

## 從專利分析看台日韓遺傳工程研究之發展

### Development of Genetics Engineering Research of Taiwan, Japan and Korea via Patent Bibliometric Approach

羅思嘉

Szu-chia Lo

#### 摘要

本研究分析1,048件台日韓三國所屬的遺傳工程專利以及14,140引用文獻，以了解台日韓三國在遺傳工程研究的發展狀況。研究中作者針對1,048件台日韓專利以及引用文獻進行計量分析，進行之分析包括研究產出、專利權人之布萊德福法則分析、專利與非專利引用分析以及專利聚合等。專利數計算的結果顯示，台日韓三國在遺傳工程研究的生產力或是影響力居於亞洲主導地位，其中日本為三國之冠。掌握相關技術的重要機構亦多為日本機構。從三國專利所引用的文獻以及被引文獻所屬地區分析，台日韓三國遺傳工程的發展受到美國研究相當程度的影響，其次為該國境內之研究。從科學研究與技術發展區分，科學研究對於三國遺傳工程技術的發展都有長足的影響力；專利聚合的分析結果則顯示主要研究機構之間存在技術關連集群。

關鍵字：遺傳工程專利、專利分析

#### Abstract

In this study, the author analyzed 1,048 USPTO patents granted to Taiwan, Japan and Korea by taking bibliometrics approach to reveal the development of Genetics Engineering Research in the leading three countries in Asia. The author applied the methods adopted from bibliometrics such as the research growth, analysis based on Bradford Law, citation analysis and patent coupling to analyze the 1,048 patents and 14,140 cited references. The results show that Japan is the leading country among three countries. The primary assignees were mainly based in Japan. Besides the research growth, the author also investigated the impact on the research progress. From geographic point of view, U.S. had significant impact on the technology development. Comparing public science and technology development, researches done in both sectors had high influence, but public science showed more research impact than private sector did by the numbers of citations. By the analysis result of the patent coupling, four technological clusters were identified.

---

國立中興大學圖書資訊學研究所

(Associate Professor, Graduate Institute of Library and Information Science, National Chung Hsing University)

## 壹、前言

隨著專利資訊可取得程度的提高，以計量方式分析研究產出的研究除了以期刊文獻主軸外，逐漸擴展至專利資訊的分析。尤其是科學與技術領域的研究，專利資訊的相關研究試圖從其分析結果中顯現出與期刊文獻分析結果所不能呈現出的面貌，包括技術發展的生產力、影響力與研究主體間之關連關係。而透過專利引用分析，所顯示出影響專利技術發展來源的分析，不單可作為重要技術判斷的指標，同時藉由專利與期刊文獻的引用關係分析，亦可建構科學研究與技術發展之間的關連性。從20世紀進入21世紀，生物科技持續為影響經濟與社會發展的重要科技之一，其中遺傳工程技術對醫療、藥劑、農業、環境工程以及海洋工程等方面均產生相當程度的影響，被稱之為「綠色金礦」。由於遺傳工程技術的運用價值，不單是基礎研究投入相當的人力與資源進行相關理論與基礎的研究，以市場價值為導向的技術發展亦積極投入相關技術的研發，其中許多研發技術受到市場經濟的影響，申請專利成為技術發展者採取的重要策略之一，而專利新穎性的要求使得專利資訊具有其專有獨特的特質（Walker, 1995）。從專利件數分析各國遺傳工程研究的發展狀況，美國及歐洲地區為遺傳工程研究的重要地區，但是亞洲台日韓三國的研究潛力亦不容小覷，尤其是日本在遺傳工程方面的研究成果。從所掌握的專利技術，日本在遺傳工程研究的主要國家中僅次於美國，台韓兩國雖與主要國家仍有一段距

離，但是後續發展值得注意（Lo, 2004）。

本研究以專利件數、被引用專利計算與引用分析之專利耦合等方式，分析台日韓三國所掌握的遺傳工程專利，了解台日韓三國在遺傳工程研究的生產力、對相關研究的影響力以及科學研究與技術發展對台日韓三國研究的影響。

