



LINK & LOOP

Linking Innovations and Closing Loops.

2021-2022

邁向韌性之路： 臺歐循環供應鏈主題報告

The Path to Resilience: Circular Supply Chain Outlook for
Taiwan and Europe



目 錄

執行摘要	4
序言	6
1. 全球循環供應鏈趨勢	8
1.1 循環供應鏈與線性供應鏈	
1.2 循環採購模式與線性採購模式	
1.3 循環物料市場需求預測	
1.4 國際品牌循環採購目標與策略	
2. 臺歐循環經濟政策	14
2.1 臺灣歐盟雙邊貿易概況	
2.2 臺灣循環經濟政策	
2.3 歐盟循環經濟政策	
3. 臺灣循環供應鏈量能	18
3.1 全球供應鏈永續風險	
3.2 臺灣循環產業量能	
4. 循環供應鏈對接機制	24
4.1 循環供應鏈對接機制	
4.2 產業循環物料資料庫	
4.3 品牌供應鏈對接成果	
5. 展望未來	32
5.1 挑戰與機會並存	
5.2 未來已經到來！	

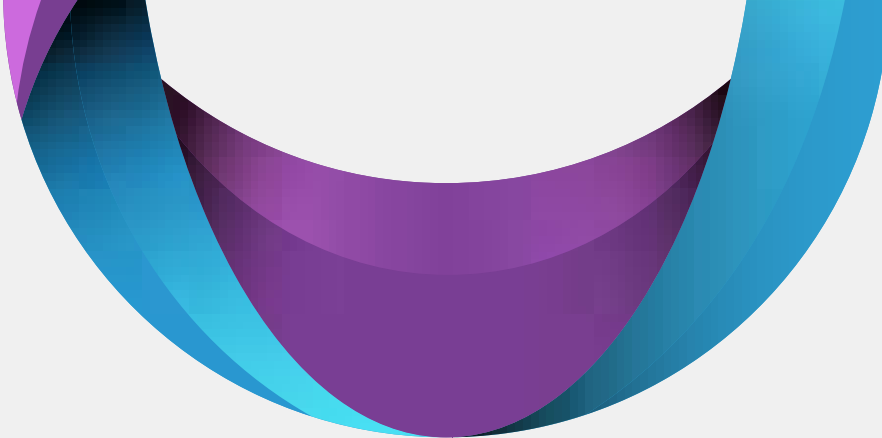
執行摘要

循環供應鏈 (Circular Supply Chain) 係指產品及資源可在整個經濟體系內，不斷地被循環使用。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。本報告主要發現及訴求如下：

各國政府循環經濟法規周全化與品牌商的循環採購需求，促進全球循環供應鏈發展及採購模式之變革，預期將帶動新一波循環物料需求。由於永續概念產品越來越受市場青睞，為回應消費行為的改變，國際品牌正朝循環商業模式轉型，包含：零廢棄零掩埋行動、再生物料替換原生物料、強化維修服務、以租代買等商業模式；國際品牌企業多已訂定量化的循環目標，目標年介於 2025 年至 2030 年，並納入對供應鏈的營運要求，如要求工廠零廢棄零掩埋、下腳料再回到製程等。

歐盟與臺灣的永續發展理念相近，多年維持著熱絡的貿易與投資互動，近年亦分別訂立國家層級的循環經濟目標，並落實法令制定及政策推動。臺灣於 2018 年通過「循環經濟推動方案」，以實現「循環產業化」及「產業循環化」為目標；歐盟以 2020 年修訂後的「循環經濟行動計畫」為主要依據，配合「歐盟綠色新政」承諾，逐步發展出一系列法規政策。臺歐同樣作為全球供應鏈的重要節點，皆為實現循環經濟作出長期承諾，並認真落實於各產業及領域。

臺灣已建置成熟的運作管理制度及完整的循環回收體系。臺灣從事資源循環業務的廠商，可將半導體製造業、塑膠製品製造業、金屬製品製造業等 32 種產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，進而滿足國際品牌企業之採購需求。



經濟部工業局建構「循環供應鏈媒合機制」，透過品牌採購的深度調研，與利用事業廢棄物申報資料建置整合式資訊平台，以精準高效的方式媒合供需。經濟部工業局以臺灣獨步全球的廠商廢棄物申報管制系統為基礎，經資料交換與數據增值，運用人工智慧與大數據分析等綠色科技，將原本的廢棄物申報資料庫轉換並升級為「產業循環經濟資訊平台」，作為推動產業共生與循環物料媒合的工具。

為對抗氣候變遷，全球已有一百多國宣示於 2050 年達成淨零碳排目標，循環經濟提倡採用再生物料及產品循環設計，對降低產品生命週期碳排具正向貢獻。應對新冠疫情及氣候變化的雙重挑戰，過去以「效率掛帥」的全球供應鏈體系將轉變為「韌性優先」，將朝區域化、本土化、分散化、永續化重組發展。再生物料可廣泛應用於紡織、電子、汽車、建築等產業，為達成淨零碳排目標的絕佳選項之一。

透過臺歐循環經濟合作經驗，為持續促進品牌商與臺灣循環供應鏈緊密合作，透過循環供應鏈的機制串連供需端，本報告建議推動以下 3 項關鍵行動：

- (1) 持續導入產品重新設計理念，強化提升循環技術與市場對接應用；
- (2) 結合產品品質與溯源驗證制度，促進國際市場鏈結；
- (3) 落實循環經濟理念，創造市場經濟規模、擴大減碳效益。

當好的選擇不斷積累，將會帶來好的結果。



序言

連結創新、循環永續

新冠肺炎疫情打亂全球經濟運行節奏，同時也迫使我們重新思考洗牌後的全球供應鏈生產與消費模式。後疫情時代，以歐盟為首提出的「綠色振興」計畫，更展現其綠色轉型的企圖，國際品牌大廠也因此相繼提出循環採購目標，並要求供應商落實循環經濟，提高循環物料及再生能源的投入，預期此波趨勢將對全球供應鏈產生重大影響。

我國推動循環經濟政策多年，透過「循環經濟推動方案」提升國內循環與回收量能，在地廠商已累積相當地循環製造與研發實力。為了協助我國供應鏈廠商達到品牌需求、打入國際品牌綠色供應鏈，我國深入調研品牌採購需求，並進一步建置產業循環經濟資訊平台，形成循環供應鏈對接機制。

歐盟推動循環經濟發展一直是我們的學習目標與最佳合作伙伴，歐盟的綠色新政中特別強調將建立創新循環經濟商業模式，諸如：促進再生料的使用及高值化、導入數位化應用於生產、消費、回收和再利用端等，都是非常具前瞻性的思考角度。透過歐洲在臺商務協會的長期合作與協助，我們已與歐洲的部分品牌進行深入及密切的合作，並將此合作經驗持續完善循環供應鏈對接機制。

本次主題報告目的在於介紹循環供應鏈對接機制，也是擴散循環供應鏈對接機制應用至其他國家的起點，透過與品牌的實質對接合作，持續提升我國品牌廠商的循環經濟競爭力。這本主題報告的主視覺是「莫比烏斯環」(Möbius Strip)，象徵「一路向前走、無限循環」，也象徵「面對挑戰的決心與勇氣」。藉由莫比烏斯環的寓意，希望臺灣與全球各國在「連結創新、循環永續」(Linking Innovation and Closing Loops) 的願景下，持續努力，共同邁向韌性之路，共創共贏！

經濟部工業局 局長 呂正華

臺歐合作，共創雙贏

經過長期的科學觀察與跨政府間討論，各國政府與企業已體認到氣候變遷與資源稀缺問題，與人類過去對資源過度開採、環境浩劫與污染，存在強連結的因果關係。據此，歐盟率先承諾將於 2050 年實現淨零碳排目標，並刻正制定積極的標準及規範，其中，減少原生物料使用量並增加物料使用效率，是歐盟減碳政策地圖上的關鍵板塊之一。

臺灣在循環經濟與再生物料製造領域是全球領導者之一，同時，在製造端臺灣企業也設定了相當積極的循環目標，在生產過程中儘可能以再生物料取代原生物料。在本報告中呈現多項臺灣企業與國際品牌的合作案例，將廢棄物升級回收轉化為嶄新的產品，例如將海洋廢塑膠升級為運動鞋，將廢漁網回收再製為太陽眼鏡，將廢保麗龍轉化為電腦鍵盤等。

然而，當前我們觀察到的各類循環商業模式或提升資源效率措施，由於多以零星個案方式呈現，讓人擔心是短暫的煙火效應。但所幸經濟部工業局提出一項極具潛力的規劃，上述情況可能很快就會有所轉變。在工業局創建的資訊平台中，透過整合廢棄物產出申報及控管系統，輔以應用人工智慧技術媒合再生物料供給與需求，除可將大量廢棄物重新轉化為有價值的資源，並可在產業供應鏈的各類利害關係人間，建立起資訊與物料交換的良性循環。

作為在臺代表歐洲商業利益的最大組織，歐洲在臺商務協會 (ECCT) 與經濟部工業局合作出版此報告，是展現我們及會員為實現循環經濟作出堅定的長期承諾。未來，透過歐洲商會低碳倡議行動 (ECCT's Low Carbon Initiative, LCI) 之平台，我們將持續支持及推廣此計畫，並邀請更多商會會員參與品牌供應鏈媒合機制。期望透過歐洲商會與經濟部工業局的共同努力，實現臺歐循環經濟目標，並同時促進經濟發展、創造就業機會及守護我們共有的地球。

