

出國報告（出國類別：考察）

日本東京焚化廠及污水處理廠考察

服務機關：桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：游惠萍 科長

莊智堯 代理科長

黃國修 工程師

林家寧 工程員

派赴國家/地區：日本/東京

出國期間：113年11月25日至113年11月29日

報告日期：113年12月30日

目 錄

壹、目的	1
貳、過程	2
一、行程說明	2
二、簡介說明	3
三、參訪說明	11
參、心得及建議	38

壹、 目的

因應客運量增加及配合未來將完成的第三航廈等相關建設，目前本公司的焚化廠及東側污水處理廠，恐面臨處理量不及之問題。為了提供更完善的服務品質以及滿足未來需求，必須持續向前精進，採取積極的措施。

本公司焚化廠自 92 年完工至今已超過 20 年使用年限，許多設備已經無法再使用，因此推動新世代焚化爐勢在必行。將透過此次向先進國家的焚化設施取經，以設計出符合未來需求的焚化爐，確保有害廢棄物能夠被妥善收集和處理，提升整體運作效能。

此外，桃園機場飛機航班產生的水肥、廚餘以及污水處理廠產出的廢棄污泥，是豐富的有機廢棄物資源，包含大量的有機物質。計劃將這些有機廢棄物混合並通過厭氧發酵產生甲烷，這不僅可以減少廢棄物處理成本，還能獲得甲烷氣體作為能源收益。該厭氧處理技術已在先進國家實施多年並帶來顯著成效。目前本公司污水處理廠採用好氧處理，借鑒日本在焚化爐和污水處理方面的先進技術和成功經驗，特別專注於如何提高處理效率、減少環境污染，以及實現廢棄物資源化利用。

通過本次參訪，引進先進技術和設施，提升本公司廢棄物處理能力和效率，以應對不斷增長的客運量，和即將完成的第三航廈帶來的挑戰，確保能持續提供高品質的服務並創造經濟效益。

貳、過程

一、行程說明

日期	星期	時間	行程摘要
113/11/25	一	09:30~13:30	桃園至日本
		13:30~15:30	成田機場
		15:30~17:00	成田機場至新宿
113/11/26	二	08:00~10:00	旅館至埼玉焚化廠
		10:00~12:00	埼玉焚化廠參訪
		13:00~15:00	SEKINE 沼氣發電廠參訪
		16:00~18:00	厭氧發電廠至旅館
113/11/27	三	08:00~10:00	旅館至武藏野焚化廠
		10:00~12:00	武藏野焚化廠參訪
		13:00~15:00	武藏野焚化廠至旅館
113/11/28	四	08:00~10:00	旅館至大田清掃工廠
		10:00~12:00	大田清掃工廠參訪
		13:00~15:00	大田清掃工廠至旅館
113/11/29	五	08:00~17:00	旅館至成田機場
		17:00~	日本至桃園

二、簡介說明

1. 崎玉焚化廠

崎玉焚化廠位於日本埼玉縣，於 2016 年完工，並且每日處理 90 噸的廢棄物，包括塑膠、木頭、紙張和污泥等。該廠的設計發電量為 680 千瓦。焚化廠配備了先進的廢氣處理系統，以有效減少對環境的污染。廠內還設有焚化爐控制室，確保焚化過程的安全與效率。崎玉焚化廠的設立，不僅大幅改善了當地的垃圾處理能力，還有效地促進了能源回收利用。

崎玉焚化廠的興建廠商為三菱重工，在焚化處理廢棄物領域具有 369 個實績廠(日本 283 個、海外 83 個)，在台灣具有 7 座大型都市焚化爐，2021 年 Tuas 焚化廠發電效率可達 29.8%(台灣舊都市焚化爐約 20~23%)，因此本次將了解該廠發電設施，以因應新世代焚化爐需求。

➤ 照片如下



2. SEKINE 沼氣發電廠

SEKINE 沼氣發電廠位於日本埼玉縣，已於 2021 年啟動運轉。

該發電廠每日處理 15 噸的廚餘及農業廢棄物，包括廚餘、過期食品
和牛糞等。

SEKINE 沼氣發電廠的設計發電量為 350 千瓦，除了處理廢棄物
和產生電能外，該發電廠還具備完善的環保措施，確保運營過程中對
周圍環境的影響降至最低。發電廠內設有先進的沼氣收集和處理系
統，將廢氣轉化為可再生能源，同時減少了溫室氣體排放。此外，該
設施還提供教育參觀活動，向公眾展示沼氣發電的運作原理及其對環
境保護的貢獻。

➤ 照片如下



3.武藏野焚化廠

武藏野焚化廠位於武藏野市中心，市公所正對面。該廠於 2014 年 5 月動工，2017 年 3 月完工，由現有操作維護廠商營運至 2036 年。這座焚化廠每日處理 120 噸家戶垃圾，設有兩個各 60 噸的焚化爐，煙囪高度為 59 公尺。

武藏野焚化廠的設計靈感來自於武藏野特有的雜木林，廠房外牆以格狀瓦片裝飾並進行牆面綠化，巧妙地與周邊街道及地景融合。廠房周圍沒有圍牆，而是以廣場和草坪連結社區，形成 24 小時開放的空間。此外，傾卸平台設置於地下，地面高度限制在 15 公尺以內，有效降低了壓迫感。這座焚化廠在 2017 年榮獲 Good Design Award，展示了其卓越的設計和社會功能的結合。

