

行政院原子能委員會

108 年度輻射災害防救與應變技術之研究發展

分項計畫：輻射災害鑑識分析能力建立

期末報告



主辦單位：行政院原子能委員會

執行單位：輻射偵測中心

執行期間：108 年 01 月 01 日至
108 年 12 月 31 日

中華民國 108 年 12 月 27 日

目 錄

壹、緣起	1
貳、研究目的	3
參、108 年計畫目標及執行成果說明	6
肆、結論與建議	31

《附錄 1》108 年度輻射災害放射性分析備援實驗室建置案期末報告書

壹、緣起

災害事故的預防是世界各國均無法輕視的重要課題，尤其在 2011 年日本大地震所造成的福島核電廠事故，我國不僅加強對核能電廠安全的要求，同時對各種形式輻射相關之複合性輻射污染災害的應變能力亦需相對提升廣度及強度。

除此之外，鄰近區域亦有核能電廠持續運轉與興建。由日本福島電廠事故的經驗可以推估，鄰近區域萬一發生重大輻射外釋事故，我國也可能受到影響。

日本福島事故發生後，國內核能總體檢辦理成果報告敘述緊急應變機制有關輻射偵檢人力及設備備援能量檢討報告之結論顯示，國內若在境內或鄰近之境外發生類似福島核電廠事故，將會大量湧入需要檢測的各類農、漁、畜牧等產品，以及國內環境中水樣、空氣、土壤、植物樣品，以目前現有之人力及設備而言均無法負荷，因此有必要設置核子意外事故後備實驗室，以儲備緊急應變能量。屆時雖然不是在污染地區，也會有大量物資需進行輻射污染確認的需求。

審視國內目前的人力與設備能量，發現就技術能力上而言，目前國內放射化學分析實驗室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分析能力驗證，並取得 ISO/IEC 17025:2015 實驗室認證的品質保證系統，可以在一般輻射污染事故的分析鑑別提出可靠的檢測數據，以作為民眾防護行動決策與追查污染來源的參考。不過以目前國內的人力配置與設備規模來看，南部地區專業輻射檢測實驗室僅有行政院原子能委員會輻射偵測中心與台灣電力公司放射試驗室核三工作隊等 2 個單位，為提升或強化南部地區放射性分析能量，建立輻射災害備援實驗室有其迫切性及重要性，對輻

射災害後續的處理及調查有相當大的效益。尤其近年來國內面臨從事輻射偵測領域人員年齡的老化，造成技術傳承斷層及設備老舊所帶來的相關問題，對於輻射污染事故的處理與分析能力也將面臨嚴峻的考驗。

因此，本計畫目標除了精進及提升本中心現有放射化學分析實驗室的儀器設備能量外，將在南部地區建置輻射災害備援實驗室，藉以擴充輻射污染事故的處理與分析能量，依福島事件後國內核能總體檢報告的建議，積極規劃與其他單位合作，訓練相關人員參與輻射災害相關核種分析技能，以儲備國內緊急應變能量，以利於事故時互相支援輻射偵測作業。

貳、研究目的

本「輻射災害鑑識分析能力建立」計畫為四年期計畫，總目標為「建立備援實驗室，增強整體輻射檢測能力及能量。」，並規劃四年(105年至108年)分年分項依序完成 1.「輻射災害放射性分析備援實驗室先期作業」、2.「建置輻射災害放射性分析備援實驗室作業」、3.「持續建置輻射災害放射性分析備援實驗室並規劃進行品質稽核作業」、4.「完成輻射災害放射性分析備援實驗室實務參與度量作業」；各年度計畫目標及細部執行策略彙整如表 1：

表 1 「輻射災害鑑識能力建立」計畫年度目標與策略

年度	執行工作	備註
105 年	建置南部地區輻射災害備援實驗室： 1. 辦理備援實驗室建置先期規劃作業 2. 建立備援實驗室加馬能譜分析基本技術能力	已完成
106 年	建置南部地區輻射災害備援實驗室： 1. 辦理備援實驗室建置作業 2. 建立備援實驗室加馬能譜分析技術能力	已完成
107 年	一、建置南部地區輻射災害備援實驗室： 1. 辦理備援實驗室運作稽核作業 2. 擴充備援實驗室加馬能譜分析技術能力 二、擴充輻射災害鑑識分析技術能力： 提升水樣阿伐/貝他計測的分析能力	已完成
108 年	一、建置南部地區輻射災害備援實驗室： 1. 完成備援實驗室建置作業 2. 建立現場取樣與分析基本技術能力 二、擴充輻射災害鑑識分析技術能力： 1. 建立輻射污染災害現場分析技術方法	已完成

	2. 精進放射性鋇分析與量測技術 3. 精進輻災樣品後送分析實驗室檢測之作業機制	
--	---	--

105 年度本中心協助國立屏東科技大學完成「輻射災害放射性分析備援實驗室」先期規劃作業，包括輻射度量儀器分析室、樣品前處理室、計測完畢樣品貯存室等的規劃與建置、完成碘化鈉加馬核種能譜分析儀等相關設備操作程序書、培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員之加馬能譜分析基本技術能力。106 年度持續建置備援實驗室，完成備援實驗室純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析系統建置、操作人員純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析專業技術能力訓練、純鍺半導體偵檢器加馬能譜操作程序書、輻射偵測中心所舉辦環境試樣放射性分析比較實驗樣品分析，同時亦完成備援實驗室認證相關文件及並向財團法人全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)提出游離輻射領域測試實驗室認證申請。另為強化檢測技術之實務操作，本中心亦建置第二加馬實驗室以做為長期培育訓練技術人員場所。

107 年度執行成果展現於備援實驗室建置部分，新增第二套純鍺半導體加馬能譜分析系統，擴充備援實驗室加馬能譜分析量能，並安排三次備援實驗室運作內部稽核作業及一次外部稽核作業，督導其通過 TAF 實驗室認證。於擴充輻射災害鑑識分析技術能力部分，完成水樣阿伐/貝他計測的分析能力技術精進，研究成果更延伸運用至各類水樣如飲用水與水庫水源、自來水等民生相關水樣之檢測，有效縮短前處理及檢測作業時間，提升人力資源及緊急應變決策訂立之效能。

108 年 2 月備援實驗室即通過衛生福利部食品藥物管理署(Taiwan Food and Drug Administration, TFDA)食品檢驗機構認證，證明該實驗室具備食品放射性檢測之能力，後續並參加國內比較實驗及國際原子能總署(IAEA)放射性核種分析能力試驗，測試結果皆符合要求，堪任國內放射性檢測之機

構。同年又增購一套低背景比例計數器，更增強輻射安全檢驗能量。此外，該實驗室亦參加本年度核安第 25 號演習，安排備援實驗室擔任後送分析備援角色，過程以預錄影片方式呈現；備援實驗室並安排人員實地參與車城監測中心之污染樣品前處理項目演練及擔任加祿堂營區收容所專業輻射諮詢，突顯備援實驗室之功能性。

參、108 年計畫目標及執行成果說明

一、108 年度計畫目標說明

延續 105、106 年及 107 年累積之計畫成果，持續辦理本年度計畫目標：「建置南部地區輻射災害備援實驗室」及「擴充輻射災害鑑識分析技術能力」，而具體執行策略內容說明如下：

一、建置南部地區輻射災害備援實驗室：

1. 完成備援實驗室建置作業：

- (1) 建立環境樣品取樣分析基本技術能力。
- (2) 購置低背景比例計數器壹台，擴充阿伐/總貝他放射性分析能力。
- (3) 參與核設施例行環境輻射監測取樣及分析作業。

2. 培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員：

本中心針對備援實驗室技術人員安排環境樣品取樣、前處理及水樣阿伐/貝他計測的分析實務訓練。

3. 建立備援實驗室具備執行輻射檢測能力：

持續參加國際原子能總署(IAEA) 舉辦的放射性分析能力試驗及輻射偵測中心的環境試樣放射性分析比較實驗，以強化備援實驗室的放射性分析能力及分析人員的分析品質。

二、擴充現場取樣與分析技術能力：

1. 輻射污染災害現場分析技術方法：

依國際原子能總署(IAEA)緊急應變技術報告^註，建立移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業機制。

2. 參與年度核安演習，執行現場取樣作業，進行樣品污染程度初判及後送分析實驗室檢測等標準作業流程及應變機制。
3. 放射性總分析與量測技術的改進。

二、108 年度執行成果說明

依既定計畫目標及執行策略，108 年度各項執行成果輔以佐證資料說明如下：

(一)完成備援實驗室建置作業：

- (1). 購置低背景比例計數器壹台，擴充阿伐/總貝他放射性分析能力。

考核備援實驗室於 105~107 年度執行成果，已完成貳套純鍺半導體加馬能譜分析系統建置，且通過財團法人全國認證基金會(TAF)及食品藥物管理局 (Taiwan Food and Drug Administration TFDA) 游離輻射測試領域食品加馬能譜分析項目認證，代表該實驗室在食品檢測上已成為具有公信力之放射性分析檢測機構。因此基於本年「擴充輻射災害鑑識分析技術能力」計劃目標，本中心鎖定協助備援實驗室建立水樣阿伐/貝他計測的分析能力技術，對於各類水樣如飲用水、水庫水源及自來水等民生相關水樣之檢測，具有放射性含量監測分析能力。

為達成上述績效目標，屏科大備援實驗室依計畫期程於 6 月購入壹套低背景比例計數器硬體設備，並經本中心於 4 月安排之「水樣阿伐/貝他計測分析實務訓練」課程，學習該設備儀器之效率曲線建立方法，並出具研習心得報告。新增設備安裝過程如圖 1、2，提報新建效率曲線報告如圖 3。此外，為實際驗證前述校率曲線，

本中心提供對應環境水樣，供備援實驗室實作，分析結果並與中心進行平行比對，實際前處理操作如圖 4，計測結果與中心比較，符合評鑑標準 En 值小於 1 之要求，証實其水樣前處理計測分析能力。



圖 1 新購入比例計數器搬運至實驗室



圖 2 比例計數器(鉛屏蔽)組裝過程(左)及儀器安裝完成(右)

XLB1 背景值及總貝他效率曲線圖

分析類別	背景類別	計測時間 (分)	背景值 (cpm)	備註
總貝他 β	2吋螺紋空盤	50分	0.68±0.09	
	2吋螺紋空盤	100分	0.86±0.16	
總阿伐 α	2吋螺紋空盤	100分	0.08±0.06	

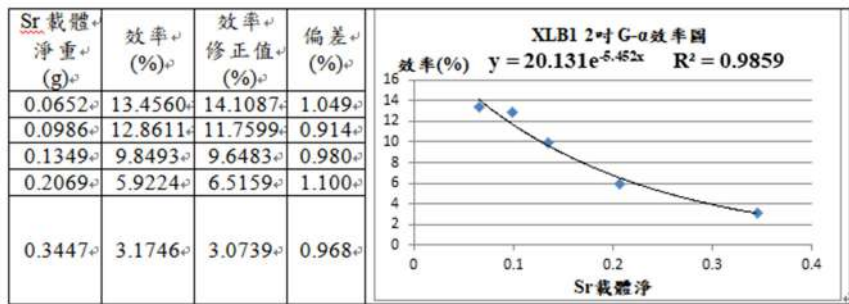
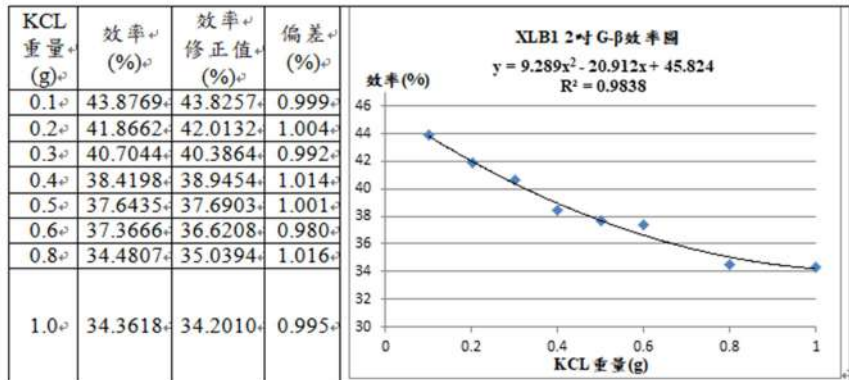


圖 3 備援實驗室新購入低背景比例計數器特有之效率曲線

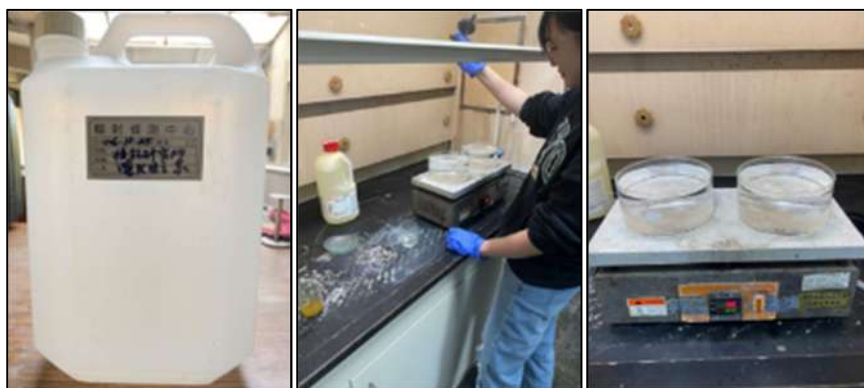


圖 4 備援實驗室淡水總貝他前處理作業程序

(二) 培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員

為強化備援實驗室檢測人員對於環境輻射監測樣品取樣、前處理及水樣阿伐貝他計測分析專業知識，本中心於5月13日舉辦「環境樣品取樣、前處理與計測分析及水樣阿伐貝他計測分析」實務訓練課程，參與單位包括屏東科技大學放射性分析備援實驗室、陽明大學放射性食品檢驗分析實驗室及清華大學原子科學中心與本組同仁共20人，並由本中心派員進行課程解說及實務操作，分享技術精進成果，增進各實驗室互動及加強環境輻射偵測技術。佐證資料為訓練課程表如圖5、課程講習及實作訓練如圖6~9，另依計畫規定由南部備援實驗室提報心得報告如圖10。

日期	時間	課程	地點	負責人員
5月13日	09:30-09:50	報到	2樓會議室	方鈞屹
	09:50-10:00	課程介紹		方鈞屹
	10:00-12:00	1. 環境樣品取樣、前處理與計測分析介紹		李建興
		2. 水樣樣品前處理作業介紹		周政毅
		3. 水樣阿伐及貝他之計數分析及活度計算介紹		蔣會義
	12:00-13:30	午餐時間		林志信
	13:40-14:30	環境樣品前處理實作訓練	3樓前處理室	陳炳宏
	14:40-15:30	水樣前處理實作	3樓前處理室	周政毅
		低背景比例計數器效率校正曲線 氯化鉀樣品配製	3樓前處理室	潘嘉吟
	15:40-16:10	水樣阿伐及貝他之計數實作 (建立低背景比例計數器效率校正曲線)	1樓貝他計測室	蔣會義
16:10-16:30	綜合討論	2樓會議室		

圖5 實務訓練課程表



圖 6 實務訓練課程講習-「環境樣品取樣、前處理」(左) 阿伐貝他計測分析(右)

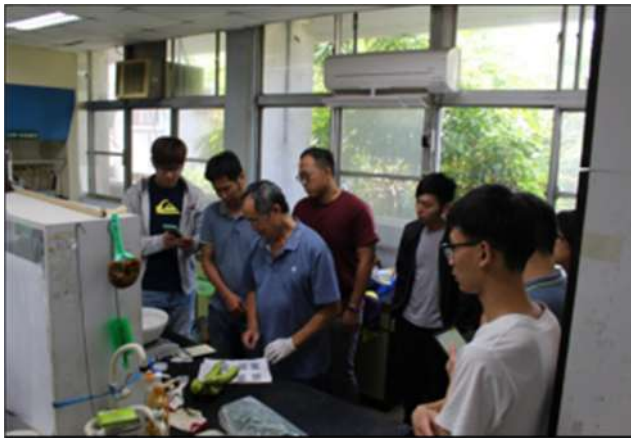


圖 7 樣品前處理實作訓練(左) 樣品灰化前處理實作解說(右)



圖 8 水樣前處理實作訓練(左) 比例計數器校正用氯化鉀射源實作(右)



圖 9 比例計數器效率曲線實作教學(左) 比例計數器實作(右)

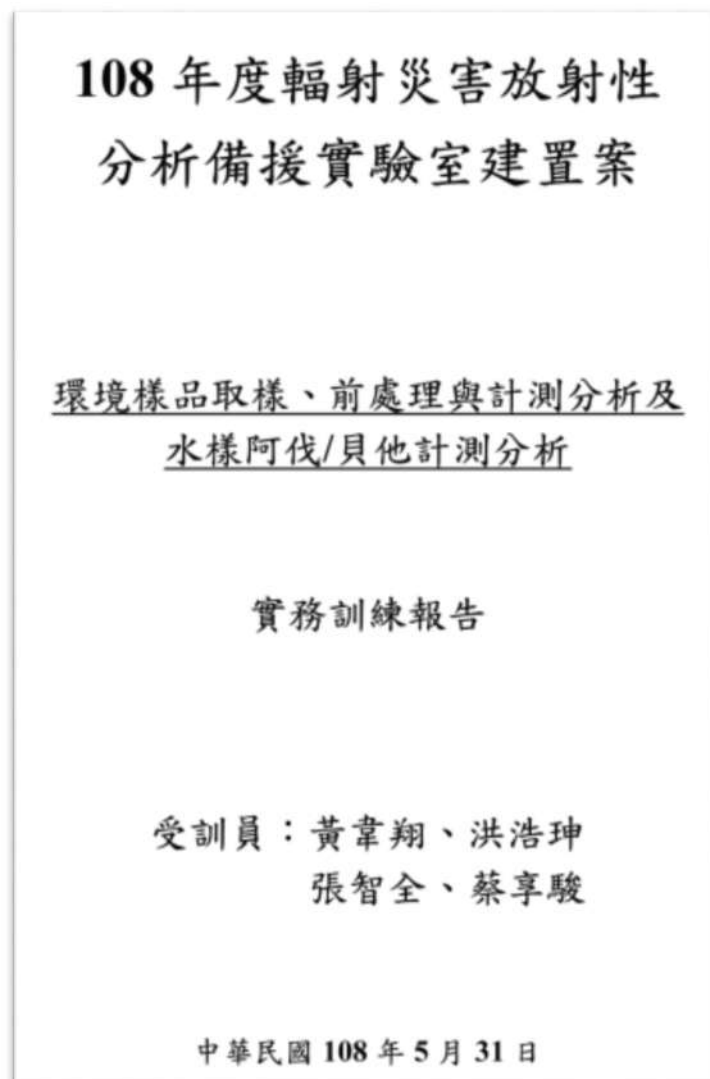


圖 10 屏科大備援實驗室交付實務訓練報告

(三)建立備援實驗室具備執行輻射檢測能力：

1. 參加輻射偵測中心舉辦放射性分析能力試驗，驗證備援實驗室的放射性分析能力及分析人員的分析品質

本中心為提高環境試樣放射性分析水平及確保分析品質，與公益財團法人日本分析中心（Japan Chemical Analysis Center, JCAC）簽訂合作備忘錄，長久以來針對環境試樣放射性分析及輻射度量技術進行比較實驗，維持實驗室檢測分析結果的穩定性及可靠性。同時，本中心亦邀請國內從事環境輻射偵測實驗室，針對相同的環境試樣及分析項目，同步環境試樣放射性分析比較實驗。由於環測樣品待測核種濃度未知，各單位分析結果採同時參考日本分析中心與偵測中心分析結果進行實驗相關因素探討。108 年度依計畫要求備援實驗室共同參與比較實驗，此次備援實驗室參與項目包含土壤、茶葉及海水之加馬放射性活度分析，比對結果顯示其各核種皆在合理範圍內，符合評鑑標準 En 值小於 1 之要求，代表該實驗室於前述試樣分析技術值得肯定。備援實驗室比較實驗評鑑結果如圖 11。

圖 11 國內環境試樣放射性分析能力比較試驗結果

參加單位	海水	土壤								茶葉			
	加馬能譜分析	加馬能譜分析								加馬能譜分析			
	鉀-40	鉀-40	鈾-137	鈾-208	鈾-228	鉀-40	鈾-137	鈾-208	鈾-228	鉀-40	鈾-137	鈾-208	鈾-228
JCAC		493.0±56.0	23.5±2.7	12.7±1.6	41.1±5.2	5910.0±800.0	22.9±3.5						
RMC	10.9±0.8	469.3±45.0	21.6±2.0	11.4±1.3	37.7±3.5	5540.0±514.1	22.1±3.5						
NPUST	11.6±3.0	459.6±28.3	22.1±1.4	12.2±2.9	35.7±3.1	5752.8±311.8	26.2±3.0						
En (RMC)		0.33	0.57	0.63	0.54	0.39	0.16						
En (NPUST)	0.20	0.53	0.18	0.47	0.19	0.15	0.25	0.89	0.43	0.18	0.35	0.71	0.88

註: 1.--表示未分析或未提報數據。2.En 值:左欄位以 JCAC 為準,右欄位以 RMC 為準。3.可接受範圍: $En_{(RMC)} = \frac{|X_{(NPUST)} - X_{RMC}|}{\sqrt{U_{(NPUST)}^2 + U_{RMC}^2}} \leq 1$

註:2. 海水樣本單位貝克/公升; 土壤及茶葉樣本單位貝克/公斤·乾重

2. 持續參加國際原子能總署(IAEA) 舉辦的放射性分析能力試驗

能力試驗(Proficiency testing)主要為評估實驗室執行測試的能力，透過能力試驗執行機構規定的測試標準及測試條件，進行實驗室間能力比對活動，定期參加能力試驗活動可持續維持實驗室測試結果的穩定性，並可加強實驗室內部品質保證與管制，確保測試結果的可靠性。因此本年度亦要求備援實驗室參與該項國際放射性分析能力試驗，並針對比對結果出具分析報告。摘錄備援實驗室報告內容指出，於 108 年 4 月 14 日網路報名參加試樣比對試驗，5 月 28 日收到樣本，包括三個水樣(Sample 1、Sample 2、Sample 3-QC)、1 個蝦粉(Sample 4)及三個濾紙(Sample 5、Sample 6、Sample 7)，如圖 12 所示。

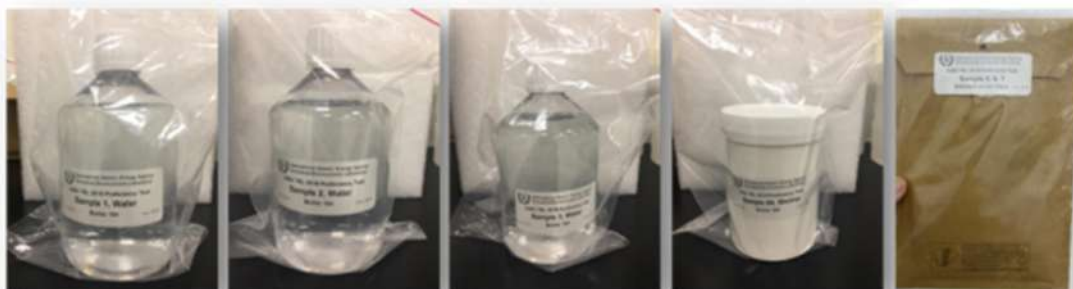


圖 12 108 年 IAEA 舉辦的放射性分析能力試驗樣品

備援實驗室依 107 年參與該項能力試驗之經驗，經與中心聯繫確認作業執行方式，先以 Sample 3-QC(已知核種項目及活度)進行加馬分析系統校準作業，後再進行樣品計測容器裝罐之前處理作業，另此次待測樣品中包含濾紙樣品，其計測標的為總阿伐與總貝他，然備援實驗室於 7 月剛完成低背景比例計數器的採購，尚未建立儀器的效率曲線，故今年該實驗室只針對加馬核種能力試驗樣本(Sample 1、Sample 2)進行分析。

因本年度水樣樣品檢測目標核種包含鐳 226、鐳 228、銫 134 及銫 137，當中鐳 226 以加馬能譜分析技術計測若在低活度樣品時，其衰變子核種將以氬氣方式溢出，易造成量測誤差。有鑒於此，備援實驗室於此次能力試驗亦與本中心進行技術諮詢交流，經討論後提報之偵測結果於精準度與準確性等評鑑指標皆能通過審核標準如圖 13，IAEA 出具評估報告封面如圖 14。

Final Score
A:準確度及精密度皆“接受”

Evaluation Result Table for Sample 1

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Cs-134	9.3	0.3	20 %	9.226	0.411	-0.80 %	0.65	0.11	A	5.50	A	A
1	Cs-137	8.92	0.25	20 %	8.892	0.405	-0.31 %	0.4	0.07	A	5.35	A	A
1	Ra-228	22.08	1	20 %	22.128	1.129	0.22 %	1.25	0.04	A	6.82	A	A

Evaluation Result Table for Sample 2

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Cs-134	5.05	0.15	40 %	4.779	0.283	-5.37 %	0.35	0.77	A	6.62	A	A
2	Cs-137	4.19	0.12	40 %	4.271	0.277	1.93 %	0.22	0.37	A	7.09	A	A

圖 13 IAEA 放射性分析能力比較試驗結果

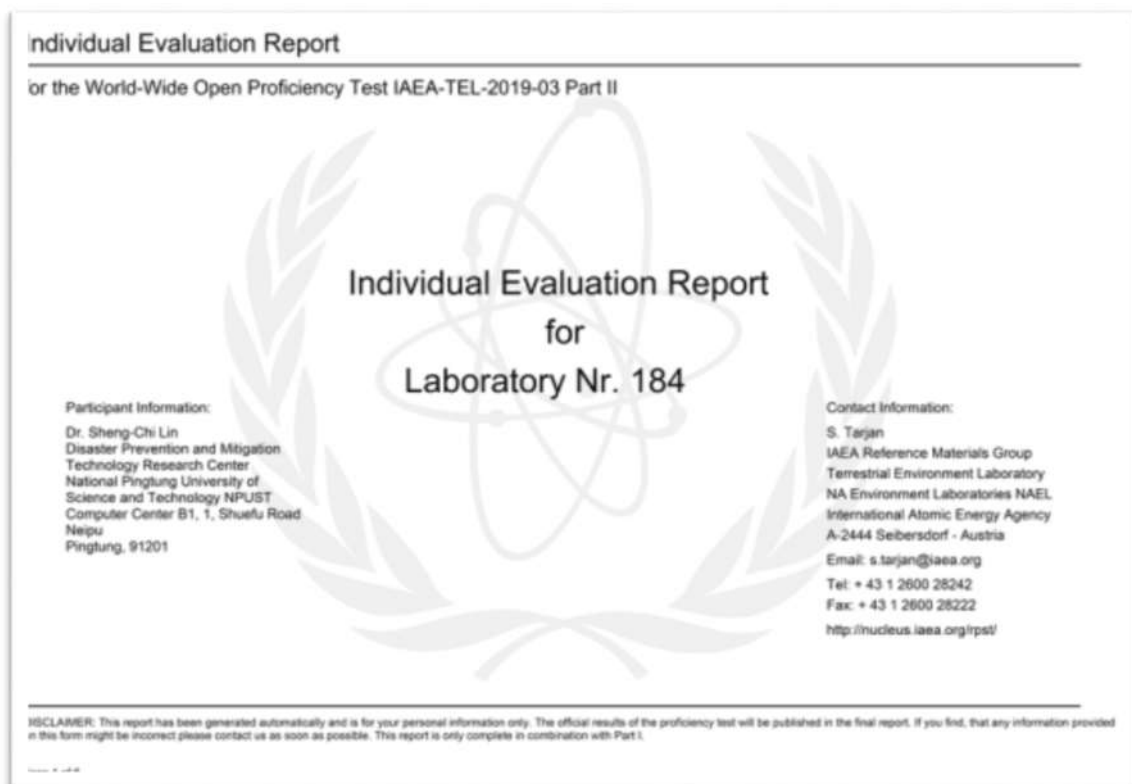


圖 14 IAEA 放射性分析能力比較試驗制是評估報告封面

(四) 參與核設施例行環境輻射監測取樣及分析作業

接續前期計畫之成果，備援實驗室已取得游離輻射測試領域之食品加馬能譜分析項目認證；在食品檢測上，該實驗室已成為具有公信力之放射性分析檢測機構。然而於輻射災害發生時，為確保環境之輻射安全，在環境樣品檢測上，亦將面臨大量檢測量能之需求，因此備援實驗室應擴展檢測能量至環境中水樣、空氣、土壤、植物樣品之檢測分析技術領域，並取得相關領域檢測技術認證。

且備援實驗室於未來在食品放射性安全檢驗及環境輻射監測等相關議題上可擔任第三方公正實驗室之角色，在推動公眾參與監督及資訊透明機制，能克服民眾與管制單位雙方因技術專業知能所造成的誤解與隔閡，突破往昔專業分析技術獨斷之迷思，因此本年度計畫特別訂立參與核能三廠第二、三及四季環境樣品平行監測作業，由備援實驗室與本中心共同執行環境樣品取樣，分別進行樣品前處理及計測分析，並交換各實驗前處理後之樣品進行計測，藉以檢視二實驗室間之前處理技術與計測系統之差異性。有關第二、三及四季平行監測取樣佐證如圖 15~17。



圖 15 第二季平行監測取樣出水口岸沙(左) 南樹林相思樹(右)



圖 16 第三季平行監測取樣進水口海水(左) 恆春市場魚(右)



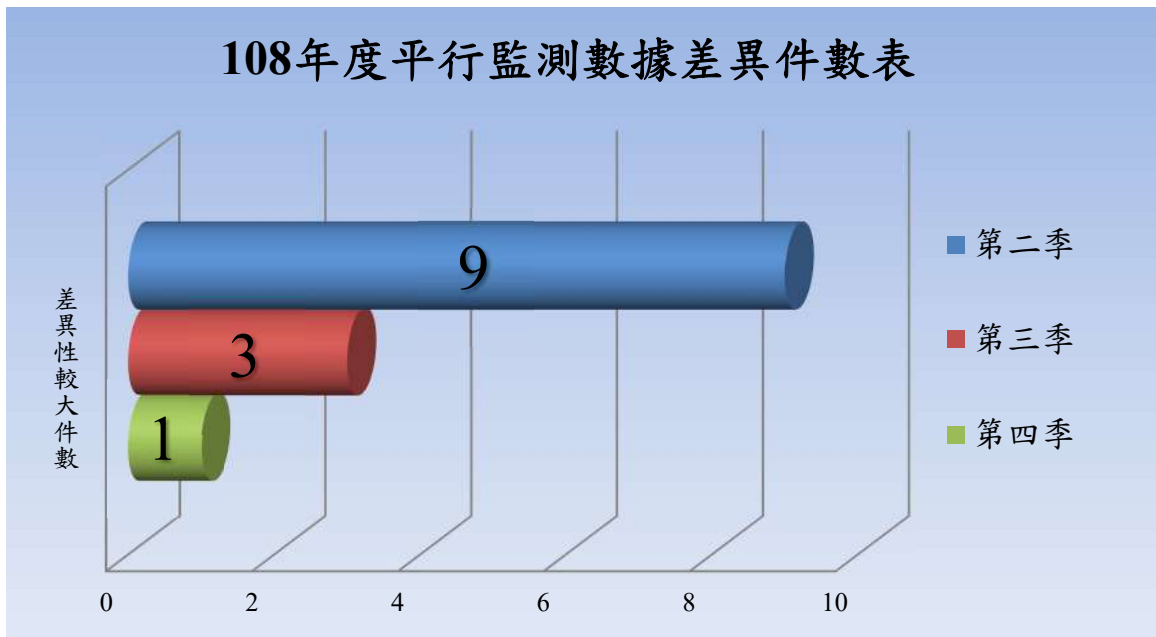
圖 17 第四季平行監測取樣與水渠道口淡水(左) 龍鑾潭(右)

統計 3 次共同取樣、前處理及分析之件數共 38 件，如表 1。

表 1 第二、三及四季平行監測共同取樣及分析件數結果列表

108年度平行監測數據差異*件數				
項目	季別	第二季	第三季	第四季
	差異性較大件數		9	3
經修正後差異性符合標準件數		6	-	-
經修正後差異性未符合標準件數		3	-	-
檢測總件數		19	10	9
*係指相對誤差百分比值 > 25%				

表 2. 統計 3 次平行監測分析數值異常件數趨勢表



解讀表 1 及表 2 數值內容，環境樣品放射性分析完整作業流程中各分項階段之作業良窳皆直接影響分析結果，3 次平行監測作業更協助備援實驗室藉由除錯及對應修正，提升該實驗室於分析低比活度之環境樣品之技術能力，培育未來該實驗室投入核設施環境輻射監測作業之技術人才。

(五)擴充現場取樣與分析技術能力

1. 輻射污染災害現場分析技術方法：

依國際原子能總署(IAEA)緊急應變技術報告¹，及本會依據「核子事故民眾防護行動應變與決策參考指引」：民眾防護行動中飲食管制操作干預基準 OIL3 之規定，當環境輻射劑量率達每小時 0.5 微西弗時，先進行該區域水源與農畜產品管制，再進一步進行食品及飲用水之取樣檢測」，因此本中心為擴展輻射災害現場分析技術，開發碘化鈉偵檢器運用輻災現場快篩之技術，並技術移轉至備援實

¹ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies and Methodology for Their Derivation, EPR-NPP-OILs 2017, IAEA, Vienna (2017).

驗室，於核能電廠發生事故，疑似有放射性物質外釋時，能即時加入緊急應變體系，以現有之碘化鈉(NaI)偵檢器進行食品及飲用水加馬核種快速篩檢定性及定量分析，其成效包括建立「移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩」作業程序書(RAL-O09)，並實際參與 108 年度核三廠第 25 號演習，目標可擴充備援實驗室緊急應變之量能，佐證資料如圖 18。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7 之 1
編號	RAL-O09	實施日期	108 年 09 月 20 日

1. 目的:

本作業程序書系提供本實驗室於核能電廠發生「廠區緊急事故」及「全面緊急事故」，疑似有放射性物質外釋時，以碘化鈉(NaI)快速篩檢系統進行食品及飲用水加馬核種定性及定量分析，並供作業人員正確操作程序之依循。

2. 適用範圍:

2.1 本作業程序書依據「核子事故民眾防護行動應變與決策參考指引」：民眾防護行動中飲食管制操作干預基準 OIL3 之規定，當環境輻射劑量率達每小時 0.5 微西弗時進行取樣檢測。

2.2 依據「食品中原子塵或放射能污染之安全容許量」內容，各項污染容許量作為快篩檢測時間訂立依據。

3. 參考資料:

3.1 友德國際股份有限公司 Triathler 操作手冊。

3.2 Hidex Oy Triathler manual v1.91。

3.3 RAL-O08 污染樣品接收作業程序書。

3.4 Radiological Laboratory Sample Screening Analysis Guide for Incidents of National Significance, EPA 402-R-09-008。

3.5 Validation of qualitative analytical methods, Trend in Analytical Chemistry, Vol.23 No2, 2004。

4. 名詞解釋:

無

5. 職責:

5.1 針對可能遭受放射性污染之樣品需依循「污染樣品接收作業程序書」進行樣品接收、前處理及樣品裝填等作業程序避免污染計測系統

圖 18 移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩程序書

2. 放射性銻分析與量測技術的改進

銻-90 分析方法之傳統前處理方式為將生物或土壤樣品經烘箱碳化後，再放入高溫爐灰化，將固體樣品灰置於燒杯中進行熱板消化成液態，再進行後續純化程序；此前處理時間耗時約四天，烘箱及高溫爐升降溫度亦耗損極高電能，且熱板消化方式為加蓋表玻璃之燒杯置於加熱板上加熱，酸氣容易外漏，也常造成樣品焦化乾涸，必須有人員在旁看顧，具有危險性、耗費人力又不環保；茲參考環境檢驗所分析方法「土壤中重金屬檢測方法－王水消化法(NIEA S321.65B)²」，將生物或土壤樣品均質後直接以冷凝管酸迴流消化，總時間約一日即可進入純化程序，大幅降低前處理時間及減少酸氣外溢，新方法節能又省時；將相同樣品以兩種不同方式做比較，經計測後結果相對偏差可達 10%之內，顯示樣品可不經灰化後以化學前處理法處理作業。

另原純化步驟中，樣品需進行碳酸鹽沉澱，以比較試驗及 TAF 樣品進行測試，未經碳酸鹽沉澱直接進行草酸沉澱步驟，結果與參考值相似，顯示碳酸鹽沉澱步驟非必要，故取消此步驟，可節省約一天之時間。銻-90 整體前處理流程原本需耗時至少 24 天，此次精進後約耗時 20 天，未來將繼續精進，期望目標 5 天即可完成銻-90 前處理及計測作業如圖 19 及圖 20；綜合上述，經實驗結果顯示精進後之方法與現行方法中，灰化及未灰化實驗相對偏差約為 1.7%~2.7；省略碳酸鹽步驟實驗相對偏差約為-8.7%~2.8%。

²土壤中重金屬檢測方法－王水消化法 中華民國 107 年 11 月 8 日環署授檢字第 1070007008 號公告
自中華民國 108 年 2 月 15 日生效 NIEA S321.65B

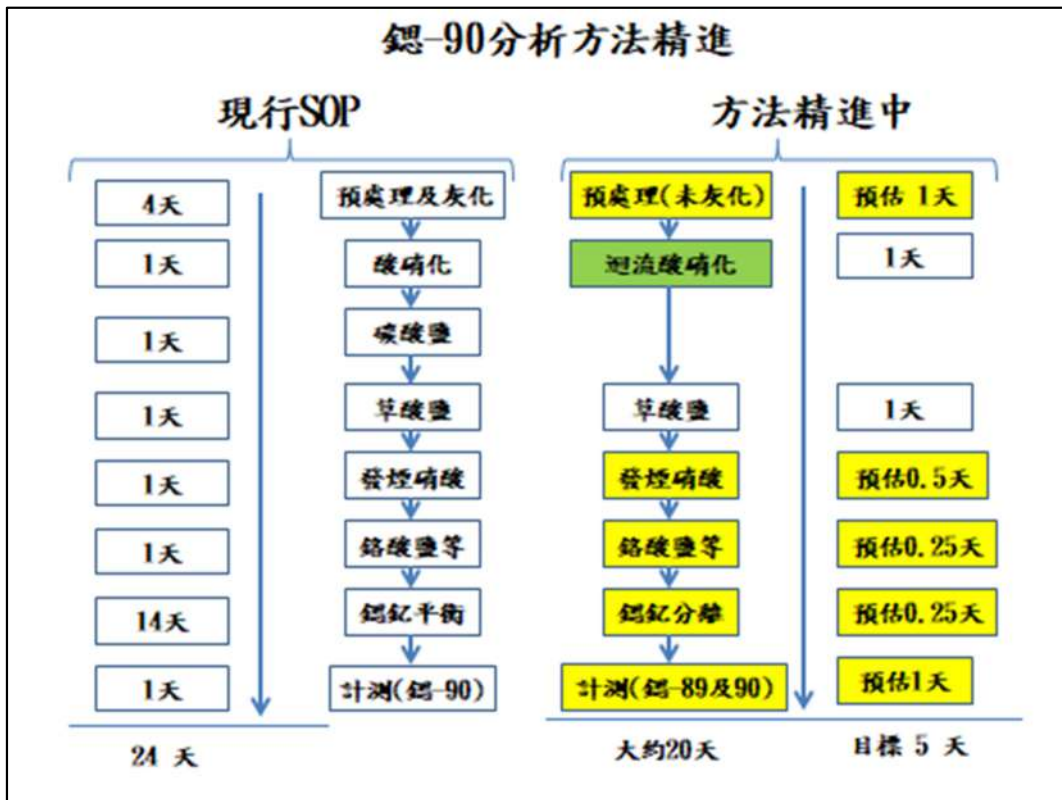


圖 19、銻 90 分析方法精進過程預估

目前已改進：

- 灰化步驟：**樣品未經灰化，直接改用冷凝管酸迴流消化，與經灰化(SOP)結果相似，顯示樣品可不必灰化。
- 碳酸鹽沈澱步驟：**以比較實驗及TAF樣品測試，未經碳酸鹽沈澱直接進行草酸沈澱步驟，結果與參考值相似，顯示碳酸鹽沈澱步驟非必要故取消。

實驗驗證如下：

- 生物試樣及土壤試樣未灰化與灰化(SOP)比較

	SOP(灰化) 活度(Bq/Kg)	未灰化 (Bq/Kg)	相對偏差 (%)
生物試樣1	2.96	3.01	1.7
生物試樣2	16.43	16.88	2.7
MDA	0.03	0.16	

	SOP(灰化) 活度(Bq/Kg)	未灰化 (Bq/Kg)	相對偏差 (%)
土壤1	39.03	38.97	-0.2
土壤2	38.54	39.02	1.2
MDA	0.40	0.45	

- 生物試樣及土壤試樣省略碳酸鹽步驟與參考值比較

活度 (Bq/Kg)	參考值 (Bq/Kg)	相對偏差(%)
77.7	80.8	-3.8
83.0	80.8	2.8
80.1	80.8	-0.9
104 JCAC 植物試樣(灰)		

活度 (Bq/Kg)	參考值 (Bq/Kg)	相對偏差(%)
232.8	255	-8.7
235.1	255	-7.8
107 TAF 土壤試樣(未灰化)		

圖 20、銻 90 分析方法精進數值比較

3. 參與年度核安演習，執行現場取樣作業，進行樣品污染程度初判及後送分析實驗室檢測等標準作業流程及應變機制：

依福島核災經驗回饋，緊急應變時環境試樣取樣及前處理作業，必須考量樣品高污染及交叉污染可能之情境，其污染防護邏輯設計可分為 1.將大量的污染管控限定在前處理室中，且各項防污措施細節及資源鎖定於前處理室，2.將前處理室與樣品儲藏室以距離空間方式有效隔絕於計測實驗室外，並考量可能造成污染之途徑將防止污染區分為試樣接收、試樣前處理、計測容器裝填及計測容器傳遞等 4 個階段。據此，配合今年在核能三廠及其週遭地區辦理之核安第 25 號演習，特別將前述內容具體化為「污染樣品接收作業程序書」(RMC-R-09)，並將相同作業流程配合備援實驗室空間特性，規劃其擔任緊急應變樣品後送備援實驗室檢驗之功能，修訂「污染樣品接收作業程序書」(RAL-O-08)，佐證資料如圖 21、22。



圖 21 車城前進指揮所污染樣品接收前處理室防污措施



圖 22 屏東科技大學備援實驗室污染樣品前處理室防污措施

(六)技術加值創新

1. 108 年食品衛生檢驗科技研討會

食品藥物管理署為促進食品衛生檢驗科技之發展提升檢驗效率及品質，增進檢驗人員之科技與學術交流，特辦理此研討會。本中心共提報兩篇學術壁報，摘要分列如下：

(1). 國人主要攝食農糧放射性核種銨-90 含量分析：

自 2011 年日本福島核能電廠發生輻射外洩的事故後，本中心配合衛生福利部加強自日本輸入食品查驗措施，利用純鍍偵檢器進行碘-131、銨-134 及銨-137 分析，其輻射檢測結果皆符合日本及我國標準，確實為民眾飲食安全把關。然福島事故以來又屢傳放射銨外洩造成污染，引起民眾疑慮，因此本中心參考行政院農委會公布「糧食供需年報」國人年攝食量，將主要消費農糧品分類為 16 大類：米、麵粉、黃豆、甘藍、

甘藷、馬鈴薯、花椰菜、鳳梨、香蕉、柑橘、鱸魚/吳郭魚、豬肉、牛肉、雞肉、雞蛋、牛奶，進一步以本中心例行環測《生物試樣銨-90分析法(發煙硝酸法)》調查台北、台中、高雄、宜蘭及台東等5個地區傳統市場販售農糧品銨-90含量共80件，檢測結果銨-90活度介於未檢出~0.25 貝克/公斤，遠低於 CODEX 標準(100 貝克/公斤)，發表壁報論文如圖 23。



