



## 操控奈米世界的眼睛及手指——奈米平台技術

諾貝爾物理獎得主哥倫比亞大學 Prof. Horst Stormer 說：「奈米科技給了我們工具，去把玩原子與分子——大自然的極致玩具。萬物由其組成——創造新事物的可能性將無可限量。」而當材料尺度由微米到奈米，並不只是尺寸的縮小，新而獨特的物質特性將因材料奈米化而出現。例如在材料尺度為 1~20 奈米左右的顆粒、孔洞、管狀、薄膜介面等結構，正是 Debye Length 及室溫移動電荷波長的範圍，有效電子的量子效應顯現，或是材料結構尺度在次微米(<1 $\mu$ m)的光晶體，其特徵波長之光障效應顯現，都可能出現材料的新態、新性質、獨特性質與這些性質的綜合，其與巨觀性質或其原子、分子的微觀性質迥異，稱為介觀性質，奈米科技即聚焦於此物理的介觀世界中（微觀尺度：<1nm，介觀尺度：1~100nm，巨觀尺度>100nm）。

在中國古代，在書法大師的筆墨之間，已展現了奈米分散的非凡光彩。二十世紀許多催化劑也具備了奈米尺度，因此所展現的奇妙效果，對石化產業起了巨大的作用，但在奈米科技發展之前，這些技術仍僅止於一種「藝術」，其原理並不能完全被瞭解，也就無從被操控與改進。直到 1980 年代，由於分析儀器的重大進展，電子掃描穿隧顯微鏡(STM)、原子力顯微鏡(AFM)及近場光學顯微鏡(NFM)等的發展，方提供了奈米尺度分析及操控原子、分子所需的眼睛及手指，提供奈米尺度觀測、分析與操控能力，當實驗與理論能相互驗證後，眾多奈米現象逐步被發現，並自 1990 年起奈米材料與奈米科學的發展就逐年加速，到了 21 世紀，奈米科學與工程技術在需求的導引下逐漸結合，正式揭開了奈米科技時代的來臨。奈米平台技術包括檢測技術、材料與製程、理論 / 模擬技術的建立：

\* 奈米尺度結構的檢測與分析能力是目前國內最缺乏且必須立即補強者。因此，奈米材料特性檢測技術發展採積極引進國際先進研究機構之奈米檢測技術，包含精密微成分結構、基礎特性檢測與產業關鍵性功能等檢測分析技術，作為國內奈米科技研發之根基。

\* 奈米材料與製程技術從零維（奈米粒）奈米材料研發切入，逐步建立奈米平台技術，目前已進入全面性的研發一維奈米材料（奈米線、棒、管），同時作為二維奈米材料（薄膜、超晶格組織等）及三維奈米材料（複合奈米材料、奈米陣列）的前瞻研發基礎。除致力發展能大量、便宜製造的量產製程，亦可透過技術合作交流，建立高純度奈米材料的製備技術、自組裝技術及表面處理等技術，全面提昇奈米材料製作與合成技術。

\* 在發展奈米材料成份、尺寸、介面及膜層等操控技術的同時，發展奈米材料理論 / 模擬技術，可扭轉過去材料及製程以實驗試誤為主的研發模式，成為高度科學理論基礎的研發模式，大幅提昇產業競爭力。

引發近年來奈米科技蓬勃發展之主因，部份在於對單一奈米尺度結構的量測與操控能力之提昇，使得材料合成與製作得以精確掌握，同時伴隨著奈米材料迥異於前的介觀性質，量測技術勢必擴展與提昇，以作為後續探索與研發的視窗。唯有當奈米尺度的現象與特性，能經由量測與模擬確實的描繪，而據以作為材料製作合成的改善依據，方足以真正操控材料特性，並發展至產業運用層次。☞

洪中明