

第六章 奈米技術及材料相關產業/領域發展之現況、願景及推動策略

6.1 前言

諾貝爾獎得主 Richard Smalley 教授於1999年6月22日美國參議院的奈米科技聽證會上強調，「奈米科技對未來人類健康及生活福祉之貢獻絕對不亞於本世紀微電子產品、醫學影像、電腦輔助工程、人造高分子材料等之總合貢獻。」Zyvex公司Principal Fellow, Dr. Ralph Merkle在聽證會上亦作證說明：「奈米科技將完全取代目前所有生產製程而開發出更新穎、更精準、更價廉、更具彈性之產品製造技術。」美國IBM公司首席科學家John Armstrong說：「正像20世紀70年代微電子技術產生了資訊革命一樣，奈米科學技術將成為下一世紀IT時代的核心。」奈米科技將是廿一世紀科技與產業發展的最大驅動力，先進國家均將奈米科技列為最優先的研發領域。

二十世紀許多催化劑已具備了奈米尺度，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。在1980年代量測科技有很大的進展(如 AFM, STM 及近場光學顯微鏡等問世)，人類開始擁有奈米尺度的分析與操控原子、分子所需要的觀測能力，當實驗與理論能相互驗證後，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。今天奈米科技正在創造新一波的技术革命與產業，它對人類生活的影響是全面的。它不僅將改變我們製作事物的方法，同時也會改變我們所能製作事物的本質，預測在本世紀中，奈米技術將影響幾乎所有製造的物品。奈米科技與材料已經逐步被用來製造更好的塑料、電子產品、化粧品、塗料、電池、感測器、燃料電池、油漆、電腦，在醫療用途方面奈米科技也用在藥物輸送、新藥開發、生醫材料、奈米醫療裝置等等。

在美國政府的 ACAM-2001 會議上，Dr. M. Roco 宣稱 2010~2015 年間全球奈米產品產值預計約為每年一兆美金，其中奈米材料佔約 3,400 億美金，奈米半導體約 3,000 億美金等。日本經濟新聞亦預測奈米相關材料在 2010 年將達 13 兆 1 仟 2 佰億日元，2020 年預估成長至 19 兆 3 仟 6 佰億日元。考量我國相關產業之競爭優勢，預估 2010 年，奈米技術商品化所產生相關產品產值約在 5,000 億台幣以上。

表 6.1-1 未來 15 年奈米技術相關產品產值

項目	產值
Material	3,400 億美元
Electronic	3,000 億美元
Pharmaceutical	1,800 億美元
Biotech	800 億美元
Chemical manufacturing	1,000 億美元

資料來源: ACAM-2001 會議, Dr. M. Roco, 2001

在先進國家企業界已經認識到奈米科技與奈米材料的潛力，然而大多數公司仍在謹慎地選擇適當的機會來參與這場盛會，奈米科技的可能應用似乎是無限的，但企業卻面臨從那裡開始投資?如何形成贏的策略?如何捕捉機會等難題。我國學術界的奈米研究工作在數年前從化學系、物理系萌芽，現已擴散到工程領域，工研院約五年前在高溫超導研究計畫結束後，部份轉型至應用奈米科技來發展工業技術，已在無機 DVD-R 碟片及電池隔離膜等項目上取得領先世界的成果，但國內的工業界近年來仍汲汲於大陸之佈局及在台灣經由技術引進的設廠大量生產投資(例如 TFT-LCD 等)，對奈米科技的進展衝擊渾然未覺。從現今世界經濟的危機及台灣產業需要大幅轉型往創新方向發展的壓力與迫切性來看，奈米技術實為台灣產業下一波發展的重大威脅與轉機，如何集中全國的資源，快速地擴散初步的奈米科技研究成果至產業界，並持續深耕加速當前我國迫切需求的重要奈米科技研究與應用工作，來創新和繁榮我國產業的腳步，已是當前刻不容緩的重要工作，也是本章節說明分析的重點。

6.2 奈米技術

奈米科技原就存在大自然中，蜜蜂體內因存在磁性的奈米粒子，而具有「羅盤」的作用，可以為蜜蜂的活動導航；蓮花出汙泥而不染之奧秘，即在於荷葉上精巧的奈米結構。由大自然中得到啟示：奈米結構並不是單獨存在的，必須與微米、毫米乃至巨觀結構結合，方能展現其獨特的性質。如圖 6.2-1，奈米科技是研究由尺寸在 1~100nm 之間物質組成的體系之運動規律和相互作用，以及可能實際應用的科學與技術。

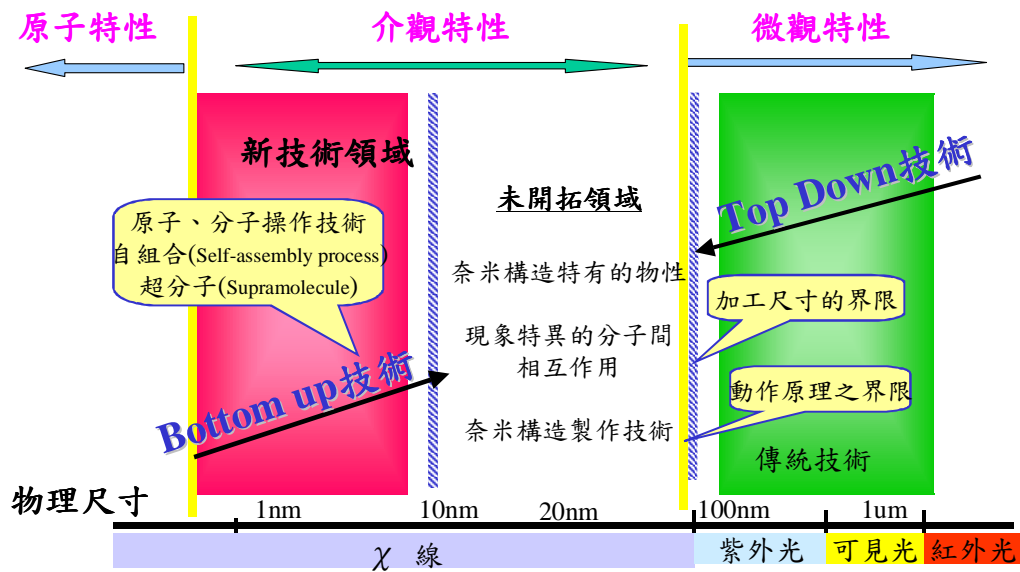


圖 6.2-1 Nanomaterial Technologies

在奈米體系中，電子波函數的相關長度與體系的特徵尺寸相當時，這時電子就不能被看成處在外場中運動的古典粒子，電子的波動性在輸運過程中得到充分的展現；奈米體系在維度上的限制，也使得固體中的電子態、激發態和各種相互作用過程表現出與塊材體系十分不同的性質，將導致新概念的引入和新規律的建立。在奈米電子學中，電阻的概念已不是歐姆定律；在奈米力學中，機械性質如彈性模數、彈性係數、摩擦和粗糙概念亦有質的變化。作為奈米科技中的一個重要領域的奈米加工學，也將以嶄新的方式進行原子的操縱和奈米尺度的加工，以及進行奈米元件的加工和組裝，並進一步研究元件的特性及操作原理。此外，在奈米體系中，高比例的原子分佈在表面或介面，因配位不能滿足所帶來的特殊化性與物性，也為催化劑、電池、感測器等研發提供了全新的機會。

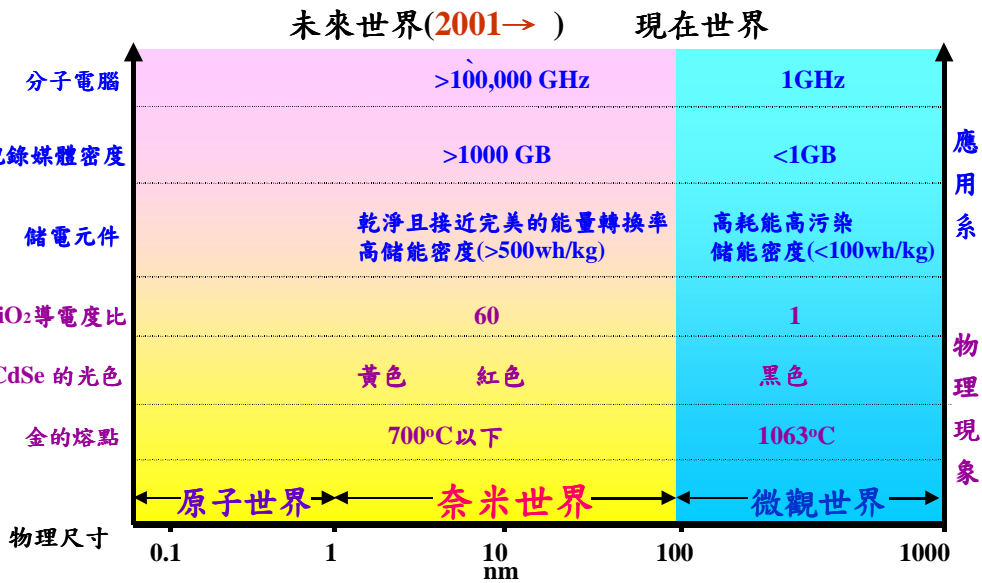


圖 6.2-2 材料奈米技術應用及特性

總而言之，奈米科技是運用奈米尺寸特有的現象，同時聚焦於材料和系統，它的結構和組成展現全新而顯著的物理、化學及生物特性之現象。如圖6.2-2，奈米科技是要在原子、分子、超分子層級探索其特性、控制其元件結構，其關鍵成功要素在於充份掌握材料及元件之製造及應用技術，並且要在微觀和巨觀的層次維持其介面的穩定性和奈米結構的整合性。奈米科技的範圍可以如圖6.2-3所示。

