屬完整，惟建議宜加速執行步調與時程，並宜於下年度訂定更具挑戰性 KPI 目標值。	謝謝委員肯定。 為加速南部備援實驗室建置作業，本計畫已提早於 106 年下半年辦理實驗室認證作業並向 TAF 提出游離輻射測試領域實驗室認證申請，預計 107 年取得 TAF 認證，屆時可逐步將實驗室檢測能量導入我國輻射檢驗實務作業。 在相關 KPI 目標值訂定上，考量備援實驗室尚在起步階段，為確保實驗室檢測品質，已規劃其積極參與國內外相關實驗室比對能力試驗。爰此，未來將依委員建議，規劃增訂參與技術活動場次之目標值。
6-5	建議未來宜持續提升現有放射化學分析實驗室及南部備援實驗室的儀器設備能量，以及精進檢測方法與各項目之標準作業程序書(SOP)。	謝謝委員建議。 本計畫將持續提升南部現有放射化學分析實驗室及備援實驗室的儀器設備能量，並精進檢測方法與各項目之標準作業程序書 (SOP)及培育輻射度量及檢測技術開發人才，以有效帶動輻射檢測技術發展及經驗傳承。

第一部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、目標與架構

一、目標與效益

(一) 目標

行政院原子能委員會是核能及輻射管制的主管機關，而災害防救和緊急應變是核能安全及輻射安全的最後一道管制防線，其目的在保障民眾和環境之安全。本計畫以「輻射災害鑑識分析能力建立」及「輻射災害防救與應變相關技術研究」2大項目分別進行，執行此項研究計畫，有助強化緊急應變之決策支援效能、精進相關支援系統。

核鑑識(nuclear forensics)在國際上已公認為核安全的貫徹措施中重要技術，其主要目的是運用各種分析技術鑑識放射性物質特徵，為核子事件溯源提供必要的科學依據，以迅速查明責任方，從而有效嚇阻惡意行為。核鑑識可運用在非法販運的放射性物質或輻災事件的調查中，針對取樣樣品進行特徵分析、資料詮釋和歸因溯源(nuclear attribution)；而在分析階段，樣品還須同時進行放射性物質與非放射性物質的特性分析；本計畫之核鑑識工作是以放射性物質分析技術發展為研發重點。

除此之外，大陸沿海區域核能電廠持續興建運轉，距離台灣雖然不算太近，然而由福島事件後的國際影響與反應程度可以推估，鄰近台灣的國家萬一發生重大核子事故或輻射污染事故，台灣社會也可能受到影響。在日本福島事故發生後，國內核能總體檢辦理成果報告針對緊急應變計畫有關輻射偵檢人力及設備之備援能量檢討報告結論顯示，國內若在境內或鄰近之境外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，以目前國內現有人力及設備而言均無法負荷。目前國內放射化學分析實驗室雖然已經建立各項分析作業程序，作業人員也都是從事分析作業十年以上，參與並通過各項能力試驗的評鑑，取得 ISO 17025 實驗室認證的品質保證系統，可以在一般輻射污染事故之分析鑑別提出可靠的數據，以作為防護行動決策與追查污染來源的參考。但是以目前國內的人力配置與設備規模來看，後續幾年將逐漸面對人口老化所帶來的相關問題，也就是技術傳承上可能因為年輕人減少與技術經驗的人員逐漸退休造成技術的斷層，對於輻射污染

事故的處理與分析能力也將面臨考驗。

經檢視國內目前的作業能量，確有擴充人力與資源之必要性和急迫性，因此有必要設置核子事故後備實驗室。本計畫除了儲備緊急應變所需的檢測能量外，計畫完成後預期也可提供更多種類物質之輻射檢測的能力，進一步建立國際間協助與交流管道。另當發生輻射恐怖攻擊時，快速採集現場證據與正確鑑定分析相關的跡證，可作為後續處理工作（如：犯罪追查、罪犯起訴與後續攻擊的嚇阻預防等）之重要依據。

國內的放射化學分析實驗室大部分在北部地區，包括行政院原子能委員會核能研究所環境試樣放射性核種分析實驗室、國立清華大學原子科學技術發展中心放射性核種分析實驗室、台灣電力股份有限公司放射試驗室及核二廠低背景計測室等 4 個單位，南部地區只有行政院原子能委員會輻射偵測中心環境偵測組及台灣電力股份有限公司放射試驗室核三工作隊等 2 個單位。就風險管理角度，為因應北部有較多的核能電廠而有此分布結果實屬合理，但也突顯南部地區在處理輻射災害的能力是相對薄弱的。以分散風險的長遠規劃來看，應該補強南部地區的檢測能力，除平衡南北差異外，也可達到南北相互備援的目的。因此，本計畫規劃在 4 年（105-108 年）內逐步完成南部備援實驗室之建置作業，達到擴充台灣南部輻射污染事故的處理與分析能量之目標，並依福島事件後國內核能總體檢報告的建議，積極規劃與南部大專院校合作¹，訓練相關人員與年輕學生的參與，以作為發生輻射污染事件時可有效技術支援、協助分析之人力。

本計畫規劃建置之輻射偵測儀器設備如下表²：

¹ 本計畫分項計畫「輻射災害鑑識分析能力建立」中之「輻射災害放射性分析備援實驗室建置案」，105 及 106 年度均委由「國立屏東科技大學」辦理。

² 本計畫分項計畫「輻射災害鑑識分析能力建立」於 105 及 106 年度共已完成碘化鈉加馬能譜分析系統 1 套、手提式輻射偵檢器 2 台、純鍍偵檢系統（含鉛屏蔽）1 套等輻射偵測儀器之建置作業。107 年已規劃購置 1 套液態閃爍計數器及第 2 套純鍍偵檢系統，108 年亦規劃購置 1 套低背景比例計數器及第 3 套純鍍偵檢系統。

<u>儀器設備</u>	<u>數量</u>	<u>功能與用途</u>
1.純鍮偵檢系統(含鉛屏蔽)	3~4 套	環境試樣加馬能譜分析
2.碘化鈉加馬能譜分析系統	1 套	環境試樣加馬活度快篩
3.液態閃爍計數器	1 套	水樣純貝他核種及總貝他/總阿伐活度計測
4.低背景比例計數器	1 套	環境試樣貝他及阿伐活度計測
5.手提式輻射偵檢器	若干	環境輻射劑量率偵測

在「輻射災害防救與應變相關技術研究」方面，因其目標在於透過強化輻射災害防救與應變相關技術，確保輻災應變作業之品質及效能，提供國內民眾相關財產、社會和環境的防護與保障，增進民眾對輻射應用之信心。輻射災害包含核子事故、放射性物質意外事故以及人為故意釋放（輻射彈）等不同型態之事件，各種輻射災害的成因及影響層面不同，其中以核子事故影響範圍最大，而其他輻射災害則屬於區域性、局部性之事件。隨著科技的進步及恐怖主義的盛行，除了天然災害或人為疏失導致的意外，人為惡意破壞亦防不勝防，我們無法確保輻射的運用是零風險的，但我們能透過有效使用相關科技或管理工具來降低嚴重事故的可能性。

為了達成此目標，平時必須建立可能的輻射災害影響時序與空間範圍有關的預防、偵測與應變等機制，並評估規劃所需資源以確定其在執行、維持與永續經營的有效性與適當性。本計畫將透過檢視國際經驗，深化應變程序及規範，研訂與國際接軌又符合我國國情之輻災應變與整備相關作業之規定及準則，除檢討中央層級的法規架構與規範管制執行系統外，並需透過前期風險辨識與管理，放射性物質之核子保安作業，及相關單位縱向與橫向協調與民眾之風險溝通，連貫檢視並建立管理架構，以達輻射災害防救有效應變之目的。

輻射應變機制的建立為有效應變與管理之基礎，除了落實平時整備及自我檢核，亦需透過蒐集研析國際輻射管制相關單位，如國際原子能總署（IAEA, International Atomic Energy Agency）、美國核能管制委員會（USNRC, Nuclear Regulatory Commission）之管制實務與法規資料，作為國內進行法規修正及管制架構調整

的參考。有完備的法規系統作為依據，中央、地方政府與相關機關（構）等各執行單位才能夠據以規劃適合各地區特性的應變措施。預防整備及減災之作為需透過前期之風險辨識，進而擬定管制策略以達到有效風險管理。風險管理即是為了預防既有的危害形成災害，並能於造成災害後進一步理解如何因應狀況處置及其後果處理，藉擬定整合領導架構、組織社群和支援團隊之間的搭配方式，並持續運作規劃相關作業。

