

廢棄物類

以產業共生推動循環經濟發展

廖逸凡*、張哲銘**、花建佑***

摘 要

經濟部產業發展署 2018 年起依據行政院「循環經濟推動方案」，加強建置促進產業共生之相關輔導機制與措施，除了輔導既有產業園區轉型循環園區外，亦同時推動循環技術研發及循環供應鏈媒合。本文從環境建構、技術研發、市場鏈結等不同面向，說明如何將產業共生及循環經濟落實至產業及產業園區中。

環境建構以推動循環示範輔導園區作為既有產業園區循環轉型之示範案例，首先透過循環園區評估指標了解各產業園區的產業共生現況與循環潛力，篩選相對具推動潛力的園區率先示範輔導。接著採用虛（線上）實（線下）整合輔導方式，結合產業園區服務中心與廠商合作組織，搭配環境部相關申報系統資訊分析結果，有系統的辦理能資源鏈結輔導工作，並以大園、和平、官田 3 座產業園區為例，針對 3 種不同類型循環示範輔導園區推動型式做個案介紹。技術研發則以促進創新循環技術研發為標的，從盤點現有廢棄物循環產業鏈發掘具潛力的項目，進一步媒合產學合作技術開發並以政府補助計畫提供研發經費協助，並以鋰電池正極材料回收再利用為例作個案介紹。市場鏈結則透過循環供應鏈媒合機制，針對品牌需求深度調研，提供可靠的循環物料供應商清單、政府與產業脈動資訊等，實質協助品牌商與臺灣廠商建立互信互助之循環供應鏈，並以全循環為例做個案介紹。

【關鍵字】 循環經濟、產業共生、能資源整合、循環園區評估指標、循環供應鏈

- | | | |
|-----|------------|------|
| * | 環興科技股份有限公司 | 工程師 |
| ** | 環興科技股份有限公司 | 計畫主任 |
| *** | 環興科技股份有限公司 | 技術經理 |

一、前言

循環經濟 (Circular Economy) 最早由英國環境經濟學者 Kerry Turner 與 David Pearce 提出，其核心概念為「只有放錯地方的資源，沒有真正的廢棄物」，講求整個生產與消費的經濟體系重新設計，透過使用可再生之材料及能源，藉由重新設計產品結構、製造、銷售、回收、分解、保存、再生等流程，避免降級回收，使得能資源能夠更有效率地被循環使用 (黃育徵，2017)。循環經濟同時能對溫室氣體減量有所貢獻，根據艾倫麥克阿瑟基金會 (Ellen MacArthur Foundation, EMF) 研究，能源策略可減少總碳排約 55%，剩下的 45% 減碳缺口，則要倚重於循環經濟策略 (EMF, 2021)。我國 111 年公布之「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」中，針對製造業所規劃之淨零排放路徑規劃亦將循環經濟納入 (國家發展委員會，2022)。

循環經濟涵蓋 3 個重要原則，分別為「產品服務化 (生產 / 消費文化改變)」、「高價值循環 (資源效益 / 零廢棄)」與「系統合作 (產業共生 / 跨域合作)」 (循環臺灣基金會，2019)。其中，產業共生是指企業運用另個企業未充分利用的資源繼續創造價值，透過能源、資源、水資源等之交換，促進一個企業之副產品做為另一企業之原料使用，更可進一步跨大至專業知識、人才、公有設施之共享等非物質的交換。

經濟部產業發展署 (下稱產發署) 自 2008 年起針對部分產業園區推動的能資源整合，即為我國推動產業共生的雛形。行政院於 2018 年 12 月核定通過「循環經濟推動方案」，以「循環產業化」及「產業循環化」作為主軸，藉此落實循環經濟所需研發、技術、土地、人才及資金等能量，提升能資源整合效率，促進產業循環共生及轉型，持續強化國際競爭力。產發署之後依據「循環經濟推動方案」，加強建置促進產業共生之相關輔導機制與措施，除了將原本點對點的能資源再利用媒合，擴大到以產業園區為單位的既有產業園區轉型循環園區外，為提升區內廠商循環技術能力及擴大再生產品市場鏈結，亦同時推動循環技術研發及循環供應鏈媒合，從環境建構、技術研發、市場鏈結等不同面向，將產業共生及循環經濟落實至產業及產業園區中。

本文從環境建構、技術研發、市場鏈結等不同面向，說明產發署之推動機制，以及執行之實務案例，以清楚呈現如何將產業共生及循環經濟落實至產業及產業園區中。

二、環境建構—推動循環示範輔導園區

當產業間的共生發展成為一個國家長期推動的政策時，通常具體落實在一國境內的「生態工業園區」(Ecology industrial park, EIP)，最著名案例即位於丹麥的卡倫堡園區，該園區自 1960 年代末由廠商自發性開始發展產業共生系統，由最初的蒸汽與水的鏈結開始，逐漸演化為現今超過 30 種不同能資源鏈結的網絡。

