

出國報告（出國類別：考察）

日本循環經濟產業考察

服務機關：經濟部工業局

姓名職稱：游振偉副局長、李佳禾技士

派赴國家：日本

出國期間：106年9月17日至106年9月23日

報告日期：106年10月

摘要

此次以參訪日本循環經濟產業之技術及推動作法為主，並安排觀摩沼氣發電設施，以瞭解日本沼氣發電技術及推動措施，各參訪單位之考察重點摘要如後：(1)札幌環境 Plaza 中心－觀摩日本環境教育設施之廣宣手法，及參觀太陽能發電設施；(2)北海道十勝地區沼氣發電推動與示範－參訪家畜排泄物經由生質能發電設施產氣、熱與電之能源應用；(3)日本製藥工業協會－了解日本製藥業在資源有效利用之目標與推動措施；(4)川崎 ECO TOWN 及 KUREHA 廢棄物處理中心－蒐集與了解工業區發展為環保工業區之推動作法，及觀摩日本廢棄物焚化處理情形；(5)ORUGANO 公司及旭硝子公司－了解將氫氟酸廢液產製之人工螢石再製成氫氟酸及石膏；(6)昭和電工－觀摩廢棄塑膠氣化處理技術；(6)PV Techno Cycle－參訪太陽能電池拆解裝置技術；(8)舉辦台日產業合作 MOU 簽訂儀式。

目 錄

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 壹、考察目的 | |
| 一、考察目的與重點..... | 5 |
| 二、預期效益..... | 5 |
| 貳、團員及任務分工..... | 6 |
| 參、行程表..... | 6 |
| 肆、工作內容 | |
| 一、札幌環境 Plaza 中心..... | 7 |
| 二、北海道十勝地區沼氣發電推動與示範..... | 10 |
| 三、日本製藥工業協會..... | 19 |
| 四、川崎 ECO TOWN 及 KUREHA 廢棄物處理中心..... | 22 |
| 五、ORUGANO 公司及旭硝子公司..... | 28 |
| 六、昭和電工..... | 32 |
| 七、PV Techno Cycle..... | 36 |
| 八、舉辦台日產業合作 MOU 簽訂儀式..... | 38 |
| 伍、綜合結論..... | 40 |
| 陸、建議..... | 41 |
| 柒、相關資料..... | 43 |

壹、考察目的

一、考察目的與重點

因應我國大力發展之太陽能發電，為及早規劃其製程產生之廢棄物資源化利用，並將製藥業推動循環經濟作法納入，以及配合我國積極發展之沼氣發電，爰此次規劃以參訪日本循環經濟產業之技術及推動作法為主，並安排觀摩沼氣發電設施，期促進台日資源循環技術與產業合作，強化我國循環經濟發展。

此次各參訪單位之考察重點為：(1)札幌環境 Plaza 中心－觀摩日本環境教育設施之廣宣手法，及參觀太陽能發電設施；(2)北海道十勝地區沼氣發電推動與示範－參訪家畜排泄物經由生質能發電設施產氣、熱與電之能源應用；(3)日本製藥工業協會－了解日本製藥業在資源有效利用之目標與推動措施；(4)川崎 ECO TOWN 及 KUREHA 廢棄物處理中心－蒐集與了解工業區發展為環保工業區推動作法，及觀摩日本廢棄物焚化處理情形；(5)ORUGANO 公司及旭硝子公司－了解將氫氟酸廢液產製之人工螢石再製成氫氟酸及石膏；(6)昭和電工－觀摩廢棄塑膠氣化處理技術；(6)PV Techno Cycle－參訪太陽能電池拆解裝置技術；(8)舉辦台日產業合作 MOU 簽訂儀式。

二、預期效益

- (一) 藉由參訪北海道十勝地區沼氣發電設施，以瞭解日本沼氣發電技術及其推動作法。
- (二) 藉由參訪日本氫氟酸廢液等廢棄物之回收處理技術，提升我國循環經濟產業之技術層級。
- (三) 藉由拜訪日本川崎 ECO TOWN，學習日本政府與民間企業之合作模式，以作為我國之參考。

貳、團員及任務分工

| NO. | 姓名 | 單位 | 職稱 |
|-----|-----|----------------|-------|
| 團長 | 游振偉 | 經濟部工業局 | 副局長 |
| 2 | 李佳禾 | 經濟部工業局永續發展組 | 技士 |
| 3 | 李隆晉 | 光宇材料股份有限公司 | 董事長 |
| 4 | 伍福康 | 光宇材料股份有限公司 | 顧問 |
| 5 | 陳癸宏 | 瑞大鴻科技材料股份有限公司 | 副總經理 |
| 6 | 何金逢 | 軒煒企業股份有限公司 | 總經理 |
| 7 | 陳彥亨 | 昶昕實業股份有限公司 | 總經理 |
| 8 | 呂淑卿 | 昶昕實業股份有限公司 | 協理 |
| 9 | 李海崧 | 崇越科技股份有限公司 | 董事長特助 |
| 10 | 劉博文 | 建越科技工程股份有限公司 | 總經理 |
| 11 | 程相如 | 建越科技工程股份有限公司 | 協理 |
| 12 | 黃建銘 | 淨寶化工股份有限公司 | 總經理 |
| 13 | 張耿榕 | 台境企業股份有限公司 | 董事長 |
| 14 | 沈霞菊 | 台境企業股份有限公司 | 董事長特助 |
| 15 | 吳明聰 | 揚達化工股份有限公司 | 董事長 |
| 16 | 林姿君 | 財團法人台灣綠色生產力基金會 | 經理 |
| 17 | 黃晴澤 | 財團法人台灣綠色生產力基金會 | 副主任 |
| 18 | 花建佑 | 中興工程顧問股份有限公司 | 技術經理 |
| 19 | 李怡蒼 | 台日產業合作推動辦公室 | 組長 |
| 20 | 盧建豪 | 台日產業合作推動辦公室 | 專員 |

參、行程表

| 日期 | 9/17 (日) | 9/18 (一) | 9/19 (二) | 9/20 (三) | 9/21 (四) | 9/22 (五) | 9/23 (六) |
|----|---------------------|------------------|------------------------------|--|-------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 上午 | 啟程 (桃園 機場) | 札幌環境 Plaza 中心 | 北海道十勝 地區沼氣發 電推動與示 範 | 日本製藥工 業協會 | ORUGANO 公司及旭硝 子公司 | PV Techno Cycle | 返國 (羽田 機場 — 松山 機場) |
| 下午 | — 新千 歲機 場) | 交通移動 (前往帶廣) | 交通移動 (前往東京) | 川崎 ECO TOWN 及 KUREHA 廢 棄物處理中 心 | 昭和電工 | 台日合作 MOU 簽訂儀 式 | |
| 地點 | 札幌 | 札幌 | 帶廣 | 東京 | 東京 | 東京 | |

肆、工作內容

一、 札幌環境 Plaza 中心

環境教育係指藉由教育的方式，使每個人瞭解人與環境之相互依存關係，進而提昇對環境之知識、態度、價值觀及責任，以達到重視環境、維護生態平衡、資源永續之目標。

札幌環境 Plaza 中心位於札幌市北區，是一座日本環境教育場所，藉由環境相關刊物、生動活潑之展示物、不同主題之教育活動等多面向之方式進行環境教育，使市民由日常生活之細節發現人與環境之關聯性，瞭解對環境所應承擔之責任和義務，以下分別從其成立目的、教育設施、服務項目等說明。

(一) 成立目的：

札幌市為讓市民、家庭、企業及其他團體更加瞭解與關心環境議題，爰設立札幌環境 Plaza 中心作為市內之環境情報發信地，通過各種環境展覽、報章刊物、教育影片、展示物、戶外活動、書籍情報等多元之學習方式，以推廣相關環境教育信息。

(二) 教育設施

札幌環境 Plaza 中心內部提供各式環境教育設施，希望可以透過各式教育設施使市民更有效率地學習環境教育，其設施介紹如下：

- 1.地球環境變異模型：利用地球模型呈現世界各地面臨之環境變異現象及其帶來之環境問題，並配合解說板輔助說明，使市民瞭解維護地球環境之重要性，進而改變市民之價值觀。
- 2.家電節能設施：通過日常生活常見之家電用品，觀察該用品設置節能裝置前後之耗電量、發電量、二氧化碳排放量之變化情形，使市民明白日常生活行為就可能影響環境，體會日常生活與環境之間之關聯性。

- 3.動植物和人類之場景模型：模擬人類對動植物之常見行為，說明該行為可能造成物種平衡之崩壞、生物行為之改變，呈現對生態環境之影響，使市民可以重新審思個人行為對環境之影響。
- 4.太陽能電池設施：環境 Plaza 中心於頂樓設置 150 座太陽能電池板，經由講解員說明及觀察該設施，使市民瞭解能源之可貴，進而培養市民省電節能之觀念。

(三) 服務項目

札幌環境 Plaza 中心提供市民各式有關環境教育服務項目，希望可以多樣化之形式，擴大其服務之範圍及對象，達到每個人皆有機會有效率學習環境教育，其服務項目介紹如下：

- 1.環境諮詢：環境 Plaza 中心針對環境問題提供一個諮詢服務管道。
- 2.教育活動：藉由舉辦各種環境教育活動，以參與取代閱讀或聽講，使市民以主動之方式體驗環境重要性。
- 3.派員講習：各種團體向環境 Plaza 中心申請派員講習，環境 Plaza 中心即會派將講習員至該團體，配合宣導觀摩或戶外活動等形式進行環境教育之推廣。
- 4.出借教材：環境 Plaza 中心可出借環保相關教材，例如報章刊物、教育影片。
- 5.觀摩教學：各種團體皆可申請觀摩教學，環境 Plaza 中心即會安排講習員進行陪同解說。

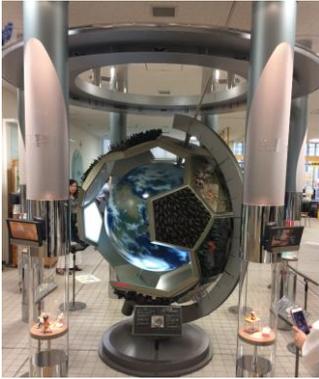
| | |
|--|--|
|  |  |
| <p>地球環境變異模型</p> | <p>動植物和人類之場景模型</p> |
|  |  |
| <p>觀摩太陽能電池設施</p> | <p>紀念合影</p> |
|  | |
| <p>紀念合影</p> | |

