airiti

人口學刊
第 55 期，2017 年 12 月，頁 1-38
Journal of Population Studies
No. 55, December 2017, pp. 1-38

研究論文
DOI: 10.6191/JPS.2017.55.01

研究經費、生命週期因素、與學術生產力——臺灣物理學者的實證分析

吳慧瑛*

* 中國文化大學經濟學系教授
E-mail: hwu@faculty.pccu.edu.tw

收稿日期：2016.08.16；接受刊登：2017.07.16

airiti

摘要

本文旨在探討研究經費、生命週期因素、與學術研究生產力的關係，以物理學為主要研究領域，研究對象包括任職於具物理學博士班的11所大學教師以及中央研究院物理所研究人員，共327位物理學者，平均每位學者約有7.1個年觀測值。學術生產力以5種指標衡量：未調整作者人數的SCI論文數（指標1）、未調整作者人數的核心期刊論文數（指標2）、列名通訊作者或第一作者的核心期刊論文數（指標3）、經調整作者人數的核心期刊論文數（指標4）、經調整作者人數的SCI論文數（指標5）。考慮到取得博士學位的年齡會影響日後學術高峰期出現的時間，本文以取得博士學位後至論文發表時的年資來衡量生命週期的階段。

本文使用隨機效果Tobit模型估計，實證結果顯示年資與研究經費對學術生產力的影響呈現倒U型式的現象，主要出現在指標1與指標2。換言之，隨著年資或研究經費的增加，未調整作者人數的論文數，不管是一般期刊或核心期刊，會先上升然後再下降，且研究經費對生產力的影響，又比年資的影響來得顯著。控制研究經費與其他解釋變數之後，以指標1與指標2衡量的物理學者的學術生產力高峰約在取得博士學位後的19-20年間。

關鍵詞：師資結構老化、人力資本、研究經費、學術生產力、研究產出

airiti

壹、前言

生命週期因素與學術研究生產力的關係，長期以來一直吸引眾多不同領域學者從事相關研究。如果學術生產力隨著年齡或工作經驗的增長，呈現先上升後下降的型態，則當科學家年齡結構老化時，科學研究產出可能會減少。相反地，如果學術研究生產力不會隨著年齡或工作經驗的增長而下降，則科學家年齡結構的日漸老化，並不會影響科學研究能量的多寡。由於科學研究產出與國家競爭力密切相關，再加上許多先進國家面臨人口老化與研究人員平均年齡提升的問題，使得大家開始關注，生命週期因素對研究產出的影響，以及大學是否會因師資老化而影響其國際排名。

有鑑於多數科學研究是在大學內進行的，科學家的年齡結構大體上可從大學教師年齡結構推估而得。由表1可看出，近十年來，臺灣大專院校師資結構老化的現象，日益嚴重，不遑讓於其他先進國家。[1]表1顯示，在1995年時，助理教授以上的教師中，接近四分之三在50歲以下，50歲以上只占26.5%；到了2005年時50歲以下教師仍有七成。然而，於2005-2015年的十年間，50歲以上教師以驚人的速度增加了21.1%，另一方面，50歲以下的教師比例已少於一半。以2015年為例，正教授與副教授當中，年過50歲的比例已高達75.9%與54.3%。[2]

在學術生產力的相關文獻中，生命週期因素常以年齡或取得博士學位後的年資代表。[3]由於科學家年資中斷的情形並不常見，取得博

1　舉例來說，義大利著名的研究機構National Research Council（CNR）在1984年時，年齡介於24-44歲者占60%，但在2001年時只占29%；同一期間年齡介於24-34歲者之比例由19%減少至5%（Bonaccorsi and Daraio 2003）。

2　更詳細的大學教師年齡結構分析，請參見張于紳、王宣智（2014）的研究報告。

3　過去文獻中，以年齡代表生命週期因素的研究，例如：Bonaccorsi and Daraio（2003）；Bratsberg et al.（2003）；Diamond（1986）；Gonzalez-Brambila and Veloso（2007）；Hansen et al.（1978）；Levin and Stephan（1991）；McDowell

airiti

表1　大專院校助理教授（含）以上專任教師之年齡結構（單位：%）

年齡別	1995	2005	2015
未滿40歲	35.7	25.1	11.2
40-49歲	37.8	44.6	37.3
50歲（含）以上	26.5	30.3	51.4
合計	100	100	100

資料來源：中華民國教育統計（民國85、95、與105年版；教育部出版），經作者自行計算而得。

註：助理教授（含）以上教師包括教授、副教授、以及助理教授；資料包括公立與私立的大學、獨立學院、及專科。近十年來，表1中專科教師所占比例少於1%。

士學位工作後的年齡增長其實等同於年資增長，這使得年資與年齡兩變數高度相關。不論是用年資或年齡代表生命週期因素，所得到的實證結果應相去不遠。而探討生產力或薪資等經濟議題，因年資或工作經驗的累積隱含人力資本存量，其可能比年齡更能反映個人的生命週期因素。

本文以物理為主要研究領域，樣本來自11所具有物理學博士班的大學以及中央研究院物理所。學術生產力以「科學引文索引」（Science Citation Index [SCI]-Expanded）資料庫所收錄之期刊論文為主要樣本，整理每位學者於1991-2004年間，各年度發表的論文篇數。文中依照每位學者取得博士學位的年度分為1961-1970、1971-1980、1981-1990、以及1991-2000年等4個畢業世代（cohort）。其中1981-1990年與1991-2000年的2個畢業世代也是目前臺灣高等教育的主力，而在本文研究期間（1991-2004年），這兩群學者恰好處於其研究生產力的高峰期，這期間更是臺灣整體研究經費快速擴張的時期。[4]

（1982）；Over（1982）；Stern（1978）；Wray（2003）；以取得博士學位後的年資代表生命週期因素的文獻，包括：Allison et al.（1982）；Baser and Pema（2004）；Bayer and Dutton（1977）；Cole（1979）；Goodwin and Sauer（1995）；Hansen et al.（1978）；Kim et al.（2009）；Lovell（1973）；Oster and Hamermesh（1998）；Over（1988）與Weiss and Lillard（1978）。

4　以當年幣值計算，國科會（今科技部）經費由1991年的7,668臺幣百萬元，增加到

airiti

過去國外文獻常因個人研究經費資料難以取得，只能探討生命週期因素對學術研究生產力的影響。受益於科技部網站公開歷年個人研究計畫經費資料，本文得以蒐集個人研究經費的相關資料，並進一步檢視研究經費、生命週期因素、與學術生產力間的關係，以瞭解究竟研究經費的增加能否延緩大學師資結構老化對科研產出所帶來的影響。全文共分五節，第二節回顧過去文獻，第三節敘述資料來源與樣本特徵，第四節說明研究方法與討論實證結果，第五節則提出結論與建議。

貳、文獻回顧

生命週期因素對學術研究生產力的影響究竟如何，在過去的實證研究中並無確切的結論。Lehman（1953）研究指出科學家的研究生產力在30歲以後就開始遞減，Levin and Stephan（1991）則發現物理學家的研究生產力在39-45歲時達高峰。Diamond（1986）以數學、物理、化學、與經濟學者為研究對象，發現論文數量與品質皆會隨年齡增長而下滑。Hansen et al.（1978）與Kim et al.（2009）發現經濟領域之學術生涯生產力，呈現先上升再下降的非線形關係。[5]然而，也有研究提出不同的看法，認為生命週期因素對研究生產力影響不大（Cole 1979; Gonzalez-Brambila and Veloso 2007; Zuckerman and Merton 1973）。

此外，不同領域的學術高峰期也不同，通常基礎科學（例如：理論物理、數學等）出現較早，應用科學領域（例如：醫學、農學等）與人文社會領域則較晚。在應用科學領域與人文社會領域上，由於實

2004年的23,051臺幣百萬元，在這段期間全國研發經費亦成長超過2倍。

5 Hansen et al.（1978）以論文數衡量學術生產力，Kim et al.（2009）使用2種生產力指標：調整頁數後的論文數與進一步以期刊影響係數（impact factor）加權後的論文數。Kim et al.的研究資料顯示經濟學者（含財金領域）生產力約在年資為4年的時候達高峰，之後會隨年資增加而下降。

airiti

際經驗扮演重要角色，因而延後學術高峰期。不同領域間亦存在許多差異性，例如數學家可能主要倚賴本身的天分（人力資本），物理或化學家則需研究設備與經費（物質資本）。McDowell（1982）發現經濟學家的研究生產力曲線與自然科學領域相似，學術高峰期較早，而文學或歷史的高峰期則較晚。

