

政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱： 建構國土安全輻射監測網

(環境科技群組)(環境監測及資訊領域)

性質：

☒ 研究型

☐ 非研究型(人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動)

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輻射偵測中心

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、	
二、計畫架構(含樹狀圖).....	3
三、計畫主要內容.....	4
肆、 計畫經費與人力執行情形.....	6
伍、 計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)..	9
陸、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	13
柒、 與相關計畫之配合.....	17
捌、 後續工作構想之重點.....	17
玖、 檢討與展望.....	18
附錄一、佐證資料表.....	20
附錄二、佐證圖表.....	23

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）

1. 國土緊急應變輻射監測數據管理系統建立與通報機制研擬
2. 整合國內各單位獨立建置之輻射監測系統，開發共享資訊平台
3. 建構輻射監測資訊網並標定台灣地區輻射劑量數位圖。
4. 建立與精進試樣輻射偵測分析技術與能力
5. 開發與建立輻射偵測應用系統及作業程序
6. 事故輻射污染偵測評估技術與程序研究建立

建構國土安全輻射監測網

1. 養成2組研究團隊
 - (1). 輻射劑量評估與調查團隊
 - (2). 輻射偵測與放射分析度量團隊
2. 研究報告1篇(支援大港倡議計畫輻射偵測之實務探討)
研討會論文1篇(核子事故放射分析實驗室大量樣品管理替代方案探討)
3. 技術報告6篇

101年執行措施：

1. 全國矩陣網狀偵測點規畫與資料庫研擬
2. 國土輻射劑量計讀自動化系統開發與評估技術建立
3. 事故現場輻射偵測度量系統開發與評估方法建立
4. 民生用水輻射污染高效率偵測系統開發與作業程序建立
5. 農產食品輻射污染快速偵測系統開發與校正技術建立
6. 事故輻射污染樣品難測核種快速分析系統開發與校正技術建立

貳、基本資料：

計畫名稱： 建構國土安全輻射監測網

主 持 人： 洪明崎

審議編號： 101-2001-02-04-21

計畫期間(全程)：101 年 1 月 1 日至 104 年 12 月 31 日

年度經費： 21,088 千元 全程經費規劃： 68,268 千元

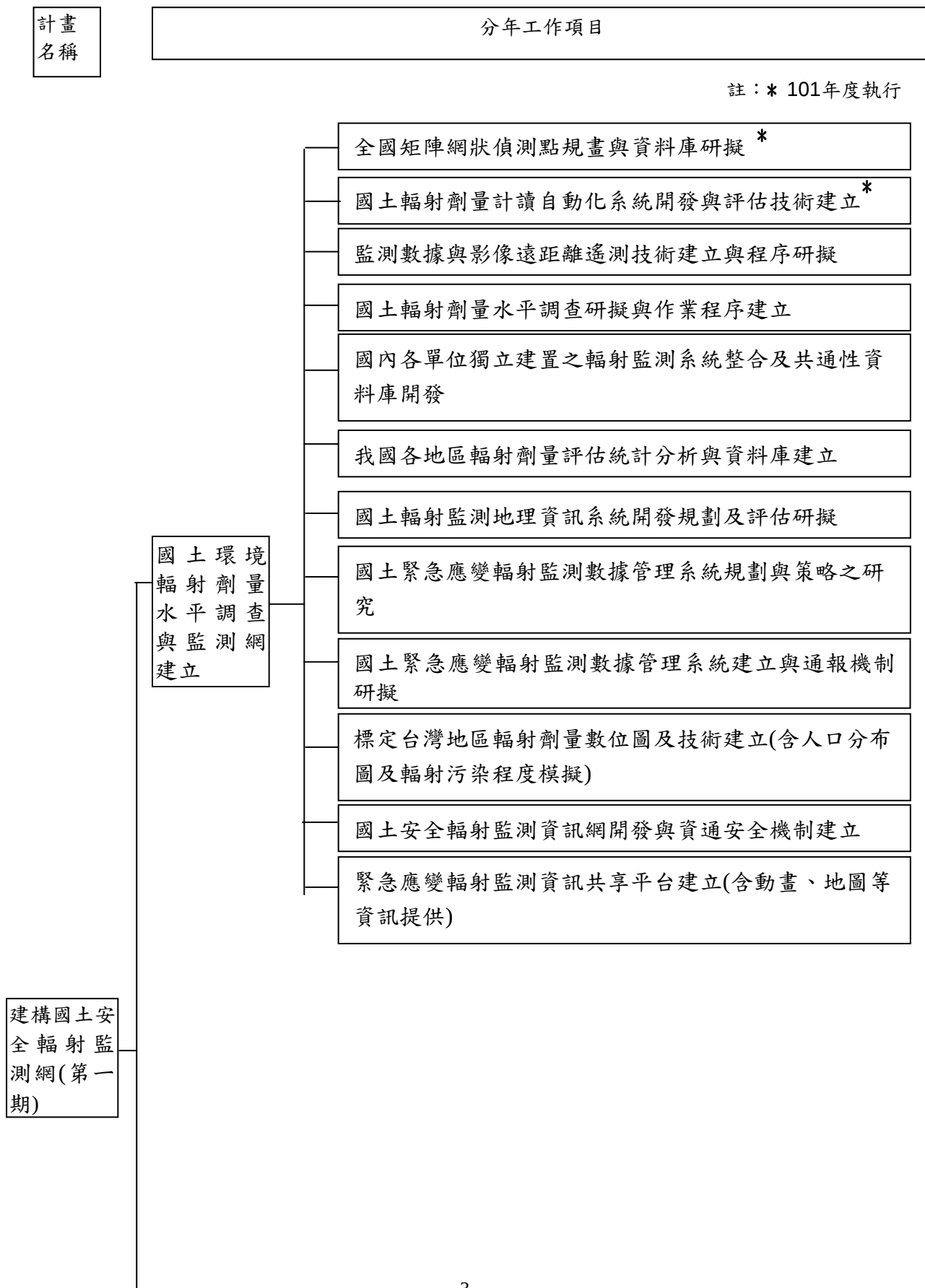
執行單位： 行政院原子能委員會輻射偵測中心

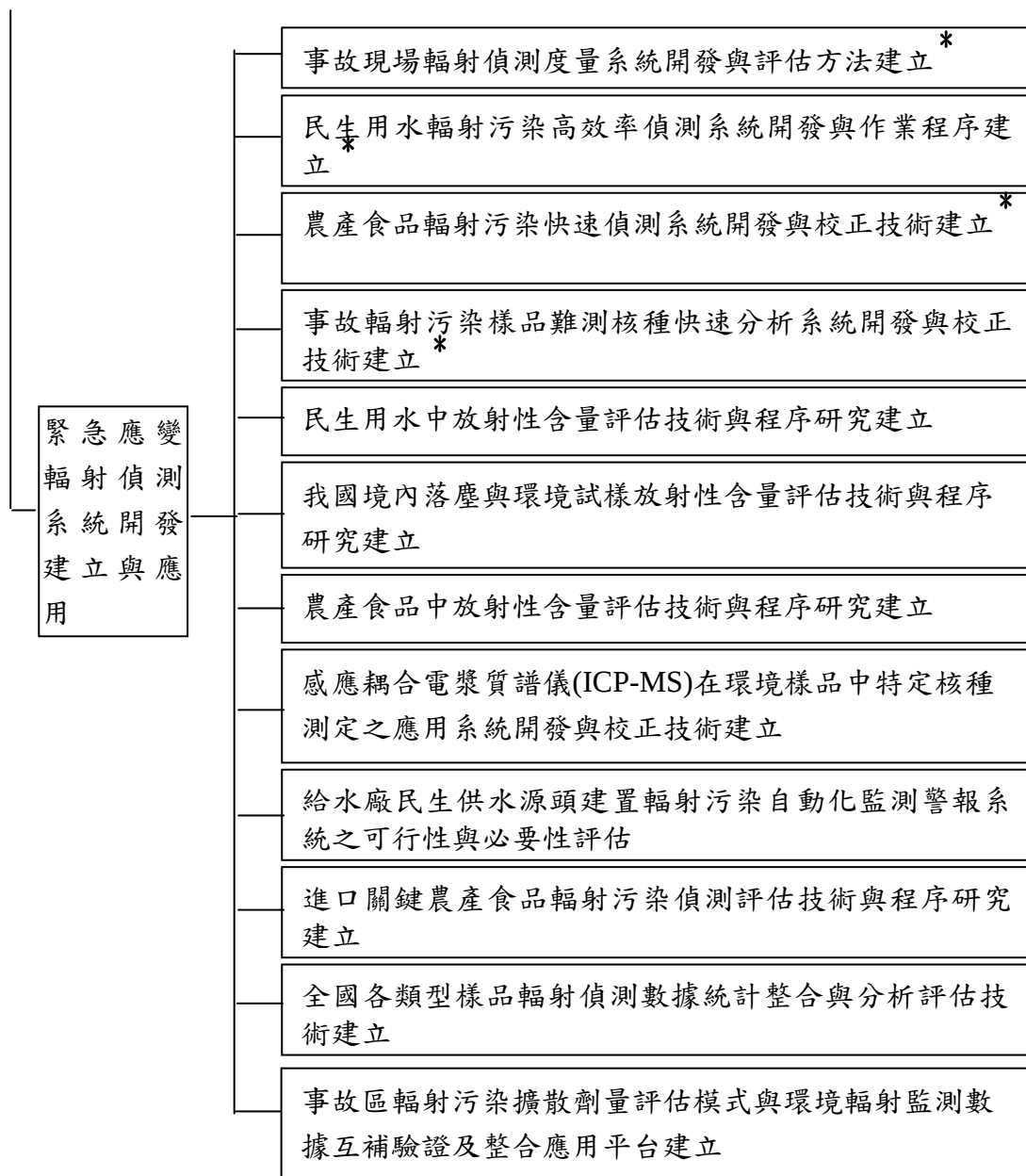
參、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的與預期成效：

