研究成果

｜探究多鐵材料之電極化方向的翻轉成因｜

物質的磁性和鐵電性質是凝態物理中的兩個重要現象，且在許多科技應用中扮演著關鍵角色。如果材料中同時存在磁性有序和鐵電有序，並強烈耦合，則稱此類材料為「磁電多鐵材料」，簡稱多鐵材料。然而「磁電」耦合似乎是不自然的，因為磁性和鐵電性質具有不同的對稱性，它們的「有序參數」(order parameter)對比鮮明、相互排斥，不共存於同一材料中。因此，尋找多鐵材料是一項重要又困難的工作，而凝態物理近年的研究，令人振奮地展現出多鐵材料的研發新契機。由於電場可以改變某些過渡金屬氧化物的磁性性質，且磁場亦可以改變其鐵電性質，這類氧化物的問世，終於實現了科學家「磁電耦合」的夢想。

$CoCr_2O_4$是一個相當重要的多鐵材料，其磁性結構呈現錐形螺旋狀的有序排列，並具有特殊的磁「鎖定相變」(lock-in transition)，當溫度變化經過14 K，或在低溫下且磁場改變方向時，都會造成電極化方向突然改變。目前科學界對磁性螺旋狀多鐵材料的認知為，在自旋有序的狀態下，其電極化方向決定於磁性結構的螺旋方向及其傳遞方向Q (spiral wave vector)的改變。然而，藉由NSRRC軟X光共振散射技術，本中心黃迪靖博士的研究團隊與美國Rutgers大學S. W. Cheong教授的研究團隊，發現$CoCr_2O_4$的電極化方向改變時，Q的方向並未改變，這項研究成果使得科學界進一步了解多鐵材料中磁性與電極化的耦合現象。此研究成果是利用本中心光束線05B3進行。

參考文獻：

Y. J. Choi, J. Okamoto, D. J. Huang, K. S. Chao, H. J. Lin, C. T. Chen, M. V. Veenendaal, T. A. Kaplan, and S. W. Cheong, "Thermally or Magnetically induced Polarization Reversal in the Multiferroic $CoCr_2O_4$", Physical Review Letters **102**, 067601 (2009).

｜發現還原維生素B2合成反應之關鍵機制｜

RibG為細菌的維生素B2合成酶群之一，由於能夠同時進行去氨基反應(deamination)和還原反應(reduction)，成為維生素B2合成的重要酵素，並為現今抗生素研發之重要標的。本中心用戶陽明大學廖淑惠教授的研究團隊，經由研究RibG與其基質複合物之晶體結構發現，在反應過程中所產生的中間產物，提供了此還原反應是經由薛福反應(Schiff base)的直接證據。同時證實維生素B2酵素基質之特異性，是由氨基酸第151序列的離氨酸(lysine)來調控。透過比對結構的方式發現，維生素B2合成酶群與臨床上很重要的葉酸還原酶，具有類似的蛋白結構、輔酶以及催化機制。此研究成果是利用本中心光束線13B1進行。

參考文獻：

S. C. Chen, Y. H. Lin, H. C. Yu, and S. H. Liaw, "Complex Structure of Bacillus Subtilis RibG. The Reduction Mechanism during Riboflavin Biosynthesis", The Journal of Biological Chemistry **284**, 1725 (2009).

｜透視細胞凋亡水解酵素4 (CRN-4)結構的秘密｜

據研究了解，細胞凋亡水解酵素4(cell death related nuclease 4, CRN-4)是在細胞凋亡時，參與染色體DNA降解(degradation)的蛋白酵素之一。為進一步了解CRN-4在DNA降解過程中所扮演的角色與功能，本中心用戶中央研究院分子生物研究所袁小玲博士的研究團隊，透過CRN-4分子的生化活性分析、細胞內的生理功能研究以及蛋白質晶體結構的解析，發現CRN-4為一雙聚體酵素，且在細胞凋亡時的生理條件下，可更有效率的降解雙股DNA。依CRN-4的結構分析，發現其具有兩個功能區：始端區為傳統的3’端至5’端DNA外切酶之功能區，末端區則是表面帶有負電荷且具有鋅離子的區域，其負責與DNA結合。藉由線蟲細胞凋亡的實驗，也證明這兩個功能區都參與細胞凋亡，在細胞內皆缺一不可。綜合上述的證據，我們瞭解到CRN-4在細胞凋亡時期，利用末端區的鋅離子區域結合染色體DNA後，再藉由始端區的DNA外切酶功能區來完成染色體DNA的降解，以達成讓細胞凋零死亡的目的。此研究成果是利用本中心光束線13B1和13C1進行。

參考文獻：

Y. Y. Hsiao, A. Nakagawa, Z. Shi, S. Mitani, D. Xue, and H. S. Yuan, "Crystal Structure of CRN-4：Implications for Domain Function in Apoptotic DNA Degradation", Molecular and Cellular Biology **29**, 448 (2009).

