

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)

日本廢輪胎處理管道、技術及
再生料市場參訪計畫

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：吳隆成 環境技術師

藍素萍 環境技術師

派赴國家：日本

出國時間：106年11月26日至11月30日

報告日期：107年2月12日

摘要

為瞭解國外廢輪胎回收處理技術及再利用方式等情形，本次特赴日本考察其廢輪胎處理管道、處理技術、處理廠之污染防治技術與再生料市場，參訪對象包含日本回收處理業者及再利用研究單位。本次參訪摘要如下：

- 一、參訪「民生工業商業株式會社」，由日本廢車拆解業角度實地瞭解廢輪胎貯存及清運之情況，並蒐集日本廢棄物清除處理業之管理規範與運作方式。廢車經拆解後之輪胎，會依據品質分成出口及廢棄，出口之輪胎將由外國收購人員收購運送，另廢棄之輪胎則專區暫存後，由取得清除許可之廢棄物清除機構收受運送至中間處理機構或再利用機構處理。廢輪胎產生源需付費交給清除機構運送，且清除機構亦須申報流向，此機制係由民間自主運作，且清除費用則受油價波動影響而有微幅調整。
- 二、參訪「國分商會株式會社」，由日本廢輪胎回收與處理業者角度實地瞭解廢輪胎回收、處理及再利用狀況，並蒐集日本廢棄物中間處理業之運作管理機制與再利用相關管道。日本廢輪胎中間處理業，即為我國之廢輪胎破碎處理業，須取得縣府許可始能運作，且透過分級管理機制，作為展延等許可管理基準。廢輪胎破碎後之膠片，交由製紙業或鋼鐵業，其膠片交付對象數量等，除由業者自行接洽外，亦可透過日本輪胎循環利用協會(Japan Scrap Tire Recycle Association, JSRA)協助膠片數量協調分配，使膠片之供需順暢。JSRA亦針對青年進行研習及訓練，以培養下一代相關作業能力，使產業能永續發展。在破碎處理製程中，因日本膠片再利用機構可接受含鋼絲之膠片，故處理業無須分離鋼絲，且於破碎機注入大量水分，故現場並無衍生棉絮與粉塵。
- 三、參訪「日本製紙聯合會」，由日本再利用機構角度實地瞭解廢輪胎再利用之情形，並蒐集製紙業實際應用廢輪胎之相關經驗、機制與成果。日本製紙業因為受到日本政府補助更換新型鍋爐影響，且考量

石油、煤炭與廢輪胎膠片價格差異甚大，故使用廢輪胎膠片作為輔助燃料之一。其收受之膠片係含鋼絲，尺寸則以各廠進料口大小為依據，並以不含水分為佳，而膠片含膠量等品質因素並無特別影響。製紙業使用廢輪胎膠片做為輔助燃料，皆會依循國家法令進行污染防治措施，並以不超過排放標準為基礎，而燃燒後之底渣等衍生廢棄物，則依據再利用相關規範進行後續再利用，如道路鋪面或工程用料等。在使用廢輪胎作為輔助燃料的使用經驗上，鋼絲可能會增加鍋爐之維護成本，而舊型爐窯則須關注氯所引起之腐蝕問題。

- 四、參訪「坂本株式會社」，由日本廢輪胎破碎處理業者角度實地瞭解廢輪胎破碎方式及再利用狀況，並蒐集日本廢破碎方法與現場工安衛管理資訊。目前廢輪胎破碎處理許可申請或到期前，環保單位皆會進行現場審查，以確認其處理能力。破碎輪胎成為膠片製程可分為破碎與切斷兩種，破碎為製作成尺寸較小之膠片，切斷則為將廢輪胎切成較大之膠塊，此兩類係視再利用機構需求而供應。破碎製程不須分離鋼絲，且注入大量水分，故無粉塵與棉絮出現。此外，其破碎機採雙軸刀具，轉速較慢，此亦可能為破碎時不產生粉塵之原因。膠片再利用管道則以製紙業及鋼鐵業為主，水泥業占比較低，由於膠片需求穩定，故並無去化問題。破碎廠之工安衛管理，除依據政府基本法令外，亦透過 ISO 14001 及 ISO 18001 的方式進行自主管理，以維護員工與廠區之環境安全衛生水準。
- 五、本次參訪係以系統性的方式，對日本廢輪胎來源、蒐集、破碎處理與再利用進行參訪與交流，發現日本係由政府訂定基本規範後，由民間自主運作，達到廢輪胎完整去化再利用的成效。此外，日本政府亦透過相關法令與補助措施，鼓勵能源利用相關產業使用廢輪胎作為燃料。同時，日本之廢棄物處理業，亦透過分級管理機制，作為展延等許可管理基準之一。本次參訪日本廢輪胎回收、處理與再利用之經驗及成果，可作為我國強化回收處理及再利用能力之借鏡，進而提升我國廢輪胎回收處理體系之穩定性與成效。

目次

1. 壹、前言	1
2. 貳、考察目的	2
3. 參、考察行程	3
4. 肆、考察過程	4
一、參訪民生工業商事株式會社	4
二、考察國分商會株式會社本社	10
三、拜會日本製紙聯合會	18
四、坂本株式會社	24
5. 伍、考察心得及建議	29
6. 陸、參考文獻	31

圖目次

圖 4-1、廢棄物回收清除處理業現場入口告示牌範例	6
圖 4-2、民生工業商事株式會社告示牌設置狀況	6
圖 4-3、民生工業商事株式會社現場設施與貯存狀況	7
圖 4-4、與民生工業商事株式會社人員互動交流過程	9
圖 4-5、國分商會輪胎收受及處理流向	10
圖 4-6、國分商會廢輪胎現場貯存作業狀況	12
圖 4-7、國分商會大胎切斷過程	13
圖 4-8、國分商會廢輪胎貯存區及送料口	14
圖 4-9、國分商會第二工場場內製程	15
圖 4-10、優良廢棄物處理業、消防演練及廠區清掃作業等內容 .	16
圖 4-11、與國分商會人員進行交流討論	17
圖 4-12、製紙業廢輪胎使用量與熱量換算狀況圖	22
圖 4-13、拜會日本製紙聯合會	23
圖 4-14、坂本株式會社與母公司 Home Kern 之處理與再利用分工	24
圖 4-15、與坂本株式會社交流討論及廠區參訪	27
圖 4-16、坂本株式會社處理流程與膠片樣態	28

壹、前言

目前各國對於廢輪胎回收、貯存、處理及再利用之相關規範與技術皆屬相對成熟穩定，由於廢輪胎的熱值高，因此主要的處理與再利用方法係以破碎膠片(塊)或整胎進行能源利用，如作為水泥窯、製紙業及鋼鐵業之替代燃料；其次則以磨成極小顆粒之膠粉進行物質利用，如橡膠應用產品或橡膠瀝青等物質利用方式。

我國廢輪胎之處理及再利用方式中，約有 70%作為輔助燃料進行能源再利用、18%作為再生原料進行物質利用及 12%進行熱裂解，此應用比例大致與日本相似。而我國廢輪胎進入再利用機構前係先透過破碎處理產生膠片後，再交由再利用機構進行能源或物質再利用，因此破碎處理業者在廢輪胎回收處理體系中，占有重要角色，其破碎作業技術與污染防制能力亦受到關注。

