

中華民國111年01月

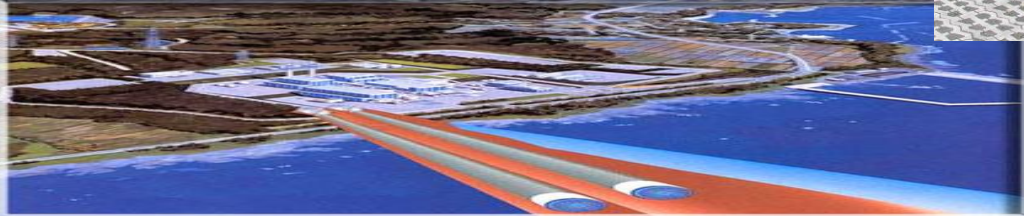
歡迎參閱



第四核能發電廠

110年第4季環境背景輻射監測報告

(民國110年10月1日至110年12月31日)



執行監測單位：台灣電力股份有限公司放射試驗室

摘 要

本報告詳述 110 年第 4 季核能四廠環境背景輻射監測結果，監測作業係依據行政院原子能委員會核定之「110 年第四核能發電廠環境背景輻射監測計畫」執行，其監測項目包括環境直接輻射、空氣樣及水樣試樣等，本季共計分析環境樣品 11,170 樣次，監測結果均於歷年變動範圍內，數據皆為爾後電廠對環境影響之主要比對參考資料，將依計畫繼續執行資料收集，以做為電廠背景輻射資料庫。

SUMMARY

To provide a sufficient background radioactive data base of the environs for comparison with operational data and the experience that will improve for operational monitoring program, Taipower set up an integrated preoperational environment monitoring program approved by ROC AEC. The meteorological, hydrological, demographic, lifestyle, land-use and site specific data are taken into account for the monitoring program. The program is conducted in the environs of Lungmen site to measure background levels and their variations in the environmental media in the areas surrounding the plant. There are 67 monitoring stations including direct radiation, airborne, waterborne (sea water), sediment (soil). The annual and quarter radiological environment reports shall be prepared and submit to ROC AEC.

This report provides the fourth quarter of 2021 monitoring results and reveals that the radiation of environment are in the level of background radiation. The results are summarized as follows:

1. Direct Radiation: the variations of radiation level are from 3.09E-01 to 5.55 E-01mSv/yr.

2. Airborne

- Gross beta: the variations of Gross beta are from 1.79E-01 to 8.28 E-01mBq/m³.
- Gamma spectrometry: no man-made radionuclide was found.

3. Sea water: no man-made radionuclide was found.

The background data base is very important for assessment of the impact of plant operation. Taipower company will continue to collect the pre-operation data to meet the commitment.

目 錄

前言.....	1
1、依據.....	1
2、監測執行期間.....	1
3、執行監測單位.....	1
第一章、監測內容概述.....	2
1.1 監測目的.....	2
1.2 監測情形概述.....	2
1.3 監測計畫概述.....	3
1.4 監測位址.....	5
1、監測站選擇依據.....	5
2、各監測站分佈圖.....	5
1.5 品保/品管作業措施概要.....	6
1、環境偵測作業標準化.....	6
2、分析工作之品保/品管.....	6
3、儀器維修校正項目及頻度.....	6
4、分析項目之檢測方法.....	14
5、數據處理原則.....	16
第二章、監測結果數據分析.....	18
2.1 環境直接輻射.....	18
2.2 空氣微粒與落塵.....	18
2.3 水樣.....	18
2.4 沉積物試樣.....	18
2.5 預警制度執行之情形.....	19
2.6 氣象.....	19
2.7 民眾劑量評估.....	20
2.8 作業量統計表.....	20
2.9 其他(人口分佈及特殊產物之情形).....	22
第三章、檢討與建議.....	23
3.1 監測結果檢討與因應對策.....	23
3.2 建議事項.....	23
第四章、參考文獻.....	24

表 目

表1	環境背景輻射監測結果摘要報告.....	2
表2	110年第4季核能四廠環境背景輻射監測作業計畫.....	4
表3	環境輻射監測作業放射性核種分析品質管制執行表.....	7
表4	全國認證基金會(TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種比較分析結果.....	8
表5	我國原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果.....	10
表6	國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果.....	11
表7	環境輻射監測作業儀器系統及品管執行結果一覽表.....	13
表8	環境試樣分析方法簡表.....	15
表9	數據處理原則.....	17
表10	熱發光劑量計110年第4季測量結果劑量評估表.....	20
表11	110年第4季核能四廠環境背景監測試樣作業量統計表.....	21
表12	110年第4季核能四廠環境背景監測類別作業量統計表.....	21

附 錄 目

附錄1	核能四廠環境輻射監測取樣站方位距離表.....	25
附錄2	110年核能四廠環境輻射監測項目及頻度.....	28
附錄3	採樣與監測方法.....	29
附錄4	核能四廠監測站分佈圖.....	31
附錄4 - 圖1	核能四廠熱發光劑量計監測站分佈圖.....	32
附錄4 - 圖2	核能四廠高壓游離腔監測站分佈圖.....	33
附錄4 - 圖3	核能四廠空氣微粒取樣站分佈圖.....	34
附錄4 - 圖4	核能四廠海水取樣站分佈圖.....	35
附錄4 - 圖5	核能四廠土壤取樣站分佈圖.....	36
附錄4 - 圖6	核能四廠對照站取樣站分佈圖.....	37
附錄5	檢測執行單位之認證資料.....	38
附錄6	環境輻射監測報表.....	39

前言

1、依據

本公司依據下列相關規定執行核能四廠運轉前環境輻射監測作業：

- (1) 「游離輻射防護法」。
- (2) 「核子反應器設施管制法施行細則」。
- (3) 「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」。
- (4) 「環境輻射監測規範」。

本公司依計畫在核能四廠建置環境輻射背景輻射監測站並執行監測作業，以瞭解該廠在運轉前環境背景放射性含量變化狀況及一般民眾接受之天然輻射背景劑量，以提供核能四廠運轉後對於環境輻射影響評估之比對。基於上述法規要求，本公司提報「110年第四核能發電廠環境背景輻射監測計畫」⁽¹⁾送原子能委員會審查並獲備查(詳原能會會輻字第 1090013646 號函)後，再依該計畫執行本季相關監測作業。

2、監測執行期間：110年10月1日至110年12月31日止

本期監測報告係依據原能會核備之「110年第四核能發電廠環境背景輻射監測計畫」⁽¹⁾，執行核能四廠運轉前相關輻射背景之調查，並按照原子能委員會會輻字第 0930009188 號函規定之「環境輻射監測報告格式」編寫本報告。

3、執行監測單位

台灣電力公司 放射試驗室

第一章、監測內容概述

1.1 監測目的

本項監測之目的為收集核能四廠周圍各種環境試樣，實測該區域環境之天然及人工放射性核種含量與活度之變化，了解其環境輻射背景資料及分析隨季節性變動之趨勢，藉以建立環境輻射背景資料庫，作為核能四廠運轉後環境輻射監測結果之比對資料，並供爾後運轉時例行環境輻射監測計畫擬訂之參考，而其主要目標如下：

- (1) 確實瞭解環境中放射性物質的分佈狀況。
- (2) 評估運轉前是否有放射性核種，及其對該廠周圍環境之影響。
- (3) 提供正確環境輻射資訊，供核能四廠運轉時比對之參考。
- (4) 建立核能四廠營運後自主評估、環境取樣、試樣分析及計測作業之執行能力。