在核子保安部分，必須對於核子設施與核物料和放射性物質相關的各項安全措施做好預防性的風險辨識與整合規劃，以利於國家社會在享受輻射與原子能在工業、農業、醫療與發電等各領域之應用所帶來的好處時，也能管控輻射災害風險的威脅使其降到最低。本計畫執行相關研究包括網路安全能力的強化、保安計畫審查導則及國際原子能總署保安文件（IAEA nuclear security series）之蒐集研析，並檢討國內相關核設施保安作業是否符合國際的最新要求，進而提出精進作業要求與規範。

風險管理包括災害情境模擬、風險評估的方法、風險認知的能力、風險管理和資源分配計畫，再透過危機管理計畫、風險分攤與降低風險等方法，有效降低民眾可能的損失。有效之風險管理需仰賴良好的風險溝通，在輻射災害風險溝通方面，從彙整地方政府面臨之輻射災害潛勢，至分辨內部（政府單位、應變人員）及外部（公民團體、媒體及民眾）等利害關係人，進而製作分眾之風險溝通手冊，才能夠有效的讓各單位能依據風險資訊採取適當且一致性的管制與防護行動，以保護民眾與環境的輻射安全。因此，在輻射災害風險管理與應變溝通策略部分，逐步規劃建置中央與地方政府在輻災整備與輻射災害管理與應變的資料庫或溝通平台，也是執行本計畫希望能獲得的效益。

(二) 效益

本計畫共有「輻射災害鑑識分析能力建立」與「輻射災害防救與應變相關技術研究」兩個分項計畫，其執行成效分述如下：

1. 輻射災害鑑識分析能力建立

- (1) 建置南部地區輻射災害放射性分析備援實驗室，培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員，精進輻射偵檢及放射性分析能力，有效帶動輻射檢測技術發展及經驗傳承，提升南部地區輻射污染事故的處理與分析能力，平衡南北資源，增強我國輻射檢測之備援能量。
- (2) 協助南部地區放射性分析實驗室增建相關檢測設備，建立相關檢測分析方法，擴充輻射污染事故與災害分析化驗之能力，精進我國整體輻射檢測分析技術與品質，強化區域輻射偵測緊急應變能量。

2. 輻射災害防救與應變相關技術研究

- (1) 蒐集與研析國際上輻災防救和重大輻災災後復原案例與實務，及應採行之行動、程序或對策等資料，檢視國際經驗，提出我國應變相關規範及程序的修正建議，以深化輻災應變作業程序及規範。
- (2) 規劃建置輻災應變資料庫，精進相關教育訓練課程，有助於地方政府精進相關輻災應變作業程序，提升地方處理輻災之應變能力與整備能量。
- (3) 蒐集、翻譯國際原子能總署及美日等國家核子反應器設施在核子保安各項議題之法規及管制趨勢，並參照我國核設施核子保安作業現況，研訂與國際接軌又符合我國國情之核子反應器設施核子保安作業相關要點及規範或視察程序研究建議，有助於強化我國核子保安風險管理與危機處置能力。

二、架構

細部計畫		子項計畫		主持人	共同主持人	執行機關	計畫原訂目標	計畫效益與目標達成情形
名稱	預算數/ (決算數) (千元)	名稱	預算數/ (決算數) (千元)					
輻射災害防救與應變技術之研究發展	11,315 (10,880)	輻射災害鑑識分析能力建立	6,300 (6,237)	廖家群 處長		行政院原子能委員會核能技術處	1. 建置輻射災害放射性分析備援實驗室 2. 規劃進行品質稽核作業	1. 完成備援實驗室設置，並建置純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析系統及擴充分析技術能力，補強南部地區輻災應變之能力。 2. 完成備援實驗室認證相關文件，向 TAF 提出輻射領域測試實驗室認證申請，並逐步將備援實驗室檢測能量導入我國輻射檢測實務作業，加強我國整體輻射檢測與分析緊急應變能量。
		輻射災害防救與應變相關技術研究	5,015 (4,643)				1. 研析國際輻射災害中、後期民眾防護措施採行基準，推動輻射	1. 完成「輻災復原時期民眾返鄉作業導則」研究建議，為輻災復原時期民眾返鄉的做法與程序建議之先期研究；出版

						災害風險管理溝通協調平台 2. 完成我國核設施網路安全作業規範之研究建議	輻射災害第一線應變人員手冊，提供第一線應變人員使用，協助地方政府建構輻災應變基本知能。另辦理 4 場次地方政府輻射災害防救講習，共計 274 名人員參與訓練，有助於提升地方第一線應變人員對於輻射防護要領、基礎偵測能力與即時辨識輻射災害屬性之應變能力。 2. 為落實核電廠管理各類型行動裝置資訊設備，符合資訊安全規範，完成「核電廠行動裝置之資安防護實務作法」研究建議；辦理 1 場次核子保安風險管理與危機處置研習會，並製作相關專業教材，共計 92 名人員參與訓練，有助於強化國內核子保安人員之專業知能。
--	--	--	--	--	--	--	--

三、 實際達成與原預期目標之差異說明

計畫成果符合預期。

貳、主要內容

一、執行內容

本計畫共有「輻射災害鑑識分析能力建立」與「輻射災害防救與應變相關技術研究」兩個分項計畫，各分項計畫 106 年度執行內容說明如下：

(一) 輻射災害鑑識分析能力建立

1. 輻射災害放射性分析備援實驗室建置作業：

- (1) 完成備援實驗室空間規劃與建置。
- (2) 購置純鍺半導體偵檢器 (HpGe) 加馬能譜分析系統等相關設備，並建立設備操作程序書。
- (3) 依據我國測試實驗室認證制度辦理認證實驗室申請先期工作，完成實驗室認證準備作業相關文件，包括實驗室品質手冊、管理及操作程序書等相關品質文件。
- (4) 備援實驗室向財團法人全國認證基金會 (TAF) 提出游離輻射領域測試實驗室認證申請。

2. 擴充分析技術能力：

- (1) 辦理純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析系統實務訓練、實驗室食品檢驗操作流程實作訓練(含 TAF 認證流程經驗交流)、核能三廠取樣示範訓練等共計 3 場次人員教育訓練及儀器操作實務訓練，培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員，強化專業知識及分享實務經驗，輔導備援實驗室向 TAF 提出實驗室認證申請。
- (2) 參與輻射偵測中心舉辦之國內環境試樣放射性分析比較實驗，驗證備援實驗室技術人員的放射性分析能力與品質。
- (3) 執行台灣北部環境土壤中銻來源鑑別分析研究，利用阿伐能譜儀及感應耦合電漿質譜儀進行監測分析，分析結果顯示台灣北部環境土壤中銻來源應為昔日核爆落塵，非源自核能電廠，可供未來核能電廠除役期間環境輻射監測分析比對。
- (4) 精進海水銫-137 分析方法，利用純鍺半導體加馬能譜儀直接進行海水放射性銫分析可行性研究，並探討僅以傳統分析流程中磷鉬酸銨進行銫濃縮，配合純鍺半導體加馬能譜儀，應用於環境背景超微量分析的可行性，有助於未來執

行台灣沿岸海水銫-137 的快速監測。

(二) 輻射災害防救與應變相關技術研究

本分項計畫分為「輻災防救實務調查與減災對策」與「核設施核子保安相關研究」二個子分項來執行，執行內容分述如下：

1. 輻災防救實務調查與減災對策：

- (1) 研析國際輻射災害中後期民眾防護措施採行基準，並蒐集國際有關輻射災害後復原案例與實務，及應採行之復原行動、程序或對策，並完成研究報告 1 篇（輻災防救實務調查與減災對策研究）。
- (2) 前往日本福島縣進行輻災區域復原返鄉現況實地考察，瞭解福島目前重建狀況、民眾居住環境的各式污染清除標準、返鄉作業程序與實際執行狀況等，並將考察資料回饋於今年度導則研究建議的內容。
- (3) 完成「輻災復原時期民眾返鄉作業導則」研究建議，該導則依據相關參考文獻，並納入日本福島縣實地考察與研討之成果，再參考我國國情所研擬而成，為輻災復原時期民眾返鄉的做法與程序建議之先期研究。
- (4) 執行福島事故後救災復原策略研究案知識庫資料增建及維護管理等事宜，並製作資料目錄與維護管理手冊，俾利使用者查詢及管理者管理資料；另配合機關進行資訊安全的檢測，修補系統弱點與漏洞，維護後福島資料庫的正常運作。
- (5) 辦理 4 場次地方政府輻射災害應變作業講習，並完成相關課程講義，共計 274 人參與。透過課程講解、實作操作與綜合座談交流互動，有助於提升參與學員對於輻射防護要領、基礎偵測能力與即時辨識輻射災害屬性之應變能力。
- (6) 出版「輻射災害第一線應變人員手冊」，提供第一線應變人員使用，協助地方政府建構輻災應變基本知能。
- (7) 本會輻射應變技術隊協助參與新竹市政府 106 年民安 3 號演習與苗栗縣政府 106 年災防演習之輻災演練、及「106 年度國家關鍵基礎設施板橋共構車站防護演練」之「板橋車站髒彈爆炸處置」演練，藉由共同參與演練以收相互學習之效；另協助臺北市政府執行 2017 臺北世大運輻射事件防範及應變任務的輻射偵檢作業，以維護觀眾及選手的安全。