歐洲商會 理事長 張瀚書



全球循環供應鏈趨勢

「循環供應鏈」(Circular Supply Chain) 係指產品及能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，採購方與供應方需要共同努力，建立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。

由於永續概念產品已越來越受市場青睞，國際品牌正朝循環商業模式轉型，除了承諾積極的循環目標外，更納入對供應商的永續生產製造要求。隨著全球循環供應鏈發展及採購模式變革，加上循環經濟法制化與品牌商的採購意願提升，預期將帶動新一波對循環物料的需求。

1.1 循環供應鏈與線性供應鏈

工業革命開啟了當代經濟與社會的運作模式。各國根據自身的比較利益在全球供應鏈中進行緊密的分工，從原物料開採、生產、銷售、使用、到廢棄，形成線性供應鏈生產模式。然而現今人類正面臨地球資源耗竭及氣候變遷帶來的生存威脅，挑戰傳統線性供應鏈生產模式，全球循環供應鏈的革命已悄然到來！

「循環供應鏈」(Circular Supply Chain) 係指產品及資源可在經濟體系內不斷地循環使用，極大化其利用價值；具體作法是重新定義供應鏈各環節的角色任務，將工廠端及消費端的廢棄物再次轉化為具有市場價值的物料或產品，使資源重新回到生產製造環節¹。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的共同協力。

1.2 循環採購模式與線性採購模式

根據聯合國環境署 UNEP 定義的永續採購有 4 個階段²。(1) 準備階段：為採購產品或服務制定規範；(2) 標準化階段：對特定產品或服務進行深入分析；(3) 採購階段：向潛在供應商公告產品或服務規範，選擇供應商並完成合約簽訂；(4) 實行階段：完成合約簽訂後，由供應商提供產品與服務。

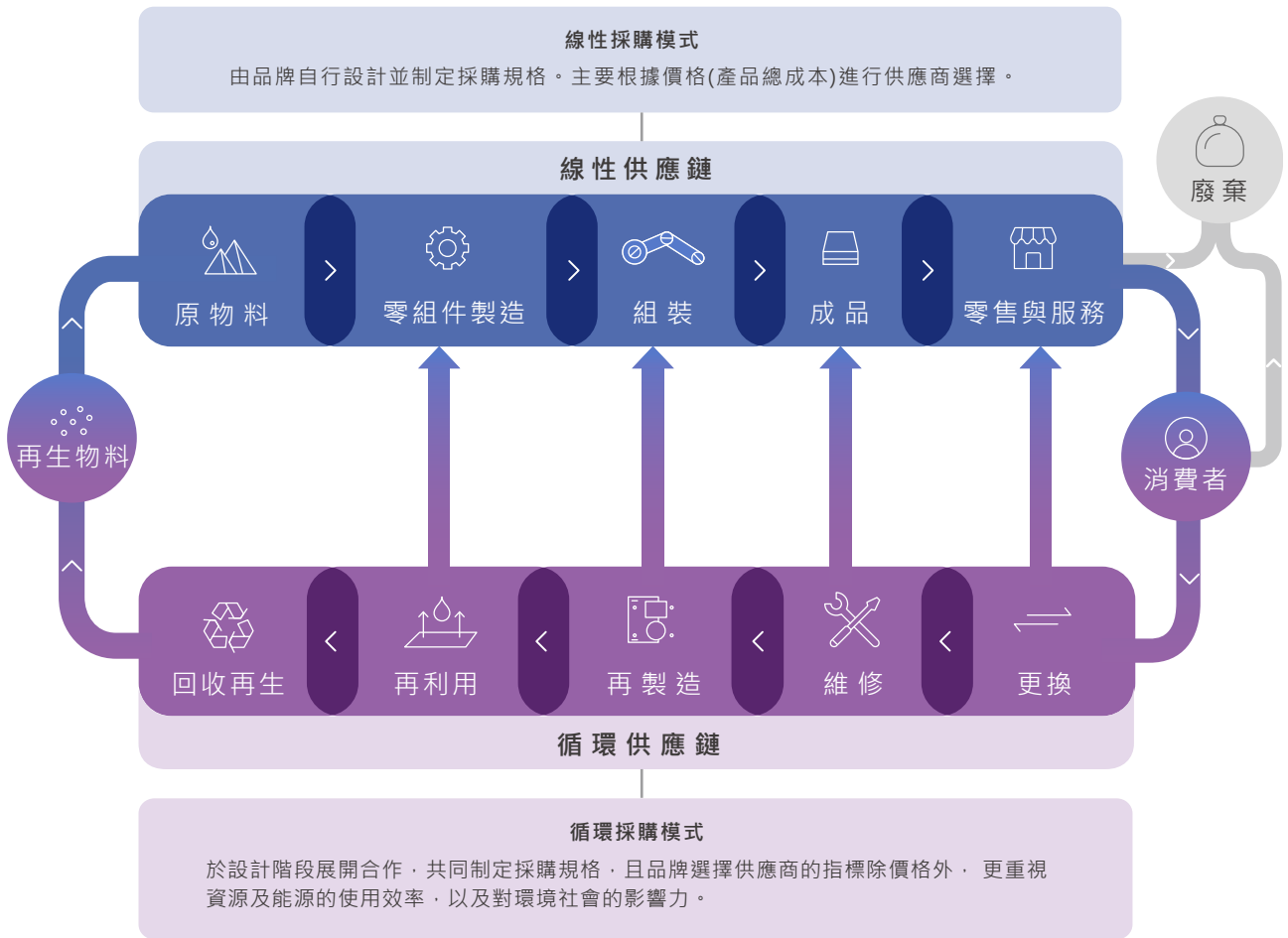
在線性經濟採購模式下，原物料在產品製造時投入，而在產品使用後成為廢棄物，故採購的主要考量為：產品是不是最低價？採購總成本是不是最低？至於無法以貨幣衡量的特性，如環境效益、社會效益等，皆未納入採購考量中。另一方面，產品或服務後的使用與廢棄等問題由採購方負責，但由於採購方多不具備對使用後產品與服務的專業知識與維運技能，僅能被動及單純地進行處理，如瑕疵品折價出清或直接報廢，不利於資源的有效利用及環境永續發展。

相對於線性經濟的商業模式，循環採購模式更強調以連結取代擁有、合作取代競爭，採購方與供應商間的合作溝通自準備階段即已展開。在新的採購模式中，雙方合作納入使用後產品與服務的維運與回收責任，且採購標準會側重於資源及能源的使用效率，以及對環境社會的影響力。這將使供應商與採購方間產生更緊密的夥伴關係，形成更透明的資訊分享、更彈性的溝通環境，並得以提供更優質的產品與服務。

“

IKEA 的循環經濟目標是在 2030 年全面轉型成為一家循環經濟的公司；我們除了正在尋找更多符合循環製造及生產的供應商外，我們更希望和供應商共同成長，一起為人類及地球帶來改變！

— 宜家家居 / 北亞區企業永續部 經理 汪慶怡



資料參考：中華經濟研究院整理

圖 1.1 線性供應鏈與循環供應鏈比較



我們期許在 2026 年之前，將迪卡儂所有產品轉換為符合生態設計 (Eco-Design) 標準的產品。我們剩下的時間不多，需要馬上採取行動！具有下列三種特質之一的供應商，將十分吸引迪卡儂：(1) 提出生態設計可能性的供應商，例如以優良設計作為產品組成部分的特殊創新產品；(2) 投資再生能源的供應商；(3) 以減少二氧化碳排放為目標的供應商。

— 迪卡儂 / 供應商永續管理業務部 部門負責人 郭湯姆

1.3 循環物料市場需求預測

隨著全球循環供應鏈發展及採購模式變革，帶動循環物料的強勁需求。在各國政府循環經濟法規與品牌商的循環採購壓力下，整個生產製造環節將減少原生物料使用，並改採再生物料。根據 BloombergNEF 對未來再生物料市場的長期預測研究報告³，以塑膠為例，廣泛用於生產塑膠容器及紡織成衣之聚酯原料 - 「聚對苯二甲酸乙二醇酯」(PET)，目前約 75% 的來源為石化原料，25% 則來自回收再生物料 (rPET)，預期市場對再生物料的需求將逐漸取代原生物料，2050 年 rPET 之市占率估計將達 80% 以上。

以金屬為例，鋁合金因强度高質量輕，為重要工業原料，用於各類運輸工具及電子用品。目前原料端約 68% 來自於鋁礦開採，32% 則來自回收再生物料，預期市場對再生物料的需求將持續增加，2050 年回收鋁的市占率將超過原生鋁。

