

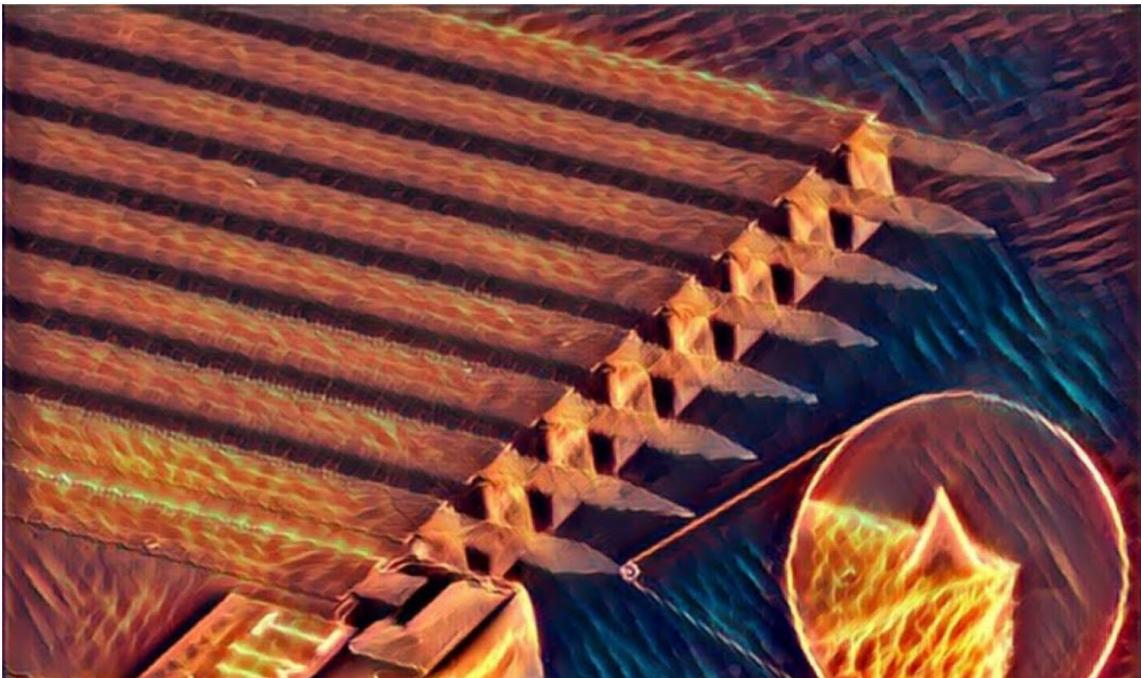
原子力顯微儀發展趨勢「精準探測」

Development Trends of Atomic Force Microscopy - Precision Detection

蘇健穎

James Su

原子力顯微儀如同儀器界的小尖兵，不論待測樣品在真空中、液體中或一般大氣中，皆能勝任超高解析掃描工作！NASA 鳳凰號 6.8 億公里航程之火星任務即搭載 AFM (原子力顯微儀) 前往探險。



原始圖請參考 NASA <https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA11041>

鳳凰號 (Phoenix) 是美國國家航空暨太空總署 (National Aeronautics and Space Administration, NASA) 之火星偵察計畫而啟動的探測任務，鳳凰號經歷 10 個月飛行 6.8 億公里航程，終於抵達火星北極成功登陸。這項計畫主要目的是探測火星北極地區，搜尋適合微生物生存於火星的證據，其中最重要的是深入研究水資源的歷史軌跡。鳳凰號配備諸多科學儀器酬載，除了立體相機、氣體分析儀、電化學分析儀、導電率分析儀、雷射雷達、光學顯微鏡等儀器之外，特別配置原子力顯微儀 (atomic force microscopy, AFM)，而 AFM 成為鳳凰號火星探測器配備的主因，在於 AFM 具備原子級解析度、加上準確度高、體積小、堅固耐用、不受環境限制，即便處於極端條件下仍然可以執行操作，可以加速取得樣品超高解析三維影像及物理特性分佈情形。



圖 1. 搭載 AFM 之火星探測器 Phoenix 鳳凰號。(原始圖請參考 NASA https://www.nasa.gov/mission_pages/phoenix/images/index.html)。

