

出國報告（出國類別：考察）

環境感測產業國際參訪

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：葉俊明 副組長

派赴國家/地區：日本/東京

出國期間：112年8月6日至8月12日

報告日期：112年10月12日

目 次

摘要

誌謝

壹、前言	5
一、緣起與目的	5
二、考察行程	6
貳、過程	8
一、防災科學技術研究所(NIED)	8
二、國立環境研究所(NIES)	17
三、即時地震・防災情報利用協議會(REIC)	27
四、白山工業株式會社&極限環境機器人研究所	32
五、柏之葉智慧城市示範社區	38
六、美得華水務株式會社	46
七、藤澤永續智慧社區	55
八、東京大學地震研究所&防災教育普及協會	66
九、東京臨海廣域防災公園	74
參、心得與建議	83
一、心得	82
二、建議	84

摘要

臺灣與日本同為地震頻繁國家，此次赴日拜會與地震或防災相關之防災科學技術研究所、即時地震・防災情報利用協議會、白山工業株式會社、東京大學地震研究所、防災教育普及協會及東京臨海廣域防災公園等單位，瞭解其地震監測技術及防災觀念與知識。針對水資源部分也拜會目前在日本水利產業領域規模相當大之美得華水務株式會社，了解日本最新水質處理與設備監測技術之經驗與建議。另拜會長期監測日本環境狀況之國立環境研究所，了解其於空氣品質監測、湖泊水質監測及溫室氣體監測方面之技術與進展等。

經本次參訪，瞭解 2011 年東日本大地震對日本之影響頗為深遠，除於海域建設長達 5,500 公里之光纖電纜及感應器，期能提早 30 秒測得海域地震發生，提早 20 分鐘獲得海嘯信息，俾利進行地震早期預警、早期疏散以減輕損害外，於新建智慧社區時也將防災措施納入公共建設或增加防災設備，防災訓練或防災教育更是深入人心。

至於柏之葉及藤澤二處智慧城市，除前述防災考量外，亦在創能、儲能及節能方面推動相關措施，使家戶能源來源有太陽能、ENE-FARM(家用燃料發電機)、電力公司等多元供電來源，此外，智慧城市均設置視覺化能源管理系統，提供專業之能源諮詢服務，幫助居民控制過度用電或出售剩餘電力來提供環保且降低居住成本的生活方式。

此外，因應少子化致投入水利產業人數相應減少及降低成本要求，美得華水務株式會社除透過自動化技術研發及區域聯合營管以減少人力需求外，亦推動智能化水務管理，包括於大多數設備裝設感測元件，採取一元管理(資訊上傳使監控中心全盤掌握)、技術共有(相關同仁都可透過隨身攜帶的小平板電腦上網查詢 know how，包括這個設備的供應商、維修人員電話、設備操作手冊等)及技術繼承(已退休人員之操作經驗)等方式，可以部份克服人力緊缺或人員異動快速問題。

誌謝

感謝國家科學及技術委員會「民生公共物聯網數據應用及產業開展計畫推動小組」之邀請及水利署賴署長之指派，方得以隨團至日本進行環境感測產業之國際參訪，了解日本最新物聯網之應用服務與監測技術，作為持續推動我國民生公共物聯網數據應用之參考。

本次出訪行程有賴商業發展研究院國際數位商業研究所陳盈芬研究員於事前先赴日踏勘並與日方各單位人員持續聯繫溝通，及國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心之行前方向指導，使這次參訪過程非常順利；此外，國家實驗研究院林博文副院長率領本參訪團與日本各單位接待或解說人員面對面溝通，儘量吸取日本經驗功不可沒。而日本在地司機小楊，將旅日35年經驗充分發揮，及翻譯人員張晏慈全力協助解決日語溝通上的不方便，也是讓本參訪團順利完成各項行程、收穫滿滿的重要人員。

另外，我國駐日代表處鄒幼涵顧問持續關心本參訪團相關行程是否順利，並設宴接待本參訪團，也讓人在異鄉備感溫馨，並感受到來自國家的重視與照顧。特此，對駐日代表處、鄒幼涵顧問及其協辦組員致上最大謝忱。

此外，感謝防災科學技術研究所的山崎 律子 次長、松浦 象平 次長、田口 仁 高級研究員、取出 新吾 副主任、岡部 隆 課長輔佐、大河內 正敏 主幹，國立環境研究所的森口 佑一 所長、蛭江 美孝 室長、高津 文人 室長、三枝 信子 領域長、藤谷 雄二高級研究員，即時地震・防災情報利用協議會的早山 徹 會長、大保 直人 理事長、上村 良澄 事務局長，白山工業株式會社&極限環境機器人研究所的吉田 稔 社長、廣瀨 茂男 所長、吉田 舜 取締役、中井 俊樹 事業部長，美得華水務株式會社的汪兆康 課長、西林佑真及東京大學-地震研究所名譽教授&防災教育普及協會會長 平田直、木下 正高教授、常務理事 澤野 次郎、東野 陽子等人之充分溝通與相互交流，及柏之葉智慧城市、藤澤永續智慧社區與東京臨海廣域防災公園所屬導覽人員之詳盡解說。

由於您們的協助，使得本次行程順利圓滿達成，在此謹致上最誠摯的謝意。

壹、 前言

一、 緣起與目的

民生公共物聯網為「前瞻基礎建設-數位建設」計畫項下之一環，係由國科會、交通部、環境部、中研院、經濟部、內政部、農業部等跨部會所共同建構。並針對與民眾日常息息相關之「空氣品質」、「地震」、「水資源」、「防救災」等 4 大領域作為優先項目。透過應用人工智慧物聯網技術，已建置多項智慧生活服務系統，協助政府與民眾共同面對環境變化所帶來的挑戰。

其中，國家科學及技術委員會「民生公共物聯網數據應用及產業開展計畫推動小組」，為持續推動民生公共物聯網數據應用及產業開展計畫，瞭解日本最新物聯網之應用服務與監測技術，特別是在空氣品質、地震、水質、災害領域，並進一步衍伸至智慧城市規劃與物聯網導入應用層面的領域探討，邀請參與該推動小組之相關單位共同派員赴日本參訪瞭解最新環境感測產業之監測技術與物聯網之應用服務，期將相關發展經驗作為進一步評估智慧城市規劃或將物聯網導入應用層面之相關探討。

本次水利署獲邀派員隨同推動小組成員所組成之參訪團赴日考察，期藉由觀摩日本相關環境感測產業之現況，瞭解該國之物聯網或感測器運用成果或知識、觀念與技術及其寶貴經驗，以擴展水領域經營管理視野，可提供作為國內民生公共物聯網之借鏡與參考。

本次參訪團之成員名單如下：

1. 林博文 副院長(國家實驗研究院)
2. 柴駿甫 副主任(國家實驗研究院 國家地震工程研究中心)
3. 孫嘉宏 顧問(長庚大學機械系助理教授)
4. 劉嘉凱 顧問(智庫驅動執行長)
5. 黃靖閑 副技術師(國家實驗研究院 國家地震工程研究中心)
6. 任德寬 助理研究員(國家實驗研究院 科技政策研究與資訊中心)

7. 黃永慧 助理研究員(國家實驗研究院 科技政策研究與資訊中心)
8. 葉俊明 副組長(經濟部水利署 綜合企劃組)
9. 戴凡真 所長(商業發展研究院 國際數位商業研究所)
10. 陳盈芬 研究員(商業發展研究院 國際數位商業研究所)
11. 張晏慈 翻譯人員

二、 考察行程

本次參訪團之行程係由「民生公共物聯網數據應用及產業開展計畫推動小組」幕僚與商業發展研究院經數次開會討論後決定之，赴日時間為 112 年 8 月 6 日至 8 月 12 日，考察行程除了拜會日本相關科研機構、地震情報運用機構外，也至水處理領域之指標廠商、永續智慧社區及防災教育場所等進行現場實地參訪，相關行程表詳表 1.2-1。

表 1.2-1 赴日本東京考察行程表

日期	拜會或參訪機構
8/6 (日)	啟程 台北桃園機場(15:20) -> 抵達 東京成田機場 (19:40)
8/7 (一)	自東京都乘車前往茨城縣 10:00-11:30 拜會 <u>防災科學技術研究所(NIED)</u> 14:00-16:30 拜會 <u>國立環境研究所(NIES)</u> 自茨城縣返回東京都
8/8 (二)	10:00-12:00 拜會 <u>即時地震・防災情報利用協議會REIC</u> 15:00-17:00 拜會 <u>白山工業株式會社&極限環境機器人研究所</u>
8/9 (三)	自東京都乘車前往千葉縣柏市 10:00-12:00 參訪 <u>柏之葉智慧城市 KASHIWA-NO-HA SMART CITY 示範社區</u> 自千葉縣柏市返回東京都 15:00-16:30 拜會 <u>美得華水務株式會社 META WATER Co., Ltd.</u> 18:00-20:00 駐日代表處鄒幼涵顧問邀宴
8/10 (四)	自東京都乘車前往神奈川縣藤澤市 10:00-12:00 參訪 <u>藤澤永續智慧社區 Fujisawa SST</u> 自神奈川縣藤澤市返回東京都 16:00-17:30 東京大學校內參觀 18:00-20:00 拜會 <u>東京大學-地震研究所&防災教育普及協會</u>
8/11 (五)	上午自由活動(8/11為日本之國定假日) 13:00-15:00 參訪 <u>東京臨海廣域防災公園(東京都災害緊急指揮中心預定處)</u>
8/12 (六)	啟程 東京羽田機場 (10:50) -> 抵達 台北松山機場(13:30)

貳、 過程

一、 防災科學技術研究所 (NIED)

☞ 拜會時間：2023 年 8 月 7 日上午 10：00

☞ 拜會地點：茨城縣 防災科學技術研究所(簡稱：防災科研 NIED)

☞ 接待人員：企劃部次長(國際共創關係) 山崎 律子
企劃部次長(地球環境學) 松浦 象平
災害信息研究部 高級研究員 田口 仁
綜合災害信息中心 副主任 取出 新吾 Shingo TORIDE
課長補佐 岡部 隆
主幹 大河內 正敏

☞ 交流重點：

1. 防災科研 (NIED)介紹：

防災科研(NIED)是國立研究開發法人(由日本文部科學省指派董事)，目前員工人數共 328 名，包括 4 名董事會成員(含 1 名兼職審計員)及 324 名全職員工(含研究人員 155 名及文職人員 169 名)，其理念如下：

「地震、海嘯、火山、颱風、暴雨、暴雪、洪水和山體滑坡等自然威脅將永遠存在。

然而，防災科研(NIED)相信災難是可以減少的。

因此，我們不斷開發技術和策略來準備與應對災害。

通過更好的預測、更明智的預防和更快的恢復，我們的目標是保護生命和生計，實現永續的未來。」

2. IOT 在家庭內的應用：

防災科研 (NIED) 防災信息中心副主任 取出新吾先生，透過簡報說明防災科研 (NIED)於 2023 年 2 月 27 日至 3 月 5 日與筑波市政府及夏普(SHARP)公司合作，於筑波市進行日本首次利用冰箱、空調或空氣淨化器等支持物聯網且有語音功能的家用電器，來提供防災和避難信息以減少災害風險之實驗。

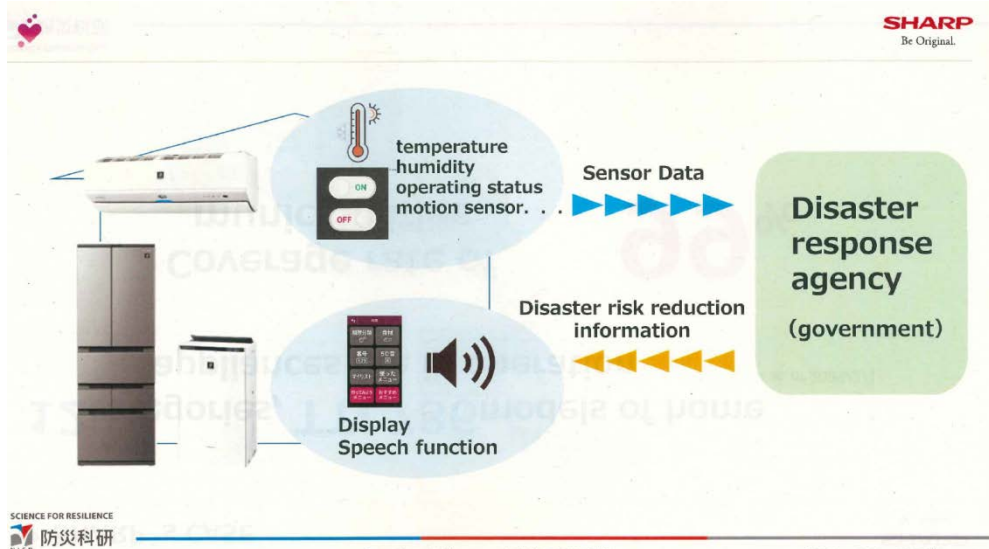


圖 2.1-1 取出新吾副主任簡報說明利用具備語音及物聯網之家用電器的防災構想

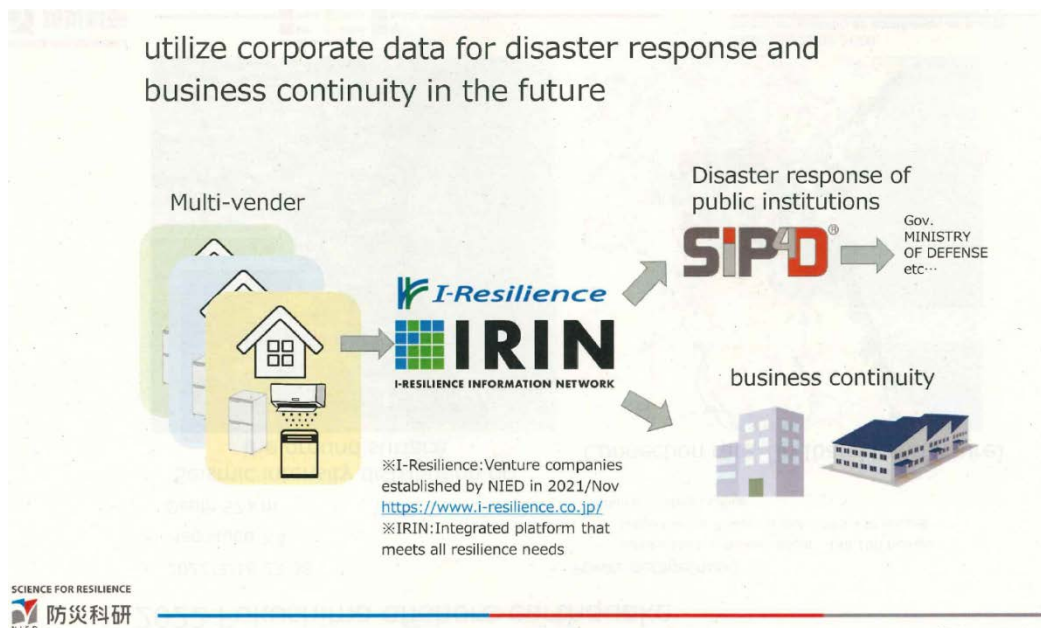


圖 2.1-2 綜合復原平台“IRIN”從家用電器中獲取停電或通信中斷等信息，並由公共機構或企業應用於災難應對(註：仍為實驗中構想)

取出新吾副主任表示，選擇與夏普公司合作進行實驗是因為夏普的 AIoT（配備人工智能的物聯網）家電基本上都連接到雲端，並擁有語音交互技術。在本次“利用有語音功能的家電進行防災信息傳輸演示實驗”中，將災害信息從雲端發送至家中的 AIoT 設備，以確認是否能夠從家中有效地通過語音傳達防災信息。

由於前述 2023 年的實驗，參與實驗人數有限(32 人)，因此研判這項實驗仍處於起步階段。但相較於台灣地區針對災害信息的發布，已經利用幾乎人手一支的手機進行

細胞廣播，也就是災害業務主管機關於災難發生時所應用之災防告警系統，其作法是將訊息傳送至基地臺涵蓋範圍內之所有用戶手機，即時以告警訊息通知民眾疏散，減少傷亡。因此，參訪團好奇詢問為何防災科研(NIED)會有使用具備語音及物聯網之家電來進行防災告警的想法。

對此，取出 新吾副主任表示，目前防災信息主要通過地方政府設置之室外大型揚聲器、媒體(電視或廣播電台)防災播放、透過手機緊急發布警報簡訊等方式傳播。然而，目前使用的每種防災信息傳播方法都有優點和缺點，略以：

(1)室外大型揚聲器：通過設置在該地區的室外揚聲器廣播災

害信息。可以將信息精確定位到有限的區域，但缺點是距離揚聲器較遠的居民很難聽到。另一方面，如果提高音量，揚聲器附近的居民就會覺得太吵。

(2)媒體(電視或廣播電台)防災播放：發生災害時播放災害信息的緊急廣播。通常由地方政府主導，但地方政府須承擔成本和運營負擔。

(3)透過手機緊急發布警報簡訊：從手機發送災難信息的優點是可快速、大量通知特定區域民眾。缺點是分佈區域較大，難以傳輸針對該區域的最優信息。例如“城市中 A 區靠近河流，因此需要避難勸告，但對於 B 區來說並不重要”。因此如何縮小範圍針對特定區域發布災難訊息，為須思考之突破點。此外，許多人在家中不會隨身攜帶手機，因此他們可能會錯過警報。

因此，防災科研(NIED)才會思考是否有其他可能的災難訊息通知方式，而家用電器一般家家戶戶都有，而且數量很多，不需要為了防災而特別再去安裝，可以大幅減少政府所需投入之成本。此外，夏普公司的 AIoT 家用電器需要在專屬應用程序中註冊，因此可以詳細更改每個地區的傳播內容。此外，夏普 AIoT 家電的語音特點是像與朋友交談一樣“親民的言語”。一般人或許可能會忽視由其他設備所傳達的防災信息，但如果是日常使用的家用電器發出的聲音，有可能會聽從。

由防災科研(NIED)的簡報及說明中，利用家用電器來進行防災的構想新穎，但透



過家用電器的 AIoT 裝置來蒐集各地區是否停電…等訊息回傳並據以判斷區域狀況，雖然有利於政府端作決策，或有利於即時提供相關災難訊息，但後續推廣仍應優先考量民眾對個人隱私被政府掌握的接受度。

3. 利用各種災害信息進行即時損失評估：

防災科研 (NIED)災害訊息研究部高級研究員 田口 仁先生，則透過簡報說明其「利用各種災害信息進行即時損失評估」之研究成果。

依其研究，在災害發生時可透過衛星影像、直升機、無人機、IoT 感測器及社群網路，獲取即時災害訊息，並參考資料庫內已建立之過去資料及相關參數，評估本次災害之損害程度，最後可以用最快速度得到本次災害之初步評估成果。

其中衛星影像資料，受限於衛星繞著地球拍照的時間，不一定是災害發生之瞬間，需等待其回到災害地點上方，方能取得所需之影像，故會有 2 小時至 24 小時之落差。此時，為了能進行即時損失評估，其他訊息來源就很重要。



圖 2.1-3 災害信息之來源包括衛星影像、直升機、無人機、IoT 感測器及社群網路

而為了能利用物聯網等即時訊息創建損害評估產品，田口 仁先生建議應與利益相關者整合和協作，讓資料或資訊能統一蒐集，以提升相關損害評估之正確性與即時性。其中，2014 年起防災科研與日本內閣府災害管理部門共同成立災害管理訊息共享平台研發計畫，於 2018 年建置了共享災害訊息系統 Shared Information Platform for Disaster

Management，SIP4D。SIP4D 共享災害訊息平台可將不同組織之獨立訊息互連，並在政府機關、私部門之間發布。過往各單位建立自己的救災系統，其僅係公布於每個組織或單位之內部信息，與其他單位缺乏共享。而 SIP4D 共享災害訊息平台可整合不同時間、不同形式的災害訊息並轉換為可即時參考、可用且視覺化的資訊，地震導致建築物坍塌狀況、道路損壞資訊、車輛行駛數據、醫院與醫療設施和疏散地點位置、供水支援，通信衛星與航拍圖像…等有用之訊息，透過共享資訊，將有助於各方決策參考。



照片 2.1-1 及照片 2.1-2 參訪團與防災科研 (NIED)山崎 律子、田口 仁及取出 新吾等人交流

此外，田口 仁先生認為利用各種災害信息進行即時損失評估，可以立即響應救災領域的請求(涉救災人力與資源的分配)，而相關抗災研究可以作為應對災害之對策評估(例如評估災損很大就應加速投入更多對策)，而研究人員的研究成果也應該儘量讓其系統化，以利外界理解並據以分析計算。

4. 參觀防災科研(NIED)近年重要的研究方向：

(1)日本海溝海底地震海嘯觀測網 (S-NET)

由於 2011 年東日本大地震造成許多人員傷亡，因此日本政府檢討後認為許多地震發生在海域，但利用陸基觀測網絡很難足夠準確地探測那些遠離陸地的海洋地區之地震。此外，在海嘯觀測方面，過去也僅在有限的近海區域安裝了小型海底海嘯觀測系統。因此，難以應對像 2011 年東日本大地震這種大型災害，故決定提升其海域地震及海嘯的預報能力，期能提早發布預警，及時疏散以減少人命損失，而此項任務交由防災科研(NIED)負責先期研究與規劃工作，於規劃檢討後，防災科研(NIED)提出「日本海溝海底地震海嘯觀測網 (S-NET)」建置計畫。

