

國家競爭力：科研、人才與創新

詹盛如

國立中正大學教育學研究所教授兼副研發長

摘要

隨著國際化與全球化的推展，跨國之間的競爭也日益加劇。但是真正對競爭力的研究肇始於1990年代，相關研究確認社會基礎設施、企業動能與政府制度都是關鍵的推動因素。高等教育中的科研/研發、人才素質，以及創新，亦被廣泛認定為重要的核心基礎。基於此理論架構背景，本研究透過時間序列分析與國際比較的角度，應用OECD數據庫等具有公信力的資料，分析10餘年來臺灣高等教育在科研、人才與創新等三個面向的相對表現。研究發現，臺灣科研經費有日趨下滑的疑慮，與世界趨勢背離。而且，學術論文數量減少，品質有待提昇；值得肯定之處是臺灣大學的創新能力具有相對競爭力。但是展望未來，臺灣的高等教育面臨教授高齡化與人口少子化的嚴重挑戰，亟需相關政策配套與支撐。

關鍵字：競爭力、科研 / 研發、創新、人才

National Competitiveness: Scientific Research, Talent and Innovation

Sheng-Ju Chan

Professor, Graduate Institute of Education, National Chung Cheng University

Abstract

Along with the progression of internationalization and globalization, competitions among countries have been intensified. The systematic investigation into national competitiveness began in 1990s, confirming that social infrastructure, enterprise development, and governmental policies and institutions are essential driving forces. Among these forces, scientific research/R&D, talent and innovation of higher education are widely regarded as core elements in driving national competitiveness. It is against such theoretical framework that this paper aims to position the relative competitiveness of Taiwanese higher education in relation to scientific research, talent and innovation for the past decade. It adopts time series analysis and international comparison perspective by using reliable data from OECD statistics etc. Research findings indicate that declining R&D budget in Taiwanese higher education is opposite with the international trend. Moreover, academic paper publication has decreased requiring quality improvement. Nevertheless, relatively high innovation capacity of Taiwanese universities in comparison

with other nations is well-recognized. Looking into the future, higher education in Taiwan will be facing the serious challenges of aging faculty and declining birthrate. Corresponding policies and measures are urgently needed.

Keywords: competitiveness, scientific research, talent, innovation

壹、前言

隨著報章媒體聳動的標題，臺灣每年都會因為競爭力排名而忐忑不安。隨著多年來的耕耘與發展，在主要的國家評比當中，我國似乎都能夠有所斬獲。在過去10來年中，臺灣在世界經濟論壇（World Economic Forum）的全球競爭力報告中總能排名在前20名內，代表臺灣社會基礎設施、企業動能與政府制度都能有一定效能。但是，在我們熱烈探討國家競爭力之時，學術界真正比較深究此議題，大約是從1980晚期到1990年代才日益升溫（Porter, 1990）。在諸多推動因素的背後，人們大致知道教育是關鍵的，特別是從人力資本論（human capital theory）肇始。Theodore Schultz（1963）注意到教育有改變能力的效用，可以提昇工作生產力，甚至是增加個體的收入。這樣的想法若從國家層面剖析，就有提昇整體社會勞動效能的作用，自然對促進生產力有幫助。隨後，高等教育日漸普及，知識經濟的進展，以及科技創新功能，都讓國家在推動競爭力時，不敢忘卻其關鍵角色。

正因為高等教育在國家競爭力角色日益吃重，本研究希望從學術理論與架構先進行探索，分析國家競爭力的組成狀態，以及高等教育哪些內涵最後關鍵。接著根據理論所指引的方向，鎖定科研／研發、人才，以及創新三個角度，分析臺灣過去10年來學術能量的變遷狀態。本研究同時使用時間序列與國際比較分析，進行貫時與橫向的社會對比，試圖找出臺灣的跨國定位與相對優劣勢，根據實徵資料進行綜合討論，最後在提昇國家競爭力的角度上，總結未來政策制度的變革方向。

貳、國家競爭力的定義與分析

自從1990年代以來，隨著國際化與全球化的深化，跨國之間的競爭與

合作日趨頻仍。但是國家／經濟體之間的競爭力到底如何衡量與計算，逐步受到正視，學者、非營利單位與國際組織也紛紛投入並且進行實徵研究，漸進確認主要因果關係。本節首先探討國家競爭力的主要概念、定義與架構，接著探索世界經濟論壇（World Economic Forum）與IMD兩組國際評比對競爭力的觀點內涵，並把重點鎖定在高等教育／大學的向度上，詳細瞭解兩者間的關係與重點為何。最後，透過理論、概念架構的釐清，鏈結後續高等教育中科學研究、人才與創新等三大主軸。

一、理論概念與界定

競爭力權威Michael Porter根據10個國家的案例分析，出版經典著作《國家競爭優勢》（The competitive advantage of nations），他認為產業競爭優勢來自於「廠商與勞工集體的生產力，以及國家與區域環境能夠支持生產力」（the productivity of firms and workers collectively, and that the national and regional environment supports that productivity）（Porter, 1990）。這樣的說法，清楚點出競爭力是來自於生產力的高低，而且生產力是須要依賴國家社會環境支持，相互配合運作才有效能。國家若想提昇競爭優勢，提高生產力是關鍵。Porter也因此提出「鑽石架構」，指出四個交互支持的因素，說明一個國家的產業為何會有相對競爭優勢。這四個因素包括生產要素、國內需求市場、相關產業與支持產業，以及企業策略、結構與競爭對手等。這些要素指出企業如何在日益競爭的環境中，打造自身的優勢與條件，作為國家層級的基礎與能量。雖然Porter此時的競爭力概念與理論架構，主要圍繞在企業層級，並未直接評估或衡量「國家」的整體競爭力，但是他對企業的分析，成為後續其他國際評比或實徵研究的重要個體經濟學（microeconomic）基礎。

Delgado, Ketels, Porter與Stern在2012年發表《國家競爭力的決定因素》（The determinants of national competitiveness）一文，這四位知名

學者（包含Michael Porter）聯手探索國家層級的競爭力概念，透過實徵研究證實他們研究的有效性。他們界定「基礎競爭力」（foundational competitiveness）是「在特定國家經營企業品質條件下，所有工作年齡個體的期待產量」（the expected level of output per working-age individual given the overall quality of a country as a place to do business）。這個定義不只重視個體受雇員工的期望生產力，還包括強調有多少能力去動員潛在的勞動力（Delgado, Ketels, Porter and Stern, 2012: 2）。基於這樣的理論架構，「基礎競爭力」有三個相互關連的驅動因素（driver），包括社會架構與政治制度（social infrastructure and political institutions, SIPI）、貨幣與財務政策（monetary and fiscal policy, MFP），以及個體經濟環境（microeconomic environment）（請參考底下圖1）。這三項廣泛的驅動因素中，SIPI包括基礎健康與教育、政治制度品質，以及法律系統；其次是長短期經濟活動中的財務支撐性、債務與通貨膨脹；最後則聚焦在國家企業環境的特性上，法規、組織、結構，以及管理措施的細膩程度等。不同於其他文獻，該架構「不是說明個別指標的有效性，而是證明全面性的個體與總體經濟環境，對每個潛在勞工生產力的影響」（Delgado, Ketels, Porter and Stern, 2012:4）。