1.2 監測情形概述

綜合本季各項監測結果，摘要其內容彙整如表 1 所示，其環境直接輻射、空氣樣及水樣試樣等，與以往監測結果相似。

表 1 環境背景輻射監測結果摘要報告

監測類別	監測項目	監測結果摘要	因應對策
直接輻射	1.熱發光劑量計 2.高壓游離腔	1.各站(含對照站)年累積劑量變動範圍為 3.09E-01~5.55E-01 毫西弗/年。 2.各站劑量率變動範圍為 5.47E-02~1.48E-01 微西弗/小時。	—
空氣微粒	1.總貝他 2.加馬能譜	1.各站(含對照站)測得總貝他分析結果，其變動範圍為 1.79E-01~8.28E-01 毫貝克/立方公尺。 2.加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銻-137 活度低於計測儀器最小可測量)。	—
海水	1.氡分析 2.加馬能譜	1.氡分析結果，均低於計測儀器最小可測量。 2.加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種(銻-137 活度低於計測儀器最小可測量)。	—

1.3 監測計畫概述

台電公司於 91 年 10 月開始依「核能四廠運轉前環境輻射監測計畫」核備文號 ((90) 原能會會輻字第 2613 號函) 執行核能四廠運轉前相關背景輻射監測作業。另因應核能四廠第 1、2 號機發電計畫工期修訂延後 36 個月，獲目的事業主管機關同意並獲行政院核定(經濟部經營字 09402620280 號函及院臺經字第 0950039458 號函)，故環境背景調查計畫時程亦修正，陳報原能會並獲核備(原能會會輻字第 0950034650 號函)，據以執行。

爰此，台電公司乃依據「核能四廠運轉前環境輻射監測計畫」自民國 91 年開始進行監測，環境監測期間工作執行迄今已逾 10 年，依長期監測結果顯示，均於天然背景輻射變動範圍，資料完整符合法規要求。依據政府非核家園之政策，核能四廠目前為資產管理狀況。因考量現行狀況及有效應用資源，擬定「110 年第四核能發電廠環境背景輻射監測計畫」，陳報原能會並獲核備(原能會會輻字第 1090013646 號函)，據以執行。

本期間的環境監測項目包括環境直接輻射、空氣樣及水樣等，茲將其監測項目、地點、頻度、方法及摘要說明於表 2，並分述如下：

1、環境直接輻射

- 對於直接輻射劑量之測定，係以 5 站高靈敏度之高壓游離腔及 40 站硫酸鈣(銦)晶片之熱發光劑量計分佈於環廠及廠界外五十公里範圍內連續監測之。

2、空氣微粒

- 對於空氣中放射性懸浮粒子之監測，係以 6 站抽氣取樣器(主要設置分佈於廠外上下風向區域)取樣，監測空氣總貝他及加馬能譜。

3、水樣

- 海水試樣係以電廠出水口為中心，沿海岸向外散佈，共設 3 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。

4、其他

- 選定在不易受電廠運轉干擾地區(宜蘭)，配合各類試樣設置對照站做為未來電廠運轉後資料比對之用，該對照站與一般試樣站於運轉前執行同步取樣分析及比對。

表 2 110 年第 4 季核能四廠環境背景輻射監測作業計畫

監測期間：10/1~12/31

監測類別	監測項目	監測站數	執行監測時間
直接輻射	1.熱發光劑量計	40	10/1~12/31
	2.高壓游離腔	5	10/1~12/31
空氣微粒	1.總貝他	6	10/1~12/31
	2.加馬能譜	6	10/1~12/31
海水	1.氡分析	3	11/2~11/3
	2.加馬能譜	3	11/2~11/3

1.4 監測位址

1、監測站選擇依據

核能四廠運轉前環境輻射監測計畫之設站，分別針對攸關民眾生活的空氣、水體及土壤等環境試樣，於代表性(人口稠密處)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)及土壤等項目的輻射監測，並於不受核能電廠運轉輻射影響地區設立對照站(宜蘭站)，主要參考及依據如下：

- (1) 核能四廠放射性廢氣及廢水排放途徑：核能四廠廢氣排放之設計係由廠房共同通風塔(CPSS)及廠房地面排放至大氣，其廢水則經由海底潛盾排放至數百公尺外之海洋。
- (2) 核能四廠廠址鄰近地區的地理環境：包括地形高度及道路等。
- (3) 常年氣象條件：依長期氣象觀測核能四廠風向主要為冬天吹東北季風，夏天受西南氣流及海陸風影響，主要之上、下風向分別為東北及西南方向，故核能四廠全年受東北及西南兩大風系影響最大。
- (4) 人口分佈：依調查資料顯示核能四廠所在地為新北市貢寮區，其附近主要地區之人口數：至 110 年 12 月止貢寮區人口數為 11,534 人，雙溪區人口數為 8,235 人。

2、各監測站分佈圖 [詳如附錄 4 之圖 1~圖 6 所示]

- (1) 核能四廠環境直接輻射監測站位置分佈詳如附錄 4(圖 1~圖 2)所示。
- (2) 核能四廠空氣微粒取樣站位置分佈詳如附錄 4 (圖 3)所示。
- (3) 核能四廠海水樣取樣站位置分佈詳如附錄 4 (圖 4)所示。
- (4) 核能四廠土壤取樣站分佈圖詳如附錄 4 (圖 5)所示。
- (5) 核能四廠對照站取樣站分佈圖詳如附錄 4 (圖 6)所示。

1.5 品保/品管作業措施概要

1、環境偵測作業標準化

針對核能設施周圍環境輻射監測之環境監測作業規劃、環境試樣取樣、前處理、化學處理、放射性活度分析、樣品貯存作業，環境直接輻射監測及環境輻射監測報告製作等環境偵測作業方法，訂定「環境偵測作業方法管理程序」，提供相關作業人員依循，冀能使環境輻射偵測作業品質維持一定之水準。採樣與監測方法之說明，詳如附錄3。

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，本公司放射試驗室制定「環境監測品質系統作業程序」及「環境偵測品質管制作業程序」，確保監測例行放射性核種分析作業之品保/品管能符合原能會頒佈之「環境輻射監測規範」及「環境輻射偵測品質保證規範」要求。

- (1) 本公司放射試驗室執行環境輻射監測計畫，遵循ISO 17025國際標準執行應有之品保與品管作業，實驗室獲得財團法人全國認證基金會（TAF）認證通過(如附錄5)，並定期參加國內原能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，及全國認證基金會（TAF)所舉辦之環境試樣放射性核種分析能力試驗計畫，以確保例行環境監測作業品質能達既定之作業水準。
- (2) 有關環境輻射監測作業放射性核種分析品質管制執行表、全國認證基金會(TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種比較分析結果、我國原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果、國際原子能總署主辦環境試樣放射性核種比較分析結果，分別詳見表3～表6。

3、儀器維修校正項目及頻度

本公司放射試驗室為維持核能設施環境輻射例行監測作業能力，乃制定「環境監測儀器及設備維護作業程序」，針對例行監測及計測作業所使用的儀器、設備執行初級維護及保養，執行頻度原則上為每半年1次；至於各儀器系統之品管項目及執行頻度，則規範於「環境偵測品質管制作業程序」中，如表7所示。