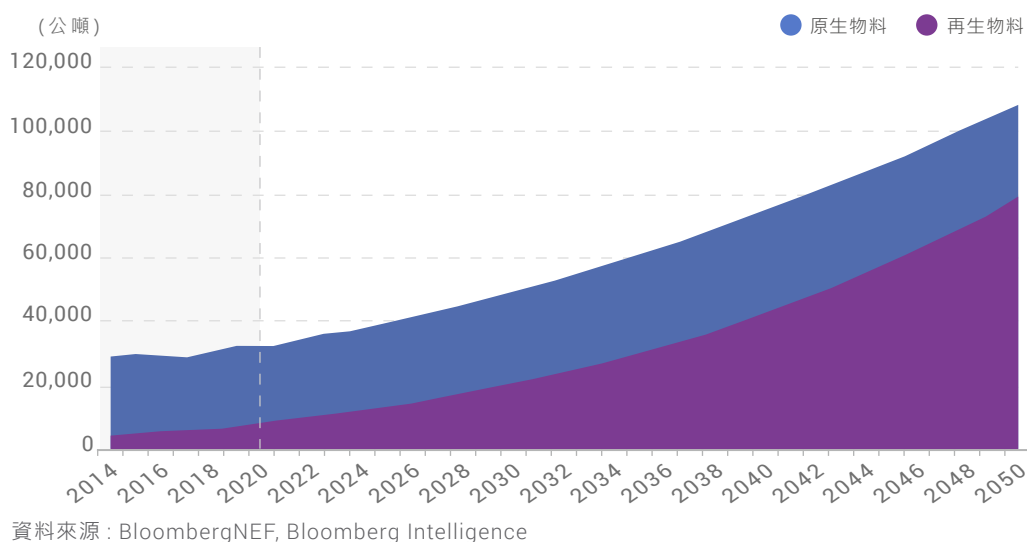


圖 1.2 PET 與 rPET 需求量預測

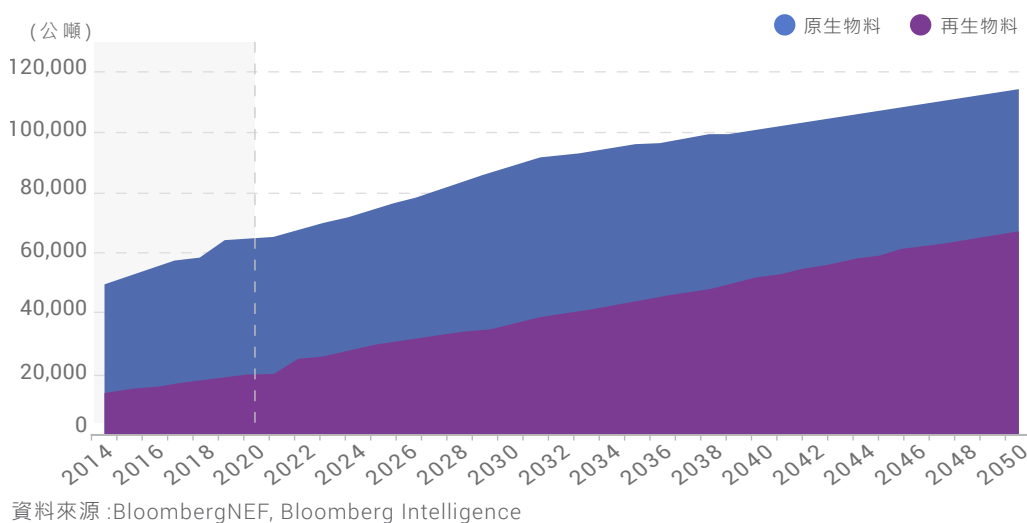


圖 1.3 原生鋁與再生鋁需求量預測

1.4 國際品牌的循環採購目標與策略

具有永續與循環經濟概念的產品越來越受市場青睞，根據紐約大學永續市場指數 (Sustainable Market Share Index)，過去 5 年中，永續產品的需求增長速度是一般產品的 7 倍；另外，由於消費者對永續產品的偏好，對價格敏感度通常較低，故平均而言，相較於一般產品，永續產品享有 39% 的溢價空間。

為回應顧客消費行為的改變，國際品牌加速朝循環商業模式轉型，推動零廢棄零掩埋行動、再生物料替換原生物料、強化維修服務、以租代買等商業模式；同時為了強化永續的經營理念與企業文化，國際品牌企業普遍已訂定量化的循環目標，目標年介於 2025 年至 2030 年。值得關注的是，除了設立自身的循環目標外，供應鏈上中下游業者的營運亦被納入，如要求工廠零廢棄零掩埋、下腳料再回到製程等。

表 1.1 國際品牌循環經濟目標

品 牌	循 環 經 濟 目 標	期 程
消費性電子產品		
Apple ⁵	<ul style="list-style-type: none"> 優先進行再生物料轉換的材料共有 14 種：鋁、鈷、銅、玻璃、金、鋰、紙、塑料、稀土元素、鋼、鉍、錫、鎢、鋅 零廢棄：所有營運與生產場所（供應鏈生產）產生之廢棄物 100% 零掩埋 所有產品與包裝使用 100% 再生物料或可再生材料製造 	2030
Acer	<ul style="list-style-type: none"> 核心產品中再生塑膠含量達 30% 	2025
Dell ⁶	<ul style="list-style-type: none"> 產品中 50% 以上使用再生物料或可再生材料製造 產品包裝使用 100% 使用再生物料或可再生材料 	2030
Signify ⁷	<ul style="list-style-type: none"> 80% 的營收來自符合永續條件的產品、服務及系統 將來自循環概念之產品、系統及服務的收入提高到 32% 所有生產場所（供應鏈生產）零垃圾掩埋 	2025



Carrefour 希望透過循環商業模式，去翻轉現有商業系統，2025 年前我們希望所有自有品牌的包裝都來自可循環的材質；我們不是要做「簡單」的，我們要求要做「對」的，希望供應商和我們一起用系統思考，來解決問題！

— 家樂福 / 發言人及企業社會責任暨溝通總監 蘇小真

品 牌	循 環 經 濟 目 標	期 程
耐久性消費品		
Ikea ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • 完全轉型為循環商業模式 • 產品：更新設計以確保產品可重新利用、修復、再利用、轉售和回收，使所有產品 100% 具有循環能力 • 零廢棄：將廢棄物轉化為資源，零廢棄物送進垃圾填埋場 • 再生物料：確保再生材料轉化為清潔和安全的資源，採購和生產對環境有積極影響的可再生和可回收材料 • 推廣：建立及發展循環經濟體系和服務 	2030
Decathlon ⁹	<ul style="list-style-type: none"> • 100% 產品皆符合生態設計 (Eco-Design) 標準 • 聚酯纖維原料至少有 70% 為再生聚酯 	2026
Nike ¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> • 所有關鍵原料至少 50% 使用永續性資源，關鍵原料為：聚酯纖維、棉花、皮革和橡膠 • 供應鏈產生之廢棄物 100% 零掩埋，且 80% 再次應用於自身產品或是其他產品上 	2025
Zara ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • 100% 使用永續性棉花 (具有機、BCI 或再生棉標章) • 100% 使用可回收的聚酯 • 100% 使用永續性亞麻 	2025
Adidas ¹²	<ul style="list-style-type: none"> • 聚酯纖維 100% 使用再生材料 	2024
日用品		
Unilever ¹³	<ul style="list-style-type: none"> • 所有產品之塑膠用料使用可回收或可分解材料 • 產品包裝必須使用至少 25% 的回收塑膠 	2025
Carrefour ¹⁴	<ul style="list-style-type: none"> • 自有品牌的包裝 100% 使用資源再生材料或永續性資源 	2025
McDonalds ¹⁵	<ul style="list-style-type: none"> • 產品包裝 100% 使用資源再生材料或永續性資源 • 100% 回收自家包裝 	2025
Coca-Cola ¹⁶	<ul style="list-style-type: none"> • 包裝 50% 使用資源再生材料 	2030



Unilever 在循環經濟領域聚焦在塑膠包裝，目標是 2025 年前原生塑膠減少 50%；我們希望找尋有志一同的供應商夥伴，生產製造與管理符合國際規範，在永續道路上一同往前進。

— 聯合利華 / 永續發展暨企業傳播事務部 資深經理 尤慈霞



臺歐循環經濟政策

臺灣與歐盟在永續發展目標下已建立緊密的經貿合作，除分別訂立國家層級的循環經濟目標外，更已落實法規制定及政策推動計畫；雙方同樣位居全球供應鏈的重要節點，皆為實現循環經濟作出長期承諾，並認真實踐於各產業及領域。

2.1 臺歐盟雙邊貿易概況

歐盟與臺灣的永續發展理念相近，且同為 WTO 成員，過去多年雙方維持熱絡的貿易與投資關係，雙邊貿易總額達 650 億美元。歐盟為臺灣第 4 大貿易夥伴，臺灣對歐盟年出口總額達到 280 億美元；臺灣為歐盟全球第 15 大貿易夥伴，歐盟對臺灣年出口總額約 370 億美元，在亞洲地區排名第 5；同時，歐盟為臺灣最大外國投資來源，2020 年在臺投資金額達 485 億美元。

臺灣輸歐主要產品為：積體電路、電腦零組件、通訊及網路器材零件、螺釘螺栓螺帽、自行車及零組件、LED、渦輪引擎、工具機；臺灣自歐盟主要進口產品為：半導體加工機具及零件、積體電路、汽車、醫藥製劑、飛機、酒類、化學原料等。在全球循環經濟潮流推升下，上述產品多有需要進行產品再設計或創新的循環商業模式¹⁷。



2.2 臺灣循環經濟政策

行政院已於 2018 年 12 月核定通過「循環經濟推動方案」，由「綠色生產」、「綠色消費」、「回收再利用」3 大面向進行推動，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。

