

出國報告（出國類別：參加國際會議暨考察訪問）

日本「循環經濟－廢棄物資源化」 參訪交流案出國報告

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：蔡主任秘書鴻德、賴處長瑩瑩、蔣組長震彥、何專員春玲、張簡任技正乃仁、蔡簡任技正志昌（公共工程委員會）、盧技正泰宏（公共工程委員會）、黃主任秘書瑞恩（臺南市政府環境保護局）、蔡專業總工程師顯修（台灣電力公司）。

派赴國家：日本

出國期間：107年8月5日至11日

報告日期：107年10月11日

目錄

壹、前言：	3
貳、拜會行程：	4
參、考察內容	6
一、東京都廢棄物埋立管理所：	6
二、川崎生態城市/吳羽環境：	11
三、阿米達資源公司：	15
四、NAKADAI 中台公司：	20
五、JX 日鑛金屬：	24
六、太平洋水泥：	28
七、橫濱磯子火力發電廠：	32
八、上勝町—零垃圾學院：	35
肆、考察心得	39
伍、附件	41

壹、前言

臺灣積極推動循環經濟，今年更推動綠色協議，由三大聯盟（塑膠、電子電器廢棄物、營建產業）組成推動。我國循環經濟優先推動重點，塑膠循環利用、剩食物再利用、電子電器廢棄物、營建廢棄物、二次料應用與推廣等，本次對外參訪，希望以營建廢棄物著手，另一方面，考量環境法規，日本積極推動廢棄物資源化，早於 2000 年就規劃循環型社會形成推進法，更是積極推動相關產業配合，整合動脈及靜脈產業價值鏈形成循環經濟。另一方面，並於全國各地規劃設有 ECO TOWN 形成整個循環城市，整合工商業健全循環型社會的發展。

此外，循環經濟的推動，須從各方面著手。生產面，須健全物料基線資料、推動易循環的產品設計；消費面，需創造綠色消費模式、推動政府綠色採購；在廢棄物管理，需完備法規制度、強化回收循環體系；二次料市場，需確保二次料或再利用產品品質與建立監督機制、提供經濟誘因，日本推動此些作為皆相當完善。

本次參訪希望能了解日本前端回收處理、中間處理、終端處置的過程，特別是工業在生產過程中，應用廢棄物與副產品技術、爐渣、底渣、飛灰與煉鋼廠之爐石副產品之工程應用，如何運用循環材料進入水泥製程，以及如何將各類廢棄物經調和變成資源在利用產品之過程，應用在公共工程建設，作為臺灣發展循環經濟相關課題之參考。

此外，空氣污染防治亦為本次考察重點之一，除了解燃煤火力電廠空氣污染防治措施外，脫硫設備將硫酸資源化再利用，燃煤焚燒後飛灰資源化等作為進行廢棄物再利用的方式，也是臺灣未來可借鏡的地方。

貳、拜會行程：

本次 8 月 5 日至 8 月 11 日，日本「循環經濟—廢棄物資源化」參訪交流活動，由本署主任秘書蔡鴻德率團，參與成員包括產官學研共計 26 人，在台北駐日經濟文化代表處協助下順利完成相關聯繫。本次主要參訪的地點為 1. 東京都廢棄物埋立管理所；2. 川崎生態城市／(株)クレハ環境公司；3. 阿米達資源回收廠（茨城廠）；4. Nakadai 中台公司；5. JX 日礦金屬；6. 太平洋水泥；7. 橫濱磯子火力發電廠；8. 德島—上勝町。

日期	重要行程概要
8 月 05 日 (日)	上午：啟程前往日本。 下午：召開團務會議行程。
8 月 06 日 (一)	上午：前往東京都廢棄物埋立管理事務所，參訪填海造陸廢棄物處理設施及掩埋場。 下午：造訪川崎市經濟勞動局、(株)クレハ環境公司，參訪川崎生態城市。
8 月 07 日 (二)	上午：前往阿米達資源回收廠(茨城廠)，參訪廢棄物中間處理。 下午：前往 Nakadai 中台公司，參訪廢棄物回收、分類再利用。
8 月 08 日 (三)	上午：前往 JX 日礦金屬，參訪電子廢棄物回收處理、石綿熔融處理。

日期	重要行程概要
8月09日 (四)	<p>上午：前往太平洋水泥(埼玉廠)，參訪 AK 系統， 城市垃圾運用於水泥產業。</p> <hr/> <p>下午： 進行循環城市導覽</p>
8月10日 (五)	<p>上午：前往橫濱磯子火力發電廠，交流超超臨界 機組燃煤火力發電技術與空氣污染防制。</p> <hr/> <p>下午：前往德島，進行城市導覽及交流。</p>
8月11日 (六)	<p>上午：德島上勝町，拜會「零垃圾學院」，就資源 回收，進行零垃圾設施參訪。</p> <hr/> <p>下午：前往高松進行城市導覽。</p> <p> 返程 (高松機場至台北)</p>

參、考察內容

一、東京都廢棄物埋立管理所：

- (一) 時間：107 年 8 月 6 日（一）09:30
- (二) 地點：東京都廢棄物埋立管理所／新海面處分場
- (三) 地址：江東區青海三丁目地先 環境局中防合同庁舎
- (四) 拜訪對象：東京都廢棄物埋立管理所所長、廣報擔當中村洋子
- (五) 考察主題：廢棄物終端處理
- (六) 背景說明：

1950 年代，日本東京都內垃圾急增，東京都決定以夢之島為垃圾填埋場，1957 年 12 月開始填埋，持續到 1967 年。1978 年，東京都立夢之島公園開園，一改過去的垃圾島氛圍成為綠色之島；1980 年代臺灣垃圾掩埋場容量僅剩不到一成，未來或許可作為借鏡；五代目夢之島—新海面處分場，未來持續推動還可以再埋五十年，臺灣同為海島國家，作為填海造陸的應用，高雄計畫面對外界不同聲音，未來可做為借鏡。

日本東京都廢棄物掩埋處理場主要包括中央防坡堤內外以及新海面處理場。東京都由於宣傳奏效，廢棄物大幅減量，1989 年垃圾送至掩埋廠數量為 300 萬噸，2016 年已減至 45 萬噸，目前預估新海面掩埋場仍可使用 50 年。

(七) 考查重點

1. 填海造陸過去
2. 填海造陸現況
3. 使用的原料與方式
4. 產生問題
5. 環境友善措施

6. 未來願景

7. 觀察心得

- (1) 中央防波堤埋立處分場為完全以廢棄物填海造地所造之島，可分成 3 區，分別為內側填埋地，已掩埋完成；外側填埋處理場；以及新海面處理場，掩埋中(A-G 區)。



- (2) 主要處理東京都各區產生的家戶垃圾等一般廢棄物，經中間處理（清掃工場、粗大垃圾破碎處理設施、不燃廢棄物物理設施）後，儘可能實施減量與資源化後，才送往中央防波堤埋立處分場最終處置。此外，也處理一定量東京都內中小企業產生之事業廢棄物（亦須經中間處理），以及處理都市下水道設施排出之下水污泥及溝泥。
- (3) 採用三明治堆疊法，確保埋立時穩定。每年填埋數量逐年遞減，為了儘可能地延長掩埋場的壽命，更設立參觀解說區提供環境教育學習課程，以 2017 年統計數據，參觀人數約 5 萬人，以中小學生就佔了 4.5 萬人，將觀念從小扎根。國外來的有 5 千人，特別近來很多是從中國來的觀光客。



- (4) 污染防制妥善：設有大範圍的滲出水收集池及污水處理設施以處理垃圾滲出水。並有定期進行污染物監測，公開資訊，取得民眾信任。



- (5) 掩埋後的廢棄物會產生甲烷氣體，現場隨處都可見排泄沼氣管，避免引起不必要災害。另場內設有多處太陽能板，供場區電力使用。

- (6) 中央防波堤埋立處分場位於東京灣，為一完全以廢棄物填海造地的掩埋場，中防廳舍也設於此處，附近亦有相關廢棄物處理及分類設施，全場預計可使用 50 年，未來如果再透過減少廢棄物，可再增加埋立時限。



- (7) 中央防波堤外側埋立處分場及新海面埋立處分場目前仍掩埋中。該場設計採用二鋼管矢板護岸工法，並規劃排水處理場、防止垃圾飛散設施、實施每日覆土及中間覆土作業，以防止飛散、臭味、害蟲及或火災發生，且定時進行各項污染物監測，除創造海埔新生地循環資源有效利用之經驗，對東京灣生態環境影響亦降至最低，其污染防治措施值得掩埋場後續規劃設計參考。



二、川崎生態城市／吳羽環境：

- (一) 時間：107 年 8 月 6 日（一）14:00
- (二) 地點：吳羽環境
- (三) 地址：神奈川縣川崎市川崎區千鳥町 6 番 1 號
- (四) 拜訪對象：川崎經濟勞動局國際經濟推進室、吳羽環境谷田。
- (五) 考察主題：生態城市、廢棄物終端處理
- (六) 背景說明：

川崎位於京濱東北工業帶的核心地區，鑒於川崎在近百年過度工業化及環境汙染問題，政府提出了「川崎市生態城市計畫」。川崎生態城市計畫的主要目標是創造一個資源回收利用的社會，以及振興海岸地區，透過減低工業活動對環境影響的方式。川崎生態城市為日本第一座獲中央認證補助之 Eco town，占地 2800 公頃、有 15 間公司參與生態城市計畫，400 多人在裡面工作，鄰近東京能源設施及大眾運輸系統，可為東京工作機會。臺灣高雄、中國瀋陽皆前往考察，並請相關單位協助設計循環城市。位於川崎市設立吳羽環境，對於區內企業排出之廢塑料、感染性廢棄物、污泥及工業廢棄物進行破碎及旋轉窯和流體化床兩種焚化處理，並回收破碎分選時之金屬分類物質和焚化產生之餘熱利用。



(七) 考察重點

1. 循環城市設計，如何建構一個完整的生態城市，特別是在工業發達地區。然後如何整合一起參與的公司？
2. 川崎對公害問題的應對，如何體現在城市規畫上？
3. 考察心得

(1) 生態城市背景：

1990 年代的川崎市當時面臨到泡沫經濟的崩潰，產業結構的轉型，亞洲很多國家的經濟正在起飛，所以大企業工廠轉移移到那些地區去，很多工廠關閉產生很多空地，同時，發生了廢棄物、全球暖化的問題，或消費所帶來的問題。當時川崎市及市府運用過去克服公害問題的經驗，一方面，保有環境技術，另外運用空地和技術活化振興產業，為當初最早的背景。

川崎市規劃之 Eco Town 計畫，促進位於地區內的現有企業展開資源循環型生產活動，使用預備款及補助金，去建立新型資源再生利用之設施，另一方面，很多企業自發性興建處理設施。他們自己出錢去蓋出來的一些處理設施，川崎市同時成立了一個臨海工業園區，將川崎臨海地區共 2,800 公頃之地區納入，而這個工業園區裡面所有的企業產生出的廢棄物，成為是一個可以再利用的資源。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；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；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等；第四為對海外等宣傳成果信息以擴散相關技術，如廣為推廣的川崎國際環境技術展等。

