

一、前言

英國是全球奈米技術研發領先的國家，在生物奈米技術、健康照護與奈米醫學、奈米材料、奈米量測與標準等領域的發展也都領先世界。而在上世紀的80年代末期開始作為全世界第一個啟動奈米技術方案的國家，英國奈米技術的現在與未來發展，不但仍是該國政府最重視的主要科學與技術政策領域，也是全國民眾關注的主要科技議題。如今，英國除了奈米研發傲人，國內產業的發展亦相當蓬勃，英國在目前世界奈米技術產品市場約佔了10%的貢獻，與德國、法國並列為西歐奈米技術市場最主要的投資國家(RNCOS, 2007)，也因而吸引更多的全球風險資金相繼到英國投資先進材料和奈米技術，以期望在未來獲取巨大利益。

二、英國科技政策體系與重大改組

一個國家擁有優異的科學或技術發展成果，常可歸功於良好科技政策體系，並有明智且具遠見的政策導引。英國在歷經了重視科學研究的前任首相布萊爾(Tony Blair)執政的十年後，2007年6月27日由布朗(Gordon Brown)接替布萊爾，正式出任新的首相。他上任後，即對科技體系做出重大的部會改組，將原有貿易工業部(the Department for Trade and Industry, DTI)以及教育部(the Department for Education and Skills, DfES)的功能與職權重新分割編排，改組成三個全新的部會，分別是：1.「兒童、學校與家庭部」(the Department for Children, Schools and Families, DCSF)，專責19歲以下學童與兒童相關事務；2.「創新、大學與技能部」(Department for Innovation, Universities and Skills, DIUS)，此新部會於未來科技政策體系中將扮演重要角色。其合併原教育部與DTI的部分功能，專管高等教育以上事務，以及科研、創新等業務，如科學預算管理(RCUK, 2007)、研究委員會、與其他政府部會協調科學政策發展等業務。DIUS下之科學與創新組(Science and Innovation Group)將發揮驅動科學與創新的功能，負責管理全部的研究委員會、國家學院、高等教育創新基金(Higher Education Innovation Fund, HEIF)、研究基礎建設資助(Capital Funding for Research Infrastructure)，以及含科學與社會計畫在內的科學預算。此外，科學與創新組也補助科技策略委員會(Technology Strategy Board)、國家物理實驗室、英國標準協會(British Standards Institute, BSI)等單位的創新政策，當然也支持像英國智慧財產局等單位在內的科學相關活動。3.「商業、企業與管制改革部」(Department for Business, Enterprise and Regulatory, BERR)，此新部會接收前DTI的生產能量培育和管理、商業關係、消費者政策、能源等功能，今後負責管理與產業(含奈米產業)有關之業務與政策。此外，前DTI下具科技政策決策功能的科學和創新辦公室(Office of Science and Innovation)，功能現由DIUS裡的政府科學辦公室(Government Office for Science)取代，仍由首席科學總顧問(Government Chief Scientific Adviser, GCSA)領導，並向首相與內閣負責。GCSA職責是提供其個人對科學或是科學政策等議題的建議。而政府科學辦公室接管前OSI下跨部門科學技術組(Transdepartmental Science and Technology Group, TDSTG)的功能和資源，職權包括制訂與實施整體科技政策、決定研發領域主題、關注企業與創新以及科學與社會議題。目前，政府科學辦公室負責項目有：前瞻與全面掃描計畫(Horizon Scanning Projects)；審視政府部門的科學管理和運用；提供科學技術委員會(Council for Science and Technology, CST)與全球科學與創新論壇(Global Science and Innovation Forum, GSIF)秘書；和科學與創新組合作科技與創新議題(DIUS, 2007)。而政府科學辦公室另一重要工作是發展與歐盟、國際有關的合作關係，故亦負責支援GCSA處理與歐盟研究架構計畫相關的科技議題，並計

劃與管理英國參與FP7的活動，以及管理與別國政府層級的合作，和與國際科學組織間的科技合作，以強化與全世界主要科技夥伴的雙邊、多邊關係。

除了前述新改組產生的DIUS與BERR，其它配合部會則視業務牽涉範圍來配合政策執行或參與政策協調過程，例如環境、食品與鄉村事務部 (Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra)負責推動奈米材料發展與利用，也管理它對環境、人類健康可能造成潛在的任何風險，促使奈米技術的應用能對環境發揮最大的效益。其餘如DCSF、中央與地方政府部(Department for Central and Local Government, CLG)等部會也皆與奈米科技政策有不同程度的相關。至於跨政府部會所需的政策協調，由科學和創新辦公室主持的「奈米技術議題對話小組」(Nanotechnology Issues Dialogue Group, NIDG)每季召開一次，協調政府內部行動。這小組下另有一「奈米研究協調小組」(Nanotechnology Research Coordination Group, NRCG)，成員為政府部會、政府設置的獨立管理機構與研究委員會，現由部會Defra擔任主席。這個小組重要的功能是主導和監督跨政府研究計畫的執行，且出版政府的奈米技術研究報告，並管理政府重視的奈米議題公眾對談，和奈米技術發展有關社會的研究計畫 (BERR, 2007)。

