

由知識溯源之觀點分析全球產學合作綜觀

Macroscopic Knowledge Source Analysis for Characterizing Global Industry-University Collaboration

郭權璋

國立中興大學科技管理研究所研究生

Email: a3078832@gmail.com Cellphone:(+886)922-616-302

蘇信寧

國立中興大學科技管理研究所助理教授

Email: ning@nchu.edu.tw Tel:(+886)-4-2284-0547 ext.617

摘 要

隨著知識經濟的崛起，產業界與學界之間知識流動愈發頻繁，各國科技政策亦多以產學合作為國家創新能量之基礎驅動力。為了解產學驅動力之知識內涵，本研究係透過專利來探討全球產業界與學界之知識流動關係。過去相關文獻中，常以專利之間的相互引證作為主要研究方法，探討技術知識流動所產生的價值與效益。但本研究擴充傳統方法，除了使用專利之間的相互引證關係外，亦由專利引證非專利文獻的角度，以分析科學與技術兩種知識流動之全球概況，並討論以下三個問題：1)何種產業之專利具有跨領域之特色？2)各產業與學界的知識流動關係之概況為何？3)不同類型之專利所有權人間之知識創新是否為全球產業知識流動之新趨勢？本研究建議應提高專利之非專利文獻引用數量，使產學合作之創新得以進一步提升，以及深化全球產學知識流動趨勢之分析，並期望透過本研究成果驅動產業界與學界更進一步的連結。

關鍵字：知識流動;專利引證;產學合作

壹、緒論

1.1 研究目的

知識經濟時代的到來(Romer, 1990)，產業界與學界之間技術知識流動越趨頻繁，本研究透過研究產學合作議題相關之文獻，以分析產業界與學界之專利引證關係，為主要研究方法，以探討技術知識流動下，產業界與學界知識流動，所產生之價值與效益，並根據結果，建議政府科技相關之政策，應著重於加強產業界與學界之產學合作關係。

1.2 研究架構

近年來，專利之引證分析方法，作為一類新型態數據分析研究方法，隨著各國相關文獻之產出，逐漸為世人所重視。專利引證分析，能以較全面與清晰的觀點，剖析國家、產業及公司之歷史發展脈動，進而進行國家、產業及公司之發展趨勢預測。本研究除探討產業界與學界專利之間相互引證關係，亦由專利引證非專利文獻之角度，以更全面之方法，分析產業界與學界之合作關係與效益。

本研究專利資料數據來源為USPTO (United States Patent and Trademark Office)專利資料庫，該資料庫提供美國4,667,855筆專利資訊，故本研究之研究對象為美國。除了美國為主要推行產學合作政策之先驅國家外，美國專利資料庫提供之專利數據，資訊豐富，每件專利皆提供專利發行年、專利申請年、專利牽扯訴訟與否等重要專利資訊(Belderbos, 2001)(Ma, Lee, & Chen, 2009)，本研究係透過該資料庫，進行美國產業界與學界之各項專利分析。

本研究首先探討何種產業之專利，具有跨領域之特色，透過將不同產業引證其他產業類別數量，定義為產業之專利跨領域數據，利用該數據，進行各產業專利間之知識流動分析。該專利相互引證分析結果，可觀察歷年產業發展趨勢與概況，判斷各產業間之技術，跨領域數量是否逐年產生某種趨勢型態之變化。

為了更具體產生研究結果，本團隊進一步探討

產業界與學界間，現有之知識流動概況，係透過分析美國產業界與學界，於相同與不同技術領域範圍之專利間逐年相互引證關係，觀察產業之於學界之知識流動關係，藉此研究結果，分析產業界與學界之知識流動趨勢與方向。

