

出國報告（出國類別：考察）

資源再生技術暨其智慧應用赴日考察

服務機關：經濟部工業局

姓名職稱：陳佩利主任秘書、葉繼開科長

派赴國家：日本

出國期間：107年10月21日至107年10月27日

報告日期：107年11月

摘要

本次以日本推動循環經濟之作法及相關資源化技術為主，考察重點包括：(1) 世界循環經濟論壇(World Circular Economy Forum 2018, WCEF)－討論各國循環經濟願景並了解日本建構循環型社會經驗；(2)PET REFINE TECHNOLOGY CO.,Ltd－了解其如何利用化學技術將廢寶特瓶提煉純化再製寶特瓶；(3)株式會社 SHITARA 興產－考察該廠人工智慧分選設備，徹底篩選混合廢棄物進行回收再利用；(4)新日本電工株式會社－含鉻廢液再利用技術合作架構洽談；(5)三和油化工業株式會社－考察該廠廢溶劑、廢混酸回收和稀有金屬固體物質回收技術；(6)日本公益財團法人國際環境技術移轉中心(International Center for Environmental Technology Transfer, ICETT)－與各企業代表資源循環利用技術交流；(7)東芝四日市工廠(TOSHIBA)與ORGANO 株式會社－合作研發廢氫氟酸之回收技術。

目 錄

壹、前言(出國目的)-----	1
貳、考察團名單-----	2
參、行程表-----	2
肆、工作內容-----	3
(一) 2018 世界循環經濟論壇-----	3
(二) PET REFINE TECHNOLOGY CO.,Ltd-----	10
(三)株式會社シタラ興産-----	15
(四)新日本電工-----	21
(五)三和油化工業-----	24
(六)ICETT-----	31
(七)東芝四日市工廠-----	34
伍、心得-----	40
陸、建議-----	41
柒、檢附相關資料-----	42

壹、前言(出國目的)

日本自 2000 年開始制定循環型社會形成推進法，並以五年為一期，建立完整的法規體系、制定相關優惠政策、發展靜脈產業研發技術及推廣國內綠色採購等一系列各方層面的規劃為主，以達到廢棄物循環再利用之目標。

而國內也將循環經濟列為產業創新政策目標之一，但因實行循環經濟所及範疇廣闊，工業局為汲取國外推動循環經濟之成功經驗，瞭解國外能資源循環推動作法，學習國外成功經驗，以加速國內產業園區內或產業聚落的能資源整合發展、提升我國技術創新、促進新興商業模式甚至跨領域產業合作。

本次考察重點包括：(1)世界循環經濟論壇(World Circular Economy Forum 2018, WCEF)－討論各國循環經濟願景並了解日本建構循環型社會經驗；(2)塑膠精煉科技株式會社(PET REFINE TECHNOLOGY CO.,Ltd)－了解該廠如何利用化學技術將廢寶特瓶提煉純化再製寶特瓶；(3)株式會社シタラ興産(株式會社 SHITARA 興産)－利用廠內技術及人工智慧分選設備，徹底篩選混合廢棄物進行回收再利用；(4)新日本電工株式會社－含鉻廢液再利用技術合作架構洽談；(5)三和油化工業株式會社－了解溶劑回收和稀有金屬固體物質回收技術；(6)日本公益財團法人國際環境技術移轉中心(International Center for Environmental Technology Transfer, ICETT)－與各企業代表資源循環利用技術交流；(7)東芝四日市工廠(TOSIBA)與 ORGANO 株式會社－合作研發廢氫氟酸之回收技術。

貳、考察團名單

NO.	姓名	單位	職稱
團長	陳佩利	經濟部工業局	主任秘書
2	葉繼開	經濟部工業局	科長
3	林姿君	財團法人台灣綠色生產力基金會	經理
4	花建佑	環興科技股份有限公司	技術經理
5	翁于婷	環興科技股份有限公司	工程師
6	李海崧	崇越科技股份有限公司	特助
7	何金逢	立光化工股份有限公司	總經理
8	劉制軍	台邦企業股份有限公司	董事長
9	陳癸宏	瑞大鴻科技材料股份有限公司	副總經理
10	葉家成	東達工業股份有限公司	總經理
11	陳彥亨	昶昕實業股份有限公司	總經理
12	呂淑卿	昶昕實業股份有限公司	協理
13	張益旗	淨寶化工股份有限公司	業務經理
14	吳明聰	揚達化工股份有限公司	董事長
15	陳為忠	台懋實業股份有限公司	經理
16	陳為荃	台懋實業股份有限公司	經理

參、行程表

日期	10/21 (日)	10/22 (一)	10/23 (二)	10/24 (三)	10/25 註 (四)	10/26 (五)	10/27 (六)
上午	啟程 (松山 機場 — 羽田 機場)	世界循環 經濟論壇 (WCEF)	PET REFINE TECHNOLOGY CO.,Ltd	新日本電工 株式會社	三和油化 工業	公益財團法 人國際環境 技術移轉中 心(ICETT)	返國 (中部 機場 — 桃園 機場)
下午			株式會社シタラ 興產	(移動至名古 屋)		東芝四日市 工廠	
地點	東京	東京	東京	東京/名古屋	名古屋	名古屋	

註：10/25 行程原規劃參訪豐田化學工程株式會社(TOYOTA CHEMICAL ENGINEERING CO.,Ltd)，因上述公司於本團出發前臨時告知無法配合，爰增加三和油化工之考察重點增為三項，並調整當日行程。

肆、工作內容

一、2018 世界循環經濟論壇(World Circular Economy Forum 2018,WCEF)

WCEF 世界循環經濟論壇是由芬蘭創新基金會 Sitra 所倡導的議題，WCEF 匯集許多商業領袖及專家，探討企業如何把握循環經濟商機，透過展新思維的方案獲得優勢，並配合國際趨勢嶄露頭角。第一屆論壇於 2017 年 6 月在芬蘭赫爾辛基舉辦，計有 1,600 名參與者。今年(2018)第二屆世界循環經濟論壇由 Sitra 與日本環境省共同於 10 月 22 日至 10 月 23 日在日本橫濱國際平和會議中心舉辦，議程如表 1.1。本次配合整體行程，擇定 10 月 22 日之開幕論壇及「分論壇 3-日本循環型社會建構經驗分享與未來展望」。

表 1.1 2018 世界循環經濟論壇整體議程

日期	議程
10 月 22 日(一)	開幕論壇：循環經濟在發展中國家的社會、環境與經濟效益 分論壇 1：加速城市推動循環經濟 分論壇 2：循環財務與影響力投資 分論壇 3：日本循環型社會建構經驗分享與展望 分論壇 4：電子、塑膠和食品及生物經濟朝向循環經濟發展之障礙
10 月 23 日(二)	大會論壇：循環生活模式與消費者解決方案 分論壇 1：循環經濟教育 分論壇 2：全球價值鏈與循環貿易 分論壇 3：塑膠循環經濟 分論壇 4：循環商業解決方案展示 分論壇 1：最新知識突破 分論壇 2：移動革命與未來運輸 分論壇 3：永續消費-改善氣候的驅動力 分論壇 4：循環經濟與鄉村發展

(一)開幕論壇

論壇開幕首先由日本首相安倍晉三透過錄像訊息，說明日本將在 2019 年主辦之 G20 會議，呼籲各國對海洋塑膠污染、氣候變遷、生物多樣性等重大環境議題之重視與解決，並預祝本屆論壇成功。之後由芬蘭創新基金會 Sitra 主席 Mikko Kosonen 表示其對未來有一可行之藍圖，但這個藍圖需要分享、需要現在就行動，以讓它成真。接著再由日本環境大臣 Yoshiaki Harada 致詞表示我們必須下定決心打破大量生產、大量消費及大量廢棄的線性經濟模式，建立一個以循環為基礎的文明經濟模式。



圖 1.1 日本首相安倍晉三致詞影片

由於本次論壇主要目的是建立更好的未來，因此請兩位中學生進行演講，Hana Ishii 強調 3R 的重要性，她希望未來有個機器讓人們在回收廢棄物時，能得到回饋點數，譬如公園或遊樂場遊樂券，促進回收再利用更落實在民眾及日常生活中；Masayasu Takayama 則是擔心在塑膠污染海洋的現狀下，希望 2050 年還能吃到生魚片，因此呼籲無論個人、企業或政府能減少塑膠的使用，及研發取代塑膠的物質。



圖 1.2 日本中學生之演講

本次論壇可說是規模最大的國際會議，參與者來自 80 多個國家，共超過 1,100 位之專家及政策決策者與會，2018 年 WCEF 主要傳達之訊息整理如下：

1. 目前國際社會對於循環經濟之藍圖尚未有一致之共識：本論壇將持續透過草根性行動，從國際、國家、地方政府制定可量測之目標及行動方案凝聚共識。
2. SDGs 是制定國際循環經濟戰略最適合的基礎，透過此戰略決定 2030 年、2050 年發展的方向與做法，而 G20 會議或聯合國會議是循環經濟戰略、氣候變遷、環境污染、失業問題等，各國面臨待解決課題之重要決策平台。另為達成巴黎協定目標，普遍對於再生能源及省能對策仍不足的現況下，「循環經濟」是達成相關目標不可欠缺之要素。
3. 「循環經濟」可帶來商業與貿易機會及創造就業等好處：必須將以往將重心至於國內事務的政策予以轉換，如關稅、保護主義等，透過知識與服務等交易的增加，會使得市場範圍在鄰近地區重新組合，也會減少不必要之運送，提高供應鏈之效率，進而降低環境負荷。
4. 需要更強而有力之引領與國際合作：線性經濟是氣候變遷、環境污染、失業等問題的根本原因，為了跳脫線性經濟的框架，需要更強而有力政治與商業的引領。



圖 1.3 考察團於 2018WCEF 會場合影

(二)分論壇 3-日本循環型社會建構經驗分享與未來展望

日本在 2001 年發布促進循環型社會基本法、2003 年制訂促進循環型社會形成基本計畫後，今(2018)年 6 月公告第四次基本計畫，並在此次論壇向世界各國說明迄今之推動成果及第四次基本計畫的推動重點與目標。

1. 迄今之成果

日本在 2003 年開始執行第一次基本計畫以來，透過減少大規模公共工程、改變產業結構等，已減少天然資源投入量並藉由各物品回收再利用法之推動，與基準年的 2000 年相比，資源生產性提升 58%、最終掩埋量減少 74%，尤其是在事業廢棄物部分更是顯著，其推動成果如圖 1.4。

