

出國報告（出國類別：訪問）

國家科學及技術委員會參加
民生公共物聯網計畫日本參訪活動

服務機關：國家科學及技術委員會

姓名職稱：王凱平科長

派赴國家：日本(東京)

出國期間：113年6月23日至113年6月29日

報告日期：113年7月29日

摘要

本次出國目的為借鏡地形及天然環境與臺灣相仿的日本，觀摩日本環境感測產業技術發展的現況、實際場域應用及發掘交流合作的機會，以協助民生公共物聯網服務應用於「空氣品質」、「水資源」、「地震」、「防救災」等四大領域相關作法，並掌握智慧城市之物聯網應用服務與災害監測技術，評估日本實作經驗導入我國應用層面可行性。

日本東京參訪重點，在空氣品質監測方面，參訪國立環境研究所、產業技術綜合研究所（AIST），川崎市環境綜合研究所，瞭解其溫室氣體監測技術與進展及長期監測環境空氣品質等。針對水資源領域，參訪川崎市環境綜合研究所，瞭解最新水質處理與設備檢測技術，PM2.5 碳素成分監測方法以及水檢測在現代環境管理中的重要性，研究所也提供一些實際的案例和技術細節，特別是在工業排放管理和環境法規遵循方面的關鍵角色。通過這些檢測措施，可以有效地監控和管理工廠的排水，保證其符合法律標準，並最大限度地保護海洋環境的可持續性，這對於未來的研究方向和政策制定具有重要參考價值。

日本與臺灣同為地震頻繁國家，在地震預報與防救災作為上皆有相關經驗，可作為借鏡及後續政策規劃參考。參訪單位包括池袋防災館、東京大學綜合防災情報研究中心、NTT 研究所和產業技術綜合研究所（AIST）等，瞭解其防災觀念與知識及環境感測技術，訪談交流過程中，可觀察到日本歷次地震災損及經驗累積影響深遠，皆讓日本政府、學界及民間產生深刻改變，其中環境感測技術持續朝預測精準化發展，並依民眾生活需求研擬災後不同層次的應對策略；關於科技研究政策架構部分，以環境研究為例，係以五年為一期規劃中長期研究，並分為長期研究項目、滾動式研究項目、以及基礎研究項目，且各研究成果皆對應到國家戰略計畫；而在池袋防災館可演練防災、救災、避難等實際做法，藉由互動式學習，讓全民參與並作為災害前的應變訓練；在與益田 Cyber Smart City 創造協議會（MCSCC）交流，了解公部門與法人（防災科研）及災害機構的協力運作，以及日本技術推升產業化的作法。本次參訪獲得日本於「空氣品質」、「水資源」、「地震」、「防救災」四大領域之執行經驗，及基礎建設中納入感測器技術、發展智慧城市、精準化預測、防災訓練、研究政策等作法，可做為臺灣後續施政推動之參考借鏡。

目 錄

壹、目的	1
貳、訪團行程與成員	2
參、行程紀要	4
一、日本國立環境研究所	4
二、池袋防災館與日本電信電話株式會社研究所(NTT 研究所)	11
三、產業技術總合研究所與東京大學總合防災情報研究中心	18
四、益田 Cyber Smart City 創造協議會與川崎市環境總合研究所	24
五、參訪日本國際地方政府、基礎建設及智慧城市週	33
肆、心得與建議	41

表目錄

表 1、訪團行程表	2
-----------------	---

圖目錄

圖 1、日本國立環境研究所－野生動物細胞保存說明	8
圖 2、日本國立環境研究所－水環境設施說明	9
圖 3、日本國立環境研究所－地球大氣及大氣模擬研究室交流	9
圖 4、日本國立環境研究所－出席人員合影	10
圖 5、池袋防災館防災體驗－地震防災演練	16
圖 6、池袋防災館防災體驗－滅火演練	17
圖 7、NTT 研究所－介紹傳輸設備與技術	17
圖 8、NTT 研究所－出席人員合影	18
圖 9、產業技術總合研究所－以橋樑模型說明災害偵測技術	23
圖 10、產業技術總合研究所－NOx 採集方式說明	23
圖 11、東京大學總合防災情報研究中心－關谷直也說明	24
圖 12、東京大學總合防災情報研究中心－出席人員合影	24
圖 13、益田 Cyber Smart City 創造協議會－分享科技應用	31
圖 14、益田 Cyber Smart City 創造協議會－出席人員合影	32
圖 15、川崎市環境總合研究所－研究人員示範水質檢測方法	32
圖 16、川崎市環境總合研究所－研究人員介紹排水檢測裝置	33
圖 17、國際地方政府、基礎建設及智慧城市週－出席人員合影	39
圖 18、Hydro-STIV 河川流量觀測系統說明	40
圖 19、水位監測裝置解說	40

壹、目的

依據 OECD 數據資料顯示，全球空氣品質正持續惡化，尤其是室外空氣污染的主要因子，懸浮微粒 PM2.5 以及臭氧 O3，正嚴重危害人們的身體健康，預計到 2030 年將會造成每年全球超過 300 萬人的死亡危害。而根據世界水發展報告書的數據資料顯示，全球正面臨著人口持續增加、樹木與裸地減少、降雨滲透地表減少的环境影響，導致在 2030 年，全球每人可利用水資源將減少 13% 的困境。無論是空氣品質監測或者是水質監測相關技術，對於全球人類持續健康與生存品質，有極大的關鍵影響力。而環境監測技術的發展，包含三個主要層面技術，一是感測層（感測元件技術），二是通訊層（基礎通訊設施），三是應用層（大數據 AI 智慧應用）。

在當前亞洲鄰近國家中，環境檢測技術的先進及應用層面完善程度，日本為第一首選，而以政府單位中的環境省，轄下很早就成立以環境科學研究為主的法人研究單位，進行相關環境科學技術之研究發展以及跨科學之研究，並與企業合作，開發相關的环境檢測產品以及進行場域驗證。

本次日本參訪與交流，包含跨科學和綜合研究之研究機構，非政府組織及國際物聯網展覽，汲取日本推動相關產業發展的成功策略與經驗，以規劃符合我國社會需求、發展新型商業模式、推展未來科技政策與精準預測及協助發展整體性戰略思維的參考，創造出有利於我國物聯網應用開發之環境。

貳、訪團行程與成員

一、訪團行程

本次行程自 2024 年 6 月 23 日（日）起至 6 月 29 日（六），共計 7 日，行程如下：

表 1、訪團行程表

國別	時間	行程
臺灣 → 日本	6/23 (日)	<ul style="list-style-type: none">臺灣臺北→日本東京 臺灣時間12:40出發(臺灣桃園機場第2航廈) 日本時間16:55抵達(東京成田機場第2航廈) 搭乘中華航空CI104
日本	6/24 (一)	<ul style="list-style-type: none">日本國立環境研究所
日本	6/25 (二)	<ul style="list-style-type: none">池袋防災館日本電信電話株式會社研究所(NTT 研究所)
日本	6/26 (三)	<ul style="list-style-type: none">產業技術總合研究所東京大學總合防災情報研究中心
日本	6/27 (四)	<ul style="list-style-type: none">益田 Cyber Smart City 創造協議會川崎市環境總合研究所
日本	6/28 (五)	<ul style="list-style-type: none">日本國際地方政府、基礎建設及智慧城市週

國別	時間	行程
日本 → 臺灣	6/29 (六)	<ul style="list-style-type: none"> 日本東京→臺灣臺北 日本時間 14:30 出發(東京成田機場第 2 航廈) 臺灣時間 17:10 抵達(臺灣桃園機場第 2 航廈) 搭乘中華航空 CI101

二、訪團成員

本次出訪係由國家實驗研究院國家地震工程研究中心柴駿甫副主任擔任團長、國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心陳永裕總顧問擔任副團長，訪團成員除相關業務同仁外，亦包含學、研界之專家學者，共計 13 名，名單如下：

(一)國家科學及技術委員會

姓名	服務機構/單位	職稱	備註
王凱平	國科會前瞻及應用科技處	科長	

(二)學者專家

姓名	服務機構/單位	職稱	備註
柴駿甫	國家地震工程研究中心	副主任	6/27 返臺
陳永裕	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	總顧問	
孫嘉宏	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	空品顧問	
葉芳瑜	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	執行長	
林盟凱	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	研究員	
蕭文澤	臺灣儀器科技研究中心	組長	
蕭育仁	國立高雄科技大學	教授	

姓名	服務機構/單位	職稱	備註
張子瑩	國家災害防救科技中心	組長	
黃俊宏	國家災害防救科技中心	研究員	
詹景良	國家災害防救科技中心	研究員	
戴凡真	商業發展研究院	所長	
張雯然	商業發展研究院	研究員	

參、行程紀要

一、日本國立環境研究所

(一)時間：2024年6月24日(一)上午10時30分

(二)地點：茨城縣筑波市小野川16-2

(三)訪團出席人員

姓名	服務機構/單位	職稱
王凱平	國科會前瞻及應用科技處	科長
柴駿甫	國家地震工程研究中心	副主任
陳永裕	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	總顧問
孫嘉宏	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	空品顧問
葉芳瑜	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	執行長
林盟凱	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	研究員
蕭文澤	臺灣儀器科技研究中心	組長
蕭育仁	國立高雄科技大學	教授

姓名	服務機構/單位	職稱
張子瑩	國家災害防救科技中心	組長
黃俊宏	國家災害防救科技中心	研究員
詹景良	國家災害防救科技中心	研究員
戴凡真	商業發展研究院	所長
張雯然	商業發展研究院	研究員