## 貳、專利計量之相關研究

書目計量相關研究淵源已久，將書目計量方法運用於專利資訊的研究可追溯至1940年代，但相較之下專利計量的研究歷史較短，相關研究亦少。雖然1940年代Seidel與Hart已提出以計量方式分析專利資訊（Garfield, 1979），但是由於資訊取得不易，使得專利計量的研究相當有限。隨著專利資訊取得容易度提高，加上專利資訊的特性，1970年代後期，1980年代初期研究者開始強調專利資訊的獨特處，進一步推動專利資訊的分析相關研究（Allen & Oppenheim, 1979; Demidowicz & Oppenheim, 1981; Eisenschitz, Lazard & Willey, 1986; Eisenschitz, Mckie & Warne, 1989; Walker, 1995）。Narin於1994年發表的文章中以計量方法分析專利資訊，可視為是相關研究的先趨者（Narin, 1994），該研究以及Narin後續進行的相關研究，確立專利計量研究的研究方法。專利研究的研究主軸從三方面分析，包括技術研發的生產力、影響力以及關連分析。生產力研究多是架構於專利件數的計算，從結果中分析掌握技術的

主要國家、機構與個人 (Karki, 1997; Narin, 1994; Narin, 1995; Narin, Olivastro & Stevens, 1994; Banejee, Gupta & Garg, 2000) , 結合時間因素以及技術領域可進一步分析技術研發趨勢 (Ramani & Looze, 2002; Lopez-Munoz, Alamo, Rbio, Garcia, Martin-Agueda and Cuenca, 2003) 。

研發影響力的相關研究多是將引文分析方法運用專利引用文獻的分析, 從被引用專利國家、所屬機構、發明人以及技術, 辨識影響專利技術發展的主要來源, 同時結合引用時間推測技術的生命週期 (Albert & Plaza, 2004; Moed, 2000) 。以影響力研究的概念為基礎, 影響力研究涵蓋的議題還涉及學術機構與產業之間的關係建立, 以了解學術機構的基礎研究對於產業技術發展的影響 (Gittelman & Kogut, 2003; Malo & Geuna, 2000; McMillan & Hamilton, 2000) 。

文中將以計量研究之基本方法, 包括依照國家、專利權人、發明人以及類號計算專利件數以及被引專利件數, 分析1976年到2004間公告台日韓所屬的遺傳工程專利, 透過專利件數計算與引用分析, 了解台日韓三國遺傳工程技術研究的發展狀況, 並進一步計算引用專利與非專利文獻之數量掌握科學研究與產業技術對遺傳工程研究的影響程度, 同時透過專利聚合分析顯示主要專利權人之間可能存在的技術集群。

## 參、研究方法

本研究以美國專利商標局公告專利為分

析對象, 從其資料庫中篩選1976年到2004年間台日韓所獲得的1,048件遺傳工程專利。專利資料的選取是依照國際專利分類號判別專利技術屬於遺傳工程研究領域的相關專利, 並進一步以專利權國篩選屬於台日韓三國的專利。與遺傳工程技術有關的國際專利分類號, 包括C12N 15/00、C12P 21/00、C07H 21/00、C07K 14/00、C12Q 1/68等, 技術涵蓋基因工程技術、蛋白質與酵素合成技術、核苷酸檢測以及基因定序技術。

篩選出的專利依照國家、專利權人、技術分類號以及時間, 計算各個分析條件的專利件數, 依照擁有專利件數比較台日韓遺傳工程研究的生產力、辨識高生產力的研究機構、技術領域專利產出以及研究成長趨勢。1,048件專利引用的14,140件引用文獻 (專利與非專利文獻) 則在研究中作為影響力分析之依據, 分析面向包括影響台日韓遺傳工程研究發展的技術來源以及台日韓三國技術對遺傳工程技術發展的影響; 透過引用專利及非專利文獻的分析, 推測科學研究與產業技術對遺傳工程的影響。研究中並將書目聚合的概念轉換為專利聚合, 從專利聚合關係以及計算出之聚合值界定主要研究機構之間的技術集群。

## 肆、研究結果

### 一、台日韓遺傳工程研究生產力

1976年到2004年之間台日韓共獲得1,048件遺傳工程專利, 台灣掌握其中3.34% (35) 專利, 日本90.08% (944) 專利, 韓

國則擁有其中6.58% (69) 的專利。遺傳工程技術的發展起始時間雖可回溯至1970年代，但台日韓三國所屬專利的時間分布則是集中於1996年之後。雖然1976年日本已有獲得遺傳工程專利的記錄，但是一直到1990年之後日本獲得專利的件數才較為顯著，1998年得到的專利件數為歷年最高，之後獲得的專利件數略為下降，2001年獲得的專利件數再度超過100件，雖然2002到2004年仍獲得相當數量的專利，但是從件數比較，不難發現通過專利件數有下滑的趨勢。台灣與韓國則是分別到1995年及1993年獲得第一件專利，1995年首度獲得專利後，台灣歷年獲得的專利件數都未超過10件；韓國則是以1999、2001與2003年獲得的專利數較高。圖一顯示台日韓歷年獲得的專利件數。