圖 1-1 參訪照片

二、 北海道十勝地區沼氣發電推動與示範

能源是一國經濟發展之動力，在石化能源已日益減少之情況下，各國開始發展以廢棄物為主要原料的生質能，據國際能源總署之統計，目前國外再生能源占所有能源之比例已高達 10.3%，更顯示推動生質能為國際發展趨勢。而我國國內自產能源缺乏，高度仰賴化石燃料進口供給(占 90.8%)，而國內生質目前更僅占所有能源之 0.3%，顯示我國推動生質能仍有努力空間，為提升國內生質能之發展，行政院於 105 年 12 月 27 日召開相關會議，邀集內政部、農委會及環保署組成跨部會產業發展專案小組，盤點各種沼氣發電料源、鬆綁相關法規，並運用畜殖專業知識，規劃整體產業發展方案，以加速國內沼氣發電之成長。

日本很早即開始沼氣等生質能之開發，近年來更推動「BIO MASS 產業都市」，所謂「BIO MASS 產業都市」係指在一地區利用所存在的生質原料，從原料收集、製造到利用建構具經濟性之循環系統，並以發揮當地特色之 BIO MASS 產業為主軸，發展對環境友善且對於災害產生之生質物具高防禦性之都市。「BIO MASS 產業都市」係由日本內閣府、總務省、文部科學省、農林水產省、經濟產業省、國土交通省及環境省共同推動與選定。目前日本全國共選定 68 個市町村作為 BIO MASS 產業都市，而其中有 28 個市町村在北海道。十勝地區 BIO MASS 產業都市，由 19 個市町村共同推動，希望能打造農、食、能源自給足之十勝地區，10 年後目標為 BIO MASS 利用率達 94.5%、發電自足率 82.3% (1,809,709MWh 發電量)、減少 24,509 千 t-CO₂ 排放量。

(一) 士幌町農業協同組合簡介

士幌町位於北海道東南部十勝地區的中央，人口約六千多人，面積約二萬六千公頃，該地區以農業為主，占其地區總面積之 50% 以上，士幌町的農業特色為大規模的農業經營方式，且由於士幌町為大陸性氣候，冬夏

溫差大且少雨，使士幌町被稱為日本的乾燥地帶，適合馬鈴薯、甜菜等作物之栽培。

士幌町自 1897 年開始開墾，開拓早期主要以豌豆種植為主，然由於豌豆價格時高時低且不耐寒氣，使士幌町之農業常常欠收，也使農民生活陷入困難。為改善此一困境，在 1931 年士幌町之農民成立了士幌農業組合。士幌農業組合協助農民採購肥料、提供農民貸款，組織日益龐大，在 1944 年士幌農業組合改為士幌農業會，1948 年再改為士幌町農業協同組合，並一直延用至今。1939 年，士幌町農業協同組合以當時的獸醫邱堅湧為中心，開始提倡將農產品進行深加工，利用產生的副加價值對農業經營進行擴大生產，秉持此一構想，士幌町農業協同組合持續推動農產品加工，在 1946 年更設立了當地之麵粉廠，並取得了巨大的績效，自此以後，將農產品進行深加工成為士幌町之農業特色。

目前士幌町農業協同組合已擁有 413 戶之會員，其中一般農戶 335 戶，酪農 67 戶，育成 18 戶，肉牛養殖 41 戶，總耕作面積達 25,913 公頃，平均一般農戶每戶之耕作面積約 35 公頃，酪農則約為 50 公頃，目前養殖之乳牛約有 17,241 頭，肉牛約有 50,090 頭，總計為 67,331 頭，另堆肥產生量約為 60 萬公噸/年。此外，並擁有馬鈴薯加工廠、麵粉廠、肉品加工廠、食品開發研究所、土壤診斷中心、食品工廠及相關之倉庫、貯藏設施、集散地等。

(二) 沼氣發電設備

由於士幌町地區牛隻飼養頭數日益增加，且飼養形態之變化造成其禽畜糞採推肥處理時不易腐熟，而如採廢棄時又會產生廢棄物問題及惡臭問題，故士幌町農業協同組合於 1998 年赴歐洲德國、丹麥及法國進行禽畜糞採沼氣處理之考察研究，並於 2003 年開始建設第一代之沼氣發電設施。由於是初次建設沼氣發電設施，士幌町農業協同組合引入德國、丹麥、法國

等三國之技術，分別各建設了一個示範廠，並考量集中處理多個牧場之禽畜糞與個別處理之優缺點後，發現集中處理雖然建設費用較為節省、生產效率也較高，但在運輸、原料穩定性及沼渣使用方面不易分配，故決定採用個別處理之方式。因此在士幌南區、佐倉地區及新田地區分別各設置了一座沼氣發電設施(如圖 2-1 所示)，設備概要如表 2-1 所示，但此三設備一開始直接由海外導入，並未依當地進行設計，故後來運轉過程發生許多問題，如北海道地區氣溫較低且冬天下雪，會使設備凍結，因此於當地運作過程中亦陸續修正部分設備，加上當時沼氣發電所售之電價過低，沼氣發電設施建設費用高，因此在 2003 年至 2012 年間皆無再建設新的沼氣發電設施。



圖 2-1 士幌町第一代沼氣發電設施位置圖

表 2-1 士幌町第一代沼氣發電設施概要

| 項目 | 士幌南區 | 佐倉地區 | 新田地區 |
|---------|--|--|---|
| 建設費 | 68,000 千日元 | 79,500 千日元 | 56,000 千日元 |
| 工程期間 | 2003.11~2004.3 | 2003.10~2004.3 | 2004.7~2005.1 |
| 設計、施工公司 | 栗本鐵工所 | コーンズ・エージー | 土谷特殊農機具製作所 |
| 處理對象 | 成牛 250 頭 | 成牛 250 頭→ 550 頭 | 成牛 200 頭 |
| 處理量 | 15 噸/日 | 15 噸/日→ 22 噸/日 | 12 噸/日 |
| 禽畜糞輸送方式 | 挖土機+輸送帶 | 挖土機+輸送帶 | 山貓 |
| 前處理設施 | RC 造 50m ³ | RC 造 50m ³ | RC 造 原料槽 78.5m ³ 計量槽 75m ³ |
| 厭氧發酵槽 | 集裝箱式 424m ³ → RC 造 784m³ | RC 造 663m ³ | RC 造 671m ³ |
| 發酵方式 | 中溫發酵 | 中溫發酵 | 中溫發酵 |
| 滯留天數 | 約 30 日 | 約 40 日 | 約 30 日 |
| 沼液貯留槽 | RC 造 3,300m ³ | 鋼製 3,180m ³ + RC 造 784m³ | RC 造 3,959m ³ |
| 沼液運輸 | 20 噸槽車 | 20 噸槽車 | 15 噸槽車 |
| 排氣脫硫 | 生物脫硫+乾式脫硫 | 生物脫硫+ 乾式脫硫 | 生物脫硫+ 乾式脫硫 |
| 發電設備 | 微型燃氣渦輪機 30kW → 燃氣發電機 25kW | 混燒式燃氣發電機 30kW→ 燃氣發電機 25kW | 混燒式燃氣發電機 40kW |
| 鍋爐設備 | 燈油、 沼氣 | 沼氣 | 燈油、沼氣 |

至 2012 年日本新的再生能源補貼政策實施，由原可再生能源組合標準 (Renewables Portfolio Standard, RPS) 改為固定價格買取制度 (FIT)，對於沼氣發電之收購價格由原來的 7 日元/kW 提升到 39 日元/kW，且提供 20 年的購電契約，經士幌町農業協同組合評估後認為其經濟效益已可克服過去成本過高之問題，且由於第一代的沼氣發電設施操作過程中，發現禽畜糞採用沼氣發電方式處理，可以大幅減少農民接觸糞尿的機會，減少口蹄疫傳

染的機會，並且沼氣發電之處理方式較堆肥處理相比，較無惡臭、寄生蟲及產品品質不佳的問題，加上先前日本大地震後，想尋找一安全又能持續供應之電力來源，且對於近年日本推動溫室氣體減量亦有相當之助益，故士幌町農業協同組合決定展開第二代的沼氣發電建設。

士幌町農業協同組合評估第一代沼氣發電設備之運作情形後，以第一代沼氣發電設施中操作最簡單的新田地區引進之德國設備為基礎，進行第二代沼氣發電設備之建置。第二代沼氣發電除採用第一代操作最佳之設備外，尚針對下列方向進行改善：1.改善冬天醱酵槽溫度過低之情形；2.降低系統操作難度，減少操作成本；3.有效利用剩餘之餘熱，如加熱溫水、使用在乳牛擠奶設施等方面。第二代沼氣設施概要如表 2-2 所示，其處理之牛隻頭數雖較少，但發電量卻較第一代提升許多，故其平均收入約 1,700 萬日元/年，而操作成本約 1,000 萬日元/年，每年淨收益約為 700 萬日元/年。

第三代沼氣發電則於 2014 年興建，處理牛隻頭數為 850 頭，其除了延續第二代操作簡單、穩定、低成本、餘熱利用等特點外，更強化了沼液應用、固液分離、直接醱酵、防止 RC 劣化並提供即時數據之操作管理介面。第四代沼氣發電於 2015 年興建，其除延用第三代特性外，更強化了禽畜糞之自動化處理等設備。到目前士幌町農業協同組合研發之沼氣發電設施已到第五代，除延續前幾代之優點外，其採用集中式處理，其收受 2 家牧場牛隻之糞尿，並於各家牧場中設置原料蒐集槽及沼液貯存槽，並強化傳染病之滅菌處理，相關設備概要如表 2-3 所示。本次參訪即觀摩其第五代之沼氣發電設施，其設備運作流程如圖 2-2 所示，將牛糞尿經管線蒐集後投入醱酵槽醱酵，所產生之沼氣經脫硫設備脫硫後送入發電機發電，沼渣及沼液則分別貯存，提供給附近牧草及農田作為肥料使用。

