

教育研究集刊
第六十輯第四期 2014年12月 頁99-136

臺灣科技教育學系變革下學位論文 研究趨勢：以共詞分析

方瑀紳、李隆盛

摘要



為因應1990年代的師資培育多元化，臺灣南北兩所科技教育學系碩博士班的任務，從提供中小學生活科技師資進修教育與培育科技師資教育人員逐漸擴張，其任務擴張是師資培育系所組織變革的典型案列，變革方向也因而受到關注。本研究採文獻計量學方法，以「臺灣博碩士論文知識加值系統」1994~2013學年20年間，合計1,262篇碩博士學位論文的摘要做為研究對象，運用自動化內容探勘工具BICOMB配合SPSS及UCINET進行分析，以瞭解臺灣科技教育學系變革下學位論文研究趨勢。結果發現：一、1994年師培多元化影響科技教育研究主題；二、當前研究集群朝向數位學習領域；三、學系研究發展主軸還不夠嚴謹；四、共詞網絡圖譜呈現集群與節點間緊密不足。研究結果除相當程度呈現科技教育研究趨勢和科技教育學系組織變革方向外，方法也可供其他領域和學系參考。

關鍵詞：共詞分析、科技教育、科技取向人資、師資教育、組織變革

方瑀紳，國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系博士候選人

李隆盛，國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系教授（通訊作者）

電子郵件：lslee@ntnu.edu.tw

投稿日期：2014年04月24日；修改日期：2014年09月13日；採用日期：2014年10月13日

Bulletin of Educational Research

December, 2014, Vol. 60 No. 4 pp. 99-136

Research Trends of Thesis and Dissertation in the Changing Departments of Technology Education in Taiwan: A Co-word Analysis

Yu-Shen Fang Lung-Sheng Lee

Abstract

In response to the diversification of teacher education in the 1990s, the mission of the graduate programs in the two departments of technology education in north and south Taiwan has been expanded from both providing further education for school teaches of Living Technology and preparing technology teacher educators. This is a typical case of organizational change occurring in teacher education programs and its change direction has been concerned. This study used bibliometric methods and adopted “department of technology education” as the main keyword to search the abstracts of theses and dissertations completed in 1994-2013 academic years from “National Digital Library of Theses and Dissertations in Taiwan.” A total of 1,262 thesis and dissertation abstracts were collected. The automated content mining tool BICOMB was used with SPSS and UCINET to conduct analyses. Four conclusions are made. In addition to

Yu-Shen Fang, Ph.D. Candidate, Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University

Lung-Sheng Lee, Professor, Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University (Correspondence Author)

E-mail: lslee@ntnu.edu.tw

Manuscript received: Apr. 24, 2014; Modified: Sep. 13, 2014; Accepted: Oct. 13, 2014.

the results of this study available to show research trends of technology education and organizational change directions of departments of technology education, the method is also available for other disciplines as well as departments/programs' reference.

Keywords: co-word analysis, technology-oriented human resource, technology education, organizational change

壹、緒論

一、進行學位論文研究主題分析有助科技教育瞭解研究取向和變革方向

科技教育 (technology education) 泛指以科技為知識體的各種教育，跨幅由小學教育到高等教育，從普通教育到職業和專業教育，含正規、非正規和非正式教育 (Lee, 2008)。但就狹義的科技教育而言，科技教育專指中小學實施的科技教育及其師資教育，當前在我國中小學科技教育學科名稱為「生活科技」，在其他國家則是「工程與科技」 (engineering and technology) 或「設計與科技」 (design and technology) 等。我國生活科技師資培育學系主要為兩所：國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系 (在該校簡稱為科技系) 和國立高雄師範大學工業科技學系 (在該校簡稱為工教系)。在1994年公布《師資培育法》，師資培育轉為多元化之前，兩學系的單一任務在培育中小學生活科技師資。為因應師資培育多元化，兩學系除持續面向學校培育師資外，亦擴大面向業界培育專才，因此，其任務、結構乃至名稱產生變革，並先後增設了博士班。例如：原專責中學工藝師資的國立臺灣師範大學工藝教育學系 (簡稱工藝系) 於1994學年度起更名為工業科技教育學系 (簡稱科技系)，以反映既面向學校也面向業界培育人才的事實與理想，之後面向業界的功能更加彰顯，乃從2009學年度起更名為科技應用與人力資源發展學系至今。

上述兩學系任務與結構擴張是師資培育系所組織變革的典型案例，其變革方向也因而受到關注，而研究則是碩博士班師生的重要活動。

國外對於各學科領域發展，常藉由已出版的學位論文研究主題進行分析。例如：Kutlar、Kabasakal與Ekici (2013) 針對經濟學領域的1990~2011年間，1,906篇博士論文進行調查；Ji、Jang與Pak (2010) 分析1998~2007年，園藝療法的190篇碩博士論文；Vallmitjana與Sabate (2008) 針對1995~2003年，46篇化學領域的博士論文分析；Repiso、Torres與Delgado (2011) 則分析1976~2005年，404篇有關電視傳播的碩博士論文；Drysdale、Graham、Spring與Halverson

(2013)對205篇混成學習 (blended learning) 領域的碩博士論文進行分析；Banning與Folkestad (2012)分析ProQuest資料庫內1990~2010年間，101篇STEM (Science, Technology, Engineering, Math) 教育相關的碩博士論文等，以瞭解各該領域研究主題演變和辨清未來研究發展趨勢。

學位論文係指大專院校為培育研究學者 (即碩博士班研究生) 所要求取得學位過程的總結性論文，其內容和方法屬完整、嚴謹又有系統，其花費時間通常也較一般期刊論文為長，因此，被認為是衡量學科發展水準和產出的一項重要指標，也會被收錄在學校圖書館和國家圖書館供作參考。亦即，學位論文是學術期刊以外最重要的文獻，同時也是經過師生在所屬專業領域，經概念形成、反覆論證、縝密思考和不斷修改確定後的結果，且經過指導教授和口試委員審查，其成果與學科領域發展方向息息相關，可視為傳承學科知識和展示學術研究的重要活動 (王宏德，2013；靳知勤，2008)。

如以主題、關鍵字列表分析一段期間學位論文的總體內容、範圍，在一定程度上亦可看出該學科領域的研究取向、知識集群、內涵及發展過程，甚至可以反映該領域的研究活動特性，並揭露該領域研究的未來取向 (鍾憲瑞、劉韻僖、方至民，1998)。

二、許多學門已證實共詞分析可有效瞭解研究趨勢

共詞 (co-word) 是對應主題內容的關鍵字，共詞分析 (co-word analysis) 則是透過共詞的統計分析探究文獻內在關聯和學科結構的程序。共詞分析自1970年代問世以來，已經被廣泛應用到各學門，例如：地球科學 (Niu, Hong, Yuan, Peng, Wang, & Zhang, 2014)、生物醫學 (Arora, Youtie, Carley, Porter, & Shapira, 2014)、再生能源 (Romo-Fernandez, Guerrero-Bote, & Moya-Anegon, 2013)、農業和食品化學 (Aleixandre, Aleixandre-Tudo, Bolanos-Pizarro, & Aleixandre-Benavent, 2012)、圖書資訊學 (Milojevic, Sugimoto, Yan, & Ding, 2011)、護理學 (Estabrooks, Winther, & Derksen, 2004)、科學與科技發展 (Kostoff & Scaller, 2001)、STEM教育領域 (Assefa & Rorissa, 2013)、數位學習 (李清福、陳志銘、曾元顯，2013)、資訊傳播學 (林頌堅，2010) 與資訊戰爭 (陳良駒、張正宏、陳日鑫，2010) 等領域。這些學門以此方式探究本身的研究發展動態與趨

勢，但國內科技教育領域在此方面的研究發展仍付之闕如。為能有更深入地瞭解科技教育研究取向，本研究針對位處臺灣南北兩地的兩所科技教育學系學位論文進行共詞分析。

三、研究目的與方法

本研究目的在：（一）瞭解科技教育學系自師資培育多元化之後碩博士論文研究主題發展現狀、脈絡和取向；和（二）瞭解最有影響力的科技教育研究主題和新的分支領域。本研究運用自動化內容探勘工具BICOMB（Bibliographic Item Co-occurrence Matrix Builder，書目共現分析系統）建立共詞矩陣，並進行集群分析（clustering analysis）、策略座標圖（strategic diagram）及社會網絡分析（social network analysis）等。共詞分析相對於其他文獻計量法，例如：共被引（co-citation）分析、書目耦合（bibliographic coupling）分析上更具簡單、靈活，結果更直觀明瞭等優點。

本研究結果將有助於科技教育領域利害關係人檢視領域研究趨勢、師資培育學系變革方向和自己的領域研究專長；其次，其他領域或學系亦可借見本研究所採用程序較全面地瞭解研究主題發展趨勢，以及對各研究主題之間的關聯現況。

四、研究範圍與限制

本研究在時間方面，選定公布《師資培育法》師資培育轉為多元化的1994年為起點，2013年為終點共20年，以每五年為一個階段，分成下列I-IV共四個階段：I-1994～1998學年、II-1999～2003學年、III-2004～2008學年、和IV-2009～2013學年。其次，共詞分析本身具有侷限性，主要是這種技術彙集達一定門檻值引用與被引用的文獻以組成群集，會忽略一些可能具有潛在影響性的最新文獻。

貳、文獻探討

一、科技教育領域研究現況

國內科技教育學系在學位論文的研究發展並不多見，李隆盛（1995）曾針

對1987～1993年七年26篇工藝／科技教育研究文獻和美國對應文獻做比較，其文獻含學位論文。近幾年，國內學者針對期刊研究現況做出一些貢獻，例如：朱耀明與郭勝煌（2008），以及溫嘉榮、朱耀明與郭勝煌（2008）以內容分析法分析《中華民國期刊論文》索引系統內的科技教育期刊論文，1976～2006年間83種期刊，257篇論文，以及1970～2007年間258篇的論文，結果發現合乎科技教育理念、模式、目標、探討、意涵和內涵之內容類目的期刊論文共有94篇（36.43%），占第一位，且顯示臺灣的科技教育發展主要參考美國取向而不斷演變，但以現行科技教育的實施現況而言，臺灣科技教育的落實情形與美國的差距甚大。王淑慧、楊宏仁與林子堯（2007）也以內容分析法，針對近10年生活科技教師學位論文研究取向，發現在科技教育學科領域研究常見有教學設計、學習環境、科技素養、教育科技研究等。李博宏（2004）則以內容分析針對《生活科技教育月刊》首卷至第35卷的專題論述，探討科技教育之演變過程，結果提陳我國科技教育在理念、課程、教學和師資上的演變。