- (一) 運用現代電腦資訊科技，開發與建立適合我國國土安全相關輻射偵測應用工具與技術，以提升事故緊急應變技術與環境保護能力。
- (二) 研擬與推動環境輻射監測相關減災對策，以落實災前整備、災中應變、災後環境保護與偵測復原等三個階段之施政方針，確保國土安全。
- (三) 引進新穎輻射偵測技術，解決傳統分析方法極限，健全環境輻射偵測機制，提升施政品質。
- (四) 精進民生用水及農產食品中放射性含量濃度分析技術與相關系統建立，可提高處理效率與時效，並亦可快速正確提供決策單位資訊得以掌握實際狀況，以增進社會民生安全。
- (五) 遙測技術與自動化科技應用於國土輻射預警監測，可隨時了解我國環境輻射量變動狀況，必要時可提供核設施防災應變相關單位得以掌握事故輻射監測資訊變動趨勢，藉以提升政府機關危機應變處理能力。
- (六) 透過國土安全輻射監測資訊共享平台，可提供政府現有災害防救體系有效連結機制，並亦可提供民眾多元化輻射監測資訊，提升事件透明度，以增加民眾信賴度。

二、計畫架構(含樹狀圖)：





三、計畫主要內容：

本計畫為四年期計畫，主要目標為建構國土安全輻射監測網。為順利推動本計畫，將主計畫歸類成「國土環境輻射劑量水平調查與監測網建立」、及「緊急應變輻射偵測系統開發建立與應用」等分項計畫，並擬定分項計畫之全程目標及分年工作項目。

一、國土環境輻射劑量水平調查與監測網建立

(一)本分項計畫全程目標為：

- 1.國土緊急應變輻射監測數據管理系統建立與通報機制研擬；
- 2.整合國內各單位獨立建置之輻射監測系統，開發共享資訊平台；
- 3.建構輻射監測資訊網並標定台灣地區輻射劑量數位圖。

(二) 101年度工作項目內容概述如下：

1.全國矩陣網狀偵測點規畫與資料庫研擬

- (1)利用地理資訊系統做為規畫全國網狀輻射偵測點之支援工具，並將本中心「台灣地區環境輻射偵測計畫」已佈設之偵測點納入，逐步在台、澎、金、馬等地區建構一網狀輻射偵測網。
- (2)同時利用衛星定位系統(GPS)定位，俾精準提供各偵測點的地理座標，以利未來標定台灣地區輻射劑量數位圖。
- (3) 研擬全國網狀輻射偵測點之作業項目及資料庫與資通安全架構，並建立管理系統與平台。

2.國土輻射劑量計讀自動化系統開發與評估技術建立

- (1)引進國外大廠生產之新穎且穩定高的熱發光計讀儀，結合自動化處理設備及電腦資訊系統，建立一套輻射劑量自動化計讀資訊處理系統。
- (2)完成輻射劑量自動化計讀資訊處理系統性能測試與環測分析比對作業，並建立評估作業程序及品質管制流程。
- (3)進行全國網狀偵測點輻射劑量計讀分析作業。

3.事故現場輻射偵測度量系統開發與評估方法建立

- (1)完成一套複合式事故現場輻射偵測系統建立，以利在事故地區進行現場測量作業。該系統主要設備包括輕便型電冷式純鍺多頻分析儀及高壓游離腔偵檢器等。
- (2)結合全球定位系統，以提供準確位置及時間，並利用行動電話數據傳輸，遂自行開發一套全新系統，即時將有關數據傳至原能會輻射偵測中心及事故現場應變中心，精確有序地顯示在地圖上，提供應變人員參考。

二、緊急應變輻射偵測系統開發建立與應用

(一)本分項計畫全程目標為：

- 1.建立與精進試樣輻射偵測分析技術與能力；

- 2.開發與建立輻射偵測應用系統及作業程序；
- 3.事故輻射污染偵測評估技術與程序研究建立。

(二) 101年度工作項目內容概述如下：

1.民生用水輻射污染高效率偵測系統開發與作業程序建立

- (1)由國外引進超低能量高效率純鍺偵檢器，結合多頻道分析設備及核儀控制模組，建立一套民生用水輻射污染高效率偵測系統。
- (2)針對民生用水樣品進行系統校正，建立民生用水樣品輻射污染處理機制與分析作業程序。

2.農產食品輻射污染快速偵測系統開發與校正技術建立

- (1)為因應輻射災害發生期間大量農產食品樣品檢測分析作業，引進高效率（相對效率>60%）純鍺偵檢器，結合多頻道分析設備及核儀控制模組，建立一套農產食品輻射污染快速偵測系統。
- (2)針對各種農產食品試樣進行系統校正，建立農產食品試樣輻射污染處理機制與分析作業程序。

3.事故輻射污染樣品難測核種快速分析系統開發與校正技術建立

- (1)由國外引進面障式矽半導體偵檢器及多頻道分析儀，建立阿爾伐能譜計測系統，並完成系統測試與校正。
- (2)精進樣品前處理方法與技術，並參考國際原子能總署安全系列第109及第115號報告，針對核子事故民眾防護行動食物及飲水中長半化期放射性核種，建立難測核種快速分析方法與作業程序。

肆、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

細部計畫		研究計畫		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(	名稱	經費			
建構國土安全輻射監測網	21,088,000			洪明崎	行政院原子能委員會輻射偵測中心	

(二)經資門經費表

會計科目 \ 項目		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(元)	占總經費%	
一、經常支出						
業務費		3,168,000 (3,167,334)		3,168,000 (3,167,334)	100% (99.98%)	
小計		3,168,000 (3,167,334)		3,168,000 (3,167,334)	100% (99.98%)	
二、資本支出						
設備費		17,920,000 (17,899,126)		17,920,000 (17,899,126)	100% (99.88%)	
小計		17,920,000 (17,899,126)		3,168,000 (17,899,126)	100% (99.88%)	
合計	金額	21,088,000 (21,066,000)		21,088,000 (21,066,000)	100% (99.90%)	
	占總經費%	99.90%		99.90%		

與原計畫規劃差異說明：無

(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	其他
一、分項計畫 一、土壤環境輻射劑量水平調查與監測網建立	原訂	4	1.1	1	1.5	0	0.4
	實際	4	1.1	1	1.5	0	0.4
	差異	0	0	0	0	0	0
一、分項計畫 二、緊急應變輻射偵測系統開發建立與應用	原訂	4	0.7	0.5	2.5	0	0.3
	實際	4	0.7	0.5	2.5	0	0.3
	差異	0	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。

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。

(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	
洪明崎	主持人	2.4 人月 綜合管理計畫推動及監測資料庫與資訊平台建立開發	學歷	博士
			經歷	輻射偵測中心副主任
			專長	核子工程與輻射度量
林培火	分項主持人	2.4 人月 緊急應變輻射度量技術與系統開發	學歷	專科
			經歷	輻射偵測中心簡任技正
			專長	輻射度量、保健物理
黃禎財	分項主持人	1.2 人月 試樣化學分析與質譜儀系統建立	學歷	碩士
			經歷	輻射偵測中心簡任技正
			專長	輻射度量、放射化學
黃富祈	子項主持人	2.4 人月 熱發光計輻射劑量計讀技術建立與系統開發	學歷	學士
			經歷	輻射偵測中心薦任技正
			專長	輻射度量、保健物理
劉祺章	子項主持人	2.4 人月 輻射度量系統與快速分析技術建立	學歷	博士
			經歷	輻射偵測中心薦任技正
			專長	保健物理、輻射度量
方鈞屹	薦任技士	4.2 人月 計畫聯絡窗口及研	學歷	碩士
			經歷	輻射偵測中心薦任技士