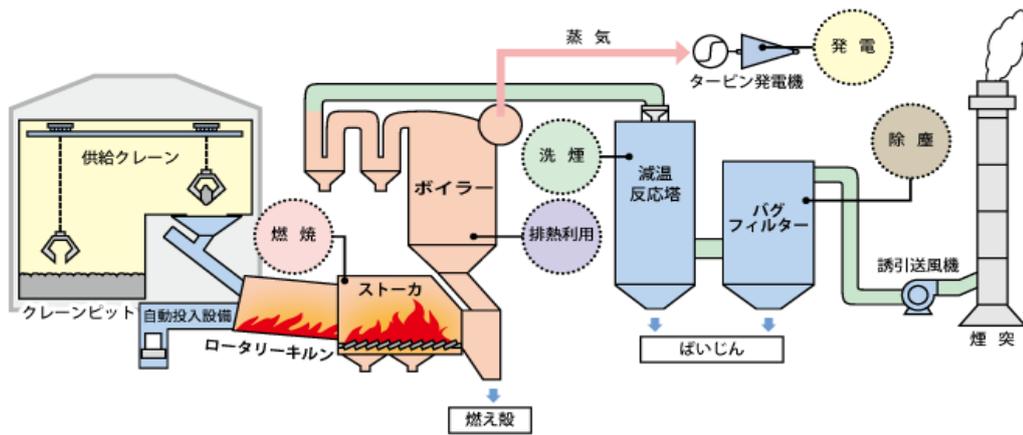
另外，川崎市近年採用 IOT 的技術。透過 IOT 來蒐集或是運輸的話，可以讓運輸的距離多出 9.2%。其他新創部分「川崎市綠色創新推動方針」，川崎市政府支持有技術的環保企業，把他們的技

術輸出到國外去。不僅是創造一種模式，也積極地嘗試想將許多技術推廣到各地，包含舉辦了「川崎國際環保技術展」，不僅展示技術，還有一個媒合的目的，在 2018 年的 2 月時舉辦，看展人數突破了一萬六千人次。明年的舉辦預定在 2019 年的 2 月 7 日和 8 日辦理。

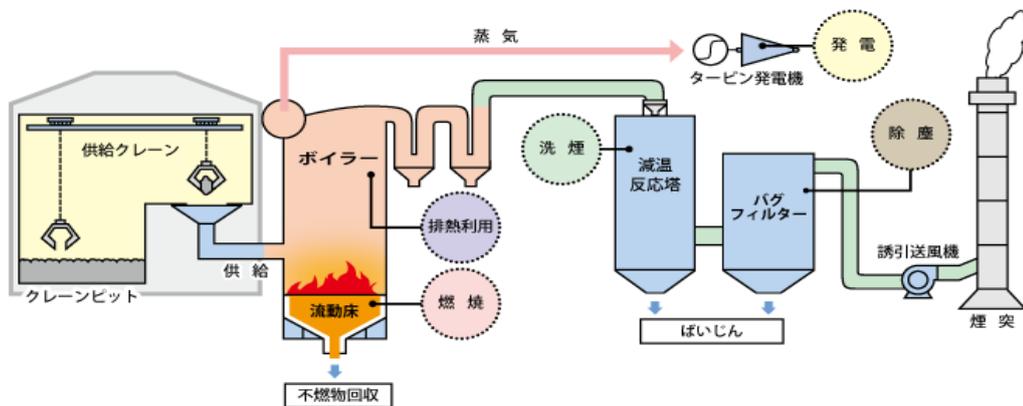


(2) 吳羽環境：

吳羽集團是一個化學產品進口的製造商，「吳羽環境」就是為了處理母公司化學產品的一些廢棄物而誕生的，其中神奈川縣川崎市 (wastech 神奈川)，廢棄物處理設施，共有迴轉窯爐型（1 號爐、2 號爐）及流化床法（3 號爐）。提供近郊（約 600 家）企業排放出廢塑料、感染性廢棄物、污泥、廢紙等工業廢棄物焚化處理。此為該公司在日本第二座設施，而設施的特徵就是處理產業廢棄物的時候會產生餘熱，使用這個餘熱來發電。處理能力 70 公噸/天×3 台；設計廢棄物熱質 3,500kcal/kg；發電能力 4,800kw。



形式：回転窯爐型（1 号爐，2 号爐）



形式：流化床法（3 号爐）

三、阿米達資源公司：

- (一) 時間：107 年 8 月 7 日 (二) 09:00
- (二) 地點：阿米達資源公司茨城循環資源製造所
- (三) 地址：茨城県筑西市下江連 1233 番 2 号
- (四) 拜訪對象：業務經理磯山、符芳禮
- (五) 考察主題：廢棄物中間處理
- (六) 背景說明：

阿米達資源回收廠，係以水泥廠作為該廠水泥原料（物資類）及水泥原料（燃料類）之中間資源循環設施。該廠透過大量客戶之數據分析，以客戶衍生之廢棄物作為穩定之料源，透過精密分析將原料加以適當調配作為產品，並分為水泥廠用原料系以燃料系資源，協助解決事業廢棄物問題減少天然使用，大幅將低溫室氣體排放及環境負荷，實現了廢棄物管理中之 3R，包括 Reduce、Recycling 以及 Recovery。於 1977 年成立的 AMITA 公司為環境整合型顧問公司，提供企業環境管理輔導與顧問工作及環境認證審查，同時設有姬路工廠、茨城工廠、京丹後工廠、川崎工廠及北九州工廠等 5 間廢棄物資源化機構。此次拜訪之對象為茨城循環資源製造所，該工廠具日本產業廢棄物處理許可之資格，其許可收受之廢棄物包括爐渣、污泥、廢液、廢油、廢塑膠類、廢玻璃、廢陶瓷、廢混凝土、金屬廢料、煤灰等。為了應對關東北部地區生產基地的零排放需求，茨城循環資源製造所於 1995 年開業。1996 年 12 月，作為中間處理設施在日本首次獲得了 ISO14001 認證，並考慮到環境，實現了安全可靠的回收。並於 2010 年 5 月推出粉碎設備，以滿足更廣泛的客戶的需求。

- (七) 考察重點：
 1. 收取事業廢棄物的現況
 2. 加工調成的產品有哪些？
 3. 與水泥廠的往來大致上可分哪幾類？

4. 煉鋼爐石作為水泥生料狀況？
5. 電廠或焚化爐飛灰的分級分類狀況？
6. 考察心得：

(1) 臺灣現況：

阿米達屬於集中綜合性的資源回收機構，臺灣尚未有類似的，唯有南科裡的資源再生中心，處理園區的廢棄物，包含了焚化、固化、再純化、掩埋，該中心業務範圍也擔負了協助了南科所有高科技廠商廢棄物要去申請再利用的行為時，協助和審核的作業。

(2) 阿米達運作背景

中間處理機構將各地產出的這些廢棄物，依照它們廢棄物的一些特色，把它整理好，再看它的再利用端的需求，屬於熱值比較高的，需要鈣的成分比較多的，或者是矽的成分比較多的，那就把它混合好，把這些材料混調成一定的量，然後提供給再利用端。特別是收了一些像油污泥、廢溶劑，這些熱值比較高的一些廢棄物，把它混合之後，另外外購一些熱值高的材料，把它混成到尾端，然後賣給再利用端，假設我去收了這些廢棄物，如污泥類的東西這就是再利用端它比較不想要的，那這部分，就是請再利用端協助聚化，阿米達給他們一部分補貼的費用，所以有一部分他付費，另外一部分他補償，不過中間他還是可以利用特有的一個調合的技術，然後獲取可以營運的利潤。



(3) 運作機制

阿米達收受廢棄物的對象接近四百家，各式各樣的工廠，將廢棄物，固態的、液態的都送交它們來處理，這部分是收費的，也是阿米達的收入的一部分。

固態的廢棄物的部分，凡是鈣鋁鋅鐵含量高的，那它可以作成分上面的調整，接近水泥生料的一個成分，然後就提供給水泥廠，作為替代生料，替代生料它可以減少天然石灰石的使用。液態的包括一些廢溶劑、機油等等污油，富含相當高的熱值，所以它在經過一定熱值的調整，調整成接近四千，作為替代燃料，提供給水泥廠，替代水泥廠所需要的燃煤，效力大概是燃煤的一半，但是價格不到燃煤的一半，所以對水泥廠來說是降低能源成本很大的一個部分。重點就是它作為一個集中的功能，收受集中到一定足夠的量，來供應給水泥廠，對水泥廠來說，它不用零零星星地收量，就會變得很輕鬆，所以它跟水泥廠是一種互利共生的關係。



那對於水泥廠，阿米達提供給它的替代燃料是水泥廠要付費給它，那他請水泥廠來替代生料供應給水泥廠，是它要付費給水泥廠，所以它的收入和支出大概是這樣的情形。對水泥的生產，不管是生料的來源，不管是燃料，都可以盡到這種替代的處理，還可以降低非常多的成本，所以這個是這一家公司的特色。

他們接近三十年來專業就是在於調和，各式各樣的廢棄物的成分，它們有一個很大的資料庫，利用這些資料庫，知道怎麼去調和這些廢棄物，包括這些溶劑的部分，所以阿米達是一個循環經濟非常好的典範。

阿米達在臺灣彰化分公司，收集的對象也都是比較特殊的固體廢棄物，有一些是轉回到日本國內做再處理或者再利用，如何真的將這些廢棄物轉換成一個比較高價值的應用，將是本次考察後的重點。



(4) 水泥製造的應用

水泥製造業需要原物料的供應要足夠的量、質，然後有一般廢棄物的產出，阿米達公司的作業模式，基本上就是協助水泥廠，整合來使用。日本在 1990 年以後，將水泥廠定位，變成一個終端的處理廠，進到水泥廠裡面，零廢棄物產出，日本水泥廠在循環回收再使用的部分，佔了將近百分之十一，剩下百分之八十多，皆為終端的掩埋場，故針對水泥廠的定位，回歸看臺灣，確實需要去調整。臺灣亦欠缺類似阿米達的機構，多數水泥業，工廠皆在東北角，但臺灣大多經濟活動在西半部，如沒有類似的集散機構，在運輸資源上的調度將是很大問題。以水泥廠將來做為一個終端處置的需求來看，事實上這也是它的必要性。



四、Nakadai 中台公司：

(一) 時間：107 年 8 月 7 日 (三) 15:00

(二) 地點：前橋工廠

(三) 地址：群馬県前橋市駒形町 1326

(四) 拜訪對象：

(五) 考察主題：廢棄物中間處理

(六) 背景說明：

在日本，NAKADAI 創下了 99% 的回收率，在產業廢棄物處理業界視為異端；它挑戰了產業廢棄物處理業的垃圾收集得愈多，就賺得愈多的商業模式，它質疑「我們的工作真的是只要大量收集垃圾就好了嗎？」的傳統思維廢棄物回收產業的企業 NKADAI，帶你看到，如何用「框架外的想法」、「靈感」加上努力，不把廢棄物當垃圾，而是素材，以全新的商業模式，整合回收業、設計業，徹底改造企業，變身為全民藝術工作場所。

(七) 考察心得：

1. 回收現況

2. 再利用處理

3. 文創

4. 心得：

Nakadai 公司為分類率高達 99% 中間處理商，對其客戶提供全方位服務的廢棄物回收業，並對於回收的物品桌椅、燈具、鐵板、塑膠料、電腦、燈管、電線、木材等等拆解分類或加工整理，延長廢棄物使用壽命，有用的資源再次的循環使用。本次參觀，見證了分類越細緻，價值越高等情況，全公司約 53 名員工，在轉型前三年皆是虧損的狀態，直到去年才開始稍有利潤。



