



臺灣資源循環產業之永續發展策略

永續論壇

- ▶ 張啟達 / 台灣綠色生產力基金會 副執行長
- ▶ 鄒倫 / 中技社環境技術發展中心 主任

特別企劃



前言

21 世紀以來，世界各國為因應氣候變遷、能源資源緊缺及金融危機等一系列全球性問題和挑戰，在經濟刺激方案中都包含“綠色成長”的政策要素，將高碳經濟發展模式朝向低碳發展轉型，並提高能源和資源的使用效率。鄰近中國大陸及日本等國，基於資源循環產業對社會具有節能減碳、提高綠領就業、減少資源消耗等多贏綜效，對資源循環越來越重視與關注，並大力發展資源循環產業。

我國地狹人稠、環境負荷沉重、自然資源不足，能源高度依賴進口，生產過程產生的廢棄資源也需妥善循環利用及處理處置。因此，推動臺灣資源循環產業朝向規模化、高值化及國際化發展，並透過資源循環產業進行資源再生，供應國內相關產業的物料需求，有助提升能源使用

效率，減少對外來資源的依賴，並強化產業的國際競爭力。



延伸動靜脈產業的價值鏈

近年來，我國製造業的重大投資案件，以及生產與出口活動都集中於電子零組件的半導體及印刷電路板、光電產業的平面顯示器及太陽能電池、基本金屬的鋼鐵等中間財產業。由於金屬材料是前述產業價值鏈的最前端，對整體產業發展具有關鍵性的影響，尤其我國電子零組件及光電等重要產業所需的關鍵材料及零組件大都仰賴日本或其他國家進口，潛藏我國產業發展受制於人的風險。

由於經濟全球化的產業分工中，產品產製係由已開發國家發展關鍵材料及零組件等技術密集的利基產品，再到開發中國家透過勞動密集加工

人物專訪

永續視野



與組裝成最終產品。資源循環則是在產品廢棄後，由開發中國家透過勞動密集拆解成初級原料，再到已開發國家進行提純。因此，引導我國靜脈（資源循環）產業由資源初加工升級轉型為動脈（製造）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，達到靜脈產業與動靜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，實為我國資源循環產業永續發展的重要布局藍圖。

已由消極的末端管制進展到積極的源頭管理，採用使用者付費制度，推動垃圾減量、資源回收及生產者延伸責任等，創造了人均垃圾清運量逐年降低及事業廢棄物再利用比率達 80% 以上的成功經驗，促成經濟成長與資源利用已呈逆向脫鉤之趨勢。

目前我國資源循環產業之發展已達一定規模，但在市場自由競爭及國內產業外移之情勢下，面臨物料來源供應不足的問題；目前資源循環產業多為中小企業，欠缺資金流入及技術提升，無法進行精煉創造資源循環產品之高附加價值，而將含高價之稀貴金屬物料送至國外精煉，導致資源循環產業發展受到限制。