表 2-2 士幌町第二代沼氣發電設施概要

| 項目 | A 牧場 | B 牧場 | C 牧場 | D 牧場 | |
|-----------------------------|--|--|--|--|-------|
| 建設費 | 147,646 千日元 | 144,578 千日元 | 163,281 千日元 | 135,775 千日元 | |
| 工程期間 | 2012.7~2013.1 | 2012.7~2013.1 | 2012.7~2013.1 | 2012.7~2013.1 | |
| 設計、施工公司 | 土谷特殊農機具製作所及北斗產業(株) | 土谷特殊農機具製作所及北斗產業(株) | 土谷特殊農機具製作所及北斗產業(株) | 土谷特殊農機具製作所及北斗產業(株) | |
| 處理對象 | 成牛 170 頭 | 成牛 171 頭 | 成牛 250 頭 | 成牛 270 頭 | |
| 處理量 | 14.7 噸/日 | 14.8 噸/日 | 19 噸/日 | 19.5 噸/日 | |
| 設施規模 | 原料槽 85m ³ 醱酵槽 630m ³ 貯留槽 3,317m ³ | 原料槽 85m ³ 醱酵槽 630m ³ 貯留槽 3,317m ³ | 原料槽 85m ³ 醱酵槽 726m ³ 貯留槽 2,375m ³ | 原料槽 85m ³ 醱酵槽 777m ³ 貯留槽 2,375m ³ | |
| 發電設備 | 2G50kWh→ 64kW | 2G50kWh→ 64kW | 2G50kWh→ 64kW | 2G50kWh→ 64kW | |
| 沼液運輸 | 16.1 噸槽車 | 16.1 噸槽車 | 散布機 | 散布機 | |
| 2016 年實 際運 作情 形 | 牛隻 | 153 頭 | 178 頭 | 182 頭 | 273 頭 |
| | 計畫發電量 kW/日 | 736 | 741 | 983 | 1,040 |
| | 平均發電量 kW/日 | 1,271 | 1,352 | 1,014 | 1,428 |
| | 平均發電機 出力(kWh) | 53.0 | 56.3 | 42.2 | 59.5 |

表 2-3 士幌町第 3~5 代沼氣發電設施概要

| 世代 | 第三代 | 第四代 | 第五代 | |
|-----------------------------|--|--|--|---|
| 項目 | 大木牧場 | 佐佐木牧場 | 共同型 | |
| 建設費 | 660,000 千日元 | 事業費 417,000 千日元 補助金 128,634 千日元 | 事業費 588,600 千日元 補助金 187,092 千日元 | |
| 工程期間 | 2014.7~2015.2 | 2015.7~2016.2 | 2016.7~2017.2 | |
| 設計、施工公司 | 土谷特殊農機具製作 所及北斗產業(株) | 土谷特殊農機具製作 所及北斗產業(株) | 土谷特殊農機具製作 所及北斗產業(株) | |
| 處理對象 | 成牛 850 頭 | 成牛 400 頭 | 成牛 450 頭 | |
| 處理量 | 68 噸/日 | 32 噸/日 | 42 噸/日 | |
| 設施規模 | 原料槽 260m ³ 醱酵槽 1,382m ³ x2 RC 貯留槽 5,024m ³ x2 分散貯留槽 2,540m ³ x2 | 原料槽 132m ³ 醱酵槽 1,382m ³ 貯留槽 3,630m ³ x2 | 原料槽 85 + 170m ³ 醱酵槽 1,523m ³ 貯留槽 5,024+4,534m ³ | |
| 發電設備 | 2G150kWh x2 台 | 2G150kWh | 2G190kWh | |
| 沼液運輸 | 槽車、直接散布 | 槽車、直接散布 | 槽車 | |
| 2016 年實 際運 作情 形 | 牛隻 | 877 頭 | 425 頭 | — |
| | 計畫發電量 kW/日 | 5,387 | 3,000 | — |
| | 平均發電量 kW/日 | 6,939 | 3,029 | — |
| | 平均發電機 出力(kWh) | 289 | 126 | — |

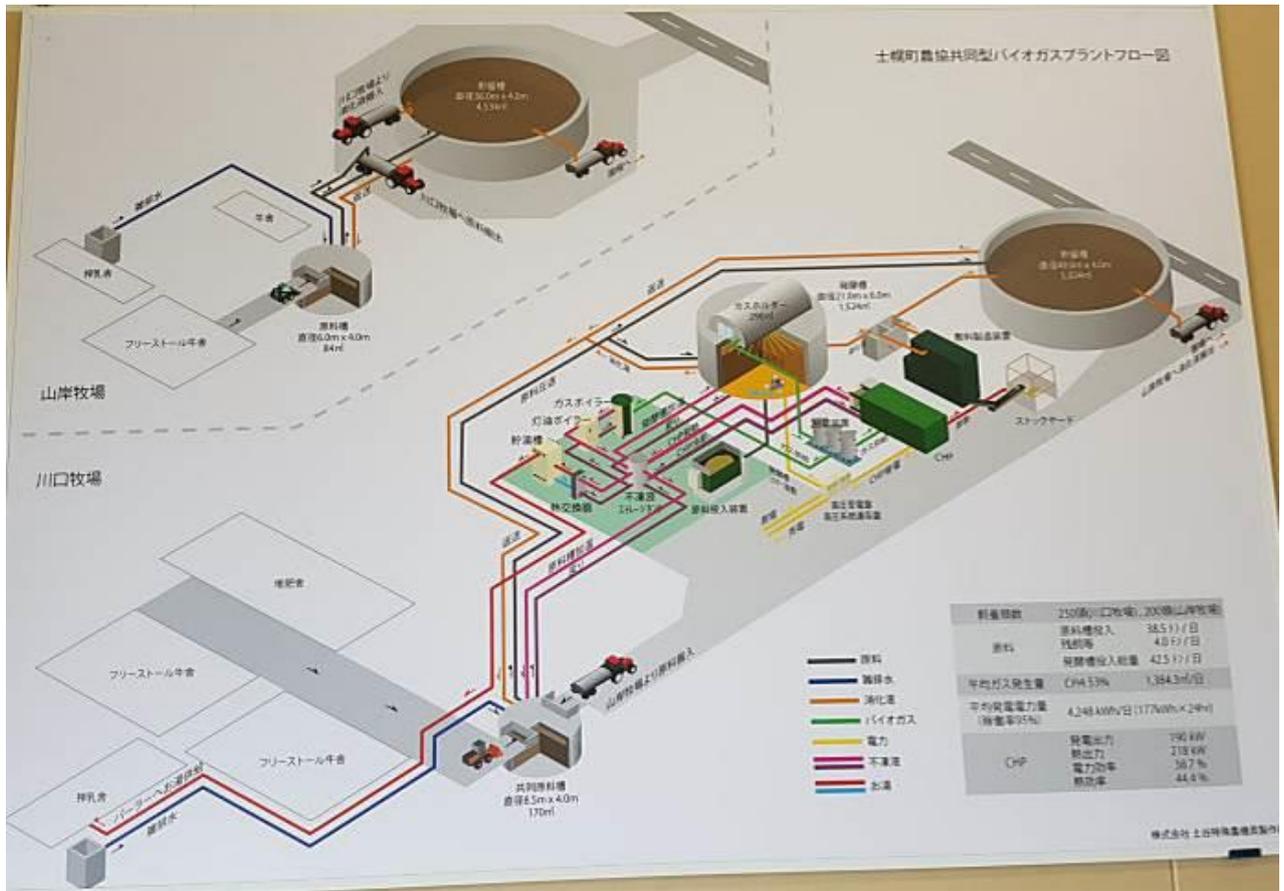


圖 2-2 沼氣發電設施流程

(三) 參訪照片



士幌町第 5 代沼氣發電設施介紹



沼氣發電設施中控系統



脫硫設備



沼液貯留槽



沼氣發電設備



沼渣貯存區

三、日本製藥工業協會

日本製藥工業協會(以下簡稱：製藥協)於 1968 年創立，目前有 72 個以製藥研發為目標的製藥公司為會員，其希望透過研發新藥品為世界醫療有所貢獻。該協會除以促進開發優良藥品，追求人民健康福祉、提升醫療水準，促進有品質之健康生活為宗旨外，對於「環境保護」亦認為是製藥業必須重視的議題。

該協會透過訂定目標與行動計畫，並定期檢討各項措施之執行進度與成果達成情形，據以推動環境保護相關作為，以下就該協會之「行動計畫目標與達成狀況」，及與本次參訪主題相關的「廢棄資源相關措施」分述如下：

(一) 行動計畫目標與達成狀況

日本製藥工業協會行動計畫主要包括「節能及地球暖化對策」、「省資源與廢棄物對策」、「化學物質管理」、「勞動安全衛生」、「其他」等五大面向，各面向之目標、活動計畫及最新實績整理如表 1。

表 3-1 日本製藥工業協會行動計畫

| 面向 | 行動計畫 |
|-----------|---|
| 節能及地球暖化對策 | <ul style="list-style-type: none"> ● 目標：製藥業 2020 年二氧化碳排放量減少 23%(基準年 2005 年) ● 活動計畫： <ul style="list-style-type: none"> — 推動低碳社會實行計畫 — 辦理節能及地球暖化對策技術研修會 — 辦理地球暖化對策相關調查 — 推動高效 MR 營業車輛 ● 成果：2015 年二氧化碳排放量與基準年相較減少 25% |
| 省資源與廢棄物對策 | <ul style="list-style-type: none"> ● 目標：2015 年事業廢棄物最終掩埋量減少 65%(基準年 2005 年) ● 活動計畫 <ul style="list-style-type: none"> — 配合經團連推動環境自主行動計畫 — 提供會員企業有關促進 3R 之資訊 — 與外部團體合作相關 3R 活動 ● 成果：2015 年事業廢棄物最終掩埋量與基準年相較減少 80% |
| 化學物質管理 | <ul style="list-style-type: none"> ● 活動計畫： <ul style="list-style-type: none"> — PRTR、VOC 相關調查與回饋 — 減少化學物質排放至大氣之技術調查與回饋 |

| 面向 | 行動計畫 |
|--------|--|
| | — 醫藥品環境風險評估 |
| 勞動安全衛生 | <ul style="list-style-type: none"> ● 活動計畫： <ul style="list-style-type: none"> — 各種勞安衛活動調查與回饋 — 維持及增進從業員健康之相關調查與回饋 — 辦理安全衛生相關之技術研修會 — 辦理勞安衛相關示範觀摩會議 — 營業車輛事故防止研究與對策調查及回饋 — 推動化學程序安全性評估之研究 — 推動高藥理活性物質處理之研究 |
| 其他 | <ul style="list-style-type: none"> ● 活動計畫： <ul style="list-style-type: none"> — 定期提供會員企業環境安全衛生相關資訊 — 促進業界互動與交流 — 辦理生物多樣性之技術研修會 — 辦理環境安全演講及各種技術研修會 |

(二) 省資源與廢棄物對策

1. 減少最終掩埋量

依據製藥協調查統計其會員企業最終掩埋的廢棄物中，以污泥占 32.1% 為最多，其次為廢塑膠占 31.9%。經調查分析，最終掩埋量減少的原因包括：落實廢棄物分類、有價物再利用及減少廢棄物產生量。在透過前述措施之執行，製藥協會會員企業的廢棄物最終掩埋量，從 2000 年的 7.8 千公噸降至 2016 年的 2.1 千公噸，有明顯成效。