2. 核設施核子保安相關研究：

- (1) 蒐集、翻譯及研析國際原子能總署及歐美日等國家核設施保安相關法規及分析比較我國及歐美日等國家核設施核子保安實務作法，包括核能電廠運轉至除役過程之核子保安與緊急應變管制程序、智慧型行動裝置在核能電廠資通安全中之威脅及影響、核能電廠內部威脅及強化適職方案之作為、無人機對核能電廠安全之威脅及影響與國際間因應策略等議題，並完成研究報告 1 篇（核子保安風險管理與危機處置精進研究）。
- (2) 完成「核電廠行動裝置之資安防護實務作法」研究建議，依據所蒐集之國內外智慧型行動裝置防護實務建議，以研擬適合核電廠行動裝置之資安防護實務作法。
- (3) 辦理 1 場次核子保安風險管理與危機處置研習會，並完成相關課程講義，共計 72 人參與。透過課程講解、經驗交換及綜合座談交流互動，有助於強化學員對於核子保安相關議題之專業知能。另辦理 1 場次核子保安風險管理與危機處置專家座談會，計有 14 名學者專家參與討論並提出建議，有助於適時調整本項目之研究方向，使研究成果更符所需。

二、遭遇困難與因應對策

類別	說明	因應措施與建議
執行困難	無	-
執行落後	無	-

三、實際執行與原規劃差異說明

計畫執行成果達成預期規劃工作項目。

參、經費與人力執行情形

一、經費執行情形

(一) 經資門經費表 (E005)

單位：千元；%

	106 年度					107 年度 預算數	108 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	11,315	10,880	0	10,880	96.2%	14,503	17,000	
一、經常門小計	7,315	6,928	0	6,928	94.7%	8,185	11,100	
(1)人事費	0	0	0	0	0	0	0	
(2)材料費	0	0	0	0	0	0	0	
(3)其他經常支出	7,315	6,928	0	6,928	94.7%	8,185	11,100	
二、資本門小計	4,000	3,952	0	3,952	98.8%	6,318	5,900	
(1)土地建築	0	0	0	0	0	0	0	
(2)儀器設備	4,000	3,952	0	3,952	98.8%	6,318	5,900	
(3)其他資本支出	0	0	0	0	0	0	0	

(二) 經費支用說明

1. 輻射災害鑑識分析能力建立

106 年本分項工作之總經費為 630 萬元（含經常門 230 萬元及資本門 400 萬），重點工作為「建置輻射災害放射性分析備援實驗室作業」及「擴充備援實驗室分析技術能力」，具體執行內容包括完成備援實驗室空間規劃與設置、建置可執行精確定量加馬輻射之檢測設備，並依據我國測試實驗室認證制度辦理認證實驗室申請先期工作。本分項工作由本會輻射偵測中心執行，包括輻射災害鑑識分析資料蒐集、備援實驗室設置規劃、辦理實驗室委外招標作業及相關教育訓練及儀器操作實務訓練，並透過委託研究方式新增建置 1 間輻射災害放射性分析備援實驗室；備援實驗室建置委外案由「國立屏東科技大學」得標，並於 106 年 3 月 30 日完成簽約等事項。

106 年度已完成備援實驗室空間規劃與設置，並購置 1 套純鍺半導體偵檢器（HpGe）加馬能譜分析系統及其他實驗室相關儀器設備。透過輻射偵測中心辦理純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析系統操作實務訓練、實驗室食品檢驗操作流程實作訓練（含 TAF 認證流程經驗交流）及核能三廠周圍環境試樣取樣作業示範等教育訓練，擴充實驗室人員加馬能譜分析及環境試樣取樣技術能力。輻射偵測中心並輔導屏科大備援實驗室完成實驗室認證相關文件，並向財團法人全國認證基金會（TAF）提出游離輻射領域測試實驗室認證之申請，以及參與輻射偵測中心舉辦之國內環境試樣放射性分析比較實驗，並通過測試，目前已如期完成階段性目標及量化目標。

本工作項目之實際支用經費為 623 萬 7,000 元，執行率達 99.0%。

2. 輻射災害防救與應變相關技術研究

106 年本分項工作之總經費為 501 萬 5,000 元（均為經常門），重點工作為辦理「輻災防救實務調查與減災對策研究」及「核子保安風險管理與危機處置精進研究」，以及規劃輻射應變技術隊實際參與地方政府輻災防救相關演練。完成國際上有關重大輻射災害災後復原及核能電廠於除役期間之核子保安管控與緊

急應變相關案例與實務及規範等資料之蒐集研析及辦理相關教育訓練、「輻災復原時期民眾返鄉作業導則」、「核電廠行動裝置之資安防護實務作法」之研究建議，以及出版「輻射災害第一線應變人員手冊」，本分項工作已完成階段性目標及量化目標。

本分項工作之實際支用經費為 464 萬 3,000 元，執行率為 92.6%。

(三) 經費實際支用與原規劃差異說明

本計畫各項年度目標均已達到，且整體預算執行率為 96.2%，成效良好。

二、計畫人力運用情形

(一) 計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	106 年度							107 年度 總人力 (預算數)	108 年度 總人力 (申請數)
		研究員 級	副研究 員級	助理研究員 級	助理級	技術 人員	其他	總人力 (人年)		
輻射災害鑑 識分析能力 建立	原訂	0.5	0.5	0.4	1.0	0.5	0	2.9	2.9	2.9
	實際	0.6	0.9	0.9	0.5	0	0	2.9	—	—
	差異	+0.1	+0.4	+0.5	-0.5	-0.5	0	0	—	—
輻射災害防 救與應變相 關技術研究	原訂	0.5	0.5	1.0	1.1	0	0	3.1	3.1	5.1
	實際	0.5	0.5	1.0	1.1	0	0	3.1	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—

- 研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正等，若非以上職稱則相當於博士滿 3 年、或碩士滿 6 年、或學士滿 9 年以上之研究經驗者。
- 副研究員級：副研究員、副教授、助理教授、總醫師、薦任技正，若非以上職稱則相當於博士、或碩士滿 3 年、或學士滿 6 年以上之研究經驗者。
- 助理研究員：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 3 年以上之研究經驗者。
- 助理級：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 3 年以上之研究經驗者。
- 技術人員：指目前在研究人員之監督下從事與研究發展有關之技術性工作。
- 其他：指在研究發展執行部門參與研究發展有關之事務性及雜項工作者，如人事、會計、秘書、事務人員及維修、機電人員等。

(二) 人力實際進用與原規劃差異說明

人力投入稍有調整，但大致符合預期規劃。

肆、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		106 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破	
				原訂目標值	實際達成值			
學術成就 (科技基礎研究)	A.論文	期刊論文	國內(篇)	0		本計畫於 106 年共產出 3 篇研討會論文：「屏科大放射性核種分析實驗室在環境試樣檢測之應用及發展」(備援實驗室建置之合作團隊國立屏東科技大學參加 2017 第十二屆屏東科技大學暨北京科技大學學術研討會之宣讀論文)、「台灣沿岸海水鉍-137 分析方法探討研究」與「台灣北部環境土壤中銻來源鑑別分析研究」(本會輻射偵測中心參加 2017 年(第 31 屆)環境分析化學研討會之壁報論文)，有助與國內外相關領域研究者進行技術交流。		
			國外(篇)					
		研討會論文	國內(篇)		3			
			國外(篇)					
		專書論文	國內(篇)					
			國外(篇)					
	B. 合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		3	1	本計畫與本會輻射偵測中心、國立屏東科技大學、瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司及中華警政研究學會合作，共建立 4 個專業研究團隊，有助於國內輻災防救實務及核子保安風險管理領域的研究交流，建立輻災防救應變本土化團隊，並架構國內輻災防救應變相護支援的網絡。 另外，本會輻射偵測中心與國立屏東科技大學合作，於國立屏東科技大學校園內建置 1 間放射性分析備援實驗室，有助補強南部地區輻射檢測能量。		
		跨機構合作團隊(計畫)數			3			
		跨國合作團隊(計畫)數						
		形成實驗室數		1	1			
學術成	C.培育及延攬人才	培育/訓後取得證照人數		0	3	藉由本計畫之執行，培育研究團隊之放射性分析專業檢測人員 3 名，並於培訓後取得輻射安全證書，以提升相關人員的專業知識與技術。		

