

計畫名稱：核子事故之輻防與緊急處置措施研究

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所

目錄

壹、基本資料.....	3
貳、計畫目的、計畫架構與主要內容.....	3
一、計畫目的與預期成效.....	3
二、計畫架構(含樹狀圖).....	3
三、計畫主要內容.....	3
參、計畫經費與人力執行情形.....	4
肆、計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output).....	6
伍、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	10
陸、與相關計畫之配合.....	13
柒、後續工作構想之重點.....	13
捌、檢討與展望.....	13
附錄一、佐證資料表.....	14

壹、基本資料：

計畫名稱：核子事故之輻防與緊急處置措施研究

主持人：王正忠

年度經費：14,754千元

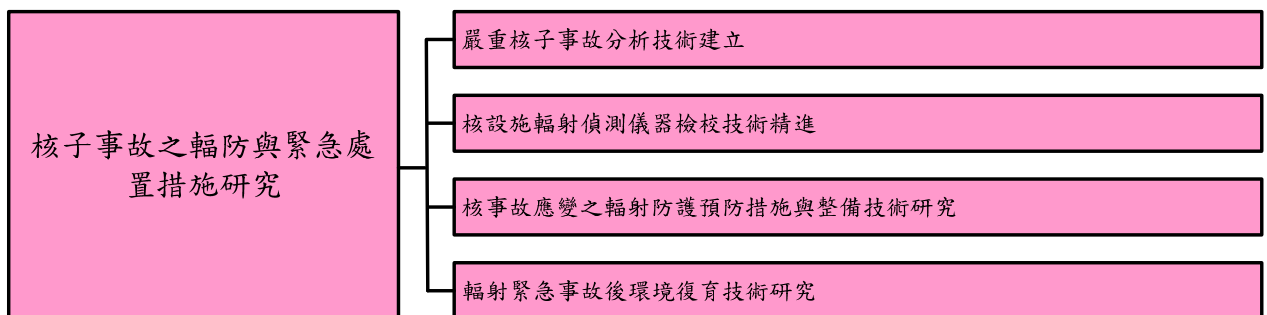
執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的與預期成效：

研發核電廠相關斷然處置措施，寧可犧牲核電，絕不造成核災；同時研擬核子災變之輻防應變措施，及時指引災變之防治策略，使其對環境造成之衝擊降至最低。本計畫將建立有效率的輻射防護對應機制及緊急應變措施，針對核電廠之斷然處置措施進行深入研究。建立嚴重核子事故分析技術，開發核子災變之環境監測、復育技術，以及輻射防護預防措施與整備技術研究，減低嚴重事故對人員與周圍環境的衝擊。

二、計畫架構(含樹狀圖)：



三、計畫主要內容

1.嚴重核子事故分析技術建立

- (1)建立核一廠 MAAP5 程式分析工具。
- (2)瞭解國際 EOP、SAMG、EDMG 整合現況，另外研究 URG 與相關程序書(EOP、SAMG、EDMG)整合工作。
- (3)完成核一廠 MAAP5 程式斷然處置分析與 RELAP5 程式驗證報告 1 份。

- 2.核設施輻射偵測儀器檢校技術精進
 - (1)建立 ISO 4037 國際規範之 X 射線窄能譜系列射質與二級劑量標準。
 - (2)國內常用手提式輻射劑量偵測儀器之電磁波耐受性與改善方法研究。
- 3.核事故應變之輻射防護預防措施與整備技術研究
 - (1)建立全真化氣象分析資訊及劑量評估模組之技術研究，可重建事故演變序列。
 - (2)合理抑低應變搶救工作人員之緊急曝露可接受劑量，研析各國規範災害搶救工作人員之劑量限值。
 - (3)合理抑低第一線應變人員之緊急曝露可接受劑量、輻射防護作業程序及準則探討。
 - (4)核子事故緊急應變策略基準研究。
- 4.輻射緊急事故後環境復育技術研究
 - (1)研究國際輻射事故復原標準訂定與實務經驗，進行民眾需要資訊調查與分析，建立民眾溝通模式與技術。
 - (2)蒐集與研析國際復原期民眾防護策略相關資訊，並擬訂復原期民眾防護策略草案。
 - (3)執行國土與農地復育策略與技術研究，針對國內外復育實務經驗，開發復育技術。

