

國立臺灣大學文學院圖書資訊學研究所

碩士論文

Department of Library and Information Science


College of Liberal Arts

National Taiwan University

Master Thesis

電腦科學領域產學合著之研究

A Study on University-Industry Co-authorship in
Computer Science Area



鄭翔

Hsiang Cheng

指導教授：黃慕萱 博士

Advisor : Mu-Hsuan Huang, Ph.D.

中華民國 102 年 1 月

January, 2013

謝辭

終於畢業啦!!!回首過去，彷彿還可以看到當初那個手拿地圖、懷著忐忑不安心情初次踏進台大校園的自己，但是時間過得好快，懷抱著不捨與歡欣的矛盾心情，就要向兩年半的研究生生活說再見了，而我的求學生涯也將暫時告一段落。

回顧撰寫論文的過程，最要感謝我的指導教授黃慕萱老師，感謝老師在百忙之中，細心指導我的論文，不厭其煩修正行文不當之處並引領我思考分析研究的方向，口試前亦不斷安撫我緊張的情緒，讓我倍感溫馨；同時也要感謝吳明德老師與林奇秀老師抽空擔任我的口試委員，費心審閱我的論文並提供許多建設性的建議及指正，致使論文得以更臻完善。

此外，感謝所有 R99 的同學們，對於初來乍到台大的我，熱心提供許多協助，並在研究所生活中互相加油打氣，因為有你們的幫助，才能讓身為路癡的我，順利渡過在台大的每一天，和大家一起念書、笑鬧、談心的日子，我將永記於心。從大學就一路陪伴我的靜宜、佩蓉、柚子、麗瑩、小手、伊婷、敏薇、黃以寧，謝謝妳們常常傾聽我的煩惱，每次聚會都讓我的壞心情一掃而空；還有四研的美女助理們，感謝妳們在這段時間給予的協助，也教會我各種計量分析的小技巧，讓我得以順利分析完所有的研究數據。

最後要感謝我的家人在這段期間忍受我起伏不定的情緒，費心照顧我的生活起居，讓我能無後顧之憂的完成學業；我也要對這兩年半來的自己說聲謝謝，謝謝妳當初毅然決然報考研究所，謝謝妳在過程中沒有放棄，未來還有全新的挑戰要面對，期許自己永遠抱持著撰寫論文的毅力與耐心，往人生的下一站前進。

摘要

本研究以書目計量法分析2002-2011年間收錄於SCI資料庫之電腦科學領域期刊論文，以作者機構資訊為基礎，剖析電腦科學領域的產學合著趨勢。研究中針對產學合著論文進行整體概況、國家層次與機構層次之分析，從而建構產學合著之時序變化，並進一步比較各國、各機構的產學合著趨勢；其次透過多機構研究者與產學共享研究者之剖析，據以了解電腦科學領域研究者於多個機構任職的情形，以及大學與企業間研究人員共享的合作趨勢；最後，為了解政府、大學與企業的學術互動情形，並掌握政府參與產學合著的概況，遂將產官學合著趨勢納入討論。

研究結果顯示，電腦科學領域近十年之產學合著論文數增加，歷年產學合著率則表現穩定，整體產學合著率為19.15%；產學合著論文的合著者人數高於一般合著論文，其平均作者人為4.13人高於一般合著論文的3.25人，並以3-4人合著為主要的合著模式；合著機構數則以兩個機構合著為主要型態，但漸向多個大學與企業共同合著發展。在國家層次方面，跨國產學合著情形越來越普遍，其中美國不僅為產學合著論文的最主要來源，美國的大學與企業更為各國最重要的產學合著對象。在機構層次部分，企業的產學合著率高於大學，且相較於學術界有越來越多的大學參與產學合著，進行產學合著的企業則集中在Microsoft Corp.、IBM、Intel等大型跨國企業，但多數產學合著論文係以大學研究者為通訊作者或第一作者，且隨著企業產學合著率與大學合著率的增加，顯示電腦科學領域越來越仰賴大學產出知識；此外大學與企業在產學合著對象的選擇方面，大學的產學合著對象較為固定，傾向與特定企業多次合作發表產學合著論文，而企業的產學合著對象則較為多元，偏好與不同的大學進行合作，但整體而言，電腦科學領域論文數越多的機構，其產學合著率亦越高。

在多機構研究者與產學共享研究者分析方面，多機構研究者主要以任職於不同類型機構為主要型態，其中大學研究者為各類型機構均重視的人力資源；產學共享研究者則有增加趨勢，這些產學共享研究者參與產學合著的情形相當普遍，且有助於產學合著之進行；而產學合著之主要機構傾向同時採用合著與研究者共享的合作方式，且企業的產學共享者來源多於大學。

在產、官、學合著分析部分，法國為政府機構與大學、企業合著比例最高的國家，而臺灣企業則較少投入電腦科學領域的學術研究，其企業合著率與產學合著率皆為臺、韓、中、日四國中最低的；大學、企業與政府機構皆以大學為主要合著對象，但企業與政府機構很少進行合作研究；此外，多數國家政府不傾向以合著者的方式投入產學合作研究，且政府機構是否以合著者角色參與產學合著，對產學合著論文數的多寡亦無絕對影響

關鍵字：書目計量、產學合作、合著、多機構研究者



Abstract

The purpose of this study was to examine the research collaboration between university and industry in computer science area by bibliometric methods. The subjects were the computer science journal articles published during 2002-2011 which were indexed in Science Citation Index. This study observed university-industry co-authorship from broad level, country level and institution level respectively by analyzing university-industry co-authored articles. In addition, it also discussed multi-institutions researchers, university-industry shared researchers and university-industry-government co-authorship.

The major findings were summarized as follows. The researchers of universities and industries tended to co-author in computer science since university-industry co-authored articles were increasing and the percentage of university-industry co-authorship was 19.15% which shows a stable performance in last 10 years. The co-authors of university-industry co-authored articles were more than that of general co-authored articles. The average number of authors of university-industry co-authored article was 4.13 which was higher than that of general co-authored articles (average number of authors was 3.25). The main pattern of university-industry co-authorship was two-institution collaboration but the articles co-authored by several universities and industries were growing. Under the country level, the international university-industry co-authorship was intensified. USA was the most productive country of university-industry co-authored articles and it was also the dominant partner of most countries. On institution level, there were more and more universities co-authored with industries. In contrast, the industries that participated university-industry co-authorship concentrated on multinational corporations such as Microsoft, IBM and Intel. The percentage of university-industry co-authorship of industries was higher than

universities. But the corresponding authors or first authors of most university-industry co-authored articles were university researchers, and it had gradually depended on universities to product knowledge in computer science. Furthermore, the collaborator number of industries was more than universities which tended to co-author with the same firm for several times. It is noteworthy that more productive journal articles the institutions published, the higher percentage of university-industry co-authorship it could own.

The percentage of multi-institutions researchers working in different types of institutions were the highest, and most of them worked in universities and other institutions at the same time. The number of university-industry shared researchers was increasing who could facilitate universities and industries co-authored with each other. In addition, the productive institutions of university-industry co-authored articles also shared researchers with their collaborators. However, the sources of university-industry shared researchers of industries were more than universities.

French government co-authored with universities and industries frequently. Compare with China, Japan and South Korea, industries in Taiwan seldom conducted academic research. University co-authored article was the highest in percentage and university researchers were the major co-authored partner for industries and governments. Moreover, the governments of many countries seldom participated as an author in university-industry co-authorship. And the government participated as an author in university-industry co-authorship did not necessarily stimulate the collaboration between universities and industries.

Keywords: bibliometrics, co-authorship, university-industry collaboration, multi-institutions researcher

目次

摘要	i
目次	v
表目次	vii
圖目次	x
第壹章 緒論	1
第一節 問題陳述	1
第二節 研究目的與問題	5
第三節 研究範圍與限制	6
第四節 名詞解釋	7
第貳章 文獻回顧	10
第一節 產學合作	10
第二節 合著分析	16
第三節 產學合著	32
第四節 產官學合著	38
第五節 電腦科學與資訊工業	44
第參章 研究設計與實施	51
第一節 研究方法與設計	51
第二節 研究工具與對象	65
第三節 研究步驟與流程	68
第四節 資料處理與分析	70
第四章 研究結果	75
第一節 產學合著之整體概況分析	75
第二節 產學合著之國家層次與機構層次分析	89

第三節 多機構研究者與產學共享研究者分析.....	129
第四節 產官學合著分析.....	159
第五章 結論與建議.....	182
第一節 結論.....	182
第二節 建議.....	189
第三節 進一步研究之建議.....	193
參考書目	195



表目次

表 2-1 產學合作效益.....	13
表 2-2 不同學科領域之合著論文比例.....	21
表 2-3 不同學科領域之平均作者數.....	24
表 2-4 不同年代之平均作者數.....	26
表 2-5 合著與社會網絡分析相關研究整理.....	31
表 3-1 電腦科學各子領域之預估產學合著率.....	55
表 3-2 研究樣本之基本資料.....	56
表 3-3 機構類型範圍對照表.....	72
表 4-1 歷年論文數與合著論文數.....	76
表 4-2 歷年論文作者人數分布.....	79
表 4-3 單一作者論文與合著論文之平均被引次數統計檢定.....	80
表 4-4 歷年產學合著論文數與產學合著率.....	81
表 4-5 歷年產學合著論文作者人數分布.....	84
表 4-6 合著論文與產學合著論文之平均作者數統計檢定.....	85
表 4-7 歷年產學合著機構數分布與平均機構數.....	86
表 4-8 大學合著、企業合著與產學合著論文之平均被引次數統計檢定.....	88
表 4-9 企業合著論文、大學合著論文與產學合著論文被引次數分布.....	88
表 4-10 產學合著論文數前 20 名之國家.....	90
表 4-11 歷年跨國產學合著論文數與平均合著國家數.....	92
表 4-12 跨國產學合著論文數前 20 名之國家.....	94
表 4-13 產學合著論文數前 20 名的國家組合.....	96
表 4-14 產學合著論文數前 10 名的國家組合(不含美國).....	97
表 4-15 2002-2006 年中心性前 20 名之國家.....	99
表 4-16 2007-2011 年中心性前 20 名之國家.....	101
表 4-17 產學合著論文數前 20 名之機構.....	104
表 4-18 大學與企業之產學合著率比較.....	105
表 4-19 電腦科學領域論文數前 20 名機構產學合著率之比較.....	108

表 4-20	論文總數與產學合著論文數之相關性統計檢定.....	109
表 4-21	產學合著論文之通訊作者/第一作者數前 10 名之大學.....	111
表 4-22	產學合著論文之通訊作者/第一作者數前 10 名之企業.....	112
表 4-23	產學合著論文數前 5 名大學的主要產學合著對象.....	113
表 4-24	產學合著論文數前 5 名企業的主要產學合著對象.....	115
表 4-25	產學合著論文數前 20 名的機構組合.....	117
表 4-26	產學合著論文數前 15 名機構的產學合著對象數量及集中度.....	120
表 4-27	Microsoft Corp.與中國及香港大學之產學合著論文分析.....	121
表 4-28	2002-2006 年各機構之中心性(產學合著論文數 ≥ 30).....	124
表 4-29	2007-2011 年各機構之中心性(產學合著論文數 ≥ 30).....	127
表 4-30	歷年多機構研究者論文數.....	130
表 4-31	多機構研究者論文數前 20 名之國家.....	133
表 4-32	歷年多機構研究者任職機構數統計.....	134
表 4-33	多機構研究者任職之機構類型統計.....	135
表 4-34	歷年產學共享研究者論文數.....	137
表 4-35	產學共享研究者論文數前 20 名之國家.....	140
表 4-36	跨國產學共享研究者論文之國家組合(論文數 ≥ 2).....	142
表 4-37	產學共享研究者論文數前 20 名之機構.....	144
表 4-38	產學共享研究者人數前 5 名大學之產學共享研究者機構來源.....	146
表 4-39	產學共享研究者人數前 5 名企業之產學共享研究者機構來源.....	147
表 4-40	產學共享研究者人數前 5 名機構之產學共享研究者機構來源分析.....	148
表 4-41	產學共享研究者論文數前 20 名的機構組合.....	150
表 4-42	產學共享研究者任職機構地理位置分析.....	152
表 4-43	產學共享研究者擔任通訊作者或第一作者統計表.....	155
表 4-44	產學合著論文數前 20 名機構組合之產學共享研究者論文分析.....	157
表 4-45	產學合著與產學共享研究者機構之平均產學合著論文數統計檢定.....	158
表 4-46	歷年產官學合著論文數.....	161
表 4-47	電腦科學領域論文數前 15 名國家之合著論文類型分析.....	167
表 4-48	產官學合著論文數前 20 名之國家.....	172

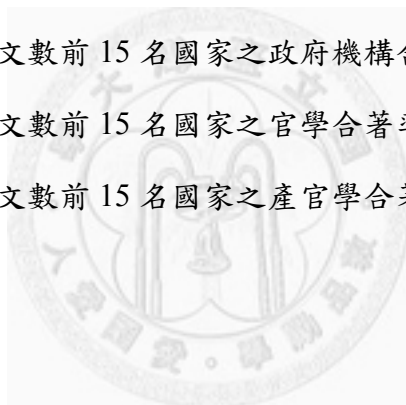
表 4-49 各國產官學合著論文佔產學合著論文之比例.....	174
表 4-50 各機構合著類型分析.....	175
表 4-51 電腦科學領域論文數前 10 名大學之合著類型分析.....	176
表 4-52 電腦科學領域論文數前 10 名企業之合著類型分析.....	178
表 4-53 產官學合著論文數前 20 名之機構.....	180
表 4-54 產官學合著論文之機構組合(論文數 ≥ 2).....	181



圖目次

圖 2-1 三重螺旋結構三維陣列圖.....	40
圖 3-1 合著資料檔欄位示意圖.....	58
圖 3-2 多機構研究者資料檔欄位示意圖.....	60
圖 3-3 研究步驟流程圖.....	69
圖 4-1 歷年合著率曲線圖.....	77
圖 4-2 歷年平均作者數曲線圖.....	78
圖 4-3 單一作者論文與合著論文平均被引次數曲線圖.....	80
圖 4-4 歷年各類型合著率曲線圖.....	82
圖 4-5 歷年產學合著論文平均作者數曲線圖.....	83
圖 4-6 歷年各類型合著論文平均被引次數曲線圖.....	87
圖 4-7 產學合著論文數前 10 名國家之產學合著率曲線圖.....	91
圖 4-8 歷年跨國產學合著率曲線圖.....	92
圖 4-9 2002-2006 年跨國產學合著網絡圖.....	98
圖 4-10 2007-2011 年跨國產學合著網絡圖.....	100
圖 4-11 產學合著之大學與企業個數曲線圖.....	102
圖 4-12 歷年大學與企業產學合著率曲線圖.....	106
圖 4-13 產學合著論文之通訊作者/第一作者機構類型比例圖.....	110
圖 4-14 2002-2006 年機構產學合著網絡圖(產學合著論文數 ≥ 30).....	123
圖 4-15 2007-2011 年機構產學合著網絡圖(產學合著論文數 ≥ 30).....	126
圖 4-16 歷年多機構研究者論文率曲線圖.....	130
圖 4-17 歷年跨國多機構研究者論文佔多機構研究者論文之比例.....	131
圖 4-18 歷年多機構研究者論文類型曲線圖.....	136
圖 4-19 歷年產學共享研究者論文率曲線圖.....	138

圖 4-20 歷年跨國產學共享研究者論文佔產學共享研究者論文之比例.....	139
圖 4-21 歷年產學共享研究者論文之機構數曲線圖.....	143
圖 4-22 產學共享研究者論文類型比例圖.....	153
圖 4-23 歷年產學共享研究者論文類型曲線圖.....	154
圖 4-24 產學合著與產學共享研究者機構組合比較圖.....	156
圖 4-25 合著論文類型分析圖.....	160
圖 4-26 歷年產官學合著率及產官學合著論文佔產學合著論文比例曲線圖.....	162
圖 4-27 主要國家各類型合著論文分析圖.....	164
圖 4-28 臺、韓、中、日各類型合著論文分析圖.....	166
圖 4-29 電腦科學領域論文數前 15 名國家之大學合著率與企業合著率.....	168
圖 4-30 電腦科學領域論文數前 15 名國家之政府機構合著率與產官合著率...	169
圖 4-31 電腦科學領域論文數前 15 名國家之官學合著率與產學合著率.....	170
圖 4-32 電腦科學領域論文數前 15 名國家之產官學合著率.....	171



第壹章 緒論

第一節 問題陳述

產學合作 (university-industry collaboration) 係指學術界與產業界為求學術理論實務應用與技術提升，所採取的合作手段，其合作方式包括產業界對大學學術研究提供經費資助，或由產學雙方協同進行合作研究、契約研究、技術轉移、技術諮詢等活動。1950 年代以後，各國高等教育發生激烈變化，大學開始面向社會，重視把研究成果及時轉化為新技術和新產品，以成為產業和經濟發展的動力，大學因而開始向產業界提供諮詢、研究、技術轉移等服務，以史丹佛大學為例，該校每年平均有 4 千萬到 6 千萬美金的技術轉移收入 (李鎮宜、黃經堯、何卉蓁，民 99)；產業界亦逐漸將大學視為重要的技術與知識來源 (Johnston, 2004)，並積極贊助大學的學術研究，根據臺灣高等教育評鑑中心「大專校院產學合作績效評量結果」指出，99 年度大專校院獲得的產學經費高達 4,068,431 台幣，約較 98 年度成長 18.95%(財團法人高等教育評鑑基金會，2011)。上述產學互動方式的改變，致使知識與技術的分野越形模糊，改變了大學與企業間、學術與技術間，甚或基礎研究與應用研究間，過去涇渭分明的平行關係。處於知識經濟時代，學術界與產業界的關係越趨密不可分，產學合作儼然成為世界各國推行知識經濟的重要一環，產學合作的蓬勃發展及其所帶來的無窮效益，更加深探究產學合作議題之重要性。

產學合作日益普遍，大學與企業的研究者在合作研究的過程中，可能共同發表產學合著論文，隨著產學合著論文數的增加 (Leydesdorff, 2003；Ponds, 2009；Abramo, D'Angelo, Di Costa, & Solazzi, 2009；Hossain, Moon, Kang, Lee, & Choe, 2012；Kwon, Park, So, & Leydesdorff, 2012；Liang, Chen, Wu, & Yuan, 2012)，越來越多的大學與企業，將產學合著視為建立雙方合作關係的重要途徑之一，產學合著已然成為知識發展與創新的重要趨勢，由此顯示產學合著議題的探究有其必要性及研究價值。綜觀先前研究可知，產學合著論文涵蓋大部分的產學合作產出

(Laudel, 2002; Melin, 2000), 為產學間合作關係的衡量與評估, 提供了一個可量化的資訊資源 (Tijssen, van Leeuwen, & van Wijk, 2009), 產學合著情形之觀察, 遂成為探究產學合作趨勢的有效方法之一。因此, 本研究希冀透過產學合著論文之剖析, 對產學合著趨勢進行深入的探究, 進而了解產學間的合作情形。

產學共享研究者 (university-industry shared researcher) 亦為產學合作趨勢下的產物, 這類同時任職於大學與企業的研究者, 體現了產學間透過研究者共享所建立的合作關係, 故具有產學合作之意涵 (Katz & Martin, 1997; Perkmann & Walsh, 2007)。產學共享研究者包括在大學擔任兼職教師 (adjunct faculty) 的企業員工, 或借調至企業工作 (secondments to industry) 的大學教師等 (Perkmann & Walsh, 2007), 其不僅可透過工作機會吸取、融合大學及企業的知識與研發成果, 更重要的是, 跨機構合著往往須經由科學家間非正式的接觸或彼此熟識的研究者來促成 (Subramanyam, 1983), 因此產學共享研究者可藉由職場人際關係的拓展, 促進產學雙方合作交流的機遇, 如產學共享研究者與大學或企業研究者共同發表論文的情形, 便可視為其活絡產學合著的證明。上述機構間研究者共享的現象, 反映在研究者現職機構數量的變化上, 造就了多機構研究者 (multi-institutions researcher) 的出現; 多機構研究者蘊含機構間人力資源集中與分享的意涵, 並可達到降低成本、有效運用人力資產、提升競爭力之機構目標 (楊力、宋馬林、李軍強, 2008)。產學共享研究者亦屬於多機構研究者的一種, 因此, 本研究先透過多機構研究者之檢視, 掌握產學共享研究者之概況, 從而針對產學共享研究者對產學合著的影響進行討論。

事實上, 產學合作所涉及的不僅是大學與企業, 政府在產學合作中扮演的角色亦十分顯著 (Choi, 2012; Shinn, 2002; Choung & Hwang, 2000; Liang et al., 2012)。政府除可透過政策的制定及資金的補助, 營造促進產學合作的環境外, 更可與大學及企業建立三邊的產官學合著 (university-industry-government co-authorship) 關係, 產出對國家科學出版有貢獻的產官學合著論文 (Leydesdorff, 2003; Shinn, 2002; Choung & Hwang, 2000; Hossain et al., 2012; Leydesdorff & Park, 2010; Leydesdorff & Sun, 2009), 顯示在知識產出與技術創新的過程中, 政府、大學及企業三方所交

織出的是一種互動、互補的合作夥伴關係，這種以知識為基礎的互動關係，可經由產官學合著論文之剖析顯現。先前研究亦指出，各國政府涉入產學合作的方式不盡相同，或以資金補助為主，或成為合著者之一（Choi, 2012），此處值得深入討論。因此，為進一步了解政府、大學與企業的學術互動情形，並掌握政府參與產學合著的概況，本研究將產官學合著趨勢納入研究討論範圍。

21 世紀不僅是知識經濟時代，更是數位時代，面對個人電腦、智慧型手機的蓬勃發展，以電腦科學為基礎的資訊工業已成為全球的主流產業之一，其所創造的高經濟價值，吸引世界各國政府致力推動科技產業建設，產業界及學術界亦積極投入電腦科學領域的科學研究與技術開發，導致越來越多研究者投入其中，展現出的研究成果使電腦科學領域迅速成長。資訊工業向來重視產品的研發與創新，面對技術快速發展與技術替代的環境，投入大量研發資源與創新產品，成為企業生存的必要條件，這種追求創新與研發的產業本質，使其對學術知識的依存度高於其他產業，尤其是大學的研究產出，被資訊工業認為與其產業創新極為相關（Cohen, Nelson, & Walsh, 2002；Levin et al., 1987）；而近來資訊工業廠商為提升競爭力、克服研發瓶頸、落實人才培養、保留人力資源等目的（杜念魯，2012；郭靜蓉，2012；蘇恆安，2012；Rosenberg & Nelson, 1993），紛紛與學界建立密切的合作關係，並將之落實於經營策略中（杜念魯，2012；郭靜蓉，2012；蘇恆安，2012；Rosenberg & Nelson, 1993）。從大學角度觀之，綜觀過去研究亦指出，大學的產學合著集中在特定的學科領域（Thune, 2007；Tijssen et al., 2009），如資訊處理（information processing）、資訊系統（information systems）等著重應用層面的學科主題，進行產學合著的比例較高（Caloghirou, Tsakanikas, & Vonortas, 2001），顯示高科技及知識技術密集型的產業與學科領域，較易維持密切關係。考量電腦科學領域對全球經濟發展的重要性，以及學術界與產業界皆重視研發、創新的本質，致使其理論知識與應用技術間具有密切關聯性，該領域的產學合著趨勢應可體現產學雙方知識與技術接軌、轉移的情形，並反映商業環境中產業界的實質需求，據以導出具有實質意義的研究結果，故本研究選擇電腦科學領域為研究對象。

產學合作於知識經濟時代，業已成為各國政府強化產業競爭力之手段，對於

知識及技術的創新與發展有極大貢獻，其中產學合著更為產學雙方建立合作關係的主要方式之一。儘管已有不少產學合著的相關研究被提出（Leydesdorff, 2003；Ponds, 2009；Tijssen, 2006；Abramo, D'Angelo, & Di Costa, 2011；Almeida, Hohberger, & Parada, 2011；Hossain et al., 2012；Klitkou, Nygaard, & Meyer, 2007；Kwon et al., 2012；Liang et al., 2012；Olmeda-Gomez, Perianes-Rodriguez, Ovalle-Perandones, & Moya-Anegon, 2008），但上述研究大多聚焦在特定國家或特定學科領域之產學合著情形，少有針對全球電腦科學領域產學合著議題進行全面性剖析者，為完整掌握電腦科學領域的產學合著趨勢，本研究與過去相關研究的不同之處在於，除產學合著論文整體概況的分析外，尚進行國家層次及機構層次之分析，藉由合著分析可蒐羅大範圍樣本的特性，了解各國與各機構的產學合著趨勢及異同，以提供國家政府、學術界與產業界推動產學合作的決策參考，其中機構層次分析，更可進一步得知學術界與產業界於產學合著參與、合著對象選擇等方面的差異，此為過去相關研究較少觸及的部分。此外，本研究亦將深具產學合作意義但相關研究付之闕如的產學共享研究者納入討論，以了解產學雙方透過研究者共享所建立的合作關係，並進一步探究產學共享研究者對產學合著之影響；另考量政府、大學與企業於知識產出及創新過程中的密切關係，政府既可是產學合著的推動者，亦可為參與者，故本研究將政府的角色納入討論，一併檢視產、官、學三者的學術互動及合著趨勢。

本研究以近十年（2002-2011）收錄於SCI資料庫之電腦科學領域期刊論文為分析對象，以論文作者之機構資訊為基礎，剖析電腦科學領域的產學合著趨勢。本研究針對產學合著論文進行整體概況、國家層次與機構層次之分析，從而建構產學合著之時序變化，並進一步比較各國、各機構的產學合著趨勢；其次透過多機構研究者與產學共享研究者之剖析，據以了解電腦科學領域研究者於多個機構任職的情形，以及大學與企業間研究者共享的合作趨勢；最後，為了解政府、大學與企業的學術互動情形，並掌握政府機構參與產學合著的概況，遂將產官學合著趨勢納入討論範圍。在資料分析與呈現方面，輔以社會網絡分析，建構國家層次與機構層次的產學合著網絡，並探究合著網絡之特性及動態變化。

第二節 研究目的與問題

本研究採用合著分析方法，分別自整體概況、國家層次與機構層次剖析電腦科學領域近十年（2002-2011）的產學合著趨勢，並探究產學共享研究者之概況以及產官學合著議題，本研究擬達成之研究目的與問題臚列如下：

一、分析電腦科學領域產學合著之整體概況。

1. 近十年（2002-2011）電腦科學領域期刊論文的數量分布、合著率、作者人數分布與被引情形之變化為何？
2. 近十年（2002-2011）產學合著論文的數量分布、合著機構數分布與被引情形之變化為何？

二、分析各國、各機構之產學合著趨勢。

1. 近十年（2002-2011）產學合著論文之主要國家分布及其合著情形為何？各國的產學合著趨勢有何異同？
2. 近十年（2002-2011）產學合著中，高影響力的核心國家為何？
3. 近十年（2002-2011）產學合著論文之主要機構分布及其合著情形為何？大學與企業的產學合著趨勢有何異同？
4. 近十年（2002-2011）產學合著中，高影響力的核心機構為何？

三、分析多機構研究者、產學共享研究者之趨勢及其對產學合著之影響。

1. 近十年（2002-2011）電腦科學領域研究者任職多個機構之趨勢為何？
2. 近十年（2002-2011）產學間透過研究者共享建立合作關係之趨勢為何？
3. 產學共享研究者對產學合著的影響為何？

四、分析電腦科學領域之產官學合著趨勢。

1. 近十年（2002-2011）電腦科學領域政府、大學與企業間之合著趨勢為何？
2. 各國之產官學合著趨勢有何異同？
3. 大學與企業之產官學合著趨勢有何異同？

第三節 研究範圍與限制

本研究之研究範圍與限制臚列如下：

- 一、資料範圍：本研究以科學引文索引（Science Citation Index, SCI）所收錄之電腦科學領域期刊論文為研究樣本，未收錄於此資料庫之期刊論文則不列入研究範圍。
- 二、時間範圍：受限於本年度（2012 年）電腦科學領域期刊論文仍持續出版中，無法蒐羅本年度完整的論文樣本，故本研究所探討之時間範圍，以論文樣本較為完整的 2011 年為限，探究電腦科學領域 2002-2011 年的產學合著趨勢。
- 三、研究樣本之限制：會議論文為電腦科學領域研究者公開其研究成果的重要管道，亦為該領域十分重要的資訊來源，但目前未有完整收錄各研討會會議論文的資料庫平台或資料來源，本研究考量會議論文蒐羅不易，容易出現樣本年代表不齊全或遺漏特定研討會之會議論文的情形，而影響電腦科學領域產學合著趨勢之觀察，遂僅以電腦科學領域期刊論文為研究樣本。
- 四、研究領域之限制：收錄於 JCR 資料庫的電腦科學領域期刊高達 618 種，共刊載 351,043 篇期刊論文，本研究宥於時間與人力之限制，針對 JCR 資料庫細分之七個電腦科學子領域進行產學合著率的初步預估，並依據初步研究結果，選擇預估產學合著率較高之「硬體與結構」及「軟體工程」兩電腦科學子領域為研究對象。
- 五、語言限制：本研究以 WOS 資料庫為研究樣本的蒐集工具，但該資料庫以蒐集英語期刊為主，故可能低估非英語系國家的產學合著論文數。
- 六、本研究藉由分析期刊論文作者之通訊地址，據以檢視產學合著趨勢，論文作者及其所屬機構等資訊，初步由 Web of Science（WOS）資料庫獲得，當作者機構標示不清或缺漏時，將核對原文，若無法取得論文原文或論文未註明作者機構，則將該篇論文自研究樣本中排除。
- 七、本研究於作者機構辨識方面，是以各期刊論文所標示之作者機構為依據，不

另行核對同一作者在不同論文中，所標示之機構是否相同，亦不探究除論文所標示之機構外，作者是否同時任職於其他機構。

- 八、本研究以產學合著論文為分析樣本，探究電腦科學領域的產學合著趨勢，但不進一步檢視合著者對於合著論文的貢獻度及實際參與度，合著者之認定皆以期刊論文所標示的作者為依據。

第四節 名詞解釋

本研究須定義之名詞臚列如下：

- 一、合著 (co-authorship)：合著之產生是當二位或二位以上的研究者共同發表一篇著作，不同研究者之間即互為合著者 (coauthor) 或共同作者，而該篇著作則稱為合著論文或多作者論文(張郁蔚，2009)。
- 二、合著分析 (co-authorship analysis)：合著分析為基於論文合著者具有合作關係之假定，藉由合著論文之分析，探究研究者間的合著關係與合作情形，並可透過作者之服務機構、學科屬性、所屬國家等資訊，了解個別研究者間、機構間、學科間及國家間的合作研究情形 (Luukkonen, Tijssen, Persson, & Sivertsen, 1993)。
- 三、多機構研究者 (multi-institutions researcher)：同時隸屬多個機構的研究者屬之，如同時任職於學校與業界的研究者。若一篇論文有二名作者，但其所標示之作者任職機構卻有三處時，則其中一名作者必為多機構研究者，並同時任職於該論文所標示的多個機構 (Katz & Martin, 1997; Perkmann & Walsh, 2007)。本研究對於多機構研究者之認定，不包括同時任職於同一機構不同子單位之研究者。
- 四、社會網絡分析 (social network analysis)：社會網絡分析是一種研究社會結構、組織系統、人際關係、團體互動的概念與方法，是針對社會網絡中行為者間的關係，進行量化研究，其主要是將人際行為、人際關係數量化，並援引數學中的圖形理論 (graph theory)，以點、線等圖示呈現人與人之間互動的方向

性及接觸的距離等，可用以理解人與人間、組織與組織間、國家與國家間的關係(劉軍，2004)。

五、官學合著 (university-government co-authorship)：官學合著之產生，是當大學與政府機構之研究人員共同發表一篇著作，即分別隸屬於大學與政府機構的研究者，發展出互為合著者之合作關係，而該學術論文則稱為官學合著論文 (Leydesdorff, 2003)。

六、產官合著 (industry-government co-authorship)：產官合著之產生，是當企業與政府機構之研究人員共同發表一篇著作，即分別隸屬於企業與政府機構的研究者，發展出互為合著者之合作關係，而該學術論文則稱為產官合著論文 (Leydesdorff, 2003)。

七、產官學合著 (university-industry-government co-authorship)：產官學合著之產生，是當大學、企業與政府機構之研究人員共同發表一篇著作，即分別隸屬於大學、企業與政府機構的研究者，發展出互為合著者之合作關係，而該學術論文則稱為產官學合著論文 (Leydesdorff, 2003)。

八、產學合作 (university-industry collaboration)：產學合作係指學校為求學術理論實用發展，以及企業為求技術提升的一種合作方式 (康自立，1985)，其目的在於結合教學機構與企業所各自具備的互補資源，因而由產業界出資，與學術界共同進行研究活動與計畫 (Bloedon & Stoke, 1994)，進而達成知識與技術轉移 (Schmoch, 1999)、結合學術基礎研究與產業應用研究之標的 (林清和，民 83)，其效益有利於合作雙方預期目標的達成。

九、產學合作研究 (university-industry research collaboration)：產學合作研究為來自學術界與產業界的個人和團體，為生產新的科學知識或技術而協同工作，並共同產出研究成果 (Katz & Martin, 1997；Salter & Martin, 2001)。

十、產學共享研究者 (university-industry shared researcher)：產學共享研究者指同時任職於大學與企業的研究者，如企業員工兼任教職，或大學教師借調至企業工作等情形屬之 (Katz & Martin, 1997)。

十一、產學合著 (university-industry co-authorship): 產學合著之產生，是當大學與企業之研究人員共同發表一篇著作，即分別隸屬於大學與企業的研究者，發展出互為合著者之合作關係，而該學術論文則稱為產學合著論文(Leydesdorff, 2003)。



第貳章 文獻回顧

本研究為探討電腦科學領域的產學合著趨勢，針對產學合著論文進行整體概況、國家層次與機構層次之分析，繼而探究產學共享研究者與產官學合著議題，以下根據文獻回顧的結果，於第一節先行概述產學合作，隨後於第二、三、四節分別討論合著分析、產學合著以及產官學合著。

第一節 產學合作

進行電腦科學領域產學合著之相關探討前，釐清產學合作的意義有其必要性，以下針對產學合作的意涵、效益及類型進行說明。

一、產學合作意涵

學術界與產業界的合作夥伴關係已存在很長一段時間，根據科學史學家的研究指出，學術界與產業界之間的聯繫可追溯至19世紀中葉，當時科學家與私人企業間已建立多元的關係（Lynskey, 2006），而近二十年來，大學與企業從一個遙遠的、平行的關係，轉為緊密的產學合作互動（Etzkowitz, 1998）。產學合作泛指學術界與產業界雙方合作進行的各種活動（吳亞君，民90），是學校為求學術理論實用發展，以及企業為求技術提升的一種合作方式（康自立，1985），其目的在於融合學術理論與企業實務經驗，並結合學校與產業界之互補資源（陳建州，2011），以縮短學術理論與實務應用的差距（Bloedon & Stoke, 1994），進而為學研界提供新的研究資源，並為產業界開創新利基（黃煌輝，民90）。

活絡產學合作是激發知識投資、擴散與增值應用的有效途徑，產學間的交流互動愈緊密，愈有利於創新機制的導入及科技研究成果的商品化（林尚平等，民98），因此，產學合作可視為大學與企業所進行的創新合作（innovation cooperation）活動（Xu, 2010），在創新過程中，大學和科學研究機構通常扮演知識創新的主體，而產業界則是技術創新的主體，這些組織共同創新並將成果及時轉化為產品，上述產學合作成果可有效提升企業和整個區域的創新能力（Fabrizio, 2007；Murray, 2002；Bercovitz & Feldman, 2007；Kleyn, Atun, & Kitne, 2006；Mowery & Nelson,

2004；Perkmann & Walsh, 2007；Ponds, van Oort, & Frenken, 2011；Van Looy, Debackere, & Andries, 2003）。此外，產學合作亦代表大學與企業間知識生產、創造和流動網絡的建立（蘇竣、何晉秋，2009），若從知識擴散的觀點來理解產學合作，產學合作可謂是知識擴散的一種載體，且不受區域規模的限制，跨國的產學合作更可視為一種國際知識擴散機制（Ponds, Oort & Frenken, 2011）。

透過產學合作之訓練與發展，可檢視教育體系是否符合競爭性經濟之所需。產學合作做為評估教育競爭力的重要關鍵在於，可透過產學合作模式探討高等教育與實務發展間，是否存在資訊傳遞與應用的鴻溝（張宏帆，民99），故應將教師的產學合作交流納入教師評鑑的指標之一（何明鏡，2011；彭森明，2006）。以上國內學者以產學合作評估教育體系的觀點，Tijssen et al., (2009) 已將之落實於實證研究中，其指出產學合著論文為全世界研究型大學的評鑑，提供了一個新的實證數據來源，並可作為大學評鑑的量化指標。

綜上所述，產學合作之本質為，學校為求學術理論實用發展，以及產業界為求技術提升的合作方式，藉由學術理論與企業實務經驗的結合，以及產學雙方資源的集中與運用，開發新的商機及研究方向。此外，產學合作與創新及知識擴散息息相關，藉由合作過程的進行，產學雙方得以建立知識與訊息交換的雙向管道，據以促進學術知識與技術成果的傳播、擴散與結合，從而利於研究成果的即時轉化，以及國家整體創新能力與競爭力的提升。

二、產學合作的效益

由大學的觀點視之，大學進行產學合作的效益有：一、大學的研究資金不足，透過產學合作，可獲得企業的經費資助。二、自企業獲得互補性之特殊設備及技術等資源。三、提供畢業生就業機會。四、可有效進行學術理論外的實務訓練，培養符合企業要求的勞動力。五、整合學校資源和各校的核心專長及系科。六、增進教師對產業發展的知覺及關心，增進實務經驗。七、改善研發產能。八、維持主要的技術開發（Bailey, 1997；Caloghirou et al., 2001；Geisler & Rubenstein, 1989）。而更重要的是，大學可藉由產學合作的機會，擴大研究視野並使其活性化，

同時使大學成為一個具挑戰精神與競爭力的地方 (Looy, Debackere, & Andries, 2003)。有別於上述效益，若就社會服務觀點而言，透過產學合作可充分利用大學的研發能量創造產業的經濟價值，並彌補產業研發能力的不足，以厚植民生、服務社會、促進國家發展 (楊瑞珍，民 99)，從而履行大學的社會責任。

而就企業而言，與大學進行產學合作的效益則包括：(Caloghirou et al., 2001；George, Zahra, & Wood, 2002；Powell, Koput, & Smith-Doerr, 1996)

- 一、降低成本、增進技術。產學合作研究可導致較低的研究和開發費用，且可得到較高層級的創新產出。
- 二、掌握新興技術與科技。產學合作研究的主題，在本質上往往和產業內部進行的研究是互補的，因為大學通常著重在風險高及主題尚處萌芽階段的研究，因此，產學合作研究之成果深具商業價值，但是相較之下，企業無法從事這類的研究，與大學進行合作研究遂成為企業取用新興技術和科學發現的途徑之一。
- 三、降低風險。企業與大學進行合作研究的風險，和與競爭對手合作相較，相對之下較低，即便大學在學術文化、激勵機制與研究成果商品化等方面，與企業有很大差異，但仍不至於成為企業取得研究成果之智慧財產權的威脅。
- 三、提升企業聲譽。由於學術出版可以同時提升個人和企業的聲譽，因此產業界的科學家往往被鼓勵直接或間接與大學進行合作研究。
- 四、改善生產流程。自產學合作所獲得的知識，不僅影響研究者個人的學術產量，也可增進企業的創新過程，並改善生產流程。

上述產學合作為大學與企業所帶來之效益，Valentin (2000) 亦將之歸納為財務、技術及策略等三個面向 (表 2-1)，在財務方面，大學將企業視為新的研究經費來源，而透過產學合作亦可為企業降低研發的成本及風險；在技術方面，產學雙方可藉由合作，取得所需之互補資源，如企業可為大學提供其所缺乏之實務經驗，而對企業而言，產學合作更是取得新興技術的主要管道；策略層面則是其他學者較少提及的部分，包括大學藉助企業的管理經驗、企業員工資料庫的建立、企業競爭優勢的提升等。

表 2-1 產學合作效益

	大學	企業
財務	<ul style="list-style-type: none"> ■ 新財政資源 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 降低成本 ■ 獲得政府補助與財政利益 ■ 分擔研發風險
技術	<ul style="list-style-type: none"> ■ 使用企業的設備與資源 ■ 藉助企業人員及其科學與技術經驗 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 取用大學的資源 ■ 提升競爭力 ■ 契約外包 ■ 技術發展與基礎創新 ■ 合作研發計畫
策略	<ul style="list-style-type: none"> ■ 科學的突破與進展 ■ 藉助企業的管理經驗 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 潛在員工（大學學生）資料庫的建立 ■ 建立策略聯盟 ■ 更具彈性的組織策略 ■ 維持/提升競爭優勢

資料來源：Valentin, E. M. (2000). University-Industry Cooperation: A Framework of Benefits and Obstacles. *Industry and Higher Education*, 3, 165-172.

綜上所述，產學合作可達到產學雙方互利、雙贏的結果，並有利於產學雙方預期目標的達成，其效益主要來自財務面與機構內部競爭力或學術影響力之提升，而產學合作為學界與業界所帶來的實質或非實質之利益，得以激勵產學雙方持續不斷進行合作。

三、產學合作類型

產學合作有許多不同的形式，Schartinger、Rammer、Fischer & Frohlich (2002) 將產學間知識互動 (knowledge interaction) 的類型分為四類：一、合作研究：包括合作發表。二、契約研究：包括諮詢、研究資助。三、流動：包括大學和產業界間人力資源的流動、共同指導學生。四、訓練：包括建教合作、企業員工於大學在職進修等。其他尚包括：知識或技術轉移、策略聯盟、建立大學企業、招聘大學畢業生等 (Mora-Valentín, 2002; Lee & Win, 2004)。

Perkmann & Walsh (2007) 將Schartinger et al. (2002) 提出的知識互動類型，進一步作區分，提出依產學互動的「關係涉入」(relational involvement) 程度，來區分產學合作活動類型，包括：

- 一、高度關係涉入的產學合作：指的是來自學術界與產業界的個人和團體，為了特定的計畫協同工作並共同產出成果，如合作研究與研究服務（research services）等。其中產學合作研究是大學與企業合作進行的研究與發展活動，旨在產出高度學術相關的成果，且研究成果多為學術出版品所接受並刊登，產學合作研究所建立的是一種雙向的合作關係，過程中產學雙方相互協商研究的議題、方向及進行方式等，並可藉此學習對方的技術、問題及研究成果；產學合作研究從小規模的、臨時的合作計畫到大規模的組織合作都有，也被稱為「由企業贊助的研究」(industry-sponsored research)，在這種合作模式中，產業界可能僅對提供大學研究資金，或進一步指引大學的研究範圍。
- 二、中度關係涉入的產學合作：指的是大學與企業間人力資源的轉移情形，包括大學畢業生於企業任職，以及企業員工轉任教職等。而大學與企業彼此分享研究者的情形，亦屬於中度關係涉入的產學合作，如企業員工於大學擔任兼職教師，或大學教師借調至企業工作等。
- 三、低度關係涉入的產學合作：這類合作活動不需要大學研究人員與產業界人員建立關係，包括產學間相互引用對方所發表之論文的行為，以及專利授權等，這種合作形式通常被稱為知識或技術轉移。

其中企業員工於大學擔任兼職教師的產學合作方式，已存在於某些國家，彭紅玉(2005)分析已開發國家高職院校聘用兼職教師的研究便指出，美、德、澳、法、英等國的兼職教師絕大部分來自企業界，如德國職業學院的兼職教師除少部分來自大學外，絕大多數來自企業；澳洲高職院校傾向自具有豐富實務經驗的專業技術人員中，透過標準的制定，大量選聘兼職教師；美國則從企業部門中，聘請技術優異、經驗豐富的工程人員與管理人員；法國與英國的高等職業教育機構亦強調從企業聘請兼職教師，這些來自業界的兼職教師主要負責專業類或實務類的教學課程。企業兼職教師不僅具有專業知識，並擁有豐富的工作經驗，能把業界的生產、管理、技術研發等概況與教學課程緊密結合，協助學生熟習理論與實務的連結，並可與專任教師相互交流、取長補短，有利於學校整體師資水準的提高

而大學教師借調至企業或於企業擔任兼職工作方面，除須經由任職學校同意外，尚須符合國家法令之規範，以臺灣為例，根據我國教育部訂定之「公立各級學校專任教師兼職處理原則」(民99)，教師兼職機關(構)之範圍限於，與學校建立產學合作關係或政府、學校持有其股份之營利事業機構或團體；另根據「教師借調處理原則」(民96)，專科以上學校未兼任行政職務之專任教師，得配合產學合作借調至公民營事業機構，且學校應與借調機構簽訂合作契約，並約定收取相當金額之學術回饋金納入校務基金運用或公務預算繳庫。在日本方面，根據日本「人事院規則」，國立大學教師及研究人員為利技術相關研究成果移轉於民間企業，在兼任職務與其大學教師之教職間，無訂立採購契約或其他相關利害關係之前提下，得兼任技術移轉事業負責人、研究成果活用企業負責人，以及股份有限公司監事等職務(張慧嫻，民90)。這類於業界服務的大學教師除可運用其在教學上的經驗、信念與價值觀，為企業帶來新的概念與衝擊(Badali & Housego, 2000; Gatherer & Edward, 1998)，對於教師而言，使其得於研究之餘親身參與和其研究領域相關之企業經營，並透過投入截然不同的工作與角色，重新檢視、豐富自身的專業能力，成為教師專業成長的機會(張慧嫻，民90; Yee, 1990; Badali & Housego, 2000; Gatherer & Edward, 1998)。整體來看，產學間人力資源的共享，可使學術研究與產業實務經驗充分結合，並促進經濟發展，因此學者們也積極呼籲政府，應放寬大學教師兼職或借調至企業之限制，以真正落實產學合作政策(張慧嫻，民90)。

綜上所述，產學合作的形式頗為多樣化，其主要包括合作研究、契約研究、研究諮詢、人力資源轉移、建教合作、技術轉移、策略聯盟等，並可依合作過程中，活動參與與關係建立的程度與合作目標的差異，形成不同的產學合作形式。在所有產學合作形式中，產學合作研究指來自學術界與產業界的個人和團體，為了特定的計畫協同工作並共同產出成果，且因於合作過程中，產學雙方的關係較為對等，而非完全由產業界主導，學術機構亦享有一定程度的學術自由，故被學者視為產學雙方高度涉入、並建立深度合作關係之產學合作形式。

產學合作是學校為求學術理論實用發展，以及企業為求技術提升的一種合作方式，活絡產學合作不僅是激發知識投資、擴散與加值應用的有效途徑，對大學

與企業而言，更可得到提升實務經驗、開發研發經費來源、降低研發成本與風險，及取得新興知識與技術等利益。產學合作的項目多樣化，其中產學合作研究被視為產學雙方高度涉入、並建立深度合作關係之產學合作形式，因此與其它產學合作活動相較，較能體現產學合作促進知識擴散與創新合作的本質，故合作研究為產學合作議題中，較為常見且受重視的討論議題。

第二節 合著分析

本研究透過產學合著論文之作者資訊，分析電腦科學領域的產學合著趨勢，以下分別說明合著、合著分析以及合著與社會網絡分析。

一、合著

科學研究的過程需要相互溝通，研究人員的互動，長久以來是科學的重要本質，1960年代，科學史大師 Price 便已提出科學規模的結構已從「小科學」，過渡到講究精密設備、重視群體研究的「大科學」(big science)，在今日科際整合的環境下，大科學的形塑更為彰顯，導致個人、研究群體及研究機構之間的合作加劇，直至今日，合作研究的趨勢已是不爭的事實。合著代表研究人員進行合作研究後，將其研究成果以共同具名方式合作發表的行為，合著之產生，是當二位或二位以上的研究者共同發表一篇著作，不同研究者之間即互為合著者或共同著者，該篇著作則稱為合著論文或多作者論文；上述研究者共同發表論文的行為，可能包含合作研究的意涵，合著論文之分析，因而被廣泛用以合作研究相關議題的探究中 (Lariviere, Gingras, & Archambault, 2006；Leta & Chaimovich, 2002；Willard, Kennan, Wilson, & White, 2008；Yan & Ding, 2009；林雯瑤，2009；黃慕萱、黃玫濤，2008；蔡明月、郭正遠，2009)。

合著論文可依據合著者組成的不同，區分為不同的合著類型，包括(王崇德，1997)：

一、師生間的合著：學生在教師的指導及帶領下，共同進行科學研究，合作成果則由師生共同署名。

- 二、同行間的合著：同機構不同單位的研究者，圍繞一個共同感興趣的課題，或實地參與討論、或通信聯絡，最終完成共同署名的科學成果。
- 三、跨機構合著：許多大型複雜研究項目的達成，不僅涉及多個學科領域，也需要集聚社會多方面的優勢力量來共同工作，因此，多個科學研究機構會為同一個目標而協同工作，並由參與合作研究之不同機構的研究人員，共同發表其研究成果。
- 四、跨學科合著：大科學時代，許多研究課題往往牽扯到不同學科領域的知識，因此，多個學科領域的研究者便協同合作，並共同發表研究成果。
- 五、跨國合著：指的是超越地區、超越國家的科學合作，由不同國家的研究人員協同合作，並以合著論文形式公開其研究成果。

綜上所述，合著的產生，是當二位或二位以上的研究者，共同發表一篇著作，不同研究者之間即互為合著者，而該篇著作則稱為合著論文。依據合著論文中，合著者所屬單位或所處地區的不同，合著又可分為多種類型，如身處不同國家之研究人員，共同發表論文的行為，稱之為跨國合著；任職不同組織機構研究者的合著，則為跨機構合著；而不同學科領域學者專家間的合著，則為跨學科合著。由於研究者間共同發表論文的行為，可能包含合作研究的意涵，合著遂成為評估合作研究的普遍方法之一，可用以了解國家間、機構間及學科間的合作研究情形。

二、跨機構合著

前述提到合著論文可依據合著者組成的不同，區分為不同的合著類型，其中由不同機構研究人員合作發表論文的情形，稱為跨機構合著；由於產學合著為跨機構合著的一種類型，在此先針對跨機構合著的背景及趨勢進行說明。

所謂跨機構合著根據 Katz & Martin(1997)的說法，若論文作者分屬不同機構，便有跨機構合著的現象出現。隸屬於不同機構組織的科學家，常因共同的興趣而合作進行研究計畫，跨機構合作的起因主要有以下幾點(Subramanyam, 1983)：

- 一、經由研究者間非正式的接觸或彼此熟識的研究者來促成
- 二、研究者的工作轉換：當研究者離開原先工作的機構，轉而為另一機構工作時

其可能將之前未完成的研究帶至新任職機構，並持續和先前任職機構的同事合作。

三、社會關注迫使跨機構合作：常是政府機構間跨機構合作的起因。

四、研究計畫過於複雜，須使用其他機構的昂貴設備或特殊服務，才可完成。

近來有許多實證研究指出，跨機構合著的現象已越來越普遍。在社會科學領域的部分，Cunningham & Dillon(1997)以5種資訊科學期刊的論文為研究樣本，分析1989-1995年間資訊科學領域的跨機構合著情形，研究結果指出，資訊科學領域的整體跨機構合著率為14%，而5種期刊中，以Journal of Systems Management的跨機構合著率最高，有23%；最低為Information Systems Research，其跨機構合著率僅1%。

在自然科學領域的部分，陳利真(2007)以SCI資料庫中電機電子領域的期刊論文為研究對象，利用書目計量方法，分析臺灣電機電子領域期刊作者的合著形態，該研究結果指出，臺灣合著論文數前十名的機構中，學術機構的跨機構合著率介於41.19%-54.24%，而政府機構的跨機構合著率高於學術機構，工研院與中研院的跨機構合著率分別為86.82%與88.80%。許雅珠(2011)以SCI資料庫的14種機器人核心期刊論文為研究樣本，探討1983-2009年間機器人文獻的合著情況，該研究結果指出，機器人文獻的整體跨機構合著率為29.24%。黃郁惠(2004)同樣以書目計量方法，探討分子生物學與遺傳學領域的論文產出與被引用之概況，該研究結果指出，500篇高被引論文中有半數以上為跨機構合著，平均每篇論文由2.38個機構合作發表，而跨機構合著論文中，合著機構數最多的論文，共有高達40個機構合著。王倩、梁鳳蓮、劉玉曉、馬雪(2009)則以2004-2008年間發表於《天津農業科學》期刊的論文為研究樣本，分析農業科學領域的跨機構合著情形，該研究結果指出，《天津農業科學》期刊的整體跨機構合著率為35.76%，而比較歷年的跨機構合著率則指出，2004-2008年間的跨機構合著率均在30%以上，其中以2007年的跨機構合著率最高有41.67%，最低為2006年的31.11%。

綜上所述，跨機構合著的興起與研究者人際關係的發展、工作調動及研究計畫需求有關，且由社會科學與自然科學領域的跨機構合著率顯示，社會科學與自

然科學領域的合作研究已跨越機構的界線，隸屬不同機構的研究人員共同發表論文的情形越來越普遍，其中自然科學領域的跨機構合著較社會科學領域常見。

三、合著論文成長趨勢

合作研究的歷史可追溯至 17、18 世紀，但在當時合作研究尚未成為一個典型的研究模式，到了 19 世紀初期，合作研究開始在法國興起風潮，直到很久以後，合作研究才出現在英國和德國。直至今日，隨著合著論文數的增加，顯示合作研究已成為一個普遍的研究模式，並逐步發展成熟。如 Willard et al. (2008) 以 1975-2006 年澳洲圖書資訊學者在 *Information Science & Library Science* 期刊所發表的論文為研究對象，研究結果發現，合著論文在數量上有增加的趨勢，且研究者間合著的方式也有所改變，過去較常見的是澳洲學者間的合著，現在則朝跨國合著發展。Leta & Chaimovich (2002) 亦指出巴西自然科學期刊論文的跨國合著率，從 1980 的 11.3% 上升到 1990 年的 20.0%，2000 年再提升至 30%。Wang、Wu、Pan、Ma & Rousseau (2005) 以 1997-2001 年間中國科技與技術統計年鑑中的論文進行合著分析，其研究結果顯示，合著率從 79.03% 上升至 83.25%，而平均作者數則由 3.03 增加到 5.25 人。林雯瑤 (2009) 針對環境工程學門所進行的研究亦指出，該學門的合著率高達 95.83%，且 1999-2008 年間，環境工程領域的平均作者人數呈現上揚趨勢。上述研究顯示，學術合著確實呈現成長的趨勢，且科學家間的交流越來越朝向國際化發展。

雖然合著論文在數量上逐漸成長，但其成長幅度依學科特性的差異而有不同程度的增加 (Ajiferuke, 1991)，傅雅秀 (2002) 認為，即便科學研究越來越講求科學合作、集體研究，強調相互交流資訊，以融合多個學科的知識、匯集更多層面的觀點及節省研究成本，但人文科學領域的合著情形仍較不普遍，數學家也常單獨研究 (solo research)，反觀自然與應用科學領域的合著情形相當普遍。如 Lariviere et al. (2006) 以 ISI 引文索引資料庫中，1980-2002 年自然科學、社會科學及人文科學領域的合著論文為研究樣本，研究結果顯示自然科學領域的合著論文比例最高，約有 80-90%，其次是社會科學領域，約 30-60%，人文科學領域的比例最低，

不到 10%。楊彩霞 (2005) 的研究也指出，情報科學期刊的合著率低於自然科學期刊，而陳定權、朱維鳳、莫秀娟 (2009) 的研究也呈現同樣結果，他們主張期刊論文的合著率與科學性質有關，理工類學術論文的合著率高於人文社會科學。

為了解不同學科領域的合著趨勢，本研究將先前研究針對不同學科領域所計算出的合著率，彙整於表 2-2。在自然科學領域的合著趨勢部份，如護理學領域的合著率自 1970 年代的 22.50%，上升至 1980 年代末期的 66.33% (Norris, 1993)；心理學領域的合著率，亦從 1926-35 年代的 24.44%，上升至 1996-2005 年代的 76.19% (Zafrunnisha & Pullareddy, 2009)。在社會科學領域方面，如科學技術管理領域的合著率，於 1994-2006 年間亦從 26.70% 上升至 72.50% (劉盛博、丁堃、楊瑩、劉雅潔, 2010)。而在人文科學領域的部分，文學領域於 1998-2002 年間的整體合著率為 3.80% (Lariviere et al., 2006)。透過表 2-2 所呈現的合著率顯示，合著已成為各學科領域的普遍現象，且隨著時間的推進，合著率有上升的趨勢。

雖然合著已成為趨勢，唯各學科領域的合著頻率並不相同。經由表 2-2 合著率之觀察可發現，1995 年之後，自然科學領域的合著率皆在 70% 以上，如生命科學領域的合著率為 94.92% (戴月, 2010)、心理學領域的合著率為 73.00% (Lariviere et al., 2006)、農業科學領域的合著率為 87.53% (Lariviere et al., 2006) 等。而社會科學領域的合著率約在 30-40% 左右，如社會科學的合著率約為 33% (Moody, 2004; 梁雁, 2009)，經濟學則為 40% (尤千儀, 2009)，但各學科依研究性質的差異，也有部分學科的合著率較低或較高，如同為社會科學的資訊組織與知識管理領域，資訊組織領域的合著率為 12.20% (林巧敏, 2009)，而知識管理領域的合著率則高達 70.00% (Gu, 2004)。相較之下，人文科學領域的合著率最低，如文學領域的合著率僅 3.80% (Lariviere et al., 2006)。上述各學科領域合著率之比較，驗證 Ajiferuke (1991) 與傅雅秀 (2002) 的說法，即合著論文的數量，依學科特性的不同而有不同程度的增加。

表 2-2 不同學科領域之合著論文比例

學科領域	資料來源與範圍	合著率
海洋哺乳類動物學 (Bird, 1997)	資料來源：收錄於 Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts 資料庫的期刊論文 資料範圍：1985-1993	70.80%
人口基因理論 (Gupta & Karisiddappa, 1998)	資料來源：11 種人口基因理論的核心期刊 資料範圍：1956-1980	41.09%
生命科學 (戴月, 2010)	資料來源：《生命科學研究》期刊 資料範圍：1997-2009	94.92%
農業科學 (王倩等人, 2009)	資料來源：《天津農業科學》期刊 資料範圍：2004-2008	87.53%
護理學 (Norris, 1993)	資料來源：Canadian Journal of Nursing Research 資料範圍：1970-1991	1970-76 年：22.50%； 1979-81 年：13.56%； 1987-91 年：66.33%；
眼科 (Davis & Wilson, 2001)	資料來源：眼科論文產量前 20 名的澳洲學者，收錄於 SCI 與 SSCI 資料庫的論文 資料範圍：1990-1999	95.00%
醫學 (潘和平、曹紅院、葉冬青, 2010)	資料來源：《中華疾病控制雜誌》 資料範圍：2005-2009	89.60%
心理學 (Lariviere et al., 2006)	資料來源：收錄於 SCI、SSCI 與 A&HCI 資料庫的加拿大學者發表的論文 資料範圍：1998-2002	73.00%
心理學 (Zafrunnisha & Pullareddy, 2009)	資料來源：Sri Venkateswara University、Osmania University、Andhra University 等三所大學心理學研究所博士論文的參考書目。 資料範圍：1963-2003	1926-35 年：24.44%； 1936-45 年：32.74% 1946-55 年：37.74%； 1956-65 年：44.54% 1966-75 年：50.49%； 1976-85 年：56.24% 1986-95 年：67.32%； 1996-2005 年：76.19%
資訊系統 (Oh, Choi, & Kim, 2006)	資料來源：根據 Association for Information Systems，選擇資訊系統期刊中 4 本重要期刊 資料範圍：1977-2002	75.00%
生物醫學 (Lander, 2012)	資料來源：收錄於 WOS 資料庫的生物醫學相關期刊論文 資料範圍：2004-2009	79.00%

