

教育資料與圖書館學

Journal of Educational Media & Library Sciences

<http://joemls.tku.edu.tw>

Vol. 46 , no. 4 (Summer 2009) : 523-546

台灣、香港、大陸地區之學術合作研究：以工程類為例

Research Collaboration in Taiwan, Hong Kong and

China: A case of Engineering Study

蔡 明 月 Ming-Yueh Tsay*

Professor

E-mail: mytsay@nccu.edu.tw

郭 政 遠 Cheng-Yuan Kuo

Graduate Student

E-mail: 94155010@nccu.edu.tw

[English Abstract & Summary see link](#)

[at the end of this article](#)



台灣、香港、大陸地區之 學術合作研究：以工程類為例

蔡明月*

教授

政治大學圖書資訊與檔案學研究所

E-mail: mytsay@nccu.edu.tw

郭政遠

研究生

政治大學圖書資訊與檔案學研究所

E-mail: 94155010@nccu.edu.tw

摘要

本研究旨在探討1989至2008年間，台灣、香港、大陸地區工程類文獻作者之共同合作情形。透過兩岸三地被科學引文索引擴大版（Science Citation Index Expanded, SCIE）資料庫蒐錄之文獻數量，進一步觀察14類工程學門中作者人數、作者合作對象、高產量機構及其合作對象，以及作者人數與文獻被引用次數間是否相關。研究結果顯示在14類工程學科中，兩岸三地皆以免疫生物醫學工程之平均合作作者人數為最高，環境工程亦同樣在三地都有較高平均作者人數的表現。由此可見，免疫生物醫學工程及環境工程都是較多學者共同合作研究產出的學科。兩岸三地之多作者文獻比率皆在90%左右，單一作者文獻數較少。在高產機構方面，台灣集中於台灣大學、成功大學、清華大學、交通大學，並發現台灣大學的研究者最常與同校研究者共同合作。此外，兩岸三地之跨國合作對象皆以美國為最多。最後探討作者人數與文獻被引用次數間是否相關，發現兩岸三地單一作者產出之文獻的被引用次數普遍較低，但皆無法明顯看出作者人數與文獻被引用次數間的關係。

關鍵詞：書目計量學，合作研究，作者生產力，引文分析，工程學

* 本文主要作者兼通訊作者。

前 言

隨著科學技術的突飛猛進，如今的科學研究與以往已大不相同。這是一個「大科學」(big science)來臨的時代，大科學是科技界近年來進行的新概念。其特點為大量經費投資、多學科相互交叉研究、需要昂貴且複雜的實驗設備等等。其中最顯著的特色即為需要多人共同研究，許多科學研究已非個人能獨立完成，往往須倚賴著諸多跨學門領域的知識。

Price在其早期著作*Little Science, Big Science*之中，提出20世紀中在科學研究上的趨勢將會是增加團隊合作與多作者共同合作。他甚至做出一個大膽的預言：「到了1980年，單一作者創作的文獻將會滅絕，科學的合作會持續增加，而學科出版將持續不斷朝向單一文獻無限作者邁進。」(註1)雖然到1980年單一作者創作的文獻依然存在，但不可否認的，在自然科學研究上的確越來越趨向多作者的共同合作。多作者共同合作的情形在自然科學學科中屢見不鮮。例如：在物理學與生命科學的文獻中，由多作者所共同合作的比例偏高；這種情形明顯高於社會科學領域。在硬科學(hard science)中的報告指出合作作者文獻的比例佔全部文獻的三分之二以上(註2)。

台灣高等教育已非常普及，根據教育部「95學年度大專院校統計概況」可知，台灣目前共有163所大學，其中設立的研究所數共有2,832所，為全世界大學密度最高的國家(註3)。近年來高等教育學術評鑑更是蔚為風潮，且伴隨著大學退場機制的出現，各大學莫不致力於提升學術生產力來表現自身的競爭力。在高等教育學術評鑑重視學術生產力整體總量的背景下，使得在不同的學科出現了有學者為了提升其學術生產量而不惜將單一研究拆散為多篇較短篇幅之文獻投稿與單一文獻多作者共同掛名的現象。而在大學整體學術生產力提高的同時，本研究欲探討的議題即包括了在工程類學科的生產力與共同合作情形，以作為學術評鑑之參考，亦可提供其他學門之借鑑。

此外，全球化(globalization)對學術研究造就了一個高度競爭的環境，跨國力量對高等教育的影響日益顯著(註4)。當台灣追求國際化的同時，政府特別重視高等教育機構的國際標竿地位，以及大學學術與外在世界的聯繫(註5)。台灣、香港、大陸三地間不論在文化或地緣上的關係都相當親近，是以引發本研究對兩岸三地學者合作情形之探討，希冀透過工程類學門之研究比較，了解兩岸三地個別之合作研究以及彼此之合作關係，以提供各地相關教育與學術單位參考。

國外合作作者研究主要探討的議題，除了合作作者人數、跨國或跨機構之合作研究外，尚有作者職位分析、作者性別分析、經費分析、多作者文獻其信譽分配比例分析等，其研究範圍至為廣泛。反之，國內有關作者共同合作方面的研究卻相當欠缺，關於工程類全部學科的合作作者研究亦乏人探討，因而引

發了本研究欲探討台灣、香港與大陸三地間在工程類文獻的合作作者情形及合作作者文獻是否影響文獻之被引用，希冀可供未來其他合作研究議題之研究作為參考。

基於上述研究背景，本研究藉由透過檢索科學引文索引擴大版 (Science Citation Index Expanded, SCIE) 資料庫中臺灣、大陸、香港，兩岸三地工程類文獻，來探討作者合作研究的情形。具體之研究問題包括：

- (一) 台灣、香港與大陸三地區在工程類文獻整體與各學科之單一作者與合作作者之分佈為何？平均合作作者人數為何？
- (二) 台灣、香港與大陸三地區工程類文獻作者之合作對象為何？
- (三) 台灣、香港與大陸三地區高產量機構的合作對象為何？
- (四) 台灣與香港、台灣與大陸、香港與大陸地區之作者合作情形為何？
- (五) 台灣、香港與大陸三地區間是否合作作者越多的文獻，其所獲得的引用次數也越多？

二、文獻探討

Beaver與Rosen研究合作作者的歷史淵源，認為共同合作創作始於1760年至1800年的法國，當時科學正開始成為一專業的學科（註6）。合作研究係指一篇文章由兩位以上作者或兩個以上的機構共同研究完成。隨著大科學時代的來臨，許多研究需要跨學科人才的互相補足方能完成，在硬科學中的報告指出，合作作者文獻的比例佔全部文獻的三分之二以上（註7）。

Price與Beaver的研究發現，作者生產力與其合作人數的多寡有著必然的關係。在化學家中，單一作者或僅兩人共同合作所產出的文獻，在五年間不會超過四篇，而由12人以上共同合作的文獻，在五年間至少會有14篇以上的文獻產出量，顯示在當時化學文獻合作發表的情形已相當普及（註8）。

1986年，Pravdic與Vukovic進一步將科學文獻的合作關係分類為下列六種：(一)老師與學生間的合作；(二)計畫主持人與助理間的合作；(三)研究者與顧問間的合作；(四)同僚間的合作；(五)不同單位間的合作；(六)跨國合作（註9）。Pravdic與Oluic-Vukovic調查相同作者共同合作的頻率，以進行共同合作的計量研究，透過共同合作作者的總人數(C值)與單一作者的總人數(I值)之間的比率來測量，稱為C/I值。此定量研究的有效性經由核心作者的驗證，發現C/I值越高，其作者生產力的影響亦越大（註10）。