該公司原來是一個處理機構，收生活垃圾，本項功能亦結合當地居民如常進行，並清楚公告回收項目。該公司亦結合木屑、廢塑膠等製作 RDF，供應給紙廠使用。



公司常務中台澄之原先是在人人稱羨的金融界上班，後來毅然決然的決定返家，他一直在思考有沒有辦法讓廢棄物處理業成為令人自豪的產業，能夠減少廢棄物同時又提高收益呢？中台澄之先生他就把它改造，變成說他覺得生活裡面這些垃圾裡面，其實有很多壞掉的椅子，那改一改就變成好的，或者說裡面有一些是不好的、壞掉的東西，那他把它改造變成另外一種生活的產品，恰好一年一度舉辦的國際設計展覽會「東京設計師週」，他想這可能是好機會，便與舉辦方設計協會聯絡。設計協會了解到 Nakadai 的理念及看到相關成品後，極為欣賞，最後成功共同策劃「Tokyo Designers Week 2010 生活與環境設計展」，Nakadai 的理念與產品在展覽中初試啼聲，令社會了解到廢棄物非社會上的麻煩，而是「可造之材」。他也去提高了這些再生產品的價值，就要辦一些展示會，因此在 Nakadai 前橋的工廠中設立了再造工場「Mono: Factory」，希望透過文創走出新路，延長這些產品壽命，這是它的一個目標，目前很多日本電影公司拍攝影片都來借用道具，也結合他們辦理相當多特展。另外，Nakadai 每年會舉辦產業廢棄物高峰會，展示各個不同領域中的創作者以「不再以廢棄物為藉口的設計」，利用一般人認為無用的廢棄物製成產品或藝術作品，看看這些一度被丟棄的東西，怎樣以創意來重生。

東京奧運的想法



中台最想做的是從源頭減廢，如果早在物品製造之前就從各方向去思考利用價值，把回收、設計、和商業一併串聯起來，以後便能徹底使用物品，使物品壽命延長，減少廢物增長。

回收再造之難在於不能預料甚麼時候會出現多少廢棄物，所以不能事先計劃素材如何利用。中台澄之針對 2020 即將到來的東京奧運及殘奧會作為試點，他不斷鼓催東京都要創造一個零浪費的奧運，從規劃設計開始，包含偌大的選手村，之後要拆解的廢棄物相當多，而且一定會用上大量道具及備用品，只要掌握活動所使用的物品的材質資訊，就幾乎可以在事前擬定回收計劃。他現正了解當中的資訊，希望藉着奧運及殘奧會，向世界展示日本的回收力量。



五、JX 日鑛金屬：

- (一) 時間：107 年 8 月 7 日 (三) 15:00
- (二) 地點：JX 日鑛日石金屬株式会社日立事業所
- (三) 地址：茨城県日立市宮田町 3453
- (四) 拜訪對象：日立事業所 坂井敏彥
- (五) 考察主題：貴金屬回收再利用技術
- (六) 背景說明：

日鑛日石株式会社於 1905 年成立，在 2010 年與新日本石油合併後，全新成立 JX 集團，其主要事業有二：石油事業及金屬事業(JX 日鑛日石金屬株式会社)。而金屬事業下除礦山開採、非鐵煉製外，有一重點事業即為環境・回收再利用事業，主要進行事業廢棄物無害化及金屬回收再利用，全國計有 7 個環境・回收再利用事業之工廠，此次參訪之日立事業所(位於茨城県)則為其中之一。目前 JX 日鑛日石金屬株式会社在臺灣設有兩個工廠，一個位於桃園八德，主要從事電子材料、金屬製品之加工與製造、金屬廢料販賣等；另一個位於彰化縣彰濱工業區，領有臺灣清除業許可，主要從事廢電子物品之清除及破碎等前處理後，將其輸往日本進行非鐵金屬之回收。

(七) 考察重點：

1. 各地回收現況
2. 回收的流程
3. 提煉方式
4. 對環境友善方式、環境倡議
5. 產品應用成果，目標產品或金屬為何
6. 是否有跟民間結合，如東京奧運
7. 政府針對城市礦山的法令規範（包含環境管理、進出口、應用於國內產業），是否有對企業運作上造成改變
8. 考察心得

日本的業者積極投資電子廢棄物回收，而日鑛是產業的先驅，天然礦藏只會越來愈稀缺，且傳統採礦成本愈來愈高，所以能在 PCB 中「挖礦」，回收金、鉑、鈱等稀有金屬，是有前景的商業模式，日鑛公司成立來，產出各項金屬製品，公司如何處理金屬廢棄物，回收再利用後與具備循環商機。

日鑛金屬是處理 PCB 廢棄物及回收貴金屬，利用金屬和蒸汽回收焚燒爐等設備，將貴金屬從被處理廢棄物中提煉出來。

以礦山和冶煉業務中培育的技術為基礎，可持續提供廢物處理，循環利用和土壤修復等服務，以及從排放源頭進行運輸管理。還提供精細的服務以及海外國內，特別是在亞洲。

臺灣也具備城市採礦的條件，面對國際電子廢棄物（WEEE）的資源回收比例和電子產品無害化（ROHs）要求，提出環保創新技術用於剝離或提煉貴金屬，目前臺灣已完成的環保技術，因此可結合市場發展模式，快速推廣至世界各地。

日立事業所主要使用高溫熱分解處理法進行事業廢棄物的無害化處理，該方式乃將廢油、廢液等液體廢棄物用高溫旋轉爐將其燃燒，為確保完全燃燒，其設有二次燃燒爐。而對於處理階段產生的廢氣，因有急冷塔、負離子洗滌設備等，能達到無害化。



在典型的回收銅製程中，針對廢棄物焚化燒卻後，在抽出銅後，留下含銅量已經低於 1% 以下之物質，再轉作水泥原料。



新的處理項目：

日鑛開始處理汽車產生的東西，他可以當作很重要的熱源，另外筆電裡的電路板碳化後，融熔效力才會提高，融熔是焚化處理前的一部分。最後就是融熔完後的銅，大概濃縮到百分之二十到三十，沒辦法直接再利用，銅的純度一般都要九十九以上，所以送到佐賀關那邊再去做電解，電解就可以達到九十九點九。

臺灣很多都是循環經濟體，如佳龍都以廢棄物為主，它沒有加上原礦，日鑛的原礦的比例還是很高，如原礦的比例慢慢就轉成直接的循環經濟體。

日鑛的事業體主要從世界各地蒐集銅，如 PCB 板、電子廢棄物，電鍍的產品，臺灣的彰濱廠多數破碎後送來日本，剛開始也是難打入市場，後來逐漸建立信任才能普及。

石綿處理：

日鑛配合其一千五百度的高溫熔融爐，為日本全國為二的石綿處理廠，臺灣的石綿多屬固化後掩埋，日鑛可將其破碎成小塊後，送熔融爐焚燒，解決多數營建石綿的問題。



綜合：

全世界處理廠重點就是技術佳、工安好、管理好，包含文件管理、環境衛生管理皆佳，日本這方面是值得學習的地方，再來是教育訓練很落實，將來也是臺灣參考的基準。臺灣技術好，未來如果持續深化，應是很多地方的典範，包括光洋、佳龍等，都是直接循環經濟體，日鑛反而是間接循環，如果未來停掉南美原鑛，未來兩邊合作將是可以期待的。

六、太平洋水泥：

(一) 時間：107 年 8 月 9 日 (四) 09:00

(二) 地點：埼玉工廠

(三) 地址：埼玉縣日高市原宿 721

(四) 拜訪對象：阿部信彥先生

(五) 考察主題：廢棄物中間處理

(六) 背景說明：

日本太平洋水泥有限公司係於西元(下同)1881 年創立，水泥產量占日本市場的 39.3%，為日本主要水泥生產企業。該公司以水泥、資源及環保做定位，因此於 1998 年取得 ISO14001 認證，並於 2000 年時加入世界企業永續發展委員會(WBCSD)所推動的「邁向永續水泥產業」(Toward a sustainable cement industry)計畫，期以水泥廠的特性，致力為循環經濟作貢獻。

日本太平洋水泥有限公司以水泥、資源及環保做定位，1998 年取得 ISO14001 認證，並於 2000 年時加入世界企業永續發展委員會所推動的 Toward a sustainable cement industry 計畫，期以水泥廠的特性，致力為循環經濟作貢獻。

(七) 考察重點：

1. 垃圾焚化爐飛灰資源化，產出水泥

2. 除塵設備與環境友善狀況

3. 高爐水泥應用

4. 燃料運用方式

5. 飛灰水洗設備的效益

6. 心得：

(1) 水泥概況簡介

日本的水泥廠約十七家，水泥產量大概六千萬噸，太平洋水泥是日本第一大的，約占整個產業的三至四成，日本每一個人的人均水泥

用量約三百多公斤，臺灣為四百多公斤，兩邊有較大的差異。



(2) 焚燒再利用

此次拜訪之埼玉工場位於埼玉縣日高市，太平洋水泥每年處理日高市 1.5 萬噸廢棄物，當廢棄物進入水泥旋窯燃燒後，可燃的有機物可以提供水泥製程所需的熱量，而不可燃的無機物會熔入水泥礦物結晶中安定化，屬於廢棄物的最終處理，不會再產生額外的廢渣，可說是最環保的廢棄物處理方式。其使用的副產物其實相當的多元，有備用的廢木材、廢輪胎，目前整個日本水泥系統副產物的使用量，每一噸生產的水泥裡面大概有將近四百五十公斤到五百公斤左右的副產物原物料。

工廠原本是有兩個窯在做生產的，那後來因為日本整個國家的水泥需求從一億掉到了六千萬噸，故就停下一個窯，改做 AK system，垃圾透過那個水泥窯裡面的餘熱，去讓它做發酵，把這些氣體拿來做為燃料，接下來固體廢棄物的部分就做為原料，臺灣是可積極考慮運用水泥廠來處理事業廢棄物。

(3) 循環經濟模式

有關廢棄物的處置，除了比較熟悉的中間處理，尚須終極處置，終極處置有兩個途徑，一個是掩埋場，凡是還可以用的在被榨取出來後，完全沒有用的，它必須要有一個去處，最簡單就是用掩埋的方

式，但掩埋又會佔去這個土地資源，所以很巧妙的方法就是填海造陸，必須要處置的這些固體物質，然後選定適當的廠址、海洋位置，填完後不但把它的去向解決了，同時你還增加可用的土地，另一個比較有技術考量的就是水泥廠，那特別是一般事業廢棄物，如阿米達收集了超過上百家的事業廢棄物，再做成分上的調合，就產出原料及燃料。那原料可以做為取代水泥、石灰石這些原礦的原料，燃料可以取代水泥廠需因此就會轉換成可用的這個資源，成為循環經濟非常經典的一個結合。

固體的部分，垃圾經過焚化廠焚燒以後，還會有大概十分之一的焚化底渣以及飛灰的產出。所以還要再燒出一些東西，但是達到減量，還需要有去處，就可以考慮成分經過調合後可以進到水泥廠，跟石灰石一起煨燒，燒完以後就成灰，灰研磨完以後就是水泥，不會再有任何一點什麼灰渣的一個產出，所以所有的可利用的這些物資進到水泥廠以後，它出來就是產品，經濟效益是極大的，也取代了相當多石灰石的採礦，如花蓮太魯閣的礦山，又可以積極轉為水泥使用，廢棄物的處置需要水泥廠的這一顆循環經濟的心臟來完成這個循環，我們的社會是需要水泥廠的，只要我們在營運上面、管理上面還有這些上游的這些廢棄物的這個處置管理上面得當的話，水泥廠可以發揮很積極的一個功能。



