

公務出國或赴大陸地區報告（出國類別：考察）

115 年環境政策規劃國際研習計畫 （日本班）

服務機關：臺中市政府環境保護局

姓名職稱：吳盛忠局長、江明山主任秘書

派赴國家：日本

出國期間：115 年 6 月 28 日至 7 月 4 日

報告日期：115 年 8 月 5 日

摘要

本次「115 年環境政策規劃國際研習（日本班）」於 115 年 6 月 28 日至 7 月 4 日前往日本東京及石川縣研習，以「循環經濟、環境教育、公廁管理及災害韌性」為主軸，透過官方拜會、專題交流及實地研習，深入了解日本環境政策推動及地方治理經驗。研習期間首先拜會東京都副知事及東京都環境局，交流都市永續治理、資源循環、廢棄物管理數位轉型及鋰電池火災防治等政策，並參與臺日循環經濟交流論壇，掌握產品數位護照（DPP）、生產者延伸責任（EPR）及塑膠、紡織、關鍵金屬與鋰電池循環利用等國際趨勢。

實地研習方面，包括港區立 Eco Plaza、東京港野鳥公園及東京都虹下水道館等環境教育設施，了解日本如何結合市民參與、生態保育、都市基礎設施及互動展示推動全民環境教育；拜訪日本財團推動之 SPOGOMI 及東京公廁計畫（TTT），並參與如廁文化課程及特色公廁實地導覽，深入了解公廁設計、友善環境營造及長期維護管理機制；前往石川縣七尾市大田、和倉溫泉及中島災害廢棄物暫置場，學習災害廢棄物源頭分類、暫置場管理、跨區調度及災後復原制度；另參訪町田市熱能回收中心、東京中央防波堤掩埋場、瑞索納克川崎廠及生物能源公司，了解焚化發電、廚餘厭氧消化、生質能源、塑膠化學回收、最終處分及資源循環等技術與營運模式，體現日本由廢棄物管理邁向循環經濟的完整體系。

本次研習深刻體認，日本環境治理成功關鍵在於完善法制、中央與地方分工合作、企業及民間共同參與，以及長期推動環境教育，使政策、技術與社會參與形成良性循環。各項設施均兼顧環境保護、資源循環及教育功能，並依地方特性持續精進管理模式。未來我國可借鏡日本經驗，持續強化跨部會協作、提升災害廢棄物整備能力、推動廚餘與廢塑膠高值化利用、深化全民環境教育及公廁設施管理，並依我國法制、產業及地方條件推動在地化應用，逐步提升資源循環效能、環境治理韌性及永續發展成果，作為我國推動淨零轉型與循環經濟政策的重要參考。

。

目錄

壹、前言	1
貳、行程概要與成員組成	1
一、行程安排	1
二、討論主題	3
三、團員組成	6
參、考察重點彙整.....	12
一、臺灣環境部、地方環保局與東京都交流座談.....	12
二、臺日循環經濟交流論壇	14
三、環境教育：港區立 Eco Plaza.....	17
四、SPOGOMI 聯盟.....	18
五、東京廁所計畫 THE TOKYO TOILET (下稱 TTT 計畫).....	21
六、如廁文化及公廁維護管理研習.....	23
七、石川縣七尾市災後廢棄物暫置場	31
八、町田市熱能回收中心	36
九、東京新海面處分場	49
十、東京超級生態城－生物能源有限公司(バイオエナジー株式会社).....	60
十一、Resonac 控股公司（株式會社レゾナック・ホールディングス）	69
十二、環境教育：東京港野鳥公園.....	81
十三、環境教育：東京都虹下水道館	82
肆、心得與建議.....	85
一、東京都環境局交流.....	85
二、臺日循環經濟交流論壇	86
三、港區立 Eco Plaza 環境教育中心推動經驗交流	88
四、SPOGOMI 及東京公廁計畫(TTT)推動經驗交流	89
五、日本如廁文化與廁所管理	91
六、石川縣七尾市災後廢棄物暫置情況與實務經驗交流	92
七、町田市熱能回收中心運作	99
八、中央防波堤掩埋場運作實務交流.....	103
九、瑞索納克株式會社川崎廠廢塑膠再利用製氨經驗交流	106

十、生物能源公司廚餘沼氣發電運作情形與實務經驗交流.....	110
十一、東京港野鳥公園環境教育中心運作實務經驗交流	114
十二、東京虹之下水道館民眾環境教育課程體驗.....	115
伍、綜合心得與建議	116

表目錄

表 1、115 年環境政策規劃國際研習計畫（日本班）行程概要	2
表 2、臺灣及日本減碳路徑圖比較	75

圖目錄

圖 1、日本官方網站： https://en.nf-spogomiwc.com/open2027/	19
圖 2、SPOGOMI 日本世界盃賽制說明	20
圖 3、TTT 計畫 17 座廁所地圖 (網站： https://tokyotoilet.jp/en/)	29
圖 4、石川縣七尾市災後廢棄物暫置場所相對位置圖	31
圖 5、能登半島地震災情	32
圖 6、災害廢棄物暫置場所	33
圖 7、大田廢棄物暫置場所現場講解	34
圖 8、大田廢棄物暫置場所現場作業情形	34
圖 9、中島廢棄物暫置場所現場講解	35
圖 10、中島廢棄物暫置場所現場作業情形	35
圖 11、災害廢棄物中央與地方支援制度(日方提供)	36
圖 12、町田市熱能回收中心現場參訪情形 1	38
圖 13、町田市熱能回收中心現場參訪情形 2	38
圖 14、町田市熱能回收中心分選設施	39
圖 15、町田市熱能回收中心橫躺式發酵設施（左右各 1）	39
圖 16、町田市熱能回收中心環教設施入口（含大合照）	40
圖 17、熱回收設施	41
圖 18、沼氣化設施	42
圖 19、不可燃和大型垃圾處理設施	43
圖 20、町田市生物能源中心參觀路徑圖	45
圖 21、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(1/5)	46
圖 22、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(2/5)	46
圖 23、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(2/5)	47
圖 24、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(4/5)	47
圖 25、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(5/5)	48
圖 26、町田市熱能回收中心至中央防波堤區域：新海面處分場路線圖	49
圖 27、東京都 23 區焚化廠設施清單	50
圖 28、東京新海面處分場廢棄物允收標準（日方提供）	52
圖 29、東京新海面處分場分布圖	54
圖 30、東京新海面處分場場區建設與分區	55
圖 31、東京新海面處分場介紹（日方 DM）	57
圖 32、東京新海面處分場參訪（上）及大合照（下）	59

圖 33、東京新海面處分場機具（上）及現場（下）	59
圖 34、東京新海面處分場廢棄物進場路線指標	60
圖 35、日本廢棄物產生趨勢	61
圖 36、收受處理之食品廢棄物樣態.....	64
圖 37、製程流程圖.....	65
圖 38、沼氣收集槽.....	66
圖 39、有機廢棄物投入口開啟（左）及車輛進廠狀況（右）	68
圖 40、有機廢棄物投入口近照（左）及發酵後沼渣（右）	68
圖 41、臺灣最佳化一般廢棄物處理設施溫室氣體直接排放減量路徑	70
圖 42、日本各情境至 2050 年的溫室氣體排放路徑	72
圖 43、廢塑膠處理方式比例-先進創新情境	73
圖 44、廢塑膠材料來源與成分	74
圖 45、川崎控股公司廢塑膠料源現況（上）及收集現場狀況（下）	78
圖 46、川崎控股公司設施現況（上）及製程解說（下）	79
圖 47、川崎控股公司設施製程解說-續	80
圖 48、川崎控股公司廢塑膠料源破碎後（左）及造粒後（右）	80
圖 49、川崎控股公司設施大合照（下）	81

115 年環境政策規劃國際研習計畫（日本班）

壹、前言

隨著全球氣候變遷環境治理邁入淨零排放與數位轉型階段，我國環境政策推動更需透過政府部門與民間共同參與，培育具備國際視野與實務執行力的領導人才，落實跨領域、跨部會合作的創新治理。我國並以「2050 淨零排放政策」為政策推動之核心，以能源轉型、產業轉型、生活轉型、社會轉型等四大目標推動轉型，及科技研發、氣候法制兩大治理基礎制定十二項關鍵戰略，落實淨零排放及產業能源污染源減量與轉型，以達永續發展目標。

因此，國家環境研究院(以下簡稱國環院)依國家重大政策議題與環保施政目標，掌握國際趨勢與國際交流研習，特辦理「115 年環境政策規劃國際研習計畫」(以下簡稱本計畫)，旨在透過實地考察國外先進國家實務政策，強化與國外政府部門組織及企業觀摩交流，作為我國未來環境政策制定與優化之參考依據；並於 115 年 6 月 28 日至 7 月 4 日於日本東京辦理研習作業（簡稱日本班）。

日本班聚焦於「環境治理」、「資源循環」及「環境教育」三大核心主軸，延伸探討包含環境衛生、環境管理、SPOGOMI、災後廢棄物暫置處理、資源循環、水與生態環境教育、資源循環等相關議題，以東京都為主要研習地點並輔以町田市及能登半島石川縣七尾市等地點進行研習，深入瞭解當地政府機關或相關民間團體建設「資源循環型社會」及「落實環境教育」等之實務成效，包含環境衛生設施與相關機關單位、廚餘沼氣發電、災後廢棄物處置等實務設施之運作，及 SPOGOMI 結合民間力量的環教創新模式，期透過國際交流建立長期合作管道，並將相關推動經驗作為我國相關政策推動之借鏡。

貳、行程概要與成員組成

一、行程安排

本次考察出國期間為 115 年 6 月 28 日至 7 月 4 日共計 7 天，主題包括拜會東京都副知事及東京都環境局、SPOGOMI、如廁文化與公廁管理、災後廢棄物暫置處理、一般廢棄物處理、掩埋及生質能、環境教育中心運作等內容，作為我國未來相關政策與技術推動之參考，相關行程概要詳表 1。

表 1、115 年環境政策規劃國際研習計畫（日本班）行程概要

日期	工作內容概要
第一天 115.06.28（日）	去程 - 時間：06:50-18:15 - 台北至東京路程及課程、環境介紹 - 地點：東京
第二天 115.06.29（一）	- 時間：08:30-17:30 - 與會機構/單位：東京都副知事、東京都環境局、臺日循環經濟交流論壇、港區立 eco plaza - 地點：東京
第三天 115.06.30（二）	- 時間：08:30-12:00 - 與會機構/單位：SPOGOMI、東京廁所計畫（TTT） - 地點：東京
	- 時間：13:00~17:30 - 與會機構/單位：如廁文化與公廁管理課程、TTT 廁所設計參訪 - 地點：東京
第四天 115.07.01（三）	- 時間：07:00-18:30 - 與會機構/單位：石川縣七尾市災後廢棄物暫置場 - 地點：石川縣七尾市（當日返東京住宿）
第五天 115.07.02（四）	- 時間：08:00-12:00 - 與會機構/單位：町田市熱能回收中心 - 地點：東京
	- 時間：13:30-14:30 - 與會機構/單位：東京中央防波堤掩埋場 - 地點：東京
	- 時間：15:30-18:00 - 與會機構/單位：瑞索納克股份有限公司川崎廠 - 地點：東京

日期	工作內容概要
第六天 115.07.03（五）	- 時間：08:30-18:30 - 與會機構/單位：生物能源有限公司、東京港野鳥公園環境教育中心、東京都虹下水道館環境教育中心 - 地點：東京
第七天 115.07.04（六）	- 時間：08:30~15:30 - 東京至台北路程及資料整理討論 - 地點：台北

二、討論主題

日期	行程概要	日方出席人員	討論主題
第一天 115.06.28 （日）	台北至東京路程	無	課程內容討論
第二天 115.06.29 （一）	拜會東京都副知事及東京都環境局	- 東京都副知事宮坂學、東京都外務長桑原 敦、政策企画局外務部長 波戸 尚子、政策企画局外務担当部長 織田 洋輔、政策企画局国際戦略担当部長 小澤賢治 - 東京都環境局局長宮澤 浩司、資源循環推動課長塚田 泰久	- 基於 SusHi Tech Tokyo 2026 的論壇基礎，期許在都市永續發展、能源與數位科技領域，共同攜手建立更好的未來。 - 了解及交流討論東京都廢棄物管理三大政策課題（回收高度化、廢棄物管理數位轉型、鋰電池火災防止）及日本 3R 政策。
	港 區 立 Eco Plaza	港區立 Eco Plaza 副館長中尾 有香子	日本社區環境教育中心成立的宗旨、營運內容與經營方向。
	臺日循環經濟交流論壇	參議員淺尾 慶一郎、京都大學教授高	就塑膠、紡織、關鍵金屬及鋰電池等資源

日期	行程概要	日方出席人員	討論主題
		岡 昌輝、臺日講師 及與會人員約 100 人	循環實務經驗進行臺 日交流。
第三天 115.06.30 (二)	SPOGOMI 推動經驗 及東京公 廁 計 畫 (TTT)推 動經驗	- 日本財團 SPOGOMI 聯盟理事長 玉澤 正 德、常務理事 馬見 塚 健一 - 日本財團課長 山田 哲子	- 了解 SPOGOMI 成立宗 旨、推動經驗、成 果，並就參與方式進 行討論。 - 了解東京廁所計畫 (The Tokyo Toilet, TTT) 的推動緣起、設 計理念、推動經驗與 現況
	如廁文化 與公廁管 理課程、 TTT 廁所 設計參訪	川內美彥博士、日本 廁所協會理事長山本 耕平	就日本友善及韌性公 廁的推動現況與日本 如廁文化（公廁管理 經驗與民眾體驗）進 行交流討論，並實地 參訪東京公廁計畫 TTT 之 3 座廁所，了解 其設計理念與管理現 況
第四天 115.07.01 (三)	石川縣七 尾市災後 廢棄物暫 置場	石川縣生活環境部資 源循環推進課課長 岡 秀雄、主任主事 楠 章史、吳田 周 平。七尾市市民生活 部部長山本 昌文、 市民生活部環境課課 長室矢 祥真	了解能登半島地震之 災後廢棄物暫置情 形，並就災後廢棄物 分類、收集、暫置、 處理架構與推動經驗 進行交流討論

日期	行程概要	日方出席人員	討論主題
第五天 115.07.02 (四)	町田市熱能回收中心	町田市環境資源部部長岩岡 哲男、循環型設施管理課長平川 浩二、資源化推進係狩野 修、及其他同仁。	了解町田市熱能回收中心設立與運作現況，並就生質能運作情形進行交流討論。
	東京中央防波堤掩埋場	東京都環境公社技術支援部中防管理事務所指導員（見學擔當）金田 忠世、調整係（見學擔當）中里 宗八、東京都環境公社環境共生部循環經濟推廣中心 推廣組主任 青木 友孝	了解東京中央防波堤掩埋場設置與管理情形及預備災害廢棄物場地運作狀況。
	瑞索納克股份有限公司川崎廠	瑞索納克股份有限公司基礎化學品事業部GX 戰略推進部專員別府 隆幸、稻岡 礼子	了解廢塑膠氣化再利用製氨之製程，並就其再利用經營與廢塑膠回收再利用情形進行交流討論
第六天 115.07.03 (五)	生物能源有限公司	東京都環境公社技術支援部中防管理事務所指導員（見學擔當）金田 忠世、生物能源公司事業開發部 中北 篤史	了解與交流廚餘沼氣發電設施運作與相關管理情形
	東京港野鳥公園環境教育中心	東京港埠頭株式會社公園事業部公園中心事業課長岡野 謙、野鳥公園係荒木 凌	了解東京港野鳥公園環境教育中心成立緣起、營運情形、環境教育設施管理等內

日期	行程概要	日方出席人員	討論主題
		輔	容，並交流臺灣相關經驗
	東京都虹下水道館環境教育中心	館長永光 智之	參訪下水道環境教育館，體驗導覽解說並了該館環境教育推廣內容與
第七天 115.07.04 (六)	東京返台北路程	無	課程資料整理與討論

三、團員組成

(一) 環境部、環境管理署及國家環境研究院

項次 No.	姓名 Name	職稱 Title	單位 Institute
1	沈志修 Shen, Chih-Hsiu	常務次長 Deputy Minister	環境部 Ministry of Environment
2	宋宜均 Sung, Yi-Chun	秘書 Secretary	環境部 Ministry of Environment
3	李佳禾 Lee, Chai-Ho	科長 Section Chief	環境部綜合規劃司 Department of Comprehensive Planning, Ministry of Environment
4	李涵芸 Lee, Han-Yun	科長 Section Chief	環境部環境管理署 Environmental Management Administration, Ministry of Environment
5	陳俊源 Chen, Chun-Yuan	科長 Section of Chief	環境部環境管理署 Environmental management administration, ministry of environment
6	黃佳雯 Huang, Chia-Wen	技士 Associate Technical Specialist	環境部環境管理署 Environmental Management Administration, Ministry of Environment
7	余欣盈 Yu, Hsin-Ying	技士 Environmental and Resources Management Technical Specialist	環境部環境管理署 Environmental Management Administration, Ministry of Environment
8	郭瓊梅 Kuo, Chiung Mei	副研究員 Associate Research Fellow	國家環境研究院 National Environmental Research Academy

項次 No.	姓名 Name	職稱 Title	單位 Institute
9	蔡佳恩 Tsai, Chia-En	特約管理師 Coordinator	國家環境研究院 National Environmental Research Academy

(二) 地方環保局

項次 No.	姓名 Name	職稱 Title	單位 Institute
1	朱益君 Chu, I-Chun	副局長 Deputy Director General	新北市政府環境保護局 Environmental Protection Department, New Taipei City Government
2	葉孟芬 Yeh, Meng-Fen	副局長 Deputy Director General	桃園市政府環境保護局 Department of Environmental Protection, Taoyuan City Government
3	吳盛忠 Wu, Sheng-Chung	局長 Director General	臺中市政府環境保護局 Environmental Protection Bureau, Taichung City Government
4	江明山 Chiang, Ming-Shan	主任秘書 Chief Secretary	臺中市政府環境保護局 Environmental Protection Bureau, Taichung City Government
5	許仁澤 Hsu, Jen-Tse	局長 Director General	臺南市政府環境保護局 Environmental Protection Bureau, Tainan City Government
6	黃世宏 Huang, Shih-Hung	副局長 Deputy Director General	高雄市政府環境保護局 Environmental Protection Bureau, Kaohsiung City Government
7	許嘉琦 Hsu, Chia-Chi	局長 Director General	宜蘭縣政府環境保護局 Environment Protection Bureau, Yilan County Government
8	黃維祥 Huang, Wei-Hsiang	副局長 Deputy Director General	彰化縣環境保護局 Environmental Protection Bureau, Changhua County
9	楊啓明 Yang, Chi-Ming	副局長 Deputy Director General	嘉義縣環境保護局 Environmental Protection Bureau, Chiayi County
10	黃權煒 Huang, Chuan-Wei	局長 Director General	臺東縣環境保護局 Environmental Protection Bureau, Taitung County
11	管鳳珠 Kuan, Feng-Chu	副局長 Deputy Director General	基隆市環境保護局 Bureau of Environmental Protection, Keelung City

第二天(115.06.29)拜會東京都副知事



雙方交流討論



雙方合照

第二天(115.06.29)東京都環境局交流



第二天(115.06.29)港區立 Eco Plaza 交流



簡報說明及討論



生態園解說

第二天(115.06.29)臺日循環經濟交流論壇



環境部沈志修次長致詞



與會者合照

第三天(115.06.30)SPOGOMI、東京廁所（TTT）計畫交流



SPOGOMI 致詞



說明 SPOGOMI 制度



東京公廁計畫說明



合影

第三天(115.06.30) 如廁文化及公廁維護管理研習



研習交流討論



簡報說明

第三天(115.06.30) 編號 7-透明廁所



講師現場解說



透明廁所

第三天(115.06.30) 編號 6-香菇廁所	
	
講師現場解說	香菇廁所
第三天(115.06.30) 編號 1-笹塚綠道公衆トイレ廁所	
	
講師現場解說	笹塚綠道公衆トイレ廁所
第四天(115.07.01) 石川縣七尾市暫置場	
	
現場解說與交流	暫置場現況
第五天(115.07.02)町田市熱能回收中心	
	
交流與討論	合影

第五天(115.07.02)東京新海面處分場



現場參訪與解說



合影

第五天(115.07.02)Resonac 控股公司



現場參訪與解說



合影

第六天(115.07.03)生物能源有限公司(バイオエナジー株式会社)



簡報說明



交流與討論

第六天(115.07.03)東京港野鳥公園



園區講解



合影

第六天(115.07.03)東京都虹下水道館	
	
參訪與解說	合影

參、考察重點彙整

一、臺灣環境部、地方環保局與東京都交流座談

(一) 與東京都宮坂學副知事談話重點摘要

1. 東京都宮坂學副知事致詞

副知事首先感謝臺灣環保代表團訪日，雙方已有多年交流基礎，去年 9 月曾訪問臺北、高雄，持續深化合作關係。今年 SusHi Tech Tokyo 2026 為第四屆，共吸引約 100 個國家、6 萬人參與，臺灣共有 727 家新創企業參與。期許在能源與數位科技領域，共同攜手建立更好的未來。

2. 臺灣環境部沈次長致詞

本次環境部共有三個考察團訪日，特別著重在災後廢棄物管理、資源循環／8+N 政策、廢車回收處理產業等。另今日下午將舉辦產學論壇，日臺廠商與專家學者約 100 人與會。

(二) 與東京都環境局宮澤浩司局長交流座談

1. 宮澤局長說明東京都廢棄物管理三大政策課題，並於稍後由資源循環推動課長塚田泰久報告日本 3R 策略

- (1) 回收高度化：以往塑膠與金屬混合燃燒處理，現推動分類精細化——塑膠歸塑膠、金屬歸金屬，提升回收品質。

- (2) 廢棄物管理數位轉型：因廢棄物處理手續複雜、數位化困難，現推動手續簡化與數據化，並支援中小企業導入 AI，協助廢棄物的收集與運送管理。
- (3) 鋰電池防火災：鋰電池廣泛存在於電風扇、耳機、手機等日常用品，引發火災風險高。現加強呼籲市民於垃圾分類時妥善分別處理，並重視鋰電池的迴收管理。

2. 臺灣環境部沈次長回應

- (1) 臺灣資源回收政策長期師法日本，目前垃圾與資源分類已成為民眾生活習慣。
- (2) 臺灣資源回收核心機制為「立法規範 + 設立回收基金」，確保制度順暢運作。
- (3) 本月立法院已通過《廢棄物清理法》修正草案及《資源循環推動法》兩項重要法案，相信對於臺灣在資源循環及廢棄物管理工作會有很大進展。

(三) 沈次長特別說明事項

- (1) 彭部長希望邀請日方東京都包括宮坂學副知事、環境局宮澤局長等有關人士訪臺，機票、住宿由台方安排。
- (2) 環境部負責國際交流合作的李佳禾科長亦在本團，期待未來能與東京都建立長期合作關係與交流窗口。

(四) 本次交流環境部補充說明及後續辦理

- (1) 本次交流時間非常有限，雖然環境部沈次長在臺灣及日本皆有召集相關參與者進行會前討論，環境部大氣司、環管署亦有準備詢問日方之內容。然而礙於時間有限及日方著重資源循環策略，將於會後再以 e-mail 方式進行交流。
- (2) 亦可透過未來辦理國際論壇方式邀請東京都官員就環境部及地方環保機關有興趣之議題來台分享。

二、臺日循環經濟交流論壇

（一）論壇交流目的

2026 年全球各主要經濟體在《歐洲綠色政綱》等國際準則引領下，正加速推動產品數位護照（DPP）與生產者延伸責任（EPR）。特別是歐盟針對使用壽命結束車輛（ELV）提出之全新 ELVR 草案，強制規範新車塑膠必須含有 25%之再生料，且其中 25%必須來自報廢車輛（即實現 6.25%的 Car-to-Car 封閉循環），對全球及亞洲汽車與材料供應鏈帶來革命性的連鎖影響。同時，在 AI 與 5G 大數據時代的推波助瀾下，資通訊與雲端設備的汰換週期大幅縮短，帶來前所未有的電子廢棄物海嘯與供應鏈永續壓力。為此，我國跨部會與產業代表團赴日出席由資源循環產業推動協會張祖恩理事長主持的「2026 臺日循環經濟交流論壇」，旨在針對塑膠、紡織、關鍵金屬及鋰電池等四大核心主題，與日本頂尖學者、政策制定者及標竿企業展開深度對話。

（二）日本前環境大臣原田義昭先生經驗分享

原田義昭先生在演說中提出「廢棄物是放錯地方的資源」觀點，勉勵台日雙方共同努力推動資源循環。聚焦於 REUSE（再利用）與 RECYCLE（再循環）兩個面向。在汽車再利用方面，提到日本國內與海外二手車市場的運作；同時指出家庭用品（如衣服、家電、相機、遊戲機等）持續增長。他強調日本二手物品市場（如 Mercari）的發展及國際化（如打入美國市場），並指出二手物品重修（如書籍的再生產）對經濟與就業的貢獻。另外提到日本在推動循環經濟時，政府在政策與法制上的支持，並期待臺日未來在循環經濟上能有更深入的合作。

（三）第一場：臺日循環經濟政策與制度交流

1. 高岡教授主講「日本塑膠循環利用的政策與動向」，介紹了日本《循環型社會形成推進基本計劃》的修訂方向與 2030 年的具體減量目標，並探討《塑膠資源循環促進法》的實施成效，特別強調環境友善設計、減少單次性塑膠使用，以及推動自主回收和化學循環等作法。此外，亦分享了產官學界成立的各大循環經濟聯盟（如 CLOMA、JCEP、以及國家級 SIP 專案）如何協助推動塑膠回收、建構動脈與靜脈產業的

連結，進而降低碳排放並打造完善的資源循環體系。

2. 地球環境戰略研究機關（IGES）堀田康彥研究主任發表議題為「國際塑膠污染防治與亞洲區域的產官學跨境合作」，圍繞聯合國永續發展目標中的永續消費與生產（SDG 12），深入探討循環經濟、去碳化及生態友善（Nature Positive）三者的協同效應，並分享與聯合國環境署（UNEP）及東協（ASEAN）的合作計畫。以緬甸仰光和柬埔寨的中小城市為實例，說明如何利用智慧型手機等數位工具進行塑料垃圾的流向調查與模型分析，並強調未來應深化產官學民的聯手，透過國際夥伴關係協助亞洲開發中經濟體落實地方城市的廢棄物減量與綠色轉型。
3. 村上先生主講「日本金屬資源循環的現況與未來戰略」。分析了日本國內銅資源再生的歷史與強大的金屬精煉基礎，並指出在全球低碳轉型下「綠色銅」與電子廢棄物、廢棄汽車（ELV）回收的重要性，包括如何從複雜的廢料中回收稀有金屬及產出黑粉（Black Mass）等技術挑戰。深入解讀了日本政府最新提出的《資源循環行動計劃》，針對鋼鐵、鋁、銅及家電設定了明確的再生素材利用目標，並探討數位產品護照（DPP）與國際循環度評估標準（如 ISO、WBCSD）的發展，強調這些標準對建構全球可追溯價值鏈、確保日本素材產業競爭力的關鍵作用。
4. 政策趨勢與制度對話

聚焦於政策與法制的根本性變革，將資源管理從早期的環境保護，提升至國家經濟與能源安全戰略層級。臺灣正透過「廢棄物清理法」及「資源循環推動法」雙法修正，徹底將消極的焚化與掩埋思維，翻轉為「全生命週期管理」與「錯置的資源」高值化利用。而日本則藉由官民協作平台（J4CE）與國際智庫（IGES）的外銷與東協戰略布局，結合泰國等國的國家級 BCG（生物-循環-綠色）戰略，共同制定全球循環經濟與減碳協同效應的新規則。