(四)議程

時間	內容	主講人
10:30-11:30	環境研究所導覽 1. 遺傳資源長期保存研究施設 2. 水環境實驗施設	大沼學 田中樹
11:30-13:30	中餐	
13:30-13:40	開場致詞	木本昌秀理事長 柴駿甫副主任
13:40-13:50	台灣 IOT 數據應用最新發展	葉芳瑜執行長
13:50-14:50	1. 地球系統領域最新研究 2. 地域環境保全領域大氣模擬研究室 3. 儀科中心分享感測元件推動成果 4. 高科大分享感測膜技術	谷本浩志副領域長 森野悠室長 蕭文澤組長 蕭育仁教授
14:50-15:50	綜合討論	
15:50-16:00	結語及大合照	
16:00-	座談會結束	

(五)座談紀要

1. 國立環境研究所導覽

- (1) 日本國立環境研究所，也是日本唯一一家以跨學科和綜合的方式從事廣泛環境研究的公共研究機構。目前由八個研究中心組成，包括：材料循環、地球氣候變遷、健康與環境風險、區域環境保護、社會系統

與生物多樣性等。國立環境研究所專注於解決各種環境問題，包括氣候變化、資源循環和生物多樣性保護等。所內擁有 298 名職員，其中 222 位是研究人員，並有 8 位研究者被列為世界上最有影響力的環境科學家。研究所致力於推動環境科學，研究範圍包括與國內外專家合作的多個領域，如生物多樣性保護和氣候變化應對，以推動可持續發展目標（SDGs）為己任，積極參與國家的環境保護計劃以及研究與環境保護相關的重大課題。研究所每五年制定一次中期計畫，並進行長期的環境觀測計畫，透過舉辦多場公開活動，讓社會大眾了解研究成果，並通過創新研究和跨機構的合作，致力於保護和改善自然環境，成為推動環境保護和可持續發展的重要力量。

- (2) 本次參訪所內的時光膠囊棟，研究所致力於保存瀕臨絕種物種，他們從日本國內和國際自然保護聯盟（IUCN）瀕危物種收集資料，並進行病理解剖以了解死因，如交通事故、疾病或感染症導致等等。通過分開保存、化學保存和細胞凍結技術等方法，並進行病理解剖和重金屬分析。自 2002 年以來，已保存 127 種物種，並開始保存昆蟲細胞，研究環境污染對野生動物的影響。此外，研究所與其他國家合作，共同研究生物多樣性的保存策略，並持續針對保存和培養細胞並進行相關研究，開發新的保存方法，確保未來生物的多樣安定性，其相關研究成果反映在日本政府政策中，以推動生物保護工作的持續發展。
- (3) 參訪水環境實驗設施，在水環境實驗設施中會購買水生動植物做實驗，培養的動植物除了研究所實驗使用，也會提供給其他研究單位。實驗用的數量需求很多，所以對培養的技術要求很高。近來因研究所的預算縮減，所以培養的規模也縮小了。在實驗室中有溫度和溼度的控制，有利於生物的生長。我們分別參觀了 4 個培養不同生物的實驗室，例如：①海洋動植物，研究海洋中微細塑膠對生物的影響。裡面的飼養箱是模擬海水的環境，以前是運輸海水進來，現在是用人工海水。②培養給研究所需實驗生物吃的東西，如培養一些生物去餵給蜻蜓的幼蟲，蜻蜓可用在毒性的實驗。③某種實驗用的小魚，施放不同濃度的化學物質，觀測對小魚的影響或是否會導致死亡。④蚊子的

培養，用於實驗，施放化學物質觀測對蚊子的影響。

2. 地球大氣化學研究室以及大氣模擬研究室交流

- (1) 環境研究所針對大氣環境研究、空氣品質監測、地震預警系統及水資源管理等議題進行交流，並由日本國立環境研究所木本理事長在開場引言時，強調日本與臺灣在災害防治與科技應用上的合作潛力，面對環境災害防治的處境有著相似的課題。
- (2) 副領域長谷本浩志與我們共同探討空氣品質監測技術的進展，特別是在感測器技術與數據分析方面的應用。日本在 1990 年代開始觀測西伯利亞的大氣變化，並利用衛星觀測溫室效應，依最新的國際研究報告指出，目前地球溫暖化的現象，顯示平均氣溫已上升 1.1 度，未來可能上升到 1.2 度。多年來，研究所多年來也一直關注中國的黑碳排放情況，他們利用觀測數據和模擬技術進行的推算方法，透過這些方法展示多年來排放量的變化趨勢，可以清楚地看到近年來中國的黑碳排放量明顯減少，但目前尚難以確認政策措施與排放量減少之間的直接關係，仍需進一步的觀測數據和模擬分析來確認。而研究所不僅僅關注二氧化碳排放，還包括其他污染物質的研究。例如在 PM2.5 污染來源方面，也發現到，即約 30% 的 PM2.5 來自亞洲其他地區，這一數據與先前的研究不盡相同，顯示區域間差異和複雜性。對於這些技術的未來應用，特別是物聯網（IoT）技術在環境監測中的作用，通過更精確和即時的數據收集，可以幫助政府在政策制定和環境管理決策，從而能更有效應對未來可能的環境挑戰。
- (3) 大氣模擬研究室森野悠室長與我們分享他們在地域環境保全領域的最新研究，透過模擬大氣與分析大氣的動態調查方式，在地震前的模擬，不僅能應用於建設工程中心，還能用於環境事件前的預測。他表示日本特別關注空氣品質測試，並已在東亞，包括臺灣，建立多個測試站，與臺灣有著密切的合作關係，進行空氣品質的互相對比和研究。
- (4) 而在 IoT 技術的應用，特別是在大規模測試和小型感測器方面的發展，日本擁有超過 1,000 個監測站，這些技術在氣象和環境科學中有著重要的應用潛力。討論中還提到使用在東京進行移動觀測的案例，

這類技術有助於發現城市中的空氣品質熱點。最後，討論到未來衛星任務的期待，將有助於全面監測二氧化碳、甲烷和二氧化氮等氣體的排放量，特別是針對城市、工業區和發電廠等特定區域進行觀測，以提升排放監測的精確性和效率。

- (5) 本次交流會加強臺灣與日本在環境科學、大氣環境管理與技術領域的合作與交流，這些技術對於在測空氣汙染和災害管理中的非常重要，也強調跨國合作和科技創新在解決全球環境問題中的重要性，並展示兩國在應對環境災害和提升公共安全方面的共同努力和成就，及後續跨國資料應用之參考。



圖 1、日本國立環境研究所－野生動物細胞保存說明



圖 2、日本國立環境研究所－水環境設施說明



圖 3、日本國立環境研究所－地球大氣及大氣模擬研究室交流



圖 4、日本國立環境研究所－出席人員合影

二、池袋防災館與日本電信電話株式會社研究所(NTT 研究所)

(一)時間：2024 年 6 月 25 日(二)上午 9 時 10 分

(二)地點：東京都豐島区西池袋 2 丁目 37-8

東京都武藏野市綠町 3 丁目 9-11

(三)訪團出席人員

姓名	服務機構/單位	職稱
王凱平	國科會前瞻及應用科技處	科長
柴駿甫	國家地震工程研究中心	副主任
陳永裕	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	總顧問
孫嘉宏	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	空品顧問
葉芳瑜	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	執行長
林盟凱	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	研究員
蕭文澤	臺灣儀器科技研究中心	組長
蕭育仁	國立高雄科技大學	教授
張子瑩	國家災害防救科技中心	組長
黃俊宏	國家災害防救科技中心	研究員
詹景良	國家災害防救科技中心	研究員
戴凡真	商業發展研究院	所長
張雯然	商業發展研究院	研究員

(四)議程

時間	內容	主講人
09:10-09:20	池袋防災館報到與說明	導覽人員
09:20-11:00	防災體驗	
11:00-13:30	中餐與前往 NTT 研究所	
13:30-14:00	NTT 研究所簡介	導覽人員
14:00-15:15	1. 參觀 NTT 技術環境再生適應技術 2. 地球未來預測技術 3. 災害對策用無線系統 4. 實現連鎖型智慧城市的城市發展數位孿生鏈 5. 4D 數位平台的進化及城市發展數位孿生	
15:15-16:00	NTT 史料館技術導覽	
16:00-	座談會結束	

(五)座談紀要

1. 池袋防災館防災體驗

- (1) 池袋防災館旨在幫助東京居民過上安全的生活，並提供有趣的方式來體驗地震的搖晃，學習與防災相關的知識和技能，例如初步滅火、體驗火災煙霧的急救和避難程序的體驗設施。日本透過這些相關體驗設施擴大防災教育，讓學校、新公司員工、以及當地居民充分了解防災知識與技能，並擴大防災圈。
- (2) 這次日本池袋防災館的導覽包含多個體驗課程，讓我們有身歷其境的緊張感與臨場感，也更了解地震、火災及其防災措施。導覽開始時，先是一場震撼教育，讓我們體驗模擬 311 東日本大地震的超強震度（7 級水平震度），接著觀看一段地震防災宣導影片後，體驗火災時煙霧迷漫的情境，防災人員詳細地介紹火災發生時的應對措施和避難

注意事項。工作人員除了教導如何在地震發生時保護自己以及如何避免潛在的火災和其他危險。此外，還特別強調電氣和瓦斯設備的關閉，以減少災害擴大的可能性。工作人員介紹日本的地震自動停止裝置，當地震震度達到五以上時，瓦斯會自動關閉，以防止火災發生。

- (3) 整個導覽讓人深刻體驗到地震防災的重要性及實際應對方法。在這次的導覽中，我們學到如何應對火災和煙霧危險，以及火災發生時應如何行動的三步驟：及時通報、嘗試滅火、協助他人。也體驗使用消防器材如何有效滅火，並瞭解不同種類的滅火器使用方法；在模擬火災現場時，使用模擬的煙霧，學習如何低姿勢逃生，並將毛巾放在口鼻上以防止吸入有毒煙霧。這些訓練不僅限於火災應急，還包括如何避免一氧化碳中毒的注意事項，像是不可在煙霧中逗留過久以及如何正確使用防護口罩。這次的體驗讓我們深刻瞭解火災和煙霧的危險性，以及應對這些突發情況的必要技能和知識。