屬性	績效指標類別	績效指標項目	106 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值		
就 (科技基礎研究)	D1.研究報告	研究報告篇數	1	2	本計畫 106 年度共完成 2 篇研究報告「輻災防救實務調查與減災對策研究」、「核子保安風險管理與危機處置精進研究」，為輻災防救技術與核子保安經驗傳承與管理參考，亦為後續政策與相關制度的推動之參考依據。	
	E.辦理學術活動	<u>國內</u> 學術會議、研討會、論壇次數	0	6	本計畫 106 年度共計辦理 4 場次地方政府輻射災害應變作業講習、1 場次核子保安風險管理與危機處置研習會，共計 346 名輻射應變或核子保安相關人員參與訓練。另辦理 1 場次核子保安風險管理與危機處置專家座談會，計有 14 名學者專家參與座談。藉前述辦理講習或研討、座談會的機會，以進行資源分享與經驗交流，提升與會人員的專業素養。	
		<u>國際</u> 學術會議、研討會、論壇次數				
		<u>雙邊</u> 學術會議、研討會、論壇次數				
		出版論文集數量				
	F.形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數	0	1	本計畫藉由南部備援實驗室之建置，促成本會輻射偵測中心與屏科大合作，該校並無原子能科學相關科系，透過本項合作，將相關學術資源導入該校學程，該校預計於 106 學年度第 2 學期在該校開設「輻射與安全」通識課程，有助讓學生瞭解輻射的基本原理，進而建立輻射防護基本觀念。 本計畫辦理地方政府輻射災害應變作業講習及核子保安風險管理與危機處置研習會，完成相關課程講義共 2 件，供參與學員研習參考使用。 另本計畫於 106 年度 5 月出版「輻射災害第一線應變人員手冊」提供地方政府第一線應變人員(如警察、消防、衛生、環保、新聞等單位與現場指揮官)使用，可做為應變人員於災害發生初期，進行危害辨識、劃分管制區、自我保護及應變行動的參考，協助地方政府建構輻災應變基本知能。	
		製作教材件數	0	2		
		製作手冊件數	0	1		
		自由軟體授權釋出教材件數				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	106 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值		
技術創新 (科技技術創新)	H.技術報告及檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數	1	1	本計畫完成「輻射災害鑑識分析能力建立」技術報告，有利於放射性分析檢測實驗室建置之實務經驗傳承，並作為後續精進放射性檢測分析技術之基礎。	
		新檢驗方法數				
		辦理競賽活動場次				
	I2. 參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次	0	2	本計畫參與 2 場次技術研討會與 1 場次技術活動，技術研討會為本計畫建置之備援實驗室團隊參加「2017 第十二屆屏東科技大學暨北京科技大學學術研討會」宣讀論文 1 篇，另外本會輻射偵測中心參加「2017 年(第 31 屆)環境分析化學研討會」發表壁報論文 2 篇，技術活動為本計畫建置之備援實驗室團隊參加本會輻射偵測中心舉辦之「國內環境試樣比較分析試驗」有助於相關技術交流與研究經驗分享，提升國際視野，並將研究成果提供國內外相關單位參考分享。	
經濟效益 (經濟產業促進)	O. 共通/檢測技術服務及輔導	輔導廠商或產業團體技術或品質提升、技術標準認證、實驗室認證、申請與執行主導性新產品及關鍵性零組件等	件數		藉由本計畫之執行，本會輻射偵測中心輔導建置國立屏東科技大學南部備援實驗室，亦協助國立陽明大學北部備援實驗室培育專業人力、強化專業知識及分享實務經驗，輔導其向 TAF 提出游離輻射領域測試實驗室認證申請，以助強化國內輻射檢測備援實驗室之檢測品質。	
			廠商家數	0		
			廠商配合款(千元)			
		技術、作業準則等教育訓練人次	0	16		
	T. 促成與學界或產業團體合作研究	媒合與推廣活動辦理次數			本計畫共促成 4 件合作研究，包括與本會輻射偵測中心與國立屏東科技大學的核鑑識分析研究及放射性分析化驗等 2 個研究、與瑞鈺災害管理及安全事務顧問股份有限公司的輻災防救與應變研究、及中華警政研究學會的核子保安風險管理與	
		促成合作研究件數	3	4		
		廠商研究配合款金額(千元)				
		合作研究產品上市項數				

屬性	績效指標類別		績效指標項目	106 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值		
社會影響			服務使用提升率			危機處置研究，有助於促進相關議題的研究發展。	
		R. 增加就業	廠商增聘人數	0	8	聘請 8 位研究助理，降低失業率並提供專業訓練增加其未來就業競爭能力。	
	社會福祉提升	XY. 人權及性別平等促進	人權、弱勢族群或性別平等促進活動場次			本計畫於執行中，已將研究工作參與人員等性別資料納入性別統計與性別分析，可作為未來女性專業人才培育的參考。	
			活動參與人數				
	環境安全永續	其他	其他	0	1	本計畫係屬涉及災害防救之基礎研究，其核心價值即為維護及確保社會安全，降低災害發生對社會的整體影響。災害防救攸關社會安全，對民眾生活影響甚巨，應變能力及整備能量的提升有助強化我國輻射災害整體防救能力。	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	106 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
			原訂目標值	實際達成值		
其他效益（科技政策管理及其他）	K. 規範/標準或政策/法規草案制訂	參與制訂政府或產業技術規範/標準件數	1	2	本計畫完成 2 項技術導則先期研究「幅災復原時期民眾返鄉作業導則」研究建議及「核電廠行動裝置之資安防護實務作法」研究建議，未來可視實務需求，依此先期研究成果續訂定相關導則或辦法。	

106 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

本計畫為 105-108 年之中程計畫，本年（106）度之年度計畫績效指標實際達成符合原訂年度目標。

第二部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

(請說明計畫所達成之主要成就與成果，以及其價值與貢獻度；若綱要計畫為多年期計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。)

一、學術成就(科技基礎研究)

1. 透過計畫的執行，與「本會輻射偵測中心」、「國立屏東科技大學」、「瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司」及「中華警政研究學會」合作，共建立 4 個專業研究團隊，有助於國內輻災防救實務及核子保安風險管理領域的研究交流，建立之本土化團隊也架構國內輻災防救應變相護支援的網絡。透過團隊的研究，使我國現有輻射污染事故與災害調查、核鑑識分析能力更加精進，另針對分析方法與應變系統的開發，有助於強化國內自主輻災防救應變能力與技術。合作團隊平時可支援輻射災害整備之基礎研究工作，災時亦可為輻射污染事故與災害緊急應變輻射監測之專業幕僚，提供輻射犯罪問題諮詢及後續研究服務。
2. 本計畫精進提升國內放射化學分析實驗室的儀器設備能量，並於南部地區（國立屏東科技大學）建置 1 間放射性分析實驗室，以擴充輻射污染事故的處理與分析能量，有助補強南部地區輻射檢測能量。另透過備援實驗室的建置，培育研究團隊之放射性分析專業檢測人員 3 名，並於培訓後取得輻射安全證書，以提升相關人員的專業知識與技術。
3. 本計畫於 105 年產出 2 份研究報告與 1 篇研討會論文，106 年共產出 2 份研究報告與 3 篇研討會論文，可供國內相關領域專業人員參考使用，有助與國內外相關領域研究者進行技術交流，並可作為未來建立輻災防救與緊急應變管制規範及核子反應器設施核子保安作業相關視察程序研擬之參考。以 106 年的研討會論文為例，「台灣沿岸海水銫-137 分析方法探討研究」之成果可進一步適用於海水放射性銫背景調查，以探究放射性核種如何隨洋流擴散之現象；「台灣北部環境土壤中銻來源鑑別分析研究」之成果可提供未來核電廠除役期間環境輻射監測分析數據比對及研判污染來源，均有助於核鑑識分析技術的推展。
4. 本計畫藉由辦理專業訓練、研討會等，培養輻射災害防救應變與核子