AFM 是由國際商業機器公司 (International Business Machines Corporation, IBM) 蘇黎世研究中心的 Gerd Binnig (1986 諾貝爾獎得主)、Christoph Gerber 與史丹福大學的 Calvin Quate 共同發明。目的是為克服掃描穿隧顯微儀 (scanning tunneling microscope, STM) 使用電子穿隧效應無法檢測非導體的處境。原子力顯微儀巧妙運用懸臂樑探針的尖端，偵測樣品原子分子之間的作用力並經由掃描取得原子級三維影像。進一步延伸其功能，可以同步取得相對檢測位置之物理特性分佈，例如磁性、電性、力學、熱力學、光學、電化學等特性。

近年來原子力顯微儀的發展趨勢，不僅能更精準控制掃描探針的實際作用力，大幅降低至 pN 等級 (10^{-12} Newton) 的範圍，以利廣泛應用於軟性高分子光電材料及生物樣品等檢測分析，有效延長探針使用壽命並穩固前後檢測結果一致性，實屬非破壞性檢測分析技術。後續新型探針更進一步發展，其共振頻率由 kHz 提升至 MHz 等級，使得原本非常耗時的高解析度影像掃描時間大幅縮短至百分之一以內，有助於即時監控記錄樣品快速變化的過程。

國研院台灣儀器科技研究中心深耕發展原子級檢測分析技術逾 20 年歷史，並通過 ISO/IEC 17025 國際標準認證及經濟部工業局奈米標章驗證服務證書，出具公信力 ILAC-MRA 國際通行之校正報告。榮獲科技部八項台灣奈米影像競賽獎，目前已建立電學、磁學、力學與光學等超過十項檢測技術，屬於非破壞性檢測分析技術，可廣泛應用於實際製程與研發工作，提供產官學研各界技術諮詢與數據分析服務，為材料開發、表面性質研究與元件效率提昇等研發工作不可或缺的判斷依據。國研院台灣儀器科技研究中心深耕發展原子級檢測分