2. 日本電信電話株式會社研究所參訪(NTT 研究所)

- (1) **NTT 研究所未來展望**：NTT 研究所專注於光通訊技術、網路技術、語音技術、音訊/影像編碼技術、量子電腦技術的研究，還負責實際應用，以支援對社會非常重要的資訊和通訊基礎設施。NTT 提供的服務已超越電信基礎設施，涵蓋社會基礎設施乃至全球基礎設施。也與 NTT 集團營運公司和各產業領域的人士合作，克服與安全、防災、永續發展和社會相關的問題，並持續致力於解決全球性問題。

(2) 環境再生技術：

- A. NTT 研究所致力於環境恢復和改善技術的研究。研究所正在開發兩大核心技術，分別是海洋中 CO₂ 的生物固定技術和超廣域氣候與海洋觀測技術。其中，海洋中 CO₂ 的生物固定技術包括將 CO₂ 固定在魚類和貝類的骨骼和殼中，並使用基因編輯技術來促進生物生長，進一步減少大氣中的碳排放。另一方面，超廣域氣候與海洋觀測技術通過高效的 IoT 感測器系統，實現對全球範圍內風險的預測與監測，並通過大數據分析來優化環境管理策略。
- B. 這些技術的應用將促進海洋生物多樣性的保護，同時提升海洋環境的

健康狀態。例如，通過水產養殖業的可持續發展，改善海洋環境質量，並在原住民與漁民間推廣環境教育和意識提升活動。此外，這些技術還將應用於極端天氣預測和災害訊息提供，以增強基礎行業的營運效率，並保障居民的安全。總結來說，NTT 研究所的環境恢復和改善技術旨在創建一個能夠靈活應對全球環境變化的社會。通過科技創新和全球合作，環境再生適應技術和地球未來預測技術不僅改善了自然資源的管理和保護，也為人類社會的可持續發展奠定了重要基礎。

(3) 全球氣候預測技術：

- A. 為了因應全球環境變化並保障基礎建設，他們研究包括全球氣候預測技術，利用數位方式建構地球和人類活動模型，分為地球復甦測試技術和 ESG 測試技術。地球復甦測試技術集中於模擬氣候系統、氧氣循環及海洋等物理過程，以製造生物和化學模型；ESG 測試技術則模擬環境、社會及治理之間的互動，從而預測未來地球的發展趨勢。
- B. 這些技術收集各種重要數據，例如海水溫度的變化、巴西颱風和極端降雨等災害資訊。然而，目前的資料更新不足以提供完整的海洋生態系統資訊，這促使他們致力於開發更多能夠實時觀測海洋的技術。
- C. 這些技術應用不僅僅在於環境保護，還包括預測全球環境變化對社會和經濟的影響，這些模型不僅分析過去和現在的地球狀況，還能夠預測未來的變化，成為指導人類行動和政策決策的重要工具。
- D. NTT 希望透過這些技術建立一個能夠應對全球環境劇烈變化的社會。他們強調，這些技術不僅僅是科學研究的進步，更是為了保護地球資源、改善環境品質以及推動全球可持續發展的重要基礎。

(4) 防災無線系統：

- A. 在日本 311 大地震後，NTT 更專注在防災無線系統的領域，他們的研究重點包括改進救援系統，特別是在地形困難的地區。另外，也包含應用於島嶼地區的中繼傳送系統，以確保災區內的通訊不間斷，並能達到災害探測的目的。
- B. 為了應對災害，他們還開發了攜帶式通訊裝置，以保證受災地區的即時通訊服務。同時，他們也積極投入到臺灣的防災和災害管理中。他

們設計的自動無線系統包括安全監控、室外和室內等多個場域，這些系統主要應用於公共事務和貨櫃區，提供便捷的服務如午餐配送。

- C. 技術主要組成包括 IP 模擬轉換裝置和路由器，這些裝置在災難應急時提供重要的通訊支援。400MHz 和 11MHz 的無線頻率用於測試地球網路系統和應對延遲，而特殊的無線頻段則根據各國政策定制而異。NTT 的無人機通訊系統專門用於災難應急，並與多種氣候系統協調運作，確保災難發生時，提供有效的通訊訊號。本項技術透過創新的研發活動和技術應用，致力於提升社會的災害應急能力和通訊服務的持續性。

(5) 實現連鎖型智慧城市的城市發展數位孿生鏈（DTC）：

- A. NTT 積極推進多個城市發展數位孿生鏈（DTC）專案，旨在實現智慧城市的未來預測技術，相關數據並朝精準化方向推展，並將現實世界與虛擬空間融合。
- B. DTC 代表數位孿生計算，將人類、物和環境數位化並映射到虛擬宇宙中，NTT 在名古屋進行實驗。在機器人應用方面，他們使用多個機器人預測人流流量，並找出最佳的運送路線，以達到最高效率。
- C. 他們進一步介紹整體最佳化的概念，透過使用數位孿生提供個人化的午餐建議，並根據用戶個人喜好評估多種不同食物。這項技術可避免食物浪費以及提升全球運輸效率。這些案例不僅提供了個人化服務，未來他們還會繼續推動這些創新技術的應用，希望透過各方面的改善來優化城市環境。

(6) 4D 數位平臺：

- A. 4D 數位平臺整合了各種類型的感測數據，並實時精確地結合位置和時間資訊，在為多元的行業創造價值。透過 ICT 技術以及線上數據，使得虛擬與實體空間能夠高度融合。
- B. 平臺包括兩個模擬的主要元素：高精度位置資訊和 3D 場景理解技術。高精度位置資訊技術包括是一種點雲數據處理技術，通過雷射測距儀在城市和街道上集成 3D 點雲數據。為了克服高昂的成本和頻繁的數據收集困難，NTT 開發了 3D 點雲高解析度增強技術，即使使用

低成本的雷射測試設備，也能獲得高解析的點雲數據；3D 場景理解技術利用深度神經網絡（DNN），實現對 3D 點雲的穩定標記和高準確度認證。這項技術不僅可以在城市發展中預測未來走向，也可以透過 4D 數據平台預測未來的城市發展趨勢和人流數據，並透過計算最佳空調控制方案來節能，更提供了未來城市發展的途徑與建議。