由於我國在 105-106 年間輔助燃料再利用機構，因歲修或操作等問題而導致減燒或停爐，進而影響膠片去化情形，使廢輪胎發生囤積之情事。日本在推動廢輪胎再利用過程中，前破碎及整胎利用等兩種方式皆有使用，污染防制措施完整。同時，其廢輪胎回收處理體系係由民間自主運作且未發生去化管道受阻的情況，再利用率甚至高於輪胎報廢量，因此透過本次赴日本參訪廢輪胎破碎處理業及再利用機構之機會，瞭解日本廢輪胎之回收處理及再利用管道與相關政策，作為我國強化回收處理及再利用能力之借鏡，進而提升我國廢輪胎回收處理體系之穩定性與成效。

貳、考察目的

國內廢輪胎回收制度已建立且執行多年，然因回收、處理、再利用之技術與管道仍有提升空間，為能完整瞭解日本廢輪胎回收處理技術及其產品再利用之發展，以及日本廢輪胎回收再利用體系執行模式，故進行 5 天赴日考察行程，並以回收處理管道、處理技術、污染防制技術與再生料市場情形為主軸，參訪對象包含回收處理機構及替代能源再利用業者協會等，以瞭解當地回收處理體系運作之情況。

- 一、 參訪民生工業商事株式會社，由廢車拆解業的角度瞭解日本廢輪胎回收處理體系與現場貯存管理方式，作為我國未來強化相關政策時的參考。
- 二、 考察國分商會株式會社本社在廢輪胎回收、處理及再利用之經營狀況與發展，以瞭解日本廢輪胎處理方法與再利用市場實際情況及趨勢，作為未來我國廢輪胎處理與再利用作業之改善借鏡。
- 三、 拜會日本製紙聯合會（JPA），瞭解日本廢輪胎的使用現況與相關鼓勵使用政策，作為我國未來研訂相關推廣政策之參考。
- 四、 參訪坂本株式會社，瞭解日本廢輪胎處理方法、再利用現況及現場工安衛管理作業，以作為我國推動相關管理政策之參考。

叁、考察行程

本次考察期間自 106 年 11 月 26 日起至 106 年 11 月 30 日，為期 5 天，考察對象包含回收處理機構及替代能源再利用業者協會等，以瞭解當地回收處理體系運作之情況；並蒐集日本廢輪胎回收處理管道、處理技術、污染防制現況、相關法令規範與再生料市場情況等資訊，作為後續相關政策研訂之參考。行程如下表 3-1。

表 3-1、日本參訪行程表

日期		地點	參訪行程
11/26 (日)	上午	臺北→東京	啟程，出發抵達日本東京成田機場。
	下午	千葉縣 (佐倉市)	參訪「民生工業商業株式會社」瞭解廢車拆解場廢輪胎等拆解後零件貯存設施與方式，及廢輪胎拆解、貯存與交付管道流向，並瞭解有關日本廢棄物清除機構設立方式、規範及運作實務。
11/27 (一)		埼玉縣 (熊谷市)	考察「國分商會株式會社」瞭解廢輪胎貯存與破碎廠之運作，並蒐集日本廢輪胎回收及再利用管道與相關管理機制，及日本廢棄物清除與中間處理許可核發管理之相關規範。
11/28 (二)		東京都	拜會「日本製紙聯合會」瞭解推動廢輪胎做為能源再利用的相關背景與政策，及實施廢輪胎再利用的相關運作經驗與環境保護措施。
11/29 (三)		京都府 (京田辺市)	參訪「坂本株式會社」瞭解廢輪胎回收與再利用管道、破碎技術與現場工安衛管理等內容。
11/30 (四)		大阪→臺北	返程，搭機返回台北。

肆、考察過程

本次透過赴日參訪與拜會回收處理機構及替代能源再利用機構協會，以系統性的方法瞭解日本廢輪胎產生、回收方法、處理技術及再利用之發展，以及日本廢輪胎回收再利用體系運作模式，作為我國未來研訂回收、處理、再利用與國際市場推廣相關政策之參考。

一、參訪民生工業商事株式會社

本次參訪「民生工業商業株式會社」，係由廢車拆解業的角度瞭解廢輪胎貯存及清運之情況，並蒐集日本廢棄物清除處理業之管理規範與運作方式。該公司經營廢車拆解業已有 30 年經驗，為東京地區重要的回收業者。民生工業商業株式會社由陳聖群先生及林雪琴小姐共同與會交流，提供相關資訊與實務經驗。

(一) 廢車拆解業經營與廢棄物回收處理機構之許可

日本事業廢棄物係以「廢棄物管理與清除法」(「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」, Waste management and public cleansing law 或稱「廢棄物處理法」)為母法，並以廢棄物處理法施行令(「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令」)為施行細則，其中廢車拆解及廢輪胎回收處理機構皆受到該法及施行細則之管理，並以施行細則第 6 條「事業廢棄物之收集、清除、處理之基準」(産業廃棄物の収集、運搬、処分等の基準)相關規範為基本準則，其規範內容包括收集、清除、處理及許可展延等。

申請許可時，依據廢棄物處理法第 14 條及施行細則第 6 條進行，並由縣核發，其廢棄物清除或處理業基本許可期限為 5 年。許可期間屆滿前可申請展延，申請展延過程則會依據該機構之法令遵循狀況給予適當的展延期限(施行細則第 6-9 條回收清除業及第 6-11 條處理業)，說明如下：

- 第 6-9 條清除業：新設立者為 5 年；若被判定符合環境部條例規定的標準，具有執行各許可項目能力和成果優秀者為 7 年；其他狀況基本為 5 年(如採原許可期限或該清除項目有特別管理考

量)。

- 第 6-11 條處理業：新設立者為 5 年；若被判定符合環境部條例規定的標準，具有執行各許可項目能力和成果優秀者為 7 年；其他狀況基本為 5 年(如採原許可期限或該處理項目有特別管理考量)。

日本對於展延許可期限，設有鼓勵提升經營成效與環境管理能力之精神，此可作為我國對於回收處理業管理之參考。

(二) 拆解業相關管理文件

日本廢車拆解業於申請時，須提出拆解作業之「標準作業書」作為申請文件，其內容包括處理流程、場區配置圖、廢車貯存方法(需有明確的範圍與方法)、廢油及廢液收集與處理方法(包括廢油、廢液、燃料、冷卻液(水箱精)、鉛蓄電池、降雨前對策、回收機管理等)、油水分離裝置與管理、拆解衍生物貯存與處理(鉛蓄電池、廢輪胎、安全氣囊、有價物、其他等)、相關設施點檢作業(點檢計畫、緊急應變)、火災預防措施(危險物應變、高壓氣體安全管理、緊急通報體系、員工訓練)、拆解車體與相關物品之保管與清除方法，另設有聲明文字如「本標準作業書應備於辦公場所內，並使所有員工瞭解。

(三) 現場管理基準(適用於各項事業廢棄物)