表3 環境輻射監測作業放射性核種分析品質管制執行表

放射性核種分析品質管制項目		執行頻度	完成日期	品管結果	小計
1.複製試樣分析	(1)氡分析	每批次	視試樣而定	合格	2
	(2)鋇分析	每批次	視試樣而定	合格	---
2.全國認證基金會(TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種比較分析	(1)土壤試樣加馬核種、鋇-90	依TAF計畫	110年10月	合格	4
	(2)植物試樣加馬核種、鋇-90			合格	4
	(3)濾紙加馬核種、鋇-90、總貝他			合格	5
	(4)水樣加馬核種、鋇-90、總貝他、氡			合格	6
	(5)牛乳試樣加馬核種、鋇-90			合格	4
	(6)肉類試樣加馬核種、鋇-90			合格	4
	(7)米樣加馬核種、鋇-90			合格	4
	(8)菇類試樣加馬核種、鋇-90			合格	4
3.我國原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析	(1)土壤試樣加馬核種、鋇-90	依AEC計畫	110年12月	合格	5
	(2)茶葉試樣加馬核種、鋇-90			合格	3
	(3)水樣加馬核種、總貝他、氡			合格	4
	(4)熱發光劑量計照射組、田野組計讀劑量分析			合格	4
4.國際原子能總署(IAEA)主辦環境試樣放射性核種比較分析	(1)水樣加馬核種、總貝他	依IAEA計畫	110年11月	合格	4
	(2)水樣加馬核種、鋇-90、氡核種、總貝他			合格	5
	(3)日本竹試樣加馬核種			合格	2
	(4)試紙試樣加馬核種、總貝他			合格	3

表4 全國認證基金會(TAF)主辦能力試驗環境試樣

放射性核種比較分析結果

完成日期：110年10月

分析序	試樣	核種	本室測值	TAF 添加值	偏差%	結果
1	土壤 (貝克/公斤·乾重)	Co-60	194.9 ± 2.0	203.1 ± 1.3	-4.0	通過
2		Cs-134	256.7 ± 1.8	284.7 ± 2.7	-9.8	通過
3		Cs-137	231.0 ± 3.5	254.9 ± 2.9	-9.4	通過
4		Sr-90	345.7 ± 12.6	351.9 ± 9.9	-1.8	通過
5	植物 (貝克/公斤·鮮重)	Co-60	35.93 ± 0.6	35.8 ± 1.4	0.3	通過
6		Cs-134	40.50 ± 0.5	39.9 ± 1.8	1.4	通過
7		Cs-137	37.93 ± 0.8	35.7 ± 1.5	6.2	通過
8		Sr-90	82.00 ± 3.2	86.3 ± 3.4	-5.0	通過
9	空浮 (貝克/立方公尺)	Co-60	0.0423 ± 0.001	0.0414 ± 0.0020	2.3	通過
10		Cs-134	0.0487 ± 0.001	0.0515 ± 0.0023	-5.6	通過
11		Cs-137	0.0527 ± 0.001	0.0512 ± 0.0021	2.8	通過
12		Sr-90	0.0740 ± 0.002	0.07486 ± 0.00031	-1.1	通過
13		Gβ	0.1717 ± 0.005	0.18028 ± 0.00073	-4.8	通過
14	水樣 (貝克/公升)	Co-60	35.33 ± 0.30	35.8 ± 1.5	-1.4	通過
15		Cs-134	29.53 ± 0.20	30.8 ± 1.4	-4.2	通過
16		Cs-137	34.73 ± 0.40	33.4 ± 1.4	4.1	通過
17		Sr-90	12.96 ± 0.39	12.57 ± 0.4	3.1	通過
18		Gβ	1762.7 ± 50.0	1795.9 ± 79.2	-1.9	通過
19		H-3	827.0 ± 27.0	867.6 ± 23.8	-4.7	通過
20	牛乳 (貝克/公斤·鮮重)	Co-60	39.90 ± 0.7	38.50 ± 1.9	3.6	通過
21		Cs-134	32.43 ± 0.4	31.50 ± 0.7	3.0	通過
22		Cs-137	35.27 ± 0.8	33.98 ± 0.3	3.8	通過
23		Sr-90	282.4 ± 10.3	300.4 ± 7.4	-6.0	通過
24	肉類 (貝克/公斤·鮮重)	Co-60	25.23 ± 0.5	23.23 ± 0.76	8.6	通過
25		Cs-134	28.30 ± 0.4	25.47 ± 0.50	11.1	通過
26		Cs-137	25.73 ± 0.7	23.90 ± 1.10	7.8	通過
27		Sr-90	82.50 ± 3.1	86.00 ± 3.90	-4.0	通過

分析序	試樣	核種	本室測值	TAF 添加值	偏差%	結果
28	菇類 (貝克/公斤·鮮重)	Co-60	46.73 ± 0.8	45.2 ± 1.7	3.5	通過
29		Cs-134	47.27 ± 0.7	47.8 ± 1.6	-1.1	通過
30		Cs-137	43.00 ± 1.1	42.8 ± 1.4	0.5	通過
31		Sr-90	68.50 ± 2.7	74.1 ± 1.8	-7.5	通過
32	米樣 (貝克/公斤·鮮重)	Co-60	41.20 ± 0.5	44.6 ± 1.5	-7.5	通過
33		Cs-134	29.53 ± 0.4	34.2 ± 1.6	-13.7	通過
34		Cs-137	36.70 ± 0.7	42.7 ± 1.3	-14.0	通過
35		Sr-90	68.70 ± 2.6	76.5 ± 3.3	-10.2	通過

- 說明： 1. 全國認證基金會(TAF)主辦單位認定之合格等級為通過和不通過。
2. 本室參加110年度全國認證基金會 (TAF)主辦能力試驗環境試樣放射性核種比較分析合格率為100%。

表5 我國原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果

完成日期：110年12月

分析序	試樣	核種	本室測值	偵測中心 測值	En值	結果
1	土壤 (貝克/公斤·乾重)	K-40	500.7 ± 43.8	511.0 ± 56.2	0.14	通過
2		Cs-137	100.0 ± 5.2	96.5 ± 12.9	0.25	通過
3		Tl-208	15.0 ± 1.3	14.7 ± 2.6	0.09	通過
4		Ac-228	42.4 ± 2.1	45.7 ± 7.3	0.43	通過
5		Sr-90	3.9 ± 0.6	3.6 ± 0.4	0.42	通過
6	茶葉 (貝克/公斤·鮮重)	K-40	5774.2 ± 466.5	6696.3 ± 823.6	0.97	通過
7		Cs-137	19.6 ± 3.3	20.8 ± 4.1	0.22	通過
8		Sr-90	68.6 ± 7.5	70.7 ± 7.8	0.19	通過
9	海水 (貝克/公升)	K-40	11.3 ± 1.6	11.8 ± 2.0	0.21	通過
10		Gβ	0.049 ± 0.015	0.042 ± 0.025	0.24	通過
11	地下水 (貝克/公升)	H-3	39.8 ± 4.5	40.0 ± 3.6	0.03	通過
12		Gβ	1.35 ± 0.15	1.40 ± 0.08	0.27	通過
13	熱發光劑量計 (微戈雷)	照射組 (高劑量)	519 ± 0.089	526 ± 0.030	0.14	通過
14		照射組 (低劑量)	258 ± 0.089	263 ± 0.030	0.20	通過
15		田野組 (室內)	157 ± 0.089	160 ± 0.061	0.17	通過
16		田野組 (室外)	112 ± 0.089	114 ± 0.061	0.16	通過

- 說明： 1. 原能會輻射偵測中心主辦單位認定之合格等級為通過和不通過。
 2. 本室參加110年度原能會輻射偵測中心主辦環境試樣放射性核種比較分析結果合格率为100%。

$$3. \text{評估基準} = \text{En}(\text{分析機關}) = \frac{|x_{\text{分析機關}} - x_{\text{RMC}}|}{\sqrt{U_{\text{分析機關}}^2 + U_{\text{RMC}}^2}} \leq 1$$

表6 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-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

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

表6 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-2021-03 Evaluation Report

Created on 2021-11-19

Evaluation Tables for Labcode 200. (Values and uncertainties expressed 1,2,4,5 in Bq/kg)

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.

