

一、前言

在2003年之前，我國在奈米科技的研發與應用，主要資源投入的主管機關是行政院國家科學委員會（以下簡稱國科會）及經濟部技術處，分別從事奈米科學及技術的相關研究。國科會以專題研究計畫方式補助公、私立大專院校，從事奈米科學相關基礎研究；技術處則以產業化技術開發，委託或補助各財團法人研究機構（如工研院、生技中心等單位），進行各產業所需之奈米技術開發。2003年以後開始執行奈米國家型科技計畫（簡國明、蔡旻樺，2005），為期六年，由國科會整合所有奈米科技研發資源，成立奈米計畫辦公室，根據奈米國家型科技計畫指導委員會規劃，奈米科技的研發及應用，將分為基礎科學研究與產業化技術開發兩部份，其中基礎科學研究部份也稱為學術卓越計畫，其執行單位主要為中央研究院、衛生署及國科會所補助之研究單位，而產業化技術開發的執行單位，則是經濟部技術處運用人科技專案所支持的財團法人團體。若簡易區分這兩類計畫，學術卓越研究計畫視為尖端且具創意的基礎研究，而產業化技術開發除了承接部分學術卓越計畫的研究成果，並轉化為產業所需技術外，也針對國內未來產業發展方向，開發產業轉型所需之技術，進而提供未來新興奈米產業所需之技術。本文以國科會補助公私立大學院校之奈米研究計畫為對象，分析資源投入及領域發展的情形，以期未來可提供政府資源分配及策略發展之參考。

二、歷年奈米研究計畫數及經費分析

2002年以前，奈米研究計畫都集中於國科會之學術研究（如表1），少部分計畫則由經濟部技術處推動執行，2003年開始執行奈米國家型計畫以後，計畫的成長數量明顯增加（含非奈米國家型計畫），尤其是國科會，從2002年以前的748件計畫，到2003年時計畫數達到1,380件，成長率約84.5%；年度總經費方面，表2列出各部會奈米研究計畫2003~2005年經費分配，表2數據顯示，2004年經費達到最高峰，若以2004年經費決算數約新台幣30億元來看，經濟部技術處之奈米研究經費比率最高，佔當年度奈米研究計畫經費分配數之71.2%，其次是國科會，比率則佔21.3%，其它部會所佔比率則都低於2%以下。

表 1 主要部會歷年奈米研究計畫數（單位：件）

	2002年以前	2003年	2004年	2005年	2006年
國科會	748	1,380	1,614	1,744	1,106
技術處	6	27	31	34	31
衛生署	0	1	10	33	34
農委會	0	9	14	17	9

資料來源：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2007；本研究整理。

(註)：跨年度之計畫，其年度計畫數目重複計算

表2 各部會奈米研究計畫2003-2005年經費決算數（單位：新台幣千元）

部會	2003 年	2004 年	2005 年 (法定預算數)	合計
工業局	19,400	24,140	38,335	81,875
技術處	1,855,456	2,150,164	1,722,317	5,727,937
原能會	19,308	31,386	70,951	121,645
能源局	26,523	36,445	38,000	100,968
國科會	641,882	644,027	690,000	1,975,909
教育部	21,895	50,000	68,951	140,846
標檢局	30,794	32,296	37,226	100,316
衛生署	0	45,000	63,000	108,000
環保署	5,660	7,200	10,100	22,960
總計	2,620,918	3,020,658	2,738,880	8,380,456

資料來源：奈米國家型計畫辦公室，2007。

三、大學院校奈米研究計畫領域分類

國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心所建置的政府研究資訊系統（Government Research Bulletin, GRB）是行政院所屬各機關委託研究計畫的資料庫，從GRB分析得知（截至2007年12月），各大學院校的奈米研究計畫數總計有3,523件計畫，扣除參與國際會議或舉辦國際研討會之計畫數，實際投入奈米研究計畫數為3,512件計畫，主要的研究系所為化學、化工、物理、材料、機械、電子、高分子等科系。本研究為瞭解各大學院校在奈米科技各領域的發展趨勢，將投入資源的奈米科技領域區分為10大類，此10大類分別為奈米化（複）材、奈米機電（含光儲存）、場發射?元件、奈米能源?資源、量測?儀器?設備、生醫（含生技材料）、應用化製程、平台（含一般製程）、環境?安全及其它（培育及設施）等，每一領域分類的範疇，如表3所示，各計畫的內容則根據這些領域範疇加以歸類。