在理論方面，Levin and Stephan（1991）建構一個生命週期（life-cycle）模型，解釋科學家學術生涯生產力的變化。其認為科學家從事學術研究工作有兩種動機，一為財務面的所得動機（例如：取得較高的薪水），二為精神面的成就動機（例如：可從研究工作中獲得解決問題的滿足）。如果是財務動機較強者，則在學術生涯中，其生產力下降速度會較快。例如，有些已完成升等過程的大學教師，沒有誘因再繼續投入研究工作，學術生產力因而下降。如果是精神面成就動機較強者，則因從事研究工作的熱忱依然存在，其學術生產力比較不會下降，或者下降速度會較慢。

財務面所得動機與精神面成就動機的強弱，在不同領域之間常存在差異性，使其生命週期生產力曲線亦呈現不同樣貌。Bonaccorsi and Daraio（2003）指出當財務面所得投資動機存在時，根據人力資本理論，學者一旦接近退休的階段，欲藉由投資自己來增加所得的誘因將會下降，研究生產力也因此隨之降低。此外，資深科學家的生產力較低，也可能是因為不想改變與缺乏創新精神所造成的結果（Wray 2003）。

另一方面，不同世代因所處的環境不同，其學術生產力也可能不同。Levin and Stephan（1991）認為年輕世代（cohort）的學術生產力較高，是因為知識發展已較完備，使得論文發表累積存量（publication stock）折舊率較低，即過去累積的知識仍可繼續用來發表論文，不會因為知識更新速度過快，而陷於無用武之地。然而不同世代間，勞動市場就業機會可能不同，誘因也可能不同。

Diamond（1984）利用Ben-Porath（1967）的生命週期人力資本

airiti

理論來解釋科學家的研究生產力，即年輕時期，由於新投資的人力資本會超過折舊，使得人力資本存量增加，研究生產力也跟著上升。隨著時間經過，當人力資本的折舊逐漸超過新的投資時，人力資本存量開始下降，研究生產力也會隨之下降。Diamond（1984）的理論模型結果隱含生命週期研究生產力，可能呈現先上升後下降的形狀。

因此，當學者的人力資本存量達高峰後，即使論文數量未因年齡而下降，論文品質可能也已下降。例如，Oster and Hamermesh（1998）發現，資深經濟學者會減少投稿到核心期刊，以品質較低的期刊取而代之；因此，若不限於核心期刊，論文數下降速度會較緩慢，但前10%的頂尖學者的研究生產力，比較不會出現此一現象。[6] 此外，若有共同作者，學術高峰也可延後1-5年（Levin and Stephan 1991）。

造成資深學者論文數量與品質下滑的原因，除了人力資本存量下降之外，也可能是因為花在非研究活動（含教學、行政、論文審查等）的時間增加，使其可用於研究的時間減少（Diamond 1986; Over 1982）。例如，Stern（1978）發現數學家在45-49歲間常因擔任行政職位（含院系主管、期刊編輯等）占用了研究時間，降低了學術生產力。Goodwin and Sauer（1995）針對經濟學家所做的研究，也發現行政職位會導致學術生產力的永久性下降，因為研究資本（research capital）必須透過不間斷地從事研究工作來補充，花在行政工作的時間無法轉換成研究資本，機會成本相當顯著。但另一方面，行政職位也可能帶來更多的資源與合作機會，使其生產力（指非關鍵性貢獻）得以維持不墜。

此外，研究經費的增加亦有助於提高學術生產力，Adams and

6 Oster and Hamermesh（1998）針對208個於1959-1983年間取得博士學位且任職於17所研究型大學的經濟學家所做的研究發現，資深經濟學家發表在3本核心期刊（包括*American Economic Review*、*Journal of Political Economy*、以及*Quarterly Journal of Economics*）論文數急速減少，其推論文章是否被頂尖期刊接受似乎與年資無關，而是與論文品質較有關。

airiti

Griliches（2000）利用美國加總資料，發現在物理領域，當研究經費增加1%，論文數會增加約0.53%。Arora et al.（2000）估計研究經費的產出彈性約為0.6。Cesaroni and Gambardella（2003）以義大利研究機構與大學為分析對象，發現不分領域時，當研究經費增加1%，調整品質後的論文數會增加0.354%。Teodorescu（2000）以10個國家的學者為研究對象，除了3個拉丁美洲國家缺乏可靠的研究經費資料外，對其他7個國家而言，研究經費增加皆顯著地提高該國的學術生產力（以過去3年論文數衡量），特別是美國與澳洲。

再者，隨著工作經驗的累積，研究生產力高的科學家取得較多的研究經費，進而提高其未來的生產力。因此，與尚未成名的年輕科學家相比，知名的（通常較為資深）科學家，更容易取得高額研究經費，繼而累積更多的優勢（Allison et al. 1982; Over 1982）。此種累積優勢（cumulative advantage）效果，使得科學家生產力的不均度，隨著時間而擴大，也使得科學家的論文發表常集中在少數人身上，即Merton（1968）所提到的馬太效應（Matthew Effect）。[7]

除了上述提及的因素之外，制度變革亦可能影響研究生產力，田芳華（1999）指出臺灣於1990年代中期新增助理教授一級，有助於提高大學教師的研究生產力與延長其研究生涯。其他影響研究生產力的因素尚包括博士學位畢業學校、工作習性、性別等個人特質與工作單位的聲譽。擁有好聲譽的學校／機構較容易吸引到好人才，且因為其人力支援、設備、與圖書館資源較為豐富，故一般而言生產力也會較高（Fox 1983; Teodorescu 2000）。

最後，較晚取得博士學位與較長的受教年限，也會延後學術高峰出現的時間。例如：Jones（2010）發現20世紀獲得諾貝爾獎的科學家與偉大技術發明者，其最重要貢獻的出現時間比上一世紀得獎者約

7　但Allison et al.（1982）認為研究生產力不均度，隨年資增加而提高之現象，可能只見於論文篇數，而未見於論文被引次數（citation）。

airiti

晚6年；Gonzalez-Brambila and Veloso（2007）發現墨西哥研究員出現學術高峰的時間約在53歲，這些都可能與取得博士學位的年齡較晚有關。再者，如果社會人口結構較年輕，年輕學者人數較多，由年輕科學家發現新理論的機率也會較高（Over 1988; Wray 2003）。

參、資料來源與分析

本文以物理學為研究領域，學者樣本來自在本文研究期間具有博士班的11個大學物理系所之教師以及中央研究院物理所之研究人員。扣除遺漏值以後，物理學領域的學者人數為327人，以年為時間分析單位，本文蒐集到2,313個年觀測值（observations），平均每位學者約有7.1個年觀測值，樣本來源詳見附錄一。[8]

過去文獻中生命週期因素常以年齡或年資（工作經驗）來代表，因年資或工作經驗為人力資本投資的重要管道，其亦是決定生產力或薪資的關鍵元素，這使得年資比年齡更能反映學者的生命週期因素。因此，我們以博士畢業後至論文發表時的學術年齡（以下簡稱年資）來代表生命週期因素。[9]扣除遺漏值後，本文樣本的年齡與年資之相關係數約為0.90。[10]在年資與年齡兩變數高度相關之下，不論是用年資或年齡代表生命週期因素，所得到的實證結果應相去不遠。

---

8 Diamond（1986）與Levin and Stephan（1991）選擇具博士班的大學相關系所為研究對象的原因，是因為學術論文的發表大多集中在研究型大學。

9 學者取得博士學位後的工作經驗或年資，Lovell（1973）稱之為Ph.D. age，Bayer and Dutton（1977）稱之為career age，Cole（1979）稱之為professional age，Allison et al.（1982）稱之為professional age或career years，Over（1988）稱之為professional age，Kim et al.（2009）稱之為career years，本文稱為學術年齡。