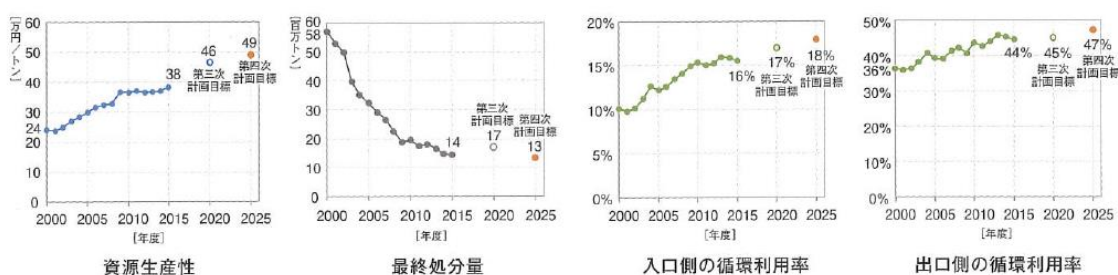


圖 1.4 日本推動循環型社會基本計畫迄今之成果

2. 第四次循環型社會基本計畫之簡介

(1)七大推動方向

第四次循環型社會基本計畫所訂定之七大推動方向包括：(1)建立循環型社會之整合措施、(2)藉由多樣地區循環共生圈之形成，以促進地區之活化、(3)推動產品生命週期徹底之資源循環、(4)推動妥善處理與環境再生、(5)建構災害廢棄物處理體制、(6)建構國際資源循環體制及循環產業之海外拓展、(7)扎實循環分野之基礎工作，七大方向示意圖如圖 1.5、相關簡介如表 1.2。

● 7つの柱ごとに将来像、
取組、指標を設定

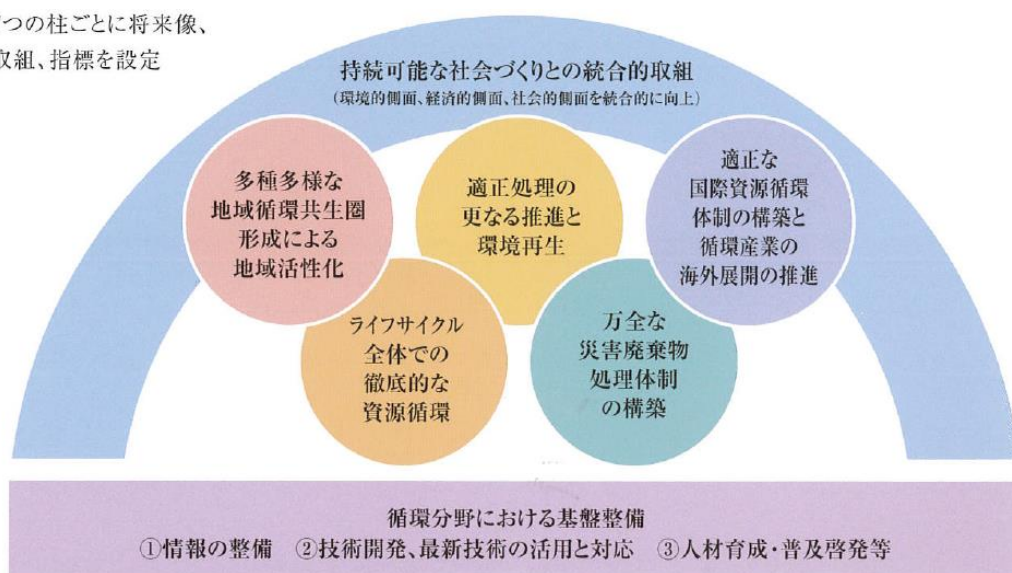


圖 1.5 第四次循環型社會基本計畫七大推動方向

表 1.2 第四次循環型社會基本計畫七大推動方向簡介

推動方向	簡介
1. 建立循環型社會之整合措施	<ul style="list-style-type: none"> ● 願景： <ul style="list-style-type: none"> — 無論是誰都能永續地使用資源、在地球能容許的範圍內減少環境負荷、建立健康且安全的生活及生態系豐富的世界。 — 環境、經濟、社會之整合向上。 ● 國家措施： <ul style="list-style-type: none"> — 促進共享商業模式之形成與評價 — 推動家庭食品廢棄物減半之國民運動 — 因應高齡化社會之廢棄物處理體制 — 廢棄物能源化之全力推動與活用 ● 指標：2025 年之循環經濟市場規模，較 2000 年的 40 兆日圓倍增。
2. 藉由多樣地區循環共生圏之形成，以促進地區之活化	<ul style="list-style-type: none"> ● 願景： <ul style="list-style-type: none"> — 活用循環資源、可再生資源等，提升地區之資源生產性、確保生物多樣性、低碳化、活化地區等。 — 強化地區面對天然災害之應變能力。 ● 國家措施： <ul style="list-style-type: none"> — 推動地區循環共生圏之形成 — 地區內 Biomass 之利用與活用 ● 指標： <ul style="list-style-type: none"> — 每人每日家庭垃圾排出量由 2000 年的 653g/人/日，2025 年減少至 440g/人/日。 — 每人每日垃圾排出量由 2000 年的 1,185g/人/日，2025 年減少至 850g/人/日。
3. 推動產品生命	<ul style="list-style-type: none"> ● 願景：藉由第四次工業革命，實踐「對必要的人、必要的

推動方向	簡介
週期徹底之資源循環	<p>時候只提供必要的物品與服務」，以落實產品生命週期之資源循環。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 國家措施： <ul style="list-style-type: none"> — 促進開發設計階段省資源化之普及，如再生材之擴大利用、環境友善設計等。 — 材質別之措施：制定「塑膠資源循環戰略」、「推廣減少食物浪費之國民運動及建立食品回收再利用制度」、「都市礦山之小家電回收與資源化」、「建築物之強化與長壽命化，以減少營建廢棄物之產生」、「太陽能板發電設備回收再利用制度之活用與檢討」、「尿布回收再利用之促進」。
4.推動妥善處理與環境再生	<ul style="list-style-type: none"> ● 願景： <ul style="list-style-type: none"> — 具完善廢棄物處理系統、體制與技術之社會。 — 朝向解決海洋垃圾問題、減少非法棄置、空屋拆解等地區再生之社會。 — 東日本震災地區之環境再生與復興。 ● 國家措施： <ul style="list-style-type: none"> — 持續檢討並建立安定、效率之廢棄物處理體制。 — 廢棄物處理系統在地球暖化對策與災害對策之強化。 — 以地區為單位建構可創造新價值之廢棄物處理設施。 — 健全與振興環境產業。 — 解決微塑膠等海洋垃圾之對策。
5.建構災害廢棄物處理體制	<ul style="list-style-type: none"> ● 願景：從地方政府層級、區域型層級乃至全國層級，建立平時及災害時能迅速因應之廢棄物處理體制。 ● 國家措施： <ul style="list-style-type: none"> — 提供國民可取得地方政府資訊與溝通平台之支援。 — 區域型之共同訓練、人材交流、研討會議之舉辦。 — 累積災害廢棄物處理實績、資訊平台之建立與營運。 ● 指標：地方政府及市町村災害廢棄物處理計畫之訂定比率，地方政府由 2016 年的 57%(27 個都道縣府)至 2025 年 100%(47 個都道縣府)訂定，市町村由 2016 年的 24%(412 個市町村)至 2025 年的 60%(1,045 個市町村)。
6.建構國際資源循環體制及循環產業之海外拓展	<ul style="list-style-type: none"> ● 願景：透過我國循環產業之海外拓展，建構國際資源循環體系，以提升資源效率。 ● 國家措施： <ul style="list-style-type: none"> — 藉由日本先進之資源循環技術，回收再利用海內外產生之二次資源。 — 將日本相關制度、系統、技術等整合式向海外拓展。 — 提供日本災害廢棄物對策的 KNOWHOW、與 JICA 合作提供受災國之國際支援。
7.扎實循環分野之基礎工作	<ul style="list-style-type: none"> ● 願景： <ul style="list-style-type: none"> — 資訊基礎設備之整備與更新、所需技術之持續開發及人才培育。 — 「每個人都是建立循環型社會要角」之自覺意識啟

推動方向	簡介
	<p>發，進而採取行動之社會。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 國家措施： <ul style="list-style-type: none"> — 更有效率收集廢棄物、高度分選技術之促進與普及。 — 透過 Re-style 活動，以年輕人為目標促進其意識啟發與喚起行動。

(2)四大指標與其目標

日本循環型社會基本計畫藉由四個指標作為呈現循環型社會之示意，包括「資源生產性」、「Input 之循環利用率」、「Output 之循環利用率」及「最終掩埋量」，其定義與目標值如圖 1.6 所示。

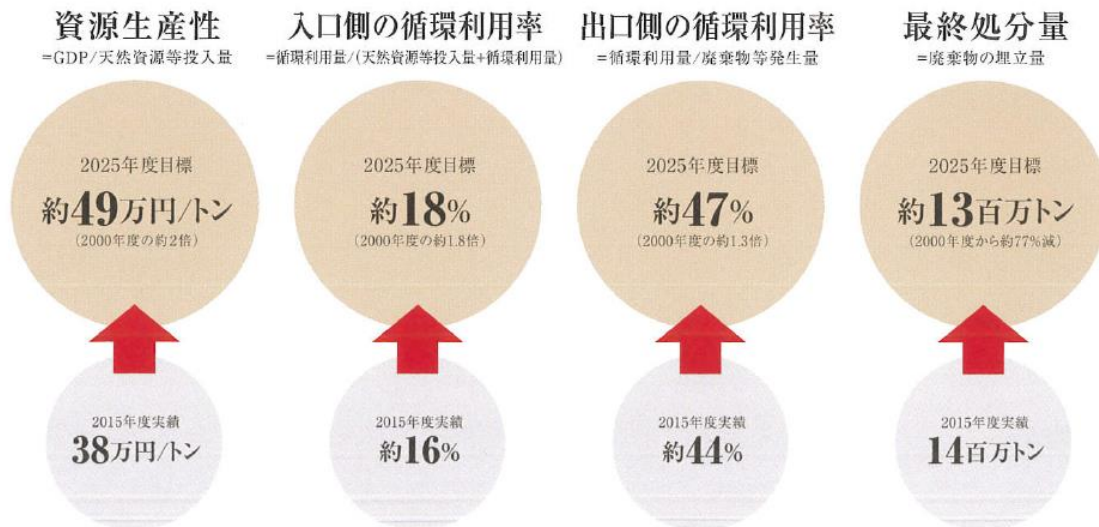


圖 1.6 日本循環型社會基本計畫之四大指標與 2025 年目標

二、PET REFINE TECHNOLOGY CO.,Ltd

PET REFINE TECHNOLOGY CO.,Ltd(以下簡稱 PRT)成立於 2008 年 10 月川崎市，如圖 2.1，主要營業項目是利用化學技術方法將廢寶特瓶提煉純化再製成寶特瓶、樹脂或其他化學合成品。



圖 2.1 PRT 工廠鳥瞰圖

日本一年所產廢塑膠約有 899 萬噸，有 14%、140 萬噸無法在日本國內再利用或無法掩埋而出口到國外。於 2016 年出口至中國的廢塑膠量約 88 公噸，約佔日本境內廢塑膠 50%以上。然而，中國自 2018 年初公告禁止進口塑膠和部分廢棄物的舉動，已經改變全球回收系統的運作模式。因此，日本部份企業開始尋找廢塑膠可行之再利用技術，而 PRT 公司於 2018 年 4 月起，被國內衣料纖維再利用公司—JEPLAN (日本環境設計株式会社 JEPLAN, INC.)收購。

JEPLAN 公司成立於 2007 年，主要再生技術為熔化、精煉服裝中所含的聚酯纖維(Polyester)，並再次製造為聚酯纖維原料的聚酯樹脂、燃料及其他石油產品，並與多家國際品牌有合作，包含製做麥當勞的塑膠餐盤及玩具、ZARA 及 H&M 的衣料纖維。