5. 臺灣資源循環核心優勢與溫室氣體排放結構分析

臺灣高科技製造業密集，且擁有健全的四合一回收制度、EPR（生產者延伸責任）及穩定的民間參與基礎，創下近六成的一般廢棄物回收率。環境部推動的「8+N 資源循環聯盟」提升了政府作為跨部會整合者的角色，精進永續金融，目標在於降低廢棄物部門中占比最高（37.71%）的焚化碳排放，引導整體供應鏈邁向綠色數位雙軸轉型。

（四）第二場：臺日循環經濟產業案例分享

1. 城市採礦與關鍵戰略金屬全循環解決方案

佳龍科技針對 AI 與 5G 設備的迅速汰換，發展出全封閉物理精煉與資安銷毀系統，成功將廢 IC 精煉出純度高達 99.999%（5N 級）的低碳綠色戰略黃金。臺灣鋼聯則透過低碳旋轉窯技術，將有害集塵灰中的鋅、鐵、爐渣全面循環再利用。兩大案例皆獲得國際「UL 2809 100%再生料驗證」，有效排除資源枯竭與高碳排採礦風險。

2. 紡織與機能性高分子材料封閉循環共生鏈

南亞塑膠（SAYA）發展出「一鏈三法與 AI 智慧分類」技術。其 2026 年 9 月啟用的「Garma 分揀機 2.0」利用 AI 全自動辨識布料與去除成衣配件，使辨識度高達 95%、每小時產能達 1 噸。分揀後的物料可依材質精準進行機械、半化學或全化學解聚回收；其與 The North Face 的跨國合作，更成功實證 100%回收再利用的成衣邊角料，其物理性能亦能完美通過極限機能環境的考驗。

3. 汽車材料（ELV）高值化再生與動靜脈產業協作

大豐環保運用其 20 餘年的合規拆解體系，花費兩年建立專屬的「廢車塑膠件配方物性大數據資料庫（RAG 資料庫）」，並開發出獨家的「保險桿自動化去漆脫裝技術」。此製程純化出的再生塑膠（r-PP 與 r-HDPE）完全跨越了歐盟 REACH 與 RoHS 有害物質限制等國際化學合規門檻。日本汽車回收機構（JAERA）對此表達高度重視，認為此技術能防堵高價值「都市礦山」在外籍不當業者惡性價格競爭下流向海外的黑市危機。

4. 吸水性衛材（廢棄尿布）回收還原與跨國設計共創

益鈞環科運用獨家的「酵素分解與低耗能物理分選專利技術」，在 1 小時內將原本需掩埋 400 年的廢尿布，100%還原分離成高價值的再生塑膠、高階長纖維白紙漿及再生高吸水性樹脂（SAP），每公斤可減少 2.2 公斤碳排放。其還原出的再生 SAP，透過臺灣設計研究院（TDRI）的國家級設計共創平台，跨國導入日本沖繩新創 EF Polymer 的 100%天然蔬果殘渣超吸水聚合物中，共同開發出符合島嶼特性、可減少 40%灌溉用水的「未來型藍色經濟」循環農業新模型。

三、環境教育：港區立 Eco Plaza

（一）背景資訊

東京港區立 Eco Plaza（Minato City Eco Plaza／港区立エコプラザ）位於東京都港區濱松町，其成立目的並建立一座非大型展示館，而是以「市民參與」為核心理念，希望透過教育、交流及實際行動，讓環境保護融入居民日常生活，主要目標包括：推廣環境教育（Environmental Education）、提升市民氣候變遷意識、推動循環經濟與資源循環、建立居民、企業及政府合作機制、培養永續生活習慣（Lifestyle Transformation）。

（二）主要功能

1. 環境教育中心

提供各年齡層環境教育課程，包括 SDGs 教育、資源回收、節能減碳、食品浪費減量、海洋塑膠污染、生物多樣性，課程對象包括幼兒園、小學生、國中高中、社區居民、企業員工等。

2. 環保體驗活動

以「從做中學（Learning by Doing）」的理念辦理環保體驗活動，如 DIY 再利用課程、廢棄物再製手作、修繕工作坊（Repair Workshop）、二手物品交換、親子環境體驗等。同時，該中心亦設有木材材質資料庫，將再生木材材料歸類，提供民眾選擇使用。

3. 資訊展示

以互動式展示方式為原則，而非傳統博物館形式，展示內容包括港區環境政策、氣候變遷、能源使用、生物多樣性、資源循環、SDGs 推動成果等。

4. 市民交流空間

Eco Plaza 提供多功能教室、會議空間、市民團體交流場所，提供環保 NGO、志工團體及企業利用該場所之場地舉辦活動。

（三）推動特色

港區立 Eco Plaza 的課程都以符合 SDGs 為目標，同時重視生活實踐，如做好垃圾分類、減少一次用產品、減少食物浪費、…等，並融入社區，以社區為導向且與民眾共同參與，非由政府單向宣導；此外，其課程多數免費或低材料費。

Eco Plaza 最大的特色不在於展示尖端環保技術，而是在於如何透過社區融入與公民參與，將環境教育轉化為居民日常生活的一部分。其營運模式結合政府、學校、企業、非營利組織與志工，形成在地的環境教育平台與據點，值得作為我國推動環境教育、資源循環及淨零綠生活的重要參考案例。

四、SPOGOMI 聯盟

（一）背景資訊

「SPOGOMI」一詞是由「Sport（體育，スポーツ）」與日文的「Gomi（垃圾，ゴミ）」組合而成，其核心宗旨為「將撿垃圾轉化為正式體育賽事」。該運動最初源自日本的 Social Sports Initiative 與日本財團（The Nippon Foundation）的共同發起與大力推動。

長久以來，各國政府與環保團體在推動淨灘、掃街等環境清理活動時，往往面臨「參與者多為既有環保核心族群」、「活動流於形式與枯燥」以及「難以吸引年輕世代與企業大眾主動投入」的瓶頸。SPOGOMI 的誕生，徹底顛覆了傳統環境保護的刻板印象。它引入了體育競技的三大核心元素：團隊合作（Teamwork）、時限壓力（Time Limit）以及策略

積分（Strategic Scoring），將原本帶有某種社會勞動色彩的「清理行為」，轉化成一種兼具熱血、刺激與榮譽感的「競技運動」。

在環境生態鏈的層面上，SPOGOMI 抱持著極為務實的「海洋保護」價值：為了防止陸地廢棄物透過雨水、河流最終進入海洋，在垃圾落地之初、尚未進入水體前，就從陸源將其精準攔截。這種透過競賽吸引大眾積極參與的模式，成功將「清理（Clean up）」與「運動（Sport）」深度結合，讓環境教育不再只是生硬的政令宣導，而是內化為參賽者的身體記憶與日常習慣。

在世界潮潮流與聯合國永續發展目標（SDGs）推波助瀾下，SPOGOMI 已由日本地方社區試辦活動，迅速演變成極具影響力之國際性賽事。第一屆世界盃（2023 年）共 21 國參與，至第二屆（2025 年）已擴展至全球超過 34 個國家響應，橫跨全球六大洲。日本國內亦建立完整賽事架構，包括專為高中生舉辦之「甲子園大賽」（自 2019 年起每年舉辦）、由地方政府與企業主動申辦之「一般大賽」，以及深入扎根的「學校推廣教育」。數據顯示，參與過此活動的年輕族群，後續關注環保議題及投入志工之意願皆顯著提升。



圖 1、日本官方網站：<https://en.nf-spogomiwc.com/open2027/>

（二）SPOGOMI 活動方式簡介

SPOGOMI 運動之核心競賽規則極具科學化與包容性。每隊由 3 人組成，並配置 1 名裁判隨行監督。裁判之角色著重於引導與安全勸導（Guideline），而非單純之違規處罰。競賽總時長由日方過去辦理 30 分鐘與 90 分鐘之經驗中，微調得出最合適之黃金比例——「60 分鐘撿拾垃圾」，整體活動（含開閉幕式、分類、秤重）約耗時 2.5 至 3 小時。

為確保全體參賽者之安全與公平，競賽全程嚴禁奔跑，僅能快走，此規範使幼童、女性至年長者皆能共同參與。在積分制度上，採深度結合「種類」與「重量」之策略性配分，例如：於城市街道賽中將「菸蒂」分值調高；於海岸淨灘賽中將「微塑膠（微細塑料垃圾）」分值大幅調高，並排除如大型鐵桶等危險廢棄物之計分。此機制打破體力限制，使細心之弱勢或年幼組別亦有機會奪冠，大幅提升活動趣味性與全民參與度，在娛樂中潛移默化地灌輸環境保護的觀念。



圖 2、SPOGOMI 日本世界盃賽制說明

（三）重要議題討論與臺日交流要點

關於經費補助與財務分工：日方明確指出，其國內營運主要由日本規模最大的「日本財團」提供部分經費及授權賽事執行，並與優衣庫（Uniqlo）、7-Eleven、本田（Honda）等大型企業展開企業社會責任（CSR）合作。在國際賽事補助上，SPOGOMI 聯盟會負責覆蓋與支援「全國決賽（選拔國家代表隊）」階段之營運費用；然而，全國決賽之前的地方初選/選拔賽，則需由各國主辦單位在當地自行辦理。

為了維持活動的推廣彈性，各國的正式主辦單位（Organizer）必須是民間團體，而非政府官方。日方極力讚許環境部對活動的全力支持。在未來的賽事中，環境部最佳的參與形式為擔任「指導單位」或「後援單位」。未來若有任何與日本聯盟對接的商議、聯絡事宜，希望由簽約之民間團體主動聯繫日方 SPOGOMI 聯盟，並可建立讓環境部、臺灣民間團體與日方三方同時知悉的機制，如未來與簽約單位的電子郵件聯絡，會將環境部列入 CC（副本），確保所有溝通資訊透明且同步。

關於臺灣區選拔賽報名審查與簽約：臺灣世界盃之報名審查，日方預計於 2026 年 7 月底公布結果。而關於複數團體申辦之協調機制：若同一個國家有複數民間團體同時提出主辦申請，希望該國家能自行協調好由哪一個團體或組成聯合營運委員會來主導，若內部協調完畢再向日方申辦，將是最理想且有效率的模式。

對於臺灣企業通常偏好「萬人馬拉松」等能帶來龐大媒體效應的大型活動，相比之下，SPOGOMI 世界盃每組僅 3 人，一場比賽即便加上工作人員，規模大約一、兩百人，是否可能影響企業贊助意願：日方表示日本企業並不會因為參賽人數少而提出抱怨或扣減贊助。對他們而言，核心價值在於與 SPOGOMI 聯盟「一起為環保努力」的訊息發布。即使每場只有 20 至 30 隊，只要能持續共同發布相關的活動訊息，日本企業便會予以肯定。

五、東京廁所計畫 THE TOKYO TOILET (下稱 TTT 計畫)

(一) 計畫背景與緣起

本計畫於 2018 年由 Uniqlo 集團董事長與日本財團會長共同發起，正式啟動「東京公廁計畫」（THE TOKYO TOILET, 簡稱 TTT）。

該計畫核心旨在徹底顛覆傳統公共廁所給大眾的「4K」負面印象——即暗（Kurai）、髒（Kitanai）、臭（Nioi/Kusai）、恐怖（Kowai）。日本傳統公廁普遍存在空間狹小、難以容納兩人以上或照顧者協同使用、夜間治安死角、以及每日僅清掃一次導致維護不易等管理痛點。為此，計畫協同澀谷區公所及衛浴龍頭企業 TOTO，選定澀谷區內 17 處公廁進行全面革新。

（二）核心目標與推動策略

該計畫邀請了安藤忠雄、伊東豐雄、隈研吾、槇文彥、片山正通、坂茂、田村奈穗、坂倉竹之助、藤本壯介、馬克·紐森、NIGO(R)、佐藤 Kazu、佐藤可士和、後智仁、Miles Pennington、小林純子等 16 位世界級建築大師與設計師協助公廁設計，核心推動策略與目標可歸納為以下三點：

- （1）促進空間共融性：透過「通用設計」（Universal Design），硬性規定每處公廁皆須規劃至少一間「人人皆可使用」的無障礙多功能廁所（Universal Toilet），滿足身障者、高齡者、嬰幼兒家長及跨性別者之需求。
- （2）提升公共廁所形象：邀請 16 位世界級建築大師與設計師參與設計，將公廁轉化為兼具美感與尖端科技的城市地標，消除使用者對公共廁所的負面印象。
- （3）強化維持管理機制：結合知名設計師 NIGO 監製的清掃員專屬制服，提升第一線清潔人員之職業尊榮感；並由日本財團、澀谷區役所及澀谷區觀光協會三方建立定期巡檢與「廁所診斷師」制度，確保高標準之環境衛生。

（三）專案執行期程與產權移轉

本專案自 2018 年起正式跨界合作，歷時約六年。第一座新改建公廁於 2020 年 8 月落成，最後一座（第 17 處）於 2023 年 3 月完工。

在專案前期，澀谷區役所提供了珍貴的歷史管線圖與設計圖資（部分歷史達 50 年），並積極辦理居民說明會以取得社區理解。完工後，全案於 2025 年正式將 17 處公廁之產權、清潔維護及營運預算完全移交予澀谷區公所負責，目前已由地方政府全面接管統籌。

（四）問題討論與關鍵實務分析

有關專案如何與多位國際頂尖設計師達成合作的部分，本專案日本財團並非直接與個別設計師簽約，而是委託專案營造商「大和房屋」（Daiwa House）進行統籌與發包。由於本案屬於「公益事業」性質，上述國際大師皆高度認同專案願景，故最終係以「每坪/每平方公尺單價」

之建築界最低標準（最低酬金基礎）象徵性收取設計費用，而非一般商業行情。至於專案總工程經費，因涉及各設計師之保密協定，基於專案管理原則不予公開。

另外在規劃初期確實曾討論過導入智慧管理系統，然而，每位設計師對其作品之美感、材質及視覺空間皆有極高之堅持（如牆面與地板之獨特材質）。若貿然加裝各類現代化電子偵測硬體或外掛設備，往往會破壞原設計之整體感與景觀，因此在實務調整上遭遇極大阻力。此外，專案期間曾發生公廁周邊治安與犯罪疑慮，澀谷區役所曾提出加裝防犯監視器之需求，當時亦因涉及破壞設計整體美感，由大和房屋、澀谷區公所與設計師三方進行長期且艱難的實務協調，才找出兼顧安全與美學的折衷裝設方案。這顯示「設計美學」與「科技維管/安全硬體」在公共工程中往往存在高度衝突，需要極大的協調成本。

本計畫因德國導演文·溫德斯拍攝電影《我的完美日常》而聲名大噪，成為國際觀光朝聖景點，各界詢問此成功模式是否已推廣至日本其他縣市或海外。日方指出，計畫雖引發海內外高度關注，且有眾多機關團體前來洽詢，但目前全日本及海外尚無成功複製之案例。關鍵原因在於，公共設施「興建」容易，但「長期維持管理」極難。多數外部單位在聽取簡報後，發現該專案背後需要地方政府、觀光協會、民間財團長期且龐大之維護預算投入與綿密的跨界合作機制（規劃階段即需算出未來數十年的維持費），往往因財務與行政協調之永續性不足而止步。

六、如廁文化及公廁維護管理研習

（一）日本友善及韌性公廁的現況與挑戰-川內美彥 博士

1. 無障礙法源演進與少子高齡化背景的影響

日本公共廁所無障礙設施的建設與精進，本質上是為了因應急遽發展的少子化與超高齡化社會。其核心法源最早可追溯至 1994 年針對建築物所制定的《愛心大樓法》，以及 2000 年針對大眾運輸與公共交通系統所制定的《交通無障礙法》。為了整合都市空間與交通動線的無障礙一體化，日本政府於 2006 年將上述兩部法律正式合併，頒布了涵蓋層面更全面的《無障礙法》。在法

律實行原則上，確立了「新築工程及大規模整修工程強制符合基準」的法定義務，而針對既有建築，則採取「努力符合基準」的輔導落實態度，從制度面上奠定了國家推動無障礙公共設施的根基。

2. 政府指引的約制效力與定期修訂機制

在中央法規的實務推動上，日本政府依據法律所制定的「無障礙指引（Guidelines）」發揮了重要的規範力量。雖然遵循指引在法律性質上並非強制性義務，但由於民間設計人員與地方政府的一線工程審查人員，普遍缺乏跨類別的無障礙專業知識，因此在實務規劃與發照審查時，幾乎全面高度依循指引內容，使得這份指引在實踐中具備了「事實上的規範權威」。為了使規範能與時俱進，中央依法設立的無障礙指引委員會採取每 5 年定期滾動式修訂的常態機制，以建築物無障礙指引為例，自 2007 年起，已於 2012、2017、2021 及 2025 年陸續完成修訂。廁所相關的設施設置規定在每次修訂中皆不斷更新並擴充，實質反映了新科技應用與長期的營運經驗累積。

3. 關係人參與機制與衛浴設備商品化之良性循環

日本無障礙制度的核心精神在於積極實踐「Nothing About Us Without Us（討論身心障礙者相關事務時，不能沒有身心障礙者參與）」之當事人原則。以《無障礙法》建築物指引制定委員會為例，在總數 30 名的委員構成中，身心障礙者與高齡者團體代表就高達 11 名，實質確保了弱勢使用者的核心發言權。現今日本公廁中廣泛普及的多功能廁所、造口人士（Ostomate）專用污物清洗設備、以及成人照護床等貼心設施，最初皆是由身障委員在委員會專案分科會中直接提出實際痛點與需求。

當這些最直接的需求被正式納入官方指引後，便形成了龐大的公共採購與改建市場，進而催化並促使日本各大衛浴製造廠商（如 TOTO 等）投入巨額預算研發、量產相關產品，成功實踐了從「政策倡導、法規指引」走到「產業鏈商品化」的跨界良性循

環。然而在與專家座談的問題討論中亦指出，由於當事人發言有時容易流於自身特定障礙經驗的侷限，因此指引修訂時仍需仰賴具備宏觀視野的建築與社福專家進行全面性的審慎評估，以求在多元族群需求、地方財政與有限空間及預算等面向取得最佳平衡，確保指引不流於僵化或墨守成規。

4. 全性別廁所（All-Gender）的實務挫敗與省思

近年國際社會在永續發展指標（SDGs）的浪潮下，積極提倡考量性少數族群需求的全性別廁所。然而日本專家的報告中也坦言，全性別廁所在日本公共空間的實務推動上仍面臨極大挑戰，社會普遍理解與支持度尚待提升。以大阪世界博覽會的實務營運經驗為例，大會最初規劃並設置了許多前衛的全性別廁所，但到了展期後半，在面臨輿論反彈與實務使用瓶頸下，大部分全性別廁所最終被迫改回女性專用廁所。

針對此案例的深度討論，主辦方剖析了兩大現實核心問題：一是場館最初在規劃階段，對於女性如廁時間、生理需求與頻率的估算有嚴重落差，導致女性廁所數量在尖峰時段嚴重不足；二是不同性別在同一個封閉廁所空間內排隊與共用設施的文化，在日本社會的既有心理接受度與安全感上仍未完全習慣。川內老師指出，臺灣社會目前在性別友善公廁的進展與多元共融的社會溝通上可能比日本更為前衛與快速，但也特別提醒臺灣在引進前衛空間設計時，必須優先滿足各族群基本的生理功能需求與空間安全保障，避免重蹈世博會的覆轍。

（二）日本如廁文化管理經驗與民眾體驗-山本耕平會長

1. 翻轉 4K 標籤與公廁公共美學的建立

在 1985 年以前，日本的公眾廁所普遍存在採光不良、設備老舊、嚴重異味及惡意破壞等問題，被社會大眾污名化為「髒（Kitanai）、暗（Kurai）、臭（Kusai）、可怕（Kowai）」之「4K 印象」。為了扭轉此一社會偏見，日本廁所協會自 1985 年成立起，便積極結合民間企業、學者與政府力量，展開一場持續數

十年的如廁文化革命。透過每年舉辦「全國廁所評選（JTA 獎）」等活動，激發了各地方政府與建築師的熱情，積極將在地文化、生態景觀與公共美學融入公廁的硬體改建中。近年涉谷區積極推動的「THE TOKYO TOILET (TTT)」計畫，邀請了 16 位世界級創作者（如安藤忠雄、隈研吾、坂茂等）打造 17 座特色公廁，其核心理念即是透過空間設計的極致美學與包容性（Inclusivity），解決民眾擔心外頭廁所髒亂而不敢出門的心理障礙，成功將公共廁所翻轉為展現都市款待（Omotenashi）精神的第一張名片。

2. 學校廁所教育與專家進駐的科學清掃

日本將公廁維護文化深耕於基礎教育之中，現行體制下有高達 83% 的公立學校是由學生自主負責日常的廁所清掃作業。為了解決學生清掃水準不一、傳統清洗劑受限進而導致學校廁所蓄積臭味的問題，日本廁所協會積極推動「專家出門授課」制度。透過由專業醫師、臭氣判定師等專家團隊直接進駐校園，用科學理論搭配實驗器材，教導學童臭味的來源（如尿石、氨氣）與科學應對方式，並帶領學生實際操作正確的清潔器具。以東京都世田谷區的推動經驗為例，在此項科學廁所教育普及後，小學生不僅學會維持乾淨，更成功扭轉了男同學過去在學校因為怕被嘲笑而不敢上大號的心理障礙，學校公立中小學的坐式馬桶比例也從 2016 年的 43.3% 大幅提升至 2023 年的 68.3%，符合現代家庭的使用習慣。

針對坊間傳聞日本特定民間修練團體「手擦馬桶、不戴手套、清掃完畢後在廁所吃饅頭」之極端精神儀式，山本會長於問題討論中特別給予正面澄清，強調這完全是特定的誇大傳聞，絕非官方或學校推廣的標準 SOP。科學防疫與公共衛生依然是日本公廁管理不可妥協的底線，全體師生皆是在科學清掃、徹底洗手消毒後，方才進行飲食。

3. 住民參與型廁所建設與社區認同之延續

在特色公廁的後續維護管理與折舊損壞問題上，日本發展出高度精緻的「住民參與型」建設模式，非常值得臺灣借鏡。以埼玉縣宮代町「四季樂」公廁及長崎市天主公園公廁等成功案例為例，地方政府在規劃設計初期便揚棄了傳統由官僚主導的模式，改為全面募集市民設計方案，並邀請高齡者、身障者、女性、以及最前線的清潔外包工人共同辦理深度工作坊與意見交換會。在工程興建期間，更進一步邀請周邊學校的學生參與工地圍籬的彩繪活動，甚至連廁所的名稱與指引標誌都由社區公開募集決定。問題討論指出，由於社區居民從改建初期就注入了高度的情感連結與自發性參與，完工後成功轉化為住民團體自發性的日常巡檢與協助清掃維護，從根本上解決了特色公廁完工幾年後容易因為公部門地方維護經費不足而迅速沒落的政策痛點，實現長效的社會淨好日常。

4. 公私協力冠名認養與供紙政策的經濟學

面對公共財政結構性的緊縮，日本地方政府攜手民間企業推動了高效的公私協力冠名權認養（Naming Rights）機制。例如新橫濱駅前、京都市木屋町等高人流量公廁，引進了專業綜合維護公司，冠名為「廁所診斷士の廁堂」，由企業導入一級廁所診斷士、臭氣判定師等專家進行每月定期健檢與深度除垢；新宿區公廁則由清潔用品大廠（RINREI）與多摩美術大學跨界共同重新設計與維護。在此合作架構下，雖然日常清掃與營運預算由民間認養或外包，但公廁的「最終行政管理與公共衛生責任」依然歸屬於地方市町村役所（政府部門），確保了公共服務的本質。

此外，針對國內各縣市環保局最關心的公廁衛生紙供應歷史演變，山本會長也分享了關鍵的實務經濟學討論：日本過去也曾因為公廁衛生紙常被盜竊，而有一段時間採取「不供應衛生紙」的緊縮政策；然而停供後卻帶來了災難性的後果——民眾開始自行攜帶各種不溶於水的替代紙張、面紙投入馬桶，導致馬桶堵塞故障率暴增、公共衛生全面惡化，政府所需支付的管線搶修費用與後續維護成本反而呈現數倍暴增。因此，日本現行政策確立了

預防勝於治療的共識：「與其被亂丟造成堵塞，不如無限量免費供應優質衛生紙，這在整體財政與營運管理學上才是最省錢、最能降低總維護成本的科學作法」。

（三）臺灣目前推動如廁文化項目

環境部亦於交流會議中分享國內公廁興建與維護的推動方向，包含提升如廁文化及推動特色公廁等業務內容。透過相關策略作法推廣如廁文化，宣導項目如下：

- 衛生紙丟馬桶
- 正確使用馬桶
- 自己弄髒自己清。如不慎弄髒廁間，要主動清理，留給下一個使用者乾淨的如廁環境，也減輕清掃人員的負擔。
- 使用後向清潔人員說聲：「真乾淨，謝謝您」。
- 優先讓身體不方便及需使用坐式馬桶的人優先使用廁所。

隨著臺灣進入「超高齡社會」以及方便清掃，讓大家出門在外如廁更友善、更安全及更多的選擇，逐步增加坐式馬桶數量，讓「需要坐式的人有坐式使用，習慣蹲式的人仍然可以選擇蹲式」。

特色公廁的推動是公共建設新美學的轉型典範，不僅是環境品質的躍升，更是地方治理、城市美學思維與永續發展結合的具體展現。期本次日本參訪，可參考 TTT 計畫，在前端設計，後端維護等搭配，建置結合在地特色之臺灣特色公廁。



圖 3、TTT 計畫 17 座廁所地圖 (網站：<https://tokyotoilet.jp/en/>)

(四) 本次參訪之 3 處廁所介紹

1. 透明廁所

利用最新的科技，這種公廁的外牆玻璃在鎖門後會轉為不透明。這讓使用者在進入前，就能從外面一眼確認裡面的清潔狀況以及是否有人正在使用。到了深夜，這座設施還會亮起，如同美麗的燈籠般照亮整個公園。



2. 香菇廁所

宛如從代代木八幡宮（Yoyogi-Hachiman shrine）周圍森林中冒出的三朵蘑菇。蘑菇的意象與背景的森林營造出了一種和諧感。將廁所獨立拆分為三座建築，並在彼此之間留出動線空間。沒有死角的連接通道也提供了良好的視線，進而打造出安全的環境並防止犯罪。透過確保寬敞的空間，並在每間廁所內都配備了高齡者及親子友善功能，確保了這座設施真正具備公共性，且所有人都能便利使用。



3. 笹塚緑道公衆トイレ廁所

一個巨大的黃色橢圓形遮陽棚，懸掛在一系列高低不同的圓柱形廁所上方，外牆上安裝的圓窗內，還有兔子的剪影探出頭來。由於該地點的特殊環境需要輕量化的結構，因此日方在設施設計

上採用耐候鋼板面版結構。這個大型遮陽棚高高懸掛在頭頂上方，創造出如同天空般的開闊感，以消除京王線（Keio Line）高架鐵路軌道下方的陰暗與封閉感。這些耐候鋼板面板已經過一次生鏽處理，以永久保持其強度與質感，設計者希望打造一座具有強烈存在感的公廁，但與此同時，也能營造出有趣且充滿娛樂性的氛圍。該設施的入口非常寬敞，帶給人一種厚實卻又開闊的感覺，內部空間明亮乾淨，同時兼具安全與安心感。