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		考與監測地理資訊系統與統計分析研擬	專 長	保建物理、輻射度量
高億峰	薦任技士	2.4 人月 監測網劑量評估系統建立 與系統開發	學 歷	碩士
			經 歷	輻射偵測中心薦任技士
			專 長	劑量評估、輻射度量
林明仁	薦任技士	2.4 人月 試樣偵測系統開發與技術建立	學 歷	碩士
			經 歷	輻射偵測中心薦任技士
			專 長	機械工程、輻射度量

與原計畫規劃差異說明：無

伍、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. 全國環境背景輻射資料庫建立

考慮環境背景輻射劑量來源，地表輻射劑量貢獻將因居住地土壤與岩石成份不同而有明顯差異，宇宙射線的劑量貢獻會因海拔高度不同而有差異。文獻回顧及現行研究報告中，多為侷限特定區域之環境輻射劑量探討，或為單向討論高度與劑量關係，或為對於土壤、岩石進行放射性核種分析，並探討其與劑量的回應關係。現已建立之「全國矩陣網狀偵測點系統」中，包含 2D/3D 地形圖面顯示功能，未來能結合地形、地貌及地質等資料庫，進一步全面性探討居住地土壤、岩石成份、高度等因素之不同所造成環境背景累積劑量之貢獻。

2. 建構加馬計測備援室及核安與輻安緊急應變整備室等 2 個專業實驗室，可擴增輻射度量系統與充實輻射事故緊急應變場所，並提升緊急應變整備能量，完成購置加馬能譜分析軟體修正套件，可針對樣品自吸收、能峰同時偵測效應等現象進行效率修正，以增加量測結果的精確度。

3. 核事故後加馬能譜分析的快速作業方式，利用技術測試與統計探討完成會議論文一篇，國際技術交流口頭報告一篇，與國內外專家針對實驗室大量樣品管理的作業模式進行交流與探討。

4. 為順利執行本計畫，依參與同仁之專長與工作屬性養成 2 個研究團隊，

- (1). 可精益求精環境輻射偵測技術，進行分析方法與系統開發，建立自主能力與技術。
- (2). 培育我國核安與輻安事件緊急應變輻射偵測技術人才與團隊能力養成。
- (3). 可作為核子事故緊急應變輻射監測之專業幕僚，提供環境輻射相關問題諮詢。

(二) 技術創新

完成 6 篇技術報告：

1. 全國矩陣網狀偵測點規畫與資料庫研擬：

為有效提升簡化全國輻射值的呈現一覽的效果，利用地理資訊系統之技術，規劃「全國矩陣網狀偵測點系統」，以矩陣方格排列，將台灣地區環境輻射偵測計畫已佈設之偵測點納入，逐步在台、澎、金、馬等地區建構一網狀輻射偵測網。

於「全國矩陣網狀偵測點系統」中，每矩陣網點方格以顏色來表達輻射偵測數值，如此可以簡單一覽全國輻射狀況。達到有效的管理、展示及掌控全臺範圍內選點偵測位置、相關圖形展示等情形，俾提昇各執行單位透過本系統，能掌握全台輻射現況，進而標定台灣地區輻射劑量數位圖。

2. 國土輻射劑量計讀自動化系統開發與評估技術建立：

採用 Panasonic UD-814AS1 熱發光劑量計(TLD)，以碳酸鈣(CaSO_4)為材質，測量範圍 1mR~50R，經一段時間佈點累積輻射劑量後，經取回實驗室，利用 Panasonic UD716AGL 熱發光劑量計(TLD)自動計讀儀計讀，；其使用光學紅外線加熱系統在短時間內提供計讀，同時配合自動樣品更換器 UD-736AB 相聯接，能夠進行批次 200 片熱發光劑量計(TLD)連續自動測量計讀，快速獲得每個佈點累積輻射劑量計讀結果，以利運用於國土輻射劑量水平調查。

3. 事故現場輻射偵測度量系統開發與評估方法建立：

當發生核子事故緊急應變時，放射性物質排放到環境中的情況，以最佳能量解析度的高純度鍺偵檢器(HPGe)，進行現場環境加馬能譜輻射偵測技術(in-situ gamma spectrometry)，簡稱為「現場偵測法」，依據沉積在地表的放射核種活度 (Bq/m^2)，再藉由沉積在地表的放射核種活度評估所造成的輻射劑量率 (Gy/h)。

現場偵測法實際上係進行地表面整體測量之平均值，並採取當地土壤樣品帶回實驗室進行加馬能譜分析，可作為現場及實驗室二個分析結果之比較。測量時間夠長的情況下，即使在地表面沈積的放射性物質分布不均勻，於現場偵測地點周圍進行度量，亦能獲得平均的結果。所以，緊急應變時放射性物質外釋於環境中造成廣泛範圍的放射能污染，可作成其污染的分布圖，是特別有效的度量方法。

依據 ORETC ISOTOPIC M-1方法中 HASL理論基礎 (H.L.Beck, et al.;HASL-258(1972))，並由德國購入標準校正射源(Eckert&Ziegler QCRB1186 UI563)，進行高純度鍺偵檢器(HPGe)之特性化效率曲線之驗證實驗，可確保實驗結果之準確性；HASL 的方法，在放射性物質土壤中的垂直分布、周圍的地形和Ge偵檢器設置高度等，在假設條件下進行分析，探究假設和實際的條件不同之分析結果的影響，針對其影響結果進行方法修正等。

4. 民生用水輻射污染高效率偵檢系統開發與作業程序建立：

為確保民生用水安全，因應輻射災害發生其間，台灣地區等飲水試樣檢測處理作業，採用高效率純鍺偵檢器核儀控制模組，建構民生用水輻射污染高效率偵測系統，針對民生用水試樣進行校正與風險評估。參考美國環保署作法，研擬災前整備、災中應變、災後復原等三個階段，建立民生用水樣品輻射污染快速處理機制與分階段分析作業程序。評估結果顯示飲用水可直接因應不同時期的管制目標需求建立混樣分析(Pools samples analysis)與最佳化的計測時間，達到對於來自非污染區域樣品最快速且有效的管制分析。

5. 農產食品輻射污染快速偵測系統開發與校正技術建立：

為確保民生農產食品安全，因應輻射災害期間大量農產食品檢測分析作為，採用高效率純鍺偵檢器組合核儀模組，建構農產食品輻射污染快速偵測系統。考量在緊急應變時，放射性核種鑑別量化能力，

大量樣品作業負荷能力，樣品處理的週轉時間管控、分析數據品質及數據審核管控等，研擬農產食品輻射污染處理機制與分析作業程序。由於檢測食品數量龐大，過去分析實驗室均著重在專業技術為主要考量，在本技術報告中則以管理的角度，就管制限值的決策需求，探討最佳化的資源分配作為本中心處理大量農產食品檢測分析與規畫之參考。

6. 事故輻射污染樣品難測核種快速分析系統開發與校正技術建立：

一般食品中有些放射性核種含量無法由高效率純鍺偵檢器能譜分析系統取得有效資訊。這些難測核種大多指長半化期阿伐與貝他核種，其必須經過繁複前處理過程。為精進事故輻射污染樣品難測核種分析計測作業，檢視現行化學分析作業方法，引進國外阿伐能譜分析模組，以降低能譜解析度進而使不確定度得以縮小。由於較低的不確定度可增加分析結果的可靠度，所以在容忍的誤差範圍內，計測時間得以縮短，達到快速分析的目的。然而，參考國內與國際間對於阿伐核種的管制濃度低，加上部分核種半化期長，評估減少的時間在數小時內與前處理的步驟所耗費的時間約數天相比仍無法有效達到速檢測篩選目的。因此，部份樣品與核種研擬採微波消化與電漿耦合質譜儀來進行快速分析。

(三) 經濟效益

精進 1 個已設置 12 部加馬純鍺偵檢器計測室及 1 個加馬輻射計測備援室：

自日本福島核災事件後，日本國內經濟受到重創，各項商品均因有輻射污染疑慮而導致世界各國民眾不敢至日本觀光進行消費。由此可知當核子事故發生後，經濟活動會受到極為嚴厲的考驗。平時整備建構充足高效率輻射偵檢系統，才能快速且正確提供商品檢驗結果，以利進行污染物質的嚴格控管，並提供業者與民眾相關資訊，促使經濟損失降到最低。

