

非游離輻射射頻(包含可見光部分) 環境監測及管理推動計畫

受託單位：千一科技股份有限公司

計畫執行期間：111 年 6 月 27 日起至 111 年 12 月 31 日止

印製年月：112 年 4 月

行政院環境保護署

非游離輻射射頻(包含可見光部分)環境監測及管理推動計畫

非游離輻射射頻(包含可見光部分) 環境監測及管理推動計畫

委託單位：行政院環境保護署

受託單位：千一科技股份有限公司

計畫案號：111A155

計畫期程：111 年 6 月 27 日起至 111 年 12 月 31 日止

計畫經費：新台幣 5,194.164 仟元整（經費刪減 1,735.836 仟元）

計畫主持人：蕭振龍

執行人員：蕭文彝、張麗娟、王泰洽、江昱萱、洪永歲、黃柏融

行政院環境保護署委託研究

印製年月：中華民國 112 年 4 月

「非游離輻射射頻(包含可見光部分)環境監測及管理推動計畫」

計畫成果報告

基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署		
執行單位	千一科技股份有限公司		
參與計畫人員姓名	蕭振龍、蕭文彝、張麗娟、洪永歲、黃柏融、王泰洽、江昱萱		
年 度	111	計畫案號	111A155
研究性質	☐ 基礎研究 ☒ 應用研究 ☐ 技術發展		
研究領域	非游離輻射、射頻、可見光		
計畫屬性	☒ 科技類 ☐ 非科技類		
全程期間	111 年 6 月～111 年 12 月		
本期期間	111 年 6 月～111 年 12 月		
本期經費	5,194.164 千元(經費刪減 1,735.836 千元)		
	資本支出		經常支出
	土地建築_____千元		人事費 2926.902 千元
	儀器設備_____千元		業務費 1570.210 千元
	其 他_____千元		材料費_____千元
			其 他 697.052 千元
摘要關鍵詞 (中英文各三則) 非游離輻射 Non-Ionizing Radiation 射頻 Radio Frequency 光污染 Light pollution			

行政院環境保護署計畫成果中英文摘要（簡要版）

- 一、中文計畫名稱：
非游離輻射射頻（包含可見光部分）環境監測及管理推動計畫
- 二、英文計畫名稱：
Environmental monitoring and management promotion plan of non-ionizing radiation frequency (including visible light)
- 三、計畫編號：
- 四、執行單位：
千一科技股份有限公司
- 五、計畫主持人（包括共同主持人）：
蕭振龍
- 六、執行開始時間：
111/06/27
- 七、執行結束時間：
111/12/31
- 八、報告完成日期：
111/12/31
- 九、報告總頁數：
152(本文)
- 十、使用語文：
中文
- 十一、報告電子檔名稱：
111A155.pdf
- 十二、報告電子檔格式：
PDF
- 十三、中文摘要關鍵詞：
非游離輻射、射頻、光污染
- 十四、英文摘要關鍵詞：
Non-Ionizing Radiation, Radio Frequency, Light pollution
- 十五、中文摘要（約三百至五百字）
本計畫進行非游離輻射射頻(包含可見光部分)環境資訊調查，提供環保署參考，強化電磁波及夜間人工光之管理。
電磁波部分包括參考國際間 5G 量測技術，進行 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測，研訂量測方法；建立環境電磁波長期監測作業技術，包含監測系統、標準作業流程與成果呈現方式，以推動長期監測作業；規劃進行長期監測工作，俾蒐集數據資料供研提非游離輻射管理策略參考。夜間人工光部分包括進行光污染環境背景調查，勘查光污染源鄰近場地逾 5 平方公里，並完成光污染源類型分析；進行光環境照度量測 45 點次，及其不同時段量測工作，並完成比較研析。推展光污染管理，檢視 6 部會主管相關法規，彙整涉及光污染管理議題可納入主管法規之建議；將色溫納入光污染管理，以利有效解決光污染干擾問題。
持續維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統，提供各部會機關量測人員申報與上傳量測資料，及檢核量測資料維持品質，並完成長期監測成果展示系統功能，提供瀏覽、查詢及統計分析比較功能。協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，包括「非游離輻射檢測實習說明會」及「光污染管理教育訓練說明會」各 3 場次，加強地方環保局對 5G 技術資訊及光污染管理之瞭解，提升防制及檢測能量。
- 十六、英文摘要：
This project conducts a survey of non-ionizing radio frequency (including visible light) environmental information, provides a reference for the Environmental

Protection Administration (EPA) to strengthen the management of electromagnetic waves and artificial light at night.

Regarding the electromagnetic waves, we referred to international practice in measuring 5G electromagnetic waves, measured the amount of 5G electromagnetic waves in the environment at three different locations and developed the methods of measurement. In addition, we have also established a long-term monitoring operation method for environmental electromagnetic waves, including monitoring systems, standard operating procedures and results presentation methods, to promote long-term monitoring operations, plan implementing long-term monitoring work, facilitate data collection, and provide reference for research and formulation of non-ionizing radiation management strategies. On the other hand, for the part about artificial light at night (ALAN), we investigated the history and causes of light pollution, and surveyed 5 square kilometers near the source of light pollution, analyzed the types of light pollution sources, and measured the illuminance of 45 different places at different times, completed the comparative analysis of the data. In order to promote the management of light pollution, we reviewed all the regulations announced by the six ministries, and compiled the suggestions that the issues related to light pollution management can be included in the regulations. We also incorporate color temperature into light pollution management, so as to effectively solve the problem of light pollution.

Continuous maintenance and update of The national non-ionizing radiation information management system to provide measurement staff of various government agencies to upload measured data to the web pages and systems and to check the measurement data to maintain quality management, and at the same time complete the long-term monitoring results display system function, for browsing, query and statistical analysis. In addition, we also assist with conferences on non-ionizing radiation and light pollution, including non-ionizing radiation detection practice briefing and light pollution management education and training briefing. Three briefing sessions were held for each theme, for a total of six briefing sessions, hoping to enhance the local environmental protection bureau's understanding of 5G technology and light pollution management and improving the capabilities of prevention and detection.

行政院環境保護署
非游離輻射射頻(包含可見光部分)
環境監測及管理推動計畫
目錄

	頁次
第一章 計畫執行概述	1-1
1.1 計畫執行摘要.....	1-1
1.2 計畫目標與工作項目	1-11
1.3 計畫背景.....	1-16
1.3.1 環境中非游離輻射資訊調查與監測	1-18
1.3.2 環境中非游離輻射管理現況.....	1-22
1.3.3 光污染管理現況	1-25
第二章 進行環境電磁波資訊調查，推動長期監測作業及研訂	
5G 電磁波環境曝露量測方法.....	2-1
2.1 建立環境電磁波長期監測技術	2-1
2.1.1 環境電磁波長期監測	2-1
2.1.2 環境電磁波長期監測技術.....	2-3
2.2 規劃環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作	2-5
2.2.1 監測地點的選定	2-5
2.2.2 監測設備及監測作業	2-6
2.3 收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗 5G 電磁波環境曝露量測作 業技術.....	2-8
2.3.1 收集並參考國際間 5G 量測技術	2-9
2.3.2 試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術	2-19
2.4 進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業	2-23
2.5 研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法	2-26
2.6 協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業	2-28

第三章 環境電磁波長期監測成果建置於非游離輻射管制網	3-1
3.1 提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能.....	3-1
3.1.1 管制網提供選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能.....	3-1
3.1.2 長期測站資訊及檢測資訊.....	3-3
3.2 提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能	3-4
3.3 提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能	3-5
第四章 維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統	4-1
4.1 定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站	4-1
4.2 協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容	4-6
4.3 協助機關維護非游離輻射數位資訊	4-8
4.4 配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中	4-10
第五章 進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作	5-1
5.1 進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析	5-1
5.1.1 進行光污染源鄰近場地現勘	5-2
5.1.2 進行光污染源類型分析	5-5
5.2 進行光環境照度量測工作	5-11
5.3 進行不同時段量測工作	5-14
5.4 依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析	5-15
第六章 研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案).....	6-1
6.1 針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議	6-1
6.2 光污染來源閃爍陳情案件調查	6-2
6.2.1 光污染來源閃爍	6-2
6.2.2 光污染來源閃爍陳情案件調查	6-3
6.3 研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案).....	6-5
6.3.1 夜間人工光之色溫	6-5
6.3.2 國際上對色溫之管理與規範	6-6

6.3.3 色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案).....	6-7
第七章 協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議	7-1
7.1 協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作業示範.....	7-1
7.2 協助機關辦理縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會	7-3
7.2.1 會議辦理規劃	7-3
7.2.2 會議辦理現況	7-6
7.2.3 會議辦理成果	7-8
7.3 協助機關辦理縣市環保局光污染管理教育訓練說明會	7-12
7.3.1 會議辦理規劃	7-12
7.3.2 會議辦理現況	7-14
7.3.3 會議辦理成果	7-16
第八章 配合機關需求提供相關之行政協助	8-1
第九章 結論與建議	9-1
9.1 結論	9-1
9.2 建議	9-7

附件

附件一、審查意見回復

附件二、ITU-T K.83 各國電磁場長期監測資訊網站

附件三、三都會長時間監測站周圍人口、學校及醫療院所概況

附件四、光環境場地現勘資料集

附件五、光環境照度量測資料集

附件六、各部會主管機關相關法規可納入光污染管理建議查找整理表

附件七、各國之色溫管理及規範

附件八、儀器校驗報告

圖目錄

	頁次
圖 1.2 整體工作架構圖	1-16
圖 1.3.1-1 環境非游離輻射監測整體架構示意圖	1-19
圖 1.3.1-2 電磁場區域掃描系統示例	1-20
圖 1.3.1-3 環境電磁波區域性監測成果示例	1-21
圖 1.3.1-4 環境中常見之人工光源	1-22
圖 1.3.1-5 光環境動態監測作業架構	1-22
圖 1.3.2-1 非游離輻射監測管理推動之時序歷程	1-23
圖 1.3.2-2 非游離輻射管制網資訊管理系統	1-25
圖 2.1.1 環境電磁波長期監測運作架構及流程示意圖	2-3
圖 2.2.1 長時間監測站選點示例圖	2-6
圖 2.2.2 環境電磁波強度長時間監測設備	2-7
圖 2.3.1-1 IEC 5G 波束試驗	2-11
圖 2.3.1-2 測量探棒相對於基地臺和智慧手機的位置	2-12
圖 2.3.1-3 在下載速度測試時 5G 基地台暴露值占公眾限制百分比	2-15
圖 2.3.1-4 5G 基地台最大可能暴露值占公眾限制百分比	2-15
圖 2.3.1-5 量測點位之理論最大暴露值占公眾限制百分比	2-16
圖 2.3.1-6 量測點位 Spark 5G 理論最大暴露值占公眾限制百分比	2-16
圖 2.3.1-7(a)Surrey mMIMO 波束成形系統(b)Surrey RF-EMF 測量系統 (c)Keysight RF-EMF 測量系統	2-18
圖 2.3.1-8 商用 5G 基地臺測量活動的實驗裝置照片	2-18
圖 2.3.1-9 波束點方向的 RF-EMF 分布	2-19
圖 2.3.2-1 5G 基地臺波束控制及測量示意圖	2-20
圖 2.3.2-2 5G 電磁波環境曝露試驗測量情境示意圖	2-21
圖 2.3.2-3 5G 波束成形技術量測結果	2-22
圖 2.4-1 七股氣象雷達站	2-23
圖 2.4-2 七股氣象雷達站大事紀	2-24
圖 2.4-3 七股氣象雷達站及其周邊量測點位置	2-25
圖 2.4-4 10 秒鐘最大值檢測結果	2-26

圖 2.6 協助非游離輻射量測作業流程圖.....	2-28
圖 3.1.1 長期測站監測資訊示意圖.....	3-2
圖 3.2-1 長期測站統計分析功能示意圖_日變化	3-4
圖 3.2-2 長期測站統計分析功能示意圖_時段比較	3-5
圖 3.3 不同測站比較分析功能示意圖.....	3-6
圖 4.1-1 量測結果資料建檔作業功能維護畫面	4-2
圖 4.1-2 資料檢核功能維護畫面	4-4
圖 4.1-3 量測資料查詢畫面	4-5
圖 4.1-4 量測資料調閱畫面	4-6
圖 4.2-1 檢核功能畫面	4-7
圖 4.2-2 提示對話框	4-8
圖 4.3 非游離輻射新聞資訊畫面.....	4-10
圖 4.4-1 長期監測站圖例示意圖	4-11
圖 4.4-2 非游離輻射網「長期監測」頁面示意圖	4-11
圖 4.4-3 非游離輻射網「長期監測站」畫面示意圖	4-12
圖 5.1.1 光污染源鄰近場地現勘流程圖.....	5-2
圖 5.2-1 Konica-Minolta T10A 外觀照片	5-12
圖 5.2-2 光環境照度量測作業流程	5-13
圖 5.3 不同時段光環境_臺北市街景.....	5-14
圖 6.1 光污染管理中央部會權責分工圖.....	6-1
圖 6.2.2 光污染案件實地調查及量測作業流程.....	6-4
圖 6.3.1 不同色溫的光色.....	6-5
圖 7.1 臺北市福星國小檢測作業實景照.....	7-2
圖 7.2.1 協助機關辦理會議作業流程.....	7-3
圖 7.2.2 非游離輻射檢測實習說明會實景照片.....	7-8
圖 7.2.3-1 在「量測作業」時遇到困難的發射源有那些	7-9
圖 7.2.3-2 檢測作業過程中最易發生的困難	7-9
圖 7.2.3-3 檢測說明會中最滿意的地方	7-10
圖 7.2.3-4 檢測說明會中需要改進之處	7-11
圖 7.2.3-5 是否能更了解整個檢測作業標準流程	7-11
圖 7.3.2 光污染管理教育訓練說明會實景照片.....	7-16

圖 7.3.3-1 受理光污染陳情案件情形及處理狀況	7-17
圖 7.3.3-2 曾受理光污染陳情案件的光污染源有那些	7-17
圖 7.3.3-3 受理光污染陳情案件遇到的困難	7-18
圖 7.3.3-4 光污染教育訓練說明會中最滿意的地方	7-18
圖 7.3.3-5 光污染教育訓練說明會中需要改進之處	7-19
圖 7.3.3-6 光污染教育訓練說明會效益評估	7-20

表目錄

	頁次
表 1.1-1 非游離輻射管制網站維護作業紀錄	1-2
表 1.1-2 本計畫工作項目執行進度摘要表	1-4
表 1.1-3 計畫執行工作進度	1-7
表 1.2-1 本計畫工作項目	1-14
表 1.2-2 非游離輻射資訊管理系統維護作業項目	1-15
表 1.3.2 環保署公告曝露指引參考位準值.....	1-24
表 2.2.1 長時間監測站選點整理表.....	2-6
表 2.2.2-1 長時間監測設備儀器規格整理表	2-7
表 2.2.2-2 長時間監測站作業執行時間規劃表	2-8
表 2.3.2 環境電磁場曝露量測成果.....	2-21
表 2.4 10 秒鐘最大值檢測結果.....	2-26
表 3.1.2 長時間監測站作業執行時間模擬表.....	3-3
表 4.3 非游離輻射國內外相關報導彙整一覽表.....	4-9
表 5.1-1 光環境區域分類	5-1
表 5.1-2 日本、南韓之光環境區域分類	5-2
表 5.1.1-1 光環境區域勘察概況表	5-4
表 5.1.1-2 光環境區域光源彙整表	5-4
表 5.1.2-1 環境區域資訊對照表	5-6
表 5.1.2-2 光源類型對照表	5-6
表 5.1.2-3 發光類型、光源高度對照表	5-7
表 5.1.2-4 夜間人工光使用概況	5-7
表 5.1.2-5 夜間人工光使用之高度分布概況	5-8
表 5.1.2-6 廣告類光源使用概況	5-9
表 5.1.2-7 廣告類光源使用之高度分布概況	5-10
表 5.1.2-8 廣告類光源之發光類型	5-11
表 5.2 Konica-Minolta T10A 儀器規格表.....	5-12
表 5.4-1 各區各實驗點不同時段光環境	5-18
表 5.4-2 各區各實驗點光環境不同時段變動情形	5-19

表 5.4-3 各區各實驗點光環境垂直照度值	5-20
表 6.2.1 國際間閃爍管理規範	6-3
表 6.2.2 陳情案件資訊	6-4
表 6.3.3 光污染管理指引 2.0 版本(草案)修正對照表	6-8
表 7.1 學校區域電磁波量測作業示範說明會議程	7-2
表 7.2.1 非游離輻射檢測實習說明會調查表	7-5
表 7.2.2-1 非游離輻射檢測實習說明會辦理情形	7-6
表 7.2.2-2 非游離輻射檢測實習說明會議程	7-7
表 7.3.1 光污染管理教育訓練說明會調查表	7-13
表 7.3.2-1 光污染管理教育訓練說明會辦理情形	7-14
表 7.3.2-2 光污染管理教育訓練說明會議程	7-15
表 8 協助事項彙整表	8-2

報告大綱

第一章 計畫概述

簡述本計畫之由來、構想及目的、執行期程、工作內容以及計畫執行摘要。

第二章 進行環境電磁波資訊調查，並推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法

建立環境電磁波長期監測技術，組建電磁波長時間監測系統，建立監測標準作業流程，及環境電磁波數據資料蒐集、介接及儲存技術；規劃環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作；收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術；進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業，蒐集量測數據；完成 5G 電磁波環境曝露量測方法之研訂；協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業。

第三章 針對前述環境電磁波長期監測成果，建置於非屬原子能游離輻射管制網中

提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能。提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能；提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能。

第四章 維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統

定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站；協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容；協助機關維護非游離輻射數位資訊；配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中，提供「以文查圖」及「以圖查文」功能之運作，以利民眾能便捷查詢及調閱監測資訊。

第五章 進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作

進行光污染源鄰近場地現勘至少 5 區域，並進行光污染源類型分析，現勘總面積至少 5 平方公里；針對前述現勘區域選定至少 3 平方公里或測試實驗至少 45 點次，進行光環境照度量測工作，並進行不同時段量測工作；依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析。

第六章 研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬

針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議；針對光污染來源閃爍陳情案件之個案/地區進行至少 2 件光污染案件調查；研析國際上針對色溫之管理方式，研析色溫暴露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬。

第七章 協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，增進環保局同仁檢測與陳情案件處理量能

協助機關對縣市環保局進行至少 1 場次學校區域電磁波現場量測作業示範；協助機關辦理 3 場次縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會，加強縣市環保局對 5G 技術資訊之瞭解，以增進縣市環保局防制及檢測能量；協助機關辦理 3 場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會，以推廣縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染陳情案件處理量能。

第八章 配合機關需求提供相關之行政協助，提升計畫執行品質及效率

協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作；提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務；維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報。

第九章 結論與建議

針對計畫研究所獲致結果進行綜整論述，並對後續相關作業規劃提出建議。

行政院環境保護署專案工作計畫成果報告摘要（詳細版）

計畫名稱：非游離輻射射頻(包含可見光部分)環境監測及管理推動計畫

計畫案號：111A155

計畫執行單位：千一科技股份有限公司

計畫主持人：蕭振龍

計畫期程：111 年 6 月 27 日起 111 年 12 月 31 本日止

計畫經費：新臺幣 5,194.164 仟元整（經費刪減 173 萬 5,836 元）

摘要(中英文各 300~500 字)

本計畫進行非游離輻射射頻(包含可見光部分)環境資訊調查，提供環保署參考，強化電磁波及夜間人工光之管理。

電磁波部分包括參考國際間 5G 量測技術，進行 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測，研訂量測方法；建立環境電磁波長期監測作業技術，包含監測系統、標準作業流程與成果呈現方式，以推動長期監測作業；規劃進行長期監測工作，俾蒐集數據資料供研提非游離輻射管理策略參考。夜間人工光部分包括進行光污染環境背景調查，勘查光污染源鄰近場地逾 5 平方公里，並完成光污染源類型分析；進行光環境照度量測 45 點次，及其不同時段量測工作，並完成比較研析。推展光污染管理，檢視 6 部會主管相關法規，彙整涉及光污染管理議題可納入主管法規之建議；將色溫納入光污染管理，以利有效解決光污染干擾問題。

持續維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統，提供各部會機關量測人員申報與上傳量測資料，及檢核量測資料維持品管品質，並完成長期監測成果展示系統功能，提供瀏覽、查詢及統計分析比較功能。協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，包括「非游離輻射檢測實習說明會」及「光污染管理教育訓練說明會」各 3 場次，加強地方環保局對 5G 技術資訊及光污染管理之瞭解，提升防制及檢測能量。

This project conducts a survey of non-ionizing radio frequency (including visible light) environmental information, provides a reference for the Environmental Protection

Administration (EPA) to strengthen the management of electromagnetic waves and artificial light at night.

Regarding the electromagnetic waves, we referred to international practice in measuring 5G electromagnetic waves, measured the amount of 5G electromagnetic waves in the environment at three different locations and developed the methods of measurement. In addition, we have also established a long-term monitoring operation method for environmental electromagnetic waves, including monitoring systems, standard operating procedures and results presentation methods, to promote long-term monitoring operations, planed implementing long-term monitoring work, facilitate data collection, and provide reference for research and formulation of non-ionizing radiation management strategies. On the other hand, for the part about artificial light at night (ALAN), we investigated the history and causes of light pollution, and surveyed 5 square kilometers near the source of light pollution, analyzed the types of light pollution sources, and measured the illuminance of 45 different places at different times, completed the comparative analysis of the data. In order to promote the management of light pollution, we reviewed all the regulations announced by the six ministries, and compiled the suggestions that the issues related to light pollution management can be included in the regulations. We also incorporate color temperature into light pollution management, so as to effectively solve the problem of light pollution.

Continuous maintenance and update of The national non-ionizing radiation information management system to provide measurement staff of various government agencies to upload measured data to the web pages and systems and to check the measurement data to maintain quality management, and at the same time complete the long-term monitoring results display system function, for browsing, query and statistical analysis. In addition, we also assist with conferences on non-ionizing radiation and light pollution, including non-ionizing radiation detection practice briefing and light pollution management education and training briefing. Three briefing sessions were held for each theme, for a total of six briefing sessions, hoping to enhance the local environmental protection bureau's understanding of 5G technology and light pollution management and improving the capabilities of prevention and detection.

前 言

新興的無線技術應用持續演進，5G 時代已然來臨，物聯網、車聯網、數位匯流及遠端遙控等應用服務已陸續開展。我國 5G 通訊在各家電信業者積極進行基地臺建置，持續增加覆蓋率，將提供國人全方位的 5G 服務。光污染(light pollution)又稱為光害，主要是因建築物之立面照明、道路照明、廣場照明、廣告照明及景觀照明等夜間人工光，所產生的干擾光對人、環境、天文觀測、交通運輸等造成負面影響。近年來亦有國人向環保署及地方環保單位反映，受廣告招牌、照明設備或陽光反射後之光污染影響。是以，對於民眾的環境電磁波曝露情形、光污染影響及非游離輻射管理，需有進一步的關注與瞭解，以維護國人健康。

本計畫進行環境電磁波資訊調查，建立環境電磁波長期監測技術，組建電磁波長時間監測系統，推動長期監測作業，將監測成果建置於非屬原子能游離輻射管制網中，透過監測數據管理以及展示服務，強化電磁波管理；亦收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，並研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法。在可見光部分，進行光污染環境背景調查，對光污染源鄰近場地現勘至少 5 區域，進行光污染類型分析，並進行光環境照度量測及其不同時段量測工作，從各部會與光污染議題相關法規、LED 閃爍曝露規範、色溫管理規範等方面，對光污染管理指引提供改善參考。

本計畫維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統，協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，增進環保局同仁檢測與陳情案件處理量能。

執行方法

本計畫工作分為七大項，以下逐項說明其主要執行方法：

一、進行環境電磁波資訊調查，並推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法

建立環境電磁波長期監測技術，包含組建電磁波長時間監測系統，建立監測標準作業流程，及環境電磁波數據資料蒐集、介接及儲存技術。規劃設計環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作。

收集並參考國際間 5G 量測技術資訊，試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業，研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法。進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業，蒐集量測數據。協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業。

二、針對環境電磁波長期監測成果，建置於非屬原子能游離輻射管制網中

規劃設計各項功能，完成程式編寫及各項功能測試，可提供建置於非游離輻射管制網中。功能包括：對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊；對長期測站之監測成果進行統計分析；對不同長期測站之監測成果進行比較分析。

三、維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統

協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，持續提供各部會機關必要之諮詢與協助，並彙整與檢核量測資料內容。協助機關維護非游離輻射數位資訊。配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中，提供「以文查圖」及「以圖查文」功能之運作，以利便捷查詢及調閱監測資訊。

四、進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作

進行光污染源鄰近場地現勘至少 5 平方公里，蒐集國內不同環境區域之環境光資訊，選定 45 測試實驗點進行光環境照度量測工作，並執行不同時段量測工作，並以量測成果進行比較分析。

五、研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬

檢視各部會主管機關相關法規，對涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議。針對光污染來源閃爍陳情案件之個案/地區進行至少 2 件光污染案件調查。蒐集國際上針對色溫之管理與規範，以提供將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)之研擬。

六、協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議

選擇 1 所學校協助機關辦理對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測示範作業。協助機關辦理 3 場次非游離輻射檢測實習說明會，加強縣市環保局對 5G 技術資訊之瞭解。協助機關辦理 3 場次光污染管理教育訓練說明會，以推廣縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染陳情案件處理量能。

七、配合機關需求提供相關之行政協助，提升計畫執行品質及效率

持續協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作。提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務。維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報。

結 果

根據以上所述，經由本計畫之執行，已完成下列各項成果，包括：

- 一、 建立環境電磁波長期監測技術，包含監測儀器與設備、量測方法與作業程序、數據資料介接與儲存及資料處理與結果呈現等。
- 二、 規劃環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作，依建立之環境電磁波強度長時間監測站的選擇條件選定監測點、規劃各監測點監測作業執行時間及設計介接平臺與傳輸途徑。
- 三、 收集並參考國際間 5G 基地臺曝露量測相關研究 6 篇，歸納 5G 電磁波環境曝露作業技術。
- 四、 完成試驗 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業。
- 五、 完成研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法。
- 六、 完成臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業，並彙整完成量測作業結果。
- 七、 完成環境電磁波長期監測成果展示功能開發，可建置於非屬原子能游離輻射管制網中。各項功能包括：對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊；對長期測站之監測成果進行統計分析；對不同長期測站之監測成果進行比較分析。
- 八、 非游離輻射管制網配合環境電磁波長期監測成果展示，提供「以文查圖」及「以圖查文」功能之運作，以利民眾能便捷查詢及調閱監測資訊。
- 九、 建立非游離輻射資訊管理系統之維護頻度與作業時間，並依循進行各項維護作業。
- 十、 完成非游離輻射資料庫作業功能維護，及非游離輻射管制資訊網站之維護，檢視作業共 8 次。各項功能皆可正常操作。
- 十一、 持續提供各部會機關必要之諮詢服務、排除疑難，協助各部會機關量測人員申報與上傳量測資料，量測結果資料建置筆數為 1,049 筆，皆已完成檢核作業。
- 十二、 協助機關維護非游離輻射數位資訊，蒐集非游離輻射相關之國內外新聞報導，加以過濾整理，新增國內外報導共 12 篇。
- 十三、 進行光污染源鄰近場地現勘，對應 CIE 150-2017 技術報告之環境區域分類，E0 星空保護區 1 處，E1 相對無人鄉村區 1 處，E2 人少之鄉村區 3 處，E3 人多之鄉村或城市區，E4 市中心或商業區 4 處，共計 14 處 17 區，勘查面積達 5.18 平方公里，含括暗空公園、自然公園、農作田、住宅區、行政文教區及商圈等。
- 十四、 完成 45 點次光環境照度量測工作，並執行不同時段量測工作，並依量測成果進行比較分析。
- 十五、 完成檢視內政部、經濟部、交通部、教育部、文化部及農業委員會

等 6 部會相關法規，對涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，彙整建議說明情形，提供可納入主管法規之建議。

十六、 蒐集閃爍陳情案件，已彙整 107-109 年臺北市、新北市重複陳情案件，並完成案件調查，提供後續案件選擇及實地量測。

十七、 蒐集國際上針對色溫之管理與規範，適度添加至光污染管理指引中，修正調整光污染管理指引，研擬光污染管理指引 2.0 版本(草案)。

十八、 已依規劃學校區域電磁波現場量測作業示範办理流程，完成選定臺北市萬華區福星國小作為示範量測學校，並完成量測佈點規劃、現場量測作業及製作檢測執行範例表，提供協助機關理對縣市環保局 1 場次學校區域電磁波現場量測作業示範。

十九、 完成辦理 3 場次非游離輻射檢測實習說明會及 3 場次光污染管理教育訓練說明會。

二十、 配合機關需求，辦理與本計畫相關之工作，如：提供民眾諮詢服務、維護更新相關會議簡報。

結 論

在本計畫中，依據計畫目標完成了各項工作的進行，包括：

本計畫建立環境電磁波長期監測技術，包含監測儀器與設備、量測方法與作業程序、數據資料介接與儲存及資料處理與結果呈現等。在監測作業的執行面，包括監測地點的選定、監測設備架設注意事項、儀器設定、監測資料之傳輸，以及監測數據資料介接與儲存，並提供後續資料處理等。本計畫已完成並就組建電磁波長時間監測系統及各相關要項進行說明。

本計畫規劃設計環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作，已建立環境電磁波強度長時間監測站的選擇條件，以監測點所在人口密集情形，輔助以監測點周遭 500 公尺範圍，學校、醫院、公園、綠地、運動場等設施分布情形進行擇選；規劃各監測點監測作業執行時間，使之儘量符合環保署環境檢驗所 106 年公告之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」中建議之日數；設計介接平臺及傳輸途徑，同時便利監測資料管理及資訊安全管理。

環境電磁波長期監測成果可於非屬原子能游離輻射管制網中展示，提供「以文查圖」及「以圖查文」功能之運作，以利民眾能便捷查詢及調閱

監測資訊。非游離輻射管制網提供長期監測資料查詢功能，給使用者選取、瀏覽及瞭解其檢測資訊，可進行監測成果統計分析及不同測站資料比較分析等功能。

本計畫蒐集國際上 5G 量測技術發展趨勢資訊相關的研究與成果，並彙整六篇資料，包括國際電工委員會(IEC)於 2022 年上傳一部關於解釋 5G 波束成形工作原理的技術短片；法國及紐西蘭 3 國家關於 5G 基地臺之監測方法與設備，其量測結果作為國內加強掌握環境電磁波曝露資訊並強化電磁波管理之參考；歐洲計量標準合作組織(EURAMET)對 5G 射頻 mMIMO 基地臺進行 RF-EMF 評估，為建立適當的基地臺範圍來防止危險發生。

本計畫歸納 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，完成試驗 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業，及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法。本計畫試驗 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，就室外行動基地臺常見的型態，考量具備可以進行量測作業的活動空間，進行三種情境測量活動。5G 波束成形技術量測，使用 5G 智慧手機做為 5G 終端設備，透過下載檔案激活 5G 發射器，以電腦連接量測儀器，每 1 秒記錄一次數值，量測結果皆未超過曝露指引限值。

環保署持續對七股氣象雷達站半徑約 3 公里範圍內擇定之 6 處量測點位每年執行量測作業。本年度量測作業以寬頻電磁場分析儀進行 10 秒鐘最大值之空間掃描，完成環境值檢測，掃描高度範圍為離地 0.2-2 公尺，量測結果皆未超過曝露指引限值。

非屬原子能游離輻射管制網彙集整理全國非游離輻射發射源及公共空間抽測之曝露數據資料建置資料庫，並結合地理資訊及網路技術提供民眾查詢。透過管制網之量測資料上傳及檢核系統功能，檢測人員已順利上傳並由系統管理員線上完成檢核筆數共 1,049 筆，檢核結果亦透過系統功能介面，與檢測人員進行溝通，檢測人員可藉由提示便籤之說明進行改正，維持資料庫之品管。

本計畫持續蒐集非游離輻射相關之國內外新聞報導，及關注 WHO、各國政府機關等發表之重要文件，並提供訊息至非游離輻射管制網，維護更新網站訊息公告。非游離輻射新聞報導經蒐集並加以過濾整理，避免敏

感議題、負面報導及商品行銷等，本年度新增國內外新聞報導共 12 篇。

對應 CIE150-2017 技術報告之環境區域分類，完成光污染源鄰近場地現勘 17 區環境區域，分布於北、中、南部 9 縣市，包括：E0 類別暗空公園 1 區；E1 類別國家公園 1 區；E2 類別生態公園及農作區(花果園藝、穀糧農作)3 區；E3 類別住宅區 (公寓、電梯大樓、透天厝)3 區、行政區 1 區、文教區 1 區；E4 類別臺北東區商圈 4 區、臺大公館商圈 1 區、桃園站前商圈 1 區、高雄三多商圈 1 區，共 7 區。現勘總面積達 5.18 平方公里，收集環境光資訊，彙集整理「光環境場地現勘資料集」。

針對前述現勘區域，就戶外照明環境為中明亮、高明亮本質之住宅區、行政區、文教區及商業區等環境區域，進行光污染源類型分析，瞭解夜間人工光的使用及環境光資訊。各環境區域普遍使用廣告類、經濟活動照明、戶外及屋宅照明等各種光源，但對光源使用的最高高度則有所不同。就 E4 環境區域選定測試實驗 45 點次，臺北公館區商圈 3 點次；臺北東區商圈切分為 6 個量測區，每個量測區量測 6 點次；桃園站前商區圈 6 點次。各量測區於天黑後進行光環境照度量測工作，並於同一天晚上 9 時以後執行不同時段量測工作，將量測作業結果進行比較分析。第一時段的商業活動持續進行，各區各實驗點光環境平穩，第二時段商業活動陸續歇息，光環境照度普遍降低，但光環境不若第一時段平穩。

本計畫對內政部、經濟部、交通部、教育部、文化部、農業委員會等 6 部會從各法規體系相關法規進行查找，彙整涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範可納入主管法規之建議情形，目前法規中有涉及光污染管理相關議題，列示其條文或說明，提供加強部會分工及源頭管理之參考。

本計畫蒐集國際上針對色溫之管理與規範，提供將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)，已整理參考國際上對色溫之管理與規範，適度添加至光污染管理指引中，修正調整光污染管理指引，研擬光污染管理指引 2.0 版本(草案)。

本計畫依規劃之學校區域電磁波現場量測作業示範辦理流程，已完成選定學校、量測佈點規劃及學校區域電磁波量測作業，並已製作完成檢測執行範例表，提供協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作

業示範，現場量測示範之量測對象為臺北市萬華區福星國民小學。

本年度非游離輻射檢測實習說明會共協助辦理 3 場次，8 月 23 日在高雄、9 月 6 日在臺北、9 月 15 日在臺中，共 62 人與會，協助縣市環保局檢測人員熟悉非游離輻射檢測作業流程、檢測結果上傳方法與資料檢核標準，並溝通檢測作業實務，加強檢測人員量測技術。各場次均邀請專家學者進行「生活中電磁波與 5G 通訊」的專題演講。因應國教署要求，以及學校區域電磁波量測示範作業，加強說明「學校電磁場量測」及「學校區域電磁波量測」二種方法。本團隊製作投影片解說現場量測步驟及注意事項等，增進檢測人員對學校相關量測方法之熟悉。

本年度協助機關辦理共 3 場次光污染管理教育訓練說明會，8 月 23 日於高雄市、9 月 1 日於臺北市及 9 月 14 日於臺中市各辦理 1 場次，共 65 人與會。各場次皆邀請專家學者針對環境照明與光污染議題進行專題講座。此外，亦對量測步驟程序、儀器操作與注意事項進行說明，並分享量測實務案例，以推廣縣市環保局對光污染、光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染陳情案件處理量能。

本年度計畫協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作；提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務；維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報。

建議事項

一、5G 使用大規模多輸入多輸出 (MIMO) 技術，與傳統基地臺相比，5G 波束成形快速更新，電磁波曝露也可能隨著不同的用戶設備(UE)、數據流量配置和多用戶調度，正在使用的用戶的位置及其使用狀況而變化。建議持續關注 5G 量測技術發展趨勢資訊，以評估民眾日常之環境電磁波曝露水平，掌握環境中電磁曝露資訊。再觀國際 5G 量測技術發展情形，目前 5G 基地臺量測方法的定義工作持續在進行，穩定且有效之方法仍然是國際組織評估的重點，建議後續持續關注以調整試驗 5G 電磁波環境暴露量測作業技術方法。

二、推動進行連續時間之長期監測工作，建議建立期程目標，漸序達成建

置環境電磁波長期監測網。短期內驗證本計畫建立之環境電磁波長期監測技術及要項，於國內選擇適當地點持續進行長期監測作業，蒐集環境中射頻非游離輻射環境場強之大數據，建置本土非游離輻射長期監測資料庫，確實掌握國內環境射頻曝露現況，本計畫已建立長期監測成果資訊公開平臺及系統功能，對長期測站監測成果可進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊，可進行統計分析及不同測站監測成果之比較分析。中長期目標為推動建置電磁波長期監測網，使長期監測作業普遍化、常態化，環境電磁波資訊調查與先進國家之監測方法接軌，完備監測體系，並透過監測數據管理以及展示服務，強化電磁波管理。

三、非屬原子能游離輻射管制網彙集整理全國非游離輻射發射源及公共空間抽測資料，建立量測數據資料庫，並結合地理資訊及網路技術提供量測資料給民眾及環境資料倉儲資訊平臺使用，達到資料流通及資訊公開。非游離輻射管制網對民眾提供量測資訊、管制法規、防護知識之查詢服務平臺，亦對檢測人員提供上傳量測資料之工作平臺，整合各部會機關及縣市環保局執行量測資料申報與上傳，便利於量測資料的建置，並維持資料之品質品質，建議持續予以維護更新，有助於非游離輻射管制之管理。

四、進行光污染環境背景調查，具體瞭解夜間人工光的使用、使用的時間表及光環境，有助於光污染管理。光污染屬新興污染，所產生的干擾光對人、動植物及生態與環境、天文觀測、交通運輸等造成負面影響。光污染的量與地區整體釋放出的光線量相關聯，照明系統的使用與人口及社會經濟活動有密切的關聯。「光」有許多面向，生活便利安全的家宅照明，農作生產的應用調節，民生經濟商業活動的廣告招牌，運動、休閒與健康的照顧，治安交通道路的安全照明，以及大樓、社區、城市意象的認同與幸福感等，民生樂利、經濟成長與節能減碳綠生活、多樣性生物保護同為永續發展的重要目標，本計畫進行光污染環境背景調查，直接真實的瞭解人工夜間光的運用及操作，蒐集與民眾貼近的在地數據，提供環保署參考，希望形成具體良善的改變方式，漸進減少光害。建議持續對夜間人工光的使用、使用的時間表及光環

境加以真切的瞭解，持續進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作，有助於光污染管理的務實推展。

五、建議持續蒐集國際上針對 LED 閃爍曝露規範及量測方法、色溫之管理與規範及散溢光之管理與規範，對光污染管理指引進行滾動式調整，俾達成夜間人工光環境的理想願景，營造對人、動植物及其社區、棲息地和夜空友善的良好的光環境，提供人們生活上便利安全之宜居環境的同時，友善多樣化生物，並推及自然生態系統與夜空。本計畫就蒐集各國閃爍規範資料內容，摘記整理列表呈現，亦整理參考國際上對色溫之管理與規範，適度添加至光污染管理指引中，修正調整光污染管理指引，研擬光污染管理指引 2.0 版本(草案)。

六、光、電與通訊網路之科技進步與應用，提高人們生活的便利性，相應而生的是光污染與環境電磁波曝露及其防制管理。建議持續對業務承辦人員辦理管理防制說明會，可以使檢測人員更加瞭解新興技術，加強量測技術與作業實務，以增進縣市環保局防制及檢測能量，共同努力維護國人健康及保護環境。

第一章、計畫執行概述

第一章 計畫執行概述

本計畫自 111 年 6 月 27 日決標日起執行，履約期限至同年 12 月 31 日止。本計畫有部分工作項目因應預算凍結而中途暫停執行，之後辦理刪減工項及契約變更。各項工作執行情形摘述如下。

1.1 計畫執行摘要

一、進行環境電磁波資訊調查，並推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法

就環境電磁波長期監測技術，歸納整理相關要項，包含監測儀器與設備、量測方法與作業程序、數據資料介接與儲存及資料處理與結果呈現等。本計畫已完成並就組建電磁波長時間監測系統及各相關要項進行說明。

配合機關之長期監測設備，於北、中、南 3 都會區至少進行 10 站次環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作。本項工作為預算凍結刪減工作項目，於 9 月 26 日暫停執行，其階段執行成果為，已建立選擇條件並選定北中南 3 都會區 10 站次監測點，為臺北市、臺中市及高雄市各 3 站，以及位於臺北市之歷史測站 1 站，並規劃安排各站次作業執行時間表，及設計介接平臺與傳輸途徑。

計畫執行期間收集並參考國際間 5G 基地臺電磁場曝露量測相關研究 6 篇，歸納 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，完成試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業，及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法。

完成臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業，蒐集量測數據，並彙整歷年量測資料。計畫執行期間持續協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業。

二、針對前述環境電磁波長期監測成果，建置於非屬原子能游離輻射管制網中。

已完成規劃設計各項功能、程式編寫及各項功能測試並建置於非游離輻射管制網中，目前僅對系統管理員帳號權限開放使用。系統提供以下功能：對長期測站之監測成果進

行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊；對長期測站之監測成果進行統計分析；對不同長期測站之監測成果進行比較分析。由於 10 站次環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作為預算凍結之工作項目，本計畫模擬 10 站次作業執行時間表、測站資訊資料及監測數據資料，提供相關使用。

三、維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統。

計畫執行期間定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站，詳表 1.1-1。依期程定期執行完成非游離輻射數位資訊維護。

計畫執行期間協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，持續提供各部會機關必要之諮詢與協助，並彙整與檢核量測資料內容，迄至履約期限量測資料彙整 1,049 筆，地方環保局建置資料共計 838 筆。

計畫執行期間持續蒐集非游離輻射相關之國內外新聞報導，及關注 WHO、各國政府機關等發表之重要文件，並提供訊息至非游離輻射管制網，維護更新網站訊息公告。

配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中，提供「以文查圖」及「以圖查文」功能之運作，以利民眾能便捷查詢及調閱監測資訊。已完成規劃設計各項功能、程式編寫及功能測試，目前僅開放系統管理員使用。

表 1.1-1 非游離輻射管制網站維護作業紀錄

工作項目	頻度	執行日期						
		6	7	8	9	10	11	12
1.非游離輻射地理資訊系統	例行	6/28	7/18	8/15	9/16	10/17	11/14	12/16 12/30
2.非游離輻射資料庫- 建檔作業功能	例行	6/28	7/18	8/15	9/16	10/17	11/14	12/16 12/30
3.非游離輻射資料庫- 量測資料檢核作業功能	例行	6/28	7/18	8/15	9/16	10/17	11/14	12/16 12/30
4.非游離輻射資料庫- 量測資料查詢及調閱功能	例行	6/28	7/18	8/15	9/16	10/17	11/14	12/16 12/30