此廠的興建營運廠商為荏原公司，在焚化處理廢棄物領域具有 400 個實績廠，目前日本正在營運廠約 70 座，本次參訪廠是與在地融合且與民互利示範廠，焚化爐不只是處理廢棄物地方，更是一個環教中心，教導里民及兒童正確資源再利用，從物質循環到能量循環，每份資源都不可以浪費，因此本次將了解該廠如何與在地融合且與民互利，以因應新世代焚化爐環評。

➤ 照片如下



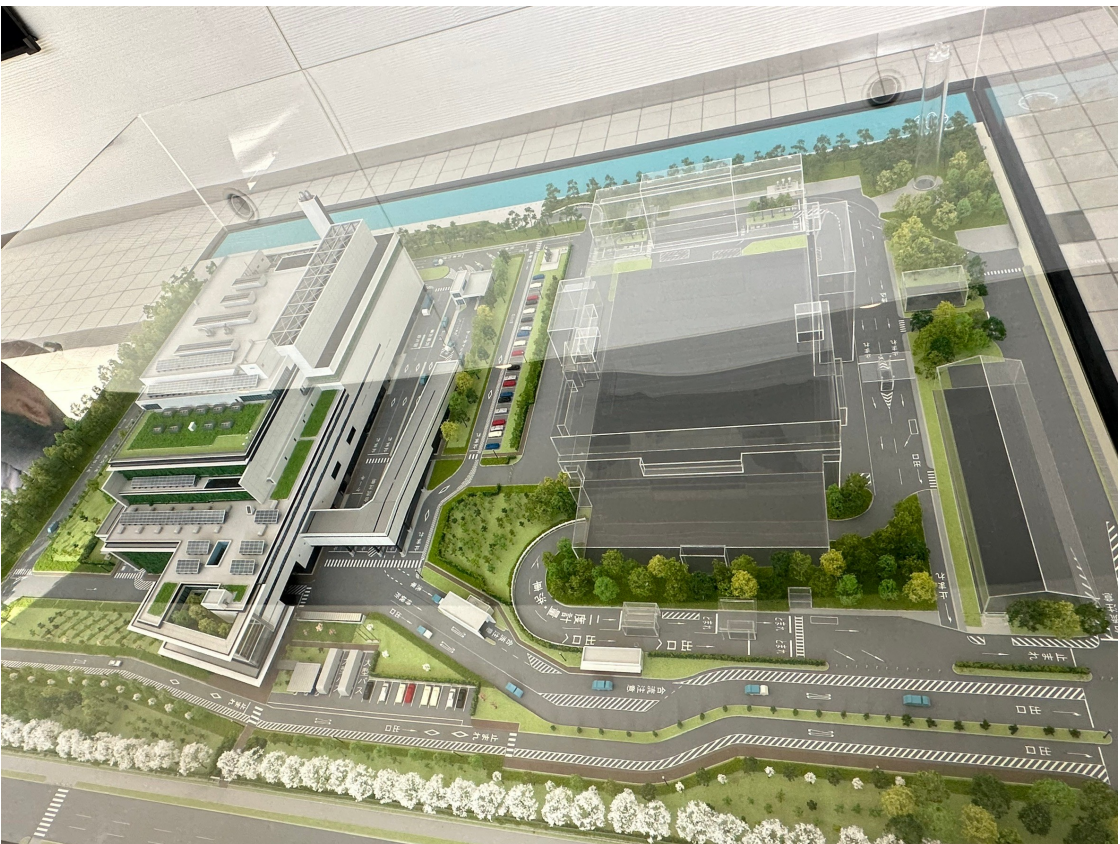
4.大田清掃工廠

大田清掃工廠位於東京都，2014 年完工，該廠每日處理 600 噸家戶垃圾，設有兩個各 300 噸的焚化爐，煙囪高度為 46.8 公尺，場地面積約為 92,000 平方公尺，其設計發電量為 22,800 千瓦。

大田清掃工廠不僅具備先進的垃圾處理技術，還致力於降低對環境的影響，廠房設有先進的空氣過濾系統，以確保排放的廢氣達到環保標準。此外，廠區內還設有綠化帶和環保展示區，向公眾展示廢棄物處理過程和環保知識，增強民眾的環保意識。

此廠的營運是由東京 23 區清掃一部事務組(東京都市政府)負責，屬於政府單位轄管，其中，操作維護人員亦是政府人員，另因鄰近羽田機場，故受到禁建線規定限制建築高度。

