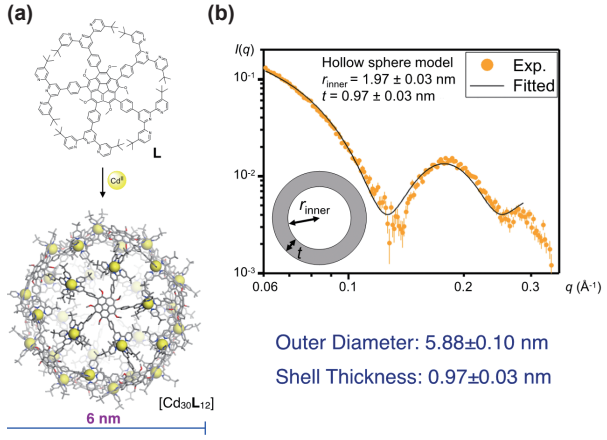
利用含碗烯之配位基實現仿生病毒殼體的二十面體自組裝結構

病毒殼體是由許多蛋白質的小單元所組成，其形貌大多呈現具有二十面體對稱的似球體結構，規整的二十面體是蛋白質組裝成封閉球體的最佳路徑。受到病毒殼體自組裝的啟發，台灣大學化學系詹益慈教授、以色列理工學院化學系 Ehud Keinan 教授及交通大學應用化學系王建隆教授共同合作，利用具五重對稱的碗烯與聯三吡啶建構組裝基元 (L)，透過與鎘離子的錯合反應，首次實現含碗烯金屬超分子二十面體 ($[Cd_{30}L_{12}]$) 的自組裝 (圖 (a))。由於此類巨型分子的單晶培養不易，造成其結構鑑定非常困難，為突破此一瓶頸，研究團隊使用 TLS BL23A1 光束線進行小角度 X 光散射實驗，根據該分子在乙腈溶液中的散射圖譜與理論模擬，成功獲取金屬超分子二十面體在溶液態中重要的結構訊息 (圖 (b))。



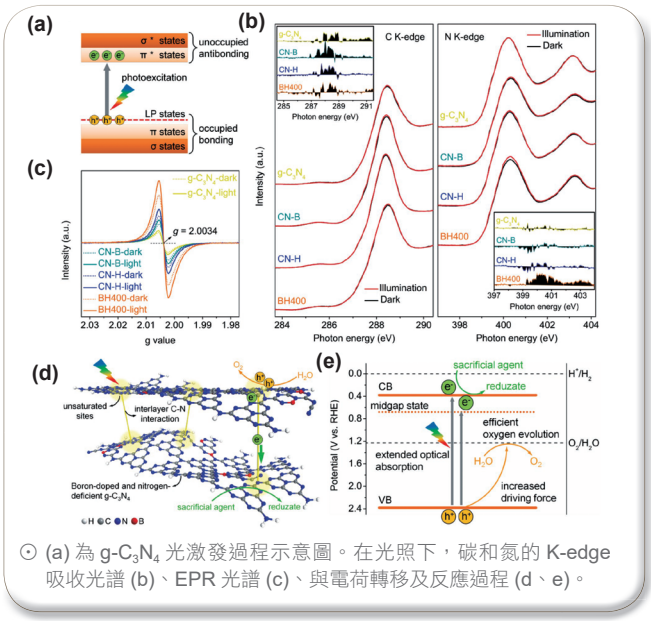
⊙ (a) 含碗烯鎘金屬超分子二十面體的自組裝。
(b) 小角度 X 光散射實驗圖譜與理論模擬結果。

參考文獻：

Y.-S. Chen, E. Solel, Y.-F. Huang, C.-L. Wang, T.-H. Tu, E. Keinan*, and Y.-T. Chan*, "Chemical Mimicry of Viral Capsid Self-assembly via Corannulene-based Pentatopic Tectons", Nat. Commun. **10**, 3443 (2019).