四、進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作。

完成光污染源鄰近場地現勘 17 環境區域，對應國際照

明協會(CIE)之戶外照明環境分級，含括各級光環境本質之環境區域：E0 類別 1 區、E1 類別 1 區、E2 類別 3 區、E3 類別 5 區、E4 類別 7 區。17 環境區域分布於北、中、南 9 縣市，包括 6 都，現勘總面積達 5.18 平方公里，並完成光污染源類型分析。

針對前述現勘區域選定測試實驗 45 點次，於同一日期之晚間 6~12 時，分別完成光環境照度量測工作，及其不同時段量測工作，並依據實地量測作業結果，完成不同時段比較研析。

五、研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬。

針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議。本計畫已完成對內政部、經濟部、交通部、教育部、文化部及農業委員會 6 部會相關法規之查找，並彙整建議說明情形。

針對光污染來源閃爍陳情案件之個案/地區進行至少 2 件光污染案件調查，研擬量測方法並進行現場量測，並依實地調查結果及國際上之相關研究成果，研提 LED 閃爍曝露規範及量測方法，本項工作為預算凍結刪減工作項目，於 11 月 4 日暫停執行，其階段執行成果為，已蒐集閃爍陳情案件，彙整 107-109 年臺北市、新北市重複陳情案件，並完成案件調查，提供後續案件選擇與實地量測；已就蒐集各國閃爍規範資料內容，摘記整理列表呈現。

計畫期程內持續蒐集國際上針對色溫之管理與規範，提供將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)之研擬，已整理參考國際上對色溫之管理與規範，適度添加至光污染管理指引中，修正調整光污染管理指引，研擬光污染管理指引 2.0 版本(草案)。

六、協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，增進環保局同仁檢測與陳情案件處理量能。

已協助機關辦理完成 3 場次縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會，加強縣市環保局對 5G 技術資訊之瞭解。已協

助機關辦理完成3場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會，以推廣縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染陳情案件處理量能。前述二項會議為期半天（含工作人員至少15人參加），包含場地費、講師鐘點費、餐點費及茶水費等費用。

協助機關對縣市環保局進行至少1場次學校區域電磁波現場量測作業示範，本項工作為預算凍結刪減工作項目，於11月4日暫停執行，依規劃之學校區域電磁波現場量測作業示範办理流程，已完成選定學校、量測佈點規劃及學校區域電磁波量測作業，並已製作完成檢測執行範例表，現場量測示範之量測對象為臺北市萬華區福星國民小學。

七、配合機關需求提供相關之行政協助，提升計畫執行品質及效率。

計畫期程內持續協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作；提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務；維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報。本計畫彙整今(111)年協助事項，共67項，概分為文件提供、會議協助、問題回復、定期文件、計畫行政、參加會議、資料填報、資料彙整等8類。

表 1.1-2 本計畫工作項目執行進度摘要表

計畫工作項目	執行進度
一、進行環境電磁波資訊調查，推動長期監測作業及研訂5G電磁波環境曝露量測作業技術。	
1.建立環境電磁波長期監測技術	1.就環境電磁波長期監測技術，歸納整理相關要項，包含監測儀器與設備、量測方法與作業程序、數據資料介接與儲存及資料處理與結果呈現等。已完成並就組建電磁波長時間監測系統及各相關要項進行說明。(100%)
2.環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作 [預算凍結刪減工項，9月26日暫停執行]	2.已建立選擇條件，選定北中南3都會區10站次監測點，臺北市、臺中市及高雄市各3站，及位於臺北市之歷史測站1站，並規劃安排各站次作業執行時間，及設計介接平臺與傳輸途徑。

計畫工作項目	執行進度
3.收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術	3.計畫期程內收集並參考國際間 5G 基地臺電磁場曝露量測相關研究 6 篇，歸納 5G 電磁波環境曝露量測作業技術。(100%)
4.臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業	4.完成臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業。(100%)
5.研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法	5.完成研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法。(100%)
6.協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業	6.計畫期程內配合機關處理民眾陳情案件。(100%)
本工作項目進度：100%	
二、針對前述環境電磁波長期監測成果，建置於非屬原子能游離輻射管制網中。	
1.提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能	1.已完成規劃設計各項功能、程式編寫及各項功能測試，並建置於非游離輻射管制網中，目前僅開放系統管理員使用。(100%)
2.提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能	2.已完成規劃設計統計分析之進階功能、程式編寫及各項功能測試，並建置於管制網中，目前僅開放系統管理員使用。(100%)
3.提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能	3.已完成規劃設計比較分析之進階功能、程式編寫及各項功能測試，並建置於管制網中，目前僅開放系統管理員使用。(100%)
本工作項目進度：100%	
三、維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統。	
1.定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站 (1)非游離輻射資料庫例行維護 (2)量測資料查詢及調閱功能例行維護	1.分項說明如下： (1)計畫期程內持續進行資料庫維護作業。(100%) (2)計畫期程內持續進行系統功能維護作業。(100%)
2.協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜 (1)協助整合各部會機關執行檢測申報與上傳事宜 (2)檢核量測資料內容 (3)彙整量測資料	2.分項說明如下： (1)計畫期程內持續提供各部會機關必要之諮詢與協助。(100%) (2)迄至履約期限量測資料已檢核 1,049 筆，地方環保局建置資料計 838 筆。(100%) (3)計畫期程內持續執行資料彙整作業。迄至履約期限已彙整 1,049 筆資料。(100%)

計畫工作項目	執行進度
3.協助機關維護非游離輻射數位資訊	3.計畫期程內定期執行數位資訊維護。(100%)
4.配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中	4.已完成規劃設計「以文查圖」及「以圖查文」功能、程式編寫及各項功能測試，目前僅對系統管理員帳號開放使用。(100%) 本工作項目進度：100%
四、進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作。	
1.進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析	1.完成光污染源鄰近場地現勘 17 環境區域，包括國際照明協會(CIE)各級光環境本質之環境區域：E0 類別 1 區、E1 類別 1 區、E2 類別 3 區、E3 類別 5 區、E4 類別 7 區，現勘總面積達 5.18 平方公里，並完成光污染源類型分析。(100%)
2.進行光環境照度量測工作	2.完成光環境照度量測 45 點實驗點之量測作業。(100%)
3.進行不同時段量測工作	3.完成 45 點實驗點之不同時段量測工作。(100%)
4.依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析	4.完成光環境照度量測資料比較研析。(100%) 本工作項目進度：100%
五、研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)。	
1.針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議	1.完成對內政部、經濟部、交通部、教育部、文化部及農業委員會等 6 部會相關法規之查找，並彙整建議說明情形。(100%)
2.進行光污染來源閃爍陳情案件調查，研提 LED 閃爍曝露規範及量測方法 [預算凍結刪減工項，11 月 4 日暫停執行]	2.已蒐集閃爍陳情案件，彙整 107-109 年臺北市、新北市重複陳情案件，並完成案件調查，提供後續案件選擇及實地量測。已就蒐集各國閃爍規範資料內容，摘記整理列表呈現。
3.研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)	3.計畫期程內持續蒐集國際上針對色溫之管理與規範，已就國際上對色溫之管理與規範，適度添加至光污染管理指引中，修正調整光污染管理指引，研擬光污染管理指引 2.0 版本(草案)。(100%) 本工作項目進度：100%

計畫工作項目	執行進度
六、協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議。	
1.協助機關對縣市環保局進行至少 1 場次學校區域電磁波現場量測作業示範 [預算凍結刪減工項，11 月 4 日暫停執行] 2.協助機關辦理 3 場次縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會 3.協助機關辦理 3 場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會	1.已依規劃之學校區域電磁波現場量測作業示範辦理流程，完成選定臺北市萬華區福星國小作為示範量測學校，並完成量測佈點規劃、學校區域電磁波現場量測作業及製作檢測執行範例表。 2.完成協助辦理 3 場次非游離輻射檢測實習說明會。(100%) 3.完成協助辦理 3 場次光污染管理教育訓練說明會。(100%) 本工作項目進度：100%
七、配合機關需求提供相關之行政協助。	
1.協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作 2.提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務 3.維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報	1.計畫期程內持續配合機關需求提供技術支援。(100%) 2.計畫期程內持續配合機關需求提供民眾諮詢服務。(100%) 3.計畫期程內持續配合機關需求提供支援。(100%) 本工作項目進度：100%
總進度：完成 100%	

表 1.1-3 計畫執行工作進度

預定進度：■■■■■ 實際進度：■■■■■ 刪減工項進度：■■■■■

執行進度													
工作內容項目	月次						1	2	3	4	5	6	7
	年別	111											
	月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
整體規劃及專案需求訪談							■■■■■						
一、進行環境電磁波資訊調查，推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測作業技術													
1.建立環境電磁波長期監測技術 (100%)							■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
2.環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作 [刪減工項,9月26日暫停執行]							■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■

執行進度													
工作內容項目	月次						1	2	3	4	5	6	7
	年別	111											
	月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
3.收集並參考國際間5G量測技術,試驗5G電磁波環境曝露量測作業技術 (100%)													
4.臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業 (100%)													
5.研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法(100%)													
6.協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業 (100%)													
二、針對前述環境電磁波長期監測成果，建置於非屬原子能游離輻射管制網中													
1.提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能 (100%)													
2.提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能 (100%)													
3.提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能 (100%)													
三、維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統													
1.定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站(100%)													
2.協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容 (100%)													
3.協助機關維護非游離輻射數位資訊 (100%)													

執行進度													
工作內容項目	月次						1	2	3	4	5	6	7
	年別	111											
	月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
4.配合環境電磁波長期 監測成果展示於非游 離輻射管制網中 (100%)													
四、進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作													
1.進行光污染源鄰近場 地現勘，並進行光污 染源類型分析(100%)													
2.進行光環境照度量測 工作 (100%)													
3.進行不同時段量測工 作 (100%)													
4.依據實地勘查量測作 業結果，進行比較研 析 (100%)													
五、研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)													
1.針對各部會主管機關 相關法規，涉及光污 染管理相關議題之管 理方式及規範，提供 可納入主管法規之建 議 (100%)													
2.進行光污染來源閃爍 陳情案件調查，研提 LED 閃爍曝露規範及 量測方法 [刪減工項,11月4日暫停執行]													
3.研擬將色溫納入光污 染管理指引 2.0 版本 (草案) (100%)													
六、協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議													
1.協助機關對縣市環保 局進行至少 1 場次學 校區域電磁波現場量 測作業示範 [刪減工項,11月4日暫停執行]													

執行進度													
工作內容項目	月次						1	2	3	4	5	6	7
	年別	111											
	月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
2.協助機關辦理 3 場次 縣市環保局非游離輻 射檢測實習說明會 (100%)													
3.協助機關辦理 3 場次 縣市環保局光污染管 理教育訓練說明會 (100%)													
七、配合機關需求提供相關之行政協助													
1.協助辦理相關研商、 說明會並出席議，及 辦理與本計畫相關之 工作 (100%)													
2.提供民眾非游離輻射 及光污染相關諮詢服 務 (100%)													
3.維護更新非游離輻射 及光污染量測相關會 議教材及簡報(100%)													
重要報告													
1.第一次進度報告 查核點：7 月 29 日 審查日期：8 月 30 日								▲ ▲					
2.期中報告 查核點：10 月 7 日 審查日期：11 月 23 日										▲ ▲			
3.期末報告 查核點：11 月 15 日 審查日期：112 年 1 月 31 日												▲	
預定進度 (%)							10	25	35	50	70	90	100
實際進度 (%)								27	35	50	70	90	100

1.2 計畫目標與工作項目

依據本計畫評選須知要求，本計畫主要目標包含下列 7 項：

- (一) 進行環境電磁波包括 5G 量測資訊調查，並推動長期監測作業，供本署研提非游離輻射管理策略參考。
- (二) 強化電磁波管理，建立環境電磁波長期監測作業技術，包含監測系統、標準作業流程與成果呈現方式，並進行北、中、南 3 都會區電磁波長期監測工作。
- (三) 掌握我國光環境現況，實際調查光污染源環境背景，針對招牌及廣告看板閃爍情形，進行光污染源現場量測，並依實地調查結果研提改善方式，並提供研擬閃爍曝露規範與量測方法，及光污染管理指引改善之參考。
- (四) 收集各部會光污染主管機關相關法規，彙整與光污染管理相關議題之管理方式及規範可納入主管法規之建議，加強從源頭管理光污染，以有效解決光污染干擾問題。
- (五) 維護、更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統。
- (六) 協助機關加強地方環保局對 5G 非游離輻射量測技術及光污染量測方式之瞭解，辦理非游離輻射及光污染源量測之相關會議，增進環保局同仁檢測與陳情案件處理量能。
- (七) 研訂 LED 閃絡暴露規範與量測方法及 5G 電磁波環境暴露量測方法。

一、計畫工作範圍

- (一) 進行環境電磁波資訊調查，並推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法。
 - 1. 建立環境電磁波長期監測技術，組建電磁波長時間監測系統，建立監測標準作業流程，及環境電磁波數據資料蒐集、介接及儲存技術。
 - 2. 配合機關之長期監測設備，於北、中、南 3 都會區至少進

行 10 站次環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作。
(本項工作為預算凍結刪減工作項目，於 9 月 26 日函文暫停執行，12 月 26 日函文契約變更協議)

3. 收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術。
 4. 進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業，蒐集量測數據。
 5. 完成 5G 電磁波環境曝露量測方法之研訂。
 6. 協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業。
- (二) 針對前述環境電磁波長期監測成果，建置於非屬原子能游離輻射管制網中。
1. 提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能。
 2. 提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能。
 3. 提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能。
- (三) 維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統。
1. 定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站。
 2. 協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容。
 3. 協助機關維護非游離輻射數位資訊。
 4. 配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中，提供「以文查圖」及「以圖查文」功能之運作，以利民眾能便捷查詢及調閱監測資訊。
- (四) 進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作。
1. 進行光污染源鄰近場地現勘至少 5 區域，並進行光污染源類型分析，現勘總面積至少 5 平方公里。

2. 針對前述現勘區域選定至少 3 平方公里或測試實驗至少 45 點次，進行光環境照度量測工作。
 3. 針對前述現勘區域選定至少 3 平方公里或測試實驗至少 45 點次，進行不同時段量測工作。
 4. 依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析。
- (五) 研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬。
1. 針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議。
 2. 針對光污染來源閃爍陳情案件之個案/地區進行至少 2 件光污染案件調查，研擬量測方法並進行現場量測，並依實地調查結果及國際上之相關研究成果，研提 LED 閃爍曝露規範及量測方法。(本項工作為預算凍結刪減工作項目，於 11 月 4 日函文暫停執行，12 月 26 日函文契約變更協議)
 3. 研析國際上針對色溫之管理方式，研析色溫暴露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬。
- (六) 協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，增進環保局同仁檢測與陳情案件處理量能。
1. 協助機關對縣市環保局進行至少 1 場次學校區域電磁波現場量測作業示範。(本項工作為預算凍結刪減工作項目，於 11 月 4 日函文暫停執行，12 月 26 日函文契約變更協議)
 2. 協助機關辦理 3 場次縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會，加強縣市環保局對 5G 技術資訊之瞭解，以增進縣市環保局防制及檢測能量。
 3. 協助機關辦理 3 場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會，以推廣縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染陳情案件處理量能。
 4. 前述後二項會議為期半天（含工作人員至少 15 人參加），包含場地費、講師鐘點費、餐點費及茶水費等費

用。

(七) 配合機關需求提供相關之行政協助，提升計畫執行品質及效率。

1. 協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作。
2. 提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務。
3. 維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報。

根據上列內容，完成工作項目如表 1.2-1 所示，整體工作架構如圖 1.2。

表 1.2-1 本計畫工作項目

計畫目標 及 工作項目		報告章節
一、進行環境電磁波資訊調查，並推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法		第二章
1. 建立環境電磁波長期監測技術		2.1
2. 規劃環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作		2.2
3. 收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術		2.3
4. 進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業		2.4
5. 研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法		2.5
6. 協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業		2.6
二、環境電磁波長期監測成果建置於非游離輻射管制網		第三章
1. 提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能		3.1
2. 提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能		3.2
3. 提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能		3.3
三、維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統		第四章
1. 定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站		4.1

計畫目標 及 工作項目		報告章節
2.協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容		4.2
3.協助機關維護非游離輻射數位資訊		4.3
4.配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中		4.4
四、進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作		第五章
1.進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析		5.1
2.進行光環境照度量測工作		5.2
3.進行不同時段量測工作		5.3
4.依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析		5.4
五、研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)		第六章
1.針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議		6.1
2.光污染來源閃爍陳情案件調查		6.2
3.研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)		6.3
六、協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，增進環保局同仁檢測與陳情案件處理量能		第七章
1.協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作業示範		7.1
2.協助機關辦理縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會		7.2
3.協助機關辦理縣市環保局光污染管理教育訓練說明會		7.3
七、配合機關需求提供相關之行政協助，提升計畫執行品質及效率		第八章

表 1.2-2 非游離輻射資訊管理系統維護作業項目

工作項目	頻度	作業時間
1.非游離輻射地理資訊系統	例行	每月 15 日前後 2 日
2.非游離輻射資料庫-建檔作業功能	例行	每月 15 日前後 2 日
3.非游離輻射資料庫-量測資料檢核作業功能	例行	每月 15 日前後 2 日
4.非游離輻射資料庫-量測資料查詢及調閱功能	例行	每月 15 日前後 2 日
5.量測資料檢核	定期	持續進行

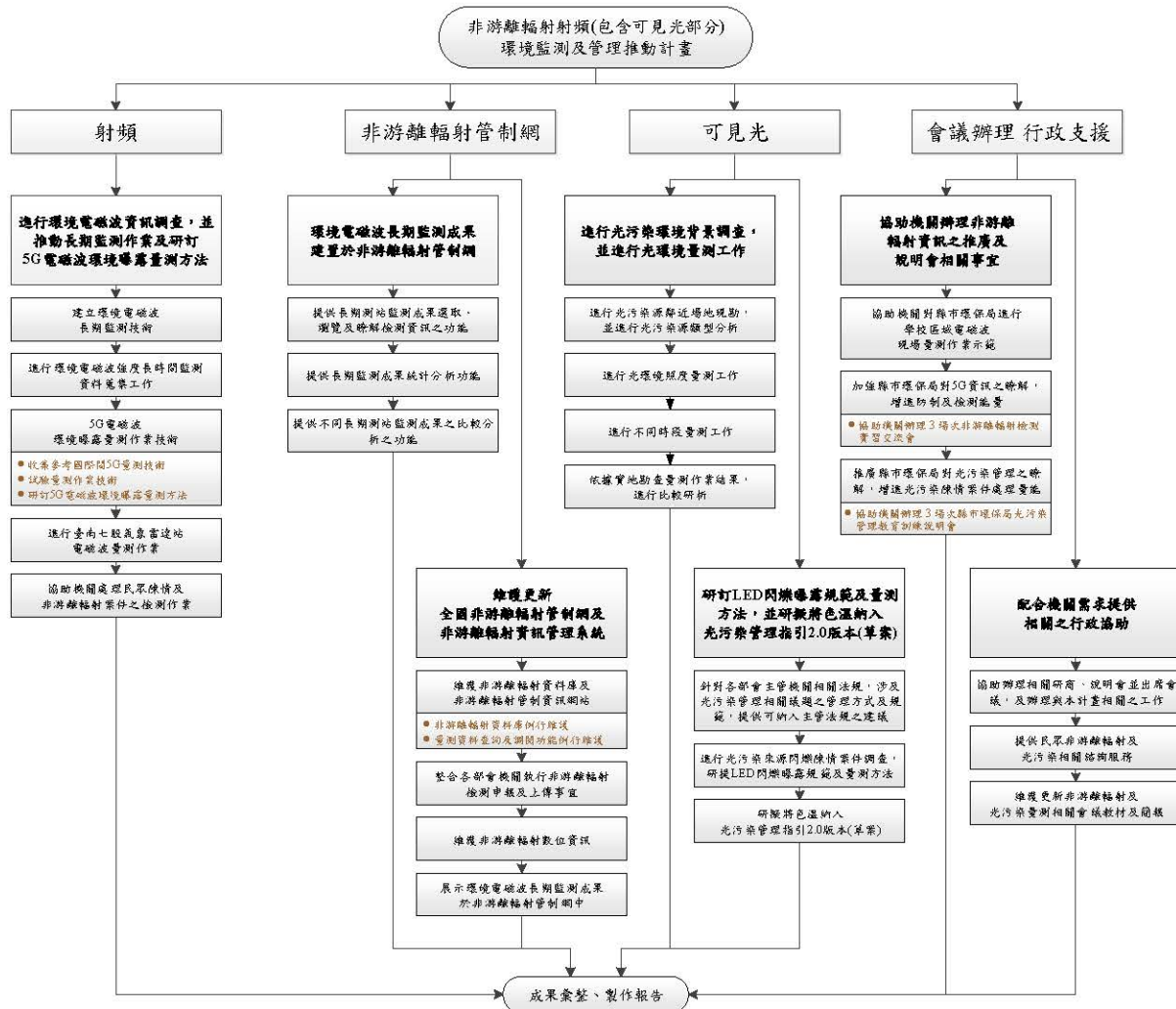


圖 1.2 整體工作架構圖

1.3 計畫背景(執行團隊整理)

非游離輻射以波長較長、頻率較低及能量較低之特性相對於游離輻射，它包括了自然環境中之可見光。以現今人們創造科技文明而言，人為非游離輻射普遍存在，且與生活便利性呈現緊密之相關性，於日常環境中存在有許多不同型式的極低頻與射頻（30Hz~ 300GHz）發射源及人工光源，前者如變電所、變壓器、廣播電臺、無線電通訊設備等；後者如發光廣告招牌、戶外大型電視螢幕、運動與體育場照明、路燈、車輛燈光、跑馬字幕等。隨著光、電與通訊之科技進步與應用，人們的生活環境裡早已充滿非游離輻射，雖然生活的便利性因此提高了，但是部分民眾對此也感到憂慮與困擾，非游離輻射及光污染成為關注的議題。

現今科技朝向無線化生活環境的方向發展，新興的無線技術應用持續演進，國內行動通訊於 103 年進入 4G 營運，資通訊數據的傳輸容量及速度均大幅提升，傳輸設施如基地臺的增(改)建，持續擴展訊號的覆蓋範圍。5G 行動網路在技術上有重大發展演進，為創新數據與物聯網(IoT)提供高量能的連接服務，滿足當今現代社會日益增長的需求，國家通訊傳播委員會於 109 年完成電信管理法修法並釋出 5G 頻譜，國內電信業者亦積極建置基地臺，布建傳輸網絡，提供國人全方位的 5G 服務。5G 技術的傳輸速度快，網路承載能力高，且時延性低，但由於訊號的繞射能力（即繞過障礙物的能力）有限，且傳送距離很短，故而需要更多的基地臺來增加覆蓋。因應數據流量的增加，微型基地臺也應運而生，在大基地臺基礎之下，透過小基地臺或微型基地臺的共同架構，可以讓數據流量較高的地區，彌補大基地臺彼此之間的隙漏，達到更好的傳輸能力。儘管在短期內，5G 與現有 4G 網路結合使用，可以預見的，未來在萬物互聯環境下，基地臺密度將會大幅提高，完備覆蓋範圍。對於民眾的環境電磁波曝露情形及管理，針對發射源設施及公共空間收集電磁場資訊，電磁場長時間的變化情形與電磁場空間的變化情形等，需有進一步的關注與瞭解，以維護國人健康。

光污染(light pollution)又稱為光害，室外照明的光污染主要是因建築物之立面照明、道路照明、廣場照明、廣告照明、標誌照明、體育場和停車場室外功能及景觀照明等，所產生的干擾光對人、動植物及生態與環境、天文觀測、交通運輸等造成負面影響。光污染的量與地區整體釋放出的光線量相關聯，照明系統的使用與人口及社會經濟活動有密切的關聯，根據美國國家海洋及大氣管理局（NOAA）資料，全球光污染地圖(Light Pollution Map)顯示受光害影響的國家主要是已開發國家，如美國、歐洲各國及日本，香港和我國亦有大面積區域之「光污染」。國際照明委員會(The Commission Internationale de l'Eclairage, CIE)發表的技術報告 CIE 150-2017 將之稱為刺眼光或侵擾光(obtrusive light)。近年來，發光二極體(Light-Emitting Diode, LED)應用做為光源，由於製造技術的突破，及其高亮度、動態變化與多彩的特性，廣泛運用於裝飾燈、廣告看板，裝設在人口密度高與人潮聚集的地區，產生了

嚴重的光污染。近年來亦有國人向環保署及地方環保單位反映，陳情受到廣告招牌、照明設備或反射之陽光等光污染影響，亟需對於國內環境光害及影響情形加強瞭解與管理，積極回應民眾光害陳情需求。

1.3.1 環境中非游離輻射資訊調查與監測

壹、射頻與極低頻

行政院環境保護署（以下簡稱環保署）對於環境中各類非游離輻射發射源之電磁場環境進行資訊調查，透過量測的手段對環境中的電磁波予以適當的量化並進行控管，以掌握國人於一般環境中非游離輻射電磁場曝露的安全性。環境中非游離輻射監測的整體架構示意如圖 1.3.1-1，為達到全面而完整的蒐集，應用或研究規劃適宜的量測與監測技術，電磁場環境資訊調查成果建置於「非屬原子能游離輻射管制網」，並以清晰易懂的方式提供給使用者選取、瀏覽及瞭解其檢測資訊。

一、發射源及公共空間量測

環保署結合地方環保局對環境非游離輻射的量測與監測，蒐集發射源設施及公共空間附近的電磁場資訊，自 92 年以來，已完成超過 12,000 筆對各類發射源設施及公共空間的量測工作，蒐集發射源設施及公共空間附近的電磁場資訊。

量測作業依照環保署公告之標準檢測方法，主要是在固定發射源（如高壓輸配電線、行動通訊基地臺或廣播電臺）附近，針對該發射源所產生的電磁場，或是對固定的公共空間的電磁環境，於特定的平均時間（如 6 分鐘）內進行電磁場量測，並以該時段內的量測值，紀錄為量測結果。量測作業時段內的量測結果，提供作為管制之基礎，也公布於環保署網站，民眾可以很方便地查詢量測結果，這些對於管理非游離輻射設施及降低民眾疑慮有很大的貢獻。

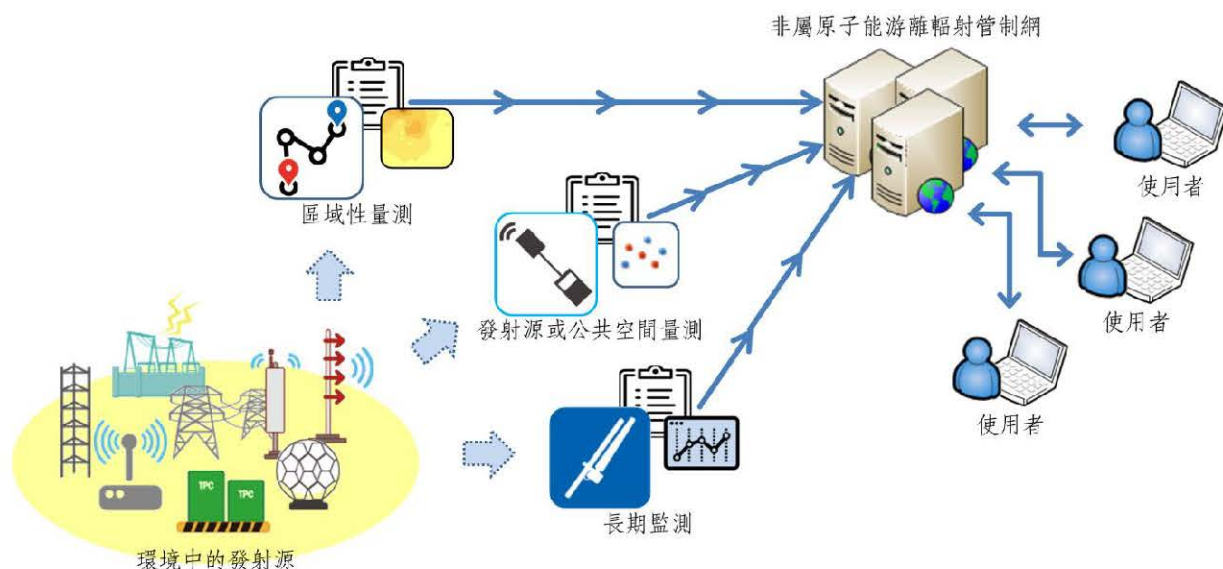


圖 1.3.1-1 環境非游離輻射監測整體架構示意圖

二、長期監測與長期監測網

針對射頻非游離輻射設施，如行動電話基地臺所輻射的高頻電磁波，部分先進國家在其國內藉由長期監測與建構電磁波長期監測網，隨時監測其國內環境的電磁波強度，對其國內一般環境中的電磁波強度，進行長期連續性之監測管理。國際電信聯盟(International Telecommunication Union,ITU)在 2011 年發表建議書 ITU-T K.83，對於環境電磁場監測的執行，提供了相關作業指引。

環保署也已於民國 100 年逐步開始展開電磁波長期監測作業與監測網建置的相關先期研究，研究國際環境電磁場長期監測的技術與實施辦法，於民國 102、103 年在北、中、南等多個都會區進行多項電磁場的長期監測實驗，並於民國 103 至 104 年擬訂我國環境電磁波長期監測網的建構方向，作為後續進行國內長期監測系統建置的參考。國內電磁波長期監測作業具體的實務操作，於民國 110 年試驗展開，以蒐集監測數據資料呈現電磁場強度隨著時間的變化情形，可以確認量取最大的環境電磁場強值，落實對電磁環境的監測管理，向民眾明確揭示是否符合曝露規範值及其穩妥情形。

國際間電磁波長期監測的執行情形，義大利早先於 2002 年起在全國各地布建監測站，收集環境電磁場的相關量測數據，

根據國際電信聯盟(ITU)在 2022 年 1 月 ITU-T K.83 建議書更新版本中附錄一的介紹，由政府中央機構執行長期監測的國家如義大利、德國、南韓等，各國並透過專屬網站向民眾揭示電磁場監測資訊，附錄二介紹了多個國家長期監測網站成果畫面作為分享範例。

三、環境電磁波區域性監測

近年來包括美國與歐盟等先進國家，已陸續針對環境電磁波進行移動式監測，藉以瞭解較大範圍的電磁場分布與變化的情形。國際電信聯盟(ITU)於 2018 年所公布 ITU-T K.91 建議書修正案 2 中的附錄十內容，介紹了電磁場曝露資訊平臺的概念和方法，提供如何為公眾感興趣的選定區域提供電磁場曝露級別資訊，圖 1.3.1-2 為掃描系統示例。

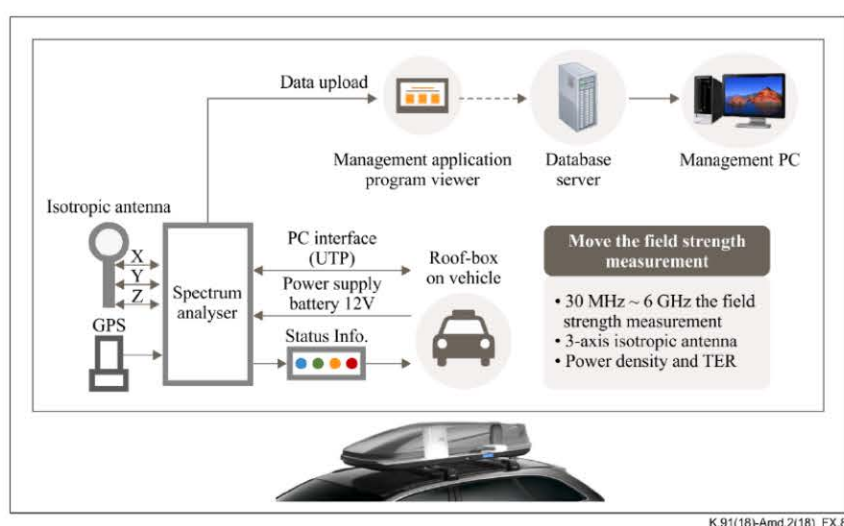


圖 1.3.1-2 電磁場區域掃描系統示例

(ITU-T K.91 Amendment 2)

環保署為達成更全面的環境電磁波分布情形調查，建立環境電磁波區域性監測系統及量測方法技術，對都會區特定範圍進行快速且大量的量測，蒐集特定範圍內電磁場多種來源的總合曝露量。環境電磁波區域性監測自 107 年起實驗進行，蒐集國際相關研究，作為量測方法設計之參考或佐證；且經召開專家諮詢會議，對監測系統及量測方法設計作修正；108 年透過「完成 3 都會區電磁波區域性監測工作」項目之執行，並參考 ITU-T K.113 建議書，研擬「環境電磁波區域性監測系統及量測方法」；109 年再以完成 3 都會區各約 10 平方公里之電磁波區域性監測工作，對環境電磁波區域性監測系統及量測方法技術

進行實證作業。6都會區量測結果均未超過曝露指引限值，結合監測數據資料及其地理位置資料，整合建置空間資料地理圖資，繪製射頻電磁場資訊地圖(圖 1.3.1-3)，可以清晰瞭解區域性環境電磁波之分布與變化情形，及民眾日常所身處環境的電磁場曝露量，並結合電子地圖顯示其結果，可明顯的傳遞環境電磁場訊息。



圖 1.3.1-3 環境電磁波區域性監測成果示例

貳、光污染陳情量測與環境監測

依近年來國人向環保署及地方環保單位反映，光污染之民眾陳情案件數每年約為 3 百餘件，迄至目前逐年增減情形呈現波狀，以都市型態較易發生，6 都各年占比約在八成。

國內光污染陳情案件類型，主要分為廣告類（包括 LED 類及非 LED 類）、非廣告類及反射類等 3 大類。目前各環保機關於受理民眾陳情案件後，可透過主動協調權責機關進行現場會勘，並要求光源使用者調整亮度、角度、避免使用爆炸性或閃爍性畫面及縮短光源使用時間等作法，以有效降低對民眾之生活影響。環保署於 109 年 3 月 19 日函頒「光污染管理指引」，指引中第 4 點針對人工光源之亮度及垂直照度量測方法訂定相關規範，提供量測人員於光環境污染現場，對人工光源進行量測之依據，應用於稽查防制與協助處理民眾陳情案件之現場量測作業。

環保署自 108 年起開始著手研究環境光源的探勘，進行光污染源鄰近場地現勘與動態監測量測的探討，蒐集國內市區光污染源環境背景，研提光環境動態監測系統及監測技術，利用載具使用照度計於監測作業路線之人行道巡航，輔助以獲取空間資料之 APP 及筆記型電腦等設備，蒐集環境光資訊，光環境動態監測對環境光進行量測蒐集數據資料，紀錄與串聯地理

位置資料，並結合電子地圖呈現環境光源動態監測成果，以地圖展示其空間分布狀況及變化情形，具體的顯現光環境訊息，及掌握光環境現況。



圖 1.3.1-4 環境中常見之人工光源

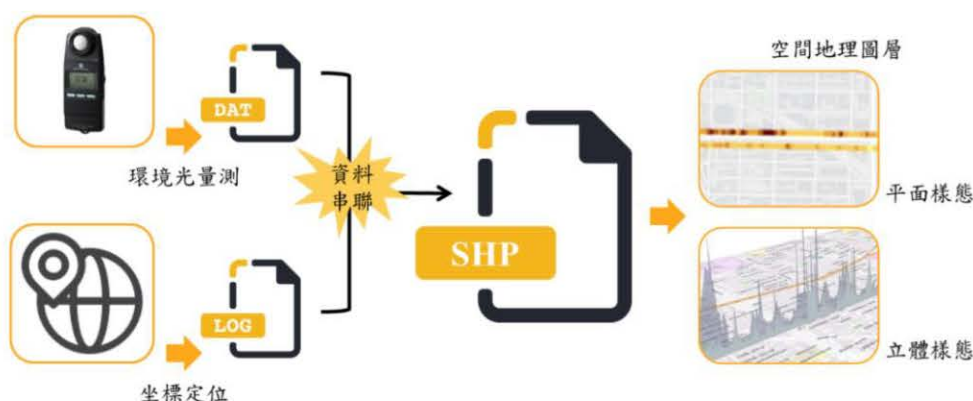


圖 1.3.1-5 光環境動態監測作業架構

1.3.2 環境中非游離輻射管理現況

環保署為維護國內環境電磁輻射的安全，對環境中非游離輻射訂定檢測方法，並參酌國際非游離輻射防護委員會（International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP）所訂定的曝露導則，對國內一般環境電磁場曝露制定曝露指引參考位準值，於民國 101 年 11 月 30 日公告

「限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引」，且持續建置本土量測資料庫，結合地理資訊系統建置「全國非游離輻射地理資訊系統」，將量測結果及資訊公開於「非屬原子能游離輻射管制網」，提供民眾了解相關知識與查詢量測數據，環保署主要監測管理推動之時序歷程，如圖 1.3.2-1。

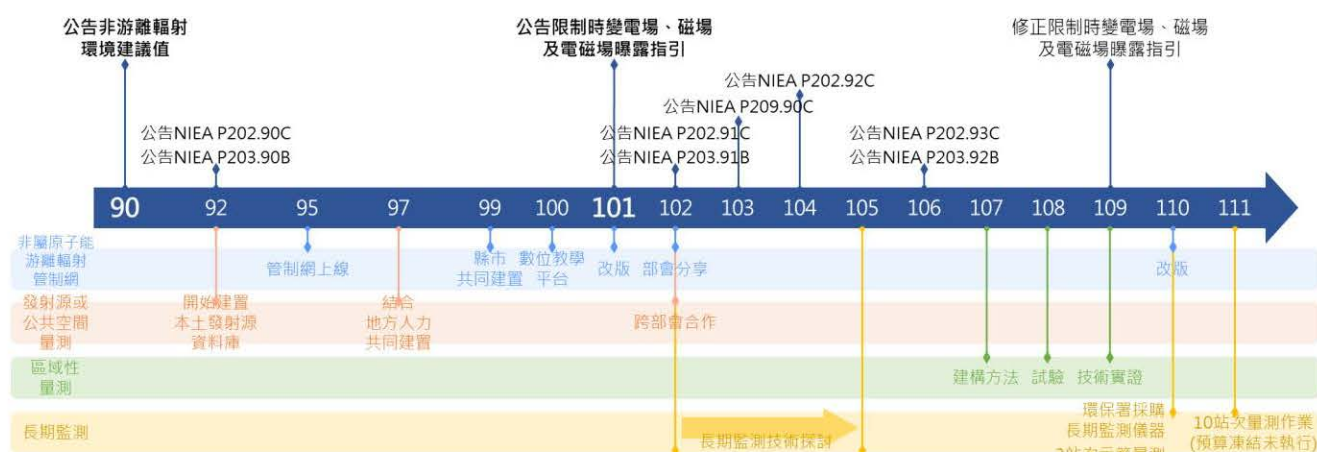


圖 1.3.2-1 非游離輻射監測管理推動之時序歷程

一、環境中非游離輻射檢測方法

環保署環境檢驗所對環境中非游離輻射(極低頻與射頻)制定檢測方法，作為國內變電所、廣播電臺及基地臺等非游離輻射設施所產生電磁波之量測作業規範。檢測方法包括：

- (一) 106 年 2 月最新公告「環境中極低頻電場與磁場檢測方法」
- (二) 106 年 1 月最新公告「環境中射頻電磁波檢測方法」
- (三) 102 年 12 月最新公告「環境中雷達電磁波檢測方法」

二、限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引

「限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引」的頻率範圍從 0 Hz 至 300 GHz，主要設備包括如電力設施、廣播電臺、無線電及數位電視訊號，行動電話基地臺等。對於行動電話基地臺產生電磁波之曝露指引參考位準值：4G 700MHz 為 0.35 毫瓦特每平方公分(mW/cm^2)、4G 900MHz 為 $0.45\text{mW}/\text{cm}^2$ 、4G 1800MHz 為 $0.9\text{mW}/\text{cm}^2$ 、4G 2100MHz 及 2500MHz 為 $1\text{mW}/\text{cm}^2$ 、5G 3500MHz 與 28GHz 為 $1\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

限制時變電場、磁場及電磁場曝露指引相關頻段之參考位準值計算公式整理如表 1.3.2。

表 1.3.2 環保署公告曝露指引參考位準值

頻段	電場強度 (V/m)	磁場強度 (A/m)	磁通量密度 (μ T) ^(註4)	功率密度 (W/m ²)
< 1 Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-
1-8 Hz ^(註1)	10,000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8-25 Hz	10,000	$4,000 / f$	$5,000 / f$	-
0.025-0.8 kHz ^(註2)	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-
0.8-3 kHz	$250 / f$	5	6.25	-
3-150 kHz	87	5	6.25	-
0.15-1 MHz	87	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
1-10MHz ^(註3)	$87 / f^{1/2}$	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	$0.0046 f^{1/2}$	$f / 200$
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

註1：f 為頻率，其單位為規範頻段的頻率單位；如規範頻段為 1-8Hz，f 單位則為 Hz。

註2：規範頻段為 0.025-0.05kHz，f 單位為 kHz，以此類推。

註3： f^2 、 $f^{1/2}$ 中之 2 及 1/2 為指數， $f^2 = f \times f$ ，以此類推。

註4： $1\mu\text{T} = 10\text{mG}$

三、建置非游離輻射量測資料庫

環保署自 92 年起，持續對發射源及公共空間進行抽測作業，建置量測資料庫，並且透過推動縣市環保局進行抽測作業共同建置資料庫，及邀請各部會分享申報量測成果，擴充建置量測資料庫，目前民眾可以查詢調閱的資料數累計逾 6,000 筆。

四、非游離輻射資訊管理系統

環保署於 95 年完成建置非屬原子能游離輻射管制網站，除了對民眾提供量測資訊、管制法規、防護知識之查詢服務平臺，亦對檢測作業人員提供上傳量測資料、增益檢測技術之工作平臺。換言之，管制網除了傳達非游離輻射的管制方向與現況、收集相關知識外，很重要的涵括了非游離輻射資訊管理系統（圖 1.3.2-2），提供歷年非游離輻射抽測資料建置、管理及調閱平臺，以及便民易查的地理資訊系統，以直覺式的地理資訊系統展現歷年量測位置以及量測結果，提供使用者更多有用的訊息，以促進環保資料的流通及應用。

環保署對各類發射源已建立非游離輻射（電磁波）曝露數據資料庫，並作為管制與資料公開之基礎，民眾可以透過非游離管制網對歷年檢測資料進行查詢，除了以條件篩選的方式查詢外，亦結合地理資訊系統提供多種定位方式以 GIS 地圖查詢。

資訊管理系統提供直接申報量測資料之平臺，透過該管制網之業務專區，縣市環保局及各部會機關人員可建置量測資料，系統管理員可直接對量測資料進行檢核，維持資料的品質品質。