PRT 和 JEPLAN 再利用技術最大的不同處就是原物料來源的不同，PRT 是以 PET(polyethylene terephthalate)寶特瓶為生產原料，再製成其他產品(如圖 2.2 所示)。

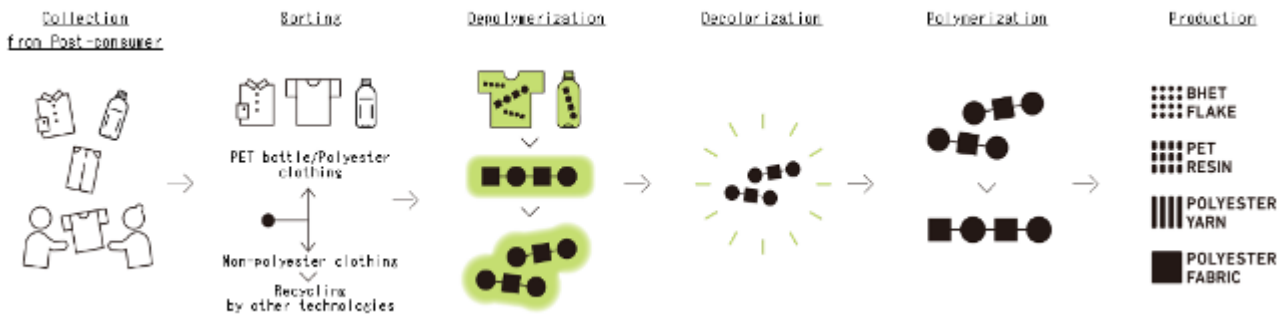


圖 2.2 PET 及聚酯纖維化學回收流程圖

PRT 公司回收製成主要分為三個步驟：破碎、化學熔煉及化學聚合(如圖 2.3 所示)。PRT 以每公斤約 30 日幣之價格向回收業者購買廢寶特瓶，透過風選(Wind Sorting)及比重分選(Gravity Sorting)將標籤膜及瓶蓋進行分離，而後破碎為塑膠碎片。

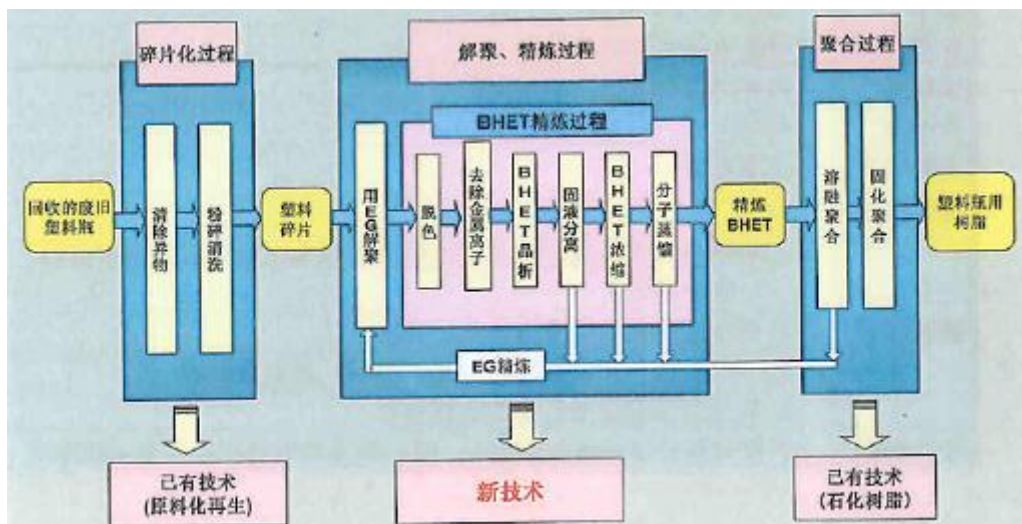


圖 2.3 PET 再生流程圖

再以 PRT 公司的寶特瓶回收技術，透過八道步驟(如圖 2.4)將原物料精煉成高純度 BHET(Bis(2-Hydroxyethyl) terephthalate, 對苯二甲酸雙羥乙酯)分子，再製成再生原物料：



圖 2.4 PRT 公司特有回收技術

- (一)EG 解聚(Depolymerization with EG)：將破碎的塑膠碎片加熱融化，分解為：乙二醇(ethylene glycol, EG)及對苯二甲酸(terephthalic acid, TPA)，持續加熱即可酯化為 BHET 分子。
- (二)脫色(Decolorization)：將含有 BHET 分子的溶液導入活性碳中，將瓶蓋及標籤膜上的色素及墨水去除。
- (三)金屬離子脫去(Metal ion removal)：PET 寶特瓶製作過程通常都會利用金屬進行催化，PRT 公司利用離子交換樹脂將陰陽離子去除。
- (四)BHET 晶析(BHET Crystallization)：將含有 BHET 分子的溶液降溫至 20°C，及可析出 BHET 晶體。
- (五)固液分離(Solid and Liquid Separation)：將結晶的 BHET 分子脫水壓磚，水溶液會回製程再次使用。
- (六)分子蒸餾(Molecular Distillation)：BHET 分子磚再次加熱以純化濃縮，即可得到高純度 BHET 分子。
- (七)熔融聚合(Liquid State Polymerization)：高純度 BHET 分子在真空狀態下加熱重組

成液態 PET 樹脂，降溫冷卻造粒。

(八)固相聚合(Solid State Polymerization)：為避免阻塞製程管道，利用高溫氮氣乾燥，最後形成樹脂原料，圖 2.5。



圖 2.5 製程過程各階段成品

PRT 公司一年可處理廢寶特瓶 27,500 公噸，再生樹脂原料可產 23,000 公噸，且產生的再生寶特瓶其物性及化性皆和化工原料寶特瓶性質相同，因此獲得日本食品安全委員會食品健康認證，預估一年可減少 64,574 公噸 CO₂ 生成(以回收寶特瓶代替焚化處理，一支 600ml(約 27g)瓶減少 63.4g CO₂ 排放計算)。

除了化學再製技術外，PRT 公司也可以機械式製程將廢寶特瓶加熱、抽絲、造粒成樹脂原料，但其原料品質需求較高，成品呈色狀態也不相同，如圖 2.6。機械製程產出之 PET 樹脂較化學製程呈色偏黃。



圖 2.6 機械製程及化學製程成品

再生寶特瓶之價格雖較化工原料寶特瓶貴約 1.5 倍，但是此項技術被部分知名大廠看到並願意購買其再生寶特瓶，因此後續產品有其通路可銷售，且日本法規及民眾皆可接受再生寶特瓶之使用，為其再生產品可以打通市場之最大優勢及條件。有關 PRT 公司參訪照片如圖 2.7。



PRT 公司杉山董事兼管理部長簡報



PRT 公司簡報及意見討論



PRT 公司再生寶特瓶產品



PRT 公司再生寶特瓶



致贈 PRT 公司禮品



於 PRT 公司紀念合影

圖 2.7 塑膠精煉科技株式會社(PRT)參訪照片

三、株式會社シタラ興産(株式會社 SHITARA 興産)

株式會社シタラ興産(以下簡稱 SHITARA)成立於 1977 年埼玉縣深谷市，主要營業項目是廢棄物處理業、工業廢物收集和運輸業，該廠入口如圖 3.1 所示。



圖 3.1 SHITARA 工廠入口處

由於工業發展快速、人口快速成長導致廢棄物逐年上升，且人民素質提高，對於環保意識抬頭及廢棄物處理品質要求，廢棄物處理的問題逐漸浮出檯面，面臨廢棄物處理的困境。SHITARA 公司致力於廢棄物分選及處理，利用磁選、風選、彈跳篩及比重分選機等儀器徹底分選混合營建廢棄物並進行回收再利用。

此外，日本推估 2025 年人口將減少 40 萬人，在配合日本推動 AI 技術於各領域之應用，該公司於 2016 年導入智慧型機器人進行廢棄物之分選作業，並取得經濟產業省認定為導入智慧型機器人之實證工廠。

SHITARA 公司一天可處理約 800 噸混合營建廢棄物(營運 16 小時/天)。處理流程(如圖 3.2)是先將廢棄物投入輸送帶，第一道利用彈跳篩之比重差分選出三類廢棄物：輕量物(廢塑膠)、細粒物(砂石)及重量物(石材及金屬)。

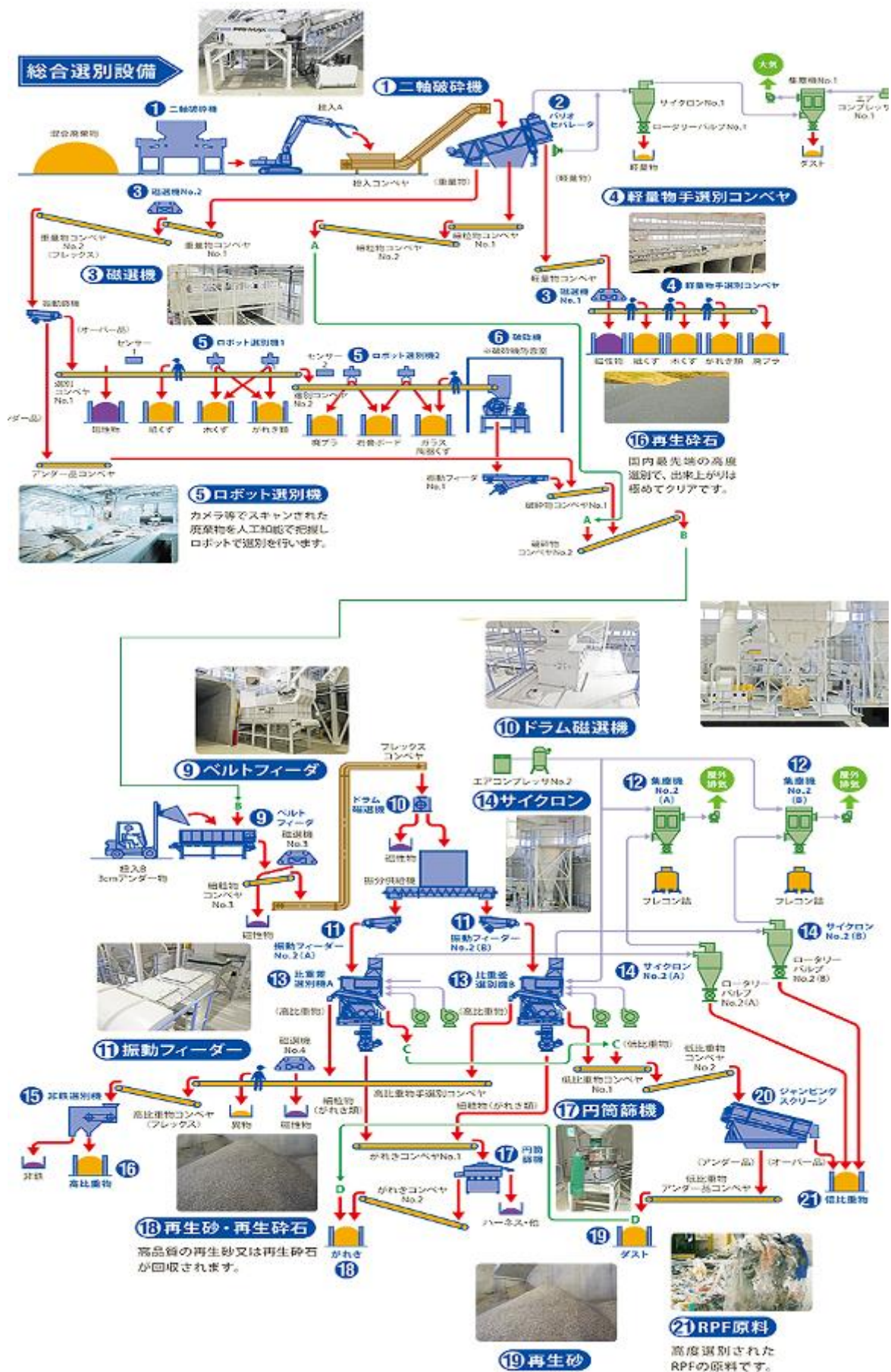


圖 3.2 SHITARA 回收流程

(一)輕量物：包含紙類及塑膠等具有熱質之廢棄物，送回其他廠區製做成 RPF(Refuse Paper & Plastic Fuel)，但因其熱質低雜質高，需以 14 元日幣/公斤出廠販賣給需要之廠商處理(如圖 3.3)。