事業廢棄物之現場管理基準包括下列重點：

- 正確貯存容器：貯存容器需能耐重且安全。
- 入口處安裝告示牌：須設置於容易看到的地方、每個物品或廢棄物貯存區亦需有告示牌。在一個容易看到的地方顯示必要信息的告示牌，其內容包括設施名稱、廢棄物名稱、管理者(事業及承辦/負責人)名稱、聯絡方式、貯存高度、貯存量、許可類別(清除或處理)、許可日期及許可證號等。如下圖 4-1(函館市環境部，事業廢棄物指南)及圖 4-2。

【揭示板の例】

60cm以上	施 設 の 名 称	産業廃棄物保管施設	地は白色で文字は黒色とする
	保管する産業廃棄物の名称※1	金属くず, 廃プラスチック類	特別管理産業廃棄物の場合は「特別管理産業廃棄物保管施設」と記載
	管 理 者 名	〇〇建設(株) 担当者 〇〇〇〇	
	連 絡 先	***(***)*****	屋外で容器を用いないとき記載
	高 さ の 上 限	金属くず 〇〇m, 廃プラスチック類 〇〇m	事業場内の運搬されるまでの保管を除く [(4) 参照]
	積替えのための保管上限※2	金属くず 〇〇〇m ³ , 廃プラスチック類 〇〇〇m ³	
	* 許 可 の 種 類	産業廃棄物〇〇業	産業廃棄物処理業者のみ記載
	* 許 可 の 年 月 日	平成〇〇年〇〇月〇〇日	
	* 許 可 番 号	第〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇号	

60cm以上

※1 保管する産業廃棄物に石棉含有産業廃棄物が含まれる場合は、その旨を表示してください。
 ※2 処分等のための保管の場所に係る揭示については、「処分等のための保管上限」としてください。

圖 4-1、廢棄物回收清除處理業現場入口告示牌範例



圖 4-2、民生工業商事株式會社告示牌設置狀況

- 必要的防止廢棄物逸散、流出、地下滲透及異味等措施。
- 為了防止公共水體和地下水的污染，若有汗水排放則須設置必要的排水槽等。
- 用不滲透材料覆蓋底部，並避免產生老鼠、蚊子、蒼蠅等害蟲。
- 不要超過工業廢棄物存放高度的上限（在室外存放時不要放在容器內）。
備註：上限係以貯存之幾何與荷重角度為基準，為有彈性方式。
- 不要超過貯存量的上限（基本為平均 7 日之出貨量）。
備註：貯存量依據場內產出與貯存狀況計算當時的貯存

量，較為浮動，亦相對合理。

- 存放含有石棉的工業垃圾時，勿與其他物品混合，如提供隔板。

參訪民生工業商事株式會社現場各項設施與貯存狀況過程如下圖

4-3：



圖 4-3、民生工業商事株式會社現場設施與貯存狀況

(四) 拆解業廢輪胎之流向與去化狀況

本次與民生工業商事株式會社人員交流討論有關廢車拆解後之輪胎流向與去化狀況，基本上拆解後的輪胎會依據品質分成出口及廢棄，品質狀況仍佳具有販賣價值者則採出口，由外國收購人員收購運送，流向大多至非洲或開發中國家。

品質狀況不佳之廢輪胎，則在有標示的專區暫存後，由取得清除許可之廢棄物清除機構收受運送至中間處理機構或再利用機構。該產出之廢輪

胎須付費予清除機構運送(即委託清除機構清除之意)，且清除機構亦須申報流向，此機制係民間自主進行，且運作良好，清除費用則受油價波動影響而有微幅調整(反應清除成本)。此外，本次亦詢問有關廢輪胎交易價格，但因為拆解業者係直接將廢輪胎交由清除業者，且較無直接面對再利用機構，因此僅能得知市場上廢輪胎交易價格係與油價有關係，若油價高時廢輪胎具有些微價值，油價低時則無價值。但總體而言，因日本國內廢輪胎產生與需求量穩定，故並無價格大幅波動的狀況發生。

另外較特別的是，日本對於廢車拆解後的安全氣囊與冷媒皆會特別管理，安全氣囊更須妥善包裝後登記編號，並交由專門機構回收。廢鉛蓄電池則由收購商收購後進行再利用，狀況佳較具價值之廢鉛蓄電池，則會依政府環保法令外銷至國外。

本次參訪民生工業商事株式會社係由廢車拆解業角度，透過廢車產生之廢輪胎去化與流向狀況，瞭解日本廢輪胎之其中一項產源途徑與市場狀況，同時亦瞭解日本廢棄物回收清除處理業之相關規範。基本上，日本廢輪胎之報廢量(供)與再利用需求量(需)係呈現供需相當(但有可能供略低於需)，因此無去化阻塞問題，另其廢輪胎回收清除處理體系係透過民間自主運作，與我國四合一機制較不相同。

另發現日本對於廢棄物現場貯存管理機制上，其貯存上限與貯存量係以浮動方式進行管理，同時在清除處理機構展延時，亦授權縣政府可依據法規遵循、經營管理、環境保護等管理成效狀況，給予優良者 7 年之許可。

本次參訪之交流討論過程可參考圖 4-4：



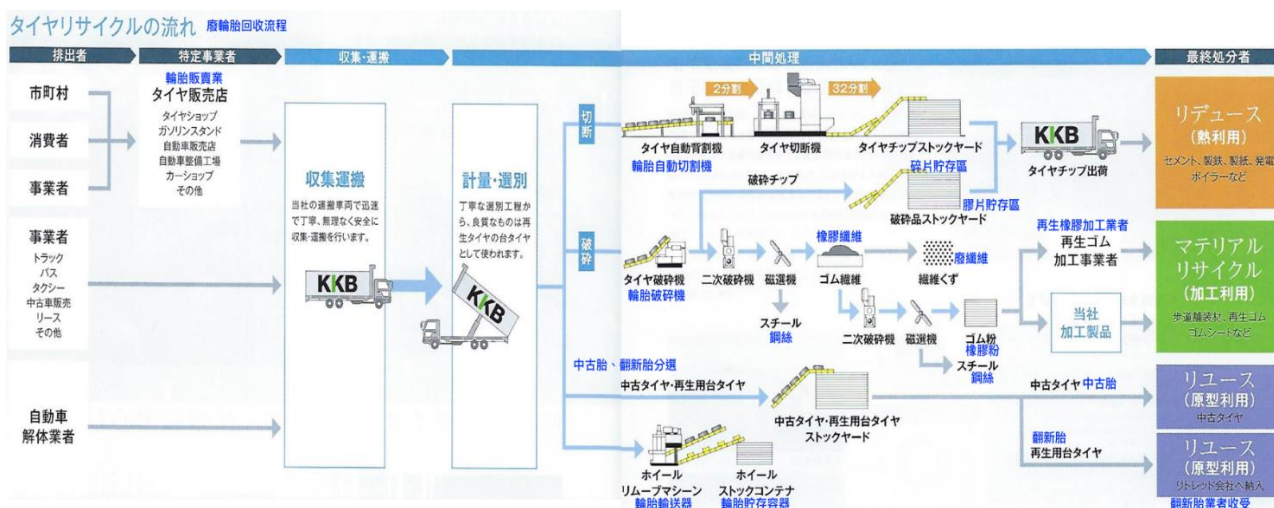
圖 4-4、與民生工業商事株式會社人員互動交流過程

二、考察國分商會株式會社本社

「國分商會株式會社」(以下簡稱國分商會)係日本關東地區之重要的廢輪胎清除與處理業者，成立迄今已近 40 年，分社有東北區及北海道等，亦規劃拓展大阪地區之業務，其膠片主要交由製紙業或鋼鐵業進行能源再利用。本次考察係由回收與處理業者角度瞭解日本在廢輪胎清除、處理及再利用之市場現況與發展趨勢，以作為未來我國廢輪胎處理與再利用作業之改善借鏡。國分商會由尾畷 基先生（執行役員）與會交流，協助與共同討論相關內容。