我國產業園區 / 工業區多為既設工業區，過去在招商時並未特別考量產業間循環潛力，因此推動園區產業共生的方式，是在既有的園區基礎上，加入環境保護、廠商資源共享等因子進行改造，使既有產業園區 / 工業區可逐步轉型為循環園區。

由於我國產業園區 / 工業區與國外產業園區的屬性或產業結構不盡相同，為了了解各產業園區的產業共生現況與循環潛力，輔導產業園區內的廠商能落實循環經濟並與國際接軌，因此參考國外案例，建置一套用於衡量園區落實循環經濟的指標系統，並透過指標篩選相對具有產業共生推動潛力的園區率先示範輔導。

2.1 循環園區評估指標

國際上已有許多組織針對循環生態工業區作出明確定義，例如聯合國工業發展組織 (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO) 指出，一特定工業區域，透過社會、經濟及環境品質的整合，將永續概念與措施園區選址、整體管理規劃、設施除役等面向，即為循環生態工業區 (UNIDO, 2017)。另聯邦環境保護署 (Federal Office for the Environment, FOEN) 於 2014 年則透過多項指標，針對歐洲、美洲、亞洲等共計 168 座工業區進行評估，當時所引用之指標分別為「廢棄物管理」、「能源效率」、「水資源管理」、「物質流 / 化學流」、「可再生能源」、「文化、社會、健康及安全」、「移動性、交通」、「土地利用」、「生物多樣性」、「空氣污染控制」、「環境管理系統」、「噪音控制」等 12 項。

由於我國產業園區與國外產業園區的屬性或產業結構不盡相同，為了輔導產業園區內的廠商能落實循環經濟並與國際接軌，於 2020 年參考國際間生態化工業區評估標準 (張嘉真等，2019；張嘉真等，2021)，兼容參考我國產業園區發展特性，訂定

我國循環園區評估指標。我國循環園區評估指標之訂定，依環境、經濟、社會面向擬訂 12 項指標。其中環境面指標可再細分為水資源、資源、能源及綜合類，著重能源、資源及水資源再利用（循環）量（率）、污染排放控制、工業區內循環利用，並納入國際認證相關指標等；經濟層面重視經濟與資源之關聯度，包括土地利用、資源循環產業（廢棄物資源化）發展情形等；而社會面則強調工業區與社會之關聯度，包括區內事業發布企業社會責任政策及作法、資訊公開揭露度等列入評估指標中，以促進工業區生態化轉型，並強化社會連結。惟考量我國產業園區受客觀環境影響，且進駐產業類別使園區產業結構各異，導致部分指標有特定適用產業類型及其適用限制，故依據指標適用對象及其限制條件，將 12 項指標區分為共通性指標與個別指標（表 1）。

表 1 我國循環園區評估指標內容與定義

指標面向	指標類別	指標項目	指標定義	單位	共通性
環境指標	水資源	用水重複利用率	工業區及區內事業於生產或營運過程中，各項標的用水重複利用水量占總用水量之比例，數值越高，表示水資源越有效利用	%	V
		事業廢水納管率	工業區內個別事業產生廢（污）水後，排入污水下水道系統，由污水處理廠集中處理後排放至地面水體之比例，數值越高，表示水環境遭受的污染風險越低	%	
	資源	資源循環生產力	工業區內事業以廢棄物為原料進行再利用，產出再生產品之單位產品產值，數值越高，表示資源再利用之效益越高，資源循環朝高值化發展	元 / 公噸	
		廢棄物再利用率	工業區及區內事業於營運過程中，產生事業廢棄物（含有害廢棄物）之交換再利用率占總產生量之比例，數值越高，表示資源越有效利用	%	V
	能源	空氣污染改善及蒸汽鏈結比例	工業區內鍋爐使用氣體燃料及柴油等低污染性燃料之比例，以及將產製蒸汽與其他事業相互鏈結之比例，數值越高，表示工業鍋爐產生空氣污染量越低且能源越有效利用	%	
		再生能源利用	工業區及區內事業之再生能源裝置容量，不含汽電共生，數值越高，表示節能減碳成效以及能源自主性越高	瓩	V

指標面向	指標類別	指標項目	指標定義	單位	共通性
	綜合	循環經濟標準指引	工業區內事業取得循環經濟標準認證的家次，數值越高，表示越多企業選擇以循環經濟模式取代線性經濟，達成能資源有效循環利用	家次	V
		能源、資源或水資源之產業合作網絡	工業區內能源、資源或水資源循環利用合作網絡，可促進能源使用效率、資源循環使用、節省水資源，增加產業共生的機會	家數	
經濟指標		資源循環產值	工業區內事業每年從事以各類可資源化廢棄物為原料，將其再利用為再生產品者，其產值越高，表示循環經濟發展度越高	萬元 / 年	
		土地利用率	工業區已完成租售及開發之產業用地之於工業區產業用地之比率，數值越高，表示閒置土地越少，土地活化利用指數越高	%	V
社會指標		企業社會責任資訊揭露程度	區內事業之企業社會責任揭露家數占區內廠商數之比率，數值越高，表示願負起社會責任之企業越多	%	
		工業區資訊揭露及利害關係人共生合作	工業區服務中心、廠商協進會及民眾的多方交流，透過網站公告、發布新聞稿等方式公開必要資訊，以及舉辦社區參與、環境教育等活動，促成工業區事業、員工、鄰近社區居民及學校等重要利害關係人之溝通交流，數值越高，表示資訊越透明化，溝通管道更暢通	次 / 年	V