10 在本文的研究期間，並未看到臺灣學者因工作中斷導致年資中斷的情形，故年齡增長其實等同於年資增長。但因每位學者取得博士學位的年齡並不一定相同，使得相同年齡不一定等於相同年資，主要差異是在完成博士學位所花的時間不同與就讀博士學位前是否有工作經驗。由於同一領域完成博士學位所花的時間差異不大，且臺灣學者就讀博士學位前的工作經驗並不多，這些因素讓年齡與年資高度相關。與男性相比，女性少了兵役，年齡相同且完成博士學位所花的時間一樣時，女性年資會較多，本文中女性學者樣本不多，約占7.6%。

airiti

本文整理每位學者於1991-2004年間，各年度發表的論文篇數、核心期刊論文篇數、核心期刊論文中列為第一作者或通訊作者的篇數、每篇論文作者人數、與每年所獲得的科技部（昔國科會）計畫總金額等資料。[11]其中研究經費取自科技部網站，如果同一年內有兩個以上的計畫則將計畫金額加總。由於本文實證研究用到過去五年的研究經費，新進的教師／研究人員因缺乏過去的研究經費資料，不包括在本文樣本中。

一般而言，由於科學研究發現具有公共財（public goods）的特徵，且科學研究的貢獻常只給第一個發現者（the importance of priority），科學研究的時間競賽變得非常重要（Stephan 1996）。科學研究成果講求快速發表，一旦發表了即成為公共財。這也是為什麼科學家注重期刊論文的發表，而期刊論文的發表則可以用來衡量科學家的學術研究生產力（吳慧瑛 2008）。

因此，本文在學術生產力方面，以「科學引文索引」（SCI Expanded）資料庫所收錄之期刊論文為主要樣本，刪除其中的Meeting Abstract、Correction、Correction-Addition、Editorial Material等類型的文章，只保留了Article、Letter、Note、Review四類文章做為樣本。科學家的學術生產力指標，包含論文篇數與論文品質兩面向。[12]其中，論文品質常用2種指標來衡量：一、是否發表在核心期刊（core journals），以及二、論文被引次數。

一般認為發表在核心期刊可反應出其對學界的影響力（Conroy et al. 1995），但「核心期刊」會有主觀認定的問題。而另一指標，論文被引次數雖可衡量一篇文章的品質與貢獻，然被引次數常會隨時間

11　因行政院組織改造，2010年2月3日，《行政院組織法》修正，增設科技部。2014年1月22日，制定《科技部組織法》和相關組織法。2014年3月3日，「國家科學委員會」（簡稱國科會）正式改組為「科技部」。

12　Van Heeringen and Dijkwel（1987）以荷蘭物理、化學、以及經濟學者為研究對象，使用論文篇數與論文被引次數做為學術生產力指標，其認為年齡與生產力之間並無理論關係，年齡只與生產力的成長率有關，其亦發現35歲以下學術生產力的成長較快。

airiti

而增加，並不一定是因為其論文品質較高。因此，在相同的查詢時間點，不同年度發表的論文，無法以論文被引次數來判定論文品質高低。換言之，如果是橫斷面資料，即同一年度發表之論文，以論文被引次數來分辨論文品質較無問題。由於本文資料為跨年之長期追蹤資料，故採用核心期刊的論文數來衡量論文品質較為適當。[13]

表2的樣本特徵顯示本文樣本中，國外博士約占89.3%，物理學者每年平均發表2.80篇的論文（含沒有發表論文者）與獲得145.1萬的研究經費（含沒有研究經費者）。文中按照每位學者取得博士學位的年度分為1961-1970、1971-1980、1981-1990、以及1991-2000年等4個畢業世代（cohort）；其人數分配情形可由表2得知，畢業於1981-1990

表2　樣本特徵，按博士畢業世代分

博士畢業世代	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	全部樣本
男性比例（%）	95.5	91.2	90.3	94.2	92.0
國外博士比例（%）	100.0	95.5	89.6	82.5	89.3
年均SCI論文數	2.18	2.48	2.80	3.14	2.80
年均核心期刊論文數	0.46	0.71	0.84	1.36	0.95
名列通訊作者或第一作者的年均核心期刊論文數	0.04	0.16	0.28	0.31	0.25
調整作者人數之年均核心期刊論文數	0.13	0.20	0.29	0.32	0.27
調整作者人數之年均SCI論文數	0.72	0.82	0.93	0.96	0.90
年均研究經費（臺幣萬元）	105.4	132.6	151.8	153.0	145.1
學者人數	22	68	134	103	327
學者人數分配（%）	6.7	20.8	41.0	31.5	100.0

註：所有研究經費皆經國內生產毛額平減指數（基期 = 2001）平減過。

13　物理學核心期刊之名單取自科技部自然處學門網頁，物理學核心期刊之名單含 *Physical Review*（A、B、C、D、E）、*Physical Review Letters*、*Applied Physics Letters*、*Optics Letters*、*Astrophysical Journal*、*Europhysics Letters*、與*Astronomy & Astrophysics*。

airiti

年期間的學者約占本文樣本的41%，人數為最多，其次為1991-2000年畢業者（31.5%），而1961-1970年畢業者，人數為最少。若看不同年資的年觀測值樣本分配情形，則以取得博士學位後，擁有6-15年年資的年觀測值居多，約占49.1%，其取得博士學位的時間集中在1981-1990年與1991-2000年等2個畢業世代。

在研究經費方面，約三分之一觀測值高於1996-2004年平均值，其年均研究經費約為臺幣360.3萬元，其他三分之二觀測值低於平均值，年均研究經費約為42.0萬。所有研究經費皆經國內生產毛額平減指數（基期 = 2001）平減過。從表3(a)中我們進一步發現，處於相同的年資，年輕畢業世代的年均研究經費均較年長世代多，可能是因為科技預算增加、以及科技政策改變給了年輕學者較多機會。此外，圖1的研究經費—年資曲線，顯示研究經費大約在年資為16-25年之間到達高峰，圖1並未畫出1961-1970年畢業世代，因為其樣本只有22位學者。各學校／機構平均一位學者之年均研究經費亦列於附錄二以供參考。

表3(b)列出不同畢業世代下，年均論文數之分配情形，其顯示物理領域中，若處在同一年資時，年輕畢業世代的年均論文數似乎比較年長世代多；可能是因為年輕的畢業世代處於研究經費增加、研究環境改善、大型研究計畫出現、且學術社群已逐漸形成的時代。例如，同為擁有6-10年年資的學者，1991-2000年畢業世代的年均論文數約為3.32篇，而1981-1990年畢業世代的年均論文數約為2.16篇。與SCI期刊論文數的情形類似（詳見表3(b)與圖2），核心期刊論文數亦存在畢業世代的差異，其中又以1991-2000年畢業世代高於其他年長世代的現象特別令人矚目，請參見表3(c)與圖3。

然而，如果看核心期刊論文中列名通訊作者或第一作者的年均篇數（指標3）、與調整作者人數後的SCI論文數或核心期刊論文數（指標4與指標5），畢業世代間並無明顯差異，詳見表3(d)-3(f)。表4則顯示不分畢業世代，不管是論文中通訊作者的比例或第一作者的比例皆隨年資的增加而遞減，而且這兩個比例也出現畢業世代的差異。換言

表3　全體樣本年均研究經費與論文數，按博士畢業世代與年資分

博士畢業世代		1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000
(a) 年均研究經費（臺幣萬元）					
年資	1-5年				129.9
	6-10年			87.9	163.0
	11-15年			153.9	176.8
	16-20年		142.6	180.9	
	21-25年		144.2	218.8	
	26+年	107.3	131.6		
(b) 年均SCI期刊論文數					
年資	1-5年				1.91
	6-10年			2.16	3.32
	11-15年			2.64	3.73
	16-20年		2.76	3.31	
	21-25年		2.81	3.07	
	26+年	2.02	2.10		
(c) 年均核心期刊論文數					
年資	1-5年				0.65
	6-10年			0.56	1.33
	11-15年			0.73	1.86
	16-20年		0.65	1.15	
	21-25年		0.98	0.62	
	26+年	0.49	0.43		

博士畢業世代		1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000
(d) 名列通訊作者或第一作者年均核心期刊論文數					
年資	1-5年				0.32
	6-10年			0.28	0.26
	11-15年			0.27	0.36
	16-20年		0.27	0.27	
	21-25年		0.19	0.16	
	26+年	0.05	0.08		
(e) 經調整作者人數之年均核心期刊論文數					
年資	1-5年				0.29
	6-10年			0.22	0.28
	11-15年			0.28	0.37
	16-20年		0.29	0.29	
	21-25年		0.25	0.16	
	26+年	0.14	0.11		
(f) 經調整作者人數之年均SCI論文數					
年資	1-5年				0.76
	6-10年			0.87	0.96
	11-15年			0.89	1.01
	16-20年		1.13	0.93	
	21-25年		0.87	0.86	
	26+年	0.70	0.68		