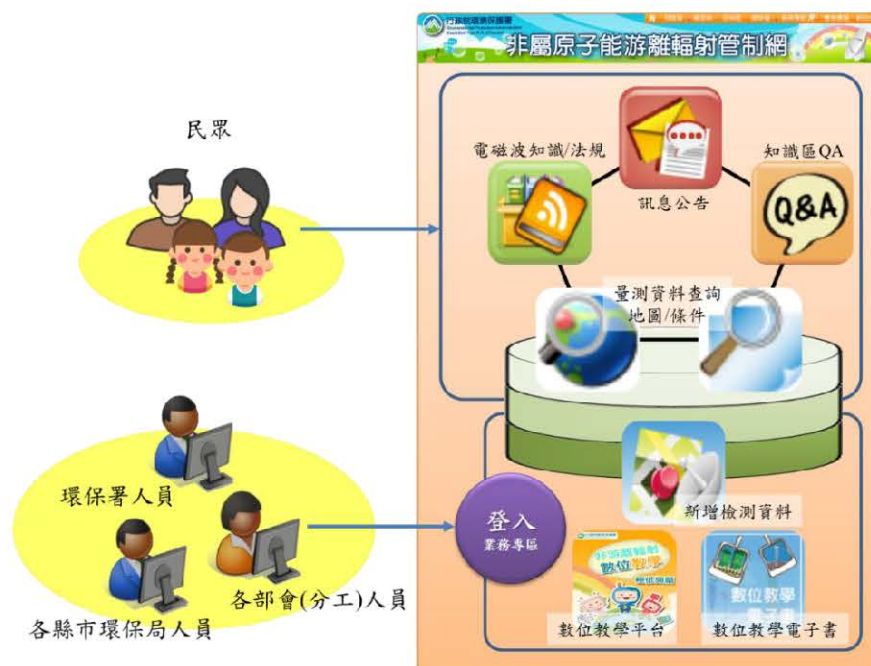


圖 1.3.2-2 非游離輻射管制網資訊管理系統

1.3.3 光污染管理現況

人工光源在於滿足光需求，其中包涵生活安全的照明需求，此外亦提供夜景景觀照明與商業廣告照明。過亮之夜景景觀照明與商業廣告照明、明暗對比太過強烈所造成之眩光，與人眼可明顯感覺到光源輸出之閃爍現象，是令人感到不舒適的光影響。在現實的生活中，人們願意照亮生活環境，要求人們關掉照明系統是不切實際，但當基本生活安全的光需求被周全照顧時，動植物及生態與環境已然受到程度影響。惟依據公害糾紛處理法第2條第1項，光害尚非屬該法所稱之污染性公害。

環保署針對光污染管理之議題，自98年起持續進行相關研究與實測作業，以了解國內光污染現況及對民眾生活之影響，作為光污染管理之參考。為有效管理因光源過亮造成民眾不適情形，因應各縣市光污染陳情案件特性及強化光污染源頭管理，提供各光源主管機關納入主管法規，以期由光污染源頭加強管制，並提供地方政府納入地方自治條例進行管理，以有效防制光污染對環境之影響，環保署參採國際照明委員會訂定

「來自室外照明設備侵擾光的影響限制指引」(CIE 150-2017)，並以國內歷年研究成果建議之人工光源對公眾不舒適建議值作為訂定依據，於 109 年 3 月 19 日函頒「光污染管理指引」。「光污染管理指引」包涵以下內容：

一、光曝露建議值

對人工光源訂定亮度容許值，並採分區分級分時段管制，以降低眩光對民眾的干擾；訂定最大垂直照度曝露建議值，以限制垂直照度，來降低光侵擾對民眾的影響。

(一) 最大亮度光曝露建議值

1. 對於人工光源造成之眩光不舒適，於商業區晚上 6 時至 11 時，最大亮度光曝露建議值為 $1,000 \text{ cd/m}^2$ 。
2. 對於人工光源造成之眩光不舒適，除上述區域及時段外，最大亮度光曝露建議值為 650 cd/m^2 。

(二) 最大垂直照度光曝露建議值

針對人工光源的受體室內環境所造成之光侵擾不舒適，其最大垂直照度光曝露建議值為 25 勒克斯 (lx)。

二、部會分工

為有效預防人工光源造成民眾干擾，各目的事業主管機關得將指引納入所管相關法規或規範中進行管制，以期由光污染源頭加強管理。各目的事業主管機關分工如下：

- (一) 行政院環境保護署：負責環境光源影響與監測。
- (二) 內政部：管理招牌廣告及樹立廣告、路燈、建築物等光源。
- (三) 交通部：管理高速公路路燈、快速道路路燈、交通號誌燈、車輛燈光、航空障礙燈。
- (四) 光源輔導改善：各該目的事業主管機關。

三、防護與改善

對於民眾以受到廣告招牌、照明設備所產生之光污染影響，常向環保單位反映情形，指引中說明了包括天空輝光或光侵擾、反射光、閃爍、LED 看板、霓虹燈、燈箱式看板、投光燈看板等光源之防護與改善方法，方式包括現有案件之光源端、傳播路徑與陳情端之改善及光源之源頭管理，以降低對民眾之生活影響。

**第二章、進行環境電磁波資訊調查，推動長期監測作業及研訂 5G
電磁波環境曝露量測方法**

第二章 進行環境電磁波資訊調查，推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法

射頻電磁場之監測對象主要為行動通訊基地臺及廣播、電視等電臺的訊號發射設施。無論在國際上或國內，行動通信及無線網路均為目前一般民眾生活中最常運用的射頻應用技術，行動通信及無線網路射頻應用技術持續演進發展，使用者及傳輸數據量不斷的增加，近年通訊技術發展逐漸聚焦於物聯網、感知學習、工業 4.0 與行動運算等新興應用，為滿足民眾對行動通訊與網路資訊服務的需求，各行動通信系統業者建置了綿密的無線通信網絡以及行動通信基地臺，為環境電磁波資訊調查的要項。

依工作需求內容，本計畫將建立環境電磁波長期監測技術；規劃環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作；收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法；以及進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業，並協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業等。

2.1 建立環境電磁波長期監測技術

目前一般環境中之射頻非游離輻射來源，包括為通訊及傳播用途之行動電話基地臺、室內行動電話基地臺、無線區域網路(Wi-Fi)、調幅廣播電臺(FM)、調頻廣播電臺(AM)及無線電視臺等。電磁波長期監測網的建置，可收集通訊尖峰、離峰時段電磁波強度升降變化情形，更完整的描述民眾長期所處的電磁波環境。依照工作項目需求，本計畫將建立環境電磁波長期監測技術，包括組建電磁波長時間監測系統，建立監測標準作業流程，及環境電磁波數據資料蒐集、介接及儲存技術。

2.1.1 環境電磁波長期監測

國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)是一個國際組織，主要負責確立國際無線電和電信的管理制度和標準。它的前身是 1865 年在巴黎創立的國際電報聯盟。它的

主要任務是制定標準，分配無線電資源，組織各個國家之間的國際長途互連方案，它也是聯合國的 15 個專門機構之一。

ITU 轄下電信標準化部門 (Telecommunication Standardization Sector) 發布 ITU-T K 系列 (防止干擾) 建議文件，在 ITU-T K.91 關於人體於射頻電磁場的暴露評估、評價和監測指南 (Guidance for assessment, evaluation and monitoring of human exposure) 建議文件中指出，關於監測射頻電磁場 (RF EMF) 水平，為了增加有關 RF EMF 暴露水平的訊息，長期 RF EMF 測量系統可能是一個很好的解決方案。系統監測公眾在特定地點的暴露水平，自動記錄無線電通信中所有使用頻率暴露水平的連續測量結果，以便將暴露顯示為時間的函數。測量結果可通過互聯網的友好工具向公眾展示。這樣的系統更加透明，可能會讓擔心 RF EMF 水平是否受到管制的公眾感到放心。

國際上目前與環境電磁波長期監測相關的規範，主要為國際電信聯盟 (ITU) 於 2011 年發表「ITU-T K.83 Monitoring of electromagnetic field levels」建議書，針對環境電磁場監測的執行方法以及設備要求提出相關建議，對於如何在一般民眾所關注的區域進行長期的環境電磁場監測，提供相關的作業指引。該建議書在 2014、2020 及 2022 年進行部分修訂，依 ITU-T K.83 建議書中附錄一的介紹與更新，至 2022 年 1 月蒐整執行長期監測的國家（包含政府及非政府機構）有 16 個，針對射頻非游離輻射設施，如行動通訊基地臺所輻射的高頻電磁波，建構電磁波長期監測網，對其國內一般環境中的電磁波強度，進行長期連續性之監測管理，各國並透過專屬網站向民眾揭示電磁場監測資訊，包含德國、義大利、韓國等，2022 年版新增了波蘭共和國，詳如附件二。

環保署參酌 ITU-T K.83 建議書，研究國際環境電磁場長期監測的技術，對於我國環境非游離輻射長期監測網的建構方向已有初步擬訂，提供後續進行國內非游離輻射長期監測系統建置的參考；環境檢驗所亦於 106 年公告最新「環境中射頻電磁波檢測方法」，增添長期監測儀器及其監測模式規範，與監測時間等作業設定建議等，環保署並於 110 年計畫中進行 3 區示範性環境電磁波強度長時間監測工作，監測點為臺北市松山站、新北市板橋站及桃園市桃園站，對建立長期監測技術已有規劃及試驗。

環境電磁波長期監測運作架構及流程如圖 2.1.1。長期監測設備架設於選定之各個監測點位，進行長時間的環境電磁波連續監測，經由該設備的自動長時持續量測功能擷取環境電磁波數據，透過行動通訊，定時將量測數據資料傳送至介接平臺(伺服器主機)，在此進行資料下載作業，再以網路與資料庫主機連接，透過排程程式定期擷取監測設備傳回資料並寫入資料庫，提供後續的資料轉換、資料處理與成果呈現。當遇有監測設備運作異常時，亦可將警告訊息傳送至系統管理員，以即時因應。

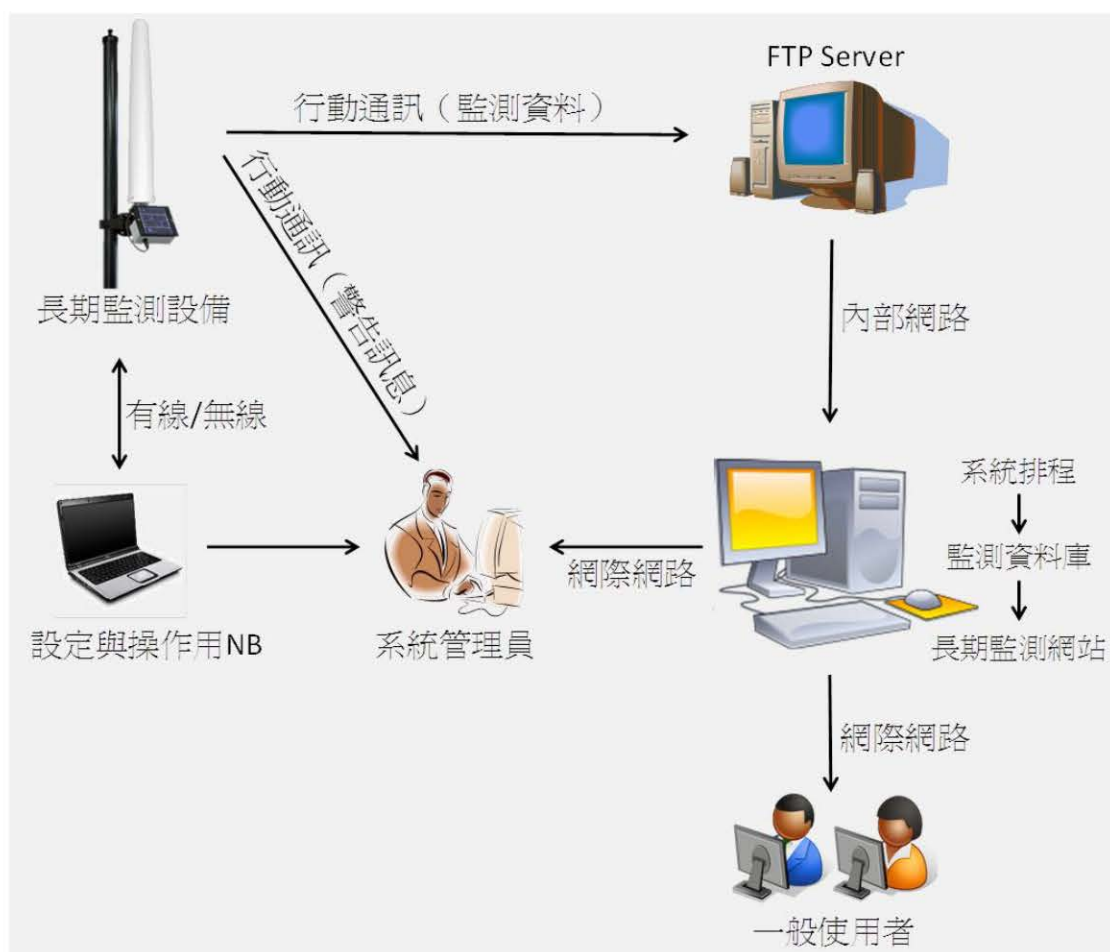


圖 2.1.1 環境電磁波長期監測運作架構及流程示意圖

2.1.2 環境電磁波長期監測技術

本計畫環境電磁波長期監測技術之建立，本團隊藉由 110 年計畫中進行 3 區示範性環境電磁波強度長時間監測工作，從組建監測系統與維運監測工作之實務操作及執行經驗，輔助以歸納整理監測技術。有關監測地點選定原則、架設安全考量、持續監測時間、監測數據資料介接儲存等監測數據資料蒐集技術要項，

將歸納整理與分析後，擬訂組建環境電磁波長期監測系統、長期監測作業程序與量測方法，以及後續資料處理與成果呈現等，作為環境電磁波強度長時間監測作業之依據。量測方法參考環保署環檢所 106 年公告之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」。本計畫建立環境電磁波長期監測技術，其要項為：

1. 環境電磁波長期監測儀器與設備(應具備功能及注意事項)
2. 量測方法與作業程序(儀器設定及設備架設注意事項)
3. 監測數據資料介接與儲存
4. 資料處理與成果呈現

一、組建電磁波長時間監測系統

環境電磁波長期監測系統應採用具備自動無線數據傳輸功能之全向性電磁波長時持續量測設備，輔助以介接平臺組成。

(一) 監測儀器

射頻非游離輻射長期監測所使用之全向性電磁波監測系統應滿足之功能與規格。

(二) 介接平臺

監測數據資料從監測設備端傳回到主控端的中間媒介，對監測數據資料提供傳輸、介接與儲存。考量資訊安全管理，應避免直接使用設備商提供之介接平臺。

二、量測方法與作業程序

環境電磁波長期監測作業程序及量測方法，包含監測地點選定、設備架設注意事項、監測儀器設定及量測資訊紀錄等。

三、監測數據資料的傳輸、介接與儲存

定時將量測數據透過公共無線通訊系統傳送至監測數據伺服器，做進一步的數據處理、運算與資料呈現。

四、資料處理與成果呈現

量測設備所量取的量測數據將依所設定時間定期回傳至網站主機，再經由長期監測網路運作之分析軟體，進行資料格

式的轉換，再進行資料儲存與分析，最後呈現結果。民眾可以透過網際網路查詢或瀏覽監測結果。

2.2 規劃環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作

依照原工作項目需求，本計畫將配合機關之長期監測設備，於北、中、南 3 都會區至少進行 10 站次環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作，監測作業的執行包括監測地點的選定、監測設備及架設、監測作業執行時間、監測資料之傳輸，以及監測數據資料介接與儲存，以提供後續資料處理及成果展示。規劃設計說明如下。

2.2.1 監測地點的選定

環境中電磁波長時間監測作業監測點的選擇，考量條件包括資訊流量較大、關注度較高及監測設備安全性，由環保署管理監控的空氣品質測站，其中一般空氣品質監測站、工業空氣品質監測站設置於人口密集處，交通空氣品質監測站設置於交通流量頻繁之地區，同時符合設備安全維護條件，本計畫就前述空氣品質監測站進行擇選。

本計畫於北、中、南 3 都會區至少進行 10 站次環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作，長時間監測站選點整理如表 2.2.1，各監測站相資訊詳附件三。監測點就以下考量條件擇選：

1. 監測點所在於北、中、南地理區位。
2. 監測點所在人口密集情形。本計畫以監測點為中心，取其半徑 500 公尺內為範圍，結合內政部統計處建置之「統計區分類系統」，以涵蓋最小統計區數之人口統計數，推算得出該範圍內人口數，供後續進行比較選擇。
3. 輔助以監測點周遭 500 公尺範圍，學校、醫院、公園、綠地、運動場等設施分布情形。本計畫依據政府資料開放平臺(Open Data)資料建置成圖層資訊，以及應用內政地理資訊圖資雲整合服務平台(TGOS)圖層資訊，將各種圖層資訊加以套疊至 Google 地圖(Google Maps)後，就監測點周遭 500 公尺範圍內各類設施數量，進行比較選擇。
4. 監測點為歷史監測站。



監測點半徑 500 公尺範圍

內政部最小統計區

圖層套疊

圖 2.2.1 長時間監測站選點示例圖

表 2.2.1 長時間監測站選點整理表

		總計	北部		中部		南部	
				臺北市		臺中市		高雄市
選點數	合計	10	4	4	3	3	3	3
	長時間監測站	9	3	3	3	3	3	3
	歷史監測站	1	1	1	-	-	-	-
空品監測站	合計數	67	28	6	16	5	23	11
	一般空品監測站	56	24	5	12	5	20	8
	工業空品監測站	5	-	-	4	-	1	1
	交通空品監測站	6	4	1	-	-	2	2

說明：1.北部區域包括臺北市、新北市、基隆市、宜蘭縣、桃園市、新竹縣及新竹市。

2.中部區域包括苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣及雲林縣。

3.南部區域包括高雄市、臺南市、嘉義市、嘉義縣、屏東縣及澎湖縣。

2.2.2 監測設備及監測作業

環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作，監測設備及監測作業規劃說明如下。

一、監測設備

本計畫配合機關之長期監測設備進行環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作，環保署於 110 年採購長時間監測儀器，廠牌與設備型號為德國 Narda 的 AMB-8059 (圖 2.2.2)，儀器規格整理如表 2.2.2-1。

環境中電磁波長時間監測作業監測設備的架設，考量點包括應有效接收到來自於環境周遭的各類電磁波訊號、維持監測設備的安全及穩固，舉例而言，監測設備可架設於建物

頂樓空曠處，架設時鎖固設備本身的支架，並適當輔助以穩重的基座加強穩固性。依環保署環境檢驗所 106 年公告之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」，監測設備宜選擇處於較高樓層或四周未緊鄰其他較高建築物的頂樓區域進行安裝。



Narda AMB-8059

圖 2.2.2 環境電磁波強度長時間監測設備

表 2.2.2-1 長時間監測設備儀器規格整理表

	項 目	規 格
1	量測頻段	0.3 MHz - 40 GHz。
2	場強量測範圍	0.5 V/m – 800 V/m (動態範圍> 64 dB)。
3	感測天線方向特性	具備三軸全向性的電場感測頭，其方向均勻性不超過 ± 0.8 dB。
4	量測模式	具備總量值(Total Field),均方根值(RMS)與最大值(Max)量測模式
5	數據量測與儲存	可記錄 GPS 位址、溫度、濕度，具備自動定時持續量取電場值，並自動儲存量測值之功能。每分鐘紀錄一筆讀值，內建記憶體可長期紀錄至少半年以上。
6	量測數據傳輸	具備量測資料有線手動下載及無線自動傳輸的功能。無線自動傳輸功能可自動定時傳送量測數據至後台端，供後端軟體進行數據處理、運算與資料呈現。
7	電力需求	以自主供電為主，太陽能板集電裝置搭配蓄電池供電，並同時具備市電供電功能。自主供電時，其電量可滿足至少一個星期以上連續監測週期持續量測所需。
8	操作環境與防護功能	在攝氏 -20 度至 55 度 環境溫度中正常運作。 防水防塵防護等級：IP55 等級。
9	警示功能	設備有異常現象時，可自動透過無線傳輸傳送警告訊息，例如量測值超出限制、斷電、電力不足、探頭異常、外殼打開、過熱等。

二、監測作業執行時間表

依環保署環境檢驗所 106 年公告之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」，設定監測時間，建議每一監測位置監測期間至少持續 30 天。本計畫配合機關之長期監測設備，在計畫執行期程中，規劃各監測點監測作業執行時間，使之儘量符合檢測方法中建議之日數，據瞭解，環保署於 110 年採購已辦理驗收，可使用之長期監測設備至少 2 臺，各監測點監測作業執行時間規劃如表 2.2.2-2。

表 2.2.2-2 長時間監測站作業執行時間規劃表

測站	執行時間(天)	架設時間	收取時間
北區			
1	30~32	09/05~09/07	10/05~10/07
2	15~17	09/05~09/07	09/20~09/22
3	15~17	09/20~09/22	10/05~10/07
4	3~5	11/10~11/11	11/14~11/15
中區			
5	30~32	10/11~10/13	11/10~11/11
6	15~17	10/11~10/13	10/26~10/28
7	15~17	10/26~10/28	11/10~11/11
南區			
8	30~32	08/01~08/03	08/31~09/02
9	15~17	08/01~08/03	08/16~08/18
10	15~17	08/16~08/18	08/31~09/02

2.3 收集並參考國際間 5G 量測技術，試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術

5G 第五代行動網路，是第四代(4G)長期演進(LTE)網路的重大發展演進。5G 使用具有大量天線元件或連接的大規模多輸入多輸出 (MIMO) 天線來同時發送和接收更多數據。波束控制是一種技術，它允許大規模 MIMO 基地臺天線將無線電訊號定向到用戶和設備，而不是在所有方向上定向，由於用戶可能處於移動狀態，为了更好的跟隨用戶(Beam tracking)，波束掃描(Beam sweeping)可以根據每個用戶的需要而隨時展開，不斷切換最佳波束，產生的電磁曝露可能根據使用中用戶的位置及其使用而變化，因此需要調整 5G 電磁波環境曝露評估程序。本計畫收

集並參考國際間 5G 量測技術，試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術。

2.3.1 收集並參考國際間 5G 量測技術

本計畫持續關注的非游離輻射國際相關組織主要為國際非游離輻射保護委員會(ICNIRP)、國際電機電子工程師學會(IEEE)、國際電工委員會(IEC)、國際電信聯盟(ITU)及歐盟委員會(EU)等。IEC 和 ICNIRP 已就 EMF 標準的責任分擔達成協議。EMF 曝露準則由 ICNIRP 制定，而 IEC 和 ITU 制定 EMF 曝露評估標準。執行團隊就收集國際上 5G 量測技術發展趨勢資訊相關的研究與成果，介紹如下。

1. International Electrotechnical Commission (IEC),
“Understanding technology: 5G made simple”,
<https://www.youtube.com/watch?v=HEk1bprich8>

國際電工委員會(International Electrotechnical Commission, IEC)是全球最早的國際標準化組織，主要負責電工、電子領域中的國際標準化工作，是居領導地位的國際性標準發展組織。

IEC 的標準發展工作，主要由技術委員會(TC)、次技術委員會(SC)進行。技術委員會 106 為評估人體暴露於電場、磁場和電磁場的測量和計算方法制定國際標準(TC106:Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure)，工作內容涵蓋了從 0 Hz 到 300 GHz 的整個頻率範圍，包括：對人體暴露的電磁環境進行描述；量測方法、儀器和程序；計算方法；特定來源產生的暴露的評估方法；其他來源的基本標準；不確定性評估。

該技術委員會在 2022 年 1 月 11 日上傳了一段關於 5G 波束的技術短片，解釋 5G 波束成形的工作原理。影片首先說明了 5G 基地台與 3G、4G 基地台的差異，然後展示 5G 訊號激活及波束偵測的測試。

傳統的 4G 和 3G 網絡具有向各方向發送無線電信號的天線，不論有多少設備，它基本上是一個寬信號的寬波束，信號會一直存在。而 5G 將識別設備所在的位置並向這些設備發送一個小的窄波束，它變得更有效率，使用者可以獲得更

快的連接和更大的容量。

影片中使用了射頻電磁場警報器偵測 5G 波束訊號，偵測到訊號時設備上紅燈會亮起，並發出蜂鳴聲，展示了 3 次激活試驗的進行。前 2 次試驗，測試員以偵測警報器在激活訊號之設備與 5G 天線之間來回進行空間中的水平掃描，尋找波束位置，當警報器紅燈亮起、蜂鳴聲響時，即停留在波束位置上，此時試驗斷開波束訊號，警報器紅燈暗熄、聲響驟停，展示訊號消失的瞬間，第 1 次訊號激活由畫面右下方工程師於原地執行(圖 2.3.1-1(A)、(B))；第 2 次由畫面左下方工程師於原地激活(圖 2.3.1-1(C)、(D))。第 3 次試驗，由工程師攜帶激活訊號的設備(電腦)進行移動，測試員及偵測警報器不移動，於定點偵測是否有訊號經過(圖 2.3.1-1(E)、(F))，測試移動中之激活設備與 5G 天線間的連線。3 次激活試驗中，偵測警報器皆於激活訊號之設備與 5G 天線連線處紅燈亮起並發出蜂鳴聲。



(A) 第一次試驗_空間中水平掃描



斷開前



斷開後

(B) 第一次試驗_斷開 5G 訊號



(C) 第二次試驗_空間中水平掃描

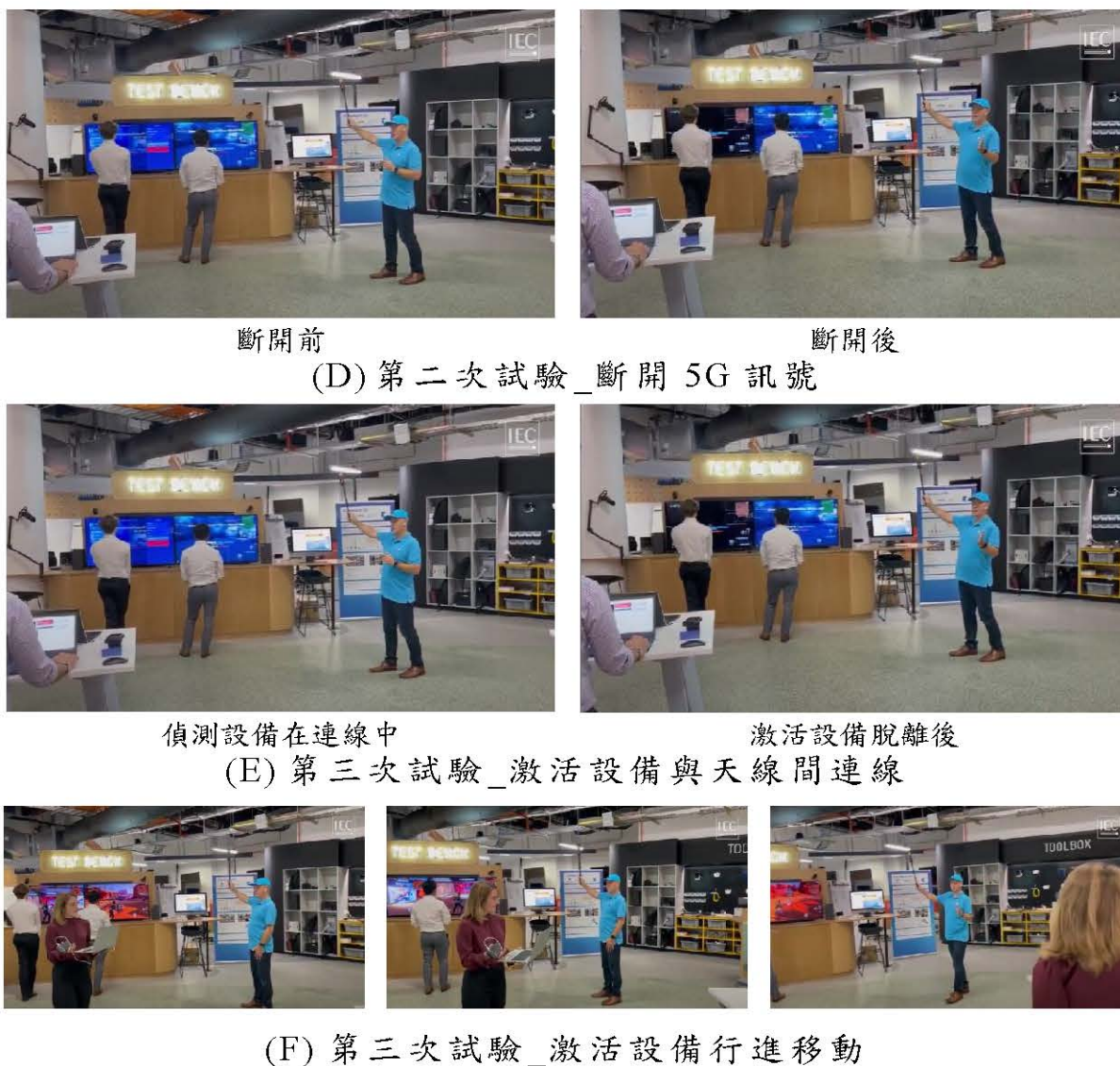


圖 2.3.1-1 IEC 5G 波束試驗

(資料來源：<https://www.youtube.com/watch?v=HEk1bprich8>)

2. Australian Communications and Media Authority(ACMA), ACMA compliance priority 2020–21, “Electromagnetic energy (EME) near 5G mobile base stations”, 2021.

本報告是由澳大利亞通信媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）所發表，主要是以選頻的電磁場強度量測儀(Narda SRM-3006)針對 5G 基地臺的電磁能（electromagnetic energy, EME，即電磁場(EMF)）進行測量，並將量測結果值與澳大利亞輻射防護暨核能安全局(Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, ARPANSA)所規定的人體曝露於射頻場標準進行比較。

ACMA 選擇視線可以直接看到基地臺的量測點，量測點

在與基地臺天線扇區之一的方位角中心線不超過 ± 30 度的方向上，盡可能接近運營商預測值最大點位處，探棒以三腳架安裝在離地 1.5 公尺的高度，在每個站點進行 3 種類別的測量：

1. 環境 EME 測量：對澳大利亞目前使用的所有公共行動通訊服務頻段(420 MHz 至 6 GHz)，進行量測 30 分鐘平均值。
2. EME 量測值與運營商預測值的比較：將預測的最大值與 420 MHz 至 6 GHz 之間的所有流量的 30 分鐘量測最大值，以及 5G 服務頻段(3500 MHz)的量測最大值進行比較。
3. 5G 波束成形技術研究：為了實現高流量負載場景，使用 5G 智慧手機並利用 Ookla 速度測試應用程式啟動 5G 發射器，對主動波束成形傳輸進行了 6 次單獨測量，每次測量時間為 10 秒，相當於 Ookla 速度測試下載事務的持續時間。ACMA 還在測量活動之間進行了 6 次閒置測量，每次 10 秒，以測量來自基地臺的未啟動 EME 水平。手機被放置在測量探棒後方不小於 3 米的位置，與測量相交的波束形成一條直接探測路徑，如圖 2.3.1-2 所示。

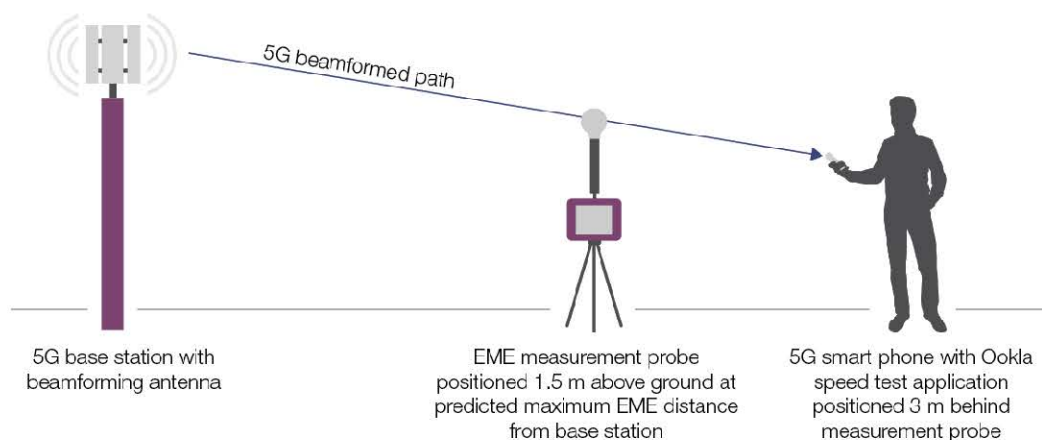


圖 2.3.1-2 測量探棒相對於基地臺和智慧手機的位置

(資料來源：Electromagnetic energy (EME) near 5G mobile base stations, 2021)

3. L'Agence Nationale des Fréquences(ANFR) “Assessment of the exposure of the general public to 5G electromagnetic waves Part 2: first measurement results on 5G pilots in the 3,400-3,800 MHz band”,2020.

本量測報告由法國國家頻譜管理機構(L'Agence Nationale des Fréquences, ANFR)所發布，評估 5G 網路電磁波公眾曝露的一般研究，包含測試 3400-3800 MHz 頻段中 5G 定向波束天

線的幾次代表性試點部署。

一、通電前後無流量的測量

對 43 個地點每個站點進行量測，在與設備 100 至 200 公尺之間距離的方位角扇區中，進行量測。

對 3.4-3.8 GHz 頻段內，在 5G 天線通電之前，接通 5G 天線的電源但沒有流量的情況下，進行量測。

二、探索性的輔助測量

在量測時，由於這些 5G 試點尚未向用戶開放，法國市場上沒有(或很少)兼容 5G 的終端。為了建立量測時需要觀察的數據流量，使用下列方法：

1. 使用基地臺測試模式，可測試不同的網路負載配置和波束數量；
2. 行動接收器測試設備（用於客戶駐地設備的 CPE）；
3. 由電腦控制的 5G 數據機接收器；
4. 接收器模式下的 5G 行動設備（5G 手機）。

測試了三種類型的測量配置：

- (1) 沒有流量的配置：基地臺僅發送信號，沒有用戶通過天線連接到網路。在沒有流量的情況下，在距離 5G 天線 35~200 公尺間進行量測。
- (2) 測試配置，在鎖定的波束中有連續的流量：基地臺在給定方向上發送了恆定且連續的數據流，波束被鎖定在給定的方向上。在距天線 2~250 公尺、在 1.5 公尺高度進行 5G 天線頻段的電場測量。
- (3) 指定檔案傳輸設定的配置：此配置中，曝露是由 CPE、數據機或行動電話呼叫的檔案下載觸發的。流量是使用不同大小的檔案（150 MB、500 MB、1 GB、10 GB、100 GB）透過按壓下載生成的。朝設備之給定方向，在天線滿載狀況下連續傳輸時進行測量，以及在沒有下載時進行無流量的測量，作為參考。

不同的測量點安排在天線的直接視野範圍中，分別在天線波束內和波束外，在室外地面以上 1.5 公尺處進行測量。依規定，場強評估為 6 分鐘內的平均值。

4. Monitoring and Advisory Services NZ Ltd (MAASNZ)
“Exposure to radiofrequency fields near 5G cellsites”, Professional EMF measurement and advisory services,2020.
5. Monitoring and Advisory Services NZ Ltd (MAASNZ)
“Exposures to radiofrequency fields near Spark 5G cellsites in Palmerston North”, Professional EMF measurement and advisory services,2020.

紐西蘭監測和諮詢服務有限公司(Monitoring and Advisory Services NZ Ltd；MAASNZ) 轄下部門：電磁場量測及諮詢服務(EMF Services)負責提供可能對健康造成影響的電磁場測量和諮詢服務，例如在任何線路或承載電源的基礎設施周圍發現的極低頻(ELF)電場及磁場；射頻無線電發射器和一些工業設備的場域。MAASNZ 轄下 EMF Services 發布 2 篇 5G 環境暴露測量報告，分別為靠近 5G 基地台之環境暴露(Exposure to radiofrequency fields near 5G cellsites)、北帕默斯頓 Spark 5G 基地台射頻暴露(Exposures to radiofrequency fields near Spark 5G cellsites in Palmerston North)。以下綜合 2 篇報告作摘譯介紹。

EMF Services 針對位在皇后鎮和奧克蘭附近 5G 基地臺之 5 個不同地點共 9 個不同扇形面區域點位，以及針對北帕默斯頓西北部 Spark 電信公司 5G 基地臺之 8 個不同地點共 32 個不同扇形面區域點位進行量測，測量結果評估以允許公眾限制之百分比呈現，遵守射頻暴露標準 NZS2772.1：1999 射頻場第 1 部分：最大暴露水平-3kHz 至 300GHz，該標準遵循國際非游離輻射防護委員會 (ICNIRP) 發布的指南。

在皇后鎮和奧克蘭之 5G 基地臺量測，使用量測儀器為選頻式場強分析儀 Narda SRM-3006 搭配三軸天線全向性探棒(420MHz 至 6GHz)，並在 5G 載波進行反覆下載之速度測試時進行量測，以確保該載波負載程度高，且每一站點都包含 2G、3G、4G 以及 Vodafone 5G 的所有頻段(700、900、1800、2100、2600 和 3500MHz)。測量時儀器探棒安裝在距離地面 1.5 公尺之絕緣支架上，設定儀表監測頻率及模式，在每個點位監測 3 分鐘，每分鐘紀錄 16 次掃描最大平均值。測量結果顯示，所有的環境暴露值都低於紐西蘭射頻暴露標準中允許公眾的限制。在下載速度測試時，來自 5G 發射器的暴露量不

超過總量的十分之一(圖 2.3.1-3)。各點位最大可能 5G 暴露值約為總數的 1/50 到 1/4 之間，大多數為 1/10 左右(圖 2.3.1-4)。

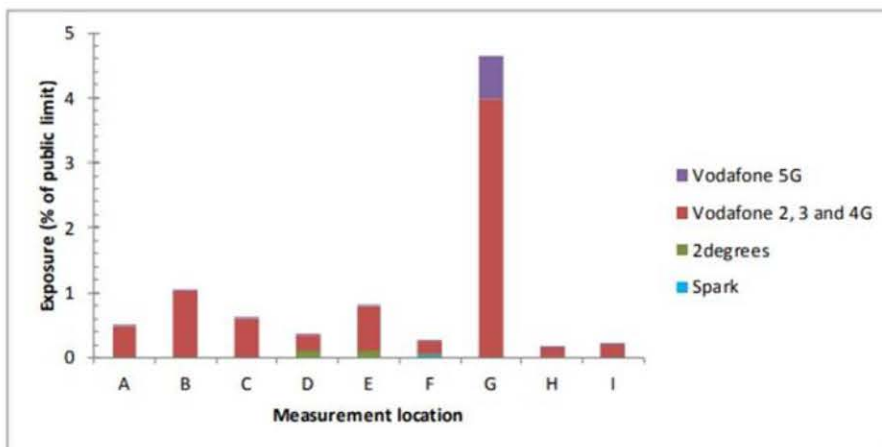


圖 2.3.1-3 在下载速度測試時 5G 基地台暴露值占公眾限制百分比
(資料來源：Exposure to radiofrequency fields near 5G cellsites, 2020)

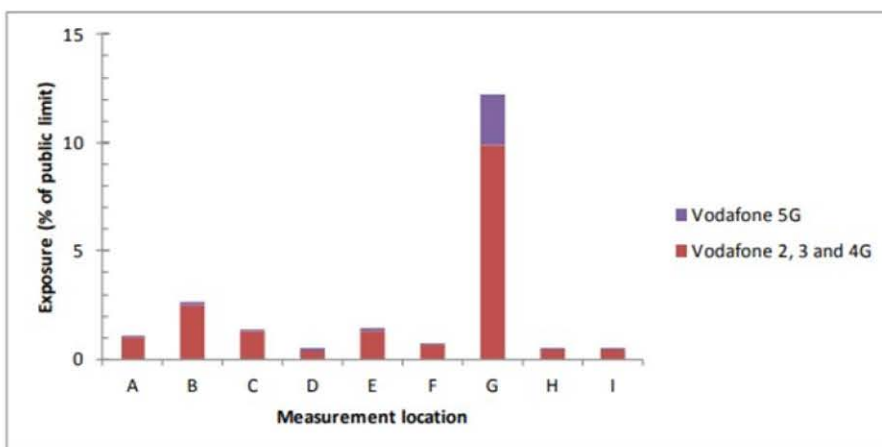


圖 2.3.1-4 5G 基地台最大可能暴露值占公眾限制百分比
(資料來源：Exposure to radiofrequency fields near 5G cellsites, 2020)

在北帕默斯頓之 5G 基地臺量測，使用了 Narda NBM-550 和 EF-0691 全向性探棒頭(100kHz 至 6GHz)進行寬頻量測以及 Narda SRM-3006 選頻式場強分析儀搭配三軸天線全向性探棒(420MHz 至 6GHz)進行窄頻測量。量測站點除了有 Spark 5G 頻段(3600MHz)之外，還包含 3G 頻段(850MHz) 及 4G 頻段(700、1800、2100、2300 以及 2600MHz)。基地臺天線全部安裝在距地面 20 公尺左右的地方。總共在 32 個位置進行測量，先進行寬頻量測確定最高暴露量之位置，再以選頻儀器繼續進行測量以獲得更詳細之數據，所有點位都可直接的目視基地臺。量測時以手持探棒由地面以上約 0.75 至 2 公尺進行掃描，於每一個點位監測 45~60 秒，紀錄 4 次掃描最大平均值。

量測時，5G 發射機被設定為以最大功率連續發射，3G 和 4G 發射機運行正常（在少數站點，其中一個 4G 發射機也被設定為以最大功率發射。）。綜合 32 點位之量測結果，量測暴露值都遠低於紐西蘭射頻場暴露標準中允許公眾之限制，理論最大暴露值均低於限值的 6.1%，有 17 個測量點位之量測值介於公眾限制值的 0%至 1%之間，有 11 個測量點位之量測值介於 1%至 2%之間，而有 2 個測量點位介於限值 3%至 4%之間(圖 2.3.1-5)；5G 發射器之理論最大暴露值均低於公眾限值的 0.64%，有 14 個測量點位之量測值介於限值 0%至 0.1%之間，有 10 個測量點位之量測值介於限值 0.1%至 0.2%之間，而只有 1 個測量點位在 0.3%至 0.4%之間(圖 2.3.1-6)。

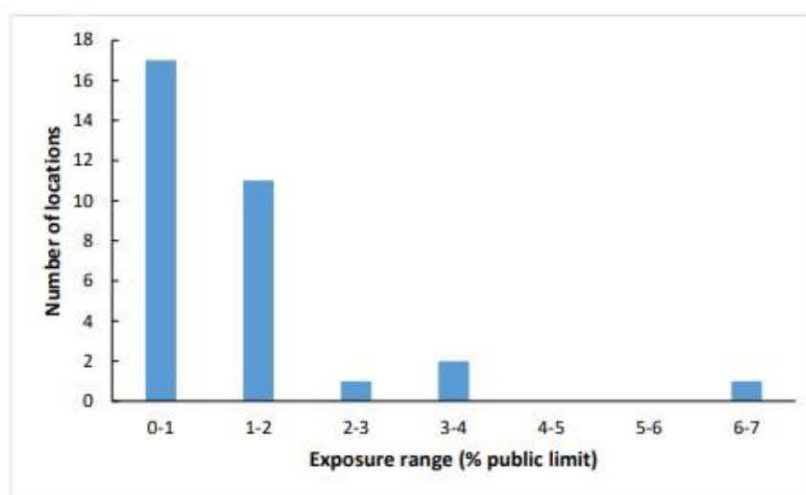


圖 2.3.1-5 量測點位之理論最大暴露值占公眾限制百分比
(資料來源：Exposures to radiofrequency fields near Spark 5G cellsites in Palmerston North”, 2020)