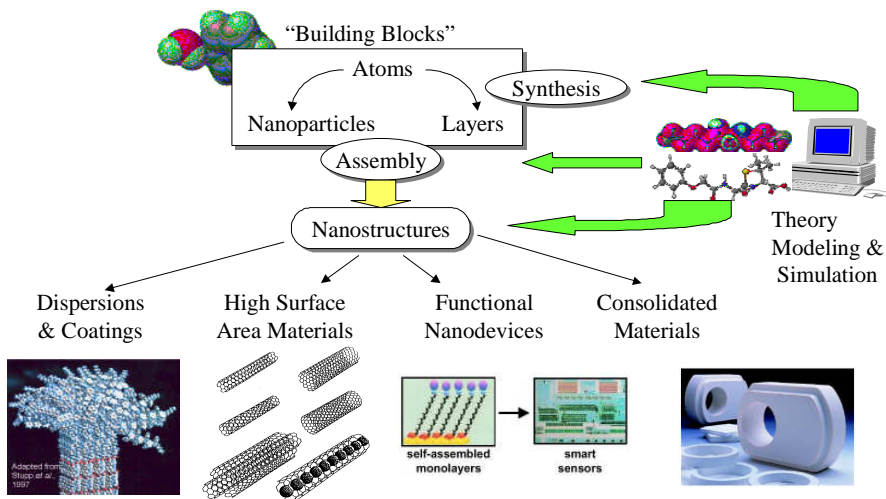


圖 6.2-3 Nanomaterials and Nanostructures

奈米材料與奈米結構是奈米科技發展的核心部份，其發展歷程如圖6.2-4奈米材料發展歷程所示。

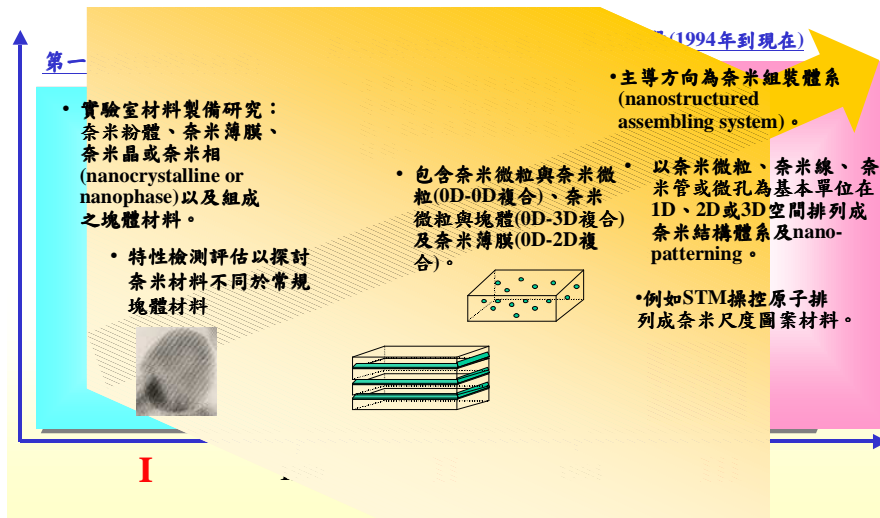


圖6.2-4 奈米材料發展歷程

材料科技是21世紀產業發展的原動力，也是整體產業之基礎，奈米科技為新材料的創出，提供新的方法，這些新材料不僅是更輕、更強、更具彈性，而且材料本身具交互作用、靈敏度高及多功能、智慧化。除了前述量子效應和表面效應之外，由下而上「bottom up」組裝的觀念亦是顯著有別於習知的由上而下「top down」的材料製造方式(圖6.2-5，自組裝奈米材料)。

Process in which structures naturally assemble into desired patterns based on thermodynamic equilibrium

人工奈米結構組裝體系

奈米結構自組裝體系

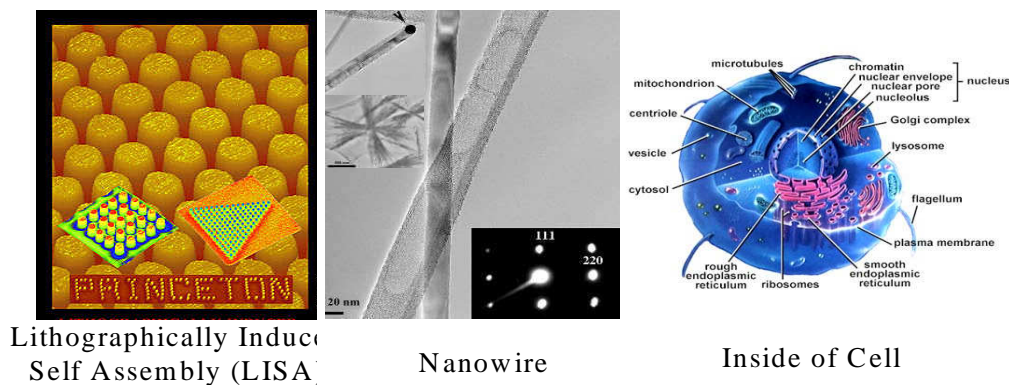


圖6.2-5 自組裝奈米材料

在奈米科技產業化過程中，應充份應用物質本身特性的自我組織化，產生奈米組裝體系，達到過去經由設備和製程精密操控所達不到的精細結構。它的基本內涵是以奈米顆粒

以及奈米管、奈米線為基本單元，在一維、二維和三維空間組裝排列成具有奈米結構的體系，這些新而獨特介觀性質的運用，將為產業帶來新特質、新產品、新機會，對產業的影響將是既深且廣。

此外，奈米技術與生物技術的交集，也就是所謂的奈米生技 (Nanobiotechnology)，主要分成兩個方向，其一是將奈米技術與材料應用於生技領域；另一個方向是運用生物技術製造奈米材料或是開發生物奈米元件。奈米生技仍處於萌芽階段，應用領域仍以附加價值最高的醫藥或醫療為主。

奈米技術與材料應用於醫藥或醫療領域，重要的方向包括運用奈米技術製造可以檢測單一分子變化或是監測單一細胞的生理狀態的新檢驗偵測元件，例如可以解讀單一遺傳物質核酸序列的分子定序元件(molecular sequencer)；或是可以檢測細胞內的代謝狀況的分子探針(molecular probes)。結合生化、光學、電子等，開發類似生物感官，例如味蕾、視網膜等感測元件。結合奈米微粒與醫藥，開發智慧型的給藥系統(drug delivery)，可以主動提供患者長期的醫療需求或是進行基因治療之載具。這些目前仍處於構想，但可能在未來逐一實現的新技術與現有的檢測儀器最大的不同是，傳統的檢測儀器（包括目前研發中的生物晶片）仰賴從患者身上取得樣品，放入儀器中進行檢測 (in vitro)。但是，未來的奈米檢測元件，大部分是可以殖入人體 (in vivo)，隨時提供使用者生理狀態及相關訊息，適時警告與因應異常狀態，將醫療的觀念，由治病轉變成為預防疾病的發生。

生物技術製造奈米材料或是開發有機奈米元件與傳統的醱酵或農牧在巨觀上並無不同，但是在內涵上有革命性差異。傳統的醱酵或農牧基本上是運用天然或經過局部基因改良的生物體，作為生產工具。由於人類對於基因控制之能力日漸提升，未來將可根據需求，藉由基因調控，設計人造生物體以生產特定序列之生物高分子。藉由此一方式產生的高分子，其分子量單一且結構精準，但是其生產設備與操作方式，與傳統醱酵、農牧相似，銜接容易，預期在短期內就會有產業化成果產生。已有許多公司投入此類研究，例如以動物或微生物生產蜘蛛絲就是最典型的例子。

6.3 全球研發狀況

奈米科技將是廿一世紀科技與產業發展最大之驅動力，先進國家均將奈米科技列為最優先研發領域。雖然奈米技術的研究才起步，但已經顯示出其實際應用的巨大經濟效益和潛力，必為科學研究和工業發展帶來再一次重大革命。預期奈米尺度材料與元件之大幅創新發展，將會對每一類產業產生巨大的衝擊與發展。由於奈米技術的特點和發展的急迫性，世界各主要工業國不僅投入巨額研究經費，並且動員全國相關研究單位和民間企業組成研究網，相互支援，以期在這一領域取得領先地位。以下介紹美國、歐洲、日本在奈米

科技發展現況。

6.3.1 美國奈米科技發展現況

奈米科技已是全球研發焦點，美國把奈米技術揭示為科學技術領域的最重要項目，自 2001 年度簽署為國家戰略，由聯邦政府作政策及經費主導，大學、研究機構、企業界全力投入，已居全球領先地位。

2002 年美國 NNI 經費 (National Nanotechnology Initiative)，國家奈米科學、工程與技術 (簡稱奈米技術) 之研究發展，是由八個聯邦部會編列 5.189 億美元經費來支持推動。其中國家科學基金會預算需求為 1.74 億美元，比 2001 年經費增加 2,400 萬美元，為了在奈米科技的投資能獲廣泛衝擊，國家科學基金會整個研發策略務求五項奈米工作領域能均衡發展，其中包括：

1. 基礎研究與教育：奈米尺度生物系統、奈米尺度結構、新行為及量子控制、元件與系統建造設施、奈米尺度環保製程、奈米尺度模擬與模式研究。
2. 重大挑戰項目：包括設計操控奈米結構材料；奈米尺度電子元件、光電元件及磁性元件；奈米尺度生產製程、催化劑、化學生產、環保及健康。
3. 卓越中心：提供支持四個新研究與教學中心，進行跨領域奈米尺度模擬及模式研究，提供設施從事奈米加工實驗。
4. 研究設施方面：改進奈米尺度檢測、製程及操作設備及軟體
5. 提供學生獎學金，規劃奈米科學與工程相關課程，俾培育人才。

此外，美國國家衛生研究院 (National Institutes of Health, NIH) 在近三年 (2000-2002) 分別投入 3,200 萬、3,600 萬與 4,500 萬美元於奈米醫藥 (Nanomedicine) 相關之研發，研發重點包括：(1) 快速、正確、低成本的核酸定序技術，(2) 檢測細胞內生理狀態之感測元件 (intracellular sensors)，(3) 更接近真實器官的人工臟器 (artificial organs)，(4) 全新的給藥技術，(5) 植入式隨時提供即時資訊的生理監視系統等。

6.3.2 歐盟奈米科技發展現況

歐盟決定在 2002-2006 的五年中投入 13 億歐元的資金，通過建立歐洲研究區 (European Research Area) 的方式支持歐盟各國在奈米技術、智慧型材料和新製程方面的研究。其研究重點：