註：年資（或學術年齡）定義為博士畢業後至論文發表時的工作經驗年數；所有研究經費皆經國內生產毛額平減指數（基期 = 2001）平減過；表3中，畢業世代為1981-1990年且年資為21-25年只有45個觀測值，其平均值僅供參考，其餘組別之觀測值數目約在80-540個之間，詳細觀測值分配請見附錄三。

airiti

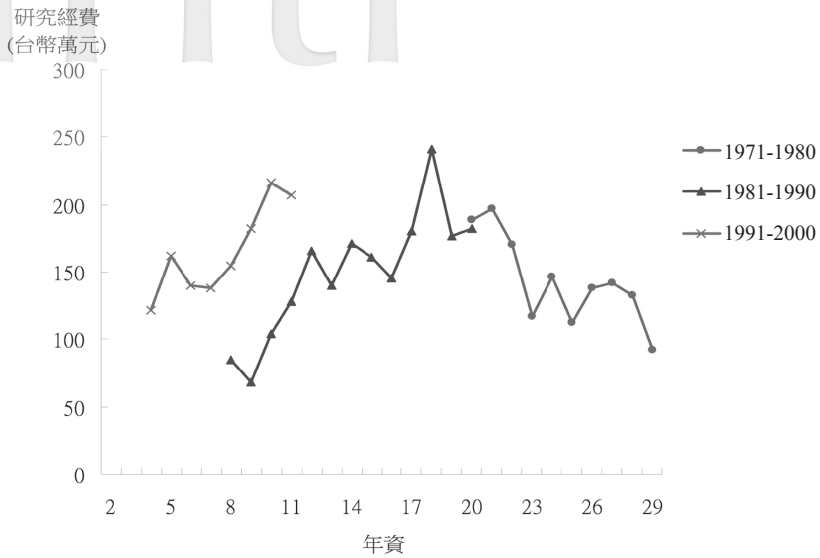

圖1　研究經費—年資曲線

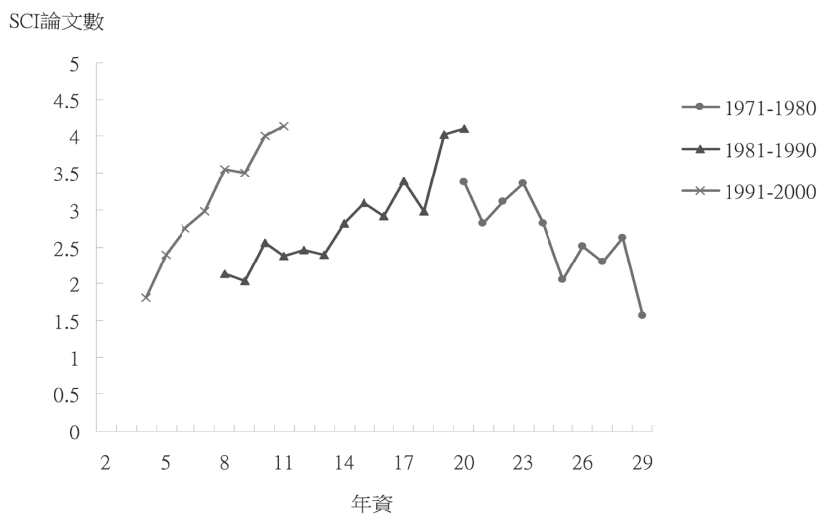

圖2　SCI論文數—年資曲線

airiti

之，在同一年資之下，除了1961-1970年畢業世代外，年長世代一般擁有較高比例為論文中的通訊作者或第一作者。

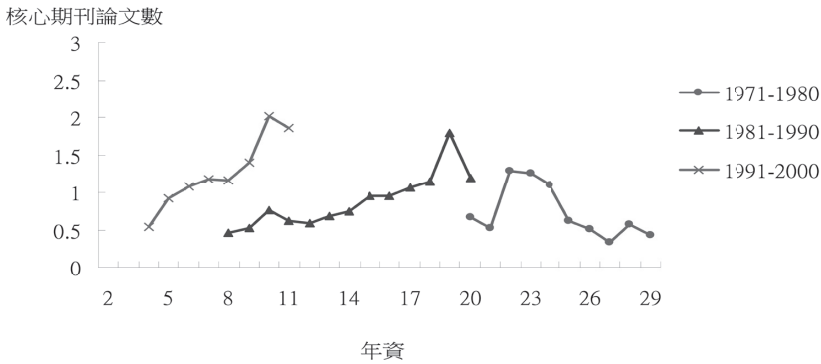

圖3　核心期刊論文數—年資曲線

表4　論文中列為通訊作者與第一作者之比例（年平均值）

博士畢業世代		1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000
(a) 通訊作者比例（%）					
年資	1-5年				52.7
	6-10年			48.7	41.1
	11-15年			43.8	37.2
	16-20年		42.2	40.8	
	21-25年		35.6	26.9	
	26+年	27.6	32.3		
(b) 第一作者比例（%）					
年資	1-5年				50.3
	6-10年			43.9	34.5
	11-15年			36.5	24.7
	16-20年		40.4	32.1	
	21-25年		32.0	26.2	
	26+年	22.5	26.2		

註：樣本只含有發表SCI論文者。

airiti

肆、研究方法與實證結果討論

過去研究常使用單年的橫斷面資料，其缺點為無法區分學術年齡與世代效果（cohort），因為在橫斷面資料中，學術年齡（以下稱為年資）較高者也是較早的出生世代。本文的資料屬於長期追蹤資料（panel data）型式，故可區分這兩種效果。以下列A、B、C三位學者的例子來說明，假設樣本中的A、B、C三位學者分別於1975、1985、1995年取得博士學位。

在本文的取樣期間（即1991-2004年），我們可觀察到A學者於1975年取得博士學位之後16年到29年的資料、B學者於1985年博士畢業後6年到19年的資料、C學者自1995年博士畢業後的9年的資料。即本文可同時觀察到A與B學者在年資為17年的情況，也可同時觀察到B與C學者在年資為7年時的情況，且可以區分他們的畢業世代（cohort）。

本文根據Diamond（1984, 1986）與Levin and Stephan（1991）等人的理論模型，將年資（人力資本）與研究經費（物質資本）視為研究產出的投入要素。相較於國外研究常缺乏個人研究經費的資訊，本文因為有蒐集個人歷年的研究經費資料，可進一步分析年資、研究經費、與學術生產力的關係。[14]所有研究經費金額皆經以2001年為基期的國內生產毛額平減指數（GDP deflator）平減過。

考慮研究經費具多年效果，以及研究經費與論文出版之間具有時間落差（time lag），本文參考Adams and Griliches（2000, pp.128-129）之做法，使用過去5年的研究經費之加權平均值，做為研究經費

14　現有相關研究中，研究經費都是加總過的總體資料，例如，Grilliches（1979）以研發（Research and Development, R&D）支出為生產函數投入，來解釋研發支出與總體產出水準間的關係；Adams and Griliches（1996）發現研發支出增加，不但使論文數增加，並且提高了論文被引次數。

airiti

投入的解釋變數（K），即在t年發表的論文篇數會受到過去5年研究經費之影響。因此，雖有14年（1991-2004年）的研究經費資料，考慮上述研究經費5年落遲項（lagged variables）加權計算之後，實際上只有1996-2004年間有完整的研究經費投入（K）值。產出變數論文數則為當年度的資料，不用落遲項，論文數之資料期間也配合為1996-2004年。本文實證分析式子如下所列：

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 E_{it} + \beta_2 E^2_{it} + \beta_3 K_{it} + \beta_4 K^2_{it} + \beta_5 Z_i + u_i + \varepsilon_{it} \quad \text{.....} \quad (1)$$

上式中，下標i與t分別代表，第i位學者與第t年；被解釋變數Y為研究產出，亦即個人的學術生產力，解釋變數E與K分別代表年資與過去5年研究經費加權平均值，即：

$$K_{it} = 0.111 \times RD_{it\text{-}1} + 0.222 \times RD_{it\text{-}2} + 0.333 \times RD_{it\text{-}3} + 0.222 \times RD_{it\text{-}4} + 0.111 \times RD_{it\text{-}5} \quad \text{.....} \quad (2)$$

其中$RD_{it\text{-}j}$為第i位學者第（$t-j$）年的單年研究經費；其他解釋變數Z，包括任職學校／機構虛擬變數、適用1994年大學法新增助理教授制度之虛擬變數、曾任單位主管虛擬變數等；u_i為第i位學者的個人效果（individual effect）；ε為殘差項。