(一)廢輪胎回收清除與再利用體系

日本廢輪胎回收體系係民間自行運作，政府僅管理清除及處理業者之許可與環保措施等，並不介入清除或收購等市場條件之運作，國分商會的運作方式為目前日本廢輪胎回收清除處理的基本模式(收受模式如圖 4-5)。



資料來源：修改自國分商會

圖 4-5、國分商會輪胎收受及處理流向

廢輪胎主要產源為輪胎行、運輸公司(計程車、巴士、貨車等)，廢車拆解業次之，以下稱為產源機構。在付費方式上，產源機構須支付清除費給國分商會(清除機構之角色)，國分商會於收受後將廢輪胎依輪胎狀況進行分類，勘用且有價值者之流向為出口、翻新或原型利用，出口之主要對象為非洲或開發中國家，此類勘用有價值之輪胎，係依據實際狀況由國分商會向產源機構購買，但此狀況並不多。原型利用較多為緩衝材用途，如港口船舶緩衝或公園遊具等。國分商會除了自行清除外，亦有廢輪胎回收商將收受之廢輪胎，交由國分商會處理。清除費用主要為民眾換輪胎時支付給輪胎行，其費用區間依據輪胎尺寸大小與狀況而有差異，主要係介於200~1,000日圓/個(約台幣54~270元/個)。對於日本的廢輪胎回收體系而言，並不會因為卡車胎(我國俗稱大胎)及小客車胎(我國俗稱小胎)之橡膠組成而有特別區分，價格基準也都一樣。

國分商會收受後，除了出口者不進入處理製程外，其餘廢輪胎皆進入其處理製程(以處理機構身分進行)，以切斷或破碎方法切割成適當尺寸膠片後，再交由再利用機構進行能源再利用。破碎方法之產物，則分成膠片與膠粉，膠片進入能源再利用，膠粉則是進入物質再利用。

目前能源再利用市場狀況，係交給水泥業者再利用時，國分商會需支付費用；交給製紙業或鋼鐵業再利用時，則是再利用機構向國分購買膠片。而水泥業者收受之膠片尺寸，通常較大或整胎利用，製紙業及鋼鐵業則以較小尺寸膠片為主。若遇到市場變化時，將會調整其去化管道，如2016年製紙業膠片之需求量微幅下降，致增加交付予水泥業的數量，成本亦有上升。在去化管道受阻的印象上，目前國分商會(包含日本其他地區)並未遇到去化管道受阻的問題。

日本廢輪胎處理業有組成一個「日本回收輪胎協會(協同組合 日本タイヤリサイクル協会)」(Japan scrap tire recycle association, JSRA)，主要在協調廢輪胎的回收與處理相關事務，該協會亦會協助促進膠片進入製紙業或鋼鐵業，甚至會視處理能力媒合處理業與再利用機構，使膠片順

利再利用。該協會為了培育下一代的相關人才，目前亦針對青年會員成立青年分部，進行交流與相關研習討論行動。

(二)廢輪胎貯存與處理方法

國分商會廢輪胎處理方法係依據廢棄物處理法、施行細則及相關規範進行處理，對於勘用有價值輪胎會先行分選，並妥善貯存後進行後續銷售運送作業，而待投料廢輪胎則貯存於室內之待料區，貯存狀況如圖 4-6。

堪用胎為求穩定與空間極大化，故採用交錯貯存方法，另對於室內、外貯存廢輪胎則需貯存於一定高度以下，此高度視穩固牆體高度而有不同，大約為 4 公尺以下。

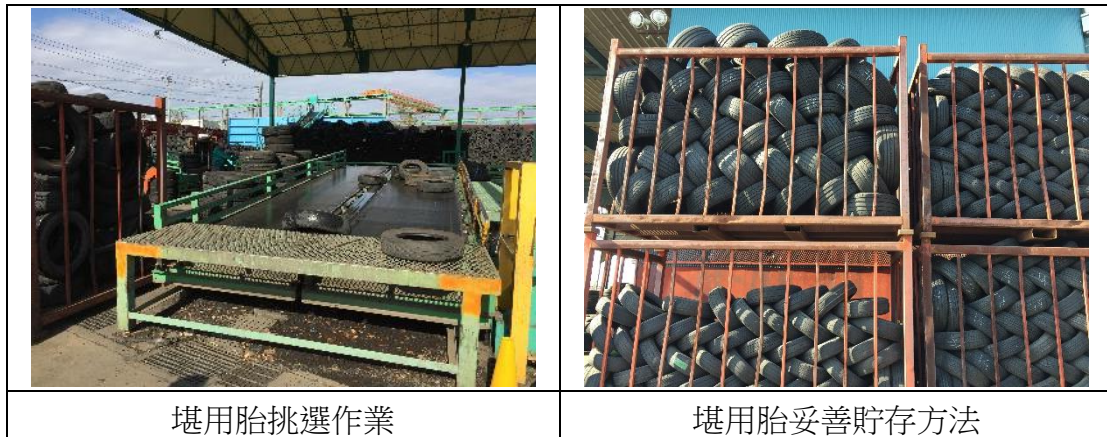


圖 4-6、國分商會廢輪胎現場貯存作業狀況



圖 4-5、國分商會廢輪胎現場貯存作業狀況(續)

本次參訪國分商會第二工場，該廠之破碎處理作業流程為主破碎、二次破碎及分選等，其中分選係將膠片與細碎雜物(如沙土、雜物、細碎膠片等)分離，並非分離膠片、棉絮與鋼絲，流程相對簡單，此流程為日本廢輪胎破碎之主要製程，與我國有針對棉絮與鋼絲進行分離有所不同。粗破碎過程中，多數業者會注入大量的水分，以降低溫度及粉塵。

國分商會本社工場佔地約 2 萬 0,790 平方公尺、處理量為 243.68 噸/日，主要處理作業為破碎、切割及壓縮；第二工場佔地約 5,363 平方公尺、處理量為 288 噸/日，主要處理作業為廢輪胎破碎製程。其廢輪胎破碎製程，大致可分為下列內容：

- 切斷製程：

由於日本部分的能源再利用業者可接受大塊的輪胎碎片，因此對於大胎多採用切斷方式處理，此方法為先對切後(2 切割，切斷機)，再切割成更小的膠塊(32 切割)。切割則視輪胎大小而有不同尺寸之切斷機進行，包括超大型、大型、小型等三個尺寸。(如圖 4-7)



資料來源：國分商會

圖 4-7、國分商會大胎切斷過程

- 自動進料設備：

國分商會第二工場之廢輪胎貯存區，設置有自動進料設備，以有效降低投料區的人力成本。該自動進料設備係以推、送方式，將待投料區輪胎推至區域中央集中，再以機械設備及輸送帶推送至送料輸送帶，