硼摻雜與氮缺陷協同增強石墨相氮化碳光催化析氧性能

西安交通大學國際再生能源研究中心沈少華教授與淡江大學物理系董崇禮教授共同合作，通過調控 g-C_3N_4 電子結構來調制其能帶結構及載流子傳輸，從而增強光催化製氧性能。在硼雜質與氮缺陷同時引入到 g-C_3N_4 分子結構中，有效地增強其可見光吸收能力，提高水氧化的能力，原位 X 光吸收光譜研究指出，硼雜質與氮缺陷改變了 g-C_3N_4 導帶和價帶的位置，可有效地吸收可見光。另外，改質後的 g-C_3N_4 有較多的活性位點及電子未佔據態，在層間的 C-N 相互作用下，光生載流子能有效地傳輸。硼摻雜物和氮缺陷之間的協同作用，使得改質後 g-C_3N_4 有良好的光催化能力。此研究使用 TLS BL20A1 光束線。



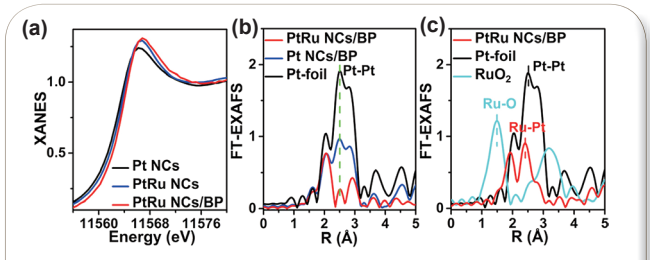
⊙ (a) 為 g-C_3N_4 光激發過程示意圖。在光照下，碳和氮的 K-edge 吸收光譜 (b)、EPR 光譜 (c)、與電荷轉移及反應過程 (d、e)。

參考文獻：

D. Zhao, C.-L. Dong, B. Wang, C. Chen, Y.-C. Huang, Z. Diao, S. Li, L. Guo, and S. Shen*, "Synergy of Dopants and Defects in Graphitic Carbon Nitride with Exceptionally Modulated Band Structures for Efficient Photocatalytic Oxygen Evolution", Adv. Mater. **31**, 1903545 (2019).

具有高效率鹼性電催化析氫活性的黑磷 / 鉑釕奈米團簇電催化劑研究

電催化水分解製氫是工業產氫領域最重要的方法之一，因此尋找高效率的水分解電催化劑是目前的研究重點。然而在鹼性條件下，大多數電催化劑的水分解能都較高，導致其產氫效率較低，成為制約其廣泛應用的主要瓶頸之一。中南大學物理學院劉敏教授、何軍教授、材料學院齊衛宏教授、大連理工大學物理學院周思教授及本中心實驗設施組詹丁山博士，使用 TLS BL01C1 光束線來研究黑磷 / 鉑釕奈米團簇複合物。研究發現，黑磷與鉑釕奈米團簇間電子的相互作用能顯著地降低其水分解能和氫的吸附能力，進而顯著提升析氫能力，在過電位 -70 mV 時的電流密度比商業用的鉑碳要高一個數量級。



⊙ (a) Pt-NCs、PtRu-NCs 和 PtRu-NCs/BP 的 Pt-L3 吸收邊 X 光吸收近邊結構。
(b) Pt-NCs/BP、PtRu-NCs/BP 和 Pt 的 Pt-L3 吸收邊 X 光吸收精細結構。
(c) PtRu-NCs/BP、Pt 和 RuO_2 的 Ru-K 吸收邊 X 光吸收精細結構。

參考文獻：

Y. Li, W. Pei, J. He, K. Liu, W. Qi*, X. Gao, S. Zhou*, H. Xie, K. Yin, Y. Gao, J. He*, J. Zhao, J. Hu, T.-S. Chan, Z. Li, G. Zhang, and M. Liu*, "Hybrids of PtRu Nanoclusters and Black Phosphorus Nanosheets for Highly Efficient Alkaline Hydrogen Evolution Reaction", ACS Catalysis **9**, 10870 (2019).