台灣電力公司低放貯存場

113 年環境輻射監測計畫
(民國 113 年 1 月 1 日至民國 113 年 12 月 31 日)

台灣電力公司
放射試驗室
112 年 09 月

目　　錄

一、前言.....1

二、法規依據.....1

三、設站選擇依據.....2

四、作業內容.....4

五、報告.....9

六、品質保證.....9

七、計畫執行說明.....12

八、輻安預警措施.....13

九、人員組織.....13

十、前六年之輻射監測結果.....13

十一、作業規劃.....18

十二、參考資料.....18

十三、附錄.....19

表 例 說 明

表 1、低放貯存場環境輻射監測項目.....20

表 2、環境試樣分析方法簡表.....21

表 3、環境試樣放射性分析之預警基準.....22

表 4、地表面污染放射性核種距地一公尺高度體外有效劑量
轉換因數.....23

表 5、蘭嶼關鍵群體使用量因子.....24

表 6、放射性核種嚥入或吸入對一般人之約定有效劑量轉換因數...25

圖 例 說 明

圖 1、低放貯存場民眾劑量曝露途徑示意圖.....27

圖 2、低放貯存場 111 年氣象風花圖.....27

圖 3-1、蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站位置分佈圖(一).....28

圖 3-2、蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站位置分佈圖(二).....29

圖 4、低放貯存場週邊各類試樣取樣／監測站位置分佈圖.....30

附　錄

1、低放貯存場環境輻射監測取樣站方位距離經緯度表……31

2、低放貯存場環境輻射監測取樣站設站說明……34

3、中華民國財團法人全國認證基金會認證項目摘要表及證書…36

4、國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果……47

5、環境輻射監測作業技術管理階層及主要技職人員職掌分工表…53

6、環境輻射監測作業組織管理系統圖……54

7、低放貯存場 112、113 年環測作業規劃量統計表……55

8、環境監測異常事件查證與緊急通報流程圖……56

9、低放貯存場環境輻射即時監測管理系統……57

附　表

附表 10-1 熱發光劑量計計讀結果 ……14

附表 10-2 環境級手提式蓋革監測儀度量結果 ……14

附表 10-3 高壓游離腔(HPIC)監測結果 ……14

附表 10-4 空氣微粒監測結果 ……15

附表 10-5 各類水樣監測結果 ……15

附表 10-6 各類生物樣監測結果 ……16

附表 10-7 沉積物試樣監測結果 ……17

附表 10-8 場外民眾最大個人劑量評估結果 ……17

低放貯存場 113 年環境輻射監測計畫

一、前言

本公司於 79 年 7 月自前行政院原子能委員會(以下簡稱前原能會)接下低放貯存場之營運管理後，即由本公司放射試驗室著手規劃並執行低放貯存場之環境輻射監測計畫，實測評估低放貯存場營運後，對民眾所造成之輻射劑量。

為瞭解並掌握低放貯存場營運對環境的影響情形，本公司每年均依據前原能會所制定之「環境輻射監測規範」，事先將低放貯存場新年度環境輻射監測計畫提送核安會審查，俟核准後即依計畫執行。

根據各項對環境輻射監測之實測值，評估低放貯存場營運期間所造成之民眾最大個人劑量和環境中放射性物質含量之變化，同時亦將監測結果(季報、年報)陳報核安會。

二、法規依據

本公司放射試驗室依據下列相關規定執行環境輻射監測：

(一)游離輻射防護法，民國 91 年 1 月 30 日總統令制定公布[1]。

(二)放射性物料管理法，民國 91 年 12 月 25 日總統令制定公布[2]。

(三)放射性物料管理法施行細則，民國 108 年 11 月 21 日前行政院原子能委員會修正[3]。

(四)輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則，民國 105 年 6 月 27 日前行政院原子能委員會修正[4]。

(五)游離輻射防護安全標準，民國 94 年 12 月 30 日前行政院原子能委員會修正[5]。

(六)環境輻射監測規範，民國 98 年 11 月 11 日前行政院原子能委員會修正[6]。

台電公司為了解低放貯存場對環境輻射影響，由核能後端營運處委託專責單位放射試驗室在低放貯存場場外附近環境建置一系列環境輻射監測系統，以瞭解低放貯存場在營運期間對民眾所造成的輻射劑量及環境中放射性物質含量之變化。基於上項法規要求，本公司針對低放貯存場之環境輻射監測工作，由放射試驗室環境偵測組執行。依據低放貯存場歷年環境輻射監測年度報告(7)及對鄰場地區土地利用狀況，編擬 113 年度低放貯存場環境輻射監測計畫，並依規定陳報核安會審查核備，據以執行相關監測作業。

三、設站選擇依據

(一)背景資料

1. 蘭嶼全島的人口分佈狀況大多集中於椰油、紅頭、東清及朗島四村，除當地居民外，蘭嶼地區的流動人口(外來)主要住宿於椰油村的蘭嶼大飯店及紅頭村的蘭嶼別館，對低放貯存場的環境輻射監測取樣作業均以人口集中的部落為原則。
2. 蘭嶼全島沿海海流最大的特色，即處於黑潮海洋流範圍之內，黑潮大約由南南西方向朝蘭嶼而來，黑潮潮幅寬約 100 公里以上，深達 700~800 公尺，中心主流流速約每秒 0.95 公尺，並有東西蛇形擺動的現象。但不論如何擺動，蘭嶼全島均位於黑潮範圍之內，黑潮流經蘭嶼附近海域是屬於流速較強的部份，蘭嶼西南沿海頂著黑潮，黑潮繞過東南角後易產生逆時針方向漩渦，而在東清灣海域引起上升流的現象。因此在貯存場排水口海岸如有污染物質外釋，易為強大的黑潮帶走且因上升流的影響不易在當地沉積而污染海域。
3. 蘭嶼全島由於受到天然地形的限制及傳統自給自足生活方式的影響，當地並無大量農產品交易的紀錄，亦無明顯的農產品流通通路。蘭嶼當地居民以芋頭為主要農產物，輔以地瓜等雜糧，而飛魚則為

其主要的海產資源之一。

(二)測站概述

環境監測項目包括環境直接輻射、空氣樣、水樣、農漁牧產物及沉積物試樣等，各類試樣之監測項目、站數及設置原則摘要說明如下：

1. 低放貯存場環境輻射監測計畫之設站，係針對攸關民眾生活的空氣、水體、生物樣及土壤等環境試樣，於代表性(人口稠密處、農漁作物產區)或關鍵性(下風向)的地區建立監測站或取樣點，進行環境直接輻射、空氣樣、水樣（海水、地下水及飲水）、生物樣（草樣、葉菜、根菜(含地瓜)、芋頭、海魚(含飛魚)、底棲生物）、土壤、岸砂及指標生物(海藻)等項目的輻射監測，並在不受低放貯存場輻射影響地區設立對照站。主要參考及依據如下：

(1)低放貯存場民眾劑量曝露途徑示意圖(如圖 1)：低放貯存場已於 100 年完成廢料檢整作業，故已經無廢氣之排放情形。廢水部分則全部回收經蒸餾後裝桶或送至固化系統使用，故無廢水排放。前述排放作業均符合規定。

(2)低放貯存場場址鄰近地區的地理環境：低放貯存場位於臺東縣蘭嶼鄉，三面環山，一面向海，五公里範圍內無民眾居住。鄉內分為紅頭、椰油、東清、朗島四村；住民屬達悟族，以紅頭山等六座山峰構成北部山群，另以大森山及觀東峰構成南部山地。居民以漁業為主，另有少數以觀光為生，旅遊景點有五孔洞、龍頭岩、軍艦岩、貝殼沙灘等。

(3)常年氣象條件：依中央氣象署測站收集之氣象資料顯示，111 年整年期間，風向以北及北北東方向最多，主要係受冬季東北季風影響，夏季則以西南及西南西風向為主（低放貯存場 111 年氣象風花圖如圖 2 所示），此外，亦受大範圍天氣環流及地形造成之海陸風、蘭嶼當地海島型氣候等局部環流影響。依中央氣象署統

計資料顯示蘭嶼全年降雨日數共 208 日，而全年累積降雨量達 3237.5 毫米，主要為颱風所貢獻。

(4)關鍵地區居民生活飲食習慣調查：由於低放貯存場鄰近地區農漁牧生產收獲期、產量以及居民生活習慣和各類飲食使用量等係民眾劑量評估的重要參數，因此環境監測作業亦參考當地居民生活環境與飲食習慣調查結果設立監測站。

(5)主要漁產：石斑、鯛魚、飛魚等。

(6)特殊產物：主要特殊產物為地瓜、芋頭等。

2. 各試樣取樣／監測站分佈圖

(1)蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站位置分佈詳如圖 3-1、圖 3-2 所示。

(2)低放貯存場周邊各類試樣取樣／監測站分佈詳如圖 4 所示。

(3)低放貯存場環境輻射監測取樣站方位距離經緯度表詳如附錄 1 所示。

四、作業內容

有關規劃之 113 年度低放貯存場環境輻射監測計畫中各類試樣種類、分析數量、執行頻度及分析類別等監測項目，詳如表 1。

(一)取樣

本計畫中各類試樣均於原計畫規劃位置，依預定計畫之取樣方式和頻度收集，各類試樣之取樣方法則依照本公司放射試驗室「環境偵測作業方法管理作業程序」[12]執行。

(二)直接輻射劑量度量、放射化學分析及放射性核種活度計測

1.本計畫使用環境級手提蓋革監測儀、高壓游離腔(HPIC)連續監測儀及熱發光劑量計 3 種方法監測環境中之直接輻射劑量。「低放貯存場環境輻射即時監測管理系統」說明如附錄 9。

2.環境試樣放射性核種活度計測，則分為總貝他分析、加馬能譜分析

和單一核種分析等 3 類；單一核種分析包括鍶-89、鍶-90 及氚，個別試樣之分析方法簡述於表 2，詳細處理分析步驟則依照本公司放射試驗室「環境偵測作業方法管理作業程序」[12]執行。

3.環境試樣放射性分析之預警基準，係參考前原能會頒布之「環境輻射監測規範」第 26 條所述附件六之規定(如表 3)為準。

4.分析不確定度評估說明：

核能設施環境輻射監測作業各項分析不確定度評估係根據「量測不確定度表示方式指引」[9]及「量測不確定度之政策」[10]規定，依其測量值(即核種活度或劑量率)獲得方式之不同，而分為兩類：

(1)環境試樣加馬核種、氚核種、鍶核種及總貝他活度分析之不確定度：

由於求得加馬核種、氚核種、鍶核種及總貝他活度的計算公式與輻射計測過程、計測效率估算(含標準射源及效率方程式)、試樣定量及化學回收率計算等有關，因此評估前述各項分析之不確定度時，必須先求得各階段導出的個別不確定度，再經由誤差傳播公式，求得組合不確定度，最後再以 95%信賴水準為基礎，選定 1.96 倍的組合不確定度做為擴充不確定度之表示。有關環境試樣各項分析不確定度的計算方法詳如「環境試樣放射性核種分析不確定度評估之研究完成報告」[11]。

(2)熱發光劑量計劑量率之不確定度：

以前原能會每兩年執行環測熱發光劑量計國內比較實驗時，利用比較實驗數據依照 ANOVA(Analysis of Variance)方法得到 95%信心水準下之擴充不確定度。

(三)紀錄與試樣保存

1.執行環境直接輻射劑量度量及環境試樣放射性核種活度分析所測得之數據，均輸入本公司放射試驗室環境輻射監測資訊網路系統，經電腦程式計算後，所有監測數據儲存於系統伺服器；同時列印最

後監測結果，並完成陳核程序後依規定保存年限存放。另亦定期備份儲存所有監測數據，以防電腦故障時得以復原。

2.環境試樣之保存型態及保存時間，係依據前原能會頒佈之「環境輻射監測規範」中之規定辦理：沉積物試樣(土壤、岸砂)保存 5 年，其他試樣保存 1 年，保存型態為乾燥物或灰化物。詳細作業方法依本公司放射試驗室「環境偵測作業方法管理作業程序」[12]執行。

(四)民眾劑量估算

依照各監測項目的監測及分析結果，依據前原能會修訂之「環境輻射監測規範」[6]中附件四「體外及體內劑量評估方法」估算民眾劑量。

1.體外劑量評估

(1)民眾體外劑量評估由累積劑量監測，或沉積在土壤、岸砂中加馬核種活度方法推算，由環境劑量推算至民眾劑量應考慮其占用因數。

(2)由累積劑量監測評估淨劑量選擇下列方法計算(每一監測站都應計算)：

[1]累積劑量監測淨劑量＝(本季劑量)－(過去 5 年 20 季劑量平均值＋3 倍標準差)，每季季劑量評估以 92 天為基準。若所得淨值小於每年 0.05 mSv 或每季 0.025 mSv，則註記小於 MDA。

[2]累積劑量監測站設站期間未達五年者，則以扣除該站運轉前背景正常變動範圍或鄰近地區之天然背景正常變動範圍為其淨劑量計算原則。

(3)地表土壤或岸砂沉積之人造放射核種所造成體外劑量之計算如下：

D(季)＝2190×S×K×H

D(年)＝8760×S×K×H

D：體外曝露之有效劑量(mSv/a)

S：指土壤或岸砂所造成之居住屏蔽或砂灘曝露因數。居住屏蔽因數

(土壤)建議採用 0.36，居住屏蔽因數係室內占用因數 0.8 乘以屏蔽因數 0.2 再加上室外占用因數 0.2。沙灘曝露因數=沙灘曝露時數/8760，沙灘曝露時數參考表 5。