(四) 社會影響

1. 完成輻安預警自動監測系統資料庫精進規劃作業，並進行監測數據擷取介面與通報機制更新；業已順利完成測試運作，供「全國矩陣網狀偵測點」管理系統建置使用。目前採新舊系統雙軌系統並行，正進行歷史資料移植至新系統資料庫，以及網頁、智慧型手機成功攫取及時環境輻射資訊等兩項工程。屆時舊系統將完全由新系統替代運作。

因應完成提升輻射監測站擴建能量，縮短監測資訊更新時間，以達及時公布環境輻射資訊之效能。

2. 完成「全國矩陣網狀偵測點」管理系統標準化且開放式之整合介面設計，可容納各類型之輻射監測資訊，並具連結外界各獨立輻射監測系統之功能，俾利提供社會大眾及時多元化之輻射監測資訊。
3. 現已完成環測數據套疊「全國矩陣網狀偵測點」管理系統之設計，如此可結合「全國矩陣網狀偵測點系統」中所有的空間功能，包含2D/3D切換、搭配網格運用，並結合「環境輻射監測預警系統」固定38個監測站的位置加強實際外部作業調查選點條件，其能透過固定的輻射監測站位置來選擇需要前往偵測點的位置，並透過「環境輻射監測預警系統」的資訊來探討偵點資料的運用。由此兩套系統的結合，群眾可透過網路查詢固定38個輻射監測站的輻射即時監測數據，亦可瀏覽機動式偵測點的記錄資料。
4. 輻射偵測技術為輻射污染鑑別的專業技術，當事故發生後民眾若喪失對於放射分析實驗室的信心，將可能使社會陷入嚴重的心理不安與秩序混亂。因此不斷精進有效且快速的實驗室管理與分析技術，平時改進環境監測技術，事故時可發揮功能方能提供社會穩定的後盾。

(五) 其他效益方面

2套獨立監測資料庫建置：

完成輻安預警監測系統與全國矩陣網狀偵測點管理系統等資料庫建置，可全天候24小時提供多元化輻射監測資訊供民眾查詢。

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如：

一、 學術成就(科技基礎研究)(權重____%)

- (一) 執行本計畫所建置之儀器設備及偵測技術，支援高雄大港倡議計畫的輻射偵檢功能確實能有效地將含人工放射性物質，例如鈷 60、銻 137 等射源杜絕於境外，但在天然放射性核種鈾系及鈾系等，因不受國內輻射相關法規的規範，依然會在查核後

放行進口，再依國內輻射異常物等相關辦法處理，建議宜定訂相關規定以杜絕輻射異常物進入國內。

- (二) 發表「支援大港倡議計畫輻射偵測之實務探討」論文一篇於台電核能月刊 ISSN10170529。
- (三) 參考美國與日本最新的技術資料，引入快篩技術的規劃模式，使用本中心之不確定度評估，以波松分布與高斯分布作為風險模式，建立加馬能譜分析系統之性能曲線，可作為探討樣品管理的最佳化處理模式，並改善決策資訊的品質。性能曲線推導與評估結果，發表於「2012台灣災害管理研討會」口頭報告論文『核子事故放射分析實驗室大量樣品管理替代方案探討』，全文收錄於2012台灣災害管理研討會論文集 ISBN 978-986-84780-4-65。
- (四) 日本發生福島核災事件後，市售食品是否有輻射污染之疑慮，引起民眾關切，為求能提供快速且可靠的資訊，依風險與技術限制探討最佳的分析條件，採兩階段偵測模式，第一階段採定性分析；第二階段採定量分析，結果發表於日本分析中心台日比較實驗技術經驗交流報告，題目為『Development of radionuclides screening method for imported foodstuff』。

二、 技術創新(科技整合創新)(權重__%)

- (一) 過去分析實驗室支援災害防救，均以專業技術支援為主，鮮少就管理層面加以探討。由於氣候異常的現象日益頻繁，使得災害管理成為近年來國際逐漸受到重視的課題，本計畫就大量樣品管理的策略分析，與緊急醫療近年來注重的大量傷患處置管理策略的目標大致相符，所以建立樣品分析的風險模式為分析實驗室運作的創新概念，預期將資料整理後投稿國際期刊。
- (二) 難測核種的快速分析經引進新的阿伐能譜分析系統，可以有效降低能譜解析度，進而減少不確定度與縮短計測時間。依管制限值需求可縮短時間約數小時。國際間對於核子事故後的快速檢測有高度興趣與探討，因此雖目前成果僅能減少的時間十分有限，但仍能以此為基礎加以延伸發展更為快速有效的處理

方式與分析方法。

- (三) 以往熱發光劑量計(TLD)計讀儀，須使用每片效率相近之熱發光劑量計(TLD)，選擇一組熱發光劑量計(TLD)進行照射建立外部校正效率曲線，作為每片計讀值進行實際累積劑量修正，校正作業程序繁瑣；本計畫採用 Panasonic UD716AGL 熱發光劑量計(TLD)自動計讀儀系統，可簡化計讀結果後驗證之繁瑣程序，大大提高計讀品質及可靠性。
- (四) 為達成事故汙染現場輻射偵測之功能，輻射偵測結果即時回傳及資訊傳輸準確等優點，現場汙染核種鑑別及汙染現場空間劑量評估之量測結果，係透過全球定位系統提供的準確定位及時間，並利用行動電話數據傳輸功能，即時回傳至「全國矩陣網狀偵測點」管理系統，將有關數據傳至原能會輻射偵測中心及事故現場應變中心，以圖層色塊結合 2D/3D 圖資方式呈現輻射值，準確地顯示在「全國矩陣網狀偵測點」地圖上使核子事故緊急應變與決策單位快速掌握全台輻射狀況，並作為快速有效分析與評估及決策依據。

三、 經濟效益(產業經濟發展)(權重__%)

- (一) 因應國際間對於輻射管制之規定，進出口廠商需要提出各項商品的無輻射汙染證明。本計畫探討建置高效率純鍺偵檢器並精進加馬分析系統，並對於大量樣品的實驗室管理加以探討，可有效縮短計測時間，提供業者快速的取件服務。並可對消費者使用的商品進行嚴謹的把關，消除國內外一般民眾對於進口商品輻射汙染的疑慮，以維持經濟活動，減少受輻射汙染事件的影響。
- (二) 經本計畫精進及建立之偵測技術及設備，已建立完整的輻射偵測技術能力，應用於輻射異常物或貨櫃進行偵檢等例行輻射偵檢作業時，能快速的研判出核種及其劑量率，以提供原能會權責單位作為決策依據，能協助加速通關減少貨櫃停留港區的時間及成本。

四、 社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重__%)

- (一) 精進輻安預警自動監測系統功能，提升輻射監測站擴充彈性及提高全台各地區輻射監測站數據傳輸更新之速率，以利提供社

會大眾及時環境輻射監測資訊。當核子事故發生時，可減緩民眾對輻射恐慌，亦可提供各級政府採取民眾防護行動決策之參考。

(二) 完成「全國矩陣網狀偵測點」管理系統標準化且開放式之整合介面設計，可容納各類型之輻射監測資訊，並具連結外界各獨立輻射監測系統之功能，俾利提供社會大眾及時多元化之輻射監測資訊。

(三) 於高雄大港倡議計畫中，101 年度發現 2 件中子射源的案件，這是國內未曾發現過的案例，是因為過往國內從未有設立中子功能之門框偵檢器，導致無法發現夾帶中子之貨櫃，經由本計畫的實施才能有效偵測到含中子的物質，也因為偵測中心具備度量中子劑量率之儀器設備，能快速執行現場偵測，提升輻射偵測的能力，進而可確保民眾輻射安全無虞，以避免輻射污染事件發生。

(四) 本計畫建立之現場環境加馬能譜輻射偵測技術(in-situ gamma spectrometry)，簡稱為「現場偵測法」，以最佳能量解析度的高純度鍺偵檢器(HPGe)(偵測能量範圍為 16keV 至 3MeV)，進行沉積在地表的放射核種活度度量；此技術應用於 2012 年 11 月台日三方共同偵測蘭嶼環境輻射任務中，釐清日學者所質疑¹²⁵I(35.5keV)、¹²⁹I(39.6keV)及²⁴¹Am(59.5keV)等低能量核種劑量貢獻之問題，並強調以現場度量之方式快速呈現加馬能譜量測結果，具公信力及說服力。此次經驗可佐證本計畫推行現場環境加馬能譜輻射偵測技術(in-situ gamma spectrometry)之必要性及未來面臨相同之爭議時，作為處理作業程序之參考。