在綠色生產方面，特別強調循環技術暨材料創新研發及建構新循環園區，同時運用產官學研能量，投入新循環材料與高值材料的研發，接著在循環園區進行循環與低碳的生產，最終則連結通路，實現循環產品商品化的出海口；另綠色消費方面，為了減低生產與產品使用對於環境衝擊，要求使用一定比例的再生替代原料與推動公共工程使用再生材料；而回收再利用則為了銜接動脈產業（生產與消費）到靜脈產業（回收再利用）的循環發展模式，協助產業落實循環經濟，進而與國際接軌。

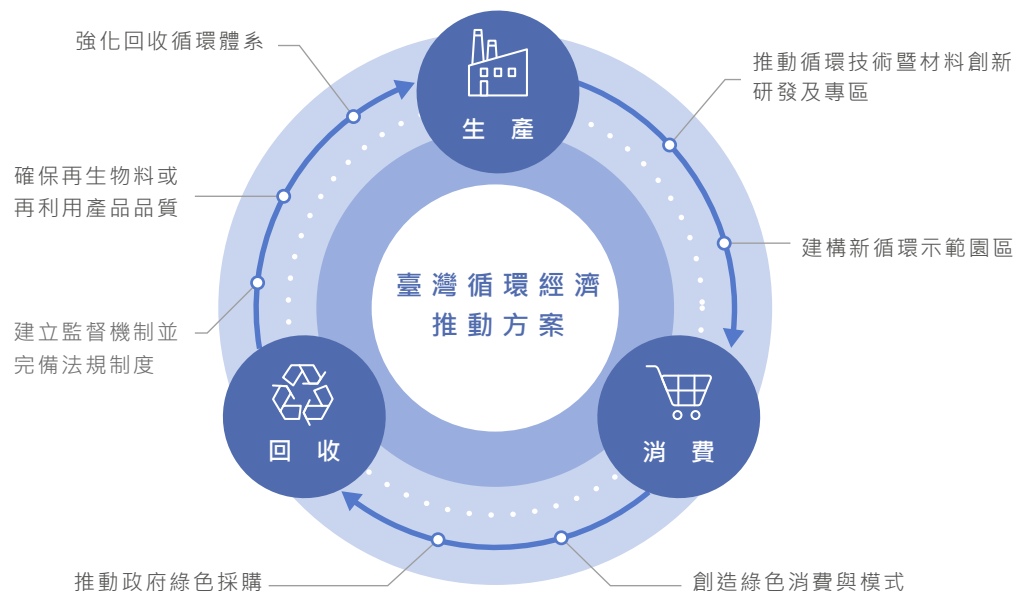


圖 2.1 臺灣循環經濟政策

2.3 歐盟循環經濟政策

歐盟積極推動循環經濟政策及法規，以 2020 年修訂後的「循環經濟行動計畫」(Circular Economy Action Plan, CEAP) 為主要依據，配合「歐盟綠色新政」(European Green Deal) 承諾，逐步發展出一系列的法規政策，在「碳中和」(Carbon Neutrality) 及「零廢棄物」(Zero Waste) 目標下，加速循環技術研發與全球供應鏈轉型。

歐盟循環經濟政策特別強調永續產品的發展，聚焦於塑膠、紡織、電子、電池及建築等資源密集型產業¹⁸，輔以規範事業廢棄物的回收再生，主要政策手段除了頒布或修訂相關法令，如：包裝及包裝廢棄物指令 (Packaging and Packaging Waste Directive, PPWD)、一次性塑膠指令 (Single-Use Plastic Directive, SUPD) 等，並推動產業價值鏈的策略結盟。以塑膠法規為例，SUPD 規定歐盟境內的 PET 瓶於 2025 年需含 25% 的回收料、2030 年需含 30% 回收料，再生物料將逐步取代原生物料。

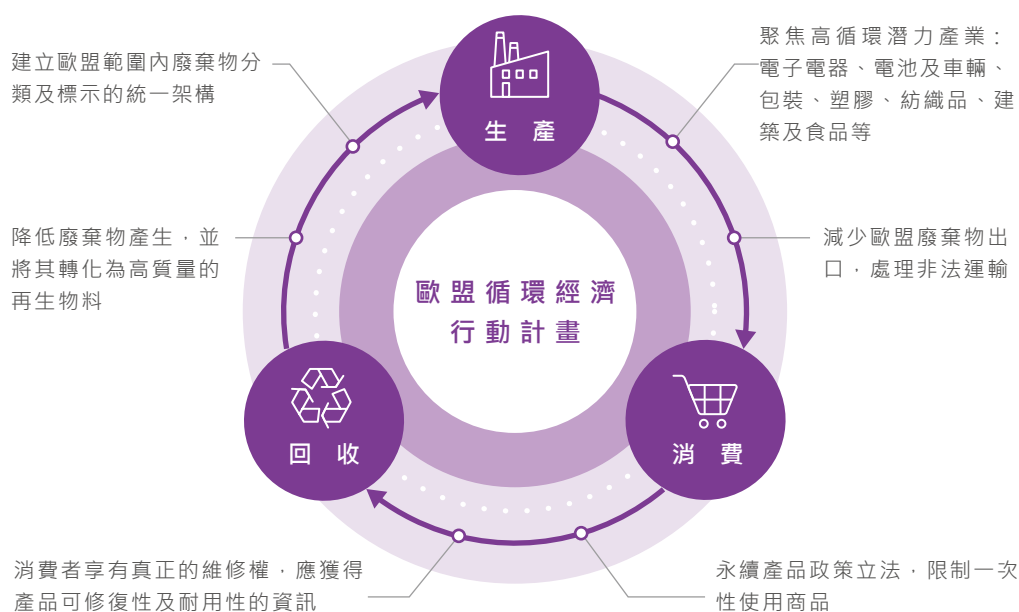


圖 2.2 歐盟循環經濟政策



臺灣循環供應鏈量能

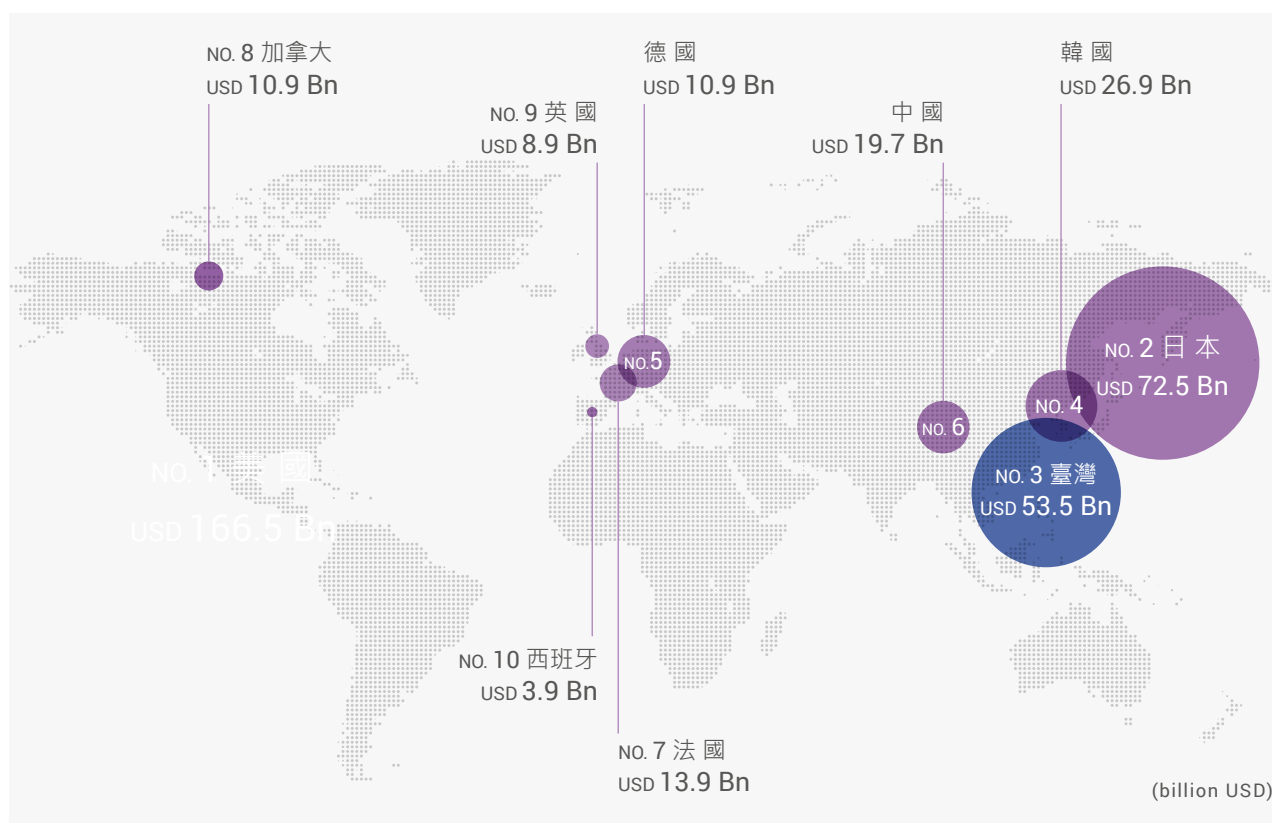
臺灣長久以來為國際品牌製造與供應基地，當品牌大廠紛紛轉變為循環採購模式之際，對供應鏈形成強大壓力；然而，臺灣廠商向以敏捷與彈性聞名於世，憑藉著長期累積的製造與研發實力。全球供應鏈綠化潮流對臺灣廠商而言，是威脅也是機會。

