

轉動循環經濟的四個關鍵要素

文、圖／許祥瑞（財團法人塑膠工業技術發展中心）

六〇年代美國經濟學家肯尼斯·波爾丁（Kenneth Boulding）提出循環經濟（Circular Economy）一詞，認為人類在追求經濟發展的同時，大量開採自然資源並排放污染及廢棄物，但地球就像一艘飛行於宇宙中的太空船，當資源耗盡時終將毀滅，唯一能使地球持續發展的方式，就是將這些汙染及廢棄物轉換成可再利用的資源。

七〇年代起，環境資源已開始受世人重視，聯合國於 1972 年 6 月 5 日召開人類環境會議，

會後發表聯合國人類環境宣言（The Stockholm Declaration），該宣言的原則三強調「地球生產非常重要的再生資源的能力必須得到保持，而且在實際可能的情況下加以恢復或改善」。以目前地球的承載力已經超飽和的情況下，如何讓過去「開採→製造→消費→丟棄」的直線經濟，轉變成「開採→製造→消費→再生→製造→消費→再生…」的循環經濟，以舒緩地球的承載壓力，這是人類發展的重要課題！



▲ 日本專門回收寶特瓶瓶蓋之回收桶



▲ 日本回收 PET 再生料的應用產品



▲ 世界第一個環保標章——德國藍天使標章

基於上述背景，工業先進國家已陸續將這理念落實於政策及法規的推動，例如：美國於 1976 年頒布《環境保護與回收法》、德國於 1978 年推出全球第一個環境標章——「藍天使標章」、日本於 2000 年公布《推進形成循環型社會基本法》及一系列相關法規等。產業界也努力開發易拆解可回收的產品，或是強調使用再生原料的產品，例如：電子產品的塑膠外殼宣告添加再生塑膠原料、運動服裝標榜使用寶特瓶再生的環保紗、紙製產品標示採用再生紙漿等，循環經濟甚至也是近期歐美青年創業的趨勢，例如：「在地循環農場」（Local Loop Farms）。

雖然循環經濟是未來不可忽視的一種經濟模式，但失敗的案例永遠比成功的案例要多得多，要如何避免思想正確但路線錯誤的窘境，必須要掌握關鍵的四個要素——「S.E.L.F.」。

要素一：System 要用系統的觀念去建構循環經濟
循環經濟第一步是建構循環的系統。

循環經濟是整合串連產業鏈的合作，因此企業在考量產品或服務可以循環再利用的同時，也要有系統的觀念導入，在這循環的過程中，如果只優化產業鏈的某個局部的環節，則只是把問題堆積在其他環節上，循環經濟的系統還是無法轉動，又如開發出再生料的應用產品後，如果市場需求高造成供應量提高，但如果前端的再生料來源有限，市場也是無法擴大。

過去筆者曾在國外參訪某汽車品牌大廠，聆聽該車廠對某些零部件的易拆解設計，可以大幅增提升塑膠材質的回收效率，但幾天後參訪該國重要的汽車回收拆解廠時，該廠人員對前述的汽



▲ PLA 產品範例

車品牌所做的易拆解設計完全不知道，還是依然用傳統的方式進行拆解，且因為扣件的改變，拆解效率反而更差。

循環系統的構建，需要資金、人力、法規等資源的投入，不容易由一般企業單獨去推動，但企業可以從產品或服務的設計去影響消費者行為，串聯上下游的循環系統，去達到循環經濟的目的。例如幾年前有企業發展非紙材質的紙張替代品，該材質的挺度及防水都較傳統紙張好，且可以回到原本的製造工廠再生利用。可是該產品不是紙的材質，無法進入目前一般紙張的回收體系，如果企業要單獨建立自己的回收體系，在資源投入和環保效率是不合效益的。但如果這產品是應用於百貨賣場的禮券用紙，則消費者會自動地將這禮券拿回百貨賣場購買商品，百貨賣場就可以集中送回製造工廠再生利用，達成工業循環的循環經濟目標。

又例如過去臺灣 PLA（生物可分解材質）尚未公告回收時，有業者設計於 PLA 瓶子的平底嵌入一顆樹的種子，引導消費者用完產品後將 PLA 瓶子埋入土壤中，讓 PLA 回歸土地達成生物循環的循環經濟目標，不僅可以為地球多種一棵樹來吸收二氧化碳，還可以避免 PLA 瓶子被送到垃圾焚化爐。



◀ 臺灣業者回收廢魚網再生製成筆電包

要素二：Economy 具備經濟誘因的驅動力

循環經濟要有經濟誘因以驅動循環系統。

企業在設計產品時，往往只著重使用的材質在技術上是否可以回收再利用，而忽略了經濟誘因的驅動力，而這經濟誘因又隨著國際原物料市場的價格波動，影響誘因力道的強弱。過去某些原物料當國際市場飆漲時，大家搶著要回收，但當價格暴跌時，就變成廢棄垃圾，這也是企業較難掌握的不確定性。

