

一、 前言

隨著科學技術的創新延伸與整合，研究領域的分類也愈來愈多且細，對研究者而言，如何追蹤整體科學研究領域的發展趨勢，始終是一個相當具困難度的議題。然而，最能呈現學術研究與技術發展之衡量指標就屬論文及專利莫屬，從學術研究觀點來看，論文的產出代表研究者投入的績效指標，也隱含著重要研究議題的發展趨勢；而從技術發展觀點來看，專利則代表技術的突破與創新，更隱含了未來市場的應用契機。早期文獻分析方法多應用於查詢領域類別之整合性文獻資料庫，主要目的在於提升查詢效率與文獻管理；然為對未來科學研究進行整體趨勢追蹤與分析，亦有研究者發展新的文獻分析方法對研究領域進行分析，分析面向除了可針對特定研究領域或主題之外，跨領域的關聯性分析與研究單位產出比較亦多有應用。

二、 科學地圖2004 之調查背景與目的

為了掌握科學研究發展現況與趨勢，日本「科學技術政策研究所」(National Institute of Science and Technology Policy, NISTEP)及「科學技術前瞻中心」(Science and Technology Foresight Center)透過文獻分析法(Bibliometric Method)以NISTEP REPORT No.95—「第八次科技前瞻研究-急速發展研究領域之研究」(The 8th Science and Technology Foresight Survey- Study on Rapidly-developing Research Area)為基礎，在持續累積論文資料的過程中，試圖找出研究領域隨著時間變化所呈現的趨勢現象。NISTEP鎖定1999年~2004年間的論文，主要以論文資料庫分析方法建構出研究領域，並針對所建構的研究領域進行內容分析，從客觀角度掌握研究發展動向(NISTEP, 2007)。整體調查過程，包括個別領域研究地圖分析、學術類別關聯性地圖分析、研究領域關聯性地圖分析及研究領域的時間序列分析，分析結果如下所述。

三、 論文分析建構的133個研究領域

NISTEP「科學地圖 2004」透過論文資料庫分析共建構出133個研究領域，若從22個學術分類來看，其中有42個研究領域屬於臨床醫學(27個)、植物／動物學(15個)等生物科技類領域；有37個研究領域屬於物理學、化學、工程學及材料科學等物理與化學類領域；環境／生態學、地球科學等學術分類則涵蓋了7個研究領域；另有少數屬於宇宙科學、社會科學／一般科學等學術分類亦涵蓋少數研究領域。綜觀建構出的133個研究領域其中有39個(30%)研究領域是屬於跨學科/類別融合型研究領域(inter/multi-disciplinary areas)，而多數特定研究領域在近幾年也愈來愈明顯的表現出跨學科或領域融合的特性。該報告的調查方式更以133個研究領域為基礎，透過研究領域間的共引用關係分析，從總體面俯瞰日本現階段科學研究活動之現象，並描繪出可具體呈現研究領域間相關關係的科學地圖。

四、 日本研究領域活動特徵

「核心論文」(core paper)是指被引用回數在排名前1%的研究論文，在調查建構出的133個研究領域中，共有42個研究領域(31.6%)為臨床醫學、植物動物學等學術類別；在有37個研究領域屬於物理學、化學、植物/動物學、材料科學類別佔有27.8%；跨學科類別融合型領域佔有29.3%(39個研究領域)；顯示出日本學術研究在這些領域中具有傑出的表現。而日本核心論文在工程學、環境／生態學、宇宙科學方面約佔11%，屬於日本投入較少的學術研究領域。此外，日本核心論文在精神醫學／心理學、社會科學／一般科學及經濟學研究領域所佔比例為0，與英國

、德國佔有10%相較之下，日本在這部份的學術研究成果較為弱勢。NISTEP REPORT No.95—「第八次科技前瞻研究-急速發展研究領域之研究」報告中得到日本在跨學科/類別融合型研究領域具有潛在的能量與趨勢，在本次調查中更證實了這一點，其中核心論文有9%即是屬於跨學科/類別融合型研究領域，包括「無機奈米材料與有機高分子組成之奈米級複合材料（nanocomposite）」、「高效率有機薄膜太陽電池」、「溶血磷脂質受體（lysophospholipid receptor）」、「組織蛋白去乙酰酶抑制劑（Histone Deacetylase Inhibitor；HDI）之癌症治療研究」、「飢餓激素（Ghrelin）活化機制之研究」等重要研究議題（NISTEP，2007）。

