

台灣地區生命科學國際會議文獻生產力研究 A Productivity Study of International Conference Literature on Life Science in Taiwan

蔡 明 月

Ming-yueh Tsay

國立政治大學圖書資訊與檔案學研究所教授

Professor, Graduate Institute of Library, Information and Archival Studies

National Chengchi University

mytsay@nccu.edu.tw

鄭 琺 媛

Chu-yuan Cheng

工業技術研究院資訊技術服務中心圖書資訊服務部參考館員

Reference Librarian, Library and Information Service Department

Information Technology Service Center, Industrial Technology Research Institute

【摘要 Abstract】

本研究旨在探討 1990 至 2003 年台灣地區生命科學國際會議文獻之生產力。利用國際知名生命科學相關資料庫蒐集書目資料。其研究結果歸納如下：1. 臺灣地區生命科學國際會議文獻發表篇數與作者人數為反比關係；2. 臺灣地區生命科學作者生產力分佈符合洛卡定律；普萊斯平方根定律與 80/20 定律不適用於本研究；3. 臺灣地區生命科學高生產力作者之專長以醫學方面為主；4. 作者所屬機構之生產力分佈十分集中；5. 生命科學領域之作者普遍以合著方式發表文獻。

The purpose of this study is to investigate the characteristics of international conference literatures on life science in Taiwan, 1990-2003. The results of this study reveal : The number of authors and the literature presents an inverse proportion. The highly publishing authors' major field is medicine. The frequency distributions of the author productivity follow Lotca's Law and K-S test but not fit in with Price's Square Root Law and 80/20 Law. The distributions of the authors' affiliations productivity are extremely concentrated. The collaboration is prevalent in the research of life science in Taiwan.

關鍵詞 Keyword

生命科學 國際會議文獻 作者生產力 洛卡定律 普萊斯平方根定律 80/20 定律

Life science ; Conference literature ; Author productivity ; Lotca's Law ; Price's Square Root Law ; 80/20 Law

壹、前言

學術傳播 (Scholarly communication) 一般可分為正式傳播與非正式傳播兩大類型。會議通常是正式論文出版前第一個公開發表的場所，是一種常見的學術傳播管道。於會議上發表論文及會中與會後的交談，兼具正式與非正式傳播的特性。(蔡明月，1997 年，頁 39)對論文發表者而言，參加研討會，透過與參加會議者的面對面溝通，可以獲得建設性的意見，以及最新的資訊與研究趨勢。由此可知，會議論文可說是最早且是最重要的科學文獻，尤其對一門新興學科來說，會議的召開往往是其發展過程中的分水嶺，具有促成統一的貢獻，而其出版的論文集，往往可以維持若干年作為該一學科文獻的標竿。(黃淑娟、蔣嘉寧、黃擎天，1981，頁 88)會議對於學術交流和最新研究資訊具有彙整的功效，尤其是面對技術發展快速及高度學門整合的時代，學術性會議更能彰顯資訊傳播的效益。Subramanyam 認為會議文獻因具有下列特色以致備受科學家重視：1.會議文獻快速深入新研究和新发展；2.會議文獻回顧過去的研究及掌握現在的技術，並展望新技術的研究方向；3.會議文獻透視科學理論，並將其應用至新領域；4.經由專家的參與，可快速了解問題的現況並得到解決；5.由會議文獻所呈現的研究發現和創意，將能融會貫通到新的技術領域；6.針對目前工業所存在的應用技術，加以收集並提出具體的研究；7.會議文獻是整合技術、設備和理論的應用；8.透過會議文獻，可了解目前研究情形，以避免重複的研究和錯誤。(Subramanyam, 1981, p.17)

Oliver 曾在《生物科技未來》(《The Coming Biotech Age: The Business of Bio - Materials》)一書中，開宗明義揭示了這個世紀的趨勢：「19 世紀是機械工業時代，20 世紀是化學、物理時代，而 21 世紀是生物物質工業的時代」。(Oliver, 2000)此

外，根據王豐裕等人對於我國與香港、新加坡、南韓及中國大陸之生命科學研究成果的調查顯示(王豐裕、呂雅雲、程沛文、張小玫，2001，頁 473-488)，近年來國內生命科學論文佔所有論文之百分比有逐年增加的趨勢，政府投注於這方面的研究經費亦有明顯之成長。2000 年 9 月，《自然》(《Nature》)雜誌曾報導台灣生物科技的發展，指出 1990 年代初期，大批海外科技華人返台帶動台灣的資訊產業，使其在全球佔舉足輕重之地位；相同的情形近年來再度出現，大批從事生物醫學、分子生物與遺傳學研究的高科技優秀人才，也相繼回台灣貢獻所長。(陳筱蕾)有鑑於此，生命科學研究不僅是全球科學研究的趨勢，這股旋風也對台灣造成影響，而成為近年台灣科學研究的主軸之一。

研究成果發表情形之分析，常被用來評估一國的研究表現與研究經費投注之效益，其中尤以於國際發表的文獻，更具指標作用。從事研究的人員是科學發展的主體，基於揭示研究成果及交換研究心得，並藉以得到同儕同道的認同和取得科學創新的優先權，研究人員無不積極對外發佈其研究成果。如前所述，在各種學術傳播的管道中，會議與研討會是最直接的傳播方式，是正式論文公開發表前的第一個公開發表場所。是故，透過國際學術會議文獻作者生產力研究，可以反應國內生命科學研究與其應用之現象，進而掌握研究人力的結構，以利該領域之人才規劃及落實國內知識經濟之推動。

本研究以生命科學為研究範疇，進行台灣地區作者與機構國際會議文獻生產力研究，並進一步採用書目計量學專門研究作者生產力分佈的定律來加以驗證。具體的研究問題與目的如下：

- (一)作者發表文獻數，亦即作者生產力分佈為何？
- (二)作者生產力分佈是否符合洛卡定律？普萊斯平方根定律？及 80/20 定律？

(三)會議文獻是否有高生產作者？其特性為何？

(四)作者所屬機構的分佈為何？作者所屬學門的分佈為何？

(五)作者合作發表的情況為何？

會議文獻具傳播新知和促進學術交流的功能，而作者為論文之主體，是以藉書目計量學之清晰描繪文獻結構的功能，分析會議文獻作者及其所屬機構的分佈及其生產力，可以呈現台灣地區生命科學之研究現象和學術交流之特性。此外，經由生產力分析研究，了解台灣生命科學作者發表國際會議文獻分佈狀況，有助於圖書館或資訊中心採訪會議文獻，以釐定正確的會議文獻館藏發展與管理政策，亦可作為圖書館或資訊中心在評估會議文獻之全文或書目資料庫品質時的根據。再且，利用洛卡定律、普萊斯平方根定律及 80/20 定律，檢驗作者生產力分佈，可以將書目計量學之重要定律充分的加以實證應用。