臺灣已建置成熟的運作管理制度及完整的循環回收體系，可將半導體製造業、塑膠製品製造業、金屬製品製造業等 32 種產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。

3.1 全球供應鏈永續風險

國際品牌商的永續目標影響其採購決策，對供應鏈業者將形成具大壓力。根據 BloombergNEF 全球供應鏈永續風險分析¹⁹，加入永續倡議的國際品牌商之總採購金額超過 4,000 億美元，反映的是供應鏈在此波永續採購風潮的曝險程度。以各國的曝險程度觀之，臺灣位居全球第 3，僅次於美國及日本，臺灣受影響程度超過 500 億美元，尤其在電子資通訊、紡織成衣產業所受的衝擊最大。

然而，全球供應鏈綠化對臺灣廠商而言，同時也是機會。由於品牌商正以更永續、更創新的評估方式全面檢視其供應鏈廠商，預計將觸發新一波綠色商機。根據 Accenture 研究²⁰，至 2030 年循環經濟發展將為全球創造 4.5 兆美元的額外經濟效益。臺灣廠商憑藉長期累積的製造與創新研發實力，若結合再生物料應用與循環技術升級，可作為國際品牌商最堅實的後盾。



附註：本圖資料來自 BloombergNEF 彙整品牌廠商加入全球性永續倡議（如：RE100、CDP Supply Chain Initiative、Science-Based Target Initiative、Responsible Business Alliance 等），其對應供應鏈夥伴總部所在國家營收之總和。

圖 3.1 全球供應鏈永續風險排名

3.2 臺灣循環產業量能

臺灣循環經濟表現優異，近年回收率指標已有明顯成長。根據「廢棄物清理法」的定義，由工業、營建、醫療、農林漁牧、國防、教育、交通等事業機構產生之廢棄物稱之為事業廢棄物，其餘由家戶或非事業產生的廢棄物則稱為一般廢棄物，其中事業廢棄物每年產生數量達 2,003 萬公噸，而工業的部分占 1,715 萬公噸，主要是由半導體製造業、塑膠製品製造業、金屬製品製造業等 32 種產業產出超過 230 項的廢棄物所組成。在歷經產、官、學、研共同努力之下，臺灣已建置成熟的運作管理制度及完整的循環回收體系，截至 2020 年統計，以經濟部（工業局）主管之再利用機構已有約 1,765 家，該等再利用廠商將工業產出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，可作為各行各業的替代原料或燃料，創造產值從 2002 年之新台幣 249 億元提升至 2020 年之新台幣 741 億元，以國際品牌最為關注之再生塑膠、再生金屬以及再生溶劑為例，進一步說明臺灣循環產業量能與技術。

再生塑膠

臺灣再生塑膠原料企業共約有 170 家，在中南部工業園區已形成緊密的產業聚落，並為全球供應多樣的再生塑膠產品²¹，以再生聚酯（聚對苯二甲酸乙二酯，Polyester, PET）為例，2019 年全球再生聚酯需求約 170 萬噸²²，其中約 25% 由臺灣廠商供應²³，這些再生塑膠原料多轉換為高價值產品，如知名國際運動品牌的球衣、球鞋等。

再生金屬

電子、機械等產業會產出含金屬的事業廢棄物，其外觀樣態包括液狀、泥狀等，透過國內約 150 家廠商的回收製程，可將前述含金屬的事業廢棄物轉變成再生金屬錠或再生金屬化學品並且銷售海內外，近年國內廠商因應國際電子產品大廠之採購規範，已使用再生金屬作為手機及筆電等產品的製程原料，建立電子產品的封閉式循環系統。

再生溶劑、再生燃料

臺灣從事廢溶劑循環回收的業者約有 41 家，常見將廢溶劑轉換為再生溶劑或再生燃料，以半導體或面板等電子業為例，製程常使用異丙醇作為清洗劑，透過臺灣業者先進的回收再利用技術，可協助電子業回收晶圓製程中產生的異丙醇廢液，經蒸餾純化再生為電子級異丙醇，重新回到半導體產業鏈中再次使用，降低製程廢液產生的碳足跡，另對於不具回收純化價值的化學溶劑而言，臺灣業者則透過能源回收的方式，將其轉化為再生燃料，藉此減少化石燃料使用，達到減碳的效果。



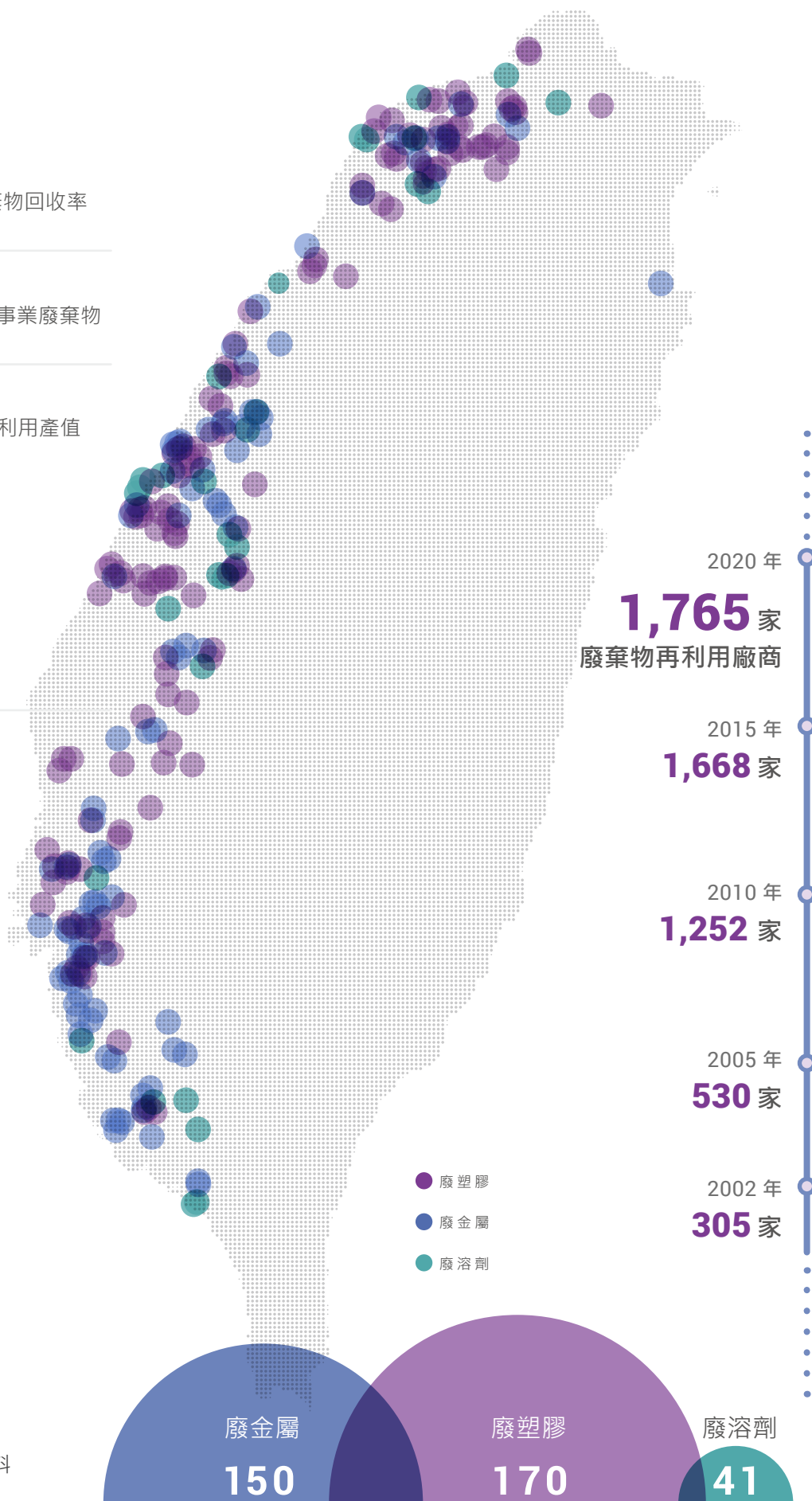
九玄從十多年起就開始為各大電子廠服務，設置無塵清洗廠回收清洗晶圓盒，協助客戶再使用晶圓盒以減少新品塑膠原料的耗用。對於不堪再使用的晶圓盒，終於透過工業局媒合機制找到品牌商合作夥伴，得以讓這些高品質的塑膠廢料，找到最佳的去處，實現循環經濟效益。除了供需媒合，工業局團隊透過線上輔導，協助我們釐清相關環保法規及設廠規範。

— 九玄科技有限公司 董事長 李基農、業務經理 李富逸

85% 事業廢棄物回收率

20M+ 噸事業廢棄物

2B+ 歐元再利用產值



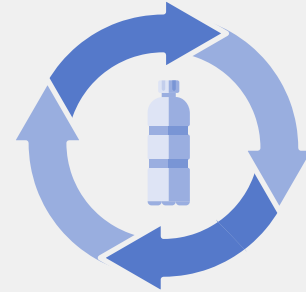
臺灣循環供應鏈量能
Linking Innovations and Closing Loops.