K：單位面積放射性活度(Bq/m^2)

對土壤表面密度採 $80kg/m^2$，取 0.05m 深，密度為 $1600kg/m^3$。對岸砂表面密度採 $40kg/m^2$，取 0.025m 深。

H：核種的劑量轉換因數($mSv\text{-}m^2/Bq\text{-}h$)。

各核種造成劑量分別計算後再相加，而體外劑量之地表面汙染放射性核種距地一公尺高度有效劑量轉換因數詳如表 4。

土壤及岸砂如僅測得銫（Cs）-137 或鍶（Sr）-90 核種，計算體外劑量時，扣除該站過去五年之正常變動範圍，但如測得錳（Mn）-54、鈷（Co）-58、鈷（Co）-60、銫（Cs）-134 等人工核種，則應以實測值計算體外劑量。

2.體內劑量評估方法

(1)體內劑量以放射性核種之攝入評估，攝入包括嚥入和吸入兩大途徑。

(2)以放射性核種在一年內攝入評估約定有效劑量。

約定有效劑量(毫西弗)＝[約定有效劑量轉換係數，如表 6 的值 (毫西弗/貝克)]×[一年間的核種攝入量(貝克)]×(年齡修正)×(市場稀釋修正)×(由調理等減少的修正)

一年間的核種攝入量，可採下列方法之一：

[1]核種年攝入量＝(環境試樣中的核種年平均活度)×(年飲食攝入量)

[2]核種年攝入量＝Σ(環境試樣中每日平均的放射性核種活度)×(其飲食物等的平均每日攝食量)。本方法為日攝入的飲食中放射性活度有變化，而需分別求每日的放射性活度的方法。

(3)季劑量：1/4×年劑量。

(4)有關居民飲食等攝食量，參考最新之蘭嶼地區居民生活環境與飲食

習慣調查期末報告[8]所整理，低放貯存場關鍵群體使用量因子，詳如表 5。

3.劑量評估參數

(1)使用量因子及沙灘曝露等參數列於表 5 中。

(2)銫（Cs）-137 及鍶（Sr）-90 可能來自核爆落塵，先扣除當站歷年正常變動範圍值後再計算淨劑量，歷年平均值採取最近五年數據為統計對象，不足五年者取所有數據或運轉前背景數據。

(3)錳（Mn）-54、鈷（Co）-58、鈷（Co）-60 及銫（Cs）-134 等人造核種均歸輻射工作場所貢獻，天然核種如鉀（K）-40、鈾系、釷系均不計算淨劑量。

(4)同一試樣同時採用加馬能譜分析及化學方法定量時，取較大值做劑量評估。

(5)同一時間，同一種試樣，採用取樣地點中活度平均值最高的地點做劑量評估。

(6)個人最大年劑量計算係取年活度平均值最大者作計算，若某季劑量未達評估標準，則以”—”表示。

4.場外民眾最大個人劑量

依上述原則評估所得之各輻射曝露途徑造成之體內、外劑量加總所得即為場外民眾最大個人劑量。由於本計畫各監測試樣與監測位置均係依據本設施排放關鍵核種、環境輻射曝露關鍵途徑及最新之居民生活環境與飲食習慣調查報告而訂定，已剔除不可能的輻射影響途徑（如農田灌溉或鮮奶飲用等），並以前述調查結果分佈 97.5th 百分位數為劑量評估所需之使用量因子，故由環境輻射監測結果估算所得之場外民眾最大個人劑量應具有當地居民所受輻射劑量的代表性，且符合游離輻射防護安全標準有關評估關鍵群體劑量之規定。

五、報告

(一)當任何環境試樣之監測結果大於本公司放射試驗室監測儀器或設備系統之最小可測量(Minimum Detectable Amount)即予記錄。

(二)低放貯存場例行環境輻射監測結果，按季及年彙總整理後，依核安會規定之報告格式製作成報告，定期陳報核安會審查核備。

六、品質保證

(一)為使各項作業達到最穩定及最理想之工作狀況，對各項作業均訂有標準作業程序書及品質管制作業程序書,除嚴格管制計測儀器的背景及效率值外，並以空白分析、複樣分析及參考試樣分析等方式，維持分析品質。

(二)本公司放射試驗室於 81 年 6 月初次獲得中華民國實驗室認證體系之游離輻射測試領域「劑量計測」5 項認可證書。環測組自 88 年 1 月起即獲得「環境試樣放射性核種分析」6 項認可證書，並於 97 年起增項獲得 17 項認可證書(全國認證基金會 TAF L0068)，詳如附錄 3。

(三)本公司放射試驗室環境偵測組於 104 年起參加國際原子能總署(IAEA)主辦環境試樣放射性核種比較分析，歷年分析結果均符合要求，詳如附錄 4。

(四)品質管制執行方法說明

1.取樣站之設站說明，詳如附錄 2。

2.分析工作之品保／品管

為維持核能設施環境輻射監測結果之精密度與準確性及確保環境輻射監測計畫之分析品質，本公司依據前原能會頒佈之「環境輻射監測規範」及「環境輻射偵測品質保證規範」，制定「環境偵測品質管制作業程序」；其中針對環境輻射監測例行放射性核種分析作業之品保／品管程序概述如下：

(1) 空白試樣分析：為確保環境輻射監測作業之執行能準確獲得環境試樣中放射性核種活度，所有環境試樣進行放射性核種分析時，均同時執行空白試樣分析。另外，放射性核種分析作業亦會根據空白試樣之分析測值，求出每次分析的計測儀器最小可測量(Minimum Detectable Amount，MDA)，並與原能會頒佈「環境輻射監測規範」之可接受最小可測量 (Acceptable Minimum Detectable Amount，AMDA)比較，以保證環境輻射監測計畫之作業能力均符合核安會之要求。

(2) 複製試樣分析：為確保環境試樣放射性核種分析之精密度及再現性能符合預期，於每批次化學分析(氚、放射性鍶、放射性碘核種及水樣總貝他活度分析)時，均執行複製試樣分析，其執行率不得低於每批次分析量的 5%。複製試樣分析品質管制作業所得之計測結果應符合美國環境保護署放射性實驗室分析品質管制手冊(EPA-600／4-77-001)規定之品質管制限值(國內目前無複樣分析相關規定)；複製試樣分析品質管制不合格時，同批次試樣應予全部重新分析。

(3) 度量用天平品質管制：度量用天平所使用之標準砝碼(0.1 克、1 克、10 克)組每年定期送中華民國實驗室認證體系全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation，TAF)認證通過之校正實驗室校準。利用已校正標準砝碼組每年執行度量用天平校正作業 1 次；利用 0.1 克、1 克及 10 克標準砝碼每月執行度量用天平品質管制作業 1 次。

(4) 實驗室間比較分析：本公司環境輻射監測作業定期參加國內核安會輻射偵測中心主辦的環境試樣放射性核種實驗室間比較分析；另外亦定期參加中華民國實驗室認證體系全國認證基金會(TAF)所舉辦之環境試樣放射性核種分析能力試驗計畫，以確保例行環境輻射監

測作業品質能達既定之作業水準。

(5) 加馬能譜分析系統品質管制：本項品管作業包含能量校正、效率校正及系統穩定度測試 3 項。

a. 加馬能譜分析系統能量校正頻度每年 1 次；當環境試樣鉀-40 能峰(1460.8keV)偏離±1 keV 時，亦應執行能量校正作業。

b. 加馬能譜分析系統效率校正頻度為每年 1 次；當加馬能譜分析系統穩定度測試超過管制範圍時，亦應執行效率校正作業。

c. 加馬能譜分析系統穩定度測試係利用度量固定活度混合射源之低、中、高能量區核種活度及能峰解析度(Full Width at Half Maximum，FWHM)而得，執行頻度為每月 1 次。系統穩定度測試作業執行前，每年定期度量低、中、高能量區核種活度平均值做為年度品管測試之初值，穩定度測試合格範圍為初值±3σ(3 倍標準差)。

(6) 低背景貝他計測系統品質管制：本項品管作業包含效率校正及系統穩定度測試 2 項。

a. 低背景貝他計測系統校正作業，包括蒸乾樣和過濾樣總貝他效率校正兩項，執行頻度為每年 1 次。

b. 低背景貝他計測系統穩定度測試係利用度量固定活度的鍶/釔-90 平衡射源的總貝他計數率及背景計數率而得，執行頻度為每月 1 次。系統穩定度測試作業執行前，每年定期度量鍶/釔-90 平衡射源活度平均值做為年度品管測試之初值，穩定度測試合格範圍為初值±3σ(3 倍標準差)。

(7) 液體閃爍計測系統品質管制：本項品管作業包含氚效率校正及系統穩定度測試 2 項。

a. 氚效率校正作業係由度量自行配製相同體積和幾何形狀的氚標準射源而得，執行頻度為每年 1 次。

b. 液體閃爍計測系統穩定度測試係利用度量固定活度氚標準射源瓶的總計數率及背景計數率而得，執行頻度為每月 1 次。系統穩定度測試作業執行前，每年定期度量氚標準射源活度平均值做為年度品管測試之初值，穩定度測試合格範圍為初值±3σ(3 倍標準差)。

(8) 熱發光劑量計系統品質管制：本項品管作業包含 1.計讀系統年度校準、2.計讀系統每日品質管制。

a. 計讀系統年度校準：包含系統加熱調整以及劑量轉換因數(photon counter conversion factor, PCCF)、(frequency counter conversion factor, FCCF）之線性反應校正，校準有效期為一年。

b. 計讀系統每日品質管制：每日執行計讀作業前計讀已照射過標準劑量之劑量計，以確保當日之品質。

七、計畫執行說明

依據本公司委託財團法人台灣經濟研究院 108 年完成之「蘭嶼地區居民生活環境與飲食習慣調查期末報告」[(8)]及配合當地實際產業狀況的改變，並參考歷年來低放貯存場環境輻射監測結果，擬定 113 年環境輻射監測計畫，本年度環境輻射監測計畫擬參照 112 年度環境輻射監測計畫繼續執行。

(一)新年度之變革

1. 因報告簽署人異動，TAF 證書更新。

2. 環境試樣放射性分析之預警措施基準中本室 MDA 值更新。

3. 113 年度環境輻射監測計畫監測作業內容除上述變動外，沿用 112 年度既有作業內容。

(二)作業內容概述

預計 113 年執行監測取樣分析約為 18042 樣次，分別為直接輻射約 17680 樣次、空氣樣約 112 樣次、水樣約 112 樣次、生物樣約 77 樣次、指標

生物 1 樣次及沉積物試樣約 60 樣次。

前述業務均由本公司放射試驗室負責規劃及執行，並由放射試驗室環境偵測組負責執行低放貯存場環境監測之相關業務。

八、輻安預警措施

監測結果如達環境輻射監測規範訂定之調查基準時，本公司放射試驗室內部應進行查證作業，並於確認數據後二小時內以電話或傳真通知總處轉陳核安會，書面報告應於三十日內送主管機關備查。查證結果將存檔備查，並於環測報告中說明。查證試樣取樣時，視需要採拍照存證方式執行，並述明取樣時之環境狀況；環境監測異常事件查證與緊急通報流程圖，詳如附錄 8。

九、人員組織

(一)本公司環境輻射監測作業技術管理階層及主要技職人員職掌分工表，詳如附錄 4。

(二)本公司環境輻射監測作業組織管理系統圖，詳如附錄 5。

十、前六年之輻射監測結果

依據前六年低放貯存場營運期間，各類環測試樣之放射性核種之活度含量與直接輻射監測結果，經評估對附近民眾所造成之最大劑量均遠低於法規限值，介於天然輻射背景變動正常範圍內。

(一)加馬直接輻射

加馬直接輻射之監測，分成兩大類，其一是以熱發光劑量計度量直接輻射之累積劑量，另一則以環境級手提式蓋革監測儀與高壓游離腔度量直接輻射之劑量率。

附表 10-1　熱發光劑量計計讀結果　　單位：毫西弗/年

熱發光劑量計各站變動範圍		
111 年	112 年#	107-111 年
1.44E-01～3.13E-01	1.48E-01～3.17E-01	1.22E-01～4.02E-01

- 監測變動範圍含對照站。
- #：112 年監測數據為前 2 季統計之變動範圍。

附表 10-2　環境級手提式蓋革監測儀度量結果　　單位：微西弗/小時

蓋革監測儀各站變動範圍		
111 年	112 年#	107-111 年
3.00E-02～3.80E-02	3.00E-02～3.50E-02	3.00E-02～4.20E-02

- 監測變動範圍含對照站。
- #：112 年監測數據為前 2 季統計之變動範圍。

附表 10-3　高壓游離腔(HPIC)監測結果　　單位：微西弗/小時

高壓游離腔各站變動範圍		
111 年	112 年#	107-111 年
3.46E-02～7.05E-02	3.45E-02～6.87E-02	3.46E-02～9.90E-02

- #：112 年監測數據為前 2 季統計之變動範圍。

(二)空氣樣品分析

環境中之空氣樣品是以連續抽氣裝置收集，用以分析空氣中懸浮微粒的總貝他活度及加馬能譜。而一般所稱的空浮放射性物質就是指任何以灰塵、煙、霧、蒸氣，或氣體形式散佈於空氣中的放射性物質。按分析結果顯示，總貝他活度均在 5 年背景值變動範圍內。

附表 10-4　空氣微粒監測結果　　單位：毫貝克*/立方公尺

試樣別	低放貯存場			調查基準
	111 年	112 年#	107-111 年	
總貝他	7.31E-02～1.08E+00	1.11E-01～1.08E+00	6.16E-02～1.29E+00	9.00E+01