自然科學

學科領域		資料來源與範圍	合著率
自然科學	環境工程學 (林雯瑤, 2009)	資料來源:收錄於 SCIE 資料庫中 20 種環境工程學門重要期刊的論文 資料範圍:1999-2008	68.83%
	工程領域 (蔡明月、郭正遠, 2009)	資料來源:收錄於 SCIE 資料庫中的工程學門重要相關論文 資料範圍:1989-2008	臺灣:89.04%; 香港:92.71%; 中國大陸:94.07%
	奈米科技領域 (謝彩霞, 2008)	資料來源:收錄於 SCI 資料庫的國際奈米科技領域論文 資料範圍:1990-2004	91.3%
	電機電子領域 (林利真, 2007)	資料來源:收錄於 SCI 資料庫之臺灣學者發表的電子領域期刊論文 資料範圍:1986-2005	90.23%
社會科學	人類學 (Choi, 1988)	資料來源:14 種美國人類學核心期刊 資料範圍:1963-1983	1963 年:18.00%; 1983 年:40.00%
	社會科學 (Moody, 2004)	資料來源:Sociological Abstracts 資料庫中的所有英語期刊 資料範圍:1963-1999	33.00%
	資訊檢索 (Ding & Chowdhury, 1999)	資料來源:收錄於 SSCI 資料庫的資訊檢索研究期刊論文 資料範圍:1987-1997	8.80%
	科學技術管理領域 (劉盛博等人, 2010)	資料來源:根據中文社會科學引文索引,選擇科學技術管理期刊中 10 本重要期刊 資料範圍:1994-2006	26.70% 上升至 72.50%
	資訊科學 (Cunningham & Dillon, 1997)	資料來源:5 種資訊科學期刊 資料範圍:1989-1995	62.00%
	社會科學 (梁雁, 2009)	資料來源:《四川理工學報》的期刊論文 資料範圍:2004-2009	32.68%
	經濟學 (尤千儀, 2009)	資料來源:收錄於 TSSCI 資料庫的 8 種經濟學門期刊 資料範圍:2000-2004	40.00%
	數位學習 (廖婉如, 2009)	資料來源:收錄於中華民國期刊論文索引系統中的數位學習相關主題論文 資料範圍:1998-2007	62.87%

學科領域		資料來源與範圍	合著率
社會科學	知識管理 (Gu, 2004)	資料來源：收錄於 SCI、SSCI 與 A&HCI 資料庫的知識管理相關論文 資料範圍：1998-2002	70.00%
	圖書資訊學 (吳冠儀, 2003)	資料來源：臺灣與大陸的圖書館學核心期刊 資料範圍：1999-2001	臺灣：15.11%； 中國大陸：17.64%
	圖書資訊學 (林欣怡, 2005)	資料來源：分別自中文圖書資訊學文獻摘要資料庫與日本的圖書資訊學文獻目錄，取得臺灣與日本的圖書資訊學相關論文 資料範圍：1991-2001	臺灣：10.29%； 中國大陸：17.92%
	圖書資訊學 (陳定權、朱維鳳、莫秀娟, 2009)	資料來源：5 種圖書館學與情報學期刊 資料範圍：1999-2002	33.78%
	資訊組織 (林巧敏, 2009)	資料來源：收錄於中華民國期刊論文資料庫的資訊組織相關期刊論文，與全國博碩士論文資訊網的學位論文 資料範圍：1982-2008	12.20%
	檔案學 (林巧敏, 2010)	資料來源：5 種圖書館學與情報學期刊 資料範圍：1999-2002	11.40%
	教育 (Lariviere et al., 2006)	資料來源：收錄於 SCI、SSCI 與 A&HCI 資料庫的加拿大學者發表的論文 資料範圍：1998-2002	46.80%
	法律 (Lariviere et al., 2006)	資料來源：收錄於 SCI、SSCI 與 A&HCI 資料庫的加拿大學者發表的論文 資料範圍：1998-2002	8.20%
人文科學	文學 (Lariviere et al., 2006)	資料來源：收錄於 SCI、SSCI 與 A&HCI 資料庫的加拿大學者發表的論文 資料範圍：1998-2002	3.80%

資料來源：本研究整理

除了合著的頻率外，透過平均作者人數的觀察可發現，各學科領域的合著規模也不同，Yan & Ding (2009) 以生態學、物理學與圖書資訊學為例，指出生態學

者和物理學者的合著頻率和規模皆比圖書資訊學者高，因為其研究需要使然，在生態學期刊中，一篇論文有 10 位以上的作者是很平常的事，但在圖書資訊領域這類情形卻很少見。王崇德（1997）以中國大陸的《物理化學學報》和《情報學報》為樣本的研究亦指出，前者每篇論文的平均作者數為 3.4 位，後者僅 1.3 位。表 2-3 整理各學科領域期刊論文之平均作者數，表中顯示自然科學領域的平均作者數約為 3-4 人，其中以醫學相關領域的平均作者數較高，如婦科醫學可達 4.86 人（Garcia-Garcia, López-Muñoz, Callejo, & Martín-Águeda, 2005），醫學則為 4.4 人（潘和平、曹紅院、葉冬青，2010），而奈米科技領域為 4.03 人（謝彩霞，2008），電機電子領域約為 3.04 人（林利真，2007）。社會科學領域的平均作者數為 1-2 人，如經濟學的平均作者數為 2 人（尤千儀，2009），圖書資訊學的平均作者數約為 1.6-1.8 人（陳亞寧、陳淑君，2005；Yan & Ding, 2009）。上述各學科領域平均作者數之比較，反映傳統上社會與人文科學領域學者偏向單獨研究，而自然科學領域學者偏好集體研究之趨向。

表 2-3 不同學科領域之平均作者數

學科領域	資料來源與範圍	平均作者數	
自然科學	婦科醫學 (Garcia-Garcia et al., 2005)	資料來源：先自 JCI 資料庫取得所有婦科醫學刊名，再以 SCI 資料庫檢索相關期刊論文 資料範圍：1986-2002	4.86 人
	醫學（潘和平等人，2010）	資料來源：《中華疾病控制雜誌》 資料範圍：2005-2009	4.4 人
	奈米科技領域（謝彩霞，2008）	資料來源：收錄於 SCI 資料庫的國際奈米科技領域論文 資料範圍：1990-2004	4.03 人
	生命科學（傅雅秀，2002）	資料來源：先從 JCR 資料庫取得 16 種生命科學期刊，再以 WOS 資料庫取得期刊論文 資料範圍：1988-2007	4 人
	眼科（Davis & Wilson, 2001）	資料來源：眼科論文產量前 20 名的澳洲學者，收錄於 SCI 與 SSCI 資料庫的論文 資料範圍：1990-1999	3-5 人

	學科領域	資料來源與範圍	平均作者數
自然科學	生物醫學 (Lander, 2012)	資料來源：收錄於 WOS 資料庫的生物醫學相關期刊論文 資料範圍：2004-2009	3.9 人
	生態學 (Newman, 2001)	資料來源：Medline 資料庫 資料範圍：1961-2001	3.75 人
	物理學 (Newman, 2001)	資料來源：Los Alamos e-Print Archive 與 Stanford Public Information Retrieval System 資料範圍：1974-2001	2.53 人
	農業科學 (王倩等人, 2009)	資料來源：《天津農業科學》期刊 資料範圍：2004-2008	2.23 人
	工程領域 (蔡明月、郭正遠, 2009)	資料來源：收錄於 SCIE 資料庫中的工程學門重要相關論文 資料範圍：1989-2008	台灣：2.88 人； 香港：3.03 人； 中國大陸：3.51 人
	電腦科學領域 (黃慕萱、黃政濤, 2008)	資料來源：自 ESI 資料庫取得高被引文章，一般文章則透過 WOS 資料庫取得 資料範圍：1997-2007	高被引文章：3.44 人； 一般文章：2.52 人
	電機電子領域 (林利真, 2007)	資料來源：收錄於 SCI 資料庫之臺灣學者發表的電子領域期刊論文 資料範圍：1986-2005	3.04 人
社會科學	經濟學 (尤千儀, 2009)	資料來源：收錄於 TSSCI 資料庫的 8 種經濟學門期刊 資料範圍：2000-2004	2 人
	資訊組織 (林巧敏, 2009)	資料來源：收錄於中華民國期刊論文資料庫的資訊組織相關期刊論文，與全國博碩士論文資訊網的學位論文 資料範圍：1982-2008	1982-1991 年：1.10 人； 1992-2001 年：1.16 人 2002-2008 年：1.39 人
	圖書資訊學 (陳亞寧、陳淑君, 2005)	資料來源：圖書館與資訊科學摘要(LISA)資料庫 Matadata 相關研究論文 資料範圍：1982-2004	1.6 人
	圖書資訊學 (Willard, Kennan, Wilson & White, 2008)	資料來源：收錄於 SCI、SSCI 與 A&HCI 資料庫的圖書資訊學相關論文 資料範圍：1975-2006	1975 年：1.25 人； 2006 年：2.05 人；

學科領域		資料來源與範圍	平均作者數
社會科學	檔案學 (林巧敏, 2010)	資料來源：5 種圖書館學與情報學期刊 資料範圍：1999-2002	1959-1968 年：1.09 人； 1969-1978 年：1.01 人； 1979-1988 年：1.03 人； 1989-1998 年：1.10 人； 1999-2008 年：1.18 人
	圖書資訊學 (Yan & Ding, 2009)	資料來源：先從 JCR 資料庫取得 16 種圖書資訊學期刊，再以 WOS 資料庫取得期刊論文 資料範圍：1988-2007	1.8 人

資料來源：本研究整理

由於表 2-3 所彙整的平均作者人數，其資料範圍多集中在 1980 年代以後，故本研究另行將 Beaver & Rosen (1979) 分析 1910-1960 年間各學科領域平均作者人數的數據，與表 2-3 進行對照，並彙整於表 2-4，以此觀察平均作者數的成長情形。表 2-4 的數據顯示，論文之平均作者數隨時間的推進而增加，如生態學的平均作者人數自 2.02 人上升至 3.75 人，電機電子領域的平均作者人數亦從 1.63 人上升至 3.04 人。透過上述不同年代的平均作者數之比較，顯示不僅集體研究成為科學社群的研究趨勢，合作的規模亦逐漸擴大。

表 2-4 不同年代之平均作者數

學科領域	1910- 1960	1980- 2010
生態學 (Beaver & Rosen,1979 ; Newman, 2001)	2.02 人	3.75 人
電機電子領域 (Beaver & Rosen,1979 ; 林利真, 2007)	1.63 人	3.04 人
物理學 (Beaver & Rosen,1979 ; Newman, 2001)	1.97 人	2.53 人
工程學 (Beaver & Rosen,1979 ; 蔡明月、郭正遠, 2009)	1.39 人	台灣：2.88 人； 香港：3.03 人； 中國大陸：3.51 人
農業科學 (Beaver & Rosen,1979 ; 王倩等人, 2009)	1.74 人	2.23 人

資料來源：本研究整理

綜上所述，隨著合著論文數的成長，顯示合作研究已成為學術發展的重要趨勢，而平均作者人數的增加，更代表合作研究的規模不斷擴大，驗證了 Price 所強調「科學規模的結構已從小科學過渡到講究精密設備、重視群體研究的大科學」的說法。儘管合作研究逐漸受到學術界的重視，但學科本質對於研究者間合作研究的情形仍有很大的影響，透過各學科領域合著率及平均作者人數之比較，顯見自然科學領域的合著情形較為普遍，反觀人文科學研究者，不僅合著率較低，各篇論文的平均作者數亦較少。

四、合著分析之特性

合著分析是基於論文的合著者具有合作關係之假定，所開展的合作模式的量化研究(Luukkonen, Tijssen, Persson, & Sivertsen, 1993)，是藉由合著出版品之分析，探究作者之間的合著關係與合著現象，並可以作者之特質，如服務機構、學科屬性、所屬國家等資訊，了解機構間、學科間及國家間的合作研究情形。依照分析對象的不同，合著分析可分為以單一論文或個人為對象之微觀層次，以機構或期刊為對象之中觀層次，及以國家或學科為對象之宏觀層次 (Glanzel, 2002)，依分析層次的不同，可分別建構個別作者、機構或國家間之合著關係。其中機構間的跨機構合著，指的是兩位以上來自不同機構組織的研究者，共同發表論文的情形，而若合著者之所屬機構正好分屬大學與企業，則此類合著又可稱為產學合著。

由於研究者、機構或國家間的知識合作情形不易追蹤，因此，需要一個方法去評估正式和非正式的思維交換，以及新想法的成功結合。在許多實證研究中，合著論文被視為合作研究的具體產出，並認為合著論文的產出是源自於人際網絡中，正式和非正式的知識分享、協商與重塑，合著因而被視為成功的科學合作，代表知識和技術的外溢，合著分析遂成為探究合作研究與科學群體間合作關係的常用方法之一 (Calero, Van Leeuwen, & Tijssen, 2005; Lundberg, Tomson, Lundkvist, Skar, & Brommels, 2006; Meyer & Bhattacharya, 2004; Tijssen & Van Wijk, 1999; Tijssen, Van Leeuwen, & Korevaar, 1996)。

儘管合著分析業已成為衡量合作研究的有效方法及普遍指標 (Glanzel &

Schubert, 2005 ; Lundberg et al. 2006 ; 張郁蔚, 2009), 合著論文是否能確實代表實質的合作關係, 在過去仍受到不少爭論 (Katz & Martin, 1997)。事實上, 許多書目計量學者使用合著分析作為研究方法前, 均做出提醒並指出, 處理合著論文時必須小心謹慎, 以確保合著論文可確實體現實質的合作情形 (Laudel, 2002 ; Tijssen, 2004 ; Lundberg et al., 2006 ; Melin & Persson, 1996), 部分書目計量學者亦承認, 合著論文是不完整、不全面的資料分析來源, 因為合作研究可能未發表任何出版品, 故確切的合作數據不得而知 (Lundberg et al., 2006)。因此, 我們必須承認, 合著分析仍有其缺點及需要注意之處, 特別是在以下幾個方面 (Katz & Martin, 1997 ; Melin & Persson, 1996) :

- 一、並非所有合著論文的合著者, 對論文的產出皆有貢獻, 可能有幽靈作者的情形發生, 也不是所有參與合作的研究者都會成為合著者。
- 二、進行合作研究的研究者, 不一定以合著論文形式呈現研究成果, 其研究產出可能為專利, 或僅單純增進彼此情感, 而未產出任何研究成果。
- 三、來自不同學科領域之研究者, 進行合作研究後, 可能打算各自對其學科領域的讀者公開研究成果, 或是因彼此對研究結果的解釋不一致, 最後各自發表著作。
- 四、合著論文僅能代表一部分的合作研究活動, 以產學合著論文為例, 產學合著論文僅代表所有經由產業資助所產出的學術成果的一部分。

儘管合著分析仍存在研究方法上的限制, 但憑藉其所具備之優勢, 合著分析仍被廣泛應用於合作關係的探究中。透過合著分析探討合作研究趨勢的優點包括 (Subramanyam, 1983 ; Wagner, 2008 ; Abramo et al., 2011 ; Katz & Martin, 1997 ; Lundberg et al., 2006) :

- 一、合著論文取得容易 ;
- 二、合著為可量化的指標, 可用以處理知識可量化的層面和資訊 ;
- 三、非涉入性的資料收集方式, 不會對研究對象造成影響或干擾 ;
- 四、具有研究成本上的經濟效益 ;
- 五、在研究樣本的學科領域及範圍的蒐集上具有優勢, 可研究各領域及大範圍的

樣本；

六、以合著分析研究產官學互動，可用來建構產官學三方合作的時序，並分析雙邊及三邊關係。

儘管透過合著論文顯現的合著關係，可能無法完整捕捉整體的合作研究情形，但考量以上合著分析的優點，以及學術界對出版成果的要求下，共同發表論文仍是常見的合作結果（Lundberg et al., 2006；張郁蔚，2011a），因此，合作研究與合著間仍具有正向關係（Glanzel & Schubert, 2005）。

綜上所述，儘管以合著分析探討合作研究趨勢有其侷限性，但考量共同發表論文是常見的合作研究結果，合著論文因而是目前最容易掌握的合作研究資料，且因其具有可量化、非干擾、研究成本經濟等優勢，許多相關研究依然為合著分析之適用性佐證；更重要的是，合著分析具有蒐羅並分析大範圍研究樣本的優勢，在研究樣本眾多的情況下，少數的錯誤資訊將被稀釋，使合著分析方法達到一定程度的可靠性，並在探討合作研究的不同研究方法中，具有相對優勢（Subramanyam, 1983；Katz & Martin, 1997；Abramo et al., 2011；Lundberg et al., 2006），因此，合著分析為目前討論合作研究的適用方法之一。

五、合著與社會網絡分析

社會網絡分析是一種研究社會結構、組織系統、人際關係、團體互動的概念與方法，主要是將人際行為、人際關係數量化，並援引數學中的圖形理論，以點、線等圖示呈現人與人之間互動的方向性和接觸的距離等，可用以理解個人間、組織間或國家間的關係。Balconi、Breschi & Lissoni（2004）曾指出，合著論文是調查科學家社會網絡的理想量化方式，根據合著論文建立的合著網絡，是以論文作者或其所屬機構、國籍等特質為網絡中的行為者，連結則代表行為者間的合著關係，其所秉持的理由為，在大多數的情況下，合著者們必須深入了解對方，因此合著者彼此被社會關係所連結（Franceschet, 2011），故合著分析者常利用社會網絡分析，以建構個人、機構或國家的合著網絡，並分析其在合著網絡中的角色及重要性。社會網絡分析於合著分析之應用，主要有兩大重點，一是描述合作研究的

過程，二是檢視個別研究者在科學社群中所處的位置(Acedo, Carmen, Casanueva, & Galan, 2006；轉引自張郁蔚，2009)。另根據分析焦點的不同，社會網絡分析可分為關係取向 (relational approach) 及位置取向 (positional approach)，其中關係取向注重網絡的關係，常以網絡的中心性 (centrality)、密度、強度、直接或間接關係等作為測量點，而位置取向則強調網絡中位置的特徵 (張存剛、李明、陳德梅，2004；轉引自張郁蔚，2009)

社會網絡分析被廣泛應用在各國或各學科領域的合著分析研究 (Franceschet, 2011；Kretschmer, 2004；Newman, 2001；Barabasi et al., 2002；Bird et al., 2009；Huang et al., 2008；Liu, Bollen, Nelson, & Van de Sompel, 2005；Menezes et al., 2009；Nikzad, Jamali, & Hariri, 2011；Otte & Rousseau, 2002；Velden, Haque, & Lagoze, 2010；Yan, Ding, & Zhu, 2010；Yeung, Liu, & Ng, 2005；李亮、朱慶華，2008；汪雲林、李丁、付允、韓偉一，2008；林利真，2006；張郁蔚，2011b)，其中 Kretschmer (2004) 關注高產量作者於合著網絡中的位置，研究指出高產量作者於合著網絡中的分布狀況，可以決定次集群的大小，而與低產量作者相較，高產量作者距離網絡中其他作者的距離較短。Cotta & Merelo (2005) 以學科為對象進行社會網絡分析，試圖找出演化計算學 (evolutionary computation)、電腦科學與物理學合著網絡中的中心行為者，並透過合著網絡中巨大成分 (giant component) 所佔比例，比較三個學科領域的合著網絡中，行為者密切聯繫的程度。Velden et al. (2010) 比較三個化學子領域的合著模式，該研究除了將個別研究者視為節點作為分析單位外，亦分析合著網絡的模組結構 (modular structure)，易言之，該研究將作者集群視為群組，以此群組作為分析研究產出的單位；研究結果發現兩種連結作者集群的模式，一為職業轉變所產生的轉移連結 (transfer-type connections)，另一為集群內部的組間合作 (inter-group collaboration)，後者之合著模式較為常見且穩定。Yan et al. (2010) 建構中國圖書資訊科學的合著網絡，計算每位作者的中心性，並將作者中心性與其被引次數進行比較，研究發現，作者的中心性排名與被引次數排名有關；而研究亦經由合著網絡的集群係數 (clustering coefficient) 顯示，中國圖書資訊科學領域的合著網絡是一「小世界網絡」(small-world network)。其他相關

研究及其使用之社會網絡分析測量值，彙整於表 2-5，透過表 2-5 之整理可發現，程度中心性（degree centrality）、中介中心性（betweenness centrality）與接近中心性（closeness centrality）等中心性測量值，為合著分析中較常使用的社會網絡分析測量值，因此，社會網絡分析主要用以辨識合著網絡中的重要作者、機構或國家。

綜上所述，社會網絡分析主要係用以探究人際互動情形，並強調行為者間社會關係之剖析，而在合著分析探究個人、機構或國家間合作關係的過程中，亦常將社會網絡分析視為資料分析與呈現的一種方式，包括合著網絡的視覺化呈現，以及辨識個人、機構或國家於合著網絡中的角色及重要性，其中程度中心性、中介中心性及接近中心性等中心性測量值，為合著分析相關研究中，較常使用的社會網絡分析項目。

表 2-5 合著與社會網絡分析相關研究整理

分析對象	社會網絡分析測量值
生物醫學、物理學、高能量物理學及電腦科學領域 (Newman, 2001)	合著者間的平均距離
劍橋科學文章 (Cambridge Scientific Abstracts, CSA) (Otte & Rousseau, 2002)	密度、程度中心性、中介中心性、接近中心性與派系 (cliques)
數學與神經科學領域 (Barabasi et al., 2002)	集群係數、合著者間的平均距離、集群規模、節點的平均度數 (平均每位行為者的連結數量)
電機電子領域期刊 (林利真, 2006)	各國、各機構之程度中心性、中介中心性與接近中心性
中國西部環境和生態科學 (汪雲林等人, 2008)	中心性分析
中國的情報科學領域 (李亮、朱慶華, 2008)	中心性分析、凝聚子群分析以及核心-邊緣結構
資訊需求及資訊尋求期刊 (張郁蔚, 2011b)	密度、中介中心性及派系
伊朗的圖書資訊科學、心理學、管理學、經濟學 (Nikzad et al., 2011)	比較四個學科領域合著網絡的次集群大小
電腦科學領域 (Franceschet, 2011)	可達性 (reachability)、合著者間的平均距離、雙向連結成分的數值大小

資料來源：本研究整理

儘管各個學科領域的合著情形不盡相同，但透過合著論文及平均作者人數的成長，顯示合著已成為學術發展的重要趨勢，且跨機構合著的情形越來越普遍。隨著合著的日益普遍，研究者間透過合著關係所展現的合作意涵，開始受到重視，且因合著分析所具有之客觀、可量化、研究成本經濟、資料易取得、非干擾的資料蒐集方式，以及可蒐羅大範圍研究樣本等優勢，使合著分析成為探究人類複雜互動過程的有效方法之一。此外，合著分析者亦常透過社會網絡分析探究人際互動特質之應用，以有效掌握個體、機構或國家間的合著情形，因此，本研究以合著分析方法，探究大學與企業透過合著關係所顯現的產學合作情形，並利用社會網絡分析中心性之計算，辨識核心的國家與機構。

第三節 產學合著

綜觀先前研究發現，產學合作相關研究的主題，從早期以探討產學合作之政策、利弊分析與成功關鍵因素為主（Schmoch, 1999；Valentin, 2000；Bonaccorsi & Piccaluga, 1994；Geisler & Rubenstein, 1989；López-Martínez、Medellín、Scanlon & Solleiro, 1994；Senker & Senker, 1997），到近來傾向透過量化之書目計量法，以產學合著論文為研究樣本，據以了解大學和企業間的合作研究產出，此一研究主題的轉變，致使產學合著成為產學合作議題的研究焦點之一。

由於產學合作研究旨在產出高度學術相關的成果，且其研究成果多為學術出版品所接受並刊登(Perkmann & Walsh, 2007)，由產學合作研究所產出的產學合著論文，遂為產學合作規模及強度的衡量，提供了一個適用的資訊資源(Tijssen et al., 2009)。產學合著論文被認為可涵蓋大部分的產學合作產出(Laudel, 2002；Melin, 2000)，因而被廣泛用以衡量產學間動態的合作關係(Wagner, 2008)，且為學者落實於產學合作議題之研究中(Leydesdorff, 2003；Ponds, 2009；Tijssen, 2006；Abramo et al., 2009；Almeida et al., 2011；Hossain et al., 2012；Kwon et al., 2012；Liang et al., 2012；Olmeda-Gomez et al., 2008)，以下針對產學合著之實證研究進行說明。

一、產學合著趨勢

隨著政府、學術界及產業界對產學合作越趨重視，產學合著成為產學雙方建立合作關係的主要管道之一，目前許多針對各國、各學科領域所進行的產學合著實證研究，皆可驗證此一產學合著的趨勢。在國家方面，Abramo 與 D'Angelo 針對義大利產學合作議題所進行的一連串研究，皆採用合著分析的方法，探究該國產學合著之趨勢，其中 Abramo et al. (2009) 以義大利的產學合著論文為研究樣本，研究 2001-2003 年的產學合著情形，其研究結果指出，791 個企業中，有 483 個企業至少發表過一篇產學合著論文，而 68 所大學中，更有 63 所曾產出產學合著論文。Metcalf (2006) 利用社會網絡分析，探究美國產學合著趨勢的研究亦指出，許多具有影響力的美國企業，皆有產學合著論文的產出。Liang et al. (2012) 針對中國 1998-2007 年間出版的產學合著論文進行分析，其研究結果亦顯示，近年來中國大陸的產學合著論文數快速增加，這些產學合著論文的第一作者多半為大學研究人員，且整體而言，無論在哪個年代區間，產學合著論文皆得到較高的引用次數，更被頻繁下載，顯見中國近年來不僅產學合著論文數大幅提升，其論文品質亦得到認可。上述產學合著的趨勢，不僅發生在美國、義大利、中國大陸等國家，實證研究亦指出，南韓 (Choi, 2012; Kwon et al., 2012; Park & Leydesdorff, 2010)、荷蘭 (Ponds, 2009) 以及土耳其 (Choi, 2012) 的產學合著率亦呈現成長趨勢。

而在學科領域的部分，實證研究指出，產學合著已在多個學科領域蓬勃發展。如 Garrison, Herman & Lipton (1992) 探究牙醫材料 (dental materials) 領域的產學合作情形顯示，產學合著論文佔該領域產學合作產出的 61%，而專利數量僅佔 15%。Olmeda-Gomez et al. (2008) 使用社會網絡分析方法，分析比較馬德里地區 1995-2003 年期間，生理學與藥理學、醫學以及分子、細胞與遺傳生物學等三個學科領域的產學合著情形，該研究將期刊論文分為 1995-1999 以及 2000-2003 兩個年代區間來討論，藉由產學合著網絡的節點數量、連結數等社會網絡分析特性可發現，三個學科領域的期刊論文，無論在參與產學合著的機構數以及合著次數上皆呈現上升趨勢，其中尤以醫學領域的產學合著情形最為普遍。Abramo et al. (2009) 的研究亦指出，從論文數量觀之，醫學和化學領域是產學合著論文數最多的兩個

領域，但就產學合著論文佔該領域論文數之比例來看，以資訊工程和工業領域為最高。其他針對燃料電池 (Klitkou et al., 2007) 與生物醫學領域 (Lander, 2012) 進行之產學合著研究，亦顯示這些學科領域的產學合著率呈現成長趨勢。上述產學合著情形較為普遍的學科領域，多集中在醫學、資訊、生物科技等自然科學與技術相關領域，而 Park & Leydesdorff (2010) 透過自然科學、社會科學與人文科學的產學合著率之比較，亦得到相同的研究結果，該研究指出產學合著率以科學引文索引為最高，其次為社會科學引文索引 (Social Science Citation Index, SSCI)，藝術與人文引文索引 (Art & Humanities Citation Index, A&HCI) 的產學合著率則最低。

此外，產學合著可為產學雙方帶來不同的效益，對企業而言，產學合著可提升企業的創新能力及品牌知名度 (Almeida et al., 2011; Metcalf, 2006)，大學亦可透過與知名企業的合作，顯現組織的創新能力與市場價值 (Metcalf, 2006)；而就學術意義而言，產學合著對學術產出具有質與量方面的影響力，與產業界進行產學合著的大學研究者，在研究表現上優於未進行產學合著的研究者 (Abramo et al., 2009; Liang et al., 2012)。

綜上所述，處於知識經濟時代，產學合著已成為大學與企業建立合作關係的主要管道之一，並有利於企業創新能力與大學研究者學術影響力的提升，上述針對各國、各學科領域所進行的產學合著實證研究，皆可為此趨勢提供實質的數據佐證。然透過上述研究亦可得知，參與產學合著的學科領域與產業類型，多為醫學、資訊、生物技術等自然科學與技術領域，此與合著論文集中在自然科學領域之情形相呼應。

二、產學合著影響因素之分析

上述研究證明產學合著已在各國、各學科領域發展，事實上，產學合作對於大學與企業具有不同的意涵與利益，如對大學而言，產學合作可彌補研究資金與設備的不足，並透過與企業的合作，培養學生的實務經驗，據以達成結合學術理論與企業實務經驗、提升大學研究發展水準之目標 (Bloedon & Stoke, 1994; 康自

立，1985；陳建州，2011；史欽泰，民99)；相較之下，企業著重與大學合作進行應用導向及可短期獲利的研究，進而達到增加獲利、分擔風險、開發新產品、取得新興技術等目的 (Feller, 2005；Schmoch, 1999；Valentin, 2000；Bonaccorsi & Piccaluga, 1994；Mowery & Rosenberg, 1993；Senker & Senker, 1997)。為了解機構類型對產學合著的影響，相關研究透過合著論文之分析，探究大學與企業的主要合著對象，如 Klitkou et al. (2007) 透過燃料電池領域合著論文之分析，分別探討挪威的大學與企業進行產學合著的情形，其研究結果顯示，大學的主要合著對象為其他大學，300 所大學中有 66% 以其他大學為合著對象，其次為研究機構佔 41%，與企業合著的比例最低，僅有 5%；而企業則以大學為主要合著對象，74 間企業中，有 62% 與大學進行產學合著，其次為與其他企業合著佔 46%，與研究機構的合著比例最低，僅佔 15%。Lander (2012) 的研究結果與 Klitkou et al. (2007) 相同，其分析生物醫學領域中，大學、醫院、企業與政府間的合著情形，研究結果指出，大學的主要合著對象為其他大學，大學合著率為 34.00%，其次為醫院，合著率為 28.51%，大學的產學合著率與官學合著率的則分別為 18.00%、10.09%；而企業則以大學為主要合著對象，其產學合著率為 52.64%，其次為與醫院的合著，佔 21.49%，企業的企業合著率與產官合著率則分別為 9.25%、8.86%。上述研究顯示，相較於大學，企業進行產學合著的意願及參與次數較高且頻繁，因此，機構類型的差異，將影響機構的產學合著率。

而地理距離亦影響產學雙方合著對象的選擇，大學可能因地緣關係與特定的企業形成產學合著集群，各地區的企業亦可能與當地大學頻繁進行產學合著 (Wen & Kobayashi, 2001)。地理接近性對產學合著的影響主要在於，地理接近性可以彌補認知接近性、組織接近性、社會接近性及體制接近性的不足，從而促使不同背景的組織進行合作，因為地理距離的接近性增加了個人接觸的可能，對隱性知識的轉移很有幫助 (Boschma, 2005)，且由於地理距離限制了知識擴散的範圍，故從大學研究部門擴散至企業的知識流，可能隨著地理距離的增加而減弱 (Arundel & Geuna, 2004)，產學間合作的次數亦可能隨著地理距離的增加而減少 (Katz, 1994)，相關研究便指出，企業傾向贊助距離公司半徑 100 公里範圍內的大學 (Lee &

Mansfield, 1996)，而一些鄰近大學的新興技術企業 (New Technology-Based Firms, NTBFs)，亦常透過正式或非正式的人際網絡，與大學交換資訊和想法 (Lindelof & Lofsten, 2004)。

然有學者認為地理距離的重要性，將因運輸成本與通訊成本的降低而逐漸發生變化，反觀大學規模、研究品質和企業規模，對產學雙方選擇合作夥伴的影響力將逐漸提高(Boschma, 2005; OECD, 2007; Abramo et al, 2011; Fontana, Geuna, & Matt, 2006; Segarra-Blasco & Arauzo-Carod, 2008; Wen & Kobayashi, 2001)，Abramo et al. (2011) 甚至認為，大學的研究品質對其產學合著能力的影響大於地理距離。如Wen & Kobayashi (2001) 以日本的大學及企業為研究對象，分別分析大學與企業的產學合著情形，首先，自學術機構審視之，其研究結果指出，日本的頂尖大學於產學合著網絡中佔有主導地位，舉例而言，於1983-1993年間參與產學合著的大學共有90所、企業有1,740間，其中東京大學的企業合著夥伴最多，共與8% (142間)的企業發表過產學合著論文，其次為大阪大學，曾與7% (132間)的企業合著，顯示大學的聲望與教師的品質，對日本產學合著網絡的形成有顯著影響。而大學的規模亦影響其吸引企業合作夥伴的能力，企業認為規模大的大學可提供較大的研究團隊，且所設有的學科系所較為豐富，因而傾向與規模較大的大學合作，故大學學術研究者團隊的大小亦成為吸引企業與之合著的關鍵(Abramo et al., 2011; Wen & Kobayashi, 2001)。

在企業部份，Wen & Kobayashi (2001) 的研究指出，大型企業在產學合著網絡中扮演重要角色，且其參與產學合著的情形較為普遍，如日立(Hitachi Co. Ltd)、東芝(Toshiba Co. Ltd.)等跨國企業，分別與32% (29所)、26% (23所)的大學進行合著，因為相較於小型企業，大學認為大型企業較積極從事合作活動，因此偏好與大企業合作(OECD, 2007; Fontana et al., 2006; Segarra-Blasco & Arauzo-Carod, 2008)。上述研究結果顯示，頂尖大學與大型跨國企業的產學合著能力較強，易言之，大學與企業的規模、品質及聲望，皆可能影響其從事產學合著活動的頻率。

上述研究討論的皆是大學與企業的內部因素，對其產學合著情形之影響，若從外部環境來看，政府在產學合著過程中所扮演重要的角色。如Liang et al.(2012)的研究指出，中國產學合著論文比例的大幅提升，以及該國產學合著範圍和強度

的快速進展，與中國政府在政策面不斷推動、改善產學間的合作研究情形，有著密切關係。Liang et al. (2012) 將中國產學合著趨勢的興起，歸因於該國政府政策的推動，此一觀點與其他學者針對不同國家進行實證研究的結果相同，如 Park & Leydesdorff (2010) 與 Kwon et al. (2012) 皆以南韓的產學合著情形為研究對象，其中 Park & Leydesdorff (2010) 的研究結果指出，南韓政府政策的推行，顯著影響該國的產學合著情形，例如自 1999 年南韓政府推行 Brain Korea 21 計畫後，該國產出之 SCI 產學合著論文數大幅增加；而 Kwon et al. (2012) 則發現南韓的產學合著於 1990 年代開始走向國際化，此與該國政府政策的推動有關。而 Ponds (2009) 研究荷蘭的產學合著趨勢，其研究結果亦顯示，荷蘭產學合著率的增加，與該國政府於 1996 年成立以促進產學間基礎研究合作為目的的「領導科技協會」(Leading Technology Institutes) 有關。此外，Choi (2012) 以「經濟合作發展組織」(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 成員國為對象的研究，更進一步指出，政府對於產學合著的影響力高於地理位置、經濟及語言的影響，政府在產學合著方面的倡導，將有助於開發中國家提高其知識創造的能見度。因此，政府對於產學合著的重視程度，將影響產學合著能否順利進行，而一國的產學合著情形，更可反映該國科學和技術政策的成效。

綜上所述，產學合著論文數的多寡，不僅可能受到學科及產業性質的影響，而集中在特定的學科領域與產業類型，若就機構觀點視之，機構類型對產學合著的頻率亦有影響，透過合著對象之比較顯示，相較於大學，企業進行產學合著的意願及參與情形較高且頻繁，而大學與企業的規模、品質及聲望等，亦與機構的產學合著能力成正比；此外，除上述產學雙方的內部環境因素外，政府的推動更是各國產學合著興起的主要原因，政府在產學合著中扮演的角色，將於下一節進行說明。

隨著產學合著論文數的增加，代表越來越多的大學與企業，將產學合著視為建立雙方合作關係的重要手段之一，產學合著已然成為學術發展與知識創新的重要趨勢。產學合著情形的差異，就大範圍來看，受到學科領域與產業類型的影響，屏除學術知識應用程度與產業特性的限制，產學合著趨勢的興起，與機構內、外

部環境的變遷有關，其中政府於政策面的推動及合作環境的營造，對產學合作關係的建立影響極大，是以政府可視為影響產學合著的重要外部因素；而機構本身的類型及特質，如大學與企業的規模、品質及聲望等，則可代表影響產學合著各種內部因素，上述各個影響產學合著的外、內部環境因素，皆豐富了產學合著議題的研究層次，更加深探究產學合著趨勢的價值及重要性。

第四節 產官學合著

產學合作已為社會所熟知，其在推動創新發展的實踐中也取得了一定的成效，但若進一步深入考察可以發現，政府在產學合作中扮演的角色是十分明顯的，特別是對於開發中國家尤其如此；由於政府擁有資金和組織調控的能力，能夠承擔一定程度的風險，是合作政策與環境的創造者，因此，政府在產學合作中所扮演的角色成為一個重要的議題。

一、產、官、學互動

產、官、學三者於知識創新與技術發展過程中，所交織出的互動關係與其所扮演的角色，已有許多不同的理論用以描述，其中由 Etzkowitz & Leydesdorff (1995) 提出的三重螺旋 (triple-helix) 模型，是最常用以討論產、官、學關係的一種理論；三重螺旋模型是一種創新模式，指大學、企業及政府在創新過程中，會透過組織的結構安排、制度設計等，加強三者資源與訊息方面的分享與溝通，以達到資源運用的效率與效能 (王成軍, 2006)。大學、企業及政府於創新過程中互動關係的良窳，對於促進科技、經濟、社會的協調發展，與提升國家的國際競爭力，具有積極而重要的影響及意義，且隨著網路的發達和合作的加深，大學與企業之間的知識流動，已發生一系列微妙而複雜的變化，因此作為政策推動、經費支持、諮詢顧問的政府，也將參與產學間知識交換與傳遞的過程 (王成軍, 2006)，而上述產、官、學間知識傳遞與互動關係的建立，被認為可刺激機構間想法和政策的交換 (Wagner, 2008; Dzisah & Etzkowitz, 2008)。

政府涉入產學互動的情形，體現在政府對於產學合作的推動與參與上，其中

政府對於推動產學合作的重要性，已被許多研究所證實；自 1970 年代起，產學間的合作研究引起了各國政府的重視，成為國家主要政策的中心，各國政府紛紛推出鼓勵及促進產學合作的相關政策，如日本文部科學省自 1980 年代早期，便致力建置各項產學合作制度，鼓勵國立大學研究人員與企業研究人員，依其共同感興趣之主題進行合作研究，而研究資金由參與的企業資助，旨在使大學得在滿足產業需求方面發揮最大的功能 (Wen & Kobayashi, 2001)。此外，開發中國家更因企業開發實力較弱、產學合作機制不夠健全等原因，在推動產學合作的過程中容易出現困難，因此，政府在產學合作中所扮演的角色更顯重要，以亞洲的開發中國家為例，產學合著的範圍和強度之所以進展快速，政府政策的推動是很重要的因素 (Liang et al., 2012)；再以南韓和土耳其為例，實證研究指出，1995 到 2010 年間，兩國因為政府的財政支持，刺激了產學合著活動的進行，特別是在科學與工程領域，而韓國和土耳其在知識創造方面的傑出表現，驗證了政府對產學合著的倡導，將有助於國家科學研究能力的提高，並有利於開發中國家提高其知識創造的能見度 (Choi, 2012)；且 Choi (2012) 的研究亦指出，政府在產學合著中所扮演的主導角色，其影響力較地理位置、經濟及語言接近性的影響更高。

綜上所述，三重螺旋模型強調政府、大學及企業必須在知識與技術創新的過程中，進行密切的互動與合作，以加強三方資源的分享與訊息的溝通，這種產、官、學三方相互合作的情形，體現在政府對於產學合作的推動及參與上。透過以上研究之說明，釐清產學合作不僅僅涉及大學與企業，政府對產學合作的影響亦十分顯著，因此，產學合作背後隱含著三重螺旋模型所強調的，產、官、學三方於知識創新過程中密切互動的意涵。政府透過政策推動及研究經費資助，激勵產學合作的成效，可經由上述研究驗證，而政府以合著者角色，實質參與產學合著的情形，將於下一小節說明之。

二、產官學合著之研究架構

政府於產學合作中不僅可扮演促進者、推動者的旁觀角色，更可透過共同發表論文的方式，與大學、企業建立產官學合著的實質合作關係，或分別與大學及企業建立產官或官學合著關係，上述政府以合著者角色，參與產學合作的情形，

已有部分研究透過產官學合著論文之分析，進行討論 (Leydesdorff, 2003; Hossain et al., 2012; Leydesdorff & Sun, 2009; Park & Leydesdorff, 2010)，本小節先行針對產官學合著之研究架構進行說明。

前述提到，三重螺旋模型主要用以說明，知識創新過程中政府、大學及企業三方的互動關係，而學者們討論產官學合著趨勢時，亦以三重螺旋模型為理論基礎開展研究。Leydesdorff 為較早以三重螺旋模型，探究產官學合著議題的研究者，他認為產、官、學三方在三重螺旋模型中，分別代表三個不同的子系統，三個子系統依據其所共享的立場或共同性可形成「正向重疊」(positive overlap) 或「負向重疊」(negative overlap) 組態 (configuration)。在正向重疊組態中，產、官、學三者不僅兩兩建立雙邊關係，更可產生三方交集的產官學互動關係；但在負向重疊組態中，產、官、學三方僅建立雙邊互動關係，而未有產官學三方交集的互動情形出現。而後，Leydesdorff (2003) 提出一個以三重螺旋模型為基礎的三維陣列 (圖 2-1)，用以表示三重螺旋模型的正向重疊組態中，產、官、學所交織出的各種互動關係，包括產學、產官、官學等雙邊互動，以及產、官、學三方共同建立之產官學三邊互動關係。此三維陣列成為後續研究探析產官學合著議題的核心概念與架構。

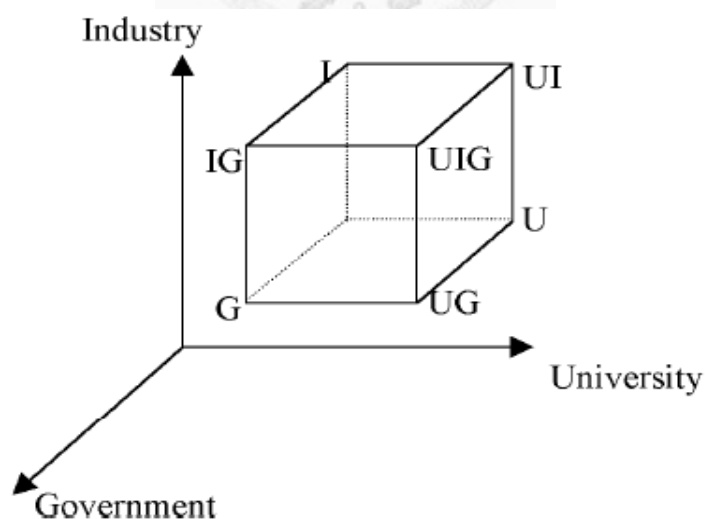


圖 2-1 三重螺旋結構三維陣列圖

資料來源：Leydesdorff, L. (2003). The mutual information of university–industry–government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics. *Scientometrics*, 58(2), 445-467.

Leydesdorff (2003) 首先確立了產官學合著分析的概念架構，而後，Leydesdorff & Sun (2009) 更將產官學合著議題與跨國合著議題相結合，進一步將合著論文依合著者的不同，區分為：一、國內大學與國內政府合著；二、國內大學與國內企業合著；三、國內企業與國內政府合著；四、國內大學、企業、政府合著；五、大學之跨國合著；六、政府之跨國合著；七、企業之跨國合著；八、大學與政府之跨國合著；九、大學與企業之跨國合著；十、企業與政府之跨國合著；十一、產官學之跨國合著等 11 種類型，此一合著論文的分類方式，之後為其他學者所沿用，並將之套用於各個國家的產官學合著研究中 (Hossain et al., 2012; Sun & Negishi, 2010)。

綜上所述，三重螺旋模型為產官學合著分析的理論基礎，而以三重螺旋模型發展而來的產學、產官、官學雙邊互動以及產官學三邊互動情形，為產官學合著議題的探討，樹立了基本的研究方法與分析架構，並充分體現產、官、學三方互動關係的多樣性。而產官學合著與跨國合著議題的結合亦顯示出，不僅大學、企業與政府機構的互動及合作情形受到關注，隨著國際間通訊成本的降低及合作藩籬的拆除，更增加了產官學互動朝向國際化發展的可能性。

三、產官學合著趨勢

政府除透過政策的制定及研究經費的資助，激勵產學間的合作外，亦可以合著者身分參與產學合著的過程，產出對國家科學出版有重要貢獻的產官學合著論文 (Shinn, 2002; Choung & Hwang, 2000)。隨著知識經濟時代對知識與技術創新的迫切渴望，產、官、學的學術交流情形更加密切，透過以下實證研究可驗證此一產官學合著趨勢。Leydesdorff (2003) 使用書目計量與網路計量方法，分別探究產學、產官、官學與產官學等不同形式的合著情形；在網路計量法的部分，是將「university」、「industry」、「government」等詞彙，以布林邏輯的方式組合成「university」、「industry」、「government」、「university AND industry」、「government AND industry」、「government AND university」、「industry AND government AND university」等組合形式，於 1993-2001 年間進行網路檢索，其研究結果顯示，上述

幾種大學、企業與政府詞彙，以不同組合形式共同出現的頻率逐年增加；而分析各國產學、產官、官學與產官學合著論文的研究結果指出，上述合著論文的數量於 1993-2001 年間呈現成長趨勢，其中美國的產官學合著率最高，其次為英國。另以日本為例，該國的產官學合著的論文數，由 1981 年的 64 篇上升至 2006 年的 1,169 篇 (Sun & Negishi, 2010)；而在南韓部份，雖然該國的產官學合著率自 1980 年代中期開始大幅下降，但自 1990 年代以後，南韓的產官學合著率又重新回升，並於 2000-2010 十年間，呈現穩定的成長趨勢 (Kwon et al., 2012)。上述研究均顯示，各國的產官學合著情形已日漸普遍。

產官學合著趨勢，不僅限於國內合著，實證研究顯示，產官學合著的情形亦可跨越國家的界限，與他國的大學、企業或政府進行產官學合著活動。如日本近年來的產學、產官、官學與產官學合著趨勢，越來越朝向國際化發展 (Leydesdorff & Sun, 2009)，其國內的產學、產官、官學與產官學合著情形皆越來越微弱，反觀該國研究者與國外研究者的跨國合著情形越趨普遍，無論大學、企業與政府機構都傾向與國外的研究人員進行合著活動，顯示日本的合著網絡朝向國際導向發展 (Sun & Negishi, 2010)。此外，Kwon et al., (2012) 的研究亦指出，南韓的跨國產官學合著率，雖於 2000 年以前呈現頻繁的劇烈起伏，但 2000 年以後逐漸趨於穩定成長，此一趨勢代表南韓國家創新系統的國際化。而 Hossain et al. (2012) 針對孟加拉的產學、產官、官學及產官學合著論文，進行討論的結果亦指出，該國跨國產學合著、跨國官學合著與跨國產官學合著的比例，於 2006 年之後皆有顯著成長。上述研究顯示，產官學合著情形不僅呈現成長趨勢，且朝向國際化發展。

Ajiferuke (1991) 與傅雅秀 (2002) 主張，合著論文的成長趨勢，依學科領域的不同而有不同程度的增長，而各學科領域的產學合著率與產官學合著率亦呈現相同現象。Park & Leydesdorff (2010) 透過 SCI、SSCI 以及 A&HCI 等資料庫的產學與產官學合著率之觀察指出，SCI 資料庫的產學合著率與產官學合著率皆為最高，其次為 SSCI 資料庫，A&HCI 資料庫的產學合著率與產官學合著率皆為最低。此一研究結果與 Hossain et al. (2012) 的研究一致，該實證研究指出，人文科學領域的產學、產官、官學雙邊合著及產官學三邊合著的情形極少，因 A&HCI 資料庫

所收錄之文章，多為專門學術機構所發表；SSCI 資料庫所收錄的產學、產官、官學及產官學合著論文的數量，每年不超過 20 篇；而 SCI 資料庫所收錄的產學、產官、官學及產官學合著論文數則自 1996 年開始成長，各年論文數均在 100 篇以上，至多可達 300 篇左右。顯示產學合著與產官學合著的情形，與學科領域的科學性質有著密切關係，偏好單獨研究的人文科學領域，其產學合著率與產官學合著率亦不高，而重視群體研究的自然科學領域，產學合著與產官學合著的情形皆較為普遍。

政府於產學合著中所扮演的推進角色極為重要，除從政策面與財務面推動產學合作計畫外，上述研究證實，政府亦可參與產學合著活動，成為合著者之一，然而，各國政府與大學及企業互動的方式不盡相同，如 Choi (2012) 將南韓與土耳其的產官學合著率與 30 個 OECD 成員國進行比較，其研究結果指出，OECD 成員國之平均產官學合著率為 0.8%，澳洲、加拿大、法國、德國、義大利、英國及美國等七個核心國則為 0.9%，皆高於南韓的 0.1% 及土耳其的 0.3%；然而，由政府所資助的產學合著論文比例來看，南韓及土耳其兩國分別為 44.5%、99.8%，遠高於 OECD 成員國的 20.3% 及美國等七個核心國的 11.1%，顯示兩國政府傾向以資助產學合作計畫為主，而非參與產學合作發表的過程。

綜上所述，政府與大學及企業間的合著情形越來越普遍，且有朝向跨國合著發展的趨勢，然而，如同合著論文與產學合著論文較易集中於自然科學領域與相關產業的情況，產官學合著論文的數量也以自然科學領域為最高，顯示產官學合著趨勢亦受到學科領域與產業類型的影響；此外，各國政府與大學及企業的合作互動方式不盡相同，有些國家政府傾向以資助產學合作計畫為主，亦有國家政府常以合著者角色，與大學及企業建立產官學合著關係。

政府於產學合作中扮演的角色十分重要，既可透過資金的補助與政策的制定，營造適合產學合作的環境，更可實際參與產學合著的過程，與大學及企業建立三邊的產官學合著關係，因此，於知識產出與技術創新的過程中，政府、大學與企業三方所交織出的是一種互動、互補的合作夥伴關係，代表以知識為基礎的創新與傳遞的活動。透過上述研究顯示，政府、大學及企業的學術接觸情形，已甚為

普遍並受到學者的關注，然而產、官、學三方的互動方式，除受限於學術研究特性與產業本質外，亦可能依各國政府政策的不同而有所差異，此處值得進一步討論。

第五節 電腦科學與資訊工業

電腦科學為目前前景最被看好的新興學科之一，以其為基礎的資訊工業更為全球的主流產業，面對資訊工業日新月異的技術發展，產業界不斷開發新興的研究資源，而政府為帶動國家總體經濟發展，亦致力推動引導學術界研發產能至產業界的相關機制，本研究旨在了解電腦科學領域中，學術界與產業界的合作互動情形，本節先就電腦科學與資訊工業的概況作一介紹。

一、電腦科學

1950年代後，電腦的大量出現，致使當時幾乎所有的主要大學在短短十年之內，建立了電腦科學相關學系。電腦科學是一個相當年輕的學科領域，其研究範疇包括電腦的結構、運算、數據處理與系統控制等；電腦科學結合科學、工程學與數學等學科的知識背景，從事電腦軟、硬體設計與電腦系統裝配等工程領域的研究，亦涵蓋演算法設計、系統效能分析、系統內部設計等理論性的研究。電腦科學領域究竟包含哪些學科內容，目前並沒有一致的說法，但一般認為，電腦科學主要包含3個子領域(大英百科全書)：

- 一、結構：包括硬體設計、整合軟、硬體形成電腦系統等；
- 二、軟體：包括程式撰寫、編輯電腦指令集等，軟體子領域又可細分為軟體工程、程式語言、作業系統、資訊系統與資料庫、人工智慧、電腦製圖學等；
- 三、理論：包含演算法、資料結構與數值分析等。

電腦科學雖是一個新興學科，但其知識生產模式卻十分受到學者們的關注，有不少以電腦科學領域為研究對象的實證研究紛紛被提出。在研究成果的發表管道方面，Franceschet (2011)的研究指出，會議論文是電腦科學領域的重要出版管道，而於會議論文發表後，作者往往將會會議論文作更完整且深入的撰寫後，投稿至期

刊，故期刊刊載的是會議論文的完整版。在論文發表來源方面，Zainab、Anyi & Anuar(2009)的研究指出，電腦科學領域期刊論文之作者，以大學研究者最多，佔 89.29%，政府機構、私人企業與研究機構的研究者則各佔 3.75%

在論文產出形式方面，自 1980 年代開始，電腦科學領域的合著論文數逐漸增加，且隨著電腦科學領域的研究越來越盛行，研究小組的現象亦逐漸增長，導致論文的作者人數越來越多，而 2-3 位合著者為電腦科學領域的主要合著模式 (Solomon, 2009)。其他探究電腦科學領域合著現象的相關研究，亦指出電腦科學領域研究者傾向以合著形式產出論文。如 Chiu & Fu (2010)分析電腦科學領域 1989-2008 年的會議論文及期刊論文，其研究結果指出，合著者的人數增加近 50%，在合著模式方面，機構內部的合著，多半是學生與教師的合著。Franceschet (2011) 則比較期刊論文與會議論文的合著差異，該研究指出，電腦科學領域期刊論文的平均作者人數為 2.56 人，其數值雖低於物理、化學、生物、醫學等其他自然科學領域學科，但明顯高於社會科學與人文科學領域；而比較電腦科學領域期刊論文與會議論文的平均作者人數可發現，會議論文的平均作者人數為 2.69 人，高於期刊論文的 2.35 人，兩者的差異主要在於單一作者論文的比例，期刊論文中單一作者論文佔 30%，而會議論文則佔 19%，但期刊論文與會議論文之合著者間的地理距離均逐年增加。

Zainab、Anyi & Anuar(2009)針對電腦科學領域進行了「單一期刊研究」(single journal studies)，該研究以 1985-2007 年發表於 Malaysian Journal of Computer Science 期刊的 272 篇論文為研究對象，進行引文及合著等書目計量分析，其中在合著分析部分，研究結果指出，兩人合著為該期刊的主要合著模式，約有 38.6% 的論文由兩位作者共同發表；其次為單一作者論文，佔 23.5%；再其次為三人合著的論文，佔 11.4%。若觀察歷年合著率，可發現合著率逐年上升，顯示電腦科學的合作研究情形逐漸增加；該研究另使用 Subramanyam(1983)提出的公式來計算作者的合作度(degree of author's collaboration)，其公式為：作者的合作度=合著論文數/(合著論文數+單一作者論文數)，而研究結果顯示，電腦科學領域的合作度從 0.25 上升至 0.95；而分析合著機構類型的結果顯示，以同所大學中同一系所間的合著為

最多，佔 65.1%，其次為同一大學不同系所間的合著，佔 5.9%，國內與國際的跨機構合著則分別佔 13.2%與 15.8%。

合著者們可透過合著建立社會關係，故電腦科學領域的合著網絡亦為研究者的關注焦點之一。Franceschet (2011)便以學術論文分析電腦科學領域的科學聯繫與合著網絡，包括合著網絡的密度、成分大小、合著層級等，其資料來源為 DBLP Computer Science Bibliography 資料庫，資料檢索期間為 1936-2008 年，資料類型包括期刊論文以及會議論文，並根據蒐集而來的書目資料，分別產出期刊論文與會議論文的合著網絡。在合著網絡分析的部分，該研究顯示電腦科學領域的合著網絡廣泛連結，最大的成分包含 583,264 位學者，佔整個網絡的 85%，第二大的成分則只有 40 個節點；比較會議論文與期刊論文的合著網絡顯示，會議論文的合著網絡中，最大成分包含該網絡 85%的作者，期刊論文的比例則為 77%，因此會議論文的合著網絡較期刊論文來得廣泛連結，且作者間的關係亦較緊密。此外該研究亦計算網絡中各節點的度數，節點度數代表每位作者所擁有的合著者人數，其主要用以衡量節點在網絡中的重要性，高度連結(即度數高)的節點被稱為網絡的 hub，這類節點在網絡的連結上扮演重要角色，研究結果指出，電腦科學領域合著網絡中的節點度數呈現長尾分布，有半數的作者僅有三位以下的合著者，而另外一半的作者，其所擁有的合著者人數則非常分散，例如擁有 50 位合著者的作者有 350 位，擁有 100 位合著者的作者有 40 位；比較會議論文與期刊論文合著網絡的節點度數分布顯示，兩者的節點度數分布皆呈現長尾分布，但期刊論文的節點度數的最大值為 260，會議論文則為 481。

經由合著網絡的結構變化，亦可揭示合著趨勢的演變，Franceschet (2011)分析全球電腦科學領域合著網絡的演化情形，分析的項目包括合著網絡的連結狀況、合著者間的地理距離、作者所擁有的合著者數量分布（節點度數）以及網絡集群等。觀察合著網絡中的最大成分指出，最大成分的大小從 1970 年代開始快速成長，在 1990 年代，最大成分僅涵蓋合著網絡中 50%的作者，到了 2008 年上升至 85%，顯示合著網絡正快速聚合，亦即網絡中作者的聯繫越發密切；在作者所擁有的合著者數量方面，該研究透過計算平均每位作者所擁有的合著者人數來計算合作的

密度，亦即觀察合著網絡中節點度數的變化，研究結果顯示合著者人數從 1960 年代開始增加，1960 年代平均每位作者有 1.9 位合著者，1970 年代上升至 2.2 位，1980 年代為 2.9 位，1990 年代為 4 位，2000 年代為 5.7 位，2008 年更上升至 6.6 位，平均作者所擁有的合著者人數增加了 3 倍以上，此外合著者間的地理距離亦逐年增加。而 Franceschet (2011) 觀察不同年代區間的合著網絡結構發現，過去核心-邊緣(core-periphery) 的網絡結構特性逐漸消失，近來電腦科學領域的合著網絡，逐漸由涵蓋多數節點的大成分組成，雖然獨立存在的小群集仍然存在，但和之前的合著網絡相較，小群集所佔的比例逐漸降低，而透過中心性的觀察亦可發現，合著網絡的核心結構仍然存在，但不若過去明顯。

綜上所述，會議論文與期刊論文為電腦科學領域研究成果的主要公開管道，其中期刊論文多為作者根據會議論文修改而來，而大學的研究者為電腦科學領域主要的論文發表來源；在論文產出模式方面，由會議論文與期刊論文的作者人數可發現，合作研究已成為電腦科學領域的主要知識生產模式，並以 2-3 位合著者為其主要合著規模，且隨著合著者人數的增加與合著網絡結構的變化，顯示合著團隊的規模逐漸擴大，合著者間的地理距離亦逐年增加。