國外的相關研究有Ucak與Al（2009）從1968～2007年50年間391篇論文，29,289篇引文之間分析四個基本學科領域（社會科學、科學、工程、藝術和人文科學），呈現跨學科學術交流的異同。Banning與Folkestad（2012）運用ProQuest資料庫，分析1990～2010年間101篇STEM教育相關的學位論文摘要，並提出教學創新的高質量相關概述。Drysdale等人（2013）分析混成學習研究領域的205篇碩博士論文，將研究課題分為九個主題，找出彼此間的研究差距，強調未來研究趨勢。Finlay、Sugimoto、Li與Russell（2012）探討北美1930～2009年間，圖書與資訊科學（Library and Information Science, LIS）學位論文在過去80年的研究演變，結果發現自1980年以來，論文中含有選定的關鍵字沒有穩定地成比例上升，反而在標題和摘要的關鍵字比例持續下降。Sugimoto、Ni、Russell與Bychowski（2011）應用1930～2009年間3,038篇LIS博士論文，探究學科在跨學科的變化跨度，指出教育和心理學與LIS呈下滑，電腦科學、商業和傳播以及其他學科之間領域有增加的趨勢等。

然而，國內在探究研究領域主題時，對於領域整體性系統研究能量的分布以及發展趨勢為何，並無系統化的探討，加以所使用的研究皆為質性分析，缺乏量化方法（以文獻計量法的取向）。在國外相關的學位論文研究分析，尚未見就國

內科技教育學系進行，但其學位論文的適切分析確可提供一項客觀佐證、一個更好的理解過程，呈現解學科領域的整體研究發展趨勢。

二、共詞分析在國內外的應用現況

共詞分析是文獻計量學中的一項分析技術，已被廣泛地應用在學科領域的計量研究，可用以描述和解釋一門學科知識組織（Lee & Jeong, 2008）。自問世以來，經過Law、Bauin、Courtial與Whittaker（1988）率先將它應用到對環境酸化研究中的政策，以及科學變化圖譜的分析中。Law與Whittaker（1992）又以環境的酸化研究為例，繪製研究主題的科學圖譜，同時也驗證共詞分析法的可行性（Whittaker, 1989）。

近年來，共詞分析更受到各學科的廣泛應用，例如：Niu等人（2014）將其用在揭露地球科學內的環境和地球科學之間的沉澱物（sediment）相關學術研究與技術發展的交互影響。Romo-Fernandez等人（2013）以再生能源領域為例，將共詞分析技術應用於探索該領域的演進，不僅分析該領域的主題結構和發展，更辨識集群結構及其時空演變。Assefa與Rorissa（2013）根據STEM教育的基礎結構及核心領域，瞭解STEM領域的研究動態，並對該領域未來的發展趨勢做出預測。Ding、Chowdhury與Foo（2001）以SCI（Science Citation Index）和SSCI（Social Science Citation Index）中有關資訊檢索領域的相關文獻為基礎，分析1987~1997年間的紅外線主題領域變化，再應用多向度分析（Multidimensional Scaling, MDS）繪製出領域圖譜及各集群規律和趨勢。Ritzhaupt、Stewart、Smith與Barron（2010）應用到遠距教育領域，用以識別領域研究現狀與研究結構，結果呈現三個時期的趨勢和主題。Yu、Shao與Duan（2013）應用於心臟學與心血管疾病領域的研究，該項研究不僅利用共詞分析技術探究學科的主題結構和發展，並將作者、共同作者與研究機構納入研究範圍之內。

在國內，李清福等人（2013）分析國際間10年來在數位學習領域最具生產力、影響力的前10名作者，臺灣即占有七名，顯見臺灣學者在數位學習領域的研究能量相當可觀。許雅珠、黃元鶴與黃鴻珠（2011）針對1983~2009年間，WoS資料庫中14種機器人學核心期刊文獻9,571篇，探究該領域機器人科技學術研究領域的發展動態和趨勢。林頌堅（2010）以共詞分析進行探勘資訊傳播領域的重

要研究主題以及主題之間的關係，分析歷年共423筆碩士論文資料中的關鍵字，同時利用多向度法將各個主題及其之間的關係繪製成視覺化的圖形。陳良駒等人（2010）藉由詞頻統計與關鍵字的共現關係、集群分析表現出該主題領域的知識群集、結構、演進趨勢與發展焦點，同時還繪製策略座標圖，以量化地分析各個研究焦點的發展階段。

上述研究成果可歸納為：應用共詞分析揭示特定學科領域內的研究主題及其集群間的關係；從橫向和縱向研究觀點表現特定學科領域內研究主題之間及其與其他研究主題之間的關係；探究及瞭解特定學科研究領域內的研究主題發展歷史脈絡及次領域的演進態勢；透過關鍵字之間的關係探勘學科研究主題的目的，並確定其研究結構。可見，大多文獻都是從研究學科領域結構的角度出發，分析發展脈絡、研究現狀，以及預測未來發展趨勢。與國外應用共詞分析的研究成果相比，國內在此方面的探討還不夠廣泛，相對地，在學科領域應用上也顯著薄弱許多。由於國內尚未見科技教育論文共詞分析，故本研究將有助於彌補科技教育學科現有研究的不足，豐富學科的內涵及應用。

參、研究設計

一、研究工具

Cobo、López-Herrera、Herrera-Viedma與Herrera（2011）曾調查比較九種科學計量的分析工具，結果發現每一種都有其優、缺點，沒有一種工具可以涵蓋所有的科學計量任務，也因此，本研究使用之科學計量分析工具有BICOMB、SPSS、MS Excel和UCINET等軟體工具。BICOMB可從網站上免費下載的工具（Lu & Arthur, 2014），此一工具除支援預設資料庫數據提取分析外，另可支援該系統非預設的格式進行定義、新增、編輯等，適用在「臺灣博碩士論文知識加值系統」資料庫分析上。SPSS Ver. 21用於進行斯皮爾曼（Spearman）相關係數轉換、集群分析；MS Excel Ver. 2010用於計算和繪製策略座標圖；和UCINET Ver. 6.504用於獲取格式化的共詞矩陣，將矩陣資料轉換為可供NetDraw Ver. 2.137以圖形化顯示，如此可以看到整個所繪製的學位論文研究主題的集群研究全貌，

還可以看到集群之間的關係之遠近強弱。

二、樣本資料庫

「臺灣博碩士論文知識加值系統」是全球華人地區著名的學位論文資料庫，且已被廣泛用做為學科領域研究發展的探究（靳知勤，2008）。它自1956學年度開始收錄國內各大學的博碩士學位論文，是瞭解國內學術研究現況重要資料庫。本研究以「科技教育」針對「系所」為搜索條件，範圍為1994～2013學年。

三、資料蒐集程序

依據Sandelowski與Barroso（2007）提出的搜尋、檢索與確認程序標準（如圖1）。首先，進行校名及學系名稱檢查，排除未符合研究目的之學位論文；其次，檢查摘要與關鍵字詞者，排除無摘要或關鍵字詞者；最後，針對不一致的中英關鍵字詞樣本進行協商與納入研究樣本。

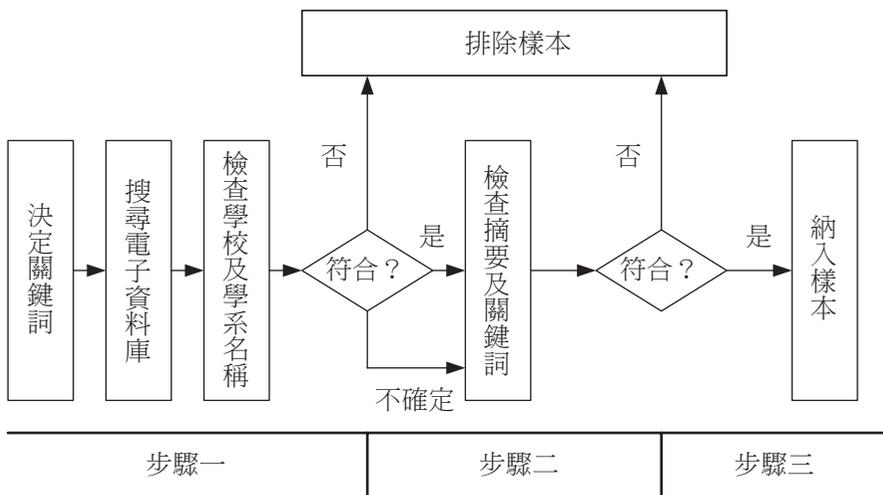


圖1 搜尋、檢索與確認過程。修改自*Handbook for Synthesizing Qualitative Research* (p. 51), by M. Sandelowski and J. Barroso, 2007, New York, NY: Springer.