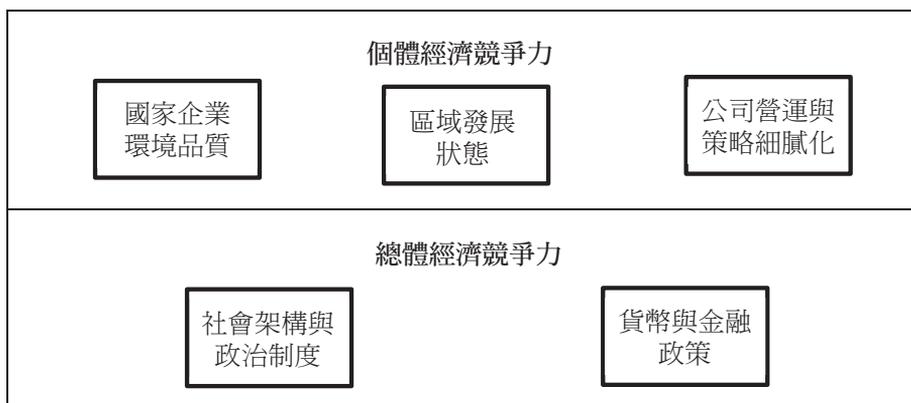


圖 1 國家基礎競爭力決定因素

從以上理論架構得知，個體與總體層面的各項因素都是決定國家競爭力的因素，而教育更是其中重要的社會架構與政治制度（SIPI）環節，值得進一步關注與分析。根據2010年的數據分析，臺灣雖然在30個國家排名17位，但是SIPI僅是29名。

二、國際競爭力評比架構與內涵

《全球競爭力報告》（Global Competitiveness Report, GCR）亦接受上述類似觀點，提出自身對於「競爭力」的界定與看法，認為「是決定國家生產力的一組制度、政策與因素。相對的，生產力的程度決定一個經濟體能達成的繁榮程度……」。換言之，一個更有競爭力的經濟體，更有可能快速成長」。本報告從2004年開始由世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）出版，專門評估國家有多少能力使用有限資源，促進繁榮程度，所以指標主要測量能夠支撐中長期經濟繁榮的制度、政策與因素。這樣的巨觀的立場，與前述SIPI與MFP有異曲同工之妙，均著重國家在基礎架構、制度與整體性對於中長期生產力的支持。基本上，GCR有12項支柱來構成國家競爭力，分別為制度（institutions）、適切的基礎設施（appropriate infrastructure）、穩定的總體經濟架構（Stable macroeconomic framework）、良好的健康與初等教育、高等教育與訓練、有效率的貨物市場、有效率的勞動市場、已開發的金融市場（developed financial market）、善用科技的能力（ability to harness existing technology）、國內外市場大小、使用細膩生產流程生產嶄新貨品（production of new and different goods using the most sophisticated production process），以及創新。

事實上，在12項支柱當中，高等教育與創新是競爭力的關鍵支柱。翻閱報告顯示，「高等教育」的品質與數量為核心基礎，該《報告》所使用的細部指標包含高等教育就學率、數學與科學教育品質、管理學院的品質等相關指標，顯示大學與訓練指標的重要性。另一方面，該報告也積極納

入「創新」，其所採用的主要內含其實就是「研究與發展」（research and development, R&D）。在8個細部指標中，GCR使用創新能量、科研機構品質、企業在R&D的支出、產學合作、政府在尖端科技的取得、科學家與工程師的數量，以及專利申請。細部指標顯示，廣泛社會研發功能的重要性，當然也彰顯高等教育所扮演的科研角色，這些意義內涵會再後續科研、人才與創新的相關章節討論。在2017-2018的GCR報告書中，也針對在臺灣經營企業主要問題進行分析，受訪者表示前四項問題包括政策不穩定（20.2）、勞動規定過於受限（15.7）、缺乏創新能力（15.4），以及政府官僚缺乏效率（14.6）。其中有三項是與政府政策、規範與執行效能的低率，另外一項則是缺乏創新性，值得注意我國注意（World Economic Forum, 2018）。

與世界經濟論壇（WEF）齊名的競爭力國際評比是，《IMD 世界競爭力排名》（IMD World Competiveness Rankings, WCR）。該《排名》是以瑞士為根據地的國際管理研究院（International Institute for Management Development, IMD）所出版。根據WCR報告的界定，「競爭力是政府能夠提供環境的程度，讓企業產生永續的價值」（competitiveness is the extent to which a country is able to foster an environment in which enterprises can generate sustainable value）。因此，政府須要從廣泛的角度提供有效政策、法規與基礎，協助企業繁榮發展，提昇生產力。據此，WCR使用四大面向的標準，衡量國家競爭力，他們分別為經濟表現（83個指標）、政府效能（73個指標）、企業效能（71個效能）與基礎設施（115個指標）。與本研究密切相關的高等教育／大學部分落在最後一個面向上，舉凡教育、健康、科技、科學與人力資源都是企業發展所需，其中科學基礎設施（scientific infrastructure）有25項指標，包括研發經費、研究人力素質、專利、科學論文、智慧財產權、技術移轉等；而教育包含經費、高等教育成就、學生流動、托福成績、科學教育等。這個分析顯示，除了政府、企業、經濟表現對競爭力息息相關之外，基礎設施仍然與高等教育中

教學、研究與社會服務功能有密切關係。

三、國家競爭力：高等教育／大學的科研、人才與創新

Porter的理論架構清楚點出，個體經濟學當中企業須要如何達成競爭優勢，促進生產力。Delgado, Ketels, Porter and Stern (2012) 除了深化原有Porter的個體經濟學角度之外，更加入總體經濟學的概念，重視社會設施與政治制度、貨幣與金融政策的重要性，四位作者也利用大量的實徵資料（以2010年為基礎），驗證這些驅力（drivers）的確與國家生產力與競爭力有個密不可分的關係。WEF的全球競爭力報告（GCR）與IMD的世界競爭力指數（WCR），不約而同體現並落實上述理論觀點於國際排名中。WCR的分類架構更接近Delgado等人的理念，仔細檢視GCR當中的12個支柱，也均有相仿的理念身影。

高等教育／大學的能量通常被歸類在基礎社會設施，涉及品質、數量、入學率、人力素質、研究發展，以及是否具有創新性等。檢視GCR與WCR的細部指標，大致可以區分成科研/研發、人才與創新。GCR當中的創新其實指涉的就是「研發」（R&D），測量指標含括高等教育的研發經費、專利、論文發表／品質等。而WCR當中的科學基礎設施（scientific infrastructure）包括研發經費、研究人力素質、專利、科學論文、智慧財產權、技術移轉等，顯然兩份排名重點都是高等教育的科研／研發功能。至於人才則是推動研發或創新的關鍵基礎，在大學是指大學／研究生、教師或研究人員等，他們的組成樣貌與狀態，牽涉研發與創新的能量。競爭力的推動有諸多因素，在高等教育則與科研、人才與創新息息相關（請參考圖2），本研究將以此為焦點，探索臺灣過去10餘年來發展趨勢。