升級轉型的重要課題

臺灣經過二十餘年之努力，廢棄物管理體系

此外，目前消費者對於資源循環產品之料

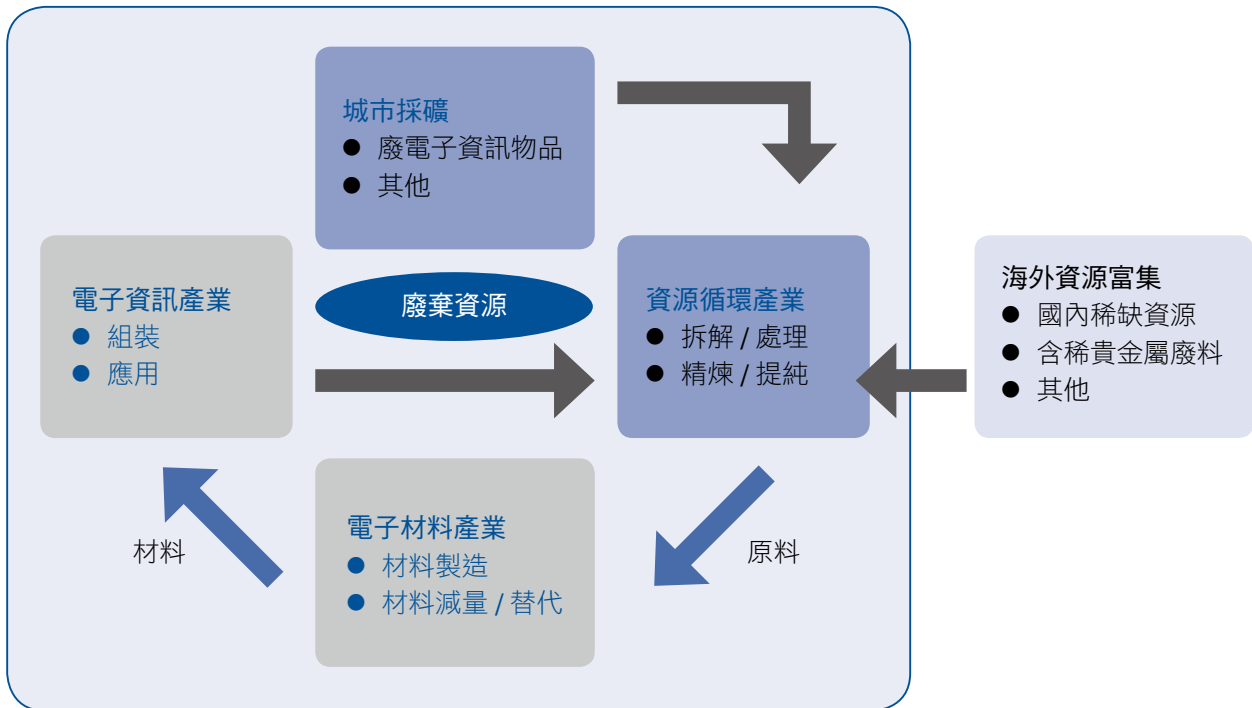


圖 1 延伸動靜脈產業價值鏈的關係圖



源、品質及性能等缺乏信心，造成使用量及產值不高之情形。因此，應強化市場稽核制度，落實產品檢驗、監督及控管；輔導廠商提高產品性能，生產優質資源循環產品；加強消費者對資源循環產品認識宣導及示範應用觀摩等工作，以提升消費者使用資源循環產品之意願。

量的調控

目前國內資源循環市場因政策誘因及政府輔導而蓬勃發展，一般廢棄物或事業廢棄物回收再利用的量已逐年增加，但相關產業競相設置，造成資源化料源不足致業者生存困難。除繼續擴大公告強制性可再生資源之種類、強化國內清理/回收體系，提高資源回收率，宜配合國際資源循環市場區域合作的框架，評估循環資源之國際市場狀況，進行資源循環策略布局，依國內產業需求與技術能力，檢討現行廢棄物輸出/入管制貨品合理性，適度局部開放輸入品目，以促進靜脈產業發展，並確保國內必要資源之供應。

質的確保

資源回收端常常面臨技術瓶頸及能源耗損的挑戰，為確保資源物質品質提升，從資源循環及節能減碳觀點構思產品設計與生命週期評估至為重要。針對再生製品或二次料，消費者/使用者普遍存有次級品的不良意象，嚴重影響循環體系的暢通。因此，強化料源徹底分類，允收標準、

產品品質標準及驗證制度等，仍待積極規劃建立；並落實資源永續教育，推廣搖籃到搖籃理念，內化「再生」二字，以保證品質建立社會大眾信心。

技術升級

目前國內資源循環產業均屬中小企業，對於組成複雜、需高層次技術的有價資源，常僅止於中低品位的純化回收，無法進行更高的精煉以創造更高的價值。宜持續推動清潔生產並落實綠色供應鏈，以徵收廢棄物處理費、租稅減免、產學合作等措施促進資源循環技術的研發，且針對資源化業者建立評鑑分級制度，協助資源循環產業升級及提升形象。現行技術尚無法達成有效回收再利用或無法達成一定經濟規模之廢棄物，應檢討處理處置設施通路與容量，以利加強管理，減少任意棄置。

市場通路

消費使用市場規模的大小與穩定性，是資源化產品通路能否順利推展的重要影響因素。政府資源循環政策的走向及採購行為，會左右循環資源的市場規模及消費者信心。宜協助建置循環資源資訊平台，依據物質流分析及生命週期評估市場潛力，強化料源、產品供需調節能力。結合相關資源循環業者，從上游料源集中與品質管控，中端配套技術媒合與後端市場通路掌握，藉此形成多元資源循環網絡，建立資源產業市場模式。