貳、文獻探討

按英國標準 BS 4446(黃淑娟、蔣嘉寧、黃擎天, 1981, 頁 88)解釋「會議」(conference)是指「任何一型的集會，於集會中發表論文，討論某一專題，或針對單一主題進行廣泛的討論」。會議存在的理由可能是幾個團體中其參加成員的共同興趣，或是一個特定團體的部份會員有共同興趣而召開的。會議的英文有許多同義字，分別為：clinic, colloquium, congress, convention, course, general assembly, hearing, institute, lecture series, meeting, teach-in round table, seminar, session, symposium 等。「國際性」的會議通常只由國際性組織，或是國際非政府組織所主辦的會議，或是參加發表論文者來自超過一個以上的國家。至於「會議論文集」是指「會議中發表的全部或選擇性的論文集編紀錄，有時亦包括會中或會後的補充資料」。

根據 Martens 和 Saretzki 於 1994 年收集 1984 至 1991 年間的生物科技會議文獻，經過主題分析研究後發現：全世界每年約召開一萬至兩萬次的生物科技會議。(Martens & Saretzki, 1994, pp.117-128.)換言之，幾乎每天都有各式各樣、大大小小的生物科技會議在世界各地進行。

國內有關研究人員使用會議文獻的研究並不多。傅雅秀於 1996 年針對中央研究院生命科學專家 109 人，進行科學傳播的調查顯示，研究人員每年參加國內二個以上會議者佔 33%，極常與經常由會議報告中獲得資訊者達 30.3%和 51.4%；認為在會議中間休息的交談中得到幫助者，高達 44%之多。(傅雅秀, 1996, 頁 133-163)由此可見，會議提供最新研究資訊與意見回顧的重要性。

會議文獻因其不同的學術傳播方式，而有不同於其他出版品的作者分佈情形。Drott 的報告指出，會議文獻之第一作者中，47%屬於學術教職。另外，會議文獻的第一作者有 50%有其他相關的研究發表。Drott 自其研究結果推論，從事學校教職者可能因工作上和其他因素，成為主要的論文發表者。(Drott, 1995, p.300)Garvey 針對會議參與人員加以調查，結果發現，年輕的博士是會議文獻的主要典型作者，其中有一半在 7 年內取得博士學位，另一半則在 14 年內取得博士學位。參與者以從事研究和教職最多，這些作者與會的目的在於研討會上的交流互動和會後持續性的連繫。(Garvey, et al., 1972, p.160)不同學門的作者在會議上也有其不同的表現方式，社會科學較傾向全文式的發表，而科學與工程類經常以非描述性的文字表達，甚至用大量的圖表和口語式的敘述。Garvey 研究報告同時指出，對於年輕的研究者而言，參與會議的確能由非正式的傳播管道獲得新資訊，參與會議對資淺的研究人員助益較大。(Garvey, et al., 1972, p.164)

洛卡定律是書目計量學之三大定律之一，主要

在探討作者生產力的分佈現象。普萊斯平方根定律由 Price 提出，該定律主要在修訂洛卡定律低估多產作者之論文生產量，其內容為：全部論文的 50%，由全部作者數的平方根人數所撰寫。Gupta 於 1987 年進行昆蟲學之作者生產力研究，其以 1900 年至 1973 年間奈及利亞之昆蟲學文獻為研究對象，首先將文獻作者之型態分類，分為第一作者、合著作者、單一作者及所有作者。再應用洛卡定律求得 n 值，並配合柯斯檢定法加以驗證，結果發現，不論是那一類作者之生產力分佈皆不符合洛卡定律。(Gupta, 1987, pp.33-46)

Gupta 以人口遺傳學理論為主題，研究 1900 至 1980 年作者生產力之分佈型態，其以十年為一間隔，並採十年一累計之方式分析，研究結果發現，該研究並未符合洛卡定律；經過深入的探討，該研究發現，以每十年為區間，得到最大和最小的平方根值分別是 49.05% 和 24.96%，平均數達 40.41%；而以每十年累計文獻之方式驗證，其最大值為 53.51%，最小值為 27.05%，平均數為 42.93%，低於 50%。由此可知，兩者的平均數都小於普萊斯所提出的結論：所有作者數的平方根人數，生產了全部文獻之半。(Gupta & Karisiddappa, 1996, pp.19-43)

黃秀琴以台灣國防科技會議文獻為研究對象，探討該領域作者之生產力分佈，並利用柯斯檢定法檢測，結果發現國防科技會議文獻之作者分佈情況，不論以第一作者計算或以全部作者計算，其結果皆與洛卡定律吻合。再且，該研究文獻總數為 1,010 篇，共計 91 個生產單位，研究結果顯示，三個高生產單位發表文獻量為 583 篇，雖超過文獻總數的一半（505 篇），但卻不符合普萊斯平方根定律之全部作者數開平方根的值(9.54)。最後，應用 80/20 定律加以探討，全部文獻數為 1,010 篇，由 91 個研究單位生產，研究結果顯示，19 個單位發表 813 篇論文，意即約 20% 文獻生產單位，生產

了近 80% 的文獻量，與 80/20 定律吻合。(黃秀琴，1999，頁 51-89)

參、研究方法

本研究採用書目計量學的方法探討台灣地區生命科學國際會議文獻之生產力分佈。生命科學研究涵蓋人類及生物界，其重要性不言而喻。至於生命科學範圍之界定，乃依據中央研究院生命科學研究處之研究主題劃分為植物、動物、生物化學、分子生物、生物醫學及生物農業科學等六大領域。本研究即選擇與這些主題相關之三大國際知名資料庫，BIOSIS Preview、EMBASE 及 MEDLINE，收集相關之書目資料。BIOSIS Previews 是生命科學中最詳盡的生物學資料庫，提供完整之分子生物學、植物學、動物學、生態環境學、生物化學等資訊。EMBASE 為一生物醫學與藥理學資料庫，包括學科計有：藥學、藥理學、製藥學、配藥學等。MEDLINE 生物醫學資料庫，涵蓋主題包括：基礎生命科學、臨床生命科學、生物科學、解剖學、組織學、化學與藥物、心理學、社會醫學、農業、醫技設備、醫技工業、醫學資訊學等。

自資料庫檢索所得的文獻資料，利用 Refworks 書目管理系統之書目資料轉檔功能，將檢索到的文獻資料加以分析處理，尤其針對資料來源 (Source)、作者 (Author)、機構 (Institution) 及資料類型 (Publication type)、主題、年代等欄位加以辨識歸納。再者，本研究以 1991 年為資料蒐集之起始，係因為國內生命科學研究於 1990 年代初始備受重視。根據王豐裕等人的研究成果，發現 1990 至 1999 年期間我國發表有關生命科學研究且被 SCI 收錄的論文數逐年增加；(王豐裕等，2001，頁 475) 另外陳筱蕾曾於文章中引用《自然》(《Nature》) 雜誌的報導，指出：大批從事生物醫學、分子生物與遺傳學研究的高科技優秀人才於 1990 年代初期相繼回台灣貢獻所長，因此帶動台