七、石川縣七尾市災後廢棄物暫置場



圖 4、石川縣七尾市災後廢棄物暫置場相對位置圖

（一）背景資訊

2024 年 1 月 1 日能登半島發生規模 7.6 強震，隨後於 9 月遭遇破紀錄豪雨，形成複合型災害，造成嚴重傷亡與逾 16 萬棟房屋損毀，地震災情如圖 5。這場災難產生的廢棄物總量約 410 萬噸，約等同石川縣 7 年的垃圾量；在重災區珠洲市及輪島市，廢棄物量甚至相當於該地區 59 年的正常產生量，對災後重建構成挑戰。

本次災害發生時當地已設置相關災害廢棄物暫置場，提供災後復原緩衝空間以及廢棄物分選前處理場所，以利後續清運與重建工作。由於能登半島地形崎嶇、聯外道路（如國道 249 號）因地震與土石流嚴重毀損，大型機具難以長距離運輸，因此必須在各市町設立就近設置一次暫置場。

暫置場透過分區管理將廢棄物依類別進行分類，並由行政端實施嚴格管制以維持秩序，災害廢棄物暫置場所如圖 6。作為區域聯防處理的起點，暫置場負責將該地無法消化的物資，透過海運或鐵路轉運至外縣市（如新潟縣姬川港）的專業工廠處理，有效緩解災區堆置壓力。本次參訪可實際現場研習日本作法，以借鏡我國未來相關災害廢棄物暫置場運作及精進管理制度之參考，包含場址管理、志義工參與、消防安全、場址選擇及場域配置等關鍵議題。



圖 5、能登半島地震災情



圖 6、災害廢棄物暫置場所

(二) 七尾市災害廢棄物處理現況與場所資訊

自 2025 年 10 月 1 日起，七尾市災害廢棄物提供災民免費進場，其災害廢棄物處理場所如下：

- (1) 可燃物：由「NANAKA 資源回收中心」（ななかりサイクルセンター）負責收受。
- (2) 不燃物：由「NANAKA 中央掩埋場」（ななか中央埋立場）負責收受。
- (3) 已結束營運的臨時一次暫置場：過去曾設立的「能登香島停車場」、「大田除雪站」及「中島祭典會館」等臨時暫置場已完成階段性任務並結束運作。

(三) 本次參訪災害廢棄物暫置場

1. 七尾大田暫置場

- (1) 官方核定面積：1.58 公頃
- (2) 營運期間：2026 年 7 月 1 日開設中
- (3) 收受品項：木材廢料（包含木製家具）、玻璃、陶瓷器、房屋瓦片碎屑、混凝土塊



圖 7、大田廢棄物暫置場所現場講解

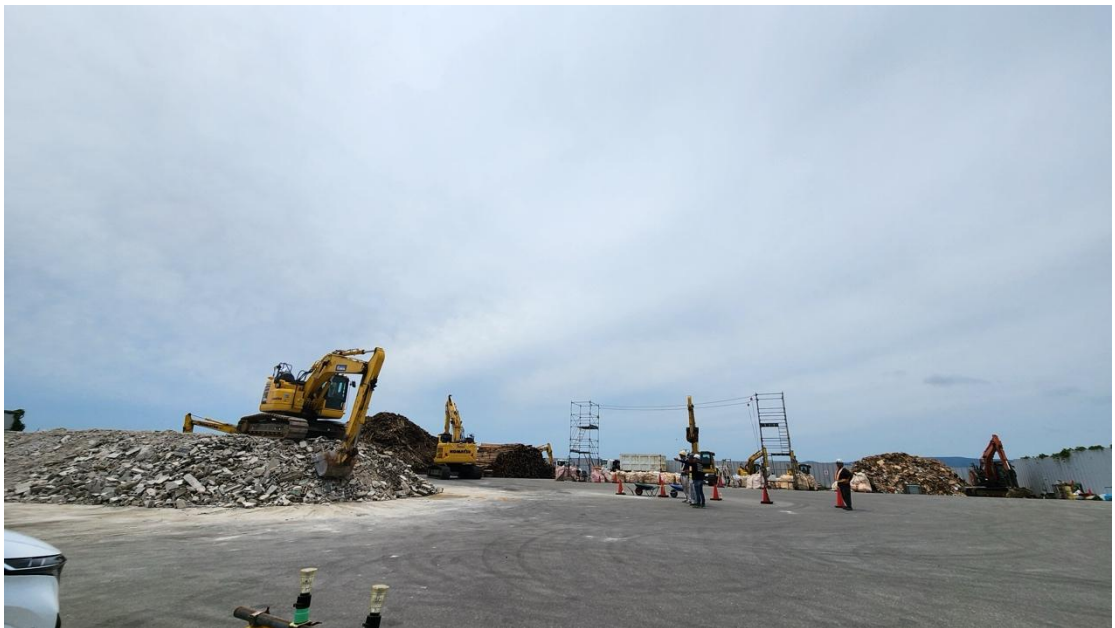


圖 8、大田廢棄物暫置場所現場作業情形

2. 七尾中島暫置場

- (1) 官方核定面積：1.5 公頃
- (2) 營運期間：2026 年 7 月 1 日開設中

(3) 收受品項：木材廢料（包含木製家具）、玻璃、陶瓷器、房屋瓦片碎屑、混凝土塊



圖 9、中島廢棄物暫置場所現場講解



圖 10、中島廢棄物暫置場所現場作業情形

(四) 資源循環與廣域處置模式

七尾市的一次暫置場在整個處置鏈中扮演「中繼站」角色，連結前端分類與後端資源化：

- (1) 海運廣域轉運：由於半島地形陸路受阻，七尾市等能登地區的廢棄物積極利用海運與鐵路轉運至外縣市（如新潟縣）處理。
- (2) 循環經濟實例：在暫置場集中的木質廢棄物，會運往太平洋水泥集團等民間設施，轉化為生質燃料發電，燃燒後的灰燼則 100% 回收作為水泥原料，達成零廢棄目標。

（五）分工及支援機制（圖 11、災害廢棄物中央與地方支援制度）

- (1) 中央環境省與受災體（都道府縣）支援方式，分為環境省直接派遣支援、地方轄內自行支援、藉由D.waste.Net 支援以及與其他部會、志工及團體協作等方式，其中環境省亦可直接派遣都道府縣及 D.Waste-Net 協助，或是與相關團體協作方式進行支援。
- (2) 支援項目包含，經費補助、職員人力協助等，進行相關廢棄物清除處理建議或是協作進行廢棄物移除。

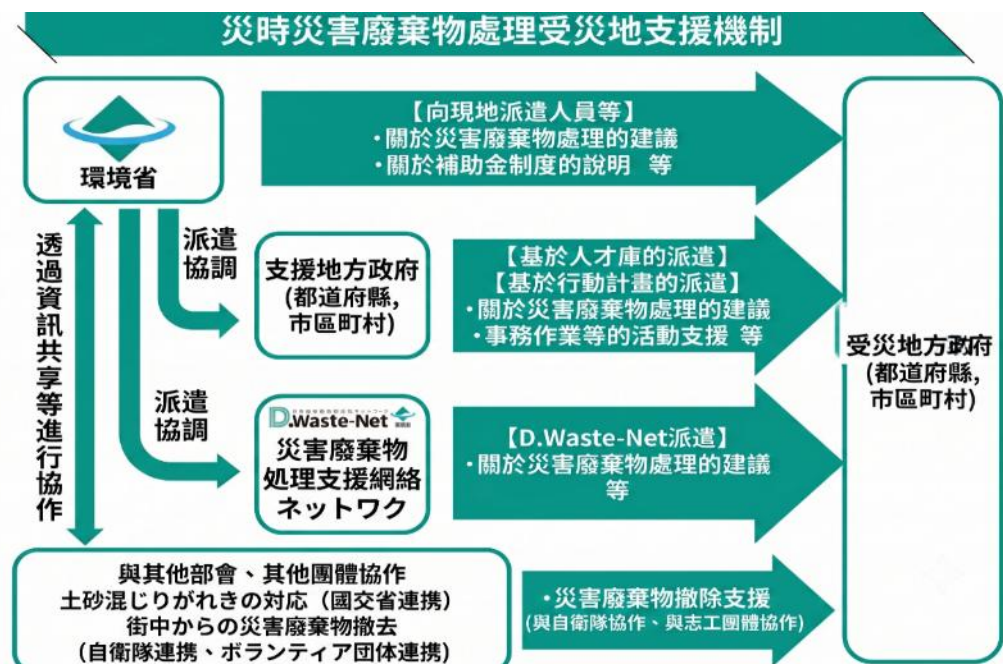


圖 11、災害廢棄物中央與地方支援制度(日方提供)

八、町田市熱能回收中心

（一）背景資訊

焚化是日本最主要的廢棄物處理方式，市政廢棄物焚化率高達約 75%，廠數持續整併，朝大型化、高效化方向發展。

項目	數據
焚化廠總數(截至 2024 年 3 月)	1,004 座（持續下降中）
市政廢棄物焚化率	約 75%
設有發電設施比例	40.9%
總發電容量/年	223 萬瓩（2,230 MW）

日本焚化廠整體發電效率偏低，新舊廠差距顯著：

廠型	發電效率
舊廠平均	約 10%（偏低）
新型大型設施	20% 以上
政策目標（新設施基準）	100 kWh/t
創新情境鍋爐規格	6 MPa、450°C（高效蒸汽發電）

町田市熱能回收中心於 2022 年 1 月啟用。是一座新建的焚化爐，主要為處理家戶所產生的一般廢棄物，包括廚餘。該廠蒸汽渦輪發電效率約 21.7%，已達日本環境省「新型設施 20% 以上」的政策目標。此外，日本由於多山地形及土地資源有限，長期以來致力於發展焚化設施，以減少掩埋場產生的高潛勢溫室氣體甲烷排放。在此背景下，町田市生物能源中心在實踐「2050 淨零排放」與「循環型社會」的願景，並從源頭推動減量、再利用及循環再造的 3R 活動扮演重要的角色。該中心已轉變為圈首座整合熱回收焚化、沼氣發酵與機械分選技術的複合式設施。

本廠廢棄物在進入最終能源化處理前，會先經過專屬的收受與暫置區域進行管控。一般可燃垃圾儲坑每日處理量可達 258 噸，透過大型吊車進行均勻混合，以確保進入焚化爐後的熱值維持穩定；而不可燃與大型垃圾則在收受後，先經由高速旋轉粉碎機破碎，再利用磁力與鋁篩選機精確分離出鐵、鋁等金屬資源回收，町田市熱能回收中心分選設施如圖 14。此外，系統會進一步從可燃垃圾中篩選出廚餘，送往發酵槽進行甲烷發酵發電，町田市熱能回收中心橫躺式發酵設施如圖 15，而發酵後的

沼渣液會過濾水分送往場外污水處理廠處理，殘渣會再次回到垃圾儲坑暫置，最終送入焚化爐處理，焚化後產生的灰燼（主灰、飛灰）會被運送至「東京多摩廣域資源循環組合」，作為「生態水泥（Eco-cement）」的原料進行再資源化。得益於此，町田市的焚化灰並未進行掩埋處理。達成「零廢棄物外流」的閉環循環系統。



圖 12、町田市熱能回收中心現場參訪情形 1



圖 13、町田市熱能回收中心現場參訪情形 2



圖 14、町田市熱能回收中心分選設施



圖 15、町田市熱能回收中心橫躺式發酵設施（左右各 1）



圖 16、町田市熱能回收中心環教設施入口（含大合照）

（二）設施核心定位與技術整合

町田市生物能源中心是東京都首座同時整合了熱回收（焚化）、沼氣化（甲烷發酵）不燃/大型垃圾處理複合式設施。相比單一焚化廠，技術整合優勢在於其資源利用率更高，被視為日本邁向 2050 淨零排放的複合設施推廣標竿，各單元處理流程詳圖 17~19 說明。



圖 17、熱回收設施

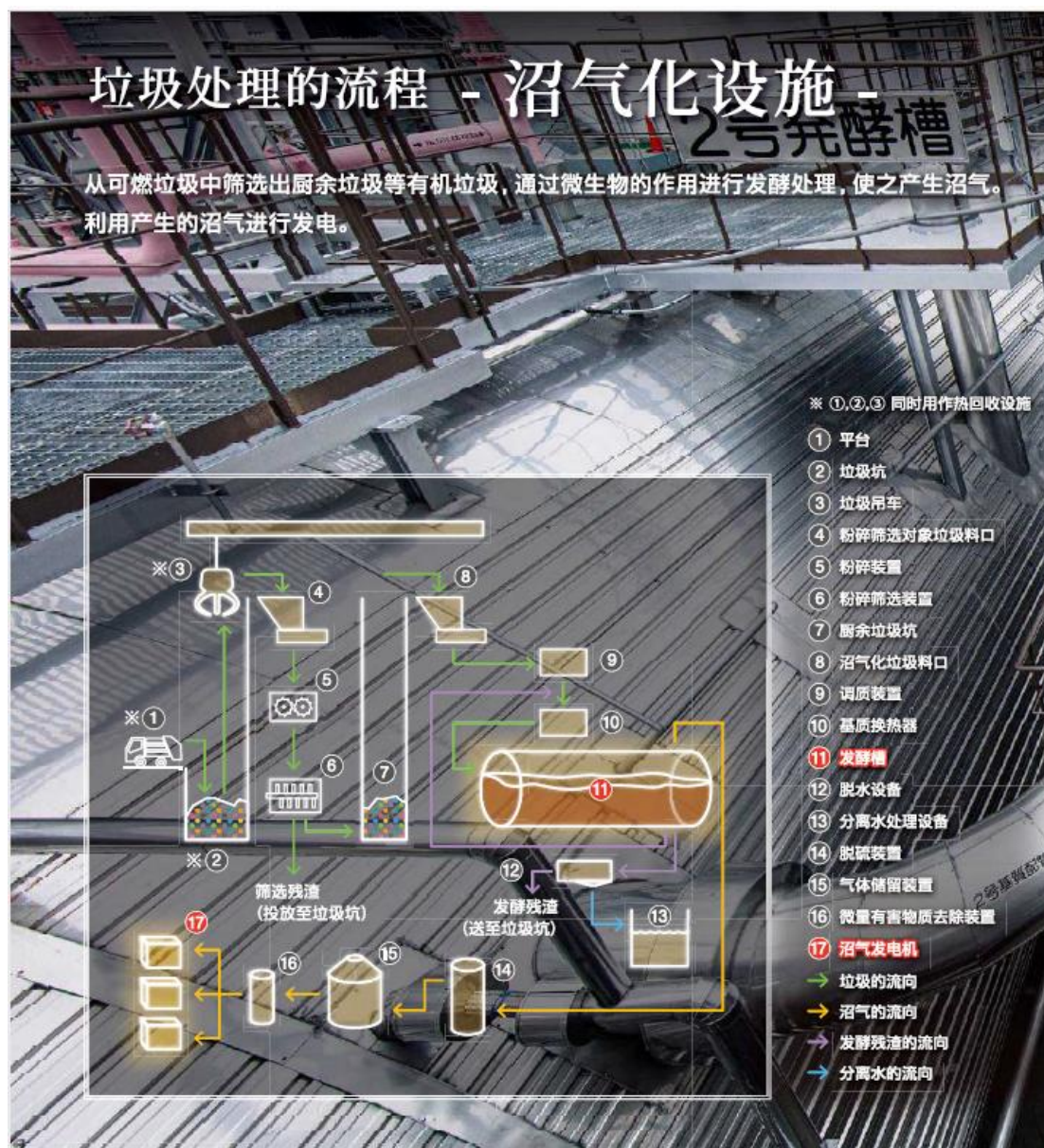


圖 18、沼氣化設施



圖 19、不可燃和大型垃圾處理設施

(三) 三大處理設施參訪亮點

參訪路徑依功能分為管理棟、不燃垃圾設施、熱回收設施與沼氣化設施：

1. 熱回收設施（焚化系統）

- (1) 高效發電：採用爐排式焚化爐配合蒸汽渦輪發電，處理能力為每日 258 噸。其發電效率實測約 21.7%，遠高於日本全國舊廠平均（約 10%）。

- (2) 參訪重點：觀看垃圾坑與吊車作業、垃圾儲坑運作情形，垃圾分選、破碎及人工分選等相關設施。

2. 沼氣化設施（生質能系統）

- (1) 廚餘能源化：每日可處理 50 噸有機廢棄物（主要來源為廚餘），有機廢棄物主要由垃圾中分選而來，與國內分開收集處理之方式不同，該系統能夠分選出垃圾中廚餘等有機廢棄物，並透過乾式高溫甲烷發酵產生沼氣進行發電。發酵後的殘渣會送回焚化爐處理（濾液則藉由下水道送至污水廠處理），實現閉環系統，無廢棄物外流。
- (2) 參訪重點：參觀橫躺式發酵槽與「不思議實驗室」，並可透過自行車發電或振動發電進行互動體驗。

3. 不燃與大型垃圾處理設施

- (1) 資源精細分選：透過機械篩選（磁力、鋁篩選）與人工分揀，將鐵、鋁等非鐵金屬回收，可燃殘渣則送往熱回收設施。
- (2) 參訪重點：高速旋轉粉碎機、各類篩選機工作流程。

（四）能源輸出與環境教育重點

- (1) 能源自給與賣電：全廠僅使用約 25 - 27% 的自發電力，其餘 73 - 75% 回售電網（每日賣電量可供約 9,000 戶家庭使用）。
- (2) 熱能多元利用：焚化產生的蒸汽餘熱除發電外，還供應給町田市立室內游泳館加熱使用。
- (3) 碳捕捉技術預備(CCUS)：目前由於經濟效益原因尚未導入，惟該中心未來將啟動實證計畫，預計將回收廢氣中的 CO₂ 用於溫室草莓栽培，實現電、熱、CO₂ 的三聯供應（Trigeneration）。
- (4) 公民教育：管理棟設有工廠模型、町田市垃圾處理歷史展覽及介紹短片，加強市民的環境保護意識，另場館內附有沼氣生產的環教館，介紹町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理如圖 21~圖 25。

- (5) 重要政策變更：町田市於 2026 年 4 月起在全市範圍啟動「容器包裝塑膠」的分別回收與分類。



圖 20、町田市生物能源中心參觀路徑圖



圖 21、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(1/5)



圖 22、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(2/5)



圖 23、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(2/5)

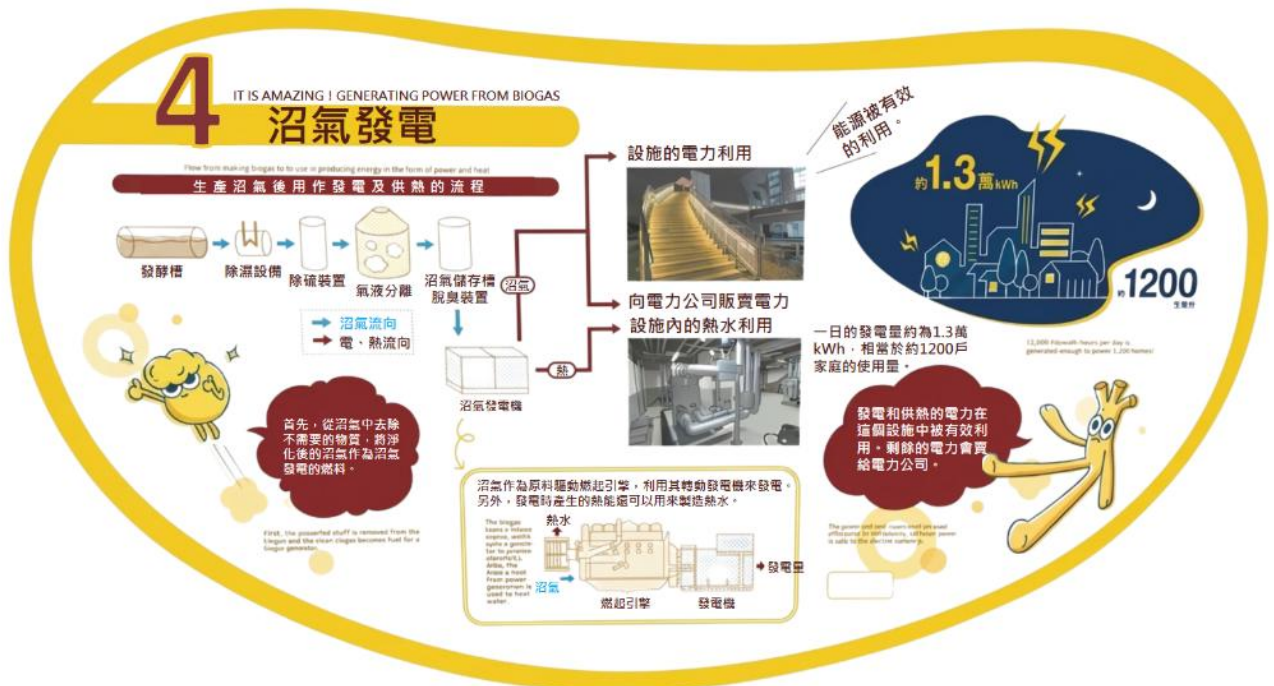


圖 24、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(4/5)



圖 25、町田市熱能回收中心環教設施講解厭氧發酵設施原理(5/5)

九、東京新海面處分場

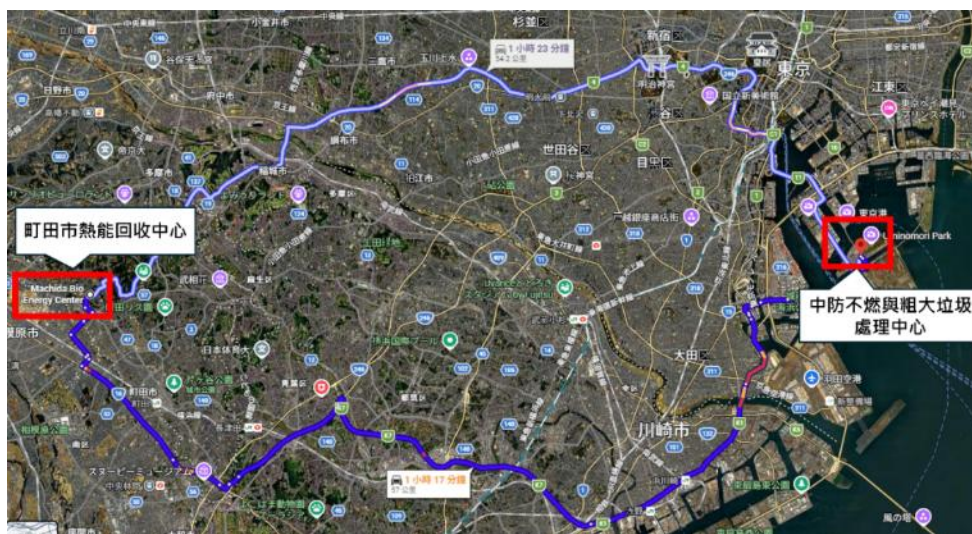


圖 26、町田市熱能回收中心至中央防波堤區域：新海面處分場路線圖

(一) 背景資訊

東京港灣中央防波堤區域不燃與粗大垃圾處理中心隸屬東京 23 區清掃一部事務組合，是東京都 23 區廢棄物處理體系的重要環節，主要負責不燃垃圾及粗大垃圾之破碎、分選及資源回收作業。東京 23 區透過多座焚化廠、不燃垃圾處理中心及最終處分場形成完整的區域性處理網絡，各類廢棄物依性質分流處理後，再將無法資源化之殘渣送往新海面處分場最終處置。此種跨行政區共同營運模式，有效提升設施利用效率、降低重複投資成本，並確保東京這座超大型都市在有限土地條件下，仍能維持穩定且高效率的廢棄物管理系統。

東京人口超過 1,400 萬人，人口密集的大都會如何確保廢棄物最終處置空間是維持都市運作的挑戰之一，而新海面處置場正是東京 23 區僅存營運中掩埋場。這座處置場不僅具備適當處理廢棄物的功能，更擁有將填埋後的「廢棄物空間」轉化為未來城市發展土地的潛力。由於海灣是極其珍貴的自然資源，因此建設過程必須在環保、結構設計與管理技術上達到極高標準，以確保環境的永續發展，並且承擔災害時的垃圾處理場所。



圖 27、東京都 23 區焚化廠設施分布

（二）單位概況與角色

(1) 東京廢棄物的最終處置場：東京中央防波堤外側填埋處理場、新海面處理場是東京 23 區僅存營運中掩埋場，對於支撐東京居民的生活與城市運作至關重要。無論是焚化爐燒剩的灰燼，還是各處處理後無法回收的廢料殘渣，終點站皆為東京中央防波堤外側填埋處理場、新海面處理場的外海填海區。而全東京 23 區只有該掩埋場擁有一座「巨大廢棄物破碎處理設施」，解體全東京市民丟棄的床墊、沙發、木製衣櫃及腳踏車等大型家具。另京濱島不燃垃圾處理中心則專責小型不可燃廢棄物，包含由家戶收集而來、體積較小的「小型不可燃廢棄物」（如瓶罐、玻璃陶瓷碎片、小家電等），透過高效能的旋轉破碎機將這些小型垃圾細碎化，並運用高科技磁力與渦電流技術，精準榨出其中蘊含的鐵、鋁等金屬資源進行轉售再利用，最後僅將毫無回收價值、且體積已縮至最小的殘渣，轉運至東京中央防波堤外側填埋處理場、新海面處理場進行掩埋。

(2) 管理單位：由東京都港灣局負責處置場的建設（護岸工程），而環境局則負責廢棄物的填埋與管理作業。

(3) 規模與容量：總面積約 480 公頃，設計總容量約為 1.2 億立方公尺。



(三) 廢棄物處理重點

(1) 廢棄物來源與類型：

- 一般廢棄物：來自東京 23 區的家庭廢棄物。
- 工業廢棄物：東京中小企業產生的廢棄物，須符合接收標準。
- 城市設施廢棄物：來自自來水及下水道系統的污泥

(2) 中間處理 (Intermediate Treatment)：為延長處置場使用壽命，所有廢棄物在進場前必須經過焚化、粉碎處理，以達到體積減量及資源回收的目的。目前的填埋物主要為焚化灰渣及粉碎後的殘渣。東京新海面處分場廢棄物允收標準如圖 28。

(3) 填埋計畫：處置場有長期的填埋計畫（如 2012-2026 年計畫），並每 5 年進行一次審查與修訂。

可受理之產業廢棄物種類、受理場所及受理標準

產業廢棄物種類		受理場所	各類產業廢棄物受理標準		
			個別受理標準		共同受理標準
因各類事業活動所產生之產業廢棄物	污泥	中央防波堤外側填埋處理場或新海面處理場	限無機性污泥（不含建設污泥）。 含水率須低於 85%。 含油率須低於 5%。	1. 限無害之廢棄物。 2. 有害物質應符合《含金屬等產業廢棄物判定基準省令》（昭和 48 年總理府令第 5 號）第 1 條所規定之判定標準。	1. 不得屬於特別管理產業廢棄物（廢石綿等除外）。 2. 不得附著或封存下列物質： (1) 《毒物及劇物管理法》（昭和 25 年法律第 303 號）第 2 條規定之毒物、劇物及特定毒物。 (2) 《農藥管理法》（昭和 23 年法律第 82 號）第 1 條之 2 規定之農藥。 (3) 油分（污泥依個別受理標準辦理）。 (4) 具有顯著著色性或發泡性之物質。 3. 不得混合載運不同種類之產業廢棄物。但金屬廢料、玻璃廢料、陶瓷廢料及橡膠廢料之間得相互混載。 4. 不得影響掩埋處分場之管理及營運。
	燃燒灰（燃灰）		灼燒減量（Loss on Ignition, LOI）須低於 10%。		
	飛灰		1. 乾式飛灰須採取防飛散措施。 2. 濕式飛灰含水率須低於 85%。		
	礦渣		不得為中空狀態，須經破碎處理，每件重量 10 公斤以下，最大尺寸 30 公分以下。	限於無法再生利用者。	
	金屬廢料		不得為中空狀態，須經破碎、切割等處理，每件重量 10 公斤以下，最大尺寸 30 公分以下。廢石綿依註 2 及註 3 辦理。		
	玻璃碎片、混凝土廢棄物及陶瓷碎片				
	橡膠廢棄物		1. 不得為中空狀態，須經破碎或切割處理，最大尺寸 15 公分以下。 2. 經熔融加工處理者，每件重量 10 公斤以下，最大尺寸 30 公分以下。		