➤ 照片如下

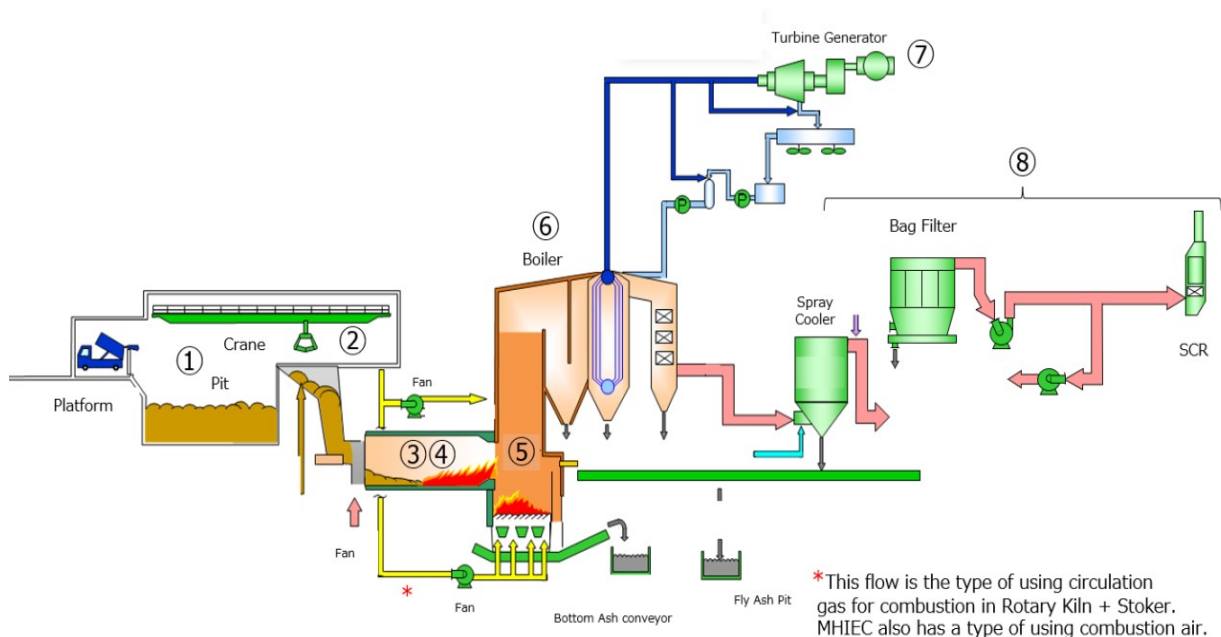


三、參訪說明

1. 埼玉焚化廠

埼玉位於日本關東平原北部，是關東地區的重要城市之一。這座城市融合了現代化的便利設施與傳統文化的魅力，擁有許多歷史遺跡和自然景觀。埼玉的居民以勤勞、創新著稱，他們在保護環境和推動經濟發展方面展現了極高的責任感和熱情。

埼玉焚化廠不僅具備先進的廢棄物處理技術，而且在環保和能源效率方面有卓越的貢獻。該廠每日處理量高達 90 公噸，保障了工業廢棄物的有效處理，這些廢棄物包括木頭、塑膠、汙泥和醫療廢棄物。透過焚化過程中產生的熱能轉換為電力，該廠的發電設置容量達 680kw，雖然目前的發電效率為 4.2%，但完全能滿足廠內的用電需求。本次參訪埼玉焚化爐製程流程如下圖所示。



在此次參訪中，我們了解到該廠正積極進行技術改造，計劃將蒸氣條件從原本的壓力 1.5 MPa 及溫度 200°C，提升至壓力 3 MPa 及溫度 300°C。這一改變將大幅提高發電效率，從 4.2% 提升至 15%，實現最佳經濟循環理念，為邁向綠色機場邁出重要一步。這一技術改造不僅代表了該廠在技術上的不斷進步，更是對環境保護和資源有效利用的堅定承諾。

崎玉焚化廠展現了環保與能源利用的雙重價值，通過技術創新和製程改進，該廠能有效減少工業廢棄物對環境的影響，同時提高能源利用效率，實現可持續發展的目標。這讓我們看到了在現代工業中，環保和經濟效益可以達到完美結合，並為未來的綠色發展樹立了標杆。



實廠外觀



實廠簡報說明及討論



討論焚化爐床設計



旋轉窯



二次燃燒室



飛灰輸送機



袋式集塵器及加藥系統



發電機組



參訪後交流及討論

2. SEKINE 沼氣發電廠

SEKINE 位於日本的郊區，以其豐富的農業資源和傳統的農村生活方式而聞名。當地居民主要從事農業和畜牧業，這為 SEKINE 沼氣發電廠提供了充足的原材料。該地區氣候溫和，四季分明，適合多種作物的生長，並且擁有悠久的文化歷史和濃厚的社區氛圍。

本次參訪 SEKINE 沼氣發電廠處理量為 15 公噸/天，主要處理廚餘、過期食品及牛糞，並利用厭氧消化後甲烷氣產生電力，其發電設置容量約 350 kw(發電效率約 30%)，可供上電網販售。

當天廚餘進流儲槽正進行維修，詢問結果是儲槽地坪破裂，進行補強處理，判斷是基礎工作不紮實，廠區位於農地地質承載力不足，可能未做地質改良，導致基礎破裂，停機修繕。

厭氧槽容積達 2,800 立方公尺，依設計慣例停留時間以 30 天計，每日進料量可達 90 噸的有機廢棄物。惟目前只進料量僅 15 噸，未達到設計量，推估其後續好氧處理系統容量太小，為達放流水標準只有降低處理量來因應。

