

出國報告（出國類別：考察）

赴日進行廢棄物再生應用
出國考察報告

服務機關：臺北科技大學 環境工程與管理研究所

姓名職稱：張添晉 教授

派赴國家：日本

出國期間：105 年 10 月 20-26 日

報告日期：105 年 12 月 23 日

摘要

隨著生活水準提高及經濟發達，環境保護資源保育及永續發展，已成為各先進國家發展追求之目標。過去從自然環境開採原料，加工製成產品，產品被消費者使用後丟棄之方式推升為循環再生，此模式幾乎已成為開發中國家經濟發展公式。而為永續發展，國際環保趨勢開始思考經濟成長與自然資源消耗的衍生課題，加上環保及永續發展意識抬頭，促使全球由過去資源單向式的模式（開採 → 製造使用 → 廢棄），邁向創新再生之循環經濟模式。

當前人類經濟社會體系的發展走向必須考量「環境合理性」，以「循環」與「共生」為永續發展的準則，建構「最適生產、最適消費、最少廢棄」的循環型社會體系。國際上許多環保先進國家的廢棄物管理政策，已由廢棄物清理走向兼顧源頭減量、分類回收及資源再生利用之綜合性永續資源管理，期朝向建立永續環境及建構循環型社會。有鑒於此，循環型社會之建構為目前最重要的課題，尤其在廢棄物處理回收利用方面，以達到「零排放」及「資源化」為最終目標，讓資源循環利用達到最大化。

目次

壹、	目的.....	3
貳、	過程.....	3
參、	心得及建議.....	11

壹、 目的

筆者此次赴日本仙台(2016年10月20日至2016年10月26日)進行廢棄物再生應用交流考察，與日本專家學者進行環境相關研發成果交流活動，並赴現地考察，同時亦聆聽日本相關學者之最新研究成果，期能供教學及研究之參考。

貳、 過程

一、 討論議題內容

1. 日本廢棄物循環再生應用之概況

筆者此次赴日本仙台及東北大學考察中瞭解到日本廢棄物管理領先全世界的循環經濟體系，成功的關鍵在於，循環經濟相關的措施完整細緻，並且政府與產業間有良好配合。政府在廢棄物管理發揮很大的功能，讓可循環資源盡量從廢棄物資中分離出來將廢棄物當成資源，並且分類制度設計完善。

日本政府設計制度中要求產業負回收責任，甚至讓產業負起減量及循環再生的責任。使用回收物資做原料的製造業持續增加中，全國使用量也有明顯的成長，動脈產業擁有許多資源回收設施與技術，成為日本循環經濟的特色，可以減少動脈靜脈產業串聯整合的成本，並且企業有動機生產方便拆解回收、再使用與再製造的產品。