表3 奈米各領域的歸類範疇

領域	歸類原則
奈米化（複）材	舉凡有關以奈米相關物質如金屬粒子、導電高分子、有機?無機材料、有機金屬、陶瓷粉末、薄膜、孔洞材料、奈米管（線）及其改質、磁性奈米線（陣列）、半導體、纖維、樹脂複合材料、高熵合金、晶體等之製備、應用為主之研究。
奈米機電（含光儲存）	舉凡以特定功能之奈米元件、連線、介面與系統設計與製造有關之研究，如電子元件或陣列、單電子電晶體、磁性元件、電子自旋、磁性薄膜自旋轉移、量子點光電元件、分子電子、奈米結構微影及加工、組裝、微/奈米機械整合製造（工具）等為主之研究。
場發射?元件	碳奈米管場發射、元件、顯示器之製作、複矽電晶體、奈米材料之熱場發射特性、奈米纖維碳材模板場發射、單光子奈米發射、濾光片薄膜、奈米鑽石薄膜場發射、共價鍵材料場效發射顯示、可撓式奈米碳管?奈米晶體?高分子電激發光元件等之製程應用。
奈米能源?資源	鋰電池電極材料、光敏化太陽電池及材料、燃料電池及材料、儲氫及製氫材料、結構電極、超高電容器、OLED或其它發光材料、保鮮材料、奈米加工及射出成型、（光）觸媒、催化分解及抗菌材料、透濕（氣）奈米纖維網、化學機械拋光、封存或回收技術、防火塗裝、污染防治、各種奈米分離技術。
量測?儀器?設備	舉凡有關奈米尺度量測與操縱之技術、分析或用各種奈米材料、方法所製造之儀器設備等，如負離子產生器、致動產生器、奈米分子管柱、表面電漿共振、各種感測器（材料或元件）、壓印微影、近場量測及光學研究、各種顯微技術、能（光）譜術、奈米精密測量、定位校準、掃描探針技術、晶粒鑑測分離（析）、干涉儀等。
生醫（含生技材料）	舉凡有關奈米生醫材料、生物標記與診斷、仿生物感測或植入式晶片系統等之研究，如分子磁振影像、病毒檢測、保健食品及化妝品之檢測及應用、微流體晶片、藥物傳輸或釋放、生物相容性材料等。

應用製程	針對某些特定功能或用途之奈米材料所採用的製程或合成技術，如碳材及共軛高分子聚合、奈米晶氮化鈦薄膜之製程、產生高光觸媒活性的奈米TiO ₂ 微粒、製造ZnO和Bi ₂ O ₃ 陣列式奈米線材、超臨界沉積金屬奈米薄膜、發泡微胞聚合合成SiO ₂ 奈米中空球等之應用製程。
平台（含一般製程）	舉凡奈米技術或奈米材料有關之理論研究，包括動（熱）力學、物（化）性、計算、模型（擬）、現象、反應、行為影響等及單純製造奈米材料之方法，如金屬奈米線模型、逆微乳膠、超重力場、水熱、氣相燃燒、電感耦合式碳氫電漿、溶膠凝膠、熱溶劑合成、微波輔助、連續式化學氣相沈積、爆炸、電弧放電及超臨界流體法等。
環境?安全	舉凡利用奈米技術或奈米材料處理環境中有害物質、污染物或應用於人體之安全、評估等研究。如重金屬、有機氯、廢氣、廢棄物、空氣淨化、土壤污染等環境處理或化妝品、中草藥、食品、奈米粒子作業環境等之風險評估。
其它（培育及設施）	此類指有關奈米數位學習平台建構、全國各區奈米科技K-12教育、各地奈米科技中心（含核心設施建構）、奈米前瞻人才培育等計畫。