最後透過觀察不同專利所有權人之間知識創新關係，結合產業跨領域數據、及分析產業界與學界之知識流動關係，得到全球知識流動新趨勢，提

供具管理意涵之研究結果，建議政府之科技相關政策，強化產業界與學校之合作關係。

圖1為本研究之研究架構，係透過探討專利引證、知識流動關係，加上實際之進出口數據資料，進行相關性分析，得出本研究之研究成果。

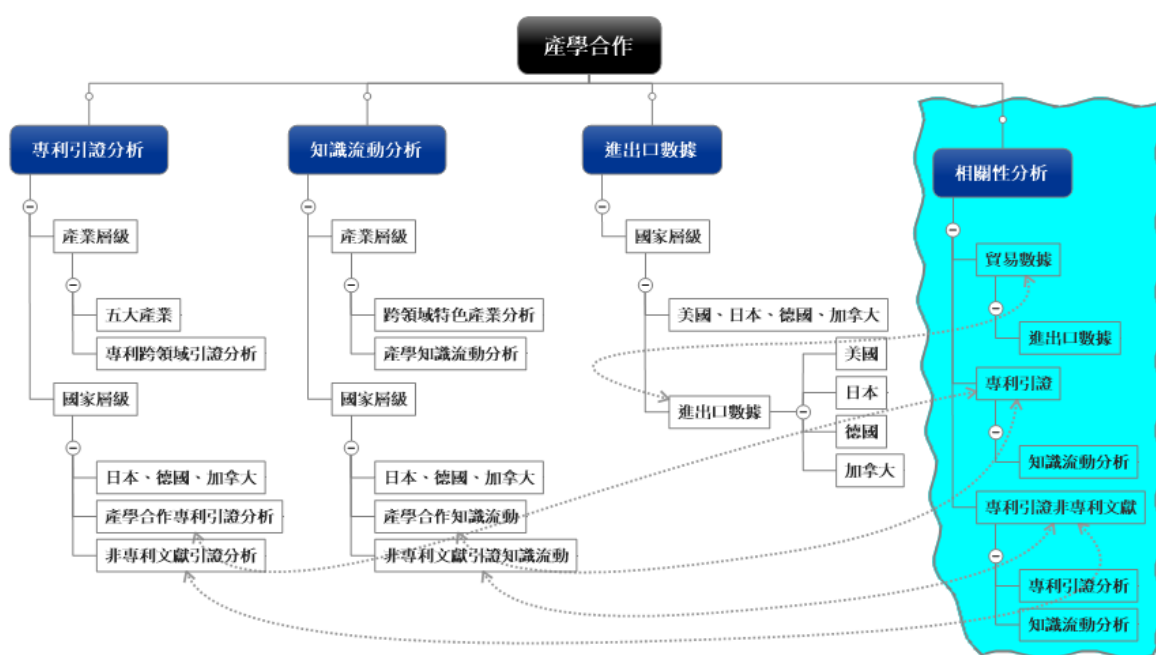


圖1 研究架構

貳、文獻回顧

2.1 專利分析探討

隨著全球知識經濟之蓬勃發展，許多文獻係透過專利分析，探討產業界與學界之合作之關係，(Motohashi & Muramatsu, 2012)以日本專利資訊，透過定量分析，討論日本產學合作政策制定之變化，結果顯示於產學合作之專利政策應被重視。(Liew, Shahdan, & Lim, 2013)使用專利的價值分析，探討奈米生物製藥於產學合作之關係，結果顯示大學與企業之間的互動可以形成開放式創新環境，更有效提升產業前進之動力，建議政策應加強推動產學合作之發展。本研究欲使用(Motohashi & Muramatsu, 2012)之分析理念，透過專利資訊，分析產業界之產學合作之知識流動變化，透過(Liew et al., 2013)使用之管理意涵於研究結果整理出具可行性之建議。

2.2 產學知識流動

近年來，許多對產業界與學界之知識流動關係做一系列深入研究之文獻，其中(van de Vrande, de Jong, Vanhaverbeke, & de Rochemont, 2009)提出，大學與產業間之科研合作，將成為全球知識流動的一種越來越重要之創新發展模式，(Guan & Zhao, 2013)提供了大學與產業界合作模式之策略建議，提供更具效率與發展性之策略建議，而(Petruzzelli, 2011)的研究中提出，產業界與學界之合作價值，與合作夥伴間彼此距離呈現正相關，距離越相近的企業與學校，其產學合作產生之效益會大於相距較遠之合作夥伴，(Hemmert, Bstieler, & Okamuro, 2014)亦發現，產業間與學術界，合作的情形越來越頻繁，該研究分析美國、日本、韓國之大學與產業間相互合作關係，發現各國產學合作，通常會產生“信任”的問題，可能導致合作出現斷層或溝通障礙。其中特別提到，被認定為新興國家的韓國，該狀況相對於美國、日本來的嚴重許多，研究提出了一種看法，即新興國家之公司與大學間，鮮少擁有

產學合作之相關經驗，研究結果建議，新興國家與產學合作有關之政策，政府應作為關係人，提供更強而有力之合約關係，加強合作企業與學校之間之互信關係，提高彼此信任程度，藉以產業界與學校雙贏的局面，帶動整體經濟發展。雖然現今產業界與學界尚存在文化上的差距，例如工作目標與執行態度的不同，像是執行一項計畫，產業界需要短時間且有效率之結果，學界通常需要相對產業界更完善的規劃，種種因素，常常導致產學之間的衝突 (Bianchi, Cavaliere, Chiaroni, Frattini, & Chiesa, 2011)(Siegel, Waldman, Atwater, & Link, 2003)，甚至產生管理空白區域，造成利益上的巨大損失。鑑於此，制定一有效率之科技政策已成為一重要事項。