表 7 環境輻射監測作業儀器系統及品管執行結果一覽表

執行期間：110 年 10 月至 110 年 12 月

儀器系統	品管項目	執行頻度	品管結果	小計
度量天平 (共計2部)	砝碼讀值品管	每月	合格	2*3=6
高壓游離腔 直接輻射偵測站 (共計5站)	系統校正	每年	合格	---
	射源劑量率穩定度測試	每月	合格	5*3=15
加馬能譜分析系統 (共計12部)	能量校正	每年	合格	8
	效率校正	每年	合格	8
	射源核種活度穩定度測試	每月	合格	12*3=36
	射源核種解析度穩定度測試	每月	合格	12*3=36
低背景貝他 計測系統 (共計2部)	總貝他蒸乾樣 計測效率校正	每年	合格	---
	總貝他過濾樣 計測效率校正	每年	合格	---
	射源計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
	背景計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
液體閃爍計測系統 (共計3部)	氚核種計測效率校正	每年	合格	---
	Sr-89/90計測效率校正	每年	合格	---
	射源計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
	背景計數率穩定度測試	每月	合格	2*3=6
熱發光劑量計計讀 系統	計讀系統校準	每年	合格	---
	計讀前品質管制	每季	合格	1
空氣取樣器	氣體流量校正	每半年	合格	6

說明：1.”---“表示尚在品管執行有效期間內，本季未執行。

2.液體閃爍計測系統於10月份有一台因無法修復而停用，故僅執行兩台穩定度測試。

4、分析項目之檢測方法

本公司核能設施環境輻射監測作業之監測項目係依據原能會頒布之「環境輻射監測規範」訂定，主要的分析試樣有直接輻射、空氣試樣、水樣、生物試樣和沉積物 5 大類，測試項目則有加馬劑量、加馬劑量率、加馬能譜分析、總貝他活度、放射性碘、鋇-89 及鋇-90、氡活度分析等 7 項。各類環境試樣放射性核種分析方法主要係參考國內、外著名環境試樣放射性核種分析機構，如國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA) 和我國原能會輻射偵測中心等制定之標準作業程序執行；有關各環境試樣放射性核種分析檢測方法之概述如表 8 所示。

表 8 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	累積一季之量後直接以純鍮偵檢儀計測。
土壤	加馬核種	烘乾後裝罐以純鍮偵檢儀計測。
海水	加馬核種	裝罐直接以純鍮偵檢儀計測。
海水	氫	經蒸餾後，以液體閃爍計測儀計測。
直接輻射(高壓游離腔)	加馬劑量	直接度量直接輻射劑量率，以無線電、ADSL或3/4G無線網路傳送測量結果。
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。

5、數據處理原則

環境試樣放射性核種分析測得數據之代表性，係依環境試樣的取樣方式及頻度而定。環境試樣如採連續取樣方式取得，所得測值代表取樣期間總活度，如為定時定點取樣方式取得，則所得測值代表取樣期間的平均活度。環境試樣放射性核種分析測得數據之處理原則如表 9 所示。

表 9 數據處理原則

環 境 樣 品	放射性核種 分析類別	數 據 處 理 原 則	備 註
空氣微粒	總貝他	連續取樣，將每週取回之空氣濾紙計測；測值代表取樣期間總活度。	
空氣微粒	加馬核種	累計每季取回之空氣濾紙試樣計測；測值代表取樣期間總活度。	
土壤	加馬核種	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
水樣	加馬核種	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
水樣	氫	定時定點取樣；測值代表取樣期間平均活度。	
直接輻射(高壓游離腔)	加馬劑量	每分鐘量測一次，回報中心電腦，再由中心電腦傳送至伺服器資料庫計算每小時平均值；測值代表取樣期間劑量率。	
直接輻射(熱發光劑量計)	加馬劑量	連續監測，每三個月取樣一次；測值代表取樣期間累積劑量。	

第二章、 監測結果數據分析(參考附錄 6)

2.1 環境直接輻射

- 1、40 站熱發光劑量計監測結果，其累積劑量由季測值推估為年劑量變動範圍為 $3.09\text{E-}01\sim 5.55\text{E-}01$ 毫西弗/年(宜蘭對照站季測值推估為年劑量為 $5.55\text{E-}01$ 毫西弗/年)，測值受測站附近地物環境及天氣變化影響。
- 2、5 站高壓游離腔監測結果，其輻射劑量率變動範圍在 $5.47\text{E-}02 \sim 1.48\text{E-}01$ 微西弗/小時，測值受測站附近地物環境及天氣變化影響。

2.2 空氣微粒

- 1、空氣微粒總貝他活度計測結果範圍為 $1.79\text{E-}01\sim 8.28\text{E-}01$ 毫貝克/立方公尺(宜蘭對照站範圍為 $1.79\text{E-}01\sim 6.71\text{E-}01$ 毫貝克/立方公尺)，測值受測站地理位置及天氣季節變化影響。
- 2、空氣微粒加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種。

2.3 水樣(海水)

- 1、水樣氡分析結果，均低於計測儀器最小可測量。
- 2、加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種。

2.5 預警制度執行之情形

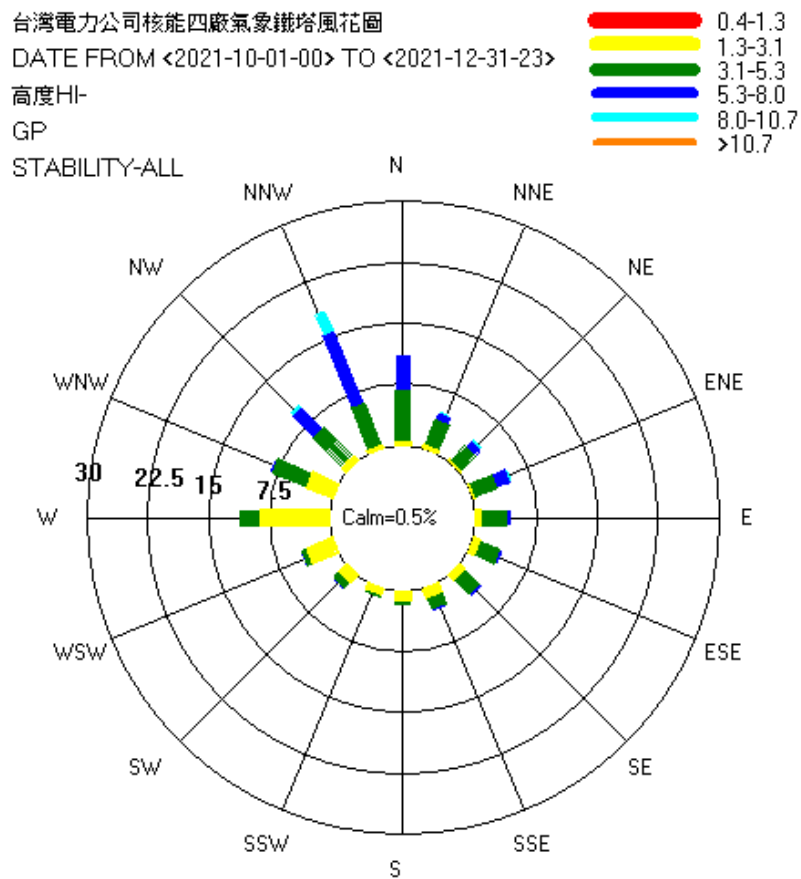
本調查計畫係運轉前背景資料收集。

2.6 氣象

依核能四廠氣象鐵塔收集之氣象風向及風速資料顯示，本季（110 年第 4 季）大都受大範圍天氣環流及地形造成之海陸風、山谷風等局部環流影響，依風花圖顯示吹主要為北風風系（北北西、北）。本季降雨共 61 天，而累積降雨量 1267.5 mm，主要為冬季之鋒面過境所貢獻。

