



財團法人台灣綠色生產力基金會

40期

綠色生產力通訊

Green Productivity Newsletter

2015年6月出版

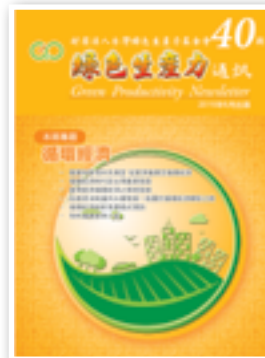
本期專題

循環經濟

- 廢棄物管理未來展望 從資源循環至循環經濟
- 循環經濟時代談台灣產業發展
- 台灣資源循環經濟之策略發展
- 從資源消耗邁向永續發展—我國的循環經濟轉型之路
- 循環經濟創新商業模式探詢
- 物料循環案例介紹



Contents 目錄



2015 年 6 月 ♣ 40 期

2 本期專題

- 廢棄物管理未來展望 從資源循環至循環經濟
- 循環經濟時代談台灣產業發展
- 台灣資源循環經濟之策略發展
- 從資源消耗邁向永續發展—我國的循環經濟轉型之路
- 循環經濟創新商業模式探詢
- 物料循環案例介紹

27 法律櫥窗

- 不法利得追繳、吹哨者制度與按次處罰 -簡介民國 104 年水污染防治法修正重點

30 活動報導

- 本會與大陸國家節能中心簽署合作意向書
- 本會參與認購經濟部自願性綠色電力 15 萬度，支持促進我國再生能源發展
- 臺北市工商業能源技術媒合說明會

發行人：林志森

編輯委員會：鄭清宗、張啟達、林延彥、
顏秀慧、翁志聖、西美霞、
林坤讓、劉蘭萍、林冠嘉、
洪文雅、李婉諦、戴邦文、
李龍堯、林文祥、謝維晃

法律顧問：呂喬松

總編輯：西美霞

執行編輯：陳瑜瑤、忻珮雯

發行者：財團法人台灣綠色生產力基金會

地址：新北市新店區寶橋路 48 號 5 樓

網址：<http://www.tgpf.org.tw>

本會各業務單位

新店辦公室

地址：新北市新店區寶橋路 48 號 5 樓、10 樓

電話：(02)2910-6067 (02)2911-0688

傳真：(02)2910-3642 (02)2911-1031

台中辦公室

地址：台中市天保街 60 號 2 樓

電話：(04)2350-8042

傳真：(04)2350-8043

信義辦公室

地址：台北市信義路 3 段 41 之 2 號 11 樓、12 樓

電話：(02)2754-1255

傳真：(02)2784-4123

版權所有 · 請勿翻印

投稿事項

1. 歡迎本會同仁踴躍投稿。
2. 技術報導、經驗交流、他山之石、法律櫥窗類 2000 字
福利園地、活動特訊、生活與工作（如生活體驗、旅遊記趣、
感性小品）等專欄類 900 字
3. 來稿務請書寫標題、作者姓名、部門、聯絡電話，如為譯文，
請註明原出處。
4. 本編輯室保有對投稿稿件審核、修改、刊登之權力。
5. 一經刊登即致稿酬。

編者的話 *Notes from the Editor*

在永續發展領域裡各國皆致力於讓「經濟成長」與「自然資源需求消耗」脫鉤。然而，問題在於如何讓這些觀念確實落實在產業和供應鏈中，把傳統依賴資源消耗線性成長的經濟，轉變為依靠生態型資源循環來發展經濟。因此，亟需改變過去經濟發展思維。經濟發展須要將自然資本以包容性方式列入考量，特別是在全球金融危機後，更讓循環型經濟、資源效率、及綠色經濟等議題成為各國政府政策制定研議之主流。

本期專題將以「循環經濟」為主題，詳細闡述循環經濟之意涵，特別邀請行政院環保署廢管處吳盛忠處長及經濟部工業局永續發展組陳良棟副組長分別撰文，從資源循環至循環經濟說明環保署對廢棄物管理之未來展望及面臨循環經濟時代談台灣產業未來發展。另外同時邀請台北科技大學工學院張添晉院長、財團法人中技社環境技術發展中心鄧倫主任、商業發展研究院經營模式創新研究所王建彬所長、及本會劉蘭萍資深協理等專家撰文，以國際趨勢、國內現況及循環經濟契機、案例介紹等最新趨勢，以期能給予關心此議題的各界先進們更多有價值的資訊。

台灣是一個天然資源極度缺乏的國家。因此在強化循環經濟方面，宜運用先進科技及創新商業模式推動綠色採購，加強「只租不賣」，讓生產製造者實踐產品生命週期評估及綠色設計的理念，從製造驅動的層面，向商業驅動邁進，突破傳統停留在資源回收、廢棄物管理的作業生態，透過創新技術及服務模式，整合跨領域、跨產業的合作機制，協助我國產業於新世代的循環經濟生態體系中，繼續扮演重要關鍵角色。

廢棄物管理未來展望 從資源循環至循環經濟

吳盛忠 處長
環保署廢棄物管理處

一、緣起

經濟合作與發展組織（OECD）自 1980 年起推動廢棄物減量及妥善處理，隨著時間的演進，部分會員國有感於傳統廢棄物管理不足以因應大量資源消耗衍生的環境衝擊，認知到廢棄物與物質管理必須在生命週期的概念下進行某種程度的整合，以發展前瞻性的解決方案。與此同時隨著全球人口增加，資源不足的狀況明顯增加，永續物料管理（Sustainable Materials Management，SMM）的概念應運而生。

依據 OECD 所提出的操作型定義¹，永續物料管理是一種方法，其目的在於促進物料永續使用，採用物料生命週期概念貫穿、整合各式行動，以降低環境負面衝擊及維護自然資源，同時將經濟效率及社會公平納入考量。為達成前述目標，OECD 資源生產力及廢棄物議題工作組（Working Party on Resource Productivity and Waste，WP-RPW）持續檢視各國法規及行動計畫，並邀請民間機構參與，期能在建置工具/方法論的同時，找出最具效益的因應之道，並於 2012 年提出「永續物料管理—促進資源有效

使用²」文件，明確提出政策目標為「減少資源使用，尤其是環境衝擊大者，期能透過減少資源的使用，降低物質流的環境衝擊」。而歐盟（European Union）亦訂定有類似目標「提高資源使用效率，以減少不可再生的天然資源需求以及因原物料使用所帶來的環境衝擊，同時促使可再生天然資源的耗用速度不超過其再生能力」，並於 2011 年提出「資源使用效率進程計畫（The Roadmap to a Resource Efficient Europe³）」，明定會員國後續推動工作及時程。綜觀 OECD 和歐盟會員國推動永續物料管理，或提高資源使用效率的主要關注重點，包括（1）保護自然資源；（2）更積極有效率的利用資源；（3）能以適當的方法辨識關鍵資源、程序並加強管理；（4）掌握物質流及環境衝擊資訊；（5）有效的降低資源使用及改善環境衝擊；（6）將廢棄物視為資源利用；（7）更多創新模式的利用型式；（8）大量運用物質流及生命週期評估等工具。

二、循環經濟簡介

前述思維與「循環經濟⁴（Circular Economy）」的概念不謀而合：把傳統的依賴資

源消耗的線形增長經濟，轉變為依靠資源循環來發展的經濟。要求人類在考慮生產和消費時從自然—經濟系統出發，對物質轉化過程做精細的處理，以減少經濟活動對資源的過度使用及對環境所造成的負面影響。換言之，循環經濟是用先進生產、替代材質、廢棄物減量、綠色供應鏈、廢舊資源利用、及「零排放」技術等支撐的經濟，不是傳統的高消費、高污染、低水平物質循環利用方式下的經濟。隨著先進國家的努力，原本聽起來似乎有些過於理想化的循環經濟，近年在各種技術的發展，逐漸成為可行的事實：2014 年於瑞士達沃斯世界經濟論壇⁵發布「邁向循環經濟（Toward the Circular Economy）」報告，探討未來全球經濟轉型成為循環經濟的契機與挑戰，重點包括：（1）循環的概念不僅可以促進經濟成長，更能夠創造長期就業機會；（2）循環經濟正逐步成長並朝向全球化進行；（3）供應鏈在循環經濟體中將扮演重要角色。專家並預期「循環經濟」模式可望在未來 5 年創造 10 萬個新工作，並在 2025 年前為全球整體經濟帶來 1 兆美金的產值⁶。此外，歐盟環境署預期於 2030 年增加資源使用效率 30% 的狀況下，可以促進經濟成長近 1%，增加二百萬個工作機會⁷。換句話說，循環經濟屬於歐盟提升資源使用效率之核心內容；又英國智庫單位 WRAP 於近期發表研究中提及，循環經濟可在英國增加超過 20 萬個工作機會⁸。

三、我國現況

台灣是一個天然資源極度缺乏的國家，根據 102 年度統計資料⁹顯示，我國整體資源使用量約為 3.8 億公噸，每人平均使用量約為 16.47 公噸，高於歐盟 27 國每人平均使用量之 13.24 公噸。

我國資源使用（DMI）其中有 64.55% 來自進口，國內自產為 35.45%（其中大部分為土石資源）；以四大類物料來看，其中金屬（100%）、化石燃料（99.83%）、生物質（66.8%）、及非金屬（22.06%）均來自進口，顯示我國四大物料自給比例有限（如圖 1）。另外，以循環利用率¹⁰來看我國資源循環利用狀況，102 年為 4.65%，相較於日本預估 2015 年可達 14~15%，仍有很大的成長空間。因此，若能將大量進口的資源透過循環利用策略與技術累積於本土，可改善一部份資源有限的問題，此乃發展我國循環經濟的契機。

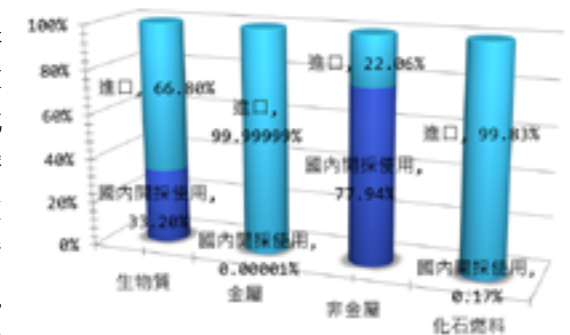


圖1 102年四大類物質國內直接物質投入(DMI)

要發展循環經濟，必需要結合動脈與靜脈產業。台灣在靜脈產業，即所謂的廢棄物管理領域，已有多年經驗累積與成熟的產業技術，環保署相關的法制、措施也逐步轉向符合資源循環利用之精神，例如廢棄物清理法與資源回收再利用法將整併為資源循環利用法（草案）；資源回收四合一制度結合政府、業者、民眾、與回收處理體系，針對一般廢棄物進行回收處理工作；在事業廢棄物部分，也加強後端再利用產品管理之規範。對於與動脈產業的結合，近年也著手推動搖籃到搖籃的平台，及輔導 C2C 產品及認證工作；研擬環境化設計準則，提供政府部門與相關單位參考，並逐步納入相關政策中。然而，要能達到

1 OECD 對於 SMM 的定義為 "Sustainable Materials Management is an approach to promote sustainable materials use, integrating actions targeted at reducing negative environmental impacts and preserving natural capital throughout the life-cycle of materials, taking into account economic efficiency and social equity."

2 資料來源：OECD，Sustainable Materials Management：Making better use of resources，（2012）。

3 資料來源：歐盟提升資源效率專網 http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/about/roadmap/index_en.htm。

4 參考資料：<http://www.twiki.com/wiki/%E5%B6%93%E6%BF%9F%E7%90%86%E8%AB%96>。

5 資料來源：世界經濟論壇之循環經濟專網 <http://www.weforum.org/projects/circular-economy>。

6 資料來源：2014 年世界經濟論壇新聞稿 <http://www.weforum.org/news/circular-economy-can-generate-us-1-trillion-annually-2025>。

7 資料來源：歐盟循環經濟專網 http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm。

8 資料來源：Circular economy 'could create more than 200,000 jobs' in the UK (2015.01.20) <http://www.edie.net/news/5/Circular-economy-could-create-two-hundred-thousand-jobs-in-the-UK/>。

9 103SMM 計畫

10 「循環利用率 = 循環利用量 / (循環利用量 + 天然資源等投入量)」，其中，循環利用量 = 再使用量 + 回收再利用率。國內循環利用量則包含一般廢棄物、公告應回收項目回收量及事業廢棄物之再使用及回收再利用。

不斷循環滾動的循環經濟，必需要有三個很重要的因子，包括(1)靜脈產業產出的再生資源，必須達到符合市場需求品質之產品，並為產業所用；(2)動脈產業在生產產品時，應以利用再生資源為優先的目標，規劃相關的製程設施及流程；(3)在生命週期階段，促進各種形式的再使用、再利用，甚至是能源利用，以達到最大程度的循環利用。目前，我國仍停留在再生資源僅是部分摻配，而非被視為原物料使用，因此在動脈與靜脈產業的連結，甚至是循環經濟之發展，影響程度有限。

四、稀有資源管理

隨著環境資源部即將成立，及管理範疇的擴大，環保署積極的導入永續物料管理制度，將廢棄物重新定義為可重複利用的資源，並著手研擬我國制度轉向之策略及對應措施，並建置配套工具與資訊系統，進一步的跨入資源管理的領域。與傳統資源管理的不同，永續物料管理運用物質流分析及生命週期評估工具，關注系統中的流布及因資源使用所衍生的環境衝擊。目前世界上相當被重視的稀有資源管理，在未來也將透過永續物料管理之「落實及發展我國原物料策略」逐步建構。

近年因稀土資源有限，且主要掌握在少數幾個國家手上，因此掀起國際對稀有資源之爭奪，並紛紛訂定相關政策，例如歐盟、德國原物料倡議(Raw Material Initiative)、英國關鍵物料策略(Critical Materials Strategy)等，以確保在平等的條件下原物料的永續的供應、改善原物料消耗及提升使用效率、提升區域內的礦物原料自給率降低對外依賴、將廢棄物視為資源、使用替代物料，部分國家甚至設計資源儲備制度，如日本¹¹早期以7種礦物儲備為目標，包括鎳(Ni)、鉻(Cr)、鎢(W)、鈷(Co)、鉬(Mo)、錳(Mn)、及鈦(V)等，並設置國家儲備倉庫，目標期限為兩個月，採取國家與民間共同儲備，其儲備比例為7:3，並配合產業需求，評估新增其他項目。所謂關鍵資源，以歐盟原物料策略¹²而言，是指具有經濟上的重要性及供應風