圖 3.3 輕量物製做成燃料 RPF

(二)細粒物：顆粒較大之細砂石再透過第二層震動篩、風選、磁選機分選出尚未分選出的輕量物、砂石及磁性物(如圖 3.4)，後續可做成再生砂石以供公共工程回填材使用。



圖 3.4 細粒物製做成再生砂

(三)重量物：大顆的石材、鋼筋及其他物質持續透過磁選、風選、震動篩及比重分選機進行分類，並配合 AI 感應器篩選出特定物質，篩選出後續做為道路工程使用之碎石(如圖 3.5)。

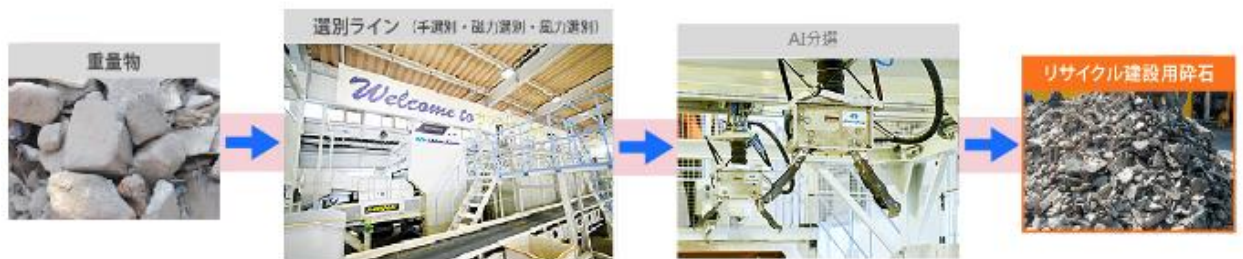


圖 3.5 重量物製做成建設用碎石

SHITARA 公司廠內分選設施幾乎全線自動化，儀器的分選設計是由社長設樂 竜也先生所設計，與許多國家，包括：芬蘭等設備商合作，完成一系列分選流程，廠內整體狀況如圖 3.6。因大部分廢棄物都是營建廢棄物，廠內利用噴霧降低操作廠域之飛塵粉末逸散。



圖 3.6 廠內整體狀況

廠內分選設備包含：雙軸破碎機、彈跳篩選機、磁選機、AI 智慧分選等設備，相關介紹如下表 3.1：

表 3.1 廠內分選設備

儀器現況	描述
	<p><u>定量供給機</u>： 每小時提供 30~40m³ 之廢棄物至輸送帶上。</p> <p><u>雙軸破碎機</u>： 破碎營建石材、廢金屬板、廢輪胎等大型廢棄物，篩網控制破碎後尺寸。</p>

	<p><u>彈跳篩分選機：</u> 利用斜率彈跳、風選、篩網等原理，可進行形狀篩選，分選出立體(3D)、平面或片狀(2D)廢棄物及雜質。</p>
	<p><u>磁選機：</u> 輸送式磁選機，由震動送料，可去除鐵類雜質。</p> <p><u>光學分選機：</u> 利用醫療級紅外線分選不同材質之廢棄物。</p>
	<p><u>AI 智慧分選：</u> 藉由前一階段之光學分選，可以挑選出特定廢棄物，每支感測儀配有兩隻機械手臂，每小時可分選出 200 個物品。</p>
	<p><u>粉碎機：</u> 大型石材及玻璃可利用後端粉碎機，粉碎成特定粒徑，以做為後續道路工程使用之填充材。</p>

SHITARA 公司營運之商業模式主要收入來自於廢棄物處理費，每噸廢棄物處理費約 15,000 元日幣不等，約 25%廢棄物原料來自營造廠；如是其他處理廠進廠之廢棄物原料(約 75%)因有價物質較少，收費價格較高。經由 SHITARA 公司處理後之處理廢棄物只有金屬類能販賣給其他廠商，其於有 90%可做再利用(做成 RPF 或再生砂等)，但皆仍須付費約每噸 5,000~6,000 元日幣；10%無法再利用之廢棄物須送往掩埋場，價格約每噸 25,000 元日幣。

SHITARA 公司秉持著降低廢棄物送往掩埋場，積極將廢棄物循環再利用，再利用率達 90%，期望透過這樣的處理製程，保護未來環境。有關 SHITARA 公司參訪照片如圖 3.7。



SHITARA 公司進行報告



SHITARA 公司廠內集塵袋



SHITARA 公司簡報及意見討論



SHITARA 公司廠內監控系統



致贈 SHITARA 公司禮品



於 SHITARA 公司紀念合影

圖 3.7 株式會社シタラ興産(SHITARA 興産)參訪照片

四、新日本電工株式會社

新日本電工株式會社(以下簡稱新日本電工)成立於 1925 年 10 月，本業原為鋼鐵材料販賣，近幾年配合國家循環經濟政策，逐漸開發對環境有益之業務，目前營業項目包括：電力供應業、含鐵合金製造業、化工材料製造業及環境科技儀器設備商，該公司入口如圖 4.1 所示。此次赴日考察行程，特別規劃拜訪，了解新日本電工含鉻廢液廢酸再利用技術及設備儀器，協助翰金科技股份有限公司進行合作洽談。



圖 4.1 新日本電工株式會社公司

三價鉻(Cr^{3+})在自然界最常見，主要以鉻鐵礦形式存在，為人體必須礦物質。國家工業發展，不可或缺的金屬表面處理業之表面處理及電鍍製程皆會排放出含鉻廢液，然而工業含鉻產物主要型態為六價鉻(Cr^{6+})，包括鉻酸、重鉻酸及其鹽類等，六價鉻化合物對人體有害，易被人體吸收且積蓄在體內，國內使用含鉻及鎳化學原物料之工廠達 800 家以上，一年使用量達 16,967 公噸(三氧化鉻(CrO_3)約 2,000 噸)，因此，處理有毒之含鉻、鎳廢液有其必要性。

新日本電工近年來發展環保業務，主要針對水資源進行回收再利用，包含土壤及地下水汙染整治、表面處理業廢水處理等。利用離子交換樹脂之設備儀器，內部填充粒徑 1mm 之樹脂交換氫離子(H^+)及氫氧根離子(OH^-)，可使原濃度約 50ppm 之含鉻廢水降低至 0.05ppm 放流水標準，每公升樹脂可吸附約 60g 之鉻離子，吸附達飽和時可以顏色辨別並更換新樹脂。

工業革命以來，線性經濟的銷售模式，供應商為了獲得最大利益，儘可能地出售化學品，甚至提出大量購買可獲優惠的折扣方式，讓客戶端超量購買，衍伸出因囤積而造成的儲存風險並變相鼓勵原物料低效使用，間接造成化學品浪費。

新日本電工此設備儀器採用化學品租賃（chemical leasing）方式，使用完之離子交換樹脂塔會交由新日本電工送回位於福島郡山之工廠處理並進行再生，再送回至使用廠商，最主要之租賃業者為電鍍處理業和金屬表面處理業，並以每月為單位收取樹脂塔租賃費用、運費、處理費及部份零件費用等。處理下來之金屬銻會再製成其他合金原物料(如圖 4.2)。



圖 4.2 新日本電工化學品租賃模式

新日本電工採以化學品租賃之服務模式，有幾項特點：

- (一)減少客戶初期投資費用。
- (二)可隨時汰換有問題之樹脂塔，減少客戶廠內放置備用機組。
- (三)依照客戶淡旺季使用頻率不同，處理頻率可調整以降低營運成本。
- (四)委託再生之樹脂塔所產污泥皆有後續去化管道，避免廠商隨意處理傾倒，協助政府有效控管廢棄物處理流程。
- (五)穩定安全的售後服務。

透過化學租賃，客戶不需購買化學用品，只需支付服務費用，而供應商可透過服務計價之方式獲取利潤，以最少的化學品達到客戶所需的服務，減少化學品

浪費的目標。這樣的服務模式可共創雙贏的合作機制。短期內，有助於降低客戶端原物料的成本與減少環境汙染。長久而言，跨企業、產業的合作是政府推動轉型、創新和提升競爭力的關鍵。有關新日本電工參訪照片如圖 4.3。



圖 4.3 新日本電工株式會社參訪照片

五、三和油化工業株式會社

三和油化工業株式會社(以下簡稱三和油化工業)成立於 1970 年 6 月至今營運 50 年載，主要從事化學品販賣(高純度溶劑、化學品代處理)、回收再利用(廢液、廢酸、金屬)、石油加工業(潤滑油、加工油、電動車副材)、PCB 處理(polychlorinated biphenyl, 多氯聯苯)事業(如圖 5.1)，創立宗旨期望有效利用廢物資源，盡其所能不掩埋、不燃燒、不放流，創造環保產品的化學公司，在以「創造環境需求」為主題發展廠內業務。



圖 5.1 三和油化工業株式會社公司

(一)溶劑回收技術

三和油化工業擁有多年技術及經驗，可分離低沸點（約 140°C）的溶劑和高沸點（250°C 左右）的溶劑回收高純度產品。2016 年廢液處理量達 59,575 公噸，佔約日本 20%廢液量。

利用三組溶劑精餾設備分級處理不同之廢液，再製成再生溶劑，且蒸餾製程過程中所產熱能再進行熱回，收避免能量耗損，蒸餾完之餾渣也可製程再生燃料以供使用，相關流程如圖 5.2。