- ＜MDA：表示低於本公司分析系統之最小可測量(參考表 3)。
- ＊：貝克為度量放射性核種活度的單位 (1 貝克為核種每秒自發衰變 1 次)。
- 監測變動範圍含對照站。
- #：112 年監測數據為前 2 季統計之變動範圍。

(三)水樣分析

定期採取海水及飲水等樣品，經處理後再計測分析，以瞭解貯存場附近各類水樣中放射性核種活度之含量。加馬能譜分析結果均僅測得天然核種，而氚分析結果如附表 10-5：

附表 10-5　各類水樣監測結果　　單位：貝克/公升

核種	氚			
期間 / 試樣別	111 年	112 年#	107～111 年	調查基準
海水	＜MDA	＜MDA	＜MDA	1.10E+03
飲水	＜MDA	＜MDA	＜MDA	1.10E+03
地下水	＜MDA	＜MDA	＜MDA	1.10E+03

- ＜MDA：表示低於本公司放射試驗室分析系統之最小可測量。(參考表 3)

- 監測變動範圍含對照站。
- #：112 年監測數據為前 2 季統計之變動範圍。

(四)生物試樣分析

依據農、漁牧產品位置分析，定期採取各類樣品，並進行加馬能譜分析，以瞭解各類樣品中放射性物質含量。

附表 10-6　各類生物樣監測結果　　單位：貝克/公斤·鮮重

核種	銫-137			
期間 試樣別	111 年	112 年#	107-111 年	調查基準
草樣	＜MDA	＜MDA	＜MDA	7.40E+01
葉菜	＜MDA	＜MDA	＜MDA	
根菜	＜MDA	＜MDA	＜MDA	
芋頭	＜MDA	＜MDA	＜MDA	
底棲生物	＜MDA	取樣頻度為年規劃第 3 季取樣	＜MDA	
海生物（海魚）	<MDA	<MDA	＜MDA～3.00E-01	
海域指標生物(海藻)	＜MDA	＜MDA	＜MDA	

- ＜MDA：表示低於本公司放射試驗室分析系統之最小可測量。(參考表 3)
- 監測變動範圍含對照站。
- #：112 年監測數據為前 2 季統計之變動範圍。

(五)沉積物試樣分析

定期採取土壤及岸砂樣品進行加馬能譜分析，以瞭解放射性物質在環境中的累積效應，而分析結果均遠低於前原能會規定之調查基準。

附表 10-7　沉積物試樣監測結果　　單位：貝克/公斤·乾重

各站變動範圍		鈷-60			銫-137		
試樣別	項　目	111 年	112 年#	107-111 年	111 年	112 年#	107-111 年
土壤	測　值	＜MDA	＜MDA	＜MDA	<MDA	＜MDA～5.10E+00	＜MDA～6.54E+00
	調查基準	1.10E+02			7.40E+02		
岸砂	測　值	＜MDA	＜MDA	＜MDA	＜MDA	＜MDA	＜MDA
	調查基準	1.10E+02			2.00E+01		

- ＜MDA：表示低於本公司放射試驗室分析系統之最小可測量。(參考表 3)
- 監測變動範圍含對照站。
- #：112 年監測數據為前 2 季統計之變動範圍。

(六)輻射劑量評估

依「核能設施環測結果民眾劑量估算導則」之評估方法，配合低放貯存場各類環境試樣分析結果及不同方位熱發光劑量計的監測值，扣除天然背景輻射後，而求得貯存場營運期間造成附近民眾之最大個人劑量值，其值遠低於法規限值，介於天然背景輻射正常變動範圍內。

附表 10-8　場外民眾最大個人劑量評估結果　　單位：毫西弗/年

年份	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年	法規年限值
場外民眾最大個人劑量值	＜1.00E-03	＜1.00E-03	＜1.00E-03	＜1.00E-03	＜1.00E-03	＜1.00E-03	2.50E-01

註：<1.00E-03：表示低於評估標準。

十一、作業規劃

有關 113 年度低放貯存場環境輻射監測年度作業規劃量統計表詳見附錄 7。

十二、參考資料

1、 游離輻射防護法，民國 91 年 1 月 30 日總統令制定公布。

2、 放射性物料管理法，民國 91 年 12 月 25 日總統令制定公布。

3、 放射性物料管理法施行細則，民國 108 年 11 月 21 日前行政院原子能委員會修正。

4、 輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則，民國 105 年 6 月 27 日前行政院原子能委員會修正。

5、 游離輻射防護安全標準，民國 94 年 12 月 30 日前行政院原子能委員會修正。

6、 環境輻射監測規範，民國 98 年 11 月 11 日前行政院原子能委員會修正。

7、 台灣電力公司低放貯存場歷年環境輻射監測年度報告，民國 80～110 年。

8、 蘭嶼地區居民生活環境與飲食習慣調查期末報告(民國 108 年財團法人台灣經濟研究院)。

9、 ISO/IEC Guide 98-3:2008(en) Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement。

10、 量測不確定度之政策 TAF-CNLA-R06(8) 2021 年 4 月 1 日。

11、 環境試樣放射性核種分析不確定度評估之研究完成報告，(台灣電力公司，民國 91 年)。

12、 台灣電力公司，環境偵測作業方法管理程序(RL-EM-003)。

十三、附錄

1、低放貯存場環境輻射監測取樣站方位距離經緯度表。

2、低放貯存場環境輻射監測取樣站設站說明。

3、中華民國財團法人全國認證基金會認證摘要表及證書。

4、國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果

5、環境輻射監測作業技術管理階層及主要技職人員職掌分工表。

6、環境輻射監測作業組織管理系統圖。

7、低放貯存場 112、113 年環測作業規劃量統計表。

8、環境監測異常事件查證與緊急通報流程圖。

9、低放貯存場環境輻射即時監測管理系統。

10、低放貯存場更名緣由及因應重裝作業環境輻射監測作業評估。

表 1　低放貯存場環境輻射監測項目

試　　樣　　別	試樣站數	取樣頻度	分　析　類　別　／　頻　度
直接輻射			
熱發光劑量計	16	季	加馬劑量／季
直接輻射(HPIC)	2	小時	加馬劑量／小時
直接輻射 （環境級蓋革監測儀）	8	月	加馬劑量／月
空氣			
空氣微粒	2	週[註1]	總貝他、加馬能譜[註2]／週、加馬能譜／季、鍶-89/90 [註3]
水樣			
海水	6	季	加馬能譜、氚／季、鍶-89/90 [註3]
飲水	4	季	加馬能譜、氚／季、鍶-89/90 [註3]
地下水	4	季	加馬能譜、氚／季
生物			
草樣	5	月	加馬能譜／月、鍶-89/90 [註3]
葉菜	1	半年	加馬能譜／半年、鍶-89/90 [註3]
根菜(含地瓜)	1	半年	加馬能譜／半年、鍶-89/90 [註3]
芋頭	2	半年	加馬能譜／半年、鍶-89/90 [註3]
海生物(海魚，含飛魚)	2	季	加馬能譜／季、鍶-89/90 [註3]
底棲生物	1	年	加馬能譜／年、鍶-89/90 [註3]
海藻	1	年	加馬能譜／年、鍶-89/90 [註3]
沉積物試樣			
岸砂	8	季[註4]	加馬能譜／季
土壤	5	季	加馬能譜／季

註 1、空氣微粒為連續抽氣，每週更換濾紙。

註 2、每週空氣微粒總貝他分析結果超過 4 毫貝克／立方公尺，方執行加馬能譜分析。

註 3、加馬能譜分析中發現銫-137 大於原能會規定之 AMDA(可接受最小可測量要求值)時，方執行鍶-89/90 分析（土壤及岸砂除外）。

註 4、排水口岸砂(SS502)站按月執行。

表 2　環境試樣分析方法簡表

試樣類別	分析類別	分析方法簡介
空氣微粒	總貝他	取樣後直接以低背景比例偵檢儀計測。
空氣微粒	加馬核種	累積 1 季之量後直接以純鍺偵檢儀計測。
海生物(海魚，含飛魚)、底棲生物	加馬核種	灰化或乾燥研磨後裝罐以純鍺偵檢儀計測。
葉菜、根菜(含地瓜)、草樣、芋頭、海藻	加馬核種	直接裝罐以純鍺偵檢儀計測。
岸砂、土壤	加馬核種	烘乾後裝罐以純鍺偵檢儀計測。
空氣微粒、葉菜、海生物(海魚，含飛魚)、根菜(含地瓜)、底棲生物芋頭、草樣、海藻	鍶-89/90	灰樣經消化(digestion)後，利用濃硝酸法純化鍶核種，再以液體閃爍計數儀計測(謝侖可夫輻射計測法)。
飲用水、海水	鍶-89/90	經消化、濃硝酸法純化鍶核種，再以液體閃爍計數儀計測(謝侖可夫輻射計測法)。
飲用水、海水、地下水	氚	經蒸餾後，以液體閃爍計測儀計測。
飲用水、海水、地下水	加馬核種	直接裝罐以純鍺偵檢儀計測。
直接輻射(環境級蓋革監測儀)	加馬劑量	直接度量。
直接輻射 高壓游離腔(HPIC)	加馬劑量	直接度量直接輻射劑量率，即時傳送量測結果。
直接輻射(熱發光劑量計)	加馬劑量	直接以熱發光計讀儀計測。

註：灰樣於計測時皆已依鮮樣與灰樣之灰化比，換算回對應之鮮樣重量。

表 3　環境試樣放射性分析之預警基準

預警基準 試樣 / 核種	水 (貝克／公升)			空氣 (毫貝克／立方公尺)			農漁產品 (貝克／公斤-鮮重)			蔬菜、草樣 (貝克／公斤-鮮重)			奶樣 (貝克／公升)			沉積物 (貝克／公斤-乾重)		
	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調	M	紀	調
總貝他	0.04	0.1	1	0.10	1	90	*	5		*	5		*	5		*	100	
氚	6.37	10	1100															
錳-54	0.07	0.4	40	0.05	0.6		0.11	0.3	110	0.22	0.5		0.09	0.4		1.60	3	110
鈷-58	0.07	0.4	40	0.06	0.6		0.11	0.3	110	0.21	0.5		0.08	0.4		1.52	3	110
鐵-59	0.14	0.7	15	0.14	1.2		0.25	0.5	40	0.42	0.9		0.18	0.7		3.40	6	
鈷-60	0.07	0.4	10	0.06	0.6		0.12	0.3	40	0.20	0.5		0.08	0.4		1.66	3	110
鋅-65	0.15	0.9	10	0.14	1.5		0.29	0.5	74	0.46	1.0		0.21	0.9		4.63	7	
鍶-89	0.07	0.1		0.21	1.0		0.36	1.0		0.53	1.0							
鍶-90	0.03	0.1		0.23	1.0		0.16	1.0		0.17	1.0		0.12	10		2.99	10	
鋯-95	0.12	0.7	15	0.11	1.0		0.18	0.5		0.34	0.9		0.14	0.7		2.89	6	
鈮-95	0.07	0.7	15	0.07	1.0		0.11	0.5		0.21	0.9		0.08	0.7		1.75	6	
碘-131	0.08	0.1	1	0.13	0.5	30				0.22	0.4	4	0.09	0.1	0.4	1.57	3	
銫-134	0.08	0.4	2	0.07	0.6	370	0.08	0.3	8	0.18	0.5	37	0.08	0.4	3	1.86	3	74(20)
銫-137	0.08	0.4	2	0.07	0.6	740	0.11	0.3	74	0.21	0.5	74	0.09	0.4	3	1.79	3	740(20)
鋇-140	0.30	0.4	10	0.40	2.0		0.40	1.0		0.72	1.0		0.40	1.0	10	5.58	10	
鑭-140	0.09	0.4	10	0.10	2.0		0.07	1.0		0.20	1.0		0.07	1.0	10	1.77	10	
直接輻射 (μSv／h)				0.01	0.01	1.0												

說明：1.”M”值為 MDA 值之保守估計值。
2.“紀”表示紀錄基準，“調”表示調查基準。
3.水樣不含雨水，雨水分析結果比照落塵規定。
4.沉積物包括土壤、岸砂及海底沉積物，(　)數值係指適用於岸砂。
5.水的碘(I)-131 預警措施基準適用於飲用水。
6.”*”表未執行該項分析。

表 4　地表面污染放射性核種距地一公尺高度體外有效劑量轉換因數

單位：(毫西弗・平方公尺／貝克・小時)

核　　種	有　效　劑　量　係　數 （mSv・m^2／Bq・h）
鉻-51	1.07E-10
錳-54	2.85E-09
鈷-58	3.33 E-09
鐵-59	3.96 E-09
鈷-60	8.28 E-09
鋅-65	1.95 E-09
鋯-95	2.53E-09
鈮-95	2.62E-09
銻-125	1.47E-09
碘-131	1.31E-09
銫-134	5.33E-09
銫-137	2.08E-09
鋇-140	6.84E-10
鑭-140	7.78E-09
鈰-141	2.49E-10
鈰-144	6.62E-11

註：*本表資料取自美國聯邦輻射防護指引報告 (U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., Federal Guidance Report 13: Cancer Risk Coefficient for Environmental Exposure to Radionuclides, 2002)。

** 銫（Cs）-137 之體外有效劑量係數以美國聯邦輻射防護指引報告中銫（Cs）-137 與鋇（Ba）-137m 相加而得。

表 5　蘭嶼關鍵群體使用量因子[註 1]