險，歐盟於2010年從41種非農業及非能源物質中篩選出14種關鍵資源，爾後2013年重新從54種物質中篩出20種關鍵資源。在荷蘭¹³，先調查國內資源使用狀況，評估重要經濟活動產業所依賴之資源種類，如磷用於農業肥料，鈷及鈦用於高速鐵路，銻、銻及鉍用於電腦晶片等，並規劃相關的策略，包括供給面、需求面、有效率且可持續的消耗。

配合國際趨勢及我國產業需求，國內相關單位也開始重視關鍵資源議題，包括環保署廢棄物輸出入管理、經濟部稀有戰略資源循環聯盟、中技社出版資源循環經濟與產業發展專書、學界對國內科技產業進行關鍵資源的調查與評估、甚至是特定關鍵資源的物質流調查及回收技術研發等，分別從不同的角度促進國內關鍵資源的循環利用，但仍需要一整合性政策，以協調各方資源的投入與分工，以及擴大至各部門及產業界。

五、未來展望

環保署為推動永續物料管理制度，草擬資源使用效率提昇推動計畫，發展國家層級策略與部門分工，建置分析工具以掌握國內資源使用狀況，期望未來可運用於關鍵資源的篩選與管理。現階段，除前述計畫與工具的發展外，規劃運用於稀有資源管理策略之研擬，涉及國內重要產業之原物料取得與循環利用，並憑藉環保署在廢棄物管理上的豐富經驗與具體作為，是我國邁向資源管理之重要里程碑。

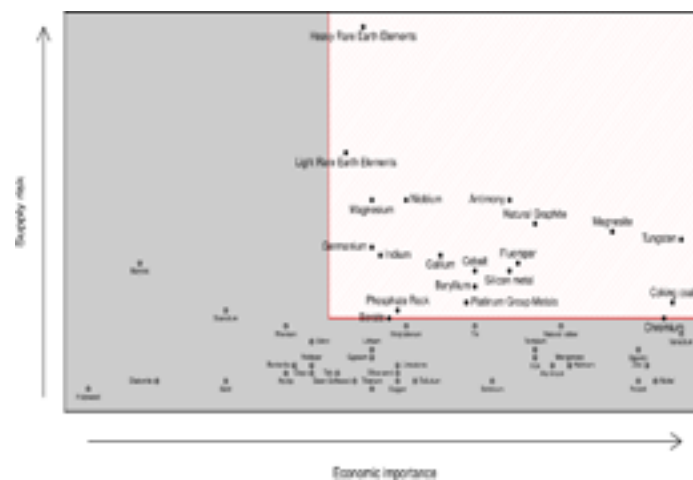


圖2 歐盟關鍵資源篩選

循環經濟時代 談台灣產業發展

▶ 陳良棟 副組長
經濟部工業局永續發展組

一、前言

所謂循環經濟，是在經濟發展中，以廢棄物減量化、資源化和無害化，使經濟系統和自然生態系統的物質和諧循環，維護自然生態平衡。循環經濟是按照自然生態系統物質循環和能量流動的方式，使經濟系統和諧地納入到自然生態系統物質循環的過程中，在物質的循環、再生、利用的基礎上發展經濟，是一種建立在資源回收和循環再利用基礎上的經濟發展模式，其生產的基本特徵是低消耗、低排放、高效率。亦即在人、自然資源和科學技術的大系統內，在資源投入、企業生產、產品消費及其廢棄的全過程中，把傳統依賴資源消耗線性成長的經濟，轉變為依靠生態型資源循環來發展的經濟。

我國過去五十年來，從農業社會轉變為工商業社會，仍依循大量生產、大量消費、大量廢棄的經濟模式，產生許多環境問題及社會衝突，經過許多工程手段解決環境問題，再經深層反省導入許多解決資源耗竭及環境友善的方法，與先進國家同步進入循環經濟時代，並運用資源循環相關科技及商業模式，促使產業獲得更大利益。

本文以台灣產業發展的經驗，介紹成功跨入循環經濟時代的實例，並對未來如何強化循環經濟，提出粗淺的建議，期望我國在循環經濟時

代，產業可以做為強而有力的循環經濟推手，並主導全球往循環經濟發展，以獲得企業利益並保護環境，邁向產業永續發展。

二、產業發展的軌跡

我國在1970年代由農業社會轉型為工商業社會，積極發展鋼鐵、石化等基礎工業，廣設工業區；在1980年代為傳統產業為主的經濟型態，產業意識到環境污染對經濟發展的負面影響，經濟部工業局即積極輔導產業管末處理之污染防治技術，但管末處理的費用高且效果有限，故引進工業減廢與清潔生產的作法，降低廢棄物量、節省生產成本並減輕環境負荷；此時期各鄉鎮垃圾掩埋場飽和，時常爆發垃圾無處掩埋問題，1987年成立行政院環境保護署。

1990年代進行產業升級積極發展電子業，各種產業成長快速，環保議題獲得重視，我國成立國家永續發展委員會，各種環保法規逐漸完備，如環境影響評估法、公害糾紛處理法，並開始徵收空氣污染防治費，產業界積極導入ISO14001國際環境管理系統。另一方面，聯合國召開世界永續發展高峰會，積極推動國際環保公約如氣候變化綱要公約、管制有害廢棄物越境轉移的巴塞爾公約、管制溫室氣體排放的京都議定書，永續發展議題獲得廣泛討論。

11 稀有資源循環再利用及未來發展，張添晉。

12 REPORT ON CRITICAL RAW MATERIALS FOR THE EU, 2014, http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/crm-report-on-critical-raw-materials_en.pdf

13 Policy Document on Raw Materials, http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/mss-netherlands_en.pdf

到了 2000 年代，我國頒布環境基本法、土壤污染整治法、資源回收再利用法，並徵收土壤及地下水污染整治費；此時我國為全球重要的製造基地，許多廠商成為全球最大的製造商，產業進行全球布局，此時凸顯出我國資源的不足，產業所需的能源、原料及礦產全靠進口，水資源不足，加以京都議定書生效，溫室氣體排放管制引起各方重視，產業所提出的大型鋼鐵、石化投資案都因環境及資源議題而放棄。此時，產業面對事業廢棄物去化困難，處理價格昂貴，經濟部工業局除加強工業減廢輔導外，推動工業廢棄物共同清除處理體系，並依廢棄物清理法進行工業廢棄物再利用審查，建立資源化產業，使工業廢棄物再利用率快速提高。另由於新建電廠及水庫受到環保團體的阻力，用水及用電已成產業發展的限制因子，工業局積極推廣水資源回收再利用及工業區能資源整合，期使產業生產所需的水、能源、及資源物質均能循環再利用。

2010 年代，產業面臨創新轉型的壓力，節省能源、少污染、降低環境負荷等企業社會責任獲得普遍重視；亞洲各國經濟快速成長，中國成為世界的工廠，資源成為各國爭取的物質，更顯資源循環對永續發展的重要；聯合國永續發展會議以綠色經濟為主題，強調培養綠領人才，其中循環經濟為綠色經濟重要的一環。

三、產業循環經濟推動的作法

在聯合國第一次世界永續發展會議之後，各國為保護地球環境，已從環保意識的提升、國際環保的作為、環保法令制度的建立、污染防治技術的提升等各方面努力。我國雖非聯合國成員，但腳步卻不落後其他國家，產業一直朝清潔生產與綠色生產力的方向發展，初期以製程面的節省能源與降低污染，強化生產力與環境績效，逐步發展成包括產品面、服務面等全方位的清潔生產。

發展循環經濟須國家政策和法律的支持、取得相關技術、獲得足夠資金、建立管理和監督的

機制、最重要的是投入的企業必須獲利，不斷的茁壯擴大。我國為解決廢棄物氾濫、垃圾場飽和等環境問題，建立起資源回收體系，由政府主導建立制度，強制資源物回收，如強制要求產品生產業者或進口業者繳交回收金，補助回收業者及處理業者進行回收，業者在有利可圖的情況下，研發或引進技術與設備，將產品廢棄後分解再回收做為原料，進行物質循環利用，創造許多產值及就業機會。

以包裝飲料的寶特瓶循環利用為例，最早由環保署徵收押瓶費，在其廢棄階段由於有利可圖，業界配合建立回收系統，在其產業鏈成形後，取消押瓶費徵收，業界自行發展回收原料產品的認證管理系統，並發展出我國聞名國際的寶特瓶回收纖維，及各回收纖維所生產的運動服與紡織品，廣受喜愛與歡迎，成功使寶特瓶原料循環利用，創造循環經濟的商機。

以廢電器電子產品為例，由環保署公告應回收項目，從產業界徵收回收基金以補助回收業及處理業，處理業引進並研發出分解處理及原料回收的技術與設備，回收的各類金屬及材料，再進行純化及精煉，可以回到產業界作為生產的原料，減少開採礦產所造成的環境傷害，我國再利用業者更可將自行研發生產的設備及技術輸出，協助其他國家解決環境污染問題，我國因而培養出綠領人才，創造商機及增加就業機會。

在我國廢棄物清理法中授權各目的事業主管機關研訂事業廢棄物再利用管理規定，經濟部事業廢棄物再利用管理辦法針對製造業生產過程所產生的事業廢棄物之再利用有詳細規定，並接受廠商申請事業廢棄物個案再利用、通案再利用之審查，對於技術成熟項目並直接公告再利用。過去 12 年來，投入資源再生之廠商家數由 2002 年 305 家成長至 2013 年 1,467 家，成長近 5 倍；從業人數從 9,900 人增加至 77,548 人；產業產值由 249 億元提升至 659 億元。工業廢棄物再利用量由 804 萬公噸成長至 1,381 萬公噸；再利用率由

68.1% 成長至 80.5%。

近年來，隨著綠色採購、綠色消費的興起，我國許多企業廣泛納入環境化設計、綠色管理、企業社會責任及綠色創新等議題，在整個產品與服務的生命週期導入兼具經濟與環保概念之清潔生產及綠色設計技術，追求永續發展與綠色成長，兼顧環境保護、經濟成長與社會進步，因此我國產業在循環經濟方面，有許多方面值得發展中國家學習。美國與我國環保署合作，以台灣推動資源回收的經驗協助東南亞國家；亞洲生產力組織 (APO) 選定我國為其綠色卓越中心，由我國去協助會員國，將我國在綠色工廠清潔生產、資源回收、綠色能源等經驗及技術，介紹給會員國，共同提升綠色生產力。

四、資源耗竭之循環經濟新商機

由於民眾環境保護意識提升，因應能源資源耗盡產生之新商機包括潔淨能源、資源回收再利用、綠色節能運輸等面向。潔淨能源包含風力、太陽能、燃料電池、生質能、絕緣材料、及節能科技等獨立式發電系統之商機；資源回收再利用包含廢棄物減量科技、資源回收管理與再利用等科技之商機；綠色節能運輸包含有效率的大眾運輸系統、交通廢氣排放管制、及節能控制科技等商機。另外在節能技術服務方面，ESCO 創新節能服務的商業模式，將有很大的成長空間。

在水資源方面，由於乾旱所產生的缺水將使海水淡化、污水回收再利用等相關技術、設備、及產水供水服務產業蓬勃發展。

在生產原料及礦產資源短缺方面，城市採礦之廢棄物回收及金屬精煉分離回收產業將益形重要，掌握料源可增加國家競爭力，對於從廢棄金屬提煉出稀有金屬，將成為新商機。

產品只租不賣，或只提供服務的去物質化商業模式，將越來越有競爭力。除可更有效率且多層次再使用、回收再利用產品外，可創造更多服務人員的就業機會，使產業朝服務化發展。

五、我國強化循環經濟的建議

循環經濟是以最少的資源消耗和環境成本，獲得最大的經濟和社會效益，我國在過去產業發展的過程中，已經將循環經濟相關方法、技術、制度、國際標準和管理系統引進國內推動，部分項目已經成為國際標準，但還有許多項目尚待努力；在資源回收方面，我國是強項，鄰近國家積極到我國學習。大陸已於 2009 年施行循環經濟促進法，每年派出許多參訪團來台交流學習，並有計畫的全面推動循環經濟。我國在法令制定方面尚無相關規劃，因其涉及許多主管機關，在經濟部有能源、原料及礦產資源、水資源、產業廢棄物資源化、綠色產品綠色消費等各面向的循環經濟問題，環保署有資源循環利用、水、空氣、土壤等污染管制等促進循環經濟問題，國家如能有一個促進循環經濟的專法，對推動經濟往循環經濟的方向發展，整體目標和做法會更明確而有效。

在沒有專法及專責單位推動循環經濟的情況下，短期內可以鼓勵成立促進循環經濟的民間團體，由民間團體結合智庫去推廣循環經濟的做法和相關技術的研究，在循環經濟的推動下，期望可以化解現行投資受阻的窘境。

我國在強化循環經濟方面，短期內可加強政府及民間企業的綠色採購，運用現在的科技及創新商業模式推動綠色採購，加強只租不賣，讓產品的生產製造者，進一步注重綠色生產、供應鏈管理、從搖籃到搖籃之產品循環應用，運用產品生命週期評估及綠色設計的理念，以減量化 (Reduce)、再使用 (Reuse)、再循環 (Recycle) 的 3R 概念去推動產品的設計、生產和行銷，以因應目前市場對於廠商的企業社會責任要求，積極掌握綠色商機。



台灣資源循環經濟之策略發展

張添晉 工學院院長
羅方辰 研究生
台北科技大學環境工程與管理研究所

一、前言

「循環經濟」一詞包含許多領域，如「綠色經濟」、「生態經濟」及「低碳經濟」等，而「循環經濟」是以天然資源為核心的經濟體系。隨著全球人口之成長，所需開採資源愈多，人類於未兼顧環境保護之情況下，持續不斷開採資源，並造成嚴重的環境損害。此時「循環經濟」就非常重要，「循環」意指在資源有限的情況下，如何同時滿足需求變化及避免資源的浪費。「經濟」在此指的是在建構資源循環體系時，所衍生之研發、製造及服務機會，及所額外創造出的經濟附加價值。近年來，各國對於稀有資源日漸重視，許多國家如：美國、日本、中國及韓國紛紛積極建立資源永續管理制度（包括資源儲備），以確保國家安全及維持經濟體系競爭力。

台灣雖以優秀的製造生產在全球佔一席之地，但國內地狹人稠、環境負荷沉重、自然資源嚴重不足，能資源高度依賴進口，是以避免國家面臨物質稀缺窘境，提升物質利用效率，建立永續物質管理情形為首要任務。本文將以三大面進行探討，首先介紹台灣資源循環現況，並且從循環經濟之總體戰略來推動發展，最後再探討資源循環經濟發展，並探討在全球資源爭奪的趨勢