備註：註 1 混凝土廢棄物（コンクリートくず）係指混凝土製品製造過程中所產生之不良品或其他廢棄之混凝土製品。

註 2 廢石綿等係指《廢棄物處理及清掃法施行令》（昭和 46 年政令第 300 號）第 2 條之 4 第 5 款（ト）所規定之廢石綿等。

註 3 廢石綿等運入掩埋處分場時，應符合下列規定：

1. 應以水泥固化，每件重量約 10 公斤以下，且最大尺寸不得超過 30 公分。
2. 應裝入具有足夠強度之塑膠袋，並採雙層包裝。
3. 不得與其他種類之產業廢棄物混載。

註 4 因建築物或其他構造物之新建、改建或拆除工程所產生之混凝土碎塊等（營建廢棄物／瓦礫類），不得運入本掩埋處分場。

註 5 感染性醫療廢棄物等（包括已完成非感染化處理者）不得運入本掩埋處分場。

圖 28、東京新海面處分場廢棄物允收標準（日方提供）

（四）場區建設與分區重點

處置場根據填埋物內容分為兩大區域，採用的護岸結構亦有不同：

- （1）受控型區塊(A-E 區塊)
 - 填埋物：焚化灰渣、下水道污泥等需要處理滲濾液（Leachate）的廢棄物。
 - 結構：採用沉箱式（Caisson type）護岸，並設有嚴密的防滲水機制，防止汙染水滲入外海。
- （2）穩定型區塊(F-G 區塊)
 - 填埋物：營建剩餘土石、疏浚土等不會產生滲濾液的物料。
 - 結構：採用雙管鋼板樁（Double steel-tubing sheet pile）護岸，結構穩定且便於未來開發。

（五）環境保護與生態共生

- （1）滲濾液處理：針對受控型區塊，場內設有滲濾液收集與處理系統，確保排水符合標準。
- （2）生物多樣性保護：在東側護岸（A-E 區）設有緩坡護岸與淺灘結構，營造潮池環境，供海洋生物（如蝦虎魚、藤壺、海藻等）棲息成長。
- （3）廢棄物發電：場區內亦包含填埋瓦斯（廢棄物分解產生的氣體）發電設施，實現資源轉化。

（六）土地轉型規劃(未來願景)

- （1）A-E 區填埋完成後，預計轉化為大規模的綠地空間，例如「海之森（Umi no Mori）」計畫。
- （2）F-G 區未來則計畫開發為貨櫃碼頭，提升東京港的港務機能。

以下圖 29~圖 34 為東京新海面處分場位置、分區、場域 DM 介紹、廢棄物處理機具、進場路線指標及相關現場參訪情形，該場域參訪期間，發現同時有小學生團體參訪，日方表示藉由讓小學生實地了解掩埋場運作，體會土地稀缺，喚起垃圾資源循環及源頭減量的重要，環保由從小學深化而起到長遠的作用。

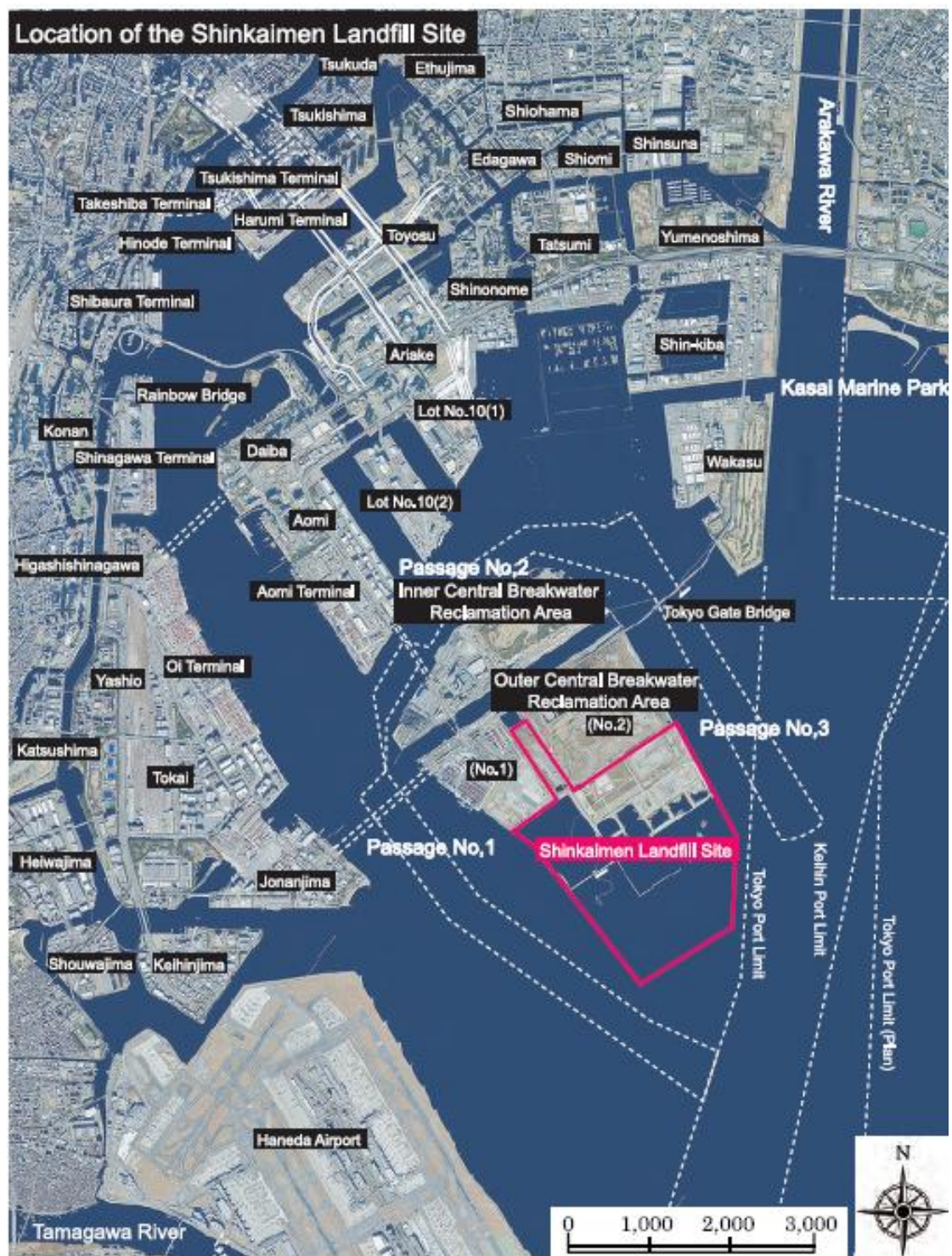


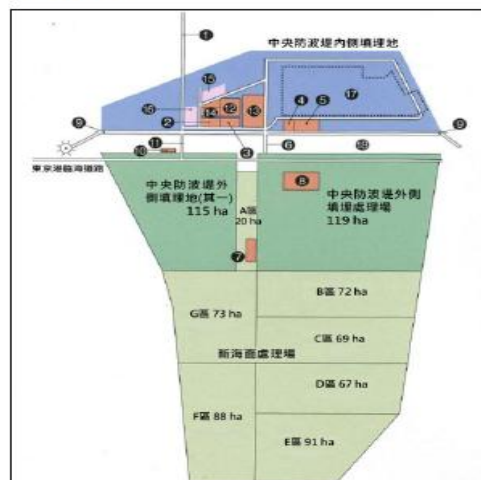
圖 29、東京新海面處分場分布圖



圖 30、東京新海面處分場場區建設與分區

1 掩埋處理場概要

(1) 布局圖



東京都

- ① 第二航線海底隧道
- ② 中防波堤聯合政府大樓
- ③ 第一污水處理場
- ④ 燃氣有效利用設施
- ⑤ 第三污水處理廠
- ⑥ 海之森大橋
- ⑦ 接收管理設施
- ⑧ 調節池
- ⑨ 中央防波堤
- ⑩ 垃圾卸船設施(船舶運輸卸船設施)
- ⑪ 中防大橋

中央防波堤內側掩埋地	
面積	約195公頃
掩埋面積(廢棄物)	約78公頃
掩埋量(廢棄物)	約1,230萬噸
中央防波堤外側掩埋地(其一)	
掩埋面積(疏浚土、建設工程棄土)	約115公頃
中央防波堤外側掩埋處理場	
掩埋面積(廢棄物)	約199公頃
掩埋容量(廢棄物)	約4,758萬立方公尺
新海面處理場	
面積(A~G區)	約480公頃
掩埋容量(A~G區)	約1億2,000萬立方公尺
面積(A~E區)	約319公頃
廢棄物掩埋容量(A~E區)	約4,580萬立方公尺
超級生態城(Super Eco Town)相關設施	

⑬ PCB廢棄物處理設施(2005年11月啟用)

⑭ 氯化熔融發電設施(2006年8月啟用)

東京二十三區清掃部分事務聯合機構

⑮ 大件垃圾破碎處理設施

⑯ 中防不可燃垃圾處理中心

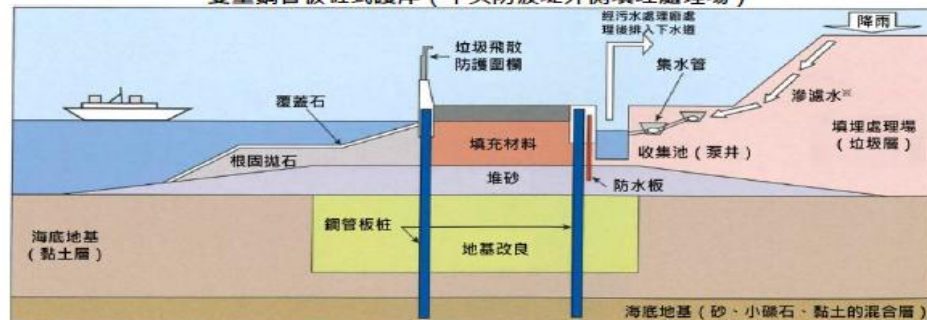
⑰ 中防灰燐酸設施

⑱ 海之森公園

⑲ 海之森水上競技場

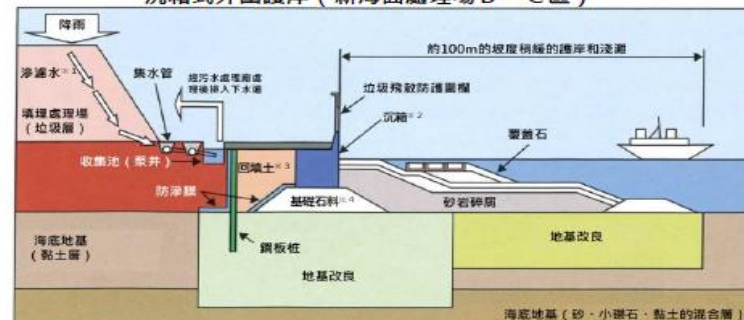
(2) 護岸的結構

雙重鋼管板柱式護岸(中央防波堤外側掩埋處理場)



※ 滲濾水：雨通過垃圾層後被污染而滲出的污水

沉箱式外圍護岸(新海面處理場B、C區)



- ※ 1 雨通過垃圾層後被污染而滲出的污水
- ※ 2 裝滿砂石或鋼渣的混凝土製成鋼製沉箱
- ※ 3 投入於沉箱護岸後方的砂土
- ※ 4 用於支撐沉箱護岸的石料

(3) 廢棄物等掩埋處理計畫

東京都制定《廢棄物等掩埋處理計畫》，規定了接收的廢棄物種類、掩埋處理量等事項，通過規制性使用廢棄物處理場以延長其使用壽命。該計畫大致每五年修改一次(2022年2月最新修訂)。

各類廢棄物接收方針

種類		接收方針
廢棄物種類	一般廢棄物	東京23區產生的一般廢棄物，以實施中間處理為前提，在最大限度實施減量與資源化的基礎上全部接收。
	產業廢棄物	都內中小企業排放的產業廢棄物中，僅接收一定量的經過中間處理且符合東京都處理場接收標準的垃圾。
	城市設施廢棄物	東京都上下水道設施等排出的供水污泥、下水道污泥等，在實施中間處理的前提下予以接收。
土砂類	疏浚土	關於東京都內河川及東京港產生的疏浚土，除可有效利用於公共事業以外的部分予以接收。
	建築工程棄土等	優先接收東京都內公共事業工程產生的棄土，並需達到處理場基礎建設所需數量。同時接收經改良後可作為建築材料再利用的建築改良土。

圖 31、東京新海面處分場介紹（日方 DM）



圖 32、東京新海面處分場參訪（上）及大合照（下）



圖 33、東京新海面處分場機具（上）及現場（下）



圖 34、東京新海面處分場廢棄物進場路線指標

十、東京超級生態城－生物能源有限公司(バイオエナジー株式会社)

(一) 背景資訊

日本被公認為全球循環型社會與資源循環管理制度發展最成熟的國家之一，其廢棄物管理政策以《循環型社會形成推進基本法》（Sound Material-Cycle Society, SMCS）為核心，並透過減量（Reduce）、再使用（Reuse）及再資源化（Recycle）等 3R 策略，以及生產者延伸責任制度（EPR），建立完整的資源循環體系。自 2000 年推動《循環型社會形成推進基本法》以來，日本一般廢棄物產生量呈現長期下降趨勢，由 2000 年代初期超過 5,000 萬公噸逐步下降至近年約 4,000 萬公噸左右；同時，藉由資源循環政策、高效率回收體系及相關法制措施之推動，最終處置量亦大幅減少，顯示日本已逐步由傳統廢棄物處理模式轉型為循環經濟導向的資源管理模式，特別是有機廢棄物方面。

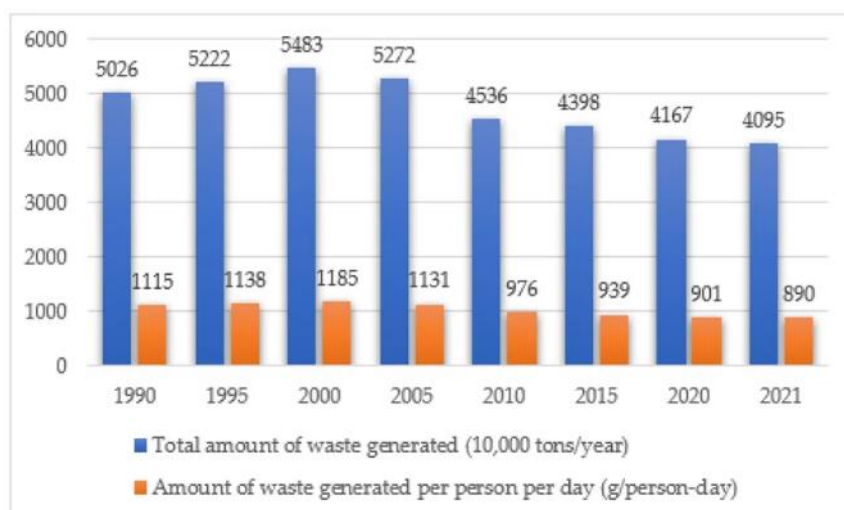


圖 35、日本廢棄物產生趨勢

註：自 2012 年起，總人口包括外國居民

近年來，日本更進一步將循環經濟、淨零排放及資源安全納入國家發展策略，積極推動廢棄物資源化、高效率能源回收及低碳技術應用，以提升資源利用效率並降低環境負荷。在此政策背景下，東京都推動之「東京超級生態城（Tokyo Super Eco Town）」計畫，成為日本循環型社會政策的重要示範基地。園區內集中設置廢家電回收、食品廢棄物資源化與能源化、廢塑膠化學回收及建築廢棄物再利用等先進設施，不僅具體展現日本資源循環與循環經濟政策之實踐成果，也成為推動都市循環經濟、資源永續管理及淨零轉型的重要示範場域。

「東京超級生態城（Tokyo Super Eco Town）」計畫係東京都推動循環型社會的重要政策之一，除致力於解決首都圈廢棄物處理問題外，亦作為環境產業發展與創新技術實踐的重要基地。其推動背景主要源於大東京地區人口高度集中，長期面臨龐大的廢棄物處理壓力及最終處置場容量有限等挑戰，因此東京都政府積極推動資源循環與回收再利用政策，期藉由提升資源回收率及資源化處理量，大幅降低進入掩埋場之廢棄物數量，延長最終處置場使用年限。

為達成上述目標，東京都政府利用臨海地區公有土地，透過公開徵選及提供土地使用等方式，吸引具備先進環境技術與資源循環能力之民間企業進駐，建置各類廢棄物處理、資源回收及再利用設施，不僅促進

相關技術研發與產業發展，也形成環境產業群聚效應，進一步帶動循環經濟發展。此外，作為日本中央政府推動都市再生政策的重要示範計畫之一，東京超級生態城亦肩負改善臨海工業區土地利用效益、促進區域轉型及兼顧環境保護之功能，實現經濟發展與環境永續並進的目標。

該計畫發展歷程可追溯至 2001 年 3 月，當時東京都知事向中央政府提出相關構想，並納入都市再生推動計畫。其後，日本中央政府成立都市再生本部進行規劃與研議。2002 年 4 月，東京都正式發布「東京超級生態城計畫」推動方針，並開始公開徵求民間企業參與投資及設施建置，陸續完成多項資源循環及廢棄物處理設施之招商與建設工作。

經過多年分期開發、設施建置及營運整合後，整體園區於 2017 年 6 月完成所有規劃設施建設並全面投入運作。目前已成為日本最具代表性的資源循環示範園區之一，涵蓋廢家電回收、食品廢棄物資源化、建築廢棄物再利用、廢塑膠回收及多項循環經濟相關設施。透過公私協力模式及先進環境技術的導入，不僅有效改善東京都廢棄物處理問題，也為日本推動循環經濟、資源循環及淨零轉型提供重要示範案例。

（二）參訪設施

本行程安排參訪生質能發電：Bioenergy 公司透過甲烷發酵產生電力與都市瓦斯，是日本首創的案例。

（三）東京生態城環境貢獻

- （1） 碳足跡減少：設施鄰近廢棄物大量產出的都心，縮短了運輸距離，有效降低運輸過程的二氧化碳排放。
- （2） 資源循環：場內不同設施間可相互配合（如利用餘熱），達成能源與資源的封閉循環。
- （3） 土地保全：透過極高的回收率，顯著延長了面臨飽和壓力的最終處置場壽命，貢獻於天然資源的保護。

（四）生物能源有限公司(バイオエナジー株式会社)背景資訊



生物能源有限公司主要將產業之食品廢棄物（同臺灣的事業廢棄物）和有機廢棄物轉化為再生能源（沼氣）和肥料，屬於資源循環及生物能源產業。該公司收受的廢棄物中，90%來自於產業廢棄物中的一般廢棄物，來源多為百貨公司、商店、超商等。本次主要研習目的係為了解日本進行食品廢棄物生質能源發電過程，要求的進料種類、限制、操作技術、減碳效益等。

每日收受量可達 100 公噸，目前該公司則無收受家庭產生的食品廢棄物，主要因為家庭產出的廢棄物較為混雜不易區分，且該公司為考量全廠區沼氣發電效益，進料時則不收受含罐頭類、玻璃類、粉狀廢棄物、冷凍廢棄物等食品廢棄物，若仍要收取冷凍廢棄物則必須解凍後才會收取。再者，其進料量如含有過多不收的廢棄物種類，如硬質類（骨頭、貝殼、卵殼等）、油脂含量高（如廢油、美乃滋等）、高鹽分（如醬油、調味料等）廢棄物，將影響生物處理效能；除產業中一般廢棄物外，該公司得同時收受食品加工廠製程產出之廢棄物約 10~20%，如飲料、菜類等廢棄物，而製程產出的臭味問題，則以洗滌塔及活性炭進行脫臭處理。

該公司設計處理量為 130 公噸/日，其中包含 20 公噸/日的液態廢棄物，廠內目前設計製程為 3 組產線（實際運作為 2 組產線）設備採 24 小時運轉作業，且採取產線設備輪修方式，故無設備歲修問題，該公司目前實際運作量能為 110 公噸/日。設備流程為進料、粗破碎設備、細破碎設備、分選設備、調勻槽、厭氧醱酵設備、沼氣捕捉收集、發電設備。該公司

厭氧發酵製程採取中溫發酵，產電效率約為 40,560kwh/日，約可提供 4,000 家戶使用，氣體產生量約 2,400 立方公尺/日，約可降低二氧化碳排放量 7,665 公噸/年。現今政府政策希望各公司投入生質能發電，因此給企業大量經濟誘因，提供 39 元/1,000kw 發電量（換算新臺幣約 8 元）的補助金，該公司如用以沼氣發電程序之沼氣純度，僅需達 60%即可發電，其經濟效益大於沼氣純化後作為天然氣販售之效益。另製程產出之沼渣則付費交由肥料廠再利用，主要作為肥料原料再利用，再製成有機肥料使用，本場收受廢棄物態樣及製程如圖 36、圖 37。



圖 36、收受處理之食品廢棄物樣態

食品廢棄物處理流程

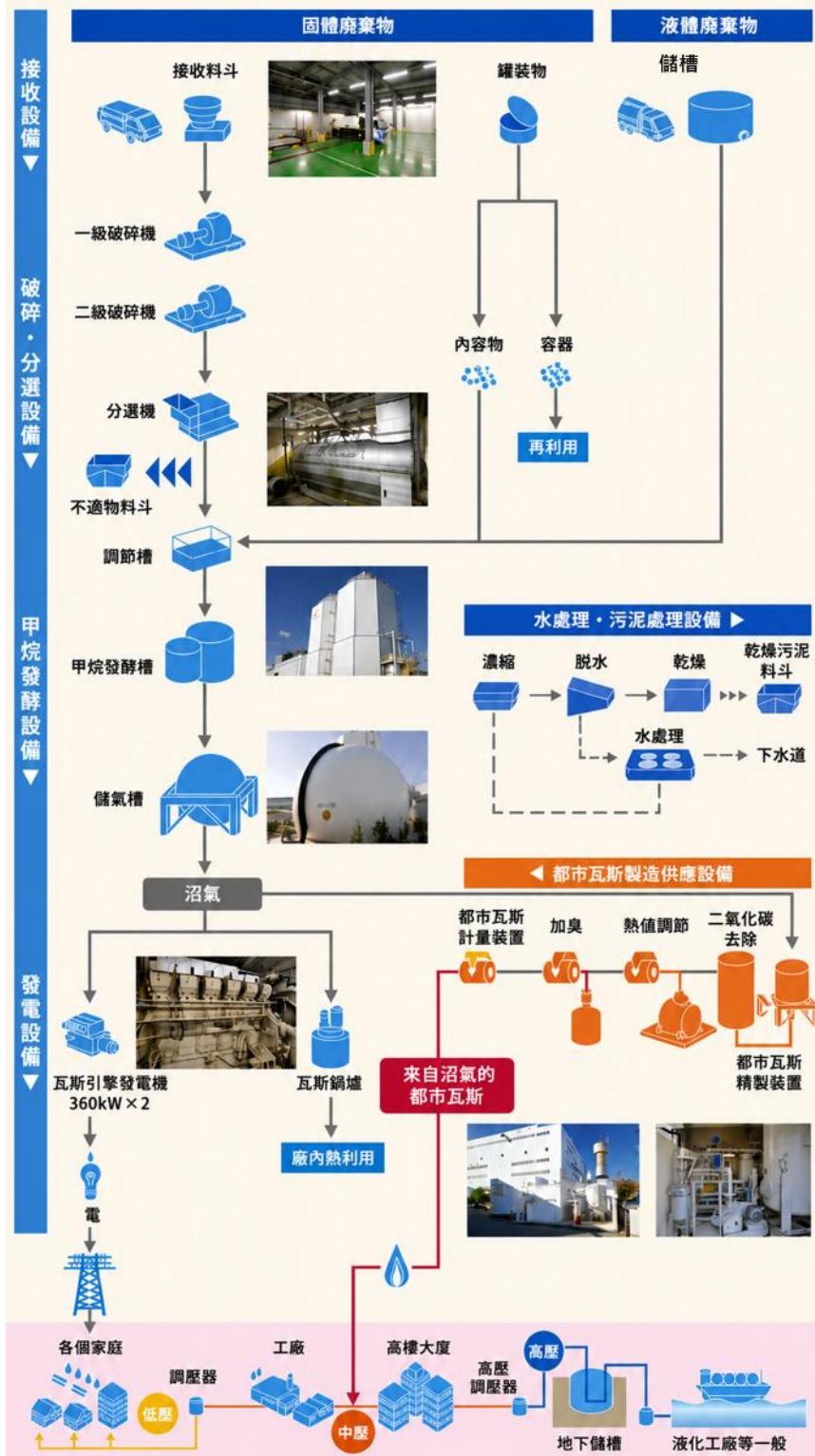


圖 37、製程流程圖

（五）參訪重點

1. 都市廚餘能源化處理系統

BioEnergy 為東京都超級生態城（TokyoSuperEcoTown）計畫的重要示範設施之一，主要收受來自餐廳、超市、食品工廠及物流中心等事業單位產生之食品廢棄物。由於該類廢棄物含水率高且不適合直接焚化，因此設施透過甲烷發酵技術將廚餘轉換為再生能源，建立都市廚餘資源循環利用模式。

2. 甲烷發酵（AnaerobicDigestion）技術

該廠核心技術為厭氧甲烷發酵系統，利用微生物在無氧環境下分解有機物產生沼氣（Biogas），有效回收廚餘中的能量。此類技術可大幅降低廚餘焚化需求，並提升有機廢棄物能源回收效率。