五、 非研究類成就(人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導) (權重__%)

日本財團法人日本分析中心與輻射偵測中心以環境樣品比較實驗進行技術交流已逾 20 年，透過本計畫的探討，日本分析中心認同污染區樣品的分析技術發展十分重要，建立精確的污染分析技術對於社會的安定有重要的影響。因此雙方同意明年度合作計畫增加低輻射污染區環境河水樣品的比對分析，並共同前往福島縣飯館村真野川採樣，以確認國際間的分析水準一致。

六、 其它效益(科技政策管理及其它)(權重__%)

全國矩陣網狀偵測點管理系統將整合現行輻安預警監測系統及國內其他單位之獨立輻射監測系統，使各系統之監測數據整併成開放式資料庫，提供全台各地區輻射監測及時資訊。核子事故發生時，可作為劑量評估模試驗算結果之比對依據，並提供核子事故緊急應變單位及決策單位參考。

柒、 與相關計畫之配合

- 一、 全國矩陣網狀偵測點管理系統以圖資方式呈現監測資訊內容，各矩陣偵測點位置均參照內政部與農林航測所之定義尺寸作為規劃依據，建立標準化格式介面，以利監測資訊與其他計畫資源分享。
- 二、 全國環境背景輻射調查結果可供輻射防護、地質、天文與自然科學等方面學術研究參考。
- 三、 輻安預警監測系統所屬全台各輻射監測站之監測資訊，可提供核子事故緊急應變區輻射劑量預估結果比對參考。
- 四、 本計畫與本中心核設施周圍環境輻射偵測及台灣地區背景輻射偵測等施政計畫配合良好，相輔相成，同時可提升施政計畫執行品質與成效。

捌、 後續工作構想之重點

- 一、 評估事故發生時難測核種傳統分析方法，可能遭遇之問題與技術瓶頸，並探討引進高解析度離子電漿耦合質譜儀，以尋求改善方案。
- 二、 建立關鍵試樣污染快速分析技術與方法，尤其是對於繁複前處理步驟的簡化探討，研擬逐步引入微波消化法與固態萃取法，以建立各種方法的適用範圍與限制條件。
- 三、 由本年度技術報告分析結果顯示，樣品來源是影響替代方案選

擇的因素之一，因此整理歷年分析數據變動範圍與影響因素，探討取樣的關鍵位置。

- 四、 例行環境監測作業結果是事故後重要的參考依據，因此環測結果資料庫的建置必須能在短時間內，提供汙染區域過去環測的結果資訊。現行資料庫為早期建置，規劃概念與現今差異頗大導致整併與應用彈性不足，規劃加以升級補強。
- 五、 依全國矩陣網狀偵測點規劃，於全台佈設 UD814AS1 熱發光劑量計進行國土輻射劑量水平調查。
- 六、 本年度建立「全國矩陣網狀偵測點系統」與「事故現場輻射偵測度量系統開發與評估方法」與「國土輻射劑量計讀自動化系統開發與評估技術建立」等技術可相互結合應用，接續於 102 年度計畫中，以現場度量方法進行全台輻射背景調查，結合全台佈設 UD814AS1 熱發光劑量計進行國土輻射劑量水平調查，並將成果呈現於全國矩陣網狀偵測點系統中，計畫整體規劃具承先啟後之特質。

玖、 檢討與展望

- 一、 過去分析實驗室大多專注於專業技術的鑽研，近年來國內外幾次大規模汙染事件如三氯氫胺、塑化劑等均顯現實驗室面對大量樣品管理彈性不足的窘境。因此，除了實驗室技術的風險模式外，以貝葉氏統計為基礎的樣品來源風險管控，也成為災害管理之一門重要課題，因此對於混樣分析的統計基礎論述與探討，應再進行補強。
- 二、 加馬能譜快速分析方法的探討以純鍺偵檢器為主要的分析工具，日本化學分析中心天野光博士依日本事故後的作業實務狀況，建議進一步探討碘化鈉偵檢器作為第一階段定性分析的作業方式。碘化鈉偵檢器解析度差，使得銻 134 與銻 137 能峰會有重疊的干擾，造成核子事故後汙染樣品定量上的困難。但是碘化鈉系統具有較高的效率，因此事故後大量樣品的管理策略，當純鍺偵檢器數量不足或液態氮補充有困難時，也可考慮第一階段定性分析的快篩採用碘化鈉系統來加以解析，為後續可探討的課題。
- 三、 目前國際間不論是由加馬能譜分析的指標核種或是總阿伐/貝他的快篩分析，對於難測核種均只能提供部分樣品篩檢以減少後續實驗室樣品分析量的資源分配應用。當事故發生時，樣品數量多但

可能單一樣品量少的情境是事故初期一個必須注意的狀況，因此引入其他可分析阿伐與貝他核種的分析方法，以及改進簡化目前繁複的前處理程序成為必要談討的課題。目前考量高解析度離子電漿耦合質譜儀，經適當化學處理後可分析難測核種，諸如鋨、鐳、釷、鈾、鈾、鈾、鈾等同位素核種，以有效增進放射性核種分析的效率與精準性，可大幅提升對輻射意外事故的應變與核種分析能力。

四、 參考美國及日本等國家現行地表土壤輻射偵測技術，建立現場度量(In Situ measurement)技術勢在必行，其優點為機動性高並可免除現行化學分析方法的繁複步驟，提升時間經濟效益。本計畫完成事故現場輻射偵測度量系統開發，除建立現行現場度量(In Situ measurement)技術外，亦打破傳統空浮污染取樣作業觀念。

五、 2012 年 12 月參與「海峽兩岸核電安全協議第一次工作業務交流會議」，會議中與陸方針對環境輻射偵測等相關議題進行經驗交流，會議後參觀陸方緊急應變指揮中心之設備與作業流程，雙方並互許持續經驗交流。

填表人： 方鈞屹 聯絡電話： 07-3709206 #303

傳真電話： 07-3704295 E-mail： cyfang@trmc.aec.gov.tw

主管簽名： _____

附錄一、佐證資料表

計畫名稱：建構國土安全輻射監測網

【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
支援大港倡議計畫輻射偵測之實務探討	李明達	2011	b			台電核能月刊
核子事故放射分析實驗室大量樣品管理替代方案探討	劉祺章	2011	e			2012 台灣災害管理研討會

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 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)

【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)
輻射劑量評估與調查	行政院原子能委員會輻射偵測中心	a(國土環境輻射劑量水平調查與監測網建立)	2011
輻射偵測與放射分析度量	行政院原子能委員會輻射偵測中心	a(緊急應變輻射偵測系統開發建立與應用)	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
林彥宏	碩士	義守大學	

註：學歷分成 a 博士、b 碩士

【H 技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
民生用水輻射污染高效率偵測系統開發與作業程序建立	林明仁、李建興、劉祺章、黃禎財、洪明崎	2011	原子能委員會輻射偵測中心
農產食品輻射污染快速偵測系統開發與校正技術建立	林明仁、李建興、劉祺章、黃禎財、洪明崎	2011	原子能委員會輻射偵測中心
事故輻射污染樣品難測核種快速分析系統開發與校正技術建立	蔡文賢、劉祺章、黃禎財、洪明崎	2011	原子能委員會輻射偵測中心
全國矩陣網狀偵測點規劃與資料庫研擬	方鈞屹、林彥宏、李明達、林培火、洪明崎	2011	原子能委員會輻射偵測中心
事故現場輻偵測度量系統開發與評估方法建立	林彥宏、方鈞屹、李明達、林培火、洪明崎	2011	原子能委員會輻射偵測中心
國土輻射劑量計讀自動化系統開發與評估技術建立	羅會義、邱信男、黃富祈、洪明崎	2011	原子能委員會輻射偵測中心

Y 建置資料庫表】

資料庫名稱	資料庫內容	資料庫類別	資料筆數
全國矩陣網狀偵測點管理系統	1. 簡化全國輻射值的呈現一覽的效果，利用地理資訊系統之技術，規劃「全國矩陣網狀偵測點系統」，以矩陣方格排列，將台灣地區環境輻射偵測計畫已佈設之偵測點納入，逐步在台、澎、金、馬等地區建構一網狀輻射偵測網。 2. 矩陣網點方格以顏色來表達輻射偵測數值，如此可以簡單一覽全國輻射狀	Numerical、Multimedia	正將環測相關歷年數據植入