改組後，英國位階最高的科技政策諮詢機制仍為「科技委員會」(Council for Science and Technology, CST)(BERR, 2007)，由首相任命來自科學、技術與工程領域的專家為委員，兩位主席中一位負責主持CST內部討論提給政府的建議，另一位負責主持CST對政府提出建議的會議。CST每2年和5年便會固定檢視政府於奈米政策上對學界建議報告的回應和採取行動的進度，也會評估奈米技術的新發展。

至於「工程暨物理研究委員會」(Engineering and Physical Sciences Research Council, EPSRC)、「生物技術與生物科學研究委員會」(Biotechnology and Biological Sciences Research Council, BBSRC)在內等七個研究委員會，則支援科學研究與訓練，包括研究人員的培育、建立研究基礎建設與協助知識移轉，幫助產業研究與創新，也定義並引導新的研究機會。

三、英國奈米政策發展的往昔與今日

早於1986年啟動的「國家奈米技術方案」(National Initiative on Nanotechnology, NION)，是一顆讓英國贏在起跑點的種子。1992~1995年間，英國政府經DTI補助約50萬英鎊，責成國家物理實驗室推動與促進奈米技術意識，並與EPSRC、BBSRC、MRC等機構共同支持與扶植英國奈米技術產業。1988年起，4年的網絡型計畫「LINK奈米技術計畫」(LINK Nanotechnology Programme, LNP)啟動，LNP是LINK架構下第一個啟動的計畫，與早2年成立的NION關係密切，是推動產、學合作研究之全面性政府架構，而來自DTI和科學工程研究委員會(Science and Engineering Research Council, SERC)的經費約1,150萬英鎊(DTI, 1994)。在NION的贊助與LNP的採用下，國家物理實驗室成立「NION論壇」(NION Forum)作為產、學界表達各自奈米的技術利益之管道。此外也成立「奈米技術策略委員會」(Nanotechnology Strategy Committee, NSC)提供政府全面的奈米技術政策建議，尤其是對LNP計畫與NION方案的評估。而在1994~1999年間從EPSRC補助LNP計畫有關奈米技術的材料科學計畫約700萬英鎊，特別補助奈米微粒的研究計畫則達100萬英鎊。

1999年EPSRC透過「奈米技術主題日」(Nanotechnology Theme Day)集合英國研究社群，評估EPSRC對跨學科的奈米技術研究資源配置是否提出了適當的策略建議(EPSRC, 2005)。2000年，為促進奈米技術的研究人員交流，鼓勵研究成果移轉和跨領域研究(EPSRC, 2004)，EPSRC成立5個奈米科技網路(Nanotech Network)，並持續增加網絡的數量。同年，政府出版優勢與機會－21世紀的科學與創新政策白皮書，確立奈米技術為重要的、嶄新的且創新的領域，且有創造新產品與新產業的能力。而英國的經濟，應可在奈米技術進步的基礎上，藉由持續投入研發與製造生醫產品而強大

(IoN, 2004)。

2001年，DTI部長宣佈啓動預算41億英鎊的2年「基礎技術計畫」(Basic Technology Programme)，補助高風險的研究。此計畫總計有6項補助金爲了促進奈米技術領域內基本的技術的發展(EPSRC, 2004)，而奈米技術計畫(project)共有5個。同年，DTI在「前瞻連結獎助」(Foresight Link Awards)中，將奈米列入關鍵優先補助研究。DTI也補助大學成立奈米大學創新中心(University Innovation Centre, UIC)，中心由奈米科學與技術機構(Institute for Nanoscale Science & Technology, INSAT)和提供商業的支援功能的INEX共同構成，對奈米的補助亦因INSAT而集中於物理與生物科學、製藥、工程與農業等領域。

2002年，英國政府以6年1,000萬英鎊補助成立產、學合作之「跨學科合作研究中心」(Interdisciplinary Research Collaborations, IRCs)，由EPSRC資助經公開徵求通過的計畫。包括劍橋大學領導的「奈米技術IRC」以及牛津大學領導的「生物－奈米技術IRC」，這兩個奈米IRC主要任務是支援奈米技術下的跨學科研究活動。2004年，「2004-2014年科學與創新投資框架」(Science and Innovation Investment Framework 2004-2014)並再次確立奈米技術爲未來優先發展的領域。