今年初，就有報紙標題醒目寫著《資源回收價崩 地方爆垃圾危機》，內容指出：「去年至今全臺已有上百家回收業者停業，各縣市境內回收物越堆越多，雲林古坑甚至已經佔用民眾運動的籃球場堆置，出現另類垃圾危機」。原因是近年國際原物料價格下滑，金屬、塑膠回收價格都腰斬，原本每公斤 8 元廢鐵料跌到只有 5 毛，塑膠空瓶也從每公斤回收價 10 元至 12 元，跌到只有 4.5 元。當沒有了經濟誘因，整個循環系統的驅動力就會減緩甚至停頓。

另一方面，過去有些企業致力開發取代一次性使用的產品，以減少消費者用完即丟的環保問題，初期確實可以達到重複使用以降低丟棄的目標，但隨著市場需求擴大，業者製造成本降低，同業降價競爭，經濟驅動的力道就減弱了，當產品價格降到一個程度之後，消費者會因為便利性而用完就丟，也不覺得可惜（因為便宜），因此又步上一次性使用產品的後塵。

要素三：LCA 要有產品生命週期的完整思維

循環經濟，有時對策比問題還可怕，但我們卻常犯這種錯誤。

生命週期評估（Life Cycle Assessment，LCA）是一種有系統的分析方法，對產品系統自原物料的取得到最終處置的生命週期中，投入和產出及潛在環境衝擊之彙整與評估。而需考量之環境衝擊通常包括資源使用、人體健康及生態影響等。生命週期評估一般包括：原料開採、生產製造、運輸配送、消費使用及廢棄處理五個階段。

德國曾對裝牛奶的玻璃瓶與紙盒進行 LCA 分析，牛奶若採用多次重複使用的玻璃瓶會比一次性的紙盒包裝對環境造成的負擔略輕。但該分析的使用情境假設是玻璃瓶可重複使用 25 次，紙盒回收率為 12%，而實際情況是，在裝牛奶用的玻璃瓶，其使用次數遠低於 25 次，而紙盒的回收率實際是達到 40% 左右，並且玻璃瓶的實際運輸距離也超出假設值的 2 倍，如果基於這些新資料，則兩種包裝系統的環境效益可能很接近，甚至倒過來。

美國某州曾經對嬰兒尿布進行 LCA 分析，當時民眾普遍認為一次性的紙尿布浪費資源，州議會頒佈禁止使用一次性紙尿布的法令，居民也開始大量使用可重複使用的布尿布。但因為清洗尿布需要使用大量自來水。而這個州是位於美國較乾旱的地區，水源非常寶貴，且該州人口較少、荒地多，可提供垃圾填埋使用。最後該州解除對一次性紙尿布的使用。

某些產品宣稱採用新配方，不含某些有毒有害物質，但新配方所使用的一些新的化學物質，往往隱藏目前人類所無法掌握的未知風險。有些塑膠產品強調摻入一定比例的植物材料，但卻造成回收處理端的材質分離困難，而無法回收處理，衍生更大的環保問題。

要素四：Fit 適合比最好重要

循環系統只有最適合，沒有最好！

循環系統必須考量消費者習性、制度設計及產業鏈狀況，同樣的寶特瓶回收，德國、日本及臺灣就有各自不同的系統。在德國，某些寶特瓶可以回收清洗後，再重新裝填飲料販售；日本寶特瓶的標籤有易撕線，消費者需將標籤撕離並和瓶蓋另外集中至塑膠類，與寶特瓶類是分開回收；臺灣寶特瓶的標籤易撕線主要是著眼於寶特瓶送至回收處理場時，可以提升機器去標籤的效率；哪一種系統最好呢？只能說是最適合當地的消費者習性就好。

筆者過去接觸某些臺灣企業，對自家的新產品信心滿滿，認為質優價廉又環保，應該可以有不錯的市場，但往往事與願違，叫好不叫座。要改變消費者的習性很難，但可以透過產品／服務的設計去引導消費者。近年興起的「搖籃到搖籃設計概念」就是強調產品在設計時就必須考慮生態循環和工業循環，讓某些產品的一部分材質可



▲ 日本採用再生 PET 所製造的寶特瓶

以分解成為生態圈的養分，另一部分的材質可以進入回收處理廠再製成原物料重複使用。

企業創新是有風險的，但不創新風險更大

循環經濟是未來的一股趨勢，且臺灣原本就缺乏原物料的資源，加上民眾對於環保的意識提升，天時地利人和，此時不做，更待何時？

但企業的營運策略與產品／服務的創新思維要朝向循環經濟發展時，特別需要檢視本文所揭櫫的 System、Economy、LCA 及 Fit 這四個關鍵要素，以降低創新的風險。並期望臺灣的企業在這波循環經濟的浪潮下，能夠掌握機會趁勢而起，讓企業獲利成長，並為綠色永續盡份心力！



▲ 塑膠中心利用淨灘回收的塑膠再製成杯墊產品