參、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形：(可以下列表格表達)

(一) 計畫結構與經費

研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費 (千元)			
核子事故之輻 防與緊急處置 措施研究	14,754	王正忠	核能研究所	

(二)經資門經費表

會計科目	預算數/(執行數)			備註
	主管機關預算(委 託、補助)	自籌款	合計	
			金額(仟元)	

一、經常支出					
1.人事費					
2.業務費		7,860/7,860		7,860/7,860	53.3/53.3
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
6.其他					
小計		7,860/7,860		7,860/7,860	53.3/53.3
二、資本支出					
小計		6,894/6,894		6,894/6,894	46.7/46.7
合計	金額	14,754/14,754		14,754/14,754	100/100
	占總經費%	100/100		100/100	

與原計畫規劃差異說明：符合預期。

(三)計畫人力

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
核電營運安全領域關鍵技術發展綱要計畫	原訂	3.61	0.0	2.5	0.61	0.5
	實際	3.61	0.0	2.5	0.61	0.5
	差異	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(四) 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	
			學歷	經歷
王正忠	副研究員兼協同主持人	6.0 人月 擔任第三分項計畫主持人，負責分項計畫推動與成果之審核	學歷	博士
			經歷	輻射偵測中心 5 年、核研所 14 年
			專長	放化分析、輻射防護、除役外釋
王德全	副研究員	9.6 人月 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核	學歷	博士
			經歷	核能研究所助研員
			專長	核電廠嚴重事故分析
葉俊賢	副研究員	9.6 人月 擔任子項計畫	學歷	碩士
			經歷	核研所 30 年

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核	專長	輻射量測與校正
黃昭輝	副研究員	9.6 人月 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核	學歷	碩士
			經歷	核能研究所副研究員
			專長	輻射防護劑量評估、安全防護管制
楊雍穆	副研究員	9.6 人月 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核	學歷	碩士
			經歷	核能研究所副研究員
			專長	輻射防護劑量評估、安全防護管制
邱鎧盛	副研究員	9.6 人月 參與「輻射緊急事故後環境復育技術研究」工作	學歷	碩士
			經歷	核能研究所助理研究員
			專長	放射性廢棄物解除管制技術

與原計畫規劃差異說明：符合規劃。

肆、計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)

(一)學術成就

1. 論文：本計畫期末累計有國外期刊論文 4 篇，發表之論文可將研發成果供世人參考，提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。
2. 研究報告：期末累計有研究報告 10 篇。研究報告可協助計畫保存研發過程及成果，並應用於技術推廣及技術經驗傳承。
3. 辦理學術活動：6 月 27 日於本所辦理「輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會」共 1 場。
4. 建立「核子事故緊急應變劑量評估系統 A2C/Dose」模式開發與技術。以氣象資料庫形式，整合氣象三維風場預報模式(HOTMAC)、雲團大氣擴散分析(RAPTAD)、以及環境人員輻射劑量評估等運算系統。在核電廠發生事故啟動緊急應變動員時，進行事故發生後未來 4 天內，電廠輻射物質外釋所造成之即時劑量率與累積劑量評估分析，提供給緊急應變決策者之重要決策資訊參考。

5. 辦理國內「輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會」，告知本次能力試驗規劃的測試項目與要求，TAF 認證實驗室需通過每三年一次的比對測試，期望國內輻射偵檢儀器校正服務的準確性一致性，符合品管要求。



(二)技術創新

- 1.技術報告：期末累計有 1 篇。
- 2.核設施輻射偵測儀器檢校技術精進因應核事故之緊急應變以及 102 年舉辦的第九次人員劑量計能力試驗，建置中能量(320kV)的 X 光劑量照射系統，製作國際 ISO 4037-1 規範要求適當尺寸的過濾片及濾片夾的 X 光射質組合的量測系統可符合國際要求。
- 3.嚴重核子事故分析技術完成國際 EPG/SAG、EDMG 整合研究，目前完成美國 DAEC 電廠 EMG 整合研究，並完成一份報告，可作為國內 EPG/SAG、EDMG、URG 整合重要參考依據。
- 4.核設施輻射偵測儀器檢校技術完成國內常用手提式輻射劑量偵測儀器之電磁波檢測報告。各類型的輻射偵檢器對環境條件的干擾測試結果，顯示輻射射頻電磁場免疫力之干擾反應較為敏感，但新型偵檢器的電子系統已作 EMC 處理，可以免疫電磁場之干擾。

