

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(2/4)

(環境科技群組)(環境資源(原子能(核能)))

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

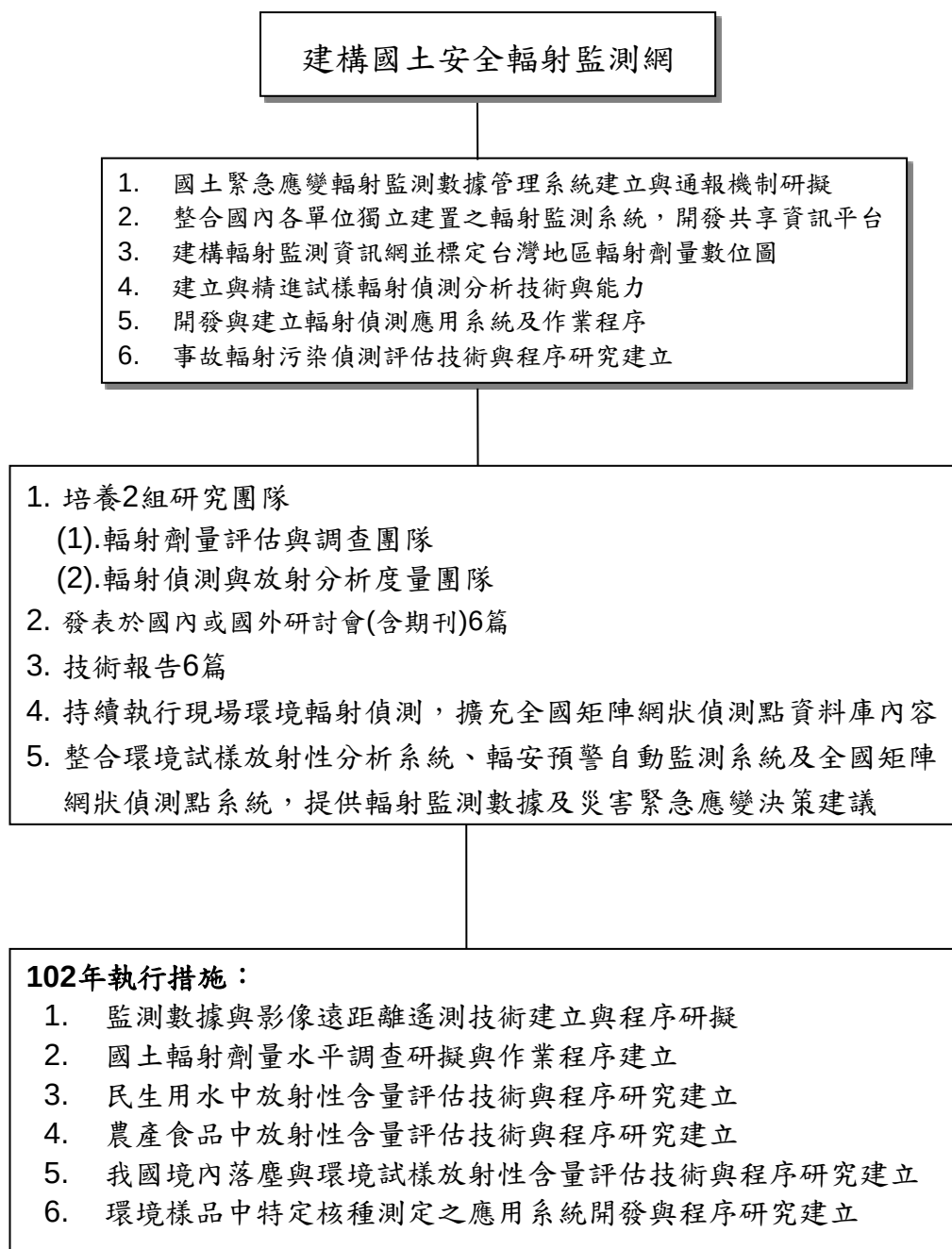
目錄

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、 計畫目的與預期成效.....	2
二、 計畫架構(含樹狀圖).....	3
三、 計畫主要內容.....	5
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).....	10
陸、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	20
柒、 與相關計畫之配合.....	23
捌、 後續工作構想之重點.....	24
玖、 檢討與展望.....	24
附錄一、佐證資料表.....	25
附錄二、佐證圖表.....	28

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： 建構國土安全輻射監測網

主 持 人： 洪明崎

審議編號： 102-2001-02-04-21

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

年度經費： 17,642 千元 全程經費規劃： 57,945 千元

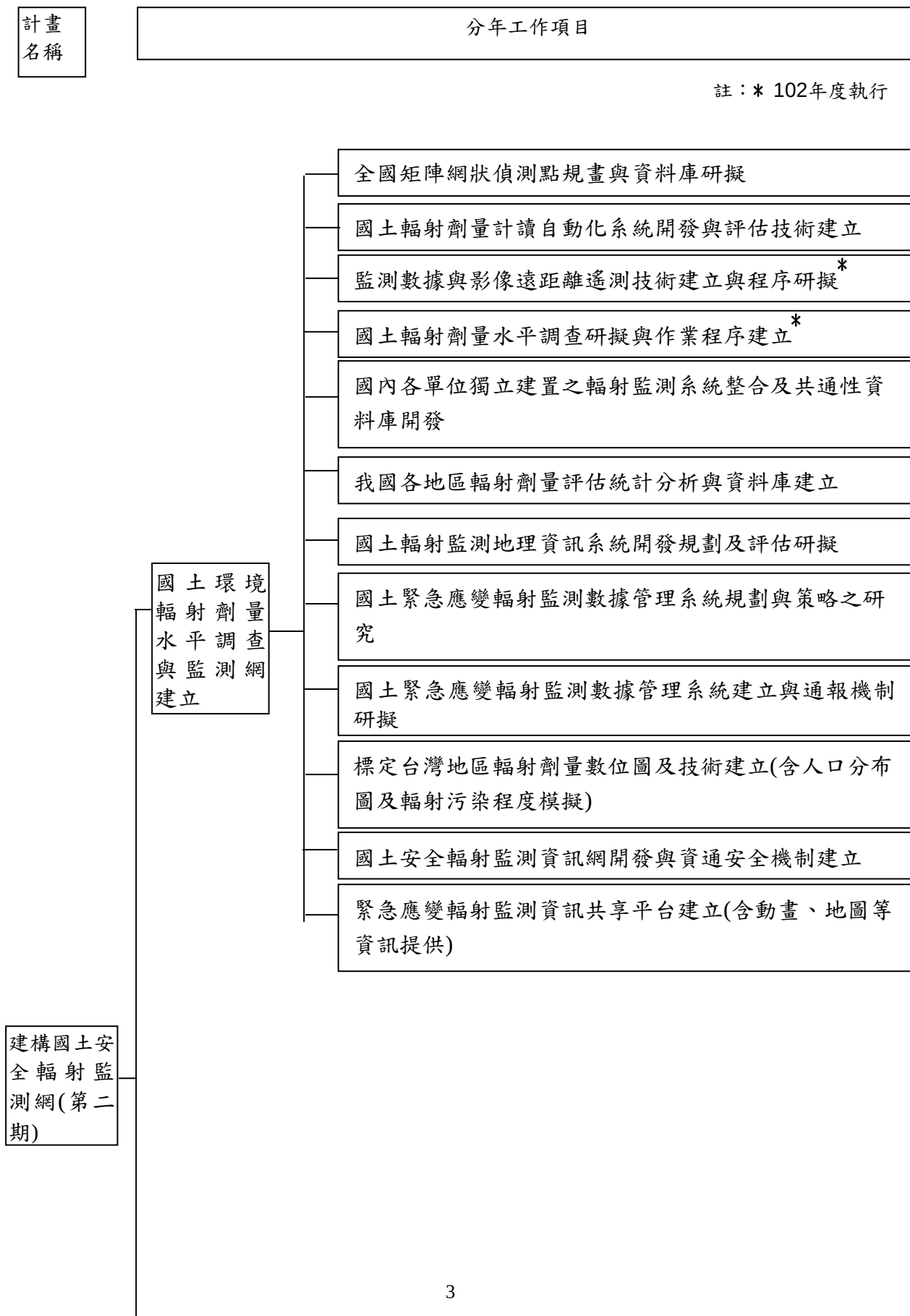
執行單位： 行政院原子能委員會輻射偵測中心

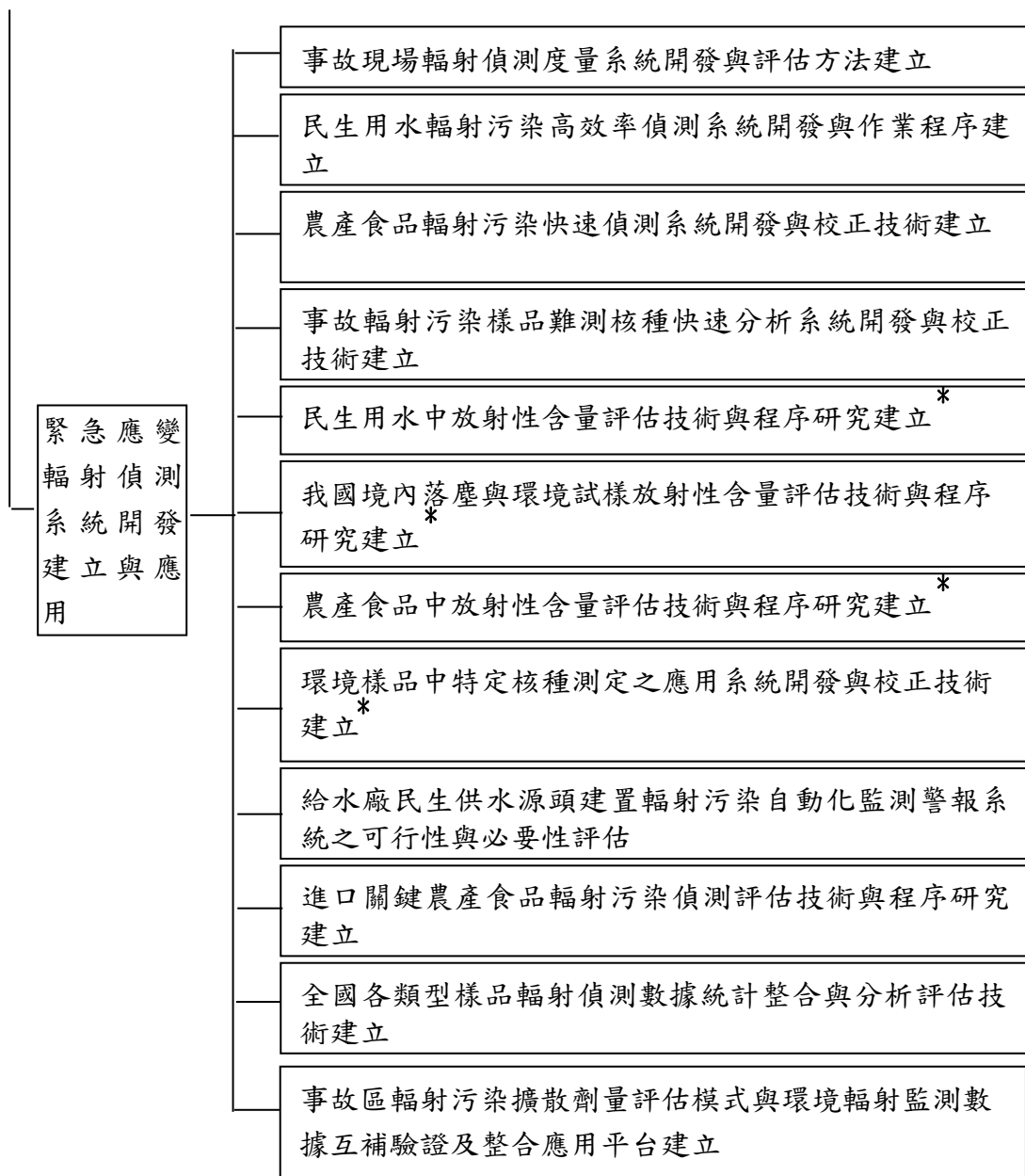
參、計畫目的、計畫架構與主要內容

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」、「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). 102年度工作項目內容概述如下：

1. 監測數據與影像遠距離遙測技術建立與程序研擬

建立影像遠距離遙測系統，研發影像數位化處理相關程式，完成實驗室影像校正及實地觀測前置作業。同時結合本中心既有分布於台灣本島及離島等計45座無人固定輻射監測站，建立多元化資訊遠距離遙測技術，以利提升輻射災害期間緊急應變能量。

2. 國土輻射劑量水平調查研擬與作業程序建立

結合全國各地區警察單位、氣象局、學校及縣市政府法人團體等，執行全國網狀型輻射偵測網之偵測點現場輻射劑量偵測與數據統計分析及評估與查核作業，開發國土輻射劑量水平調查資料庫，並建立例行作業程序與緊急應變流程。

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). 102年度工作項目內容概述如下：

1. 民生用水中放射性含量評估技術與程序研究建立

為進行例行與輻射災害期間，我國飲用水放射性含量調查，藉由民生用水輻射污染高效率偵測系統模擬測試，建立民生用水樣品加馬能譜快速分析方法與作業程序，以利在短時間可處理大量樣品。另為因應輻射災害期間，民生用水樣品中放射性含量可能超過商品輻射限

量標準，精進民生用水樣品中總阿爾伐、總貝他及鋇-90 等分析技術與程序。

2. 農產食品中放射性含量評估技術與程序研究建立

為進行例行及輻射災害期間我國民生農產食品放射性含量調查，藉由農產食品輻射污染快速偵測系統模擬測試研究，開發農產食品中放射性含量評估技術模式及各試樣分析結果資料庫平台，同時建立輻射災害農產食品快速分析方法與作業程序。

3. 我國境內落塵與環境試樣放射性含量評估技術與程序研究建立

為掌握台灣地區放射性落塵與環境輻射長期變化趨勢，藉以瞭解環境中放射性核種累積效應，擬結合台灣地區放射性落塵與環境輻射偵測計畫長期調查結果，探討從大氣途徑收集空浮微粒、大氣落塵、雨水及土壤等試樣分析過程及取樣作業模式，建立輻射劑量評估方法與數據統計處理作業程序。

4. 環境樣品中特定核種測定之應用系統開發與程序研究建立

針對民生用水、農產食品及核能設施周圍環境樣品中長半化期放射性核種，建立分析技術與作業程序，同時完成系統校驗與模擬測試，探討各種樣品干擾分析的原因，並研究各種類樣品的最佳分析方法，同時與傳統放射性核種分析方法比較評估。

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(第一年)	21,088,000			洪明崎	行政院原子能委員會輻射偵測中心	
建構國土安全輻射監測網(第二年)	17,642,000			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

102 年度建構國土安全輻射監測網(第二期)

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		2,347,000 (1,821,000)	0	2,347,000 (1,821,000)	13.3% (10.3%)	
小計		2,347,000 (1,821,000)	0	2,347,000 (1,821,000)	13.3% (10.3%)	為因應政府節約措施，業務費節餘526,151 元。
二、資本支出						
設備費		15,295,000 (15,277,000)	0	15,295,000 (15,277,000)	86.7% (86.6%)	
小計		17,642,000 (17,098,000)	0	15,295,000 (15,277,000)	86.7% (86.6%)	
合計	金額	17,642,000 (17,098,000)	0	17,642,000 (17,098,000)	100% (96.9%)	
	占總經費%	100% (96.9%)		100% (96.9%)		

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 一計畫國 土環境輻 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 二計畫緊 急應變輻 射偵測系 統開發建 立與應用	原訂	5	1.7	0.5	2.5	0	0.3
	實際	5	1.7	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	學 歷	專科
			經 歷	輻射偵測中心技正

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		術與系統開發	專 長	輻射度量、保健物理
劉祺章	分項主持人	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	輻射偵測中心技正
			專 長	保健物理、輻射度量
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	輻射偵測中心技正
			專 長	輻射度量、保健物理
黃禎財	技正	0.3 人月 試樣化學分析與質譜 儀系統建立	學 歷	碩士
			經 歷	輻射偵測中心技正
			專 長	輻射度量、放射化學
方鈞屹	技士	4.2 人月 計畫聯絡窗口及研考 與監測地理資訊系統 與統計分析研擬	學 歷	碩士
			經 歷	輻射偵測中心技士
			專 長	保健物理、輻射度量
蔡文賢	技正	0.6 人月 ICP-MS 系統開發與 技術建立	學 歷	博士
			經 歷	輻射偵測中心技正
			專 長	放射化學、核種鑑識
羅會義	技士	0.6 人月 熱發光計輻射劑量計 讀技術建立與系統開 發	學 歷	專科
			經 歷	輻射偵測中心技士
			專 長	保健物理、輻射度量
高明峰	技士	2.4 人月 監測網劑量評估系統 建立與系統開發	學 歷	專科
			經 歷	輻射偵測中心技士
			專 長	電子工程、輻射度量
林明仁	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	輻射偵測中心技士
			專 長	機械工程、輻射度量
蔡東穎	技士	0.3 人月 ICP-MS 系統開發與 技術建立	學 歷	碩士
			經 歷	輻射偵測中心技正
			專 長	放射化學、核種鑑識
林彥宏	技士	0.6 人月	學 歷	學士

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		試樣偵測系統開發與技術建立	經 歷	輻射偵測中心技士
			專 長	保建物理、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。