圖 23 國人主要攝食農糧放射性核種銨-90 含量分析壁報論文

(七)與國際放射性分析技術接軌

1. 辦理備援實驗室與日本分析中心互訪機制

本年度適逢本中心主辦與公益財團法人日本分析中心（Japan Chemical Analysis Center, JCAC）「台日環境試樣比較實驗年會」，討論範圍除了加馬能譜分析及放射化學分析，藉由雙方技術交流與輻射檢測結果資訊交換，加強彼此環境試樣放射性分析的技術能力。此外，為促進備援實驗室環境輻射檢測能力，亦邀請 JCAC 代表至國立屏東科技大學進行技術交流，建立雙方互訪機制，如圖 25。



圖 25 日本分析中心專家代表拜訪屏科大校長(左)參訪備援實驗室(右)

2. 邀請日籍學者蒞臨中心進行技術討論

本中心邀請日本學者保高徹生(YASUTAKA TETSUO；日本國立研究開發法人產業技術綜合研究所地圖資源環境研究部門主任研究員)，分別於原能會及本中心共 2 場次以「日本環境水中放射性銫的現狀和監測技術」為題進行專題演講。本次議題主要討論關於福島核子事故後，日本對福島核電廠周圍持續執行環境水之輻射監測情形及未來技術精進等；另特別介紹該研究單位新開發環境淡水、海水中之放射性核種銫-137 快速分析方法，並分享日本現階段放射化學分析等相關實務作法。

與會人士彼此意見交換及討論，藉由交流，持續精進增進中日雙方環境水中放射性銫檢測能力，如圖 26。



圖 26 11 月 6 日偵測中心專題演講(左) 參觀本中心海水銫分析前處理室(右)

(八)108 年度經費執行情形

統計本計畫迄 108 年 12 月 24 日經費執行情形如表 4，本中心與屏東科技大學備援實驗室經常及資本門執行明細如表 5、6。

表 4 108 年經費執行統計表

	108 年度				
	小計	經常門		資本門	
		偵測中心	屏科大	偵測中心	屏科大
預算數	8,100	600	2,600	2,650	2,250
實際數	8,055	555	2,600	2,650	2,250
		3,155		4,900	
執行率	99.4%				

表 5 108 年本中心經費執行明細

科目	項目	說明	金額(元)
經常門	其他研究有關費用	差旅、實驗用藥品、設備維護、耗材與辦公室雜支等	554,927
資本門	儀器設備費用	純鍺半導體偵檢器(HpGe)加馬能譜分析系統	2,650,000
合計			3,204,927

表 6 108 年屏科大備援實驗室經費執行明細

科目	項目	說明	金額(元)
經常門	人事費用	計畫(共同)主持人、專任助理費用(含保險與年終)	1,679,478
	消耗性器材及藥品費用	實驗用物品與辦公室雜支等	299,239
	其他研究有關費用	租車、研習、工讀金、差旅與資料蒐集等(含行政管理費)。	621,283
資本門	儀器設備費用	低背景比例計數器系統	2,160,000
		RO 前處理淨水設備	35,000
		客製化射源儲存櫃(內襯鉛片)	55,000
合計			4,850,000

小結

本中心執行「108 年度輻射災害防救與應變技術之研究發展分項計畫：
輻射災害鑑識能力建立」工作成效整理如下表：

表 7 本中心計畫執行成效表

工作項目	工作成效	備註
1. 擴充本中心加馬能譜分析技術能力。	新增建置壹套純鍺加馬能譜分析系統。	本中心執行例行品管作業。
2. 擴充備援實驗室阿伐及總貝他分析技術能力。	新增建置壹套低背景比例計數器。	本中心輔導設備操作教學及協助建立效率曲線
2. 培育輻射度量及檢測技術之實務操作人員。	辦理「環境樣品取樣、前處理與計測分析及水樣阿伐/貝他計測分析實務訓練」實務訓練。	本中心主辦，備援實驗室同時參與訓練課程。
3. 備援實驗室建立操作及品質管標準作業程序書。	備援實驗室已建置環境樣品取樣及加馬分析程序書及緊急應變污染樣品傳遞及食品快篩作業程序書。	本中心進行技術移轉及協助文件建立。
4. 參加國際原子能總署 (IAEA)、國內財團法人全國認證基金會 (TAF) 舉辦放射性分析能力。	通過能力試驗。	本中心協助檢測分析數據再確認。
5. 取得食品藥物管理局 (Taiwan Food and Drug Administration TFDA) 之游離輻射測試領域之食品加馬能	備援實驗室已取得認證	本中心協助文件及技術項目認證。

譜分析項目認證認證。		
6. 備援實驗室參與核設施環境輻射監測取樣及分析作業，建立平行監測作業機制。	已完成第二、三及四季核三廠環境樣品取樣及放射性分析平行監測作業及數據比對。	本中心共同執行取樣及樣品交叉分析。
7. 建立輻災污染現場樣品取樣計測作業程序。	建立移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書，並列為參加本年度核安第25次核安演習項目。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已完成對應作業程序書。 2. 本中心技術移轉並協助備援實驗室建立該實驗室移動式碘化鈉偵檢器最小可測活度量測。
8. 放射性銨分析與量測技術的改進	精進生物或土壤樣品前處理方法：以冷凝管酸迴流消化，總時間約一日即可進入純化程序，大幅降低前處理時間及減少酸氣外溢，新方法節能又省時，提升檢測量能。	本中心之研究成果
9. 論文發表。	參與108年度「食品衛生檢驗科技研討會」發表2篇壁報論文。	本中心之研究成果量化發表壁報論文。

肆、結論與建議

依據「輻射災害鑑識分析能力建立」4年期計畫訂立各年度目標實現項目，檢核前3年(105~107年)累積的成果效益包括：完成建置備援實驗室空間規劃與設置、完成備援實驗室輻射檢測儀器設備及分析系統、建立標準檢測方法及各檢測項目之量測標準作業程序書(SOP)、完成品質稽核作業，備援實驗室並通過財團法人全國認證基金會(TAF)游離輻射領域食品加馬核種分析測試實驗室認證，成為具有專業性及公信力的輻射檢測單位，相關成果符合本計畫前三年規劃目標：建置輻射災害偵測分析備援實驗室至進行實驗室品質稽核作業。

108年本中心持續投入擴充輻射災害鑑識分析技術能力作業外，並輔導備援實驗室繼續參加並通過國際原子能總署(IAEA)能力試驗及國內各實驗室比對實驗，檢核分析技術及品質管理以維持實驗室正常運作；辦理「環境樣品取樣、前處理與計測分析及水樣阿伐貝他計測分析」實務訓練課程提升備援實驗室於環境樣品及水樣之分析能力，並由中心協助備援實驗室建立新購入之低背景比例計數器之效率曲線；另規劃核三廠環境試樣取樣平行監測作業模式，累積執行第二、三及四季環境樣品取樣，前處理及交叉計測分析，由比對結果顯示，備援實驗室於環境樣品分析能力方面確實獲得技術強化之效益，此外亦要求參與本年度核安第25號核安演習建立污染現場取樣、樣品活度分析技術及建置樣品後送檢測備援實驗室之程序。

附錄 1

108 年度輻射災害放射性分析備援實驗室建置案期末報告書

108 年度輻射災害放射性分 析備援實驗室建置案

期末報告書

主辦單位：行政院原子能委員會

執行單位：國立屏東科技大學

主持人：葉 一 隆 教授

執行期間：108 年 01 月 01 日至

108 年 12 月 31 日

中 華 民 國 1 0 8 年 1 2 月 0 2 日

目 錄

壹、緣起	1
一、計畫構想.....	1
二、背景說明.....	2
三、團隊經驗與實績背景說明	2
四、放射性備援實驗室認證	4
貳、計畫執行方式	6
一、計畫目的.....	6
二、計畫期程.....	6
三、重要工作項目	6
四、執行方法.....	7
五、計畫進度(甘特圖).....	13
參、研究人力	16
肆、108 年計畫執行成果	18
一、實驗室空間規劃符合本計畫之要求	18
二、操作人員輻射安全訓練及相關證照	20
三、環境樣本取樣及分析方法標準作業程序書	21
四、輻射偵測中心環境樣品取樣/前處理及計測分析實務訓練.....	22
五、低背景比例計數器採購案	24
六、輻射偵測中心訓練環境與生物試樣前處理	25
七、建立移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書.....	26
八、完成食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告	27
九、TFDA 實驗室認證申請.....	28
十、TAF 監督評鑑.....	30
十一、參與 108 年 25 號核安演習	30

十二、國際原子能總署(IAEA)試樣比對試驗.....	31
十三、國內環境試樣放射性分析能力比較試驗.....	32
十四、核設施環境輻射監測取樣分析及樣本平行監測作業.....	33
十五、日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪屏科大備援實驗室.....	35
十六、參加學術研討會.....	36
十七、開設通識課程.....	37
十八、輻射偵測中心各季查訪.....	40
十九、執行績效內容.....	41
二十、經費執行現況.....	43
伍、參考文獻.....	44
附件一、計畫主持人學經歷與相關研究說明一覽表.....	46
附件二、環境樣品取樣及分析方法作業程序書.....	53
附件三、環境樣品取樣、前處理與計測分析及水樣阿伐/貝他計測 分析實務訓練報告.....	72
附件四、移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作 業程序書.....	100
附件五、食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告.....	116
附件六、TFDA 認證相關文件.....	122
附件七、TAF 監督評鑑相關文件.....	135
附件八、108 年放射性核種分析能力試驗檢討報告.....	153
附件十、核設施第 2、3、4 季環境輻射監測取樣分析及樣品平行 監測報告.....	171

表目錄

表 1-3 輻射災害備援實驗室 TAF 認證紀事	4
表 2-1 屏科大輻射災害備援實驗室儀器設備規劃一覽表	8
表 2-2 工作項目預定進度表(甘特圖).....	13
表 2-3 工作項目預定查核點一覽表	14
表 2-4 108/01~108/12 實驗室認證預定進度表(甘特圖).....	15
表 4-1 實驗室空間規劃表	18
表 4-2 環境樣本取樣及分析方法標準作業程序書	22
表 4-3 本實驗室目前樣本分析量	27
表 4-4 本實驗室食品樣本計測時間參考表	28
表 4-5 備援實驗室參加 TFDA 認證紀事	28
表 4-6 經費執行現況	43

圖目錄

圖 1-3 TAF 實驗室認證證書	4
圖 1-4 TAF 認證大事紀	5
圖 1-5a TAF 委員初訪.....	5
圖 1-5b TAF 委員現場評鑑	5
圖 1-5c TAF 委員現場評鑑.....	5
圖 1-5d TAF 委員現場評鑑	5
圖 2-1 輻射災害放射性分析備援實驗室儀器設備位置分佈圖	9
圖 2-2 輻射災害放射性分析備援實驗室儀器設備位置圖例說明 ..	10
圖 3-1 「輻射災害備援實驗室」組織架構圖	17
圖 4-1a 樣品貯存室	19
圖 4-1b 儀器分析室.....	19
圖 4-1c 辦公室	19
圖 4-1d 廢棄物置放區	19
圖 4-1e 樣品前處理室	19
圖 4-1f 樣品前處理室	19
圖 4-2 兩套半導體純鍺偵檢器	19
圖 4-3a 36 小時操作人員輻射安全訓練班結訓證書	20
圖 4-3b 36 小時操作人員輻射安全證書	20
圖 4-4 108 小時輻防人員輻防專業訓練班及 36 小時輻防人員輻防專業訓練結訓證書	21
圖 4-5 18 小時實驗室認證規範 ISO/IEC 17025 證書	21
圖 4-6a 環境樣本取樣與前處理介紹.....	23
圖 4-6b 環境樣本取樣與前處理介紹	23
圖 4-7a 總貝他前處理實作.....	23
圖 4-7b 總貝他前處理實作	23
圖 4-8a 低背景比例計數器介紹.....	23
圖 4-8b 低背景比例計數器介紹	23
圖 4-8c 低背景比例計數器介紹.....	錯誤! 尚未定義書籤。
圖 4-8d 低背景比例計數器介紹	錯誤! 尚未定義書籤。
圖 4-9a 樣本前處理實作.....	24
圖 4-9b 高溫灰化爐介紹	24
圖 4-10a 效率曲線配製實作.....	24
圖 4-10b 效率曲線配製實作	24
圖 4-11a 比例計數器搬運過程.....	25
圖 4-11b 比例計數器搬運過程.....	25
圖 4-11c 比例計數器組裝過程.....	25

圖 4-11d 比例計數器搬運過程.....	25
圖 4-12a 比例計數器.....	25
圖 4-12b 比例計數器教育訓練.....	25
圖 4-13a 樣本前處理訓練.....	26
圖 4-13b 樣本前處理訓練.....	26
圖 4-13c 樣本前處理訓練.....	26
圖 4-13d 樣本前處理訓練.....	26
圖 4-14 TFDA 認證大事紀.....	29
圖 4-15 TFDA 實驗室認證證書.....	29
圖 4-16a TFDA 委員現場評鑑.....	29
圖 4-16b TFDA 委員現場評鑑.....	29
圖 4-17a TAF 監督評鑑.....	30
圖 4-17b TAF 監督評鑑.....	30
圖 4-18 本實驗室參與核安演習影片拍攝流程.....	31
圖 4-19a 核安演習車城監測中心.....	31
圖 4-19b 核安演習車城監測中心.....	31
圖 4-20a 核安演習加祿堂營區收容所.....	31
圖 4-20b 核安演習加祿堂營區收容所.....	31
圖 4-21 IAEA 試驗樣品.....	32
圖 4-22 IAEA 試樣比對試驗結果.....	32
圖 4-23 國內環境試樣放射性分析能力比較試驗能力試驗樣本.....	33
圖 4-24 國內環境試樣放射性分析比較試驗分析結果.....	33
圖 4-25a 核三廠第二季採樣.....	34
圖 4-25b 核三廠第二季採樣.....	34
圖 4-25c 核三廠第三季採樣.....	34
圖 4-25d 核三廠第三季採樣.....	34
圖 4-25e 核三廠第四季採樣.....	35
圖 4-25f 核三廠第四季採樣.....	35
圖 4-26a 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪.....	35
圖 4-26b 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪.....	35
圖 4-26c 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪.....	35
圖 4-26d 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪.....	35
圖 4-26e 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪.....	36
圖 4-26f 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪.....	36
圖 4-27a 災防科技成果研討會.....	36
圖 4-27b 災防科技成果研討會.....	36
圖 4-28a 農業工程研討會.....	37

圖 4-28b	農業工程研討會	37
圖 4-29a	中日工程研討會	37
圖 4-29b	中日工程研討會	37
圖 4-30a	第 1 學期輻射與安全通識課程	37
圖 4-30b	第 1 學期輻射與安全通識課程	37
圖 4-30c	第 2 學期輻射與安全通識課程	38
圖 4-30d	第 2 學期輻射與安全通識課程	38
圖 4-31a	通識課程校外參訪	38
圖 4-31b	通識課程校外參訪	38
圖 4-31c	通識課程校外參訪	38
圖 4-31d	通識課程校外參訪	38
圖 4-31e	通識課程校外參訪	38
圖 4-31f	通識課程校外參訪	38
圖 4-31g	通識課程校外參訪	39
圖 4-31h	通識課程校外參訪	39
圖 4-32a	核技處第一季成果訪查	40
圖 4-32b	核技處第一季成果訪查	40
圖 4-33a	核技處第二季成果訪查	40
圖 4-33b	核技處第二季成果訪查	40
圖 4-34a	核技處第三季成果訪查	40
圖 4-34b	核技處第三季成果訪查	40

壹、緣起

一、計畫構想

土壤是農作物放射性核種的直接來源，土壤中的放射性核種含量主要與土壤母質、肥料施用，以及人工核種污染等有關。311 日本福島核電事故震撼全球，後續環境放射性污染影響及復原亦引起世界各國關注，國人喜歡食用日本食品，因而日本進口食品的放射含量監測特別受到重視。由於國內放射性分析能量有限，為提升並強化南部地區放射性分析能量，國立屏東科技大學接受原子能委員會委託建置輻射災害備援實驗室，投入放射性分析相關檢測工作，為國人之食品輻射安全把關盡一份心力。

福島核能電廠發生輻射外洩嚴重的輻射污染事件在國際間引起極大的關注與衝擊，影響所及包涵各項貿易(貨物、旅遊等)的進行。台灣長期與日本民間交流緊密，輻射事故後大量與日本相關的樣品需進行輻射檢測，即使該產品確定在事故發生前就已進口，消費者仍要求出具檢測報告方有信心採購。鑒於國內各放射分析實驗室當時均面對遠高於原先規劃之人力與設備資源所能處理的樣品量，劉祺章等(2012)針對福島事故這樣的特例，建議大量樣品檢測可採快篩定性分析作業方式進行第一階段的污染確認，一旦發現有污染之虞，再進行第二階段定量偵測，以大幅減少分析的時間與人力。然而，以快篩定性分析作業方式因應，國內現有放射分析相關實驗室仍難以應付事故後大量樣品的檢測，檢測能量不足，因此，為提升或強化台灣地區放射性分析能量，建立輻射災害備援實驗室有其迫切性及重要性，對災害後續的處理、調查及民眾的安全保障將有相當大的效益。

國立屏東科技大學對政府相關政策及社會責任一向積極配合，其災害防救科技研究中心轄下的『輻射災害放射性分析備援實驗室』已於民國 105 年初步建置完成實驗室空間整治，陸續於民國 106 年與 107 年完成添購共計 2 套加馬能譜儀(Gamma-Ray Spectrometer, GRS)搭配純鍍偵檢器(High Purity Germanium Detector)，作為加馬(Gamma)放射性核種定性與定量檢測技術之開發與提升的基礎。後續規劃民國 108 年購買 1 套低背景比例計數器，擴充阿伐/總貝他放射性分析能力，同時完成屏科大實驗室在 TFDA(食

藥署)的放射性食品核種分析認可實驗室的認證工作，並以此基礎配合政府放射分析檢測能量提升之政策。

二、背景說明

核子事故萬一發生，將對人民生活與環境造成很大影響，因此一直是國人關注的議題。原子能委員會與台灣電力公司每年均舉辦核安演習，確認各項應變程序措施與人力設備資源能夠符合要求。過去核子事故環境監測樣品分析程序主要針對污染區域進行緊急應變規劃，人力與設備需求在歷年演習中加以檢討與演練(劉祺章等，2012)。然而由日本福島核電廠放射性物質外釋事件的後續處理發現，雖然事故地點距離台灣約兩千公里，釋出的輻射物質並不會直接衝擊台灣，但由於國際貿易之需求與現實，非污染區域的樣品也有進行輻射檢測的需求，以取得無輻射污染證明，而其樣品量為污染區的數百倍，國內各放射分析實驗室之人力與設備資源有限，能處理的樣品量勢必無法負荷日益增加的進出口食品、消費性商品、環境試樣放射性含量檢測等技術服務。

除了國內現有核能電廠，大陸沿海區域核能電廠持續興建運轉，其中福清電廠離台灣本島最近直線距離的大約 162 公里，離馬祖南竿島則大約 80 公里，寧德電廠離馬祖北竿島也差不多。2014 核准開展前期工作的漳州核電廠則距離金門約 90 公里。由福島事件的污染狀況來看，這樣的距離並不會有受到嚴重污染而需要撤離民眾的可能，但是若氣象條件的因素，這些外島的食品飲水則有可能遭受污染而需要管制。

若同樣由福島事件國際影響與反應程度可以推估，假設國內或距離接近台灣地區的區域(如圖 1-2)，萬一有境外核子事故輻射污染事故與災害發生時，將再次出現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，環境輻射分析實驗室必須面對大量低活度(但仍有少數具高活度)的樣品做檢測，而輻射檢測人力有專業需求考量，又必須是能獨立作業的專業保健物理人員，很難用以臨時的志工或其他人力取代，因此，建置支援之實驗室為必要方向，增加輻射檢測人力並提升輻射檢測設備能量，以防止事故對台灣社會及經濟的衝擊與影響，而善用民間及學術單位資源，將有助於政府目標的儘速達成。

三、團隊經驗與實績背景說明

105 年執行說明

國立屏東科技大學(以下簡稱屏科大)對政府相關政策及社會責任一向積極配合，本校執行『105 年度輻射災害放射性分析備援實驗室建置案』已於 105 年 12 月順利完成結案，完成的工作包括完成備援實驗室空間規劃與施工作業，並購置碘化鈉加馬核種能譜分析系統、手提式輻射偵檢器及相關教育訓練，並撰寫碘化鈉加馬核種能譜分析系統操作程序書。人員培訓部分則取得 18 小時操作人員輻射安全訓練班結訓證書 1 人、36 小時操作人員輻射安全訓練班結訓證書 2 人及實驗室認證規範 ISO/IEC 17025 訓練 1 人等。

106 年執行說明

依行政院原子能委員會輻射偵測中心要求查核日期與項目進行控管，民國 106 年度已完成純鍍偵檢器系統採購及純鍍偵檢器系統操作程序書並完成儀器教育訓練；參加輻射偵測中心所舉辦環境試樣放射性分析比較實驗並完成比較實驗檢討報告；完成備援實驗室 TAF 認證相關文件及提出申請；完成於屏科大開設『輻射與安全』通識課程，擬於 106 學年度第 2 學期開設等工作項目。

107 年執行說明

民國 107 年計畫工作項目依行政院原子能委員會輻射偵測中心要求查核日期與項目進行控管，陸續完成完成 TAF(財團法人全國認證基金會)游離輻射領域測試實驗室的放射性核種分析認可實驗室認證(申請及通過認證條件)；完成辦理第 2 套純鍍半導體偵檢器加馬能譜分析系統採購案；培育輻射度量、純鍍半導體偵檢器加馬能譜分析系統等相關之實務操作人員；參加 TAF 及 IAEA 所舉辦認證項目之放射性核種分析能力試驗；建立輻射災害備援實驗室執行輻射檢測能力，接受輻射偵測中心對輻射災害備援實驗室運作稽核；實驗室運作外部稽核作業及改善報告；參加高雄輻射偵測中心辦理的日本 JCAC 樣品加馬檢測分析技術研討會，由日本專家分享在核災後的一些應變措施及日常食品及環境樣本的前處理與檢測技術；完成於屏科大開設『輻射與安全』通識課程等項目。

為積極配合政府「輻射災害放射性分析備援實驗室建置」政策，本校將於現有基礎架構下，規劃增設放射性分析備援實驗室，協助政府相關政策推動。

四、放射性備援實驗室認證

屏科大輻射災害備援實驗室成立之時就以通過 TAF 實驗室認證為其中一個重要的目標，至 106 年 8 月起就陸續建立 TAF 認證的相關文件，直到 107 年 6 月 4 日正式通過實驗室認證並取得證書(認證項目為食品中加馬人工核種 Cs-137、Cs-134 及 I-131)，如圖 1-3 所示。認證過程如表 1 所示，圖 1-4 為 TAF 認證大事紀，現場評鑑情形如圖 1-5a-d 所示。現場評鑑時，委員提出 7 個不符合事項，而本實驗室也立即完成回覆。



圖 1-3 TAF 實驗室認證證書

表 1 輻射災害備援實驗室 TAF 認證紀事

日期	重要事項	完成比例
106 年 11 月 14 日	提出 TAF 申請案	5 %
107 年 01 月 05 日	完成品質文件上傳，送出評鑑案	35 %
107 年 01 月 26 日	TAF 委員初訪，了解實驗室準備情形	50 %
107 年 02 月 27 日	提交申請確認表安排現場評鑑	60 %
107 年 04 月 11 日	現場評鑑，共開出 7 個不符合事項	80 %
107 年 04 月 23 日	完成回覆改善確認	95 %
107 年 06 月 04 日	通過認證	100 %

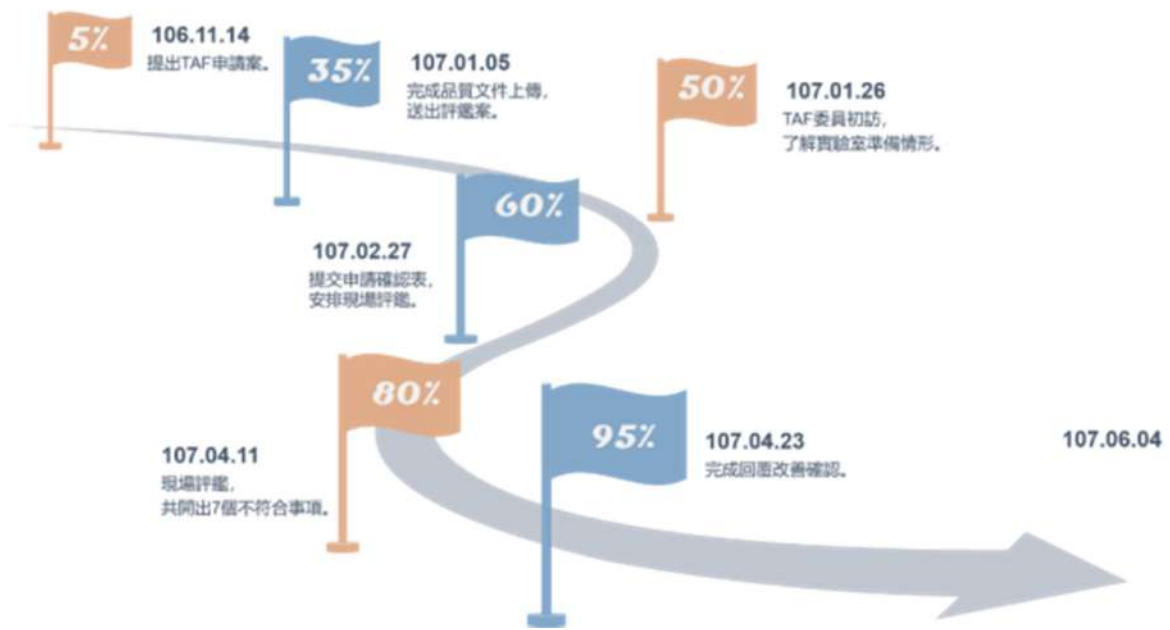


圖 1-4 TAF 認證大事紀



圖 1-5a TAF 委員初訪



圖 1-5b TAF 委員現場評鑑



圖 1-5c TAF 委員現場評鑑



圖 1-5d TAF 委員現場評鑑

貳、計畫執行方式

一、計畫目的

災害事故的預防是世界各國相當重視的課題，當國內發生核子事故或輻射相關意外事件時，必須檢測民生相關的大量流通商品與生活環境飲用水及土壤等樣品。本計畫的目的希冀在國立屏東科技大學建置輻射災害備援實驗室，規劃於民國 108 年分別完成 TFDA(食藥署)的放射性食品核種分析認可實驗室認證，購買 1 套低背景比例計數器，擴充阿伐/總貝他放射性分析能力、參加原能會輻射偵測中心及國際原子能總署(IAEA)所舉辦認證項目之放射性核種分析能力試驗等工作，來提升並強化南部地區放射性分析能量。平時可以訓練相關人員與年輕學生的參與，協助各級政府進行市售商品調查或環境輻射採樣檢測作業，接受民眾或廠商委託進行進出口食品、消費性商品、環境試樣放射性含量檢測等技術服務，當核子事故或輻射相關意外事件時，輻射災害備援實驗室亦可支援應變單位執行各類樣品的放射性檢測作業，提升輻災應變能量，確保國人的安全。

二、計畫期程

本計畫自 108 年 01 月 01 日起，至 108 年 12 月 31 日止。

三、重要工作項目

本計畫主要工作目標是在國立屏東科技大學持續建置輻射災害放射性分析備援實驗室，其主要工作項目分別如下所述：

1. 持續完善屏科大備援放射性分析實驗室之儀器分析室、樣品前處理室、樣品貯存室及動線流程整體空間規劃。
2. 完成 TFDA(食藥署)的放射性食品核種分析認可實驗室認證(申請及通過認證條件)。
3. 完成辦理 1 套低背景比例計數器系統採購案。
4. 培育輻射度量、低背景比例計數器、純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析系統等相關之實務操作人員，針對環境樣品取樣、前處理及計測分析實務訓練報告以及環境樣品取樣及分析方法標準作業程序書。

5. 參加參加原能會輻射偵測中心及 IAEA 所舉辦認證項目之放射性核種分析能力試驗。
6. 完成核設施第 2、3 與 4 季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業。
7. 建立移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書；完成食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告。
8. 參加核安第 25 號演習(核三廠)實兵聯合演練並完成演練成果報告。
9. 合約簽訂後 15 個工作天內需指派 1 名大學(含)以上之技術人員，派駐輻射偵測中心進行分析工作。

四、執行方法

本計畫為順利完成建立輻射災害備援實驗室，將針對學術文獻資料回顧、實驗室空間規劃與動線流程設計、人員配置與教育訓練、儀器購置、環境試樣放射性分析比較實驗(原能會輻射偵測中心及 IAEA 等機構)、完成 TFDA(食藥署)的放射性食品核種分析認可實驗室認證(申請及通過認證條件)、辦理 1 套低背景比例計數器系統採購案、參加核安第 25 號演習(核三廠)實兵聯合演練並完成演練成果報告、持續開授輻射相關通識課程等，其工作項目分述如下：

1. 文獻資料—

蒐集本研究計畫相關國內、外輻射分析與 TFDA 實驗室認證之文獻資料，包括加馬能譜分析、核種分析方法、環境輻射污染案例分析等，增進本研究團隊對於放射性分析的相關檢測知識以及了解世界各國的研究趨勢與脈動。

屏科大輻射災害備援實驗室建置時間為期 4 年(105 年至 108 年)，執行進度內容與本年需要的儀器設備詳列如表 2-1 所示。截至 107 年底為止，儀器設備累進購置金額 840 萬，執行進度為 78.87%。添購設備已包含碘化鈉偵檢器 1 套、純鍍偵檢器 2 套、實驗室基礎設備以及標準射源等。108 年陸續規劃添購低背景比例計數器、及射源儲存櫃等。實驗室儀器設備位置分佈圖依照購置的不同年度(105 年、106 年、107 年及

108 年)加以區分，詳如圖 2-1 與圖 2-2 所示。

表 2-1 屏科大輻射災害備援實驗室儀器設備規劃一覽表

年度	儀器設備	累進經費(萬元)	執行進度(%)
105	碘化鈉偵檢器 1 套 高溫灰化爐 實驗室建置基礎設備	180	16.9
106	純鍺偵檢器 1 套 實驗室建置基礎設備 標準射源 固定式區域輻射偵測儀 1 套	540	50.70
107	純鍺偵檢器 1 套 實驗室建置設備 純水製造系統	840	78.87
108	低背景比例計數器 1 套 RO 前處理淨水設備 客制化射源儲存櫃	1,065	100

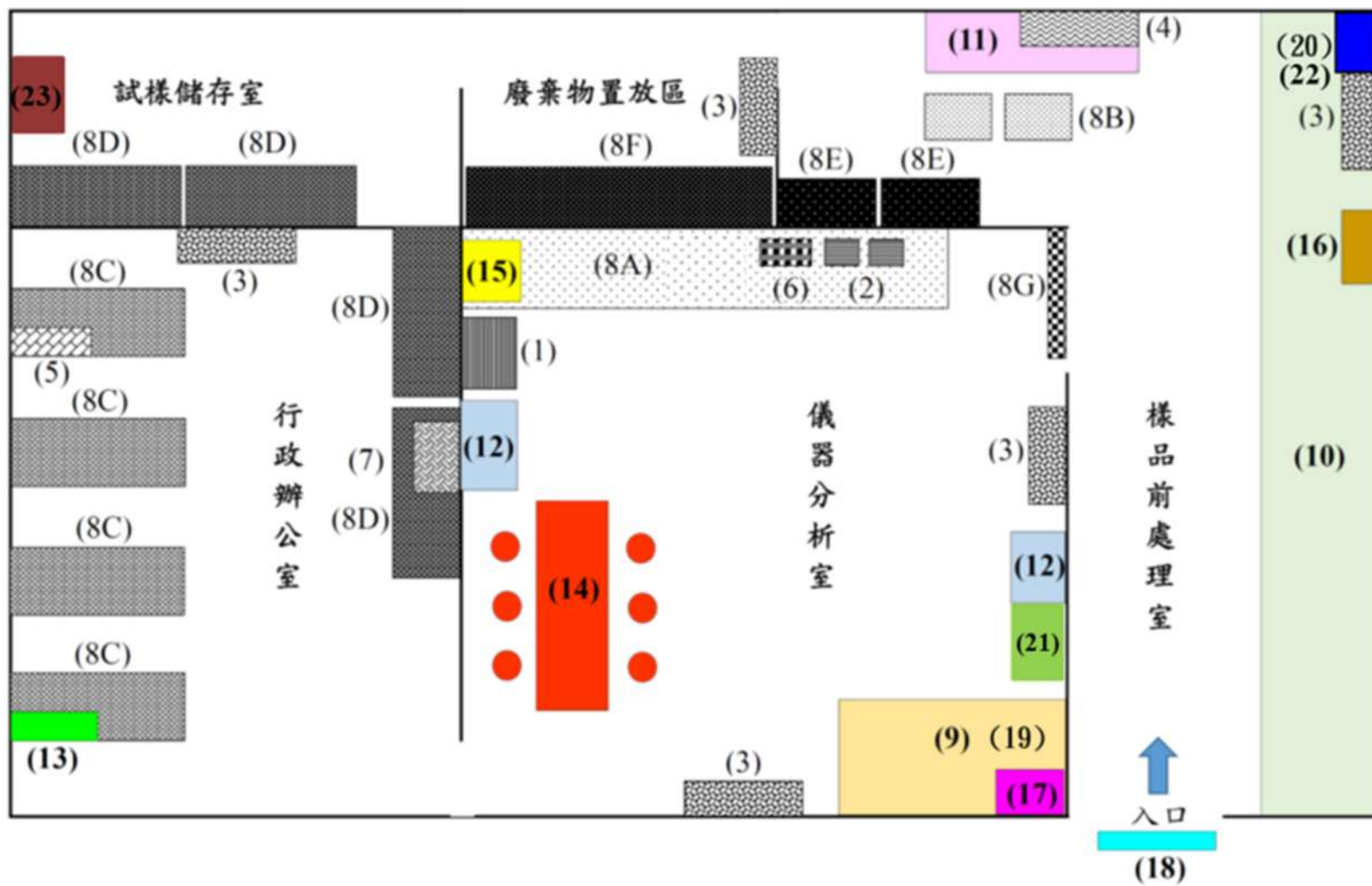


圖 2-1 輻射災害放射性分析備援實驗室儀器設備位置分佈圖

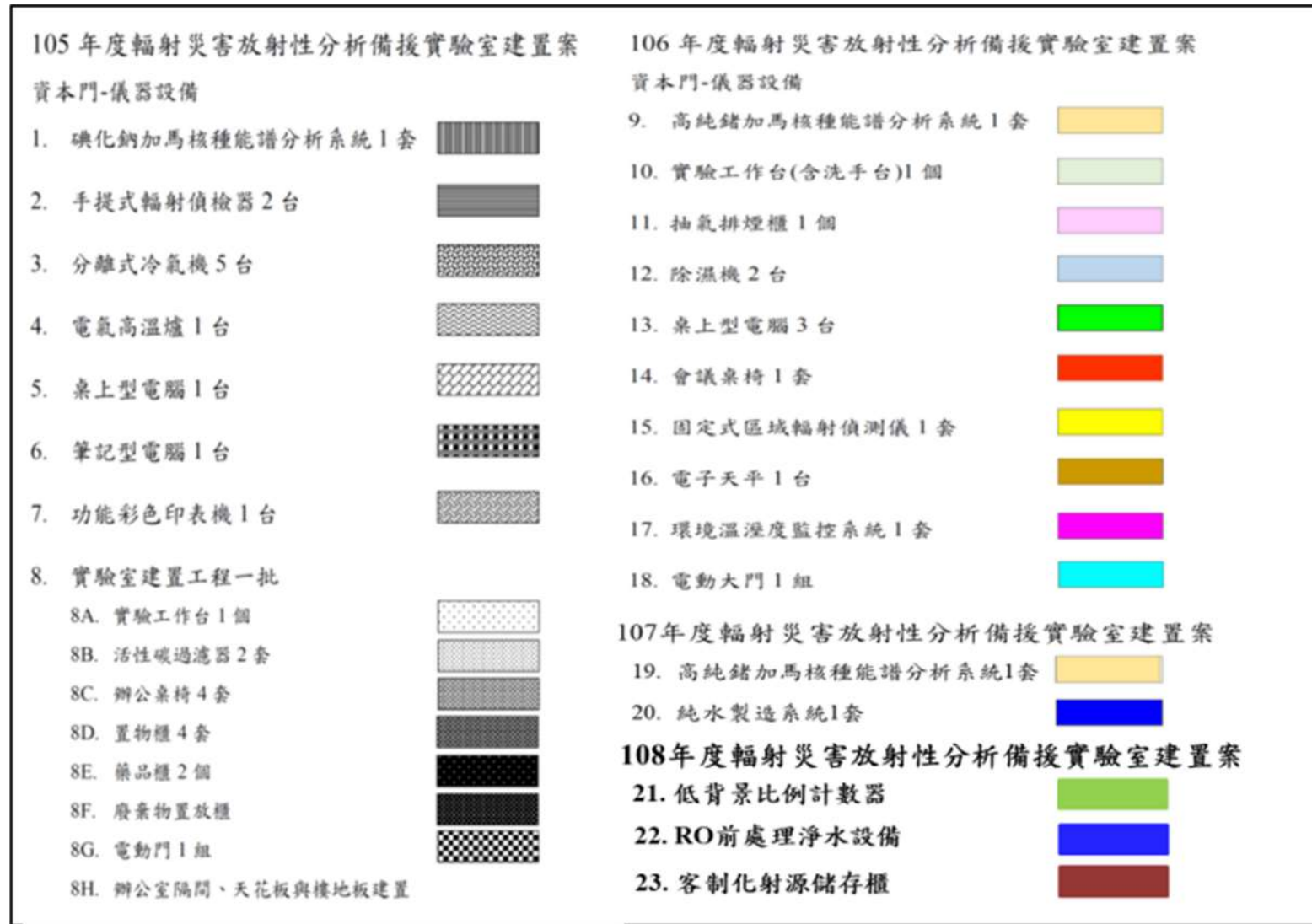


圖 2-2 輻射災害放射性分析備援實驗室儀器設備位置圖例說明

2. 人員配置與教育訓練—

- i. 本計畫實驗室人力規劃如下：實驗室主持人 1 人(葉一隆教授)、品質主管 1 人(陳庭堅教授)、技術主管 1 人(林聖淇助理教授)、行政暨檢測分析人員 2 人(黃韋翔與洪浩坤研究助理)以及協助輻射偵測中心及本實驗室技術移轉相關作業負責人員 1 人(葉宜蓁專任助理)。
- ii. 本計畫執行期間至少派員 1 名至輻射偵測中心接受純鍍偵檢器(HpGe)系統實務訓練。
- iii. 規劃參加「行政院原能會輻射防護專業測驗與操作人員輻射安全證書測驗」18 小時與 36 小時；輻射防護師之輻射防護訓練 144 小時；TAF 測試實驗室主管訓練等教育訓練。

3. 儀器購置—

- i. 完成辦理 1 套低背景比例計數器系統採購案，並完成驗收、儀器校正、效率曲線建置及人員訓練。
- ii. 為符合 TAF 與 TFDA 實驗室認證之要求，持續完善實驗室環境設施系統等的基礎設施施作工程。

4. 環境試樣放射性分析比較實驗—

- i. 本團隊預計於計畫執行期間針對國內實驗室間環境試樣放射性分析比較實驗、TAF 游離輻射領域環境試樣放射性分析能力試驗或國際間實驗室環境試樣放射性分析比較實驗(如 IAEA 舉辦)等相關檢測能力試驗，擇一參加。
- ii. 針對環境樣品取樣、前處理及計測分析實務訓練報告以及環境樣品取樣及分析方法標準作業程序書。
- iii. 完成核設施第 2、3 與 4 季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業。
- iv. 配合輻射偵測中心進行輻射偵測技術或放射性分析相關研究，完成學術文章發表。

5. TFDA(食藥署)放射性食品核種分析認可實驗室認證—

- i. 本校執行行政院原子能委員會『105 年度輻射災害放射性分析備援實驗室建置案』，主要目的在於當國內發生核子事故或輻射相關意外事件或國外有相

關進口食品時，必須檢測民生相關的大量流通食品、商品與生活環境飲用水及土壤等樣品，而為使檢驗結果更有說服力，藉由通過國家承認的認證機構(TAF 或 FDA 等機構)的認證，增進本校輻射災害放射性分析備援實驗室的公信力。

- ii. 申請實驗室認證主要目的分別包括透過評鑑活動，可提升檢測技術及品質管理，建立優良的操作規範；可登載於認可實驗室名錄，提高其校正或測試報告之公信力；校正或測試亦被各界如政府單位和廠商所接受；藉國際間之相互認可，校正或測試報告將被國外相互認可單位所接受以及可於規定之範圍內使用中華民國實驗室認證體系之標誌。
 - iii. 本計畫為能順利於 108 年完成 TFDA(食藥署)的放射性食品核種分析認可實驗室認證作業，於 107 年 11 月提出申請，併在本校農水產檢驗中心與輻射偵測中心的協助下，撰寫實驗室認證相關文件。已於 107 年 12 月完成實驗室現場評鑑，規劃於 108 年 06 月以前取得 TFDA 的認證證照。
6. 建立移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書；完成食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告。
 7. 參加核安第 25 號演習(核三廠)實兵聯合演練並完成演練成果報告。
 8. 屏科大通識課程—
 - i. 計畫主持人(葉一隆教授)偕同 2 位共同主持人(陳庭堅教授；林聖淇助理教授)於 107 學年度第 2 學期及 108 學年第 1 學期在屏科大開設『輻射與安全』通識課程。
 - ii. 台灣核三廠至屏科大直線距離僅有 80 公里，提供正確輻射相關知識與建立適當輻射防護觀念對屏科大學生都是當務之急。本課程以淺顯易懂的授課內容(案例分析)與方式(參訪核三廠)，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，進而對輻射建立正確的觀念。
 - iii. 『輻射與安全』是讓學生了解輻射的特性與應用的課程，於此同時也週知輻射與生活息息相關，無法避免。希冀透過輻射教育的普及性，讓學生重視如何做好輻射防護、避免輻射傷害，才不會遇到相關問題產生時而慌張失措，最終啟發學生對輻射利弊的省思。

五、計畫進度(甘特圖)

本計畫工作項目預定執行進度表如表 2-2 所示，並依行政院原子能委員會輻射偵測中心要求查核日期與項目進行控管，同時與該中心保持密切聯繫，以有效掌握並確保整體計畫執行進度。本計畫執行規劃的重要查核日期分別為 108 年 03 月 20 日、06 月 20 日、09 月 20 日與 11 月 30 日，所屬各個查核項目分述如表 2-3 所示。

表 2-2 工作項目預定進度表(甘特圖)

工作項目	月份												備註
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
背景資料文獻蒐集	■												
輻射災害備援實驗室建置簽約	■												
辦理 1 套低背景比例計數器系統採購案		■											
環境樣品取樣、前處理及計測分析實務訓練報告			■										
核設施環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業					■			■			■		
食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告							■						
移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書							■						
參加原能會輻射偵測中心、IAEA 舉辦放射性分析能力試驗				■									
「輻射與安全」通識課程			■						■				
完成環境試樣認證相關文件	■												
期末報告撰寫及修正											■		

工作進度估計百分比			5%	15%	20%	30%	45%	60%	75%	80%	95%	100%	
-----------	--	--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	--