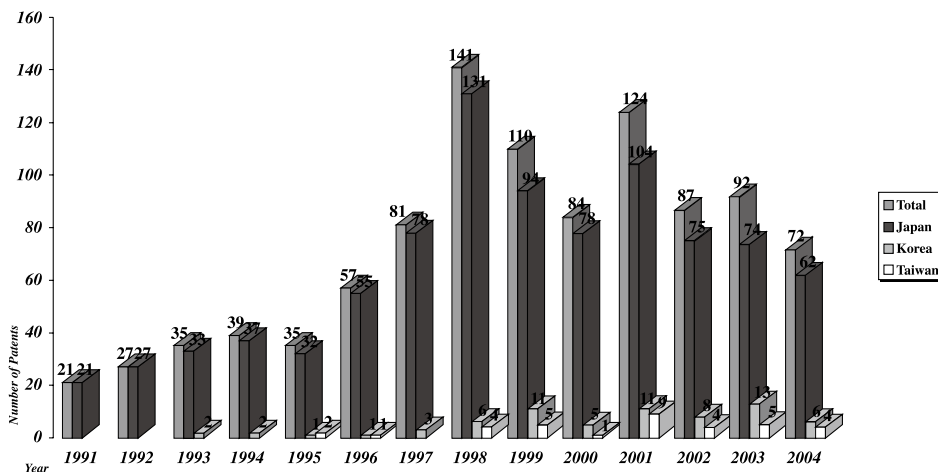
分析台日韓專利成長趨勢，成長曲線顯示台日韓的專利成長趨勢接近邏輯斯模式，從一開始的緩慢成長，1990年後開始有較顯

著的成長，進入指數成長模式，1993年以前，每兩年累計專利件數增加一倍，之後則為每三年增加一倍，1999年之後成長趨緩，2001年之後專利件數的增加進入線性成長模式 (圖二)。

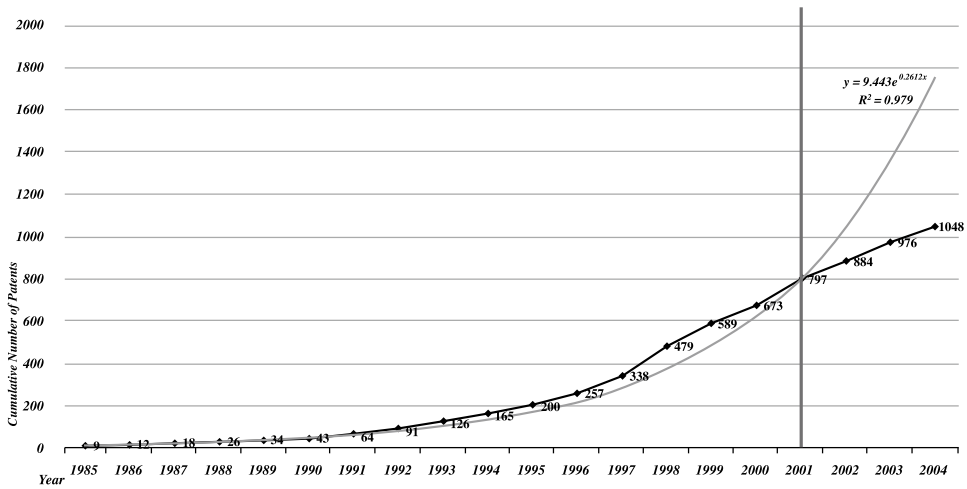
## 二、台日韓遺傳工程專利技術分布

從技術層面分析台日韓三國的專利技術發現，台日韓所屬專利中有43% (488) 的專利與突變與基因技術有關；其次為基因定序技術，1,048件專利中有30%的專利 (310) 為相關專利；蛋白質合成技術在三個主要遺傳工程技術中的專利件數較少，153件專利技術與其相關；其他還包括少量與遺傳物質製程技術等有關之專利。圖三顯示台日韓所屬專利技術分布的狀況。