試樣	年齡群 / 單位	>17 歲	12-17 歲	7-12 歲	2-7 歲	1-2 歲	＜1 歲
呼吸量	立方公尺/年	8000	8000	3700	3700	1400	1400
飲水	公升/年	730	510	510	510	510	510
雜糧	公斤/年	141.6	141.6	52.8	75.6	66.0	10.8
葉菜	公斤/年	108.0	108.0	86.4	62.6	19.8	4.0
根菜	公斤/年	72.0	72.0	57.6	33.1	6.0	0.0
水果	公斤/年	86.4	86.4	92.3	64.8	13.2	1.2
稻米	公斤/年	187.2	187.2	151.2	115.2	57.6	7.2
肉類	公斤/年	72.0	72.0	64.8	43.2	10.8	2.4
奶類	公斤/年	21.6	30.4	55.1	144.0	180.0	144.0
魚類	公斤/年	160.8	147.2	76.7	41.4	36.0	2.4
無脊椎類	公斤/年	9.6	9.6	3.6	3.6	2.4	0.0
海菜	公斤/年	12.0	12.0	12.0	1.2	1.2	0.0
沙灘停留時間	小時/年	264.0	195.0	202.9	47.7	3.3	0.0

註：

1、原始數據為 108 年委託財團法人台灣經濟研究院完成之「蘭嶼地區居民生活環境與飲食習慣調查」報告之 97.5th 百分位數。適用期間為 109-114 年。

2、本資料空氣呼吸量及飲水量引用自美國 R.G. 1.109。

3、依上述調查，葉菜、根菜、水果、雜糧、稻米、肉類、奶類、魚類、無脊椎類及海菜之當地產量未達自給自足，故依環境輻射監測規範中附件四「體外及體內劑量評估方法」，評估此等食物攝取之約定有效劑量時，另須考量市場稀釋因子進行修正。由當地農牧產品的產銷情形，葉菜、根菜、稻米、水果、雜糧、肉類、奶類、魚類、無脊椎類及海菜之市場稀釋因子分別取為 0.199、0.346、0.000、0.510、0.998、0.267、0.000、0.951、0.588 及 0.746。稻米與奶類之市場稀釋因子為 0.000，係因蘭嶼當地未種植稻米及畜牧業發展之故。

表 6　放射性核種嚥入或吸入對一般人之約定有效劑量轉換因數[註]

單位：毫西弗／貝克

核　　種	嚥　　入						吸　　入					
	≦1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲	≦1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲
H-3	6.4E-08	4.8E-08	3.1E-08	2.3E-08	1.8E-08	1.8E-08	S1.2E-06	S1.0E-06	S6.3E-07	S3.8E-07	S2.8E-07	S2.6E-07
C-14	1.4E-06	1.6E-06	9.9E-07	8.0E-07	5.7E-07	5.8E-07	S1.9E-05	S1.7E-05	S1.1E-05	S7.4E-06	S6.4E-06	S5.8E-06
Cr-51	3.5E-07	2.3E-07	1.2E-07	7.8E-08	4.8E-08	3.8E-08	S2.6E-07	S2.1E-07	S1.0E-07	S6.6E-08	S4.5E-08	S3.7E-08
Mn-54	5.4E-06	3.1E-06	1.9E-06	1.3E-06	8.7E-07	7.1E-07	M7.5E-06	M6.2E-06	M3.8E-06	M2.4E-06	M1.9E-06	M1.5E-06
Fe-59	3.9E-05	1.3E-05	7.5E-06	4.7E-06	3.1E-06	1.8E-06	S1.7E-05	S1.3E-05	S8.1E-06	S5.8E-06	S5.1E-06	S4.0E-06
Co-58	7.3E-06	4.4E-06	2.6E-06	1.7E-06	1.1E-06	7.4E-07	S9.0E-06	S7.5E-06	S4.5E-06	S3.1E-06	S2.6E-06	S2.1E-06
Co-60	5.4E-05	2.7E-05	1.7E-05	1.1E-05	7.9E-06	3.4E-06	S9.2E-05	S8.6E-05	S5.9E-05	S4.0E-05	S3.4E-05	S3.1E-05
Zn-65	3.6E-05	1.6E-05	9.7E-06	6.4E-06	4.5E-06	3.9E-06	F1.5E-05	F1.0E-05	F5.7E-06	F3.8E-06	F2.5E-06	F2.2E-06
Sr-89	3.6E-05	1.8E-05	8.9E-06	5.8E-06	4.0E-06	2.6E-06	S3.9E-05	S3.0E-05	S1.7E-05	S1.2E-05	S9.3E-06	S7.9E-06
Sr-90	2.3E-04	7.3E-05	4.7E-05	6.0E-05	8.0E-05	2.8E-05	S4.2E-04	S4.0E-04	S2.7E-04	S1.8E-04	S1.6E-04	S1.6E-04
Zr-95	8.5E-06	5.6E-06	3.0E-06	1.9E-06	1.2E-06	9.5E-07	S2.4E-05	S1.9E-05	S1.2E-05	S8.3E-06	S7.3E-06	S5.9E-06
Nb-95	4.6E-06	3.2E-06	1.8E-06	1.1E-06	7.4E-07	5.8E-07	S7.7E-06	S5.9E-06	S3.6E-06	S2.5E-06	S2.2E-06	S1.8E-06
Ru-103	8.4E-05	4.9E-05	2.5E-05	1.5E-05	8.6E-06	7.0E-06	S2.6E-04	S2.3E-04	S1.4E-04	S9.1E-05	S7.1E-05	S6.6E-05
Ag-110m	2.4E-05	1.4E-05	7.8E-06	5.2E-06	3.4E-06	2.8E-06	S4.6E-05	S4.1E-05	S2.6E-05	S1.8E-05	S1.5E-05	S1.2E-05
I-129	1.8E-04	2.2E-04	1.7E-04	1.9E-04	1.4E-04	1.1E-04	F7.2E-05	F8.6E-05	F6.1E-05	F6.7E-05	F4.6E-05	F3.6E-05
I-131	1.8E-04	1.8E-04	1.0E-04	5.2E-05	3.4E-05	2.2E-05	F7.2E-05	F7.2E-05	F3.7E-05	F1.9E-05	F1.1E-05	F7.4E-06

表 6　放射性核種嚥入或吸入對一般人之約定有效劑量轉換因數[註1](續)

單位：毫西弗／貝克

核　　種	嚥　　入						吸　　入					
	≦1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲	≦1 歲	1-2 歲	2-7 歲	7-12 歲	12-17 歲	>17 歲
I-133	4.9E-05	4.4E-05	2.3E-05	1.0E-05	6.8E-06	4.3E-06	F1.9E-05	F1.8E-05	F8.3E-06	F3.8E-06	F2.2E-06	F1.5E-06
Cs-134	2.6E-05	1.6E-05	1.3E-05	1.4E-05	1.9E-05	1.9E-05	S7.0E-05	S6.3E-05	S4.1E-05	S2.8E-05	S2.3E-05	S2.0E-05
Cs-137	2.1E-05	1.2E-05	9.6E-06	1.0E-05	1.3E-05	1.3E-05	S1.1E-04	S1.0E-04	S7.0E-05	S4.8E-05	S4.2E-05	S3.9E-05
Ba-140	3.2E-05	1.8E-05	9.2E-06	5.8E-06	3.7E-06	2.6E-06	S2.9E-05	S2.2E-05	S1.2E-05	S8.6E-06	S7.1E-06	S5.8E-06
La-140	2.0E-05	1.3E-05	6.8E-06	4.2E-06	2.5E-06	2.0E-06	M8.8E-06	M6.3E-06	M3.1E-06	M2.0E-06	M1.3E-06	M1.1E-06
Ce-144	6.6E-05	3.9E-05	1.9E-05	1.1E-05	6.5E-06	5.2E-06	F3.6E-04	F2.7E-04	F1.4E-04	F7.8E-05	S5.8E-05	S5.3E-05
Ra-226	4.7E-03	9.6E-04	6.2E-04	8.0E-04	1.5E-03	2.8E-04	S3.4E-02	S2.9E-02	S1.9E-02	S1.2E-02	S1.0E-02	S9.5E-03
Th-232	4.6E-03	4.5E-04	3.5E-04	2.9E-04	2.5E-04	2.3E-04	F2.3E-01	F2.2E-01	F1.6E-01	F1.3E-01	F1.2E-01	F1.1E-01
U-235	3.5E-04	1.3E-04	8.5E-05	7.1E-05	7.0E-05	4.7E-05	S3.0E-02	S2.6E-02	S1.7E-02	S1.1E-02	S9.2E-03	S8.5E-03
U-238	3.4E-04	1.2E-04	8.0E-05	6.8E-05	6.7E-05	4.5E-05	S2.9E-02	S2.5E-02	S1.6E-02	S1.0E-02	S8.7E-03	S8.0E-03
Pu-238	4.0E-03	4.0E-04	3.1E-04	2.4E-04	2.2E-04	2.3E-04	F2.0E-01	F1.9E-01	F1.4E-01	F1.1E-01	F1.0E-01	F1.1E-01
Pu-239	4.2E-03	4.2E-04	3.3E-04	2.7E-04	2.4E-04	2.5E-04	F2.1E-01	F2.0E-01	F1.5E-01	F1.2E-01	F1.1E-01	F1.2E-01

註：本表資料取自 94 年 12 月 30 日前行政院原子能委員會會輻字第 0940041090 號令修正之游離輻射防護安全標準。吸入之劑量轉換係數取該核種之最大值，並標示該數值之核種肺吸收類別。若該某一年齡層吸收類別數值與其他年齡層不同，則另標示於該數值之後。

取自於核能看透透

圖 1 低放貯存場民眾劑量曝露途徑示意圖

台電核能後端營運處-低放貯存場

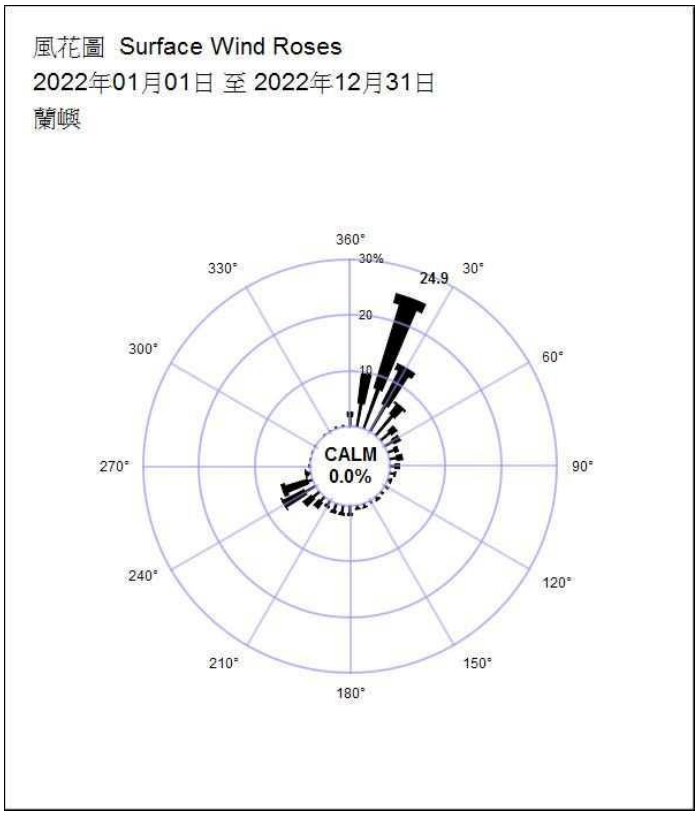


圖 2 低放貯存場 111 年氣象風花圖

圖 3-1 蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站分佈圖(一)

圖 3-2 蘭嶼全島各類試樣取樣／監測站分佈圖(二)