下，台灣依據「循環經濟」的概念，建構出國內資源循環的能量，同時創造出下一波的經濟發展契機，實為明確且急迫的任務。

二、台灣資源循環現況

1. 台灣資源循環制度架構

台灣由於日常生活中環境教育宣導完善以及完整的法令配套，成功將環保觀念深植人心，而民眾對於環保意識也因此逐漸成熟。近年來，由於全球經濟迅速發展，導致地球有限資源急遽消耗，因此資源永續利用與發展儼然已成為國際間共識。台灣廢棄物管理的歷史過程，主要由早期的管末處理，逐漸調整為源頭減量以及回收再利用為主。環保署自 2003 年起提出「零廢棄」政策目標，以源頭減量及資源回收再利用為兩大主軸，在五大策略主軸中有一項便是資源循環零廢棄，台灣資源循環產業範疇主要如圖 1 所示。

台灣資源循環產業範疇係依廢棄物管理相關法令，從事以各類可資源化廢棄物為原料，將其再生利用為再生產品之行業。其中包含公告再利用、共同清除處理、公民營清處理、及公告應回收廢棄物處理等廠商。歷經產學各界近十年來共同的努力，事業廢棄物再利用達 1,451.1 萬公噸，

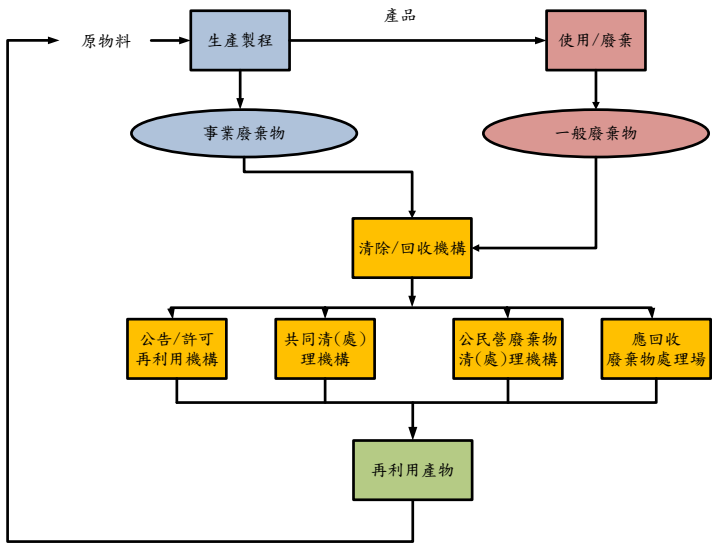


圖1台灣資源循環產業範疇

資料來源：【財團法人中技社，台灣資源循環產業發展策略，2013年】

約占總申報量的 80.96%，廠商家數達 1,361 家，成長約 3.46 倍；產值為 658 億元，成長達 1.64 倍；工業廢棄物再利用量為 1,378 萬公噸，成長約 71.4%。

2. 事業廢棄物

台灣產業在生產過程中所產生之不良品或是下腳料等，需做為事業廢棄物申報，台灣事業廢棄物管理策略包括再利用、妥善處理以及越境轉移三大部分。此外為落實零廢棄，達成廢棄物產生量最小化以及資源回收再利用量最大化之目標，台灣於 2013 年通過資源循環利用法草案，將「資源回收再利用法」與「廢棄物清理法」兩法合一，並將管制權回歸環保署。融入產品生命週期之概念，從源頭設計、製造、使用、回收以及再利用作一全面性推動，希望於 2020 年達到事業廢棄物減量 10% 以及再利用率達到 85% 之

目標。有關於台灣於 2013 年事業廢棄物處理申報統計分析整理於表 1。

3. 一般廢棄物

行政院環境保護署於 2003 年依「垃圾處理方案之檢討與展望」推動「垃圾零廢棄」，以「源頭減量以及資源回收」為主要政策，提倡綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用以及再生利用等目標，將資源廢棄物有效循環利用，希冀逐步達成垃圾全回收、零廢棄的目標。

回收再利用方面，訂定資源回收四合一計畫的制度，透過資源回收基金之規劃運用，結合社區民眾、地方政府清潔隊以及回收商推動資源回收工作。近年則是推動全國性的垃圾強制分類，大幅提升資源回收率；部分地方政府亦實施垃圾費隨袋徵收，利用經濟誘因使得垃圾減量及提升資源回收量成效更為顯著；此外，建立廚餘、巨大廢棄物、裝潢廢棄物之收集與再利用管道，此舉亦大幅減輕垃圾處理壓力，增進物質循環規模。

有關製造（輸入）業者繳納回收清除處理費用方面，由環保署執行回收處理之資源回收四合一計畫，係透過公告應回收項目，由清潔隊以及回收商等進行回收工作，台灣 2008 至 2014 年廢物品及容器稽核認證回收量統計如表 2 所示。

4. 稀有資源現況

台灣為高科技進出國導向之國家，且無天然礦源，近年來稀有資源伴隨著高科技產品的需求擴大，需求量不斷上升，而台灣在綠色產業近年來快速發展下，不管在發光二極體（LED）、面板業、印刷電路板、工具機、高科技產業、及其他

表1 台灣2013年事業廢棄物處理申報統計分析

流向	再利用	自行處理	委託共同處理	越境處理	總計
數量 (公噸)	14,912,872	812,418	2,782,586	50,772	18,558,648
百分比 (%)	80	4.4	15	0.27	100.00

資料來源：【環保署網站資料，<http://waste.epa.gov.tw/prog/IndexFrame.asp?Func=5>】

表2 廢物品及容器2008-2014年稽核認證回收量統計表

年度	廢容器 (公噸)	廢乾電池 (公噸)	廢農藥 (公噸)	廢機車 (萬輛)	廢鉛蓄電 池(公噸)	廢輪胎 (公噸)	廢潤滑油 (公噸)	廢家電 (萬台)	廢資訊 (萬件)	廢照明光 源(公噸)
2008	433,686	5,470	995	51.5	38,662	104,834	27,439	147.4	278.0	5,121
2009	473,982	4,096	790	43.8	25,594	102,931	29,561	142.7	257.0	4,695
2010	476,625	3,617	608	46.9	37,908	103,303	14,437	178.6	355.4	5,053
2011	520,871	3,315	370	33.7	52,126	103,292	15,290	193.7	387.0	5,220
2012	498,589	4,959	135	29.8	51,241	104,776	-	245.5	338.5	7,213
2013	499,311	4,774	1,105	32.7	53,655	106,809	-	262.1	313.3	5,416
2014	499,281	3,731	1,921	35.3	68,660	117,256	-	262.7	384.4	5,182

資料來源：【行政院環境保護署資源回收管理基金管理委員會】

表3 重點產業之稀有資源

排名	行業別名稱	產業產值 (單位：億元 / 年)	稀有資源應用
1	1700 石油及煤製品製造業	13,600	無
2	2641 液晶面板及其組件業	11,850	銻、鋇、鈹及鈳
3	1820 石油化工原料業	11,827	無
4	2413 鋼鐵軋型及擠型	7,895	鈾、鈷及鉬
5	2611 積體電路	7,652	銻、鈹、銻及鎳
6	1841 合成樹脂及塑膠業	5,859	無
7	2411 鋼鐵冶煉	4,444	鎳、鈾
8	2649 其他光電材料及元件業	3,576	銻、鈹、鈳及鎳
9	2613 半導體測試及封裝	2,918	鈹、鎳及鈳
10	2721 電話及手機製造業	2,768	鈹、鉍、銻及鉍

資料來源：【經濟部統計處之經濟部查詢系統】

相關零組件，皆為世界重要供應鏈。台灣如何掌握稀有資源脈動與特性為現今急需探討之問題。參考經濟部統計處之經濟部查詢系統，並以我國產值高於 1,000 億元 / 年為篩選對象，篩選出我國較大之產業規模，並調查台灣製造業產業產值與該產業可能需要之稀有資源為如表 3 所示。

由於目前我國對於稀有資源之回收等相關設備、經驗、及管理制度尚未建立，但相對於世界其他各國，我國目前不論事業廢棄物及一般廢棄物之回收體制運作及成效，實為世界先列。我國若希望回收稀有資源的系統快速建立制度，建議搭配現有之回收體制，透過技術提升及政策規

劃，方能快速進行稀有資源的回收。

三、推動循環經濟總體戰略

為建構永續發展社會，對其概念應朝向於資源使用過程中，減少環境負面衝擊、提高能資源使用效率、保育自然資源並將成本效益與國際社會公平納入考量，以及最終在循環型社會體系下使維持穩固經濟發展與環境負荷之關聯性徹底脫鉤。就資源短缺與廢棄物問題而言，積極進行廢棄物管理制度革新、研發循環利用技術、健全資源循環利用產業、提高資源使用效率、建構資源循環型社會，儼然成為當前國際環保與永續發展之要務。

行政院環境保護署依據歐盟推動永續物質管理政策 (Sustainable Materials Management, SMM)，調整源頭減量、再使用、再利用、及妥善處置的推動順序 (如圖 2)，未來廢棄資源物之管理策略方向，係以資源永續循環為核心，強調「資源回收再利用」。為避免現行管理體制限制資源回收處理體系的發展，針對回收處理之管理策略，應避免固守窠臼的管理模式，重新檢視現行法規制度，參考國際間的管理經驗，在既有的基礎上，以創新觀點提升綠色循環經濟產業，並藉由滾動式的檢討與突破，提升管理效能，促使資源物從製造、回收、處理乃至再利用的每一階段，皆受到相當的重視。

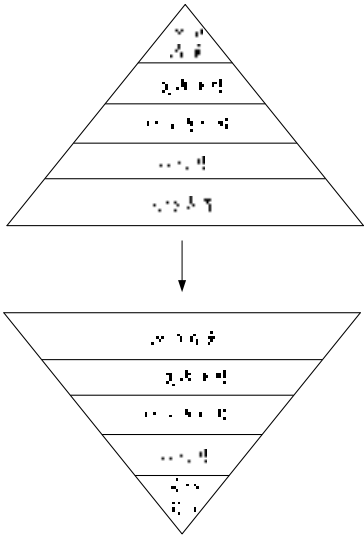


圖2 歐盟SMM 推動前後之措施比較

在邁向資源循環的社會過程中，應從傳統的「廢棄物管理」逐漸轉向「永續物質 / 資源管理」，後續執行策略需提供驅動力 (driving force)，以朝向遵循以下廢棄物管理優先順序及比重遞減的方向邁進：源頭減量 (prevention)、促進再使用 (preparing for re-use)、材質再利用 (recycling)、能源再利用 (other recovery)、及最終處置 (disposal)。依據行政院環保署研擬之資源循環政策規劃 (草案)，為達資源永續循環利用，在邁向資源循環的社會過程中，應從傳統的「廢

棄物管理」逐漸轉向「永續物質 / 資源管理」，以減少環境衝擊及保存自然資源為目標，相關實施策略應遵循以下廢棄物管理優先次序：源頭減量 (prevention)、促進再使用 (preparing for reuse)、材質再利用 (recycling)、能源再利用 (other recovery)、及最終處置 (disposal)；更重要的是，前述廢棄物管理順序的投入比重應依序遞減，亦即「源頭減量」所占比例最高，「最終處置」所占比例最低。其管理範疇以廢棄物 (含資源物) 為範疇，短期優先以已有統計數據的廢棄物、物質 / 產品為管理對象，長期參考 OECD 之政策建議，將自然資源納入。其實施策略架構，包括：永續資源管理、綠色設計及生產、綠色消費及貿易、源頭減量及再利用及資源終止認定處置，相關措施彙整如表 4。

另外，稀有資源已成為各國重要的資源，並且廣泛應用於高科技產業、國防、軍事等領域；基於稀有資源為數位機器與電動車等綠色產業或高科技產品不可或缺的重要材料，現今對於稀有資源的需求有增無減。台灣可研析各國稀有資源管理制度、政策及戰略儲備以利台灣的相關管理制度運作之參考。表 5 針對日本、美國、歐盟與韓國之國家進行稀有資源戰略儲備制度進行比較分析。

四、資源循環經濟發展

我國為全球電子資訊產業設計製造的重鎮，從資訊產品、通訊產品、乃至半導體產品，均佔有舉足輕重的地位，如筆電、主機板及液晶顯示器全球市佔率皆為第一，2012 年資訊硬體年產值超過 4 兆元，通訊設備產值達 1 兆 635 億元，通訊服務產值則達 4,000 億元。綠能產業亦為我國產業推動政策的重點之一，98 年 4 月行政院核定「綠色能源產業旭生方案」，選定太陽光電與 LED 照明為發展重點，加上風力發電、生質能源、氫能與燃料電池、能源資通訊等具發展潛力之能源產業，作為該方案推動之綠能產業。

我國電子及綠能產業所需的關鍵資源大都仰賴進口，尤其關鍵材料掌握在國外特定廠商，價

表4 資源循環政策規劃之策略與措施

實施策略	現行措施	規劃措施
永續資源管理 --原料取得 / 運用階段	各部會依執掌以已進口、能源與燃料、農業產品、生產 / 銷售 / 存貨、環境排放與廢棄物及礦產資源建立相關資料庫。	1. 增加資源可取得性 2. 建立資源管理機制 3. 建構公用資源資料庫
綠色設計及生產 --產品設計 / 製造階段	推動環保標章及產品碳足跡標示，研擬「資源循環利用法草案」以減少資源使用，降低環境負荷。經濟部持續協助國內廠商因應如歐盟 RoHS 指令等國際官方規範，亦持續推動清潔生產。	1. 推動綠色生產 2. 綠色設計及生產驗證機制 3. 加強供應鏈結管理
綠色消費及貿易 --產品消費 / 使用階段	透過「政府機關綠色採購推動方案」及「推動民間企業與團體之綠色採購實施計畫」，並藉由「資源回收再利用推動計畫」，強化資源再生市場機制。	1. 鼓勵綠色採購消費 2. 落實綠行動計畫 3. 推廣綠色貿易
源頭減量及再利用 --舊品及廢品再利用階段	一般廢棄物：1998 年起推動「資源回收四合一計畫」；2001 年起推動廚餘回收；焚化底渣再利用、巨大垃圾回收； 2005 年起推動垃圾強制分類。事業廢棄物：1999 年修法納入網路申報法源，促使多元化處理管道；2001 年行政院核定「全國事業廢棄物管制清理方案」，並自 2003 年起推動跨部會「資源回收再利用推動計畫」。	1. 推動垃圾減量精進作為 2. 推廣環保再生材料應用 3. 整合管理各環境介質 4. 創新靜脈產業技術
資源終止認定處置 --廢棄物最終處置階段	1985 年起陸續完成垃圾掩埋場、大型垃圾焚化廠、中小型一般廢棄物焚化爐之興建、營運；1997 年起動掩埋場復育及綠美化；2010 年檢視廢棄物最終處置設施容量進行評估，提出具體因應對策。	1. 建構廢棄物處理生質能源中心 2. 推動處理設施設置 3. 推動廢棄資源物填海造島