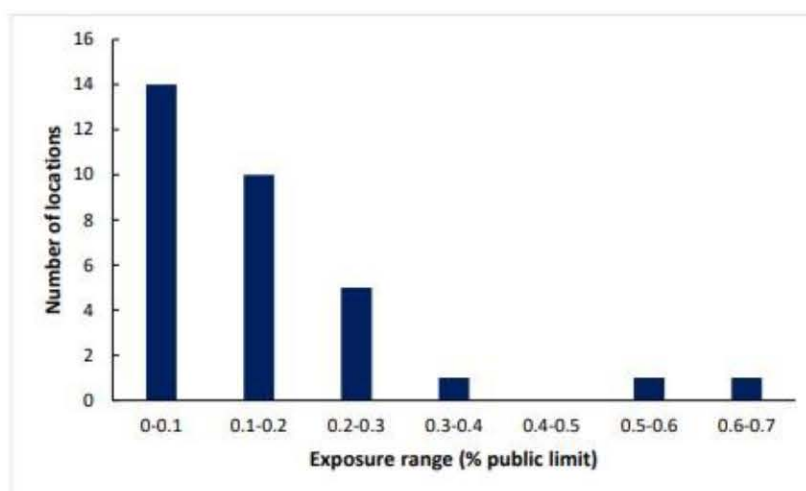


圖 2.3.1-6 量測點位 Spark 5G 理論最大暴露值占公眾限制百分比
(資料來源：Exposures to radiofrequency fields near Spark 5G cellsites in Palmerston North, 2020)

6. The European Association Of National Metrology Institutes (EURAMET), “Metrology for RF exposure from Massive MIMO 5G base station: Impact on 5G network deployment”, 2019-2021

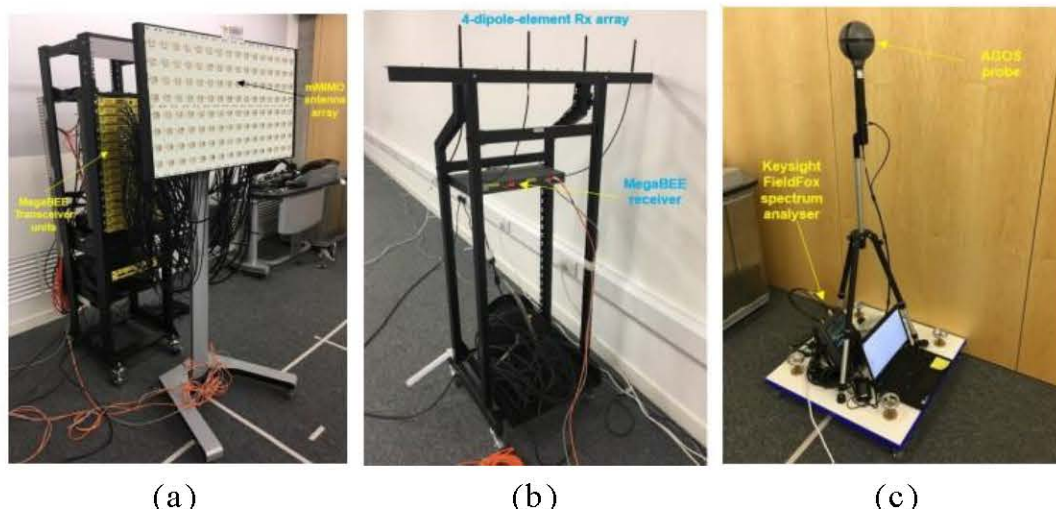
歐洲計量標準合作組織(The European Association Of National Metrology Institutes ；EURAMET)為歐盟(EU)和歐洲自由貿易聯盟(EFTA)成員國所合作的國家計量合作聯盟，通過協調和共享計量活動及服務來提高效率。該組織於 2021 年提出研究報告：大規模 MIMO 5G 基地臺射頻暴露的計量對 5G 網路部署之影響(Metrology for RF exposure from Massive MIMO 5G base station: Impact on 5G network deployment)，本研究報告為歐洲創新與研究計量計畫(EMPIR European Metrology Programme For Innovation And Research)項目之一。

計畫總體目標是通過在實驗室環境中建立真實世界的 5G 場景、開發 5G 大規模 MIMO 基地臺的射頻暴露計量以及使用於真實世界的測量。本報告具體目標為為 5G 射頻 mMIMO 基地臺的可追蹤 RF-EMF 測量建立現實、嚴謹的測量能力，這將包括基於 5G mMIMO 基地臺的 RF-EMF 測量和數據處理方法，對真實世界 5G mMIMO 基地臺的 RF-EMF 進行評估；向技術、商業和監測機構(例如歐盟監測機構、ICNIRP、ITU 等)提出如何穩定測量來自 5G 射頻 mMIMO 基地臺 RF-EMF 之建議，以便為 5G 建立適當的基地臺範圍來防止危險發生。

國家實驗室、Keysight 及 Surrey 共同為 5G NR mMIMO 發射器建立一種可追蹤 RF-EMF 的測量功能，該功能由 mMIMO 波束成形測試平台系統搭配兩種不同類型之 RF-EMF 測量系統組成。波束成形系統由 Surrey 提供(圖 2.3.1-7(a))，測量系統由 Surrey 和 Keysight 分別提供：Surrey RF-EMF 天線陣列系統連結到 MegaBEE SDR 接收器系統(圖 2.3.1-7(b))，以及 Keysight FieldFox N9917B 頻譜分析儀和 AGOS SDIA-6000 全向性電場探頭(圖 2.3.1-7(c))。

測量活動以用戶數(5 個波束)、用戶位置(5 個波束方向)以及數據流量(20%、40%、60%、80%、100%資源分配)為參數組合產生不同波束，除了考慮用戶數、用戶位置和數據功率週期也考慮以下變化：(1)不同位置的空間 RF-EMF 變化；(2)固定位置時間 RF-EMF 變化；(3)mMIMO 以不同數量的有源發

射天線運行；(4)不同的視野距離和非視野距離之場景。共完成 3 個室內環境和 2 個室外環境，及商用 5G 基地臺 1 座，針對 5G 基地臺布置 5 個用戶設備量測點(圖 2.3.1-8)。



(a) (b) (c)

圖 2.3.1-7(a)Surrey mMIMO 波束成形系統

(b)Surrey RF-EMF 測量系統 (c)Keysight RF-EMF 測量系統

(資料來源：Metrology for RF exposure from Massive MIMO 5G base station: Impact on 5G network deployment, 2019-2021)



圖 2.3.1-8 商用 5G 基地臺測量活動的實驗裝置照片

(a)基地台和移動 UE 位置圖 (b)面向基地台的移動 UE 設置

(資料來源：Metrology for RF exposure from Massive MIMO 5G base station: Impact on 5G network deployment, 2019-2021)

該量測分別使用了場強法以及 SSB 量測法進行 RF-EMF 評估，量測時使用特定移動應用程序(即 Apps)激活移動用戶設備(UE)終端機的數據需求，並且將它定位在不同的測試場景中，在結束測量活動之後將數據以適當的統計方法處理並得出測量結果中合理的結論。圖 2.3.1-9(a)顯示使用場強法在每個波束方向隨機掃描的 RF-EMF 分布結果，圖 2.3.1-9(b)顯示 SSB 方法量測結果。通過比較圖 2.3.1-9(a)和(b)，可以觀察到

這兩種評估方法之間有非常相似的分布模式。由於場強法之發射功率已被標準化而 SSB 方法之發射功率尚未標準化，因此可以設想這兩種方法間的水平差異。

鑑於 mMIMO 傳輸性質，其傳輸模式(波束數量、方向)可能為每幾毫秒改變一次，因此對 5G 基地臺的 RF 暴露值而言，基於統計模型之新計量，或是由系統模擬、實際量測獲取數據資料，是有其道理的。與傳統基地臺相比，5G 波束成形快速更新、不同的用戶設備(UE)以及數據流量配置和多用戶調度，因此計算幾分鐘內的 RF 暴露平均值已不再有意義。儘管 5G 基地臺量測方法的定義工作持續在進行，而穩定且有效之方法仍然是國際組織評估的重點。

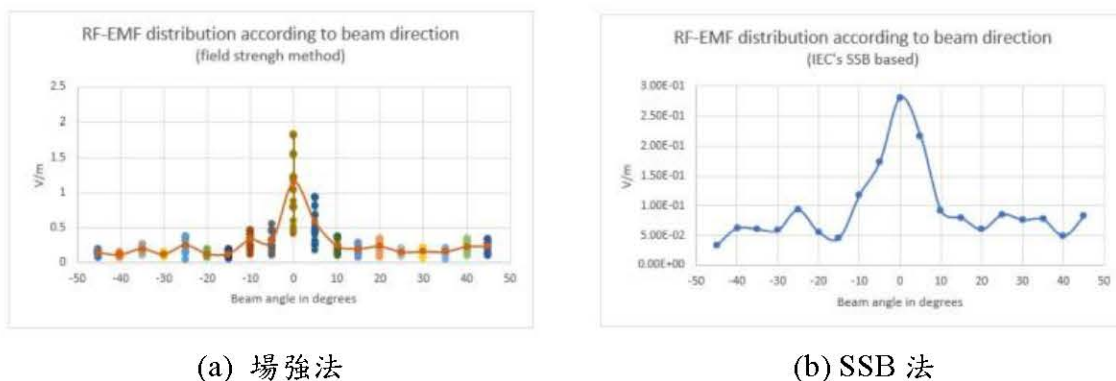


圖 2.3.1-9 波束點方向的 RF-EMF 分布

註：圖(a)橙色線顯示每個掃描波束方向上隨機選擇的數據速率中所獲得的 RF-EMF 測量平均值

(資料來源：Metrology for RF exposure from Massive MIMO 5G base station: Impact on 5G network deployment, 2019-2021)

2.3.2 試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術

依據工作項目需求，本計畫將試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業。

關於第五代(5G)行動通訊服務，依國家通訊傳播委員會釋照之範圍為 3.5 GHz 及 28GHz 頻段，目前國內電信業者推出 5G 服務中，皆為 3.5 GHz 位置頻段，由於 28GHz 為毫米波頻段，其應用技術及適用服務範圍仍在評估階段，尚未實際使用於 5G 通訊基地臺。

針對試驗 5G 基地臺電磁波環境曝露量測作業，本計畫使用寬頻電磁場分析儀 (Narda NBM-550)，搭配等向性電場探棒 EF-0691(量測頻率範圍為 100 kHz ~ 6 GHz)，作為量測射頻電場

功率密度所使用之量測儀器。本計畫綜整目前所蒐集國際間資訊，測量作業規劃如下：

一、量測方法

- 1.環境電磁場曝露測量：參考環保署環境檢驗所 106 年公告之「NIEAP203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」，於民眾可以活動之範圍，對室外行動電話基地臺設定量測區域範圍及布設量測點，並進行量測，以蒐集電磁波發射源周圍環境電磁波強度。
- 2.5G 波束成形技術測量：目前沒有用於測量波束成形 EME 的公認國際測量標準，波束成形技術會對無線訊號的能量產生聚焦，形成一個指向性波束(Beam)。測量活動使用 Nokia G50 做為 5G 終端設備，使用下載檔案激活 5G 發射器，檔案大小設計有 150 MB、500 MB、1 GB。測量時先就手機閒置對波束掃描(Beam sweeping)傳輸時進行連續測量一段時間(約為 2 分鐘)後，再按壓下載檔案，對主動波束成形傳輸時，以及連續傳輸時進行測量，持續量測一段時間(約為 6 分鐘)，分別以三種檔案大小進行測量活動。



圖 2.3.2-1 5G 基地臺波束控制及測量示意圖

(左圖：ITU-T K.sup16 右圖：本計畫)

二、測量試驗點位

本項試驗量測作業標的，本計畫就室外行動基地臺常見的型態，考量具備可以進行量測作業的活動空間，尋找適合測量試驗點位，量測活動就以下三種情境各執行 1 處。

- 1.基地臺架設於建物頂樓，前方活動空間為量測作業區
- 2.基地臺架設於建物頂樓邊緣，地平面活動空間為量測作業區
- 3.塔柱型基地臺，前方或周遭地平面活動空間為量測作業區



情境 1

情境 2

情境 3

圖 2.3.2-2 5G 電磁波環境曝露試驗測量情境示意圖

三、試驗量測作業情形

3 種情境量測作業分別於 11 月 9~11 日依前述方法執行。情境 1、2 位於市區，使用者多、通訊流量大，情境 3 位於郊區，情境 1 於大樓頂樓樓地板平面量測，情境 2、3 於地平面量測，情境 2 鄰近公車站、情境 3 附近有鐵路經過。

環境電磁波曝露量測，於該環境進行網格佈點，佈點最遠距基地臺不超過 20 公尺，每一量測點進行 10 秒鐘最大值空間掃描，掃描高度距地面 0.2 至 2 公尺。5G 波束成形技術量測，使用電腦連接量測儀器，每 1 秒記錄一次數值，量測儀器最遠距基地臺不超過 20 公尺，探棒高度距地面 1.5~1.7 公尺，做為 5G 終端設備之智慧手機放置於距離量測儀器約 1~3 公尺處。

四、試驗量測結果

3 處試驗測量位置之環境電磁波曝露量測結果，檢測結果如表 2.3.2，均符合曝露指引限值 0.2 mW/cm^2 。5G 波束成形技術量測成果如圖 2.3.2-3，3 處試驗測量位置之量測值均符合曝露指引限值 0.2 mW/cm^2 ，情境 1、2 受到通訊流量的影響，未明顯呈現，檢測值主要反應為量測點位置的通訊流量，情境 3 則對下載檔案激活 5G 發射器、檔案持續下載時及完成下載後的變化有明顯的呈現，圖 2.3.2-3 為量測紀錄逐筆繪製及每隔 10 秒取 1 筆繪製之結果呈現。

表 2.3.2 環境電磁場曝露量測成果

情境	量測點位數	檢測結果(單位： mW/cm^2)		
		檢測代表值	曝露指引限值	判定情形
1	35	0.02923	0.2	符合
2	20	0.00589	0.2	符合
3	30	0.00443	0.2	符合

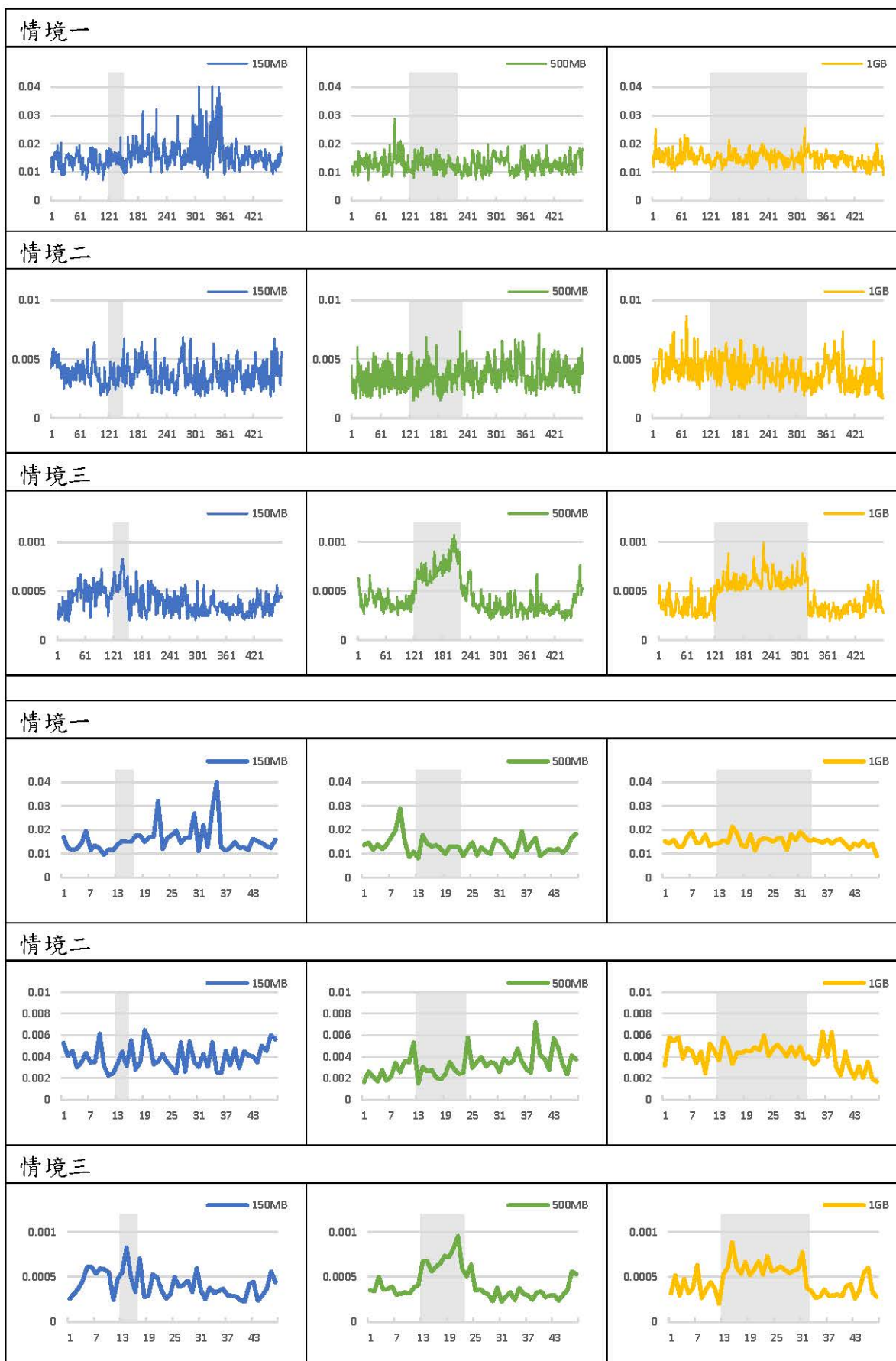


圖 2.3.2-3 5G 波束成形技術量測結果(縱軸座標： mW/cm^2)

2.4 進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業

七股氣象雷達站因鹽埕里鄰里居民組成「七股反雷達自救會」，持續多年向環保署、立法院、監察院及總統府等提出陳情抗爭，環保署與國家傳播委員會於 98 年 2 月 6 日進行會勘量測，環保署再於 7 月 6、7 日進行專案量測，99 年更進行監測複測，立法院則於 100 年 1 月三讀通過，要求氣象局提出遷移計畫，105 年至 106 年興建完成站房並遷移。基此，環保署自 100 年持續按年進行監測量測。據瞭解，中央氣象局已於 102 年 3 月 7 日在鹽埕里里民活動中心舉辦遷移更新說明會，其後依 104 年施行「濕地保育法」等規定辦理環評事宜，於 105 年修正計畫期程為 104 年至 108 年。於 107 年 2 月 8 日通過環評初審、6 月中旬啟動搬遷計畫，108 年 7 月開始施工，原預定在 109 年 10 月完成，目前工程仍持續中，已可看見建物主體，尚未完工，最新消息指出，預計於今年 11 月底啟用。七股氣象雷達站原站及新站如圖 2.4-1，自原站啟用後相關大事紀，如圖 2.4-2。



圖 2.4-1 七股氣象雷達站（▀原站；▴新站；▾原站及新站）



圖 2.4-2 七股氣象雷達站大事紀

環保署自 100 年起，持續對七股氣象雷達站及其半徑約 3 公里範圍內擇定之 6 處量測點位每年執行量測作業（圖 2.4-3 左圖），建立監測資料。108 年於新站址半徑 3 公里內選定環境監測量測點位共 6 處（圖 2.4-3 右圖），有 3 處同為現址之監測點位。本計畫持續對原址監測點位，及新址監測點位進行量測作業，蒐集雷達站搬遷前後之量測數據。

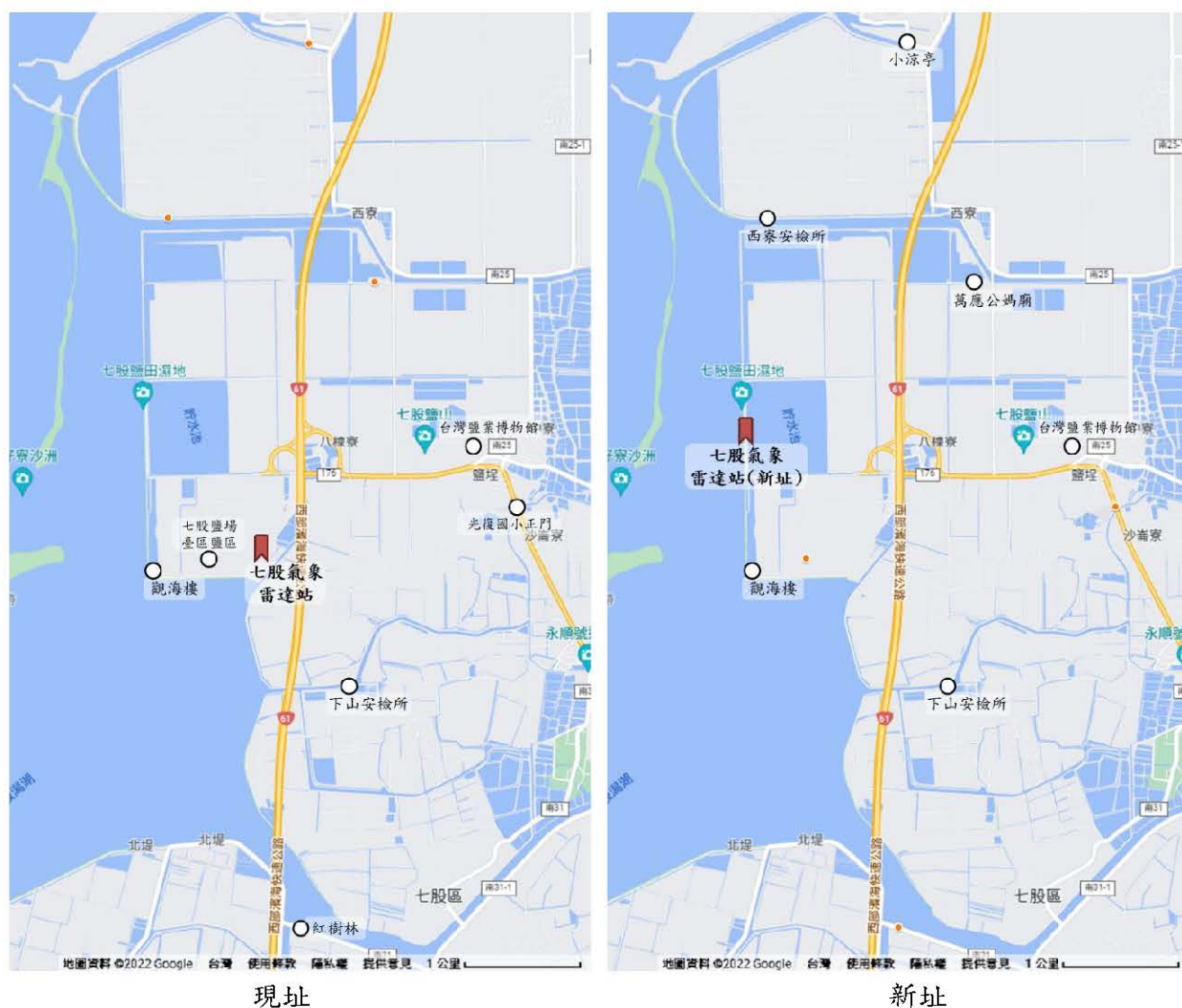


圖 2.4-3 七股氣象雷達站及其周邊量測點位置

本團隊於今年 8 月 19 日針對雷達站周邊 6 處定點進行環境值之檢測，亦對 108 年選定的新址新增 3 處進行檢測，使用量測儀器 ETS-LINDGREN HI-2200，搭配探棒 E100，進行寬頻 10 秒鐘最大值空間掃描，掃描高度範圍為距地面 0.2 至 2 公尺，檢測結果如表 2.4 及圖 2.4-4，均符合曝露指引限值 0.2 mW/cm^2 。

表 2.4 10 秒鐘最大值檢測結果

量測點	與雷達站址直線距離(m)		檢測值(mW/cm ²)
	現址	新址	
紅樹林	3,296	現址量測點位	0.000119
臺灣鹽業博物館	2,205	2,887	0.000178
光復國小	2,202	現址量測點位	0.000217
下山漁港安檢所	1,396	3,128	0.000084
觀海樓	940	1,594	0.000122
七股鹽場臺區鹽區	450	現址量測點位	0.000122
西寮安檢所	新址新增點位	1,473	0.000162
萬應公媽廟	新址新增點位	2,081	0.000103
小涼亭	新址新增點位	3,295	0.000270

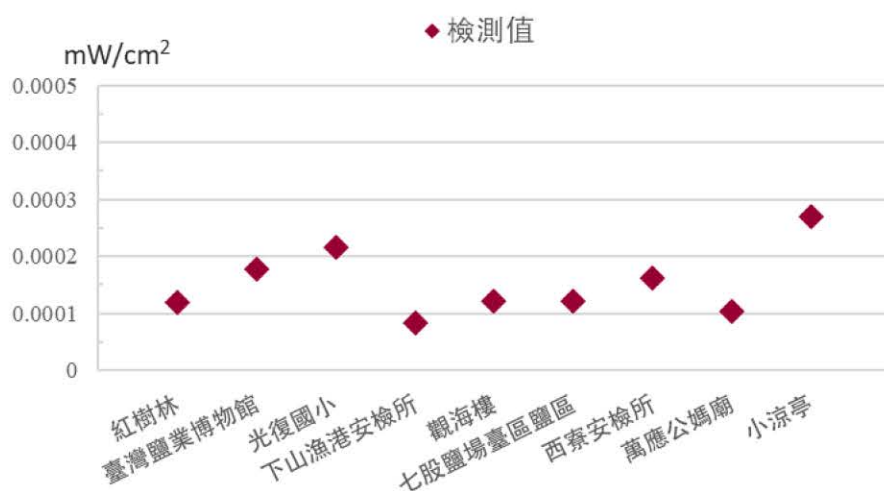


圖 2.4-4 10 秒鐘最大值檢測結果

2.5 研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法

本計畫收集並參考國際間 5G 量測技術，將試驗至少 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，本計畫將透過本年度「試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術」項目之執行，藉由測量活動之規劃設計及量測試驗，歸納整理 5G 電磁波環境曝露量測方法，提供環保署參考。

本計畫 5G 電磁波環境曝露量測方法之研訂，含括：

1. 環境電磁場曝露測量：參考環保署環境檢驗所 106 年公告

之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」。

2. 5G 波束成形技術測量：對主動波束成形傳輸時，以及波束掃描傳輸時之環境電磁場曝露測量。此項測量建議應用於民眾陳情時。

其內容說如下，要項包括：

1. 量測儀器與設備(應具備功能及注意事項)
2. 量測方法與注意事項
3. 量測資料紀錄

一、量測儀器與設備

- (一) 5G 電磁波環境曝露量測使用全向性電磁波強度計，應具備之功能及規格。
- (二) 5G 終端設備：發出無線訊號激活 5G 發射器，輔助以下載檔案，用來形成指向性波束。本項設備為選配，使用於 5G 波束成形技術測量。

二、量測方法與注意事項

1. 對環境電磁場曝露進行測量，參考環保署環境檢驗所 106 年公告之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」。
2. 於基地臺天線正前方取中心線，以中心線左右約 30° 扇形區域範圍，水平距離最遠不超過 20 公尺，且民眾可以活動範圍之位置，為 5G 終端設備位置。
3. 於基地臺與 5G 終端設備之連線上，距離 5G 終端設備 1 至 3 公尺處，於 5G 終端設備下載檔案時，使用全向性電磁波強度計，以最大值模式進行空間掃描，掃描高度範圍為距地面 0.2 至 2 公尺，掃描時間應大於 10 秒鐘，紀錄量測之最大值。

(注意事項)

1. 安裝心律調節器之人員不得執行量測工作。
2. 在本方法中，測量設備可回應來自行動電話和其他無線電發射機的上行射頻信號，測量人員不應使用行動電話和其他無線電發射器。

三、量測資料紀錄

1. 到達量測地點時應先在現場紀錄表上填寫地址、溫度、濕度、量測人員姓名，並在量測地點照相、繪製示意圖及加註與四周明顯固定物（建物）之相關位置（距離）。
2. 現場紀錄表上應標註使用之量測儀器廠牌型號及感測頭（天線）的涵蓋頻率範圍。
3. 檢測數據紀錄應包括檢測值(mW/cm^2)、曝露指引限值、是否符合曝露指引限值。

2.6 協助機關處理民眾陳情及非游離輻射案件之檢測作業

非游離輻射與民眾生活息息相關，常有環保團體或民眾對各種發射源產生疑慮進而提出陳情，本計畫將於計畫執行期程中，配合環保署快速、妥善處理以回應陳情民眾。圖 2.6 為陳情量測作業流程。計畫執行期間未接獲環保署通知協助機關處理民眾陳情進行現場檢測作業。

發射源或公共空間之量測作業，檢測方法均參照目前環保署環境檢驗所公告之檢測標準方法，包含 106 年 2 月 3 日公告之「NIEA P202.93C 環境中極低頻電場與磁場檢測方法」、106 年 1 月 17 日公告之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」

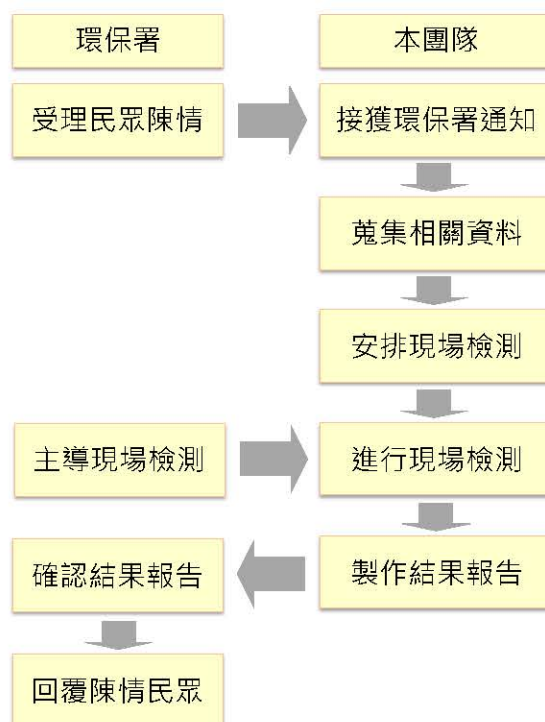


圖 2.6 協助非游離陳情量測作業流程圖

第三章、環境電磁波長期監測成果 建置於非游離輻射管制網

第三章 環境電磁波長期監測成果建置於非游離輻射管制網

依工作項目需求，本計畫將提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能；提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能；提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能。由於 10 站次環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作，為預算凍結刪減工作項目，於 9 月 26 日暫停執行，本章節統計圖中應用之數據資料，皆為模擬數值，並非實際監測所得量測值。

3.1 提供對長期測站之監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能

如 2.2 章節中所提，本計畫將進行環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作，在 10 站次電磁波強度長時間監測資料收集的作業過程，環境電磁波長期監測設備測得之監測資料，經由資料介接及處理後，將進一步提供使用者對長期測站及監測成果進行查詢。

3.1.1 管制網提供選取、瀏覽及瞭解檢測資訊之功能

本計畫於非屬原子能游離輻射管制網「長期監測」功能中，新增本年度監測站資料，將長期監測數據展示於非屬原子能游離輻射管制網中，使用者可以選取、瀏覽及瞭解檢測資訊（圖 3.1.1）。提供功能說明如下：

1. 監測站選取：針對長期監測站，系統向使用者提供所有測站加以選取。
 - 測站基本資料中建置空間位置資料，配合 GIS 圖臺系統，在地圖上展示測站之空間位置，提供點選監測站。
 - 測站基本資料中建置測站地址資料，配合搜尋列下拉選單功能，依縣市、鄉鎮分別列示其所有監測站名，提供選取監測站。

非屬原子能游離輻射管制網

新聞與消息

電磁波知識

電磁波法規

量測資料

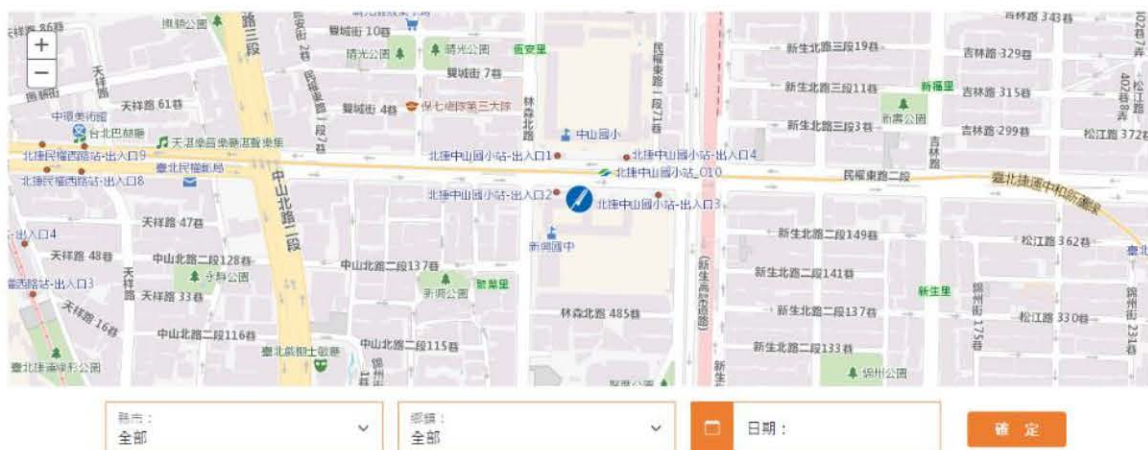
相關連結

業務專區

抽測檢測 長期監測

首頁 > 量測資料 > 長期監測

長期監測



中山 111.09.05 ~ 111.09.20

本測站統計

不同測站比較



圖 3.1.1 長期測站監測資訊示意圖

2. 瀏覽監測資訊：監測資訊包含「基本資料」與「監測資料」二部分，針對使用者選取之目標監測站，系統展示測站資訊及最新的監測資料。

- 「基本資料」包含有測站名稱、所在行政區、地址、測站

監測頻率範圍及周遭環境照片等測站相關資訊。

- 「監測資料」則為長期監測設備端回傳之監測數值資訊，系統展繪監測數值隨時間變化之趨勢。

3. 監測站檢測資訊：

- 提供使用者平均值、最大值二種監測數據數值模式。
- 提供可設定曝露指引限值比較之參考基線，將依使用者選取需求模式加入參考基線。系統提供 1、1/10、1/100 及 1/1000 曝露指引限值 4 等級之參考基線需求模式選項。

3.1.2 長期測站資訊及檢測資訊

非屬原子能游離輻射管制網透過系統功能，展示長期監測成果，包含「測站基本資料」與「監測數據資料」二部分。關於資料庫的建置，長期測站基本資料於每站次架設完成時，透過非游離輻射管制網建置，寫入「測站資訊資料表」；監測數據資料透過介接計算後獲得，並寫入規劃設計的「監測數據資料表」。

因應環保署暫停執行 10 站次環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作，本計畫依規劃擬具之作業執行時間表，見第二章表 2.2.2-2，模擬 10 站次長時間監測站作業執行時間如表 3.1.2，再進一步模擬 10 站次長時間監測「測站資訊資料」與「監測數據資料」，提供後續相關使用。

表 3.1.2 長時間監測站作業執行時間模擬表

測站	執行時間(天)	架設日期	架設時間	收取日期	收取時間
1	30	09/05	09:00	10/05	09:00
2	15	09/05	11:00	09/20	09:00
3	15	09/20	11:00	10/05	11:00
4	4	11/10	09:00	11/14	09:00
5	30	10/11	11:00	11/10	11:00
6	15	10/11	14:00	10/26	11:00
7	15	10/26	14:00	11/10	14:00
8	30	08/01	11:00	08/31	11:00
9	15	08/01	14:00	08/16	11:00
10	15	08/16	14:00	08/31	14:00

3.2 提供對長期測站之監測成果進行統計分析之進階功能

為使使用者進一步的詳細了解電磁波強度長時間監測結果，本計畫針對長期測站所測得之監測資料建置統計分析功能並提供比較，規劃設計功能內容，包括：

- 1.分析區間：提供「近 7 日」、「近 14 日」或「全部」進行比較分析。
- 2.統計項目：
 - 日變化：提供以「每日最大值」或「每日平均值」二種數值模式進行呈現比較，可複選（圖 3.2-1）。
 - 時段比較：提供對該測站進行不同「時段別」比較，以「日最大值」或「日平均值」呈現（圖 3.2-2）。時段別參考一般日常生活作息，以 8 小時為 1 單位時段，區分為早上 0:00~7:59、日間 8:00~15:59、晚間 16:00~11:59。



圖 3.2-1 長期測站統計分析功能示意圖_日變化



圖 3.2-2 長期測站統計分析功能示意圖_時段比較

3.3 提供對不同長期測站之監測成果進行比較分析之進階功能

針對電磁波強度長時間監測不同測站間的監測成果，本計畫建置「不同測站」比較分析功能，使用者可以更了解各測站之間的監測成果差異（圖 3.3）。

1. 選擇主要測站：

- 使用者選取監測站，系統提供所有測站加以選取。
- 使用者選取進行比較之統計項目，系統提供項目如下：
 - (1) 日最大值、日平均值二種數值模式，可複選
 - (2) 最大值、平均值二種監測數據數值模式
- 系統繪製時間變化之趨勢圖

2. 加入比較測站：

- 系統提供比較測站選單，可選擇欲比較測站，及選擇監測區間，進行比較分析
- 使用者進行選取監測站
- 系統繪製時間變化之趨勢圖

3. 再加入比較測站：

- 系統提供多站比較功能，使用者可再選取測站加入比較
- 系統繪製時間變化之趨勢圖

4. 不同測站比較分析：

- 系統提供拖拉功能，方便使用者移動多站比較測站
- 系統提供移除功能，方便使用者刪除部分多站比較測站



非屬原子能游離輻射管制網

長期監測

監測測站： 忠明

監測區間： 2022/10/11 ~ 2022/10/26

統計模式： ☒ 最大值 ☒ 平均值
☐ 每日最大 ☐ 每日平均

加入

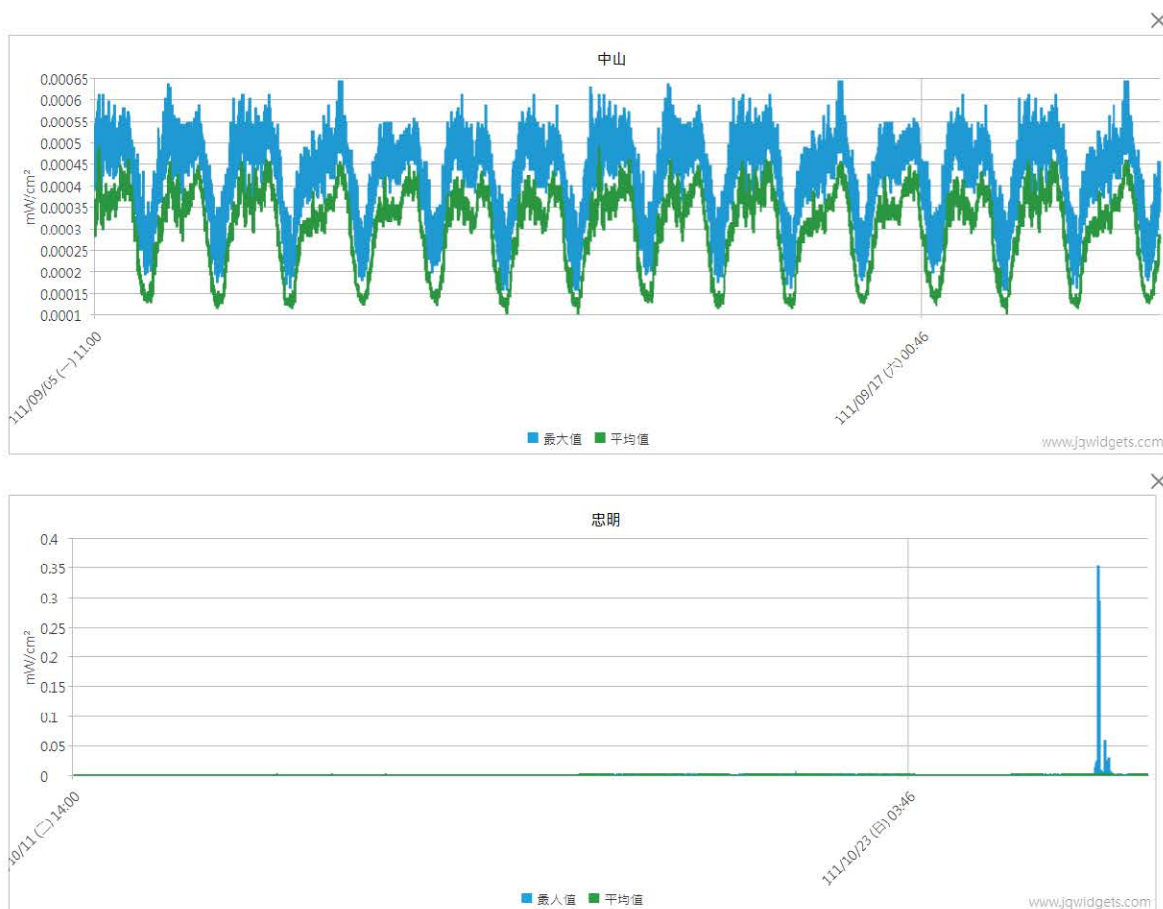


圖 3.3 不同測站比較分析功能示意圖

第四章、維護更新全國非游離輻射 管制網及非游離輻射資訊管理系 統

第四章 維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統

環保署非屬原子能游離輻射管制網於民國 95 年完成建置，101 年度進行網站及地理資訊系統之整體更新作業，強化資料庫後臺輸入系統功能，於 110 年度以響應式網頁設計調整網站運作模式，以達到使用不同設備進行瀏覽網頁時，皆能有最適當的呈現畫面。

本年度本項工作內容將定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站；協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容；協助機關維護非游離輻射數位資訊；配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中。

4.1 定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站

非游離輻射資料庫之量測資料建置，係藉由系統量測資料建置平臺、批次匯入功能以及業務專區權限管理，提供縣市環保局線上建置量測資料，及整合各部會分享申報量測資料等來完成。此外，系統亦提供量料資料檢核功能，系統管理員可直接對量測資料進行檢核，並與量測資料建置上傳者互動溝通，正確、迅速而有效的完成量測資料建置作業。

一、進行非游離輻射資料庫例行維護

(一)量測結果資料建檔作業功能

量測資料申報作業可透過系統提供之輸入介面，逐筆建檔至資料庫，目前系統針對行動電話基地臺、調幅調頻廣播電臺、無線電視臺等 4 種射頻設施，以及變電所、落地型變壓器、輸配線路等 3 種極低頻設施已建置量測數據格式，方便資料建置作業；量測資料申報作業亦可透過匯入功能完成批次建檔作業，因應如台灣電力公司定期執行變電所量測，資料數量較為龐大之需求，多筆的量測資料可依規定格式整

理成 EXCEL 檔，一次直接匯入資料庫，簡捷的完成資料建檔作業。

本團隊依建立之維護頻度及作業時間，除按月於 15 日前後進行資料建檔作業功能定期維護作業，共執行 7 次；並於 12 月 30 日進行本計畫最後一次維護作業，結果如圖 4.1-1，各次檢視結果量測資料均可順利完成建檔至資料庫。

The screenshot displays the '非屬原子能游離輻射管制網' (Non-ionizing Radiation Management System) web interface. The main menu includes '新聞與消息', '電磁波知識', '電磁波法規', '量測資料', '相關連結', and '業務專區'. The '量測資料' (Measurement Data) section is active, showing a '抽測檢測 - 新增' (Add New Measurement) form.