現場牛糞推積如山，可能是因為上述原因無法快速去化，另有增設快速好氧推肥機來製作有機肥，每日可處理 4 噸牛糞。

沼氣發電機每日可產出 8,000 度綠電，賣給電力公司每度電 39 日幣(約台幣 7.8 元)，略高於台電躉售費率 7 元。據負責人現場告知，其年營業額約一億日元，獲利 3,000 萬元，可見在此廠進料量遠低於設計值的情況下，營運仍可獲利，可見厭氧發酵產沼氣發電在日本是經濟可持續性的產業。

經過此次參訪，我們可以清楚地看到 SEKINE 沼氣發電廠雖然面臨基礎設施問題和未達設計進料量等挑戰，但其依然能夠保持穩定的發電和盈利能力。該廠主要透過處理廚餘、過期食品及牛糞，利用厭氧消化後的甲烷氣產生電力，並以略高於台電躉售費率的價格賣給電力公司，每日可產出 8,000 度綠電。在現有條件下，該廠年營業額約一億日元，獲利達 3,000 萬元。

SEKINE 沼氣發電廠的成功運營證明了沼氣發電在日本具有可持續的經濟潛力。即使在進料量未達設計值的情況下，運營仍能盈利，顯示出厭氧發酵產生沼氣發電的經濟效益。此外，該廠也正在探索將沼渣製成有機肥的可能性，以進一步提高資源利用效率。未來，其他類似設施也可以借鑒其經驗，提升發電效益及資源再利用能力。



控制系統圖



厭氧槽



有機堆肥設備



交流討論

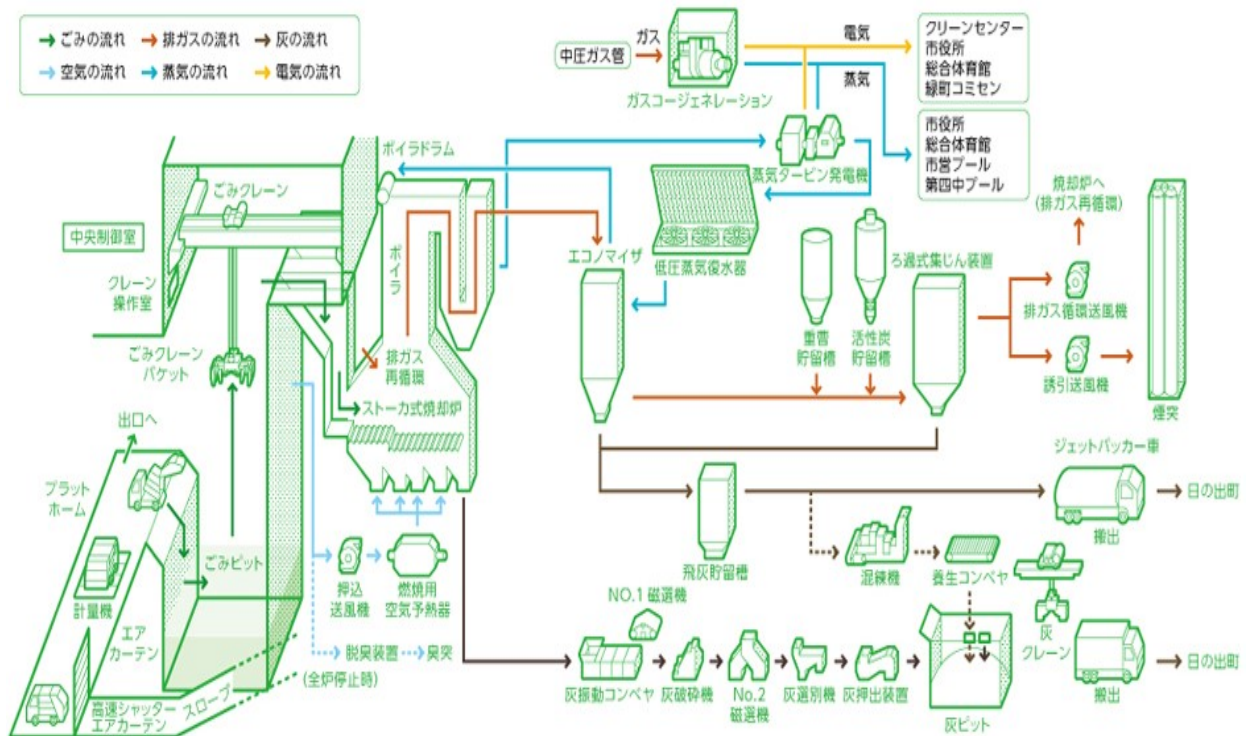


堆積廠區之牛糞

3. 武藏野焚化廠

武藏野市位於日本東京的西邊，是一個充滿綠意的城市區域，擁有豐富的自然景觀和悠久的歷史。該地區以其美麗的公園和開放空間而聞名，為居民和訪客提供了舒適宜人的生活和休閒環境。

本次參訪武藏野焚化爐製程流程如下圖所示，該廠設計處理量為 120 公噸/天(60 公噸/天, 2 條爐線)，主要處理家戶廢棄物，利用熱能產生電力回饋鄰里，亦可提供熱能，其發電設置容量約 2650 kw，佔地面積約 17,000 m²(建築面積約 3,700 m² (廠房)，興建費用 103 億 7 千萬日圓 (32 億 6 千萬台幣，2013 年匯率 0.315)；營運費用:101 億 1 百萬日圓(20 年，31 億 8 百萬台幣，匯率同上)。