表5 各國稀有資源戰略儲備制度

國家	日本	美國	韓國		歐盟
儲備目的	經濟儲備	國防安全之戰略儲備	經濟儲備	戰略儲備	經濟儲備
法源	石油儲備法	戰略與關鍵材料儲備法、1993 年財政年度國防授權法、物資和礦物員廖國家政策、調查和開採法	調達基金法、礦業法、礦山保安法、海外資源開發促進法、海底礦產資源開發法		-
儲備單位	1. 國家儲備 - 行政法人石油天然氣、金屬礦物資源機構 (JOGMEC) 2. 民間儲備 - 特殊金屬儲備協會	國防部後勤局國防國家儲備中心 (DNSC)	1. 國家儲備 - 礦業振興公社 (KORES) 2. 民間儲備 - 民間團體		不同國家有不同的負責單位，如法國為國家礦產儲備管理委員會，英國則為貿工部
國家儲備基地	茨城縣的高萩儲備倉庫進行單一集中管理	-	金山、群山、仁川、大邱、光州、大田、昌原		-
儲備目標	60 天 (國家儲備 42 天，民間儲備 18 天)	遇緊急危難時可供給 5 年，每年進行儲備目標的調整	60 天		2 月至 1 年
儲備資金來源	政府編列預算、民間企業投資	政府出資，編列年度預算	政府編列預算		政府編列預算、政府所發行的公用事業債券籌資、民間企業投資
儲備政策	1. 加強戰略儲備 2. 鼓勵投資海外礦產 3. 開發海底資源 4. 稀土金屬的回收利用 5. 開發替代材料及高效利用	1. 積極尋求國際份額，確保多元化稀土的供應鏈 2. 稀土替代產品的開發，減少對稀土的依賴 3. 重啟美國境內稀土礦產	1. 擴大稀有金屬儲備名單 2. 計畫推動稀有金屬材料發展綜合對策 3. 強化海外資源開發		1. 建立稀土競爭力之網絡 2. 資金的援助 3. 法律框架的修改 4. 研究改良稀土挖掘技術與替代品

資料來源：【財團法人中技社，台灣資源循環產業發展策略，2013年】

格昂貴且調降不易，潛藏我國產業發展受制於人的風險。上述產業使用之材料包括靶材、稀有金屬、特用化學品、純矽等，如能透過高值化資源循環再生技術進行城市採礦，回收關鍵資源，以減少對外來資源的依賴，並強化產業的國際競爭力。

因應經濟全球化的產業鏈分工與資源循環趨勢，宜優先建立國內重要產業的物質流管理資訊，分析產業需求物料的進口依存度，並確立應於國內循環再生的重要資源種類及數量，據以檢討國內廢棄資源供應來源的穩定性與需求缺口，作為政府針對該等廢棄資源之開放進口或管制輸出的政策推動依據。同時，評估將廢棄資源循環為產業需求物料的再生技術關鍵缺口，供政府作為推動研發的重點補助項目及資源循環產業技術提升的重點研發方向。

政府宜協調有關部門建立及推動靜脈產業由資源初加工轉型升級為動脈產業上游原料製造，動脈產業則由下游產品組裝延伸至中游材料製造，達到靜脈產業與動脈產業間形成上中下游垂直整合的互補綜效，以減少對外來資源的依賴，並確保國家安全及提升產業競爭力。

結合國內稀有資源的使用者、提供者及再生技術廠商籌組聯盟，並建立平台彙集國內再生技術的量能及稀有資源需求，使未來資源再生供需更為透明化。

五、未來展望

由於社會快速發展，使整個經濟體系變成「大量生產、大量消費、大量廢棄」的循環，並且已造成地球資源耗竭及環境嚴重受損，各國應積極發展循環經濟進行永續資源管理、研發資源循環利用技術、健全資源循環產業，提高資源使用效率，建構資源循環型社會，應為當前國際環保要務。

台灣面對資源短缺及多變的環境問題，應以減耗、省能、去毒、循環、共生的核心價值，將環境保護與資源保育落實於生活及工作之中。本

文透過台灣資源循環現況、推動循環經濟的整體思維及資源循環經濟發展探討台灣地區重要稀有資源支流步分析，並針對重要稀有資源（二次資源）綠色回收之創新技術開發，並針對高性能稀有資源功能性材料進行研發。再來對於高附加價值稀有資源進行應用之潛勢，並建置國內稀有戰略資源循環體系之建置，以確保稀有資源、回收、減量與替代材料開發之研究。

資源循環應觀念應以「廢棄物是被錯置的資源」，提倡搖籃到搖籃的循環理念，應發展新穎、環保、綠能之產品與製程，強調過程中新產品、新製程、新市場之開發，使資源循環轉化為正面積極的產業，創造經濟、社會、環境保護與綠色能源之實質效益，這才能落實所謂「循環經濟」之概念。

六、參考文獻

- 1. 行政院環保署回收基管會，<http://recycle.epa.gov.tw/Recycle/index2.aspx>
- 2. 行政院環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統，<http://waste.epa.gov.tw/prog/IndexFrame.asp?Func=5>
- 3. 經濟部統計處查詢系統，<http://www.moea.gov.tw/Mns/dos/home/Home.aspx>
- 4. 林志森，台灣稀有資源循環發展策略，財團法人中技社，2013
- 5. 張添晉，綠色產業資源循環再生利用，財團法人中技社，2012
- 6. 張添晉、呂長育、彭國強，稀有資源循環再生利用及未來發展，工業污染防治，2012
- 7. 張添晉、鄒倫、陳韋佑，城市採礦趨勢與未來發展，化工技術，2012



從資源消耗邁向永續發展——我國的循環經濟轉型之路



鄒倫 主任
楊智凱 副工程師
財團法人中技社 環境技術發展中心

一、前言

「循環經濟」是近十年的趨勢，尤其目前全球都在積極尋求因應資源匱乏、環境保護及經濟發展等三重挑戰的解決方案時，循環經濟所帶來的可能性更被各國所重視且列為發展重點。另有一些近似的用詞，包括「綠色經濟」、「生態經濟」、及「低碳經濟」等，而「循環經濟」是以天然資源為核心的經濟體系。「循環」指的是在資源有限的情況下，如何同時滿足需求變化及減少資源的浪費。美國經濟學家波爾丁很貼切地將地球比喻為宇宙中的孤立飛船，在無法由外部取得資源時，需透過持續的內部資源循環來延長其壽命。「經濟」在此指的是在建構資源循環體系時，所衍生之研發、製造及服務機會，及所額外創造出的經濟活動與價值。台灣雖然以優秀的製造生產在全球佔了一席之地，但在資源大量仰賴國外的現況下，如何在既有產業、技術、及社會的基礎上，建構出屬於自己在全球定位下的循環經濟社會發展路徑，為目前所迫切需要的。本文以「循環經濟」的基本原則及案例為出發點，探

討運作的重要元素，歸納出台灣轉型循環經濟的關鍵議題，希望對於國內相關政策的制定提供些許幫助。

二、從案例看循環經濟之關鍵議題

「循環經濟」隱含著「減量化」、「再使用」、「再循環」三大原則，概略對應著產品生命週期中生產、使用、及處理的三個階段。過去技術導向的思維往往以相對應技術的開發視為達成「循環經濟」目標的不二法門，認為技術成熟即可促成循環經濟。然而除了技術外，還有許多影響循環經濟的外部影響因素，以下將透過案例分析呈現循環經濟的關鍵議題，協助後續歸納出不同利害關係人的角色。

(一)從三大原則看關鍵議題

1.「減量化」原則

「減量化」所指的並非是透過管末處理的方式減少廢棄物的產生，而是由源頭降低生產及消費過程對於物質及能源的需求。對於產業而言，提升利潤為營運的首要任務，因此透過製程優化

提升資源使用效率，為產業接受並廣泛實施。然而資源使用效率的有效提升包含了製程技術、控制技術、及原物料的選擇等三個面向。企業為了維持利潤，以成本效益為技術及原物料篩選的首要條件，同時為了降低成本也鮮少投入在新興技術與替代原物料的開發，因此未能達到最佳的減量化效益。國內以中小企業為主，成本效益更企業主要決策條件。以國內工業用水為例，在水資源匱乏的情形下，政府大力的鼓勵節約用水，然而因水價偏低且水資源循環程度將提升生產成本，因此在缺乏管制標準及經濟誘因機制的情況下，國內的水資源回收率始終與先進國家有一段距離。

2.「再使用」原則

「再使用」原則指的是在產品使用階段盡可能透過多次或多種方式使用的模式，延長產品生命週期並減少廢棄物的產生。過去對於此議題主要以技術導向思維，探討產品設計及原物料的篩選，然而事實上並不僅於此。從現實面而言，企業營運的目標在於將利潤最大化，因此產品設計並不強調其產品壽命，而是透過新功能及造型的研發，持續推出新世代設備，刺激消費者的購買慾。以行動電話為例，行動通訊的發展帶動了智慧型手機的普及化，儘管硬體方面大致成熟，各廠牌仍定期發表新機種，以造型或服務吸引消費者在既有行動電話仍可使用的情况下購買新手機，顯示「再使用」原則與企業追求利潤模式的衝突。消費行為對於「再使用」也有莫大的影響，以汽車嬰兒安全座椅為例，安全為產品設計首要考量，因此具備堅固耐用的特定。然而從市場消費模式可觀察到，一般家庭在經濟允許的情況下，多半選擇購買全新的安全座椅，而非二手但仍可使用的座椅。

若要讓企業及消費者落實「再使用」原則，需打破企業利潤建立在產品銷售量的線性關係，這正是「產品服務化」(product servitization)或者是「共享經濟」(sharing economy)此類型驅動

以服務取代實體產品需求，達到去物質化功效的新興商業模式逐漸受到矚目的重要因素。相較於純粹的產品銷售，服務的提供不但深化生產者與消費者之間的關係，並提升消費者的品牌忠誠度及後續消費的機會。最常見的案例為以使用量計費的影印機租賃服務，打破購買影印機的需求，企業用車也逐漸以長期租車取代購車，許多政府單位也以車輛共享模式降低公務車的數量。鼓勵「再使用」除了依靠技術發展外，需搭配新商業模式及消費者使用行為的改變。針對較無商業利潤的服務，例如二手汽車安全座椅的租用，則需要政府或非營利組織協助推動。對於企業而言，在既有生產活動外增加服務的提供，意味著額外的組織調整及人力需求，較複雜且為國內企業所不熟悉的領域，需仰賴公部門透過輔導做進一步的推廣。

3.「再循環」原則

「再循環」指的是將進入廢棄體系的資源物，透過再處理重製過程後以直接使用或處理後回收的模式，使其再次進入資源循環體系。國內過去最主要的資源循環工作主要在此面向，以技術開發為出發點，首先探討如何將廢棄物質直接及處理後再利用的可行性，接著著重於開發物質回收技術，最後則嘗試建立回收及再利用之間的連結。對於工業廢棄物處理而言，上述過去以公部門推動為主的循環確實可達到某種程度的廢棄物減量及資源循環再利用。尤其是在原物料價格波動的情況下，業者有更高的經濟誘因進行資源回收再利用。但是對於消費性產品而言，其資源的價值及回收的成本決定了其循環程度。近年來稀土金屬被廣泛應用於資訊產品上，由於其具備高經濟價值且來源受到控制，儘管含量少導致回收困難，產業仍積極從事回收技術開發並建構回收體系。但光具備技術及回收制度並不保證產品回收率，以印表機碳粉匣為例，回收技術早已成熟，但由於使用的區域分布廣及產品型號繁多，提升回收困難度及成本，故儘管製造廠商設立多

個集中回收站，並提供免費回收服務，在消費者參與度不足的情況下，難以提升回收率。另一個有趣的案例為美國 Interface 地毯租賃公司，儘管開發出兼具環保、耐磨、及高回收率等特性的地毯，真正讓 Interface 地毯打入市場的是美國財務會計準則中「固定資產租賃契約」內要求「設備在租約到期時其殘值必須具有原價值 15% 的水準」方能滿足將固定資產轉換為營業費用。Interface 公司仰賴其回收技術提昇設備殘餘價值，協助客戶透過稅務調節獲得更多的利益，才使得產品被市場所接受。由上述案例可見，回收技術及體系建構為促成循環的基礎，但政府規範及消費者行為則為提升循環程度的重要輔助工具。

(二)不同層次循環經濟案例的啟示

國家總體的循環經濟是由企業及產業層次之案例所相互組成的，以下以不同層級的運作案例，來檢視不同層級所需要的運作條件，或許對於國家總體轉型具備某種啟發。

1.企業層次－全錄影印機租賃

全錄公司的影印機租賃服務被許多企業視為落實循環經濟的典範。看似為簡單的商業模式轉換，從傳統以產品及耗材銷售的模式改為以影印張數的服務量計費，讓消費者可以透過較低的成本滿足相同的需求。然而若檢視背後成功的要素，實際上為「減量化」、「再使用」、及「再循環」三個基本循環經濟原則的落實。在推出租賃服務之前，全錄公司投入了十年的時間致力於產品的綠色設計，從製程效率的提升（減量化）、延長產品壽命、及可重複使用零組件的設計（再使用）到可回收材質的開發（再循環），透過技術面的發展提供了產品循環的基礎。然而消費者所在意的是使用成本，因此全錄公司轉換為以「服務量計費」的概念，在滿足消費者影印需求的同時，降低其使用成本，並完全免除其維修的困擾。額外服務的提供需要額外的員工及設備，等同於成本的增加，而以服務量計費也延長了產品

成本回收期，然而大幅提升的市場占有率及顧客的親密度，反而強化了全錄公司的市場競爭力。同業嘗試模仿但由於缺乏完整產品循環的技術，因此無法與全錄公司競爭。案例明顯點出透過技術與創新商業模式相互結合的效益，以及服務提供可創造出的額外就業與競爭優勢。