保安風險管理專業人才，105-106 年度辦理輻射災害應變作業講習共 9 場次、輻射犯罪現場鑑識研習會與核子保安風險管理與危機處置研習會各 1 場次，以及核子保安風險管理與危機處置專家座談會 1 場次，並完成相關教材的製作。相關效益分述如下：

- (1) 輻射災害應變作業講習：訓練對象為中央與地方單位之警察、消防、衛生、環保、災防、全民防衛動員、港埠例行監測檢查與緊急應變相關業務人員，共計 547 名相關人員參與。透過課程講解、實作操作與綜合座談交流互動，有助於提升參與學員對於輻射防護要領、基礎偵測能力與即時辨識輻射災害屬性之應變能力。
 - (2) 輻射犯罪現場鑑識研習會與核子保安風險管理與危機處置研習會：參加人員包括行政院國土安全辦公室、內政部警政署、清華大學、中央警察大學、台電公司、原能會所屬單位等人員，共計 149 人參與，透過課程講解，講師與學員間彼此互相交流、經驗交換及綜合座談，使各參與研習機關人員更能了解輻射災害與犯罪鑑識彼此間之知識及應用，例如實體防護與國際規範、微物鑑識、犯罪刑案偵辦與犯罪現場管理、核能電廠運轉至除役過程之核子保安與緊急應變管制程序，以及智慧型行動裝置在核能電廠資通安全中之威脅及影響等，有助於強化相關人員對於核子保安與輻射犯罪現場管理與鑑識之專業知能。
 - (3) 核子保安風險管理與危機處置專家座談會：計有 14 名學者專家參與座談，藉由學者專家共同討論，引入相關專業知識，並由專家的集思廣益，有助於本計畫的執行更加順遂，研究成果更符合所需。
5. 本計畫之執行，促成本會輻射偵測中心與國立屏東科技大學合作，該校原本無原子能科學相關科系，透過本項合作可將相關學術資源導入該校學程。該校已將輻射基礎教育導入學程中，將於 106 學年度第 2 學期開設「輻射與安全」通識課程，以淺顯易懂的授課內容搭配輻射作業場所實務參訪（如核三廠），讓學生瞭解輻射的基本原理，引入輻射與日常生活的關聯性及應用，進而建立輻射防護基本觀念。
 6. 本計畫依據 105 年度「輻射災害第一線應變人員行動手冊初稿」研究成果，於 106 年度出版「輻射災害第一線應變人員手冊」。該手冊綜整近年國際輻射災害防救實務與經驗，依應變時序說明應變人員應採取的行動，提供作業相關的原則、圖表、檢核表，並附上民眾溝通與

新聞發布要領範本供參，兼具專業度與實用性，可提供第一線應變人員（如警察、消防、衛生、環保、新聞等單位與現場指揮官）依循使用，做為應變人員於災害發生初期，進行危害辨識、劃分管制區、自我保護及應變行動的參考，除有助於第一線應變人員順利執行輻射災害應變行動，且維護自身安全，亦有助於地方政府建構輻災應變基本知能。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 本計畫 105-106 年共完成 2 份技術報告「105 年度輻射災害放射性分析備援實驗室建置案」及「輻射災害鑑識分析能力建立」，可供國內放射性分析領域專業人員參考使用，有助於傳承放射性分析實驗室建置之實務經驗，並作為後續擴充分析技術之發展基礎。
2. 本計畫 105-106 年共參與 3 場國內研討會，包括「105 年度食品衛生檢驗科技研討會」、「2017 第十二屆屏東科技大學暨北京科技大學學術研討會」，及「2017 年（第 31 屆）環境分析化學研討會」，同時於會中發表論文，並與專家進行交流，汲取實務經驗與分享學習，提升國際視野，並將研究成果提供國內相關單位參考。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 本計畫 105-106 年共促成合作研究案 8 件，有助於本會在輻射災害鑑識分析能力建立、輻災防救實務調查與減災對策及核設施核子保安相關研究等輻射災害應變相關議題與技術之交流，透過整合產官學界意見，凝聚學術研究發展及政策執行共識，而參與本計畫之學界或產業團體，亦可自行發展研究能力及技術。
2. 本計畫建置備援實驗室的過程中，本會輻射偵測中心除輔導國立屏東科技大學建置南部備援實驗室，亦協助該實驗室與建置於國立陽明大學的北部備援實驗室培育專業人力、強化專業知識及分享實務經驗、向 TAF 提出游離輻射領域測試實驗室認證申請，以助強化國內輻射檢測備援實驗室之檢測品質。未來通過 TAF 實驗室認證後，亦可參與協助國內食品與環境樣品之輻射檢測工作。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 本計畫係屬涉及災害防救之基礎研究，其核心價值即為維護及確保社會安全，降低災害發生對社會的整體影響。緊急應變是輻射安全深度

防禦的最後一道防線，透過輻射災害防救實務調查與減災對策研究，提升輻災應變與整備相關技術及作業，確保輻災應變作業之品質及效能，強化我國輻射災害整體防救能力，增進民眾對輻射應用之信心。另建置備援實驗室，提升輻射事故檢測、偵檢及分析化驗能力，增強我國輻射檢測之備援能量，以備災時提供輻射污染檢測結果及監測資訊，以安定社會民心及減緩經濟衝擊。

2. 本計畫在「社會福祉提升」方面之目標訂有「人權及性別平等促進」一項，此項目雖非以量化指標方式呈現，但將就四年計畫執行過程中之研究工作參與人員等性別資料納入性別統計與性別分析，目前(105年及106年度)女性參與人員比率分別為24%及29%，相關資料並納入未來計畫推動執行及女性專業人才培育之參考。

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

1. 透過本計畫之研究，106年度完成「輻災復原時期民眾返鄉作業導則」之研究建議。該導則依據相關參考文獻，包含國際具指標性的文件，如國際放射防護委員會(ICRP)出版之刊物、日本發行之除污指引與手冊等，並納入日本福島縣實地考察與研討之成果，再參考我國國情所研擬而成，為輻災復原時期民眾返鄉的做法與程序建議之先期研究。
2. 另外105年及106年度亦分別完成「核子反應器設施核子保安作業要點」及「核電廠行動裝置之資安防護實務作法」之研究建議，前者主要以國際上對核物料和放射性物質及相關設施與活動之核子保安規定等資料之蒐集與研析，並參考我國國情及管制方式研擬而成，後者則是依據所蒐集之國內外智慧型行動裝置防護實務建議，據以研擬適合核電廠行動裝置之資安防護實務作法；這些先期研究成果未來將可納入我國核電廠核子保安相關管制規範訂定之參考依據。

貳、跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫屬性可獨立執行；故執行期間無跨部會協調或與相關計畫之配合。

參、檢討與展望

本計畫共有「輻射災害鑑識分析能力建立」與「輻射災害防救與應變相關技術研究」兩個分項計畫，各分項計畫之檢討與展望分述如下：

一、輻射災害鑑識分析能力建立

備援實驗室建置部分，依據 105-106 年累積的執行成果，南部備援實驗室已初步建置完成，包括儀器設備的設置、設備操作程序書之建立，並培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員，以及向 TAF 提出游離輻射領域測試實驗室認證申請。未來將持續提升現有放射化學分析實驗室及南部備援實驗室的儀器設備能量，以及精進檢測方法與各項目之標準作業程序書（SOP）；另規劃對南部備援實驗室進行品質稽核作業，藉由預先評鑑對發現的缺失進行矯正改善，使實驗室符合各項認證規定，以順利通過 TAF 實驗室認證，成為具有專業性及公信力的輻射檢測單位。此外，備援實驗室將持續參加實驗室比對與能力試驗以維持品質，並將實際協助主管機關進行國內部分地區食品的檢測作業，及參與其他放射性物質含量檢測分析。藉此計畫循序將備援實驗室檢測能量導入我國輻射檢測實務作業，強化我國輻射檢測之備援能量，提升我國整體輻災應變之量能。

擴充分析技術能力部分，107-108 年規劃執行（1）提升水樣阿伐/貝他計測的分析能力，以有效運用時間與人力資源進行各項水樣之檢測；（2）加強現場分析設備與取樣作業工具，利用實際環境輻射偵測經驗，配合輻射污染災害現場狀況調整，將樣品適當分類以決定是否帶回實驗室進行進一步分析，以得到更精確的資訊。另外，本計畫亦將持續辦理相關教育訓練及儀器操作實務進階訓練，以強化及提升備援實驗室技術人員各項輻射檢測相關專業知識與分析技術能力。