2. 減少廢棄物之產生

依據製藥協調查統計其會員企業產生的廢棄物中，以廢油占 26.1% 為最多、其次為污泥 15.7%、動植物性殘渣 15.4%、廢塑膠 12.3% 及廢鹼 11.7%，前述五項廢棄物占整體的 81%。經調查分析，其會員企業近年廢棄物產生量減少的原因包括：產品生產量減少所帶動之效應、因製程改善而減少資源投入或不良品的發生。製藥協會會員企業的廢棄物產生量，從 2000 年的 25.5 萬公噸降至 2016 年的 16.5 萬公噸，亦不錯之成效。

另外，製藥協針對廢棄物減量之成效，還採用了「原單位廢棄物產生量」之指標予以評估，其意函為創造每億日圓營業額產生多少廢棄物，即「廢棄物產生量/億日圓」，就製藥協統計結果，2000 年為 4.4 公噸/億日圓，2015 年已降至 1.9 公噸/億日圓。

3. 促進廢棄物資源化

由於醫藥品研發或製造階段，因藥理活性物質容易附著於塑膠容器，或以污泥形式排出而造成再利用的困難，但會員企業仍盡力透過廢棄物分類、將其燃料化或焚化後灰渣作為水泥原料等方式促進廢棄物資源化。經統計其再資源化率，以 2000 年為基準，2015 年已成長 2.1 倍。

4. 循環型社會自主行動計畫(第二期)

由上述表 1 之自主行動計畫摘要表可知，省資源與廢棄物對策原訂之目標年已於 2015 年屆期，且以達成目標。因此，製藥協再針對 2016 年以後訂定「循環型社會自主行動計畫」，其概要如下：

- (1) 在顧及實現低碳社會的原則下，2020 年事業廢棄物最終掩埋量減少 70%(基準年 2000 年)；
- (2) 2020 年原單位廢棄物產生量改善 50%(基準年 2000 年)；
- (3) 2020 年廢棄物再資源化率達 55% 以上；
- (4) 定期掌握會員企業推動 3R 相關措施之情形，並將相關資訊提供其他會員，以做參考。

(三) 參訪照片



四、川崎 ECO TOWN 及 KUREHA 廢棄物處理中心

日本 ECO TOWN 係以活用當地廢棄物作為當地其他產業的原料，達到零廢棄之目標並建構資源循環型社會，其主要係由各地方政府依據各地區之特性研擬推動計畫，並經由環境省與經濟產業省認定後即可獲得中央政府補助(如圖 4-1)，以作為其他地方推動循環型社會之模範，目前經日本中央政府認定的 ECO TOWN 事業計有 26 處(如圖 4-2)，其中川崎市為第一批受認定之 Eco Town。

(一) 川崎 Eco Town 介紹

川崎市位於神奈川縣東北端，距離羽田機場、成田機場及東京市都非常近，車程不到一小時，人口約 150 萬人，面積為 144.35 平方公里，區內主要產業包括：鋼鐵、電子、通信、精密機械及信息服務業，其中包含許多知名之國際性企業，如 NEC、TOSHIBA、Canon、昭和電工、FUJITSU、花王…等。

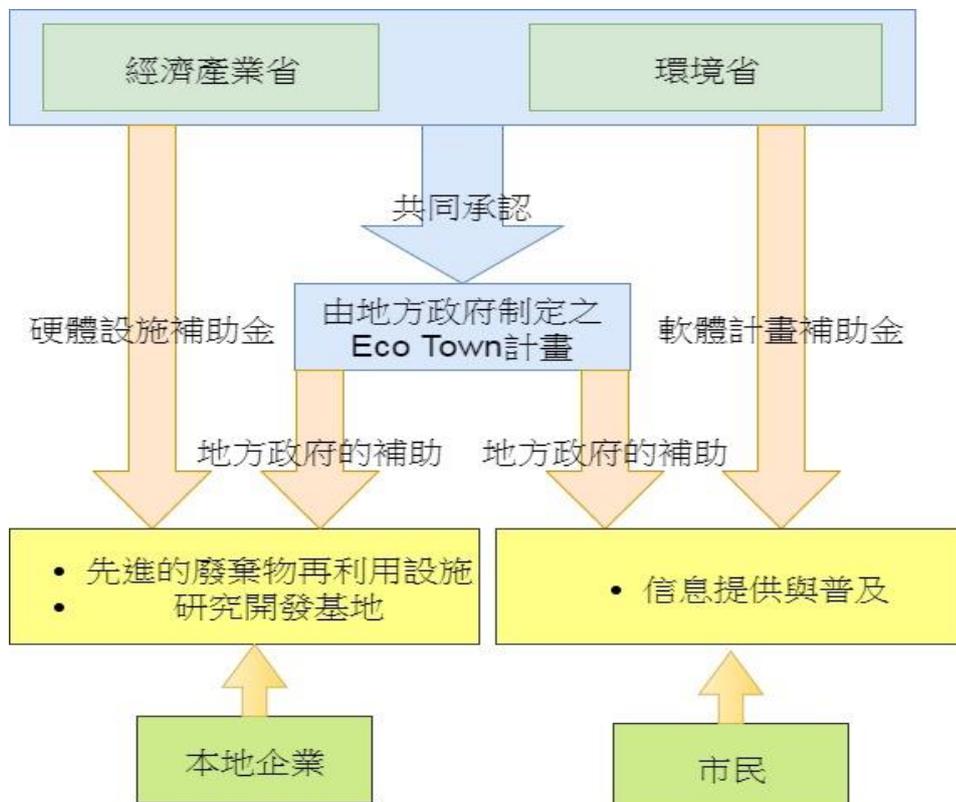


圖 4-1 日本 ECO TOWN 推動方式



圖 4-1 日本經濟產業省與環保署認定之 ECO TOWN 事業

川崎屬於京濱東北工業帶的核心地區，由於在近百年過度工業化，於1960年代產生許多環境污染問題，因此川崎市針對環境污染進行管制，其措施主要透過企業、市民及政府行政部門等三方面推動，在企業

部分，要求其積極投資公害防治設施，開發防止公害的技術和經驗，並培養肩負防止公害責任的技術人才；在市民部分，川崎市提供投訴、請願等管道，透過市民敦促企業和政府行政部門採取防止公害的措施，並進行相關宣導與教育提升市民之環保意識；在政府行政部門部分，川崎市建立了完善的公害受害者的救濟制度，制定了防止公害的法令，並與 39 家工廠簽定了防止空氣污染的協定，另還建置了健全之監督體制以降低污染。經過前述之努力，川崎市成功地大幅度的改善當地的空氣環境，並累積優異的環保技術與經驗。

川崎市並不滿足於污染之管制，因此於 1990 年代提出建構先進的環境與和諧城市的零排放構想，希望透過 Eco Town 計畫，有效利用地區的產業積累以振興環境產業，並通過基於地區特性降低廢棄物排放量以及推廣廢棄物品回收再利用來建構資源循環型經濟社會。並期望藉由 Eco Town 計畫完善川崎臨海地區的生態體系，促進工業的活絡及緩和住、工混合的問題。川崎市規劃之 Eco Town 計畫將川崎臨海地區共 2,800 公頃之地區納入，促進位於地區內的現有企業展開資源循環型生產活動，建設新型資源再生利用之設施，並建立以廢棄物為原料生產資源進行再利用的循環型、節能型的「川崎零排放工業園區」，此 Eco Town 計畫於 1997 年經日本通商產業省(現為經濟產業省)審核通過。

川崎 Eco Town 計畫之基本方針包括四大面項，首先為企業自身的環保化，要求企業應充實再生利用設施；第二為由企業間的合作促進整體地區的環保化，藉由資源循環媒合系統進行廢棄資源媒合，以完善零排放工業園區的目標；第三為進行以實現環境環境為中心建立可持續發展地區為目標的研究，透過與 NPO、環境創造聯絡中心的研究機構的合作，研究資源循環的高度化以及排熱利用等；第四為對海外等宣傳成果信息以擴散相關技術，如召開川崎國際環境技術展等。

川崎 Eco Town 中主要之再利用機構包括：1.JFE 塑料再資源株式會

社之廢塑料高爐原料化設施與廢塑料製成建築用混凝土鑲板設施，其可將廢塑料製成高爐還原劑與建築用混凝土鑲板；2.JFE URBAN

RECYCLE 株式會社之家電回收再利用設施，將廢家電等進行拆解，回收可用之塑料、金屬等；3.昭和電工株式會社之廢塑料產製氫原料設施，其將廢塑料回收後進行分解產製氫及氮；4.CORELEX 三榮株式會社之難再生廢紙再利用設備，其將不易回收之混合紙經溶解、異物去除、漂白、加工等製程後產製衛生紙；5.PET REFINE TECHNOLOGY 株式會社之 PET 回收設備，其將 PET 廢塑膠瓶經粉碎、洗淨後，產製 PET 原料。川崎 Eco Town 各類廢棄物之再利用如圖 4-2 所示。