本文衡量學術生產力（Y_{it}）有5種方式：未調整作者人數的SCI論文數（指標1）、未調整作者人數的核心期刊論文數（指標2）、只計列名通訊作者或第一作者的核心期刊論文數（指標3）、經調整作者人數的核心期刊論文數（指標4）、經調整作者人數的SCI論文數（指標5）。[15]本文作者人數調整的方法為，若該篇論文有n個作者，則將該篇以1/n篇計算。如果列名通訊作者或第一作者，則將該篇以1/（$n-1$）篇計算。

15 Levin and Stephan（1991）的做法，以SCI論文數衡量學術研究生產力的變數Y_{it}有4種方式：未調整作者人數與期刊品質、調整作者人數但未調整期刊品質、未調整作者人數但調整期刊品質、同時調整作者人數與期刊品質。Oster and Hamermesh（1998）對於有合作者的論文則以0.5篇計算。

airiti

估計式中的個人效果u_i可視為隨機變數（即隨機效果）、或附著於每位學者的常數項（即固定效果），固定效果常是用以補捉不會隨時間變動的個人特質。因每位學者各有其個人效果（u_i），若將各別u_i視為常數，以虛擬變數估計，稱為固定效果模型；若將u_i視為隨機變數，則稱為隨機效果模型。由於固定效果的數目會隨學者人數增加而增加，導致流失自由度，提高估計的困難度。

若使用最小平方法（least squares estimation）估計時，固定效果可藉由demean的方式或讓同一人前後期觀測值相減而消去，無須直接估計出來，計算較容易。然而如果是用最大概似法（maximum likelihood estimation）估計，則因固定效果是無法觀察到的（unobservable），機率密度函數不易定義（Wooldridge 2002, pp.493-494），也因自由度因素，一般統計軟體並未提供固定效果模型的最大概似法估計。特別是當固定效果數目龐大且密度函數型態較複雜時（例如：常態分配），涉及積分以及高維度反矩陣運算，電腦計算較為困難。

由於文中會用到一些與個人特質相關的解釋變數Z（例如：任職學校機構、以博士畢業年度定義之畢業世代等），其值如同常數項一般，並未隨時間變動，在固定效果模型之下，無法得到這些解釋變數的參數估計值。為了加入任職學校機構等解釋變數並控制其影響，本文估計方法使用隨機效果模型。而因為個人差異可能很大一部分已反映在研究經費與任職學校上了，將研究經費與任職學校納入解釋變數中，其實也已控制了很大比例的個人差異了，將剩下未控制的個人特質部分（u_i）視為隨機分配，使用隨機效果模型估計應屬合理。[16]

除了隨機效果或固定效果模型之外，若使用一般迴歸分析，其參數估計值仍具有一致性（consistent）的特性，但喪失有效性（即

16　但如果個人效果u_i不是隨機變數，而是與其他解釋變數相關（correlated），則這些解釋變數的參數估計值可能不具一致性（即inconsistency）。

airiti

為inefficient estimator）。例如：依照Huber（1967）與White（1980, 1982）提出的方法，將同一學者不同年度觀測值間的相關性納入考慮，調整其參數估計值的標準誤，也可估計出不會隨時間變動的個人特質等解釋變數之影響。由於本文實證資料性質為以年為時間分析單位的長期追蹤資料，樣本數為327位學者，平均一位學者約有7.1個年觀測值，為有效利用此一長期追蹤資料特性，我們選擇使用隨機效果模型，篇幅所限未列出Huber與White方法的估計結果。

關於研究產出的假設分配，因有些學者並不是每年都有發表論文，亦即樣本中有些研究產出的值集中在零，過去文獻曾使用Tobit（Censored Normal Distribution）方法估計（Levin and Stephan 1991; McDowell 1982）。Tobit方法假設研究產出為常態分配，且值大於或等於零，另也有文獻使用Poisson分配（Goodwin and Sauer 1995; Kim et al. 2009）。比較Tobit隨機效果模型與Poisson隨機效果模型，我們利用Likelihood Ratio Test發現前者較佳。因此，本文選擇Tobit隨機效果模型。

由於本文使用的年資與畢業世代變數，皆以博士畢業年度定義，若同時放入年資、博士畢業年度、與論文發表年度這三個解釋變數，將會因為三者完全相關（perfect correlated），即論文發表時的年資 = 論文發表年度－博士畢業年度，而無法同時估計出這三個參數估計值（即identification問題）。本文參考Levin and Stephan（1991）的建議，將畢業世代年群（cohort）以級距虛擬變數的方式呈現，以避免此一問題。此外，本文實證研究亦嘗試放入論文發表年度之虛擬變數，估計結果並不顯著，因此最後選擇未將論文發表年度放入解釋變數中。年度虛擬變數一般用來控制經濟景氣循環的影響，論文發表年度之虛擬變數不顯著，反映了學術界中並未因為某些年度景氣改變或其他特殊因素而出現論文數波動的現象。

表5首先列出以指標1（未調整作者人數的論文數）衡量研究產出的估計結果。實證結果顯示，年資與研究經費的平方項皆為負向顯

表5　學術生產力Tobit隨機效果模型之估計結果，被解釋變數為SCI論文數（指標1）

	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
常數項	-0.738	0.527	-0.477	-2.140	-3.371	-4.070
	(-1.17)	(1.94)	(-0.80)	(-2.15)	(-2.43)	(-2.89)
年資	0.284		0.178	0.253	0.253	0.258
	(4.02)		(2.54)	(3.32)	(3.34)	(3.41)
年資之平方項	-0.007		-0.006	-0.007	-0.006	-0.006
	(-3.70)		(-3.02)	(-3.23)	(-3.10)	(-3.06)
研究經費(臺幣百萬元)		0.852	0.846	0.784	0.704	0.682
		(7.61)	(7.24)	(6.51)	(5.92)	(5.72)
研究經費之平方項		-0.020	-0.020	-0.017	-0.015	-0.014
		(-3.80)	(-3.64)	(-3.14)	(-2.73)	(-2.59)
畢業世代虛擬變數(對照組為1971-1980年)						
1961-1970年				0.424	-0.052	-0.014
				(0.37)	(-0.05)	(-0.01)
1981-1990年				0.586	1.272	1.342
				(0.81)	(1.78)	(1.89)
1991-2000年				2.016	2.715	3.210
				(2.32)	(3.16)	(3.66)
曾任單位主管（虛擬變數，Yes = 1）						1.777
						(2.69)

表5　學術生產力Tobit隨機效果模型之估計結果，被解釋變數為SCI論文數（續）

	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
交叉項（虛擬變數 × 虛擬變數）:						
曾任單位主管 × 任期結束後						-0.558
						(-1.25)
學校／機構虛擬變數	No	No	No	No	Yes	Yes
自由度	2	2	4	7	19	21
χ^2值	16.2	81.4	92.0	99.4	156.3	165.7
Log Likelihood值	-4,619.3	-4,587.8	-4,582.8	-4,579.4	-4,557.9	-4,554.1
（$\sigma_u^2 + \sigma_\varepsilon^2$）中$\sigma_u^2$的占比	0.684	0.624	0.623	0.622	0.591	0.588
學者人數	327	327	327	327	327	327
樣本觀測數	2,313	2,313	2,313	2,313	2,313	2,313

註：括弧內為*t*值。

airiti

著，即年資的增長與研究經費增加對研究生產力的影響呈現顯著的倒U型式。當比較模型1與模型2的χ^2值或Log Likelihood值，我們發現研究經費的模型解釋能力比年資高一些。[17]在模型4中控制畢業世代虛擬變數後，研究經費的參數估計值變小。當模型5進一步控制任職學校／機構虛擬變數，研究經費的影響程度再次變弱，但年資的影響，變化不大。換言之，研究經費的差異可能一部分與畢業世代有關，一部分與任職學校／機構有關，因此，解釋變數中如果遺漏畢業世代與任職學校／機構，會高估研究經費的影響。

表5模型5的實證結果顯示（畢業）世代間生產力差異的存在，在控制其他解釋變數之後，1990年代畢業者，其指標1（未調整作者人數的論文數）的生產力明顯高於1980年代與1970年代畢業的學者。出現世代差異的原因可能包括制度變革、學研環境改變等因素。田芳華（1999）指出臺灣1990年代中期新增助理教授一級，提升了新進大學教師的生產力，使得年輕世代的生產力高於年長世代。另一方面，1980年代（含）後返臺工作的博士人數增多，學術社群逐漸形成，之後大型整合計畫接著出現，這些因素改變了學術研究環境，也帶來了世代差異。而國外研究則指出若有突破性理論出現時，世代差異會較大，因為知識折舊速度過快，使得年長世代難以發表論文，進而出現較大的世代差異（Levin and Stephan 1991）。