值得一提的是，(Motohashi, 2005)研究了以新技術型態合作為主的中小企業，其與學界在日本產學合作的發展成果後發現，日本中小企業與學界合

作的發展，意外迅速與具成效，產生比大企業更優異之生產效率，該研究建議企業提高產學合作比例。

參、研究結果

3.1 跨領域特色產業

表1列出美國五大產業之專利跨產業類別數量，表中可明顯觀察到，五大產業中，機械工程產業，跨產業類別數量為五大產業之首，其它依序為，化學工程產業、其它產業、儀器產業及電氣工程產業。由此得知，屬於機械工程產業之專利，通常具備高度跨產業類別之特性，化學工程產業次之。本研究進一步透過產學之間相互引證分析，得到產業界與學界，於表1中五大產業之專利相互引證數量(表2)，由表2得知，產學之相互引證關係，以化學工程產業最為熱絡，儀器產業次之，其它依序為電氣工程產業、機械工程產業及其它產業。

表1 產業跨足不同產業類別數量

專利所屬產業	跨產業類別數量
Mechanical engineering	35,710,578
Chemistry	17,108,688
Other fields	16,591,175
Instruments	8,652,774
Electrical engineering	6,641,610

表2 產業界及學界五大產業專利引證數量

專利所屬產業	產業界引證學界專利數
Chemistry	317,517
Instruments	300,464
Electrical engineering	188,824
Mechanical engineering	90,494
Other fields	31,197

本研究進一步透過觀察表1中五大產業，其產業界與學界之專利引證關係(如表2)，研究結果發現，產業界引證學界之專利以化學產業為大宗，儀器產業次之，電氣工程產業、機械工程產業、其他產業依序遞減；學界引證產業界之專利，亦以化學產業數量最多，所有排序與產業界引證學界之專利數量排序相同，這點間接說明了產業界與學界之專利在某種程度方面，具有強烈之關聯性。

產業界與學界引證關係中排行第一的化學產

專利所屬產業	學界引證產業界專利數
Chemistry	261,763
Instruments	166,898
Electrical engineering	106,362
Mechanical engineering	77,331
Other fields	13,931

業，其產業技術領域囊括了：製藥、環保技術、化學工程、材料化學、表面塗層、高分子化學、有機化學、生物技術、食品及奈米技術，可以觀察出該產業著重於，吸收龐大創新技術知識(Woo, Jang, & Kim, 2015)，產業本身須透過，持續研發新型態或新技術產品，維持或增加產業競爭力，導致產學間知識流動狀況頻繁，儀器產業囊括了：光學、生物材料分析、測量、醫療技術及控制系統，該產業亦需要高知識流動環境，提升產業競爭力，而電器產

業之產業類別領域，包含了半導體、電腦技術、數位技術、資訊管理、電子通信及視聽技術等，特別觀察到過去幾年蓬勃發展的ITC(Information and Communication Technology)產業，其產業往往需要學界提供技術人才，隸屬於該產業類別之公司，往往與學界具深度技術合作關係，透過加強技術合作，吸收產業所需之人才，反觀機械工程產業，該產業之技術領域，包含了運輸、機械元件、紡織與造紙及熱處理工藝設備等，產業不需要高知識流動環境，即可穩定發展，而往往這類機械工程產業，於未開發國家或開發中國家會被政府所大力推動，產業本身已有足夠動力自行發展，較不需要高度的產業界與學界之知識流動環境

3.2 產學知識流動概況

本研究觀察五大產業中，產業界引證學界(圖2)，及學界引證產業界(圖3)專利於1980年至2012年間之成長比率。透過圖2明顯觀察出，於1980至

2008年間，產業界引證學界專利於五大產業皆為高度正成長，這似乎與當時世界多個已開發國家，諸如美國、日本、法國、瑞典等國家，意識到全球化的環境下，故投入更多資源於研發經費中，提升整體國家產業競爭力，其中，各大學作為科技知識研發中心，與產業界開始漸漸密不可分。

儀器產業、其他產業，先後於1983年及1988年進入幅度最高幅度增長期，電氣工程產業、化學工程產業及機械工程產業，幾乎同時於1993年到達成長幅度的巔峰，這似乎可以被認為是研發資金投入的巔峰期，透過圖2，還可觀察到，機械工程產業，產業界引證學界專利之比率皆低於其他產業，可能與該產業之產業特性有關，該產業相對其他產業，較不需高知識流動之環境。1980年至2008年間，五大產業類別下，產業界引證學界專利數，持續維持證增長，該現象持續到了2008年，才由正增長轉為負增長。