2.產業層次－奧地利化學品租賃案例

產業層次的循環經濟較企業層次更為複雜，國內過去發展循環型產業聚落的失敗案例反映出其困難度。因此若能找出具備大量循環效益的項目作為範例，對於對帶動總體發展具備正面的效果，奧地利 2004 年推動的化學品租賃案例便是很好的案例。「化學品租賃」指的是針對客戶對於化學品的需求，由販賣轉變為提供其使用並負責相關後續維護等服務。奧地利推動時首先分析國內化學品使用市場，發現：(1) 資本密集度高之化學品¹；(2) 不會成為最終產品並可供回收；(3) 占廢水、廢氣和廢棄物之比例較高等特性之化學品適合採用化學品租賃模式。符合條件之廠商達 3,900 家，而其使用物質量達 15.3 萬公噸。推動後每年減少了 1/3 的化學品使用量，替採用此模式的業者降低了 10%~15% 的營運成本，並且協助提升生產效率。雖然技術為此模式運作的基礎，然而成功的關鍵在於利害關係人的完全整合，除了生產業者與使用者外，更整合了設備商、回收商、處理商、政府機構、品管單位、顧問公司、及國際組織的參與。

三、推動循環經濟的要素及利害關係人

降低資源需求、提升就業並創造經濟發展為我國轉型循環經濟的目標。在政府過去 10 年的大力推動下，國內資源循環產業迅速發展，為轉型循環經濟的重要基礎，而依據自身條件找出適當轉型路徑為成功的要素。前述的實際案例中看到了技術發展、法令規範、經濟誘因、商業模式、消費者行為、及利害關係人整合等重要成功因素，以下概要說明其內涵及利害關係人。

(一)技術發展

技術無庸置疑為循環經濟的根本，無論是減量化、再使用、及再循環都需要技術的支撐。然而重點在於定義出發展何種技術 (what)、由誰來發展 (who)、技術發展的時程 (when)、及如何發展 (How)。建構國家既有資源流動分布為探討策略的基礎，透過政府的技術篩選與資源投入、學研機構的技術開發、動靜脈產業的技術應用等共同參與。

(二)法令規範及經濟誘因

政府在推動循環經濟扮演著環經建構的關鍵角色，透過法規、政府採購、標準建立、及認證制度等，建立規範及經濟誘因，引導國家轉型。然而關鍵在於上述項目的訂定應由利害關係人共同參與，以確保對應國內實際現況。

(三)商業模式及消費行為

因應循環經濟的趨勢，產業商業模式也逐漸改變。歐洲自 80 年代便開始研究「產品服務化」的概念，即透過服務滿足消費者需求，達到去物質化的目標。隨著循環經濟受重視，加上資通訊的普及化，更多企業採用「所有權不轉讓」的思維進行商業模式的調整，最常見的為共享經濟及產品租用。掌握並引導消費者以「使用」取代「購買」為重要關鍵。國內業者習慣於生產銷售，不

熟悉對於新商業模式及消費行為，且對於組織及營運模式調整有所抗拒，這部分有賴政府的輔導與環境建構、產業的轉變及消費者的積極參與，才能有效推動。

(四)利害關係人的參與

「循環」本身即表示了在不同利害關係人之間的流動，儘管國內一直強調分工合作，但無論是政府或是產業，多半只看到「分工」而缺乏「合作」，影響執行成效。然而循環經濟模式是無法靠單打獨鬥，需要供應鏈上下游的配合，甚至跨行業夥伴合作，以及政府和政策的配合，改變消費者習慣。

四、展望

近年來循環經濟轉型越趨明顯，2015 年初世界經濟論壇特別成立顧問委員會，並將循環經濟納入論壇推動的六大計畫之一，其中包括蘋果、飛利浦、思科、IBM、惠普等大企業都已參與。而中國大陸自 2008 年公布《循環經濟促進法》至今，仍積極推動國家總體循環經濟的轉型。台灣未來要在全球占有一席之地，勢必要搭上轉型的列車。改變是必要的，過去不斷的求新求變創造了台灣經濟奇蹟，把握目前的機會創造下一個經濟奇蹟是我們期待的目標。

1 如催化劑、陽極材料、稀有金屬、特殊化學品

循環經濟創新商業模式探詢

▶ 王建彬 所長
林原慶 組長
商業發展研究院經營模式創新研究所

一、前言

2014年瑞士達沃斯世界經濟論壇發布「邁向循環經濟 (Toward the Circular Economy)」報告，宣告全球轉型成為循環經濟的世代已然來到。報告中提出，循環經濟在全球化供應鏈中將逐步扮演重要角色，成為未來全球經濟成長及長期就業機會的創造來源。

「循環經濟」其實並非新的名詞，其泛指傳統以資源循環為概念的商業模式皆可稱之。然而，為促成循環式社會體系的建立，則必須從原料取得、生產製造到消費流程，將循環概念融入其中。尤其我國在極度缺乏天然資源的條件下，更應透過循環經濟的創新商業模式，降低外部資源需求並提升資源使用效率，全力朝向永續發展

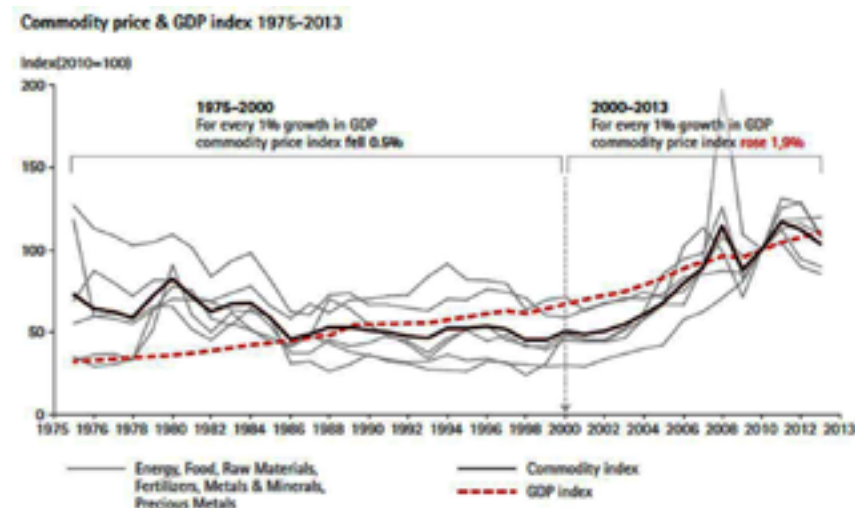


圖1 大宗商品價格及GDP指數

資料來源：Accenture；商發院整理

型經濟轉型，乃我國產業邁向新世代的關鍵策略。

二、為何全球關注循環經濟創新商業模式？

全球多數先進國家，過去大多以消耗原物料引導大量消費的方式推升經濟成長，此模式幾乎亦已成為目前開發中國家的經濟發展公式。然而，隨著2000年後來自於亞洲、中南美洲等龐大人口的新興市場人均所得攀升，急速膨脹的中產階級需求推升大宗商品 (commodity) 價格飛升，過去全球經濟發展的單向高度消耗模式正快速走向盡頭 (圖1)。

為了經濟永續發展，先進國家近年正苦思將經濟成長動能從原物料消耗脫鉤的可行之道。加上環境保育及永續發展意識抬頭，亦促使全球企業由過去資源單向式消耗的模式，加速邁向循環經濟式創

新。如德國《循環經濟和廢棄物處置法》、日本《促進循環型社會基本法》、中國大陸《中華人民共和國循環經濟促進法》，已有越來越多國家在其法令中納入了循環經濟概念。然而，實質驅動經濟轉型的關鍵所在，仍在於可持續性商業模式的創新發展。

三、循環經濟五種創新商業模式

國際知名諮詢顧問公司 Accenture 將循環經濟歸納為

五種商業模式 (圖2)，分別對既有價值鏈的不同環節帶來變革力量。五種商業模式以影響供應鏈上至下游為順序簡要介紹如下：

1. 「循環資源供應」模式：此模式提供可再生能源、生物基礎或可完全回收式的原物料投入供應鏈中，以取代過去單一生命週期式的原物料投入形態。
2. 「資源回收再造」模式：此模式從被處置的產品或副產品中，回收可利用資源及能源。
3. 「商品生命延伸」模式：此模式藉由修復、升級和重複銷售，延長產品及組件的生命週期。
4. 「共享平台」模式：此模式藉由分享使用權及所有權等方式，提高產品在生命週期中的使用率。
5. 「商品即服務」模式：此模式藉由提供產品使用權但保留所有權的方式，提升循環資源的生產效益。

其中我們認為「循環資源供應」與「資源回收再造」模式，主要由製造端領導趨動，創新點多在於新材料開發、商品設計方面；而「商品生命延伸」、「共享平台」、「商品即服務」模式，則主要由商業端領導趨動，創新點多在於商業模式、服務流程改造方面。我國在原物料及能源資源上高度仰賴進口，缺乏國際資源生產及分配掌

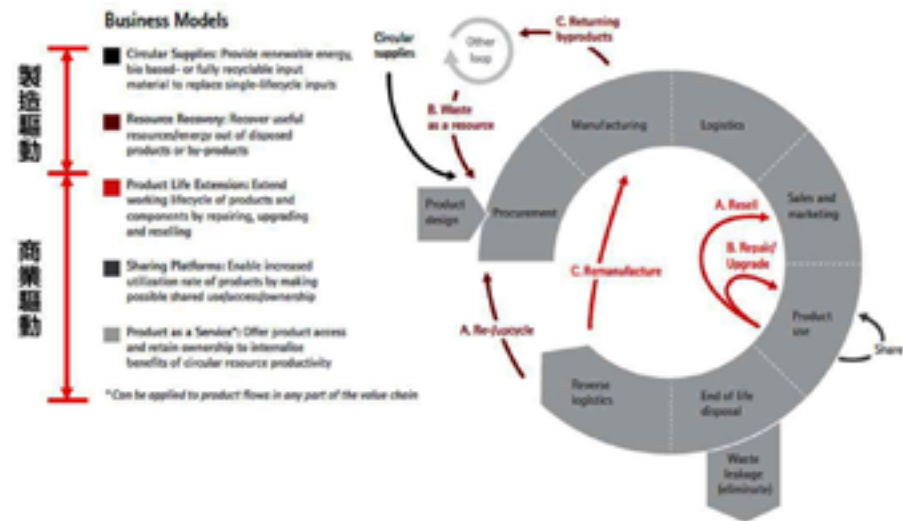


圖2 Accenture循環經濟五種商業模式

資料來源：Accenture；商發院整理

握能力，但卻在全球科技製造供應鏈上扮演著重要角色。因此我們認為我國更應著重於商業端領導趨動的模式研究與推動，再進一步協助科技製造端領導趨動的模式發展。以下列舉三個由商業端領導驅動的循環經濟創新案例以為參考。

四、商業趨動：荷蘭Bundles洗衣月租服務

家庭洗衣機使用率低、生命週期單一，且回收再製的比例低落，為循環商業模式的優先導入對象。荷蘭新創公司 Bundles 提出「附上洗衣機的洗衣月租服務」(圖3)，免費提供洗衣機到府

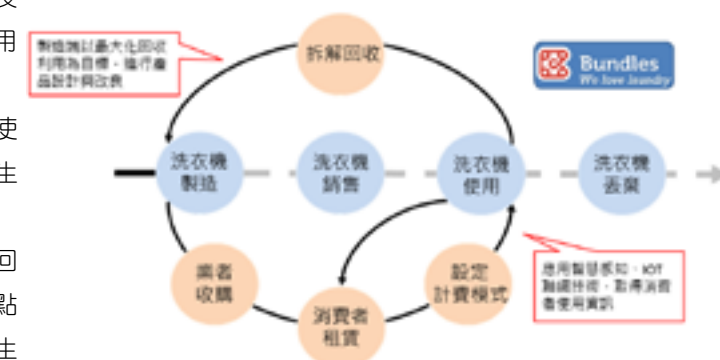


圖3 Bundles「附上洗衣機的洗衣月租服務」商業模式

資料來源：Bundles；商發院

安裝，再根據智慧連網技術，以智慧插座監測消費者使用次數及洗衣機狀況，做為收費基礎及維修更新規劃。並專人處理洗衣機報廢及維修，讓洗衣機從大型廢棄物回到循環資源的應用中。

此模式打破過去資源單向式消耗模式，不但提升了洗衣機生命週期、降低閒置成本，更由商業模式趨動，影響上游洗衣機製造商願意與業者合作，改良機械設計、提升回收比例。此模式可擴散至其他高支出的個人動產項目上，如大型家電、汽車等，近年掀起全球共享經濟熱潮的 Uber 叫車服務，亦可稱為此類共享平台式的循環經濟創新模式。

五、商業趨動：日本Ricoh影印機租賃服務

日本影印機大廠 Ricoh 推動租賃取代販售的模式，現已幾乎成為業界準則。Ricoh 是一家全球辦公機器知名製造商，但以製造端出發，導入創新商業模式，以不同類別的服務及循環為基礎，提出「慧星圈」的循環經濟模式（圖 4）。

在生產製造部份，Ricoh 的產品設計著眼於部件在公司內部生產體系中的再利用或再迴圈，力求將產品和組件再利用最大化、原材料使用最小化，大量減少了生產中新材料的應用，創建了一個緊密的內部使用迴圈。在維修升級部份，Ricoh 根據租賃合約退還後，積極進行驗收、拆裝、替換部件、升級軟體等複雜的整修流程，再重新售回市場。而在資源回收部份，Ricoh 將收

回其組件並在海外當地工廠再迴圈利用，Ricoh 在分析了新材料和回收材料（如聚丙烯等）的價格差異及運輸成本後、推算以當地回收方式將可減少 30% 再製成本。

以創新循環經濟模式為發展核心，Ricoh 以 2007 年新資源使用量為基礎，目標於 2020 年減少 25% 的新資源投入，2050 年減少 87.5% 的新資源投入，成為製造業轉入循環經濟式服務的經典案例。

六、商業趨動：H&M及英國Wear2舊衣回收模式

隨著龐大人口的新興國家消費力道提升，大量快消服飾消費風潮也造成大量丟棄，服飾產業亦成為應積極導入循環經濟的重點領域。

其中國際快消服飾企業 H&M 已於全球 49 個國家發起了「全球舊衣回收計劃」（圖 5），不同於其他快消服飾企業也曾推出的自家舊衣回收活動，H&M 則不論品牌、衣物類型和新舊程度，於門市店面提供回收服務，並回饋予舊衣提供者購物優惠券。各門市會定期將回收的衣物匯集到指定的回收點，然後由國際知名的紡織品回收機構 I: Collect 統一運往瑞士總部進行專業的分揀處理。I: Collect 是全球規模最大的服飾回收公司，主要承擔舊衣的物流、分揀、分析、循環利用等工作。I: Collect 建立精細化的舊衣物評估標準，根據 400 多項的標準將衣物處理結果分為重新穿著、重新利用、循環使用及生產能源等四大類型，並進行不同程度的再製與回收利