此時廢輪胎會以數顆的方式，掉入送料口輸送帶，再由輸送帶送至破碎機。



圖 4-8、國分商會廢輪胎貯存區及送料口

- 輸送、切割及分選作業：

廢輪胎進入送料口輸送帶後，即會送至破碎設備進行切割破碎處理，並進行分選。第二工場係採 2 軸剪切破碎，並進行兩次切割作業，第 1 次為切割成較大的膠片，此過程會注入相當的水分，使其降溫並減少粉塵逸散。第 2 次則為切割成更小尺寸的膠片，然後經過震動篩，將輪胎中的砂土等廢棄物分離，據以獲得所需的膠片。



圖 4-9、國分商會第二工場場內製程

- 環境維護與工安作業：

目前日本廢棄物處理法施行細則針對廢輪胎處理業訂有保管基準，規範相關貯存方法，但並未提及廠區環境及工安衛標準，因此各處理業皆採自我管理方式進行廠區環境維護與工安管理。

在環境管理上，國分商會係依據 ISO 14001 準則進行環境管理，並持續取得驗證。另破碎製程因無分離鋼絲及棉絮，故毋須使用集塵設備，僅需透過灑水設備即可獲得降溫與粉塵控制。而灑水後流至地面之水分亦會透過集水溝收集，於作業中短暫的積水，並不會影響廠區運作與環境問題。此外，每月也會進行 1 次的員工場區環境清潔活動，移除易燃物及垃圾等物質。國分商會亦爭取廢棄物處理法所訂之優良廢棄物處理業之認可，除可獲得較長的展延期限外，亦顯示該公司環境管理之能力與決心。

另在工安管理上，亦依據國家法令與 ISO 相關準則進行，於廠區各作業處張貼作業要點、告示、警示等標誌與文字。由於廠區無物品掉落及嚴重粉塵影響，故可視情況配戴安全帽及口罩。同時，每月也會進行 1 次的消防設備點檢及每年 1 次的消防訓練。(可參考圖 4-10)

	
<p>國分為優良廢棄物處理業 (若為優良處理業，許可證上會列出「優良」)</p>	<p>消防演練及廠區清掃作業</p>

圖 4-10、優良廢棄物處理業、消防演練及廠區清掃作業等內容

- 膠塊及膠片之再利用客戶(流向)：

國分商會之膠塊及膠片進行能源再利用之主要流向為製紙業、鋼鐵廠及水泥業，包括太平洋水泥(太平洋セメント(株))、三菱綜合材料(三菱マテリアル(株))、新日鐵広畑廠(新日鐵住金(株)広畑製鐵所)、日本製紙秋田廠(日本製紙(株)秋田工場)、三菱製紙八戶廠(三菱製紙(株)八戶工場)、王子製紙日南廠(王子製紙(株)日南工場)、日本製紙岩沼廠(日本製紙(株)岩沼工場)及富士廠(富士工場)、普利司通栃木廠((株)ブリヂストン栃木工場)、東洋橡膠仙台廠(東洋ゴム工業(株)仙台工場)、中越紙漿二塚廠(中越パルプ工業(株)二塚工場)等。

本次考察國分商會係由廢輪胎回收與處理業者角度瞭解廢輪胎回收、處理及再利用狀況，並與國分商會人員進行交流討論(如圖 4-11)。本次考察發現日本廢輪胎回收處理與再利用體系，係由民間自主運作，處理業之環安衛，亦以自主

管理為優先，故我國可評估強化業者自主管理與回收處理業分級相關機制，以強化環安衛相關成效。

此外，日本廢輪胎破碎處理後之膠塊或膠片尺寸，係依再利用機構需求而定，並未規範一定規格(我國膠片規格大多在 5 公分左右)，甚至有整胎投料利用者，此因其再利用機構較多樣，而各機構進料狀況亦有所不同所致。



圖 4-11、與國分商會人員進行交流討論

三、拜會日本製紙聯合會

日本製紙聯合會(Japan paper association, JPA)係由日本製紙業者組成，主要促進日本造紙業的發展及進行相關產業研究與統計。由於製紙業為廢輪胎重要的能源再利用機構之一，因此本次拜會「日本製紙連合會」，由再利用機構角度瞭解廢輪胎的使用現況與相關鼓勵使用政策，作為我國未來研訂相關推廣政策之參考。本次日本製紙聯合會由中川 好明先生(參事 技術環境部長)、先名 康治先生(專任調查役)一同與會交流，共同討論相關內容。

日本為了因應氣候變遷與符合京都議定書之相關承諾，自 1990 年起推動許多實際的行動且獲得具體成效。首先於 1990 年「地球溫室效應防止行動計劃」確認行動目標後，即開始一連串的法令修訂；1998 年訂定「溫室效應策略促進相關法」具體說明日本因應溫室效應之基本行動及義務(經濟部研究計畫，1999¹)。由於產業為溫室氣體的重要來源，因此對於產業科技採取補助、鼓勵等方式，促使產業降低能源耗用或提升製程相關技術，以降低溫室氣體排放輛，相關行動包括：1993~1999 年檢討「省能源法」(「エネルギーの使用の合理化に関する法律」，或稱節約能源法，英文為「Act on the Rational Use of Energy」)要求產業定期報告能源管理的內容，訂定「每座工廠或企業每年必須減少原有水準 1%以上之能源消耗量」的目標(經濟部研究計畫，1999)；修改「新能源使用促進法」(「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」(Act on the Promotion of New Energy Usage))，公布新能源使用的推動方向，並要求產業多加使用新能源，如風力等。

(一)省能源法(Act on the Rational Use of Energy)

針對使用燃料產生能源的行為進行規範，包括燃料(石油、天然氣、煤炭等)、熱能(使用前述燃料產生之熱)、電力(使用前述燃料產生之電力)，並將四大部門納入列管，包括工作場所(工廠、辦公室及其他工作處所)、運輸、建築物、機械設備(生產或者進口耗能機械設備的企業)，並以長期

¹ 經濟部，1999，「日本政府因應國際環保配合之產業科技政策及相關法令之探討」，經濟部研發會委辦計畫

能源供需預測、技術水準、各產業合理使用情況等基礎訂定合理使用的方
式：

- 工作場所：燃料燃燒合理化、加熱/冷卻及傳熱合理化、廢熱回收與利
用、熱轉化合理化、防止因為熱輻射、傳導及熱阻導致的能源損失、
電力產生動力及熱能之轉換合理化等。
- 運輸：(1)對於貨運：使用高效能低耗能的運輸機械設備、運輸機械設
備操作與控制合理化、使用運輸能力高的運輸機械設備、有效運用運
輸機械設備之運輸能力；(2)對於客運：使用高效能低耗能的運輸機械
設備、運輸機械設備操作與控制合理化、降低沒有乘客的行駛或航行
距離。
- 建築物：設計、維護與材料需降低耗能。
- 機械設備：企業應降低機械設備之能耗，並進行適當的標示，如能源
效率。

因此，省能源法透過能源使用效率的改善、訂定標準值、改善工廠管
理、設置量度設備、要求提供能源消費記錄報告等方式促進各業別合理使
用能源。

(二) 新能源使用促進法(Act on the Promotion of New Energy Usage)

