

物理系師生學術量能大爆發 研究成果連登頂尖國際期刊

學習新視界

【張瑜倫淡水校園報導】物理學系近期持續展現研究量能，多位師生攜手國際傑出團隊，在材料科學、量子物理與高效能運算等領域取得重要突破。相關研究成果接連刊登於國際知名學術期刊，不僅獲登期刊封面，更入圍素有「超級電腦界諾貝爾獎」之稱的ACM Gordon Bell Prize決賽。

鋰電池技術里程碑 王孝祖團隊揭高電壓穩定機制

在綠能轉型與電動車產業蓬勃發展的當下，提升電池能量密度與壽命是全球科學研究的核心焦點。物理系副教授王孝祖帶領碩一生張億宏、李奇峰，與特聘講座教授彭維鋒合作，針對「富鋰錳基 (Lithium-rich manganese-based, LMR)」正極材料進行深度研究。該成果發表於國際材料重要期刊《ACS Applied Materials & Interfaces》(影響因子8.2)，並獲選為期刊封面。

富鋰錳材料雖被視為提升能量密度的優選，但長期以來面臨高電壓操作下氧釋放與結構退化的瓶頸。王孝祖研究團隊的核心突破，在於運用本校與國家同步輻射研究中心共同建造的「掃描式穿透X光顯微術實驗站 (Scanning transmission X-ray microscopy, STXM, TPS 27A1)」，透過奈米級的空間解析能力，首次直接觀察到顆粒表面與內部電子結構的細微差異。

王孝祖說明，研究發現在經過表面修飾的材料中，形成了一種「 π 型超交換 (π -type superexchange)」自旋交換機制。此機制建立了更穩定的電子耦合路徑，有效抑制氧化還原過程中的不穩定反應，顯著提升材料的高電壓穩定性。

本論文的關鍵STXM數據與結論均於TPS 27A1產出，王孝祖感謝學校提供優良的研究環境，也特別致謝彭維鋒對此實驗站建置與技術指導的貢獻，以及同為物理系校友的國輻中心助研究員許紘瑋在建造及實驗上的付出。這項臺美國際合作研究，成功串聯美國通用汽車 (General Motors) 電池研發部門與密西根大學材料系，結合產業實務需求與基礎電子結構分析，從材料設計、電化學測試到奈米級先進光源研究，建立完整的跨國研究鏈結，為下一代高能量密度電池設計提供關鍵參數。

參與研究的張億宏與李奇峰表示，儘管研究過程繁雜且需歷經無數次反覆論證，但看見辛苦成果榮登國際期刊封面，所有的努力皆化為無比的成就感，更加堅定自己未來的研究路線。

量子材料新視野 薛宏中與許誌恩引領理論創新

在量子材料與低維電子系統領域，物理系教授薛宏中與校友、博士後研究員許誌恩攜手國際團隊連番出擊，共創多項矚目成果。兩人與美國南加州大學、國立臺灣大學合作，針對Wigner晶體激子與原子級MoS₂電漿子的新穎物理機制發表了兩項重要研究。

首先，薛宏中與許誌恩聯同南加大教授李爭路（Zhenglu Li），在美國國家科學院院刊《Proceedings of the National Academy of Sciences》（影響因子10.6）揭示了廣義Wigner晶體激子在莫爾異質結系統中的形成機制。這項研究運用先進的第一原理GW多體微擾理論計算，精準捕捉強庫倫交互作用下電子-電洞對的晶格化態，證實透過超晶格勢壘的調控，激子態可在室溫下維持穩定，並展現優異的光電性質，為光電感測元件與可調控量子材料的開發開闢了新途徑。

緊接著，兩人與今年1月甫畢業的物理系校友許詠甯，進一步與臺大凝態科學研究中心主任朱明文的實驗團隊，在《Physical Review Research》（影響因子4.4）發表關於單層原子級MoS₂的研究，發現其具有超高速長波長電漿子傳遞特性，可深化對於低維材料電漿子物理的認知，對於未來開發高速太赫茲偵測器與納米光子學元件具有高度影響力。

除了理論創新，許誌恩更在全球高效能運算（HPC）領域寫下歷史新頁，他以關鍵成員身分參與BerkeleyGW團隊計畫，成功在美國ORNL Frontier與ANL Aurora超級電腦上，達成突破 1.069 ExaFLOP/s的運算效能。

薛宏中表示，該研究模擬了超過17,000個原子的電子-聲子耦合多體問題，成功入圍全球高效能計算領域最高榮譽——ACM Gordon Bell Prize決賽。許誌恩是歷年來首位入圍該賽事的臺灣學者，這不僅驗證了淡江物理在超級電腦模擬技術上的國際水準，更為超導體與強相關系統的材料研究提供了強大動能。

奈米材料成像突破 李啟正發表於《Nano Letters》

物理系副教授李啟正與日本金澤大學助理教授山口直也、教授石井史之，以及東京大學教授尾崎泰助，跨國合作發表於國際頂尖期刊《Nano Letters》（影響因子 9.9），提出一種名為「Giant Molecule Band Unfolding（巨分子能帶展開）」的新方法，能重建奈米材料的能帶結構。

研究揭示，奈米材料的電子結構具備類似無限延伸系統的「能帶」特徵，猶如電影《蟻人》中微觀環境被無限放大的量子現象。李啟正表示，這項「十年磨一劍」的研究構思可追溯至十餘年前，當時他與山口直也從最初的基底函數設計到程式開發，歷經長期推動，最終成功開發新方法。