(三)經濟效益

無

(四)社會影響

- 1.日本福島核事故後，食品中放射性容許量標準之訂定一直是國人關注焦點，本計畫透過彙整分析國際主要先進組織或國家，例如：食品法典委員會(Codex Alimentarius Commission, CAC)、美國、歐盟、加拿大與日本等，其食品中放射性含量之標準，完成「各國食品中放射

性容許量標準比較研究」報告一篇，以供未來主管機關於制定或修正相關管制法規之參考。各國食品中放射性容許量標準比較表如下：

各國食品中放射性容許量標準比較

(單位：貝克/公斤)

核種	食品種類	形式 (Bq/L)	加拿大	澳洲	美國		日本		新加坡	香港	
					Bq	g	Bq	g			
Cs-137	乳品	55	100	100	300	55	170	300			
	嬰兒食品			1000	150				100	100	
	其他食品	300	100		2000	300			2000		100 100
Cs-134	乳品	370			370	370	1200	200	50		
	嬰兒食品								50	1000	1000
	其他食品	370			600	370			500	100	1000 1000
Sr-90	乳品		1000	300							
	嬰兒食品			1000							
	其他食品		1000								
Co-60	乳品		1000	300							
	嬰兒食品			1000							
	其他食品		1000								
Sr-90	乳品		100	30	125		160				
	嬰兒食品			100	75				100	100	
	其他食品		100		750				100	100	
Sr-90	乳品		1000	300	125						
	嬰兒食品			1000	75				1000	1000	
	其他食品		1000		750				1000	1000	
Pu-239	乳品		100	100	1000		150				
	嬰兒食品			300	100				100	100	
	其他食品		100		1250				100	100	
Pu-239	乳品		1000	1000	1000		5000				
	嬰兒食品			1000	100				1000	1000	
	其他食品		1000		1250				1000	1000	
Pu-238	乳品		1	1	20						
	嬰兒食品			10	1			1	1		
	其他食品		10		80			10	10		
Pu-239	乳品		1	1	20						
	嬰兒食品			10	1			1	1		
	其他食品		10		80			10	10		
Pu-238	乳品		1	1	20						
	嬰兒食品			10	1			1	1		
	其他食品		10		80			10	10		
Pu-240	所有食品					2					

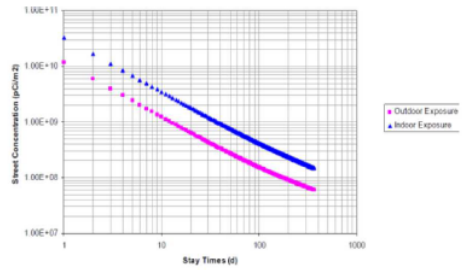
a. 美國政府對食品中放射能限制包括Cs-137、Cs-134及Sr-90
 b. 加拿大其他食品中包括嬰兒食品
 c. (Cs-137之限值/6000Bq) (Sr-90之限值/4500Bq)

2. 「2013年美國環保署最新放射性事故 PAG 手冊草案簡介」報告探討，可提供針對日本福島事故後，對於檢討擬定核/輻射事件緊急應變第一線應變搶救人員救災行動與民眾防護行動等之輻防措施與標準劑量限值參考依循。確保應變人員及民眾之輻射安全。

美國FDA 對服用碘片完整規定

	預測甲狀腺曝 露(毫西弗)	服用碘片劑量	
		130 毫克碘片 顆數	65 毫克碘 片顆數
超過 40 歲以上成人	>5000	130	1
18-40 歲成人	>100		
懷孕以及授乳婦女			
12-18 歲青少年	>50	65	1/2
3-12 歲兒童		32	1/4
1 個月至 3 歲幼兒		16	1/8
出生至 1 個月嬰兒			