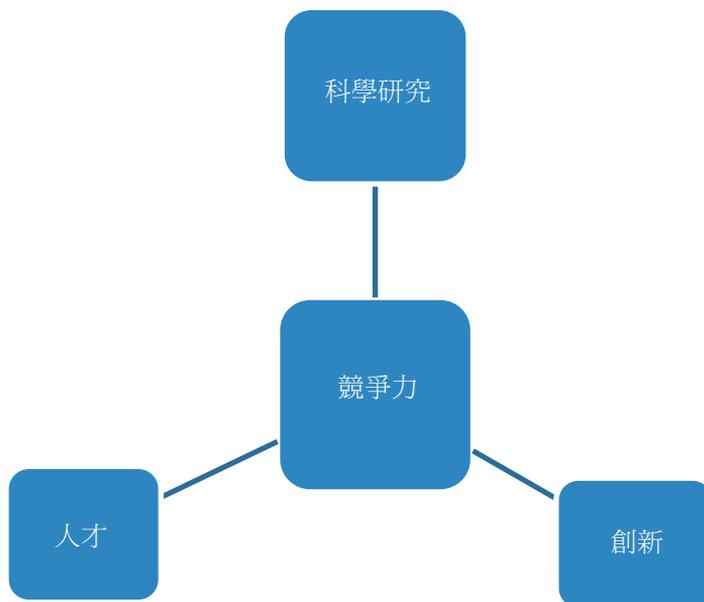


圖 2 高等教育推動競爭力關係圖

參、研究設計與方法

本研究主要根據競爭力理論、GCR與WCR所使用指標為基準，選取與科研、人才與創新相關之跨國資料為基礎，藉此分析臺灣高等教育系統在這些面向的整體表現與發展趨勢，當成判斷中長期國家競爭力之主要根據。本研究以圖二為主要研究架構，篩選國際上較為權威性的數據、排名與統計，據此進行次級要分析（secondary analysis）。在科研方面，主要是以廣義界定的研究發展為理念，主要涉及的面向包括投入與產出兩大部分，投入部分主要是研發經費、比率與部門來源等，而產出部分則以論文總數，以及品質的高低當成分析項目。在人才方面，則追蹤高等教育機構中科研總人數、比率、部門分配、擁有博士學位等，藉以瞭解大學所能發揮競爭力之高低。最後則是創新面向，根據前面的理論與指標，主要聚焦

在專利的數量、使用，與影響效果上，另外本文也嘗試從創新大學排名的資料，瞭解臺灣大學的表現。但受限於跨國評比資料，臺灣的數據還不夠全面。

實際使用的研究方法，本文採用時間序列分析（time series analysis），以及國際比較分析，同時兼顧貫時（longitudinal perspective）與橫向社會對比。就時間序列分析而言，本研究著重競爭力的中長期趨勢與發展，希望從基礎資訊的貫時角度，提供連續年段的資料數據，藉以觀察波段變化與高低位差。本研究基於追蹤競爭力的時效性，以及高等教育的基礎特性，通常須要數年才能觀察出相互關係，特意把觀察時間界定在2006年至2016年，而當某些數據不完整時，則以最佳資料來呈現。

至於國際比較分析，在本研究亦扮演關鍵角色，畢竟國家競爭力是相對的，在高等教育亦復如此。所以，在進行跨國對比時，盡量選擇對臺灣競爭力有重要意義的國家，便於產生更多學術價值。主要對比國家包括美國、英國、德國、荷蘭、以色列、日本、韓國、中國與新加坡。他們分別代表不同政治社會典型，多數屬已開發國家，橫跨歐洲與亞洲，也包含臺灣可以仿效或競爭對手，例如：荷蘭、以色列、韓國與新加坡等。藉由多類型國家角度的比較，可觀察出臺灣是否具有競爭優勢。

最後是有關資料來源，本研究掌握兩大原則，亦即跨國數據完整性，以及資料具有權威性兩個準則。所以，許多資料是來自OECD數據庫（<https://stats.oecd.org/>）、自然索引（Nature index）、或是全美發明家學會（National Academy of Inventors）等具有公信力的單位，詳細請見各自引用來源。

肆、科學研究

分析科學研究是否具有競爭力，大體可以從投入（input）與產出（output）的概念著手，主要包括研發經費，以及論文產出兩個面向來評

比。由於本研究希望判斷臺灣現有狀態與發展，藉由國際對比的形式，得出有參考意義與價值的政策資訊，所以盡量採用具有公信力的資訊來源。

一、政府主導的科研補助

科學研究經費多寡會依各國社會經濟與政治制度而差異，出現許多不同的型態樣貌。圖3呈現我國科研經費過去近20年的變化曲線，高等教育機構所獲得的補助超過80%都是來自於政府，其餘才來自於企業或高等教育本身，非營利單位與外國則佔據很低比率。若從1998年開始觀察，當時88%是來自於政府，截至2015年下降為83%；同時間，企業的經費也從3%上升至10%。

但是若以國際比較的趨勢分析，各國政府補助科研經費仍有上升趨勢。表1顯示2010年至2015年的變化，除了美國與臺灣之外，政府提供給高等教育機構的經費都是逐步增加，包括德國、荷蘭、以色列、日本、韓國、新加坡與中國等，亞洲國家當中臺灣是唯一出現略微衰退的國家。這兩個圖表顯示，不論是從政府補助比重，或者是實質金額的變化，臺灣政府提供給高等教育的科研經費，在過去將近10年的時間是屬於衰退，這對提昇研發競爭力，並非正面發展。

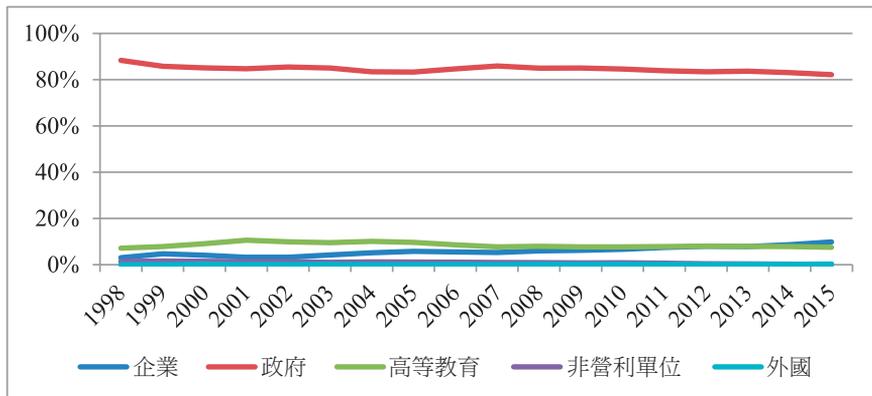


圖3 臺灣高等教育研發經費來源比率

資料來源：OECD, 2018

表1 政府補助高等教育研究經費（單位：百萬美元）

年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015
美國	40,352	41,427	38,528	37,482	36,835	37,318
英國	6,794	6,575	6,479	6,901	7,044	6,985
德國	12,880	14,045	14,419	14,887	15,779	16,006
荷蘭	--	3,721	3,691	3,952	4,058	4,159
以色列	725	767	810	931	957	1,018
日本	9,518	10,408	10,800	11,813	11,281	10,947
韓國	4,503	4,721	5,021	4,927	5,306	5,455
新加坡	1,879	2,071	2,086	2,185	2,334	--
中國	10,847	11,557	13,451	14,578	15,275	18,323
臺灣	2,569	2,719	2,735	2,751	2,686	2,600