3. 沼氣發電系統

BioEnergy 利用甲烷發酵產生的沼氣作為燃料，透過燃氣引擎及燃料電池進行發電，該綠色能源已取得日本綠電認證。沼氣收集槽如圖 38。



圖 38、沼氣收集槽

4. 生質天然氣（Bio-methane）製造技術

BioEnergy 最具特色之處在於其為日本首批將廚餘產生之沼氣純化後，直接注入都市天然氣管網的示範設施。該廠與東京瓦斯（TokyoGas）合

作，將沼氣進行脫硫、脫碳、熱值調整及加臭處理後，轉化為符合都市瓦斯規格之生質天然氣（Bio-methane）。

5. 消化液及殘渣再利用

甲烷發酵後所產生的消化液及固體殘渣仍富含氮、磷、鉀等養分，可進一步作為肥料或土壤改良材料利用，是完整循環經濟的重要環節。

6. 溫室氣體減量效益

該設施透過廚餘能源化取代化石燃料，減少二氧化碳排放量，是東京推動循環經濟與淨零排放的重要示範案例。

（六）場域特色與定位

生物能源有限公司是日本都市型食品廢棄物能源化的代表性示範設施，也是東京超級生態城計畫中最具代表性的循環經濟案例之一。該設施成功將都市食品廢棄物轉化為電力、熱能及生質天然氣，建立從廢棄物處理到再生能源利用的完整循環體系，不僅展現日本在資源循環及再生能源領域的技術實力，也提供亞洲各大城市推動廚餘資源化及淨零轉型的重要參考典範。有機廢棄物投入口及車輛進廠狀況如圖 39、圖 40，參訪觀察的投入口為固體式投入方式，可觀察到廢棄物裝成袋狀，與臺灣垃圾袋裝收集方式相同，使用壓縮車輛載運，過程為密閉，值得注意的是即便使用袋裝方式盛裝有機廢棄物，亦可藉由廠內分選設備將不適合發酵的物質進行分離，而不影響整體發酵功能，目前臺灣公有廠技術尚無引入將袋裝破碎分離的設施，仍維持主要液態收集方式，未來值得將此類技術導入致臺灣，可提高料源收受空間，提高有機廢棄物收集態樣，另本廠發酵後沼渣如圖 40，目前付費送肥料廠進行處理。本行程詢問本廠建設時 10 年前大約為日幣 30 億元（匯率換算為 10 億台幣），日本東京都補助業者 1/3 經費，目前如果要建設同樣規模廠，大約需要 50 億元（匯率換算為 10 億台幣），另廠內沼氣純化供應為都市氣體(city gas)的設備目前為關閉狀態，主要產生的沼氣使用於電網發電販售，暫無用於都市天然氣供應，主要天然氣純化設備因為運作成本考量，且目前售電收益較大，爰目前該氣體純化設施為待機狀態，且該設施由氣體供應公司所有，非為生物能源有限公司(バイオエナジー株式会社)廠商所有。



圖 39、有機廢棄物投入口開啟（左）及車輛進廠狀況（右）



圖 40、有機廢棄物投入口近照（左）及發酵後沼渣（右）

十一、Resonac 控股公司（株式會社レゾナック・ホールディングス）

（一）背景資訊

近年日本積極推動塑膠資源循環政策，透過《容器包裝回收法》及生產者延伸責任制度（Extended Producer Responsibility, EPR），建立完整的塑膠回收與再利用體系，要求產品製造者共同承擔回收與資源化責任。相關研究指出，相較於單純限制塑膠使用，結合回收制度、資源循環政策及再利用技術的整合管理模式，更能有效降低塑膠廢棄物產生量並提升資源回收效率。近年政策發展亦逐漸由傳統廢棄物處理思維轉向循環經濟模式，強調透過機械回收、化學回收及再生塑膠利用等技術，將廢塑膠重新轉化為化學原料、能源或高附加價值產品。Resonac 川崎廠所推動之廢塑膠化學回收技術，即是在此政策架構下的重要示範案例，透過將回收塑膠氣化轉製氨、氫氣及化學原料，不僅減少最終處置需求，亦提高資源循環利用率，展現日本由「廢棄物管理」邁向「資源循環利用」的政策發展方向。Resonac 控股公司在川崎廠進行「廢棄塑膠轉化為氨原料業務」，該廠位於京濱工業區，是京濱工業區內多家公司的主要供應者，透過管線供應氨氣和氫氣，該廠主要處理使用過的廢塑膠，並生產多種化學產品，包括：氫氣、氯氣、苛性鈉、氨氣、二氧化碳及其他多種高純度氣體和化學品，例如丙烯、氟素、農藥原料 IPN/TPN、EDTA/GLDA 等。

（二）臺灣與日本廢棄物處理達成 2050 年淨零排放說明

1. 臺灣 2050 年淨零排放目標概述

為達成 2050 年淨零排放的策略，環境部環境管理署於「114 年因應氣候變遷國內一般廢棄物管理策略調適委託專案計畫」中，針對我國一般廢棄物處理設施，以 2024 年為基準年（直接排放量約 3.39 百萬公噸 CO_{2e}），設定了四種主要情境進行模擬評估：

- （1）基礎情境(Base Scenario)：落實既有的「減塑政策」（一次性塑膠禁用）與「前處理強化」（如導入 AI 智慧篩分以減少進入焚化爐的資源物）。
- （2）情境 A：基礎情境+一般廢棄物（塑膠類）源頭減量。假設塑膠類垃圾量受產品綠色設計影響而進一步減少。

- (3) 情境 B：基礎情境+一般事業廢棄物焚化逐年減少。將目前由公有焚化廠代處理的一般事業廢棄物逐年減少，轉向資源再利用或 SRF 專燒爐處理。
- (4) 情境C（最優路徑）：基礎情境+情境 A+情境 B，預計至 2050 年可比 2024 年減少 90%的排放量（排放量降至約 0.4 百萬公噸），若須達到淨零排放，則須再搭配 CCUS 相關技術於 2045~2050 年逐步達成目標。

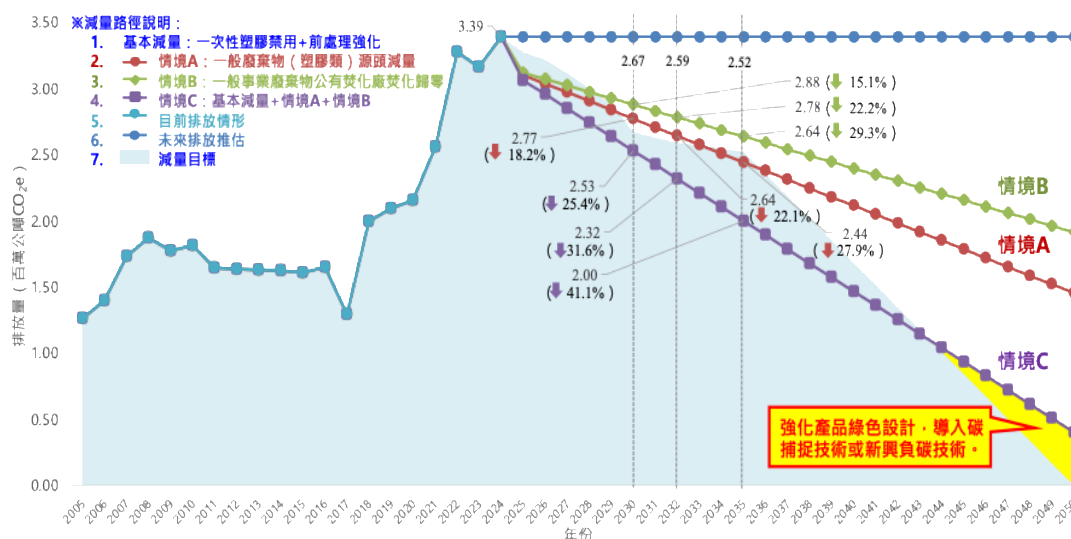


圖 41、臺灣最佳化一般廢棄物處理設施溫室氣體直接排放減量路徑

2. 日本 2050 年淨零排放目標概述

日本政府於 2020 年宣示 2050 年碳中和目標，廢棄物部門雖僅佔日本總排放量的 3.3%（約 3,967 萬噸 CO₂eq），但仍是主要的排放源之一。而日本環境省於 2021 年發布之「2050 物質循環與廢棄物管理部門淨零排放路徑草案」，透過多種減碳情境的評估，明確政府與各界達成目標的方向。

參考《材料循環與廢棄物管理期刊》(Koji Yamada, 2023) 研究報告，日本廢棄物部分設定七種不同強度的情境來評估減碳潛力分析（詳圖 42），包含：

- (1) 歷史趨勢與基準情境(Historical)：顯示 1990 年至 2019 年的實際排放數據。2019 年的總排放量約為 3,967 萬噸(39.67Mt-CO₂eq)。
- (2) BAU(維持現狀) 情境：假設 2019 年之後不採取任何額外的減碳措施。排放量僅隨人口減少及製造業趨勢而緩慢下降，是所有預測路徑中排放量最高的一條。
- (3) 擴展規劃情境(Expanded Planning)：在落實現有政府規劃（如「塑膠資源循環戰略」）的基礎上，額外增加對廢棄物處理設施與運輸車輛的能源減碳措施。此路徑與「規劃情境」相比，至 2050 年預計可比 BAU 減少約 35%的排放。
- (4) 創新情境(Innovation)：基於目前的技術創新趨勢，在材料循環與廢棄物處理各領域落實更積極的減碳行動（如提高廢塑膠回收率、導入生物基塑膠）。至 2050 年，此路徑預計能比 BAU 減少約 69%的排放。
- (5) 先進創新情境(Advanced Innovation)：以更樂觀的角度預期技術創新的進展，達成更高比例的材料替代與能源轉型。此情境被視為達成淨零排放的技術基礎，至 2050 年可比 BAU 減少約 82%的排放。
- (6) 淨零排放情境(Net Zero Emissions)：在「先進創新」的基礎上，於 2040 年代開始在廢棄物焚化設施導入 CCUS(碳捕獲、利用與封存)技術。由於該技術可抵銷剩餘無法消除的非能源排放（約 620 萬噸），使該部門在 2050 年精確達成零排放點。
- (7) 最大行動情境(Maximum Actions)：將 CCUS 技術的應用潛力發揮至極限。由於 CCUS 捕捉了廢棄物中「生物質成分」（如紙類、廚餘、生物基塑

膠)釋放的二氧化碳，這些碳被視為「負排放」，因此該路徑在 2050 年會穿過零基準線，達成約-1,000 萬噸(-10.0Mt-CO₂eq)的淨負排放效果。

由圖顯示前述 7 種情境中，能夠達成 2050 淨零排放目標只有 2 種，必須建立於塑膠的再利用及源頭減量的基礎上，並且導入碳捕捉與利用技術(CCUS)，短期必須致力於塑膠的再利用及源頭減量作為，長期發展碳捕捉與利用技術(CCUS)技術。

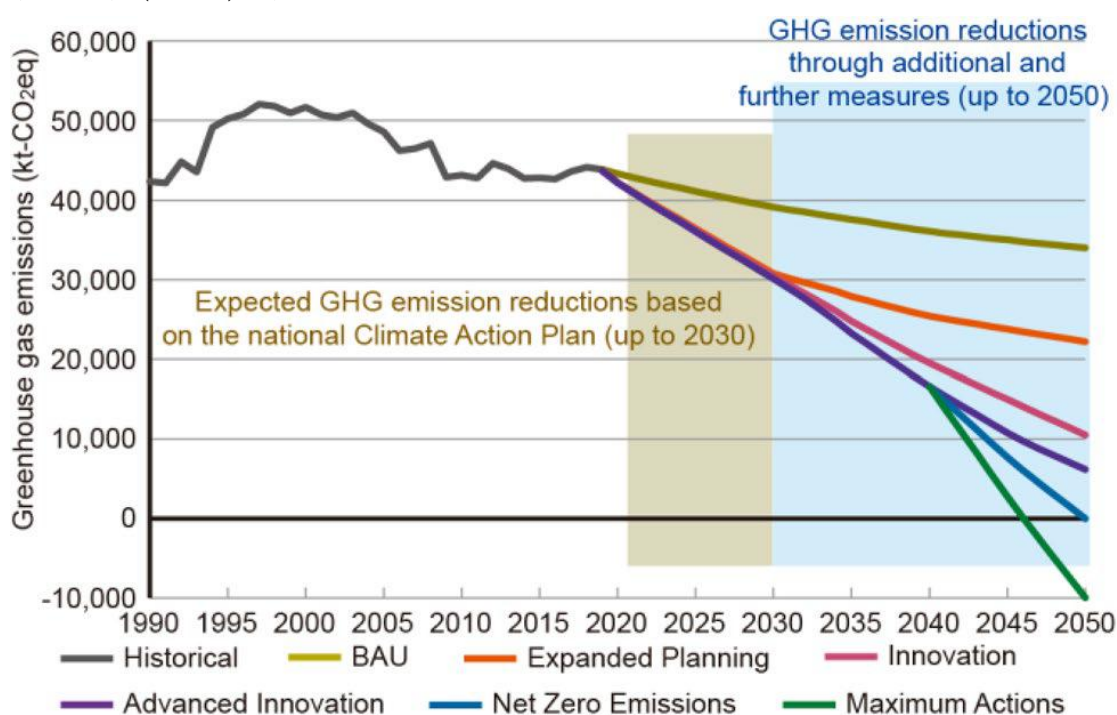


圖 42、日本各情境至 2050 年的溫室氣體排放路徑

日本物質循環與廢棄物管理部門達成 2050 年淨零排放的核心策略，是結合「3R（減量、再利用、回收）+再生資源（Renewable）」的原則，並針對廢棄物生命週期進行全方位的技術轉型。其中，廢塑膠的管理是達成目標的最關鍵領域，約佔「先進創新情境」總減排量的 50%。

廢塑膠管理透過「先進創新情境」，將處理結構從傳統的焚化與填埋，轉向高度資源化的循環系統。其中圖 43 顯示從 2020 年到 2050 年廢塑膠處理手段的變遷過程。受人口減少及積極推動 2R（減量、再利用）政策的驅動，廢塑膠的處理量預計從 2020 年的 830 萬噸，縮減至 2050 年的約 580 萬噸，減量幅度高達 25%。這反映出日本政府透過《塑膠資源循環促進法》限制 14 項一次性塑膠製品（如吸管、叉子）以及購物袋收費等措施，已預期產生實質的源頭減量成效。循環回收技術的深度導入方面，在處理手段上，物質回收

（Materialrecycling）將成為核心，至 2050 年佔比將達 36%。更具突破性的是循環型化學回收（Circularchemicalrecycling），其比例將提升至 16%。低效處理手段的淘汰包含填埋（Landfill）與單純焚化（Incineration）的灰色塊與黑色塊在 2035 年幾乎完全消失，而化學回收逐步增高，同時焚化亦逐年下降，顯示處理系統全面轉向資源化，但這些過程產生的碳排需靠材料端的變革來中和。

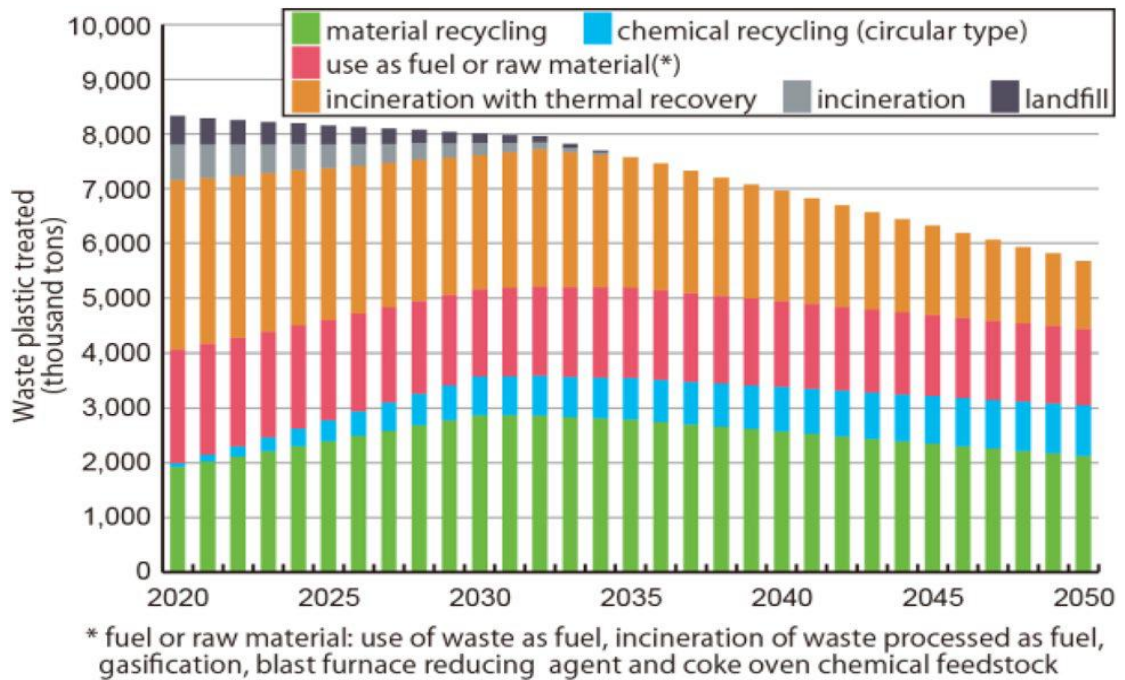


圖 43、廢塑膠處理方式比例-先進創新情境

然而，在材料的替代來源方面圖 44 顯示，深紅色「全新化石基塑膠（Fossil derived plastics-new）」比例從 2020 年逐年遞減，到 2050 年已減到近乎為零，取而代之的是大量導入生物基塑膠（Bioplastics-new, 深綠色）的替代原料。日本設預定在 2050 年每年將導入約 250 萬噸生物基塑膠，亦即未來塑膠物質的 CO₂ 來源將主要由生物質的二氧化碳而來，而非來自於石化的二氧化碳。由於生物基材料來源於大氣中的 CO₂，因此其焚化時釋放的 CO₂ 被視為碳中和。日本排放路徑規劃中，預期透過這種材料轉換，廢塑膠產生的化石來源 CO₂ 排放將從 2019 年的 1,647 萬噸減至 2050 年的 109 萬噸，有助於整體淨零排放目標達成。

另外除塑膠外，日本還透過有機廢棄物轉向甲烷發酵：計畫在 2035 年將禁止有機廢棄物填埋，將廚餘等從焚化轉向甲烷發酵（生物氣化）處理，不僅減少焚化量，還能產出生物氣體發電。設施與運輸去碳化：推動垃圾收集車電動化（EV），並提升焚化設施能效（高溫高壓發電），隨著國家電力系統在 2050 年達成零排放因子，設施營運將趨近淨零。CCUS（碳捕獲、利用與封存）：對於 3R 措施後仍剩餘的非能源排放（如焚化過程產生的不可避免氣體），將於 2040 年代在焚化設施導入 CCUS 技術（預期回收率 90%）來達成最終的「淨零」點，甚至透過捕捉生物質來源的 CO₂ 實現負排放。

總結來說，日本是透過大幅提升回收率（目標 90%）、材料生物質化（替代化石來源）末端 CCUS 技術的結合，構建出一個完整的廢棄物淨零路徑。

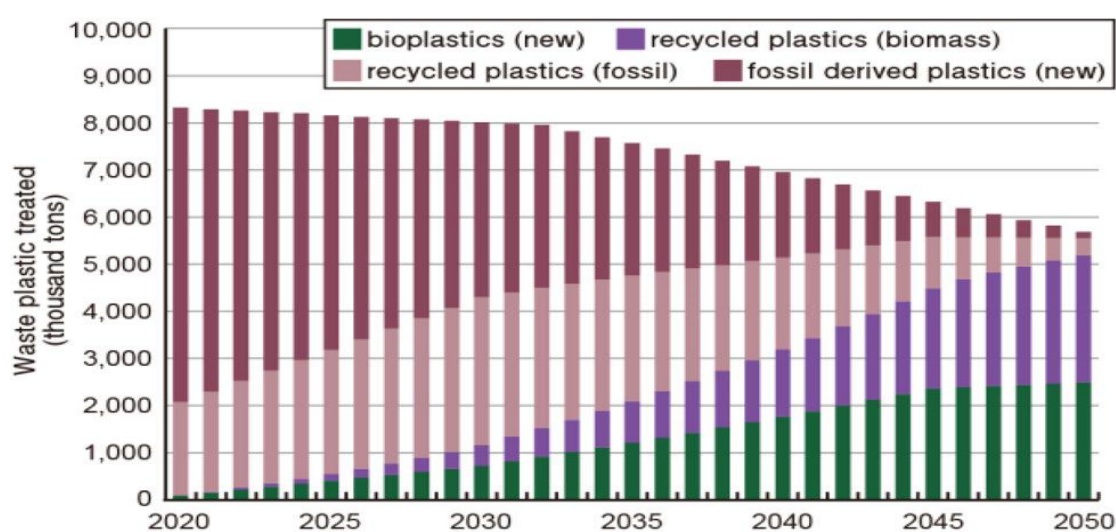


圖 44、廢塑膠材料來源與成分

3. 日本及臺灣政策比較

面對全球氣候變遷挑戰，臺灣與日本均已明確將 2050 年達成淨零排放與碳中和列為國家級戰略目標。廢棄物管理部門因直接關聯物質全生命週期的碳足跡，成為兩國落實「資源循環零廢棄」轉型的核心領域。

透過兩國的減碳路徑圖比較，如表 1 所示，日本與臺灣均展示了從基準年到 2050 年的排放預測曲線，臺灣曲線呈現穩定的線性下降，強調透過「一般事業廢棄物歸零（情境 B）」與「塑膠源頭減量（情境 A）」的疊加。其中特別標註 2045 年後需導入碳捕捉技術以填補最後 10% 的缺口。而日本展示了多條發散的路徑，最積極的「最大行動情境(MaximumActions)」在 2040 年後因大規模導入 CCUS，曲線直接陡降至零度線以下，呈現-10MtCO₂e 的「負排放」願景，並且加大石化物質（塑膠）的管制、替代材料及相關技術發展策略。

表 2、臺灣及日本減碳路徑圖比較

比較項目	臺灣(最佳化減量路徑)	日本(淨零排放情境路徑)
基準年與排放量	2024 年為基準，直接排放量約 3.39Mt。	2019 年為基準，整體排放量約 44Mt。
2030 年目標	減少 25.4%（降至 2.53Mt）。	計畫情境預計減碳約 11%-15%。
2035 年目標	減少 41.1%（降至 2.00Mt）。	進入技術轉型期，焚化量開始顯著下降。
2050 年目標	透過情境 C 組合，預計減碳 90%（剩餘約 0.4Mt）。	先進創新情境可減碳 82%，搭配 CCUS 達成淨零或負排放。
路徑定義邏輯	以政策強制性組合劃分（情境 A+B+C）。	以技術創新程度與社會抱負劃分（創新 vs.先進創新）。

綜合臺灣與日本的淨零轉型規劃，臺灣在廢棄物管理上以政策強制性組合為導向，透過源頭減塑、一般事業廢棄物分流歸零及 AI 智慧監測，目標於 2050 年達成 90% 的減碳量，並將 CCUS 於 2045 年起視為處理不可避排放的最終手段；而日本則展現以技術創新驅動轉型的策略，將 CCUS 視為達成負排放願景的核心支柱，並積極實踐廢塑膠化學回收製氨等高值化循環技術。建議臺灣未來應在既有行政管理基礎上，積極借鏡日本，短期將廢棄物視為「二次資源」的思維，中長期並針對廠區空間瓶頸提早佈署緊湊型或移動式 CCUS 設備進行在地化驗證，同時強化生產者延伸責任（EPR）與產品數位護照制度，

引導前端綠色設計與末端回收體系無縫接軌，將焚化廠由單純的「去化終端」轉型為「區域低碳能源與資源製造中心」

（三）參訪重點

川崎廠所採用化學回收製程，將回收廢塑膠轉化為氨（作為化學製品的基本原料），其技術將廢塑膠經兩段式氯化（低溫 600°C、高溫 1,400°C），加入氫氣並轉化為高品質的氨，成品氨可用於纖維、肥料、醫藥與能源等。川崎廠之廢塑膠原料供應係透過競爭性的投標制度，向「容器包裝回收協會」競標，取得各自治團體所收集的一般塑膠廢棄物。在原料來源上，每年約處理 6 萬公噸塑膠廢棄物（每日約 200 公噸），其中，有約 86% 來自一般家庭的容器包裝塑膠，14% 來自事業廢棄物。

（四）川崎廠塑膠化學回收主要的製程

- （1） 破碎與塑膠整形：將回收的塑膠如容器包裝塑膠和一般事業廢棄物塑膠送入破碎設備，經過細切和輕微加熱，塑膠被壓縮成塊狀的成形塑膠，廢塑膠料源破碎後及造粒後如圖 45。
- （2） 熱分解與氯化：將成形塑膠送入氯化設備進行熱分解。該氯化設備採用兩段式氯化爐，這是一個環保的製程，因為反應以缺氧狀態進行，主要依賴塑膠本身的熱能進行，僅設備啟動時會使用一些天然氣，過程不需要添加額外燃料。氯化爐在氯化過程中所產生氣體為氫氣和二氧化碳，兩段式氯化爐的溫度設定為低溫氯化爐 600°C 及高溫氯化爐 1400°C。
- （3） 氨氣製造：將產生的氫氣與空氣中的氮氣進行合成，製造出氨氣。氨氣是製造多種化學產品如尼龍纖維、丙烯纖維、醫藥、農藥、肥料等的基礎原料。
- （4） 副產品的回收與利用：氯化過程中產生的殘渣和爐渣可進行再利用，爐渣可用作建材和路基材料。氯化產生的二氧化碳可被有效利用，例如可用於製造碳酸飲料、乾冰等。

（五）溫室氣體減量與國防戰略

Resonac 的化學回收技術在減少溫室氣體排放方面具有顯著效益，在溫室氣體減排效果，該廠所製造低碳氨與傳統源自化石燃料的氨相比，透過化

學回收製程製造的低碳氨，在生產過程中排出的溫室氣體排放量可削減 80% 以上。該公司的二氧化碳排放量計算流程已獲得第三方機構日本生命週期評估基金會（LCAF）的認可，符合 ISO 國際標準。爰此，該公司以廢舊塑膠為原料生產的低碳氨成為日本唯一獲得第三方機構認證的環保性能優異的氨產品。此外，該製程生產的氫氣可以作為清潔能源用於發電，例如該廠透過管線供應給相鄰的 JR 東日本川崎火力發電所使用。本廠川崎控股公司參訪的廢塑膠料源收集現況、設施營運現況、製程解說、廢塑膠料源破碎及造粒成品詳如圖 48。本廠為日本該類技術發展的代表公司，亦能發現日本輔導企業有系統的發展策略，例如日方表示，運用廢棄物產製化學物質可以提高國家韌性，約就發生於今年 4 月的中東的荷莫茲海峽事件，當時全球天然氣供應受阻，而該廠運用廢棄物作為原料取代天然氣的原料供給，已達顯著減少衝擊。