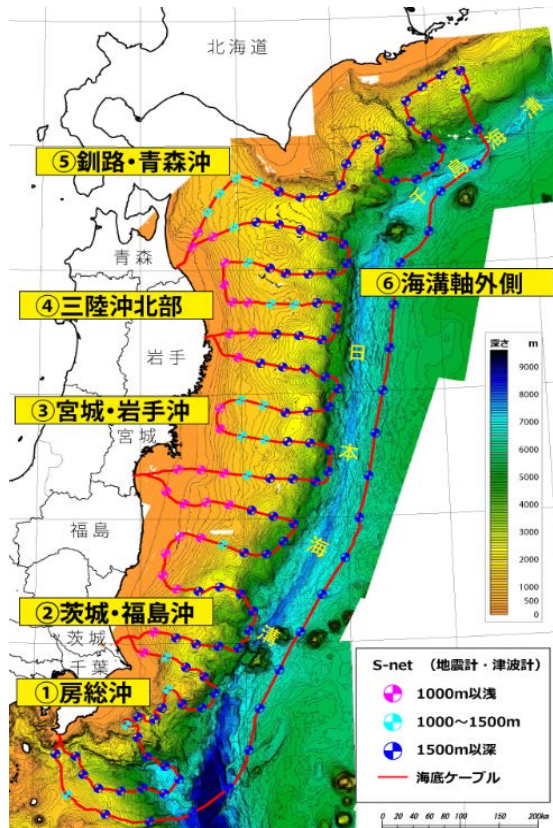


圖 2.1-4 S-NET 布設總長約 5,500 公里



圖 2.1-5 於 5 個海域布設有 5 個接收站



圖 2.1-6 在水深 1,500m 以下的漁區，會在海底挖 1m 左右深的海溝，並在其中安裝電纜和觀測設備。至於沿海和淺海地區的電纜則有特別保護管進行電纜之保護



照片 2.1-3 防災科研 (NIED)人員說明地震儀和海嘯儀的觀測裝置模型及 S-NET 計畫

S-NET 計畫係將地震儀和海嘯儀的觀測裝置通過海底光纖電纜連接後，安裝在日本東部太平洋沿岸的海底，每天 24 小時連續獲取即時觀測數據。觀測裝置安裝在 150

個地點，光纖電纜總長度約為 5,500 公里。預計將在海域地震發生後立即直接檢測地震和海嘯，並通過快速且高精度的信息傳輸，為減輕損失和疏散行為等防災措施做出貢獻

S-NET 計畫可透過海嘯測量儀(水壓計)直接檢測東日本太平洋沿岸發生的海嘯，有助於比以往更準確、更快速地進行海嘯預報。例如，如果日本海溝附近發生海嘯，將可以比過去提前約 20 分鐘實際測量和探測海嘯並傳輸信息，在海嘯到達海岸之前即準確預測海嘯的高度。此外，在日本海溝附近發生地震時，它將有助於比以前提前約 30 秒早期檢測到地震運動、傳輸信息、提前進行地震早期預警、早期疏散和減輕損害。

(2)世界最大型三次元抗震試驗設施

防災科研 (NIED)擁有世界最大型之三次元震動台，其可搭載建築物面積 15m*20m，最大荷重達 1,200 噸，可進行大型建物之地震破壞模擬。我國國家地震工程研究中心於 2023 年 2 月也有來日本使用該設施進行相關研究。



照片 2.1-4 防災科研 (NIED)人員說明大型三次元震動台設施之相關運用情形



照片 2.1-5 參訪團與防災科研 (NIED)人員合影

二、 國立環境研究所(NIES)

☞ 拜會時間：2023 年 8 月 7 日下午 14：00

☞ 拜會地點：茨城縣 國立環境研究所

☞ 接待人員：理事(所長) 森口 佑一

企劃部(國際室)	室長	蛭江 美孝
	專員	小林 新
	專員	金澤 理紗
地域環境保全領域 (湖沼河川研究室)	室長	高津 文人
地球系統領域	領域長	三枝 信子
健康與環境風險研究中心	高級研究員	藤谷 雄二

☞ 交流重點：

1. 環境研究所 (NIES)介紹：

國立環境研究所(NIES)森口 佑一理事(所長)，首先為本參訪團介紹國立環境研究所(NIES) 係 1974 年成立，是日本環境基礎研究的核心機構，獲得日本社會的高度信賴。原本屬於政府單位之一，2001 年起改制成為國立研究開發法人，雖然環境研究所(NIES)為法人而非政府部門，但其年度預算(近 5 年平均約為 210 億日圓)仍有約 90-95% 來自環境省，5-10%則來自文部科學省，其餘有少部分則來自地方政府或民間企業之委託辦理事項收入。

由於國立環境研究所(NIES)之主要預算來源為日本環境省，故研究所之研究工作仍須透過研提五年計畫與環境省達成共識後方得據以執行。迄今已分別執行第一個五年計畫（2001-2005）、第二個五年計畫（2006-2010）、第三個五年計畫（2011-2015）、第四個五年計畫（2016-2020），及目前正執行中之第五個五年計畫（2021-2025），而每個五年計畫，會透過重組研究領域，以滿足社會上新的需求。以目前執行中第五個五年計畫為例，就制定了八個戰略研究計畫來解決優先面臨的問題。

至於國立環境研究所現況員工總數共 938 名，由 5 名董事會成員， 1 名審計室成

員，常任研究員 234 名，文職人員約 70 名，及其他契約職員或部分工時職員所組成。



照片 2.2-1 森口 佑一理事(所長)為參訪團介紹國立環境研究所



照片 2.2-2 森口 佑一理事(所長)為參訪團介紹國立環境研究所(續)

有關環境研究所(NIES)之理念如下：

「國立環境研究所將努力通過研究為社會做出貢獻，

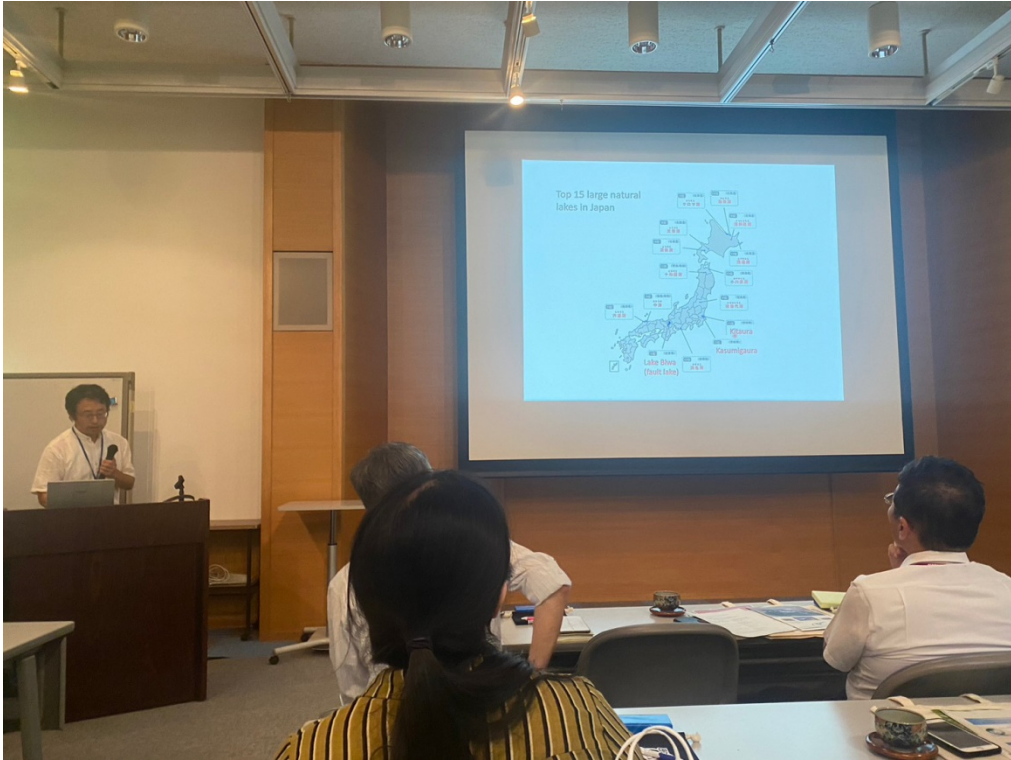
為今世後代創造和保護健康的環境，

我們為在國立環境研究所工作而感到自豪，並敏銳地意識到個人責任，我們將基於對自然、社會和地球上生命之間相互作用的深刻理解來追求高水平的研究。」

2. 長期水質監測後分析生態系統狀態突然變化的真正驅動因素：極端降雨可以決定湖泊的水質

高津 文人先生是國立環境研究所-湖沼河川研究室的室長，該研究室長期監測日本最大的琵琶湖之水質(超過 40 年)，當然除了琵琶湖外，也有針對其他湖泊進行監測，只是琵琶湖除了是日本最大的湖泊，也提供民生用水、工業用水、灌溉用水及水力發電等多種用途，日本政府爰投入經費請環境研究所要好好監測以保護這個湖泊。高津文人先生表示，環境研究所近期研究其他湖泊中之藻類，發現可以透過更好地了解生態系統的突然變化，以提高對氣候變遷下未來生態系統狀態的預測。

基於長期監測數據的年代分析是估計生態系統突變頻率和幅度的有效方法。在環境研究所的研究中，使用突變檢測來區分日本兩個湖泊(西浦湖與北浦湖，同屬霞浦湖水域，而霞浦湖是日本第二大的淡水湖)中藻類群落組成的變化，並確定長期生態轉變的原因。此外，該研究室亦專注於尋找突然變化之間的統計顯著關係，以幫助進行因子分析。為了估計藻類突然轉變背後的驅動-響應關係的強度，將藻類轉變的時間與水域和流域特徵的突然變化的時間進行比較，以確定它們之間的同步性。這兩個受研究湖泊中藻類突然變化的時間與過去 30-40 年間嚴重逕流事件的時間最接近。這足以表明，極端事件頻率的變化（例如，嚴重乾旱、長期乾旱）對湖泊化學和群落組成的影響比氣候和流域因素的變化更大。



照片 2.2-3 高津 文人室長為參訪團介紹日本地區湖泊水質監測及其研究成果

因此，採同步性分析（重點在於關注時間之遲滯）可以提供一種簡單的方法來確定針對未來氣候變遷影響之更適合的調適策略。該項研究的重點成果說明略以：

- (1)同步性分析被用作按時間順序排列的數據的一種新方法，據以檢查驅動因素和響應之間的聯繫。
- (2)大型逕流事件和藻類群落的突然變化表現出高度同步性，遲滯時間為 1 到 3 年。
- (3)大逕流後湖泊水質的變化可以合理地解釋藻類群落組成的突變。

3. 氣候變化和溫室氣體之全球環境監測

三枝 信子領域長是國立環境研究所-地球系統領域之領導者，她為本參訪團說明國立環境研究所於過去到現在五個五年計畫中分別關注的議題；及在這些社會關注議題下，國立環境研究所加以對應的戰略研究計畫數量與組織(詳圖 2.2-1)。至於其所領導的地球系統領域部門目前則正在進行氣候變化和溫室氣體之全球環境監測研究。



圖 2.2-1 環境研究所五個五年計畫分別依當時社會關注議題有不同研究主題

針對氣候變遷所簽訂之《巴黎協定》，三枝信子領域長亦提出國立環境研究所透過盤點全球數據希望能提供貢獻，其方式略以：

- (1)自上而下的分析：進行逆分析來估計溫室氣體來源和碳匯，以使觀測到的和模擬的大氣溫室氣體濃度之間的差異最小化
- (2)滾動優化：使用觀察到的數據來驗證和優化分析過程所使用的模型和機器學習系統
- (3)溫室氣體清單：根據溫室氣體之大氣觀測所估算排放量，有可能提供額外的信息來源，以補充國家統計數據

綜上，透過比較結果以提高數據一致性和準確性，並預測近期減緩氣候變化措施的效果後，國立環境研究所會向全球盤點溫室氣體信息之窗口提交綜合報告。

亦即，國立環境研究所的做法是將大氣傳輸模型計算出的 CO₂ 濃度分佈與觀測濃度進行比較，並得出地表來源和碳匯，以最小差異的值作為估計值。

自上而下分析的做法，摘述如下：

- (1)從地面監測大氣中接近地面之溫室氣體濃度，方法是於日本最北邊的北海道、位於國土中部的富士山測候所及日本最南邊的沖繩，監測包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、

一氧化氮(N₂O)、一氧化碳(CO)、氧氣(O₂/N₂)、氮氧化物(Nox)、硫氧化物(SOx)、臭氧(O₃)、CFC、氫(Rn)、氣溶膠、碳同位素、氟(SF₆)等之大氣濃度。

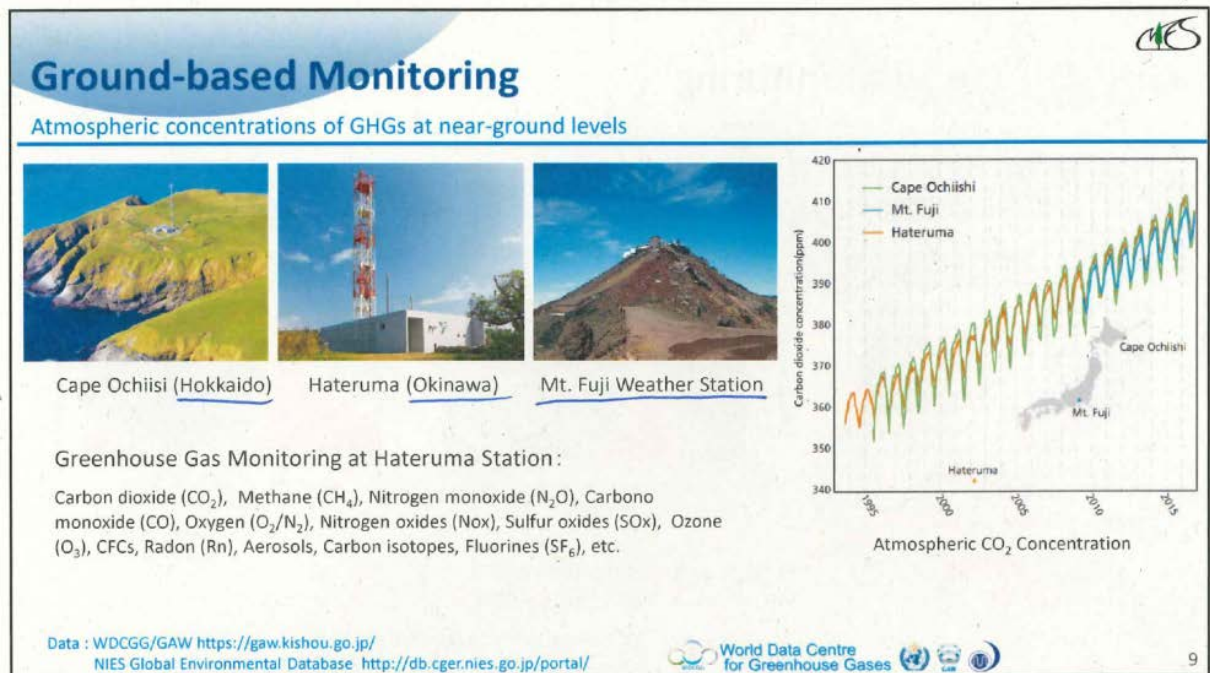


圖 2.2-2 環境研究所於北海道、沖繩及富士山分別監測接近地面之溫室氣體濃度

(2)利用船隻監測-溫室氣體和海洋表面二氧化碳濃度監測結果顯示，世界海洋的二氧化碳吸收量正在增加，但這種情況可能不會持續很長時間。

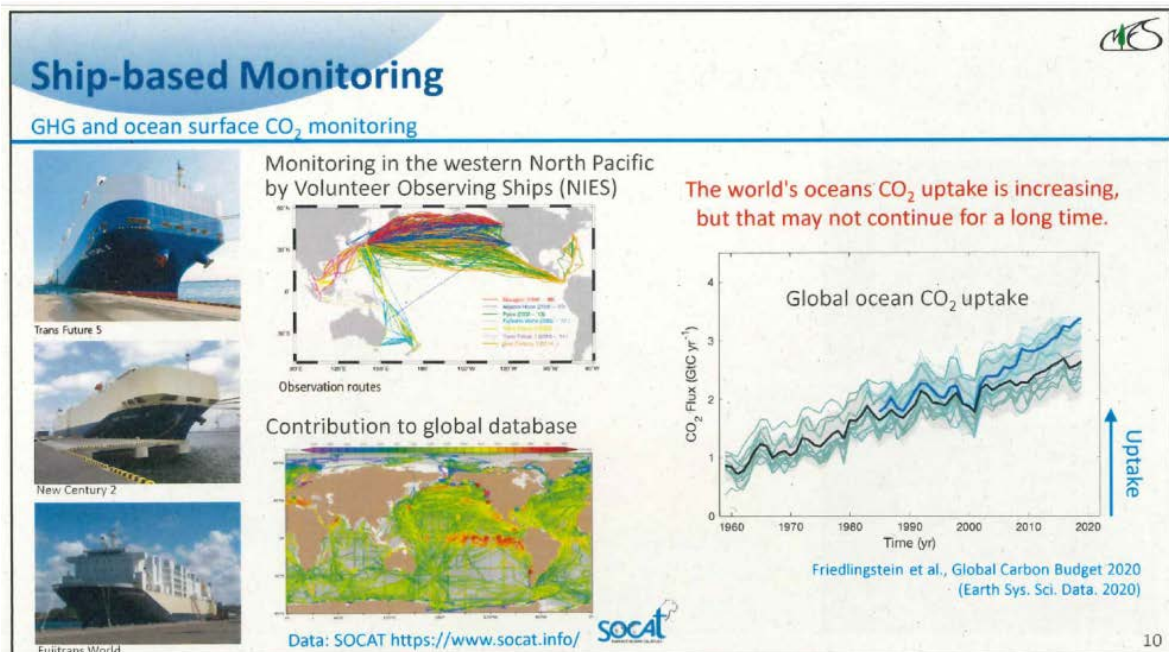


圖 2.2-3 環境研究所透過志願船監測航線上溫室氣體和海洋表面二氧化碳濃度

(3)從空中對地面監測-透過客機進行微量氣體綜合觀測可以蒐集客機飛行路線上之 CO₂ 濃度垂直分佈及其季節變化。

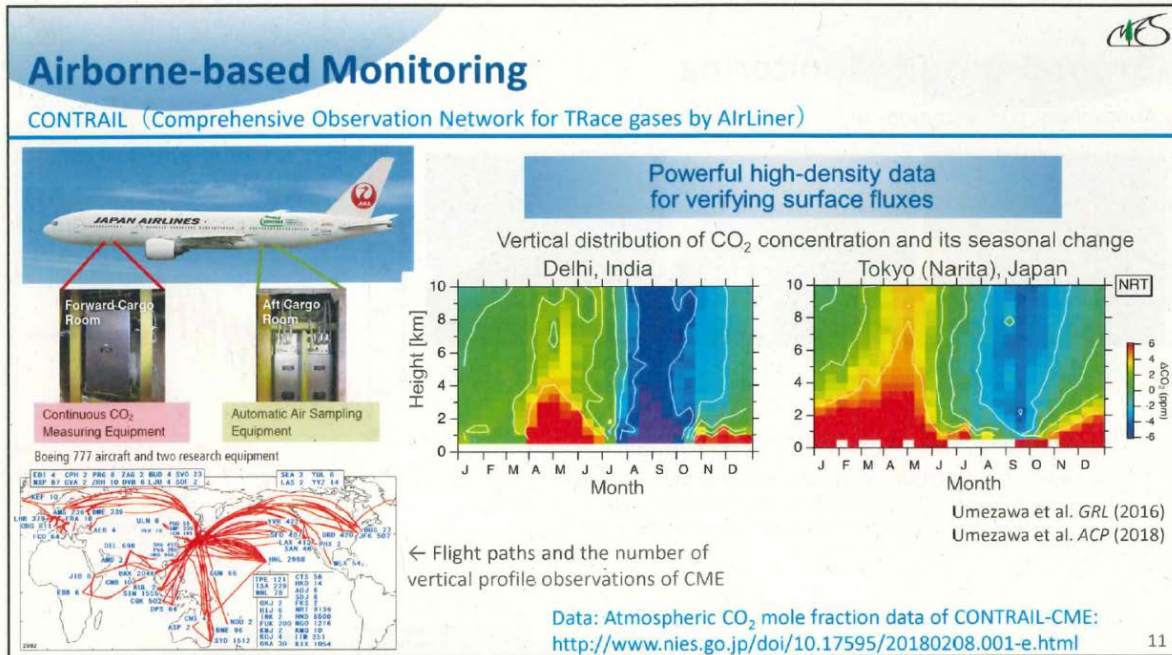


圖 2.2-4 環境研究所透過志願客機監測航線上 CO₂ 濃度垂直分佈及其季節變化

(4)衛星監測：可觀測全球大氣月平均 CO₂ 和 CH₄ 濃度。

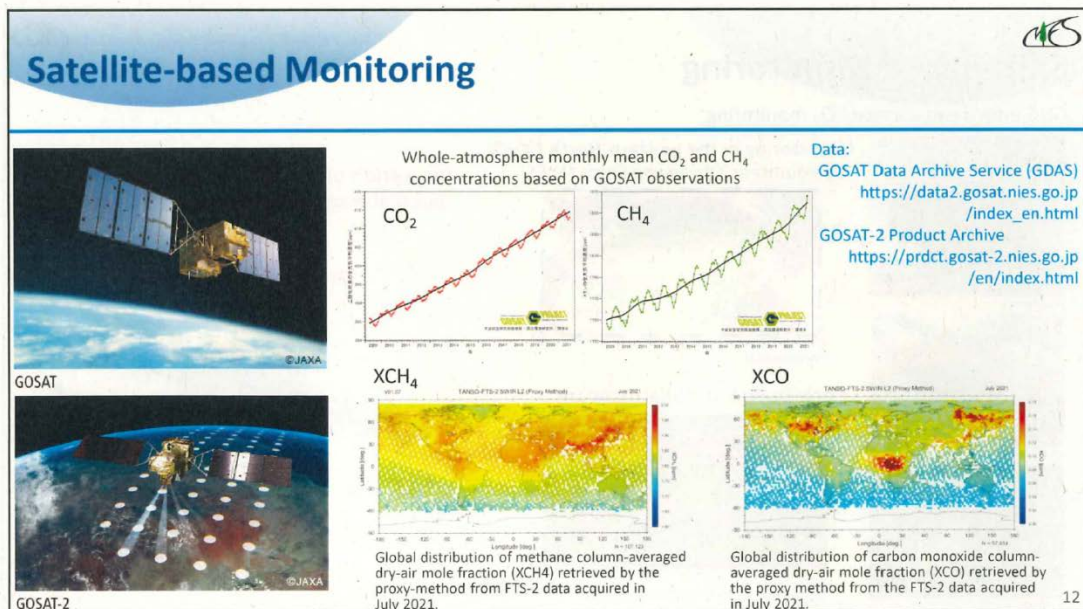


圖 2.2-5 環境研究所透過衛星監測全球大氣之月平均 CO₂ 和 CH₄ 濃度

環境研究所的溫室氣體清單辦公室經長期分析得到 1990-2021 年日本溫室氣體排放量，如圖 2.2-6 及圖 2.2-7，顯示日本各類溫室氣體自 2013 年以後都呈現下降趨