資料來源：OECD, 2018

二、總體高等教育研發經費下降

前面提及政府補助給高等教育研發經費下降，但是實質上大學本身的科研經費總額又是如何呢？圖4顯示，從2006年開始臺灣的研究經費保持微幅成長，但是觀諸其他快速發展之OECD國家，包括英國、德國、荷蘭、以色列、日本、韓國都有顯著提昇，而新加坡在過去10年也從2006年的13億4800萬美元，成長到2014年的27億6100萬美元，漲幅超過100%以上。總體而言，臺灣高等教育科研經費下降，反映出政府補助經費萎縮所帶來的負面影響，比不上其他已開發國家的步伐。

表2是高等教育科研經費占GDP百分比的數據，許多國家都保持穩定，包括美國、英國、日本與中國；部分國家則呈現小幅衰退例如以色列、日本與臺灣；德國、荷蘭與新加坡則是逆勢上揚的狀況。不過若以純粹數字分析，臺灣所佔28%相較於其他國家（除了中國之外），顯然是最低者，除了比不上韓國、日本之外，更比2016年的OECD平均整整低了13%，這個數據顯示我國高等教育的研發經費屬於低水平狀態，相較於其

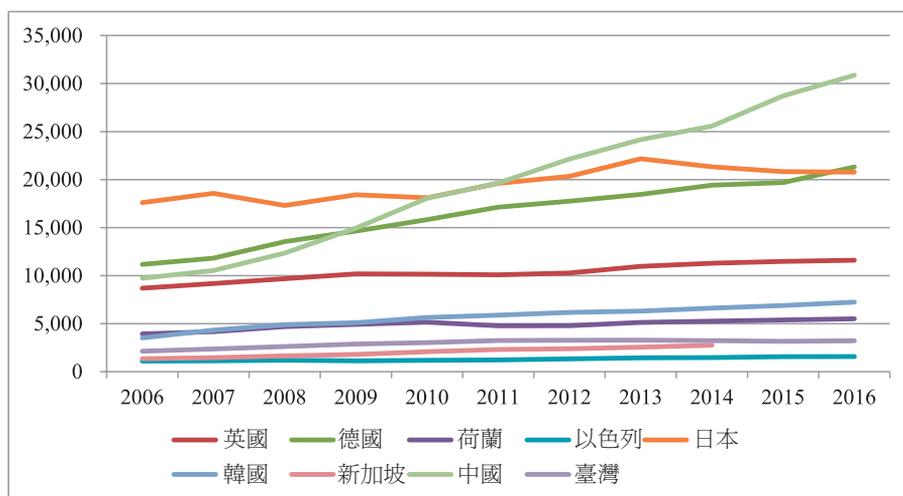


圖 4 各國高等教育研發經費 (單位：百萬美元)

資料來源：OECD, 2018

表2 高等教育研發經費占GDP百分比 (HERD as a percentage of GDP)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
美國	0.35	0.35	0.37	0.40	0.40	0.40	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36
英國	0.41	0.42	0.43	0.47	0.45	0.44	0.43	0.44	0.43	0.42	0.41
德國	0.40	0.39	0.43	0.48	0.49	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.53
荷蘭	0.59	0.59	0.62	0.68	0.70	0.62	0.61	0.63	0.64	0.64	0.64
以色列	0.57	0.60	0.55	0.54	0.52	0.53	0.53	0.52	0.52	0.50	0.50
OECD 平均	0.37	0.38	0.39	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41
日本	0.42	0.39	0.43	0.40	0.43	0.43	0.45	0.43	0.40	0.39	0.39
韓國	0.32	0.35	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.38	0.39	0.39
新加坡	0.51	0.49	0.54	0.58	0.58	0.59	0.58	0.58	0.59		
中國	0.13	0.12	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
臺灣	0.30	0.30	0.33	0.36	0.34	0.34	0.33	0.32	0.30	0.29	0.28

資料來源：OECD, 2018

他已開發國家仍有不小的差距，若想提昇競爭力，的確是臺灣必須面對的議題。

另一方面，若看高等教育執行國內總體研發經費比率（圖5），也會有類似上述的憂慮。整體而言，雖然各國都有些微的下滑趨勢，但是包括新加坡、德國、日本都還能維持固有比率，甚至上揚。單獨觀察臺灣的走勢，發現2006年尚有12.23%，但是此數字到了2016年則下降至9%，減少了3%以上，成為評比國家當中最底的（中國除外）。以國際比較的角度分析，臺灣高等教育在執行研發經費角色日益弱化，低於大部分的OECD國家平均5%-8%。

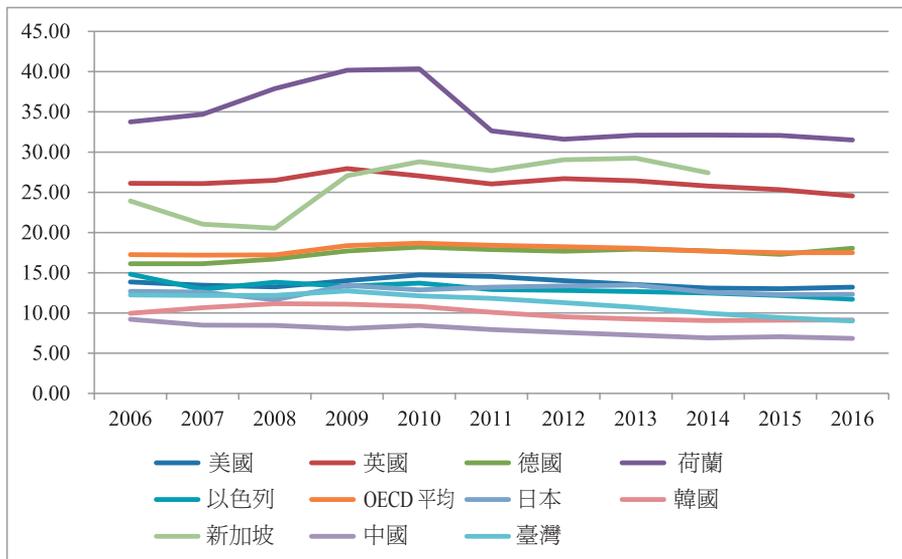


圖 5 高等教育執行國內總研發經費比率 (Percentage of GERD performed by the Higher Education sector)