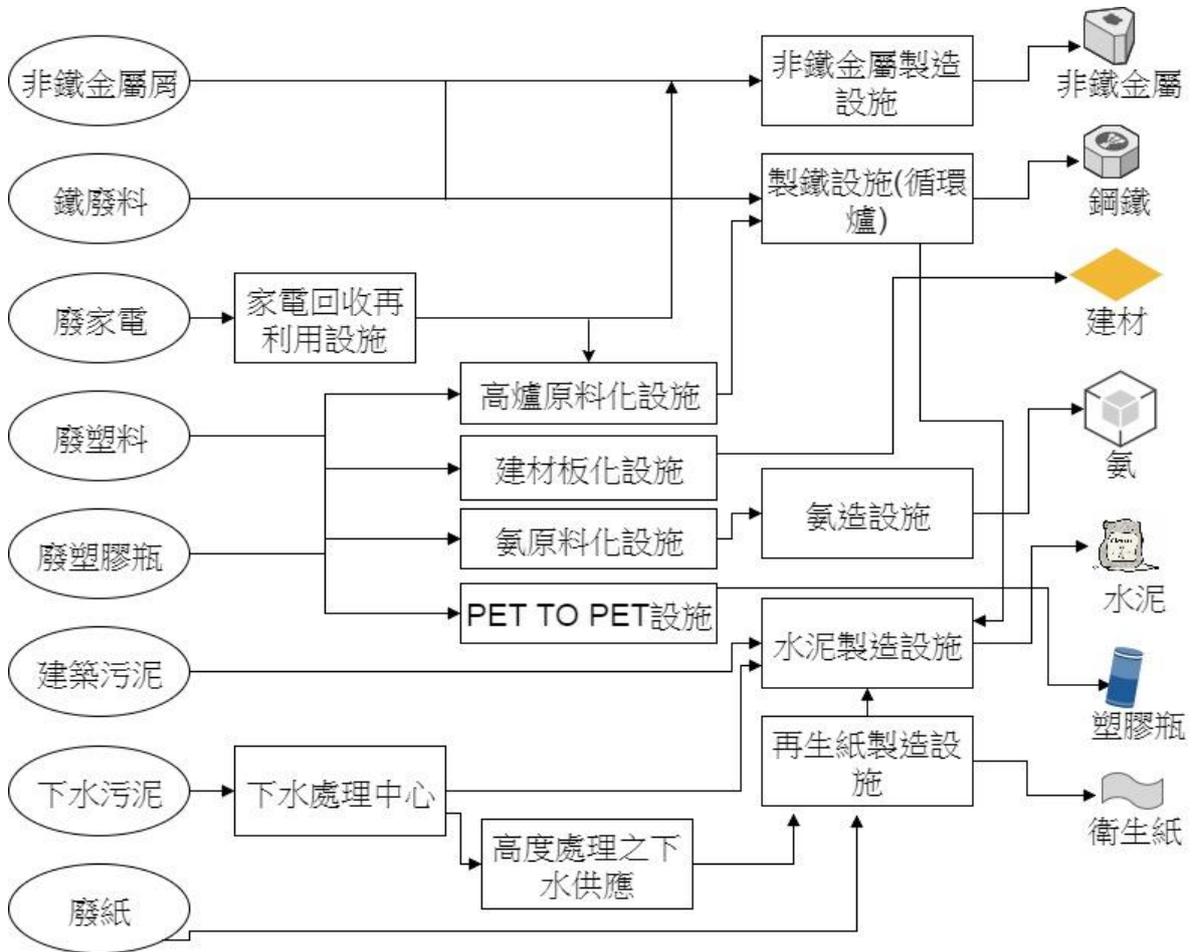


圖 4-2 川崎 ECO TOWN 各類廢棄物之再利用

(二) KUREHA 廢棄物處理中心介紹

KUREHA 廢棄物處理中心為川崎市採能源回收之廢棄物處理設施，其成立於 1999 年 4 月，原為神奈川廢棄物處理中心，後與廢棄物清除機構 KUREHA 合併，成為 KUREHA 環境株式會社，其收受範圍為除高濃度多氯聯苯以外之廢棄物，再將其進行能源回收。該廠具有鋁、鐵等金屬分選回收設備，採用機械式爐床及流體化床進行廢棄物焚化，並透過廢棄物焚化之餘熱回收可達 4,800KW 之電力，其設備流程如圖 4-3 所示，目前主要收受之廢棄物種類包括：事業產出之污泥、廢油、廢廢塑料、廢紙、廢纖維、動植物性殘渣、廢橡膠等事業廢棄物，以及感染性與特定有害事業廢棄物等。

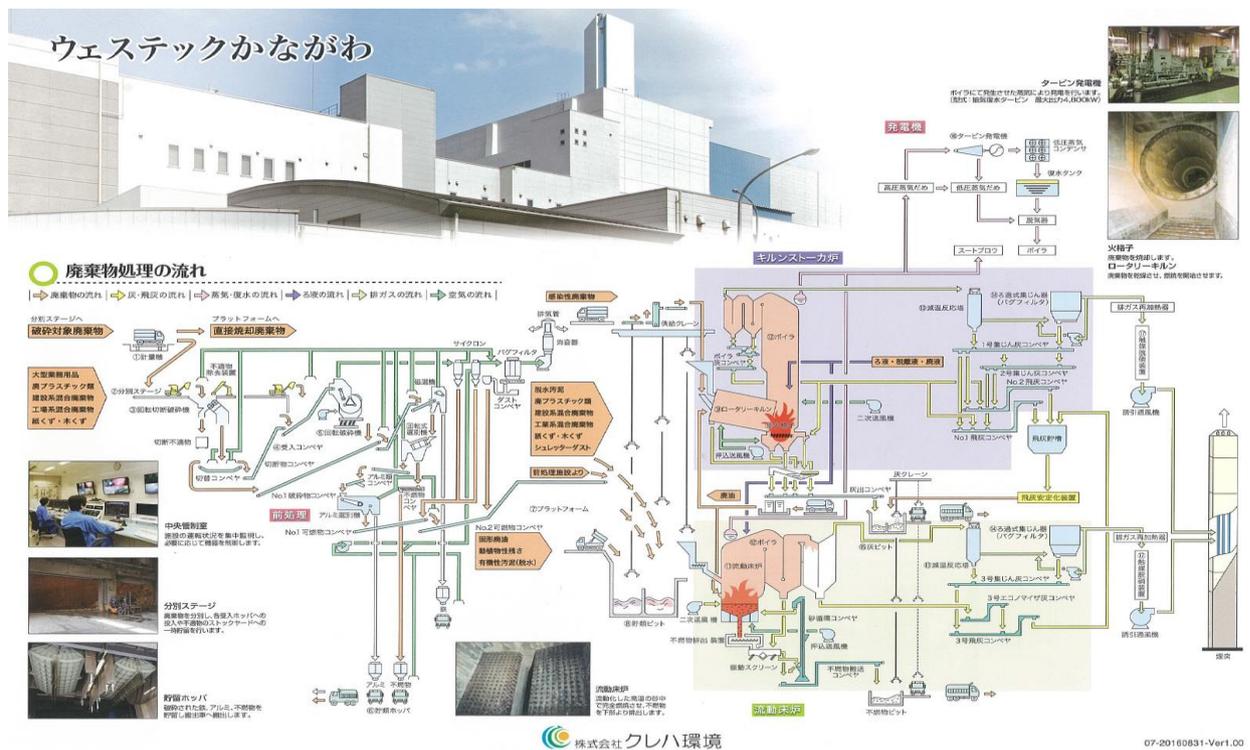


圖 4-3 KUREHA 環境株式會社廢棄物處理流程

KUREHA 廢棄物處理中心之廢棄物處理能力約為 210 公噸/日，據其說明目前廢棄物收費標準約每公噸 2.5 萬日幣，處理後之灰渣約為原廢棄物之 1/4，目前其灰渣部分經融熔玻璃化後，作為建築材料再利用，另一部分則採掩埋方式進行處理。

(三) 參訪照片



川崎ECO TOWN及KUREHA處理中心簡報



KUREHA處理中心參訪解說



KUREHA處理中心中控制



KUREHA處理中心前處理流程



KUREHA處理中心機械爐處理流程



KUREHA處理中心流體化床處理流程



致贈川崎 ECO TOWN 禮品



致贈 KUREHA 處理中心禮品

五、ORUGANO 公司及旭硝子公司

在積體電路製造業於晶圓蝕刻程序中，主要可分為乾式蝕刻(Dry Etch)及濕式蝕刻(Wet Etch)等 2 種類型，其中濕式蝕刻係將晶圓沉浸至化學槽中，晶圓表面會與化學藥品水溶液進行反應，將不需要的部分溶解，主要使用之化學藥品水溶液為氫氟酸水溶液，其反應式為 $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，可用水或緩衝溶劑來稀釋以降低蝕刻速率。

為避免晶圓表面因氫氟酸水溶液重覆使用而受到累積性污染，爰氫氟酸水溶液須定期更換，目前含氟廢水主要處理方式為添加氯化鈣形成氟化鈣之沉澱物，以降低廢水中之氟離子濃度。近年來我國主要係將廢氫氟酸或氟化鈣污泥產製為鋼鐵業所需之助熔劑人工螢石，惟氟系化學品之應用範圍極為廣泛，如果可將含氟廢水回收再利用為氟系化學品，亦可提供另一種再利用管道。

於 1946 年成立的 ORGANO 公司為水處理設備與系統之工程公司，總部設於日本東京都，主要業務包含超純水生產設備、機能水處理設備、廢水回收處理設備、醫療用水生產設備及水處理用化學品。另旭硝子公司係於 1907 年成立，總部設於日本東京都，主要業務領域為玻璃、電子、化學品、工業陶瓷等，其業務範圍已拓展至全球，。

前述二家公司之合作模式為 ORGANO 公司協助積體電路製造業將含氟廢水處理為高純度之人工螢石，再將人工螢石供予旭硝子公司產製為各式氟系化

學品，此模式於 2014 年獲得日本資源循環技術・系統表彰之經濟產業大臣賞。

ORGANO 公司之含氟廢水處理方式與傳統處理方式有所不同，傳統處理方式係以添加鈣離子與氟離子反應產生污泥，以降低廢水中氟離子，惟廢水中其他粒狀物質亦可能會被該污泥包覆，生成大量之污泥，且使其成分較為複雜，如圖 5-1 所示。

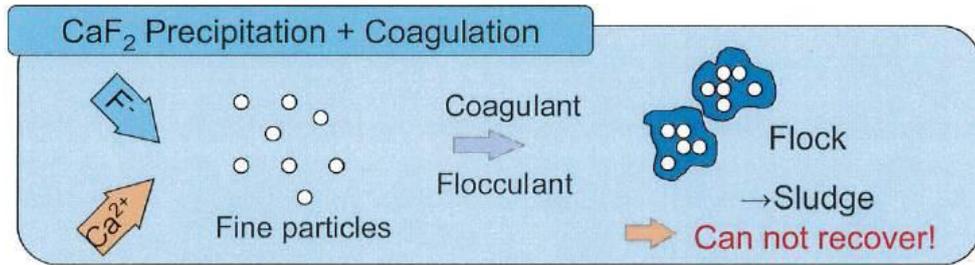


圖 5-1 含氟廢水傳統處理方式

而 ORGANO 公司則依廢水之氟離子濃度高低(100~1,000 mg/L、3,000 mg/L~10%)，操作不同形式之處理反應器(反應器形式如圖 5-2 所示)，先於含氟廢水中投入晶種，再添加鈣離子與氟離子反應，並於晶種表面以氟化鈣結晶形式析出增大，可有效避免產生大量污泥，並於反應過程生成高純度之人工螢石，其晶種、晶種結晶後之晶種表面、人工螢石之電子顯微影像圖如圖 5-3 所示。

