



循環經濟，台灣邁向永續之路的關鍵

資源循環台灣基金會董事長 / 黃育徵

「沒有一個國家，比台灣更迫切需要採行循環再生的經濟思維。」

關鍵字：循環經濟、產業共生、循環再生、創新商業模式

在線性經濟裡，經濟成長必須透過大量的資源投入來換取，而產品在製造過程中產生的環境成本往往被忽略計算，廢棄物則被隨意棄置，造成嚴重的環境問題。線性經濟的特色是「浪費資源」，同時忽略「外部成本」的破壞性商業機制，根據麥肯錫顧問公司的研究，每一年，全球開採價值 3.2 兆美元的原料生產消費物品，卻有高達 80% 原物料只使用一次就丟棄或焚毀。如此駭人的數據，不禁引發思考若我們能更善加利用那 80% 的原物料，從源頭做起系統性的規劃管理，增進資源效率和循環利用率，讓原物料發揮其最大價值，全球經濟是否就能在取用更少的環境資源下發展，並達到同等、甚至更好的效益？

循環經濟是兼顧經濟活動、在地就業、環境生態與能源自主的發展模式，這個資源可以不停循環與再生的經濟模式，讓每個人有機會重新想像未來。在循環經濟思維中，沒有所謂的「廢棄物」，只有「錯置的資源」，

只要透過重新配置和設計，廢棄物也能成為黃金。循環經濟同時也重視資源使用效率以及循環利用率，設法發揮資源最大價值，以更少的資源來創造更多的效益，確保地球有限的資源能以循環再生、永續方式被使用。

考量到台灣的經濟結構以及環境生態，台灣更是比任何國家都亟需採行循環經濟。從「避害」的角度分析，由於缺乏天然資源，過去半世紀以來，台灣 90% 以上的能源、肥料、飼料，以及 60% 以上的食物皆是仰賴進口。在全球資源日漸短缺的情況下，可以預見原物料和能源價格將直線上升，這也意味著台灣若不脫離對進口資源的高度依賴，未來經濟發展必定會遭遇艱難的挑戰與瓶頸。透過循環經濟精巧的設計，台灣的產業可以從根本減少對原物料的依賴，提升原物料的經濟效益，讓台灣在經濟發展和資源掌握上，都能更加獨立自主，減低原物料和能源價格上升所帶來的衝擊。



從「趨利」的角度來看，邁向循環經濟更是台灣必須採行的方向。循環經濟可以讓台灣擺脫半世紀以來代工的宿命，代工是線性經濟中，高度仰賴以「降低成本」為競爭力的商業模式，台灣夾在「缺乏低價的在地資源」和「缺乏經濟規模的消費市場」這兩個困境之中，既無法掌控前面的原料端，也缺乏後端消費市場的支撐，因此半世紀以來一直是個「結構性」的弱者。積極把循環經濟的精神帶入企業體，可以讓台灣業者翻身扮演新時代的領導角色，站上推動循環經濟的制高點，參與循環經濟的技術研發，創新商業模式的建構和制定未來的經貿規則。台灣只有擺脫代工的宿命，才有翻身的機會。

總體而言，台灣並不需要縮小工業和經濟活動總體規模，而是需要發展一種能自我再生、自我恢復，並且能回饋到社區、自然環境的工業模式。如此的設計讓台灣發展工業系統時，能滋養外界、更能重建自然資本。對工廠和企業來說，不只要被動減少污染，更要積極創造對社區、環境的效益、更健康的環境、更豐富的生物多樣性、更多的才智投入，來創造除了經濟價值之外更多的富足，讓這塊土地的人民安居樂業。

一、當環境工程遇上循環經濟

工業發展創造今日人類社會的經濟面貌，但也破壞了自然生態的平衡。隨著人民健康收到影響、環境意識抬頭，如何因應工業生產過程中產生的各種污染，不僅成了重要議題，也催生了環境工程這項專業學門與產業。

面對這些污染，環境工程發展了各式各樣的技術來加以防治，不論污染物質的捕捉技術、污水處理設施的安裝，或者廢棄物處理的方法。這些技術確實改善了環境污染的問題，但面對線性經濟的資源耗用，我們不只需要工程技術，還需要搭配上全新的思維與方法。以下我們就以創新商業模式與產業共生兩個路徑說明：