從表5的各模型的log likelihood值可看出，年資、研究經費、畢業世代、與學校／機構等4種解釋變數中，研究經費的解釋能力最強，其次為學校／機構、年資、與畢業世代。由於研究經費取決於學者過去5年的研究產出，過去生產力較高的學者，一般可取得較多的研究經費，如果研究經費對學術生產力呈現正向顯著的影響，則Allison et al.（1982）所提到的累積優勢（cumulative advantage）現象，可能也

17 Levin and Stephan（1991）發現實際年齡對物理學家而言，大部分呈現負向顯著影響，即隨著年齡的增長，學術生產力呈現下降的趨勢，他們根據實證結果推算，物理學者之學術高峰期可能在39-45歲之間。

airiti

會出現在臺灣。臺灣科學家生產力的不均度，是否隨著時間而擴大，非常值得我們再深入研究。

受限於文章篇幅，只有指標1詳列各模型估計結果於表5，其餘指標2-指標5，以表5模型5為基本模型，實證結果列於表6。表6顯示，在控制其他解釋變數之後，年資對5個指標所衡量的生產力，皆呈現倒U型式，但只有在未調整作者人數的指標1與指標2中顯著，在其餘的指標，年資影響並不顯著。即學涯生產力呈先上升後下降的型態，主要出現在指標1與指標2。

再者，研究經費對學術生產力的影響，在指標1、指標2、與指標5呈顯著倒U型式；指標3與指標4中，研究經費呈正向顯著，其平方項雖仍為負向（即倒U型式），但尚未達10%的顯著水準。總的來看，研究經費的影響比年資的影響來得顯著，特別是在指標1與指標2。根據表6的實證結果推算，控制研究經費與其他解釋變數之後，物理學者之學術生產力高峰（指標1與指標2）約在取得博士學位後的19-20年間。

表6的實證結果顯示，畢業世代間的生產力差異，只顯著地見於未調整作者人數的指標1與指標2，其他調整作者人數後的生產力（例如：指標3、指標4、與指標5）則無世代差異。此一結果隱含1980年代（含）以後畢業者，學研環境改變與制度變革，促使學術合作增加，論文數（一般期刊或核心期刊）雖提高，但調整作者人數後，世代差異不大。關於學校／機構虛擬變數之參數估計，我們發現即使是國立大學，其間差異也頗大（指標1與指標2），此一實證結果因篇幅所限未列出。

此外，本文也嘗試探討擔任單位主管（含系主任、院長、校長等職位）對學術生產力的影響。除了使用曾任單位主管虛擬變數（是 = 1，否 = 0）之外，亦同時使用曾任單位主管虛擬變數與任期結束後虛擬變數（年觀測值在任期結束後，是 = 1，否 = 0）相乘的交叉項，來看卸任單位主管後生產力的變化，當此一交叉項的值等於1時，表示該觀測值來自曾任單位主管的學者，且是任期結束之後的觀測值。

airiti

表6　學術生產力Tobit隨機效果模型之估計結果

	指標1	指標2	指標3	指標4	指標5
	SCI論文數	核心期刊論文數	核心期刊論文數且為通訊作者或第一作者	經調整作者人數之核心期刊論文數	經調整作者人數之SCI論文數
常數項	-3.371	-5.484	-1.743	-0.575	0.523
	(-2.43)	(-4.21)	(-2.11)	(-1.59)	(1.10)
年資	0.253	0.153	-0.014	0.004	0.006
	(3.34)	(1.84)	(-0.24)	(0.19)	(0.23)
年資之平方項	-0.006	-0.004	-0.002	-0.001	-0.001
	(-3.10)	(-1.78)	(-0.98)	(-1.14)	(-1.54)
研究經費（臺幣百萬元）	0.704	0.521	0.208	0.062	0.106
	(5.92)	(4.64)	(2.16)	(2.01)	(2.64)
研究經費之平方項	-0.015	-0.013	-0.010	-0.002	-0.004
	(-2.73)	(-2.48)	(-1.40)	(-1.39)	(-2.37)
畢業世代虛擬變數（對照組為1971-1980年）					
1961-1970年	-0.052	-0.091	-0.345	0.004	0.062
	(-0.05)	(-0.10)	(-0.48)	(0.02)	(0.16)
1981-1990年	1.272	1.135	0.221	0.144	0.008
	(1.78)	(1.80)	(0.52)	(0.81)	(0.03)
1991-2000年	2.715	2.640	0.052	0.209	0.004
	(3.16)	(3.31)	(0.10)	(0.94)	(0.01)
學校機構虛擬變數	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
χ^2值（19）	156.3	146.3	54.8	80.0	55.4
Log Likelihood值	-4,557.9	-2,756.5	-1,304.9	-1,711.2	-2,957.7
（$\sigma_u^2 + \sigma_\varepsilon^2$）中$\sigma_u^2$的占比	0.591	0.464	0.473	0.518	0.594
學者人數	327	327	327	327	327
樣本觀測數	2,313	2,313	2,313	2,313	2,313

註：參數估計值下方括弧內為*t*值。

airiti

表5（指標1）模型6，利用上述曾任單位主管相關的2個虛擬變數，探討擔任單位主管對學術生產力的影響。從表5模型6中我們看到，加入這2個變數後，與模型5相比，年資、研究經費、與畢業世代的參數估計值並未改變很多。因此，本文以表5模型6為基本模型，將指標1-指標5曾任主管的2個變數之估計結果列於表7，其他解釋變數之參數估計值則因與表6雷同，並未列出。

在控制年資、研究經費、與任職學校等解釋變數後，表7的實證結果顯示，5個生產力指標中，曾任單位主管虛擬變數的參數估計值皆為正向顯著，顯示曾任單位主管的學者，其學術生產力比較高。表7也顯示，主管任期結束後交叉項的參數估計值，在5個生產力指標中皆為負向，但尚未顯著，其反映擔任單位主管可能因行政工作排擠到研究時間，造成學術生產力下降，特別是指標1與指標2，其在表7中未顯著，有可能是單位主管樣本數不夠多所致，確實的結論仍待進一步研究。從表8可看到，與未曾任單位主管的學者相比，曾任單位主管的學者獲得較高的研究經費，雖然生產力在任期結束後已有下降趨勢，但其研究經費並未呈現一般的倒U型，而是隨著年資增加而增加。

表7　任職單位主管之影響（Tobit隨機效果模型之估計結果）

	指標1	指標2	指標3	指標4	指標5
	SCI論文數	核心期刊論文數	核心期刊論文數且為通訊作者或第一作者	經調整作者人數之核心期刊論文數	經調整作者人數之SCI論文數
解釋變數：					
曾任單位主管（虛擬變數，Yes = 1）	1.777 (2.69)	1.580 (2.87)	0.860 (2.53)	0.400 (2.54)	0.645 (2.85)
交叉項（虛擬變數 × 虛擬變數）：					
曾任單位主管 × 任期結束後	-0.558 (-1.25)	-0.458 (-1.00)	-0.035 (-0.11)	-0.016 (-0.13)	-0.067 (-0.44)

註：本表所含的解釋變數與表5模型6相同，因其他解釋變數之估計結果與表6類似，篇幅所限未列出；括弧內為*t*值；各學校／機構之單位主管名單取自歷年教育部高教司編印「大學校院一覽表」與歷年「中央研究院員工名錄」。

airiti

表8　曾任單位主管年均研究經費之比較（單位：臺幣萬元）

畢業世代	未曾擔任單位主管		曾任單位主管	
	1971-1980	1981-1990	1971-1980	1981-1990
年資分組				
1-5年		–		–
6-10年		76.3		126.8
11-15年		137.6		197.5
16-20年	147.2	166.7		210.6
21-25年	113.1		260.7	
26+年	60.6		310.7	
平均年資	23.9	13.5	25.4	14.3
學者人數	54	98	14	36
樣本觀測數	432	762	111	293

註：在本文研究期間，曾任單位主管者共59人，其中於1961-1970年博士畢業者4人、於1991-2000博士畢業者年5人，未列入本表中；年度研究經費觀測數少於50個時，其平均值未列出。