(4) 環境互動

本來日高市也有一點覺得不歡迎太平洋水泥，但太平洋水泥辦了好幾次非常詳細的說明會，民眾跟市府才贊成興建，後來市府才同意，可以不用再使用焚化爐來處理全市民的垃圾，也可以減少廢煙產生，這是最大的原因。同時，可以替市府減少處理垃圾的用，節省市民的稅金，AK system 就此營運。後來市府在對外宣傳上，這個系統變成其特色，向全世界說日高市府是百分之百不使用焚化爐的一個市，推動循環經濟，邀請全世界的人來參觀。另外，說明會上面或者是在網路上面也都有公開跟所有環境有關的數據，因為這樣，我們獲取市民的信賴。另外太平洋水泥邀請小朋友來工廠參觀學習，傳授正確的知識給小朋友，這些同學反映很高興且自傲。



(5) 標準

水泥一致的標準就是回到我們國家標準的內容，像日本這邊就是 JIS 的國家標準，目前作業皆符合日本環保標準外，產品品質也是符合國家標準。目前臺灣 CNS 的國家標準裡面，水泥中氯占率是 200ppm，是全世界最低的，日本及歐洲都是 350ppm、大陸 800ppm，我國標準較嚴，但也因此造成循環經濟上的限縮，如有改變，未來水泥廠就可以來處理事業廢棄物。

七、橫濱磯子火力發電廠：

- (一) 時間：時間：107 年 8 月 10 日（五）10:00
- (二) 地點：橫濱磯子火力發電廠
- (三) 地址：Kanagawa Prefecture, Yokohama, Isogo Ward, Shinisogocho, 37-2
- (四) 拜訪對象：J-POWER 國際事業部長、橫濱廠長
- (五) 考察主題：廢棄物中間處理
- (六) 背景說明：

日本電力開發株式會社(J-POWER)所屬之磯子(Isogo)電廠位於橫濱市、緊鄰東京灣，是東京都附近唯一之燃煤發電廠，因此，在環評階段即與橫濱市政府協商，所有排放標準比照燃氣電廠之設計基準，並採用活性焦炭(ReACT)乾式脫硫系統以提高除硫效率。且該電廠 1, 2 號機於 2002, 2009 年商轉後，其運轉實績紀錄均能滿足嚴苛之排放要求。

(七) 考察重點：

1. 煤炭洗選是否有獨特方式能有效減少碳排？
2. 煤儲存場地規畫，是否有加蓋或室內？
3. 超超臨界機組與過去傳統機組效能比較。
4. 爐體運作的方式？氣化後的煤炭發電，而非燃燒煤炭，環境成效及發電成效如何？
5. 日本首創的乾法煙氣脫硫脫硝裝置電子集塵裝置，過濾硫氧化物、氮氧化物和煤粉塵的成效？跟臺灣常用的溼式成效上差異？
6. 與地方關係如何？採取什麼樣措施。
7. 飛灰和底渣處理資源化的情況
8. 下一代發電系統，整體煤氣化聯合循環 IGCC，煤炭氣化、燃料電池複循環發電系統（IGFC）先進的超超臨界機組 A-USC，目前開發試運行成效？

9. 碳捕捉與封存技術目前技術可行性及運用狀況？

10.心得

1960 年代，J-POWER 公司為配合日本戰後電源需求及國家燃煤使用政策，乃於東京灣興建磯子(Isogo)火力燃煤電廠(2*265MW)，為環保考量，該電廠裝設了當時新式環保設備(如脫硫設備)，提供了大東京地區達 30 多年之電力。1990 年初，鑑於該電廠機組已老舊，地區用電需求增加快速，J-POWER 著手規劃將 Isogo 電廠進行更新改建，計畫將原有 2 部「次臨界燃煤機組」改建為 2 部容量更大之「超超臨界燃煤機組」(ultra-supercritical technology)。改建後之 2 部燃煤機組分別於 2002 年、2009 年完工商轉，每部機之單機容量為 600MW。

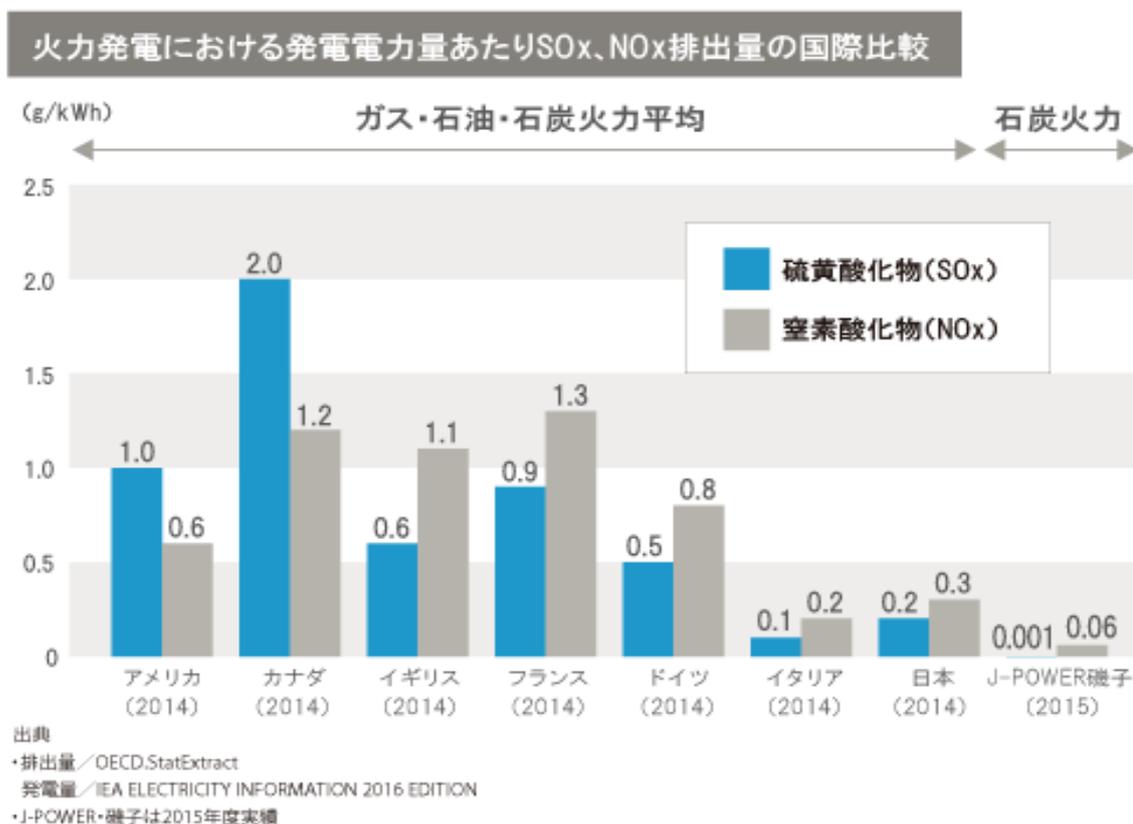
Isogo 電廠位於大東京地區橫濱市，為該地區唯一之燃煤電廠，而該廠廠區狹小，且地方政府對電廠環境衝擊及景觀協調性等要求嚴格，因此，J-POWER 在電廠更新改建設計上需滿足高效率、低污染並兼顧地方要求。

此外，該電廠採進口煙煤及亞煙煤（主要為澳洲與印尼煤）於廠內進行「混拌」(coal-blending)後供機組使用。採密閉式煤倉設計（4 座 2.5 萬噸之煤倉），煤塵不外逸；4 座煤倉採四葉苜葉集中型佈設，以節省土地使用面積。採氣浮密閉式煤炭輸送帶(Air-Float-Type)，傳輸時無煤灰外逸。煤炭來自東京灣內四處煤炭處理中心(coal-center)，確保足夠煤炭用量。採 6,000 噸小型自卸船(self-unloading coal carrier)，平均每天約 2 船自東京灣煤炭中心運煤至電廠卸收。

Isogo 電廠的煤炭來自印尼及澳洲，每日用煤量為 1 萬噸，煤炭貯存於四座桶式煤倉，每座的儲煤量為 2.5 萬噸，設計上最多可混拌 4 種煤質。印尼煤及澳洲煤以 3:7 或 4:6 的比例進行混拌，混拌後之燃煤品質需符合電廠與橫濱市政府的協議-燃煤熱值需達 6,000Kcal/kg 以上而硫份含量需低於 0.6%。

由於該廠實際採購的煤質極佳，經混拌後熱值多在 6,000-6,500kcal/kg

之間、含硫份甚至低於 0.4%，此一結果對於機組之燃燒效率及後續之煙氣處理甚有助益。2002 年啟用的新一號機，電廠與橫濱市政府所達成的空污排放協議，各項空污承諾值為 NO_x:20ppm、SO_x:20ppm、PM：10mg/Nm³ (政府的法規值為：NO_x：200ppm、SO_x：92ppm、PM：50mg/Nm³)，由於運轉效果極佳，因此橫濱市政府要求降低新 2 號機的排放承諾，NO_x 降為 13ppm、SO_x 降為 10ppm、PM 降為 5mg/Nm³ (政府的法規值為：NO_x：200ppm、SO_x：86ppm、PM：50mg/Nm³)，因此磯子電廠的排放強度遠低於世界各國之平均值(請參下圖)，堪稱是世界第一流的燃煤發電廠。



自覺地將垃圾清洗後分類投放。分類好的垃圾，乾電池、螢光燈泡運到北海道加工處理；塑料瓶子送往岡山縣；鋼鋁金屬送到廣島；塑料用品運往九州島。分類越細，可再生的資源就越多，這就是上勝町的秘訣。這裡的人們除了自覺地將垃圾清洗後分類投放，還成立了一個零廢物研究會，這是一個負責監督計劃實施的非營利性組織。鎮上還有一個零浪費學院，是專業培訓和宣傳垃圾分類的學校。上勝町是聯合國 SDGS 得獎環保單位，同時也是日本環境美麗的 60 個村莊之一，上勝町有高達 45 種垃圾分類，其回收率高達 8 成，預計以 2 年時間達成全回收零垃圾的目標。臺灣也有相關設施，惟分類細緻度與鼓勵回收方式可以借鏡上勝町的模式。

(七)考察重點：

1. 如何達成零廢棄全回收
2. 創造產值
3. 如何讓民間動起來，一起響應
4. 中間遇到的挫折
5. 心得：

(1) 從 80 邁向 100

本次由町政府事務課長先進行全町簡介，包含該村的楓葉運用，創造高達 6,700 萬產值，再由日本零廢棄學院理事長阪野晶以日本上勝町推動經驗向本團成員分享零廢棄策略。上勝町超過 51% 為 65 歲以上的長者，雖然是個小鎮，但卻在 2003 年成為日本第一個達到零廢棄（Zero Waste）目標的地方，並入選日本 60 個百景村莊、聯合國 SDGS 獎勵單位。