新能源使用係指替代從石油產生的能源，包括化石燃料以外用於燃燒
的能源、化石燃料以外的熱量作為熱源、不以化石燃料為熱源產生的動力、
不以化石燃料為熱源產生的電力。透過非石油能源之開發與投資，促進新
能源使用並降低溫室氣體排放。

根據經濟部(2001)調查研究²指出，日本之推動過程「採取低利融資、
租稅減免、節能技術開發輔導的補助及租稅減免等三類政策。」一、低利
融資面，由日本公營銀行主導政策性低利融資優惠，並針對中小企業提供
相關優惠。二、租稅減免方面，則推動節能設備之普及，包括 30%的加速
折舊及設備價格 7%的租稅減免(經濟部，2001)。三、技術補助面，經濟部

² 經濟部，2001，「美、歐(荷蘭)等、日本、亞洲四小龍及東協地區對於高耗能、高二氧化碳排放
之基礎產業(石化工業、鋼鐵工業等)其輔導政策與措施」，ISBN/ISSN：9570298618。

(2001)調查報告指出包括「(1)石油替代能源相關技術實用化開發費補助；(2)新發電技術實用化開發費補助；(3)能源使用合理化相關技術實用化開發費補助等。」另外，亦有產業自主推動能源改善之鼓勵(或稱「自發性政策」)，使日本高耗能、高二氧化碳排放之基礎產業都積極推動相關節能技術，並執行該產業之創新措施，成效良好(經濟部，2001)。

日本政府以省能源法為主要基本方針並結合新能源使用促進法及其他相關法令(如石油替代能源法、租稅相關法令等)，建立行政管制與經濟誘因的能源改善體系，促使產業進行能源使用的改善，整體降低國家的溫室氣體排放量。製紙業在相關法令開始推動後，亦於1997年由日本製紙聯合會制定「環境行動計畫(環境に関する自主行動計画)」，以自發積極的態度，因應氣候變遷與環境保護課題，該計畫最新修訂為2016年3月。該計畫針對CO₂的減量目標為「與2005年度相比，2020年之化石能源的二氧化碳排放量減少139萬噸(第一階段)。2030年(二期)，與2005年度相比，削減266萬噸化石能源CO₂排放量。」

在造紙業的能源改善對策中，「推廣紙、塑膠固態化燃料(RPF)等化石燃料替代能源之利用」及「有效利用可燃性廢棄物」亦被納入，亦是造紙業使用廢輪胎作為替代能源的背景(另外兩項行動為引進高效廢紙碎漿機及更新高溫高壓回收鍋爐)。在預期效益上，依據日本製紙聯合會「低碳社會實行計畫-CO₂削減目標」(「低炭素社会実行計画 CO₂削減目標」，2012)以1990年化石能源排放的二氧化碳量為基準指數100時，2005年實際為96.2、2009年實際為76.4，預估2020年為81.7，有明顯的減量績效。日本其他高耗能產業(如水泥、鋼鐵、化學等)改用替代燃料之發展背景亦與造紙業相似。

在實際使用廢輪胎的經驗上，日本製紙聯合會代表亦提供相關實務經驗，可供我國參考：

(一)廢輪胎來源與尺寸

造紙業使用廢輪胎膠片，係由廢輪胎處理業提供，膠片來源以國內產製為主，少部分膠片(或膠片量不足時)由國外進口。進場膠片的規格大小，

則視各廠進料口設計而不同，通常在 5 公分以上，可含鋼絲(但能去除更好)，盡量不要含水。膠片本身含橡膠成分並不會影響使用意願，亦即沒有我國部分業者會區分卡車胎及小客車胎(區分大小胎)之情況。此外，膠片來源大多為廠區鄰近地區的處理業為主，以降低收購的運輸成本。

(二)再利用之實務經驗

- 污染防制設備：會依據國家環保法令設置污染防制設備(如袋式集塵器等)，主要為捕捉燃燒廢輪胎產生的硫，亦會定期監測排放狀況，以符合環保標準為基本原則。
- 替代燃料使用配置與衍生物妥善處理：有兩種狀況，一為膠片與煤一起燃燒，會產生煤灰，經過再利用程序可做為道路鋪面。另一種為全熱能鍋爐，燃料組成為生物物質切片、煤、廢輪胎(約 10%)及其他廢棄物，衍生之底渣可經由再利用程序後做為道路的改良材料。
- 使用廢輪胎產製膠片之經濟效益：使用膠片之經濟效益，在於其購置成本遠低於煤價，約為煤價的 70-80%。使用膠片發電或產生能源的成本(發電 1 千瓦之成本)約為燃煤的 50-66%，若舊的燃煤鍋爐更換為可燃燒膠片之鍋爐，整體(含污染防制設備)成本約可於 5 年攤提完畢(仍須視個案狀況而定)。
- 歲修排程：製紙業皆會安排定期與不定期維修，年度修護期間約為 7-10 個工作天，但由各廠自行安排，也不會有所有的工廠集中在同一個時間停爐維修的狀況。
- 鍋爐維護作業：早期使用膠片之鍋爐會有氯氣腐蝕問題但新式鍋爐已無此問題，而膠片中的鋼絲可能會因為操作不慎而阻塞流體化床。
- 使用量變化：
製紙業自 1999 年起開始廢輪胎使用量逐漸上升，此為前述省能源法之推動成效，2003 年起因法令更為完備與鍋爐相關技術更成

熟，使用量大幅成長。熱量狀況近兩年微幅下降，推測可能與輪胎成分或組成有關。(可見圖 4-12)