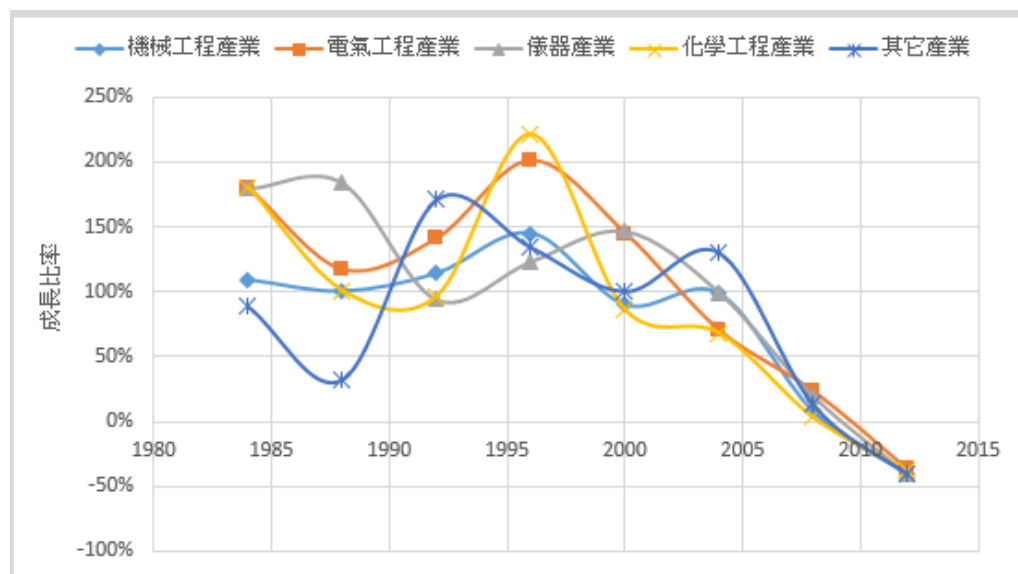


圖2 逐年產業界引證學界於五大產業之專利數成長比率

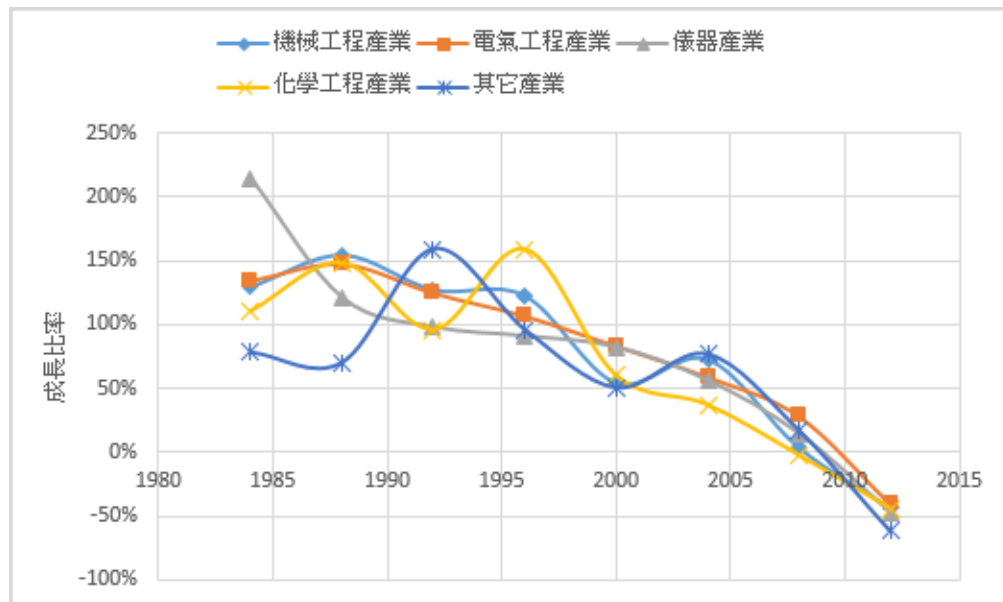


圖3 逐年學界引證產業界於五大產業之專利數成長比率

進一步觀察學界引證產業界(圖3)，引證專利數之成長比率，可以發現學界引證產業界之成長比率，相較於產業界引證學界之成長比例較為平均，五大產業於各年度之成長比率，皆十分相近，儀器產業依然最先於1980年達到成長巔峰期，機械及電氣工程產業於1983年到達成長巔峰，其他產業及化學工程產業分別於1988年及1993年到達成長幅度最高的時期，而1980年至2008年間，五大產業類別下，學界引證產業界專利數量，持續維持正增長，