截至 102 年已完成阿里山、塔塔加、嘉義、埔里、霧社、清境、小琉球、武嶺、蘭嶼、澎湖、屏東縣滿洲鄉、恆春鎮等地現場度量行程，現場度量共 30 個地點，如圖 1 至圖 25，各量測點海拔高度資料如表 1 所示。

(1). 建立現場加馬能譜分析資料庫：

採用 101 年度建立之現場環境加馬能譜輻射偵測技術(in-situ gamma spectrometry; M-1 method)，將高純度鍺偵檢器(HPGe) 架設距地面 1 米高處，進行現場度量，並參照 HASL-258 及 ICRU-53 報告推算其劑量貢獻。此外，分析結果與「全國矩陣網狀偵測點資料庫」結合，可建立全台地表輻射劑量水平調查結果資料庫如圖 26 至圖 28 所示；另為求量測點可追溯之目的，開發現場量測外業調查 APP 套件，可即時回傳平板電腦拍攝現場照片如圖 29 所示，並採用 720 度環景相機，可完整記錄現場偵測點周遭之地形與建築物如圖 30 所示。

102 現場加馬度量結果，有關鈾 232 系、鈾 238 系及鉀 40 之核種活度及劑量率紀錄表分別以表 2、表 3 所示。

(2). 中子劑量與高度回應關係：

因宇宙射線的中子通量因經緯度及高度變化而不同，選定現場度

量作業地點，依序由低海拔至高海拔路線進行，業已完成嘉義大學-觸口-下寮-龍美-十字路-阿里山-塔塔加及埔里-霧社-清境-昆陽-翠峰-武嶺等現場度量行程，海拔高度最高為武嶺 3263 公尺，並搭配全球定位系統紀錄器(GPS) 及 GOOGLE 地圖，紀錄行程中高度變化如圖 31。此外亦針對海拔高度 100 公尺以內之探討中子劑量率與高度回應關係。截至 102 年底，現場環境中子劑量率紀錄如表 4 所示，中子劑量率最高達 $50.9 \pm 3.97 \text{ nSv/h}$ 。

(3). 探討空間游離輻射劑量貢獻來源：

採用高壓游離腔(HPIC)度量空間總劑量率，102 年度量結果如表 5 所示，其劑量貢獻主要來自於宇宙射線與地表輻射，若扣除由現場環境加馬能譜輻射偵測結果推算的地表輻射劑量，可建立各量測點宇宙射線劑量水平如表 6 所示。此外亦針對高壓游離腔(HPIC)度量空間總劑量率與高度進行回應曲線分析如圖 32，及宇宙射線與高度進行回應曲線分析如圖 33，度量結果與參考文獻[1][2]比對，相差 7%以下。

此外，進行海上環境輻射偵測，102 年已完成東港往小琉球、後壁湖往蘭嶼及高雄往澎湖海上行程中，採高壓游離腔(HPIC)及高純度鉀偵檢器(HPGe)度量海上環境輻射如圖 34 至圖 37，考量其輻射來源主要來自宇宙射線、海水、船體及人員鉀 40 核種。以高雄-澎湖海上行程為例，高壓游離腔(HPIC)量測結果為 0.0338 ± 0.0025 微戈雷/小時。

2. 建立加馬能譜分析無射源校正系統

緊急應變時放射性核種度量分析所需的幾何條件，可能因樣品的特性或現場前處理設備的限制，而無法得到相同幾何形狀的標準樣品進行校正，進而導致分析結果誤差過大，由於量測所得的數據是決策重要的參考依據，因此必須設法解決這方面的困擾。

本計畫引入 Canberra 公司產品 Laboratory Sourceless Object Counting System(以下簡稱 LabSOCS)，其優點在於可以減少購置射源之費用，無須配置射源及相關廢棄處理問題，可模擬多種樣品幾何形狀，節省建立效率曲線計測之時間，降低 Cascade summing、人為因素(射源配置、計測、分析)等誤差影響，提高效率校正之準確度等，如圖 38 所示。

作業方式必須向原廠取得偵檢器的特性化資料檔，並使用一組點

射源先做偵檢器絕對效率的確認。對於樣品的特性也必須設定幾何檔，提供樣品的材質與幾何形狀，以供系統計算自吸收與符合計數的修正。經使用原子能總署能力試驗樣品與日本環境科學研究所製備的標準樣品進行測試，結果顯示可以讓原先偏差偏高的狀況修正到更為接近公告標準值，確定本系統可有效提供無射源狀況下的校正曲線，做為各式不同幾何形狀樣品之計測分析之用，如圖 39 所示

3. 我們採用 Panasonic UD-716AGL-TLD 環境劑量片，依國土矩陣點輻射調查作業，進行環境劑量片佈點作業規劃；102 年環境偵測點佈設數達 202 地點；佈設實景如圖 40 至圖 45 所示，為擴充佈點數量將規劃結合全國各地區警察單位、氣象局、學校及縣市政府法人團體等進行，以利建置長期環境輻射劑量水平調查。

(二) 技術創新

1. 完成 6 篇技術報告：

(1). 監測數據與影像遠距離遙測技術建立與程序研擬：

為進一步掌握輻射監測站環境狀況，研擬建立監測站影像遠距離遙測技術，利用現有資訊科技整合建立一套可獨立運作的影像遠距離遙測模組如圖46所示，並可依任務需要，安裝建置於各地輻射監測站或機動監測站，各項環境監測資訊及視訊影像，同時利用網路即時傳回監測中心，整合呈現多元化資訊，提高緊急應變能力。

該技術應用於今年102年核安19號演習實地演練，將監測數據與遠距離遙測影像技術實務推廣至核安演習或緊急應變中，基本監測數據回傳偵測中心監管外，利用遠距離遙測影像技術，密切注意監測點周遭及核三廠圍阻體實體影像回傳監測中心，進行核安演習或緊急應變後續目標物影像監視。

(2). 國土輻射劑量水平調查研擬與作業程序建立：

建立環境輻射調查之作業項目與程序，包含現場加馬能譜分析技術，宇宙中子劑量評估，由高壓游離腔度量空間總劑量，進而推算宇宙射線所造成之劑量貢獻，另亦推展熱發光劑量計於全台進行佈點量測，以利統計分析各佈點處空間加馬累積劑量。此外，分析結果與科發計畫101年成果：「全國矩陣網狀偵測點資料庫」結合，可建立全台地表輻射劑量水平調查結果資料庫，並開發友善操作介面，建立台灣環境輻射分布地圖，以利民眾查詢，使其成效可為社會共享之資源

依前述以建立環境輻射調查作業程序與偵測技術，102年進行台灣地區天然輻射調查，已完成阿里山、塔塔加、嘉義、埔里、霧社、清境、小琉球、武嶺、蘭嶼、澎湖、屏東縣滿洲鄉、恆春鎮等地現場度量行程，現場度量共30個地點，度量結果參酌國際放射防護委員會(ICRP)及國際輻射單位與度量委員會(ICRU)之最新建議報告，提供天然輻射劑量水平參考值。

102年現場度量偵測結果，地表輻射劑量率平均為0.067微戈雷/小時，中子劑量與高度回應關係顯示，中子劑量率最高達 50.9 ± 3.97 毫微西弗/小時，並經回歸曲線分析，高度於576公尺至1146公尺間，中子劑量率顯示轉折突增現象，中子劑量率由8毫微西弗/小時增加至12毫微西弗/小時。

此外，102年進行熱發光劑量計(TLD)環境劑量片佈點作業規劃；完成設定全國環境偵測點佈設202地點如表7所示；為順利完成佈點，結合全國各地區警察單位、氣象局、學校及縣市政府法人團體等進行，以利建置長期環境輻射劑量水平調查。

(3). 民生用水中放射性含量評估技術與程序研究建立：

福島事件後國人對於食品飲水的輻射安全問題更加的關心，各單位如經濟部所屬自來水廠與水庫也訂定了相關輻射監測的辦法，但是在做法上與現行緊急事故處理的作業方式有些許差異，主要差異在於使用總阿伐/總貝他計數的分析結果作為取樣計劃中分析頻次的參考依據。

然而緊急應變時必須面對大量樣品的管理問題，所有分析程序應力求簡化。原本的例行作業方式對於總阿伐/總貝他核種前處理到計測，大約需一星期才能得到數據。本研究探討水樣在緊急應變時不進行前處理，使用總阿伐/貝他輻射計數的直接計測作業，發現如果使用液態閃爍計數法其實水體的消光效應並不嚴重，總貝他的最低偵測極限無法滿足商品輻射限量標準的需求，但是可以用於核子事故民眾防護行動的研判，可以配合加馬能譜分析可以篩檢出樣品是否須要進行放射性總分析，作業時間一天內可以完成，且一天可以處理樣品20個以上。

總阿伐計數的部分受限於儀器還是必須進行前處理才能使用比例計數器進行計測，因此我們採用樹脂分離，再使用質譜儀對於鈾或鈾同位素進行分析，如此可以在三天以內得到部分超鈾元素同位素資訊。如果液態閃爍計數器具有阿伐計數的模組，可以同時進行總阿伐/總貝他的計測，或是使用樹脂分離後進行總鈾或總鈾的分析。

(4). 農產食品中放射性含量評估技術與程序研究建立:

從福島核子事故後，國際對災區食品的輻射檢測愈來愈受到重視，尤其是農產食品，數量眾多且種類廣泛，這類攸關民眾日常飲食之必需品，除了進行快速定性分析外，必要時需要精確定量的要求下，無射源效率校正系統確實是用於放射性含量評估上的一大利器。傳統的效率校正必須依據不同的幾何形狀配製不同的校正射源，增加射源配製的人力及費用，相對的也耗費作業時間。無射源效率校正系統直接由電腦模擬樣品的幾何形狀、性質、放置位置及容器材質等，具有快速且彈性等特色，這對於需要快速之緊急應變場合的確是一項優勢。

無射源效率校正系統最大特色即偵檢器在原廠必須進行特性化(Characterization)，建立此偵檢器的 MCNP 模型，然後再將此模型使用 NIST 追蹤射源進行一系列獨立的測試與驗證，一旦驗證完成，此模型適用範圍涵蓋以偵檢器為中心，方圓 1000 米內 10keV 到 7MeV 的所有光子。所以偵檢器特性化出廠後對光子特性反應的正確性基本上是很高的，解決了傳統純鍺晶體尺寸的不確定度造成測值偏差的問題。

計測人員唯一需要關注的就是樣品的幾何形狀、尺寸、位置、材質等，這些透過 LabSOCS 軟體提供方便的使用介面，使用者只要給定幾個重要參數，如：尺寸、材質、密度、以及相對於偵檢器的位置等，經由 LabSOCS 軟體強大的數學運算能力，算出效率曲線，進而得到放射性物質的活度。因 LabSOCS 軟體也考慮容器、樣品或中間層材質的衰減因素(Attenuation)，所以在此階段每個參數的輸入必須要小心謹慎，愈正確的描述數據，測值就能夠愈精確。

無射源效率校正系統有別於傳統的放射性定量分析方法，傳統的方式必須從國外購買 NIST 標準校正射源，在實驗室配製各種不同幾何形狀及材質，然後建立效率曲線，這個過程通常需要數天到數個星期。但無射源效率校正技術從開始到完成效率曲線只需要數 10 分鐘或數小時的時間，而且也排除 Cascade summing 的問題，其具有方便且快速的特性。另外它的準確性也是使用者非常關注的焦點，但可放心的是此系統在原廠已通過一連串有關一致性及準確性的測試及驗證，而我們以國際原子能總署(IAEA)及日本化學分析中心(JCAC)比較試驗之樣品進行計測分析驗證，發現不論在高能量或低能量區，測值之相對偏差均在 10% 以內，可適用於一般環境樣品或添加核種之樣品分析，所以計測人員應可採用此系統在例行或緊急狀況下作業。往後計測人員必須花較多時間在樣品的模擬

設計上，使模型建構之資料更貼近真實的樣品，這才能發揮它的最大功用。

另外，利用五因子二水準的部分因子實驗設計法及期望函數探討傳統以發煙硝酸為主的銨 90 分析方法顯示，發煙硝酸添加比例影響較為顯著，實務上以多次發煙硝酸沈澱進行除鈣即可降低此因子影響而得到穩定結果，為獲得更佳的銨 90 檢測活度，未來實驗仍可往提高草酸鹽沈澱 pH 值及延長鉻酸鉍加熱時間方向進行調整。

(5). 我國境內落塵與環境試樣放射性含量評估技術與程序研究建立:

對台灣地區放射性落塵與環境背景輻射進行偵測，藉以了解因核試爆及核能設施意外事故所產生放射性落塵對台灣地區環境輻射之影響。並掌握台灣地區放射性落塵與環境輻射現況，瞭解環境中放射性核種累積效應，並可評估台灣地區民眾輻射劑量。主要偵測項目包含直接輻射、大氣（抽氣、水盤、雨水）、植物、農畜產物、沉積物試樣等，其取樣試樣、頻次及分析類別。

對於空浮微粒常使用連續抽氣法，而大氣中的落塵是使用水盤法，再經由蒸乾水分而濃縮放射性落塵。同樣雨水收集也如同水盤法的分析步驟。而落塵及環境試樣之放射性含量偵測方法則包括總貝他活度計測、加馬能譜分析及氡、銨 90、銻 137 等特殊核種分析。

以上述分析技術針對 102 年 1 至 6 月台灣地區落塵與環境試樣之放射性含量偵測，僅在少數的環境試樣中發現微量的人造放射核種，其活度均在環境背景變動範圍以內。由各項環境試樣放射性分析結果與歷年之偵測結果比較，顯示臺灣地區迄今落塵的降下量及環境中放射性含量均無輻射異常情形。

日本福島因海嘯及地震導致核能電廠發生放射性物質外洩污染環境的事件後，針對放射性氡進行偵測，結果顯示台灣地區並沒有明顯高於自然輻射水平的現象。只有在事件發生後短暫的期間，發現北部水樣中有較高的氡濃度，但因大氣及環境作用後，隨著時間的增加，則氡濃度則明顯急遽下降至背景值。

(6). 環境樣品中特定核種測定之應用系統開發與程序研究建立:

核能設施的運行、早期核能工業的相關技術發展和核武器開發及測試過程，不可避免可能會使周圍環境中的放射性物質有所增加。這些核種中特別是長半衰期放射性核種對生態環境的影響，目前受到環境科學工作者的極大關注，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。由於這些長半衰期放射性核種通常較為微量，環境及生物樣品基質亦相當複雜，加上這些核種在複雜的基質條件下也往往表現出複雜多變的化學形態，要準確測定其含量以及各同位素比相當不易。因此發展長半衰期難測放射性核種快速分析方法，以快速監控事故後的環境及生物樣品已成為一個重要課題。本中心以往對於長半衰期難測放射性核種，主要以 α 能譜儀進行分析，受限分析時間長、靈敏度低，以銻的分析為例，通常也只能測定銻 238 和銻 239+240，無法分別測定銻 239 和銻 240。為克服上述問題，因應緊急事故快速監測事故後的環境及生物樣品，於 102 年底完成建置感應耦合電漿質譜分析儀(inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS)實驗室建構如圖 47 至圖 53 所示，達成本計畫預期目標，初期選擇建立環境試樣中銻(Pu)為分析模式，再進一步擴展至其他核種分析。

2. 參加 2013 地球觀察與社會衝擊國際研討會發表論文兩篇

地球觀察與社會衝擊國際研討會(International Conference on Earth Observations and Societal Impacts, ICEO&SI)，是由國際地球觀察組織(Group on Earth Observations, GEO)與台灣地球觀察學會(Taiwan Group on Earth Observations, TGEO)於成功大學地球科學系共同舉辦之國際研討會，內容以地球科學遙測系統之發展為主軸，分別就氣候變遷、生態與生物多樣化、水資源與農業資源、災害防治、能源與環境等主題進行各研討場次。本計畫分別以口頭論文「環境輻射實驗室樣品分析策略」以及海報論文「福島事件前後台灣地區水樣氡濃度之變化」發表。

由於環境輻射的監測，在其他國家也作為地球科學遙測的項目，因此對於環境輻射的度量方法與核災後大量樣品的管理與分析策略探討多有討論。論文中提到採用不確定度評估為基礎配合貝葉氏統計方法，善加利用先驗統計結果選擇最佳的分析方法與計測條件，結果可大幅減少人力與設備資源，雖然因此會增加管理風險，但是經過審慎評估並選取保守的作為，依然可以將風險管控在合理的範圍之內。

福島事件後民眾十分關心放射性物質在全球散布的影響，因此氣

象局每天均會以預測之氣象條件來預估如果福島核電廠持續有放射性物質釋出的話，未來七天可能飄散的方向位置與距離台灣的遠近，供民眾作為參考。現在事故已經過兩年，本計畫與氣象局合作，調出當時實際全球風場資料而不是預估風場來進行模擬，並以氙作為指標核種，實際評估當時放射性物質外釋的擴散分布狀況，並以回溯的方式查閱當時環測的水樣分析結果是否相符。氙的半化期約 12 年以模擬的周期來說算是長半化期核種，因宇宙輻射作用在環境中自然存在且容易量測，過去常作為地球科學研究水文環境的示蹤劑。