資料來源：本研究整理。

四、 奈米研究計畫領域分析

根據表3之歸類範疇，將3,512件計畫之研究領域加以歸類，如圖1所示，可看出國內大學院校奈米研究計畫之整體分析。從圖1可看出，國內奈米研究計畫，以奈米化（複）材領域所佔比率21.4 %最高，其次是平台（含一般製程）領域佔比率18.4 %，其它如奈米機電（含光儲存）、奈米能源?資源及量測?儀器?設備等領域，所佔比率也超過10 %以上。若以應用研究來看，國內在場發射?元件領域的研究比率偏低，其中側重於碳奈米管及奈米鑽石等之場發射研究。

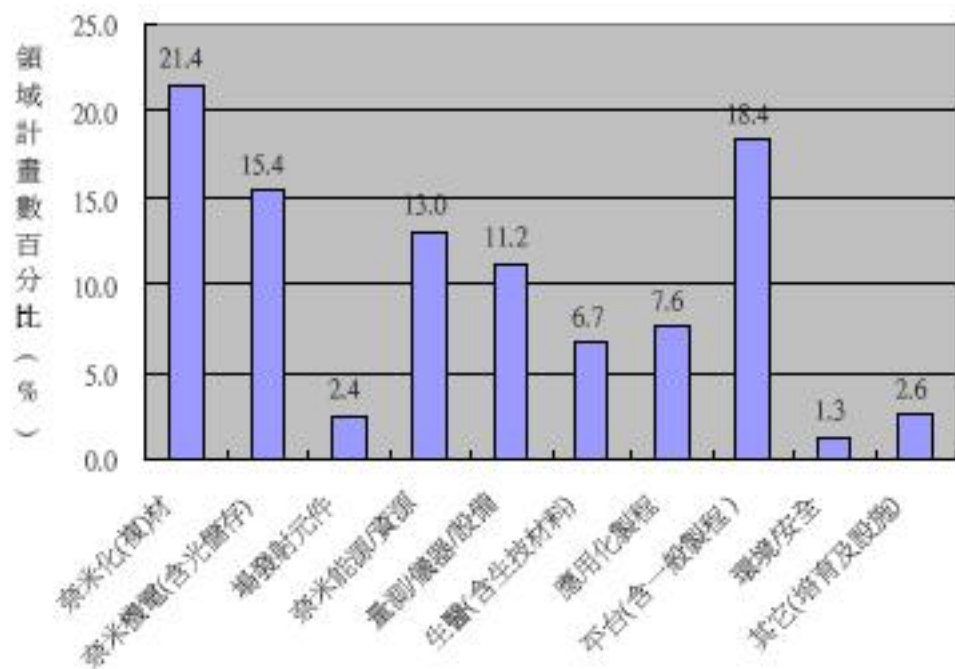


圖1 我國奈米研究計畫整體領域分析（總計畫數為3,512件）

資料來源：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2007；本研究整理。

若以公私立大學院校奈米研究計畫作比較，公立大學院校計畫數為2,650件（佔總計畫數的75.5%），經統計，研究經費達新台幣56億6,792萬元，私立大學院校奈米研究計畫數則有862件，研究經費達新台幣7億5,049萬元。若比較公私立大學院校奈米科技研究計畫的領域，如圖2所示，可看出公立大學院校研究領域偏向於奈米化（複）材、平台（含一般製程）及奈米機電（含光儲存），私立大學院校則偏向於奈米化（複）材、平台（含一般製程）及奈米能源?資源等領域。