何謂零廢棄呢？意即不使用焚化爐、不使用垃圾掩埋，並且改變觀念為沒有任何東西是廢棄物，以回收、再利用、減少（Recycle, Re-use, Reduce, 3R）進行。回收部分，上勝町以家戶回收為單位，家庭中就有超過 5 個的回收桶，供不同種類的分類回收；整個社區設有一個廢棄物管理中心，為了能更有效分類與再利用，他們將回收類別分為 45 類，並從小從家庭開始教育培育居民，無意識的進行環保意識行動。



此外，並建立 Kuru-kuru 店鋪，收集許多回收後仍可使用或擺設的東西，讓大家免費交換、取用，Kuru-kuru，店鋪亦設立工藝品中心，將回收的東西重新製作、美化成為新的藝術品，如將廢棄的鯉魚旗，重新縫製成雨衣、防風衣或甚至是嬰兒背帶。

上勝町亦與當地店家宣導與合作，店家皆使用 LED 節能電燈，支持當地食材且不提供外帶，並制定上勝町的零廢棄綱領，詳細說明執行方式及願景，居民間具有共識及強烈的榮譽感，且以相同願景為目標，這在整體推動上比高壓式的管理更有效，長期推動的成效，上勝町的回收率為 80%，但目前遇到瓶頸，現在正設法推動 2020 全面零廢棄目標。



(2) 整體備忘

民眾本來就要分類，但回收中心是政府經營的，町長表示他賣的錢是假設兩百塊好了，但是有些東西的處理花費六百，所以他會虧錢，而且這個是不包括人事成本，因為你在家裡就是民眾當然要分類，那只是在分類東西會分得比較細，但對本地來說節省了一個垃圾處理的費用，約省了一半左右。為什麼有這樣零廢棄的計畫，民間團體的推動是關鍵因素，包含綠色和平長期地支持他們，才有今天這樣的成果。這樣的計畫，在日本是最成功的。在聯合國的 SDGS 裡，上勝町更是模範的區域。對於臺灣來說，分類是不一定需要這麼多種到 45 種，但就是如何推動民眾來配合，一定是要有民間團體，還有當地民眾支持。其二，分類的東西實在是非常乾淨，完全沒有髒污、沒有廚餘，袋子、瓶子都是乾淨的。第三、臺灣現在主要民眾，我們是分三大類，但是在社區，或者說有一些地方的清潔隊，會分得很細，更清楚，因為可以增加他的收入，特別是有一些很好的清潔隊長，他會把分類東西分得很特別，甚至於拆東西，那可以讓他們的收入增加，或者是做一些很有創意的活動。如何在分類讓它品質更好，那這是我們要去做的。再來，可以把這個模式導到一個比較偏遠的山區，因為收集垃圾不容易，在情況下面，導入民間團體，去做這個分類的動作，作為臺灣示範的參考。

肆、考察心得

今年度由主任秘書帶團赴日參訪，針對廢棄物資源化從前端、中間、最終處置進行考察，完整思考營建產業如何整合循環經濟。另外針對空氣污染防治，邀請媒體及學者，進行了解，未來希望能透過民間自主聯盟推進循環經濟發展，本處將持續秉持鼓勵方式，廣進協助發展。

過去較針對單一議題去處理參訪安排，本次可從廢棄物的管理、循環經濟裡，從源頭減量到終端處理，較為全面性，並結合業者、學者隨團，較全面性安排思考。

一、針對城市鑛山

日本積極從「都市鑛山」中挖寶，並以國家戰略角度訂定方針，確保資源，相當多的日本公司皆來臺搜集 WEEE，同為缺乏天然資源國家，臺灣如恰當的推動循環經濟，做好各項管理，加上完整現有的技術落實，可確保我國在經濟發展上之保障。

二、源頭減量分類

日本早期推動廢棄物資源化、循環社會，落實家庭教育，故在日本小鎮可達成 80% 回收率。如落實分類更可提高整體價值，也減少廢棄物產生，避免過多焚燒掩埋。

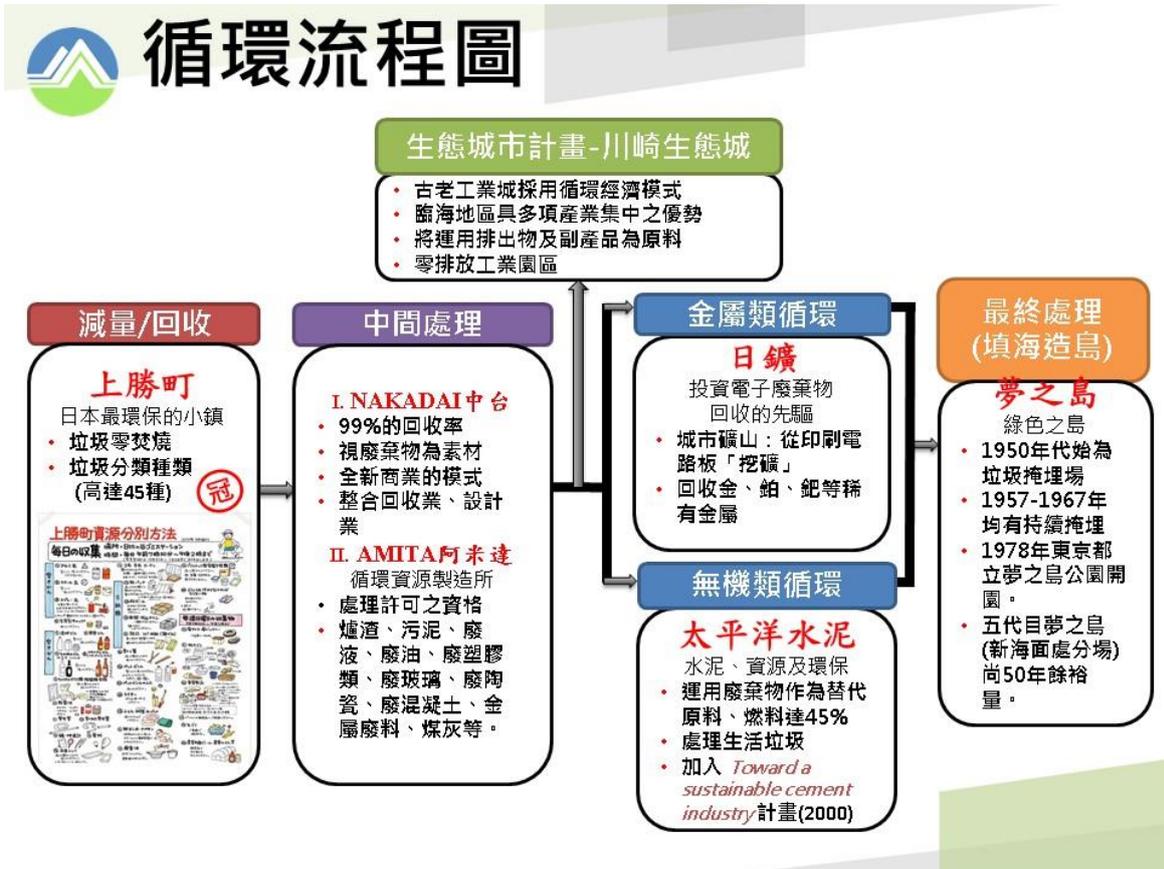
三、中間處理

臺灣欠缺如阿米達完整的中間處理商，協助產業進行相關的蒐整，如能將本套系統落實，不但可協助產業廢棄物去化，更能藉由其他廠商運用，達到循環經濟落實。

四、終端處理

廢棄物經過焚燒後，仍會有相當多的底渣飛灰，去化的管道過去就是掩埋，經過本次的考察，填海造陸亦是積極可考慮目標，在兼顧環境生態平衡下，為臺灣狹小的國土增加新生面積。此外，水泥廠的功用，亦可作為全新的定位，結合廢棄物去化，達到環境保育效果。

五、環境監控



不論是填海造陸、水泥廠，亦或者是空氣污染防制，民眾都產生高度疑慮，透過單位自律、高度透明、定期說明、資訊公開，就是最好的模式，特別是礮子電廠遠低於協議值，更是值得臺灣企業、政府進行效仿。

伍、附件

一、出國人員：

1. 政府單位代表：環保署蔡鴻德主任秘書、環保署廢管處賴瑩瑩處長、環保署廢管處蔣震彥技正兼組長、環保署廢管處何春玲專員、環保署空氣品質保護及噪音管制處張乃仁簡任技正、行政院公共工程委員會蔡志昌簡任技正、行政院公共工程委員會盧泰宏技正、臺南市政府環境保護局黃瑞恩主任秘書。
2. 民間企業代表：台鋼資源股份有限公司蔡文博總經理、永旭豐環境科技有限公司葉禮旭總經理、ECOVE Environment Corporation 刁秀華總經理、台灣電力公司蔡顯修總工程師、達和環保服務股份有限公司劉振德協理、趨向企管顧問有限公司余昌勳經理。
3. 學者及 NGO 代表：臺灣營建研究院呂良正院長、臺灣營建研究院邱暉仁專案經理、社團法人台灣混凝土學會詹穎雯副理事長、社團法人台灣混凝土學會鄭瑞濱秘書長、台北科技大學環境工程與管理研究所張添晉教授、中央大學大氣科學學系林能暉教授。
4. 媒體及隨團翻譯：民間全民電視股份有限公司王嘉琳文字記者、民間全民電視股份有限公司呂炯緯攝影記者、民間全民電視股份有限公司郭旻專案經理、今周文化事業股份有限公司唐筱恬資深記者、通譯人員橋本佳奈、台華旅行社領隊李櫻祥。

二、心得與建議彙整

張添晉教授參訪日本總評

本次參訪日本東京都、地方政府以及產業界推動循環經濟之具體做法及成果，獲益良多。循環經濟係以廢棄物之減量與循環利用為基礎啟動經濟之發展，有別於線性經濟，以減少對自然資源的使用，達到廢棄物循環再生利用及溫室氣體減量之目的。

廢棄物管理之次序，一般包括下列六項：

拒絕產生廢棄物（Refuse）

廢棄物減量（Reduce）

廢棄物再使用（Reuse）

廢棄物循環利用（Recycling）

廢棄物能源利用（Recovery）

廢棄物之土地再生（Reclamation）

此六項廢棄物管理項目都在參訪中觀察其具體之績效。

東京都夢之島：

日本東京都廢棄物掩埋處理場主要包括中央防坡堤內外以及新海面處理場，東京都垃圾自江戶時代開始即以海岸作為掩埋場所，但隨著人口及經濟快速成長，1994年生活垃圾和不可燃垃圾皆原封不動進行海岸及海中掩埋，致使可用之掩埋面積大幅減少，1989年東京都23區之垃圾達到歷史最高紀錄490萬噸。為使掩埋面積長期使用，政府開始進行廢棄物減量及中間處理（破碎、回收及焚化）措施，最後將焚化產生之灰渣及部分營建廢棄物送至海面掩埋場，中央防坡堤內外側並利用甲烷氣體（微型燃氣輪機275kw）及太陽能發電（20kw），進行能源回收，較大件之一般廢棄物送至破碎處理設施進行破碎分類及物質回收。東京都為宣傳廢棄物減量在中央防坡堤外設置大

樓，一樓為環境學習中心，2016年參觀之人數達5萬1千人，其中小學生4萬6千人，由於宣傳奏效，致使廢棄物大幅減量，1989年垃圾送至掩埋場數量為300萬噸，2016年已減至45萬噸，目前預估新海面掩埋場仍可使用50年。