本文資料顯示，學者擔任單位主管後，國內學術合作有增加的現象，整體而言，論文中有國內跨校或跨單位的合作比例由擔任單位主管前的50.1%增加到擔任單位主管期間的59.6%。我們從兩方面去解釋這個現象，首先是生命週期因素，由於大多數擔任單位主管的學者是相對較資深，而學術生產力隨著年資的增加，會先上升然後再下降，資深學者會為了維持生產力，採取合作策略，以爭取研究經費。其次是從表7可看到，行政工作可能造成學術生產力下降，且多數擔任單位主管者是生產力本來就相對較高的學者，其有較強的誘因繼續爭取研究經費，以維持學術地位，因此合作策略成為較佳的選項，特別是當研究經費主要決定於過去5年研究產出。表4也顯示論文中通訊作者比例與第一作者比例皆隨年資增加而下降。

最後，本文探討1994年1月5日公佈實施新的大學法對學者的生命週期學術生產力帶來之影響。[18]針對取得博士學位者，臺灣各大學

18　臺灣於1994年1月5日公佈實施新的大學法，其中關於教師之分級的第18條，大學教師

airiti

於1990年代中期陸續增設助理教授一級，舊制度只有副教授與教授兩級。中央研究院則更早於1990年1月24日公佈實施新的組織法，其在1990年已開始增設助研究員一級。因此，1990年代取得博士學位者，可能起聘為副教授、助理教授、或助研究員。

由於適用新制的學者畢業世代為1991-2000年，本文實證分析發現新制虛擬變數與1991-2000年畢業世代虛擬變數有替代關係，當兩者擇一放入指標1的解釋變數時，參數估計值皆為正向顯著，但同時放入時，只有1991-2000年畢業世代虛擬變數之參數估計值為正向顯著，新制虛擬變數之參數估計值未顯著。此一實證結果，本文因篇幅所限未列出。換言之，表6的實證結果中，1991-2000年畢業世代虛擬變數估計值為正向顯著，可能部分反映新制實施之影響。

為了更進一步討論新舊制度之影響，本文針對在1990-1999年之間取得博士學位的學者，比較他們的學術生產力與研究經費之差異，統計值列於表9。[19]從表9我們看到，在年齡與年資相仿的兩群學者中，新制度提高了學者的論文數（特別是指標1：一般SCI期刊論文數），但與核心期刊論文相關的指標2、3、4上，並無顯著差別。另值得一提的是，雖然新舊制度學者取得博士學位時間相隔不遠，但適用舊制度的學者，其年均研究經費竟比新制學者顯著地多了臺幣57.6萬元，然更確切的結論仍待搜集更多資料與實證研究。

伍、結論與建議

本文探討研究經費、生命週期因素、與學術生產力之間的關係，研究對象包括任職於臺灣地區具物理學博士班的11所大學之教師以及中央研究院之研究人員，蒐集了327位學者共2,313個年觀測值，平均

分教授、副教授、助理教授、講師，從事授課、研究及輔導。在這之前的大學法第13條，大學教師分教授、副教授、講師、助教四級。

19 因中央研究院於1990年已開始增設助研究員一級，表9樣本限於1990-1999年之間取得博士學位者，與本文畢業世代分組：1991-2000年略有差異。

airiti

表9　新舊制度學術生產力與研究經費之比較

	舊制度	新制度	差異	差異檢定*t*值
年均SCI論文數	2.77	3.45	-0.68	-1.88
年均核心期刊論文數	1.15	1.25	-0.10	-0.39
年均核心期刊論文數且為通訊作者或第一作者	0.34	0.26	0.08	1.25
經調整作者人數之年均核心期刊論文數	0.31	0.27	0.04	0.66
經調整作者人數之年均SCI論文數	0.87	1.00	-0.13	-1.12
年均研究經費（臺幣萬元）	188.5	130.9	57.6	3.15
平均畢業年度（西元）	1992	1995		
學者人數	55	57		
樣本觀測數	305	216		

註：為比較處於新舊制度學者的學術生產力之差異，本表樣本限於1990-1999年之間取得博士學位者。年資為3年（含）以下或13年（含）以上的樣本觀測數過少，故未納入。

每位學者約有7.1年資料，資料性質為長期追蹤資料。研究經費投入以過去5年研究經費之加權平均值計算，所有計畫金額皆經國內生產毛額平減指數（基期為2001年）平減過。

年資則以博士畢業後至論文發表時的年數來衡量，並按博士學位畢業年度分為1961-1970、1971-1980、1981-1990、以及1991-2000年等4個畢業世代。學術生產力共有5種衡量指標：未調整作者人數的SCI論文數（指標1）、未調整作者人數的核心期刊論文數（指標2）、只計列名通訊作者或第一作者的核心期刊論文數（指標3）、經調整作者人數的核心期刊論文數（指標4）、經調整作者人數的SCI論文數（指標5）。

實證結果顯示年資與研究經費對學術生產力，呈現倒U型式的現象，主要出現在指標1與指標2。換言之，隨著年資或研究經費的增加，未調整作者人數的論文數，不管是一般期刊或核心期刊，會先上升然後再下降。控制研究經費與其他解釋變數之後，以指標1與指

airiti

標2衡量的物理學者的學術生產力高峰約在取得博士學位後的19-20年間。然而，本文也發現，曾任單位主管的學者，其研究經費並未呈現一般的倒U型，而是隨著年資增加而增加。整體而言，研究經費增加對生產力的影響，比年資的影響來得顯著。研究經費的增加，在某種程度上是可以提高學術生產力，延緩科學家年齡結構老化對科研產出所帶來的影響，特別是未調整作者人數之論文數。

由本文實證結果我們可以看到，研究經費在科學產出扮演著重要角色，不同的資源分配機制帶給學者不同的誘因，進而左右學者的研究行為，形塑學術研究文化。如果研究經費額度決定於過去5年的研究產出，那麼不管是資深或資淺學者，皆不可避免地採取合作策略，增加論文數量與點數，以獲取研究資源。資深學者可能因為生命週期因素或行政工作，學術生產力下降，為維持生產力與學術地位而採取合作策略，資淺學者則可能因為制度變革，必須跨越助理教授一級，為求生存而採取合作策略。瞭解研究經費的分配機制與學術合作的形成誘因，實有助於改善科研環境與提升學術研究的產出，值得我們未來繼續深入探討。

謝誌

感謝匿名審查人以及編輯委員之指正與寶貴意見，同時也感謝國科會（今科技部）提供研究補助，計畫名稱：「年齡與研究生產力」，編號NSC 97-2410-H-034-003。

airiti

參考文獻

田芳華（1999）我國大學教師升等制度對獎勵研究生產力功效之分析——事件史分析法應用實例。人文及社會科學集刊，11(3): 359-394。

吳慧瑛（2008）臺灣物理系所學術研究水準之分析，1971-2005。高教評鑑，1(2): 1-27。

張于紳、王宣智（2014）穩定大學師資結構塑造創新研究環境。國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心研究報告。

Adams, J. and Z. Griliches. 1996. "Measuring Science: An Exploration." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93(23): 12664-12670.

Adams, J. D. and Z. Griliches. 2000. "Research Productivity in a System of Universities." Pp. 105-140 in *The Economics and Econometrics of Innovation*, edited by D. Encaoua, B. H. Hall, F. Laisney, and J. Mairesse. Boston, MA: Kluwer Academic.

Allison, P. D., J. S. Long, and T. K. Krauze. 1982. "Cumulative Advantage and Inequality in Science." *American Sociological Review* 47(5): 615-625.

Arora, A., P. A. David, and A. Gambardella. 2000. "Reputation and Competence in Publicly Funded Science: Estimating the Effects on Research Group Productivity." Pp. 141-176 in *The Economics and Econometrics of Innovation*, edited by D. Encaoua, B. H. Hall, F. Laisney, and J. Mairesse. Boston, MA: Kluwer Academic.

Baser, O. and E. Pema. 2004. "Publications over the Academic Life-Cycle: Evidence for Academic Economists." *Economics Bulletin* 1(1): 1-8.

Bayer, A. E. and J. E. Dutton. 1977. "Career Age and Research-Professional Activities of Academic Scientists: Tests of Alternative Nonlinear

airiti

Models and Some Implications for Higher Education Faculty Policies." *The Journal of Higher Education* 48(3): 259-282.