表 2-3 工作項目預定查核點一覽表

預定查核點	<p><u>108年3月20日</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成輻射災害備援實驗室建置案委外招標及決標簽約等事項。 2. 完成環境樣品取樣及分析方法標準作業程序書。 <p><u>108年6月20日</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成1套低背景比例計數器系統採購案。 2. 完成環境樣品取樣、前處理及計測分析實務訓練報告。 3. 完成核設施第2季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業。 4. 屏科大輻射災害備援實驗室通過食藥署TFDA實驗室認證。 <p><u>108年9月20日</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建立移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書。 2. 完成核設施第3季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業。 3. 完成食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告。 <p><u>108年11月30日</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成參加IAEA、國內環境試樣放射性分析能力比較試驗檢討報告。 2. 完成核設施第4季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業。 3. 完成環境試樣認證相關文件。 4. 完成計畫期末報告。
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、工作項目請視專案性質及需要自行訂定。預定進度以粗線表示其起迄日期。 2、「工作進度百分比」欄係為配合管考作業所需，累積百分比請視工作性質就以下因素擇一估計訂定：(1)工作天數，(2)經費之分配，(3)工作量之比重，(4)擬達成目標之具體數字。 3、「預定查核點」，請在條形圖上標明※符號，並在「預定查核點」欄具體註明關鍵性工作要項。 	

本計畫為能順利於民國 108 年 06 月完成食藥署(TFDA)游離輻射領域測試實驗室認證程序，已於 107 年 11 月完成實驗室認證書面審查意見回覆之相關資料，並在本校農水產檢驗中心與原能會輻射偵測中心的協助下，於同年 12 月完成 TFDA 委員現場評鑑工作，與評鑑改善建議回覆意見書的修正與上傳作業程序，計畫於 108 年 06 月以前取得認證證書，進度以甘特圖規劃之(如表 2-4 所示)，以有效掌握並確保整體計畫執行進度；實際執行進度詳如圖 4-14 TFDA 認證大事紀。

表 2-4 108/01~108/12 實驗室認證預定進度表(甘特圖)

工作項目	月份												備註	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
委員初訪	■	■												
初訪審查意見回覆		■	■	■										
現場評鑑				■	■	■								
評鑑後改善措施						■	■	■						
評鑑委員複查								■	■	■				
評鑑認可建議									■	■	■			
取得認證、領證										■	■	■		

參、研究人力

本計畫的備援實驗室組織架構如圖 3-1 所示。本計畫人力配置及需求規劃實驗室主持人是土木系葉一隆教授、品質主管由環工系陳庭堅教授擔任、技術主管則由林聖淇助理教授擔任、實驗室檢測分析人員規劃聘用專任碩士級黃韋翔研究助理擔任(已取得輻射操作人員資格)，另聘兼任研究助理陳麗珍與洪浩坤協助處理一般行政庶務與實驗檢測分析試驗等工作，相關人員學經歷如附錄一所示。

計畫主持人土木系葉一隆教授負責控管計畫執行進度與研究方向，協調校內、外研究資源配置等工作；環工系陳庭堅教授針對環境試樣採集和農產品產源的收集、文獻資料彙整以及分析檢測數據之統計分析工作等進行規劃；林聖淇助理教授擔任加馬(Gamma)放射性核種定性與定量檢測技術之開發、文獻資料蒐集與實驗室樣品檢測進度控管等；同時，規劃聘用專任碩士級(黃韋翔先生)負責執行加馬(Gamma)放射性核種定性與定量檢測工作、文獻資料蒐集以及協助處理一般行政庶務與學士級(葉宜蓁)接受輻射偵測中心前處理及分析計測技術之訓練，承擔輻射偵測中心以及備援實驗室間技術移轉之負責人員。

本研究團隊積極規劃研究人員接受輻射檢測分析相關知識課程的訓練，已於 105 年開始陸續完成受訓人次與教育訓練資訊分述如下：18 小時操作人員輻射安全訓練班結訓證書 1 人：黃韋翔；36 小時操作人員輻射安全訓練班結訓證書 3 人：林聖淇、黃韋翔與葉宜蓁，併於取得及格證書；18 小時實驗室認證規範 ISO/IEC 17025 訓練班結訓證書 6 人：林聖淇、葉一隆、陳庭堅、黃韋翔、葉宜蓁與陳麗珍；18 小時實驗室認證規範 ISO/IEC 17025 訓練班訓練合格證書 6 人：林聖淇、葉一隆、陳庭堅、黃韋翔、葉宜蓁與陳麗珍。144 小時輻防員專業訓練及進階班訓練結訓證書：林聖淇。

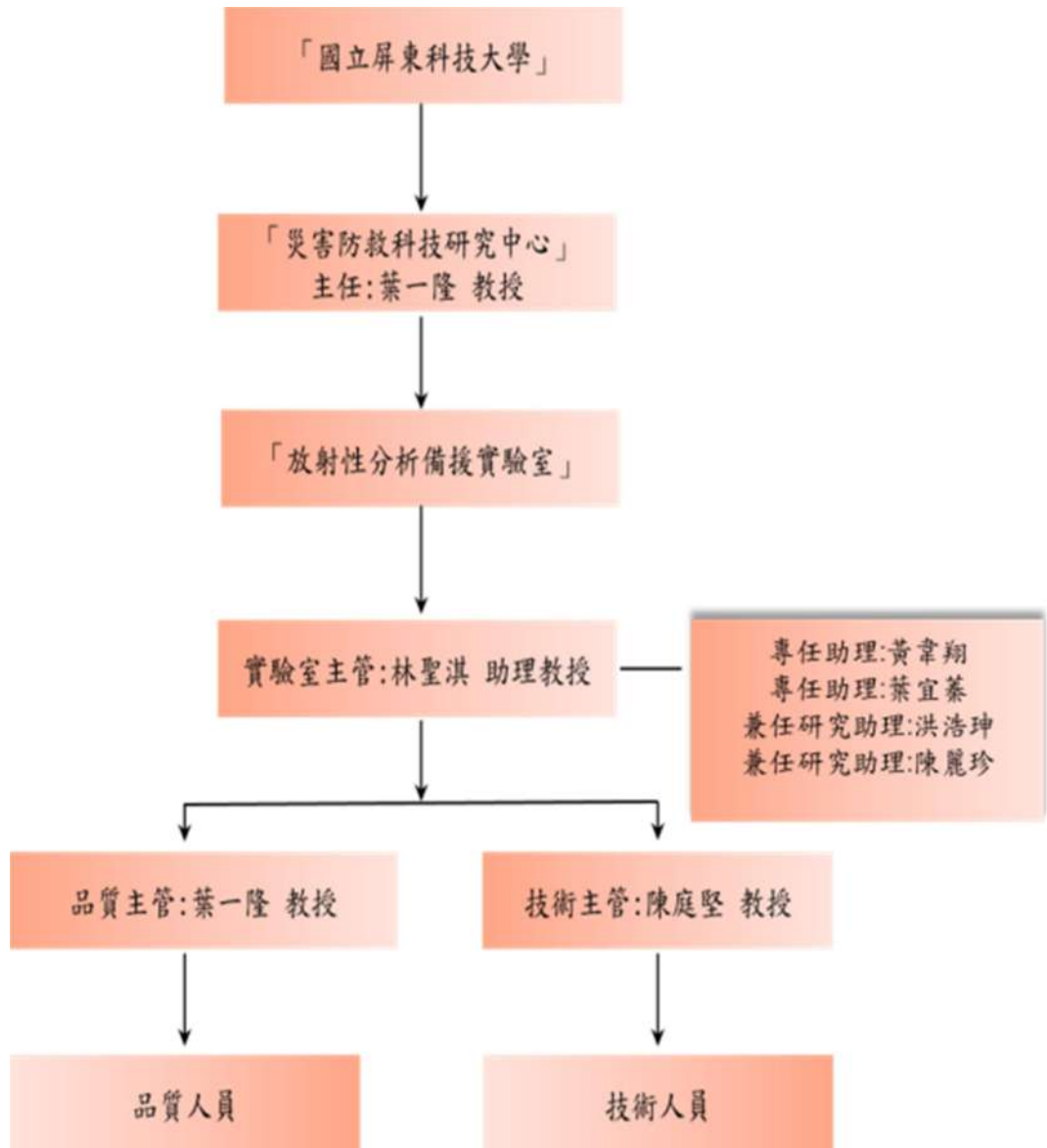


圖 3-1 「輻射災害備援實驗室」組織架構圖

肆、108 年計畫執行成果

本計畫工作項目依行政院原子能委員會輻射偵測中心要求查核日期與項目進行控管，截至民國 108 年 12 月已完成空間規劃符合本計畫之規定並經由輻射偵測中心確認、本計畫操作人員應至少 2 名具行政院原子能委員會輻射安全證書、完成環境樣品取樣及分析方法標準作業程序書(3 月)；完成低背景比例計數器採購案、完成環境樣品取樣/前處理及計測分析實務訓練報告、完成核設施第 2 季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業(6 月)；建立移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書、完成核設施第 3 季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業、完成食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告(9 月)；完成參加 IAEA、國內環境試樣放射性分析能力比較試驗檢討報告、完成核設施第 4 季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業、完成環境試樣認證相關文件、完成計畫期末報告(11 月)等工作項目。茲就所屬各個工作項目執行日期與佐證相關資料分述如下。

一、實驗室空間規劃符合本計畫之要求

本實驗室空間規劃於 105 年度已確認實驗室地點，並規劃好儀器分析室、樣品前處理室、樣品貯存室、辦公室及支援空間等，均符合本計畫之規定，如表 4-1 及圖 4-1a-4-1f 所示。並設有兩套純鍺半導體偵檢器(HpGe)加馬能譜分析系統，如圖 4-2 所示。

表 4-1 實驗室空間規劃表

名稱	要求面積(坪)	實際面積(坪)	結果
儀器分析室	12	25.86	符合
樣品前處理室	8	10.90	符合
樣品貯存室	6	8.16	符合
辦公室	0	15.43	
支援空間	0	40.00	



圖 4-1a 樣品貯存室

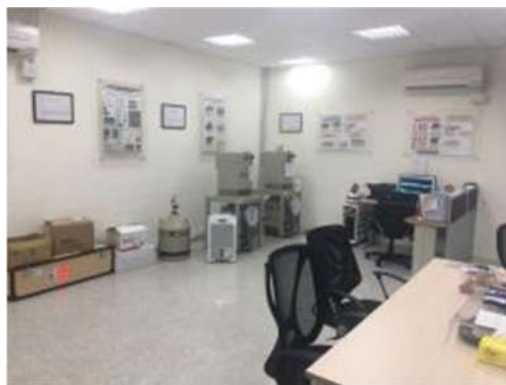


圖 4-1b 儀器分析室



圖 4-1c 辦公室



圖 4-1d 廢棄物置放區



圖 4-1e 樣品前處理室



圖 4-1f 樣品前處理室



圖 4-2 兩套半導體純銻偵檢器

二、操作人員輻射安全訓練及相關證照

- i. 36 小時操作人員輻射安全訓練班結訓證書 3 人：林聖淇與黃韋翔(受訓期間：105 年 8 月 9 日至 105 年 8 月 16 日)及葉宜蓁(受訓期間:108 年 8 月 6 日至 108 年 8 月 13 日)；目前林聖淇、黃韋翔與葉宜蓁均取得輻安證書，如圖 4-3a-4-3b 所示。



圖 4-3a 36 小時操作人員輻射安全訓練班結訓證書



圖 4-3b 36 小時操作人員輻射安全證書

- ii. 108 小時輻防人員輻防專業訓練班及 36 小時輻防人員輻防專業訓練進階班 1 人:林聖淇(受訓時間:106 年 6 月 26 日至 106 年 7 月 27 日及 106 年 8 月 16 日至 106 年 8 月 23 日)，如圖 4-4 所示)。



圖 4-4 108 小時輻防人員輻防專業訓練班及 36 小時輻防人員輻防專業訓練結訓證書

- iii. 18 小時實驗室認證規範 ISO/IEC 17025 訓練班結訓證書 6 人: 林聖淇、葉一隆、陳庭堅、黃韋翔、葉宜蓁及陳麗珍(受訓期間: 107 年 8 月 7 日至 107 年 8 月 9 日)如圖 4-5 所示。



圖 4-5 18 小時實驗室認證規範 ISO/IEC 17025 證書

三、環境樣本取樣及分析方法標準作業程序書

本實驗室目前已通過 TAF 食品加馬放射性核種分析認證，而本實驗室預計於 109 年向 TAF 提出增項申請(環境類放射性核種分析)，本實驗室在輻射偵測中心的文件移轉相關作業程序書共 4 份技術操作程序書，內容包括環境試樣取樣作業程序、生物試樣、沉積物、植物、淡水及海水之前處理作業程序、水樣加馬能譜分析直接計測作業程序，本實驗室接續修訂為實驗室特有之作業程序書並歸類為品質文件符合品質管理與品質保證之要求，相關程序書標號名稱詳如表 4-2 所示。詳細作業程序書請見附件二所示。

表 4-2 環境樣本取樣及分析方法標準作業程序書

項次	偵測中心程序書編號	偵測中心程序書名稱	備援實驗室程序書編號	備援實驗室程序書名稱
1	RMC-M-11	環境試樣取樣作業程序	RAL-O05	環境試樣取樣作業程序書
2	RMC-O-001	沉積物試樣總貝他與加馬分析前處理	RAL-O06	沉積物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
3	RMC-O-002	生物試樣之前處理作業程序書	RAL-O02	生物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
4	RMC-O-003	淡水試樣總貝他與總阿伐分析之前處理作業程序	RAL-O07	淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分析前處理作業程序書

四、輻射偵測中心環境樣品取樣/前處理及計測分析實務訓練

本實驗室黃韋翔、洪浩坤、張智全及蔡享駿於 108 年 5 月 13 日到輻射偵測中心接受環境樣品取樣、前處理與計測分析及水樣阿伐/貝他計測分析實務訓練，輻射偵測中心李建興技正講解環境樣品取樣、前處理與計測分析介紹，如圖 4-6a-b 所示；周政毅技佐講解總貝他水樣樣品前處理作業程序的介紹並實際操作，而本實驗室人員也有實際實作如圖 4-7a-b 所示；羅會義技士講解總貝他儀器低背景比例計數器的原理、注意事項、品管、效率曲線的建立及數據的分析與計算，如圖 4-8a-d 所示；陳炳宏技工講解環境試樣的前處理過程及實作，如圖 4-9a-b 所示；潘嘉吟技士講解效率曲線的配製實作，如圖 4-10a-b 所示。詳細實務訓練報告請參閱附件三。

本次教育訓練讓本實驗室更了解環境樣品的採樣流程及注意事項，對於實務委託樣品的接收到前處理、儀器分析、出檢測報告等更熟稔，也藉此學習總貝他分析所使用到的儀器低背景比例計數器由於今年本實驗室預計購買低背景比例計數器，可藉此次教育訓練，讓本實驗室能更快速熟悉儀器的操作及效率曲線的建立。



圖 4-6a 環境樣本取樣與前處理介紹



圖 4-6b 環境樣本取樣與前處理介紹

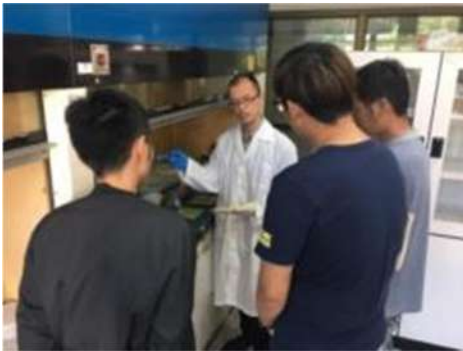


圖 4-7a 總貝他前處理實作



圖 4-7b 總貝他前處理實作



圖 4-8a 低背景比例計數器介紹



圖 4-8b 低背景比例計數器介紹



圖 4-8c 低背景比例計數器介紹



圖 4-8d 低背景比例計數器介紹

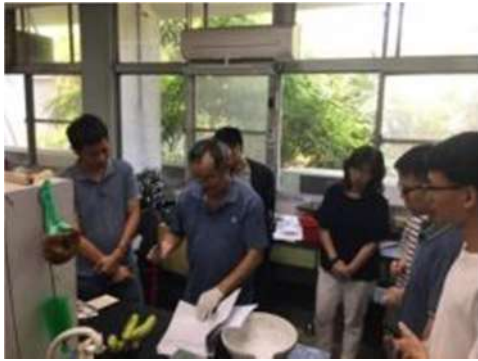


圖 4-9a 樣本前處理實作



圖 4-9b 高溫灰化爐介紹



圖 4-10a 效率曲線配製實作



圖 4-10b 效率曲線配製實作

五、低背景比例計數器採購案

- i. 3月08日-低背景比例計數器第一次上網公告招標(流標)
- ii. 3月21日-低背景比例計數器第二次上網公告招標
- iii. 3月26-開標
- iv. 6月18日-低背景比例計數器交貨
- v. 6月19-21日-儀器教育訓練
- vi. 7月04日-低背景比例計數器驗收

儀器搬運及安裝位置實景照片，圖 4-11a-4-11d(地點：屏科大電算中心地下一樓放射性分析備援實驗室) 低背景比例計數器教育訓練之照片，圖 4-12a-4-12b 所示。



圖 4-11a 比例計數器搬運過程



圖 4-11b 比例計數器搬運過程



圖 4-11c 比例計數器組裝過程



圖 4-11d 比例計數器搬運過程



圖 4-12a 比例計數器



圖 4-12b 比例計數器教育訓練

六、輻射偵測中心訓練環境與生物試樣前處理

為增進本實驗室環境試樣與生物試樣前處理技術，提升環境及食品樣品輻射檢測效能，本實驗室於4月18日至4月19日前往輻射偵測中心學習環境試樣與生物試樣前處理技巧及相關經驗，包括樣本切割的大小、蒸發樣本水分的溫度及時間、高溫灰化爐設定的溫度及時間、海魚及家禽的處理技巧、灰化後裝罐的方式及樣品鮮重與灰化後重及計測重量的計算方式等，如圖4-13a-4-13d所示。



圖 4-13a 樣本前處理訓練



圖 4-13b 樣本前處理訓練



圖 4-13c 樣本前處理訓練



圖 4-13d 樣本前處理訓練

七、建立移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書

輻射偵測中心於第3季9月時，移轉「RAL-O08 污染樣品接收作業程序書」，本實驗室接續修訂維實驗室特有之作業程序書。在輻射偵測中心協助下，本實驗室同時針對105年購買的移動式碘化鈉偵檢器在輻射偵測中心協助下撰寫「RAL-O09

移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書」，歸類為品質文件符合品質管理與品質保證之要求。此作業程序書目的為提供本實驗室於核能電廠發生事故，疑似有放射性物質外釋時，以碘化鈉(NaI)快速篩檢系統進行食品及飲用水加馬核種定性及定量分析，並供作業人員正確操作程序之依循。詳細作業程序書請參閱附件四。

八、完成食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告

目前實驗室分析量從 106 年 7 月累計至今約 780 個樣本，如表 4-3 所示，其中約 520 個樣本是環境樣本，主要為科技部計畫及學生碩士論文之樣本為主，環境樣本需花費較長時間計測；而食品樣本則是客戶委託或是執行計畫之樣本佔大部分。本實驗室於 107 年底承接一件委託案，分析 100 個日本進口食品，並在一個月內完成所有樣本的檢測，也在此次分析中發現，若樣本的重量達到 100 克以上，約分析 1000 秒即可以達到衛福部公告第一階段(篩檢)飲料及包裝水之最小可測量(Minimum Detectable Amount, MDA)需小於 5 貝克/公斤，乳及乳製品、嬰兒食品及其他食品需小於 10 貝克/公斤，而樣本的重量若約 700 克左右，則約分析 5000 秒即可以達到衛福部公告第二階段(定量分析)樣品量測之最小可測量(Minimum Detectable Amount, MDA)需小於 1 貝克/公斤或 1 貝克/升，詳細計測時間如表 4-4 所示。

表 4-3 本實驗室目前樣本分析量

樣本種類	數量	樣品來源	計測時間	備註
食品類	約 260 個	委託樣本(100 個) 計畫樣本(130 個) 自行檢測(30 個)	1,000-30,000 秒	計測時間以 MDA 為依據
環境類	約 520 個	委託樣本(60 個) 計畫樣本(380 個) 自行檢測(80 個)	30,000-60,000 秒	計測時間以 MDA 為依據

表 4-4 本實驗室食品樣本計測時間參考表

樣本重量	第一階段計測時間		第二階段計測時間	備註
	10 MDA	5 MDA	1 MDA	
100 克以下	3,000 秒	6,000 秒	3,0000 秒	以實際測量值為主
100 克以上	1,000 秒	2,000 秒	10,000 秒	
700 克以上	1,000 秒	1,000 秒	5,000 秒	

食品試樣中 90% 為第一階段量測、10% 進入第二階段量測。食品試樣第一階段定性約需 1000 秒、食品試樣第二階段定量作業約需 6000 秒。加權後平均一個試樣所需計測時間為 25 分鐘，試樣前處理平均需要 20 分鐘，每日工時 8 小時，扣除品保作業與報告製作 1 小時，每天平均可執行 10 件，實驗室共兩台 HPGe 共可執行 20 件試樣。每月 22 個工作天，每年最多可執行 5,280 件。詳細設備量能評估報告請參閱附件五。

九、TFDA 實驗室認證申請

本實驗室至成立時就以通過 TAF 實驗室認證及 TFDA 食藥署實驗室認證為其中一個重要目標，本實驗於 107 年 6 月通過 TAF 實驗室認證並取得認證證書。同時也於 107 年 8 月向 TFDA 食藥署提出游離輻射領域測試實驗室認證程序，直到 108 年 2 月 21 日正式通過實驗室認證並取得證書，如圖 4-15 所示。認證過程如表 4-5 所示，圖 4-14 為 TFDA 認證大事紀，現場評鑑情形如圖 4-16a-4-16b 所示。現場評鑑時，委員提出 5 個不符合事項，本實驗室也立即完成回覆，詳細認證相關資料請參閱附件六。

表 4-5 備援實驗室參加 TFDA 認證紀事

日期	重要事項	完成比例
107 年 8 月 16 日	提出 TFDA 申請案	10 %
107 年 9 月 21 日	補齊相關文件	40 %
107 年 10 月 1 日	委託 TAF 安排書面審查	50 %
107 年 10 月 28 日	補齊相關文件	60 %
107 年 11 月 21 日	現場評鑑，共開出 7 個不符合事項	80 %
107 年 12 月 03 日	完成回覆改善確認	95 %

108年2月21日	通過認證	100%
-----------	------	------

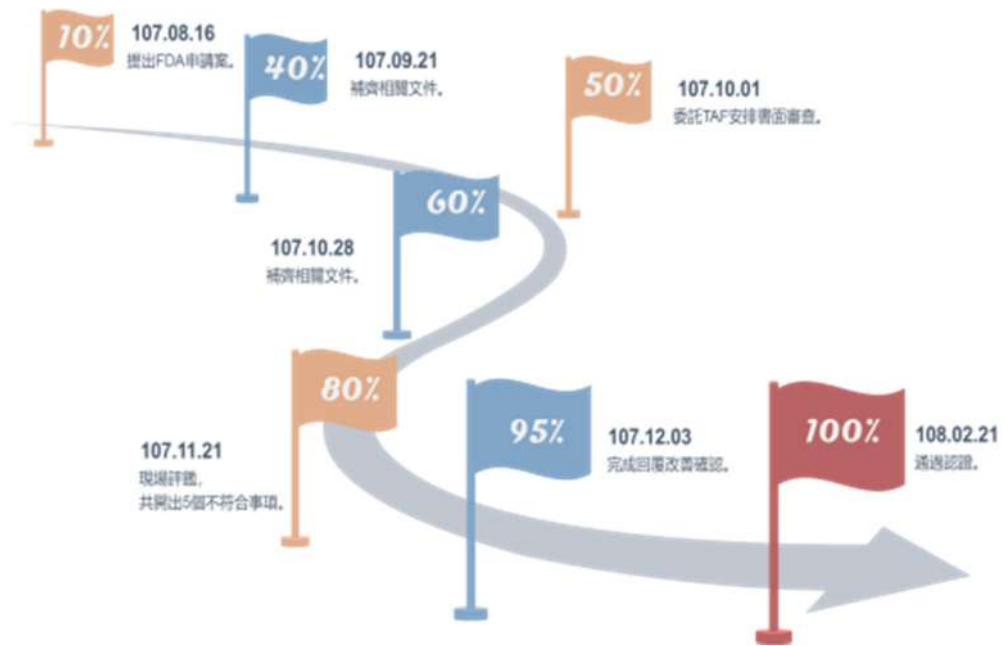


圖 4-14 TFDA 認證大事紀



圖 4-15 TFDA 實驗室認證證書



圖 4-16a TFDA 委員現場評鑑



圖 4-16b TFDA 委員現場評鑑

十、TAF 監督評鑑

本實驗室於 108 年 8 月 29 日接受 TAF 的監督評鑑，在此次評鑑中，有三個不符合(NC)，而本實驗室以於 9 月 26 日將不符合事項改善並回覆評鑑委員，圖 4-17a-b 為 TAF 監督評鑑委員現場評鑑之照片。詳細不符合事項文件請參閱附件七。



圖 4-17a TAF 監督評鑑



圖 4-17b TAF 監督評鑑

十一、參與 108 年 25 號核安演習

為了讓民眾對本實驗室有進一步的了解，本實驗室預錄輻射污染樣品後送備援實驗室分析影片，並於民眾觀摩 108 年核安第 25 號演習時播放，藉此，期民眾了解政府因應核子事故污染樣品檢測之整備作為。圖 4-18 為本實驗室參與核安演習所拍攝的過程包括場地佈置、樣本接收、樣本送至前處理室、樣本前處理、樣本傳遞、樣本秤重、樣本分析、數據分析等流程。

本實驗室人員葉宜蓁於 9 月 10 日當天，至車城監測中心參與演出，負責輻射污染樣本的前處理與計測，如圖 4-19a-b 所示。而實驗室人員黃韋翔於 9 月 11 日至加祿堂營區收容所協助演出，分配至醫療救護中心負責專業輻射的諮詢，安撫民眾並給予輻射的基本知識，如圖 4-20a-b 所示。



圖 4-18 本實驗室參與核安演習影片拍攝流程



圖 4-19a 核安演習車城監測中心



圖 4-19b 核安演習車城監測中心



圖 4-20a 核安演習加祿堂營區收容所



圖 4-20b 核安演習加祿堂營區收容所

十二、國際原子能總署(IAEA)試樣比對試驗

本實驗室於 108 年 4 月 14 日報名參加 2019 年國際原子能總署(IAEA)試樣比對試驗，

並於 108 年 5 月 28 日收到樣本，包括三個水樣(Sample 1、Sample 2、Sample 3-QC)、1 個蝦粉(Sample 4)及三個濾紙(Sample 5、Sample 6、Sample 7)，並於 108 年 9 月 14 日上傳檢測數據，圖 4-21 為 IAEA 試驗樣本。能力試驗結果顯示 Sample 1 及 Sample 2 準確度及精密度皆達標如圖 4-22 所示。而 Sample 4 因為分析結果不確定度太高故沒有呈報數據；而 Sample 5、Sample 6、Sample 7 屬於總貝他的部分，由於本實驗室今年 7 月剛完成低背景比例計數器的採購，尚未建立儀器的效率曲線，故今年本實驗室只針對加馬核種能力試驗樣本作分析。相關能力試驗結果與討論參閱附件八(108 年放射性核種分析能力試驗檢討報告)。

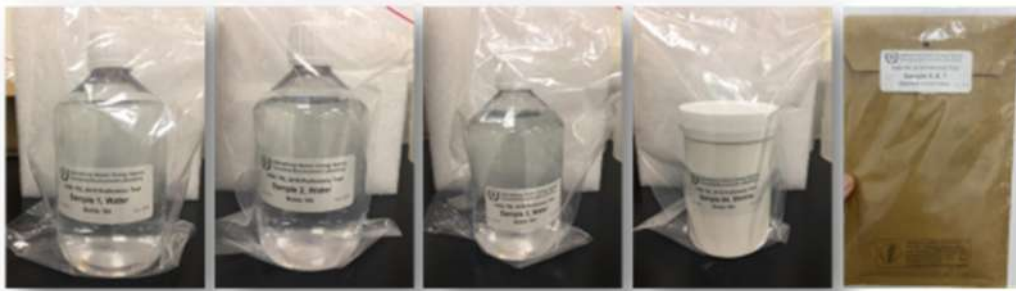


圖 4-21 IAEA 試驗樣品

Final Score													
A:準確度及精密度皆"接受"													
Evaluation Result Table for Sample 1													
Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Cs-134	9.3	0.3	20 %	9.226	0.411	-0.80 %	0.65	0.11	A	5.50	A	A
1	Cs-137	8.92	0.25	20 %	8.892	0.405	-0.31 %	0.4	0.07	A	5.35	A	A
1	Ra-228	22.08	1	20 %	22.128	1.129	0.22 %	1.25	0.04	A	6.82	A	A
Evaluation Result Table for Sample 2													
Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Cs-134	5.05	0.15	40 %	4.779	0.283	-5.37 %	0.35	0.77	A	6.62	A	A
2	Cs-137	4.19	0.12	40 %	4.271	0.277	1.93 %	0.22	0.37	A	7.09	A	A

圖 4-22 IAEA 試樣比對試驗結果

十三、國內環境試樣放射性分析能力比較試驗

本實驗室於 107 年 12 月報名參加國內環境試樣放射性分析能力比較試驗，並於 108 年 2 月 19 日收到試驗樣本，包括海水、土壤、茶葉等 3 個樣本，如圖 4-23 所示，並於 108 年 8 月 1 日回傳數據，由於本實驗室今年 7 月剛完成低背景比例計數器的採購，尚未建立儀器的效率曲線，故今年本實驗室只針對加馬核種能力試驗樣本作分析。試驗比對結果均在合理範圍內(En 值皆小於 1)，如圖 4-24 所示，相關能力試驗結果與討論參閱附件八(108 年放射性核種分析能力試驗檢討報告)。



圖 4-23 國內環境試樣放射性分析能力比較試驗能力試驗樣本

108 年國內環境試樣放射性分析比較試驗分析結果

參加單位	海水	土壤								茶葉			
	加馬能譜分析	加馬能譜分析											
	鉀-40	鉀-40	鈾-137	鈾-208	鈾-228	鉀-40	鈾-137						
JCAC		493.0±56.0	23.5±2.7	12.7±1.6	41.1±5.2	5910.0±800.0	22.9±3.5						
RMC	10.9±0.8	469.3±45.0	21.6±2.0	11.4±1.3	37.7±3.5	5540.0±514.1	22.1±3.5						
NPUST	11.6±3.0	459.6±28.3	22.1±1.4	12.2±2.9	35.7±3.1	5752.8±311.8	26.2±3.0						
En (RMC)		0.33	0.57	0.63	0.54	0.39	0.16						
En (NPUST)	0.20	0.53	0.18	0.47	0.19	0.15	0.25	0.89	0.43	0.18	0.35	0.71	0.88

註: 1.--表示未分析或未提報數據。2.En 值:左欄位以 JCAC 為準,右欄位以 RMC 為準。3.可接受範圍: $En_{(RMC)} = \frac{|X_{分析結果} - X_{RMC}|}{\sqrt{U_{分析結果}^2 + U_{RMC}^2}} \leq 1$

註:2. 海水樣本單位貝克/公升; 土壤及茶葉樣本單位貝克/公斤·乾重

圖 4-24 國內環境試樣放射性分析比較試驗分析結果

十四、核設施環境輻射監測取樣分析及樣本平行監測作業

原能會輻射偵測中心依職責執行核能設施環境輻射監測作業，累積多年環境樣品取樣計測分析實務經驗，制定作業程序書並遵循 ISO /IEC 17025 實驗室認證規範執行品質保證與品質管制作業，經財團法人全國認證基金會(TAF)認證；藉由此次機會建立偵測中心與本實驗室平行監測作業機制，訂立雙方共同進行核三廠環境輻射監測作業之合作模式，分析結果更可作為本實驗室樣品分析技術比對依據。

本實驗室於 108 年 4、7、10 月皆與原能會輻射偵測中心前往核三廠周遭進行每季的採樣工作，如圖 4-25a-4-25f 所示，包括土壤、相思樹、牧草、岸沙、海水、

核三廠內雨水渠道口、白沙社區生物試樣及恆春地區的葉菜類等樣本，一方面學習採樣流程及注意事項，另一方面則學習樣本的前處理及分析，並同時也跟著分析藉此與中心比對數據，來確認檢測結果的可靠性與增進分析技術的熟練度。最終將本實驗室所前處理好的樣本與輻射偵測中心交換，彼此分析雙方的樣本，以比對雙方的前處理能力及樣本分析能力是否有一致性，藉此達到平行監測的目的。詳細平行監測分析報告請參閱附件九(核設施第2、3、4季環境輻射監測取樣分析及樣本平行監測分析報告書)。



圖 4-25a 核三廠第二季採樣



圖 4-25b 核三廠第二季採樣



圖 4-25c 核三廠第三季採樣



圖 4-25d 核三廠第三季採樣



圖 4-25e 核三廠第四季採樣

圖 4-25f 核三廠第四季採樣

十五、日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪屏科大備援實驗室

公益財團法人日本化學分析中心(Japan Chemical Analysis Center, JCAC)是日本當地放射性核種檢測的實驗室，JCAC 長期與輻射偵測中心有學術上的交流，包括國內環境試樣能力試驗日本 JCAC 也一同參與比對。而日本 JCAC 在輻射偵測中心的牽引之下，於 108 年 10 月 31 日來到屏科大備援實驗室參觀，並給予寶貴的建議與經驗，也在輻射偵測中心的陪同下，參觀屏科大的工作訓練犬中心及農水產品檢驗與驗證中心，相關參訪照片如圖 4-26a-f 所示)。



圖 4-26a 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪

圖 4-26b 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪



圖 4-26c 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪

圖 4-26d 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪

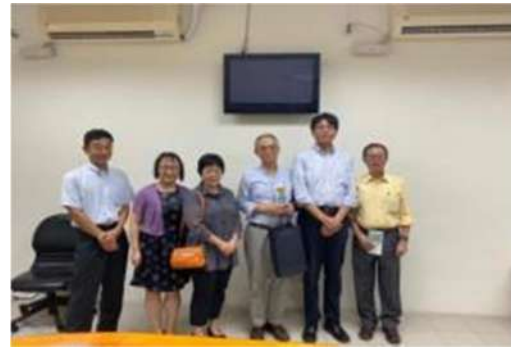
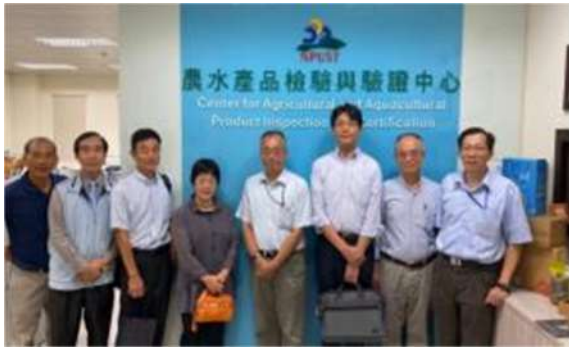


圖 4-26e 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪 圖 4-26f 日本 JCAC 暨輻射偵測中心參訪

十六、參加學術研討會

本實驗室於 108 年 5 月 28 日參加「108 年度行政院災害防救應用科技方案(第二期)104 年-107 年度總成果研討會」，並設攤展示本實驗室從無到有的建置過程及實驗室的運作與研究，同時也將 105 年購置的碘化鈉偵檢器移至研討會現場展示，並實作與講解給現場參與的來賓，如圖 4-27a-b 所示。

本實驗室同時於 108 年 10 月 25 日參加 108 年度農業工程研討會，並以張貼海報方式發表論文 1 篇，題目為「台灣香蕉植體天然放射性核種鉀 40 含量之分佈」，如圖 4-28a-b 所示。

本實驗室於 108 年 11 月 6 日參加輻射偵測中心舉辦的「中日工程研討會」，邀請日本國立研究開發法人產業技術綜合研究所學者保高徹生來台演講「日本環境水中放射性銫濃度及監測技術探討」，分享他們在福島核子事故後日本政府如何整治及重建，使當地居民能再次回到自己的家鄉居住，如圖 4-29a-b 所示。

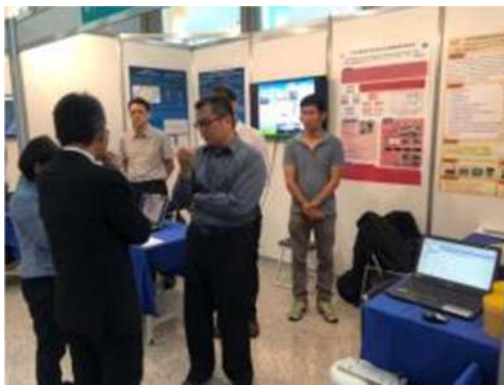


圖 4-27a 災防科技成果研討會

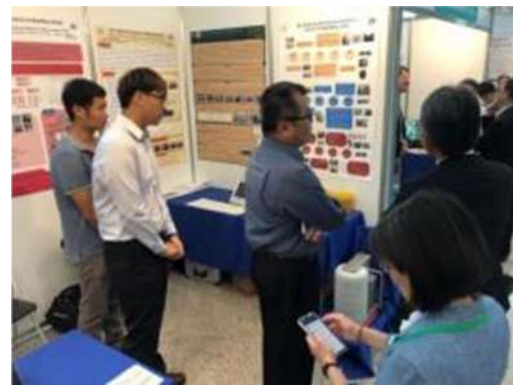


圖 4-27b 災防科技成果研討會



圖 4-28a 農業工程研討會



圖 4-28b 農業工程研討會



圖 4-29a 中日工程研討會

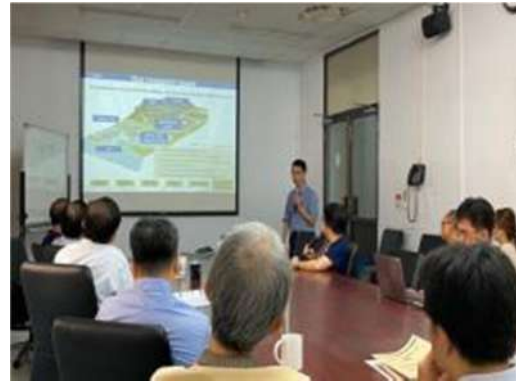


圖 4-29b 中日工程研討會

十七、開設通識課程

本實驗室在國立屏東科技大學於 107 學年度第 2 學期及 108 學年度第 1 學期皆開設輻射相關領域的通識課程，課程名稱為「輻射與安全」，107 學年度第 2 學期有 124 名學生修課；108 學年度第 1 學期有 111 名學生修課，如圖 4-30a-d 所示，並在 108 年 5 月 25 日及 108 年 12 月 1 日舉辦核三廠校外參訪，讓修課學生能更進一步了解核能發電及輻射相關知識，如圖 4-31a-h 所示。



圖 4-30a 第 1 學期輻射與安全通識課程



圖 4-30b 第 1 學期輻射與安全通識課程



圖 4-30c 第 2 學期輻射與安全通識課程



圖 4-30d 第 2 學期輻射與安全通識課程



圖 4-31a 通識課程校外參訪



圖 4-31b 通識課程校外參訪



圖 4-31c 通識課程校外參訪



圖 4-31d 通識課程校外參訪



圖 4-31e 通識課程校外參訪



圖 4-31f 通識課程校外參訪



圖 4-31g 通識課程校外參訪



圖 4-31h 通識課程校外參訪

十八、輻射偵測中心各季查訪

原能會核技處與輻射偵測中心分別於108年4月2日、7月9日及10月4日至本實驗室進行各季訪查，如圖4-32a-b、圖4-33a-b、圖4-34a-b所示。



圖 4-32a 第一季成果訪查



圖 4-32b 第一季成果訪查



圖 4-33a 第二季成果訪查



圖 4-33b 第二季成果訪查



圖 4-34a 第三季成果訪查



圖 4-34b 第三季成果訪查

十九、執行績效內容

屏科大輻射災害放射性分析備援實驗室在 108 年皆已如期完成規劃工作項目，茲就具體成果與效益分析情形條列如下：

➤ 具體成果

1. 完成屏科大輻射災害放射性分析備援實驗室空間規劃。
2. 辦理購置 1 套低背景比例計數器，並完成驗收、儀器校正、品管作業、操作程序書建立及人員訓練。
3. 完成實驗室認證相關資料申請及現場評鑑並通過 TFDA 實驗室認證，取得食品檢驗機構認證證書。
4. 完成環境樣品取樣及分析方法標準作業程序書及環境試樣認證相關文件。
5. 黃韋翔與洪浩坤研究助理至偵測中心接受低背景比例計數器分析實做、儀器校正、品管作業訓練。
6. 參加「IAEA 國際原子能總署」及「國內比較實驗能力試驗」環境試樣放射性分析比較實驗，並通過加馬核種能力試驗。
7. 完成核設施第 2、3、4 季環境輻射監測取樣分析及樣品平行監測作業。
8. 建立移動式碘化鈉偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書。
9. 完成食品快篩檢驗技術及設備量能分析報告。
10. 108 年 9 月由計畫執行人員參演核安第 25 號演習。
11. 於 107 學年度第 2 學期及 108 學年度第 1 學期於屏科大開設『輻射與安全』通識課程。
12. 108 年 5 月參加 108 年度行政院災害防救應用科技方案(第二期)104 年-107 年度總成果研討會，並設攤展示；此外亦參加 108 年 11 月農業工程研討會，並發表壁報論文一篇，題目為『台灣香蕉植體天然放射性核種鉀 40 含量之分佈。』

➤ 效益說明

- (1) 屏科大輻射災害放射性分析備援實驗室的成立，購置 2 套純鍺半導體偵檢器 (HpGe) 加馬能譜分析系統及 1 台低背景比例計數器總貝他分析系統，大幅提高台灣南部地區相關農產品、食品與環境等試樣的放射性檢測能量。
- (2) 完成「IAEA 國際原子能總署」及「國內比較實驗」環境試樣放射性分析比較實驗，驗證實驗技術人員檢測穩定性與熟練度。
- (3) 藉由『輻射與安全』通識課程的開設，讓學生重視如何做好輻射防護、避免輻射傷害，提供正確輻射相關知識與建立適當輻射防護觀念，才不會遇到相關問題產生時而慌張失措，最終啟發學生對輻射利弊的省思。
- (4) 於國內研討會議發表研究成果並與偵測中心持續交流，藉此累積放射性領域科學研究能量並持續與最新檢驗技術接軌，增加屏科大輻射災害放射性分析備援實驗室的曝光度與影響力。

二十、經費執行現況

表 4-6 經費執行現況

科目	項目	說明	金額(元)
經常門	人事費用	計畫(共同)主持人、專任助理費用(含保險與年終)	1,679,478
	消耗性器材及藥品費用	實驗用物品與辦公室雜支等	299,239
	其他研究有關費用	租車、研習、工讀金、差旅與資料蒐集等(含行政管理費)。	621,283
資本門	儀器設備費用	低背景比例計數器系統	2,160,000
		RO 前處理淨水設備	35,000
		客製化射源儲存櫃(內襯鉛片)	55,000
合計		4,850,000	

