

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：考察)

考察日本廢電子電器及資訊物品大型電器處理設備及小型家電處理流程與再利用技術

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：李日琳 環境技術師

派赴國家：日本

出國期間：106年5月21日至5月27日

報告日期：106年8月22日

摘要

為瞭解國外廢電子電器及資訊物品回收處理技術及處理後衍生物分選再利用情形，以及廢小型家電回收管理制度，本次參訪行程以整機破碎分選技術、污染防治（治）技術與再生料市場為主，考察日本回收處理機構與後端利用情形，以瞭解其對於以廢電子電器及資訊物品暨廢小型家電回收處理運作情形。本次參訪摘要如下：

- 一、 拜訪日本環境省廢棄物和再生利用對策部門及環境與都市研究所，瞭解廢大型家電及小型家電之回收管理政策及實施成效。日本於 2001 年建立家電回收法，係民眾於廢棄時支付回收費再由業者回收處理，目前廢家電處理廠有 46 家，4 項大型廢家電之再商品化比率（回收利用比率）均超過其法規訂定標準，整體回收目標是希望在 2018 年達到 56%（2015 年採歐盟的計算原則，其回收率為 49%）。日本廢小家電法於 2013 年公告，該法規為非強制性之規定，因此並非全國的各市町村都執行廢小型家電回收工作，目前約有 76% 左右之市町村加入回收服務；2015 年廢小型家電回收數量為 6.6 萬公噸，回收率約 10%，其回收量來源中，由市町村送交處理之數量約占總回收數量之 70%，其餘 30% 為量販店及回收點回收。
- 二、 參觀日本最大環保展（N-EXPO 2017），蒐集最新破碎、塑膠分選技術及再利用資訊。本次參觀 N-EXPO 2017 是本展覽第 26 次舉辦，參展攤位有 645 家公司 2,267 個展位，共分為 6 個展區，其中以廢棄物及資源回收類展區最大，約占 50% 之展覽空間。本次資源回收展區主要展示之設備為破碎及分選設備，分選設備中除了磁選及渦電流等設備外，塑膠分選設備為本次展示主軸之一，塑膠分選設備中有許多我國較少使用之風選、近紅外線 (near-infrared, NIR) 及 X 射線光學篩選 (X-Ray Fluorescence, XRF) 等設備，其中近紅外線分選設備還展出歐洲最新研發能篩選黑色塑膠之機種，為目前我國處理廠尚未使用之設備。
- 三、 參訪處理廠部分包括三菱集團旗下之超循環系統公司 (Hyper Cycle System Corporation)、松下集團旗下之環境技術關東株式會社 (Panasonic Eco Technology Center Co.) 等處理廢大型家電處理廠，及利泰姆公司 (Re-Tem Corporation) 東京工場之廢小型家電處理廠、東映公司 (Toei Corporation) 廢小型家電廠及廢大型家電處理廠。日本廢大型家電處理係先以人工拆解將已知材質之塑膠部分別類收集，再進行破碎處理後銷售回原新品製程使用；廢電冰箱泡綿則以加熱壓製成廢棄物衍生燃料 (Refuse Derived Fuel, RDF) 型態，作為燃料銷售給業者；錐管玻璃則以付費方式提供給鉛冶煉單位進行

處理。廢小型家電部分，經破碎分選處理後，主要回收廢鐵及非鐵金屬，而廢塑膠則去化管道不暢通，導致廢小型家電處理後之收益較少，故業者多以處理大型廢家電為主。

目次

壹、前言.....	1
貳、考察目的.....	2
參、考察行程.....	3
肆、考察過程.....	4
一、拜會日本環境省及公益財團法人日本臺灣交流協會.....	4
二、拜會環境與都市研究所.....	14
三、參觀日本第 26 屆新環保展 N-EXPO 2017.....	16
四、參訪超循環系統公司廢家電處理廠（千葉縣）.....	18
五、參訪利泰姆公司（東京工廠）廢小型家電處理廠.....	24
六、參訪東映公司廢小型家電及大型家電處理廠（愛知縣）.....	28
七、參訪松下環境技術關東株式會社廢家電處理廠（兵庫縣）.....	32
伍、考察心得.....	35
陸、建議.....	37

壹、前言

電子電器及資訊類產品不斷推陳出新，且產品設計逐漸以輕量化、省能源、低耗電為主，所採用之材料及組成相較於以前已有大幅度的改變。雖然國際間對於電子產品要求減少使用有害物質，以利後端之回收處理，然而，許多文獻指出廢電子電器產品於處理過程，對環境仍有潛在風險及可能產生對人體危害物質，因此各國紛紛制定廢電子電器及資訊物品類回收處理法令及相關規範。

我國廢電子電器及資訊物品係以公告列管回收方式，現行列管項目共 13 項，其處理方式主要採人工拆解結合機器破碎之程序，並經分選設備收集鐵、非鐵金屬與塑膠等物質以利後續進行再利用。目前現有的廢電子電器及資訊物品類受補貼處理業者約 15 家，共同具備之破碎處理設備包含拆解線、破碎分選機、螢幕切割機及冷媒回收系統等，各廠大致上差異在於設備數量之多寡，其餘必要之處理設施，業者尚符合法規應具備之基本設備流程。

我國資源回收制度運作了將近 20 年，回收成效雖良好，惟國內處理技術仍有成長及精進空間，因此汲取國外經驗以提升後端處理技術。據研究指出日本廢電子電器之回收制度，由政府建立專責法令規範，採業者自主管理方式並主導回收體系運作及進行後續回收處理工作；近年來該國公布實施之廢小型家電回收規範，則以非強制方式要求各地方政府配合執行回收工作，由於其大型、小型廢家電回收管理方式不同，冀望藉由本次考察深入瞭解日本之回收制度、其對於回收處理業者管理及後續再利用技術，以作為我國政策推動之參考。

貳、考察目的

國內目前公告列管之廢電子電器及資訊物品共 13 項，回收制度已建立多年，因回收處理及後續再利用技術仍有成長空間，爰為瞭解日本廢電子電器及資訊物品處理技術及處理後衍生物分選再利用情形，以及廢小型家電回收執行模式，本次規劃 7 天赴日考察行程，以自動破碎、分選技術、污染防治技術與再生料市場為主，參訪日本回收設備及處理機構與後端再利用機構，以瞭解其對於以廢電子電器及資訊物品，及廢小型家電回收處理運作情形。

- 一、於公益財團法人日本臺灣交流協會拜會日本環境省廢棄物和再生利用對策部門官員，及拜會環境與都市研究所(Ex Research Institute Ltd.)，瞭解日本廢大型家電及廢小型家電回收法令規範、回收策略執行成效、電子廢棄物回收推動細節、目前面臨關鍵課題及相關法制配套措施。
- 二、參觀第 26 屆新環保展(N-EXPO 2017)，蒐集國際間最新廢電子電器及資訊物品處理設備、破碎及粉碎設備、衍生物分選設備等資訊。
- 三、參訪超循環系統公司(Hyper Cycle System Corporation, Hc-s)，考察家用電子廢棄物資源回收再利用及污染防治(治)技術，蒐集其後續再利用管道及市場狀況。
- 四、考察利泰姆公司(Re-Tem Corporation, Re-Tem)及東映公司(Toci)，考察廢小型家電及電子廢棄物破碎、分選技術及回收再利用情形，並瞭解其與政府及家電販賣業者合作回收廢小型家電之運作模式。
- 五、參訪松下環境技術關東株式會社(Panasonic Eco Technology Center Co., PETEC)之廢棄物自動處理設備，瞭解其處理廢家電之自動搬運拆解設備、大型混合切碎機加快處理速度、近紅外線分選塑膠技術、獨自進出貨管理系統等。

參、考察行程

本次考察期間自 106 年 5 月 21 日起至 106 年 5 月 27 日止，共計 7 天，考察內容主要分為拜訪政府部門及研究機構瞭解日本廢四機管理及流向追蹤模式、蒐集廢小型家電回收政策、參觀第 26 屆新環保展(N-EXPO) 蒐集最新處理分選設備及再利用技術、考察回收處理再利用公司處理流程及技術設備等，細部規劃詳如下表(表 3-1)：

表 3-1 日本參訪行程表

日期	地點	參訪行程	
5/21 (日)	臺北→日本	▶ 啟程，出發至日本。	
5/22 (一)	東京	上午	拜訪國際電子廢棄物研究單位環境與都市研究所(Ex Research)，瞭解日本國內電子廢棄物管理推動細節、廢小型家電回收策略推動現況及目前面臨關鍵課題。
		下午	於日本臺灣交流協會拜會日本環境省廢棄物和回收對策部門官員，瞭解日本廢大型家電及廢小型家電回收法規、回收政策及執行成效、回收流向及相關法制配套措施。
5/23 (二)	東京、 千葉縣	上午	參觀第 26 屆新環保展(N-Expo 2017)，此為日本最大規模環保展，為蒐集最新廢電子電器及資訊物品再利用高值化技術、衍生物分選技術及再利用資訊。
		下午	參訪三菱集團旗下廢家電處理廠超循環系統公司(HC-s)，主要考察廢大型家電資源回收再利用及污染防制(治)技術。
5/24 (三)	東京	參訪利泰姆公司(Re-Tem)東京工廠，考察廢小型家電及電子廢棄物破碎及分選技術。該公司為日本國內最具規模之廢棄物再資源化公司之一，設東京及水戶工廠，東京工廠為初步破碎及分選，水戶工廠做更細部粉碎及分選再送到不同材質廠精煉。	
5/25 (四)	愛知縣	上午 半田港工場	參訪東映公司(Toei)，考察廢小型家電及廢電子電器回收處理之破碎、分選及資源再利用情形，並瞭解其從事一般及事業廢棄物收集清運、中間處理流再商品化工場
		下午 再商品化工場	
5/26 (五)	兵庫縣	參訪環境技術關東株式會社(PETEC)之廢棄物自動處理作業，考察其處理家電產品之全自動拆解設備、大型混合切碎機加快處理速度、紅外線分選塑膠技術、獨自進出貨管理系統等。	
5/27 (六)	日本→臺北	▶ 返程，搭機返回臺北。	

肆、考察過程

一、拜會日本環境省及公益財團法人日本臺灣交流協會

本次由公益財團法人日本臺灣交流協會提供會議場所並協助本署人員拜會日本環境省官員，會中針對日本廢大型家電及廢小型家電管理政策進行交流，環境省係由廢棄物及回收對策部人員出席，該部主要負責廢棄物管理及回收政策推動及研究工作，本次與會人員包含副部長工籐俊佑、室長輔佐長谷修以及主查加地淳志，此外，交流協會貿易經濟部副長角田徑子亦協助本次會議之進行。

● 大型家電回收

日本廢電子電器產品回收管理，於 1998 年頒佈「特定家庭用機器再商品化法（家電回收法）」，並自 2001 年 4 月正式實施，規定家用電器製造商與進口商針對特定家電產品應有回收與實施再商品化（意指處理再利用）之義務，產品項目包括電冰箱、電視機、洗衣機及冷氣機等 4 類，此法亦規範零售業者必須負起回收之責任，協助民眾於汰舊換新機時之舊機回收，及回收過去所賣出之商品，並將廢家電送到指定收集場所集中回收，最後再送到回收處理廠處理，回收流程架構圖如圖 1-1。