資料來源：OECD, 2018

三、科研產出：論文總數下降且品質有待提昇

科研最重要的產出即是論文，論文的多少與品質決定競爭力的高低。表3資料來自SJR Scimago 期刊與國家排行（Journal & Country Rank），統計從1996至2017年所有主要國家的論文發表總數、引用狀態，以及H指數。以過去20年統計，臺灣排名在17位算是有不錯的表現，勝過某些OECD的已開發國家，但是若以代表品質的每篇引用數與H指數，則發現臺灣仍有改善空間。總計臺灣的每篇引用數為12.61，但OECD大部分國家引用數均在20以上，將近臺灣的兩倍高，顯示臺灣論文被其他國家/地區的引用程度仍須要加強。而若再以H指數（台大圖書館，2011）而言，臺灣在出版高達60萬篇論文中，僅有437篇論文，被引用超過437次，而這個數字比起大部分的OECD都遜色不少，的確有相當大的改善空間。使用相同的資料庫，分析臺灣過去20年的論文發表總數（請參見圖6），從1996年開始逐年增加，直到2011-2013年達到顛峰，每年產出43,000餘篇的論文，隨後便開始明顯下滑。若對照論文總數國際排名，也反應數幾乎一致的趨勢，自從2015年之後我國已經下降至21名，低於歷史平均17名。因此，整體而言，臺灣大學科研論文產出有下降疑慮，同時在引用率與H指數方面指出品質有待提昇。

表3 各國論文引用數量與引用比較（1996-2017年）

		篇數	引用數	自我引用數	每篇引用數	H 指數
1	美國	11036243	267612868	122087837	24.25	2077
2	中國	5133924	39244368	21831514	7.64	712
3	英國	3150874	68803194	15755046	21.84	1281
4	德國	2790169	54834760	13548169	19.65	1131
5	日本	2539441	39049963	10407744	15.38	920
6	法國	1967157	37865266	8085273	19.25	1023
7	加拿大	1594391	34945308	6216383	21.92	1033

		篇數	引用數	自我引用數	每篇引用數	H 指數
8	義大利	1583746	28548485	6597300	18.03	898
9	印度	1472192	12637866	4329674	8.58	521
10	西班牙	1256556	20661273	4705368	16.44	775
11	澳大利亞	1226552	23347703	4866812	19.04	848
12	韓國	1004042	12299582	2501499	12.25	576
13	俄羅斯	956025	6758715	2144568	7.07	503
14	荷蘭	886135	22670416	3483031	25.58	893
15	巴西	834526	8714980	2887006	10.44	489
16	瑞士	650079	17229374	2208073	26.50	866
17	臺灣	614487	7746794	1530538	12.61	437
18	瑞典	600233	14593911	2136863	24.31	778
19	波蘭	580205	5763359	1465411	9.93	479
20	土耳其	531899	5048456	1164227	9.49	368
21	比利時	485937	10725773	1418742	22.07	702
22	伊朗	448079	3369979	1232563	7.52	257
23	丹麥	355418	8873574	1206436	24.97	662
24	奧地利	354524	6998066	892664	19.74	577
25	以色列	346372	7806952	1004710	22.54	624
26	芬蘭	305791	6717452	983229	21.97	571

資料來源：SJR Scimago Journal & Country Rank，取自：<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>

最後以自然索引（Nature Index）為基礎分析，瞭解自然科學學科品質，臺灣高等教育表現，亦是有改進空間。該索引收錄全球頂尖的82份期刊，領域橫跨化學、生命科學、地球與環境科學，以及物理科學。表4顯示，在2017-2018年度的資料中，臺灣排名22位總計有876篇文章出版，若以分數式篇數（fractional count, FC）計算則可以上升至19位。但是觀諸其他OECD中小型國家，臺灣在發表數量與分數式計算中尚不如瑞士、荷蘭、瑞典、以色列與新加坡等國，未來仍然有提昇空間。

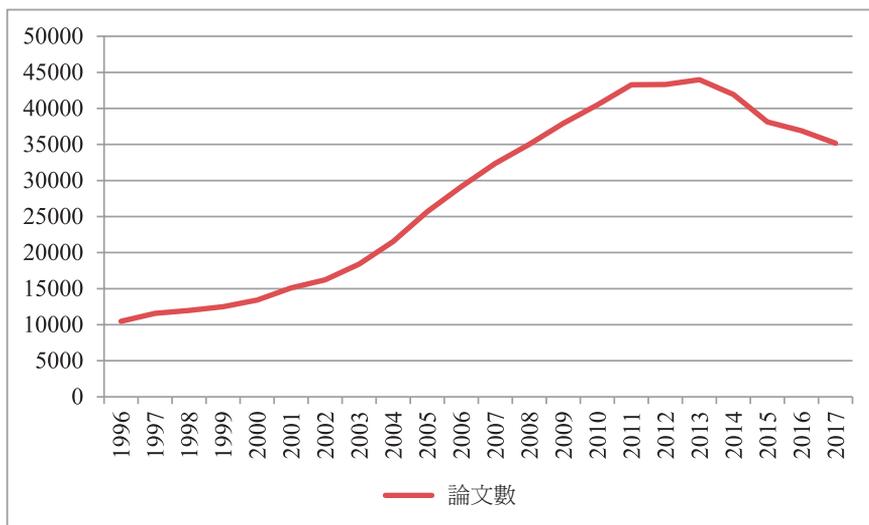


圖 6 臺灣論文數量變化圖

資料來源：SJR Scimago Journal & Country Rank，取自：<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>

表4 自然索引各國論文評比（2017-2018）

	國家	論文篇數 (article count)	分數式篇數 (fractional count)
1	美國	26330	19288.60
2	中國	12992	9490.53
3	德國	7963	4319.98
4	英國	6999	3592.21
5	日本	4651	3009.26
6	法國	4451	2109.48
7	加拿大	2972	1495.81
8	瑞士	2944	1351.35
9	義大利	2383	978.86
10	西班牙	2363	1059.05
11	澳洲	2305	1053.38

	國家	論文篇數 (article count)	分數式篇數 (fractional count)
12	韓國	2031	1259.52
13	荷蘭	2015	852.37
14	瑞典	1544	583.80
15	印度	1394	936.98
16	俄羅斯	1258	425.75
17	以色列	1107	554.23
18	新加坡	1105	587.82
19	丹麥	1000	365.75
20	奧地利	1000	380.33
21	比利時	963	359.97
22	臺灣	876	394.47
23	巴西	826	281.12
24	波蘭	744	224.33
25	挪威	617	185.12
26	芬蘭	593	194.52
27	捷克	583	179.33
28	葡萄牙	516	136.71
29	沙烏地阿拉伯	417	122.84
30	愛爾蘭	411	120.52

資料來源：<https://www.natureindex.com/countryoutputs/generate/All/global/All/score>

肆、人才

國家競爭力高低與人才充足、品質有密切關連，當然高等教育儲備許多研發人才，更是推動研究發展與科學創新的關鍵。本節與前一節相仿，使用跨國的時間序列資料，分析各國人才的充裕性、品質高低，以及高等

教育扮演的角色，藉此瞭解臺灣的國際競爭力。

一、臺灣有許多研發人才但大部分在企業界

若是以全國的樣貌分析，研發人才比例愈高，該國的競爭力與創新性當然會有更好的基礎。圖7顯示OECD統計每千人的研究人員數量，大部分調查國家，在每千人當中大約有6-12人是研究人員，OECD平均數字大約是7人左右，過去10年多數國家都有緩步上昇的現象（除了日本之外）。單獨看臺灣的數據，顯然我國具有良好的表現，從2006年9.05%至2016年12.60%，足足提昇3.55%，幅度之大僅次於韓國，也比大部分的OECD國家傑出。但是若仔細觀察表5數據變化，在企業裡面的研究人員數量有顯著增加，從2006年的5萬6117人，增加至2015年的10萬106人，10年內幾乎成長100%以上；相對的，在政府部門與高等教育體系中的研究人員，幾乎維持在原來的數字水準，而非營利單位的研究人員則少之又少，可以直接忽視。總體而言，臺灣每千人研究人員的增加，動力來源完全是企業大力投資研發的結果，與政府部門與高等教育關係薄弱。