四、資料處理程序

資料處理及研究程序，如圖2。

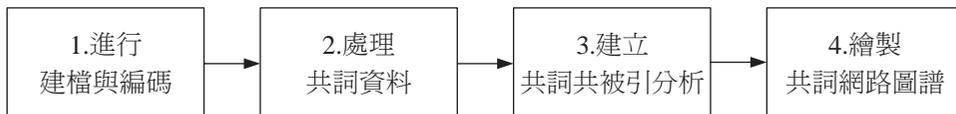


圖2 資料處理及研究程序

首先，就以歸納的樣本進行建檔與編碼，在共詞關鍵字的提取則是針對文本的關鍵字列表為提取研究對象，由於關鍵字列表是一篇論文核心內容的濃縮和提煉，在很大程度上可以代表論文的研究主題，因此，相較於全文識別是較簡單又具有代表性的提取方法（李清福等，2013）。

第二，對於某些不一致的名稱，例如：「同義關鍵字」、「相似關鍵字」或「其他可能意涵相近但字義表現不同者」的關鍵字，像是國民中學和國中、國民小學和小學、國民小學教師和小學老師、問題解決和解決問題等，以I-IV階段的各年度中文關鍵字詞為主，進行核對修正，以保證共詞數據的正確度，且有助於瞭解不同階段使用的關鍵字詞變遷。

第三，包含有三項，首先確定高頻關鍵字門檻值，目前在確定閾值有大致三種方法，即研究者自身經驗、根據Price（1965）建議、利用齊普夫定律（Zipf's law）的上下界限（Donohue, 1974）。本研究經多次測試上述方法，考慮四個階段獲致的關鍵字、詞頻累計比重差異和實際研究情況，最終調整Price的建議以35~50做為提取樣數量根據。其次，建立I-IV階段的共詞共被引矩陣。再其次，將獲致的共被引矩陣數據轉換成斯皮爾曼（Spearman）相關係數矩陣，皮爾曼相關係數與皮爾森（Pearson）相關係數最大的差異為前者資料來源並不限定為常態分布，適用於無母數統計方法、等級排序資料（ranked data）或具有離群值（outlier）的資料（國立臺灣大學統計教學中心，2014）。

第四，則繪製I-IV階段的共詞網絡圖譜，包括策略座標圖和共詞網絡圖。策略座標圖與共詞網絡圖之間並沒有前後或線性關係。

（一）策略座標圖

策略座標圖是一種以向心度（centrality）和密度（density）為參數繪製而成的一種二維座標圖，橫軸（X軸）代表向心度，縱軸（Y軸）代表密度，是由Law等人於1988年提出，其原理架構在共詞矩陣（co-word matrix）和集群分析的基礎上，並以分析結果為基礎繪製集群策略座標圖（Callon, Courtial, & Laville, 1991; Law et al., 1988）。

策略座標圖向心度被用於量測一個集群和同一研究領域的其他集群間的相互聯繫強度，向心度數值愈大，聯繫強度就相對愈強，表示該集群在網絡上就愈趨於核心地位（Bauin, Michelet, Schweighoffer, & Vermeulin, 1991）。密度是一種被用於量測集群內部聚合的關聯強度指標，密度數值愈大，對應的研究主題愈連貫、愈完整，愈能隨著時間變遷在主題領域內維持自身的發展能力（Cahlik, 2000; Munoz-Leiva, Sanchez-Fernandez, Liebana-Cabanillas, & Lopez-Herrera, 2012）。至於，向心度和密度計算公式有多種（陳良駒等，2010；Courtial, 1998; Courtial, Callon, & Sigogneau, 1993; Lee & Jeong, 2008），其中又以崔雷（2010）和張剛要（2013）提出可在MS Excel計算的式子，後續研究者要確認本研究結果也較為容易。因此，本研究應用此方法計算、繪製科技教育研究主題的策略座標圖，從而描述各集群間與集群內部的相互聯繫關係，再研判研究主題演變過程及發展趨勢（Callon et al., 1991）。

（二）共詞網絡圖譜

本研究運用UCINET將共詞矩陣導入Netdraw中，進行共詞網絡圖譜繪製，呈現科技教育研究主題集群之間的關係遠近和強弱。圖譜是以節點及連接線來揭示彼此之間的關係，每一個節點代表一個關鍵字，線愈粗表明彼此間研究領域較為密切、主題背景較為相似；反之，則較分散、較在外圍。節點的大小與其在共詞網絡中出現的頻次成正比；同一形狀、同一顏色代表同一群集；反之，則為不同集群。為使圖譜增加可讀性，在圖譜中對於節點之間的網絡線，值若太低者，將被設置為不可見，僅呈現相似高的關聯，以期能以客觀、視覺化方式反映科技教育學位論文的研究主題和取向。

一般在UCINET圖譜中常以居中性測量節點在網絡中連接狀況的影響力，居中性是連接其他不同群集的關鍵節點（pivotal point，即樞軸節點），是社會網

絡學者從「關係」觀點對權力和影響力的衡量。居中性有四種主要測度形式：特徵向量居中性（eigenvector centrality）、程度居中性（degree centrality）、接近居中性（closeness centrality）和中介居中性（betweenness centrality）等，本研究是以一般最常用的程度居中性做為衡量節點影響範圍大小的基準（Everton, 2013）。

肆、發現與討論

一、樣本特性

本研究從「臺灣博碩士論文知識加值系統」資料庫搜索共獲1,271篇，過濾某九名畢業生將學系名稱鍵入錯誤，經研究者與該校學系再次確定後剔除。最終獲致國立高雄師範大學工教系和國立臺灣師範大學科技系碩博論文共1,262篇，各階段分別為：I-88篇、II-290篇、III-471篇和IV-413篇。碩士論文依序來自國立高雄師範大學的605篇，國立臺灣師範大學的533篇；博士依序是國立臺灣師範大學的69篇，國立高雄師範大學的48篇，整體而言，國立高雄師範大學的數量較國立臺灣師範大學的要來得多（如表1）。

表1

學位論文來自學校與學階明細

學年度	國立高雄師範大學		國立臺灣師範大學		總篇數	累計
	碩士論文	博士論文	碩士論文	博士論文		
1994	8	0	0	0	8	8
1995	18	0	9	0	27	35
1996	14	0	4	0	18	53
1997	9	0	7	0	16	69
1998	6	0	13	0	19	88
1999	19	0	21	0	40	128
2000	19	0	21	0	40	168
2001	27	0	15	0	42	210

（續下頁）

學年度	國立高雄師範大學		國立臺灣師範大學		總篇數	累計
	碩士論文	博士論文	碩士論文	博士論文		
2002	58	0	18	1	77	287
2003	62	0	24	5	91	378
2004	43	0	22	7	72	450
2005	33	5	31	9	78	528
2006	64	3	43	4	114	642
2007	30	4	47	8	89	731
2008	61	7	47	3	118	849
2009	59	7	51	10	127	976
2010	30	4	49	6	89	1,065
2011	28	13	52	12	105	1,170
2012	17	5	57	4	83	1,253
2013	2	2	4	1	9	1,262

圖3為1994~2012學年間，兩校兩學系學位論文成長趨勢圖，其中較為明顯者為1994與2009學年，兩者差異達15.88倍之多，即平均每年以倍數成長。第I階段（1994~1998學年）階段可說是成長較為緩和、數量相對較少的時期，在1995學年有微微上揚後就緩和下滑，這段時期，國立高雄師範大學比國立臺灣師範大學多22篇論文；第II階段（1999~2003學年）兩校都呈現倍數成長，國立高雄師範大學又比臺灣師範大學多80篇論文，與前一階段相較本階段成長了3.30倍；第III階段（2004~2008學年）的2004、2005和2007學年均均有下滑趨勢，2008學年又拉到該階段高點，下滑因素主要來自於國立高雄師範大學，國立臺灣師範大學則表現相對穩定成長，此階段較前一階段成長了1.62倍；第IV階段（2009~2013學年），從最高峰的127篇開始下滑迄今，以國立高雄師範大學較為明顯，國立臺灣師範大學依舊呈穩定成長。這段期間，國立臺灣師範大學的成長量表現十分穩定，國立高雄師範大學則起伏差異太大，從2009學年計已連續衰退四年，隱含著學科領域下滑的危機。

就表2所示，分別建立起35×35、35×35、48×48、49×49的共詞矩陣，其累計頻次百分比為27.823%、8.848%、4.970%、8.569%，說明了這些高頻關鍵字基本上是由少數關鍵字累計而成；學科研究主題呈現多元、多樣的學術共同體。

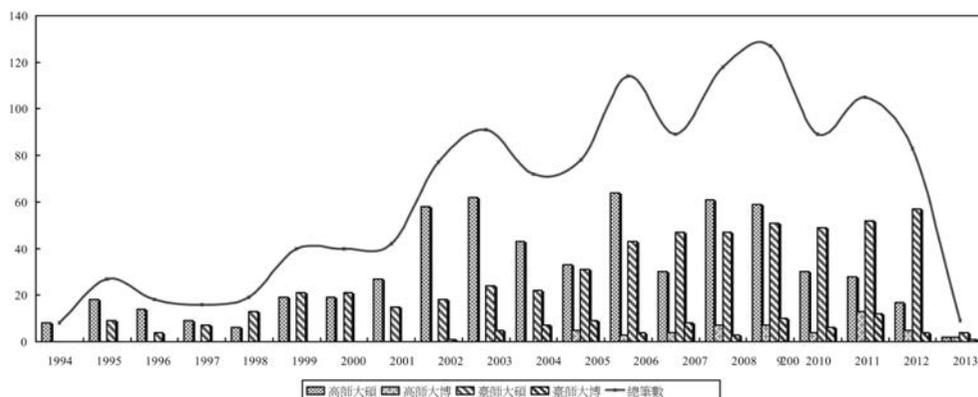


圖3 科技教育學位論文成長趨勢

以學科知識核心而言，即具眾多廣泛的研究主題，存在著很多潛在值得研究的領域，相對也隱含了可能研究不夠深入，但這些高頻關鍵字在一定程度上能代表科技教育近20年來的共識與研究主題取向。

二、集群分析結果與判讀

經共詞矩陣的集群分析結果，第I階段（1994～1998學年）的研究主題有五個集群，分別為集群1「工藝教育」、集群2「生活科技網路學習」、集群3「生活科技教科書」、集群4「科技人才教育模式」，以及集群5「科技教師職業適應性」。集群1和集群5主要來自國立高雄師範大學，意味著在這兩個集群方面的研究較國立臺灣師範大學積極；在集群4的研究，由於國立高雄師範大學剛切入，國立臺灣師範大學已累計達15次數研究量；集群2和集群3領域兩校剛切入不久，其因可能是剛從工藝轉向生活科技教育，惟國立高雄師範大學在集群3較國立臺灣師範大學多一次數。本階段研究主題，集群1、集群2、集群3與集群5為科技教育基礎範圍研究取向，以國立高雄師範大學為首；在面向業界的科技取向人資研究取向，則以國立臺灣師範大學領銜（如表3）。

第II階段（1999～2003學年）形成五個集群，分別為集群1科技教師工作壓力、集群2科技教師培育、集群3職涯發展、集群4科技創造力教學模式與集群5科技教學策略。集群1、集群2與集群5是針對基礎教育環境的科技教師、教學與工