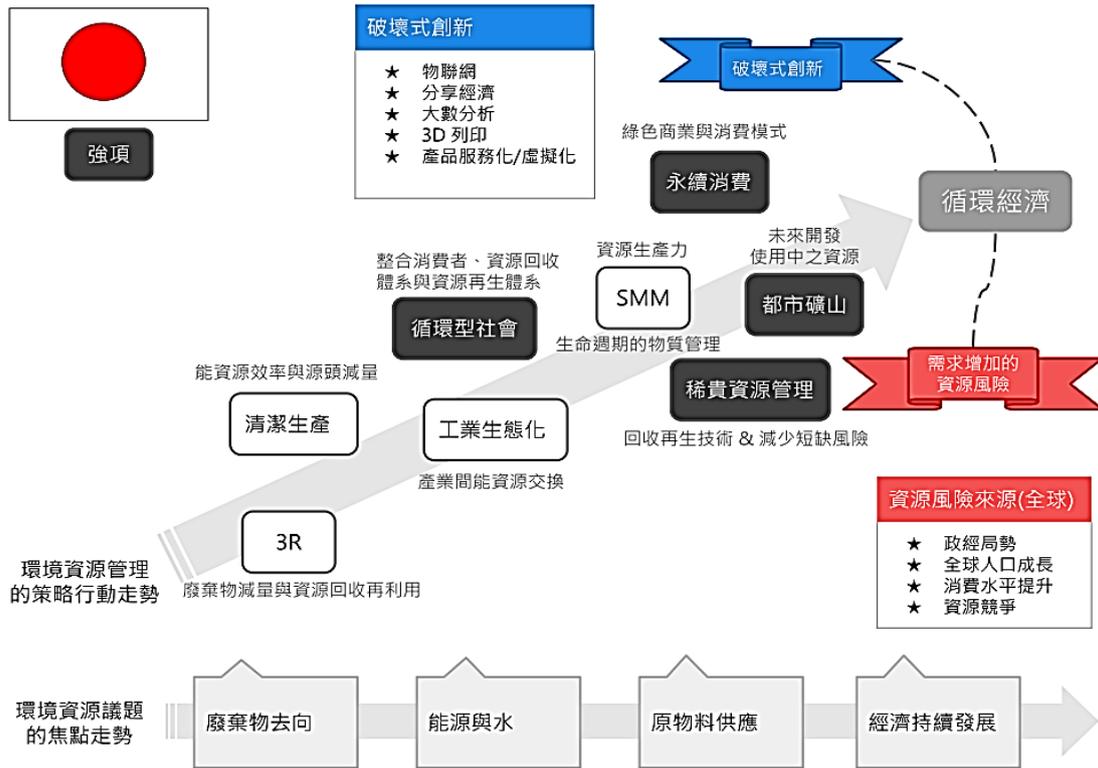
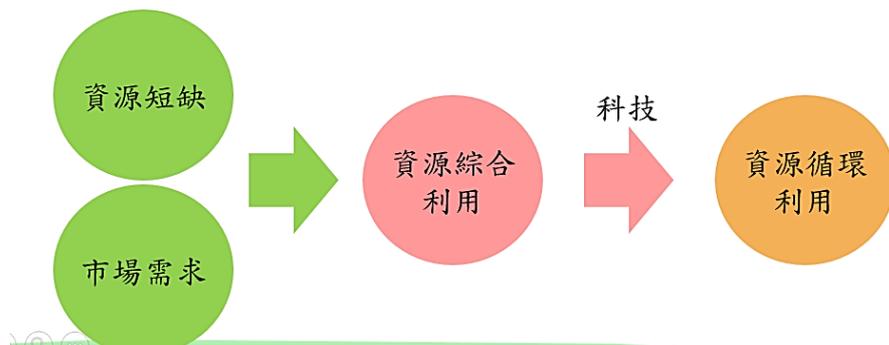


圖 1 日本循環經濟發展的階段與強項

2. 探討廢棄物循環再生應用之關鍵要素

A. 自然資源循環利用

筆者與日本學者討論內容，其中，有探討循環經濟是以資源反覆利用為核心，藉由科技之工具，促進經濟、環境與人類社會協調發展運行。另資源循環利用是迴圈經濟核心內涵，強調資源再利用過程能環境友善，同時保護經濟良性循環與發展。綜上所述，將上述論點匯整流程如下。



B. 5R 理論

筆者另有與日本學者探討 5R 理論如何應用於循環型環境中，並且利用既有物資之資源潛勢，將舊有物品中有價材料加以資源再生、翻新再使用，有助於減少廢棄物產量。茲將上述論點匯整為流程圖，參考如下。



二、 現地考察交流

日本之循環型經濟系統定義為動脈產業（擔負著資源開發、利用）及靜脈產業（擔負著資源回收、再生利用），且循環型經濟系統為循環型社會之核心，係循環型社會之主要功能。由仙台之化工系統工程實驗室資訊顯示，日本之「循環型社會」是指藉由抑制產品成為廢棄物、促進屬於可循環資源產品進行適當的產品循環，以及確保已經無法再回收的可循環資源進行適當處理，使得其自然資源之消耗受到限制，環境負荷盡可能降低。

筆者現勘之參訪，相關說明如下圖 2 所示。日本主要進口重油、液化石油氣(LPG)、柴油、肥料、飼料及食用油等能源，大部分用於發電、交通運輸、商業及家庭使用，中間經由許多產業直接利用或間接利用能源，轉變後產生之次級能源（包含：汽電共生發電、生質燃料等），最後用於林業、畜牧業，及農業。其中，生質能源源自農作物，指由生物產生的有機物質，具有產量大、可再生、且清潔燃燒的優點。例如木材與林業廢棄物如木屑等；農作物與農業廢棄物如黃豆 莢、玉米穗軸、稻殼、蔗渣等；畜牧業廢棄物如動物屍體廢棄物、工業或畜牧廢水經發酵產生沼氣可發電等。綜上顯示，整體架構稱之為「循環型社會」，目前日本大力推動之循環型社會建設部分，日本國民已有共識並付諸行動。

