

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况下，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方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况下，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况下，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况下，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