2.2 循環示範輔導園區推動機制

參考指標評估結果，產發署於 2021 至 2022 年間擇定大園、和平、頭份、竹南、銅鑼、彰濱、官田、永安等 8 座具輔導、轉型潛力或推動亮點之產業園區，作為循環示範輔導園區，參考各園區於循環園區指標各項指標之表現，研擬適當之改善目標、措施與行動方案，推動能資源循環利用及循環經濟能力建構相關工作。

循環示範輔導園區的推動，採用虛（線上）實（線下）整合輔導方式（圖 1）。「實」為建立循環園區推動組織，以產發署編定的產業園區為例，多數園區皆設有獨立的服務中心與廠商合作組織（如廠協會、廠聯會等），因此，園區循環利用組織的成員除了既有專案計畫的執行團隊之外，另外還有在地的服務中心及廠協會，協助在地溝通及快速發掘具有推動潛力的案件，藉此厚實輔導能量與提升輔導全面性。「虛」則是

透過分析與比對環境部相關申報系統，有系統的盤點園區內具有類似輔導需求的潛在廠商，後續執行團隊在服務中心及廠協會的陪同之下，赴現場辦理輔導工作。針對具有能資源再利用潛力的項目，輔導團隊利用線上資料庫系統，依據處理 / 再利用機構允收標準、再利用方式、運輸距離等面向綜合考量，提供適合的處理 / 再利用機構媒合選項，並視再利用資源供需雙方意願，召開媒合會議加速能資源鏈結。

長期運作下來，產發署、計畫執行單位（含專家學者）、服務中心、廠協會共同形成一個推動園區循環的組織，透過定期舉辦的小組工作會議，不斷盤點案源與研擬輔導策略，進而提升輔導深度與廣度。

2.3 循環示範輔導園區推動案例

循環示範輔導園區雖皆屬由既設工業區進行改善方式，但因每個工業區基礎設施、產業結構、以及周邊環境差異，在推動循環轉型過程中仍須因地制宜調整推動項目及作法。本文針對 3 種不同類型循環示範輔導園區推動型式做個案介紹，包含大園產業園區以能源整合擴大至能資源區內循環模式、和平產業園區由核心企業帶動整體園區循環發展模式、以及官田產業園區由行政單位引領開發園區循環潛力模式。

1. 經濟部大園產業園區—能源整合擴大至能資源區內循環

經濟部大園產業園區（簡稱大園產業園區）屬於涵括多種產業類別之綜合型工業區，區內主要產業包括紡織染整、化學材料、電子、機械製造、造紙、食品等等，雖有多家大型企業設廠，但並沒有產值或土地占比特別高的主導型企業，或是具大量副產物可供周邊工廠循環利用或可提供能資源予週邊廠商的核心企業。

大園產業園區邁向能資源整合與產業共生的起點，來自於園區內食品、造紙、化學、電鍍及染整業廠商對蒸汽有共同的需求。因此，配合政府政策推廣工業區能資源整合並提昇能源使用效率，自 94 年起引進大園汽電共生（股）公司（簡稱大園汽電）作為供汽中心，統一提供園區內需汽廠商所需蒸汽，紓解工業區內供電供汽壓力、並改善環境污染。目前大園汽電在大園產業園區內建置總長度超過 10 公里的蒸汽輸送管線，提供服務的廠商超過 60 家。

近年大園產業園區進一步的產業共生合作，奠基於園區內廠商在蒸汽整合的良好基礎和信賴，將園區內具能資源互補性產業進一步整合，引導適燃性廢棄物（如紡織污泥、食品污泥、紡織廢料、廢塑膠、廢溶劑等）成為汽電共生廠輔助燃料，產生的蒸汽及電力又再回供園區內廠商，形成園區內資源與能源的封閉循環（圖1）。