有鑒於此，建構「循環型社會」使資源循環已成為國際環保發展的趨勢，應積極納入源頭減量與資源再生的零廢棄永續發展精神，藉由環境、經濟與社會面的考量，達到廢棄物最小化及資源永續循環的國家目標。

最新の技術の育成と地域の社会・経済・環境の理解で描く

工学研究科 化学工学専攻
 工学部 化学バイオ工学科 化学工学コース
 化学システム工学研究室

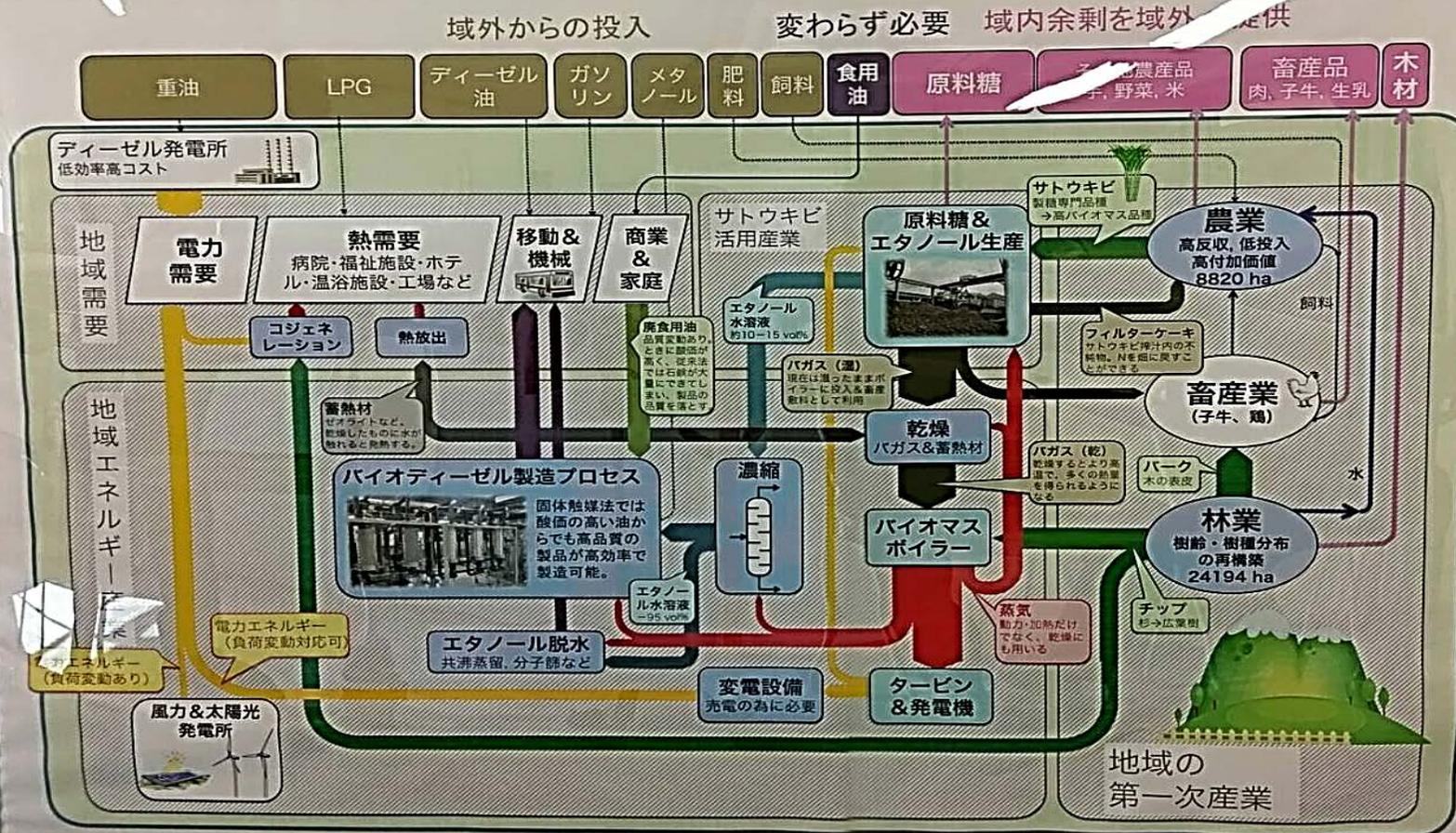


圖 2 日本之廢棄物循環再生應用架構圖



圖 3 與日本學者探討廢棄物循環再生應用議題

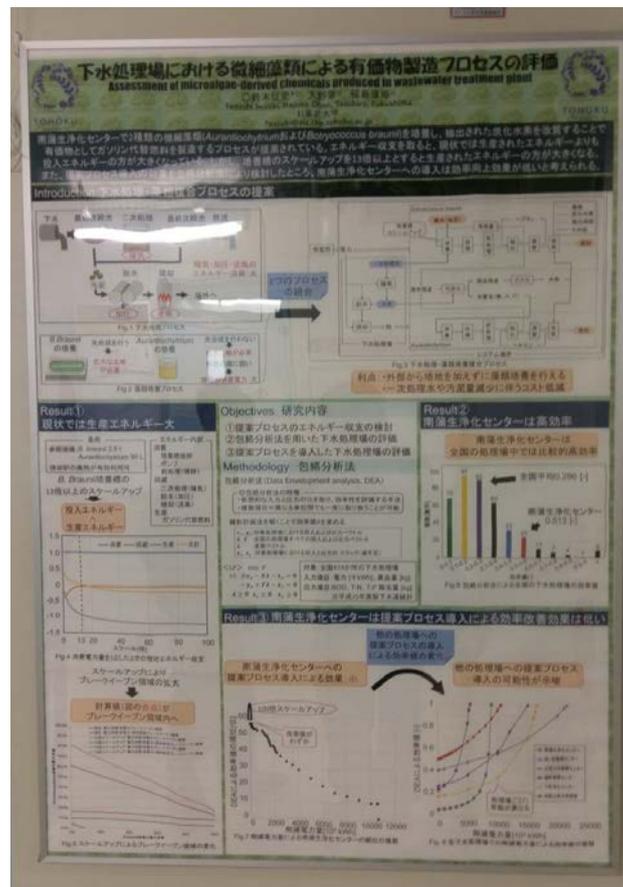