五、各國研究領域活動特徵

為掌握日本、美國、英國、德國、法國、中國、韓國、印度各國在研究活動方面的特徵，報告中根據各國在奈米科技／材料、微粒子／宇宙科學、環境／生命科學、保健醫療／社會科學等各分類論文研究產出數據，針對核心論文研究領域所佔比例進行分析，此分析可看出各國先端學術研究者之研究現況與趨勢。其中在133個研究領域中核心論文總數約計一萬篇，其中美國佔61%、德國佔13%、英國佔12%、日本佔9%、法國佔7%、中國佔3%、韓國佔2%、印度佔1%。其中日本在奈米科技／材料研究領域約佔40%，對日本而言在國際間具有強勢的研究領先地位；而生命科學、保健醫療／社會科學各約佔20%；微粒子／宇宙科學、環境及其他研究領域共約佔20%。美國、德國、英國、法國在生命科學及保健醫療／社會科學部分約佔50%，美國與英國在社會科學方面具有不錯的研究表現；韓國著重的研究領域主要是奈米科技／材料、微粒子／宇宙科學部份；而中國則以保健醫療所佔的比例居多，且其在各分研究領域的論文分布與美國相似；印度研究領域特徵與先進國家差異較大，其擅長的研究分類以微粒子／宇宙科學為重心（NISTEP，2007）。

「引用論文」（citing paper）是有引用核心論文的論文，其分析結果不只是表現出國際頂尖學術研究者之研究現況，更呈現出不同國家在133個研究領域的整體研究規模與範疇。在總數約計33萬篇的引用論文中，各國所佔的比例分別是美國39%、德國9%、英國9%、日本8%、法國5%、中國4%、韓國2%、印度1%。在日本、美國、德國、英國、法國部分，核心論文與引用論文相較之下並沒有太大的差異。結果顯示各國在各重要研究領域中，都有一定程度的研究者人數，且從這些研究者群中會出現一定比例具有國際水準的研究者。

六、研究領域時間序列分析

為了解研究領域的發展趨勢，因此該報告對研究領域進行時間序列分析，分析結果主要可分為新建構的研究領域（Type 1）、持續發展中的研究領域（Type 2）及正在融合的研究領域（Type 3）三種型態，並將所建構出的133個研究領域與NISTEP REPORT No.95（2002年資料）的調查結果進行對照，發現研究領域並非常態而是具有短時間變化性。

在新建構的研究領域（Type 1）中即可找到有關2003年震撼全球的嚴重急性呼吸道症候群（SARS）與禽流感的研究領域，由此可知，透過科學地圖調查方法可以有效掌握過去1-2年間形成的熱門研究領域。透過本報告與NISTEP REPORT No.95（2002年資料）資料的對照，觀察出在持續發展中的研究領域（Type 2）前沿研究數減少的研究領域明顯比前沿研究數增加的研究領域來的多，其中約有2/3的研究領域前沿研究數量正在減少中。其結果顯示出在持續發展中的研究領域中，組成研究領域的研究主題多樣性逐漸趨於縮減，而研究群體對研究領域要素的關注程度亦趨於平緩。然而，於正在融合的研究領域（Type 3）前沿研究數增加的研究領域明顯比前沿研究數減少的研究領域來的多，其結果顯示出在正在融合的研究領域中，組成研究領域的研究主題多樣性逐漸擴展，而研究群體對研究領域要素的關注程度則是呈現部分提升部份趨於平緩的現象。

此外，針對個別研究領域地圖進行比對，可將研究領域隨著時間序列所產生的變化加以具體化，例如從「與生化恐怖攻擊相關的研究領域」來看

，可觀察出起源於菌種本身的研究，後續延伸到緊急事件回應措施之社會議題層面。如進一步對各研究領域的引用論文進行時間序列分析，可分析特定研究領域的成果影響其他研究領域的變化狀態，例如在「發展處理微陣列數據（Microarray Data）統計方法」的研究領域中，雖然數學為核心論文所屬的學術類別，然而相關引用論文廣及19個學術類別，可觀察到有多數其他研究領域關注這方面的研究，並進而應用這些研究成果（NISTEP，2007）。