綜觀東京都廢棄物之管理，由於其積極管理作為及教育宣導，實現了廢棄管理6R中之4R，包括Reduce、Recycling、Recovery以及Reclamation。

川崎生態工業區：

川崎生態工業區暨Wastech神奈川事業，本工業區為日本第一座獲中央認證補助之Eco town。目的是為解決經濟發展帶來之環境問題，尤其是為解決日益增加之廢棄物問題，特於川崎市設立Wastech神奈川，對於區內企業排出之廢塑料、感染性廢棄物、污泥及工業廢棄物進行破碎及旋轉窯和流體化床兩種焚化處理，並回收破碎分選時之金屬分類物質和焚化產生之餘熱利用。

由於實施廢棄物焚化產生之餘熱發電，並實施循環型社會和低碳社會方面之意義重大，啟發日本環境省之熱回收設施設置若認定制度以及經產省之可再生能源固定購買制度，從此可由廢棄物中所含之生物質（biomass）作為再生能源，不必依賴石油和煤炭，實現廢棄物管理6R中之3R，包括Reduce、Recycling以及Recovery。

阿米達資源回收廠：

阿米達資源回收廠係以水泥廠作為該廠水泥原料物質類及水泥原料燃料類之最終資源循環設施。本廠透過大量客戶之數據分析，以客戶衍生之廢棄物作為穩定之料源，透過精密分析將原料加以適當調配做為產品，並分為水泥廠可用原料系及燃料系資源，協助解決事業廢棄物問題減少天然資源使用，大幅降低溫室氣體排放及環境負荷，實現了廢棄物管理6R中之3R，包括Reduce、Recycling以及Recovery。

Nakadai 垃圾分類回收廠

本廠接受一般廢棄物及部分之一般事業廢棄物，本廠自第二代接手後，即思索如何減少廢棄物，尤其對於廢棄物應認定為可用資源，透過維修及再製後提供再使用，展示間內擺飾多樣回收維修或再製之二手物品，減少廢棄物產生，經營者非常具有資源循環之理念，認為任何活動結束後所有使用之物質皆應加以再使用或維修後再利用，另一般廢棄物中之金屬及木質材料亦百分之百回收再利用，此外將塑膠及破碎木材於現場製成垃圾衍生燃料（RDF），其餘一般事業廢棄物亦多朝資源循環後妥善儲存供後續之安全處理。本廠在廢棄物管理項目 6R 中符合 Reduce、Reuse、Recycling 以及 Recovery 等四面向。

日鑛日立資源再生廠：

日鑛日立資源再生廠主要以乾式濕式複合精煉程序銅製鍊工程之中間生產物及來自城市採礦含有貴金屬之回收原料進行高效率之各種金屬回收。本廠主要處理單元包括焚化爐及熔融爐，前者將產業廢棄物經高溫處理達到減量及無害化，另後者則進行 E-waste 貴金屬之循環回收利用。本廠在廢棄物管理項目 6R 中達成 Reduce 及 Recycling 之目的。

太平洋水泥廠：

本廠運用水泥工廠之特性，推動可持續性水泥產業，並成立環境事業部致力與產出業者展開合作，將多數無機廢棄物及副產物用於作為黏土成砂石替代品，惟廢棄物必須不會對水泥品質、製程及周邊環境造成不良影響，同時每三個月會對廢棄物進行化學成分之分析，作為允收與否之依據。

本廠最特別之創新作法為將原二座水泥窯中之一座改成好氧醱酵系統，稱之為 AK 系統（Applied kiln），其意為活用水泥窯作為垃圾資源化系統，成功轉型為一般廢棄物之前處理設施，該設施發揮好氧醱酵及破碎分選資源化功能，每年為當地政府處理 12,000 噸之垃圾，為再製造（Remanufacture）之具

體展現。本廠實現廢棄物管理項目 6R 中之 3R，包括 Reduce、Recycling 以及 Recovery。

磯子火力發電廠：

本廠利用最新型之原物料輸送及高效率之鍋爐發電系統，輔以最佳可行之污染防制設備，成功將硫氧化物、氮氧化物以及粒狀物質降低至遠低於法規值，並將衍生之污染物及廢棄物轉為硫酸及水泥原料，輔以和諧之景觀及大幅綠化面積，化解附近居民反對之聲浪，本廠廢棄物管理 6R 項目中實現了污染減量 Reduce、Recycling 以及 Recovery。

上勝町社區：

上勝町社區為日本 60 座最美麗鄉村之一，地方政府及 NGO 透過多次座談及宣導，力行實踐零廢棄之目標，將一般廢棄物透過分類達到垃圾量大幅降低之目的，可回收資源共分成 45 類，廚餘亦完全加以堆肥利用，目前資源回收率已達 80%，為達到零廢棄（全回收）之目標，正努力推動再減量，即拒絕產生垃圾之活動，資源回收物透過交換，有價販賣及維修再生加以循環利用，實現廢棄物管理 6R 中之 4R，包括 Refuse、Reduce、Reuse 及 Recycling。

上述參訪單位廢棄物管理與循環經濟關聯性如下表一

參訪單位/ 廢棄物管理屬性	夢之島	川崎生態工業區暨 Wastech 發電	阿米達資源回收廠	Nakadai 垃圾分類回收廠	日鑛資源再生廠	太平洋水泥廠	磯子火力發電廠	上勝町低碳社區
1. Refuse 拒絕(產生垃圾)								✓
2. Reduce 減量	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Reuse 再使用(含 Repair 再維修)				✓				✓

4. Recycling 循環再生 (Remanufacture 再製造)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. Recovery 能資源循環	✓	✓	✓	✓		✓		✓
6. Reclamation 土地再生	✓							

表一 參訪單位廢棄物管理與循環經濟關聯表

邱暉仁日本參訪摘要

參訪 AMITA 公司茨城循環資源製造所

參訪內容摘要：

主要為建立大數據資料庫，將 400 家以上事業機構製程產生的廢棄物潛在價值開發出來，透過調配等技術而製成產品提供給其客戶，發揮資源循環使用。

替代燃料(SlurMix)：

該公司針對 400 家以上事業機構（客戶）產出廢棄物（除感染性（醫療）廢棄物與放射性廢棄物以外）提出全方位處理，所有物品（例如廢油、廢酸、廢鹼、汙泥等）皆可提供回收再利用之有效方案。廢油和廢溶劑等原料，經過調配製成符合水泥廠需求的產品(SlurMix) (熱值約 4000Kcal/kg，氯含量 500-2000ppm，粒度 0.2mm 以下)，主要為水泥廠提供煤炭或柴油的替代燃料使用，據了解其 80% 以上產品提供給水泥廠。

替代原料：

事業機構客戶產出無機廢棄物（例如汙泥、廢塑料、煤灰、爐渣等）為其原料，經過破碎等程序後可提供給水泥廠作為石灰石或黏土替代品。

日本與國內比較---生產端：

AMITA 公司是依照客戶端品質需求而提供替代燃料或替代原料給水泥廠或鋼鐵廠使用，這些替代品之品質成分只要符合客戶需求就可以；反觀在國內類似 AMITA 公司的循環資源製造所，其產品若是替代燃料，則替代燃料就必須符合酒精汽油生質柴油及再生油品之生產輸入摻配銷售業務管理辦法之第 6 條規定始得銷售

<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawSingle.aspx?Pcode=J0020022&FLNO=6>。

日本與國內比較---使用端：

日本水泥廠使用替代燃料不需要向政府單位（環保局）提出申請，而臺灣水泥廠業者因使用替代燃料而需先後提出環評差異分析與固定污染源變更等給環保局，環保局召開由專家學者組成的審查會通過後水泥廠才可以使用。

上揭程序，不論是替代燃料要符合國家燃料標準，或水泥廠使用端要經過審查通過才可以使用等等，實質的都妨礙到廢棄物資源回收再利用，故建議可以參考日本的方式，行政單位給廠商的自由度高，關注重點是廠商要做好排氣總量管制。

參訪 Nakadai 公司

它是對其客戶提供全方位服務的廢棄物回收業，並對於回收的物品桌椅、燈具、鐵板、塑膠料、電腦、燈管、電線、木材等等拆解分類或加工整理，延長廢棄物使用壽命，有用的資源再次的循環使用。

Nakadai 公司的營業範疇很像臺灣民間經營的資源回收業與環保局經營的廢桌椅資源回收(例如嘉義縣環保局也有類似回收工廠)等組合，值得我們精進的是環保局回收業務品項可以參考 Nakadai 再擴大些。

台鋼資源蔡文博

資源循環，創造再生新價值

廢棄物為錯置的資源，為使廢棄物能有效的資源化，從廢

棄物產源端開始，透過中間處理機構串連資源使用端，不僅僅是物質循環的流動，更重要的是訊息的流動，利用訊息的流動驅動物質的有效再利用，創造再生新價值。

有別於傳統再利用機構的營運模式為將所有廢棄物收回廠內，經過中間處理後再想辦法去化。Amita（茨城廠）為一產業廢棄物中間處理機構，許可之產業廢棄物處理設施為混合與破碎，其主要企業核心能力有二，其一為資源循環資料庫，長期分析目標產業產源端廢棄物資料（超過 4,5000 筆資料，且持續增加中）與使用端的需求資料（主要為水泥廠），透過數據分析整合，建立資源循環供應鍊；另一項則為混合與破碎技術，將液態或固態之廢棄物利用破碎與混合技術，讓產品可均質、不析離，符合使用端需求。例如該公司將不同產源之廢油、污泥與廢溶劑等具不同熱質之材料，利用其資料庫訊息進行配比設計，以混合與破碎方式，產製符合水泥廠需求標準之再生燃料（主要要求為熱值與氯濃度），因時因地協助解決其他企業的環保問題與降低使用者生產成本，利用資源動態循環創造新價值。

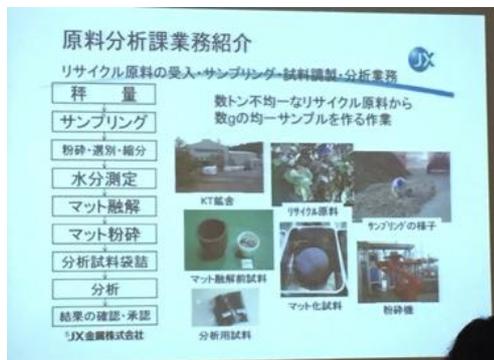


照片一、Amita（茨城廠）門口告示牌，概述該公司處理廢棄物種類與方法

JX 金屬株式會社（埼玉）創建於 1905 年，原為傳統銅冶煉工廠，近年來因應循環資源開始城市採礦與產業廢棄物處理，其主要核心設備為燃燒爐與熔融爐，燃燒爐之功能為電子廢棄

物金屬濃縮與污泥、液態產業廢棄物的無害化；熔融爐之功能為金屬之回收（銅、銀、金、鉑與鈮等非鐵金屬）及有害事業廢棄物石棉熔融處理，其所提煉出之粗銅與其他金屬在由該廠送至集團內精煉廠進行精鍊。最終，JX 每年產生之爐渣約 1 萬噸，以往主要去化對象為水泥廠，將爐渣做為水泥生料摻配料，為近年來亦開始應用於提防、消波塊等非構造用混凝土製品，成就零廢棄的資源循環。此外，JX 對於電子廢棄物中之各項金屬含量亦進行分析，以作為其交易與資源化之參考，將資源化之效率有效提高，提升企業競爭力。