二、高等教育研究人員數量下滑占全國比重亦降低

承接上面的初步觀察，臺灣的高等教育研究人員數量的確在降低中。圖8整體趨勢顯示，幾乎所有個案中的OECD國家，高等教育研發人員都處於增加狀態（日本除外，似乎受到2008年金融海嘯影響），這段期間內各國高等教育的研發能量都處於擴張階段。但是觀察臺灣這10年間的發展發現，除了在2006年至2012年逐步上昇之外，之後已經連續四年下滑，這樣與其他已開發國家確實有不一樣的發展方向。

若以各國高等教育研究人員數量占百分比數據比較，這段時間也出現不少國家下挫的情況，包括荷蘭、土耳其、日本、韓國與中國等，但也有加拿大、英國與德國維持穩定局面，但是臺灣則連續10年降低，足足減少

表5 臺灣研究人員數量

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
企業	56117	62623	68223	73903	81111	87419	92279	94236	97019	100106
政府	13937	14304	13912	14390	15131	14706	14630	14599	14753	14887
高等教育	24532	26231	27772	30712	31567	32045	32588	31712	30621	29828
非營利 單位	590	627	555	578	538	593	604	611	590	560
全部	95176	103786	110461	119583	128347	134762	140102	141159	142983	145381

資料來源：OECD, 2018

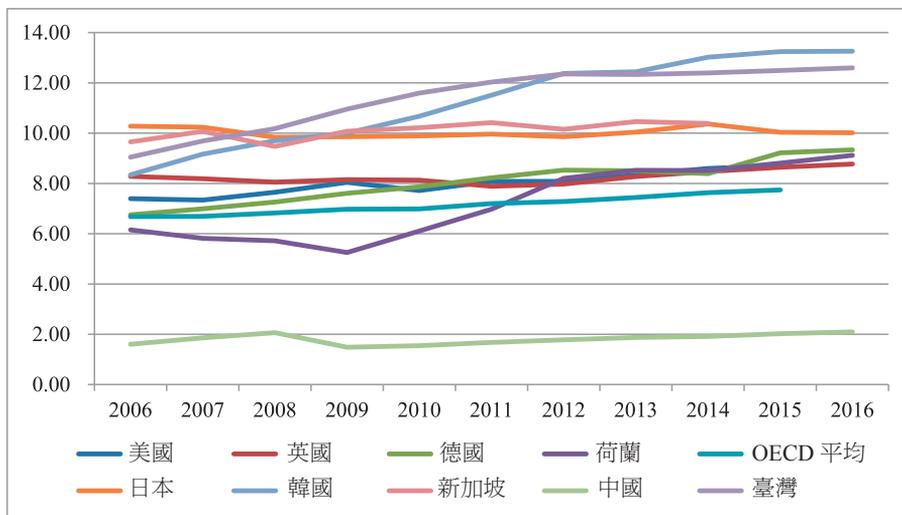


圖7 各國研究人員（每千人）

資料來源：OECD, 2018

6%的比重。雖然這可以解釋為全球性的企業投入研發所導致的現象，但是其他國家高等教育研究人員也同步增加，因此整體下降比率來得比臺灣幅度小。這樣的現象顯示，臺灣高等教育研究人力能量降低，對比上企業界大幅增加研發實力，兩者趨勢相反。

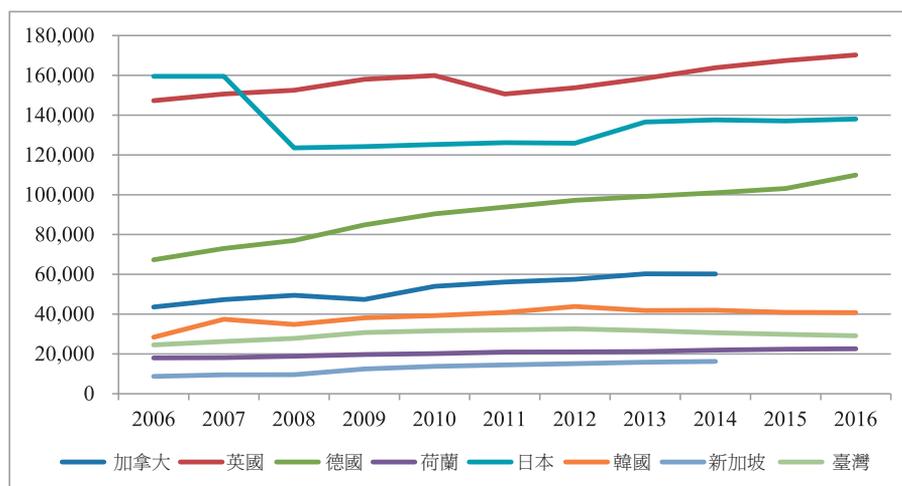


圖 8 各國高等教育機構研究人員數量

資料來源：OECD, 2018

表6 高等教育研究人員占全國百分比

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
加拿大	30.95	31.26	31.46	31.52	34.02	33.97	35.59	36.93	37.14		
英國	57.99	59.62	60.55	61.69	62.33	59.93	60.02	59.19	59.24	58.87	58.41
德國	24.04	25.09	25.44	26.74	27.56	27.70	27.58	27.96	28.70	26.59	27.41
荷蘭	33.88	35.51	37.09	41.87	37.53	34.18	28.66	27.67	28.76	28.23	27.47
土耳其	62.61	59.48	56.64	53.74	51.15	49.43	49.68	47.80	46.03	45.49	40.93
EU (28 國)	39.83	40.17	40.59	41.31	41.37	40.38	39.38	39.07	39.44	38.62	38.67
日本	23.29	23.31	18.81	18.95	19.09	19.21	19.48	20.68	20.15	20.70	20.75
韓國	14.19	16.86	14.73	15.64	14.87	14.14	13.89	12.98	12.14	11.46	11.28
新加坡	34.71	34.83	34.29	40.69	42.98	42.88	44.22	44.01	44.17		
中國	19.33	17.44	16.41	19.53	19.76	18.89	18.66	18.37	18.52	18.45	18.20
臺灣	25.78	25.27	25.14	25.68	24.60	23.78	23.26	22.47	21.42	20.52	19.70

資料來源：OECD, 2018

三、高等教育研究人員擁有博士學位穩定改善

科研能力的展現除了研究人員數量多寡之外，人員素質亦攸關研發產能、品質與創新程度。有競爭力的國家，高等教育勢必具備優異的人才品質，OECD統計資料針對擁有博士學位人數，提供參考資料。圖9以2007年為基礎，計算擁有博士比例增加狀態。沒有例外的，所有國家的高等教育擁有博士人數都增加，只是幅度有所不同，臺灣從2007年開始至2016年增加30%以上，位居所有國家的中間位置，一般開發中國家增加幅度更大，肇因於以往擁有博士學位者比例較少。因此就臺灣而言，整體高等教育研究人員具備博士學位已經是普遍且穩定的現象。