灣生物科技的發展。(陳筱蕾)由此可知,台灣之生命科學研究於 1990 年代快速發展。因此,本研究時間範圍設定為 1991 年起至本研究進行時之 2003 年止。

本研究以作者及其所屬機構之生產力為分析要項,檢索資料庫時首先將出版年代(Publication year)限定於 1991 至 2003 年。以關鍵字“Taiwan”檢索“institution”欄位,將生命科學主題之作者所屬機構限制為台灣地區。進一步再以關鍵字“conference”、“council”、“meeting”、“workshop”、“seminar”、“committee”、“symposium”及“proceedings”等「會議」相關詞彙,分別檢索“publication type”、“journal name”或“journal word”等欄位,將資料類型(Publication type)限定為會議文獻。最後則將出版年代、作者所屬機構及資料類型三者進行交集查尋,以此方式分別檢索 BIOSIS Preview、EMBASE 及 MEDLINE 三個資料庫。

相關之書目紀錄下載之後即建立一小型書目資料檔,如此可免除費時、耗力又易出錯的原始建檔工作,且直接從資料庫下載資料均有相同的著錄格式。資料下載後,首先進行各欄位資料的初步確認,修正需要的欄位元,檢查資料有無遺失闕漏,最後確定研究所需之作者、機構、資料類型等欄位。書目資料經過初步處理分析後,各資料項還必須經過人工的查證與比對,過程中尤以作者姓名之全名或是縮寫的辨識最為困難。由於三個資料庫對作者姓名的著錄主要採用名字縮寫的方式,且標示方法不盡相同,例如:相同字母的名字縮寫,可能為數個不同之作者;或相同字母之名字縮寫,雖標示方式不同亦可能為同一作者等(例如:Chen CL 或 Chen C-L、亦或 Chen C.L.)。為了解決不同作者名字相同之問題,進一步利用作者服務機構欄位之說明,或是查詢行政院國家科學委員會提供的「研究人才查詢系統」(行政院國家科學委員會),加以比對確認是否為同一人,以減少在計算作者分佈時

的誤差。

然而,各資料庫的書目資料,僅提供第一作者所屬機構的名稱。再者,各資料庫標明第一作者所屬機構的方式又不相同,例如:BIOSIS Preview 會在第一作者之名稱後以 [a] 符號標示,且機構名稱前亦出現該符號,以與其他共同作者區別。若無註明該符號,則為第一作者之機構說明。EMBASE 則是在機構名稱前直接標示第一作者之姓名;至於 MEDLINE 則是於機構欄處直接標示第一作者的機構。基於上述種種因素,本研究僅能以各篇會議文獻之第一作者為研究對象。此外,作者所屬機構名稱亦須加以判別,由於資料庫提供之說明不完全或不一致,往往得廣泛搜尋相關的網路資源進行判斷以輔助辨識。

處理過的書目資料利用 Excel 軟體進行歸納整理,並進一步分析各項數據,再依研究問題進行統計演算,最後根據研究問題配合統計結果,利用 SPSS 統計軟體,繪製研究所須之統計圖表。

肆、研究結果

會議文獻之生產力係指作者發表會議文獻之數量,主要分為機構生產力、學門生產力以及個別作者之生產力。以下分別就台灣地區生命科學國際會議文獻作者生產力分佈、作者分佈規律之驗證、作者所屬機構及高生產機構分佈、作者合著情形等四部分加以論述。

一、台灣生命科學國際會議文獻作者生產力之分佈

本研究藉由檢索全球知名生命科學相關資料庫,蒐集 1991 年至 2003 年間台灣地區生命科學國際會議文獻書目資料。檢索結果為:BIOSIS Preview 1,902 筆、EMBASE 381 筆、MEDLINE 818 筆,共計 3,101 筆,刪除同一資料庫下因檢索時使用的「會議」詞彙(confERENCE、council、meeting、

workshop、seminar、committee、symposium、proceedings) 不同，而檢索出同一筆結果，以及資料庫間檢索結果之重複者，共刪除 1,625 筆，最後得 1,476 筆有效紀錄。

(一) 作者分佈情形

1991 年至 2003 年間，台灣地區生命科學國際會議文獻為上述三個資料庫收錄者共 1,476 篇，作者數共 888 位，平均每位作者發表 1.7 篇會議文獻。詳細之作者分佈，如表一所示。888 位作者中

生產量為 20 篇以上者有二位，最多 24 篇，其次 21 篇。10 篇以上者僅七位。整體而論，發表 10 篇以下之作者人數多達 881 位，佔所有作者數之 99%，其中僅發表一篇的作者共 633 位，佔所有作者數之 71%。發表 1 篇及 2 篇的作者生產量，即佔了所有文獻數的一半以上 (60%)。換言之，台灣地區生命科學國際會議文獻大多數的作者是生產力低的作者，只有少數為生產力高的作者。

表一：1991-2003 年台灣地區生命科學國際會議文獻作者生產力分佈

發表文獻篇數	作者人數	作者人數 %	*作者文獻篇數	作者文獻篇數 %	作者文獻篇數 累計 %
1	633	71.28	633	42.89	42.89
2	140	15.77	280	18.97	61.86
3	53	5.97	159	10.77	72.63
4	21	2.36	84	5.69	78.32
5	12	1.35	60	4.07	82.39
6	12	1.35	72	4.88	87.27
7	3	0.34	21	1.42	88.69
8	3	0.34	24	1.63	90.32
9	4	0.45	36	2.44	92.76
10	1	0.11	10	0.68	93.44
12	2	0.23	24	1.63	95.07
13	1	0.11	13	0.88	95.95
15	1	0.11	15	1.02	96.97
21	1	0.11	21	1.42	98.39
24	1	0.11	24	1.63	100.00
總計	888	100.00 %	1,476	100.00 %	

*作者文獻篇數 = 發表文獻篇數 × 作者人數。

(二) 高生產作者特性分析

本研究以各篇會議文獻之第一作者為研究對象，共計有 888 位作者，發表 10 篇以上者，僅有 7 位。然而若將每篇文獻的每一位作者皆加以計算，則超過 10 篇以上之作者有 32 位，如表二顯示。發表會議文獻最多的前三名，分別為高雄長庚紀念

醫院院長陳肇隆及外科部主任陳耀森，各發表 75 篇及 67 篇；第三名則為亞東醫院院長朱樹勳，發表 62 篇。32 位高生產作者，服務醫院的最多，共有 28 位，分別是高雄長庚紀念醫院 (11 位)、國立台灣大學附設醫院 (9 位)、林口長庚紀念醫院 (5 位)、中國醫藥大學附設醫院 (2 位) 及亞東紀念醫院 (1 位)。其次，於大學任教者有 2 位，包