3.3 全球知識流動趨勢

為了更進一步得到全球知識流動趨勢概況，本研究分析前三大產業界引證學界專利數量之國家(如圖4)，前三大國家為日本、德國及加拿大(基於本研究使用之專利資料庫，為美國專利局提供之資料庫，故雖美國之產業界引證學界專利數量實為第一，但為求得更精確及公平之研究結果，美國不列入其中)，不難發現，此三國家之產業界引證學界

該現象持續到了2008年，才由正增長轉為負增長。本研究發現，2008年全球性金融海嘯，可能為產業界與學界之所以於2008年，產業界引證學界或學界引證產業界專利數，大幅下滑的主因(Markatou & Vetsikas, 2015)，主因金融風暴導致各國股市震盪，資金短缺，各大產業之資金，暫時無法投入成本較高的研究(Paunov, 2012)(Hud & Hussinger, 2015)，其資金會首先拿來維持營運，避免被金融海嘯重傷產業根基。

之專利數量於由1996年開始成長，直到2005年期間到達巔峰，這與當時全球化之環境息息相關，各大國投入相較過往，更高之研發經費，且大學普遍被設定為科技創新研發中心(Feller, Ailes, & Roessner, 2002)，於產業界之合作逐年越趨密切(Ahuja, 2000)，惟該現象約於2008年左右產生變動，導因於金融海嘯造成世界性的金融失序，各國皆無充裕資金，故投入研發之經費驟降。

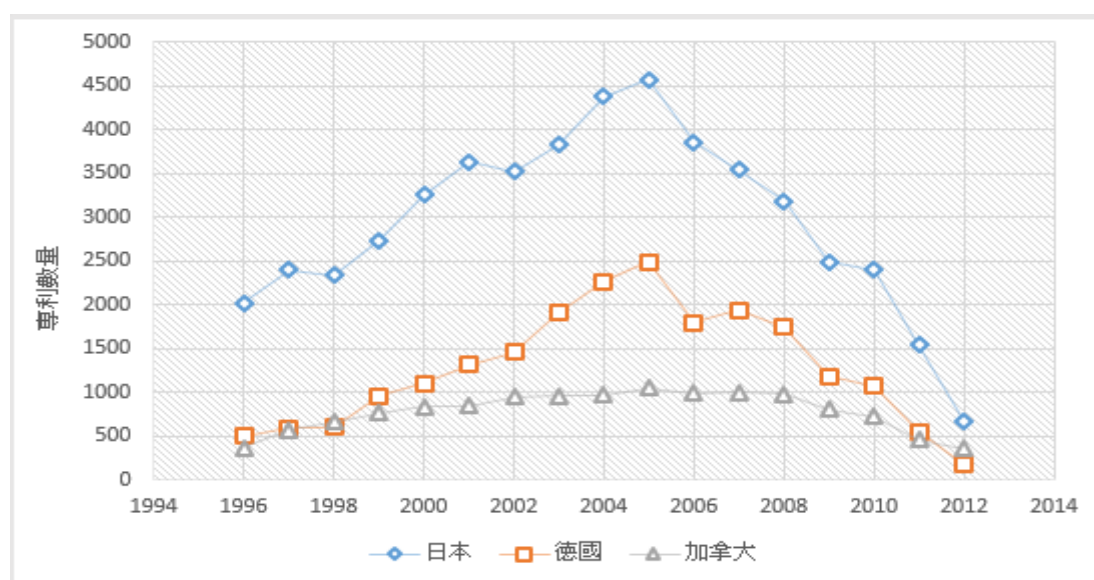


圖4 逐年產業界引證學界專利數量

本研究另針對日本、德國及加拿大，產業界逐年引證學界非專利文獻(Non-patent reference, 簡稱NPR)數量進行分析(如圖5)，其逐年成長曲線與圖4相似，亦於2008年開始有較大之降幅。專利引用非專利文獻之數量逐年提升之現象，除了顯示產業界