Schubert與Braun於1990年，檢索SCI資料庫，以調查1981-1985年間，至少出版過一篇以上國際性合作文獻的國家即包括在研究範圍之內，共計取得163個國家，僅南極洲（SCI資料庫中如此紀錄）、波普那共和國、查德，與寮國四國未包含其中。台灣部分共有3,337篇文獻，其中779篇為國際性合作文

獻，比率為23.3%；香港共有2,242篇文獻，其中441篇文獻為國際性合作文獻，比率為19.7%；美國共有1,051,212篇文獻，其中62,595篇文獻為國際性合作文獻，比率為6%（註11）。由此可見，國際合作的比率與該國科技能力有關，國力越強大的國家，其科學家越容易在本國內找到合作夥伴，不需要向外尋求合作對象。

Narin與Stevens針對歐洲國家進行跨國合作研究加以探討，結果發現兩種現象：（一）進行跨國合作研究的作者急遽增加，且這些作者大多來自於科技能力較低的國家；（二）科學家合作的對象也受國家科技強弱的影響，例如：義大利的科學家大多與國外（例如：英美）的科學家進行合作研究，而非與國內的科學家共同合作研究（註12）。此外，Katz研究英國、加拿大與澳洲三國之大學的跨國合作研究，結果顯示國家與國家間的距離遠近是一個重要的變因（註13）。

Pao在吸血蟲病的研究中，發現合作作者、資金，與生產力三者間有著相互關係。其研究將合作作者分為兩種，並得到下列研究結果：（一）擁有高度生產力的研究者，其合作對象多為跨國的，且資金亦多由自身機構提供或來自各種團體的贊助；（二）生產力較低的研究者，其合作對象通常在本國內，所獲得的資金有限。由於研究受限於合作對象與資金，故產出較不豐富（註14）。

黃宏雄的研究證實了科學研究朝向多作者共同產出的趨勢。他採用Radio Science期刊在1982年至1991年10年間所刊登與電波通訊相關的文獻做為樣本，分析了1,321篇文獻後發現，由單一作者所獨立完成的文獻僅有349篇；換言之，有近四分之三的文獻是由多作者共同合作所產出，僅有四分之一的文獻是由一人獨立完成（註15）。

Klaic透過檢索SCI、SSCI、A&HCI資料庫1990至1992年，克羅埃西亞共和國的出版品，分析合作作者文獻，結果發現克羅埃西亞在SCI的平均作者數為3.57位，略高於全球平均作者數的3.26位。該國產出文獻有86%是由一到五位作者所撰寫，而超過十位作者所共同撰寫的比例有2.8%（註16）。

Bird透過Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA) 資料庫，檢索1985-1993年間共1,308篇與海洋哺乳類動物學相關之文獻進行研究。此外，亦調查作者人數與若為多作者共同合作，其是否來自相同機構？研究結果顯示，單一作者的文獻僅353篇，共同合作之比例高達70.8%；若為多作者共同合作之文獻，其合作者來自相同機構的比例為34.4%，來自不同機構的比例為65.6%（註17）。

許文華研究1982年至2001年間收錄於MEDLINE資料庫的醫學基因工程文獻，從75,714筆文獻樣本進行分析，結果得到平均每篇文獻有五位合作作者，顯示醫學基因工程領域以合作作者共同進行研究之情形相當普遍（註18）。

Garcia與Munoz等人利用書目計量學研究西班牙婦科醫學文獻之作者生產

力概況，以EMBASE資料庫（此資料庫包含來自超過70個國家的4,000份期刊）收錄於1986年至2002年的779篇文獻與1,829位作者為樣本。研究結果發現在合作作者方面，西班牙婦科醫學文獻普遍為合作研究，平均每篇文章有4.86位合作者，且有繼續升高的趨勢（註19）。

Narin與Stevens研究顯示：「由多個機構所共同合作的文獻，其獲得的被引用次數遠比單一機構獨立完成的文獻高出許多；另外，跨國合作的文獻，其被引用次數也比非跨國合作的文獻高。」（註20）Smart與Bayer認為，歷年來合作作者文獻的比例有逐漸高於單一作者文獻比例的走向。他們為了檢驗學術研究之品質與共同合作相關，隨機選取了270篇文獻加以分析，結果顯示多作者合作的文獻在被引用次數上高於單一作者所創作的文獻，不論是否將自我引用納入計算都不會影響其結果（註21）。

Nudelman與Landers的研究曾提及一個觀點：「將信譽均分予文獻的每位合作者，比將全部的信譽歸於單一作者好。」舉例來說，一篇由三位作者共同合作的文獻，第一作者可獲得單篇文獻75%的信譽，第二作者可獲得62%，第三作者可獲得58%（註22）。Oramaner在其報告指出，在社會科學文獻中，單一作者與多作者文獻在被引用比例上並無明顯差異（註23）。Lindsey的研究亦支持上述論點，但他發現在精神病學文獻中，合作作者文獻被引用次數有逐漸增加的趨勢（註24）。然而Bayer的研究卻發現，家庭科學（family science）領域共同合作與被引用的頻率並無直接關係（註25）。

Campbell與Campbell提出，許多研究都是以文獻被引用次數的多少來評價作者的研究專業程度與其在研究社群的重要性，然而這些研究不論在概念上或數理邏輯上都面臨許多問題，其中較嚴重者為被引用的書目資料來源大多出自於ISI（Institute of Scientific Information）公司（該公司目前已與Reuters合併，改名為Thomson Reuters）所出版的SCI資料庫，SCI索引政策之一為僅列出該文獻被引用的第一作者，因此造成共同合作文獻第一作者以外的合作作者被忽略不計。此計算方式引起諸多討論與爭議（註26）。

Katz認為共同合作是非常正面且值得鼓勵的。其與Hicks共同建置BESST（Bibliometrics Evaluation of Sectoral Scientific Trends）資料庫，共同研究英國合作作者文獻的概況。此資料庫包括近50萬篇1981年至1994年間收錄於SCI的英國文獻。其研究結果發現，文獻被引用的次數與該文獻的作者人數有著正相關，作者人數越多，平均被引用的次數越高（註27）。值得注意的是此份研究將自我引用次數亦加入計算，可能因此造成部分數據的不準確。Terttu在研究英國文獻時發現，一般來說，只要有共同合作的文獻，其被引用的次數均會提高，單一作者的文獻逐漸成為少數且較無影響力。與國外機構共同合作的文獻所獲得的引用次數比其他合作形式（例如：本國機構內多位同儕共同合作）更高（註28）。

綜上所述，作者共同合作研究始於18世紀的法國，至今已有超過200年的歷史，經過前人研究結果可歸納出五點：(一)台灣與香港在SCI資料庫早期所收錄的文獻中即有一定比例為跨國共同合作所產出，其中跨國合作比率台灣略高於香港；(二)在自然科學領域，多作者文獻之被引用次數普遍高於單一作者文獻，顯示多作者文獻之文獻品質可能高於單一作者文獻；(三)由多個機構共同合作產出的文獻被引用次數可能高於單一機構獨立完成之文獻；(四)由跨國共同合作所產出的文獻其被引用次數較非跨國合作的文獻被引用次數為高；(五)大多數學術領域合作作者文獻的比例逐年增高，而單一作者文獻的數量則逐漸減少，亦漸不具影響力。