｜新型顏色轉換螢光體NTHU-7｜

NTHU-7是第一個金屬活化中心不參雜任何的鎵草酸亞磷酸鹽，但卻適用於近紫外光/藍光發光二極體的新型顏色轉換螢光體。本中心用戶清華大學王素蘭教授的研究團隊發現，當激發波長為460奈米(nm)時，NTHU-7可放出520奈米的黃綠光，量子效率可達到46 %。另一方面，NTHU-7利用對生態環境無害的共熔溶劑，進行有效及符合原子經濟的合成，發現其具有前所未見的有機、無機混合型奈米小管之多型態結構。因此，NTHU-7不僅是個極佳的螢光主體結構(host)，同時也擁有自體活化中心(activator)及敏化劑(sensitizer)的角色，為具有整合性的新型式螢光物質。此研究成果是利用本中心光束線16A1和01C2進行。

參考文獻：

P. C. Jhang, Y. C. Yang, Y. C. Lai, W. R. Liu, and S. L. Wang, 〝A Fully Integrated Nanotubular Yellow-green Phosphor from an Environmentally Friendly Eutectic Solvent〞, Angewandte Chemie **48**, 742 (2009).

｜金屬-有機分子橋接框架材料的奈米結構與室溫儲氫量之關聯性研究｜

本中心用戶行政院原子能委員會核能研究所曹正熙博士的研究團隊證實，具有中低比表面積(specific surface area)之橋接金屬有機分子框架(metal-organic framework)材料，利用氫溢出(hydrogen spillover)機制，在室溫下可具理論上最大吸附量之能力。研究結果顯示，在室溫6.9 MPa下之氫吸附量可達4.5 wt%，且在相同的條件下，此吸附力是目前世界上所有高比表面積之奈米碳材最大之吸附量；同時，利用同步加速器光源小角度X光散射之技術，研究材料中的結構與儲氫量之關係，結果發現，可調控之晶體缺陷及三維之碎形孔隙結構是使室溫吸氫量大增的關鍵因素，而非目前所知的比表面積、奈米孔洞體積及觸媒粒子結構等參數。此研究成果是利用本中心光束線17B3進行。

參考文獻：

C. S. Tsao, M. S. Yu, C. Y. Wang, P. Y. Liao, H. L. Chen, U. S. Jeng, Y. R. Tzeng, T. Y. Chung, and H. C. Wu, 〝Nanostructure and Hydrogen Spillover of Bridged Metal-Organic Frameworks〞, Journal of American Chemical Society **131**, 1404 (2009).

國科會50科學之旅

台灣之光—同步加速器探索之旅

來自全台灣各地學校的師生總計一千多人報名，參加本中心舉辦之「台灣之光—同步加速器光源探索之旅」。由活動計畫主持人陳錦明博士精心規劃十二個活動站，不論是參觀平時不輕易可進入的增能環和儲存環，透過親手操作實驗的過程，體驗磁鐵實驗的神奇力量、認識超導磁浮的現象和感受攝氏零下270度液氮的急凍效果，並聆聽來自故宮科學家親身解說最新的古物鑑定技術，且利用X光顯微術3D影像技術透視奈米世界的內在美，和參觀「台灣光子源」科學新計畫1/24段的實體模型，讓參與的師生在感受同步加速器震撼之餘，也可以更輕易了解艱深的科學理論。

參與的師生皆表示「非常高興能有機會參與此次活動，這不僅讓終日面對書本的學生有機會近距離接觸國家的大型實驗室，也改變一般人對研究機構的刻板印象，讓教科書上生硬的理論幻化為有趣的科學實作，使得參觀者個個大開眼界、滿載而歸。」兩天的參觀活動圓滿結束，不僅達到推廣科普教育的目的，並激發了學生探索科學奧秘的興趣，同時讓參與的師生了解我國先進加速器光源在推動科學發展上所扮演的角色與研究之成果。