分析結果顯示事故發生後整個 3 月的累積放射性物質擴散主要往西方太平洋方向傳輸達到美國的西岸。值得注意的是有部分污染物往南移動到達菲律賓與越南南部，但是並未到達台灣附近區域。4 月的累積放射性物質擴散顯示此時整個北半球包括歐洲地區均已籠罩在污染物擴散範圍內，也已經有部分側向擴散到台灣地區，但並非主要的污染範圍。5 月以後便逐漸稀釋，直到 7 月以後所有大氣中放射性物質完全沉降不存在大氣之中，而進入到水文與環境生態循環中，如圖 54 所示。

由環境水樣實測分析結果顯示，2011 年 4 月北部(台北)的雨水樣品中可測到略高活度的氙，同時在北部(金山)的湖水也同樣可測得略高的活度。至於中南部區域所測得河水、雨水與湖水樣品數據則完全沒有任何變化。由於過去氙的活度就容易受宇宙輻射的影響而有變化，因此這次所測得的結果還在過去的變動範圍之內，很難釐清是否來自於福島核電廠外釋的結果，如圖 55 所示。因此結論認為福島外釋的放射性物質應有少量因全球擴散而沉積於台灣地區，但是由於濃度很低，因此難以與背景輻射加以區隔。

3. 參加 2013 亞太放射化學國際研討會並表論文一篇

9 月 23 日於日本金澤大學召開之 2013 亞太分析化學研討會 (Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry, APSORC 13) 研討主題包括:福島事件議題、核化學教育、核鑑識、銅系化學、環境放射化學、核醫、材料核探針、活化分析等，本計畫針對「利用多因子分析法探討茶葉鋇 90 分析主要參數耐變性」發表論文一篇，主要內容是將目前傳統的標準分析方法中選擇各項可能影響分析結果的主要參數，選擇適當的變動條件範圍，透過多因子分析法假設共因失效的可能性很低，以降低所需的樣品製備數目，但仍能提供足夠的有效統計結果，研判當實驗過程有漏失的狀況下，影響分析結果最重要的參數為何，進而真對這些重要參數進行探討，如有必要將建立品質管制點，

以確保分析品質。

初步結果顯示，鈣含量分離狀況不佳時造成分析結果的不穩定最具統計意義。也就是鈣未能完全分離會造成銻回收率的誤判，導致高估回收率，進而影響分析結果。此外，使用鉻酸鉀分離銻的程序為另一個可能影響的因素，但選取的參數條件變動範圍在統計誤差範圍內，因此很難確認是否真的造成影響。

由目前初步的結果看來目前所採用的分析方法耐變性十分良好，且適用各項生物樣品的分析，可是各種不同生物樣品的種類具有不同的基質特性，所以對於個別的生物樣品如茶葉未必是處於最佳化的分析狀況，因此如果有足夠的樣品與人力，可以進一步探討各種不同樣品個別最佳化的必要性。

4. 參加銻分析技術交流研討會發表論文一篇

目前國內各實驗室進行銻 90 分析所使用的方法均不相同，在進行實驗室比對時對於彼此差異原因的探討，往往很難查找原因。因此結合具放射性分析之實驗室單位(包括核研所、台電等)，召開國內各單位的銻 90 分析技術交流研討會，各單位彼此分享目前實務作業的分析方法與面臨的問題，並實際於實驗室進行樣品分析作業，在作業時逐步探討各種狀況，交流解決方式與心得。目前本中心所使用的發煙硝酸法為最傳統的標準分析法，其最大缺點在於發煙硝酸的危險性以及需靜置 21 天以達永續平衡，無法符合緊急事故時快速分析的需求。於研討會探討後初步建議對於需進行快速篩檢之樣品改採樹酯法分析可大幅減少分析時間，符合樣品快速分析的需求。

5. 投稿行政院衛生署食品藥物管理局於 102 年 10 月舉行「102 年度食品衛生檢驗科技研討會」

放射銻 90 是鈾 235 和鈾 239 的核分裂產物，銻 90 半衰期長達 28.8 年，經 β 衰變放出電子和釷 90。自然界中的銻 90 來源主要為核爆落塵及核能相關設施，在環境中植物通過根部對銻-90 的吸收很少，銻 90 主要沈降在葉片上。銻 90 進入人體途徑，絕大部分是通過食用葉類植物而進入人體，由於銻和鈣的化學、生化性質類同，銻 90 易滯留於骨骼中，因其物理及生物半衰期長，其子核種釷 90 產生的高能 β 射線亦對人體組織造成較大輻射損傷，故銻 90 被視為高毒性的放射核種，因此近年來微量銻 90 分析方法的研究備受重視。發煙硝酸法是最早採用也是穩定性佳、適用性廣的銻 90 分析方法，雖此

方法步驟繁多冗長，目前仍是廣為使用的方法之一。本研究採用五因子二水準部分因子實驗設計，探討現行發煙硝酸法於茶葉中鋇 90 之檢測，其中包括碳酸鹽、草酸鹽及硝酸鹽等沈澱分離步驟，利用反應曲面法(response surface methodology)及期望函數(desirability function)尋求最適的操作條件。實驗結果顯示，在實驗設計的範圍之內，將鋇載體化學回收率設定於 65%至 85%之間，實驗往調降發煙硝酸比例及延長鉻酸鉍加熱時間方向進行可得到較佳的鋇 90 檢測活度，此結果可作為未來改進鋇 90 分析方法之參考。

(三) 經濟效益

精進 1 個已設置 12 部加馬純鍺偵檢器計測室：

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

參加2013地球觀察與社會衝擊國際研討會時，其他領域之專家認為國內在福島事件後的社會衝擊處理準備有加強之必要。有本計畫發表的結果顯示實際污染範圍與進出口食品的監測，均能在可控制的風險管理範圍內，但是當時社會民眾卻未能有足夠的信心。因此，未來透過本計畫的技術補強與針對緊急樣品的處理精進，可以在緊急事故發生後，提供民眾更多的信賴，以減少對於社會活動的衝擊，降低對於社會經濟活動的負面影響。

(五) 其他效益方面

4套獨立監測資料庫建置：

102年完成輻安預警監測系統、現場環境輻射偵測作業、環境試樣放射性分析系統資料庫及直接輻射(熱發光劑量計TLD)偵測作業等資料庫建置，以利整合於全國矩陣網狀偵測點管理系統中。

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) 於國際研討會發表論文兩篇，與國內外專家學者就核子事故發生後，國內樣品分析處理的能力與數據研判的技術加以討論。本計畫所使用的風險評估模式與福島事故後水樣分析結果整理，顯示目前國內對於福島事件後的監測做法，確實可將輻射危害風險管控於可接受的範圍內。
- (二) 參加日本金澤舉辦之第五屆亞太地區放射化學國際研討會，論文探討目前所採用的鋇分析方法耐變性十分良好，且廣泛適用各項生物樣品的分析。可是細究各種不同種類的生物樣品具有不同的基質特性，所以對於個別的生物樣品如茶葉未必是處於最佳化的分析狀況，因此如果有足夠的樣品與人力，可以進一步探討各種不同樣品個別最佳化的必要性。

二、 技術創新(科技整合創新) (權重____%)

- (一) 監測數據與影像遠距離遙測技術建立與程序研擬
102 年建構完成影像遠距離遙測系統，於 102 年 9 月納入核安 19 號演習，演練成果良好，驗證即時監測數據與遠距離影像傳送之可行性，可提升核子事故緊急應變能力。
- (二) 參加國內鋇分析技術交流研討會發表論文一篇
由於目前所使用的發煙硝酸法雖可掌控偵測低限值，但是必須使用大量強酸等化學物質，且所需的作業時間長達一個月。我們對於需進行快速篩檢之樣品，改採樹酯法分析，已證實可大幅減少分析時間，符合樣品快速分析的需求。
- (三) 建立加馬能譜分析無射源校正系統
在緊急狀況之下有效提供無標準射源之幾何形狀的校正曲線，並可進行密度、自吸收與加乘效應的修正，做為面對各式不同幾何形狀與不同輻射源污染所採集樣品計測分析之用。
- (四) 探討飲用水液態閃爍法直接計測總貝他活度之技術

福島事件後國人對於食品飲水的輻射安全問題更加的關心，如何在緊急應變時有效運用資源管理，以提供即時可靠的資訊成為重要的議題。由於阿伐與貝他核種射程短有樣品自吸收的問題，所以必須進行耗時的前處理，無法提供即時的資訊。為能符合快速提供資訊的要求，將民生用水不經前處理直接進行液態閃爍分析，結果顯示樣品經過濾懸浮物的水質並不會造成明顯消光效應，但是偵測極限偏高只適合作為事故前、中期污染區內民眾防護基準研判貝他核種是否偏高。阿伐核種仍建議使用樹酯分離並對鈾、鈾核種進行質譜分析，對於測得較高鈾或鈾活度的樣品，建議再進行阿伐能譜分析以去除質譜中干擾核種的問題。計測結果提供的資訊除了作為輻射防護行動的建議依據外，同位素比值也可以用來研判污染來源與事故的狀況。

(五) 參加衛生署舉辦之研討會

與食品管制負責單位交流，探討雙方對於食品分析技術與實務應用於管制的需求與做法之異同，並就目前的食品輻射管制作業交換意見。

(六) 建立長半衰期難測放射性核種快速分析方法

發展長半衰期難測放射性核種快速分析方法，以監控事故後的環境及生物樣品已成為一個重要課題。傳統分析方法對於長半衰期難測放射性核種，主要以 α 能譜儀進行計測，其受限分析時間長、靈敏度低。以鈾的分析為例，通常只能測定鈾 238 和鈾 239+240，無法分別測定鈾 239 和鈾 240，在國際上已逐漸被感應耦合電漿質譜分析儀所取代。102 年底完成建構感應耦合電漿質譜分析儀實驗室，以利因應緊急事故快速監測事故後的環境及生物樣品，以鈾的檢驗為例，未來在儀器計測部份，以 ICP-MS 只需 10min 即可，較傳統以阿伐計測儀計測需 22 小時縮短相當多時間。在前處理部份，將結合微波消化、固相萃取法，除所需樣品量較小外，使用的酸較少、萃取速度較快、儀器檢測時間亦較短，可達到快速分析的目的。比較前處理所需時間，現行前處理技術需花費 3 天時間，採用新技術後，我們預計於 1 天將可完成鈾的檢驗分析。截至 12 月底，採用傳統阿伐分析方法，業已完成國內 20 件土壤樣品中鈾核種分析，結果均無檢出該核種；為增加分析試樣量，持續進行全台土壤樣品取樣與分析作業。上述土壤樣品亦將進一步利用質譜儀分析，並與傳統阿伐分析方法比對。

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污染證明。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污染的疑慮，以維持經濟活動，減少受輻射污染事件的影響。
- (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，以利提供社會大眾即時環境輻射監測資訊。102 年因應全台各縣市至少設置 1 個監測站之目標，增建竹北、苗栗、南投、彰化、雲林、嘉義等監測站，經運轉測試良好，於 102 年 10 月 31 日起加入運作行列，共計 45 座環境輻射監測站如圖 56 所示，可提供民眾全天候 24 小時即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) 建立環境輻射即時監測資訊多元化傳播方式，以公開電子媒體即時擷取播放、緊急增加簡易網頁及通訊頻寬供民眾大批瀏覽頻次彈性機制、透過智慧型電子產品 APP 應用等作為，主動建置核電廠附近區鄉鎮公所及消防分隊環境輻射即時監測資訊電子看板，作為地方公共場所公佈環境輻射即時監測資訊媒介；因應緊急應變核子事故發生時，透過以上多元化傳播及媒體新聞報導，作為輻射防護參考。
- (三) 精進環境樣品處理技術與分析方法，可以在緊急事故發生後，縮短樣品分析時間，及早公布結果，提供民眾更多的信賴，以減少對於社會活動的衝擊，降低對於社會經濟活動的負面影響。

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____%)

(一)、 為順利執行本計畫，依參與同仁之專長與工作屬性組成「輻射劑量評估與調查」及「輻射偵測與放射分析度量」2 個研究團隊：

- (1). 培育輻射偵測技術人才。
- (2). 可精益環境輻射偵測技術，進行分析方法與系統開發，建立自主能力與技術。
- (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)、 本中心與日本財團法人日本分析中心進行環境樣品比較實驗進行技術交流已逾 25 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，並共同前往日本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已整合輻安預警監測系統、現場環境輻射偵測資料庫、環境試樣放射性分析系統資料庫及直接輻射(熱發光劑量計 TLD)偵測資料庫如圖 57 至圖 60 所示，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即時資訊。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

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)、 感應耦合電漿質譜儀已建置完成，將應用於核設施及乾式儲存場環境輻射檢測、緊急事故及核子鑑識等相關環境樣品分析，由於環境樣品活度很低，而是核鑑識需分析樣品量通常很少，未來考慮加裝去溶質設備，以利快速處理核子事故期間大量樣品，縮短分析計測時間。
- (二)、 繼續推動現場環境設偵測作業、環境直接輻射(熱發光劑量計 TLD)偵測點佈設，並納入環境試樣放射性分析結果，未來可結合地形、地貌及地質等資料庫，並參酌各行政區人口分布資料，進一步全面性因探討居住地土壤、岩石成份、高度等因素之不同所造成環境背景累積劑量及評估群體劑量。

玖、 檢討與展望

- (一) 快速分析方法的檢討已有了初步成果，但是在落實到實際緊急事故的使用時機與適用範圍仍要謹慎評估，透過國內與國際技術交流，研判可能發生的各項情境，將本計畫的經驗適度地納入實務的操作程序之中，以提供作業人員在有限的資源下能發揮最高的效能，提供國內民眾適當的保障。
- (二) 由於分析數據的結果是提供事故處理決策者重要的參考依據，因此對於目前作業的最佳化與穩定性探討是十分有必要的，後續將持續對於各項分析作業分別進行相關探討。
- (三) 質譜儀在長半化期核種的分析有其必要性，尤其是應用於事故現場鑑識少量樣品的分析更具有無可取代的優勢，未來引入此技術將逐步進行穩定性測試與適用範圍的確認，並依國內實務需求進行最佳化的參數調整。

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： 洪 明 崎

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	2012	b	N	N	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	2012	e	N	N	2012 台灣災害管理研討會
環境輻射實驗室樣品分析策略	劉祺章	2013	f	N	N	2013 地球觀察與社會衝擊國際研討會
福島事件前後台灣地區水樣氬濃度之變化	劉祺章	2013	f	N	N	2013 地球觀察與社會衝擊國際研討會
Using Factorial Design to the Robustness Analysis of the Classic Sample Preparation Method for 90Sr Determination in Tea Leaf	劉祺章	2013	f	N	N	APSORC'13 - 5th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry
實驗設計法應用於茶葉中 90Sr 分析之探討	蔡文賢	2013	e	N	N	102 年度食品衛生檢驗科技研討會

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)	2012
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)	2012

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

【H 技術報告表】

監測數據與影像遠距離遙測技術建立與程序研擬	高明鋒	2013	原子能委員會輻射偵測中心
國土輻射劑量水平調查研擬與作業程序建立	方鈞屹	2013	原子能委員會輻射偵測中心
民生用水中放射性含量評估技術與程序研究建立	林彥宏	2013	原子能委員會輻射偵測中心
農產食品中放射性含量評估技術與程序研究建立	林明仁	2013	原子能委員會輻射偵測中心
我國境內落塵與環境試樣放射性含量評估技術與程序研究建立	蔡東穎	2013	原子能委員會輻射偵測中心
環境樣品中特定核種測定之應用系統開發與程序研究建立	蔡文賢	2013	原子能委員會輻射偵測中心

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
銻 90 發煙硝酸分析法簡介	銻分析技術交流研討會	a	2013/06/04-2013/06/06	核能研究所保健物理組

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會

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	整合輻安預警監測系統、現場環境輻射偵測、環境試樣放射性分析系統及直接輻射(熱發光劑量計 TLD)偵測等資料庫	Numerical、Multimedia	正將相關歷年數據植入