此次日本參訪亦發現，民生廢棄物與產業廢棄物分流，就產業廢棄物而言，水泥窯及工業鍋爐在日本的產業廢棄物中間處理扮演關鍵的角色，無論是以液態廢棄物做為燃料或固態廢棄物做為水泥生料與去處處理，配套的制度與管理勢不可或缺！



照片二、JX 原料分析說明



照片三、JX 破碎後之電子廢棄物

空保處張乃仁

橫濱磯子火力發電廠原為發電量 53MW 之一般燃煤火力發電廠，為提升發電效率、降低環境負荷，2002 年更新設備為發電量 60MW 之超超臨界發電(USC)設施（新 1 號機組），2009 年再增建發電量同為 60 萬 KW 之新 2 號機組。

本發電廠之空氣污染防治概述如下:

1. 新機組由超臨界更新為超超臨界(USC)設備，蒸氣壓力由 16.6MPa 提高至 25MPa，蒸氣溫度由 566°C 提高至 600°C，發電效率由 40% 提升至 45%，CO₂ 排放減少 17%。
2. 粒狀污染物：以靜電集塵器(EP)捕集細微粒，1 號機捕集效率達 99.94%，排放濃度達 10mg/Nm³，2 號機達 99.97%，排放濃度達 5mg/Nm³。(我國排放標準 10mg/Nm³)。
3. 氮氧化物 NO_x: 乾式排煙脫硝，將燃燒廢氣導入脫硝設備，於設備前端噴入氨，往下通過催化層，將氮氧化物轉化為氮氣和水。原來舊機組排放濃度為 159PPM，更新設備後 1 號機排放濃度可達 20PPM，2 號機可達 15PPM。(我國排放標準 30PPM)
4. 硫氧化物 SO_x：本廠脫硫設備為乾式脫硫設備，將廢棄導入裝有活性碳之脫硫塔，藉由活性碳吸附硫氧化物，再將吸附硫氧化物之活性碳送往再生塔脫附再生後，可送回吸附塔循環再使用，脫附之硫氧化物濃縮氣體則經由硫酸製造設備做成硫酸販售。原排放濃度 60PPM，經由本設備處理後，1 號機排放濃度可達 20PPM，2 號機排放濃度可達 30PPM。(我國排放標準 30PPM)

與我國發電廠之空氣污染防治設備比較，磯子火力發電廠之脫硝設備並無明顯差異，除塵設備我國部分電廠使用袋式集塵器，部分使用靜電集塵設備，二者均有高效率除塵效果，僅脫硫設備利用活性碳吸附處理之乾式脫硫法，與臺灣常見濕式排煙脫硫不同，惟依文獻與實績顯示濕式脫硫法亦有高效率脫硫效果。但在參訪過程中，由該廠之即時監測之 CEMS 數據發現，1 號機竟然出現 SO₂ 僅 0.7PPM，NO₂ 僅 0.6PPM，PM 僅 0.55 mg/Nm³ 等不可思議的數據，個人覺得除了前端注意煤炭粉碎品質，可提升燃燒效率減少粒狀污染物產生外，該廠之成功主要是追求最佳操作狀態之管理及不以符合法規排放標準為滿

足的心態。

臺灣電力公司蔡顯修

心得與建議:

- 一、本次參訪磯子電廠位於神奈川縣東部的港口都市，約有 3.7 百萬人口的橫濱市，其位於東京都西南約 30-40 公里處，係僅次於東京第二人口密集區，故橫濱市政府對環境空氣品質很重視，但為了地方發展需要穩定電力供應，因此橫濱市政府與磯子電廠簽署第一個環保協議要求二部各 60 萬瓩燃煤機組分別於 2002 年、2009 年正式營運且承諾硫氧化物、氮氧化物、粒狀物煙囪排放濃度為第 1 號機 20ppm、20ppm、10mg/Nm³，第 2 號機 10 ppm、13 ppm、5mg/Nm³。被譽為是全世界最乾淨的燃煤火力發電廠。
- 二、磯子電廠之所以為最乾淨的燃煤電廠係採用最好最有效率的環保設備，分別為低氮氧化物燃燒器、二段式燃燒方式及裝了乾式觸媒脫硝設備來降低氮氧化物的排放，其去除氮氧化物的效率達 90% 以上。另採靜電集塵器除粒狀物達 99.9% 以上，然後採乾式排煙脫硫裝置使煙氣由填有活性碳的脫硫塔中通過，活性碳吸附煙氣中的硫氧化物，送到再生塔，在再生塔裡使硫氧化物脫離活性碳，活性碳得到再生，然後送往脫硫循環使用，脫離下來的硫氧化物可轉為濃硫酸加以回收得到有效利用。經以上煙氣有效去除處理環保設備後分別有煤灰及濃硫酸可有效再利用水泥原料及化工廠。
- 三、值得一提的是進入磯子電廠大門就感受整潔綠化景觀的清新感覺，尤其是廠房、煙囪等佈置、形狀和色彩與周圍景觀非常協調，改建後的電廠，將全廠綠化面積比例由原 15% 提高 20%，屋頂空間都植樹或植草綠化、煙囪也將 2 煙道集中於一煙囪中，高度提昇為 200 公尺較原第 1 號機 120 公尺及第 2 號機 140 公尺高出許多，有利煙氣擴散。

四、磯子電廠的發電方式由老舊的亞臨界熱效率(Net.HHV)36%、蒸氣溫度 560 度改建為最先建的超臨界熱效率 41%，蒸氣溫度約 600 度提昇約 14%發電效率，相對發電每發一度電空氣污染物排放就減少約 14%之多。在加上高效率的空氣污染防制設備去除燃燒後的尾氣中氮氧化物硫氧化物及粒狀物，其排放的空氣污染物從連續式監測儀器面版顯示的數據遠比協定的承諾值還低很多。磯子電廠對於與臺灣相同缺乏資源的日本，燃煤火力發電具有供應穩定及經濟成本效益之優點也是一重要不可缺的基載電力來源

