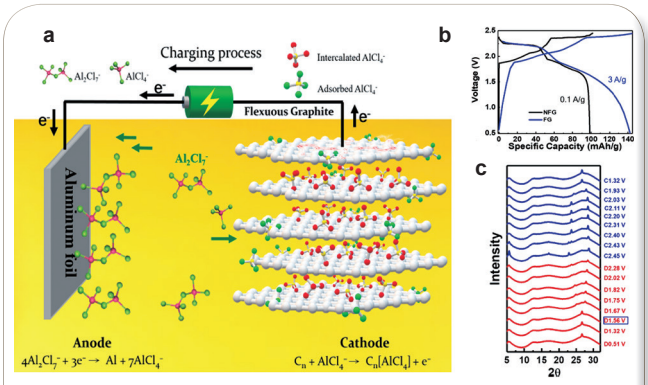
簡單的酸處理和高溫鍛燒後可以得到柔性石墨 (Flexuous Graphite, FG)，希望透過增加表面積的方式來達到提升電容量的效果。根據同步輻射臨場 X 光繞射 (XRD) 光譜的分析，瞭解且印證了以柔性石墨作為鋁離子電池陰極材料，在放電過程中因表面積的增加，可以達到增加電容量的效果，進而提供了一個簡便有效的方法來提升鋁離子電池的電容量。此研究使用 TPS 09A1、TLS BL01C2 和 BL23A1 光束線。



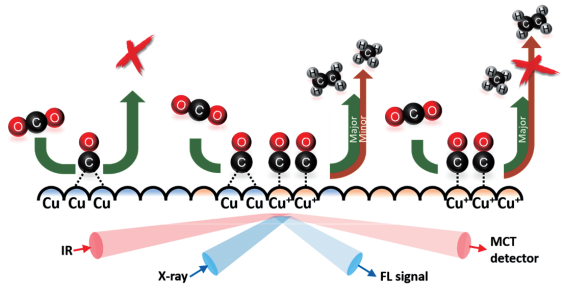
⊙ a 以柔性石墨做為鋁離子電池陰極材料插層及吸附機制示意圖。
b 以天然鱗片石墨和柔性石墨做為鋁離子電池陰極材料的充放電曲線圖。
c 臨場 X 光繞射光譜測量柔性石墨的 (002) 訊號峰隨著充放電的變化，藍色部分為充電反應、紅色為放電反應。柔性石墨的 (002) 訊號峰的位移是因為在充放電過程中 $AlCl_4^-$ 嵌入及嵌出石墨層間所致，特別是在電池放電到 1.56 V 時，訊號峰已回到原先 26.5° 的位置，表示在此電壓下之後放電所獲得的電容量為 $AlCl_4^-$ 吸附在柔性石墨表面所造成，對應到圖 b 可以得知透過表面積的增加電容量可以有將近 40 mA h/g 的提升。

參考文獻：

T.-S. Lee, S. B. Patil, Y.-T. Kao, J.-Y. An, Y.-C. Lee, Y.-H. Lai, C.-K. Chang, Y.-S. Cheng, Y.-C. Chuang, H.-S. Sheu, C.-H. Wu, C.-C. Yang, R.-H. Cheng, C.-Y. Lee, P.-Y. Peng, L.-H. Lai, H.-H. Lee, and D.-Y. Wang*, "Real-time Observation of Anion Reaction in High Performance Al Ion Batteries", ACS Appl. Mater. Interfaces **12**, 2572 (2020).

探討銅催化劑氧化態及其中間產物對電催化二氧化碳還原反應的影響

二氧化碳還原反應被認為是降低大氣中溫室氣體有效率的途徑之一，其中電催化二氧化碳還原反應能在還原二氧化碳的同時，將二氧化碳轉化成替代性能源及高附加價值的化學品。在許多的電催化劑當中，銅電催化劑可以將二氧化碳轉換成甲烷及乙烯等高附加價值化學品。由於銅電催化劑經由不同的改質過程會影響其二氧化碳還原的轉換效率及產物選擇性。臺灣大學凝態科學研究中心吳恆良博士的研究團隊與本中心科學研究組陳錦明博士、實驗設施組李志甫博士共同合作，利用實驗室自製電化學紅外光譜系統觀察改質後的銅電催化劑上反應中間物的不同，並使用同步輻射中心的 X 光吸收光譜，進一步發現催化劑的表面價態可以對中間產物 (一氧化碳) 的生成及吸附有不同的選擇性。這些選擇性會影響二氧化碳還原途徑進而產生甲烷、乙烯等產物。此研究使用 TLS BL20A1 和 BL17C1 光束線。