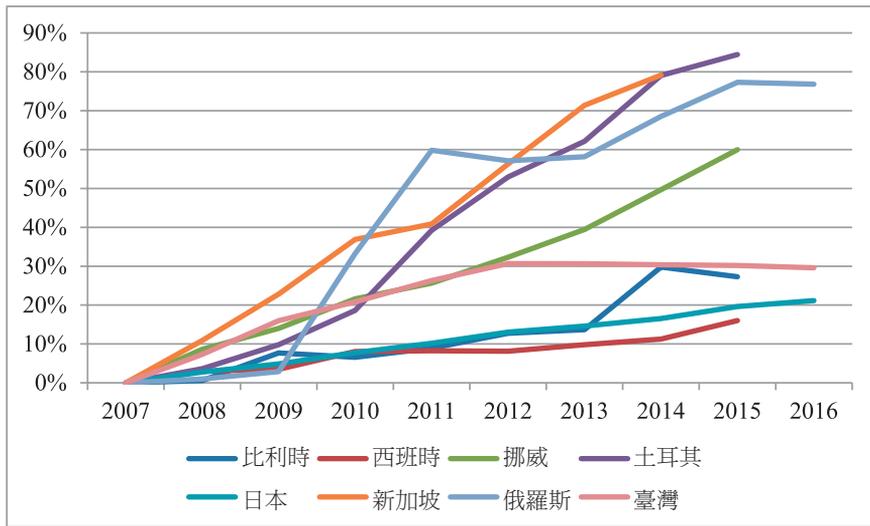


圖 9 高等教育機構中擁有博士學位人數

資料來源：整理自OECD, 2018

伍、創新

本節主要觸及創新角度，審視臺灣大學的創新程度與發展，依照目前相關數據與統計，臺灣的大學校院應該具有相當程度的創新能力，特別是在專利方面。高等教育創新創業是當前核心議題，亦是推動科研前進的主要動力來源。前面理論概念分析指出，創新主要被界定在研究發展方面（特別是GCR），在實際指標使用也經常與專利、技術移轉、科學論文與智慧財產權相關。事實上，由聯合國世界智慧財產權組織、美國康奈爾大學、歐洲工商管理學院等教育機構自2007年起發起的「全球創新指數」（Global innovation index, <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii>），就把人力資本與研究列入其中，並把高等教育與研發相關指標列為計算基礎，顯示創新與高等教育研發息息相關。

若以獲得美國發明專利（utility patent）的全球大學數量觀之，臺灣可謂是表現傑出，許多學校排名前100名內（見表7）。在美國三類不同的專利當中，發明專利的對象是「發明或發現新穎實用之方法、機器、製品或物之組合，或新穎實用之改良者」，顯示要獲得專利必須根據創發、嶄新的器物或方法之組合，的確展現創新的重要形式。這份由全美發明家學會（National Academy of Inventors）與美國智慧財產權人協會（Intellectual Property Owners Association）所發佈的報告，從2013年開始，我們可以發現臺灣從2015-2017年至少都有五所以上大學，位居全球前百大之列，特別是幾所研究型大學均有亮眼表現，清華大學在2015年甚至排在全球15名的位置。

事實上，目前尚有兩個組織/單位針對大學的創新能力進行評估與分析，包括Thomas Reuters與Nature，可惜的是這兩者似乎都沒有把臺灣的大學納入評估，因此看不到排名。但是透過類比日本、韓國與中國的大學表現，臺灣的大學應該也會有不錯的成績才是。首先Thomas Reuters主要

表7 臺灣獲頒美國發明專利的全球前100名大學

2015	2016	2017
15 國立清華大學	25 國立清華大學	23 國立清華大學
26 國立臺灣大學	29 國立臺灣大學	48 國立臺灣大學
29 國立成功大學	44 國立交通大學	64 國立交通大學
76 中原大學	69 國立成功大學	67 國立成功大學
81 國立臺灣科技大學	97 國立臺灣科技大學	98 國立中央大學
86 國立中央大學		

資料來源：National Academy of Inventors, 2018

是以評估大學在專利的數量、成功率、引用率、影響力、平均被引用數、產業使用狀況，以及Web of Science論文數量來進行比較。整體而言，該評比相當重視專利在創新的角色、應用與效果，當然也納入期刊文章的表現。透過上述指標的採計與運算，全球百大創新大學（Top 100 Innovative universities），東亞國家表現出色，以2017年為例，包括日本8所、韓國8所與中國有3所大學名列榜中（Reuters, 2018）。

同樣的，Nature Index也針對大學創新能力進行評估，同樣是以專利的數量，以及專利引用大學學術產出為判斷依據。該評比以1980年到2015年為計算依據，計算全球前100大創新機構/大學。除了少數的研究機構之外，表8顯示美國仍然是創新大學的霸主，總計有59所大學進榜，隨後是英國（8）、日本（8）、德國（7）、瑞士（4）與韓國（4），在之後則是OECD其他國家，但是能夠進入百大的學校，仍屬少數。同樣的，這份評比似乎並沒有納入臺灣的大學，因此無法確認我國在此評比的確切位置，但是日本與韓國的表現可圈可點，相當亮眼。

若以前面臺灣獲頒美國發明專利（utility patent）的全球前100名大學為基本估算，臺灣或許無法在Thomas Reuters與Nature名列前茅，但以國立清華大學、國立臺灣大學獲得專利數量的基礎，應該會有不錯的表現。或許肇因於資料完整性因素，希望未來臺灣的大學能夠被列入評比

表8 Nature 2017年全球100大創新大學

國家	大學數量	國家	大學數量
美國	59	荷蘭	3
英國	8	以色列	2
日本	7	瑞典	2
德國	7	比利時	1
瑞士	5	丹麥	1
韓國	4	法國	1

資料來源：Nature Index, 2018

方案。此外，全球創業指數（Global Entrepreneurship Index, GEI），評比各國的創業發展表現和創業潛力，以態度、資源與基礎社會當成生態系統，瞭解各國相對競爭優勢。臺灣在2018年的整體排名為全球18名，表現相當具有水準，而臺灣最弱的環節是競爭（competition）與國際化（internationalization）（Ács, Szerb and Lloyd, 2018）。

陸、變遷的競爭力發展

競爭力理論與概念指出，高等教育中的科研/研發、創新與人力，基本上都屬於社會基礎設施的一環，要有優質的國家競爭力，須要依靠穩固的高等教育優勢。但是經過上述綜合分析，臺灣仍存在某些競爭優勢，但也有值得憂心的傾向，以下透過四個角度分別予以詮釋。

一、全球科研經費增加，但臺灣高等教育研發經費並未上昇

觀察過去主要國家與臺灣均發現，各國的科研經費都是上漲的，但是臺灣近年卻有逐步落後的現象。由於知識經濟的發展，加上國際化與全球化的加劇，透過投資研發來追求經濟成長與社會發展已然成為已開發國家共有的信念，這也是為何表1與圖4中，大部分國家在近10年都大幅增加