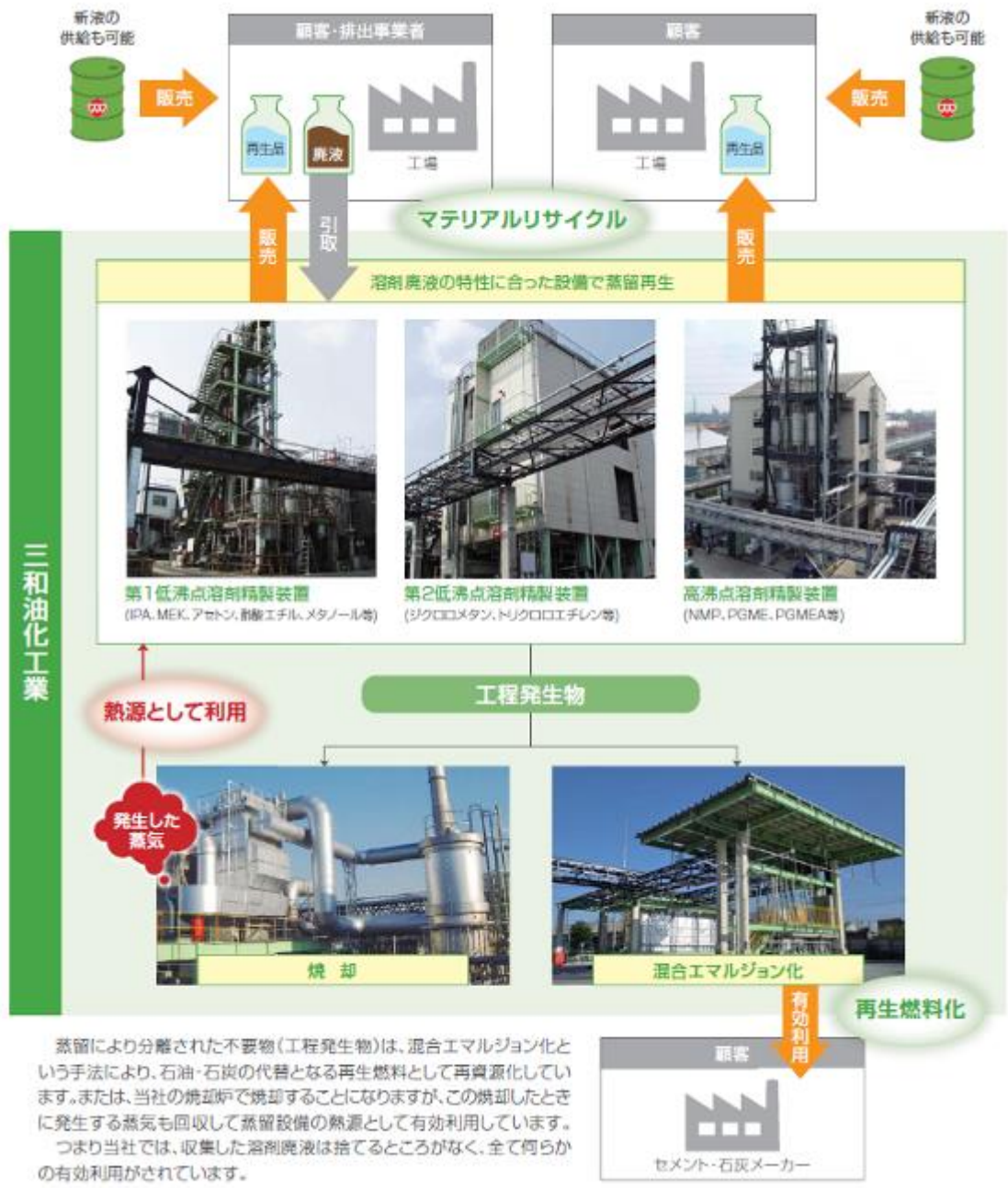


圖 5.2 溶劑回收技術流程圖

目前石根工廠每月可處理 70 公噸之廢液，每月產品產出約 30 公噸，餾餘物約佔 30%並由廠內焚化爐處理。如果是以代操作之方式處理事業端廢溶劑則無償處理，產品再賣回事業端，此再生溶劑比原生料便宜約 20%。目前已有 TOSIBA 12 吋晶圓廠實績。

(二)混酸回收技術

半導體電子產業實屬高耗能產業，生產過程中產生需耗用大量水資源、電力、

各種化學品等能源及資源，且產生大量具有酸鹼性之廢棄物。一般濕式製程中的蝕刻及清洗使用大量的酸鹼溶液，基本上有氫氟酸(HF)、硝酸(HNO₃)、硫酸(H₂SO₄)、磷酸(H₃PO₄)、鹽酸(HCl)及氨(NH₃)等，使用時大都形成混合液。

一般混酸廢液處理方式分成兩種：大部分利用大量鹼液稀釋中合達放流水標準，部分純度相對較高之廢酸送至鋼鐵廠做為酸洗劑再利用(如圖 5.3)。

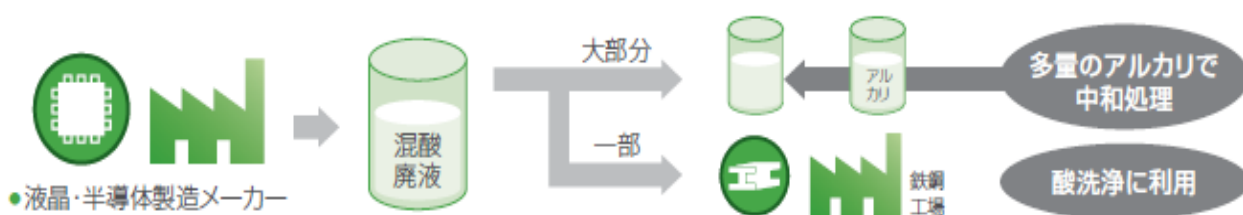


圖 5.3 一般混酸廢液處理方式

三和油化工業與學術業合作開發混酸分離和回收技術，利用溶劑萃取法及多級回收裝置回收高濃度酸液(如圖 5.4)。



圖 5.4 三和油化工業混酸廢液處理方式

混合廢酸(大多含醋酸、硝酸及磷酸)進入萃取程序，利用串聯多組的萃取槽，將廢液及有機萃取溶劑不同入口進入，可將所需處理的廢液及溶劑逆向接觸(可使溶劑及廢液充分交叉混合，增加液相接觸頻率)，磷酸對此萃取溶劑溶解度低，無法溶於有機萃取液裡，隨著水相成為萃餘液，不斷透過段串聯的萃取槽進行多級逆向萃取，得到濃度約 60%之磷酸。

而醋酸及硝酸於萃取程序對萃取液溶解度高，溶進有機萃取溶劑中，並隨著萃取液進入到剝離程序，再藉由含鹽之水相將醋酸及硝酸萃取出，即可重複使用有機萃取液，如此不斷即可提出高濃度酸液，相關化學處理技術程序及設備如圖 5.5、5.6 所示。

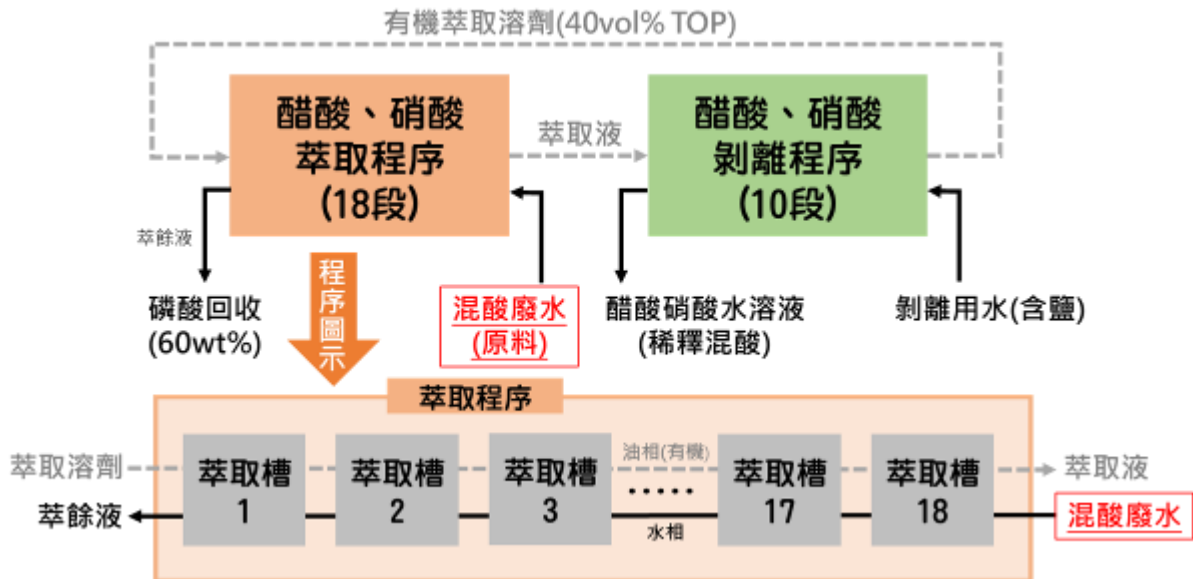


圖 5.5 三和油化工業混酸廢液化學處理技術程序



圖 5.6 多級逆向萃取回收回收磷酸裝置

此項多級逆向萃取回收技術及方法可高效率萃取回收磷酸並同時高選擇性回收醋酸及硝酸，萃取分離步驟少、產率高，萃取溶劑更可以充分循環使用，可維持穩定運轉狀態，回收成本相對較低。三和油化工業 1 公斤混酸溶劑處理費約 30 元日幣，目前每月處理約 4,000 公噸混酸廢液，預估明年將處理 7,000 公噸。

回收的磷酸可再透過濃縮回收製成純度 85%再生磷酸外，因日本不產磷酸原料，大多進口自中國、越南等國，因此三和油化工業配合國家循環經濟政策申請「愛知縣循環型社會形成推進事業費補助金」，利用補助金購買磷酸鹽製造設備，以加值磷酸後續之附加價值製做成磷肥產品，如圖 5.7。



圖 5.7 再生磷酸製成磷酸鹽肥料

(三)貴金屬回收技術

有鑒於未來稀有金屬進口不易且價格持續飛揚，三和油化工業近年來與日本豐田汽車(TOYOTA)合做研發回收油電混合車、家電中稀土磁鐵。稀土磁鐵是指由稀土元素合金所組成的強力永久磁鐵，在永久磁鐵中，稀土磁鐵所能產生的磁場最大，比鋁鎳鈷合金磁鐵或其他磁鐵的磁場都強，因此近年來被廣泛應用。一台汽車約有 1 公斤的稀土磁鐵，其主要金屬元素不外乎鐵(70%)，並配合其他稀土金屬：包括約 25%的釹(Nd)及 5%鐳(Dy)。