括國立台灣大學醫學院及長庚大學；任職於研究單位者僅有 1 位，即國家衛生研究院的研究員。由此

可知，近 13 年來，醫院的臨床研究因實務所需，較大學的學術研究活躍。

表二：發表國際會議文獻十篇以上之作者排名

排名	生產文獻篇數	作者人數	作者中文姓名	作者英文姓名	作者所屬機構
1	75	1	陳肇隆	Chen, Chao-Long	高雄長庚紀念醫院
2	67	1	陳耀森	Chen, Yaw-Sen	高雄長庚紀念醫院
3	62	1	朱樹勳	Chu, Shu-Hsun	亞東紀念醫院
4	55	1	李伯皇	Lee, Po-Huang	國立台灣大學附設醫院
5	39	1	賴明坤	Lai, Ming-Kuen	國立台灣大學附設醫院
6	37	1	鄭汝汾	Cheng, Yu-Fan	高雄長庚紀念醫院
7	36	1	姚文聲	Jawan, Bruno	高雄長庚紀念醫院
8	34	1	黃秋錦	Huang, Chiu-Ching	中國醫藥大學
9	33	1	黃棟樑	Huang, Tung-Liang	高雄長庚紀念醫院
10	32	1	刑福柳	Eng, Hock-Liew	高雄長庚紀念醫院
11	31	1	李俊仁	Lee, Chun-Jean	國立台灣大學附設醫院(已退休)
12	30	2	柯文哲	Ko, Wen-Je	國立台灣大學附設醫院
12			王植熙	Wang, Chih-Chi	高雄長庚紀念醫院
14	29	1	江原正	Chiang, Yuan-Cheng	高雄長庚紀念醫院
15	27	1	許瑞旭	Hsu, Brend Ray-sea	林口長庚紀念醫院
16	26	2	胡瑞恆	Hu, Rey-Heng	國立台灣大學附設醫院
16			張克儉	Cheung Hak-Kim	高雄長庚紀念醫院(已離職)
18	25	1	王水深	Wang Shoei-Shen	國立台灣大學附設醫院
19	24	1	李威震	Lee Wei-Chen	林口長庚紀念醫院
20	22	4	莊正鏗	Chuang, Cheng-Keng	林口長庚紀念醫院
20			莊峻鎰	Juang, Jyuhn-Huarng	林口長庚紀念醫院
20			林仁混	Lin, Jen-Kun	國立台灣大學
20			劉柏屏	Liu, Po-Ping	高雄長庚紀念醫院
24	21	1	鄭隆賓	Jeng, Long-Bin	中國醫藥大學
25	20	2	鄭安理	Cheng, Ann-Lii	國立台灣大學附設醫院
25			吳俊忠	Wu, Jiunn-Jong	國立成功大學醫學院
27	16	1	張昭雄	Chang, Chau-Hsiung	長庚大學(已退休)
28	14	2	莊雙恩	Chuang, Shuang-En	國家衛生研究院
28			闕士傑	Chueh, Shih-Chieh Jeff	國立台灣大學附設醫院
30	13	1	蔡孟昆	Tsai, Meng-Kun;	國立台灣大學附設醫院
31	11	2	陳煜	Chen, Yu	林口長庚紀念醫院
31			李汝浩	Lee, Ju-Hao	高雄長庚紀念醫院

除了就「數量」分析瞭解高生產量的作者分佈外，本研究進一步透過個人專屬網頁與行政院國家科學委員會之「研究人才資料庫」提供的作者相關資料的說明，藉由對這些高生產作者背景的廣泛檢索，得以更深一層瞭解國內生命科學領域高生產力學者專家的研究專長及主題。32 位高生產作者的研究主題，絕大多數集中在醫學相關領域，非醫學主題只有 2 位，一位為園藝學專家，另一位為生物學家。單就醫學這一專長進一步分析，發現其中又以移植外科及肝臟外科最多，心臟血管及血液方面專長次之。由此可知，1991 至 2003 年間，就國際會議文獻之作者進行觀察，台灣地區生命科學之學者專家出席國際會議進行學術交流主要以醫師為主，尤其是從事肝臟及心臟血管方面的臨床醫師。在進行此項高生產力作者專長分析時發現，32 位高生產力作者中就有 9 位隸屬於同一個研究團隊，即高雄長庚紀念醫院的肝臟移植中心，由於肝臟移植需要許多相關科系充份的支援和配合才能順利完成，因此，該研究團隊自 1993 年成立後，即不間斷地在從事科際間的共同討論與合作研究，因此一有任何突破或發現隨即發表公告周知，以至於該中心的文獻生產力特別顯著，再加上整個移植中心屬於團隊工作 (Team work)，因此作者在進行各項研究及文獻的發表時充分相互協助，合著

情形自然十分普遍，作者發表的文獻篇數因而大為提高。有關台灣地區生命科學國際會議文獻之作者合著情形，將於後文進一步探討。

二、作者分佈規律之驗證

本研究有關作者分佈規律，主要採用書目計量學之洛卡定律、普萊斯平方根定律及 80/20 定律等三大定律驗證如下。

(一)洛卡定律應用與驗證

1.洛卡定律之應用

根據洛卡定律之推論，發表 a 篇論文的作者總數是發表一篇論文之作者總數的 $1/a^2$ 。本研究之文獻共有 1,476 篇，作者數為 888 位，依據洛卡原始定律，直接將常數 c (僅發表 1 篇文獻作者數的百分比，為 0.6079) 帶入計算，本研究僅發表一篇會議文獻的作者人數應該為： $888 \times 0.6079 = 539$ (位)。然而本研究實際觀察數 (僅發表 1 篇文獻之作者數) 為 633 位，佔全體作者數之 71%。由以上敘述可知，此 c 值不符合洛卡原始定律。

為求得洛卡定律之 n 值與 c 值，本研究採用最小平方差的計算方式，將發表之會議文獻總篇數與作者總人數分別轉換成對數值 (log) 加以計算，相關對數值如表三所示。

表三：1991-2003 年台灣地區生命科學國際會議文獻作者與其生產量分析

文獻篇數(x)	作者數(y)	X=log x	Y=log y	X Y	X X
1	633	0.000	2.801	0.000	0.000
2	140	0.301	2.146	0.646	0.091
3	53	0.477	1.724	0.823	0.228
4	21	0.602	1.322	0.796	0.362
5	12	0.699	1.079	0.754	0.489

(續下表)

(接上表)