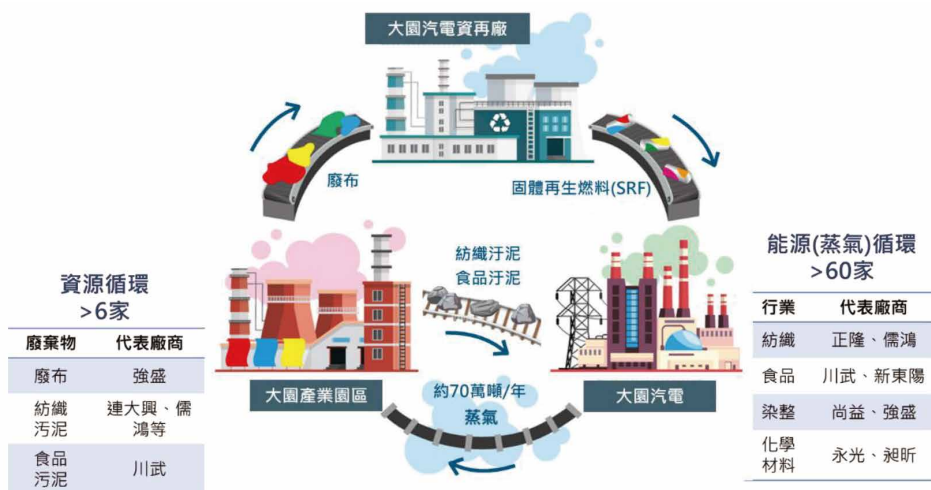


圖1 大園產業園區能資源區內循環示意圖

除了大園汽電為中心的園區內蒸氣及廢棄物循環外，大園工業區內的正隆大園廠利用自身造紙廠的特性，積極推動廠內能資源循環（漿紙污泥製成固體再生燃料（Solid Recovered Fuel, SRF）作為自廠鍋爐燃料）與綠能設施（沼氣綠電系統），打造廠內能資源循環；此外，大園工業區許多再利用機構協助處理全國事業廢棄物，如收受全國含銅污泥進行再利用的永源化工等，為跨園區資源循環的經典案例。整體而言，大園產業園區同時展現出跨園區循環、園區內循環、廠內循環等大、中、小3種產業共生模式。

2. 經濟部和平產業園區—核心企業帶動整體園區循環發展

和平產業園區為附設專用港區，將採礦、生產、運輸之作業點緊密結合之水泥產業園區，園區內核心企業為台泥集團（主要為台泥和平廠、和平電廠、和平港公司）。

和平產業園區能資源整合與產業共生的推進，與台泥集團息息相關。園區內產業

共生的發展，首先將台泥和平廠、和平港以及和平電廠，從原料開採、製程、能源到產品運輸，採跨產業資源循環規劃，水泥原料石灰石提供和平電廠環保脫硫減少空氣污染物排放，電廠產生的煤灰與脫硫石膏 100% 運至水泥廠當作水泥原料，目前已達成 99% 以上園區廢棄物的循環再利用。未來台泥新設汽化爐運轉後，和平產業園區內剩餘廢棄物將由汽化爐處理，無廢棄物離開園區，成為零廢棄的循環園區。

而水泥業使用的水泥旋窯，具備高溫、滯留時間長等優勢，適合處理廢棄物以作為替代燃料使用，焚化後的殘餘物又成為安定性強的水泥熟料，同時將廢棄物轉化為原料或能源。因此近年台泥和平廠更逐步擴大循環共生範疇，成為事業廢棄資源循環中心，協助鋼鐵、半導體製造、半導體封裝、化學纖維、造紙等產業，處理難以自行去化之事業廢棄物，作為水泥替代原料及燃料。