	況。達到有效的管理、展示及掌控全臺範圍內選點偵測位置、相關圖形展示等情形，俾提昇各執行單位透過本系統，能掌握全台輻射現況，進而標定台灣地區輻射劑量數位圖。		
--	--	--	--

註：資料庫類別分成 Bibliography、Numerical、Factual、Multimedia、Text

附錄二、佐證圖表

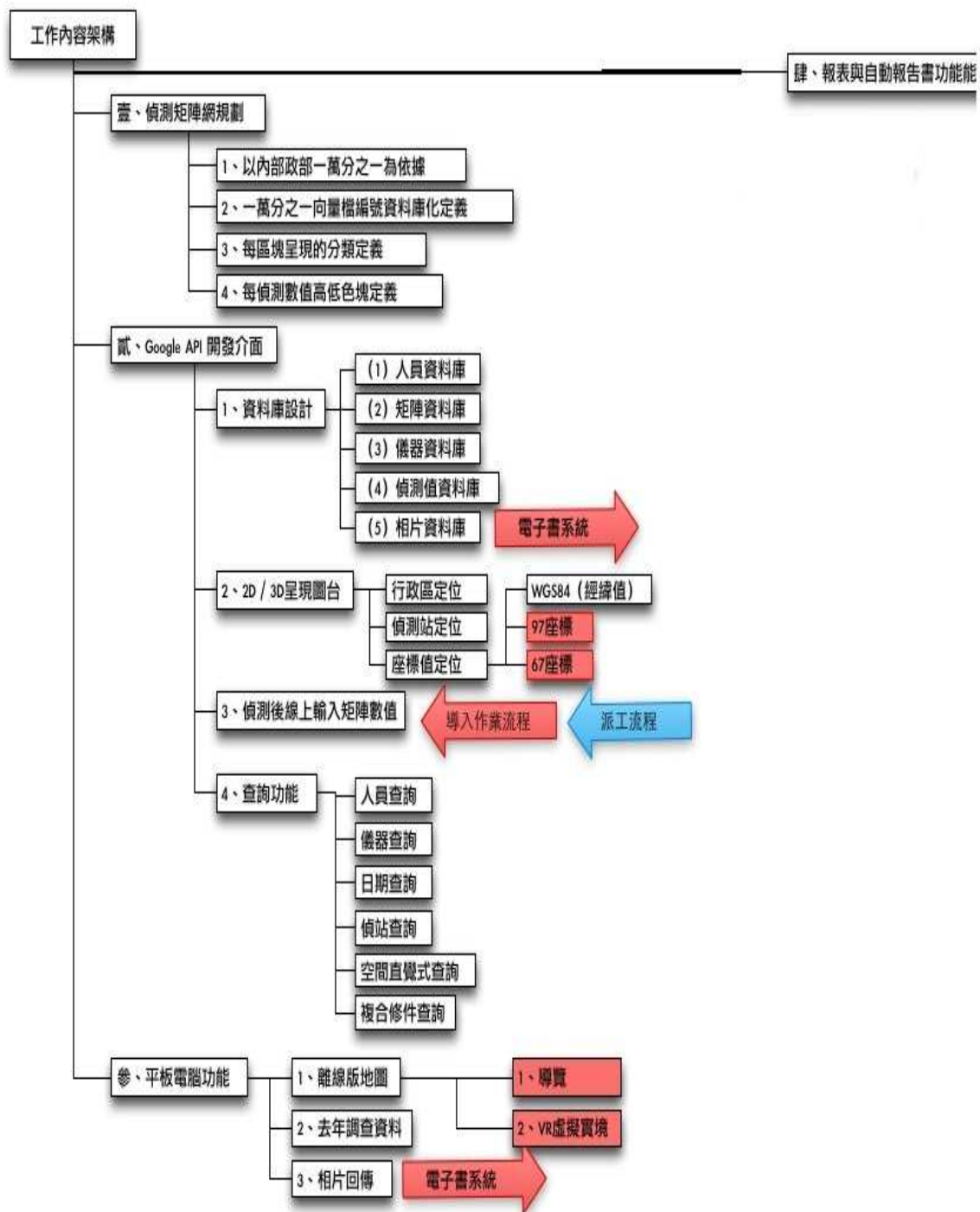


圖 1. 全國矩陣網狀偵測點管理系統架構圖

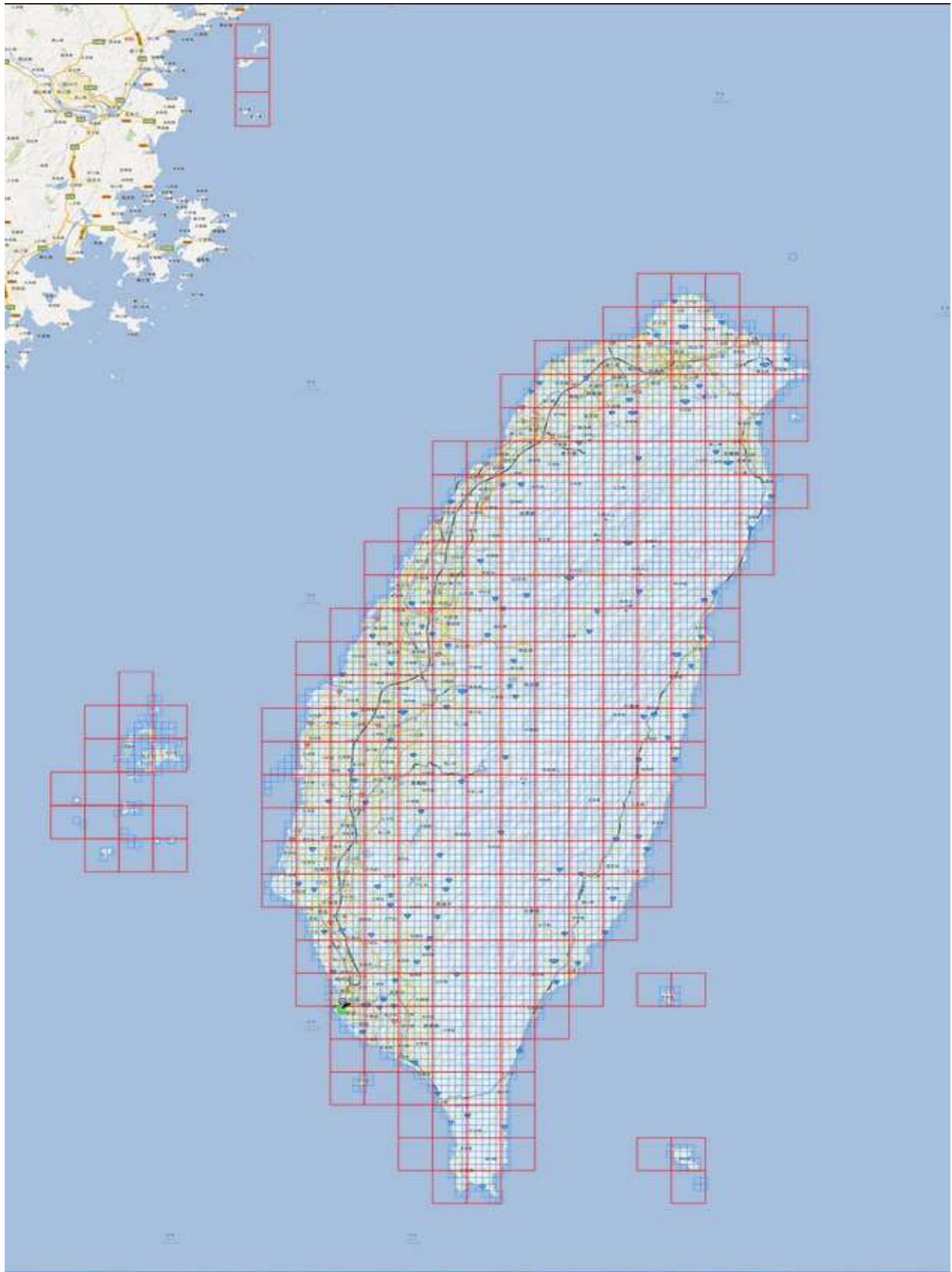