三、研究方法

本研究自SCIE資料庫檢索出台灣、香港、大陸地區之工程類文獻合作作者之相關書目資料。截至2008年，SCIE收錄近7,000種學術性科學與技術方面期刊，涵蓋150多種學科；至於SCI則僅收錄3,200多種期刊(註29)。本研究檢索詞彙與檢索策略的制訂，主要利用SCIE資料庫的進階檢索，在國別欄位上限制CU=Taiwan、AD=ROC，AD=Hong Kong，CU=China、AD=PROC，透過AD及CU查詢文獻作者之通訊地址欄位。接著再將前述三者分別與JCR收錄之14類工程學門下之期刊做AND交集檢索，並限制檢索年限為1989-2008間的20年、資料類型為期刊文獻，以取得14個學門之文獻樣本。整體工程學門之文獻樣本為扣除14個工程學門重複收錄之期刊後，分別與TAIWAN、HONG KONG、CHINA作交集檢索，檢索年限同樣限制為1989-2008年，並限制資料類型為期刊文獻。

自資料庫下載的書目檔透過Refworks加以轉檔後，以Excel軟體建立為一小型書目資料庫，以減少費時的檢索時間，並將錯誤降到最低。最後藉助Excel的排序、分析、歸類與計算功能進行資料的處理，再按照統計結果繪製成圖表。每篇文獻之作者人數計算係利用Excel巨集編輯程式，因自SCIE將書目資料匯入Excel表單時，作者欄是依「;」分隔作者名，故此依據作者欄位中「;」出現的次數判斷作者人數，例如作者欄位沒有出現「;」程式判斷作者為一人，如欄位中出現一次「;」則判斷作者人數為兩人，以此類推。在處理計算合作作者人數與被引用次數上，係先透過Excel試算表「排序」的功能，將作者人數從小到大做一排序，將相同作者人數之書目資料集中後，再對相同作者人數文獻的被引用次數做加總與平均值的計算。

自然科學學科廣泛，本研究僅針對工程類學科加以探討，然而工程類學科之文獻數量極為龐大，另外在合作作者研究中包含的研究議題亦相當廣泛，故本研究在進行時有以下五項限制：(一)本研究以工程類文獻為研究目標，唯

工程學分類廣博，須訂定一標準將主題範圍加以限制，故參考期刊引用報告 (Journal Citation Reports, JCR) 資料庫對工程類文獻的分類，將研究範圍限制為下列 14 項工程學：1. 航空工程 (aerospace engineering)、2. 免疫生物醫學工程 (biomedical engineering)、3. 化學工程 (chemical engineering)、4. 土木工程 (civil engineering)、5. 電機及電子工程 (electrical & electronic engineering)、6. 環境工程 (environmental engineering)、7. 地質工程 (geological engineering)、8. 工業工程學 (industrial engineering)、9. 製造工程 (manufacturing engineering)、10. 航海工程 (marine engineering)、11. 機械工程 (mechanical engineering)、12. 跨學科工程 (multidisciplinary engineering)、13. 海洋工程 (ocean engineering)、14. 石油工程 (petroleum engineering)。(二) 工程類文獻屬自然科學的一門學科，故本研究在資料庫的選用上係利用 SCIE 資料庫進行檢索。唯仍可能因工程類文獻未被 SCIE 資料庫收錄而造成些許遺漏，是為本研究的第二個研究限制。本研究未選用 Compendex (Engineering Index) 資料庫，乃因 Compendex 資料庫中有許多期刊未被 SCIE 收錄，如此可能造成有些期刊之文獻無法在 SCIE 檢索到被引用次數而影響本研究第五個研究問題 (台灣、香港與大陸三地區間是否合作作者越多的文獻，其所獲得的引用次數也越多?) 的執行。(三) 一般而言，會議論文的審查較不嚴謹，且會議文獻較不具檔案 (archival) 功用，因此學術價值低於期刊文獻。此外，SCIE 資料庫收錄亦以期刊文獻為主，會議論文約佔 10%，故本研究僅針對期刊文獻進行研究，此為本研究之第三個研究限制。(四) 本研究係利用 SCIE 資料庫進行資料之蒐集，SCIE 資料庫收錄年代為 1900 年至今，考量為避免資料量過於龐大，故將蒐集資料年限限制為 1989 年至 2008 年間，觀察 20 年來台灣、香港、大陸工程類文獻之作者合作研究情形。此為本研究之第四個研究限制。(五) 本研究因受限於 SCIE 資料庫檢索欄位的限制，故在合作作者研究中無法針對作者職位、作者性別、經費、與多作者文獻其信譽分配比率等議題進行分析。此為本研究之第五個研究限制。

四、研究結果

本研究旨在探討 1989 至 2008 年間，台灣、香港、大陸地區工程類文獻作者之共同合作情形。以下就兩岸三地工程學門作者人數、合作者合作對象、合作者與被引用關係分述之。

(一) 作者人數

有關作者人數分析計有：平均每篇文獻作者人數、單一作者與多作者分布、每年平均作者人數變化、各種作者人數與整體作者人數分布、高合作者文獻之發表機構等要項。

表1為台灣、香港與大陸14類工程學學科之文獻篇數分布情形。統計結果顯示，台灣以電機及電子工程(17,879篇，42%)發表的文獻最多，其次為化學工程(4,922篇，12%)，與機械工程(4,588篇，11%)。香港文獻發表最多的前三名分別為電機及電子工程(7,028篇)、土木工程(1,847篇)，及機械工程(1,764篇)；大陸則以電機及電子工程(21,118篇)、化學工程(13,531篇)，及機械工程(9,589篇)分列前三名。在文獻發表數上，兩岸三地均以電機及電子工程學為最多；而在航空工程、地質工程、航海工程，及石油工程的文獻發表數普遍較低，在石油工程中台灣與香港分別僅有11篇及16篇文獻的產出，而兩岸三地在航海工程學的文獻發表均不到100篇。

表1 台灣、香港與大陸工程類文獻

學科	台灣地區		香港地區		大陸地區	
	文獻篇數	%	文獻篇數	%	文獻篇數	%
航空	700	1.64	93	0.53	902	1.29
免疫生物醫學	1,246	2.93	500	2.85	2,036	2.90
化工	4,922	11.56	819	4.67	13,531	19.29
土木	2,596	6.10	1,847	10.54	5,344	7.62
電機及電子	17,879	41.99	7,028	40.10	21,118	30.11
環境	1,376	3.23	883	5.04	3,223	4.61
地質	505	1.19	522	3.15	1,170	1.67
工業	2,123	4.99	1,204	6.87	2,786	3.97
製造	3,291	7.73	1,326	7.57	3,827	5.46
航海	56	0.13	6	0.0004	52	0.0009
機械	4,588	10.78	1,764	10.06	9,589	13.67
跨學科	2,981	7.00	945	5.39	4,964	7.08
海洋	305	0.72	574	3.27	888	1.27
石油	11	0.0003	16	0.002	714	1.02
Total	37,413	99.99	13,670	100.04	58,053	99.96

工程學門平均每篇文獻之作者數分布如表2所示。由表2可見台灣、香港與大陸皆以免疫生物醫學工程之平均作者人數為最高，分別為台灣的4.23人、香港的4.45人與大陸的4.73人；其他學科如環境工程亦同樣在三地都有較高的平均作者人數，分別為台灣的3.11人、香港的3.24人及大陸的4.05人，均高於整體工程學科的平均值。此外，航空工程、航海工程與石油工程三學科，兩岸三地收錄的文獻篇數普遍較低。至於整體工程學科平均作者人數，則以台灣的2.88人為最低、香港的3.03人居中、大陸的3.51人為最高。

進一步細分單一作者與多作者文獻的情況(詳如表3)，可見兩岸三地皆以多作者共同合作產出的文獻為主，其比率由多至少依次為大陸的94.07%，香港的92.7%，台灣的89.04%。台灣的單一作者文獻數量比率明顯高於大陸地區。