二、資訊工業

電腦科學是一個極具商業價值的學科領域，以電腦科學為基礎的資訊工業已成為全球的主流產業之一，根據英國品牌顧問公司 Brand-Finance 公布 2012 年最新全球品牌價值 500 強 (Global 500) 排行榜，Apple Inc. 的品牌價值高達 706 億美元，排名由去年的第 8 名一舉躍升到榜首；Google 與 Microsoft 則分居第二、三名，全球品牌價值前三名的企業皆屬資訊工業類，而臺灣唯一入選的宏達電(252 名)亦屬電腦科技產業。資訊工業對全球經濟發展的重要性，因而加深了學術界、產業界及國家政府對電腦科學領域的重視。

資訊工業向來重視產品的研發與創新，根據我國行政院國家科學委員會的研究指出，電腦製造業與資訊服務業的研發經費，已由 2006 年的 1 千 5 百億上升至 2010 年的 2 千 2 百億(行政院國家科學委員會，2011)。此外，面對技術快速發展與

技術替代的環境，投入大量研發資源與創新產品，早已是企業生存的必要條件，尤其目前資訊工業正面臨外在環境的快速變化，如產品生命週期縮短、產品生產技術日益複雜、國際競爭對手能力提升、供需間彼此的競爭與合作等(黃士嘉、陳水淙、林文燦、張瑞哲，2008)，為了維持企業的生存，提升競爭力是資訊工業廠商刻不容緩的要事，而研發更是提升企業競爭力的唯一途徑。

然而，企業研發活動往往需要耗費大量的企業資源與長時間的資金挹注，並非所有企業均有能力負擔，以臺灣的產業概況為例，百分之九十七以上均為中小企業，企業本身的研究發展能力十分有限(林忠裕，民 100)，這些以中小企業為主的國家政府，為激勵研發與技術的追趕，多成立研究機構及研究型大學來與產業合作並進行技術的轉移、協助產業升級。其中資訊工業向來是帶動國家總體經濟發展的關鍵產業之一，因而更受到各國政府的重視，以臺灣為例，由經濟部技術處所推動的產業技術知識服務(ITIS)計畫，多年來致力於促進資訊工業的發展，持續了解國內產業的發展需求，以協助產業發展、轉型，並經由產官學研究能量的凝聚與累積，為資訊工業廠商提供產業技術知識服務，協助產業發展高價值的資訊產品，進一步將產業技術知識轉化為產業價值(資策會資訊市場情報中心，2011)。不僅是臺灣，各國政府為結合國內資源，並使學校、研究機構之研究成果能符合產業界需求，皆致力推動產官學的研發聯盟或合作機制，並積極鼓勵產業界與學術界共同組成研究群(許彥雯，民 93)。目前沸沸揚揚的產學合作議題，便為引導學術界豐沛研發資源至產業研究發展的手段之一，以協助產業界提升創新產品設計或改進製程能力，而這項欲將大學研發能量引導至產業研究發展，並產生重大影響之課題，仍持續倍受關注。

除政府的積極推動外，產業界為克服研發瓶頸、落實人才培養、保留人力資源等目的，紛紛與學界建立密切的合作關係，並產出豐碩的合作成果，以日本的資訊工業為例，根據日本專利研究公司 Patent Result 統計 1990-2011 年間，民營企業與大學(包含日本大學與外國大學)對日本特許廳提出的專利申請數量顯示，專利申請數量居冠的豐田汽車，其合作對象包括東京大學、東北大學、名古屋大學等；第 2 名 NTT 的合作對象則有京都大學、大阪大學、慶應大學等校；而全球電子代

工龍頭富士康(Foxconn)位居第3名，該公司長年與清華大學合作，且近來在日本申請的專利件數有增多趨勢(蘇恆安，2012)。在臺灣方面，全球第1大的半導體製造服務公司日月光集團，選定成功大學做為未來合作研究的密切伙伴，雙方於民國101年7月12日共同簽定產學合作意向書，展開6個科研計畫，並且頒發日月光講座教授、學術表現優良學者，以及18位優秀預研究生獎學金，雙方將密切合作，以共同提升半導體封裝產業的發展與競爭力(郭靜蓉，2012)；鴻海則分別與7家中部大專院校簽署合作意向書，未來將針對技術、採購、人才等多方面進行合作(杜念魯，2012)。

上述實例顯示，資訊產業廠商已開始重視產學合作議題，並將之落實於經營策略中，Rosenberg & Nelson(1993)的研究亦指出，包括半導體產業、電腦周邊設備製造業等，皆將大學研究成果視為的重要資訊來源。而從事電腦科學相關研究的學術界，亦開始重視研究成果與產業實際應用的關聯性，如許彥雯(民93)以資訊工業相關技術之論文數與企業專利數，分別代表學術界與產業界研究發展的量化指標，據以分析臺灣地區資訊產業廠商與學術界間研發活動的關聯性，其研究結果指出，學術界的科學研究及思維與產業研發領域具有相關性且共榮。另外，Nagle(2007)使用典型相關分析(canonical correlation analysis)，以了解區域經濟中，化工、金屬製品、機械、電腦與電子產品、電器設備等高科技產業如何與大學互動，該研究蒐集美國大都市統計區(Metropolitan Statistical Areas, MSA)的橫切面數據，來評估高科技產業發展與大學研發間的關係，其研究結果指出，在美國大都市統計區中，產業集中度與大學呈現統計上的顯著相關，尤其是電腦與電子設備產業。

綜上所述，資訊工業已開始重視大學的研發產出，並將之轉化為自身的研發能量，透過國內、外資訊工業廠商的實際例子，亦揭示產學雙方透過密切合作，以共同提升產業發展與競爭力的合作意向與共識。產學合作在政府的推動與產學雙方的重視下，業已成為創新研發的新方向。

電腦科學領域與資訊工業皆逐漸重視合作研究，合著不僅成為電腦科學領域的主要知識生產模式，且合作的規模與地理距離逐漸擴大；近年來電腦科學領域

的合作研究，更跨越了機構性質的界線，資訊工業廠商逐漸將學術機構視為創新研發的重要資訊來源，學術界亦認知到研究成果實際應用的重要性，電腦科學領域的產學合作，遂在政府的推動與產學雙方的重視下逐步發展中。



第參章 研究設計與實施

本研究以合著分析為研究方法，剖析電腦科學領域近十年（2002-2011）出版之期刊論文，據以了解該領域的產學合著趨勢，繼而討論產學雙方共享研究者之情形，以及產官學合著之概況。本章分別就研究方法與設計、研究工具與對象、研究步驟與流程，以及資料處理與分析四部分加以說明。

第一節 研究方法與設計

本研究以期刊論文作者機構之判別為依據，據以了解電腦科學領域的產學合著趨勢，並討論產學共享研究者及產官學合著之概況，故以書目計量法為基礎，採用合著分析與社會網絡分析方法開展研究，其研究方法說明如下：

一、研究方法

以下分別針對本研究所使用的研究方法進行說明：

（一）書目計量法

書目計量法係利用數學及統計方法，對所有傳播的出版形式及作者進行組織、分類及量化的評估，目的在提供關於知識結構與知識傳播的資訊(Sengupta, 1985)，其應用範圍包括學科間的知識擴散、學術評鑑、生產力的計算、學術影響力分析、合作研究趨勢以及論文間主題關係的探討等。書目計量法的資料分析來源為出版品之資料類型、收錄期刊名稱、研究主題、關鍵字、出版國家、作者姓名、作者所屬機構、參考文獻、被引用次數等書目資料，故書目資料乃書目計量法量化計算的基本單位（蔡明月，2003，p.7）。由於本研究旨在透過論文書目資料中作者機構之檢視，據以探究電腦科學領域的產學合著趨勢，故以書目計量法為基礎開展研究。

（二）合著分析

書目計量法應用於合作研究的議題包括：科學家間的合作、跨領域合作、跨

國合作與跨機構合作等，其主要採用合著分析進行。合著分析奠基於書目計量學，乃書目計量方法之一，是以二位或二位以上作者共同發表之合著論文為基礎，基於合著論文的合著者具有合作關係之假定，進而藉由作者之學科領域、服務機構、所屬國家等資訊，了解學科與學科間、國家與國家間、機構與機構間之合作研究情形。本研究以產學合著論文為研究樣本，探究電腦科學領域中大學與企業的合著趨勢。

（三） 社會網絡分析

社會網絡分析是一種研究社會結構、組織系統、人際關係、團體互動的概念與方法，是針對社會網絡中行為者間的關係進行量化研究，其主要是將人際行為、人際關係數量化，並援引數學中的圖形理論，以點、線等圖示呈現人與人之間互動的方向性及接觸的距離等，可用以理解人與人、組織與組織或國家與國家之間的關係(劉軍，2004)。本研究運用社會網絡分析，呈現國家層次及機構層次的產學合著網絡，並透過社會網絡分析中，程度中心性、中介中心性、接近中心性等各項測量值的計算，據以辨識電腦科學領域產學合著的核心國家及機構。

二、研究設計

本研究使用合著分析方法，剖析電腦科學領域近十年（2002-2011）的產學合著趨勢，故針對產學合著論文進行整體概況、國家層次與機構層次之分析，再輔以社會網絡分析以建構、分析產學合著網絡及其特性。在整體概況分析部份，首先透過電腦科學領域期刊論文的合著率、平均作者人數、平均被引次數、產學合著率、產學合著機構數之變化，觀察電腦科學領域產學合著論文，在論文數、合著者人數、機構數及論文品質方面的消長情形，並觀察產學合著論文與一般期刊論文的特性差異。在國家及機構層次方面，則關注各國、各機構產學合著率的變化，以及產生產學合著關係的國家組合及機構組合，據以辨識產學合著之主要國家與機構分布，以及國家間、機構間的合著趨勢，並進一步比較學術界與產業界產學合著情形之異同。在社會網絡分析部分，本研究使用社會網絡分析軟體 UCINET，

繪製國家層次及機構層次的產學合著網絡，並進行密度、程度中心性、中介中心性、接近中心等社會網絡分析測量值之計算，據以了解國家間、機構間產學合著關係的緊密程度，並辨識高影響力的核心國家與機構。

此外，為了解電腦科學領域多機構研究者與產學共享研究者的趨勢，以及產學共享研究者對產學合著的影響，本研究先透過論文作者所屬機構之檢視，找出同時任職於兩個以上機構的多機構研究者，並藉由其產出論文數之統計，了解電腦科學領域研究者於多個機構任職的情形，繼而從多機構研究者任職機構之辨識，過濾出產學共享研究者及其任職機構，據以掌握產學間透過共享研究人員方式，建立合作關係之趨勢，再進一步分析產學共享研究者參與產學合著之情形，並針對產生產學合著關係之機構與產學共享研究者任職之機構進行比較，藉以探究產學共享研究者對產學合著的影響。最後，為了解政府、大學與企業的學術互動情形，並掌握政府參與產學合著的概況，本研究統計產學、產官、官學與產官學合著論文的數量，據以掌握電腦科學領域產、官、學三者間的合著趨勢。

為達成本研究分析電腦科學領域產學合著趨勢之研究目的，研究者根據上述研究設計，進行資料的蒐集與分析，以下分別就資料蒐集與資料分析測量值進行說明：

(一) 資料蒐集

本研究樣本之取得係透過「期刊引用報告」(Journal Citation Reports，以下簡稱 JCR) 資料庫與 WOS 資料庫，檢索日期為 2012 年 8 月 6 日。由於 WOS 資料庫無法直接設定學科領域進行檢索，因此本研究先透過 JCR 資料庫，取得電腦科學領域的期刊清單，再以期刊名稱於 WOS 之 SCI 資料庫進行檢索，據以蒐集電腦科學領域的期刊論文。JCR 資料庫每年收錄各學科領域的期刊種類不盡相同，本研究以最近期收錄年代 2011 年為期刊範圍依據；JCR 資料庫將電腦科學細分為七個子領域，初步統計七個子領域共包含 618 種期刊，共刊載 351,043 篇期刊論文，本研究囿於人力、時間及資源等因素，無法針對所有期刊論文進行全面性的普查，遂決定自電腦科學七個子領域中抽取兩個子領域作為分析對象。

為決定選用之子領域，本研究針對電腦科學各子領域之產學合著率進行初步調查，並採用電腦自動判別方式，以「Univ」、「Coll」、「Ltd」、「Inc」等關鍵詞作為作者所屬機構的判別標準，因未能盡錄所有大學與企業名稱的表達形式，故初步調查所得的產學合著率僅為預估值，旨在作為選擇子領域的依據，而非本研究最終的研究結果，初步調查所預估之產學合著率，亦可能與由人工逐筆判斷之最終研究結果有所差距。各子領域之產學合著率預估方式如下：

1. 自 JCR 資料庫取得各子領域的期刊清單後，以期刊名稱於 WOS 之 SCI 資料庫進行檢索，並將檢索時間範圍與文件類型分別限定為「2002-2011」與「論文」(article)，以取得各子領域之期刊論文總數。
2. 藉由論文作者機構地址之檢索設定，初步預估各子領域之產學合著論文數。其檢索策略為，除保留步驟一的檢索設定外，另將資料庫之作者機構地址檢索欄位限定為須包含大學與企業，其中以「Univ」、「Coll」、「MIT」等關鍵詞代表大學，並以布林邏輯運算元「OR」連結上述關鍵詞，以「Ltd」、「Inc」、「Co」、「Corp」、「AS」、「AG」、「GmbH」、「Microsoft」等關鍵詞代表企業，同樣以布林邏輯運算元「OR」加以連結，再將各大學關鍵詞與企業關鍵詞以布林邏輯運算元「AND」連結，以此方式檢索出各子領域之產學合著論文。
3. 計算各子領域產學合著論文佔其論文總數之比例，以取得各子領域之預估產學合著率，如表 3-1 所示。

根據初步調查的結果，電腦科學各子領域之預估產學合著率差距不大，本研究選擇預估產學合著率較高之「硬體與結構」及「軟體工程」兩個子領域作為分析對象。

表 3-1 電腦科學各子領域之預估產學合著率

子領域名稱	論文數	產學合著論文數(預估)	產學合著率(預估)
資訊系統 (Information Systems)	65,771	4,367	6.64%
跨學科應用 (Interdisciplinary Applications)	78,019	4,985	6.39%
硬體與結構 (Hardware & Architecture)	32,444	2,518	7.76%
軟體工程 (Software Engineering)	54,319	4,563	8.40%
人工智慧 (Artificial Intelligence)	62,025	4,571	7.37%
理論與方法 (Theory & Methods)	48,574	3,687	7.59%
控制學 (Cybernetics)	9,891	619	6.26%
總計	351,043	25,310	7.21%

考量兩個子領域所包含之期刊論文數量仍相當龐大，再以期刊影響係數為選擇標準，分別選擇「硬體與結構」及「軟體工程」子領域影響係數前十名之期刊為樣本；由於 JCR 資料庫所採用之期刊分類方式，同一本期刊可同時分入多個領域，本研究所選定的 20 本期刊樣本中，有兩本被同時分入「硬體與結構」及「軟體工程」兩個子領域，故最後取得的期刊樣本數為 18 本，如表 3-2 所示。在確定期刊清單後，將刊名輸入 WOS 之 SCI 資料庫，以「出版品名稱」(publication name) 為檢索欄位，並將檢索時間範圍限定為 2002-2011，另為體現大學與企業研究者進行學術合作研究後，共同發表論文之情形，故將書籍、文獻回顧等期刊文章予以排除，限定檢索之文件類型為「論文」(article)，檢索取得 12,842 筆期刊論文。由於本研究須以作者所屬機構資訊為基礎進行產學合著分析，未註明作者姓名或所屬機構之期刊論文，無法提供本研究所需的研究資料，故將未提供作者資訊之期刊論文共 129 篇，於研究樣本中刪除，最後取得之論文樣本數為 12,713 篇。抽樣比率為 0.36，在 95%信心水準的條件下，抽樣誤差為正負 0.85%。

表 3-2 研究樣本之基本資料

學科領域	刊名 (依 IF 值排序)	期刊 影響係數	WOS 收錄 起始年	論文篇數
硬體與 結構	IEEE Transactions on Neural Networks	2.952	1991	1,596
	IEEE Wireless Communications	2.575	2002	568
	*Journal of The ACM	2.353	1954	310
	IEEE Network	2.239	1994	363
	IEEE-ACM Transactions on Networking	2.033	1993	1,121
	*Communications of The ACM	1.919	1958	1,578
	Journal of Optical Communications and Networking	1.872	2009	363
	IEEE Micro	1.783	1982	295
	VLDB Journal	1.564	1998	442
	Computer	1.470	1970	325
小計		6,961		
軟體 工程	SIAM Journal on Imaging Sciences	4.656	2008	157
	ACM Transactions on Graphics	3.489	1983	1,372
	IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	2.215	1995	1,227
	IEEE Internet Computing	2.000	1998	549
	IEEE Transactions on Software Engineering	1.980	1977	587
	IEEE Transactions on Multimedia	1.935	1999	1,000
	ACM Transactions on Mathematical Software	1.922	1980	299
	International Journal of Web and Grid Services	1.919	2008	84
小計		5,275		
總計		12,842		
刪除無作者資訊論文後之樣本數		12,713		

註：標記「*」者為同屬「硬體與結構」及「軟體工程」領域之期刊

俟資料蒐集完畢，本研究從中抽取合著論文與多機構研究者論文，以建立合著資料檔與多機構研究者資料檔，以下說明各資料檔的內容與建置方式：

1. 合著資料檔

本研究根據資料蒐集階段取得的期刊論文，逐篇檢視論文的作者人數及作者任職機構，將合著論文之書目資料儲存於合著資料檔中。資料檔將以 Excel 試算表建立，並逐篇記錄論文之篇名、作者、作者人數、合著機構數、機構地址、機構名稱、機構國家、機構類型、期刊名、出版年、被引用次數與合著類型等資料。合著論文中各作者之姓名、機構地址、機構名稱、機構國家、機構類型將分別儲存至 Excel 試算表之不同欄位，以利後續統計分析。機構名稱、機構國家、機構類型等欄位資料產生方式為，根據每一作者之地址資訊，從中擷取出機構名稱與機構國家兩個欄位資料，而機構類型則為研究者根據機構名稱自行判斷為大學、企業或政府機構，故每一筆合著論文所產出之作者、機構地址、機構名稱、機構國家與機構類型之欄位數不同，取決於合著者人數而定。

合著類型則是依據合著者的任職機構，將合著論文進一步區分為不同的合著類型，包括大學與大學合著的大學合著論文、企業與企業合著的企業合著論文、政府機構與政府機構合著的政府機構合著論文、企業與政府機構合著的產官合著論文、大學與政府機構合著的官學合著論文、大學與企業合著的產學合著論文，以及大學、企業與政府機構合著的產官學合著論文。Excel 試算表中，合著資料檔欄位示意圖，如圖 3-1 所示。



圖 3-1 合著資料檔欄位示意圖

2. 多機構研究者資料檔

本研究根據資料蒐集階段取得的期刊論文，逐篇檢視論文作者的任職機構數，以過濾出多機構研究者發表的論文，據以形成多機構研究者資料檔。資料檔將以 Excel 試算表建立，並逐篇記錄論文之篇名、作者、作者人數、多機構研究者任職機構數、機構地址、機構名稱、機構國家、機構類型、期刊名、出版年、多機構研究者類型等資料。其中由於多機構研究者與其機構地址、機構名稱、機構國家、機構類型等欄位，並非一對一關係，故研究者將針對同一作者之不同機構地址，分別產出機構名稱、機構國家與機構類型等欄位資料

多機構研究者類型則是透過多機構研究者所屬機構之檢視，進一步將多機構研究者區分為不同類型，包括同時任職於不同大學的大學共享研究者、任職於不同企業的企業共享研究者、任職於不同政府機構的政府機構共享研究者、同時任職於大學與企業的產學共享研究者、同時任職於企業與政府機構的官產共享研究者，以及同時任職於大學與政府機構的官學共享研究者。其他欄位資料產生方式同合著資料檔，在此不加贅述。多機構研究者資料檔欄位示意圖，如圖 3-2 所示。

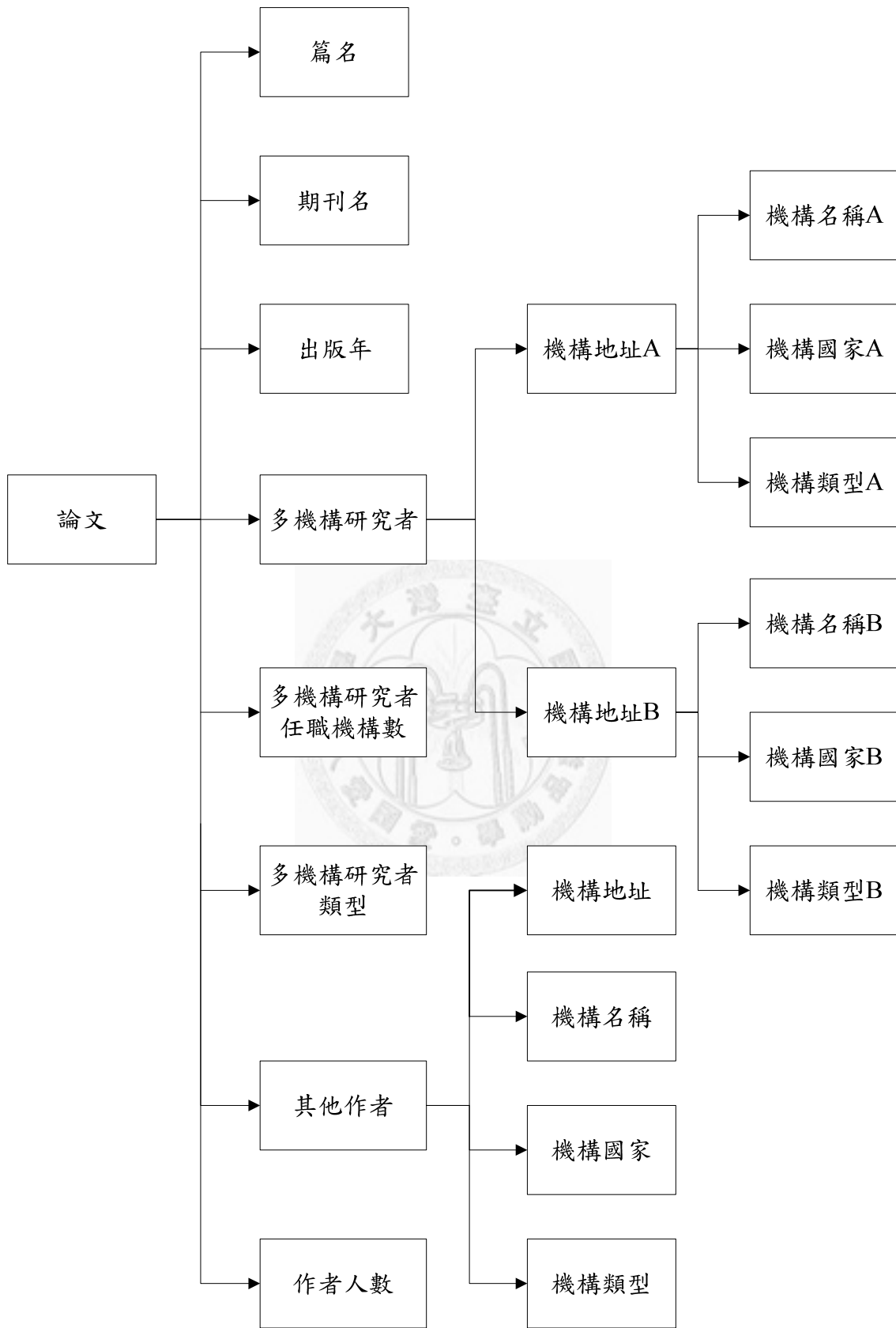


圖 3-2 多機構研究者資料檔欄位示意圖

(二) 資料分析測量值

本研究將使用合著率、平均作者數、產學合著率、平均被引次數等合著分析測量值，以及密度、程度中心性、中介中心性及接近中心性等社會網絡分析測量值，各測量值之計算方式說明如下：

1. 合著率：指某段時間內，合著論文佔該期間所出版論文總數之比例。若以公式來表達，是以某段時間內所出版的合著論文篇數除以某段時間內出版的論文總數。

$$\text{合著率} = \frac{\text{合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

2. 平均作者數：指某段時間內，所有論文樣本集群中，平均每篇論文的作者數。計算方式為某段期間內所有論文之作者數加總後，除以該期間的論文總數，即是平均作者數。

$$\text{平均作者數} = \frac{\text{所有論文之作者總數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

3. 產學合著率：指某段時間內，產學合著論文佔所該段期間內所出版論文總數之比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的產學合著論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{產學合著率} = \frac{\text{產學合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

4. 跨國產學合著率：指某段時間內，跨國產學合著論文佔所該段期間內所出版論文總數之比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的跨國產學合著論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{跨國產學合著率} = \frac{\text{跨國產學合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

5. 大學合著率：指某段時間內，大學合著論文佔所該段期間內所出版論文總數比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的大學合著論文數除以該段

期間內出版的論文總數。

$$\text{大學合著率} = \frac{\text{大學合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

6. 企業合著率：指某段時間內，企業合著論文佔所該段期間內所出版論文總數之比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的企業合著論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{企業合著率} = \frac{\text{企業合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

7. 政府機構合著率：指某段時間內，政府機構合著論文佔所該段期間內所出版論文總數之比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的政府機構合著論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{政府機構合著率} = \frac{\text{政府機構合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

8. 產官合著率：指某段時間內，產官合著論文佔所該段期間內所出版論文總數之比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的產官合著論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{產官合著率} = \frac{\text{產官合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

9. 官學合著率：指某段時間內，官學合著論文佔所該段期間內所出版論文總數之比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的官學合著論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{官學合著率} = \frac{\text{官學合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

10. 產官學合著率：指某段時間內，產官學合著論文佔所該段期間內所出版論文總數之比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的產官學合著論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{產官學合著率} = \frac{\text{產官學合著論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

11. 平均被引次數：指某段時間內，所有論文樣本集群中，平均每篇論文的被引用次數。計算方式為所有論文之被引次數加總後，除以論文總數，即為平均被引次數。

$$\text{平均被引次數} = \frac{\text{所有論文之被引次數總和}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

12. Herfindahl-Hirschman Index(以下簡稱 HHI)：HHI 被經濟學家廣泛用以衡量產業的市場集中度，其計算方式為計算特定市場中，每家廠商的市場佔有率之平方和 並以所有廠商的市場佔有率表示各家廠商對市場的影響力，若每家廠商的市場佔有率均趨近於 0，則 HHI 值亦會趨近於 0，故該市場為完全競爭市場；反之當市場是由一家企業所獨佔時，該企業的市場佔有率將趨近於 1，則該市場之 HHI 值亦會趨近於 1，故該市場為獨佔市場。本研究以 HHI 作為衡量機構產學合著對象集中度的指標，HHI 值介於 0-1 之間，數值越接近 1，表示該機構的產學合著對象集中度越高，亦即該機構有特定的產學合著對象，並多次與其發表產學合著論文。其計算公式為：

$$\text{HHI} = \sum_{i=0}^n S_i^2$$

其中 S_i 為該機構(i)與產學合著對象產出之論文，佔該機構產學合著論文的比例， n 為該機構的產學合著對象個數。

$$S_i = \frac{\text{與產學合著對象產出之產學合著論文數}}{\text{機構產學合著論文總數}}$$

13. 密度：指網絡中各節點之間的連結程度，密度的數值愈高，表示各節點之間愈容易聯繫，而透過節點之間實際存在的連結數與可能產生的最多連結數之比值，可以顯示網絡中節點間關係的緊密程度。其計算公式為：

$$\text{密度} = \frac{\text{網絡中的連結數}}{\text{可能產生的最多連結數}}$$

14. 程度中心性：程度中心性旨在測量網絡中行為者間的連結數量，若行為者在網絡中與其他行為者存在較多連結關係，則該行為者便位於網絡的中心位置，從而擁有較多與他人接觸的機會與管道。行為者 i 的程度中心性，計算公式如下：

$$C_{d(i)} = \sum_j m_{ij}$$

計算行為者 i 的程度中心性時，當行為者 i 與 j 之間有直接連結關係時， $m_{ij} = 1$ ，當兩者間無連結關係時， $m_{ij} = 0$ 。

15. 中介中心性：中介中心性旨在測量行為者對於資源的控制程度，擁有高度中介中心性的行為者可以透過控制或曲解訊息的傳遞而影響群體。中介中心性計算的是，特定行為者位於其他任兩個行為者間最短路徑的頻率，行為者 i 的中介中心性，計算公式如下：

$$b_{ijm} = g_{ijm} / g_{jm}$$

$$C_{b(i)} = \frac{\sum_j \sum_m b_{ijm}}{(n-1)(n-2)/2}$$

其中， $i \neq j, j \neq m$ 。

g_{ijm} = 所有通過 i 並連接 j 和 m 之最短路徑的數目， j 和 m 代表網絡中其他任兩個節點。

g_{jm} = 所有連接 j 和 m 兩點之最短路徑的數目。

16. 接近中心性：接近中心性旨在測量，特定行為者接觸網絡中另一個行為者所須經過的最短距離，具有高度接近中心性的行為者擁有直接與其他行為者接觸的能力，而無須透過其他中介行為者。行為者 i 的接近中心性之計算公式如下：

$$C_{d(i)} = \frac{n-1}{\sum_j d_{ij}}$$

其中， d_{ij} = 連接行為者 i 和行為者 j 的最短距離。

17. 多機構研究者論文率：指某段時間內，多機構研究者論文佔所該段期間內所出版論文總數的比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的多機構研究者論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{多機構研究者論文率} = \frac{\text{多機構研究者論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

18. 產學共享研究者論文率：指某段時間內，產學共享研究者論文佔所該段期間內所出版論文總數的比例。若以公式表示，乃是將某段期間內所出版的產學共享研究者論文數除以該段期間內出版的論文總數。

$$\text{產學共享研究者論文率} = \frac{\text{產學共享研究者論文數}}{\text{論文總數}} \times 100\%$$

第二節 研究工具與對象

一、研究工具

由於 WOS 資料庫無法直接以學科領域進行檢索，故本研究先透過 JCR 資料庫取得電腦科學領域的期刊清單，再以取得之期刊清單於 WOS 資料庫進行檢索，據以蒐集電腦科學領域的期刊論文，最後並以 UCINet 軟體與 SPSS 統計套裝軟體作為社會網絡分析及統計檢定之工具。以下分別介紹 JCR 資料庫、WOS 資料庫、UCINet 軟體及 SPSS 統計套裝軟體。

(一) JCR 資料庫

本研究使用 JCR 資料庫取得電腦科學領域之期刊清單。JCR 資料庫為美國 Thomson Scientific 公司所建置之網際網路版期刊引用文獻評比統計資料庫系統，

JCR 所涵蓋的範圍主要包括三個資料庫：SCI、SSCI 以及 A&HCI，並以上述三個資料庫之引用資料為基礎，系統化評估全世界之主要期刊，於每年夏季時公布前一年度之資料。JCR 資料庫收錄了全世界超過 60 個國家、3,300 個出版社所出版的 11,000 種以上學術以及技術性期刊，主題涵蓋約 200 餘種，並將之分為科學技術類（Science Edition）與社會科學類（Social Sciences Edition）期刊。該資料庫提供各種引用統計數據，包括：期刊刊載文章的篇數、期刊被引用次數、影響係數、即時引用指數、引用半衰期，以及期刊來源資料類型統計等，可用以了解期刊引用與被引用的關係，並做為評量期刊品質的標準。

（二） WOS 資料庫

WOS 資料庫為美國 Thomson Scientific 於 1997 年建置之網際網路版引用文獻索引資料庫系統，是一個以全世界研究型文章為基礎的跨學科書目資料庫，該資料庫整合過去出版的三大引文索引，分別為 1963 年發表的 SCI、1973 年發表的 SSCI，以及 1978 年發表的 A&HCI，共收錄各學科領域 14,000 餘種優質期刊，每年提供超過 110 萬筆書目資料及 2,300 萬筆引用文獻資料。WOS 資料庫收錄國際間主流的科學期刊，主要以英語期刊為主，並將每本期刊根據學科性質予以分類，該資料庫在工業相關領域的期刊覆蓋面上相當完整，但在社會學、行為科學、藝術及人文領域則較為有限，故較適合進行科學領域相關文獻之蒐集。WOS 資料庫提供文獻書目、作者資訊、引用文獻等資料，利用分析功能可進一步處理檢索結果之學科領域、資料類型、作者機構、國家、贊助機構、團體作者、語言、出版年、期刊名稱等，且資料庫每周定期更新。WOS 資料庫並提供文獻作者的通訊地址及所屬機構名稱，可用以辨識作者所屬機構及地理位置，故 WOS 資料庫對於以合著論文為基礎的量化研究而言，是一個極佳的資料來源。

（三） UCINet

UCINet(University of California Irvine Network Programms)是由 Borgatti、Ecerett、Freeman 等人於 2002 年所共同發展的一套專門運用於社會網絡分析的軟體，其可讀寫多種不同格式的文字檔及 Excel 檔案，最多可處理 32,767 個節點，但在實際

操作上為避免處理過於緩慢，約以 5 千至 1 萬個節點為宜。此軟體程式涵蓋基本圖形理論概念，可提供如因素分析、集群分析、多元尺度、中心性、次集群等分析方法及結果驗證，並可透過 NetDraw 繪製出社會網絡圖形，以利社會網絡分析者將分析資料圖形化，亦可將資料匯出至 Pajek 軟體。

(四) SPSS 統計套裝軟體

SPSS 統計套裝軟體的全名為「Statistical Program for Social Science」，為 SPSS 公司推出的一系列用於統計學分析運算、數據挖掘、預測分析和決策支援任務的軟體產品。SPSS 是一套歷史悠久的統計套裝軟體，早期主要用於社會科學之統計研究，但隨著社會和科學不斷進步、各學科領域對於統計分析的需求不斷增加，而廣泛地被應用於商管、心理、教育、農業、醫學、金融界等學科領域之研究，是使用相當普遍的統計套裝軟體。SPSS 允許使用者透過滑鼠的點選和拖曳，輕鬆地完成資料的讀取、分析並產出報表，其所提供的各種統計分析功能包括變異數分析、迴歸分析、相關分析等，可適用於不同類型變數之統計分析，故可協助本研究進行各種統計檢定。

二、研究對象

本研究以電腦科學領域為研究對象，以其子領域「硬體與結構」及「軟體工程」近十年（2002-2011）出版之期刊論文為研究樣本，透過論文作者機構之檢視與判斷，取得合著論文、產學合著論文、產官合著論文、官學合著論文、產官學合著論文、多機構研究者論文與產學共享研究者論文，並配合論文出版年代之觀察，據以掌握電腦科學領域產學合著、多機構研究者、產學共享研究者以及產官學合著之趨勢。為取得電腦科學領域之期刊論文，本研究以「硬體與結構」及「軟體工程」領域中，影響係數前十名之期刊為目標期刊，進而利用 WOS 資料庫，透過文件類型與出版年代之檢索限制，取得 2002-2011 年間收錄於上述期刊的「論文」(article)，以及期刊論文之作者機構資訊，以利後續研究分析之進行。

第三節 研究步驟與流程

一、文獻蒐集與分析

本研究進行研究設計與分析前，先經由相關研究文獻的閱讀，了解先前研究探究的面向、範圍與尚待補足之研究缺口，並比較各個研究方法的優劣，進而尋找並聚焦本研究之研究主題、範圍與研究方法，同時藉由前人知識基礎之引用，佐證本研究所奠基的觀點，並提升研究的可行性及研究結果的可信度與合理性。

二、資料蒐集

本研究以電腦科學領域的期刊論文為研究樣本，探討該領域的產學合著趨勢，由於 WOS 資料庫是 14,000 餘種國際性同儕審查學術期刊的關鍵來源之一，且其所提供之書目資料皆包含作者的通訊地址及所屬機構名稱，可用以進行產學合著論文之擷取與分析，因此，本研究以 WOS 資料庫作為蒐集期刊論文的資料來源。但由於 WOS 資料庫無法直接以學科領域進行檢索，本研究先透過 JCR 資料庫取得電腦科學領域的期刊清單，再進一步利用 WOS 的 SCI 資料庫，以期刊刊名輔以出版年份、資料類型等檢索條件，取得本研究的研究樣本。

三、建置資料檔

針對檢索取得的期刊論文，逐篇檢視論文作者的人數與所屬機構，從而篩選出合著論文、產學合著論文、產官合著論文、官學合著論文、產官學合著論文、多機構研究者論文與產學共享研究者論文，據以建立合著資料檔、產學合著資料檔、產官合著資料檔、官學合著資料檔、產官學合著資料檔、多機構研究者資料檔與產學共享研究者資料檔。各資料檔皆以 Excel 試算表儲存之，並逐篇記錄論文之篇名、作者、機構地址、機構名稱、機構國家、機構類型、期刊名、出版年、被引用次數等資料，以利後續之統計分析。

四、進行合著分析、社會網絡分析與多機構研究者分析

合著分析部分包括產學合著論文之整體概況、國家層次及機構層次之分析，以及產官、官學與產官學合著論文之剖析；而社會網絡分析則為產學合著網絡之

繪製，並進行密度、中心性等測量值之計算，以探究產學合著網絡之特性；在多機構研究者分析的部分，則統計多機構研究者發表之論文數，從而以多機構研究者為基礎，辨識同時任職於大學與企業的產學共享研究者及其任職機構。

五、撰寫研究結果

本研究根據前述研究程序與步驟，逐步執行資料蒐集與分析工作，彙整並依據所得之研究數據，將之轉化為具體研究成果，以達成本研究之研究目的以及答覆所提出之研究問題，並在最後提出結論與對未來研究之建議。

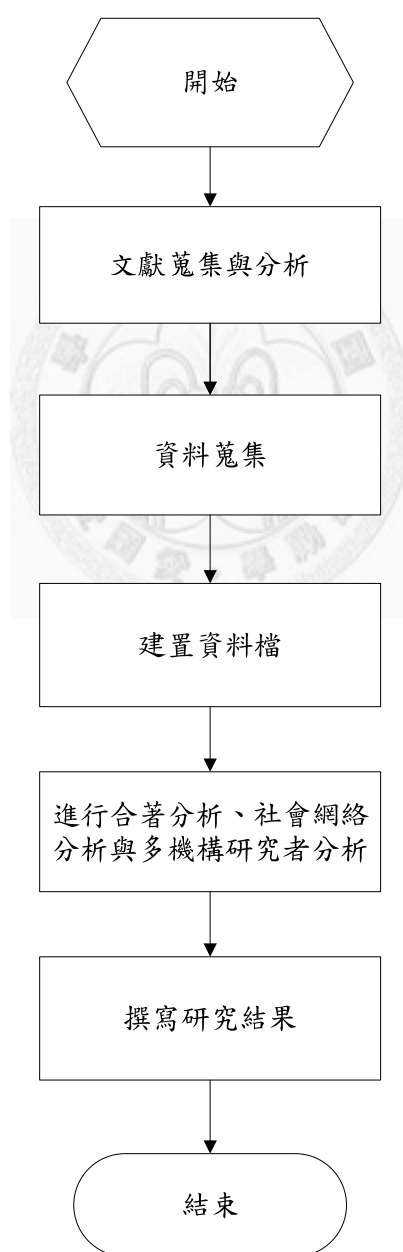


圖 3-3 研究步驟流程圖

第四節 資料處理與分析

本研究透過期刊論文作者機構之檢視，探究電腦科學領域近十年(2002-2011)的產學合著趨勢，俟資料蒐集完畢，本研究自期刊論文的書目資料中，進行作者所屬機構與國家之擷取、記錄與分類。本研究之資料處理與分析，茲說明如下：

一、產學合著論文之認定

產學合著論文為，由至少一所大學及一家企業合作發表之期刊論文，即論文作者須包含至少一位大學研究者與一位企業研究者，其中產學共享研究者與其他大學或企業研究者共同發表之論文，亦屬本研究所認定之產學合著論文，然產學共享研究者所單獨發表之單一作者論文，雖具有產學合作之意涵，但考量這類論文不符合合著論文須有兩位以上作者之要件，故將之自產學合著論文中剔除。若參與合著的大學與企業來自不同國家，則該篇論文為跨國產學合著論文。

二、多機構研究者之認定

多機構研究者之認定係以作者所屬機構為基礎，一篇論文中，只要針對同一位作者所標示之任職機構有兩處以上時，則將該作者認定為多機構研究者，但不包括同時任職於同一機構不同子單位之研究者，如任職同一大學不同學系之教師，非本研究所認定之多機構研究者。

三、產學共享研究者之認定

產學共享研究者之認定係以作者所屬機構為基礎，同一篇論文中，只要針對同一位作者所標示之任職機構有兩處以上，且其機構地址中至少包含一所大學與一家企業名稱者，則該將作者認定為產學共享研究者，易言之，產學共享研究者即為同時任職於大學與企業的多機構研究者。

四、大學合著論文之認定

本研究將大學合著論文定義為，由同一所大學或不同大學的研究者所合作發表之期刊論文。

五、企業合著論文之認定

本研究將企業合著論文定義為，由同一家企業或不同企業的研究人員所合作發表之期刊論文。

六、政府機構合著論文之認定

本研究將政府機構合著論文定義為，由同一政府機構或不同政府機構的研究人員所合作發表之期刊論文。

七、產官合著論文之認定

本研究將產官合著論文定義為，由至少一家企業及一個政府機構合作發表之期刊論文，即論文作者須包含至少一位企業研究者與一位政府機構研究者。

八、官學合著論文之認定

本研究將官學合著論文定義為，由至少一個政府機構及一所大學合作發表之期刊論文，即論文作者須包含至少一位大學研究者與一位政府機構研究者。

九、產官學合著論文之認定

本研究將產官學合著論文定義為，由至少一家企業、一個政府機構及一所大學合作發表之期刊論文，即論文作者須包含至少一位大學研究者、一位企業研究者與一位政府機構研究者。若參與合著的大學、企業與政府機構來自不同國家，則該篇論文為跨國產官學合著論文。

十、多機構研究者論文之認定

多機構研究者論文是指多機構研究者所發表之論文，包含多機構研究者獨自發表或與其他研究者合著之論文，換言之，多機構研究者論文包含單一作者論文與合著論文。若多機構研究者任職之機構位處不同國家，則該篇論文為跨國多機構研究者論文。

十一、產學共享研究者論文之認定

產學共享研究者論文是指產學共享研究者所發表之論文，包含產學共享研究者獨自發表或與其他研究者合著之論文，換言之，產學共享研究者論文包含單一作者論文與合著論文。若產學共享研究者任職之大學與企業位處不同國家，則該篇論文為跨國產學共享研究者論文。

十二、作者所屬機構之辨識與分類

產學合著實屬跨機構合著的一種，因此本研究資料處理階段之作者機構辨識，關係整個研究結果的正確與否，以下說明本研究所採用之機構辨識與分類規則。在作者所屬機構辨識方面，本研究自期刊論文的作者地址中，擷取作者的所屬機構名稱，以進一步辨識其所任職的機構類型，由於本研究僅需辨識論文作者是否分屬大學、企業或政府機構，故不分析至機構的子單位，即同一機構中不同部門之合著，如同一所大學中不同系所間的合著，對本研究來說並不具意義；以上機構辨識規則，亦適用於多機構研究者之辨識，即同時任職於同一機構不同子單位的研究者，如同時任職於一所大學中不同學系的教師，不屬於本研究所認定之多機構研究者。在機構分類方面，本研究將作者所屬機構分為大學、企業、政府機構與其他四類，並根據作者機構地址所提供之機構名稱，搜尋機構網頁資訊作進一步的查證，以判斷所屬機構的類型，其機構類型的範圍與定義係參照先前相關研究的設計(Leydesdorff, 2003；Hossain et al., 2012；Leydesdorff & Sun, 2009；Park & Leydesdorff, 2010；Sun & Negishi, 2010)。四種機構類型的範圍如表 3-3。

表 3-3 機構類型範圍對照表

機構類別	範圍
學校	公、私立大學與學院，不含大學附屬醫院。
企業	各類營利機構。
政府機構	政府部門與由政府資助或建立的公立研究機構，如中研院、中科院或各類國家實驗室。
其他	其他非屬大學、企業與政府機構的組織類型，如醫院、學會、私立研究機構等。

十三、機構名稱權威控制

由於 WOS 資料庫於各論文書目資料中，標示之作者機構資訊不一致，同一機構的名稱可能出現差異，致使資料處理時出現作者所屬機構之辨識及比對問題，因此，本研究針對 WOS 資料庫提供的機構名稱，進行機構名稱之權威控制。進行權威控制時，為確保不同表達形式的機構名稱指向同一機構，研究者將核對論文原文，以取得完整作者資訊並予以確認，當無法取得論文原文或論文未列出作者機構時，即將該論文自研究樣本中排除。一旦確定同一機構名稱之不同表達形式，本研究將以最常使用的機構名稱，作為該機構之權威控制詞彙，若機構曾經更名，則以最新名稱作為權威控制詞彙。

十四、國家或機構產學合著論文數之計算原則

各國或各機構進行產學合著之頻率，是累計其產學合著論文篇數。在國家層次的計算方面，若一產學合著論文為國內產學合著，即由同一國家之大學與企業所共同發表，則該國的產學合著論文數僅累計一次；若為跨國產學合著論文，則所有合著國之產學合著論文數各累計一次。在機構分析層次方面，只要大學與企業之研究者共同發表一篇產學合著論文，則該大學與企業之產學合著論文數各累計一次；若同一機構有兩位以上研究者參與產學合著論文之發表，則該機構之產學合著論文數僅累計一次。

十五、產學合著之國家組合與機構組合計算方式

國家產學合著組合與機構產學合著組合之計算，是自產學合著論文中，擷取作者任職的大學或企業名稱及所處國家，並將之以國家與國家、大學與企業的組合原則，兩兩進行配對，配對之組合即為產學合著之國家組合或機構組合。在國家組合計算方面，僅討論跨國的產學合著情形，故國內的產學合著不在此列；若一篇產學合著論文中出現多個大學與企業名稱，則先將國家分為大學所屬國家與企業所屬國家兩類，並依「大學所屬國家與企業所屬國家」之配對原則，兩兩進行配對，配對之兩個國家，則計為兩國產生產學合著關係一次，換言之，產學合著論文中，大學與大學的跨國合著，或企業與企業的跨國合著組合，本研究將忽

略不計。在機構組合計算方面，若一篇產學合著論文中包含兩個以上的大學或企業名稱，則將各機構以「大學與企業」的組合原則，兩兩進行配對，配對之大學與企業，則計為兩機構產生產學合著關係一次，換言之，產學合著論文中，大學與大學，或企業與企業的合著組合，本研究不與計算。

十六、產學共享研究者之機構組合計算方式

大學與企業間研究者共享的次數是以期刊論文為單位，若一論文作者之機構地址中，同時包含大學與企業名稱，即論文作者為產學共享研究者時，該作者所任職之大學與企業則視為產學共享研究者之機構組合，並將兩機構計為共享研究人員一次。

十七、產學共享研究者之產學合著論文辨識與處理

產學共享研究者指同時任職於大學與企業的研究者，但並非所有產學共享研究者發表之論文皆為產學合著論文，本研究以產學共享研究者所擁有之合著者人數與合著者身分，判斷該論文是否為產學合著論文。若論文係由產學共享研究者單獨發表，則該篇論文僅為產學共享研究者論文，非本研究所認定之產學合著論文；若論文係由產學共享研究者與其他大學或企業研究者共同發表，則該論文為本研究所認定之產學合著論文。

十八、國家或機構產官學合著論文數之計算方式

各國或各機構進行產官學合著之頻率，是累計其產官學合著論文篇數，其計算原則同產學合著論文之計算方式，在此不加贅述。

第四章 研究結果

本章共分四節，闡述本研究根據第三章研究方法產出之研究結果，首先於第一節透過期刊論文的合著率、平均作者人數、平均被引次數、產學合著率與產學合著機構數之變化，說明電腦科學領域產學合著之整體概況；第二節將進行國家層次與機構層次之產學合著分析，關注各國、各機構產學合著率之變化，以及產生產學合著關係之國家組合與機構組合，據以辨識產學合著之主要國家與機構分布，並比較國家間與機構間產學合著情形之異同；第三章則統計多機構研究者所發表之論文數，以了解電腦科學領域研究者於多個機構任職之情形，繼而辨識出產學共享研究者論文及其任職之機構，據以掌握產學間透過共享研究人員方式，建立合作關係之趨勢；最後在第四節的部分，則藉產學、產官、官學與產官學合著論文數之統計，探悉政府、大學與企業間的學術互動情形。

第一節 產學合著之整體概況分析

本節就 2002-2011 年間出版之電腦科學領域期刊論文，進行合著率、平均作者人數、平均被引次數、產學合著率與產學合著機構數之分析，並比較產學合著論文與一般電腦科學領域論文之特性差異。其分析結果說明如下：

一、合著論文分析

(一) 論文數與合著率分析

表 4-1 呈現近十年(2002-2011)電腦科學領域論文數與合著論文數之變化，研究結果顯示，電腦科學領域之論文數與合著論文數均呈現成長趨勢。在論文數方面，2002 年的論文數為 965 篇，到了 2011 年論文數為 1,540 篇，十年間論文數約成長 1.6 倍，但逐一檢視歷年論文數可發現，論文數並非年年成長，2004 與 2010 年的論文數均較前一年為低；若以逐年論文成長率觀之，更可有效掌握歷年論文數消長趨勢，在本研究的研究範圍內，僅 2004 年與 2010 年之論文數呈現負成長，又以 2010 年(-6.10%)的衰退幅度最大，其餘年份之論文數均為正成長，其中以 2003

年(12.85%)之論文成長率最高。

2002-2011 年間電腦科學領域共產出 11,236 篇合著論文，單一作者論文則有 1,477 篇，整體合著率為 88.38%，且合著論文數自 2002 年的 762 篇，增長至 2011 年的 1,436 篇，十年間合著論文約成長 1.88 倍，但由於合著論文數易受當年度總論文數之影響而消長，故不適合單就合著論文數討論歷年合著趨勢，因此，本研究計算各年度的合著率，據以了解合著之趨勢變化。表 4-1 顯示，歷年之合著率以 2011 年為最高(93.25%)，2002 年為最低(78.65%)；圖 4-1 為歷年合著率曲線圖，圖中顯示合著率自 2002 年開始逐年上升，除 2005-2006 與 2008-2009 兩個年代區間之合著率有小幅下滑外，整體而言呈現上升趨勢。觀察各年度之合著率成長率亦得到相同結果，在本研究的研究範圍內，僅 2006 年與 2009 年之合著率呈現負成長，但合著率下滑幅度均不超過 1%，而其餘年份之合著率均為正成長，其中以 2003 年(5.08%)的合著率成長幅度最大，顯示電腦科學領域研究者傾向以合著形式共同發表論文，且此情形越來越普遍。

表 4-1 歷年論文數與合著論文數

年代	論文數	論文成長率	合著論文數	合著率	合著率成長率
2002	965	--	759	78.65%	--
2003	1,089	12.85%	900	82.64%	5.08%
2004	1,035	-4.96%	880	85.02%	2.88%
2005	1,145	10.63%	1,002	87.51%	2.92%
2006	1,238	8.12%	1,073	86.67%	-0.96%
2007	1,301	5.09%	1,167	89.70%	3.49%
2008	1,410	8.38%	1,290	91.49%	1.99%
2009	1,542	9.36%	1,406	91.18%	-0.34%
2010	1,448	-6.10%	1,323	91.37%	0.21%
2011	1,540	6.35%	1,436	93.25%	1.88%
總計	12,713	--	11,236	88.38%	--

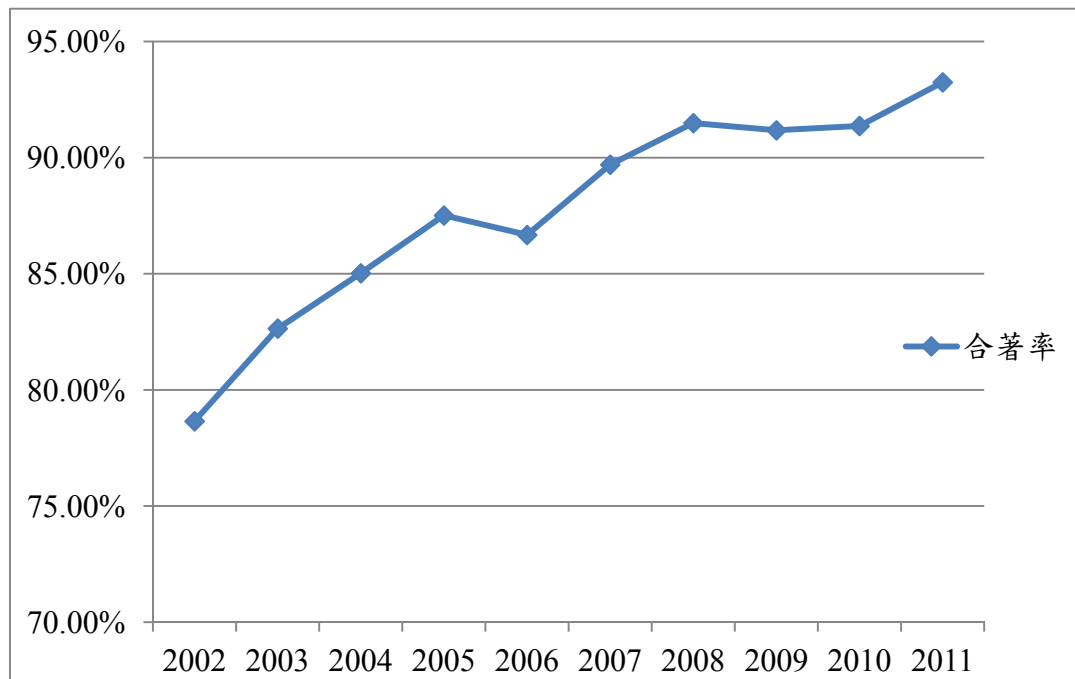


圖 4-1 歷年合著率曲線圖

(二) 作者人數分布

本研究統計 2002-2011 年間電腦科學領域期刊論文之作者人數，研究結果指出，近十年之平均作者人數為 3.03 人，而圖 4-2 呈現歷年電腦科學領域論文之平均作者數，圖中顯示平均作者數逐年增加，2002 年之平均作者數為 2.73 人，2007 年已上升至 3.13 人，2011 年再成長至 3.58 人。在論文作者人數分布部分，於本研究範圍內，共出現 5 篇作者人數達 20 人以上的合著論文，其中合著人數最多的論文，共有 27 位作者，兩篇論文分別出現在 2008 與 2009 年；表 4-2 則呈現歷年論文之作者人數分布及比例，表中數據指出，單一作者論文比例逐年大幅遞減，2002 年的單一作者論文仍佔 21.35%，2007 年降至 10.30%，而 2008 年後單一作者論文比例更低於 10%，顯示電腦科學領域研究者傾向以合著論文形式發表研究成果。

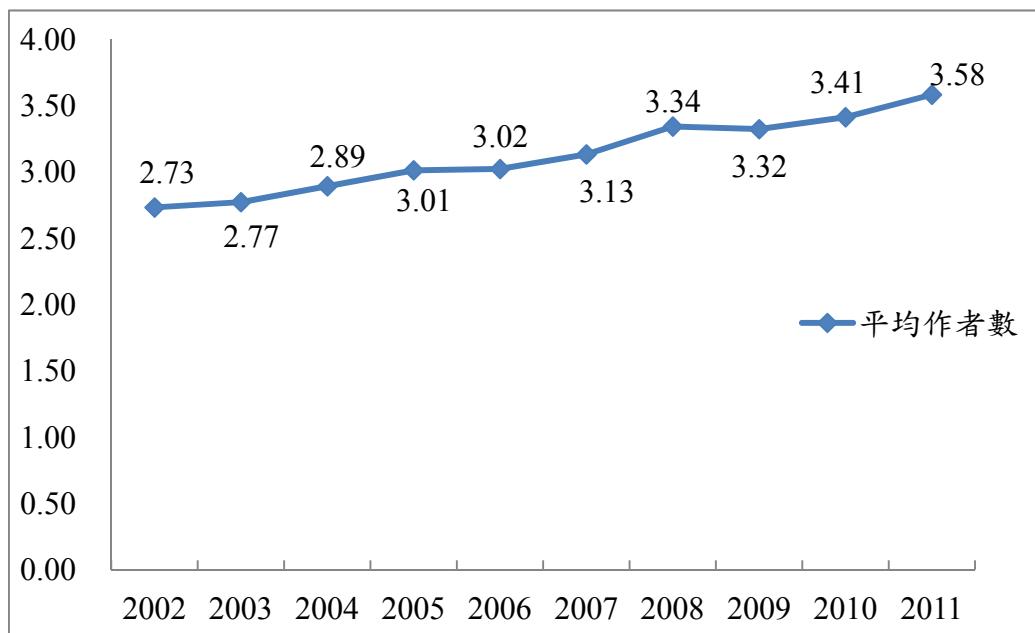


圖 4-2 歷年平均作者數曲線圖

在合著規模方面，表 4-2 中以顏色區分各年度論文比例最高及次高之合著者人數，研究結果顯示，2002-2005 年皆以 2 人合著論文佔最高比例，3 人合著次之，2006 年 3 人合著論文首次與 2 人合著論文並列第一；2008 年之後，3 人合著論文於所有論文數中佔有最高比例，2 人合著論文則由比例最高落至第二；2011 年 4 人合著論文比例首次超越 2 人合著論文躍居第二。整體來看，2 人合著雖為電腦科學領域論文之主要合著模式，但其比例逐年下降，反觀 3 人與 4 人合著論文的比例逐年上升，顯示電腦科學領域之研究者不但傾向以合著形式發表論文，且合著規模逐漸擴大。

表 4-2 歷年論文作者人數分布

論文篇數	1 人	2 人	3 人	4 人	5 人	6 人	7 人	8 人	9 人	10 人以上
2002	206 (21.35%)	306 (31.71%)	233 (24.15%)	122 (12.64%)	47 (4.87%)	25 (2.59%)	7 (0.73%)	7 (0.73%)	3 (0.31%)	9 (0.93%)
2003	189 (17.36%)	374 (34.34%)	265 (24.33%)	141 (12.95%)	64 (5.88%)	27 (2.48%)	11 (1.01%)	7 (0.64%)	6 (0.55%)	5 (0.46%)
2004	155 (14.98%)	337 (32.56%)	275 (26.57%)	147 (14.20%)	54 (5.22%)	36 (3.48%)	12 (1.16%)	10 (0.97%)	5 (0.48%)	4 (0.39%)
2005	143 (12.49%)	360 (31.44%)	308 (26.90%)	192 (16.77%)	71 (6.20%)	29 (2.53%)	18 (1.57%)	11 (0.96%)	4 (0.35%)	9 (0.79%)
2006	165 (13.33%)	352 (28.43%)	352 (28.43%)	190 (15.35%)	108 (8.72%)	36 (2.91%)	18 (1.45%)	8 (0.65%)	2 (0.16%)	7 (0.57%)
2007	134 (10.30%)	392 (30.13%)	356 (27.36%)	222 (17.06%)	97 (7.46%)	56 (4.30%)	24 (1.84%)	8 (0.61%)	2 (0.15%)	10 (0.77%)
2008	120 (8.51%)	389 (27.59%)	390 (27.66%)	255 (18.09%)	127 (9.01%)	59 (4.18%)	29 (2.06%)	13 (0.92%)	12 (0.85%)	16 (1.13%)
2009	136 (8.82%)	384 (24.90%)	470 (30.48%)	289 (18.74%)	131 (8.50%)	53 (3.44%)	39 (2.53%)	15 (0.97%)	10 (0.65%)	15 (0.97%)
2010	125 (8.63%)	369 (25.48%)	395 (27.28%)	267 (18.44%)	148 (10.22%)	69 (4.77%)	30 (2.07%)	20 (1.38%)	7 (0.48%)	18 (1.24%)
2011	104 (6.75%)	330 (21.43%)	412 (26.75%)	345 (22.40%)	175 (11.36%)	80 (5.19%)	51 (3.31%)	13 (0.84%)	18 (1.17%)	12 (0.78%)
總計	1,477 (11.62%)	3593 (28.26%)	3456 (27.18%)	2170 (17.07%)	1022 (8.04%)	470 (3.70%)	239 (1.88%)	112 (0.88%)	69 (0.54%)	105 (0.83%)