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

附錄二、佐證圖表



圖 1. 嘉義觸口現場度量

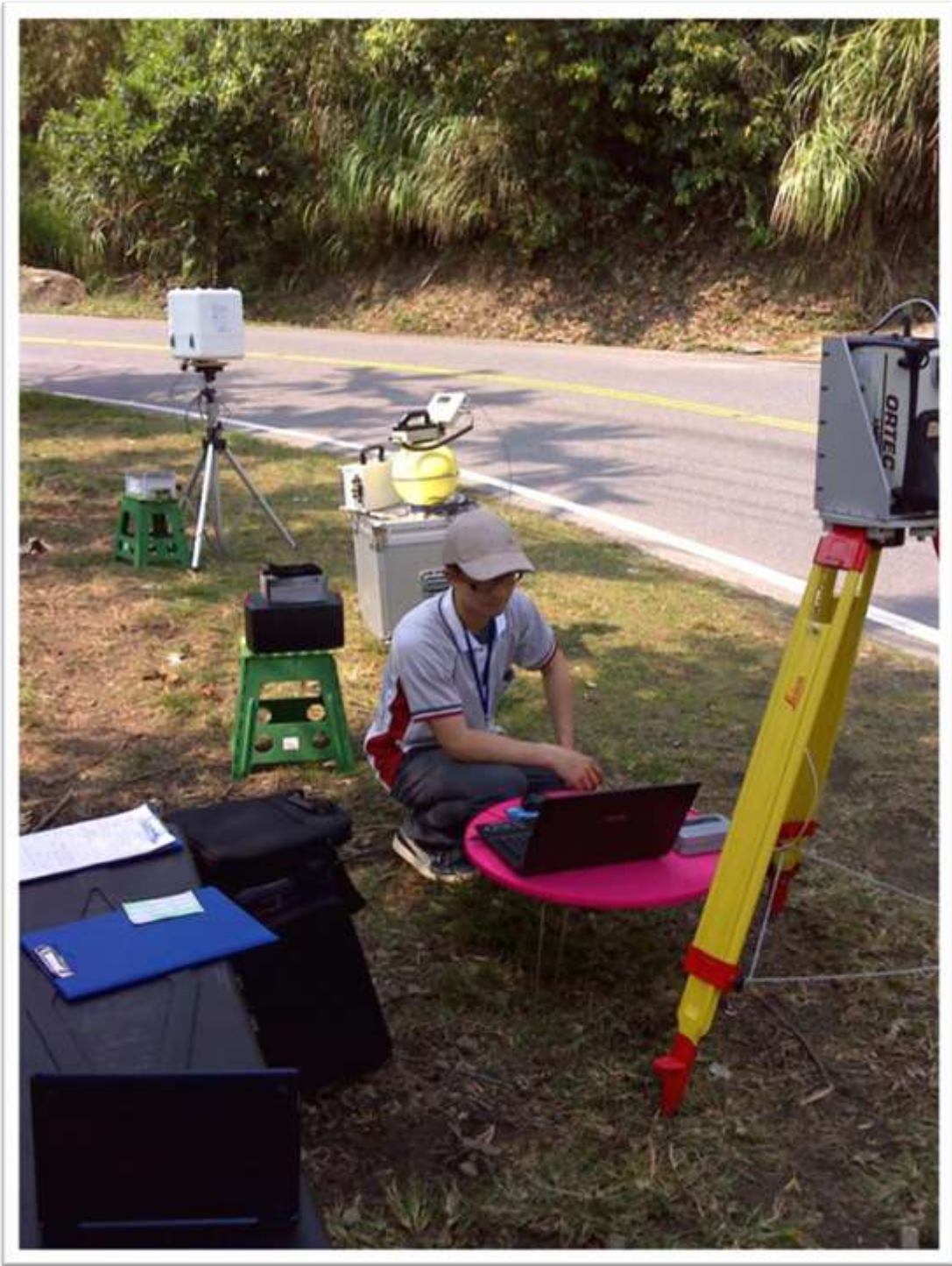


圖 2. 嘉義下寮現場度量



圖 3. 嘉義塔塔加現場度量



圖 4. 嘉義龍美現場度量



圖 5. 嘉義十字路現場度量



圖 6. 小琉球落日亭現場度量



圖 7. 小琉球琉球國小現場度量



圖 8. 南投霧社現場度量



圖 9. 南投翠峰現場度量



圖 10. 南投昆陽現場度量



圖 11. 南投清境國小現場度量



圖 12. 南投武嶺現場度量



圖 13. 南投埔里虎頭山現場度量



圖 14. 南投清境現場度量



圖 15. 澎湖澎防部現場度量



圖 16. 澎湖西嶼鄉外垵餌炮現場度量



圖 17. 澎湖白砂鄉後寮遊客中心現場度量

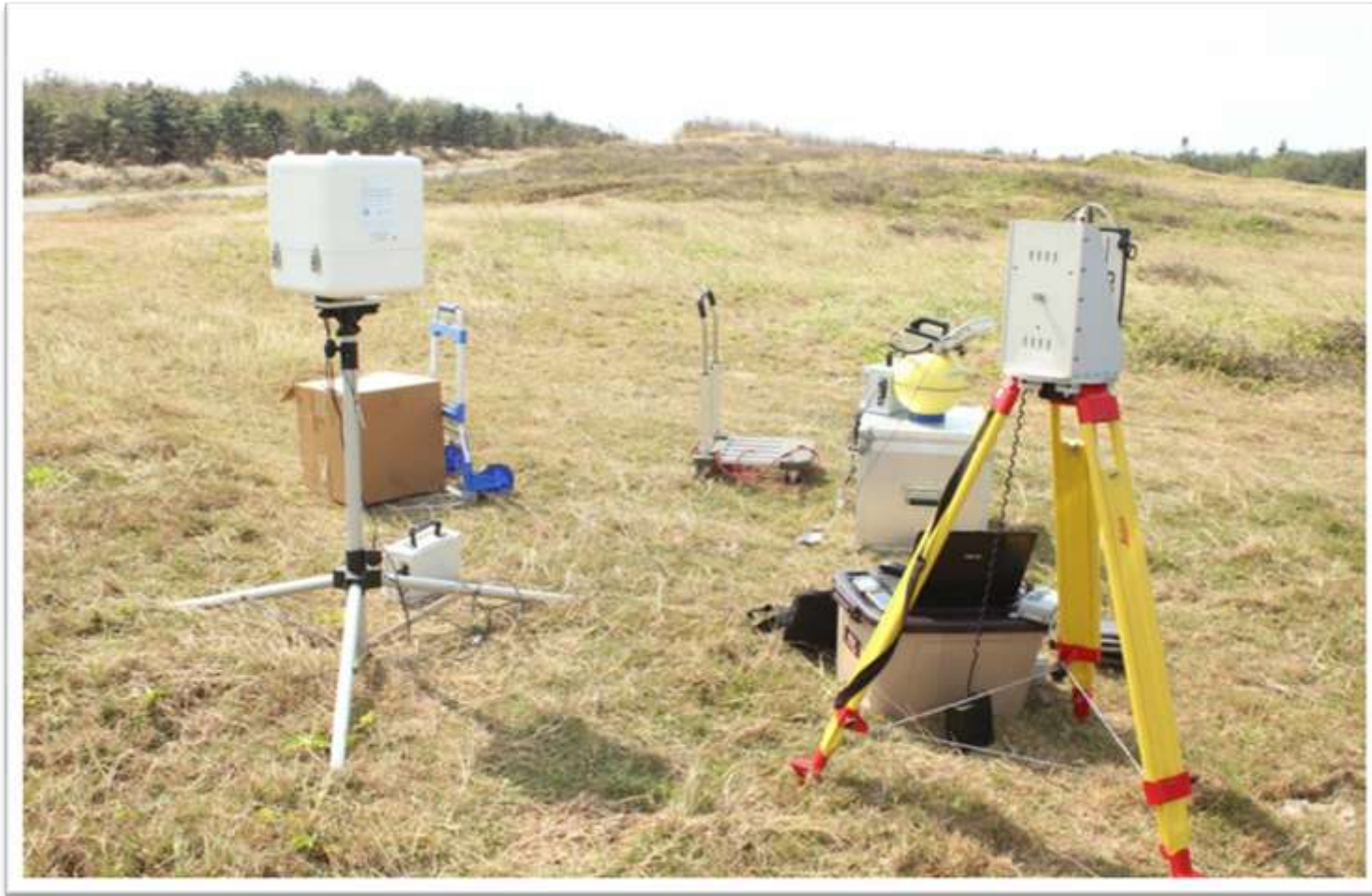


圖 18. 澎湖湖西鄉裡正角現場度量

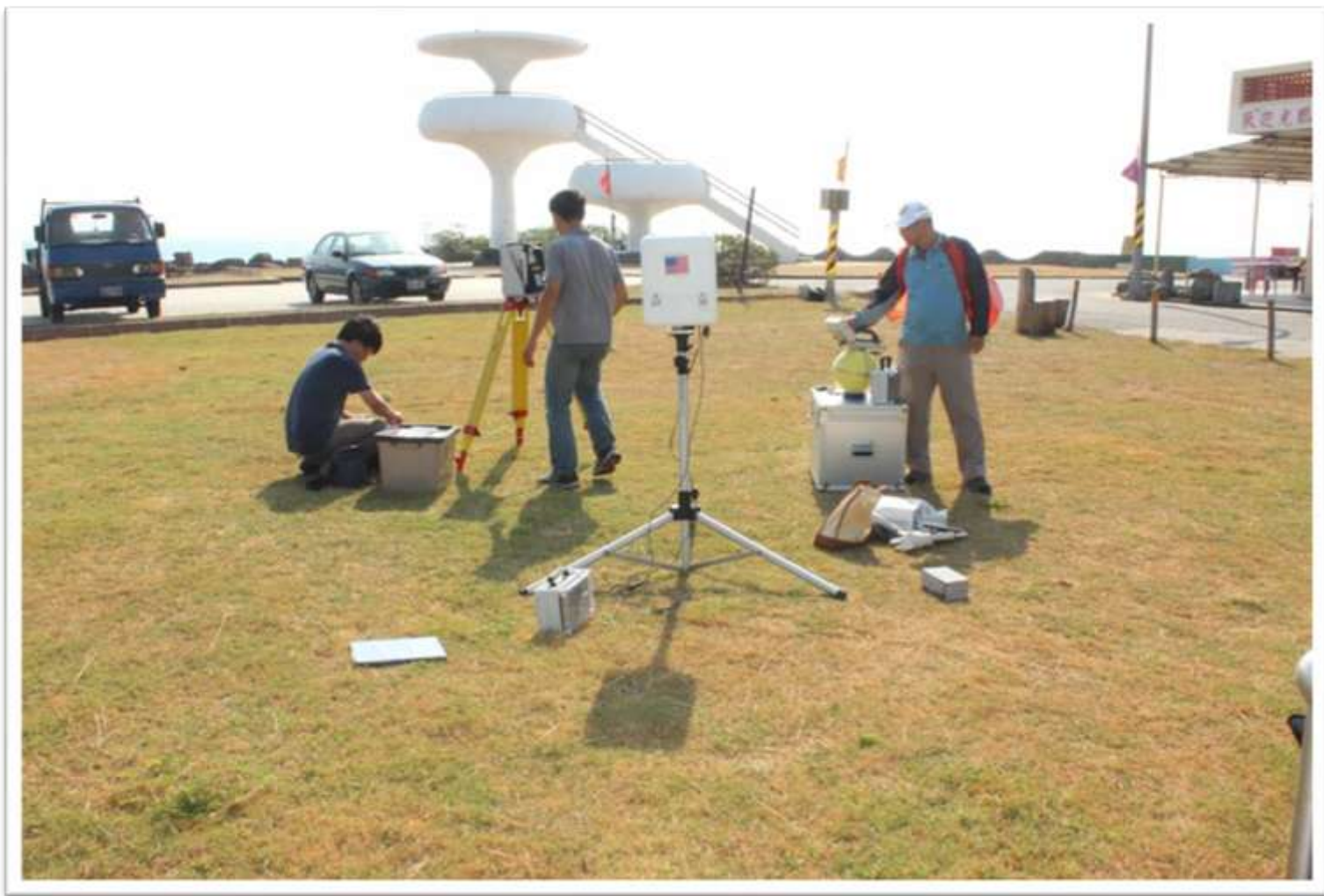


圖 19. 澎湖馬公市風櫃現場度量



圖 20. 澎湖馬公市第三漁港前廣場現場度量



圖 21. 屏東縣恆春鎮出火景觀區現場度量



圖 22. 屏東縣滿洲鄉鷹棧現場度量



圖 23. 屏東縣鵝鑾鼻(台灣最南端)現場度量



圖 24. 恆春地區瓊麻展示館現場度量



圖 25. 蘭嶼鄉新鄉公所前廣場現場度量

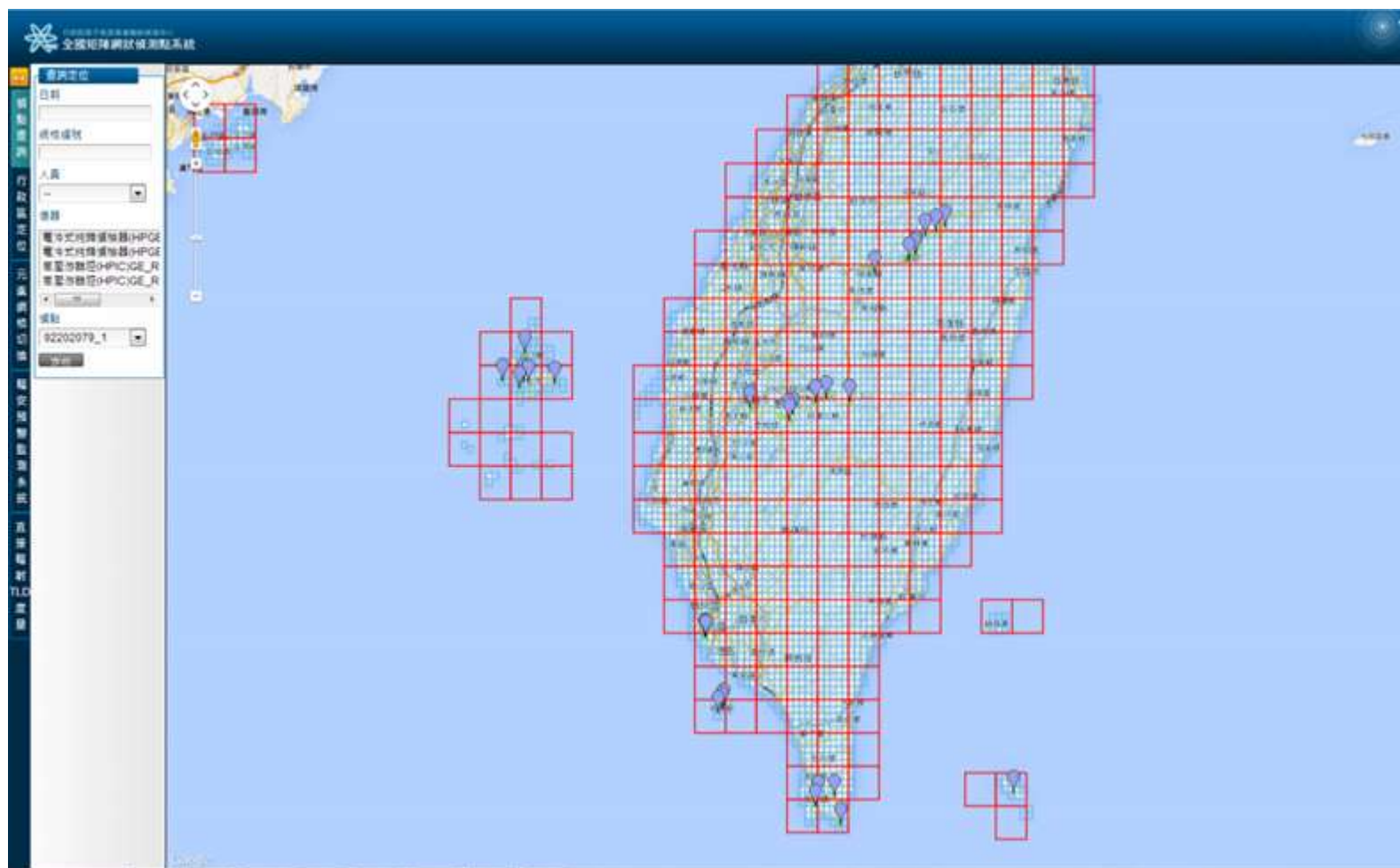


圖 26. 全國矩陣網狀偵測點資料庫

 全國核子反應堆輻射監測系統 方鈞庭 登出 偵點地圖																																																											
偵點管理 人員管理 儀器管理																																																											
關鍵字: 人員: 儀器: 查詢	<table> <tr> <th>Matrix Number</th><th>日期</th><th>偵測地點</th><th>外置GPS定位(經度、緯度)</th><th></th></tr> <tr> <td>95172093_1</td><td>2013-12-20 14:31:22</td><td>基隆核電廠</td><td>120.827599, 22.009636</td><td>  </td></tr> <tr> <td>95161034_1</td><td>2013-12-20 07:52:17</td><td>蘭陽風(台灣最高峰)</td><td>120.852434, 21.903250</td><td>  </td></tr> <tr> <td>95164020_1</td><td>2013-12-20 07:50:07</td><td>板三庭旁電風扇示器</td><td>120.750490, 21.971370</td><td>  </td></tr> <tr> <td>95173100_1</td><td>2013-12-20 07:48:43</td><td>恆豐鎮出火農網區</td><td>120.759015, 22.007425</td><td>  </td></tr> <tr> <td>96213060_1</td><td>2013-12-20 06:56:34</td><td>基隆</td><td>121.240036, 24.120069</td><td>  </td></tr> <tr> <td>93203075_1</td><td>2013-09-16 03:11:47</td><td>馬公市-第三漁港前廣場</td><td>119.580125, 23.563586</td><td>  </td></tr> <tr> <td>92202079_1</td><td>2013-09-16 03:06:39</td><td>西嶼-外坡路尾</td><td>119.475380, 23.565003</td><td>  </td></tr> <tr> <td>93203033_1</td><td>2013-09-16 02:54:08</td><td>田砂鄉復興路頭</td><td>119.567653, 23.670213</td><td>  </td></tr> <tr> <td>93203078_1</td><td>2013-09-16 02:39:09</td><td>湖西鄉堤三角</td><td>119.686188, 23.556355</td><td>  </td></tr> <tr> <td>93203082_1</td><td>2013-09-16 02:20:45</td><td>馬公風機</td><td>119.543962, 23.538187</td><td>  </td></tr> </table> excel匯出 列印 前一頁 1 2 3 4 下一頁				Matrix Number	日期	偵測地點	外置GPS定位(經度、緯度)		95172093_1	2013-12-20 14:31:22	基隆核電廠	120.827599, 22.009636	  	95161034_1	2013-12-20 07:52:17	蘭陽風(台灣最高峰)	120.852434, 21.903250	  	95164020_1	2013-12-20 07:50:07	板三庭旁電風扇示器	120.750490, 21.971370	  	95173100_1	2013-12-20 07:48:43	恆豐鎮出火農網區	120.759015, 22.007425	  	96213060_1	2013-12-20 06:56:34	基隆	121.240036, 24.120069	  	93203075_1	2013-09-16 03:11:47	馬公市-第三漁港前廣場	119.580125, 23.563586	  	92202079_1	2013-09-16 03:06:39	西嶼-外坡路尾	119.475380, 23.565003	  	93203033_1	2013-09-16 02:54:08	田砂鄉復興路頭	119.567653, 23.670213	  	93203078_1	2013-09-16 02:39:09	湖西鄉堤三角	119.686188, 23.556355	  	93203082_1	2013-09-16 02:20:45	馬公風機	119.543962, 23.538187	  
Matrix Number	日期	偵測地點	外置GPS定位(經度、緯度)																																																								
95172093_1	2013-12-20 14:31:22	基隆核電廠	120.827599, 22.009636	  																																																							
95161034_1	2013-12-20 07:52:17	蘭陽風(台灣最高峰)	120.852434, 21.903250	  																																																							
95164020_1	2013-12-20 07:50:07	板三庭旁電風扇示器	120.750490, 21.971370	  																																																							
95173100_1	2013-12-20 07:48:43	恆豐鎮出火農網區	120.759015, 22.007425	  																																																							
96213060_1	2013-12-20 06:56:34	基隆	121.240036, 24.120069	  																																																							
93203075_1	2013-09-16 03:11:47	馬公市-第三漁港前廣場	119.580125, 23.563586	  																																																							
92202079_1	2013-09-16 03:06:39	西嶼-外坡路尾	119.475380, 23.565003	  																																																							
93203033_1	2013-09-16 02:54:08	田砂鄉復興路頭	119.567653, 23.670213	  																																																							
93203078_1	2013-09-16 02:39:09	湖西鄉堤三角	119.686188, 23.556355	  																																																							
93203082_1	2013-09-16 02:20:45	馬公風機	119.543962, 23.538187	  																																																							