伍、參考文獻

1. Abiama Ele P., Ateba Owono P., Ben-Bolie G.H., Ekobena F.H.P., Khoukhi El T., 2010. “High background radiation investigated by gamma spectrometry of the soil in the southwestern region of Cameroon”, *Journal of Environmental Radioactivity*, 101, 739-743.
2. Browne E., Firestone R.B., Shirley, V.S.. 1986. *Table of Radioactive Isotopes*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
3. Charles A. Gentile, Jason Perry, Stephen W. Langish, Kenneth Silber, William M. Davis and Dana Mastrovito. 2011. System and method for resolving gamma-ray spectra, BiBTEx, EndNote, RefMan, Princeton University, US7877340 B2.
4. G.E. Knoll, *Radiation Detection and Measurement*, second ed., John Wiley and Sons, 1989. pp.310-324.
5. Greenwood, N. N. and A. Earnshaw. 1984. *Chemistry of the Elements*. Pergamon Press, Inc. Elmsford, New York.
6. Ibrahim F. Al-Hamarnah and Mohammad I. Awadallah. 2009. “Soil radio-activity levels and radiation hazard assessment in the highlands of northern Jordan”, *Radiation Measurements*, 44, 102-110.
7. Mohery M., ShadiahBaz, Kelany Adel M., Abdallah A.M.. 2014. “Environmental radiation levels in soil and sediment samples collected from floating water from a land runway resulting from heavy rains in the Jeddah region, KSA”, *Radiation Physics and Chemistry*, 97, 16-24.
8. Yu-Ming Lin, Pei-Huo Lin, Ching-Jiang Chen and Ching-Chung Huang. 1987. “Measurements of Terrestrial γ Radiation in Taiwan, Republic of China” *Health Physics*, 52, 805-811.
9. Pei-Huo Lin, Ching-Jiang Chen, Ching-Chung Huang And Yu-Ming Lin. 1986. “Measurement of Cosmic Ray Induced Ionisation Intensity”,

- Radiation Protection Dosimetry, Vol. 15, No.3, 185-189, England.
10. Sanderson, C. G., and Decker, K. M. 1993. "A Mixed Gamma-Ray Standard for Calibrating Germanium Well Detectors" *Radioactivity & Radiochemistry*, Vol. 4, No. 2, pp.36.
 11. UNSCEAR Report, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, N. Y. (1982) .
 12. UNSCEAR Report, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, N. Y. (1993) .
 13. UNSCEAR Report, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, N. Y. (2000) .
 14. UNSCEAR Report, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, N. Y. (2013) .
 15. U.S. Department of Energy. 1997 (DOE). *EML Procedures Manual* (HASL-300-Ed.28), Edited by N.A. Chieco, Environmental Measurements Laboratory.
 16. 財團法人全國認證基金會，2012，國際區域貿易協定有關技術性貿易障礙之認證、驗證相關規定及對我國貿易之影響，
 17. 劉祺章、林明仁、黃禎財、洪明崎與黃景鐘，2012，核子事故放射分析實驗室大量樣品管理替代方案探討，臺灣災害管理研討會。
 18. 衛生福利部食品藥物管理署，2016，「食品中放射性核種之檢驗方法」，105年5月19日部授食字第1051900834號，MOHWO0015.00。
 19. 衛生福利部食品藥物管理署，2016，「食品中原子塵或放射能污染容許量標準」，全國法規資料庫，
<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=L0040079>。
 20. 黃景鐘(2004)，臺灣的地表輻射(內部報告)，行政院原子能委員會輻射偵測中心。

附件一、計畫主持人學經歷與相關研究說明一覽表

姓名	葉一隆	類別	計畫主持人
現任服務機關	國立屏東科技大學 土木工程系	職稱	教授
經歷	服務機關名稱	職稱	起迄年月
	國立屏東科技大學 土木工程系	教授	2016.08~迄今
	國立屏東科技大學 教務處	教務長	2014.08~2016.07
	國立屏東科技大學 電子計算機中心	主任	2010.08~2012.07
	國立屏東科技大學 災害防救科技研究中心	主任	2008.02~2012.07
	國立屏東科技大學教務處 教學資源中心	主任	2008.02~2010.01
	國立屏東科技大學 土木工程系	主任	2004.08~2007.07
	國立屏東科技大學 土木工程系	副教授	1999.08~2004.07
	國立屏東科技大學 電子計算機中心教學組	組長	1998.08~2004.07
學歷	學校名稱	學位	起迄年月
	國立臺灣大學 農業工程學研究所	博士	1993.09~2001.06
	國立成功大學 水利及海洋工程研究所	碩士	1988.09~1990.06
	~~以下空白~~		

共(協)同主持人學經歷與相關研究說明一覽表

姓名	陳庭堅	類別	共(協)同主持人
現任服務機關	國立屏東科技大學 環境工程與科學系	職稱	教授
經歷	服務機關名稱	職稱	起迄年月
	國立屏東科技大學 環境工程與科學系	教授	2009/08 迄今
	國立屏東科技大學 環境工程與科學系	副教授	2004/08 至 2009/07
	大仁技術學院 環境管理研究所	副教授	2002/08 至 2004/07
	大仁技術學院 環境工程衛生系(科)	副教授	1999-08 至 2002/07
	大仁技術學院 環境工程衛生科	副教授	1995/08 至 1999/07
	中華民國建築學會	研究助理	1987/11 至 1988/08
	台灣省水利局	研究助理	1984/02 至 1985/09
學歷	學校名稱	學位	起迄年月
	美國猶他大學 土木工程系環工組	博士	1992/09 至 1995/03
	美國猶他大學 土木工程系環工組	碩士	1988/09 至 1992/08
	國立台灣工業技術學院 營建工程技術系	學士	1985/09 至 1987/06

共(協)同主持人學經歷與相關研究說明一覽表(續 1)

姓名	林聖淇	類別	共(協)同主持人
現任服務機關	國立屏東科技大學 科技管理研究所	職稱	助理教授
經歷	服務機關名稱	職稱	起迄年月
	國立屏東科技大學 科技管理研究所	助理教授	2017/02~迄今
	國立屏東科技大學 景觀暨遊憩管理研究所	助理教授	2016/03~2017/01
	國立屏東科技大學 教務處教學資源中心	助理教授	2015/08~2016/03
	國立臺灣大學 生物環境系統工程學系	博士後研究員	2014/08~2015/07
	~以下空白~		
學歷	學校名稱	學位	起迄年月
	國立臺灣大學 生物環境系統工程學系	博士	2006/09~2014/06
	國立臺灣大學 生物環境系統工程學系	碩士	2004/09~2006/06
	國立臺灣大學 生物環境系統工程學系	學士	2000/09~2004/06
	以下空白		

專任助理學經歷說明一覽表

姓名		黃韋翔		聯絡方式	電話	
				E-mail		
級別	專任	<input type="checkbox"/> 高中職 <input type="checkbox"/> 五、二專 <input type="checkbox"/> 學士 <input checked="" type="checkbox"/> 碩士				
	兼任	<input checked="" type="checkbox"/> 研究助理 <input checked="" type="checkbox"/> 博士班研究生 <input type="checkbox"/> 碩士班研究生				
參與本專案期間		自 105 年 04 月 01 日 至 108 年 12 月 31 日				
專任助理	最高學歷	國立屏東科技大學學校		修業期間	100 年 9 月至 102 年 6 月	
		環境工程與科學系系(所)				
兼任助理	助教或研究助理	任職日期：102 年 9 月		研究生	入學日期：100 年 9 月	
					就讀學校系所：屏科大環工系	
		計畫名稱	擔任工作	起迄年月	補助機構	
近之五 年研究 參與畫	107 年輻射災害放射性分析備援實驗室建置案		研究助理	107/03至107/12	行政院原能會	
	106年輻射災害放射性分析備援實驗室建置案		研究助理	106/01至106/12	行政院原能會	
	畜牧糞尿資源化田間試驗及環境教育教材編撰計畫		研究助理	106/08至107/05	行政院環保署	
	105年輻射災害放射性分析備援實驗室建置案		研究助理	105/04至105/12	行政院原能會	
	增強臭氧化減緩DOM產生的UF膜結垢		研究助理	105/08至106/07	行政院國科會	
經歷	服務機構名稱		職稱	起迄年月		
	國立屏東科技大學學校環工系		研究助理	102 年 9 月 ~ 迄今		

專任助理學經歷說明一覽表(續 1)

姓名		葉宜蓁		聯絡方式	電話	
					E-mail	
級別	專任	<input type="checkbox"/> 高中職 <input type="checkbox"/> 五、二專 <input checked="" type="checkbox"/> 學士 <input type="checkbox"/> 碩士				
	兼任	<input checked="" type="checkbox"/> 研究助理 <input type="checkbox"/> 博士班研究生 <input type="checkbox"/> 碩士班研究生				
參與本專案期間		自 107 年 03 月 08 日 至 108 年 12 月 31 日				
專任助理	最高學歷	靜宜大學學校		修業期間	93 年 9 月至 96 年 6 月	
		食品營養學系				
兼任助理	助教或研究助理	任職日期：106 年 4 月		研究生	入學日期：93 年 9 月	
					就讀學校系所：靜宜大學食品系	
	計畫名稱		擔任工作	起迄年月	補助機構	
近之五研年究參與畫	委辦地方政府檢驗動物用藥計畫		研究助理	106/3至106/12	衛生福利部 食品藥物管理署	
	以下空白					
經歷	服務機構名稱		職稱	起迄年月		
	國立屏東科技大學學校環工系		研究助理	107 年 3 月 ~ 迄今		
	高雄市政府衛生局檢驗科		研究助理	106年3月~106年12月		

兼任助理學經歷說明一覽表

姓名		洪浩坤	聯絡方式	電話	
				E-mail	Newhon16@yahoo.com.tw
級別	專任	<input type="checkbox"/> 高中職 <input type="checkbox"/> 五、二專 <input type="checkbox"/> 學士 <input checked="" type="checkbox"/> 碩士			
	兼任	<input checked="" type="checkbox"/> 研究助理 <input type="checkbox"/> 博士班研究生 <input type="checkbox"/> 碩士班研究生			
參與本專案期間		自 108 年 3 月 1 日 至 108 年 12 月 31 日			
兼任助理	最高學歷	國立國立屏東科技大學	修業期間	93 年 9 月至 97 年 9 月	
		環境工程與科學系系(所)			
	助教或研究助理	任職日期：108 年 3 月	研究生	入學日期：97 年 9 月	
				就讀學校系所：屏科大環工系	
		計畫名稱	擔任工作	起迄年月	補助機構
近之五 年研究 參與畫					
經歷	服務機構名稱		職稱	起迄年月	
	國立屏東科技大學		研究助理	108 年 3 月 ~ 迄今	
	力優勢環保股份有限公司		專員經理	107 年 10 月~108 年 03 月	

兼任助理學經歷說明一覽表(續 1)

姓名		陳麗珍		聯絡方式	電話	
				E-mail		
級別	專任	<input type="checkbox"/> 高中職 <input type="checkbox"/> 五、二專		<input checked="" type="checkbox"/> 學士		<input type="checkbox"/> 碩士
	兼任	<input checked="" type="checkbox"/> 研究助理 <input type="checkbox"/> 博士班研究生		<input type="checkbox"/> 碩士班研究生		
參與本專案期間		自 105 年 04 月 01 日 至 107 年 12 月 31 日				
專任助理	最高學歷	大仁科技大學		修業期間	88 年 9 月至 90 年 6 月	
		環境工程與科學系				
		計畫名稱		起迄年月	補助機構	
近之五 研究 參與 計畫	107年度災害防救深耕第3期計畫案		107/1至107/12		屏東縣政府消防局	
	106年度既有水患自主災社區維運計畫		106/10至108/3		屏東縣政府	
	屏東縣106年度核子事故緊急應變計畫 區內逐里宣導及疏散撤離演練計畫		106/2至106/12		屏東縣政府消防局	
	106年度屏東縣防災應變作業精進計畫		106/1至106/12		屏東縣政府消防局	
	105年度既有水患自主災社區維運計畫		105/10至107/3		屏東縣政府	
	105年度自主災社區計畫		105/8至105/11		屏東縣政府	
	屏東縣災害防救深耕第2期計畫		105/1至105/12		屏東縣政府消防局	
	104年度新設水患自主防災社區計畫		104/10至105/8		屏東縣政府	
	104年度水患自主防災社區維運計畫		104/10至105/6		屏東縣政府	
	屏東縣104年度核子事故緊急應變計畫 區內逐里宣導及疏散撤離演練計畫		104/3至104/12		屏東縣政府消防局	
	屏東縣災害防救深耕第2期計畫		103/2至103/12		屏東縣政府消防局	
經歷	服務機構名稱		職稱	起迄年月		
	國立屏東科技大學 災害防救科技研究中心		研究助理	100 年 9 月 ~ 迄今		
	國立屏東科技大學 土木系		研究助理	93 年 9 月 ~ 100 年 9 月		

附件二、環境樣品取樣及分析方法作業程序書

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	環境試樣取樣作業程序書	頁次	5之1
編號	RAL-Q05	實施日期	108年03月19日

1.目的

本作業程序書係提供本實驗室同仁執行輻射偵測作業有關環境試樣取樣作業方法，提供作業人員依循，確保取樣之完整性與代表性。

2.範圍

本作業程序書適用於環境輻射偵測作業之取樣作業。

3.參考資料

3.1 輻射偵測中心環測組品質文件，「環境試樣取樣作業程序」105.5版。

4.名詞解釋

無。

5.職責

無。

6.儀器設備及藥品

6.1 空氣取樣器、海水取樣器、水盤及與水取樣器

6.2 橡皮刮板、毛刷、塑膠漏斗、濾紙(47 mm)、鑷刀、鏈子、標籤、水桶、廣口瓶。

6.3 蒸餾水(去離子水、超純水)

7.作業程序

7.1 本實驗室環境試樣之取樣作業，由實驗室主管指派。

7.2 每次取樣作業前，需確認取樣地點及試樣類別等品管項目。

7.3 環境試樣取樣作業時，以夾鏈袋或廣口瓶裝填試樣，並於包裝或容器表面張貼取樣標籤(附錄一)。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	環境試樣取樣作業程序書	頁次	5之2
編號	RAL-O05	實施日期	108年03月19日

7.4 取樣人員在取樣後應填寫取樣紀錄表(附錄二)，如取樣過程中發現取樣地點之環境有任何值得描述之狀態時，應於取樣紀錄表之備註欄上註記。

7.5 取樣人員在取樣後應填寫取樣紀錄表，表格須由取樣人員及實驗室主管核章。

7.6 空氣試樣

7.6.1 執行取樣時須於濾紙待上記錄取樣地點、取樣起迄時間及抽氣計時器之累積時間。更新新濾紙後，將抽氣計時器歸零或記錄開始之時間。

7.6.2 使用抽氣取樣器須確定能正常運轉，抽氣流率在 40 LPM(經校正器校正)。

7.6.3 因故於抽氣取樣期間更換抽氣取樣器，必須沿用原濾紙，且紀錄以抽氣時間。

7.7 雨水試樣

7.7.1 填寫取樣標籤(附錄二)貼於取樣水桶上。

7.7.2 將雨水試樣取回實驗室後量測總體積，已去離子水或超純水清洗取樣設備。
註:若逢雨季連續降下豪雨有滿溢之虞時，應不定時巡視並分批次將全部雨水試樣混合後量測總體積，最後取 5 公升作為分析量，計算活度時應回推至原總體積之活度。

7.7.3 將取樣設備重新組裝設置，進行下次取樣。

7.8 水樣

7.8.1 填寫取樣標籤(附錄一)貼於取樣廣口瓶上。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	環境試樣取樣作業程序書	頁次	5之3
編號	RAL-O05	實施日期	108年03月19日

7.8.2 依實驗需求採取所需水量。

7.9 奶樣

7.9.1 至核設施所在地之牧場或自消費市場採取試樣，於取樣容器(廣口瓶)上張貼取樣標籤，以冷藏方式，盡速送回實驗室，以避免奶樣腐敗。

7.10 生物試樣

7.10.1 海藻及草樣由取樣人員至規劃取樣地點採取外，其餘像當地農家或民眾購買。

7.10.2 採樣時，海藻根部附著之砂土需用水清洗去除，草樣取根部 30 公分以上部分為主，重量須符合實驗需求。

7.10.3 包裝袋上貼上取樣標籤，並盡速將草樣送回實驗室，避免腐敗。

7.11 沉積物試驗

7.11.1 至規劃之取樣地點，在 25 平方公尺區域內隨機選擇數點取樣。

7.11.2 以鏟子取該地點之表面土(表面 0-5 公分)，避免取碎礫、石頭及植物。

7.11.3 重量以實驗需求為主，放入夾鏈袋中搖動使其均勻混合，並於包裝袋上張貼取樣標籤(附錄一)。

8.注意事項

8.1 為確保取樣人員之安全，執行取樣作業時，須確定取樣為至無危險之處時在取樣。

8.2 進行空氣試樣取樣前預估所需空氣慮及空氣取樣器(宜多備數份)。

8.3 進行水試樣取樣前應準備足量取樣水桶，並事先清洗乾淨。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	環境試樣取樣作業程序書	頁次	5之4
編號	RAL-O05	實施日期	108年03月19日

8.4 避免農田中取翻耕過及斜坡上之土壤。

8.5 底泥之取樣應選擇流動較緩的地方取樣。

8.6 沉積物試樣取樣結果以乾重為基準。

8.7 試樣的運送，須以塑膠袋包裝完整運送；若是託運除以塑膠袋包裝外再以紙箱或塑膠盒裝載；若樣品可能有高活度之疑慮時，包裝運送應與例行環境試樣分開，防止相互污染的可能。

9. 流程圖

無。

10. 附錄

附錄一 取樣標籤

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	環境試樣取樣作業程序書	頁次	5之5
編號	RAL-O05	實施日期	108年03月19日

附錄一 取樣標籤

取樣標籤

日期： 年 月 日	數量：	公斤
		公升
地點：		
名稱：		
人員：		

附錄二

災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室取樣紀錄表(RAL-O05-01)

採樣名稱：_____

試樣名稱	取樣日期	取樣地點	試樣量	特別記事	備註

取樣人員：

實驗室主管：

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	沉積物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	3之1
編號	RAL-O06	實施日期	108年03月19日

1.目的

本作業程序書係提供本實驗室同仁執行沉積物試樣加馬能譜分析之試樣前處理作業依循。

2.範圍

2.1 本作業程序書適用於沉積物試樣中加馬能譜分析之試樣。

2.2 本作業程序書所指沉積物試樣包括:土壤、岸沙、海底沉積物、溝底泥與淤泥等試樣。

3.參考資料

3.1 輻射偵測中心環測組品質文件，「沉積物試樣總貝他活度與加馬能譜分析之前處理操作程序書」 105.5 版。

4.名詞解釋

無。

5.職責

無。

6.儀器設備及藥品

電子天平、瓷蒸發皿(坩鍋)、耐熱手套、藥用酒精、瓷研鉢、2 mm 篩網(10 mesh)、塑膠計測容器 (4.5 公分高)、烘箱、計測樣品標籤。

7.作業程序

7.1 樣品的處理

7.1.1 核對樣品。

7.1.2 將沉積物試樣放入瓷蒸皿中，置於 105 °C 烘箱中乾燥，經過充分的乾燥之後，待之冷卻後取出。：

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	沉積物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	3之2
編號	RAL-O06	實施日期	108年03月19日

7.1.3 乾燥後的沉積物試樣用 2 mm (10mesh) 篩網篩選，除去小石子及植物的根等。

7.2 加馬能譜分析

7.2.1 用天平秤空的塑膠計測容器 (4.5 公分高) 重量，並按天平的歸零鍵。

7.2.2 將篩選過的沉積物試樣裝入空的塑膠計測容器內 (4.5 公分高)，抖動計測容器，使沉積物試樣更為扎實，秤取計測重量，並記錄之，將容器蓋子蓋上。

7.2.3 填寫計測樣品標籤(附錄一)，將它貼於容器的外部表面。

8. 注意事項

8.1 若沉積物試樣較為堅硬無法過篩時，請用研鉢研磨後再過篩。

8.2 進行加馬能譜分析時，將沉積物試樣裝填在塑膠計測容器的高度，須配合現有銻偵檢器效率曲線的高度。

9. 流程圖

無。

10. 附錄

附錄一 計測樣品標籤

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	沉積物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	3之3
編號	RAL-O06	實施日期	108年03月19日

附錄一 計測樣品標籤

計測樣本標籤

試樣類別： <input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 水產品 <input type="checkbox"/> 農產品	
試樣編號：	包裝總重：
試樣名稱：	試樣鮮重：
收樣日期：	試樣灰重：
填寫人：	計測灰重：

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	6之1
編號	RAL-O02	實施日期	107年04月12日

1. 目的

本作業程序書係提供本實驗室同仁執行生物試樣加馬能譜分析之試樣前處理作業依循。

2. 範圍

本作業程序書適用於生物試樣中進行加馬能譜分析之試樣。

3. 參考資料

- 3.1 輻射偵測中心環測組品質文件，「生物試樣之前處理作業程序書」98.4版。

4. 名詞解釋

無。

5. 職責

無。

6. 儀器設備及藥品

電子天平、高溫爐、瓷蒸發皿、耐熱手套、藥用酒精、塑膠計測容器（4.5公分高）、烘箱、計測樣品標籤。

7. 作業程序

7.1 樣品的處理

7.1.1 核對樣品。

7.1.2 依各種試樣類別，先進行下列前處理步驟：

- (1) 根(莖)類：先用水清洗泥土，再將根部與莖部分開，以擦拭方式將水瀝乾（或自然陰乾），切除鬚根或除莖，外皮若食用則保留，未食用則切去。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	6之2
編號	RAL-O02	實施日期	107年04月12日

(註1：若試樣裝入瓷蒸發皿時，體積過於龐大；可考慮切塊處理。

2：根莖類試樣儘可能放在冷藏櫃(0-4℃)保鮮，切勿冷凍。

3：根莖試樣亦可在高溫爐上連續進行碳化及灰化)。

(2)葉菜類：用水清洗試樣並以擦拭方式將水瀝乾(或自然陰乾)，將根部切除而保留食用部份。

(註1：若菠菜則將鬚根切去；結球性的高麗菜、大白菜則將外層葉及不食用的心除去，若體積過於龐大時可考慮切塊處理。

2：葉菜試樣於灰化前可視樣品需要進行碳化步驟，因葉菜試樣可在高溫爐上連續進行碳化與灰化)。

(3)瓜豆類：用水清洗試樣並以擦拭方式將水瀝乾(或自然陰乾)，切除未食用部份。

(註1：對於大豆、蠶豆先除去外皮，僅以果實當試樣；南瓜等大型的果菜則切除未供食用的心及種子若體積過於龐大時可考慮切塊處理)。

(4)海藻類：將藻類放入塑膠皿中清洗附著在其上雜物及砂石，再瀝除藻類上的水分。

(註1：樣品分樣時已經冰凍者，在秤鮮重前應先解凍)。

(5)水果類：將水果試樣去皮或直接取可食部份

(6)奶類：用量筒量取1公升的奶樣，置於蒸發皿或坩鍋內，移入加熱盤或碳化爐中，將試樣蒸乾(若試樣量不足1公升時，則記錄實際分析量)後，接著進行7.1.6步驟。

(註1：奶樣亦可直接在高溫爐內碳化、灰化連續進行)。

(7)魚類：魚類樣品分樣時已經冰凍者，在秤鮮重前應先解凍並用淡水洗淨(若為純魚肉或小魚類時，可用淡水洗淨則直接進行7.1.3)。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	6之3
編號	RAL-O02	實施日期	107年04月12日

自消費市場或由核能設施所在地鄰近海域、漁市場等所採取之魚類試樣，去鱗片(殼)、頭、尾、內臟，取可食部份裝入瓷蒸發皿內。

(註1：魚類試樣採取之後，趁其新鮮時用淡水洗淨，儘速處理。

2：若全身供分析測定用的小魚，解凍與用淡水洗淨，將水濾除後直接進行秤重、碳化及灰化處理。

3：處理較大魚試樣時可稱總重詳細記錄重量後，裝入瓷蒸發皿內以電鍋蒸熟後去除魚骨重或直接以刀片割取純魚肉，詳細記錄實際重量，進行碳化及灰化處理。)

(8)貝類：將貝類稱其總重量直接放入電鍋中蒸熟後(貝類外殼不乾淨或含有泥土時，應用自來水清淨)。去除外殼取其取可食用的部份(含蒸煮所留下的水)，放入瓷蒸發皿內，移入加熱盤或碳化爐中，將試樣蒸乾後，接著進行7.1.6步驟。

(註1：秤取外殼重量，將總重量減去外殼重量，即得貝類的淨重，記錄試樣鮮重。

2：甲殼類亦使用此方法前處理。)

(9)肉類：肉類(含家畜、家禽類)樣品分樣時已經冰凍者，在秤鮮重前應先解凍(若純肉類時則直接進行7.1.3)後，去除含有頭部、四隻、骨頭與內臟等部位，留存可食部份裝入瓷蒸發皿內。

(10)蛋類：將蛋類去殼取可食部份裝入瓷蒸發皿內。

(註1：運送時若防止蛋的破裂問題，可考量用水煮熟後剝去蛋殼取可食部份)。

(11)其他：麵粉、米類、草、相思樹等試樣直接進行7.1.3步驟。

(註1：穀類中以米麥是最具代表性，米麥試樣原則上在收成期進行

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	6之4
編號	RAL-O02	實施日期	107年04月12日

取樣。

2：植物（不可食用）試樣放入瓷蒸發皿中時，若是因體積過於龐大或蓬鬆時可考慮用切草刀或剪刀切成碎片。

3：取樣時若不慎將植物（不可食用）試樣的莖或粗支帶回實驗室時，前處理人員須將其去除後再稱其鮮重，避免灰重過重造成總貝他活度高估或樣品不具代表性等問題。前處理人員同時須要向組長及計畫承辦人員反應）。

7.1.3 用天平秤空瓷蒸發皿的重量，並按天平的歸零鍵。

7.1.4 自天平取下空瓷蒸發皿，再將試樣放入瓷蒸發皿中，秤其鮮重，並記錄之。

7.1.5 將試樣放入烘箱中進行碳化，溫度設定 110°C，碳化時間至少 24 小時以上（若樣品分裝多個瓷蒸發皿中，確保灰化過程中不會溢出的情形下，本步驟可省略直接進行 7.1.6）。

7.1.6 將試樣移入高溫爐中進行灰化，溫度設定 450°C，灰化時間至少 24 小時以上。

7.1.7 俟溫度回復至常溫以下後，再將試樣自高溫爐中取出，秤其灰重，並記錄之。

7.2 加馬能譜分析

7.2.1 用天平秤空的塑膠計測容器（4.5 公分高）重量，並按天平的歸零鍵。

7.2.2 將自試樣灰分，裝填於已知重量的空塑膠計測容器內，秤取計測重量，並記錄之，將容器蓋子蓋上。

7.2.3 填寫計測樣品標籤(附錄一)，將它貼於容器的外部表面。

8. 注意事項

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	6之3
編號	RAL-O02	實施日期	107年04月12日

自消費市場或由核能設施所在地鄰近海域、漁市場等所採取之魚類試樣，去鱗片(殼)、頭、尾、內臟，取可食部份裝入瓷蒸發皿內。

(註1：魚類試樣採取之後，趁其新鮮時用淡水洗淨，儘速處理。

2：若全身供分析測定用的小魚，解凍與用淡水洗淨，將水濾除後直接進行秤重、碳化及灰化處理。

3：處理較大魚試樣時可稱總重詳細記錄重量後，裝入瓷蒸發皿內以電鍋蒸熟後去除魚骨重或直接以刀片割取純魚肉，詳細記錄實際重量，進行碳化及灰化處理。)

(8)貝類：將貝類稱其總重量直接放入電鍋中蒸熟後(貝類外殼不乾淨或含有泥土時，應用自來水清淨)。去除外殼取其取可食用的部份(含蒸煮所留下的水)，放入瓷蒸發皿內，移入加熱盤或碳化爐中，將試樣蒸乾後，接著進行7.1.6步驟。

(註1：秤取外殼重量，將總重量減去外殼重量，即得貝類的淨重，記錄試樣鮮重。

2：甲殼類亦使用此方法前處理。)

(9)肉類：肉類(含家畜、家禽類)樣品分樣時已經冰凍者，在秤鮮重前應先解凍(若純肉類時則直接進行7.1.3)後，去除含有頭部、四隻、骨頭與內臟等部位，留存可食部份裝入瓷蒸發皿內。

(10)蛋類：將蛋類去殼取可食部份裝入瓷蒸發皿內。

(註1：運送時若防止蛋的破裂問題，可考量用水煮熟後剝去蛋殼取可食部份)。

(11)其他：麵粉、米類、草、相思樹等試樣直接進行7.1.3步驟。

(註1：穀類中以米麥是最具代表性，米麥試樣原則上在收成期進行

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	6之4
編號	RAL-O02	實施日期	107年04月12日

取樣。

2：植物（不可食用）試樣放入瓷蒸發皿中時，若是因體積過於龐大或蓬鬆時可考慮用切草刀或剪刀切成碎片。

3：取樣時若不慎將植物（不可食用）試樣的莖或粗支帶回實驗室時，前處理人員須將其去除後再稱其鮮重，避免灰重過重造成總貝他活度高估或樣品不具代表性等問題。前處理人員同時須要向組長及計畫承辦人員反應）。

7.1.3 用天平秤空瓷蒸發皿的重量，並按天平的歸零鍵。

7.1.4 自天平取下空瓷蒸發皿，再將試樣放入瓷蒸發皿中，秤其鮮重，並記錄之。

7.1.5 將試樣放入烘箱中進行碳化，溫度設定 110°C，碳化時間至少 24 小時以上（若樣品分裝多個瓷蒸發皿中，確保灰化過程中不會溢出的情形下，本步驟可省略直接進行 7.1.6）。

7.1.6 將試樣移入高溫爐中進行灰化，溫度設定 450°C，灰化時間至少 24 小時以上。

7.1.7 俟溫度回復至常溫以下後，再將試樣自高溫爐中取出，秤其灰重，並記錄之。

7.2 加馬能譜分析

7.2.1 用天平秤空的塑膠計測容器（4.5 公分高）重量，並按天平的歸零鍵。

7.2.2 將自試樣灰分，裝填於已知重量的空塑膠計測容器內，秤取計測重量，並記錄之，將容器蓋子蓋上。

7.2.3 填寫計測樣品標籤(附錄一)，將它貼於容器的外部表面。

8. 注意事項

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版 次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁 次	6 之 5
編號	RAL-Q02	實施日期	107 年 04 月 12 日

- 8.1 灰化試樣自高溫爐中取出時，為工作同仁的安全，須戴上耐熱手套。
- 8.2 進行加馬能譜分析時，將灰分裝填在塑膠計測容器的高度，須配合現有
鍺偵檢器效率曲線的高度。

9. 流程圖

無。

10. 附錄

附錄一 計測樣品標籤

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	生物試樣加馬能譜 分析之前處理操作程序書	頁次	6之6
編號	RAL-O02	實施日期	107年04月12日

附錄一 計測樣品標籤

試樣類別： <input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 水產品 <input type="checkbox"/> 農產品	
試樣編號：	包裝總重：
試樣名稱：	試樣鮮重：
收樣日期：	試樣灰重：
填寫人：	計測灰重：

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分析前處理作業程序書	頁次	3之1
編號	RAL-O07	實施日期	108年03月19日

1.目的

本作業程序書係提供本實驗室同仁執行淡水試樣總貝他及總阿伐活度分析前處理作業依循。

2.範圍

本程序書適用於淡水試樣（包含飲用水、包裝水、地下水、雨水、井水、表面水、河水、湖水、水盤水及廢水等）中之總貝他及總阿伐活度分析前處理作業。

3.參考資料

- 3.1 輻射偵測中心環測組品質文件，「淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分析前處理作業程序書」108.7版。

4.名詞解釋

無。

5.職責

無。

6.儀器設備及藥品

6.1 設備

電子天平、燒杯、2吋螺紋計測皿、加熱盤、烘箱、強力本生燈、RO水。

6.2 藥品

6.2.1 濃硝酸:試藥級，約14.5N，約65%，比重1.38-1.40。

6.2.2 1:15 硝酸溶液:以1:15(水:濃硝酸)比例混合。

6.2.3 藥用酒精。

7.作業程序

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分 析前處理作業程序書	頁次	3之2
編號	RAL-O07	實施日期	108年03月19日

7.1 核對樣品。

7.2 淡水試樣於靜置沈澱後^{*8.1}，依不同之檢測目的取適量之上層澄清液裝入燒杯中^{*8.2}，移至加熱盤上，在勿使水樣沸騰的溫度下慢慢加熱蒸發至原體積 1/10 左右，加入濃硝酸使濃度約為 5%，蓋上錶玻璃繼續加熱 20 分鐘，進行酸蒸氣迴流。

7.3 掀開錶玻璃將杯內液體加熱蒸發至約 5~10 mL，以 1:15 硝酸溶液移入已稱重之 2 吋螺紋計測皿中以加熱盤微熱蒸乾。

7.4 蒸乾後之乾燥物以強力本生燈進行火烤至計測皿呈暗紅色，放入乾燥皿冷卻後稱重^{*8.3}。

7.5 計測樣品^{*8.4}。

8. 注意事項

8.1 水樣品若混濁無法以靜置沈澱取其上層液時，再以過濾方式取得澄清液，以避免蒸乾後乾燥物過多，影響計測值的準確性；另水盤及雨水試樣，均勻混合後記錄總體積，並取出 5 公升樣品進行前處理，為避免非落塵之雜物影響檢測結果，利用傾倒法將僅含懸浮微粒的水試樣取出至燒杯中進行加熱蒸乾。

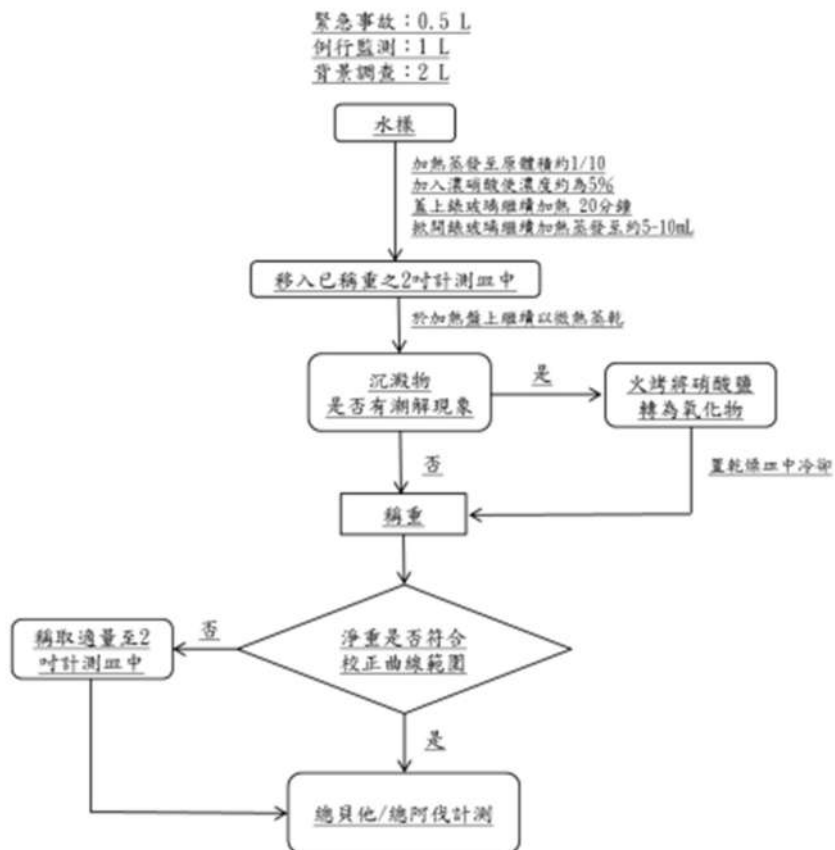
8.2 水樣檢測量：緊急事故 0.5 公升、例行監測 1 公升、背景調查 2 公升。

8.3 一般硝酸鹽較易潮解需以火烤或加熱方式將其轉為氧化物，若乾燥物無潮解之現象則於冷卻後直接進行稱重；稱重後之乾燥物重量若超出儀器校正曲線之範圍，重新稱取適量之乾燥物至 2 吋新計測皿中，加入酒精使灰樣充分浸濕，輕輕搖動計測皿使灰樣均勻分佈於計測皿中置入烘箱，溫度設定在 60-70 °C 之間烘乾，直至烘乾為止。

8.4 樣品於計測完畢後，其 2 吋螺紋計測皿先以 1:15 硝酸溶液浸泡後再洗滌。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分析前處理作業程序書	頁次	3之3
編號	RAL-O07	實施日期	108年03月19日

9. 流程圖



10. 附錄

無。

附件三、環境樣品取樣、前處理與計測分析及水樣阿伐/貝他計測
分析實務訓練報告

**108 年度輻射災害放射性
分析備援實驗室建置案**

環境樣品取樣、前處理與計測分析及
水樣阿伐/貝他計測分析

實務訓練報告

受訓員：黃韋翔、洪浩坤
張智全、蔡享駿

中華民國 108 年 5 月 31 日

**環境樣品取樣、前處理與計策分析及
水樣阿伐/貝他計測分析實務訓練**

課程表

時間：5月13日

地點：本中心會議室及相關實驗室

日期	時間	課程	地點	負責人員
5 月 13 日	09:30~09:50	報到	2樓會議室	方鈞屹
	09:50~10:00	課程介紹		方鈞屹
	10:00~12:00	1. 環境樣品取樣、前處理 與計測分析介紹		李建興
		2. 水樣樣品前處理作業介 紹		周政毅
		3. 水樣阿伐及貝他之技術 分析及活度計算介紹		羅會義
	12:00~13:30	午餐時間	林志信	
	13:40~14:30	環境樣品前處理實務訓練	3樓前處理室	陳炳宏
	14:40~15:30	水樣前處理實作	3樓前處理室	周政毅
		低背景比例計數器效率校 正曲線氘化鉀樣品配置	3樓前處理室	潘嘉吟
	15:40~16:10	水樣阿伐及貝他之技術實 作(建立低背景比例計數器 效率校正曲線)	1樓貝他計測室	羅會義
16:10~16:30	綜合討論	2樓會議室		

目錄

一、環境樣本取樣、前處理及計測分析介紹	1
二、淡水試樣總貝他與總阿伐分析之前處理作業程序	10
三、阿伐及貝他之計數分析及活度計算實務	12
四、環境樣本前處理實作訓練	18
五、水樣前處理實作	20
六、低背景比例計數器效率曲線氯化鉀樣品配置	23
七、水樣阿伐及貝他之計數實作(建立低背景比例計數器校正曲線)	24
八、綜合討論	25

一、環境樣本取樣、前處理及計測分析介紹

輻射偵測中心是遵循 ISO 17025 國際標準施行應有之品保/品管作業，現場環境試樣取樣作業係遵循「環境輻射監測規範」及中心的環境試樣取樣程序書，作為執行有關環境試樣取樣方法並提供作業人員依循，確保取樣之完整性與代表性。而取樣相關之資料也必須完整記錄，以確保樣品可追溯性與品質要求，便日後分析結果的追蹤與研判。

1. 取樣項目

環境的取樣主要是針對台灣核電廠(核能一廠、核能二廠及核能三廠)周遭環境與研究用反應器周圍環境輻射監測以及放射性廢棄物貯存設施周圍環境。取樣種類如下：

A. 空氣:空浮微粒、空氣碘、落塵水樣

空氣微粒收集方式是利用抽氣幫浦抽氣，將空氣微粒收集至濾紙上，最後在分析濾紙上的懸浮微粒。詳細步驟如下：

- I. 設置連續抽氣站，每週收換各站連續抽氣機上的濾紙做放射性核種分析，以研判落塵中放射性核種之變化趨勢。
- II. 使用玻璃纖維空氣濾紙(47 mm Glass Fiber A/E 濾紙)抽氣機須確定能正常運轉，抽氣速率定 40 LPM。

- III. 進行空浮微粒取樣時須於濾紙袋上記錄取樣地點、取樣起迄時間及抽氣計時器之累積時間；更換新濾紙後，將抽氣計時器歸零或記錄開始之時數。
- IV. 因故於抽氣取樣期間更換抽氣取樣器，必須沿用原濾紙，且記錄已抽氣時間。



連續抽氣站

資料來源:輻射偵測中心

落塵取樣是利用乾濕收集器收集，取當月之落塵水時，若當月無下雨，則以洗瓶噴洗附著於收集器表面之落塵，並記錄所收集之體積。若有下雨則直接收集並記錄雨水體積。(若逢雨季連續降下豪雨有滿溢之虞時，應不定時巡視並分批次將全部雨水試樣混合後量測總體積，最後取 5 升作為分析量，計算活度時應回推至原總體積之活度。



乾濕收集器

資料來源:輻射偵測中心



1. 打開上面漏斗
2. 檢視是否有雨水
3. 發現有雨水則取出下方收集桶
4. 取出收集桶並倒入5L桶
5. 貼上標籤



1. 檢視無雨水
2. 取出下方收集桶
3. 換上小5L桶
4. 以洗瓶洗下表面附著之落塵
5. 取出洗瓶洗
6. 貼上標籤

落塵取樣步驟

資料來源:輻射偵測中心

B. 環境水樣:海水、河川水、地下水、飲用水...等

取水樣時,選擇在現場易於取水之狀況下,以杓子直接取表面水,並先用少許水量將容器清洗後,再以漏斗將取來的水樣裝入試樣容器

取水並加蓋密封，並填寫取樣標籤貼於取樣水桶上。



環境水樣

資料來源:輻射偵測中心

採水樣要注意的事項如下

- I. 一般在採樣點用水樣沖洗事先處理好的採樣器 2-3 次，同時採集的樣品中不要混入固體物質。
 - II. 用船來採集水樣，必須考慮來自船體自身的沾污，採樣器材本身的沾污，最好用專門的採樣船，建議在船頭取樣。
 - III. 若河水較淺或採樣點靠近岸邊水淺的地方，採樣者應位於下游採集上游水樣，同時避免攪動沉積物。
- C. 生物試樣:稻米、蔬果、茶葉、草、家禽、魚、相思樹(陸地)、海藻(海域)

生物取樣的原則如下:

- I. 除海藻及草樣由取樣人員至規劃取樣地點採取外其餘向當地

農家或民眾購買。

- II. 採樣時，重量須符合取樣作業之需求。
- III. 樣品包裝袋上貼上取樣標籤後，盡速將樣品送回實驗室，以避免腐敗。
- IV. 奶樣於當地之牧場或自消費市場採取，貼上取樣標籤後以冷藏方式，盡速送回實驗，避免奶樣腐敗。
- V. 草樣取根部 30 公分以上部份為主；陸地指標生物指相思樹葉，取樣時選擇樹高 3 公尺、樹幹直徑 15 公分以下之小樹剪取枝、葉。
- VI. 茶葉以鮮採之茶菁為原則，取樣時直接採購當地季茶種。
- VII. 各種農畜產品如蔬菜、家禽動物等之取樣，以可食用部份為原則；取樣時機為產季時赴固定之民家直接採購當地盛產種類。
- VIII. 樣品分類、處理原則；葉菜、根莖、水果等蔬果類去除不實用之根部、藤蔓、瓜蒂或種子等部分；海藻、海菜等去除附著之沙土，取可食用之葉部。



樣品種類

資料來源:輻射偵測中心

D. 沉積物試樣:土壤、岸沙、河沙、湖底沉積物...等

- I. 至取樣地點，在 25 平方公尺區域內隨機選擇數點取樣。
- II. 先以採樣鏟移除土壤表面覆蓋物(如石礫、植被)，再挖取表面土(表面 0-5 公分)，避免取碎礫、石頭、枯枝等雜物。
- III. 將試樣放入塑膠袋中搖動使其混合均勻，並貼上取樣標籤。
- IV. 避免農田中取翻耕過及斜坡上之土壤；溝底泥、溪底泥之取樣應選擇流動較緩較少的地方。

E. 其他注意事項

- I. 為確保取樣人員之安全，執行取樣作業時，須確定取樣位置無危險之處時再取樣。
- II. 為長期觀察環境輻射水平之變動情形及獲得可供比較分析之數據，取樣地點或區域空間應宜固定。
- III. 進行水試樣(包括雨水、水盤等)取樣前應準備足量取樣水桶，並事先清洗乾淨。
- IV. 若樣品可能有高活度之疑慮時，包裝運送應與例行環境試樣分開，防止相互污染可能，並知會收樣人員注意該批樣品動向。