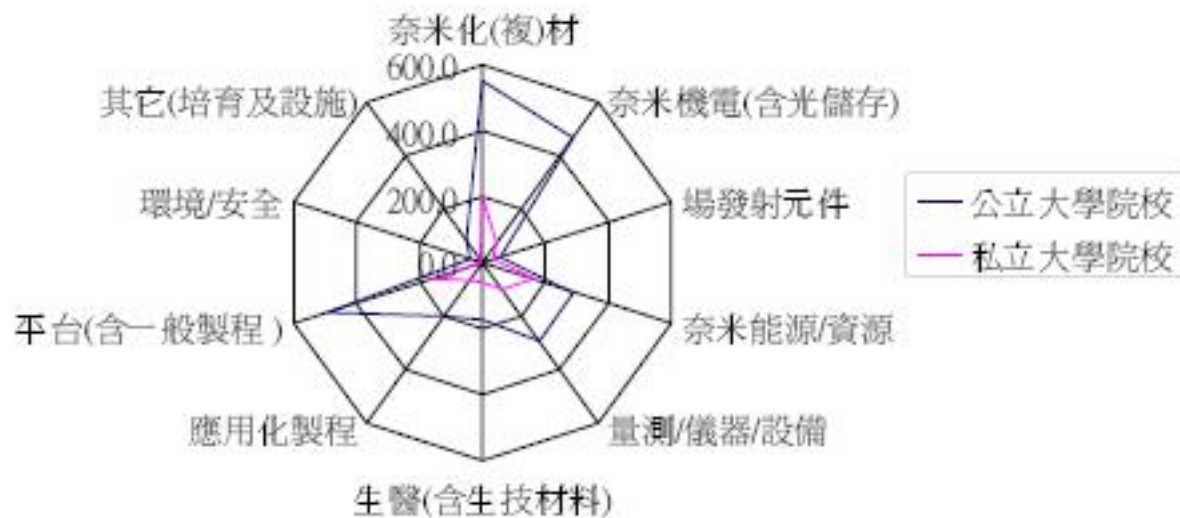


圖2 公私立大學院校奈米科技研究計畫之領域比較（y軸數字表示領域計畫數）

資料來源：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2007；本研究整理。

五、 奈米科技研究重點學校分析

本研究進一步統計，佔總計畫數75.5%的公立大學院校部份，以奈米研究計畫數排名，前五大之學校依序為台灣大學、清華大學、成功大學、交通大學及中正大學，此五所公立大學之奈米研究計畫總件數為1,754件，佔所有奈米研究計畫數的一半左右，若比較此五所公立大學之奈米科技研究在各領域之比重，如圖3所示，可看出台灣大學奈米科技研究領域，以量測?儀器?設備及環境?安全等領域所佔比率最高；清華大學則在奈米化（複）材及生醫（含生技材料）領域方面佔多數；交通大學則在奈米機電（含光儲存）及場發射?元件領域所佔比率最高；成功大學則以奈米能源?資源及應用化製程領域所佔比率較為突出。其它領域方面，如人才培育及核心設施等，台灣大學與成功大學則分別為第一及第二，顯示台灣在人才培育及核心設施方面，是以兩校作為南北發展的重點學校。