與學界之關係越趨密切外，更說明了，知識經濟的時代下，單一專利之參考範疇，將不僅止於其他相關專利本身，而跨足至非專利文獻，間接說明了，產業界與學界之關係越趨緊密。

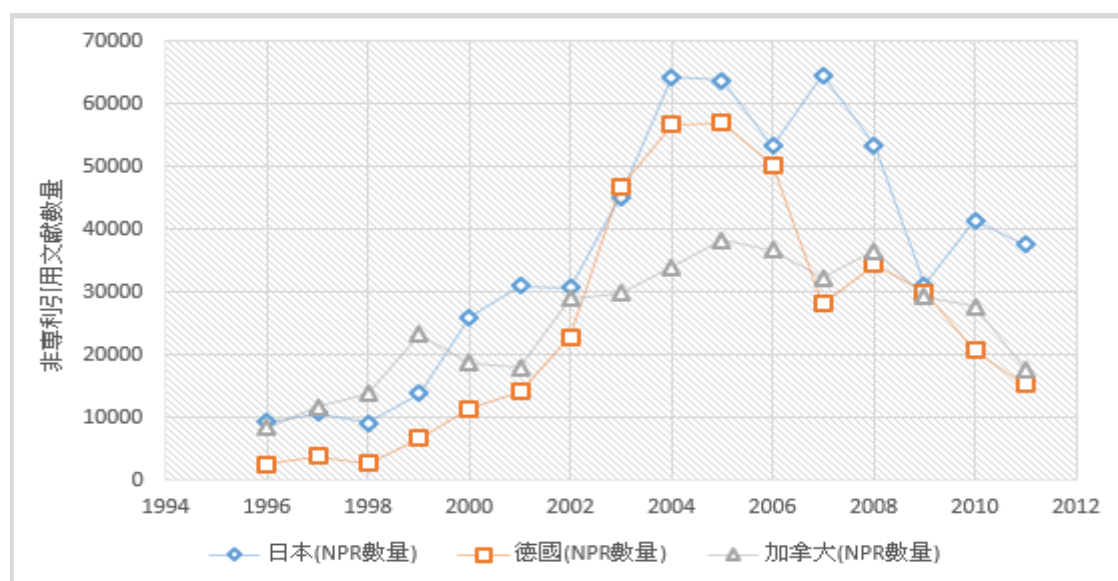


圖5 逐年產業界引證學界非專利文獻數量

除基本之專利相互引證分析外，本研究係使用聯合國貿易數據資料庫，找出美國1996年至2012年之進出口數據，表3為美國逐年進出口總值成長比率，可以觀察出，2008年美國貿易之進出口成長率皆為極高之負成長，已造成極大經濟損失，各國

執行一系列救市政策後，隔年成長率似乎說明該危機已獲得控制，惟需一段時間，方能重新進入高度經濟成長之經濟環境。表4為美國進口及出口至日本、德國及加拿大之實際逐年成長數據，同時亦於2008年出現極大之成長衰退。

表3 美國逐年進出口成長率

年份	進口	出口	年份	進口	出口
1996	10%	10%	2004	14%	11%
1997	5%	-1%	2005	11%	15%
1998	12%	2%	2006	5%	12%
1999	19%	13%	2007	7%	12%
2000	-6%	-6%	2008	-26%	-19%
2001	2%	-5%	2009	23%	21%
2002	9%	4%	2010	15%	16%
2003	17%	13%	2011	3%	4%
			2012	0%	2%

表4 美國逐年進出口各國成長率

出口年	日本	德國	加拿大	進口年	日本	德國	加拿大
1996	-3%	4%	13%	1996	5%	28%	7%
1997	-12%	9%	3%	1997	1%	0%	4%
1998	-1%	1%	6%	1998	8%	10%	13%
1999	14%	9%	8%	1999	12%	6%	16%
2000	-12%	3%	-7%	2000	-14%	1%	-5%
2001	-11%	-12%	-2%	2001	-4%	6%	-3%
2002	1%	8%	5%	2002	-3%	9%	6%
2003	4%	9%	12%	2003	10%	14%	14%
2004	2%	9%	12%	2004	6%	10%	12%
2005	8%	21%	9%	2005	7%	5%	5%
2006	5%	20%	8%	2006	-2%	9%	3%
2007	6%	10%	5%	2007	-4%	0%	7%
2008	-23%	-21%	-22%	2008	-31%	-27%	-33%
2009	18%	11%	21%	2009	26%	16%	23%
2010	9%	2%	13%	2010	7%	19%	14%
2011	6%	-1%	4%	2011	14%	10%	3%
2012	-7%	-3%	3%	2012	-5%	6%	3%

綜合上述，本研究使用相關係數分析方法(如表5所示)，探討各國產業界，逐年引證學界專利數、引證非專利文獻引用數，與國家進出口、國與國之間進出口成長之關聯性，其結果顯示，產業界引證學界之專利，與進口國家之進口值，具較大之正相關，結果亦多為高度顯著(以加拿大為例，如該國產業界引證學界之趨勢越高，其對該國之出口

越有利)，又以非專利文獻引用數量與進口國家之進口值相關性更高，顯示產業界專利引證非專利文獻引用數量之增長，又比產業界引證學界之專利數量，對各國貿易更具有成長效應，故若增加產業界引證非專利文獻之引用數量，將對各國之出口具正面影響，本研究因而建議，政府可藉由增加產學合作政策，提升國家整體競爭力。