基礎研究上，政府經EPSRC每年投入4,000萬英鎊用作奈米技術領域內的反應式模式科研補助金(DTI, 2006)，也補助應用研究的早期階段。人才培育方面，EPSRC每年頒發新博士的獎學金。而EPSRC在奈米產學合作上，補助最多的研究領域則爲奈米的結構性材料研究(EPSRC, 2004)。另一研究委員會BBSRC也在2004、2005年度則補助近600萬英鎊至生物奈米技術領域之補助金、獎學金和跨際研究合作。在奈米的跨機構與跨學科研究方面，則投入1,980萬英鎊至跨際研究合作(Interdisciplinary Research Collaboration on Nanotechnology)，並建立微奈米技術網絡(Micro NanoTechnology Network)來助於跨學際的知識流動(EPSRC, 2006)。在與歐盟研究架構計畫的連結上，今年英國政府補助「國家聯絡點」(National Contact Points, NCPs)，且設置「FP7UK」網站，目的皆是爲了協助英國研究者參與FP7。

2003年7月，DTI補助橫跨2003~2009年的「微奈米製造方案」計畫(Micro and Nanotechnology Manufacturing Initiative)，每年投入預算45億英鎊(The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, 2004)。這項政策工具的目的是爲了向主要競爭國家看齊，全力幫助國內產業利用奈米技術帶來的商機。此方案分做1. 合作研究；2. 建立全新的微奈米能量網絡兩部分。合作研究部分，方案藉由5,000萬英鎊的「應用研究計畫」(Applied Research Programme)補助全國製造業的SMEs與基礎科學單位(非營利的技術創新中心、高等教育研究中心)間之合作研究。透過協同合作研發來進行技術移轉外，也提供基礎建設給產業，亦扶植新創事業的商業化能力(Nano KTN, 2007)。另於微奈米能量網絡部分，成立爲期3年的「微奈米技術網絡」(Micro and Nanotechnology Network, MNT)，分作奈米加工、奈米度量衡、奈米醫學和奈米材料等四個主題，補助4,000萬英鎊提供產業通路去接觸全國產、學界的尖端奈米技術研究與資源，目的是驅動市場發展並助英國的奈米產業能在全球名列前茅。2007年起，則由「奈米技術知識移轉網絡」(Nanotechnology KTN)來接續MNT，負責支持微奈米技術開拓與商業化，推動與促進知識交流、提升奈米意識，以及透過在供應者和使用者之間結合與促進創新和合作等方式，建造強大的英國微奈米技術社群。

四、奈米科技發展中，政府對民意的重視

在今日生物奈米技術、奈米醫學與奈米材料發展先進的英國，奈米技術潛藏的風險引發社會有識之士與民眾的高度關注。自2003年皇家協會(Royal Society)與皇家工程學院(Royal Academy of Engineering)奈米科學與奈米技術的機會與不確定性的出版開始，英國政府日趨重視民眾對奈米科技發展的觀感與支持度，促成了政府組成公眾團體，開放公眾參與奈米相關科技政策過程，此乃英國與別的國家在奈米科技政策發展過程的比較中

，相當不同又具特色之處。

英國開放奈米的公眾參與機制有三種，一是2005年設立的「奈米技術參與小組」(Nanotechnology Engagement Group, NEG)，起自政府曾對公眾保證會考慮與其切身相關的社會、倫理、健康和環境影響等議題(例如基因改造食物引發的爭議)，因此NEG在這個新思維下誕生。NEG資金則由前OSI補助之「智慧科學計畫」(Sciencewise Programme)補助，除了開放公眾參與，也廣泛支持對科技在社會和倫理引發衝擊的研究計畫，並舉辦與奈米技術有關的公共對談。NEG讓民眾能從新興科學、技術領域的管理吸取更多的經驗，並對未來研究和實行提供建議(Involve, 2007)，這讓小組在英國的科技政策過程中確實發揮了影響力。

其次是「奈米對談」計畫(Nanodialogues)，此計畫也由「智慧科學計畫」補助12萬英鎊，成員有利益關係人、相關代表、隨機選擇的參與者等三種來源。而奈米科學家在這個對談中，扮演著領導的角色，而對談的範圍亦圍繞著奈米技術隱含之風險，潛在的利益、障礙或機會，與型塑未來奈米的研究目標等議題進行。第三個公眾參與機制是「Small Talk」計畫，這是一個5萬英鎊的公眾理解科學聯盟(Copus)計畫，目標是凝聚全國公眾與科學家對奈米技術的討論，此計畫則由英國科學促進會(British Association for the Advancement of Science, BA)等單位共同合作推展。