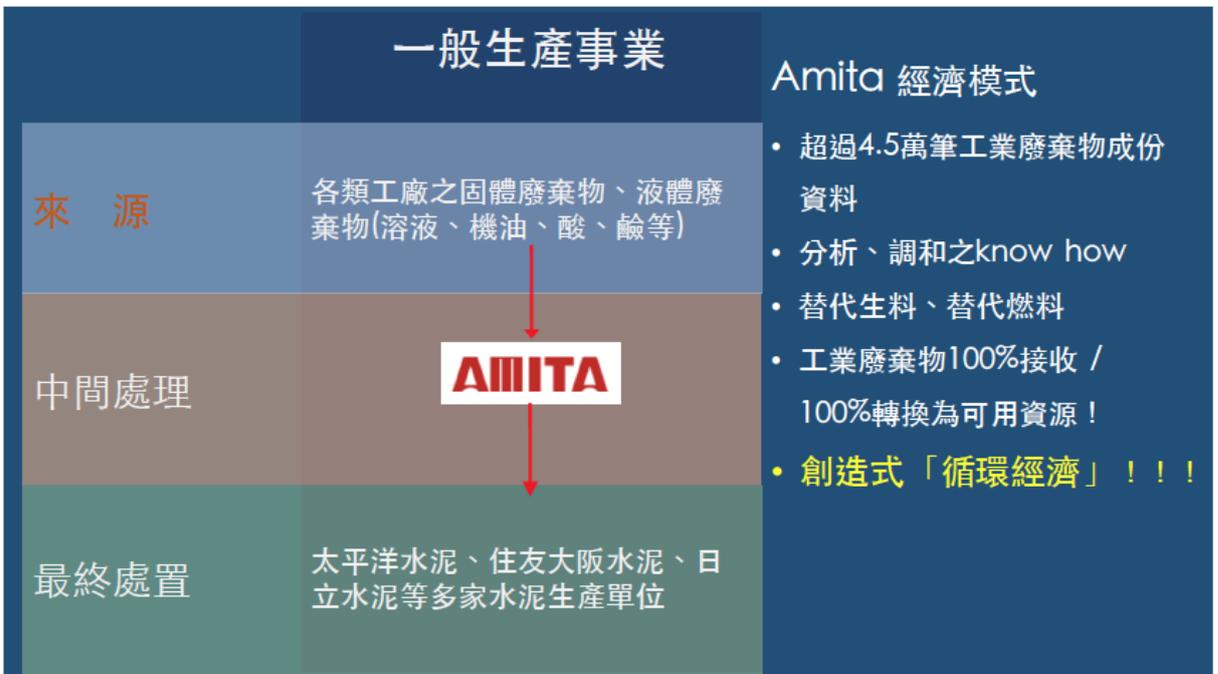
台南市環保局黃瑞恩主秘

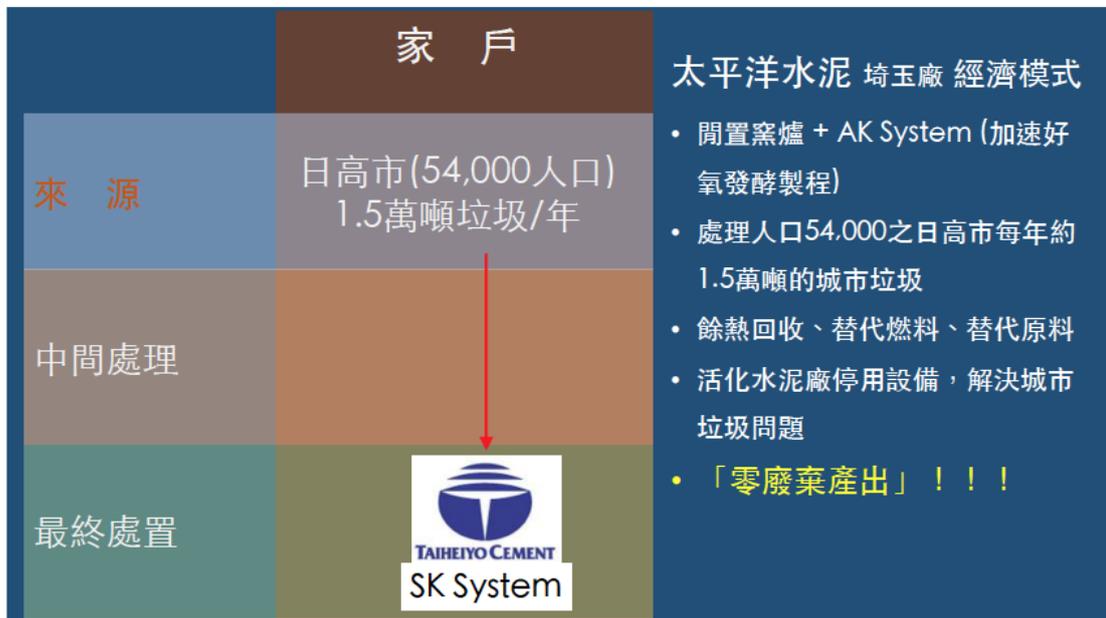
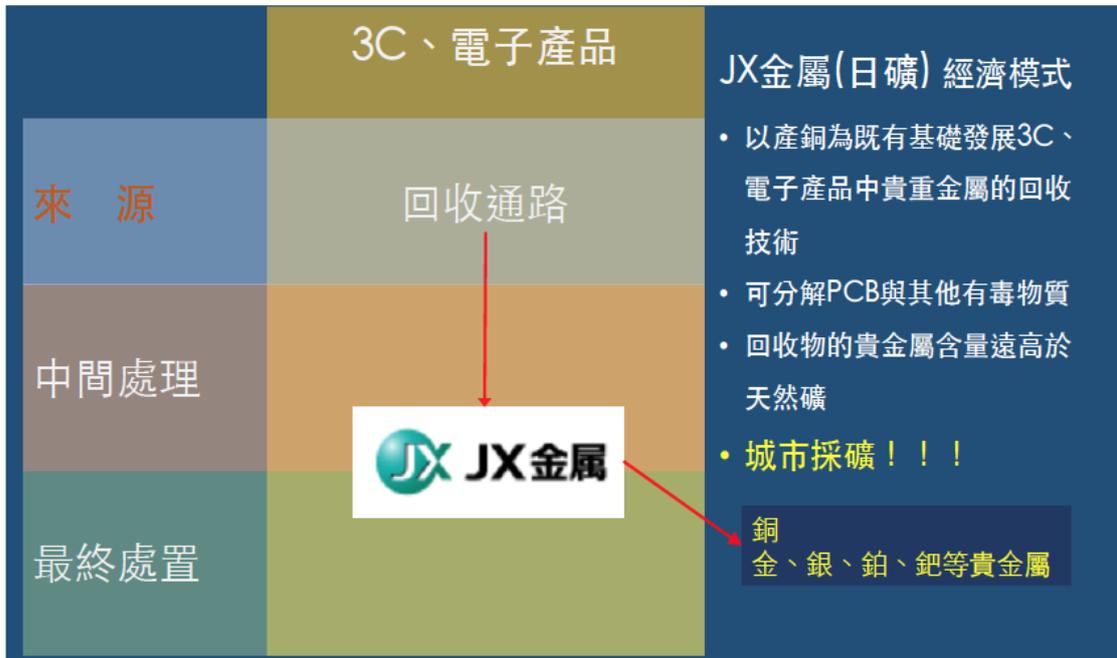
- 一、 上勝町推動資源回收，以「零垃圾宣言」實施成功，居民能重視團體意識及環保意識；其中橫石知二先生推動「彩株式會社」，使居民經濟提升自給自足，是很重要的因素。
- 二、 町政府補助每戶堆肥機；回收站運作全年只休息二天，方便居民配合垃圾回收分類；建立「kuru kuru」回收物交換屋等是使垃圾回收率達 80%以上之重要配套措施。
- 三、 推動廢棄物資源循環零廢棄；仍是 reduce>reuse>recycle 之順序。
- 四、 賴院長 107 年 5 月 21 日主持召開「行政院地方創生會報」，將明年(108)年訂為臺灣地方創生元年，可參考上勝町（以「第三部門」的型態成立「彩(いろどり)株式會社」，其經營型態應是獨立於上勝町役場與農協之外之「公部門」)。經驗，以政府單位配合輔導推動垃圾減量；資源回收工作。
- 五、 現況垃圾清運處理，我們大都以「垃圾不落地方式」清運；其中家戶廚餘之清運處理；由於堆肥處理設施不足；除養豬飼料外；以垃圾車附掛廚餘桶方式清運，如何將家戶廚餘以更妥善的清運處理，期待研究改善。

- 六、 東京都垃圾是以隨袋徵收費用方式運作；大型家具等垃圾是購買貼紙方式收費清運；臺灣只有新北及台北市隨袋徵收清理費用；大型家具等垃圾大多免費清運。由於隨袋徵收清理費用；資源廢棄物免徵收清運費用；有很大誘因使家戶能配合資源垃圾回收；都會區資源垃圾回收提升政策推動可參考。
- 七、 產業廢棄物應資源循環再利用，但是其再利用的運作宜立法規範能透明化運用資訊科技，自主管理申報；若發生不當或非法運作行為；可依法課責復原。如再利用產品非法利用、棄置等。現行各目的事業主管機關公告再利用辦法，其核准再利用項目，事後追終蹤管理不良；建議能有更明確有效法制規範。
- 八、 川崎市吳羽環境公司事業廢棄物焚化爐；提供臨近企業事業廢棄物處理需求；其具有事業廢棄物焚化處理特性；例如有高熱質設計、處理彈性等；國內專業事業廢棄物處理設施不足；建議工業主管機關輔導民營機構設立。

混凝土學會詹穎雯副理事長







Why Japan?

環境法規

循環經濟 = 動脈 + 靜脈 產業價值鏈

循環城市

循環型社會

背景說明

我國循環經濟優先推動重點

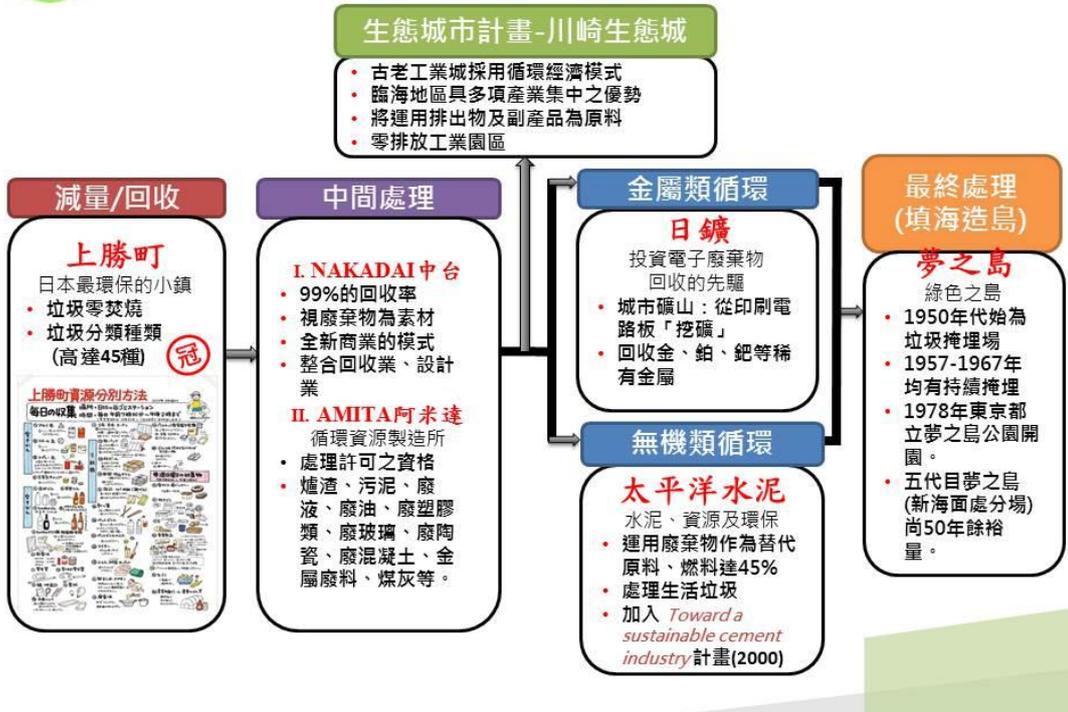
- 塑膠循環利用
- 剩食物再利用
- 電子電器廢棄物
- 營建廢棄物
- 二次料應用與推廣

推動策略

生產	健全物料基線資料、推動易循環的產品設計
消費	創造綠色消費模式、推動政府綠色採購
廢棄物管理	完備法規制度、強化回收循環體系
二次料市場	確保二次料或再利用產品品質與建立監督機制、提供經濟誘因

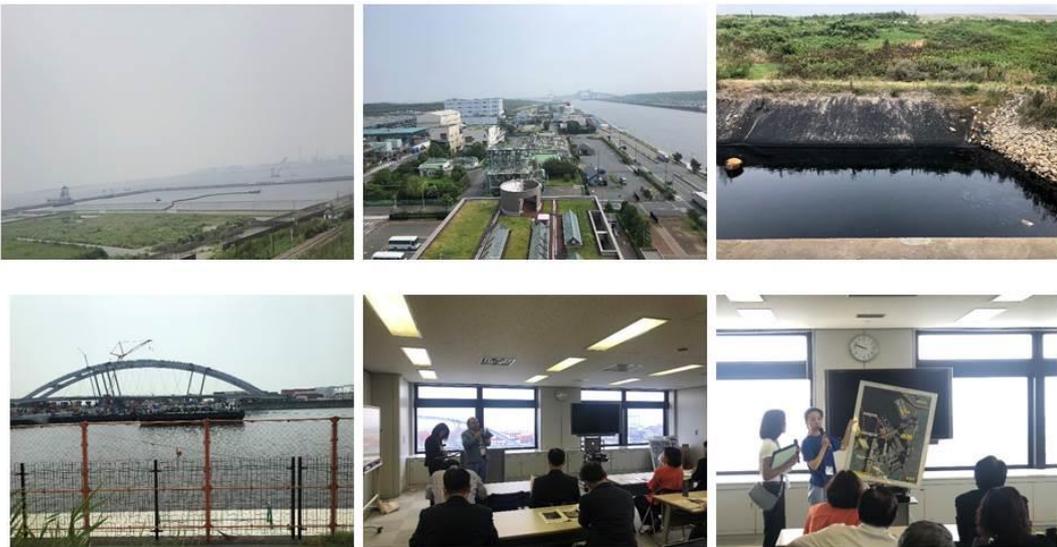


循環流程圖



一、東京都廢棄物埋立管理所

江東區為新填海地區，擁有廢棄物處理設施及掩埋場，為最終處置場，新海面處分場未來還可以填50年。





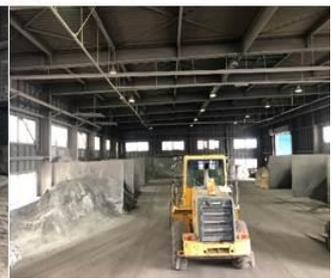
二、川崎生態城市/吳羽環境

川崎生態城為全日本第一個生態城市，有效解決工業問題，近二年積極推展輸出綠色城市經驗，吸引各國前去考察。



三、阿米達資源公司

收受各類廢棄物且擁有龐大資料庫，以客戶衍生之廢棄物作為穩定之料源，透過精密分析將原料加以適當調配做為產品，作為水泥廠的原料與燃料。





四、Nakadai中台公司

分類率高達99%中間處理商，結合社區回收，並透過文創走出新路。



五、日鑛金屬

除了透過乾式濕式複合精煉程序銅製鍊工程之中間生產物及來自城市採礦含有貴金屬之回收原料進行高效率之各種金屬回收，還協助處理日本國內一半的廢棄石棉。



熔融爐



六、太平洋水泥

1. 透過其AK系統進行城市垃圾處理
2. 作為替代燃料與水泥原料。



七、上勝町

上勝町是聯合國SDGS得獎環保單位，同時也是日本環境美麗的60個村莊之一，分類細緻高達45種，回收率高達8成，目標2020零廢棄。資源回收物透過交換，有價販賣及維修再生加以循環利用。東京都餐廳擺盤的植物葉，多來自德島上勝町，業外收入高達每年高達6700萬。





磯子火力發電廠

本廠成功將硫氧化物、氮氧化物以及粒狀物質降低至遠低於法規值，並將衍生之污染物及廢棄物轉為硫酸及水泥原料，輔以和諧之景觀及大幅綠化面積，化解附近居民反對之聲浪，排放標準遠低於與橫濱市簽訂之協議。