中期的再進入防護行動



室內外工作停留天數與 Cs-137 在街道表面最高污染濃度之關係圖

從圖 可以得知，如果 Cs-137 在街道表面污染濃度為 3.00E+09 pCi/m²，則人員可以待在室外工作四天。

Radionuclide	Surface Street Concentration (pCi/m ²)		
	1 Day	4 Days	12 Days
Am-241	7.51E+07	2.86E+07	1.59E+07
Cf-252	3.50E+08	1.32E+08	7.13E+07
Cm-244	1.27E+08	4.82E+07	2.68E+07
Co-60	2.72E+09	6.87E+08	2.33E+08
Cs-137	1.14E+10	2.94E+09	1.01E+09
Ir-192	9.93E+09	2.54E+09	8.92E+08
Po-210	1.17E+09	3.86E+08	1.74E+08
Pu-238	6.56E+07	2.50E+07	1.39E+07
Pu-239	6.01E+07	2.29E+07	1.27E+07
Ra-226	6.08E+08	2.10E+08	9.97E+07
Sr-90	2.48E+10	7.70E+09	3.18E+09

各種核種在街道表面污染濃度下居民室內可以生活停留天數

(五)非研究類成就

1. 無。

(六)其他效益

1. 無。

績效屬性	績效指標	原訂值	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	4 篇	1.國外 SCI 論文發表 5 篇。	將研發成果可供世人參考，提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。	
	B 研究團隊養成	1 個	1.嚴重事故分析技術團隊。	1.建立嚴重事故分析技術團隊，可分析嚴重核子事故現象與事故序列，並快速預測電廠未來參數狀態，提供事故救援措施的有效性，提升國內因應嚴重核子事故的能力。	

績效屬性	績效指標	原訂值	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	C 博碩士培育	/	/	與國內著名公私立大學合作研究或透過委辦計畫，共同培育博、碩士研究生 9 人。本年度已有一名碩士生畢業投入核能相關產業。	
	D 研究報告	10 篇	14 篇	協助計畫保存研發過程及成果，可應用於技術推廣將研究報告成果及技術經驗傳承。	
	E 辦理學術活動	1 場	1. 6/27 於本所辦理「輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會」。	資源分享及經驗交流，促成技術升級。	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	/	/	避免國外技術壟斷，保障智慧財產權利。	
	H 技術報告	1 篇	1 篇	協助計畫保存研發過程及成果，可應用於技術推廣將研究報告成果及技術經驗傳承。	
	I 技術活動	/	/	藉由國際間之技術交流，除學習新知識外並提升國內相關技能。	
	S 技術服務	/	/	1.協助國內企業解決核能產業技術問題。 2.協助國內企業研究核電廠用過燃料貯存系統技術開發問題。	
其他效益(科技政策管理及其它)	K 規範/標準制訂	/	/	制訂隔震器的規範，以應用於現有核能級配電盤。	

伍、主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

一、學術成就(科技基礎研究)

無

二、技術創新(科技整合創新)

- 1.嚴重核子事故分析技術設定 MAAP5 程式 URG 參數檔，驗證 SRV 流量、圍阻體排氣流量等重要參數，建立驗證 URG 重要技術。

三、經濟效益(產業經濟發展)

無

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)

- 1.「國家級核能方案中緊急應變與整備的規劃策略」研究，能提供決策在實務上規劃適當的防護措施，確保在真正緊急情況下，可以及時的、有管理的、可控制的、可協調的有效應用執行應變行動，以及防止或減輕緊急事件後果的原則防禦深度(Defense of Depth)，與保護措施。
- 2.依據國際標準組織 ISO 建議之 X-射線射質，建立低能量的劑量標準，提供事故現場環境輻射劑量的量測以及例行作業輻射偵檢器之低能量劑量校正，精進輻射偵測儀器檢校技術。