和平產業園區產業共生另一特點，是與週邊社區生活緊密結合，透過提供經費與資源改善週邊社區生活條件與就業環境，將循環園區進一步擴大至循環城市（圖 2）。

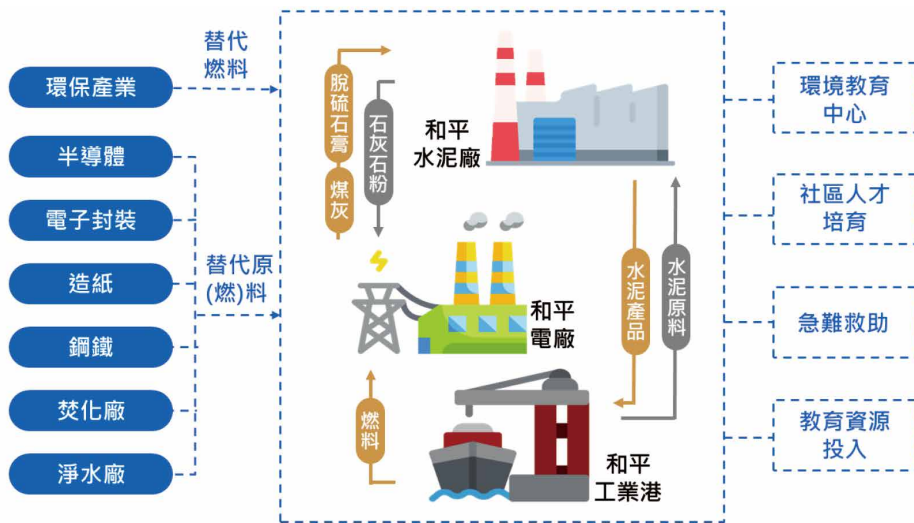


圖 2 和平產業園區產業共生網絡示意圖

3. 經濟部官田產業園區—行政單位引領開發園區循環潛力

經濟部官田產業園區（官田產業園區）屬於傳統綜合型產業園區，區內主要產業包括食品、紡織、化學製品製造、塑膠製品製造、金屬製品製造業等傳統產業，園區

內廠商以中小企業為主，較少大型企業集團進駐。

官田產業園區基於園區內以中小企業占多數的產業組成特性，在推動園區產業共生過程中，不易由廠商主導能資源整合項目的開展，因此特別側重園區行政管理單位（產業園區服務中心）協助發掘循環潛力及穿針引線，與產業園區廠商協進會合作將有潛力的廠商整合創造能資源鏈結。

官田產業園區原已有以官田汽電為供汽中心的蒸氣整合系統，供應區內 7 家廠商蒸汽需求。近 3 年藉由與產業園區服務中心及產業園區廠商協進會合作推動，另建立了將工業區污水處理廠放流水作為廠商製程用水的再利用鏈結，以及媒合區內廢塑膠產源端與鄰近園區之再利用機構合作製成 SRF，未來將推動 SRF 回供官田汽電作為再生燃料使用，建立園區內資源與能源的封閉循環（圖 3）。

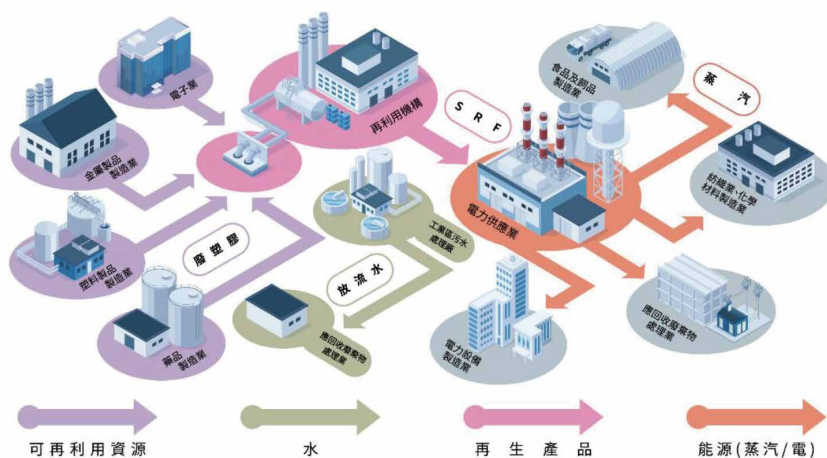


圖 3 官田產業園區產業共生規劃示意圖

三、技術研發—提升能資源循環技術能量

臺灣在缺乏天然資源的壓力下，產業以循環經濟為基礎的發展策略有其必要性。促進產業落實能資源循環利用，若在技術可行的前提下，透過產業間互相媒合即可促成；但若遇到技術尚未成熟的資源項目，則必須結合學研單位開發相應的循環技術，才能將廢棄物高值、高效的再利用。

3.1 促進創新循環技術研發機制

相較於先進國家再利用產業，國內再利用廠商多屬中小型企業，無論人力及資金等規模相對較小，技術開發前期所需投入的資源對企業而言是不小的負擔。因此，在開發新技術的育成階段，需要政府單位提供資金協助等配套措施襄助創建超越目前產業技術水平的循環利用產業鏈。

為了鼓勵企業自主提升產業競爭力，並弭平資源循環技術缺口，促進創新循環技術研發的機制，乃透過盤點現有廢棄物循環產業鏈，發掘具市場需求及技術研發潛力的資源循環項目，媒合企業與學界合作技術開發，並促成廠商透過經濟部轄下相關局處單位設立之多元補助計畫，申請相關補助減輕財政壓力。

3.2 推動案例：鋰電池正極材料回收再利用

在全球節能減碳趨勢推動下，電動運輸工具成為主流發展方向，帶動鋰電池市場蓬勃發展，一方面市場對鋰電池的原物料需求大幅增加，另一方面則須建立廢棄鋰電池的回收再利用系統，減緩廢棄鋰電池對環境造成的衝擊。

綜觀國內鋰電池產業從上中下游包含原料供給、製程模組至應用產業都具有一定的能量，但缺乏將回收鋰電池材料再生技術開發技術，僅以物理拆解、破碎等方式，回收塑膠外殼等資源物，含有價金屬的正負極混合粉體大部分輸出國外，正、負極材料之自主供應比重低於 30%，導致國內鋰電池循環產生斷鏈的情況。