圖 27. 現場加馬能譜分析資料庫



全國鉅陣網狀資訊系統

方鈞廷 | 登出 | 帳號

鉅點數據

人員數據

儀器數據

鉅點管理

- 資料編輯
- 照片管理

資料編輯

Matrix Number	05172093_1
圖名	新莊
25k Number	951725W_1
25k 圖名	溪洲
內圖日期	2013-12-20 14:31:22
外圖日期	2013-12-02 14:31:22
儀器	電式共障儀儀器(HPGE)_ORTEC_Micro-defective_113157696 電式共障儀儀器(HPGE)_ORTEC_Micro-defective-06_132077053 電式共障儀儀器(HPGE)_ORTEC_RSS-131-ER-1_11H009W0 電式共障儀儀器(HPGE)_ORTEC_RSS-131-ER-2_11H009W0
人員	方鈞廷
基力測量地點	溪洲鄉溪洲
實際測量地點	溪洲鄉溪洲
內圖點經度	120.823288
內圖點緯度	22.005680
外圖GPS定位經度	120.827599
外圖GPS定位緯度	22.009636
外圖GPS定位高度	30.000000
環境背景_中子(μSwh)	0.008310
空氣吸收劑量率(HPC)	0.000000
空氣吸收劑量率(蓋格)	0.000000
空氣吸收劑量率mBq/m3	0.000000
空氣吸收劑量率mBq/m3	0.000000
空氣吸收劑量率mBq/m3	0.000000
環境背景_230U(Bq/Kg)	37.8
環境背景_232Th(Bq/Kg)	47.8
環境背景_40K(Bq/Kg)	500
環境背景_137Cs(Bq/m2)	0

圖 28. 現場加馬能譜分析資料庫資料編輯

 行政院環境保護署環境監測中心 全國环境监测数据系统 方数据 退出 帮助					
数据管理 数据管理 人员管理 设备管理					
照片管理					
编号	照片	备注	建立日期		
262		—	2013-12-20 08:45:44	 	
263		—	2013-12-20 08:46:11	 	
264		—	2013-12-20 08:46:35	 	
265		—	2013-12-20 08:46:47	 	
266		—	2013-12-20 08:46:58	 	
267		—	2013-12-20 08:47:12	 	