圖 3.2 臺灣再生物料
廠商產業別與家數

PET 全循環 : From B2T to B2B to T2T

全球聚酯原料約有 1/3 用於製作塑膠容器，另 2/3 為紡織成衣業原料。由於快時尚興起，大量衣物廢棄物成為新一代環境殺手。根據 Textile Exchange 調查²⁴，全球紡織產業僅有 1% 回收再利用率。常見的紡織原料有聚酯纖維 (PET)、棉、麻、羊毛等，其中高達 55% 的紡織原料使用 PET，因此 PET 相較於其他紡織原料，更具有循環效益及潛力。聚酯回收技術可概分為：瓶到布 (Bottle to Textile, B2T)、瓶到瓶 (Bottle to Bottle, B2B) 及布到布 (Textile to Textile, T2T)。

近年臺灣廠商在 PET 全循環表現出色，為全球紡織供應鏈的創新研發推手，如：遠東新世紀、力鵬、南亞塑膠、新光等大廠及其周邊衛星廠商，同時也為國際大品牌廠商代工，如：NIKE、Adidas、IKEA 等。業者除改良傳統機械回收法外，近年亦積極布局化學回收技術，並導入 ICT 智慧分選程序，解決廢衣回收問題。



海洋垃圾 : 升級回收典範

海洋垃圾主要來源為廢塑膠及廢魚網。每年至少有 800 萬噸的塑膠廢棄物流入海洋²⁵，影響海洋生態系統，且透過食物鏈回到人體消化系統中。根據 Ellen MacArthur Foundation 與 SYSTEMIQ²⁶ 針對海洋塑膠廢棄物研究，若當前製造及使用塑膠的商業模式不變，至 2050 年海洋中的塑料將比魚多，落實海洋廢棄物清除行動是當前的要務。

臺灣企業與國際組織及品牌商合作將海洋垃圾升級為高價精品已有多個案例，成功賦予海洋廢棄物新經濟價值，如：遠東新世紀協助 Parley 與 Adidas 推出全球第一海廢聯名鞋款；Patagonia 委託臺灣供應鏈以廢棄漁網再製為運動服飾；臺灣企業研發生產廢漁網太陽眼鏡框；光寶科技推出海廢保麗龍鍵盤及滑鼠等。



廢橡膠：從廢輪胎到潛水衣與遊戲墊

經濟發展使得大眾對運輸需求攀升，汽車及輪胎的消費量增加。目前全球每年生產約 30 億條汽車輪胎²⁷，與此同時有 10 億條輪胎因不堪使用而淘汰²⁸；然而，根據研究機構 Goldstein 統計，全球回收產業每年僅能處理 1 億條廢棄輪胎，再利用率僅 10%。廢棄輪胎的堆置不僅是美觀問題，同時也造成環境問題。

臺灣每年約有 14 萬噸的廢輪胎產出，在回收制度運作下，廢輪胎回收率達 94%，其中有 70% 轉換為衍生燃料，另約 15% 經處理成為再生原料，應用於各式橡膠製品，如：環拓科技研發熱裂解技術製成環保再生碳黑，可作為潛水衣原料；佳芋橡膠透過研發創新，將輪胎等廢棄橡膠再製成安全遊戲地墊。



城市採礦：稀貴金屬

電子電器產品除了含有常見的一般金屬與塑膠外，亦含有少量的稀貴金屬。根據聯合國全球電子廢棄物監測報告²⁹，每年約有 5,400 萬噸電子廢棄物未被回收，相當於浪費價值 100 億美元的黃金、鉑金及其他貴金屬。

臺灣是全球電子資訊產品的主要供應基地之一，對製造過程中產生的電子廢料，或消費後的電子電器及資訊物品均已建置完善的回收體系。同時，廠商也致力於稀貴金屬回收與純化技術，提煉產製高純度的錫、金、白銀等稀貴金屬，代表廠商如：佳龍科技、綠電再生、光洋應用材料、優勝奈米、瑞大鴻、欣偉科技、弘馳等專業回收處理廠。



循環供應鏈對接機制

經濟部工業局以臺灣獨步全球的廠商廢棄物申報管制系統為基礎，經資料交換與數據增值，運用人工智慧與大數據分析等綠色科技，將原本的廢棄物申報資料庫轉換並升級為「產業循環經濟資訊平台」，作為推動產業共生與循環物料媒合的工具。

4.1 循環供應鏈對接機制

再生物料採購流程的複雜度相當高，開發應用性平台需要投入大量專業人力，且涉及回收法規、技術與認驗證等議題，一次性的線上推介媒合，往往無法滿足供需雙方期待。為創造國際品牌與國內供應商更友善的溝通環境，弭平企業文化與語言隔閡，增強供需雙方的互信性，並觸發後續的採購程序，工業局自 2020 年起，建構並逐步完善「循環供應鏈對接機制」（以下簡稱本機制），其步驟如下：

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。工業局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（如歐洲商會低碳倡議行動 ECCT LCI）協助引介國際品牌之對口單位，另由工業局團隊主動出擊接觸品牌商，或是品牌商主動向工業局提出需求。

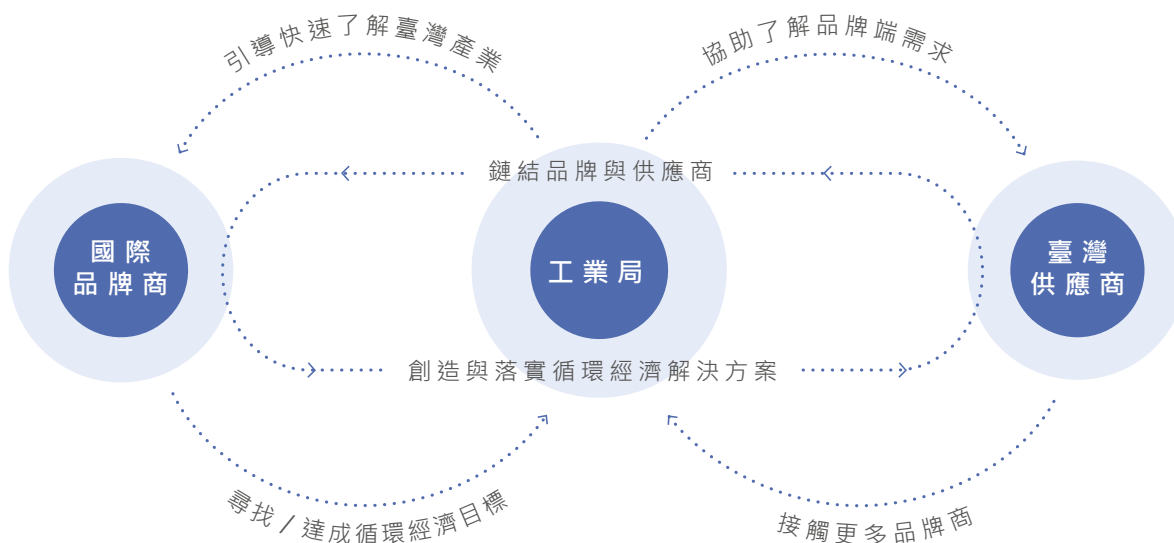


圖 4.1 循環供應鏈對接機制三方參與角色

“

作為全球市佔率前 3 大環保泡棉材料商，泉碩始終以「設法助人、給別人機會」的信念，與客戶及上下游廠商共同合作；我們走向國際，是希望讓世界看見塑化環保材料的潛能，是可以取代傳統泡棉，留給後代一個乾淨的地球。透過工業局品牌供應鏈媒合機制，我們希望與品牌商攜手，實現 100% 全物料循環革命！

— 泉碩科技股份有限公司 總經理 尤淳永

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。工業局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。

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。工業局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。



圖 4.2 循環供應鏈對接機制

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，並由工業局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。

第 4 階段：持續推進合作

工業局團隊於第 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。

3. 供需雙方對接**4. 持續推進合作****預先準備**

- ✓ 會前會：向品牌商說明個別潛在合作供應商之優勢與潛力。
- ✓ 初步交流：中大型交流活動前，協助個別供應商與品牌進行初步交流。

**品牌供應鏈交流會議**

- ✓ 主持/協辦交流會議
- ✓ 釐清雙方合作之機會與障礙
- ✓ 外文翻譯

合作案
啟動!**品牌供應鏈合作會議**

- ✓ 相關法規諮詢與障礙排除
- ✓ 綠色升級輔導
- ✓ 持續串聯供應鏈
- ✓ 申請政府補助資源

關鍵產出

- ✓ 簽署合作意向書
- ✓ 法規問題清單
- ✓ 其他採購需求清單

對接成果

“

循環經濟是鎰呈行為了達成碳中和實現的重要議題，我們希望在紡織業中盡自己的一份力量，將時尚轉變為更具永續發展的形式；為此，我們需要集結對實現循環經濟具有野心的合作夥伴。透過工業局團隊及其網絡，為我們提供了一個與志趣相投的品牌合作與製定循環未來 (Circular Future) 的絕佳機會。

— 鎰呈行股份有限公司 永續長 蘇彭忠

4.2 產業循環物料資料庫

臺灣已建置成熟的事業廢棄物運作管理制度，政府部門為方便管理及掌握各類事業廢棄物的流向，已架設全球唯一且嚴謹的即時網路申報系統（簡稱申報系統），廠商必須網路填報每筆事業廢棄物的名稱、產量、委託清運及處理的廠商名稱，其中事業廢棄物清運過程還結合運輸車輛 GPS 定位，可即時追蹤各項廢棄物的清運狀況，至今申報系統已運作超過 20 年，列管的廠商家數約 4 萬多家，每年約有超過 650 萬筆的申報紀錄，掌握全臺每年約 2,003 萬公噸事業廢棄物的清運、處理現況。