2. 取樣工具

A. 海水及淡水取樣工具



海水及淡水取樣工具

資料來源:輻射偵測中心

B. 指標生物取樣工具



草樣取樣工具

資料來源:輻射偵測中心

C. 土壤及岸沙取樣工具



D. 樣本接收程序

- I. 樣品接收並確認取樣(送樣)標籤與樣品紀錄表是否符合。
- II. 測量樣品表面劑量並樣品開封。
- III. 樣品混合均勻。
- IV. 計測皿秤重歸零，並將樣品倒入計測皿。
- V. 樣品秤重記錄並貼標籤、套袋。
- VI. 樣品送測至儀器分析室並請計測人員接收樣品。
- VII. 樣品計測並出報告。

3. 樣本前處理

不同的試樣有不同的前處理方法，一般樣本主要要遵循以下原則：(1)減少尺寸(2)乾燥保存(3)均勻化(4)配合計測的幾何形狀(5)化

學前處理(純化元素)。

4. 樣品灰化處理

樣品灰化處理步驟如下:

- A. 鮮樣處理(需去除不食部分)，並記錄鮮重。
- B. 樣品乾燥(以 105 °C，烘乾至少 24 小時)，記錄重量。
- C. 樣品灰化(起火點)(450 °C，至少 24 小時)，記錄重量。

備註:注意事項

- A. 碘樣品<80 °C，冷凍乾燥法
- B. 鉍樣品<700 °C
- C. 鋇樣品<600 °C



環境樣品取樣、前處理與計測分析介紹 環境樣品取樣、前處理與計測分析介紹

二、淡水試樣總貝他與總阿伐分析之前處理作業程序

在放射性化學分析領域，一般加馬核種所放出的加馬輻射穿透力強，較易利用純鍺偵檢器進行分析。而阿伐及貝他核種通常不易以儀器直接測量；在儀器分析前須先進行較複雜的樣品前處理，將微量的化學物質從複雜的基質中萃取出來，過程較為費時。建議先採簡單樣品前處理後進行總貝他/總阿伐分析，分析結果超出一定活度再進行個別阿伐及貝他核種分析。

依據我國「商品輻射限量標準」，飲用水總貝他濃度超過 550 Bq/m^3 時，應進行氫及錒-90 之濃度分析。總阿伐濃度超過 200 Bq/m^3 時，則應進行鈾、鐳-226 及鐳-228 之濃度分析。

目前水樣總貝他/總阿伐分析前處理多採用蒸發法，將適量的水試樣加熱蒸發濃縮，最終殘餘物以比例計數器(proportional counter)或液體閃爍計數器(liquid scintillation counter)進行計測。

1. 淡水試樣總貝他/總阿伐分析前處理步驟

- I. 以量筒量測 1 公升淡水試樣
- II. 倒入 1 公升結晶皿中
- III. 加入 1 mL 濃硝酸(主要利用酸將結晶皿上的殘留物淋洗至底部)

- IV. 用加熱板加熱，不能使試樣沸騰(防止沸騰時樣本噴灑出去造成誤差)
- V. 加熱至剩餘約 5-10 mL
- VI. 以 1:15 硝酸溶液將剩餘液體洗入已知重量之螺紋計測盤
- VII. 將螺紋計測盤放至加熱板上乾燥(溫度不要太高)
- VIII. 利用本生燈高溫火烤螺紋計測盤(將硝酸鹽轉化成氧化物)
- IX. 即可上機計測(貝他計測，螺紋計測盤殘留物<0.5 g；阿伐計測，螺紋計測盤殘留物<0.3 g)

2. 清洗螺紋計測盤

- I. 在清水下利用菜瓜布刷除表面沉積物
- II. 於 5%硝酸中超音波震盪 10 分鐘，如螺紋盤未能回復金屬光澤則重複此步驟
- III. 清洗後利用 RO 水潤過並晾乾

三、阿伐及貝他之計數分析及活度計算實務

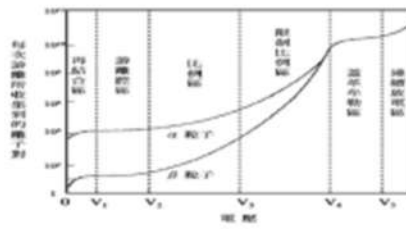
阿伐及貝他分析為環境輻射偵測之一環，比例計數器，液體閃爍計數器為主要偵測系統。近年來民眾日益重視飲用水及市售礦泉水商品中放射性含量之監測結果，因此對於水樣阿伐及貝他放射性含量分析技術之建立是刻不容緩的議題。

阿伐粒子穿透力最弱（射程很短），無法穿透人體皮膚，在體外不會構成危害，但若攝入或吸入體內，由於游離作用能力很強，可釋出很高的能量而直接傷害組織細胞，其造成輻射生物效應將更為顯著，因此對於以水樣方式攝入體內之可能途徑必須加以評估。

貝他粒子穿透力雖較阿伐粒子強，但射程仍屬短，只會在人體淺部組織（皮膚、水晶體）造成劑量。為減少貝他粒子造成制動輻射的產生，選擇以低原子序之物質且厚度大於該粒子射程之材料作為屏蔽物質；此外於低原子序屏蔽物後加上高原子序物質用以阻擋無可避免高穿透力的制動輻射。

1. 儀器原理

如果入射的輻射強度維持不變，每次游離所收集到的離子對數目（亦即測到的訊號大小）與所加電壓或電場強度的關係，稱為充氣式比例計數器之特性曲線。



充氣式比例計數器之特性曲線

資料來源:輻射偵測中心



低背景比例計數器

資料來源:輻射偵測中心

2. 注意事項

- I. P-10 氣體鋼瓶出氣口的壓力調節閥，不可調整超過 9 psi。
- II. 計測托盤上之樣品高度不可超過計測托盤(尤其是濾紙)
- III. 每週須定期執行品管



P-10 壓力閥、計測托盤及品管空托盤

資料來源:輻射偵測中心

3. 品管

I. 品管項目:背景值、效率值、卡方值共 3 項

II. 背景值:以螺紋空盤計測

III. 效率值、卡方值:以 Sr-90 射源計測

卡方值表示觀察值與理論值之間的偏離程度，計算公式如下

$$X^2 = \sum \frac{(A - E)^2}{E} = \sum_{i=1}^k \frac{(A - E)^2}{E}$$

其中 A_i : 計測 20 次的每一次計測值

E : 計測 20 次的平均值

i : 1, 2, 3, ..., k

k : 20

4. 系統建立

A. 背景值的建立

1. 螺紋空盤背景值

放入螺紋空盤至比例計數器中計測 50 分鐘×20 次取其平均值，此平均值做為螺紋空盤的計測背景值。

2. 抽氣濾紙的背景值

將空白抽氣濾紙置入螺紋空盤並以比例計數器計測 50 分鐘×20 次取其平均值，此平均值做為抽氣濾紙的計測背景值。

B. 效率曲線的建立

比例計數器的效率曲線是利用 0.1 g-1.0 g 的 KCL，不同重量的 KCL(須磨成粉末，越細越好)裝入螺紋盤中並均勻鋪散，以比例計數器計測 100 分鐘×3 次取其平均值。

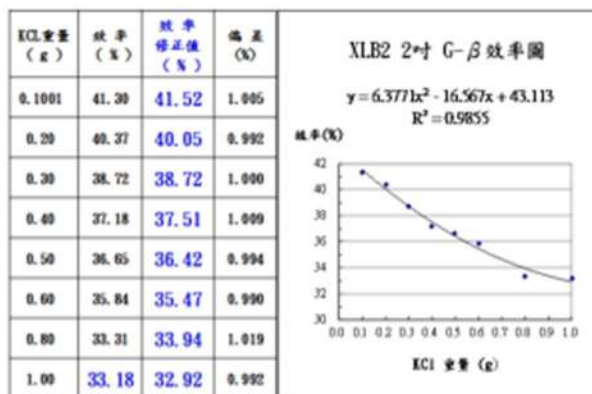
1 g KCL=877 dpm

效率計算公式： $EFF (\%) = \frac{(cpm-BG)}{dpm} \times 100\%$



不同重量 KCl 之螺紋盤

資料來源:輻射偵測中心



低背景比例計數器效率曲線

資料來源:輻射偵測中心

5. 計算公式

5.1 空氣微粒(抽氣)計算(活度單位:毫貝克/立方公尺):

$$\text{公式} = \frac{\text{試樣計數率} - \text{背景計數率}}{\text{效率} \times \text{抽氣體積} \times 60} \pm \frac{\sqrt{(\text{試樣計數率} + \text{背景計數率}) \times \text{計測時間}}}{\text{計測時間} \times \text{效率} \times \text{抽氣體積} \times 60}$$

5.2 水樣灰分沉澱計算(活度單位:毫貝克/升):

$$\text{公式} = \frac{(\text{試樣計數率} - \text{背景計數率}) \times \text{總灰重}}{\text{效率} \times \text{體積} \times 60 \times \text{計測灰重}} \pm \frac{\sqrt{(\text{試樣計數率} + \text{背景計數率}) \times \text{計測時間}}}{\text{計測時間} \times \text{效率} \times \text{體積} \times 60} \times \frac{\text{總灰重}}{\text{計測灰重}}$$

5.3 生(植)物灰分計算(活度單位:貝克/千克):

$$\text{公式} = \frac{(\text{試樣計數率} - \text{背景計數率}) \times \text{總灰重}}{\text{效率} \times \text{鮮重} \times 60 \times \text{計測灰重}} \pm \frac{\sqrt{(\text{試樣計數率} + \text{背景計數率}) \times \text{計測時間}}}{\text{計測時間} \times \text{效率} \times \text{鮮重} \times 60} \times \frac{\text{總灰重}}{\text{計測灰重}}$$

5.4 MDA(最低可測活度)計算:

$$MDA = \frac{2.71 + 4.65\sqrt{(B \times T)}}{T \times E \times V \times 60} \times \frac{\text{總灰重}}{\text{計測灰重}}$$

B : Background count rate (cpm)

T : Counting time (50 or 100 min)

E : Counting efficiency

V : Sample size (L or kg or m³)

阿伐、貝他低背景比例計數器校正曲線只能鑑別樣品中是否有放射性物質，無法鑑別其核種類別，但仍廣為實驗室使用。藉由樣品前處理技術程序的精進，未來可有更大的使用功能。保持良好的環境：定期品管與校正以確保儀器穩定正常，提升量測準確度。



低背景比利計數器原理及分析介紹



低背景比利計數器原理及分析介紹

四、環境樣本前處理實作訓練

樣品前處理主要原則就是減少尺寸、乾燥保存、均勻化、取可食部分等，前處理作業最終灰化的量足夠裝入計測皿符合 0.5、1、2、4.5、12 公分高度的效率曲線即可。以下為實作訓練相關照片：



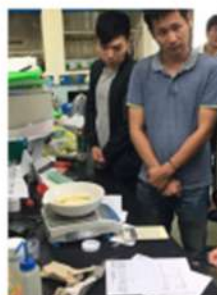
樣本前處理介紹



高溫灰化爐介紹



高溫灰化爐介紹



樣本(香蕉)前處理介紹



樣本(香蕉)前處理介紹



樣本(牧草)前處理介紹

五、水樣前處理實作

淡水試樣總貝他/總阿伐分析前處理步驟

1. 以量筒量測 1 公升淡水試樣
2. 倒入 1 公升結晶皿中
3. 加入 1 mL 濃硝酸(主要利用酸將結晶皿上的殘留物淋洗至底部)
4. 用加熱板加熱，不能使試樣沸騰(防止沸騰時樣本噴灑出去造成誤差)
5. 加熱至剩餘約 5-10 mL
6. 以 1:15 硝酸溶液將剩餘液體洗入已知重量之螺紋計測盤
7. 將螺紋計測盤放至加熱板上乾燥(溫度不要太高)
8. 利用本生燈高溫火烤螺紋計測盤(將硝酸鹽轉化成氧化物)

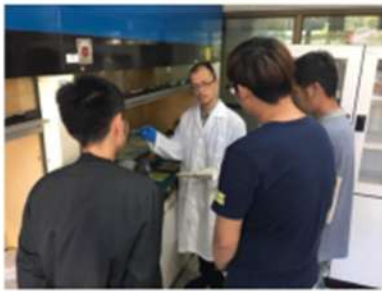
水樣前處理實作相關照片如下：



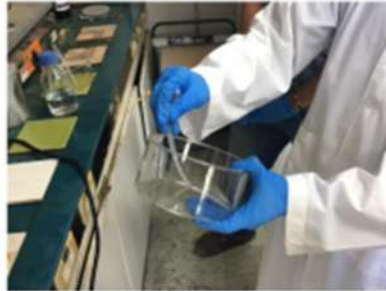
以量筒量測 1 L 淡水試樣



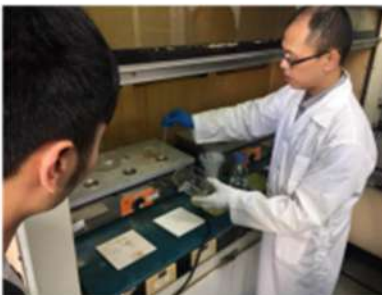
加入 1 mL 濃硝酸



用加熱板加熱



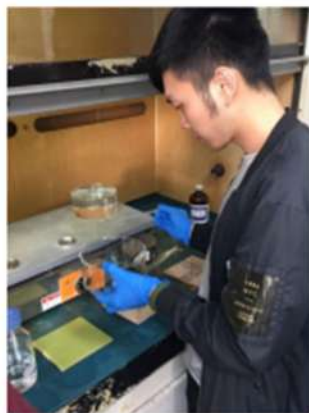
以硝酸溶液淋洗結晶皿



將剩餘液體洗入螺紋計測盤



將剩餘液體洗入螺紋計測盤



以硝酸溶液淋洗結晶皿



以硝酸溶液淋洗結晶皿



利用本生燈高溫火烤螺紋計測盤 利用本生燈高溫火烤螺紋計測盤

六、低背景比例計數器效率曲線氯化鉀樣品配置

比例計數器效率曲線的配置是使用 0.1 g-1.0 g 不同重量的 KCL(須磨成粉末，越細越好)裝入螺紋盤中均勻鋪散，再利用酒精將 KCL 均勻分散後，放入烘箱烘乾。效率校正曲線樣品配置實作訓練如下：



氯化鉀均勻鋪散於螺紋盤



利用酒精將 KCL 均勻分散



不同重量的 KCL 烘乾後

七、水樣阿伐及貝他之計數實作(建立低背景比例計數器校正曲線)

首先要先建立儀器的背景值，將螺紋空盤放入比例計數器中計測 50 分鐘×20 次取其平均值，此平均值做為螺紋空盤的計測背景值；接著再製作效率曲線，比例計數器的效率曲線是將已配置完成之 0.1 g-1.0 g 不同重量的 KCL，以比例計數器計測 100 分鐘×3 次，取其平均值。建立低背景比例計數器校正曲線實作訓練照片如下：



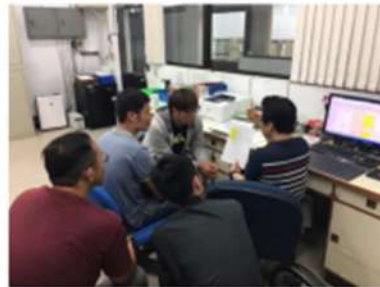
儀器操作介紹



儀器操作介紹



效率曲線製作與計算



效率曲線製作與計算

八、綜合討論

108 年 5 月屏科大放射性分析備援實驗室受邀至高雄輻射偵測中心參加環境樣品取樣、前處理與計測分析及水樣阿伐/貝他計測分析實務訓練課程，除了本實驗室人員以外，同時也與清華大學及陽明大學一起受訓。此次訓練主要以低背景比例計數器為主，雖然本實驗室已購買比例計數器，但尚未完成交貨，故在實作上還不知道會遇到什麼問題，故無法即時提問，不過藉由此次訓練或許可以事先了解原理及相關的實驗技巧，等到本實驗室完成儀器交貨時，可以更快上軌道，並能順利駕馭。此次受訓讓本實驗室更了解環境樣品的採樣流程及注意事項。雖然短短一天的課程可能沒辦法馬上上手所有技術與知識，但未來我會繼續努力朝這個領域前進。感謝輻射偵測中心提供這個課程讓本實驗室收穫良多。



實務訓練團體照

附件四、移動式偵檢器於輻射災害污染現場食品及飲用水快篩作業程序書

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版 次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁 次	9 之 1
編號	RAL-O08	實施日期	108 年 09 月 2 日

目 錄

1、訂定目的.....	2
2、適用範圍.....	2
3、依據文件.....	2
4、通則說明.....	2
5、權責區分.....	3
6、儀器設備.....	3
7、作業程序.....	3
8、注意事項.....	7
9、表 1. RAL-008-S01 環境試樣取樣紀錄暨接收作業表.....	8
表 2. 緊急應變計測樣品標籤 RAL-008-S02.....	9

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之2
編號	RAL-O08	實施日期	108年09月2日

1. 訂定目的

於核能三廠發生核子事故時，核子事故輻射監測中心(以下簡稱監測中心)輻射偵測隊執行環境、生物及水等可能遭受放射性污染試樣取樣、試樣前處理至計測實驗室或視情況後送放射性分析備援實驗室(以下簡稱備援實驗室)等作業依據，避免試樣交叉污染及實驗室設備污染之情況。

2. 適用範圍

本作業程序書適用於核子事故時，輻射偵測隊由試樣取樣、前處理至樣品送往計測分析實驗室之作業依據。

3. 依據文件

- 3.1 緊急時における γ 線スペクトロメトリーのための試料前処理法(平成 31 年 3 月改訂；原子力規制委員会)。
- 3.2 原子力災害対策指針(平成 30 年 10 月 1 日改訂；原子力規制委員会)。
- 3.3 核子事故民眾防護行動應變與決策參考指引(民國 107 年 5 月 31 日，原子能委員會發布)。

4. 通則說明

- 4.1 核子事故南部輻射監測中心係任務編制組織，依核子事故緊急應變法，由中央主管機關(行政院原子能委員會，以下簡稱原能會)在核子事故發生時成立；另依核子事故輻射監測中心作業要點，核子事故南部輻射監測中心下設輻射偵測隊、技術組及行政組，執行相關任務。
- 4.2 隨緊急應變時序變化，試樣前處理要求將有所不同，初期外釋階段，為求緊急偵測之時效，主要區分高低污染試樣後直接裝填計測皿，減少前處理作業程序，但仍需執行本程序書中防止交叉污染之程序。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之3
編號	RAL-Q08	實施日期	108年09月2日

4.3 本程序書依據「核子事故民眾防護行動應變與決策參考指引」：民眾防護行動中飲食管制操作干預基準 OIL3 之規定，當環境輻射劑量率達每小時 0.5 微西弗時，先進行該區域水源及農畜產品管制，再進一步取樣檢測並依相關規定辦理。

5. 權責區分

輻射偵測隊承監測中心主任指示，於核能電廠發生「廠區緊急事故」及「全面緊急事故」，疑似有放射性物質外釋時，須採集各項環境、生物及水試樣以分析偵測。

6. 儀器器材

拋棄式塑膠實驗衣、乳膠手套、口罩、頭套、拋棄式防污染塑膠裙視、防污染吸水墊、塑膠帆布墊、紅色標籤貼紙、拋棄式小刀及紙盤、馬林杯及 4.5 公分計測容器、1、2 台斤塑膠袋、紅色膠帶、沾黏墊、手提式輻射偵檢器及樣品標籤。

7. 作業程序

執行環境試樣取樣及前處理作業，必須考量樣品高污染及交叉污染可能之情境，因此將可能造成污染之途徑區分為試樣接收、試樣前處理、計測容器裝填及計測容器傳遞等 4 個階段，分項訂立相關作業程序。

7.1 試樣接收

7.1.1 試樣接收人員污染防護裝備穿戴如圖：

穿塑膠實驗衣，防污染塑膠裙視，頭套、口罩及乳膠手套。



災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之4
編號	RAL-O08	實施日期	108年09月2日

- 7.1.2 規劃獨立空間作為試樣接收站，戶外空間亦可。
- 7.1.3 確認試樣取樣地點、時間等資訊是否完整(紀錄表如 RAL-008-S01 環境試樣取樣紀錄暨接收作業表)，如若來自於高污染地區(高空間劑量率)之試樣，以紅色標籤標示，與其他試樣分開置放。
- 7.1.4 手持式輻射偵檢器以塑膠袋包封，避免偵檢器污染造成判讀錯誤。
- 7.1.5 設定手持式輻射偵檢器高污染警報值，降低人員劑量暴露時間。(高污染樣品表面劑量率定義為 1.0 微西弗/時；5 倍於正常環境空間劑量率 0.2 微西弗/時)
- 7.1.6 全部試樣並以手持式輻射偵檢器進行表面輻射劑量率判讀，並以此作為高低污染之試樣分類，分開置放。

7.2 試樣前處理

接收後的試樣，接續進行前處理之作業，此程序最有可能造成交叉污染，因此對於前處理室內的實驗桌、地板及牆面皆有防污染措施，必須特別留意，相關防污措施說明如下：

- 7.2.1 於試樣前處理室門口處設立緩衝空間，備有沾黏墊及室內專用拖鞋如圖。



- 7.2.2 定期更換沾黏墊，並確實遵守室內、外專用拖鞋之規定，可避免污染擴散至室內。
- 7.2.3 前處理室內事先規畫高污染樣品儲存區，該區域盡可能具獨立空間(具

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之5
編號	RAL-Q08	實施日期	108年09月2日

圍蔽屏蔽效果),該空間貼上警示標誌,避免操作人員非作業程序接近。

- 7.2.4 前處理室工作檯面先鋪設塑膠帆布墊及防污染吸水墊,防污染吸水墊單面具吸水功效,另一面以聚乙烯(PE)鍍膜具抗水效果,鋪設共2層防污染墊如圖,鋪設方法:第1層為塑膠帆布墊,第2層為防污染吸水墊(吸水面向上),目標在於考量試樣進行切割前處理時,滲流的污染液體被防污染吸水墊吸收留置,避免工作檯面污染。



- 7.2.5 工作檯面防污墊鋪設完成後,於檯面可能工作範圍內,另鋪設塑膠膜及防污染吸水墊,採用拋棄式切割小刀及環保紙盤;單一試樣前處理完成後,更換工作範圍內之塑膠膜與防污染吸水墊如圖。



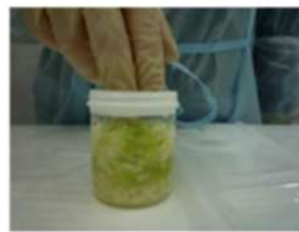
- 7.2.6 前處理室內地板防污鋪設方法如同工作檯面,第1層為塑膠帆布墊,第2層為防污染吸水墊(吸水面向上),另室內空間設備盤面表面及牆面鋪設塑膠帆布。

7.3 計測容器裝填

前處理後之試樣,接續進行計測皿裝填,此階段的防止污染擴散方法,著重於試樣裝填人員、計測皿擦拭及秤重紀錄人員及試樣傳遞人員分責之步驟,目標為將因接觸試樣造成的污染程度分層管控,相關防污措施說明如下:

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之6
編號	RAL-Q08	實施日期	108年09月2日

- 7.3.1 選定試樣裝填專責人員(建議由前處理人員擔任)，人員污染防護裝備如試樣接收人員，裝填計測皿選擇包括馬林杯及4.5公分高之小計測皿，計測皿選擇依樣品量決定，若樣品量許可先選擇馬林杯計測皿，但若樣品於接收站即歸類為高污染試樣時，考量度量設備因高活度無感時間造成計測誤差，高污染試樣必須以小計測皿裝填。
- 7.3.2 計測皿內裝入塑膠內袋，盡可能減少內袋與計測皿之間隙；試樣裝填程序應避免碰觸內袋以外之部分，降低污染計測皿外表面之可能性。
- 7.3.3 裝填入之試樣需加壓壓實，避免試樣中空隙造成計測誤差，操作如圖。



- 7.3.4 將試樣內袋拉起，以紅色膠帶封口裝入計測皿，蓋上計測皿蓋子，蓋子與計測皿之間另以膠帶密封，防止樣品運送過程中外溢造成污染，完整密封之計測皿如圖，為減少試樣裝填時間，預先於計測皿表面劃記裝填容量高度記號。



- 7.3.5 選定試樣初步擦拭及秤重紀錄人員，以酒精或無污染之RO水進行計測皿外表面擦拭，進行初步除污作業如圖，並記錄樣品之鮮重重量(秤重天平同樣鋪設防污染吸水墊)。



災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之7
編號	RAL-O08	實施日期	108年09月2日

- 7.3.6 初步擦拭除污後之計測皿，此時由專責試樣傳遞人員以手套入塑膠袋，接收由擦拭人員轉交之計測皿，並翻轉手中塑膠袋，以塑膠袋內面作為防止污染第一道屏障如圖，並密封塑膠袋口；包封後的樣品貼上樣品標籤(樣品標籤如表 2 RAL-008-S02 緊急計測樣品標籤)。



7.4 樣品裝填後計測容器傳遞

樣品裝填完成後之計測容器，已完成初步除污作業，接續由前處理室送達計測實驗室，可能經沉降造成污染，其相關防污措施說明如下：

- 7.4.1 選定專責計測實驗室計測容器傳遞人員，並於計測實驗室外特定緩衝空間內接收樣品，此時樣品接收重複 7.3.6 之步驟，以第 2 層塑膠袋內面作為防止污染第二道屏障。
- 7.4.2 計測實驗室操作人員於計測室門口接收樣品，計測人員活動範圍限定於計測實驗室中，避免因樣品傳遞而遭受污染，降低計測實驗室及設備污染之可能性。

8. 注意事項

- 8.1 考量緊急狀態時自來水污染之可能性，步驟 7.3.5 計測皿初步擦拭除污，可以酒精替代 RO 水。
- 8.2 計測實驗室為確保無輻射污染之情形，需進行空間背景值調查，對於實驗室內可能造成污染之途徑與區域事先預判，亦須安排定期表面擦拭偵測。
- 8.3 當發覺實驗室空間背景值有增加之現象則停止計測作業，先進行實驗室內空間之表面擦拭除污，並替換計測皿第 2 層塑膠套，待偵檢器除污擦

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之8
編號	RAL-O08	實施日期	108年09月2日

拭步驟完成後，重新計測樣品。

- 8.4 作業產生之廢棄物(如可拋棄式實驗衣、裙襯、前處理用切割小刀、防污紙盤塑膠墊等)於每批樣品處理完成後以大型垃圾袋收納，攜出前處理室，另安排空間置放。

9. 表 1. RAL-008-S01 環境試樣取樣紀錄暨接收作業表

RAL-008-S01 環境試樣取樣紀錄暨接收作業表

試樣編號	試樣種類	試樣名稱	取樣地點	取樣地點座標		環境背景 劑量率	取樣		取樣量	單位	備註
				東經	北緯		日期	時間			

取樣人員：

複核：

核定：

輻射偵測中心品質文件		版次	1
名稱	污染樣品接收作業程序書	頁次	9之9
編號	RMC-R-09	實施日期	108年06月06日

表 2. RAL-008-S02 緊急應變計測樣品標籤

計測樣品標籤

試樣編號：	試樣鮮重：
試樣名稱：	試樣灰重：
取樣日期： 年 月 日	計測灰重：

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場 食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7之1
編號	RAL-O09	實施日期	108年09月20日

1. 目的:

本作業程序書系提供本實驗室於核能電廠發生「廠區緊急事故」及「全面緊急事故」，疑似有放射性物質外釋時，以碘化鈉(NaI)快速篩檢系統進行食品及飲用水加馬核種定性及定量分析，並供作業人員正確操作程序之依循。

2. 適用範圍:

- 2.1 本作業程序書依據「核子事故民眾防護行動應變與決策參考指引」：民眾防護行動中飲食管制操作干預基準 OIL3 之規定，當環境輻射劑量率達每小時 0.5 微西弗時進行取樣檢測。
- 2.2 依據「食品中原子塵或放射能污染之安全容許量」內容，各項污染容許量作為快篩檢測時間訂立依據。

3. 參考資料

- 3.1 友德國際股份有限公司 Triathler 操作手冊。
- 3.2 Hidex Oy Triathler manual v1.91。
- 3.3 RAL-O08 污染樣品接收作業程序書。
- 3.4 Radiological Laboratory Sample Screening Analysis Guide for Incidents of National Significance, EPA 402-R-09-008.
- 3.5 Validation of qualitative analytical methods, Trend in Analytical Chemistry, Vol.23 No2, 2004.

4. 名詞解釋:

無

5. 職責

- 5.1 針對可能遭受放射性污染之樣品需依循「污染樣品接收作業程序書」進行樣品接收、前處理及樣品裝填等作業程序避免污染計測系統

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場 食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7之2
編號	RAL-O09	實施日期	108年09月20日

5.2 計測人員負責樣品測定，計測結果交由審核人員審核，並由實驗室負責人核定。

5.3 該計測分析系統需訂立品保作業程序書，項目包含屏蔽空背景及偵檢器效率，以控制圖方式(3倍標準差)確保計測儀器狀況。

6. 儀器設備

碘化鈉(NaI)偵檢器、鉛屏蔽、筆記型電腦(具分析軟體)、Trialthor 分析儀器、計測皿及樣品前處理用可拋棄式器具。

7. 作業程序

7.1 樣品製備

考量樣品高污染及交叉污染可能之情境，因此將可能造成污染之途徑區分為試樣接收、試樣前處理、計測容器裝填及計測容器傳遞等4個階段，詳細步驟需參考「污染樣品接收作業程序書」。



7.2 鉛屏蔽開啟

將鉛屏蔽開啟把手，向操作人員方向由下而上將鉛屏蔽上蓋上升，再向右轉開啟鉛屏蔽。



災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場 食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7之3
編號	RAL-O09	實施日期	108年09月20日

7.3 安裝樣品

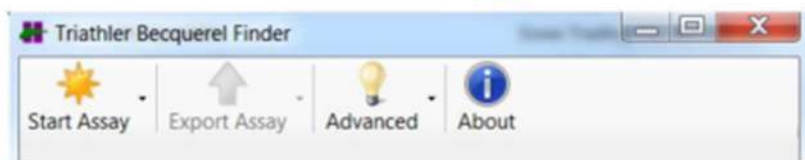
除污及防污塑膠套裝後之樣品置入鉛屏蔽中將鉛屏蔽開啟把手，向左關閉鉛屏蔽。再向操作人員方向由上而下，緩慢將鉛屏蔽上蓋下降

7.4 分析儀器準備

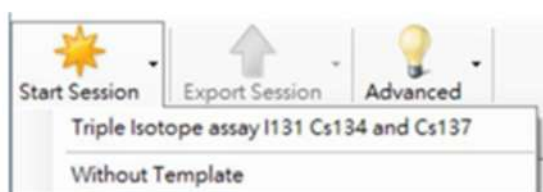
7.4.1 於 Trialthet 後方開關，開啟電源，溫機 30 分鐘，之後開啟電腦電源



7.4.2 開啟應用軟體: "Hidex Control Software" 後出現如下畫面



7.4.3 在 Start Assay 中點選 with template，出現畫面如下，選擇 Triple Isotope assay I-131 Cs-134 and Cs-137



災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場 食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7之4
編號	RAL-O09	實施日期	108年09月20日

7.4.4 直接以滑鼠在模擬面板的按鍵中點擊所需的測讀程式，如按鍵9，點擊後出現<Gamma>，即是測讀加馬射線核種，並以內建 I-131 Cs-134 and Cs-137 模板效率資料進行活度分析。



7.5 設定測量時間

7.5.1 由操作面板測定：

在選取核種後，在模擬面板的按鍵中點擊 'Set'後出現，畫面如下

Meas.time <sec>

unit 60

假設要更改測量時間為 120 秒，直接在模擬面板的按鍵中輸入 120 再按 'Enter'。

7.5.2 由分析軟體(筆記型電腦)設定：

承步驟7.4.4，以數字鍵入測量時間後，例如300，按下" Enter" 鍵完成設定。

7.5.3 由於測量時間與偵測最活度有關，依食品中原子塵或放射能污染之安全容許量定義並考量最小可測值之關係，對應測量時間設定如下：

放射性污染限量 (Bq/kg)	推估最小可測活度 值(MDA) (Bq/kg)	建議最小測量時間 (sec)
100	30.30	180
50	15.15	240
10	3.03	300

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場 食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7之5
編號	RAL-O09	實施日期	108年09月20日

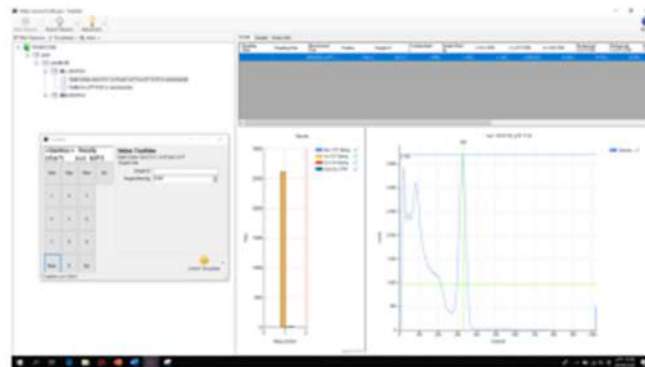
7.5.4 請輸入sample Id 與樣品重量(標準重量參數是一公斤/公升)，點擊”Start”即可開始測量，測量完畢後，分析結果自動顯示結果視窗且資料會儲存在電腦中。

7.5.5 計測分析結果畫面如下圖，。

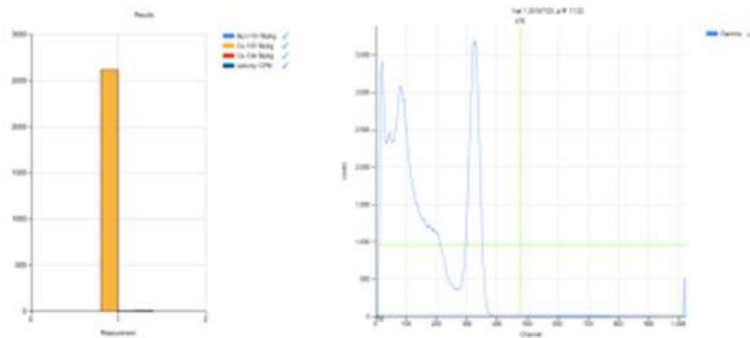


7.5.6 能譜輸出

點擊模擬面板上的”I”再點擊點擊模擬面板上的”enter”能譜就會傳送到電腦中，如下圖



災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場 食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7之6
編號	RAL-O09	實施日期	108年09月20日



7.5.7 輸出資料:

以滑鼠點擊 Export Assay 即可將資料以文字檔或是 excel 輸出



Index	Measurement Time	Function	Sample ID	Counting Rate [Min & Max] x/g	Ca-137 DPM	Ca-135 DPM	Background Ca-137 DPM	Background Ca-135 DPM	Background Ca-137 DPM	K-40	P-32	Ca-137	Ca-135	Ca-137	Ca-135	Actual	Actual	Actual	
1	2019/10/17 10:00:00	137-1	137-1	120	1	64.5	36.5	28.0	32.500000	25.2	93.000000	24.700000	0	0	24.700000	24.700000	0	0	24.7
2	2019/10/17 10:00:00	137-2	137-2	120	1	65.5	37.5	29.0	32.500000	26.0	93.000000	25.500000	0	0	25.500000	25.500000	0	0	25.5
3	2019/10/17 10:00:00	137-3	137-3	120	1	66.5	38.5	30.0	32.500000	27.0	93.000000	26.500000	0	0	26.500000	26.500000	0	0	26.5
4	2019/10/17 10:00:00	137-4	137-4	120	1	67.5	39.5	31.0	32.500000	28.0	93.000000	27.500000	0	0	27.500000	27.500000	0	0	27.5
5	2019/10/17 10:00:00	137-5	137-5	120	1	68.5	40.5	32.0	32.500000	29.0	93.000000	28.500000	0	0	28.500000	28.500000	0	0	28.5
6	2019/10/17 10:00:00	137-6	137-6	120	1	69.5	41.5	33.0	32.500000	30.0	93.000000	29.500000	0	0	29.500000	29.500000	0	0	29.5
7	2019/10/17 10:00:00	137-7	137-7	120	1	70.5	42.5	34.0	32.500000	31.0	93.000000	30.500000	0	0	30.500000	30.500000	0	0	30.5
8	2019/10/17 10:00:00	137-8	137-8	120	1	71.5	43.5	35.0	32.500000	32.0	93.000000	31.500000	0	0	31.500000	31.500000	0	0	31.5
9	2019/10/17 10:00:00	137-9	137-9	120	1	72.5	44.5	36.0	32.500000	33.0	93.000000	32.500000	0	0	32.500000	32.500000	0	0	32.5
10	2019/10/17 10:00:00	137-10	137-10	120	1	73.5	45.5	37.0	32.500000	34.0	93.000000	33.500000	0	0	33.500000	33.500000	0	0	33.5
11	2019/10/17 10:00:00	137-11	137-11	120	1	74.5	46.5	38.0	32.500000	35.0	93.000000	34.500000	0	0	34.500000	34.500000	0	0	34.5
12	2019/10/17 10:00:00	137-12	137-12	120	1	75.5	47.5	39.0	32.500000	36.0	93.000000	35.500000	0	0	35.500000	35.500000	0	0	35.5
13	2019/10/17 10:00:00	137-13	137-13	120	1	76.5	48.5	40.0	32.500000	37.0	93.000000	36.500000	0	0	36.500000	36.500000	0	0	36.5
14	2019/10/17 10:00:00	137-14	137-14	120	1	77.5	49.5	41.0	32.500000	38.0	93.000000	37.500000	0	0	37.500000	37.500000	0	0	37.5
15	2019/10/17 10:00:00	137-15	137-15	120	1	78.5	50.5	42.0	32.500000	39.0	93.000000	38.500000	0	0	38.500000	38.500000	0	0	38.5
16	2019/10/17 10:00:00	137-16	137-16	120	1	79.5	51.5	43.0	32.500000	40.0	93.000000	39.500000	0	0	39.500000	39.500000	0	0	39.5
17	2019/10/17 10:00:00	137-17	137-17	120	1	80.5	52.5	44.0	32.500000	41.0	93.000000	40.500000	0	0	40.500000	40.500000	0	0	40.5
18	2019/10/17 10:00:00	137-18	137-18	120	1	81.5	53.5	45.0	32.500000	42.0	93.000000	41.500000	0	0	41.500000	41.500000	0	0	41.5
19	2019/10/17 10:00:00	137-19	137-19	120	1	82.5	54.5	46.0	32.500000	43.0	93.000000	42.500000	0	0	42.500000	42.500000	0	0	42.5
20	2019/10/17 10:00:00	137-20	137-20	120	1	83.5	55.5	47.0	32.500000	44.0	93.000000	43.500000	0	0	43.500000	43.500000	0	0	43.5

7.6 儀器開機作業程序:

7.6.1 Trialthier 開機: 直接將電源關閉即可

7.6.2 電腦開機: 依正常電腦開機程序開機

7.7 測畢樣品若疑似放射線污染, 請依「污染樣品接收作業程序書」規劃實驗室特定區域予以儲存。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	1
名稱	移動式偵檢器於輻射災害污染現場 食品及飲用水快篩作業程序書	頁次	7之7
編號	RAL-O09	實施日期	108年09月20日

附表 1

食品中原子塵或放射能污染容許量標準

第一條 本標準依食品安全衛生管理法第十五條第二項規定訂定之。

第二條 食品中原子塵或放射能污染之限量如下：

放射性核種 食品類別	碘一三一 (I-131)	銫一三四與銫一三七 之總和 (Cs-134 + Cs-137)
乳及乳製品	55 貝克/公斤 (55 Bq/kg)	50 貝克/公斤 (50 Bq/kg)
嬰兒食品	55 貝克/公斤 (55 Bq/kg)	50 貝克/公斤 (50 Bq/kg)
飲料及包裝水	100 貝克/公斤 (100 Bq/kg)	10 貝克/公斤 (10 Bq/kg)
其他食品 ⁽¹⁾⁽²⁾	100 貝克/公斤 (100 Bq/kg)	100 貝克/公斤 (100 Bq/kg)

備註：本標準適用於可能有發生核污染或輻射污染時，包括意外或惡意之行動。

⁽¹⁾乾燥或濃縮等需復水後食用之原料(如：香菇、藻類、魚貝類及蔬菜)，應以復水後供直接食用之狀態適用「其他食品」之限量；但海苔、小魚乾、魷魚乾、葡萄乾等乾燥狀態即為直接供食用狀態者，仍應直接適用「其他食品」之限量。

⁽²⁾茶葉須以飲用狀態之條件(沖泡或茶湯後)適用「飲料及包裝水」之限量。

第三條 本標準自發布日施行。

108 年度輻射災害放射性
分析備援實驗室建置案

食品檢驗技術及設備量能分析報告

檢驗單位:屏科大災害防救中心
放射性分析備援實驗室

中華民國 108 年 9 月 20 日

一、實驗室簡介

日本福島核電事故震撼全球，後續環境放射性污染影響及復原亦引起世界各國關注，國人非常喜歡食用日本食品，因而日本進口食品的放射含量監測特別受到重視。由於國內放射性分析能量有限，為提升並強化南部地區放射性分析能量，國立屏東科技大學接受原子能委員會委託建置輻射災害備援實驗室，投入放射性分析相關檢測工作，為國人之食品輻射安全把關盡一份心力。

福島核能電廠發生輻射外洩嚴重的輻射污染事件在國際間引起極大的關注與衝擊，影響所及包涵各項貿易(貨物、旅遊等)的進行。台灣長期以來與日本民間交流緊密，輻射事故後大量與日本相關的樣品需進行輻射檢測，即使該產品確定在事故發生前就已進口，消費者仍要求出具檢測報告方有信心採購。鑒於國內各放射分析實驗室當時均面對遠高於原先規劃之人力與設備資源所能處理的樣品量，劉祺章等(2012)針對福島事故這樣的特例，建議大量樣品檢測可採快篩定性分析作業方式進行第一階段的污染確認，一旦發現有污染之虞，再進行第二階段定量偵測，以大幅減少分析的時間與人力。然而，即使以快篩定性分析作業方式因應，國內現有放射分析相關實驗室仍難以應付事故後大量樣品的檢測，檢測能量不足，因此，為提升或強化台灣地區放射性分析能量，建立輻射災害備援實驗室有其迫切性及重要性，對災害後續的處理、調查及民眾的安全保障將有相當大的效益。

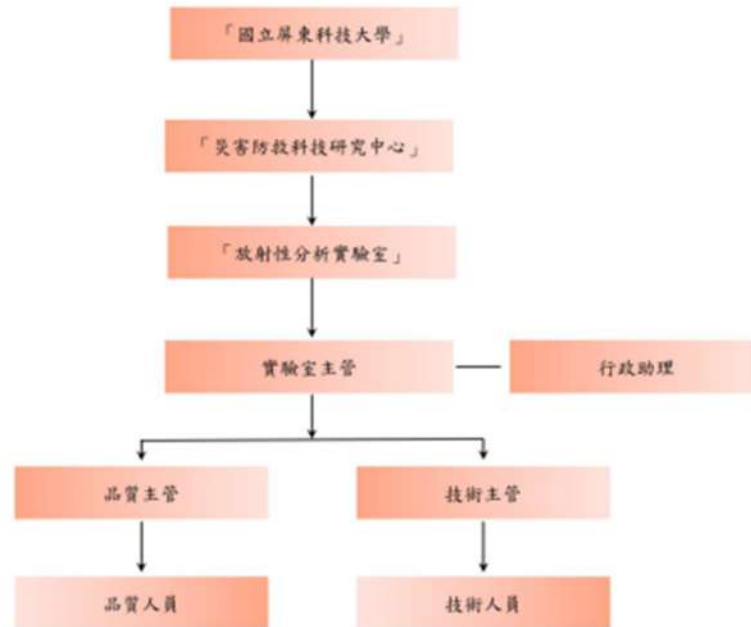
國立屏東科技大學對政府相關政策及社會責任一向積極配合，其防災中心轄下的「輻射災害放射性分析備援實驗室」已於民國 105 年初步建置完成，並陸續於民國 106 年與 107 年內共添購 2 套加馬能譜儀(Gamma-Ray Spectrometer, GRS)搭配純鍍偵檢器(High Purity Germanium Detector)，作為加馬(Gamma)放射性核種定性與定量檢測技術之開發與提升的基礎，並以此基礎配合政府放射分析檢測能量提升之政策。同時在 107 年 6 月通過財團法人全國認證基金會(TAF)實驗室認證；並在 108 年 4 月通過衛生福利部食品藥物管理署(TFDA)實驗室認證，期盼未來能在游離輻射這個領域為社會大眾盡一份心力。