圖 2. 全國矩陣網狀偵測點管理系統中，全國區域分隔為 263 矩陣區塊示意圖

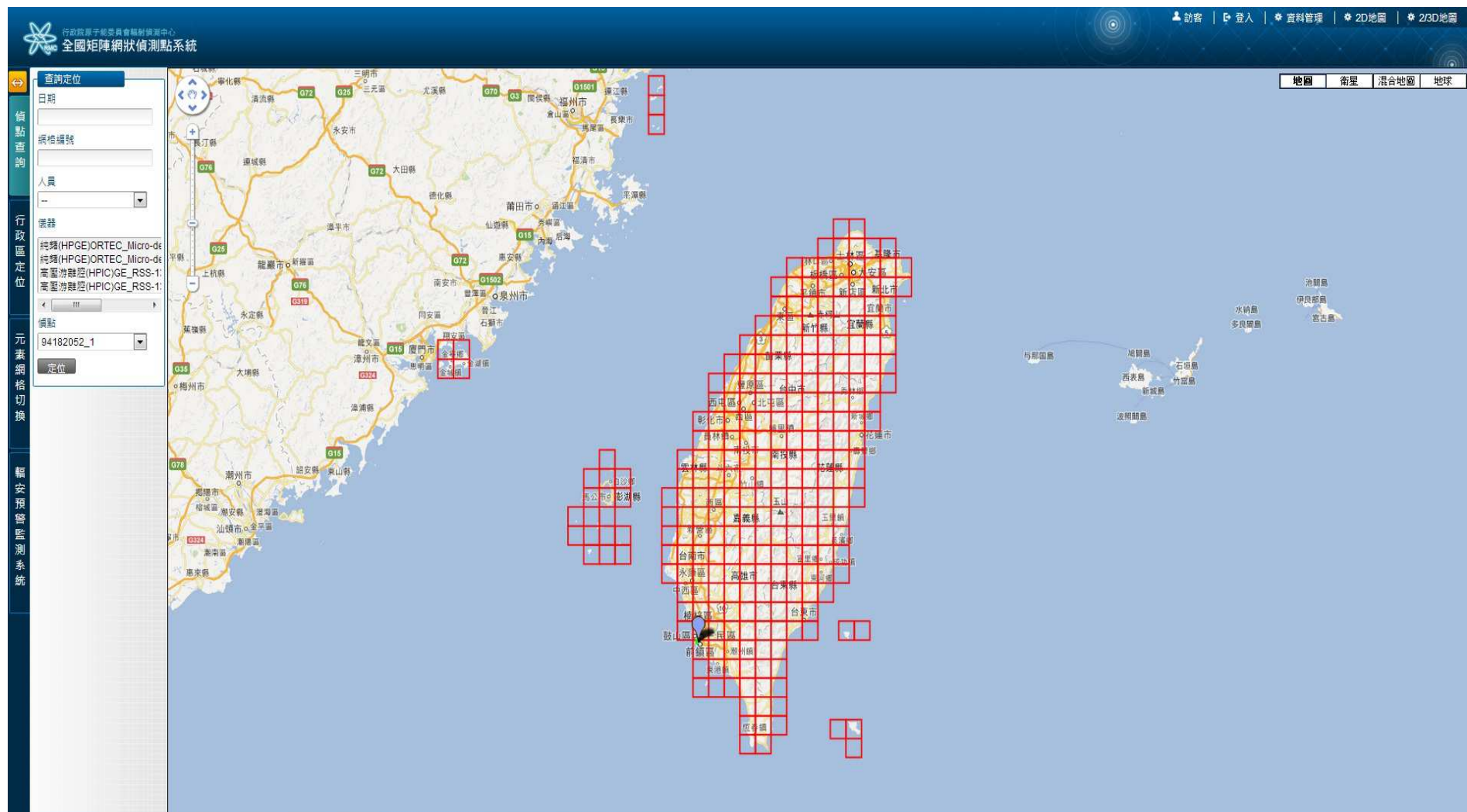


圖 3 全國矩陣網狀偵測點管理系統示意圖

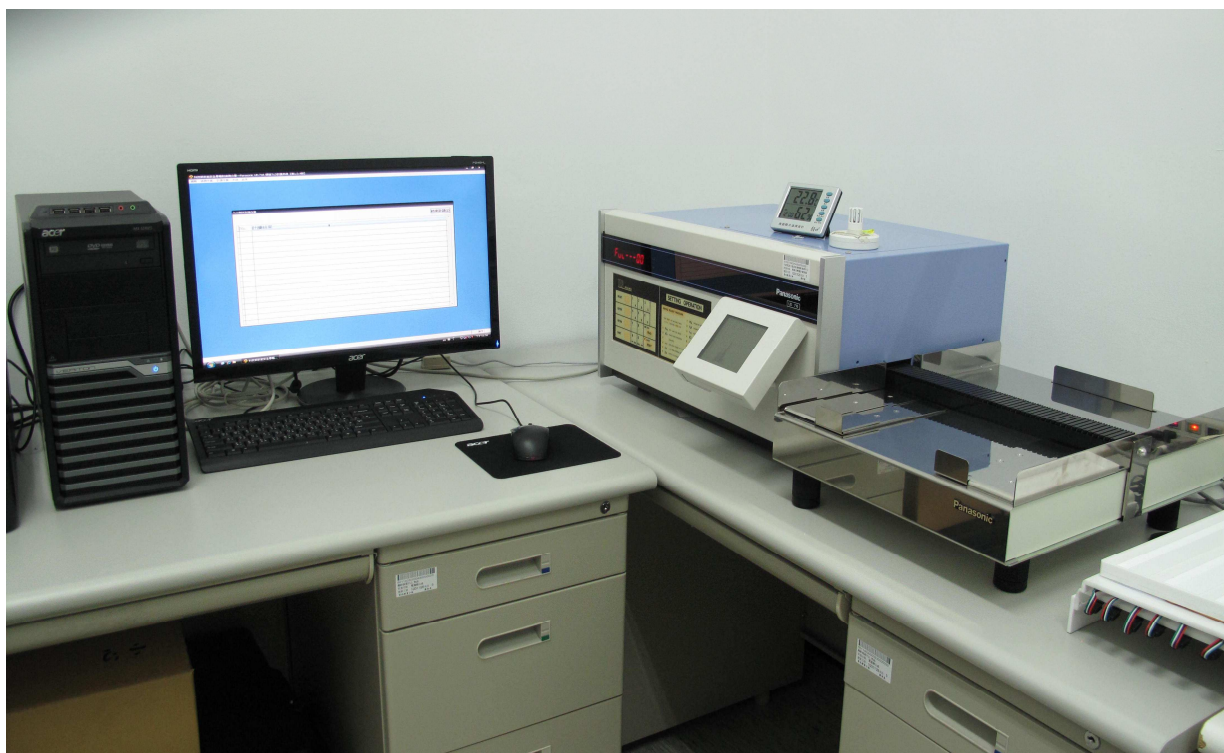


圖 4. UG-716-AGL 熱發光劑量計(TLD)自動計讀儀

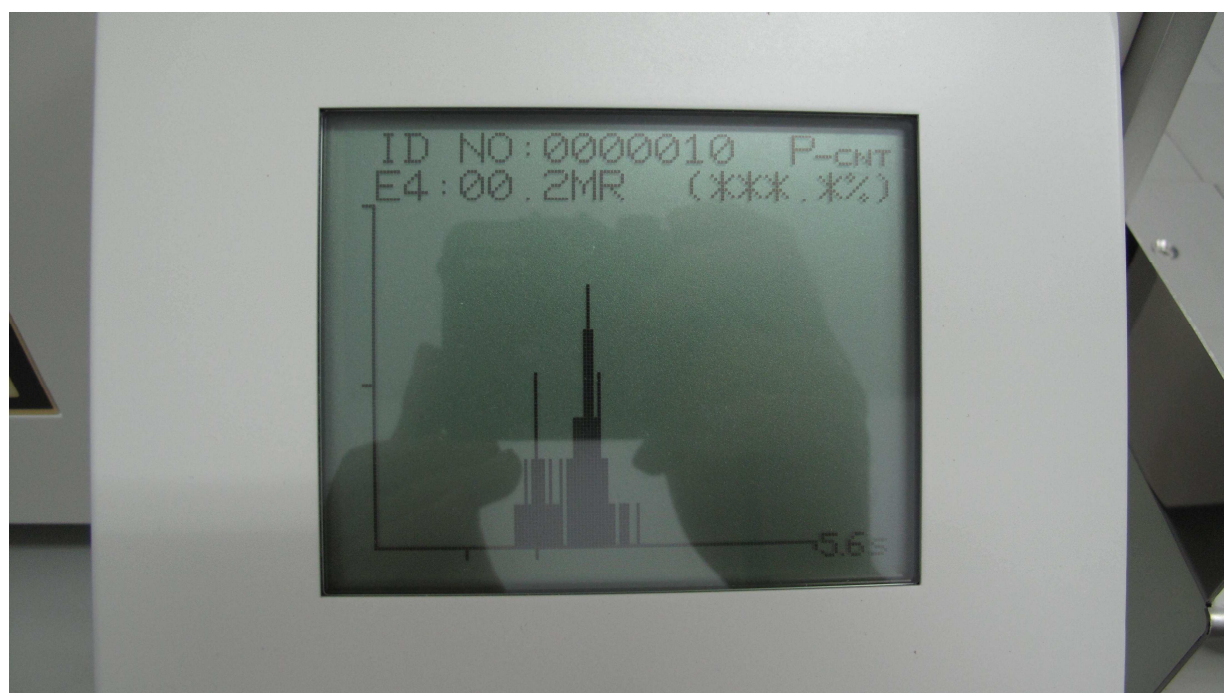


圖 5. UG-716-AGL 熱發光劑量計(TLD)自動計讀儀顯示螢幕



圖 6. UG-716-AGL 計讀使用熱發光劑量計(UD-814AS1)