圖 5、池袋防災館防災體驗－地震防災演練

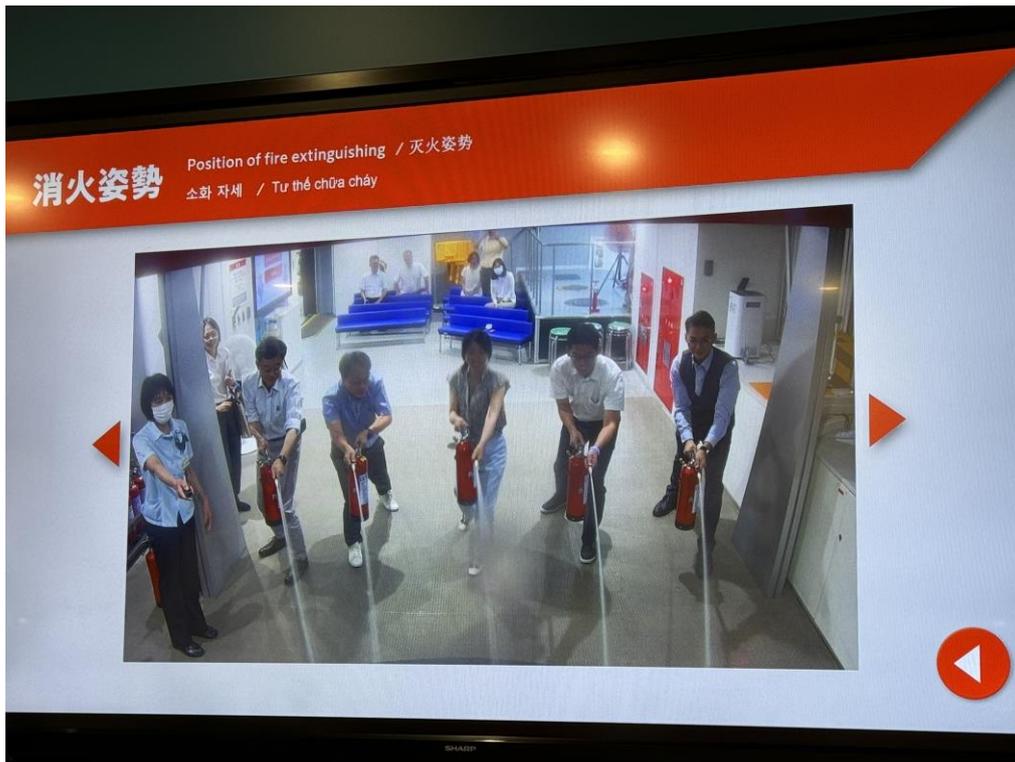


圖 6、池袋防災館防災體驗－滅火演練



圖 7、NTT 研究所－介紹傳輸設備與技術

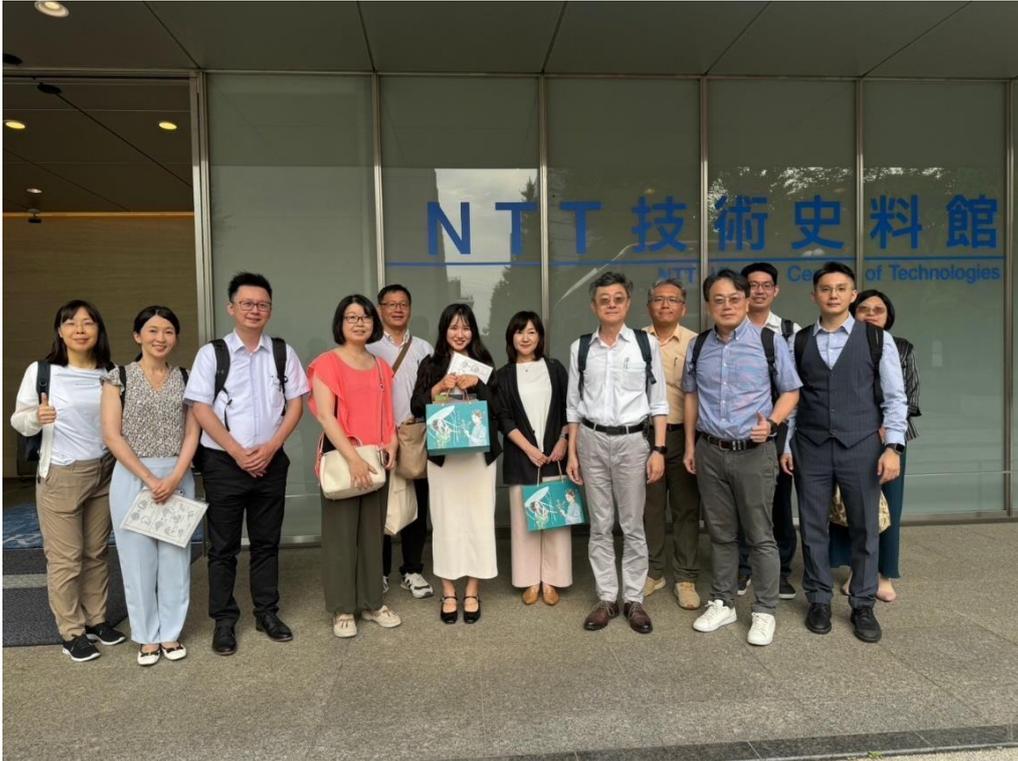


圖 8、NTT 研究所－出席人員合影

三、產業技術綜合研究所與東京大學綜合防災情報研究中心

(一)時間：2024 年 6 月 26 日(三)上午 10 時

(二)地點：茨城縣筑波市東 1-1-1

東京都文京區本郷 7 丁目 3-1

(三)訪團出席人員

姓名	服務機構/單位	職稱
王凱平	國科會前瞻及應用科技處	科長
柴駿甫	國家地震工程研究中心	副主任
陳永裕	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	總顧問
孫嘉宏	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	空品顧問
葉芳瑜	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	執行長

姓名	服務機構/單位	職稱
林盟凱	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	研究員
蕭文澤	臺灣儀器科技研究中心	組長
蕭育仁	國立高雄科技大學	教授
張子瑩	國家災害防救科技中心	組長
黃俊宏	國家災害防救科技中心	研究員
詹景良	國家災害防救科技中心	研究員
戴凡真	商業發展研究院	所長
張雯然	商業發展研究院	研究員

(四)議程

時間	內容	主講人
10:00-10:05	開場致詞	松本光崇國際室長 津田浩副研究部門長
10:05-10:15	產總研簡介	李志遠主任研究員 藤原健企劃 龜崎和輝研究員 根岸信彰主任研究員 鳥村政基研究部門長
10:15-12:00	1. 基礎建設檢查技術概要介紹 2. 利用圖像進行位移測量 3. X光檢查技術 4. 參觀實驗室:PM2.5捕集裝置及NOx濃度同位素比測量; 空氣淨化(利用光觸媒處理 氣溶膠的裝置)說明	
12:00-14:00	中餐與前往東京大學	
14:00-15:15	1. 防災氣象情報 2. 防災教育、自治體的防災系統與地震監測 3. 災防中心分享:災防資訊的收整與傳遞 4. 國家地震工程研究中心災防研究成果簡介	關谷直也主任 沼田宗純教授 鶴岡弘主任 柴駿甫副主任 張子瑩組長

時間	內容	主講人
15:15-16:00	綜合討論	
16:00-	座談會結束	

(五)座談紀要

1. 產業技術總合研究所

- (1) **產業技術總合研究所簡介說明**：產業技術總合研究所 AIST 類似臺灣的工研院，研究所有 5 個領域和 2 個綜合中心。包括能源/環境領域、生物科技領域、資訊/人體工學領域、材料/化學領域、電子/製造領域、地質調查綜合中心、計量標準中心、量子/AI 融合技術業務發展全球研究中心。在能源/環境領域中的「環境創生研究部門」(EMRI) 進行了水淨化、空氣淨化、環境診斷及預測的相關研究。
- (2) **災害偵測等相關領域的技術發展-橋梁監測**：利用先進的圖像處理技術來簡化和提升橋梁結構的監測效率，解決社會問題和國土問題。使用的圖像處理系統能夠通過高精度的影像分析，迅速且精確地檢測橋梁結構的任何變形或損壞。這不僅有助於提前發現可能的結構問題，還能有效延長橋梁的使用壽命，從而降低維修成本和安全風險。此外，也專注於開發新型材料和技術，以應對自然災害對橋梁的影響。例如，AIST 研究一種基於矽膠和透明樹脂的防結冰塗層技術，這種技術能夠在低溫環境下防止冰雪積聚，從而減少因積雪引起的橋梁結構損壞風險。這類創新不僅提升橋梁的耐久性，還提高其在極端氣候條件下的安全性能。
- (3) **空品環境監測技術-PM2.5 採集與 NOx 同位素組成分析**：PM2.5 採集裝置使用 PX-3175 設備進行監測，能有效檢測金屬、鐵、木材等成分。PM2.5 依據濃度分成 6 級，可以透過 NOx 同位素組成分析各個金屬的含量進一步檢測。而在另外一個研究氣溶膠研究採用離心機分離器對收集的樣本進行處理，主要應用於分析硝酸鹽等成分。通過不同方法，如同位素組成分析和含量測試，研究人員能夠詳細了解氣溶膠中

的組成及特性。此外，利用流體動力學原理，他們成功開發出一種新型氣溶膠捕捉系統，能有效過濾微小至四微米的粒子，這種技術不僅效果卓越，且能大幅降低能耗，適合長期監測和處理空氣中的污染物。這些研究成果不僅對於環境保護和健康管理具有重要意義，更為發展更有效的空氣監測和治理技術提供實際的方法和數據支持。

- (4) **空氣淨化技術：**傳統的氣溶膠捕捉方法包括使用濾網，然而這種方法存在高能耗和操作成本的問題。相比之下，新型的空氣流動技術，如利用空氣流動速度差異來捕捉微粒，顯示出更高效率和更低成本的潛力。利用光束將空氣中的有害微生物（如病毒）和化學物質進行捕捉和分解。這種技術不僅能夠高效地消除空氣中的污染物，還能夠在保證空氣流動的情況下進行操作，從而大大提高空氣淨化的效能和效率。這種裝置通過將病毒等微生物吸附在光觸媒表面，然後利用光的照射進行分解，有效地保護室內空氣的清潔和安全。這些技術不僅在實驗室環境中獲得成功，還在現實生活中顯示應用潛力，尤其是在提高公共健康和安全管理方面。隨著技術的不斷進步和應用的擴展，這些創新將為我們創造更加潔淨和安全的生活環境。

2. 東京大學總合防災情報研究中心(CIDIR)

- (1) **東京大學總合防災情報研究中心簡介說明：**本研究中心由東京大學院情報學環、地震研究所、生產技術研究所合作設立，以資訊為核心進行防災評估與預測等，包括災害風險評估及預測、資訊發布、災害疏散、應急措施協調、凝聚共識、恢復重建等各環節。研究領域主要為三大類：災害資訊行為分析、地震火山綜合分析、減災工程。

(2) 防災資訊與防災系統：

- A. 在災害預警與觀測系統方面，日本不僅建立完善的氣象觀測系統，還將觀測到的資料透過各種警報系統，如 Yahoo 等網頁和行動裝置 APP，迅速傳遞給民眾和政府單位，例如當預估會有災難性大雨發生，氣象局會發布警戒資訊以及對應等級的相關避難資訊，讓民眾提早戒備。這些系統不僅限於龍捲風、狂降雨（豪雨）等自然災害，還包括火山活動和土石流等特定災害的預警和管理。雖然日本已建立完善的

預警系統，包括針對火山、氣象、土砂災害等各種警報，但民眾對於這些警報的理解和反應仍有待提升。

- B. 研究指出，現有的警報系統雖然提供大量資訊，但有時過於複雜，難以有效地引導民眾採取行動。未來的研究方向包括提高警報系統的精準度，例如暴雨因可用的水位即時測量故準確度高，但土石流預警系統因導入的年代較久（約 15~20 年前），因此準確度較低。此外，簡化資訊以提升民眾的理解和應對能力也是未來的重要課題之一。

(3) 地震警報系統的開發與地震監測網絡的建立：

- A. 觀測系統的核心功能包括追蹤地震發生的時間、位置以及地震規模。它利用各種機構的地震模型資料，如氣象變化等來預測地震。利用多個觀測點連續且即時地收集地震數據，以提供準確的地震警報和數據分享。在技術方面，日本使用特定的 WIN 系統（轉 SAS/可即時傳輸出）產生的 UDP 格式，與其他國家 SeisComP 系統產生 TCP 格式不同，雖然在資料格式與傳播方式更加高效，但卻也導致日本資訊無法和其他國家交流。此外，他們還發展氣象廳觀測系統（EPOS）進行地震活動綜合監視系統，用於整合地震、海嘯和其他自然災害的監測與預警，例如海嘯發生後，3 分鐘後發布警報；透過分析地震能量，6 秒後可以感受到地震。這些系統不僅在日本境內，還在國際間分享和應用，對於地震災害的預防和應對具有重要的科學和實踐價值。
- B. 東京大學 CIDIR 在防災與災害管理領域的研究成果不僅有助於提升災害預警系統的效能，還促進社會對於災害風險的認識和應對能力的提升。這些努力不僅在日本發揮作用，在國際間也提供重要的參考價值，尤其對於類似地理環境和災害型態的國家如臺灣，具有相當的啟發意義和應用價值。