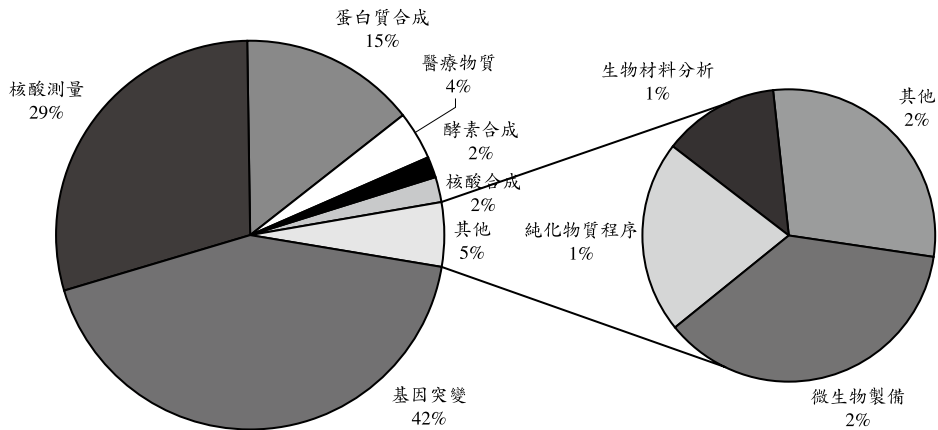
比較台日韓各所掌握專利技術分布的結果顯示，日本在主要遺傳工程技術均獲得專利，數量上以突變與基因技術為多，當中



圖一 台日韓歷年獲得之專利件數



圖二 台日韓三國專利件數成長趨勢



圖三 專利技術分布

又以基因重組技術的專利件數所佔的比例較高。日本所掌握的專利技術還包括基因定序及蛋白質合成方面的專利。相較於日本在三個主要技術領域均有所發展，台灣以及韓國則多以基因重組技術為主，所獲得的專利多屬於此類技術，僅少數技術涉及其他領域技

術的發展。

### 三、台日韓掌握遺傳工程技術之主要機構

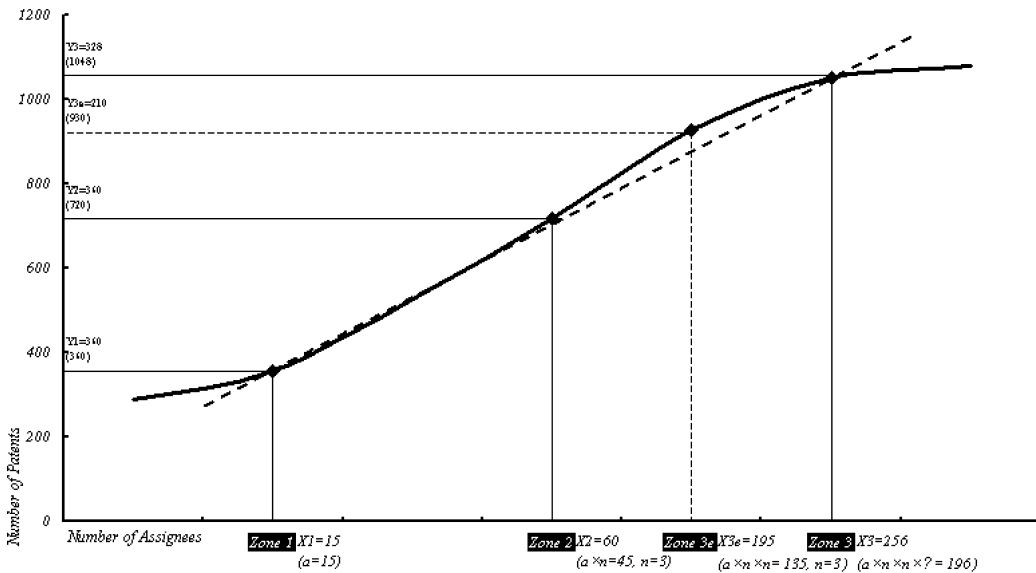
從1,048件專利的專利權人可以辨識出340個機構，其中日本所屬機構285，韓國36，台灣14。多數（312, 91.8%）研究機構