二、輻射災害防救與應變相關技術研究

輻災防救實務調查與減災對策部分，延續 105-106 年研究成果，持續蒐集與研析國際上輻射災害應變程序、民眾防護作法及最新國際官方公開文件資料，檢視國際經驗，提出我國應變相關規範及程序的修正建議。另為強化我國對輻射災害風險管控能力，瞭解核走私（nuclear smuggling）可

能途徑將有助於更加瞭解我國面臨之輻射彈(俗稱髒彈, dirty bomb)風險。因此本計畫亦規劃蒐集國際上有關核走私相關案例,並研析國際採行之防範對策,提出我國適宜的具體防範建議。此外,本計畫將建置輻災應變技術資料庫,並進行系統優化與擴增更新,同時輔以相關教育訓練課程,未來可提供相關機關與地方政府第一線應變人員透過線上自主學習,強化應變專業知能,並落實經驗傳承、人才培訓與防災資源共享等事項,有助於地方政府精進相關輻災應變作業程序,提升地方處理輻災之應變能力與整備能量。

核設施核子保安相關研究部分,將持續蒐集、翻譯國際原子能總署及美日等國家核設施在核子保安各項議題之法規及管制趨勢,包括用過核子燃料中期貯存設施(ISFSI)、一部機組除役另一部機組運轉中之情況的核子保安及緊急應變管制研究,並參照我國核設施核子保安作業現況,研擬提出與國際接軌又符合我國國情之核設施核子保安相關視察程序之建議,包含核能電廠除役期間核子保安與緊急應變管制視察導則、核能電廠資通安全視察作業程序書、輻射犯罪偵查標準作業程序等。這些先期研究未來可作為我國核設施核子保安相關管制規範研訂之參考依據,亦有助於強化我國核子保安風險管理與危機處置能力。

附表、佐證資料表

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別
屏科大放射性核種分析實驗室在環境試樣檢測之應用及發展	林聖淇	2017	E 國內研討會
台灣沿岸海水銨-137 分析方法探討研究	潘嘉吟	2017	E 國內研討會
台灣北部環境土壤中銻來源鑑別分析研究	李明達	2017	E 國內研討會

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 國內專書論文、H 國際專書論文

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)
輻射災害鑑識分析能力建立	行政院原子能委員會輻射偵測中心	A 機構內跨領域合作	A 形成合作團隊或合作計畫	2016
輻射災害鑑識分析能力建立	國立屏東科技大學	B 跨機構合作	C 形成實驗室	2016
輻射災害防救與應變相關技術研究	瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司	B 跨機構合作	A 形成合作團隊或合作計畫	2016
輻射災害防救與應變相關技術研究	中華警政研究學會	B 跨機構合作	A 形成合作團隊或合作計畫	2016

註：合作模式分成 A 機構內跨領域合作、B 跨機構合作、C 跨國合作；團隊(計畫)性質分成 A 形成合作團隊或合作計畫、B 形成研究中心、C 形成實驗室、D 簽訂協議

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質
林聖淇	國立屏東科技大學	A 博士(含博士生)	C 培訓課程通過
黃韋翔	國立屏東科技大學	B 碩士(含碩士生)	C 培訓課程通過
黃晏珊	國立屏東科技大學	B 碩士(含碩士生)	C 培訓課程通過

註：學歷分成 A 博士(含博士生)、B 碩士(含碩士生)、C 學士(含大學生)；性質分成 B 學程通過、C 培訓課程通過、D 國際學生/學者交換、E 延攬人才

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納
106-107 年輻災防救實務調查與減災對策研究(第一期)	瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司	2017	C 單位內採納
106-107 年核子保安風險管理與危機處置精進研究勞務採購案(第一期)	中華警政研究學會	2017	C 單位內採納

註：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

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位
地方政府輻射災害應變作業講習	A 國內研討會	20171101、20171103、20171108、20171110	行政院原子能委員會/瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司
核子保安風險管理與危機處置研習會	A 國內研討會	20171027	行政院原子能委員會/中華警政研究學會
核子保安風險管理與危機處置專家座談會	A 國內研討會	20171110	行政院原子能委員會/中華警政研究學會

註：性質分成 A 國內研討會、B 國際研討會、C 兩岸研討會

【F 形成課程教材手冊軟體表】

名稱	性質	類別	發表年度(西元年)	出版單位	是否為自由軟體
輻射與安全	A 課程	A 文件式	2017	國立屏東科技大學	否
地方政府輻射災害防救講習	B 教材	A 文件式	2017	行政院原子能委員會	否
核子保安風險管理與危機處置研習會	B 教材	A 文件式	2017	行政院原子能委員會	否
輻射災害第一線應變人員手冊	C 手冊	A 文件式	2017	行政院原子能委員會	否

註：性質分成 A 課程、B 教材、C 手冊；類別分成 A 文件式、B 多媒體、C 軟體(含 APP)、D 其他(請序明)

【H 技術報告檢驗方法表】

技術或檢驗方法名稱	性質	作者姓名	出版年(西元年)	出版單位
輻射災害鑑識分析能力建立	A 技術報告	行政院原子能委員會 輻射偵測中心	2017	行政院原子能委員會 輻射偵測中心

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法

【I 技術活動表】

技術活動名稱	性質	參與日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位
2017 第十二屆屏東科技大學暨北京科技大學學術研討會	C 兩岸技術活動	20171124	國立屏東科技大學/北京科技大學
2017 年 (第 31 屆) 環境分析化學研討會	A 國內技術活動	20170503、20170504	社團法人中華民國環境分析學會、行政院環境保護署環境檢驗所

註：性質分成 A 國內技術活動、B 國際技術活動、C 兩岸技術活動

【K 規範標準及政策法規草案制訂表】

名稱	類別	制定及參採情形	應用範圍
輻災復原時期民眾返鄉作業導則研究建議	A 規範	A 參與草案或建議方案制訂	D 未發表
核電廠行動裝置之資安防護實務作法研究建議	A 規範	A 參與草案或建議方案制訂	D 未發表

註：類別分成 A 規範、B 標準、C 法規、D 政策；制定及參採情形分成 A 參與草案或建議方案制訂、B 草案經採納或認可通過、C 發表或公告實施、D 草案存參、E 其他；應用範圍分成 A 機構內、B 國內、C 國際、D 未發表