勢，這是日本為實現《巴黎協定》的目標，包括工業、商業、車輛運輸及住宅等各領域都有進一步努力減排的結果。

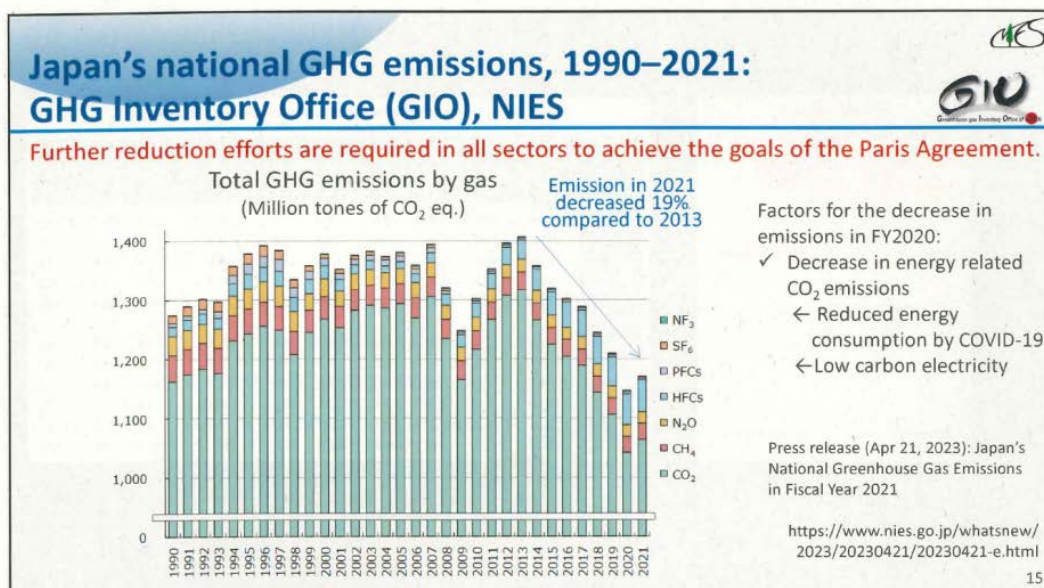


圖 2.2-6 日本各類溫室氣體排放自 2013 年以後都呈現下降趨勢

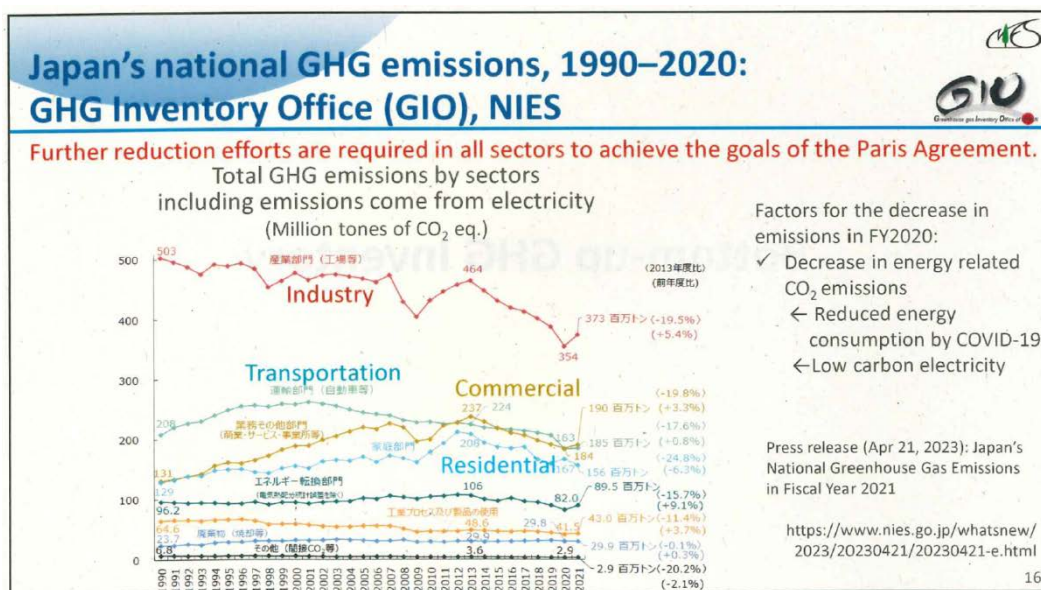
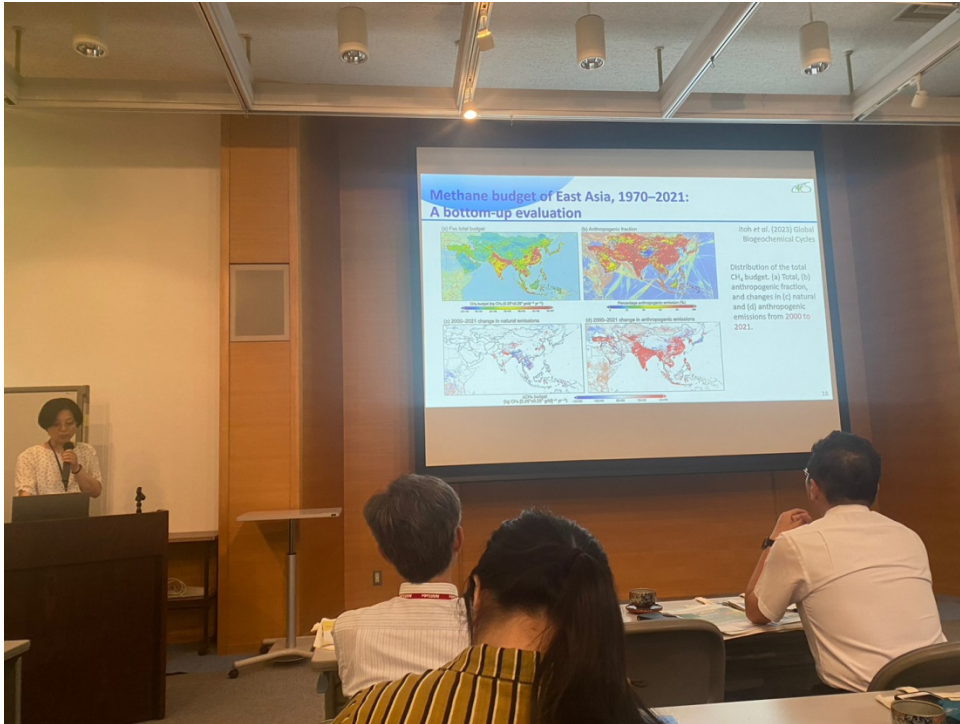


圖 2.2-7 日本工業、商業、運輸及住宅等各領域之排放均呈下降趨勢

最後，三枝信子領域長提到各國溫室氣體觀測與分析機構仍需要合作，改進全球之最新分析系統和數據覆蓋範圍，以便更好且足夠準確地估計人為和自然溫室氣體來源和其分佈；此外，人為和自然排放的分離技術及減排行動影響的短期預測技術仍需持續研究與發展。



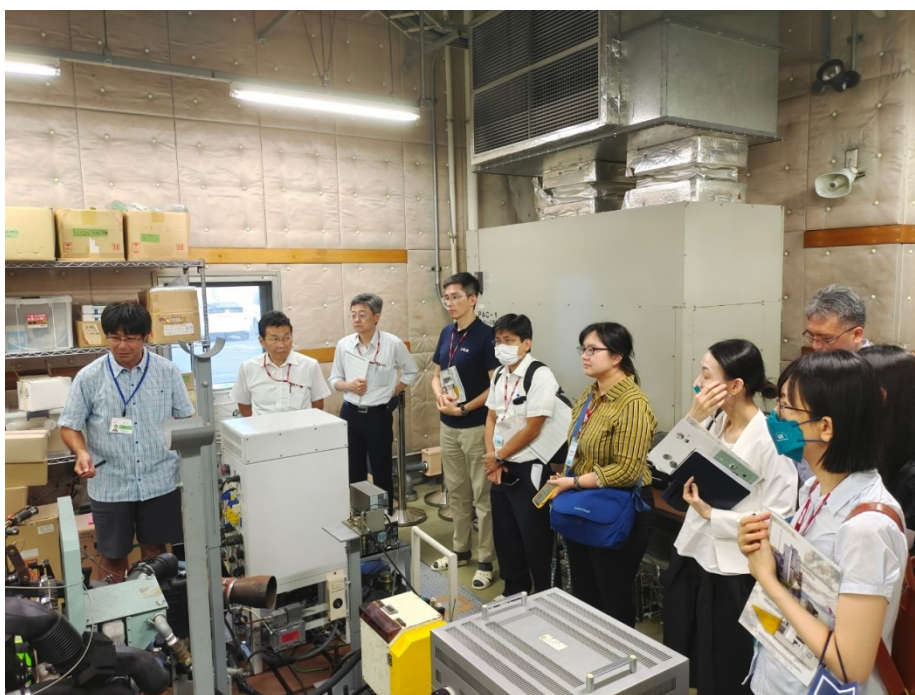
照片 2.2-4 三枝 信子領域長簡報其地球科學領域之目前研究成果

4.參訪環境研究所之奈米微粒健康影響實驗室

由於本次參訪團的主題是環境感測，因此環境研究所(NIES)也特別安排參觀該所之奈米微粒健康影響實驗室，由該實驗室藤谷 雄二高級研究員介紹其監測大氣中微粒的設備及其目前進行中的實驗與研究方法等。



照片 2.2-5 藤谷 雄二高級研究員介紹實驗室監測大氣中微粒的設備



照片 2.2-6 藤谷 雄二高級研究員介紹其目前進行中的實驗與研究方法



照片 2.2-7 藤谷 雄二高級研究員介紹其目前進行中的實驗與研究方法(續)

三、 即時地震・防災情報利用協議會(REIC)

☞ 拜會時間：2023 年 8 月 8 日上午 10：00

☞ 拜會地點：東京都台東區

☞ 接待人員：會長(工學博士) 早山 徹
 理事長(工學博士) 大保 直人
 事務局長 上村 良澄

☞ 交流重點：

1. 即時地震・防災情報利用協議會(REIC)介紹：

即時地震・防災情報利用協議會(REIC)之成立，主要考量社會各界(例如水庫、河川、鐵道、電氣)、行政機關(研究所、省、廳、市町村等)及不同地點(消防、醫院及學校等)，都需要即時得知地震或災害之信息，以利相關緊急應變作為，因此為了「資訊救助生命」之理念，積極推動「緊急地震速報」的實際運用，於 2003 年 3 月在防災科學技術研究所的支援下成立本單位。

目前該協議會共有 70 個正式會員(包括半導體產業、製造業、鋼鐵業及自治團體等)及 23 個贊助會員(大學機關及自治團體等)。

受限於日本法規(臺灣目前法令並未限制，故仍可由中央氣象局以外之其他相關單位發布，但日本規定針對震度僅能由氣象廳發布)，協議會之原始資料來源為日本氣象廳，惟只要再轉發訊息就需要申請許可(資訊於內部使用則免申請許可)，目前協議會有取得氣象廳第 122 號預報業務許可證。至於主要提供的防災資訊包括為約 60 個機關提供緊急地震速報，及即時地震受害評估資訊。亦即協議會之功能除推廣防災外，也作為轉介日本氣象廳所發布地震與災害信息「警報」的媒介，及由協議會發布之「災害預報」。

2. 即時地震・防災情報利用協議會(REIC)之定位與對我國建議

本參訪團詢問既然資料來源為日本氣象廳，為何那 60 個機關不直接向氣象廳介接緊急地震速報資料，大保 直人理事長表示，若機關直接向氣象廳介接地震速報資料，每年需繳納年費 100 萬日圓，惟如果透過協議會轉接資料，則年費將降為 20 萬日圓(註：

其他機關加入協議會之會費是每年 10 萬日圓，另如需介接資訊以得到情報則須另外支付年費 10 萬日圓)。亦即雖然接收機關獲得災害資訊的時間會比直接介接自日本氣象廳遲數秒鐘，但僅需投入年費 20 萬日圓，相較於氣象廳每年收費 100 萬日圓仍有一定誘因(註：大保直人理事長解釋，日本氣象廳為官方，並不直接收取年費，也是由其附屬之氣象業務支持組織出面代理相關事宜)。

至於「警報」與「預報」間之差別，本參訪團內國家地震工程研究中心代表說明，在臺灣國家地震工程研究中心於接收到氣象局發生地震的「警報」後，會立刻進行計算分析，也就是將相關訊息予以增值轉換為可用的情報(例如受影響範圍及影響程度等「預報」)，也才具有商業化(收費)的價值。而在此同時，氣象局為求慎重也會多次確認此前發布地震訊息之規模、座標及正確性等資料。

經參訪團向即時地震·防災情報利用協議會(REIC)請益是否有其他可能的商業模式，以利回國後能據以推動，協議會(REIC)的建議略以：

- (1) 企業如果有防災意識，地震預報單位較能獲得贊助。
- (2) 利用氣象局的數據來分析增值，看是否有機關或單位有相關需求(例如氣象廳有發布震度，但搖晃速度對產業也很重要，半導體產業如果能在地震災情中，提早幾秒鐘反應，可以省下許多損失)。
- (3) 防災教育也有機會收費(例如日本氣象廳辦理全國防災演練等，可能需要相關團體的協助)，也就是開發地震防災產業，因為雖然大家都知道要防災但不知道地震災害情報如何使用也沒用。這部分協議會(REIC)是專業，所以可以協助官方針對防災來作推廣及教育面向。
- (4) 半導體產業因自身需求，為減少風險，也有委託協議會(REIC)幫忙開發相關系統或讓原有系統優化或擴大利用。



照片 2.3-1 參訪團拜會即時地震・防災情報利用協議會(REIC)



照片 2.3-2 參訪團拜會即時地震・防災情報利用協議會(REIC)

事業概要

把特定非营利活动法人实时地震·防灾信息利用协会（略称:REIC）与国内外的有关机关协力通过地震，洪水，津波等的实时防灾信息的利用为在国内外的地震等的灾害减轻贡献作为目的，进行下面的活动·事业。

- (1) 进行提出作为安排安排安排社会教育的推进的活动
- (2) 城市建设的推进的活动
- (3) 环境的保全的活动
- (4) 灾害救援活动
- (5) 地域安全活动
- (6) 国际合作的活动
- (7) 前各号的活动的团体的营运又有关活动的联络，指导又援助的活动



- (1) 为了达到有关与有关有关实时防灾信息的利用的调查·研究
- (2) 实时防灾信息的利用的启发和有关普及
- (3) 有关实时防灾信息的标准化的讨论
- (4) 实时防灾信息的内外关联机关的联络调整
- (5) 实时防灾信息的提供的研究
- (6) 有关实时防灾信息利用支援事业
- (7) 防灾顾问事业
- (8) 防灾信息的知识产权的管理运用事业
- (9) 及其他这个法人的目的需要的事业

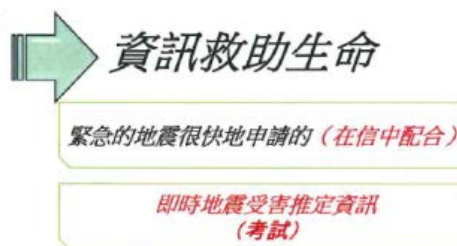


圖 2.3-1 即時地震・防災情報利用協議會(REIC)之事業內容

特定非営利活動法人 リアルタイム地震・防災情報利用協議会 (REIC) 活動內容



圖 2.3-2 協議會(REIC)之活動內容包括調查研究、活用支援及啟發普及等

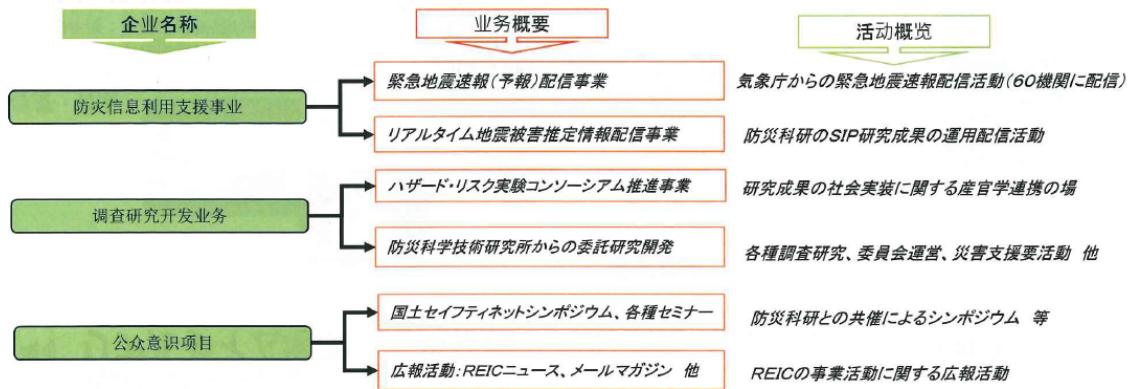


圖 2.3-3 即時地震・防災情報利用協議會(REIC)之主要業務活動



照片 2.3-3 本參訪團與即時地震・防災情報利用協議會(REIC)會長、理事長及事務局長等人合影

四、 白山工業株式會社&極限環境機器人研究所

☞ 拜會時間：2023 年 8 月 8 日下午 15：00

☞ 拜會地點：東京都品川区

☞ 接待人員：白山工業株式會社 代表取締役 社長 吉田 稔
極限環境機器人研究所 所長 廣瀬 茂男
白山工業株式會社 取締役(財務長) 吉田 舜
白山工業株式會社 事業部長 中井 俊樹

☞ 交流重點：

1. 白山工業株式會社介紹

白山工業株式會社創立於 1986 年，現任社長是 吉田 稔先生，公司業務項目主要為利用 ICT 和高精度測量技術開發與銷售地震、火山觀測與分析設備及提供災害預防領域的解決方案。此外，亦從事精密分割及機器人相關設備及系統的開發及銷售。

吉田社長對參訪團表示白山工業株式會社的兩項主要業務都是根據自己的想法開發新技術，然後提供領先的產品和解決方案，以滿足社會的需求。包括將 8 μ m 厚的箔，加工成 1 公分寬的材料並將其捲繞達 10 公里長的機器、在地震發生時幫助確定摩天大樓結構損壞程度的系統，以及在建築物上設置地震傳感器並上傳雲端的技術等，每一件產品都是該公司珍貴的創作。白山工業株式會社想成為一家選擇並實施未來社會需要但短期內很難商業化的產品之公司。為此，最重要的是聚集對特定領域（有時是非常狹窄的領域）的社會和技術有深刻洞察的人。白山的重要作用就是支持這些人。

而白山工業株式會社的企業理念也與社長所述一致，略以：「讓我們做一些有趣的事情，讓我們創造世界上獨一無二的東西。讓我們接受一項前所未有的挑戰。我們的出發點就在這裡。追求創新的樂趣，而不僅僅是過去的延伸。創造世界上沒有人創造過的有趣事物的樂趣。為了這種樂趣和歡樂，有白山。」

就地震觀測與分析設備或系統部分，白山工業株式會社針對沒有電源或電子元件無法工作的極限環境中測量地震需求，開發出光學傳感器的地震測量系統；另為快速判斷地震後是撤離還是留在大樓裡較好，也開發出一套系統讓民眾有所依循(註：吉田社長

說明依日本法規，如果建築物變形達 1/200，則視為已受損，如果變形進一步達到 1/100，則視為中度破壞。因此白山公司以此為依據去開發針對單一大樓評估地震發生後是否須撤離的設備，可讓使用者容易了解自己所在大樓是否已於地震搖晃中因位移過大而受損，並評估是否須先撤離；另外該公司還開發物聯網地震觀測服務，以低成本實現廣域、多點之地震觀測服務。可用於大地震發生時的初步即時反應(註：此方式是透過於多個建築物設置傳感器，地震發生後將各地資料回傳至雲端分析，再將結果傳送至手機或電腦，作用原理如圖 2.4-1)。



圖 2.4-1 白山株式會社開發之物聯網地震觀測服務概念

此外，為利民眾感受地震發生時之體驗，白山工業亦開發室內地震模擬椅，可以根據地震的觀測數據再現該次地震的室內真實震動，因此在地方政府和企業的防災演習和防災活動中非常有幫助，本次參訪亦有提供參訪團體體驗地震模擬椅，搭配投影畫面，確實對於發生地震之規模與震度有非常真實的感受，更容易讓民眾理解防災之必要性。