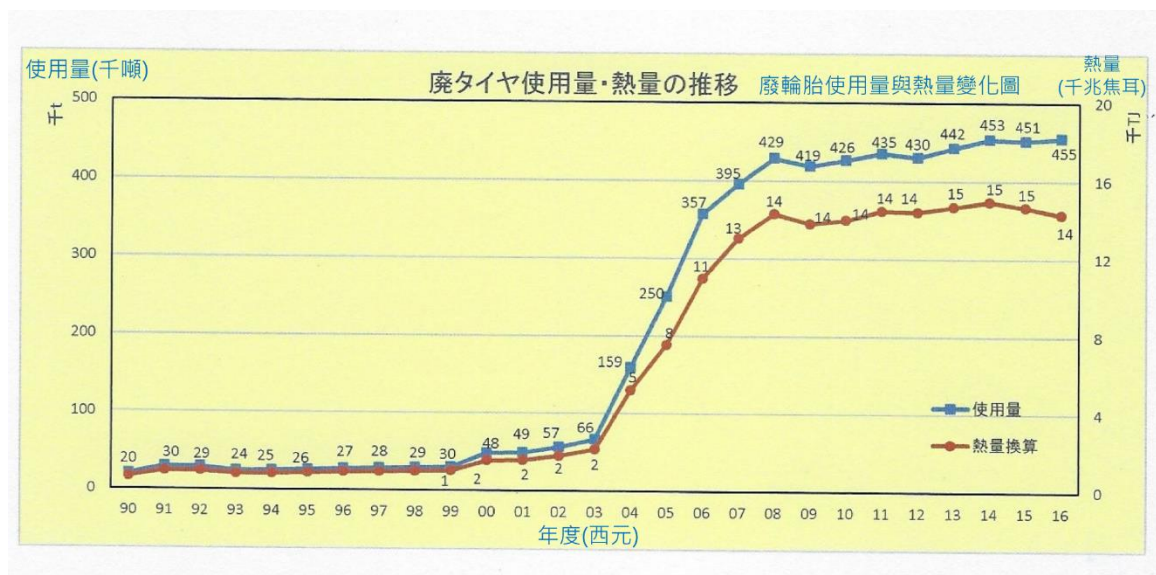


圖 4-12、製紙業廢輪胎使用量與熱量換算狀況圖

本次拜會日本製紙聯合會獲得日本高耗能產業之能源轉型背景原因，主要為日本政府積極推動溫室氣體減量，在完整的法令體系下，配合各式的經濟誘因機制，提升產業採取替代能源之意願。我國在溫室氣體減量及管理法持續推動下，未來也可能針對高耗能(或高溫室氣體排放)產業進行相關管理措施，使用替代能源已是未來趨勢。此外，我國廢輪胎產生量，目前略高於妥善回收量，回收之廢輪胎亦有 70%為能源再利用，若能於現行多元去化管道措施中，增加能源再利用機構家數或使用量，對於廢輪胎去化將有極大幫助。

透過本次拜會之經驗，我國可評估整合替代能源使用相關法令，訂定適當的替代能源使用體系，並配合補助、租稅、融資等方式，協助高耗能產業使用廢輪胎，增加國內廢輪胎再利用量，並可參考日本廢輪胎再利用之實際操作經驗進行技術輔導，包括燃料配比、鍋爐技術、污染防制設備、衍生物再利用技術等，以

完善廢輪胎再利用體系。(本次拜會之過程可參見圖 4-13)



圖 4-13、拜會日本製紙聯合會

四、坂本株式會社

「坂本株式會社」(株式会社 サカモト, Sakamoto)於 1998 年設立，目前為京都及大阪地區的廢輪胎處理機構，處理工廠位於京田辺市(為本次參訪地點)，主要合作夥伴為普利司通公司、住友橡膠工業株式會社、橫濱橡膠株式會社等，亦有廢輪胎機械技術公司(Sakamoto tex)長期經營切割與破碎設備業務。坂本株式會社之母公司為 Home Kern 公司(ホームケルン株式会社)，為專業的廢棄物回收處理與再利用公司。本次參訪由坂本株式會社之植田 泰匡先生(課長)、Home Kern 公司山下 政幸先生(管理部長)、SSI 公司橫井先生及武内 勉先生、UENO TEX 公司宋楠先生等人共同參與交流討論。

本次參訪係由廢輪胎破碎處理業者角度，瞭解廢輪胎破碎方式及再利用狀況，並蒐集日本廢破碎方法與現場工安衛管理資訊。「坂本株式會社」為經營近 20 年之廢輪胎處理業者，亦有廢輪胎處理設備技術開發經驗，相當瞭解回收處理技術與再利用體系運作狀況，其與母公司進行專業的分工，坂本株式會社主要負責廢輪胎之回收清除與處理，Home Kern 主要為其他類別的事業廢棄物回收處理與再利用，Kent 公司則進行再生料之買賣，分工狀況可見圖 4-14。

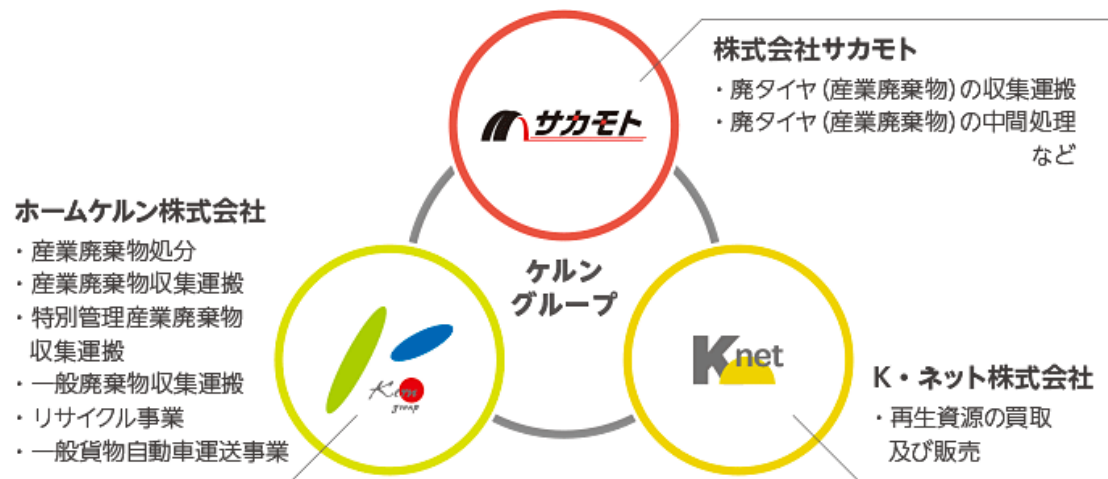


圖 4-14、坂本株式會社與母公司 Home Kern 之處理與再利用分工

本次參訪「坂本株式會社」京田辺市之廢輪胎處理工廠，其處理能力為每日 28 噸，主要作業為分類、切割及 2 軸破碎。收受進場之廢輪胎會先分選，堪用

有價之輪胎會進行後續銷售，無銷售價值之輪胎則進入處理製程。此時會依據輪胎大小分類，此分類主要為該廠製程，與輪胎材質無關。小客車胎通常於切割後破碎為較小之膠片，尺寸較大輪胎或大客車胎，則先經過切割後再切碎為較大的碎片或膠塊，要製作膠片或膠塊則視再利用機構之需求而定。破碎過程會注入水分，除降低溫度外，亦可提升破碎效能及抑制粉塵。廠區設有良好的排水設計，故不會有嚴重積水的狀況。以下為「坂本株式會社」於廢棄物處理運作上之相關經驗：

(三) 處理設備

日本廢輪胎處理方法係以切割再破碎為主，切割作業主要為對半切割，使用油壓切割機。破碎則視情況進行 1 至 2 次的破碎，其中破碎通常使用 2 軸破碎機。破碎過程會注入水分，以降低溫度與粉塵，水分通常不會特地收集，直接流至地面，並透過地面排水系統排除。破碎機之轉速會影響粉塵產生量，若轉速過快則容易加快輪胎片與刀具之互相碰撞速度，導致細碎物質逸散。因此除了透過加水降低粉塵外，亦可嘗試透過降低破碎機轉速的方式減少粉塵產生。

(四) 處理成本

廢輪胎清除成本約每公斤 5 日圓以下，處理成本約每公斤 6.3 日圓以下，其中處理成本結構包含機械刀具之維護與維修、人力等。

(五) 環安衛管理

目前日本對於環安衛管理除了遵守法令基本要求外，仍以業者自主管理為主。自主管理的準則與內容大多以 OHSAS 18001 (ISO 45001) 為主，包括風險評定、因應與管理對策、訓練、稽核、緊急應變、現場管理、演練等內容。