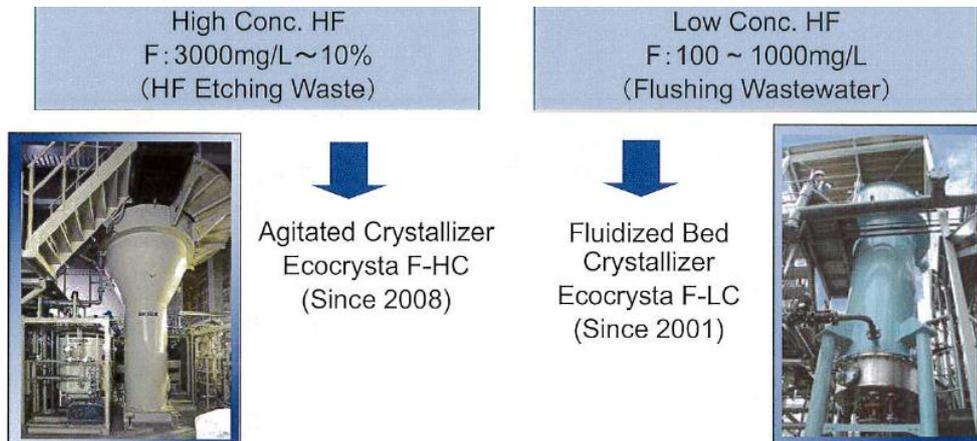


圖 5-2 ORGANO 公司含氟廢水之處理反應器

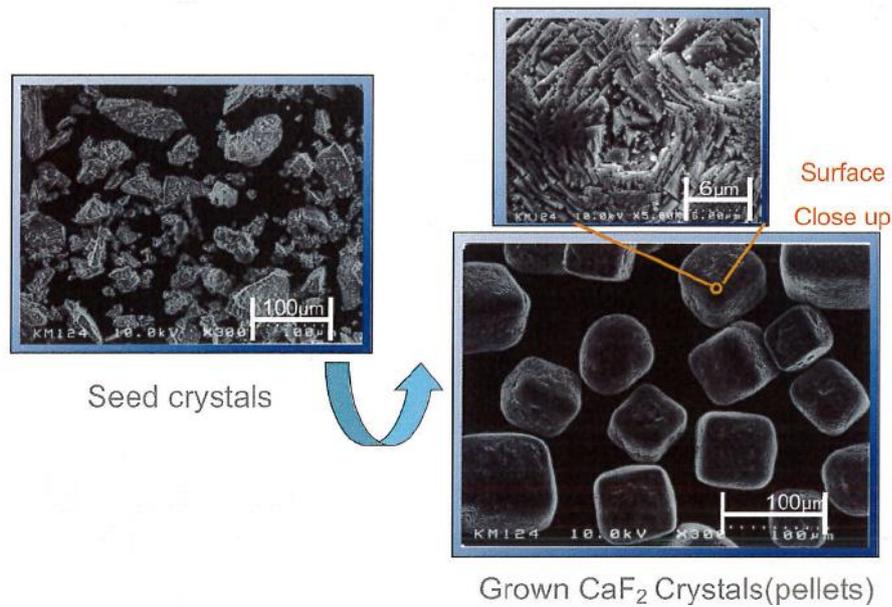


圖 5-3 晶種及人工螢石之電子顯微影像圖

旭硝子公司千葉工場則將 ORGANO 公司產製之人工螢石與天然螢石混合，再與 98% 之濃硫酸反應為約 99% 之氫氟酸及無水石膏，後續氫氟酸再與其他物質反應產製表面活性劑、樹脂、塗料、離子交換膜、溶劑、防水防油劑等各式氟系化學品，目前千葉工場每年約使用 4 萬公噸之螢石，反應生成 6 萬公噸之石膏及 2 萬公噸之氫氟酸。

藉由晶種將含氟廢水產製高純度之人工螢石，後續藉由反應生成氫氟酸，最後產製高價值之各式氟系化學品，因氟系化學品可廣泛應用於電子業、化工產業及汽車業等各式產業。我國因電子產業興盛，因此含氟廢水之產生量亦日漸增加，目前再利用途徑多為產製人工螢石以供作鋼鐵業之助熔劑，倘可導入前述再利用技術，提供另一種再利用管道，不僅可降低因鋼鐵業景氣變動所帶來之人工螢石去化風險，亦可提昇我國在於氟系化學品之競爭力。



ORUGANO 公司簡報



旭硝子公司簡報



致贈 ORUGANO 公司禮品



致贈旭硝子公司禮品



紀念合影

圖 5-4 參訪照片

六、昭和電工

此次訪問之昭和電工係為一化工廠，因早期日本塑料之回收有困擾，因此昭和電工利用自己之專業，投入塑料之回收行業。塑料由於具有量輕、結實、易加工、不透水且不透氣的特點，因此受到廣泛的應用，但在廢棄後，其優點即變成對環境的問題。因此，人們不斷針對塑料的回收技術進行研究，近年來最佳之回收利用技術之一，即為將廢塑料進行氣體化，並將其作為化學原料使用，這也是昭和電工採用的塑料回收技術。

在廢塑料大量使用造成處理發生問題後，日本政府為解決廢塑料之問題在 1997 年推出包裝容器再生利用法，要求將廢塑料進行回收再生，跟據包裝容器再生利用法之規定，消費者、地方政府及企業三者必需合作將使用後之廢塑料容器進行分類、回收及再利用，但除塑料瓶外的塑料，由於種類繁多、材質不一，要一起進行再生處理，目前在技術上仍有其困難之處。為此，昭和電工研究開發出一種不受塑料材質限制之化學再生方法，利用催化劑及熱將其分解為氣體，並將分解後之氣體作為工業原料。由於塑料本身係由石油提煉而出，故塑料分解後之氣體即與石腦油類似之成份，並於 2003 年起開始了川崎塑料回收再利用廠(KPR)之運營。

昭和電工之川崎塑料回收再利用廠(KPR)共分三大廠區，包括廢塑料之粉碎廠、氣體化廠及行政研發中心，總共面積達 550,000 平方公尺，員工人數超過一千人，該廠目前廢塑料最大處理量可達每日 195 公噸/日，其廢塑料回收後每天可產生 175 公噸/日之氮氣。川崎塑料回收再利用廠(KPR)之回收製程說明如下：

一般塑料依裝容器再生利用法進行回收後，首先回至政府設置之壓縮捆包工廠進行打包，再送至昭和電工進行回收，昭和電工之廢塑料處理流程首先將廢塑料打碎，篩選之後再進行壓縮，接著用聚氯乙稀薄膜包裹，以防止臭味發生及液體洩露，再製成一粒一粒之塑料 RPF(Refuse plastic fuel)，就可以透過導管或專用車輛進行運輸(如圖 6-1 所示)，其製程中塑料

無需按照材質進行區分，因此其前處理可採自動化進行。接著透過昭和電工跨時代的化學再生利用設備，採用低溫和高溫的二段式進行加熱分解，在低溫爐中，爐內供給少量氧氣及水蒸氣，並利用加熱至 600°C~800°C 沙子將塑料分解，由於屬低氧狀態，塑料不會被氧化而是被分解為一氧化碳、氫氣、碳化氫及焦油等氣體，再送至高溫氣化爐，在 1440°C 的高溫爐內，氣體與氧氣及水蒸氣反應，變成以氫氣及一氧化碳為主之氣體，再急速降溫至 200°C，再以水清洗以去除氯化氫，再經脫硫與一氧化碳轉化設備後，送至氫氣製造設備，製成氫氣後進行貯存。塑料回收製程中從高溫焚化爐產生之灰渣，昭和電工將其再利用作為改良土壤及路基鋪設的原料；而製程中氣體清洗產生的鹽類，則送至純鹼電解設備中，再生為氯及氯化鈉等；而在脫硫設備中回收的硫，亦被反應為亞硫酸鹽類進行回收利用(如圖 6-2 所示)。

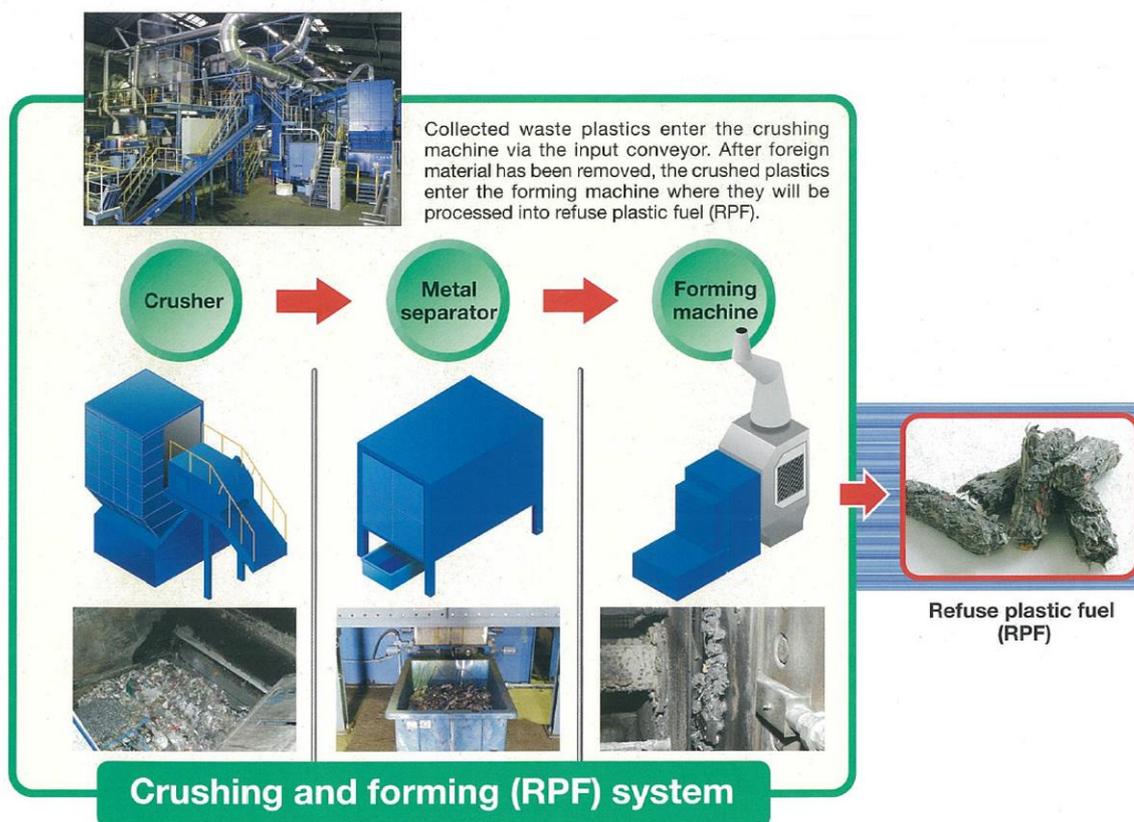


圖 6-1 昭和電工廢塑料前處理流程及設備



圖 6-2 昭和電工廢塑料回收氣之流程

上開製程產出之氣，由於品質佳(純度趨近 100%)，可以作為肥料、合成纖維及樹脂的原料、冷媒原料及脫硝製程之原料等，另外產生二氧化碳經製程濃縮純化作為碳酸，供應食品飲料業使用，該設備具有三大特點，包括：