用工程。



圖5 H&M「全球舊衣回收計劃」商業模式

資料來源：H&M Garment Collecting

H&M 的「全球舊衣回收計劃」被認為是全球快消服飾產業走向循環經濟的標竿案例，由 H&M 以商業驅動負責產業鏈上游的舊衣回收，I: Collect 則以製造驅動負責產業鏈下游的再製處理及回售。改變了過去快消服飾產業大量生產、大量消費、大量丟棄的單向式消耗型模式。

此外，除了快消服飾，工作服及制服等商業服飾亦為龐大的隱形市場。英國新創公司 Wear2 提出了「工作服回收再利用」的模式（圖 6），以模組化獨特設計及特殊材料製作工作服提供予企業使用，後可經低成本而簡化的再製程序，提供給其他企業繼續使用。此模式同樣結合纖維紡織科技及創新商業模式，打破過去大量單向消耗的企業制服市場模式，建構起低成本的二手衣再製

循環經濟。

七、循環經濟在台灣的機會

在商業驅動及製造驅動並行下，循環經濟正逐漸成為新一波工業革命與價值創新的經濟驅動力，但同時也為現有供應鏈及商業模式帶來風險與挑戰。可以預期的是，在產品設計、資源取得、供應鏈重要節點角色的重新定義、策略聯盟的需求，以及消費者行為的改變，都將對現存產業及業者造成衝擊。

我國以科技製造業立國，過去在循環經濟議題上多著墨於製造業資源有效利用與廢棄物回收處理方面，部份產業已有顯著成效，如中鼎集團旗下的廢棄物資源回收企業崑鼎、中鋼旗下處理鋼鐵業廢棄物的中聯資源、焚化及廢水處理的中宇工程、醫療廢棄物處理企業可寧衛及日友等，其技術及經營表現皆備受肯定，但我國在創新商業模式及供應鏈變革等更具整體產業突破性影響的層次上，卻無積極表現。以 IBM 由製造出發走向創新服務為例，IBM 全球資產續用服務部已在全球有 20 多個再製造中心，推動 IBM 資產續用業務的發展。事實上，我國科技製造業在個人電腦、行動電話、光學組件、精密機械、太陽光電、LED、車用電子等多個全球供應鏈中扮演關鍵角色，從組件設計到產品回收，都能成為帶動全球科技製造業循環經濟的重要推手。

此外，近年我國內需市場在食安風暴等議題上，也催生了消費者對供應鏈掌握、有效回收、永續發展意識的提升，對我國發展循環經濟亦為一大助力。因此，未來我國應從製造驅動的層面，向商業驅動邁進，突破傳統停留在資源回收、廢棄物管理的作業生態，透過新興技術及服務模式，整合跨領域、跨業種的合作機制，協助我國產業於新世代的循環經濟生態體系中，繼續扮演重要關鍵角色。



圖4 Ricoh「慧星圈」商業模式

資料來源：Ricoh；Towards Circular Economy Report 2014

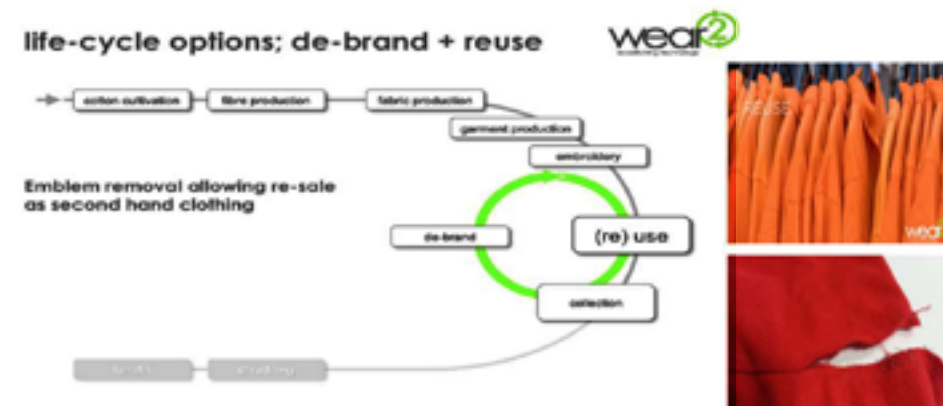


圖6 WEAR-2「工作服回收再利用」商業模式

資料來源：WEAR-2；Towards Circular Economy Report 2014

物料循環案例介紹

▶ 專四部 劉蘭萍 資深協理
鄭淑芬 經理
邱崇銘 專案經理
楊宜潔 專案經理

一、前言

為因應來自全球不斷升高之資源與環境壓力，歐盟委員會於 2012 年宣告歐盟將朝向提高資源使用效率與資源再生之循環經濟推進。廢棄物產生量多寡與資源有效運用具高度關聯性，近 10 年來政府積極致力於推動並輔導產業將廢棄資源物再生轉換成新資源，促使產業朝向綠色生產，以提高各產業綠色競爭力及減少自然資源的浪費。經統計至 103 年底，工業廢棄物再利用率已由 91 年之 56% 大幅提升至 80.6%，年再用量從 91 年 804 萬公噸至 103 年達約 1,402.5 萬公噸，其資源再生量能提升約達 44%。每年不但減少 1,402.5 萬公噸廢棄物處理所造成之資源浪費與環境負荷，同時創造新資源，使各產業更具國際市場競爭力。

依據主計處與環保署統計近 3 年經濟成長率與事業廢棄物產生變化率，呈現我國經濟成長與廢棄物產生量脫鉤現象，顯示我國產業廢棄資源再生循環體系已然成形。本文將針對我國產業物料使用量大之「砂石」與「煤」及推動綠能產業所需之關鍵物料「鈮」與「鎂」，評析其物料循環鏈結之現況，作為產業評估將二次物料納入物料供應鏈或相關單位推動其他產業資源循環再生之參考。

二、砂石循環鏈結

砂石依其來源可分為天然砂石及再生砂石兩類，天然砂主要由國內砂、石及黏土採取業與其他礦業及土石採取業開採而得，少部分自國外進口。依經濟部礦務局統計推估 103 年度國內天然砂石生產量約 5,452 萬公噸，進口砂石裝卸量則約 1,425 萬公噸。另有關再生砂石部分，則係由國內事業廢棄物處理、再利用與再生利用機構，依「廢棄物清理法」或「資源回收再用法」規定，以廢棄物或再生資源為原料，經再利用程序產製而成。

依本會執行經濟部工業局資源再生產業推動相關計畫經驗，分析得供作砂石替代原料之廢棄資源包括廢陶（瓷、磚、瓦）、廢玻璃、石材廢料（板、塊）、石材礦泥、電弧爐煉鋼爐渣（石）、感應電爐爐渣（石）、化鐵爐爐渣（石）、旋轉窯爐渣（石）、廢鑄砂、煤灰、垃圾焚化爐底渣、一般性飛灰或底渣混合物、土木或建築廢棄物混合物、營建混合物、廢水泥電桿、廢噴砂、水淬高爐石（碴）、瀝青混凝土挖（刨）除料及剩餘土石方等 19 類，合計年產生量逾 6,583 萬公噸。

國內再生砂石供應來源主要由營造業、建築工程業於施工過程產出之剩餘土石方、營建混合物與土木或建築廢棄物混合物；電力及燃氣供應

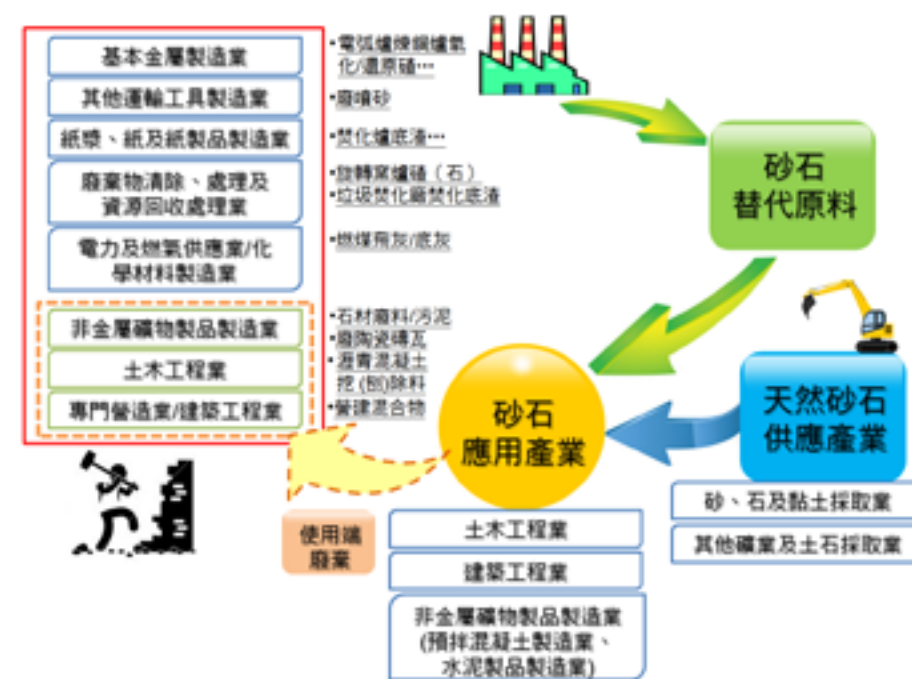


圖1 砂石物料關聯產業循環鏈結

業於發電或產生蒸氣製程產出之煤灰；廢棄物清除、處理及資源回收業與化學材料製造業於焚化過程產出之焚化爐底渣；基本金屬製造業於生產過程產出之廢鑄砂、電弧爐煉鋼爐渣（石）、旋轉窯爐渣（石）、水淬高爐石（碴）等爐渣類廢棄物，經破碎、磁選、篩分等物理處理程序產製再生砂石，再進入砂石物料供應鏈，提供予預拌混凝土製造業、水泥製造業與水泥製品製造業等，取代天然砂石供產業運用，作為預拌混凝土、水泥、水泥製品、級配等之原料或道路工程材料等。前述砂石物料關聯產業循環鏈結如圖 1 所示。

三、煤炭循環鏈結

依經濟部能源局網站之統計，國內 102 年度煤炭消費量約達 6,400 萬公噸，其中 86% 為發電、汽電及工業用途使用，且煤炭皆自國外進口；在全球氣候變遷以及環境保護訴求下，推動替代煤燃料為各國再生能源發展政策之一，而以含有機物之生物質作為煤之替代燃料為主要之推動方向。國內製造業生產過程所產生之可替代煤炭作

為輔助燃料之廢棄物種類，包括廢塑膠、廢橡膠、漿紙污泥、紡織污泥、燃油鍋爐集塵灰及廢白土等，其主要來源事業包括造紙製造業、紡織業、塑膠製品製造業，以及橡膠製品製造業等，合計年產生量約為 33 萬公噸。

國內電力及燃氣供應業、化學材料製造業、化學製品製造業、基本金屬製造業、紙漿、紙及紙製品製造業、及非金屬礦物製品製造業等具燃料需求之產業，倘以上述具生物質之廢棄物替代煤作為燃料使用，除可降低我國對進口能源之依賴外，亦可有效去化產業生產所產生之廢棄物，而其燃燒過程所產出之灰渣多屬無害性廢棄資源，經適當物理處理後，亦可再投入砂石供應鏈，延長大宗物料之使用週期。前述煤炭物料關聯產業循環鏈結詳如圖 2 所示。

四、含鈮物料循環鏈結

鈮在地殼中庫存量稀少，且其分佈稀疏，不易提煉，目前可採蘊藏量大約 11,000 公噸，基本蘊藏量為 16,000 公噸，根據 2008~2010 年各

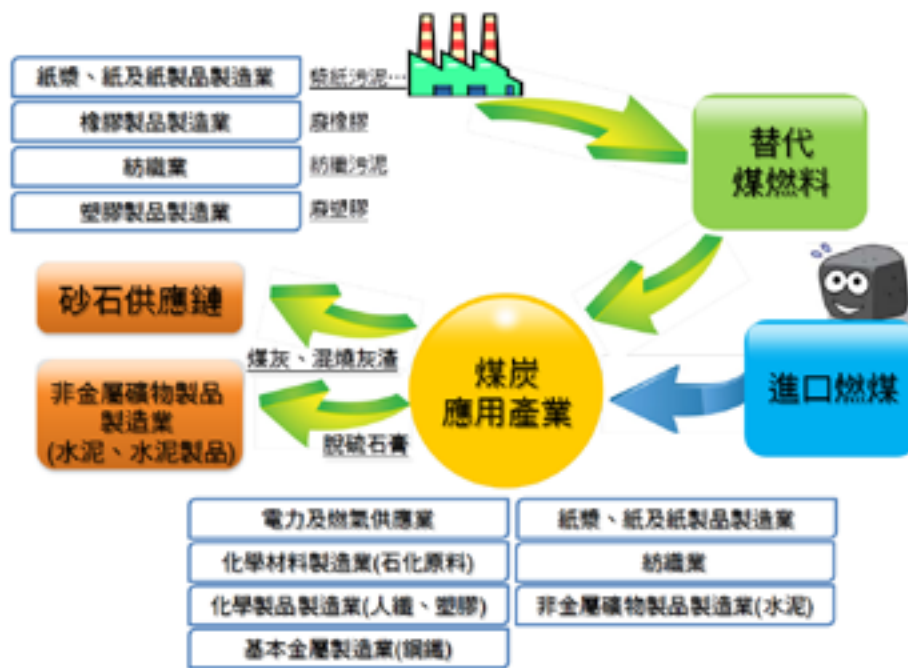


圖2 煤炭物料關聯產業循環鏈結



圖3 含錫物料關聯產業循環鏈結

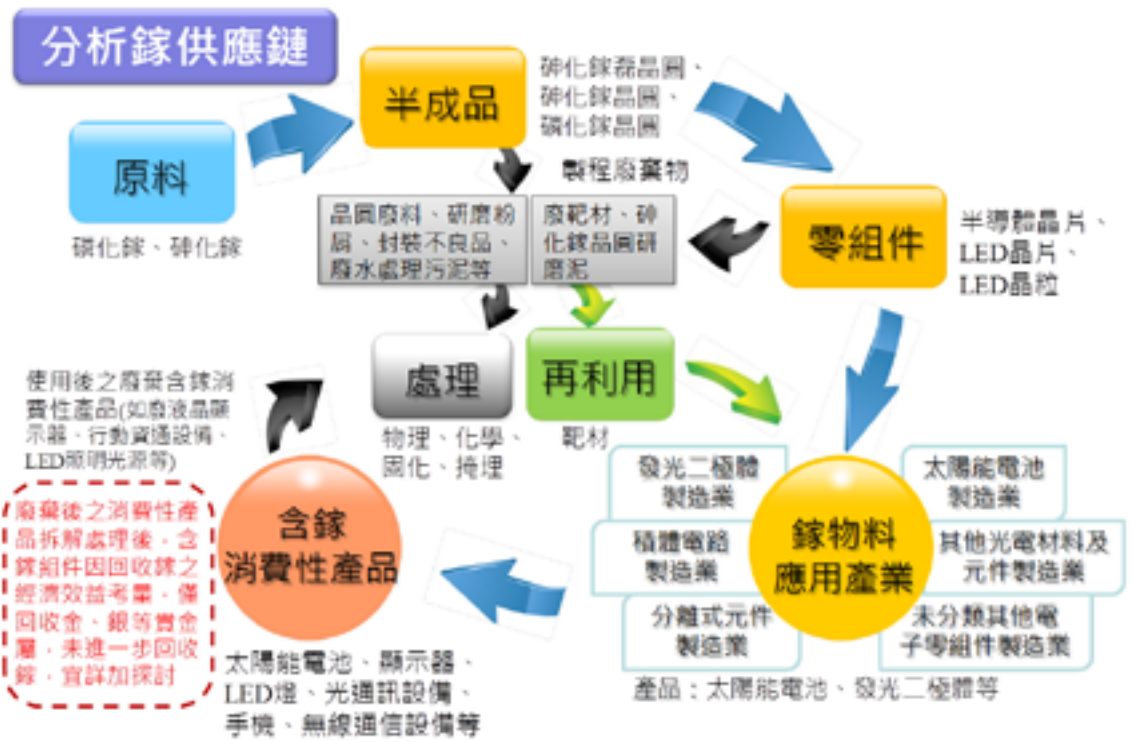


圖4 含鎵物料關聯產業循環鏈結

稀有金屬開採量及蘊藏量資料，估計原生錫再開採 21 年便會耗竭，國外錫的回收包含幾個途徑，分別來自於礦場、產品製造、及廢棄物回收，而礦場中包含採礦程序、煉製程序及處理程序，主要回收對象包括礦渣及排氣煙塵，產品製造程序之回收主要來自於 ITO 廢靶材，廢棄物回收目前之比例則占較低之比例。

