



從供應鏈到供應網

產業跨域合作實踐循環經濟

面對天然資源枯竭與氣候變遷危機，全球掀起循環經濟浪潮，透過創新的商業模式、材料與產品設計、製程優化、產業共生等手法，促使不同產業都可以大幅提高資源生產力並實現零廢棄。首屆「亞太循環經濟論壇」中，業界代表即提出產業如何協力，透過供應鏈、供應網達成循環經濟的理想。



促進產業循環共生，首屆「亞太循環經濟論壇」邀請業界代表針對供應鏈、供應網提出專業見解，百家廠商組成「臺灣循環經濟大聯盟」，為臺灣加值加分。

撰文／張筭

首屆「亞太循環經濟論壇」10月中在南臺灣登場，透過專題講座、產業交流分享與實地參訪，探討循環經濟趨勢策略和方法。有鑑於電子與化工產業在循環經濟中的關鍵位置，特別邀請臺灣永續供應協會（TASS）、國際半導體產業協會（SEMI）、臺灣電路板協會（TPCA）等業界代表，以「產業共生及跨域合作：從供應鏈到供應網」為題進行分組座

談，分享產業近年來在循環經濟的實踐與研發成果。

座談主持人工研院副院長彭裕民指出，臺灣缺乏天然資源、卻有豐厚創新研發人才與能量，循環經濟將是極佳的機會。尤其臺灣是電子產業鏈樞紐，電子產業錯綜複雜的加工製程，亟需跨領域合作、交流、參與及行動，相關產業鏈才能共同體現環境保護，成就永續發展的契機。

跨業共享資訊流 找尋循環經濟新模式



臺灣永續供應協會
秘書長
顏俊明

傳統生產、消費、廢棄的線性經濟，讓全球電子與塑膠廢棄物高速成長，要從線性經濟轉變為資源可充分循環利用的循環經濟，將為電子產業供應鏈的生態帶來革命性的轉變。

「但每一供應商會因著行業別、產品內容、規模大小的差異，而有不同的思考和發想。」臺灣永續供應協會（TASS）秘書長顏俊明以半導體產業為例，由於產品十分精密，對於包材包裝的要求嚴格，甚至連紙箱都要經過碰撞測試，都會影響廠商回收的意願和效益。因此TASS成立以來就積極建立化學品永續材料資訊標準，努力整合供應管理、運籌資訊的共享，但跨業合作非常辛苦，每每牽涉到業務面和資訊揭露的問題。

「人才、技術與團隊三個面向缺一不可，」顏俊明說，TASS今年9月號召15個公協會，正式組成「15T臺灣永續供應循環經濟聯盟」，除了原本的半導體供應鏈，還橫向鏈結了台塑、中鋼等等不同產業類別，希望透過激盪，資訊的交流，找尋循環創新經濟模式。

臺灣電路板產業發布 循環經濟策略發展藍圖



臺灣電路板協會
環安衛委員會召集人
黃林成

「電路板是電子產業之母，從小家電到高科技產業都需要電路板，」臺灣電路板協會（TPCA）環安衛委員會召集人黃林成指出，構成智慧型手機的原料含有金、銀、銅及其他60多種高價金屬，估計智慧型手機製造業整體消耗全球約1%的能源，相當於印度一年的耗電量，對地球環境的衝擊非常巨大，也突顯資源循環利用的迫切性。

黃林成指出，印刷電路板製造過程中所產生的下腳料、廢液、終端產品報廢後，回收的電路板都能再生，甚至連樹脂、玻纖布等材料都可以回收再利用；但回收、再生的過程仍面臨二次汙染、效率不佳、投資金額大等問題，有些客戶則因為零組件精密度的要求，製程中不容許使用回收水或再製品，也增加循環利用的難度。

黃林成表示TPCA在過去幾年來，致力推動產業綠色競爭力，發表電路板產業發展白皮書，將「環保」列入產業三大願景之一，已陸續完成印刷電路板業清潔生產



評估系統指引、成立電路板環境公益基金會，並委託工研院盤點出印刷電路板22道製程，總計產生48項廢棄物品項，其中有39個品項可回收再利用，占整體的81%。

2019年TPCA再與臺灣電路板環境公益基金會（TPCF）共同發布「臺灣電路板產業循環經濟策略發展藍圖」，透過產、官、學、研的跨域合作，從技術面、法規的修訂、商品驗證與市場出口等商業面角度共同努力，達到資源充分再用的循環經濟理想。