三和油化工業將含稀土金屬之磁鐵利用酸溶法提取目標產物，其相關流程圖如圖 5.8。

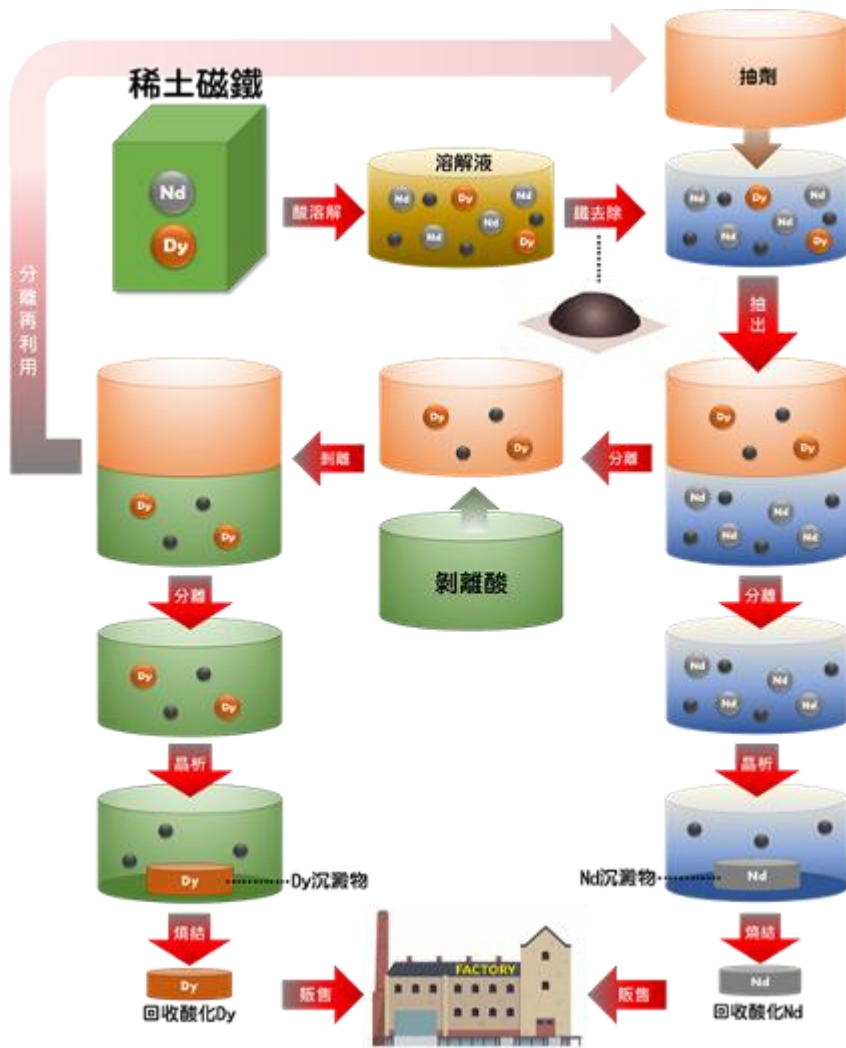


圖 5.8 三和油化工業稀土金屬回收流程

1. 溶解：將含有釹、鐳金屬磁鐵溶進高選擇性之酸性溶解液中，即可除去未溶之鐵金屬及大部份雜質。
2. 抽出：將抽劑(此抽劑對釹金屬溶解度低)導入溶解液中即可將釹、鐳金屬於此階段分離，抽出含鐳金屬之溶液。
3. 剝離：含鐳金屬之溶液再添加酸性剝離液，鐳金屬從抽劑轉溶於剝離液中，抽劑即可循環再利用。
4. 晶析：含釹、鐳金屬之溶液分別添不同試劑使其結晶析出沉澱。
5. 燒結：將釹、鐳結晶鹽類脫水燒結成塊酸化釹、鐳結晶即可販售給其他廠商，成品如圖 5.9。



圖 5.9 回收酸化釹、鎳成品

此方法可在常溫常壓下進行，不需額外加熱，減少二氧化碳排放；其酸性抽劑可不斷回收再利用，因此廠內廢酸產出量少；稀土酸化金屬純度可達 99.9%。

三和油化工業有敢於全球暖化的嚴重性，期望可以透過廢棄物減量、循環再利用等技術減少廢棄物排放，並持續發展及研究回饋於社會大眾，有關三和油化工業參訪照片如圖 5.10。



圖 5.10 三和油化工業株式會社參訪照片

六、公益財團法人國際環境技術移轉中心(ICETT)

公益財團法人國際環境技術移轉中心(ICETT)在日本政府之支持下，由三重縣、四日市及相關企業的捐助下於 1990 年設立，有感於人類經濟活動的快速發展、全球氣候變暖、臭氧層破壞等顯著的環境變化影響，於此背景下成立，期望透過國內累積之公害防制技術及轉移，解決現有環境問題，促進產業良性發展、保護全球環境。

此次拜訪 ICETT 係因今年 4 月 25 日第 15 次台日產業合作搭橋方案交流會議中，公益財團法人日本台灣交流協會建議在台日環保議題上，工業局可與日本公益財團法人國際環境技術移轉中心(ICETT)建立連繫管道與平台，促進台日企業進一步獲得合作之機會。因此，本次考察安排至 ICETT，並共同舉辦資源循環分野之台日企業交流會，當日議程如表 6.1。

表 6.1 台日企業交流會議程

時 間	內 容			
10:00	到達 ICETT 及交換名片 (第 4 研修室)			
10:10 ~	ICETT 竹內專務理事致詞			
10:15 ~	ICETT 概要紹介			
10:20 ~	日本循環經濟交流訪問團 陳團長致詞 演講：台灣資源循環發展現況與展望(林姿君)			
10:35 ~	台灣企業・日本企業各自介紹(1 分鐘/家)			
11:05 ~	交流会 台灣、日本分成 3 組進行交流			
		第 3 研修室	第 2 研修室	第 1 研修室
	11:05 ~	台灣 A×日本 a	台灣 B×日本 b	台灣 C×日本 c
	11:25 ~	台灣 A×日本 b	台灣 B×日本 c	台灣 C×日本 a
	11:45 ~	台灣 A×日本 c	台灣 B×日本 a	台灣 C×日本 b
12:10 ~	午餐			
12:55 ~	合影留念			

當日會議在 ICETT 竹內專務理事及我方陳團長致詞後，由該中心介紹其成立宗旨與業務、我方代表介紹台灣資源循環發展現況與展望後，台日雙方分成三組進行商談交流，而當日參與交流會議之日本企業計 8 家(13 名)，與會日本企業之簡介整理如表 6.2、當日交流情形如圖 6.1。

表 6.2 參與交流會之日方企業簡介

公司名稱	與會代表	業務內容	公司網址
SHINKO TECNOS CO.,LTD.	長澤健太郎總 經理、林冠釗顧 問	有機廢棄物資 源化設備、水 解設備	http://www.shinko-mfg.co.jp/
ABEX CO.,LTD.	安部宏董事	污泥回收、廢 玻璃回收、土 壤淨化	http://clsp.co.jp/company.html
MITSUWA PUMP CO.,LTD.	池川宏二經理、 白藤みなみ專 員	污水處理、幫 浦設備	https://www.mitsuwapump.jp/
ALCO CO.,LTD.	羽田野一幸部 長	污水處理	https://www.alcoinc.co.jp/
第一工業製藥 株式會社	柴田圭一科長	表面活性劑、 樹脂材料	https://www.dks-web.co.jp/
ALCHEM JAPAN CO.,LTD.	川島一義董 事、呂達憲海外 部專員、金光成 安經理	貴稀金屬回收	http://www.alchemjapan.com/
TBR CO.,LTD.	木下稔久副部 長、王文暉主任	污水處理	http://tbrjp.co.jp
MEIDENSHA CO.,LTD.	木村拓也經理	廢水處理、生 物薄膜處理	http://www.meidensha.com.cn/index.html



圖 6.1 ICETT 交流會議紀念合影

七、東芝四日市工廠及 ORGANO 公司

オルガノ株式会社(ORGANO CORPORATION, 以下簡稱 ORGANO)成立於 1946 年 5 月, 主要從事製程的高品質超純水處理設備、廢水處理設備販售及代操作為主要營業項目外, 更發展特定產業廢棄物回收技術, 尤其是電子液廢液回收 TMAH(tetramethylazanium hydroxide, 四甲基氫氧化銨)、稀有金屬及廢氫氟酸生產再生螢石等技術。本次參訪 ORGANO 位於東芝(TOSHIBA)四日市工廠之四日市事務所(如圖 7.1)。



圖 7.1 東芝四日市工廠及 ORGANO 標誌

積體電路製造業於晶圓蝕刻程序中, 可透過乾式蝕刻(Dry Etch)或濕式蝕刻(Wet Etch)等 2 種方式達到移除晶圓表面材料的目的。乾式蝕刻是透過電漿的解離, 形成離子與物質表面進行化學反應; 而濕式蝕刻利用化學溶液的液體與物質進行化學反應, 具有高選擇性、高蝕刻速率及低設備成本等優點, 因此被廣泛利用。

濕式蝕刻主要使用之化學藥品水溶液為氫氟酸(HF)水溶液, 其反應式為 $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$, 過程可用水或緩衝溶劑稀釋以降低蝕刻速率, 因此製程所產廢水含有大量氫氟酸, 目前含氟廢水主要處理方式為添加氯化鈣(CaCl_2)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(CaF_2)。但傳統處理方法: 添加鈣離子與溶液內氟離子反應, 產生污泥的同時液也會包覆住溶液內其他粒狀物質, 使污泥成份複雜, 且其含水率高達 60~80%, 使氟化鈣濃度降低(如圖 7.2)。

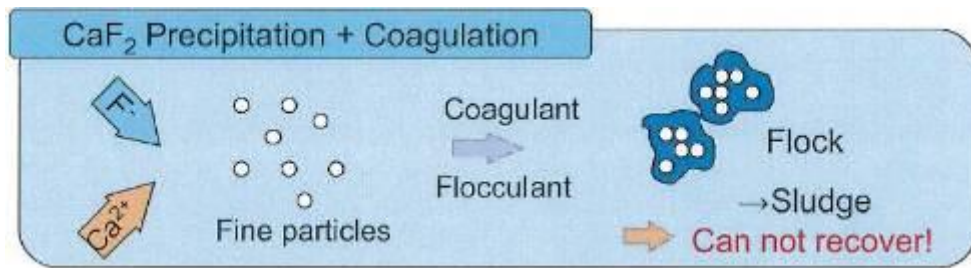


圖 7.2 傳統處理含氟廢水方式

ORGANO 公司利用結晶技術(Crystallization)產製高純度氟化鈣晶體。其進廠氟化氫廢水依氟離子濃度高低(低濃度：100~1,000mg/L、高濃度：3,000mg/L~10%)，操作不同形式之處理反應器，如圖 7.3。