圖 9、產業技術總合研究所—以橋樑模型說明災害偵測技術

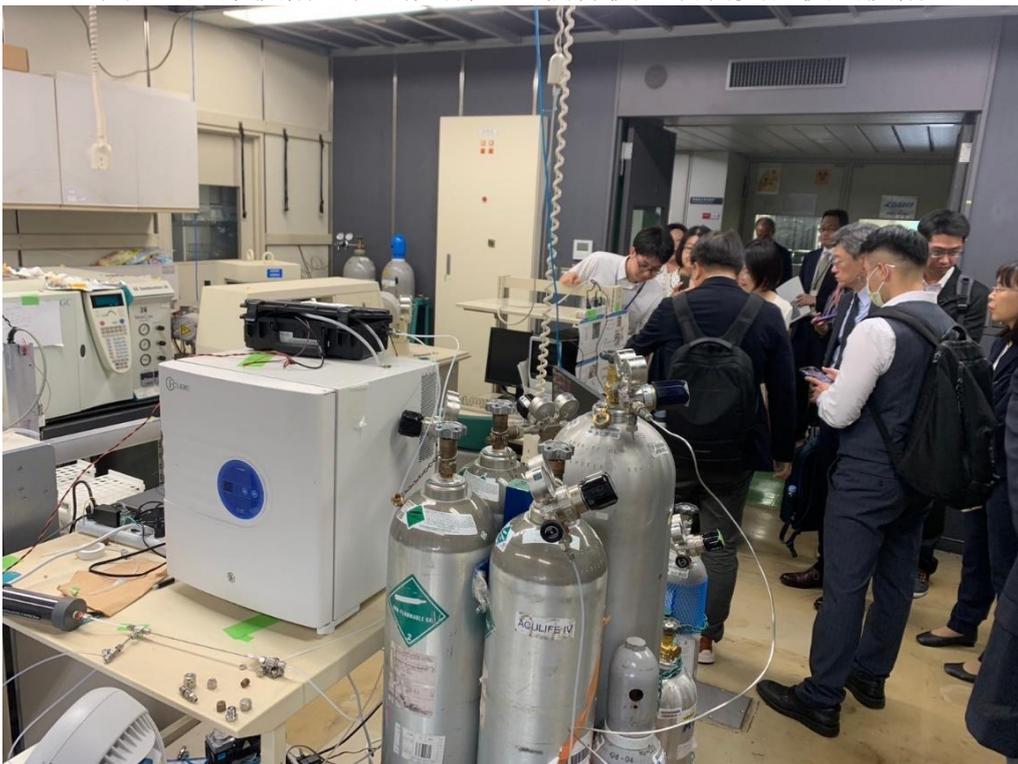


圖 10、產業技術總合研究所—NOx 採集方式說明



圖 11、東京大學綜合防災情報研究中心－關谷直也說明



圖 12、東京大學綜合防災情報研究中心－出席人員合影

四、益田 Cyber Smart City 創造協議會與川崎市環境總合研究所

(一)時間：2024 年 6 月 27 日(四)上午 9 時

(二)地點：東京 TKP 池袋會議中心

東京川崎市川崎區殿町 3 丁目 25-13

(三)訪團出席人員

姓名	服務機構/單位	職稱
王凱平	國科會前瞻及應用科技處	科長
柴駿甫	國家地震工程研究中心	副主任
陳永裕	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	總顧問
孫嘉宏	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	空品顧問
葉芳瑜	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	執行長
林盟凱	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	研究員
蕭文澤	臺灣儀器科技研究中心	組長
蕭育仁	國立高雄科技大學	教授
張子瑩	國家災害防救科技中心	組長
黃俊宏	國家災害防救科技中心	研究員
詹景良	國家災害防救科技中心	研究員
戴凡真	商業發展研究院	所長
張雯然	商業發展研究院	研究員

(四)議程

時間	內容	主講人
09:00-09:10	開場致詞	柴駿甫副主任 豐崎禎久代表理事 坂口慎一議員
09:10-10:30	1. 地方政府及防災機構的合作實例 2. 地方實踐智慧環境治理的經驗 3. 海外城市合作的經驗	

時間	內容	主講人
10:30-10:50	交流時間	
10:50-11:00	大合照	
12:00-14:00	中餐與前往川崎市環境總合研究所	
14:00-14:10	開場致詞	環境總合研究所課長 柴駿甫副主任
14:15-14:45	空氣監測	環境總合研究所公害監視 負責人
14:50-15:20	PM2.5 調查說明與參觀	環境總合研究所 大氣環境研究負責人
15:20-15:50	水汙染調查說明與參觀	環境總合研究所 水環境調查負責人
15:50-16:00	大合照	
16:00-	座談會結束	

(五)座談紀要

1. 益田 Cyber Smart City 創造協議會(MCSCC)

- (1) 益田 Cyber Smart City 創造協議會簡介：MCSCC 與日本國內外的知名的製造商、新創、系統整合商、學術機構和智庫結盟，共同創建並推動新的商業模式。被列為國土交通省的「智慧城市 15 個優先計畫」。並推廣至歐洲、非洲、中國、泰國、印度、印尼等。
- (2) 在地方實踐智慧環境治理的經驗：
 - A. 一開始由坂口慎一縣議員說明，他致力於推動智慧城市發展，他認為長崎縣有潛力發展半導體產業，希望學習其他地方的經驗。他認為應將半導體的概念應用到智慧城市。
 - B. 接者由主講人說明 MCSCC 他們的主要業務是解決課題，建立平臺並加入政府合作。他強調半導體技術應用於智慧城市的獨特性和重要性。MCSCC 利用物聯網的技術提升緊急應變與防災管理中的應用。以 Society5.0「未來社會」(Super Smart Society) 的概念，藉由物聯網 (IoT) 連結各式各樣的人與物，以大數據和 AI 為基礎，透過平臺化讓政府與民間進行公私協力，解決智慧城市中的各種挑戰。

- C. 他們希望能將長崎打造成一個智慧城市，期待未來能像熊本一樣發展半導體產業，並將半導體技術應用於智慧城市中，通過平臺化（公私協力、政府與企業的合作）的組織架構，提出解決方案實現商業化，加速城市與城市之間以及國際間的合作。
- D. 關於持續的研究與發展對於智慧城市的推動是相當重要，在日本的 R&D 中，是推動開發（D）為優先，而忽略研究（R）的傾向，導致企業以提供研發技術為基礎的「Product out」的產品或服務，而不是以顧客的需求為主的「Market in」的產品或服務。而 MCSCC 專注在調查而非開發，透過長期進行科學技術前瞻研究調查，定期公開調查結果，作為地方政府或制定國政策略的基石。
- E. 如何讓國民幸福、管理各式資源對政府來說是一個重要的課題。他認為整合半導體和數據是重要關鍵，小型化、多媒體化手機是未來發展趨勢。在面對高齡化，應善用機器人科技，幫助解決老人、女人和少子化問題。他們以在 2006 年預測為例，日本、臺灣、中國和韓國在半導體、大數據、通訊、能源等議題上可以互相合作，透過跟其他國家合作提供解決方案。
- F. 智慧城市的商業規模大，從個人到國家再到地球，從與新冠共存的社會到後新冠時代，全球智慧城市市場規模不斷長，每年增長約 17.3%，顯示智慧城市是新產業趨勢，帶來很大的效益。
- G. 在島根縣益田市實行的 Society5.0 解決方案是透過政府和民間合作，結合 IoT 技術與應對災害和醫療需求。在日本很重視技術，會先思考技術面要怎麼去做，然後再想如何去解決問題，但他們是反其道而行，先從問題思索解決方法，再去相關的技術支援。由民間主導計畫，透過政府提供的補助來支持平臺，並與多家公司合作，共享利益，這種「益田模式」已成功執行並輸出到海外。
- H. 選擇益田發展智慧城市，主因是他們發現人口規模約 5 萬人的城市較易推行計畫。他們重視教育培訓，讓參與者充分了解技術和項目。他們也注重如何在低成本下使用技術以及如何建立可持續的商業模式。並利用日本的光纖網絡優勢，發展低成本高效的通訊服務。他們