照片 2.4-1 國震中心柴副主任體驗地震模擬椅

2. 與白山工業株式會社之吉田社長等人討論地震感測之進展

吉田社長表示，過去日本社會都是從官方那邊取得資訊，然後再來推算，但這樣仍然會存在誤差。以 2011 年之東日本大地震為例，因為地震發生於海域，可是地震的觀測站都設置於陸地上，以致於收到地震資訊之時間較遲且不夠精確，日本氣象廳係於 30 分鐘以後才修正震度訊息，且第一次警報說海嘯有 3 公尺，第二次則修正為 10 公尺，但實際上海嘯卻達到 15 公尺。且在第一次發布警報後還發生停電事件，使民眾獲取資訊受到限制(或停留在海嘯 3 公尺的印象中)。

日本各界在東日本大地震之後獲得二件教訓，一是必須把地震速報精度再提高，因此，日本政府於地震頻發之海域，將地震儀和海嘯儀的觀測裝置通過海底光纖電纜連接布設長達 5,500 公里之觀測系統(S-NET 計畫)，希望能儘早收到地震資訊並提早發布預警，及時疏散以減少人命損失；二是緊急避難不能等待國家領導，必須自主性進行。吉田社長並舉例二個臨海地區，一個是小學生平常有受防災訓練(有防災意識)，大地震後不理會氣象廳警報往山上跑，結果有 99.8% 學生存活。另一個則是聽老師的話，而老師在等政府發布情報，結果有 78% 學生因海嘯死亡(如圖 2.4-2)。

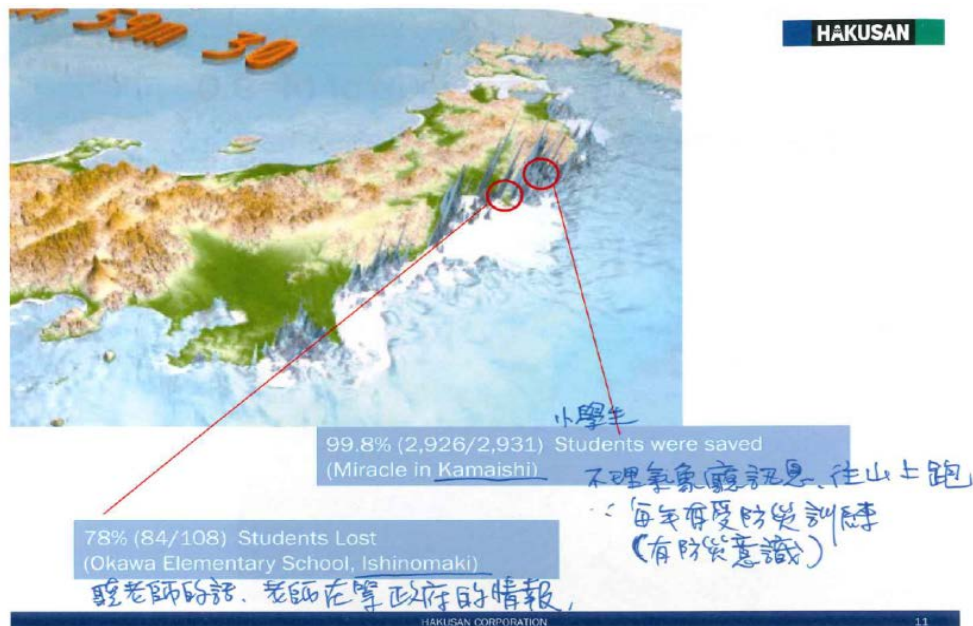


圖 2.4-2 吉田社長說明緊急避難不能等待國家領導，必須自主性進行之原因

本參訪團成員詢問吉田社長，建築物裝設地震感測器，如果因搖晃過於劇烈而遭判定受到破壞，是否對業主造成損失，那為何會有建築物願意安裝呢?白山工業株式會社吉田 舜取締役(財務長)表示，目前日本有約 400 棟建築物正在使用白山工業的地震感測產品，當建築物因地震感測判斷受損，確實無可避免的是房屋價值會降低，但是本公司認為最重要的是在發生地震時是否要離開建築物，這是為了保護人身安全，公司產品也以這個做為賣點。且日本有地震保險制度，保險公司會依建築高度、老舊程度、暴露人口等數據，分析保險金額之多寡，如果建築物真的因地震受損，可向保險公司求償。此外，防災科研(NIED)已建立一個數值模型，也可以依據地震速報(含規模、地點、延時及震度等資料)及地盤資訊，於 10 分鐘左右分析瞭解個別建築物因地震發生損害的機率。

另外，吉田社長也給參訪團一個觀念，那就是高精度的地震感測器，因成本高所以數量少，須由公部門來建置與維運，至於其他設備(例如智慧型手機)則成本低而數量龐大，未來可以通過結合來自公共部門和私部門的大量地震數據，構建東京地區超高密度地震網絡。

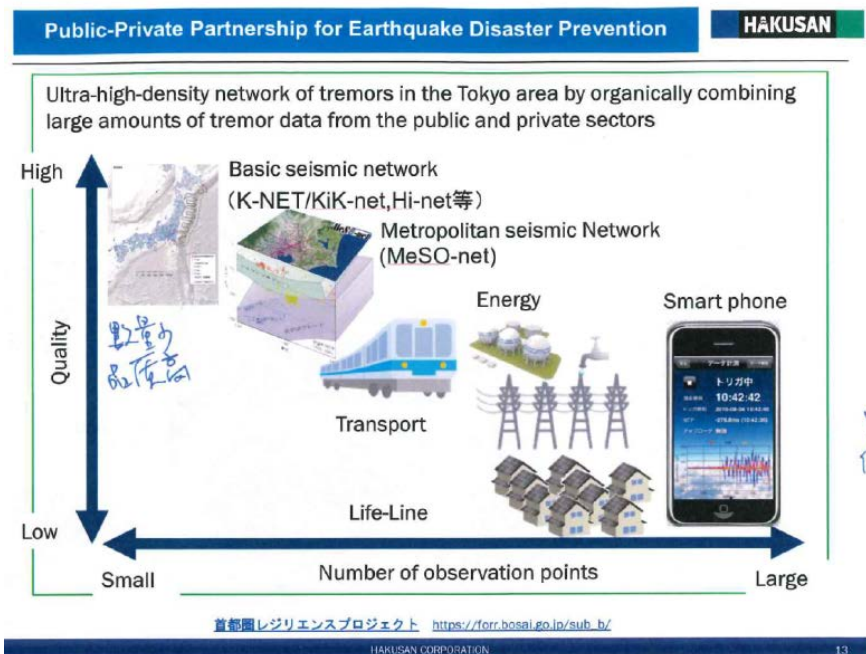


圖 2.4-3 結合公部門和私部門的大量地震數據，可以構建區域高密度地震網絡



照片 2.4-2 參訪團拜會白山工業株式會社



照片 2.4-3 因討論熱絡超過預定時間，原會議室另有用途而轉移陣地

3. 參觀極限環境機器人研究所

極限環境機器人研究所是白山工業株式會社之研究所，該所所長為機器人領域之專家廣瀨 茂男先生，推測因廣瀨所長的專長，所以東京電力公司於 2017 年決定投資 35.9% 的股份，希望白山工業株式會社能協助開發處理福島核電廠退役工作之機器人，目前相關工作仍在持續進行中。



照片 2.4-4 廣瀨所長示範其設計之機器人



照片 2.4-5 本參訪團與廣瀨所長合影



照片 2.4-6 本參訪團與白山工業株式會社吉田 稔社長、吉田 舜取締役(財務長)及中村 俊樹事業部長等人於極限環境機器人研究所合影

五、 柏之葉智慧城市 KASHIWA-NO-HA SMART CITY 示範社區

☞ 參訪時間：2023 年 8 月 9 日上午 10：00

☞ 參訪地點：千葉縣柏市

☞ 接待人員：柏之葉智慧城市 導覽人員

☞ 參訪重點：

1. 柏之葉智慧城市的歷史：

「柏之葉」位於千葉縣柏市，距離東京都中心之直線距離約 25 公里，總面積將近 300 公頃，原屬於三井不動產株式會社之產業，於 1961 年成立「柏高爾夫球俱樂部」開始營運，在營運 40 年後於 2001 年歇業。



圖 2.5-1 柏之葉的地理位置，距東京約 25 公里

個人認為在說明柏之葉智慧城市的歷史之前，必須先介紹鄰近「柏之葉」之東京大學(柏校區)，因為這應該對三井不動產及「柏之葉」的後續發展方向有明顯影響。眾所周知，東京大學位於東京市中心，惟在 1995 年和 1998 年，東京大學獲得了千葉縣柏市北部柏之葉公園附近的土地，用以建設新的校區。並於 2000 年將宇宙射線研究所和物性研究所搬到了這個新的校區。此後，柏校區又逐漸設立了其他研究所、研究生院和研究中心，包括新領域創成科學研究生院的生物科學部 (2001 年)、跨學科科學部 (2003 年)、4 個附屬中心 (包括原氣候系統研究中心) (2005 年)、環境研究部 (2006 年)、大氣海洋研究所 (2010 年) 及信息技術中心等。迄今柏校區已成為重要的教育研究基地，

共 3,000 餘人在這裡工作和學習，包括教授、學術人員、行政人員和研究生。也就是東京大學設置分部後，在千葉縣柏市這個區域開始有大量相關人員進駐，並衍生交通、住宿、生活等需求，日本政府也不得不思考相關因應對策，「柏之葉」更是乘勢而起。

此外，千葉大學於 2003 年將所屬柏農場改組並開設千葉大學環境健康領域科學中心，至此，東京大學及千葉大學與千葉縣柏市產生密不可分之連結。

其後於 2005 年因電車(筑波快線)通車，並於柏之葉設置「柏之葉校園站」，搭乘筑波快線約 30 分鐘即可抵達東京都秋葉原車站，使本區域之交通便利性大幅提升，而這當然也對土地開發帶來正面效益。



照片 2.5-1 柏之葉智慧城市範圍圖(黑線範圍將近 300 公頃)，鄰近區域包括編號 2 及編號 13 為東京大學分部、編號 3 及編號 4 為千葉大學分部，編號 12 則為柏之葉公園

三井不動產株式會社針對柏之葉之開發規劃是從 2000 年開始，目標是 2030 年容納 26,000 人進駐，規劃先配合筑波快線工程開發鄰近車站區域，第二階段再逐步推展至全部土地面積。其中 2006 年三井不動產所屬大型商業設施 Lalaport 完工開幕，成為附

近居民或學生不可或缺的場所。同一年三井不動產則與千葉縣政府、柏市政府、東京大學、千葉大學、柏商工會議所、田中地區鄉鎮協議會、首都圈新都市鐵道(TX)、等官、民、學機構共組柏之葉城市設計中心(Urban Design Center Kashiwa-no-ha,簡稱 UDCK),共同規劃與管理柏之葉的未來,並於 2008 年與千葉縣政府、柏市政府、東京大學以及千葉大學共同提出柏之葉國際校園城市構想,希望透過官、民、學合作營造「國際學術研究城市」(註:主要想法是“大學與城市之融合”,即讓整個城市成為像大學校園一樣的綠色優質空間和知識交流的場所,為了實現這一點,柏之葉由“官”負責當地社區所需的公共服務,“民”負責提升地區活力和吸引力,“學”則負責基於專業知識和技術的先進活動)及「次世代環境城市」(註:柏之葉國際校園城市構想於 2008 年提出第一版,2014 年有充實化版,2019 年則有再修正)。

2009 年柏之葉設置有繁茂綠植的開放空間和生活便利設施的大規模分售高級住宅大樓(公園城市柏葉校區一號街)竣工,據詢問智慧城市導覽人員表示,本區房屋因三井不動產有提出「國際學術研究城市」及「次世代環境城市」等賣點,故房價與東京都內並無差別,且住民之水準高,犯罪率低。此外,配合 2010 年日本內閣會議提出「環境未來城市」構想,柏之葉智慧城市的「官民學合作的自治都市經營」作法,基於政府所提出的新發展策略而於 2011 年獲得入選示範城市。另 2011 年發生東日本大地震後,防災意識於日本受到重視,三井不動產及相關協力廠商針對後續開發亦特別加強防災措施。至 2012 年,另一個大規模分售高級住宅(公園城市柏葉校區二號街)竣工。及 2014 年位於站前核心地段的「Gate Square」開張。此時,集住宅、商業、辦公、飯店等城市功能的複合開發型「柏之葉智慧城市」已具備完整功能,至此,第一階段完成開發,此時(2014 年)居住人口也達到約 5,000 人(註:導覽員表示至 2023 年之居住人口已達約 11,000 人)。

2. 柏之葉智慧城市之發展

綜合前述柏之葉的歷史,柏之葉智慧城市之原始出發點,應該是從開發土地之構想開始。惟一個大型都市開發計畫要能成功,必須要有相關配套(例如政府部門之交通配套或用地變更許可),也必須奠基於解決環境、能源及居住人口大幅增加等都市問題,或滿足市民居住、食材、健康等生活需求上。而日本一向能領先世界正視這些課題,再

加上日本政府提出「環境未來城市」之政策引導，促使三井不動產株式會社針對柏之葉的都市開發願景提出三大主題，分別是培育成為日本新興活力成長領域的「新產業創造」、讓各個年齡層得以健康、安心生活的「健康長壽」及處處關愛保護地球的「環境共生」。並透過硬體和軟體的建設，以及聚集於此的人們的心願，尋求這三大主題的最佳解決方案，打造具備「世界未來形象」的柏之葉智慧城市。



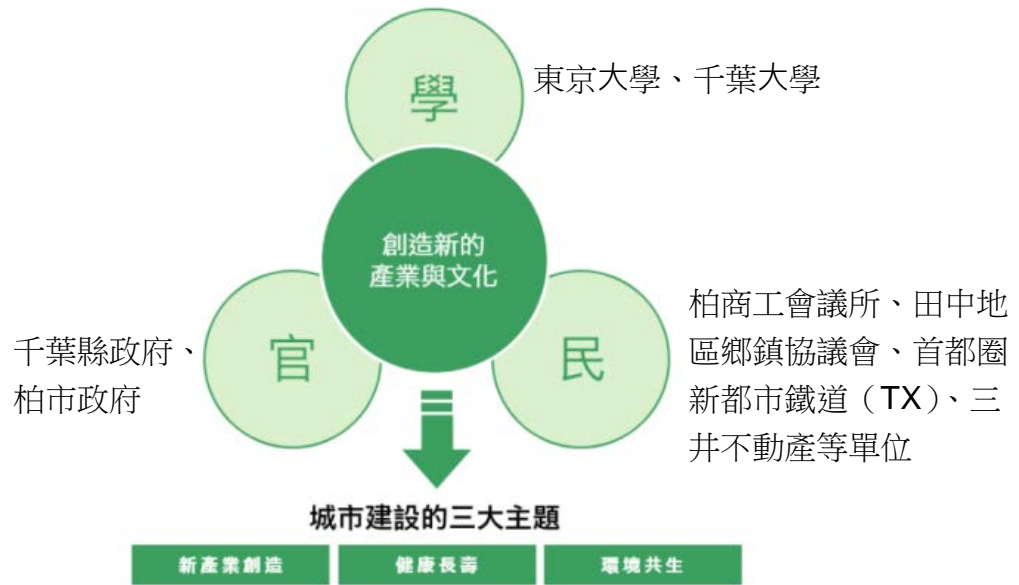
照片 2.5-2 柏之葉智慧城市之精華區鳥瞰(照片底圖摘自日立 HITACHI 集團網站)

3. 柏之葉智慧城市之特色

(1) 官民學合作組織「UDCK」

柏之葉的城市建設，以官民學合作組織「柏之葉城市設計中心」(Urban Design Center Kashiwa-no-ha，簡稱 UDCK) 為主體，並由三井不動產參與共同營運。朝向前述「新產業創造」、「健康長壽」及「環境共生」三大主題推動。

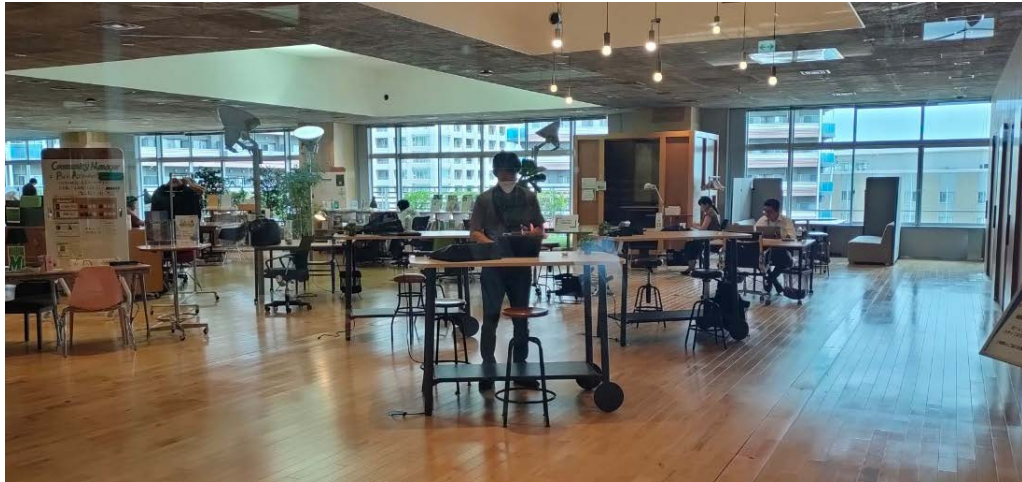
其中「新產業創造」主題，係透過創建吸引各種各樣人才的場所(包括 KOIL 共享工作室、KOIL 工廠)、創建能夠培養各種合作的社區(柏葉國際村、柏葉物聯網商業共創實驗室)，及提供企業和創業家支援 (舉辦國際商業競賽等)。



照片 2.5-3 KOIL 工廠，內有 3D 列印機、雷射切割機等數位製造設備的數位製造工廠，能夠迅速讓創意具體成形。



照片 2.5-4 KOIL 工廠 3D 列印機產出之部分成品



照片 2.5-5 KOIL 會員共享工作室，提供新創人員類似 google 辦公室之空間，目視使用率明顯高於 KOIL 工廠(符合使用者需求)

有關「健康長壽」主題，柏之葉智慧城市的做法是將各類診所集中至一個區域，讓居民有方便的醫療服務，此外，與東京大學一起合辦健康研究所，以每日健康生活支柱的「健步走」、「開口說」、「健康食」為主軸，並提供健康有關的資訊，以及監測健康數據等，提供全方位之健康支援。



照片 2.5-6 智慧城市內設置之健康研究所，定期推出有益健康的活動

至於「環境共生」主題，UDCK 是希望關愛人類與地球，打造抗災能力強的街區。尤其在 2011 東日本大地震後，因當時暫停所有核電廠運作，以致能源供應緊張，用電成本也因國際燃料價格上漲而不斷增加，當時日本的能源危機意識升溫。因此 UDCK

針對柏之葉都市開發也特別關注能源議題，希望將傳統城市進化成高效節能的低碳城市。相關作法包括「利用可再生能源」、「最先進的智慧電網」、「資通訊技術 (ICT) 的應用」，希望實現能造福下一代的生活與社會。而柏之葉針對這主題之執行內涵，感覺比較符合智慧城市之訴求，因此，再進一步於下節詳細說明。

(2) 柏之葉智慧城市區域內全面推動「創能」、「儲能」和「節能」

為了因應能源、環境和城市等問題，三井不動產株式會社於柏之葉專案成立之初，即邀請以節能技術見長的日立集團、以建築設計馳名的日建集團等 20 餘家企業參與共同開發，其中日立集團的目標在減少二氧化碳排放量及自然能源的使用，之後又因發生東日本大地震，因此災害時有效使用能源也成為了課題之一。而日立集團最後的成果，就是“柏之葉 AEMS”，所謂的 AEMS 就是 Area Energy Management System (區域能源管理系統)，通過這套系統可以提升智慧城市之整體能源效率，也就是能達成「節能」的訴求，並在不影響生活舒適便利性的情況下，促進城市與自然的和諧共處。

“柏之葉 AEMS”有幾個特色，一是透過物聯網實現柏之葉地區用電，用水以及燃氣等能源使用之「視覺化」(也就是透過圖表呈現整體區域用電或用水監視畫面)，讓居民及住戶可以藉由日立開發的介面，看到整體以及各個設備的用電情況(註：不含個別用戶的資訊)，讓人們在日常生活和工作中可以自然而然的感受到，並且實現節約用電。

此外，“柏之葉 AEMS”是日本首個實現街區間電力融通的系統，包括街區間穩定交換的電力融通裝置以及受變電設備等。具體來說“柏之葉 AEMS”是一個通過物聯網將散佈在區域內的辦公大樓、商業設施、住宅等各種設施，以及太陽能發電與蓄電系統等電源設備與私營電力線路全部連接起來，實現水及燃氣等能源全部一體化管理的系統。

在柏之葉智慧城市，AEMS 系統的控制中心被稱作智慧中心，通過這個中心，可以實現街區平時用電高峰時的電力控制(儲電系統於高峰時釋放電力)，減少二氧化碳排放，還可以實現能源資訊的共用及視覺化，在停電或者災害發生時，還可以主動優先保證電梯及避難處所用電等，是對安心、安全生活提供強大保障的重要設施。



照片 2.5-7 參觀柏之葉智慧城市的智慧中心(註：此處為模型展示，惟可見其圖表呈現不含個別用戶之隱私)

至於「創能」部分，因柏之葉的居民水準高，能接受各種有關創造能源的實驗，據導覽員口述到目前為止嘗試過太陽能、天然氣、地熱、生質能及氫能等能源，其中地熱、生質能及氫能因成本、穩定度、安全性或其他因素而未繼續推動，目前柏之葉智慧城市的能源來源為市電、太陽能及天然氣。其中透過太陽能及天然氣可自產電力約占 20%，其餘 80% 仍需由市電(東京電力公司)供給。

有關「儲能」部分，柏之葉智慧城市目前於第一階段開發，共設置了 2 處鋰電池儲能系統，功能包括儲存平時有餘裕之太陽能、用電尖峰時削減城市高峰供電需求、實現街區間電力融通及在災害時提供電梯及避難處所等公共區域用電等。據了解，透過太陽能發電及鋰電池所儲存的電力，約可提供柏之葉 3 日公共區域用電量，惟因導覽時間有限，所以未能前往了解鋰電池儲能系統。

目前整套「創能」、「儲能」和「節能」系統由三井不動產株式會社負責管理，至於其操作維運等相關費用則向用戶收取。

- (3) 柏之葉智慧城市區域內推動自動駕駛實驗：前面提到柏之葉智慧城市能接受各項新的實驗，目前有一項實驗正在進行中，那就是無人駕駛公車於固定路線運作的實驗，不過每日班次有限，也只在固定範圍內行駛，於本次參訪過程未能目睹。

六、 美得華水務株式會社 METAWATER Co., Ltd.

