



先進工程材料－專輯序言

柏林股份有限公司品保部代副理 / 黃漢堯
柏林股份有限公司總經理 / 陳哲生

若老子的道德經是唯心論最美麗的序言，那古羅馬詩人，同時也是哲學家的Lucretius所創作之De Rerum Natura, On The Nature of Things就是唯物論最浪漫的前曲。不同於「道可道非常道」，Lucretius主張以原子為礎的物質宇宙裡，決定論為本的知識不僅常可道，更是進步的磐石。這微渺世界觀的思維差異是造就東西方文化演進時巨大不同的關鍵之一，也為東西方的科學發展帶來本質上的差異。

科技的發展與材料息息相關，而工程的突破更需要仰賴材料科學，本次專欄很榮幸邀請到學界與產業界的材料科學權威來分享其研究發展結果，學界方面由「跨維綠能材料中心」(Hi-GEM, Hierarchical Green-Energy Materials Research Center)、「工研院產業科技國際策略發展所 (ITRI- IEK) 及材料與化工研究所」、「金屬工業研究發展中心」等單位執筆；業界方面則由產業龍頭「中國鋼鐵」與「中鋼鋁業」技術發展單位

執筆，共分為七篇文章，內容包含了金屬材料、複合材料、循環經濟再回收材料、電池元件材料及材料發展趨勢等，讓讀者能藉由不同的產業與機構的觀點，廣泛地了解目前材料的需求與發展的趨勢、瓶頸與機會。

首先，工研院材化所「全球碳中和趨勢下臺灣材料產業的新契機」，說明因全球氣候變遷，碳中和議題成為國際共識與永續發展的首要目標，文中整理2050年達到淨零排放目標的國內與國外做法，國際間減碳有二十大做法：

1. 能源結構的調整，大幅提升能源效率，擴大再生能源，發展新興能源技術與應用。例如：氫能、低碳合成燃料、材料輕量化與循環經濟等。
2. 產品生產製造模式的改變，從產品生命週期碳足跡著手，包括提升材料使用效率、生產製程效率以及產品壽命終止廢棄再循環率，發展低碳 / 零碳新材料技術、新製程優化設計、新商業模式等。



國內方面，政府也要求各部門進行評估，並針對製造部門的碳排放，提出以下解決策略並逐步執行：

1. 能效提升：節能 / 能源管理、能資源整合、智慧化能源管理等。
2. 燃料轉換及電氣化：轉換低碳燃料（天然氣）、廢棄物衍生燃料、氫能、製程及供熱設備電氣化等。
3. 循環經濟：廢棄物循環材料高值應用、再生料替代原生料、CO₂ 捕獲再應用、汽電共生園區能資源整合等。
4. 創新技術：模組 / 材料 / 製程重新設計、製程 VOC 削減技術等。

第二篇為工研院IEK單位文章「亞洲地區碳纖複材之應用市場及技術發展趨勢與方向」，主要是針對材料輕量化的趨勢提出方案，文中提到在全球汽車輕量化以及亞洲鼓勵燃料電池車發展趨勢下，未來在燃料電池車將大幅成長，碳纖複合材料在汽車領域的應用預計將以年複合成長率超過20%的速度增加，成為2030年亞洲最主要的碳纖複材應用。管線與氣瓶之碳纖複材應用預估也將以年複合成長率30%以上的速度成長，「碳纖複材氣瓶的自動纏繞加工法」與「易加工可回收複材氣瓶」成為近期碳纖複材領域廠商技術開發的重點項目。

第三篇為中鋼鋁業文章「鋁軋延材新應用趨勢」，同樣是針對材料輕量化的趨勢提出方案，因未來材料輕量化的需求，中鋁積

極拓展各項鋁軋延材的新應用絲路，同時以交通運輸部品、重要半導體設備元件，以及民生消費性電子零件等為三大主軸，深耕發展各項鋁軋延材之基礎技術，包括輕量化鋁製車身鈹金、電動車儲能用鋁材、高強度耐海洋蝕性船用鋁板、重要半導體設備元件與民生消費性電子零件等，以達成節源、經濟與環境永續經營之目標。

「改質轉爐石在工程材料與循環經濟之應用」一文，中鋼提出針對循環經濟趨勢的解決方案，中鋼集團發展熟渣改質技術，其所產出之改質轉爐石可徹底消除游離氧化鈣等膨脹因子，其經過破碎再利用仍可維持體積穩定，具有多元資源利用潛力。改質轉爐石因具體積安定性，經證實可用於道路工程、高壓混凝土鋪面磚、非結構性水泥製品、鐵路道碴及人造建材等用途，未來除期望協助集團轉爐石產品資源利用，達成「使用者滿意、社會大眾安心、資源有效應用」之目標，擬朝向加值化及高值化發展，以創造外界使用誘因，增進推廣之經濟性，以落實政府循環經濟理念。