環境管理部分則依據 ISO 14001 原則進行自主管理，且會著重振動、噪音與廢水等面向，其中來自於冷卻用的廢水會進行收集並排入公共污水收集系統。

(六) 再利用機構之相關規範與運作狀況

- 設置規範：

再利用機構需要遵守日本政府的環保法令與許可，其中設置許可基本上會評估技術標準的符合度、當地環境狀況(有必要時須進行環評)、工廠設置計畫與維護計畫、技術與會計等內容。
- 再利用機構之爐體與進料尺寸：

(1)製紙業：以循環流體化床為主，進料尺寸為約 2 吋之膠片，可含鋼絲，但不含鋼絲者更佳。

(2)水泥業：旋轉窯爐，使用 32 切割後的膠片。亦有接受大型胎切割後的較大膠塊(片)，尺寸約 10-30 公分。

(3)鋼鐵業：新日鐵广畑廠之汽化爐(窯爐)，任何尺寸膠片皆可，可含鋼絲。

(4)化學廠：廢輪胎專用燃燒爐，尺寸為 2 吋，厚度 1 公分，不含鋼絲。
- 再利用流向：

(1)坂本株式會社之替代能源客戶，以製紙業、鋼鐵業為主，水泥業較少。

(2)物質利用則包括普利司通公司、住友橡膠工業有限公司、橫濱橡膠有限公司等。
- 膠片輸入之衝擊：目前有部分再利用機構使用進口之膠片，會衝擊日本國內的使用量，後續效應仍在評估中。

本次參訪坂本株式會社瞭解廢輪胎處理廠自主管理、處理製程與再利用相關現況(參訪過程可見)，可發現多數處理廠環安衛管理皆以 ISO 條文為基本準則，並實際落實運作，自主管理成效明顯。對於抑制處理製程產生之粉塵，則透過灑水或調整轉軸速度等方式，降低粉塵之產生量。膠片尺寸為依據需求製作，此部分可作為我國修訂相關法規的參考，以因應未來有不同能源再利用機構加入之狀況。



交流討論



合影



廠區參訪



廠區地面無明顯積水與粉塵

圖 4-15、與坂本株式會社交流討論及廠區參訪

	
<p>小客車胎切割機</p>	<p>小客車胎雙軸破碎機</p>
	
<p>卡車胎 1 次切割機(2 分割)</p>	<p>卡車胎 2 次切割機(32 分割)</p>
	
<p>小客車胎小尺寸膠片</p>	<p>卡車胎大尺寸膠片</p>

圖 4-16、坂本株式會社處理流程與膠片樣態

伍、考察心得及建議

本次參訪係以系統性的方式，針對日本廢輪胎來源、收集、破碎處理與再利用進行參訪與交流，發現日本係由政府訂定基本規範後，由民間自主運作，達到廢輪胎完整去化再利用的成效。此外，日本政府亦透過相關法令與補助措施，鼓勵能源利用相關產業使用廢輪胎作為燃料。同時，日本之廢棄物處理業，亦有分級管理機制，作為展延等許可管理基準之一。本次參訪日本廢輪胎回收、處理與再利用之經驗及成果，亦可作為我國後續推動之參考。

- 一、 日本廢輪胎回收清除及處理管道為民間自主運作，並由廢輪胎產源機構(如輪胎行等)負擔清除費用，交付予中間處理業，此與我國廢棄物清理法(簡稱廢清法)規定公告事業應以委託清除處理方式交付廢輪胎之精神相同。但實際運作上，我國因市場因素大多為處理業向公告事業收受廢輪胎，因此未來可延續相關宣導措施，持續透過相關場合(如結合輪胎相關產業之宣導活動)宣導正確的廢輪胎交付觀念。
- 二、 日本廢輪胎中間處理產物係依據再利用機構需求生產，其膠片尺寸不僅止於一種規格，且多數不需要分離纖維與鋼絲層，其處理技術以輪胎切割機、雙軸破碎機、破碎機灑(注)水設備、分選機等為主。在破碎過程中，因為灑水及不需分離纖維與細鋼絲層的關係，且其破碎機刀具與轉速等設備參數調整得宜，故廠內粉塵量少，此與我國製程及廠區現況不同。我國可參考日本處理業之經驗，評估主破碎機刀具與轉速等參數狀況，並調整灑水量以降溫與控制粉塵。
- 三、 日本政府針對能源轉型推動有系統且完整的行政管理與經濟誘因措施(包含法令、租稅、補助與融資等)，促使高耗能產業使用石油以外的替代能源(如廢輪胎)，促成日本廢輪胎再利用管道多元化。在此情況下，再利用機構所需膠片尺寸亦有不同，亦有整胎利用者，此與我國膠片大多為 5 公分左右有所不同。對於我國未來推動新的能源再利用機構加入時，可能會有更多的膠片或輪胎投料規格，故可評估修訂相關法令之需要，如「屬產業用料需求之事業廢棄物種類(十一廢橡膠)」或「廢輪胎回收貯存清除處理方法及設施標準」第 5 條新增或

修訂，納入水泥窯爐再利用等方法。

- 四、日本對於廢棄物清除與處理業之環境管理係採自主管理為基本精神，除基本法規要求外，亦設有分級管理機制，依據該事業的法規遵循、經營管理、環境保護等管理成效，作為許可展延年限之參考。對於評估優良之清除或處理業，亦會在許可證上標示優良字樣，此政策誘因方式能有效鼓勵業者強化環境與經營等能力、提升企業形象，促使清除處理業進行自我管理、持續改善廠區環境品質。因此，我國可持續推動處理業者環境自主管理之相關措施，並參考日本之經驗，評估於相關法規中納入此鼓勵之精神或作法，以強化處理業回收經營與環境管理成效。

陸、參考文獻

1. 日本環境省網站，「廢棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）」網頁，網址：<http://www.env.go.jp/recycle/waste/laws.html>
2. 函館市環境部，2011，「産業廃棄物ガイドブック～産業廃棄物の適正な処理に向けて～」(事業廢棄物指南-事業廢棄物妥適處理方向)
3. 協同組合 日本タイヤリサイクル協会(日本回收輪胎協會)，網址：
<https://www.jsra.or.jp>
4. 經濟部，1999，「日本政府因應國際環保配合之產業科技政策及相關法令之探討」，經濟部研發會委辦計畫」。
5. 日本經濟產業省法令網頁，自然資源與能源項目(Agency for Natural Resources and Energy)，網址：
<http://www.japaneselawtranslation.go.jp/law/detail/?id=1855&vm=04&re=01>)，可查詢「省能源法」(エネルギーの使用の合理化に関する法律)、「新能源使用促進法」(新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法)等法令。
6. 經濟部，2001，「美、歐(荷蘭)等、日本、亞洲四小龍及東協地區對於高耗能、高二氧化碳排放之基礎產業(石化工業、鋼鐵工業等)其輔導政策與措施」，ISBN／ISSN：9570298618
7. 日本製紙連合會網站，「環境行動計画（概要）」網頁，網址：
<http://www.jpa.gr.jp/env/plan/brief/index.html>

附件目錄

附件 1：國分商會株式會社簡介

附件 2：日本製紙聯合會提供資料

附件 3：板本株式會社簡介

附件 4：TYRE INDUSTRY OF JAPAN 2017