圖 45、川崎控股公司廢塑膠料源現況（上）及收集現場狀況（下）



圖 46、川崎控股公司設施現況（上）及製程解說（下）



圖 47、川崎控股公司設施製程解說-續

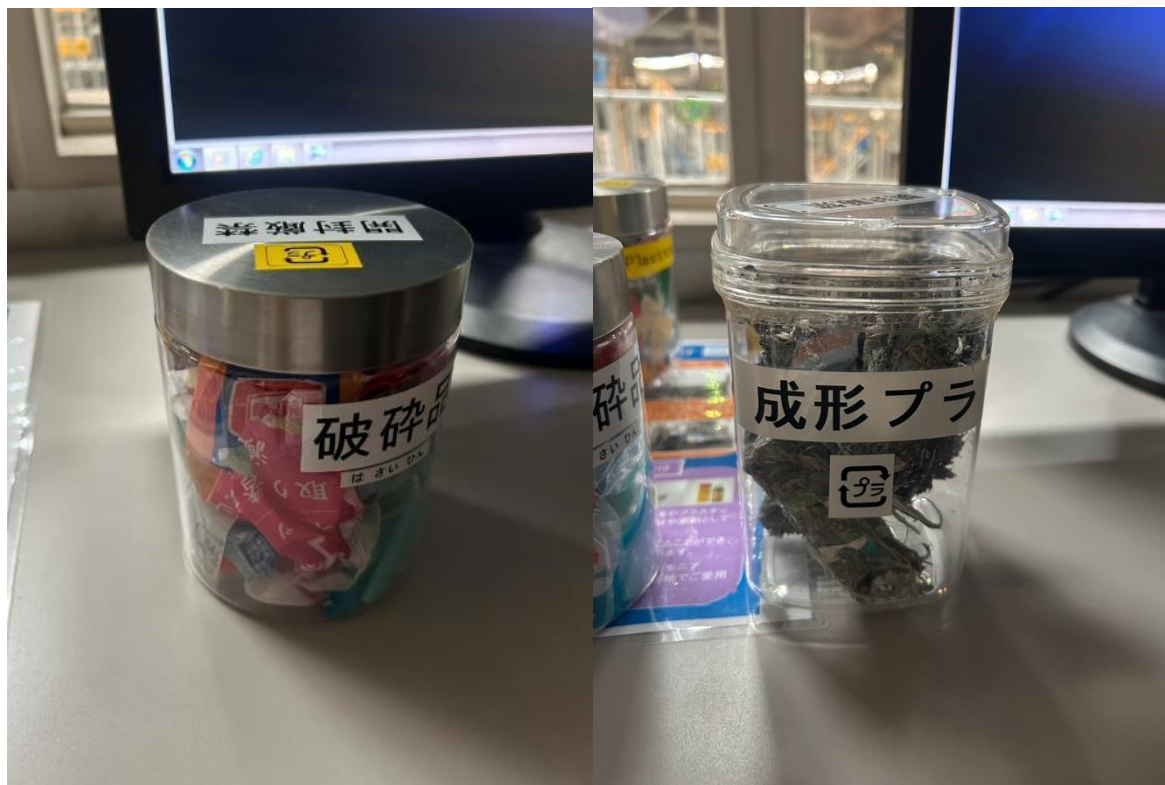


圖 48、川崎控股公司廢塑膠料源破碎後（左）及造粒後（右）



圖 49、川崎控股公司設施大合照（下）

十二、環境教育：東京港野鳥公園

（一）背景與歷程

東京港野鳥公園（Tokyo Port Wild Bird Park）（東京港野鳥公園）位於東京都大田區東京灣沿岸，面積約 36 公頃，成立於 1989 年，是東京都因應東京灣長期填海開發與港灣建設所造成濕地及候鳥棲地大量消失而推動的重要生態復育工程。1970 年代起，在市民團體、鳥類保育組織及專家學者的倡議下，東京都決定於東京港保留部分填海地，透過人工復育潮間帶、潟湖、淡水池及森林等多元棲地，打造兼具生物多樣性保育、環境教育、自然研究及市民休憩功能的都市自然公園，成為東京灣生態保育的重要據點，也展現大型都會區將港灣開發與自然保育相結合的永續發展理念。

（二）生態環境營造與保育管理

東京港野鳥公園最大的特色在於以「棲地管理」取代傳統公園景觀管理，園區依不同生物需求規劃潮間帶、潟湖、淡水池及森林等生態環境，並透過人工調控水位、植生維護、外來種移除、泥灘管理及長期生態監測等措施，維持濕地生態系的健康運作。公園至今已記錄超過 220 種鳥類及豐富的植物、魚類、昆蟲與兩棲動物，是東京灣候鳥遷徙的重要停棲地，也是東京都推動生物多樣性保育及都市自然復育的重要示範場域。

（三）營運管理與環境教育

公園由東京都委託專業管理單位負責營運，除日常設施維護外，更重視生態監測、棲地經營、遊客服務及環境教育工作。園區設有自然觀察中心、展示空間及觀鳥設施，全年辦理野鳥觀察、生態導覽、學校戶外教學及親子環境教育活動，並由專業自然解說員協助民眾認識東京灣濕地、生物多樣性及候鳥遷徙等議題。同時，也長期招募志工參與鳥類調查、棲地維護及教育推廣，建立政府、專業團隊與市民共同參與的經營模式，提升公眾對自然保育的認同與參與。

（四）都市永續治理意義

東京港野鳥公園不僅是一座自然公園，更是東京都推動都市永續治理的重要案例。透過在港區及填海地復育濕地生態，成功兼顧港灣發展、生物多樣性保育、環境教育及公共休憩需求，展現都市與自然共生的治理理念。其以長期生態監測作為管理決策基礎，結合政府、專業機構、志工及民間團體共同投入管理的模式，對臺灣具有高度參考價值。尤其在港灣、河口或閒置土地的生態復育、都市濕地保育、環境教育推廣及跨部門協力治理等方面，均可作為中央及地方政府規劃自然共生與生物多樣性政策的重要借鏡。

十三、環境教育：東京都虹下水道館

（一）背景與定位

東京都虹下水道館位於東京都江東區有明，是東京都為推動下水道環境教育而設立的公共展示設施，由東京都下水道局規劃設置並委託專業單位營運。館舍鄰近有明水再生中心及東京臨海副都心，主要目的在於讓民眾了解

「看不見的下水道系統」如何支撐都市生活，透過展示、體驗及導覽，建立正確的用水、排水及水環境保育觀念，同時培養市民對都市基礎設施的理解與信任。

（二）場館設計完整呈現都市下水道系統運作

館內以東京都實際的下水道系統為基礎，完整介紹生活污水從住家、道路及商業區排入下水道後，經由污水管線、中繼抽水站、水再生中心，到放流水排放河川與東京灣的完整流程。展示內容不僅說明污水輸送方式，也介紹雨水與污水分流、地下幹線、抽水設施及豪雨排水機制，使參觀者理解下水道除了污水處理外，更具有都市防洪、改善水環境及保護公共衛生的重要功能。

（三）互動式展示之特點

虹下水道館最大的特色在於大量運用互動展示設計，包含立體模型、透明管線展示、實體設備模型、操作模擬及多媒體影音，讓參觀者能透過操作體驗理解下水道工程原理。例如模擬降雨後雨水流入排水系統、污水處理流程及抽水設備運轉等內容，將原本抽象且位於地下的基礎設施具象化，提升不同年齡層民眾的學習效果，也使兒童能以遊戲方式建立環境保護觀念

（四）水資源循環與環境教育

館內特別強調「水循環」與資源循環概念，介紹污水經處理後如何成為符合標準的放流水，回歸河川、海洋並重新參與自然水循環，同時說明下水污泥資源化、再生水利用及能源回收等東京都近年推動的重要政策。透過展示都市水循環與自然環境間的連結，引導民眾理解節約用水、避免將油脂、垃圾及異物排入下水道的重要性，進而降低管線堵塞、提升污水處理效率並改善整體水環境品質。

（五）防災教育與極端氣候因應

配合東京都近年面對豪雨、颱風及都市淹水風險，館內設有防災教育內容，介紹大型地下排水設施、雨水貯留設施、抽水站及都市防洪系統如何在短時間大量降雨時發揮功能，降低積淹水風險。透過案例展示及情境解說，

使民眾了解下水道不只是污水處理設施，更是城市韌性基礎建設的重要一環，也讓參觀者認識個人在防災期間應配合的排水管理及防洪觀念。

（六）營運模式與推廣

虹下水道館採免費開放方式營運，主要服務對象包括國中小學生、家庭、一般市民及海外參訪團。館方除提供固定展覽外，也安排專人導覽、假日親子活動、環境教育課程、實驗體驗及暑期特別企劃，並與學校教育課程相互結合，成為東京都推動環境教育及下水道知識普及的重要據點。透過寓教於樂的方式，使下水道教育從專業工程領域延伸至全民環境素養的培養。

肆、心得與建議

本研習彙整所有學員意見，各議題提出心得及建議如下：

一、東京都環境局交流

心得：

（一）本次拜會東京都宮坂學副知事及東京都環境局宮澤浩司局長，進行雙邊環境政策交流座談。宮坂副知事致詞表示，臺日雙方已有多年交流基礎，去年 9 月曾互訪臺北、高雄，今年「SusHi Tech Tokyo 2026」已為第四屆，吸引約 100 個國家、6 萬人參與，臺灣亦有 727 家新創企業參與，期許未來在能源與數位科技領域共同攜手建立更好的未來。東京都環境局宮澤局長及資源循環推動課塚田泰久課長，進一步說明東京都廢棄物管理三大政策課題：一為「回收高度化」，由以往塑膠與金屬混合燃燒，推動分類精細化，以塑膠歸塑膠、金屬歸金屬提升回收品質；二為「廢棄物管理數位轉型」，因應廢棄物處理手續複雜、數位化困難之課題，推動手續簡化與數據化，並支援中小企業導入 AI 協助廢棄物收集與運送管理；三為「鋰電池防火災」，因鋰電池廣泛存在於電風扇、耳機、手機等日常用品，火災風險高，現加強呼籲市民於垃圾分類時妥善分別處理。環境部沈次長回應說明，臺灣資源回收政策長期師法日本，垃圾與資源分類已成為民眾生活習慣，核心機制為「立法規範＋設立回收基金」，並提及本月立法院已三讀通過《廢棄物清理法》修正草案及《資源循環推動法》兩項重要法案，對我國資源循環及廢棄物管理工作將有重大進展。

（二）踏入東京都市政廳，從大樓入口旗幟、大型背板、電梯旁海報到電子看板，都可以明確感受到東京都正積極向市民及公務體系宣示「一起節能」的政策訊息。無論是 Cool Biz，或是 HTT，皆具高度政策品牌化效果。

其中，HTT 分別代表：

H：へらす（Reduce），減少能源使用。

T：つくる（Create），創造能源，例如太陽能。

T：ためる（Store），儲存能源，例如電池。

此外，東京都推動的 SuShi Tech Tokyo 也相當值得關注。SuShi Tech 代表 Sustainable High City Tech Tokyo，意即運用科技打造永續城市。其巧妙地將永續、高科技與日本傳統壽司意象結合，讓政策品牌更具辨識度，也更容易被市民理解與記憶。

建議：

建議可延續本次拜會建立之交流基礎，由本部國際合作窗口與東京都持續保持聯繫，並可考量邀請東京都副知事、環境局長等相關人士來臺參訪，深化雙邊在資源循環數位轉型、鋰電池回收安全管理等議題之政策交流；另可透過未來辦理國際論壇之方式，邀請東京都官員就中央與地方有興趣之議題來臺分享實務經驗。

二、臺日循環經濟交流論壇

心得：

（一）參與「2026 臺日循環經濟交流論壇」，本次論壇聚焦塑膠、紡織、關鍵金屬及鋰電池等議題，安排臺日雙方政策與產業案例交流。政策制度場次中，京都大學高岡昌輝教授分享日本塑料循環利用趨勢；全球環境戰略研究所(IGES)堀田康彥研究主任以產學合作共同創新促進循環經濟為題進行分享；東京大學村上進亮教授則說明日本金屬資源回收再生系統之建構與課題。臺灣方面，環境部資源循環署李旻壕副組長說明我國資源循環法令制度與產業轉型現況，資源循環產業推動協會王雅玢秘書長並以「Together, Shape Circular Value」為題，呼籲臺日產業攜手共創循環價值。產業案例分享場次中，佳龍公司分享關鍵物料循環技術，南亞塑膠 SAYA 品牌介紹紡織回收最新成果，大豐環保說明因應歐盟廢車循環(ELVR)制度之車材再生應用實績，益鈞環保則展示全球第一座低碳尿布回收還原中心；日方則由日本汽車回收機構(JAERA)分享汽車報廢回收產業現況與挑戰，並瞭解沖繩新創生態系(OKINAWA STARTUP ECOSYSTEM)於循環經濟領域之新創動能。

（二）從日本前環境大臣致詞中瞭解到，日本既有汽車回收政策及國內廢車量不足與歐盟 ELVR 草案要求新車製造需使用 25%回收塑料情境下，體會到循環經濟從汽車生產延伸至回收管道與製造端閉環運作的重要性。一般社團法人日本汽車回收機構(JAERA)代表報告時，亦說明日本汽車回收業者面臨廢車減少及不當外籍業者的競爭困境。全球戰略研究機構(IGES)堀田康彥博士從聯合國永續發展指標 SDG12

闡述汽車業循環經濟與氣候變遷的協同效應，並以解決東南亞塑膠污染為例，建立產官學合作平台(J4CE 及 APRSCP)，啟動越南及泰國的示範計畫，透過 2027 年橫濱世博會，提出整合循環經濟、低碳化與數位技術的都市基礎設施發展模型。國內業者[南亞公司]及其永續纖維品牌 SAYA，透過 AI 智慧分類、機械回收、辦化學及全化學回收法並取得 LCA 認證、發布 TCFD 報告書、參與 CDP 氣候變遷與水安全問券評比及參與 SBTi。[大豐環保公司]報告因應歐盟廢車循環(ELVR)制度之車材再生應用實績。[佳龍科技公司]從廢棄物處理機構，建構電子廢棄物的城市採礦生態系，針對數據中心與資通訊設備提出解決方案，並重視客戶資安防護機制及取得相關技術與品質認證。益鈞環保科技公司針對人口老化長照機構尿布廢棄量大問題，發展回收技術及再生產品的應用，並獲得 GRS 全球回收標準認證。

（三）本次論壇最重要的啟發，是如何將循環經濟視為新的產業政策，而不只是廢棄物管理政策。幾個值得思考的方向包括：

1. 從「垃圾管理」轉向「資源管理」：將仍有價值的物品視為可再利用資源，而非單純待處理廢棄物。
2. 建立二手與再利用市場：鼓勵家具、家電、3C 等再使用平台，減少廢棄物產生，同時創造地方經濟。
3. 發展升級再造（Upcycling）：支持企業將低價值材料轉化為高附加價值產品，而非僅停留於傳統回收。
4. 扶植循環產業鏈：透過設備補助、融資及示範採購，協助中小型回收業者提升技術與市場競爭力。
5. 布局電子廢棄物回收：將都市礦山視為未來重要資源，結合半導體及電子產業優勢，發展高值化回收技術。

日本塑膠循環政策正從「把塑膠收回來」，轉向「把回收塑膠變成可被產業使用的高品質再生材料」，關鍵在於技術研發、資訊平台、地方回收模式及產學官合作。

循環經濟的下一步，不只是把垃圾回收得更好，而是重新設計城市、產業與生活方式，讓資源從一開始就不變成垃圾。

循環經濟的競爭力，也不在於回收多少，而在於能否建立「高品質再生材料、完整產業鏈、數位追溯及生命週期評估」的資源循環體系，使回收資源真正重新進入製造業，成為支撐國家產業競爭力的重要基礎。

建議：

推動循環經濟需與氣候變遷、污染防治及社會經濟解決方案產生共同效應，建議我國可持續透過臺日循環經濟論壇機制，深化學研與產業之對話管道，並借鏡日本產學合作創新模式，促進關鍵金屬、紡織及鋰電池等新興循環經濟領域之法制與產業轉型，亦可持續邀集國內指標企業參與國際交流，展現我國循環經濟產業實力。

三、港區立 Eco Plaza 環境教育中心推動經驗交流

心得：

（一）港區立 Eco Plaza 為社區環境教育中心，其設立宗旨為市民參與，融入居民生活，並推廣環境教育、氣候變遷調適與減緩、資源循環、及永續生活習慣。此外，該中心作為居民、企業及政府合作平台也具有相當的經驗，透過港區大型企業的參與及提供相關資源，使中心可以有足夠的資源提供環境教育相關課程與活動。其中，該中心也建立木材資源回收資訊庫，將回收木材處理收集後，作為材料庫，提供產品設計者搜尋及使用，此創新想法可作為推動環境教育或據點的參考。

（二）本次參訪東京港區 Eco Plaza，觀察到日本透過思維翻轉，從「硬體展示」走向「生活實踐」，與臺灣推動「淨零綠生活」方向理念一致；打破傳統「大型展示館」硬體思維，改以「市民參與」為核心，呼應臺灣淨零轉型中強調「行為改變」與「社會轉型」之目標。館內設立木材材質資料庫與修繕工作坊，將循環經濟具體化為「做中學」的在地實踐；並採由下而上的網絡建立模式，將場域開放給 NGO、志工與企業共同使用，形成在地環境教育據點，有效深化社區凝聚力。

建議：

（一）港區立 Eco Plaza 可視為綜合型的環境教育中心，其不僅是提供教育服務，也作為整合社區、企業與政府的環境教育平台，未來可借鏡該中心經驗應用企業既有的環境教育與循環經濟資源外，亦可與企業合作推動更為多元的環境教育，尤其是氣候變遷調適與循環經濟議題，提升民眾的環境永續行動力。

(二) Eco Plaza 經驗顯示，環境教育場館可朝「市民參與」及「行為改變」轉型，透過建立材質資料庫、修繕工作坊等「做中學」機制，並結合 NGO、志工與企業共同經營，值得作為我國推動資源循環與地方環境教育據點活化之參考。

四、SPOGOMI 及東京公廁計畫(TTT)推動經驗交流

心得：

- (一) 日本每年有將近 800 萬噸的海洋垃圾，而經過調查有 80%是來陸域丟棄之垃圾，因此日本私人企業自主發動舉辦這樣的垃圾撿拾運動賽事引起社會的關注，進而能夠產生教育效果，達到海洋垃圾減量，甚至是減碳的效益。
- (二) 本次拜訪過程中，了解到每年經由企業自主發起的這個運動賽事，大概共舉辦 2100 場次約有 20 萬人參與，換算每場參與人數大約為 100 人，相較之下國內企業舉辦的活動，例如富邦馬拉松以及舒跑杯路跑公益運動賽事，動輒幾千人上萬人參與，也因為活動參加人數眾多，容易產生媒體效應，因此主辦或贊助的企業機構獲得形象上的加分，但是相較之下日本企業在舉辦這個垃圾撿拾運動賽事參與人數卻不多，但是日本民間機構願意持續的自主發動舉辦這種比賽，並思考到如何讓環保公益參與率較低的年輕人也積極參與，也算是別有用心，值得國內推動企業參與公益事務的部分可以多參考學習。
- (三) 不過在這次的參訪發現雖然這個垃圾撿拾運動比賽已經有多年舉辦的經驗，但是卻沒有見到當初所設定的陸域漂流至海洋的垃圾量是否有逐年減少相關數據，這個部分應該可以去進行相關的調查了解，來回饋活動所舉辦的目標是否達成。
- (四) 在日本上公廁是安心愉悅的，完全不用擔心有濕臭穢等讓人不舒適的感覺，甚至進入廁所亦不曾聞到異味，參訪了解 TTT 計畫能感受日本對環境潔淨內化的城市底蘊；走在東京街頭無人邊走邊吃、無人隨意吸菸，也就無隨身垃圾棄置及菸蒂橫行。在台灣我們正透過特色公廁的建置期望可以讓民眾有安心如廁的空間，惟明亮、乾淨、安全的公廁從設置、

維護管理到民眾使用意識的提升都需要持續深化宣導及民眾配合，要環境乾淨請先從自身自律做起喔！

- (五) SPOGOMI 成功將枯燥的撿垃圾轉化為兼具策略與團隊合作的「運動賽事」。競賽規則嚴謹，依據垃圾種類（如煙蒂、海洋垃圾等）進行差別化積分計算。活動限制時間（如 60 分鐘），並嚴格規定隊員不得分散，以確保安全與團隊凝聚力。此模式已從地方學校、企業連結，擴大舉辦至「甲子園」甚至「世界盃」等級，並與東京奧運等大型賽事共融，成功吸引年輕族群與國際志工的主動參與，達成極高的社會環境教育效益。
- (六) SPOGOMI 最大的特色，是透過運動改變環境行為，讓每個人把環境問題變成自己的事情（My Issue）。比賽不是單純撿得最多者獲勝，而是分類最正確、策略最好的隊伍獲勝。目前該活動已從日本國內賽發展為國際賽，並進一步推動 SPOGOMI 甲子園，由日本高中生競爭全國冠軍。這顯示環境教育若能結合競賽、團隊合作及榮譽感，更容易吸引年輕世代參與。
- (七) SPOGOMI 以民間組織的角色推動全球性「將撿垃圾轉化為正式體育賽事」的環境維護行動，其推動核心不僅止於「垃圾撿拾」，而是團隊合作與環境永續理念，包括以團隊方式清理街道環境衛生，落實「從做中學」，將環境衛生清理從個人推廣到團體，更將清潔的環境衛生與如何維持環境衛生植入民眾的觀念中，深化環境永續理念，落實城市 SDGs 目標。
- (八) 參訪 SPOGOMI 聯盟，觀察其最大特色在於以運動競技翻轉環保宣導模式，將原本較為被動、勞務性質的垃圾清理活動，轉化為兼具競賽、娛樂與教育意義的運動；透過團隊合作、時間限制及積分制度，不僅提升活動趣味，更成功吸引年輕族群、企業及一般民眾主動參與，從「知道環保」進一步落實為「實踐環保」，此沉浸式學習方式更容易培養長期環境保護習慣。

建議：

(一) SPOGOMI 展現了「不說教、重體驗」的現代環保推廣核心。透過運動競技機制引發青少年對廢棄物管理的興趣，都非常值得我們在未來推動地方環境教育、廢棄物管理減量時，作為創新作法的實務借鏡。

（二）垃圾撿拾轉化為體育活動，此為環境管理與環境教育的創新做法，可評估參與地方與國際賽事，以寓教於樂的方式深化環境永續的觀念。此外，對於港灣城市，擁有海岸、漁港及市區共存的环境特色，未來可參考 SPOGOMI 模式，規劃兼具競賽性與環境教育功能的「淨港挑戰賽」或「港城環保運動」，逐步建立年度例行活動。初期可由環保局擔任整合平台，邀集企業、學校、社區發展協會及公益團體共同主辦，逐步培養民間自主辦理能力，政府則提供行政協助、場地媒合及廢棄物清運支援。同時可結合海洋文化、郵輪觀光及青年活動，設計符合地方特色的垃圾分類積分制度及環保教育內容，提升活動趣味性與國際能見度。若能持續建立裁判制度、志工培訓及績優團隊獎勵機制，將有助於形成長期推動能量，讓環境保護由一次性活動，逐步發展為具有城市品牌特色的全民運動。

（三）SPOGOMI 模式展現環境保護由政府主導逐步轉變為全民共同參與的可能性，符合近年 ESG 及 SDGs 強調的跨部門合作理念，值得作為我國推動環境教育創新、提升民眾參與意願之範例。

五、日本如廁文化與廁所管理

心得：

（一）此次參訪日本公共廁所管理及如廁文化，最大的感受是日本已將公廁視為城市公共服務與生活品質的重要指標，而非僅是基礎設施。無論是空間設計、無障礙配置、清潔維護、使用者教育，甚至企業認養與居民共同維護，都展現長期累積的文化素養成果。本次交流可以了解日本對於優質公廁推動，不只是增加設備，更是建立民眾正確使用習慣、清潔專業及跨部門多元合作機制，才能真正打造安全、舒適且具尊嚴的公共如廁環境。

（二）日本由財團法人邀請知名建築師設計特色公廁，確實成功喚起社會對公廁品質與城市美學的重視。然而，更值得學習的是公廁內部的人性化設施及維護管理。從日本公廁觀察可發現，其設計盡量考量不同使用者需求，包括免治馬桶、自動沖水、人工造口服務設施、育嬰設備、置物空間、更衣平台等。在維護管理方面，日本也相當徹底。部分做法甚至透過小學生觀摩公廁清潔，讓孩子理解廁所維護的辛苦，進而培養主動避免造成髒亂、自己用髒自己清理的觀念。這說明公廁品質不只是清潔頻率問題，更與教育、文化及使用者責任有關。

（三）參訪東京廁所計畫（THE TOKYO TOILET，簡稱 TTT），體認其核心並非僅止於改善公共廁所硬體，而是透過建築設計、美學、通用設計及文化價值，重新定義公共設施在城市空間中之價值與形象；其成功關鍵在於「長期管理」，透過跨部門協作及持續的維護資源支持，建立完善且永續的管理制度，而非一次性硬體建設，展現完整的生命週期管理思維。

建議：

（一）可參考日本經驗，除了持續改善硬體設施外，更可強化日常巡檢、清掃標準作業及清潔人員專業培訓，提升維護品質的一致性。同時，可結合港區、商圈及觀光景點，試辦企業認養或公私協力管理模式，降低政府維護負擔，並鼓勵企業投入公共環境改善，持續改善友善設施配置，讓公廁成為優質的公共空間。

（二）計畫源於解決大眾對傳統公廁「髒、亂、臭、恐怖」的刻板印象（Dark, Dirty, Smelly, Scary），轉化為注重安全與隱私（Safety & Security）的友善空間。由 UNIQLO 等企業與 Shibuya City（澀谷區）等政府部門、外部團體緊密合作。不僅邀請知名設計師（如 NIGO® 等）進行空間與維護服裝的時尚設計，更建立「每日 3 次清掃、定期大掃除」的嚴格維運機制，讓公廁成為都市美學的展示點。利用設計美學與公私協力徹底提升公共基礎設施的維護品質，都非常值得我們在未來推動公共設施活化時作為參考。

（三）建議我國未來推動公共設施活化時，可借鏡 TTT 計畫「設計美學」結合「跨部門長期管理」之做法，透過公私協力機制確保後續維護品質，藉以提升公共設施之城市美學價值。

六、石川縣七尾市災後廢棄物暫置情況與實務經驗交流

心得：

（一）石川縣七尾市暫置場主要是作為 2024 年能登半島發生的強震及破紀錄豪雨等複合型災害所產生的廢棄物貯置場，是因災害發生後依災區就近合適地點設置之臨時處置場所，於完成階段性任務後，必須盡量恢復原狀結束運作。本次行程參訪的 2 處處置場，主要的貯存廢棄物包含磚瓦陶瓷、鋼筋混凝土、木材與合板等大型廢棄物，現場都是水泥或瀝青鋪面，

周圍以圍牆與外接隔離，進場車輛並沒有地磅設施，清運進場的廢棄物重量多以車輛的容積數進行相關換算。

- (二) 參訪行程所參觀的 2 處暫置場，其運到場內的廢棄物多已分類清楚，其中只有鋼筋混凝土於現場有巨大的機械進行破碎分離鋼筋及混凝土塊後進行堆置，其餘木材或板材等已分區堆放，並沒有在場內進行相關分類篩選。為何災區廢棄物運進場時即已分類？經過了解，主要是這些災區傾倒的建築物於拆除過程中即現場做充分的分類，然後再清運進場，而現場如何能夠分類完整，主要是跟拆除程序有關，同一區房子拆除時皆進行相同工序，例如拆瓦片屋頂時就附近的房子皆同時拆除屋頂，拆除木樑時就附近同時拆木樑，拆鋼筋混凝土圍牆則附近房子同時拆除圍牆，因此廢棄物基本上即可在災區現場分類。如此的拆除工進相對耗時，與國內如發生災情，居民多會要求政府單位儘速拆除並將垃圾清運離場，因此國內暫置場尚需設有廢棄物分類功能，方能進行最終處置，這與石川縣災區民眾於災後多已搬離災區，因此對於拆除工進沒有相關的要求，政府的拆除工作可以較為仔細且緩慢進行，這是與國內發生災害狀況不同的地方。
- (三) 參訪行程所見之災害廢棄物主要都是鋼筋混凝土與木材等，比較偏向「震災建築廢棄物」；而國內常遇見的災害，以颱風較為常見，因此其垃圾產生型態與石川縣之廢棄物有所不同，而且如前所述，當國內災害發生時清除的速度往往為民眾所要求，所以我們如果選擇一個暫置場，除了要跟民眾溝通外，可能還需要在現場進行相關的分類才能夠有利於後續的處置；另外國內的廢棄物暫置場往往會因為天氣炎熱，堆積過量常有自燃的風險，因此必須有相關的消防設施，但石川縣的廢棄物暫置場，因為其氣溫或氣候條件與台灣不同，因此在堆置過程中較不易發生自燃狀況，因此消防設施對他們而言似乎比國內較不受重視。
- (四) 本次參訪石川縣七尾市災害廢棄物暫置場，實地了解當地於能登半島地震後，面對大量災害廢棄物所採取的暫置、分類、管理及後續處理作業，收穫良多。
- (五) 七尾市在災後迅速設置暫置場，將木材、金屬、混凝土、瓦礫、家具、家電及其他廢棄物依類別分區堆置，車輛動線管制及現場人員引導，使