國際合作

東南亞地區隨著經濟成長及人口增加，廢棄物等環境污染問題有日益惡化的趨勢。國內在廢棄物清理及資源循環利用上已建置法規，相關技術開發亦有相當進展，惟受限於國內市場，靜脈產業成長受限。可參與建立國際資源循環網絡，分享技術與經驗，協助其他國家或地區建置管理策略、協助國內業者開拓國外市場，以善盡地球村一員之心力，並確保戰略資源，提升國家競爭力。



永續發展策略建議

因應全球氣候變遷與資源緊缺的挑戰與機會，以及提升產業資源生產力與確保資源永續利用，臺灣資源循環產業應朝向產業規模化、產品高值化、市場國際化的願景方向轉型升級。

在政策及法令面

1. 進行資源循環戰略布局，延伸動靜脈產業價值鏈

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作為產業需求物料的再生技術關鍵缺口，供政府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。

延伸動靜脈產業價值鏈，輔導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，達到靜脈與動靜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。

2. 開通資源循環多元管道，紓解量大廢棄資源去化問題

跨部會合作盤點國內現有量大廢棄資源，例如發電業的煤灰、鋼鐵業的轉爐石及爐渣，以及事業廢污水處理後產生的污泥、都市污水處理後產生的下水污泥等，掌握量大廢棄資源的產生數量，及其肥料化、材料化、燃料化等資源循環管道現況與問題。據以因應此等廢棄資源的循環管道瓶頸及未來數量成長趨勢，進而規劃中長期提供無害化、安定化的循環管道，例如再利用於既有港區擴建或工業區開發填海造陸所需之填方，以因應量大廢棄資源去化受阻的問題。

此外，在國人環保意識高，媒體擴散性強，對資源循環產品的去化具關鍵影響力的氛圍下，除資源循環業者應提升自身技術及管理能力外，政府宜建立資源循環資訊平台，透過資訊透明與即時互動溝通，以適時消除民眾及媒體疑慮，讓



國內資源循環得以良性運轉。

3. 提升資源循環產業運作機能，資源與廢棄物脫鉤管理

由於產品都是經由多種物質加工組合而成，在管理的政策和法令制度面設計上，除考慮環境問題外，也應顧及經濟與社會發展。不宜僅針對物質，應從某項產品的生命週期或某個產業的上中下游供應鏈來加以研議。例如透過資源源頭及末端產品的規格標準來管理，凡品級品位達到規格要求者，就認定為資源，明確地與廢棄物身分脫鉤，資源進入到資源循環業者，資源就是原，資源循環業者既屬一般製造業者，應與廢棄物處理業者的管理脫鉤。

4. 擴大資源循環市場規模，適度開放資源物料進口

配合國際資源循環市場的區域合作架構，評估廢棄資源的國際市場交易模式，依國內產業需求與技術能，核准廠商可以由國外進口廢棄資源進行再利用，以提升設備稼動率與維持營運能量。管理上可採較嚴格的規範來審核廠商，如設立於環保科技園區或工業園區內，且曾獲得環保相關獎項，或是5、10年內沒有環保違規紀錄，或是政府與績優業者簽訂自律協議，繳交保證金等，允許此類廠商可進口國內重要產業發展需缺物料或價值較高的廢棄資源，藉以推進廠商建構高值化的資源循環價值鏈。

5. 研析國外成功之經濟手段，探討應用於我國

之可行性

有鑒於我國資源循環相關制度採用使用者付費制度，推動垃圾減量、資源回收，及生產者延伸責任等，創造人均垃圾清運量逐年降低及事業廢棄物再利用比率達80%以上成功經驗。故建議未來我國應持續以「資源循環永續利用」為政策主軸，並加強推動垃圾減量及回收循環再利用施政措施，如我國可參考國外成功案例，引進掩埋稅費。有鑒於歐盟利用經濟手段 (economic instruments) 推行廢棄物處置與處理之收費。例如：垃圾掩埋的掩埋稅與收費 (landfill taxes and charges)、焚化的焚化稅與收費 (incineration taxes and charges)、丟棄者付費計畫 (pay-as-you-throw schemes)、為特定的廢棄物制定生產者責任計畫 (producer responsibility schemes)。

在技術及市場面

1. 強化產學合作，提升產業再生技術能力

國內資源循環產業均屬中小企業，資金及技術十分欠缺，對於組成複雜、需高技術層次的有價資源，常僅止於中低品位的純化回收，無法進行更高的精煉以創造更高的價值。建議參考日本以資源確保戰略的思維，篩選國內產業發展所需的重要稀缺資源，如電子產業的金、銀、鈮等貴金屬，以及鈮、鎳等稀有金屬，並評估優先度較高的資源物種，做為短、中、長期推動相關資源