製程流程

武藏野焚化廠位於這個充滿自然風情的地區，充分利用其優越的地理位置，不僅處理家戶廢棄物，並利用焚化過程中產生的熱能進行電力生產，回饋鄰里社區。焚化廠的規劃與設計融合了環境保護和社區和諧的理念，無圍牆的設計和周邊廣場、草坪的連結，讓廠房成為社區的一部分。

開發商經過 12 年與里民密切溝通與討論後，採用與環境共榮共生理念規劃外觀及全廠設計無圍牆，在外觀設計上，焚化廠重視與周圍環境的融合。廠房周遭以廣場、草坪連結社區，形成 24 小時開放空間，傾卸平台地下化，地面高度限制在 15 公尺內，降低壓迫感，外觀牆面綠化，與格狀瓦片共同營造雜木林意象，還兼具降溫節能作用，如下圖。這樣一座焚化廠，不僅在處理廢棄物方面表現卓越，同時也成為當地社區的綠色標杆，展示環保與社區共存的最佳範例。



鄰近公園及公共設施(體育館、棒球场等)位置圖



建築外觀



戶外電子看板(発電量資訊)



戶外電子看板(焚燒量資訊)



戶外電子看板(汚染排放資訊)



焚化廠及附近街景



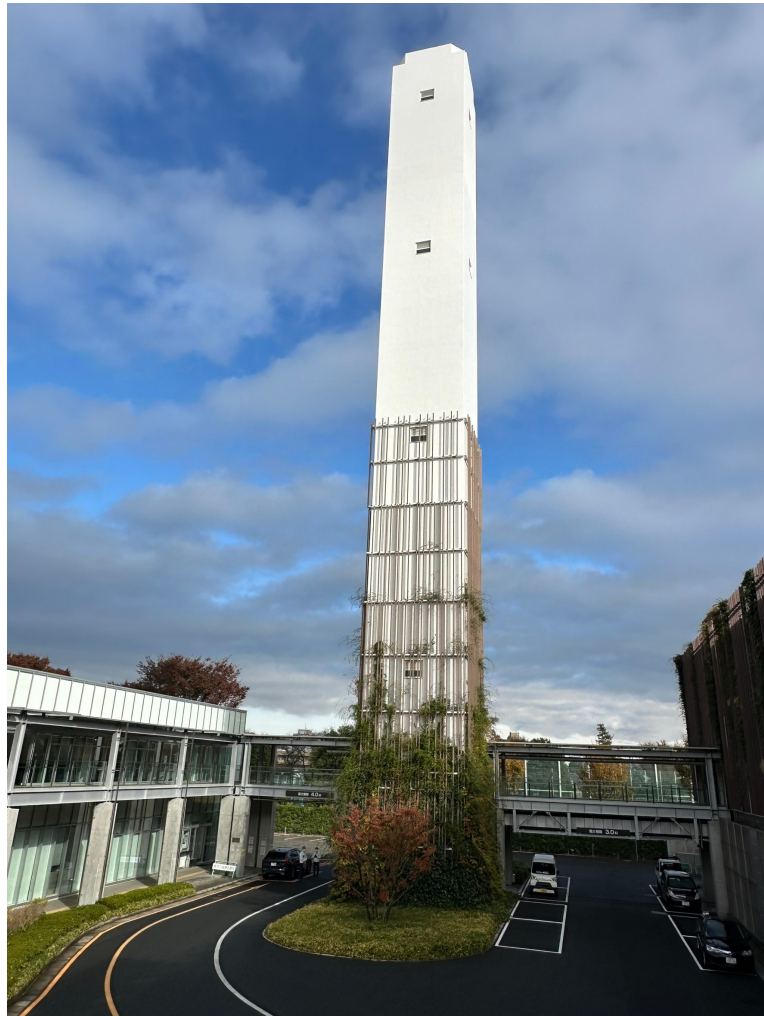
實廠說明及討論



地下儲坑(深度之刻度是以刻劃於牆面)