申報系統為了方便業者進行申報作業及官方統計，已將所有廢棄物（包括一般及事業廢棄物）予以編碼，依物質特性、有害程度、及處理方法分為 8 大類：製程有害事業廢棄物（A 類）、毒性有害事業廢棄物（B 類）、有害特性認定廢棄物（C 類）、一般事業廢棄物（D 類）、混合五金廢料（E 類）、公告應回收或再利用廢棄物（R 類）、污染土壤離場清運廢棄物（S 類）及一般廢棄物（H 類），其個別對應的廢棄物代碼合計達 758 項，其中，在工業製造過程會產出之廢棄物代碼占約 230 項。

由於申報系統設立之初衷為廢棄物運作的管控，同時考量申報資料涉及企業營運機密，因此，申報系統內的資料是無法完全對外公開，然而，為了輔導廠商落實循環經濟，讓有意願使用再生物料的供應鏈廠商可以很快速的尋找到合適的再生物料，經濟部工業局運用綠色科技與大數據分析，將前述申報資料進行分析與比對，藉此提升循環物料資訊應用的效率，進而將申報系統轉換並升級為「產業循環經濟資訊平台」，作為推動產業共生與再生物料媒合的工具。



圖 4.3 循環物料資料交換運作機制

智能資料庫

經濟部工業局建置的智能資料庫「產業循環經濟資訊平台」，可運用機器學習與人工智慧等綠色科技，將申報資料進行系統化的分析，以廢塑膠為例，平台可快速地找到廢塑膠的供需廠商，當廢塑膠轉化為再生塑膠粒時，平台同樣可快速地找到再生塑膠粒的供需廠商，當平台產生前述供需廠商名單時，會再透過專業人員判定其名單內容是否合理，進而透過對接流程促進資源循環與提高資源使用效率，使供應鏈廠商達成品牌商的要求。

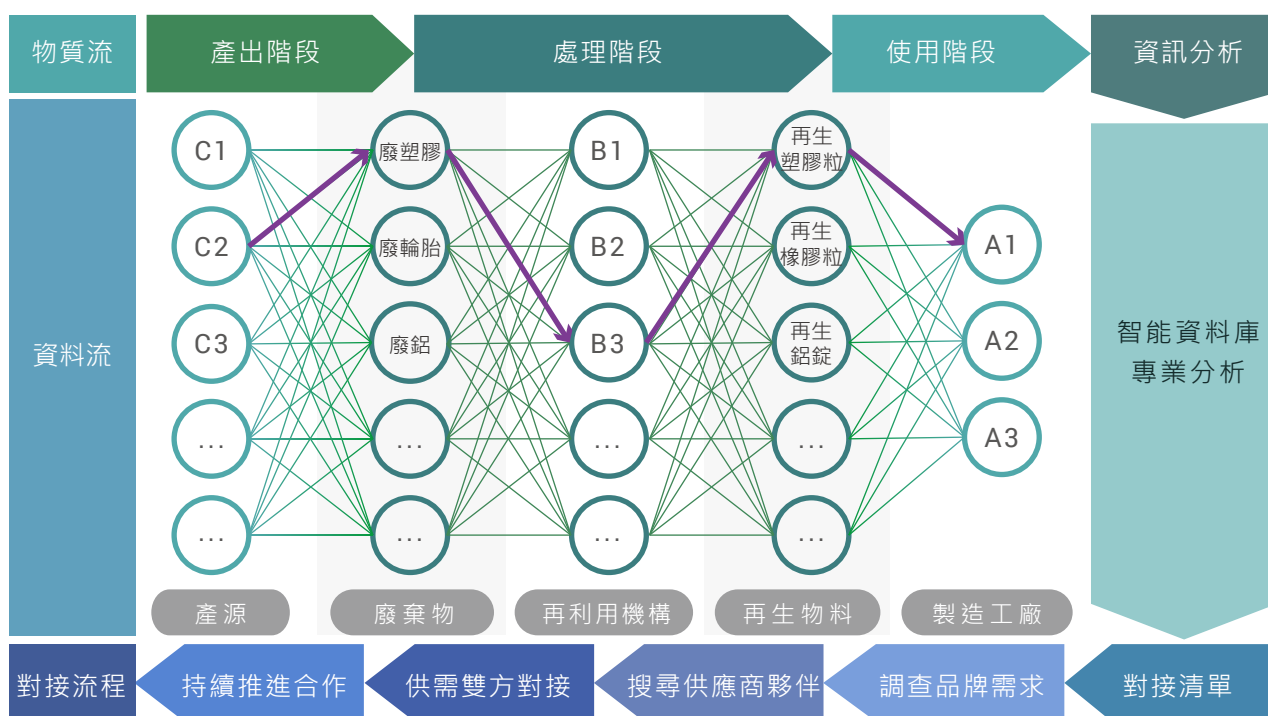


圖 4.4 循環供應鏈對接機制運作原理示意圖

“

身為全台前 3 大塑膠專業再生處理廠之一，環境友善和資源再生是永溢的經營理念，20 年來持續投入回收技術提升以及資源再生產品研發。感謝工業局團隊媒合品牌商及業界夥伴，使產業間相互分享經驗，強化國際交流與資源再生技術，提升我們在國際上能見度，促成綠色商品技術合作推動循環經濟商機。

— 永溢環保科技有限公司 特助 蕭力捷

4.3 品牌供應鏈對接成果

由於歐盟已積極推動循環經濟政策及相關法規，因此許多歐洲品牌商在尋求國際合作夥伴時，必須挑選符合循環採購規範的綠色供應鏈廠商，而我國具備完善的循環回收體系及綠色科技等軟實力，可做為品牌商邁向循環經濟轉型之最佳夥伴。

為了讓國內產業與歐洲品牌商的合作更加緊密，經濟部工業局從 2018 年起，與歐洲商會低碳倡議行動 (ECCT LCI) 合辦多場國際供應鏈品牌對接活動，包含：循環經濟國際研討會、循環商業模式工作坊、循環供應鏈交流會等，邀請國際品牌大廠分享永續目標及循環經濟策略，以協助國內廠商深度瞭解品牌商的循環採購規範，以利於持續與品牌業者保持密切互動。

“

謝謝工業局團隊提供非常實質以及專業的協助，讓我們以更有效率的方式，認識及瞭解臺灣產業現況與優質供應商，大力幫助了 IKEA 在臺灣拓展供應鏈的進行。

— IKEA 新商業開發資深經理 Jack Hong



“

即使是在充滿挑戰的 2020 年，擁有與其他行業品牌和供應商合作夥伴一起，我們仍然相信朝向永續發展和『全循環』(Fully Circular) 的轉型的方向是正確的。很高興能與工業局團隊以及其他合作夥伴成功建立『連結』(Link)，知道我們都在實踐『循環』(Loop) 的路上。

— 科思創 聚碳酸酯事業部/永續發展解決方案全球專案經理 吳曉婷

透過多次與國際品牌商共同推動循環經濟的經驗，建置了品牌與供應鏈的對接機制，其可協助品牌商尋求合適的循環供應鏈廠商，進而縮短品牌與供應鏈之間的搜尋時間成本。工業局團隊為品牌商及國內供應鏈業者提供一對一實體或線上媒合活動，至今已累計服務國內超過百家廠商，產業類別包含：塑膠、紡織、金屬、電子電器、紙製品、營建等產業，並持續協助推進多項新商業模式之合作，如：電子業工程塑膠廢料轉化為高價值認證再生物料、廢布回收家飾品循環、單一材質鞋到鞋循環、電池降階循環等。



“ 這是一個嶄新的形式，展現了將跨產業專家聚集在一起以實現永續及循環性目標的重要性。感謝工業局團隊將我們與循環經濟合作夥伴聯繫在一起。

— 科思創 聚碳酸酯事業部 / 永續方案 全球負責人 張祺



循環供應鏈對接機制
Linking Innovations and Closing Loops.