圖 7. 事故現場輻射偵測度量系統

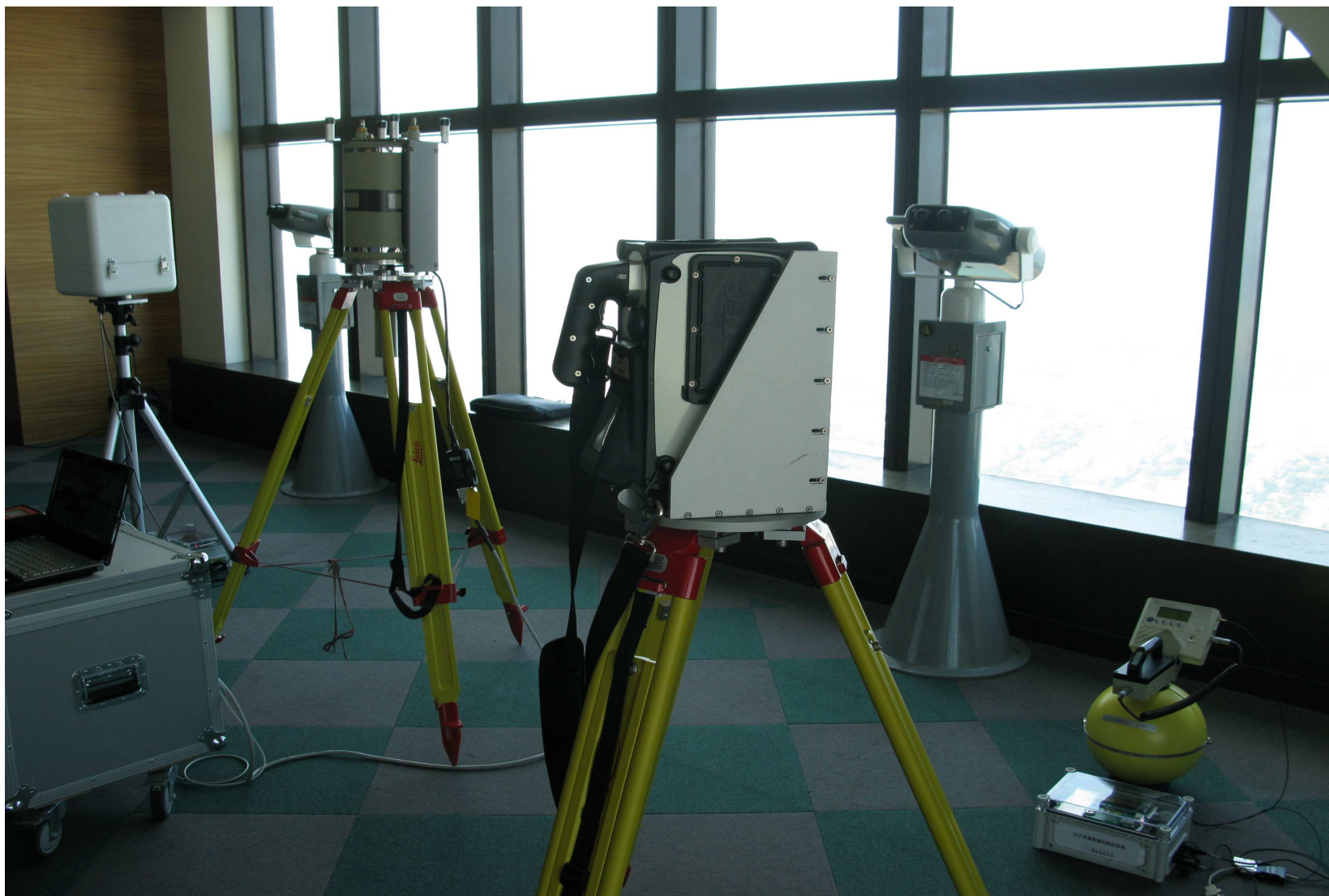


圖 8. 現場輻射偵測度量系統實測紀實(高雄市 85 大樓 74 樓觀景平台)



圖 9. 現場輻射偵測度量系統實測紀實(蘭嶼鄉蘭嶼國小舊衛生所旁)



圖 10. 現場輻射偵測度量系統實測紀實(蘭嶼鄉垃圾場)



圖 11. 大港倡議計畫輻射異常物貨櫃現場偵測紀實(電冷式純者偵檢器)



圖 12. 大港倡議計畫輻射異常物貨櫃現場偵測紀實(中子劑量計)



圖 13. 手持式純鉀偵檢器能譜分析儀器 (智慧型電冷式)



圖 14. 高壓游離腔偵檢器



圖 15. 多功能整合型手持式輻射偵測儀器



圖 16. 手持式中子劑量計



圖 17. 事故現場空氣汙染濃度偵測設備



圖 18. 內置 12 部加馬純鍺偵檢器計測室實景圖



圖 19. 加馬純鍺偵檢器計測作業平台

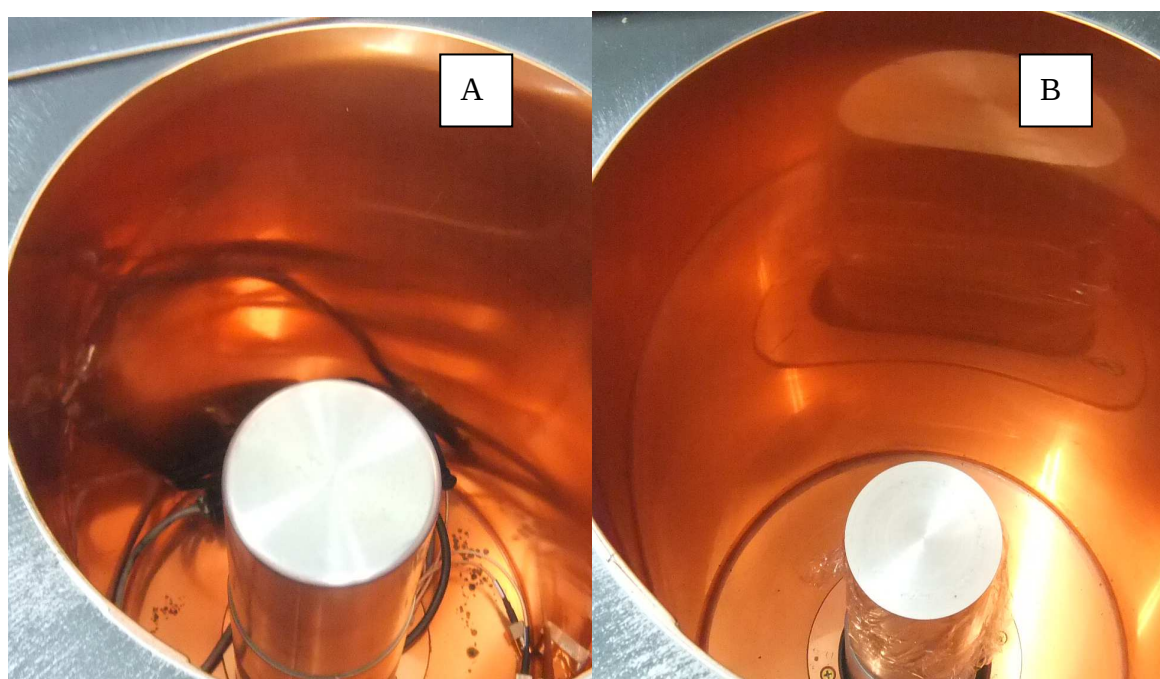


圖 20. 高效率純鍺偵檢器(A)與傳統偵檢器(B)相比，有效體積較大



圖 21.阿伐能譜分析儀