再生技術研發的項目。此外，產學合作研發團隊的組成與分工，應借鏡日本採以國家為中心，進行基礎技術研發，補助民間企業推進應用技術開發的模式，研發進度應分技術開發、實用開發、商業化導入等短中期漸進式規劃，據以鼓勵具資質的資源循環廠商參與研發，並積極地達到商業應用的目標。

2. 引進國外關鍵技術，提升再生產品產值

目前臺灣資源循環業者在設備與技術方面，與歐美日等國家比較，尚需向先進國家學習之處，如在電子廢棄物的金屬回收上，多數採拆解及破碎處理，回收銅、鐵、鋁等金屬，稀貴金屬含量較高的複合物料再交由濕法冶煉業者，回收金、銀、鈮等貴金屬，或直接輸出至中國大陸或日本等進行冶煉、精製。顯示國內應有銅冶煉廠的設置需求，以進行完整性的資源回收，否則臺灣的資源循環僅是物理、化學性質的基本回收，很多金屬未達浴火重生等熔煉階段。建議參考日本利用銅冶煉爐與貴金屬精煉製程，將廢電子及廢棄車拆解廠、貴金屬濕式回收廠之含銅及貴金屬廢料，透過熔煉技術全方向回收銅、錫、鉛、鈹等有色金屬，並從銅熔煉殘渣中精煉回收金、銀、鈮等貴金屬，以及發展稀有金屬回收工程。

3. 推動產學人才培育機制，培訓資源循環綠領人才

結合學校資源與業界設備環境共同培育資源循環產業之專業人才，以增進學生對該產業的認

知，經由實務課程學習及操作，縮短學用落差，並啟發學生對該產業的興趣，進而投入該領域就業，改善國內資源循環產業之人才缺口及斷層。此外，邀集環工、化工、能源、機械、電子及材料等相關領域之專家學者，編製資源循環綠色人才系列課程及辦理培訓班，建立培訓方法、考核機制及證照核發方式，培育我國資源循環綠領人才，提升整體產業競爭力。

4. 擴展資源循環國際合作，開啟產業海外市場商機

推動資源循環業者組成策略聯盟，例如成立廢電子物品資源循環產業策略聯盟，該聯盟可結合民生消費端之廢電子資訊物品的回收商及拆解處理業、事業生產端之含稀貴金屬電子廢料的清除業與再生處理業、環境保護端之再生衍生廢棄物的焚化 / 中間處理業與最終處置業等多方業者，彼此互補結盟，建立廢電子物品回收、清除、拆解、再生、處理一條龍的資源循環產業鏈結，整合聯盟廠商集體的能源，以拓展海外市場商機。

5. 擴展資源循環國際合作，開啟產業海外市場商機

我國已成為「亞洲生產力組織之綠色卓越中心 (APO Center of Excellence on Green Productivity)」的主辦國，應善加運用其所搭建的國際合作橋樑，將臺灣資源循環法令制度及技術經驗推廣至相關會員國，促使其仿效臺灣資源循環



管理模式，由當地政府成立管理監督單位，進行境內之回收工作，以提供資源循環產業拓展東南亞市場的機會。

結語

「大量生產、大量消費、大量廢棄」的經濟社會體系已造成地球資源耗損及嚴重環境劣化，積極進行永續資源管理、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。

資源循環應更重視高科技的應用，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，使資源循環利用由消極的被動事業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。

臺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。建構資源循環產業，可助益創新技術加速產業轉型提升競爭力，創造就業機會增進社會福祉，確保戰略資源儲備（資源危機）並兼顧節能減排（環境友善）。

地球永續發展係 21 世紀人類共同的願景，廢棄物雖是人類日常生活及產業活動無法避免的產物，為建構資源循環型社會，人們價值觀亦有調整的必要，即「廢棄物是被錯置的資源」；「循

環資源」或「廢棄物」，其宿命繫於你我一念之間。

參考文獻

1. 中技社，「資源循環經濟與產業發展專題報告」，2014。
2. 中技社，「臺灣資源循環產業發展策略專題報告」，2013。
3. 中技社，「對環境資源部的期望」，2012。
4. 中技社，「對環境資源部的期望 II」，2013。
5. 張祖恩，「資源循環與產業永續發展」，經濟部資源再生綠色產品認定制度研討會，台北，2011。
6. 張啟達，「台灣資源循環產業轉型升級的策略」，綠基會通訊，2014。