廢棄物進場、分類及後續清運作業更有效率。此種有系統的管理方式，不僅可避免廢棄物混雜，也有助於提升資源回收再利用比例，減少最終處置量。

- (六) 參訪過程中，特別感受到日本對災害廢棄物處理的重視，不只是災後清理，更強調平時整備。包括預先規劃暫置場地點、建立分類標準、掌握處理量能、整合民間業者及跨機關合作機制，都是災害發生後能迅速應變的重要基礎。
- (七) 此外，暫置場也重視環境維護與安全管理，例如鋪設柏油避免廢棄物污染土壤及地下水、進出車輛管制及現場作業安全等，兼顧災後復原效率與環境品質維護，值得借鏡。
- (八) 本次參訪最大的心得是，災害廢棄物處理不能等到災害發生後才開始規劃，而應在平時即完成整備與演練。未來可參考七尾市經驗，持續盤點適合暫置場用地，強化災害廢棄物分類處理流程，建立跨局處及民間協力機制，並透過教育訓練及演練提升應變能力。透過此次參訪，深刻體會到完善的災害廢棄物管理，是城市災後復原與環境保護的重要關鍵。
- (九) 本次參訪實地借鏡日本在面臨重大天然災害時災害廢棄物管理的方式，台日兩國在民情與應變思維上存在顯著差異，推動相關政策時，需在前端民眾日常恢復時效與末端去化效率間取捨，本次參訪七尾市地震災害廢棄物管理實務做法，其落實源頭分類，受損房屋在拆除現場即已完成嚴格分類，暫置場僅收受分類妥善之物料。這在台灣現行民情下推行恐具有難度，台灣通常傾向先清運以求加速市容恢復。而七尾市（大田、中島暫置場）在擇定暫置場後，會先鋪設 5 公分厚的不透水柏油鋪面以防二次污染，且使用完畢歸還前必須刨除、恢復原狀。另受限於現場無地磅，廢棄物進場計價以體積為單位，這也體現了在廢棄物管理實務上必須保有的機動與彈性。現場可再利用物料的品質良好，而這有賴於嚴謹的源頭分類。木材廢棄物再利用管道包含燃料或紙漿原料。混凝土再利用則受限於是否夾雜磁磚或其他無法分離之材料。無法再利用的廢棄物七尾市轄內無公有廢棄物處理設施，最終處理仰賴轄內民間掩埋場處理。災害廢棄物暫置場由市役所委託民間業者經營，收費方式以進場體積計價，單一暫置場所需人力 30 人，每月營運成本約 1 億日圓。現場防

災措施包含木質廢棄物堆置高度不超過 5 公尺，並定時灑水降溫，營運至今未發生過自燃。

（十）有關石川縣七尾市暫置場參訪心得整理

1. 暫置場選址

- 以周邊無住戶或不對民眾生活產生影響的土地為優先。
- 場地整備單純的空地（含已設置有道路交通或鄰近道路附近）為優先。
- 可設置多個場處分別負責局部區域的需要。

2. 場地整備

- 日本原則上地坪要求鋪設鋼板，七尾市這邊因緊急使用需要，報請上級同意因地制宜，採瀝青混凝土地面鋪設。
- 考量暫置場使用強度，鋪設瀝青混凝土前先進行地質改良加強地坪強度後，再進行瀝青混凝土鋪設。
- 場區週邊設置圍牆做為區隔及安全維護。
- 可能考慮為暫時設施並最大利用場地暫置空間，暫置場內未有管理室設置。
- 基於常識判斷，容許進場材料無環境汙染危害性，因此無特別設置下雨時逕流汗水之收集或處理設施。

3. 暫置場機具設施

- 基本上場區內沒有設置分選需要的相關定著式設備，也沒有廠房，或者分區隔倉的設置。應該是基於暫時性及其他怪手、鏟裝機、運輸車輛的作業方便。
- 基本上場內需進行之挖搬、裁切、破碎等動作係以怪手換裝不同功能抓斗來執行，再輔以鏟裝機及人力協作，可以大幅減少機具數量。
- 暫置場無地磅設置。

4. 進出場管理

- 基本上對於災區所產生之廢棄物，基於緊急處置時迅速分類之必要，以可不可以進行分選作為判斷。可以經分選回收再利用之廢棄物，經申請同意進場後送至暫置場進行分類。對不適合分選之混合物，在現地即簡

單大略分成可燃、不可燃兩類，可燃物送焚化處理，不可燃物則掩埋處理。

- 可分選者暫置場內做初步分選，分選後分類則依後續再利用方式或處置方式不同分堆暫置，並盡速安排離場。

5. 現場堆置管理

- 基本上進場之廢棄物以建築物拆除後廢棄物為主，在場內以怪手進行破碎，破碎後由人工撿拾鋼筋鋁件等金屬物。
- 現場堆置分成破碎混凝土塊、其他雜水泥料（含陶瓷碎片等）、大塊木料、破碎木料混合物、含石綿混合物等。
- 石綿混合物屬有害物質以太空包收集分袋封裝暫置。其餘物料採露天分區暫置並限制堆放高度。

6. 營運管理

- 暫置場營運管理工作採委外方式辦理，夜間不作業由保全負責安全維護。
- 場內無設置地磅秤重，以體積計量處理數量。(以統一規格之車斗子車裝運出場)。
- 由於本地運作能量不足因應本次地震災害，因此須尋求並開放外地資源來協助，特別是人力、運輸車輛的需求及後端處置廠的協助。
- 可回收物料經細分類後再分別送再利用廠妥善處理。
- 不可回收物分類後送焚化或掩埋處理。
- 含石綿混合物送專門處理廠妥為處置。

7. 經費及其他

- 營運經費由中央統籌支應。
- 民眾端之建物拆運經費亦由政府支應。
- 建物拆除方式主要採人工搭配小型機具逐步拆解，不以大型機具或爆破方式處理，雖進度較慢、但主要考量盡可能保留各項可回收物料，亦減少須進暫置場廢棄物數量。

- 基本上在遭遇緊急需求時臨時處置場土地取得並不容易，要取得恰當的地點更不容易，國內有必要在相關法規上預為修法或立法，協助簡化緊急暫置場設置的法令限制，以因應救災需要。
- 暫置場設置雖以廢棄物分類回收為重點工作，但後端仍須有回收物收容場所、焚化廠、掩埋場及石綿物處理廠等最終去處的搭配方能有效運作。國內的狀況在後端支援設施整備上顯然尚有很大不足，仍須積極整備規劃，以應付隨時救災的需要。
- 基本上日本在面對緊急廢棄物處置時採取較為開放及務實的處理態度，對於符合常識認知的問題，比較不拘泥在常規的處理方式或規範，容許作彈性的調整。這點倒是可以提供國內進行相關規範設計時，可以依處理對象不同及現地差異，在規定上容許作適度的調整，而非一套規範一體適用。

（十一）本次參訪深入了解日本面對大規模天然災害時，地方政府如何進行災後受損建築物的拆除、廢棄物分類與暫存調度。面對房屋損壞拆除後的龐大資材，七尾市展現了高度組織化與專業分工的應變能力，其核心營運機制與實務借鏡如下：

1.暫存場運作與經費支出

- 委外專業經營：七尾市暫存場（約 30 人編制）委託民間業者進行專業經營，平均每個月的操作費用約達 1 億日圓。
- 現地分類與分工：廢棄物均經現地分類後移至此處暫置，並由不同的包商各自執行拆除工作，維持固定的清理動線。
- 土地復原承諾：該土地為縣有地借予七尾市使用，並未變更地目，使用完畢後需負責「恢復原狀」。現地因重型機具進出，原有土壤經加強承載力後才投入使用。

2.廢棄物分類處理與實務挑戰

- 混合廢棄物暫置及處理：此區暫存「不可再利用」的混凝土塊，由於混合了鋼筋及瓷磚，現場需透過人工撿拾。
- 廢木材堆置：木材回收後送往暫置場，但因當地常下雨、氣溫低且冬天易下雪，木材堆置並無發生自燃紀錄。

- 暫置場鋪面：法規要求鋪設鐵板，因地震道路中斷導致車輛運送鐵板困難。經申請使用瀝青鋪面取代。

（十二）能登半島地震後產生的災害廢棄物，近八成屬於不燃建築廢棄物，真正需要焚化的比例約兩成。因此，日本非常重視災害發生第一時間即進行分類。真正需要焚化的災害廢棄物僅約兩成，其餘約八成可透過再利用、破碎、道路材料及回填材料等方式處理。因此，災害廢棄物管理的關鍵在於「分類、暫置、再利用」。透過前端分類，可有效降低處理成本，減輕焚化及掩埋壓力，並提升災後復原效率。另外，即使是在地震後緊急狀況下，七尾市兩座災害廢棄物暫置場仍採柏油鋪面，周邊設置約 2.4 公尺高圍籬，分區管理明確，現場秩序良好，值得借鏡。

（十三）七尾市在能登半島地震後的災害廢棄物處理經驗，充分展現日本地方政府面對大規模災害時的應變能力與治理韌性。從臨時暫置場的設置、廢棄物分類管理、跨機關協調到中央與地方分工，都建立在平時完整的制度基礎上。尤其假置場採分區堆置、資源回收優先及環境污染防治並行的管理模式，降低二次污染及居民衝擊。此外，透過跨區協調支援、民間參與及資訊公開，讓災後復原工作得以順利推動。此次參訪讓我們深刻體認，災害廢棄物管理並非災後才開始，而是必須在平時即完成制度、場地、資源及合作機制的整備，才能在重大災害發生時迅速啟動，提升城市整體韌性。

建議：

（一）台灣在面對重大天然災害時，通常傾向先清運以求加速市容恢復。然而七尾市展現了截然不同的思維，落實極為嚴格的源頭分類，受損房屋在拆除現場就已完成分類，暫置場只收受分類妥善的物料。雖然前期清理看似進度較慢，但這確保了進入暫置場的再利用物料品質良好（如乾淨的木材可直接作為燃料或紙漿原料），反而大幅提升了末端去化的整體效率。可能有些事是慢慢來比較快，而站在偌大待拆除的溫泉會館區前，他們說不會考慮用爆破的方式，我想這些參與災後復原的人們是耐煩的。千里之行始於足下，相信和倉溫泉觀光勝況能再恢復。

- (二) 七尾市的經驗凸顯了「災後廢棄物管理 SOP」的重要性。大規模災變後的清理工作，從早期的暫置場土地承載力評估到中期的複合式廢棄物撿拾分選，以及後續的暫置場土地復原，都需要極為縝密的規劃。這些關於經費編列、民間委外管理、特殊天候下廢木材與混合營建廢棄物去化的實務經驗，對於我國未來優化韌性城市規劃與災害防救體系，具有極高的參考價值。
- (三) 建議我國各縣市均應預先盤點大型空地，例如停車場、閒置公有地等，作為災害廢棄物暫置場。同時，也應建立與鄰近縣市及民間處理業者的合作機制，必要時啟動跨縣市支援。
- (四) 對於山坡地及沿海地區，面臨地震、豪雨及颱風等複合型災害風險，應借鏡七尾市經驗，完善災害廢棄物管理整備機制。建議平時完成公園、停車場及公有土地等潛在暫置場盤點，並預先規劃場區配置、交通動線及污染防治措施，同時與清運、破碎及再利用等民間業者建立合作平台，確保災時可立即投入。另可加強災前民眾分類宣導及社區自主防災教育，建立居民對災害廢棄物處理的正確認知，降低鄰避效應。將災害廢棄物管理納入城市韌性治理的一環，才能在重大災害發生後快速恢復市容與市民生活。

七、町田市熱能回收中心運作

心得：

- (一) 中心歷經 10 年的公共溝通才完成建廠，需要施政的連貫性，與對政策的堅持才能達成，日本的鄰避設施通常都重視與居民的溝通，值得進一步瞭解其具體作法。
- (二) 町田市熱能回收中心是一座同時可以處理一般可燃性垃圾、廚餘厭氣發酵沼氣發電及巨大垃圾與不可能垃圾的處理廠，是經由原來的垃圾焚化爐改建，改建後焚化爐的發電系統效能從 10%左右升高至 21 %。除此之外，日本的家戶廚餘並沒有特別與垃圾進行分類回收，而是經過混合收運後，於廠內利用密閉式破碎風力分選設備將比重較重的廚餘進行分離出來，廚餘再透過厭氣生物發酵系統產生沼氣後利用發電設施進行發電。

- (三) 這樣的收運模式與我們國內目前皆從家戶端將除餘與一般垃圾做分類各自回收不同，此兩套不同的作法到底何者效率更佳或是更減碳友善於環境，則可再研究評估。
- (四) 廚餘經過厭氣發酵沼氣發電後所產生的沼液大致為高濃度的有機廢水，經過厭氣及好氧生物處理後符合污水下水道的允收標準納入污水下水道進行處理，因此國內如要設置廚餘沼氣發電設施，也要考量後端的高濃度有機廢水處理，如果能在公共污水下水道的污水處理場所內設置廚餘沼氣發電設施也可就近處理這些高濃度的有機廢水。
- (五) 先前該中心曾因民眾未將鋰電池及電器等分類，而造成場內在進行破碎分選處理過程中發生鋰電池等起火引發火災之狀況，因此廠方特別將相關的案例作為民眾參訪的宣導重點，讓參訪的民眾可以理解家戶端把危險物品分類出來的重要性。另外該中心特別以廚餘厭氣產生沼氣的生物處理單元的球狀菌作為公仔來進行環境教育宣導，非常具有特色且生動活潑，容易讓參訪民眾留下深刻印象。
- (六) 本次參觀該熱能回收中心可以發現一個廢棄物處理的場所並沒有異味的狀況，而且他們的參訪走道相當乾淨且具有廢棄物處理相關宣導意涵，值得借鏡。比較可惜的是日方在進行相關流程說明時，特別是在廚餘厭氧發酵程序，較少介紹例如發酵槽體單位有機負荷及鹽度控制等相關重要的處理操作參數，以致於無法實際了解其產氣與發電是否處於良好的操作狀態，或者是因為廚餘沒有在家戶端做分類，以至廠內經過分選設備後的廚餘仍含有過多雜質，而影響到發酵產氣及發電量之情形。
- (七) 國內的焚化廠，目前尚無廚餘發酵沼氣化發電系統，建議未來規劃新設置之焚化廠，可以搭配廚餘沼氣化進行發電，為台灣廚餘禁止養豬的替代方案，尋求另一個解方。
- (八) 台灣家戶有實施廚餘分類，未來可以在儲坑中，規劃廚餘儲存專區，以純化廚餘進入發酵沼氣發電系統，並增加發電量。
- (九) 日方回應摘要，採用委外營運、每噸大約成本 3,800 元，飛灰以水泥處理為主（直接送水泥處理沒有再前處理，沒有再分析重金屬），處理民眾抗爭花 10 年時間溝通，全廠拆除重建方式，每年 745 萬噸減碳量（石化

換算），戴奧辛空氣污染防治使用袋濾式方式進行，本廠碳捕捉沒有進行，有關整改設備挑選建議，建議還是宣導民眾前端分類，主要是町田民眾端分類較不確實。垃圾袋有分藍色及紅色，區分可燃黃色、不可燃為藍色，塑膠袋費用，彈簧床墊也是破碎挑選金屬後剩下送焚化廠處理。

（十）沼氣化設施從可燃垃圾中篩選出廚餘及可發酵的有機垃圾，透過微生物作用進行發酵處理，產生沼氣進行發電，實現轉廢為能。以機械粉碎篩選設備達到垃圾分類的效果，民眾排出時無須另外分開收集廚餘而是分成「可燃垃圾」、「不可燃垃圾」和資收物，廚餘則是歸類在可燃垃圾，這和台灣的做法不同。而因為是溼式發酵，分選出來的廚餘無須脫水，在含水率 85%的條件下直接進行發酵，廚餘在發酵槽停留 20 天後排出，沼渣會進行脫水後送至焚化爐。發酵槽單座容積為 250 公噸(臥式反應器，長 32 公尺，截面直徑 6 公尺)，廠內共有 2 座並聯，採連續進料出料。本廠每日可燃垃圾進料 70 噸，經機械粉碎篩選後適合發酵處理的垃圾約 50 噸，經發酵 20 日後每日排出 32 噸沼渣。所產生沼氣中甲烷比率約 60%。本廠垃圾處理成本每噸約 1.9 萬日圓。焚化後產生的灰燼（主灰、飛灰）會被運送至「東京多摩廣域資源循環組合」，作為「生態水泥（Eco-cement）」的原料進行再資源化。得益於此，町田市的焚化灰並未進行掩埋處理。

（十一）本次參訪深入瞭解了東日本第一座結合「生質能回收」與「熱能發電」的現代化垃圾處理設施---町田市熱能回收中心。該中心採「高溫乾式」發酵系統，消化液在設施內處理至符合下水道接管標準後，排放至公共下水道。發酵後產生的「發酵殘渣」會送回熱回收設施（焚化爐）的垃圾坑，並與可燃垃圾混燒。部分消化液則作為沼氣化垃圾調質設備的液體，在設施內再利用。廠內不可燃及大型垃圾處理設施包括破袋機、手工分選輸送帶、高速旋轉粉碎機、磁力篩選機、鋁篩選機等。

（十二）本次參訪町田市熱能回收中心，了解該中心並非僅止於焚化發電，係為整合資源循環、能源回收及環境教育的綜合管理模式，將焚化發電、廚餘厭氧消化、生質能源利用，以及不可燃垃圾資源回收整合於同一園區，並透過蒸汽高效率發電、沼氣發電及金屬回收等流程，大幅提升資源利用效率。尤其可燃垃圾中的有機物經分選後進行甲烷發酵發電，發

酵殘渣再送回焚化處理，形成焚化與生質能源互補的資源循環模式。此外，完善的自動化設備、異味控制、廠區環境管理及透明化參觀動線，也讓垃圾處理設施成為市民願意親近的公共設施，值得未來推動借鏡。

建議：

- (一) 町田市排出垃圾分為可燃、不可燃及資收物，而在台灣的生活經驗，比較強調分出資收物，卻忽略了末端處理多以熱處理為主，除了把可回收資收物分出來，像不可回收卻也不可燃的陶瓷、金屬等也應該著重被分出來，才符合後續處理的邏輯。考量末端多採熱處理，廢棄物分類必須對應其可燃與不可燃的特性才是比較合理的作法。應該在區分可燃與不可燃的大架構下，再去細分各類的資收物，以免捨本逐末。
- (二) 町田市將都市垃圾中間處理設施集中於一場地，可燃及不可燃垃圾皆可透過廠內各式處理設備處理，可作為新建中間處理設施規劃參考。
- (三) 町田市家戶垃圾中的廚餘屬於可燃垃圾。近年町田市鼓勵推動沼氣發電，因此設立每日可處理 50 噸廚餘的乾式高溫甲烷發酵設施，從可燃垃圾中篩選出廚餘等有機物，透過微生物發酵產生沼氣，再利用沼氣發電。推估其可燃垃圾中有機廚餘約占 20%。依據 United Nations Environment Programme、European Commission 及 International Solid Waste Association 倡議，廚餘管理的優先順序大致如下：
 - 源頭減量，避免食物浪費。
 - 供人食用，推動剩食再分配。
 - 飼料化，但須符合安全規範。
 - 厭氧消化，產生沼氣發電。
 - 堆肥。
 - 焚化回收能源。
 - 掩埋，為最不建議方式。

町田市案例顯示，廚餘能源化雖是重要處理方式，但仍應放在整體食物資源管理階層中思考，不能取代源頭減量與剩食再利用。

- (四) 建議我國焚化廠未來更新改建可參考町田市系統整合思維，並隨淨零政策推進，逐步規劃導入 CCUS 技術，評估二氧化碳回收應用於溫室農業、建材製造、化學原料或合成燃料等循環利用模式，提升焚化廠於低碳循環產業鏈中之角色。
- (五) 未來推動廢棄物處理設施升級時，除持續精進焚化效率外，建議可朝向多元資源循環整合發展，如強化民眾端垃圾分類成效與降低中間處理之衍生廢棄物量，增加金屬、塑膠及可利用物質回收率。此外，可強化環境教育設施功能與場所環境，規劃更豐富的常態課程內容及循環經濟展示空間，提升市民對垃圾處理與資源循環政策的認同。

八、中央防波堤掩埋場運作實務交流

心得：

- (一) 此參訪點顯示設置掩埋場仍有其必要性，且掩埋完成改成公園並大量帶入參訪人潮的作法，有助於提升民眾環保意識。
- (二) 今天最令人印象深刻的，不是日本掩埋場有多大，而是他們把掩埋場變成一座環境教育教室。每年約有 4 至 5 萬名學童，在東京都 23 區補助下實地參訪，親眼看見垃圾最終的去處。導覽員會跟小朋友說「這座掩埋場只能使用 50 年。」讓孩子們理解，垃圾不是丟掉就消失，而是占用有限的土地。這種親身體驗，比任何環保口號都更能培養資源循環與垃圾減量的觀念，也值得台灣在推動環境教育時借鏡。
- (三) 任何城市在廢棄物的最終處置不可或缺的是掩埋場，國內掩埋場由縣市自行負責找地興建，多會面臨到民眾抗爭及環境保護議題而造成開發上的困難。東京的海面掩埋則可當作是我們國內的借鏡，總面積達到進 480 公頃，並以 50 年做規劃使用年限，由東京港灣局負責建造，再由環境保護單位負責廢棄物的填埋管理作業，除了保護陸域國土並新增海埔新生地，對於環保設施用地取得困難的我國而言，應該是較佳解方。
- (四) 本次雖然沒有辦法看到實際廢棄物進場掩埋的作業狀況，但是透過掩埋面最高點俯視，可以看到整個工程的壯觀。透過不同的掩埋物區分掩埋設施不同的功法設計，除了確保結構安全外，並有考量其掩埋物可能造

成的污染進行相關污染防治，同時在掩埋管理部分也採五年一次的填埋計畫進行審查與修訂，因此整個掩埋區是非常有規劃與管控的運作，這個部分在國內常常因為某些天然災害發生，短時間廢棄物進入掩埋場區，則會影響原初的使用規劃。另外，在這麼大的掩埋面似乎沒有看到一些現場再進行廢棄物分選的設備，假如遇到短時間的災害產生大量廢棄物時，勢必被要求迅速運離災區而無法在現地有效分類，將影響物質流循環利用，如果能夠利用廣大的掩埋面進行分選，可更落實物質流的回收及最終處置。

- (五) 該場不同的掩埋面採取不同的未來使用規劃，在填埋建築廢棄土的區塊將來將作為貨櫃碼頭，而填埋下水道污泥以及焚化底渣的區域，則因為填埋物尚需時間會有分解沈陷的情形結構較為不佳，則開發利用作為大規模的綠地空間並提供作為環教場所，充分利用到廢棄物處理場的最終復育使用。參訪當日看到有許多學童搭乘遊覽車直接進入掩埋場域進行相關環教活動，感覺日本的環境教育從小扎根的情形非常值得肯定。
- (六) 東京都海面掩埋場的初始規劃使用年限是 50 年，因近年來資源回收廢棄物減量的成效，以至於初估尚可使用到達 70 年以上，可以想像政府在推動政策上就已經為下一代做好規劃，這個部分非常值得國內的借鏡學習。
- (七) 參訪過程有不少小學生遊覽車同行，宣導掩埋場空間使用年限快要飽和，藉以教育小學生源頭減量及資源循環的重要性。
- (八) 該場作為東京 23 區的熱處理設施的底渣以及有關下水道污泥、營建廢棄物及相關無機物質的填埋場，有制定各類廢棄物允收標準，另依據無機粒料性質進行分區及分階段的填海相關作業程序，前期海床並進行地質改良工程(詳附圖)。
- (九) 廣大空間預留未來災害廢棄物暫置場使用，作為法定災害廢棄物暫置場大型機具作業空間，目前填海場域的部分區域分別處理巨大垃圾及無機廢棄物分選處理。
- (十) 該填海造地場位於東京灣內，觀察四周海岸環境洋流冲刷較不明顯。

(十一) 由於接洽的主要為東京都環境公社的導覽人員，且基於安全性考量，並無安排實際觀摩分選機具運作情形，未來可與東京都持續進行深度交流。

(十二) 就參訪心得而言這座處置場就設計與管理角度來看可借鏡之處。

(十三) 東京中央防波堤外側填埋處理場、新海面處理場為東京 23 區現存尚可提供掩埋容量的掩埋場，目前每日進場的廢棄物約 870 公噸，掩埋高層為 30 公尺，掩埋面周圍設置雙層鋼板防止垃圾滲出水流布至環境造成污染。可燃廢棄物會先經過焚化處理，不可燃廢棄物則會先經過破碎處理，透過這些減少容積的措施，同時推行垃圾減量與資源回收政策東京中央防波堤外側填埋處理場可延長 20 年預計使用年限。目前東京中央防波堤外側填埋處理場、新海面處理場 1 年廢棄物掩埋量約 30.7 萬噸，收受廢棄物包含東京 23 區的一般廢棄物約 22 萬噸、事業廢棄物 1.4 萬噸及自來水道與下水道污泥約 7.3 萬噸。

(十四) 作為東京都環境局所轄管控型最終填埋處理場，為確保掩埋場壽命得以延長，東京都政府採取高度規劃性的管理機制，收受對象針對一般廢棄物、產業廢棄物、都市設施廢棄物、疏浚土及建設剩餘土等。最終處置場在填埋完成後的土地規劃多元，未來預計劃分為碼頭區、道路用地、倉儲設施區、綠地空間及其他相關公共設施。兼顧都市發展與生態復育，早期完工的填埋區如 14 號地（夢之島）已活化為綜合運動場、熱帶植物館及公園；15 號地（若洲）則轉為高爾夫球場與公園。中央防波堤內側填埋地的海之森公園曾作為「東京 2020 奧運」馬術越野賽道，而外側填埋場之間的水路則成功打造為海之森水上競技場。掩埋區外圍採用緩坡式護岸設計，其上部特別設置淺灘與潮池等生態設施，提供水生生物與野生動物棲息。

(十五) 中央防波堤區域是東京都 23 區目前最後一座海面最終處分場。東京都透過前端垃圾減量、資源回收、焚化減容及灰渣掩埋，努力延長最後一座掩埋場的使用年限。該掩埋場具有雙重護岸、雙層遮水設施、滲出水收集、垃圾飛散防止及防鳥害措施，並持續監測地層沉陷、導氣管、滲出水及溫度，確保設施安全穩定。掩埋場上方設置展望台、海之森、公

園、自行車道及參觀廣場，高度約 30 公尺，可 360 度俯瞰東京灣，使垃圾處理設施兼具教育、休閒及環境教育功能。

（十六）此次參訪東京都中央防波堤外側掩埋場，最大的體會是東京都將最終處分場視為跨世代的重要環境基礎設施，而非單純的垃圾掩埋場所。透過焚化、破碎等完善的中間處理，大幅減少最終掩埋量，並以長期容量管理、定期滾動檢討及精細分區管理，延長處分場使用年限。同時，在海域掩埋工程中兼顧滲出水處理、護岸安全及海洋生態復育，展現環境保護與都市發展並行的治理理念。此外，東京都也提前規劃封場後土地再利用，讓最終處置場成為港灣發展的重要資源。