The form is titled '現場相關資料' (On-site related information) and contains the following fields:

- 檢測報告名稱: 測試1111230
- 檢測種類: 一般量測
- 檢測場所類型: 設備設施
- 縣市別: 台北市
- 檢測地點: 信義區 松德路161號
- 座標: 經度(度) 121, 經度(分) 34, 經度(秒) 29.66, 緯度(度) 25, 緯度(分) 2, 緯度(秒) 11.27
- 資料公開程度: ☐ 公開民眾參閱 ☐ 僅有權限者可參考 ☒ 隱藏
- 檢測場所: 電力相關機構
- 發射源類型: 落地型變壓器

Below the form, there are buttons for '查詢座標' (Query Coordinates) and '查詢座標' (Query Coordinates). The bottom of the form shows a table with the following data:

檢測報告名稱	檢測種類	檢測場所類型	縣市別	檢測地點	座標	溫度	檢測日期	檢測結果	檢測所在樓層	檢測位置高度
測試1111230	一般量測	設備設施	台北市	信義區 松德路161號	(308014.4552 , 2769939.5571) (121°34'29.66" , 25°2'11.27")	16°C	2022/12/30 09:38:00		1	1

The bottom of the form shows a table with the following data:

檢測報告名稱	檢測種類	檢測場所類型	縣市別	檢測地點	座標	溫度	檢測日期	檢測結果	檢測所在樓層	檢測位置高度
測試1111230	一般量測	設備設施	台北市	信義區 松德路161號	(308014.4552 , 2769939.5571) (121°34'29.66" , 25°2'11.27")	16°C	2022/12/30 09:38:00		1	1

圖 4.1-1 量測結果資料建檔作業功能維護畫面

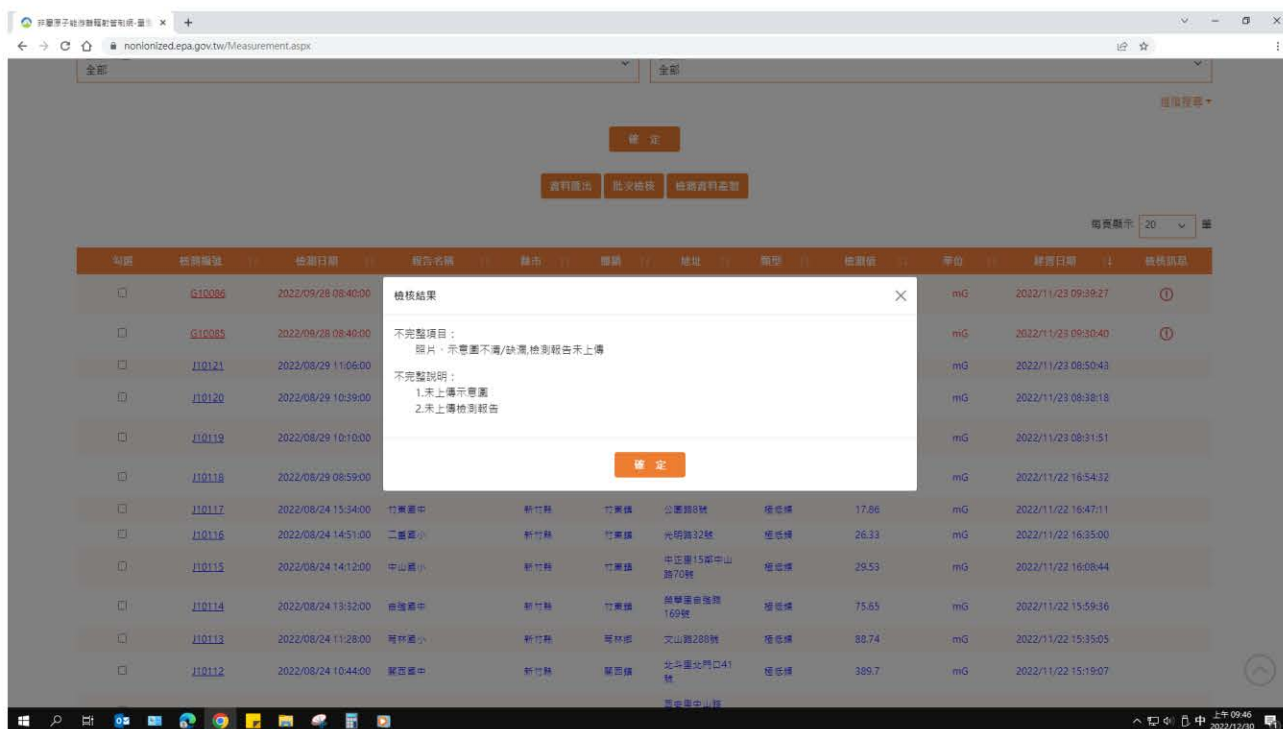
(二)系統使用者資料維護功能

本項工作維護系統使用者有權管理檢測資料輸入及編修。「量測資料輸入群」使用者進行量測資料建檔作業必須先登入系統，系統確認該使用者增修資料之權限，才能進行對應的行為，藉此提高資料的安全性。當系統使用者因調職或已停止使用時，系統管理員透過權限管理平台可以更改使用者狀態以避免在非權責下也能對資料進行更動，藉以提高資訊的安全性。

(三)維護量測資料檢核作業功能

量測人員透過系統完成量測資料建檔作業後，系統管理員可以利用資料線上檢核系統功能，勾選待檢核之資料並觸發「批次檢核」功能鍵，即可透過檢核程序進行資料檢核作業，並給予檢核結果通知，與量測人員進行溝通，保持資料的正確性，維護資料庫資料品質。

本團隊依建立之維護頻度及作業時間，按月進行定期維護作業，並於 12 月 30 日進行本計畫最後一次維護作業，檢視結果資料檢核功能可正常操作，檢核結果通知亦可正確顯示（圖 4.1-2）。



序號	檢測編號	檢測日期	報告名稱	縣市	鄉鎮	地址	測量值	單位	註冊日期	檢核狀態
☐	G10086	2022/09/28 08:40:00	宜蘭市東港路188號某地型空氣品質監測	宜蘭縣	宜蘭市	宜蘭市東港路188號	6	mg	2022/11/23 09:38:27	①
☐	G10085	2022/09/28 08:40:00	宜蘭市東港路154號某地型空氣品質監測	宜蘭縣	宜蘭市	東港路154號	5.55	mg	2022/11/23 09:30:40	①
☒	J10121	2022/08/29 11:06:00	新埔國中	新竹縣	新埔鎮	中正路792號	5.47	mg	2022/11/23 08:50:43	
☐	J10120	2022/08/29 10:39:00	寶雲國小	新竹縣	新埔鎮	上寮路舊民路二段350號	17.32	mg	2022/11/23 08:38:18	
☒	J10119	2022/08/29 10:10:00	寶雲國小	新竹縣	新埔鎮	上寮路舊民路二段350號	14.92	mg	2022/11/23 08:31:51	
☐	J10118	2022/08/29 08:59:00	竹中國小	新竹縣	竹東鎮	竹中街104巷14號	170.8	mg	2022/11/22 16:54:32	
☐	J10117	2022/08/24 15:34:00	竹東國中	新竹縣	竹東鎮	公義路2號	17.86	mg	2022/11/22 16:47:11	
☐	J10116	2022/08/24 14:51:00	二重國小	新竹縣	竹東鎮	光明路32號	26.33	mg	2022/11/22 16:33:00	
☐	J10115	2022/08/24 14:12:00	中山國小	新竹縣	竹東鎮	中正路155號中山路70號	29.53	mg	2022/11/22 16:08:44	
☐	J10114	2022/08/24 13:32:00	會通國中	新竹縣	竹東鎮	鎮華里南港路168號	75.65	mg	2022/11/22 15:59:38	
☐	J10113	2022/08/24 11:28:00	瑪林國小	新竹縣	瑪林鄉	文山路288號	88.74	mg	2022/11/22 15:35:05	
☐	J10112	2022/08/24 10:44:00	廣西國中	新竹縣	廣西鎮	北平路北門口41號	389.7	mg	2022/11/22 15:19:07	
☐	J10111	2022/08/24 10:08:00	廣西國小	新竹縣	廣西鎮	西港里中山路120號	122.6	mg	2022/11/22 15:03:03	

圖 4.1-2 資料檢核功能維護畫面

二、進行量測資料查詢及調閱功能例行維護

持續維護查詢及調閱功能，順利提供一般使用者能隨時獲得所需量測結果及資訊。管制網對民眾提供查詢服務平臺，民眾可以使用條件查詢或是地圖查詢方式，對非游離輻射歷年量測資訊進行查詢及調閱。

本團隊依建立之維護頻度及作業時間，按月進行定期維護作業，並於 12 月 30 日進行本計畫最後一次維護作業，資料查詢功能正常(圖 4.1-3)，資料調閱功能正常(圖 4.1-4)。而圖臺服務須配合監資處提供之授權連線金鑰(Token)方可使用，金鑰有效期長為 1 年，今年於 11 月 11 日屆期，本團隊已於 10 月 31 日開始詢洽申請辦法並已提出申請，新金鑰於 11 月 14 日核發。

請選擇下列條件選項後，按「確定」來取得符合條件的資料或「地圖查詢」前往「圖資」(另外開啟視窗)

縣市: 屏東縣 範圍: 全部 移動圖層: 全部 移動圖層: 全部 選擇搜尋

確定

每頁顯示 20 條

檢測編號	檢測日期	報告名稱	縣市	鄉鎮	地址	類型	檢測值	單位
T00603	2017/04/19 13:06:00	屏東教會舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	屏東市仁愛路56號	極低頻	17.7	mG
T00604	2017/04/21 16:25:00	天主教道明會舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	屏東市公園路23號	極低頻	20.1	mG
T00607	2017/04/24 14:00:00	介壽醫院舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	屏東市公園路24-1號	極低頻	9.8	mG
T00608	2017/04/25 10:29:00	屏東縣政府文化處中正圖書館舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	大港路69號	極低頻	8.3	mG
T00609	2017/06/13 09:00:00	日式琉球石磚火燒	屏東縣	屏東市	屏東市公園路30號	極低頻	11.7	mG
T00610	2017/06/20 11:18:00	屏東縣立體育館	屏東縣	屏東市	勝利路9號	極低頻	17.5	mG
T00611	2017/06/20 11:30:00	屏東公園	屏東縣	屏東市	屏東市中華路與公園路交叉口	極低頻	6.8	mG
T00612	2017/06/22 14:34:00	屏東縣立屏東高中舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	忠孝路231號	極低頻	10.9	mG
T00614	2017/07/04 14:56:00	屏東縣農業配電中心	屏東縣	屏東市	海晏街35號	極低頻	3.2	mG
T00615	2017/07/04 15:32:00	屏東縣政府文化處舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	屏東縣屏東市大港路69號	極低頻	6	mG
T00616	2017/07/04 16:10:00	屏東市社會福利館	屏東縣	屏東市	華正路97號	極低頻	7.2	mG
T00613	2017/07/07 13:22:00	屏東市仁愛國小舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	仁愛路98號	極低頻	2.9	mG
T00617	2017/07/10 15:25:00	屏東市廣義國小舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	廣義路66號	極低頻	2.7	mG
T00619	2017/08/01 10:03:00	屏東大學舊址地型變遷	屏東縣	屏東市	民生路4-10號	極低頻	7.2	mG

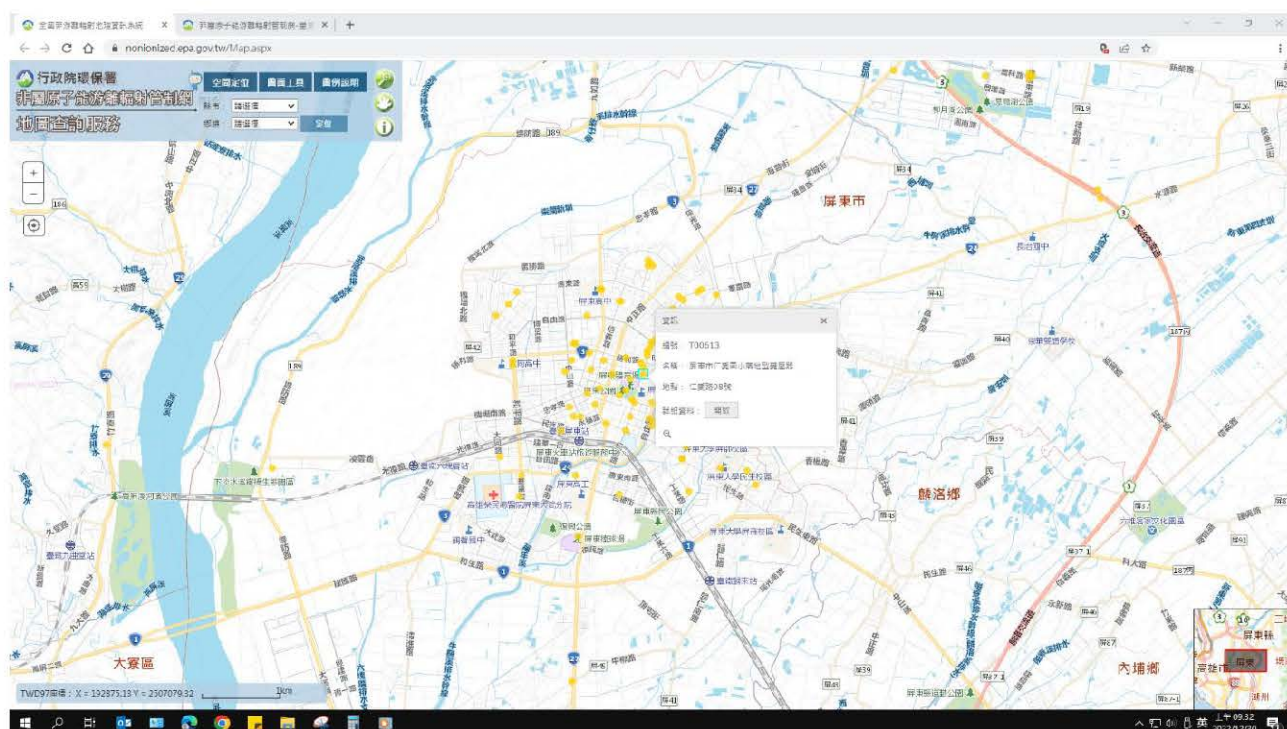


圖 4.1-3 量測資料查詢畫面

現場相關資料			
檢測報告名稱	屏東市仁愛國小落地型電磁場		
檢測種類	一般量測	資料公開程度	公開民眾參閱
檢測場所類型	設備設施	檢測場所	電力相關機構
縣市別	屏東縣	發射源類型	落地型電磁場
檢測地點	屏東市 仁愛路98號		
坐標	(198051.2534, 2508568.5642) (120°29'40.06", 22°40'36.41")		
溫度	28°C	濕度	98.6%
檢測日期	2017/07/07 13:22:00		
檢測結果	2.9(mG)	曝露指引	833(mG)
檢測所在樓層	1	總樓層數	
檢測位置高度	1.6	檢測電台或天線總數	

圖 4.1-4 量測資料調閱畫面

4.2 協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容

目前非游離輻射管理之權責分工，環保署負責環境中非游離輻射監督抽測並公布量測成果，由本計畫及縣市環保局執行發射源或公共空間抽測作業；國家通訊傳播委員會統籌管理電信事業設置、無線電基地臺、行動電話基地臺之架設許可、電臺執照核發遷移及電磁波頻率管理等事項，並接受民眾反映，提供基地臺電磁波免費量測；台灣電力公司負責高壓輸配電線、高壓鐵塔及變電所之極低頻電磁場提供免費量測服務與定期自我進行變電所電磁場量測作業。

一、協助整合各部會機關執行檢測作業申報與上傳事宜

各部會機關執行之非游離輻射檢測結果資料，如針對民眾反映提供免費量測服務、定期設施自我量測、新設置非游離輻射發射源量測等之量測資料，量測人員可藉由非游離輻射管制網之業務專區以專用帳號登入，再利用系統提供之逐筆輸入介面或批次匯入功能，將量測資料建置於非游離輻射資料庫。

今年度已上傳量測資料筆數共 1,049 筆，由於量測資料建置可透過非游離輻射管制網直接輸入，各縣市環保局及部會機關量測人員進行量測後可隨時建置量測資料至資料庫，上傳時間不受限制，本團隊亦透過電話聯繫解說，協助各縣市環保局及部會機關量測人員排除問題，如協助查詢系統使用者帳號密碼、正確操作系統、順利執行資料建置及上傳作業。

二、檢核量測資料內容

量測人員透過系統功能完成量測資料建檔作業後，由本團隊擔任系統管理員進行資料檢核作業。本團隊依建立之維護頻度及作業時間，持續進行資料檢核作業，量測資料建置筆數至 12 月 30 日統計時為 1,049 筆，檢測人員可藉由量測資料以紅色字體標示明顯辨識出尚未通過之檢核資料，並依提示對話框之說明進行改正。

系統管理員於「資料完整性」下拉選單選擇完整時，便表示資料已檢核通過，反之資料不完整時就需補齊或修正資料(圖 4.2-1)。檢測資料就以下項目進行檢核：檢測種類、檢測場所類型、檢測場所、發射源類型之選擇是否正確；照片、示意圖與現場相關資料是否缺漏或不清；量測方法是否依標準方法；量測數值是否異常；以及檢測報告是否上傳。「說明」欄位中，系統管理員可針對資料不完整處加以說明。

圖 4.2-1 檢核功能畫面

系統管理員與建檔人員之間的溝通，為有效傳遞檢核結果之訊息，檢測資料查詢結果以顏色顯示作為辨別區隔，灰

色表示該筆資料為新建置等待檢核作業中；藍色表示已進行且已通過檢核作業；紅色表示已進行但未通過檢核作業，此時「檢核訊息」欄位中標示「①」符號，點選符號時，即出現提示對話框(dialog box)簡要說明未通過檢核之原因(圖 4.2-2)，提醒檢測人員資料缺失部分並進行改正。



圖 4.2-2 提示對話框

三、彙整量測資料

縣市環保局與台電公司量測人員透過系統功能，完成量測資料建檔作業，再由本計畫進行資料內容檢核，並定期彙整上傳數量及其資料品質概況，以了解本年度各部會機關執行檢測資料申報與上傳情況。目前量測資料建置數共 1,049 筆，其中台灣電力公司建置 211 筆。

4.3 協助機關維護非游離輻射數位資訊

本計畫持續蒐集非游離輻射相關之國內外新聞報導，及關注 WHO、各國政府機關等發表之重要文件，並提供訊息至非游離輻射管制網，維護更新網站訊息公告。非游離輻射新聞報導經蒐集並加以過濾整理，避免敏感議題、負面報導及商品行銷等，彙整訊息如表 4.3，管制網中新聞資訊畫面如圖 4.3。

表 4.3 非游離輻射國內外相關報導彙整一覽表

日期	國內新聞標題
6 月 27 日	台南新七股雷達站年底喬遷
7 月 13 日	NCC 通過 5G 企業專網管理辦法，執照期限 10 年
7 月 15 日	啟動離島 5G 遠距關懷照護 提升民眾醫療照護品質
8 月 7 日	變電所華麗變身！轉型展館、商業旅館提升居民生活品質
9 月 6 日	嶄新七股雷達站 11 月啟用
10 月 28 日	變電箱有「神秘文字」具有定位功能
12 月 28 日	七股氣象雷達新站房正式啟用
日期	國際報導標題
1 月 17 日	巴塞羅那國際健康研究所公佈 MOBI-Kids 研究結果
4 月 11 日	國際非游離輻射防護委員會(ICNIRP)發布 ICNIRP 非游離輻射防護指南聲明文件
6 月 28 日	紐西蘭衛生部發布關於非游離電磁場對健康影響的部際委員會報告
9 月 5 日	國際癌症研究機構 (IARC) 發表關於手機使用和神經膠質瘤的最新研究論文
11 月 7 日	美國食品藥品監督管理局(FDA)發布關於“兒童和青少年與手機”的聲明

行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

非屬原子能游離輻射管制網

新聞與消息 電磁波知識 電磁波法規 量測資料 相關連結 服務專區

新聞與消息

全部 國內新聞 國際報導 網站公告

請輸入關鍵字 查詢

111/12/28 國內新聞 七股氣象雷達新站房正式啟用
交通部中央氣象局於今(28)日舉行七股氣象雷達新站房正式啟用

111/10/28 國內新聞 變電箱有「神秘文字」具有定位功能
絲毫路上隨處可見變電箱佇立，但其實質變電箱除了傳輸電力，箱體上的神秘字樣也有智慧意義及功能，讓手機沒訊號時，說不定還能救人一命。該電箱分享破解密碼4步驟

111/09/06 國內新聞 嶄新七股雷達站11月啟用
交通部中央氣象局表示，七股氣象雷達站自2002年開始觀測作業，迄今已運作20年，對颱風、梅雨等劇烈天氣系統的監測、分析與預報作業提供不可或缺的資料；新七股雷達站於2019年7月動土，即將於11月啟用，屆時嶄新的七股雷達站也將成為新地標。

111/08/07 國內新聞 變電所華麗變身！轉型展館、商業旅館提升居民生活品質
地下化室內變電所為臺灣環境的新型設備，配有更完善的消防設施，且由電人員會定期檢測變電所電磁場強度，使用更放心，也顛覆了變電所以往被視為「邪魔惡鬼」的刻板印象，多為傳統機方式與變電所為變電所，安全、提升生活等優點，成為城市中不可或缺的重要設備。

111/07/15 國內新聞 啟動離島5G遠距關懷照護 提升民眾醫療照護品質
國家通訊傳播委員會(NCC)為推動5G之應用與發展，今(7/15)日於遠江縣立醫院舉辦5G醫療體驗活動，透過衛生福利部遠東醫院對遠東醫院以及電信業者所佈建的遠東醫院，讓豐富多樣的專科醫師能透過遠東醫院設備，為離島的病患提供5G遠距關懷照護，啟動5G遠距、離島遠距醫療應用的新時代。

111/07/13 國內新聞 NCC 通過 5G 企業專網管理辦法，執照期限 10 年
NCC 今天通過 5G 企業專網管理辦法，執照期限 10 年。NCC 表示，為鼓勵企業導入 5G 創新應用，發展智慧製造、智慧交通與智慧醫療等，特訂定 5G 企業專網管理辦法，將 5G 企業專網管理辦法列入管理。

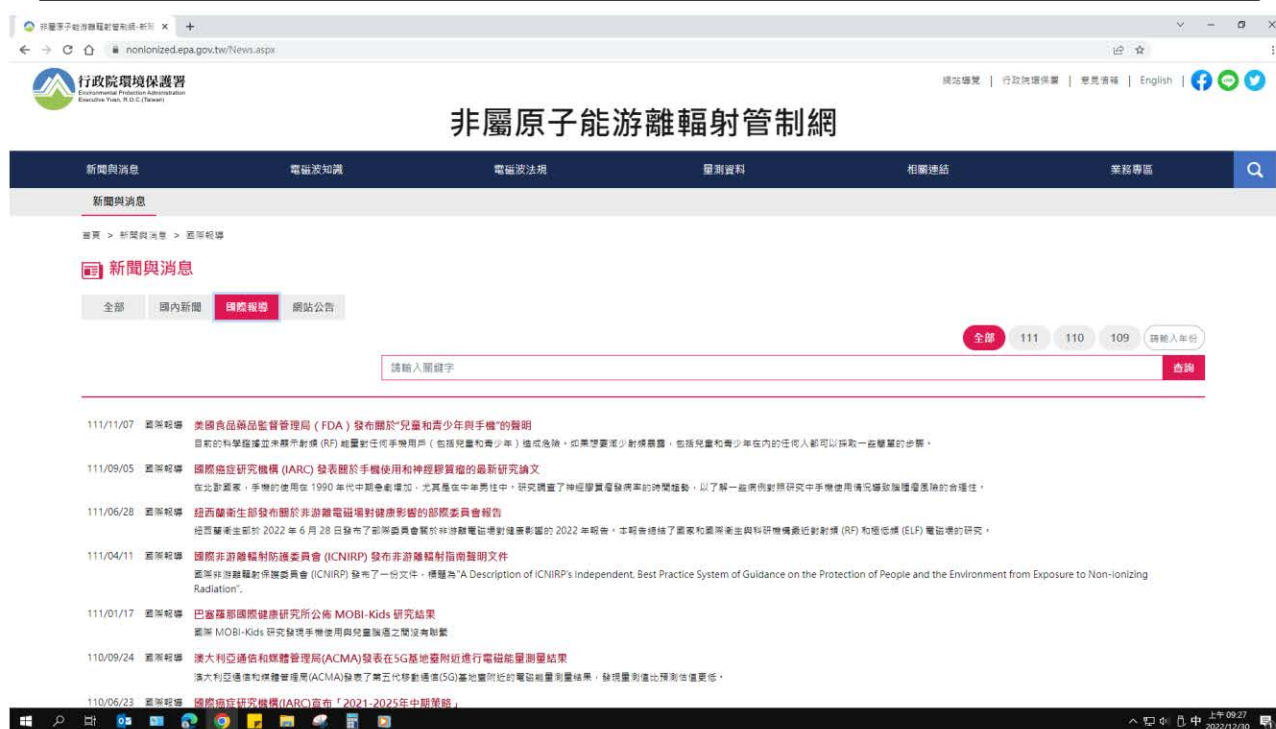


圖 4.3 非游離輻射新聞資訊畫面

4.4 配合環境電磁波長期監測成果展示於非游離輻射管制網中

非屬原子能游離輻射管制網對民眾提供量測資訊之查詢服平台，全國非游離輻射地理資訊系統直覺的展現歷年電磁波量測位置及其量測結果，提供民眾簡易親和的查詢管道。本工作項目更進一步的將環境電磁波強度長時間監測站及監測數據資料，展示於非游離輻射管制網中，提供「以文查圖」及「以圖查文」功能運作，以利民眾能便捷查詢及調閱長期監測成果資訊。

本團隊依工作項目需求，於非屬原子能游離輻射管制網「長期監測」功能中，新增本年度監測站資料，提供使用者對長期測站及監測成果進行查詢。系統功能包括：

1. 於「長期監測」頁面，透過地理資訊圖臺在地圖上展示所有監測站所在位置，標示圖例如圖 4.4-1；
2. 提供「以圖查文」功能運作，方便使用者透過系統直接在地圖上點按選取測站；
3. 於「長期監測」頁面，透過搜尋列下拉選單功能依縣市、鄉鎮列示所有監測站名；
4. 提供「以文查圖」功能運作，方便使用者透過系統直接在

列示選單中查找所關注的監測站，系統依測站起始監測日期排序，以框邊明顯標示的為正在工作中的監測站；

5.提供使用者進一步瀏覽測站資訊及查詢監測資料。



圖 4.4-1 長期監測站圖例示意圖

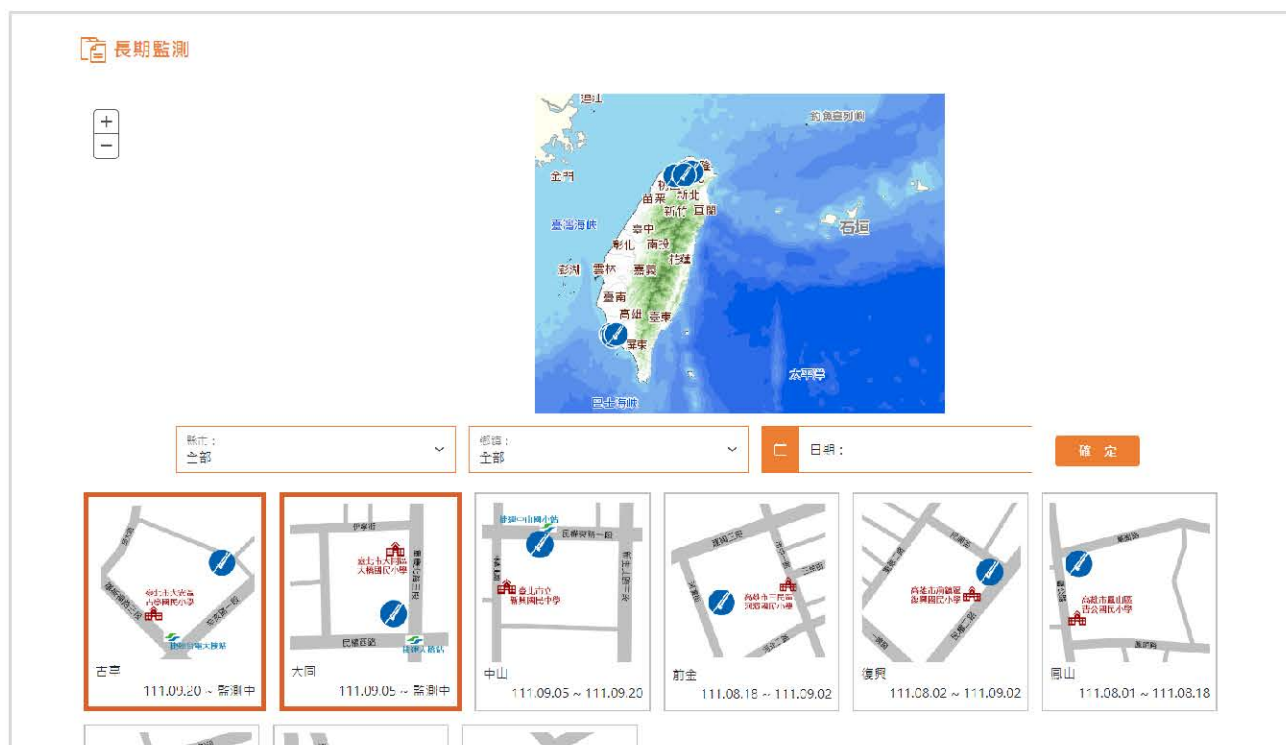


圖 4.4-2 非游離輻射網「長期監測」頁面示意圖

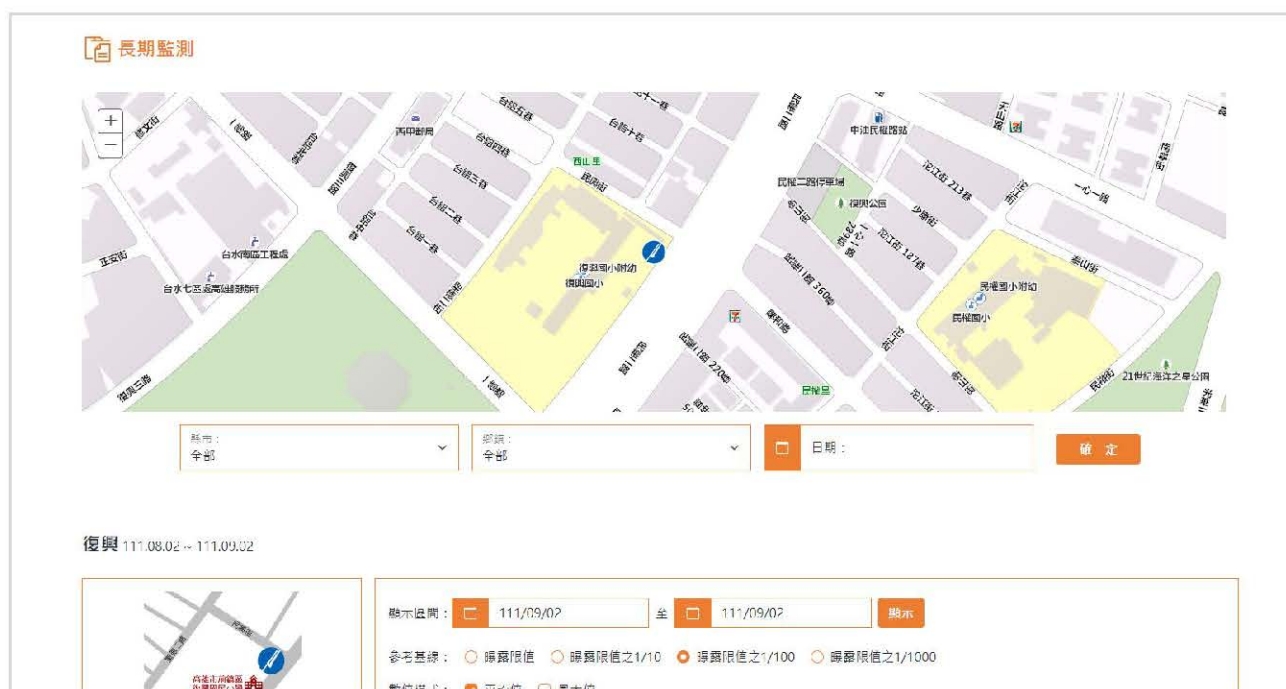


圖 4.4-3 非游離輻射網「長期監測站」畫面示意圖

第五章、進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作

第五章 進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作

由於生活環境都市化及交通網絡的發展，環境照明普遍增加，再加以迅速普及的 LED 照明，光環境有了顯著的變化，照明的適宜性已關聯到民眾、動植物及農作物，對自然生態環境，以及觀星與天文觀察，過度與不當照明具潛在的不利影響。依工作項目需求，本計畫將進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析；針對前述部分現勘區域進行光環境照度量測工作；針對前述部分現勘區域進行不同時段量測工作；依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析。

5.1 進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析

國際照明協會(CIE)是針對光學、照明的國際標準化權威組織，依其 CIE 150-2003 技術報告中之光環境分級為本質上昏暗、低明亮、中明亮及高明亮，對應戶外照明環境可區分為四類：相對無人鄉村區、人少之鄉村區、人多之鄉村或城市區、市中心或商業區，在最新版 CIE 150-2017 技術報告增加星空保護區(表 5.1-1)，日本、南韓參採應用情形如表 5.1-2。

環保署於 108 年開始研究環境中光污染的探勘，進行光污染源環境背景調查，對市中心商業區主要街道檢視光污染源類型，瞭解光環境。今年度本計畫將進行光污染源鄰近場地現勘勘查至少 5 區域，並分析光污染源類型，蒐集國內環境光資訊。

表 5.1-1 光環境區域分類

CIE150-2017		本質	照度值(lx)		對應區域
			減燈前	減燈後	
E0	星空保護區	暗空	n/a	n/a	星空保護區
E1	相對無人鄉村區	昏暗	2	< 0.1*	國家公園、森林、保護區、保存區
E2	人少之鄉村區	低明亮	5	1	農業區、風景區、綠化區(城市內)、其他使用區
E3	人多之鄉村或城市區	中明亮	10	2	住宅區、工業區、行政區、文教區、體育運動區
E4	市中心或商業區	高明亮	25	5	商業區

說明：1.*如果安裝在公共（道路）用於照明，則此值可能高達 1 lx。

2.除非管理方有另有規定，減燈時間應為不晚於 23:00 至 06:00。

表 5.1-2 日本、南韓之光環境區域分類

		照度值(lx)	
日本：光環境類型		減燈前	減燈後
E1	自然公園和鄉里等，時常保持黑暗的地區，室外照明設備的安裝密度低的區域。	2	0
E2	農村地區和郊外住宅區等地，主要設置道路照明燈及防盜燈，周圍亮度低的地區。	5	1
E3	都市住宅區等地區，安裝了一定數量的道路照明燈、街燈戶外廣告等，周圍亮度中等的地區。	10	2
E4	在大城市的中心、鬧區等，設置了高密度的戶外照明、戶外廣告，周圍亮度高的地區。	25	5
南韓：照明環境管理區		日落後 60 分鐘 至 日出前 60 分鐘	
第一類	自然公園和鄉里等，時常保持黑暗的地區，室外照明設備的安裝密度低的區域。	10	
第二類	農村地區和郊外住宅區等地，主要設置道路照明燈及防盜燈，周圍亮度低的地區。		
第三類	都市住宅區等地區，安裝了一定數量的道路照明燈、街燈戶外廣告等，周圍亮度中等的地區。		
第四類	在大城市的中心、鬧區等，設置了高密度的戶外照明、戶外廣告，周圍亮度高的地區。	25	

5.1.1 進行光污染源鄰近場地現勘

本計畫將勘查至少 5 區域，本團隊以 CIE 150-2017 技術報告之環境區域分類為參考依據，蒐集對應之環境區域，規劃環境現勘區域後進行光污染源探勘，規劃過程中考量街道及地形阻隔等，以評估現勘環境區域範圍，並計算區域範圍面積，現勘總面積符合至少 5 平方公里，整體作業流程如圖 5.1.1，實際作業資訊如表 5.1.1-1。



圖 5.1.1 光污染源鄰近場地現勘流程圖

一、環境現勘區域

環境現勘區域共選出 14 處，分布於北、中、南部多縣市，包括 6 都、彰化縣、南投縣及雲林縣，對應 CIE 150-2017 技術

報告之環境區域分類，E0 星空保護區 1 處，E1 相對無人鄉村區 1 處，E2 人少之鄉村區 3 處，E3 人多之鄉村或城市區 5 處，E4 市中心或商業區 4 處，含括暗空公園、自然公園、農作田、住宅、行政文教及商圈等。

二、現勘區域範圍

環境現勘區域範圍的評估，綜合考量多項因素，包括：1. 光環境本質；2. 地形及道路區隔；3. 街道、巷道複雜度；4. 現勘作業執行及進度管控；5. 不同時段光環境照度量測作業時間。

各現勘區域依其光環境本質蒐集資訊並劃出適宜範圍，如星空保護區(E0)與自然公園(E1)；或再加添評估地形及道路區隔，如農作區(E2)、住宅區(E3)與行政文教區(E3)；或進一步考量街道及巷道複雜度，同時評估現勘作業執行及進度管控，如商業區(E4)。

在商業區部分，為後續的光環境照度量測及其不同時段量測，有更進一步的考量，就臺北東區商圈說明，依蒐集之街道資訊所劃出商圈範圍，面積達 1.09 平方公里，考量更好的估計工作完成度，該區約以 0.25 平方公里進行分區，再細規劃為 4 區；再以實地勘察時，因街道較為複雜，考量方便檢視確認勘察紀錄，順利作業之進行，每區再細切分為若干小區塊，又以預備進行不同時段光環境照度量測，配合作業時間及測試實驗點配置，故每區細分為 9 區塊，各區塊約 0.03 平方公里。

三、區域範圍面積

環境現勘區域共劃分為 17 區，分別為：

1. E0 類別 1 區：暗空公園 1 區；
2. E1 類別 1 區：國家公園 1 區；
3. E2 類別 3 區：生態公園 1 區、農業區 2 區(花果園藝 1 區、穀糧農作 1 區)；
4. E3 類別 5 區：行政區 1 區、文教區 1 區、住宅區 3 區(公寓、透天厝、電梯大樓各 1 區)；
5. E4 類別 7 區：商業區 7 區，為臺北東區商圈 4 區、臺大公館商圈 1 區、桃園站前商圈 1 區、高雄三多商圈 1 區。

部分區域依場地現勘作業、光環境照度量測作業考量，再細分出作業區塊。各環境現勘區域範圍面積總計 5.18 平方公里，符合至少 5 平方公里。

四、進行實地探勘

已勘察完成全 17 區環境區域，面積合計為 5.18 平方公里，如表 5.1.1-1。

各環境區域勘察概況說明如附件四，彙整主要光源及可能影響層面如表 5.1.1-2。

表 5.1.1-1 光環境區域勘察概況表

類別	選擇區域		縣市別	面積(km ²)
E0	合歡暗空公園		南投縣	0.288
E1	大屯自然公園		臺北市	0.55
E2	巴克禮紀念公園		臺南市	0.313
	電照花果田		彰化縣	0.362
	水稻田		雲林縣	0.635
E3	住宅區-透天厝		臺南市	0.360
	住宅區-公寓		新北市	0.128
	住宅區-電梯大樓		新北市	0.28
	行政區-臺南市政府		臺南市	0.172
	文教區-草悟道		臺中市	0.547
E4	臺北東區商圈	I	臺北市	0.264
		II	臺北市	0.246
		III	臺北市	0.293
		IV	臺北市	0.284
	臺大公館商圈		臺北市	0.098
	桃園站前商圈		桃園市	0.199
	高雄三多商圈		高雄市	0.162
面積總計				5.18

表 5.1.1-2 光環境區域光源彙整表

類別	現勘區域	主要照明類型			可能影響層面		
		安全	道路	經濟生產活動	夜空	動植物	居民
E0	合歡暗空公園	V					
E1	大屯自然公園						
E2	巴克禮紀念公園	V	V		V	V	

	電照花果田		V	V	V	V	
	水稻田		V			V	V
E3	住宅區-透天厝		V	V	V	V	V
	住宅區-公寓		V	V	V	V	V
	住宅區-電梯大樓		V	V	V	V	V
	行政區-臺南市政府		V	V	V	V	V
	文教區-草悟道		V	V	V	V	V
E4	臺北東區商圈		V	V	V	V	V
	臺大公館商圈		V	V	V	V	V
	桃園站前商圈		V	V	V	V	V
	高雄三多商圈		V	V	V	V	V

5.1.2 進行光污染源類型分析

本計畫針對各選定環境區域範圍進行現地勘查，對光源類別與周遭環境進行調查，針對光環境分級本質為中明亮、高明亮，對應戶外照明環境為人多之鄉村或城市區、市中心或商業區，紀錄其類別與數量，並製作統計圖表，分析光污染源類型。光源之分類如下：

(一)廣告類

- 1.多媒體看板
- 2.LED 組合燈：包括字幕燈、跑馬燈、八卦燈、孔雀燈
- 3.燈箱式看板
- 4.投光燈看板

(二)非廣告類

- 1.路燈
- 2.照明燈：包括設置於公園、停車場、運動場、學校等場所
- 3.景觀燈：包括建築物之壁燈或形象燈、草坪燈、裝飾燈
- 4.功用燈：包括設置於農田、生態公園等場所

(三)其他：號誌燈、警示燈等

一、光污染源類型資料表

本計畫就戶外照明環境為中明亮、高明亮環境區域之場地現勘情形，以規劃設計之光污染源類型資料表，逐一檢視各區塊光污染源類型，對光源類別數量與周遭環境進行調查，並予以紀錄，提供進一步分析光污染源類型，收集環境光資訊。

(一)環境區域與現勘區塊

本計畫就住宅區、行政區、文教區及商業區現勘共 12 環境區域，環境區域資訊如表 5.1.2-1，每區再細分為若干區塊，如臺北東區商圈每區再細分為 9 區塊、高雄三多商圈再細分為 4 區塊，E3 環境區域共計 13 區塊，E4 環境區域共計 49 區塊。