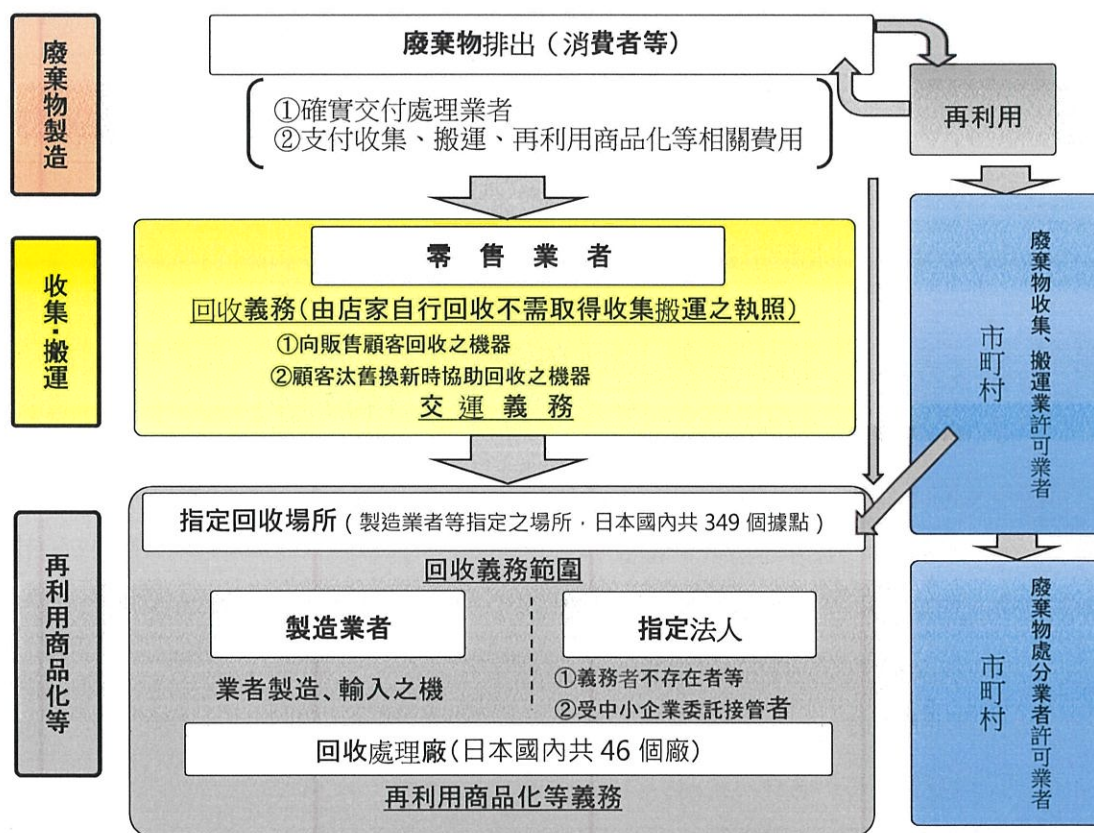


圖 1-1 日本廢家電回收流程架構圖

日本廢大型家電產品回收過程中各角色應有的責任及義務說明如下：

(一) 製造及進口業者：

製造及進口業者應負回收廢家電產品之義務，設置廢家電指定收集貯存場所，並回收本身製造或進口之家電產品。

(二) 零售商：

收集所販售之廢家電產品或是同樣類型之廢家電產品，並將收集後的廢家電產品轉運至製造或進口業者，如果無法得知其相關製造或進口業者時，零售商必須將廢家電產品轉移至指定法人團體組織。

(三) 縣市政府：

將收集的廢家電產品轉運至製造商或經指定法人團體組織，也可自行將廢家電產品處理再利用。

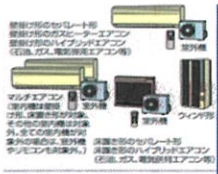


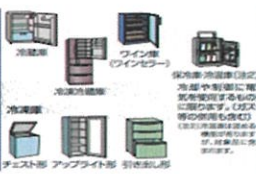
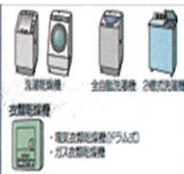
(四) 指定法人：

當產品製造或進口業者因倒閉或其他等因素，致使廢棄產品無法妥善處理再利用時，指定法人團體將負責這些產品之處理再利用責任，較小規模的製造商亦可委託指定法人代為執行產品之處理再利用工作。

(五) 消費者：

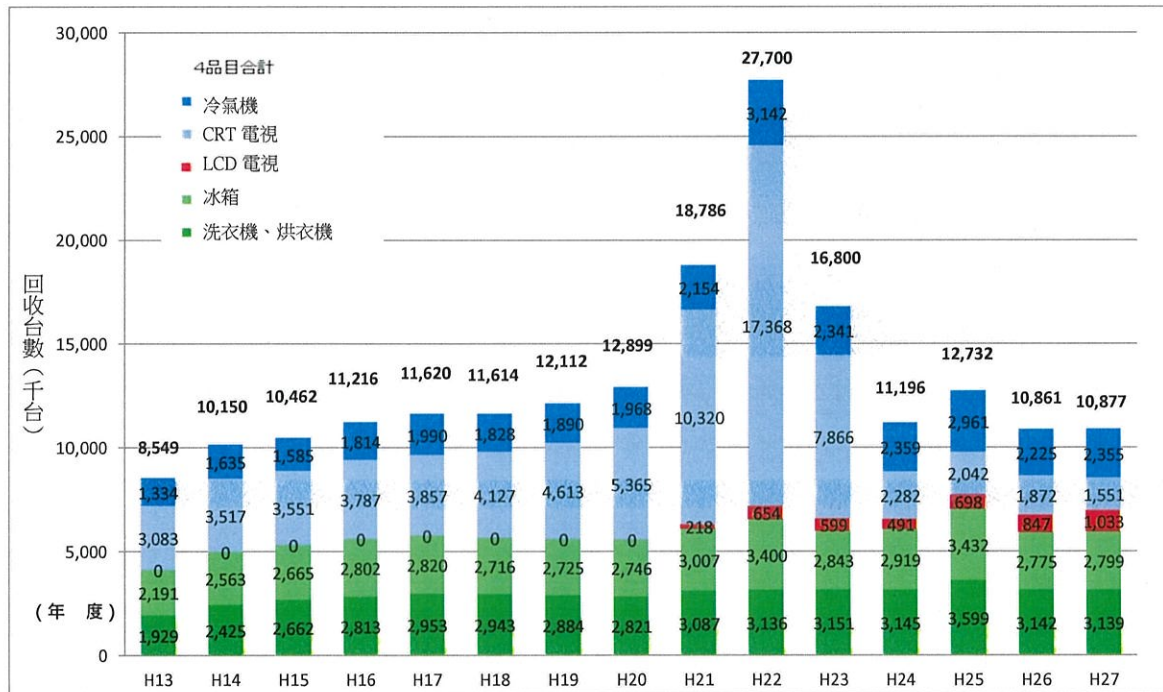
消費者有義務進行廢家電產品回收之合作，並妥善將廢家電產品送交到零售商以確保回收，並需支付廢家電收集、循環再生等費用。消費者於回收廢家電時支付之廢家電回收處理費用如表 1-1 所示。

表 1-1 日本廢大型家電回收費用及再商品化基準

品項	冷氣機	電視機		電冰箱		洗衣機
圖示						
回收處理費	1,404 日圓	15 吋以下	16 吋以上	170 公升以下	171 公升以上	2,484 日圓
		1,836 日圓	2,916 日圓	3,672 日圓	4,644 日圓	
再商品化基準 (2015 年)	80%	CRT	LCD	70%		82%
		55%	74%			

資料來源：日本環境省提供及本研究整理。

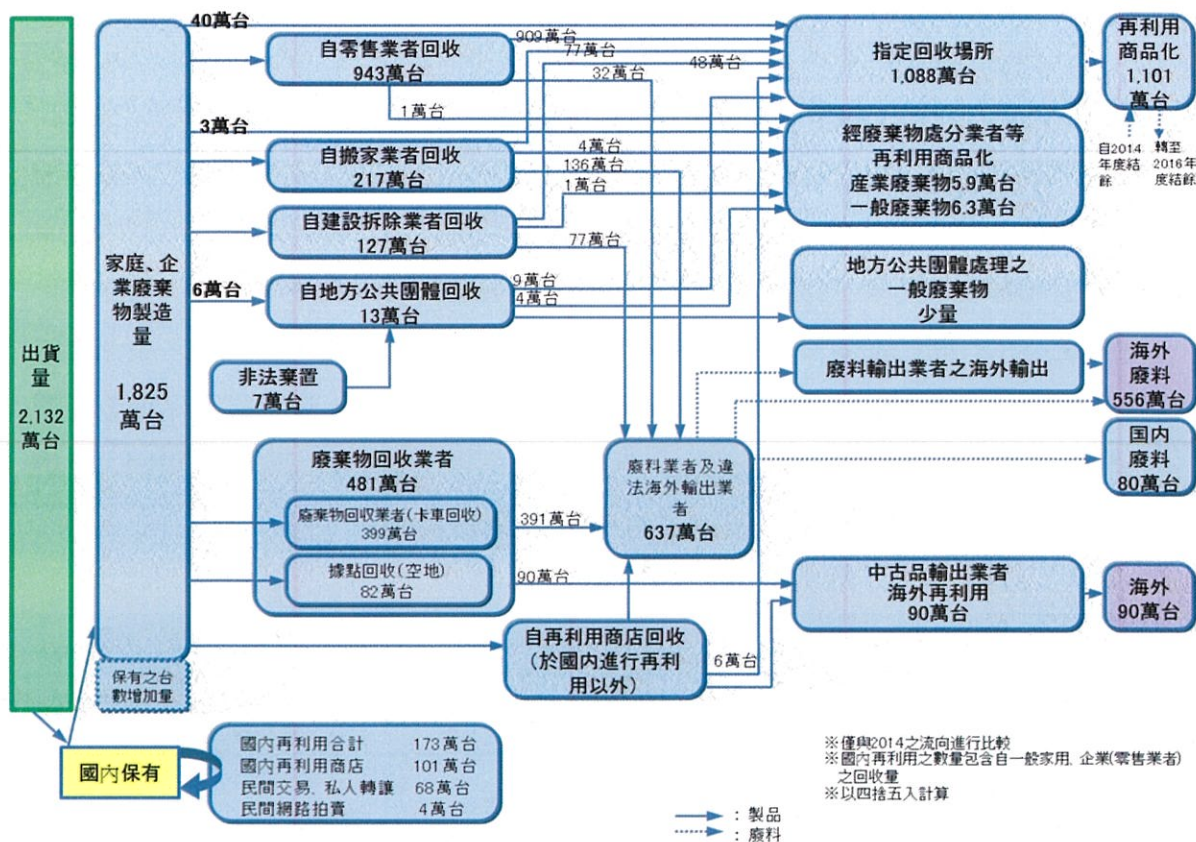
根據統計,2016 年 7 月共有 349 個指定回收場所據點,回收處理廠共有 46 家,截至 2015 年底共回收 1 億 9,000 萬台以上廢大型家電,2015 年當年回收計 1,088 萬台,各品項歷年回收數量詳如圖 1-2,再商品化率(係指回收再利用比率)目前均超過既定之目標(如表 1-1 所示),廢冷氣機比率達 93%、廢陰極射線管(CRT)電視達 73%、廢液晶(LCD)電視 89%、廢冰箱為 82%、廢洗衣機 90%(計算方式以總處理重量為分母,可銷售之產出物總重為分子)。