1. 長期跨學科綜合研究，利用和開發研究工具：研究重點集中在分子現象、自組裝材料和結構、分子和生物分子機理和工程、無機、有機及生物材料和過程綜合開

發的多學科和新方法。

2. 奈米生物技術：目標是支持對生物和非生物實體綜合性研究，打開許多應用領域的新用途，例如加工生產和醫療及環境分析系統等。研究重點集中在 Lab-on-Chip、生物實體界面、表面改性的奈米顆粒、改善藥物輸送和其它綜合奈米系統或奈米電子元件與生物實體的領域、生物分子或核的處理、改變和測定、生物實體的電子測定、微射流技術、促進和控制細胞在培養基上的生長。
3. 合成奈米結構材料和組件的工程技術：目標是通過控制它們的奈米結構來開發高性能的高級功能和結構材料，也包括其生產和加工技術。研究重點集中在奈米結構的合金和複合材料、改進功能的聚合物材料、奈米結構的功能材料。
4. 開發研究設備和控制儀器：目標是開發新設備和儀器，以利奈米規模的分析和生產用，特性尺寸或分辨率的數量級定於 10 奈米。研究重點集中在奈米規模生產的各種先進技術（微影印刷技術）、突破技術、探索物質自組裝性質的方法和儀器、開發奈米規模的機器。
5. 衛生健康、化學、能源、光學和環境等領域之應用：目標是通過綜合具有工業意義的材料和技術設備的研究開發成果來增強奈米技術在突破應用中的潛力。研究重點集中在：計算模擬、先進的生產技術、開發具有改良性質的新型材料。

歐盟根據奈米技術研究的特點，建立合作研究網，促進各個研究單位之間的交流。歐盟目前已有 54 餘個有關奈米技術研究和應用的合作研究網，這 54 個合作研究網具有以下特點：

1. 研究網的國際合作性強：在 54 個研究網中，29 個研究網為國家網，其餘 25 個是國際網。
2. 研究領域集中：這些研究網的研究領域主要有結構應用的奈米技術、資訊處理、儲存和傳輸的奈米技術、奈米生物技術、傳感器應用的奈米技術、(電)化學加工的奈米技術、基礎應用的長期研究、儀器和設備，輔助科學和技術等。

6.3.3 日本奈米科技發展現況

美國把奈米技術揭示為科學技術領域的最重要項目，日本視美國為最重要的競爭對手，開始大型的各種奈米計畫，期望以奈米技術挽回在資訊技術和生物技術的落後。2000 年 9 月日本科學技術會議政策委員會之下開始「有關奈米技術的戰略推進懇談會」，其戰略推進報告指出，奈米技術為下世代產業革命的基幹技術，奈米技術是日本壓倒美國的最後機會，應當為國家中期和長期的推進戰略給予定位，目標設定是分 5~10 年後實用化和產業業化為目標的研究開發、展望早 10~20 年挑戰的研究開發與重視個人獨創性的萌芽研

究等三種形式。

日本 2001 年的奈米技術研究經費，由政府投入奈米技術與材料的研究經費在國立研究試驗機關方面比例並不高，僅 117 億日圓，只佔總研究經費 1.31%；反觀在獨立行政法人方面則不然，奈米技術與材料研究經費 295 億日圓，比例為 14.33%，列居四大重點計畫之二，也顯示日本各界共識對落實奈米技術與材料研究的決心與期許。

日本政府受到 2000 年美國前總統宣布奈米技術為今後美國的國家重要研究項目之影響後，明確的於 2001 年 4 月將其轄下的工技院改為「產業技術總合研究所」，打破原有的研究所藩籬，改組成立 23 個研究中心，其中一半以上研究中心的研究工作與奈米技術息息相關。

日本長期以來自認是一個資源不豐富的國家，所以特別重視材料研究和應用，因此在奈米科技研究這一環尤其重視材料奈米研究，日本政府的大型材料奈米技術研究專案計畫內容包括(1)精密高分子技術 (2)奈米玻璃技術 (3)奈米金屬技術 (4)奈米粒子的合成與機能化技術 (5)奈米塗覆技術 (6)奈米機能合成技術 (7)奈米量測平台技術 (8)奈米技術知識的架構化等八個計畫。計畫規模龐大，不僅是開發優異材料，更重要是建構材料開發平台。

此外，規畫中的日本大學奈米研究據點如下表 6.3.3-1 所述：

表 6.3.3-1 規畫中的日本大學奈米研究據點

	研究據點	開設時間	主要研究內容
東京大學	奈米材料中心	預定年內	材料研究為中心
大阪大學	產業科學奈米技術中心	預定 2002 年 4 月	全領域
東京工業大學	量子奈米中心	預定 2002 年 4 月	超高速素子
東北大學	未來資訊社會研究館	2001 年 10 月	半導體技術
京都大學	奈米技術研究所	預定 2003 年春季	全領域

資料來源：日經產業新聞 2001/6/19

6.4 台灣的產業現況及機會

台灣的工業生產已由勞力密集之傳統產業(紡織、食品、皮革、造紙等)轉變為技術密集工業，傳統產業占製造業產值比重，從民國 75 年 39.76%，降為 87 年 22.52%，受雇員工人數比重從 75 年 44.85%降為 87 年 33.08%，顯示我國傳統產業比重逐漸降低。民國 70 年代後期國內土地、勞動等生產要素價格飛漲、環保要求日益提昇，加上高科技產業吸引大批資金與人才，使傳統產業在土地、環保、資金與人才等方面都遭遇嚴苛挑戰。目前，台灣即將加入世界貿易組織(WTO)，國內市場將更為開放，在科技創新及電子商務興起的產業大環境中，我國傳統產業廠商勢將面臨更嚴苛之競爭壓力。然而，台灣整體產業競爭力之提昇，不能不顧及傳統產業—基礎工業高科技化之重要性，如何以新興高科技產業的發展來帶動傳統產業之升級，使傳統工業高科技化，成為我國整體產業發展之基石，確為推動我國新興高科技產業發展必須思索的重要課題。

我國過去 20 年間，不斷地藉由科技的提昇，特別是在與製造技術方面的結合，成為全球極具競爭力之產品製造者。其中資訊產業硬體產品 2001 年產值約 380 億美元，以筆記型電腦、CRT 監視器、LCD 監視器、桌上型電腦、主機板、光碟片、數位相機及掃描器等占總產值之 88% 為大宗。產品種類集中，以 OEM 為主要的經營方式，這些產品在全球產值中均占重要比例等均為產業的特色。其中材料、元組件與構裝製造業者與系統製造商有緊密合作關係，在台灣地小、人口密度高度集中之特殊環境中，建構成為產業上、中、下游相對完整的產業聚落，此聚落以無比的速度、彈性和成本優勢，在資訊產品快速變化的產業環境中，展現了優異的國際競爭力。

但此優勢，在當今生產基地全球化及系統規格和關鍵零組件無法掌握的衝擊情況下已快速褪色。現今台灣雖有相關的設計、製作及材料廠商的成立，但常因較複雜之電子系統產品尚乏設計能力或電子系統產品設計之初，未將新的製程及材料開發納入考慮或整合，致使無法獲得較佳之產品特色，而失去產品生產之主導權，成為以代工為主之製造產業，在面臨成本的競爭下，以致產業外移現象極為普遍。另外在智慧財產權方面，我國亦處相對弱勢，以 CD-R 為例，我國雖為全球最大 CD-R 之供應國，但本身卻無任何專利保護與交付授權，因此每年均需付出數百億元的專利授權使用費。

同時，在整體天然資源及環境的考量下，傳統工業雖轉變為技術密集工業，但傳統環境污染，亦轉變為高耗能、高耗水及高污染風險之新興工業，環境負荷型態的改變，更增加污染防治的困難，環境問題亦愈趨複雜化，是當今台灣刻不容緩要解決的嚴肅課題。

近年來，頗受全球矚目的生物產業雖深具發展潛力，但屬高風險、高技術密集、投入研究金額大、回收期長、附加價值高之產業，國內廠商大多屬中、小企業，投入實屬不易。另在產業型態轉為知識型經濟的浪潮中，知識人才明顯不足，造成全球求才若渴的熱潮。根據台灣區電機電子工業同業工會的估計，到 2002 年止，台灣的高科技人才將會缺員 5 萬 7 仟多人。因此，延攬及培育具國際觀與創新能力之知識工作者，亦是重大的課題。

台灣雖然在過去 20 年間建立了強大的技術能量，特別是在製造結合方面，成為國際代工重鎮。但是當進入知識經濟時代，前有歐、美、日等先進國家在研發和智權的優勢，後有中國大陸在低製造成本的競爭。此時，我國產業競爭能力往創新前瞻方向提昇，最佳之策略選擇是跟進先進工業國家的後塵，及早投入奈米技術與材料的研發與應用，才能在產品的特性或製造的技術都有躍進式的進展和突破，產業才能永續經營、經濟持續成長。

近十年來，我國政府部門推動科技研發經費逐年增加，在國際間常用來評量科學論文品質的科學索引指標中，民國 88 年我國發表 8,931 篇，較民國 71 年增加了 6,011 篇，排名全球第 19 名，進步了 9 名。在代表工業科學與應用研究發展成果的工程索引指標中，民國 88 年我國發表了 4,376 篇，較民國 79 年增加了 2,903 篇，排名全球第 10 名，進步了 3 名。產業科技研發對產業升級的貢獻，可透過專利數核准情形來觀察，民國 88 年我國在美國核准專利數為 4,668 項，較民國 79 年之 861 項增加 5.4 倍，世界排名也進步至第四名，僅次於美、日、德之後，這些具體數據顯示我國產業研發已具相當基礎，研發成果已漸獲國際上的認同，技術水準亦逐漸能與先進國家相互競爭。在國科會的支持下，1999 年起國內臺大、清華、中大、大同、海洋、中山、逢甲、義守等大學就已有從事與奈米技術相關的超微米粉體合成技術研究、超微粒結構材料磁性及熱特性研究、同步輻射技術檢測超微結構材料性質等研究。目前則是在國科會推動五項跨領域計畫中，奈米技術是其中一項，窗口設在自然處，最終將成立國家奈米中心為遠景。2000~2005 六年內我國奈米科技教育部及國科會出資情形（例如國科會於 2002~2005 預計各為 2.5 億、3 億、3.5 億、4 億；由