表 5.1.2-1 環境區域資訊對照表

序號	環境區域名稱	序號	環境區域名稱
1110301	住宅區-透天厝	1110401	臺北東區商圈I
1110302	住宅區-公寓	1110402	臺北東區商圈II
1110303	住宅區-電梯大樓	1110403	臺北東區商圈III
1110304	行政區-臺南市政府	1110404	臺北東區商圈IV
1110305	文教區-草悟道	1110405	臺大公館商圈
		1110406	桃園站前商圈
		1110407	高雄三多商圈

(二)光源類型

針對現勘區塊亮燈之住宅、商家、銀行、郵局及公園、綠地、人行道等公共空間之光源予以紀錄光源類型，可提供瞭解各環境區域光源類型。

表 5.1.2-2 光源類型對照表

代碼	項目名稱	代碼	項目名稱	代碼	項目名稱
廣告類		屋宅照明		戶外照明	
11	燈箱式	21	住宅室內照明	31	路燈
12	投光燈式	22	店家室內照明	32	照明燈
13	多媒體式	23	住宅頂棚/陽(露)臺照明	33	投光照明燈
14	LED 組合式	24	店家頂棚照明		
		25	住宅梯間照明		
19	其他	29	其他	39	其他
景觀類		功能用途類		其他	
41	社區/建物壁燈	51	警示燈	91	反射類
42	社區/建物形象燈	52	指示燈		
43	草坪燈/景觀矮燈	53	號誌燈		
44	景觀燈高燈	54	階梯燈		
45	照樹投光燈				
46	裝飾燈				
49	其他	59	其他	99	其他

(三)發光類型、光源數量、與光源高度

針對現勘區塊廣告類別之光源，進一步紀錄發光類型、數量及垂直高度，可提供瞭解各環境區域中，廣告類光源之發光類型及其數量與樓層高度。

表 5.1.2-3 發光類型、光源高度對照表

代碼	項目名稱	代碼	項目名稱
發光類型		光源高度	
1	亮光	1	1 層樓
2	跑馬	2	2、3 層樓
3	播放	3	4、5 層樓
4	閃爍	4	6~12 層樓
		5	13 層樓及以上

二、環境光資訊

為掌握夜間人工光源之使用情形，各環境區域勘查作業時間，在晚間 7 至 9 時間，即不同時段量測作業第一時段作業執行時間，以充分調查環境中光源類型及數量，瞭解環境光資訊。

(一)夜間人工光使用概況

本計畫就住宅區、行政區、文教區及商業區現勘共 12 環境區域 62 區塊，分別為 E3 環境區域共 5 區 13 區塊，E4 環境區域共 7 區 49 區塊。現勘環境區域夜間人工光的使用，如表 5.1.2-4，各環境區域普遍使用廣告類、經濟活動照明、戶外及屋宅照明等各種光源類別，僅公寓住宅、桃園站前商圈在景觀類光源，及臺北東區商圈Ⅱ在景觀類與功能用途類光源顯現有部分環境區塊未使用的情形。

表 5.1.2-4 夜間人工光使用概況

單位:區塊

	環境 區塊數	廣告類	經濟活 動照明	戶外 照明	屋宅 照明	景觀類	功能 用途類
E3 環境區域							
住宅區-透天厝	1	1	1	1	1	1	1
住宅區-公寓	4	4	4	4	4	2	4
住宅區-電梯大樓	5	5	5	5	5	5	5
行政區-臺南市政府	1	1	1	1	-	1	1
文教區-草悟道	2	2	2	2	2	2	2

E4 環境區域							
臺北東區商圈 I	9	9	9	9	9	9	9
臺北東區商圈 II	9	9	9	9	9	8	8
臺北東區商圈 III	9	9	9	9	9	9	9
臺北東區商圈 IV	9	9	9	9	9	9	9
臺大公館商圈	3	3	3	3	3	3	3
桃園站前商圈	6	6	6	6	6	3	6
高雄三多商圈	4	4	4	4	4	4	4

就現勘各環境區域對各種光源類別使用的最高高度觀察，如表 5.1.2-5，雖可能受到各環境區域內的建築物高度影響，二環境區域仍有不同的顯現，E3 環境區域較為多 4~5 層樓高，E4 環境區域則多數為 6~12 層樓高。就廣告類各種光源而言，E3 環境區域僅草悟道達 4~5 層樓高度，其電梯大樓住宅光源類別使用高度普遍為 1 層樓高度，僅燈箱式廣告達 2~3 層樓高度，E4 環境區域逾半數光源類別使用達 6~12 層樓高度。

表 5.1.2-5 夜間人工光使用之高度分布概況

	廣告類	燈箱式 看板	投光燈 看板	多媒體 看板	LED 組合燈	屋宅 照明	社區/建 物景觀
E3 環境區域							
住宅區-透天厝	3	3	3	-	2	3	3
住宅區-公寓	3	3	3	1	2	5	2
住宅區-電梯大樓	2	2	1	1	1	5	5
行政區-臺南市政府	3	3	3	2	-	-	4
文教區-草悟道	4	4	4	3	2	5	5
E4 環境區域							
臺北東區商圈 I	4	4	4	2	4	5	5
臺北東區商圈 II	4	4	3	2	4	4	5
臺北東區商圈 III	4	4	4	2	4	4	1
臺北東區商圈 IV	4	4	4	4	3	4	1
臺大公館商圈	4	4	3	1	2	4	4
桃園站前商圈	4	4	4	3	4	5	4
高雄三多商圈	4	3	4	3	2	5	5

說明：1.光源高度對照請參考表 5.1.2-3。

2.表中 1~5 數字對照高度分別為 1 層樓、2~3 層樓、4~5 層樓、6~12 層樓、13 層樓及以上。

(二)廣告類光源使用概況

本計畫就現勘環境區域廣告類光源的使用情形進行瞭解，包括各類別廣告光源的使用情形，以及使用的最高高度、發光類型。廣告類光源包括燈箱式看板、投光燈看板、多媒體看板、LED 組合燈，就現勘環境區塊對各種類別廣告光源的使用觀察，有使用比率分別為 100%、96.8%、72.6%、95.2%。

就現勘環境區域對各種類別廣告光源的使用觀察，如表 5.1.2-6，依相對的數量多寡比較，各環境區域有一致性的呈現，LED 組合燈及多媒體看板使用較少，二種光源占比合計約為一成，燈箱式看板最多、投光燈看板次之，二種光源使用占比合計約為九成。進一步依光源類別使用占比比較，以燈箱式看板而言，各住宅區的使用在 75%~86%間，平均呈現逾八成，各商業區的使用在 67%~74%，平均呈現約為七成；以投光燈看板而言，各住宅區的使用在 6%~15%間，平均呈現近一成，各商業區的使用在 16%~23%間，平均呈現約為二成，換言之，住宅區使用燈箱式看板較多，商業區較則使用投光燈看板多些，使用燈箱式看板與投光燈看板間，顯現彼此相互被選用情況。

表 5.1.2-6 廣告類光源使用概況

	總計		燈箱式看板		投光燈看板		多媒體看板		LED 組合燈	
	數量	占比(%)	數量	占比(%)	數量	占比(%)	數量	占比(%)	數量	占比(%)
總計	12791	100.00	9028	70.58	2585	20.21	199	1.56	979	7.65
E3 環境區域	1173	100.00	852	72.63	211	17.99	13	1.11	97	8.27
住宅區-透天厝	143	100.00	108	75.52	21	14.69	-	-	14	9.79
住宅區-公寓	163	100.00	141	86.50	10	6.13	1	0.61	11	6.75
住宅區-電梯大樓	219	100.00	174	79.45	18	8.22	3	1.37	24	10.96
行政區-臺南市政府	25	100.00	15	60.00	9	36.00	1	4.00	-	-
文教區-草悟道	623	100.00	414	66.45	153	24.56	8	1.28	48	7.70
E4 環境區域	11618	100.00	8176	70.37	2374	20.43	186	1.60	882	7.59
臺北東區商圈 I	2152	100.00	1436	66.73	493	22.91	51	2.37	172	7.99
臺北東區商圈 II	1569	100.00	1065	67.88	362	23.07	18	1.15	124	7.90
臺北東區商圈 III	1560	100.00	1110	71.15	340	21.79	31	1.99	79	5.06
臺北東區商圈 IV	2211	100.00	1557	70.42	478	21.62	42	1.90	134	6.06
臺大公館商圈	1331	100.00	974	73.18	236	17.73	7	0.53	114	8.56
桃園站前商圈	1811	100.00	1310	72.34	290	16.01	28	1.55	183	10.10
高雄三多商圈	984	100.00	724	73.58	175	17.78	9	0.91	76	7.72

各種廣告光源類別在環境區塊就各種廣告光源類別使用的最高高度觀察，如表 5.1.2-7，二環境區域有一致性的呈現，多媒體看板及 LED 組合燈較多出現在低樓層，燈箱式看板與投光燈看板使用高度分布在各種樓層。

在 E3 環境區域中，多媒體看板及 LED 組合燈僅在 1 環境區塊中觀察到使用高度在 4~5 樓，且並未出現在 6 樓以上高度，約有半數現勘環境區塊觀察到在 4 樓以上使用燈箱式看板或投光燈看板。在 E4 環境區域中，各類別廣告光源在各種高度都有使用，就現勘環境區塊的觀察，在 4 樓以上使用多媒體看板及 LED 組合燈達 25%以上，在 4 樓以上使用燈箱式看板或投光燈看板的情形達 75%以上。

表 5.1.2-7 廣告類光源使用之高度分布概況

單位:區塊

	總計	1 層樓	2、3 層樓	4、5 層樓	6~12 層樓	13 層樓以上
總計						
燈箱式看板	62	6	12	25	19	-
投光燈看板	60	17	13	17	13	-
多媒體看板	45	28	13	3	1	-
LED 組合燈	59	28	18	8	5	-
E3 環境區域						
燈箱式看板	13	5	1	5	2	-
投光燈看板	11	5	1	4	1	-
多媒體看板	6	3	2	1	-	-
LED 組合燈	11	6	5	-	-	-
E4 環境區域						
燈箱式看板	49	1	11	20	17	-
投光燈看板	49	12	12	13	12	-
多媒體看板	39	25	11	2	1	-
LED 組合燈	48	22	13	8	5	-

就各種廣告光源類別之發光類型觀察，如表 5.1.2-8，因光源類型之故，跑馬、播放及閃爍多數在多媒體看板及 LED 組合燈使用，燈箱式看板或投光燈看板以發出亮光為主，鮮少使用跑馬、播放及閃爍。

E3 現勘環境區塊中觀察到有使用多媒體看板占 46.2%，其發光類型情形，各有 16.7% 使用跑馬或閃爍，播放則均有使用，為 100%；E4 現勘環境區塊中觀察到有使用多媒體看板占 79.6%，其發光類型情形，使用跑馬、閃爍各占 48.7%、41.0%，大多數有使用播放，占 92.3%。就有使用 LED 組合燈觀察，E3 現勘環境區塊中占 84.6%，其發光類型情形，有使用跑馬占 81.8%、閃爍占 27.3%，播放則僅在 1 環境區塊中觀察到，占 9.1%；E4 現勘環境區塊中有使用占 98.0%，其發光類型情形，有使用閃爍占 89.6%、跑馬占 77.1%，播放則在半數環境區塊中觀察到，占 50.0%。

表 5.1.2-8 廣告類光源之發光類型

單位:區塊

	總計	亮光	跑馬	播放	閃爍
總計					
燈箱式看板	62	61	2	2	3
投光燈看板	59	59	4	-	-
多媒體看板	45	38	20	42	17
LED 組合燈	59	49	46	25	46
E3 環境區域					
燈箱式看板	13	12	1	-	1
投光燈看板	11	11	-	-	-
多媒體看板	6	1	1	6	1
LED 組合燈	11	5	9	1	3
E4 環境區域					
燈箱式看板	49	49	1	2	2
投光燈看板	48	48	4	-	-
多媒體看板	39	37	19	36	16
LED 組合燈	48	44	37	24	43

5.2 進行光環境照度量測工作

本項工作針對前述環境區域再選定標的區域，接續進行光環境照度量測工作，總面積至少 3 平方公里，或測試實驗至少 45 點次。本團隊以照度計搭配可攜式電腦組成量測系統，於標的量測區域佈設量測點，並進行光環境照度量測工作。

一、量測儀器選擇與規格

為執行光環境照度量測工作，本團隊使用自行購置之 AA 級照度計，以照度計搭配可攜式電腦組成量測系統，同時以 3 顆照度計合圍紀錄即時垂直照度值，以實驗點量測位置為中心，蒐集正前方、左斜後方、右斜後方 3 扇形面區域垂直照度。



圖 5.2-1 Konica-Minolta T10A
外觀照片

依環保署 109 年 3 月函頒「光污染管理指引」中規定，照度計需符合 CNS 5119 AA 級或 JIS C1609-2006 AA 級，精確度 $\pm 4\%$ ，本團隊選用之 Konica-Minolta T10A 照度計符合規定，規格列表如表 5.2。

表 5.2 Konica-Minolta T10A 儀器規格表

種類		帶有可分離探頭的多功能數位照度計(最多可進行 2-30 個點的多點測量)
照度計等級		符合 JIS C 1609-1:2006 AA 級中“照度計第 1 節一般測量儀器”的要求符合 DIN 5032 第 7 節 B 級
相關光譜敏感度		CIE 光譜發光效率 $V(\lambda)$ 偏差 6% (f1') 以內
餘弦修正特性(f2)		3% 以內
測量範圍		自動量程變換(模擬輸出時可手動變換 5 個量程)
測量功能		照度(lx)；照度差(lx)；照度比(%)；積分照度(lx·h)；積分時間(h)；平均照度(lx)
測量範圍	照度	0.01~299,900 lx；0.001~29,990 fcd
	積分照度	0.01~999,900 × 103 lx·h； 0.001~99,990 × 103 fcd·h / 0.001~9999h
用戶校準功能		CCF(色彩修正參數)設置功能：測量值 × 0.500~2.000
線性		顯示值的 $\pm 2\% \pm 1$ 位
溫度/濕度誤差		$\pm 3\%$ 以內
模擬輸出		1mV/位元，(最大讀數 3V)；輸出阻抗：10K Ω ；90% 回應時間：28ms
顯示		3 或 4 位有效數字的 LCD，帶背光照明(自動照明)
工作溫度/濕度範圍		-10~40°C，相對濕度 85% 以下(35°C)，無凝露
存儲溫度/濕度範圍		-20~55°C，相對濕度 85% 以下(35°C)，無凝露

二、進行量測作業

本團隊規劃整體作業分為以下三大階段，作業流程如圖 5.2-2。

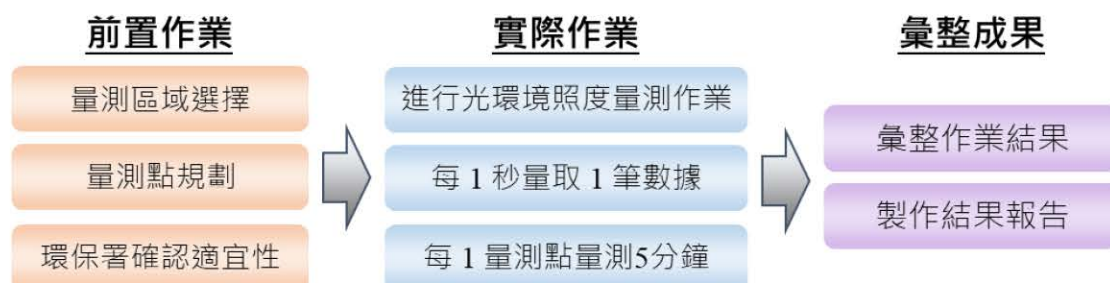


圖 5.2-2 光環境照度量測作業流程

1. 前置作業階段

本團隊就前述勘查環境區域選擇標的量測區域，考量量測區域需進行不同時段光環境照度量測，故就 E4 環境區域選定 6 區為標的量測區域，分別為臺北東區商圈 4 區、臺大公館商圈 1 區及桃園站前商圈 1 區。量測區域面積為各區面積加總，共計 1.384 平方公里。

依照工作項目需求，光環境照度量測測試實驗至少 45 點次，考量工作時間因不同時段量測受到的限制，量測點數規劃每一量測區域約為 9~12 點，本計畫在光污染源鄰近場地現勘作業規劃時，已綜合前述考量進行評估，對標的區域再細切分為若干小區塊，共得 45 區塊，每一區塊以現地勘察時獲取之最亮處為量測點，共得 45 量測點，符合測試實驗至少 45 點次。

2. 實際作業階段

依照工作項目需求，就選定量測區域之量測點進行光環境照度量測工作。

量測作業在天黑後晚間 6 時至 12 時之間進行。量測作業於量測區域內之量測點進行測量，每一量測點紀錄其空間位置資訊，量測儀器均架設於離地面高度 1 公尺到 1.5 公尺之間，每 1 秒紀錄數據 1 次，每一量測點持續量測 5 分鐘，約為 300 筆紀錄，同時獲得正前方、左斜後方、右斜後方 3 個方向每秒 1 筆照度值。

量測作業因等待至完全天黑後才開始，約為晚間 7 點半左右，綜合評估架設調整儀器、每一量測點持續量測 5 分鐘，及點位間之移動等時間因素，配合在同一天進行不同時段量測作業，實際作業每日每次執行量測作業約為 6 處，故針對光污染鄰近場地現勘時，切分區塊數大於 6 區之環境區域加以重組，臺北東區商圈 I、II 合併重組為量測區一至三；III、IV 合併重組為量測區四至六。

3. 量測結果彙整

將實際量測值進行彙整，依實驗點量測位置正前方、左斜後方、右斜後方 3 扇形面區域垂直照度，建立最大值、最小值及平均值等資訊。環境背景垂直照度以取得之正前方、左斜後方與右斜後方 3 扇形面區域垂直照度值加總計算平均值得之。

三、量測作業成果

各區各實驗點光環境照度量測各方向量測值之平均值彙整如附件五。

5.3 進行不同時段量測工作

本計畫針對前述 5.2 節光環境照度量測工作，進行不同時段量測工作，作業至少 3 平方公里或測試實驗至少 45 點次。光環境可能因光污染源的使用數量或操作模式改變，進而影響光環境變化，不同時段監測作業可以觀察環境光的變化情形。

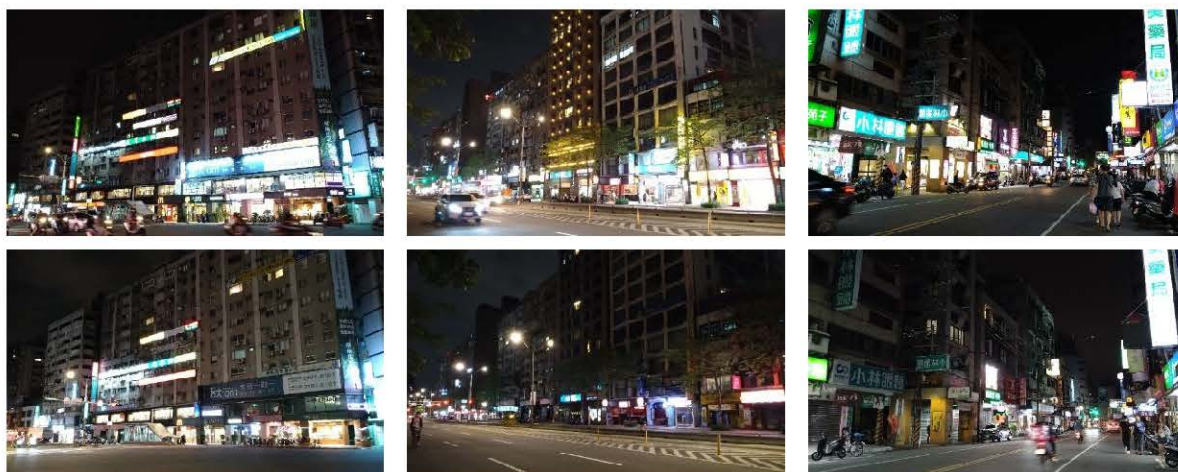


圖 5.3 不同時段光環境_臺北市街景

一、進行量測作業

針對不同時段之量測工作，本計畫就前述進行光環境照度量測之量測區域，對紀錄空間位置資訊之量測點進行量測，以光環境照度量測工作方法進行，量測系統、照度值之數據資料蒐集等作業方法均一致，並於同一日期進行且完成，以儘量避免周期效應等干擾因素。

不同時段之監測作業時間，規劃以晚間 9 時作為分段點，在天黑後晚間 6 時至 12 時分為二時段，第一時段作業執行時間在晚間 6 時至 9 時間，第二時段為晚間 9 時至 12 時間，各量測區域之量測工作將各分別於二個時段進行。實際量測作業因等待至完全天黑後才開始，約為晚間 7 點半左右，故第二時段量測作業於晚間 9 時半至 12 時間進行。

依前述方法進行光環境照度量測，各實驗點光環境照度值之數據資料蒐集，每 1 秒紀錄數據 1 次，連續紀錄數據 5 分鐘。

二、量測作業成果

第二時段實際量測值進行彙整，依實驗點量測位置正前方、左斜後方、右斜後方 3 扇形面區域垂直照度，建立最大值、最小值及平均值等資訊。各區各實驗點光環境照度量測各方向量測值之平均值彙整如附件五。

5.4 依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析

本計畫依據 5.3 節監測作業成果，進行比較分析。各量測區域不同時段監測作業成果，可依各量測點時段別建立如最大值、平均值、最小值等統計值及麥克遜對比度進行比較，瞭解環境區域之光環境、光環境平穩情形及時段別變化情形。比較研析說明如下：

一、光環境照度

各量測區各實驗點測得之光環境照度，以各方向之平均值比較(表 5.4-1)，最大值第一時段介於 478.87lx~26.39lx，第二時段介於 329.03lx~4.69lx，最小值第一時段介於 439.53lx~18.31lx，第二時段介於 265.53lx~2.55lx，平均值亦即環境背景垂直照度，第一時段介於 466.69lx~23.28lx，第二時

段介於 318.58lx~2.8lx。第二時段較第一時段有降低的顯現。

第一時段各區各實驗點環境背景垂直照度有 5 處高於 250lx，分別為桃園站前商圈 2 處(點次 1、5)、臺北東區商圈 2 處(量測區一點次 4、量測區三點次 2)及臺大公館商圈 1 處(點次 2)，其 3 扇形面區域垂直照度都以正前方最高、左斜後方次之、右斜後方再次之；以正前方垂直照度量測平均值比較，最大值為 909.73lx，於桃園站前商圈點次 5 測得，其次為 830.12lx，於臺大公館商圈點次 2 測得，再其次為 755.77lx，於桃園站前商圈點次 1 測得。

第二時段各區各實驗點環境背景垂直照度有 3 處高於 250lx，分別為臺大公館商圈 1 處(點次 2)，臺北東區商圈 2 處(量測區三點次 2、量測區五點次 2)，與第一時段比較，桃園站前商圈 2 處光環境照度明顯降低至 28.29lx、3.23lx，臺大公館商圈點次 2 及臺北東區商圈量測區五點次之光環境照度相近而有些微降低，至臺北東區商圈量測區三點次 2 之光環境照度自 225.11lx 些微上升為 252.26lx，則由於右斜後方之上方照明持續運作，及來自經過車輛之燈光所致。

二、光環境照度變化

各區各實驗量測點環境垂直照度隨時間分布情形，請見附件五之三，可以觀察到各量測點時段內及時段別的變化情形。

就各區各實驗量測點正前方、左斜後方、右後斜方 3 方向扇形面之光環境平均照度及環境背景平均垂直照度進行時段別比較，以第一時段與第二時段之差值的正值或負值，可以判定環境光變化方向及大小。本計畫以第二時段為被減數，第一時段為減數，進行運算結果如表 5.4-2，光環境平均照度第二時段普遍較第一時段降低。

3 方向扇形面光環境平均照度的變化情形，變化最大的是桃園站前商圈點次 5 正前方，差值為 902.13lx；其次是桃園站前商圈點次 1 正前方，差值為 755.17lx；再其次是臺北東區商圈量測區一點次 4 正前方，差值為 677.97lx，此 3 處在第一時段其環境背景平均垂直照度均高於 250lx，為 45 處實驗量測點中光環境最亮處。少數點位的部分方向因垃圾車、來往機車與

汽車之車輛燈光而顯現有些微增加。

環境背景平均垂直照度的變化情形，第一時段低於 100lx 的點位有 15 處，有 5 處低於 50lx，僅有 1 處低於 25lx；第二時段則分別有 34 處、24 處、14 處，國際照明協會(CIE)對於 E4 市中心或商業區的照度值建議為 25lx，第二時段光環境照度普遍降低，差值介於 438.4lx~0.11lx。

三、光環境照度平穩情形

進一步以麥克遜對比(Michelson contrast modulation, Cm)觀察光環境照度平穩情形，以光環境照度之最大值及最小值的差值對比和值，於各區各實驗點量測計算之環境背景垂直照度隨時間分布的最大值及最小值，麥克遜對比度運算結果如表 5.4-3，可以觀察到各量測點時段內的光環境的平穩程度。

$$Cm = \frac{Max - Min}{Max + Min}$$

第一時段的商業活動持續進行，各區各實驗點光環境平穩，有 31 處對比度小於 10%，有 13 處介於 10%~25%，僅有 1 處大於 50%，為臺北東區商圈量測區四點次 2，此處於第二時段之對比度仍然大於 50%，受到正前方播放中多媒體看板的影響。

第二時段商業活動陸續歇息，光環境平均照度第二時段普遍較第一時段降低，各區各實驗點光環境不若第一時段平穩，有 23 處對比度小於 10%，有 13 處介於 10%~25%，有 4 處介於 25%~50%，有 5 處大於 50%，正在打烊的商家關閉光源，播放中的多媒體，突然出現的垃圾車、機車或汽車燈光，都會為光環境的平穩帶來影響。

表 5.4-1 各區各實驗點不同時段光環境

量測區		實驗點次	第一時段			第二時段		
			平均值(lx)	最小值(lx)	最大值(lx)	平均值(lx)	最小值(lx)	最大值(lx)
臺大公館商圈		1	159.08	148.63	167.53	143.2	139.07	150.77
		2	352.18	299.53	369.97	318.58	265.53	329.03
		3	118.51	101.96	126.32	122.26	97.79	134.17
東區商圈	量測區一	1	99.58	74.43	121.57	25.8	20.56	33.32
		2	225.35	214.2	232.2	173.67	159.8	178.97
		3	27.73	27.01	29.34	29.14	27.91	35.19
		4	386.18	296.97	398.3	66.76	63.27	70.13
		5	158.23	147.53	166.2	32.27	31.65	33.06
		6	92.88	84.43	94.57	91.22	85.17	92.03
	量測區二	1	52.2	48.31	57.67	29.84	29.43	32.1
		2	200.74	174.5	203.43	128.47	106.55	129.52
		3	172.96	161.57	176.97	36.79	28.37	43.56
		4	63.39	62.5	65.88	51.31	20.98	64.88
		5	130.24	114.17	137.77	130.13	116.2	134.7
		6	228.19	208.33	236.43	224.03	211.7	231.8
	量測區三	1	174.47	145.93	187.47	164.72	144.7	184.13
		2	225.11	223	243.1	252.26	250.9	268.6
		3	150.94	126.37	156.07	72.49	39.28	82.03
		4	94.3	77.38	95.95	91.48	73.49	94.96
		5	231.64	219.77	235.9	71.65	68.9	75.43
		6	217.15	209.23	224.03	10.76	10.22	12.62
	量測區四	1	180.46	172.83	183.33	10.75	9.74	13.02
		2	31.3	18.31	58.95	29.73	16.19	57.4
		3	56.48	55.93	59.73	22.87	22.51	26.3
		4	102.26	98.33	104.53	7.33	7.22	10.37
		5	42.86	40.08	51.9	41.2	40.06	44.3
		6	117	110.6	118.13	92.67	83.01	97.4
	量測區五	1	96.69	76.21	99.67	24.97	17.39	27.79
		2	267.87	252.77	275.27	256.31	245.37	260.53
		3	100.4	93.73	103.03	20.24	18.91	21.16
		4	90.35	86.37	94.73	16.01	6.18	43.87
		5	37.91	34.22	42.57	20.69	20.38	26.04
		6	23.28	22.41	26.39	23.65	23.2	26.81
	量測區六	1	69.49	65.53	72.25	27.13	24.5	29.02
		2	130.52	114.06	141.87	9.1	8.31	13.47
		3	167	127	172.43	131.81	126.3	136.17
		4	109.87	105.2	113.7	94.45	88.67	96.4
		5	93.84	89.38	99.02	2.8	2.55	4.69
		6	169.16	164.4	170.5	70.06	68.5	73.43
桃園站前商圈		1	398.37	339.47	413.67	3.23	2.55	5.67
		2	103.14	102.2	108.8	92.4	91.59	96.5
		3	176.17	163.17	213.43	20.39	12.44	52.9
		4	158.24	156.1	160.97	9.17	8.26	16.87
		5	466.69	439.53	478.87	28.29	9.73	38.41
		6	174.66	152.77	179.77	37.65	34.5	40.47

表 5.4-2 各區各實驗點光環境不同時段變動情形

量測區		實驗 點次	量測平均值(lx)			環境背景照度 平均值
			正前方	左斜後方	右斜後方	
臺大公館商圈		1	-20.19	-12.04	-15.43	-15.88
		2	-2.01	-52.79	-46	-33.6
		3	6.56	4.93	-0.24	3.75
東區商圈	量測區一	1	-191.08	-5.25	-25	-73.78
		2	-158.06	8.55	-5.54	-51.68
		3	-8.52	11.38	1.37	1.41
		4	-677.97	-199.07	-81.21	-319.42
		5	-261.28	-64.18	-52.43	-125.96
		6	0.27	-0.71	-4.53	-1.66
	量測區二	1	-53.13	-9.01	-4.94	-22.36
		2	-160.54	-21.44	-34.84	-72.27
		3	-123.14	-193.56	-91.8	-136.17
		4	-28.39	-3.96	-3.91	-12.08
		5	1.56	2.13	-4.01	-0.11
		6	1.13	-9.97	-3.62	-4.16
	量測區三	1	-4.19	-23.13	-1.92	-9.75
		2	59.54	11.6	10.32	27.15
		3	-137.76	-75.85	-21.73	-78.45
		4	-3.28	-2.54	-2.63	-2.82
		5	-361.3	-57.65	-61.02	-159.99
		6	-455.69	-119.93	-43.55	-206.39
	量測區四	1	-386.29	-65.64	-57.19	-169.71
		2	2.99	-4.32	-3.39	-1.57
		3	-90.15	-5.34	-5.35	-33.61
		4	-90.31	-171.93	-22.53	-94.93
		5	3.17	-4.11	-4.05	-1.66
		6	-35.14	-12.8	-25.03	-24.33
	量測區五	1	-205.92	-5.77	-3.5	-71.72
		2	-5.17	-18.2	-11.32	-11.56
		3	-211.05	-14.87	-14.56	-80.16
		4	-69.53	-52.73	-100.78	-74.34
		5	-41.13	-3.18	-7.37	-17.22
		6	4.08	-2.22	-0.75	0.37
	量測區六	1	-108.15	-13.6	-5.34	-42.36
		2	-298.86	-57.96	-7.44	-121.42
		3	-83.07	-12.83	-9.68	-35.19
		4	-24.95	-2.53	-18.76	-15.42
		5	-69.28	-9.95	-193.87	-91.04
		6	-244.4	-12.37	-40.53	-99.1
桃園站前商圈		1	-755.17	-312.64	-117.6	-395.14
		2	-5.73	-11.85	-14.64	-10.74
		3	-295.16	-79.47	-92.71	-155.78
		4	-107.73	-162.29	-177.2	-149.07
		5	-902.13	-254.66	-158.41	-438.4
		6	-323.59	-46.42	-41	-137.01

表 5.4-3 各區各實驗點光環境垂直照度值

量測區		實驗點次	第一時段			第二時段		
			Cm(%)	最小值(lx)	最大值(lx)	Cm(%)	最小值(lx)	最大值(lx)
臺大公館商圈		1	5.98	148.63	167.53	4.04	139.07	150.77
		2	10.52	299.53	369.97	10.68	265.53	329.03
		3	10.67	101.96	126.32	15.68	97.79	134.17
東區商圈	量測區一	1	24.05	74.43	121.57	23.68	20.56	33.32
		2	4.03	214.2	232.2	5.66	159.8	178.97
		3	4.13	27.01	29.34	11.54	27.91	35.19
		4	14.57	296.97	398.3	5.14	63.27	70.13
		5	5.95	147.53	166.2	2.18	31.65	33.06
		6	5.66	84.43	94.57	3.87	85.17	92.03
	量測區二	1	8.83	48.31	57.67	4.34	29.43	32.1
		2	7.65	174.5	203.43	9.73	106.55	129.52
		3	4.55	161.57	176.97	21.12	28.37	43.56
		4	2.63	62.5	65.88	51.13	20.98	64.88
		5	9.37	114.17	137.77	7.37	116.2	134.7
		6	6.32	208.33	236.43	4.53	211.7	231.8
	量測區三	1	12.46	145.93	187.47	11.99	144.7	184.13
		2	4.31	223	243.1	3.41	250.9	268.6
		3	10.52	126.37	156.07	35.24	39.28	82.03
		4	10.71	77.38	95.95	12.75	73.49	94.96
		5	3.54	219.77	235.9	4.52	68.9	75.43
		6	3.42	209.23	224.03	10.51	10.22	12.62
	量測區四	1	2.95	172.83	183.33	14.41	9.74	13.02
		2	52.60	18.31	58.95	56.00	16.19	57.4
		3	3.29	55.93	59.73	7.76	22.51	26.3
		4	3.06	98.33	104.53	17.91	7.22	10.37
		5	12.85	40.08	51.9	5.03	40.06	44.3
		6	3.29	110.6	118.13	7.98	83.01	97.4
	量測區五	1	13.34	76.21	99.67	23.02	17.39	27.79
		2	4.26	252.77	275.27	3.00	245.37	260.53
		3	4.73	93.73	103.03	5.62	18.91	21.16
		4	4.62	86.37	94.73	75.30	6.18	43.87
		5	10.87	34.22	42.57	12.19	20.38	26.04
		6	8.16	22.41	26.39	7.22	23.2	26.81
	量測區六	1	4.88	65.53	72.25	8.45	24.5	29.02
		2	10.87	114.06	141.87	23.69	8.31	13.47
		3	15.17	127	172.43	3.76	126.3	136.17
		4	3.88	105.2	113.7	4.18	88.67	96.4
		5	5.12	89.38	99.02	29.56	2.55	4.69
		6	1.82	164.4	170.5	3.47	68.5	73.43
桃園站前商圈		1	9.85	339.47	413.67	37.96	2.55	5.67
		2	3.13	102.2	108.8	2.61	91.59	96.5
		3	13.35	163.17	213.43	61.92	12.44	52.9
		4	1.54	156.1	160.97	34.26	8.26	16.87
		5	4.28	439.53	478.87	59.58	9.73	38.41
		6	8.12	152.77	179.77	7.96	34.5	40.47

**第六章、研訂 LED 閃爍曝露規範
及量測方法，並研擬將色溫納入光
污染管理指引 2.0 版本(草案)**

第六章 研訂 LED 閃爍曝露規範及量測方法，並研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)

依本計畫工作項目需求，針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議；進行光污染來源閃爍陳情案件調查，研提 LED 閃爍曝露規範及量測方法；研析國際上針對色溫之管理方式，研析色溫曝露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬。

6.1 針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議

為有效防制光污染對環境之影響，環保署訂定「光污染管理指引」，提供各光源主管機關納入主管法規，以期由光污染源頭加強管制，並提供地方政府納入地方自治條例進行管理。

依環保署訂定之「光污染管理指引」，各光源目的事業主管機關進行相關權責分工，納入之部會有環保署、內政部及交通部，其權責分工為：環保署負責環境光源管理指引之訂定，內政部負責管理招牌廣告及廣告、路燈、建築物等光源管理及建築技術規範審議與都市計畫規劃管理；交通部負責高速公路路燈、快速道路路燈、交通號誌燈、車輛燈光、航空障礙燈等光源之管制，各部會分工如圖 6.1。



圖 6.1 光污染管理中央部會權責分工圖

針對各部會主管機關相關法規，涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範，提供可納入主管法規之建議，我國行政院轄下共計 34 個機關，經初步了解各機關業務後，本計畫對內政部、經濟部、交通部、教育部、文化部、農業委員會 6 機關主管相關法規，進行查找，例如內政部「公寓大廈管理條例」、農業委員會「農路設計規範」，並進一步彙整涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範可納入主管法規之建議。

對內政部、經濟部等 6 部會從各法規體系相關法規進行查找，彙整涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範可納入主管法規之建議情形，目前法規中有涉及光污染管理相關議題，於建議/說明欄列示其條文或說明，如§3I(第三條第一項)，目前法規中雖無涉及光污染管理相關議題，但與光環境管理可能相關，則於建議/說明欄提出建議。本計畫查找各部會法規體系法規總數、有涉及議題法規數及議題有相關法規數整理如附件六。

6.2 光污染來源閃爍陳情案件調查

依照原工作項目需求，本計畫針對光污染來源閃爍陳情案件之個案/地區進行至少 2 件光污染案件調查，以研擬量測方法並進行現場量測。本項工作為刪減工作項目，於 11 月 4 日暫停執行。資料蒐集及案件調查規劃執行情形說明如下。

6.2.1 光污染來源閃爍

在視覺系統中，光亮滅的週期如在幾 Hz 左右時，能夠感覺到它的閃爍，若閃爍的頻率在十幾 Hz 時，幾乎感覺不到閃爍，覺得發光是連續的。光亮滅的頻率比較低的情況下，這種亮滅的感覺被稱為閃爍(flicker)。而亮滅的頻率變高時，閃爍的感覺消失，感覺光始終是連續不變的，這種感覺被稱為融合，此時的頻率被稱為閃爍臨界值或閃爍融合頻率(CFF：Critical Fusion Frequency)。CFF 受到視覺對象亮度、大小的正向影響。

在 IEEE Standard P1789 的報告指出，人眼可辨識 70Hz 以下的頻閃，人體生理上對這樣的低頻閃爍可能會有頭痛、眼花、心神不安或引發癲癇等反應，而對高於 70Hz 的頻閃，雖然無法感知，但也並非沒有影響，可引發頭痛、視覺疲勞，長期使用可能會引起視力下降甚至心跳加快等反應。

CIE 將閃爍定義為：由亮度或光譜分佈隨時間波動的光刺激引起的視覺感知不穩定的印象，並指出這個定義清楚地將閃爍定義為一種感知效果。歐盟新出現和新鑑定健康風險科學委員會（SCENIHR）的人造光對健康的影響《Health Effects of Artificial Light》報告指出，閃爍是人類視覺系統可以感知的光強調製，與某些病理狀況（尤其是癲癇病）有關。由於視覺系統的平均時間超過 20 毫秒或更長，因此人類看不見更高頻率的閃爍。

閃爍的常見光源種類，包括 LED 燈廣告、電子廣告看板、電子訊息顯示廣告及影視幕牆或標誌之動態招牌，國際間管理規範內容，大致有減低亮度、閃動間隔、訊息時間、運作時間、轉為靜態模式及住宅區域等，本計畫就所蒐集資料綜整如表 6.2.1。

表 6.2.1 國際間閃爍管理規範

減低亮度	◆ 鑑於 LED 燈的聚光性較強，強烈的光差容易讓居民感到不適，LED 燈廣告晚間的亮度不宜超過 400cd/m^2 ◆ 在難於避免的情況下，可減低影視幕牆或標誌的光度、運作時段及或閃爍頻率
閃動間隔	◆ 建議 LED 燈閃動間隔不少於 1 秒，同時建議較少採用紅色及白色的燈光。
訊息時間： 持續時間 轉換時間 轉換頻率	◆ 訊息顯示至少持續 4 秒(、5 秒、8 秒) ◆ 訊息轉換時間不可超過 1 秒(、3 秒、4 秒) ◆ 訊息轉換期間，標誌不得包括任何可見效果，包括但不限於運動、消失、閃爍，間歇性光源或閃爍光等幻覺效果 ◆ 電子廣告看板畫面信息保持至少 30 秒(、60 秒)
運作時段/ 預調時間	◆ 所有用作裝飾、宣傳或廣告用途的動態燈光裝置（例如閃動招牌和影視幕牆等）應在晚上 11 時後關掉
轉為靜態模式	◆ 若閃動招牌屬於地面店鋪招牌，而該店鋪在預調時間(12 時)仍然運作，該閃動招牌應在晚上 11 時後轉為靜態模式
住宅區域	◆ 在面向住戶的位置(如燈光裝置位於對面馬路)，避免使用會閃爍、改變顏色或具有動態效果的影視幕牆或標誌。 ◆ 若靠近住宅單位等敏感受體設置 LED 燈廣告時，建議在設置前先作充分考慮、評估及進一步採取有效措施，以避免對鄰近敏感受體造成影響

6.2.2 光污染來源閃爍陳情案件調查

不當的照明設計與過度使用，不僅無法提升夜間光環境的品質，反而會造成光污染，以致干擾用路人，也影響鄰近住戶夜晚

的生活品質。近年來國人向環保署及地方環保單位反映，光源過亮或閃爍情形引致不舒適，住家生活品質及行車安全受到光污染影響。光污染陳情案件數每年約為 3 百餘件，其中亦包含有閃爍陳情情形，本計畫挑選 2 件干擾影響較明顯之個案或地區進行案件調查，提供後續案件選擇與實地量測及研提改善方式，作業流程規劃如圖 6.2.2。

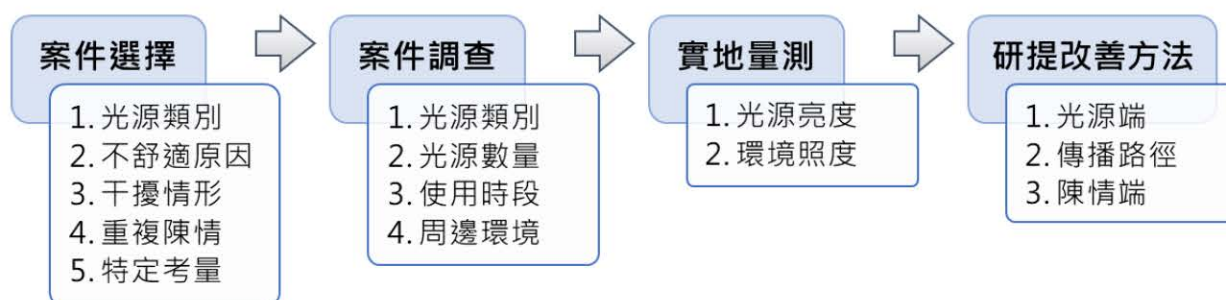


圖 6.2.2 光污染案件實地調查及量測作業流程

一、選擇案件調查對象

本計畫就 107~109 年光污染陳情案件中，以地址正規化後之臺北市及新北市案件資料進行統計，計有 105 件陳情有閃爍之情形，發生在 95 個地址，其中臺北市 70 處，新北市 25 處；重複陳情計 7 處，其中臺北市 3 處，新北市 4 處。案件中有 1 處標的為住戶，經瞭解屬個人行為，故將之排除，另依據「光污染管理指引」不適用範圍，排除標的為航空障礙燈案件，本計畫就餘下 5 案件進行現場勘查，提供做為案件調查對象。