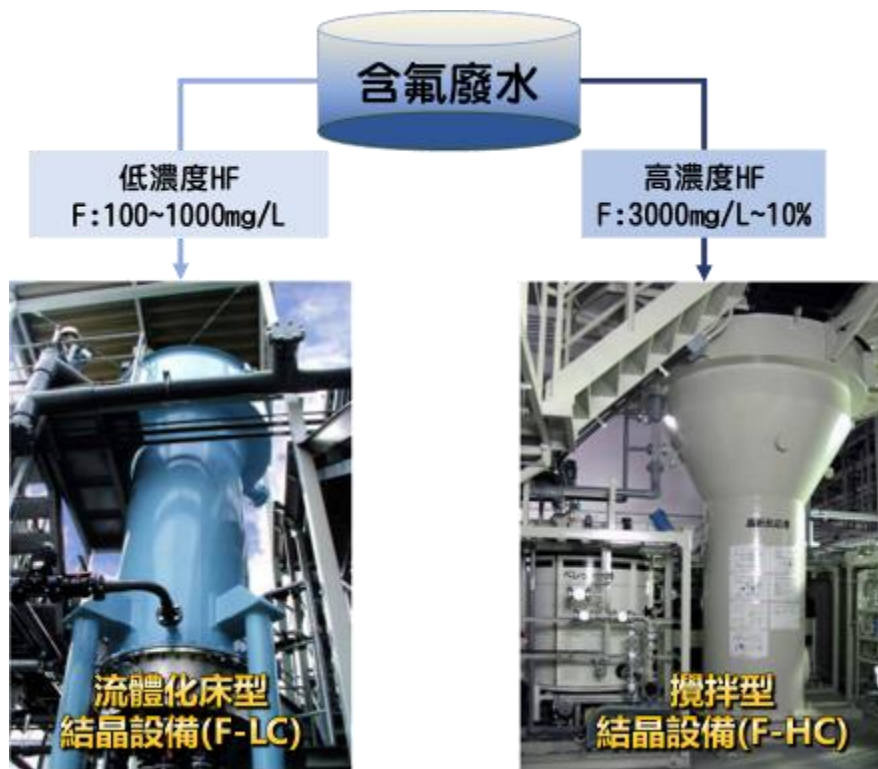


圖 7.3 ORGANO 公司含氟廢水之處理反應器

(一)流體化床型結晶設備(Fluidized Bed Crystallizer Ecocrysta F-LC)

流體化床結晶廢水處理技術是利用 0.2~0.5mm 矽砂(SiO₂)載體做為結晶的核種，添加適當藥劑(添加氯化鈣(CaCl₂))以增加水中鈣離子(Ca²⁺)濃度)調整進流水中的過飽和度。含氟廢水由槽底進入並向上流動，可藉由反應槽外之回流水調整近流量、飽和度及流速，使欲處理之含氟廢水於矽砂載體上形成穩定的氟化鈣(CaF₂)結晶，當晶體粒徑達 1~2mm 後，可排出槽外回收再利用，達到廢棄物減量的目的，

相關製程如圖 7.4。

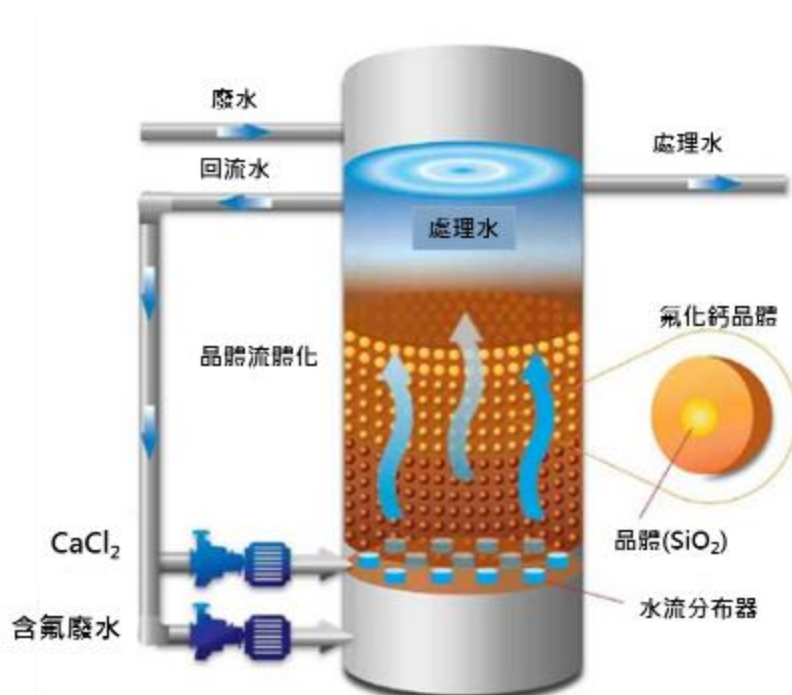


圖 7.4 流體化床結晶廢水處理技術

流體化床結晶廢水處理技術是利用 0.2~0.5mm 矽砂(SiO₂)載體做為結晶的核種，添加適當藥劑(添加氯化鈣(CaCl₂))以增加水中鈣離子(Ca²⁺)濃度)調整進流，可以靜置方式乾燥不需脫水設備，含水率即可降至 10 %以下，濾乾後的氟化鈣結晶可作為水泥之助熔劑原料，因晶體內部之載體主要成分為二氧化矽，並不會影響產品之品質，可充分達到資源再利用的目的。

流體化床結晶技術雖具有許多優點，包含製程污泥少、不用額外乾燥設備即可得到低含水率、高純度之成品等，但其處理上亦有部分限制，例如不適合處理高濃度之氟酸系廢水，當廢水中之氟離子濃度超過 800 mg/L 以上，則氟離子之處理效率會變差，且亦會增加氯化鈣之加藥量，因此需再用其他方式處理。

(二)攪拌型結晶設備(Agitated Crystallizer Ecocrysta F-HC)

攪拌型結晶設備處理技術與流體化床結晶技術差異在於 ORGANO 於此製程取代矽砂(SiO₂)載體，利用天然螢石(CaF₂)做為晶種，利用養晶方式回收高純度人工螢石。透過攪拌可以使結晶顆粒保持懸浮於溶液中，並提供溶液一個相對速度，以減少薄晶體外部邊界膜(位於晶種附近不穩定高能物質，受晶體吸引排列至晶種

上，形成薄膜阻礙其他物質靠近晶體)的厚度，提高溶質的擴散速率，以加速晶體的成長。

此製程轉速需依照晶體物質及技術經驗來做調整，轉速太快會導致反應劇烈、自然起晶，甚至破壞原本形成的晶體，使功耗大增；轉速過小會導致晶體沉積。攪拌型結晶設備需額外提供螢石做為晶種，且可處理氟離子濃度較高廢水，其氟化鈣成品如圖 7.5。



圖 7.5 ORGANO 公司人造螢石產品

ORGANO 公司，上述兩種製程皆可有效避免產生大量氟化鈣污泥，並可於反應過程生成高純度之人工螢石，達到回收率 88~90%，純度約 96.5%，含水率 6.6%，粒徑約 52 μ m 之產品，產品品質規格如表 7.1。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 7.6 所示。

表 7.1 人工螢石產品品質規格

項目	單位	中国産螢石	有価基準例 (参考)	エコクリスタ 合成螢石	凝集汚泥
CaF ₂	Wt%	≥97	≥95	94~97	≤70
CaCO ₃	Wt%	≤0.7	≤0.6	0.01~0.2	
SiO ₂	Wt%	≤0.8	≤1.0	0.1~0.3	
水分	Wt%	5~10	≤10	5~10	50~75

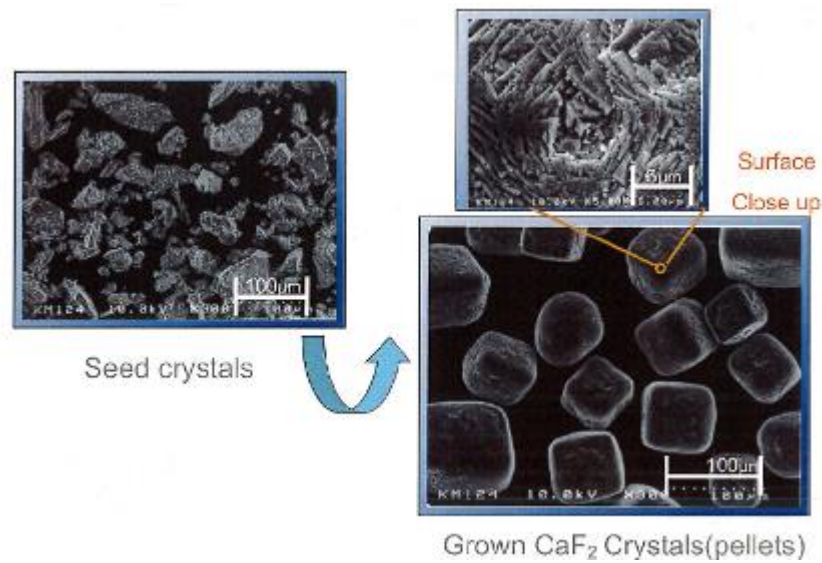


圖 7.6 晶種及人工螢石之電子顯微影像圖

ORGANO 公司商業模式是透過收受 TOSHIBA 四日市工廠之含氟廢水每年約 3,000~4,000 公噸，廢水直接導入廠內 3 套 Ecocrysta，處理為高純度人工螢石約 1,000~2,000 公噸，再將人工螢石供予氫氟酸製造工廠(旭硝子公司)產製為各式氟系化學品，完整的循環回收規劃可提昇其氟系化學品之競爭力，營運模式如圖 7.7。

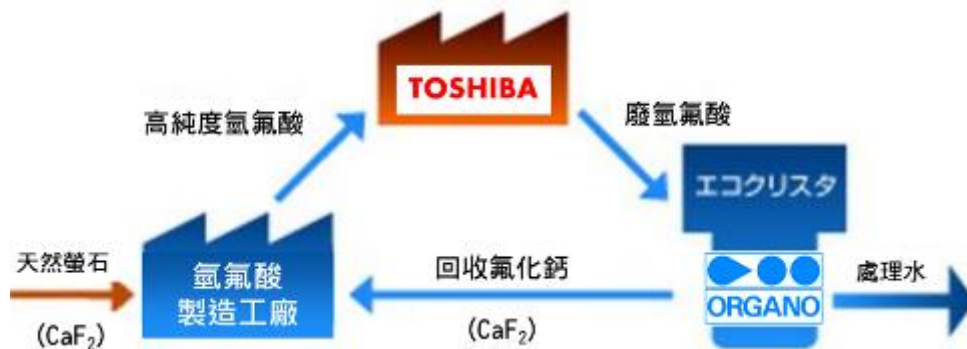


圖 7.7 ORGANO 公司商業模式示意圖

ORGANO 公司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。有關 ORGANO 公司參訪照片如圖 7.8。



圖 7.8 ORGANO 株式會社參訪照片

伍、心得

- 一、日本在推動循環經濟議題上，除以往產品生命週期之循環再利用外，在歷經 311 福島核災、近年氣候異常引發之天災，日本政府已將建立災害廢棄物處理體制列為重要施政之一。此外在面臨邁入高齡化社會的日本，中央也開始著手摸索不同社會型態的廢棄物處理議題。
- 二、日本循環產業發展順利，關鍵因素即在於後端去化管道推廣及應用妥善，且國內民眾皆受度高，可見日本長年環境教育宣導與教育，提升市民環保意識，為其再生產品可以打通市場之最大優勢及條件，十分值得我國學習。
- 三、日本人口快速成長導致廢棄物逐年上升、人民素質提高等等因素促進日本廢棄物進行全分類及處理，除了妥善利用各種設備儀器，更結合人工智慧提高產品分類效果及品質，不但使廢棄物妥善再利用，也創造了經濟效益。
- 四、日本部分企業以推行化學品租賃之服務模式，客戶端可以降低營運成本及設廠投資成本，而回收業者也可以確保原物料品質以調整回收技術，減少環境污染，如此的產業的合作是政府推動轉型、創新和提升競爭力的關鍵。與其被動管理，不如主動展並自主管理，此意識與觀念值得我國業者學習。
- 五、企業透過自主研發及配合國內補助政策，疏通產品後續去化出路，提高產品應用並加值產品價值，其企業之精神值得我國業者學習。
- 六、日本企業主動與國際品牌合做研發廢棄物再利用技術並得到國際實績，其競爭力及企業精神，成功打造出產業鏈之間循環商業模式。
- 七、日本政府及部分企業捐助成立之公益財團法人，協助國際技術交流，促進產業良性發產、保護全球環境，使日本國內技術可以不斷突破發展。
- 八、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 公司與東芝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，該模式值得我國業者學習。
- 九、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。