圖 29. 現場加馬能譜分析資料庫現場偵測照片

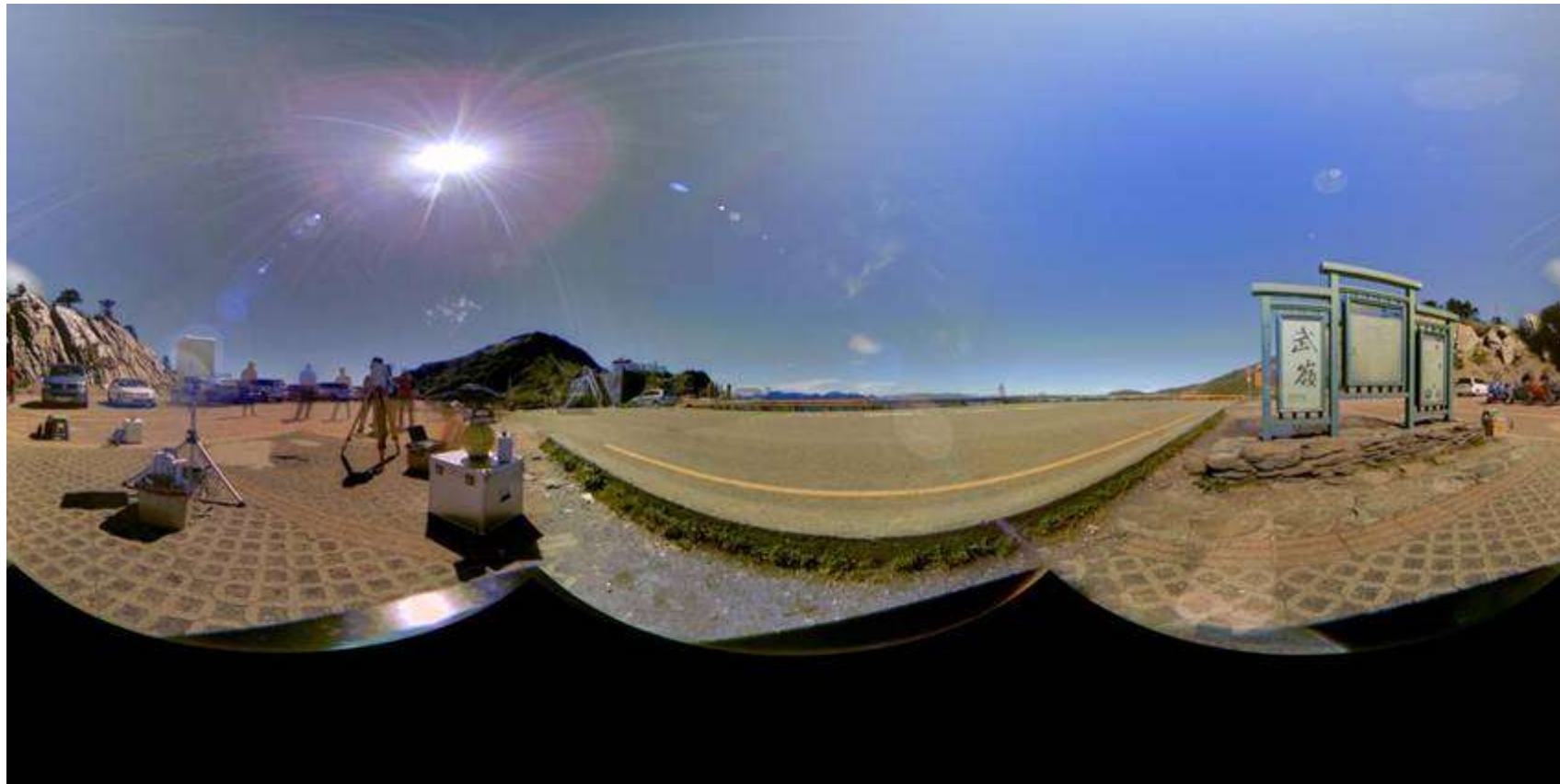


圖 30. 720 度環景相機記錄現場偵測點周遭之地形與建築物

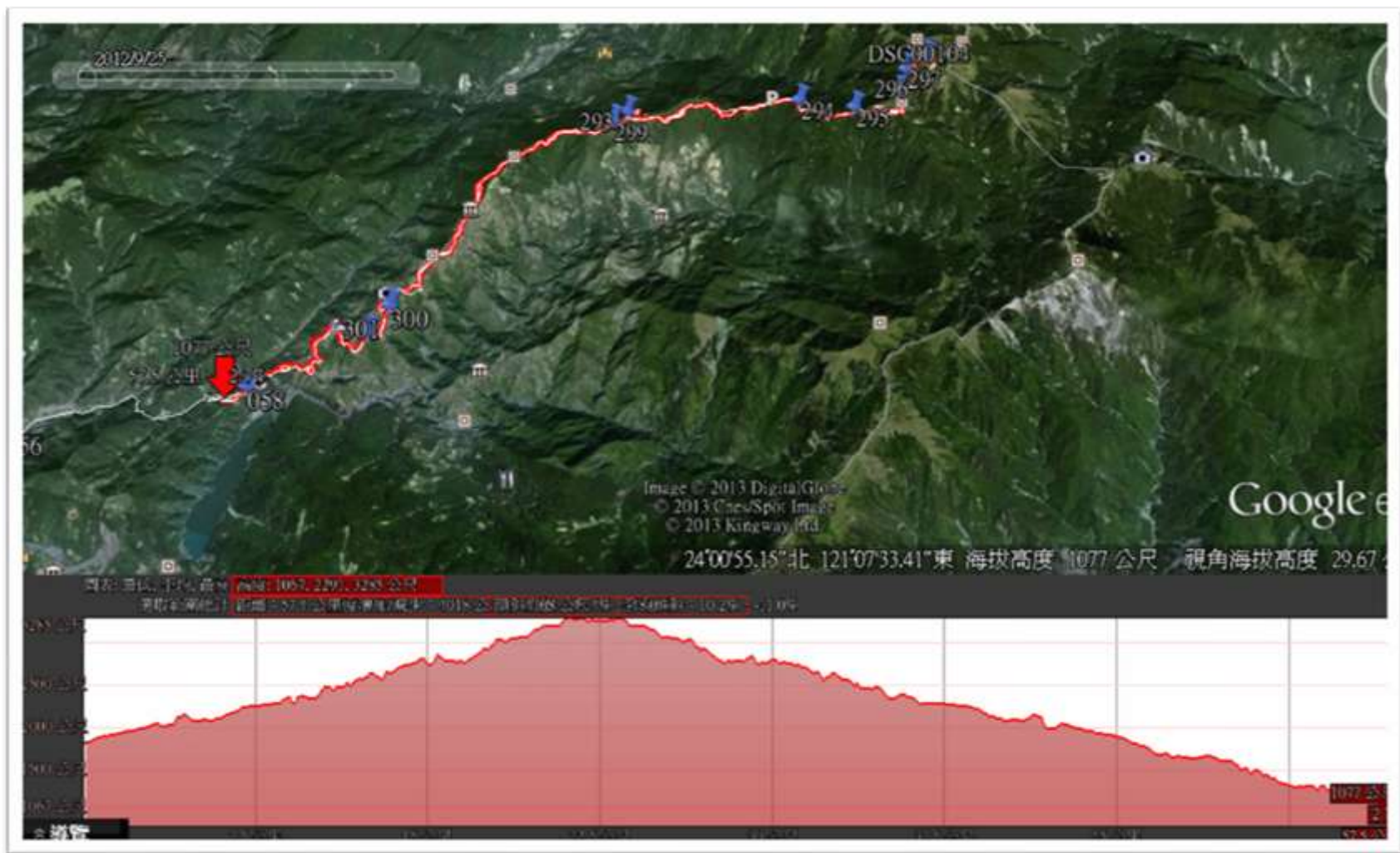


圖 31. 度量行程高度及經緯度變化圖

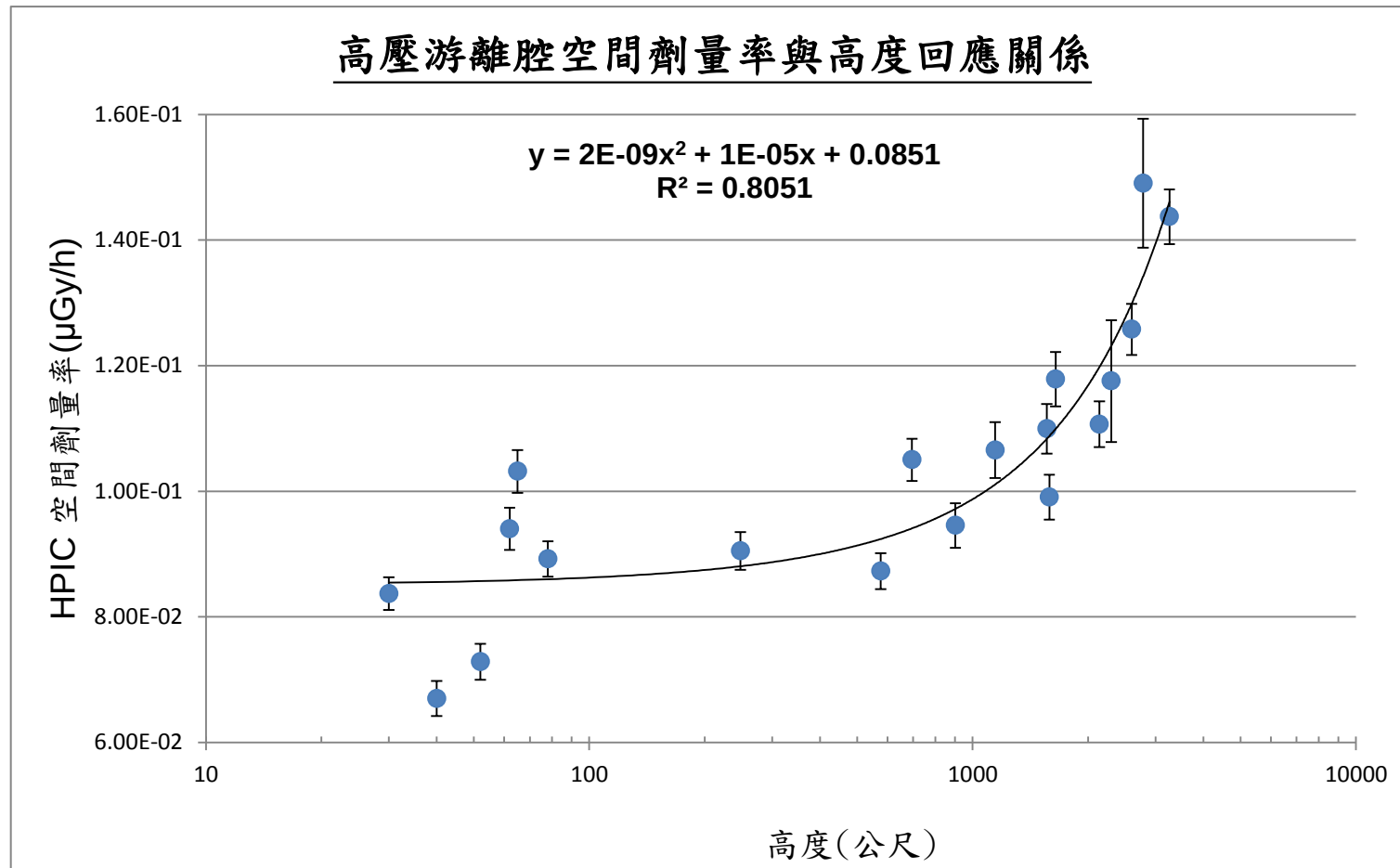


圖 32. 高壓游離腔空間劑量率與高度回應關係圖

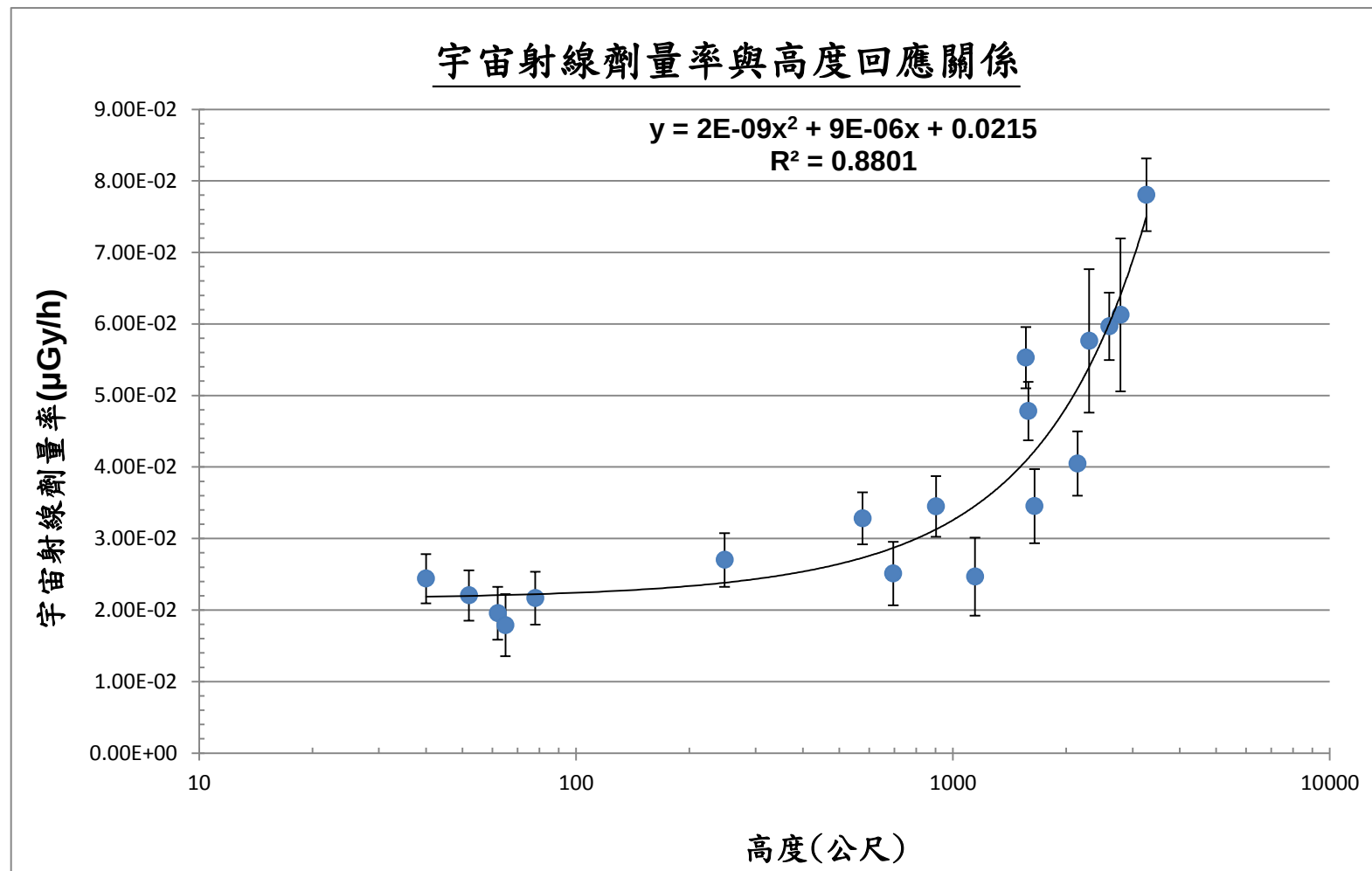


圖 33. 宇宙射線劑量率與高度回應關係圖



圖 34. 東港往小琉球海上偵測

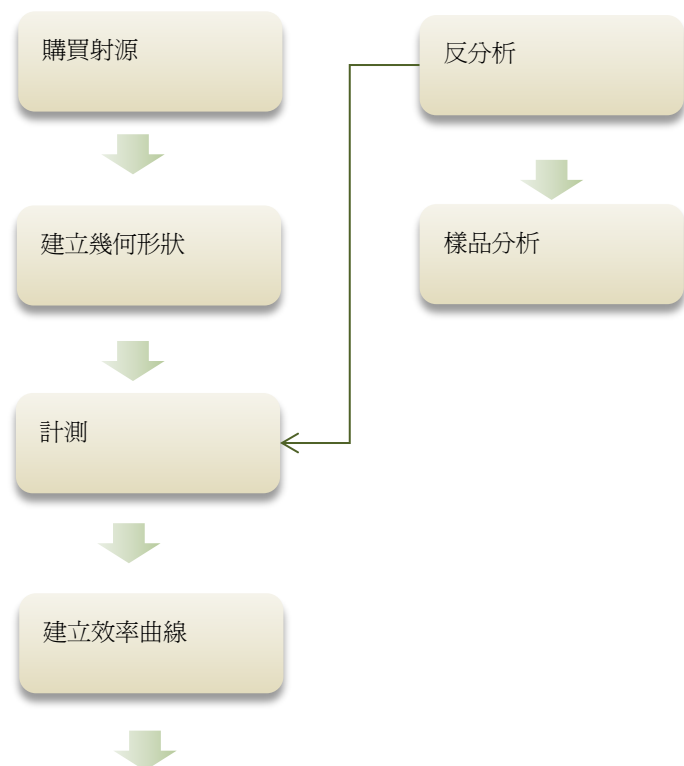


圖 35. 高雄-澎湖海上偵測(台華輪甲板)



圖 36.高雄-澎湖海上偵測儀器設備圖

傳統分析流程



LabSOCS

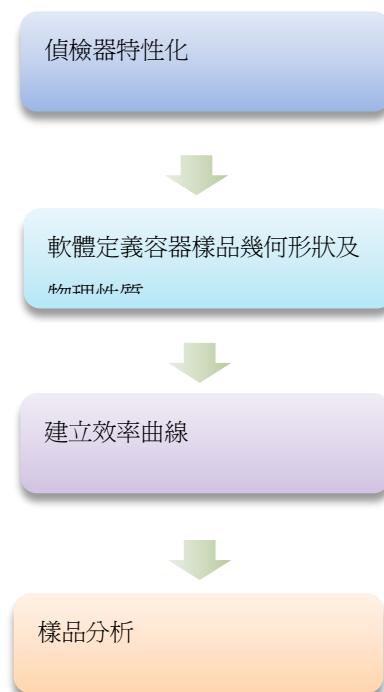
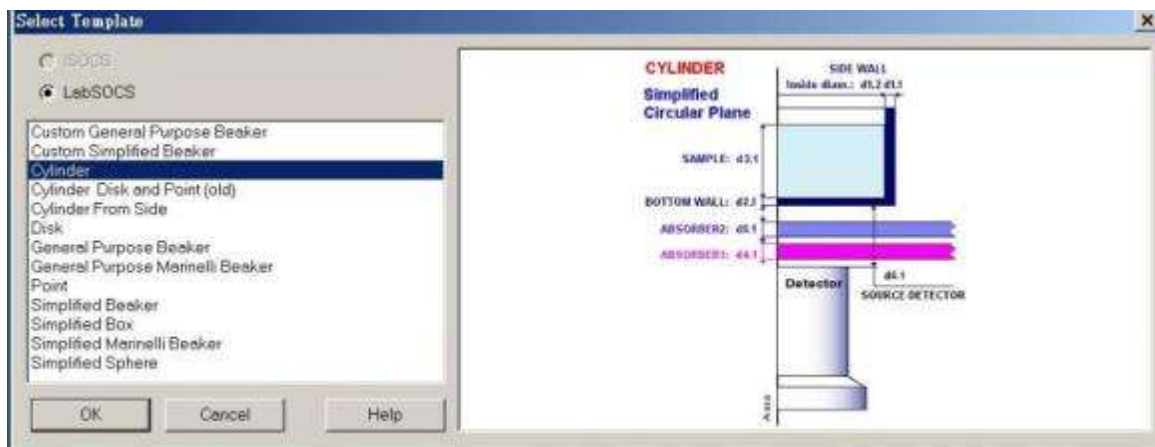
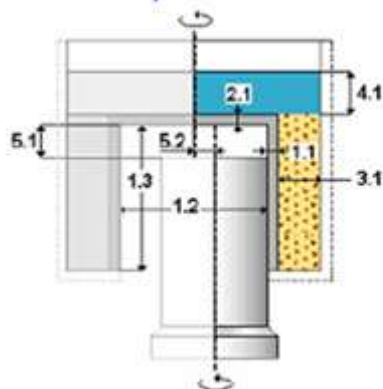


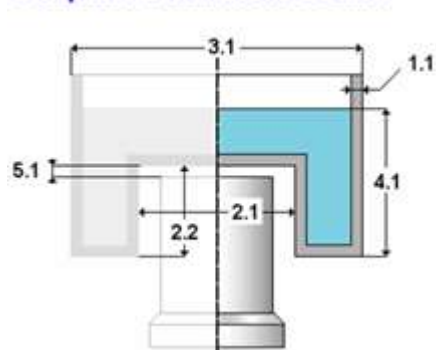
圖 38. LabSOCS 系統與傳統加馬能譜分析效率校正系統之比較



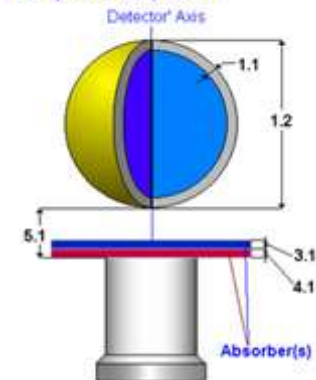
General Purpose Marinelli Beaker



Simplified Marinelli Beaker



Simplified Sphere



Simplified Box

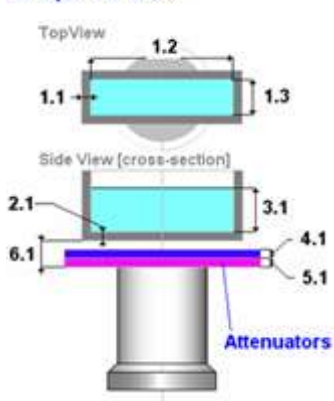


圖 39. LabSOCS 系統可模擬各類計測樣品幾何形狀，適用於緊急狀況大量樣品計測之要求



圖 40. 澎湖站佈點管 TLD 佈放圖示



圖 41. 澎湖站佈點管圖示



圖 42. 核三廠鵝鑾鼻站現場佈點圖



圖 43. 核三廠農試所(瓊麻館) 現場佈點圖示



圖 44. 核三廠滿州監測站內外部佈點圖示



圖 45. 核三廠墾丁監測站內外部佈點圖

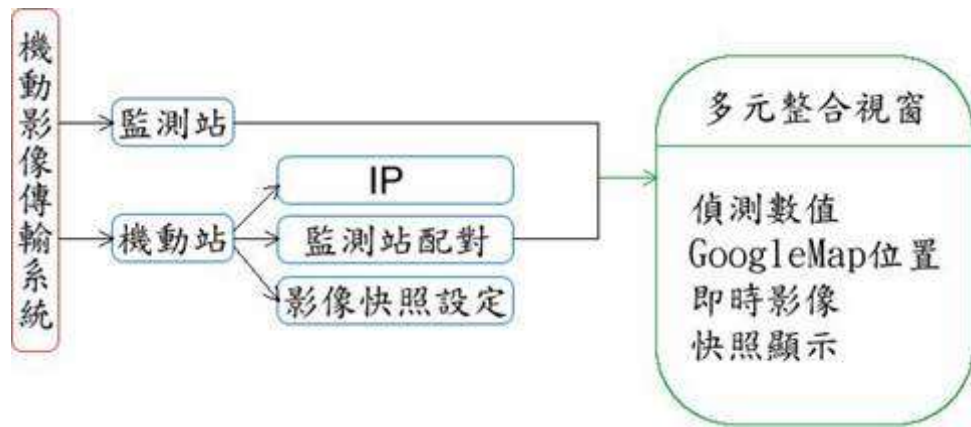


圖 46. 監測數據與遠距離遙測影像系統架構及設備示意圖



圖 47. 質譜儀實驗室外圍緩衝區庫板隔間實景



圖 48. 前處理室抽氣櫃實景



圖 49 前處理室水洗塔實景

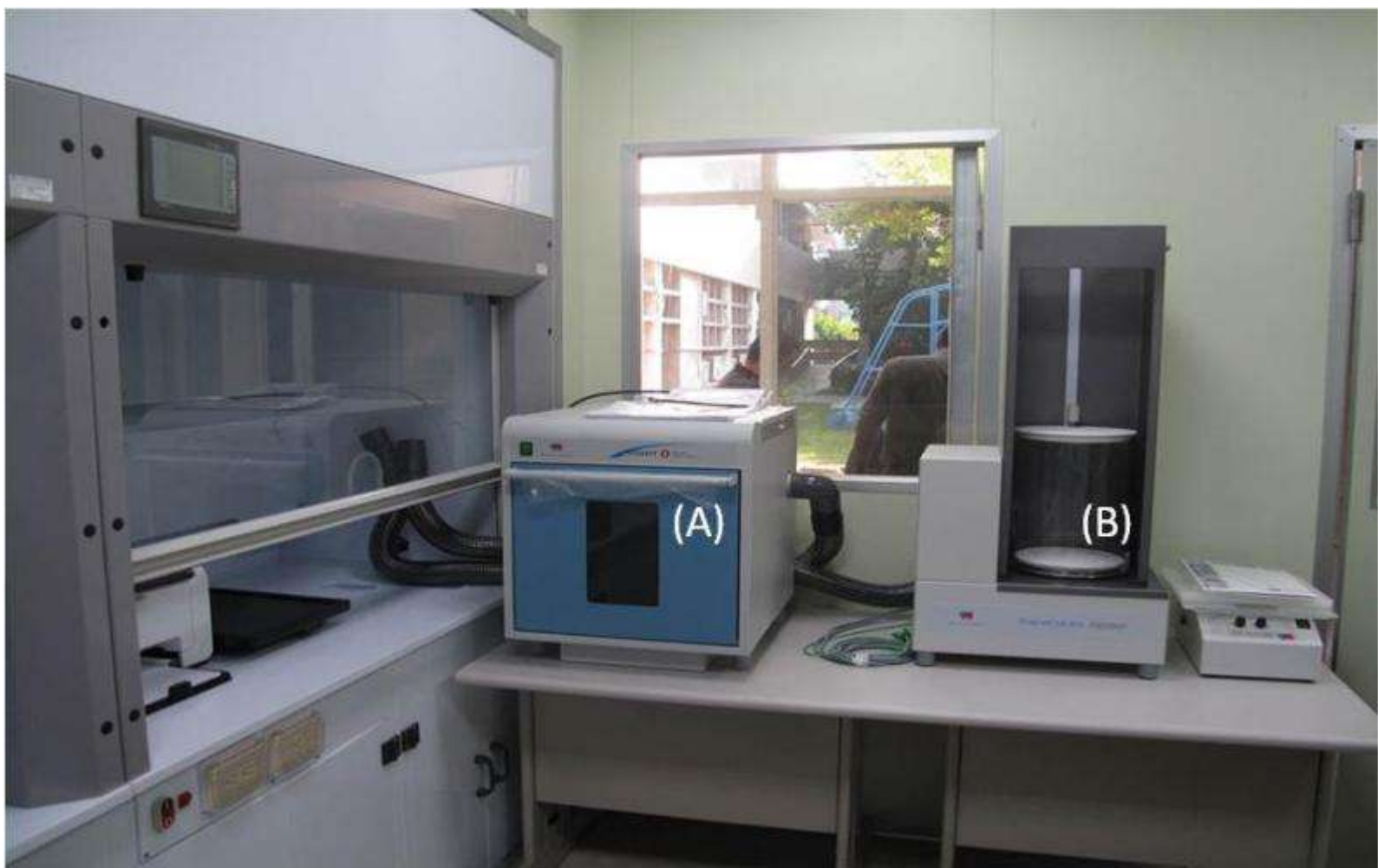


圖 50. 前處理室微波消化儀(A)及自動酸洗機(B)



圖 51. 前處理室超純水製造系統



圖 52. 質譜儀器室高效率空氣過濾網裝置



圖 53. 本中心建置之質譜儀器室實景(儀器為高解析感應耦合電漿質譜儀 Element XR)