目前國內含錫物料大量應用於 TFT-LCD 產業中，而在新興綠色能源的趨勢下，太陽能電池的用量預估會逐年增加，產業生產所需的含錫物料主要來自於進口，進口的原料種類包括磷化錫，材料及半成品包括磷化錫晶圓、磷鎢酸晶圓之發光二極體晶粒及晶圓。依據財政部關稅署進出口資料庫資料，我國近 5 年磷化錫晶圓進口量有逐年成長趨勢，103 年磷化錫晶圓進口量約占進口總量之 90%，主要進口國為中國。

含錫廢棄物主要包括面板、發光二極體及太陽能電池產業製造過程產出之廢靶材、含錫錫廢液、含錫污泥，以及經消費者使用廢棄之液晶顯示器、行動資通設備等，回收含錫廢棄物主要來

自濺鍍製程廢錫錫氧化物 (ITO) 靶材，其可回收錫之比例約 99%；少部分則來自光電產業委外清洗 ITO 濺鍍設備所產生之含錫錫廢酸液。目前國內尚無業者針對含錫消費性產品廢棄後錫之回收，其可能之原因為回收量未達經濟效益規模、純化技術待提升，或衍生廢棄物處理問題等因素影響，而將其經中間處理後採焚化或掩埋處理。前述含錫物料關聯產業循環鏈結如圖 3 所示。

五、含鎵物料循環鏈結

鎵主要來自鋁、鋅等金屬冶煉過程中所產生之副產物，其蘊藏量較難估計，含鎵之鋁土礦是目前鎵的主要礦源，其他的礦源有鉛鋅礦、多金屬礦、硫化銅礦、硫化鋁礦、煤礦、錫礦等。從鎵鋁土礦或是其他的礦源例如鉛鋅礦等礦源初次所提煉出來的金屬鎵稱為初級鎵，全球初級鎵年生產量於 2008 年達約 95 公噸，主要生產國家為中國、德國、哈薩克斯坦和烏克蘭。

目前國內含鎵物料主要應用於 LED 產業，少部分應用於薄膜太陽能電池中之銅鎵鎢太

陽能電池 (CIGS)，其需求量亦因太陽能電池的用量預估會逐年增加。產業生產所需的含鎵物料主要來自於進口，依據財政部關稅署進出口資料庫資料，我國近 5 年鎵相關物料進口項目包括化合物型態之砷化鎵、鋁砷化鎵、磷化鎵、磷砷化鎵、磷化銦，及半成品砷化鎵晶圓、砷化鎵晶圓、磷化鎵晶圓、磷砷化鎵之發光二極體晶粒及晶圓、磷砷化鎵晶圓、磷鋁鎵化銦之發光二極體晶粒及晶圓，其中砷化鎵晶圓進口量逐年攀升趨勢，103 年砷化鎵晶圓進口量約占進口總量之 75%；進口國家主要以日本為主（占 32%）、中國大陸次之（占 27%）、德國位居第三（占 17%）。

含鎵廢棄物主要包括生產半導體晶片、LED 晶片或晶粒等晶圓代工產業製程產出之廢靶材、砷化鎵晶圓研磨泥、晶圓廢料、研磨粉屑、封裝不良品、廢水處理污泥等，以及經消費者使用廢棄之太陽能電池、顯示器、LED 燈等，回收含鎵廢棄物主要來自砷化鎵晶圓研磨泥及廢靶材等項。國內目前尚無業者針對含鎵消費性產品廢棄後鎵之回收，其可能之原因與含銦消費性產品廢棄多經中間處理後採焚化或掩埋處理相近。前述含鎵物料關聯產業循環鏈結如圖 4 所示。

六、結語

廢棄資源經再生程序產製二次物料成為物料供應鏈之一環，已成為各國發展循環經濟重要之課題。我國在推動廢棄資源再利用方面，雖已獲致相當成效，惟部分二次物料因品質與供應之穩定性，無法回到產業物料供應鏈，發生棄置而污染環境事件，迫使主管機關加嚴二次物料之行政管理如銷售流向申報，降低產業使用二次物料之意願，進而減緩物料循環之推動；另就產業發展所需之稀貴資源，在生產製程所產生之含稀貴資源廢棄物多已進入回收再生體系，惟屬消費性產品廢棄物後之回收，現階段業者多從事拆解、分類工作，並視國際市場收購價格將其輸出國外精煉再生，再以高純度金屬錠或特用化學品型態進口到台灣，而國內掌握該等電子廢棄物精煉再生

技術之業者，卻苦於「料源」缺乏致稼動率低，使得經濟規模不足構成完整之產業循環供應鏈。

國內部分產業與廠家已逐步朝向建構物料循環鏈結，以降低對天然資源之依賴，為促使我國邁向循環經濟發展，有賴政府藉由全面盤點物料管理相關政策法令，排除或鬆綁可能影響推動產業物料循環之相關法令制度，建立關聯產業共生循環與資源儲備制度，進行相關關鍵技術之基礎研發，制定具誘導產業優先使用二次物料之機制，以永續物料管理為出發點，提升資源生產力，促使資源循環使用於產業製造生產與消費使用間。

七、參考文獻

1. 經濟部工業局，資源再生產業推動及審查管理計畫，民國 103 年。
2. 美國煤灰協會 (ACAA) 網站：<http://www.acaa-usa.org/>。
3. 日本鋼渣協會網站：<http://www.slg.jp/>。
4. 再生能源網：<http://www.re.org.tw/>。
5. 經濟部能源局網站：<http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/home/Home.aspx>。
6. 張啟達、劉蘭萍、鄭淑芬、邱崇銘、蔡維馨、高忠平，工業廢棄物循環再利用於營建工程之探討，中國土木水利工程學會會刊第 41 卷第 6 期，103 年。
7. 財團法人中技社，台灣稀有資源循環發展策略，2013。
8. 傅崇德、邱惠敏，銦資源之回收再利用技術及資源替代性之介紹，環保簡訊第 18 期，桃園縣大學校院產業環保技術服務團，2013。
9. 經濟部技術處，戰略關鍵金屬之價值鏈應用與商機探索-銦、鎵、釩、鋰，2010。



不法利得追繳、吹哨者制度與按次處罰

一簡介民國 104 年水污染防治法修正重點



▶ 顏秀慧
董事長特別助理

水污染防治法（以下簡稱水污法）自民國 63 年公布施行迄今已逾 40 年，其間雖經民國 72 年、80 年、89 年、91 年、96 年等數次修正，然因近年來陸續發生重大環境污染事件，為加強制裁惡意違規之污染行為人，故立法部門及行政部門¹均著手研擬修正、增訂各相關條款，以期有效遏止環境違法行為。

水污法業於本 (104) 年 2 月 4 日修正公布，主要修正重點除了提高罰鍰與加重刑責之外，較為特別的是加入不法利得追繳、鼓勵內部員工檢舉不法之吹哨者制度等規範，以及將行之多年的「按日連續處罰」全部改為「按次處罰」，均為我國環境法規中所首見。

茲臚列本次修正之相關條文，並參考其修正立法說明分析如右：

一、不法利得追繳

本次新增之不法利得追繳規定，列於水污法第 39 條與第 66 條之 2，係分別適用於涉及刑責之犯罪行為與單純違反行政法義務之行為兩種情況，修正條文如下：

水污法第 39 條

法人之負責人、法人或自然人之代理人、受僱人或其他從業人員，因執行業務犯第三十四條至第三十七條之罪者，除依各該條規定處罰其行為人外，對該法人或自然人亦科以各該條十倍以下之罰金。

犯本法之罪者，因犯罪所得財物或財產上利益，除應發還被害人或支付第七十一條主管機關代為清理、改善及衍生之必要費用外，不問屬於犯罪行為人與否，沒收之；如全部或一部不能沒收時，應追徵其價額或以其財產抵償之。但善意第三人以相當對價取得者，不在此限。

為保全前項財物或財產上利益之沒收，其價額之追徵或財產之抵償，必要時，得酌量扣押其財產。

¹ 水污法部分條文修正草案共計 22 案進行委員會審查，分別為行政院函請審議 1 案及立法委員提案 21 案，詳見立法院公報，第 104 卷，第 11 期，第 304 頁以下。

水污法第66條之2

違反本法義務行為而有所得利益者，除應依本法規定裁處一定金額之罰鍰外，並得於所得利益之範圍內，予以追繳。

為他人利益而實施行為，致使他人違反本法上義務應受處罰者，該行為人因其行為受有財產上利益而未受處罰時，得於其所受財產上利益價值範圍內，予以追繳。

行為人違反本法上義務應受處罰，他人因該行為受有財產上利益而未受處罰時，得於其所受財產上利益價值範圍內，予以追繳。

前三項追繳，由為裁處之主管機關以行政處分為之；所稱利益得包括積極利益及應支出而未支出或減少支出之消極利益，其核算及推估辦法，由中央主管機關定之。

水污法第 39 條因屬刑罰規定，是以應參照刑法中之相關規定一併解讀，如刑法第 38 條²之沒收規定以及第 58 條³之加重罰金審酌規定。刑法第 38 條第 3 項規定，對於犯罪所生或所得之物，原則上以屬於犯罪行為人者為限，得予以沒收；而水污法第 39 條第 2 項中規定，「因犯罪所得財物或財產上利益，…，不問屬於犯罪行為人與否，沒收之」，故應將本條解為刑法第 38 條第 3 項但書所稱之「特別規定」，以特別法優於普通法原則而優先適用；至於水污法第 39 條第 1 項之罰金加重額度，則應審酌刑法第 58 條之規定自不待言⁴。

水污法第 66 條之 2，依修正立法說明係參考

行政罰法第 20 條⁵而定，而實務上亦已有司法判決⁶肯認公法上不法利得追繳之適法性。

二、吹哨者制度

所謂吹哨者 (whistle-blower)，是指團體內部挺身而出揭露不法行為的人，本次新增之吹哨者制度，列於水污法第 39 條之 1。依修正說明所述，係「有鑑於廢（污）水排放污染需要多人合意共謀，爰參考食品安全衛生管理法第五十條、國外對於吹哨者（whistle blower）及污點證人保護之立法例，增訂本條以鼓勵內部員工檢舉不法。」增訂條文如下：

水污法第39條之1

事業或污水下水道系統不得因廢（污）水處理專責人員或其他受僱人，向主管機關或司法機關揭露違反本法之行為、擔任訴訟程序之證人或拒絕參與違反本法之行為，而予解僱、降調、減薪或其他不利之處分。

事業或污水下水道系統或其行使管理權之人，為前項規定所為之解僱、降調、減薪或其他不利之處分者，無效。

事業或污水下水道系統之廢（污）水處理專責人員或其他受僱人，因第一項規定之行為受有不利處分者，事業或污水下水道系統對於該不利處分與第一項規定行為無關之事實，負舉證責任。

廢（污）水處理專責人員或其他受僱人曾參與依本法應負刑事責任之行為，而向主管機關揭露或司法機關自白或自首，因而查獲其他正犯或共犯者，減輕或免除其刑。

然須注意的是，第二項雖明定污染者對揭弊員工故意為解僱、降調、減薪或其他不利之

處分無效，以保障員工；然若該污染者為民營事業，其與員工之間的僱傭關係屬私法契約關係，員工如因本條款而受有不利利益時，仍應循現行規定，依其原有身分尋求法律救濟，如提起給付薪資、確認僱傭關係存在等勞資爭議訴訟；故條文亦在第三項採行舉證責任轉換之機制，規定雇主應證明對吹哨者所採取不利處分與吹哨者揭弊行為無關，以保障員工權益。

三、按次處罰

水污法中對於事業或污水下水道系統之違規行為，除情節嚴重者須論以刑罰外，行政罰之方式向採罰鍰、限期改善、未改善者按日連續處罰、情節重大者停工停業、必要時廢止許可證或勒令歇業等方式處理。

利用「按日連續處罰」來督促污染者改善，雖是一種有力的工具，但近年來因行政罰法之施

行、行政執行法之修正，司法實務見解與學者見解對於按日連續處罰之法律性質與執行方式，已有明確之認定標準，認為早期行政機關「一次作成多份處分書」及「污染者改善完成後始送達處分書」等作法須予以調整⁷。

本次水污法修正，對於第四章罰則第 40 條以下之各條，除原已規定「按次處罰」者不予修正外，將所有「按日連續處罰」規定均修正為「按次處罰」，而按次處罰之執行方式，依第 57 條之規定係授權由中央主管機關訂定準則。惟目前相關子法尚未訂定完成，亦尚未進行草案預告，對於違反水污法規定之連續行為，其違規次數之認定方式、稽查之時間間隔等執行要項，仍有待相關規範明確訂定後始能了解。