表2 台灣、香港與大陸地區工程類文獻平均作者人數比較

學科	台灣地區 平均作者人數	香港地區 平均作者人數	大陸地區 平均作者人數
航空工程	2.52	2.73	2.85
免疫生物醫學工程	4.23	4.45	4.73
化學工程	2.79	3.12	3.94
土木工程	2.62	2.72	3.05
電機及電子工程	3.15	3.1	3.5
環境工程	3.11	3.24	4.05
地質工程	2.62	2.75	3
工業工程學	2.29	2.74	3.2
製造工程	2.43	2.92	3.36
航海工程	2.29	2.17	2.73
機械工程	2.41	3	3
跨學科工程	2.66	3.47	3.34
海洋工程	2.54	3.02	3.1
石油工程	2.82	3.00	3.52
總體工程學科	2.88	3.03	3.51

表3 台灣、香港與大陸地區整體工程類
文獻單一作者與多作者比率

文獻種類	台灣地區	香港地區	大陸地區
單一作者文獻數	4,102 (10.96%)	997 (7.29%)	3443 (5.93%)
多作者文獻數	33,311 (89.04%)	12,673 (92.71%)	54,610 (94.07%)
總文獻數	37,413	13,670	58,053

表4比較台灣、香港與大陸三地工程類各學科單一作者與多作者文獻的比率，結果顯示，各學科皆以多作者文獻佔大多數，其中大多數學科多作者文獻比率皆超過80%，唯有大陸在航海工程的78.85%，為兩岸三地中合作作者比率最低的一門學科。免疫生物醫學工程則是多作者文獻比率最高的一門學科，分別為台灣的94.5%、香港的96.4%，與大陸的98.5%。

至於14種工程類學科文獻在1989年至2008年間，每年兩岸三地平均作者人數是否有變化，亦應加以細分。由表5可見，每年皆以大陸的平均合作作者人數最高，香港與台灣則互有高低。整體而言，兩岸三地工程類的作者人數，呈現逐漸成長的趨勢。以台灣為例，除了少數幾年(1991, 1997, 2008)之外，其平均作者人數自1991年最低的2.39人至2004年最高的3.29人。作者人數成長速度以台灣至2004年平均作者人數提高至3人以上為最慢，香港2002年以後平均作者人數皆高於3人以上居次，大陸於1996年以後每年平均作者人數皆高於3人為最快，直至2008年，大陸的平均作者人數已逼近4人。

表4 台灣、香港與大陸各工程類
文獻單一作者與多作者比率

表內數字為%

	作者類型	台灣地區	香港地區	大陸地區
航空工程	單一作者	11.00	11.83	12.42
	多作者	89.00	88.17	87.58
免疫生物醫學	單一作者	5.54	3.60	1.52
	多作者	94.46	96.40	98.48
化學工程	單一作者	7.80	7.94	2.70
	多作者	92.20	92.06	97.30
土木工程	單一作者	13.06	8.93	8.14
	多作者	86.94	91.07	91.86
電機及電子工程	單一作者	9.54	5.81	5.84
	多作者	90.46	94.19	94.16
環境工程	單一作者	6.98	5.10	3.29
	多作者	93.02	94.90	96.71
地質工程	單一作者	12.67	11.30	7.95
	多作者	87.33	88.70	92.05
工業工程學	單一作者	19.45	8.22	6.60
	多作者	80.55	91.78	93.4
製造工程	單一作者	17.37	6.71	4.70
	多作者	82.63	93.29	95.30
航海工程	單一作者	17.86	16.67	21.15
	多作者	82.14	83.33	78.85
機械工程	單一作者	12.51	7.93	8.00
	多作者	87.49	92.07	92.00
跨學科工程	單一作者	15.80	9.48	10.29
	多作者	84.20	90.52	89.71
海洋工程	單一作者	16.39	8.54	6.98
	多作者	83.61	91.46	93.02
石油工程	單一作者	9.09	18.75	9.24
	多作者	90.91	81.25	90.76
總體工程學科	單一作者	10.96	7.29	5.93
	多作者	89.04	92.71	94.07

據表6台灣、香港與大陸工程類文獻之作者人數佔整體文獻百分比之細分結果可見，兩岸三地皆以兩人或三人共同合作的文獻為主，比率超過1/2。其中台灣(40%)、香港(33%)合作者以2人為最多，大陸(28%)則以3人為最多，2人與4人合作所佔百分比相近，分別為23%與21%。單一作者文獻與六人以上作者共同合作之文獻比率不高。由十人以上作者共同合作之文獻比率則低於整體文獻的1%。另外，在合作作者人數方面，以台灣與大陸地區的118人共同合作為最高，香港工程類文獻中出現最高的合作作者人數則為45人。雖大多數文獻為多作者共同合作，然而實際上仍以2至3人共同合作的文獻居最多數，六人以上的文獻較少。

表5 台灣、香港與大陸地區工程類文獻
平均作者人數比較—按年代分

年代	台灣地區 平均作者人數	香港地區 平均作者人數	大陸地區 平均作者人數
1989	2.43	2.14	3.08
1990	2.45	2.37	2.56
1991	2.39	2.24	2.61
1992	2.44	2.34	2.81
1993	2.47	2.32	2.68
1994	2.50	2.47	2.81
1995	2.55	2.37	2.90
1996	2.59	2.62	3.00
1997	2.53	2.65	3.10
1998	2.59	2.69	3.10
1999	2.63	2.81	3.23
2000	2.78	2.94	3.2
2001	2.80	2.86	3.3
2002	2.85	3.04	3.41
2003	2.97	3.16	3.54
2004	3.29	3.27	3.61
2005	3.12	3.34	3.62
2006	3.24	3.41	3.78
2007	3.25	3.38	3.85
2008	3.16	3.31	3.96
平均	2.88	3.03	3.51

表6 台灣、香港與大陸地區工程類文獻
之作者人數佔整體文獻百分比比較

作者人數	台灣地區 作者人數%	香港地區 作者人數%	大陸地區 作者人數%
1人	10.96	7.29	5.93
2人	39.64	33.03	22.93
3人	26.84	31.1	28.12
4人	11.54	17.06	21.25
5人	5.18	6.44	11.39
6人	2.64	2.6	5.52
7人	1.34	1.24	2.48
8人	0.77	0.61	1.2
9人	0.48	0.28	0.5
10人以上	0.68	0.34	0.66

高合作者文獻的發表機構為何亦相當值得探討，由表7可見30人以上合作者之分布。其中，台灣最多進行合作的機構為中央研究院（6次），台灣大學（3次）次之，清華大學與中央大學則各有2次。台灣除了在1994年由75位合作者

所共同發表的文獻 *The design and construction of a double-sided silicon microvertex detector for the L3 experiment at cern* 是由兩個機構(中央大學、清華大學)共同合作外,其餘11篇高合作者文獻皆僅有一個台灣執行機構。香港僅環境工程學有一篇由45位作者共同發表的文獻,執行機構為香港中文大學。大陸主要的高合作者文獻執行機構為山東大學(5次)與中科院(4次)。

表7 台灣、香港與大陸三十人以上作者
文獻之發表機構及文獻篇數

台灣	中央研究院(6)	清華大學(2)
	台灣大學(3)	中央大學(2)
香港	香港中文大學(1)	
大陸	山東大學(5)	南京師範大學(1)
	中科院(4)	清華大學(1)
	南京大學(1)	華中科技大學(1)
	昆明天文光學技術研究(1)	中山大學(1)
	南京天文光學技術研究(1)	