6	12	0.778	1.079	0.840	0.606
7	3	0.845	0.477	0.403	0.714
8	3	0.903	0.477	0.431	0.816
9	4	0.954	0.602	0.575	0.911
10	1	1.000	0.000	0.000	1.000
12	2	1.079	0.301	0.325	1.165
13	1	1.114	0.000	0.000	1.241
15	1	1.176	0.000	0.000	1.383
21	1	1.322	0.000	0.000	1.748
24	1	1.380	0.000	0.000	1.905
總計	888	12.631	12.01	5.592	12.657

將表三所列之數值分別代入下列最小平方差公式，以計算對數座標圖上之斜率 n 值，亦即洛卡定律中的指數，其公式如下：

$$n = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (N \text{ 為觀察項})$$

$$n = \frac{15 \times (5.592) - (12.631) \times (12.01)}{15 \times (12.657) - (12.631)^2} = -2.2373$$

將上述求得之 n 值代入以下公式，以求常數值 c ：

$$c = \frac{1}{\sum_1^{p-1} \frac{1}{x^n} + \frac{1}{(n-1)(p^{n-1})} + \frac{1}{2p^n} + \frac{1}{24(p-1)^{n+1}}} \quad (p=15)$$

($x=1, 2, 3, \dots, 14$)

$$c = \frac{1}{\sum_1^{15-1} \frac{1}{x^{2.2373}} + \frac{1}{(2.2373-1)(15^{2.2373-1})} + \frac{1}{2(15^{2.2373})} + \frac{1}{24(15-1)^{2.2373+1}}}$$

$$= \frac{1}{1.438129 + 0.028337 + 0.001169 + 0.000008}$$

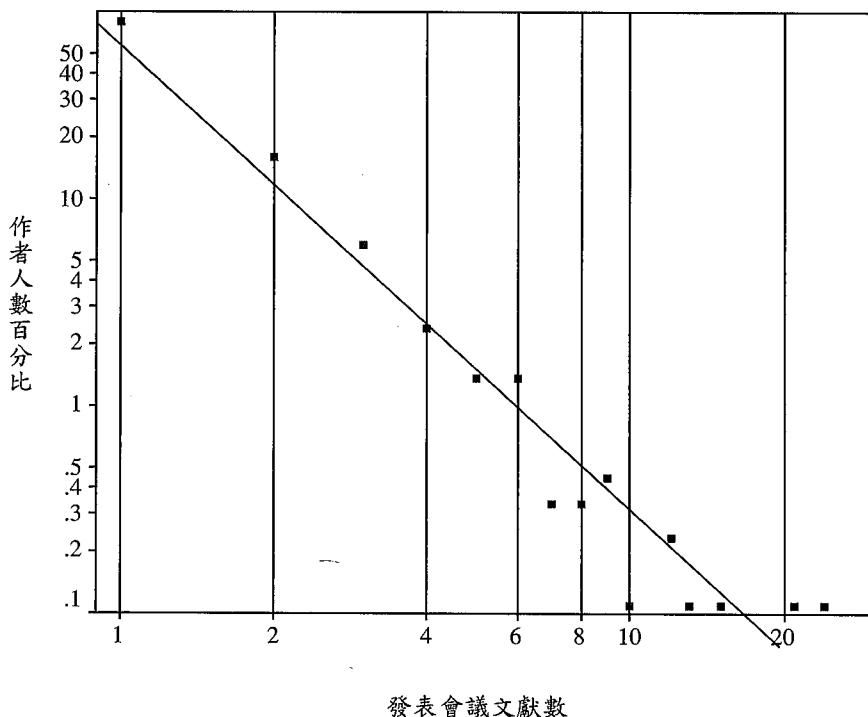
$$= 0.681365 \text{ (或 } 68.14\%)$$



最後求得 c 值為 0.6814，即 68.14%，表示僅發表一篇會議文獻的作者人數，約佔作者總數之 68%。

本研究所求得之 n 值為 -2.2373，此數值與洛卡所估計之 -2 相當接近，相差 0.24。常數值 (c) 為 0.6814，與洛卡估算的 0.6079 相差約 0.07，而與實際觀察值 0.7128 之差距則較小，為 0.03。就這些數值之差距來看，似乎頗為符合洛卡定律。進一步以發表之文獻數為橫座標，作者數之百分比為

縱座標，繪製作者生產力對數分佈圖。如圖一所示，由左上向右下斜走之直線為期望值直線，黑點小方格為本研究實際觀察值之分佈，呈現出發表文獻數高及發表文獻數低的作者之分佈點皆較為偏離期望值之直線，因而整個分佈曲線未如洛卡圖形呈現一直線。由此推斷，觀察值與期望值之數據分佈有差距，換言之，本研究作者生產力對數分佈圖顯示與洛卡定律未完全符合。



圖一：台灣地區生命科學國際會議文獻作者生產力分佈圖

2. 柯斯檢定法 (Kolmogorov-Smirnov Test) 驗證洛卡定律

為了檢驗本研究之作者生產力分佈現象是否符合洛卡定律，亦即檢測研究所得之觀察值與理論值之吻合 (Goodness of fit) 的程度，本研究進一步採用柯斯檢定法加以驗證洛卡定律之於本研究

的適用性。應用柯斯檢定法之步驟如下：

- (1) 依序列出觀察值與期望值，並分別累計其百分比；
- (2) 將觀察值累計與期望值累計之差取絕對值；
- (3) 利用公式 $1.63 / \sqrt{\text{作者總人數}}$ ，計算研究結果之臨界值 (柯斯統計值)。若觀察值累計

與期望值累計之差的最大絕對值 (D_{max}) 小於臨界值，則表示洛卡定律適用於研究之觀察結果；反之，則與洛卡定律不相吻合。

將本研究求得之 n 值 ($n = -2.2373$) 與 c 值 ($c = 0.6814$)，代入公式 $c(1/x^n)$ ，以求得洛卡定律之作者期望值。由表四所列之相關數值可知，本研究之 D_{max} 值為 0.04589，在 99% 自信區間，其臨

界值為 0.05470 ($1.63/\sqrt{888} = 0.0547$)，臨界值大於觀察值與期望值之差的最大絕對值，意即觀察值與洛卡定律的理論值相符合。換言之，洛卡定律適用於本研究。由於原始洛卡定律主要針對第一作者進行分析，而本研究也是以各篇會議文獻之第一作者為計算之依據，因此，本研究作者生產力分佈能與洛卡定律相吻合。