Ben-Porath, Y. 1967. "The Production of Human Capital and the Life Cycle of Earnings." *Journal of Political Economy* 75(4): 352-365.

Bonaccorsi, A. and C. Daraio. 2003. "Age Effects in Scientific Productivity: The Case of the Italian National Research Council (CNR)." *Scientometrics* 58(1): 47-90.

Bratsberg, B., J. F. Ragan, and J. T. Warren. 2003. "Negative Returns to Seniority: New Evidence in Academic Markets." *Industrial and Labor Relations Review* 56(2): 306-323.

Cesaroni, F. and A. Gambardella. 2003. "Research Productivity and the Allocation of Resources in Publicly Funded Research Programmes." Pp. 202-243 in *Science and Innovation: Rethinking the Rationales for Funding and Governance*, edited by A. Geuna, A. J. Salter, and W. E. Steinmueller. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Cole, S. 1979. "Age and Scientific Performance." *American Journal of Sociology* 84(4): 958-977.

Conroy, M. E., R. Dusansky, D. Drukker, and A. Kildegaard. 1995. "The Productivity of Economics Departments in the U.S.: Publications in the Core Journals." *Journal of Economic Literature* 33(4): 1966-1971.

Diamond, A. M. 1984. "An Economic Model of the Life-Cycle Research Productivity of Scientists." *Scientometrics* 6(3): 189-196.

Diamond, A. M. 1986. "The Life-Cycle Research Productivity of Mathematicians and Scientists." *Journals of Gerontology* 41(4): 520-525.

Fox, M. F. 1983. "Publication Productivity Among Scientists: A Critical Review." *Social Studies of Science* 13(2): 285-305.

Gonzalez-Brambila, C. and F. M. Veloso. 2007. "The Determinants of

airiti

Research Output and Impact: A Study of Mexican Researchers." *Research Policy* 36(7): 1035-1051.

Goodwin, T. H. and R. D. Sauer. 1995. "Life-Cycle Productivity in Academic Research: Evidence from Cumulative Publication Histories of Academic Economists." *Southern Economic Journal* 61(3): 728-743.

Griliches, Z. 1979. "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth." *The Bell Journal of Economics* 10(1): 92-116.

Hansen, W. L., B. A Weisbrod, and R. P. Strauss. 1978. "Modeling the Earnings and Research Productivity of Academic Economist." *Journal of Political Economy* 86(4): 729-741.

Huber, P. J. 1967. "The Behavior of Maximum Likelihood Estimates Under Nonstandard Conditions." Pp. 221-233 in *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (Vol. 1) edited by L. M. Le Cam and J. Neyman. Berkeley, CA: University of California.

Jones, B. F. 2010. "Age and Great Invention." *Review of Economics and Statistics* 92(1): 1-14.

Kim, E. H., A. Morse, and L. Zingales. 2009. "Are Elite Universities Losing Their Competitive Edge?" *Journal of Financial Economics* 93(3): 353-381.

Lehman, H. C. 1953. *Age and Achievement*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Levin, S. G. and P. E. Stephan. 1991. "Research Productivity Over the Life Cycle: Evidence for Academic Scientists." *The American Economic Review* 81(1): 114-132.

Lovell, M. C. 1973. "The Production of Economic Literature: An

airiti

Interpretation." *Journal of Economic Literature* 11(1): 27-55.

McDowell, J. M. 1982. "Obsolescence of Knowledge and Career Publication Profiles: Some Evidence of Differences among Fields in Costs of Interrupted Careers." *The American Economic Review* 72(4): 752-768.

Merton, R. K. 1968. "The Matthew Effect in Science." *Science* 159(3810): 56-63.

Oster, S. M. and D. S. Hamermesh. 1998. "Aging and Productivity Among Economists." *The Review of Economics and Statistics* 80(1): 154-156.

Over, R. 1982. "Does Research Productivity Decline with Age." *Higher Education* 11(5): 511-520.

Over, R. 1988. "Does Scholarly Impact Decline with Age." *Scientometrics* 13(5-6): 215-223.

Stephan, P. E. 1996. "The Economics of Science." *Journal of Economic Literature* 34(3): 1199-1235.

Stern, N. 1978. "Age and Achievement in Mathematics: A Case-Study in the Sociology of Science." *Social Studies of Science* 8(1): 127-140.

Teodorescu, D. 2000. "Correlates of Faculty Publication Productivity: A Cross-National Analysis." *Higher Education* 39(2): 201-222.

Van Heeringen, A. and P. A. Dijkwel. 1987. "The Relationships Between Age, Mobility, and Scientific Productivity. Part II." *Scientometrics* 11(5-6): 281-293.

Weiss, Y. and L. A. Lillard. 1978. "Experience, Vintage, and Time Effects in the Growth of Earnings: American Scientists, 1960-1970." *Journal of Political Economy* 86(3): 427-447.

White, H. 1980. "A Heteroskedasticity—Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity." *Econometrica* 48(4): 817-838.

airiti

White, H. 1982. “Maximum Likelihood Estimation of Misspecified Models.” *Econometrica* 50(1): 1-25.

Wooldridge, J. M. 2002. *Eonometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, MA: MIT Press.

Wray, K. B. 2003. “Is Science Really A Young Man’s Game?” *Social Studies of Science* 33(1): 137-149.

Zuckerman, H. and R. K. Merton. 1973. “Age, Aging, and Age Structure in Science.” Pp. 497-559 in *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, edited by R. K. Merton. Chicago, IL: University of Chicago Press.

airiti

附錄一：樣本來源

學校／機構	教師人數	年觀測值數目	平均每人觀測到的年數
中研院物理所	43	316	7.3
臺大物理	38	262	6.9
清大物理	39	264	6.8
交大物理	9	68	7.6
成大物理	28	233	8.3
中山物理	19	143	7.5
中央物理	32	234	7.3
中正物理	18	100	5.6
中興物理	17	121	7.1
臺師大物理	30	212	7.1
淡江物理	24	169	7.0
中原應用／物理	17	103	6.1
各校換工作者	13	88	6.8
總數	327	2,313	7.1

airiti

附錄二：平均一位學者之年均研究經費（1996-2004），按學校／機構分

單位：臺幣萬元

學校／機構	全體樣本	有研究經費者
中研院物理所	193.9	233.9
臺大物理	190.9	253.8
清大物理	185.4	260.3
交大物理	107.6	107.6
成大物理	102.8	167.4
中山物理	149.6	165.8
中央物理	157.5	197.1
中正物理	155.0	163.2
中興物理	73.6	97.8
臺師大物理	73.8	150.4
淡江物理	59.3	100.2
中原應用／物理	73.1	92.9
各校換工作者	345.8	380.4

註：所有研究經費皆經國內生產毛額平減指數（基期 = 2001）平減過；表中第2欄全體樣本中，包括無研究經費的教師。

airiti

附錄三：觀測值分配

單位：%

博士畢業年度	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	全體
年資					
1-5年				5.1	5.1
6-10年			9.6	12.8	22.4
11-15年			23.4	3.3	26.7
16-20年		4.2	12.7		16.9
21-25年		10.7	2.0		12.6
26+年	7.3	9.0			16.3
全體	7.3	23.9	47.6	21.2	100 （N = 2,313）

airiti

Research Grants and Life-Cycle Academic Productivity: An Empirical Study of Taiwan's Physicists

Huoying Wu*

Abstract

This paper explores the life-cycle academic productivity among Taiwan's physicists, by taking into account the role of research grants. Our sample consists of 327 physicists from Academia Sinica and 11 universities with Ph.D. programs in physics. The academic productivity of each scholar is assessed yearly by the number of publications in 5 various measures. On average, there are 7.1 annual observations per scholar. The life-cycle phase is gauged by professional age, which is defined as years since receiving a Ph.D. degree.

By employing the random-effects Tobit model, our empirical results show that both professional age and research grants exert a significant impact upon academic productivity. Research grants reveal an even stronger effect than professional age does, particularly in the number of SCI articles as well as in the number of core-journal articles. In terms of these two unadjusted author-number publication measures, life-cycle academic productivity rises and then falls as scholars age and/or research grants increase. Ceteris paribus, the academic productivity of Taiwan's physicists is found to peak at 19-20 years after the receipt of their Ph.D. degree.

Keywords: aging faculty, human capital, research grants, academic productivity, research output

---

* Professor, Department of Economics, Chinese Culture University.
E-mail: hwu@faculty.pccu.edu.tw

Received: August 16, 2016；accepted: July 16, 2017.