自然處、工程處、生物處、企畫處共同出資。同期間教育部經費為 2.5 億、2.5 億、1 億、1 億)。國科會<http://www.nsc.gov.tw/ANNOUNCE/900723/900723.htm>網站公告的跨領域專題計畫中，奈米科技推動重點指的是四大主題；(一)奈米結構物理、化學與生物特性之基礎研究，(二)奈米材料之合成、組裝與製程研究，(三)奈米尺度探測與超控技術研發，四、特定功能奈米元件、連線、介面與系統之設計與製造。除外，清大已經成立奈米及微系統中心，即將舉辦開幕式，屆時會邀請國內相關奈米學者介紹其研究成果。明年八月也將舉辦第二屆世界奈米網路工作會議（今年第一屆剛在墨西哥舉辦過），此外明年也會透過 APAM 舉辦相關研討會。工研院的材料所、化工所、電子所等則積極奈米技術研究規劃，主要強調將奈米技術商品化，在奈米的「造、控、量、用」四大領域中，掌握「控、用」的優勢，與國際的「造、量」結合，創造領先地位。並且將與各校合作、共同開創奈米計畫，規劃一個五年的百億計畫，開放實驗室將設在台積一廠舊址，是完全開放的性質，合作教授可以進駐，其他有需要的廠商也可以通過申請而使用。

因此台灣如能善用上述的奈米種子，結合台灣既有之高科技產業，協助整體產業往高附加價值提昇，努力由 OEM (Original Equipment Manufacture)，的製造型態快速轉型為 ODM (Original Design Manufacture)進而 OIM(Original Innovation Manufacture)的新興高科技產業型態，從掌握關鍵性材料、零組件，並進而領導新產品的開發及掌握重要智權。以雄厚的研發實力，聚焦於關鍵性材料、產品設計及嶄新應用的開發以取代製造代工的優勢。同時，也運用奈米技術來促使傳統產業高科技化，如我國仍具競爭力之基礎工業(人纖、塑膠、塗料、建材、造紙、金屬、化工等)，促使應用奈米材料和奈米結構建構技術，大幅提昇機能品質，擴大應用領域及附加價值，並在生產過程中大幅提昇效率，降低公害及耗能，使基礎工業成為我國高科技產業的基石。長期而言，也規劃發展新世代高科技產業，如奈米電子產業及生物科技產業等，以台灣既有的電子產業結構和生物多樣性之特異物種及高密度，加強奈米電子技術和生物多樣性及生物科技之研究，發揮奈米電子技術和生物科技之應用，將可在合乎國際環保水準要求下永續發展經濟。

故從更寬廣的角度來看，藉由奈米科技建立一個跨世紀的技術平台及孕育一個跨領域整合的研發文化，帶動以知識創造、技術創新為核心的產業競爭力，同時，兼顧資源的合理使用和回收，以及環境、生態的保育，可以實現「綠色矽島」的理想，使台灣成為地球村中永續發展的楷模。

6.5 展望、願景及目標

我國在過去的二十年間，成功的發展以電腦資訊為核心的製造業，締造了位居世界第三產值的佳績，也成為傲視全球彈性、快速的製造基地，然而面臨歐美的創新與智權領先及日本高品質與大陸低成本的製造競爭，台灣過去成功的模式已不足以維持現有的競爭

力，展望未來，將是以創新為主體的知識經濟時代，如何強化我國的優勢產業、如何建立以智慧財產權(IP)為核心的高科技產業，將是台灣邁向永續發展的關鍵階段，奈米技術及材料發展是科技發展的源頭，藉由微小奈米尺度材料及元件的製造、控制、量測、應用，追求特性上的重大突破，是我國科技發展的重要契機，這是一種不連續的創新，有別於傳統漸進式的改進，將可開啟我國產業進入原創型的智權領域，帶動科技、人文、社會、教育與環保的重大突破與商機。

在歐美及日本正開始全力投入材料奈米發展的萌芽期間，如何有效整合國家資源，發展有特色的優勢產業，是我國成功的邁入奈米技術紀元的關鍵時刻與抉擇。未來的發展將以下列方向為主軸：

1、平台技術與育成中心

建立國家級材料奈米的技術平台與育成中心，平台技術發展規劃包括檢測技術、材料與製程、理論/模擬技術的建立。育成中心則將產學研的構想，快速進行驗證與分析，並進行智權的申請與聯盟，以建立原創 IP 為目標。此一做法將使我國發展奈米科技之過程中，得以突破以往我國高科技產業，因缺乏精密檢測設備或能力而處處受制於人之窘境。配合前期切入、取得智財權、培育新企業，將可充分符合知識形經濟之發展典範。

2、應用技術以三大主軸來規劃

(1)結合既有的高科技產業

以奈米技術的創新，推動 3C 整合資訊通訊電子產品之躍昇，確保我國資訊電子產業在全球之競爭優勢。其中包括高頻寬頻、光電與顯示及儲能產業之奈米技術為規劃重點。順利推動此一目標，將可協助我國高科技產業產生質變，務求逐步佔領智財權，自當前之代工產業升級為利潤較高之系統產業，進而符合知識型經濟產業之特性與需求。

(2)高科技化傳統產業

透過奈米技術提升傳統產業之競爭力，使傳統工業高科技化，成為我國產業發展之基石。成功達成此一目標，將可使我國整體產業聚落更形完整，也將可大幅增加我國之整體競爭力。

(3)追逐 21 世紀新興產業之夢

奈米科技解決人類健康、生活品質及永續發展，以奈米生物科技及奈米電子為規劃主軸。依此方向推動，將可使我國高科技之發展目標與人民之健康、福祉更為接近，同時也為我國下一世代產業之競爭力奠定良好之基礎。

二十一世紀的社會相將是一個結合資訊網路社會、環境保存社會與福利社會所共同建構的社區(如圖 6.5-1)，社區的完整有賴能源、生物與資訊技術的均衡發展，使民眾享有公平使用、免於恐懼並具備如創業家般勇於突破、創新的環境，台灣為保有競爭力，進一步創造更高品質的生活，惟有取得原創基盤的技術，並擴大其效益，才有達成的可能，因而以最前瞻的奈米材料為動力，發展 bottom up 的素材與材料技術，並取得重大的突破，才能以此為基礎，逐次建構具有特色的元件與裝置、機器及系統，最終達到以智權為基礎的高科技產業(如圖 6.5-1)。

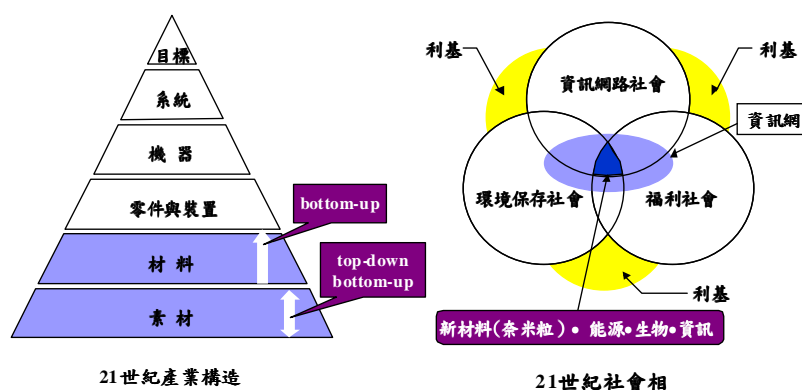


圖 6.5-1 21 世紀的社會與產業結構

依據工業總會的統計，我國資訊工業 2000 年的總產值達 567.5 億美元，透過資訊產品家電化、資訊通訊結合、IC 比重提昇及軟體革命性變化，2006 年總產值將成長 3.3 倍達 1,893 億美元(如圖 6.5-2)，總產值的倍數增加，代表著製造業蓬勃的發展，除了產值上量的成長，在製造的內涵與附加價值的提昇，更是努力的目標。

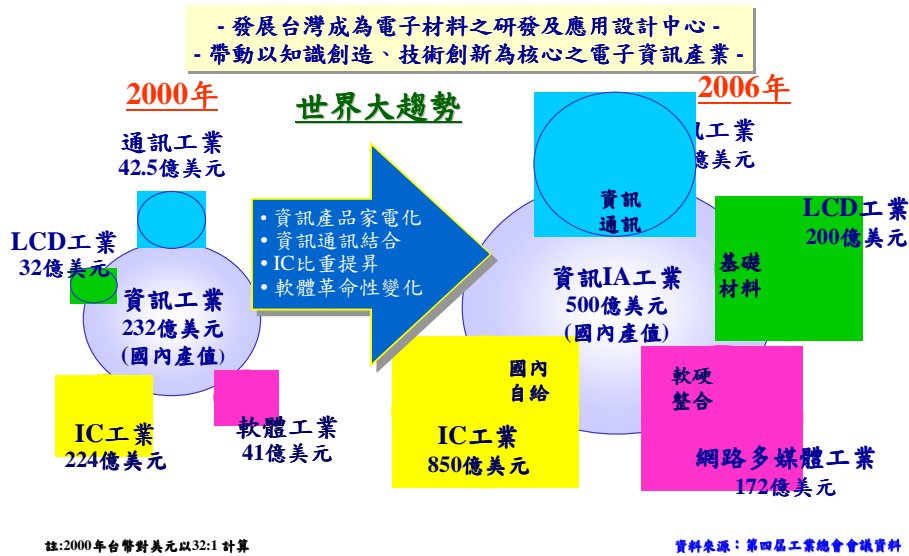


圖 6.5-2 電子資訊工業發展願景

台灣產業過去 50 年來，由 OEM，進入現在的 ODM，未來往高科技與高附加價值邁進，尤其要積極轉型至以 IP 為核心的 OIM，這種結合原創的生產模式，是未來最大的挑戰，也會帶來文化上、教育上與生活上重大的改變，掌握 IP，以全球運籌的方式生產，將是我國競爭力的核心。