備註：H27(平成 27 年)為西元 2015 年；資料來源：一般財團法人家電製品協會。

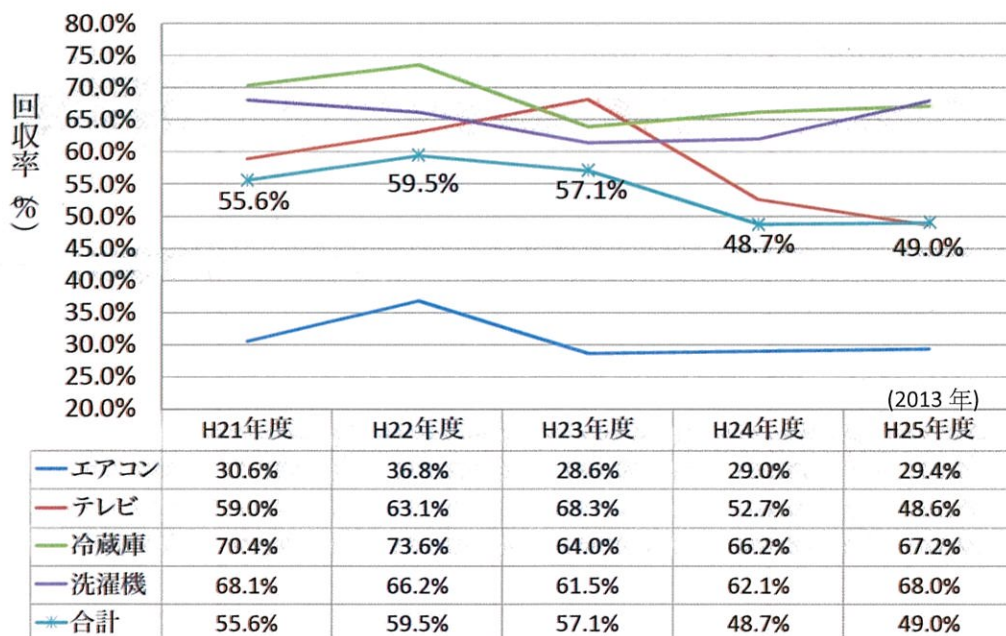
圖 1-2 日本廢大型家電歷年回收數量

此外,日本環境省為瞭解廢家電之回收流向委託相關單位研究調查,調查數據中除回收體系處理量、產業及一般廢棄物處理量與地方團體處理量等有實際申報數據外,其餘數值皆採用問卷調查而來,圖 1-3 為日本 2015 年廢家電流向推估結果圖,年度推估出貨量約 2,132 萬公噸,家庭及事業推估廢棄量約 1,825 萬公噸,經指定回收場所及廢棄物處理業者回收再利用處理之數量約 1,101 萬台,回收率約 51%,環境省表示回收成效仍有提昇的空間,其中非法棄置及非法輸出海外約有 563 萬台占出貨量的 26%,目前重點將以杜絕海外非法輸出及國內非法棄置處理著手,並以 2013 年回收率(49%)作為計算基準(圖 1-4 為 1999 年~2013 年回收率),期望 2018 年回收率應達 56%,為達成此目標,將透過對民眾宣導教育,輔導其將廢大型家電交給合法業者,並舉辦地方稽查訓練,加強地方單位現場查核的能力。



資料來源：日本環境省提供。

圖 1-3 日本 2015 年度廢大型家電流向推估結果圖

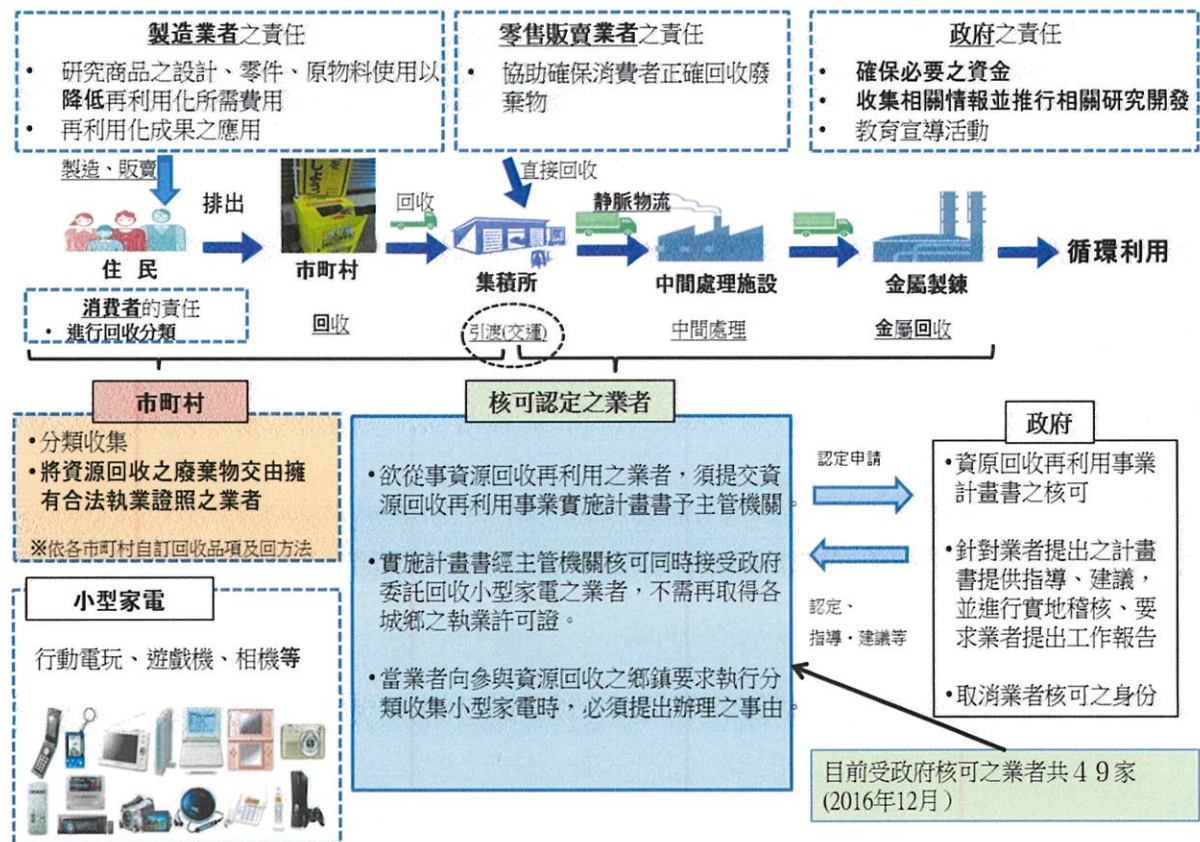


資料來源：日本環境省提供。

圖 1-4 日本廢大型家電回收率

● 小型家電回收

日本小型家電回收政策部分，法令於 2013 年 4 月實施「使用後小型電子機器等再資源化促進法(小型家電回收法)」，此法令推動目的係為確保資源留在國內，並進行廢棄物減量及有害物質之管理。本政策與大型家電回收法不同，其並非強制性規範，因此製造商、販賣業者及市町村可以自行決定參與與否，市町村回收品項因地方政府而各不相同；對於製造業者則規定於設計或使用材料、零件時，應考量採用有助於降低資源化成本之方式，並盡量使用回收再利用後之產品；中央政府責任在於確保必要資金、資訊收集、研究開發推動、教育與廣宣實施(圖 1-5 為日本廢小型家電回收概要圖)，目前日本列管之廢小型家電包含電腦及手機在內共有 96 項，下表為日本廢小家電列管品項(表 1-2)。



資料來源：日本環境省提供。

圖 1-5 日本小型家電回收概要

表 1-2 日本廢小型家電列管品項

品項	品項	品項	品項	品項	品項
筆記型電腦	CD 播放器	鍵盤	電子體溫計	衛星電視數位調節器	汽車音響
手機	MD 播放器	可攜式電燈	電子計算機	BS/CS 衛星電視天線	桌上電磁爐
桌上型電腦	IC 記錄器	遊戲控制器	汽車診斷器	衛星電視天線	電子血壓器
數位相機	ETC	電磁爐	投影機	車用音響擴大器	DVD 播放器
掌上遊戲機	VICS 單元	家用吸塵器	工業用電扇	汽車 CD 播放器	音響設備
錄影機	耳機	傳真機	汽車調節器	車內 DVD 播放器	電動刮鬍刀
投影機	相機	照片印表機	掌上遊戲機	有線電視機上盒	電鋸
PHS 手機	廣播器	廣播接受器	車內彩色電視	電燈照明設備	電吉他
錄音機	插頭	電動牙刷	家用磁療設備	藍光錄放播放器	咖啡機
音箱	助聽器	AC 接受器	車內導航裝置	電子空氣清淨機	家用燈療設備
電子辭典	吹風機	電話裝置	電動攪拌器	數位聲音播放器	家用醫療設備
電子琴	遙控器	高科技玩具	車內用廣播器	地面數字調節器	電熨斗
時鐘	吸塵器	錄影記錄器	家用按摩椅	螢幕顯示器(電腦用)	車用喇吧
空氣清淨機	印表機	微波爐	電燈泡	數位播放器(HDD)	電鑽
除濕機	洗碗機	烤麵包機	熱板	攜帶型掌上遊戲機	其他電動工具
電毯	電風扇	電熱水器	電動縫紉機	家用垃圾掩埋裝置	電鍋

資料來源：日本環境省提供。

廢小型家電回收法為自主參與型式之制度，市町村和設備商等無需承擔回收再利用義務，消費者則被要求應負起分類回收廢舊小型電子產品責任，惟民眾回收時無需購買回收票，只要把廢棄小家電送到指定地點投遞即可，市町村回收分類後將這些廢物品送交合作之認定事業者，而各市町村有各自指定之回收品項及回收方式；從事小型家電資源再利用之業者，須提出資源回收再利用事業計畫書予中央主管機關，實施計畫書經主管機關核可成為認定之事業者，並接受政府委託回收廢棄小型家電時，無需再取得地方許可，而認定之事業者與市町村或販賣業者共同合作建立回收模式，設置回收點及放置小型家電回收箱，並對市民進行宣傳等，圖 1-6 為與市町村合作之回收方式案例；另與販賣業合作部分，販賣業者於消費者購入新家電時提供舊品回收或委託宅急便回收，並同時宣導回收政策，這類回收方式須仰賴認定業者與販賣業、配送業、搬運業者等不同型態之事業體建立良好合作關係，表 1-3 為認定事業者之合作案例。認定事業者也會在其辦事處、工廠設立回收據點，當地居民可連同小型家電、廢紙等特定回收項目進行回收，並導入集點制度促進回收等創意作法讓地區關係更加緊密，圖 1-7 日本廢小型家電回收途徑。