圖 4 廢棄物循環再生應用之數據研析匯整表

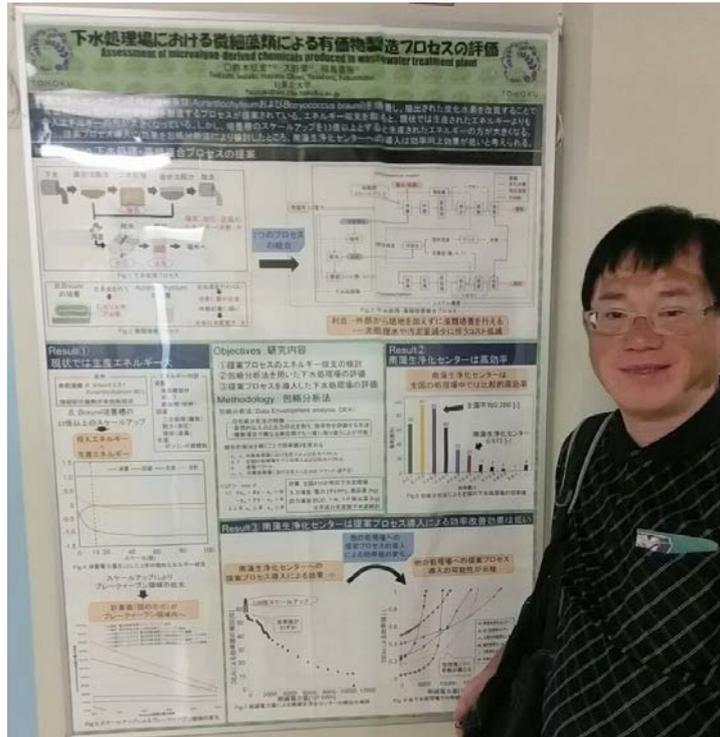


圖 5 廢棄物循環再生應用之數據研析匯整表

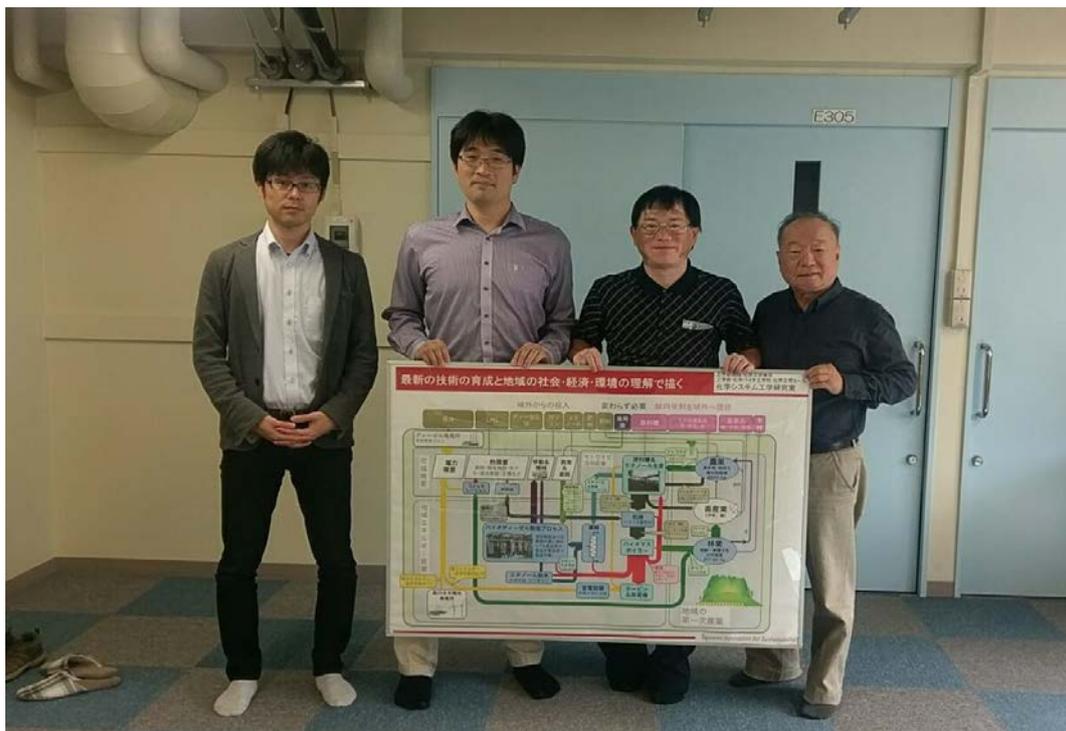


圖 6 與日本學者合影



圖 7 與日本學者合影



圖 8 與日本學者於仙台東北大學合影

參、心得及建議

日本仙台在過去環境首都獎之評比中，屢屢脫穎而出獲致佳績，肇因於有心致力於零廢棄及全回收之循環型社會，近年來更用政策及管理工具朝能資源整合之方向努力，實值得開發中國家借鏡，參訪獲致之心得及建議如下：

1. 未來在溫室氣體減量及循環經濟要求之趨勢下，資源化扮演之角色及重要性將與日俱增，國內宜速喚起產官學研界對資源再生產業發展之重要性。
2. 在政府重視循環型環境暨資源之投入下，建議依資源再生產業發展之路徑圖(Road map)訂出目標，以利研析發展之策略及實施方法。
3. 建議針對金屬、非金屬或有機、無機之廢棄物提出不同之多元化資源化管道，並聚焦於技術面、管理面、法令面以及市場面等研議可行措施。
4. 未來仍宜持續蒐集國外資料、法令及管理趨勢，瞭解事業廢棄物與資源之定義，通路及資源化產品之通路和其市場價值，供決策參考。
5. 物質最終處置(final sink)在國外永續物管理策略中，列為極重要之課題，未來宜收集國內外資料加以重視。