二、進行案件調查

就前述 5 案件進行實地勘查，整理如表 6.2.2。現場勘查時了解有到 1 處店家已非被陳情業者，3 處未發現閃爍情形，僅有 1 處仍有閃爍之情形，光源為 LED 組合燈-孔雀燈。

表 6.2.2 陳情案件資訊

序號	勘查時間	相關說明	陳情次數
1	11 月 9 日	未發現閃爍情形，隔壁檳榔廣告物有閃爍情形	2
2	11 月 14 日	未發現閃爍情形	2
3	11 月 11 日	已不是此店家	2
4	11 月 10 日	未發現閃爍情形	2
5	11 月 9 日	有閃爍情形，LED 組合燈-孔雀燈	2

6.3 研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)

本計畫將配合環保署對 109 年訂定「光污染管理指引」進行滾動式調整，推展光污染防治。依計畫之工作項目，研析國際上針對色溫之管理方式，研析色溫暴露規範及量測方法，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬。

6.3.1 夜間人工光之色溫

色溫是一個物理量，以開爾文度(K)為單位進行測量，並確定光的色調，度數越高光線就越藍（冷），度數越低光線就越趨向於黃色（暖）。

光的主要來源是太陽，是可見光波長約 450~475nm，太陽光的日夜循環如圖 6.3.1 之上圖，白天時的藍天白雲色溫高於 5000K，黃昏的色溫不到 3000K。月光的色溫是 4100K，火光色溫也小於 3000k。不同色溫的光色及其特性：

- 1.低色溫：色溫在 3300K 以下，光色偏紅，與白熾燈相近，給人以溫暖、健康的感覺。
- 2.中色溫：色溫在 3300~6000K，為中性色溫，由於光線柔和，使人有愉快、舒適的感覺。
- 3.高色溫：色溫超過 6000K，光色偏藍，接近自然日光色，給人以明亮的感覺，使人精力集中及不容易睡著。



(<http://www.aecilluminazione.it/i-vantaggi-dellilluminazione-pubblica-a-led/>)



(<http://www.stemod.com.tw/2020/07/06/cct/>)

圖 6.3.1 不同色溫的光色

夜間人工光(artificial light at night；ALAN)引入光譜不同於日光、月光或星光的光。ALAN 的光譜取決於所使用的照明設備的種類，範圍從窄（例如低壓鈉）到寬（例如高強度放電和發光二極管(LED)），總體趨勢是使用“更白的照明”光源，通常在光譜的藍色部分具有很強的成分，尤其是使用 LED，如圖 6.3.1 下圖。鎢燈（白熾燈）的常見色溫是 2800K，鹵素燈及黃光日光燈的常見色溫是 3000K，淺黃光日光燈最常見的色溫是 4100K，白光日光燈常見色溫是 6500K。LED 照明沒有特定的色溫，它可以根據所需的應用調製光源的色溫。

夜間人工光的許多影響，包括對人及動植物生物的代謝與生長、捕食與習性、生殖與繁衍、遷徙與適應，以及對整體生態環境系統的干擾影響。近年來，由於具有高相關色溫的光源通常具有更高的能量效率，因此使用具有高相關色溫的燈具，在確保維持照度所需的情形下，可以更少的使用的燈具數量並減少能源，應用日益普及的高強度 LED 照明設計發出大量藍光，所產生的光害污染也開始受到重視。美國醫學會(AMA)科學與公共衛生委員會的一份報告指出，高強度 LED 照明設計發出大量藍光，肉眼看起來是白色的，其可能的影響如：

1. 比傳統照明產生更嚴重的夜間眩光。強烈的、富含藍光的 LED 照明會降低視力，從而導致安全問題和道路危險。
2. 在夜間工作的 LED 路燈所發出的藍光會對褪黑激素產生不利影響。據估計，白光 LED 燈對人體自然睡眠覺醒週期之晝夜節律的影響是傳統路燈的五倍。相關的調查發現，較亮的住宅夜間照明與睡眠時間減少、對睡眠質量不滿意、夜間覺醒、過度嗜睡及肥胖有關。
3. 不當的 LED 照明影響不僅限於人類，過度的戶外照明會擾亂許多需要黑暗環境的物種，例如，會使一些鳥類、昆蟲、海龜和魚類失去方向感，又或者干擾、抑制遷移及繁殖行為。

6.3.2 國際上對色溫之管理與規範

夜間照明提供人類生活安全與舒適，對夜間人工光進行管理與規範，以營造良好的光環境，減低對人體、動植物、環境以及生態環境系統的負面影響，同時提昇生活安全、減少碳排放以及暗夜觀賞星空。

一、美國醫學會(AMA)

美國醫學會(AMA)於” Human and Environmental Effects of Light Emitting Diode(LED)CommunityLighting(2016)”指出，認識到設計不當的高強度 LED 照明的不利影響，鼓勵社區基於降低能源消耗並減少化石燃料的使用，正確轉換為發光二極管(LED) 照明時，通過使用盡可能低的藍光發射來減少眩光，從而最大限度地減少和控制富含藍色的環境照明。AMA 鼓勵在道路等室外設施中使用 3,000K 或更低的照明。所有 LED 照明都應適當屏蔽，以盡量減少眩光和對人體和環境的不利影響，對於非高峰時段應考慮利用 LED 照明的調光能力。

二、暗空委員會

暗空委員會(The commission for Darl Skies)由英國天文學會(British Astronomical Association)運營，隸屬於國際暗空協會(International Dark-Sky Association)，於”Lighting Guidelines”建議使用色溫 3,000K 之暖色或琥珀色燈具。

三、國際間國家及城鎮

本計畫蒐集並彙整國際間國家及城鎮對色溫之管理與規範，如附件七。

大抵而言，根據照明的目的來選擇合適的光色和相關色溫，在滿足照明用途的前提下，如果相關色溫過高，會發出比較多的藍光，對人、動植物、生態環境的影響以及夜空的亮度都是不理想的。大於 4,000K 或 5,000K 用於道路照明、安全燈和運動設施照明；為了自然保護和環境保護，夜間室外照明保持在 3,200K 以下低相關色溫，夜空也可保持黑暗可以觀賞星空；為了保護生態系統和生物多樣性，國家公園及自然保護區中，管理與規範限制為 2,700K 或 2,400K，以至 2,200K 都有。

6.3.3 色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)

光害污染由於過度或不當使用照明系統，致使人、動植物及生活、生物與生態環境受到影響。本團隊配合環保署對「光污染管理指引」持續進行滾動式調整，推展光污染防制，依本計畫工作項目，研擬將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)。

鑑於夜間人工光的許多影響，包括對人及動植物生物的代謝與生長、捕食與習性、生殖與繁衍、遷徙與適應，以及對整體生態環境系統的干擾影響。針對人工光源的相關色溫所造成之藍光效應，增訂最大相關色溫建議值，預期效益包括：減低夜間眩光，提升居住與道路安全；維持晝夜節律，保護人們睡眠品質，動植物生長、繁衍習性；維持黑暗環境，避免部分鳥類、昆蟲、海龜和魚類失去方向感，又或者干擾、抑制遷移及繁殖行為，保護生物多樣性；還原暗夜星空的自然光環境。對整體環境及永續發展影響，於提供人們生活上便利安全之宜居環境的同時，友善多樣化生物，並推及自然生態系統與夜空，營造對人、動植物及其社區、棲息地和夜空友善的良好的光環境。

本計畫蒐集並彙整國際上對色溫之管理與規範，並適度添加至光污染管理指引中，光污染管理指引 2.0 版本(草案)修正對照如表 6.3.3。環保署 109 年函頒之「光污染管理指引」，包括前言、光曝露建議值、部會分工、量測方法、防護與改善及不適用之範圍等六大部分。

表 6.3.3 光污染管理指引 2.0 版本(草案)修正對照表

修正條文及內容	現行條文及內容	說明
一、前言		
為有效管理因光源過亮造成民眾不舒適情形， <u>及營造對人、動植物及其社區、棲息地和夜空友善的良好的光環境</u> ，特擬定「光污染管理指引」，提供各光源主管機關納入主管法規，以期由光污染源頭加強管制，並提供地方政府納入地方自治條例進行管理，以有效防制光污染對環境 <u>及永續發展</u> 之影響。	<u>目前我國光污染陳情案件類型，主要分為廣告類（包括 LED 類及非 LED 類）、非廣告類及反射類等 3 大類，上述光源各自有其主管機關。光污染陳情案件以都市型態較易發生</u> ，為有效管理因光源過亮造成民眾不舒適情形，特擬定「光污染管理指引」，提供各光源主管機關納入主管法規，以期由光污染源頭加強管制，並提供地方政府納入地方自治條例進行管理，以有效防制光污染對環境之影響。	光污染管理指引持續進行滾動式調整，推展光污染防治。夜間照明提供人類生活安全與舒適，對夜間人工光進行管理與規範，以營造良好的光環境，減低對人體、動植物、環境以及生態環境系統的負面影響，同時提昇生活安全、減少碳排放以及暗夜觀賞星空。擴展光污染管理範圍，由關注陳情案件提昇至對整體環境及永續發展影響，於提供人們生活上便利安全之宜居環境的同時，友善多樣化生物，並推及自然生態系統與夜空，故

修正條文及內容	現行條文及內容	說明
		刪除左列 <u>條文</u> 內容，另增添左二列 <u>條文</u> 內容。
二、光曝露建議值		
(三)最大相關色溫建議值		1.近年來，由於具有高相關色溫的光源通常具有更高的能量效率，因此使用具有高相關色溫的燈具，在確保維持照度所需的情形下，可以更少的使用的燈具數量並減少能源，應用日益普及的高強度 LED 照明設計發出大量藍光，所產生的光害污染也開始受到重視。鑑於夜間人工光的許多影響，包括對人及動植物生物的代謝與生長、捕食與習性、生殖與繁衍、遷徙與適應，以及對整體生態環境系統的干擾影響。針對人工光源的相關色溫所造成之藍光效應，增訂最大相關色溫建議值。 2.遵循「光污染管理指引」之立法意旨及用途，提供各光源主管機關納入主管法規，以期由光污染源頭加強管制，並提供地方政府納入地方自治條例進行管理，依地方自治精神，考量因地制宜之特性，可視光環境差異依需求或地域特性訂定更嚴格的建議值。 3.沿採分區分時段管理，於商業區晚上 6 時至 11 時，有較大之容許值。關於星
1. 針對人工光源的相關色溫所造成之藍光效應，夜間室外照明/光源(燈具及固定裝置)於商業區晚上 6 時至 11 時，其最大相關色溫建議值 5,000+/-500K(5,500K 中午~4,500K 下午近傍晚)。		
2.針對人工光源的相關色溫所造成之藍光效應，夜間室外照明/光源(燈具及固定裝置)除上述區域及時段外，其最大相關色溫建議值為 3,000K(黃昏)。		

修正條文及內容	現行條文及內容	說明
		空保護區、國家公園、森林、保護區、保存區等特殊區域，由光源主管機關管理，加強管制。
三、部會分工		
(四)農業委員會：管理農路路燈、農作物生產區電照燈。		為有效防制光污染對環境及永續發展之影響，由光污染源頭加強管理，增加納入農業生產區域人工光源之管理，故增列農業委員會。
(五)光源輔導改善：各該目的事業主管機關。	(四)光源輔導改善：各該目的事業主管機關。	條文序號遞移，由(四)改為(五)。
防護與改善		
(一)天空輝光或光侵擾 天空輝光或光侵擾之來源，一般來自路燈、投光燈等光源，其防護與改善應著重於源頭管理及現有案件改善。對於特定場所（例如國家公園、生態保護區等特殊區域），請主管機關考量環境特性，評估可能之光污染影響再進行架設相關照明燈具，如確需裝設路燈，除需使用全遮罩之燈具外，亦應注意光源色溫相關規範。因此，有關源頭管理可使用全遮罩之燈具，對於現有案件可於燈具加裝遮罩，以降低天空輝光或光侵擾之影響。	(二)天空輝光或光侵擾 天空輝光或光侵擾之來源，一般來自路燈、投光燈等光源，其防護與改善應著重於源頭管理及現有案件改善。對於特定場所（例如國家公園、生態保護區等特殊區域），請主管機關考量環境特性，評估可能之光污染影響再進行架設相關照明燈具，如確需裝設路燈，除需使用全遮罩之燈具外，亦應注意是否有最新的色溫相關規範可供參考。因此，有關源頭管理可使用全遮罩之燈具，對於現有案件可於燈具加裝遮罩，以降低天空輝光或光侵擾之影響。	關於國家公園、生態保護區等特殊區域，其人工光源的色溫相關規範，建議為加強管理條件，故刪去左列條文內容，增添左二列條文內容。

第七章、協助機關辦理非游離輻射 及光污染量測相關會議

第七章 協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議

依工作需求，本年度本團隊將協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作業示範；協助機關辦理縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會及光污染管理教育訓練說明會。

7.1 協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作業示範

國內行動通訊已邁入 5G 營運，雖然電信法第 32 條載明高中(職)以下學校得不同意第一類電信事業設置室外基地臺，校園環境射頻電磁場曝露情形仍受到關切，環保署於去(110)年研擬「學校區域電磁波監測作業計畫」。依照原工作項目需求，本年度計畫將協助機關對縣市環保局進行至少 1 場次學校區域電磁波現場量測作業示範，使縣市環保局量測人員更加熟悉學校區域電磁波量測流程及方法。本項工作為刪減工作項目，於 11 月 4 日暫停執行。規劃設計及執行說明如下。

一、選擇現場量測示範學校

學校區域電磁波示範量測之量測對象，依據電信法第 32 條之意旨，對高中(職)以下學生健康予以關切及維護，本計畫從國民小學、國民中學或高級中學選擇 1 所進行示範量測。

考量現場量測示範學校之交通便利性，為方便與會人員參與，先就環保署附近查找後再進一步篩選，查找時共獲得 5 所學校，篩選時依「學校區域電磁波監測作業計畫」之「量測點設定原則」，選擇儘可能完整包含量測點設定情境之學校，同時對執行量測所需時間進行評估，避免量測作業時間過長。本次現場量測示範學校選擇為臺北市立福星國民小學。

二、評估量測作業

對選定之待測學校進行校園周遭環境現地勘查，藉由瀏覽及操作電子地圖，模擬設定量測點、量測作業執行及預估量測作業時間等。

三、製作檢測執行範例

本計畫於辦理示範作業前，實地對待測學校進行佈點規劃及量測作業，併同檢測結果製作檢測執行範例，提供對縣市環保局等相關業務執行人員，就校園周界環境的瞭解與掌握、量測點選定、量測數據紀錄及相關注意事項等，詳細說明。

本次檢測作業使用 ETS-Lindgren 電磁場強度計 HI-2200 搭配全向性電場探棒 E100 (頻率範圍：100kHz~5GHz) 進行量測。該學校校地方正，四面皆為可正常活動範圍，共量測 127 點，檢測代表值為 $9.601 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，經換算後等於 $0.009601 \text{mW}/\text{cm}^2$ ，為曝露指引限值 $0.2 \text{mW}/\text{cm}^2$ 之 4.81%，於學校操場的外圍測得，距學校操場圍籬間隔有約為 1 公尺寬之綠植花臺。



圖 7.1 臺北市福星國小檢測作業實景照

四、辦理實作示範

本計畫對縣市環保局等相關業務執行人員，依照「學校區域電磁波監測作業計畫」就作業方法進行實作示範並解說，如儀器設備設定操作、量測點選定原則、量測作業方法原則、量測作業及數據讀取、量測作業注意事項及安全守則等，規劃議程如表 7.1，預計於 3 場次非游離輻射檢測實習說明會辦理完成後辦理。本項工作為刪減項目，於 11 月 4 日暫停執行。

表 7.1 學校區域電磁波量測作業示範說明會議程

活動內容	主講人
報到	
長官致詞	環保署空保處
量測作業方法及流程說明	千一科技
現場示範量測作業	千一科技
綜合討論	環保署空保處、千一科技
散會	

7.2 協助機關辦理縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會

檢測實習說明會之辦理，主要任務有提示各縣市環保局當年度之量測類型與站次數量、量測資料檢核標準說明、與台電公司等部會機關協商資料分享機制及瞭解各縣市環保局執行檢測作業所遭遇之困難與需要之協助等，以加強各縣市環保局執行非游離輻射檢測方法及實務，熟悉非游離輻射檢測作業流程、檢測結果建置及上傳方法與資料檢核標準，另依據非游離輻射管理之權責分工，為有效協調各部會分享機制，以利非游離輻射資料庫建置。

7.2.1 會議辦理規劃

本年度計畫本團隊協助環保署辦理 3 場次縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會，加強縣市環保局對 5G 技術資訊之瞭解，以增進縣市環保局防制及檢測能量。作業流程規劃如圖 7.2.1。

一、擬定說明會時間與講師名單

本團隊協助環保署初步擬訂會議之時間與講師名單，並與講師聯繫可參與會議之時間，回復環保署。

二、訂定說明會時間與地點

於會議辦理前由本團隊規劃議程、訂定說明會時間及地點或辦理方式、邀請講座、招募學員、講義資料彙整及問卷設計與整備。說明會議規劃內容將配合計畫目標與工作項目，並依環保署提供意見進行調整，使會議內容符合計畫需求，做為說明會議辦理依據。因應疫情，預備有線上會議辦理的方案。

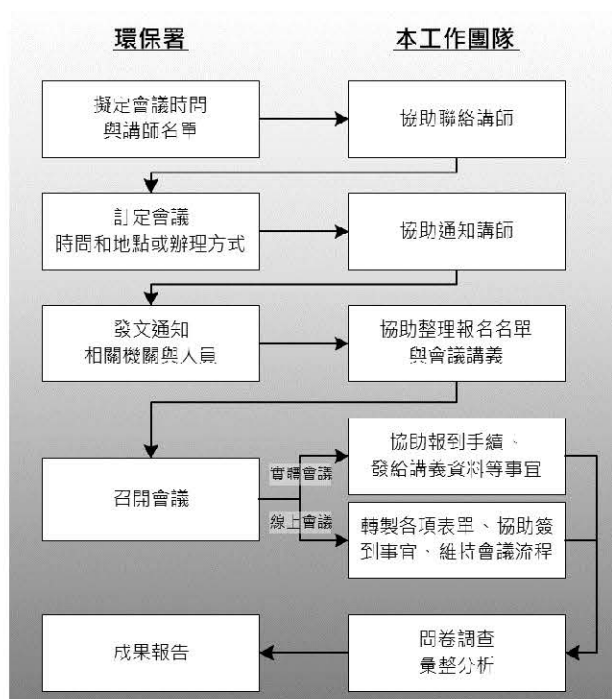


圖 7.2.1 協助機關辦理會議作業流程

三、發文通知縣市環保局與相關部會機關

環保署發文通知縣市環保局與相關部會機關檢測實習說明會舉辦之時間與地點，由本團隊協助彙整與會報名名單，以及講師提供之課程講義。

四、召開會議

環保署主辦縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會，說明會舉辦當日，本團隊依會議辦理方式執行下列工作事項：

(一)實體會議

協助於會前完成場地布置與軟硬體設備之確認，由專人負責與會人員之報到手續、發給課程講義及問卷等，並協助會議時間流程控管，以順利完成會議。會議辦理將配合環保政策，不提供各類材質免洗餐具、包裝飲用水及各類材質一次用飲料杯。

(二)線上會議

會議召開前通知報名學員網路連線平臺及注意事項，將簽到表、問卷等各項轉製的表單置放於網路上提供與會人員，完成網路連線品質、視訊畫面及聲音等軟硬體設備之確認，並協助與會人員完成線上簽到手續，在獲得講師同意後將講義放至雲端提供與會者限時下載，並協助維持會議時間流程控管，以順利完成會議。

五、成果報告

本團隊利用問卷進行各項資料調查，其內容包含與會學員對於課程設計、講義編排、場地設備、講師授課方式、會議安排與服務、課程長度等相關資料，經回收、彙整並分析問卷，以瞭解會議辦理之效益，以及本次活動待改進之處，提供未來執行計畫之參考。

會議議程內容規劃設計包含以下三大部份，環保署空保處對檢測工作內容及要求進行提示；邀請專家學者針對生活中電磁波與 5G 通訊進行專題演講；由計畫執行單位對檢測作業方法與實務進行闡述說明；以及對量測資料建置與檢核作業及系統介面操作進行說明。會後問卷內容設計如表 7.2.1。

表 7.2.1 非游離輻射檢測實習說明會調查表

111 年非游離輻射檢測實習說明會 學習成果調查問卷

主辦單位：行政院環境保護署

執行單位：千一科技股份有限公司

地點：

時間：

1. 請問您在「量測作業」時遇到困難的發射源有那些？（可複選）

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| ☐ (1) 行動電話基地臺 | ☐ (2) AM 廣播電臺 | ☐ (3) FM 廣播電臺 |
| ☐ (4) 無線區域網路(Wifi) | ☐ (5) 變電所 | ☐ (6) 落地型變壓器 |
| ☐ (7) 輸配線路 | ☐ (8) 緊鄰電力設施的室內空間 | |
| ☐ (9) 配電設施(配電盤) | ☐ (10) 沒有困難，因為_____。 | |

2. 請問您在檢測作業的過程最易發生困難的有那些？（可複選）

- | | |
|---|---|
| ☐ (1) 量測時該攜帶那些物品 | ☐ (2) 到達現場後無法接近發射源處量測 |
| ☐ (3) 到達現場該如何填寫量測紀錄表 | ☐ (4) 量測儀器該如何設定及操作 |
| ☐ (5) 不夠了解各種發射源的量測方法 | ☐ (6) 不夠了解量測資料該如何上傳與維護 |
| ☐ (7) 沒有困難 | ☐ (8) 其他_____。 |

3. 請問您認為今天「會議議程」您最滿意的地方是？（可複選）

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| ☐ (1) 課程設計充實 | ☐ (2) 講義編排清楚 | ☐ (3) 場地設備完善/連線品質穩定 |
| ☐ (4) 講師授課方式豐富 | ☐ (5) 議程規劃流暢 | ☐ (6) 課程長度控制得宜 |
| ☐ (7) 都沒特別滿意 | ☐ (8) 其他_____。 | |

4. 請問您認為今天「會議議程」是否需要改進之處？（可複選）

- | | | |
|---|---------------------------------------|---|
| ☐ (1) 課程設計不夠充實 | ☐ (2) 講義編排不夠清楚 | ☐ (3) 場地設備不夠完善/連線品質不穩定 |
| ☐ (4) 講師授課方式較為艱深 | ☐ (5) 議程規劃不流暢 | ☐ (6) 課程長度控制不宜 |
| ☐ (7) 都很滿意 | ☐ (8) 其他_____。 | |

5. 請問您在參加這個說明會之後，是否能讓您更了解整個檢測作業標準流程？

- | | |
|---|------------------------------------|
| ☐ (1) 完全了解 | ☐ (2) 有比較了解 |
| ☐ (3) 依舊不了解，原因_____。 | |

6. 最後，您可以簡短對本次說明會的感想（覺），或您認為可以改善的是什麼？

請寫下您的寶貴意見_____。

*服務單位/姓名：

*E-mail /電話/傳真：

*您是否為貴單位負責本業務的承辦人：☐是 ☐否，承辦人：

~問卷結束 感謝您的意見~

7.2.2 會議辦理現況

今年度 3 場次之「非游離輻射檢測實習說明會」分別於 8 月 23 日在高雄市，9 月 6 日在臺北市，9 月 15 日在臺中市完成辦理，本團隊依擬定之協助機關辦理會議作業流程籌備辦理，會議辦理情形如表 7.2.2-1。

3 場次會議採一次性報名，因應疫情建議各縣市環保局人員選擇鄰近場次參加，可透過電話傳真、電郵信箱、線上表單 3 種管道報名與會，由本團隊工作人員彙整報名人員名單，通知各單位人員與會場次及相關注意事項，亦同時詢查各單位所使用之極低頻與射頻電磁波量測儀器之廠牌型號，以及最新的校驗日期和校驗單位，瞭解縣市環保局檢測硬體設備能量，會議辦理依擬定的作業流程籌備舉辦。

表 7.2.2-1 非游離輻射檢測實習說明會辦理情形

	場次	辦理時間	地點	與會人數(含工作人員)
1	高雄場	8 月 23 日	台灣文創訓練中心 高雄信義館	21 人
2	臺北場	9 月 6 日	台灣文創訓練中心 台北長安館	20 人
3	臺中場	9 月 15 日	台灣文創訓練中心 台中文創館	21 人

今年度邀請中原大學生物醫學工程學系蘇振隆教授擔任講座，對「生活中的電磁波與 5G 通訊」進行解說；「量測資料建置與檢核作業說明」課程，由本團隊對量測資料建置與檢核作業及系統介面操作進行說明；並進行「學校電磁場、學校區域電磁波」量測作業說明。會議議程如表 7.2.2-2。

於各場次會議舉辦當日，本團隊協助於會前完成場地布置與軟硬體設備之確認，由專人負責與會人員之報到手續、發給問卷等，並協助會議時間流程控管，順利完成本場會議。

表 7.2.2-2 非游離輻射檢測實習說明會議程

時間		課程主題	主講人
上午場	下午場		
08:30 ~ 09:00	13:00 ~ 13:30	報到	
09:00 ~ 09:05	13:30 ~ 13:35	長官致詞	環保署空保處
09:05 ~ 09:15	13:35 ~ 13:45	執行電磁波檢測工作之檢討與 檢核標準說明	環保署空保處
09:15 ~ 10:45	13:45 ~ 15:15	生活中的電磁波與 5G 通訊	專家學者
10:45 ~ 10:55	15:15 ~ 15:25	休息	
10:55 ~ 11:10	15:25 ~ 15:40	量測資料建置與檢核作業說明	千一科技
11:10 ~ 11:50	15:40 ~ 16:20	量測作業說明 (學校電磁場、學校區域電磁波)	千一科技
11:50 ~ 12:00	16:20 ~ 16:30	綜合討論	環保署空保處 專家學者、千一科技
12:00 ~	16:30~	散會	

一、第一場次_高雄場

高雄場於 8 月 23 日上午假台灣文創訓練中心高雄信義館（高雄市苓雅區中正二路 175 號 13 樓之 3）K131 教室辦理，參與本場次會議的單位包括有臺南市、高雄市、嘉義市、雲林縣、嘉義縣、屏東縣、花蓮縣、臺東縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 21 人。

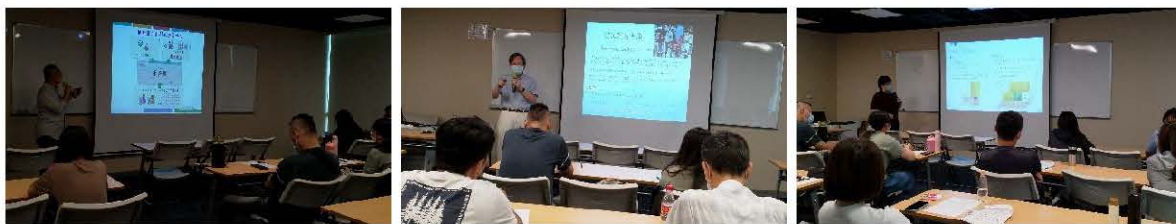
二、第二場次_臺北場

臺北場次於 9 月 6 日下午假台灣文創訓練中心台北長安館（臺北市中山區長安東路一段 27 號 2 樓）C201 教室辦理，參與本場次會議的單位包括有臺北市、新北市、桃園市、基隆市、新竹縣、宜蘭縣、花蓮縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 20 人。

三、第三場次_臺中場

臺中場次於 9 月 15 日下午假台灣文創訓練中心台中文創館（臺中市西區民族路 23 號 4 樓）1301 教室辦理，參與本場次會議的單位包括有臺中市、臺南市、新竹市、苗栗縣、南投縣、彰化縣、雲林縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 21 人。

高雄場



臺北場



臺中場



圖 7.2.2 非游離輻射檢測實習說明會實景照片

7.2.3 會議辦理成果

3 場次非游離輻射檢測實習說明會，會後收回問卷共計 41 分，第 1 場次 10 份，第 2 場次 16 份，第 3 場次 15 份。問卷題目可區分為「量測困難」、「說明會整體滿意度評估」、「效益評估」等項目，以下依序就回卷學員反饋之各項內容進行統計結果說明。

一、量測困難

問卷內容針對調查量測困難部分，分別設計有「量測作業時遇到困難的發射源」與「檢測作業過程中最易發生困難」2 項，提供複選方式供學員勾選。

學員就「量測作業時遇到困難的發射源」的選填情形(圖 7.2.3-1)，於「行動電話基地臺」發生困難計 12 名，占學員數之 29.3%為最高；各有 9 名學員勾選「AM 廣播電臺」、「FM 廣播電臺」、「緊鄰電力設施的室內空間」，占 22%次之；「落地型變壓器」計 6 名，占 14.6%為第三。41 名學員中有 15 名表示在量測各種發射源時並未遭遇困難，占 36.6%。

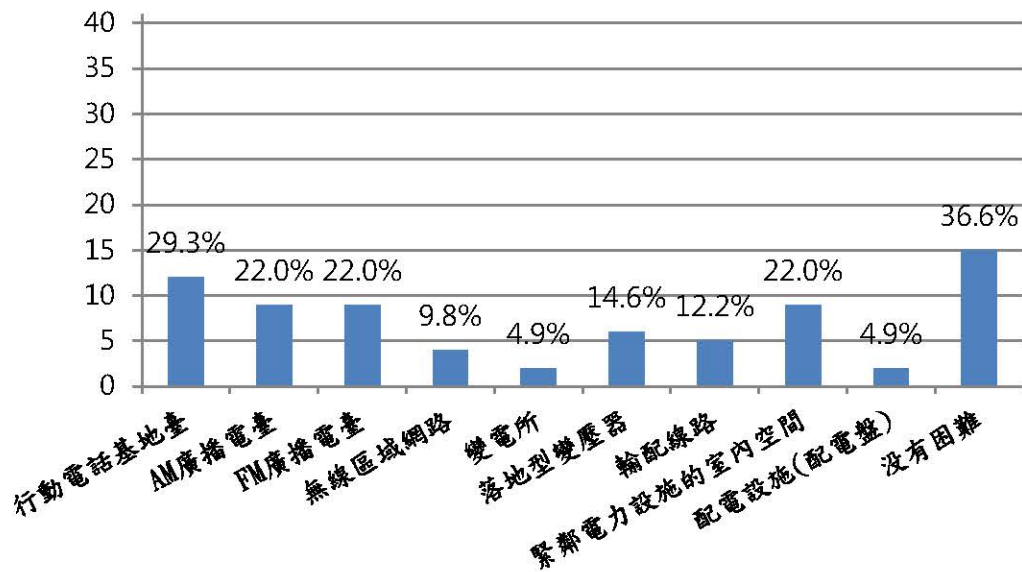


圖 7.2.3-1 在「量測作業」時遇到困難的發射源有那些

學員就「檢測作業過程中最易發生困難」的選填情形(圖 7.2.3-2)，有 9 位(22%)學員表示在量測時並未遭遇困難，而最常遇到的 3 種困難為：「到達現場後無法接近發射源處量測」有 18 位(43.9%)，14 位(34.1%)認為「不夠了解各種發射源的量測方法」，有 8 位(19.5%)表示不清楚「量測儀器該如何設定及操作」，由於環保局人員及計畫委辦單位人員業務承辦的異動，學員反應對於量測方法及儀器設定操作方面的協助需求。

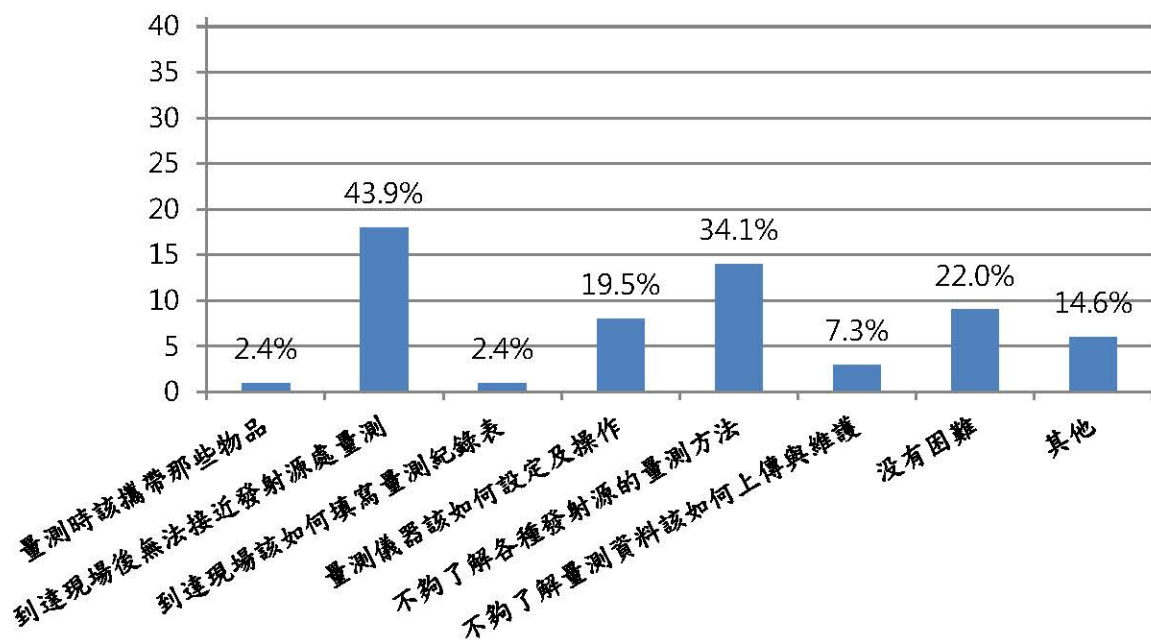


圖 7.2.3-2 檢測作業過程中最易發生的困難

二、說明會整體滿意度評估

問卷內容針對檢測實習說明會整體滿意度的瞭解部分，分別就課程滿意度及需要改進之處 2 大項進行調查，其評估項目有今天檢測說明會最滿意的地方、需改進之處各 7 項，評估項目提供複選方式作答。本團隊將依照學員們給予的意見改進後續辦理說明會。

學員認為會議內容最滿意的地方(圖 7.2.3-3)，以「講師授課方式豐富」為最，計有 24 名，占 58.5%；其次「課程設計充實」有 19 名學員認為令他們滿意，為學員數之 46.3%；再次為「議程規劃流暢」計有 17 名，占 41.5%；再次為「講義編排清楚」、「場地設備完善」、「課程長度控制得宜」皆有 15 名，占 36.6%；而「都沒特別滿意」有 1 位學員選填。除上述選項以外，有學員表示「講師授課簡易清楚明瞭」。

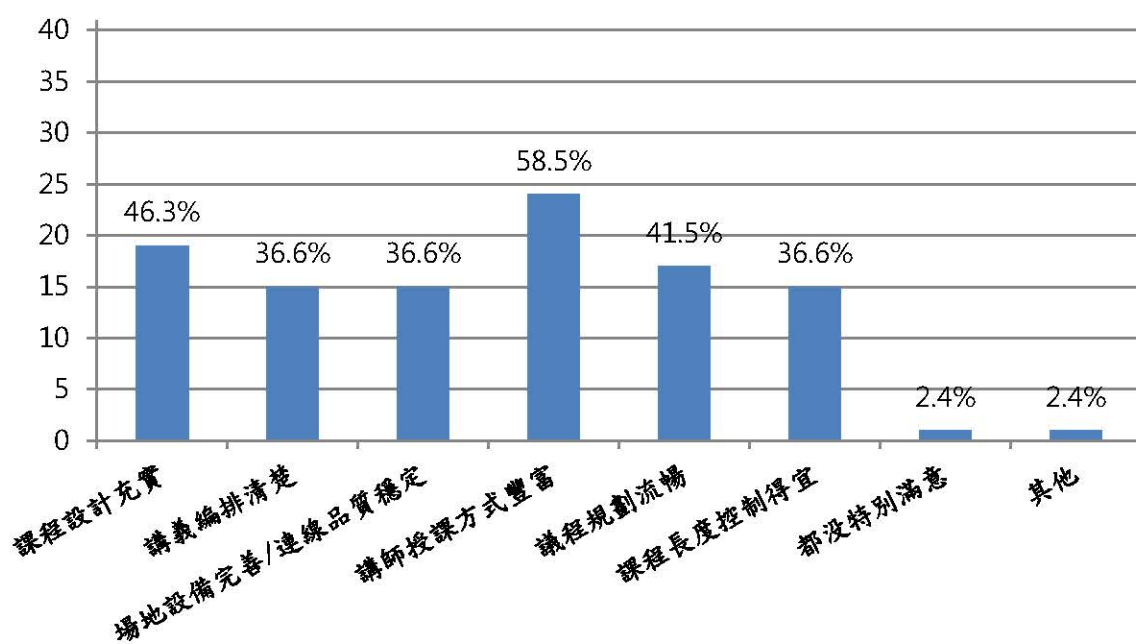


圖 7.2.3-3 檢測說明會中最滿意的地方

學員認為今天會議內容需要改進之處(圖 7.2.3-4)，各有 3 名認為「場地設備不夠完善」、「課程長度控制不宜」，為學員數之 7.3%；學員對此次說明會表示「都很滿意」者有 38 名，占學員數之 92.7%。

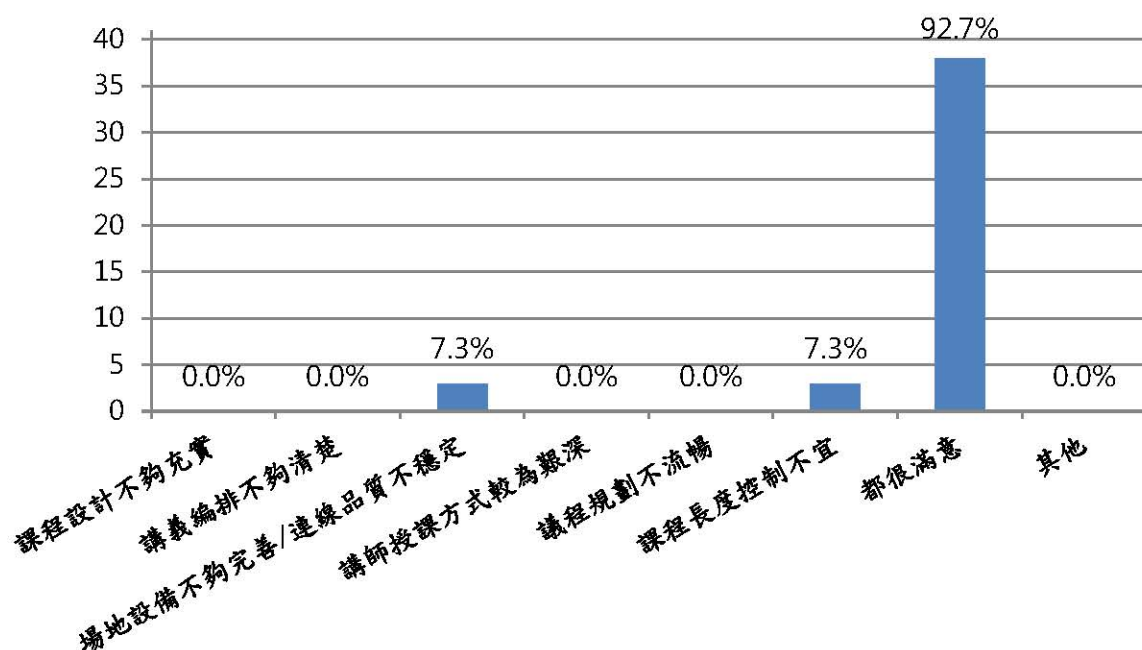


圖 7.2.3-4 檢測說明會中需要改進之處

三、效益評估

問卷內容針對檢測說明會效益評估方面(圖 7.2.3-5)，在經過講師授課之後，就學員學習課程內容後之了解程度做調查，共有 33 名學員，即 80.5%學員，表示「有比較了解」整個檢測作業標準流程；更有 8 位表示已經「完全了解」，占 19.5%。顯示透過本次說明會之辦理，參與學員充分肯定其效益。

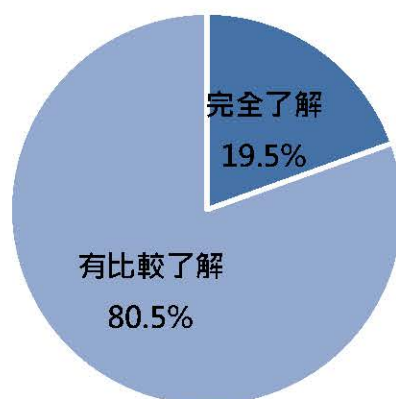


圖 7.2.3-5 是否能更了解整個檢測作業標準流程

7.3 協助機關辦理縣市環保局光污染管理教育訓練說明會

環保署於 109 年 3 月 19 日函頒「光污染管理指引」，指引中訂立光曝露建議值及光污染源亮度及照度量測方法。辦理光污染管理教育訓練說明會，目標以推廣光污染防治及量測方法，增進縣市環保局對光污染及光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局陳情案件處理能量。

7.3.1 會議辦理規劃

依照工作項目需求，本年度將協助機關辦理 3 場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會，以推廣縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染檢測與陳情案件處理量能。會議辦理作業流程規劃同 7.2.1 節說明及圖 7.2.1(頁 7-3)。

會議議程規劃首先請環保署說明「光污染管理指引」對環境中光污染之管制方式與管理準則，以及光源主管機關與地方政府之應用；其次邀請專家學者就光、環境照明、光污染及防護等進行專題演講；以及由執行單位就量測程序步驟、儀器操作與注意事項、量測實務案例進行解說與分享。會後問卷設計如表 7.3.1。

表 7.3.1 光污染管理教育訓練說明會調查表

111 年光污染管理教育訓練說明 學習成果調查問卷

主辦單位：行政院環境保護署

執行單位：千一科技股份有限公司

地點：

時間：

1. 請問您有無曾經受理光污染陳情案件？ ☐有，請接續填寫 ☐無，請跳至第 4 題作答

2. 請問您曾經受理陳情案件的光污染源有那些類型？

- ☐ (1) 燈箱式廣告、招牌 ☐ (2) 投光式廣告、招牌 ☐ (3) 跑馬燈式廣告、招牌
☐ (4) 閃爍式廣告、招牌 ☐ (5) 多媒體廣告、招牌 ☐ (6) 霓虹燈
☐ (7) 警示燈 ☐ (8) 號誌燈 ☐ (9) 路燈
☐ (10) 車輛燈光 ☐ (11) 停車場照明燈光 ☐ (12) 運動(球)場照明燈光
☐ (13) 反射光(帷幕大樓、太陽光電板) ☐ (14) 其他_____

3. 請問您在受理光污染陳情案件時有無遇到困難有那些？

- ☐有，請勾選下列選項 ☐無
☐ (1) 到達現場時找不到光污染源 ☐ (2) 到達現場時光污染源未運作
☐ (3) 不夠了解量測方法 ☐ (4) 不夠了解儀器操作方式
☐ (5) 不夠了解改善方式與措施 ☐ (6) 其他_____