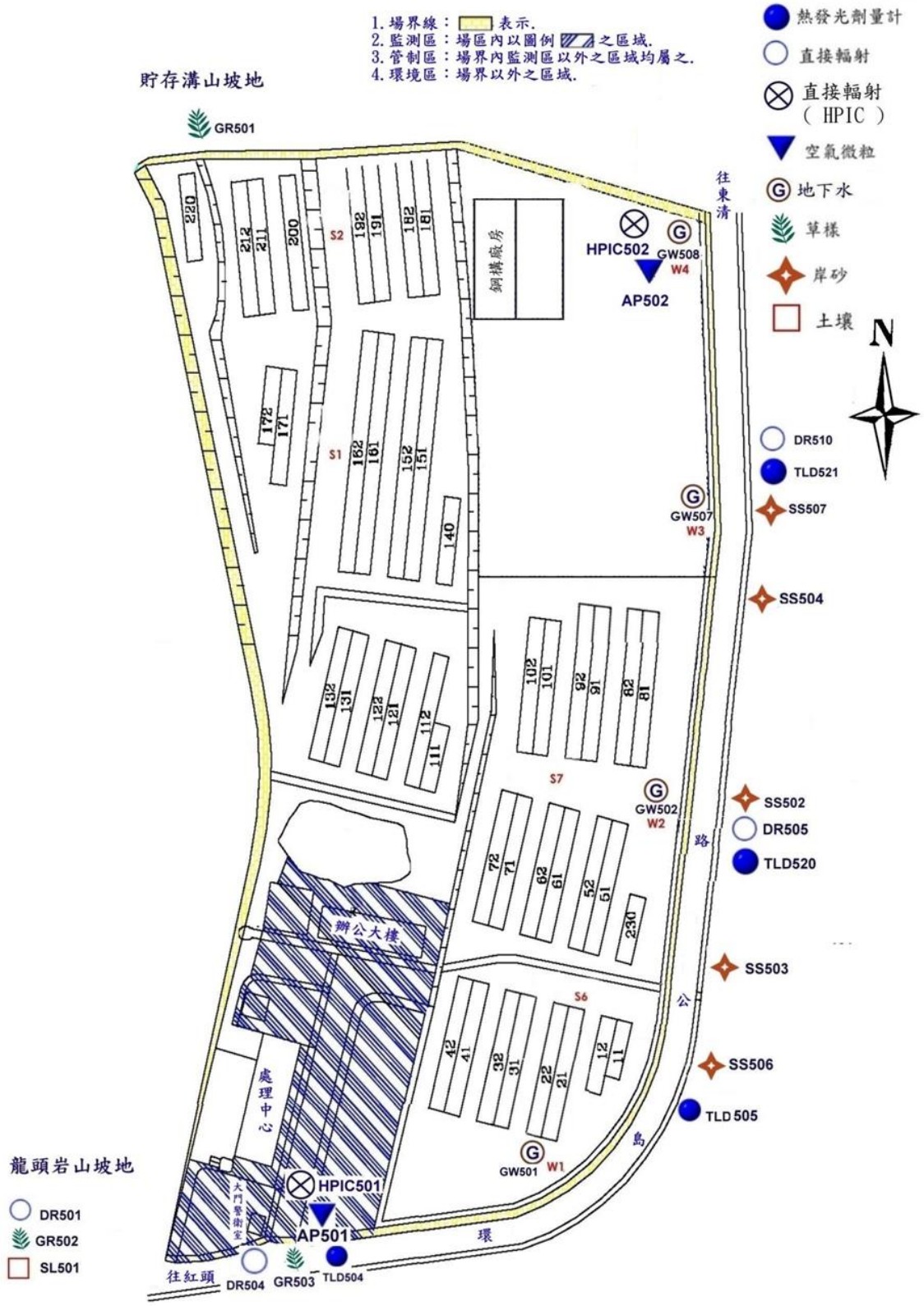


圖 4 低放貯存場週邊各類試樣取樣/監測站分布圖

附錄 1　低放貯存場環境輻射監測取樣站方位距離經緯度表

站　名	地　　點	方　　位	距離(公里)	座	標
直接輻射（8 站）					
*DR500	椰油村(蘭嶼戶政事務所)	西北西	9－10	121°30′48.4″	22°3′1.0″
DR501	龍頭岩山坡地	西南西	0－1	121°35′21.7″	22°0′9.9″
DR502	專用碼頭	西	0－1	121°34′56.9″	22°0′14.8″
DR503	龍頭岩	西南西	0－1	121°35′8.1″	22°0′5.9″
DR504	大門口	西南	0－1	121°35′25.5″	22°0′10.3″
DR505	排水口	東南	0－1	121°35′32.8″	22°0′12.3″
DR510	鋼構廠房外側道路	東北	0－1	121°35′37.0″	22°0′22.7″
DR511	龍門橋	北北東	1－2	121°35′46.4″	22°0′52.0″
高壓游離腔(2 站)					
HPIC501	大門口	西南	0－1	121°35′26.4″	22°0′11.7″
HPIC502	後門口	東北	0－1	121°35′37.6″	22°0′24.8″
熱發光劑量計（16 站）					
*TLD500	椰油村(蘭嶼戶政事務所)	西北西	9－10	121°30′44.3″	22°2′59.7″
TLD501	龍門橋	北北東	0－1	121°35′40.2″	22°0′40.5″
TLD502	專用碼頭	西北西	0－1	121°34′56.2″	22°0′21.6″
TLD503	龍頭岩	西南西	0－1	121°35′20.1″	22°0′8.5″
TLD504	貯存場門口	西南	0－1	121°35′26.6″	22°0′10.8″
TLD505	排水口	南	0－1	121°35′30.5″	22°0′11.1″
TLD506	東清派出所	北北西	6－7	121°33′52.1″	22°3′25.7″
TLD509	紅頭派出所	西北西	4－5	121°33′8.6″	22°1′32.1″
TLD511	機場	西北西	6－7	121°32′8.6″	22°1′40.7″
TLD512	鋼盔岩班哨	北北東	2－3	121°35′51.2″	22°1′20.9″
TLD513	野銀班哨	北北西	5－6	121°33′53.0″	22°2′51.2″
TLD514	坦克岩	西北	12－13	121°30′17.8″	22°5′4.4″
TLD520	排水口北側	東	0－1	121°35′34.1″	22°0′14.5″
TLD521	鋼構廠房外側道路	東北	0－1	121°35′36.8″	22°0′21.7″
TLD522	朗島公墓	西北	11－12	121°31′3.6″	22°4′46.8″
TLD523	垃圾掩埋場	西北西	3－4	121°34′8.6″	22°0′38.1″
空氣微粒（2 站）					
AP501	場內		0－1	121°35′26.8″	22°0′11.8″
AP502	鋼構廠房旁	東北	0－1	121°35′37.9″	22°0′24.7″

附錄 1　低放貯存場環境輻射監測取樣站方位距離經緯度表(續)

站　名	地　　點	方　　位	距離(公里)	座	標
海水（6 站）					
*SW500	椰油村(海洋超市前方海邊)	西北西	9－10	121°30′36.1″	22°3′5.2″
SW501	排水口 ST1	東南東	0－1	121°35′37.7″	22°0′11.2″
SW502	排水口 ST2	東北東	0－1	121°35′41.4″	22°0′17.6″
SW503	專用碼頭	西	1－2	121°34′53.8″	22°0′16.1″
SW504	專用碼頭外(碼頭坡堤外)	西	1－2	121°34′53.4″	22°0′12.7″
SW505	漁人村(漁人村碼頭)	西北西	5－6	121°32′48.0″	22°1′26.6″
飲用水（4 站）					
*DW500	椰油村(蘭嶼戶政事務所)	西北	9－10	121°30′46.1″	22°3′12.9″
DW501	東清村(東清派出所)	北北西	6－7	121°33′50.3″	22°3′28.7″
DW502	朗島村(朗島派出所)	西北	10－11	121°31′32.7″	22°4′50.6″
DW504	紅頭村(民宅)	西北西	4－5	121°33′18.9″	22°1′35.0″
註：除 DW504 取山泉水外，其餘各站均取自來水。					
地下水（4 站）					
GW501	W1	場內	－	121°35′33.4″	22°0′13.2″
GW502	W2	場內	－	121°35′35.0″	22°0′15.8″
GW507	W3	場內	－	121°35′36.3″	22°0′19.2″
GW508	W4	場內	－	121°35′37.6″	22°0′24.5″
草樣（5 站）					
*GR500	椰油村(海洋超市旁)	西北	9－10	121°30′48.6″	22°3′8.2″
GR501	貯存溝山坡地	北	0－1	121°35′32.2″	22°0′26.7″
GR502	龍頭岩山坡地	西南西	0－1	121°35′19.4″	22°0′8.3″
GR503	貯存場門口	西南	0－1	121°35′26.4″	22°0′11.1″
GR504	龍門橋	北北東	1－2	121°35′46.1″	22°0′52.4″
葉菜（1 站）					
EP501	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	4－5	121°33′31.5″	22°1′34.5″
根菜（1 站）(含地瓜)					
SP501	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	5－6	121°32′58.1″	22°1′49.5″

附錄 1　低放貯存場環境輻射監測取樣站方位距離經緯度表(續)

站　名	地　　點	方　　位	距離(公里)	座	標
芋頭（2 站）					
BP501	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	5－6	121°32′46.8″	22°1′52.6″
BP502	東清村	北北西	6－7	121°33′43.8″	22°3′30.7″
海生物（2 站）					
*FH500	椰油村(開元港前方海域)	西北西	10－11	121°30′26.1″	22°3′7.3″
FH501	紅頭村(蘭嶼別館前方海域)	西北西	4－5	121°33′0.1″	22°1′22.3″
底棲生物（1 站）					
BS501	排水口	東南	0－1	121°35′38.5″	22°0′6.6″
海藻（1 站）					
AE501	排水口	東	0－1	121°35′39.7″	22°0′14.6″
土壤（5 站）					
*SL500	椰油村(海洋超市旁)	西北	9－10	121°30′53.4″	22°3′11.8″
SL501	龍頭岩山坡地	西南西	0－1	121°35′11.6″	22°0′8.9″
SL502	紅頭村(新蘭嶼國小旁)	西北	4－5	121°33′11.7″	22°1′42.6″
SL503	朗島村	西北	10－11	121°31′43.2″	22°4′45.0″
SL534	野銀部落	北北西	4－5	121°34'3.46"	22° 2'15.35"
岸砂（8 站）					
*SS500	椰油村(海洋超市前方海邊)	西北西	10－11	121°30′34.6″	22°3′10.6″
SS501	專用碼頭	西	1－2	121°34′52.2″	22°0′14.4″
SS502	排水口	東	0－1	121°35′37.1″	22°0′14.2″
SS503	排水口 ST1	東北東	0－1	121°35′34.8″	22°0′11.4″
SS504	排水口 ST2	東南	0－1	121°35′38.7″	22°0′16.9″
SS505	東清灣	北北西	6－7	121°33′58.1″	22°3′29.4″
SS506	排水口右側 80 公尺	南南東	0－1	121°35′32.6″	22°0′9.7″
SS507	排水口左側 80 公尺	東北東	0－1	121°35′38.9″	22°0′20.1″

“*”表對照站

附錄 2　低放貯存場環境輻射監測取樣站設站說明

本計畫環境輻射監測項目包括環境直接輻射、空氣樣、水樣、農漁產物及沉積物試樣等，茲將其監測項目、地點、頻率、方法及執行監測單位摘要說明於表 2，並分述如下：

1、環境直接輻射

- 對於其環境直接輻射劑量之測定，係以 8 站之直接輻射偵檢器、16 站硫酸鈣（鋱）晶片之熱發光劑量計及 2 站高壓游離腔(HPIC)分佈於上下風向場界附近執行連續監測。
- 自 105 年度起變更 TLD 偵測型式，由硫酸鈣粉末改為硫酸鈣晶片。
- 自 103 年起熱發光劑量計朗島派出所站(TLD507)因長期以來易受當地居民破壞，改移至朗島公墓設站(TLD522)。
- 自 103 年起熱發光劑量計四條溝崗哨站(TLD510)因不易了解所在位置，改移至垃圾掩埋場設站(TLD523)。

2、水樣

- 海水試樣係以貯存場排放口為中心，沿海岸向外散佈，共計設 6 處海水取樣站，用以分析海水中放射性物質含量之消長變化及判定貯存場運轉時外釋放射性液體排至環境之影響。
- 地下水試樣以貯存場場內地下水井(4 站)為主，分析地下水中放射性物質含量之消長變化，以判定貯存場運轉時是否對地下水體造成影響。
- 另參考當地水文、人口、產物分佈之調查資料，於主要村落設置飲用水取樣站 4 站。

3、空氣微粒

- 有關空氣中放射性懸浮粒子之監測，以設置 2 處低流量抽氣取樣器(設置於場內)連續取樣監測空氣總貝他(週)計測及加馬能譜計測(季)。

4、陸域生物

- 參考當地氣象、人口、產物分佈之調查資料，草樣在貯存場附近及對照站設置 5 站、並在紅頭村設置葉菜(1 站)、根菜(含地瓜) (1 站)及芋

頭(2 站)等取樣站共計 9 處，以資判定鄰場民眾食物鏈中陸域生物放射性物質含量變化。

5、海域生物

- 參考當地水文、人口、產物分佈之調查資料，在排水口設置底棲生物(1 站)及附近村落設置海生物(含飛魚) (2 站)等取樣站計 3 處，以資判定鄰場民眾食物鏈中海域生物放射性物質含量變化。

6、指標生物

- 應前原能會之要求在低放貯存場排水口附近長期設置海域指標生物(海藻)取樣監測站 1 處以取樣分析。

7、土壤

- 自 102 年起新增野銀部落土壤 1 站。
- 為判定貯存場長期運轉之累積效應，於場外各方位，特別是上下風向、民眾關切的地點及對照站，共計設置土壤取樣站 5 站，定期取樣分析之。

8、岸砂

- 沿出水口附近海岸密集設置 5 站，另於專用碼頭、東清、椰油各設置取樣站，共計 8 處取樣站，定期取樣分析之。

9、對照站

- 為瞭解鄰近地區全面環境輻射變動狀況，同時在不易受貯存場運轉干擾地區，配合各類試樣在椰油村設置對照站。

附錄 3 中華民國財團法人全國認證基金會認證項目摘要表及證書

認證單位：台灣電力股份有限公司放射試驗室　　認證編號：0068

認證類別	認可類別			有效期限
	試樣別	分析項目	項目代碼	
環境保護	水樣	加馬核種分析	I001	115.06.14
		氚核種分析	I002	115.06.14
		總貝他分析	I003	115.06.14
		鍶 90	I004	115.06.14
	土壤	加馬核種分析	I001	115.06.14
		鍶 90	I004	115.06.14
	肉類試樣	加馬核種分析	I001	115.06.14
		鍶 90	I004	115.06.14
	乳類	加馬核種分析	I001	115.06.14
		鍶 90	I004	115.06.14
	空浮微粒	加馬核種分析	I001	115.06.14
		總貝他分析	I003	115.06.14
		鍶 90	I004	115.06.14
	植物	加馬核種分析	I001	115.06.14
		鍶 90	I004	115.06.14
	農漁產品	鍶 90	I004	115.06.14
		加馬核種分析	I001	115.06.14