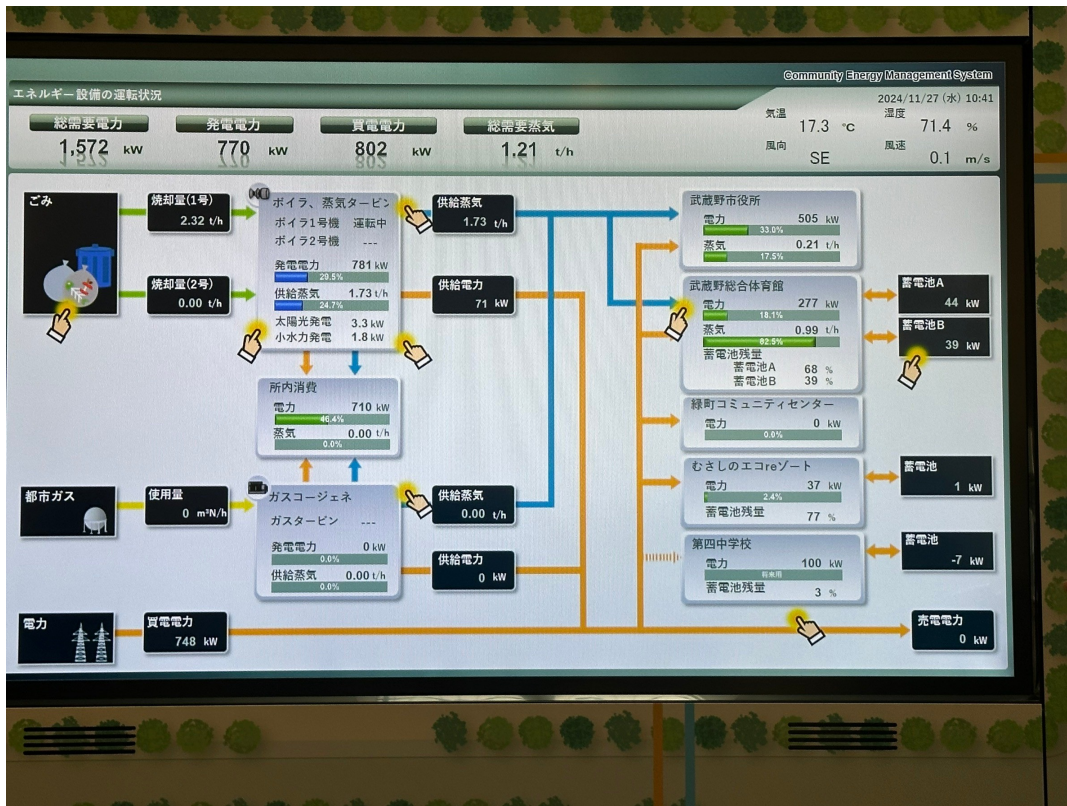
全景圖(白色突出物為煙囪)



煙囪



分選機(設備外為透明玻璃牆，並搭以設備圖片及解說)



發電資訊(有餘電會給附近居民)