- 註：1. 藍底標示論文篇數與比例最高之合著者人數。
 2. 黃底標示論文篇數與比例次高之合著者人數。
 3. 括號內數值為各合著者人數論文佔當年度論文總數之比例。

(三) 被引次數分析

由於被引次數是隨時間累積而來，較早發表之論文通常具有較高之被引次數，故比較不同年度之被引次數並無太大意義，本研究遂將單一作者論文與合著論文之被引次數進行比較，並呈現於圖 4-3。圖中顯示，於本研究研究範圍內，被引次

數累積的時間越長，即論文發表年代越早，單一作者論文與合著論文之平均被引次數差距越大，且整體而言，合著論文歷年的平均被引次數均高於單一作者論文。

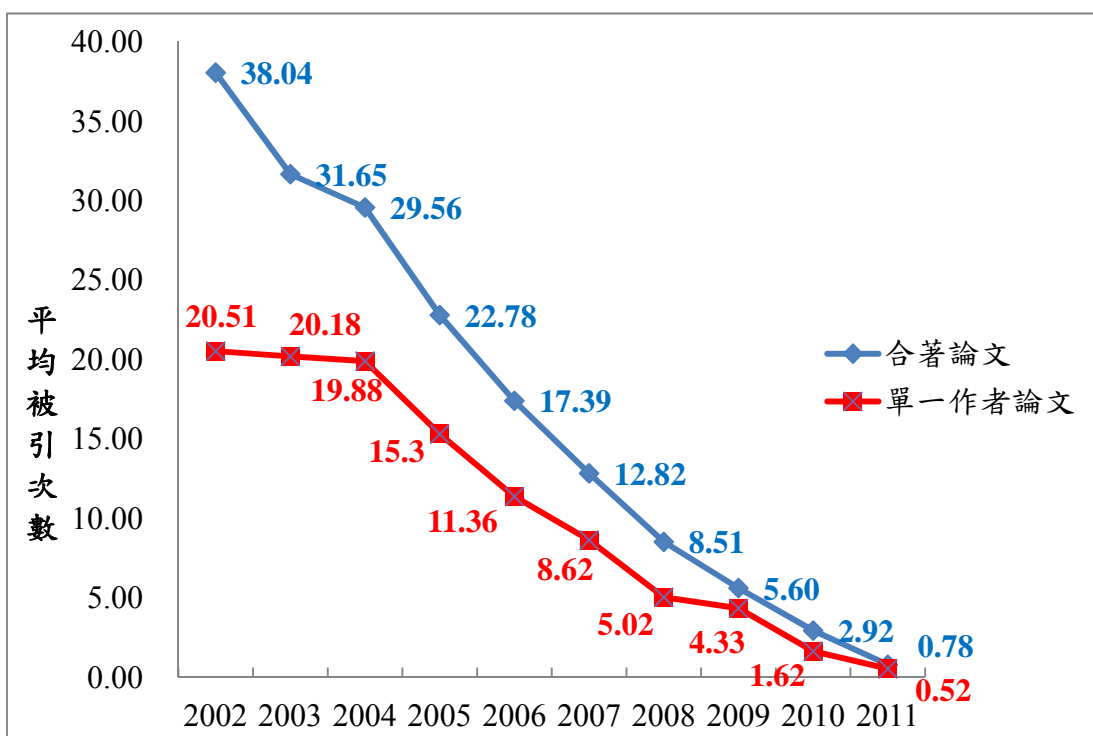


圖 4-3 單一作者論文與合著論文平均被引次數曲線圖

為了解單一作者論文與合著論文之被引次數是否具統計上的顯著差異，本研究以獨立樣本 t 檢定分析單一作者論文與合著論文的平均被引次數，由表 4-3 的檢定結果顯示，獨立樣本 t 檢定達到顯著($t(2180.024) = -3.408, p = .001$)，且數據指出合著論文之平均被引次數為 14.56 次，高於單一作者論文的 12.04 次，顯示合著論文之平均被引次數高於單一作者論文，且達統計上之顯著差異。

表 4-3 單一作者論文與合著論文之平均被引次數統計檢定

	個數	平均被引次數	標準差	T 值	顯著性(雙尾)
單一作者論文	1,477	12.04	25.744	-3.408	0.01
合著論文	11,236	14.56	33.239		

二、產學合著論文分析

(一) 產學合著率分析

為探析電腦科學領域之產學合著趨勢，本研究以論文作者所屬機構之辨識為基礎，逐篇過濾產學合著論文並記錄合著之機構；由於產學合著論文數亦可能受當年度論文總數之影響而增減，因此採用計算產學合著率的方式進行分析，即計算產學合著論文佔論文總數之比例。表 4-4 呈現歷年產學合著論文數與產學合著率，就產學合著論文數來看，2002-2011 年間，電腦科學領域共產出 2,434 篇產學合著論文，且除 2004 與 2010 年之產學合著論文數較前一年度為低之外，其餘年度的產學合著論文數均呈現成長趨勢，十年間產學合著論文從 2002 年的 188 篇，成長至 2011 年的 302 篇，增加約 1.6 倍。而在產學合著率方面，電腦科學領域近十年之整體產學合著率為 19.15%，歷年之產學合著率以 2008 年為最高(21.56%)，2005 年為最低(17.47%)。

表 4-4 歷年產學合著論文數與產學合著率

年代	產學合著論文數	產學合著率
2002	188	19.48%
2003	206	18.92%
2004	195	18.84%
2005	200	17.47%
2006	231	18.66%
2007	242	18.60%
2008	304	21.56%
2009	310	20.10%
2010	256	17.68%
2011	302	19.61%
總計	2,434	19.15%

2002-2011 年間，以單一作者形式發表的大學論文共有 983 篇，佔大學論文的 8.62%；以單一作者形式發表的企業論文則有 343 篇，佔企業論文的 9.98%，為了解大學與大學間、企業與企業間以及大學與企業間的合著趨勢有何差異，本研究計算歷年大學合著論文、企業合著論文以及產學合著論文佔當年度論文之比例，即以計算大學合著率、企業合著率及產學合著率的方式進行分析比較，呈現於圖 4-4。圖中顯示，歷年之大學合著率均高於企業合著率與產學合著率，其中以 2002 年的大學合著率最低(42.77%)，2007 年最高(58.26%)，在整體趨勢方面，2002-2005 年之大學合著率呈現上升趨勢，之後無明顯變動。在產學合著率部分，圖中指出歷年之產學合著率雖有所增減，但整體而言，變動幅度不明顯，2002-2011 年之產學合著率約在 20%左右，顯示電腦科學領域近十年之產學合著率表現穩定。而在企業合著率方面，企業合著率為三種合著率中最低的，歷年之企業合著率均低於 10%且呈現下降趨勢，其中以 2006 年的大學合著率最低(2.75%)，2002 年最高(8.08%)。

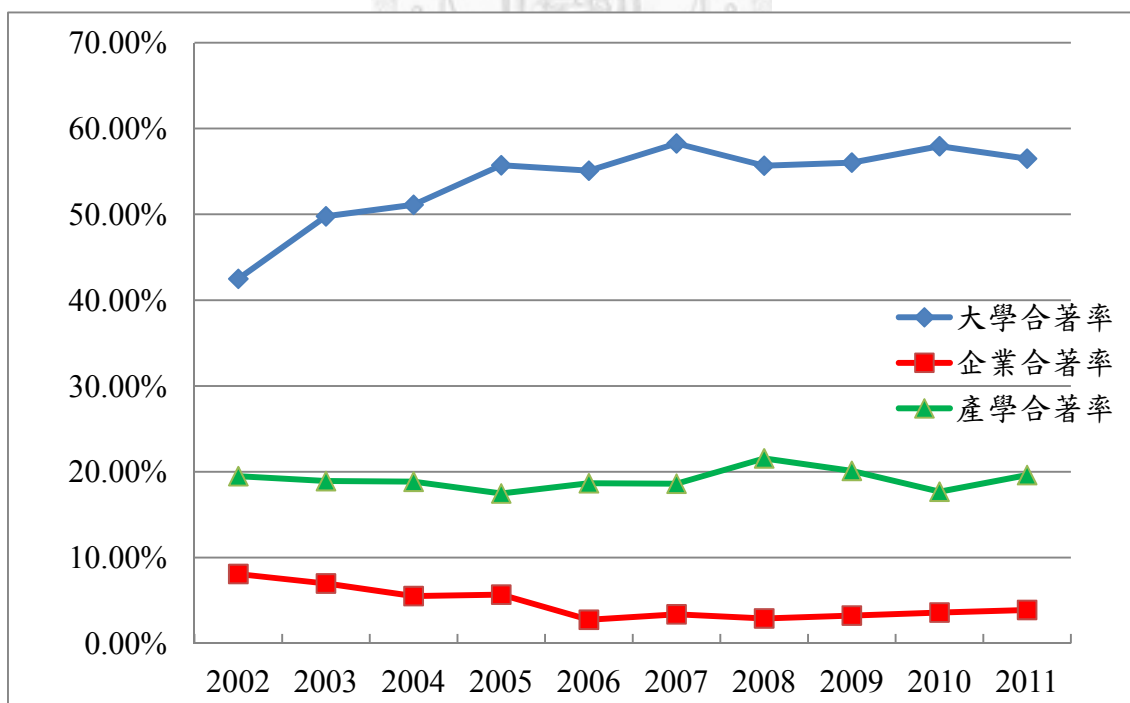


圖 4-4 歷年各類型合著率曲線圖

(二) 作者人數分布

本研究統計 2002-2011 年間電腦科學領域產學合著論文之作者人數，研究結果指出，近十年產學合著論文之平均作者人數為 4.13 人，而圖 4-5 呈現歷年產學合著論文之平均作者數，圖中顯示除 2002-2003 與 2008-2009 年間平均作者數有小幅下滑外，產學合著論文之平均作者數大體呈現逐年增加趨勢，其中以 2003 年之 3.75 人為最低，2010 年的 4.55 人為最高。在作者人數分布部分，於本研究範圍內，共出現 3 篇作者人數達 20 人以上的產學合著論文，其中作者人數最多的產學合著論文，共有 27 位作者，分別出現在 2008 與 2009 年，這兩篇論文亦為本研究範圍內，作者人數最多的期刊論文。

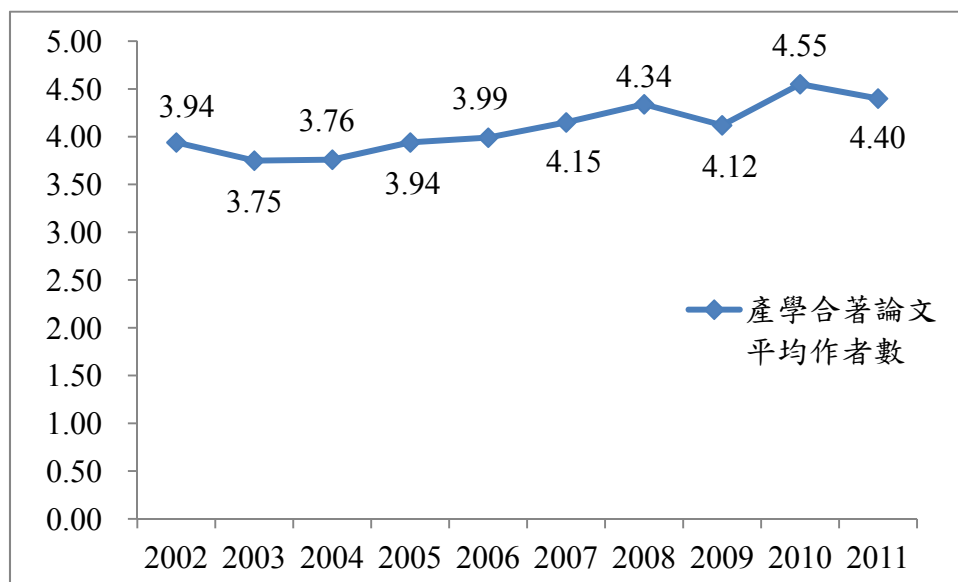


圖 4-5 歷年產學合著論文平均作者數曲線圖

在合著規模方面，表 4-5 呈現歷年產學合著論文之作者人數分布及佔當年產學合著論文總數之比例，並以顏色區分各年度論文佔有率最高及次高之合著者人數，研究結果指出除 2003 年外，產學合著論文皆以 3 人合著之比例為最高，其次為 4 人合著，而比較各合著者人數的論文比例顯示，2 人合著、3 人合著與 4 人合著之產學合著論文的比例雖一開始差距不大，但 2 人合著的產學合著論文比例，卻隨年代的增加而有明顯下降的趨勢，其比例由 2002 年的 21.81%，下降至 2011 年的 9.93%；反觀 4 人合著的產學合著論文比例呈現增加趨勢，並於 2005 與 2010 年，

與 3 人合著論文並列第一，顯示產學合著論文的合著者人數正逐漸增加，並以 3-4 人合著為主要的合著模式。

表 4-5 歷年產學合著論文作者人數分布

論文篇數	2 人	3 人	4 人	5 人	6 人	7 人	8 人	9 人	10 人以上
2002	41 (21.81%)	53 (28.19%)	46 (24.47%)	22 (11.70%)	13 (6.91%)	3 (1.60%)	3 (1.60%)	1 (0.53%)	6 (3.19%)
2003	63 (30.58%)	51 (24.76%)	36 (17.48%)	27 (13.11%)	11 (5.34%)	8 (3.88%)	2 (0.97%)	5 (2.43%)	3 (1.46%)
2004	48 (24.62%)	56 (28.72%)	42 (21.54%)	20 (10.26%)	14 (7.18%)	6 (3.08%)	6 (3.08%)	2 (1.03%)	1 (0.51%)
2005	38 (19.00%)	55 (27.50%)	55 (27.50%)	26 (13.00%)	10 (5.00%)	6 (3.00%)	5 (2.50%)	1 (0.50%)	4 (2.00%)
2006	41 (17.75%)	67 (29.00%)	50 (21.65%)	37 (16.02%)	19 (8.23%)	8 (3.46%)	4 (1.73%)	1 (0.43%)	4 (1.73%)
2007	41 (16.94%)	67 (27.69%)	60 (24.79%)	32 (13.22%)	20 (8.26%)	9 (3.72%)	5 (2.07%)	0 (0.00%)	8 (3.31%)
2008	42 (13.82%)	87 (28.62%)	76 (25.00%)	42 (13.82%)	21 (6.91%)	12 (3.95%)	9 (2.96%)	6 (1.97%)	9 (2.96%)
2009	49 (15.81%)	87 (28.06%)	83 (26.77%)	40 (12.90%)	22 (7.10%)	16 (5.16%)	6 (1.94%)	2 (0.65%)	5 (1.61%)
2010	31 (12.11%)	64 (25.00%)	64 (25.00%)	46 (17.97%)	17 (6.64%)	12 (4.69%)	9 (3.52%)	2 (0.78%)	11 (4.30%)
2011	30 (9.93%)	85 (28.15%)	73 (24.17%)	49 (16.23%)	29 (9.60%)	15 (4.97%)	7 (2.32%)	9 (2.98%)	5 (1.66%)
總計	424 (18.24%)	672 (28.92%)	585 (25.17%)	341 (14.67%)	176 (7.57%)	95 (4.09%)	56 (2.41%)	29 (1.25%)	56 (2.41%)

- 註：1. 藍底標示論文篇數與比例最高之合著者人數。
 2. 黃底標示論文篇數與比例次高之合著者人數。
 3. 括號內數值為各合著者人數之產學合著論文佔當年產學合著論文總數之比例。

比較合著論文與產學合著論文的作者人數分布顯示，產學合著論文不僅 3 人合著與 4 人合著的比例較高，作者人數達 10 人以上的產學合著論文比例亦高於合著論文，顯示產學合著論文的合著者人數多於合著論文。為了解一般合著論文(不

包含產學合著論文)與產學合著論文之作者人數是否具統計上的顯著差異，本研究以獨立樣本 t 檢定分析一般合著論文與產學合著論文的平均作者數，由表 4-6 的檢定結果顯示，獨立樣本 t 檢定達到顯著($t(3137.945) = -19.088, p = .000$)，且數據指出產學合著論文之平均作者數為 4.13 人，高於一般合著論文的 3.25 人，顯示產學合著論文合著規模大於一般合著論文，且達統計上之顯著差異。

表 4-6 合著論文與產學合著論文之平均作者數統計檢定

	個數	平均作者數	標準差	T 值	顯著性(雙尾)
合著論文	8,802	3.25	1.502	-19.088	.000
產學合著論文	2,434	4.13	2.120		

(三) 產學合著機構數分布

表 4-7 呈現歷年產學合著機構數分布與平均機構數，研究結果顯示，近十年之平均產學合著機構數為 2.77 個，而觀察歷年平均機構數可發現，產學合著機構數逐年增加，其中以 2004 年最少，有 2.52 個機構，2010 年最多，有 2.96 個機構。在合著機構數分布方面，產學合著機構數以 2 個為最多，佔所有產學合著論文的 53.53%，亦即有半數以上的產學合著論文係由一所大學與一家企業共同發表，其中以 2004 年的比例為最高，佔當年度產學合著論文的 58.97%，2010 年為最低，佔當年度產學合著論文的 44.92%；由兩所大學與一家企業或由兩家企業與一所大學合著的論文比例排名第二，約佔所有產學合著論文的 32.83%。由整體趨勢看來，產學合著論文雖以 2 個機構合著為主要趨勢，但論文比例逐年下降，2002 年的比例為 55.85%，2011 年降至 49.67%；反觀由 3 個產學機構合著的論文比例逐年上升，2002 年佔 25.53%，2011 年增加至 30.46%，而由 4 個以上產學機構合著的論文比例，亦從 2007 年以後開始增加，顯示有越來越多的大學與企業共同參與合作研究，且隨著合著機構數的增加，大學與企業皆可同時與多個性質相近與相異的機構建立合作關係。

表 4-7 歷年產學合著機構數分布與平均機構數

機構數	2 個	3 個	4 個	5 個	6 個以上	平均機構數
2002	105 (55.85%)	48 (25.53%)	20 (10.64%)	11 (5.85%)	4 (2.13%)	2.77
2003	119 (57.77%)	48 (23.30%)	27 (13.11%)	8 (3.88%)	4 (1.94%)	2.69
2004	115 (58.97%)	60 (30.77%)	19 (9.74%)	1 (0.51%)	0 (0.00%)	2.52
2005	106 (53.00%)	66 (33.00%)	22 (11.00%)	4 (2.00%)	2 (1.00%)	2.67
2006	113 (48.92%)	79 (34.20%)	31 (13.42%)	7 (3.03%)	1 (0.43%)	2.72
2007	122 (50.41%)	81 (33.47%)	27 (11.16%)	4 (1.65%)	8 (3.31%)	2.76
2008	149 (49.01%)	103 (33.88%)	34 (11.18%)	11 (3.62%)	7 (2.30%)	2.79
2009	150 (48.39%)	104 (33.55%)	40 (12.90%)	7 (2.26%)	9 (2.90%)	2.85
2010	115 (44.92%)	82 (32.03%)	36 (14.06%)	12 (4.69%)	11 (4.30%)	2.96
2011	150 (49.67%)	92 (30.46%)	42 (13.91%)	9 (2.98%)	9 (2.98%)	2.84
總計	1244 (53.53%)	763 (32.83%)	298 (12.82%)	74 (3.18%)	55 (2.37%)	2.77

註：1. 藍底標示論文篇數與比例最高之合著機構數。

2. 黃底標示論文篇數與比例次高之合著機構數。

3. 括號內數值為各合著機構數之產學合著論文佔當年產學合著論文總數之比例。

(四) 被引次數分析

為了解產學合著論文的品質，本研究以合著論文、大學合著論文與企業合著論文之平均被引次數為對照組，與產學合著論文之歷年平均被引次數進行比較。圖 4-6 呈現各類型合著論文的歷年平均被引次數，研究結果顯示，產學合著論文之平均被引次數，以 2002 年的 36.53 次為最高，其次為 2004 年的 30.02 次，整體來看，除 2003-2004 年平均被引次數上升外，其餘年代之平均被引次數均逐年下降，符合平均被引次數隨時間遞減之常態。比較合著論文、大學合著論文、企業合著

論文與產學合著論文之平均被引次數顯示，合著論文、大學合著論文與產學合著論文之平均被引次數差距不大，企業合著論文的平均被引次數表現，則優於合著論文、大學合著論文與產學合著論文。

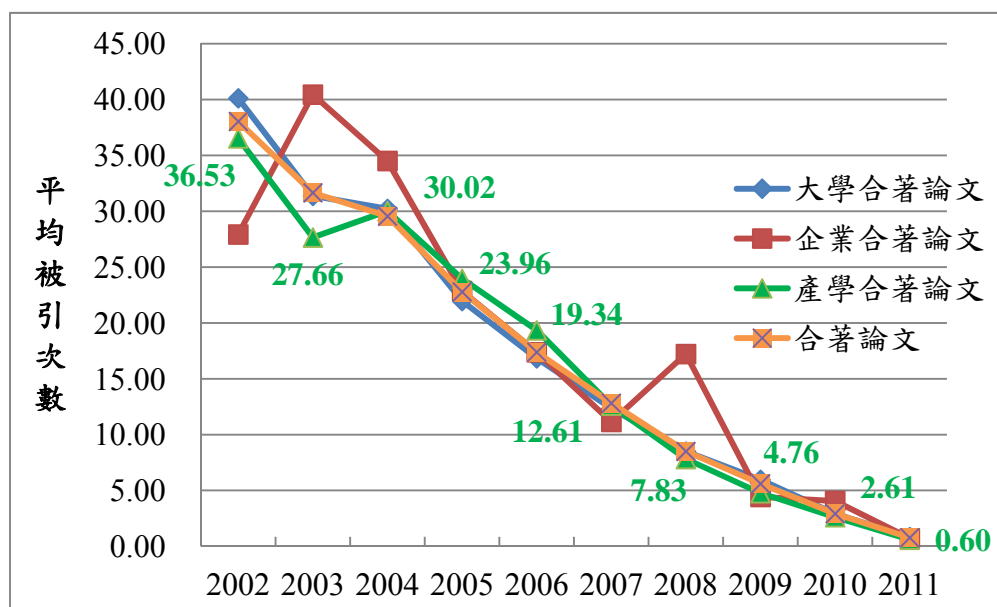


圖 4-6 歷年各類型合著論文平均被引次數曲線圖

為了解大學合著論文、企業合著論文與產學合著論文之被引次數是否具統計上的顯著差異，本研究以單因子變異數分析(one way ANOVA)檢定大學合著論文、企業合著論文與產學合著論文的平均被引次數，並於表 4-8 列出統計檢定的結果。由表 4-8 顯示 ANOVA 檢定結果達到顯著($F(2, 9,905)= 6.390, p= .002$)，顯示大學合著論文、企業合著論文與產學合著論文之平均被引次數有顯著差異。再進一步利用 Tamhane 法進行事後多重比較檢定，研究結果顯示，企業合著論文的平均被引次數($M=19.69$)高於大學合著論文($M=14.35, p= .023$)與產學合著論文($M=14.56, p= .038$)，大學合著論文與產學合著論文之平均被引次數則沒有顯著差異($p= .990$)。

值得注意的是，企業合著論文的平均被引次數雖顯著高於大學合著論文與產學合著論文，但對照圖 4-4 的企業合著率可發現，企業合著論文佔電腦科學領域論文總數的比例偏低，因此本研究進一步企業合著論文、大學合著論文與產學合著論文的被引次數分布，呈現於表 4-9。研究結果顯示，上述三種合著論文的被引次

數分布差異，主要集中在被引次數為 0 及被引次數達 41 次以上的論文比例，被引次數為 0 的企業合著論文共有 71 篇，佔所有企業合著論文的 12.31%；被引次數為 0 的大學合著論文共有 1,054 篇，佔所有大學合著論文的 15.24%；被引次數為 0 的產學合著論文共有 404 篇，佔所有產學合著論文的 16.60%。而被引次數達 41 次以上的企業合著論文共有 71 篇，佔所有企業合著論文的 11.93%；被引次數達 31 次以上的大學合著論文共有 528 篇，佔所有大學合著論文的 7.63%；被引次數達 31 次以上的產學合著論文則有 208 篇，佔所有產學合著論文的 8.55%。以上數據顯示，企業合著論文未被引用的比例最低，但被引次數達 41 次以上的論文比例最高，由此可知，企業合著論文的數量雖不多，但其研究結果與品質皆受到重視與肯定。

表 4-8 大學合著、企業合著與產學合著論文之平均被引次數統計檢定

	個數	平均被引次數	標準差	F 值	顯著性
大學合著論文	6,917	14.35	33.81	6.390	.002
企業合著論文	557	19.69	46.17		
產學合著論文	2,434	14.56	31.12		

表 4-9 企業合著論文、大學合著論文與產學合著論文被引次數分布

被引次數	企業合著論文		大學合著論文		產學合著論文	
	論文數	百分比	論文數	百分比	論文數	百分比
0	71	12.31%	1,054	15.24%	404	16.60%
1~5	204	34.75%	2,410	34.84%	852	35.00%
6~10	90	15.33%	1,096	15.85%	365	15.00%
11~20	75	12.78%	1,049	15.17%	352	14.46%
21~30	46	7.84%	485	7.01%	163	6.70%
31~40	31	5.28%	295	4.26%	90	3.70%
41 以上	70	11.93%	528	7.63%	208	8.55%
總計	587	100.00%	6,917	100.00%	2,434	100.00%

註：百分比指不同被引次數之論文佔各類合著論文總數之比例

第二節 產學合著之國家層次與機構層次分析

本節就 2002-2011 年間出版之電腦科學領域期刊論文，進行國家層次與機構層次之產學合著分析，將討論各國、各機構產學合著率的變化，以及產生產學合著關係的國家組合及機構組合，據以掌握產學合著之主要國家與機構分布，及國家間與機構間合著趨勢的異同，並利用社會網絡分析軟體繪製國家層次與機構層次的產學合著網絡，及進行中心性測量值之計算，以辨識高影響力的國家與機構。其分析結果說明如下：

一、國家層次分析

(一) 國家產學合著論文數分析

為了解產學合著論文主要由哪些國家產出，以及各國的產學合著趨勢，本研究統計各國產學合著論文數佔所有產學合著論文的比例，並計算各國的產學合著率，其中各國產學合著率的計算方式，是計算各國產學合著論文佔該國論文總數的比例，以此觀察各國的產學合著趨勢。表 4-10 以 5 年為一個年代區間，列出產學合著論文數前二十名的國家及其產學合著論文數，首先，比較各國於兩個年代區間的產學合著論文數顯示，除希臘與澳洲外，其餘國家的產學合著論文數均有顯著成長，如瑞士的產學合著論文數由 33 篇增加至 76 篇，十年間產學合著論文成長約 2.3 倍；中國的產學合著論文數亦由 75 篇增加至 165 篇，成長幅度亦達 2 倍以上，顯示各國的產學合著情形越來越普遍。

此外，觀察各年代區間，各國產學合著論文佔所有產學合著論文的比例指出，在 2002-2006 與 2007-2011 兩個年代區間中，美國的產學合著論文佔所有產學合著論文之比例皆達 70% 以上，大幅領先第二名的中國，且產學合著論文數前 20 名的其他國家，其產學合著論文佔所有產學合著論文之比例皆不超過 10%，顯示美國為產學合著論文的最重要國家來源。觀察兩個年代區間中，國家產學合著論文數排名顯示，產學合著論文數前三名的國家雖皆由美國、中國與德國分居第一、二、三位，但值得注意的是，美國與中國的產學合著論文佔有率呈現完全相反的走勢，在美國部分，該國產學合著論文佔有率由 77.75% 下降至 71.99%；反觀中國的產學

合著論文佔有率由 7.35%增加至 11.67%，顯示中國與其他國家的產學合著趨勢開始興起，而漸瓜分美國產學合著論文佔所有產學合著論文的比例。

在國家產學合著率部分，兩個年代區間中，產學合著率最高的國家皆為印度，該國之產學合著率由 33.33%上升至 38.78%，其他產學合著率較高的國家尚包括瑞士、瑞典、芬蘭等，其中芬蘭的產學合著率由 24.53%上升至 33.96%，成長近 1.4 倍，顯示上述國家的產學合著論文為該國論文產出的重要來源。

表 4-10 產學合著論文數前 20 名之國家

國家	2002-2006			2007-2011		
	產學合著論文數	百分比	產學合著率	產學合著論文數	百分比	產學合著率
美國	793	77.75%	23.75%	1,018	71.99%	27.45%
中國	75	7.35%	20.60%	165	11.67%	17.67%
德國	68	6.67%	24.82%	113	7.99%	23.25%
加拿大	49	4.80%	15.26%	88	6.22%	16.83%
英國	63	6.18%	21.58%	84	5.94%	18.26%
瑞士	33	3.24%	32.67%	76	5.37%	33.63%
法國	34	3.33%	18.89%	61	4.31%	19.37%
西班牙	22	2.16%	18.97%	50	3.54%	23.15%
義大利	28	2.75%	12.67%	47	3.32%	15.36%
南韓	21	2.06%	23.60%	41	2.90%	21.24%
印度	17	1.67%	33.33%	38	2.69%	38.78%
日本	25	2.45%	18.12%	37	2.62%	20.22%
新加坡	11	1.08%	9.02%	35	2.48%	15.98%
以色列	33	3.24%	28.70%	34	2.40%	18.18%
荷蘭	14	1.37%	15.05%	31	2.19%	22.79%
奧地利	11	1.08%	25.00%	30	2.12%	24.39%
臺灣	21	2.06%	14.19%	28	1.98%	12.67%
瑞典	14	1.37%	29.79%	27	1.91%	31.40%
希臘	23	2.25%	24.21%	21	1.49%	15.79%
澳洲	19	1.86%	16.10%	18	1.27%	10.11%
芬蘭	13	1.27%	24.53%	18	1.27%	33.96%
比利時	10	0.98%	17.54%	18	1.27%	20.00%
其他國家	61	5.98%	31.93%	108	7.64%	30.75%

- 註：1. 表格依 2007-2011 年之產學合著論文數排序
 2. 百分比指各國產學合著論文佔所有產學合著論文之比例
 3. 灰底標示產學合著率前 3 名之國家

為掌握產學合著論文主要國家的產學合著趨勢，本研究以 2002-2011 年間產學合著論文數前 10 名的國家為對象，繪製各國歷年的產學合著率曲線圖，呈現於圖 4-7。圖中顯示，產學合著論文主要國家的產學合著率多在 20-30% 之間，其中以瑞士的產學合著率最高，義大利的產學合著率最低。瑞士歷年的產學合著率皆在 25% 以上，且 2007 年後，該國的產學合著率快速成長，其中 2005 年雖因大學論文數銳減，使瑞士的產學合著率高達 60%，但即使屏除 2005 年的特殊狀況，瑞士的歷年產學合著率亦為十個國家中整體表現最好的，尤其 2009 年之後，該國產學合著率已大幅領先其他國家，亦領先第二名的美國許多，2011 年瑞士的產學合著率甚至提升至 40% 以上，顯示瑞士的大學與企業越來越趨向產學合著。

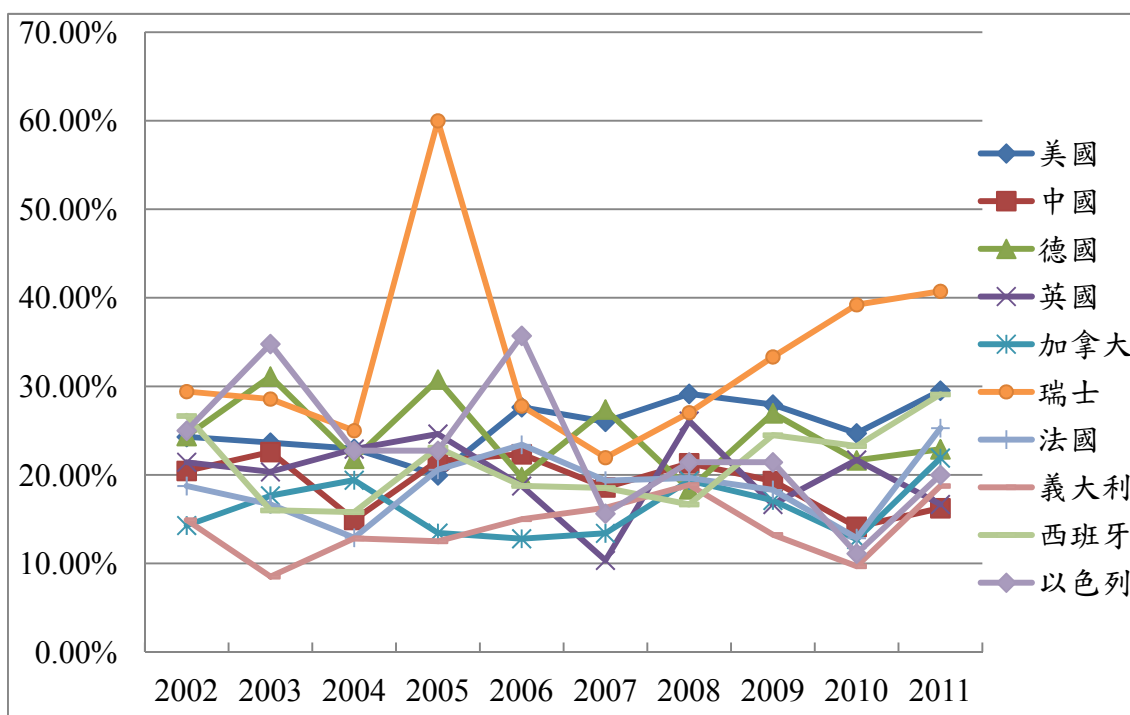


圖 4-7 產學合著論文數前 10 名國家之產學合著率曲線圖

(二) 跨國產學合著率分析

產學合著如同一般合著論文亦可能由不同國家的產學機構共同發表，本研究透過作者所屬國家之統計，分析電腦科學領域的跨國產學合著趨勢。表 4-11 呈現歷年跨國產學合著論文數與平均合著國家數，表中顯示近十年之整體跨國產學合著率為 7.32%，而歷年之跨國產學合著率以 2011 年的 9.74% 為最高；其次為 2008

年，跨國產學合著率為 8.79%；跨國產學合著率最低則為 2004 年的 5.31%。圖 4-8 為歷年跨國產學合著率曲線圖，圖中顯示跨國產學合著率有增加的趨勢，大體而言，2002-2007 年的跨國產學合著率介於 5-7%，而近四年(2008-2011)多維持在 7-9% 之間，略高於前半段的跨國產學合著率。在平均合著國家數方面，數據指出，產學合著的平均國家數由 2002 年的 2.13 個增加至 2011 年的 2.33 個，顯示有越來越多的國家共同參與產學合著論文的發表。

表 4-11 歷年跨國產學合著論文數與平均合著國家數

年代	跨國產學合著 論文數	跨國產學 合著率	平均合著國家數
2002	63	6.53%	2.13
2003	68	6.24%	2.31
2004	55	5.31%	2.16
2005	73	6.38%	2.14
2006	84	6.79%	2.29
2007	85	6.53%	2.21
2008	124	8.79%	2.26
2009	126	8.17%	2.26
2010	102	7.04%	2.40
2011	150	9.74%	2.33
總計	930	7.32%	2.26

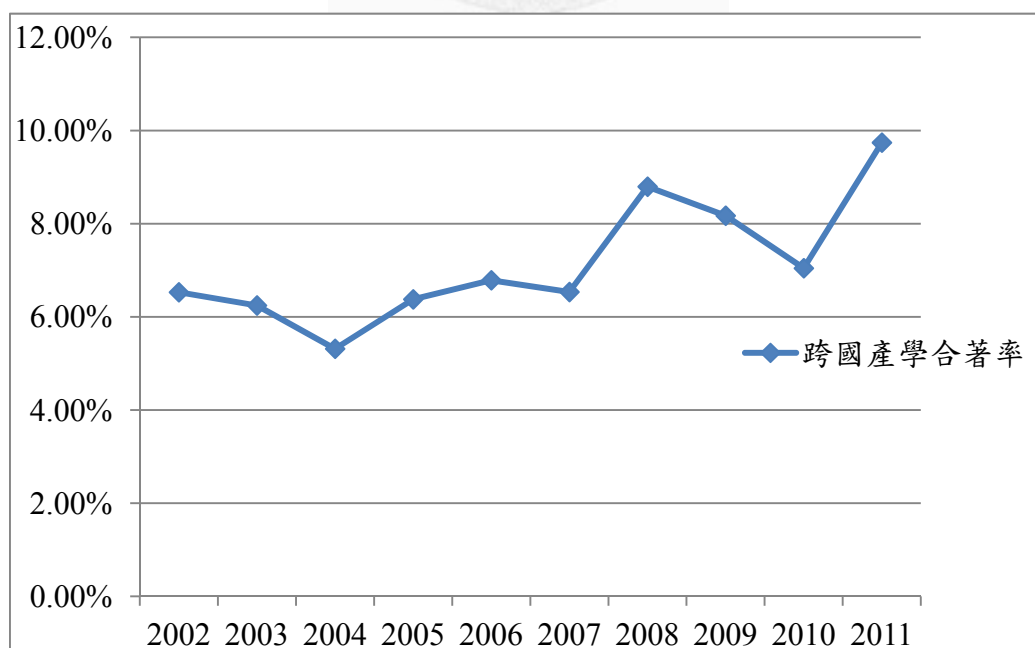


圖 4-8 歷年跨國產學合著率曲線圖

各國偏好的產學合著模式不盡相同，有些國家以跨國產學合著為主，也有些國家傾向與國內的機構進行合作，本研究以 5 年為一個年代區間，計算各國的跨國產學合著論文率及佔該國產學合著論文的比例，呈現於表 4-12。表 4-12 列出跨國產學合著論文數前 20 名的國家，與跨國產學合著論文佔該國產學合著論文的比例。研究結果顯示，在跨國產學合著論文數方面，兩個年代區間皆由美國、中國、德國分居第一、二、三名，且除澳洲外，各國的跨國產學合著論文數均有所成長。在跨國產學合著率方面，2002-2006 與 2007-2011 兩個年代區間中，跨國產學合著率最高的國家皆為瑞士，該國的跨國產學合著率由 27.72% 上升至 30.09%；排名第二的國家皆為印度，該國的跨國產學合著率由 23.53% 上升至 29.59%；而瑞典則為跨國產學合著率成長最多的國家，該國的跨國產學合著率由 12.77% 上升至 25.58%。整體而言，多數國家的跨國產學合著率均呈現上升趨勢，顯示各國的跨國產學合著情形越來越普遍。

此外，表 4-12 亦呈現跨國產學合著論文數佔各國產學合著論文的比例，研究結果顯示，2002-2006 年間，跨國產學合著論文佔產學合著論文比例最高的國家為澳洲，其比例為 89.47%；排名第二的國家為荷蘭，該國的跨國產學合著論文佔產學合著論文的 85.71%。2007-2011 年間，跨國產學合著論文佔產學合著論文比例最高的國家為希臘，該國所有產學合著論文皆為跨國合著的成果；排名第二的為奧地利，跨國產學合著論文佔該國產學合著論文的 96.67%。比較兩個年代區間，跨國產學合著論文佔各國產學合著論文的比例顯示，除荷蘭、澳洲、南韓與臺灣外，大體而言，跨國產學合著論文佔各國產學合著論文的比例均呈現增加趨勢，且 2007-2011 年間，跨國產學合著論文數前 20 名的國家中，除美國之外，其餘國家的跨國產學合著論文佔產學合著論文的比例皆在 50% 以上，顯示多數國家以跨國產學合著為主，且比例呈現增加趨勢。

表 4-12 跨國產學合著論文數前 20 名之國家

國家	2002-2006			2007-2011		
	跨國產學合著論文數	跨國產學合著率	佔產學合著論文比例	跨國產學合著論文數	跨國產學合著率	佔產學合著論文比例
美國	263	7.88%	33.17%	422	11.38%	41.45%
中國	47	12.91%	62.67%	104	11.03%	63.03%
德國	48	17.52%	70.59%	88	18.11%	77.88%
加拿大	37	11.53%	75.51%	73	13.96%	82.95%
英國	52	17.81%	82.54%	70	15.22%	83.33%
瑞士	28	27.72%	84.85%	68	30.09%	89.47%
法國	27	15.00%	79.41%	54	17.14%	88.52%
西班牙	15	12.93%	68.18%	42	19.44%	84.00%
義大利	20	9.05%	71.43%	37	12.09%	78.72%
以色列	27	23.48%	81.82%	31	16.58%	91.18%
新加坡	5	4.10%	45.45%	31	14.16%	88.57%
印度	12	23.53%	70.59%	29	29.59%	76.32%
奧地利	7	15.91%	63.64%	29	23.58%	96.67%
荷蘭	12	12.90%	85.71%	26	19.12%	83.87%
南韓	17	19.10%	80.95%	24	12.44%	58.54%
瑞典	6	12.77%	42.86%	22	25.58%	81.48%
希臘	19	20.00%	82.61%	21	15.79%	100.00%
日本	14	10.14%	56.00%	20	10.93%	54.05%
澳洲	17	14.41%	89.47%	15	8.43%	83.33%
臺灣	14	9.46%	66.67%	15	6.79%	53.57%
比利時	8	14.04%	80.00%	15	16.67%	83.33%
芬蘭	9	16.98%	69.23%	14	26.42%	77.78%
其他國家	46	30.28%	87.88%	97	29.02%	94.09%

註：1. 表格依 2007-2011 年之跨國產學合著論文數排序

2. 灰底標示跨國產學合著率與佔產學合著論文比例前 3 名之國家

(三) 跨國產學合著組合分析

2002-2011 年間，電腦科學領域共有 930 篇跨國產學合著論文，為了解國家間的產學合著情形，本研究針對這些跨國產學合著論文，將作者所屬國家依照大學

所屬國家與企業所屬國家之原則，進行產學合著國家組合配對，分析結果呈現於表 4-13。表 4-13 列出產學合著論文數前 20 名之產學合著國家組合，表中顯示產出產學合著論文數最多的國家組合為「美國 & 中國」，佔所有跨國產學合著論文的 12.26%；其次為「美國 & 德國」，佔 7.31%，「美國 & 英國」以 7.20%排名第三。值得注意的是，前 20 個國家組合中，除第 19 名為「德國 & 瑞士」外，其餘 19 個產學合著國家組合，美國均參與其中，且相較於「德國 & 瑞士」產出之產學合著論文佔所有跨國產學合著論文比例僅 1.61%，美國與各國產出之產學合著論文佔所有跨國產學合著論文的比例相對之下較高，由此可知，在國家間的產學合著關係中，美國扮演最為關鍵性的角色。

對照表 4-12 所呈現的各國跨國產學合著論文數可發現，中國的 151 篇跨國產學合著論文中，與美國合著的有 114 篇，佔了 75.50%；德國與美國合著的產學合著論文佔德國跨國產學合著論文的 50%；英國與美國合著的產學合著論文則佔英國跨國產學合著論文的 54.92%。整體而言，各國與美國產出的產學合著論文佔該國跨國產學合著論文的比例，多在 50%以上；而美國與各國產出的產學合著論文佔該國跨國產學合著論文的比例卻不高，顯示美國為多數國家最重要的產學合著對象，但美國的產學合著對象則十分多元。

表 4-13 產學合著論文數前 20 名的國家組合

排名	國家組合 (佔該國跨國產學合著論文比例)		產學合著 論文數	佔所有跨國產學 合著論文比例
1	美國(16.64%)	中國(75.50%)	114	12.26%
2	美國(9.93%)	德國(50.00%)	68	7.31%
3	美國(9.78%)	英國(54.92%)	67	7.20%
4	美國(9.64%)	加拿大(60.00%)	66	7.10%
5	美國(8.91%)	瑞士(63.54%)	61	6.56%
6	美國(7.15%)	以色列(84.48%)	49	5.27%
7	美國(5.84%)	法國(49.38%)	40	4.30%
8	美國(4.38%)	南韓(73.17%)	30	3.23%
9	美國(4.09%)	西班牙(49.12%)	28	3.01%
10	美國(3.94%)	義大利(47.37%)	27	2.90%
11	美國(3.80%)	印度(63.41%)	26	2.80%
12	美國(2.77%)	澳洲(59.38%)	19	2.04%
13	美國(2.77%)	臺灣(65.52%)	19	2.04%
14	美國(2.77%)	日本(55.88%)	19	2.04%
15	美國(2.48%)	希臘(42.50%)	17	1.83%
16	美國(2.34%)	荷蘭(42.11%)	16	1.72%
17	美國(2.34%)	新加坡(44.44%)	16	1.72%
18	美國(2.34%)	瑞典(57.14%)	16	1.72%
19	德國(11.03%)	瑞士(15.63%)	15	1.61%
20	美國(1.90%)	芬蘭(56.52%)	13	1.40%

透過表 4-13 可得知多數國家與美國均具有產學合著關係，且產出之產學合著論文佔所有跨國產學合著論文的比例相對較高，為進一步了解除美國之外，各國是否有其他的產學合著對象，本研究將美國自國家組合中排除，統計其他國家間的產學合著論文數，並將論文數前十名的國家組合呈現於表 4-14。表 4-14 所列出的 10 組國家組合，多為歐洲國家，且這些具有產學合著關係的國家組合，在地理位置上多半較為接近，如德國與瑞士、英國與德國、法國與西班牙等，顯示除國

家科學發展程度與國力強弱外，地理位置亦影響產學合著對象的選擇。

表 4-14 產學合著論文數前 10 名的國家組合(不含美國)

排名	國家組合 (佔該國跨國產學合著論文比例)		產學合著 論文數	佔所有跨國產學 合著論文比例
1	德國(11.03%)	瑞士(15.63%)	15	1.61%
2	英國(9.02%)	德國(8.09%)	11	1.18%
3	英國(6.56%)	西班牙(14.04%)	8	0.86%
4	法國(9.88%)	西班牙(14.04%)	8	0.86%
5	德國(5.88%)	希臘(20.00%)	8	0.86%
6	德國(5.88%)	西班牙(14.04%)	8	0.86%
7	加拿大(6.36%)	英國(5.74%)	7	0.75%
8	加拿大(6.36%)	法國(8.64%)	7	0.75%
9	加拿大(6.36%)	德國(5.15%)	7	0.75%
10	英國(5.74%)	法國(8.64%)	7	0.75%
10	法國(8.64%)	希臘(17.50%)	7	0.75%
10	德國(5.15%)	奧地利(19.44%)	7	0.75%
10	德國(5.15%)	瑞典(25.00%)	7	0.75%

(四) 跨國產學合著網絡分析

由前述跨國產學合著論文的平均國家數可得知，一篇產學合著論文的作者可能來自兩個以上的國家，然僅透過表 4-13 與 4-14 的產學合著國家組合分析，無法體現多個國家間的產學合著關係，亦無法掌握各個國家於整體產學合著網絡中的影響力與重要性，故本研究使用 UCINET 軟體以五年為一個區間繪製跨國產學合著網絡，並透過密度、程度中心性、中介中心性與接近中心性等社會網絡分析測量值之計算，掌握產學合著的核心國家。

圖 4-9 為 2002-2006 年的跨國產學合著網絡，網絡密度為 0.485，圖中的各個節點代表國家，節點大小代表產學合著論文篇數的多寡，節點越大表示該國發表的產學合著論文越多，而節點間的連線則代表國家間具有產學合著關係，連線之粗細代表兩兩國家間產學合著的次數，線條越粗表示彼此產學合著越頻繁。圖中顯示 2002-2006 年的跨國產學合著網絡是以美國為核心的網絡結構，在 42 個國家

中，美國為最大的節點，且與幾乎與各國均曾發表產學合著論文，其中尤以中國、德國、英國、加拿大、以色列與美國維持較密切的產學合著關係。中國、英國、德國亦為跨國產學合著較為頻繁的國家，其節點大小僅次於美國，然觀察上述國家的產學合著對象顯示，這些國家的合著對象除美國外，多以鄰近國家為主，如中國與南韓、臺灣、日本、新加坡皆具有產學合著關係，而英國、法國、德國、西班牙等歐洲國家的產學合著亦較為頻繁。

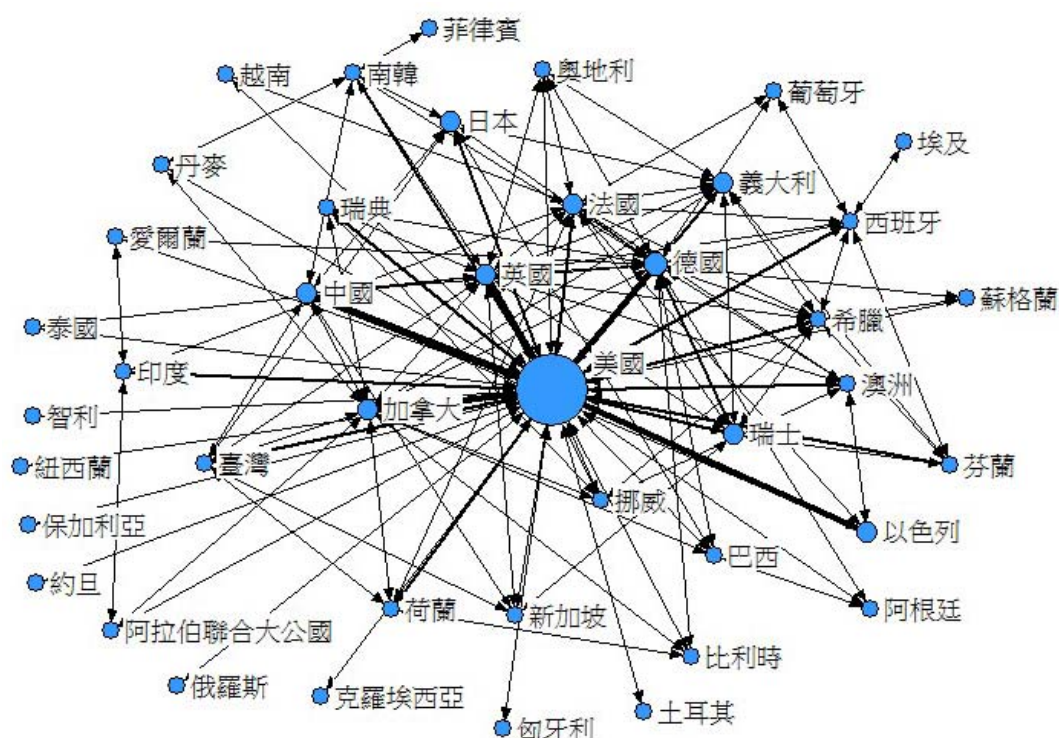


圖 4-9 2002-2006 年跨國產學合著網絡圖

程度中心性於國家產學合著分析之應用，旨在測量某個國家的合著夥伴數量，擁有越多合著夥伴的國家，程度中心性越高，亦代表其位於網絡的中心位置，從而擁有較多與他國接觸的管道與機會。中介中心性旨在測量特定國家控制訊息傳遞、媒合國家間產學合著活動的能力，中介中心性越高者，其影響力越大。接近中心性旨在測量特定國家與其他國家直接接觸的能力，接近中心性越高者較能直接與其他國家建立產學合著關係，而無須透過中介者媒合。表 4-15 列出 2002-2006 年中心性前 20 名的國家及其中心性測量值，數據顯示美國的程度中心性、中介中心性、接近中心性的排名均為第一，顯示美國為產學合著網絡中的核心國家且具

有高度影響力；中國、瑞士與以色列三國，其程度中心性與中介中心性、接近中心性的排名差距較大，顯示中國、瑞士與以色列雖擁有較多產學合著對象，但不具有媒合產學合著活動與自主選擇合著對象的能力；南韓與西班牙則具有資訊掌控的能力，但產學合著對象並不多且選擇合著對象的自主能力不足。

表 4-15 2002-2006 年中心性前 20 名之國家

國家	程度中心性		中介中心性		接近中心性	
	排名	中心性	排名	中心性	排名	中心性
美國	1	290	1	523.17	1	93.18
英國	2	61	5	39.91	3	63.08
德國	3	58	2	71.47	2	65.08
中國	4	45	9	6.64	7	55.41
加拿大	5	42	7	20.82	5	57.75
法國	6	34	6	34.50	4	59.42
瑞士	7	30	12	2.75	11	53.95
以色列	8	27	21	0.50	23	51.25
希臘	9	23	8	7.07	6	56.16
義大利	9	23	10	4.87	8	54.67
西班牙	11	20	3	46.70	8	54.67
南韓	12	19	4	41.87	10	53.95
臺灣	13	15	13	2.50	15	52.56
日本	14	14	11	3.68	12	53.95
澳洲	14	14	14	1.57	14	52.56
荷蘭	16	13	16	1.30	16	51.90
瑞典	17	12	26	0.24	16	51.90
印度	17	12	15	1.53	24	51.25
芬蘭	19	11	19	0.73	13	52.56
比利時	20	8	25	0.25	22	51.25
奧地利	21	7	27	0.13	18	51.90
挪威	21	7	17	1.15	18	51.90
新加坡	21	7	20	0.58	21	51.25
巴西	24	6	18	0.83	18	51.90

註：表格依程度中心性排序

圖 4-10 為 2007-2011 年跨國產學合著網絡，與 2002-2006 年的跨國產學合著網絡相較，網絡中的節點數由 42 個增加至 53 個，而網絡密度亦從 0.485 增至 0.574，

顯示參與產學合著的國家數增多且國家間的互動越發頻繁，然與 2002-2006 年跨國產學合著網絡相同的是，美國仍為產學合著網絡的中心，在 53 個國家中，美國為最大的節點，且與美國產生合著關係的國家越來越多，除中國、德國、英國、加拿大、以色列仍與美國維持密切的產學合著關係外，瑞士、法國、南韓、印度、西班牙與美國的產學合著亦越來越頻繁。其它產學合著較為頻繁的國家仍以中國、英國、德國為主，其節點大小僅次於美國，然觀察上述國家的產學合著對象數量顯示，這些國家在合著對象的選擇上更為多元，除鄰近國家外，亦開發了新的合作對象，如德國與印度，中國與德國，英國與日本皆為新的合著組合。此外，與 2002-2006 年的跨國產學合著網絡相較，網絡外圍的小節點數增加，如賽普勒斯、塞爾維亞、斯里蘭卡、科威特等國，這些國家多僅有一篇產學合著論文產出，且其合著對象為產學合著的主要國家，顯示 2007-2011 年間產學合著國家數的增加，源自於美國、中國、英國、德國等主要產學合著國家合著對象的多元化。

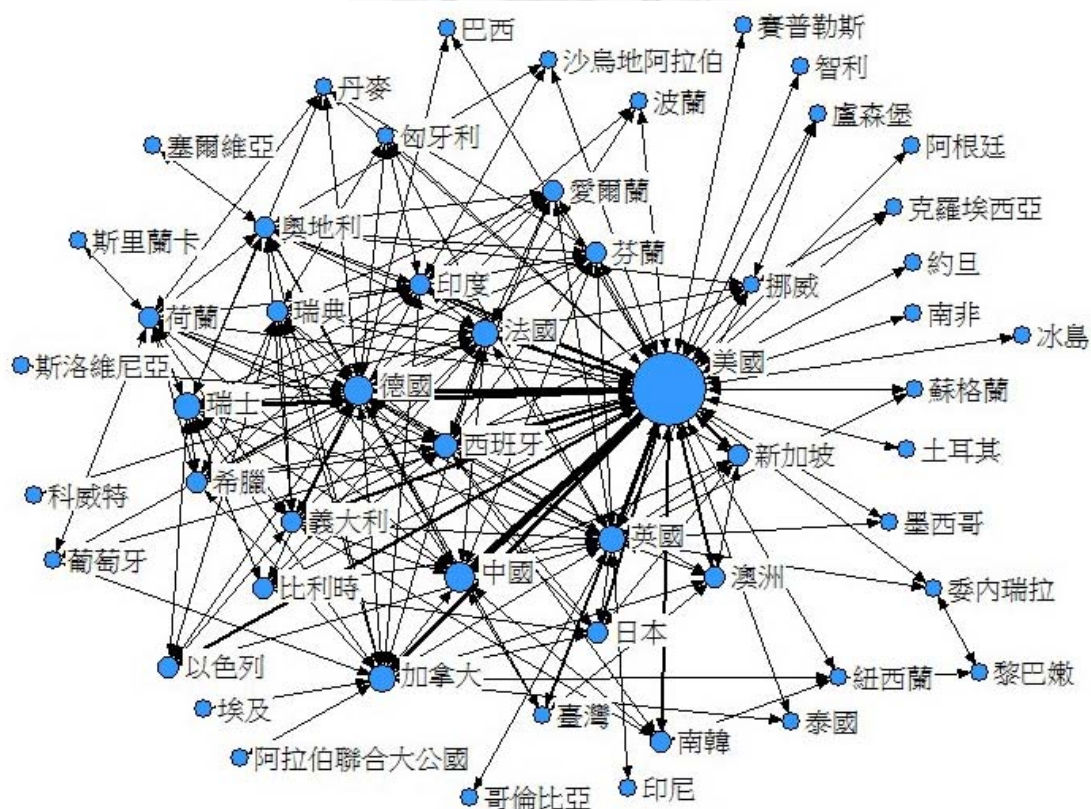


圖 4-10 2007-2011 年跨國產學合著網絡圖

表 4-16 列出 2007-2011 年中心性前 20 名的國家及其中心性測量值，數據顯示

美國的程度中心性、中介中心性、接近中心性的排名仍為第一，顯示美國為近十年產學合著網絡中的核心國家且具有高度影響力；比較各國兩個年代區間的中心性測量值排名發現，荷蘭、印度、奧地利、紐西蘭、委內瑞拉等國在程度中心性、中介中心性、接近中心性的排名均有長足進步，顯示上述國家於產學合著網絡中的影響力逐漸增加，而希臘、日本的三種中心性排名與西班牙的中介中心性排名則大幅下滑，顯示上述國家的影響力逐漸減弱。

表 4-16 2007-2011 年中心性前 20 名之國家

國家	程度中心性		中介中心性		接近中心性	
	排名	中心性	排名	中心性	排名	中心性
美國	1	513	1	704.16	1	85.25
德國	2	125	3	162.45	2	65.00
中國	3	112	11	15.57	9	55.32
英國	4	86	2	165.66	3	62.65
加拿大	5	75	4	134.15	4	59.09
法國	6	72	10	19.76	5	57.78
瑞士	6	72	13	13.82	5	57.78
西班牙	8	52	12	14.17	9	55.32
義大利	9	43	14	9.84	9	55.32
荷蘭	10	36	6	61.62	7	55.91
以色列	11	34	28	0.40	20	50.49
印度	12	33	9	21.04	12	54.74
奧地利	13	31	5	64.58	7	55.91
新加坡	14	29	23	2.09	24	49.52
瑞典	15	26	15	8.55	12	54.17
希臘	15	26	21	2.19	14	52.53
南韓	17	23	20	2.21	27	48.60
日本	18	20	19	2.70	16	52.00
澳洲	19	17	18	3.18	19	51.49
芬蘭	20	16	17	3.83	15	52.53
愛爾蘭	20	16	22	2.12	16	52.00
比利時	20	16	24	1.06	16	52.00
挪威	23	14	16	8.35	20	50.49
紐西蘭	28	5	7	26.08	26	49.06
委內瑞拉	34	3	8	24.92	27	48.60