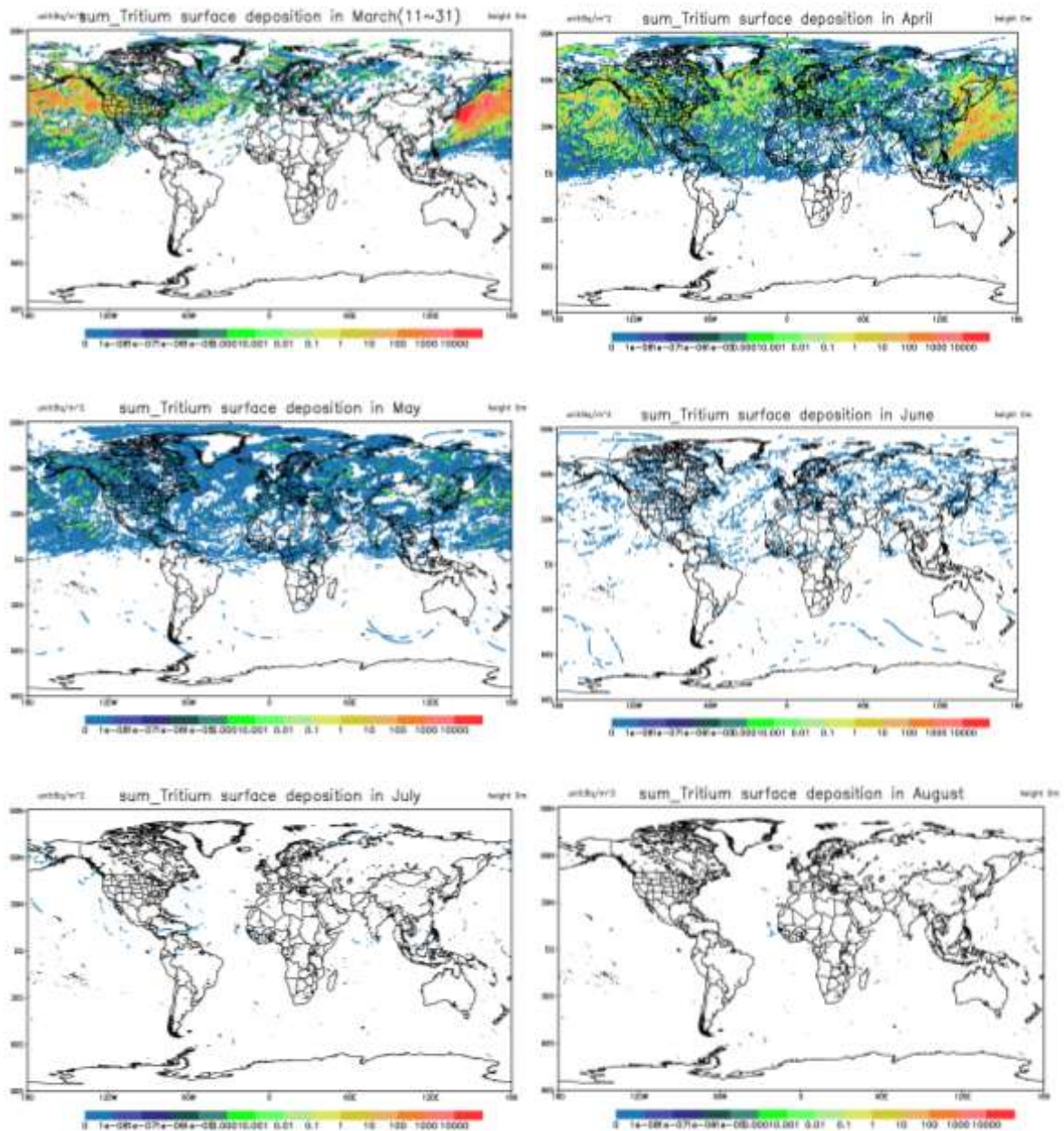


圖 54. 實際全球風場資料模擬放射性物質氚全球擴散的結果

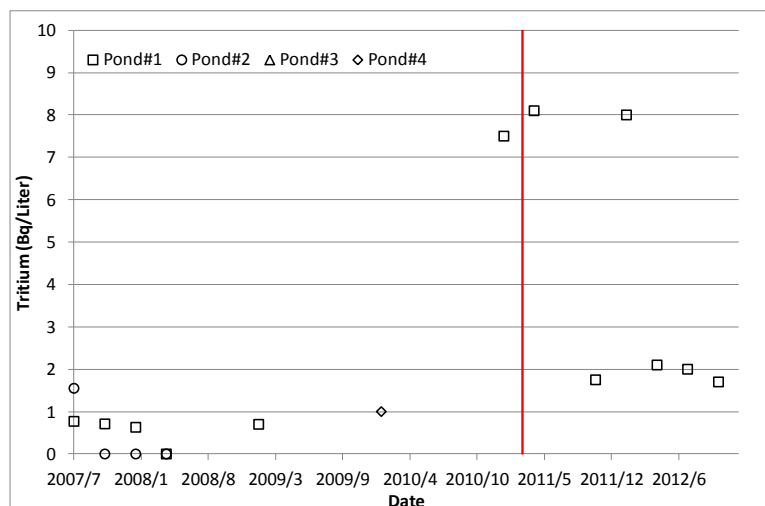
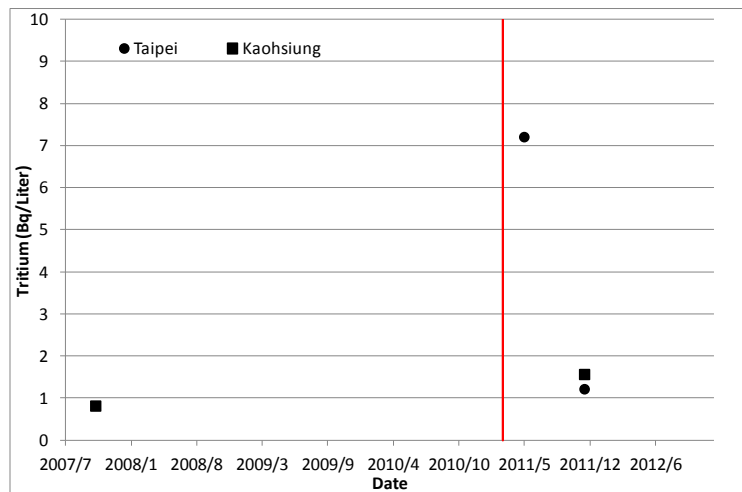
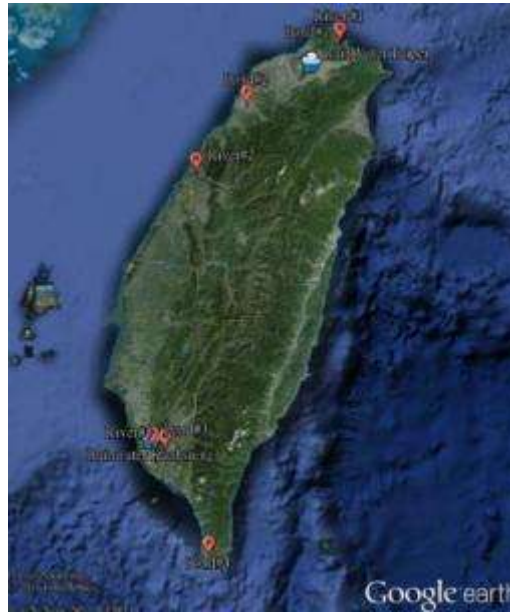


圖 55 日本福島事故後環境中水域氚濃度變化之比較，(上)取樣位置(中)雨水偵測結果(下)湖水偵測結果

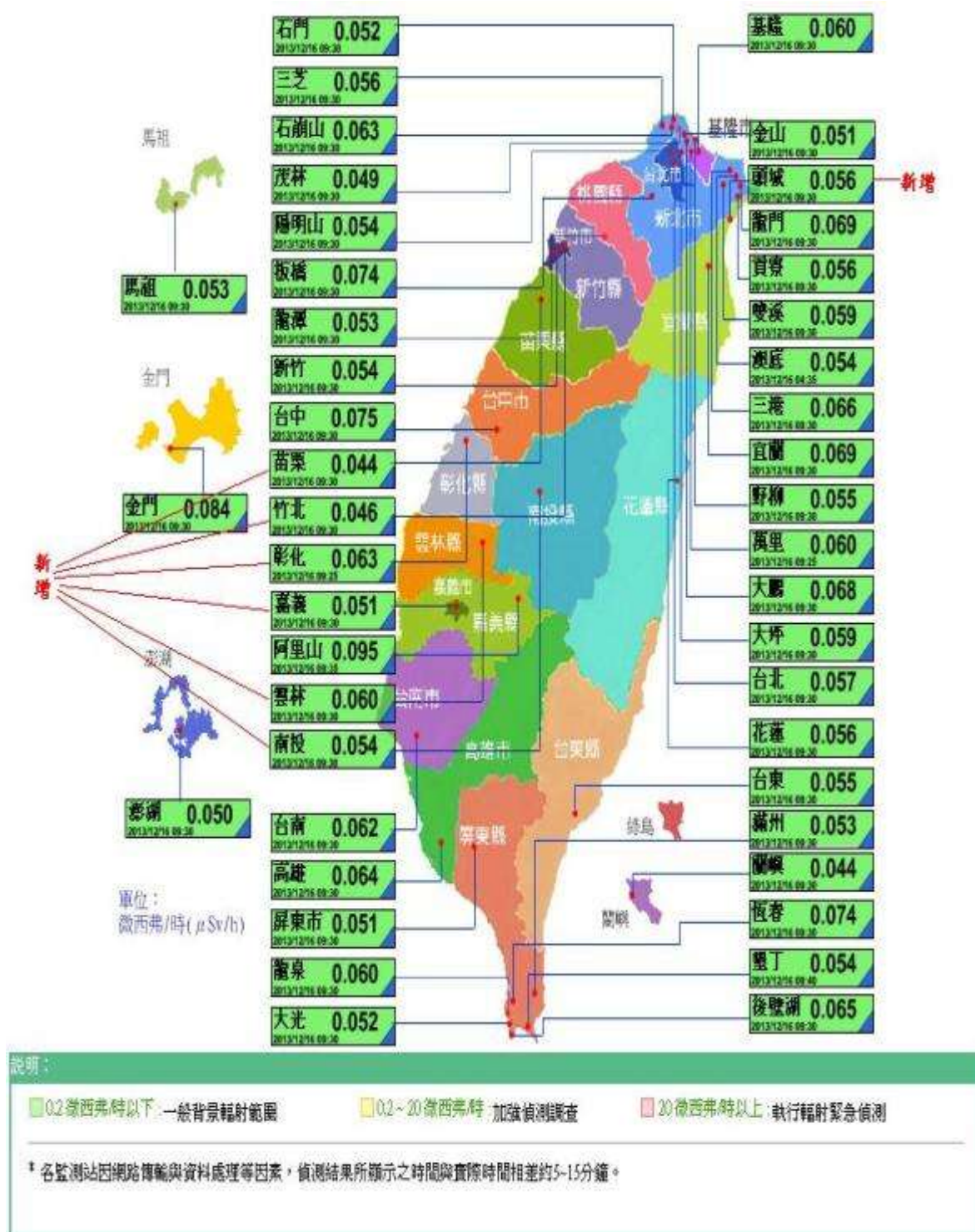


圖 56. 全台輻安預警自動監測系統(102 年新增 7 站)



圖 57. 全國矩陣網狀偵測點管理系統整合輻安預警監測數據畫面



圖 59. 全國矩陣網狀偵測點管理系統整合環境試樣放射性分析結果呈現方式畫面

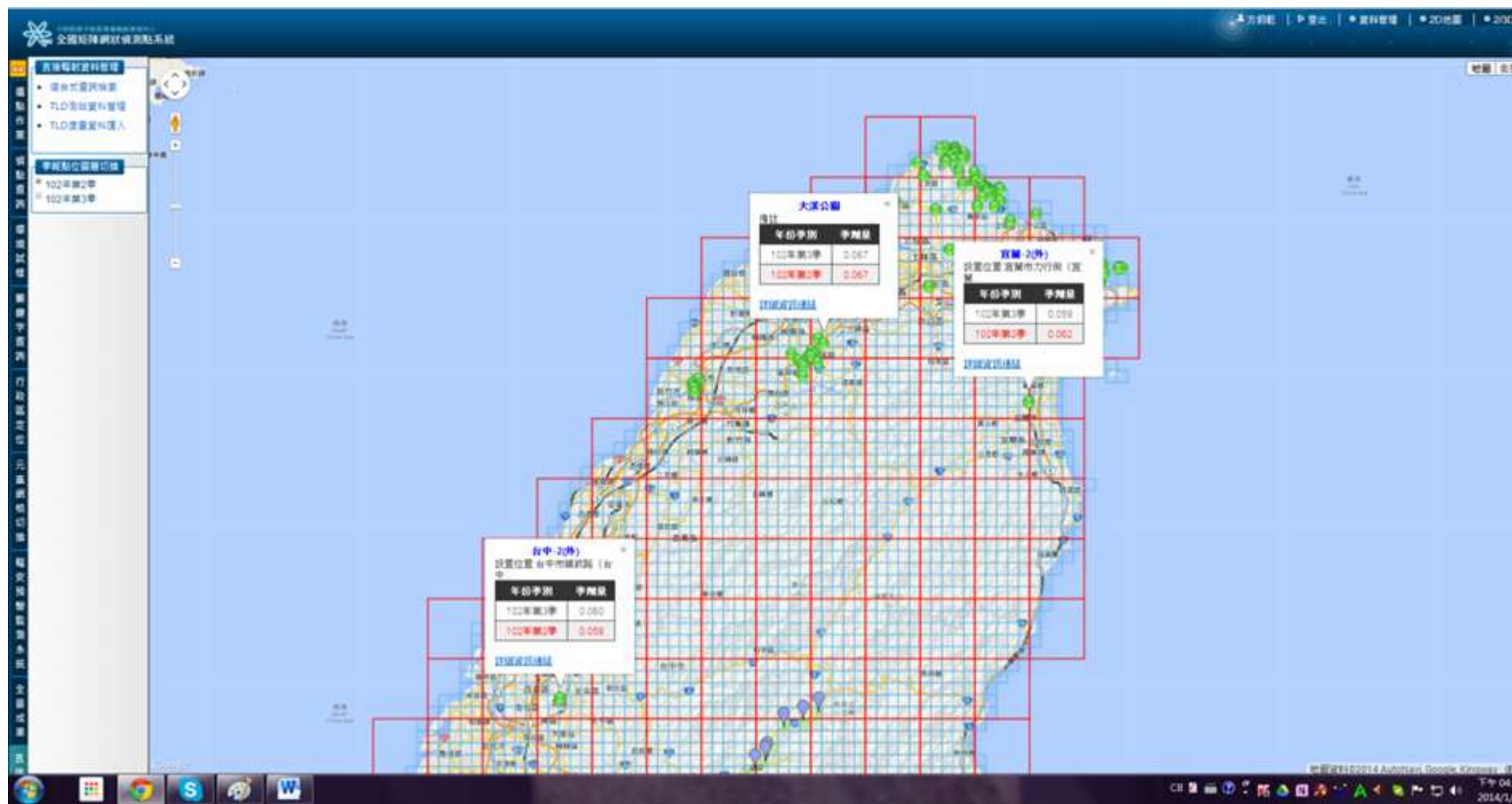


圖 60. 全國矩陣網狀偵測點管理系統整合直接輻射(熱發光劑量計 TLD)偵測結果呈現畫面

表 1. 102 年現場度量各量測點海拔高度資料表

項次	高度 (公尺)	現場度量地點
1	2	澎湖-馬公市-第三漁港前廣場
2	5	澎湖馬公市風櫃
3	7	澎湖白砂鄉後寮遊客中心
4	8	小琉球-落日亭
5	16	蘭嶼新鄉公所前廣場
6	18	澎湖湖西鄉裡正角
7	24	澎湖馬公澎防部
8	26	偵測中心前圓環
9	30	滿洲鄉鷹棧
10	40	核三廠旁瓊麻展示館
11	42	鵝鑾鼻(台灣最南端)
12	52	恆春鎮出火景觀區
13	54	琉球國小
14	61	澎湖西嶼外垵餌炮
15	62	小琉球-停機坪
16	65	小琉球-87 高地
17	78	嘉義大學
18	248	觸口
19	576	下寮
20	695	埔里(虎頭山)
21	902	龍美
22	1145	霧社
23	1562	清境
24	1586	十字路
25	1647	清境國小
26	2142	阿里山
27	2300	翠峰
28	2601	塔塔加
29	2786	昆陽
30	3263	武嶺

表 2. 現場加馬度量核種活度結果統計表

現場偵測地表輻射核種活度(Bq/Kg)							
地點	U-238	Uncertainty % at 1.00 sigma	Th-232	Uncertainty % at 1.00 sigma	K-40	Uncertainty % at 1.00 sigma	
小琉球-落日亭	4.73E+01	5.78E+00	5.59E+01	6.53E+00	5.15E+02	2.98E+00	
滿洲鄉鷹棧	3.78E+01	8.14E+00	4.76E+01	8.07E+00	5.00E+02	3.03E+00	
核三廠旁瓊麻展示館	3.17E+01	6.90E+00	3.27E+01	8.42E+00	1.97E+02	5.06E+00	
恆春鎮出火景觀區	3.43E+01	7.07E+00	3.32E+01	8.15E+00	3.57E+02	3.48E+00	
小琉球-停機坪	5.20E+01	5.50E+00	5.33E+01	6.01E+00	4.37E+02	3.46E+00	
小琉球-87高地	6.06E+01	5.16E+00	5.65E+01	6.26E+00	5.55E+02	3.34E+00	
嘉義大學	3.61E+01	6.92E+00	4.73E+01	7.06E+00	5.35E+02	2.86E+00	
觸口	3.20E+01	6.45E+00	4.39E+01	7.27E+00	5.32E+02	3.20E+00	
下寮	2.81E+01	8.19E+00	3.84E+01	8.02E+00	4.38E+02	3.36E+00	
埔里(虎頭山)	4.51E+01	6.18E+00	6.03E+01	6.84E+00	4.84E+02	3.72E+00	
龍美	3.38E+01	7.66E+00	3.85E+01	8.00E+00	5.08E+02	3.03E+00	
霧社	4.97E+01	6.71E+00	5.40E+01	8.25E+00	5.66E+02	2.74E+00	
清境	4.06E+01	6.57E+00	1.97E+01	7.25E+00	5.61E+02	3.21E+00	
十字路	2.53E+01	8.19E+00	3.12E+01	8.81E+00	4.96E+02	3.09E+00	
清境國小	4.42E+01	6.86E+00	6.04E+01	6.47E+00	5.81E+02	2.83E+00	
阿里山	3.59E+01	7.09E+00	5.20E+01	7.21E+00	5.32E+02	3.13E+00	
翠峰	3.42E+01	7.43E+00	4.20E+01	8.87E+00	3.93E+02	3.56E+00	
塔塔加	3.38E+01	6.88E+00	4.86E+01	6.78E+00	5.07E+02	3.12E+00	
昆陽	4.76E+01	6.60E+00	5.95E+01	7.01E+00	6.63E+02	2.78E+00	
武嶺	3.75E+01	7.26E+00	4.37E+01	8.31E+00	4.74E+02	3.35E+00	
	(Bi-214)		(Ac-228)				