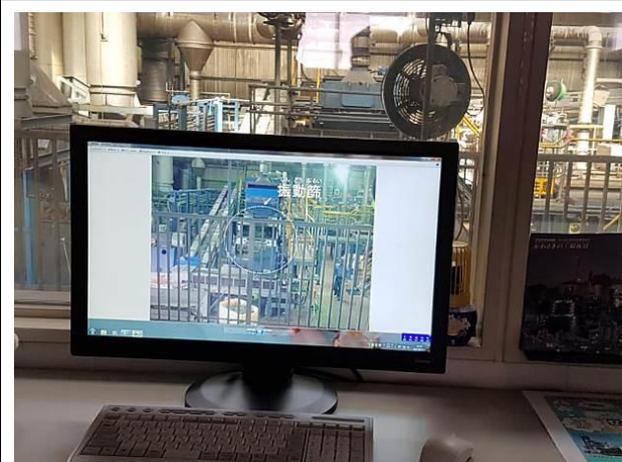
1. 採用低溫和高溫的二段式加熱進行塑料分解，塑料在 1,440°C 的高溫下將完全氣體化，生成氫氣及一氧化碳。
2. 不須區分塑料種類，乙烯塑料和氯乙烯塑料皆可進行再利用，甚至包括灰份亦可完全利用，實現零排放之再生利用。
3. 製程產生之氫氣與一般由石腦油產製之氫氣具有同等品質。



昭和電工簡報



廢塑料破碎及 RPF 樣品



現場參訪



現場參訪



廢塑料氣化廠設備說明



廢塑料氣化廠

圖 6-3 昭和電工參訪照片

七、PV Techno Cycle

日本在 2011 年發生 311 大地震，引發福島核災事件後，政府就大力推廣再生能源，希望能取代核能發電，因此日本政府於 2012 年頒布「再生能源特別措施法案」，高價收購太陽能發電所產生的電力，吸引日本民眾及企業大力設置太陽能發電板。然太陽能板之使用有其壽命，平均約 15 年~20 年，據估計在 2020 年日本每年太陽能面板之廢棄數量約 2,800 公噸，到 2030 年約會產生 28,000 公噸，到 2040 年較 2020 年成長約 285 倍，達到 800,000 公噸，相當於 200 個東京鐵塔重，因此，如何處理大量之廢棄太陽能板對日本環境部與產業經濟省皆是一大挑戰。

NPC 株式會社為日本股票上市之太陽能面板大製造廠商，成立於 1992 年，一開始以生產真空包裝機為主，在 1994 年應用真空包裝技術於太陽能面板之模組製造，至今已有 20 多年太陽能板之生產經驗，並在愛媛縣松山市具有一太陽能板之生產工廠，其太陽能模組產品目前銷售至全球 50 多個國家中。為解決太陽能板壽命到期後之廢棄問題，NPC 株式會社研發出了太陽能面板之現地檢查與維護技術，以延長面板之使用壽命，並在 2016 年與具 40 年經驗之廢棄物處理機構濱田株式會社合作，共同成立 PV Techno Cycle 株式會社，以解決太陽能板廢棄問題。

由於 NPC 株式會社過去在太陽能面板之製造與面板之檢測上具有非常豐富的經驗，並有相關之技術與專利，因此，PV Techno Cycle 株式會社利用此技術，開發出世界上唯一的面板拆解技術，另由於濱田株式會社具有中間處理技術及相關物流網路，PV Techno Cycle 株式會社則利用其經驗建立了回收面板最佳和最低成本之回收利用方法，並利用濱田株式會社現有據點進行太陽能面板之回收。

太陽能模組其主要組成包括外層的鋁框外，其餘以玻璃、太陽能矽晶及背板為主，為過去日本太陽能板之回收處理主要以破碎熔融為主，將太陽能板回收後，進行破碎、分選，金屬部分回收後，其餘部分則磨碎後進

行熔融作為道路基底材、填地材料使用或採掩埋處理，其回收成本高且對環境亦有部分影響(如圖 7-1)。故 PV Techno Cycle 株式會社針對過去的回收方式進行改良，其處理方式為將鋁框部分經自動化設備進行拆除，其餘部分再經熱刀等自動化機械於 180°C~200°C 將玻璃與 EVA、矽晶部分進行刮除分割，使玻璃能與矽晶完全分開，且不用破碎玻璃可以直接回收利用，降低處理成本、提高後端產品附加價值並減少對環境影響。PV Techno Cycle 株式會社之處理技術除一般矽晶太陽能板可以應用，對於薄膜型之太陽能板亦可使用，另其設備每分鐘約可處理一片太陽能板，平均每日約可處理 1,440 片。

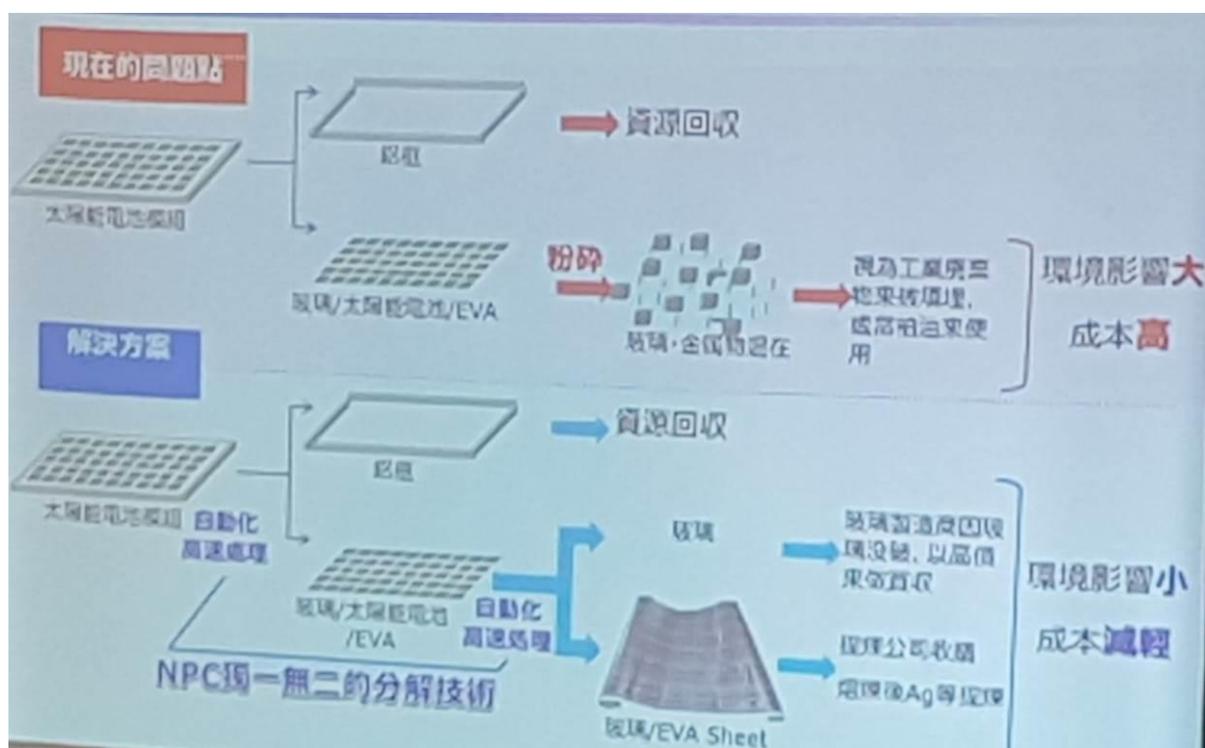


圖 7-1 太陽能板過去處理方式及 PV Techno Cycle 株式會社改善方式

此外，PV Techno Cycle 株式會社仍不斷針對太陽能板之回收技術進行研發與探討，近日 PV Techno Cycle 株式會社更與台灣光宇材料股份有限公司合作，針對太陽能面板中之銀進行回收，將其作為殺菌、除臭或氮氮裂解之過濾棉或觸媒，使其廢太陽能板回收後之附加價值更高，更具效益。本廠參訪因涉及日本新型技術研發，在未取得相關專利技術前，不同意開放技術設備現場拍照，期待未來 2 年內，台日廠商能夠共同合作投資設廠，

以解決廢棄太陽能面板回收利用問題。



圖 7-2 PV Techno Cycle 株式會社參訪照片

八、舉辦台日產業合作 MOU 簽訂儀式

經濟部大力推動 5+2 產業創新研發計畫，其中包括「綠能科技」與「循環經濟」，全球正處在能源轉型的關鍵時代，綠色低碳能源即能資源循環利用發展將扮演著引領第三次工業革命的關鍵角色。而為因應我國大力發展之太陽能發電，應及早規劃其製程產生廢棄物之資源化利用，因此，此次赴日考察行程，特規劃參訪日本太陽能板回收再利用技術，更辦理日本太陽能電池製造設備商 NPC 與我國光宇材料公司技術合作備忘錄之簽訂儀式。

此次簽訂儀式於 106 年 9 月 22 日假東京香格里拉飯店舉行，我方光宇材料公司李隆晉董事長與日本 NPC 公司伊藤雅文社長，在本局游振偉副局長及日本內閣府福田峰之副大臣見證下，雙方簽署台日循環經濟技術合作備忘錄，期藉由日本自動化機械快速拆解太陽能模組技術，結合我國產業開發矽材料循環利用高值化技術，共同發展太陽能電板循環利用技術，預估相關技術開發完成及實廠設廠後，透過取得歐美國家技術專利及配合技術整廠輸出，年營業額將超過新台幣 15 億元。