目前國內已開始整合電池產業之循環供應鏈體系，以充分運用國內現有鋰電池回收原料，並進行有價金屬回收智能檢測技術與材料再生技術開發，惟尚未建構完整的鋰電池正極材料相關產業鏈，故上游關鍵材料（正極材料）之自主掌握程度將成為國內廠商發展二次鋰電池最迫切之需求。

因此產發署輔導國內動力鋰電池正極材料回收業者投入研發活動，促成建構廢動力鋰電池（磷酸鋰鐵電池、三元鋰電池）拆解粉碎前處理及材料提純回收（正極材料前驅體原物料）之循環供應鏈。在與國立臺北科技大學、朝陽科技大學合作之下，逐

步進行小型實驗室技術開發、小模廠測試等前期研究，接著在產發署產創平台研發補助支持下，展開更具規模的技術研發工作。未來將輔導再利用業者與上游車廠及下游鋰電池原料製造廠對接，透過相關認驗證之後，將可逐步形成鋰電池封閉式循環供應鏈（圖 4）。

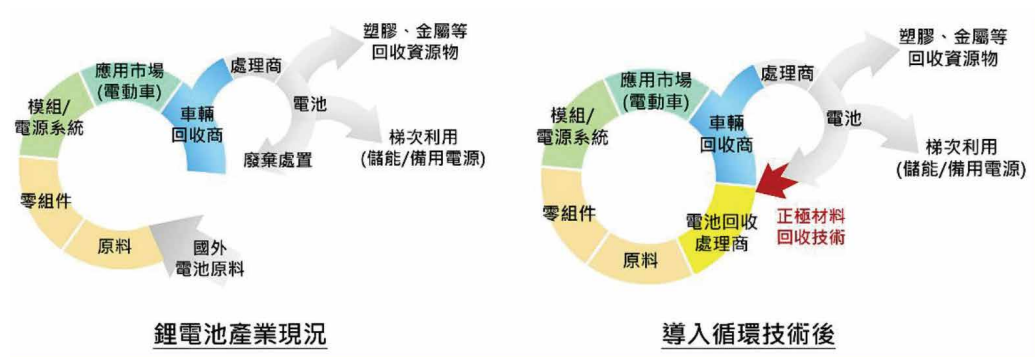


圖 4 鋰電池封閉式循環供應鏈

四、市場鏈結—建構循環供應鏈對接機制

循環供應鏈（Circular Supply Chain）係指產品及資源可在整個經濟體系內，不斷地循環使用。相對於線性供應鏈的運作模式，循環供應鏈更強調產業上中下游的溝通與合作，促進更充足的資訊分享與更透明的規則制定環境，以提供市場更優質的產品與服務。建構健全的全球循環供應鏈網絡，有賴各國政府、品牌商、供應商、消費者及非營利組織共同協力完成。

臺灣長久以來為國際品牌製造與供應基地，當品牌大廠紛紛轉變為循環採購模式之際，對供應鏈形成強大壓力；然而，臺灣廠商向以敏捷與彈性聞名，憑藉著長期累積的製造與研發實力，全球供應鏈綠化潮流對臺灣廠商而言，是威脅也是機會。

4.1 循環供應鏈媒合機制

臺灣已建置成熟的循環回收體系與運作管理制度，可將製造業產生之事業廢棄物轉化為再生塑膠、再生金屬、再生燃料、再生溶劑等超過 230 種的再生產品，作為各

行各業的替代原料或燃料，進而滿足國際品牌大廠之採購需求。然而再生物料採購流程的複雜度相當高，且涉及回收法規、技術與認證等議題，與品牌商合作需長時間互動建立互信關係，我國資源循環產業大多屬中小企業，缺少與品牌商建立互動的管道。

因此，產發署建構「循環供應鏈媒合機制」（圖 5），透過品牌採購的深度調研，提供可靠的循環物料供應商清單、政府與產業脈動資訊等，得以在掌握品牌商在台開發計畫及採購需求，實質協助品牌商相關負責人之業務推進，並與臺灣廠商建立互信互助之循環供應鏈（經濟部工業局、歐洲在台商務協會，2021）。

1. 第 0 階段：破冰

有鑑於新產品開發與物料採購多屬品牌商之機密資訊，建立高度互信是取得相關訊息的重要關鍵。產發署計畫執行團隊介紹國內供應鏈量能與對接機制和流程，除透過外國在台商會協助引介國際品牌之對口單位，另由計畫執行團隊主動出擊接觸品牌商，或是品牌商主動向產發署提出需求

2. 第 1 階段：調查品牌需求

從需求端，確認產品與物料需求，以增進對接精準度。計畫執行團隊針對品牌商循環採購需求進行訪調，對象包括採購或產品設計負責人，雙方針對品項訂立合作排序，並視品牌商需求簽署保密協議等。