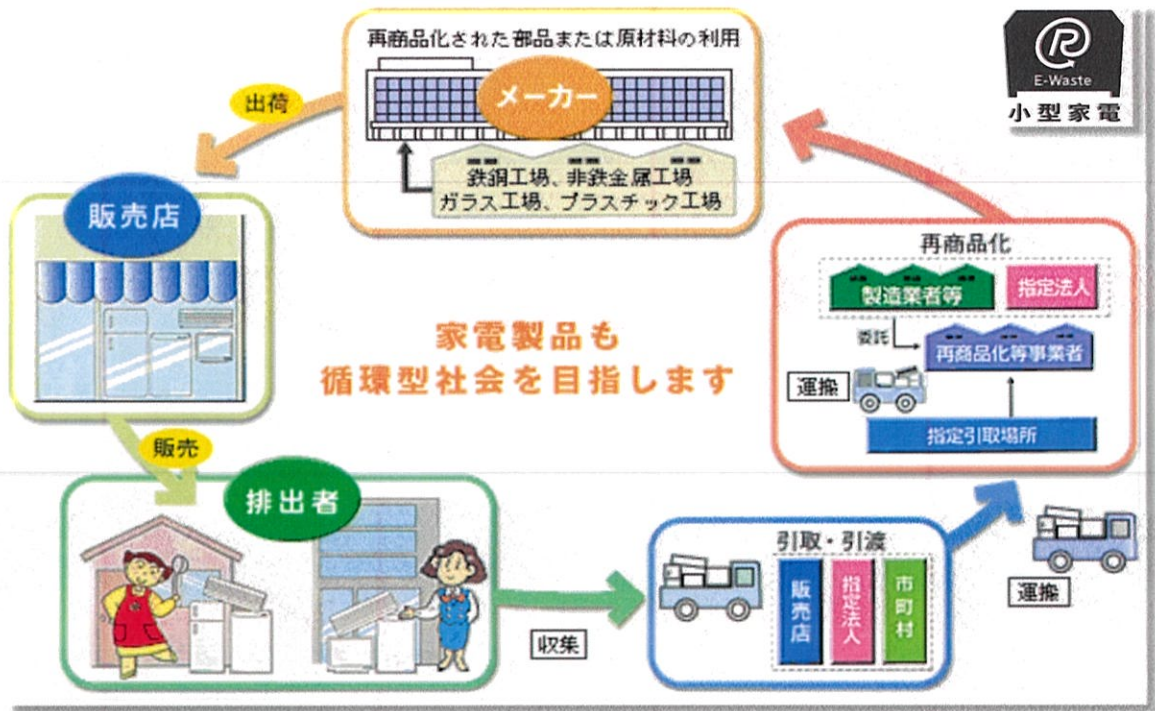
資料來源：日本環境省提供。

圖 1-6 廢小型家電與市町村合作回收方式之案例

表 1-3 認定事業者與販賣業、物流業合作案例

回收方式	門市回收	逆向回收服務	宅配
實施方式	當消費者在門市消費時，零售商可於門市中回收廢小家電	當零售商將產品送至消費者家中時，可同時回收廢小家電	結合郵政或其他民間物流公司，民眾上網登錄後到府回收
圖例	<p>消費者 小売業者 認定事業者</p> <p>消費者は対象機器を小売業者に持ち帰る。部品の店舗では公共交通機関での持ち込み、屋外の店舗では自転車等での持ち込みが設定される。</p>	<p>消費者 小売業者 認定事業者</p> <p>消費者は対象機器を小売業者へ運送する。</p>	<p>消費者 市町村担当者または市町村から依頼を受けた業者</p> <p>連絡 引取</p> <p>大栄環境株式会社</p>

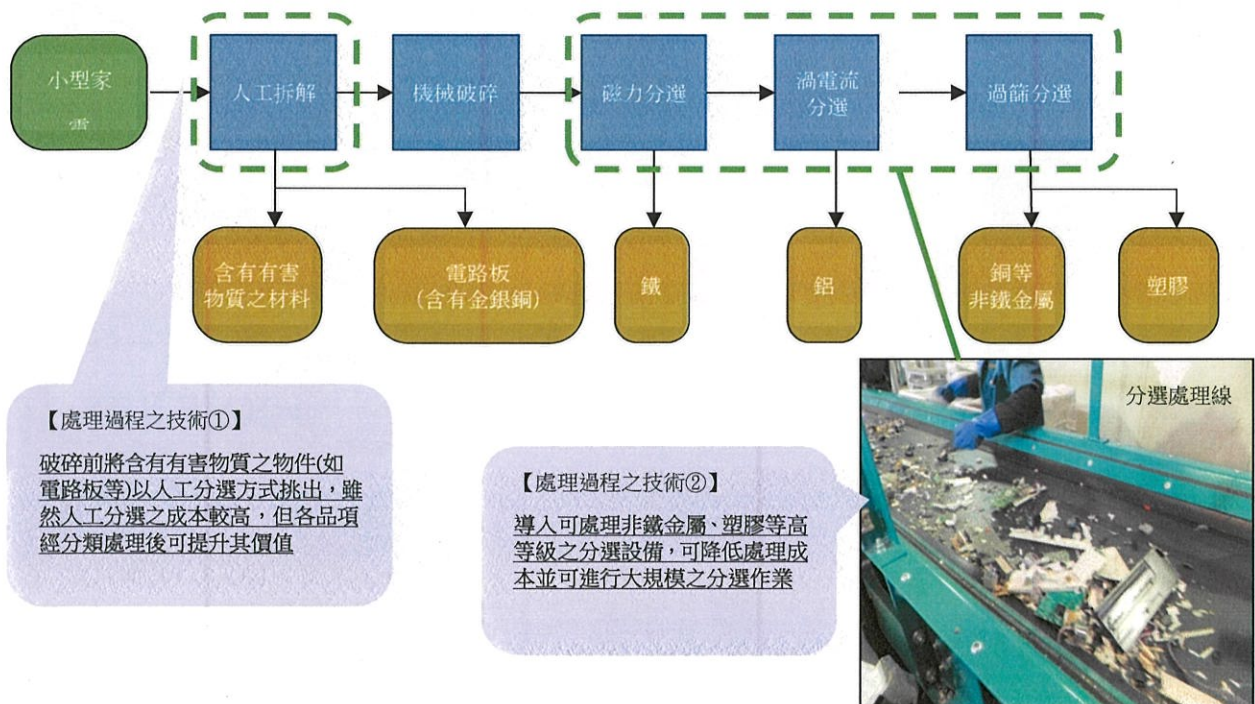
資料來源：日本環境省提供。



資料來源：日本環境省提供。

圖 1-7 日本廢小型家電回收途徑

認定事業者自各單位回收之小型家電以人工拆解方式，將含有害物質、含金銀銅等之電路板、馬達等材料挑出再以機械破碎，待機械破碎後，含有較細小顆粒之金屬、塑膠粒，再送上分選處理線以磁力選別出鐵製相關回收物、以渦電流分選出鋁製相關回收物、過篩可選出銅、塑膠等回收物。各業者依其分選設備及小型家電以外之回收品項不同，有不同的小型家電回收循環程序，且針對不同的處理技術，破碎前以人工分選出之含有金屬之材料（電路板等）、非鐵金屬、塑膠等物質可導入高等級之分選設備進行處理再利用，圖 1-8 為廢小型家電處理流程。政府並無給予相關處理補貼等費用，業者收入係來自於販售處理後之產品，而回收廢小型家電過程係依自由市場機制運作，故業者各項廢物品之價金均不同，業者必須自負盈虧。

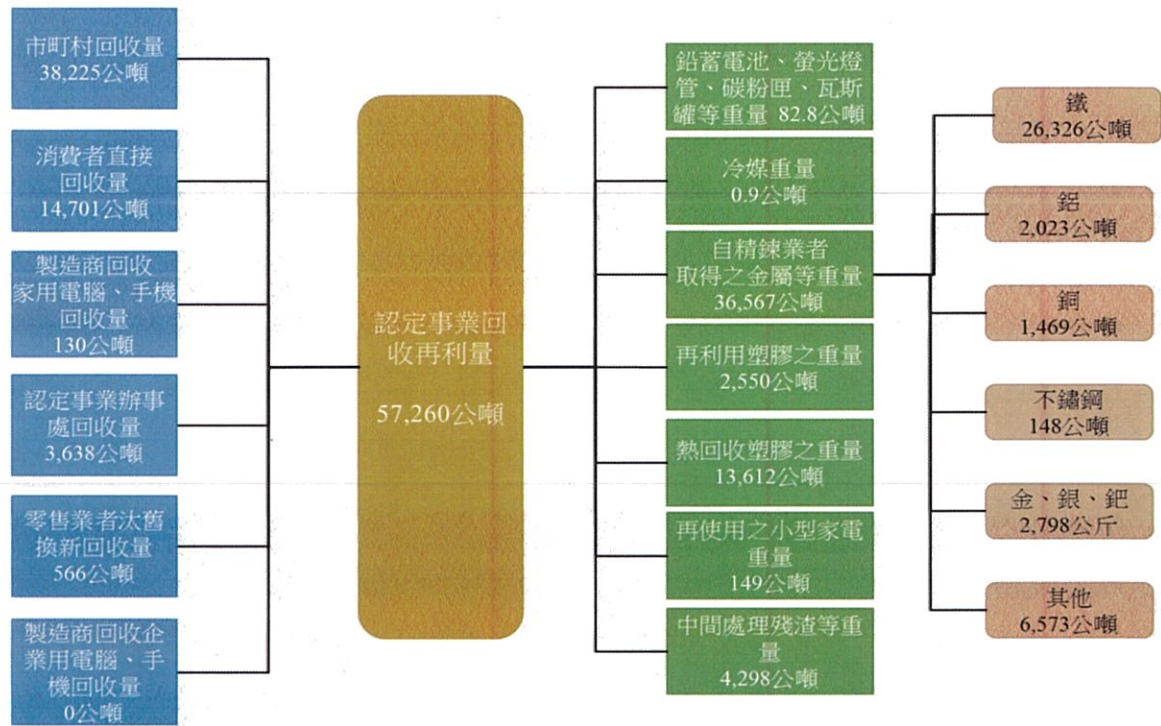


資料來源。日本環境省提供。

圖 1-8 廢小型家電處理流程

目前日本境內小型家電處理業者有 49 家（統計至 2016 年 12 月），由中央政府核可為認定事業者，目前回收作業推動情形，2015 年已有 1,219 行政區配合，正研擬實施方向部分有 108 行政區，合計約 76% 行政區加入廢小型家電回收工作，涵蓋人口數約 91.9%。據統計，2015 年日本廢小型家電回收量約 6.6 萬公噸中，其中將近 70% 由地方政府回收，30% 則從認定事業者而來，每人每年平均回收量約 0.432kg，其回收率推估約為 10.3%（營業量係以 2012 至立法之推估量 650,539 公噸），並未達原先設定 2015 年要達成 14 萬公噸（每人每年平均回收量 1 公斤）之目標，目前已將此目標達成年延後至 2018 年。