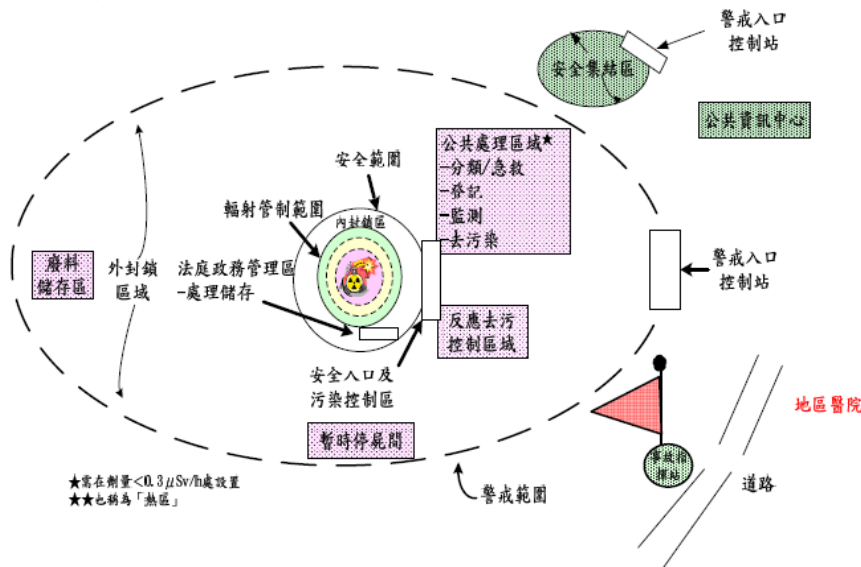
建立之 X 射線位置因子

射束	位置因子					
	1	2	3	4	5	6
ns80	0.9971	0.9966	0.9770	1.0185	1.0020	0.9995
ws110	0.9991	0.9966	0.9841	0.9978	1.0002	1.0025
ws150	1.0013	0.9882	0.9873	1.0072	1.0097	1.0025
ws200	0.9984	0.9995	0.9821	1.0028	1.0057	1.0126
m150	0.9995	0.9997	0.9936	0.9976	0.9990	1.0032

- 3.「核/輻射事件緊急應變第一線應變搶救人員救災行動輻防導則」報告，說明輻射緊急事件的應變處理基本概念、緊急應變人員之行動指引、應變輻射防護措施與標準劑量限值等導則，可提供中央與地方政府負責輻射緊急事件應變處理與救災行動之第一線救災人員(警政、

消防、衛生醫療、民防等)，任務執行之指引依據與確保應變人員及民眾之輻射安全。

初步評估，建立應對設施和管制區域



設施場所
事件指揮所 Incident command post(ICP)
法庭證物 管理中心
公共資訊中心 (民眾資訊中心) Public information centre (PIC)
公共處理區 (民眾處理區)
地區醫院
污染管制區
資源安全集結待命區
臨時停屍區
廢棄物貯存區

圖：針對輻射事件的反應措施配置示意圖

應變人員之輻射防護行動的劑量限值

表：搶救人員行動的劑量指引

劑量指引	行動	條件
50毫西弗	所有職業性暴露的行動	採取所有合理可行性措施來最小化劑量
100毫西弗	為公眾福祉保護必要且有價值財產(如電廠)	可用監測來預測或量測劑量採取所有適當措施來降低劑量但超過50毫西弗仍無法避免
250毫西弗	搶救性命或保護很多民眾	可用監測來預測或量測劑量採取所有適當措施來降低劑量但超過50毫西弗仍無法避免

表：緊急應變人員接受劑量準則

任務	劑量限值(經事件指揮官核准)
1. 搶救生命行動，包括： a. 搶救生命有立即危險之人員； b. 急救重傷者； c. 防止/減輕可能嚴重危害人身安全之情況。	1000mSv
2. 防止發生嚴重健康效應或傷害之行動，包括： a. 疏散過程中保護民眾； b. 確定疏散、掩蔽或限制食物之人口居住地區之環境輻射監測 c. 搶救生命可能受到威脅之民眾； d. 治療嚴重受傷之民眾； e. 民眾緊急除污作業。	500mSv
3. 防止災害持續發展之行動，如： a. 防止或減輕火勢等； b. 逮捕可疑恐怖份子	50mSv
4. 避免增加集體劑量之行動，如： a. 人口居住地區環境監測之取樣與放射性核種分析； b. 保護民眾採取的局部除污。	

五、非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導)