透過奈米技術的突破與應用，將可為我國的優勢產業注入新的生命力，帶來全然不同的技術內涵（如圖 6.5-3）。

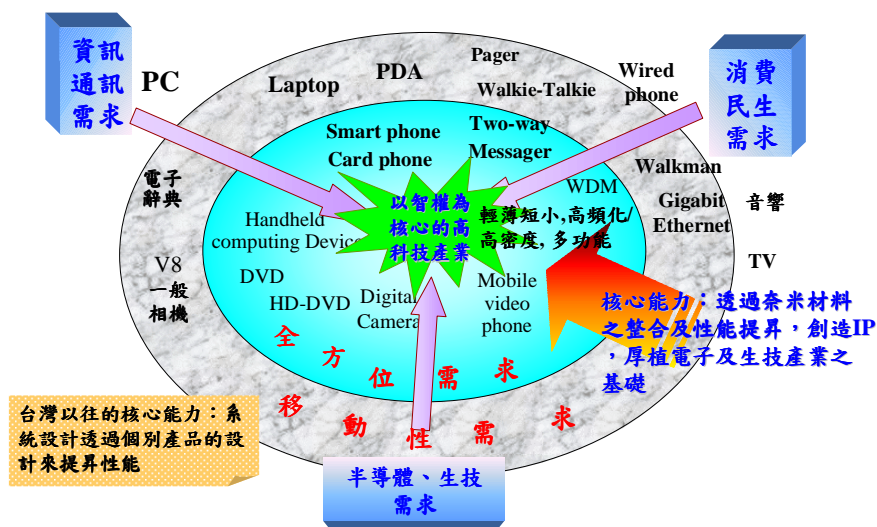


圖 6.5-3 以奈米材料之突破為產品之核心能力

這是一種不連續的突破，也是後起之秀有機會超越先進國家的機會，我國材料奈米技

術帶來重大效益的具體目標舉例如下：

- 可待機百日的微小型燃料電池。
- 200GB 記錄容量光碟片，可容納 300 部大英百科全書。
- 可撓式顯示器，簡化製程與系統設計。
- 奈米微積體化被動元件，邁向輕薄短小積體化的世界。
- 奈米場發射(FED)新世代平面顯示器，大面積高解晰度且低成本的顯示器。
- 奈米碳管合成及應用技術，可應用於 FED，儲能及奈米級連接器。
- 奈米自組裝平坦化陶瓷基板技術，可低成本的大量製作積體化元件與封裝產品。
- 奈米自動嵌入面陣列微電導體材料技術，可進入無鉛無鹼與低失真的環保表面封裝時代。
- 快速充電的高儲能電容與電池，可數分鐘內完成電池充電並達到高功率放電特性。
- 奈米電子元件技術，可製作奈米電晶體(SET)/奈米記憶體/奈米構裝技術。
- 奈米高頻寬頻材料及元件技術，可進入無線高速及大量網路傳輸的時代。
- 奈米機電技術，可製作奈米生化/機電/量測系統。
- 奈米光電技術，可製作奈米光電/儲存/顯示關鍵模組。
- 奈米化學技術，可製作奈米纖維，奈米陶瓷粒與奈米化學材料。
- 具高電光活性的材料與元件，可應用於光、電高效能的調製與傳輸。
- 具可複製、組合、辨認的智慧型生物奈米元件，可應用於生物晶片、藥物釋放系統與仿生元件。
- 奈米高頻寬頻材料及元件技術

奈米技術除了對高科技產業帶來重要的驅動力，對傳統產業也將帶來重大的變革，我國在人纖、塑膠、塗料、建材、造紙、金屬與化工工業已有很好的生產基礎，如何應用奈米材料與加工的技術，產生奈米加值的作用，達到創新產品的目標，會是傳統產業永續經營的轉折點(如圖 6.5-4)，例如透過奈米粉體表面改質技術、奈米機能配方技術與自我組裝技術(Self Assembly)、奈米晶格控制技術，可發展抗菌、自清潔、絕熱、防霧的建材，也可發展奈米觸媒、磁流體與智慧型感測器，這種結合奈米材料的新技术，可大大提升我國

社會形貌，也改變傳統產業的體質。

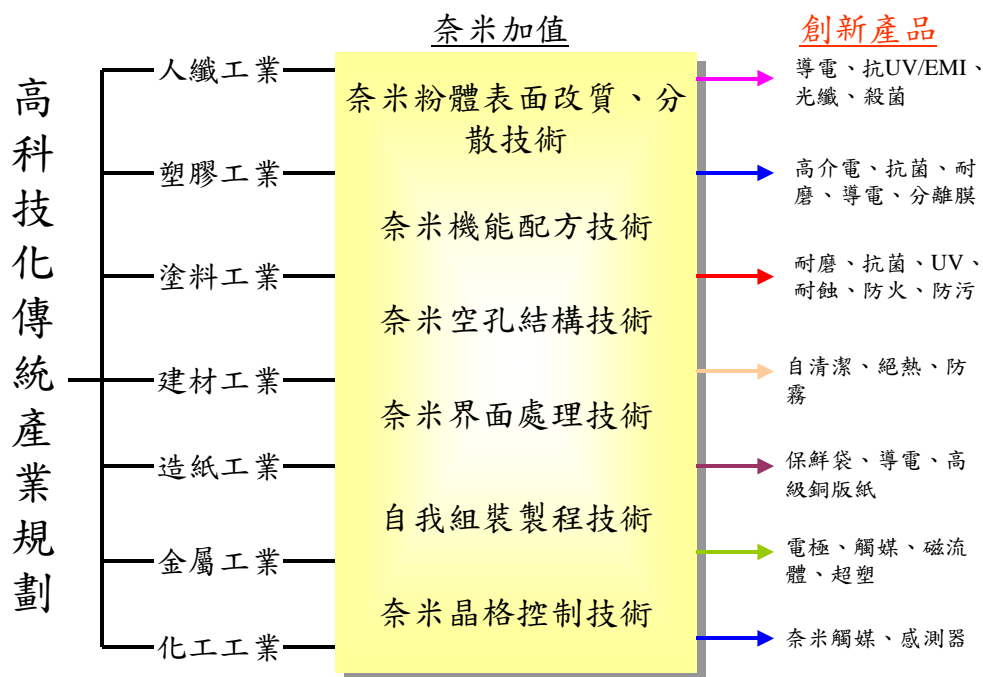


圖 6.5-4 奈米技術提昇傳統產業高科技化

台灣與日本同屬於島國，資源不豐富，台灣過去專注於大宗產品的低成本快速製造，日本除專注於高附加價值產品生產之外，也重視有機、金屬及陶瓷材料的研發，因此使得日本至今仍掌握世界主要關鍵零組件的生產，與輕薄短小電子產品的製造，而日本自 1981 年開啟零維(奈米粒)奈米材料研發以來，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)、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)，日本科技界一致認為奈米材料是日本未來產業跳脫空洞化或超越美國的轉折點，同時也對奈米材料相關的素材作市場預測 (如表 6.5-1)，許多材料如光觸媒，由於技術上的突破，由 2000 年到 2020 年有將近 20 倍的成長，吸氫合金甚至有 40 倍的成長，這些驚人的成長效益將反應在應用這些材料的產品性能上及附加價值上，是值得我國借鏡的預測參考。

表 6.5-1 奈米材料相關產品市場展望

(單位：億日圓)

素材	2000 年	2010 年	2020 年	素材	2000 年	2010 年	2020 年
碳簇，奈米碳管	91	783	2,887	智慧型材料	1,087	3,600	11,325
致動裝置材料	525	1,875	5,250	高性能觸媒	1,684	7,050	14,625
光觸媒	506	7,340	14,145	吸氫合金	245	4,980	10,187
超導材料	12,743	52,050	53,550	超強纖維	1,138	2826	2826
高銳刺纖維(high burr fiber)	421	1,110	2,010	形狀記憶纖維	300	750	750
形狀記憶合金	177	177	402	塗料與接著劑*	11,831	10,007	17,721
超工程塑膠	1,020	2,460	3,360	工程陶瓷	1,961	14,160	14,700
玻纖強化塑膠	7,079	10,971	12,257	輕量耐熱合金	1,251	11,018	27,600
				合計	42,059	131,157	193,595

資料來源：日本經濟新聞社調查

我國的顯示材料、半導體、電池元件、被動元件、電子構裝及傳統產業也積極走向薄型化、輕型化、積體化與多功能化，面對未來高科技產業白熱化的競爭，彈性、快速反映市場生產是搶得先機的手段，原創型的生產(OIM)才是高附加價值的保障，在 OIM 的時代，透過奈米材料的創新，工業的製造不只是大量規格品的生產，更要依據市場及個人的需求，發展健康、環保、多功能且智慧型的產品，此種發展模式(如圖 6.5-5)所示，必需在系統產品發展之初，即結合奈米材料的創意，甚至以奈米材料的獨特性質，來引導系統產品的設計，這將是一個嶄新思考的時代，也是 OIM 必需具有的腦力激盪整合時代。