臺灣推動循環經濟 具有標竿意義



國際半導體產業協會
全球行銷長
暨臺灣區總裁
曹世綸

「高科技製造業一直是臺灣重要的經濟基礎，半導體更是當中的指標，」國際半導體產業協會（SEMI）全球行銷長暨臺灣區總裁曹世綸表示，隨著5G、物聯網、量子電腦、人工智慧等創新應用時代的來臨，預估到2025年全球聯網裝置會超過800億台，這固然會為電子業帶來龐大商機，但設備的更新，也會產生龐大的電子垃圾，不只如此現階段半導體產業循環經濟所要面對的是缺乏結構性的回收系統，包括電子產品的設計時，就注定了拆卸不易、維修成本過高以及個資外洩的考量，使用者傾向直接汰舊、更換新品，導致大量資源被製成產品後，又迅速成為廢棄物。

曹世綸指出，循環經濟有別於傳統「採集資源、製造產品、廢物丟棄」的線性模式，是強調將能資源「循環利用」的產業永續發展型態。除了台積電外，目前國內已有不少一線大廠起步落實循環經濟。2017年初由國內封測業者成立的「臺灣永續供應協會」，在日月光等大廠帶領下，開始邁向循環經濟之路；此外，也有面板業者投入廢棄物再利用的行列，把省下的支出投入跨領域發展，無異是為企業開啟了另一扇窗。

實踐綠色化學 榮化幫客戶做循環經濟

石化產業是多數製造業的上游，也被視為是扭轉線性經濟的關鍵。李長榮化學工業營運長李啟志，分享老牌石化公司李長榮集團，以數10年時間進行高值化轉型的經驗，實踐綠色化學理念，成為臺灣唯一能自行研發、生產電子級異丙醇（IPA）、丙酮的本土業者。

「循環經濟須以創新為基礎，李長榮化工10幾年前就採取革命性製程，一腳跨入了循環經濟的領域，」李啟志表示。隨著臺灣環保法規逐步加嚴，客戶反應廢棄物列管申報繁雜，為解決客戶痛



李長榮化學工業
營運長
李啟志

點，李長榮顛覆傳統商業模式，協助回收廢液，逐步建立與客戶間逆向物流系統。自客戶端回收含異丙醇廢水，一方面將廢水回收再使用，另一方面將廢水中的異丙醇純化再製。

2016年起李長榮化工率先將「膜生物反應器設備（MBR）水處理系統」，應用於回收高雄廠及小港廠之化工製程廢水，日處理量達1,000噸，有效回收再利用高達90%以上；在高值產品研發上，李長榮化工運用超過40年聚丙烯生產研發經驗，開發出的泡聚丙烯（PP），不僅抗震、抗壓、隔熱，更可以100%回收再利用，為最新型環保輕量材料，應用於臺南及嘉義沿海養蚵用的蚵棚浮具，顆粒不易脫落、不吸水、還能抗紫外線，可望取代傳統保麗龍蚵棚浮具，解決多年來因保麗龍破損而造成海岸的「白色汙染」。

開發高值碳材料 中油布局儲能



臺灣中油
股份有限公司
煉製研究所博士
張家林

全球暖化及能源情勢日益嚴峻，臺灣能源政策導入綠色再生能源，規劃2025年達成再生能源占總能源配比20%的目標。身為能源供應來源之一，中油也在積極布局，迎向新能源時代的挑戰與契機。

「再生能源為間歇性能源，須搭配儲能裝置，才能被穩定應用，未來鋰電池的需求大，」臺灣中油股份有限公司煉製研究所博士張家林指出，看好儲能裝置的潛力，中油持續投入研發，現已掌握鋰電池負極材料關鍵技術。

張家林表示，中油11年前就開始進行重質油去化的規劃與研究，近年來已能夠利用煉化廠塔底油開發出「儲能碳材」與「浸漬瀝青」兩大類高值精碳材料。其中，儲能碳材方面研發出「中油軟碳材料」，具有在快速充放電下長壽命、高安全性及一般使用下超長循環使用壽命等特性，產品表現甚至比日系產品更優越，非常適用於電動機車，這項研發成果還在2018年獲得國家新創獎殊榮。

而浸漬瀝青則是碳材料生產中常用的一種增密補強劑，廣泛應用於機械、冶金、電子、核能、航空、國防等領域。張家林表示，中油秉持綠色共生的永續思維，將煉油所衍生的副產品，作更高質化的開發利用，這也是臺灣甚至全世界石化產業的大趨勢。■