☞ 拜會時間：2023 年 8 月 9 日下午 15：00

☞ 拜會地點：東京都千代田区 美得華水務株式會社 會議室

☞ 接待人員：美得華水務株式會社 海外本部 海外營業部 擔當課長 汪兆康

美得華水務株式會社 海外本部 海外營業部 西林 佑真

☞ 交流重點：

1. 美得華水務株式會社之企業理念：Continue, to make it sustainable(繼續，讓它永續)

METAWATER 已成立超過五十多年，其前身是 NGK Insulators(專長機械技術及絕緣陶瓷產品)及富士電機(專長機電技術)，於 2008 年二家公司共同成立 METAWATER，自成立以來的目標就是為創造和維護安全穩定的水環境做出貢獻。該企業在水資源領域提出幫助減少全球暖化的解決方案，也實現了寶貴之水與廢水(污泥)資源的回收利用，一切努力是為了滿足日本於時代變化中產生的新需求。METAWATER 也因其在水和廢水處理領域提供突破性技術而被公認為日本水處理領域的領導者。

近年來，METAWATER 專有的陶瓷膜過濾系統為水處理領域節省能源和空間、降低成本和維護費用。這一創新系統目前佔日本公共水處理膜過濾市場超過 30% 以上的比例。此外，METAWATER 還積極參與政府推動的 PPP 或 PFI 計畫，確保該項計畫範圍之所有當地社區都能隨時獲得安全、優質的飲用水。

METAWATER 對日本以外公眾的承諾同樣堅定。持續與客戶密切合作，直接處理每個地區的實際情況，解決各個社區的具體問題，提供的解決方案不僅適合獨特的需求，而且旨在滿足當今時代的需求。

2. 美得華水務株式會社之業務範圍：

(1)飲用水處理、廢水與污泥處理等處理系統之機電設備的製造和銷售

(2)飲用水處理廠、廢水與污泥處理廠等工程的設計和施工

(3)飲用水處理廠、廢水與污泥處理廠的運行維護服務及管理

簡而言之，METAWATER 為能穩定供應安全優質的飲用水及健全廢水處理，針對飲用水處理廠及廢水(污泥)處理廠，可提供各種整合型的處理方案，包括電氣設備在內

的設計、製造、安裝、運營和維護等服務。此外，METAWATER 還提供小型集裝型陶瓷膜過濾系統，以滿足海外客戶對固定和移動應用的特定需求。

針對前述小型集裝型陶瓷膜過濾系統，METAWATER 汪兆康課長特別說明，因日本政府希望援助非洲地區人民使其有乾淨的飲用水，爰採購一批車載式陶瓷膜過濾系統(含貨車，且車上自備發電機，詳圖 2.6-1)，採車載式之理由是該套設備每日約可處理並產生潔淨的飲用水約 100 噸，超過多數村落之每日用水需求。故採用巡迴多個村落方式處理，每到 1 村落透過該陶瓷膜過濾系統淨水處理後送至該村落之水塔，俟水塔蓄滿後，即可再赴下一村落執行任務，如此便可提高相關設備之利用率。

由於陶瓷膜過濾系統可提供安全、優質之飲用水，陶瓷過濾膜產水率亦高達 98%，耗電量低，單位產水量之成本相較於 RO 膜過濾設備為低，且陶瓷具有耐高溫、耐酸鹼之耐用性特點使其運作穩定，日本自 2013 年起陸續援助非洲約 30 台車載式陶瓷膜過濾設備，迄今尚無傳出故障問題。此外，METAWATER 於日本地區亦有提供租賃小型集裝型陶瓷膜過濾系統方案，可於特殊情況下做為緊急供水措施。

此外，METAWATER 汪兆康課長進一步說明，陶瓷膜過濾系統之通過孔徑僅約 $0.1\ \mu\text{m}$ ，除了可以過濾泥和砂外，也能過濾大腸桿菌等細菌及危險的病原蟲等，惟該孔徑仍無法過濾病毒，針對病毒需搭配加氯、臭氧或 UV 等方式做後續處理。此外，陶瓷膜過濾系統之用地需求相較於傳統淨水場為小，反沖洗方式也很快速及便利，另外就其耐用年限部分，雖然 METAWATER 於使用手冊是寫 7 年，但依目前日本地區用戶之使用情形來看，通常可以超過 10 年(汪兆康課長表示陶瓷膜更換年限係當其無法反洗時，才需要做更換，以日本橫濱水道局於 2009 年啟動川井淨水廠改建為例，自 2014 年完工改用陶瓷膜設備迄今將近 10 年，尚無更換陶瓷膜設備之需求，惟針對此點，參訪團也特別詢問其原水水質狀況，其表示川井淨水廠原水水質通常低於 2,000NTU，顯示原水水質良好或先經過混凝、沉澱等前處理程序也是該廠設備耐久因素之一)。



圖 2.6-1、車載式陶瓷膜過濾系統(網路資料照片)

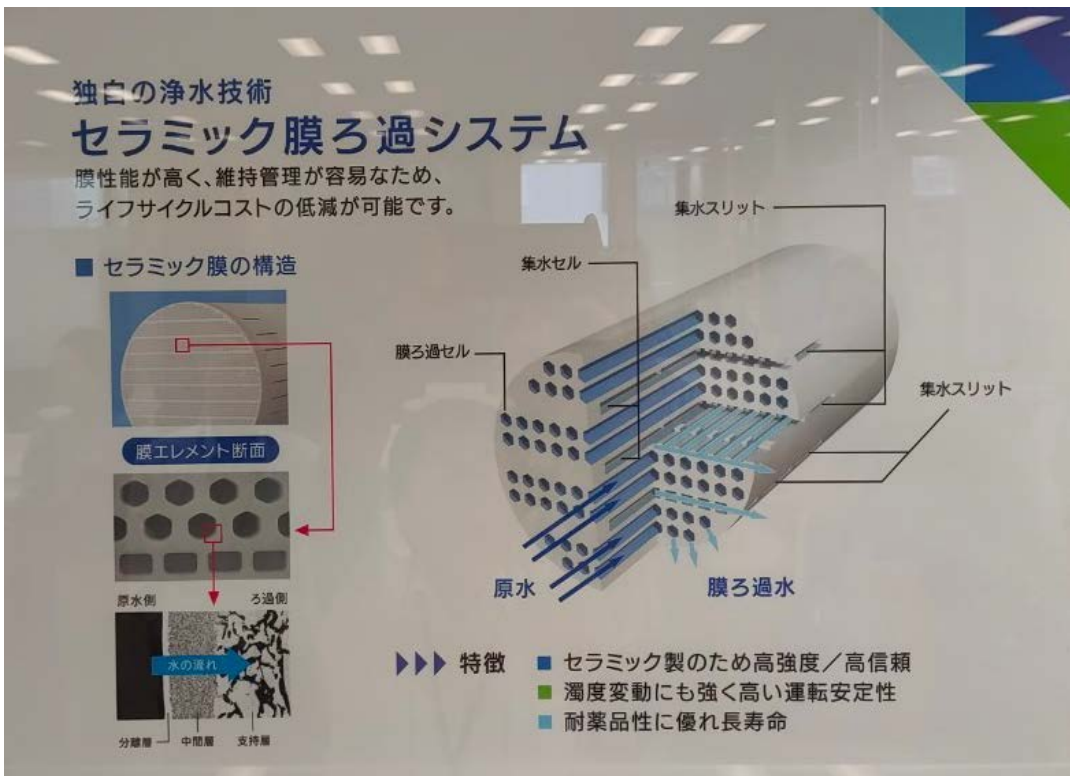


圖 2.6-2 陶瓷膜過濾原理說明，其過濾(分離)主要由外圈薄層材料(分離層)擔綱 (攝於 METAWATER 辦公室)

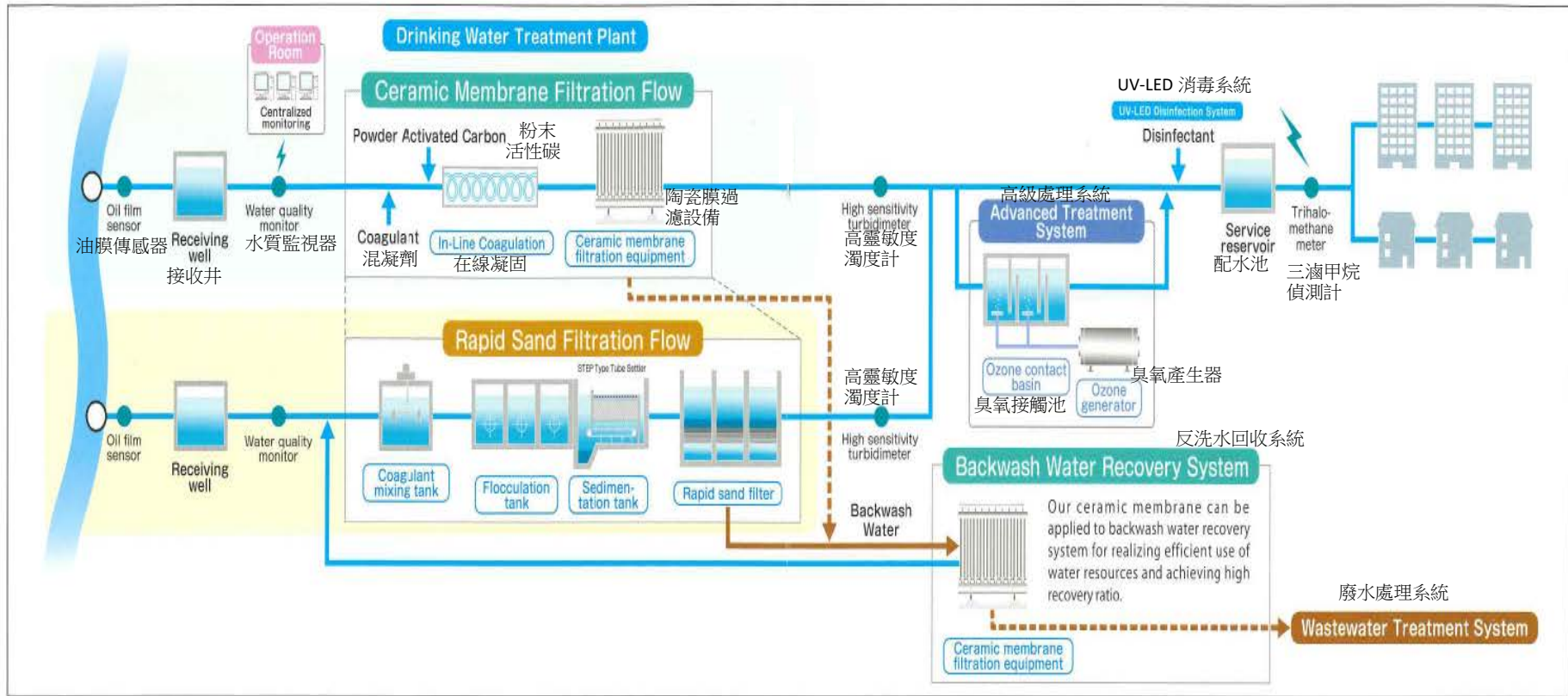


圖 2.6-3 METAWATER 之飲用水淨水處理流程圖

參考上述針對飲用水處理廠之處理流程圖，陶瓷膜過濾為飲用水處理之一環，除該處理程序外，於原水端尚需布設油膜傳感器及水質監視器，以避免原水水質之突然變化，另於進入陶瓷膜過濾設備之前會先使用凝劑及粉末活性炭，先行降低水質濁度及吸附原水中之有機物質達到脫色或除臭等目的，之後才會進入陶瓷膜過濾程序，過濾後也會經加氯、臭氧或 UV 等方式

做後續處理後才對外供水。

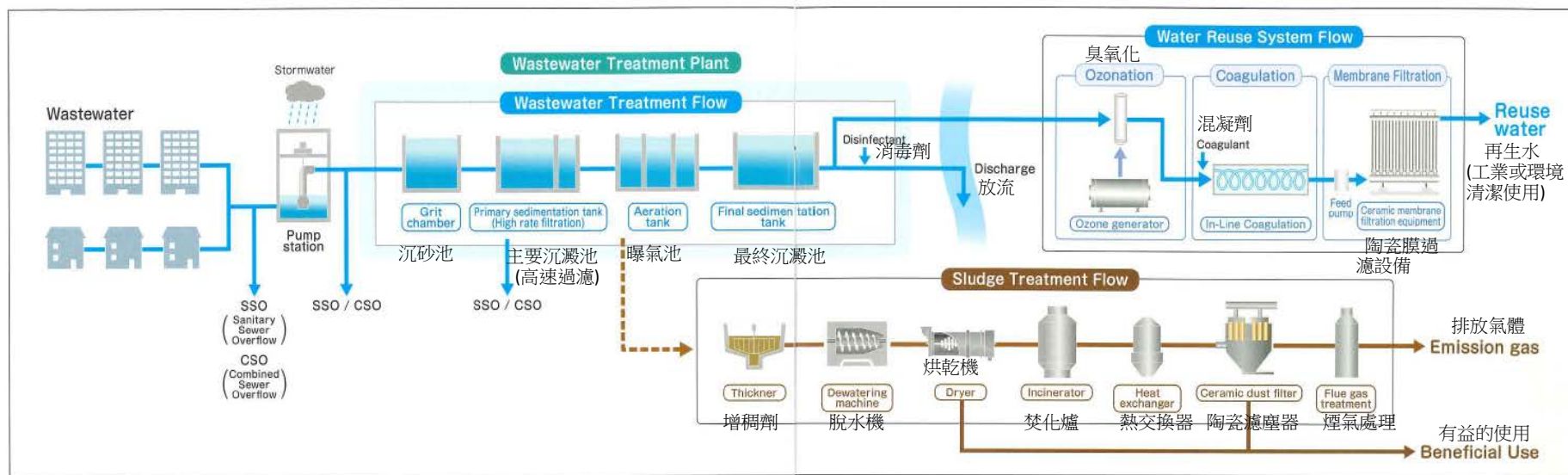


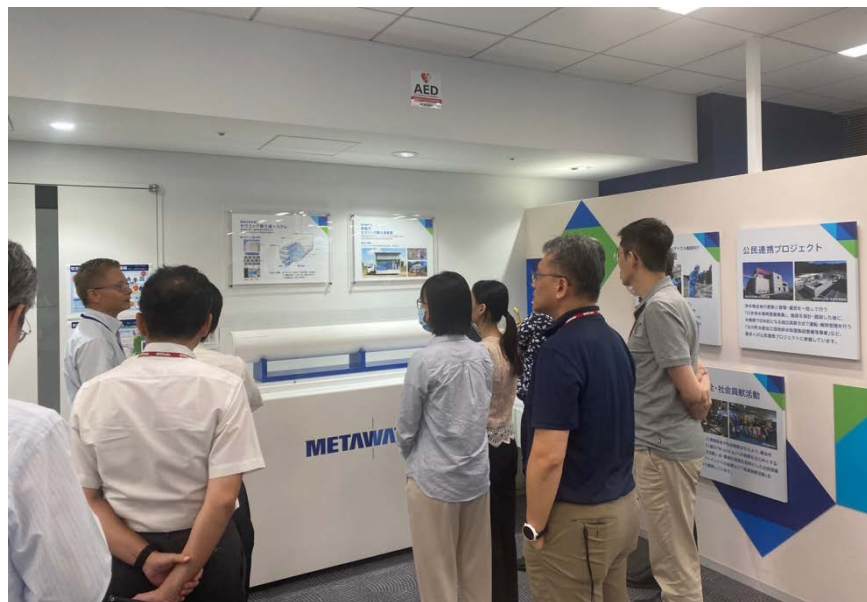
圖 2.6-4 METAWATER 之廢污水處理流程圖

至於 METAWATER 對廢污水處理廠之處理流程圖如圖 2.6-4，其中廢污水處理廠能視區域用水需求，產製再生水供應工業用水或環境清潔用水。

此外，因受日本相關法規及國情限制，廢污水處理後之污泥材料若委外填埋處理，將會是很大的成本，而透過脫水、烘乾後將能有效降低需處理之污泥體積，至於脫水、烘乾後之最終材料可送建材廠(磁磚)或水泥廠(水泥添加物)或作為園藝土壤，如果污泥含有機物比例較高者，經碳化後亦可送發電廠作為發電燃料之一。以上材料為廢污水處理廠免費贈送或者付少量代價送出，這樣可以大幅減少須委外填埋之成本，而材料循環利用亦對自然環境較為友善。



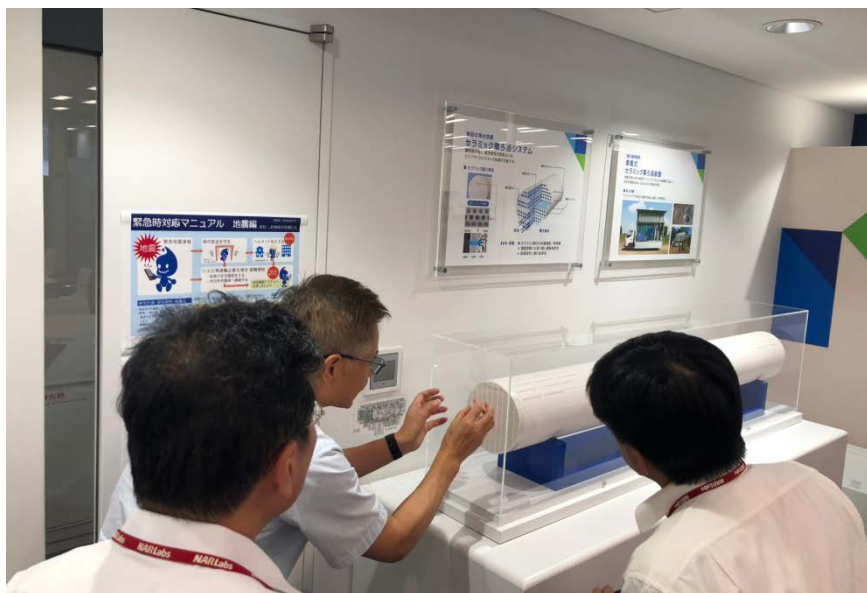
照片 2.6-1 汪兆康課長簡報說明 METAWATER 之相關情形



照片 2.6-2 汪兆康課長透過模型展示該公司自豪之陶瓷過濾膜



照片 2.6-3 參訪團與 METAWATER 汪兆康課長及西林佑真先生合影



照片 2.6-4 汪兆康課長說明該公司陶瓷膜之過濾原理

(3)至於日本少子化的問題，METAWATER 表示透過相關技術研發，包括機械技術(如陶瓷膜系統技術、臭氧處理系統技術、高速過濾系統技術等)及電器技術(如變、配電設備、監控設備、燃料電池等)減少操作人力需求。此外，透過 ICT 技術進行維護管理(包括建立 Water Business Cloud 雲平台)，幾乎所有設備都裝設感測元件，將運行狀況送給過監控中心全盤掌握。此外，人員運營或維護可透過隨身攜帶的小平板電腦查詢或下載相關資料。關於此點，參訪團有追問其操作方式，汪兆康課長表示由於人力減少或新進人員經驗不足，也沒有資深人員可以詢問時，透過小平板電腦可於雲端系統下載 know how，包括這個設備的供應商、維修人員電話、設備操作手冊及相關可參考數據等，此外也將已退休人員之過去操作經驗納入雲端，簡單來說，過去日本或台灣人強調師徒制，經驗是由資深的傳承資淺菜鳥，但在人力愈發短缺(或者一個蘿蔔一個坑，必須資深人員退休才能補人的情況下，沒辦法再面對面經驗傳承)，透過蒐集相關經驗或資訊納入雲端系統，即可讓新進人員可隨時查詢所需技術資訊。亦即，透過智能化管理水務，採取一元管理(資訊上傳使監控中心全盤掌握)、技術共有(相關同仁都可上網查詢)及技術繼承(已退休人員之經驗)等方式來克服人力緊缺或人員異動快速等問題。

**以設計·建設(機械和電器技術)
× 維護管理(ICT技術和經驗)**

支持水和環境基礎設施



圖 2.6-6 METAWATER 的專業技術能力

4. 其他 QA

Q1.請問METAWATER 針對所建立之 Water Business Cloud 雲平台如何確保資訊安全問題：

A1.汪兆康課長表示要使用公司的軟體，才能加入這個系統，而目前公司採用富士通的伺服器，也有配合相關資安作為。

Q2.請問日本由民間蓋淨水廠，如何針對耐震部分作把關？

A2.汪兆康課長表示這部分均依日本法規之設計標準辦理。

七、 藤澤永續智慧社區

☞ 參訪時間：2023 年 8 月 10 日上午 10：00

☞ 參訪地點：神奈川縣藤澤市 藤澤永續智慧社區 Fujisawa SST(Sustainable Smart Town)