時間	110 年 10 月	110 年 11 月	110 年 12 月
降雨天數	22	21	18
降雨量 mm	434.5	502.0	331.0

風速單位：公尺／秒



單位：%

2.7 民眾劑量評估

1、環境利用狀況概述

本報告監測期間，於核能四廠附近居民之生活狀況並無顯著變更，各類農作物種植情況亦大致與去年相同。

2、劑量計算方法與模式

目前核能四廠尚未運轉，對環境輻射劑量無貢獻。

3、劑量計算結果：季劑量評估(天然背景輻射劑量)

表 10 熱發光劑量計 110 年第 4 季測量結果劑量評估表

項目	站號	站名	季劑量 (毫西弗/季)	年劑量(推估) (毫西弗/年)
對照站	TLD400	宜蘭	1.39E-01	5.55E-01
最低值	TLD431	龍門社區	7.72E-02	3.09E-01
最高值	TLD445	公館大橋	1.37E-01	5.47E-01
*平均值(共 39 站)			1.11E-01	4.45E-01
備註：平均值之站數不包括對照站。				

2.8 作業量統計表(作業期間：110 年 10 月 1 日至 110 年 12 月 31 日)

- 1、核能四廠運轉前監測項目包括環境直接輻射、空氣樣、水樣及土壤等。本季監測取樣站係依原能會核備 110 年第四核能發電廠環境背景輻射監測計畫執行，共設 67 站。
- 2、本季各類試樣實際執行量為 11,170 樣次。
- 3、110 年第 4 季核能四廠監測試樣作業量統計表，詳如表 11。
- 4、110 年第 4 季核能四廠監測類別作業量統計表，詳如表 12。
- 5、本季高壓游離腔作業執行率為 100%，而環境試樣分析作業總執行率為 100%。

表 11 110 年第 4 季核能四廠環境背景監測試樣作業量統計表

項目	計畫執行量	實際執行量	差異數	說明
熱發光劑量計	40	40	0	
高壓游離腔	11,040	11,040	0	高壓游離腔作業執行率為 100%。
空氣微粒總貝他	78	78		
空氣微粒加馬能譜	6	6	0	
海水氚	3	3	0	
海水加馬能譜	3	3	0	
總計	11,170	11,170	0	本季環境試樣分析作業總執行率為 100%。

表 12 110 年第 4 季核能四廠環境背景監測類別作業量統計表

試樣別	計畫作業量	完成分析量	說明
熱發光劑量計	40	40	
直接輻射	11,040	11,040	
空氣試樣	84	84	
水樣	6	6	
總計	11,170	11,170	本季環境試樣分析作業總執行率為 100%。

2.9 其他(人口分佈及特殊產物之情形)

- 1、人口分佈：依調查資料顯示核能四廠所在地為新北市貢寮區，其附近主要地區之人口數：至 110 年 12 月止貢寮區人口數為 11,534 人，雙溪區人口數為 8,235 人。
- 2、特殊產物：核能四廠附近主要特殊產物為九孔及石花菜等。

第三章、檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

- 1、本季各項監測結果與以往監測結果相似。
- 2、本季環境輻射監測為背景調查，不執行劑量評估。

3.2 建議事項

本季核能四廠運轉前監測數據，皆為爾後電廠運轉時對環境影響之主要比對參考資料。本公司將持續依核定「111年第四核能發電廠環境背景輻射監測計畫」繼續執行收集資料。

第四章、參考文獻

台灣電力公司，110 年第四核能發電廠環境背景輻射監測計畫，民國 109 年。

附錄 1 核能四廠環境輻射監測取樣站方位距離表

站名	地點	方位	距離(公里)
熱發光劑量計(40 站)			
* TLD400	宜蘭	南南西	35—45
TLD408	雙溪國中	西	5—6
TLD411	五美村	北北西	1—2
TLD413	觀測坪	東	0—1
TLD414	福隆國小	東南	3—4
TLD415	桂安(聖經廟)	東南東	4—5
TLD416	卯澳	東南東	7—8
TLD417	穗龍大橋	南	1—2
TLD418	貢寮國小	南南西	2—3
TLD424	澳底	北	2—3
TLD425	和美	北北西	4—5
TLD426	龍安宮	北	7—8
TLD428	上林國小	西	9—10
TLD430	仁和宮	北	1—2
TLD431	龍門社區	東南	2—3
TLD432	龜壽谷	東南	4—5
TLD433	鶯歌石	東南	7—8
TLD434	新社	南南東	1—2
TLD435	虎子山	南南東	3—4
TLD436	遠望坑街	南南東	4—5
TLD437	田寮洋	南	2—3
TLD438	草嶺古道拱型橋	南	5—6
TLD439	水返港	南南西	1—2
TLD440	龍崗村	南南西	4—5
TLD441	風櫃斗	南南西	5—6
TLD442	11B	西南	1—2
TLD443	枋腳	西南	4—5
TLD444	12B	西南西	1—2
TLD445	公館大橋	西南西	4—5
TLD446	生水池	西	1—2
TLD447	13E	西	4—5
TLD448	雙溪變電所	西	7—8
TLD449	14A	西北西	0—1
TLD450	石筍橋頭	西北西	7—8

站名	地點	方位	距離(公里)
TLD451	瑞芳	西北西	14—15
TLD452	15B	西北	1—2
TLD453	打鐵寮	西北	2—3
TLD454	豐珠國小	西北	4—5
TLD455	雞母嶺	西北	5—6
TLD456	十分國小	西	14—15
高壓游離腔(5 站)			
HPIC401	仁和宮	北	1—2
HPIC403	昭惠廟	南南東	0—2
HPIC405	水返港	南南西	0—2
HPIC406	南側民宅	西南	0—2
HPIC408	環廠道路	西南西	0—2
空氣微粒(6 站)			
* APP400	宜蘭	南南西	35—45
APP405	福隆國小	東南	3—4
APP407	龍安宮	北	7—8
APP412	貢寮大橋	西南	2—3
APP417	雙溪變電所	西	6—7
APP421	打鐵寮	西北	2—3
海水(3 站)			
* SW400	宜蘭	南南西	35—45
SW404	福隆海水浴場	東南	2—3
SW405	和美	北	5—6
土壤(13 站)			
* SL400	宜蘭	南南西	35—45
SL404	龍崗村	南南西	3—4
SL405	福隆國小	東南	3—4
SL406	雙溪	西	6—7
SL407	和美	北	6—7
SL408	卯澳	東南東	7—8
SL409	海岸風景區管理處	南南東	2—3
SL410	雙玉村	南	3—4
SL411	吉林	西南	5—6

站名	地點	方位	距離(公里)
SL412	公館大橋	西南西	4-5
SL413	文秀坑	西北西	3-4
SL414	豐珠國小	西北	3-4
SL415	真理村	北北西	2-3
* : 表對照站			

附錄 2 110 年核能四廠環境輻射監測項目及頻度

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	40	季	加馬劑量／季
高壓游離腔	5	連續	加馬劑量／小時
空氣			
空氣微粒	6	連續	總貝他／週、加馬能譜／季
水樣			
海水	3	季	加馬能譜／季、氡／季
累積試樣			
土壤	13	半年	加馬能譜／半年