表2
四個階段關鍵字頻次範圍

頻次範圍	I (1994~1998學年)				II (1999~2003學年)				III (2004~2008學年)				IV (2009~2013學年)			
	出現筆數	累計頻次	累計百分比		出現筆數	累計頻次	累計百分比		出現筆數	累計頻次	累計百分比		出現筆數	累計頻次	累計百分比	
25~29	0	0	0.000		1	1	0.140		0	0	0.000		0	0	0.000	
20~24	0	0	0.000		0	1	0.280		0	0	0.000		1	1	0.091	
15~19	2	2	0.806		0	1	0.421		2	2	0.171		0	1	0.182	
10~14	0	2	1.613		4	5	1.123		6	8	0.857		6	7	0.820	
5~9	4	6	4.032		15	20	3.932		40	48	4.970		29	36	4.102	
4	2	8	7.258		15	35	8.848		16	64	10.545		13	49	8.569	
3	8	16	13.710		23	58	16.994		46	110	19.880		42	91	16.864	
2	19	35	27.823		87	145	37.359		108	218	38.560		111	202	35.278	
1	213	248	100.00		567	712	100.000		949	1,167	100.000		895	1,097	100.000	

表3

第I階段（1994~1998學年）研究主題集群類別結構

群	集群名稱	代表性關鍵字詞	高師大		臺師大	
			碩	博	碩	博
1	工藝教育	電腦輔助學習、多媒體、學習特質、學習適應、電腦態度、工業教育、工業技術、國民中學、技藝教育、高職、中學生、職業成熟、認知型態、科技	34	0	13	0
2	生活科技網路學習	網際網路、教學資源、實習教師、生活科技、科技教育、全球資訊網、問題解決	9	0	9	0
3	生活科技教科書	教科書、國民小學	3	0	2	0
4	科技人才教育模式	人力資源策略、在職進修、高科技產業、人力資源發展、模式、教育訓練	1	0	15	0
5	科技教師職業適應性	無力感、無成就感、無規範感、無意義感、無適應感、職業疏離	3	0	0	0

註：表右端數據表示該集群內的關鍵字在兩校碩、博士論文出現的次數；累計頻次=35；代表性關鍵字詞頻次範圍 ≥ 2 。

作壓力方面研究主題，主要來自國立高雄師範大學；集群3則兩校同樣關注，惟國立臺灣師範大學多國立高雄師範大學一次數；集群4的創造力教學以國立臺灣師範大學較為深入。集群1、集群2與集群5為科技教育研究主題，以國立高雄師範大學為首；集群3與集群4則以國立臺灣師範大學為首；兩校在科技教育領域呈現互補現象（如表4）。

表4

第III階段（1999~2003學年）研究主題類別結構

群	集群名稱	代表性關鍵字詞	高師大		臺師大	
			碩	博	碩	博
1	科技教師工作壓力	知識管理、因應策略、工作壓力、九年一貫課程、行動研究、自然與生活科技、國中生活科技教師、國小、國小教師	37	0	6	0
2	科技教師培育	網路教學、電腦態度、教師、態度	58	0	11	0

（續下頁）

群	集群名稱	代表性關鍵字詞	高師大		臺師大	
			碩	博	碩	博
3	職涯發展	人力資源發展、工作滿意度、影響因素、全球資訊網、資訊素養、生涯發展、合作學習、技藝教育	22	0	22	1
4	科技創造力教學模式	科技教育、創造力、問題解決、科技素養、高科技產業、國中學生	14	0	26	0
5	科技教學策略	教學效能、國民中學、教學策略、教學信念、生活科技課程、科技、自然與生活科技領域、個案研究	63	0	37	0

註：表右端數據表示該集群內的關鍵字在兩校碩、博士論文出現的次數；累計頻次=35；代表性關鍵字詞頻次範圍≥4。

第Ⅲ階段（2004～2008學年）有六個集群，分別為集群1職能發展、集群2科技取向人資教學模式、集群3課程發展、集群4職場滿意度、集群5科技教學策略與集群6學習因素。集群1、集群2與集群6主要研究主題在專業教育的科技取向人資方面，以國立臺灣師範大學為主；集群3兩校關注大致一樣；集群4以國立高雄師範大學略勝一籌；集群5則為國立高雄師範大學所著重的研究取向。本階段在中小學科技教育取向方面以國立高雄師範大學為首，在面向業界的科技取向人資研究取向則以國立臺灣師範大學為首（如表5）。

表5

第Ⅲ階段（2004～2008學年）研究主題類別結構

群	集群名稱	代表性關鍵字詞	高師大		臺師大	
			碩	博	碩	博
1	職能發展	職能、得懷術、數位學習、關鍵成功因素、概念、指標、人力派遣、知識管理、教育訓練、非營利組織、組織變革、職能模式	27	1	63	6
2	科技取向人資教學模式	創造力、科技創造力、問題解決、結構方程模式、人力資源、科技接受模式、人格特質、資訊科技	17	9	46	5

(續下頁)

群	集群名稱	代表性關鍵字詞	高師大		臺師大	
			碩	博	碩	博
3	課程發展	學習成效、生涯發展、學習滿意度、學習動機	14	0	14	1
4	職場滿意度	組織承諾、職業價值觀、離職傾向、工作滿意度、工作壓力、價值觀	15	1	10	3
5	科技教學策略	生活科技、科技教育、自然與生活科技、資訊融入教學、網路教學、合作學習、滿意度、科技概念、知識管理能力、概念圖、能力指標、行動研究	64	2	27	9
6	學習因素	行動學習、知識移轉、網路學習、影響因素、問題導向學習、學習風格	7	4	21	2

註：表右端數據表示該集群內的關鍵字在兩校碩、博士論文出現的次數；累計頻次=48；代表性關鍵字詞頻次範圍≥5。

第IV階段（2009～2013學年）有五個集群，分別為集群1科技教學模式、集群2學生職涯試探、集群3組織學習、集群4數位學習和集群5職場滿意度。集群1來自國立高雄師範大學21次數；集群2以國立臺灣師範大學略高於國立高雄師範大學兩次數；集群3、集群4與集群5的面向業界教育方面主要來自國立臺灣師範大學，其中集群5來自前一階段集群4的擴展。本階段在中小學科技教育研究取向仍以國立高雄師範大學為首；面向業界教育研究取向同樣是以國立臺灣師範大學為主。「數位學習」研究主題則出現在本階段，且發現中小學科技教育研究主題正在萎縮，面向業界的科技取向人資研究則相對擴展（如表6）。

表6

第IV階段（2009～2013學年）研究主題類別結構

群	集群名稱	代表性關鍵字詞	高師大		臺師大	
			碩	博	碩	博
1	科技教學模式	行動研究、合作學習、專案式學習、資訊科技	18	3	2	1
2	學生職涯試探	整合性科技接受模式、職能、生活科技、生涯發展、國中生、態度、節能減碳、科技創造力、層級分析法	32	6	29	9

（續下頁）

群	集群名稱	代表性關鍵字詞	高師大		臺師大	
			碩	博	碩	博
3	組織學習	知識分享、創新行為、組織創新、知識管理、組織學習、師徒功能	1	5	22	5
4	數位學習	數位學習、學習動機、學習成效、滿意度、學習態度、科技接受模式、擴增實境、學習風格、互動式電子白板、網路成癮	28	5	45	5
5	職場滿意度	組織承諾、工作投入、離職傾向、組織公民行為、工作滿足、自我效能、工作滿意度、工作績效、工作熱情、組織認同、知覺組織支援、敬業貢獻度、組織氣候、工作價值觀、工作壓力、工作特性、職場友誼、內部行銷、情緒勞務、工作滿意	2	3	71	5

註：表右端數據表示該集群內的關鍵字在兩校碩、博士論文出現的次數；累計頻次=49；代表性關鍵字詞頻次範圍≥4。

由上所述，I-IV階段的各集群演進大致可歸納成五個主題研究領域：工藝、課程發展、教與學、科技師資與業界科技人資。由圖4可明顯看出科技教育迄今形成三個明顯的分支，著重在生活科技的課程發展、教與學以及業界科技人資。科技師資不再被重視，凸顯師培多元化政策對科技教育學系的衝擊。在教與學研究主題中的第III階段「科技教學策略」來自II階段的擴展；在業界科技人資領域中，第IV階段的「職場滿意度」來自前III階段集群的擴展。

三、策略座標結果識別

第I階段的五個集群向心度和密度值，如表7。座落在第一象限有集群1和集群2；落在第二象限有集群3和集群4；在第三象限有集群5（如圖5）。這階段最主要的核心研究取向為集群1和集群2，不管對外聯繫或對內的緊密都非常成熟；位於第二象限的集群3和集群4則屬相對重要的研究集群，由於向心度高與各集群間都有著密切關聯，但在發展過程中，因內部成員聯繫不夠緊密，不能均勻凝聚成一個整體，表示研究仍處於核心尚未成熟的狀態；位於第三象限邊緣成熟的集群5，由內部形成的關鍵字，例如：無力感、無成就感、無規範感等，則可隱約看見1994年師培多元化對科技教師職業認同的影響。



圖4 第I-IV階段（1994~2013學年）各集群流派演進過程

表7

第I階段（1994~1998學年）集群向心度與密度

群	向心度	密度	群	向心度	密度
● (1) 工藝教育	-2.982	6.714	⊕ (4) 科技人才教育模式	-2.465	1.585
■ (2) 生活科技網路學習	-2.708	4.654	◆ (5) 科技教師職業適應性	-5.629	5.996
▲ (3) 生活科技教科書	-1.607	1.626	平均值	-3.078	4.115