☞ 接待人員：藤澤永續智慧社區 導覽人員

☞ 參訪重點：

1. 藤澤永續智慧社區的歷史：

藤澤市位於日本神奈川縣湘南海岸附近，亦即鄰近有名的「灌籃高手」漫畫及卡通的場景。藤澤永續智慧社區的建設地點原本是日本松下電器（Panasonic）在關東地區最早建立，也是最重要的家電製造中心，占地面積約 19 公頃，約 4 個東京巨蛋面積。1960 年，松下電器的創辦人松下幸之助，為解決日本城鄉嚴重落差，決定在鄉下建廠，提供偏鄉工作，帶動地方繁榮。但半世紀後因產業轉型，這座工廠大約在 2008 年停產。之後，松下電器和神奈川縣政府積極討論如何活化土地，至 2011 年才確定打造這裡為符合未來生活願景的「永續智慧城市」(註：2010 年日本內閣會議提出「環境未來城市」構想，另 2011 年則發生東日本大地震)，並陸續邀請其他日本企業加入合作，如三井不動產、東京瓦斯、電信公司 NTT 東日本等，不過雖然松下（Panasonic）已聚集了擁有各項專業技術的廠商，但松下（Panasonic）並沒有急著建設，而是先調查藤澤本地之社會需求，花了三年，至 2014 年才定調，將以再生能源、節能減碳、世代共生的百年永續社區為目標。

在返國撰寫出國報告期間透過蒐集資料補強，評估藤澤永續智慧社區發展案中，神奈川縣政府所扮演的角色除了核准工廠用地變更外，也包括政策面向指導；事實上神奈川縣不只是日本 47 個都道府縣中，唯一同時獲得內閣府（相當於台灣行政院）頒布的「SDGs未來都市」與「自治體 SDGs 模範事業」的縣市，更是日本第二個宣布氣候緊急宣言的地方政府。甚至在 2019 年 7 月，神奈川縣知事黑岩祐治也曾代表日本，登上紐約聯合國總部舉辦的「永續發展高階政治論壇」發表演說。而近年歐美盛行的ESG（環境、社會與公司治理）投資，似比較偏向環境與能源，但神奈川縣重視的除了環境與能源外，還有健康照護、社區關懷與社會福利等面向(資料來源：今周刊 及社企流網頁 <https://www.seinsights.asia/article/7614>)。而環境、能源、健康照護及社區關懷均在藤澤永續智慧社區之實施項目中被納入，顯示神奈川縣民確實注重這個議題。

2. 藤澤永續智慧社區之導覽介紹

本次參訪藤澤永續智慧社區是透過藤澤社區管理公司的導覽人員來介紹，除於會議室先進行整體性的介紹外，也依社區設定之導覽路線進行參觀，惟為避免住戶之個人隱私外洩問題，所以導覽人員表示社區有限制攝影，僅開放幾個地點供拍攝，下節再就藤澤永續智慧社區之特色進行說明。



照片 2.7-1 藤澤永續智慧社區之導覽人員簡報說明社區目標



圖 2.7-1 藤澤永續智慧社區之導覽路線及相關設施

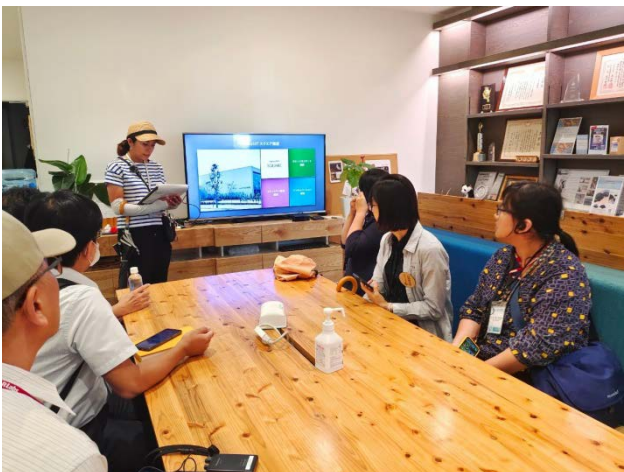


照片 2.7-2 及 2.7-3 導覽人員帶領參訪團參觀藤澤永續智慧社區之相關設施



照片 2.7-4 社區在公共區域廣布太陽光電板

照片 2.7-5 參觀過程遇到送貨中之無人車



照片 2.7-6 至管理公司辦公室進一步說明



照片 2.7-7 參訪團於社區標誌前合影

3. 藤澤永續智慧社區的特色

藤澤永續智慧社區(簡稱藤澤 SST, Sustainable Smart Town)的建設目標是創建一個百年永續發展的社區,故不僅僅是發展一個以先進技術為基礎的社區,而且是一個基於實際生活方式而持續進化的社區。

首要做法是將百年願景作為優先事項,然後制定社區之設計指南,之後按指南去執行。現階段在能源、安全、交通代步、社區服務以及應急措施方面,藤澤 SST 均為未來社區的典範。此外,有共同社區目標的居民也在生活、互動中持續交流想法,期望實現更好的生活方式。社區管理公司則會考慮居民的意見,融入新的服務和技術,持續支持社區的永續發展。

(1)藤澤 SST 將依據實際生活方式之需要而持續進化,而非僅追求新的技術

藤澤 SST 所被推崇的是它的基本概念和建造過程。在其他以技術為中心的智慧社區中,首要關注的是基礎設施,居民的服務則是最後考慮的項目。但在藤澤 SST,首要考慮的是基於居住舒適度、地域特色和未來居住模式,打造智慧社區生活方式的概念,在同時考慮能源、安全、交通代步和社區服務等面向後,然後才據以設計整個社區、優化住宅空間和設施等,納入智能基礎設施以實現所想要的生活方式。藤澤 SST 也將通過基於實際生活的想法和流程來持續發展調整,讓居民在確保安全和保障的同時,融入自然的恩賜,享受環保舒適的生活方式。

(2)藤澤 SST 為了將理念變為現實,制定了一系列目標和指導方針

- 二氧化碳減排 70%:目標是透過在獨立住宅、設施和公共區域安裝太陽能光電設施(含蓄電池和節能設備)、將天然氣發電作為家戶供電來源之一、減少居民汽車使用(共享汽車或自行車)、降低車輛耗油量(省油環保標章)及透過設計善用海邊的微風等方式,大幅減少整個社區的二氧化碳(CO₂)排放當量。
- 用水量降低 30%:透過安裝省水產品和利用雨水貯留系統,最大限度地減少整個社區的用水量。

- 使用可再生能源的比例超過 30%：在整個社區範圍中，有效利用房屋、設施和公共區域安裝的太陽能光電板及儲能設施，可再生能源覆蓋整個社區 30% 以上的能源使用量。
- 安全保障目標 (CCP) 維持生命線 3 天：CCP (社區連續性計畫) 是一項在發生緊急情況時能持續發揮功能直到恢復正常狀況的計畫。目標是維持至少 3 天有足夠的洗滌水、食物、飲用水、簡易廁所和敞篷烹飪台 (註：依東日本大地震經驗，災後相關援助應可於 3 天內抵達災區，故制度設計上以支撐 3 天為原則)。

(3) 充分利用藤澤的陽光和微風

自 2011 年 3 月 11 日東日本大地震以來，日本民眾越來越要求能源轉變為可再生能源方案，這些可再生能源方案因位置較分散，故在災害發生時不易受到集中損害，對環境的影響也較小，作為支持日常生活的主要能源。在“自我創造和自我消耗能源”的新口號下，藤澤 SST 讓居民通過以下方式產生自己家裡使用的能源，包括：

- 優化利用太陽能發電和其他工具：藤澤社區規劃建設可容納約 600 戶家庭的獨棟透天住宅(透過衛星影像計算目前實際約 560 戶)及約 400 戶家庭之集合住宅。每棟獨棟透天住宅都配備太陽能發電系統和蓄電池組。這些住宅均搭配“SMARTHEMS™ (家庭能源管理系統)”，透過每戶都擁有的陽光，達成“自我創造和自我消耗能源”的生活方式，並實現能源效率最大化。



圖 2.7-2 藤澤永續智慧社區之鳥瞰示意圖

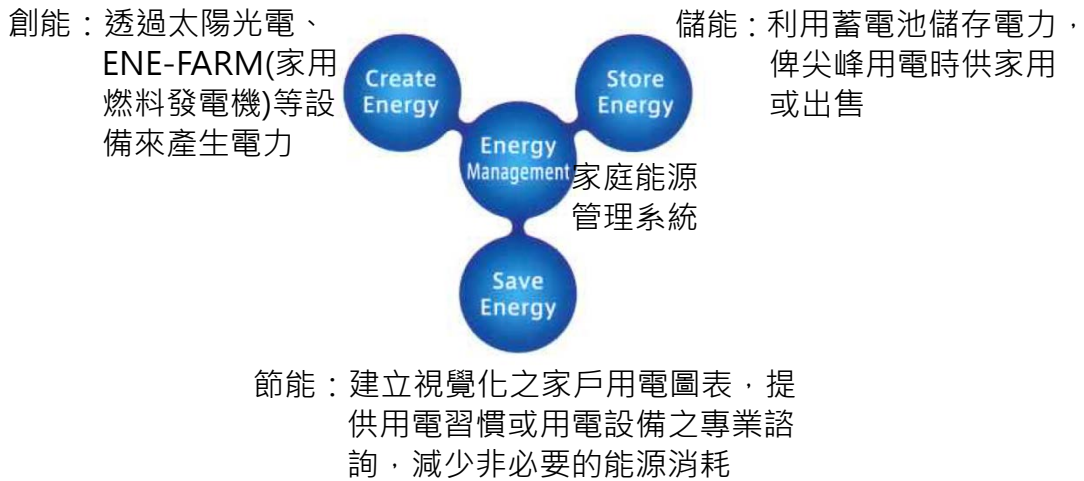


圖 2.7-3 藤澤永續智慧社區之創能、儲能及節能概念說明



圖 2.7-4 藤澤永續智慧社區之獨棟透天住宅均裝設太陽能光電系統(電力可供自用或出售)

- 通過連接太陽能發電系統、蓄電池和 ENE-FARM(家用燃料發電機，燃料為天然氣，可同時提供電力和熱水)，實現從節電到售電的智能管理：獨棟透天住宅擁有最新的家庭能源創造-存儲連接系統，該系統將太陽能發電系統或蓄電池與 ENE-FARM 家用汽電共生系統連接起來。各個系統產生的電力可以滿足家庭需求，多餘的電力可以出售。(註：未來在能源方面獨立的個體住宅將可能與其他社區的建築能源管理系統連接，形成一個更大的獨立且共生的能源管理系統，可以擴大其價值)。利用這些系統，社會可以應對下一代能源使用方式，亦即都市和居民在能源方面進行合作。
- 通過設計為整個社區帶來陽光和微風，實現環保舒適的生活：前面提到藤澤位於神奈川縣湘南海岸附近，因此，除了利用藤澤的陽光來發電外，來自湘南海

灘的舒適海風也透過與路邊樹木和花園小徑之整合設計以適當引入社區，可降低住宅悶熱感，減少冷氣用電。

- 將房屋和設施的用電量“可視化”，並提供能源諮詢服務：在藤澤 SST，住宅和社區所有設施的電力將通過可視化，包括太陽能發電系統產生的電力或家用電器消耗的電力(註：僅能看到自己家還有社區整體的用電及產電情況)。此外，還將根據家庭結構或使用狀況提供能源諮詢服務，幫助居民控制過度用電或出售發電。

(4)緊急情況下點亮希望

東日本大地震的慘痛經歷，讓日本民眾深刻地體認到不間斷供電的重要性。藤澤 SST 將持續、可靠的電力供應視為永續智慧社區的另一個主題和使命。在藤澤 SST，所有家庭都有緊急情況下可用的燈，也有手機和平板電腦等信息媒體以及電動汽車和電動自行車等交通工具所需的能源插座。在藤澤 SST，房屋將保持照明狀態，以幫助居民在緊急情況下保持希望和精神。

達成前述作法之關鍵是在獨立式住宅配備家庭能源創造-存儲聯動系統，該系統不僅控制太陽能發電系統和蓄電池，還控制 ENE-FARM。即使在停電的情況下，該系統也可以使用太陽能發電和 ENE-FARM 產生的電力，實現更穩定的電力供應(還能供應熱水)。此外，在電力緊張的緊急情況下，能源管理系統將根據住戶選定的裝置為照明、冰箱、電視或其他日常生活必需的設備分配電力。

另外，在藤澤 SST 中央公園的中央、社區中心建立社區太陽能系統、分佈式可再生能源系統等硬體，此外，將電力線路設置於地下，並使用抗震能力強的天然氣管線，建設抗災小鎮。正常情況下，該系統將為公共區域供電，為社區低碳生活做出貢獻。一旦發生災害，它也將成為藤澤 SST 及周邊地區的應急電源。

(5)用隱形監控鏡頭、燈光和人工巡邏相結合，保護社區居民的安全

- 防災推送通知電視系統：當居民正在家裡觀看節目或處於待機模式時自動顯示警報信息，例如來自氣象局的災害信息(特殊大雨和其他特殊天氣)將自動傳

遞和顯示。此外，該系統還運用於緊急情況下的安全確認、社區活動變化的通知或與社區相關的投票等。

- 在社區入口、公共建築、公園陰涼處、主要街道路口等處安裝了約 50 個監控鏡頭和燈光：能在開放的社區中提供全面的安全保障。監控鏡頭和照明將用於防災目的，確保緊急情況下的安全，一定數量的路燈將保持點亮以確保安全，而房屋入口燈以及房間燈也具有微弱的路燈照明功能。



圖 2.7-5 晚間部分路燈會變暗，利用房屋入口燈及房間燈也有微弱的路燈照明功能

- 通過檢測人或汽車來提供足夠明亮的照明：安裝在適當位置的帶有傳感器的 LED 路燈會在夜間無人時變暗，但連接鏡頭和照明功能的環保安全系統，一旦檢測到路人或汽車時，它們會提供足夠的亮度，不僅可以照亮正下方的區域，還可以照亮前方的一小段距離，從而實現安全和環保。
- 通過監測通往社區的道路來保護社區安全：透過監控鏡頭和燈光進行入侵檢測、火災檢測和緊急預警等功能，及透過增加保全巡邏服務，可以提供沒有任何盲點的安全保障，此不僅當居民在家時如此，即便居民短暫離開時也是如此，如遇到緊急情況，保全人員就會趕赴現場。

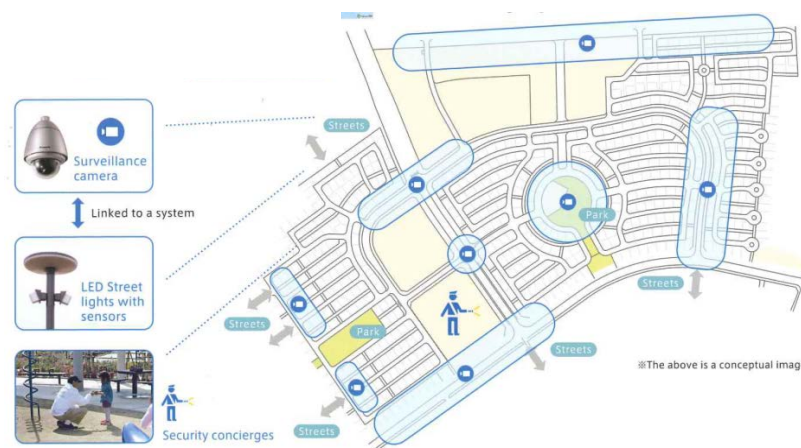


圖 2.7-6 透過監視器、感應燈及保全人員巡邏，提供住戶安全保障

(6)全面出行服務：藤澤 SST 移動服務的獨特之處在於根據居民的目的或需求（包括一天中的時間、到目的地的距離和環境）提供電動汽車（EV）和電動自行車的共享服務。亦可以選擇使用租車送貨服務將汽車送到居民家附近。這項服務將讓沒有私家車的居民拓展活動範圍，幫助居民過上更積極的生活。

- 一站式服務：除了接受預訂外，服務人員還考慮到距離、使用時間、一天中不同時段的交通狀況變化，從汽車共享或租賃汽車中選擇最佳的出行服務，並就選擇電動汽車或其他出行方式提供建議。另可介紹只有當地居民知道的地點或活動以有助於住戶使用出行服務。這些服務可以在家中通過電視或智能手機查看並進行預訂，還提供汽車共享或租車送貨服務之使用記錄，從而可以通過使用這些服務來檢查二氧化碳減排量。
- 電池共享服務：為消除電動自行車充電的時間和精力，避免沒電的尷尬時刻，通過電池共享消除使用自行車的瓶頸來傳播對環境影響較小的移動生活方式。
- 提供汽車檢查維修服務，以降低油耗並減少二氧化碳排放：檢查及維修有助於最大限度地減少對人體有害的一氧化碳（CO）、碳氫化物（HC）、氮氧化物（NOx）、黑煙（OS）以及被認為是全球暖化主要原因的二氧化碳（CO₂）排放。此外，汽油消耗的減少也能降低燃料成本，另通過檢查的汽車上貼上環保標籤可以提高環保意識。

● Effects of environmental automobile inspections on gasoline mileage



圖 2.7-7 提供車輛檢查服務，除降低燃料成本，也能為降低二氧化碳排放帶來貢獻

- 在社區中心安裝電動汽車（EV）和 V2H 插座，作為緊急情況下提供電力的手段：

在緊急情況下，安裝在社區中心之電動汽車（EV）和 V2H 插座將作為寶貴的應急電源向公眾開放。

(7)社區關懷：社區服務入口網頁，可支持多種設備並提供住戶需要的信息

- 藤澤 SST 有自己的入口網頁，係提供社區信息和其他獨特服務的一站式入口網頁。該網頁可以讓家庭能源消耗情況可視化、提供專門針對個別家庭的節能建議，還可以獲取周邊地區的活動和觀光信息、預訂出行共享、獲取居民的體驗和口碑信息。在發生緊急情況時，也可以快速獲得所需相關信息，該入口網頁還支持多種設備，能從智能電視、智能手機和個人電腦輕鬆鏈結使用。從兒童到老年人，都可以在各種情況下獲得所需的信息。
- 記錄生活信息：包括房屋、家電的購買、維修記錄等房屋信息，可以登記在生活記錄中，確保最好的房屋維護及保障資產保值，也有助於養成節能習慣。
- 社區管理公司每月向居民提供一份總結用電數據的能源報告和一份提供節能建議的生活建議報告。居民將收到有關如何最有效地使用能源以及如何符合其生活方式前提下去減少相關設備功耗的具體建議。
- 居民根據即時信息互相幫助：為恢復友好的鄰里交流，藤澤 SST 為當地社區創建 SOY LINK 社區平台，將居民、公司、團體和在鎮上工作的人們聯繫起來，加強集體力量。

(8)社交互動有助於所有與社區相關的人過上身體和心理健康的的生活

- 持續策劃、舉辦豐富多彩的健康促進活動，為居民的福祉做出貢獻。例如健康檢查，適合很少有機會進行檢查的全職家庭主婦。
- 創建托兒所及健康廣場：設置健康廣場與托兒中心，以支持日常健康護理及提供社區學習支持服務。其中設立托兒中心不僅僅是為了縮短托兒所的候補名單，也為了滿足孩子們“學習”和“獲取知識”的渴望。
- 健康廣場旁一併設立圖書館區和實驗室區：這是向居民免費開放的社區場所，

可以讓社區居民享受溫暖聯繫的區域，圖書館區放置了一系列圖畫書和百科全書，以激發好奇心和求知欲。兒童和成人都會對實驗室區的實驗套件感興趣，來做暑期作業的孩子們很可能會得到等待臨床檢查的老人之善意建議。此外開設包括親子科學課程、嬰兒食品研討會、諮詢辦公室，以確保“帶來新能量”。居民們自己進行社交互動，拓寬了他們的知識和視野，這是藤澤 SST 的新型終身學習。

(9)通過藤澤 SST 委員會和社區管理公司之間建立聯繫，實現可持續發展：即使藤澤 SST

在竣工時可能比任何其他類型的社區都先進，但如果不隨著時代的需要而不斷發展，五年、三十年、一百年後，它就會成為“歷史遺跡”，因此須建立一套制度，以確保持續前進

- 為了在百年內繼續發展和培育環保與智能的生活方式，居民和企業需要分享他們的願景，並採取行動建立即時所需的系統和服務。為此，藤澤 SST 組織了藤澤 SST 委員會。除了傳統社區協會的作用外，藤澤 SST 委員會還具有突出的職能，包括與環境、能源、安保以及擁有公共財產的維護和管理等相關的廣泛活動。藤澤 SST 委員會將充當社區發展的基礎，委員經討論產生具體的想法並採取行動來實現整個社區的目標。此外，藤澤 SST 委員會還會策劃活動、節日、文化課程、生態研討會等，以豐富該鎮居民與附近地區的交流。
- 因為要替藤澤 SST 委員會中居民的意見提供具體的系統和服務，成立了一個名為藤澤 SST 管理公司的法人組織。這組織將負責與合作企業、藤澤市政府及周邊社區進行談判，以實現居民的具體需求並持續發展社區功能。藤澤 SST 管理公司是一個採用“居民主導”的角色，根據當前生活方式來不斷改造社區的系統與服務。

八、 拜會東京大學地震研究所&防災教育普及協會

☞ 拜會時間：2023 年 8 月 10 日下午 18：00

☞ 拜會地點：東京大學 地震研究所

☞ 接待人員：東京大學 地震研究所 教授 木下 正高
東京大學名譽教授 暨防災教育普及協會會長 平田 直
公益財團法人日本法治學會理事長 暨防災教育普及協會常務理事 澤野 次郎
東京大學 地震研究所 博士 東野 陽子