圖 8-1 紀念合影

伍、綜合結論

- 一、 札幌市為推廣環境教育，於市區車站旁設置環境教育中心，藉由多元化及貼近日常生活之教育方式，並以較為少見之主動方式配合市民需求進行教育宣導，使環境教育主動接近市民，而非被動等待市民接近環境教育，值得我國加以學習。
- 二、 日本自德國、丹麥及法國等歐洲國家引進沼氣發電設備，經使用後發現因日本北海道氣候較冷，冬天容易因下雪而導致設施結凍，且牛隻養殖方式與目的不同時，其禽畜糞之沼氣發電效果亦會有所影響。因此，如未來國內擬研發生產沼氣發電設施時，亦應考量本國之生態環境，如我國濕度高、颱風多、養殖禽畜以豬隻養殖為主，其糞尿種類與牛隻不同，皆有可能影響後續沼氣醱酵之成效，因此引進國外沼氣發電技術時應先進行相關試驗。
- 三、 日本廢棄物減量及再利用係透過產業公會力量予以自主推動，與日本製藥協交流時，談及為何訂定自主行動計畫並設定相關目標，其表示深知若不自我要求，未來倘由法規規定時，將會面臨更嚴格的要求，與其被動管理，不如主動展現決心並自主管理，此等意識與觀念值得我國業者學習。
- 四、 川崎市為改善環境污染，透過企業、市民及政府行政部門等三方面推動環境改善方案，在企業部分，要求其積極投資公害防治設施，開發防止公害的技術和經驗，並培養肩負防止公害責任的技術人才；在市民部分，川崎市提供投訴、請願等管道，透過市民敦促企業和政府行政部門採取防止公害的措施，並進行相關宣導與教育提升市民之環保意識；在政府行政部門部分，川崎市建立了完善的公害受害者的救濟制度，制定了防止公害的法令，並與工廠簽定了防止空氣污染的協定。成功地大幅度的改善當地原本嚴重的環境污染。並透過企業自身的環保化、廢棄資源媒合，與 NPO 等研究機構的合作及成果宣傳等，成功打造出生態工業園區。
- 五、 我國資源再生產業仍以較低價值之再利用產品為主，且多數係透過經銷商轉售至使用者，導致資源再生產業於產品方面之獲利甚微，而 ORUGANO

公司與旭硝子子公司之合作模式，係屬生產者與使用者直接合作，不僅提昇再利用產品價值，而生產者也不必擔心再利用產品被誤用，使用者亦不必擔心物料來源有問題，該合作模式值得我國業者學習。

- 六、 昭和電工研發出一種不受塑料材質限制之再利用方法，利用催化劑及熱將塑膠分解為氣體，並將分解後之氣體加工作為氨氣、二氧化碳，且再利用過程中產生之灰渣則經處理後作為道路工程粒料；製程中氣體清洗產生的鹽類，則再生為氯及氯化鈉等；而在脫硫設備中回收的硫，亦被反應為亞硫酸鹽類進行回收利用，達到零排放的廢塑料回收。
- 七、 日本為太陽能利用率十分高之國家，為解決太陽能板廢棄後產生之問題，PV Techno Cycle 株式會社改良原廢太陽能板採破碎方式之回收技術，使太陽能板回收後之廢玻璃能與 EVA、矽晶片完美分離，回收乾淨之廢玻璃，以提高廢太陽能板再生利用價值，值得我國加以學習。
- 八、 台灣製造業一直以來對於廢棄物之處理，多半僅思考如何委託第三者處理或再利用，也因此多由再利用者思考可如何再利用，其又易偏向降階之再利用，而 ORUGANO-旭硝子子公司共同合作的廢氫氟酸再利用技術，因旭硝子子公司從事化學材料製造，其原材料所需才與 ORUGANO 公司合作，此外昭和電工亦因思考由廢塑膠再製成氨，再將氨與原主要生產結合，其均因身為動脈產業的製造業者有其原料需求，不但促使廢棄物再利用，也創造了經濟效益。

陸、建議

- 一、 日本北海道使用沼氣發電過程，發現收購電價過低會影響業者使用意願，如至 2012 年前日本對於沼氣發電之收購價格僅為 7 日元/kW，故第一批沼氣發電設備自 2003 年建成後，因售電效益有限，導致其他業者不願跟進，直至 2012 年修法使售電價格提升到 39 日元/kW 後，其他業者見其有經濟效益，方紛紛引進沼氣發電設備。故我國如擬推動有機廢棄物之沼氣發電，應考量後端之躉購費率是否有吸引力，促使業者投入相關設施。
- 二、 川崎市為推動 Eco Town 過程中，透過資源循環媒合系統進行廢棄資源媒合為其成功之重要的一環，而對於國推動國內之循環經濟而言，建構完善之能資源交換平台，應為目前推動之重要方向。
- 三、 ORUGANO 公司係將再利用技術研發成商業化之環保設備，並銷售至其他所需產業，完成產業升級轉型，而我國資源再生產業已發展多年，業者雖已積極推動產品高值化，惟其獲利仍以委託再利用費用為主，建議國內業者除仍應積極發展高值化技術外，亦可投入更多於再利用技術之商業化，以促進產業升級轉型。
- 四、 我國廢塑膠之回收多僅限於熱塑性廢塑料，對於混合廢塑料或熱固性廢塑料則無法處理，且國內廢塑料回收後多再生為再生塑膠粒，但其品質無法與原生塑膠粒相比。而日本昭和電工之塑料化學方法回收利用，可將廢塑料還原為工業氣體，再生後之產品與使用石油腦生產之產品品質相同，使塑料之回收能達高值化之利用。建議國內應強化物料再生利用之研發，學習昭和電工之方式朝高值化與零排放之再生利用發展。
- 五、 日本推動資源循環利用以邁向高值化回收技術開發，包括廢棄物前處理技術將廢棄物中可回收利用之資源分選、萃取出來，直接作為原料銷售；此外，針對發展高值化技術以提升產品附加價值，包括金屬回收再製 4N 以上之尖端電子材料、電子級特用化學品、食品級材料，只要能夠符合國家相關品質規範，皆可做為替代材料使用，例如廢寶特瓶回收再生成寶特瓶，

並符合日本 FDA 相關規定並取得認證，值得我國加以學習及借鏡。

- 六、日本循環型社會發展讓民眾、學研單位、政府及企業分工共同合作，尤其是企業間分別扮演不同角色，民眾落實資源回收及分類，政府進行政策訂定、法令鬆綁及獎勵補助，學研單位研發前處理及高值化技術，中小企業協助資源收集及分選、提純，大企業投資設立產品高值化及能源回收製程，將循環經濟發揮到最大化，促進產業升級轉型。
- 七、國內目前許多再利用方式多為將廢棄物破碎後作為低階工程材料，如 CLSM 原料或填地材料，而日本企業針對廢棄物再利用不斷研發高值化技術，提升再利用產品種類與品質，建議未來國內應投入更多於再利用技術之研發，以提升國內再利用產品品質。
- 八、我國目前正朝無核家園推動，其中太陽能發電亦為國內發展重點，但目前國內太陽能板尚未有回收機構，但因太陽能板使用壽命有限，建議應即早針對太陽能板之回收技術進行研發，以免後續產出大量廢棄太陽能板卻無再利用機構或處理機構可處理。目前歐盟透過低階回收技術(破碎、篩分)將廢棄太陽能面板處理後作為道路級配粒料或填地材料，未來如能透過台日技術合作，由日方發展前處理拆解及玻璃回收再生技術，我方發展中間處理高值化矽材料、銀金屬及 EVA 回收利用技術，提升資源再生產品附加價值，讓目前世界各國大力推動綠能科技產業發展可能衍生之廢棄太陽能面板，能夠有一個完善的回收利用管道，降低其對環境之衝擊及危害。
- 九、依據聯合國的蝴蝶圖，循環經濟的參與者包括零件製造商、產品製造商、服務提供者，工業循環的措施是維修、再利用/再分類、翻新/再製造、再循環，大部分的措施均非可藉由法規要求，而在這次考察中更發現，日本推動廢棄物減量與廢棄物循環利用，係透過產業公會結合業者力量自主推動。反觀我國目前廢棄物再利用推動的成效多建立在法規要求之上，且套回蝴蝶圖的措施僅能對應回再循環，當前我國政府刻正大力推動循環經濟，建議應學習日本多運用並整合產業公會力量，透過其自主性規劃、執

行與落實，才能長久推動與實現真正的循環經濟。

染、相關資料



品質・環境安全推進部長
薬学博士

今野 勉

日本製薬工業協会
〒103-0023 東京都中央区日本橋本町2-3-11
日本橋ライフサイエンスビルディング
TEL: 03-3241-0375(直通) FAX: 03-3242-1757
URL: <http://www.jpma.or.jp>
e-mail: tkanno@jpma.or.jp

AGC

電子カンパニー
ディスプレイ事業本部
企画課
主幹

新井 毅

AGC旭硝子
〒100-8405 東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸の内ビルディング
Tel: 03-3218-5057 FAX: 03-3218-7863
tsukashi-argi@agc.com
www.agc.com

AGC

100th Anniversary
AGC Chemicals

化学品カンパニー
CSR室
CSR企画グループ 主幹

築瀬 互一



AGC旭硝子
〒100-8405 東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸の内ビルディング
Tel: 03-3218-5042 FAX: 03-3218-7858
kouchiyunase@agc.com
www.agc.com



川崎市
経済労働局 国際経済推進室

辻 裕 紀

〒210-0007 川崎市川崎区駅前本町 11-2
川崎フロンティアビル 10 階
TEL: 044-200-2857 FAX: 044-200-3920
Email: 28kaisu@city.kawasaki.jp (記載)
tsujiy@city.kawasaki.jp (個人)



士幌町農業協同組合

SHIHORO agricultural cooperative association

畜産部 部長

西田 康一

Kouichi Mishida

〒080-1200 北海道河東郡士幌町字士幌西2線159
TEL: 01564-5-5712 FAX: 01564-5-3374
(携帯: 090-3018-0275)
E-mail: knishida@ja-shihoro.or.jp



産業プラント本部 プラント事業部
エレクトロニクスビジネスユニット
課長代理

中 田 智

オルガノ株式会社

東京都江東区新砂1丁目2番8号 〒136-8631
TEL: (03) 5635-8104
FAX: (03) 3699-2102
E-mail: nekato-s@organo.co.jp

再生紙使用



エンジニアリング本部
プロセス開発室長

清 水 和 彦

オルガノ株式会社

東京都江東区新砂1丁目2番8号 〒136-8631
TEL: (03) 5635-5170 (ダイヤル)
FAX: (03) 3600-7075
E-mail: shini-ka@organo.co.jp

再生紙使用



管理本部
総務部
IRグループ長

南條 真秀

株式会社 エヌピーシー

本 社 / 〒118-0015 東京都台東区東上野1-7-15
コーポック美上野一丁目ビル5F
TEL: 03-0240-1200 FAX: 03-5817-8835
e-mail: nanjo.meho@npcgroup.net
<http://www.npcgroup.net/>
松山工場 / 〒791-8044 愛媛県松山市古墳生町2889
TEL: 089-946-8605 FAX: 089-946-8607