(二)作者合作對象

本研究另一研究目的在探討台灣、香港與大陸工程類作者合作對象,以了解兩岸三地工程學科合作研究的模式。與香港或大陸相較,台灣較少進行跨國合作。在4,766次與他國合作的次數中,涵蓋了66個不同的國家,合作比率為兩岸三地最低,跨國合作對象亦最少。大陸之跨國合作對象以美國為主,合作對象廣及82國。表8將台灣、香港與大陸地區之工程類作者進行跨國合作的文獻加以統計,列出最常合作的前10個國家,包括有台灣、香港、大陸、美國、日本、英國、加拿大、新加坡、澳洲、印度、南韓與德國。其中兩岸三地皆以美國為最常合作的對象,台灣的跨國合作文獻有40.2%的比率皆與美國合作,香港與大陸亦分別有25.59%及25.43%。而兩岸三地間的合作比率皆在3%-5%之間。

表8 台灣、香港與大陸地區之作者跨國合作對象比較

合作對象	台灣地區 合作%	香港地區 合作%	大陸地區 合作%
台灣	--	3.28	3.81
香港	4.57	--	3.74
大陸	12.88	12.9	--
美國	40.2	25.59	25.43
日本	12.92	3.45	10.7
英國	4.32	11.23	11.24
加拿大	3.21	8.68	7.99
新加坡	2.81	7.18	7.71
澳洲	2.69	11.58	6.34
印度	2.6	1.59	*0.82
南韓	2.48	*0.84	2.83
德國	*2.31	1.65	4.44

*表示非合作前十名國家

表9顯示台灣工程學文獻數最多之學科與其前五名高產機構，其中電子及電機工程最多產的機構為交通大學(2,886篇)；化學工程為台灣大學(1,031篇)，高出第二名的成大500多篇；機械工程為成功大學(619篇)。在相同機構之合作比率上，三高產學科皆以台灣大學最高，電子及電機工程有近一半的多機構合作文獻都由兩個以上台大單位共同合作產出，化學工程與機械工程則分別有19.91%與18.72%的比率。交大電子及電機工程的校內合作亦達到31%。

表9 台灣工程學文獻數前三學科之前五名高產機構

	電子及電機工程		化學工程		機械工程	
	文獻 篇數	同機構 合作%	文獻 篇數	同機構 合作%	文獻 篇數	同機構 合作%
中央大	850	11.79	254	1.06	111	5.71
台大	2,734	47.16	1,031	19.91	540	18.72
台科大	--	--	304	0.00	--	--
交大	2,886	30.95	--	--	267	9.33
成大	1,782	23.68	492	15.95	619	10.31
清大	1,490	19.43	333	6.52	238	13.75

註：--表示僅列各學科領域前五名學校數值

香港地區工程學文獻數最多之學科與其高產機構之分布如表10所示。電子及電機工程以香港城市大學(1,755篇)為最多產機構，土木工程與機械工程皆以香港理工大學最多，分別有733篇與415篇文獻。在相同機構合作比率上，三學科皆以香港理工大學最高，其中在電子及電機工程的同機構合作比率更高達59.77%。此外，機械工程文獻之相同機構合作比率普遍較低，五所大學皆在6%以下。

表10 香港工程學文獻數前三學科之前五名高產機構

機構	電子及電機工程		土木工程		機械工程	
	文獻 篇數	同機構 合作%	文獻 篇數	同機構 合作%	文獻 篇數	同機構 合作%
中文大學	1,034	7.75	27	0.00	48	5.56
城市大學	1,755	13.84	267	2.87	296	1.88
科技大學	1,217	9.38	271	8.28	177	5.81
香港大學	864	5.08	370	4.98	186	1.90
理工大學	1,287	59.77	733	10.70	415	5.91

至於大陸地區發表工程學文獻最高之學科的前五名高產機構可自表11得知，其文獻發表最多的三學科為：電子及電機工程、化學工程，與機械工程。此三學科皆以清華大學為最高產機構，分別產出1,807篇、1,204篇，與904篇。此外，在相同機構合作比率上，電子及電機工程以南京大學最高，比率近50%；中科院在化學工程文獻中有37.34%，其他兩學科亦有近20%；機械工程則以浙江大學最高(24.42%)。

表11 大陸工程學文獻數前三學科之前五名高產機構

機構	電子及電機工程		化學工程		機械工程	
	文獻 篇數	同機構 合作%	文獻 篇數	同機構 合作%	文獻 篇數	同機構 合作%
上海交大	--	--	--	--	761	6.73
中科院	1,779	19.01	438	37.34	693	18.01
天津大學	--	--	958	28.47	--	--
北京大學	483	20.57	--	--	--	--
南京大學	674	49.56	385	17.37	--	--
哈爾濱大學	--	--	--	--	314	8.84
浙江大學	692	12.07	1,022	28.40	318	24.42
清華大學	1,807	11.82	1,204	9.76	904	7.66

註：--表示僅列各學科領域前五名學校數值

(三)合作作者人數與被引用關係

誠如文獻探討所述，合作之科學研究已是普遍存在的事實。為合作研究之研究成果較之個人研究是否較具影響，亦是本研究探討之課題。表12統計台灣、香港與大陸地區整體工程類文獻之作者人數與被引用次數間的關係。結果發現，在整體平均被引用次數上，以香港的5.13次最高，其次為台灣的4.29次，大陸則有3.3次，為三地區最低。此外，兩岸三地的單一作者文獻平均被引用次數雖皆偏低，但在整體工程學上仍無法明顯看出作者人數與文獻被引用次數間的關係。

表12 台灣、香港與大陸地區整體工程學文獻之合作作者人數與被引用次數

作者人數	台灣地區平均 被引用次數	香港地區平均 被引用次數	大陸地區平均 被引用次數
1	3.41	4.61	3.16
2	4.54	5.5	3.38
3	4.36	4.79	3.18
4	3.86	4.9	3.1
5	4.21	4.69	3.39
6	4.39	5.43	3.48
7	4.6	8.01	4.15
8	4.72	6.79	4.12
9	6.3	6.11	4.33
10	5.97	10.2	4.18
10人以上	5.61	13.36	4.27
Total	4.29	5.13	3.3
多作者文獻	4.39	5.17	3.3

台灣、香港與大陸地區30人以上作者之文獻的被引用次數，詳如表13。扣除重複文獻後，兩岸三地作者人數超過100人以上的文獻共有3篇，被引用

次數分別為0次、1次、2次，極高的作者人數並未使文獻被引用次數相對增加。以台灣為例，除了一篇航空工程75人共同發表之文獻被引用39次之外，其餘文獻被引用次數均很少，最多不過3次，比前一節所述單一作者被引用次數還低。再且，亦有不少未被引用者。此外，兩岸三地多作者文獻被引用次數高於該學科平均被引用次數者，僅有5篇，近八成的高作者文獻所獲之被引用次數反而較學科平均被引用次數為數低。因此，研究問題五：台灣、香港與大陸三地區間是否合作作者越多的文獻，其所獲得的引用次數也越多，必須經過統計學上相關係數的檢定，才能獲得具體答案。有關此不足之處，宜進一步於未來研究加以補充強化。