2015 年整體回收再利用狀況詳如圖 1-9，廢小型家電回收處理後可再提煉之金屬約 63%，最多為鐵約 45%，其次為鋁約 3.5%，其中亦含少量貴金屬及稀有金屬。因此，日本政府配合 2020 年將舉辦之東京奧運活動，規劃從回收廢小型家電之資源回收物中，預計打造奧運獎牌共 5,000 枚，日本政府希望透過認定事業者建構完善之回收管理制度，並結合家電量販店、宅配業者、搬家公司、中古回收業者等協助民眾回收，透過東京奧運之舉辦加強回收宣傳工作。



資料來源：日本環境省提供。

圖 1-9 2015 年廢小家電回收回收再利用狀況

以下(圖 1-10)為本次於公益財團法人日本臺灣交流協會拜會日本環境省官員之合影。

圖 1-10 與日本環境省官員及公益財團法人日本臺灣交流協會副長之合影



二、拜會環境與都市研究所

環境與都市研究所(Ex Research Institute Ltd.)成立於 1971 年，是以城市及社區規劃與環境兩大主軸為研究主體之機構，因日本現今社會人口減少，出生率下降，加上資源不足全球暖化的環境問題，該研究機構配合國家建構可持續發展的社會之目標，將研究領域延伸至區域振興、城市規劃及環境與發展等三方面。其對於日本國內廢大型家電與廢小型家電回收處理政策之研究有長足的經驗，本次拜訪主要瞭解該研究機構協助廢大型家電與廢小型家電回收策略執行成果。此外，該研究機構對於環境研究主題中有關國際資源循環利用部分，近年取得隸屬於日本外務省的獨立行政法人國際協力機構 (Japan International Cooperation Agency, JICA) 委託之研究專案，協助馬來西亞建構廢電子電機產品之回收處理工作。

本次拜訪由該單位主任研究員菊原淳也及杉本聰，針對日本廢小型家電及大型家電處理政策及回收成果進行討論，廢小型家電每年廢棄量推估約有 65.1 萬公噸，一直以來多採用掩埋處理方式，由於日本大部分資源仰賴進口且金屬價格居高不下，顯示資源取得之重要性外，因該國廢棄物最終處置場可用容量持續減少等種種因素，日本政府開始對於這些未被回收即掩埋的廢小型家電，以及其所含的鋁、稀有金屬、貴金屬等資源之關注，故自 2013 年 4 月起廢小型家電開始有專法「使用後小型電子機器等再資源化促進法 (使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律)」(簡稱小型家電回收法) 進行管理，惟該法規並非強制要求各都道府縣需全數配合回收，而是由各區域自行決定配合與否，回收項目及回收方式亦由地方政府決定，該政策當時之目標是在 2015 年可以達成全國回收 14 萬公噸的目標，這個計算基準是以每個日本國民每年每人回收 1 公斤來計算。目前全國共有 49 家廢小型家電處理廠進行小型家電回收處理工作，處理執照統一由中央政府核發。

廢小型家電 2015 年回收量僅有 6.6 萬噸，不到原訂目標之一半 (2015 年目標應達 14 萬公噸)。其在執行過程中遭遇了一些問題，首先是回收政策方面，因為廢小型家電品項係包含筆記型電腦、手機及個人電腦，惟日本於 2004 年已建立 PC 3R 回收組織 (PC 3R Promotion Association) 回收電腦及手機類產品，故廢小型家電回收政策實施後，同一品項有兩種回收方式，造成管理上問題。第二由於回收品

項由地方自行決定，倘民眾認知不足情形下，可能會將該區域未回收之品項丟出來，造成後端處理業者之困擾。而廢小型家電處理後之廢塑膠去化管道不甚暢通，處理廠僅靠其中之廢金屬元件部分獲得利潤，因此，此部分之回收處理成本及效益相較於廢大型家電來得低，表 2-1 為日本廢小型家電各單位之回收成果。

表 2-1 日本廢小型家電回收成果

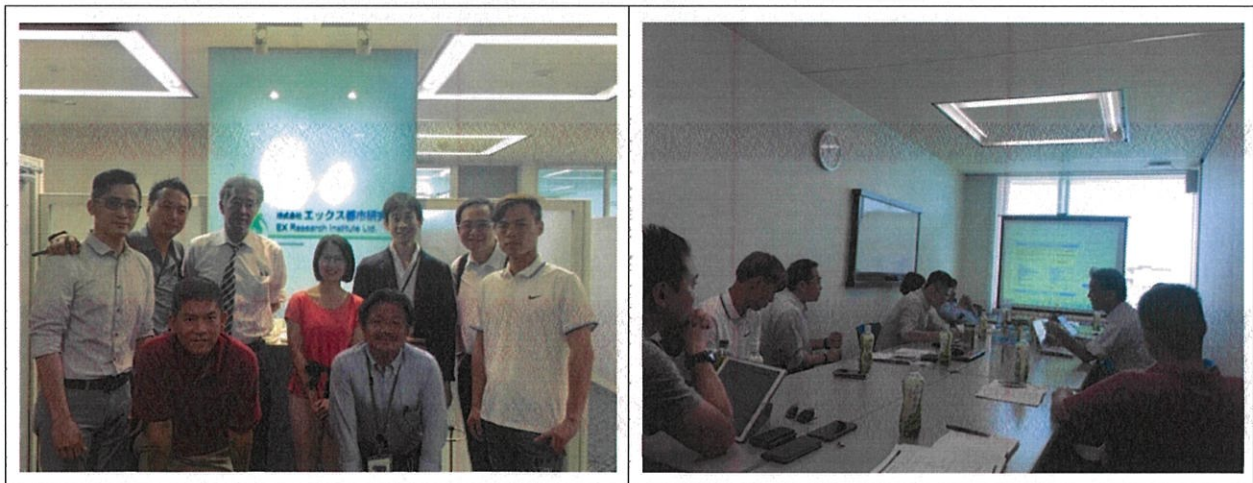
(單位：公噸)

	2013 年	2014 年	2015 年	備註
地方政府回收量	20,507	38,546	47,942	來自各城鄉回收之據點或認定事業者向其他處理業者接收之回收量
認定事業者直接回收量	3,464	11,945	19,036	認定事業者設立之據點(工廠、分公司等)直接回收及販賣業店面回收或配送時回收及宅急便等回收量
合計	23,971	50,491	66,978	
<參考：其他回收量>				
個人電腦 (PC3R 促進協會)	5,990	5,588	3,604	出處：一般社団法人パソコン 3R 促進協会
手機(MRN)	1,083	1,024	896	出處：モバイル・リサイクル・ネットワーク (MRN)，回收範圍含本体、電池、充電器。
電腦相關機器 (RITEA)	7,953	8,528	10,619	出處：一般社団法人 情報機器リユース・リサイクル協会 (RITEA)

資料來源。日本環境省提供。

以下（如圖 2-1）照片為拜會環境與都市研究所人員及現場討論過程之合影。

圖 2-1 拜會環境與都市研究所人員之合影



三、參觀日本第 26 屆新環保展 N-EXPO 2017

新環保展是由日報商務株式會社主辦，協辦單位共有 12 個，其中臺灣對外貿易發展協會(TAITR)亦包含在內，贊助單位有回收組織、研究單位及公協會等，展覽地點在東京國際展示場(如圖 3-1、圖 3-2)，2015 年計 17 萬人次參加，本次為第 26 屆展覽，估計約有 15.8 萬人次參觀，參展公司共計 645 家，展位計 2267 個，共分為 6 個展區，其中以廢棄物及資源回收最大，約占 50%之展示空間，可見資源回收及廢棄物處理是當前之重點議題。

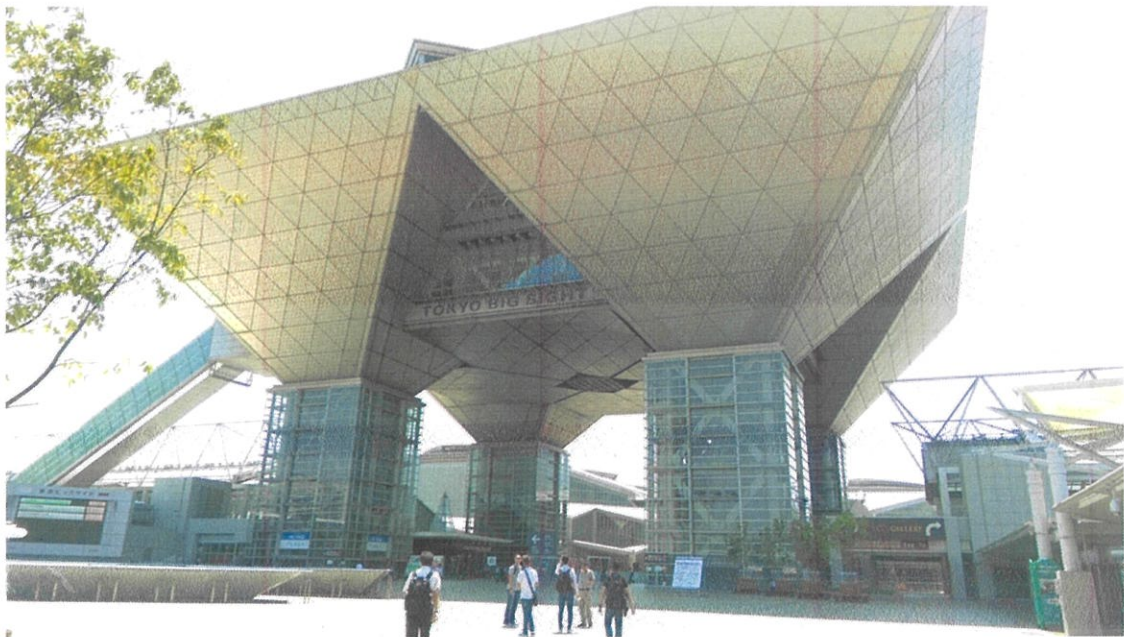


圖 3-1 東京國際展示場外照片



圖 3-2 東京國際展示場場內照片

本次資源回收展區之主要設備為破碎及分選設備，破碎設備中其新型之直立式破碎機，為結合橫流混壓機跟剪切式破碎機之產品，過程中可避免破碎產生易燃情形，同時可產出粒徑較為均勻之物料；分選設備中除了磁選及渦電流等設備外，塑膠分選亦為本次展示主軸之一。惟現場所見之破碎設備中，日本當地製造之設備主要還是以常見之磁選、渦電流及比重篩選等設備為主，僅有大王製紙公司展示近紅外線分選機(NIR)及光學分選設備(XRF)，圖 3-2 為該公司之分選設備。



圖 3-2 大王公司分選設備資料

其他國家業者展示分選設備較為特殊，其中包含我國廢電子電器處理廠未使用之設備，如是風選、近紅外線分選機(NIR)及光學分選設備(XRF)，其中近紅外線設備部分，目前歐洲已研發出可以篩選黑色塑膠的 NIR 分選設備，本次亦有展出如圖 3。