二、組織架構

本實驗室隸屬於國立屏東科技大學研究災害防救科技研究中心，由實驗室主管負責，另設有品質主管及技術主管，負責環境試樣放射性核種分析業務。

1. 品質主管負責管理系統的推動與協調、稽核計劃及任務編組，直接溝通至實驗室主管。
2. 品質人員負責稽查所有與本實驗室環測作業有關的程序、文件、數據及紀錄及主管交辦事項。
3. 技術主管負責技術作業與所需資源的供給。

4. 技術人員應熟悉測試方法及程序、測試目的及紀錄。



三、實驗室認證

本實驗室於106年6月取得財團法人全國認證基金會(TAF)實驗室認證，認證編號為3475；並於107年4月取得衛生福利部食品藥物管理署(TFDA)實驗室認證，認證編號為F118。



四、精密儀器

本實驗室於 106 年及 107 年購置加馬能譜儀(Gamma-Ray Spectrometer, GRS)搭配純鍺偵檢器(High Purity Germanium Detector)共兩套。詳細規格如表 1 所示:

表 1 儀器規格

儀器名稱	純鍺偵檢器(High Purity Germanium Detector)
廠牌	克馬(ORTEC)
數位式多頻道分析儀型號	DSPEC LF
偵檢器型號	ORTEC GEM40-76-SMP
偵檢器效率	40%(含)以上
鉛屏蔽	厚度 10 公分以上(XYZ 各空間方向)
分析軟體	ORTEC Connections、Maestro 軟體



五、分析項目及方法

本實驗室主要是分析食品中的放射性核種，主要針對食品中的放射性核種碘 131(I-131)、銫 134(Cs-134)及銫 137(Cs-137)做分析。本實驗室檢測方法參考自衛生福利部食品藥物管理署(TFDA)公告「食品中放射性核種之檢驗方法」，衛福部授食字第 1051900834 號公告。

此方法分兩個階段，第一階段為定性分析，分析樣本是否有分析到人工核種碘 131(I-131)、銫 134(Cs-134)及銫 137(Cs-137)，且計測時飲料及包裝水之最小可測量(Minimum Detectable Amount, MDA)需小於 5 貝克/公斤，乳

及乳製品、嬰兒食品及其他食品需小於 10 貝克/公斤，計測時間視 MDA 而定，若未達 MDA 要求時，則延長計測時間至符合 MDA 要求。若發現有人工核種則須進入第二階段，此時必須將樣本攪碎並裝入固定的幾何形狀之計測皿中，秤重紀錄並開始計測，樣品量測之最小可測量(Minimum Detectable Amount, MDA)需小於 1 貝克/公斤或 1 貝克/升，計測時間視 MDA 而定，若未達 MDA 要求時，則延長計測時間至符合 MDA 要求。

六、設備量能評估

本實驗室於 106 年 7 月購買第一台純鍍偵檢器，並於隔年 8 月購置第二台純鍍偵檢器，雖然沒有輻射偵測中心或是核能研究所那麼多台偵檢器，但因為是在學校得環境下，故操作儀器的時間卻不比其他實驗室短。

目前實驗室分析量從 106 年 7 月累計至今約 780 個樣本，如表 2 所示，其中約 520 個樣本是環境樣本，主要為科技部計畫及學生碩士論文之樣本為主，環境樣本需花費較長時間計測；而食品樣本則是客戶委託或是執行計畫之樣本佔大部分。本實驗室於 107 年底承接一件委託案，分析 100 個日本進口食品，並在一個月內完成所有樣本的檢測，也在此次分析中發現，若樣本的重量達到 100 克以上，約分析 1000 秒即可以達到衛服部公告第一階段飲料及包裝水之最小可測量(Minimum Detectable Amount, MDA)需小於 5 貝克/公斤，乳及乳製品、嬰兒食品及其他食品需小於 10 貝克/公斤，而樣本的重量若約 700 克左右，則約分析 5000 秒即可以達到衛服部公告第二階段樣品量測之最小可測量(Minimum Detectable Amount, MDA)需小於 1 貝克/公斤或 1 貝克/升，詳細計測時間如表 3 所示。

表 2 本實驗室目前樣本分析量

樣本種類	數量	樣品來源	計測時間	備註
食品類	約 260 個	委託樣本(100 個) 計畫樣本(130 個) 自行檢測(30 個)	1,000-30,000 秒	計測時間以 MDA 為依據
環境類	約 520 個	委託樣本(60 個) 計畫樣本(380 個) 自行檢測(80 個)	30,000-60,000 秒	計測時間以 MDA 為依據

表 3 本實驗室食品樣本計測時間參考表

樣本重量	第一階段計測時間		第二階段計測時間	備註
	10 MDA	5 MDA	1 MDA	
100 克以下	3,000 秒	6,000 秒	3,000 秒	以實際測量值為主
100 克以上	1,000 秒	2,000 秒	10,000 秒	
700 克以上	1,000 秒	1,000 秒	5,000 秒	

食品試樣中 90% 為第一階段量測、10% 進入第二階段量測。食品試樣第

一階段定性約需 1000 秒、食品試樣第二階段定量作業約需 6000 秒。加權後平均一個試樣所需計測時間為 25 分鐘，試樣前處理平均需要 20 分鐘，每日工時 8 小時，扣除品保作業與報告製作 1 小時，每天平均可執行 10 件，實驗室共兩台 HPGe 共可執行 20 件試樣。每月 22 個工作天，每年最多可執行 5,280 件。

附件六、TFDA 認證相關文件

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物化粧品檢驗機構認證申請書

檢驗機構名稱	國立屏東科技大學/災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室		
檢驗機構地址	912 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號電算中心 1B001		
申請類別	<input checked="" type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品		
申請領域	<input checked="" type="checkbox"/> 初次 <input type="checkbox"/> 增項 <input type="checkbox"/> 變更 <input type="checkbox"/> 展延 <input type="checkbox"/> 其他		
申請加速認證	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	申請群組認證	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
檢驗機構負責人	葉一隆		
聯絡人	林聖淇		
聯絡電話	08-7703202 轉 6690	傳真電話	08-7740399
電子信箱	linsc0329@npust.edu.tw		

檢附下列文件提出申請：(請勾選)

<input checked="" type="checkbox"/>	本申請書乙份(含電子檔)
	符合申請檢驗機構資格證明文件影本乙份(上蓋檢驗機構負責人印信)
<input checked="" type="checkbox"/>	檢驗機構品質手冊及檢驗作業程序(應附照相紀錄之實驗流程)各乙份(含電子檔)
<input checked="" type="checkbox"/>	定量檢驗項目之量測不確定度評估報告各乙份(含電子檔)
<input checked="" type="checkbox"/>	能力證明及測試結果品質管制圖表各乙份(含電子檔)
<input checked="" type="checkbox"/>	方法確效試驗評估報告各乙份(含電子檔)
<input checked="" type="checkbox"/>	其他

此 致

衛生福利部食品藥物管理署

檢驗機構負責人： 葉一隆 (簽章)

申請日期： 2018 年 8 月 16 日

一、申請認證範圍(本表如不敷填寫，請自行增列)

申請認證		檢驗方法		檢驗範圍	報告簽署人	檢驗人員	檢驗能量 (件/天)	能力證明 文件*	量測不確定度 評估**
檢驗項目	產品類別	方法名稱、公告字號、 條典、公定書或國際間認證之 方法							
放射性核種	食品中放射性 核種	衛生福利部 105.05.19 部授食 字第 1051900834 號公告訂定 食品中放射性核種之檢驗方法		碘-131：1-370 00Bq/kg 銫-134：1-370 00Bq/kg 銫-137：1-370 00Bq/kg	林聖淇、黃章 翔	黃章翔	5	4	

*提供之能力證明文件：

1. 不同日之真實樣品管實料 15 組，請以「1」代號表示。
2. 參加國內外能力試驗結果，請以「2」代號表示。
3. 如 1 年內無適當能力試驗可參加時(應提書面證明佐證)，則依下列順序擇一提供能力證明文件：
 - (1) 使用外購檢證參考物質，請以「3」代號表示。
 - (2) 與不同檢證機構間比對試驗結果，請以「4」代號表示。
 - (3) 不同樣品出具之檢報告 3 份，請以「5」代號表示。

**定置檢驗項目提供量測不確定度評估報告者，請「V」表示。

二、檢驗機構管理階層人員資料

姓名	檢驗機構負責人	檢驗部門主管	檢驗部門主管 2	品質部門主管
服務部門/職稱/年資	葉一隆 災害防救科技研究中心/主任/20 國立台灣大學農業工程學研究所 博士	林聖淇 災害防救科技研究中心/實驗室主管/13 國立台灣大學生物環境系統工程 學系博士	陳庭堅 環境工程學系/教授/34 美國猶他大學土木工程系環工組 博士	黃韋翔 災害防救科技研究中心放射性能 析備援實驗室/品質主管/5 國立屏東科技大學環境工程與科 學系所碩士
學歷	國立屏東科技大學土木工程系教 授 國立屏東科技大學災害防救 科技研究中心主任	國立屏東科技大學科技管理研究 所助理教授 國立台灣大學生物 環境系統工程學系博士後研究員	國立屏東科技大學環境工程與科 學系教授 國立屏東科技大學新 興汙染物中心主任 大仁技術學 院環境工程衛生科副教授	國立屏東科技大學專任助理 學系所碩士
代理人	林聖淇	葉一隆	林聖淇	林聖淇
聯絡電話	08-7703202 轉 7202	08-7703202 轉 6690	08-7703202#7081	08-7703202 轉 7631
電子信箱	yalung@mail.npust.edu.tw	linsc0329@npust.edu.tw	chen5637@npust.edu.tw	stefsun921015@yahoo.com.tw

報告簽署人 (本表如不敷填寫，請自行增列)

姓名	林聖洪	黃章翔
服務部門/職稱/年資	災害防救科技研究中心放射線分析備援實驗室/實驗室主管/13	災害防救科技研究中心放射線分析備援實驗室/品質主管/5
簽署範圍		
學歷	國立台灣大學生物環境系統工程學系博士	國立屏東科技大學環境工程與科學系所碩士
經歷	國立屏東科技大學科技管理研究所助理教授 國立台灣大學生物環境系統工程學系博士後研究員	國立屏東科技大學專任助理
聯絡電話	08-7703202 轉 6690	08-7703202 轉 7631
電子信箱	linsc0329@npust.edu.tw	stefsun921015@yahoo.com.tw

三、申請認證檢驗項目對應之檢驗人員資料（本表如不敷填寫，請自行增列）

姓名	黃韋翔			
服務部門/職稱/年資	災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室/品質主管/5			
學歷	國立屏東科技大學環境工程與科學系所碩士			
經歷	國立屏東科技大學專任助理			
聯絡電話	08-7703202 轉 7631			
電子信箱	stefsum921015@yahoo.com.tw			
能力評定紀錄				

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物化粧品檢驗機構認證實地查核紀錄表

檢驗機構名稱	國立屏東科技大學/災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室
檢驗機構地址	912 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號電算中心 IB001
檢驗機構負責人	葉一隆
評鑑領域	<input checked="" type="checkbox"/> 食品，編號： <input type="checkbox"/> 藥物化粧品，編號：
評鑑類別	<input checked="" type="checkbox"/> 初次 <input type="checkbox"/> 增項 <input type="checkbox"/> 變更 <input type="checkbox"/> 展延 <input type="checkbox"/> 定期查核 <input type="checkbox"/> 實地複評 <input type="checkbox"/> 其他

一、實地查核前/後會議出席人員簽名

	查核前會議	查核結束會議
時間	107年11月20日 15時	107年11月20日 19時
主評審員	郭清輝	郭清輝
評審員	楊志雄	楊志雄
檢驗機構負責人	林亞淇	林亞淇
檢驗機構代表	黃昇珊 黃崇翔 陳志輝	黃昇珊 黃崇翔 陳志輝

1/8

二、實地查核結果

(一)查核結果摘要

ISO/IEC 17025 章節	缺失紀錄編號
4.1 組織	
4.2 管理系統	
4.3 文件管制	1-2
4.4 要求、標單及合約之審查	
4.5 測試與校正之外包	
4.6 服務與供應品之採購	
4.7 顧客服務	
4.8 抱怨	
4.9 不符合測試與(或)校正工作之管制	
4.10 改進	
4.11 矯正措施	
4.12 預防措施	
4.13 紀錄管制	
4.14 內部稽核	
4.15 管理審查	
5.1 概述	
5.2 人員	
5.3 設施與環境條件	2-3
5.4 測試與校正方法及方法確認	2-1
5.5 設備	
5.6 量測追溯性	
5.7 抽樣	
5.8 測試與校正件之處理	
5.9 測試與校正結果品質之保證	2-2
5.10 結果報告	
本署檢驗機構認證作業程序	缺失紀錄編號
第貳章 認證程序 第一節 申請	
第參章 認證檢驗機構之管理	1-1

2/8

(二)實地查核表單

表單名稱	實地查核結果
缺失紀錄	<input checked="" type="checkbox"/> 食品領域計 5 份，其中管理缺失計 2 份，技術缺失計 3 份 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品領域計 ___ 份，其中管理缺失計 ___ 份，技術缺失計 ___ 份
缺失複評	<input checked="" type="checkbox"/> 書面複評 <input type="checkbox"/> 實地複評
實地查核操作紀錄	<input checked="" type="checkbox"/> 食品領域計 1 份 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品領域計 ___ 份

(三)建議認證範圍

1.檢驗機構負責人、品質部門主管、檢驗部門主管

稱謂	建議名單	認證建議
檢驗機構負責人	林聖洪 葉一隆	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
品質部門主管	葉一隆 黃韋翔	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
檢驗部門主管	林聖洪、陳庭堅	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

2.檢驗項目及報告簽署人認證建議表

檢驗項目	檢驗方法	檢驗範圍	認證建議
放射性核種 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，_____	衛生福利部 105.05.19 部授食字第 1051900834 號公告訂定食品中放射性核種之檢驗方法	1-37000 Bq/kg	林聖洪、黃韋翔 <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，_____

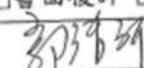
備註：認證建議，如勾選“否”，請說明。

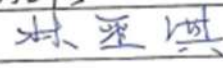
(四)請檢驗機構於 108 年 1 月 19 日前將改善報告(包含附件，附件修正處請以下底線或粗體標示)上傳至本署檢驗機構認證資訊網，另函知本署委辦單位並副知本署風險管理組。本署地址:11561 臺北市南港區昆陽街 161-2 號，聯絡電話：(02) 2787-7121、(02) 2787-7128。

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物化粧品檢驗機構缺失紀錄表

缺失編號：1-1

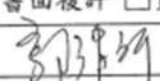
1

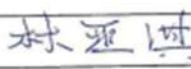
檢驗機構名稱	國立屏東科技大學/災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室		
類別	<input checked="" type="checkbox"/> 檢驗機構認證申請案 <input type="checkbox"/> 認證檢驗機構定期查核案 <input type="checkbox"/> 其他		
領域	<input checked="" type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品		
缺失對應 ISO/IEC 17025 或本署認證作業程序之章節	管理辦法		
缺失內容： 1.申請單須詳實記錄檢體之收樣狀態，包括產品名稱、批號、製造或有效日期、來源、包裝及數量等產品資訊，不得空白，並就送驗檢體照相留存。 2.檢驗報告須註明「檢驗報告僅就委託者之委託事項提供檢驗結果，不對產品合法性作判斷」。			
缺失複評	<input checked="" type="checkbox"/> 書面複評 <input type="checkbox"/> 實地複評		
評審員簽名		日期	107.11.20

檢驗機構回覆改善報告	書面複評確認		
1. 已依建議修正申請單 (RAL-M27-501) 新增高產量產品資訊一欄，包括批號、製造有效日期、包裝等，並於 RAL-002 程序書中 7.1.2 項加註需就樣品拍照存檔。 2. 已依建議修正檢驗報告 (RAL-M27-503) 於備註欄加註「本報告僅就委託者之委託事項提供檢驗結果，不對產品合法性作判斷。」	<input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 說明： <input type="checkbox"/> 可安排執行現場複評		
檢驗機構負責人簽名		評審員簽名	
日期	107.12.3.	日期	

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物化粧品檢驗機構缺失紀錄表

缺失編號：1-2

檢驗機構名稱	國立屏東科技大學/災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室		
類別	<input checked="" type="checkbox"/> 檢驗機構認證申請案 <input type="checkbox"/> 認證檢驗機構定期查核案 <input type="checkbox"/> 其他		
領域	<input checked="" type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品		
缺失對應 ISO/IEC 17025 或本署認證作業程序之章節	4.3		
缺失內容： 申請單、檢驗報告、樣品編號之編碼原則須依實際作業明訂，文件修改之實際做法與程序書也不盡相同。			
缺失複評	<input checked="" type="checkbox"/> 書面複評 <input type="checkbox"/> 實地複評		
評審員簽名		日期	107.11.20

檢驗機構回覆改善報告		書面複評確認	
已依建議於各程序書中明訂所延伸之表單編碼原則，另文件修訂則依原程序書規定可先以手寫修改，並於每年管審會議中提報修正，陳核後依需要使得重新打印收發發行。		<input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 說明： <input type="checkbox"/> 可安排執行現場複評	
檢驗機構負責人簽名		評審員簽名	
日期	107.12.3.	日期	

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物化粧品檢驗機構缺失紀錄表

缺失編號：2-01

檢驗機構名稱	國立屏東科技大學/災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室		
類別	<input checked="" type="checkbox"/> 檢驗機構認證申請案 <input type="checkbox"/> 認證檢驗機構定期查核案 <input type="checkbox"/> 其他		
領域	<input checked="" type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品		
缺失對應 ISO/IEC 17025 或本署認證作業程序之章節	5.4		
缺失內容：	本次認證申請範圍為鈾-131, 鎳-134 及銥-137 等三項核種。SOP中所列之其他核種(包括K-40, 銻系及鈾系)核種, 應請不予列入。		
缺失複評	<input checked="" type="checkbox"/> 書面複評 <input type="checkbox"/> 實地複評		
評審員簽名	楊秉堃	日期	107/11/20

檢驗機構回覆改善報告	書面複評確認		
已依建議刪除 RAL-002 程序書中, 非認證範圍之檢測項目(包括 K-40, 銻系及鈾系)。	<input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 說明： <input type="checkbox"/> 可安排執行現場複評		
檢驗機構負責人簽名	林聖洲	評審員簽名	
日期	107. 12. 3.	日期	

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物化粧品檢驗機構缺失紀錄表

缺失編號：2-02

檢驗機構名稱	國立屏東科技大學/災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室		
類別	<input checked="" type="checkbox"/> 檢驗機構認證申請案 <input type="checkbox"/> 認證檢驗機構定期查核案 <input type="checkbox"/> 其他		
領域	<input checked="" type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品		
缺失對應 ISO/IEC 17025 或本署認證作業程序之章節	5.9		
缺失內容：	<p>新申請認證之實驗室應提出完整之品質管制資料(備查)。品質項目至少包含查核樣品(備標準射源),及重複樣品分析,以確保認證例行檢測數據之正確性及穩定性。請提供15組檢測數據,並製作品質管制圖。</p>		
缺失複評	<input checked="" type="checkbox"/> 書面複評 <input type="checkbox"/> 實地複評		
評審員簽名	林文雄	日期	107/10/20

檢驗機構回覆改善報告	書面複評確認		
<p>依委員建議提供現行「查核樣品」及「重複樣品」之15組品質數據及品質管制圖,另附上本實驗室每日及每周例行品質作業紀錄表供參。</p>	<input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 說明： <input type="checkbox"/> 可安排執行現場複評		
檢驗機構負責人簽名	林文雄	評審員簽名	
日期	107.12.3.	日期	

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物化粧品檢驗機構缺失紀錄表

缺失編號：2-03

檢驗機構名稱	國立屏東科技大學/災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室		
類別	<input checked="" type="checkbox"/> 檢驗機構認證申請案 <input type="checkbox"/> 認證檢驗機構定期查核案 <input type="checkbox"/> 其他		
領域	<input checked="" type="checkbox"/> 食品 <input type="checkbox"/> 藥物化粧品		
缺失對應 ISO/IEC 17025 或本署認證作業程序之章節	5.3		
缺失內容：	<p>建議樣品前處理實驗應對生鮮食品(如魚及肉類)與其他樣品的處理空間有所區隔以避互相互之影響。 在上方 操作上 區隔</p>		
缺失複評	<input checked="" type="checkbox"/> 書面複評 <input type="checkbox"/> 實地複評		
評審員簽名	楊末雄	日期	107/11/20

檢驗機構回覆改善報告	書面複評確認		
<p>實驗室備有對外通風之水槽空間，未來若接獲大量生鮮產品，可挪至備用空間執行前處理工作，以避免影響室內操作之進行。</p>	<p><input type="checkbox"/> 已完成改善 <input type="checkbox"/> 未完成改善 說明： <input type="checkbox"/> 可安排執行現場複評</p>		
檢驗機構負責人簽名	林亞烈	評審員簽名	
日期	107.12.3.	日期	

附件七、TAF 監督評鑑相關文件

財團法人全國認證基金會

TAF-CNLA-FG29(5)

不符合(NC)紀錄表

日期：108/08/29	認證編號：3475	記錄編號：NCR-0255-01
不符合的評鑑說明： 查證初次評鑑(2018/4)之 NCR0255-03，已經補充儀器校正狀態標籤，但在校正 SOP 中尚未敘明，是否接受重新校正結果，並更新校正狀態標籤等敘述。		
不符合主要對應的規範章節： 5.5.8	不符合主要對應的申請項目： 左述不符合對應規範章節如無專屬那些特定申請項目，則本欄免填。如有，則應填寫涵蓋那些申請項目 09991001	
確認改善的方式(註1)： <input checked="" type="checkbox"/> 1(書面審查) <input type="checkbox"/> 2(現場複查)		
(主導)評審員/技術專家簽名： <u>陳清江</u> 符合性評鑑機構(註2)主管簽名： <u>林運洪</u>		

請符合性評鑑機構依其矯正措施與表單回報改善情形

依據 NCR-0255-01 之說明，本實驗室對於矯正程序執行品質異常處理表(0017)實驗室品質人員已於 9月26日完成 RAL-413 量則設備之海與校正作業程序之修改以明確敘述校正 SOP，並經品質主管、技術主管與實驗室主管核閱無誤，改善作業程序。

符合性評鑑機構主管簽名：林運洪 日期：108.09.27.

改善措施確認(由評鑑小組填寫)

確認改善	<input type="checkbox"/> 已改善，說明(若欲提出的建議認可範圍與申請確認範圍有差異時，請詳細說明與列出建議認可事項，以確實連結至評鑑小組的認可建議表內容) <input type="checkbox"/> 未完成改善，說明如下：
(主導)評審員/技術專家(註3)： _____ 日期： _____	

註：

1. 不符合確認改善的方式，本會有權做修正，如有調整時將通知符合性評鑑機構與對應獨立委員與主導評審員。




2. "符合性評鑑機構" 是指實驗室、檢驗機構、能力試驗執行機構、金考物質生產機構。

3. 請獨立此 NC 的評鑑小組來確認此改善措施，若因故無法執行時，則由主導評審員或本會案件負責人代行。

災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室
品質異常處理表

填表日期：108年09月26日

編號：0017

異常內容	TAF 監督評鑑委員提出： 查證初次評鑑(2018/4)之 NCR0255-03，已經補充儀器校正狀態標籤，但在校正 SOP 中尚未敘明，是否接受重新校正結果，並更新校正狀態標籤等敘述。
原因分析	實驗室之主要檢測儀器-純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析系統，於 107 年 1 月 24 日校正完畢並於儀器外黏貼校正狀態標籤，但未於程序書中明述校正 SOP。 確認人員： 
矯正措施	依委員建議修正程序書。 確認人員： 
矯正結果確認	已依建議於 RAL-M13 量測設備之追溯與校正作業程序文件中修改內容，7.4 儀器校正後，須給技術主管審查及確認，應以適當之標籤貼於其上，以利標示及分辨，校正標籤應於每次校正完畢時更新。設備未曾校正、無須校正或有條件之情況使用者，亦應用適當之標籤或記錄鑑別之。 確認人員： 
預防措施	實驗室應每年管理審查會中，針對各項重要儀器設備之校正狀態進行審查，確保實驗室儀器設備之有效性。 確認人員： 
預防確認措施建議批	經查本實驗室純鍺半導體偵檢器加馬能譜分析系統雖有校正狀態標籤，但仍需在程序書中明確描述校正 SOP，並須由技術主管審查及確認，針對實驗室各項重要儀器設備之校正狀態確實落實標示，並於管理審查會議 
示	如指 林 璽 熙 108.09.26.

災害防救科技研究中心		版次	2
放射性分析備援實驗室品質文件			
名稱	量測設備之追溯與校正作業程序	頁數	3
編號	RAL-M13		
編寫：		核准：	
修訂紀錄	序號	日期	修訂內容
	1	107.04.02	p.3 刪除「主辦人員」；「品質負責人」修正為「品質主管」。
	2	108.8.29	p.2 得以適當文... 修正為應以適當文... 新增校正標籤圖樣 
	3	108.9.26	6.7.4 儀器校正完成後，須給技術人員審查及確認，得以適當文... 
實施日期	107 年 04 月 09 日		
品質主管		實驗室主管	

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	量測設備之追溯與校正作業程序	頁次	3之1
編號	RAL-M13	實施日期	107年04月09日

1. 目的：

訂定本實驗室有關分析、測試與計測等量測設備之追溯與校正作業程序，以確保各項設備均已調校或校正，且可追溯至公認之標準。

2. 範圍：

適用於本實驗室執行分析及校正所使用之各項分析、測試與計測等設備（含參考物質）。

3. 參考資料：

- 3.1 國立屏東科技大學放射性分析備援實驗室品質手冊，106年08月。
3.2 ISO/IEC 17025(2005)

4. 名詞解釋：

無。

5. 職責：

詳閱附錄一之職責分工表

6. 使用儀器及藥品：

影響本實驗室分析品質之量測設備或藥品。

7. 作業程序：

- 7.1 本實驗室有關分析、測試或計測設備及其相關軟體在使用前或預定使用週期內必須以檢定合格並能追溯至國家標準之設備調校、校正、維持或驗證。若無公認之國家標準，必須有書面程序，並參加實驗室間比對或適當之能力試驗。
- 7.2 各項儀器及設備必須依據穩定性、要求精確度、使用目的及環境條件，訂定校正週期及方法。若經由以往校正數據足以證明該設備具有一貫性精確度時，校正週期可延長。為確保設備之精確度，必要時校驗週期必須予以縮短。
- 7.3 校正須有報告或紀錄，並經審查及確認，且必須建檔保存，以作為儀器之歷史資料。
- 7.4 儀器校正完成後，應以適當之標籤貼於其上，以利標示及分辨，校正標籤應於每次校正完畢時更新。設備未曾校正、無需校正或有條件之情況使用者，亦應用適當之標籤或紀錄鑑別之。
- 7.5 儀器應制定例行之品管作業程序，發現設備超出品管要求，使用者必須立即採取行動，予以標示或隔離，並應遵照本實驗室之異常作業處理程序辦理。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	量測設備之追溯與校正作業程序	頁次	3之2
編號	RAL-M13	實施日期	107年04月09日

7.6 校正程序中所使／引用之可追溯性資料，如標準證明書、報告、設備手冊等應建檔保存。

7.7 應用於校正之參考標準件應妥善保存，除校正外，不可移作他用。

7.8 設備之校正報告須經本實驗室相關人員審查簽章。

8. 注意事項

無

9. 流程圖

無

10. 附錄

附錄一 職責分工表

國立屏東科技大學災害防救科技研究中心
放射性分析備援實驗室

儀器名稱:

儀器編號:

校正日期:

校正人員:

有效日期:

校正結果: 合格 不合格 填寫日期:

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	量測設備之追溯與校正作業程序	頁次	3之3
編號	RAL-M13	實施日期	107年04月09日

附錄一

職責分工表

負責人或單位 工作項目	相關人員	品質主管	實驗室主管
校正報告之驗收		√	√
設備追溯資料及校正報告之管制	√	√	

不符合(NC)紀錄表

日期：108/08/29	認證編號：3475	記錄編號：NCR-0255-02
不符合的評鑑說明： 107/04/19第二次管理審查會議內容尚未完全涵蓋ISO17025 2017版之要項。		
不符合主要對應的規範章節： 4.15	不符合主要對應的申請項目： 左述不符合對應規範章節如無專屬條款特定申請項目，則本欄免填。如有，則應填寫涵蓋那些申請項目 0999I001	
確認改善的方式(註1)： <input checked="" type="checkbox"/> 1(書面審查) <input type="checkbox"/> 2(現場複查)		
(主導)評審員/技術專家簽名：傅子丁 符合性評鑑機構(註2)主管簽名：林亞迪		

請符合性評鑑機構依其矯正措施與表單回報改善情形

依據NCR-0255-02之說明，執行本實驗室至矯正程序依品質異常處理表(001)對RAL-QM100品質手冊第15章管理審查應考慮內容做修改，以涵蓋ISO17025:2017版之要項。同時進行第4次管理會議討論，於9月21日由中區主任葉老師、實驗室主任林老師、技術主管陳老師、品質主管葉老師及品質經理黃冠羽與洪浩培共同召開，併依TAF-CNLA-R011(4)之8.9條之規定逐項提案討論。會議紀錄係由葉文。符合性評鑑機構主管簽名：林亞迪 日期：108.09.27。 系統品質管理課 陳亞迪 審核。

改善措施確認(由評鑑小組填寫)

確認改善	<input type="checkbox"/> 已改善，說明(若欲提出的建議認可範圍與申請確認範圍有差異時，請詳細說明與列出建議認可事項，以確實連結至評鑑小組的認可建議表內容)
	<input type="checkbox"/> 未完成改善，說明如下：
(主導)評審員/技術專家(註3)： 日期：	

註：







1. 不符合確認改善的方式，本會有權做修正，如有調整時請通知符合性評鑑機構與對應開立委員與主導評審員。
2. "符合性評鑑機構"是指實驗室、檢驗機構、能力試驗執行機構、金測物質生產機構。
3. 請開立此NC的評鑑小組來確認此改善措施。若因故無法執行時，則由主導評審員或本會案件負責人代行。





RAL-M19-S01

災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室
品質異常處理表

填表日期：108年09月26日

編號：0018

異常內容	TAF 監督評鑑委員提出： 107/04/19 第二次管理審查會議內容尚未完全涵蓋 ISO17025 2017 版之要項。
原因分析	第二次管理審查會議內容是以 ISO17025 2005 版(TAF-CNLA-R011(3)之 4.15) 要求之內容提案討論，故尚未完全涵蓋 ISO17025 2017 版之要項。 確認人員： 
矯正措施	針對 ISO17025 2017 版之要項以修改 RAL-QM00 品質手冊中第 15 章管理審查之要項，並重新召開第 4 次管理審查會議。 確認人員： 
矯正結果確認	以於 108 年 9 月 21 日召開第 4 次管理審查會議。 確認人員： 
預防措施	實驗室應於每年至少召開一次管理審查會議中，針對實驗室品質系統進行全盤的改善及檢討。 確認人員： 
預防確認措施建議	針對管理審查會議內容未完全涵蓋 ISO17025 2017 版之要項一案，本實驗室於 9 月 21 日召開第 4 次管理審查會議，並確實按照 TAF-CNCA-R01(4)之 8.9 節內容詳實討論並確實執行相關決議與要求，爾後每年至少召開 1 次管理審查會議，保證實驗室品質系統符合 TAF 之要求。 
批示	如擬  108.09.26.

災害防救科技研究中心		版次	2
放射性分析備援實驗室品質文件		頁數	48
名稱	品質手冊		
編號	RAL-QM00		
編寫：		核准：	
修訂紀錄	序號	日期	修訂內容
	1	107.04.03	文件中「實驗室負責人」、「品質負責人」、「技術負責人」修正為「實驗室主管」、「品質主管」、「技術主管」。
	2	107.04.02	新增第2章 5.4 節。
	3	107.04.03	第4章 4.2 刪除「供應商」。
	4	107.04.03	p.2、p.4、p.5、p.37、p.42、p.44、p.45、p.48「環境」試樣...改為「食品」試樣
	5	107.04.11	p.18 新增 6 相關作業程序書 6.1 對外技術服務辦法(RM)
	6	107.04.17	文件中品質政策部份,效率及服務中間須重
	7	107.04.19	品質政策中「誠信的態度...」修正為「嚴謹的態度...」
	8	107.10.18	前言中本手冊為依據國際標準組織(ISO)新增前生福利部食藥署相關法令
9	108.9.26	P.20 5.2 中新增目標的達成,與實驗室相關 因部與外部議題的改變,先前管理系統採再修正	
實施日期	107 年 04 月 09 日		
品質主管		實驗室主管	

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	品質手冊	頁次	48之30
編號	RAL-QM00	實施日期	107年04月09日

第15章 管理審查

- 1 目的：實驗室管理階層為審查管理系統的適合性及有效性，所執行的管理審查作業。
- 2 適用範圍：各項品質活動與人員。
- 3 參考資料：
 - 3.1 ISO/IEC 17025(2005) 4.15節。
- 4 名詞與定義：
 - 4.1 管理審查—實驗室管理階層為審查管理系統的適合性及有效性，定期執行管理審查作業，且導入必要的變更措施或改進措施。
- 5 內容：
 - 5.1 實驗室每年至少召開一次管理審查會議，對實驗室的管理系統與校正作業進行審查，以確保其持續的適合性與有效性，並導入必要的變更或改進。
 - 5.2 管理審查應考慮：
 - 品質政策和作業程序的適合性；
 - 管理與監督人員的報告；
 - 最近內部稽核的結果；
 - 矯正和預防措施；
 - 外部機構的評鑑結果；
 - 參加實驗室間比對或能力試驗的結果；
 - 工作量與工作類型之變更；
 - 顧客回饋的資訊；
 - 抱怨或異常處理的情形；
 - 目標的達成
 - 與實驗室相關的內部與外部議題的改變
 - 先前管理審查採取措施的狀況

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	品質手冊	頁次	48之31
編號	RAL-QM00	實施日期	107年04月09日

—其他諸如品質管制作業、資源和人員訓練等相關事項。

5.3 管理審查所發現的問題及導致的措施應予記錄，且實驗室主管應指派品質主管監督執行，以確保其在適當且經同意的期限內執行完畢。

不符合(NC)紀錄表

日期：108/08/29	認證編號：3475	記錄編號：NCR-0255-03
不符合的評鑑說明： 品質文件存檔及保存年限例如式樣接收處理紀錄和原始測試數據等保存期限未達6年以上。		
不符合主要對應的規範章節： 4.3	不符合主要對應的申請項目： 左減不符合對應規範章節如無專屬那些特定申請項目，則本欄免填。如有，則應填寫涵蓋那些申請項目 09991001	
確認改善的方式(註1)： <input checked="" type="checkbox"/> 1(書面審查) <input type="checkbox"/> 2(現場複查)		
(主導)評審員/技術專家簽名：陳清江		符合性評鑑機構(註2)主管簽名：林源洪

請符合性評鑑機構依其矯正措施與表單回報改善情形

依據NCR-0255-03之說明本實驗室合格矯正程序執行品質異常處理表(0028)實驗室品質人員已於9月10日完成RAL-405品質文件管理程序法之修改將附錄一文件存檔方式及保存年限中的存檔年限修改成6年以上，經由品質主管確認，再經實驗室主管核定完善作業程序。

符合性評鑑機構主管簽名：林源洪 日期：108.09.27.

改善措施確認(由評鑑小組填寫)

確認改善	<input type="checkbox"/> 已改善，說明(若欲提出的建議認可範圍與申請確認範圍有差異時，請詳細說明與列出建議認可事項，以確實連結至評鑑小組的認可建議表內容)
	<input type="checkbox"/> 未完成改善，說明如下：
(主導)評審員/技術專家(註3)： 日期：	




註：







1. 不符合確認改善的方式，本會有權做修正，如有調整時將通知符合性評鑑機構與對應開立委員與主導評審員。
2. "符合性評鑑機構"是指實驗室、檢驗機構、能力試驗執行機構、參考物質生產機構。
3. 請開立此 NC 的評鑑小組來確認此改善措施。若因故無法執行時，則由主導評審員或本會案件負責人代打。

**災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室
品質異常處理表**

填表日期：108年09月10日

編號：0016

異常內容	TAF 監督評鑑委員提出： 品質文件存檔及保存年限例如試樣接收處理紀錄和原始測試數據等保存期限未達6年以上。
原因分析	實驗室品質文件「RAL-M05 品質文件管理辦法」當初是參考 ISO/IEC 17025 2005 版本去撰寫，本實驗室向 TAF 提出認證亦以 ISO/IEC 17025 2005 版本，故尚未修改成 ISO/IEC 17025 2017 版。 確認人員： 
矯正措施	依照 ISO/IEC 17025 2005 版，將修改「RAL-M05 品質文件管理辦法」附錄一文件存檔方式及保存年限中的存檔年限。 確認人員： 
矯正結果確認	本實驗室品質人員已修改「RAL-M05 品質文件管理辦法」附錄一文件存檔方式及保存年限中的存檔年限，修改成符合 ISO/IEC 17025 2017 版規定存檔保存期限六年以上。 確認人員： 
預防措施	於每年實驗室進行內部稽核或管理審查會時，針對外部文件進行版本更新追蹤，以確保本實驗室內、外部文件為最新版本。 確認人員： 
預防確認措施建議批	品質人員於每月固定追蹤外部文件的更新狀況。 
示	如擬 林聖淇 108.09.13.