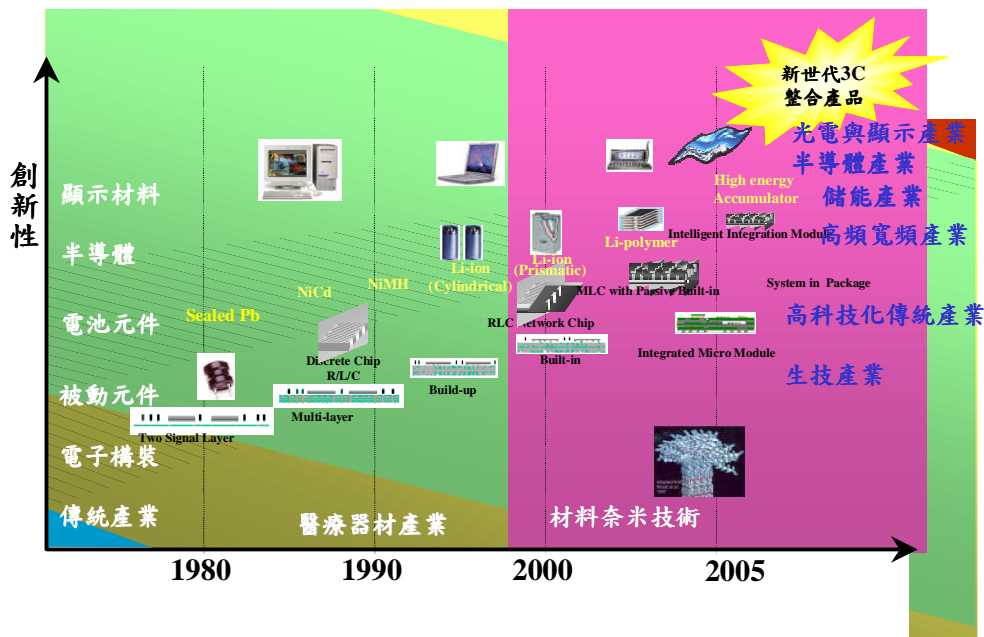


圖 6.5-5 台灣優勢產業與材料奈米技術

材料奈米為一跨領域之技術，具有基礎研究與應用研究平行發展的特點，在國內外已激盪起前所未有的產學研整合研究，其研究內涵不斷擴大，且對各個領域都產生深度的影響。

雖然國際上，材料奈米技術的研究才啟動，但已顯示出實際應用的巨大經濟效益和潛力，必為科學研究和產業發展再帶來一次大革命。故當務之急我國應以國家型計畫完成資源整合，以奈米平台技術及育成中心作環境建構，發展具優勢電子產業的材料奈米技術，並導入針對高科技化傳統產業進行研發，進而開創新興之高科技產業。在具產業效益的應用研究上，創造原創型的智權，以建立 OIM 為主的高附加價值產業是我們的願景；一個以材料奈米技術作驅動，達到綠色環保、多功能、系統整合及智慧型產品的產業是我們的目標。(如圖 6.5-6)

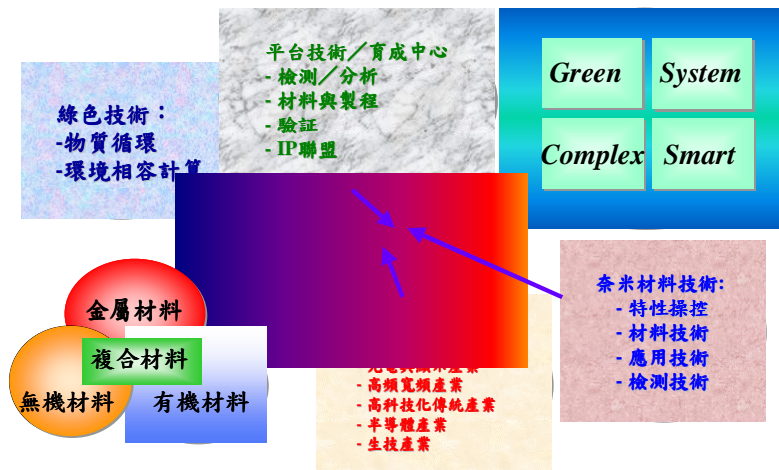


圖 6.5-6 材料科技的未來

6.6 推動策略

當進入知識經濟時代，我國產業競爭能力往創新前瞻方向提升，奈米技術與材料的進展，將促使製造業產生典範移轉，奈米技術的產業化將成為最佳的策略選擇。台灣應以過去累積的知識、人才和科技實力，運用奈米科技結合台灣既有的高科技產業找尋創新的機會點，並快速產業化，以協助整體產業往高附加價值提昇，進而建立持續的競爭優勢。此外，可以將所建立之奈米技術來促使傳統產業高科技化；長期而言，規劃發展新世代高科技產業，如奈米電子產業及生物科技產業等。

我國在奈米技術及材料之發展策略乃視當前環境變化及未來產業發展的需要，配合國際趨勢，重視未來台灣永續發展觀念下，以保持時效性與前瞻性。在策略上，一方面重點選擇短中期內即可商品化的技術，與產業界密切結合，積極投入相關應用之開發；另一方面，也選擇未來五至十年能產生重大產業效益之前瞻研究項目，進行長程持續研發。兼顧短、中、長期持續開發能力的發揮，規劃項目同步考量效益大之產品應用技術及實用前瞻技術之建立。

短程的應用研究可選擇最迫切技術升級的傳統產業，經由奈米技術注入新生命力。此可以由產業界主導，政府提供補助以資鼓勵，政府並可透過法人機構協助民間開發奈米增值技術。中期之規劃則與現有優勢產業結合，確認關鍵性奈米技術，規劃具吸引力之旗艦型具挑戰之項目，由各研究機構開發，並透過業界參與，加速應用產品之落實，以彰顯奈米科技的實用性及效益。在長遠之前瞻性研究方面，如奈米電子及奈米生技，國內可以選擇其中幾項以國家型計畫型態重點投入先期研究。

根據前述現況及願景，擬定我國「奈米技術與材料的推動策略」，做為國家發展規劃之參考藍圖。其發展規劃架構如下：

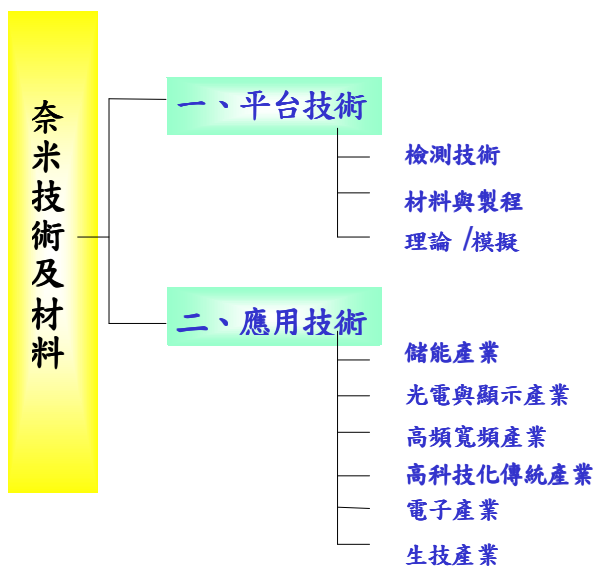


圖 6.6-1 奈米技術與材料發展規劃

奈米技術及材料之發展，如 6.5 節所述，其規劃將技術範圍區分為兩大類，即平台技術與應用技術，平台技術包括奈米材料之檢測技術、材料與製程技術及理論與模擬技術，而應用技術則以產業產品應用創新為主，應用技術以三大主軸來規劃：(a)結合既有的高科技產業：以奈米技術的創新,推動 3C 整合資訊通訊電子產品之躍昇，確保我國資訊通訊電子產業在全球之競爭優勢。在未來幾年可立即利用奈米材料或奈米技術的高科技優勢產業包括儲能產業、光電與顯示器產業、高頻寬頻產業等為規劃重點；(b)高科技化傳統產業：透過奈米技術提升傳統產業之競爭力,使傳統產業高科技化，成為我國產業發展之基石；(c)追逐 21 世紀新興產業之夢：奈米科技解決人類健康、生活品質及永續發展，未來下世代電子產業及生技產業的發展亦必須與奈米材料及技術密切結合，才能發揮更高的附加價值。

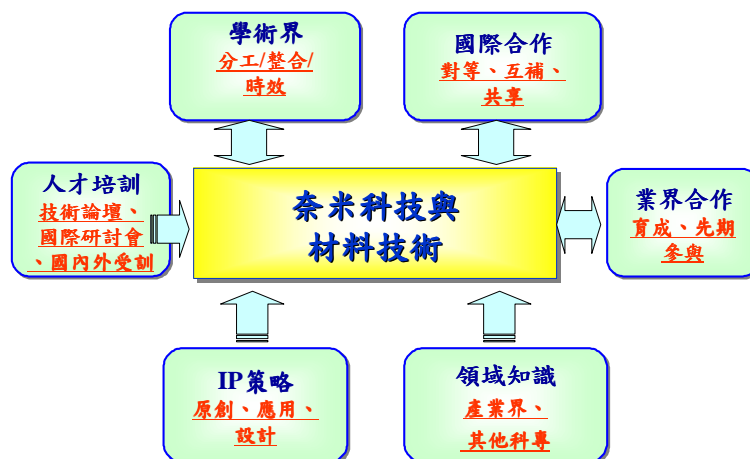


圖 6.6-2 奈米科技及材料技術基本之推動架構圖

圖 6.6-2 為奈米科技及材料技術之推動基本動構架圖。為期有效推動奈米材料與技術，我國必須整合跨領域技術（材料、化學、化工、電機、電子、光電、機械等），結合現有的強勢產業(高科技產業)，將創意快速產業化，並須大力支援人才培訓、推動國際合作、配合智財權的策略，結合學術界卓越的基礎研發能力，強化產學研之整合，並積極輔導各優勢產業技術之提升，及傳統產業之轉型。藉由奈米材料所賦予之特殊機能，創造重大產業

效益。

我國在奈米技術與材料的研發活動，涵括中研院的主題研究計畫、教育部大學學術追求卓越計畫、國科會「奈米科技跨領域專題研究計畫」、工研院籌劃中的「奈米技術應用研發中心」等。為有效整合這些單位的研發能量，並結合產業界的力量，實有必要儘速將奈米技術與材料的研發規劃為國家型計畫。推動國家型整合計畫，由政府主導平台技術，建立共同儀器設備中心(檢測與製程)作為支援產業之後盾，結合學術界、研究界、產業界，形成國內產官學研之奈米研發精英團隊，同時經由國際合作研究及技術移轉等措施，加速落實前瞻計畫研發成果。其中「奈米技術應用研發中心」將成立開放實驗室，擴大開放研究設施，提供學術界、廠商進行技術研究、合作開發、創業育成等用途，以加速奈米技術產業化。

未來在奈米技術與材料推動策略與方案如下：

6.6.1 推動國家級大型整合計畫

將奈米技術研發納入國家大型計畫，在國科會與經濟部列出中長期基礎前瞻研究項目，以建立具競爭力的平台技術。平台技術將涵蓋奈米科技基礎研究、奈米材料與製程、理論與模擬以及奈米檢測技術等開發項目。其可供產官學考量投入推動的項目和行動方案，如表 6.6.1-1。