正在研究如何在 1-5 公里範圍內管理城市，以及如何利用道路資訊，與汽車公司合作收集數據。

- I. 益田的經濟來源 20%來自政府預算，但地方政府籌募資金能力不如中央等因素。先解決問題，再推動產業。在這當中 IoT 扮演中要角色，他們成立信託公司推動智慧城市，透過 AI 的企業模式獲利，當中半導體製程 MEMS（微機電系統）是未來關注重點，例如瓦斯遮斷器可接合其他技術推廣，但受限日本現行法律規範，僅於印尼推動，顯示 IoT 應用時會面臨的技術、法律、財政等挑戰。大數據創造新的產業，綜合收集不同面向的資料，讓資料 3D 化充分展現資料的價值。
- J. 益田智慧城市推動的商業模式是怎麼尋找與分配資源的呢，他們根據提供的服務、組成機構與參與者，說明三種模式，一種是地方議會主導模式，第二種是由地方政府主導，第三種是由民間企業主導。主導機構，如政府/民間補助計畫去說服民間，透過平臺提供服務，並共享利益。
- K. 益田智慧城市發展關鍵成功因素之一是「人口」，益田市人口約 5 萬人左右，相對容易推動智慧城市，這也不禁讓我們反思 CIOT 計畫下有許多已成熟的技術在水空地災不同領域的應用，與日本相較，哪些是我們可以補強之處？另一個關鍵成功因素是「教育」，MCSCC 在日本國內與海外廣設校區推廣，在印尼設置許多感測器與小型衛星收集資料，進行研究分析。應用 IoT 的裝置廣泛，從基礎建設到醫療與健康管理，再到通訊網路，例如通過 LPWA，用戶安全性提升且費用大幅降低，可讓保全減少。
- L. 他們希望未來能將半導體技術應用到汽車上，讓車輛能自動收集和分祈數據，期盼建立一個能滿足地方政府需求，又能在未來產業中獲利的智慧城市模式，透過平臺提供公共化的服務，例如智慧道路監控系統，區分出平日用道路/災害用道路，透過車聯網設備蒐集資料，垃圾桶的智慧壓縮和減少 CO2 排放的目標等。他們將半導體和智慧城市的概念結合，創造出獨特的發展模式，並重視技術創新、跨界合作和商業可持續性，希望也能在日本和海外推廣這種智慧城市模式。

(3) 與海外城市合作的經驗：

- A. 日本經濟產業省在印尼推動綠色轉型 (Green transfer)，日本希望透過國際合作，特別是在半導體領域，增加綠能使用，強化基礎建設以發展 IoT。轉型需要大量使用氫氣及半導體等技術，而太陽能板製造中國具有優勢，但日本仍在開發相關技術。感測器、半導體及人工智慧 (AI) 是未來重要的發展方向，日本對於資金流向美國、財政赤字等議題關注，並指出數位轉型規模不斷擴大。對於雲端服務及物聯網 (IoT) 的發展，但對於日本在財政上是一大挑戰。他們也分享在印尼實施計畫的經驗，日本政府和印尼簽訂 MOU，日本政府沒有補助，由印尼企業協商出資，可見利益互惠的商業模式是非常重要的。
- B. 在 IoT 應用的例子上，使用 IoT 技術監測放在棉被中及預防意外嬰兒發生猝死；除了通訊方面的改進外，還專注於傳送過程中的效率提升，避免 IoT 從傳送程序減少。在技術方面，依客戶端的需求，選擇設備達到節能目的。該計畫的研究重點包括如何讓民間投資組織進行有效的市場開發，並吸引企業合作。對於 IoT 資料收集及其管理和應用，是由各企業各自維護，企業和地方政府簽署服務契約，合作諮詢的模式，共同管理收集到的資訊，例如長崎地方政府資料和民間資料連結在一起，雖然日本的政策是鼓勵民間主導的智慧城市發展，專業分割化，有價值計畫部分和企業合作，但這也表示需要有效的公私合作模式，建議由國家出資較佳，否則效率可能不彰。

2. 川崎市環境總合研究所：

- (1) **研究所整體說明：**川崎市作為一個過去曾經面臨空氣污染問題的地方，在經歷經濟成長的同時，環境也受到相應的挑戰。透過多年來的努力和合作，成功地改善空氣質量，使得現今的空氣環境變得更加潔淨。研究所利用其先進的技術和國際合作網絡，不僅推動技術的發展和產業的興起，還促進國際間環保研究的合作。川崎市環境總合研究所在環境污染監測及其應對方面取得實質性的成果和進展，這些成果不僅僅在地區社會中回饋，還促進城市與產業的共生，形成一個良性

的循環。他們究竟做了哪些措施降低監測指標的呢?除了稽核之外，川崎市進行總量管制執行空氣汙染管制，且因數值均已下降達標，故已無進行總量管制。

(2) PM2.5 研究與空氣品質監測：

- A. 深入探討 PM2.5 碳素成分監測方法的重要性與應用。首先，他們介紹 PM2.5 的成分組成，主要包括碳素成分、二氧化物 and 無機元素等。碳素成分的主要類型包括有機碳 (OC) 和元素碳 (EC)，這兩者常常混合在一起，需要透過專門的分析器進行分離和測量。透過 1 天連續採樣、245 小時更換，累積採集 2 週後再進行樣本分析，不同季節監測的標準也不同。通過成分內容指標的分析，可知是原發性汙染和二次汙染，找出原發性汙染，可直接針對汙染源進行管制，例如來自汽車排放的廢氣。
- B. 接著說明用於碳素成分分析的技術和工具，OC 和 EC 在不同的環境條件下會有不同的表現，例如在氧氣存在下的燃燒反應，這些都影響著其分離和測量的準確性。日本政府制定的 PM2.5 監測法規和標準，包括每日的監測要求以及相關的法律框架。這些法規不僅旨在保護公眾健康，還強調持續監測和測量的重要性，以便及時採取必要的汙染控制和預防措施。最後，強調技術的進步和應用的挑戰，尤其是在不斷變化的環境條件下，如何有效地測量和分析 PM2.5 的碳素成分，以支持更有效的空氣質量管理和汙染防治。

(3) 廢水及水汙染研究：

- A. 水資源的保護和利用是一個重要議題，特別是當涉及到工廠排放的廢水是否符合法律標準。除了檢測工廠排放，還包括家庭用水的採集和測試。從 2024 年到 2025 年的年度檢測中，包括多個地點和不同的時間，以確保排放的廢水符合標準。他們採用分光光譜技術來測量不同元素和化合物的濃度，這種技術通過吸收特定波長的光來測量樣品中物質的含量，確保測試結果的準確性和可靠性。在法規的規範下，每個分析過程都按照嚴格的程序進行，確保結果的可比性和準確性。這些檢測過程不僅是為了合規性而進行，更是為了確保水資源的可持續

利用和保護，以維護生態平衡和公眾健康。

- B. 這次的交流顯示 PM2.5 碳素成分監測方法以及水檢測在現代環境管理中的重要性，研究所也提供一些實際的案例和技術細節，特別是在工業排放管理和環境法規遵循方面的關鍵角色。通過這些檢測措施，可以有效地監控和管理工廠的排水，保證其符合法律標準，並最大限度地保護海洋環境的可持續性。這對於未來的研究方向和政策制定具有重要參考價值。



圖 13、益田 Cyber Smart City 創造協議會－分享科技應用於未來社會



圖 14、益田 Cyber Smart City 創造協議會－出席人員合影



圖 15、川崎市環境總合研究所－研究人員示範水質檢測方法與程序

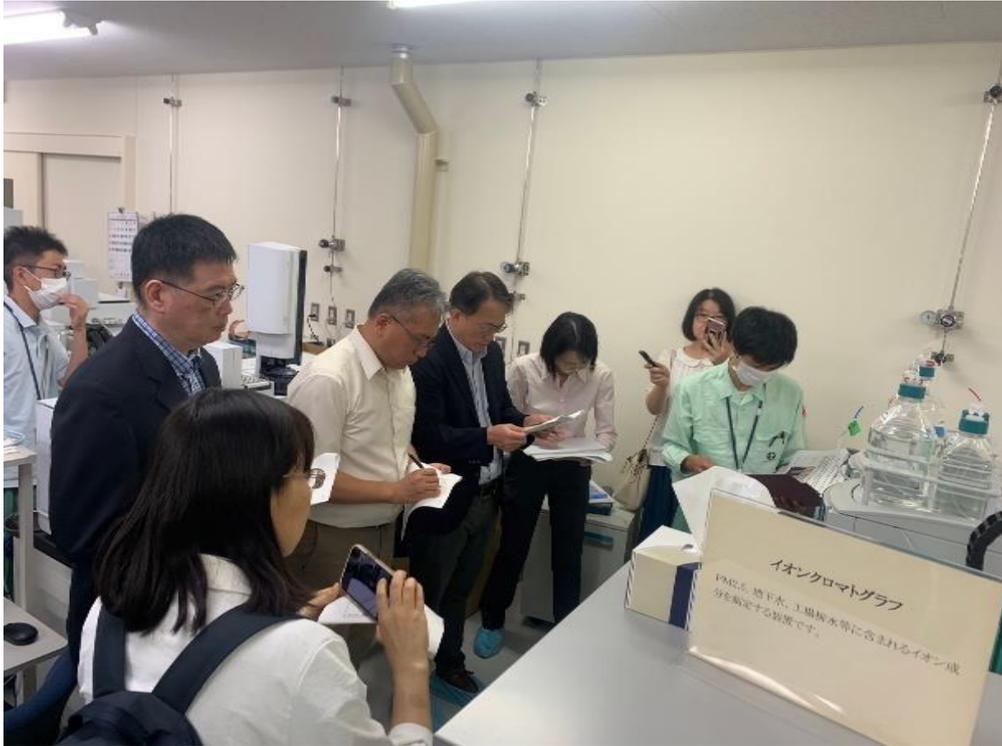


圖 16、川崎市環境総合研究所－研究人員介紹排水檢測裝置

五、參訪日本國際地方政府、基礎建設及智慧城市週

(一)時間：2024 年 6 月 28 日(五)上午 10 時

(二)地點：東京國際展示場

(三)訪團出席人員

姓名	服務機構/單位	職稱
王凱平	國科會前瞻及應用科技處	科長
陳永裕	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	總顧問
孫嘉宏	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	空品顧問
葉芳瑜	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	執行長
林盟凱	國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心	研究員
蕭文澤	臺灣儀器科技研究中心	組長

姓名	服務機構/單位	職稱
蕭育仁	國立高雄科技大學	教授
張子瑩	國家災害防救科技中心	組長
黃俊宏	國家災害防救科技中心	研究員
詹景良	國家災害防救科技中心	研究員
戴凡真	商業發展研究院	所長
張雯然	商業發展研究院	研究員