災害防救科技研究中心		版次	2
放射性分析備援實驗室品質文件		頁數	4
名稱	品質文件管理辦法		
編號	RAL-M05		
編寫：	 黃晏晏		核准：  林靜
修訂紀錄	序號	日期	修訂內容
	1	107.03.30	p.1、p.2、p.4 文中「品質負責人」修正為「品質人員」。
	2	107.03.30	7.3 「檔案管理人員」修正為「品質人員」。
	3	107.03.30	p.4 刪除「檔案管理人員」。
	4	107.04.13	新增 7.1.5 節及表 RAL-M05-S03。 
	5	108.09.10	附錄一第⑩、⑬、⑭中存檔年限從“ 五年 ”更改為“十年” 
實施日期	107 年 04 月 09 日		
品質主管	 黃晏晏		實驗室主管  林靜

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	品質文件管理辦法	頁次	4之1
編號	RAL-M05	實施日期	107年04月09日

1. 目的
規範本實驗室文件及記錄之管理與管制作業，並提供存檔年限等準則。
2. 範圍
適用本實驗室品質文件及記錄等檔案之管制及保存年限，如附錄一。
3. 參考資料
 - 3.1 國立屏東科技大學放射性分析備援實驗室品質手冊，106年08月。
 - 3.2 ISO/IEC 17025(2005)。
4. 名詞解釋
無
5. 職責
詳閱附錄二之職責分工表
6. 使用儀器及藥品
無
7. 內容
 - 7.1 品質文件管制
 - 7.1.1 品質文件之編(修)訂依據本實驗室「品質文件發行及修訂管制作業」(RAL-M01)辦理。
 - 7.1.2 品質文件完成並核定後，編(修)訂人員將該品質文件的電子檔送品質人員處，由品質人員更新至共用硬碟及實驗室檔案櫃供本實驗室同仁自行參閱或列印；並寄送電子郵件更新通知實驗室內所有人員。
 - 7.1.3 過期文件應予以銷毀或加蓋「作廢」章並註明作廢日期，同時保存乙份供日後追溯，紀錄表與技術服務報告只保留「文件紀錄銷毀管制表」(RAL-M05-S01)備查。
 - 7.1.4 檔案櫃之作廢文件應移出 TAF 認證程序書最新發行之文件夾，納入 TAF 認證程序書歷史檔案文件夾。
 - 7.1.5 每月由相關人員上網確認本實驗室之外部文件(試驗與(或)校正方法、法規、標準、其他規範性文件、以及圖面、軟體、規格、說明書及手冊)，是否為最新公告，並記錄於「外部文件管理追蹤紀錄表」(RAL-M05-S03)，以作為追蹤之依據。
 - 7.2 品質文件存檔方式
 - 7.2.1 本實驗室品質文件依據管理類及實際操作類等文件，分別存檔管理。
 - 7.2.2 本實驗室品質人員須建立「文件管制記錄表」(RAL-M05-S02)，並定期更新資料。

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	品質文件管理辦法	頁次	4之2
編號	RAL-M05	實施日期	107年04月09日

7.4.2 銷毀之品質文件、紀錄表應由品質人員建立「文件紀錄銷毀管制表」(RAL-M05-S01)，技術服務報告應由操作之承辦人員填寫，其餘檔案由各管理人員填寫上述表單，陳實驗室主管核定。

7.4.3 核定之文件、紀錄表、技術服務報告或檔案於銷毀時應留存核定之「文件紀錄銷毀管制表」備查。

8. 注意事項

無

9. 流程圖

無

10. 附錄

附錄一 放射性分析備援實驗室文件存檔方式及保存年限

附錄二 職責分工表

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	品質文件管理辦法	頁次	4之3
編號	RAL-M05	實施日期	107年04月09日

附錄一

災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室
文件存檔方式及保存年限

文件名稱	存檔年限
①組織表	永久
②各項例行作業計畫書	永久
③工作人員之資格和職責	二十年
④人員訓練計畫	十年
⑤儀器設備清單，包括校正用射源	二十年
⑥所有設備之原廠操作手冊	二十年
⑦校正程序	二十年
⑧每一分析項目之分析計測方法(標準操作程序書)	二十年
⑨所有設備之安裝測試報告及驗收記錄	二十年
⑩報廢儀器及放射性廢棄物之處理方式	五年 十年 <input type="checkbox"/> 108.9.10
⑪設備之校正及維修記錄	二十年
⑫品管試樣分析記錄	二十年
⑬品管報告	二十年
⑭品保稽查程序	二十年
⑮品保稽查記錄	二十年
⑯分析數據及報告(季報、半年報、年報等)	永久
⑰異常問題處理程序與記錄	二十年
⑱各項試樣取樣、接收及處理記錄	五年 十年 <input type="checkbox"/> 108.9.10
⑲原始數據或觀測數據	五年 十年 <input type="checkbox"/> 108.9.10
⑳計算及導出資料(分析記錄表)	三十年
㉑放射性射源證明書及配製過程	三十年
㉒各項證書或報告副本	二十年
㉓品質手冊及管理文件	二十年
㉔其他影響實驗品質之相關資料	二十年

災害防救科技研究中心 放射性分析備援實驗室品質文件		版次	2
名稱	品質文件管理辦法	頁次	4之4
編號	RAL-M05	實施日期	107年04月09日

附錄二

職責分工表

負責人或單位 工作項目	操作人員	品質人員	實驗室主管
工作檔案之保存、作廢	√		
品質文件之歸檔、保存		√	
品質文件生效通知		√	
文件管制紀錄表之更新		√	
品質文件之作廢		√	√
品質文件、紀錄表之銷毀	√	√	√

附件八、108 年放射性核種分析能力試驗檢討報告

108 年放射性核種分析能力試驗檢討報告

本實驗室一方面為了 TAF 實驗室認證規定須參加國內外能力試驗比對外，另一方面想確認本實驗室的分析能力與儀器的準確度，於 108 年同時報名國內環境試樣放射性分析能力比較試驗及 IAEA 國際原子能總署試樣比對試驗，借此檢視本實驗室的分析能力與數據的可靠性。

國內環境試樣放射性分析能力比較試驗

1. 樣本來源

本實驗室於 107 年 12 月報名參加國內環境試樣放射性分析能力比較試驗，並於 108 年 2 月 19 日收到試驗樣本，包括海水、土壤、茶葉等 3 個樣本，如圖 1 所示。



圖 1 國內環境試樣放射性分析能力比較試驗樣本

2. 樣本前處理

收到樣本時，先利用手提式蓋格計數器先確認過包裝及樣本無高活度輻射，接著進行樣本裝罐處理，先裝入 4.5 公分計測皿並利用器具將樣本壓時後秤重，並將樣本鮮重紀錄於樣本標籤紙上，然後進行下一步分析，圖 2 為 TAF 各樣本分裝 4.5 公分計測皿(土壤及茶葉)及 12 公分馬林杯(海水)。

裝樣時必須謹慎小心避免樣本污染實驗桌或環境，所有接觸過樣本的物品均須妥善處理。



圖 2 各樣本分裝 4.5 公分計測皿及 12 公分馬林杯

3. 純鍺偵檢器分析

樣品分析前會先在儀器上設定核種的資料，此次核種包括鉀-40、銫-137、釷系、鈾系、銻-228 及鉍-7 (因為本實驗室目前只有加馬能譜分析儀，故只報名加馬核種樣本)，土壤及茶葉樣本計測 30,000 秒，並重複分析三次以取平均及標準偏差；海水則計測 60,000 秒，並重複分析三次以取平均及標準偏差。

4. 分析結果

本實驗室將純鍺偵檢器分析完的數據整理成表 1，包括土壤、茶葉及海水等分析結果。

表 1 108 年國內環境試樣放射性分析能力比較試驗樣本計測活度

分析項目 (三重複)	K-40	Cs-137	Th-232	Bi-214	Ac-228	Be-7	
	(Bq/kg)						
土壤	1t h	456.22	22.48	33.74	23.95	35.64	-
	2t	458.00	21.83	33.27	24.22	36.26	-

	h						
	3t h	464.47	21.90	34.69	23.11	35.21	-
	平均	459.56±4 .34	22.07±0. 36	33.90±0. 72	23.76±0. 58	35.70±0. 53	-
茶 葉	1t h	5691.8	25.69	29.84	66.10	87.54	4335.1
	2t h	5765.7	26.38	29.43	66.93	86.45	4327.9
	3t h	5802.7	26.49	29.47	67.08	86.55	4355.1
	平均	5752.8±6 2.7	26.19±0. 43	29.58±0. 23	66.70±0. 53	86.84±0. 60	4339.4±1 4.1
海 水	1t h	11.25	-	-	-	-	-
	2t h	12.07	-	-	-	-	-
	3t h	10.68	-	-	-	-	-
	平均	11.33±0. 70	-	-	-	-	-

5. 不確定度的計算

本實驗室同時計算樣本的不確定度，包括樣本制備不確定、加馬儀器校正之不確定度及加馬儀器計測的誤差所導致的不確定度等，詳情如下。

I. 樣本制備的不確定度

A. 樣本不均勻性之不確定度

因為只有一個樣本故不納入考量

B. 樣品稱重之不確定度

樣本項目	計算過程 $\frac{u(W)}{W}$
海水	$\frac{u(W)}{W} = \frac{0.1}{900.4} = 0.011\%$
土壤	$\frac{u(W)}{W} = \frac{0.1}{173.6} = 0.058\%$
茶葉	$\frac{u(W)}{W} = \frac{0.1}{57.1} = 0.175\%$

樣品製備總不確定度

樣本項目	計算過程 $\frac{u_c(P)}{P}$
海水	$\frac{u_c(P)}{P} = \sqrt{(0.011)^2} = 0.011\%$
土壤	$\frac{u_c(P)}{P} = \sqrt{(0.058)^2} = 0.058\%$
茶葉	$\frac{u_c(P)}{P} = \sqrt{(0.175)^2} = 0.175\%$

II. 加馬儀器校正之不確定度

4.5 cm 混合射源

A. 校正點計數率的不確定度

校正點	計數值(counts)	計數時間 t_s (s)	$u(\text{Cs})/ \text{Cs}$
Y-88 (989.04 keV)	512219	10000	0.14 %

B. 效率校正曲線導出的不確定度

目標能峰 (keV)	估算效率	實測效率	σ_f	σ_f/E_{ff}
391.69	0.032077	0.032385	4.44E-4	2.71 %
514.01	0.025970	0.025866		
661.66	0.021613	0.021024		
898.02	0.016039	0.016395		
1173.24	0.013125	0.013213		
1332.50	0.011934	0.011930		
1836.01	0.009297	0.009240		

C. 校正射源活度的不確定度

混合射源證書	u_a
Y-88, 99 % confidence level	1.16 %

計測效率不確定度

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} = \sqrt{(0.14)^2 + (2.71)^2 + (1.16)^2} = 2.95 \%$$

12 cm 混合射源

A. 校正點計數率的不確定度

校正點	計數值(counts)	計數時間 t_s (s)	$u(\text{Cs})/ \text{Cs}$
Y-88 (989.04 keV)	72329	8000	0.37%

B. 效率校正曲線導出的不確定度

目標能峰 (kev)	估算效率	實測效率	σ_f	σ_f/E_{ff}
391.69	0.026911	0.027155	4.09E-4	2.94 %
514.01	0.022249	0.021740		
661.66	0.017993	0.017729		
898.02	0.013632	0.013903		
1173.24	0.011147	0.011274		
1332.50	0.010370	0.010214		
1836.01	0.007989	0.007989		

B. 校正射源活度的不確定度

混合射源證書	u_a
Y-88, 99 % confidence level	1.16 %

計測效率不確定度

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} = \sqrt{(0.37)^2 + (2.94)^2 + (1.16)^2} = 3.18 \%$$

III. 加馬儀器計測的誤差所導致的不確定度

樣本項目	計測誤差					
	K-40 (%)	Cs-137 (%)	Th-232 (%)	Bi-214 (%)	Ac-228 (%)	Be-7 (%)
海水	8.59	-	-	-	-	-
土壤	1.61	1.86	3.45	3.53	3.51	-
茶葉	0.66	5.17	10.4	3.74	5.30	0.98

IV. 相對總標準的不確定度

樣本項目	核種	總不確定度計算
海水	K-40	$\sqrt{(0.011)^2 + (3.18)^2 + (8.59)^2} = 9.16\%$
土壤	K-40	$\sqrt{(0.058)^2 + (2.95)^2 + (1.61)^2} = 3.36\%$
	Cs-137	$\sqrt{(0.058)^2 + (2.95)^2 + (1.86)^2} = 3.49\%$
	Th-232	$\sqrt{(0.058)^2 + (2.95)^2 + (3.45)^2} = 4.54\%$
	Bi-214	$\sqrt{(0.058)^2 + (2.95)^2 + (3.53)^2} = 4.60\%$
	Ac-228	$\sqrt{(0.058)^2 + (2.95)^2 + (3.51)^2} = 4.59\%$
茶葉	K-40	$\sqrt{(0.175)^2 + (2.95)^2 + (0.66)^2} = 3.03\%$
	Cs-137	$\sqrt{(0.175)^2 + (2.95)^2 + (5.17)^2} = 5.96\%$
	Th-232	$\sqrt{(0.175)^2 + (2.95)^2 + (10.4)^2} = 10.8\%$
	Bi-214	$\sqrt{(0.175)^2 + (2.95)^2 + (3.74)^2} = 4.77\%$
	Ac-228	$\sqrt{(0.175)^2 + (2.95)^2 + (5.30)^2} = 6.07\%$
	Be-7	$\sqrt{(0.175)^2 + (2.95)^2 + (0.98)^2} = 3.11\%$

6. 回傳樣本計測結果

本實驗室將分析的樣本活度及樣本計測不確定度整理完畢如表 2 所示，而表 3 則是回傳給主辦單位的最終數據，於 108 年 8 月 1 號回傳數據。

表 2 108 年比較實驗試驗樣品計測不確定度

試 樣 種 類		海水	土壤			茶葉				
試 樣 重 量		900.4 g	173.6 g			57.1 g				
幾 何 形 狀		12 cm	4.5cm			4.5cm				
偵 檢 器 編 號 1		標準不確定度	標準不確定度			標準不確定度				
(1)前處理	重量不確定度： $\frac{u(V)}{V} = \frac{u(W)}{W}$	0.011%	0.058%			0.175%				
	均勻度不確定度： $\frac{u(H)}{H}$	---	---			---				
	前處理不確定度： $\frac{u_c(P)}{P} = \sqrt{\left(\frac{u(W)}{W}\right)^2 + \left(\frac{u(H)}{H}\right)^2}$	0.011%	0.058%			0.175%				
(2)加馬能譜 效率校正	校正點計數率不確定度： $\frac{u(C_s)}{C_s} = \frac{1}{\sqrt{S \cdot t_s}}$	0.37%	0.14%			0.14%				
	校正射源活度不確定度： $\frac{u(a)}{a}$	1.16%	1.16%			1.16%				
	效率校正曲線導出的不確定度： $\frac{\sigma_f}{E_{ff}}$	2.94%	2.71%			2.71%				
	計測效率不確定度： $\frac{u(E_{ff})}{E_{ff}} = \sqrt{\left(\frac{u(C_s)}{C_s}\right)^2 + \left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_f}{E_{ff}}\right)^2}$	3.18%	2.95%			2.95%				
(3)樣品計測	計數率不確定度： $\frac{u(C_R)}{C_R} \%$ (由加馬能譜分析系統軟體求得)	K40			K40	Cs137	Th232	K40	Cs137	Th232
		8.59			1.61	1.86	3.45	0.66	5.17	10.4
					Bi214	Ac228		Bi214	Ac228	Be7
					3.53	3.51		3.74	5.30	0.98
(4) 相對組合不確定度： $\%$	$\frac{u(A)}{A} = \sqrt{\left(\frac{u(C_R)}{C_R}\right)^2 + \left(\frac{u(E_{ff})}{E_{ff}}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$	K40			K40	Cs137	Th232	K40	Cs137	Th232
		9.16			3.36	3.49	4.54	3.03	5.96	10.8
					Bi214	Ac228		Bi214	Ac228	Be7
					4.60	4.59		4.77	6.07	3.11
(5) 擴充不確定度： $\%$	$U = k \times u(A) = 2 \times u(A)$	K40			K40	Cs137	Th232	K40	Cs137	Th232
		18.3			6.72	6.98	9.08	6.06	11.9	21.6
					Bi214	Ac228		Bi214	Ac228	Be7
					9.20	9.18		9.54	12.1	6.22

表 3 108 年比較實驗試驗樣品計測結果

樣本項目	計測值(A±A×不確定度) Bq/kg					
	K-40	Cs-137	Th-232	Bi-214	Ac-228	Be-7
海水	11.33±2.07	-	-	-	-	-
土壤	459.56±30.9	22.07±1.54	33.90±3.08	23.76±2.19	35.70±3.28	-
茶葉	5752.80±348.6	26.19±3.12	29.58±6.39	66.70±6.36	86.84±10.51	4339.37±269.9

7. 國內環境試樣放射性分析能力比較試驗結果

國內環境試樣放射性分析能力試驗比對結果，顯示海水、土壤及茶葉其各核種皆在合理範圍內(En 值皆小於 1)，如圖 3 所示。

108 年國內環境試樣放射性分析比較試驗分析結果

單位：貝克/公斤·乾重

參加單位	海水	土壤				茶葉			
	加馬能譜分析	加馬能譜分析							
	鉀-40	鉀-40	鈾-137	鈾-208	鈾-228	鉀-40	鈾-137	鈾-208	鈾-228
JCAC		493.0±56.0	23.5±2.7	12.7±1.6	41.1±5.2	5910.0±800.0	22.9±3.5		
RMC	10.9±0.8	469.3±45.0	21.6±2.0	11.4±1.3	37.7±3.5	5540.0±514.1	22.1±3.5		
NPUST	11.6±3.0	459.6±28.3	22.1±1.4	12.2±2.9	35.7±3.1	5752.8±311.8	26.2±3.0		
En (RMC)		0.33	0.57	0.63	0.54	0.39	0.16		
En (NPUST)	0.20	0.53	0.18	0.47	0.19	0.15	0.25	0.89	0.43

註：1.--表示未分析或未提報數據。2.En 值：左欄位以 JCAC 為準，右欄位以 RMC 為準。3.可接受範圍： $En_{(RMC)} = \frac{|X_{分析值} - X_{RMC}|}{\sqrt{U_{分析值}^2 + U_{RMC}^2}} \leq 1$

圖 3 國內環境試樣放射性分析能力比較試驗結果

IAEA 國際原子能總署試樣比對試驗

1. 樣本來源

本實驗室於 108 年 4 月 14 日報名參加 2019 年 IAEA 國際原子能總署試樣比對試驗，並於 108 年 5 月 28 日收到樣本，包括三個水樣(Sample 1、Sample 2、Sample 3-QC)、1 個蝦粉(Sample 4)及三個濾紙(Sample 5、Sample 6、Sample 7)，如圖 3 所示。因為本實驗室於今年 7 月剛完成低背景比例計數器的採購，尚未建立儀器的效率曲線，故今年本實驗室只針對加馬核種能力試驗樣本作分析。

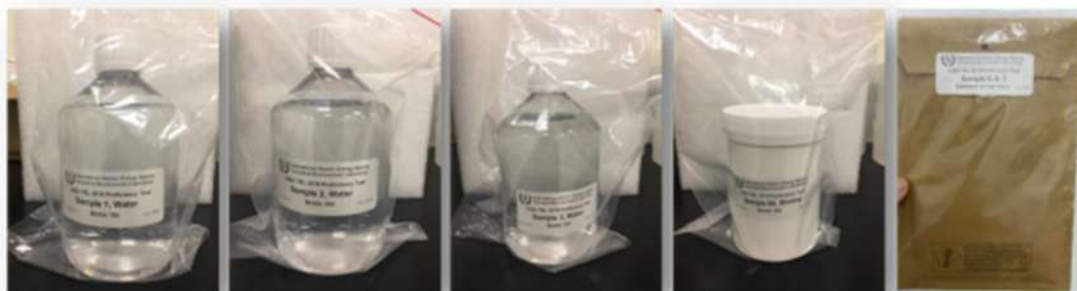


圖 4 IAEA 試驗樣品

2. 樣本前處理

收到樣本時，先利用手提式蓋格計數器先確認過包裝及樣本無高活度輻射，接著進行樣本裝罐處理，先裝入 4.5 公分計測皿並利用器具將樣本壓時後秤重，並將樣本鮮重紀錄於樣本標籤上，然後進行下一步分析，圖 4 為 IAEA 各樣本分裝 4.5 公分計測皿。裝樣時必須謹慎小心避免樣本污染實驗桌或環境，所有接觸過樣本的物品均須妥善處理。



圖 5 IAEA 各樣本分裝 4.5 公分計測皿

3. 純鍺偵檢器分析

樣品分析前會先在儀器上設定核種的資料，此次核種因為屬於盲樣，故須將所有核種全分析，(因為本實驗室目前只有加馬能譜分析儀，故只報名加馬核種樣本)，每個樣本均計測 100,000 秒，並重複分析三次以取平均及標準偏差。

4. 分析結果

本實驗分析結果發現 Sample-1 核種有 Cs-137、Cs-134 及 Ra-228；Sample-2 核種有 Cs-137 及 Cs-134；Sample-3 為校正用故無需回報數據；Sample-4 部分因為分析結果不確定太大，因無太大把握故本實驗室討論過後決定不回報，詳細分析結果如表 4 所示。

表 4 IAEA 樣本分析結果

分析項目(三重複)		Cs-134	Cs-137	Ra-228
		Bq/kg		
Sample-1	1th	9.27	8.80	21.98
	2th	8.76	8.78	21.71
	3th	9.65	9.10	22.70

	平均	9.23±0.37	8.89±0.15	22.13±0.42
Sample-2	1th	4.80	4.14	-
	2th	4.61	4.27	-
	3th	4.94	4.40	-
	平均	4.78±0.13	4.27±0.11	-

5. 計測不確定度

本實驗室同時計算樣本的的不確定度，包括樣本制備不確定、加馬儀器校正之不確定度及加馬儀器計測的誤差所導致的不確定度等，詳情如下。

I. 樣本制備的不確定度

A. 樣本不均勻性之不確定度

因為只有一個樣本故不納入考量

B. 樣品秤重之不確定度

樣本項目	計算過程 $\frac{u(W)}{W}$
Sample 1	$\frac{u(W)}{W} = \frac{0.1}{126.3} = 0.079\%$
Sample 2	$\frac{u(W)}{W} = \frac{0.1}{127.6} = 0.078\%$

II. 樣品製備總不確定度

樣本項目	計算過程 $\frac{u_c(P)}{P}$
Sample 1	$\frac{u_c(P)}{P} = \sqrt{(0.079)^2} = 0.079\%$
Sample 2	$\frac{u_c(P)}{P} = \sqrt{(0.078)^2} = 0.078\%$

III. 加馬儀器校正之不確定度

4.5 cm 混合射源

A. 校正點計數率的不確定度

校正點	計數值(counts)	計數時間 t_s (s)	$u(\text{Cs})/ \text{Cs}$
Y-88 (989.04 keV)	512219	10000	0.14 %

B. 效率校正曲線導出的不確定度

目標能峰 (keV)	估算效率	實測效率	σ_f	σ_f/E_{ff}
391.69	0.032077	0.032385	4.44E-4	2.71 %
514.01	0.025970	0.025866		
661.66	0.021613	0.021024		
898.02	0.016039	0.016395		
1173.24	0.013125	0.013213		
1332.50	0.011934	0.011930		
1836.01	0.009297	0.009240		

C. 校正射源活度的不確定度

混合射源證書	u_a
Y-88, 99 % confidence level	1.16 %

計測效率不確定度

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} = \sqrt{(0.14)^2 + (2.71)^2 + (1.16)^2} = 2.95 \%$$

IV. 加馬儀器計測的誤差所導致的不確定度

樣本項目	計測誤差		
	Cs-134 (%)	Cs-137 (%)	Ra-228 (%)

Sample 1	3.34	3.46	4.16
Sample 2	5.13	5.77	-

V. 相對總標準的不確定度

樣本項目	核種	總不確定度計算
Sample 1	Cs-134	$\sqrt{(0.079)^2 + (2.95)^2 + (3.34)^2} = 4.46\%$
	Cs-137	$\sqrt{(0.079)^2 + (2.95)^2 + (3.46)^2} = 4.55\%$
	Ra-228	$\sqrt{(0.079)^2 + (2.95)^2 + (4.16)^2} = 5.10\%$
Sample 2	Cs-134	$\sqrt{(0.078)^2 + (2.95)^2 + (5.13)^2} = 5.92\%$
	Cs-137	$\sqrt{(0.078)^2 + (2.95)^2 + (5.77)^2} = 6.48\%$

6. 上傳計測結果

本實驗室將分析的樣本活度及樣本計測不確定度整理並填入 IAEA 之網站上，於 108 年 9 月 14 號上傳數據，其中 Sample-4 因為分析結果活度較低，且不確度較大，故沒有呈報數據。樣本計測不確定度整理詳細如表 5 所示，而表 6 為最終填入 IAEA 網站之數據。

7. IAEA 能力試驗結果

檢測結果顯示 Sample 1 及 Sample 2 皆為準確度及精密度皆接受，如圖 4 所示。詳細資料如附件一所示。

Final Score A:準確度及精密度皆“接受”														
Evaluation Result Table for Sample 1														
Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score	
1	Cs-134	9.3	0.3	20 %	9.226	0.411	-0.80 %	0.65	0.11	A	5.50	A	A	
1	Cs-137	8.92	0.25	20 %	8.892	0.405	-0.31 %	0.4	0.07	A	5.35	A	A	
1	Ra-228	22.08	1	20 %	22.128	1.129	0.22 %	1.25	0.04	A	6.82	A	A	
Evaluation Result Table for Sample 2														
Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score	
2	Cs-134	5.05	0.15	40 %	4.779	0.283	-5.37 %	0.35	0.77	A	6.62	A	A	
2	Cs-137	4.19	0.12	40 %	4.271	0.277	1.93 %	0.22	0.37	A	7.09	A	A	

圖 6 IAEA 試樣比對試驗結果

8. 未來方向

由於今年本實驗室低背景比例計數器於 7 月中剛完成採購及交貨，故考量儀器的效率曲線建置及品保品管的建立，本實驗室在時間

上無法順利分析完樣本 Sample 5、6、7 等濾紙總貝他分析，加上今年樣本 Sample 5、6、7 等濾紙須由參加試驗實驗室自行配置標準射源當 QC 樣本進行校正，本實驗室目前尚未有能力及標準射源來自行配置，故於今年的 IAEA 能力試驗中未提報 Sample 5、6、7 等濾紙總貝他分析數據。

未來本實驗室會盡快熟悉低背景比利計數器並建置好相關效率曲線及品保品管，希望明年能執行分析總貝他能力試驗之樣本，並期盼能通過試驗。

表 5 108 年 IAEA 能力試驗樣品計測不確定度

試 樣 種 類		Sample 1			Sample 2		
試 樣 重 量		126.3 g			126.7 g		
幾 何 形 狀		4.5 cm			4.5cm		
偵 檢 器 編 號 1		標準不確定度			標準不確定度		
(1)前處理	重量不確定度： $\frac{u(V)}{V} = \frac{u(W)}{W}$	0.079%			0.078%		
	均勻度不確定度： $\frac{u(H)}{H}$	---			---		
	前處理不確定度： $\frac{u_c(P)}{P} = \sqrt{\left(\frac{u(W)}{W}\right)^2 + \left(\frac{u(H)}{H}\right)^2}$	0.079%			0.078%		
(2)加馬能譜效率校正	校正點計數率不確定度： $\frac{u(C_s)}{C_s} = \frac{1}{\sqrt{S \cdot ts}}$	0.14%			0.14%		
	校正射源活度不確定度： $\frac{u(a)}{a}$	1.16%			1.16%		
	效率校正曲線導出的不確定度： $\frac{\sigma_f}{E_{ff}}, \sigma_f = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (\epsilon_i - f(\epsilon_i))^2}{7-3}}$	2.71%			2.71%		
	計測效率不確定度： $\frac{u(E_{ff})}{E_{ff}} = \sqrt{\left(\frac{u(C_s)}{C_s}\right)^2 + \left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_f}{E_{ff}}\right)^2}$	2.95%			2.95%		
(3)樣品計測	計數率不確定度： $\frac{u(C_R)}{C_R} \%$ (由加馬能譜分析系統軟體求得)	Cs134	Cs137	Ac228	Cs134	Cs137	
		3.34	3.46	4.16	5.13	5.77	
(4) 相對組合不確定度： $\%$	$\frac{u(A)}{A} = \sqrt{\left(\frac{u(C_R)}{C_R}\right)^2 + \left(\frac{u(E_{ff})}{E_{ff}}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$	Cs134	Cs137	Ac228	Cs134	Cs137	
		4.46	4.55	5.10	5.92	6.48	
(5) 擴充不確定度： $\%$	U=k×u(A) = 1×u(A)	Cs134	Cs137	Ac228	Cs134	Cs137	
		4.46	4.55	5.10	5.92	6.48	

表 6 108 年 IAEA 能力試驗樣品計測結果

樣本項目	計測值(A±A×不確定度) Bq/kg		
	Cs-134	Cs-137	Ra-228
Sample 1	9.226±0.411	8.892±0.405	22.128±1.129
Sample 2	4.779±0.283	4.271±0.277	-

附件一

Individual Evaluation Report

for the World-Wide Open Proficiency Test IAEA-TEL-2019-03 Part II

Individual Evaluation Report for Laboratory Nr. 184

Participant Information:

Dr. Sheng-Chi Lin
Disaster Prevention and Mitigation
Technology Research Center
National Pingtung University of
Science and Technology NPUST
Computer Center B1, 1, Shuefu Road
Neipu
Pingtung, 91201

Contact Information:

S. Tarjan
IAEA Reference Materials Group
Terrestrial Environment Laboratory
NA Environment Laboratories NAEL
International Atomic Energy Agency
A-2444 Seibersdorf - Austria
Email: s.tarjan@iaea.org
Tel: + 43 1 2600 28242
Fax: + 43 1 2600 28222
<http://nucleus.iaea.org/ips/>

DISCLAIMER: This report has been generated automatically and is for your personal information only. The official results of the proficiency test will be published in the final report. If you find that any information provided on this form might be incorrect please contact us as soon as possible. This report is only complete in combination with Part I.

Page 1 of 6

Proficiency Test IAEA-TEL-2019-03 Evaluation Report Part II

Created on 2019-10-23

Evaluation Tables for Labcode 184. (Values and uncertainties expressed in Bq/kg)

Evaluation Result Table for Sample 1

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Ret. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Cs-134	9.3	0.3	20 %	9.226	0.411	-0.85 %	0.65	0.11	A	5.50	A	A
1	Cs-137	8.92	0.25	20 %	8.892	0.455	-0.31 %	0.4	0.07	A	5.35	A	A
1	Ra-228	22.09	1	20 %	22.126	1.129	0.22 %	1.25	0.04	A	6.82	A	A

Evaluation Result Table for Sample 2

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Ret. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Cs-134	5.05	0.15	40 %	4.779	0.283	-5.37 %	0.35	0.77	A	6.62	A	A
2	Cs-137	4.19	0.12	40 %	4.271	0.277	1.93 %	0.22	0.37	A	7.09	A	A

DISCLAIMER: This report has been generated automatically and is for your personal information only. The official results of the proficiency test will be published in the final report. If you find that any information provided on this form might be incorrect please contact us as soon as possible. This report is only complete in combination with Part I.

附件九、核設施第 2、3、4 季環境輻射監測取樣分析及樣品

平行監測報告

108 年度輻射災害放射性 分析備援實驗室建置案

核設施第 2 季環境輻射監測取樣分析
及樣本平行監測

分析報告書

採樣人員：黃韋翔、洪浩坤、張智全

中華民國 108 年 6 月 18 日

一、緣起

日本福島事故發生後，依行政院原子能委員會依職責辦理國內核能總體檢辦理，依報告內容敘述緊急應變機制有關輻射偵檢人力及設備備援能量檢討報告之結論顯示，國內若在境內或鄰近之境外發生類似福島電廠核電事故，將會大量湧入需要檢測的各類農、漁、畜牧等產品，以及國內環境中水樣、空氣、土壤、植物樣品，屆時雖然不是在污染地區，也會有大量物資需進行輻射污染確認，以目前現有之人力及設備而言均無法負荷，因此有必要設置核子意外事故後備實驗室，以儲備緊急應變能量；為提升或強化南部地區放射性分析能量，屏科大災害防救中心備援實驗室(以下稱本實驗室)有特殊功能性，對輻射災害後續的處理及調查有相當大的效益。

本實驗室承接行政院原子能委員會輻射偵測中心(以下稱偵測中心)之「108年度輻射災放射性分析備援實驗室建置案」，依該計畫年度計畫目標：完成備援實驗室建置及實務參與度量作業，規劃該績效目標中關於實務參與度量相關作業部分，經多次與偵測中心開會討論，規劃執行方案為：參與偵測中心每季例行核能設施周圍環境輻射偵測作業，且定義此方案為：「環境輻射監測取樣及樣品平行監測」之作業方法。此外考量本實驗室地緣關係，偕同偵測中心僅鎖定核能三廠

環境監測作業，作業內容則依循偵測中心「108年台灣地區環境輻射監測計畫書」中核三廠環境輻射監測計畫如表1，制定環境樣品品項，取樣地點，取樣頻率及前處理與計測分析方法如表2。

表1 核三廠環境輻射監測計畫

監測類別	監測項目	監測地點(試樣種類，取樣月別)		監測頻率		
		站點數	位置			
直接輻射	熱發光劑量計(TLD)	15	員工宿舍、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(廠外)	每季		
	自動監測	6	恆春、墾丁、大光、龍泉、後壁湖、永港國小	連續		
空浮微粒	總貝他	3	大光國小、恆春氣象站、墾丁牧場抽氣	每週		
	加馬能譜	3		每季		
落塵	加馬能譜	1	恆春氣象站	每月		
植物	氡	3	高山巖、員工宿舍、大光國小草樣	每半年(1、7月)		
	加馬能譜	3				
	氡	1	南樹林相思樹	每季		
	加馬能譜	1				
水樣	總阿伐	1	牡丹淨水廠飲用水	每季		
	總貝他	1				
	氡 加馬能譜	4	恆春氣象站地下水、 南灣山泉水、 龍鑾潭池水、 雨水渠道口排放水	每季		
		4				
	加馬能譜	3			入水口、南灣、白沙海水	
	加馬能譜	1			出水口海水	每月
農	加馬能譜	1	墾丁牧場羊奶	每季		

畜產物	加馬能譜	2	白沙、恆春市場葉菜類	每半年 (4、10月)
	加馬能譜	1	白沙根莖類	每年 (4月)
	加馬能譜	1	白沙稻米	每年 (10月)
	加馬能譜	1	白沙雞/鴨	每年 (4月)
	加馬能譜	1	車城洋蔥	每年 (4月)
海產物	加馬能譜	1	出水口附近海域魚/貝類	每季
	加馬能譜	1	出水口附近海域海藻	每年 (4月)
沉積物	加馬能譜	3	大光國小、高山巖、員工宿舍土壤	每半年 (1、7月)
	加馬能譜	5	出水口右側、南灣、白沙、墾丁、雨水渠道口岸沙	每季

表2 環境試樣之前處理及計測方法(加馬能譜分析法)

試樣種類	前處理方法	計測試樣量	計測時間	單位	目的核種	參考核種
土壤	烘乾後篩選 2毫米以下	0.2 千克·乾重	30,000 秒	貝克/千克·乾重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鈾系列、 鈾系列、 鉀-40
岸沙			30,000 秒			
海底沉積物			30,000 秒			
淤泥	直接計測	0.2 千克·乾重	30,000 秒			
草樣 指標植物	灰化	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
農漁產物	灰化	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
海水	直接計測	0.9 升	60,000 秒	毫貝克/升	錳-54、鈷-58、 鈷-60、銫-137	鉀-40
		60 升	120,000 秒	毫貝克/升		
淡水	直接計測	0.9 升	60,000 秒	毫貝克/升	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
空浮微粒	抽氣濾紙	1600 立方公尺	30,000 秒	毫貝克/立方公尺	鈾-103、碘-131 、銫-134、銫-137	銻-7
進口食品	直接計測	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	銫-137	鉀-40
鮮奶	直接計測	0.9 升	120,000 秒	貝克/升	碘-131	

二、平行監測作業規劃

1. 平行監測作業機制

偵測中心依職責執行核能設施環境輻射監測作業，累積多年環境樣品取樣計測分析實務經驗，制定作業程序書並遵循 ISO /IEC 17025 實驗室認證規範執行品質保證與品質管制作業，經財團法人全國認證基金會（TAF）認證；藉由此次機會建立偵測中心與本實驗室平行監測作業機制，訂立雙方共同進行核三廠環境輻射監測作業之合作模式，分析結果更可作為本實驗室樣品分析技術比對依據，初步構建之作業機制如下：

(1). 取樣作業、前處理及加馬分析技術等作業程序書移轉

偵測中心於第 1 季 3 月移轉相關作業程序書共 4 份技術操作程序書，內容包括環境試樣取樣作業程序、生物試樣、沉積物、植物、淡水及海水之前處理作業程序、水樣加馬能譜分析直接計測作業程序，本實驗室接續修訂為實驗室特有之作業程序書並歸類為品質文件符合品質管理與品質保證之要求，相關程序書標號名稱詳如表 3。

表 3 偵測中心技術移轉

項次	偵測中心程序書編號	偵測中心程序書名稱	備援實驗室程序書編號	備援實驗室程序書名稱
1	RMC-M-11	環境試樣取樣作業程序	RAL-O05	環境試樣取樣作業程序書
2	RMC-O-001	沉積物試樣總貝他與加馬分析前處理	RAL-O06	沉積物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
3	RMC-O-002	生物試樣之前處理作業程序書	RAL-O02	生物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
4	RMC-O-003	淡水試樣總貝他與總阿伐分析之前處理作業程序	RAL-O07	淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分析前處理作業程序書

(2). 委託取樣作業通知單

偵測中心依據內部「環境試樣委外取樣作業程序書(RMC-M-29)」，進行委託本實驗室執行環境試樣取樣及分析作業，由偵測中心於取樣

前先行規劃取樣樣品項種類地點等，以取樣通知單形式交付本實驗室，

本實驗室將依此規劃取樣設備、取樣路徑等事先準備工作，本季取樣

通知單如表4。

表4 核三廠第二季委託取樣通知單

取樣地點	樣品類別	樣品數量	採樣頻次	分析項目
出水口右側	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
恆春氣象站	地下水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
恆春市場	葉菜	2公斤	每半年	加馬
南灣	山泉水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
	海水	2公升	每季	加馬
	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
墾丁	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
入水口	海水	2公升	每季	加馬
雨水渠道	排放水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
白沙	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
	海水	2公升	每季	加馬
白沙	葉菜	2公斤	每半年	加馬
	根莖類	3公斤	每年	加馬
	雞	3公斤	每年	加馬

車城	洋蔥	3公斤	每年	加馬
南樹林	相思樹	1公斤	每季	加馬
車城	洋蔥	0.3公斤	每季	氙
龍鑾潭	池水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氙
出水口附近海域	魚/貝	2公斤	每季	加馬
出水口附近海域	海藻	1公斤	每年	加馬

(3). 放射性分析備援實驗室取樣紀錄表

本實驗室於取樣作業完成後，進行樣品前處理作業，包括生物樣品乾燥灰化，沉積物(岸沙及土壤)烘乾等，各式樣品依對應程序書要求填裝至計測皿中，樣品相關重量資料記載於取樣紀錄表如表 5，隨樣品交付與偵測中心進行平行監測作業。

表 5 放射性分析備援實驗室取樣紀錄

樣品代碼	試樣名稱	取樣日期	取樣地點	試樣量	備註
RALS#108001	出水口右側-岸沙	108.04.11	出水口右側	0.197 kg	
RALS#108002	南灣-岸沙	108.04.11	南灣	0.194 kg	
RALS#108004	雨水渠道-岸沙	108.04.11	雨水渠道	0.216 kg	
RALS#108006	恆春氣象站-地下水	108.04.11	恆春氣象站	0.9 L	
RALS#108007	南灣-山泉水	108.04.11	南灣	0.9 L	
RALS#108008	南灣-海水	108.04.11	南灣	0.9 L	
RALS#108009	入水口-海水	108.04.11	入水口	0.9 L	

RALS#108010	白沙-海水	108.04.11	白沙	0.9 L	
RALS#108011	龍鑾潭-池水	108.04.11	龍鑾潭	0.9 L	
RALS#108015	車城-洋蔥	108.04.11	車城	3.065 kg	
RALS#108017	出水口附近-海藻	108.04.11	出水口附近	0.8	

2.實際參與核三廠第二季取樣環境樣品取樣

本實驗室於 108 年 4 月 11 日及 12 日偕同輻射偵測中心前往屏東恆春核三廠進行第二季環境試樣的採集及分析，一方面學習環境試樣的採樣方法及該注意的事項，藉此熟悉採樣流程；另一方面則是採樣後樣本的前處理及後續加馬能譜分析技術，以加強環境樣本放射性分析的能力。此次規劃實際參與樣本採集、樣本前處理及樣本分析以外，還會將本實驗室所前處理好的樣本與輻射偵測中心交換，彼此分析雙方的樣本，以比對雙方的前處理能力及樣本分析能力是否有一致性，藉此達到平行監測的目的。

(1). 樣本採集

本實驗室於 108 年 4 月與輻射偵測中心至核三廠採集樣本，依偵測中心事先交付「核三廠第二季委託取樣通知單」(表 4)，同時也遵循本實驗室程序書「環境試樣取樣作業程序書」(RAL-O05)安排取樣行程、工具及容器規劃，此次採集樣本紀實如表 6，包括 5 個岸沙(沉積物)、4 個海水、3 個淡水(包括地下水、山泉水

及池水)、8 個生物試樣等，其中白沙雞、白沙地瓜葉、白沙地瓜屬於屏東墾丁白沙灣地區農產品及家禽，因該區域民家戶籍少，能提供前述三項農產物之店家不多，所以當日未能順利取得樣品，相同的墾丁牧場牛奶(量測目標核種碘 131)，取樣地點墾丁牧場當日僅能提供偵測中心取樣量，因此總括 4 項樣品無法取得；此次經驗回饋，本實驗室將針對前述 4 項樣品於取樣前採取事先向商家預訂作業，預期能避免無法順利取樣之情況。

表 6 取樣作業紀實

項次	取樣地點	取樣類別	取樣相關照片
1	出水口右側	岸沙	 A group of people in white lab coats are gathered on a rocky shore, performing a sampling task. One person is kneeling and working with a container, while others observe.
2	南灣	岸沙	 Two people in white lab coats are kneeling on a sandy beach near the water's edge, conducting a sampling activity. They are using various pieces of equipment and containers.