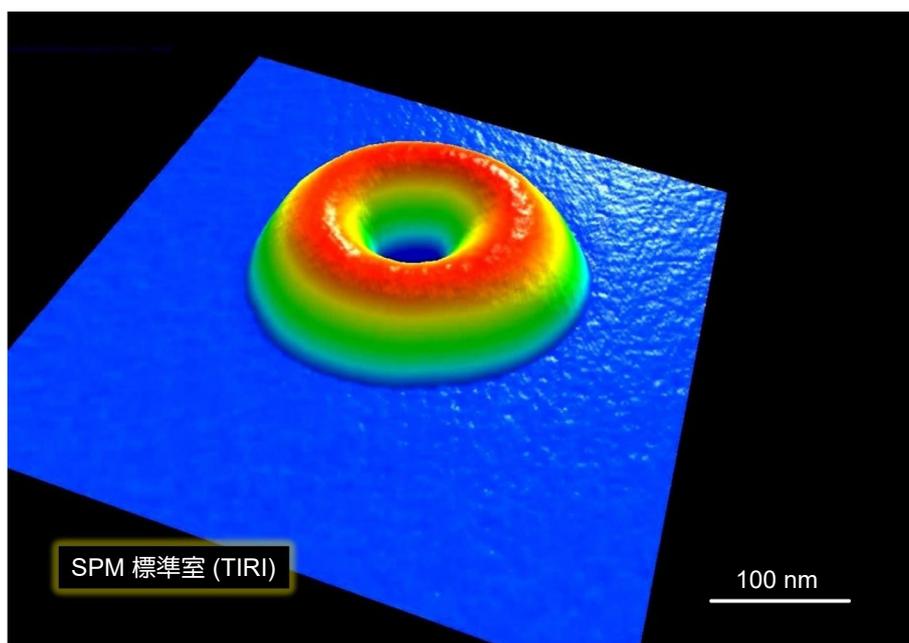


圖 2. AFM 高解析影像之微觀世界 ZnO 甜甜圈 (銀牌獎)。

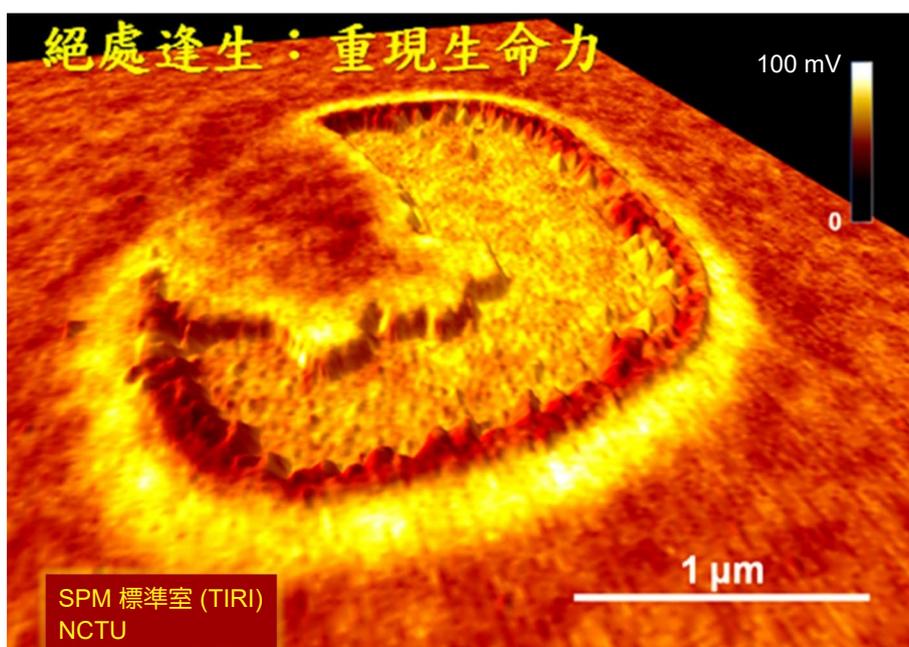


圖 3. AFM 高解析影像之表面電位顯微術 (銀牌獎)。

析技術逾 20 年歷史，並通過 ISO/ IEC 17025 國際標準認證及經濟部工業局奈米標章驗證服務證書，出具公信力 ILAC-MRA 國際通行之校正報告。榮獲科技部八項台灣奈米影像競賽獎，並榮獲第 8 及 13 屆計量科技研發創意獎。目前已建立電學、磁學、力學 與光學等超過十項檢測技術，屬於非破壞性檢測分析技術，可廣泛應用於實際製程與研發工作，提供產官學研各界技術諮詢與數據分析服務，為材料開發、表面性質研究與元件效率提昇等研發工作不可或缺的判斷依據，歡迎聯繫洽詢！(03-5779911#529 SPM 標準室)

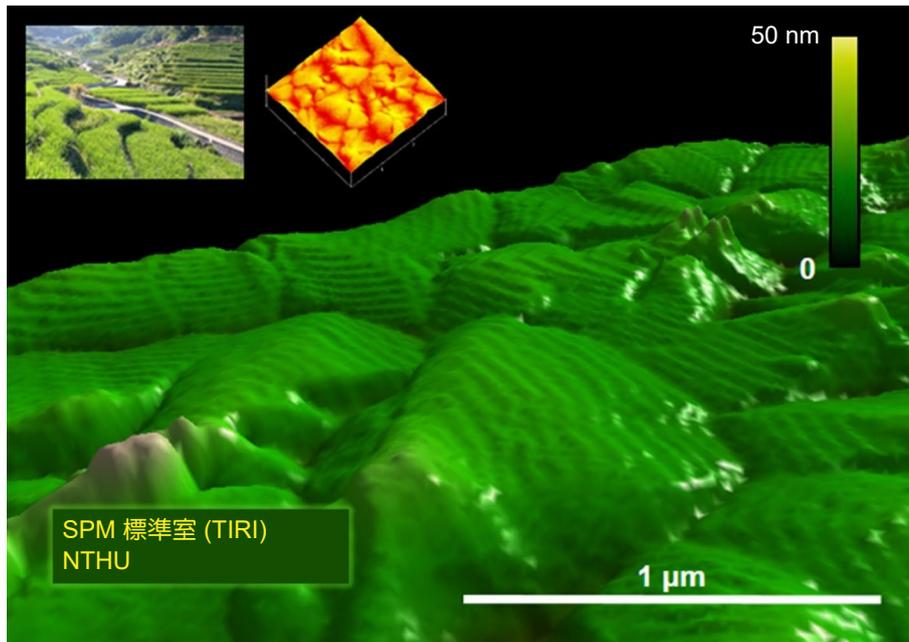


圖 4. AFM 高解析影像之五環素 (pentacene) 梯田風光 (金牌獎)。

蘇健穎先生為國立交通大學博士候選人，現為國家實驗研究院台灣儀器科技研究中心副研究員。
James Su is a Ph.D. candidate at National Chiao Tung University. He is currently an associate researcher at Taiwan Instrument Research Institute, NARLabs.