☞ 交流重點：

1. 東京大學地震研究所介紹

東京大學地震研究所於 1925 年成立，成立之契機係因 1923 年日本關東發生大地震。地震研究所的使命是科學地闡明地震和火山現象，並減輕由此造成的災害。為了完成這一使命，東京大學地震研究所不僅對地震和火山現象進行全面研究，而且對造成地震和火山現象的根源(地球內部的動力學)進行研究。在地震研究所，約有 260 名教職員工(包括約 80 名教授)負責研究及教學工作，包括地震學、火山學、地球物理學、地球化學、地質學、大地測量學、應用數學、信息科學、土木工程、地震工程等各個專業領域。

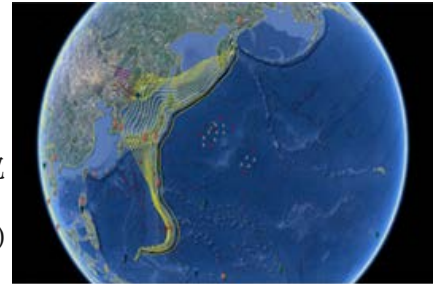
目前，研究所下設有四個負責基礎研究的部門及八個具有特定任務的中心以及支持這些中心的辦公室和部門，摘述如下：

- 數理系研究部門：為了了解地震、火山活動和相關現象，此部門基於數學、物理、化學和地質學的基本原理進行理論建模研究。
- 地球計測系研究部門：通過對各種物理量的測量和分析，進行研究以了解地球內部的活動，例如地震和火山活動。
- 物質科學系研究部門：根據物質的化學和物理信息，進行研究以了解地球和行星內部的活動。
- 災害科學系研究部門：從科學和工程的角度闡明和預測地震引起的強烈地震動、海嘯等現象，並展開減輕地震災害的基礎研究。
- 地震預知研究中心：進行相關項目研究，以全面了解地震現象和地震預測的複雜

性。

- 火山噴火預知研究中心：對於火山和噴發有關的各種現象進行研究，期闡明火山及其內部深處發生的現象的基本過程和基本原理，為預測火山噴發奠定基礎。

- 海半球觀測研究中心：在太平洋這個地球內部觀測的觀測空白區，長期、靈活地部署自主研发的觀測設備，對地球內部進行全球觀測和研究(包括研究地幔和地核的運動，這些運動是各種地質現象的來源)以闡明其驅動力。



- 高能粒子地球物理研究中心：使用 μ 子及微中子等高能基本粒子，分析地球內部的透視圖像，例如火山、斷層等。

- 計算地球科學研究中心：通過創建新的計算科學及其在地球科學中的應用，並利用超級電腦進行地震、海嘯和災害現象的解釋和預測研究。



- 地震及火山噴發預測研究推進中心：負責統籌協調日本國內外地震、火山噴發預報聯合研究項目，推動相關研究。

- 觀測開發基礎設施中心：除了支持地震和火山觀測設備和分析設備的維護、管理和利用研究以及支持觀測設備和技術的開發外，還包括推動地震和火山觀測研究技術和設備的研發。

- 地震和火山信息中心：收集與提供與地震和火山相關的信息，例如觀測數據，維護和操作數據分送網路和電腦以供全國範圍內共同使用，或利用舊的地震記錄比對分析。此外，還針對地震信息系統、地震活動及其預測、當前和過去的特大地震和海嘯、南海海槽發震帶熱力和水力研究等開發研究。

由於本參訪團內有國家實驗研究院林博文副院長、國家地震工程研究中心柴駿甫副主任、黃靖閑副技術師、長榮大學機械系孫嘉宏助理教授等臺大應力研究所畢業或具地震專長之專家，本次拜會東京大學地震研究所與木下 正高教授及平田 直名譽教授等人，

就東京大學地震研究所之歷史、現況研究方向、日本地震感測進展及我國目前民生公共物聯網之發展現況...等面向進行多元交流。

東京大学地震研究所 組織図
Organization

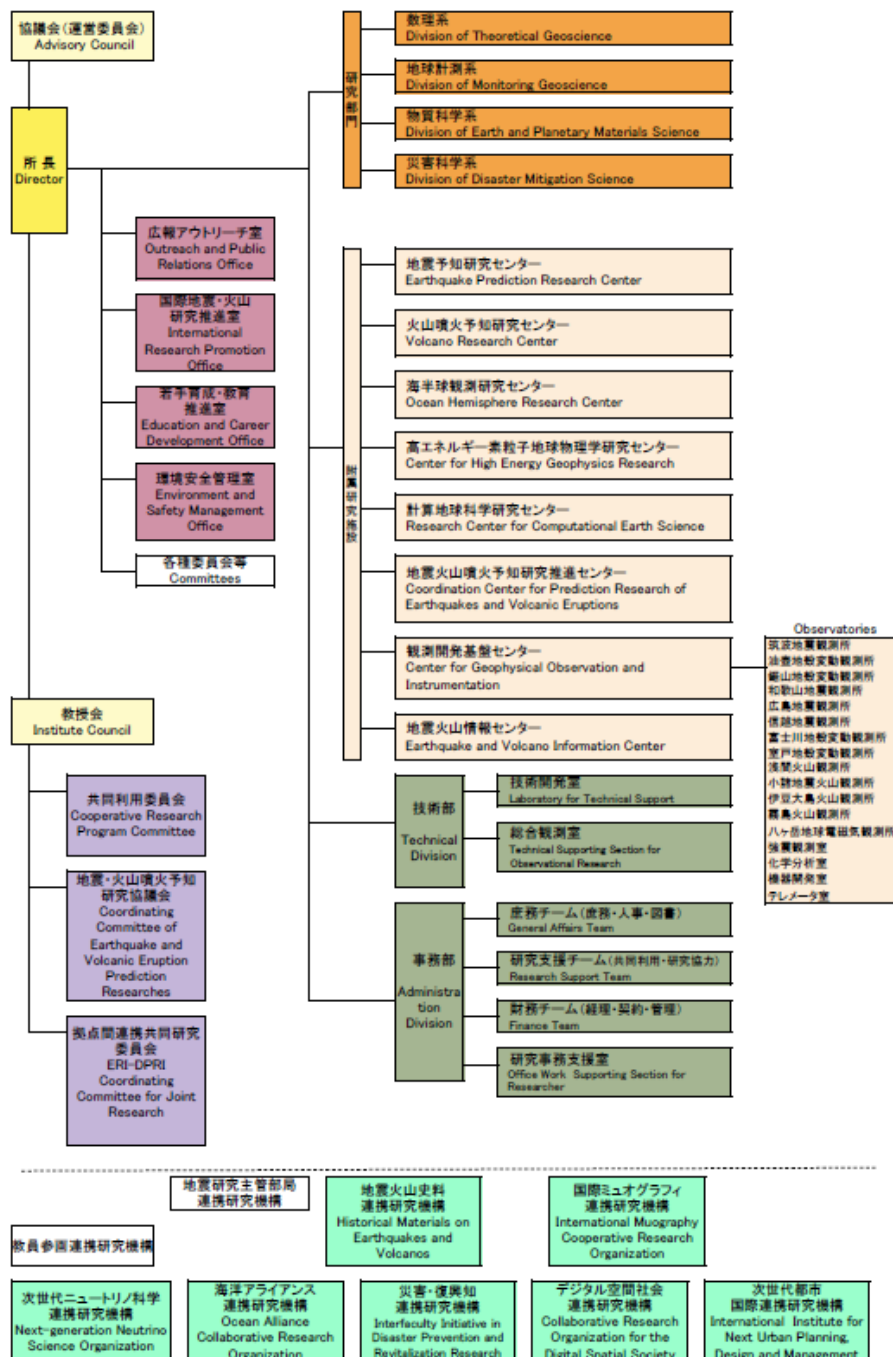


圖 2.8-1 東京大學地震研究所 組織圖



照片 2.8-1 及 2.8-2 參訪團與地震研究所木下教授交流



照片 2.8-3 及 2.8-4 參訪團與地震研究所平田名譽教授交流



照片 2.8-5 參訪團在東京大學地震研究所與二位教授&防災教育普及協會澤野次郎先生合影

Seismicity of the World

Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

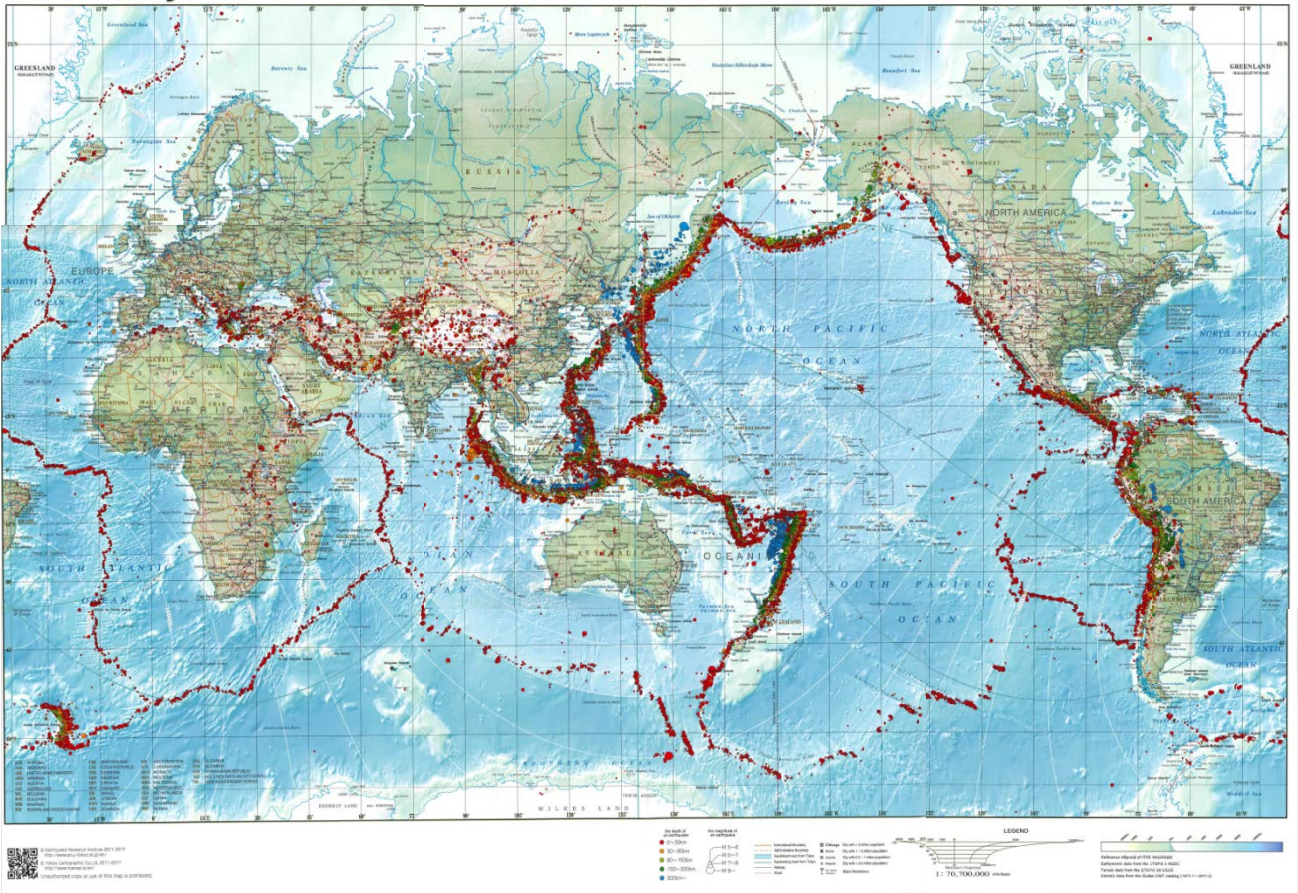
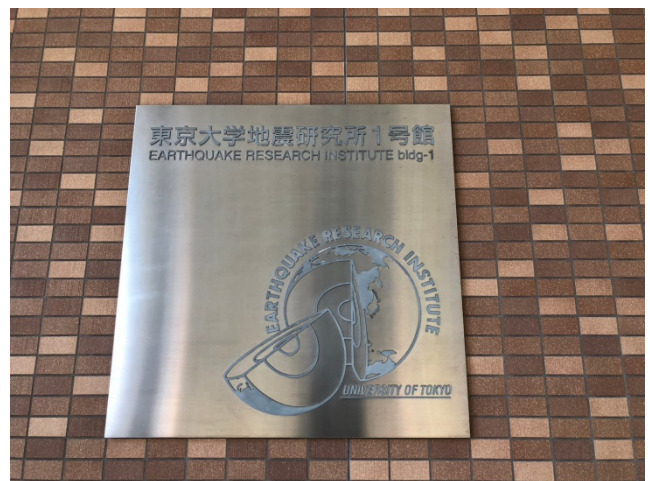


圖 2.8-2 東京大學地震研究所彙整之全球地震活動性示意圖



照片 2.8-6 及照片 2.8-7 東京大學地震研究所場館

2. 防災教育普及協會交流

防災教育普及協會是日本民間自主成立之一般性社團法人，致力於日本國內外防災教育的傳播和啟發、教材和程序的開發、驗證、研究等。會長平田 直名譽教授表示，地震、火山爆發、颱風、暴雨、大雪等各種自然災害之所以造成巨大的破壞，不僅因為自然的力量巨大，而且再多的科學技術也無法控制大地震的發生或大颱風的過程。然而，如果社會做好防災準備，就可以減少人員傷亡。儘管如此，災難對於每個人來說還是很少見的。為了將災害視為切身相關的問題，需要了解我們所居住的城市之性質和社會結構，並回顧一下鄰近的城市和不久前的災害。此外，放眼世界，有很多國家和地區與日本有著同樣的地質環境，需要應對自然災害。也希望能與國內外的許多人合作，通過防災教育普及活動為防災做出貢獻。

另防災教育普及協會澤野 次郎常務理事則表示，雖然政府部門會進行例行性之各項防災演練，但協會認為只有演練或訓練是不夠的，應該從教育著手，讓防災觀念深植於人心，所以該協會成立之目的就是要著重於培養各界重視防災的觀念。

防災教育普及協會並已建立從小學生、中學生至成人或親子間之相關防災教材，如果各機關或學校需要防災教育、研究、領導者培訓等實踐和支持相關的培訓和活動，協會也能派講師出去授課。



照片 2.8-8 參訪團林團長致贈防災教育普及協會澤野 次郎常務理事紀念品

防災教材活用ガイドチャート(中学生・一般版) ※裏面が「親子・小学生版」です。

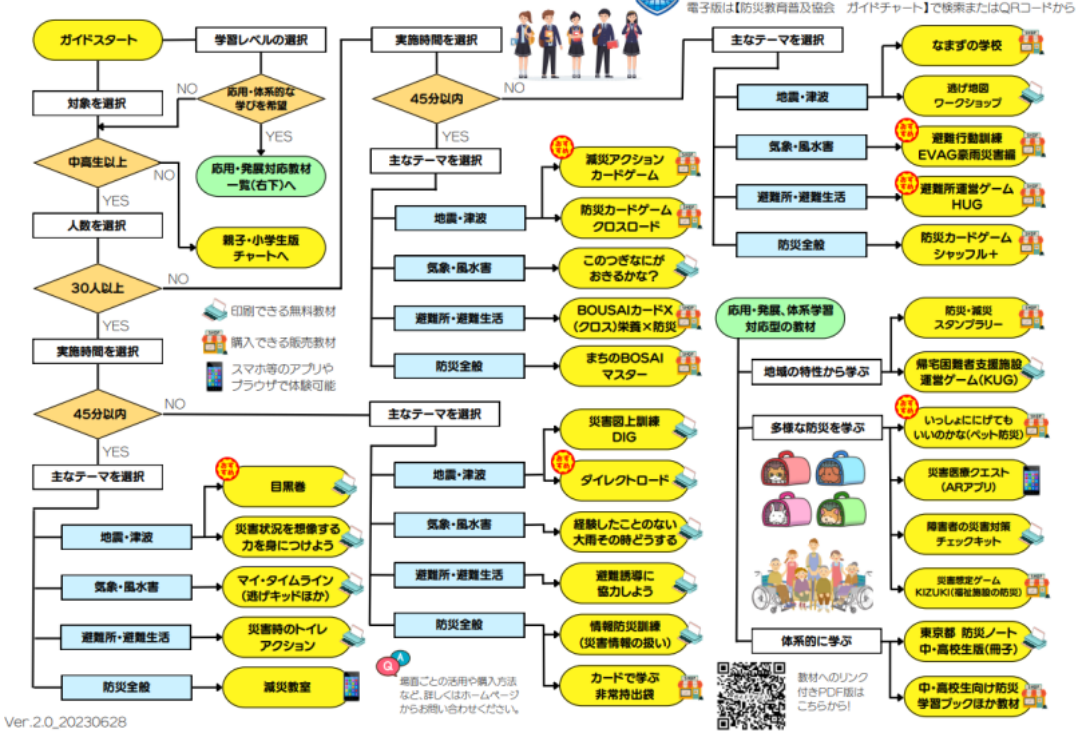


圖 2.8-3 防災教育普及協會製作之防災教材資料利用指南(中學生及一般成人版)

防災教材活用ガイドチャート(親子・小学生版) ※裏面が「中学生・一般版」です。

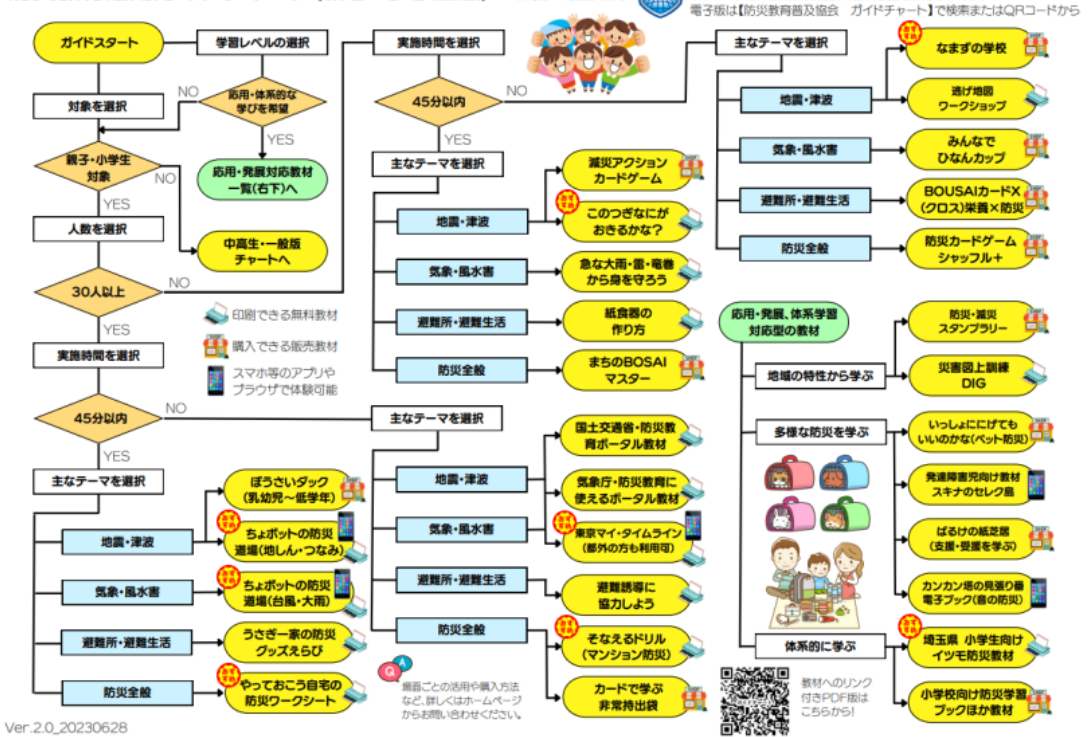


圖 2.8-4 防災教育普及協會製作之防災教材資料利用指南(親子及小學生版)



圖 2.8-5 防災普及協會辦理相關防災遊戲活動(資料照片)

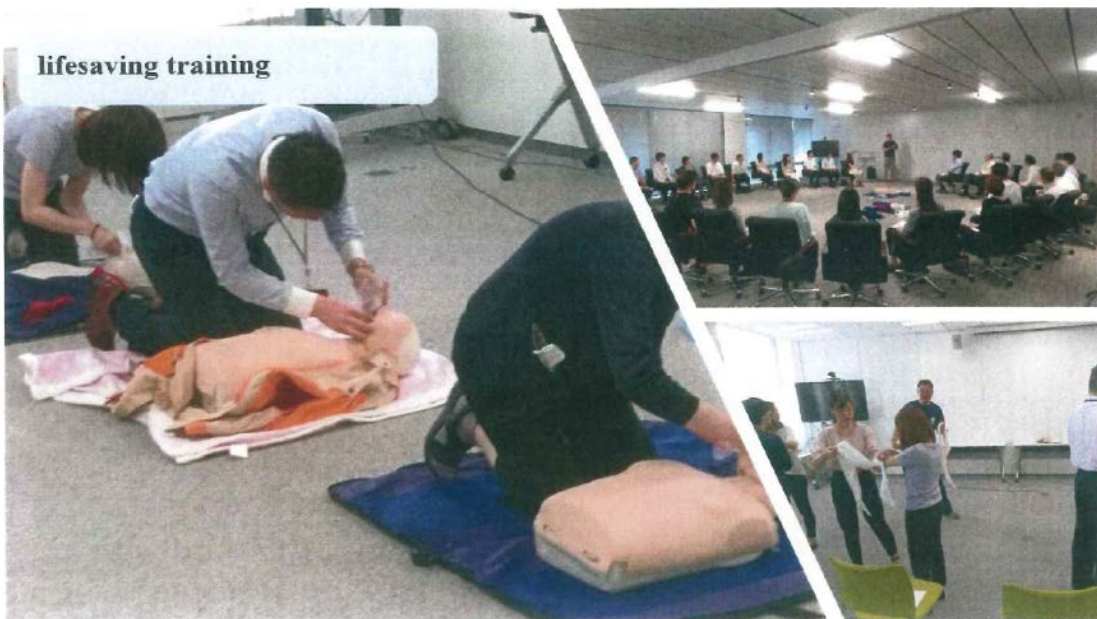


圖 2.8-6 防災普及協會辦理救生訓練(資料照片)