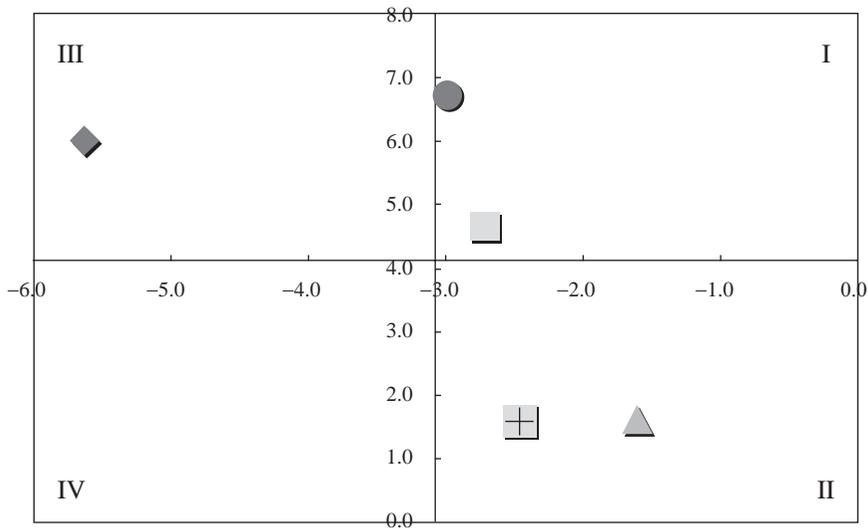


圖5 第I階段（1994~1998學年）策略座標

第II階段的五個集群向心度和密度值，如表8。落於第一象限區域有集群4和集群5；位於第三象限有集群1；處於第四象限有集群2和集群3（如圖6）。可見，該階段以集群4和集群5的創造力、教學策略為聚焦、共識方向；位於第三象限的集群1其內部連結十分緊密，探究其組成的關鍵字，例如：因應策略、中小學教師、九年一貫課程等，可能是時值2000年代初期教育當局規劃國中小九年一貫課程，將自然與生活科技兩個不同領域強制合併在同一學習領域有一定的關聯；而第四象限的集群2和集群3也可能同時受師資培育多元化影響，因而成為較少受關注的研究主題領域。

表8

第II階段（1999~2003學年）集群向心度與密度

群	向心度	密度	群	向心度	密度
● (1) 科技教師工作壓力	-1.923	3.730	⊕ (4) 科技創造力教學	-1.401	3.094
■ (2) 科技教師培育	-1.876	2.751	◆ (5) 科技教學策略	-0.626	3.426
▲ (3) 職涯發展	-1.628	0.858	平均值	-1.491	2.772

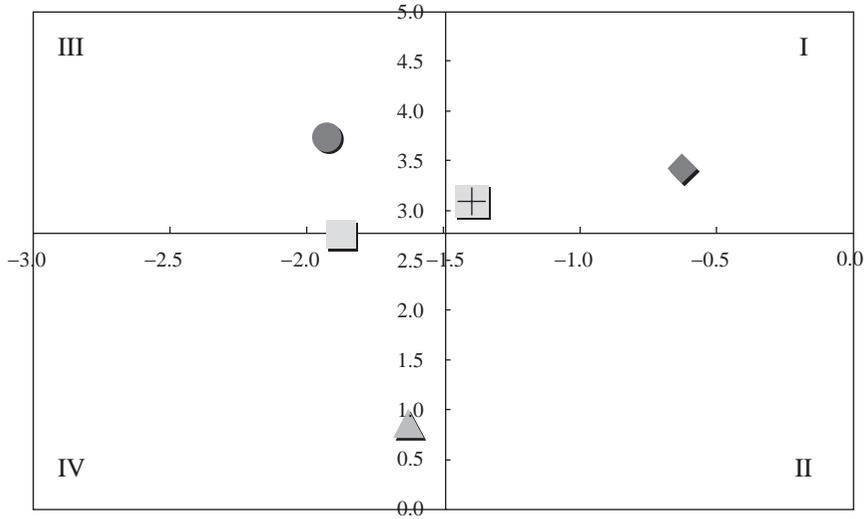


圖6 第II階段（1999～2003學年）策略座標

第III階段的六個集群向心度和密度值，如表9。落於第二象限區域有集群3和集群4；落於第三象限區域有集群1、集群2、集群5和集群6（如圖7）。這階段沒有集群落在第一和第四象限位置。落在第二象限的集群3和集群4為向心度較高、密度較低的集群，有待研究凝聚成一個整體；其餘落於第三象限的集群與其他集群間的連結關係薄弱，由於其內部連結緊密，被認為是具有高度發展的研究主題領域。

表9

第III階段（2009～2013學年）集群向心度與密度

群	向心度	密度	群	向心度	密度
● (1) 職能發展	5.629	4.760	⊕ (4) 職場滿意度	8.154	3.340
■ (2) 科技取向人資 教學模式	6.759	3.881	◆ (5) 科技教學策略	6.576	4.638
▲ (3) 課程發展	7.580	2.646	▼ (6) 學習因素	6.500	3.890
平均值	6.866	3.859			

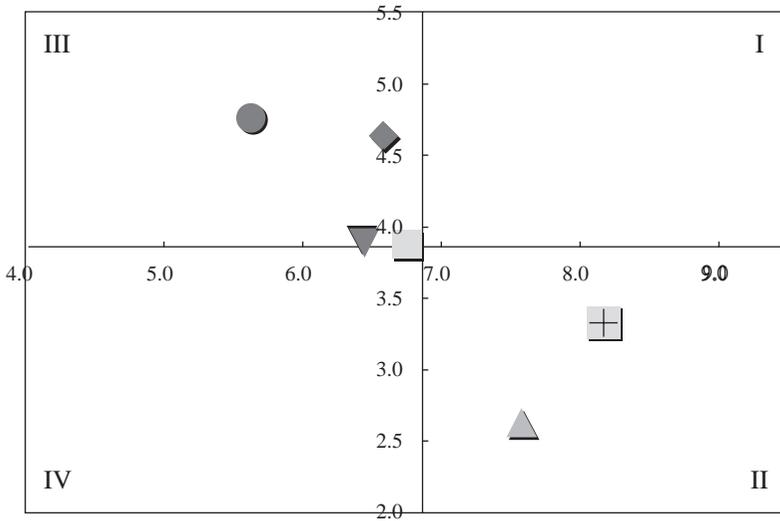


圖7 第III階段（2004~2008學年）策略座標

第IV階段的五個集群向心度和密度值，如表10。座落在第一象限有集群5；落在第二象限有集群2和集群3；落在第三象限集群4；在第四象限有集群1（如圖8）。這階段很明確呈現面向業界的教育研究集群已經高於中小學科技教育研究主題；其次，在第一、二象限皆與科技取向人資有關的研究集群，而中小學科技教育研究主題經時空變遷落在關注較少、研究者較不感興趣的第四象限，它既可能隨著教育政策的改變而逐步擴展，也可能隨即消失。這階段出現「數位學習」集群，它的出現拉近科技教育和教育科技的距離，同時也隱含著中小學科技教育、面向業界的專業教育正在尋求阻力最小的教學方式，和實體教育互補。

表10

第IV階段（2009~2013學年）集群向心度與密度

群	向心度	密度	群	向心度	密度
● (1) 科技教學模式	-3.582	3.079	⊕ (4) 數位學習	-3.554	3.298
■ (2) 學生職涯試探	-2.673	1.399	◆ (5) 職場滿意度	-2.682	6.021
▲ (3) 組織學習	-1.854	2.590	平均值	-2.869	3.278

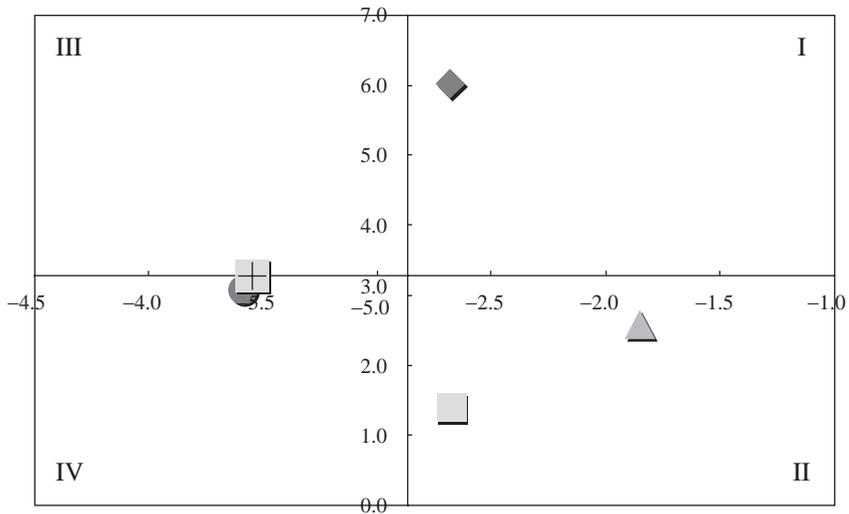


圖8 第IV階段（2009~2013學年）策略座標

從整個策略座標圖可見，科技教育自教改迄今的研究集群演變與未來發展趨勢，研究主題從原本著重在核心成熟第一象限的科技教育集群，隨時間推移朝向面向業界專業教育的科技取向人資研究取向前進，造成原本著重在中小學科技教育的研究取向缺乏關注現象，只剩單一集群落在邊緣不成熟的第四象限區段，有可能在未來的五年內消失，也可能在未來的五年內轉型成功。而新形成的集群「數位學習」能否會全然取代中小學科技教育研究，目前不得而知，需持續追蹤。

四、社會網絡圖譜分析結果

如圖9所示，集群1為圓形、集群2為四方形、集群3為正三角形、集群4為田字形、集群5為菱形。

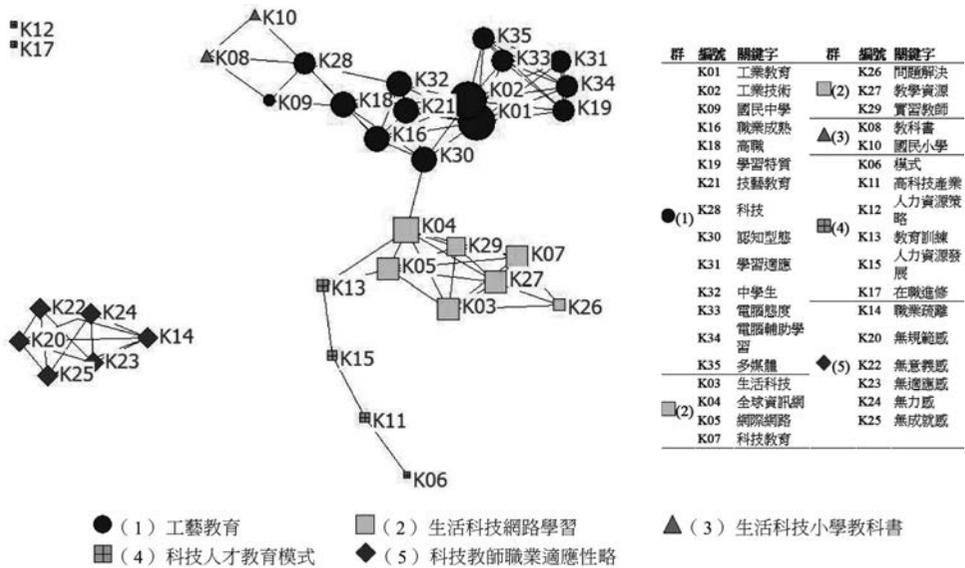


圖9 第I階段（1994~1998學年）共詞圖譜

在集群1「工藝教育」可見圖譜中最大的節點K01（工業教育）和K02（工業技術），代表著研究主題較在中心位置，從K01和K02兩節點可見，在右上邊的五個節點屬性偏在電腦方面的多媒體學習方式；另一邊則是中學技藝教學方式，進而構成集群1工藝教育的核心；集群2「生活科技網路學習」在集群1下方，以K04（全球資訊網）節點較大，與集群1息息相關；集群3「生活科技小學教科書」在集群1左上方，主要聚焦在教科書發展；集群4「科技人才教育模式」在集群2左下方，其主要是藉由集群2的K04（全球資訊網）和K05（網際網路）與集群4的K13（教育訓練）形成科技取向人力資源的關聯點，K12（人力資源策略）和K17（在職進修）則散落在圖譜邊緣，意味著集群4內在密度關係鬆散；集群5「科技教師職業適應性」則形成另一個獨立的集群，與各集群間的聯繫薄弱，但內部組成十分緊密。