附錄 3 採樣與監測方法
核能四廠環境試樣採樣方法簡表

環境樣品	採樣方法說明
(一)熱發光劑量計	<ol style="list-style-type: none"> 1.將迴火歸零的環境熱發光劑量計，依順序封入保護袋。 2.將環境熱發光劑量計固定於塑膠柱內的吊環上，並將塑膠柱上蓋密封旋緊。 3.佈放一季後再由取樣人員取回計讀。
(二)空氣微粒	<ol style="list-style-type: none"> 1.將稱重後的空氣濾紙(47mm Glass Fiber A/E濾紙)，安裝於流量率設定在 30 LPM的抽氣取樣器上。 2.利用抽氣取樣器上的計時器刻度求出空氣微粒的取樣時間。
(三)海水樣	<ol style="list-style-type: none"> 1.以待取之水樣沖洗盛裝水樣之塑膠桶數次。 2.以水樣取樣器汲取水樣至少 5 升；水樣倒入塑膠桶後封存攜回。
(四)土壤試樣	<ol style="list-style-type: none"> 1.將土壤取樣器垂直置於取樣地點，以工具輕擊至取樣器頂面與地面切齊(土壤深度為 0 至 5 公分；岸砂深度為 0 至 2.5 公分)為止。 2.將取樣器輕輕提起，以小鏟將取樣器界定的土壤逐步剷取，置入事先已標示之塑膠鏈口袋中密封儲存。 3.將取樣器輕輕提起，以小鏟將取樣器界定的岸砂逐步剷取，置入事先已標示之塑膠袋中儲存。

核能四廠環境試樣監測方法簡表

環境樣品	放射性核種 分析類別	計測儀器 最小可測量	可接受 最小可測量 (法規要求)	複樣 分析	回收率
空氣微粒	總貝他	0.07 毫貝克/立方公尺	1.0 毫貝克/立方公尺	無	100%
空氣微粒	加馬核種	0.11 毫貝克/立方公尺	0.6 毫貝克/立方公尺	無	100%
岸砂、海底沉積物、土壤	加馬核種	1.27 貝克/公斤	3.0 貝克/公斤	無	100%
水樣	加馬核種	0.09 貝克/公升	0.4 貝克/公升	無	100%
水樣	氚	4.55 貝克/公升	10.0 貝克/公升	有	100%
直接輻射(高壓游離腔)	加馬劑量率	0.01 微西弗/小時	0.01 微西弗/小時	無	