無

六、其它效益(科技政策管理及其它)

「國家級核能方案中緊急應變與整備的規劃策略」研究，提供決策在實務上規劃適當的防護措施，確保在真正緊急情況下，可以及時的、有管理的、可控制的、可協調的與有效的應用在適當的地方執行應變行動，以及防止或減輕緊急事件後果的原則防禦深度(Defense of Depth)，在可能造成人民與環境有害效應之前，採取不同層級一連串與獨立的保護措施。

陸、與相關計畫之配合

無

柒、後續工作構想之重點

將繼續完成核二、三廠 MAAP5 程式斷然處置分析與 RELAP5 程式驗證、天然環境下國內輻射偵測儀器之電磁波耐受性之測試及輻災復原期間工作人員與民眾劑量評估模式研究。

捌、檢討與展望

當輻射緊急事故發生時，必要時中央政府需協調各部會成立中央應變部門以發揮統一指揮作用，支援地方應變救災處理及復原。然地方政府負責輻射緊急事件應變處理與救災行動之第一線救災人員(警政、消防、衛生醫療、民防等)，對於輻射緊急情況之輻射污染相關知識認知與研判須有專業知識及使用偵測裝備的經驗。有賴於中央與地方間的合作與加強災害防救演練。

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：

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年 (西元年)	文獻類別
IIST 設施的 SBLOCA 暫態的模擬與 genetic algorithms (GAs)的分析	蔡炅苙	2014	d
醫用診斷型 X 光機劑量洩漏量測技術之探討	葉俊賢	2014	d
福島核事故後日本進口食品檢測與攝食劑量評估	黃珮吉	2014	d
龍門電廠未經過濾進入控制室氣體之流量限值分析	蔡智明	2014	d
為超高除汗效率改善氙水分析蒸餾方法與裝置	方新發	2014	d

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

【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)
建立嚴重事故分析技術團隊	核能研究所	e	2014

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】

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

無

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
國家級核能方案中緊急應變與整備的規劃策略	汪子文	2014	核能研究所
核一廠 MAAP5 程式 URG 案例分析與比較報告	莊凱政	2014	核能研究所
核電廠緊急操作程序書/嚴重事故處理指引(EOP/SAG)與斷然處置程序(URG)及大範圍災害減緩程序(EDMG)整合研究	王德全	2014	核能研究所

各國食品中放射性容許量標準比較研究	黃珮吉	2014	核能研究所
輻射緊急事故後環境復育實務經驗與技術建立之研究	周應全;黃珮吉	2014	核能研究所
輻射緊急事故後環境復育期間民眾之防護策略	黃文治	2014	核能研究所
核電廠埋入管內層活度的量測技術	葉俊賢	2014	核能研究所
核/輻射事件緊急應變- 第一線應變搶救人員救災行動輻防導則	黃昭輝	2014	核能研究所
2013 年美國環保署最新放射性事故 PAG 手冊草案簡介	楊雍穆	2014	核能研究所
環境劑量計能力試驗照射系統	施成霖;葉俊賢	2014	核能研究所
建立緊急應變所需 ISO 4037 國際規範之 X 射線標準	鄒騰泓;葉俊賢	2014	核能研究所
表面污染及輻射劑量偵測儀器之性能檢測	施成霖;葉俊賢	2014	核能研究所
國內常用手提式輻射劑量偵測儀器之電磁波檢測	葉俊賢;施成霖	2014	核能研究所
放射性事故民眾溝通與資訊需求研究	楊雍穆	2014	核能研究所

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期 (YYYYMMDD)	主/協辦單位
輻射偵檢儀器校正能力試驗說明會	a	2014/6/27	核研所

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】

無

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
核一廠 MAAP5 程式 URG 參數檔建立計算書	莊凱政;王德全	2014	核能研究所

【I 技術活動表】

無

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

【K 規範標準表】

無

註：類別分成 a 規範、b 標準、c 法規、d 政策；參與性質分成 a 參與制定、b 共同發表；應用範圍分成 a 機構內、b 國內、c 國際、d 未發表

【S 技術服務表】

無

註：服務對象類別分成 a 國內廠商、b 國外廠商、c 其他