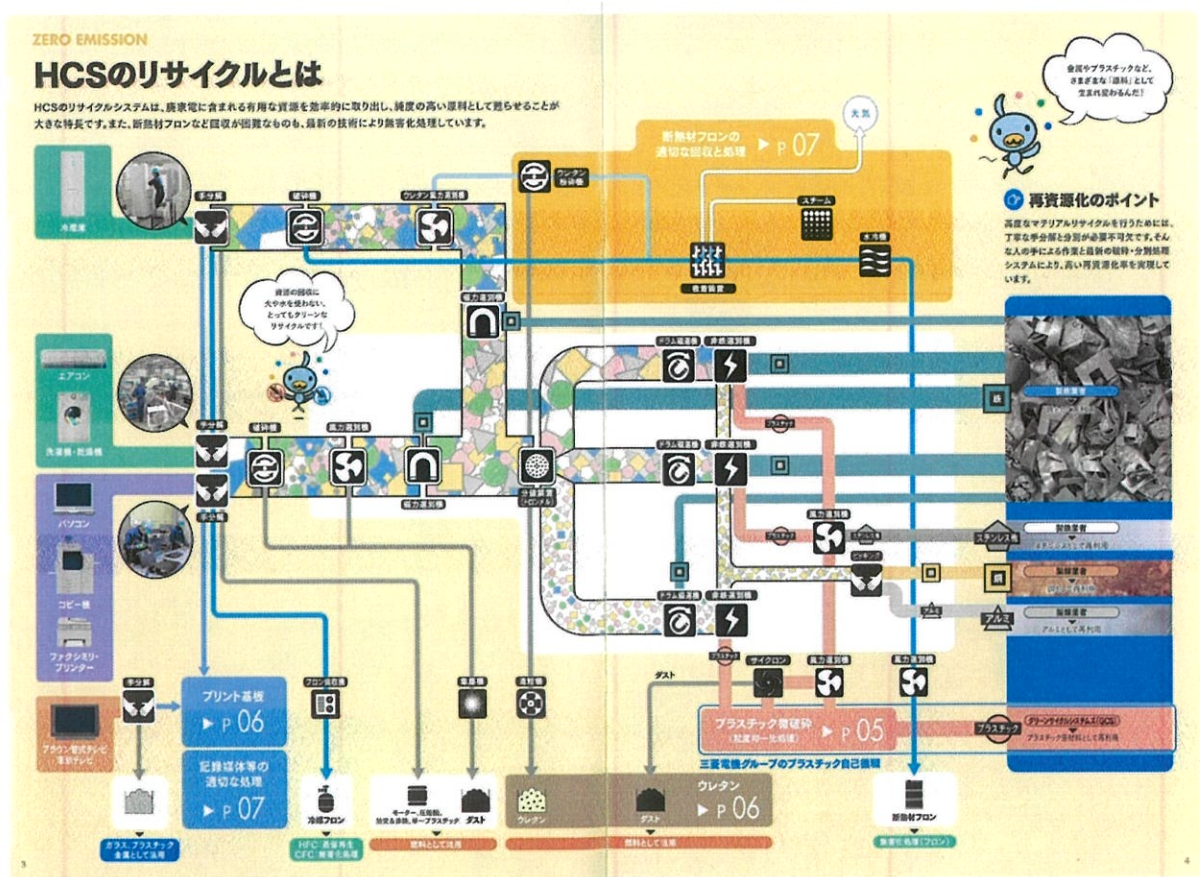


圖 3-3 Stenter 及 Ryohshin 公司分選設備資料

四、參訪超循環系統公司廢家電處理廠（千葉縣）

超循環系統公司（Hyper Cycle System Corporation, Hc-s）是三菱集團旗下處理廠，本廠於 1998 年設立，1999 年開始運轉，2008 年才設立液晶螢幕處理線。屬於回收體系 B（B 組多為新設處理廠組成，以三菱公司為首）之 1 家回收處理廠，回收體系 B 共有 18 家處理廠，其中 2 家與回收體系 A（由原既有處理廠組成，以日立公司為首）共用，其餘 16 間均為新設立之處理廠。該集團有 2 家處理廠，另一間為以作塑膠回收之 Green Cycle System Corporation（GC-S）之處理廠。

該廠未進行廢電視之處理，僅處理廢冷氣機、廢洗衣機與廢電冰箱，該廠處理後之塑膠混合物會送交 GC-S 進行後續處理，不過，廠內會先將比較單純之塑膠元件，以人工分類後統一破碎後，直接交給後端產品元件之供應商，再製成新品元件交給三菱電子公司使用，此一拆解過程之經驗亦會回饋於三菱電子公司作為產品設計修正之參考，圖 4-1 為超循環系統公司回收處理流程圖。



資料來源：超循環系統公司

圖 4-1 為超循環系統公司回收處理流程圖

由於日本回收處理係由業者自主回收管理，不像我國處理廠內有稽核認證駐廠人員，因此，其廢物品之管理主要採用廢物品上之條碼進行管控，從民眾回收時購買之回收票卷，其上面已有編號及條碼，故廢物品於進廠時，即直接讀取條碼來確認後續流程如圖 4-2，業者亦憑此資料來確認處理量，故廠內可看見條碼讀取設備，另外產出物料之資訊亦會進入系統記錄。



圖 4-2 處理廠進出廠管控條碼讀取

該處理廠廠房為三層樓結構，屬立體型處理廠，破碎機放置於 1 樓，2、3 樓屬進行人工拆解等作業區，其回收處理流程與我國程序大同小異，均會先經過人工拆解、破碎、分選等程序，但其人工拆解會將已知品項之塑膠分別收集，以方便這類塑膠回去新品製程使用，且該廠使用不少自動化搬運設備，減少人力的使用。針對冰箱之泡綿部分，係以加熱壓製為輔助燃料 (RDF)，銷售予需要之業者；錐管玻璃部分則以付費方式提供給鉛冶煉單位處理；部分塑膠於人工分類回收會交給三菱家電重新使用，目前三菱公司的電器產品中，冷氣室內機之風扇葉片、冰箱盛水盤及洗衣機之塑膠元件，都有採用回收塑膠製成，該公司將廢棄物高值化研發變成有價物值，以下(圖 4-2)為參訪現場照片：

圖 4-2 超循環系統公司現場參訪照片



處理前貯存情形



處理後廢料貯存情形



廢洗衣機回收處理線



廢冷氣機處理線



自動化搬運設備



自動化搬運設備



冷媒回収設備



冷媒回収設備



廢冰箱內塑膠物件再回收程序



廢冰箱內塑膠物件再回收程序



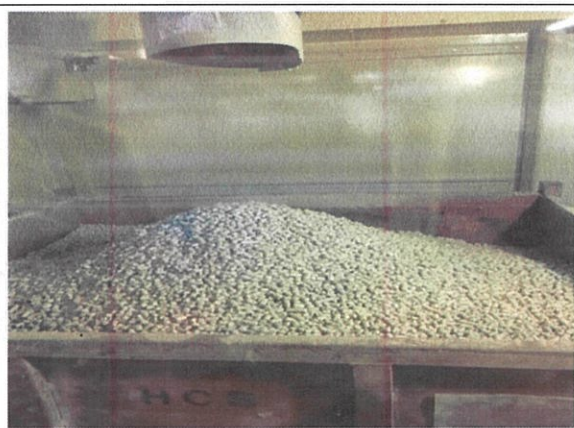
廢塑膠可回收再製元件



廢塑膠可回收再製元件



廢冷氣機風扇回收



廢泡棉 PUR 製成輔助燃料 RDF(高值化)



R-22 不沾塗層研發(高值化)



烘

衣機充填物回收(高值化)



廢小型家電回收區



廢小型家電回收區

以下(圖 4-3)為本次參訪超循環系統公司代表取締役社長林英伸及三菱電機株式會社企畫經理藤崎克己之合影及現場參訪照片。

圖 4-3 於超循環系統公司之合影

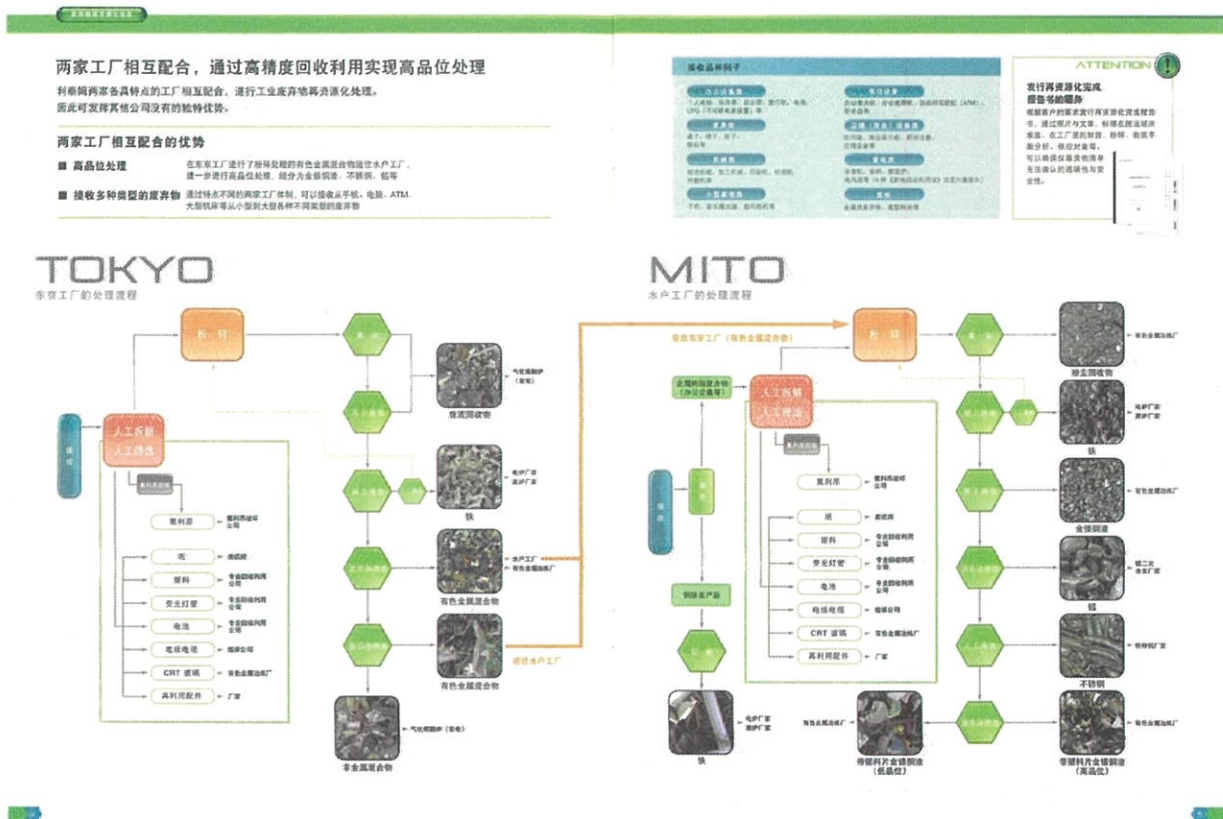


五、參訪利泰姆公司（東京工廠）廢小型家電處理廠

該公司已有 100 年歷史，一開始設立主要處理日立電器公司的事業廢棄物，該廠在 2005 年建立，主要處理廢小型家電，設計處理量為 864 噸／日，現行處理量為 432 噸／日，該公司有水戶工廠與東京工廠（表 5-1），合計處理廢小型家電量每年約 1 公萬噸，東京工廠主要回收鐵，其他破碎處理後的物料送交水戶工廠進行細部分選，本公司轉移重心增加家戶廢棄物處理，係因為 80 年代日本工廠大量外移，導致僅依賴工業廢棄物處理會無法生存。圖 5-1 為整體處理流程圖。