【O 共通檢測技術服務及輔導表】

服務名稱	服務對象	服務性質	服務收入(千元)
實驗室食品檢驗操作流程實作訓練 (含 TAF 認證流程經驗交流)	A 國內廠商	C 訓練講習	0

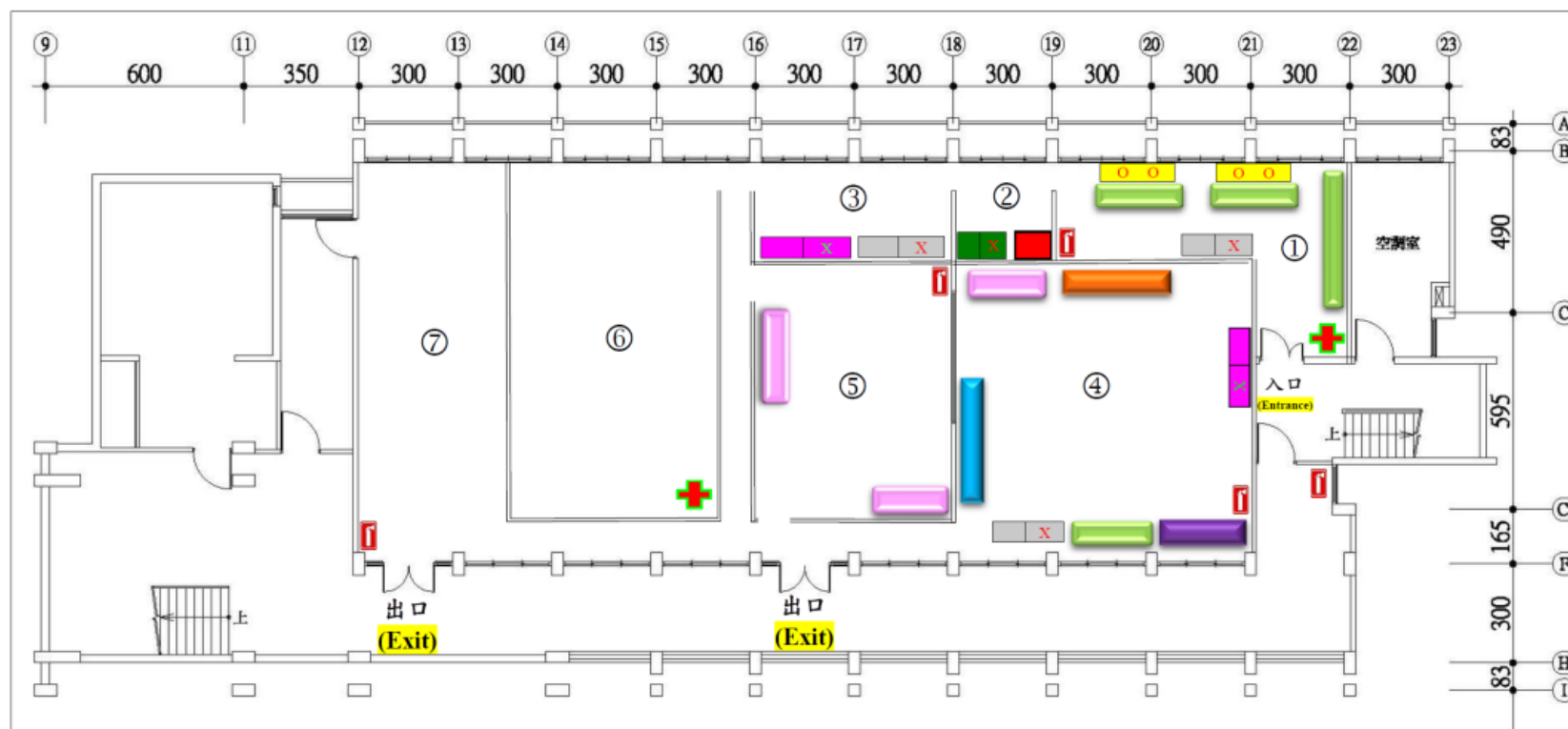
註：服務對象分成 A 國內廠商、B 國外廠商、C 其他；服務性質分成 A 輔導諮詢、B 檢測校正、C 訓練講習、E 工作坊 D 其他(請述明)

【T 促成產學合作表】

合作廠商名稱	合作計畫或合約名稱	廠商配合款(千元)	合作參與人數
行政院原子能委員會輻射偵測中心	輻射災害鑑識分析能力建立	1,200	6
國立屏東科技大學	106 年度輻射災害放射性分析備援實驗室建置案	5,100	6

瑞鉅災害管理及安全事務顧問股份有限公司	106-107 年輻災防救實務調查與減災對策研究	3,148	9
中華警政研究學會	106-107 年核子保安風險管理與危機處置精進研究	914	7

附件 1：南部輻射災害放射性分析備援實驗室空間配置分佈圖（本實驗室建置於國立屏東科技大學內）



- | | | |
|---|---|---|
| 空間①:樣品前處理室-10.90 坪(36.03 m ²) | 空間②:廢棄物置放區 2.72 坪(9.0 m ²) | 空間③:試樣儲存室 5.44 坪(18.0 m ²) |
| 空間④:儀器分析室 25.86 坪(85.5 m ²) | 空間⑤:行政辦公室 15.43 坪(51.0 m ²) | 空間⑥:支援空間 22.61 坪(74.75 m ²) |
| 空間⑦:討論室 17.02 坪(56.25 m ²) | ■ 核汙染廢棄物置放區 | ■ 計測容器存放區 |
| ■ 排煙櫃 | ■ 文件置放區 | ■ 移動型碘化鈉(NaI)加馬分析系統 1 套 |
| ■ 一般廢棄物置放區(無汙染/汙染) | ■ 已測樣品存放區(無汙染/汙染) | ■ 待測樣品存放區(無汙染/汙染) |
| | | ■ 純鍺偵檢器(HpGe)加馬能譜分析系統 1 套 |
| | | ■ 緊急淋洗設備 |
| | | ■ 滅火器 |

附件 2：南部備援實驗室參加 2017 第十二屆屏東科技大學暨北京科技大學學術研討會宣讀論文

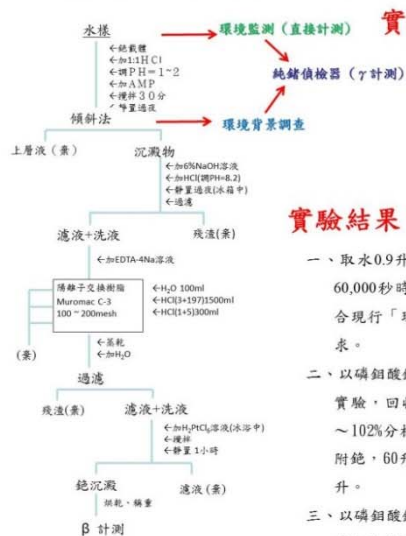


台灣沿岸海水銫-137分析方法探討

Study on measurement of cesium-137 in surface seawater from the Taiwan coast

摘要

關鍵字：海水、福島核電廠事故、銫-137 (seawater、Fukushima nuclear accident、Caesium-137)



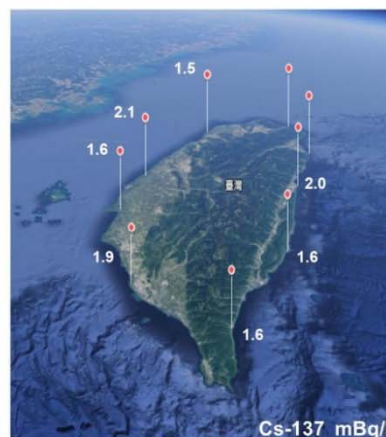
圖一 水樣放射性射分析流程圖

實驗方法

傳統水樣總鉛分析方法通常需先利用磷酸鉍銨吸附放射性鉍核種並利用樹脂去除其他干擾核種及鉍氫酸鉍計算化學回收率做修正，最後以貝他計測儀計測，過程較為繁瑣耗時，不適合快速監測目的。本研究嘗試利用鉍銨馬能譜儀直接進行海水放射性鉍分析可行性，另亦探討僅以傳統分析流程中磷酸鉍銨進行鉍濃縮配合鉍銨馬能譜儀應用於環境背景超微量分析的可行性，實驗流程修改如圖一。

實驗結果

- 一、取水0.9升直接以鉍鍍加馬能譜儀直接計測達60,000秒時，鉍-137的MDA為0.12貝克/升可符合現行「環境輻射監測規範」0.4貝克/升的要求。
- 二、以磷酸鉍銨法進行對大量海水(>10升)進行鉍濃縮實驗，回收率為99.6%~102.5%，與其他文獻94%~102%分析結果類似，驗證磷酸鉍銨可有效吸附鉍，60升磷酸鉍銨縮法MDA可達0.001貝克/升。
- 三、以磷酸鉍銨縮法進行台灣沿岸海水監測，106年上半年度進行9個海水樣品分析，結果如圖二所示僅測得微量鉍-137活度介於1.5~2.1毫貝克/升，遠低於「環境輻射監測規範」的調查基準2貝克/升。



圖二 106年上半年度台灣沿岸海水鉍-137活度

討論

- 一、以純鎂加馬能增儀直接計測達60,000秒時，銈-137的MDA為0.12貝克/升即可符合現行「環境輻射監測規範」0.4貝克/升的要求，適合應用於快速測知核設施液態排放是否超出法規限值例行輻射監測；而利用磷酸銨銨吸附大量海水中放射性銈核種濃縮後再以純鎂加馬能增儀直接計測，其MDA則可達0.001貝克/升則可應用於環境試樣中放射性銈之環境水平調查。
- 二、106年上半年度進行9個海水樣品分析，僅測得微量銈-137活度介於1.5-2.1毫貝克/升，遠低於「環境輻射監測規範」的調查基準2貝克/升，若與輻射偵測中心於核子武器試爆時期最高測得20毫貝克/升或1986至1988年蘇聯車諾比核電廠事故後最高測得88毫貝克/升相比較目前並無明顯升高情形。
- 三、本研究已初步探討直接計測法及磷酸銨銨濃縮法於海水放射性銈分析之應用，僅當磷酸銨銨濃縮法可達較低MDA值，直接計測法MDA已可達紀錄基準值的1/3，基於快速分析爭取預警時效的理由，仍建議以直接計測法進行環境輻射監測。



原子能委員會輻射偵測中心

Radiation Monitoring Center Atomic Energy Council

台灣北部環境土壤中銻來源鑑別分析 Source identification of radionuclides ($^{239,240}\text{Pu}$) deposited on north Taiwan territories