表 13 台灣、香港與大陸地區 30 人以上作者文獻之被引用次數

地區	學科	作者人數	被引用次數
台灣	航空工程	30	2
	電子及電機工程	30	0
	電子及電機工程	42	1
	航空工程	75	39
	電子及電機工程	75	3
	電子及電機工程	75	1
	電子及電機工程	95	3
	電子及電機工程	95	1
	電子及電機工程	97	0
	電子及電機工程	104	2
香港	環境工程	45	24
	電子及電機工程	118	0
大陸	電子及電機工程	118	1
	航空工程	30	2
	土木工程	34	13
	電子及電機工程	47	2
	電子及電機工程	47	0
	電子及電機工程	47	0
	電子及電機工程	47	1
	電子及電機工程	47	2
	電子及電機工程	88	8
	電子及電機工程	88	8
電子及電機工程	118	1	

除了作者人數與被引用關係，表14進一步顯示單一機構與多機構文獻在被引用次數的差異。整體而言，台灣及香港皆以單一機構文獻的被引用次數較高，台灣單一機構文獻平均被引用4.61次，多機構文獻為3.76次。香港單一機構文獻是5.51次，多機構4.75次。至於大陸則是單一機構與多機構所獲得之被引用次數相近。此外，航空、免疫生物醫學、土木、製造、航海、機械、化

學工程七個學科，兩岸三地皆以單一機構被引用次數較高。特別的是，地質工程是兩岸三地皆以多機構被引用次數較高。

表 14 台灣、香港與大陸地區單一機構與多機構文獻被引用次數

學科	台灣		香港		大陸	
	單一機構	多機構	單一機構	多機構	單一機構	多機構
航空工程	3.73	2.25	3.22	2.28	2.06	2.05
免疫生物醫學工程	6.79	6.56	8.14	7.65	7.56	6.46
化學工程	6.35	5.30	10.87	7.15	4.20	3.55
土木工程	4.31	3.70	4.36	3.19	2.78	2.41
電機及電子工程	4.55	3.67	5.03	4.79	2.71	3.16
環境工程	10.74	7.72	10.31	9.01	5.17	5.77
地質工程	3.17	4.78	3.47	4.24	2.58	2.95
工業工程	4.47	3.61	4.61	3.60	2.52	2.59
製造工程	3.66	2.47	3.31	2.93	2.28	2.17
航海工程	2.73	1.44	0.00	0.00	1.13	1.23
機械工程	5.03	3.09	3.75	3.00	3.48	3.11
跨學科工程	2.46	1.83	3.08	3.25	2.78	2.84
海洋工程	2.83	2.25	1.22	1.56	1.22	1.65
石油工程	3.00	2.43	1.02	1.32	1.02	1.32
總體工程學科	4.61	3.76	5.51	4.75	3.26	3.33

六、結論與討論

本研究旨在運用資訊計量學方法，對台灣、香港與大陸三地於1989年至2008年間工程類文獻作者的共同合作情形做一研究。茲綜合敘述如下。

兩岸三地皆以免疫生物醫學工程與環境工程為共同合作研究產出最高之學科，其中免疫生物醫學工程，台灣為4.23人，香港4.45人，大陸4.73人，皆高於各地整體工程學科或其他13個工程類學科之平均作者人數。台灣的平均作者人數為3.11人，香港3.24人，大陸4.05人。

兩岸三地大都以多作者合作的形式產出，單一作者文獻較少，多作者文獻所佔百分比，分別為台灣89.0%，為三地最低，香港92.7%居中，大陸的94.1%為最高。各學科又以免疫生物醫學工程為最多，三地文獻均高達95%。至於單一作者較多的學科，主要是土木、地質、航海與工業工程，顯示這些學科普遍較未進行共同合作研究。

台大、成大、清大，及交大為台灣工程學科最高產的機構，其中電子及電機工程、化學工程兩個文獻數較高的學科，均以台灣大學為最多產的機構。電子及電機工程、化學工程、機械工程三種最多產學科之相同機構合作，亦以台灣大學的比率最高，顯示台灣大學的研究者最傾向與同校研究者共同合作。香港第二多產學科為土木工程，與台灣、大陸的化學工程不同，其最高產機構

主要是城市大學與理工大學，相同機構合作比率以理工大學為最高。大陸最多產學科與台灣相同，三學科皆以清華大學為最多產，其他二個多產機構為中科院與浙江大學。

兩岸三地皆以美國為最常合作之對象。台灣另二大合作國家分別為日本與大陸；大陸為英國與日本；香港則是大陸與澳洲。兩岸三地彼此間的合作比率皆在3%-5%之間。

台灣、香港與大陸文獻皆以多作者文獻之平均被引用次數高於單一作者。台灣多作者文獻平均被引用4.39次，高於單一作者的3.41次；香港多作者文獻平均被引用5.17次，高於單一作者的4.61次；及大陸多作者文獻平均被引用3.3次，高於單一作者的3.16次。

分別檢視14個學科，台灣有四個學科是以單一作者文獻之平均被引用次數較高，包括環境工程、工業工程學、海洋工程及石油工程。香港與台灣有三個學科相同，亦即工業工程、石油工程、海洋工程，其他尚有免疫醫學、電子及電機。大陸除了石油工程與台灣香港相同之外，電機工程、跨學科工程亦與香港相同，其他尚有航空工程、地質工程、製造工程。結果顯示，雖然整體學科上兩岸三地皆以多作者文獻的平均被引用次數較高，但並非全部學科都有此現象。

根據研究結果，針對台灣工程類研究提出下列建議，做為研究成果產出與學術評鑑量化評比之參考。本研究發現兩岸三地合作比率不高，台灣與香港間的合作比率皆在3%-5%間，大陸與台灣、大陸與香港間的合作比率亦都低於4%。而兩岸三地不論在地緣或語言上皆較與其他國家間親近，彼此間的學術合作交流可進一步強化，增加彼此合作研究的頻率。本研究結果顯示，台灣與外國機構合作比率僅12.74%，與香港的34.13%與大陸的27.73%相差甚大，而其中又以與美國之間的合作佔大多數(40%)。顯示台灣生產之文獻大多為單一機構或與國內機構合作為多，較少與外國機構合作。因此，建議台灣之研究機構可多方面嘗試與他國機構進行合作，使學術研究不僅侷限於國內之交流。在台灣的12篇由30位以上作者產出之文獻中，僅有一篇由中央研究院為通訊作者之文獻*CDF run IIb silicon: Design and testing*，其餘文獻之通訊作者皆屬國外機構，顯示台灣雖參與合作研究，但大多仍非主要領導研究之角色，故仍須提升研究能量，以佔到主導地位為努力目標。學術生產力的計算方式，通常採用每位合作者各計一次或平均分配的方式計算。然而，今日的科學研究成果發表，特別在自然科學領域，多作者共同合作已是明顯趨勢，一篇文獻可能由百位以上作者共同發表，因此，不論各計一次或平均分配信譽都顯得不夠客觀公平。因此可考慮透過以通訊作者為計算單位，將通訊作者及其所屬機構認定為該文獻之主要作者之一，加以較高的權重計算，以取得較客觀之評鑑指標。台灣在

高等教育學術評鑑上，過分強調被引文索引資料庫蒐錄的情形，僅以量化後的學術生產力做為評鑑項目，其結果僅能刺激學術研究量的增加，對於品質的提升並無助益。因此，若能在量化的評鑑指標外，輔以該篇文獻被引用次數的評量，應能促使研究者在增加學術生產量外，也不忽略文獻品質，唯此方式仍須注意自我引用對文獻被引用次數造成偏差的情形。

本研究主要強調工程類學科合作研究的量化表現，未來研究則可進一步針對學科合作內在的機制，例如：競合關係、領域區隔與生產量等現象予以適當探討，以更能深化本研究的成果。

註 釋

註1 Derek J. de Solla Price, *Little Science, Big Science* (New York: Columbia University Press, 1963), 46.

