

數位轉型與人工智慧 賦予電子廢棄物管理新動能： 2025 IEMN年會探討與全球觀察

◎王豫豪／中華經濟研究院綠色經濟研究中心 副分析師

◎林俊旭／中華經濟研究院綠色經濟研究中心 研究員兼主任

在全球資源循環轉型與技術演進之雙重驅動力下，電子廢棄物管理正發生結構性轉變。2025年9月國際電子廢棄物管理網絡年會明確揭示人工智慧與數位技術在資源回收領域之關鍵作用。本文透過系統性分析亞洲與美洲各國之延伸生產者責任法制進展與技術應用現況，探討數位產品護照及人工智慧自動化選別技術對提升回收效率之具體成效。同時，結合我國優質之研發能量與政府強化新創發展之政策工具，評析臺灣業者切入全球「城市礦山」供應鏈之戰略商機，期能為我國循環經濟產業出口提供參考路徑。

關鍵詞：國際電子廢棄物管理網絡、延伸生產者責任、產品數位護照、AI自動化選別、都市礦山

Keywords: International E-waste Management Network (IEMN), Extended Producer Responsibility, Digital Product Passport, AI Waste Sorting, Urban Mining

背景絡脈

國際電子廢棄物管理網絡（International E-waste Management Network, IEMN）為我國環境部（原環境保護署）與美國環境保護署（U.S. EPA）於2011年共同發起之多邊合作機制。該網絡設立宗旨乃透過循環經

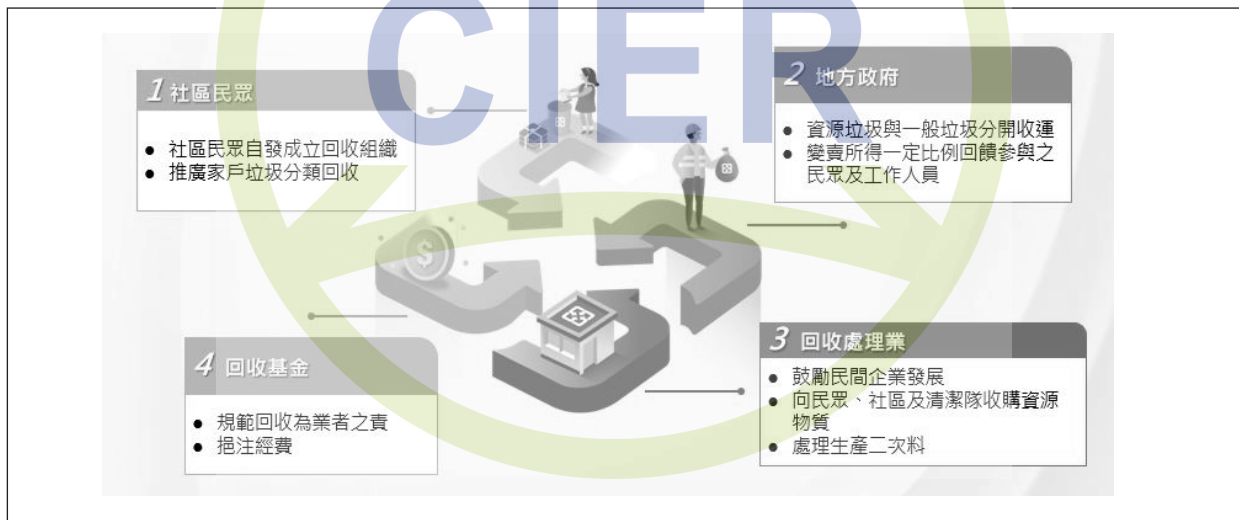
濟路徑分享最佳實務與經驗，致力於減少電子廢棄物對公眾健康與環境之負面影響，並推動正向之社會經濟效益。隨著科技研發日新月異，電子產品生命週期日益縮短，電子廢棄物處理已成為全球性難題，IEMN透過年度會議與線上研討會，提供各國參與者進行實質對話的場域。2025年IEMN年會於巴西

聖保羅舉行，核心主題聚焦於探索數位技術與人工智慧在電子廢棄物管理中之潛力，邀請來自政府、學術界與產業超過 60 位國際人士參與。

在全球氣候治理之宏觀框架下，資源循環利用被視為降低碳排放之重要路徑。然而，開發中國家在推動相關轉型時，常面臨資金缺口與技術瓶頸。此次大會強調 IEMN 平台之價值在於透過技術共享，將原本廢棄物之環境負擔轉化為具備商業價值之資源機會，進而緩解轉型過程之財務壓力。

亞洲區域法規演進與數位化實踐

亞洲各國在電子廢棄物管理上展現明顯之多樣性，由法制化較成熟國家帶動新興市場逐步建立延伸生產者責任（Extended Producer Responsibility, EPR）體系，如臺灣實行之「資源回收四合一體系」，整合社區、地方政府、回收商與回收基金管理會，落實延伸生產者責任原則。2024 年臺灣電子廢棄物回收量超過 20 萬噸，回收率高達 71.1%。目前政策重點正轉向《資源循環促進法》之推動，目標由廢棄物管理提升至資源循環轉型，並提供綠色設計誘因以落實零廢棄願景。此外，環境部與工研院合作開發數位產品護照平台，透過唯一產品識別碼整合物料成分與碳足跡數據。



資料來源：環境部資源循環署。

圖1 我國資源回收四合一計畫¹

此外，馬來西亞自 1993 年起成為巴塞爾公約成員國，對有害廢棄物進出口採取嚴格控管。目前其工業電子廢棄物管理體系相對健全，共有 128 家具政府認證回收設施，每年回收大量貴重金屬。針對家庭廢棄物，馬