註：表格依程度中心性排序

二、機構層次分析

(一) 機構產學合著論文數分析

由前述數據顯示產學合著論文數逐年增加，且參與合著的國家數與產學機構數越來越多，然以上數據未能完全體現學術界與產業界參與產學合著的狀況，故本研究亦以機構層次進行產學合著之分析。首先，本研究統計歷年來發表至少一篇產學合著論文的大學與企業個數，呈現於圖 4-11，研究結果顯示，參與產學合著的大學數量逐年增加，其中以 2005 年的 165 所大學為最低，最多的為 2010 年，共有 240 所大學發表至少一篇產學合著論文；在企業數的部分，參與產學合著的企業數量變化不大，以 2002 與 2009 年的 147 家企業為最高，2004 年的 121 家企業為最低，整體而言，企業數介於 120-150 之間。值得注意的是，比較歷年曾發表產學合著論文的大學與企業數量顯示，大學的數量逐年增加，企業數則略減，在產學合著論文數增加的情況下，可推測產學合著論文之作者可能集中在特定企業，且這些企業採取同時多家大學進行產學合作的策略。

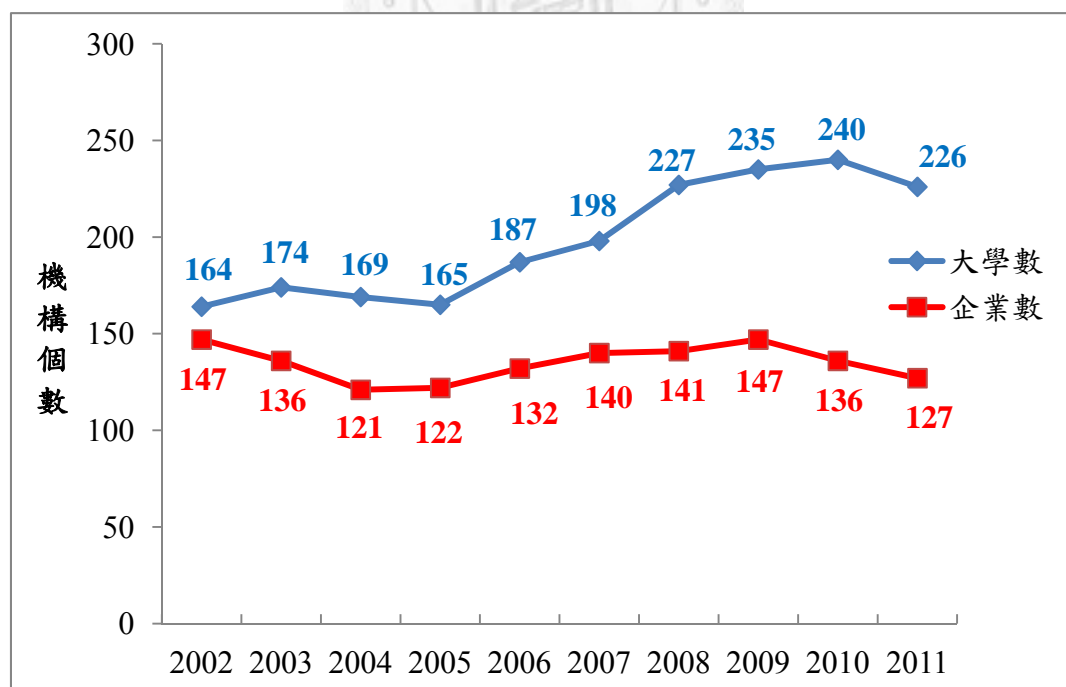


圖 4-11 產學合著之大學與企業個數曲線圖

表 4-17 列出產學合著論文數前 20 名之機構，研究結果顯示前 20 名的機構中，企業佔了 8 間，大學則有 12 所，以大學佔多數，但值得注意的是，前 3 名的機構均為大型跨國企業，分別是 Microsoft Corp.、IBM 和 Intel。Microsoft Corp. 的產學合著論文數為 369 篇，佔所有產學合著論文的 15.16%；IBM 為 225 篇，佔所有產學合著論文的 9.24%，Intel 為 147 篇，佔所有產學合著論文的 6.04%。在大學部分，排名第一為 Stanford University，產學合著論文數有 114 篇，佔所有產學合著論文的 4.68%；其次為 MIT，產學合著論文數有 94 篇，佔 3.86%。從各個機構的產學合著論文佔有率來看，除排名第一的 Microsoft Corp. 達到 15% 以上的比例外，其餘機構的佔有率皆不到 10%，且第五名之後的機構其產學合著論文佔有率十分接近，顯示發表產學合著論文的機構十分分散，2002-2011 年間，共有 1,552 個大學與企業發表至少一篇產學合著論文。此外，比較前 20 名機構中大學與企業的產學合著論文佔有率亦顯示，相較於大學，產業界參與產學合著的機構集中在特定企業，故其產學合著論文佔有率較高，此與前述參與產學合著之大學數多於企業數的情形相呼應。

表 4-17 同時列出各機構的產學合著率，即產學合著論文佔機構論文總數的比例，研究結果顯示，產學合著率最高的前三名機構均為企業，第一名為 Adobe Systems Inc.，該企業的論文產出中有 95% 屬於產學合作的結果；Microsoft Corp. 排名第二，其產學合著率為 77.52%；排名第三的為 Intel，其產學合著率為 75.77%。大學部分則以 University of Washington- Seattle 的 47.65% 排名第一；Tsinghua University 排名第二，其產學合著率為 46.53%；上述機構均以產學合著為機構論文產出的主要方式。整體來看，前 20 名的機構中，大學的產學合著率介於 21-48%，而企業的產學合著率則介於 63-95%，顯示產學合著的主要機構中，企業的產學合著率高於大學。

表 4-17 產學合著論文數前 20 名之機構

排名	機構名稱	產學合著 論文數	百分比	產學 合著率	機構類型
1	Microsoft Corp.	369	15.16%	77.52%	企業
2	IBM	225	9.24%	63.56%	企業
3	Intel	147	6.04%	75.77%	企業
4	Stanford University	114	4.68%	39.45%	大學
5	MIT	94	3.86%	32.75%	大學
6	Alcatel-Lucent	81	3.33%	63.28%	企業
7	University of California- Berkeley	76	3.12%	30.40%	大學
8	University of Washington- Seattle	71	2.92%	47.65%	大學
9	AT&T	69	2.83%	64.49%	企業
10	University of Illinois- Urbana-Champaign	66	2.71%	34.20%	大學
11	Hewlett-Packard Company	64	2.63%	64.65%	企業
12	Carnegie Mellon University	57	2.34%	25.68%	大學
13	Adobe Systems Inc.	57	2.34%	95.00%	企業
14	Google	56	2.30%	70.00%	企業
15	Georgia Institute of Technology	54	2.22%	21.60%	大學
16	The University of Texas- Austin	53	2.18%	28.65%	大學
17	University of Maryland- College Park	51	2.10%	26.02%	大學
18	Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	49	2.01%	30.06%	大學
19	The Hong Kong University of Science and Technology	49	2.01%	28.00%	大學
20	Tsinghua University	47	1.93%	46.53%	大學

註：1. 百分比指各機構產學合著論文佔所有產學合著論文之比例

2. 灰底標示產學合著率前 3 名之機構

(二) 大學與企業產學合著趨勢之比較

大學以傳播學術理論、擴展學術研究深度為宗旨，故學術研究與論文發表為大學研究人員主要從事的工作之一，相較之下，企業以開發具市場價值的技術與產品為主要目的，上述大學與企業組織文化與目標宗旨的差異，皆可能影響其參與產學合作的意願與程度，故本研究藉由統計產學合著論文分佔大學與企業論文數的比例，即透過產學雙方產學合著率之比較，以了解學術界與產業界對產學合作研究的重視與參與程度。表 4-18 呈現大學與企業的產學合著率，研究結果顯示，2002-2011 年間，大學的平均產學合著率為 21.34%，其中以 2010 年的產學合著率

最低(19.20%)，2002 年的產學合著率最高(23.68%)。相較之下，企業的平均產學合著率為 72.64%，其中以 2002 年的產學合著率最低(57.32%)，2006 年的產學合著率最高(80.00%)。圖 4-12 為歷年大學與企業產學合著率曲線圖，圖中顯示，大學的產學合著率歷年並無太大變動，但企業則越來越著重產學合著之參與，其產學合著率逐年增加，由 2002 年的 57.32%上升至 2011 年的 75.69%。

值得注意的是，企業產學合著率的成長，除意味著企業越來越仰賴產學合著的方式產出學術論文，亦代表產業界自行進行學術研發或學術研究的比例越來越低，2002 年產業界自行進行學術研發的比例尚有 42.68%，2011 年降至 24.31%；從另一個角度解釋，則象徵電腦科學領域越來越仰賴大學產出知識，大學對電腦科學領域知識產出的重要性亦隨之提升。

表 4-18 大學與企業之產學合著率比較

年代	論文數	大學的產學合著率	企業的產學合著率
2002	188	23.68%	57.32%
2003	206	21.96%	61.86%
2004	195	21.89%	66.33%
2005	200	20.00%	63.49%
2006	231	20.81%	72.41%
2007	242	20.12%	75.16%
2008	304	23.17%	80.00%
2009	310	21.89%	76.92%
2010	256	19.20%	74.20%
2011	302	21.42%	75.69%
總計	2,434	21.34%	72.64%

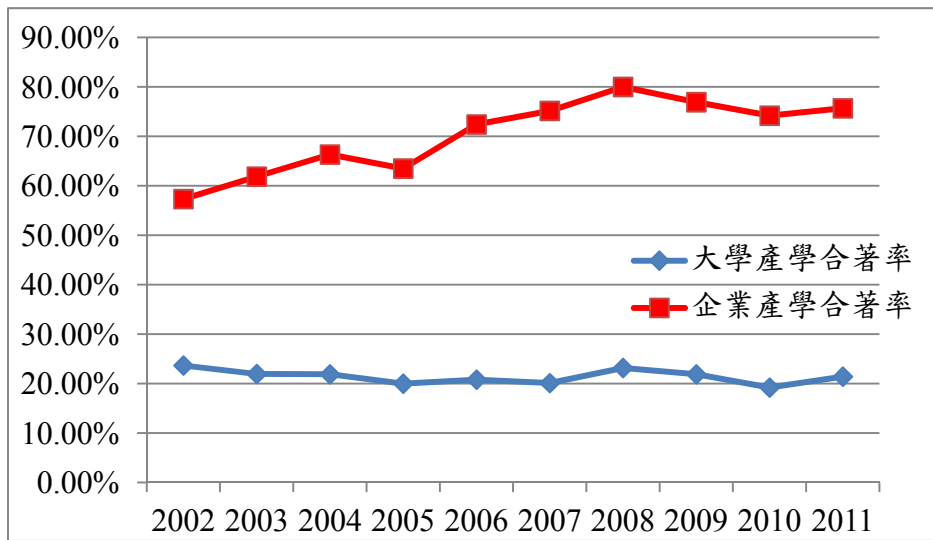


圖 4-12 歷年大學與企業產學合著率曲線圖

為進一步了解大學與企業產學合著情形之異同，本研究針對 2002-2011 年間，電腦科學領域論文數前 20 名的機構，分析產學合著論文佔機構論文總數的比例，即計算各機構的產學合著率，呈現於表 4-19。研究結果顯示，論文數前 20 名的機構中，產學合著率最高的前 3 名皆為大型跨國企業，第一名為 Microsoft Corp.，其產學合著率為 77.52%；第二名為 Intel，其產學合著率為 75.77%；IBM 則以 63.56% 排名第三。在大學部分，第一名為 University of Washington- Seattle，其產學合著率為 47.65%；第二名則為 Stanford University，其產學合著率為 39.45%。整體來看，企業之產學合著率高於大學，與表 4-18 與圖 4-12 的研究結果相符。

此外，比較各機構的論文產量與其產學合著情形顯示，多數論文數排名前 20 的機構，其產學合著論文數亦在前 20 名之內。在企業部份，產學合著率前三名的 Microsoft Corp.、Intel 與 IBM，不僅為論文數前 20 名機構中少數入榜的企業，其亦為電腦科學領域產學合著論文數最多的三家機構，其中 Microsoft Corp. 的論文總數與產學合著論文數均排名第一，其產學合著率亦為 20 個機構中最高的；而 IBM 的論文數與產學合著率排名則分佔第二、三名。Microsoft Corp. 與 IBM 等企業之論文數可超越大學，顯見產學合著對企業論文產量具有正面影響，且論文數越多的企業，其產學合著的次數越頻繁。

在大學方面，論文數前 20 名的機構中，大學佔了 17 所，其中除 University of

California- Davis、University of Southern California、National University of Singapore、The Chinese University of Hong Kong、Nanyang Technological University 等五所大學外，其餘 12 所大學的產學合著論文數皆在前 20 名。觀察各大學的論文數排名與其產學合著率指出，論文產量排名第三的 Stanford University，其產學合著率排名第七(於 12 所大學中排名第二)；論文產量排名第四的 MIT，其產學合著率則排名第五(於 12 所大學中排名第三)，上述論文產量最多的大學，其產學合著率亦為 12 所大學中的前三名。

此外，觀察產學合著率低於大學平均產學合著率(21.34%)的五所大學可發現，產學合著率低的大學，其論文數排名亦不高，如 University of Southern California(整體論文數排名第 18)、Purdue University(整體論文數排名第 13)、National University of Singapore(整體論文數排名第 18)、The Chinese University of Hong Kong(整體論文數排名第 14)、Nanyang Technological University(整體論文數排名第 15)等；且整體而言，論文數前 20 名的 12 所大學，其平均產學合著率(26.43%)高於所有大學的平均產學合著率(21.34%)。上述數據顯示，論文總數越多的大學，其產學合著率亦越高，亦即電腦科學領域中學術表現優異的大學，均與產業界維持密切的合作關係。

表 4-19 電腦科學領域論文數前 20 名機構產學合著率之比較

機構名稱	產學合著率	論文數排名	機構類型
Microsoft Corp.	77.52%	1	企業
Intel	75.77%	9	企業
IBM	63.56%	2	企業
University of Washington- Seattle	47.65%	17	大學
Stanford University	39.45%	3	大學
University of Illinois- Urbana-Champaign	34.20%	10	大學
MIT	32.75%	4	大學
University of California- Berkeley	30.40%	5	大學
Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	30.06%	20	大學
The University of Texas- Austin	28.65%	11	大學
The Hong Kong University of Science and Technology	28.00%	12	大學
University of California- Davis	27.45%	16	大學
University of Maryland- College Park	26.02%	8	大學
Carnegie Mellon University	25.68%	7	大學
Georgia Institute of Technology	21.60%	5	大學
University of Southern California	20.28%	18	大學
Purdue University	17.37%	13	大學
National University of Singapore	17.36%	18	大學
The Chinese University of Hong Kong	12.96%	14	大學
Nanyang Technological University	9.49%	15	大學

註：1. 表格依產學合著率排序

2. 灰底標示產學合著論文數未進入前 20 名之機構

為進一步了解機構的整體學術產出與產學合著次數是否具有相關性，本研究以各機構的論文總數與產學合著論文數為變項進行相關分析，並透過相關係數數值之大小反映兩者間關聯性的強弱。由表4-20的檢定結果指出，機構之論文總數與產學合著論文數的Pearson相關係數為0.854， p 值為 .000，顯示機構之論文總數與產學合著論文數呈現高度正相關，亦即論文總數越多的機構，其產學合著論文數亦越多。

表 4-20 論文總數與產學合著論文數之相關性統計檢定

		論文數	產學合著論文數
論文總數	Pearson 相關係數	1	.854**
	顯著性 (雙尾)	--	.000
	個數	2,362	2,362

**在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

(三) 通訊作者/第一作者機構分析

由前述機構產學合著論文數分析可得知，相較於學術界廣泛參與產學合著之情形，產業界對於產學合著的參與，則多半集中在特定企業，但僅由機構論文數無法為了解產學合著之進行是由學術界或企業界所主導，因此本研究利用通訊作者與第一作者多為研究計畫發起人與統籌者的特性，逐篇檢視產學合著論文通訊作者與第一作者之所屬機構，以了解產學合著活動的主導機構為何。

圖 4-13 呈現產學合著論文通訊作者與第一作者所屬機構類型之比例，圖中指出，產學合著論文的通訊作者或第一作者主要為大學研究者，2,434 篇產學合著論文中，有 1,427 篇論文之通訊作者或第一作者為大學研究者，佔所有產學合著論文的 58.63%；比例次高的為企業研究者，共有 783 篇產學合著論文以企業研究者為通訊作者或第一作者，佔所有產學合著論文的 32.17%；以政府機構研究者為通訊作者或第一作者的比例最低，僅佔 1.89%。上述顯示，產學合著活動之進行是由大學所主導，至於多機構研究者擔任通訊作者或第一作者之情形，將於本章第三節討論。

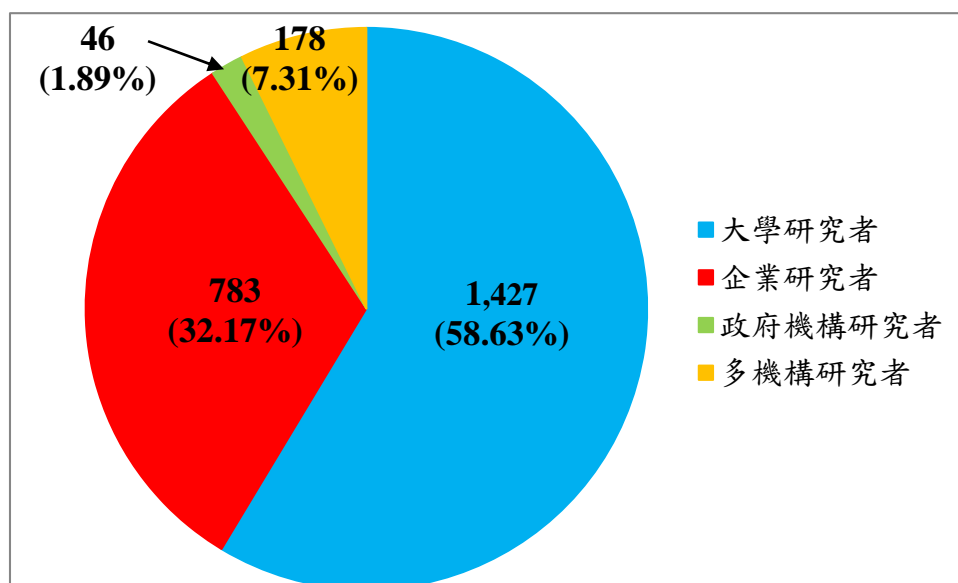


圖 4-13 產學合著論文之通訊作者/第一作者機構類型比例圖

為進一步檢視各機構主導產學合著進行之能力，本研究將產學合著論文之通訊作者/第一作者數前 10 名的大學與企業，分別呈現於表 4-21 與 4-22，並藉由通訊作者/第一作者論文佔各機構產學合著論文數之比例，了解各機構對其產學合著活動之主導性。在大學部分，表 4-21 顯示 Stanford University 為產學合著論文中，通訊作者/第一作者數最多的大學，佔所有產學合著論文的 2.30%；排名第二的為 MIT，佔所有產學合著論文的 1.56%。表 4-21 亦指出，大學研究者於其產學合著論文中擔任通訊作者/第一作者的比例介於 36%-58%，其中尤以 The Hong Kong University of Science and Technology 的比例最高，高達 57.14%，亦即該校近六成的產學合著活動是由學校研究者所主導；對照表 4-17 亦可發現，Stanford University 與 MIT 不僅為產出產學合著論文數最多的大學，其通訊作者/第一作者論文數佔機構產學合著論文的比例，更分別以 49.12%、40.43% 分居第二、三名，顯示兩校不僅與產業界關係密切，在產學合著活動的接洽上亦具有主導性。

表 4-21 產學合著論文之通訊作者/第一作者數前 10 名之大學

排名	大學名稱	產學合著論文之通訊/第一作者論文數	佔所有產學合著論文比例	佔該校產學合著論文比例
1	Stanford University	56	2.30%	49.12%
2	MIT	38	1.56%	40.43%
3	The Hong Kong University of Science and Technology	28	1.15%	57.14%
4	University of California- Berkeley	28	1.15%	36.84%
5	University of Washington- Seattle	27	1.11%	38.03%
6	University of Illinois-Urbana-Champaign	26	1.07%	39.39%
7	The University of Texas- Austin	21	0.86%	39.62%
8	Georgia Institute of Technology	20	0.82%	37.04%
9	Carnegie Mellon University	19	0.78%	33.33%
10	Swiss Federal Institute of Technology-Zurich	19	0.78%	38.78%

註：灰底標示通訊作者/第一作者論文數佔機構產學合著論文比例前 3 名之大學。

在企業部分，表 4-22 顯示 Microsoft Corp. 為產學合著論文中，通訊作者/第一作者數最多的企業，佔所有產學合著論文的 4.72%；排名第二的為 IBM，佔所有產學合著論文的 2.59%。表 4-22 亦指出，企業研究者於其產學合著論文中擔任通訊作者或第一作者的比例介於 24%-52%，其中尤以 Yahoo 的比例最高，高達 52.00%，該公司的產學合著論文數雖不多(排名第 44)，但由通訊作者/第一作者論文數佔產學合著論文的比例來看，該公司半數以上的產學合著活動是在企業員工主導下進行的；Alcatel-Lucent 與 Hewlett-Packard Company 則分別以 37.04%、35.94% 的比例，分居第二、三名。

表 4-22 產學合著論文之通訊作者/第一作者數前 10 名之企業

排名	企業名稱	產學合著論文之通訊/第一作者論文數	佔所有產學合著論文比例	佔該企業產學合著論文比例
1	Microsoft Corp.	115	4.72%	31.17%
2	IBM	63	2.59%	28.00%
3	Intel	43	1.77%	29.25%
4	Alcatel-Lucent	30	1.23%	37.04%
5	Hewlett-Packard Company	23	0.94%	35.94%
6	Google	18	0.74%	32.14%
7	AT&T	17	0.70%	24.64%
8	Yahoo	13	0.53%	52.00%
9	Cisco Systems Inc.	12	0.49%	28.57%
10	Disney	11	0.45%	25.00%

註：灰底標示通訊作者/第一作者論文數佔機構產學合著論文比例前 3 名之企業

比較前 10 名大學與企業的通訊作者/第一作者論文數佔其產學合著論文的比例發現，平均約有 41% 的大學研究者於其產學合著論文中擔任通訊作者或第一作者的角色，企業的平均比例則為 32.37%，大學與企業的比例差距顯示，大學在產學合作研究中扮演主導者的角色。此外從個別機構來看，Stanford University、MIT、Microsoft Corp. 與 IBM 等產學合著論文數前 2 名的大學與企業中，Microsoft Corp. 與 IBM 雖可能因其產學合著論文數較多，連帶提升其產學合著論文之通訊/第一作者論文數，但觀察上述機構通訊作者/第一作者論文佔機構產學合著論文的比例發現，Stanford University(49.12%)、MIT(40.43%)的比例高於 Microsoft Corp.(31.17%) 與 IBM (28.00%)，且在通訊作者/第一作者論文佔機構產學合著論文的排名中，Stanford University 與 MIT 於大學中分居第二、三名，但 Microsoft Corp. 與 IBM 未於 10 家企業中進入前三名，顯示產學合著論文數多的大學，其產學合著活動的主導性亦較強，但企業則非如此，產學合著論文數多的企業，不一定具有較強的主導性。

(四) 主要機構的產學合著對象

為完整掌握產學合著主要機構的合著對象，本研究以產學合著論文數前 5 名的大學與企業為分析標的，統計各機構產學合著論文量前 5 名的合著對象，整理於表 4-23 與表 4-24。在大學部分，表 4-23 指出，Stanford University 合著次數最多的企業為 Industrial Light + Magic，佔該校產學合著論文的 17.54%，其次為 Microsoft Corp.，佔 14.91%；MIT 的主要產學合著對象為 Microsoft Corp.，佔該校產學合著論文的 19.15%，其次為 Mitsubishi Group.，佔 13.83%；University of California-Berkeley 的主要產學合著對象為 Intel 與 Microsoft Corp.，佔該校產學合著論文的 17.11%；University of Washington- Seattle 的主要產學合著對象為 Microsoft Corp.，佔該校產學合著論文的 38.03%，其次為 Adobe Systems Inc.，佔 23.94%；University of Illinois- Urbana-Champaign 的主要產學合著對象為 Microsoft Corp.，佔該校產學合著論文的 25.76%，其次為 Adobe Systems Inc.，佔 16.67%。整體而言，產學合著論文數前 5 名的大學，其主要產學合著對象均為 Microsoft Corp.，顯示產學合著論文的作者主要集中在 Microsoft Corp.。

表 4-23 產學合著論文數前 5 名大學的主要產學合著對象

大學名稱	合著企業	產學合著論文數	佔該校產學合著論文比例
Stanford University	Industrial Light + Magic	20	17.54%
	Microsoft Corp.	17	14.91%
	Intel	15	13.16%
	Google	11	9.65%
	IBM	9	7.89%
MIT	Microsoft Corp.	18	19.15%
	Mitsubishi Group	13	13.83%
	Adobe Systems Inc.	12	12.77%
	IBM	10	10.64%
	Intel	7	7.45%
University of California- Berkeley	Intel	13	17.11%
	Microsoft Corp.	13	17.11%
	Adobe Systems Inc.	12	15.79%
	IBM	6	7.89%
	Hewlett-Packard Company	4	5.26%

大學名稱	合著企業	產學合著 論文數	佔該校產學合 著論文比例
University of Washington- Seattle	Microsoft Corp.	27	38.03%
	Adobe Systems Inc.	17	23.94%
	Intel	8	11.27%
	Google	4	5.63%
	Alias Systems Corp.	2	2.82%
University of Illinois- Urbana-Champaign	Microsoft Corp.	17	25.76%
	IBM	11	16.67%
	Intel	8	12.12%
	AT&T	3	4.55%
	Citrix Systems Inc.	2	3.03%

在企業部分，表 4-24 指出，Microsoft Corp 合著次數最多的大學為 Tsinghua University，佔該企業產學合著論文的 9.49%，其次為 The Hong Kong University of Science and Technology，佔 9.21%；IBM 的主要產學合著對象為 The University of Texas- Austin，佔該企業產學合著論文的 5.33%，其次為 University of Illinois- Urbana-Champaign，佔 4.89%；Intel 的主要產學合著對象為 Stanford University 與 Microsoft Corp，佔該企業產學合著論文的 10.20%，其次為 The University of Texas- Austin 與 University of California- Berkeley，佔 8.84%；Alcatel-Lucent 的主要產學合著對象為 Technion - Israel Institute of Technology，佔該企業產學合著論文的 6.17%；AT&T 的主要產學合著對象為 University of Massachusetts- Amherst，佔該企業產學合著論文的 8.70%。整體而言，企業與其主要產學合著對象產出的論文，佔該企業產學合著論文的比例低，且比例明顯低於大學，顯示企業的產學合著對象較大學多元。

表 4-24 產學合著論文數前 5 名企業的主要產學合著對象

企業名稱	合著大學	產學合著 論文數	佔該企業產學 合著論文比例
Microsoft Corp.	Tsinghua University	35	9.49%
	The Hong Kong University of Science and Technology	34	9.21%
	Zhejiang University	34	9.21%
	University of Washington- Seattle	27	7.32%
	MIT	18	4.88%
IBM	The University of Texas- Austin	12	5.33%
	University of Illinois- Urbana-Champaign	11	4.89%
	MIT	10	4.44%
	Carnegie Mellon University	9	4.00%
	Stanford University	9	4.00%
Intel	Stanford University	15	10.20%
	The University of Texas- Austin	13	8.84%
	University of California- Berkeley	13	8.84%
	Carnegie Mellon University	10	6.80%
	University of Michigan- Ann Arbor	9	6.12%
Alcatel-Lucent	Technion - Israel Institute of Technology	5	6.17%
	Georgia Institute of Technology	4	4.94%
	The Ohio State University- Columbus	4	4.94%
	University of Maryland- College Park	4	4.94%
	Ghent University	3	3.70%
AT&T	University of Massachusetts- Amherst	6	8.70%
	Princeton University	5	7.25%
	Stanford University	5	7.25%
	University of Cambridge	5	7.25%
	MIT	3	4.35%

(五) 機構產學合著組合分析

表 4-25 列出產學合著論文數前 20 名的機構組合，表中顯示前 20 名的機構組合中，Microsoft Corp.佔了 11 個，Intel 和 Adobe Systems Inc.各佔 3 個；在大學部分，Stanford University 與 MIT 為參與合著組合最多的大學，各佔 3 個合著組合。

比較前 20 名機構組合中大學與企業的數量顯示，企業在不同合著組合中反覆出現的比例較高，20 個機構組合中，參與的企業有 7 個，大學則有 14 個，為企業數的兩倍，由此可知，相較於企業，大學的產學合著對象較為固定，而企業則傾向與不同的大學合作。

在合著機構組合的部分，前四名均為 Microsoft Corp. 與不同大學組成的合著組合，值得注意的是，Microsoft Corp. 前 2 名的合作對象均為中國的大學，其中 Microsoft Corp. 與 Tsinghua University 共同發表的論文數最多，共有 35 篇，佔所有產學合著論文的 1.44%，其次為與 The Hong Kong University of Science and Technology 和 Zhejiang University 大學的合著，產出論文 34 篇，佔所有產學合著論文的 1.40%。此外，從各個機構組合產出之產學合著論文數佔所有產學合著論文的比率來看，排名第一的「Microsoft Corp. 與 Tsinghua University」其產學合著論文佔有率僅 1.44%，其他合著組合的產學合著論文佔有率更低，顯示電腦科學領域中，發表產學合著論文的機構組合十分分散，2002-2011 年間，共有 3,027 個機構組合發表至少一篇產學合著論文。

此外，觀察各合著組合的產學合著論文數，佔各機構產學合著論文的比例可發現，Tsinghua University、The Hong Kong University of Science and Technology、Zhejiang University、University of Science and Technology of China 與 The Chinese University of Hong Kong 等大學，主要的產學合著對象皆為 Microsoft Corp.，上述大學與 Microsoft Corp. 產出的合著論文，均佔該校產學合著論文的 50% 以上，其中 University of Science and Technology of China 的所有產學合著論文皆與 Microsoft Corp. 共同發表。在企業部份，Industrial Light + Magic 的主要合著對象為 Stanford University，該企業高達 9 成以上的產學合著論文，是與 Stanford University 共同發表。

值得注意的是，比較不同機構組合中，產學合著論文佔各機構產學合著論文的比率可發現，其佔大學產學合著論文的比率高於企業，如 20 個機構組合中，有五所大學的產學合著論文比例達 50% 以上，相較之下，比例在 50% 以上的企業僅有一家；此外，再比較同一機構組合中，產學合著論文分佔大學與企業產學合著

論文的比例亦可發現，其佔大學產學合著論文的比例高於企業，如 Tsinghua University、The Hong Kong University of Science and Technology、Zhejiang University 與 Microsoft Corp. 的合著論文，均佔該校產學合著論文的 70% 以上，相較之下，Microsoft Corp. 與上述三校合著的論文，佔該企業產學合著論文的比例不到一成，上述研究結果再度驗證前述的研究發現，即大學的產學合著對象較為固定，而企業則傾向與不同的大學合作。

表 4-25 產學合著論文數前 20 名的機構組合

排名	機構組合 (佔機構產學合著論文比例)		產學合著 論文數	佔所有產學合 著論文比例
	大學名稱	企業名稱		
1	Tsinghua University (74.47%)	Microsoft Corp. (9.49%)	35	1.44%
2	The Hong Kong University of Science and Technology (69.39%)	Microsoft Corp. (9.21%)	34	1.40%
2	Zhejiang University (89.47%)	Microsoft Corp. (9.21%)	34	1.40%
4	University of Washington- Seattle (38.03%)	Microsoft Corp. (7.32%)	27	1.11%
5	Stanford University (17.54%)	Industrial Light + Magic (90.91%)	20	0.82%
6	MIT (19.15%)	Microsoft Corp. (4.88%)	18	0.74%
6	University of Science and Technology of China (100.00%)	Microsoft Corp. (4.88%)	18	0.74%
8	Stanford University (14.91%)	Microsoft Corp. (4.61%)	17	0.70%
8	Swiss Federal Institute of Technology- Zurich (34.69%)	Disney (38.64%)	17	0.70%
8	University of Illinois- Urbana-Champaign (25.76%)	Microsoft Corp. (4.61%)	17	0.70%
8	University of Washington- Seattle (23.94%)	Adobe Systems Inc. (29.82%)	17	0.70%

排名	機構組合 (佔機構產學合著論文比例)		產學合著 論文數	佔所有產學合 著論文比例
	大學名稱	企業名稱		
12	Stanford University (13.16%)	Intel (10.20%)	15	0.62%
13	Carnegie Mellon University (24.56%)	Microsoft Corp. (3.79%)	14	0.58%
14	MIT (13.83%)	Mitsubishi Group (8.84%)	13	0.53%
14	The University of Texas- Austin (24.53%)	Intel (8.84%)	13	0.53%
14	University of California- Berkeley (17.11%)	Intel (8.84%)	13	0.53%
14	University of California- Berkeley (17.11%)	Microsoft Corp. (3.52%)	13	0.53%
18	MIT (12.77%)	Adobe Systems Inc. (21.05%)	12	0.49%
18	The Chinese University of Hong Kong (57.14%)	Microsoft Corp. (3.25%)	12	0.49%
18	The University of Texas- Austin (22.64%)	IBM (5.33%)	12	0.49%
18	University of California- Berkeley (15.79%)	Adobe Systems Inc. (21.05%)	12	0.49%

註：灰底標示產學合著論文數佔機構產學合著論文比例超過 50%之機構

(六) 大學與企業產學合著對象之比較

前述產學合著機構組合的研究結果顯示，企業可能傾向與不同的大學進行產學合作，為驗證此一推論，本研究以產學合著論文數前 15 名的大學與企業為分析對象，分別計算各機構的產學合著對象數量及集中度，以了解大學與企業在選擇產學合著對象方面，是否存在差異。本研究使用 HHI 作為產學合著對象集中度的指標，HHI 值介於 0-1 之間，數值越接近 1，表示該機構的產學合著對象集中度越高，亦即該機構有特定的產學合著對象，並與其合作發表多篇產學合著論文。

表 4-26 列出產學合著論文數前 15 名機構的產學合著對象數量及集中度。在產學合著對象數量方面，產學合著對象最多的前兩名機構皆為企業，以 IBM 的產學

合著對象最多，有 185 個；其次為 Microsoft Corp.，有 154 個產學合著對象。大學則以 MIT 的產學合著對象最多，有 52 個；其次為 Stanford University，有 43 個產學合著對象。整體而言，企業的平均產學合著對象數為 65.20 個，大學則為 32.60 個，且比較產學合著對象數最多的企業與企業可發現，IBM 的產學合著對象數為 MIT 的 3 倍之多，顯示企業的產學合著對象數多於大學。

在產學合著對象集中度方面，產學合著對象集中度最高的前兩名機構皆為大學，以 Tsinghua University 的產學合著對象集中度最高，有 0.56；其次為 The Hong Kong University of Science and Technology，其產學合著對象的集中度為 0.49。在企業部分，則以 Disney 的產學合著對象集中度最高，有 0.23；其次為 Adobe Systems Inc.，其產學合著對象的集中度為 0.22。整體而言，大學的平均產學合著對象集中度為 0.17，企業則為 0.09，且多數企業的產學合著對象集中度偏低，顯示相較於企業，大學的產學合著對象較為固定。

比較大學與企業的產學合著對象數與產學合著對象集中度顯示，大學的產學合著對象數低於企業，而產學合著對象集中度則高於企業，以上數據皆可驗證研究者的推論，即大學與企業在產學合著對象的選擇上，大學傾向與特定企業多次進行產學合著，而企業則偏好與不同的大學進行合作。此外，值得注意的是，Stanford University、MIT、Microsoft Corp. 與 IBM 等產學合著論文數前 5 名的機構，其產學合著對象數皆高於同類型機構的平均值，產學合著對象集中度亦低於同類型機構的平均值，顯示產學合著論文數多的機構，其產學合著對象的選擇亦較多元。

表 4-26 產學合著論文數前 15 名機構的產學合著對象數量及集中度

大學	合著對象數	HHI	企業	合著對象數	HHI
Tsinghua University	14	0.56	Disney	27	0.23
The Hong Kong University of Science and Technology	14	0.49	Adobe Systems Inc.	42	0.22
University of Washington- Seattle	27	0.23	Mitsubishi Group	31	0.21
Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	30	0.17	Google	56	0.09
The University of Texas- Austin	31	0.15	Ericsson	29	0.09
Carnegie Mellon University	31	0.13	Nokia	38	0.07
University of Illinois- Urbana-Champaign	32	0.12	Intel	86	0.06
University of California- Berkeley	34	0.10	Siemens AG	41	0.06
Stanford University	43	0.10	AT&T	64	0.06
MIT	52	0.10	NEC Corp.	44	0.06
University of California- San Diego	52	0.09	Microsoft Corp.	154	0.05
University of California- Davis	32	0.09	Hewlett-Packard Company	56	0.05
University of Maryland- College Park	38	0.07	Cisco Systems Inc.	51	0.05
Columbia University	21	0.06	Alcatel-Lucent	74	0.04
Georgia Institute of Technology	38	0.05	IBM	185	0.03
平均	32.60	0.17	平均	65.20	0.09

註：1. 表格依 HHI 排序

2. 灰底標示產學合著對象數量前 2 名的大學與企業

(七) 產學合著機構之國家分析

本研究結果顯示，發表產學合著論文的企業以大型跨國企業為主，為了解這些企業是否就近選擇產學合著對象，本研究以 Microsoft Corp. 與五所中國及香港大學合著的產學合著論文為例，分析合著之大學與企業所位處的國家。

表 4-25 顯示，Tsinghua University、The Hong Kong University of Science and Technology、Zhejiang University、University of Science and Technology of China、The

Chinese University of Hong Kong 等校之主要產學合著對象皆為 Microsoft Corp.，且上述 5 組機構組合，為產學合著論文數前 20 名的機構組合中，大學與企業所屬國籍不同者；然而 Microsoft Corp. 為一大型跨國企業，於世界多國均設有海外分公司，為了解與上述大學合著之 Microsoft Corp.，是否為其在中國設立的海外分公司，本研究針對上述五所大學與 Microsoft Corp. 的合著論文，分析比對作者機構所位處的國家，據以統計 Microsoft Corp. 中國海外分公司與上述大學合著的論文數，及其佔各校與 Microsoft Corp. 所有合著論文數之比例。

表 4-27 指出，Tsinghua University、The Hong Kong University of Science and Technology、Zhejiang University、University of Science and Technology of China、The Chinese University of Hong Kong 等五所大學的主要合著對象，是位於中國北京的 Microsoft Research Asia，其中 Zhejiang University、University of Science and Technology of China 與 Microsoft Corp. 產出的產學合著論文，皆是與 Microsoft Research Asia 合作發表，顯示大型跨國企業會選擇由海外子公司與當地大學進行合著。

表 4-27 Microsoft Corp. 與中國及香港大學之產學合著論文分析

大學	產學合著 論文數	百分比
Zhejiang University	34	100.00%
Tsinghua University	28	80.00%
The Hong Kong University of Science and Technology	22	64.71%
University of Science and Technology of China	18	100.00%
The Chinese University of Hong Kong	8	66.67%

註：1. 產學合著論文數為 Microsoft Corp. 中國海外分公司與上述大學合著的論文數

2. 百分比為上述大學與 Microsoft Corp. 中國海外分公司的合著論文，佔該校與 Microsoft Corp. 所有合著論文數之比例

(八) 機構產學合著網絡分析

為掌握產學間的合著關係，及各機構於整體產學合著網絡中的影響力與重要性，本研究使用 UCINET 軟體以五年為一個區間繪製機構產學合著網絡，並透過密度、程度中心性、中介中心性與接近中心性等社會網絡分析測量值之計算，辨識產學合著的核心機構。考量 UCINET 軟體所能操作的節點數有限，以及產學合著網絡的辨識度，為清楚呈現大學與企業間的合著關係，本研究自 1,552 個大學與企業中，選擇產學合著論文數在 30 篇以上的 33 個機構繪製機構產學合著網絡，其中 30 個機構彼此具有產學合著關係。

圖 4-14 為 2002-2006 年機構產學合著網絡圖，網絡密度為 0.471，圖中的圓形節點代表企業機構，方形節點代表大學，節點大小代表各機構產出之產學合著論文數的多寡，而節點間的連線則代表機構間的產學合著關係，線條越粗表示彼此產學合著次數越頻繁。圖中顯示 2002-2006 年的機構產學合著網絡是以 Microsoft Corp. 為核心的網絡結構，Microsoft Corp. 為 30 個機構中最大的節點，而觀察該公司與各大學節點間的連線顯示，Microsoft Corp. 的產學合著對象十分多元，19 個大學機構中有 16 所大學與 Microsoft Corp. 有合著關係，其中與 Tsinghua University、The Hong Kong University of Science and Technology、Zhejiang University、University of Washington- Seattle 等大學的合著關係較為密切。網絡中第二大的節點 IBM 亦為企業，其擁有 14 個合著對象，其中 IBM 與 The University of Texas- Austin、University of Illinois- Urbana-Champaign、MIT 的合著次數最為頻繁。比較圖中大學與企業的節點數、節點大小及連線數顯示，企業所發表的產學合著論文集中在 Microsoft Corp.、IBM 等大型跨國企業，而學術界所發表的產學合著論文則分散於多個大學；在合著對象方面，企業的合著對象亦多於大學。

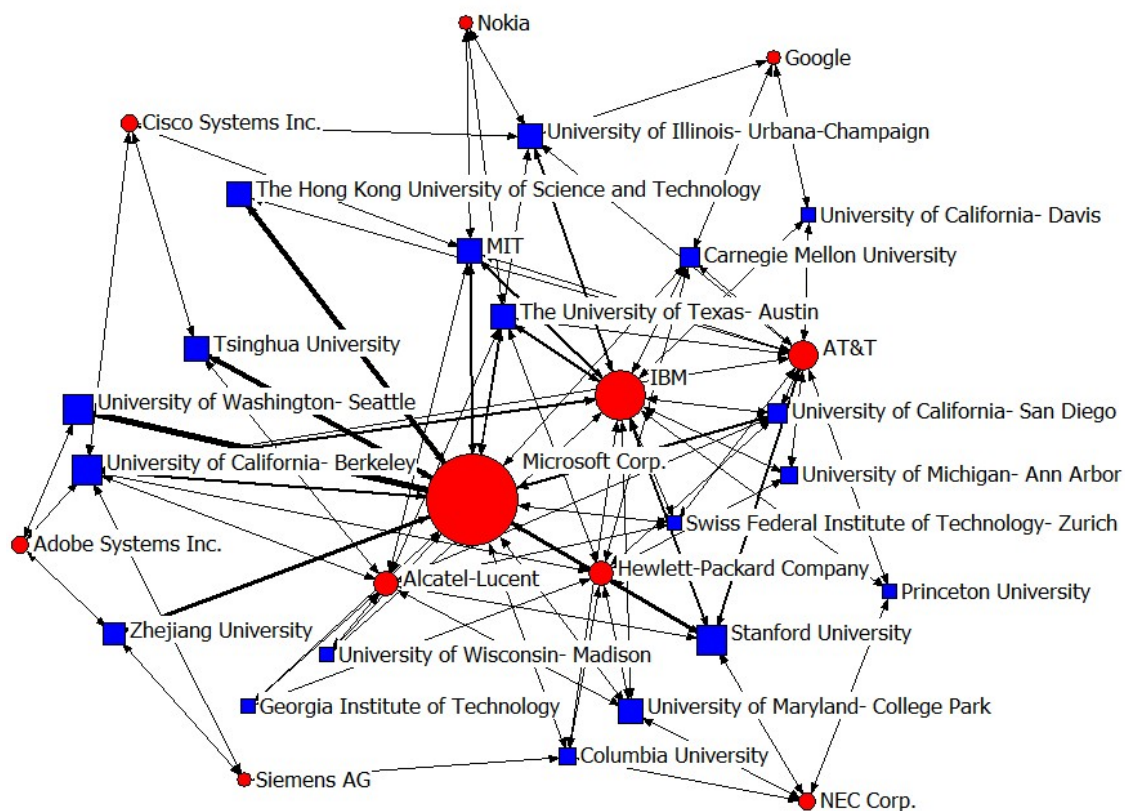


圖 4- 14 2002-2006 年機構產學合著網絡圖(產學合著論文數 ≥ 30)

程度中心性於機構產學合著分析之應用，旨在測量某個機構的合著夥伴數量，擁有越多合著夥伴的機構，程度中心性越高，亦代表其位於網絡的中心位置，從而擁有較多與其他機構接觸的管道與機會。中介中心性旨在測量特定機構控制訊息傳遞、媒合機構間產學合著活動的能力，中介中心性越高者，其影響力越大。接近中心性旨在測量特定機構與其他機構直接接觸的能力，接近中心性越高者較能直接與其他機構建立產學合著關係，而無須透過中介者媒合。表 4-28 列出 2002-2006 年產學合著論文在 30 篇以上的機構之中心性，數據顯示程度中心性、中介中心性與接近中心性的第一到第三名皆為相同機構，第一名為 Microsoft Corp.，第 2 名為 IBM，第 3 名為 AT&T，顯示這些企業於產學合著網絡中均具有高度影響力；在大學部分，整體排名最佳的為 University of California- Berkeley，其次為 Stanford University，University of California- Berkeley 的程度中心性排名第 6，中介中心性排名第 4，接近中心性排名第 3；Stanford University 的程度中心性排名第 3，

其中介中心性與接近中心性則分別排名第 11 與第 5 名。整體來看，企業的中心性排名優於大學，顯示產學合著網絡中的核心機構多為企業，其不僅有較多的產學合著對象可供選擇，且擁有較大的影響力與資訊掌控能力。

表 4- 28 2002-2006 年各機構之中心性(產學合著論文數 \geq 30)

機構名稱	程度中心性		中介中心性		接近中心性	
	排名	中心性	排名	中心性	排名	中心性
Microsoft Corp.	1	87	1	123.87	1	64.44
IBM	2	42	2	72.67	2	59.18
AT&T	3	21	3	53.33	3	54.72
Stanford University	3	21	11	15.14	5	50.88
University of Washington-Seattle	5	20	24	2.99	22	40.85
University of California-Berkeley	6	19	4	49.91	3	54.72
The University of Texas-Austin 6	7	15	10	15.99	5	50.88
The Hong Kong University of Science and Technology	7	15	30	0.95	17	44.62
Hewlett-Packard Company	7	15	7	23.57	9	49.15
Tsinghua University	7	15	22	3.13	19	42.03
Alcatel-Lucent	7	15	5	27.49	9	49.15
MIT	7	15	8	18.12	5	50.88
University of Maryland-College Park	13	13	13	10.60	9	49.15
University of Illinois-Urbana-Champaign	13	13	6	25.41	5	50.88
Zhejiang University	15	11	14	6.40	19	42.03
Carnegie Mellon University	16	9	12	14.95	9	49.15
University of California-San Diego	17	8	15	6.23	9	49.15
Columbia University	18	7	9	16.31	9	49.15
University of Michigan-Ann Arbor	19	6	28	1.34	19	42.03
NEC Corp.	19	6	20	3.64	27	37.66
Adobe Systems Inc.	21	5	21	3.31	27	37.66
Cisco Systems Inc.	21	5	16	5.08	22	40.85
Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	23	4	18	3.90	15	47.54

機構名稱	程度中心性		中介中心性		接近中心性	
	排名	中心性	排名	中心性	排名	中心性
University of Wisconsin-Madison	23	4	25	1.92	16	46.03
Georgia Institute of Technology	23	4	27	1.70	18	43.28
Siemens AG	26	3	23	3.04	26	38.67
University of California-Davis	26	3	17	4.28	22	40.85
Google	26	3	26	1.86	30	36.71
Nokia	26	3	29	1.15	27	37.66
Princeton University	26	3	19	3.73	22	40.85

註：表格依程度中心性排序。

圖 4-15 為 2007-2011 年機構產學合著網絡圖，圖中顯示 2007-2011 年的機構產學合著網絡仍是以 Microsoft Corp. 為核心的網絡結構，Microsoft Corp. 為 30 個機構中最大的節點，而觀察該公司與各大學節點間的連線顯示，Microsoft Corp. 的大學合著夥伴由 2002-2006 年的 16 個增加到 18 個，其中除 Zhejiang University、Tsinghua University、The Hong Kong University of Science and Technology 等大學仍與 Microsoft Corp. 維持穩定的合作關係外，MIT、University of Illinois-Urbana-Champaign、Carnegie Mellon University 亦與 Microsoft Corp. 進行頻繁的合作。與 2002-2006 年相同，2007-2011 年的機構產學合著網絡中，第二大的節點依然為企業，分別為 IBM 與 Adobe Systems Inc.，其中 Adobe Systems Inc. 的產學合著論文數較前一年代區間成長甚多，且其大學合著對象由 3 所增加為 10 所，其中 MIT、University of California-Berkeley、University of Washington-Seattle 為 Adobe Systems Inc. 的主要合著對象。值得注意的是，Disney 公司為網絡中第四大的企業節點，然該公司並未出現在 2002-2006 的產學合著網絡中，顯示 Disney 公司近五年的產學合著論文數有長足進步，其主要合著對象為 Swiss Federal Institute of Technology-Zurich。此外，比較 2002-2006 與 2007-2011 年的產學合著網絡可發現，網絡密度由 0.471 增加到 0.923，各機構間線條較粗的連線數亦增加，顯示產學間的合作網絡越發緊密，且特定大學與企業間的合作關係亦越發穩固。

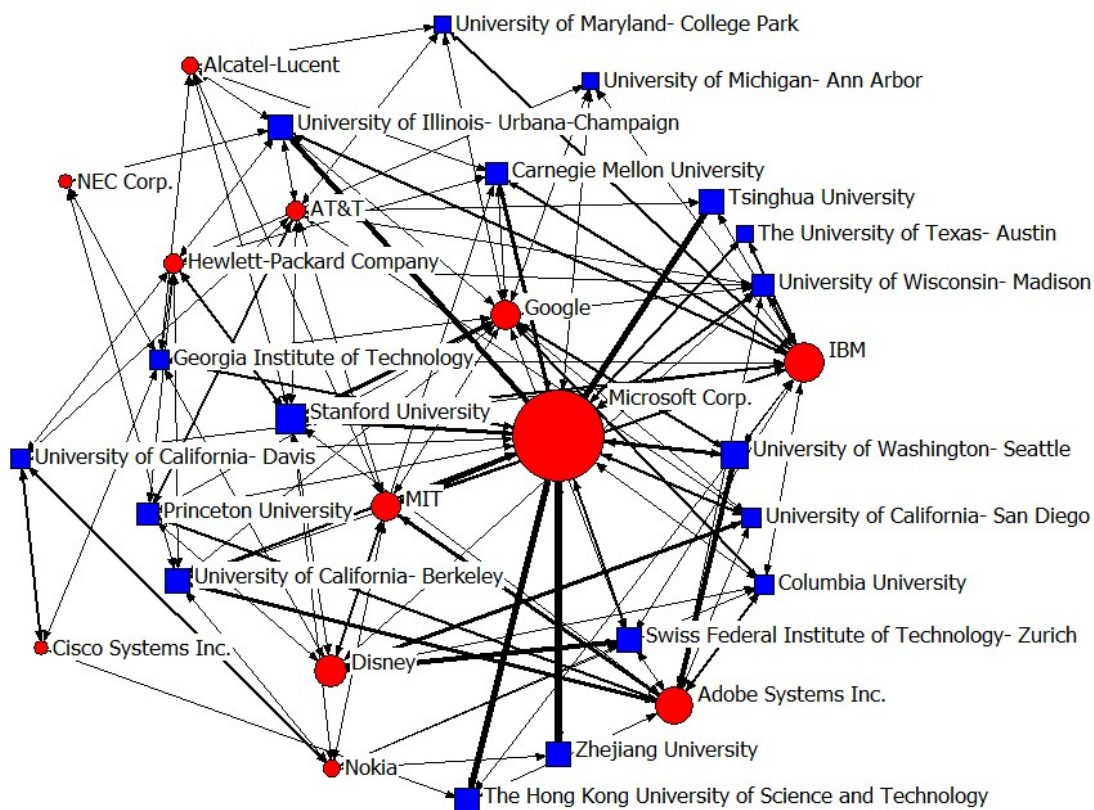


圖 4-15 2007-2011 年機構產學合著網絡圖(產學合著論文數 ≥ 30)

表 4-29 列出 2007-2011 年產學合著論文數在 30 篇以上的機構之中心性，數據顯示除 Microsoft Corp.與 IBM 仍在三種中心性排名中維持第一與第二外，2007-2011 年的中心性排名與 2002-2006 年差異頗大，尤其在企業排名的部分，整體而言，企業在各項中心性排名的表現上較大學突出，包括 Adobe Systems Inc.、Disney、Google 等企業的排名均大幅進步，如 Adobe Systems Inc.的三種中心性排名皆進步 15 名以上，Google 的進步幅度更達 25 名以上，而 Disney 公司雖未出現在 2002-2006 年的產學合著網絡中，但在短時間內該公司迅速累積產學合著論文量，並於程度中心性排名中位居第四；在大學部分，整體排名以 Stanford University 的表現最好，其程度中心性排名第 7，中介中心性排名第 5，接近中心性排名第 4，但相較之下，大學的進步幅度未如企業顯著，顯示企業於產學合著網絡中具有高度影響力，且對 Microsoft Corp.與 IBM 等前幾名的企業而言，其影響力相當穩固並持續發展。

表 4-29 2007-2011 年各機構之中心性(產學合著論文數 ≥ 30)

機構名稱	程度中心性		中介中心性		接近中心性	
	排名	中心性	排名	中心性	排名	中心性
Microsoft Corp.	1	169	1	92.60	1	41.67
IBM	2	57	2	65.65	2	39.47
Adobe Systems Inc.	3	56	6	17.30	10	34.09
Disney	4	43	13	12.09	16	33.33
Google	5	40	3	38.66	3	37.50
MIT	5	40	10	14.99	5	35.71
Stanford University	7	39	5	18.93	4	36.59
University of Washington-Seattle	8	30	25	1.86	20	32.61
University of California-Berkeley	9	27	8	15.94	7	34.88
Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	9	27	18	6.51	10	34.09
Zhejiang University	9	27	29	0.64	28	30.61
University of Illinois-Urbana-Champaign	12	26	9	15.29	7	34.88
The Hong Kong University of Science and Technology	12	26	17	6.81	20	32.61
Tsinghua University	12	26	27	1.29	23	31.92
Carnegie Mellon University	15	24	16	6.90	10	34.09
Princeton University	16	21	20	6.25	10	34.09
University of Wisconsin-Madison	17	19	15	8.60	7	34.88
Columbia University	18	18	18	6.51	10	34.09
Hewlett-Packard Company	18	18	12	14.25	16	33.33
University of California-San Diego	18	18	22	3.99	16	33.33
Georgia Institute of Technology	21	17	4	27.13	5	35.71
AT&T	22	15	7	16.95	16	33.33
University of California-Davis	23	14	11	14.28	10	34.09
The University of Texas-Austin	24	12	30	0.19	26	31.25

機構名稱	程度中心性		中介中心性		接近中心性	
	排名	中心性	排名	中心性	排名	中心性
Nokia	25	11	14	10.99	23	31.92
University of Maryland-College Park	26	10	23	2.89	23	31.92
Alcatel-Lucent	27	9	21	5.81	26	31.25
University of Michigan-Ann Arbor	28	8	24	1.99	20	32.61
Cisco Systems Inc.	29	6	26	1.67	29	29.41
NEC Corp.	30	5	28	1.03	29	29.41

註：表格依程度中心性排序。



第三節 多機構研究者與產學共享研究者分析

機構間將人力資源的共享，視為達成有效運用人力資產、提升機構競爭力的手段，這種共享研究人員的合作方式，亦為產、學雙方建立合作關係的途徑。本節針對 2002-2011 年間出版之電腦科學領域期刊論文，檢視論文作者的所屬機構，以統計多機構研究者產出之論文數，繼而經由多機構研究者任職機構之辨識，取得產學共享研究者發表之論文數及其任職機構等資訊，據以掌握產學間透過研究人員共享建立合作關係之趨勢，再進一步分析產學共享研究者對產學合著的影響。其分析結果說明如下：

一、多機構研究者分析

(一) 多機構研究者論文數分析

多機構研究者是指同時任職於多個機構的研究人員，本研究對於多機構研究者之認定係以作者所屬機構數為基礎，只要作者所任職的機構數在兩處以上時，即將該作者視為多機構研究者；多機構研究者論文則指多機構研究者所發表之論文，包含多機構研究者獨自發表或與其他研究者合著之論文，換言之，多機構研究者論文包含單一作者論文與合著論文；藉由計算多機構研究者所發表的論文數，可顯示機構間研究人員共享的趨勢。

表 4-30 呈現歷年多機構研究者所發表的論文數及其佔所有論文的比率，亦即多機構研究者論文率，研究結果顯示，2002-2011 年間的整體多機構研究者論文率為 11.15%，其中以 2003 年的多機構研究者論文率最低(7.07%)，2011 年的多機構研究者論文率最高(16.95%)。圖 4-16 為歷年多機構研究者論文率曲線圖，圖中顯示多機構研究者論文率逐年成長，由 2002 年 8.39% 上升至 2011 年的 16.95%，尤其 2008 年之後，多機構研究者論文率皆在 10% 以上，且比例逐年增加，顯示機構間研究人員共享的情形有增加的趨勢。

表 4-30 歷年多機構研究者論文數

年代	多機構研究者論文數	多機構研究者論文率
2002	81	8.39%
2003	77	7.07%
2004	77	7.44%
2005	86	7.51%
2006	111	8.97%
2007	104	7.99%
2008	193	13.69%
2009	214	13.88%
2010	214	14.78%
2011	261	16.95%
總計	1,418	11.15%