圖10的五個集群形狀及節點顏色與前一階段相同。集群1「科技教師工作壓力」、集群2「科技教師培育」、集群3「職涯發展」、集群4「科技創造力教學模式」、集群5「科技教學策略」。在圖譜中心位置為集群5和集群4，從中可見

圖譜中二個最大的節點，集群5的K22（生活科技課程）和集群4的K08（問題解決），兩集群互動十分密切；右上方的集群3除K21（全球資訊網）和K30（合作學習）在與其他集群有聯繫後，其餘節點均散落在圖譜邊緣，揭示集群3內在密度關係鬆散；在圖譜左下的集群1對外主要節點為K17（行動研究）與集群4的K13（教學策略）和K01（生活科技），呈現生活科技的教學策略與行動研究之間的互動關係。

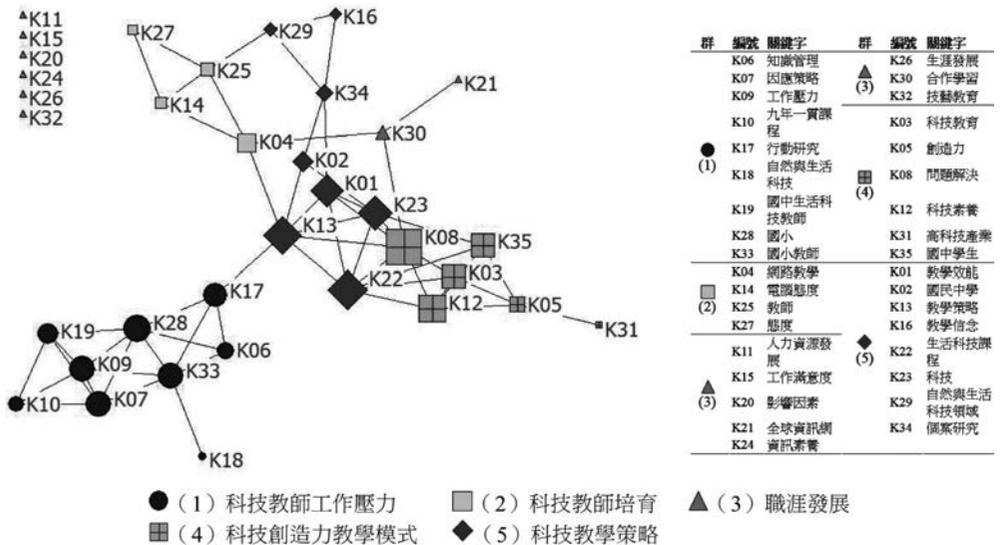


圖10 第II階段（1999~2003學年）共詞圖譜

圖11的前五個集群形狀及節點顏色與前一階段相同，集群6「學習因素」為倒三角形。集群1「職能發展」、集群2「科技取向人資教學模式」、集群3「課程發展」、集群4「職場滿意度」、集群5「科技教學策略」、集群6「學習因素」。

由圖譜中可見中心位置較為空曠，集群之間的距離說明這些集群的研究主題聯繫關係薄弱，形成相對獨立的研究領域，即尚未出現核心的研究主題。圖譜上方為集群1內部節點較為緊密，集群1下方為其他五個集群；其中較大節點有集群1的K02、K03、K11、K38（職能、得懷術、關鍵成功因素、組織變革），從K03

揭示科技取向人資研究發展主要是應用德懷術確認研究主題；集群2的K04、K05（創造力、科技創造力），前者指的是專門教育的科技取向人資創造力，後者為基礎教育的科技創造力；集群5為K01、K43（生活科技、概念圖）。從各集群間扮演中介居中性角色的節點為：集群1的K11、K25、K38（關鍵成功因素、知識管理、組織變革），集群2的K30（人力資源），集群3的K15（生涯發展），集群6的K21（知識移轉）以及集群4的K41（工作滿意度）等，其位置具有操縱資訊流通和知識流動的關鍵性能力。此外，比較孤立遠離網絡的節點有集群4的K28、K47（職業價值觀、價值觀），比較邊緣的有集群1的K12、K14（概念、指標）和集群5的K36（知識管理能力），科技取向人資研究主題在此階段占據不可忽視的位置。

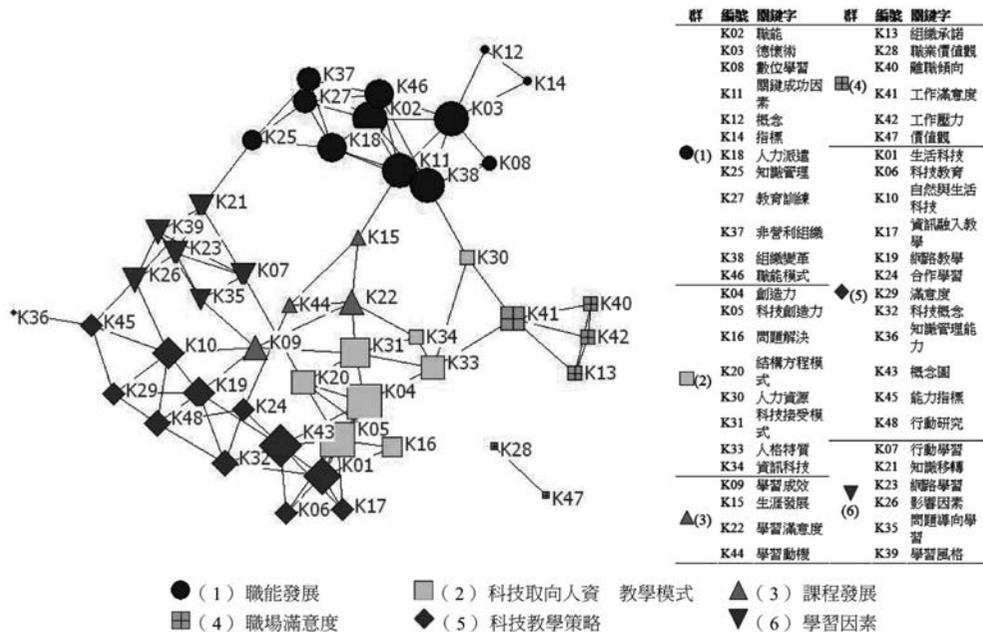


圖11 第III階段（2004~2008學年）共詞圖譜

圖12的五個集群形狀及節點顏色與前一階段相同：集群1「科技教學模式」、集群2「中學生生涯試探」、集群3「組織學習」、集群4「數位學習」、

集群5「職場滿意度」。從圖譜中很容易看見節點較為緊密也較大的集群5，例如：K01、K03、K11、K34、K36（組織承諾、工作投入、工作滿足、工作價值觀、工作特性），以及相對邊緣分散的集群2；集群3在集群5的上方以組織觀點為研究取向延伸了科技取向人資的領域；集群1和集群4在集群3上方，前者探究科技教學模式，後者為數位學習。此階段集群以科技取向人資為主要研究取向，中小學科技教育的研究取向則呈現稀疏、薄弱、分離、邊緣的現象。

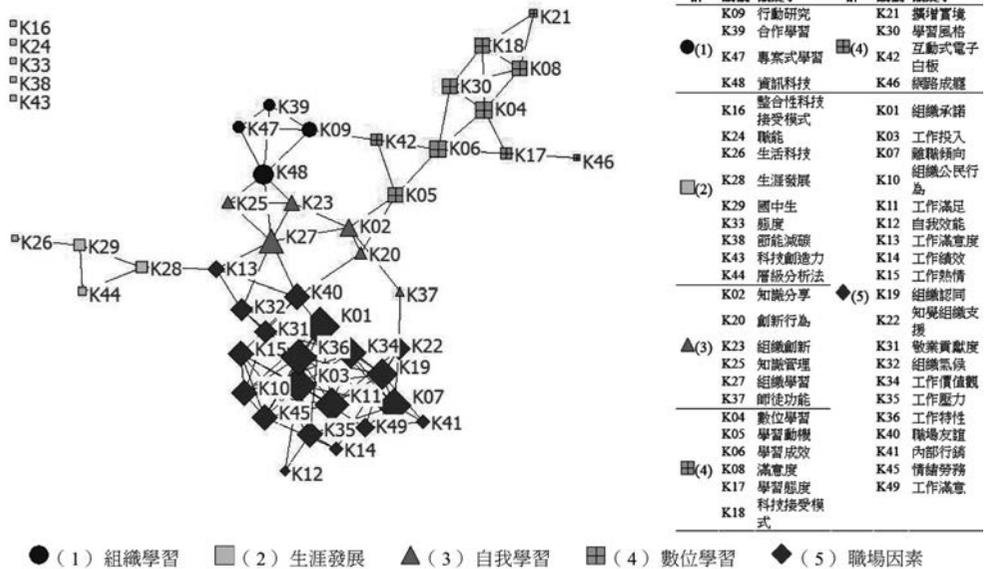


圖12 第IV階段（2009~2013學年）共詞圖譜

經四個階段20年的共詞網絡圖譜分析，大致描繪出科技教育學系自1994年的師培多元化，亦即，第I階段和II階段的中小學科技教育特色朝向第III階段和IV階段的科技取向人資發展，而科技教師方面的研究主題僅維持在第I階段和II階段。在第I階段和II階段科技取向人資的發展取向是搖晃不穩的，在第III階段才正式穩定並擴展成目前集群；從集群演變過程發現，科技取向人資主要並非是從中小學科技教育直接演變，它是經由科技教育的網路學習轉變而成，亦即，科技取向人資與數位學習息息相關。由於很多科技取向人資研究主題還處於不夠成熟的起步