4. 請問您認為今天「會議議程」最滿意的地方是？(可複選)

- ☐ (1) 課程設計充實 ☐ (2) 講義編排清楚 ☐ (3) 場地設備完善/連線品質穩定
☐ (4) 講師授課方式豐富 ☐ (5) 議程規劃流暢 ☐ (6) 課程長度控制得宜
☐ (7) 都沒特別滿意 ☐ (8) 其他_____

5. 請問您認為今天「會議議程」是否需要改進之處？(可複選)

- ☐ (1) 課程設計不夠充實 ☐ (2) 講義編排不夠清楚 ☐ (3) 場地設備不夠完善/連線品質不佳
☐ (4) 講師授課方式較為艱深 ☐ (5) 議程規劃不流暢 ☐ (6) 課程長度控制不宜
☐ (7) 都很滿意 ☐ (8) 其他_____

6. 參加今日會議後，是否讓您對於下列各項有更加了解

(1) 完全了解 (2) 有比較了解 (3) 依舊不了解

- (1) 光污染管理 ☐ ☐ ☐，原因_____
 (2) 光污染量測作業方法 ☐ ☐ ☐，原因_____
 (3) 改善方法與措施 ☐ ☐ ☐，原因_____

7. 最後，您對本次說明會有其他的感想(覺)，或您認為可以改善的地方，請寫下您的寶貴意見

• 服務單位／姓名：

• 聯絡方式(E-mail／電話)：

• 您是否為貴單位負責本業務的承辦人：☐是 ☐否，承辦人：_____

～問卷結束 謝謝您的意見～

7.3.2 會議辦理現況

今年度 3 場次之「光污染管理教育訓練說明會」分別於 8 月 23 日在高雄市，9 月 1 日在臺北市，9 月 14 日在臺中市完成辦理，本團隊依擬定之協助機關辦理會議作業流程籌備辦理，會議辦理行情形如表 7.3.2-1。

3 場次會議採一次性報名，建議各縣市環保局人員選擇鄰近場次參加，可透過電話傳真、電郵信箱、線上表單 3 種管道報名與會，由本團隊工作人員彙整報名人員名單，通知各單位人員與會場次及相關注意事項，亦同時詢查各單位光污染量測儀器購置情形，協助環保署瞭解縣市環保局檢測能量，會議辦理依擬定的作業流程籌備舉辦。

表 7.3.2-1 光污染管理教育訓練說明會辦理情形

	場次	辦理時間	地點	與會人數(含工作人員)
1	高雄場	8 月 23 日	台灣文創訓練中心 高雄信義館	20 人
2	臺北場	9 月 1 日	台灣文創訓練中心 台北長安館	24 人
3	臺中場	9 月 14 日	台灣文創訓練中心 台中文創館	21 人

各場次議程規劃如表 7.3.2-2，今年度邀請臺灣科技大學電機工程系蕭弘清教授擔任講座，進行環境照明與光污染課程解說；「光污染源量測與案例分享」課程，對檢測作業執行過程之量測程序步驟、儀器操作及注意事項等實務進行說明，並分享行量測案例之光源、量測方法、量測結果與案例討論。

於各場次會議舉辦當日，本團隊協助於會前完成場地布置與軟硬體設備之確認，由專人負責與會人員之報到手續、發給問卷等，並協助會議時間流程控管，順利完成本場會議。

表 7.3.2-2 光污染管理教育訓練說明會議程

時間	課程主題	主講人
13:00 ~ 13:30	報到	
13:30 ~ 13:35	長官致詞	環保署空保處
13:35 ~ 13:45	環境中光污染與管理現況	環保署空保處
13:45 ~ 15:15	環境照明與光污染	專家學者
15:15 ~ 15:25	休息	
15:25 ~ 16:15	光污染源量測與案例分享	千一科技
16:15 ~ 16:30	綜合討論	環保署空保處 專家學者、千一科技
16:30~	散會	

一、第一場次_高雄場

高雄場於 8 月 23 日下午假台灣文創訓練中心高雄信義館（高雄市苓雅區中正二路 175 號 13 樓之 3）K131 教室辦理，參與本場次會議的單位包括有臺南市、高雄市、雲林縣、嘉義縣、屏東縣、花蓮縣、臺東縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 20 人。

二、第二場次_臺北場

臺北場次於 9 月 1 日下午假台灣文創訓練中心台北長安館（臺北市中山區長安東路一段 27 號 2 樓）C206 教室辦理，參與本場次會議的單位包括有臺北市、新北市、桃園市、基隆市、新竹縣、宜蘭縣、花蓮縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 24 人。

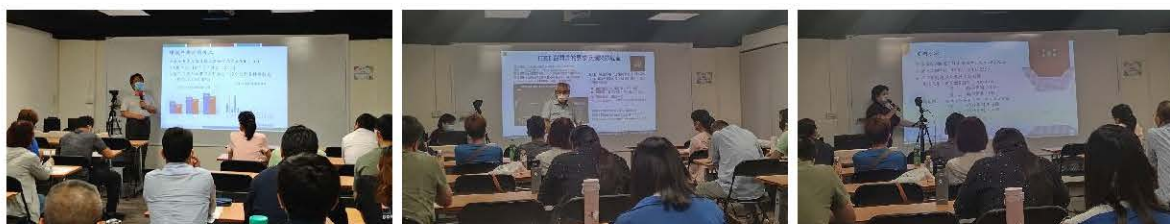
三、第三場次_臺中場

臺中場次於 9 月 14 日下午假台灣文創訓練中心台中文創館（臺中市西區民族路 23 號 4 樓）1301 教室辦理，參與本場次會議的單位包括有臺中市、臺南市、新竹市、嘉義市、苗栗縣、南投縣、彰化縣、雲林縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 21 人。

高雄場



臺北場



臺中場



圖 7.3.2 光污染管理教育訓練說明會實景照片

7.3.3 會議辦理成果

3 場次的光污染管理教育訓練說明會，會後收回問卷共計 42 份有效問卷，高雄場 8 份、臺北場 19 份、臺中場 15 份。問卷題目可分為「光污染陳情案件處理」、「會議整體滿意度」、「效益評估」三大部分，回卷學員反饋之各項統計結果說明如下。

一、光污染陳情處理

問卷內容針對調查光污染陳情案件處理部分，分別設計有「是否有受理過光污染陳情案件」、「曾受理陳情案件的光污染源有哪些」、「受理光污染陳情案件時有無遇到困難、遇到何種困難」3 題目，步驟性的問答，除是非題外，以複選方式回饋。

共 24 位學員有受理過光污染陳情案件，占 57.1%(圖 7.3.3-1 左圖)，其中「曾受理陳情案件的光污染源」(圖 7.3.3-2)以「閃爍式廣告、招牌」最多，有 12 名，占有受理過光污染陳情案件學員的 50%；其次為「多媒體廣告、招牌」計 11 名，

占 45.8%，再次以「燈箱式廣告、招牌」及「投光式廣告、招牌」，各有 9 名，占 37.5%。

在 24 位有受理過光污染陳情案件的學員中，有 6 位表示受理光污染陳情案件時沒有遇到困難，有遇到困難的計 18 位，占 75 % (圖 7.3.3-1 右圖)，在「遇到何種困難」的選填情形 (圖 7.3.3-3)，以「到達現場時光污染源未運作」最多，計 6 名，占有遇到困難學員的 33.3%；以「不夠了解改善方式與措施」次之，計 5 名，占 27.8%，另外有學員表示遇到「陳情人不理性」、「被陳情端無意改善」等其他問題。

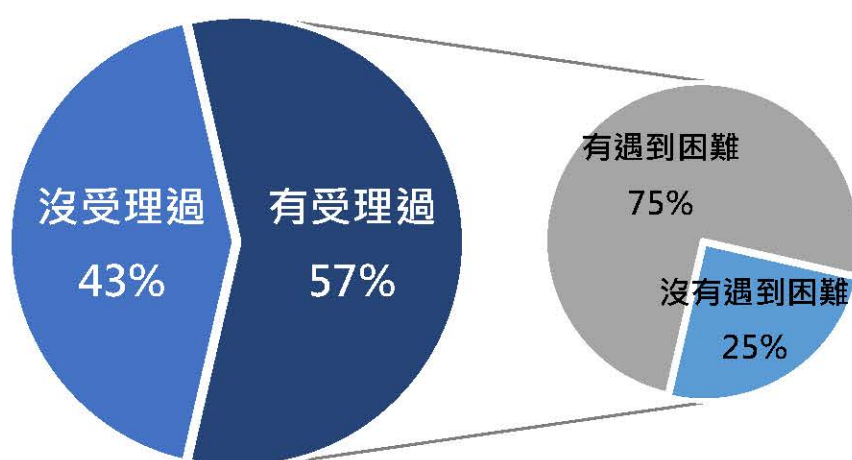


圖 7.3.3-1 受理光污染陳情案件情形及處理狀況

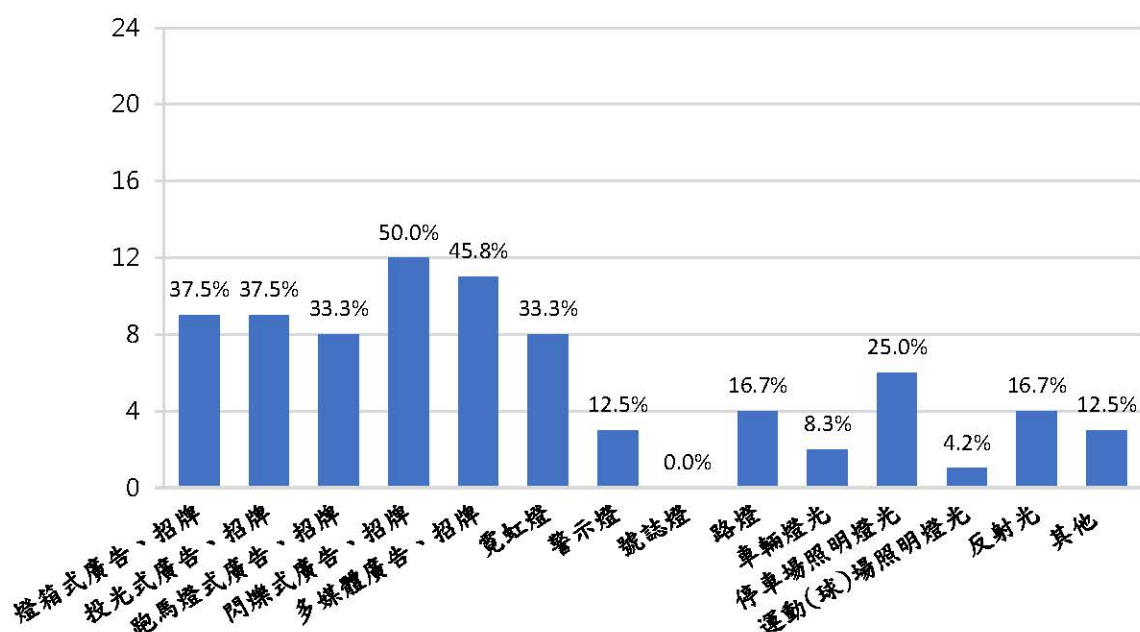


圖 7.3.3-2 曾受理光污染陳情案件的光污染源有那些

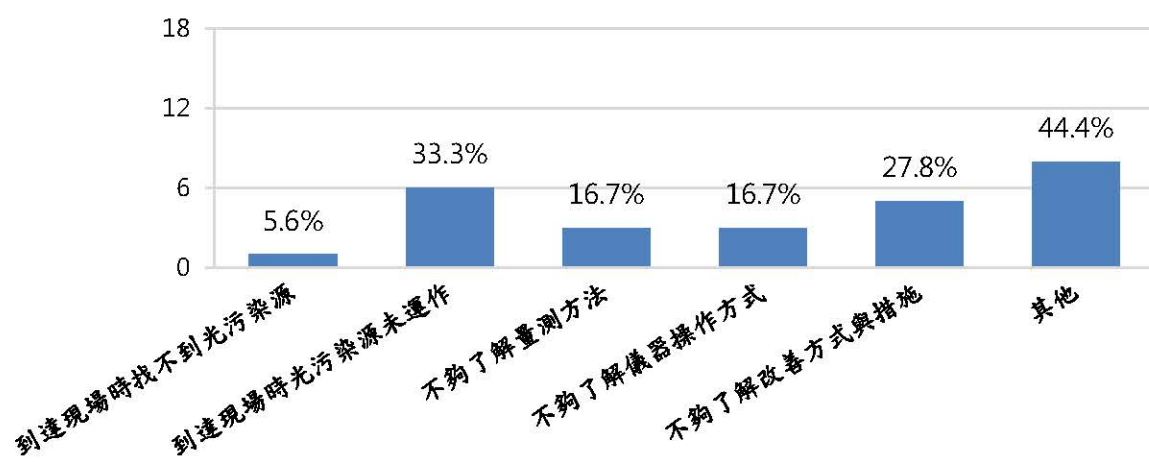


圖 7.3.3-3 受理光污染陳情案件遇到的困難

二、說明會整體滿意度

問卷內容針對說明會整體滿意度的部分，對會議議程「最滿意的地方」及「需改進之處」進行調查，問卷項目提供複選方式回饋。本團隊將依照學員們給予的意見改進後續辦理的說明會。

學員認為會議議程最滿意的地方(圖 7.3.3-4)，以「講師授課方式豐富」為最，計有 25 名，占回卷學員數之 59.5%；其次為「課程設計充實」，有 22 名學員認為令他們滿意，為 52.4%；再其次為「課程長度控制得宜」計有 19 名，占 45.2%。

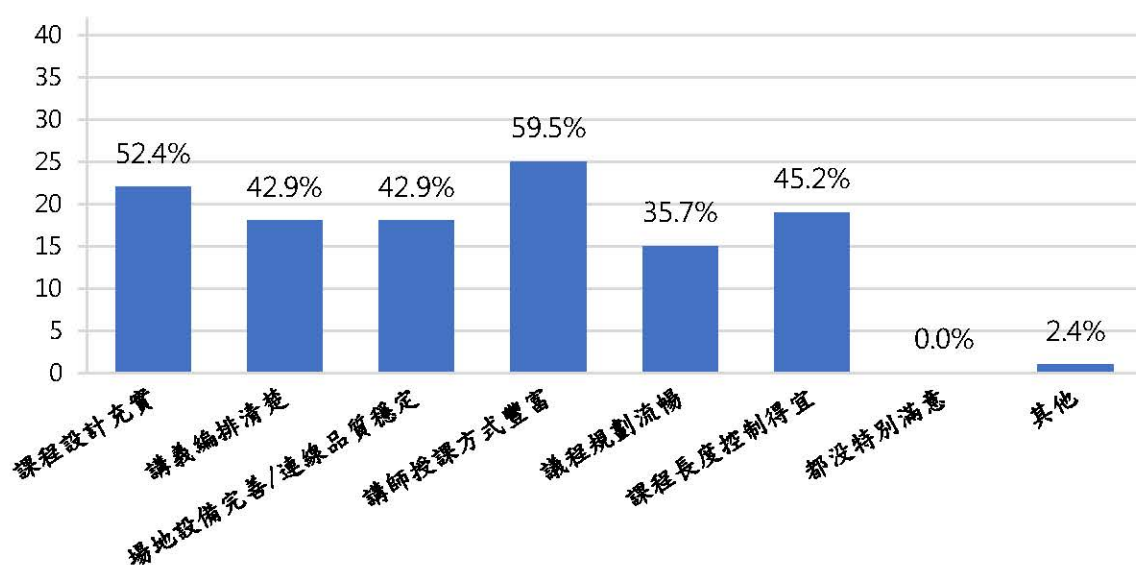


圖 7.3.3-4 光污染教育訓練說明會中最滿意的地方

學員對說明會表示「都很滿意」者有 37 名，占學員回饋數之 88.1%。學員認為會議議程需要改進之處，各有 1 名認為「課程設計不夠充實」及「課程長度控制不宜」。除上述選項以外，另有 3 名學員選答其他，如圖 7.3.3-5。

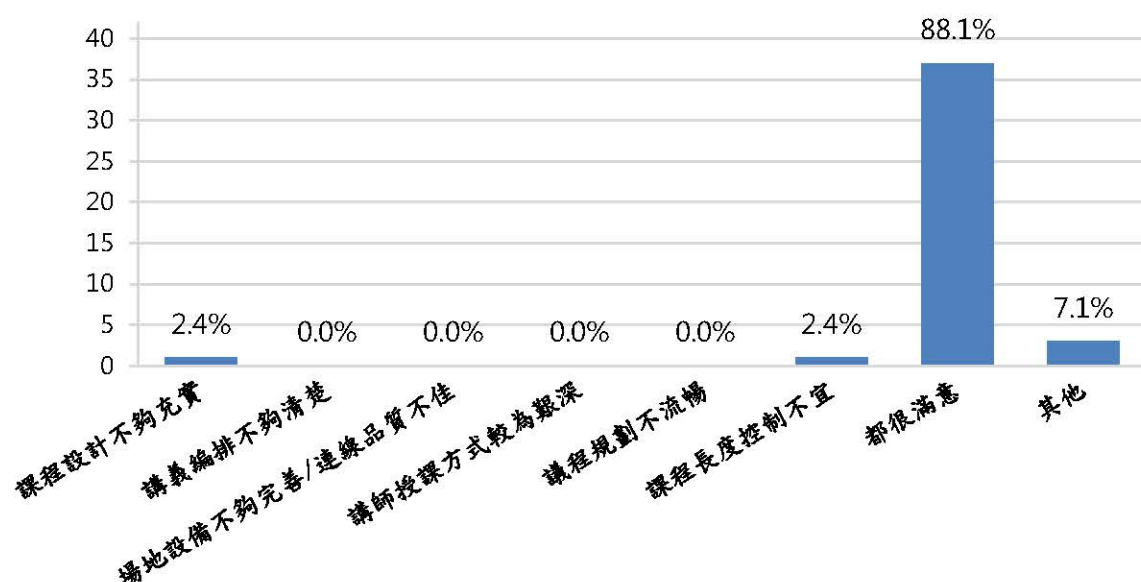


圖 7.3.3-5 光污染教育訓練說明會中需要改進之處

三、效益評估

問卷內容針對光污染教育訓練說明會效益評估方面，在經過講師授課、量測解說與案例分享之後，就學員學習課程內容後之了解程度分三部分進行調查，結果如圖 7.3.3-6。

對於「光污染管理」的了解程度，有 31 名學員，即 73.8% 之回卷學員，表示「有比較了解」；另有 11 位表示已經「完全了解」，占 26.2%。

對於「光污染量測作業方法」的了解程度，有 32 名學員，即 76.2% 之回卷學員，表示「有比較了解」；另有 10 位表示已經「完全了解」，占 23.8%。

對於「改善方法與措施」的了解程度，有 30 名學員，即 71.4% 之回卷學員，表示「有比較了解」；另有 12 位表示已經「完全了解」，占 28.6%。顯示透過說明會之辦理，參與學員充分肯定其效益。

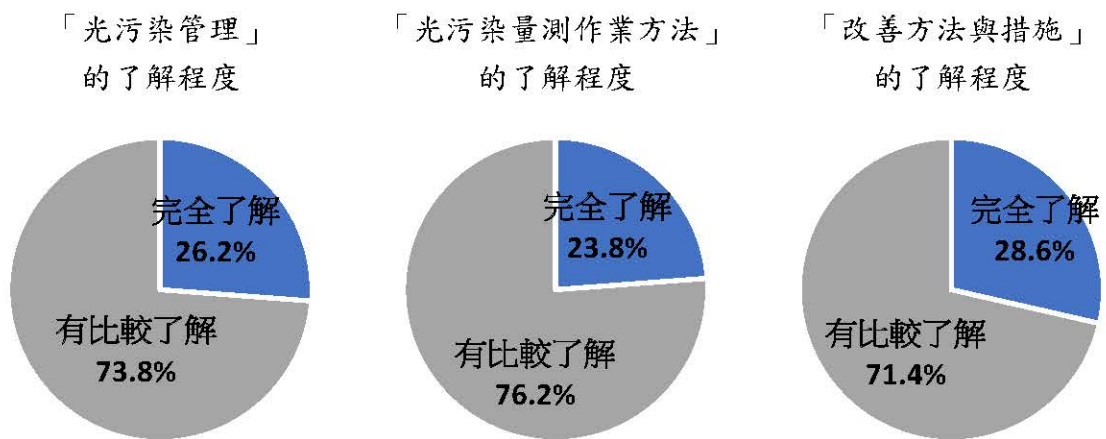


圖 7.3.3-6 光污染教育訓練說明會效益評估

第八章、配合機關需求提供相關之 行政協助

第八章 配合機關需求提供相關之行政協助

依照工作項目需求，本年度計畫將配合機關需求，協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作；提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務；維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報。

一、協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作

為強化非游離輻射(含可見光)管理各部會分工與合作，加強風險資訊揭露，協助民眾建立非游離輻射曝露正確的認知，推動有效之風險溝通模式，以提升民眾對政府行政的信賴程度，環保署需有相關之會議。舉例而言，有民意代表接受民眾陳情基地臺、電塔等非游離輻射發射源，因陳情要求改善或遷移等事由，進行場地現勘、召開協調會議等；有因廣播電臺、電力輸配線路等非游離輻射發射源影響環境疑慮，機關依曝露指引限值加予防護，與部會分工權責單位、目的事業主管機關進行協商會議，以獲致改善；有因民意代表關注光害污染議題，邀集環保署與民間環保團體進行瞭解等。

本團隊將配合環保署要求，依會議之不同需求提供會議參考資料、出席會議提供技術支援及諮詢等，協助完成會議，及辦理與本計畫相關之工作，有助於非游離輻射(含可見光)管理及相關業務推動。

二、提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務

部分民眾對於電磁波及光害感到憂慮與困擾，或需要量測服務，藉客觀數據，以降低困擾；或需要相關資訊消息，以更加了解非游離輻射（含可見光）相關知識，減少心中疑惑，本團隊將協助環保署提供非游離輻射及光污染相關諮詢服務，供民眾詢問相關資訊。

現今社會資通技術發達，除了電話服務之外，環保署提供民眾可以透過署長信箱、Facebook 專頁留言、或是透過其

他單位轉介等方式，進行非游離輻射(含可見光)相關問題的諮詢服務。民眾關心周遭環境電磁波曝露情形，生活所受光污染影響情形，或者心中產生疑問，關於民眾的詢問，本計畫將提供環保署回復民眾的相關參考資訊，也配合對民眾提供諮詢服務。

三、維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報

配合本計畫工作項目之執行，協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，會議所需教材或簡報，本團隊將協助進行更新以符合現況，如非游離檢測實習說明會之「執行電磁波檢測工作之檢討與檢核標準說明」與光污染管理教育訓練說明會之「環境中光污染與管理現況」。

本計畫彙整今(111)年協助事項，共67項，概分為8類：「資料填報」計18件、「定期文件」提供計13次、「參加會議」計11場次、「問題回復」計8件、「文件提供」計6件、「計畫行政」協助計6件、「會議協助」計4件、「資料彙整」計1件，依各月份項次數彙整如表8。

表8 協助事項彙整表

月份	總計	類別							
		資料填報	定期文件	參加會議	問題回復	文件提供	計畫行政	會議協助	資料彙整
	67	18	13	11	8	6	6	4	1
一	-	-	-	-	-	-	-	-	-
二	9	4	3	1	-	-	1	-	-
三	8	4	1	1	1	1	-	-	-
四	9	2	1	1	5	-	-	-	-
五	6	2	1	-	1	1	-	1	-
六	6	2	1	-	-	1	1	1	-
七	6	-	1	1	-	2	-	1	1
八	6	-	1	2	-	1	1	1	-
九	6	4	1	-	1	-	-	-	-
十	4	-	1	2	-	-	1	-	-
十一	6	-	1	3	-	-	2	-	-
十二	1	-	1	-	-	-	-	-	-

第九章、結論與建議

第九章 結論與建議

9.1 結論

經由本計畫之執行，各項成果完成情形如下所列，包括：

一、進行環境電磁波資訊調查，並推動長期監測作業及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法

- (一)建立環境電磁波長期監測技術，組建電磁波長時間監測系統，建立監測標準作業流程，及環境電磁波數據資料蒐集、介接及儲存技術

本計畫建立環境電磁波長期監測技術，包含監測儀器與設備、量測方法與作業程序、數據資料介接與儲存及資料處理與結果呈現等。監測作業執行方面，包括監測地點選定、監測設備架設注意事項、儀器設定、監測資料傳輸，以及監測數據資料介接與儲存，提供後續資料處理等。本計畫已完成並就組建電磁波長時間監測系統及各相關要項進行說明。

本計畫規劃設計環境電磁波強度長時間監測的資料蒐集工作，已建立環境電磁波強度長時間監測站的選擇條件，以監測點所在人口密集情形，輔助以監測點周遭 500 公尺範圍，學校、醫院、公園、綠地、運動場等設施分布情形進行擇選；規劃各監測點監測作業執行時間，使之儘量符合環保署環境檢驗所 106 年公告之「NIEA P203.92B 環境中射頻電磁波檢測方法」中建議之日數；設計介接平臺及傳輸途徑，同時便利監測資料管理及資訊安全管理，使順利進行環境電磁波強度長時間監測資料蒐集工作。

- (二)收集並參考國際間 5G 量測技術，完成試驗 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，及研訂 5G 電磁波環境曝露量測方法

本計畫蒐集了國際上 5G 量測技術發展趨勢資訊相關的研究與成果，並彙整六篇資料：包括國際電工委員會(IEC)於 2022 年上傳一部關於解釋 5G 波束成形工作原理的技術短片；澳洲、法國及紐西蘭 3 國家關於 5G 基地臺之監測方法與設備，其量測結果作為國內加強掌握環境電磁波曝露資訊

並強化電磁波管理之參考；歐洲計量標準合作組織(EURAMET)對 5G 射頻 mMIMO 基地臺進行 RF-EMF 評估，為建立適當的基地臺範圍來防止危險發生。

本計畫歸納 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，完成試驗 3 點次 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，就室外行動基地臺常見的型態，考量具備可以進行量測作業的活動空間，進行三種情境測量活動。5G 波束成形技術量測，使用 5G 智慧手機做為 5G 終端設備，透過下載檔案激活 5G 發射器，以電腦連接量測儀器，每 1 秒記錄一次數值，量測結果皆未超過曝露指引限值。

本計畫蒐集並參考國際間 5G 量測技術資訊相關的研究與成果，透過本年度「試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術」項目之執行，就室外行動基地臺常見的型態，進行三種情境 5G 電磁波環境曝露測量作業測量活動；及 5G 波束成形技術測量作業，藉由測量活動之規劃設計及量測試驗，歸納整理 5G 電磁波環境曝露量測方法，提供環保署參考。

(三)進行臺南七股氣象雷達站電磁波量測作業，蒐集量測數據

環保署持續對七股氣象雷達站半徑約 3 公里範圍內擇定之 6 處量測點位每年執行量測作業，以監測數據回應民情。本年度量測作業以寬頻電磁場分析儀進行 10 秒鐘最大值之空間掃描，完成環境值檢測，掃描高度範圍為離地 0.2-2 公尺，量測結果皆未超過曝露指引限值。

二、環境電磁波長期監測成果建置於非屬原子能游離輻射管制網中，展示長期監測成果，並提供「以文查圖」及「以圖查文」功能之運作，以利民眾能便捷查詢及調閱監測資訊

本計畫於非屬原子能游離輻射管制網「長期監測」功能中，展示環境電磁波長期監測成果，已完成規劃設計各項功能、程式編寫及各項功能測試，並建置於非游離輻射管制網中。提供使用者各項功能包括：

- (一)對測站監測成果進行查詢，可選取、瀏覽及瞭解檢測資訊。
- (二)對測站監測成果進行統計分析及時段別比較。
- (三)對不同長期測站監測成果進行比較分析，可進行多站次比較，

了解各測站間的監測成果差異。

在「以圖查文」功能方面，透過地理資訊圖臺在地圖上展示所有監測站所在位置，以圖例「」標示，方便使用者透過系統直接在地圖上點按選取測站；在「以文查圖」功能方面，可透過搜尋列下拉選單功能依縣市、鄉鎮列示所有監測站名，或直接在列示選單中查找所關注的監測站，提供使用者便捷查詢及調閱測站資訊並查詢監測資料。

三、維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統

(一)定期維護非游離輻射資料庫及非游離輻射管制資訊網站

非屬原子能游離輻射管制網彙集整理全國非游離輻射發射源及公共空間抽測之曝露數據資料建置資料庫，並結合地理資訊及網路技術提供民眾查詢。

維護更新非游離輻射資料庫方面，透過管制網之資料建置平臺及檢核系統功能，檢測人員 111 年順利上傳量測資料共 1,049 筆，並由系統管理員線上完成檢核共 1,049 筆，檢核結果亦透過系統功能介面，與檢測人員進行溝通，檢測人員可藉由量測資料以紅色字體標示明顯辨識出尚未通過之檢核資料，並依提示便籤之說明進行改正，維持資料庫之品管。

維護非游離輻射地理資訊系統方面，依建立維護頻度及作業時間進行維護作業，共完成 8 次檢視，提供民眾對非游離輻射歷年量測資訊進行直覺簡易的查詢及調閱。

(二)協助整合各部會機關執行非游離輻射檢測申報及上傳事宜，並彙整與檢核量測資料內容

非游離輻射管制網站之業務專區，對各部會機關檢測作業人員提供量測資料申報與上傳的工作平臺，透過使用者帳號可將量測資料直接輸入建置至資料庫，上傳時間亦可不受限制，111 年第一筆量測資料在 1 月 4 日上傳，量測資料經彙整與檢核，系統管理員亦可與建檔人員就資料檢核作業進行溝通，提醒檢測人員資料缺失部分並進行改正。

(三)協助機關維護非游離輻射數位資訊

本計畫持續蒐集非游離輻射相關之國內外新聞報導，及關注 WHO、各國政府機關等發表之重要文件，並提供訊息

至非游離輻射管制網，維護更新網站訊息公告。非游離輻射新聞報導經蒐集並加以過濾整理，避免敏感議題、負面報導及商品行銷等，本年度新增國內外新聞報導共 12 篇。

四、進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作

- (一)進行光污染源鄰近場地現勘，現勘總面積 5.18 平方公里，收集環境光資訊，彙集整理「光環境場地現勘資料集」

對應 CIE150-2017 技術報告之環境區域分類，完成光污染源鄰近場地現勘 17 區環境區域，分布於北、中、南部 9 縣市，包括：E0 類別暗空公園 1 區；E1 類別國家公園 1 區；E2 類別生態公園及農業區(花果園藝、穀糧農作)3 區；E3 類別住宅區（公寓、電梯大樓、透天厝）3 區、行政區 1 區、文教區 1 區，共 5 區；E4 類別臺北東區商圈 4 區、臺大公館商圈 1 區、桃園站前商圈 1 區、高雄三多商圈 1 區，共 7 區。現勘總面積達 5.18 平方公里，收集環境光資訊，彙集整理「光環境場地現勘資料集」。

- (二)就戶外照明環境為中明亮、高明亮本質之住宅區、行政區、文教區及商業區等環境區域，進行光污染源類型分析，瞭解夜間人工光的使用及環境光資訊

本計畫就戶外照明環境為中明亮、高明亮本質之住宅區、行政區、文教區及商業區等現勘環境區域，對光源類別數量與使用高度進行調查，進行光污染源類型分析，瞭解夜間人工光的使用及環境光資訊。各環境區域普遍使用廣告類、經濟活動照明、戶外及屋宅照明等各種光源，但對光源使用的最高高度則有所不同。廣告類光源包括燈箱式看板、投光燈看板、多媒體看板、LED 組合燈，在廣告類光源的使用上，燈箱式看板都有使用、投光燈看板及 LED 組合燈在 95%以上、多媒體看板較少；以使用的數量觀察，燈箱式看板、投光燈看板，使用占比合計約為九成；LED 組合燈及多媒體看板使用較少，使用占比合計約為一成；商業區環境對 LED 組合燈及多媒體看板光源及跑馬、閃爍的使用情形較多；燈箱式看板與投光燈看板分布在各種樓層，多媒體看板及 LED 組合燈較多出現在低樓層。

- (三)就戶外照明環境為高明亮本質之商業區進行光環境照度不同時段量測工作，依據實地勘查量測作業結果，進行比較研析

夜間光環境與商業經濟活動有關，主要為廣告招牌看板及經濟活動伴隨之室內、外照明，也包含部分商家打烊後仍持續使用之光源。本計畫就戶外照明環境為高明亮本質之商業區進行光環境照度量測工作，蒐集本土數據資料，對測試實驗 45 點次進行不同時段監測作業，於同一位置在同一日期進行且完成，以儘量避免周期效應等干擾因素。測試實驗共 45 點次，臺北公館區商圈 3 點次；臺北東區商圈切分為 6 個量測區，每個量測區量測 6 點次；桃園站前商區圈 6 點次。

各量測點不同時段監測作業成果，依時段別建立環境垂直照度最大值、最小值及平均值等統計值及麥克遜對比度進行比較觀察。環境背景垂直照度以取得之正前方、左斜後方與右斜後方 3 扇形面區域垂直照度值加總計算平均值得之。光環境照度不同時段監測作業顯現環境光的減低，光環境平均照度在第二時段普遍降低，差值介於 $438.4 \sim 0.111x$ ；第一時段各實驗點環境背景垂直照度有 5 處高於 $250lx$ ；第二時段高於 $250lx$ 為 3 處，有 14 處低於 $25lx$ ，達國際照明協會(CIE)對 E4 市中心或商業區的照度建議值。第一時段的商業活動持續進行，各實驗點光環境平穩，第二時段商業活動陸續歇息，各實驗點光環境不若第一時段平穩，有 5 處大於 50%。

- 五、查找各部會主管機關相關法規，彙整光污染管理可納入主管法規之建議情形，提供加強部會分工及源頭管理之參考，將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成草案研擬

- (一)針對各部會主管機關相關法規，彙整涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範可納入主管法規之建議情形，提供加強部會分工及源頭管理之參考

本計畫對內政部、經濟部、交通部、教育部、文化部、農業委員會等 6 部會從各法規體系相關法規進行查找，6 部會共查找 136 個法規體系，彙整涉及光污染管理相關議題之管理方式及規範可納入主管法規之建議情形，目前法規中有涉及光污染管理相關議題，列示其條文或說明，目前法規中雖無涉及光污染管理相關議題，但與光環境管理可能相關，

亦進行彙整，提供加強部會分工及源頭管理之參考。

(二)研析國際上針對色溫之管理方式及暴露規範，並將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)及完成前述草案之研擬

本計畫蒐集國際上針對色溫之管理與規範，提供將色溫納入光污染管理指引 2.0 版本(草案)，已就國際上對色溫之管理與規範，適度添加至光污染管理指引中，修正調整光污染管理指引，研擬光污染管理指引 2.0 版本(草案)。針對人工光源的相關色溫所造成之藍光效應，增訂最大相關色溫建議值，預期效益包括減低夜間眩光、維持晝夜節律、維持黑暗環境，及還原暗夜星空的自然光環境。對整體環境及永續發展影響，於提供人們生活上便利安全之宜居環境的同時，友善多樣化生物，並推及自然生態系統與夜空，營造對人、動植物及其社區、棲息地和夜空友善的良好的光環境。

六、協助機關辦理非游離輻射及光污染量測相關會議，增進環保局同仁檢測與陳情案件處理量能

(一)協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作業示範

協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作業示範，本計畫依規劃之學校區域電磁波現場量測作業示範办理流程，已完成選定學校、量測佈點規劃及學校區域電磁波量測作業，並已製作完成檢測執行範例表，提供協助機關對縣市環保局進行學校區域電磁波現場量測作業示範，現場量測示範之量測對象為臺北市萬華區福星國民小學。

(二)協助機關辦理縣市環保局非游離輻射檢測實習說明會

本年度非游離輻射檢測實習說明會共協助辦理 3 場次，8 月 23 日在高雄、9 月 6 日在臺北、9 月 15 日在臺中，共 62 人與會，協助縣市環保局檢測人員熟悉非游離輻射檢測作業流程、檢測結果上傳方法與資料檢核標準，並溝通檢測作業實務，加強檢測人員量測技術。各場次均邀請專家學者進行「生活中電磁波與 5G 通訊」的專題演講。因應國教署要求及學校區域電磁波量測示範作業，加強說明「學校電磁場量測」及「學校區域電磁波量測」二種方法。本團隊製作投影片解說現場量測步驟及注意事項等，增進檢測人員對學校相關量測方法之熟悉。

(三)協助機關辦理環保局光污染管理教育訓練說明會

本年度協助機關辦理共 3 場次光污染管理教育訓練說明會，8 月 23 日於高雄市、9 月 1 日於臺北市及 9 月 14 日於臺中市各辦理 1 場次，共 65 人與會。各場次皆邀請專家學者針對環境照明與光污染議題進行專題講座。此外，亦對量測步驟程序、儀器操作與注意事項進行說明，並分享量測實務案例，以推廣縣市環保局對光污染、光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染陳情案件處理量能。

七、配合機關需求提供相關之行政協助，提升計畫執行品質及效率

持續協助辦理相關研商、說明會並出席會議，及辦理與本計畫相關之工作；提供民眾非游離輻射及光污染相關諮詢服務；維護更新非游離輻射及光污染量測相關會議教材及簡報。本計畫彙整今(111)年協助事項，共 67 項，概分為文件提供、會議協助、問題回復、定期文件、計畫行政、參加會議、資料填報、資料彙整等 8 類。

9.2 建議

一、持續調整試驗 5G 電磁波環境曝露量測方法，並進行環境電磁波資訊調查

本計畫試驗 5G 電磁波環境曝露量測作業技術，並擬訂 5G 電磁波環境曝露量測方法，目前 5G 網路尚處早期階段，在短期內無意取代現有網路，而是與現有 4G 網路結合使用。5G 使用大規模多輸入多輸出 (MIMO) 技術，據歐洲計量標準合作組織 (EURAMET) 指出，鑑於 mMIMO 傳輸性質，其傳輸模式(波束數量、方向)可能為每幾毫秒改變一次，與傳統基地臺相比，5G 波束成形快速更新不同的用戶設備 (UE) 以及數據流量配置和多用戶調度，建議持續關注 5G 量測技術發展趨勢資訊，以評估民眾日常之環境電磁波曝露水平，掌握環境中電磁曝露資訊。

再觀國際 5G 量測技術發展情形，目前 5G 基地臺量測方法的定義工作持續在進行，穩定且有效之方法仍然是國際組織評估的重點，建議後續持續關注以調整試驗 5G 電磁波環境暴露量測作業技術方法。

二、推動長期監測作業，建置本土非游離輻射長期監測資料庫，透過監測數據管理以及展示服務，強化電磁波管理

本計畫接續進行長期監測網發展相關作業，由國外相關資料蒐集得知，國際電信聯盟(ITU)、部分國家亦關注此議題並進行長期監測。建議建立期程目標，推動進行連續時間之長期監測工作，漸序達成建置環境電磁波長期監測網。

短期內驗證本計畫建立之環境電磁波長期監測技術及要項，於國內選擇適當地點持續進行長期監測作業，蒐集環境中射頻非游離輻射環境場強之大數據，建置本土非游離輻射長期監測資料庫，確實掌握國內環境射頻曝露現況，本計畫已建立長期監測成果資訊公開平臺及系統功能，對測站監測成果進行選取、瀏覽及瞭解檢測資訊，可進行統計分析及不同測站監測成果之比較分析。中長期目標為推動建置電磁波長期監測網，使長期監測作業普遍化、常態化，環境電磁波資訊調查與先進國家之監測方法接軌，完備監測體系，並透過監測數據管理以及展示服務，強化電磁波管理。

三、維護更新全國非游離輻射管制網及非游離輻射資訊管理系統，有助於非游離輻射管制之管理

非屬原子能游離輻射管制網彙集整理全國非游離輻射發射源及公共空間抽測資料，建立量測數據資料庫，並結合地理資訊及網路技術提供給民眾及環境資料倉儲資訊平臺使用，達到資料流通及資訊公開。非游離輻射管制網對民眾提供量測資訊、管制法規、防護知識之查詢服務平臺，亦對檢測人員提供上傳量測資料之工作平臺，整合各部會機關及縣市環保局執行量測資料申報與上傳，便利於量測資料的建置，並維持資料之品質，建議持續予以維護更新，有助於非游離輻射管制之管理。

四、進行光污染環境背景調查，具體瞭解夜間人工光的使用、使用的時間表及光環境，有助於光污染管理

光污染屬新興污染，所產生的干擾光對人、動植物及生態與環境、天文觀測、交通運輸等造成負面影響。光污染的量與地區整體釋放出的光線量相關聯，照明系統的使用與人口及社會經濟活動有密切的關聯。本計畫進行光污染環境背景調查，從光污染源鄰近場地現勘作業中，瞭解光的許多面向，生活便利安全的家

宅照明，農作生產的應用調節，民生經濟商業活動的廣告招牌，運動、休閒與健康的照顧，治安交通道路的安全照明，以及大樓、社區、城市意象的認同與幸福感等，民生樂利、經濟成長與節能減碳綠生活、多樣性生物保護同為永續發展的重要目標。

本計畫就戶外照明環境為中明亮、高明亮本質之住宅區、行政區、文教區及商業區等，進行光污染源類型分析，亦對商業區進行不同時段監測作業，瞭解夜間人工光的使用及環境光資訊，直接真實的瞭解人工夜間光的運用及操作，蒐集與民眾貼近的在地數據，提供環保署參考，希望形成具體良善的改變方式，漸進減少光害。建議持續對夜間人工光的使用、使用的時間表及光環境加以真切的瞭解，持續進行光污染環境背景調查，並進行光環境量測工作，有助於光污染管理的務實推展。

五、持續蒐集國際上針對閃爍曝露規範及量測方法、色溫之管理與規範及散溢光之管理與規範，對光污染管理指引進行滾動式調整及多元討論

本計畫就蒐集各國閃爍規範資料內容，摘記整理列表呈現，另整理參考國際上對色溫之管理與規範，適度添加至光污染管理指引中，修正調整光污染管理指引，研擬光污染管理指引 2.0 版本(草案)，建議環保署邀請專家學者及相關部會、業者、團體等共同討論，尋到最佳的管理規範。

建議持續蒐集國際上針對 LED 閃爍曝露規範及量測方法、色溫之管理與規範及散溢光之管理與規範，對光污染管理指引進行滾動式調整，俾達成夜間人工光環境的理想願景，營造對人、動植物及其社區、棲息地和夜空友善的良好的光環境，提供人們生活上便利安全之宜居環境的同時，友善多樣化生物，並推及自然生態系統與夜空。

六、持續對業務承辦人員辦理非游離輻射防制及教育說明，共同努力維護國人健康及保護環境

光、電與通訊網路之科技進步與應用，提高人們生活的便利性，相應而生的是光污染與環境電磁波曝露及其防制管理。建議持續對業務承辦人員辦理管理防制說明會，可以使檢測人員更加瞭解新興技術，加強量測技術與作業實務，以增進縣市環保局防制及檢測能量，共同努力維護國人健康及保護環境。