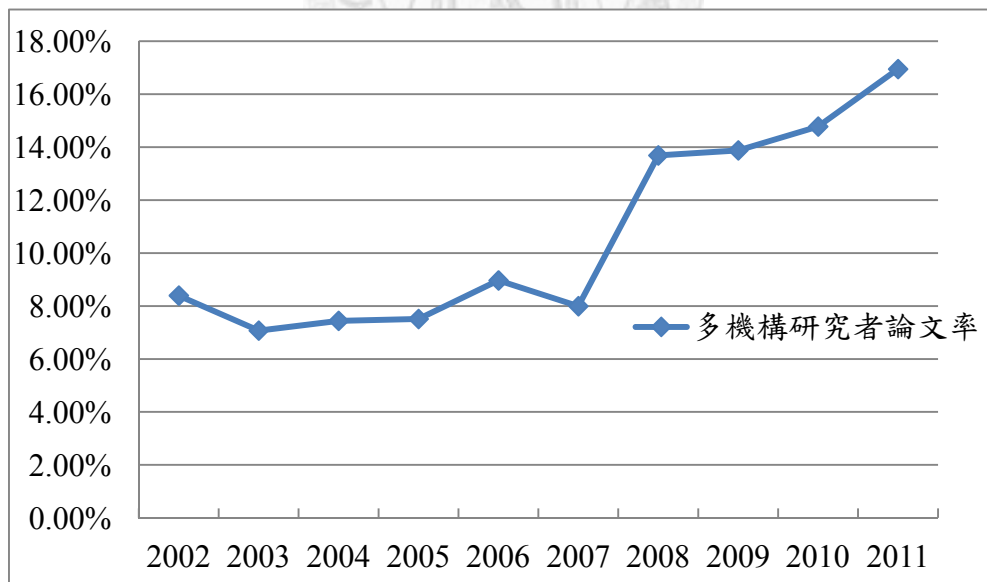


圖 4-16 歷年多機構研究者論文率曲線圖

(二) 多機構研究者國家分析

隨著科技的進展，多機構研究者可能同時為不同國家的機構服務，這類多機構研究者為跨國多機構研究者。本研究篩選出多機構研究者論文後，逐一檢視多機構研究者所任職的機構及機構所屬國家，據以統計歷年跨國多機構研究者論文佔多機構研究者論文的比例，呈現於圖 4-17。整體而言，跨國多機構研究者論文佔所有多機構研究者論文的 28.63%，而圖 4-17 指出，該比例以 2008 年的 33.68% 最高，2005 年的 22.09% 為最低，且 2007-2011 年間，跨國多機構研究者論文佔所有多機構研究者論文的比例，略高於 2002-2006 年，顯示不同國家機構間共享研究人員的情形有增加趨勢。

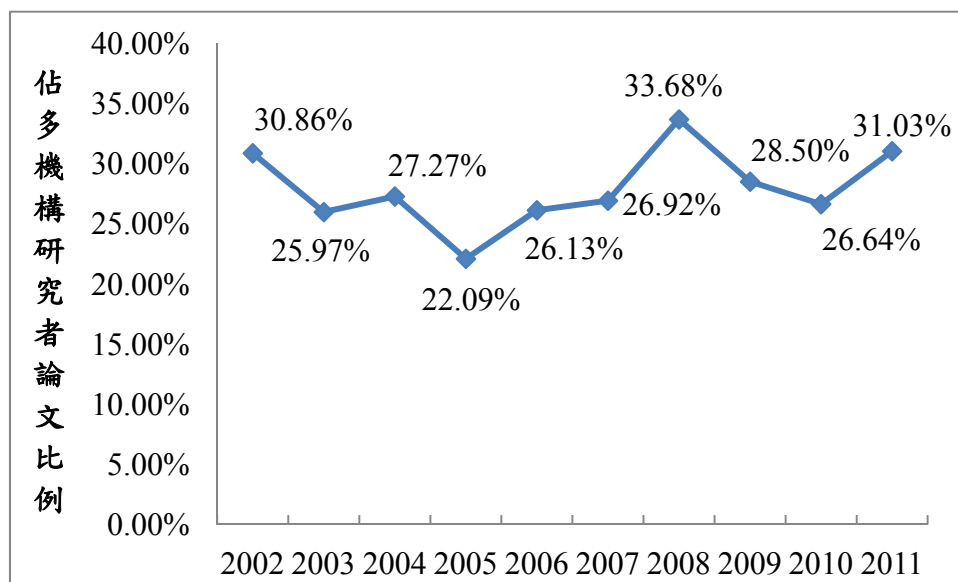


圖 4-17 歷年跨國多機構研究者論文佔多機構研究者論文之比例

表 4-31 列出多機構研究者論文數前 20 名的國家，數據顯示美國為多機構研究者論文數最多的國家，其論文數為 571 篇，佔所有多機構研究者論文的 40.27%；其次為中國，論文數為 226 篇，佔所有多機構研究者論文的 15.94%；法國的多機構研究者論文數則排名第三，共有 144 篇論文產出，佔所有多機構研究者論文的 10.16%，其餘國家的多機構研究者論文佔有率皆不到 6%。

為清楚掌握主要國家的多機構研究者趨勢，與多機構研究者於各國學術產出方面的重要性，本研究同時計算各國的多機構研究者論文率，即多機構研究者論

文數佔各國論文總數的比例，呈現於表 4-31。研究結果顯示，多機構研究者論文率最高的國家為法國，該國 29.09% 的論文是由多機構研究者產出；排名第二的國家為挪威，其多機構研究者論文率為 24.75%；瑞士則排名第三，多機構研究者論文率為 21.71%。對照各國的多機構研究者論文數排名與多機構研究者率顯示，法國不僅機構間共享研究人員的風氣較為興盛，且多機構研究者為該國論文產出的重要來源。

為了解各國與他國機構共享研究人員的情形，表 4-31 亦呈現各國的跨國多機構研究者論文數及其佔該國多機構研究者論文之比例，研究結果顯示，跨國多機構研究者論文數前三名的國家分別是美國、中國與英國，但對照其佔多機構研究者論文的比例發現，美國與中國的跨國多機構研究者論文分佔該國多機構研究者論文的 31.70%、39.82%，比重並未特別突出；反觀英國不僅跨國多機構研究者論文數位居第三，其佔該國多機構研究者論文的比例亦為 20 個國家中最高(87.67%)，英國同時也是多機構研究者論文數排名第五的國家，顯示英國機構與他國機構的關係密切，故該國研究者同時於他國任職的情形普遍。其它如新加坡(68.97%)、加拿大(67.14%)亦為與跨國多機構研究者較為普遍的國家。

表 4-31 多機構研究者論文數前 20 名之國家

排名	國家	多機構研究者論文數	百分比	多機構研究者論文率	跨國多機構研究者論文數	佔該國多機構研究者論文比例
1	美國	571	40.27%	8.10%	181	31.70%
2	中國	226	15.94%	17.41%	90	39.82%
3	法國	144	10.16%	29.09%	31	21.53%
4	德國	80	5.64%	10.53%	37	46.25%
5	英國	73	5.15%	9.71%	64	87.67%
6	瑞士	71	5.01%	21.71%	31	43.66%
7	加拿大	70	4.94%	8.29%	47	67.14%
8	日本	45	3.17%	14.02%	13	28.89%
9	澳洲	44	3.10%	14.86%	19	43.18%
10	希臘	41	2.89%	17.98%	7	17.07%
11	義大利	39	2.75%	7.40%	18	46.15%
12	臺灣	35	2.47%	9.49%	6	17.14%
13	西班牙	31	2.19%	9.34%	13	41.94%
14	新加坡	29	2.05%	8.50%	20	68.97%
15	荷蘭	27	1.90%	11.79%	16	59.26%
16	瑞典	26	1.83%	19.55%	9	34.62%
17	挪威	25	1.76%	24.75%	9	36.00%
18	印度	23	1.62%	15.44%	14	60.87%
19	以色列	22	1.55%	7.28%	14	63.64%
19	奧地利	22	1.55%	13.17%	12	54.55%

註：1. 百分比指各國多機構研究者論文佔所有多機構研究者論文之比例。

2. 灰底標示多機構研究者論文率前 3 名之國家、跨國多機構研究者論文數前 3 名之國家，以及跨國多機構研究者論文數佔多機構研究者論文比例前 3 名之國家。

(三) 多機構研究者任職機構個數分析

本研究逐篇檢視多機構研究者論文，並統計歷年多機構研究者任職的機構個

數及其佔多機構研究者論文之比例，呈現於表 4-32。表中顯示多機構研究者所同時任職之機構以兩個居多，歷年比例皆在 95%以上，即便 2003 年之後開始出現同時任職於 3 個機構以上的研究者，但此類情形仍屬少數，歷年最高比例出現在 2005 年，僅佔 4.56%，由此可知，近十年電腦科學領域機構間共享研究人員之情形，以兩個機構共享一位研究人員為常態。

表 4-32 歷年多機構研究者任職機構數統計

年代	任職機構個數 (佔多機構研究者論文比例)	
	2 個	3 個以上
2002	81(100%)	0(0.00%)
2003	75(97.40%)	2(2.60%)
2004	76(98.70%)	1(1.30%)
2005	82(95.35%)	4(4.56%)
2006	110(99.10%)	1(0.90%)
2007	102(98.08%)	2(1.92%)
2008	190(98.45%)	3(1.55%)
2009	208(97.20%)	6(2.80%)
2010	206(96.26%)	8(3.74%)
2011	253(96.93%)	8(3.07%)
總計	1,383(97.53%)	35(2.47%)

(四) 機構類型分析

本研究將論文作者所任職之機構類型分為四類，並依據作者通訊地址所提供之資訊，進行後續機構類型的分類與查證；本研究所採用的四種機構類型分別為大學、企業、政府機構與其他，其中政府機構包含政府部門與公立研究機構，其他非屬大學、企業與政府機構的組織類型，如醫院、學會、私立研究機構等，皆歸於「其他」類別。

本研究分析多機構研究者所任職的機構類型，並統計任職於各類型機構的多機構研究者發表之論文數，及其佔所有多機構研究者論文之比例，以了解各類型

機構間共享研究人員的概況。本研究將多機構研究者所任職的機構組合分為「同類型機構」與「不同類型機構」兩種，其中「同類型機構」指的是同時任職於不同大學的大學共享研究者、任職於不同企業的企業共享研究者或任職於不同政府機構的政府機構共享研究者；「不同類型機構」則包括同時任職於大學與企業的產學共享研究者、同時任職於企業與政府機構的官產共享研究者，以及同時任職於大學與政府機構的官學共享研究者。表 4-33 指出，任職於不同類型機構的多機構研究者(63.82%)比例，高於任職於同類型機構的多機構研究者(34.84%)；任職於不同類型機構的多機構研究者中，又以產學共享研究者的比例最高，論文數有 478 篇，佔所有多機構研究者論文的 33.71%，其次為官學共享研究者，論文數有 411 篇，佔所有多機構研究者論文的 28.98%；任職於同類型機構的多機構研究者，則以大學共享研究者的比例最高，佔 31.88%。

整體而言，產學共享研究者的比例最高(33.71%)，其次為大學共享研究者(31.88%)，任職於大學與政府機構的官學共享研究者則排名第三(28.98%)，三者佔多機構研究者論文的累計比例高達 94.57%，顯示以上三種機構組合為多機構研究者主要任職的機構類型。值得注意的是，比例最高的三種機構類型組合中皆有大學的存在，由此可知，大學研究者為其他機構所重視的人力資產及知識來源。

表 4-33 多機構研究者任職之機構類型統計

機構組合		論文數	佔多機構研究者論文比例	總和
同類型機構	大學共享研究者	452	31.88%	494 (34.84%)
	政府機構共享研究者	28	1.97%	
	企業共享研究者	14	0.99%	
不同類型機構	產學共享研究者	478	33.71%	906 (63.89%)
	官學共享研究者	411	28.98%	
	官產共享研究者	17	1.20%	
其他(醫院、協會或私立研究機構)		36	2.54%	36 (2.54%)

為了解各類型機構間共享研究人員的趨勢變化，本研究統計歷年各類型多機構研究者論文數佔所有多機構研究者論文的比例，呈現於圖 4-18。圖中顯示歷年多機構研究者的類型，皆以產學共享研究者、大學共享研究者與官學共享研究者為主，其比例大幅領先其他類型的多機構研究者；而觀察上述三種多機構研究者論文佔所有多機構研究者論文之比例顯示，產學共享研究者論文的比例，自 2003 年後便逐年下降，反之大學共享研究者與官學共享研究者論文的比例逐年上升，尤其近 5 年以官學共享研究者論文的成長幅度最大，由此可知，大學共享研究者與官學共享研究者逐漸成為多機構研究者的主要類型。

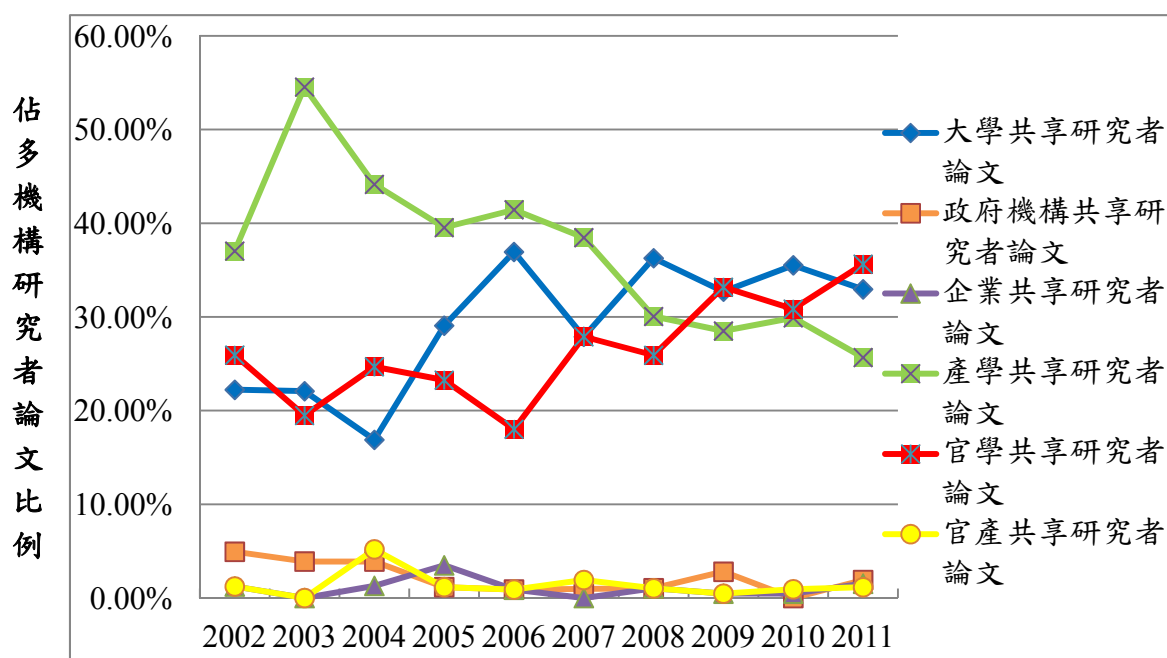


圖 4-18 歷年多機構研究者論文類型曲線圖

二、產學共享研究者分析

(一) 產學共享研究者論文數分析

前述提到同時任職於大學與企業的研究者，為多機構研究者的主要類型，本研究將這類研究者稱為產學共享研究者；產學共享研究者可使學術研究與產業實務經驗充分結合，並促進經濟發展，而放寬大學教師兼職或借調至企業之限制，也被學者視為落實產學合作政策的方向之一，因此產學共享研究者體現了大學與企業間透過研究者共享所建立的合作關係，本研究藉由產學共享研究者所發表的

論文數之統計，了解產學雙方的合作趨勢。表 4-34 為歷年產學共享研究者論文數，研究結果顯示，2002-2011 年間產學共享研究者論文數增加 1 倍以上，由 2002 年的 31 篇增加至 2011 年的 67 篇，而整體產學共享研究者論文率為 3.74%，其中以 2005 年的 2.97% 最低，2010 年的 4.42% 最高。圖 4-19 為歷年產學共享研究者論文率曲線圖，圖中顯示產學共享研究者論文率逐年增加，由 2002 年的 3.11% 上升至 2011 年的 4.35%，顯示大學與企業分享同一研究人員的情形，有逐漸增加的趨勢。然而產學共享研究者論文佔多機構研究者論文的比例逐年下滑，由 2002 年的 38.27% 下降至 2011 年的 25.67%，顯示在多機構研究者中，產學共享研究者的比例逐漸降低。

表 4-34 歷年產學共享研究者論文數

年代	產學共享研究者論文數	產學共享研究者論文率	佔多機構研究者論文比例
2002	31	3.11%	38.27%
2003	42	3.86%	54.55%
2004	34	3.29%	44.16%
2005	34	2.97%	39.53%
2006	46	3.72%	41.44%
2007	40	3.07%	38.46%
2008	59	4.11%	30.57%
2009	61	3.96%	28.50%
2010	64	4.42%	29.91%
2011	67	4.35%	25.67%
總計	478	3.74%	33.71%

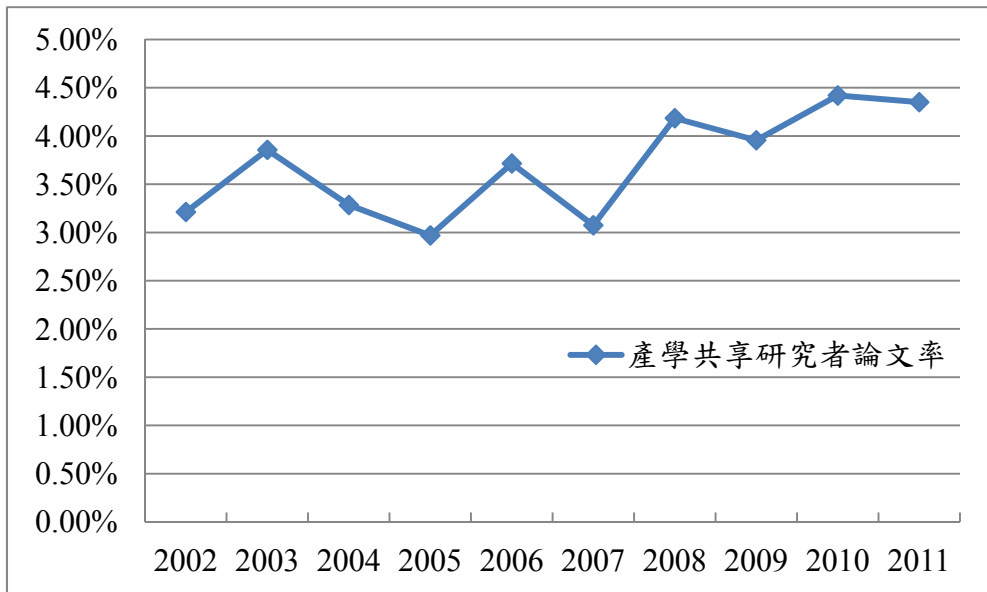


圖 4-19 歷年產學共享研究者論文率曲線圖

(二) 產學共享研究者國家分析

本研究藉由統計各國產出之產學共享研究者論文數，掌握各國大學與企業研究人員共享的趨勢。為妥善運用人力資產，位處不同國家的大學與企業亦可能分享同一位研究者，這類同時任職於不同國家的大學與企業的研究者，稱為跨國產學共享研究者，為了解跨國產學共享研究者之趨勢，本研究篩選出產學共享研究者論文後，逐一檢視產學共享研究者所任職的機構及機構所屬國家，據以統計歷年跨國產學共享研究者論文佔產學共享研究者論文的比例，呈現於圖 4-20。整體而言，跨國產學共享研究者論文佔所有產學共享研究者論文的 13.60%，而圖 4-20 顯示，歷年跨國產學共享研究者論文佔產學共享研究者論文的比例，自 2003 年開始下降，並於 2006 年降至十年來最低點，僅 4.35%，而後比例又逐年回升，至 2011 年達到十年來最高的 23.88%。上述數據顯示，大學與企業與他國產、學機構共享研究人員的情形並不普遍，但於近 5 年有增加的趨勢。

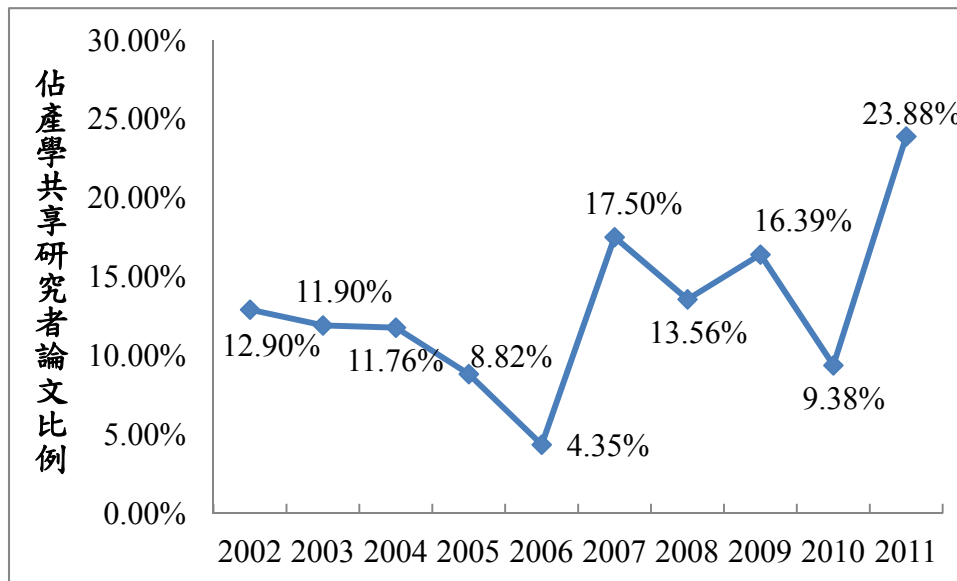


圖 4-20 歷年跨國產學共享研究者論文佔產學共享研究者論文之比例

表 4-35 列出產學共享研究者論文數前 20 名的國家，數據顯示美國為產學共享研究者論文最多的國家，論文數有 290 篇，佔所有產學共享研究者論文的 60.67%；其次為中國，論文數為 41 篇，佔所有產學共享研究者論文的 8.58%；瑞士則排名第三，有 35 篇論文產出，佔所有產學共享研究者論文的 7.32%。

為了解各國多機構研究者主要任職的機構類型，本研究另行統計產學共享研究者論文佔各國多機構研究者論文的比例，研究結果顯示，產學共享研究者論文佔多機構研究者論文比例最高的國家為瑞典，比例為 57.69%；第二名為美國，其產學共享研究者論文佔該國多機構研究者論文的 50.79%，南韓則以 50.00% 的比例排名第三，上述三個國家的多機構研究者，有半數以上同時任職於大學與企業，顯示瑞典、美國與南韓的大學與企業較常採用研究人員共享的合作模式，其中南韓為產學共享研究者論文佔多機構研究者論文比例最高的亞洲國家。反觀中國的產學共享研究者論文佔該國多機構研究者論文的比例僅 18.14%，為產學共享研究者論文數前五名的國家中比例最低的，顯示大學與企業並非中國多機構研究者主要任職的機構類型。

為了解各國大學、企業與他國產、學機構共享研究人員的情形，表 4-35 中亦列出各國的跨國產學共享研究者論文數及其佔該國產學共享研究者論文之比例，

研究結果顯示，跨國產學共享研究者論文比例最高的國家為荷蘭，佔該國產學共享研究者論文的 75.00%；排名第二的國家為英國，佔該國產學共享研究者論文的 61.54%；澳洲則以 50.00% 的比例並列第三。觀察產學共享研究者論文數前 20 名國家的跨國產學共享研究者情形顯示，除荷蘭、英國與澳洲外，多數國家的跨國產學共享研究者論文佔該國產學共享研究者論文之比例低於 40%，其中產學共享研究者論文數最高的美國與中國，其跨國產學共享研究者論文僅 17.24%、12.20%，顯示與他國大學或企業分享同一研究人員的情形，並非普遍現象。

表 4-35 產學共享研究者論文數前 20 名之國家

排名	國家	產學共享研究者論文數	百分比	佔該國多機構研究者論文比例	跨國產學共享研究者論文數	佔該國產學共享研究者論文比例
1	美國	290	60.67%	50.79%	50	17.24%
2	中國	41	8.58%	18.14%	5	12.20%
3	瑞士	35	7.32%	49.30%	13	37.14%
4	德國	24	5.02%	30.00%	8	33.33%
5	瑞典	15	3.14%	57.69%	6	40.00%
6	英國	13	2.72%	17.81%	8	61.54%
7	加拿大	12	2.51%	17.14%	5	41.67%
7	日本	12	2.51%	26.67%	1	8.33%
9	西班牙	11	2.30%	35.48%	3	27.27%
9	印度	11	2.30%	47.83%	3	27.27%
11	以色列	10	2.09%	45.45%	3	30.00%
12	奧地利	9	1.88%	40.91%	2	22.22%
13	南韓	7	1.46%	50.00%	3	42.86%
13	臺灣	6	1.26%	17.14%	1	16.67%
13	芬蘭	6	1.26%	46.15%	0	0.00%
15	法國	5	1.05%	3.47%	2	40.00%
15	新加坡	5	1.05%	17.24%	2	40.00%
15	愛爾蘭	5	1.05%	38.46%	2	40.00%
18	澳洲	4	0.84%	9.09%	2	50.00%
18	希臘	4	0.84%	9.76%	0	0.00%
18	荷蘭	4	0.84%	14.81%	3	75.00%

註：1. 百分比指各國產學共享研究者論文佔所有產學共享研究者論文之比例。

2. 灰底標示產學共享研究者論文數佔多機構研究者論文比例前 3 名之國家，以及跨國產學共享研究者論文數佔產學共享研究者論文比例前 3 名之國家。

(三) 跨國產學共享研究者國家組合分析

2002-2011 年間，電腦科學領域共產出 65 篇跨國產學共享研究者論文，為了解不同國家的大學與企業間研究人員共享的情形，本研究針對這 65 篇論文，將跨國產學共享研究者任職的大學與企業，依照大學所屬國家與企業所屬國家之原則，進行國家組合配對，分析結果呈現於表 4-36。由於產學共享研究者所任職的國家組合十分分散，表 4-36 僅列出跨國產學共享研究者論文數在 2 篇以上國家組合，研究結果顯示美國的大學與企業與他國產學機構的合作關係最為密切，表 4-36 的所有國家組合皆有美國的參與，其中產出跨國產學共享研究者論文最多的國家組合為「美國 & 瑞士」，佔所有跨國產學共享研究者論文的 13.85%，其次為「美國 & 英國」與「美國 & 德國」，佔 7.69%。

對照各國家組合論文數佔各國跨國產學共享研究者論文的比例可得知，各國的跨國產學共享研究者主要任職於美國的大學或企業，其中澳洲的跨國產學共享研究者論文，皆為同時任職於澳洲與美國的產學共享研究者所產出；瑞典與美國發表的跨國產學共享研究者論文，則佔瑞典跨國產學共享研究者論文的 83.33%；整體而言，各國與美國產出的跨國產學共享研究者論文佔該國跨國產學共享研究者論文的比例，均在 60% 以上，而美國與各國產出的跨國產學共享研究者論文佔美國跨國產學共享研究者論文的比例卻不高，顯示美國的大學與企業較常採用研究人員共享的合作模式，且與之共享研究人員的大學與企業來自世界各國。

表 4-36 跨國產學共享研究者論文之國家組合(論文數 ≥ 2)

國家組合 (佔該國跨國產學共享研究者論文比例)		跨國產學共享 研究者論文數	佔跨國產學共享 研究者論文比例
美國(18.00%)	瑞士(69.23%)	9	13.85%
美國(10.00%)	英國(62.50%)	5	7.69%
美國(10.00%)	德國(62.50%)	5	7.69%
美國(10.00%)	瑞典(83.33%)	5	7.69%
美國(8.00%)	加拿大(80.00%)	4	6.15%
美國(8.00%)	中國(80.00%)	4	6.15%
美國(6.00%)	以色列(75.00%)	3	4.62%
美國(4.00%)	澳洲(100.00%)	2	3.08%
美國(4.00%)	瑞典(66.67%)	2	3.08%
美國(4.00%)	西班牙(66.67%)	2	3.08%
美國(4.00%)	芬蘭(66.67%)	2	3.08%

(四) 產學共享研究者機構分析

圖 4-21 為歷年來發表至少一篇產學共享研究者論文的大學與企業個數，圖中顯示，透過研究人員共享方式建立合作關係的大學與企業越來越多，大學個數以 2011 年為最多，共有 52 所大學聘用產業界人士，而企業則以 2008 年的 40 個企業數為最多；此外，圖中指出在 2010 年之前，大學與企業的個數十分接近，但 2010 年之後，企業數落後大學數的幅度增加，尤其 2011 年大學與企業個數差距達 17 個，在產學共享研究者論文數增加的情況下，顯示近兩年企業傾向同時與多個大學分享研究人員。

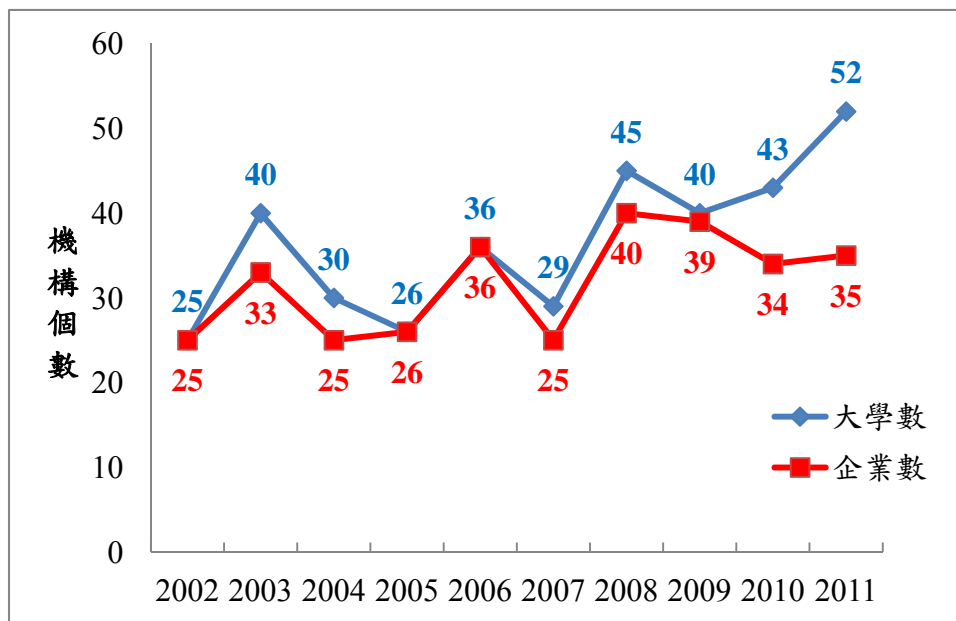


圖 4-21 歷年產學共享研究者論文之機構數曲線圖

表 4-37 列出產學共享研究者論文數前 20 名之機構，研究結果顯示，20 個機構中大學與企業的比例相當，大學佔了 9 個，企業佔 11 個，且大學與企業的產學共享研究者論文佔有率亦無太大差距，未出現先前產學合著論文過度集中在特定企業的情況。產學共享研究者論文數最多的機構為 Microsoft Corp.，產出論文 58 篇，佔所有產學共享研究者論文的 12.18%；第二名為 Stanford University，產學共享研究者論文有 46 篇，佔所有產學共享研究者論文的 9.66%；Intel 則排名第三，共產出 33 篇產學共享研究者論文，佔所有產學共享研究者論文的 6.93%。上述機構亦為產出產學合著論文的主要機構，顯示其可能同時採用合著與研究人員共享的產學合作模式。

另觀察各機構的產學共享研究者論文率，亦即計算產學共享研究者論文佔各機構論文的比率，研究結果顯示，產學共享研究者論文率最高的前三名均為企業，第一名為 Industrial Light + Magic，該企業有 66.67% 的論文是由產學共享研究者產出；排名第二的為 Disney，其產學研究者論文率為 60.87%；Adobe Systems Inc. 以 40.00% 排名第三；在大學部分，則以 University of Washington- Seattle 的產學共享研究者論文率最高，為 20.81%。整體而言，企業的產學共享研究者論文率高於大學論文，由此可知，產學共享研究者為企業論文產出的主要來源。

此外，本研究亦透過產學共享研究者任職機構與姓名之檢視，據以統計各機構所擁有的產學共享研究者人數。研究結果顯示，產學共享研究者人數最多的前三名機構，亦為產學共享研究者論文數前三名的機構，第一名為 Microsoft Corp.，擁有 49 位產學共享研究者；第二名為 Stanford University，擁有 29 位產學共享研究者；第三名為 Intel，擁有 28 位產學共享研究者，其中 Microsoft Corp. 的產學共享研究者人數遠高於其他機構，顯示 Microsoft Corp. 較其他機構重視大學的人力資源。整體而言，產學共享研究者論文數前 20 名的大學，平均擁有 13.44 位產學共享研究者，企業則平均擁有 15.75 位產學共享研究者，由此可知，大學研究者在企業工作的比例，較企業研究者至大學工作的比例高。

表 4-37 產學共享研究者論文數前 20 名之機構

排名	機構名稱	產學共享研究者論文數	百分比	產學共享研究者論文率	產學共享研究者人數	機構類型
1	Microsoft Corp.	58	12.13%	12.18%	49 人	企業
2	Stanford University	46	9.62%	15.65%	29 人	大學
3	Intel	33	6.90%	17.01%	28 人	企業
4	University of Washington-Seattle	31	6.49%	20.81%	22 人	大學
5	Disney	28	5.86%	60.87%	21 人	企業
5	IBM	28	5.86%	7.91%	26 人	企業
7	Adobe Systems Inc.	24	5.02%	40.00%	7 人	企業
8	Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	23	4.81%	14.11%	15 人	大學
9	Tsinghua University	20	4.18%	19.80%	10 人	大學
10	MIT	16	3.35%	5.50%	13 人	大學
10	Industrial Light + Magic	16	3.35%	66.67%	5 人	企業
12	Google	12	2.51%	15.00%	13 人	企業
13	University of California-Berkeley	11	2.30%	4.21%	12 人	大學
14	Nokia	10	2.09%	19.61%	10 人	企業
15	Mitsubishi Group	9	1.88%	19.57%	11 人	企業
15	NVIDIA Corp.	9	1.88%	24.32%	9 人	企業
17	Carnegie Mellon University	8	1.67%	3.56%	7 人	大學

排名	機構名稱	產學共享研究者論文數	百分比	產學共享研究者論文率	產學共享研究者人數	機構類型
17	Alcatel-Lucent	8	1.67%	6.25%	6 人	企業
19	University of California-Los Angeles	7	1.46%	7.07%	7 人	大學
19	University of California-San Diego	7	1.46%	5.07%	6 人	大學
19	Ericsson	7	1.46%	18.42%	4 人	企業

- 註：1. 表格依產學共享研究者論文數排序
2. 百分比指各機構產學共享研究者論文佔所有產學共享研究者論文之比例
3. 灰底標示產學共享研究者論文率與產學共享研究者人數前 3 名之機構

(五) 主要機構的產學共享研究者來源

為了解大學與企業主要與哪些機構透過研究人員共享的方式建立合作關係，本研究以產學共享研究者人數前 5 名的大學與企業為對象，分析其產學共享研究者的主要來自哪些機構，整理於表 4-38 與表 4-39。在大學部分，表 4-38 指出，Stanford University 的產學共享研究者主要來自 Industrial Light + Magic，共有 6 位，佔該校產學共享研究者的 20.69%；其次為 Intel，共有 5 位產學共享研究者，佔 17.24%。University of Washington- Seattle 的產學共享研究者主要來自 Intel，共有 6 位，佔該校產學共享研究者的 27.27%；其次為 Google，共有 4 位產學共享研究者，佔 18.18%。Swiss Federal Institute of Technology- Zurich 的產學共享研究者主要來自 Disney，共有 10 位，佔該校產學共享研究者的 66.67%。Tsinghua University 的產學共享研究者主要來自 Microsoft Corp.，共有 8 位，佔該校產學共享研究者的 80%。University of California- Berkeley 的產學共享研究者主要來自 Microsoft Corp. 與 Intel，各有 3 位，佔該校產學共享研究者的 25%。整體而言，除 Swiss Federal Institute of Technology- Zurich 與 Tsinghua University 外，各大學的產學共享研究者未集中在特定企業。

表 4-38 產學共享研究者人數前 5 名大學之產學共享研究者機構來源

大學名稱	企業名稱	產學共享研究者人數	佔該校產學共享研究者比例
Stanford University	Industrial Light + Magic	6	20.69%
	Intel	5	17.24%
	NVIDIA Corp.	3	10.34%
	Pixar Animation Studios	2	6.90%
	Hewlett-Packard Company	2	6.90%
University of Washington- Seattle	Intel	6	27.27%
	Google	4	18.18%
	Adobe Systems Inc.	3	13.64%
	Microsoft Corp.	3	13.64%
Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	Disney	10	66.67%
Tsinghua University	Microsoft Corp.	8	80.00%
University of California- Berkeley	Microsoft Corp.	3	25.00%
	Intel	3	25.00%
	IBM	2	16.67%

在企業部分，表 4-39 指出，Microsoft Corp. 的產學共享研究者主要來自 Tsinghua University，共有 8 位，佔該企業產學共享研究者的 16.33%；其次為 University of Science and Technology of China，共有 6 位產學共享研究者，佔 12.24%。Microsoft Corp. 的產學共享研究者主要來自 University of Washington- Seattle，共有 6 位，佔該企業產學共享研究者的 21.43%；其次為 Stanford University，共有 5 位產學共享研究者，佔 17.86%。IBM 的產學共享研究者主要來自 Indian Institute of Technology-Delhi，共有 6 位，佔該企業產學共享研究者的 23.08%。Disney 的產學共享研究者主要來自 Swiss Federal Institute of Technology- Zurich，共有 10 位，佔該企業產學共享研究者的 47.62%。Google 的產學共享研究者主要來自 University of Washington- Seattle，共有 4 位，佔該企業產學共享研究者的 30.77%。整體而言，除 Disney 外，各企業的產學共享研究者未集中在特定大學。

表 4-39 產學共享研究者人數前 5 名企業之產學共享研究者機構來源

企業名稱	大學名稱	產學共享研究者人數	佔該企業產學共享研究者比例
Microsoft Corp.	Tsinghua University	8	16.33%
	University of Science and Technology of China	6	12.24%
	Zhejiang University	5	10.20%
	University of California- Berkeley	3	6.12%
	University of Washington- Seattle	3	6.12%
Intel	University of Washington- Seattle	6	21.43%
	Stanford University	5	17.86%
	University of California- Berkeley	4	14.29%
	Carnegie Mellon University	2	7.14%
	Lund University	2	7.14%
	University of Michigan- Ann Arbor	2	7.14%
IBM	Indian Institute of Technology- Delhi	6	23.08%
	Tel Aviv University	2	7.69%
	North Carolina State University	2	7.69%
	The University of Texas- Austin	2	7.69%
	University of California- Berkeley	2	7.69%
Disney	Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	10	47.62%
	University of California- Los Angeles	3	14.29%
	University of California- San Diego	2	9.52%
Google	University of Washington- Seattle	4	30.77%

觀察上述機構的產學共享研究者機構來源可發現，多數大學與企業未傾向與特定機構共享研究人員，為了解學術界與產業界在產學共享研究者機構來源方面是否存在差異，本研究以產學共享研究者人數前 5 名的大學與企業為分析對象，分別計算各機構產學共享研究者來源的機構數及集中度。本研究使用 HHI 作為產學合著者來源集中度的指標，HHI 值介於 0-1 之間，數值越接近 1，表示該機構的產學共享研究者來源集中度越高，亦即該機構常與特定機構共享研究人員。

表 4-40 列出產學共享研究者人數前 5 名機構的產學共享研究者來源機構數及

集中度，在產學共享研究者的機構來源數方面，機構來源數最多的前兩名皆為企業，以 Microsoft Corp. 的產學共享研究者機構來源數最多，有 25 個；其次為 IBM，其產學共享研究者來自 19 個不同的大學。大學則以 Stanford University 的產學共享研究者機構來源數最多，有 18 個；其次為 University of Washington- Seattle，其產學共享研究者來自 10 個不同的企業。整體而言，企業的平均產學共享研究者機構來源數為 16.2 個，大學則為 9 個，顯示企業的產學共享研究者機構來源多於大學。

在產學共享研究者來源集中度方面，產學共享研究者來源集中度最高的前兩名機構皆為大學，以 Tsinghua University 的產學共享研究者來源集中度最高，有 0.66；其次為 Swiss Federal Institute of Technology- Zurich，其產學共享研究者來源集中度為 0.41。在企業部分，以 Disney 的產學共享研究者來源集中度為最高，有 0.27；其次為 Google，其產學共享研究者來源的集中度為 0.15。整體而言，大學的平均產學共享研究者來源集中度為 0.30，高於企業的 0.14，顯示相較於企業，大學較常與特定企業共享研究人員。

比較大學與企業的產學共享研究者機構來源數及集中度顯示，大學的產學共享研究者機構來源數低於企業，而產學共享研究者來源集中度則高於企業，由此可知，雖然大學與企業的產學共享研究者機構來源均具有多元性，未傾向與特定機構共享研究人員，但企業的產學共享研究者來源多於大學，亦即企業同時與多個大學共享研究人員的情形，較大學同時與多個企業分享研究人員的情形普遍。

表 4-40 產學共享研究者人數前 5 名機構之產學共享研究者機構來源分析

大學	機構來源數	HHI	企業	機構來源數	HHI
Tsinghua University	3	0.66	Disney	10	0.27
Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	7	0.41	Google	10	0.15
University of California- Berkeley	7	0.18	Intel	17	0.11
University of Washington- Seattle	10	0.17	IBM	19	0.10
Stanford University	18	0.09	Microsoft Corp.	25	0.07
平均	9	0.30	平均	16.2	0.14

註：1. 表格依 HHI 排序

2. 灰底標示產學共享研究者機構來源數前 2 名之機構

(六) 產學共享機構組合分析

表 4-41 列出產學共享研究論文數前 20 名的機構組合及其產學共享研究者人數，表中顯示前 20 名的機構組合中，在企業部分，以 Microsoft Corp. 出現的次數最多，佔了 5 個；大學部分，Stanford University 與 University of Washington- Seattle 各參與了 4 個機構組合。表中指出，產出最多產學共享研究者論文的機構組合為

「Tsinghua University 與 Microsoft Corp.」，共產出 18 篇論文，佔所有產學共享研究者論文的 3.77%；第二名為「Stanford University 與 Industrial Light + Magic」，共產出 16 篇論文，佔所有產學共享研究者論文的 3.35%，第三名為「Swiss Federal Institute of Technology- Zurich 與 Disney」，共產出 14 篇論文，佔所有產學共享研究者論文的 2.93%，比較前 20 名機構組合中大學與企業的個數，並觀察各個機構組合產出之論文數佔所有產學共享研究者論文的的比例可發現，前 20 名機構組合中，大學與企業的個數近乎相等(18 所大學、17 家企業)，且各機構組合產出的產學共享研究者論文比例偏低，排名第一的「Tsinghua University 與 Microsoft Corp」其產學共享研究者論文佔有率僅 3.77%，以上數據均顯示，發表產學共享研究者論文的機構組合十分分散，且多數機構的產學共享研究者機構來源具有多元性，2002-2011 年間，共有 350 個機構組合發表至少一篇產學共享研究者論文。

此外，觀察各機構組合的產學共享研究者人數可知，「Swiss Federal Institute of Technology- Zurich 與 Disney」擁有最多的產學共享研究者，共有 10 人；其次為「Tsinghua University 與 Microsoft Corp.」，擁有 8 名產學共享研究者；第三名為「University of Stuttgart 與 Visus LLC」擁有 7 名產學共享研究者。對照各機構組合的產學共享研究者論文數與產學共享研究者人數可發現，產學共享研究者論文數多的機構組合，其所擁有的產學共享研究者人數亦較多，但「MIT 與 Adobe Systems Inc.」、「Concordia University 與 Ericsson」、「Swiss Federal Institute of Technology- Zurich 與 Eiffel Software」、「Linkoping University 與 Sectra-Imtec AB」、「University College Dublin 與 ChangingWorlds Ltd.」、「Vienna University of Technology 與 SimVis GmbH」等六組機構組合的產學共享研究者論文均為同一人所發表；而「University of Stuttgart 與 Visus LLC」、「Indian Institute of Technology-

Delhi 與 IBM」、「University of Science and Technology of China 與 Microsoft Corp.」、「University of Washington- Seattle 與 Google」、「University of Washington- Seattle 與 Intel」等五組機構組合的產學共享研究者論文數多於產學共享研究者人數，顯示上述機構的產學共享研究者論文是由產學共享研究者合作發表。

表 4-41 產學共享研究者論文數前 20 名的機構組合

排名	機構組合		產學共享研究者論文數 (百分比)	產學共享研究者人數
	大學名稱	企業名稱		
1	Tsinghua University	Microsoft Corp.	18 (3.77%)	8 人
2	Stanford University	Industrial Light + Magic	16 (3.35%)	6 人
3	Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	Disney	14 (2.93%)	10 人
4	University of Washington-Seattle	Adobe Systems Inc.	13 (2.72%)	3 人
5	Stanford University	Intel	9 (1.88%)	5 人
6	University of Stuttgart	Visus LLC	6 (1.26%)	7 人
7	MIT	Adobe Systems Inc.	5 (1.05%)	1 人
7	University of Washington-Seattle	Microsoft Corp.	5 (1.05%)	3 人
7	Zhejiang University	Microsoft Corp.	5 (1.05%)	5 人
10	Concordia University	Ericsson	4 (0.84%)	1 人
10	Indian Institute of Technology- Delhi	IBM	4 (0.84%)	6 人
10	Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	Eiffel Software	4 (0.84%)	1 人
10	Technical University of Berlin	Deutsche Telekom AG	4 (0.84%)	3 人
14	Linkoping University	Sectra-Imtec AB	3 (0.63%)	1 人
14	Stanford University	NVIDIA Corp.	3 (0.63%)	3 人

排名	機構組合		產學共享研究者論文數 (百分比)	產學共享研究者人數
	大學名稱	企業名稱		
14	Stanford University	Pixar Animation Studios	3 (0.63%)	2 人
14	Technische Universität Wien	Evolute GmbH	3 (0.63%)	3 人
14	Tel Aviv University	IBM	3 (0.63%)	2 人
14	University College Dublin	ChangingWorlds Ltd.	3 (0.63%)	1 人
14	University of California-Berkeley	Microsoft Corp.	3 (0.63%)	3 人
14	University of California-Los Angeles	Disney	3 (0.63%)	3 人
14	University of California-San Diego	Disney	3 (0.63%)	2 人
14	University of Science and Technology of China	Microsoft Corp.	3 (0.63%)	6 人
14	University of Washington-Seattle	Google	3 (0.63%)	4 人
14	University of Washington-Seattle	Intel	3 (0.63%)	6 人
14	Vienna University of Technology	SimVis GmbH	3 (0.63%)	1 人

- 註：1. 百分比指各機構組合之產學共享研究者論文佔所有產學共享研究者論文之比例
2. 灰底標示產學共享研究者人數前 3 名之機構組合

(七) 產學共享研究者機構之地理位置分析

前述研究結果顯示，產學共享研究者所任職的機構，以同一國家的大學與企業為主，跨國產學共享研究者的情形較少見，但擁有產學共享研究者的企業又以大型跨國企業為主，為了解產學共享研究者所任職的機構是否具有地緣關係，本研究以產學共享研究者人數前 5 名的機構組合為例，比對產學共享研究者任職機構的國家及行政區，並計算任職於同一行政區的產學共享研究者人數，及其佔該機構組合產學共享研究者總數之比例。

表 4-42 顯示除「University of Science and Technology of China 與 Microsoft Corp.」外，其餘產學共享研究者任職之機構皆位在同一行政區，且對照先前研究結果可得知，以下機構組合中的大學與企業，均互為其產學共享研究者的主要機構來源，如 Tsinghua University 的產學共享研究者，主要來自北京的 Microsoft Research Asia，其產學共享研究者人數佔 Tsinghua University 產學共享研究者總數的 80%；Swiss Federal Institute of Technology- Zurich 的產學共享研究者，主要來自 Disney 的瑞士蘇黎世分公司，佔該校產學共享研究者的 66.67%。由此可知，以研究人員共享方式建立合作關係的大學與企業，多半具有地緣關係。

表 4-42 產學共享研究者任職機構地理位置分析

大學	企業	百分比	機構位置
Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	Disney	100%	瑞士蘇黎世
Tsinghua University	Microsoft Corp.	100%	中國北京
University of Stuttgart	Visus LLC	100%	德國 Stuttgart
Stanford University	Industrial Light + Magic	100%	美國加州
Indian Institute of Technology- Delhi	IBM	100%	印度新德里
University of Washington- Seattle	Intel	100%	美國西雅圖
University of Science and Technology of China	Microsoft Corp.	0%	大學位在安徽合肥，企業位在中國北京

註：百分比指任職於同一行政區的產學共享研究者佔該機構組合產學共享研究者總數之比例

三、產學共享與產學合著之關聯

(一) 產學共享研究者論文類型分析

產學共享研究者除以單一作者形式獨自發表研究成果外，亦可能與其他研究人員共同發表合著論文，若產學共享研究者與其任職機構或其他大學、企業的研究人員共同發表合著論文，此類論文即為產學合著論文；而產學共享研究者發表之單一作者論文，即便同樣具有產學合作之意涵，但考量這類論文不符合合著論

文須有兩位以上作者之要件，故非本研究所認定之產學合著論文。為了解產學共享研究者發表論文的形式，本研究統計產學共享研究者論文中，單一作者論文與產學合著論文的比例，呈現於圖 4-22。研究結果顯示，產學共享研究者論文中，單一作者論文僅 31 篇，佔所有產學共享研究者論文的 6.49%；而產學共享研究者與其他研究人員共同發表的產學合著論文則有 447 篇，佔所有產學共享研究者論文的 93.51%。

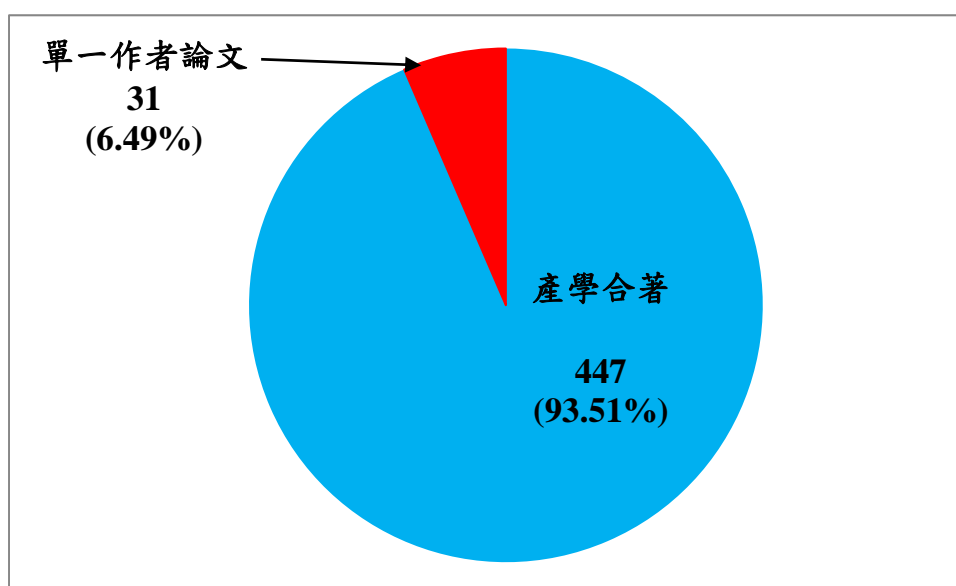


圖 4-22 產學共享研究者論文類型比例圖

此外，圖 4-23 呈現歷年單一作者論文與產學合著論文佔產學共享研究者論文的比，圖中顯示產學共享研究者獨自發表論文的比逐年下降，2003 年後，單一作者論文的比皆在 10% 以下，2010 年甚至沒有任何產學共享研究者以單一作者形式發表論文；反觀產學共享研究者發表之產學合著論文比逐年上升，其中以 2002 年的 80.00% 為最低，2010 年的 100.00% 為最高。圖 4-22 與圖 4-23 的研究數據均顯示，產學共享研究者參與產學合著的情形相當普遍。

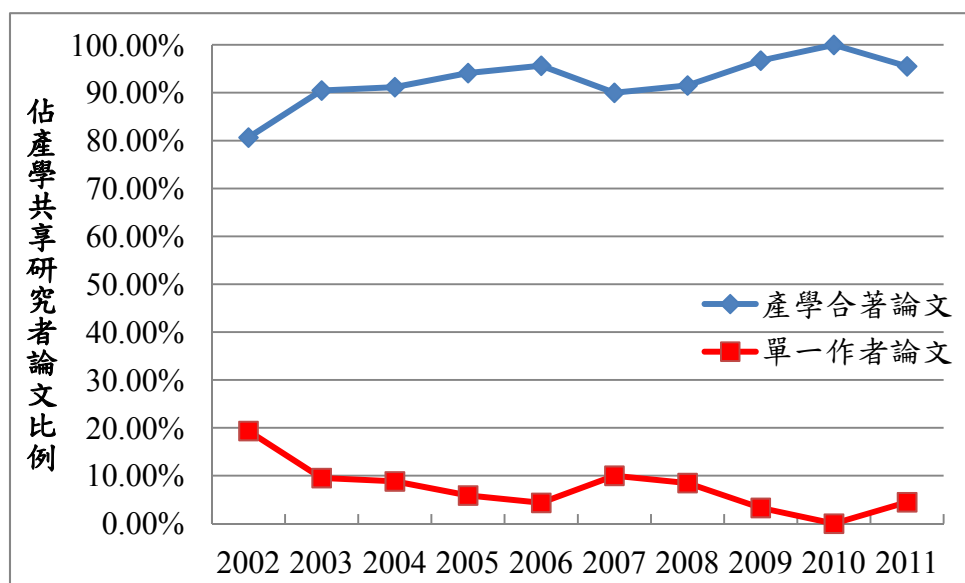


圖 4-23 歷年產學共享研究者論文類型曲線圖

(二) 以產學共享研究者為通訊作者/第一作者之產學合著論文數

本研究於第二節曾統計產學合著論文通訊作者與第一作者所屬機構類型之比例，其中以多機構研究者擔任通訊作者或第一作者的比例為 7.31%，本研究再依任職機構將擔任通訊作者或第一作者之多機構研究者予以分類，呈現於表 4-43。研究結果顯示，由多機構研究者擔任通訊作者或第一作者的產學合著論文中，以產學共享研究者為通訊作者或第一作者的產學合著論文佔多數，共有 166 篇，佔產學合著論文的 6.82%，於各種通訊作者/第一作者機構類型中排名第三。而對照產學共享研究者發表之產學合著論文數，與其擔任通訊作者或第一作者之產學合著論文數顯示，其中有 37%是以產學共享研究者為通訊作者或第一作者，由此可知，產學共享研究者在其參與的產學合著活動中，扮演主導角色的比例並不低。

表 4-43 產學共享研究者擔任通訊作者或第一作者統計表

多機構研究者類型	擔任通訊/第一作者之產學合著論文數	佔產學合著論文比例	佔多機構研究者擔任通訊/第一作者之產學合著論文比例
產學共享研究者	166	6.82%	93.26%
大學共享研究者	2	0.08%	1.12%
官學共享研究者	8	0.33%	4.49%
產官共享研究者	2	0.08%	1.12%

(三) 產學共享研究者與產學合著機構之比較

合著與研究人員共享已成為產學雙方建立合作關係的手段，但這兩種不同的合作模式間是否相互影響或存在關聯性，值得進一步探究。為了解不同機構是否偏好不同的合作管道，本研究將產生產學合著關係之機構與產學共享研究者任職之機構進行比較，分析結果呈現於圖 4-24。圖中顯示，3,027 個產學合著機構組合中，有 287 個機構組合擁有產學共享研究者，佔所有產學合著機構組合的 9.48%；而 354 個產學共享研究者所任職的機構組合中，曾共同發表產學合著論文的機構組合佔了 81.07%；比較同時採用兩者的比例顯示，產學共享研究者所任職的機構組合中，有八成以上曾進行產學合著，相較之下，僅有不到一成的產學合著論文是由產學共享研究者產出，顯示大部分的產學共享研究者會參與產學合著活動，但進行產學合著的機構很少與對方共享研究人員。

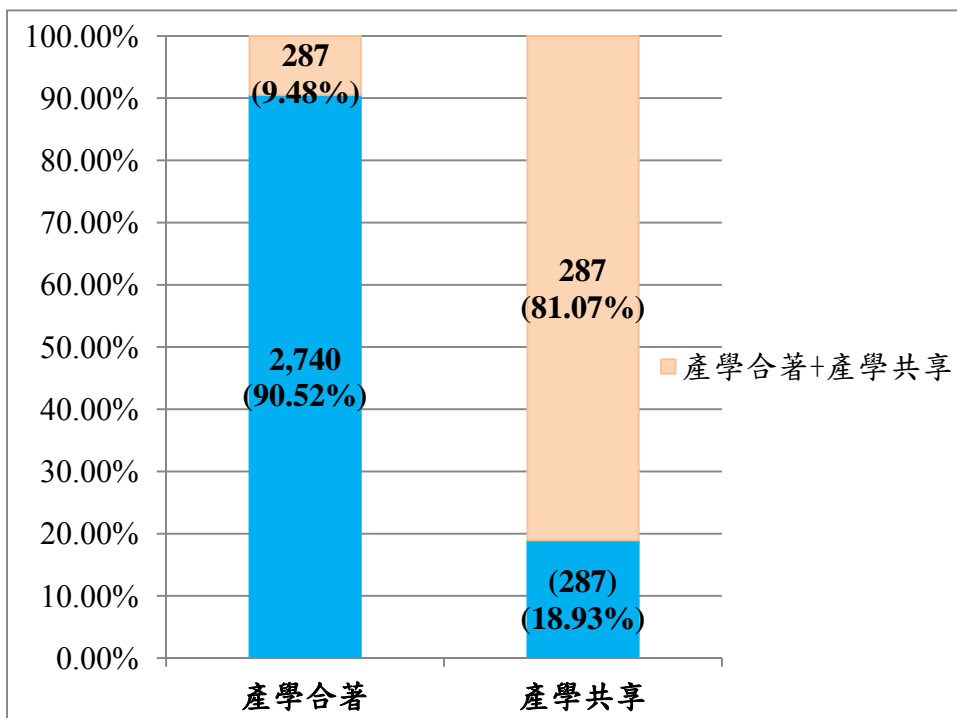


圖 4-24 產學合著與產學共享研究者機構組合比較圖

由於各機構組合產出的產學合著論文數有一定差距，僅比較產學合著與產學共享研究者之機構組合的重複性，無法完整體現產學合著與產學共享研究者間的關係，故本研究另以產學合著論文數前 20 名的機構組合為對象，統計產學共享研究者論文佔該其產學合著論文的比例，呈現於表 4-44。表中顯示產學合著論文數前 20 名的機構組合中，僅「MIT 與 Microsoft Corp.」、「The University of Texas-Austin 與 Intel」、「University of California- Berkeley 與 Adobe Systems Inc.」三組未發表產學共享研究者論文，且產學合著論文數排名第一的「Tsinghua University 與 Microsoft Corp.」發表之產學共享研究者論文數與產學共享研究者人數亦為最多，顯示產出產學合著論文的主要機構多數亦擁有產學共享研究者，且產學共享研究者集中在頻繁進行產學合著的機構。

此外，觀察各機構組合發表之產學共享研究者論文，佔其產學合著論文的比例指出，「Swiss Federal Institute of Technology- Zurich 與 Disney」的產學共享研究者論文佔其產學合著論文的比例最高，高達 82.35%，亦即其共同發表的合著論文中，八成以上有產學共享研究者的參與；其次為「Stanford University 與 Industrial

Light + Magic」，其產學共享研究者論文佔產學合著論文的 80.00%；第三名為「University of Washington- Seattle 與 Adobe Systems Inc.」，其產學共享研究者論文佔產學合著論文的 76.47%，顯示在上述機構的產學合著活動中，產學共享研究者扮演重要的角色。整體而言，產學合著論文數前 20 名的機構組合中，產學共享研究者論文佔產學合著論文的平均比例為 25.61%，高於所有產學合著機構組合的平均比例 7.25%，由此可知，產學合著論文之主要機構不僅擁有產學共享研究者，且產學合著論文數越多的機構組合，其產學共享研究者參與產學合著的比例越高，顯示產學共享研究者對於產學合著的進行有一定程度的促進作用。