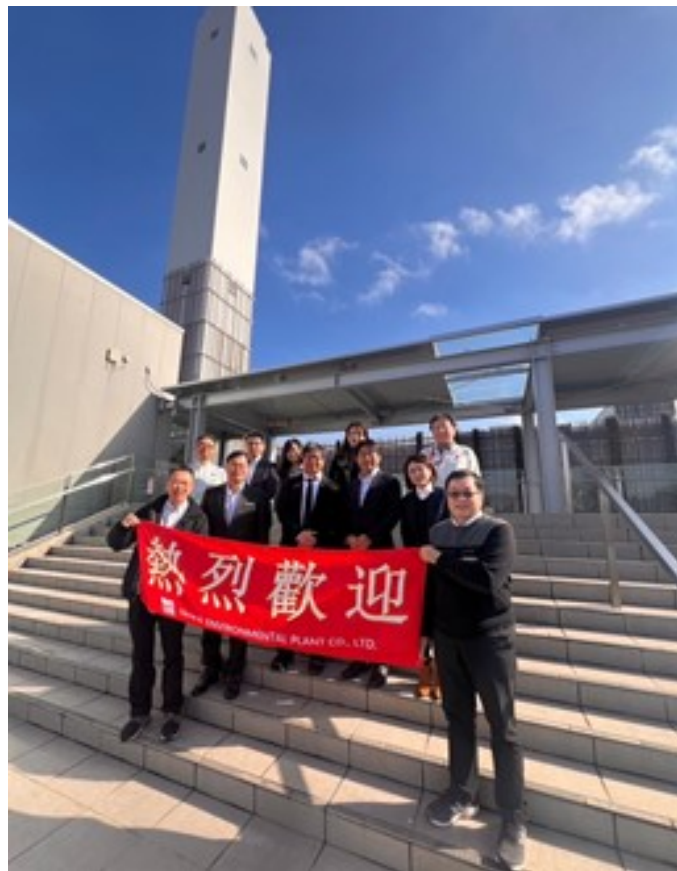
中控室紹介



廠區内部紹介



廁所用水為雨水回收

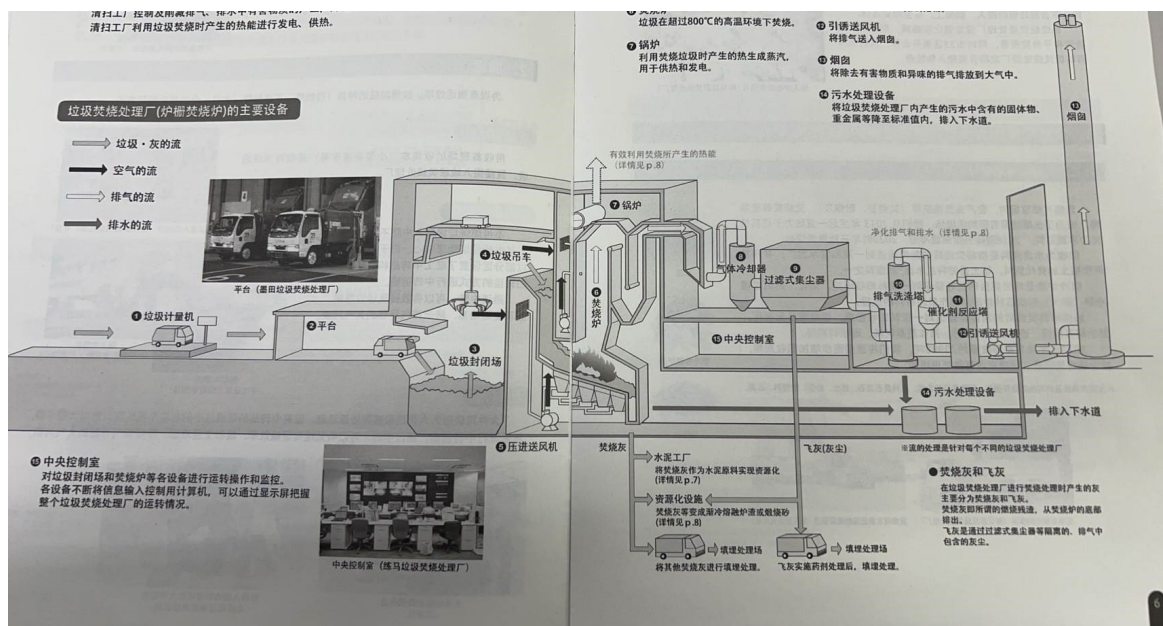


合影

4.大田清掃工廠

大田清掃工廠位於日本東京都大田區，這個區域是東京 23 區之一，位於東京南邊，鄰近羽田機場。大田區以其多樣化的居民結構和豐富的文化遺產著稱，這裡有許多工業區以及住宅區。大田區同時也是一個重要的交通樞紐，除了羽田機場外，還有多條鐵路和高速公路經過這裡。

本次參訪大田清掃工廠為公營操作，且東京 23 區皆為其負責處理，各區可互相調配及支援操作，本廠設計為雙爐，總處理量約為 600 公噸/天(300 公噸/天，2 條爐線)，主要處理家戶廢棄物，爐型為 Stoker，汽電共生產電量約 22,800 kw/hr，目前產生電力回饋供應里鄰中小學，製程流程如下圖所示。



由東京 23 區清掃一部事務組合進行導覽，該廠興建費用約 187 億 9 千 7 百萬元，經討論東京各焚化爐之煙囪皆高於本廠，因鄰近機場具有禁限建規定，在防止垃圾儲坑異味擴散三大重點包含了垃圾車進場及儲坑外傾斜門兩道防護，垃圾車進場前的空氣氣簾，以及負壓方式處理，飛灰集塵袋使用期限約 3 至 6 年，共有 960 組，這些集塵袋在運行中起到了關鍵作用，有效地收集並處理燃燒過程中產生的飛灰。

大田清掃工廠的運作不僅依賴其現代化設備和技術，還包括嚴格的管理和維護計劃。廠內的工作人員定期檢查和更換飛灰集塵袋，以確保其高效運行，並且廠區內的空氣質量監控系統不斷運行，確保廢氣排放符合環保標準。此外，該工廠還設有專門的教育中心，向公眾開放，提供有關垃圾分類和資源回收的教育，提升社會對環保的意識。