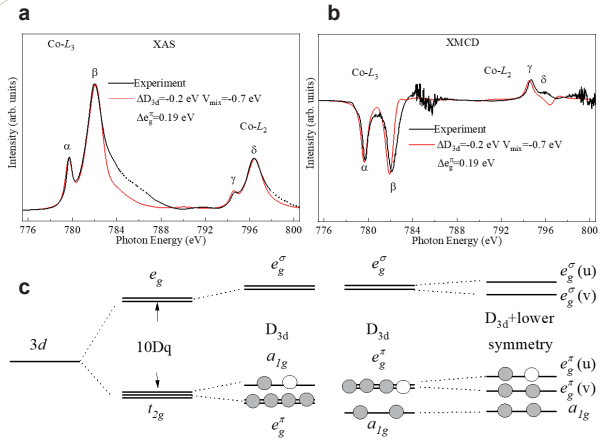
⊙ 不同銅電催化劑的表面價態及反應中間物對產物的影響。

參考文獻：

T.-C. Chou, C.-C. Chang, H.-L. Yu, W.-Y. Yu, C.-L. Dong, J. Velasco-Vélez, C.-H. Chuang, L.-C. Chen, J.-F. Lee, J.-M. Chen, and H.-L. Wu*, "Controlling the Oxidation State of the Cu Electrode and Reaction Intermediates for Electrochemical CO_2 Reduction to Ethylene", J. Am. Chem. Soc. **142**, 2857 (2020).

以X光能譜探究 $BaCoO_3$ 電子結構與磁矩的來源

$BaCoO_3$ 擁有類一維的二維結構，因此具有相當複雜的磁性表現。$BaCoO_3$ 在低溫出現鐵磁與反鐵磁的相變，而利用 Curie-Weiss 定律可估計鈷的有效磁矩；然而，實驗結果大於低自旋態的自旋磁矩，暗示鈷可能並非為低自旋態或是有非零的軌道磁矩。中正大學物理系秦伊瑩教授與德國 MPI-CPfS 的 Prof. Tjeng 研究團隊共同合作，使用 TLS BL11A1 與 SPring-8 SP12U1 光束線研究 $BaCoO_3$ 的電子結構，以釐清為何磁矩大於純自旋所貢獻的磁矩。根據圖 a 的 X 光吸收能譜，鈷確實為四價的低自旋態；然而，XAS 與磁圓偏振二向性 (X-ray Magnetic Circular Dichroism, XMCD) 的實驗數據與理論模擬 (圖 a 與圖 b) 指出，e_g^{π} 軌道並非簡併，因此 Co^{4+} 在 $BaCoO_3$ 中的對稱性應低於 D_{3d} (圖 c)，可能的原因為 e_g^{π} 軌道有序。而在 $BaCoO_3$ 中，一維鍊中的鈷間距相當短，因此造成 t_{2g} 能階反轉 (圖 c)，致使電洞佔據 e_g^{π}，繼而導致有限的軌道磁矩。



⊙ a $BaCoO_3$ 的 XAS 實驗數據與理論模擬。
b $BaCoO_3$ 的 XMCD 實驗數據與理論模擬。
c $Co^{4+}(3d^5)$ 在不同對稱性的能階。

參考文獻：

Y. Y. Chin, Z. Hu, H.-J. Lin, S. Agrestini, J. Weinen, C. Martin, S. Hébert, A. Maignan, A. Tanaka, J. C. Cezar, N. B. Brookes, Y.-F. Liao, K.-D. Tsuei, C. T. Chen, D. I. Khomskii, and L. H. Tjeng, "Spin-orbit Coupling and Crystal-field Distortions for a Low-spin $3d^5$ State in $BaCoO_3$", Phys. Rev. B **100**, 205139 (2019).