3. 第 2 階段：搜尋供應商夥伴

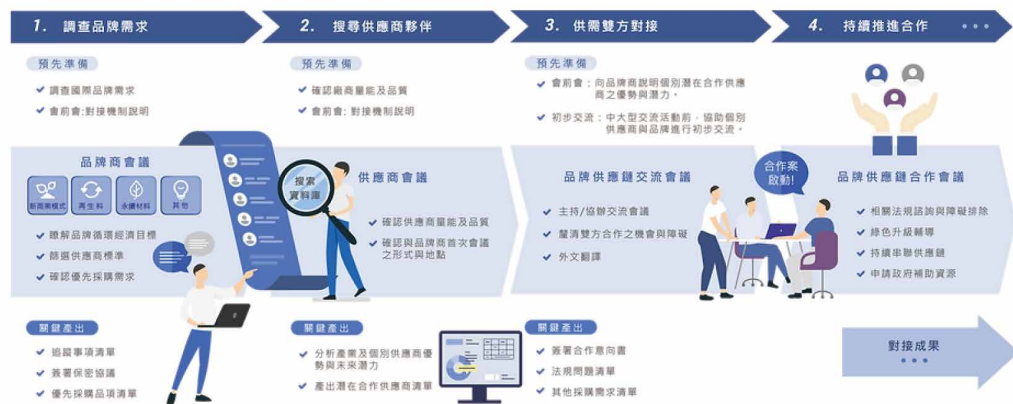
從供應端，確認供應商之量能與意願，以強化對接品質。計畫執行團隊自循環物料追蹤資料庫，篩選潛在對接供應商，並確認其生產量能、再生物料品質等相關資訊，確認其交流意願；最後，提供潛在合作供應商清單予品牌商。

4. 第 3 階段：供需雙方對接

從供需雙方角度，營造友善、信任、高效的交流環境，以增進對接成功率。由品牌商選擇對接對象，並由計畫執行團隊協助辦理交流會議，形式包括：「一對一」、「一對多」、「多對多」等線上或實體交流會議。

5. 第 4 階段：持續推進合作

計畫執行團隊於第 3 階段後將擔任中立第三方角色，除促成雙方洽簽合作意向書，並提供雙方回收相關法規諮詢、綠色升級輔導，及協助申請政府補助資源等；最後，進行後續的商機追蹤。



圖片來源：邁向韌性之路：台歐循環供應鏈主題報告，2021。

圖 5 循環供應鏈媒合機制

4.2 推動案例：循環紡織—布到布全循環

歐盟以「歐洲綠色政綱」為基礎於 2020 年修訂循環經濟行動計畫 (Circular Economy Action Plan, CEAP) 中，將紡織業定為重點關注部門及優先管理對象，此措施促使紡織業大廠，包含 IKEA、ZARA、H&M 等，提出相關環保訴求。其中，IKEA (宜家家居) 為了盡快達到碳中和、零廢棄物與循環經濟，預計於 2030 完全轉型為循環商業模式並達成零廢棄物，因此建立循環供應鏈及尋找合適的供應商成為優先推動事項，並透過歐洲在台商會的引薦，進行建構循環供應鏈合作。

臺灣廠商為全球紡織供應鏈的創新研發推手，在 PET 全循環表現尤其出色，積極布局物理及化學回收技術，並導入 ICT 智慧分選程序，解決廢衣回收問題。因此，透過「循環供應鏈媒合機制」，將 IKEA 零售端廢棄窗簾布，串接多個臺灣廠商，將廢棄窗簾布再生成新布。

IKEA 布到布全循環專案參與企業包含國際品牌商 IKEA，以及臺灣紡織業代表性廠商遠東新世紀及鎰呈行。布到布再利用步驟包含將廢棄窗簾收集分類、熔融、造粒、紡紗、織布、染整、成為再生布料。當中 IKEA 角色為將零售店即期品進行蒐集及分類，以及將再生布料重新循環為新品，實現「IKEA to IKEA」封閉式循環模式；遠東新世紀提供布到布回收技術 TOPGREEN® rTEX，以廢棄聚酯紡織品經過粉碎、熔融造粒、抽絲及假撚加工製成回收纖維；而鎰呈行則在專案中擔任整合角色，與供應鏈夥伴協作克服再生材料於後端織布、上色等製造技術問題，以廢布回收再製產出新品。

本專案推動歷時 2 年，經過 30 次以上會議溝通，方達成 IKEA 循環紡織合作。依據「循環供應鏈媒合機制」將本專案各階段面臨之推動障礙與因應策略彙整於表 2，以供未來推動參考。