註2 Leo Egghe, "Theory of Collaboration and Collaborative Measures," *Information Processing and Management* 27, no. 2/3 (1991): 177-202.

註3 教育部統計處，「95學年度大專院校統計概況」，http://www.edu.tw/EDU_WEB/Web/STATISTICS/index.php (檢索於2007年10月17日)。

註4 戴曉霞，「市場導向及其對高等教育之影響」，*教育研究集刊* 42期(2001)：233-254。

註5 Ka-ho Mok, "Reflecting Globalization Effects on Local Policy: Higher Education Reform in Taiwan," *Journal of Education Policy* 15, no. 6 (2000): 637-660.

註6 D. Beaver and R. Rosen, "Studies in Scientific Collaboration: The Professional Origins of Scientific Co-authorship," *Scientometrics* 1 (September 1978): 65-84.

註7 Leo Egghe, "Theory of Collaboration and Collaborative Measures".

註8 Derek J. de Solla Price and Donald Beaver, "Collaboration in an Invisible College," *American Psychologist* 21, no. 11 (1966): 1011-1018.

註9 Nevenka Pravdic and Vesna Oluic-Vukovic, "Dual Approach to Multiple Authorship in the Study of Collaboration: Scientific Output Relationship," *Scientometrics* 10, no. 5/6 (1986): 259-280.

註10 Nevenka Pravdic and Vesna Oluic-Vukovic, "Distribution of Scientific Productivity: Ambiguities in the Assignment of Author Rank," *Scientometrics* 20, no. 1 (1991): 131-144.

註11 A. Schubert and T. Braun, "International Collaboration in the Sciences, 1981-1985," *Scientometrics* 19, no. 1/2 (1990): 3-10.

註12 F. Narin and K. Stevens, "Scientific Co-operation in Europe and the Citation of Multinationally Authored Papers," *Scientometrics* 21, no. 3 (1991): 313-323.

註13 J. S. Katz, "Geographical Proximity and Scientific Collaboration," *Scientometrics* 31, no. 1 (1994): 31-34.

註14 Miranda Lee Pao, "Global and Local Collaborators: A Study of Scientific Collaboration," *Information Processing & Management* 28, no. 1 (1992): 99-109.

註15 黃宏雄，「電波傳播的文獻計量學研究」，*電波科學學報* 9卷，1期(1994)：98-104。

註16 B. Klaić, "Analysis of Scientific Productivity of Researchers from the Republic of Croatia for the Period 1990-1992," *Scientometrics* 32, no. 2 (1995): 133-152.

註17 J. E. Bird, "Authorship Patterns in Marine Mammal Sciences," *Scientometrics* 39, no. 1 (1997): 99-105.

註18 許文華，「醫學基因工程文獻之書目計量學研究」(碩士論文，政治大學，2002)，86-95。

註19 Pilar Garcia-Garcia and others, "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, no.2 (2005): 150-156.

註20 F. Narin and K. Stevens, "Scientific Co-operation in Europe and the Citation of Multinationally Authored Papers".

註21 J. C. Smart and A. E. Bayer, "Author Collaboration and Impact: A Note on Citation Rates of Single and Multiple Authored Articles," *Scientometrics* 10, no. 5/6 (1986): 297-305.

註22 A. E. Nudelman and C. E. Landers, "The Failure of 100 Divided by 3 to Equal 33-1/3," *The American Sociologist* 7 (November 1972): 9.

註23 M. Oramaner, "Collaboration and Impact: The Career of Multi-authored Publication," *Social Science Information* 14 (1975): 147.

註24 D. Lindsey, *The Scientific Publication System in Social Science* (San Francisco: Jossey-Bass, 1978), 378.

註25 A. E. Bayer, "A Bibliometric Analysis of Marriage and Family Literature," *Journal of Marriage and the Family* 44, no. 3 (1982): 527.

註26 C. A. Campbell and M. B. M. Campbell, "The Validity of the Roy Approximation," *Scientometrics* 4, no. 6 (1982): 411-416.

註27 J. S. Katz, D. Hicks, "How Much is a Collaboration Worth? A Calibrated Bibliometric Model," *Scientometrics* 40, no.3 (1997): 541-554.

註28 L. Terttu, R. J. Jssen, O. Persson and G. Sivertsen, "The Measurement of International Scientific Collaboration," *Scientometrics* 28, no. 1 (1993): 15-36.

註29 Thomason Reuters, "ISI SCIE," <http://scientific.thomson.com/product/scie> (accessed May 12, 2008).

Research Collaboration in Taiwan, Hong Kong and China: A case of Engineering Study

Ming-Yueh Tsay*

Professor
E-mail: mytsay@nccu.edu.tw

Cheng-Yuan Kuo

Graduate Student
Graduate Institute of Library, Information & Archival Studies
National Chengchi University
Taipei, Taiwan
E-mail: 94155010@nccu.edu.tw

Abstract

The purpose of this research is to investigate the author productivity and degree of collaboration in the literature of engineering for Taiwan, Hong Kong, and Mainland China from 1989 to 2008. The data were collected from the SCIE database for 14 engineering disciplines. The average authors per article, the researcher with whom the authors collaborate, the highly productive institutions, the correlation between the number of authors and the frequency of being cited are explored. The results of the study reveal that 1. Biomedical engineering and environmental engineering have the highest average number of author collaborations in Taiwan, Hong Kong, and the mainland China; 2. The percentage of multi-author literature is approximately 90% in Taiwan, Hong Kong, and the mainland China; 3. There are only a few single-author papers; 4. For highly productive organizations, the majority of author collaborations have a higher concentration in National Taiwan University, National Cheng Kung University, National Tsing Hua University, and National Chaio Tung University in Taiwan; 5. The researchers from National Taiwan University collaborate mostly with the researchers from the same university; 6. Taiwan, Hong Kong, and the mainland China have the most international collaboration with the United States of America; 7. The single-author paper in Taiwan, Hong Kong, and the mainland China has a lower frequency of being cited in general; 8. There is no correlation between the number of authors and the frequency of being cited.

Keywords: *Bibliometrics; Collaboration research; Author productivity; Citation analysis; Engineering*

SUMMARY

The purpose of this research is to investigate the degree of collaboration of engineering-related literature for Taiwan, Hong Kong, and the mainland China from 1989 to 2008. Based on the database of Science Citation Index Expand

* Principal author for all correspondence.

(SCIE), 14 engineering disciplines were studied and the average number of authors per article, the researcher with whom the authors collaborate, highly productive academic institutions, the researcher with whom the institutions collaborate, the correlation between the number of authors and the frequency of being cited are explored.

The results of the study reveal the followings: For the 14 engineering-related disciplines investigated, the Immune Bio-Medical Engineering and Environmental Engineering are the areas that have more researchers, coming from the mainland China, conducting collaborative research. The percentage of multi-author literature is higher than 90% in both above mentioned disciplines. As to the highly productive institutions in Taiwan, National Taiwan University, National Cheng Kung University, National Tsing Hua University, and National Chao Tung University are the top four institutions on the list. The researchers in National Taiwan University collaborate mostly with their fellow colleagues. The City University of Hong Kong and Hong Kong Polytechnic University are the most productive institutions in Hong Kong. Moreover, the Hong Kong Polytechnic University has the highest figures in terms of the “collaboration with fellows in same university”. The top most productive institutions in China are Tsinghua University, Chinese Academy of Sciences, and Zhejiang University. In addition, it is found that the researchers in the three areas under study collaborate most with researchers in the United States of America. The citation figures for single-author articles are generally low in any site of the three areas under study. It is also revealed that there is no significant correlation between the number of authors and the frequency of being cited.