表 6.6.1-1 推動策略與方案

	推動項目	行動方案/目標	目前執行現況	未來待強化部份
基礎學術研究	奈米科學基礎研究	1. 基礎科學及理論研究 2. 奈米材料檢測與特性研究	教育部卓越計畫 國科會奈米科技跨領域專題研究計畫	1. 與國家型計畫整合 2. 成立奈米科學新研究與教學中心。 3. 建設精密設備，從事奈米加工實驗奈米尺度檢測、製程及操作設備及軟體。
材料與製程	奈米碳管、奈米金屬粉體、奈米磁性材料、奈米陶瓷粉末等	產官學合作研發/奈米機能展現，整合推廣移轉可運用於傳統產業之新技術，運用資訊科技協助產業提高附加價值	尚未投入	奈米材料製程之量產技術研發/應用面之拓展
理論	奈米結構理論基礎研究	奈米結構特性之理論計算、模擬與預測跨領域整合研究	國科會91年開始執行跨領域研究奈米科技計畫	產業應用相關性及計算軟體移轉應用研究

/ 模擬	平行運算叢集電腦技術	發展及推廣以個人電腦及網路為基礎的平行運算叢集電腦技術	業已設置64個節點之叢集電腦，並進行效能研究及技術推廣	協助平行運算程式發展
	奈米理論與模擬產業應用合作研究	建置平行運算叢集電腦及量子／分子動力計算軟體與應用技術 成立合作研究中心，業者以會員贊助方式加入，確保研究成果之產業應用性及技術移轉	已完成單機版量力及分子動力計算技術培養，正進行平行運算軟硬體建置。	充分與學術界合作發展奈米結構理論計算軟體及應用 導入會員制合作研究中心
奈米檢測技術	奈米材料的微結構/化學組成分析技術、奈米材料的基本特性量測技術、奈米裝置的特性量測與分析	透過產官學合作及研發聯盟模式和國際合作，分別由學術單位和經濟部轄管單位取得國際認證的各項奈米檢測技術，其次落實推廣到工業界本身的生產線品質實用。	中研院和部份大學已建立一些基本的奈米特性檢驗技術與檢測設備建立能力，工研院透過國際合作積極派員到國際奈米研究單位學習重點奈米檢測技術與購置重要的基本檢驗設備	加強國內各單位奈米檢測技術交流與互相支援，工研院並持續積極國際奈米檢測技術引進、設備建立、合作開發和落實推廣到國內各界應用。

6.6.2 培育人才，整合跨領域技術，形成奈米研發精英團隊

在國家型奈米計畫執行下，結合中研院、教育部、國科會、工研院及各大學之研發能量，利用國家級奈米中心及工研院之開放實驗室，提供支持新研究與教學中心，進行跨領域奈米尺度模擬及模式研究，提供設施從事奈米加工實驗。並提供學生獎學金，規劃奈米科學與工程相關課程，培育人才，完成產官學分工合作的奈米研發精英團隊及其運作機制。

6.6.3 結合國內優勢產業，將創意快速產業化

以奈米技術之創新，結合我國目前具優勢之資訊通訊光電產業，促使進一步躍昇，強化其在全球之競爭優勢。未來必須快速地擴散奈米科技及其應用案例至產業界，以奈米科技創新並快速產業化、商品化。未來在儲能材料、光電與顯示材料、高頻寬頻材料方面，可供產官學考量投入推動的項目和行動方案如表 6.6.3-1。

表 6.6.3-1 推動策略與方案

	推動項目	行動方案/目標	目前執行現況	未來待強化部份
儲能材料	<ul style="list-style-type: none"> • 鋰電池奈米結構正、負極材料 • 鋰電池奈米介面隔離膜 • 高活性、大面積鋰電池設計 • 高儲能超結構奈米正、負極材料 • 高儲能電容設計 • 微小型燃料電池奈米電極觸媒合成、設計 • 零甲醇高質子傳導膜設計、合成 • 微小型燃料電池系統設計 	<p>透過產學研合作及研發聯盟模式，建立台灣儲能奈米材料及系統設計的 IP，除增加現在鋰電池產業競爭力外，並建立新興微小型燃料電池及高儲能電容的產業，加速提昇國內儲能產業之擴張能力。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 奈米電極觸媒極高儲能電容與前瞻計畫作先導性研究 	<ul style="list-style-type: none"> • 超結構奈米正負極材料合成、設計 • 隔離膜/傳導膜奈米結構設計、合成 • 儲能元件
顯示材料	<p>Glass-like 可撓性透明基板，整合型光學膜，非刷膜式配向膜材料，自我對位一次多色高彩化顯示材料，奈米整合型可撓式透明基板(整合偏光及廣視角特性)</p>	<p>產官學合作研發/奈米機能展現，整合推廣移轉可運用於液晶產業之材料新技術，大幅提升材料附加價值及創新性以達降低材料成本增加產業競爭力</p>	<p>尚未投入</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 自組裝高分子組態控制技術 • 有機/無機表面功能化及混成技術 • 場效強化分子排列製程技術

	推動項目	行動方案/目標	目前執行現況	未來待強化部份
高頻寬頻材料應用	<ul style="list-style-type: none"> 射頻、光通訊材料/基板、零組件、功能模組及相關系統構裝，如無線射頻、光纖通訊與多功能感測、積體化微型模組 如相變化材料（有機、無機）及近場高解析結構之超高密度記錄媒體材料 高速度、寬頻連接器材料及加工技術 	<ul style="list-style-type: none"> 以奈米材料、奈米結構、奈米元件等奈米技術開發適用頻率更高，使用頻帶更寬之材料及元組件，以整合更高速度及更高密度的通訊與電子資訊系統需求，以建立整體產業之競爭力。 利用奈米技術針對綠色環保型構裝材料、光電構裝基板，建立完整之材料製程技術。 發展奈米晶粒相變化材料及奈米介面操控，以導入下世代光記錄媒體之研發中，以爭取智權。 	<ul style="list-style-type: none"> 上述行動方案已有部份在前瞻計畫開始執行 整體的規劃還在進行中 	<ul style="list-style-type: none"> 平台技術尚待建立 創新性的 IP，需加強培養

6.6.4 創造下世代奈米電子、奈米生技新興高科技產業

我國在奈米技術發展上也應選擇基礎前瞻研究項目，進行長程持續研發。特別是與未來新興高科技之奈米電子與奈米生技產業之結合。國內可以選擇幾項以國家型計畫型態重點投入，期能在未來掌握關鍵技術，並主導後續之產業化應用。國內在奈米生技及奈米電子的發展上應採取「兩極策略」，也就是一方面重點選擇短期內即可商品化的技術，積極投入相關應用之開發；另一方面，也選擇基礎前瞻研究項目，進行長程持續研發。短程的應用研究可以由民間主導，政府提供補助以資鼓勵，政府並可透過法人機構協助民間引進技術或與國外進行聯盟。

在奈米電子元件及奈米生技的領域其可供產官學考量投入推動的項目和行動方案，如表 6.6.4-1。

表 6.6.4-1 推動策略與方案

推動項目	行動方案/目標	目前執行現況	未來待強化部份
奈米電子元件: SiGe 量子元件、自旋電子元件、奈米碳管、元件、單電子電晶體、奈米構裝技術	<p>結合國家、產、學、研的力量，成立國家型計畫，進行整合及分工</p> <p>善用國際合作分工及技術引進機制，快速取得關鍵技術</p> <p>與優勢產業結合，加速產業化</p> <p>儘速創造 Killer Application。</p> <p>智權佈局的策略，尤其在功能、結構及觀念性的專利申請應加強</p> <p>加速奈米技術人才的培育及引進。</p>	<p>- 國科會及經濟部共識凝聚中</p> <p>- 學術及研究機構積極規劃投入</p>	<p>- 實際研發資源之投入</p> <p>- 關鍵智權資料庫及策略佈局</p>
奈米光電: 矽鍺共振穿隧二極體、矽鍺光電積體電路整合技術、奈米探針/操控, 三五量子點、含 Terabyte 光儲存。	<p>- 結合台大/交大/中央之卓越計劃-兆位元光儲存研究，加速 Terabyte 光儲存技術之研發</p> <p>- 配合國際合作、產官學研等整體合作，以積極研發奈米光電技術，並推廣技轉運用於資訊儲存及光通訊等產業之新技術，並協助產業提高附加價值</p>	<p>- 國科會及經濟部共識凝聚中</p> <p>- 學術及研究機構積極規劃投入</p>	<p>- 實際研發資源之投入</p> <p>- 專利分析、策略佈局及智權開發</p>
- 奈米醫療材料與裝置: 仿生化生物感官, 例:人工視網膜、人工味蕾等感測元件, 植入式奈米檢測元件, 例:分子定序元件、分子探針, 生物晶片	<p>產官學合作研發/奈米機能展現</p>	<p>- 尚未投入</p>	<p>- 奈米材料、奈米電子、奈米光電及應用研發</p>
- 奈米醫藥輸送系統: 智慧型藥物傳輸系統、植入式長期給藥系統、基因治療載具	<p>- 產官學合作研發/奈米機能展現, 整合推廣移轉可運用於傳統產業之新技術, 運用奈米生技協助產業提高附加價值</p>	<p>尚未投入</p>	<p>- 奈米材料、奈米電子、奈米光電及應用研發</p>

6.6.5 進行傳統產業高科技化轉型，執行迫切需求的奈米技術及新產品開發研究，並落實商品化量產

基於當前傳統工業面對這一波全面性經濟不景氣的衝擊，致使陷於前所未有的經營困境，財務捉襟見肘，險象環生，對投入創新開發已是心有餘而力不足，極待政府伸援。此時此地最有效積極的做法，為透過政府的疏困獎勵辦法，期使業者自發性結合產學投入其行業的奈米新產品創製及奈米構造建構技術開發。為求事半功倍，宜以如下的推動架構，分別由各界分工合作來次第完成傳統產業高科技化轉型迫切需求的核心奈米技術及奈米新產品開發研究，及落實商業化量產。