七、 政策性意涵

為掌握以基礎研究為主的科學動向，「科學地圖 2004」運用文獻資料庫分析法找出熱門研究領域，並掌握研究領域隨時間序列所發展的變化，建構出可從總體面俯瞰科學趨勢發展的「科學地圖」，並進而探究跨學科/類別融合型研究領域與既存學術類別間的關連性，調查結果可延伸得到的政策性意涵如下：

跨學科／多學科研究領域的重要性

在建構出的133個研究領域有30%個是屬於跨學科/類別融合型研究領域，雖然與NISTEP REPORT No.95－「第八次科技前瞻研究-急速發展研究領域之研究」所使用的調查方法不同，但同樣得到研究領域融合的長期持續趨勢。過去大多數的學術研究現況分析都使用既有的學術類別，然而調查結果顯示在建構的133個研究領域中，只有1/3不到的研究領域其有90%的核心論文屬於特定既有的學科類別，而近幾年特別卓越發展的研究領域愈具有強烈跨學科/類別融合的特性。由此可得知跨學科/類別融合型研究領域未來發展的潛力與重要性，從政府觀點可制定相關制度激勵學術研究者投入於跨學科/類別融合研究領域。例如美國國家衛生研究院（National Institutes of Health, NIH）的 K獎助計畫（K awards）及國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）的生涯補助計畫（CARRER grant），即是鼓勵研究者投入新融合研究領域的參考典範。

政府投入研發與支援的重要性

從整體研究領域的科學地圖中，可找出新建構的研究領域（Type 1）、持續發展中的研究領域（Type 2）及正在融合的研究領域（Type 3）等三種類型，並可觀察各研究領域在短期內的趨勢變化，可作為未來研究領域發展與策略擬定之參考，而研究者也可據此更高度關注並掌握研究領域的發展動向。然而，政府研究計畫如何因應動態變化的研究領域發展趨勢，以美國國家科學基金會（NSF）研究補助計畫為例，即是透過補助直接推動研究領域的發展與經費投入。未來政府在推動研究者快速回應研究領域變化時，可積極加強相關研究補助獎勵制度建構的議題與方案。

使用科學地圖對研究領域進行定期觀測所產生之效益

綜觀「科學地圖 2004」透過文獻資料庫分析法發展出個別研究領域地圖、學術類別關聯性地圖及研究領域關聯性地圖，除了可掌握總體面俯瞰科學趨勢發展動向，更可從研究領域的層級觀察各國科學研究活動的傾向。在日本「第三期科學技術基本計畫」（3rd Science and Technology Basic Plan）規定固定總量的經費資源必須穩定地配置到基礎研究的推廣與投入，以帶來更多樣化的知識與創新。基礎研究除了來自研究者自由發揮外另有依政策方向所執行的相關應用研究，在推動基礎研究的過程中，研究者自由發揮的研究議題可能因為主題選擇原則及資源集中考量的因素中被忽略排除，從政府的角度未來可透過觀測研究議題的發展趨勢與跨領域／多領域科學的現況進行考量與參酌。報告所提出的方法除了對論文進行定期趨勢觀測，並描繪出整體基礎科學發展現況與研究領域分布，除了可作為長期基礎研究政策之標竿外，亦可作為檢討科學政策的參考依據。檢視台灣目前對於研究領域追蹤現況，目前尚未建構具體的觀測系統，未來如何從論文、專利、研究計畫產出成果進行領域、類別關聯性分析，是政府未來可積極鼓勵推動的重點，而日本經驗亦可作為重要的參考典範。

參考文獻

科學技術政策研究所（NISTEP）（2007）。*科學地圖2004－以論文資料庫分析（1999年到2004年）的方式調查目前眾所矚目的研究領域動向－並進行NISTEP REPORT NO.95（2005年）追蹤*。東京：科學技術政策研究所。

作者：

國研院科技政策中心助理研究員／葉乃菁

國研院科技政策中心助理研究員／王玳琪

社會科學