表四：1991-2003 年台灣地區生命科學國際會議文獻作者比例分佈

發表文獻數	作者人數	作者觀察值	作者觀察值累計	作者期望值	作者期望值累計	觀察值累計與期望值累計差額絕對值
1	633	0.7128	0.7128	0.68140	0.68140	0.03140
2	140	0.1577	0.8705	0.14451	0.82591	0.04454
3	53	0.0597	0.9301	0.05834	0.88425	0.04589
4	21	0.0236	0.9538	0.03065	0.91490	0.03889
5	12	0.0135	0.9673	0.01860	0.93350	0.03380
6	12	0.0135	0.9808	0.01237	0.94587	0.03494
7	3	0.0034	0.9842	0.00876	0.95464	0.02956
8	3	0.0034	0.9876	0.00650	0.96114	0.02644
9	4	0.0045	0.9921	0.00499	0.96613	0.02595
10	1	0.0011	0.9932	0.00395	0.97008	0.02313
12	2	0.0023	0.9955	0.00262	0.97270	0.02276
13	1	0.0011	0.9966	0.00219	0.97489	0.02169
15	1	0.0011	0.9977	0.00159	0.97649	0.02122
21	1	0.0011	0.9988	0.00075	0.97724	0.02160
24	1	0.0011	1.0000	0.00056	0.97779	0.02217

(二) 普萊斯平方根定律

普萊斯平方根定律之內容為：在同一主題中，半數文獻為一群高生產力的作者所撰寫，這群高生產力作者的數量，約等於全部作者數量的平方根。換言之，全部作者人數的開平方，發表了全部文獻數的一半。本研究全部作者數為 888 人，開平方後得 29.80，依據普萊斯的解釋，即 29 位作者發表了

全部會議文獻的一半。然而由表一可知，實際上當作者人數累積至 29 人時，所累積的文獻數僅有 260 篇，佔文獻量總數的 17.62%，與文獻總量的一半相差甚遠，因此，普萊斯平方根定律並不適用於本研究。由於普萊斯平方根定律主要分析各篇文獻所有作者的生產力，本研究僅計算第一作者，因此，普萊斯平方根定律應用於本研究不易吻合乃在所難免。

(三)80/20 定律

80/20 定律之意義，係指 20%的高生產量作者，發表了所有文獻量的 80%。以 80/20 定律驗證本研究作者生產力分佈，即全部作者人數 888 人之 20% (177 人)，應發表 80%的會議文獻量。依表一顯示，發表 3 篇文獻以上的作者人數 (115 人) 及發表 2 篇文獻以上的作者 (255 人)，其發表之會議文獻量分別為全部文獻數的 38%及 57%。本研究之作者總數的二成 177 人，介於發表 2 篇與 3 篇文獻的作者累積數之間，此研究結果顯示，台灣地區生命科學國際會議文獻 20%的高產量作者，其發表之會議文獻量，必不會多過總文獻量的 57%，距離 80%尚有很大的差距。換言之，80/20 定律並不適用於本研究。此 80/20 定律與普萊斯平方根定律相同，主要用以分析各篇文獻之所有作者的生產力，而本研究僅針對各篇會議文獻之第一作者列入計算，因此，80/20 定律與本研究之結果不相吻合亦不難推斷。

三、作者所屬機構之分佈

除了探討會議文獻作者之生產力分佈，尚可進一步針對作者所屬機構，分析其生產力分佈情形。本研究 1,476 篇文獻中有 8 篇之作者所屬機構標示不完整而無法辨識，實際採用的有效文獻數為 1,468 篇，機構數共計 103 個。平均每個機構發表 14 篇國際會議文獻。以下針對機構生產力分佈與高生產力機構特性敘述之。

(一)機構生產力分佈情形

1991 至 2003 年間，台灣地區生命科學國際會議文獻之作者共有 888 位，分別隸屬於 103 個機構。作者所屬機構之來源係根據資料庫書目紀錄中的「機構」(IN, Institution) 欄位加以判別而得。

然而，同一個母機構體系下，又可分為教育及醫療等不同屬性之單位，例如：長庚大學 (Chang Gung University) 與長庚紀念醫院 (Chang Gung Memorial Hospital)；此外，同一屬性之單位，因區域之劃分或特殊專長而分別獨立運作，例如：臺北長庚紀念醫院 (Chang Gung Memorial Hospital, Taipei)、林口長庚紀念醫院 (Chang Gung Memorial Hospital, Taoyuan)、高雄長庚紀念醫院 (Chang Gung Memorial Hospital, Kaohsiung) 及林口長庚醫院兒童醫院 (Chang Gung Children's Hospital, Taoyuan) 等，凡此種種，本研究皆視為不同機構而採分開計算方式進行分析。

研究結果如表五所示，會議文獻發表篇數超過百篇的有兩個單位，分別發表 226 篇及 123 篇，相差高達 100 篇以上，兩機構共發表了 349 篇會議文獻，佔所有會議文獻的 24%。其次，90 篇以上及 100 篇以下的機構有 2 個，分別為 98 篇及 94 篇。再者，86 篇的僅 1 個；發表文獻量 70 至 80 篇的機構有 2 個，各為 72 篇及 71 篇；發表量 50 至 60 篇的機構也是 2 個，皆發表 59 篇；會議文獻發表量 40 篇以上及 50 篇以下者，則有 47 篇及 43 篇。其他機構大多發表 10 篇以下，尤其僅發表 1 篇的機構有 40 個，佔所有機構數最多。

整體而言，1991 至 2003 年間台灣地區生命科學國際會議文獻之作者發表文獻數與作者機構數之分佈，皆呈現反比現象，也就是說，少數作者所屬機構發表了大多數的會議文獻。由表五便可看出端倪，文獻發表數 70 篇以上的 7 個機構，即發表了 770 篇，已超過了所有會議文獻量的 50% (52.46%)。換言之，發表文獻量以 10 篇以下的機構最多，共 80 個機構，佔全部機構數近 78%，總計發表了 214 篇會議文獻，亦即表示多數機構發表會議文獻的數量偏低。

表五：1991-2003 年台灣地區生命科學國際會議文獻機構生產力分佈

文獻發表數	機構數	機構文獻總數	機構文獻總數累計	機構文獻總數百分比	機構文獻總數百分比累計
> 200	1	226	226	15.40 %	15.40 %
101-200	1	123	349	8.38 %	23.78 %
91-100	2	192	541	13.08 %	36.86 %
81-90	1	86	627	5.86 %	42.72 %
71-80	2	143	770	9.74 %	52.46 %
61-70	0	0	770	0.00 %	52.46 %
51-60	2	118	888	8.04 %	60.50 %
41-50	2	90	978	6.13 %	66.63 %
31-40	2	77	1,055	5.25 %	71.88 %
21-30	5	130	1,185	8.86 %	80.74 %
11-20	5	69	1,254	4.70 %	85.44 %
6-10	11	82	1,336	5.59 %	91.03 %
5	6	30	1,366	2.04 %	93.07 %
4	4	16	1,382	1.09 %	94.16 %
3	8	24	1,406	1.63 %	95.79 %
2	11	22	1,428	1.50 %	97.29 %
1	40	40	1,468	2.72 %	100.00 %
總計	103	1,468		100.00 %	

