



稀土戰略崛起， 自主稀土供應鏈建立迫在眉睫

李宗銘 T. M. Lee

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 所長

學歷：國立清華大學(NTHU) 化學工程系 博士

專長：光電高分子材料、奈米混成技術、循環經濟

大家都隱約知道稀土很重要，大概也都知道稀土現在主要還是被中國把持著，但再細究下去，除非是比較專業的先進，要不真想要說出個所以然，包括稀土到底是什麼？重要在哪裡？稀土為什麼會被中國寡占？既然重要，為什麼歐美日強權會放著讓中國操控？等種種疑問可能還真不容易很快地解釋清楚。

即便現在稀土的確算被中國壟斷，不過很少人知道，台灣雖然欠缺天然資源，但在70年代，台灣還曾經有利用西南沿海特有之獨居石海砂，分離提取稀土材料的特殊歷史，只是後來中國改革開放後，大量傾銷稀土賺取外匯，台灣才收掉稀土提取廠，一如過去美國由稀土出產國，到全面關閉稀土提煉廠一般，都是基於商業因素考量。但現在大環境已幡然改變，特別是稀土由於在國防、通訊、綠能，甚至淨零減碳需用之大量高能效電機元件的配方與功能設計上，皆有著不可取代之重要性，因此世界主要經濟體，皆將稀土視為維持未來國力與民生之重要戰略物資，而不再單純從商業與成本競爭的角度去評價發展需要。

目前世界上仍僅有少數國家可生產高純稀土材料，且80%以上之供應鏈與中國有關。2017年中美貿易戰開打後，半導體與關鍵原物料議題首先開始發酵；2021年的COP26與巴黎協定，再將淨零減碳與電動車議題擴大；繼而因2022年烏俄戰爭推波助瀾，將歐盟帶入能源困境，並使能源、國防與關鍵礦物資源掌控，外溢變成全球主要經濟體皆視之為國家生存之必要自主能量。其中各環節所圍繞之重要主角，都離不開稀土這17個元素及其化合物，一旦短缺或出現斷鏈，將會嚴重影響國家安全與產業發展。包括美國、日本、歐盟等，皆在2010年稀土貿易戰與中國限制稀土出口時期，吃過悶虧，因此早已將稀土元素視為戰略資源，從國家經濟角度，制訂各式確保稀土材料供應無缺之國家發展戰略，進行儲料、減量或替代材料等措施，進行自保。再回首看看台灣現況，以影響最直接之稀土永磁材料為例，台灣每年所需要的稀土永磁材料半成品，幾乎全數由國外進口，且95%以上來自中國，如何分散與降低風險，一直受到關注。

工研院做為台灣最重要之產業技術研發單位，配合行政院「六大核心戰略產業推動方案」，協助政府建構確保關鍵物資供應的民生與戰備產業，特別是當稀土材料已成為全球競爭與產業安全之高風險戰略物資，且與綠能應用及綠色高效動力等高減碳產業發展息息相關，更應思考如何建立自主稀土產業供應鏈，以穩固經濟與國家安全。在經濟部技術處支持下，工研院材化所於2023年正式啟動「稀土原料自主化關鍵技術與應用開發計畫」，規劃以四年期程，從「複雜稀土氧化物分離與純化技術」、「稀土金屬高純提取與合金化技術」、「關鍵稀土材料元件化與驗證技術」等三大面向著手，以多元稀土料源取得為基礎，建立單一高純稀土氧化物、稀土合金與配方化技術，並期建立完整實驗研發線，同時完成自製稀土產品產業應用驗證。

在稀土自主化技術布局上，除了料源與產品品質外，環保一直是備受關注的重點。稀土提煉的起點，無論是一次資源（礦物資源）或二次資源（回收資源），均須經過濕法冶金處理，然而伴隨而來的廢酸、廢鹼、廢鹽與廢水等問題，卻一直困擾著全球生產者。因此，材化所研發團隊將致力探討利用過去在半導體與光電產業累積的廢棄循環優秀成果，轉移至未來的稀土提煉上；另外，稀土元素具有極大的氧親和力，材化所團隊亦將研究利用過去在金屬電化學與純化精煉的實績，轉化到高清淨稀土合金製造上。這些都是我們後續將為產業界先行投入與布局之重點，而與所有自主技術研發關連之生產機構與設備，未來也會朝全面落實本土化而努力。

利用此次特刊機會，計畫團隊中之材化所與綠能所核心同仁，將分享稀土研發規劃之重要策略方向以及相關國際研發最新進展，介紹屬於環保型稀土分離提取之「低濃稀土綠色提取技術」及「高效稀土萃取技術」；屬於節能與高品質稀土合金製造之「低能耗熔鹽電解技術」與「高清淨稀土合金粉末技術」；屬於稀土應用強化與創新之「稀土永久磁石技術」、「稀土觸媒催化聚合技術」、「液相過氧化物稀土輔助處理技術」及「半導體用稀土ALD前驅物技術」等。另外亦邀請工研院產科國際所的趨勢觀察專家，為大家剖析稀土市場現況；更難能可貴的是，請出長期觀察兩岸與國際稀土動態與情勢之稀土達人，現任臺灣稀土及稀有資源應用產業聯盟的海中雄召集人，為文解析近期國際稀土產業與政情發展動態。藉由這些寶貴之技資分享，希望持續擴散稀土科普知識，建立綠色材料提純、循環與新應用技術之思維與概念，並收拋磚引玉之效。更期待未來能有更多產學研先進共同投入，攜手為台灣稀土產業的自主與創新努力開路。📍