階段，沒有形成鮮明的學科特色，也尚未形成一定的學術共同體，在研究的力度與深度仍待加強。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 1994年師培多元化影響科技教育研究主題

從學位論文篇數發現，自1994學年開始成長至2009學年最高峰後逐漸下滑迄今，以國立高雄師範大學較為明顯，國立臺灣師範大學處於呈穩定成長；國立高雄師範大學主要著重在中小學科技研究取向範圍，國立臺灣師範大學則重在面向業界的產業教育取向，從四個階段的對比，可見1994年師資培育多元化變革影響原著重在中小學教育研究的學科領域。

從論文關鍵字列表的角度，發現第I階段和II階段國立高雄師範大學和國立臺灣師範大學在關鍵字都聚焦在中小學的科技教育範圍內；第III階段聚焦在中小學科技教育和面向業界教育範圍，前者以國立高雄師範大學為首，後者以國立臺灣師範大學為前；第IV階段主要以國立臺灣師範大學的科技取向人資範圍為主，中小學科技教育範圍變得非常薄弱。而這些代表性的關鍵字在一定程度上能代表科技教育近20年來的研究主題演變與當時的共識，但若從低頻次累計的關鍵字頻次可見科技教育在研究主題仍非常廣泛，尤其是在中小學科技方面。而這究竟對一個學系的未來發展，該如何定向，值得接續關注。

(二) 當前研究集群朝向數位學習領域

從集群結果來看，第I階段五個主要代表性集群，中小學科技教育方面有四個、科技取向人資有一個；第II階段五個主要代表性集群，中小學科技教育有四個、科技取向人資有一個；第III階段六個代表性集群，科技取向人資有四個、中小學科技教育有兩個；第IV階段五個代表性集群，科技取向人資有三個、數位學習和中小學科技教育各一個。

在研究主題方面，由於科技教育涵蓋包含中小學科技教育和面向業界教育，在前者以國立高雄師範大學較國立臺灣師範大學積極，但在科技創造力、解決

問題這領域的研究，以國立臺灣師範大學較佳。在面向業界專業教育方面，國立臺灣師範大學在第Ⅰ階段就著重此部分，在第Ⅱ階段則是國立高雄師範大學與國立臺灣師範大學兩者不相上下，但後續國立高雄師範大學著重在中小學科技教育方面，國立臺灣師範大學則著重在面向業界專業教育方面，兩校形成互補現象。第Ⅳ階段，兩校著重的研究主題一樣，兩校同時關切到「數位學習」領域，它涉及中小學科技教育和面向業界專業教育範圍，有著不可分割的聯繫，相對地，也有可能形成另一研究主題流派的出現。

（三）學系研究發展主軸還不夠嚴謹

策略座標圖顯示在第Ⅰ階段的五個集群，以向心性、和密度的數值分別落在第一象限的有集群1「工藝教育」、集群2「生活科技網路學習」；第二象限的有集群3「生活科技教科書」、集群4「科技人才教育模式」；和第三象限的「科技教師職業適應性」。

顯示在第Ⅱ階段的五個集群，座落在第一象限的有集群4「科技創造力教學」、集群5「科技教學策略」；座落在第三象限的有集群1「科技教師工作壓力」；座落在第四象限的有集群2「科技教師培育」、集群3「職涯發展」。

顯示在第Ⅲ階段的六個集群，座落在第二象限的有集群3「課程發展」、集群4「職場滿意度」；座落在第三象限的有集群1「職能發展」、集群2「科技取向人資教學模式」、集群5「科技教學策略」和集群6「學習因素」。

顯示在第Ⅳ階段的五個集群，座落在第一象限的有集群5「職場滿意度」；座落在第二象限的有集群2「職涯探測」、集群3「組織學習」；座落在第三象限的有集群4「數位學習」；座落在第四象限的有集群1「科技教學模式」。

各階段、各集群間相互聯繫處於非常薄弱現象，形成相對獨立的研究領域，經研究進一步分析學位論文，國立臺灣師範大學的科技取向人資研究主題看似在挑戰新領域的萌芽狀態，但研究取向、方法、理論與一般大學管理學院人力資源學系類似，尚未妥適結合學系原有的科技教育基礎和特色，很有可能造成學系研究發展主軸分散、失焦，進而陷入各國科技教育知識體常過於廣泛、擴散失焦的困境。

（四）共詞網絡圖譜呈現集群與節點間緊密度不足

第Ⅰ階段主要著重在工藝教育，其次形成科技取向人資的關鍵節點主要是藉

由集群2的K04（全球資訊網）和K05（網際網路）與本身集群的K13（教育訓練）。

第II階段的集群3「教學策略」整體表現可視為這時期中較為重要的研究主題。第III階段各集群呈現均衡的外散，即未形成核心集群，這時期的研究主題朝向科技人資取向趨勢發展。第IV階段，緊密度最高者為集群5「職場因素」，各集群形成相對獨立的研究領域。共詞社會網絡分析結果與策略座標圖揭露集群所在位置及屬性訊息一致。

國立臺灣師範大學科技系於2009年更改為現名，從第IV階段與前階段的集群、策略座標圖、關鍵字頻次、學位論文數量等相較，國立臺灣師範大學並沒有因正式更名後對科技取向人資研究領域有較佳的發展，其集群位置反而全落在第三象限；其次，自第III階段科技教育研究主題轉向後，迄今尚未構建出合理的科技取向人資方法、特徵、理論，或將科技教育內涵融入科技取向人資內，即難以提供學科合理、長效的科技取向人資培育模式。國立高雄師範大學工教系堅持以中小學科技教育核心思維模式從事科技取向人資的人才培育，從科技教育學位論文成長趨勢圖揭露和原科技教育研究集群逐漸的消退，顯見國立高雄師範大學所面臨的危機要比國立臺灣師範大學更大。兩校兩學系對研究主題最明顯的區隔是在第III階段開始分流，而非一般人所直覺認定的2009年更名之後才開始分流。

綜觀一個學系的競爭力，無非是借重卓越的人才培育和學術研究，而碩、博班教育則是兼容兩者。本研究中兩學系的組織變革，係肇因於其外在教育改革所做的調整或變革。本研究結果揭露科技教育在整個研究主題的演變朝向科技取向人資及數位學習趨勢，應該可以更加聚焦、緊密、連貫及更具集體共識，發揮變革更實質的效益。

二、建議

本研究過程雖力求完善，但仍有許多限制以及未盡事宜，隨同建議提出如下，期望能對結果應用與後續研究時能夠有所幫助：

（一）本研究的研究範圍僅限於科技教育學科的學位論文，未來有意進一步研究者，可以將領域擴大，遍及整個學科領域期刊，相信可獲得更廣大的成果。其次，本研究在分析時僅使用共詞分析法、集群分析法、策略座標圖分析法、社

會網絡分析法等，其他技術分析方法還有許多，例如：共被引分析法、書目耦合分析法、內容分析（content analysis）或文獻綜整等，進行深入輔助辨別，瞭解被引用和引用之間的關係為何、典範之間的轉移為何（如量化研究或質性研究）做為研究主題等，可以取得更多元、更多角度的客觀分析結果。

（二）在學術發展過程中，任何一門學科或研究的發展及創新，都是建立在前人的研究成果為基礎之上，進一步的研究發展而來。對於已經形成的研究領域，但處於萌芽階段的周邊主題，雖然其對各集群間的互動比較不足、內部結構也比較鬆散，應以此為基礎加強研究並同其他的研究主題密切聯繫。科技教育要在臺灣再次形成主流，在科技取向人資領域的研究要更聚焦，以發展特色，如此才能實現科技教育朝多層次、多向度地發展。

（三）國內從事科技教育學科領域研究者人數並不多，理更容易產生共識，但事實發現研究主題分散，例如：在第II-IV階段取得高頻次關鍵字才占當時整體的8.848%、4.970%、8.569%，意味著未取得分析的關鍵字所占的比例更大、多元、多樣和分散。建議關心科技教育學科發展的研究者未來能規劃出可形成群聚效應的研究議題，供學科領域研究者共同關心和參與。例如：凝聚階段性的社群共識，共同探討同一種科技人造物（如航空器、綠能發電系統等）聚焦於專業用詞，拆解該人造物在科學、科技、工程、數學、資訊等面向知能所占的百分比，以及對各面向之課程與教學的意涵；又如生活科技及其師資教育在十二年國教課綱變革下，該如何適切量變與質變等。

DOI: 10.3966/102887082014126004004

參考文獻

王宏德（2013）。學術研究趨勢之分析與探討：以100學年度臺灣學位論文為例。《國家圖書館館刊》，1，75-98。

[Wang, H.-T. (2013). Analyzing the higher education research trends in Taiwan: A study of 2011 graduation theses and dissertations in the NDLT-D-Taiwan. *National Central Library Bulletin*, 1, 75-98.]

王淑慧、楊宏仁、林子堯（2007）。國內近十年生活科技教師相關學位論文研究取向。

科技教育課程改革與發展學術研討會論文集，2006，285-292。

[Wang, S.-H., Yang, H.-J., & Lin, T.-Y. (2007). An approach of master's thesis and doctoral dissertations of technology teacher from 1996 to 2006 in Taiwan. *Conference Proceedings Curriculum & Instruction in Technology Education, 2006*, 285-292.]

朱耀明、郭勝煌（2008）。「科技教育」內容分析之研究：以中華民國期刊論文索引系統為例。取自http://www.inf.cyut.edu.tw/AIT2008/ft_284.pdf

[Chu, Y.-M., & Kuo, S.-H. (2008). *A content analysis on technology education: Periopath--index to Chinese periodical literature as an example*. Retrieved from http://www.inf.cyut.edu.tw/AIT2008/ft_284.pdf]

李清福、陳志銘、曾元顯（2013）。數位學習領域主題分析之研究。《教育資料與圖書館學》，50（3），319-354。

[Lee, C.-F., Chen, C.-M., & Tseng, Y.-H. (2013). Subject analysis of e-learning research. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, 50(3), 319-354.]