積極協助產業創新及科技化，提供新科技產品，創造優惠措施，鼓勵民間投入研發，推動重點高科技化產業發展，促進傳統產業發展轉型與升級。透過綠色生產機制，發展具市場區隔、精緻、節省能源及低耗能、具生態效益之綠色產業，調合環保與經濟發展。推動策略上：

- 確認傳統產業所需之關鍵性奈米技術，規劃具吸引力之傳統產業實用項目，可以透過產業研發聯盟及業界科專，加速應用產品之落實。
- 選定之項目，以與各類傳統產業技術關聯性高、市場產值大之成熟期產業產品/技術為重點，以擴大影響面。
- 規劃項目同步考量實用前瞻技術與機能性改質技術之建立及效益大之產品應用開發。

➤選定短期內可落實者先推動，同時建立創新機能性前瞻技術，以利後續新產品開發

發揮奈米 *meso properties* 效應，結合產業 *domain knowledge*
奈米效應：光、電、磁、熱、聲、化學、機械特性

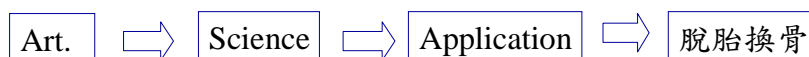
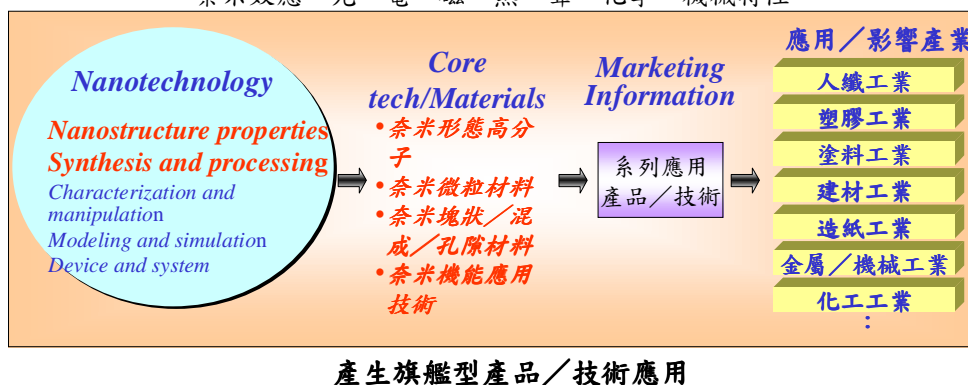


圖6.6-3 傳統產業奈米計畫推動架構圖

預期在傳統工業界全面投入奈米技術研發後，當使其快速落實成為高科技傳統工業。其可供產官學考量投入研發的項目和行動方案，如表6.6.5-1。

表6.6.5-1 推動策略與方案

業別	推動項目	行動方案/目標	目前執行現況	未來待強化部份
人纖工業	導電纖維、抗UV/EMI纖維、高介電係數纖維、快速吸放濕纖維、自發光纖維、高傳熱纖維、活性化纖維、奈米空孔纖維、超低傳輸損失光纖	產官學合作研發/奈米機能展現，整合推廣移轉可運用於傳統產業之新技術，運用資訊科技協助產業提高附加價值	尚未投入	奈米粒材料及應用研發
塑膠工業	高性能耐燃塑料、超高流動性高分子量塑料、兩性親和塑料、高介電係數塑料、抗菌除臭塑料、UV/IR屏蔽塑料、電磁波遮蔽塑料、導電塑料、磁性塑料、超低介電係數膜、奈米分離膜、光電薄膜、吸音結構材	產官學合作研發/奈米機能展現	尚未投入	奈米構造建構及應用研發
塗料工業	抗菌除臭塗料、UV/IR屏蔽塗料、電磁波遮蔽塗料、高性能防火塗料、導電塗料、撥液性塗料、防污塗料	產官學合作研發/奈米機能展現	尚未投入	奈米粒材料及應用研發
建材業	自清潔/防污建材、防表面結露建材、抗菌/除臭/防霉建材、防電磁波建材、紫外線/隔熱濾光玻璃、絕熱性建材、吸/隔頻音建材	產官學合作研發/奈米機能展現	尚未投入	奈米構造建構及應用研發

業別	推動項目	行動方案/目標	目前執行現況	未來待強化部份
造紙工業	高級銅板紙、高韌性鈔票紙、揚聲器用紙、低介電係數絕緣紙、電子紙、導電紙、高性能過濾紙	產官學合作研發/奈米機能展現	尚未投入	奈米粒材料及應用研發
金屬/機械工業	奈米多孔性金屬、磁性流體、奈米粉末表面硬面塗層、金屬粉末燒結機械元件、導電膠、超塑性金屬板材、高溫鋁合金材料、磁性奈米複合粉體	產官學合作研發/奈米機能展現	尚未投入	奈米粒材料及應用研發
化學工業	高選擇率氫化烯烴、氫系燃料電池用轉化觸媒、高靈敏環保感測器、奈米觸媒材料	產官學合作研發/奈米機能展現	尚未投入	奈米粒材料及應用研發

在我國產官學凝聚一體，貫徹推動上述的奈米技術與材料發展策略之後，預期在建立具競爭力的奈米平台技術方面，將可使臺灣在2005年把奈米科學及理論研究、奈米材料檢測與特性研究、奈米材料設計理論與模擬、奈米檢測技術、奈米生產製程技術等的水平提昇到國際化水準。換言之，在這段時間產官學不但要攜手合作消化和追趕落後美國三十年、日本二十年、大陸十年才投入的奈米科技遲程，也要及時完成我國奈米科技研發、應用的國際化環境建構、人才培育及核心技術之建立。

其次在自主的奈米核心技術陸續擴散及高科技化我國傳統產業應用之後，預期添加奈米材料和應用奈米結構的高附加價值奈米民生用品(如表6.6.5-1)，將如雨後春筍問世行銷國內外，帶給我國傳統產業永續經營生機和根留臺灣放眼世界。

而在應用自主的奈米核心技術於目前3C產業的創新產品開發，預期隨著奈米級的3C產品(如表.6.3-1)次第問世，將會帶給臺灣3C產業榮景另一個創新高點。除此之外，也將為我國現階段的高科技產業延伸到奈米電子產業和奈米生命科學及奈米資訊技術的領域，屆時臺灣的產業體質將蛻變並駕先進奈米科技的歐美日諸國，也是舉世另眼相看、實至名歸、聞名於世的綠色奈米科技之島。

7.7 參考文獻

1. M. C. Roco, R. S. Williams, P. Alivisatos (1999) "Nanotechnology Research Directions: IWGN Workshop Report", International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division
2. R. W. Siegel, E. Hu, M. C. Roco (1999) "Nanostructure Science and Technology: A Worldwide Study", International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division
3. R. W. Siegel (1997) "R&D Status and Trends in Nanoparticles, Nanostructure Materials, and Nanodevices in United States", International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division
4. R. W. Siegel (1997) "Russian Research and Development Activities on Nanoparticles and Nanostructured Materials", International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division
5. Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee (2000) "National Nanotechnology Initiative: The Initiative and Its Implementation Plan", National Science and Technology Council
6. A. S. Edelstein, R. C. Cammarata (1998) "Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications", Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, USA
7. M. Koizumi, Y. Sakka, K. Chujo and K. Niihara (2001) "Advanced Technology of Nano-materials", CMC, Japan
8. S. Katherine, C. Lee, (2001) "DuPont and PEM Fuel Cell Components", Fuel Cell Seminar in Taiwan, P.10~12
9. S. A. Minden, L. M. Savage (1997) "Molecular Nanotechnology : Biological Approaches and Novel Applications", IBC, CA, US.
10. C. Lee, and M. S. Lynn (1998) "Biological Molecules in Nanotechnology : The Convergence of Biotechnology", Polymer Chemistry and Materials Science, IBC, CA. US.
11. P. Judeinstein, C. Sanchez (1996) "Hybrid organic-inorganic materials: a land of multidisciplinary", J. Mater. Chem., 6 (4), 511-525.
12. J. H. Fendler, F. C. Meldrum (1995) "The Colloid Chemical Approach to Nanostructured Materials", Adv. Mater. 7 (7), 607-630.
13. N. Peyghambarian, S. W. Koch and A. Mysyrowicz (1993) "Introduction to Semiconductor Optics", Prentice Hall Inter.
14. D. R. Uhlmann, G. Teowee, J. Boulton (1997) "The Future of Sol-Gel Science and Technology", J. Sol-Gel Sci. Tech. 8, 1083-1091.
15. C. A. Mirkin, R. L. Letsinger, R. Elghanian, J. J. Storhoff, R. C. Mucic (1997) "Selective Colorimetric Detection of Polynucleotides Based on the Distance Dependent Optical Properties of Gold Nanoparticles", Science, 277, 1078.
16. C. A. Mirkin, R. L. Letsinger, R. C. Mucic, J. J. Storhoff (1996) "A DNA-based method

- for rationally assembling nanoparticles into macroscopic materials", *Nature*, 382, 607.
17. N. Ota, K. Hirano, M. Warashina, A. Andrus, B. Mullah, K. Hatanaka, K. Taira (1998) "Determination of interactions between structured nucleic acids by fluorescence resonance energy transfer (FRET): selection of target sites for functional nucleic acids", *Nucleic Acids Research*, 26(3), 735-743.+
 18. T. A. Taton, C. A. Mirkin · R. L. Letsinger (2000) "Scanometric DNA Array detection with Nanoparticle Probes", *Science*, 289, 1757-1760.
 19. J. L. West, N. J. Halas (2000) "Applications of Nanotechnology to Biotechnology", *Current Opinion in Biotechnology*, 11, 215-217.
 20. J. R. Taylor, M. M. Fang, S. Nie (2000) "Probing Specific Sequences on Single DNA Molecules with Bioconjugated Fluorescent Nanoparticles", *Anal. Chem.*, 72, 1979-1986.
 21. B. Dubertret, M. Calame, A. J. Libchaber (2001) "Single-mismatch Detection Using Gold-Quenched Fluorescent Oligonucleotides", *Nature Biotechnology*, 19, 365-370.