⁷ 可參見顏秀慧，「環境法中按日連續處罰之性質」，綠色生產力通訊，第 32 期，第 16-18 頁，2013 年 4 月。

² 刑法 (103.06.18 修正) 第 38 條：下列之物沒收之：一、違禁物。二、供犯罪所用或犯罪預備之物。三、因犯罪所生或所得之物。

前項第一款之物，不問屬於犯罪行為人與否，沒收之。第一項第二款、第三款之物，以屬於犯罪行為人者為限，得沒收之。但有特別規定者，依其規定。

³ 刑法第 58 條：科罰金時，除依前條規定外，並應審酌犯罪行為人之資力及犯罪所得之利益。如所得之利益超過罰金最多額時，得於所得利益之範圍內酌量加重。

⁴ 前此，土壤及地下水污染整治法亦曾在條文中加入罰金審酌規定，如 89.2.2 制定公布及 92.1.8 修正公布之第 31 條：「科罰金時，應審酌因犯罪所得之利益，如所得之利益超過罰金最多額時，得於所得利益二倍範圍內酌量加重。」後於 99.2.3 修正時刪除本條，其修正說明即敘明「本條內容因刑法第五十八條已有相同規範，爰予刪除。」可資佐證。

⁵ 行政罰法 (100.11.23 修正) 第 20 條：為他人利益而實施行為，致使他人違反行政法上義務應受處罰者，該行為人因其行為受有財產上利益而未受處罰時，得於其所受財產上利益價值範圍內，酌予追繳。

行為人違反行政法上義務應受處罰，他人因該行為受有財產上利益而未受處罰時，得於其所受財產上利益價值範圍內，酌予追繳。前二項追繳，由為裁處之主管機關以行政處分為之。

⁶ 如最高行政法院 100 年度判字第 2175 號判決、102 年度判字第 304 號判決等。

本會與大陸國家節能中心簽署合作意向書

當前全球氣候變遷與能源日益衰竭之際，海峽兩岸亦著手啟動各項節能減排因應對策與措施，為增進兩岸節能領域之經驗交換，進以建立兩岸合作模式及常態性節能議題交流管道，強化兩岸節能之深度與廣度，因此，特別邀請大陸國家節能中心賈復生主任等人於2015年3月30日蒞臨本會參訪並進行經驗交流。

會議中本會林志森董事長與大陸國家節能中心賈復生主任共同簽署節能合作意向書，希望未來雙方就節能領域展開深入之交流活動。此外，也向國家節能中心參訪團介紹本會所推動之各項節能環保業務，並就台灣推動節能經驗進行專題報告，國家節能中心賈主任亦提出後續可就推薦台灣優良節能設備公司參加中國國際節能低碳創新技術與裝備博覽會、評估節能改善項目與投資、節能資訊交流等合作項目進行實質交流，引發與會之ESCO公會及相關業者之熱烈討論。

雙方皆期盼後續藉由密切的活動交流，共同探討彼此互補優勢及落實節能解決方案，促進兩岸節能低碳社會之建構及帶動兩岸節能產業之發展。



▲本會林志森董事長（左）與中國大陸國家節能中心賈復生主任（右）共同簽署節能合作MOU及合影留念。



與會人員合影留念

▲前排左起依序為本會-鄭清宗執行董事、ESCO公會-吳俊彥理事長、國家節能中心-賈復生主任、本會-林志森董事長、國家節能中心-時希杰副處長、國家節能中心-張宇副處長。後排左起依序為新鼎系統(股)公司-林堡田總工程師、承研智能(股)公司-黃文峰總經理、本會-謝維晃協理、林延彥-副執行長、國家節能中心-王侃、黃興、本會-戴邦文協理。

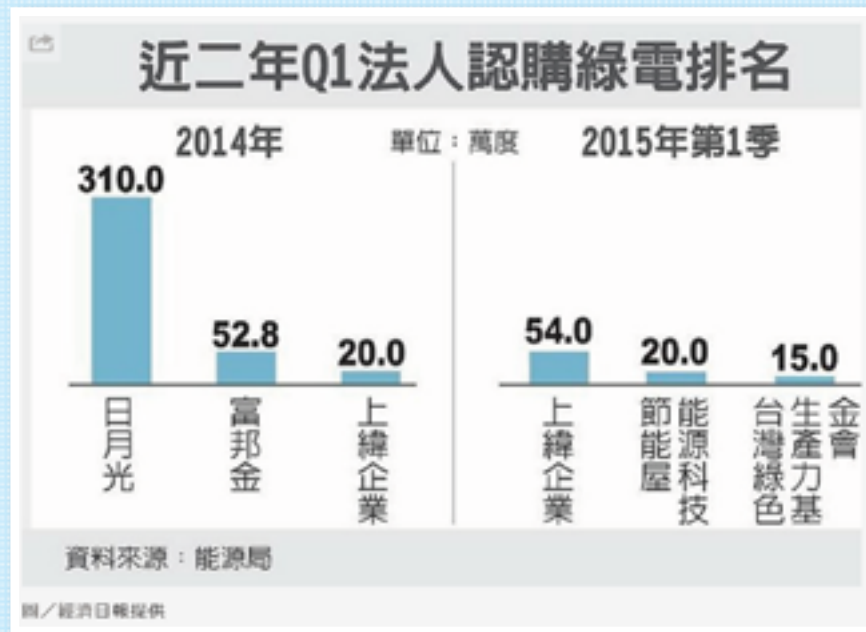
本會參與認購經濟部自願性綠色電力15萬度，支持促進我國再生能源發展

為支持政府綠能減碳之施政目標及共同推廣再生能源，進而發展綠能經濟，達成能源供給、產業發展與環境保護三贏局面，本會參與認購經濟部104年自願性綠色電價1,500單位(15萬度)，支持促進我國再生能源發展。

所謂綠色電力，概念上是指生產電力過程中，它的二氧化碳排放量為零或趨近於零，因相較於其他方式（如火力發電）所生產之電力，它對於環境衝擊影響較低，可以幫助我們邁向更乾淨的未來。依據我國《再生能源發展條例》，於98年7月後經由經濟部認定之再生能源發電設備所發電力方可視為再生能源電力，主要來源為太陽能及風力。

認購綠色電力而收取的費用，則是間接納入再生能源發展基金中，並依再生能源發展條例第7條規定之用途支出，使其有更多資金用以促進再生能源之發展。可認購綠電對象，不分企業或是個人，只要是想為地球暖化盡一份心力者均可認購；企業認購綠電者，可降低其產品碳排放強度，並進一步提高產品外銷競爭力及綠能環保之社會責任，增進企業無形資產之價值；民眾認購綠電則是落實節能減碳，共同實現能源永續發展的具體方式，幫助未來子孫爭取更乾淨的天空與未來。

本會期藉由此舉拋磚引玉，鼓勵產業及民眾重視地球資源永續利用，共同創造友善環境，善盡法人應盡之社會責任。



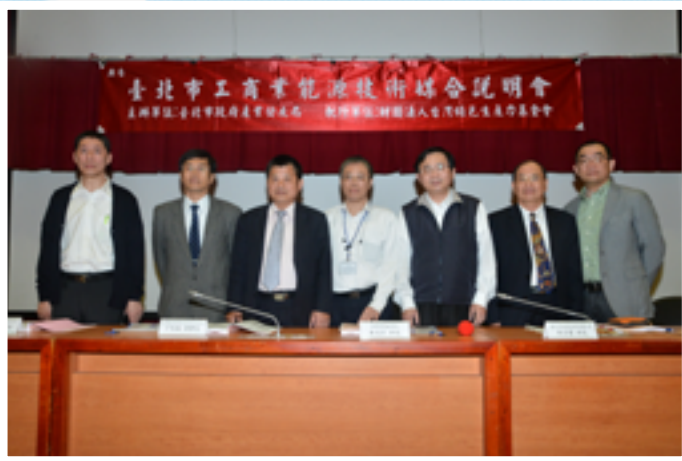
台北市工商業能源技術媒合說明會

為因應全球氣候暖化及國際能源成本上漲趨勢，台北市政府結合空調、照明、能源技術、光電科技等能源技術領域相關公協會及其推薦的優良廠商，於 104 年 3 月 30 日在臺大法律學院霖澤館國際會議廳舉辦「工商業能源技術媒合說明會」，創造能源技術服務業 (ESCO) 與台北市企業節能合作平台。

現場展示與分享最新節能技術及管理手法，其中包含雲端電力管理系統與智慧綠建築節能方案。空調節能方面，亦有最新的磁懸浮離心式冰水主機以及全變頻冰水主機房如何取代舊式冰水系統等示範說明；同時講解冷凍空調節能設計及改善工程案例、節能績效保證專案、新式照明燈具、及光電設備應用案例等，使工商企業瞭解最

新節能技術及廠商工程實力，藉以參採、學習、及應用。

展示會內容精彩豐富，業者均反映良好，期能促使有意進行節能改善的企業導入最新節能技術及管理手法，以加速落實節能改善，提升能源使用效率，創造企業利基及競爭力。同時亦達成節能減碳理念及技術擴散之效應，並媒合有節能改善需求之業者，透過徵詢公會及廠商得到適當解決方案，以有效提升能源使用效率，達成企業節能省錢、城市生態永續之雙贏目標。



▲ 台北市冷凍空調技師公會施繼昌理事長（右一）與本會鄭清宗執行董事（右二）、台北市政府產業發展局章宗慶科長（右三）、經濟部能源局林文信科長（右四）、台灣區冷凍空調同業公會丁木胤理事長（左三）、ESCO 同業公會蔡明仁秘書長（左二）、台灣區照明輸出公會黃棋榮理事（左一）。



▲ 由參展廠商進行最新節能技術與產品分享解說



▲ 會場外設置 9 個攤位展示觀摩區，展示各節能領域之最新技術與案例，提供與會者諮詢與交流，受到熱烈迴響。

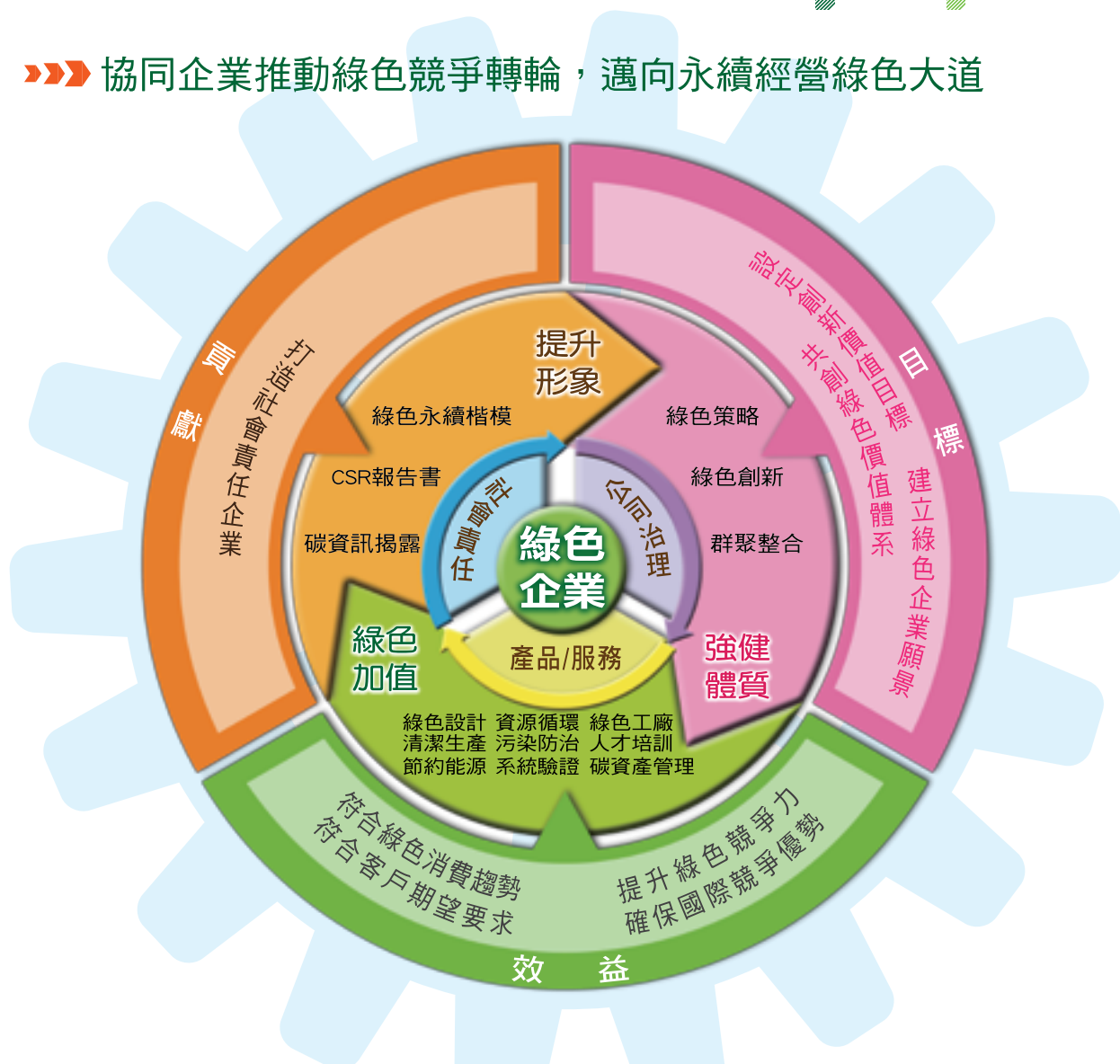
專業·創新·服務

產業綠色成長最佳夥伴

本會成立於西元1991年，原名「財團法人環境保護企業策進會」，後於2000年8月更名為「財團法人台灣綠色生產力基金會」。成立20餘年來我們一直秉持著成立時的宗旨，協助政府推動各項能、資源有效利用及環保相關施政，積極輔導產業提升綠色生產力，促進產業永續經營與發展，達成環、經雙贏效益。

「專業、創新、服務，產業永續發展合作夥伴」是本會經營的核心政策。

▶▶▶ 協同企業推動綠色競爭轉輪，邁向永續經營綠色大道





花蓮～六十石山

作者：專一部 廖孟慧

滿山遍野金針花海，風景如詩似畫，宛若桃源仙境，引人入勝！



財團法人

台灣綠色生產力基金會

Taiwan Green Productivity Foundation

231新北市新店區寶橋路48號5樓（薪寶商業大樓）

電話：(02)2910-6067 傳真：(02)2910-3642

網址：<http://www.tgpf.org.tw>