表 5-1 利泰姆公司二間分工廠概況

	工廠名稱	地點	佔地	功能性	設備能力	人員
1	東京工廠	城南島	1600 坪	粗碎廠	864 噸/24Hr	30 人
2	水戶工廠	茨城縣	8860 坪	細分廠	37.8 噸/24Hr	70 人



資料來源：利泰姆公司提供。

圖 5-1 利泰姆公司整體回收處理流程

該廠與政府及家電販賣業者合作收取廢小型家電，其模式有三種，一為參與政府招標，招標對合約期限各地區不同，從 3 個月到 1 年都有，採用價格標，價高者得標。二是與回收量較少的地方政府合作，此方案不會採招標方式，以提案並收取處理費模式，只要處理費用低於焚化處理的成本即可，由於不需要定期招標，因此有較長期的合作機會，目前有 10~20 個區域採用此種合作方式。第三種則是與販賣業者合作，協助其處理回收後之廢小型家電，販賣業者願意付費給該公司處理之原因為企業社會責任及回收給民眾折價卷作為集客之用。目前該公司所回收之廢小型家電來源，從地方政府及販賣業者之數量比例約 1：1。該廠 2015 年占全日本廢小型家電處理量約 15%(1 萬噸/6.6 萬噸)。

TOKYO

东京工厂的处理流程

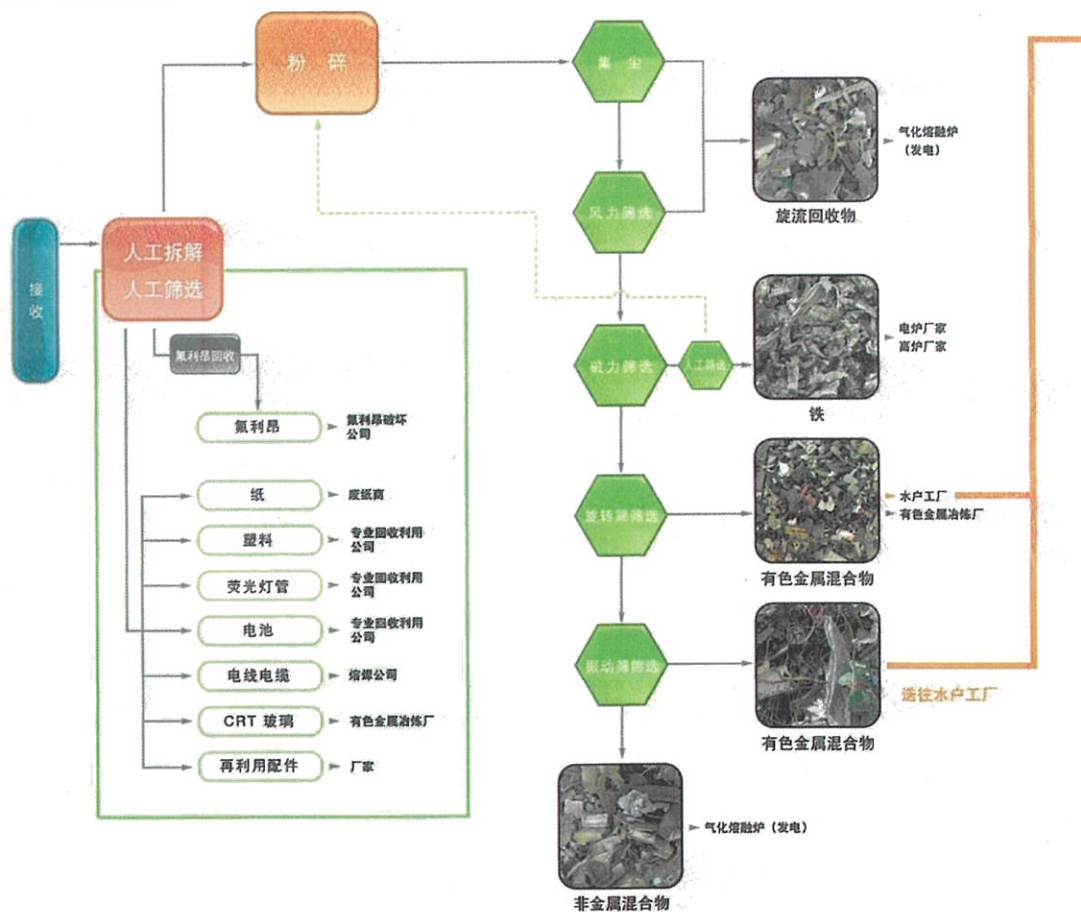


圖 5-2 利泰姆公司東京工廠回收處理流程

廢小型家電進廠後進行初步人工拆解及篩選，再進行粉碎，利用磁選、風選、震動篩選等分類方式進行選別作業（處理流程詳圖 5-2），各品項於東京工廠處理

完後，將有色金屬混合物成品送往水戶工廠，再進行細分成金、銀、銅渣、鋁及不鏽鋼等資源物直接變賣，貴金屬則再送至各類精煉廠精煉，塑膠部分則變賣作為燃料。處理過程中產生之廢棄物或水戶工廠無法處理之廢物品(例如:日光燈管、電池、CRT 等)係再另行委託合格處理機構處理或變賣。

該廠處理廢小型家電會產出 37.5%之廢鐵，12.5%之非鐵金屬，以及 50%之廢塑膠及其他物質，廢鐵及非鐵金屬是該廠主要回收之物料，先前曾經使用近紅外線分選設備進行塑膠分選，因原物料價格下降後，就不再進行塑膠分選，而將塑膠提供其他公司作為燃料使用，但整體而言廢小型家電處理並不符合經濟效益。

以下(圖 5-3)為參訪照片：

圖 5-3 利泰姆公司現場參訪照片





廢小家電處理區及處理後物料貯存區



廢小家電處理區



集塵設備(設備因近海，維修成本極高，參觀當日，該設備維修中，但生產線未停工)

以下(圖 5-4)為本次參訪利泰姆公司部長浦出陽子及組長黃錚之合影及現場討論照片：

圖 5-4 與利泰姆公司人員合影及討論過程



六、參訪東映公司廢小型家電及大型家電處理廠（愛知縣）

該公司包含一般廢棄物清除業務，大型家電、小型家電處理及塑膠回收等業務，共有 11 區分廠，分別執行不同的清除處理業務，本次係參訪該公司位於愛知縣處理小家電之半田港工場及位於常滑市之廢家電再商品化工場，下圖為該公司各分工場位置圖（圖 6-1）。



資料來源：東映公司提供。

圖 6-1 東映公司各分工場位置圖

當日上午首先參觀位於愛知縣半田市之工場，其回收之範圍包含愛知縣及名古屋等地區，該廠負責小型家電處理及容器分類打包工作，各區所送交之廢小家電亦不盡相同，因廢小型家電並無相關之貯存處理規範，故現場廢棄物堆置混雜，亦有露天拆解情形（圖 6-2）。

該廠每月處理 400 公噸之廢小型家電，主要採用破碎處理，並透過磁選及渦電流將鐵及非鐵金屬回收，之後再採用震動篩選將塑膠及輕質物分離，塑膠部分並無特別分選處理，後續係交由其他處理機構進行分選，而輕質物中有許多金屬及主機板碎片，該廠表示此類物質為廠內價格最高之產物。

圖 6-2 半田工場之現場照片



位於常滑市之工場為廢家電之處理廠，惟目前僅處理廢電視機，主要因為轄內已有一家處理洗衣機、電冰箱及冷氣機之工廠，所以當時回收體系 A 僅與常滑工場簽訂回收廢電視機之契約，惟該廠仍有同時回收廢小型家電及其他 3 項廢家電，回收後再轉交其他處理廠。

進入本廠之廢電視同樣貼有回收票卷，作為繳費與否及補貼費領取檢核依據，廢 CRT 電視採自動定位裁切設備分離面板及錐管玻璃，減少作業人工。而液晶 (LCD) 電視機則於抽氣櫃中拆解，以避免冷陰極燈管破裂，造成危害環境。

為使廢塑膠物料可以重新進入新品製造，人工拆解程序時將電視機前後蓋分別拆解存放，再經過破碎後交由製造業原料之供應商進行再生成新產品所需要之物料。以下 (圖 6-3) 為參訪照片：

圖 6-3 常滑工場之現場照片



廢 CRT 電視自動切割台



廢 LCD 電視拆解 CCFL 燈管拆解抽氣櫃



廢 LCD 電視塑膠背蓋破碎流程



廢 LCD 電視拆解後之面板玻璃



回收進廠處理之廢 CRT 電視



廢物品貯存區

以下（圖 6-4）為於東映公司之留影、與該公司代表取締役會長今津昭合影及現場討論照片。

圖 6-4 於東映公司之留影及現場討論照片



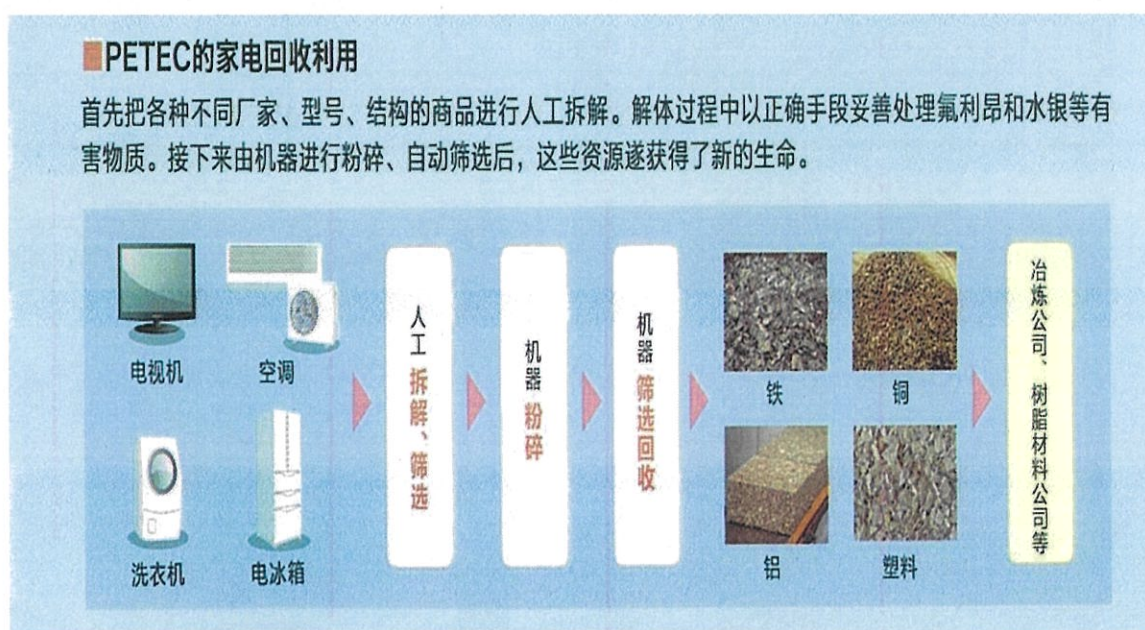
七、參訪松下環境技術關東株式會社廢家電處理廠（兵庫縣）

該公司由 2001 年 4 月成立，由日本松下集團出資成立，現有 150 名員工，年處理量在 70~100 萬台間，2009 年新增液晶電視及烘乾機處理線（表 7-1 為處理線狀況）。該公司另一處理廠位在東京附近之茨城縣，其廠係 2005 年成立，松下集團占股 50%，員工人數 100 人，年處理量 60 萬台，自動化比率較兵庫縣之工廠高，由處理人員及處理量來看，以自動化設備有助於減少人力支出。