表 3. 現場加馬度量結果劑量率統計表

現場偵測地表輻射加馬劑量率(μGy/h)									
地點	U-238	Uncertainty(μGy/h)	Th-232	Uncertainty(μGy/h)	K-40	Uncertainty(μGy/h)	SUM(μGy/h)	Uncertainty(μGy/h)	
小琉球-落日亭	2.40E-02	1.32E-03	3.22E-02	1.93E-03	1.82E-02	6.31E-04	7.44E-02	2.43E-03	
滿洲鄉鷹棧	1.75E-02	1.42E-03	2.88E-02	2.32E-03	2.09E-02	6.32E-04	6.71E-02	2.79E-03	
核三廠旁瓊麻展示館	1.46E-02	1.01E-03	1.98E-02	1.66E-03	8.21E-03	4.16E-04	4.26E-02	1.99E-03	
恆春鎮出火景觀區	1.58E-02	1.12E-03	2.01E-02	1.63E-03	1.49E-02	5.18E-04	5.08E-02	2.05E-03	
小琉球-停機坪	2.40E-02	1.32E-03	3.22E-02	1.93E-03	1.82E-02	6.31E-04	7.44E-02	2.43E-03	
小琉球-87高地	2.80E-02	1.44E-03	3.41E-02	2.14E-03	2.31E-02	7.73E-04	8.53E-02	2.69E-03	
嘉義大學	1.67E-02	1.15E-03	2.86E-02	2.02E-03	2.23E-02	6.38E-04	6.76E-02	2.41E-03	
觸口	1.48E-02	9.54E-04	2.65E-02	1.93E-03	2.22E-02	7.10E-04	6.35E-02	2.26E-03	
下寮	1.30E-02	1.06E-03	2.32E-02	1.86E-03	1.83E-02	6.14E-04	5.44E-02	2.23E-03	
埔里(虎頭山)	2.08E-02	1.29E-03	3.64E-02	2.49E-03	1.89E-02	7.02E-04	7.99E-02	2.89E-03	
龍美	1.56E-02	1.20E-03	2.33E-02	1.86E-03	2.12E-02	6.42E-04	6.01E-02	2.30E-03	
嘉社	2.30E-02	1.54E-03	3.26E-02	2.69E-03	2.21E-02	6.05E-04	8.19E-02	3.16E-03	
清境	1.88E-02	1.23E-03	1.19E-02	8.63E-04	2.19E-02	7.02E-04	5.46E-02	1.66E-03	
十字路	1.17E-02	9.57E-04	1.88E-02	1.66E-03	2.07E-02	6.39E-04	5.12E-02	2.02E-03	
清境國小	2.04E-02	1.40E-03	3.65E-02	2.36E-03	2.27E-02	6.41E-04	8.33E-02	2.82E-03	
阿里山	1.66E-02	1.18E-03	3.14E-02	2.26E-03	2.22E-02	6.94E-04	7.02E-02	2.64E-03	
翠峰	1.58E-02	1.17E-03	2.54E-02	2.25E-03	1.53E-02	5.46E-04	5.99E-02	2.60E-03	
塔塔加	1.56E-02	1.07E-03	2.94E-02	1.99E-03	2.11E-02	6.60E-04	6.61E-02	2.36E-03	
昆陽	2.20E-02	1.45E-03	3.59E-02	2.52E-03	2.59E-02	7.19E-04	8.78E-02	2.99E-03	
武嶺	1.73E-02	1.26E-03	2.64E-02	2.19E-03	1.85E-02	6.19E-04	6.57E-02	2.60E-03	

表 4. 中子劑量率與高度回應關係紀錄表

	A	B	C	D	E	F	G
	地點	高度(公尺)	CPH (counts/h)	CPH誤差值 (counts/h)	CPS (counts/s)	Dose Rate(μ Sv/h)	Dose Rate誤差值 (μ Sv/h)
1							
2	澎湖馬公市風櫃	5	2.77E+01	5.15E+00	7.70E-03	9.78E-03	1.82E-03
3	澎湖白砂鄉後寮遊客中心	7	2.16E+01	4.61E+00	6.01E-03	7.64E-03	1.63E-03
4	澎湖湖西鄉裡正角	18	1.44E+01	3.61E+00	4.01E-03	5.09E-03	1.27E-03
5	澎湖馬公澎湖防部	24	1.83E+01	4.19E+00	5.08E-03	6.45E-03	1.48E-03
6	偵測中心前圓環	26	1.49E+01	3.19E+00	4.15E-03	5.27E-03	1.12E-03
7	滿洲鄉慶樓	30	2.35E+01	4.81E+00	6.54E-03	8.31E-03	1.70E-03
8	核三廠旁瓊麻展示館	40	2.74E+01	5.08E+00	7.61E-03	9.66E-03	1.79E-03
9	鵝鑾鼻(台灣最南端)	42	1.95E+01	4.17E+00	5.43E-03	6.89E-03	1.47E-03
10	恆春鎮出火景觀區	52	2.18E+01	4.20E+00	6.07E-03	7.70E-03	1.48E-03
11	澎湖西嶼外垵餅地	61	1.90E+01	4.14E+00	5.27E-03	6.69E-03	1.46E-03
12	嘉義大學	78	3.00E+01	5.22E+00	8.33E-03	1.06E-02	1.84E-03
13	鵝口	248	2.49E+01	4.62E+00	6.91E-03	8.77E-03	1.63E-03
14	下寮	576	2.36E+01	4.46E+00	6.55E-03	8.32E-03	1.57E-03
15	埔里(虎頭山)	695	3.28E+01	3.93E+00	1.39E-02	1.77E-02	1.38E-03
16	龍美	902	4.55E+01	6.71E+00	1.26E-02	1.26E-02	2.37E-03
17	霧社	1145	3.66E+01	5.46E+00	1.02E-02	1.29E-02	1.93E-03
18	清境	1562	4.73E+01	6.05E+00	1.31E-02	1.67E-02	2.13E-03
19	十字路	1586	4.02E+01	6.28E+00	1.12E-02	1.42E-02	2.22E-03
20	清境國小	1647	5.02E+01	6.70E+00	1.39E-02	1.77E-02	2.37E-03
21	阿里山	2142	5.16E+01	7.97E+00	1.43E-02	1.82E-02	2.81E-03
22	翠峰	2300	7.35E+01	8.43E+00	2.04E-02	2.59E-02	2.98E-03
23	塔塔加	2601	8.40E+01	8.04E+00	2.33E-02	2.96E-02	2.84E-03
24	昆陽	2786	8.43E+01	7.96E+00	2.34E-02	2.97E-02	2.81E-03
25	武嶺	3263	1.44E+02	1.12E+01	4.01E-02	5.09E-02	3.97E-03

表 5. 高壓游離腔空間劑量率統計表

	A	B	C	D	E	F
	地點	高度	HPIC	標準差	HPIC 空間劑量 ($\mu\text{Gy/h}$)	標準差
41	滿洲鄉鷹棧	30	9.6236E-03	2.9922E-04	8.3687E-02	2.6020E-03
42	核三廠旁瓊麻展示館	40	7.7036E-03	3.2311E-04	6.6991E-02	2.8098E-03
43	恆春鎮出火景觀區	52	8.3740E-03	3.2940E-04	7.2820E-02	2.8645E-03
44	小琉球-停機坪	62	1.0805E-01	3.8691E-03	9.4004E-02	3.3661E-03
45	小琉球-87高地	65	1.1856E-01	3.9227E-03	1.0315E-01	3.4128E-03
46	嘉義大學	78	1.0255E-01	3.2408E-03	8.9219E-02	2.8195E-03
47	觸口	248	1.0401E-01	3.4420E-03	9.0489E-02	2.9946E-03
48	下寮	576	1.0030E-01	3.2791E-03	8.7261E-02	2.8528E-03
49	埔里(虎頭山)	695	1.2075E-02	3.8751E-04	1.0500E-01	3.3698E-03
50	龍美	902	1.0867E-01	4.0881E-03	9.4543E-02	3.5566E-03
51	霧社	1145	1.1892E-02	4.9597E-04	1.0655E-01	4.4439E-03
52	清境	1562	1.2640E-02	4.5403E-04	1.0992E-01	3.9483E-03
53	十字路	1586	1.1384E-01	4.0957E-03	9.9041E-02	3.5633E-03
54	清境國小	1647	1.3551E-02	4.9979E-04	1.1784E-01	4.3462E-03
55	阿里山	2142	1.2719E-01	4.1890E-03	1.1066E-01	3.6444E-03
56	翠峰	2300	1.3516E-02	1.1138E-03	1.1754E-01	9.6858E-03
57	塔塔加	2601	1.4457E-01	4.6829E-03	1.2578E-01	4.0741E-03
58	昆陽	2786	1.7138E-02	1.1811E-03	1.4903E-01	1.0271E-02
59	武嶺	3263	1.6525E-02	5.0243E-04	1.4371E-01	4.3691E-03

表 6. 宇宙射線劑量率結果統計表

K42 = [現場加馬劑量換算(1021202~1021203)] (Revise by ICRU REPO)				
	J	K	L	M
41	地點	高度	宇宙射線劑量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	標準差
42	滿洲鄉鷹棧	30	1.6623E-02	3.8175E-03
43	核三廠旁瓊麻展示館	40	2.4379E-02	3.4430E-03
44	恆春鎮出火景觀區	52	2.2034E-02	3.5213E-03
45	小琉球-停機坪	62	1.9564E-02	3.6992E-03
46	小琉球-87高地	65	1.7885E-02	4.3469E-03
47	嘉義大學	78	2.1662E-02	3.7091E-03
48	觸口	248	2.7005E-02	3.7545E-03
49	下寮	576	3.2821E-02	3.6202E-03
50	埔里(虎頭山)	695	2.5091E-02	4.4399E-03
51	龍美	902	3.4490E-02	4.2371E-03
52	霧社	1145	2.4670E-02	5.4524E-03
53	清境	1562	5.5290E-02	4.2831E-03
54	十字路	1586	4.7824E-02	4.0961E-03
55	清境國小	1647	3.4518E-02	5.1802E-03
56	阿里山	2142	4.0477E-02	4.5027E-03
57	翠峰	2300	5.7619E-02	1.0028E-02
58	塔塔加	2601	5.9664E-02	4.7063E-03
59	昆陽	2786	6.1272E-02	1.0699E-02
60	武嶺	3263	7.8049E-02	5.0858E-03
61	PS: 宇宙射線劑量率($\mu\text{Gy/h}$)=HPIC 空間劑量率-現場偵測地表輻射加馬劑量率			

表 7. 台灣主要都會區輻安預警自動監測劑量率變動範圍

臺灣地區環境直接輻射（TLD）監測作業		
偵測區域	偵測點數	地 點
台灣全省	11	宜蘭、臺北、新竹、臺中、阿里山、高雄、恆春、花蓮、澎湖、金門、馬祖
核一廠	18	飛彈營、草埔尾、重光分駐所、基隆、宜蘭、9B站水池旁、乾華國小、臺北(原能會)、尖仔鹿(13B)、石崩山、山溪民家(105號空浮站)、淡水臺電宿舍、三芝國中、尖仔鹿15號民房、嵩山社區、石門國中、十八王公廟、乾華派出所
核二廠	16	野柳國小、基隆、中幅變電所、宜蘭、慈山墓園、臺北(原能會)、淡水臺電宿舍、重光分駐所、三芝國中、大鵬國小、金山變電所、倒照湖、217空浮站、草埔尾、金山海水浴場、水尾村活動中心
核三廠	17	員工宿舍、恆春鎮公所、高雄、南灣分校、永港國小、墾丁牧場、鵝鑾鼻、後壁湖漁港、貓鼻頭、大光國小、水泉國小、南樹林、農試所、砂尾路、高山巖、山海國小、車城國小
核能研究所	12	仁和國中、中興新村、大溪公園、內柵、石門水庫、中科院255館、石園、十一份、逸園、淮子埔、三角林、龍潭
清華大學	6	水源里、成功湖、光明新村、慧齋宿舍、自來水第三管理處、工研院化工所
蘭嶼地區	7	場門外圍牆、龍頭岩、排水口圍牆外、東清派出所、椰油活動中心、朗島派出所、紅頭派出所
龍門電廠	12	和美、三港村、打鐵寮、仁和宮、鹽寮二號橋、龍門安檢站、貢寮自來水廠、貢寮國中、公館大橋、雙溪高中、五美社區、聖經廟
西南民家	1	西南民家魚池側
核能研究所番子寮地區	2	聚水坑、魚池旁
核能電廠廠區	22	核一廠(111、110、108、103、102、106) 核二廠(201、210、218、222、227、224、207、206、203、214、208) 核三廠(313、302、305、309、319)
蘭嶼貯存場貯存溝	2	22 號貯存溝、8-1 號貯存溝
台灣地區即時監測站 (全省及核電廠周遭)	76	石門-1(內)、石門-2(外)、石崩山-1(內)、石崩山-2(外)、茂林-1(內)、茂林-2(外)、三芝-1(內)、三芝-2(外)、台 北-1(內)、台 北-2(外)、板橋-1(內)、板橋-2(外)、龍潭-1(內)、龍潭-2(外) 金山-1(內)、金山-2(外)、萬里-1(內)、萬里

		-2(外)、大鵬-1(內)、大鵬-2(外)、野柳-1(內)、野柳-2(外)、大坪-1(內)、大坪-2(外)、基隆-1(內)、基隆-2(外) 恆春-1(內)、恆春-2(外)、後壁湖-1(內)、後壁湖-2(外)、滿州-1(內)、滿州-2(外)、大光-1(內)、大光-2(外)、墾丁-1(內)、墾丁-2(外)、龍泉-1(內)、龍泉-2(外)、屏東市-1(內)、屏東市-2(外)、高雄-1(內)、高雄-2(外) 澳底-1(內)、澳底-2(外)、貢寮-1(內)、貢寮-2(外)、雙溪-1(內)、雙溪-2(外)、三港-1(內)、三港-2(外)、龍門-1(內)、龍門-2(外) 宜蘭-1(內)、宜蘭-2(外)、陽明山-1(內)、陽明山-2(外)、台中-1(內)、台中-2(外)、台東-1(內)、台東-2(外)、台南-1(內)、台南-2(外) 阿里山-1(內)、阿里山-2(外)、蘭嶼-1(內)、蘭嶼-2(外)、花蓮-1(內)、花蓮-2(外)、澎湖-1(內)、澎湖-2(外)、金門-1(內)、金門-2(外)、馬祖-1(內)、馬祖-2(外)、新竹-1(內)、新竹-2(外)
--	--	--

參考文獻(References)

1. 行政院原子能委員會輻射偵測中心。民國 87 年 9 月。國民輻射劑量之評估。
2. 洪明崎，2003，現場環境加馬輻射測量研究，博士論文，新竹：清華大學 工程與系統科學系。
3. 台灣地區環境輻射偵測計畫書，行政院原子能委員會輻射偵測中心 (2010)。
4. 洪明崎、黃富祈、高明鋒、劉祺章、黃景鐘，台灣環境輻射即時監測網發展概況，第七屆兩岸核能學術交流研討會 (2010)。
5. 林培火、洪明崎、黃景鐘，淺談美國及日本核子設施異常事件的通報及緊急局勢的判斷基準，臺電核能月刊，318 期，頁次 60-63 (2009)。
6. M. C. Horng, F. C. Huang, M. F. Kao, C. C. Liu, H. H. Tseng and C. C. Huang, "Development of the Environmental Gamma Monitoring Network for Emergency Response Purposes in Taiwan ", 54th Annual Meeting of the Health Physics Society; MN USA (2009).
7. United National Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, effects, and risks of ionizing radiation. United Nations, New York (1988).
8. Atomic Energy Council. Nuclear Emergency Response Act. From World Wide Web: <http://www.aec.gov.tw/>. Taipei, Taiwan (2003).
9. M.A. Lewandowski. S. A. Davis. T. E. Goff. and C. F. Wu, DOE/WIPP 96-21 97, U.S. Department of Energy (2008).

10. International Atomic Energy Agency Safety Reports Series No. 109 and No. 115.
11. Johanna Sabine Becker, Mass spectrometry of long-lived radionuclides, *Spectrochimica Acta Part B* 58 1757–1784 (2003).
12. U.W. Atjen, L. Benedik, Y. Spasova, M. Vasile, T. Altzitzoglou, M. Beyermann, EC comparison on the determination of ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{234}U and ^{238}U in water among European monitoring laboratories, *Applied Radiation and Isotopes* 68 1200–1206 (2010).
13. T. Shinonaga, F. Esaka, M. Magara, D. Klose, D. Donohue, Isotopic analysis of single uranium and plutonium particles by chemical treatment and mass spectrometry, *Spectrochimica Acta Part B* 63 1324 – 1328 (2008).
14. A Comparison of an HPGe-based and NaI-based Radionuclide Identifier (RID) for Radioactive Materials. R. M. Keyser, T. R. Twomey, and D. L. Upp. ESARDA London (2005).
15. Ronald M. Keyser, Timothy R. Twomey, and Sam Hitch, “Characteristics of an Integrated Germanium Detector Based Gamma-Ray Spectrometer for Monitoring Systems,” *Proceedings of the 2007 ESARDA Annual Meeting* (2008).