註：上表為環境樣品放射性核種分析與監測執行單位之認證資料。

財團法人全國認證基金會
Taiwan Accreditation Foundation

認證證書

(證書編號：L0068-230606)

茲證明

台灣電力股份有限公司

放射試驗室

253 新北市石門區乾華里小坑 12 號(放射試驗室)

為本會認證之實驗室

認證依據：ISO/IEC 17025：2017；CNS 17025：2018
認證編號：0068
初次認證日期：八十一年六月十五日
認證有效期間：一百一十二年六月十五日至一百一十五年六月十四日止
認證範圍：測試領域，如續頁

掃描確認真偽

董事長

連錦漳

中華民國一一二年六月六日

本認證證書與續頁分開使用無效

第 1 頁，共 13 頁

認 證 編 號： 0068
實 驗 室 主 管： 詹國楨

◤09.99 食品
食品
I001 加馬核種分析
105 年 5 月 19 日部授食字第 1051900834 號公告訂定，食品中放射性核種之檢驗方法 (MOHWO0015.00) 文件編號:RL-EO-045
碘-131: (1 to 7400) Bq/kg
銫-134: (1 to 7400) Bq/kg
銫-137: (1 to 7400) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.08 環境保護
土壤
I001 加馬核種分析
自訂方法：環境偵測加馬能譜分析作業手冊 (文件編號：RL-EO-014)
Mn-54 : (2.20 to 7400) Bq/kg
Fe-59 : (4.00 to 7400) Bq/kg
Co-58 : (2.00 to 7400) Bq/kg
Co-60 : (2.00 to 7400) Bq/kg
Zn-65 : (5.00 to 7400) Bq/kg
Zr-95 : (4.00 to 7400) Bq/kg
Nb-95 : (2.30 to 7400) Bq/kg
I-131 : (2.30 to 7400) Bq/kg
Cs-134 : (2.60 to 7400) Bq/kg
Cs-137 : (2.20 to 7400) Bq/kg
Ba-140 : (9.00 to 7400) Bq/kg
La-140 : (2.60 to 7400) Bq/kg
K-40 : (70 to 37000) Bq/kg
Bi-214 : (10 to 37000) Bq/kg
Ac-228 : (15 to 37000) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I004 鍶 90 分析
自訂方法：環境試樣放射性鍶分析作業手冊 (文件編號：RL-EO-009)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊 (文件編號：RL-EO-030)
(2.70 to 3700) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.08 環境保護

水樣

I001 加馬核種分析

自訂方法：環境偵測加馬能譜分析作業手冊(文件編號：RL-EO-014)

Mn-54 : (0.15 to 7400) Bq/L
Fe-59 : (0.30 to 7400) Bq/L
Co-58 : (0.15 to 7400) Bq/L
Co-60 : (0.15 to 7400) Bq/L
Zn-65 : (0.30 to 7400) Bq/L
Zr-95 : (0.25 to 7400) Bq/L
Nb-95 : (0.20 to 7400) Bq/L
I-131 : (0.10 to 7400) Bq/L
Cs-134 : (0.15 to 7400) Bq/L
Cs-137 : (0.15 to 7400) Bq/L
Ba-140 : (0.40 to 7400) Bq/L
La-140 : (0.20 to 7400) Bq/L
K-40 : (2 to 37000) Bq/L

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I002 氚核種分析

自訂方法：環境水樣氚分析化學處理作業手冊(文件編號：RL-EO-010)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊(文件編號：RL-EO-030)

(8.0 to 11000) Bq/L

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I003 總貝他分析

自訂方法：環境試樣總貝他分析作業手冊(文件編號：RL-EO-008)、環境偵測低背景貝他計測系統操作手冊(文件編號：RL-EO-015)

(0.05 to 10) Bq/L

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I004 鍶 90 分析

自訂方法：環境試樣放射性鍶分析作業手冊(文件編號：RL-EO-009)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊(文件編號：RL-EO-030)

(0.03 to 3700) Bq/L

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.08 環境保護

肉類

I001 加馬核種分析

自訂方法：環境偵測加馬能譜分析作業手冊(文件編號：RL-EO-014)

Mn-54 : (0.25 to 7400) Bq/kg
Fe-59 : (0.50 to 7400) Bq/kg
Co-58 : (0.25 to 7400) Bq/kg
Co-60 : (0.25 to 7400) Bq/kg
Zn-65 : (0.50 to 7400) Bq/kg
Zr-95 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Nb-95 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Cs-134 : (0.25 to 7400) Bq/kg
Cs-137 : (0.25 to 7400) Bq/kg
Ba-140 : (0.90 to 7400) Bq/kg
La-140 : (0.30 to 7400) Bq/kg
K-40 : (3 to 37000) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I004 鍶 90 分析

自訂方法：環境試樣放射性鍶分析作業手冊(文件編號：RL-EO-009)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊(文件編號：RL-EO-030)

(0.50 to 3700) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.08 環境保護

乳類

I001 加馬核種分析

自訂方法：環境偵測加馬能譜分析作業手冊(文件編號：RL-EO-014)

Mn-54 : (0.20 to 7400) Bq/L
Fe-59 : (0.40 to 7400) Bq/L
Co-58 : (0.20 to 7400) Bq/L
Co-60 : (0.20 to 7400) Bq/L
Zn-65 : (0.50 to 7400) Bq/L
Zr-95 : (0.30 to 7400) Bq/L
Nb-95 : (0.20 to 7400) Bq/L
I-131 : (0.06 to 7400) Bq/L
Cs-134 : (0.20 to 7400) Bq/L
Cs-137 : (0.20 to 7400) Bq/L
Ba-140 : (0.70 to 7400) Bq/L
La-140 : (0.20 to 7400) Bq/L
K-40 : (2 to 37000) Bq/L

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I004 鍶 90 分析
自訂方法：環境試樣放射性鍶分析作業手冊 (文件編號：RL-EO-009)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊 (文件編號：RL-EO-030)
(0.02 to 3700) Bq/L

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.08 環境保護
空浮微粒
I001 加馬核種分析
自訂方法：環境偵測加馬能譜分析作業手冊 (文件編號：RL-EO-014)
Mn-54 : (0.10 to 7400) mBq/m^3
Fe-59 : (0.20 to 7400) mBq/m^3
Co-58 : (0.10 to 7400) mBq/m^3
Co-60 : (0.10 to 7400) mBq/m^3
Zn-65 : (0.20 to 7400) mBq/m^3
Zr-95 : (0.20 to 7400) mBq/m^3
Nb-95 : (0.20 to 7400) mBq/m^3
I-131 : (0.25 to 7400) mBq/m^3
Cs-134 : (0.20 to 7400) mBq/m^3
Cs-137 : (0.20 to 7400) mBq/m^3
Ba-140 : (0.70 to 7400) mBq/m^3
La-140 : (0.20 to 7400) mBq/m^3

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I003 總貝他分析
自訂方法：環境試樣總貝他分析作業手冊 (文件編號：RL-EO-008)、環境偵測低背景貝他計測系統操作手冊 (文件編號：RL-EO-015)
(0.15 to 3700) mBq/m^3

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I004 鍶 90 分析
自訂方法：環境試樣放射性鍶分析作業手冊 (文件編號：RL-EO-009)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊 (文件編號：RL-EO-030)
(0.01 to 3700) mBq/m^3

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.08 環境保護
植物
I001 加馬核種分析
自訂方法：環境偵測加馬能譜分析作業手冊(文件編號：RL-EO-014)
Mn-54 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Fe-59 : (0.55 to 7400) Bq/kg
Co-58 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Co-60 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Zn-65 : (0.60 to 7400) Bq/kg
Zr-95 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Nb-95 : (0.70 to 7400) Bq/kg
I-131 : (0.30 to 7400) Bq/kg
Cs-134 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Cs-137 : (0.40 to 7400) Bq/kg
Ba-140 : (0.80 to 7400) Bq/kg
La-140 : (0.30 to 7400) Bq/kg
K-40 : (6 to 37000) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I004 鍶 90 分析
自訂方法：環境試樣放射性鍶分析作業手冊(文件編號：RL-EO-009)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊(文件編號：RL-EO-030)
(0.10 to 3700) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.08 環境保護
農漁產品
I001 加馬核種分析
自訂方法：環境偵測加馬能譜分析作業手冊(文件編號：RL-EO-014)
Mn-54 : (0.26 to 7400) Bq/kg
Fe-59 : (0.35 to 7400) Bq/kg
Co-58 : (0.26 to 7400) Bq/kg
Co-60 : (0.26 to 7400) Bq/kg
Zn-65 : (0.45 to 7400) Bq/kg
Zr-95 : (0.45 to 7400) Bq/kg
Nb-95 : (0.45 to 7400) Bq/kg
Cs-134 : (0.25 to 7400) Bq/kg
Cs-137 : (0.25 to 7400) Bq/kg
Ba-140 : (0.60 to 7400) Bq/kg
La-140 : (0.60 to 7400) Bq/kg
K-40 : (5 to 37000) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

I004 鍶 90 分析
自訂方法：環境試樣放射性鍶分析作業手冊 (文件編號：RL-EO-009)、環境偵測液體閃爍計測系統操作手冊 (文件編號：RL-EO-030)
(0.50 to 3700) Bq/kg

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中

◤13.09 環境保護
固體樣
I001 加馬核種分析
1.自訂方法：低強度放射性廢棄物樣品前處理操作手冊(文件編號：RL-CO-035)、加馬能譜分析操作作業程序書(文件編號：RL-CO-009)
2.自訂方法：鈮-93m 及鈮-94 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-060)
3.自訂方法：銀-108m 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-063)
4.自訂方法：低活度放射性廢棄物中鎳-59 分析作業程序(文件編號：RL-CO-065)
5.自訂方法：鋯-93 及鉬-93 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-066)
6.自訂方法：低活度放射性廢棄物中銫-135 分析作業程序(文件編號：RL-CO-067)
7.自訂方法：釕-106(Ru-106)分析操作手冊(文件編號：RL-CO-068)
8.自訂方法：低強度放射性廢棄物中碘-129 與碘-125 核種分離及活度計測操作手冊(文件編號：RL-CO-070)
1.
Mn-54：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Co-57 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Co-60 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Y-88 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Sn-113 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Cs-134 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Cs-137 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Sb-125 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Fe-59 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
I-131 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
F-18 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Ga-67 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Tl-201 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Lu-177 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Lu-177m ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
2.
Nb-93m ：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g
Nb-94 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
3. Ag-108m：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
4. Ni-59：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
5. Mo-93：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g
6. Cs-135：(1.0E-07 to 3.7E+06) Bq/g
7. Ru-106：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

8. I-125：(1.0E-02 to 3.7E+06) Bq/g

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 莊政原; 郭寶仁; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中; 顧雨軒

I057 貝他核種分析
1.自訂方法：低強度放射性廢棄物中鍶-90 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-040)
2.自訂方法：低放射性廢棄物碳-14 及氚之分離及活度計測操作手冊(文件編號：RL-CO-036)
3.自訂方法：低強度放射性廢棄物中鐵-55 分離操作手冊(文件編號：RL-CO-037)
4.自訂方法：低強度放射性廢棄物中鎝-99 核種分離及活度計測操作手冊(文件編號：RL-CO-038)
5.自訂方法：低強度放射性廢棄物中碘-129 與碘-125 核種分離及活度計測操作手冊(文件編號：RL-CO-070)
6.自訂方法：低強度放射性廢棄物中鎳-63 分離操作手冊(文件編號：RL-CO-041)
7.自訂方法：氯-36 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-062)
8.自訂方法：低活度放射性廢棄物中鎘-113m 分析作業程序(文件編號：RL-CO-064)
9.自訂方法：鋯-93 及鉬-93 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-066)
10.自訂方法：鈹-10(Be-10)分析操作手冊(文件編號：RL-CO-069)
1.
Sr-89：(1.0E-02 to 3.7E+06) Bq/g
Sr-90：(1.0E-02 to 3.7E+06) Bq/g
2.
H-3：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g
C-14：(1.0E-02 to 3.7E+06) Bq/g
3. Fe-55：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g
4. Tc-99：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
5. I-129：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
6. Ni-63：(1.0E-02 to 3.7E+06) Bq/g
7. Cl-36：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g
8. Cd-113m：(5.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
9. Zr-93：(1.0E-02 to 3.7E+06) Bq/g
10. Be-10：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

報告簽署人:丁宇; 吳樹實; 夏志中; 莊政原; 郭寶仁; 蔡昱中; 顧雨軒

I058 阿伐核種分析
自訂方法：中低強度放射性廢棄物超鈾元素阿伐核種分離操作手冊(文件編號: RL-CO-034)
Pu-238 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Pu-239/Pu-240：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Pu-241：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g
Am-241：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g
Cm-242：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Cm-244：：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

報告簽署人:丁宇; 吳樹實; 夏志中; 莊政原; 郭寶仁; 蔡昱中; 顧雨軒

◤13.09 環境保護
固體樣(活性碳濾罐)
I001 加馬核種分析
自訂方法：加馬能譜分析操作作業程序書(文件編號: RL-CO-009)
Mn-54：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Co-57：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Co-60：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Y-88：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Sn-113：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Cs-134：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Cs-137：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Sb-125：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Fe-59：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
I-131：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
F-18：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Ga-67：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3
Tl-201：(1.0E-05 to 3.7E+03) Bq/m^3

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 莊政原; 郭寶仁; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中; 顧雨軒

◤13.09 環境保護
固體樣(濾紙)
I001 加馬核種分析
自訂方法：加馬能譜分析操作作業程序書(文件編號: RL-CO-009)
Mn-54：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Co-57：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Co-60：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Y-88：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Sn-113：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Cs-134：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Cs-137：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Sb-125：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Fe-59：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
I-131：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
F-18：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Ga-67：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2
Tl-201：(1.0E-04 to 3.7E+04) Bq/cm^2

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 莊政原; 郭寶仁; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中; 顧雨軒

◤13.09 環境保護

液體樣

I001 加馬核種分析

1.自訂方法：低強度放射性廢棄物樣品前處理操作手冊(文件編號：RL-CO-035)、加馬能譜分析操作作業程序書(文件編號：RL-CO-009)

2.自訂方法：鈮-93m 及鈮-94 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-060)

3.自訂方法：銀-108m 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-063)

4.自訂方法：低活度放射性廢棄物中鎳-59 分析作業程序(文件編號：RL-CO-065)

5.自訂方法：鋯-93 及鈮-93 分析操作手冊(文件編號：RL-CO-066)

6.自訂方法：低活度放射性廢棄物中鉈-135 分析作業程序(文件編號：RL-CO-067)

7.自訂方法：釕-106(Ru-106)分析操作手冊(文件編號：RL-CO-068)

8.自訂方法：低強度放射性廢棄物中碘-129 與碘-125 核種分離及活度計測操作手冊(文件編號：RL-CO-070)

1.