表 4-44 產學合著論文數前 20 名機構組合之產學共享研究者論文分析

產學合著論文數排名	機構組合		產學共享研究者論文佔產學合著論文比例
	大學名稱	企業名稱	
1	Tsinghua University	Microsoft Corp.	51.43%
2	Zhejiang University	Microsoft Corp.	14.71%
2	The Hong Kong University of Science and Technology	Microsoft Corp.	5.88%
4	University of Washington-Seattle	Microsoft Corp.	18.52%
5	Stanford University	Industrial Light + Magic	80.00%
6	University of Science and Technology of China	Microsoft Corp.	16.67%
6	MIT	Microsoft Corp.	0.00%
8	Swiss Federal Institute of Technology- Zurich	Disney	82.35%
8	University of Washington-Seattle	Adobe Systems Inc.	76.47%
8	Stanford University	Microsoft Corp.	5.88%
8	University of Illinois-Urbana-Champaign	Microsoft Corp.	5.88%
12	Stanford University	Intel	60.00%
13	Carnegie Mellon University	Microsoft Corp.	7.14%
14	University of California-Berkeley	Microsoft Corp.	23.08%

產學合著論文數排名	機構組合		產學共享研究者論文佔產學合著論文比例
	大學名稱	企業名稱	
14	University of California-Berkeley	Intel	15.38%
14	MIT	Mitsubishi Group	7.69%
14	The University of Texas-Austin	Intel	0.00%
18	MIT	Adobe Systems Inc.	41.67%
18	The University of Texas-Austin	IBM	16.67%
18	The Chinese University of Hong Kong	Microsoft Corp.	8.33%
18	University of California-Berkeley	Adobe Systems Inc.	0.00%

註：灰底標示產學共享研究者論文佔產學合著論文比例前3名之機構組合

(四) 產學共享研究者與產學合著關聯性之統計檢定

產學共享研究者不僅可視為大學與企業合作關係的建立，更可藉由其職場人際關係的拓展，促進產學雙方合作交流的機遇，為了解產學共享研究者是否對產學合著的進行造成顯著影響，本研究以獨立樣本 t 檢定檢視擁有產學共享研究者與未擁有產學共享研究者之機構，所產出的平均產學合著論文數，由表 4-45 的檢定結果顯示，獨立樣本 t 檢定達到顯著($t(287.951) = -6.789, p = .000$)，且數據指出擁有產學共享研究者之大學與企業，平均合作發表 3.22 篇產學合著論文，高於未擁有產學共享研究者之大學與企業的 1.25 篇，故產學共享研究者可促進產學合著的進行。

表 4-45 產學合著與產學共享研究者機構之平均產學合著論文數統計檢定

	個數	平均產學合著論文數	標準差	T 值	顯著性(雙尾)
無產學共享研究者	2,740	1.25	.885	-6.789	.000
有產學共享研究者	287	3.22	4.910		

第四節 產官學合著分析

產學合作的進行不僅牽涉大學與企業的合作動機與利益，政府政策的制定與資金投入，對整體產學合作環境的營造亦多有貢獻，而政府為提升國家的研發產能與學術品質亦可能實際投入產學的合作研究，發展出產官學三邊合作的合著模式。本節就 2002-2011 年間出版之電腦科學領域期刊論文，分別統計產學、產官、官學與產官學合著論文的數量，據以了解政府、大學與企業的學術互動情形，並掌握政府參與產學合著的概況。其分析結果說明如下：

一、整體概況分析

(一) 各類型合著論文分析

本研究將論文作者所任職之機構類型，分為大學、企業、政府機構與其他四類，並依據合著者任職的機構，區分為不同的合著類型，包括大學與大學合著的大學合著論文、企業與企業合著的企業合著論文、政府機構與政府機構合著的政府機構合著論文、企業與政府機構合著的產官合著論文、大學與政府機構合著的官學合著論文、大學與企業合著的產學合著論文，以及大學、企業與政府機構合著的產官學合著論文，為探究政府、大學與企業的學術互動情形，本研究以 5 年為一個年代區間，統計不同論文類型佔論文總數的比例，其中本節將產官學合著論文自產學合著論文中獨立出來，以了解政府參與產學合著的情形。

圖 4-25 呈現 2002-2006 與 2007-2011 兩個年代區間中，各類型合著論文佔所有論文的比率，研究結果顯示，兩個年代區間中各類型論文的佔有率排名並沒有太大變化，大學合著論文皆佔有最高的比例，且比例有增加趨勢，大學合著率由 51.19% 上升至 56.84%；兩個年代區間中排名第二的皆為產學合著論文，產學合著率分別為 17.34% 與 17.70%。企業合著率與政府機構合著率則皆呈現下降趨勢，尤以企業合著率下滑最多，由 5.67% 降至 3.41%，政府機構合著率則由 2.28% 下降至 1.39%。大學合著率的增加與企業合著率的降低，顯示大學合著論文於電腦科學領域的學術產出中，佔有越來越重要的比例，而產業界獨立進行學術研發或學術研究的比率則越來越低，此處亦呼應前述的研究結果，亦即顯示電腦科學領域越

來越仰賴大學產出知識。

在政府機構與大學、企業的學術產出方面，比較產官合著率、官學合著率與產官學合著率顯示，兩個年代區間中，官學合著率均高於產官合著率與產官學合著率，其成長幅度亦高於前述兩者，由 5.45% 增加至 8.81%；產官學合著率則排名第二，且由 1.30% 微幅增加至 1.82%；在兩個年代區間中，產官合著論文的比例皆最低，產官合著率甚至由 0.55% 下降至 0.35%。以上數據顯示，政府機構與大學的學術互動越來越密切，但政府機構較少單獨與企業進行合作研究。

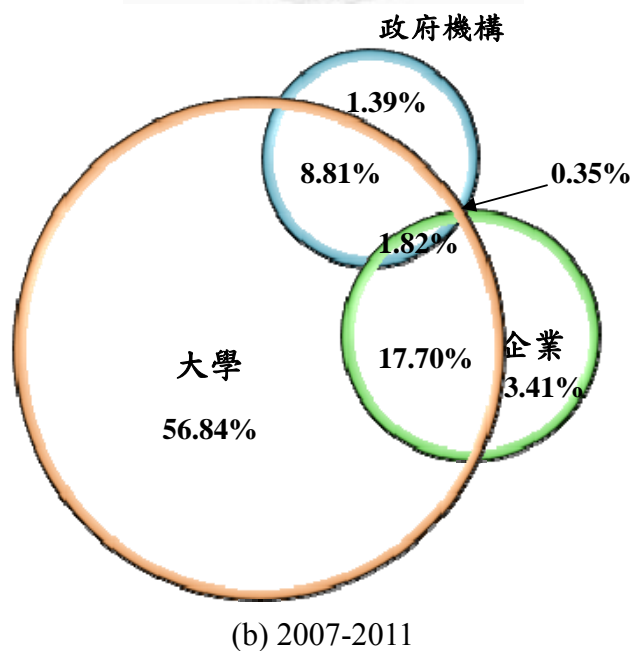
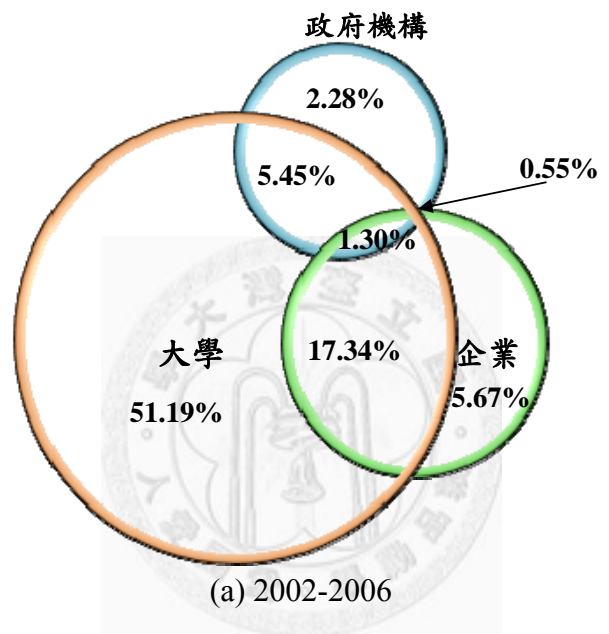


圖 4-25 合著論文類型分析圖

(二) 政府參與產學合著之分析

為進一步了解政府機構參與產學合著之趨勢，本研究統計歷年產官學合著率及產官學合著論文佔產學合著論文之比例，呈現於表 4-46 與圖 4-26。研究結果顯示，2002-2011 年的整體產官學合著率為 1.60%，且產官學合著率呈現增加趨勢，其中以 2003 年的產學合著率最低(0.73%)，2010 年的產學合著率最高(2.21%)。在產官學合著論文佔產學合著論文的比例方面，產官學合著論文平均佔產學合著論文的 8.34%，且比例亦呈現增加趨勢，由 2002 年的 7.45% 成長至 2011 年的 10.93%，其中在本研究範圍內，以 2003 年產官學合著論文佔產學合著論文的比例最低，僅 3.88%，最高者為 2010 年的 12.50%。以上數據指出，雖然政府機構參與產學合著活動的情形並不普遍，僅不到一成的產學合著論文是與政府機構研究者共同發表，但政府機構對於產學合著的參與，確有逐年增加的趨勢。

表 4-46 歷年產官學合著論文數

年代	產官學合著 論文數	產官學 合著率	佔產學合著 論文比例
2002	14	1.45%	7.45%
2003	8	0.73%	3.88%
2004	10	0.97%	5.13%
2005	22	1.92%	11.00%
2006	17	1.37%	7.36%
2007	16	1.23%	6.61%
2008	27	1.91%	8.88%
2009	24	1.56%	7.74%
2010	32	2.21%	12.50%
2011	33	2.14%	10.93%
總計	203	1.60%	8.34%

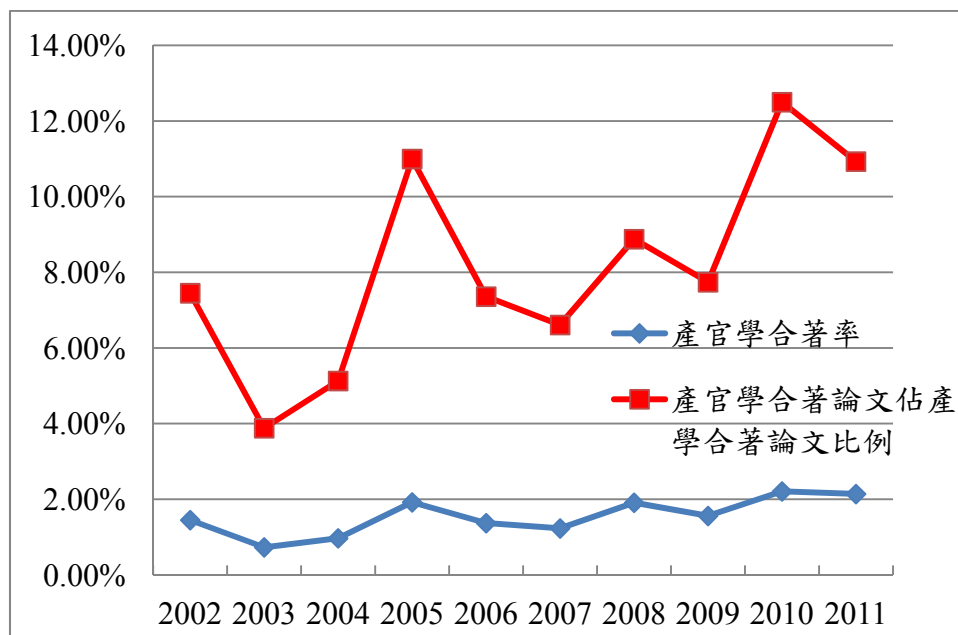


圖 4-26 歷年產官學合著率及產官學合著論文佔產學合著論文比例曲線圖

二、國家層次分析

(一) 主要國家各類型合著論文分析

本研究針對電腦科學領域論文數前 5 名的國家，進行合著論文類型的統計，並計算各類型合著論文佔該國所有論文的比例，呈現於圖 4-27。圖 4-27(a)呈現美國各類型合著論文佔該國論文的比例，圖中顯示美國以大學合著論文的比例最高，大學合著率為 49.36%；其次為產學合著論文，該國之產學合著率為 23.92%；企業合著論文則以 6.14% 的比例排名第三；而產官合著論文為美國合著論文中比例最低的論文類型，產官合著率僅 0.43%。

圖 4-27(b)呈現中國各類型合著論文佔該國論文的比例，圖中顯示中國以大學合著論文的比例最高，大學合著率為 66.26%；其次為產學合著論文，該國之產學合著率為 13.94%；官學合著論文則以 9.32% 的比例排名第三；而產官合著論文為中國合著論文中比例最低的合著類型，產官合著率僅 0.46%。

圖 4-27(c)呈現加拿大各類型合著論文佔該國論文的比例，圖中顯示加拿大以大學合著論文的比例最高，大學合著率為 64.45%；其次為產學合著論文，該國之產學合著率為 14.81%；官學合著論文則以 9.83% 的比例排名第三；而產官合著論

文為加拿大國合著論文中比例最低的合著類型，產學合著率僅 0.47%。

圖 4-27(d)呈現德國各類型合著論文佔該國論文的比​​例，圖中顯示德國以大學合著論文的比​​例最高，大學合著率為 43.70%；其次為產學合著論文，該國之產學合著率為 17.98%；官學合著論文則以 15.62% 的比​​例排名第三；而企業合著論文為德國合著論文中比​​例最低的合著類型，企業合著率僅 1.18%。

圖 4-27(e)呈現英國各類型論文佔該國論文的比​​例，圖中顯示英國以大學合著論文的比​​例最高，大學合著率為 57.31%；其次為產學合著論文，該國之產學合著率為 16.62%；官學合著論文則以 6.25% 的比​​例排名第三；而產官合著論文為英國合著論文中比​​例最低的合著類型，產官合著率僅 0.40%。

比較各類型合著論文佔五個主要國家的論文比​​例顯示，各論文類型的合著率雖有差異，但五個國家皆以大學合著論文為主要合著論文類型，其中以中國的大學合著率最高，達 66.26%，而德國的大學合著率最低，為 43.70%；產學合著論文為五國論文比​​例第二高的合著論文類型，其中以美國的產學合著率最高，為 23.92%；除美國外，其他四個國家論文比​​例第三名皆為官學合著論文，其中以德國的官學合著率最高，為 15.62%；美國則以企業合著論文的比​​例排名第三，其企業合著率為 6.14%，是五個國家中最高的，反觀德國的企業合著論文為該國比​​例最低的合著類型。在論文比​​例最低的合著論文類型方面，除德國外，其他四個國家皆以產官合著論文的比​​例最低，產學合著率約 0.50%左右，而德國雖是唯一產官合著率達 1%以上的國家，但其產官合著率亦不高。

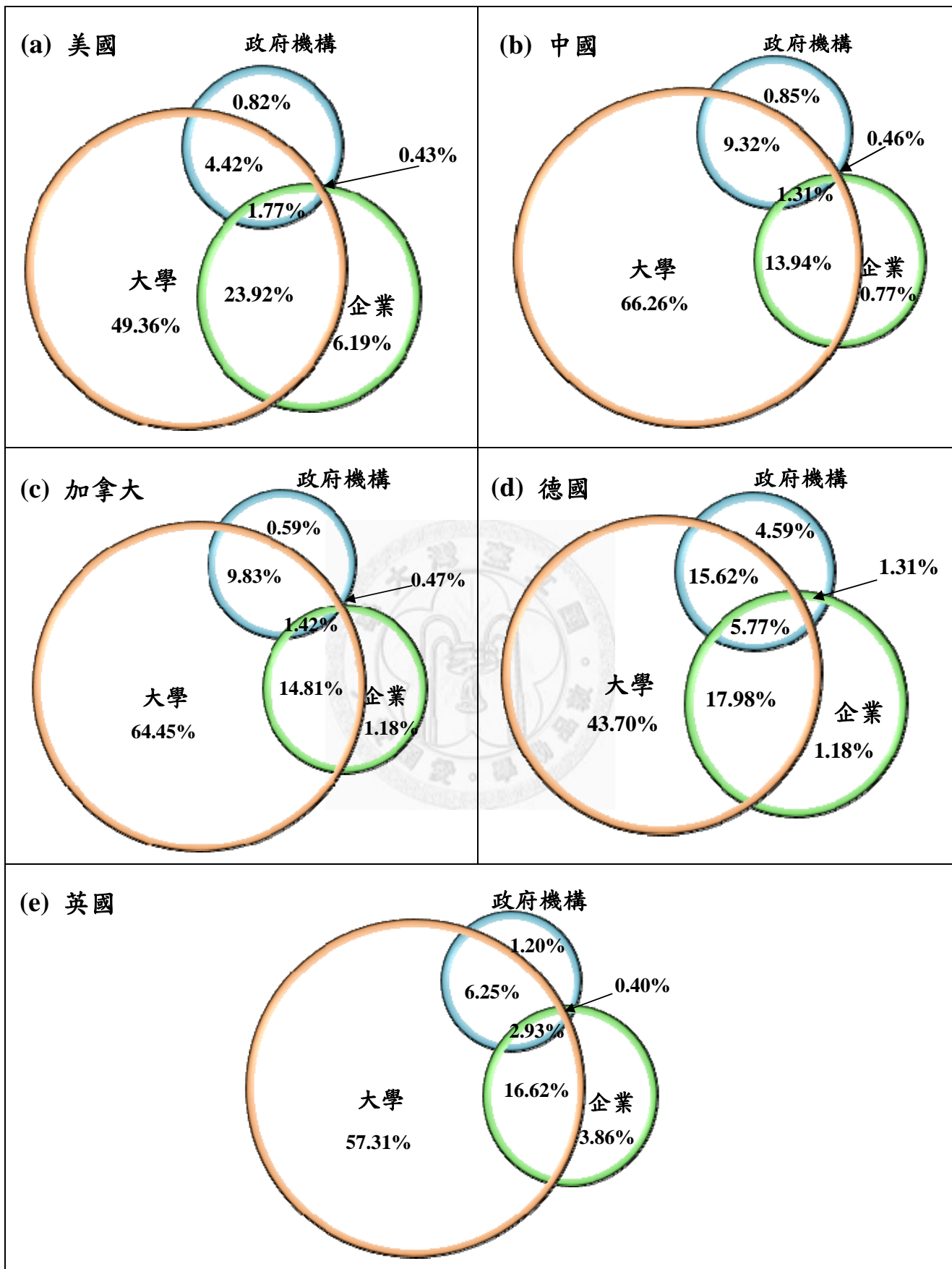


圖 4-27 主要國家各類型合著論文分析圖

(二) 臺、韓、中、日各類型合著論文分析

為了解亞洲主要國家的產、官、學合著情形，本研究針對臺灣、日本與南韓進行合著論文類型的統計，並計算各類型合著論文佔該國所有論文的比例，呈現於圖 4-28。圖 4-28(a)呈現臺灣各類型論文佔該國論文的比例，圖中顯示臺灣以大學合著論文的比例最高，大學合著率為 65.68%；其次為官學合著論文，該國之官學合著率為 14.59%；產學合著論文則以 11.62% 的比例排名第三；值得注意的是，臺灣企業於本研究範圍內未發表任何企業合著論文。

圖 4-28(b)呈現日本各類型論文佔該國論文的比例，圖中顯示日本以大學合著論文的比例最高，大學合著率為 45.03%；其次為產學合著論文，該國之產學合著率為 16.15%；官學合著論文則以 14.91% 的比例排名第三；而政府機構合著論文為日本合著論文中比例最低的合著類型，政府機構合著率僅 0.62%。

圖 4-28(c)呈現南韓各類型論文佔該國論文的比例，圖中顯示南韓以大學合著論文的比例最高，大學合著率為 64.06%；其次為產學合著論文，該國之產學合著率 19.22%；官學合著論文則以 8.10% 的比例排名第三；而產官合著論文為南韓合著論文中比例最低的合著類型，產官合著率僅 0.35%。

比較亞洲國家各類型合著論文佔該國論文的比例顯示，中國、臺灣、南韓的大學合著率皆在 60% 以上，且企業合著率皆未達 1%，其中臺灣企業甚至未發表任何企業合著論文，反觀日本的大學合著率為 45.03%，且其企業合著率達 9.01%，顯示亞洲國家中，以日本企業最積極投入學術研究，但其他亞洲國家的企業合著情形則不普遍。在產學與產官學合著部份，亞洲國家中以南韓與日本的產學合著率、產官學合著率為最高，臺灣的產學合著率則為亞洲四國中最低的，上述顯示日本企業不僅積極投入學術研究，亦與大學建立密切的合作關係，南韓企業則傾向以產學合著型式發表論文，反觀臺灣企業較少投入電腦科學領域的學術研究。

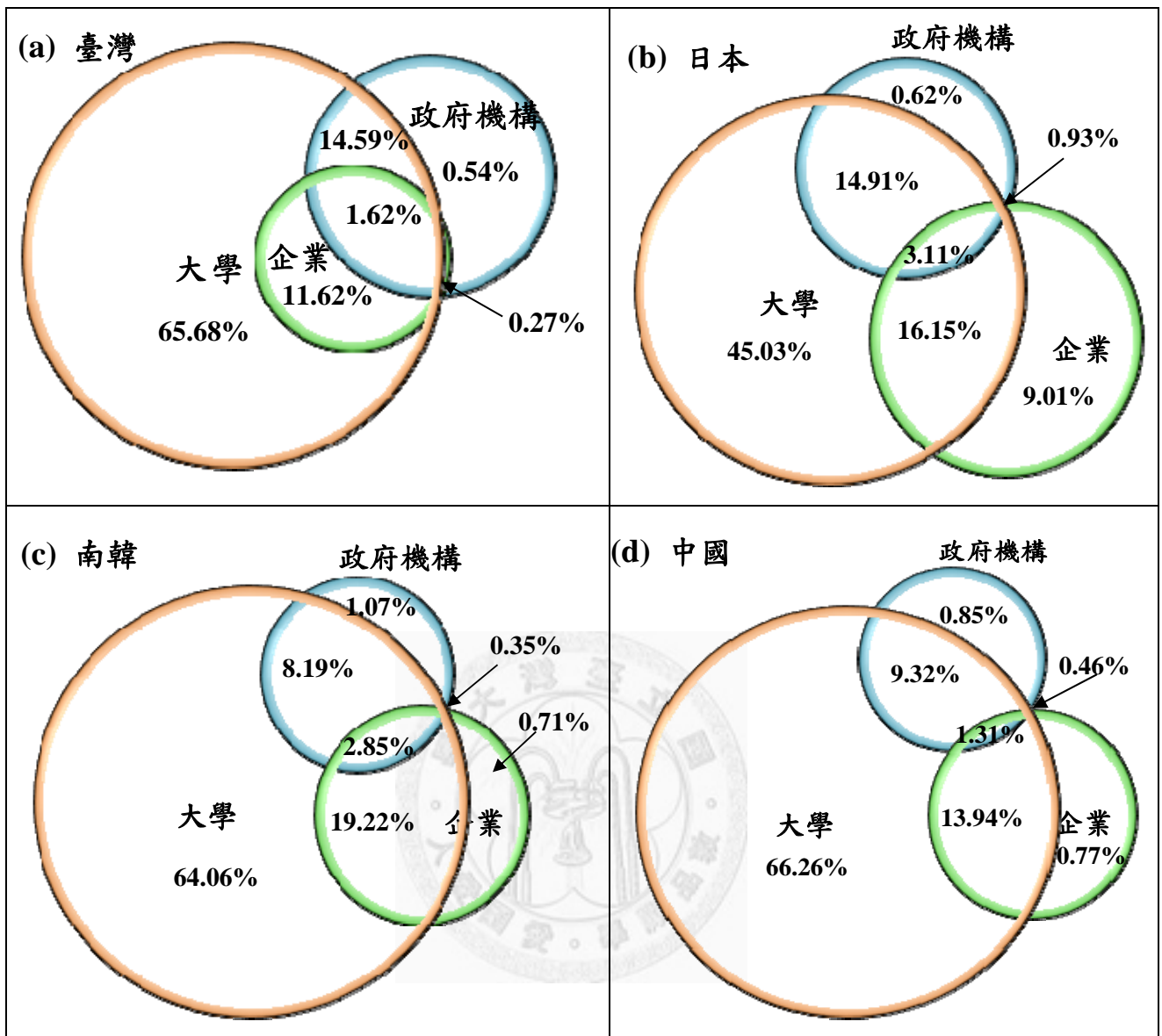


圖 4-28 臺、韓、中、日各類型合著論文分析圖

(三) 各國合著論文類型比較

為進一步了解各國大學、企業與政府機構合著情形的差異，本研究以電腦科學領域論文數前 15 名的國家為分析對象，統計各國的大學合著論文數、企業合著論文數、政府機構合著論文數、產官合著論文數、官學合著論文數、產學合著論文數與產官學合著論文數，並計算上述合著論文分佔各國論文總數之比例，呈現於表 4-47。表中顯示除法國外，各國皆以大學合著論文為其合著論文的主要類型；其次為產學合著論文或官學合著論文。在各國的比較方面，若單就論文數來看，各類合著論文皆以美國的數量為最多，為了解各國合著論文類型的差異，本研究

進一步比較各國的各類型合著率，呈現於圖 4-29 到 4-32。

表 4-47 電腦科學領域論文數前 15 名國家之合著論文類型分析

國家	大學合著	企業合著	政府機構合著	產官合著	官學合著	產學合著	產官學合著	論文總數
美國	3,479 (49.36%)	433 (6.14%)	58 (0.82%)	30 (0.43%)	347 (4.92%)	1,686 (23.92%)	125 (1.77%)	7,048 (87.37%)
中國	860 (66.26%)	10 (0.77%)	11 (0.85%)	6 (0.46%)	121 (9.32%)	181 (13.94%)	17 (1.31%)	1,298 (92.91%)
加拿大	544 (64.45%)	10 (1.18%)	5 (0.59%)	4 (0.47%)	83 (9.83%)	125 (14.81%)	12 (1.42%)	844 (92.77%)
德國	333 (43.70%)	9 (1.18%)	35 (4.59%)	10 (1.31%)	119 (15.62%)	137 (17.98%)	44 (5.77%)	762 (90.16%)
英國	431 (57.31%)	29 (3.86%)	9 (1.20%)	3 (0.40%)	47 (6.25%)	125 (16.62%)	22 (2.93%)	752 (88.56%)
義大利	316 (59.96%)	1 (0.19%)	21 (3.98%)	3 (0.57%)	73 (13.85%)	62 (11.76%)	13 (2.47%)	527 (92.79%)
法國	111 (22.42%)	17 (3.43%)	50 (10.10%)	12 (2.42%)	186 (37.58%)	46 (9.29%)	49 (9.90%)	495 (95.15%)
臺灣	243 (65.68%)	0 (0.00%)	2 (0.54%)	1 (0.27%)	54 (14.59%)	43 (11.62%)	6 (1.62%)	370 (94.32%)
新加坡	214 (62.57%)	1 (0.29%)	3 (0.88%)	0 (0.00%)	60 (17.54%)	32 (9.36%)	14 (4.09%)	342 (94.74%)
西班牙	181 (54.35%)	4 (1.20%)	5 (1.50%)	2 (0.60%)	47 (14.11%)	57 (17.12%)	15 (4.50%)	333 (93.39%)
瑞士	155 (47.11%)	7 (2.13%)	2 (0.61%)	1 (0.30%)	30 (9.12%)	97 (29.48%)	12 (3.65%)	329 (92.40%)
日本	145 (45.03%)	29 (9.01%)	2 (0.62%)	3 (0.93%)	48 (14.91%)	52 (16.15%)	10 (3.11%)	322 (89.75%)
以色列	186 (61.59%)	6 (1.99%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	15 (4.97%)	60 (19.87%)	7 (2.32%)	302 (90.73%)
澳洲	177 (59.80%)	3 (1.01%)	3 (1.01%)	2 (0.68%)	48 (16.22%)	32 (10.81%)	5 (1.69%)	296 (91.22%)
南韓	180 (64.06%)	2 (0.71%)	3 (1.07%)	1 (0.36%)	23 (8.19%)	54 (19.22%)	8 (2.85%)	281 (96.44%)

- 註：1. 表格依電腦科學領域論文總數排序
 2. 括號內數值為各合著論文佔國家論文總數之比例
 3. 藍底標示各國合著率最高之合著論文類型
 4. 黃底標示各國合著率次高之合著論文類型
 5. 紅字標示各類型合著率前 2 名之國家

圖 4-29 為各國大學合著率與企業合著率之比較。研究結果顯示，大學合著率最高的國家為中國(66.26%)，臺灣排名第二(65.68%)。法國則為大學合著率最低的國家，僅 22.42%，其大學合著率大幅落後其他 14 個國家，且除法國外，各國皆以大學合著論文為主要的合著論文類型，多數國家的大學合著率皆在 50% 以上，顯示有別與其他國家，法國不以大學合著論文為主要的論文形式。

在企業合著率部分，日本為企業合著率最高的國家(9.01%)；其次為美國(6.14%)，但除日本與美國外，多數國家的企業合著率偏低，皆在 4% 以下，其中臺灣企業於本研究的研究範圍內，未曾發表任何一篇企業合著論文；研究結果亦顯示，亞洲國家除日本外，中國、新加坡與南韓的企業合著率皆不到 1%，由此可知，亞洲國家的企業合著情形較不普遍。

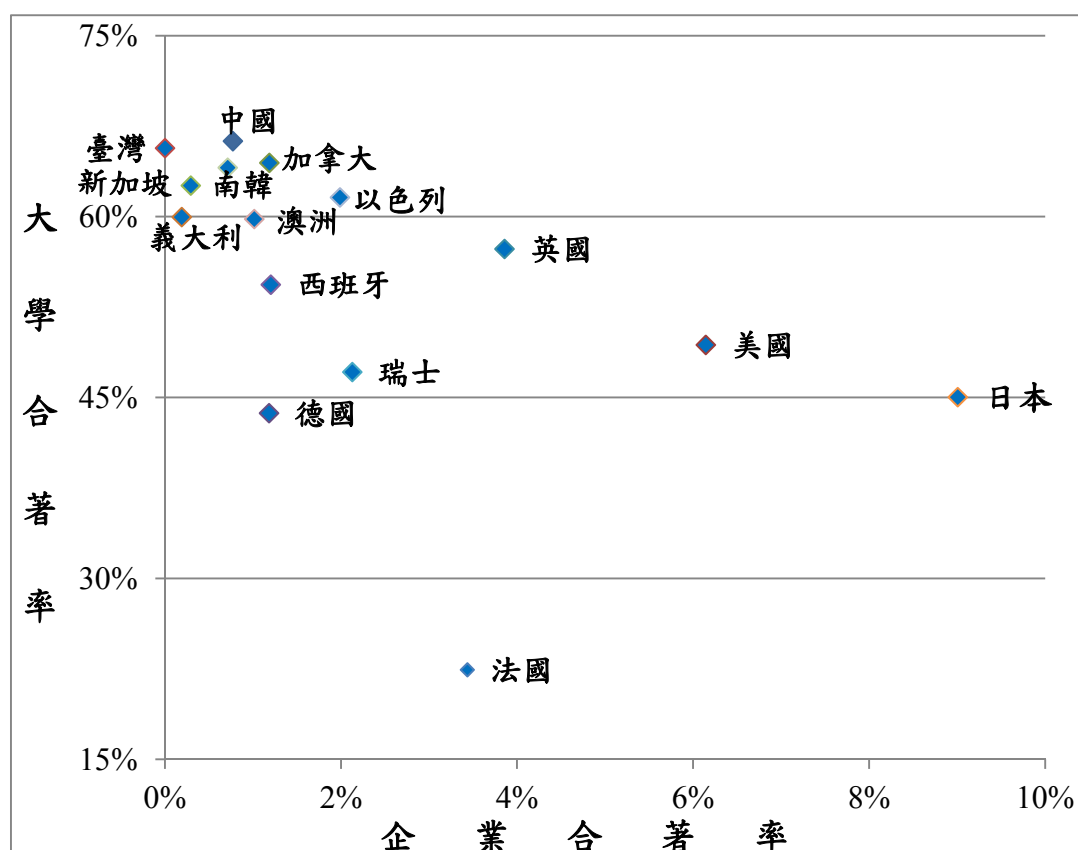


圖 4-29 電腦科學領域論文數前 15 名國家之大學合著率與企業合著率

圖 4-30 呈現各國政府機構合著率與產官合著率之比較，在政府機構合著率部分，研究結果顯示，法國的政府機構合著率為 15 個國家中最高的，達 10.10%；第

二、三名為德國(4.59%)與義大利(3.98%)，但大體而言，各國的政府機構合著率皆偏低，其中以色列於本研究的研究範圍內，未曾發表任何一篇政府機構合著論文。由此可知，除法國外，多數國家政府機構內部或政府機構間的合著比例並不高。

在產官合著率部份，法國亦為產官合著率最高的國家(2.42%)，其次為德國(1.31%)，但法、德兩國的產官合著率皆不高，且整體來看，論文數前 15 名的國家其產官合著率皆很低，其中新加坡與以色列於本研究的研究範圍內，未曾發表任何一篇產官合著論文。由此可知，各國的政府機構與企業皆很少進行的合著活動。

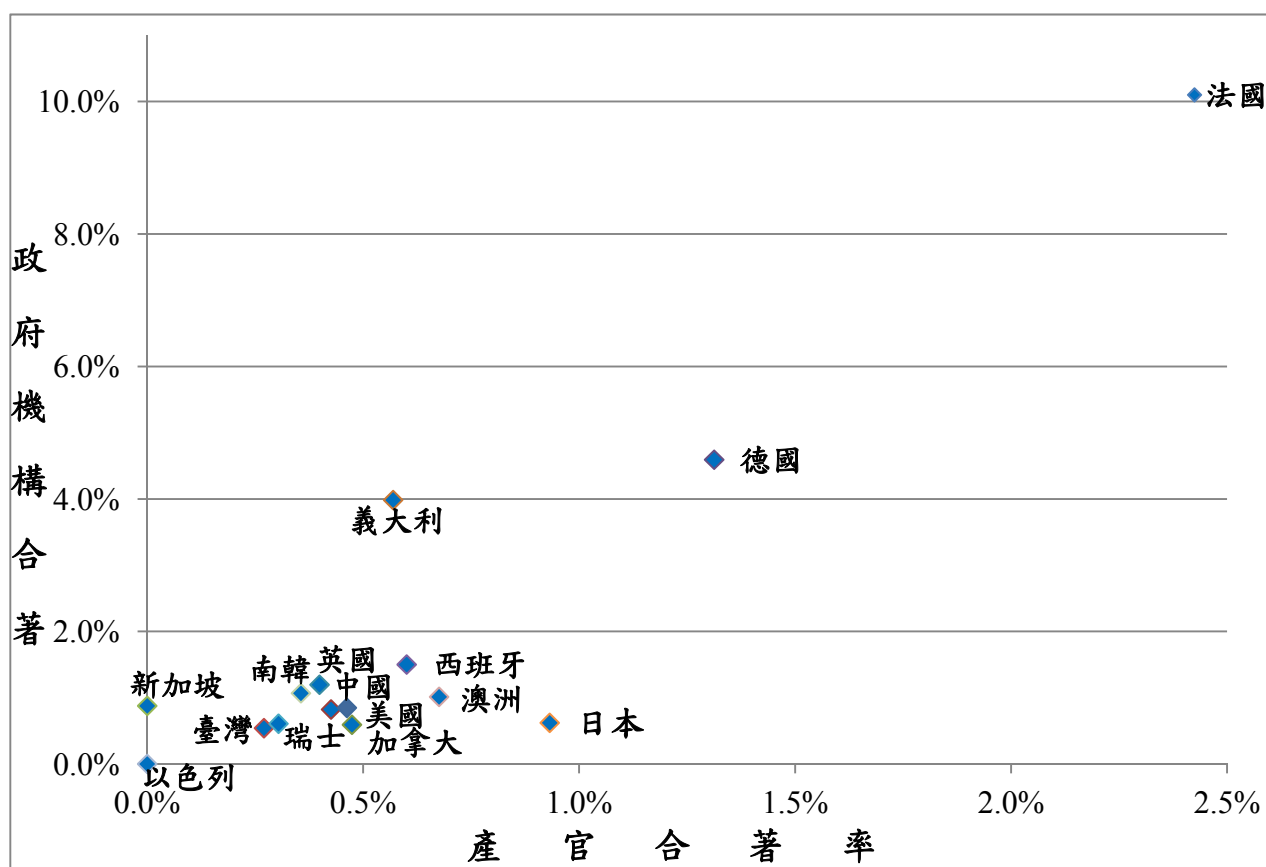


圖 4-30 電腦科學領域論文數前 15 名國家之政府機構合著率與產官合著率

圖 4-31 呈現各國官學合著率與產學合著率之比較，研究結果顯示，法國為官學合著率最高的國家，高達 37.58%，不僅大幅領先其他國家，其官學合著率甚至高於大學合著率(22.42%)；新加坡為官學合著率第二高的國家，其官學合著率為 17.54%；其餘國家的官學合著率約介於 5%-15%，其中尤以美國的官學合著率最低，為 4.92%。由此可知，法國政府與大學合著的比例最高，且為該國論文產出的主要

來源。

在產學合著率部份，研究結果顯示，瑞士為產學合著率最高的國家(29.48%)；美國以 23.92% 排名第二；法國則為產學合著率最低的國家，其產學合著率為 9.29%，整體而言，多數國家的產學合著率介於 10%-20%。

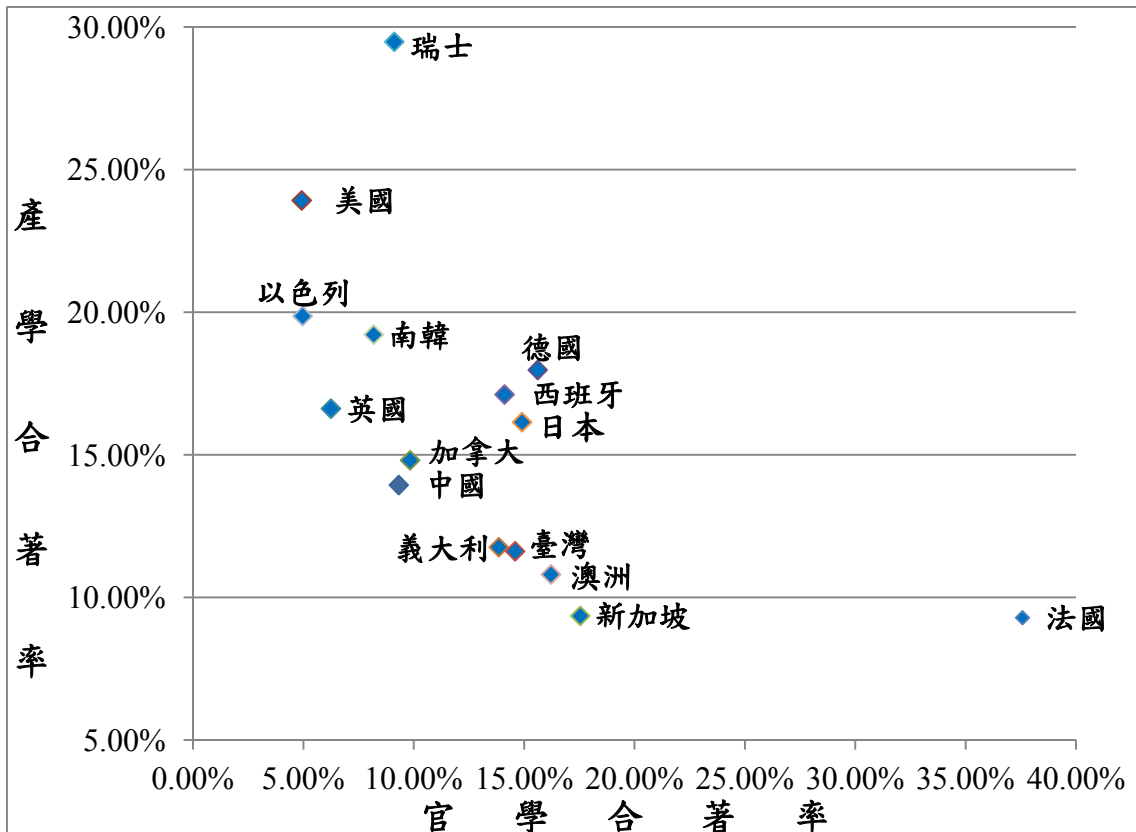


圖 4-31 電腦科學領域論文數前 15 名國家之官學合著率與產學合著率

圖 4-32 則呈現各國產官學合著率之比較，研究結果顯示，法國為產官學合著率最高的國家(9.90%)；德國以 5.77% 排名第二；中國則為產官學合著率最低的國家，其產官學合著率為 1.31%。整體而言，除法國與德國外，其餘國家的產官學合著率皆在 5% 以下，顯示多數國家的大學、企業與政府機構共同發表論文的比例並不高。

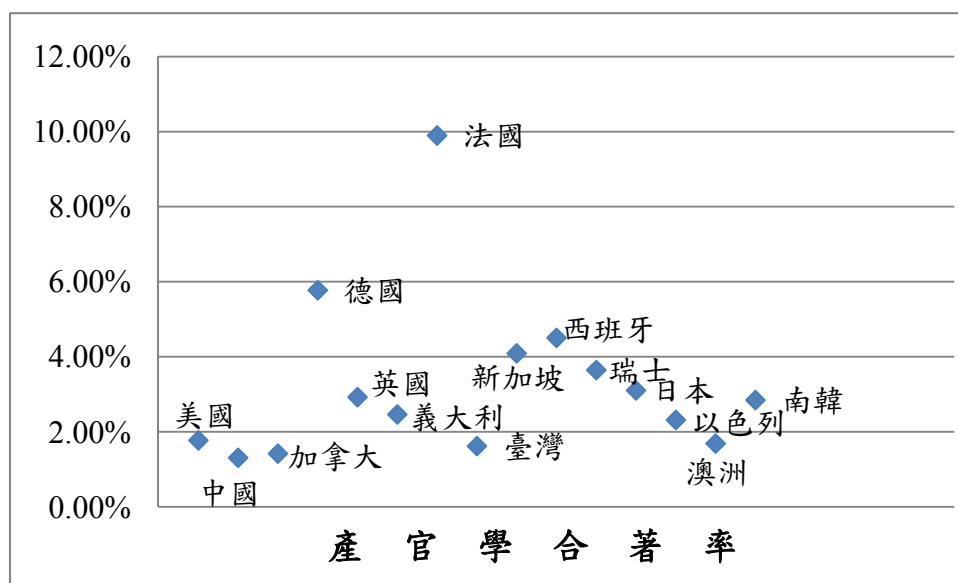


圖 4-32 電腦科學領域論文數前 15 名國家之產官學合著率

在政府機構與大學、企業的學術產出方面，綜觀各國的產官合著率、官學合著率與產官學合著率顯示，政府機構與大學的合著比例最高，而政府機構與企業很少單獨進行合著。此外，法國的產官合著率、官學合著率與產官學合著率均為 15 個國家中最高的，其中官學合著率不僅大幅領先其他國家，甚至高於該國的大學合著率，顯示官學合著論文為法國論文產出的重要來源，且法國政府機構與學術界及產業界合著的比例亦為 15 個國家中最高。

(四) 國家產官學合著論文數分析

本研究結果顯示，2002-2011 年間的產官學合著論文共有 203 篇，其中 171 篇為跨國產官學合著論文，本研究統計各國的產官學合著論文數與跨國產官學合著論文數，呈現於表 4-48。表 4-48 列出產官學合著論文數前 20 名的國家及其跨國產官學合著論文數，研究結果顯示，美國為產官學合著論文數最多的國家，有 126 篇，佔所有產官學合著論文的 62.07%；排名第二的為法國，論文數為 49 篇，佔所有產官學合著論文的 24.14%；德國則排名第三，佔所有產官學合著論文的 22.17%。

但觀察各國的產官學合著率顯示，產官學合著率最高的國家為瑞典(26.32%)，其次為挪威(15.69%)，愛爾蘭以 14.41% 排名第三，由此可知，瑞典、挪威、愛爾蘭的產官學合著論文於該國論文中佔有較高的比例。產官學合著論文數前三名的

國家中，法國以 9.90% 排名第四，德國則以 5.77% 排名第五，而美國的產官學合著率僅 1.77%，顯示法國與德國不僅產官學合著論文數多，且於該國論文中佔有一定的比例，反觀美國的產官學合著論文僅佔該國論文很小的比例。

在跨國產官學合著方面，產官學合著論文數前 20 名的國家中，西班牙、瑞士、加拿大、以色列、比利時、奧地利、荷蘭及澳洲等八國的產官學合著論文皆為跨國合著的結果；且整體而言，產官學合著論文數前 20 名的國家，其跨國產官學合著論文佔產官學合著論文的比例皆在 60% 以上，比例相當高，其中以美國的 64.29% 為最低，顯示跨國產官學合著的情形相當普遍。

表 4-48 產官學合著論文數前 20 名之國家

排名	國家	產官學合著論文數	佔所有產官學合著論文比例	產官學合著率	跨國產官學合著論文數	佔該國產官學合著論文比例
1	美國	126	62.07%	1.77%	81	64.29%
2	法國	49	24.14%	9.90%	43	87.76%
3	德國	45	22.17%	5.77%	42	93.33%
4	英國	22	10.84%	2.93%	21	95.45%
5	中國	17	8.37%	1.31%	14	82.35%
6	西班牙	15	7.39%	4.50%	15	100.00%
7	新加坡	14	6.90%	4.09%	12	85.71%
8	義大利	13	6.40%	2.47%	11	84.62%
9	瑞士	12	5.91%	3.65%	12	100.00%
9	加拿大	12	5.91%	1.42%	12	100.00%
11	日本	10	4.93%	3.11%	7	70.00%
12	南韓	8	3.94%	2.85%	7	87.50%
12	希臘	8	3.94%	3.51%	6	75.00%
14	以色列	7	3.45%	2.32%	7	100.00%
14	比利時	7	3.45%	4.73%	7	100.00%
14	奧地利	7	3.45%	4.17%	7	100.00%
17	荷蘭	6	2.96%	2.61%	6	100.00%
17	臺灣	6	2.96%	1.62%	5	83.33%
17	瑞典	6	2.96%	26.32%	4	66.67%
20	澳洲	5	2.46%	1.69%	5	100.00%
20	愛爾蘭	5	2.46%	14.41%	4	80.00%
20	挪威	5	2.46%	15.69%	4	80.00%

註：灰底標示產官學合著率以及跨國產官學合著論文佔該國產官學合著論文比例前 3 名之國家

(五) 政府參與對產學合著之影響

綜觀先前研究可得知，各國政府參與產學合作的方式不盡相同，其可能僅透過資金補助與政策制定的方式，促進產學間的合作交流與互動，亦可以合著者角色投入產學的合作研究(Choi, 2012)。為了解各國政府參與產學合著的情形，及其對產學合著之影響，本研究以產學合著論文數前 20 名的國家為分析對象，統計產官學合著論文佔該國產學合著論文之比例，呈現於表 4-49。表中指出產官學合著論文佔產學合著論文比例最高的國家為法國，比例為 51.58%，亦即該國半數以上的產學合著論文均有政府機構的參與；第二名為新加坡，其產官學合著論文佔產學合著論文的 30.43%，第三名的國家則為比利時，其產官學合著論文佔產學合著論文的 25.00%。但觀察各國產官學合著論文佔產學合著論文的比例顯示，除法國外，多數國家的政府機構不傾向以合著者的方式投入產學的合作研究。

此外，本研究亦將各國產官學合著論文佔產學合著論文之比例與產學合著論文數排名進行比較。由表 4-49 可清楚了解，政府機構高度參與產學合著的國家，其產學合著論文數不一定較多，如新加坡的產官學合著論文佔產學合著論文之比例排名第二，但其產學合著論文數僅排第 15 名，其他如希臘、奧地利等國，其產學合著論文數亦未明顯領先其他國家。而產學合著論文數多的國家，政府亦不一定以合著者角色投入產學的合作研究，其中美國為最明顯的例子，該國的產學合著論文數位居第一，但產官學合著論文佔產學合著論文的比例卻不到 7%，僅為法國的七分之一，於 20 個國家中排名最後；產學合著論文數排名第二的中國，其產官學合著論文佔產學合著論文的比例為 8.59%，排名倒數第三，顯示政府機構是否以合著者角色參與產學合著，對產學合著論文數的多寡無絕對影響。

為了解政府機構以合著者角色參與產學合著的程度，是否對產學合著的進行有所影響，本研究以產官學合著論文佔產學合著論文之比例為自變項，產學合著論文數為依變項，進行迴歸分析，檢定結果顯示，產官學合著論文佔產學合著論文之比例和產學合著論文數不相關，且未達統計上的顯著性($F(1,57) = .277, p = .6$)，顯示政府機構是否以合著者角色參與產學合著，與產學合著論文數的多寡無關。

表 4-49 各國產官學合著論文佔產學合著論文之比例

國家	產官學合著論文數	產學合著論文數	產官學合著論文佔產學合著論文比例	產學合著論文數排名
法國	49	95	51.58%	7
新加坡	14	46	30.43%	15
德國	45	181	24.86%	3
西班牙	15	72	20.83%	9
希臘	8	44	18.18%	17
義大利	13	75	17.33%	8
奧地利	7	41	17.07%	18
日本	10	62	16.13%	11
英國	22	147	14.97%	4
瑞典	6	41	14.63%	18
澳洲	5	37	13.51%	20
荷蘭	6	45	13.33%	16
南韓	8	62	12.90%	11
臺灣	6	49	12.24%	14
瑞士	12	109	11.01%	6
以色列	7	67	10.45%	10
加拿大	12	137	8.76%	5
中國	17	198	8.59%	2
印度	4	55	7.27%	13
美國	126	1,811	6.96%	1

註：灰底標示產官學合著論文佔產學合著論文比例前 3 名之國家

三、機構層次分析

(一) 各類型合著論文分析

為了解大學、企業及政府機構的學術互動情形，在機構層次部分，本研究計算各類型合著論文分別佔大學、企業與政府機構論文總數的比例，呈現於表 4-50。研究結果顯示，在大學部分，以大學合著率為最高(60.64%)，其次為產學合著率(19.56%)，產官合著率以 8.21%排名第三。在企業部分，以產學合著率為最高(66.56%)，其次為企業合著率(16.62%)，產官學合著率以 6.06% 排名第三。而在政府機構部分，以官學合著率為最高(65.78%)，其次為政府機構合著率(15.88%)，產官學合著則以 14.27%排名第三。由此可知，對大學研究者而言，其主要合著對象

為同一所大學或其他大學中的研究者，企業與政府機構研究人員則以大學研究者為主要合著對象，值得注意的是，產官學合著論文雖在企業論文與政府機構論文中佔有一定比例，但企業與政府機構的產官合著率皆偏低，顯示企業與政府機構很少單獨進行合作研究。

表 4-50 各機構合著類型分析

	同類型機構	產官	官學	產學	產官學
大學	6,917 (60.64%)	-	936 (8.21%)	2,231 (19.56%)	203 (1.78%)
企業	557 (16.61%)	55 (1.64%)	-	2,231 (66.56%)	203 (6.06%)
政府機構	226 (15.88%)	55 (3.87%)	936 (65.78%)	-	203 (14.27%)

(二) 大學與企業各類型合著論文分析

本研究針對電腦科學領域論文數前 10 名之大學與企業，進行合著論文類型的統計，並計算各類型合著論文佔該機構論文總數的比例，呈現於表 4-51 與表 4-52。首先，表 4-51 為電腦科學領域論文數前 10 名大學的合著論文類型統計，表中顯示前 10 名的大學，均以大學為其主要合著對象，各大學的大學合著率介於 50%-75%，產學合著率則排名第二；其中以 Purdue University 的大學合著率最高(75.45%)，其次為 Georgia Institute of Technology(68.40%)。產學合著率則以 Stanford University 為最高(37.72%)，其次為 University of Illinois- Urbana-Champaign(32.64%)，論文總數第二高的 MIT，其產學合著率則排名第三(30.66%)。整體而言，比較各大學的大學合著率可發現，論文總數越多的大學，其大學合著率越低，而產學合著率越高，如前三名的 Stanford University 與 MIT，其大學合著率皆在 50%左右，為 10 所大學中，大學合著率最低的兩所學校，但其產學合著率於 10 個大學中，分居第一、三位，顯示論文總數越多的大學，其產學合著情形越頻繁。

在與政府機構合著的部分，研究結果顯示，各校的官學合著率介於 2-7%，其

中以 The Hong Kong University of Science and Technology 的官學合著率最高 (7.43%)，其次為 University of Maryland- College Park (6.12%)。而在產官學合著率部分，University of California- Berkeley 的產官學合著率最高(4.80%)；University of Maryland- College Park 則以 3.06% 排名第二，其中 The Hong Kong University of Science and Technology 於本研究範圍內，並未發表任何一篇產官學合著論文，上述數據顯示，政府機構並非大學的主要合著對象。

表 4- 51 電腦科學領域論文數前 10 名大學之合著類型分析

大學名稱	大學合著	產學合著	官學合著	產官學合著	論文總數
Stanford University	143 (49.48%)	109 (37.72%)	12 (4.15%)	5 (1.73%)	289 (93.08%)
MIT	145 (50.52%)	88 (30.66%)	15 (5.23%)	6 (2.09%)	287 (88.50%)
University of California- Berkeley	132 (52.80%)	64 (25.60%)	14 (5.60%)	12 (4.80%)	250 (88.80%)
Georgia Institute of Technology	171 (68.40%)	51 (20.40%)	10 (4.00%)	3 (1.20%)	250 (94.00%)
Carnegie Mellon University	147 (66.22%)	52 (23.42%)	5 (2.25%)	5 (2.25%)	222 (94.14%)
University of Maryland- College Park	124 (63.27%)	45 (22.96%)	12 (6.12%)	6 (3.06%)	196 (95.41%)
University of Illinois- Urbana-Champaign	119 (61.66%)	63 (32.64%)	5 (2.59%)	3 (1.55%)	193 (98.45%)
The University of Texas- Austin	114 (61.62%)	52 (28.11%)	5 (2.70%)	1 (0.54%)	185 (92.97%)
The Hong Kong University of Science and Technology	108 (61.71%)	49 (28.00%)	13 (7.43%)	0 (0.00%)	175 (97.14%)
Purdue University	126 (75.45%)	25 (14.97%)	8 (4.79%)	4 (2.40%)	167 (97.60%)

- 註：1. 表格依電腦科學領域論文總數排序
 2. 括號內數值為各合著論文佔大學論文總數之比例
 3. 藍底標示各大學合著率最高之合著論文類型
 4. 黃底標示各大學合著率次高之合著論文類型
 5. 紅字標示各類型合著率前 2 名之大學

表 4-52 為電腦科學領域論文數前 10 名企業的合著論文類型統計，表中顯示前 10 名的企業均以大學為主要合著對象，各企業的產學合著率介於 55%-85%，企業合著率則排名第二；其中以 Microsoft Corp. 的產學合著率最高(73.11%)，其次為 Intel(72.16%)。企業合著率則以 Alcatel-Lucent 為最高(32.81%)，其次為 IBM(28.81%)。

在與政府機構的合著部分，前 10 名企業的官產合著率皆很低，僅 Nokia 與 Microsoft Corp. 的官產合著率達 1% 以上。而各企業的產官學合著率，以 Adobe Systems Inc. 的 10.00% 為最高，其次為 Nokia 的 7.84%，其中 Adobe Systems Inc. 是 10 家企業中，唯一一家產官學合著率超越產學合著率的企業，顯示該公司的產學合著論文大部分獲得政府的合作參與。值得注意的是，Adobe Systems Inc. 的產官學合著率雖為最高，但該公司並未發表任何產官合著論文；產官學合著率次高的 Nokia，亦僅產出一篇產官合著論文，其他企業如 Hewlett-Packard Company、Google 也出現上述現象，顯示除透過產官學合著的合作管道外，企業甚少單獨與政府機構合著，此情形符合先前的研究結果。

表 4-52 電腦科學領域論文數前 10 名企業之合著類型分析

企業名稱	企業合著	產學合著	官產合著	產官學合著	論文總數
Microsoft Corp.	71 (14.92%)	348 (73.11%)	6 (1.26%)	21 (4.41%)	476 (93.70%)
IBM	102 (28.81%)	201 (56.78%)	3 (0.85%)	24 (6.78%)	354 (93.22%)
Intel	35 (18.04%)	140 (72.16%)	1 (0.52%)	7 (3.61%)	194 (94.33%)
Alcatel-Lucent	42 (32.81%)	71 (55.47%)	1 (0.78%)	10 (7.81%)	128 (96.88%)
AT&T	29 (27.10%)	68 (63.55%)	1 (0.93%)	1 (0.93%)	107 (92.52%)
Hewlett-Packard Company	24 (24.24%)	57 (57.58%)	0 (0.00%)	7 (7.07%)	99 (88.89%)
Google	16 (20.00%)	53 (66.25%)	0 (0.00%)	3 (3.75%)	80 (90.00%)
Cisco Systems Inc.	18 (26.47%)	41 (60.29%)	0 (0.00%)	1 (1.47%)	68 (88.24%)
Adobe Systems Inc.	2 (3.33%)	51 (85.00%)	0 (0.00%)	6 (10.00%)	60 (98.33%)
Nokia	11 (21.57%)	32 (62.75%)	1 (1.96%)	4 (7.84%)	51 (94.12%)

- 註：1. 表格依電腦科學領域論文總數排序
 2. 括號內數值為各合著論文佔企業論文總數之比例
 3. 藍底標示各企業合著率最高之合著論文類型
 4. 黃底標示各企業合著率次高之合著論文類型
 5. 紅字標示各類型合著率前 2 名之企業

(三) 機構產官學合著論文數分析

表 4-53 列出產官學合著論文數前 20 名之機構，研究結果顯示前 20 名的機構中，政府機構佔了 11 間，大學有 9 所，企業則佔了 7 間，以政府機構佔多數，排名第一的為政府機構--Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique，其產官學合著論文數為 31 篇，佔所有產官學合著論文的 15.27%；第二、三名則皆為企業，分別是 IBM 與 Microsoft Corp.，其中 IBM 的產官學合著論文為 24 篇，佔所有產官學合著論文的 11.82%；Microsoft Corp.的產官學合著論文

文則為 21 篇，佔所有產官學合著論文的 10.34%。在大學部分，排名最佳的為 University of California- Berkeley，共發表 12 篇產官學合著論文，佔所有產官學合著論文的 4.93%。

觀察各機構的產官學合著率顯示，產官學合著率最高的前三名均為政府機構，其中以 Barcelona Supercomputing Center 的產官學合著率最高(50.00%);其次為 U.S. Department of Defense (45.45%); Russian Academy of Sciences 則以 17.24%排名第三。在大學部分，以 Saarland University 的產官學合著率最高(17.24%)，於 20 個機構中排名第三。企業部分，則以 Siemens AG 的產官學合著率最高(17.07%)，於 20 個機構中排名第五。整體而言，政府機構的產官學合著率最高，其次為企業，大學的產官學合著率最低，此研究結果與表 4-50 一致。

此外，比較前幾名機構的機構類型與國籍顯示，政府機構不僅機構數較多且整體排名優於大學與企業，如排名第一的 Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique、排名第五的 Max-Planck-Institut für Informatik、排名第七的 Chinese Academy of Sciences、排名第八的 Agency for Science, Technology and Research 與 Fraunhofer-Gesellschaft 皆為政府機構，顯示上述政府機構多方參與產學間的合作研究。在機構國籍方面，企業與大學雖多屬美國籍，但政府機構則以法國、德國與新加坡等國為主，對照前述各國的產官、官學與產官學合著率，再次凸顯法國、德國與新加坡的政府機構與大學、企業的學術互動情形最為密切。