註：各環境樣品加馬核種分析之計測儀器最小可測量以銫-137 核種為代表。

附錄 4 核能四廠監測站分佈圖

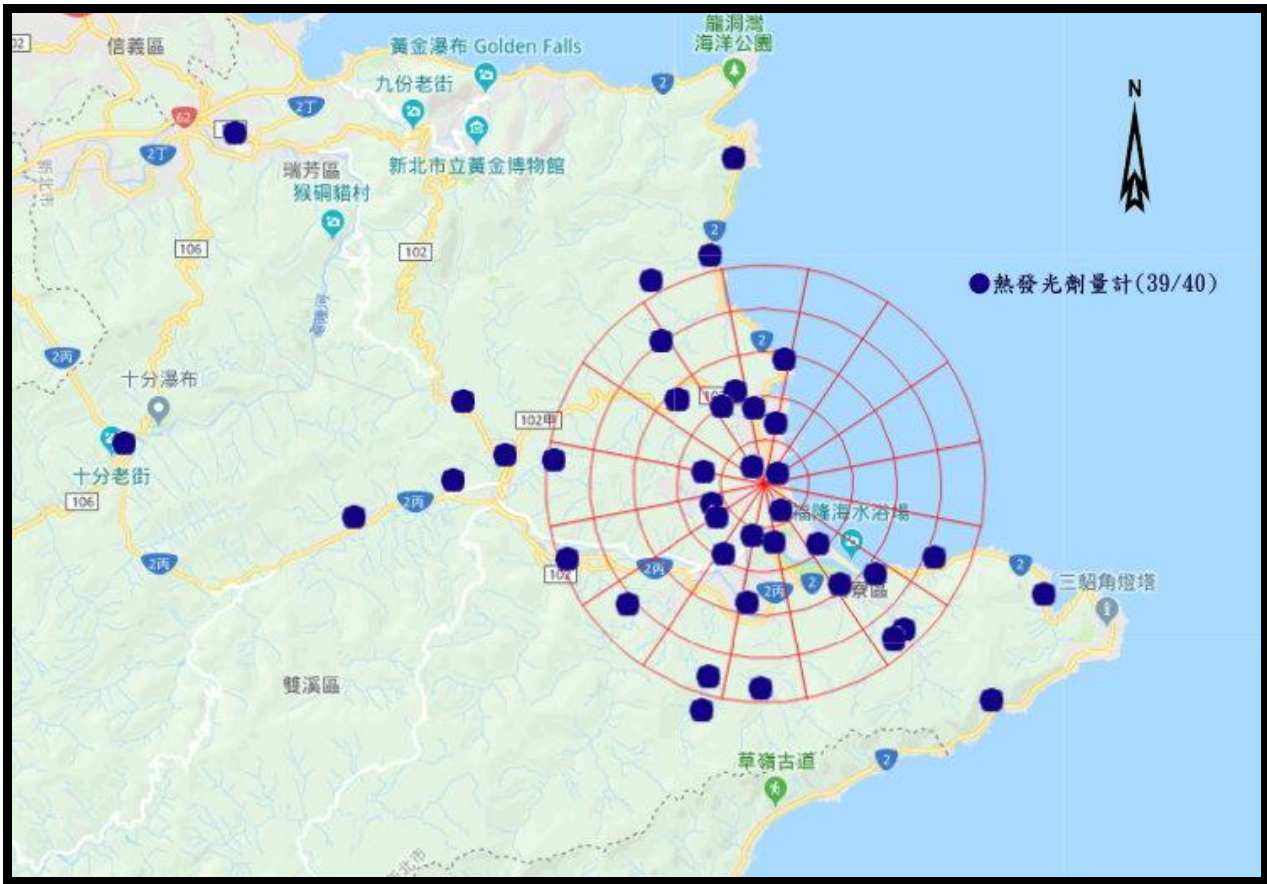


圖 1 核能四廠熱發光劑量計監測站分布圖

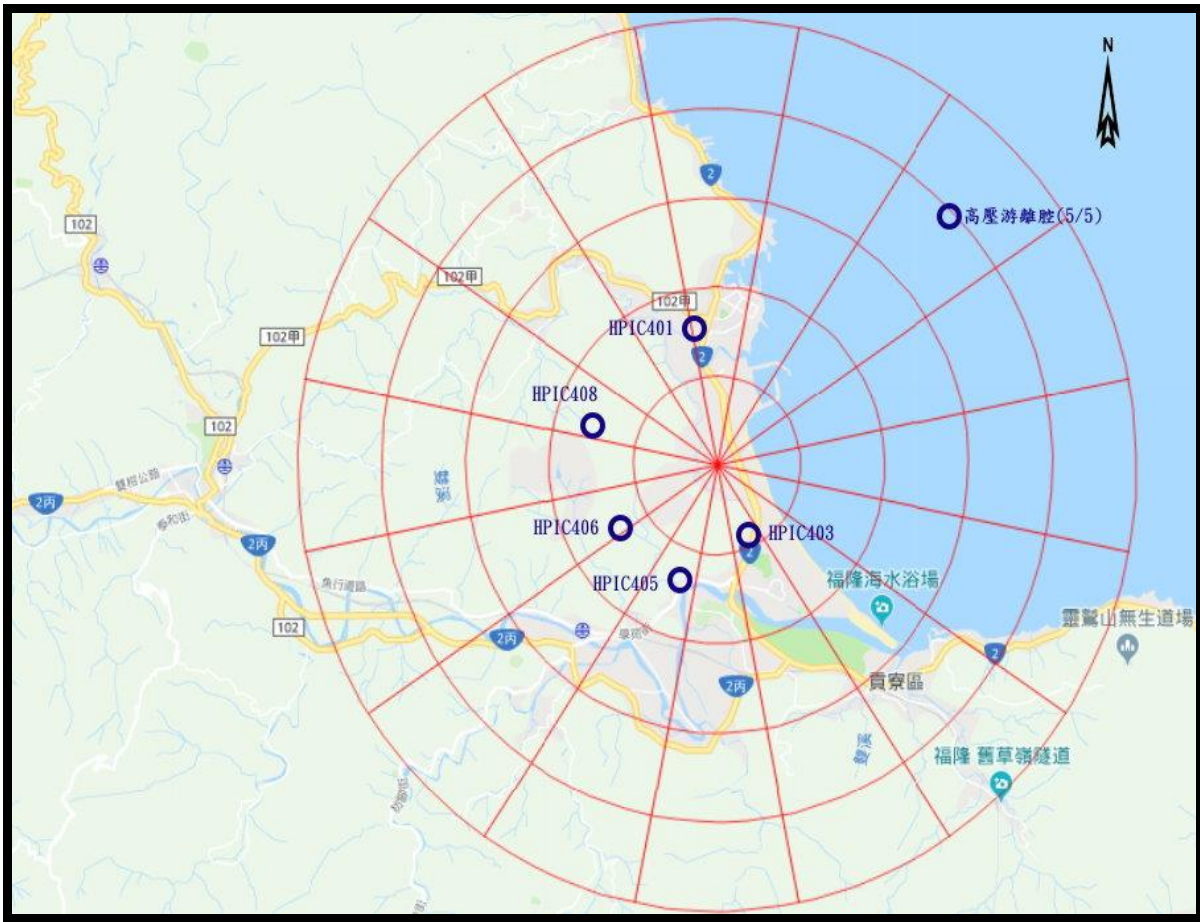


圖 2 核能四廠高壓游離腔取樣站分布圖



圖 3 核能四廠空氣微粒取樣站分布圖

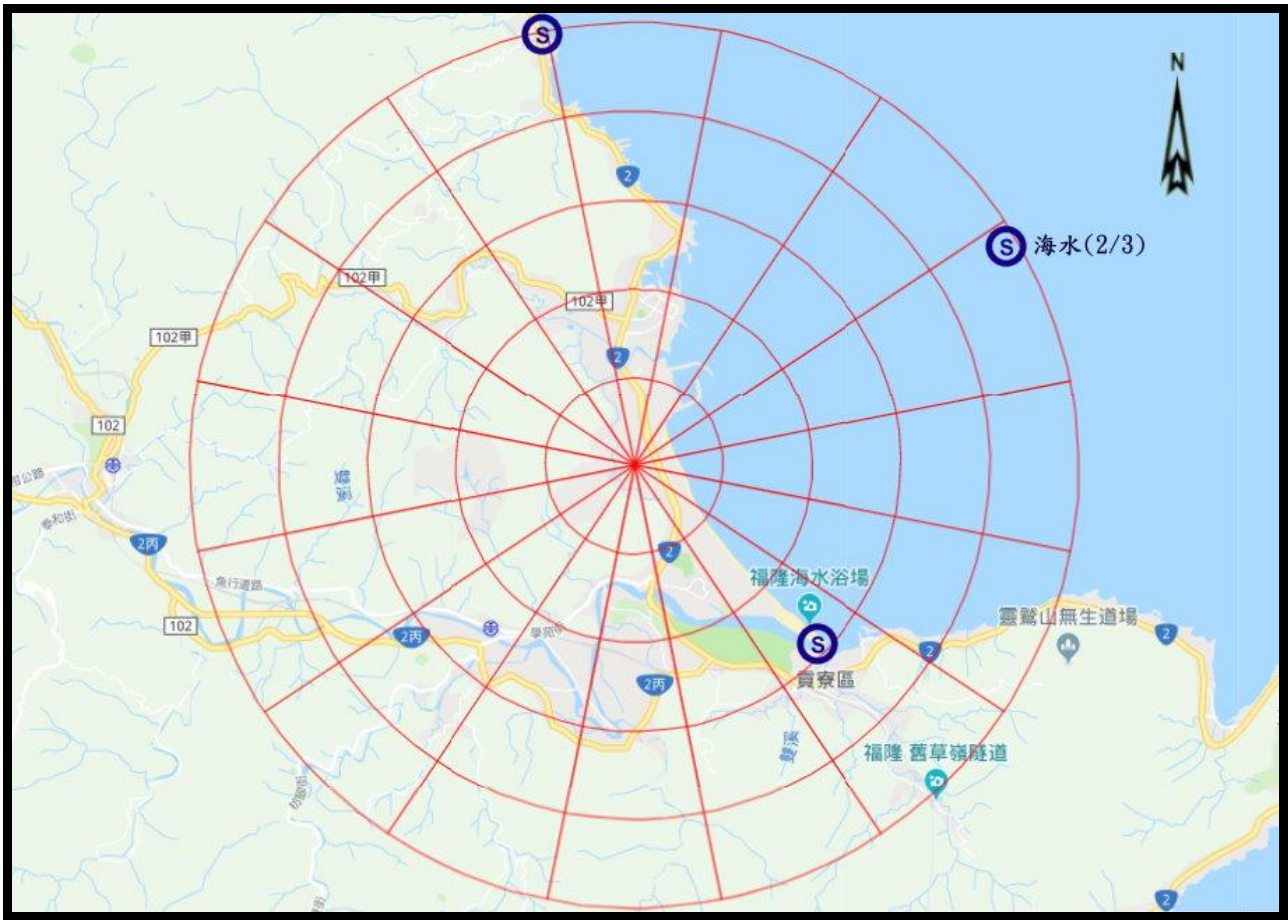


圖 4 核能四廠海水取樣站分布圖

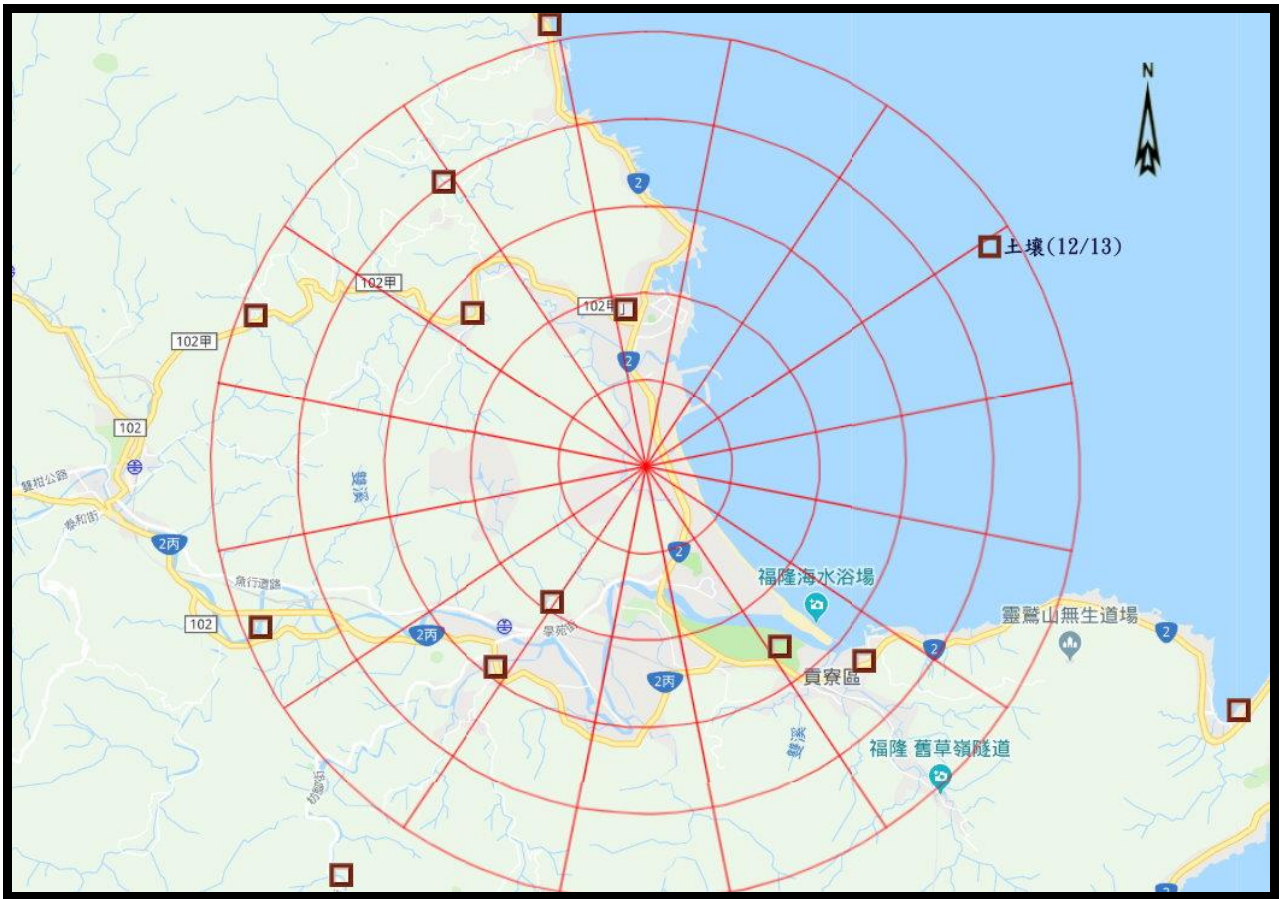


圖 5 核能四廠土壤取樣站分布圖



圖 6 核能四廠對照站取樣站分布圖

附錄 5 檢測執行單位之認證資料

環境樣品放射性核種分析與監測執行單位之TAF認證資料

認證單位：臺灣電力公司放射試驗室

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	112.06.14
		氚核種分析	I002	112.06.14
		總貝他分析	I003	112.06.14
		銾 90	I004	112.06.14
	土壤	加馬核種分析	I001	112.06.14
		銾 90	I004	112.06.14
	肉類試樣	加馬核種分析	I001	112.06.14
		銾 90	I004	112.06.14
	乳類	加馬核種分析	I001	112.06.14
		銾 90	I004	112.06.14
	空浮微粒	加馬核種分析	I001	112.06.14
		總貝他分析	I003	112.06.14
		銾 90	I004	112.06.14
	植物	加馬核種分析	I001	112.06.14
		銾 90	I004	112.06.14
	農漁產品	加馬核種分析	I001	112.06.14
		銾 90	I004	112.06.14

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。

附錄 6 環境輻射監測報表

直接輻射 分析結果表

核四廠

110 年 10 月 01 日至 110 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	紀錄基準	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	最高值監測站 (比數) (變動範圍)	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	單位
熱發光劑量計	直接輻射	40		4.45E-01 (39 / 39) (3.09E-01 - 5.47E-01)	公館大橋 西南西 4-5公里	5.47E-01 (1 / 1) (5.47E-01 - 5.47E-01)	5.47E-01 (1 / 1) (5.47E-01 - 5.47E-01)	5.55E-01 (1 / 1) (5.55E-01 - 5.55E-01)	毫西弗/年
高壓游離腔	直接輻射	11040	0.01	6.30E-02 (11040 / 11040) (5.47E-02 - 1.48E-01)	水返港 南南西 0-2公里	6.58E-02 (2208 / 2208) (6.17E-02 - 1.48E-01)	6.73E-02 (2208 / 2208) (6.30E-02 - 1.36E-01)	-----	微西弗/小時

- 說明：
1. 平均值係大於最小可測量(MDA)之分析結果總和除以大於最小可測量(MDA)之分析結果次數。
 2. 比數為大於最小可測量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 紀錄基準(可接受最小可測量)要求值係採原能會所頒訂。
 5. 自81年度起高壓游離腔之數據統計處理係以每小時為單位，運轉前則為每週。