(四)議程

時間	內容	主講人
10:00-10:55	專題演講 「我國防災對策最前線」	內閣府政策統括官付中尾 晃史參事官
10:55-12:00	會場導覽	
12:00-13:00	中餐	
13:00-16:00	1. 危機管理型水位計 2. 簡易設置通訊型水位計系統 3. 案例示範與雲端服務	株式會社東建 engineering 導覽人員
	1. Hydro-STIV：基於 AI 影像的非接觸式流速流量測量系統 2. Hydro-Flood：AI 混合洪水預測系統 3. 土砂預測	株式會社ハイドロ總合技術研究所 導覽人員
16:00-	參訪結束	

(五)會談紀要

1. 專題演講「我國防災對策最前線」

- (1) 日本在面對災害時展現了其完善的防災政策與應對能力，在災害應對方面，內閣府的國土交通省扮演著關鍵角色，並成立內閣總理領導的救災小組。當地面臨 7 級地震的嚴峻挑戰時，交通中斷和低溫天氣進一步加大了救災的困難度，特別是對老年人而言更為艱難。
- (2) 內閣府的主要職責包括受災者的救援和救助，涉及消防、警察等部門；避難生活的安排，包括醫院、辦公室等設施的協調；以及道路交通的維持和停電處理等。內閣府特別強調，道路暢通對維持正常生活至關重要。政府針對此類災情設計了包括二次避難安置在內的多層次避難策略，並由救災小組負責協調災後的重建工作，包括居住恢復、生活支援和物資供應等方面。防災措施由警報避難、應急活動、災後復原、災害減災對策四個部分組成，並且持續地進行滾動式檢驗與改善。
- (3) 日本的防災標準作業程序（SOP）涵蓋八個重要方面：受災戶生活自建支援法、特別支援費用、相關內閣的決定、視察及意見交換（依損害情形賠償不同）、基本災害法各地決定（例如道路修復權限放於地方政府決定）、生活支援決定、自編第二次救援金（臨時會），以及災害後小隊檢討會。這些程序確保了災害應對的系統性和有效性。
- (4) 在綜合災害政策方面，日本制定了重建受災者生活的配套政策。這包括生活的重建（涵蓋身體健康議題、二次避難等）、產業重建（企業支援），以及公共設施（如國家公園）的災後避難功能優化。避難策略分為三個階段：一次避難（臨時安居處，通常利用公共設施改造的避難所）、1.5 次避難（因為第二次避難協調時間長，衍生出的暫時居住處），以及二次避難（長期居住處，可以是災民的新家）。
- (5) 針對災民的居住問題，政府提供了多種解決方案，包括臨時避難所（可移動式，以 2 年為限）、民間企業幫助（例如旅館、公營住宅的提供），以及長久居住（需要制度與金錢共同支持）。這些措施旨在確保災民在不同階段都能獲得適當的住所。在災後重建方面，政府實施了一系列支援措施。首先是設立現場防災財政部門，並提供社區生活財政支援項的補貼，最高可達 300 萬台幣。政府還指定了特定災害復興區域，

如高地解放和河流整治等。

- (6) 從 2 月 1 日起，衛生保障部門轉為復舊復興支援部門，提供基礎支援。為了改善未來的災害應對，政府定期舉行會議，總結經驗教訓。在現場設立了採訪本部，有四個專門團隊負責心理研究，最多時達 1300 人參與支援工作。計畫也特別關注避難所的生活環境改善。政府提供細緻的支援，特別是針對高齡者和遭難者。在教育方面，政府努力為受災學生提供持續的教育支持，並向學校提供必要的資訊和資源。對於中小企業，政府推出了支援事業和補助計畫。農林漁業也獲得了特別支援。在觀光業復興方面，政府在三個區域執行支援計畫，包括在公園和旅遊規範方面提供援助。
- (7) 災後清理和資訊共享也是智慧城市計畫的重要組成部分。政府特別注重下水道的因應對策，因為室內水道較難進行修復。災區的廁所沖洗與衛生疾病防治息息相關，需要派駐適當人力處理，而災害造成的廢棄物清除需要經過申請才能統一處理。
- (8) 在資訊分享方面，日本製作災害報告以利後續的對應參考，也開發了一個名為 SOBO 的防災數位平台以利公私協力。該平台的功能包括收集各地資料、連結研究機關、ISUT 資訊小組、災害可視化、地區防災計畫，以及媒合產官學共同救災計畫等。這個綜合性的防災資訊系統整合了來自消防、自治體、民間組織和科研機構的數據，旨在提供一個統一的平台，使各地區和自治區都能使用。
- (9) 防災基本計畫是日本智慧城市建設的核心部分。該計畫主要包括確立基本方針、制定 10 年後減災目標，以及針對主要防災對策施行策略。這個計畫不僅關注當前的災害應對，還著眼於長期的防災規劃和未來可能面臨的挑戰。
- (10) 然而，實施這些計畫面臨諸多挑戰，例如，在災區，由於缺乏住宅設施、交通不便和寒冷天氣，支援工作變得困難。道路、水電等基礎設施的恢復是進行其他重建工作的先決條件。政府正在與各方合作，尋找解決這些問題的方法。此外，政府還特別關注可能發生的大規模災害，如南海大地震。基於過去災害的經驗，如東日本大地震，政府正

在制定更加完善的應對計畫。

- (11) 整體來說，日本的智慧城市計畫和防災政策展現了全面性和前瞻性。日本的防災政策不僅注重災害初期的應變行動和災後復原，還包括長期的防災基本計畫和未來應對策略的制定，以有效提升整體的災害管理與應對效能。通過不斷完善的防災體系，以為未來可能發生的大規模災害做好準備。通過整合先進技術、改善政策和加強社區參與，日本正努力建立一個更安全、更有韌性的城市系統。這些經驗和做法可能為其他國家和地區的智慧城市建设提供有價值的參考。

2. 株式會社東建 engineering：

- (1) 公司致力於開發資料平台和資訊平台，還整合了水位計、望遠鏡和監視器等多種設備。作為一家商社（貿易公司），他們收集優質產品訊息並向客戶提案。關於系統的價格，完整的高端防災系統的成本相當高昂，動輒需要七千萬日元以上的投資。這對許多財政吃緊的地方政府來說是一個重大挑戰。然而，由於日本國內對防災產品的需求很高，該公司的防災系統無人機目前主要專注於國內市場。
- (2) 無人機技術：日本的防災體系充分利用了無人機技術，將人類資訊系統與各種技術設備將其整合到一個綜合性的資訊平台中。這個系統不僅包括無人機，還涵蓋了各種感測器和監測設備，提供即時數據處理，形成了一個完整的防災網絡。無人機在這個體系中扮演著多重角色。
- (3) 有效人流管理：避難所管理系統能夠有效地登記和分配避難人員。當出現突發情況時，像是人數過多，系統會即時通知民眾，例如提醒他們某些地區可能存在危險，不宜前往。
- (4) 環境監測與預警機制：系統使用了多種感測器，包括水中感測器，用於監測水位變化。這些感測器與氣象局的數據相結合，能夠提供及時的預警訊息。例如，系統可以預測雷暴的到來，並發出相應警報。
- (5) 災害搜救與物資運送：災害無人機在這個系統中扮演著重要角色。它們被用於搜尋山區或土石流災害區域，能夠直接拍攝影像並傳輸到系統中。此外，無人機還可以用於運送救災物資，最多可以運送 40 公

斤的物品。

- (6) 除了防災系統無人機，我們還看到了一些用於下水道檢查的特殊設備。這包括水中飛行器和用於檢查下水道管道的機器人。這些機器人能夠進入人難以進入的管道，檢查管線是否有裂縫或其他損壞。不過，在水流過快的情況下，這些設備可能無法正常工作。
- (7) 這些產品不僅銷售給地方政府和下水道管理單位，也有私人企業購買。公司提供一個影像分析系統，能夠判斷拍攝的照片質量，如果質量不佳，可能需要重新拍攝。關於設備的操作，通常是由用戶自行購買和操作。雖然操作相對簡單，但如果遇到問題，用戶可能需要聯繫原廠商尋求支援。
- (8) 整體來說，該公司的防災系統展現先進的技術整合能力，涵蓋從災害監測、預警到救援的全面解決方案。雖然系統成本較高，但在日本國內市場仍有較大需求。

3. 株式會社ハイドロ總合技術研究所：

- (1) 他們展示一種創新的水位監測技術，這項技術主要銷售對象是日本地方政府，由豐田商社作為中間商進行銷售，但他們過去也曾有過海外銷售的經驗。與傳統的水位監測方法相比，這種新技術結合了人工智能（AI）和影像處理技術，實現了自動化的水位測量。
- (2) 過去的水位測量需要使用專門的水位儀器或水平測量器，而現在這個新系統只需要一個攝影機就可以完成測量。系統使用 AI 技術自動識別水面位置，並在畫面中顯示水位數據。這種方法不僅省去了將感測器放入河中的麻煩，還能提供即時的視頻畫面和數據。系統的核心是一個內置的運算裝置，可以直接在現場進行數據處理，無需將資料傳回中央處理中心。這種設計提高系統的效率和可靠性。攝影機捕捉水面的影像，AI 系統自動辨識水位線，並在畫面中顯示水位數據。這種方法不僅省去將感測器放入河中的麻煩，還能提供即時的畫面和數據。
- (3) 在螢幕上系統會顯示兩條線：一條紅線和一條藍線。使用兩條線而不是一條線的設計是為了提高測量的精確度，減少可能出現的誤差。系