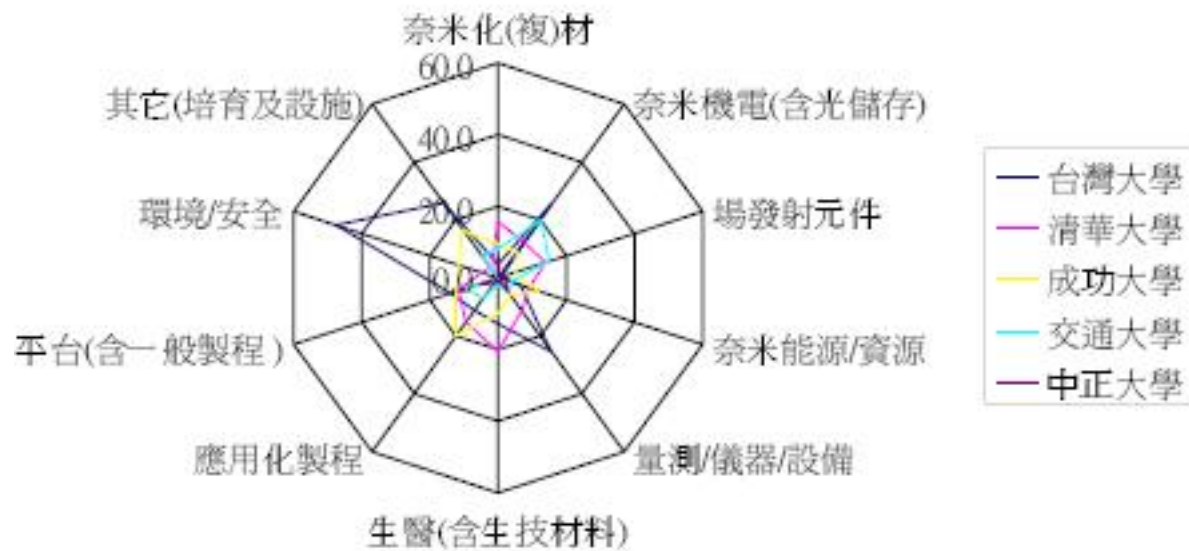


圖3 前5大公立學校奈米科技研究計畫之領域比較（y軸數字表佔該領域百分比）

資料來源：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2007；本研究整理。

就研究資源來看，前五大公立學校奈米科技研究經費為新台幣41億8,935萬元左右，佔所有公立學校奈米科技研究經費的73.9 %。若以公立學校為基準，五大公立學校中，各校所執行的奈米研究計畫數及研究經費之比率，如圖4及圖5所示，無論從研究計畫數量或研究經費來比較，所有公立大學院校中，台灣大學都保持第一，其次是清華大學，雖然兩校研究計畫數只相差36件，研究經費卻相差新台幣5億元以上，清華大學之每計畫平均經費低於台灣大學甚多（如圖6），顯示台灣大學奈米研究之大型計畫件數較清華大學多。前五大公立學校奈米研究計畫每計畫平均經費，如圖6所示，可看出清華大學每計畫平均經費為新台幣1,976仟元，是五大公立學校奈米研究計畫中每計畫平均經費最低者。值得一提的是中山大學，雖然在奈米研究計畫數量及經費方面，佔所有公立學校的比率並不高，但每計畫平均經費則達新台幣2,683仟元，僅次於台灣大學，研究計畫經費超過800萬以上之計畫數有10個，其中以建置高屏地區奈米核心設施服務計畫為最主要經費需求，是政府在高屏地區建立奈米核心設施及發展奈米科技的重點學校。