表 7-1 松下環境技術關東株式會社處理線狀況

處理線別	人數	日均台數(台/天)	備註
電冰箱舊線（一般冷媒）	13 人	500	二軸破碎機
電冰箱新線（環保冷媒）		800	豎型破碎機
冷氣機處理線	25 人	750	
LCD TV 處理線	8 人	185	
洗衣機處理線	14 人	920	

該公司廢大型家電處理程序，為先進行人工拆解之前處理將冷媒、含汞等有害物質取出後，後續由機器設備進行粉碎、自動篩選，分選出銅、鐵、鋁、塑膠等資源物質，後續再販賣給再利用單位。下圖為該公司廢家電回收處理流程（圖 7-1）。



資料來源：松下環境技術關東株式會社提供。

圖 7-1 廢家電回收處理流程

該廠處理廢電冰箱於進廠時，由人工結合系統判斷該型號使用之冷媒種類，目前已建立 5,000 種商品所使用之冷媒種類，協助作業人員判斷，人員會於機身上貼上條碼及不同種類，隨後將使用環戊烷者與其他種類冷媒分開，之後進入不同形式的破碎機中破碎，環戊烷冷媒不收集直接排放，其他種類冷媒則採回收或焚化處理。

該廠自行開發許多設備，包含輸送設備及廢家電搬運設備，以及各種便於拆解工具，另外 CRT 映像管自動切割設備、塑膠三分選設備及 CRT 玻璃磋磨機都是目前我國國內處理廠未曾使用之機具設備，破碎系統構造也採用直立式旋轉破碎，兼具橫流混壓機及剪切式破碎機的優點。前述塑膠三分選設備為該公司新開發之技術，該流程在通過近紅外線同時篩選並回收 PP、PS、ABS 等 3 類塑膠，其回收純度高達 99% 以上，此一技術的成功開發使回收樹脂得到更廣泛的再利用。示意圖如下（圖 7-2）：

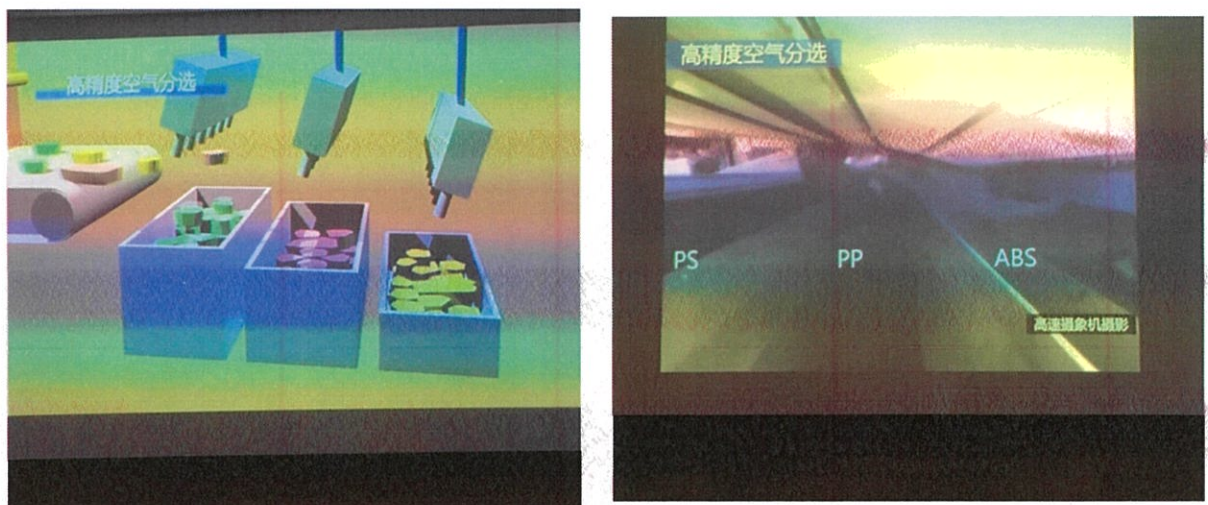
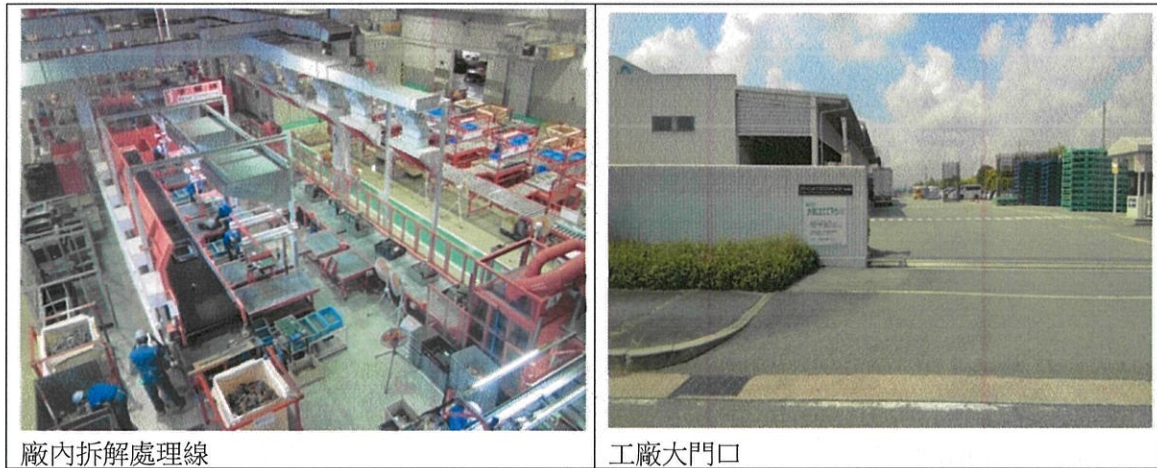


圖 7-2 塑膠三分選設備

以下（圖 7-3）為該處理廠內參觀照片(後端處理線不可拍照)：

圖 7-3 松下環境技術關東株式會社現場照片



以下（圖 7-4）為本次參訪松下環境技術關東株式會社製造擔當課長山內大及海外推進課主幹長濱直樹之合影及現場討論照片。

圖 7-4 與松下環境技術關東株式會社人員合影及現場討論照片



伍、考察心得

- (一) 本次日本參訪對象有 3 種類型之單位：政府單位（環境省廢棄物及回收對策部門）、資源回收研究單位（環境與都市研究所）及廢大型家電與小型家電處理業者共 4 家。透過本次參訪行程，尤其對於廢小型家電政策法令之推動到實際回收運作情形，蒐集到許多相關回收執行上之資訊及遭遇問題，將可作為臺灣未來政策推動及管制上之參考。
- (二) 日本廢大型家電回收體系係由製造業者主導，並負擔主要回收處理責任，政府係訂定回收目標，編列經費進行政策研究及宣導推廣，其回收處理費係由民眾於報廢時購買回收票卷支付費用，臺灣則是從產品之製造及輸入業者端即課徵回收清除處理費。日本 2015 年大型家電推估銷售量約 2,132 萬台，回收量 1,088 萬台，回收率約 51%，雖稍低於臺灣之 60%，惟日本再商品化率（回收再利用比率）超過 80~90%，其中冷氣機高達 93% 以上，可見其後續再利用產業之發達；由於民眾直接付費回收之作法，使得日本存在非法棄置及交付非法業者處理等問題，目前為提升回收率（2018 年目標回收率應達 56%），積極杜絕境外及國內之非法處理，期有效提升回收成效。
- (三) 廢小型家電回收政策為非強制性法規，由地方政府決定參與意願，並自行指定回收方式及品項，惟目前回收成效不佳，僅有 6.5 萬公噸／年（回收目標 14 萬公噸／年），回收率約為 10%，因廢小家電處理後物料之回收價格不佳，尤其是塑膠部分不易再利用，多只作為輔助燃料之用途，因此，處理廠回收效益不高，故處理意願也偏低。
- (四) 參訪業者處理過程中發現，日本廢大型家電處理設備流程與我國差異不大，除了松下環境技術關東株式會社(PETEC)較多自動化設備外，其餘處理廠之設備較無特殊之處，惟日本製造業者係與處理業者結合，部分廢塑膠材料可再回到新品製程重新使用，因此這類塑膠須於前期先以人工拆解進行細分類，故並非由自動設備分選而來。

(五) 日本廢大型家電或廢小型家電之回收流向調查及統計數據，大多採推估及問卷調查而來，資料並非精確數據，例如小型家電廢棄數量係採 2011 年推估調查數據來訂定回收目標；不過，在廢大型家電送交處理廠處理之管控上則十分確實，透過廢家電回收票卷之條碼，來追蹤物品流向並確認處理情形。

陸、建議

- (一) 依日本 2015 年處理廠及處理成效推估，每廠每年平均處理量約為 23 萬台，每月為 2 萬台，此與我國處理廠平均處理量相當，惟日本回收體系由製造業者組織建立，故可自行決定市場所需之處理廠家數，上下游結合，所以多數新產品零件都使用回收塑膠再製。因此，未來倘評估建立廢家電循環經濟之再製造環節時，如國內上游製造業者也可著手與下游處理業者合作，思考產品環境化設計及回收物料再生利用，以提升國內整體產業鏈之應用，惟在回收處理端亦需同步檢視處理廠之處理流程及認證規範等程序。
- (二) 日本廢大型家電之回收係由民眾付費購買回收票卷之管理模式，並以一機一號方式管理，有效掌握及瞭解每一台廢家電之回收途徑，而我國則於製造及輸入業者端課徵回收清除處理費，倘為有效管控廢物品之回收流向，建議未來可考量從上游之製造或輸入業者端，即結合電子標籤之管理，從產品出廠、販售、使用、廢棄、直到回收處理，將可完整管控產品之整個生命週期。
- (三) 日本廢小型家電回收政策公布實施前，經過兩年之試行期，用來蒐集回收資訊，並瞭解市町村及業者之配合意願，試執行後決定採用自願參與之回收模式，建議未來重大政策推動前亦可參考試辦方式，以蒐集完整資料。此外，由於廢小型家電之回收獲利遠低於廢大型家電，且塑膠分類困難，因此目前日本廢小型家電回收成果不佳，回收率約 10%，惟政府單位認為廢小型家電因涉及之製造業者及列管品項過大，仍不宜採用列管回收模式，依舊是延續業者自行參與方式，並與地方執行機關及販賣業者配合回收，並藉由宣傳活動呼籲市民協助回收工作。倘未來國內評估擴大回收項目時，可參考日本之推動經驗及成果，再檢視我國資源回收政策發展方向。
- (四) 另日本現有處理廠處理設備除磁選及渦電流等設備外，較為先進之塑膠分選設備多來自歐洲，本次僅有松下環境技術關東株式會社採用自行研

發之塑膠分選設備，故建議在環保設備及相關資訊蒐集仍應以歐洲地區為主要蒐集目標。