表 2 IKEA 布到布專案各階段推動障礙與因應策略

階段說明	Stage 0 破冰	Stage 1 調查品牌需求	Stage 2 搜尋供應商夥伴	Stage 3 供需雙方對接	Stage 4 持續推進合作
面臨的障礙	涉及 IKEA 多個部門，需各自水平溝通，並獲總部同意才可執行。	針對目標項目廢棄窗簾產品，政府無明確規範銷售端產生的不良品之再利用辦法。	針對欲再利用資源，部分回收技術未臻成熟。	預計產製的再利用最終產品，須符合 IKEA 企業識別需求(最終產品符合 IKEA 產品重新設計理念，以及顧客接受程度)。	—
因應策略	IKEA 有明確的循環目標、且落實至各專案負責人的年度工作目標，透過與循環目標結合取得全體支持。	由計畫團隊諮詢環境部，掌握國內相關法令規範，確認符合再利用規範。	1. 透過循環物料追蹤資料庫，挑選符合品牌商期待之再利用技術。 2. 篩選潛在對接供應商，確認供應商具備量能及意願。	1. 供應鏈與 IKEA 行銷部門多次溝通最佳產品設計。 2. IKEA 行銷部門協助規劃作為門市會員滿額禮。	持續協助 IKEA 推進其他廢棄物循環專案。

五、未來展望

落實產業共生核心為「共同合作」，包括產、官、學、研之間從環境建構、技術研發、市場鏈結等不同面向的各種合作，而產發署從中扮演牽引的角色，已初步建立各面向推動機制，使產業間循環的能量不斷擴散。

經由 8 座循環示範輔導園區的推動，現已建立透過循環園區評估指標發掘產業園區具循環精進潛力項目，再利用虛實整合輔導方式輔導改善的既有產業園區循環轉型推動機制，促成多種不同型態的共生模式與案例。由於我國產業園區眾多且產業組成型態與面臨之永續發展議題各不相同，後續將透過研修精進循環園區評估指標，將既有產業園區依據特色分群，擬定重點推動策略，以將循環園區的推動機制擴大到所有產業園區，協助其他產業園區的廠商形成共生的合作模式，展現各自循環特色並解決產業園區面臨問題。

技術研發是推進產業共生與循環經濟發展的核心能力。從現有廢棄物循環產業鏈發掘具市場需求及技術研發潛力的資源循環項目，媒合產學合作技術開發，並透過申請政府補助計畫取得經費支持，為促進創新循環技術研發的推動機制。我國能資源循環產業發展蓬勃，未來應持續關注國際趨勢，找到具發展性的循環技術缺口建構國內循環供應鏈，並強化提升循環技術與市場對接應用，將可進一步提升整體能資源循環產業競爭力與產業共生的發展。

有了環境與技術作為基礎，仍須有市場的使用與支持，循環經濟與產業共生的系統才能永續運作。經由循環供應鏈媒合機制，將品牌商採購需求與國內再生料供應商串聯，協助國內業者打入國際供應鏈市場，並在市場的趨動力之下，促使業者往循環經濟方向靠攏。未來在既有循環供應鏈媒合機制下，除了回收量能擴大與技術研發累積外，加強進行產品國際認證，將是深化與國際市場的連結的推動方向。

面對天然資源枯竭與氣候變遷危機，循環經濟創造出資源能夠再生或持續循環利用的經濟系統，為達成淨零排放不可或缺的一環。臺灣的製造業在全球占有重要角色，而製造業落實循環經濟必須以產業共生為核心。感謝產發署委辦「促進能資源整合與產業共生計畫」推動相關工作，協助產業園區逐步整合區域內 / 外產業餘裕之能源與

資源，搭配創新技術與商業模式，以最少的能資源使用創造最大的經濟效益，降低環境衝擊與負荷，以達成產業永續發展的轉型。

參考文獻

- 國家發展委員會 (2022)，臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明，p19-22。
- 張嘉真、黃欣栩 (2019)，生態化工業區循環經濟評估指標初探，中興工程，第 143 期，p47-55。
- 張嘉真、黃欣栩、施顏祥、陳良棟、朱敬平 (2021)，國際間能資源整合趨勢，永續產業發展期刊，第 90 期，p3-13。
- 黃育徵 (2017)，循環經濟，天下雜誌股份有限公司，p34-49。
- 循環臺灣基金會 (2019)，邁向循環臺灣－循環經濟實踐案例，循環臺灣基金會，p21。
- 經濟部 (2018)，循環經濟推動方案，第 19-22 頁。
- 經濟部工業局 (2019)，全國循環專區試點示範推動計畫，108 年度期末報告。
- 經濟部工業局 (2021)，促進能資源整合與產業共生計畫，110 年度期末報告。
- 經濟部工業局 (2022)，促進能資源整合與產業共生計畫，111 年度期末報告。
- 經濟部工業局、歐洲在台商務協會 (2021)，邁向韌性之路：台歐循環供應鏈主題報告，經濟部工業局。
- Ellen MacArthur Foundation, EMF (2021)，Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change reveals the need for a fundamental shift in the global approach to cutting emissions.
- European Commission (2020)，A new Circular Economy Action Plan- For a cleaner and more competitive Europe.
- Federal Office for the Environment, FOEN (2014)，International survey on eco-innovation parks Learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation.
- UNIDO (2017)，Implementation handbook for eco-industrial park, p12-13.