表 4-53 產官學合著論文數前 20 名之機構

排名	機構名稱	產官學合著論文數	百分比	產官學合著率	機構類型	國家
1	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique	31	15.27%	16.32%	政府機構	法國
2	IBM	24	11.82%	6.78%	企業	美國
3	Microsoft Corp.	21	10.34%	4.41%	企業	美國
4	University of California- Berkeley	12	5.91%	4.60%	大學	美國
5	Max-Planck-Institut für Informatik	10	4.93%	11.36%	政府機構	德國
5	Alcatel-Lucent	10	4.93%	7.81%	企業	美國
7	Chinese Academy of Sciences	9	4.43%	10.11%	政府機構	中國
8	Agency for Science, Technology and Research	8	3.94%	14.55%	政府機構	新加坡
8	Fraunhofer-Gesellschaft	8	3.94%	14.81%	政府機構	德國
10	Hewlett-Packard Company	7	3.45%	7.07%	企業	美國
10	Intel	7	3.45%	3.61%	企業	美國
10	Siemens AG	7	3.45%	17.07%	企業	美國
13	Adobe Systems Inc.	6	2.96%	10.00%	企業	美國
13	MIT	6	2.96%	2.06%	大學	美國
13	University of Maryland- College Park	6	2.96%	3.00%	大學	美國
16	Barcelona Supercomputing Center	5	2.46%	50.00%	政府機構	西班牙
16	Centre National de la Recherche Scientifique	5	2.46%	6.25%	政府機構	法國
16	Lawrence Livermore National Laboratory	5	2.46%	7.46%	政府機構	美國
16	National ICT Australia	5	2.46%	16.13%	政府機構	澳洲
16	Russian Academy of Sciences	5	2.46%	17.24%	政府機構	俄羅斯
16	U.S. Department of Defense	5	2.46%	45.45%	政府機構	美國
16	Carnegie Mellon University	5	2.46%	2.22%	大學	美國
16	Johns Hopkins University	5	2.46%	12.28%	大學	美國
16	National University of Singapore	5	2.46%	3.07%	大學	新加坡
16	Saarland University	5	2.46%	17.24%	大學	德國
16	Tel Aviv University	5	2.46%	4.59%	大學	以色列
16	University of California- San Diego	5	2.46%	3.60%	大學	美國

註：1. 百分比指各機構產官學合著論文佔所有產官學合著論文之比例

2. 灰底標示產官學合著率前 3 名之機構

(四) 產官學合著機構組合分析

研究結果顯示曾產出產官學合著論文的機構組合共有 670 個，但由於各產官學合著機構組合所發表之論文數十分零星，故表 4-54 僅列出產官學合著論文數在

2 篇以上的機構組合。表中指出由「Harbin Institute of Technology、Microsoft Corp. 與 Chinese Academy of Sciences」合作發表的產官學合著論文數最多，但僅有 4 篇，佔所有產官學合著論文的 1.97%，其他機構組合亦僅發表 1-2 篇的產官學合著論文；此外，在所有機構組合中，Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique 參與的合著組合最多，但與其合著的大學或企業甚少重覆，上述研究結果均顯示，發表產官學合著論文的機構組合十分分散，且各機構的合著對象十分多元，無特定的產官學合著組合。

表 4-54 產官學合著論文之機構組合(論文數 \geq 2)

排名	機構組合			產官學合著論文數	百分比
	大學	企業	政府機構		
1	Harbin Institute of Technology	Microsoft Corp.	Chinese Academy of Sciences	4	1.97%
2	Ecole normale superieure de Lyon	Sprint Nextel Corp.	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique	2	0.99%
2	Harbin Institute of Technology	Microsoft Corp.	China-Singapore Institute of Digital Media	2	0.99%
2	London South Bank University	Hornbill Systems Ltd.	Irish Software Engineering Research Centre	2	0.99%
2	London South Bank University	Museophile Ltd.	Irish Software Engineering Research Centre	2	0.99%
2	Peking University	Microsoft Corp.	Chinese Academy of Sciences	2	0.99%
2	Rutgers, The State University of New Jersey	Ask Jeeves Inc.	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique	2	0.99%
2	Rutgers, The State University of New Jersey	NEC Corp.	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique	2	0.99%
2	Scuola Superiore Sant'Anna	Ericsson	Italian National Consortium for Telecommunications	2	0.99%
2	The University of Tokyo	Sony	Japan Science and Technology Agency	2	0.99%
2	University of Rennes 1	France Telecom S.A.	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique	2	0.99%

註：百分比指各機構組合的產官學合著論文數佔所有產官學合著論文之比例

第五章 結論與建議

本研究以2002-2011年間出版之電腦科學領域期刊論文為分析對象，剖析電腦科學領域的產學合著趨勢。本研究針對產學合著論文分別進行整體概況、國家層次與機構層次之分析，並輔以社會網絡分析，建構國家層次與機構層次的產學合著網絡，據以建構產學合著的時序變化，並比較各國、各機構的產學合著趨勢；另亦經由多機構研究者與產學共享研究者之剖析，了解電腦科學領域研究者於多個機構任職的情形，以及大學與企業間研究者共享的合作趨勢；此外為進一步了解政府、大學與企業的學術互動情形，並掌握政府參與產學合著的概況，本研究將產官學合著趨勢納入討論範圍。本章根據前述章節的分析結果，說明本研究之結論與建議，並為未來相關研究提供進一步建議以茲參考。

第一節 結論

本研究以合著分析為研究方法，剖析電腦科學領域近十年(2002-2011)出版之期刊論文，據以了解該領域的產學合著趨勢，繼而討論產學雙方研究人員共享之情形，以及產官學合著之概況，本節歸納整理第四章的研究結果與發現，具體之結論說明如下：

一、整體概況分析

(一) 電腦科學領域之產學合著論文數增加，產學合著率則表現穩定

就產學合著論文數來看，2002-2011年間，電腦科學領域共產出2,434篇產學合著論文，其中除2004與2010年之產學合著論文數較前一年度為低之外，其餘年度的產學合著論文數均呈現成長趨勢，產學合著論文從2002年的188篇，成長至2011年的302篇，增加約1.6倍。在產學合著率方面，近十年之整體產學合著率為19.15%，而歷年之產學合著率雖有所增減，以2008年為最高(21.56%)，2005年為最低(17.47%)，但整體而言，變動幅度不明顯，2002-2011年之歷年產學合著率約在20%上下，顯示電腦科學領域的產學合著情形呈現穩定狀態。

(二) 產學合著論文之合著者人數高於一般合著論文

2002-2011 年間，產學合著論文之平均作者人數為 4.13 人，而觀察產學合著論文歷年合著者人數分布指出，除 2003 年外，產學合著論文皆以 3 人合著之比例為最高，其次為 4 人合著，且 4 人合著的產學合著論文比例呈現增加趨勢，顯示產學合著論文的合著者人數正逐漸增加，並以 3-4 人合著為主要的合著模式。此外，產學合著論文之平均作者數為 4.13 人，高於一般合著論文(非產學合著之合著論文)的 3.25 人，顯示產學合著論文之合著者人數高於一般合著論文。

(三) 產學合著以一所大學與一家企業共同參與為主要型態，但漸向多個大學與企業的合著發展

分析歷年產學合著機構數指出，合著機構數以 2 個為最多，約佔 53.53%，亦即有半數以上的產學合著論文係由一所大學與一家企業共同發表；由兩所大學與一家企業或由兩家企業與一所大學合著的論文比例排名第二，約佔 32.83%。但由整體趨勢看來，2 個機構合著的產學合著論文比例呈現下降趨勢，由 2002 年的 55.85% 降至 2011 年的 49.67%；反觀由 3 個機構合著的產學合著論文比例逐年上升，2002 年佔 25.53%，2011 年增加至 30.46%，而由 4 個以上機構合著的產學合著論文比例，亦於 2007 年後開始增加，顯示產學合著不再侷限於大學與企業一對一的合作關係，隨著合著機構數的增加，大學與企業皆可同時與多個產學機構接觸。

(四) 企業合著論文的被引次數高於大學合著論文與產學合著論文

電腦科學領域中，企業合著論文的被引次數雖偏低，歷年企業合著率皆在 10% 以下，但企業合著論文的平均被引次數(19.69)卻顯著高於大學合著論文(14.35)與產學合著論文(14.56)，且企業合著論文未被引用的比例低於大學合著論文與產學合著論文，但被引次數達 41 次以上的論文比例卻以企業合著論文為最高，由此可知，企業合著論文的數量雖不多，但其研究結果與品質皆受到重視與肯定。

二、國家層次分析

(一) 產學合著朝向國際化發展

電腦科學領域之整體跨國產學合著率為 7.32%，而 2002-2007 年的跨國產學合著率介於 5-7%，2008-2011 年間則多維持在 7-9%，略高於前半段的跨國產學合著率；而由各國的跨國產學合著論文佔產學合著論文的比例顯示，大體而言，跨國產學合著論文佔各國產學合著論文的比例均呈現增加趨勢；此外，比較 2002-2006 與 2007-2011 兩個年代區間的國家產學合著網絡指出，網絡中的節點數由 42 個增加至 53 個，網絡密度亦從 0.485 增至 0.574。上述顯示參與產學合著的國家數增多且國家間的互動越發頻繁，產學合著逐漸朝向國際化發展。

(二) 美國為產學合著論文的最主要國家來源，且為各國最重要的產學合著對象

於 2002-2006 與 2007-2011 兩個年代區間中，美國的產學合著論文佔有率皆達 70% 以上，大幅領先第二名的中國，而美國的產學合著率(23.75%)更於論文數前 15 名的國家中排名第二，顯示美國為產學合著論文的最主要國家來源。

在產學合著對象的部分，2002-2006 與 2007-2011 的國家產學合著網絡，皆是以美國為核心的網絡結構，且與美國產生合著關係的國家數越來越多；此外，產學合著論文數前 20 名的國家組合中，除第 19 名為「德國 & 瑞士」外，其餘 19 個產學合著國家組合，美國均參與其中，且多數國家與美國產出的產學合著論文，佔各國跨國產學合著論文的比例，多在 50% 以上，顯示美國為多數國家最重要的產學合著對象，且在國家間的產學合著關係中，扮演最關鍵性的角色。

三、機構層次分析

(一) 產學合著論文之作者集中在 Microsoft Corp.、IBM、Intel 等大型跨國企業

比較歷年曾發表產學合著論文的大學與企業數量可發現，參與產學合著的大

學數量逐年增加，反觀企業個數則有下降趨勢，在產學合著論文數增加的情況下，顯示與學術界有多所大學參與產學合著的情況相較，產業界的產學合著論文集集中在大型跨國企業。而觀察各機構的產學合著論文數排名顯示，產學合著論文數前三名的機構依序為 Microsoft Corp.、IBM、Intel，由此可知，產學合著論文之作者集中在上述企業，故其產學合著論文佔有率較高。

（二）企業之產學合著率高於大學

比較產學合著論文分別佔大學與企業論文的比例顯示，大學的產學合著率為 21.34%，且歷年比例變動不大；相較之下，企業的產學合著率為 72.64%且逐年增加，由 2002 年的 57.32% 上升至 2011 年的 75.69%，顯示企業的產學合著率明顯高於大學，且產學合著對於企業論文的產出越來越重要。

（三）電腦科學領域越來越仰賴大學產出知識

企業產學合著率的成長，除意味著企業越來越仰賴產學合著的方式產出學術論文，亦代表產業界自行進行學術研發或學術研究的比例越來越低，如 2002-2006 與 2007-2011 兩個年代區間的企業合著率，由 5.67% 降至 3.41%；反觀大學合著率則由 51.19% 上升至 56.84%，由上述企業產學合著率與大學合著率的增加，以及企業合著率的降低，顯示電腦科學領域越來越仰賴大學產出知識，大學對電腦科學領域知識產出的重要性亦隨之提升。

（四）電腦科學領域論文數越多的機構，其產學合著率越高

本研究結果指出，機構之論文總數與產學合著論文數呈現高度正相關(Pearson 相關係數為 0.854)，且由電腦科學領域論文數前 20 名機構之產學合著率可發現，多數論文數排名前 20 的機構，其產學合著論文數亦在前 20 名之內。在企業部份，Microsoft Corp. 的論文總數與產學合著論文數均排名第一，其產學合著率亦為 20 個機構中最高的；而 IBM 的論文數與產學合著率排名則分佔第二、三名，顯見產學合著對企業論文產量具有正面影響，且論文數越多的企業，其產學合著的次數越頻繁。

在大學部分，論文數前 20 名的 17 所大學中，有 12 所大學的產學合著論文數在前 20 名，其中論文產量最多的 Stanford University 與 MIT，其產學合著率亦為 12 所大學中的前三名，而產學合著率低的大學，其論文數排名亦不高；且整體而言，論文數前 20 名的 12 所大學，其平均產學合著率(26.43%)高於所有大學的平均產學合著率(21.34%)。由此可知，論文總數越多的機構，其產學合著率亦越高，顯示電腦科學領域學術表現優異的大學與企業，其產學合著次數較其他機構頻繁。

(五) 大學為產學合著活動的主導者

產學合著論文的通訊作者或第一作者主要為大學研究者，2,434 篇產學合著論文中，有 1,427 篇論文之通訊作者或第一作者為大學研究者，佔所有產學合著論文的 59%，以企業研究者為通訊作者或第一作者的論文比例則為 32%，顯示產學合著是由大學所主導。

(五) 大學的產學合著對象較企業固定

比較大學與企業的產學合著對象數量及集中度可發現，企業的平均產學合著對象數(65.20 個)高於大學(32.60 個)，而大學的平均產學合著對象集中度(0.17)高於企業(0.09)，且多數企業的產學合著對象集中度偏低；此外比較歷年參與產學合著的大學與企業數量亦可發現，企業數與大學數的差距逐年增加，以上研究結果均顯示，大學與企業在產學合著對象的選擇上，大學傾向與特定企業多次進行產學合著，而企業則偏好與不同的大學進行合作。

四、多機構研究者與產學共享研究者分析

(一) 多機構研究者主要以任職於不同類型機構為主要型態

任職於不同類型機構的多機構研究者(63.82%)比例，高於任職於同類型機構的多機構研究者(34.84%)；而在所有多機構研究者類型中，又以產學共享研究者的比例最高(33.71%)，其次為大學共享研究者(31.88%)，產學共享研究者(28.98%)則排名第三，三者共累計 94.57%的多機構研究者論文比例，顯示以上三種機構組合為多機構研究者主要任職的機構類型。值得注意的是，比例最高的三種機構類型組

合中皆有大學的存在，由此可知，大學研究者為其他機構所重視的人力資產及知識來源。

（二）產學共享研究者論文有增加趨勢，且企業的產學共享研究者來源多於大學

產學共享研究者論文平均佔論文總數的 3.74%，且比例逐年增加，由 2002 年的 3.11% 上升至 2011 年的 4.35%，顯示產學共享研究者有逐漸增加的趨勢，而產學共享研究者人數最多的前三名機構分別為 Microsoft Corp.(49 人)、Stanford University (29 人) 與 Intel (28 人)，其中 Microsoft Corp. 的產學共享研究者人數遠高於其他機構，顯示 Microsoft Corp. 較其他機構重視大學的人力資源。

在大學與企業的產學共享研究者機構來源方面，觀察大學與企業的產學共享研究者來源機構數及集中度可發現，大學的產學共享研究者機構來源數(9 個)低於企業(16.2 個)，而大學的產學共享研究者來源集中度(0.30)則高於企業(0.14)，由此可知，雖然大學與企業的產學共享研究者機構來源均具有多元性，未傾向與特定機構共享研究人員，但企業的產學共享研究者來源多於大學，亦即企業同時與多個大學共享研究人員的情形，較大學同時與多個企業分享研究人員的情形普遍。

（三）產學共享研究者參與產學合著的比例相當高

產學共享研究者以單一作者形式發表研究成果的比例，僅佔所有產學共享研究者論文的 6.49%，且比例逐年下降；相較之下，產學共享研究者與其他研究人員共同發表的產學合著論文，佔所有產學共享研究者論文的 93.51%，顯示產學共享研究者參與產學合著的情形相當普遍。

（四）產學合著之主要機構多同時採用合著與共享研究者的合作方式

研究結果指出，產學共享研究者人數前三名的機構，包括 Microsoft Corp.、Stanford University 與 Intel 等，亦為產出產學合著論文的主要機構；而產學合著論文數前 20 名的機構組合中，有 18 組亦曾發表產學共享研究者論文，其中產學合著論文數排名第一的「Tsinghua University 與 Microsoft Corp.」，發表之產學共享研

究者論文數與產學共享研究者人數亦為最多，顯示產出產學合著論文的主要機構多數亦擁有產學共享研究者，且產學共享研究者多出現在頻繁進行產學合著的機構。

(五) 產學共享研究者有助於產學合著之進行

擁有產學共享研究者之大學與企業，平均合作發表 3.22 篇產學合著論文，高於未擁有產學共享研究者之大學與企業的 1.25 篇，顯示產學共享研究者對於產學合著活動的推動有顯著且正面的影響。

五、產官學合著分析

(一) 法國為政府機構與大學、企業合著比例最高的國家

法國為政府機構與大學、企業合著比例最高的國家，該國的官學合著率(37.58%)、官產合著率(2.42%)與產官學合著率(9.90%)皆為 15 個國家中最高的，其官學合著率甚至高於大學合著率。在產官學合著的部分，法國的產官學合著論文佔產學合著論文的 51.58%，亦即該國半數以上的產學合著論文皆有政府機構的參與；法國的 Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique 亦為產官學合著論文數最多的機構，佔所有產官學合著論文的 15.27%，顯示法國政府與大學及企業的學術互動情形不僅較為密切，且該國政府亦積極以合著者角色投入產學的合作研究。

(二) 臺灣企業較少投入電腦科學領域的學術研究

比較臺、韓、中、日等亞洲國家的企業合著率、產學合著率可發現，臺灣於本研究範圍內未發表任何企業合著論文，且其企業合著率與產學合著率皆為亞洲四個國家中最低的，顯示臺灣企業較少投入電腦科學領域的學術研究。

(三) 大學、企業與政府機構皆以大學為主要合著對象

整體來看，在各類型合著論文中，以大學合著論文的的比例最高，2002-2006 年的大學合著率為 51.19%，2007-2011 年成長至 56.84%；且大學合著論文佔大學論

文產出的 60.64%，顯示大學的主要合著對象為同一大學或其他大學的研究者。此外，企業與政府機構亦以大學為主要合著對象，在企業部份，企業的產學合著率為 66.56%；而政府機構的官學合著率亦高達 65.78%，上述數據顯示，大學研究者為企業與政府機構研究人員，進行合作研究與撰寫合著論文的主要合作對象。

（四）企業與政府機構很少進行合作研究

在各類型合著論文中，產官合著論文為比例最低的合著類型，2002-2006 年的產官合著率僅 0.55%，2007-2011 年再下降至 0.35%，且產官合著率最高的法國，其產官合著率僅 2.42%；而由機構層次來看，企業與政府機構的產官合著率皆偏低，企業的產官合著率僅 1.64%，政府機構的產官合著率則為 3.87%，上述數據顯示，企業與政府機構很少進行合作研究。

（五）政府機構的參與對產學合著論文數的多寡無絕對影響

觀察各國產官學合著論文佔產學合著論文的比例顯示，除法國外，多數國家的政府機構不傾向以合著者的方式投入產學的合作研究，而政府機構高度參與產學合著的國家，其產學合著論文數不一定較多，如新加坡的產官學合著論文佔產學合著論文之比例排名第二，但其產學合著論文數僅排第 15 名；產學合著論文數多的國家，政府亦不一定以合著者角色投入產學的合作研究，其中美國為最明顯的例子，該國的產學合著論文數位居第一，但產官學合著論文佔產學合著論文的比例卻不到 7%，僅為法國的七分之一，於 20 名的國家中排名最後，顯示政府機構是否以合著者角色參與產學合著，對產學合著論文數的多寡無絕對影響。

第二節 建議

本節根據上述研究結果與結論，提出以下建議：

一、產學合作

（一）鼓勵產學合作以促進整體競爭力之提升

根據本研究結果顯示，歷年之產學合著率雖趨於穩定但成長幅度並不大，且集中在特定國家與機構，然而產學合著對學界學術產出與業界企業競爭力之提升皆有助益，在學術產出方面，電腦科學領域學術表現優異的大學與企業，其產學合著次數均較其他機構頻繁，顯示產學合著對機構學術產出具有正面影響；在企業部份，產學合著論文以 Microsoft Corp.、IBM、Intel 等大型跨國企業為主要來源，這些大型企業已認知大學研究成果對企業創新的重要性，遂多方開發新的大學合作夥伴，以提升企業的研究能量，資訊工業龍頭企業對產學合作的重視，證明產學合作確有助於企業整體競爭力之提升。因此，不僅是大型企業，缺乏研究資金與人力資本的中小型企業，尤應著重產學合作關係的拓展，以將大學研究能量轉化為己用，而以傳播學術理論、擴展學術研究深度為宗旨的大學，亦應透過產學合作的機會，擴大其研究視野，並履行其厚植民生的社會責任。

再以國家為例，美國的經濟實力與科技能力無庸置疑，亞洲國家中，科技能力最強的日本，其產學合著率亦為臺、韓、中、日四國中最高；對照美國與日本的產學合著趨勢，更突顯產學合作對國家競爭力的重要性，故大學、企業與政府機構皆應積極拓展或鼓勵產學合作關係之建立，以活化大學、企業與國家的研發能量。

（二）大學應積極開發不同的企業合作對象

本研究結果顯示，相較於企業多方與不同大學進行合作研究，大學則偏好與特定企業進行合作，藉由頻繁合作建立穩固關係的作法固然可取，然各家企業皆有其不同的特點與優勢，若能多方汲取不同企業研究人員的實務經驗與觀點，對於教師教學水準的提升，與學生實務經驗及學術觀點之開拓，皆可帶來莫大助益，因此，大學應積極開發不同的企業合作對象，以拓展其產學合作網絡。

（三）企業應尋求產學合著活動的主導性

本研究結果顯示，Microsoft Corp.、IBM、Intel 等大型跨國企業雖為產學合著論文的主要來源，但以企業研究人員為通訊作者或第一作者的產學合著論文比例低於大學，顯示企業研究者並非產學合作研究中的主導者。但為提升產學合作成

果對企業競爭力所產生的效益與實用性，以確實將大學研究能量轉化為己用，企業須加強研擬研究議題與統籌合作研究方面的主導性，因此企業應設法在產學合作研究中扮演主導者的角色，以提升其在產學合作中的影響力。

（四）建立跨校、跨企業之產學合作聯盟

本研究結果顯示，產學合著的機構數由一個大學與一個企業的合著，逐漸轉向由多個大學與企業的合著關係發展，顯示產學間的合著不再局限於一對一的合作關係，大學與企業皆可同時與多個性質相近與相異的機構建立合作關係，因此未來可成立由多個大學與企業共同參與的產學合作聯盟，以做為產學間合作交流的平台與媒介，據以融合學界與產界之優勢，共謀雙贏的發展。

（五）臺灣企業應多加投入研發創新與產學合作研究

本研究結果顯示，臺灣的產學合著率與企業合著率，皆為臺、韓、中、日四國中最低的，顯示臺灣企業較少投入電腦科學領域的學術研究與產學合作研究，此可能與臺灣在資訊工業市場中始終扮演代工者的角色有關。即便長期以來，臺灣的資訊硬體產業在全球資訊市場中位居重要地位，但不可諱言制定硬體規格、主導市場等工作，仍由他國大廠所主導，近年來資訊硬體產業又面臨價格競爭日趨激烈、利潤漸薄的窘境，為提高硬體產品附加價值、追求軟體市場的潛在商機，並擺脫代工者的角色，臺灣企業應致力於研發能力的提升與優秀人力資源的累積，然而臺灣百分之九十七以上為中小型企业，企業本身的研究發展能力十分有限，學界的研發能量遂成為企業發展與升級的強力後盾，因此臺灣企業除應著重研發與創新外，未來應強化與學界的緊密結合。

（六）促進鄰近大學與企業人力資源之共享

本研究結果顯示，擁有產學共享研究者的大學與企業越來越多，顯示產學間透過研究人員共享方式，建立合作關係的情形越來越普遍，而這些共享研究人員之機構，多具有地緣上的鄰近性，因此大學與企業均可藉地利之便，邀請鄰近企業的員工或研究人員，至大學擔任兼任講師，企業亦可聘請大學教授擔任諮詢顧問的工作，或在大學內部或附近設置研究中心，邀請大學研究者與企業內部研究

者共同研究，如此不僅有助於產學合作活動之進行，更可為雙方建立長久且密切的合作關係。

二、資料庫

(一) 資料庫加強對論文作者所屬機構的標示及正確性

為了解機構間研究人員共享的趨勢，本研究檢視論文作者的所屬機構及機構數量，但於資料蒐集與分析過程中發現，WOS 資料庫僅針對近四年的論文書目，提供個別作者所屬機構的標示，其餘年度則將期刊論文作者所任職的機構全數列出，並未特別註明個別作者的所屬機構，因此近四年論文作者資料的蒐集，研究者尚可仰賴 WOS 資料庫所提供的資訊，但其餘年度的論文作者資訊，研究者須一一審視論文內容才可得知；此外，比對論文與資料庫所提供的作者資訊發現，WOS 資料庫的作者資訊少部分有訛誤，尤其是在多機構研究者所屬機構資訊的部分，本研究採取的作法是，依據論文資訊自行更正機構錯誤之處，但對於一些未發現的錯誤則無法掌控。由於論文作者機構資訊對書目計量的研究十分重要，本研究建議資料庫廠商應針對論文作者個別提供其任職機構資訊及標示，並回溯至近 20 年左右的論文資料，另亦加強作者資訊的正確性，使得未來利用資料庫蒐集樣本的研究，可得到更精確的分析結果。

(二) 資料庫加強機構名稱的權威控制

本研究於資料分析階段，逐一檢視論文作者所屬機構時，發現資料庫所提供之作者機構名稱存在相當程度的不一致性，同一機構的名稱以不同形式存在，包括縮寫(如 KAUST 與 King Abdullah Univ Sci & Technol 實為同一所大學)、企業表達方式(如 NEC Corp.與 NEC Europe Ltd.) 等，機構名稱的不一致性將大幅增加研究所花費的時間與人力成本，並影響研究結果的精確性，因此建議資料庫廠商加強機構名稱與書目資料的權威控制。

第三節 進一步研究之建議

本研究宥於人力與時間之限制，僅針對 2002-2011 年間發表於硬體結構與軟體工程兩個子領域的期刊論文，進行產學合著與多機構研究者分析，然本研究於研究設計與研究結果方面仍有諸多疏漏及不足之處，基於本研究之研究限制及研究結果，茲提出下列幾點建議供未來相關研究參考：

一、將研究範圍拓展至電腦科學其他子領域

本研究受限於研究人力與時間，僅選擇「硬體與結構」及「軟體工程」兩個子領域的期刊論文進行分析，而未能將學科內的所有期刊均納入研究範圍，然電腦科學涵蓋甚廣，各子領域的研究面向與應用性不盡相同，遂可能對其產學合著情形造成影響，因此，本研究建議未來可擴大研究範圍至電腦科學其他子領域，並透過各子領域間產學合著情形之比較，掌握電腦科學產學合著趨勢之全貌；甚或可將研究範圍擴大至自然科學領域的所有學科，以觀察不同領域屬性的產學合著差異。

二、以會議論文為研究樣本

先前研究指出，會議論文為電腦科學領域研究者公開其研究成果的重要管道，對電腦科學領域研究者而言，發表會議論文的重要性可能高於期刊論文，許多期刊論文甚至由會議論文修改而來，但本研究考量完整蒐羅各年代、各研討會的會議論文有一定的困難，遂僅以期刊論文為研究樣本，然為確實體現電腦科學領域的產學合著概況，本研究建議未來可以會議論文為研究樣本，進行電腦科學領域產學合著之分析或其他相關研究。

三、採用專利資訊為研究樣本

本研究以期刊論文為研究樣本，從學術產出面向討論電腦科學領域的產學合作與研究者共享情形，然而產業界係以具商業價值的技術創新為主體，科學新知的發表可能非產業界所關心的重點，且產學合作尚有許多不同的形式，如技術轉移或合作研發等，其中專利合作研發象徵產學合作的技術創新成果，由專利分析

體現的產學合作情形亦可能與產學合著有所差異，因此本研究建議未來可採用專利資訊為研究樣本，剖析電腦科學領域的產學合作情形，並將之與產學合著的分析結果進行比較，以掌握電腦科學領域的產學合作全貌。

四、多機構研究者的進一步探討

機構間為節省成本、妥善運用人力資源、提升競爭力等目標，共享員工的情形越來越普遍，這類多機構研究者蘊含機構間人力資源集中與分享的意涵，亦可成為機構間訊息與知識交換的管道，本研究結果便指出產學共享研究者可促進產學合著的進行，但目前仍缺乏多機構研究者的相關研究，因此本研究建議未來可針對此一議題作更深入的探討，並可將之拓展至其他學科領域，如醫學等注重應用與實務經驗的學科領域。

五、將產學合作研究的經費來源納入分析範圍

本研究結果指出，政府機構是否以合著者角色參與產學合著，對產學合著論文數的多寡無絕對影響，顯示在政府推動產學合作方面，實際投入並參與合著並非主要手段，且這些非以合著形式建立的產官學合作關係，無法透過合著分析體現，尤其是以研究經費補助的方式參與產學合作，因此，本研究建議未來可將產學合作研究的經費補助來源納入分析範圍，並同時採用合著分析，以完整呈現產官學三邊合作情形。

參考書目

- 公立各級學校專任教師兼職處理原則。民 99 年 10 月 22 日。
- 尤千儀(2009)。經濟學合著趨勢之探討—以 TSSCI 經濟學門類為主。暨南大學經濟學系碩士論文，未出版，南投縣。
- 王成軍(2006)。中外三重螺旋計量比較研究。科研管理，27(6)，19-27。
- 王倩、梁鳳蓮、劉玉曉、馬雪(2009)。2004-2008 年《天津農業科學》載文特徵與作者群統計分析。天津農業科學，15(6)，80-83。
- 王崇德(1997)。期刊論文作者合作規律的研究。教育資料與圖書館學，35，58-65。
- 史欽泰(民 99)。活化學研能量(一)。黃志彬、李鎮宜(主編)，創意、創價與創業：發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫：產學合作高等教育論壇(頁 92-101)。新竹市：國立交通大學。
- 行政院國家科學委員會(2011)。科學技術統計要覽，取自
<https://nscnt12.nsc.gov.tw/WAS2/technology/AsTechnologyDataIndex.aspx>
- 江義平(民 89)。以產學合作模式發展技術人力資源之研究—臺灣省職業學校產學合作實施現況分析。技術學刊，15(1)，139-148。
- 何明鏡(2011)。教師評鑑之理念、實務與分析及系統研製-以建國科技大學為例。建國科大社會人文期刊，30(1)，47-68。
- 吳亞君(民 90)。航太科技教育產學聯盟之研究。國立臺灣師範大學工業教育學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 吳冠儀(2003)。1999-2001 年海峽兩岸圖書館學核心期刊論文主題及引文之分析研究。淡江大學圖書資訊學研究所碩士論文，未出版，臺北縣。
- 杜念魯(2012 年 1 月 13 日)。鴻海與 9 家產學單位簽署 MOU 攜手打造全球最大精密機械中心。DIGITIMES 中文網，取自
http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?CnIID=1&Cat=10&Cat1=&id=0000268214_GQJ3KT490Z4UFT5YI87LH&query=%B2%A3%BE%C7#ixzz29AIQy8oy
- 李亮、朱慶華(2008)。社會網路分析方法在合著分析中的實證研究。情報科學，26(4)，

549-555。

李鎮宜、黃經堯、何卉蓁(民 99)。從智權與技轉來看交通大學產學研合作發展之策略規劃。黃志彬、李鎮宜(主編)，創意、創價與創業：發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫：產學合作高等教育論壇(頁 70-89)。新竹市：國立交通大學。

汪雲林、李丁、付允、韓偉一(2008)。國家自然科學基金合作網絡分析-以中國西部環境和生態科學為例。研究與發展管理，20(2)，102-106。

林巧敏(2009)。臺灣地區資訊組織文獻書目計量分析。圖書資訊學刊，7(1&2)，101-123。

林巧敏(2010)。臺灣地區檔案學文獻計量分析。圖書與資訊學刊，72，16-38。

林利真(2007)。我國電機電子領域期刊文章合著之研究。國立臺灣大學圖書資訊學研究所碩士論文，未出版，臺北市。

林尚平、陳宥杉、雷漢聲、陳達仁、黃銘傑、蔡渭水、... 張克群(民 98)。行政院國科會產學合作機制之發展現況與未來建議。商管科技季刊，10(1)，1-28。

林忠裕(民 100)。以產學合作建立跨領域研發團隊-以龍浦興業股份有限公司為例。朝陽科技大學／企業管理系碩士班／100／碩士

林欣怡(2005)。臺灣與日本圖書資訊學研究之比較。國立臺灣大學圖書資訊學研究所碩士論文，未出版，臺北市。

林清和(民 83)。產學合作之特性。技職雙月刊，23，32-35。

林雯瑤 (2009)。作者與期刊自我引用之研究：以環境工程領域為例。國立臺灣大學圖書資訊學系博士論文，未出版，臺北市。

科學技術部發展計畫司(2009)。國家科技計畫項目中的產學研合作分析。科技統計報告，24。

財團法人高等教育評鑑基金會(2011)。100 年度辦理 99 年度大專校院產學合作績效評量結果公布。取自 <http://uice.heeact.edu.tw/zh-tw/2011/Page/Comparison>

張存剛、李明、陳德梅(2004)。社會網絡分析。社會學研究，2004(2)，109-111。

康自立(1985)。建教合作原理。臺北：全華書局。

張宏帆(民 99)。產學合作與創新績效相關因素的關聯性。中華管理學報第，11(2)，

31-44。

張郁蔚(2009)。以直接引用、書目耦合及共同作者探討 圖書資訊學跨學科之變遷。

國立臺灣大學圖書資訊學研究所博士論文，未出版，臺北市。

張郁蔚(2011a)。從共同作者之學科組合探討跨學科合作：以高分子學研究為例。

圖書與資訊學刊，78(3:3)，42-62。

張郁蔚(2011b)。資訊需求及資訊尋求研究文獻特性之比較：書目計量及社會網絡

分析。教育資料與圖書館學，48(3)，347-380。

張慧嫻(民 90)。大學與企業合作模組之研究。行政院所屬各機關因公出國人員出國

報告書(編號：C09004612)，未出版。

教師借調處理原則。民 96 年 03 月 13 日。

梁雁(2009)。《四川理工學院學報》(社會科學版)論文作者群分析。四川理工學院學

報(社會科學版)，24(6)，127-130。

許彥雯(民 93)。關鍵明星企業假說之實證研究-以資訊產業為例。國立臺灣科技大

學企業管理學研究所碩士論文，未出版，臺北市。

許雅珠(民 100)。科學文獻之合著及熱門主題網絡分析：以機器人文獻為例。淡江

大學資訊與圖書館學系碩士論文，未出版，臺北市。

陳亞寧、陳淑君(2005)。Metadata 在圖書資訊學的研究發展。圖書與資訊學刊 55，

51 -77

陳定權、朱維鳳、莫秀娟(2009)。圖書情報學論文合著(1999-2002)現象研究。情報

科學，27(1)，70-73。

陳建州(2011)。技職院校推展產學合作專案制度之探討。嶺東通識教育研究學刊，

4(1)，95-121。

郭靜蓉(2012 年 7 月 12 日)。日月光、成大簽產學合作意向書。DIGITIMES 中文網，

取自

<http://www.digitimes.com.tw/TW/DT/N/SHWNWS.ASP?CNLID=1&QUERY=產>

學

[http://www.digitimes.com.tw/TW/DT/N/SHWNWS.ASP?CNLID=1&QUERY=產](http://www.digitimes.com.tw/TW/DT/N/SHWNWS.ASP?CNLID=1&QUERY=產&CAT=40&ID=0000292725_JMA8DY4N1ZBP7M6PS8SRF&CAT1=#ixzz29A5)

[5setrq_](http://www.digitimes.com.tw/TW/DT/N/SHWNWS.ASP?CNLID=1&QUERY=產&CAT=40&ID=0000292725_JMA8DY4N1ZBP7M6PS8SRF&CAT1=#ixzz29A5)

- 傅雅秀(2002)。從生命科學期刊論文作者數探討科學合作。圖書資訊學刊，17，71-80。
- 彭紅玉(2005)。發達國家高職校院聘任兼職教師的國際比較。中國職業技術教育，195，60-61。
- 彭森明(2006)。大學教師評鑑機制之研究。教育部委託專案研究計畫成果報告(94A1004EI)。新竹：國立清華大學高等教育研究中心。
- 黃士嘉、陳水滌、林文燦、張瑞哲(2008)。電子產業研究發展管理績效之研究－財務觀點之探討。管理學術研討會 第六屆，425 -432。
- 黃郁惠(2004)。分子生物與遺傳學之文獻計量分析。國立臺灣大學圖書資訊學研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 黃煌輝(民 90)。國立成功大學研究總中心、育成中心、技轉中心之實際運作。屏東科技大學：第一屆全國大專院校研發主管會議。
- 黃慕萱、黃玫溱(2008)。電腦科學領域高被引文章與一般文章之書目計量比較分析。圖書資訊學研究，3(1)，27-50。
- 楊力、宋馬林、李軍強(2008)。產業集群內異質企業的人力資源分享。工業技術經濟，27(12)，122 -123。
- 楊彩霞(2005)。從作者分析看我國情報科學研究隊伍的狀況。現代情報，10，153-157。
- 楊瑞珍(民 99)。產學合作績效激勵方案之落實機制(三)。黃志彬、李鎮宜(主編)，創意、創價與創業：發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫：產學合作高等教育論壇(頁 46-57)。新竹市：國立交通大學。
- 資策會資訊市場情報中心(2011)。資訊工業年鑑 2011。臺北市：資策會資訊市場情報中心。
- 廖婉如(2009)。我國 1998 至 2007 年數位學習期刊論文及其引用文獻分析之研究。國立臺灣大學圖書資訊學研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 劉軍 (2004)。社會網絡分析導論。北京：社會科學文獻出版。
- 劉盛博、丁堃、楊瑩、劉雅洁(2010)。中國科技管理領域論文合著現象。科技管理研究，3，228-230。

- 潘和平、曹紅院、葉冬青(2010)。《中華疾病控制雜誌》2005-2009年載文信息及期刊評價指標的統計分析。中華疾病控制雜誌，14(8)，827-830。
- 蔡明月(2003)。資訊計量學與文獻特性。臺北市：國立編譯館。
- 蔡明月、郭正遠(2009)。臺灣、香港、大陸地區之學術合作研究：以工程類為例。教育資料與圖書館學，46(4)，523-546。
- 戴月(2010)。1997-2009年《生命科學研究》載文、作者、資金贊助論文和影響因子統計分析。生命科學研究，14(2)，184-188。
- 謝彩霞(2008)。網絡分析方法用于納米科技領域科學合作狀況的研究。科研管理，29(1)，130-137。
- 蘇恆安(2012年2月17日)。日本產學合作專利聲請數 富士康高居第3。DIGITIMES 中文網，取自
http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?CnlID=1&Cat=10&Cat1=&id=0000272258_ZYR1NWAT6HCA4Y72ZMXZ0&query=%B2%A3%BE%C7#ixzz29ABByiBV
- 蘇竣、何晉秋(2009)。大學與產業合作關係：中國大學知識創新及科技產業研究。北京：中國人民大學出版社。
- Abramo, G., D'Angelo, C. A., Di Costa, F., & Sollazzi, M. (2009). University–industry collaboration in Italy: a bibliometric examination. *Technovation* 29, 498–507.
- Abramo, G., D'Angelo, C. A., & Di Costa, F. (2011). University-industry research collaboration: a model to assess university capability. *Higher Education*, 62(2), 163-181.
- Abramo, G., D'Angelo, C. A., & Solazzi, M. (2010). Assessing public-private research collaboration: is it possible to compare university performance? *Scientometrics*, 84(1), 173-197.
- Acedo, F. J., Carmen, B., Casanueva, C., & Galan, J. L. (2006). Co-authorship in management and organizational studies : an empirical and network analysis. *Journal of Management Studies*, 43(5), 957-983.
- advance in industry. *Research Policy*, 23(3), 323-348.

- Almeida, P., Hohberger, J., & Parada, P. (2011). Individual scientific collaborations and firm-level innovation. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1571-1599.
- Arundel, A., & Geuna, A. (2004). Proximity and use of public science by innovative European firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 13(6), 559–580.
- Balconi, M., Breschi, S., & Lissoni, F. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. *Research Policy*, 33(1), 127–145.
- Badali, S. J. & Housego, B. E.(2000). Teacher's secondment experience. *The Alberta Journal of Educational Research*, 46(4), 327-345.
- Barabasi, A. L., Jeong, H., Neda, Z., Ravasz, E., Schubert, A., & Vicsek, T. (2002). Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A*, 311(3-4), 590-614
- Beaver, D., & Rosen, R. (1978). *Studies in Scientific Collaboration: Part I – The Professional Origins of Scientific Co-authorship*. *Scientometrics*, 1(1), 65–84.
- Bercovitz, J. E. L., & Feldman, M. P. (2007). Fishing upstream: firm innovation strategy and university research alliances. *Research Policy*, 36, 930–948.
- Bird, C., Barr, E. T., Nash, A., Devanbu, P. T., Filkov, V., & Su, Z. (2009). Structure and dynamics of research collaboration in computer science. *SIAM International Conference on Data Mining*. 826–837.
- Bird, J. E. (1997). Authorship Patterns in Marine Mammal Sciences. *Scientometrics* , 39(1), 99-105.
- Bloedon, R. V., & Stokes, D. R. (1994). Making University Industry Collaborative Research Succeed. *Research Technology Management*, 37(2), 44-49.
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, 323(5916), 892-895.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74.
- Calero, C., Van Leeuwen, T. N., & Tijssen, R. J. W. (2005). Research Networks of Pharmaceutical Firms: Geographical Patterns of Research Collaboration within and

between Firms, 71, 87-99.

- Caloghirou, Y., Tsakanikas, A., & Vonortas, N. S. (2001). University–industry cooperation in the context of the European framework programmes . *Journal of Technology Transfer*, 26, 153–161.
- Chiu, D. M., & Fu, T. Z. J. (2010). “Publish or Perish” in the Internet Age A study of publication statistics in computer networking research. *Computer Communication Review*, 40(1), 34–43.
- Choi, J. M. (1988). Citation analysis of intra-and interdisciplinary communication patterns of anthropology in the U.S.A. *Behavioral and Social Science Librarian*, 6(3/4), 65-84.
- Choi, S. (2012). Core-periphery, new clusters, or rising stars? international scientific collaboration among 'advanced' countries in the era of globalization. *Scientometrics*, 90(1), 25-41.
- Choung, J., & Hwang, H. (2000). National systems of innovation: Institutional linkages and performances in the case of Korea and Taiwan. *Scientometrics*, 48(3), 413–426.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48, 1–23.
- Cotta, C., & Merelo, J. J. (2005). The complex network of evolutionary computation authors : an initial study.
- Cunningham, S. J., & Dillon, S. M. (1997). Authorship patterns in information systems. *Scientometrics*, 39(1), 19-27.
- Davis, M., & Wilson, C. S. (2001). Elite Researchers in Ophthalmology: Aspects of Publishing Strategies, Collaboration and Multi-Disciplinarity. *Scientometrics*, 52(3), 395-410.
- Ding, Y., Foo, S., & Chowdhury, G. (1999). A bibliometric analysis of collaboration in the field of information retrieval. *International information and library review*, 30(4), 367-376.

- Dzisah, J., & Etzkowitz, H. (2008). Triple helix circulation: the heart of innovation and development. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 7(2), 101-115.
- Etzkowitz, H. (1998). The norms of entrepreneurial science: Cognitive effects of the new university-industry linkages. *Research Policy*, 27, 823–833.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The triple helix of university-industry-government relations : A laboratory for knowledge-based economic development, *EASST Review*, 1995(1), 14-19.
- Fabrizio, K. R. (2007). University patenting and the pace of industrial innovation. *Industrial & Corporate Change*, 16, 505–534.
- Feller, I. (2005). A historical perspective on government–university partnerships to enhance entrepreneurship and economic development. In: Shane, S.(ed.), *Economic Development through Entrepreneurship: Government, University and Business Linkages*. Cheltenham: Edward Elgar, 6–28.
- Fontana, R., Geuna, A., & Matt, M. (2006). Factors affecting university–industry R&D projects : The importance of searching, screening and signalling. *Research Policy*, 35, 309–323.
- Franceschet, M. (2011). Collaboration in Computer Science: A Network Science Approach. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(10), 1992–2012.
- Franceschet, M. (2011). Collaboration in computer science : a network science approach. *journal of the American society for information science and technology*, 62(10), 1992-2012.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in Social Networks : Conceptual Clarification. *Social Networks*, 1, 215-239.
- Garcia-Garcia, P., López-Muñoz, F., Callejo, J., & Martín-Águeda, B. (2005). Evolution of Spanish Scientific Production in International Obstetrics and Gynecology Journals during the Period 1986-2002. *European Journal of Obstetrics and*

- Gynecology and Reproductive Biology ,123,(2), 150-156.
- Garrison, H. H., Herman, S. S., & Lipton, J. A. (1992). Collaborative Relationships In Dental Materials Research : Measuring the Volume and Outcomes. *Evaluation Review*, 16(2), 184-197.
- Gatherer, W. & Edward, L.(1998). Academic staff secondment and exchange between colleges of education and schools. Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.
- George, G., Zahra, S. A., & Wood, D. R. (2002). The effects of business–university alliances on innovative output and financial performance: a study of publicly traded biotechnology companies. *Research Policy*, 17, 577–609.
- Glanzel, W. (2002). Coauthorship patterns and trends in the sciences (1980-1998): a bibliometric study with implications for database indexing and search strategies. *Library Trends*, 50(3), 461-473.
- Glanzel, W., & Schubert, A. (2005). Analyzing scientific networks through co-authorship. *Handbook of quantitative science and technology research*, 2005(Part 2), 257-276,
- Gu, Y. (2004). Global knowledge management research : a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 61(2), 171-190.
- Gupta, B. M., & Karisiddappa, C. R. (1998). Collaboration in theoretical population genetics specialty. *Scientometrics* , 42(3), 394-376.
- Hossain, M. D., Moon, J., Kang, H. G., Lee, S. U., & Choe, Y. C. (2012). Mapping the dynamics of knowledge base of innovations of R&D in Bangladesh : triple helix perspective. *Scientometrics*, 90, 57–83.
- Huang, J., Zhuang, Z., Li, J., & Giles, C. L. (2008). Collaboration over time: characterizing and modeling network evolution. *International Conference on Web Search and Web Data Mining*. 107–116.
- Ibarra, H. (1993). Network centrality, power, and innovation involvement : Determinants of technical and administrative roles. *Academy of Management Journal*, 36(3),

471-501.

- Johnston, C. (2004). Business taps sector for ideas. *The Times Higher Educ. Suppl.* 3rd December, 9.
- Katz, J. S. & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26(1), 1–18.
- Katz, J. S. (1994). Geographic proximity and scientific collaboration. *Scientometrics*, 3(1), 31–43.
- Kleyn, D., Atun, R., & Kitne, R. (2006). Partnerships and innovation in the life sciences. *International Journal of Innovation Management*, 11, 323–347.
- Klitkou, A., Nygaard, S., & Meyer, M. (2007). Tracking techno-science networks: A case study of fuel cells and related hydrogen technology R&D in Norway. *Scientometrics*, 70(2), 491-518.
- Kretschmer, H. (2004). Author productivity and geodesic distance in bibliographic co-authorship networks, and visibility on the Web. *Scientometrics*, 60(3), 409-420.
- Kwon, K. S., Park, H. W., So, M., & Leydesdorff, L. (2012). Has globalization strengthened South Korea's national research system ? National and international dynamics of the Triple Helix of scientific co-authorship relationships in South Korea. *Scientometrics*, 90(1), 163-176.
- Lander, B. (2012). Sectoral collaboration in biomedical research and development. *Scientometrics*, publish online : 26 May 2012.
- Lariviere, V., Gingras, Y., & Archambault, E. (2006). Canadian collaboration network : a comparative analysis of the natural sciences, social sciences and the humanities. *Scientometrics*, 68(3), 519-533.
- Laudel, G. (2002). What do we measure by co-authorships ? *Research Evaluation*, 11(1), 3–15.
- Lee, J., & Mansfield, E. (1996). The modern university: Contributor to modern innovation and recipient of industrial R&D support. *Research Policy*, 25(7), 1047–1058.

- Lee, J., & Win, H. N. (2004). Technology transfer between university research centers and industry in Singapore. *Technovation*, 18, 371-381.
- Leta, J., & Chaimovich, H. (2002). Recognition and international collaboration: The Brazilian case. *Scientometrics*, 53(3), 325–335.
- Leydesdorff, L. & Sun, Y. (2009). National and International Dimensions of the Triple Helix in Japan: University–Industry–Government Versus International Coauthorship Relations. *Journal of The American Society For Information Science And Technology*, 60(4), 778–788.
- Leydesdorff, L. (2000). The triple helix: An evolutionary model of innovations. *Research Policy*, 29(2), 243–255.
- Leydesdorff, L. (2001). Indicators of innovation in a knowledge-based economy. *Cybermetrics*, 5(1), 1–21.
- Leydesdorff, L. (2003). The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics. *Scientometrics*, 58(2), 445-467.
- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (2001). The transformation of university-industry-government relations. *Electronic Journal of Sociology*, 5(4).
- Liang, L. M., Chen, L. X., Wu, Y. S., & Yuan, J. P. (2012). The role of Chinese universities in enterprise-university research collaboration. *Scientometrics*, 90(1): 253-269.
- Lindelof, P., & Lofsten, H. (2004). Proximity as a resource base for competitive advantage: University–industry links for technology transfer. *Journal of Technology Transfer*, 29(3), 311–326.
- Liu, X. M., Bollen, J., Nelson, M. L., & Van de Sompel, H. (2005). Co-authorship networks in the digital library research community. *Information Processing & Management*, 41(6), 1462-1480.
- Looy, B. V., Debackere, K., & Andries, P. (2003). Policies to stimulate regional innovation capabilities via university–industry collaboration: An analysis and an

- assessment. *R&D Management*, 33(2), 209-229.
- López-Martínez, R. E., Medellín, E., Scanlon, A. P., & Solleiro, J. L. (1994). Motivations and obstacles to university industry cooperation(UIC) : a Mexican case. *R&D Management*, 24(1), 17–31.
- Lundberg, J., Tomson, G., Lundkvist, I., Skar, J., & Brommels, M. (2006). Collaboration uncovered: exploring the adequacy of measuring university industry collaboration through co-authorship and funding. *Scientometrics*, 69(3), 575–589.
- Margherita, B., & Andrea, L. (2006). University–industry interactions in applied research: The case of microelectronics. *Research Policy*, 35(10), 1616-1630.
- Melin, G. (2000). Pragmatism and self-organization—Research collaboration on the individual level. *Research Policy*, 29(1), 31–40.
- Melin, G., & Persson, O. (1996). Studying research collaboration using co-authorships. *Scientometrics*, 36(3), 363–377.
- Menezes, G. V., Ziviani, N., Laender, A. H. F., & Almeida, V. A. F. (2009). A geographical analysis of knowledge production in computer science. *International Conference on World Wide Web*, 1041–1050.
- Metcalfe, A. (2006). The corporate partners of higher education associations: a social network analysis. *Industry and Innovation*, 13, 459 -479.
- Moody, J. (2004). The structure of a social science collaboration network : disciplinary cohesion from 1963-1999. *American Sociological Review*, 69, 213-238.
- Mora-Valentin, E.V. (2002). A theoretical review of co-operative relationships between firms and universities. *Science and Public Policy*, 29(1), 37-46.
- Mowery, D. C., & Nelson, R. R. (2004). *Ivory Tower and Industrial Innovation: University–Industry Technology Before and After the Bayh-Dole Act*. Stanford: Stanford University Press.
- Mowery, D. C., & Rosenberg, N. (1993). The U.S. national innovation system. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, R. R. Nelson, Ed. New York: Oxford Univ. Press, 29–75.

- Murray, F. (2002). Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering. *Research Policy*, 31, 1389–1403.
- Nagle, M.(2007). Canonical Analysis of University Presence and Industrial Comparative Advantage. *ECONOMIC DEVELOPMENT QUARTERLY*, 21(4), 325-338.
- Newman, M. E. J. (2001). Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results. *Physical Review E*, 64(1).
- Nikzad, M., Jamali, H. R., & Hariri, N. (2011). Patterns of Iranian co-authorship networks in social sciences: A comparative study. *Library & Information Science Research*, 33(4), 313-319.
- Norris, R. P. (1993). Authorship patterns in CJNR : 1970-1991. *Scientometrics*, 28(2), 151-158.
- OECD. (2007). OECD science, technology and industry scoreboard 2007.
- Oh, W., Choi, J. N., & Kim, K. (2006). Coauthorship dynamics and knowledge capital : the patterns of cross-disciplinary collaboration in information system research. *Journal of Management Information System*, 22(3), 265-292.
- Olmeda-Gomez, C., Perianes-Rodriguez, A., Ovalle-Perandones, M. A., & Moya-Anegon, F. (2008). Comparative analysis of university-government-enterprise co-authorship networks in three scientific domains in the region of Madrid. *Information Research-an International Electronic Journal*, 13(3), 352.
- Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28(6), 441-453.
- Park, H. W. & Leydesdorff, L. (2010). Longitudinal trends in networks of university–industry–government relations in South Korea: The role of programmatic incentives. *Research Policy*, 39(2010), 640–649.
- Perkmann, M., & Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management*

- Reviews, 9(4), 259–280.
- Ponds, B., van Oort, F., & Frenken, K. (2011). Innovation, spillovers and university–industry collaboration: an extended knowledge production function approach. *Journal of Economic Geography*, 10, 231–255.
- Ponds, R. (2009). The limits to internationalization of scientific research collaboration. *Journal of Technology Transfer*, 34(1), 76-94.
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41, 116–145.
- Rosenberg, N., & Nelson, R. R. (1993). American universities and technical
- Salter, A. J., & Martin, B. R. (2001). The economic benefits of publicly-funded basic research: A critical review. *Research Policy*, 30(3), 509–532.
- Schartinger, D., Rammer, C., Fischer, M. M., & Frohlich, J. (2002). Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. *Research Policy* 31, 303–328.
- Schmoch, U. (1999). Interaction Of Universities And Industrial Enterprises In Germany And The United States-A Comparison. *Industry and Innovation*, 6(1), 51-68.
- Schubert, A., & Braun, T. (1990). International Collaboration in the Sciences, 1981-1985. *Scientometrics*, 19(1/2), 3-10.
- Sengupta, I. N. (1985). Bibliometrics : A Bird's Eye View. *IASLIC Bulletin*, 60, 167-174.
- Shinn, T. (2002). The Triple Helix and new production of knowledge: Prepackaged thinking on science and technology. *Social Studies of Science*, 32(4), 599–614.
- Sohn, D. W., Kim, H., & Lee, J. H. (2009). Policy-driven university - industry linkages and regional innovation networks in Korea. *Environment and Planning C-Government and Policy*, 27(4), 647–664.
- Solomon, J. (2009). Programmers, Professors, and Parasites: Credit and Co-Authorship in Computer Science. *Science and Engineering Ethics*, 15(4), 467–489.

- Subramanyam, K. (1983). Bibliometric studies of research collaboration – A review. *Journal of Information Science*, 6(1), 33–38.
- Sun, Y., & Negishi, M. (2010). Measuring the relationships among university, industry and other sectors in Japan’s national innovation system: a comparison of new approaches with mutual information indicators. *Scientometrics*, 82, 677–685.
- Thune, T. (2007). University–industry collaboration: the network embeddedness approach. *Science and Public Policy*, 34(3), 158–168.
- Tijssen, R. J. W. (2004). Is the commercialisation of scientific research affecting the production of public knowledge? Global trends in the output of corporate research articles. *Research Policy*, 33(5), 709–733.
- Tijssen, R. J. W. (2006). Universities and industrially relevant science: Towards measurement models and indicators of entrepreneurial orientation. *Research Policy*, 35(10), 1569-1585.
- Tijssen, R. J. W., & Van Wijk, E. (1999). In search of the European Paradox: an international comparison of Europe’s scientific performance and knowledge flows in information and communication technologies research. *Research Policy*, 28(5), 519–543.
- Tijssen, R. J. W., Van Leeuwen, T. N., & Korevaar, J. C. (1996). Scientific publication activity of industry in the Netherlands. *Research Evaluation*, 6, 105–119.
- Tijssen, R. J. W., van Leeuwen, T. N., & van Wijk, E. (2009). Benchmarking university-industry research cooperation worldwide : performance measurements and indicators based on co-authorship data for the world's largest universities. *Research Evaluation*, 18(1): 13-24.
- Valentin, E. M. (2000). University-Industry Cooperation: A Framework of Benefits and Obstacles. *Industry and Higher Education*, 3, 165-172.
- Van Looy, B., Debackere, K., & Andries, P. (2003). Policies to stimulate regional innovation capabilities via university–industry collaboration: an analysis and an assessment. *R&D Management*, 33, 209–229.

- Velden, T., Haque, A., & Lagoze, C. (2010). A new approach to analyzing patterns of collaboration in co-authorship networks: mesoscopic analysis and interpretation. *Scientometrics*, 85(1), 219-242.
- Wagner, C. S. (2008). *The New Invisible College*. Brookings Press, Washington, DC.
- Wang, Y., Wu, Y., Pan, Y., Ma, Z., & Rousseau, R. (2005). Scientific collaboration in China as reflected in co-authorship. *Scientometrics*, 62(2), 183-198.
- Wen, J., & Kobayashi, S. (2001). Exploring collaborative R&D network: some new evidence in Japan. *Research Policy*, 30(8), 1309–1319.
- Willard, P., Kennan, M. A., Wilson, C. S., & White, H. D. (2008). Publication by Australian LIS Academics and Practitioners : A Preliminary Investigation. *Australian Academic & Research Libraries*, 39(2), 65-78.
- Xu, H. (2010). A Regional University-Industry Cooperation Research Based on Patent Data Analysis. *Asian Social Science*, 6(11), 88-94.
- Yan, E., & Ding, Y. (2009). Applying centrality measures to impact analysis: A coauthorship network analysis. *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, 60(10), 2107-2118.
- Yan, E., Ding, Y., & Zhu, Q. (2010). Mapping library and information science in China: a coauthorship network analysis. *Scientometrics*, 83(1), 115-131.
- Yee, S. M. L.(1990). *Careers in the classroom: when teaching is more than a job*. New York:Teacher College Press.
- Yeung, Y. Y., Liu, T. C. Y., & Ng, P. H. (2005). A social network analysis of research collaboration in physics education. *American Journal of Physics*, 73(2), 145-150.
- Zafrunnisha, N., & Pullareddy, V. (2009). Authorship pattern and degree of collaboration in psychology. *Annals of Library and Information Studies*, 56, 255-261.
- Zainab, A. N., Anyi, K. W. U., & Anuar, N. B. (2009). A Single Journal Study: *Malaysian Journal of Computer Science*. *Malaysian Journal of Computer Science*, 22(1), 1–18.