(一) 創新商業模式：讓產品成為服務

在線性經濟當中，企業的盈利來自於大量產品銷售，這不僅意味著大量產品的生產，也就代表資源的耗用，生產過程產生的污染也會隨著增生。因此，如何透過創新的商業模式改變盈利的來源，成為了循環經濟的重要核心。特別是產品即服務 (Product as a Service) 的商業模式，這指的是公司透過租賃，或是依使用量計價的交易機制，將提供產品的使用作為一種服務商品，而非一次性地賣斷給消費者。這會誘使生產者拉長產品壽命、強化產品功能，並設計與製造不容易故障，易於維修，並便於更新汰換零件再使用的產品。由於所有權保留在生產者身上，產品取回容易，不論是維修、零組件交換、再製造、回收再利用等等，都變得更加容易。這不僅大幅提升了資源使用性效率，也形成了一個供應商與客戶更加緊密的關係，更能夠大幅減少環境負擔。

全球大型客機市佔率第一的勞斯萊斯，就是以創新服務的商業模式：不賣飛機引擎，改賣飛行時數與維修時數，促成了與客戶的雙贏局面。引擎維護並非航空公司的專業，也只佔營運成本的 4%，但整體營運支出中有 65% 都是引擎維護不良所產生的負面連鎖效



應。因此勞斯萊斯改變想法，把產品的擁有權重新拿回到自己手上。也就是將引擎「出租」給航空公司，並由勞斯萊斯提供引擎整個生命週期的管理維護服務；使用壽命結束，勞斯萊斯就將引擎回收，不僅航空公司省下龐大的維修人力與成本，勞斯萊斯也從一個賣產品的公司，變成一個賣服務的公司。

這也誘使勞斯萊斯設計製造出壽命更長、效能更高的引擎，也更願意投資在累積對飛機引擎產品的了解與改進上，透過安裝大量感測器來建立大數據分析，以提升引擎

的燃油使用效率，減少燃油成本。只是一個思維轉換，生產者擁有責任，前所未有的商業模式就能創造雙贏。這樣的思維，可以運用在各個產業上，帶來嶄新的成長機會。

(二) 從污染防治到產業共生

經過億萬年的演化，大自然形成了一套沒有廢棄物的循環系統。想像一下，如果讓大自然來設計一個工業園區，這個工業園區會長什麼樣子？生物養分能在生態圈循環往復，那麼，「工業養分」也該在這個工業圈內，以仿造大自然新陳代謝方式不斷進行，



本文由天下文化出版的《循環經濟》一書摘錄改寫而成，詳細論述與更多實踐案例，請參見本書



周而復始，沒有廢棄物。讓 A 工廠的副產品，能夠成為 B 工廠的原料，就根本不會有廢棄物產生的問題。

「產業共生」正是遵循這樣的概念而發展起來的工業系統，讓在地與區域性的物質流形成封閉循環。通常，產業共生也意味著不同的產業群聚一起，透過物質，能源，水，或是副產品的交換，共用基礎設施來達成彼此的競爭優勢，降低對生態的衝擊，減少成本。

以日本川崎市為例，這座東京灣旁的城市在 60 年代開始，就飽受將工業污染之苦，直到 1997 年透過循環經濟的理念，劃設為「川崎生態城」，設定作為核心的幾件大型工廠，搭配能夠將其副產品或工業廢棄物轉化為資源的中小企業，以推動能資源的整合與企業間的合作。透過這種方式不僅減少污染，也促進了經濟效益，這就是產業共生能夠帶來的效益。

二、結語

這些簡短循環經濟實踐的例子，我們想要說明的是，面對當今永續發展的挑戰，我們需要系統性的變革，這仰賴不同產業與專業的共同協作。環境工程與循環經濟同樣關注工業所產生的環境外部成本，一邊以技術為基底，另一邊則側重整體經濟模式的改變，兩者缺一不可。藉由創新技術與創新思維的合作，能夠解決產業發展與環境永續「魚與熊掌不可兼得」難題的利器，更會是產業發展的轉機。◆