With regards of collaboration among the researchers in the three areas, the study reveals that the percentage of collaborative research in the mainland China is, in general, low. The figures of Taiwan-Hong Kong collaborations are around 3% to 5%. The numbers for China-Taiwan and China-Hong Kong are all below 4%. Since the researchers in the three areas under study share close terra and language, the collaboration barriers should be lower and there is great room for the collaboration among the researchers in the three areas. On the other hand, the percentage of collaboration between Taiwan and foreign institution is 12.74%, which is much lower than that of Hong Kong-foreign institution (34.13%) and China-foreign institution (27.73%). Among the Taiwan-foreign country collaboration, the ratio of Taiwan-USA collaborative articles is 40%. It is evident that the literature produced in Taiwan mostly come from single institutions or collaborate with local institutions. It is recommended that research organizations in Taiwan may develop more cross-country collaborative projects so that the quality of research may be further enhanced.

In addition, in Taiwan, among all the 12 research articles authored by over 30 persons, only one lists the author who works at the Academia Sinica as the corresponding author. The corresponding authors of the rest of the 12 articles are all affiliated with a foreign institution. This reflects that even though researchers in Taiwan do participate in cross-country collaboration projects, most of the researchers are not the leading investigators.

The academic productivity is generally evaluated by giving every co-author a full credit or giving the averaged credit to each individual. However, nowadays it is very common, especially in the discipline of natural science, that many authors, possibly over one hundred, are teamed up for one research article, making the above mentioned methods for academic productivity calculation unfair. It is suggested considering making correspondence authors to have the major credit. This method sees the corresponding author and his/her affiliation as the principle contributors for the research article, thus giving him/her a higher weighting factor, so that the evaluation for academic productivity would be more reasonable and objective.

The academic productivity evaluation system in Taiwan overly emphasizes the number of publications included in the citation index databases. Treating this number as the main evaluation index for academic productivity would possibly increase the number of research, but it would also jeopardize the quality of the research being conducted. Therefore, it is suggested making the frequency of citations as part of the evaluations, in addition to the aforementioned numbers, which would increase not only the volume of research but also the quality of the research. However, self-citations need to be watched out with this evaluation approach as they could increase the frequency of citations, thus cause potential statistical bias.

ROMANIZED & TRANSLATED NOTES FOR ORIGINAL TEXT

註1 Derek J. de Solla Price, *Little Science, Big Science* (New York: Columbia University Press, 1963), 46.

註2 Leo Egghe, "Theory of Collaboration and Collaborative Measures," *Information Processing and Management* 27, no. 2/3 (1991): 177-202.

註3 教育部統計處 [Department of Statistics in Ministry of Education], 「95學年度大專院校統計概況」[“2006 Dazhuanyuanxiao Tongji Gaikuang”], http://www.edu.tw/EDU_WEB/Web/STATISTICS/index.php (檢索於2007年10月17日) [(accessed October 17, 2007)]。

註4 戴曉霞 [Hsiou-Hsia Tai], 「市場導向及其對高等教育之影響」[“Shichang Daoxiang ji Qi dui Gaodeng Jiaoyu zhi Yingxiang”], 教育研究集刊 [*Bulletin of Educational Research*] 42期 [no.42](2001) : 233-254。

註5 Ka-ho Mok, “Reflecting Globalization Effects on Local Policy: Higher Education

Reform in Taiwan,” *Journal of Education Policy* 15, no. 6 (2000): 637-660.

註6 D. Beaver and R. Rosen, “Studies in Scientific Collaboration: The Professional Origins of Scientific Co-authorship,” *Scientometrics* 1 (September 1978): 65-84.

註7 Leo Egghe, “Theory of Collaboration and Collaborative Measures”.

註8 Derek J. de Solla Price and Donald Beaver, “Collaboration in an Invisible College,” *American Psychologist* 21, no. 11 (1966): 1011-1018.

註9 Nevenka Pravdic and Vesna Oluic-Vukovic, “Dual Approach to Multiple Authorship in the Study of Collaboration: Scientific Output Relationship,” *Scientometrics* 10, no. 5/6 (1986): 259-280.

註10 Nevenka Pravdic and Vesna Oluic-Vukovic, “Distribution of Scientific Productivity: Ambiguities in the Assignment of Author Rank,” *Scientometrics* 20, no. 1 (1991): 131-144.

註11 A. Schubert and T. Braun, “International Collaboration in the Sciences, 1981-1985,” *Scientometrics* 19, no. 1/2 (1990): 3-10.

註12 F. Narin and K. Stevens, “Scientific Co-operation in Europe and the Citation of Multinationally Authored Papers,” *Scientometrics* 21, no. 3 (1991): 313-323.

註13 J. S. Katz, “Geographical Proximity and Scientific Collaboration,” *Scientometrics* 31, no. 1 (1994): 31-34.

註14 Miranda Lee Pao, “Global and Local Collaborators: A Study of Scientific Collaboration,” *Information Processing & Management* 28, no. 1 (1992): 99-109.

註15 黃宏雄 [Hong Xiong Huang], 「電波傳播的文獻計量學研究」[“Dianpo Chuanbo de Wenxian Jiliangxue Yanjiu”], 電波科學學報 [*Chinese Journal of Radio Science*] 9卷, 1期 [9, no. 1] (1994): 98-104。

註16 B. Klaic, “Analysis of Scientific Productivity of Researchers from the Republic of Croatia for the Period 1990-1992,” *Scientometrics* 32, no. 2 (1995): 133-152.

註17 J. E. Bird, “Authorship Patterns in Marine Mammal Sciences,” *Scientometrics* 39, no. 1 (1997): 99-105.

註18 許文華 [Wen Hua Xu], 「醫學基因工程文獻之書目計量學研究」[“A Bibliometric Study of Medical Genetic Engineering Literature”] (碩士論文, 政治大學, 2002) [Master’s thesis, National Chengchi University, 2002], 86-95。

註19 Pilar Garcia-Garcia and others, “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, no.2 (2005): 150-156.

註20 F. Narin and K. Stevens, “Scientific Co-operation in Europe and the Citation of Multinationally Authored Papers”.

註21 J. C. Smart and A. E. Bayer, “Author Collaboration and Impact: A Note on Citation Rates of Single and Multiple Authored Articles,” *Scientometrics* 10, no. 5/6 (1986): 297-305.

註22 A. E. Nudelman and C. E. Landers, “The Failure of 100 Divided by 3 to Equal 33-1/3,” *The American Sociologist* 7 (November 1972): 9.

註23 M. Oramaner, “Collaboration and Impact: The Career of Multi-authored Publication,” *Social Science Information* 14 (1975): 147.

註24 D. Lindsey, *The Scientific Publication System in Social Science* (San Francisco: Jossey-Bass, 1978), 378.

註25 A. E. Bayer, "A Bibliometric Analysis of Marriage and Family Literature," *Journal of Marriage and the Family* 44, no. 3 (1982): 527.

註26 C. A. Campbell and M. B. M. Campbell, "The Validity of the Roy Approximation," *Scientometrics* 4, no. 6 (1982): 411-416.

註27 J. S. Katz, D. Hicks, "How Much is a Collaboration Worth? A Calibrated Bibliometric Model," *Scientometrics* 40, no.3 (1997): 541-554.

註28 L. Terttu, R. J. Jssen, O. Persson and G. Sivertsen, "The Measurement of International Scientific Collaboration," *Scientometrics* 28, no. 1 (1993): 15-36.

註29 Thomason Reuters, "ISI SCIE," <http://scientific.thomson.com/product/scie> (accessed May 12, 2008).