實廠外觀



位置圖



鍋爐系統



煙囪



中控室介紹及說明



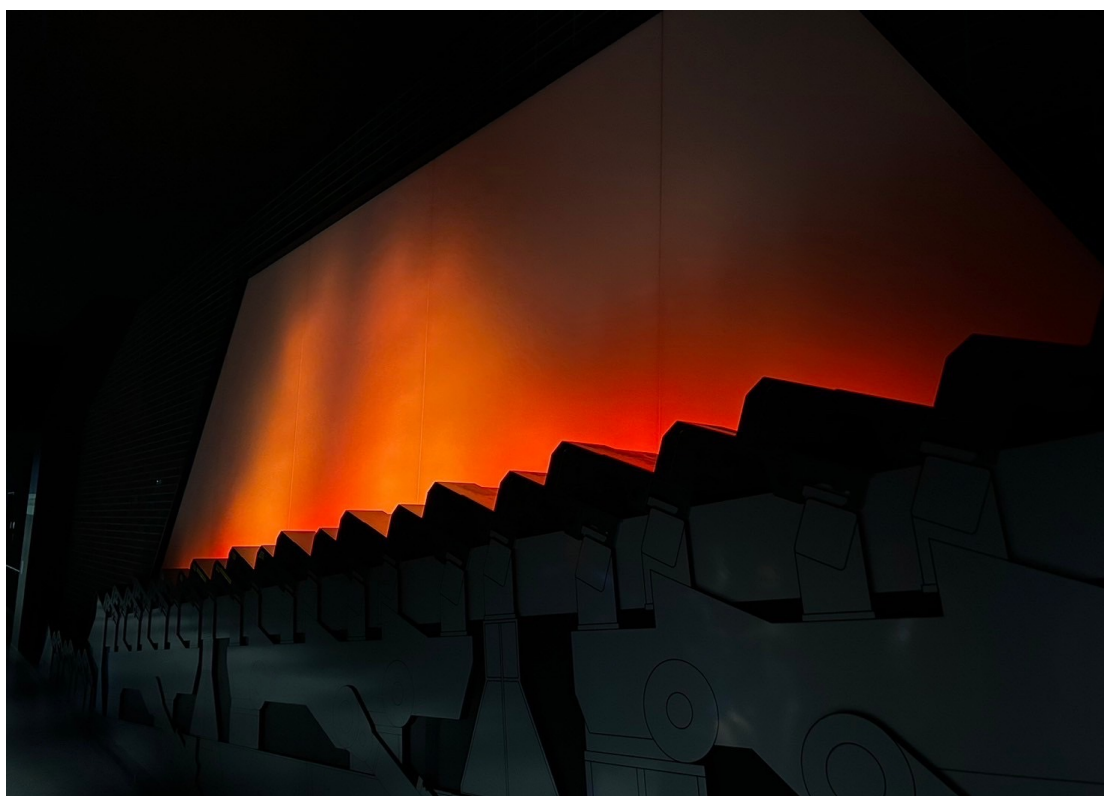
中控室



垃圾傾倒區



垃圾儲坑

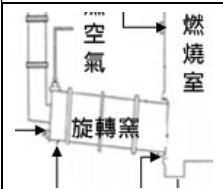
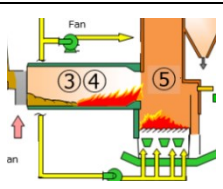
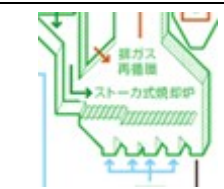



爐床燃燒展示

參、心得及建議

本次考察處理事業廢棄物之焚化廠，與家戶廢棄物之焚化廠，其分別屬於民營及公營，從中看到在一開始設計時，必須全盤考量，最重要的是預計燃燒之廢棄物參數或化學性質，而不是用既有想法或目前現況去設計，而未預想未來趨勢，往往這樣設計理念之下，在數年後將出現維護不易或處理效率低等缺點。

下表為本公司四號焚化爐與此次考察之焚化爐之爐床整理

項目	四號焚化廠	埼玉焚化廠	武藏野焚化廠	大田清掃工廠
爐床形式	旋轉窯	旋轉窯 +機械爐床 (stoker)	機械爐床 (stoker)	機械爐床 (stoker)
				

在此次參訪中，我們觀察到日本對於廢棄物分類的嚴格管理，確保不可燃類廢棄物(如金屬、玻璃等)不會進入焚化爐，這不僅保護了設備，還促進了循環經濟的實現。這種做法非常值得借鑒，我們應該在機場廢棄物分類作業中，落實這一點，以確保後續處理製程的順暢運轉。

此外，日本焚化廠在建置前，花了大量時間與附近居民溝通，這一點也值得我們學習。在未來的新焚化廠規劃中，可以聘請專家學者共同參與宣

導，採用與環境共榮共生的理念，規劃外觀及全廠設計無圍牆，廠房周遭以廣場、草坪連結社區，形成 24 小時開放空間，期望能獲得附近居民的贊同，和平進行後續建造工程。

綜合上述說明，針對現行及新建焚化爐短、中、長期建議規劃，目前初步規畫約須 8~10 年才完成新焚化廠興建(含可行性評估、環評…等)，首先在短期規劃為舊廠營運方面，須針對舊廠各設備進行盤點設備堪用狀況，及早進行汰舊換新(如熱交換器、緊急柴油發電機…等)，已確保相關設施運轉效率，在中期規劃與顧問公司展開新廠設計討論(如須預估未來廢棄物參數、使用生質柴油燃燒機…等)及辦理環評，長期規劃發包可靠廠商進行興建作業，確保工程能如質如期完成，以因應第三航廈持續成長運客量所產生廢棄物，可妥善處理。

沼氣發電廠方面，其主要使用廚餘、過期食品及牛糞進行厭氧消化後產生甲烷發電，將廢棄物轉化為能源，這一點值得我們借鑒。目前本公司污水處理廠產生的污泥，是送入焚化爐焚燒，這不僅增加了焚化爐的操作難度，還降低了資源循環的使用價值。建議我們可以考慮引入厭氧消化技術，將污泥轉化為能源，實現資源循環利用。

另外，成田機場公共設施以簡約且方便施工的方式達到需求功能，這一點也非常值得我們參考。成田機場的設計不僅僅是簡約與實用，其布局還充分考慮了乘客的流動性和便利性。機場內部設置了清晰的標識，使得旅客能

夠輕鬆找到所需的服務設施。此外，成田機場的公共設施設計理念還體現在對環境的保護上。機場採用了多項環保措施，包括雨水收集系統、太陽能發電設施和廢棄物分類處理站，這些設施不僅減少了機場運營對環境的影響，還提高了資源的利用效率。這些環保設施的設計，不僅是對自然環境的尊重，也是對未來可持續發展的承諾。該國的公共建設多為實用、簡潔、低維護且具有高度設計感，這些特點可以作為我們未來建設項目的指導原則。

桃園機場公司作為機場運作的管理者，維護飛航安全為應盡的職責與本份，提供國內外旅客乾淨舒適的出入境體驗，更是本公司重視的價值，本公司以最高標準維護桃園機場的環境整潔，以及廢棄物管理服務，維持機場清運車隊與焚化廠的良好運作，確保機場內垃圾不落地與妥善處理，維護國家門面的整潔美觀，期許所有出入境旅客對桃園機場留下美好印象，並推動機場資源循環、低碳以及環境永續的理念與目標。