所掌握的專利件數不超過10件，僅有340個研究機構中僅28個機構掌握的專利超過10件（含10件）。340個主要研究機構都是日本專利權人，且多為商業機構，非營利機構中僅The Institute of Physical and Chemical Research獲得的專利件數量較為顯著。340個機構中以Hitachi所屬的專利數最多，專利技術以檢測技術、定序為主；其次為Takeda Chemical Industries，掌握之技術多為基因重組技術。1999年以前Hitachi歷年申請通過的專利件數低於Takeda，在2002年之前，Takeda獲得的專利總件數高於Hitachi，1999年之後Hitachi每年獲得的專利件數逐漸超過Takeda。Ajinomoto與Suntory則並列第三，Ajinomoto所屬專利之主要技術與基因重組有關，Suntory所掌握的技術包括基

因重組以及將重組技術運用於蛋白質的合成。台灣所屬專利多為國科會及中央研究院所有，韓國則是以Korea Institute of Science and Technology與Korea Kumho Petrochemical Co.為多。

利用布萊德福法則分析機構與掌握專利件數之間的分布關係，將340個機構依照掌握的專利件數分為核心、中繼與邊際三區，核心區包括專利件數在前15名（18個機構）的機構，中繼區包括45個機構，邊際區為196個機構。將三區機構數以 $1:ak:ak^2$ ，比例表示，a等於15，k值為3，邊際區機構所掌握的專利數較少，因此該區實際機構數較推測值135高。圖四為布萊德福法則的圖形分析。

核心區為台日韓三國在遺傳工程研究高產力的機構，其中Hitachi、Takeda



圖四 專利權人之布萊德福分析

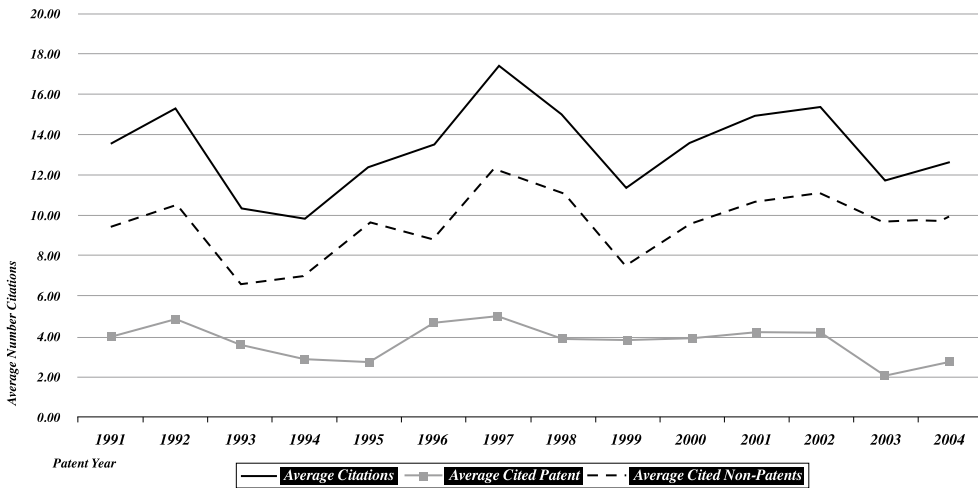
Chemical Industries、Ajinomoto、Suntory以及Takara Shuzo為前五名。國內的國科會、中研院以及韓國的The Institute of Science and Technology與Kumho Petrochemical為少數擠身於核心區的非日本機構。從機構的屬性分析，62.35%為營利機構，其掌握的專利數超過總數的80%，其餘則為非營利機構所有，包括研究機構、學校以及政府部門。

#### 四、科學研究與技術發展對台日韓遺傳工程研究之影響

專利申請者以及審核者透過引用文獻表現對該專利技術發展具影響力的先導技術，被引用文獻分為專利以及非專利文獻，被引用專利分為美國專利商標局公告的專利以及其他地區公告專利，非專利文獻則可分為期刊文章、技術報告、會議論文…等各類型文獻資訊。從被引用的專利與非專利資訊分析，專利的引用被部分研究者視為是產業之間技術發展的相互影響或是技術關連，而非專利文獻的引用，尤其是非專利文獻中的期刊文章與技術報告，被視為是科學研究或基礎研究對技術發展的影響（Narin, 1997）。分析1,048件台日韓所屬遺傳工程專利的引用資訊發現，1,048件專利中僅14件專利未引用其他技術，18件專利以其他專利技術為主，延續相關技術的後續發展，188件專利則未引用專利而是引用非專利文獻，以文獻中的技術為發展基礎。1,048件專利共引用3,910件專利，其中2,006件專利為美國專利商標局所公告的專利，平均每件專利引用4.72件專