研發經費的原因。但是臺灣卻反常的在2006年至2011年呈現上昇格局，之後卻不斷下修高等教育的科研經費。比對同時段的臺灣企業界（請見表5），研發人力大幅增加，幾乎上漲100%，顯示大環境須要投入更多的研究與創新。加上高等教育研發經費占GDP百分比（表2）分析，臺灣是所有調查國家中最低的（中國除外），這樣的現象點出兩個問題：高等教育研發經費與社會知識擴張需求背道而馳，以及高等教育研發角色弱化。這一方面跟國內日益強大的企業研發有關，另一方面也跟政府沒有擴大投資學術研發息息相關。

二、論文數量開始下降，品質有提昇空間

過去政府為了推動頂尖大學，追求百大名校，的確積極鼓勵高等教育生產論文與研究報告，這樣的成效在2011年至2012年達到了高峰，每年幾乎發表高達40,000餘篇的著作（根據圖6），但是如同表一所呈現的趨勢，幾乎在邁向頂尖大學計畫（應該是2014年）結束之後，論文數量出現明顯下挫局勢，顯然研發經費補助，與論文發表存在連動關係。但是國際競爭局勢顯著，臺灣論文發表數量在2017年已經下跌到21名，回到1996年代剛開始的狀態，其他國家後來居上，臺灣如何回應這些壓力，值得深究。

另外一方面，表3的引用次數與H指數暗示，雖然臺灣擁有不錯的論文章數，但是整體而言品質有改善空間。根據陳明俐（2016）的研究發現，「論文相對世界影響力指標可將10個國家分為兩群，一群為高於世界平均水準，共有瑞士、荷蘭、英國、德國、美國；另一群為低於世界平均水準，共有臺灣、南韓、日本、印度、大陸；顯示亞洲國家在論文相對影響力上的表現仍略遜於歐美國家」。一般而言，競爭力來自於影響力、仿效與創新，臺灣論文被引用率偏低（與其他已開發國家比較），意味著比較少人關注與使用這些創新知識，自然無法推昇國際上的學術位階。此外，H指數偏低也有類似的意涵，許多歐洲中小型國家的指數都勝過臺灣，顯

然我們還有進步空間。

三、高等教育科研人才數量趨於飽和

研究人員的多寡與素質，是推動研發創新關鍵，但是這部分與前面研發經費逐步下滑有諸多類似之處。首先，雖然世界各國都有增加科研人員趨勢，但是臺灣的高等教育研究人員甚至是下降的。圖7顯示各國科研人員持續攀升，符合知識社會的發展方向，包括臺灣都是。但是表5卻反向的點出，臺灣的科研榮景，是來自企業界研發能量擴張。相對的，高等教育系統的人才反而從2012年就開始下降了，而且持續到2016年。若是對照研發經費、論文發表數量，三者的下挫時間幾乎是相同，再次證明研發經費多寡，會連動科研人才數量，以及後端的論文數量。

此外，某些國家雖然高等教育占全國研發人數的比例有些許下降（特別是亞洲國家），但是臺灣幅度更大，主因是高教系統內人數已經開始下降所致。所幸臺灣研發人員的博士比率已經大幅改善，目前似乎趨向穩定狀態，這對國家競爭力會有一定幫助。

四、大學創新具有一定能力

從發明專利的評比得知，臺灣的大學在研發創新上具備一定實力，而且排名在百大之內的學校大約固定有五所。過去幾年來，臺灣的大學校院在專利的申請、維護與推廣有很深的佈局，也重視創新的效果與影響性。雖然Thomas Reuters與Nature Index的創新大學排行沒有列入臺灣，但是對照日本、韓國與中國在這兩個評比的耀眼表現，臺灣在擁有相仿的專利數下，應該會有相當創新能力才是。

柒、結論：新的分水嶺？

國家競爭力來自多重的關鍵基礎，但是高等教育的科研、人才與創新屬於中長期的社會基礎設施，他們的確是推動生產力，增加社會效能的關鍵要素，若能妥善的規劃與執行，的確對增加相對優勢有顯著幫助。本文基於此理論概念，藉由時間序列與國際比較分析，嘗試瞭解臺灣在過去10年來整體的學術競爭基礎，在經過諸多的對比與探討後，發現臺灣似乎面對一個新的時代變革。

過去臺灣在科研經費、論文發表、人才擴充，以及專利創新的開發，都有長足進步與成就，對於國家競爭力有所貢獻。但是實徵性的分析點出，自從2012年之後，這些渾厚的基礎似乎有所鬆動了。我們的學術系統的研發經費遲滯不前，占GDP百分比更是落後OECD國家，連帶的人才隊伍也逐漸縮減，學術論文已經走下坡。面對這樣的收縮發展，臺灣學術界的研發、創新能量充足嗎？可以維持多久呢？這些都是複雜且相互糾結的問題，若再加上教授高齡化與人口少子化，都讓我們對高等教育的基礎競爭力充滿憂心。所幸，臺灣的企業界仍有雄厚的研發實力，政府補助大學的科研經費仍然維持（在80%以上），但是面對日益激烈的跨國競爭，臺灣沒有太多樂觀的餘地。展望未來，政策面的研發投資加碼，與企業界的研發合作，學術論文的品質提昇，以及跨國學術影響力的拓展，會是臺灣亟需強化的關鍵領域。

參考文獻

- 陳明俐（2016）。我國近十年學術論文之相對影響力趨勢分析。2018年7月20日索取自<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10201>
- 臺大圖書館（2011）。h-index：簡單易懂的評估指標，呈現出多數文

- 章的被引用表現。2018年7月15日索取自<http://tul.blog.ntu.edu.tw/archives/2485>
- Ács, Z.J., Szerb, L. and Lloyd, A. (2018). Global Entrepreneurship Index 2018. 20 July 2018 accessed from <https://thegedi.org/2018-global-entrepreneurship-index/>
- Delgado, Mercedes, Ketels, Christian, Porter, Michael E., and Stern, Scott (2012). The determinants of national competitiveness. 22 July 2018 accessed from <http://www.nber.org/papers/w18249.pdf>
- National Academy of Inventors (2018). Top 100 Universities Granted U.S. Patents. 25 July 2018 accessed from <http://academyofinventors.org/>
- Nature Index (2018). Top 100 institutions by lens score. 25 July 2018 accessed from <https://www.natureindex.com/supplements/nature-index-2017-innovation/tables/top100-institutions-lens>
- OECD (2018). OECD stat. 20 July 2018 accessed from <https://stats.oecd.org/>.
- Porter, M.E. (1990, 1998). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press, MacMillan.
- Reuters (2018). Reuters Top 100: The World's Most Innovative Universities – 2017. 25 July 2018 accessed from <https://www.reuters.com/article/us-amers-reuters-ranking-innovative-univ/reuters-top-100-the-worlds-most-innovative-universities-2017-idUSKCN1C209R>
- Schultz, T. (1963). *The Economic Value of Education*. New York: Columbia University Press.
- World Economic Forum (2018). Global competitiveness index 2017-2018>country/economy profiles>Taiwan. 29 July 2018 accessed from <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/countryeconomy-profiles/#economy=TWN>