表 5 知識流動與進出口相關係數分析

	美國逐年進口 成長率	美國逐年出口 成長率	美國逐年進口 該國成長率	美國逐年出口 該國成長率
日本產業界引證 學界專利數	0.402	0.078	0.518*	-0.411
日本非專利文獻 引用數量	0.833**	0.621*	0.465	-0.218
德國產業界引證 學界專利數	0.653**	0.373	0.764**	0.396
德國非專利文獻 引用數量	0.642**	0.388	0.720**	0.387
加拿大產業界引 證學界專利數	0.671**	0.417	0.763*	0.584*
加拿大非專利文 獻引用數量	0.839**	0.640*	0.859**	0.762**

* $p < 0.10$.*** $p < 0.01$: Significance level.** $p < 0.05$: Significance level.

肆、結論及未來展望

4.1 結果探討與建議

本研究結果如圖 6 所示，產業界引證學界專利數或專利引證非專利文獻之數量越高，對國家之出口皆具高度正面影響，兩者皆與產學合作所欲產生之效益不謀而合，之所以出現此種現象，可能導因於，全球正處於知識經濟之大環境下，知識流動之重要性越趨嚴重，各國皆陸續投入研發經費，並加深產學合作之力度，提升產業競爭力(Belderbos, Cassiman, Faems, Leten, & Van Looy, 2014)，強化國家實力(Guan & Chen, 2012)，並且為全球性不可預期之經濟衰退預作準備，尤其是新興國家之競爭近年來越趨激烈，台灣主要競爭對手的中國近年來成長亦十分驚人，台灣各級產業皆有被中國取代之可能性，更進一步說，日本及韓國，亦各自加強自身國家之基礎實力，企圖提升自身競爭力，為中國之崛起預作準備。

本研究建議強化科學園區與大學間之地域性結合(Lee & Bozeman, 2005)，且大學課程理應與產

業界產生更為直接之連結性，故建議政府與產業及學校進行深度溝通，由產業提供資源，置入大學之必修課程，提供就學中之學生，核心競爭能力，培養真正意義之人才，降低教育資源之無謂損失同時，亦能提升整體國民之競爭力，故建議政府應積極推動產學合作之政策，提升國家整體競爭力。

4.2 研究限制及未來展望

本研究使用之專利數據來自美國專利數據庫，該數據庫之專利資訊不定期更新，故採用專利區間於 1976 年至 2012 年之專利。各國貿易數據，使用聯合國貿易數據庫提供之進出口貿易數據，該數據庫更新週期為一年，考量研究資料需與本研究採用之專利相互連結，故採用 1996 年至 2012 年之貿易資料作為進出口貿易之貿易數據。對於產學合作，除了專利議題外，尚有許多問題需探討，其中包含了產學之間種種外部因素。未來研究方向為深入探討不同情境下，產學合作之間將發生之狀況，更完整地探討產學合作之步驟，並提供政府產學合作政策之執行方向，以建議政府於產學合作之相對