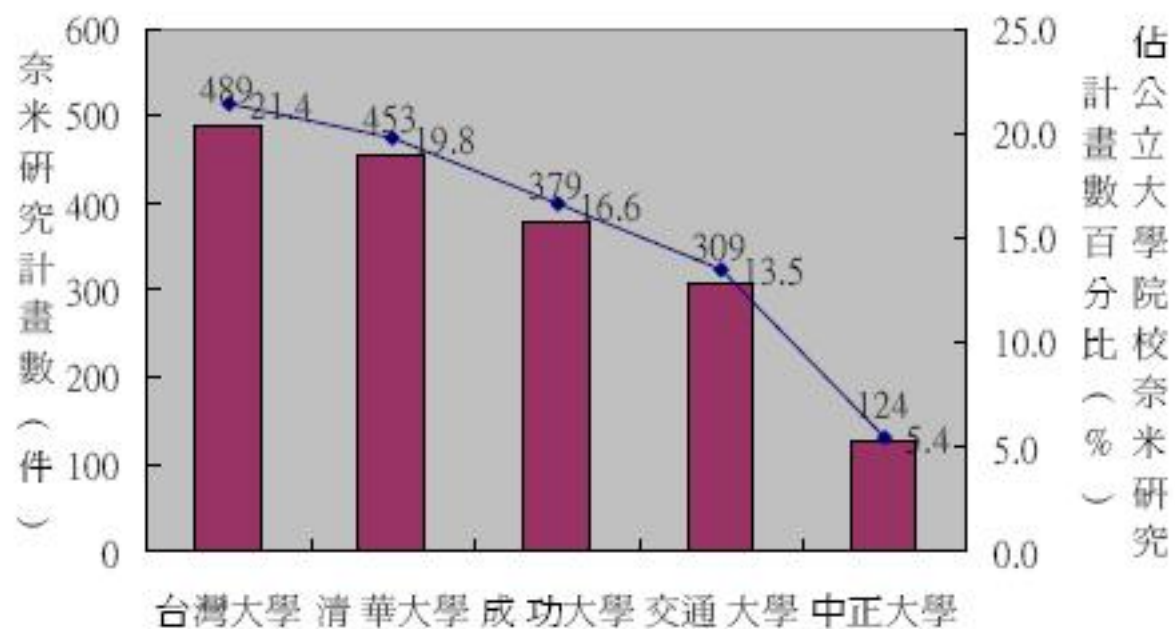


圖4 前五大公立學校奈米研究計畫數分布比率

資料來源：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2007；本研究整理。

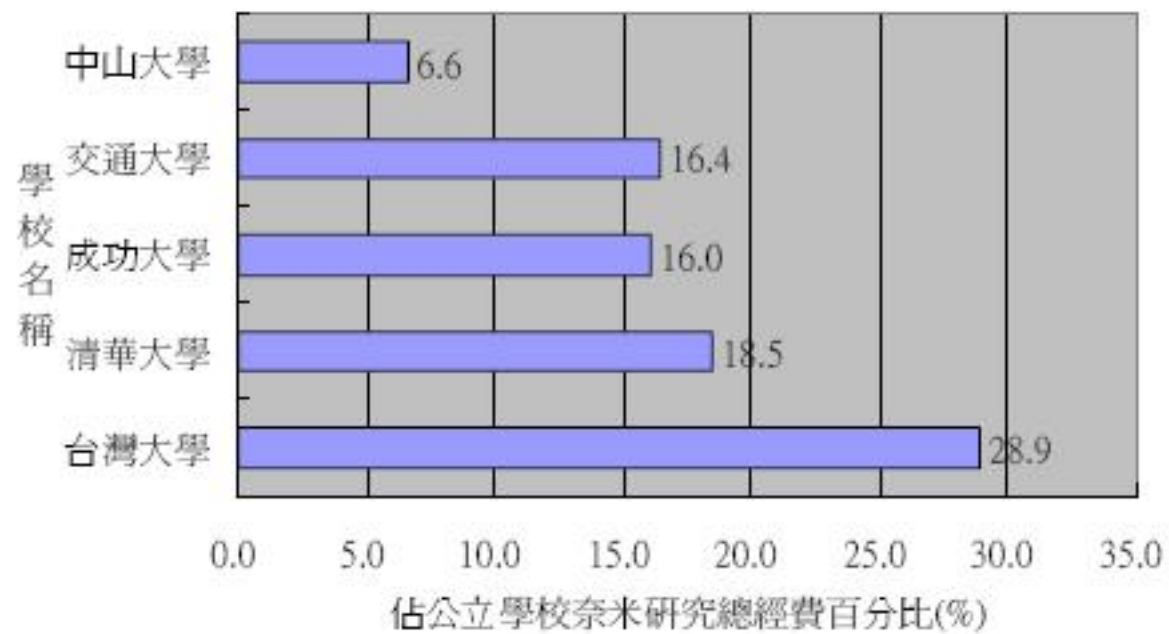


圖5 前五大公立學校奈米研究經費分布比率

資料來源：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2007；本研究整理。

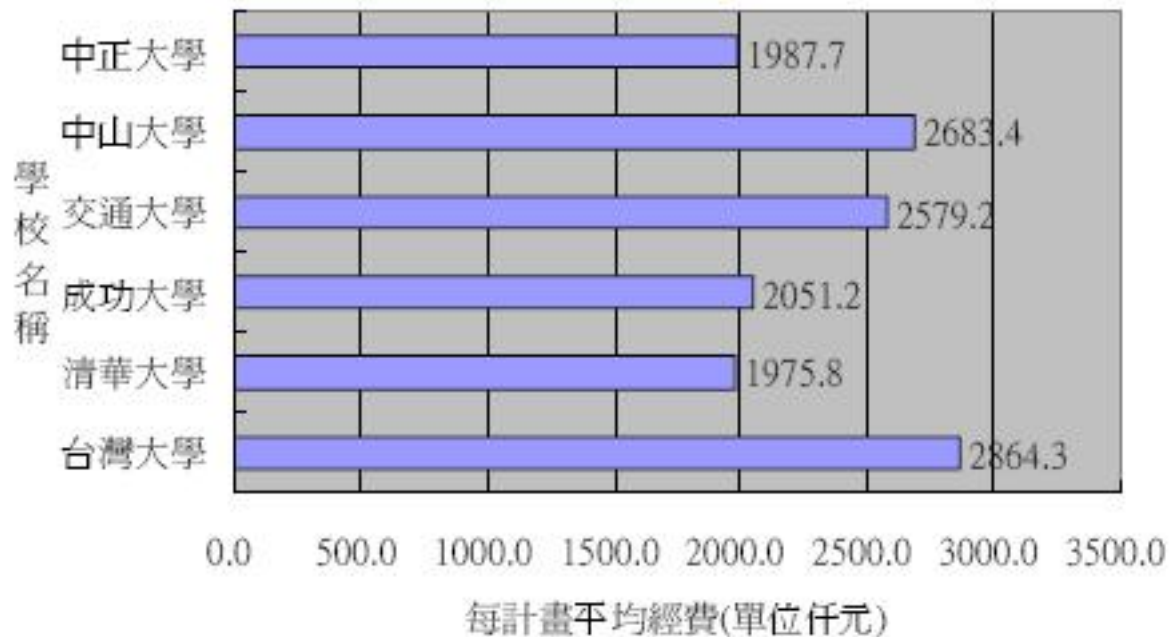


圖6 前五大公立學校奈米研究計畫每計畫平均經費分析

資料來源：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2007；本研究整理。

至於私立大學院校部份，就奈米研究計畫數量而言，依序為中原大學（113件）、逢甲大學（83件）、南台科技大學（78件）、淡江大學（55件）及義守大學（54件）。若以私立學校為基準，此五所私立學校中，各校所執行的奈米研究計畫數及研究經費，佔所有私立學校中比率最高者為中原大學，其奈米研究經費就佔所有私立學校奈米研究經費的25 %，且每計畫平均經費為新台幣1,489仟元，其中有一個三年期生物醫學方面之計畫，每年經費都超過新台幣1,000萬元，該校是積極爭取教育部五年五百億發展頂尖學校之一。另外，東海大學雖然在奈米研究計畫數量及經費方面，佔所有私立學校的比率並不高，但每計畫平均經費則達新台幣1,346仟元，僅次於中原大學。

六、 結論