系統會自動圈出河流表面，並將水面線和一個稱為"Ruler"的記錄板之間的位置設定為水位。水位的單位設置可以根據不同地點的需求進行調整。例如，可以設定為 4 公尺或 5 公尺，取決於該位置的實際情況。系統還會將整個測量範圍分為十等分，每個等分代表總高度的十分之一。在系統初始設置時，需要進行一次人工測量來校準系統。工作人員會實地測量水深，然後將這些數據輸入系統。這個初始校準非常重要，因為它為後續的自動測量提供了基準。一旦完成初始設置，系統就可以自動進行水位判斷和測量。這種新技術相比傳統方法有幾個優勢：(1)無需將設備放入水中，減少了設備損壞的風險。(2)提供即時視頻畫面，便於直觀監控。(3)AI 自動測量，減少了人工干預。(4)系統可靈活調整，適應不同地點的需求。

(4) 目前還沒有其他公司能夠提供類似的直接在畫面中測量水位的技術。總體來說，這種結合 AI 和影像技術的水位監測系統代表防災技術的新趨勢。它能夠提供更及時、更準確的水位數據，有助於相關部門做出更快、更準確的決策，特別是在洪水預警和水資源管理方面具有重要的應用價值。

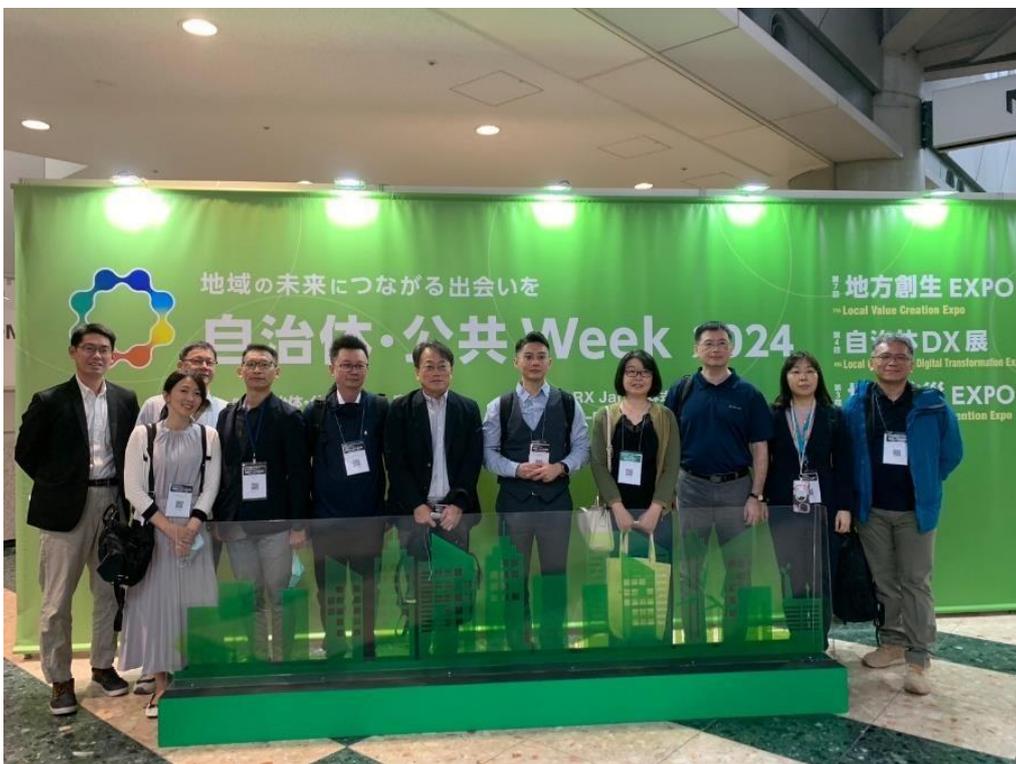


圖 17、日本國際地方政府、基礎建設及智慧城市週一出席人員合影

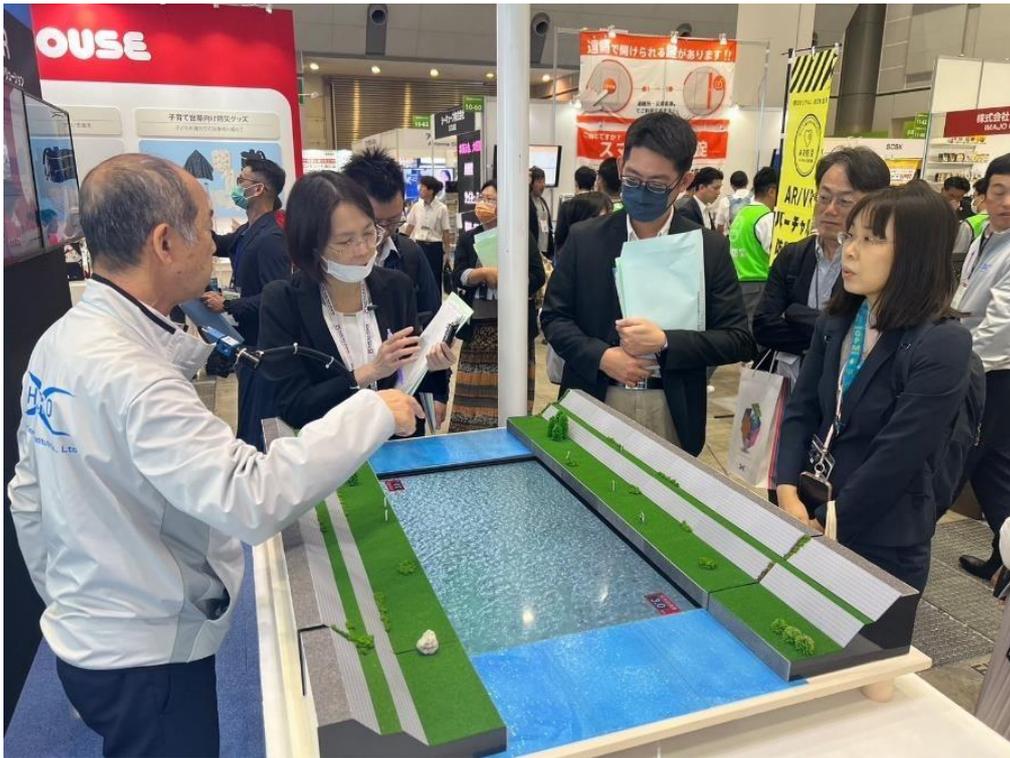


圖 18、Hydro-STIV 河川流量觀測系統說明



圖 19、水位監測裝置解說

肆、心得與建議

- 一、**參考日本積極發展精準預測及智慧城市，建議我國未來各項感測技術與預測朝精準化方向發展：**綜觀本次參訪研究機構(如日本環境研究所和 NTT)的研究方向，日本朝精準預測為未來發展的重點，並結合未來智慧城市的發展，且研究拓展到應用的路徑，是先由個人到國家層面，乃至於全球。另外日本亦透過掌握城市和國家的發展動態，以因應未來的變化，例如在日本當地可透過天氣資訊瞭解多久後會降雨與即時災害資訊預警，讓人民更能預先準備相關因應措施，我國相關感測與預測技術及未來發展，建議朝精準化方向邁進，使人民加倍感受科技的溫暖，也能從容地應對未來的變化。
- 二、**我國相關科技政策研究架構，建議借鏡日本以 5 年期展開，並分為滾動式研究項目、中長期觀測項目及基礎研究，並對焦國家戰略：**以環境研究議題為例，日本推展五年為一期的中長期研究，且各研究成果對應到國家戰略計畫，例如，環境研究所積極發展瀕臨絕種之物種保護方法與細胞保存技術，以確保國家生物多樣性之戰略目標，且議題研究架構分為長期研究、5 年滾動式研究、以及基礎研究，建議我國可參考此架構作為科技預算配置參考。
- 三、**日本持續投入韌性科技，透過互動式學習結合科學教育，讓全民參與，建議我國可結合各部會前瞻科技能量，拓展防災訓練至全民參與，以因應未來：**以池袋防災館為教育中心，透過互動式學習，讓全民參與，我國建議設立防災教育示範中心，結合各部會及國科會法人如國震、災防中心等前瞻科技能量，打造互動式防災教育，強化國民體驗與感受。
- 四、**借鏡日本利用被淘汰的科技，建立科技發展的軌跡，建議我國可利用適當場址，打造前瞻科技發展的軌跡，以彰顯國家與科技推進進程及未來發展方向：**以日本 NTT 為例，NTT 打造通訊科技發展軌跡，由 1935 年最早的通訊技術與設備，逐年呈現技術與設備的變化與發展，並建立通訊科技歷史資料館，透過被淘汰的科技，以凸顯科技發展的進步，建議我國可建立科技發展軌跡，並擇適當的開放場域讓民眾參與（例如我國半導體科技發展軌跡或建立通訊科技軌跡）。

- 五、**我國科技應用推展至產業做法，可借鏡日本在適當場域實證後，結合國際品牌，行銷全世界：**以日本東京都益田 Cyber Smart City 創造協議會經驗分享，關於技術推升至產業化作法，主要透過場域實證後，即結合日本國際品牌，行銷全世界，有關我國科技推展部分，以 AI 應用為例，可在區域型智慧城市示範驗證後，結合我國相關國際品牌，推廣應用至全世界。
- 六、**建議結合韌性科技與智慧城市，完善災害防救生態系：**日本積極制定長期防災規劃與韌性城市建設，並以社會需求為導向，按不同需求階段與對應層次分別展開政策規劃，以地震災後避難所政策展開的層次化為例，日本依照不同需求階段，共分為：1 次避難所、1.5 次避難所與 2 次避難所，分別對應災後當下、協調居民的暫時住所以及長期居住等三個層次，災後重建的資源分配涵蓋災民生活支援到災後災害後的相關在地生活與產業復興，建議我國結合韌性科技與智慧城市，完善災害防救生態系，利用科技力量提高國民的整體應對能力。