建議：

- （一）這次的參訪遇到 2 團小學生也在掩埋場現場參加環境教育，這與我在台灣的生活經驗不同，掩埋場的作業通常不是一般大眾能夠親臨見識的。也許可以讓各種背景的群眾有機會與這樣的環保議題真實接觸，讓每個人擁有的獨特資訊及視角發揮群眾智慧的效果。
- （二）海埔新生地開發涉及多個目的事業主管機關，港埠開設或興建海堤保護海岸為目的均可考慮結合都市垃圾最終填埋處理場設置。
- （三）未來推動廢棄物治理，仍以朝向源頭減量與資源循環為目標，降低最終掩埋需求，並持續提升資源回收品質及焚化處理效能。對於可開闢土地較缺乏的城市，未來應強化與中央、跨縣市與民間企業合作，建立最終處置及災害廢棄物支援機制，提升整體廢棄物治理韌性。

九、瑞索納克株式會社川崎廠廢塑膠再利用製氨經驗交流

心得：

- （一）Resonance 公司的產氨模式，體現日本循環型社會的具體作為，從法規化學回收成立回收體系，且回收二氧化碳可提供飲料業使用及產生氨提供電廠脫氮氧化物使用等去化管道，都顯示上下游鏈結完整性對建構循環經濟之重要。

- (二) 本廠配合 2050 淨零碳排，引入塑膠廢棄物作為製作化學品(氨氣)原料，收受廢棄物大約每日可達 200 公噸，搭配石油氣(LNG)，兩者使用比略各佔約 50%，該公司製作之氨約佔全世界 20%市佔率。
- (三) 該技術案例是目前臺灣沒有的，特別是塑膠類廢棄物，由廢棄物組成分析中，焚化廠碳排約 95%是來自塑膠類廢棄物，而利用塑膠廢類廢棄物製作化學品，取代石化燃料的使用，對於國內碳費的誘因之下，未來應具有發展潛力。
- (四) 本廠使用二階段氣化製成，低一階段低溫氣化，第二階段為高溫氣化搭配熱裂解，此過程可將廢棄物中雜質充分去除，提高產品的品質及製程的穩定。
- (五) 藉由參訪本廠的過程，可以學習廢棄物循環的無限可能性，也能夠親身體驗國外技術的發展，媒合公私部門合作的契機。
- (六) 此技術需要國內相關石化業者技術投入，目前雲林縣、苗栗縣、嘉義縣及屏東縣轄內石化廠長遠發展可能有相關需求，或可提高'相關誘因促成。
- (七) 廠方表示之前伊朗荷羅斯海峽問題液化石油天然氣供應問題，該廠利用塑膠廢棄物作為氨氣製作原料，降低對液化石油天然氣的需求，提高國防略韌性價值。
- (八) 在面對全球減碳與資源循環的嚴峻挑戰時，如何將傳統定義下的「不可回收廢棄物」轉化為高價值的工業原料，一直是綠色工程的核心課題。本次有幸參訪日本半導體與化學材料巨頭 RESONAC 位於川崎的「川崎塑膠回收工廠（Kawasaki Plastic Recycling, 簡稱 KPR）」。
- (九) KPR 自 2003 年投入商業運轉，是全球唯一穩定運行超過 20 年的廢塑膠氣化化學回收（Gasification Chemical Recycling）工廠。近年該廠更推出 "CirculaC" 循環商業模式，並成功研發出完全以廢塑膠衍生氫氣製成的低碳氨（商品名：ECOANN），達成超過 80% 的減碳效益。本次參訪重點在於評估其製程技術的穩定性、環境足跡及對台灣淨零轉型的借鑑價值。
- (十) 本次參訪 RESONAC 川崎工廠，讓我深刻體會到「廢棄物只是放錯位置的資源」。RESONAC 用超過 20 年的穩定運轉數據，打破了化學回收成本高、流言多的迷思。身為環保技師，未來的工程設計思維必須從「如

何妥善處理廢棄物」全面質變為「如何將廢棄物轉化為化學大宗物資」。這座工廠不僅是日本綠色轉型的標竿，更為台灣邁向 2050 淨零碳排提供了最務實且具前瞻性的工程藍圖。

(十一) 禁用或限制塑膠製品使用來達成減量的做法，因為民眾使用習慣尚難改變而成效有限，因此回收再利用廢塑膠顯得格外重要，目前國內回收塑膠的後續處置除作為塑膠粒料或者是次級產品外，部分甚至可能採焚化的方式進行處理，而導致減碳成效有限。而本次參訪該公司，則呈現的另外一種化學處理的手法，其係以回收塑膠為原料，經過二段式高溫氣化，將塑膠有機物分解成氫氣及一氧化碳，再經過化工手法，將之轉化成氨氣及碳酸，提供其他工業作為化工原料，除了減少溫室氣體排放外，同時也提供了廢塑膠回收的另一種循環途徑。

(十二) 該公司原本採用化石原料及天然氣作為原料，但是因為配合減碳目標及天然氣價格波動的經濟因素而逐漸提高了廢棄塑膠作為原料的比例，如此一來可確保廢棄塑膠的有效利用，而且成為物質流循環的最佳解方。

(十三) 以往在處理廢棄物的區塊，多由環保單位執行，透過本次參訪該公司的經驗，體認將來自化工合成的廢棄製品分解成為另一種化工原料，讓物質資源可以透過不同途徑來循環，可以在國內借鏡作為未來廢棄物循環模式推動的參考，也可以檢討成為淨零目標的另一種路徑。

(十四) 本廠汽化程序使用 2 個汽化爐，第 1 階段 600°C 低溫段可去除部分未分離的金屬等雜質後，第 2 階段 1400°C 高溫段單純塑膠進行汽化，這種 2 階段的方式可達到緩衝的效果，且根據廠方經驗溫度一次升高至 1400°C 所獲得產物為水與二氧化碳，2 階段可將反應條件控制在限氧並獲得氫氣與一氧化碳。廢塑膠進場後先經過破碎與造粒，再進到汽化爐中流體化進行反應。日本一年產生 911 萬噸塑膠廢棄物，其中家戶垃圾占 395 噸，當中有 68 公噸為塑膠容器，家戶產生塑膠容器每年有 25 公噸進行化學回收，而其中有 6 萬公噸為本廠所貢獻。本廠為日本重要的氨氣製造商及東日本最主要的食品級二氧化碳供應商，顯示此技術已屬成熟。本廠原以電解水生成氫氣，後因政府政策提供誘因轉以塑膠廢棄物為原料製備氫氣。日本容器包裝再生機制中，具有一種叫做「容器包裝再生利用協會」的機構，生產者需支付委託再生利用的費用給這些法定協會，協會

透過有償競標的方式，向市町村載走分類好的垃圾，將廢塑膠交由與本廠相同的再商品化製品利用事業處理並須支付處理費。

（十五）參訪 Resonac（瑞索納克）川崎廠的 KPR（Keep Plastic Recycle）塑膠化學回收技術，該技術將傳統難以回收的混合廢塑膠轉化為氨再利用。該技術處理品項廣泛，可處理一般包裝用塑膠（PE、PP、PS 等）、混合與複合材料包裝，以及含氯塑膠（如 PVC 等）。免精細分類，製程不需精細分類是否含氯，氯會在系統內被回收並再利用。高耐污性，可接受一定程度的混合與髒污。製程採用二段氣化設計，以確保穩定生成合成氣（氫及一氧化碳），氫氣用於合成氨氣並供應給電廠去除氮氧化物藥劑使用。二氧化碳則回收後用於製作乾冰、飲料用碳酸及醫療用途。

（十六）Resonac 的兩段式氣化技術，並非將廢塑膠直接焚燒，而是在高溫缺氧環境下，將其轉換為高品質合成氣，包括氫氣及一氧化碳，再進一步製成氫氣、低碳氨及高附加價值化工原料，使廢塑膠重新回到化學工業供應鏈，真正實現循環經濟與減碳目標。這是日本近二十年來推動化學回收極具代表性的技術之一。日本一年塑膠廢棄物約 911 萬噸，其中約 89% 能有效利用，包括化學回收、機械回收及能源回收，真正未利用者約 11%。其中化學回收約 25 萬噸，約占全部塑膠 3% 左右，比例雖然不高，但屬於最高附加價值、最具減碳潛力的方式之一。

（十七）此次參訪瑞索納克（Resonac）廢塑膠化學回收設施，對其以氣化技術將混合廢塑膠轉化為氨、氫等化工原料的循環模式印象深刻。相較於傳統焚化發電，其更著重於將廢棄物重新回到化學原料循環，提升資源價值，展現循環經濟由「能源回收」邁向「材料循環」的新方向。尤其其處理對象不限於單一塑膠材質，對於複合材及難回收塑膠亦具有處理能力，有助提升整體塑膠資源化率。同時，企業結合穩定的前處理系統、品質管控及石化產業需求，形成完整的資源循環供應鏈，充分展現政府與企業長期合作的重要性，值得我們作為推動塑膠循環利用及高值化技術之借鏡。

建議：

- （一）該公司相關製造建立於政府相關使用者延伸責任的經費補貼及相關法律管制，爰建議政府可適當設計價差補貼的協助機制，配合引入相關財源，例如碳費基金或回收基金等的經費誘因，或行政管制手段，例如近期發布的資源循環推動法，來達到輔導及以促進相關廢塑膠產業轉型的發展，以達成 2050 淨零排放目標。
- （二）原來所有新技術都不是憑空出現，台灣的廢棄物處理技術轉型也可以試著從既有經驗中找答案，從現有的工業基礎與技術出發，商業模式與產品通路得以立基於既有體系，並配合生產者責任制度（如日本容器包裝再生利用協會機制），將既有技術應用於循環經濟中。
- （三）川崎廠的成功奠基於 JCPLA 協會完善的回收體系、包材回收標章的建立及製成化學品去化管道的建立。
- （四）日本並非將所有塑膠都導向化學回收，而是依塑膠種類分流：高品質塑膠採機械回收，混雜塑膠採化學回收，無法回收者則採能源利用。這種依材質特性進行分流管理的觀念，值得台灣學習。
- （五）建議可參考 Resonac 化學回收模式，發展廢塑膠氣化技術並結合 CCUS 應用，符合 2050 淨零排放政策中碳循環與負碳技術發展方向，作為我國化學回收產業發展之參考。
- （六）對於可開闢土地較缺乏的城市，垃圾處理與資源循環更需朝高值化發展。未來除持續落實源頭減量及分類回收外，亦可關注化學回收等新興技術的發展趨勢，評估其與既有焚化體系互補的可能性，提升難回收塑膠的循環利用效率。

十、生物能源公司廚餘沼氣發電運作情形與實務經驗交流

心得：

- （一）本廠 10 年前建設經費約 30 億日元（約當時台幣 10 億元），每天可處理 100 公噸有機廢棄物，其中東京都補助 1/3 經費，目前進廠收費每噸有機廢棄物換算為台幣約為 7,000 元，售電每度 7 元，營運費用每年約 2,000 萬台幣（日幣 1 億元），營收每年約 1 億台幣（日幣 5 億元），目前收益相當顯著，台灣應積極促成或輔導民間企業大力發展。

- (二) 收受有機廢棄物使用袋裝由專門密閉車運送傾倒情況如相片，與台灣或是歐洲採用桶裝的方式不同，本廠的分選技術的特點值得學習，能夠充份將袋子分離，不影響發酵系統運作。
- (三) 後端沼渣液發酵後之分離過濾後的沼渣如相片，廠商目前付費提送肥料廠使用，沼液則是使用下水道方式處理。
- (四) 本廠使用面積不大，又位處填海造陸的園區內，未來配合 2050 年淨零發展以及國內碳費誘因，估計需求量大，類此技術及廠商應大有發展潛力。
- (五) 此參訪公司提供廚餘及食品廠廢棄物生質能厭氧發酵處理的實績資訊，對於未來要設厭氧發酵生質能廠的高雄市一個重要的參考資料，如設計產氣量與實際產氣量有差異時的作法及設計燃燒塔應付發電設施歲修無法處理產生之甲烷氣體等。另外亦要思考法令要配合將一定規模的食品工業產生之廢棄物有義務循環進入生質能發電系統。
- (六) 生物能源公司主要收受食品廢棄物，透過厭氣發酵產生甲烷後發電的方式，以生物方式處理廢棄物並進行能源回收，其廢棄物的來源主要是一般食品工廠的過期食品、果菜市場的蔬果廢棄物，係處理一般事業廢棄物，與國內環保單位需負責處理的家戶廚餘不同。
- (七) 該場事業廚餘採生物厭氣處理產生沼氣後發電的方式，與國內台中市的外埔綠能園區處理方式大同小異，食品廢棄物經過生物處理後所產生的殘渣同樣可以做堆肥化處理，而沼液的部分他們則是經過生物處理後納入下水道系統當做廢水去進一步處理，相較於台中市的沼液則有再進行後端的肥料化使用，更具循環經濟效益。
- (八) 在日本這樣的食品廢棄物，基本上可以透過飼料化或堆肥化以及焚化或者是沼氣發電的方式供選擇，其中以焚化的處理單價最便宜，而採生物能源化處理收費則較高，以該場而言，收費約每噸處理費用為\$35,000 日幣，相當於台幣\$7000 元，而單純以焚化處理費用則較低，惟可能會產生有溫室氣體排放的問題，因日方目前訂有資源循環法，要求事業單位廢棄物必須有 90%以上要選擇做回收處理，因此事業單位不僅僅以處理費用較低做選擇，而是受到法令的規範，選擇能源化循環回收的這種生物能源處理方式則為越來越多的食品廢棄物廠商所選擇，因此在推動相關

的資源化處理法，仍需要有法規作為最後的約束力，否則以國內的現況，事業單位勢必以成本付出最小的方式做選擇，將不利於環境永續。

- (九) 本廠 10 年前建設經費約 30 億日元（約當時台幣 10 億元），每天可處理 100 公噸有機廢棄物，其中東京都補助 1/3 經費，目前進廠收費每噸有機廢棄物換算為台幣約為 7,000 元，售電每度 7 元，營運費用每年約 2,000 萬台幣（日幣 1 億元），營收每年約 1 億台幣（日幣 5 億元），目前收益相當顯著，台灣應積極促成或輔導民間企業大力發展。
- 2、收受有機廢棄物使用袋裝由專門密閉車運送傾倒情況如相片，與台灣或是歐洲採用桶裝的方式不同，本廠的分選技術的特點值得學習，能夠充份將袋子分離，不影響發酵系統運作。
- 3、後端沼渣液發酵後之分離過濾後的沼渣如相片，廠商目前付費提送肥料廠使用，沼液則是使用下水道方式處理。
- 4、本廠使用面積需求不大（約 4000 平方公尺），又位處填海造陸的園區內，未來配合 2050 年淨零發展以及國內碳費誘因，估計需求量大，類此技術及廠商應大有發展潛力，台灣有機廢棄物問題應分為事業以及家庭，其中事業的部分台灣倘能積極輔導民間業者投入，亦可減少公部門協處的壓力。
- (十) 台灣在廚餘禁止養豬之後，對於回收後的廚餘再利用多元管道，是一個重要的議題。本次參訪，利用廚餘進行厭氧消化，產生甲烷氣發電，或產製經純化後之甲烷氣，當家庭用燃料系統。的確，值得我們仔細思考，這個廠，能在東京都存在的重要條件是什麼？同樣的，如果在台灣也想要設立這樣的設施，該具備哪些重要的條件？第一個想了解的是：業者會不會賺錢？在書面資料得知：該廠在 2006 年完成設置運轉，資本額為 4.9 億日元。經口頭詢問，當時之設廠經費約為 30 億日元。在簡報答詢得知：該廠廚餘垃圾對外收費 3 萬至 3 萬 5000 日元(平均價 32500)，平均每日收受 200 噸。經計算，每日收受廚餘垃圾收入 650 萬日元。 $(32500 \times 200 = 6500000)$ 。在書面資料得知：每日發電 40560 度，每度電政府補助 39 日元(台幣約 8 元)，經計算：每日售電，政府補助金額 158 萬 1840 日元。所以，每日廚餘垃圾對外收費及售電政府補助，為 808 萬 1840 日元；依此推算，每年高達 29 億 4920 萬日元(台幣 5 億 8984 萬元)。綜上，初步分析，該廠營運，搭配政府優惠售電補助，具有高經濟效益。

(十一) 如果在台灣也想要設立這樣的設施，應該考慮哪些重要的條件?東京都附近，約 3000 多萬人，人口眾多，百貨公司及餐廳等，數量多且集中，廚餘垃圾易於收集且數量大，運送成本低。所以，在台灣應優先考慮的是，哪裡可以收集到每日 200 噸的廚餘垃圾?哪裡會是最適當的設置地點?值得再集思廣益，進一步討論。

(十二) 生物能源有限公司參訪，體會在於日本已將食品廢棄物視為可持續利用的資源，而非單純待處理的廢棄物。透過完善的分類制度、穩定的事業廢棄物來源及高效率厭氧消化技術，不僅可產製再生電力、生質天然氣及肥料原料，更可降低焚化需求及溫室氣體排放，真正落實循環經濟理念，生質能源設施的成功不僅仰賴先進設備，更建立在前端完善分類制度，此種「資源最大化、廢棄物最小化」的政策思維，值得我國未來推動廚餘資源化政策借鏡。

(十三) 該公司於收受食品廢棄物時以事業產出為主，確實較容易遵循及管控進料要求，師法相同概念宜蘭縣目前有機廢棄物處理場以高效堆肥方式運作，於全縣禁止養豬政策執行後事業廚餘開放進廠發現大量過期麵粉、生肉下腳料、硬殼類及麻辣鍋高油湯底等進廠導致生物處理設備無法運作，後續透過規範允收標準及落地檢查違規退運及計點暫停進廠方式管控得以有效提升高效堆肥設備效益；足見資源循環工作仍有賴民眾配合及妥善果裡使得收效。

(十四) Bioenergy Corporation (バイオエナジー株式会社) 城南島食品回收設施，是日本較早成功將廚餘同時轉換為電力與都市瓦斯的商業化案例之一。其最大特色不是單純厭氧發酵，而是建立完整的「食物廢棄物→能源→都市瓦斯」循環系統。其處理來源約 80%至 90%來自一般事業廢棄物，包括超商、超市、餐廳、百貨公司及商場；另約 10%至 20%來自工業廢棄物，包括中央廚房、麵包工廠、飲料工廠及便當工廠。在廚餘投入口異味防制方面，該設施採用噴灑除臭劑、負壓收集及嚴格門禁管制。清運車輛進入後，出入口立即關閉，有效降低異味逸散。這顯示廚餘能源化不只需要處理技術，更需要完善的臭味控制、動線管理及廠區操作制度。

(十五) 本次參訪生物能源公司，了解日本以廚餘厭氧消化產製沼氣發電的實務運作。該廠將家戶及事業廚餘集中處理，透過密閉式厭氧發酵系統產生沼氣，再供發電及廠內能源使用，不僅減少廚餘進入焚化爐造成含水率偏高的問題，也提升有機資源循環利用效益。參訪過程中可見其從收運、前處理、發酵、沼氣利用到臭氣控制皆具備完整管理機制，並兼顧環境保護與能源回收，展現循環經濟理念落實於廢棄物處理設施的成果，值得臺灣在推動有機廢棄物資源化政策時參考借鏡。

建議：

- (一) 該公司相關建造成本曾受日本政府建設經費補貼，爰建議政府可適當設計私部門的協助機制，輔導產業發展，並配合引入相關財源等誘因，或相關行政管制手段，例如近期發布的資源循環推動法等，來達成 2050 淨零排放目標。
- (二) 本廠進場料源可以接受帶有包裝的食品廢棄物，透過機械將包裝分離，這解決了排出端的一大困擾，是科技始於人性的寫照。本廠廚餘收受進場以密閉式的回收車當載具，避免了台灣常見的以廚餘桶當載具進場時所面臨頻繁翻桶的問題，這樣的方案解決了處理端人工操作的複雜度。
- (三) 對於腹地有限、廚餘產生量相對較少的城市，短期內較難具備設置大型廚餘厭氧消化發電設施的經濟規模，因此可朝跨縣市合作及區域資源整合方向規劃。建議持續強化廚餘分類品質與源頭減量，提升廚餘作為資源化原料的利用價值，並評估與北北基桃或鄰近縣市既有生質能源設施建立合作機制，將廚餘集中送往具處理量能之設施進行沼氣發電，以降低各縣市重複投資成本。同時，可持續關注國內外小型厭氧消化技術及生物能源發展趨勢，作為未來政策規劃參考，並透過環境教育向市民宣導惜食、廚餘分類及資源循環觀念，逐步提升有機資源循環利用成效。

十一、東京港野鳥公園環境教育中心運作實務經驗交流

心得：

本次參訪發現東京都並未將填海開發與自然保育視為對立，而是透過長期規劃與持續投入，將原本的港區空間轉化為兼具生態保育、環境教育及市民休憩功能的

重要場域。園區不僅重視景觀營造，更以科學化的棲地管理、生態監測及多元環境教育維持濕地功能，使候鳥與其他生物得以在高度都市化環境中穩定棲息。更值得借鏡的是，園區透過專業管理團隊、自然解說員及志工共同參與，建立政府與民間合作的經營模式，讓生物多樣性保育融入市民日常生活，也提升社會對自然環境的認同與支持，充分展現都市環境治理與永續發展可以相輔相成。

建議：

受限於土地面積及都市發展條件，目前多數城市較難複製東京港野鳥公園的大型濕地規模，但其經營理念仍具有高度參考價值。建議未來可盤點港區、河口、海岸及閒置公有土地等具生態潛力空間，逐步推動小尺度生態復育，並結合在地鳥類、濕地及海洋環境特色，建立兼具保育與教育功能的自然場域。同時，可強化與學術單位、保育團體及志工合作，建立長期生態監測與公民科學機制，作為環境管理與政策制定的重要依據。此外，可將自然導覽、環境教育及生物多樣性議題納入城市永續治理與淨零政策推動工作，提升市民參與度，使生態保育成為城市環境治理的重要一環。

十二、東京虹之下水道館民眾環境教育課程體驗

心得：

參與東京都虹下水道館環境教育課程後，可了解東京將原本隱藏於地下、民眾不易接觸的下水道系統，透過互動展示、多媒體體驗及情境模擬，成功轉化為兼具知識性與趣味性的環境教育場域作為。館內不僅介紹污水收集、輸送及處理流程，更結合都市防洪、水資源循環、氣候變遷及公共衛生等議題，讓市民理解下水道對城市正常運作的重要性。尤其將工程設施轉化為生活化教育內容，並透過親子互動及學校課程建立環境素養，展現東京長期推動全民環境教育的用心。這種以基礎建設為教材、培養市民共同維護公共設施觀念的做法，不僅提升政策透明度，也有助於建立政府與市民之間的信任，值得作為未來推動相關環境教育設施場所時的借鏡。

建議：

在規劃相關環境教育設施場所時，可參考虹之下水道館的規劃理念與經驗，將環境教育主題以生活化的方式進行設計與規劃，並可融入城市特色（如港灣、海域等），規劃具地方特色的環境教育展示空間。亦可結合數位互動展示、AR 導覽及實

境模型，將抽象的環境工程知識轉化為容易理解的教育內容，並與學校環境教育、淨灘活動及水環境保育課程串聯，建立完整的學習體系。此外，面對極端降雨日益頻繁，亦可加強宣導正確排水觀念、不亂丟垃圾及避免油脂排入下水道系統等生活行為，提升全民對水環境及公共設施維護的責任感，持續打造兼具韌性、防災與永續發展的城市。

伍、綜合心得與建議

- 一、本次中央與地方環保機關人員至日本參訪研習，除了淨零路徑、資源循環利用、天然災害廢棄物處理整備與最終處置、環境清潔等當前重要環境管理議題外，也在住宿地點周邊及交通過程中看到一些值得探討或學習地方。例如日本的景區或是餐飲店外常見有指定吸菸區並設有熄菸桶，來符合癮君子需求並減少菸蒂任意丟棄造成髒亂情形，這部分在國內可能有衛生主管機關在菸害防制上考量，而禁止在特定地點設吸菸區及熄菸桶，吸菸民眾無適當熄菸及丟棄菸蒂的地點，導致菸蒂超商外地面或人行道或側溝常有被亂丟菸蒂破壞環境情形；因此如何在菸害防制及環境清潔兼顧情形下找解方，日本的模式也許可以最為參考。
- 二、日本民眾日常餐飲部分似乎比較少用大量的油炒，湯食的分量好像也比較小，因此一餐吃剩下的廚餘其含油量及含水率似乎也比臺灣一般為小。以往國內熟廚餘皆做養豬處理，高油及含水率似乎不太是問題，目前因為法令規定熟廚餘多轉為堆肥化或厭氣發酵方式處理，油脂及水分反而成為處理上需要面對的課題。另外本次所參訪的日本的家戶廚餘並沒有特別與垃圾進行分類回收，而是經過混合收運後，於焚化廠內利用密閉式破碎風力分選設備將比重較重的廚餘進行分離出來，廚餘再透過厭氣生物發酵系統產生沼氣後利用發電設施進行發電。這樣的收運模式與我們國內目前皆從家戶端將廚餘與一般垃圾做分類各自回收與處理不同，此兩套不同的作法到底何者效率更佳或是更減碳友善於環境，則可再研究評估。又目前各縣市正在建置熟廚餘去化處理或再利用設施，並預估相關處理成本可能高於一般垃圾焚化處理成本，如果要民眾將廚餘視為資源自一般廢棄物中分類出來，但未來熟廚餘處理收費卻較一般垃圾收費為高，似乎邏輯不通且民眾將無意願配合分類，因此比照日本不採家戶端分類清運方式，而是在處理端設置分選設施，也許也是未來可考量的方案。

三、任何城市在廢棄物的最終處置不可或缺的是掩埋場，國內掩埋場找地興建，多會面臨到民眾抗爭及環境保護議題而造成開發上的困難，目前國內營建土石方及焚化飛灰穩定固化物在取得處置場都面臨困難，導致營建工程進度延後或者處理成本大漲，而台中港作為中部營建剩餘土石方最終回填場所也是近來環境保護的重要議題，最東京的海面掩埋則可考量當作是我們的推動執行參考，其除了保護陸域國土並新增海埔新生地外，透過不同的掩埋物區分掩埋設施不同的功法設計，確保結構安全外，並有考量其掩埋物可能造成的污染進行相關污染防治，同時在掩埋管理部分也採分期填埋計畫進行審查與修訂，因此整個掩埋區可在規劃與管控下運作，在填埋建築廢棄土的區塊將來可作為載重型結構利用，而填埋下水道污泥或焚化飛灰穩定固化物等區域，則因為填埋物尚需時間會有分解沈陷的情形結構較為不佳，則開發利用作為大規模的綠地空間並提供作為環教場所……；相關方案可以政策公開討論，並在法規基礎及取得最大共識下進行推動。另外公共建設往往投資金額龐大，且廢棄物焚化廠或是最終掩埋場一般被視為鄰避設施，在興建時選址或設施的規劃即會面臨到民意的抗爭壓力，因此在建設初時更需要做長遠的規劃，避免短時間又需要另地增建而遇到相同的阻礙，甚或影響到城市發展的腳步。東京都海面掩埋場的初始規劃使用年限即是 50 年，因近年來資源回收廢棄物減量的成效，目前初估尚可使用到達 70 年以上，可以想像日本政府在推動政策上就已經為下一代做好規劃，非常值得國內在推動相關公共建設上的借鏡學習。