李明達 蔡文賢 洪明崎 劉文熙
行政院原子能委員會輻射偵測中心

摘要

近年來長半衰期放射性核種分析愈來愈受國際環境科學工作者的關注，因為隨著時間的推移，這些長半衰期放射性核種將成為環境放射性危害的主要貢獻核種；在國內則因核能電廠乾式貯存場的議題，使長半衰期放射性核種分析開始受到重視。環境中的長半衰期核種除了核能電廠等核能工業所產生的放射性廢棄物為可能性來源外，1950年代到1960年代間大規模的核武試爆隨大氣沉降擴散全球亦為主要原因。因此，如何分析並辨識環境中的長半衰期核種是否為源自核能電廠，已成為核能電廠環境輻射監測一個重要課題。

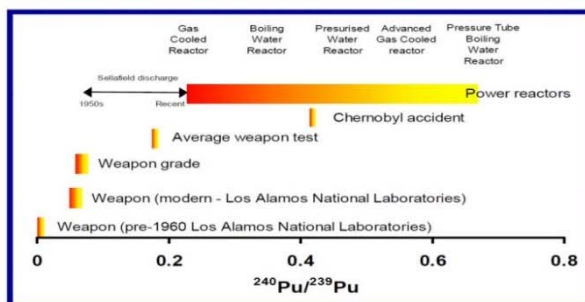
環境樣品通常會受到各種理化或生物因子、氣候化環境地形地貌變遷等影響，雖同一區域因採樣地點稍為差異，同一核種活度濃度分析的結果往往變化亦會相當大，因此若僅監測活度濃度分析易造成大眾對核能的分析結果誤解。相反地，若採同位素分析，因為化學性質相同，同一核種的同位素比值則較為穩定，因此同位素分析成為判定污染來源的利器。銻(Pu)是一種與核武和能源領域密切相關的人工放射性核種，具有極強毒性及非常長的半衰期，在環境和核武監測研究中是一種非常重要的研究對象，國內對於長半衰期銻放射性核種分析，主要以阿伐能譜儀進行計測，不但分析時間長、靈敏度低，通常只能測定 $^{239+240}\text{Pu}$ ，無法分別測定 ^{239}Pu 和 ^{240}Pu 。質譜儀已廣泛應用於長半衰期核種的分析，尤其是對於事故現場鑑識少量樣品的同位素比值分析更具無可取代的優勢，可藉由同位素比值分析以研判污染來源，依台灣緯度目前銻的平均沉降 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比值約為 0.178 ± 0.019 ，武器級銻的 ^{240}Pu 含量較低， $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比值為 $0.03\sim 0.07$ ，若源於核電廠反應器由於製造技術和設計上的不同， Pu 同位素比值不盡相同，一般 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比值會大於 0.2 。

本研究同時利用阿伐能譜儀及感應耦合電漿質譜儀進行台灣北部環境土壤銻監測分析，兩種儀器測得 $^{239+240}\text{Pu}$ 活度濃度分析的結果相當一致；另，以感應耦合電漿質譜儀分析 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比值皆落於 0.178 ± 0.019 範圍內，顯示其來源應來自昔日核爆落塵，非源自台電核能發電廠，此結果可提供未來核能電廠除役期間環境輻射監測分析數據比對及研判污染來源。

關鍵字：感應耦合電漿質譜儀、核能電廠 (ICP-MS、nuclear power plant、plutonium)

銻來源鑑別分析

鑑別銻源於核電廠反應器或武器級銻可能性圖示如下[1、2]：



圖一 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 同位素比值與污染源關係圖

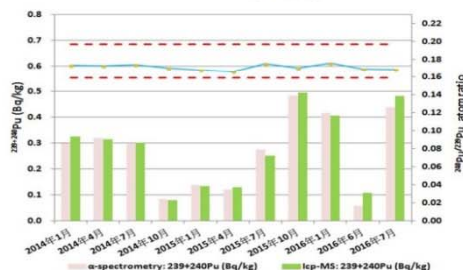
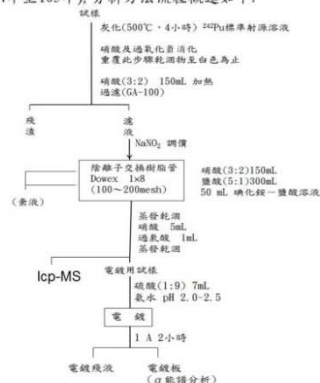
實驗結果



圖二 台灣北部環境土壤中銻活度(Bq/kg)及同位素比值

實驗方法

本研究取表層土壤，取樣時間為105年4-6月 (IIA地區為104年至105年)，分析方法流程概述如下：



圖三 IIA地區環境土壤中銻活度及同位素比值

討論

- 一、本研究取8個台灣北部環境土壤以感應耦合電漿質譜儀分析進行分析， $^{239+240}\text{Pu}$ 活度介於 $0.04\sim 1.51$ 貝克/公斤呈現愈往山區活度愈高現象； $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比值則皆落於符合台灣地理緯度($0\sim 30^\circ\text{N}$)比值 0.178 ± 0.019 範圍內，顯示其來源應來自昔日核爆落塵，非源自台電核能發電廠。
- 二、對核電廠乾式貯存場址IIA土壤進行2年期監測，同時利用阿伐能譜儀及感應耦合電漿質譜儀進行分析，兩種儀器測得 $^{239+240}\text{Pu}$ 活度濃度分析的結果相當一致；儘管 $^{239+240}\text{Pu}$ 活度有高低起伏，但 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比值則皆落於 0.178 ± 0.019 範圍內，顯示監測期間並無源自台電核能發電廠污染。
- 三、本研究已初步建立核一核二廠除役前廠外環境土壤中 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比值，此結果可提供未來核能電廠除役期間環境輻射監測分析數據比對及研判污染來源。

參考資料

1. J.M. Kelley, L.A. Bond, T.M. Beasley, Sci. Total Environ. 237/238 (1999) 483-500.
2. M.E. Ketterer, S.C. Szechenyi, Spectrochim. Acta Part B 61 (2008) 719-737.

附件 4：南部備援實驗室 TAF 認證文件完成紀錄表

文件名稱	文件編號	版次	完成日期
放射性分析備援實驗室品質手冊	QM00	1	106 年 8 月 29 日
品質文件發行及修訂管制作業	RAL-M01	1	106 年 9 月 5 日
環境試樣分析作業流程	RAL-M02	1	106 年 9 月 5 日
管理系統稽核作業程序	RAL-M03	1	106 年 9 月 12 日
標準操作程序書制訂與發行	RAL-M04	1	106 年 9 月 12 日
品質文件管理辦法	RAL-M05	1	106 年 9 月 19 日
紀錄審核及管制程序	RAL-M06	1	106 年 9 月 19 日
證書及報告之審核發行程序	RAL-M07	1	106 年 9 月 26 日
數據異常處理程序	RAL-M08	1	106 年 9 月 26 日
顧客抱怨處理程序	RAL-M09	1	106 年 9 月 26 日
實驗室環境設施管理程序	RAL-M10	1	106 年 10 月 3 日
環境試樣取樣作業流程	RAL-M11	1	106 年 10 月 3 日
著作權及保密管理程序	RAL-M12	1	106 年 10 月 17 日
量測設備之追溯與校正作業程序	RAL-M13	1	106 年 10 月 17 日
電腦程式軟體管制作業程序書	RAL-M14	1	106 年 10 月 17 日
參加環境試樣分析比較實驗作業程序	RAL-M15	1	106 年 10 月 24 日
實驗室管理作業程序	RAL-M16	1	106 年 10 月 24 日
儀器設備檢修作業程序	RAL-M17	1	106 年 10 月 24 日
儀器設備管理及採購作業程序	RAL-M18	1	106 年 10 月 24 日
品質異常處理程序	RAL-M19	1	106 年 11 月 14 日
環境試樣放射性核種分析不確定度評	RAL-M20	1	106 年 11 月 14 日
放射化學分析品管作業程序	RAL-M21	1	106 年 11 月 17 日
實驗室人員訓練作業要點	RAL-M25	1	106 年 11 月 17 日
對外技術服務作業程序	RAL-M27	1	106 年 11 月 17 日

附件 5：輻射災害第一線應變人員手冊封面與封底



附件 6：本計畫研究工作參與人員性別統計

年度	輻射災害鑑識分析 能力建立			輻射災害防救與應 變相關技術研究			合計			男女 比率
	男	女	小計	男	女	小計	男	女	小計	
105	8	1	9	8	4	12	16	5	21	76%/24%
106	9	3	12	11	5	16	20	8	28	71%/29%