Mn-54：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Co-57 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Co-60 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Y-88 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Sn-113 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Cs-134 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Cs-137 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Sb-125 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Fe-59 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

I-131 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

F-18 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Ga-67 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Tl-201 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Lu-177 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

Lu-177m ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

2.

Nb-93m ：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g

Nb-94 ：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

3. Ag-108m：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

4. Ni-59：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

5. Mo-93：(1.0E-01 to 3.7E+06) Bq/g

6. Cs-135：(1.0E-07 to 3.7E+06) Bq/g

7. Ru-106：(1.0E-03 to 3.7E+06) Bq/g

8. I-125：(1.0E-02 to 3.7E+06) Bq/g

報告簽署人:丁宇; 何東山; 吳樹實; 夏志中; 莊政原; 郭寶仁; 劉政聰; 劉麗君; 蔡昱中; 顧雨軒

附錄 4 國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果

Proficiency Test IAEA-TEL-2017-03 Evaluation Report

Created on 2017-10-17

Evaluation Tables for Labcode 184

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	U-Test	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Ba-133	16.9	0.5	15%	17.18	0.44	1.66%	0.9	0.31	0.42	A	3.91	A	A
1	Cs-137	13.1	0.4	15%	12.91	0.30	-1.45%	0.6	-0.32	-0.38	A	3.84	A	A
1	H-3	29.8	0.6	25%	27.91	1.73	-6.34%	3	-0.63	-1.03	A	6.52	A	A
1	Sr-90	11.2	0.3	20%	11.84	2.01	5.71%	1.2	0.53	0.31	A	17.19	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	U-Test	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Ba-140	37.1	1.1	30%	39.28	8.79	5.88%	3.5	0.62	0.25	A	22.57	A	A
2	Ce-141	15.7	0.4	30%	17.41	1.26	10.89%	0.9	1.90	1.29	A	7.67	A	A
2	Zr-95	8	0.22	30%	6.98	0.57	-12.75%	0.6	-1.70	-1.67	A	8.62	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	U-Test	Accuracy	P	Precision	Final Score
4	Cs-137	98.6	5	15%	112.09	3.41	13.68%	8	1.69	2.23	A	5.91	A	A
4	Sr-90	99.9	5	15%	105.71	5.28	5.82%	11.3	0.51	0.80	A	7.07	A	A

A：〝Accepted〞 When both accuracy and precision achieved accepted states.

附錄 4 國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果(續)

Proficiency Test IAEA-TEL-2018-03 Evaluation Report
Created on 2018-12-22
Evaluation Tables for Labcode 112(Values and uncertainties expressed in Bq/kg)

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Ba-133	28.6	0.2	15%	26.68	2.85	-6.71%	1.9	1.01	A	3.91	A	A
1	Co-60	97.6	0.8	15%	95.22	9.15	-2.44%	4	0.59	A	3.84	A	A
1	Cs-134	58.2	0.3	15%	56.70	5.64	-2.58%	2.6	0.58	A	6.52	A	A
1	Cs-137	29	0.2	15%	28.59	2.84	-1.41%	1.1	0.37	A	17.19	A	A
1	Sr-89	93.8	1.4	25%	91.37	9.04	-2.59%	18.4	0.13	A	10.01	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Co-58	15.5	1.2	30%	13.41	1.31	-13.48%	1.5	1.39	A	12.46	A	A
2	C0-60	14.3	0.6	30%	13.76	1.38	-3.78%	2	0.27	A	10.87	A	A
2	Cs-134	3010	60	15%	3196.00	300.27	6.18%	152.2	1.22	A	9.60	A	A
2	Cs-137	2010	40	15%	2021.41	200.35	0.57%	71.3	0.16	A	10.11	A	A
2	I-131	241	7	20%	234.95	23.48	-2.51%	17.1	0.35	A	10.41	A	A
2	Mn-54	61.3	1.4	20%	60.32	5.70	-1.60%	3	0.33	A	9.72	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
4	Ac-228	32.6	1.3	25%	33.99	3.35	4.26%	2.3	0.60	A	10.63	A	A
4	Bi-214	31.2	1.5	20%	29.45	2.91	-5.61%	5.8	0.30	A	10.99	A	A
4	Co-60	141.8	2.7	20%	144.66	13.82	2.02%	8.3	0.34	A	9.74	A	A
4	Cs-134	112.2	1.6	20%	111.87	10.93	-0.29%	9.1	0.04	A	9.87	A	A
4	Cs-137	64.9	1.2	20%	66.32	6.53	2.19%	4	0.35	A	10.02	A	A
4	K-40	374	15	20%	413.27	40.40	10.50%	32.8	1.20	A	10.57	A	A

Sample Code	Analyte	RobustMean	Robust SD	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Z-Score	Z-score Evaluation
1	gross-β	242	76	224.65	13.44	5.88%	0.23	A

A：〝Accepted〞When both accuracy and precision achieved accepted states.

附錄 4 國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果(續)

Proficiency Test IAEA-TEL-2019-03 Evaluation Report

Created on 2019-11-08

Evaluation Tables for Labcode 12. (Values and uncertainties expressed in Bq/kg)

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%	9.12	0.61	-1.94%	0.65	0.28	A	7.43	A	A
1	Cs-137	8.92	0.25	20%	8.74	0.75	-2.02%	0.4	0.45	A	9.03	A	A
1	Sr-90	9.4	0.31	30%	9.16	0.89	-2.55%	0.92	0.26	A	10.26	A	A

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%	4.49	0.35	-11.09%	0.35	1.60	A	8.34	A	A
2	Cs-137	4.19	0.12	40%	4.58	0.28	9.31%	0.22	1.77	A	6.75	A	A
2	Sr-90	2.7	0.13	60%	2.80	0.30	3.70%	0.37	0.27	A	11.75	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
4	K-40	335	12	15%	309.8	28.9	-7.52%	33.59	0.75	A	9.99	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
5	Cs-137	13.25	0.4	20%	14.55	0.80	9.81%	1.49	0.87	A	6.27	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
6	Cs-137	13.02	0.4	20%	13.86	0.75	6.45%	1.36	0.62	A	6.22	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
7	Cs-137	24.93	0.75	20%	27.14	1.43	8.86%	2.78	0.79	A	6.07	A	A

Sample Code	Analyte	RobustMean	Robust SD	Rep. Value	Rep. Unc	Z-Score	Z-score Evaluation
1	gross-β	59.45	10.54	53.49	4.30	0.57	A
2	gross-β	17.32	4.15	15.78	2.18	0.37	A
7	gross-β	31	5.41	21.11	6.45	1.83	A

A：〝Accepted〞When both accuracy and precision achieved accepted states.

附錄 4 國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果(續)

Proficiency Test IAEA-TEL-2020-03 Evaluation Report

Created on 2020-11-27

Evaluation Tables for Labcode 10. (Values and uncertainties expressed 1,2,4 in Bq/kg, 5,6,7 in Bq/filter)

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	33.5	0.5	20%	34.18	0.88	2.03%	1.4	0.49	A	2.98	A	A
1	Cs-137	64.4	0.9	20%	65.39	1.9	1.54%	1.7	0.58	A	3.22	A	A
1	Na-22	76.8	1.2	20%	72.6	2.08	-5.47%	5	0.84	A	3.26	A	A
1	Sr-90	23.9	0.3	30%	23.31	1.11	-2.47%	2.2	0.27	A	4.92	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Ac-228	24.7	1	25%	24.93	0.84	0.93%	1.9	0.12	A	5.27	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
4	Cs-134	119.4	5	20%	111.22	2.01	-6.85%	8.8	0.93	A	4.56	A	A
4	Cs-137	18.9	1	25%	17.9	0.97	-5.29%	1.3	0.77	A	7.57	A	A
4	K-40	369	18	25%	392.58	23.16	6.39%	26.2	0.90	A	7.65	A	A

Sample Code	Analyte	RobustMean	Robust SD	Rep. Value	Rep. Unc	Z-Score	Z-score Evaluation
1	gross-β	170	27	148.79	12.51	0.79	A
2	gross-β	38	7	33.68	3.10	0.62	A
5	gross-β	12.4	3.5	12.66	1.25	0.07	A
6	gross-β	8.6	2.5	8.59	1.03	0.00	A
7	gross-β	7.6	2.5	8.02	1.00	0.17	A

A：〝Accepted〞When both accuracy and precision achieved accepted states.

附錄 4 國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果(續)

Proficiency Test IAEA-TEL-2021-03 Evaluation Report

Created on 2021-11-19

Evaluation Tables for Labcode 200. (Values and uncertainties expressed in Bq/kg)

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Co-60	74.2	3.3	20%	76.04	1.39	2.48%	3.31	0.47	A	4.81	A	A
1	Cs-134	113.2	5.1	20%	115.16	1.54	1.73%	6.12	0.85	A	4.70	A	A
1	Cs-137	69.2	3.1	20%	71.47	1.89	3.28%	3.23	0.55	A	5.20	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
2	Ba-133	147.3	6.6	20%	147.85	2.99	0.37%	7.17	0.64	A	4.92	A	A
2	Cs-137	147.4	6.6	20%	147.60	3.56	0.14%	5.9	0.41	A	5.09	A	A
2	Sr-90	146.8	8.4	30%	142.89	5.27	-2.66%	10.78	0.01	A	6.81	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
4	Cs-134	86.6	4	25%	77.74	1.38	-10.23%	10	0.34	A	4.95	A	A
4	Cs-137	2063	93	20%	1837.22	41.74	-10.94%	180.39	0.56	A	5.05	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
5	Cs-134	19.05	0.86	30%	19.67	0.43	3.25%	1.18	1.02	A	5.02	A	A
5	Cs-137	26.02	1.17	25%	26.51	1.04	1.88%	1.29	0.33	A	5.97	A	A

Sample Code	Analyte	RobustMean	Robust SD	Rep. Value	Rep. Unc	Z-Score	Z-score Evaluation
1	gross-β	159	45	145.10	11.93	0.31	A
2	H-3	1653.6	98.2	1721.99	56.72	0.70	A
2	gross-β	457	112	383.72	19.18	0.65	A
5	gross-β	33	9	29.76	1.73	0.36	A

A：〝Accepted〞When both accuracy and precision achieved accepted states.

附錄 4 國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果(續)

Proficiency Test IAEA-TERC-2022-01 Evaluation Report

Created on 2022-12-12

Evaluation Tables for Labcode 23. (Values and uncertainties expressed in Bq/kg)

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
1	Co-60	17.7	1.1	20%	17.56	0.51	-0.79%	1.1	0.13	A	6.86	A	A
1	Cs-134	15.9	1	20%	15.91	0.39	0.06%	1	0.01	A	6.75	A	A
1	Cs-137	24.2	1.5	20%	24.29	0.76	0.37%	1.5	0.06	A	6.94	A	A
1	Sr-90	26.4	1.6	30%	26.88	1.24	1.82%	1.6	0.30	A	7.62	A	A

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-137	8.36	0.5	20%	8.58	0.44	2.63%	0.5	0.44	A	7.88	A	A
2	Sr-90	7.42	0.45	30%	7.47	0.35	0.67%	0.45	0.11	A	7.66	A	A

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
3	Cs-134	12.1	0.7	20%	12.02	0.35	-0.66%	0.7	0.11	A	6.48	A	A
3	Cs-137	22.6	1.4	20%	22.99	0.71	1.73%	1.4	0.28	A	6.92	A	A