九、東京臨海廣域防災公園

☞ 參訪時間：2023 年 8 月 11 日下午 13：00

☞ 參訪地點：東京都江東区 東京臨海廣域防災公園(東京都災害緊急指揮中心預定處)

☞ 接待人員：東京臨海廣域防災公園 導覽人員

☞ 參訪重點：

1.東京臨海廣域防災公園簡介

東京臨海廣域防災公園是日本首都圈廣域防災的預定司令部，也是廣域支援單位的大本營及支援災害醫療工作的基地。園內設有“首都圈防災對策本部”之臨時辦公室，可以在發生首都直下型地震(指發生在都會區下方的淺層地震)等大規模災害時，匯總現場的受災情況，調整抗災救險的對策。東京臨海廣域防災公園與東扇島地區（川崎市）的物流控制中心可相互支援，發揮防災基礎設施的作用。

此外，本項設施為了能容納災難時大量人員與機具湧入，所以，保留了大面積公園空地，而為了提高公園平時的利用率，根據都市公園事業的規定，由國土交通省和東京都來共同分擔其規劃建設工作。此公園是按照以下三方面的定位來進行規劃建設的：

- (1) 平時，在相關部門機構的配合下，用於推動有關防災的信息交換、各種模擬演習以及訓練等活動，作為防災準備的場所。
- (2) 為國民提供各種體驗、學習、訓練機會，以增長國民對於防災的關注度，引導民眾掌握遇到實際情況時能應對災害的知識、智慧、技術，並培養自助及互助意識。
- (3) 充分利用位於臨海副都心這樣一個街區密集、客源豐富的地理位置，建成一個富有魅力的場所。國營公園佔地面積為 6.7 公頃，都立公園佔地面積為 6.5 公頃，總面積達 13.2 公頃。



照片 2.9-1 東京臨海廣域防災公園空照圖(摘自防災公園網站)



圖 2.9-1 東京臨海廣域防災公園之平面布置圖(摘自防災公園網站)

平時



災難發生時



在多功能廣場設置廣域支援部隊大本營時的情景 (根據 2004年新潟縣中越地震時的活動情況)

圖 2.9-2 臨海廣域防災公園平時為公園，災時為支援災害用地(摘自防災公園網站)

日本政府於東京都附近發生災害時的應對流程如下：

- (1) 東京 23 區發生 6 級以上地震 → 經判斷，認為情況特別異常、帶來的破壞性也很大時，召開內閣會議
- (2) 設置緊急災害對策本部 → 設置地點：首相官邸
指揮官：內閣總理大臣(註：即日本首相)
若在首相官邸不適合時，依下列順序設置
 - 中央合同廳舍(註：是日本中央省廳聚集的中央官衙地區)5 號館內
 - 防衛省內
 - 立川廣域防災基地內
- (3) 於臨海廣域防災公園設置災害現地對策本部→指揮官為內閣府副大臣或大臣政務官，負責整理當地災害信息，協調緊急災害對策（協調災區範圍內的廣域資源分配等）。
- (4) 從川崎港東扇島地區之核心廣域防災基地開始緊急物資運輸活動：包括從日本和海外接收物資、設備和救災物資；將設備、支援物資進行分類及向各災區運送物資等工作。

2. SONA AREA 簡介

東京臨海廣域防災公園內除了設置“首都圈防災對策本部”之臨時辦公室外，於其他空間設置了防災體驗學習設施『SONA AREA』。



照片 2.9-2 東京臨海廣域防災公園內設置之 SONA AREA 防災體驗學習設施

在『SONA AREA』的1樓防災體驗區，有可進行防災體驗模擬情境的『東京直下型地震 72 小時』。其係模擬都市發生大規模地震，重現了地震後損壞的街道，必須從中通過並前往安全的避難場所。

參加體驗活動須先預約，等預約時間到，工作人員會開始講解活動的目的和學習方法，每人會派發一部小平板電腦，其中有日文、中文及英文介面可供選擇。並在工作人員的引導下搭乘電梯，開始地震模擬情境及疏散過程，由於地震後通常伴隨停電，因此設定係昏暗的停電場景，只有避難誘導燈。於逃離大廈後，來到模擬受災街區，雖然都是佈景，但仍能感受到地震後的臨場感，有不同的的聲音和影像等，展現餘震不斷的場景。此時平板也會有指引，帶領遊客到每一處學習的位置，先看問題，再觀察，然後回答題目後有詳細解說，在逃難過程中透過前述互動式問答測驗方式，提升遊客之防災相關知識，讓遊客學習災害剛發生的黃金 72 小時裡該如何保命活下去的知識和技巧。



圖 2.9-3 『東京直下型地震 72 小時』之體驗內容及路線



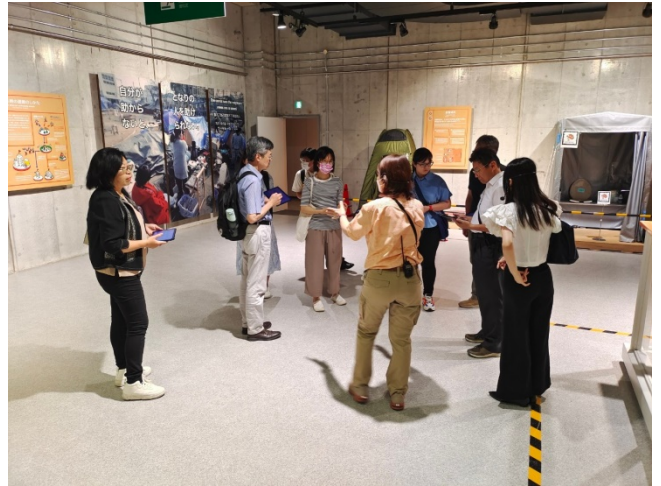
照片 2.9-3 及 2.9-4 工作人員先講解地震體驗活動的目的和學習方法



照片 2.9-5 及 2.9-6 參訪遊客依地震場景回答相關情境之問題



照片 2.9-7 及 2.9-8 參訪遊客依地震場景及平板電腦上的問題，逐一回答



照片 2.9-9 及 2.9-10 脫離災害區後進入避難區，工作人員講解如何使用平板獲取避難知識



照片 2.9-11 及 2.9-12 於避難處所應急搭建之紙板床及臨時廁所等緊急設施



照片 2.9-13 及 2.9-14 體驗模擬情境中展示東京直下型地震之各級地震搖晃程度

至於『SONA AREA』防災體驗學習設施的2樓則為防災知識學習區，這裡介紹首都直下型地震、多媒體學習防災知識、解說展板、實物展品等。

2F 防災學習區

基本準備

一個專注於每個人都需要記住的準備工作的領域。
不同的災難條件和時間安排可能需要不同的準備工作。
確保將任何人都可以用來準備的基本知識帶回家。



個人準備

一個領域致力於為自己和其他人記住的準備工作。
不同的個人需求和生活狀況可能需要不同的準備。
發現您可以為自己和所關心的人做的基本準備。

其他景點包括：

首都直下型地震特區 / 從事例鐘學習自助救援智慧區 / 操作室參觀窗 / 商品展覽

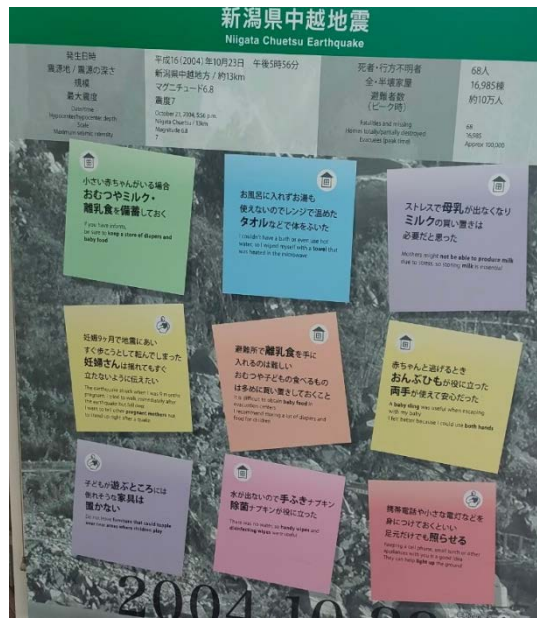
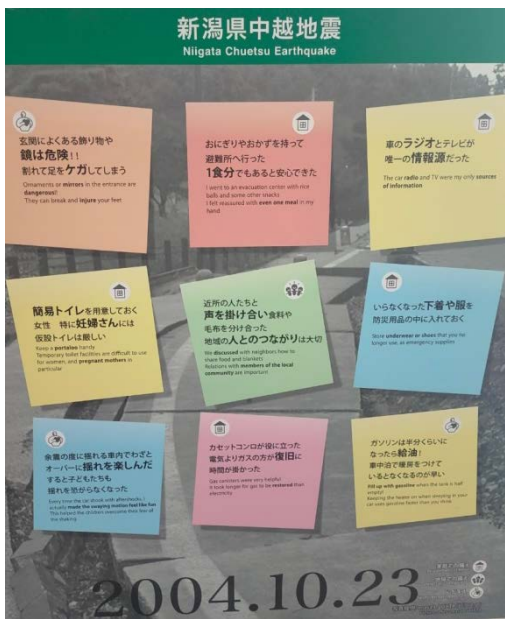
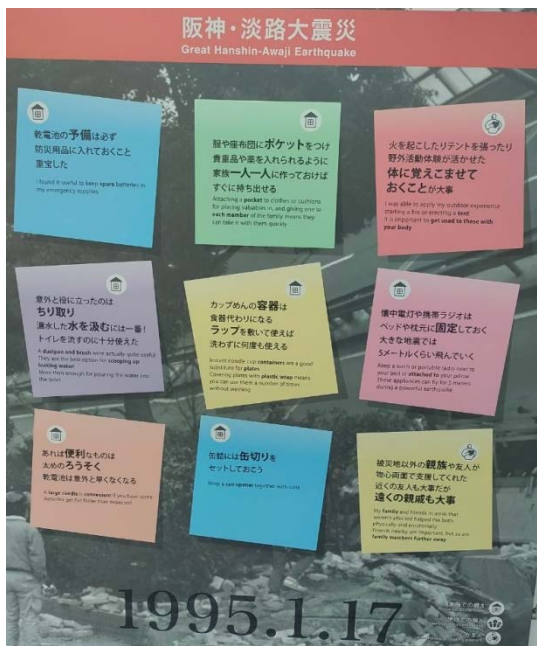
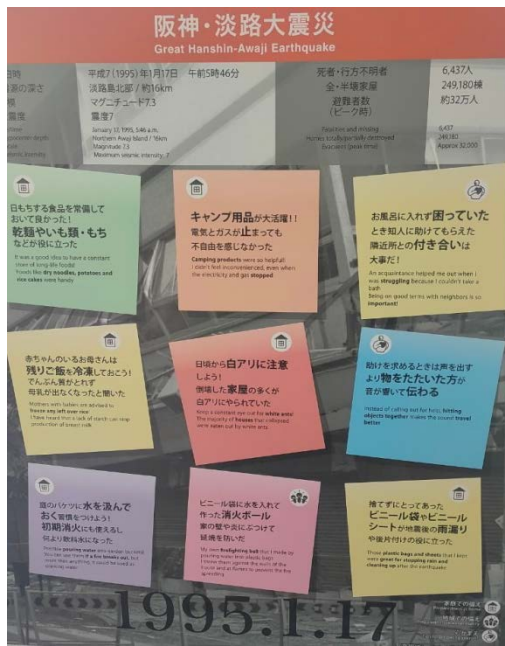
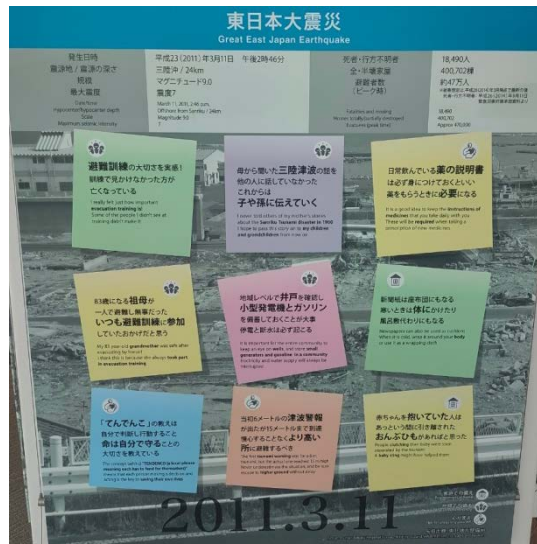
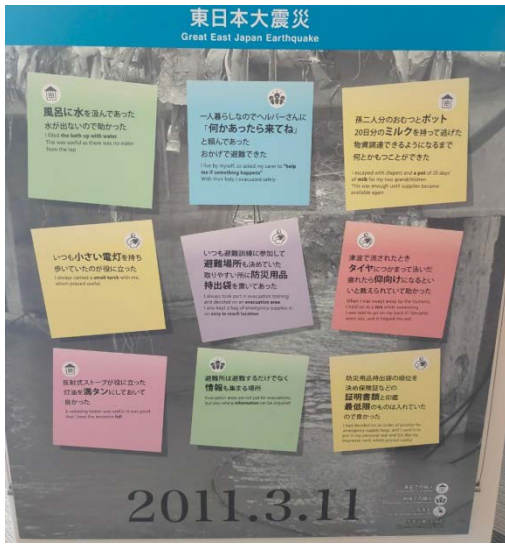
圖 2.9-4 防災學習區的空間布置，參訪當日有許多防災知識展示



照片 2.9-15 及 2.9-16 展示防災時會用到之生活用品



照片 2.9-17 及 2.9-18 展示災時應對措施及所需之用品



照片 2.9-19 至 2.9-24 展場中展示從東日本大地震、阪神大地震至中越地震中所獲取之知識

參、心得與建議

一、心得：

1. 日本防災科學技術研究所與國立環境研究所在組織改造後均由政府單位轉型為法人單位，前者主要在研發預測自然災害和人為災害發生、防止災害發生時之損害擴大及加速恢復重建等面向之相關科學技術，後者主要針對環境狀況之長期監測為主。都是為了可持續發展的社會而在政府資金的支持下，進行相關面向的努力。此與我國水產試驗所、林業試驗所、農業試驗所、水利規劃分署、國家實驗研究院…等單位之性質相近，但日本就基礎科學研究之範圍似更加廣泛。
2. 針對溫室氣體或地震災害之資料蒐集，除航空器(直升機、民航機等)、無人機、已建置之 IoT 感測器外，衛星影像也是重要的資訊來源之一。惟相較於溫室氣體濃度比較不會瞬間變化，地震災害評估受限於衛星繞著地球拍照的時間，不一定是地震災害發生之瞬間，需等待其回到災害地點上方，方能取得所需之影像，故會有時間上之落差。此時，為了能進行即時損失評估，其他訊息來源(例如社群網路的訊息)就很重要。至於日本在災害發生時，會參考資料庫內已建立之過去資料及相關參數，據以在最短時間內初步評估該次災害之損害程度，此與我國各領域災害評估(例如地震災害損失評估或水災防汛熱點評估)之原理相近。
3. 即時推布地震情報將有助於民眾之早期疏散和減輕損害，對高產值、高損失的半導體產業也會是直接受益對象。因此，除透過媒體或細胞廣播發布訊息之外，為更快獲得信息，或許可以參考白山工業株式會社之商業模式，基於對人的生命安全保障或產業損失降低等考量，於有需求地點直接裝設地震監測設備，或既有地震監測設備可透過物聯網連線，讓有需求的單位直接接收最新資訊。
4. 柏之葉及藤澤永續智慧社區均將創能、儲能及節能方面之措施納入社區建設之考量，透過供電來源多元化可以降低停電風險，也能部份因應國際能源價格持續上漲影響。此外，將家戶產電量、用電量等資訊通過視覺化能源管理系統呈現，並提供專業之能源諮詢服務，可以提升能源管理效率、幫助居民控制過度用電、減少二氧化碳排放；至於儲電設備可以抑制用電高峰時的外部電力、也能在停電災

害發生時，優先提供電梯及避難處所用電等。這些是未來環保且提升居住安全的重要參考。

5. 永續智慧社區雖然在居住舒適之前提下，於能源、環境、安全等面向均考慮詳盡，為未來都市建設之典範，但其居住成本難免較一般傳統社區要高（依導覽員口述柏之葉社區與 25 公里外之東京都市中心相當，至於藤澤社區當初推出時則約較鄰近社區高約 15%），因此需要有共同愛地球與認同環保永續觀念之居民，方得有緣在永續智慧社區共同生活。而我國相關物聯網之後續推動，無可避免會面臨成本問題，必須能真正改善百姓的生活方式，方有誘因驅使人民自發性使用。
6. 本次參訪柏之葉智慧城市示範社區與藤澤永續智慧社區，觀察二社區不同之處在於柏之葉智慧城市示範社區以大樓為主，而藤澤永續智慧社區則有較大比例是獨棟透天，因此後者較有空間於自家設置太陽能光電板或裝設以天然氣作為燃料的家用發電機(ENE-FARM)，故有利於自己創造能源，也使其家戶二氧化碳減排可以超過既定 70%目標（註：藤澤 CO₂減排 82%，人均用水量降低 34%，均超過原訂目標。雖然依導覽員口述，部分住宅為居民之第二戶房屋，亦即有部分居民屬非常住人口，此會有利於提高減排數據，惟即便如此，藤澤永續智慧社區所推行之各項措施仍為先進且相當好的示範案例）。
7. 陶瓷膜過濾系統是日本過去 10 年新興的水處理技術，其優點是相較於傳統淨水場所需用地面積小，甚至可以在老舊淨水場翻新改建時，仍維持既有淨水場持續供水(案例是日本靜岡縣的川井淨水廠)。此外，陶瓷設備有耐用之優勢，不使用時也不必像其他 UF 或 RO 膜必須有特殊處理方式(例如浸泡藥水保存)，且產水率高達 98%，耗電量也較小(以川井淨水廠為例，僅需 11.5 公尺水頭即可運作)，因此，採用的案例已愈來愈多。
8. 目前台灣尚未有針對防災教育的專屬教育場所，大多是以學校、公園等作為主要避難場所，而百姓平時在學校、公園進出活動較難與防災意識產生連結。此外，除了政府與學校方面的防災演練外，亦需要透過從小到大各階段之教育來培養與建立防災意識，或許可以參考日本臨海廣域防災公園設置專屬空間(類似

我國國立自然科學博物館)，讓防災知識更容易進入一般民眾生活中，再透過舉辦防災活動來持續宣導強化防災觀念。

9. 在氣候變遷、傳染病、不斷變化的地緣政治局勢下，全球持續面臨調適與改善壓力。如何利用多元化的想法和技術來創建一個安全可靠、低碳循環、舒適便捷的永續示範城市是一項挑戰。而隨著物聯網之發展趨勢，原則上未來會有更多設施或家用設備安裝感測元件，而這些感測所得之資訊則被用於改善城市居民的生活方式。物聯網的發展趨勢非僅侷限於空氣、地震、水資源及防災等公共事務，其他家庭設備或私人事務(如汽車)之物聯網也有很大的發展空間。

二、 建議：

1. 有關 METAWATER 可置於貨車上運輸之小型集裝式陶瓷膜系統，因通過孔徑為 $0.1 \mu m$ ，相當於 MF 至 UF 間之處理程序，而其相較於水利署目前已有之 Q-WATER 或緊急海淡機組 (均屬 RO 處理程序)，因陶瓷膜通過孔徑較大，故產水率也較高，耗電量較小，應更適用於特定用途(例如從滯洪池或池塘取水過濾後產水等)，且陶瓷設備不使用時之保存不像 RO 膜須有特殊之處理程序(例如浸泡於藥水中)，就防災緊急使用設備而言有其便利性，亦能作為前述 Q-WATER 或緊急海淡機組之前處理系統，降低 RO 膜之損耗，延長其使用壽命。
2. 陶瓷膜過濾系統之需地範圍小，後續若有淨水場更新改善，或新設淨水場或海淡廠等需求，但苦於用地範圍不足者，似可將相關技術納入考量。此外，陶瓷膜過濾系統之陶瓷性質具耐用性，其反沖洗功能亦能儘量維持孔徑不受阻塞影響。因此，針對原水容易高濁地區，除透過固定於河床下的伏流水取水設施來克服高濁度情況外，透過調度地面上可移動式之大型集裝型陶瓷膜過濾系統支援原有淨水廠之混凝、沉澱、過濾系統，似可進一步研究其經濟可行性(註：採貨櫃移動式即可彈性支援各廠，與伏流水設施須預先埋設好有所不同)。
3. 台灣與日本相同，均面臨少子化問題，尤其是科技產業大量磁吸理工科系畢業生後，水務產業或能源管理引進自動化技術已是不可避免之趨勢。此外，透過科技或數位治理，可以減少部分人力需求(例如水資源物聯網中之淹水感測器即時回

報淹水深度，即可以縮短傳統派員至現場確認情況之人力與時間，降低人力需求並加速解決問題。)；此外，智能化水務管理如 METAWATER 所採取之一元管理(資訊上傳使監控中心全盤掌握)、技術共有(相關同仁都可透過隨身攜帶的小平板電腦上網查詢 know how，包括這個設備的供應商、維修人員電話、設備操作手冊等)及技術繼承(已退休人員之操作經驗)等方式，亦可部份克服人力緊缺或人員異動快速問題。