第五篇為Hi-GEM中心所撰寫「高效能膠固態電解質在先進電池元件的應用」，同樣延續環保議題的重要性、電子產品、電動汽車的蓬勃發展，對於儲能及產能裝置有著大幅上升的需求。首先，文中簡述鋰電池及染料敏化太陽能電池的電池化學、以及近年來電解質材料方面的進展與目前所遇到的挑



戰。Hi-GEM說明膠固態電解質可以解決電池在長期使用下，封裝材料的老化會造成電解質中的溶劑揮發與洩漏的問題，以及鋰離子電池中鋰金屬在負極上枝晶生長的問題。這些現象不只降低電池壽命，甚至造成使用的安全性問題。但製程上仍存在技術瓶頸無法使膠/固態電解質全面商品化。目前仍需就幾個面向去進行進一步的了解及研究。

1. 離子傳輸的機制：雖然對於鋰電池內的各個反應介面已有開始建構探討，但對於固態電解質與固態正極間的探討仍需持續琢磨。
2. 穩定鋰金屬電極：鋰金屬電池易生成枝晶狀的鋰，故如何設計電解質有效地調節其沉積行為和了解鋰成核及枝晶生長的機制至關重要。
3. 膠 / 固態電解質的製程規模放大：現址凝膠製程及固態電解質 Roll-to-roll 製程可以實踐商業化的目標，但技術的機遇和挑戰並存。
4. 安全性及能量密度的提升：關乎電極與電解質材料的選擇與匹配。

金屬工業研究發展中心文章「先進功能性金屬材料創新應用趨勢」，同樣地，因環保意識抬頭，各國大聲疾呼產業應用應快速朝向發展綠能，達到減少溫室氣體排放，同時要進行節能，期望各國2050年完成碳中和的目標。因此，永續發展成了當前產業最需要考量的議題；輕量化，正是金屬產業目前發展最主要的目標。另一方面，全球正經

歷著製造業區域化、碳中和、大規模傳染病等，造成供應鏈中斷、原物料價格上漲、資通訊產業加速發展、防疫抗菌受到重視、太空相關產業快速興起等等，使得功能性金屬材料的開發需求大增。本篇回顧性文章介紹了先進鋼材、先進鋁材、新型銅合金與非鐵基金屬複合性材料的開發，以及得到的性質及應用領域，期望讀者能快速了解到最近的產業發展趨勢及相關金屬材料的應用。

最後則為金屬工業研究發展中心文章「太空產業用鈦金屬發展現況與趨勢」，因近年來，人類加快了探索太空的腳步，且因應5G與太空商業化趨勢的發展下，亦帶動衛星與火箭的蓬勃發展，然而太空環境十分複雜，因此在設計上不僅需考慮結構的特點，更須注重材料的選擇與使用。本篇文章介紹目前鈦金屬於太空產業之應用現況以及鈦合金的新進展，包括

1. 鈦鋁界金屬
2. 鈦基複合材料
3. 添加微量元素（矽、硼、碳）

臺灣過去以金屬基礎工業技術聞名於國際，深厚的材料研發與加工製程能力也讓臺灣許多中小企業成為SpaceX供應鏈的重要夥伴，未來隨著太空產業而帶動之太空經濟，臺灣廠商在這場星際戰爭中一定不會缺席。

透過上述專欄文章可以發現目前材料發展的驅動力，大多是圍繞著解決氣候變遷所



帶來的溫室效應問題，即達成全球主要國家的減碳目標 - 2050年碳中和，也可以很清楚的了解材料發展趨勢走向輕量化、節能、環保可回收、功能性提升、低碳、效率提升等特性。期盼讀者能透過本次專欄，對於未來自身工程領域材料的選用與應用能有進一步的幫助。

最後，科技的發展，不論是從冷聚變的清潔能源到光學電腦的量子運算，亦或是以運算力為核心的文明2.0，這些科技的工程實現都需要仰賴材料上的突破。然而，不同於虛擬運算世界不受限於自然法則，現實世界中材料永遠需服從自然法則。所以，材料科學家的本職比電腦科學家更艱辛也更具挑戰性，讓我們獻以最響亮動聽的掌聲，感謝這群讓未來科技得以實現的材料菁英，那輝煌閃亮的未來因為有您，不只「將來」，而是「必來」。