(二) 高生產力機構特性分析

表六進一步顯示 1991 年至 2003 年，台灣地區生命科學國際會議文獻之高生產機構特性。由表六可見，國立台灣大學為發表會議文獻篇數最多的機構，共發表 226 篇，進一步分析該機構下的附屬單位，其中發表量最多的是生命科學院，包括：生物學系、生物化學暨分子生物學研究所及生物醫學工程中心等；其次則為生物資源暨農學院，包括：農業化學系暨研究所、農藝學系暨研究所及園藝學系暨研究所等；其他尚有：醫學系的內外科、牙科、獸醫、動植物學系等。生產量排名第二的是台灣大

學醫學院附設醫院，共發表 123 篇會議文獻，其中多集中在外科部。排名第三名則為中央研究院，共有 98 篇，中央研究院之組織架構下設有生命科學研究處，其中又以生物科學醫學研究所發表最多。排名第四與第五者均為長庚醫院，一位於林口，一個在高雄，分別發表 94 篇與 86 篇。至於其他前十名的機構尚有：國立中興大學(72 篇)、國立成功大學(71 篇)、國立陽明大學與台北榮民總醫院(各 59 篇)、台北長庚醫院(47 篇)。進一步就各機構之作者數與篇數的關係探討，發現各機構的作者發表文獻平均約為 1.5 篇，尚屬平均，並無高生產機構之文獻發表多集中於特定高生產作者的現象。唯高雄

長庚紀念醫院、林口長庚紀念醫院及國立台灣大學附設醫院，每位作者平均之生產量較高，為 2 篇以上。高雄長庚紀念醫院尤其特殊，高達 3 篇。

由上所述不難發現，這些高生產力機構的前幾名，除中研院本來就是專司研究的機構外，其他如：台灣大學、台灣大學附設醫院及長庚醫院等，皆是國內首屈一指著名的醫學教學中心，故其研究

風氣較其他機構為甚應是可以想見。

整體而言，台灣地區生命科學之研究機構，根據本研究之統計，共有 103 個，研究結果顯示，少數機構即發表了大量的文獻，由表六可見，排名前 24 名，生產量 10 篇以上的機構，發表了 86% 的文獻，由此可見，台灣地區生命科學研究機構的生產力可謂十分集中。

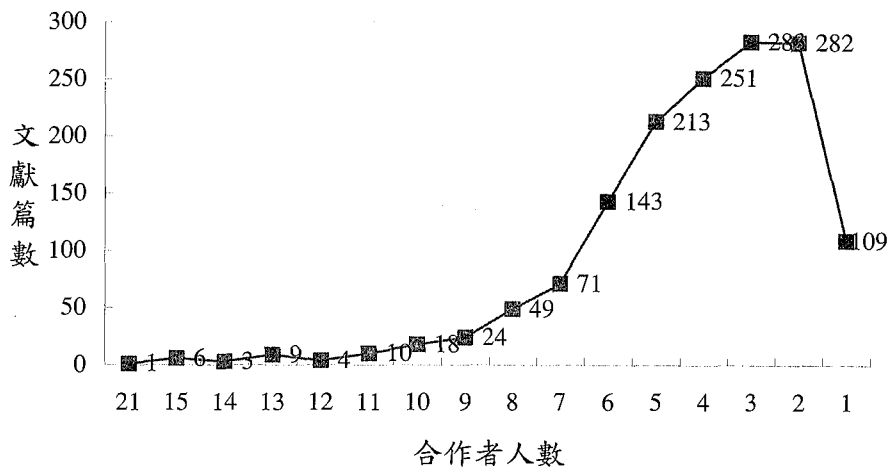
表六：1991-2003 年台灣地區生命科學國際會議文獻高生產力機構分佈

排名	機構名稱	作者數	發表 文獻數	文獻數 百分比	文獻數累計 百分比
1	國立台灣大學	116	226	15.40 %	15.40 %
2	國立台灣大學附設醫院	56	123	8.33 %	23.77 %
3	中央研究院	67	98	6.64 %	30.45 %
4	林口長庚紀念醫院	36	94	6.37 %	36.85 %
5	高雄長庚紀念醫院	26	86	5.83 %	42.71 %
6	國立中興大學	53	72	4.88 %	47.62 %
7	國立成功大學	42	71	4.81 %	52.45 %
8	國立陽明大學	38	59	4.00 %	56.47 %
8	台北榮民總醫院	38	59	4.00 %	60.49 %
10	台北長庚紀念醫院	27	47	3.18 %	63.69 %
11	長庚大學	22	43	2.91 %	66.62 %
12	國立中山大學	20	39	2.64 %	69.28 %
13	國防大學醫學院	28	38	2.57 %	71.87 %
14	國立清華大學	26	30	2.03 %	73.91 %
15	三軍總醫院	21	28	1.90 %	75.82 %
16	國立台灣海洋大學	20	27	1.83 %	77.66 %
17	國家衛生研究院	16	24	1.63 %	79.29 %
18	台中榮民總醫院	15	21	1.63 %	80.72 %
19	財團法人食品工業發展研究所	16	19	1.42 %	82.02 %
20	高雄榮民總醫院	9	13	1.29 %	82.90 %
20	台北醫學大學	10	13	0.88 %	83.79 %
22	中山醫學大學	9	12	0.88 %	84.60 %
23	高雄醫學大學	9	12	0.81 %	85.42 %
24	國立成功大學附設醫院	6	10	0.81 %	86.23 %

四、作者合著情形之分析

探討各學科專家的合作情況，瞭解該領域的研究模式，最直接的方式是觀察分析該領域學科專家合作發表文獻的情形。本研究藉由對台灣地區生命科學國際會議文獻的蒐集，進一步分析這些會議文獻的作者，若文獻作者為兩人以上，則為合作發表。本研究共計 1,476 篇會議文獻，每篇文獻的每一位作者皆計算，作者總數為 6,162 人，平均一篇文獻由 4 位學者專家共同發表，此現象充分呈現合

作研究風氣相當盛行。如圖二所示，合作者人數最高為 21 人，有 1 篇；次高為 15 人，有 6 篇；作者人數 10 至 14 人之文獻共有 44 篇，其中又以 10 位作者為最多，計有 18 篇；再次，作者數為 7 至 9 人的文獻，共 144 篇。整體而論，合著的人數多為 6 人以下。合作的人數愈少，合作研究的文獻篇數呈正向成長的曲線。由圖二可見，當合作人數為 7 人時，曲線開始大幅度成長，合作人數為 3 至 2 人時，曲線到達顛峰，由此可見，生命科學領域最常見的合作模式為 3 或 2 人，其次為 4 至 5 人。