李博宏（2004）。我國科技教育思潮之演變：以生活科技教育月刊專論之內容分析（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。

[Lee, B.-H. (2004). *The evolution of technology education thoughts in Taiwan: A content analysis based on monograph of living technology education journal* (Unpublished master's thesis). National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.]

李隆盛（1995）。中美工藝／科技教育研究之比較。《中學工藝教育月刊》，28（11），2-10。

[Lee, L.-S. (1995). A comparison of industrial arts/technology education between Taiwan and the United States. *Industrial Arts Education*, 28(11), 2-10.]

林頌堅（2010）。以詞語共現網絡分析探勘資訊傳播學領域的研究主題與關係。《圖書資訊學研究》，4（2），123-148。

[Lin, S.-C. (2010). Exploring the research topics and their relations in the field of information communication via term co-occurrence network analyses. *Journal of Library and Information Science Research*, 4(2), 123-148.]

國立臺灣大學統計教學中心（2014）。國立臺灣大學初等統計學實習課講義（SAS）。取自http://www.statedu.ntu.edu.tw/lab/SAS_2.0/3.3%20PROC%20CORR.pdf

[National Taiwan University Statistics Education Center. (2014). *NTU Statistics Enterprise Guide (SAS)*. Retrieved from http://www.statedu.ntu.edu.tw/lab/SAS_2.0/3.3%20PROC%20CORR.pdf]

- 崔雷 (2010)。如何計算策略座標。取自<http://blog.sciencenet.cn/blog-82196-312367.html>
- [Cui, L. (2010). *How to calculate the strategic diagram*. Retrieved from <http://blog.sciencenet.cn/blog-82196-312367.html>]
- 張剛要 (2013)。基於共詞分析的教育技術學學科結構視覺化研究。《中國電化教育》，313，6-11。
- [Chang, K.-Y. (2013). Visualization of educational technology subject structure based on co-word analysis. *China Educational Technology*, 313, 6-11.]
- 許雅珠、黃元鶴、黃鴻珠 (2011)。機器人文獻之合著網絡及熱門主題分析。《教育資料與圖書館學》，49 (1)，39-73。
- [Hsu, Y.-C., Huang, Y.-H., & Huang, H.-C. (2011). The co-authorship network and hot topic analysis of robots literatures. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, 49(1), 39-73.]
- 陳良駒、張正宏、陳日鑫 (2010)。以特徵詞共現特性探討知識管理研究議題相關性—使用共詞與關聯法則分析。《資訊管理學報》，17 (4)，31-60。
- [Chen, L.-C., Chang, J.-H., & Chen, J.-H. (2010). Exploring the correlation of knowledge management issues based on co-occurrence analysis of keywords—using the co-word and association rule analysis. *Journal of Information Management*, 17(4), 31-60.]
- 溫嘉榮、朱耀明、郭勝煌 (2008)。科技教育研究主題之趨勢分析：以1970-2007年中華民國期刊論文索引系統為例。《工業科技教育學刊》，1，29-39。
- [Wen, J.-R., Chu, Y.-M., & Kuo, S.-H. (2008). The trend analysis of technology education in index to Chinese periodical literature on WWW: 1970-2007. *Journal of Industrial Technology Education*, 1, 29-39.]
- 靳知勤 (2008)。臺灣STS教育領域學位論文之發展回顧與評析。《科學教育學刊》，16 (4)，1-23。
- [Chin, C.-C. (2008). An overview of graduate theses on STS education in Taiwan between 1992 and 2004. *Chinese Journal of Science Education*, 16(4), 1-23.]
- 鍾憲瑞、劉韻僖、方至民 (1998)。管理學術界在做什麼：以學術期刊為分析對象。《中山管理評論》，6 (1)，169-192。
- [Chung, H.-J., Liu, Y.-S., & Fong, C.-M. (1998). What do management scholars study? An analysis of management journals. *Sun Yat-Sen Management Review*, 6(1), 169-192.]
- Aleixandre, J. L., Aleixandre-Tudo, J. L., Bolanos-Pizzaro, M., & Aleixandre-Benavent, R. (2012). Mapping the scientific research on wine and health (2001-2011). *Journal of*

Agricultural and Food Chemistry, 61(49), 11871-11880.

Arora, S. K., Youtie, J., Carley, S., Porter, A. L., & Shapira, P. (2014). Measuring the development of a common scientific lexicon in nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(1), 1-11.

Assefa, S. G., & Rorissa, A. (2013). A bibliometric mapping of the structure of STEM education using co-word analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(12), 2513-2536.

Banning, J., & Folkestad, J. E. (2012). STEM education related dissertation abstracts: A bounded qualitative meta-study. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 730-741.

Baui, S., Michelet, B., Schweighoffer, M. G., & Vermeulin, P. (1991). Using bibliometrics in strategic analysis "understanding chemical reactions" at the CNRS. *Scientometrics*, 22(1), 113-137.

Cahlik, T. (2000). Comparison of the maps of science. *Scientometrics*, 49(3), 373-387.

Callon, M., Courtial, J. P., & Laville, F. (1991). Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry. *Scientometrics*, 22(1), 155-2051.

Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382-1402.

Courtial, J. P. (1998). Comments on Leydesdorff's article. *Journal of the American Society for Information Science*, 49(1), 98.

Courtial, J. P., Callon, M., & Sigogneau, A. (1993). The use of patent titles for identifying the topics of invention and forecasting trends. *Scientometrics*, 26(2), 231-242.

Ding, Y., Chowdhury, G. G., & Foo, S. (2001). Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis. *Information Processing and Management*, 37(6), 817-842.

Donohue, J. C. (1974). *Understanding scientific literature: A bibliometric approach*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Drysdale, J. S., Graham, C. R., Spring, K. J., & Halverson, L. R. (2013). An analysis of research trends in dissertations and theses studying blended learning. *Internet and Higher Education*, 17, 90-100.

Estabrooks, C. A., Winther, C., & Derksen, L. (2004). A bibliometric analysis of the research

utilization literature in nursing. *Nursing Research*, 53(5), 293-303.

Everton, S. F. (2013). *Disrupting dark networks*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Finlay, C. S., Sugimoto, C. R., Li, D. F., & Russell, T. G. (2012). LIS dissertation titles and abstracts (1930-2009): Where have all the libraries* gone? *Library Quarterly*, 82(1), 29-46.

Ji, S. E., Jang, E. J., & Pak, C. H. (2010). Analysis of study tendency of Korean master's and doctorate degree dissertations on horticulture therapy. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 28(2), 328-333.

Kostoff, R. N., & Scaller, R. R. (2001). Science and technology roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(2), 132-143.

Kutlar, A., Kabasakal, A., & Ekici, M. S. (2013). Contributions of Turkish academicians supervising PhD dissertations and their universities to economics: An evaluation of the 1990-2011 period. *Scientometrics*, 97(3), 639-658.

Law, J., & Whittaker, J. (1992). Mapping acidification research: A test of the co-word method. *Scientometrics*, 23(3), 417-461.

Law, J., Bauin, S., Courtial, J. P., & Whittaker, J. (1988). Policy and the mapping of scientific change: A co-word analysis of research into environmental acidification. *Scientometrics*, 14(3-4), 251-2641.

Lee, B., & Jeong, Y. I. (2008). Mapping Korea's national R&D domain of robot technology by using the co-word analysis. *Scientometrics*, 77(1), 3-19.

Lee, L. S. (2008). *All-in-one and one-for-all: A proposed model of lifelong technology education*. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED507761.pdf>

Lu, Y., Li, Z., & Arthur, D. (2014). Mapping publication status and exploring hotspots in a research field: Chronic disease self-management. *Journal of Advanced Nursing*, 19, 1837-1844.

Milojevic, S., Sugimoto, C. R., Yan, E., & Ding, Y. (2011). The cognitive structure of library and information science: Analysis of article title words. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(10), 1933-1953.

Munoz-Leiva, F., Sanchez-Fernandez, J., Liebana-Cabanillas, F. J., & Lopez-Herrera, A. G. (2012). Applying an automatic approach for showing up the hidden themes in financial marketing research (1961-2010). *Expert Systems with Applications*, 39(12), 11055-11065.

Niu, B. B., Hong, S., Yuan, J. F., Peng, S., Wang, Z., & Zhang, X. (2014). Global trends in

- sediment-related research in earth science during 1992-2011: A bibliometric analysis. *Scientometrics*, 98(1), 511-529.
- Price, D. J. (1965). Networks of scientific papers. *Science*, 149(3683), 510-515.
- Repiso, R., Torres, D., & Delgado, E. (2011). Bibliometric and social network analysis applied to television dissertations presented in Spain (1976/2007). *Comunicar*, 37, 151-159.
- Ritzhaupt, A. D., Stewart, S., Smith, P., & Barron, A. E. (2010). An investigation of distance education in North American research literature using co-word analysis. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 11(1), 37-60.
- Romo-Fernandez, L. M., Guerrero-Bote, V. P., & Moya-Anegon, F. (2013). Co-word based thematic analysis of renewable energy (1990-2010). *Scientometrics*, 97(3), 743-765.
- Sandelowski, M., & Barroso, J. (2007). *Handbook for synthesizing qualitative research*. New York, NY: Springer.
- Sugimoto, C. R., Ni, C. Q., Russell, T. G., & Bychowski, B. (2011). Academic genealogy as an indicator of interdisciplinary: An examination of dissertation networks in library and information science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(9), 1808-1828.
- Ucak, N. O., & Al, U. (2009). The differences among disciplines in scholarly communication a bibliometric analysis of theses. *Libri*, 59(3), 166-179.
- Vallmitjana, N., & Sabate, L. G. (2008). Citation analysis of Ph.D. dissertation references as a tool for collection management in an academic chemistry library. *College & Research Libraries*, 69(1), 72-81.
- Whittaker, J. (1989). Creativity and conformity in science: Titles, keywords and co-word analysis. *Social Studies of Science*, 19(3), 473-496.
- Yu, Q., Shao, H. F., & Duan, Z. G. (2013). The research collaboration in Chinese cardiology and cardiovascular field. *International Journal of Cardiology*, 167(3), 786-791.