3	墾丁	岸沙	
4	白沙	岸沙	
5	雨水渠道口	岸沙	
6	恆春氣象	地下水	無

	站		
7	南灣	山泉水	
8	南灣	海水	
9	入水口	海水	無
10	白沙	海水	
11	雨水渠道	排放水	無

12	龍鑾潭	池水	
13	南樹林	相思樹	
14	出水口附近海域	海藻	無
15	出水口附近海域	海魚	
16	車城	洋蔥	無
17	恆春市場	高麗菜	

18	白沙	根莖類 (地瓜)、地 瓜葉、雞	
----	----	-----------------------	--

(2). 樣品前處理

本實驗室於 108 年 4 月 13 前往輻射偵測中心學習樣本前處理，並記錄樣本處理流程，以對照本實驗室的「生物試樣之前處理作業程序書」(RAL-O05 程序書)及「沉積物試樣加馬能譜分析之試樣前處理操作程序書」(RAL-O06)是否有需修改。以下為本次環境試樣各類樣本前處理操作流程：

I. 岸沙:置入 105°C烘箱烘一天以上，並以 2 mm 篩網過篩，裝入計測皿並壓密後秤重。

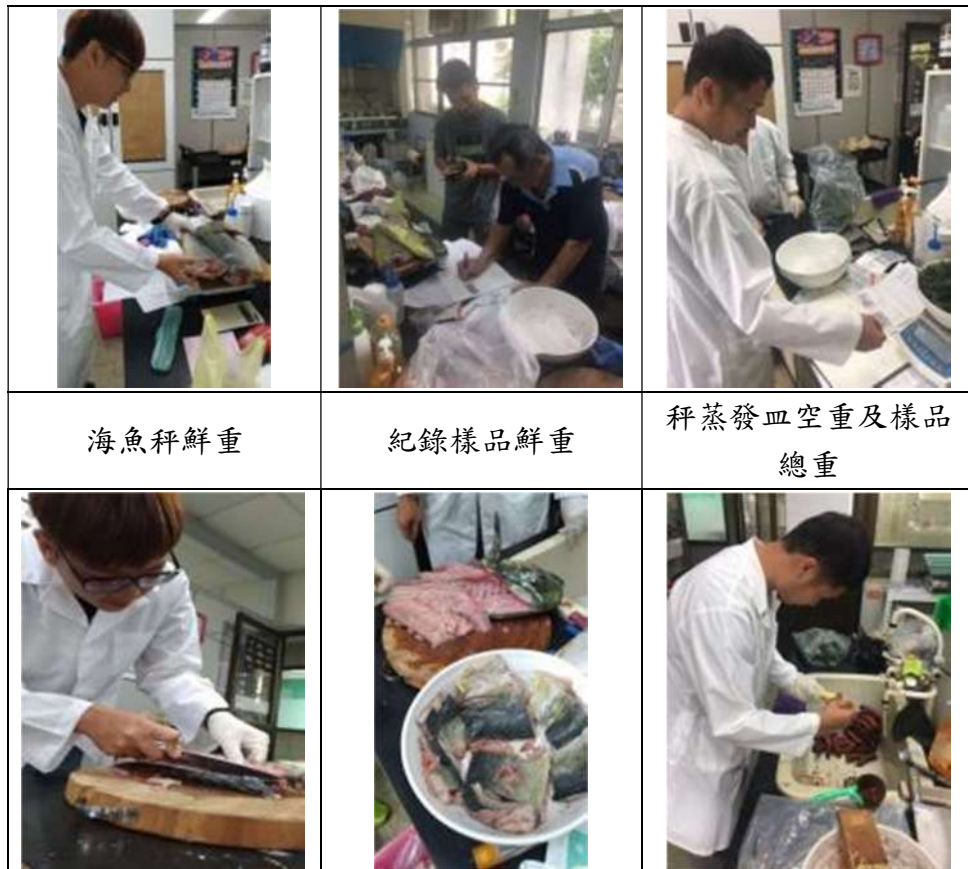
II. 海水、淡水:定量 900 mL 後倒入馬林杯。



III. 高麗菜、海藻、相思樹、地瓜葉:切碎後中入蒸發皿並秤樣本鮮重，置入 105°C烘箱烘一天以上，置入 450°C 高溫灰化爐灰化 2 天以上，裝入計測皿並壓密後秤重。

IV. 洋蔥、地瓜:去除外皮，切碎後中入蒸發皿並秤樣本鮮重，置入 105°C烘箱烘一天以上，置入 450°C 高溫灰化爐灰化 2 天以上，裝入計測皿並壓密後秤重。

V. 海魚、雞:去除魚鱗、內臟及魚骨等不可食部位，切碎後中入蒸發皿並秤樣本鮮重，置入 105°C烘箱烘一天以上，置入 450°C高溫灰化爐灰化 2 天以上，裝入計測皿並壓密後秤重。

VI. 樣本前處理完後會裝罐以固定其幾何形狀，像海水及淡水皆以馬林杯為主、岸沙則以 4.5 cm 高計測皿、其餘樣本皆介於 0.5 cm-3 cm。利用純鍺偵檢器分析，主要分析核種為鉀-40、鈷-60、鈾-232、鈾-238、碘-131、銫-134 及銫-137 等。



海魚前處理	海魚均勻鋪於蒸發皿中	地瓜前處理
		
地瓜前處理	地瓜葉前處理	相思樹前處理
		
前處理完之海魚及相思樹	前處理完之海藻	烘乾後洋蔥
		
樣本烘乾	樣本準備進烘箱	灰化後高麗菜
		
放射性分析備援實驗室完成前處理之樣本		

三、計測分析結果平行監測比對

此次平行監測比對，規劃作業流程為偵測中心與本實驗室共

同取樣，各別進行各項樣品前處理，以各實驗室中加馬能譜分析系統進行樣品放射性分析，接續交換各實驗室原前處理樣品後另行計測，因此以實驗設計的觀點來看，可鎖定由相同單位進行樣品前處理，經不同實驗室計測分析，可檢視各實驗室間加馬能譜分析系統(計測分析系統之差異)，相對的，亦可鎖定相同計測分析系統(同一分析實驗室)，檢視 2 個實驗室間樣品前處理技術；彙整各分析結果並進行相對百分誤差及 En 分析如表 7、8。

四、比對結果分析討論

(1). 依表 7 內容顯示，樣品取樣及前處理作業由偵測中心負責，計測分析則由本實驗室與偵測中心共同進行，分析結果可說明 2 計測實驗室加馬分析系統之差異；此次分析結果於鉀-40 活度來看，實驗室間相對百分誤差相距甚多(最大值 248.5%)，經與偵測中心討論後，採用建立屏蔽內背景值，定義此數值作為鉛屏蔽本質背景值，續以分析軟體背景值修正功能(Peak Background Correction)，重新分析樣品放射性含量，修正後結果如表 7 內「相對百分誤差修正後」欄位，其數值明顯降低，代表有效修正實驗室間定量分析結果之差異，然針對特定樣品種類如岸沙及海藻，仍存有相對較大之誤差值，針對此問題須持續討論可能之肇因及可行修正方法。

(2). 依表 8 內容顯示，取樣及前處理由偵測中心與本實驗室分別進行，樣品計測分析則由偵測中心進行，分析結果可說明 2 計測實驗室間樣品取樣及前處理技術之差異，此次分析結果顯示，共 11 項品項經 2 間實驗室間前處理作業後計測分析，分析放射性含量差異不大，可延伸解釋本實驗室具備樣品前處理技術良好，然此次雙方平行監測樣品應有 16 件，其中 5 件於實際計測分析時發現數據異常，按本實驗室品質管制要求，需進行第 2 次複測，又目前正進行 IAEA 比較實驗樣品計測中，故無法趕上既定平行監測交付時程表，後續仍會針對此 5 件樣品持續與偵測中心進行比對作業。

表 7 偵測中心與備援實驗室加馬能譜分析系統比較表

(取樣單位:偵測中心 計測分析單位：備援實驗室與偵測中心)

樣品名稱	加馬能譜分析(單位:貝克/公斤)										相對百分誤差(%)				En 值				
	鉀-40		鈾-232		鈾-238		銻-137		鉀-40		銻-137		鉀-40		銻-137				
	屏科大		中 心	屏科大		中 心	屏科大		屏 科 大	中 心	修 正 前	修 正 後	修 正 前	修 正 後	修 正 前	修 正 後	修 正 前	修正後	
	修正 前	修正 前		修正 前	修正 前		修正 前	修正 前											
出水口右側岸沙	75.38	31.77	28.92	7.5	7.5	<MDA	8.37	8.37	<MDA	<MDA	<MDA	160.65	9.85	NA	NA	2.36	0.09	NA	NA
恆春市場葉菜	73.56	71.25	79.85	<MDA		<MDA	<MDA		<MDA	<MDA	<MDA	-7.88	-10.77	NA	NA	1.90	2.57	NA	NA
南灣岸沙	70.94	30.89	39.2	4.57	2.69	<MDA	5.56	3.59	<MDA	<MDA	<MDA	80.97	-21.20	NA	NA	1.96	0.32	NA	NA
墾丁岸沙	173.5	130.6	117.3	10.52	10.52	<MDA	7.8	7.8	<MDA	<MDA	<MDA	-73.67	47.91	NA	NA	6.75	1.33	NA	NA
雨水渠道岸沙	76.75	38.82	54.8	5.08	3.3	<MDA	5.54	3.64	<MDA	<MDA	<MDA	40.05	-29.16	NA	NA	1.45	0.73	NA	NA
白沙岸沙	69.8	24.	24.86	4.7	2.2	<MDA	7.	4.98	<MDA	<MDA	<MDA	180.	-0.5	NA	NA	1.9	0.0	NA	NA

		73			2		98				77	2			8	04		
白沙葉菜(地瓜葉)	151.6	148.6	152.56	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	-0.63	-2.60	NA	NA	0.30	1.21	NA	NA
白沙根莖類(地瓜)	86	83.91	91.43	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	-5.94	-8.22	NA	NA	1.71	2.35	NA	NA
白沙-雞	90.69	86.57	87.2	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	4.00	-0.72	NA	NA	0.90	0.16	NA	NA
車城-洋蔥	43.77	42.33	47.37	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	-7.60	-10.64	NA	NA	1.08	1.49	NA	NA
南樹林-相思樹	117	111.9	125.98	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	-7.13	-11.18	NA	NA	2.49	3.83	NA	NA
出水口附近-海魚	146.32	143.7	142.66	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	0.24	0.16	2.57	0.73	50	50	1.14	0.32	0.003	0.003
出水口附近-海藻	8.47	3.85	2.43	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	248.56	58.44	NA	NA	0.23	0.04	NA	NA
恆春氣象站-地下水	10.75	10.75	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
南灣-山泉水	10.06	10.06	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
南灣-海水	22.01	11.69	12.87	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	71.02	-9.17	NA	NA	0.91	0.08	NA	NA
入水口-海水	20.9	11.2	12.17	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	71.9	7.4	NA	NA	0.7	0.0	NA	NA

	3	7								8	0			9	6		
白沙-海水	23.4	13.08	12.6	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	85.71	3.81	NA	NA	1.10	0.03	NA	NA
龍鑾潭-池水	10.9	10.9	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

表 8 偵測中心與備援實驗室前處理技術比較表
(取樣單位:備援實驗室、計測分析單位:偵測中心)

樣品名稱	加馬能譜分析(單位:貝克/公斤)								相對百分誤差 (%)	En 值
	鉀-40		鈷-232		鈾-238		銻-137		鉀-40	鉀-40
	屏科	中心	屏科	中心	屏科	中心	屏科	中心		
出水口右側岸沙	18.85	28.92	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	<MDA	<MDA	-34.82	0.37
南灣岸沙	35.95	39.2	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MDA	<MDA	-8.29	0.15
雨水渠道岸沙	40.15	54.8	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MDA	<MDA	-26.73	0.89
恆春氣象站-地下水	<MD A	<MDA	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	ND	ND
南灣-山泉水	<MD A	<MDA	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	ND	ND
南灣-海水	12.03	12.87	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	-6.53	0.07

入水口-海水	11.91	12.17	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	-2.14	0.02
白沙-海水	12.46	12.6	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	-1.11	0.01
龍鑾潭-池水	<MD A	<MDA	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	ND	ND
車城洋蔥	45.01	47.37	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	-4.98	0.07
出水口海藻	2.253	2.43	<MDA	<MDA	<MD A	<MDA	<MD A	<MDA	-7.28	0.00

108 年度輻射災害放射性 分析備援實驗室建置案

核設施第 3 季環境輻射監測取樣分析
及樣本平行監測

分析報告書

採樣人員:黃韋翔、洪浩琿、張智全

中華民國 108 年 9 月 20 日

一、緣起

日本福島事故發生後，依行政院原子能委員會依職責辦理國內核能總體檢辦理，依報告內容敘述緊急應變機制有關輻射偵檢人力及設備備援能量檢討報告之結論顯示，國內若在境內或鄰近之境外發生類似福島電廠核電事故，將會大量湧入需要檢測的各類農、漁、畜牧等產品，以及國內環境中水樣、空氣、土壤、植物樣品，屆時雖然不是在污染地區，也會有大量物資需進行輻射污染確認，以目前現有之人力及設備而言均無法負荷，因此有必要設置核子意外事故後備實驗室，以儲備緊急應變能量；為提升或強化南部地區放射性分析能量，屏科大災害防救中心備援實驗室(以下稱本實驗室)有特殊功能性，對輻射災害後續的處理及調查有相當大的效益。

本實驗室承接行政院原子能委員會輻射偵測中心(以下稱偵測中心)之「108年度輻射災放射性分析備援實驗室建置案」，依該計畫年度計畫目標：完成備援實驗室建置及實務參與度量作業，規劃該績效目標中關於實務參與度量相關作業部分，經多次與偵測中心開會討論，規劃執行方案為：參與偵測中心每季例行核能設施周圍環境輻射偵測作業，且定義此方案為：「環境輻射監測取樣及樣品平行監測」之作業方法。此外考量本實驗室地緣關係，偕同偵測中心僅鎖定核能三廠環境監測作業，作業內容則依循偵測中心「108年台灣地區環境輻射

「監測計畫書」中核三廠環境輻射監測計畫如表1，制定環境樣品品項，

取樣地點，取樣頻率及前處理與計測分析方法如表2。

表1 核三廠環境輻射監測計畫

監測類別	監測項目	監測地點(試樣種類，取樣月別)		監測頻率
		站點數	位置	
直接輻射	熱發光劑量計(TLD)	15	員工宿舍、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(廠外)	每季
	自動監測	6	恆春、墾丁、大光、龍泉、後壁湖、永港國小	連續
空浮微粒	總貝他	3	大光國小、恆春氣象站、墾丁牧場抽氣	每週
	加馬能譜	3		每季
落塵	加馬能譜	1	恆春氣象站	每月
植物	氡	3	高山巖、員工宿舍、大光國小草樣	每半年 (1、7月)
	加馬能譜	3		
	氡	1	南樹林相思樹	每季
	加馬能譜	1		
水樣	總阿伐	1	牡丹淨水廠飲用水	每季
	總貝他	1		
	氡 加馬能譜	4	恆春氣象站地下水、 南灣山泉水、 龍鑾潭池水、 雨水渠道口排放水	每季
		4		
	加馬能譜	3	入水口、南灣、白沙海水	
	加馬能譜	1	出水口海水	每月
農畜	加馬能譜	1	墾丁牧場羊奶	每季
	加馬能譜	2	白沙、恆春市場葉菜類	每半年 (4、10月)

產物	加馬能譜	1	白沙根莖類	每年 (4月)
	加馬能譜	1	白沙稻米	每年 (10月)
	加馬能譜	1	白沙雞/鴨	每年 (4月)
	加馬能譜	1	車城洋蔥	每年 (4月)
海產物	加馬能譜	1	出水口附近海域魚/貝類	每季
	加馬能譜	1	出水口附近海域海藻	每年 (4月)
沉積物	加馬能譜	3	大光國小、高山巖、員工宿舍土壤	每半年 (1、7月)
	加馬能譜	5	出水口右側、南灣、白沙、墾丁、雨水渠道口岸沙	每季

表2 環境試樣之前處理及計測方法(加馬能譜分析法)

試樣種類	前處理方法	計測試樣量	計測時間	單位	目的核種	參考核種
土壤	烘乾後篩選 2毫米以下	0.2 千克·乾重	30,000 秒	貝克/千克·乾重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鈾系列、 鈾系列、 鉀-40
岸沙			30,000 秒			
海底沉積物			30,000 秒			
淤泥	直接計測	0.2 千克·乾重	30,000 秒			
草樣 指標植物	灰化	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
農漁產物	灰化	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
海水	直接計測	0.9 升	60,000 秒	毫貝克/升	錳-54、鈷-58、 鈷-60、銫-137	鉀-40
		60 升	120,000 秒	毫貝克/升		
淡水	直接計測	0.9 升	60,000 秒	毫貝克/升	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
空浮微粒	抽氣濾紙	1600 立方公尺	30,000 秒	毫貝克/立方公尺	鈾-103、碘-131 、銫-134、銫-137	銩-7
進口食品	直接計測	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	銫-137	鉀-40
鮮奶	直接計測	0.9 升	120,000 秒	貝克/升	碘-131	

二、平行監測作業規劃

1. 平行監測作業機制

偵測中心依職責執行核能設施環境輻射監測作業，累積多年環境樣品取樣計測分析實務經驗，制定作業程序書並遵循 ISO /IEC 17025 實驗室認證規範執行品質保證與品質管制作業，經財團法人全國認證基金會（TAF）認證；藉由此次機會建立偵測中心與本實驗室平行監測作業機制，訂立雙方共同進行核三廠環境輻射監測作業之合作模式，分析結果更可作為本實驗室樣品分析技術比對依據，初步構建之作業機制如下：

(1). 取樣作業、前處理及加馬分析技術等作業程序書移轉

偵測中心於第 1 季 3 月移轉相關作業程序書共 4 份技術操作程序書，內容包括環境試樣取樣作業程序、生物試樣、沉積物、植物、淡水及海水之前處理作業程序、水樣加馬能譜分析直接計測作業程序，本實驗室接續修訂為實驗室特有之作業程序書並歸類為品質文件符合品質管理與品質保證之要求，相關程序書標號名稱詳如表 3。

表 3 偵測中心技術移轉

項次	偵測中心程序書編號	偵測中心程序書名稱	備援實驗室程序書編號	備援實驗室程序書名稱
1	RMC-M-11	環境試樣取樣作業程序	RAL-O05	環境試樣取樣作業程序書
2	RMC-O-001	沉積物試樣總貝他與加馬分析前處理	RAL-O06	沉積物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
3	RMC-O-002	生物試樣之前處理作業程序書	RAL-O02	生物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
4	RMC-O-003	淡水試樣總貝他與總阿伐分析之前處理作業程序	RAL-O07	淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分析前處理作業程序書

(2). 委託取樣作業通知單

偵測中心依據內部「環境試樣委外取樣作業程序書(RMC-M-29)」，進行委託本實驗室執行環境試樣取樣及分析作業，由偵測中心於取樣

前先行規劃取樣樣品項種類地點等，以取樣通知單形式交付本實驗室，

本實驗室將依此規劃取樣設備、取樣路徑等事先準備工作，本季取樣

通知單如表4。

表4 核三廠第三季委託取樣通知單

取樣地點	樣品類別	樣品數量	採樣頻次	分析項目
出水口右側	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
恆春氣象站	地下水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
南灣	山泉水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
	海水	2公升	每季	加馬
	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
墾丁	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
入水口	海水	2公升	每季	加馬
雨水渠道	排放水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
白沙	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
	海水	2公升	每季	加馬
南樹林	相思樹	1公斤	每季	加馬
龍鑾潭	池水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
出水口附近海域	魚/貝	2公斤	每季	加馬

高山巖	草樣	1公斤	每半年	加馬
	土壤	0.5公斤	每半年	加馬
核三廠員工宿舍	草樣	1公斤	每半年	加馬
	土壤	0.5公斤	每半年	加馬
大光國小	草樣	1公斤	每半年	加馬
	土壤	0.5公斤	每半年	加馬
墾丁牧場	羊奶	1公升	每季	加馬

(3). 放射性分析備援實驗室取樣紀錄表

本實驗室於取樣作業完成後，進行樣品前處理作業，包括生物樣品乾燥灰化，沉積物(岸沙及土壤)烘乾等，各式樣品依對應程序書要求填裝至計測皿中，樣品相關重量資料記載於取樣紀錄表如表 5，隨樣品交付與偵測中心進行平行監測作業。

表 5 放射性分析備援實驗室取樣紀錄

樣品代碼	試樣名稱	取樣日期	取樣地點	試樣量	備註
RALS#108202	南灣-岸沙	108.07.10	南灣	0.208 kg	
RALS#108203	墾丁-岸沙	108.07.10	墾丁	0.223 kg	
RALS#108205	白沙-岸沙	108.07.10	白沙灣	0.221 kg	
RALS#108213	楠樹林-相思樹	108.07.10	楠樹林	0.942 kg	
RALS#108214	高山巖-牧草	108.07.10	高山巖	1.155 kg	
RALS#108216	大光國小-牧草	108.07.10	大光國小	1.232 kg	
RALS#108217	高山巖-土壤	108.07.10	高山巖	0.179 kg	
RALS#108218	員工宿舍-土壤	108.07.10	核三廠員工宿舍	0.192 kg	

RALS#108219	大光國小-土壤	108.07.10	大光國小	0.197 kg	
RALS#108220	出水口附近-海魚	108.07.10	出水口附近		1

2. 實際參與核三廠第三季取樣環境樣品取樣

本實驗室於 108 年 7 月 10 日及 11 日偕同輻射偵測中心前往屏東恆春核三廠進行第三季環境試樣的採集及分析，一方面學習環境試樣的採樣方法及該注意的事項，藉此熟悉採樣流程；另一方面則是採樣後樣本的前處理及後續加馬能譜分析技術，以加強環境樣本放射性分析的能力。此次規劃實際參與樣本採集、樣本前處理及樣本分析以外，還會將本實驗室所前處理好的樣本與輻射偵測中心交換，彼此分析雙方的樣本，以比對雙方的前處理能力及樣本分析能力是否有一致性，藉此達到平行監測的目的。

(1). 樣本採集

本實驗室於 108 年 7 月與輻射偵測中心至核三廠採集樣本，依偵測中心事先交付「核三廠第三季委託取樣通知單」(表 4)，同時也遵循本實驗室程序書「環境試樣取樣作業程序書」(RAL-O05)安排取樣行程、工具及容器規劃，此次採集樣本紀實如表 6，包括 5 個岸沙(沉積物)、4 個海水、3 個淡水(包括地下水、山泉水及池水)、3 個土壤(沉

積物)及 5 個生物試樣(包括海魚、草樣)。

表 6 取樣作業紀實

項次	取樣地點	取樣類別	取樣相關照片
1	出水口右側	岸沙	
2	南灣	岸沙	
3	墾丁	岸沙	
4	白沙	岸沙	

5	雨水渠道口	岸沙	
6	恆春氣象站	地下水	
7	南灣	山泉水	無
8	南灣	海水	
9	入水口	海水	

10	白沙	海水	
11	雨水渠道	排放水	
12	龍鑾潭	池水	
13	南樹林	相思樹	無
14	出水口附近海域	海魚	
15	高山巖	土壤	無

16	高山巖	牧草	
17	大光國小	土壤	
18	大光國小	牧草	
19	員工宿舍	土壤	
20	員工宿舍	牧草	

(2). 樣品前處理

本實驗室前處理流程，以遵循本實驗室的「生物試樣之前處理作業程序書」(RAL-O05 程序書)及「沉積物試樣加馬能譜分析之試樣前處理操作程序書」(RAL-O06)。以下為本次環境試樣各類樣本前處理操作流程：

VII. 岸沙、土壤:置入 105°C烘箱烘一天以上，並以 2 mm 篩網過篩，裝入計測皿並壓密後秤重。

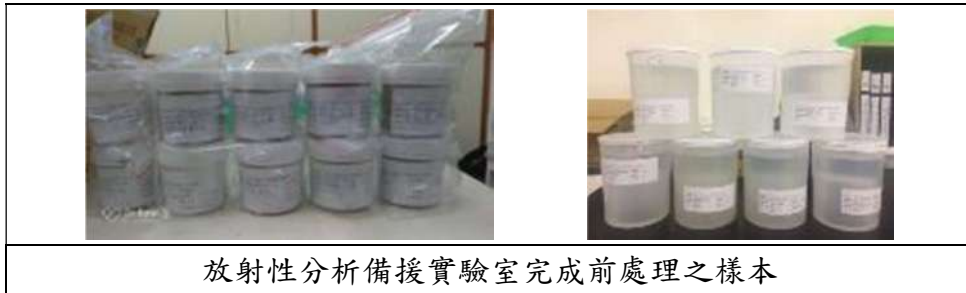
VIII. 海水、淡水:定量 900 mL 後倒入馬林杯。

IX. 相思樹、牧草:切碎後裝入蒸發皿並秤樣本鮮重，置入 105°C烘箱烘一天以上，置入 450°C高溫灰化爐灰化 2 天以上，裝入計測皿並壓密後秤重。

X. 海魚:去除魚鱗、內臟及魚骨等不可食部位，切碎後裝入蒸發皿並秤樣本鮮重，置入 105°C烘箱烘一天以上，置入 450°C高溫灰化爐灰化 2 天以上，裝入計測皿並壓密後秤重。

XI. 樣本前處理完後會裝罐以固定其幾何形狀，像海水及淡水皆以馬林杯為主、岸沙則以 4.5 cm 高計測皿、其餘樣本皆介於 0.5 cm-3 cm。利用純鍍偵檢器分析，主

要分析核種為鉀-40、鈷-60、鈷-232、鈾-238、碘-131、
銫-134 及銫-137 等。



三、計測分析結果平行監測比對

此次平行監測比對，規劃作業流程為偵測中心與本實驗室共同取樣，各別進行各項樣品前處理，以各實驗室中加馬能譜分析系統進行樣品放射性分析，接續交換各實驗室原前處理樣品後另行計測，因此以實驗設計的觀點來看，可鎖定由相同單位進行樣品前處理，經不同實驗室計測分析，可檢視各實驗室間加馬能譜分析系統(計測分析系統之差異)，相對的，亦可鎖定相同計測分析系統(同一分析實驗室)，檢視 2 個實驗室間樣品前處理技術；彙整各分析結果並進行相對百分誤差分析如表 7。

四、比對結果分析討論

依表 7 內容顯示，樣品取樣及前處理作業由本實驗室負責，計測分析則由本實驗室與偵測中心共同進行，分析結果可說明 2 計測實驗室加馬分析系統之差異；此次分析結果於鉀-40 活度來看，實驗室間相對百分誤差相距甚少，除了樣本出水口附近-海魚相對百分誤差較高 69.85%，但在第二季平行監測中，海魚的鉀-40 兩間實驗室比對結果是相近的，故推測此次相對誤差較大的原因

可能是純鍮偵檢器中 0.5 公分高的效率曲線未校正，因為本實驗室目前只有 4.5 公分的標準射源，且一般例行的品管皆以 4.5 公分高標準射源進行校正，此次會向輻射偵測中心借 0.5 公分高的標準射源進行效率曲線的校正，並重新檢測，以釐清儀器是否發生異常。未來也希望能編預算購買不同高度的標準射源，以確保各個高度的效率曲線的準確度。而鈷-232 及鈾-238 相對百分誤差差距稍微大，針對此問題須持續討論可能之肇因及可行修正方法。為了避免採樣上的差異，於第四季採樣時先將樣本一同採取後再混合分裝，以減少採樣造成的誤差。

表 7 偵測中心與備援實驗室加馬能譜分析系統比較表

(取樣單位: 備援實驗室 計測分析單位: 備援實驗室與偵測中心)

樣品名稱	加馬能譜分析(單位:貝克/公斤)								相對百分誤差(%)		
	鉀-40		鈾-232		鈾-238		銫-137		鉀-40	鈾-232	鈾-238
	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心			
南灣-岸沙	47.96	41.93	2.66	<MDA	2.55	35.59	<MDA		14.38	-	-28.35
墾丁-岸沙	54.14	59.35	6.56	3.64	7.37	4.563	<MDA		-8.78	80.22	61.52
白沙-岸沙	38.92	34.38	7.51	<MDA	6.87	<MDA	<MDA		0.00	-	-
南樹林-相思樹	120.3	135.88	<MDA		<MDA		<MDA		-11.47	-	-
高山巖-牧草	<MDA	236.99	<MDA		<MDA		<MDA		-	-	-
大光國小-牧草	<MDA	221.09	<MDA		<MDA		<MDA		-	-	-
高山巖-土壤	215.3	242.7	18.37	20.2	16.41	30.17	<MDA	0.327	-11.29	-9.06	-45.61

員工宿舍-土壤	324.2	316.86	18.34	17.95	15.48	15.65	<MDA		2.32	2.17	-1.09
大光國小-土壤	230.1	233.61	24.11	20.03	27.60	24.12	<MDA		-1.50	20.37	14.43
出水口附近-海魚	236.1	139.23	<MDA		<MDA	1.38	<MDA	0.051	69.85	-	-

108 年度輻射災害放射性 分析備援實驗室建置案

核設施第 4 季環境輻射監測取樣分析
及樣本平行監測

分析報告書

採樣人員:黃韋翔、洪浩琿、邱馨標、蔡享駿

中華民國 108 年 11 月 19 日

一、緣起

日本福島事故發生後，行政院原子能委員會依職責辦理國內核能總體監測，依報告內容敘述緊急應變機制有關輻射偵檢人力及設備備援能量檢討報告之結論顯示，國內若在境內或鄰近之境外發生類似福島電廠核電事故，將會大量湧入需要檢測的各類農、漁、畜牧等產品，以及國內環境中水樣、空氣、土壤、植物樣品，屆時雖然不是在污染地區，也會有大量物資需進行輻射污染確認，以目前現有之人力及設備而言均無法負荷，因此有必要設置核子意外事故後備實驗室，以儲備緊急應變能量；為提升或強化南部地區放射性分析能量，屏科大災害防救中心備援實驗室(以下稱本實驗室)有特殊功能性，對輻射災害後續的處理及調查有相當大的效益。

本實驗室承接行政院原子能委員會輻射偵測中心(以下稱偵測中心)之「108年度輻射災放射性分析備援實驗室建置案」，依該計畫年度計畫目標：完成備援實驗室建置及實務參與度量作業，規劃該績效目標中關於實務參與度量相關作業部分，經多次與偵測中心開會討論，規劃執行方案為：參與偵測中心每季例行核能設施周圍環境輻射偵測作業，且定義此方案為：「環境輻射監測取樣及樣品平行監測」之作業方法。此外考量本實驗室地緣關係，偕同偵測中心僅鎖定核能三廠環境監測作業，作業內容則依循偵測中心「108年台灣地區環境輻射

「監測計畫書」中核三廠環境輻射監測計畫如表1，制定環境樣品品項，

取樣地點，取樣頻率及前處理與計測分析方法如表2。

表1 核三廠環境輻射監測計畫

監測類別	監測項目	監測地點(試樣種類，取樣月別)		監測頻率
		站點數	位置	
直接輻射	熱發光劑量計(TLD)	15	員工宿舍、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(廠外)	每季
	自動監測	6	恆春、墾丁、大光、龍泉、後壁湖、永港國小	連續
空浮微粒	總貝他	3	大光國小、恆春氣象站、墾丁牧場抽氣	每週
	加馬能譜	3		每季
落塵	加馬能譜	1	恆春氣象站	每月
植物	氡	3	高山巖、員工宿舍、大光國小草樣	每半年 (1、7月)
	加馬能譜	3		
	氡	1	南樹林相思樹	每季
	加馬能譜	1		
水樣	總阿伐	1	牡丹淨水廠飲用水	每季
	總貝他	1		
	氡 加馬能譜	4	恆春氣象站地下水、 南灣山泉水、 龍鑾潭池水、 雨水渠道口排放水	每季
		4		
	加馬能譜	3	入水口、南灣、白沙海水	
	加馬能譜	1	出水口海水	每月
農畜	加馬能譜	1	墾丁牧場羊奶	每季
	加馬能譜	2	白沙、恆春市場葉菜類	每半年 (4、10月)

產物	加馬能譜	1	白沙根莖類	每年 (4月)
	加馬能譜	1	白沙稻米	每年 (10月)
	加馬能譜	1	白沙雞/鴨	每年 (4月)
	加馬能譜	1	車城洋蔥	每年 (4月)
海產物	加馬能譜	1	出水口附近海域魚/貝類	每季
	加馬能譜	1	出水口附近海域海藻	每年 (4月)
沉積物	加馬能譜	3	大光國小、高山巖、員工宿舍土壤	每半年 (1、7月)
	加馬能譜	5	出水口右側、南灣、白沙、墾丁、雨水渠道口岸沙	每季

表2 環境試樣之前處理及計測方法(加馬能譜分析法)

試樣種類	前處理方法	計測試樣量	計測時間	單位	目的核種	參考核種
土壤	烘乾後篩選 2毫米以下	0.2 千克·乾重	30,000 秒	貝克/千克·乾重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鈾系列、 鈾系列、 鉀-40
岸沙			30,000 秒			
海底沉積物			30,000 秒			
淤泥	直接計測	0.2 千克·乾重	30,000 秒			
草樣 指標植物	灰化	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
農漁產物	灰化	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
海水	直接計測	0.9 升	60,000 秒	毫貝克/升	錳-54、鈷-58、 鈷-60、銫-137	鉀-40
		60 升	120,000 秒	毫貝克/升		
淡水	直接計測	0.9 升	60,000 秒	毫貝克/升	錳-54、鈷-58 、鈷-60、銫-137	鉀-40
空浮微粒	抽氣濾紙	1600 立方公尺	30,000 秒	毫貝克/立方公尺	鈾-103、碘-131 、銫-134、銫-137	銻-7
進口食品	直接計測	1 千克·鮮重	30,000 秒	貝克/千克·鮮重	銫-137	鉀-40
鮮奶	直接計測	0.9 升	120,000 秒	貝克/升	碘-131	

二、 平行監測作業規劃

1. 平行監測作業機制

偵測中心依職責執行核能設施環境輻射監測作業，累積多年環境樣品取樣計測分析實務經驗，制定作業程序書並遵循 ISO /IEC 17025 實驗室認證規範執行品質保證與品質管制作業，經財團法人全國認證基金會（TAF）認證；藉由此次機會建立偵測中心與本實驗室平行監測作業機制，訂立雙方共同進行核三廠環境輻射監測作業之合作模式，分析結果更可作為本實驗室樣品分析技術比對依據，初步構建之作業機制如下：

(1). 取樣作業、前處理及加馬分析技術等作業程序書移轉

偵測中心於第 1 季 3 月移轉相關作業程序書共 4 份技術操作程序書，內容包括環境試樣取樣作業程序、生物試樣、沉積物、植物、淡水及海水之前處理作業程序、水樣加馬能譜分析直接計測作業程序，本實驗室接續修訂為實驗室特有之作業程序書並歸類為品質文件符合品質管理與品質保證之要求，相關程序書標號名稱詳如表 3。

表 3 偵測中心技術移轉

項次	偵測中心程序書編號	偵測中心程序書名稱	備援實驗室程序書編號	備援實驗室程序書名稱
1	RMC-M-11	環境試樣取樣作業程序	RAL-O05	環境試樣取樣作業程序書
2	RMC-O-001	沉積物試樣總貝他與加馬分析前處理	RAL-O06	沉積物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
3	RMC-O-002	生物試樣之前處理作業程序書	RAL-O02	生物試樣加馬能譜分析之前處理操作程序書
4	RMC-O-003	淡水試樣總貝他與總阿伐分析之前處理作業程序	RAL-O07	淡水試樣總貝他活度與總阿伐活度分析前處理作業程序書

(2). 委託取樣作業通知單

偵測中心依據內部「環境試樣委外取樣作業程序書(RMC-M-29)」，進行委託本實驗室執行環境試樣取樣及分析作業，由偵測中心於取樣

前先行規劃取樣樣品項種類地點等，以取樣通知單形式交付本實驗室，

本實驗室將依此規劃取樣設備、取樣路徑等事先準備工作，本季取樣

通知單如表4。

表4 核三廠第四季委託取樣通知單

取樣地點	樣品類別	樣品數量	採樣頻次	分析項目
出水口右側	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
恆春氣象站	地下水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
南灣	山泉水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
	海水	2公升	每季	加馬
	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
墾丁	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
入水口	海水	2公升	每季	加馬
雨水渠道	排放水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
白沙	岸沙	0.5公斤	每季	加馬
	海水	2公升	每季	加馬
	地瓜葉	3公斤	每半年	加馬
	稻米	3公斤	每半年	加馬
恆春市場	葉菜	3公斤	每半年	加馬
南樹林	相思樹	1公斤	每季	加馬

龍鑾潭	池水	2公升	每季	加馬
		0.3公升	每季	氫
出水口附近海域	魚/貝	2公斤	每季	加馬
高山巖	草樣	1公斤	每半年	加馬
	土壤	0.5公斤	每半年	加馬
核三廠員工宿舍	草樣	1公斤	每半年	加馬
	土壤	0.5公斤	每半年	加馬
大光國小	草樣	1公斤	每半年	加馬
	土壤	0.5公斤	每半年	加馬
墾丁牧場	羊奶	1公升	每季	加馬

(3). 放射性分析備援實驗室取樣紀錄表

本實驗室於取樣作業完成後，進行樣品前處理作業，包括生物樣品乾燥灰化，沉積物(岸沙及土壤)烘乾等，各式樣品依對應程序書要求填裝至計測皿中，樣品相關重量資料記載於取樣紀錄表如表 5，隨樣品交付與偵測中心進行平行監測作業。

表 5 放射性分析備援實驗室取樣紀錄

樣品代碼	試樣名稱	取樣日期	取樣地點	試樣量	備註
RALS#108301	出水口右側-岸沙	108.10.21	出水口右側	0.195 kg	
RALS#108302	南灣-岸沙	108.10.21	南灣	0.202 kg	
RALS#108303	墾丁-岸沙	108.10.21	墾丁	0.202 kg	
RALS#108304	雨水渠道-岸沙	108.10.21	雨水渠道	0.192 kg	

RAIS#108313	楠樹林-相思樹	108.10.21	楠樹林	1.007 kg	
RAIS#108314	白沙-地瓜葉	108.10.21	白沙	1.959 kg	
RAIS#108315	白沙-稻米	108.10.21	白沙	2.951 kg	
RAIS#108316	墾丁牧場-羊奶	108.10.21	墾丁牧場	0.9 L	
RAIS#108317	恆春-高麗菜	108.10.22	恆春市場	2.376 kg	
RAIS#108318	出水口附近-海魚	108.10.22	出水口附近		2

2. 實際參與核三廠第四季取樣環境樣品取樣

本實驗室於 108 年 10 月 21 日及 22 日偕同輻射偵測中心前往屏東恆春核三廠進行第四季環境試樣的採集及分析，一方面學習環境試樣的採樣方法及該注意的事項，藉此熟悉採樣流程；另一方面則是採樣後樣本的前處理及後續加馬能譜分析技術，以加強環境樣本放射性分析的能力。此次規劃實際參與樣本採集、樣本前處理及樣本分析以外，還會將本實驗室所前處理好的樣本與輻射偵測中心交換，彼此分析雙方的樣本，以比對雙方的前處理能力及樣本分析能力是否有一致性，藉此達到平行監測的目的。

(1). 樣本採集





本實驗室於 108 年 10 月與輻射偵測中心至核三廠採集樣本，依偵測中心事先交付「核三廠第四季委託取樣通知單」(表 4)，同時也遵循本實驗室程序書「環境試樣取樣作業程序書」(RAL-O05)安排取

樣行程、工具及容器規劃，此次採集樣本紀實如表 6，包括 5 個岸沙(沉積物)、4 個海水、3 個淡水(包括地下水、山泉水及池水)、6 個生物試樣(包括海魚、葉菜、稻米、羊奶)。

表 6 取樣作業紀實

項次	取樣地點	取樣類別	取樣相關照片
1	出水口右側	岸沙	
2	南灣	岸沙	
3	墾丁	岸沙	

4	白沙	岸沙	
5	雨水渠道口	岸沙	
6	恆春氣象站	地下水	
7	南灣	山泉水	

8	南灣	海水	
9	入水口	海水	
10	白沙	海水	
11	雨水渠道	排放水	

12	龍鑾潭	池水	
13	南樹林	相思樹	
14	出水口附近海域	海魚	
15	白沙	地瓜葉	無
16	白沙	稻米	無
17	墾丁牧場	羊奶	無
18	恆春市場	高麗菜	

(2). 樣品前處理

本實驗室前處理流程，以遵循本實驗室的「生物試樣之前處理作業程序書」(RAL-O05 程序書)及「沉積物試樣加馬能譜分析之試樣前處理操作程序書」(RAL-O06)。以下為本次環境試樣各類樣本前處理操作流程：

XII. 岸沙、土壤:置入 105°C烘箱烘一天以上，並以 2 mm 篩網過篩，裝入計測皿並壓密後秤重。

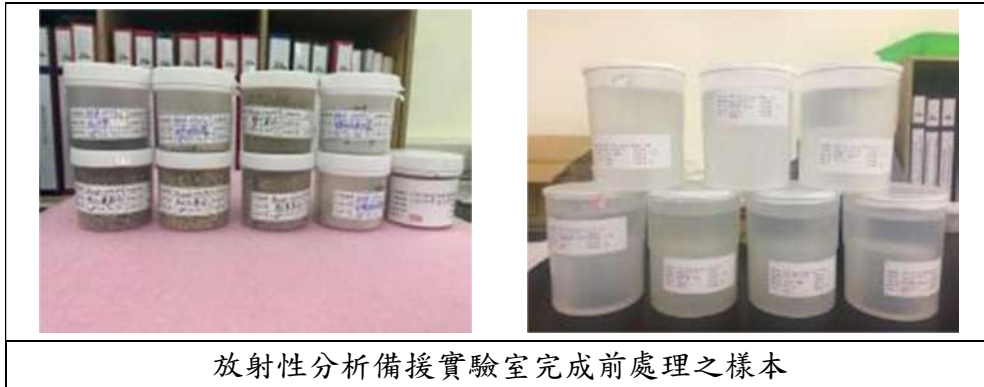
XIII. 海水、淡水、羊奶:定量 900 mL 後倒入馬林杯。

XIV. 相思樹、葉菜類:切碎後裝入蒸發皿並秤樣本鮮重，置入 105°C烘箱烘一天以上，置入 450°C高溫灰化爐灰化 2 天以上，裝入計測皿並壓密後秤重。

XV. 海魚:去除魚鱗、內臟及魚骨等不可食部位，切碎後裝入蒸發皿並秤樣本鮮重，置入 105°C烘箱烘一天以上，置入 450°C高溫灰化爐灰化 2 天以上，裝入計測皿並壓密後秤重。

XVI. 樣本前處理完後會裝罐以固定其幾何形狀，像海水、淡水及羊奶皆以馬林杯為主、岸沙則以 4.5 cm 高計

測皿、其餘樣本皆介於 0.5 cm-3 cm。利用純鍺偵檢器分析，主要分析核種為鉀-40、鈷-60、鈷-232、鈾-238、碘-131、銫-134 及銫-137 等。



三、計測分析結果平行監測比對

此次平行監測比對，規劃作業流程為偵測中心與本實驗室共同取樣，各別進行各項樣品前處理，以各實驗室中加馬能譜分析系統進行樣品放射性分析，接續交換各實驗室原前處理樣品後另行計測，因此以實驗設計的觀點來看，可鎖定由相同單位進行樣品前處理，經不同實驗室計測分析，可檢視各實驗室間加馬能譜分析系統(計測分析系統之差異)，相對的，亦可鎖定相同計測分析系統(同一分析實驗室)，檢視 2 個實驗室間樣品前處理技術；彙整各分析結果並進行相對百分誤差分析如表 7 及表 8。

四、比對結果分析討論

依表 7 內容顯示，樣品取樣及前處理作業由本實驗室負責，計測

分析則由本實驗室與偵測中心共同進行，分析結果可說明 2 計測實驗室加馬分析系統之差異；此次分析結果於鉀-40 活度來看，實驗室間相對百分誤差相距甚少，僅墾丁-岸沙之鈷-232 相對百分誤差較大 (85.12%)，針對此問題須持續討論可能之肇因及可行修正方法。

依表 8 內容顯示，樣品取樣及前處理作業由偵測中心負責，計測分析則由本實驗室與偵測中心共同進行，此次分析結果於鉀-40、鈷系及鈾系活度來看，實驗室間相對百分誤差較小。此次採樣時有將樣本混合後再分裝，故兩個實驗室分析結果相對誤差較小，藉由此次平行監測結果也可勉勵本實驗室針對環境樣本的分析能力。而此季樣本中有一樣是墾丁牧場的羊奶，季採樣有羊奶主要是要分析碘 131 核種，但其半衰期只有約 8 天，故本實驗室將計測時間延長至 12 萬秒以確認是否有碘 131 核種存在並同時確認其 MDA 值小於 1 Bq/kg，本實驗室與偵測中心所分析出來的數據值也較相近，但因為考量羊奶不易保存且易腐壞，故本季平行監測試樣尚未將羊奶列入交換樣品中。

經過這三季平行監測數據比對結果獲得一些經驗及如何解決問題，如以下幾點：

1. 岸沙樣本的相對誤差值較大，尤其是鈷系及鈾系的誤差較明顯，而海水樣本及生物樣本數據比對結果較相近。

2. 岸沙樣本原本鉀 40 的相對誤差較大，但經由第四季在採樣時先將樣本一次採集並混合後再進行分裝，結果顯示鉀 40 的值比較平均且相對誤差也較小。

3. 鈷系及鈾系的比對結果相對誤差還是有顯著的差異，在與偵測中心討論下，推測可能的原因出在儀器的效率曲線(低能量部分，因為鉀 40 屬於高能量推測是沒問題)，故本實驗室將重新建立效率曲線並與儀器廠商討論，解決進行能量校正時能不影響建立好的效率曲線。

藉由平行監測一方面檢視本實驗室樣本前處理的能力，另一方面則是樣本分析的能力及儀器的準確度與穩定度。

表 7 偵測中心與備援實驗室加馬能譜分析系統比較表

(取樣單位: 備援實驗室 計測分析單位: 備援實驗室與偵測中心)

樣品名稱	加馬能譜分析(單位:貝克/公斤)										相對百分誤差(%)				
	鉀-40		鈾-232		鈾-238		銫-137		鈷-60		鉀-40	鈾-232	鈾-238	銫-137	鈷-60
	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心					
出水口 右側-岸 沙	33.42	29.62	1.57	1.93	3.34	4.33	<MDA	<MDA			12.83	-18.74	-22.86	-	-
南灣-岸 沙	54.84	47.98	2.17	<MDA	2.84	<MDA	<MDA	<MDA			14.30	-	-	-	-
墾丁-岸 沙	102.38	99.76	6.72	3.63	8.16	7.53	<MDA	<MDA			2.63	85.12	8.37	-	-
雨水渠 道-岸沙	240.23	237.58	17.69	16.92	15.93	14.46	<MDA		1.12	0.83	1.11	4.55	10.17	-	34.94
南樹林- 相思樹	147.3	148.6	<MDA		<MDA		<MDA	<MDA			-0.87	-	-	-	-
白沙-地	167.1	169.8	<MDA		<MDA		<MDA	<MDA			-1.59	-	-	-	-

瓜葉												
白沙-稻 米	30.84	29.83	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	3.39	-	-	-	-	
恆春-高 麗菜	74.30	68.82	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	7.96	-	-	-	-	
出水口 附近-海 魚	127.10	136.62	<MDA	<MDA	0.20	0.16	<MDA	-6.97	-	-	23.46	-

表 8 偵測中心與備援實驗室加馬能譜分析系統比較表

(取樣單位: 偵測中心 計測分析單位: 備援實驗室與偵測中心)

樣品名稱	加馬能譜分析(單位:貝克/公斤)										相對百分誤差(%)				
	鉀-40		鈾-232		鈾-238		銫-137		鈷-60		鉀-40	鈾-232	鈾-238	銫-137	鈷-60
	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心	屏科大	中心					
出水口 右側-岸 沙	25.22	23.20	<MDA	<MDA	3.32	3.57	<MDA		<MDA		8.71	-	-7.00	-	-
南灣-岸 沙	59.68	51.99	2.33	2.42	3.58	<MDA	<MDA		<MDA		14.79	-3.72	-	-	-
墾丁-岸 沙	96.31	90.17	5.15	<MDA	4.04	4.56	<MDA		<MDA		6.81	-	-11.40	-	-
雨水渠 道-岸沙	227.61	249.71	14.56	13.66	9.14	10.33	<MDA		1.27	0.94	-8.85	6.59	11.52	-	35.11
南樹林- 相思樹	129.29	137.42	<MDA		<MDA		<MDA		<MDA		-5.92	-	-	-	-
白沙-地 瓜葉	182.73	187.91	<MDA		<MDA		<MDA		<MDA		-2.76	-	-	-	-

白沙-稻 米	29.87	30.01	<MDA	<MDA	<MDA		<MDA	-0.46	-	-	-	-
恆春-高 麗菜	68.52	69.6	<MDA	<MDA	<MDA		<MDA	-1.55	-	-	-	-
出水口 附近-海 魚	132.24	133.47	<MDA	<MDA	0.18	0.16	<MDA	-0.92	-	-	12.50	-

附錄一、核三廠平行監測之人工核種鈷-60

本實驗室於 108 年 10 月 21 日與輻射偵測中心一同前往核三廠採取第四季平行監測的樣本，樣本當中發現核三廠廠內有一個點（雨水渠道口之岸沙，圖 1 所示），本實驗室與偵測中心均有分析到人工核種鈷 60，活度約 1.27 貝克/公斤，因為考量此放流水為廠內污水放流口（圖 2 所示），故為了釐清此狀況，本實驗室與偵測中心於 11 月 15 日再次前往核三廠採樣（圖 3a-b 所示），由於本實驗室也參與此次分析並以第三方角度分析。於 11 月 15 日採集的樣本則未分析出人工核種鈷 60。



圖 1 雨水渠道口-岸沙



圖 2 核三廠逕流廢水放流口



圖 3a 雨水渠道口-岸沙 R1



圖 3b 雨水渠道口-岸沙 R1