陸、建議

- 一、與日本相似同樣地處地震、颱風頻繁發生的台灣，近年因前述天災所造成的廢棄物處理問題亦有所聞，建議我國亦應及早針對緊急狀況發生時之廢棄物處理體制、人員訓練等予以建置。
- 二、我國廢塑膠年年產量大，且大多仍以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 PRT 公司廢塑膠處理技術還原出的塑膠粒品質與原生物料相比不相上下，甚至得到國際大廠認同。建議國內應強化物料再生利用之研發，並且輔導業者展現企業亮點，促成國際合作。
- 三、日本推動資源循環利用以邁向高值化回收技術開發，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，並符合日本食品安全委員會食品健康認證認證，值得我國加以學習及借鏡。
- 四、日本多家企業、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，亦可轉型其服務模式，以促進產業升級轉型。
- 五、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。

柒、檢附相關資料

PRT ペットリファインテクノロジー株式会社

取締役
管理部長

杉山 博紀 050-3363-0509
kiryaki-sagiyama@prt.jp

210-0867 神奈川県川崎市磯子区磯崎12-2 www.prt.jp
Tel.044-355-9322 Fax.044-355-8355

PRT ペットリファインテクノロジー株式会社

製造-設備課 部長代行

角山 正和 090-9671-7621
mazakane-kadokawa@prt.jp

210-0867 神奈川県川崎市磯子区磯崎12-2 www.prt.jp
Tel.044-355-9322 Fax.044-355-8355

RUN FOR TOMORROW
株式会社 シタラ興産

社長室長 谷ツ田 佑介 Y. YATSUDA

〒366-0312 埼玉県深谷市折之口1788-1
TEL (048) 574-0310
FAX (048) 574-0312
mobile 080-3245-6837
http://www.shitara-kousan-group.co.jp/
E-mail:shitara_kousan@max.odn.ne.jp

RUN FOR TOMORROW
株式会社 シタラ興産

代表取締役 設楽 竜也 R. SHIZARA

〒366-0312 埼玉県深谷市折之口1788-1
TEL (048) 574-0310
FAX (048) 574-0312
http://www.shitara-kousan-group.co.jp/
E-mail:r.shitara@i.softbank.jp

若田 浩司 **sojitz**
企画・資源本部
台倉秋・多岐川生真部
実業企画課
製造課長

双日株式会社
〒100-8691 東京都千代田区千代田2-1-1
Tel. 03-6871-4406 Fax. 03-6871-3563
Mobile 070-1261-3652
E-mail: wakasa_bj@sojitz.com
URL: http://www.sojitz.com

10/2/18

新日本電工株式会社
環境システム事業部
環境システム営業部長

川崎 朋彦

〒100-8282 東京都千代田区千代田一丁目4番16号
(新大塚ビル東棟2F)
TEL: 03-680-0804 (内線) - 0791681 FAX: 03-680-6888
E-mail: kawayak@nipcordenk.co.jp
URL: http://www.nipcordenk.co.jp

10/2/18

三和油化工業株式会社

取締役
営業部長
山下 昭彦
YAMASHITA AKHIKO

〒448-0002 愛知県刈谷市一里山町深田15番地
Tel (0566) 35-3000
Fax (0566) 35-3023
E-mail: a.yamashita@sanweiyuka.co.jp
URL: http://www.sanweiyuka.co.jp
携帯: 070-0038-9571

三和油化工業株式会社

取締役
製造課 部長
高田 淳
TAKADA JUN

〒448-0002 愛知県刈谷市一里山町深田15番地
Tel (0566) 35-3041
Fax (0566) 35-3043
E-mail: j.takada19@sanweiyuka.co.jp
URL: http://www.sanweiyuka.co.jp

三和油化工業株式会社

取締役 技術部長
柳 至
YANAGI ITARU

〒448-0002 愛知県刈谷市一里山町深田15番地
Tel (0566) 35-3007
Fax (0566) 35-3043
E-mail: i.yanagi482@sanweiyuka.co.jp
URL: http://www.sanweiyuka.co.jp
携帯: 070-0583-7307

三和油化工業株式会社

取締役
管理部長 兼 総務部長
川合 寿夫
KAWAI TOSUO

〒448-0002 愛知県刈谷市一里山町深田15番地
Tel (0566) 35-3005
Fax (0566) 35-3007
E-mail: t_kawai09@sanweiyuka.co.jp
URL: http://www.sanweiyuka.co.jp

株式会社 **アベックス** **安部 宏**
 代表取締役
 TEL 059-359-1787
 E-mail info@chp.co.jp
<http://chp.co.jp>
 【本社工場】〒511-0834
 三重県桑名市大津市之坪680-1
 059-1556-1136
 【東京支店】〒511-0043
 三重県桑名市湊121-1
 TEL 0594-23-1134 FAX 0594-23-1135
 25

ICETT INTERNATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY TRANSFER
 公益財団法人 国際環境技術移転センター
 地球環境部 事業企画課
 土 幹 水 谷 敦
 〒519-0111 三重県河内郡喜多郡3684番地6011
 電話 059-329-3500 FAX 059-329-6116
 URL <http://www.icett.or.jp> E-mail ic_mitsuba@icett.or.jp

Alchem Japan
 代表取締役
川嶋 一義
 株式会社 アルケムジャパン
 〒232-0118 東京都中央区有明3-1-5
 TEL 03-5544-0038 代 FAX 03-5544-8231
 E-mail: kawaschim@alchem-japan.com
 URL: <http://www.alchem-japan.com/>

Alchem Japan
 第一営業課
金光 成安
 株式会社 アルケムジャパン
 〒232-0118 東京都中央区有明3-1-5
 TEL 03-5544-4500 代 FAX 03-555-040001
 携帯: 090-8886-4174
 E-mail: kinnaga@alchem-japan.com
 URL: <http://www.alchem-japan.com/>

アルコ株式会社
 執行役員 水産部長兼部長
羽田野 一幸 HATANO KAZUYUKI
 携帯 090-2947-1281
 〒514-6815 三重県津市藤倉2254番地1
 TEL 059-219-8811 FAX 059-219-8880
 E-mail: hatanok@alcolife.co.jp
 URL: <http://www.alcolife.co.jp>

NEXT GENERATION SYSTEM
 営業取締役
長澤 健太郎
 仲光ホールディングス株式会社
 〒405-0843
 愛知県一宮市南高田1丁目-30
 TEL 0565-29-4981 FAX 0565-24-6502
 携帯: 090-1231-2269
 URL: <http://www.alcolife-nyg.co.jp/> E-mail: nyg@www.alcolife-nyg.co.jp

TBR
 地域営業部長代理
木下 稔久
 全農協会 1 級公認検査士 専任
 バイオマス活用アドバイザー
ティビーアール株式会社
 〒46-0411 愛知県津島市小田町4-1-10
 Tel: 0523-89-2177 Fax: 0523-89-0219
 E-mail: kishimoto@tbr.jp 携帯: 090-7316-2833
 Web: <http://www.tbr.jp>

MEIDEN
 Quality connecting the next
 課・水処理プラント部 エンジニアリング課 部長兼課長
木村 拓也
株式会社 明電舎
 〒141-0616 東京都品川区大崎5-5-5 明電ビル
 TEL 03-6426-7221 Fax 03-5745-3050
 E-mail: kimura-taku@mb.meidensha.co.jp

株式会社 みつわポンプ製作所
 取締役
白藤 みなみ
 本社・工場 〒501-0201 三重県桑名市郡桑町大字山形新倉原2847
 TEL: 0594-76-1109 代 FAX: 0594-76-1101
 URL: <http://www.mitsuwapump.jp/>
 E-mail: s-nawano@mitsuwapump.jp

株式会社 みつわポンプ製作所
 営業部長
池川 宏二
 本社工場 〒511-0051 三重県桑名市桑名東大字山形新倉原2817
 TEL 0594-16-1109 代 FAX 0594-76-1101
 http: www.mitsuwapump.jp/
 E-mail: s-kyogawa@mitsuwapump.jp



獨立行政法人 國立環境研究所
 社會環境システム研究センター
 環境都市システム研究室

産学別研究員

孫 露
 ソ ン ロ

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2
 Tel : 029-850-2909
 E-mail : sun.lu@nies.go.jp



資源循環台湾基金会
 Taiwan Circular Economy
 Network

黃育微
 Charles Huang

董事長 / Chairman

Office: +886 988 158 667
 info@circular-taiwan.org
 104台北市中山區南京一097號4樓
 www.circular-taiwan.org

ASIA 亞洲大學
 UNIVERSITY



曾明胡 博士

41154 台中市豐原區華豐路500號
 電話 : (886-4) 23323456 分機6279
 傳真 : (886-4) 23394340
 E-mail : tsungmingfang@asia.edu.tw
 tsungmingfang@gmail.com
 Mobile : (886) 91509403
 網頁 : http://www.asia.edu.tw/



ASIA 亞洲大學
 UNIVERSITY



Prof. Dr. (Anthony) Shun Fung CHN
 曾明胡 博士

508, Lioufeng Rd., Wufeng,
 Taichung 41304, Taiwan, R.O.C.
 Tel: 886-4-23323456 ext.6279
 Fax: 886-4-23394340
 E-mail: anthonyshun@asia.edu.tw
 anthonyshun@gmail.com
 Mobile: (82 917) 5200025
 Web: http://www.asia.edu.tw/

Honorary Director
 Institute of Innovative and Circular Economy
 Honorary Chair Professor
 Department of Business Administration



工業技術研究院
 Industrial Technology
 Research Institute

彭裕民 Alex Y.M. Peng, Ph.D.
 副院長 Executive Vice President

T : +886 3 591 0992 F : +886 3 582 0202 E : alexpeng@itri.org.tw
 統一編號 : 02750063

BUSINESS
 FINLAND

JARI SEELONEN 亞亞雷
 Representative 代表

Tel: +986 2 6929 3291
 Mobile: +886 9 6662 9322
 jari.seelonen@businessfinland.fi

Business Finland
 Finland Trade Center in Taiwan
 11F, No. 568, Sec. 4, Zhongxiao East Rd., Xinyi District, Taipei 11071
 亞亞雷辦事處
 110071 台北市信義區忠孝東路四段568號11樓



財團中華經濟研究院
 法人 中華經濟研究院

第二研究所 (國際經濟學)
 研究員

王 文 娟

地址：臺北市106大安區長興街75號
 電話：886-2-2735-6000轉511 傳真：886-2-2739-0610
 E-mail: ww@cier.edu.tw http://www.cier.edu.tw/



Peter Tjia

Business Development Officer

T: +31 6 490 29 304
 peter.tjia@blue-turtles.com
 www.blue-turtles.com