有利模式，提升整體國家競爭力。

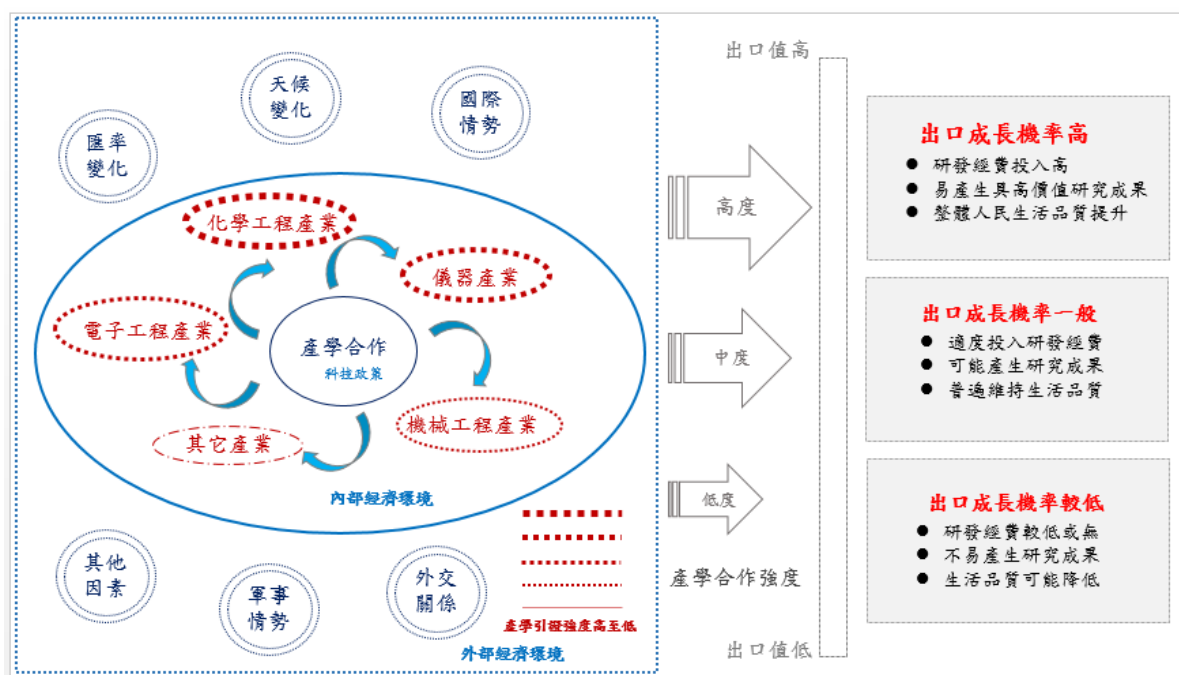


圖 6 研究成果概念圖

參考文獻

1. Ahuja, G. (2000). The duality of collaboration: inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages. *Strategic Management Journal*, 21(3), 317–343.
2. Belderbos, R. (2001). Overseas innovations by Japanese firms: an analysis of patent and subsidiary data. *Research Policy*, 30(2), 313–332.
3. Belderbos, R., Cassiman, B., Faems, D., Leten, B., & Van Looy, B. (2014). Co-ownership of intellectual property: Exploring the value-appropriation and value-creation implications of co-patenting with different partners. *Research Policy*, 43(5), 841–852.
4. Bianchi, M., Cavaliere, A., Chiaroni, D., Frattini, F., & Chiesa, V. (2011). Organisational modes for Open Innovation in the bio-pharmaceutical industry: An exploratory analysis. *Technovation*, 31(1), 22–33.
5. Feller, I., Ailes, C. P., & Roessner, J. D. (2002). Impacts of research universities on technological innovation in industry: evidence from engineering research centers. *Research Policy*, 31(3), 457–474.
6. Guan, J., & Chen, Z. (2012). Patent collaboration and international knowledge flow. *Information Processing & Management*, 48(1), 170–181.
7. Guan, J., & Zhao, Q. (2013). The impact of university–industry collaboration networks on innovation in nanobiopharmaceuticals. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7), 1271–1286.
8. Hemmert, M., Bstieler, L., & Okamuro, H. (2014). Bridging the cultural divide: Trust formation in university–industry research collaborations in the US, Japan, and South Korea. *Technovation*, 34(10), 605–616.
9. Hud, M., & Hussinger, K. (2015). The impact of R&D subsidies during the crisis. *Research Policy*, 44(10), 1844–1855.
10. Lee, S., & Bozeman, B. (2005). The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity. *Social Studies of Science*, 35(5), 673–702.

11. Liew, M. S., Shahdan, T. N. T., & Lim, E. S. (2013). Enablers in Enhancing the Relevancy of University-industry Collaboration. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 1889–1896.
12. Markatou, M., & Vetsikas, A. (2015). Innovation and Crisis: An Analysis of its Impact on the Greek Patenting Activity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 123–132.
13. Ma, Z., Lee, Y., & Chen, C.-F. P. (2009). Booming or emerging? China's technological capability and international collaboration in patent activities. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6), 787–796.
14. Motohashi, K. (2005). University–industry collaborations in Japan: The role of new technology-based firms in transforming the National Innovation System. *Research Policy*, 34(5), 583–594.
15. Motohashi, K., & Muramatsu, S. (2012). Examining the university industry collaboration policy in Japan: Patent analysis. *Technology in Society*, 34(2), 149–162.
16. Paunov, C. (2012). The global crisis and firms' investments in innovation. *Research Policy*, 41(1), 24–35.
17. Petruzzelli, A. M. (2011). The impact of technological relatedness, prior ties, and geographical distance on university–industry collaborations: A joint-patent analysis. *Technovation*, 31(7), 309–319.
18. Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102.
19. Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2003). Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university–industry collaboration. *The Journal of High Technology Management Research*, 14(1), 111–133.
20. Van de Vrande, V., de Jong, J. P. J., Vanhaverbeke, W., & de Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29(6–7), 423–437.
<http://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.10.001>
21. Woo, S., Jang, P., & Kim, Y. (2015). Effects of intellectual property rights and patented knowledge in innovation and industry value added: A multinational empirical analysis of different industries. *Technovation*, 43–44, 49–63.