來西亞正致力於從自願參與轉向強制性 EPR 計畫，透過國家級之收集日活動，年收集量已顯著提升。

越南、泰國與菲律賓則展現由政策驅動轉型之態勢。越南依據 2020 年環境保護法，



宣布自 2024 年起針對塑膠包裝、潤滑油產品、電子廢棄物等 6 種物質強制實施源頭分類與 EPR 責任，要求生產者負擔回收或財務義務。泰國目前面臨約九成廢棄物由非正規管道處理之困境，常涉及不安全拆解或露天焚燒。目前泰國政府正起草專門法律，導入強制

性 EPR 並禁止電子廢棄物進入生活垃圾桶，以期減輕重金屬對環境之衝擊。而菲律賓受限於群島地理，物流成本極高，目前正擬定管理準則，要求生產者成立生產者責任組織（Producer Responsible Organization, PRO）以強化回收體系。

應回收項目	塑膠包裝	鉛蓄與乾電池	潤滑油	輪胎	電子電器	機動車輛
種類	特定塑膠包裝	全部	全部	全部	全部	全部
實施年度	2024/1/1	2024/1/1	2024/1/1	2024/1/1	2025/1/1	2027/1/1

資料來源：Vietnam Update E-waste Management: Regulatory Framework and Implementation Progress 簡報。

圖2 越南EPR制度與實行日期²

美洲之技術雄心與政策實驗

拉丁美洲地區在本次會議中展現高度之技術導入意願，尤其是在人工智慧戰略與關鍵材料回收之布局上具備高度前瞻性。例如巴西作為 IEMN 年會東道國，展示完善之治理架構。其《國家固體廢棄物政策》將「反

向物流」列為核心機制，要求生產者分擔回收義務。在技術層面，巴西提出預算高達 42 億美金之國家 AI 計畫，將環境永續列為核心支柱，並成立中心監控 AI 設施之碳足跡與電子廢棄物產生量。此外，巴西重視拾荒者之社會集成，透過 PRO 組織如 Green Eletron 與 ABREE 建立全國收集網。

附表 智利電子產品、熱交換器及太陽能發電板回收目標³

年度	一般電子產品	熱交換器	太陽能發電板
第一年	3%	---	---
第二年	5%	---	---
第三年	8%	6%	10%
第四年	12%	9%	14%
第五年	16%	13%	18%
第六年	20%	17%	22%
第七年	24%	21%	28%
第八年	30%	25%	34%
第九年	37%	30%	42%
第十年起	45%	30%	50%

資料來源：WEEE Regulation in Chile (EPR) 簡報。

智利係拉美地區首個實施 EPR 框架法之國家，設定十年內太陽能板回收率達五成之目標。哥倫比亞則建立規範類別極廣之 EPR 模型，規範產品類別達 630 種。阿根廷目前雖處法規成形階段，但計劃導入數位產品護照以強化數據透明度。

此外，位於北美洲的美國在聯邦層級雖無統一法律，但各州扮演政策實驗室角色，目前聯邦政府重點推動循環經濟關鍵材料倡議，聚焦鋰電池與稀土回收。此外，「維修權」（Right to Repair）運動正於美國各州興起，賦予消費者維修權利以延長產品壽命。

AI與數位化重新定義全球回收產業

根據年會共識，數位轉型正重新定義全球電子廢棄物管理之效率與透明度，將環境負擔轉化為資源機會。首先，AI 自動化篩選與安全監測技術展現顯著優勢。傳統回收體系常受困於人力成本高與分類效率低。臺灣業者 AIRECO 展示利用合成影像訓練 AI 模型，達成 24 小時自動化分類，效率提升五倍且降低 80% 人力成本。此外，針對鋰電池火災風險，Visia.ai 業者研發 X-ray 與 AI 識別系統，能以極高準確率偵測隱藏在廢棄物中之鋰電池，顯著提升營運安全性及降低火災發生之風險。

而產品數位護照（Digital Product Passport, DPP）具備跨國界之鏈結作用。DPP 被視為連結產品生命週期各階段之關鍵，透過識別碼整合物料資訊、碳足跡與回收指南，

協助回收商進行安全回收並促進跨國循環貿易。這不僅符合國際 ESG 趨勢，亦是落實透明化管理之重要數位基礎。城市礦山開採技術則正朝向低能耗方向發展。電子廢棄物衍生物中，金屬含量比例極高，具備等同商品原料之市場價值，諸如生物冶金法之創新，為缺乏大型基礎設施之區域提供低門檻之資源化技術路徑。

未來展望與商機

2025 年 IEMN 聖保羅年會成果顯示，數位技術與 EPR 法制業已成為推動全球資源循環之雙引擎。臺灣產業應充分運用國內健全之租稅抵減與補助計畫等政策工具，加速前瞻回收技術之研發與出口。藉由輸出高效率之自動化分類系統與具透明度之數位產品護照，臺灣不僅能解決國內廢棄物問題，更能引領全球電子廢棄物管理邁向數據驅動之新時代。未來強化區域間之數據互操作性與人才培力，將是實現全球永續發展目標之關鍵所在。

附注

1. 環境部資源循環署（2026）。資源回收四合一計畫。
<https://www.reca.gov.tw/RecyclingOperation>
2. Le, N.G. (Sep. 17, 2025). Vietnam Update E-waste Management: Regulatory Framework and Implementation Progress. 2025 International E-waste Management Network annual meeting.
3. Maluenda, P. (Sep. 17, 2025). WEEE Regulation in Chile (EPR). 2025 International E-waste Management Network annual meeting.