按照我國研發體系，國科會所補助的各大學院校奈米研究計畫及奈米國家型科技計畫中所規劃的學術卓越計畫，是屬於我國奈米科技前瞻及創新之研究（羅於陵、蕭雅柏、郭光輝、吳典熹、王永銘、簡國明，2002），從GRB中可看到歷年各大學院校所執行的奈米研究計畫。本研究從GRB統計分析，根據領域分類原則，發現奈米研究計畫以奈米化（複）材領域所佔比率最高，其次是奈米機電領域；以應用研究來看，配合政府政策發展兩兆雙星計畫所扮演的角色及功能，國內在場發射?元件領域的研究比率就顯得偏低。從五大公立大學之奈米科技研究領域分析，可看出各校發展奈米科技的領域各有不同風格，例如：交通大學在奈米機電（含光儲存）及場發射?元件領域方面之研究較為突出，可就近與新竹科學園區廠商形成產業聚落。最後，無論是知識上游的科學研究（國科會補助）或中游的產業技術研究（經濟部科技專案補助），政府在奈米材料的製程、基礎及應用

技術研究方面投入相當多資源，相關的奈米研發成果，若能成功導入於基礎產業（或傳統產業），如環保?能源機能性觸媒、奈米功能性粉體製程、機能結構自組裝高分子奈米材料、奈米碳材與碳複材研製等，對於基礎產業（如石化、塑膠、紡織等）之轉型或升級可以發揮極大的助益。

參考文獻

簡國明、蔡旻樺（2005）。*奈米國家型科技計畫階段成果效益分析*（國科會補助專題研究計畫成果報告，NSC94-2114-M492-001）。台北市：國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。

羅於陵主持（2002）。*奈米技術產業化推動計畫先期規劃與推動計畫*（經濟部工業局91年度專案計畫執行成果報告，9101020148）。台北市：行政院國家科學委員會科學技術資料中心

國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心（2007）。*政府研究資訊系統*（GRB）。上網日期：2007年11月3日，取自：<http://www.grb.gov.tw>

奈米國家型計畫辦公室（2007）。上網日期：2007年5月30日，取自：<http://nano-taiwan.sinica.edu.tw/index.php>

作者：

洪長春 / 國研院科技政策中心副研究員

社會科學