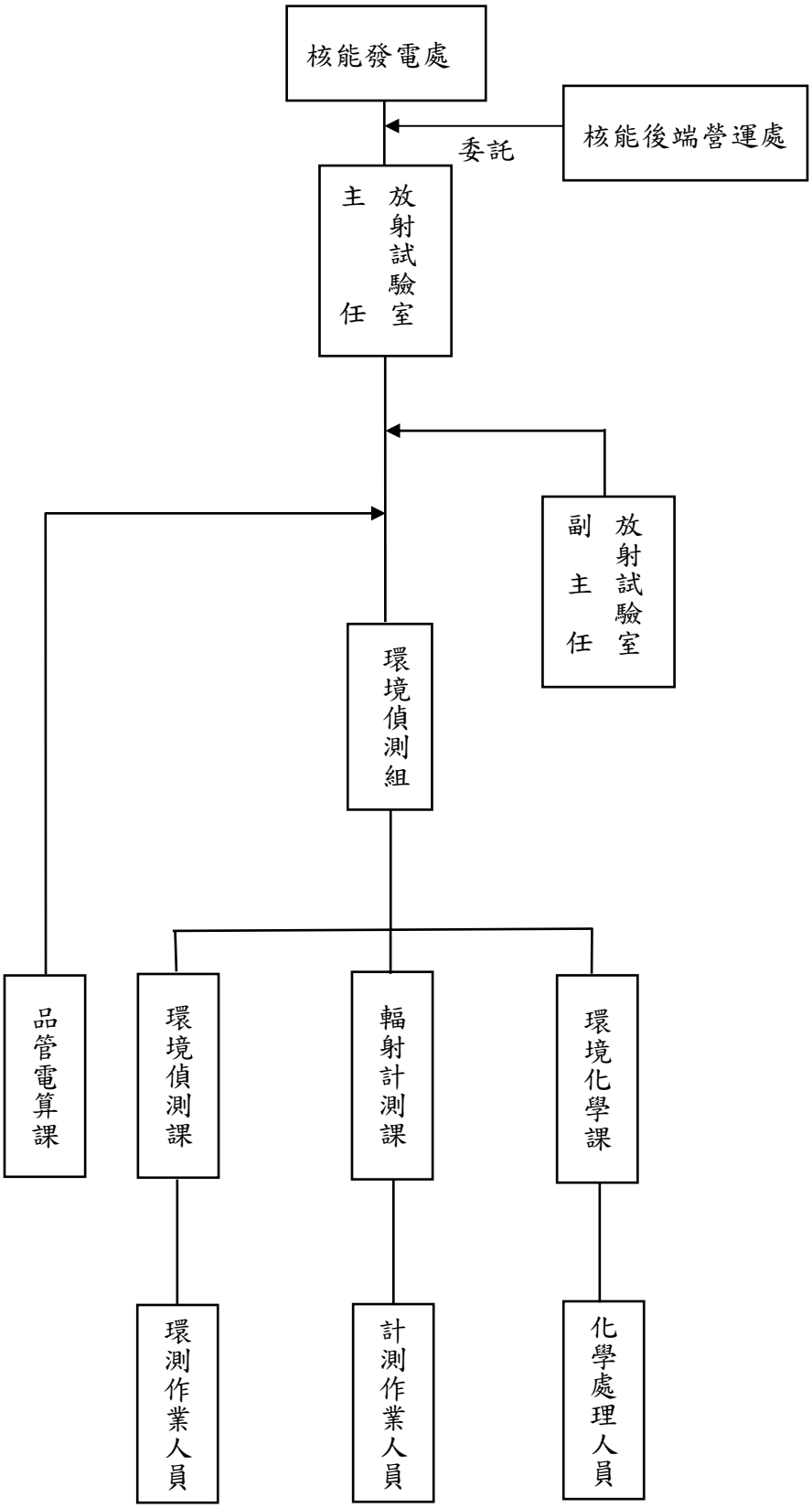
Sample Code	Analyte	RobustMean	Robust SD	Rep. Value	Rep. Unc	Z-Score	Z-score Evaluation
1	gross-β	124.75	29.46	106.85	9.14	0.61	A
2	gross-β	28.94	6.35	24.62	2.11	0.68	A
3	gross-β	27.63	6.78	23.72	2.03	0.58	A

A：〝Accepted〞 When both accuracy and precision achieved accepted states.

附錄 5 環境輻射監測作業技術管理階層及主要技職人員職掌分工表

職　　稱	主　　要　　職　　掌	代　理　人
環境偵測組長	1.環境輻射監測作業技術管理階層 2.環境輻射監測報告簽署人 3.環境輻射監測作業主管	輻射計測課長
環境偵測課長	1.環境輻射監測作業技術管理階層 2.環境輻射監測作業規劃、管理 3.環境試樣取樣及分析處理作業之督導、執行	輻射計測課長
輻射計測課長	1.環境輻射監測作業技術管理階層 2.環境輻射監測報告簽署人 3.環境試樣計測系統及測試標準之規劃與管理 4.試樣計測及報告處理作業之督導與執行	環境偵測課長
環境化學課長	1.環境試樣前處理作業之督導與執行 2.環境試樣放射化學分析作業之督導與執行	輻射計測課長
品管電算課長	1.環境輻射監測作業技術管理階層 2.環境試樣放射性核種分析測試實驗室品質主管	主辦品管電算
主辦核種分析	1.環境輻射監測計畫之編寫與製作 2.環境輻射監測報告之製作 3.核能設施外釋輻射劑量之評估 4.核能設施監測異常結果研判與通報 5.核能設施異常外釋輻射劑量之評估 6.環境試樣取樣作業規劃 7.環測資訊系統之維護與管理	環境偵測課長
主　辦　規　劃	1.環境直接輻射系統之維護與管理 2.環境輻射監測報告之製作	主辦例行偵測
協辦例行偵測	1.環境試樣取樣作業之執行 2.環境試樣前處理作業之執行	環境化學課長
主辦例行偵測	1.環境試樣加馬核種計測分析 2.環境試樣加馬核種計測作業品質管制之執行 3.加馬核種計測分析國內外實驗室間比較分析 4.環境熱發光劑量計及直接輻射度量、分析	協辦計測分析
協辦計測分析	1.環境試樣貝他暨氚核種計測分析與校正作業 2.環境試樣貝他暨氚核種計測作業品質管制執行 3.環境試樣鍶核種分析 4.國內外實驗室間放射性核種比較分析	主辦例行偵測
主辦品管電算	1.輻射監測資訊長期規畫之執行 2.輻射監測資訊軟硬體技術支援	品管電算課長

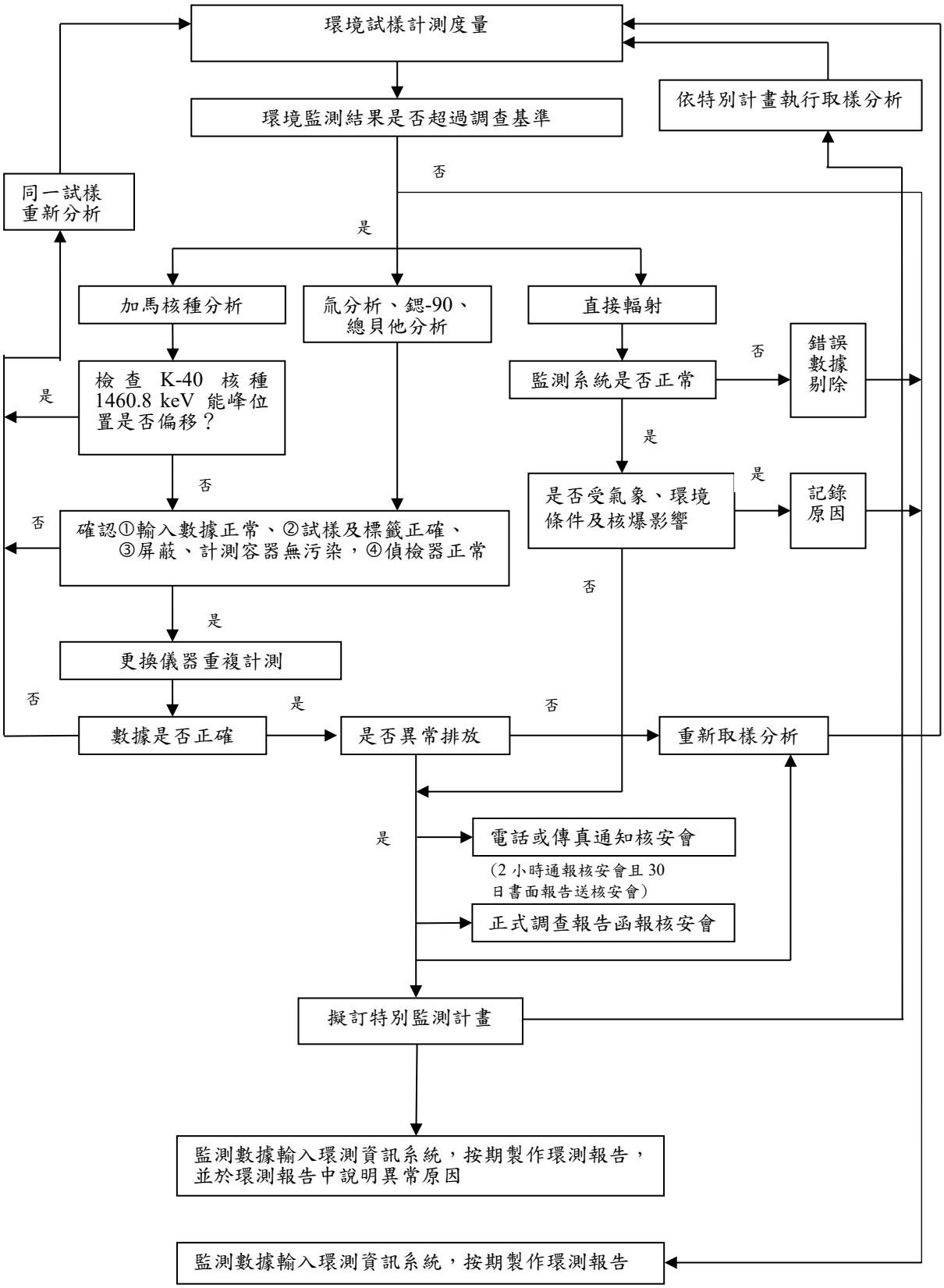
附錄 6　環境輻射監測作業組織管理系統圖



附錄 7　低放貯存場 112、113 年環測作業規劃量統計表

試樣別	112 年規劃量	113 年規劃量	說明
熱發光劑量計	64	64	
直接輻射	96	96	
直接輻射 (高壓游離腔)	17520	17520	
空氣試樣	112	112	
水樣	112	112	
陸域生物	68	68	
海域生物	9	9	
指標生物	1	1	
沉積物試樣	60	60	
總計	18042	18042	

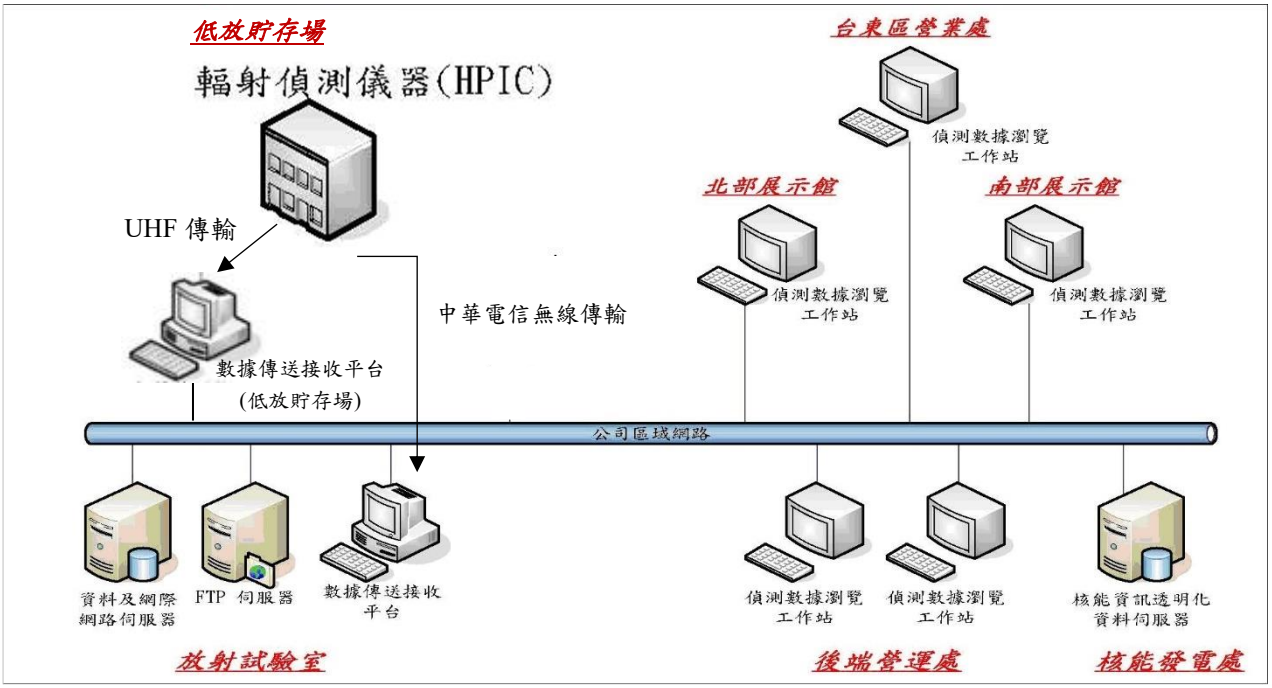
附錄 8　　環境監測異常事件查證與緊急通報流程圖



註：本流程圖參考「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」及「環境輻射監測規範」。

附錄 9　低放貯存場環境輻射即時監測管理系統

一、整體環境架構圖



二、系統概述

如上整體環境架構圖所示，系統將輻射監測儀器(HPIC)即時監測資料透過以下兩種方式回傳至放射試驗室：

(1) 透過 UHF 無線傳輸至低放貯存場之數據傳送接收平台，再經由公司區域網路把資料回傳至放射試驗室之伺服器。

(2) 透過中華電信無線傳輸直接傳送至放射試驗室之數據傳送接收平台。

回傳資料存於資料庫並且即時傳送至總公司核能資訊透明化資料伺服器，展示於核能資訊透明化網頁上。監測資料儲存於放射試驗室環測資訊系統資料庫，以供查詢並製作環境輻射監測報告之用。