五、結論

『羅馬，不是一天造成的』，英國政府長期重視並累積奈米科技發展實力，是其今日強大基礎和能量的來源。然而英國以往雖在奈米科技研發投入了相當多的心血，不過2001年體認到發展奈米技術是邁向知識經濟的關鍵後，當下還須加緊投入商業化階段的努力，才能與它主要的對手國家，以及後來居上的國家共同競爭，並持續維持全球頂尖。

英國加速強化奈米產業腳步的同時，難能可貴的是在科技政策上，政府沒有只聚焦在奈米技術龐大的商業利益與競爭力，而忽視這項新興科技對人類和社會可能帶來的巨大影響。而除了英國，美國政府也於「國家奈米科技計畫」(National Nanotechnology Initiative, NNI)正視這方面的研究，反觀台灣目前對奈米科技於生產環境和自然環境衝擊的研究尚處於起步，對可能引發的安全、倫理與法規等相關研究也仍顯不足。

此外，英國政府擴大政策參與的層面，促成奈米科技發展的公眾參與機制，使得公眾意見於體制內能有權利通過參與的過程影響政策形成。此舉一方面對內提昇了公眾的主動性而轉換了原先被動的角色。二方面也因公開奈米研究資訊給社會大眾，有助爭取民眾對政策的了解與支持，亦可降低推行之阻礙。對外，也呼應了歐盟第七期研究架構計畫(FP7)－研究能力型計畫(Capacities Programme)－「科技社會」主題下，「跨主題－奈米科學與奈米技術」(SiS - 2007 - 1. 2.1.2)的計畫徵求，但時程上更早了將近2年，也比美國開始得要早。故英國政府推行奈米公眾參與的個案，對其他國家在發展奈米科技時相信可作為一種示範抑或是參考的作用。

參考文獻

BERR. (2007). *Nanotechnologies*. Retrieved December 5, 2007, from http://www.berr.gov.uk/science/science-in-govt/st_policy_issues/nanotechnology/page20218.html

DIUS. (2007). *New government office for science*. Retrieved December 5, 2007, from <http://www.dius.gov.uk/press/20-07-07.html>

DTI. (1994, July). *LINK nanotechnology programme and the national initiative on*

nanotechnology - Evaluation report 24. Retrieved December 5, 2007, from <http://www.dti.gov.uk/innovation/innovation-statistics/evaluation-reports/page10795.html>

DTI. (2006). *Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and uncertainties' two-year review of progress on government actions- government response to call for evidence by Council for Science & Technology*. Retrieved October 26, 2007, from <http://www.berr.gov.uk/files/file34431.pdf>

EPSRC. (2004). *EPSRC and nanotechnology*. Retrieved October 29, 2007, from <http://www.epsrc.ac.uk/CMSWeb/Downloads/Publications/Other/EPsrcandNanotechnologyV3.pdf>

EPSRC. (2005). *Nanotechnology theme day*. Retrieved November 5, 2007, from <http://www.epsrc.ac.uk/CMSWeb/Downloads/Other/NanotechnologyThemeday2005.pdf>

EPSRC. (2006). *Report of the Nanotechnology Strategy Group*. Retrieved November 13, 2007, from <http://www.epsrc.ac.uk/CMSWeb/Downloads/Other/NanotechStrategy.doc>

Involve. (2007). *Nanotechnology Engagement Group (NEG)*. Retrieved November 14, 2007, from <http://www.involve.org.uk/neg>

IoN. (2004). *Nanotechnology in the UK*. UK: Technology Transfer Center.

Nano KTN. (2007). *Applied research programme*. Retrieved October 22, 2007, from http://mnt.globalwatchonline.com/epicentric_portal/site/MNT/menuitem.f9a97c1d3a78900167df68ac8380e1a0/

RCUK. (2007). *Science budget*. Retrieved December 5, 2007, from <http://www.rcuk.ac.uk/aboutrcs/funding/scibudget>

The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and uncertainties (London)*. Retrieved October 3, from <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>

RNCOS. (2007). *The world nanotechnology market (2006)*. Retrieved November 1, 2007, from <http://www.rncos.com/Report/IM060.htm>

Siegel, R. W., Hu, E., & Roco, M. C. (1999). *Nanostructure science and technology a worldwide study*. Retrieved November 9, 2007, from <http://www.wtec.org/pdf/nano.pdf>

材料儀器