 6. 最高值偵測站、平均值最高站、對照站平均值欄中「-----」表示未分析或低於最小可測量(MDA)。

空氣試樣 分析結果表

核四廠

110 年 10 月 01 日至 110 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	紀錄基準	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	最高值監測站 (比數) (變動範圍)	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	單位
空氣微粒	總貝他	78	1.00	5.53E-01 (65 / 65) (1.86E-01 - 8.28E-01)	龍安宮 北 7-8公里	6.48E-01 (13 / 13) (3.26E-01 - 8.28E-01)	6.48E-01 (13 / 13) (3.26E-01 - 8.28E-01)	4.99E-01 (13 / 13) (1.79E-01 - 6.71E-01)	毫貝克/立方公尺
	加馬能譜	6							毫貝克/立方公尺
	鈹-7	6		3.87E+00 (5 / 5) (3.18E+00 - 4.75E+00)	龍安宮 北 7-8公里	4.75E+00 (1 / 1) (4.75E+00 - 4.75E+00)	4.75E+00 (1 / 1) (4.75E+00 - 4.75E+00)	3.68E+00 (1 / 1) (3.68E+00 - 3.68E+00)	毫貝克/立方公尺
	銫-137	6	0.60	<MDA.	-----	-----	-----	<MDA.	毫貝克/立方公尺

- 說明：
1. 平均值係大於最小可測量(MDA)之分析結果總和除以大於最小可測量(MDA)之分析結果次數。
 2. 比數為大於最小可測量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 紀錄基準(可接受最小可測量)要求值係採原能會所頒訂。
 5. 自81年度起高壓游離腔之數據統計處理係以每小時為單位，運轉前則為每週。
 6. 最高值偵測站、平均值最高站、對照站平均值欄中「-----」表示未分析或低於最小可測量(MDA)。

環境水樣 分析結果表

核四廠

110 年 10 月 01 日至 110 年 12 月 31 日

試樣別	放射性分析類別	分析總數	紀錄基準	各站平均值 (比數) (變動範圍)	最高值監測站之站名 方向 距離	最高值監測站 (比數) (變動範圍)	平均值最高站 (比數) (變動範圍)	對照站平均值 (比數) (變動範圍)	單位
海水	氚	3	10.00	<MDA.	-----	<MDA.	-----	<MDA.	貝克/公升
	加馬能譜	3							貝克/公升
	鉀-40	3		1.15E+01 (2 / 2) (1.14E+01 - 1.16E+01)	福隆海水浴場 東南 2-3公里	1.16E+01 (1 / 1) (1.16E+01 - 1.16E+01)	1.16E+01 (1 / 1) (1.16E+01 - 1.16E+01)	1.16E+01 (1 / 1) (1.16E+01 - 1.16E+01)	貝克/公升
	銫-137	3	0.40	<MDA.	-----	-----	-----	<MDA.	貝克/公升

- 說明：
1. 平均值係大於最小可測量(MDA)之分析結果總和除以大於最小可測量(MDA)之分析結果次數。
 2. 比數為大於最小可測量(MDA)之試樣數與分析次數之比值。
 3. 變動範圍係採用大於最小可測量(MDA)分析結果之最低值與最高值。
 4. 紀錄基準(可接受最小可測量)要求值係採原能會所頒訂。
 5. 自81年度起高壓游離腔之數據統計處理係以每小時為單位，運轉前則為每週。
 6. 最高值偵測站、平均值最高站、對照站平均值欄中「-----」表示未分析或低於最小可測量(MDA)。