圖二：1991-2003 年台灣地區生命科學國際會議文獻合作者分佈曲線圖

伍、結論與討論

茲就前述各項分析結果，加以歸納整理，綜合說明 1991 至 2003 年間，台灣地區生命科學國際會議文獻之作者生產力分佈情形，並進一步探討可能影響其結果之原因。

一、會議文獻發表篇數與作者人數為反比關係

本研究 1,476 篇生命科學國際會議文獻共為 888 位第一作者所著，平均每位作者發表 1.7 篇會議文獻。研究結果顯示，發表會議文獻量以 10 篇

以下之作者人數佔最多，其中又多集中在 1 篇及 2 篇，其發表文獻量佔所有文獻數的 60%。整體言之，會議文獻發表篇數越少的作者數就越多。

二、高生產力作者之專長以醫學方面為主

本研究 888 位作者中，30 位發表 10 篇以上之高生產作者主要任職於醫院，且多集中於移植外科及肝臟外科的研究，主要是因為肝臟移植學屬團體研究，因此團隊下的每位作者生產量均因此而提高。本研究之高生產作者前三名分別為：高雄長庚紀念醫院院長陳肇隆醫師、陳耀森醫師及亞東紀念

醫院院長朱樹勳醫師。

三、作者計算方式影響三大作者生產力定律於本研究之應用

本研究利用洛卡定律最小平方方法求得的 n 值與常數值 c ，頗符合洛卡定律，進一步利用柯斯檢定法加以驗證，則洛卡定律適用於本研究。至於，普萊斯平方根定律及 80/20 定律則不適用於本研究之作者生產力分佈。所以產生此差異，主要是因為本研究與洛卡原始定律相同，均針對第一作者進行分析。然而，普萊斯平方根定律與 80/20 定律將所有作者加以計算，因此本研究僅針對第一作者之計算方式較不容易符合這兩個定律之分佈規律。

四、作者所屬機構之生產力分佈十分集中

1991 至 2003 年間台灣地區生命科學國際會議文獻 1,476 篇共為 103 個機構所發表，且少數機構發表了大多數的文獻，文獻數與機構數呈現反比現象。排名前七名的機構文獻發表量共 770 篇，已超過所有會議文獻量的 50%，由此可知，機構生產力分佈十分集中。高生產機構之前三名依序為國立台灣大學、國立台灣大學醫學院附設醫院及中央研究院。進一步就各機構之作者數與篇數的關係討論，各機構作者發表文獻平均約 1.5 篇，因此本研究並無高生產機構之文獻發表多集中於特定高生產作者的現象。此外，發表文獻量 10 篇以下的機構數最多，佔全部機構數的 78%，亦即大多數機構發表會議文獻的數量偏低。

五、生命科學領域之作者普遍以合著方式發表文獻

本研究結果顯示，台灣地區生命科學領域合作研究之現象相當普遍，平均一篇會議文獻為 4 位學

者所共同發表。合著人數最高為 21 人，其次為 15 人。整體而言，合作研究的人數愈少，則合作研究的文獻篇數愈多，最常見的作者合作模式為 2 或 3 人，其次為 4 或 5 人。

本研究採用書目計量學方法，探討台灣地區生命科學國際會議文獻之生產力分佈，所獲得的研究結果應可達成下列之應用：

- (一) 本研究對於作者生產力分佈定律的研究與探討，精確模擬並建立了生命科學文獻作者生產力分佈的理論模式。實證研究之成功，可作為其他學科評估作者生產力模式之參考。
- (二) 根據本研究會議文獻機構生產力的分佈情況，相關圖書館或資訊中心若能掌握高生產機構的會議文獻，即可了解整個生命科學的最新研究趨勢。圖書館或資訊中心可進一步系統化、科學化的界定生命科學會議文獻的價值，以作為徵集及訂購之參考，亦可作為評估單篇會議文獻電子訂購與傳遞方式之可行性分析。此外，更可提供圖書館或資訊中心評估提供二次服務，例如：製作會議論文資料庫之參考。
- (三) 本研究透過國際會議文獻之作者生產力特性，可以洞悉台灣地區生命科學研究的學術生態。此研究結果可以協助相關之研究人員與最活躍之作者或機構進行學術交流與技術合作，以促進國家基礎科學研究。此外，國內生命科學領域之高生產作者以醫學領域居多且多為合作研究模式。為此，國內生命科學相關機關應掌握生命科學研究人力的結構，妥善規劃人才，合理分配研究經費，釐訂適切科學政策，以落實國家知識經濟的推動。

(收稿日期：2005 年 3 月 2 日)

(本文為九十二年度國科會計畫研究成果之部分內容，計畫編號為 NSC92-2413-H-032-013。)

參考書目：

- 王豐裕、呂雅雲、程沛文、張小玫(2001, 7月)。我國與香港、新加坡、南韓及中國大陸之生命科學研究成果發表情形之比較。科學發展月刊, 29(7), 473-488。
- 行政院國家科學委員會。研究人才查詢系統。上網日期：2004年3月12日。網址：http://www.nsc.gov.tw/personal_search.asp
- 傅雅秀(1996, 12月)。從科學傳播的觀點探討中央研究院生命科學專家的資訊尋求行爲。圖書館學刊, 11, 133-163。
- 黃秀琴(1999)。會議文獻作者生產力與其延續出版品之研究：以國防科技學術研討會為例。碩士論文，淡江大學教育資料科學學系研究所，台北縣。
- 黃淑娟、蔣嘉寧、黃擎天(1981, 6月)。會議文獻之探討。教育資料科學, 18(4), 87-105。
- 蔡明月(1997, 9月)。學術傳播與書目計量學。教育資料與圖書館學, 35(1), 38-57。
- 轉引自陳筱蕾。台灣生命科學領域之文獻計量指標—兼論台灣與歐盟科學活動指標之比較。上網日期：2003年11月5日。網址：<http://www.stic.gov.tw/policy/monument/2right.htm>
- Drott, M.C.(1995). Reexamining the role of conference papers in scholarly communication. Journal of the American Society for Information Science, 6(4), 299-305.
- Garvey, W.D. et al.(1972). Research studies in patterns of scientific communication: II. the role of the national meeting in scientific and technical communication. Information Storage and Retrieval, 8(4), 158-169.
- Gupta, B.M. & Karisiddappa, C. R.(1996). Author productivity patterns in theoretical population genetics. Scientometrics, 63(1), 19-43.
- Gupta, D. A.(1987). Lotka's Law and productivity patterns of entomological research in Nigeria for the period, 1900-1973. Scientometrics, 12(1-2), 33-46.
- Martens, B. & Saretzki, T. (1994). Quantitative analysis of thematic structures in the field of biotechnology: a study on the basis of conference data. Scientometrics, 30(1), 117-128.
- Oliver, R. W.(2000). The Coming Biotech Age: the Business of Bio-materials. New York: McGraw Hill.
- Subramanyam, K. (1981). Scientific and Technical Information Resources. New York: Marcel Dekker.