迪卡儂的使命是可持續地使許多人都能享受運動帶來的好處和樂趣。我們認為，臺灣的工業聚落擁有豐富的資源，可以引領體育用品行業的轉型，使其更具可持續性。工業局團隊是幫助我們妥善利用臺灣專業知識的關鍵資產，協助我們創造永續解決方案。他們客觀和快速的服務極大地幫助我們以最有效的方式應對臺灣的工業生態系統，使我們完全有信心與臺灣最好的供應商開啟合作。

— 迪卡儂 創新鞋材負責人 Antoine Culler



展望未來

為對抗氣候變遷的衝擊，目前已有二百多個國家宣示 2050 年達成淨零碳排目標，其中，歐盟將其氣候目標設為：在 2050 年前成為全球上第一個氣候中和大陸 (climate-neutral continent)；臺灣目前在行政院統籌下，已開始評估及規劃在 2050 年達到淨零目標的路徑。

臺灣身為全球製造中心之一，在政府及產業的共同努力下已培育出一群隱形冠軍企業；透過臺歐合作平台與品牌供應鏈對接機制，由政府帶頭協助上萬家企業提供高效的循環解決方案，希望與全球最優秀夥伴共創低碳、循環、具韌性的供應鏈。

5.1 挑戰機會

歐盟在 2050 年達成淨零碳排目標下，為避免碳洩漏，提出對進口商品採「碳邊境調節機制」(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)，亦稱「碳邊境稅」，期望能促使貿易夥伴亦降低產品碳足跡，預期將加速供應鏈去碳化 (supply chain decarbonization) 進程。根據歐盟的首波管制清單，5 大類原材料產業將受到衝擊，包含：水泥、電力、化肥、鋼鐵、鋁製品等。

循環經濟提倡採用再生物料及產品循環設計，對產品生命週期減碳具正向貢獻。根據世界經濟論壇 (World Economic Forum) 的報告³⁰，相較於其他減碳策略，生產製程由再生物料取代原生物料，是目前技術最成熟且最具成本效益的方式之一，從成本面，產業鏈若採再生物料，平均每噸減碳成本可少於 10 歐元；從減碳效益面，BloombergNEF 資料顯示，再生 rPET 取代原生 PET 的減碳效益為 53%、再生鋁取代原生鋁之減碳效益達 90%³¹。再生物料可廣泛應用於紡織、電子、汽車、建築等產業，再加上再生產業持續改善製程、減少過程中所使用之自然資源，因此建構全球循環供應鏈，正是達成淨零碳排目標的絕佳選項之一。

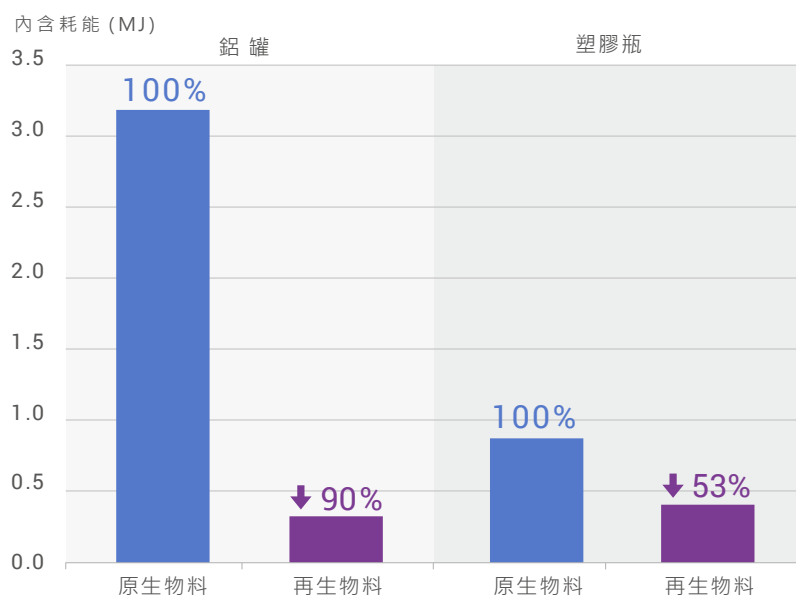


圖 5.1 再生鋁與再生塑膠減碳效益

5.2 未來已經到來！

上個世紀末以來，人類已積極對抗氣候危機，而新冠疫情的爆發更以驚人的速度重塑了世界運作方式，將我們帶到發展的十字路口。全球碳排雖因疫情暫時趨緩，但若要將地球升溫控制在 1.5°C 以內，我們需要推動經濟社會結構轉型。面對新冠疫情及氣候變遷的雙重挑戰，過去以「效率掛帥」的全球供應鏈體系轉變為「韌性優先」，供應鏈朝區域化、本土化、分散化、永續化重組發展。建構資源循環韌性供應鏈，提升在地回收體系與產品維修能量，可讓我們生活在更健全、更具韌性的未來。

透過臺歐循環經濟合作經驗，為持續促進品牌商與臺灣循環供應鏈緊密合作，透過循環供應鏈的機制串連供需端，本報告建議推動以下 3 項關鍵行動：

循環供應鏈 3 項關鍵行動：

- (1) 持續導入產品重新設計理念，強化提升循環技術與市場對接應用；
- (2) 結合產品品質與溯源驗證制度，促進國際市場鏈結；
- (3) 落實循環經濟理念，創造市場經濟規模、擴大減碳效益。

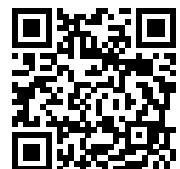
臺灣身為全球製造中心之一，過去在政府及產業的共同努力下已培育出一群隱形冠軍企業。透過工業局與歐洲在臺商務協會合作之經驗，以及品牌供應鏈對接機制，由政府協助臺灣企業與國際品牌商合作提出高效的循環解決方案，並共創低碳、循環、具韌性的供應鏈體系。

最終，當好的選擇不斷積累，將會帶來好的結果。

參考資料

1. Morai Logistics Inc.(2021), Blog <http://morailogistics.com/circular-supply-chain-important/>
2. UNEP (2014), Buying for a Better World: A Guide on Sustainable Procurement for the UN System https://www.unep.org/Areas/Public/Downloads/BFABW_Final_web.pdf
3. BloombergNEF (2019), Scenarios for the Circular Economy.
4. NYU Stern School of Business - Center for Sustainable Business (2020), The 2020 Sustainable Market Share Index <https://www.stern.nyu.edu/sites/default/files/assets/documents/2020%20Sustainable%20Market%20Share%20Index.pdf>
5. Apple (2021), Environmental Progress Report https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Progress_Report_2021.pdf
6. Dell (2021), Thoughts on Climate Change Policy <http://i.dell.com/sites/doccontent/corporate/corp-comm/en/Documents/dellclimatepolicyprinciples.pdf>
7. Signify (2021), Official website <https://www.signify.com/global/sustainability/brighter-lives-better-world-2025>
8. IKEA (2020), IKEA Sustainability Strategy <https://gbl-sc9u2-prd-cdn.azureedge.net/-/media/aboutikea/pdfs/people-and-planet-sustainability-strategy/people-and-planet-positive-ikea-sustainability-strategy-august-2020.pdf?rev=3a3e9a12744b4705b9d1aa8be3b36197&hash=099EADD58A6B850BD522866B8E01F518>
9. Decathlon (2021), Official website <https://sustainability.decathlon.com/its-because-we-design-our-products-that-we-can-eco-design-them>
10. NIKE (2021), Official website <https://purpose.nike.com/sdg-12-consumption-and-production>
11. Inditex Group (2019), Our commitment to sustainability https://www.inditex.com/documents/10279/249245/Dossier_JGA_2019_EN.pdf/1664de2f-ca77-3a40-2b78-cace74c06c82
12. Adidas (2021), Annual Report 2020 <https://report.adidas-group.com/2020/en/servicepages/downloads/files/annual-report-adidas-ar20.pdf>
13. Unilever (2021), Official website <https://www.unilever.com/planet-and-society/waste-free-world/strategy-and-goals/>
14. Carrefour (2019), Newsroom <https://www.carrefour.com/en/newsroom/carrefour-taking-action-against-plastic-packaging>
15. McDonalds (2021), Official website <https://corporate.mcdonalds.com/corpmcd/our-purpose-and-impact/our-planet/packaging-and-waste.html>

16. Coca-Cola (2021), Official website <https://www.coca-colacompany.com/sustainable-business/packaging-sustainability/>
17. 中華經濟研究院統計自財政部貿易統計資料庫
18. European Commission (2020), New Circular Economy Action Plan https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new_circular_economy_action_plan.pdf
19. BloombergNEF, Supply Chain Sustainability Data Viewer
20. Accenture(2015), Waste to Wealth. <https://newsroom.accenture.com/news/the-circular-economy-could-unlock-4-5-trillion-of-economic-growth-finds-new-book-by-accenture.htm>
21. rPE : 再生聚乙烯 / rHDPE : recycled low-density polyethylene 再生高密度聚乙烯 / rLDPE : 再生低密度聚乙烯 / rPP : 再生聚丙烯 / rPS : 再生聚苯乙烯 / rPC : Polycarbonate 聚碳酸酯 / nonwovens : 不織布 / ABS : 丙烯腈·丁二烯·苯乙烯三者的共聚物
22. BloombergNEF and Nexant Chem Systems (2020) Circular Economy Series Polyethylene Terephthalate (PET).
23. 臺灣區絲織工業同業公會 (2020), 快訊 <http://www.filaweaving.org.tw/news-detail/show-818451.htm>
24. Textile-Exchange (2021), Preferred Fiber and Materials Market Report <https://textileexchange.org/2020-preferred-fiber-and-materials-market-report-pfmr-released/>
25. International Union for Conservation of Nature (2021), Issues Briefs: Marine plastics <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/marine-plastics>
26. Ellen MacArthur Foundation and SYSTEMIQ (2020), Breaking the Plastic Wave: a Comprehensive Assessment of Pathways Towards Stopping Ocean Plastic Pollution <https://www.systemiq.earth/breakingtheplasticwave/>
27. Freedonia (2020), Industry Study: World Tires <https://www.freedoniagroup.com/industry-study/world-tires-3357.htm>
28. Goldstein research (2021), Global Tire Recycling Market Report <https://www.goldsteinresearch.com/report/global-tire-recycling-industry-market-trends-analysis>
29. UN (2020), Global E-Waste Monitor 2020 <http://ewastemonitor.info/>
30. World Economic Forum (2021), Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity <https://www.weforum.org/reports/net-zero-challenge-the-supply-chain-opportunity>
31. BloombergNEF (2019), The Circular Economy_ Risk and Opportunity





LINK & LOOP

Linking Innovations and Closing Loops.