利。非專利文獻部分，1,048件專利共引用10,230非專利文獻，平均每件專利引用9.76件非專利文獻，引用非專利文獻的平均數量為引用專利平均數的兩倍。不單是引用非專利文獻的平均數較高，比較1991年到2004年歷年專利引用專利與非專利文獻數量比，歷年專利引用非專利文獻的平均數均高於引用專利的平均數量，約為被引專利件數的兩倍。圖五顯示1991到2004年專利引用專利與非專利文獻的平均數比。

比較台日韓引用專利與非專利文獻數量，台灣所屬專利平均引用3.11件專利，17.69件非專利文獻；日本所屬專利平均引用3.86件專利，9.54件非專利文獻；韓國所屬專利平均引用2.33件專利，8.74件非專利文獻。從被引專利的所屬國家分析，台日韓三國專利所引用的專利以美國所屬專利件數較高，其次為引用台日韓本國專利，相較之下其他國家所屬專利被引用的頻率偏低。若從被引用的非專利文獻作者初步分析，仍以美國以及本國作者著作為多，但其他國家作者之研究成果被引用的頻率較專利部分為高。以被引文獻之相關研究機構比較，專利之相關機構以企業為多，非專利文獻則以學術研究機構較多，其中亦包括部分學術機構與私人企業的合作成果。從技術領域比較，在相關子領域中除了Analyzing biological materials相關專利引用專利的比例高於引用非專利文獻，其他領域，如基因技術、蛋白質合成、檢測技術等都是以引用非專利文獻為多，當中又以醫療材料之製備差距最高。



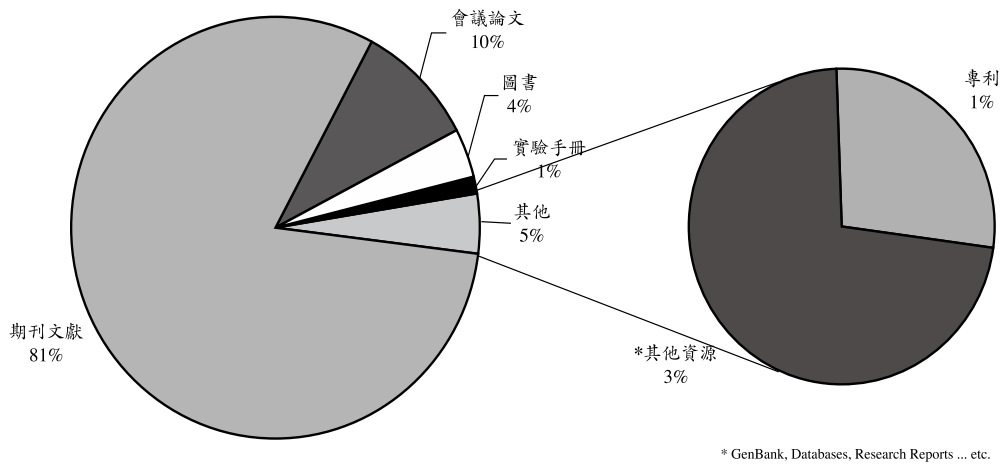
圖五 1991年至2004年專利平均引用專利與非專利文獻數

以文獻型態分析被引用的非專利文獻發現，80% (8,244) 的非專利文獻為期刊文章、10% (971) 為會議論文，其他文獻類型還包括書（實驗手冊）、儲存於基因資料庫中的序列資訊、未出版的研究報告等，同時也有部分被引用專利及專利相關文獻被列入非專利文獻區塊。圖六為非專利文獻資料類型的分布狀況。分析被引用的期刊文獻以及計算所屬期刊共可分析出991種期刊，但是引用次數集中於部分主要期刊，80%累積的引用次數集中於前15%的期刊，包括 Journal of Biological Chemistry、Nature 以及 Science... 等。檢驗高度被引用期刊在其所屬的主題領域被引用的狀況發現，這些高度被引用期刊同樣也被該領域的期刊文章高度引用，其在 Web of Knowledge - JCR 影響係數評比多在前10名，表一為引用次數前20名的期刊。

### 五、台日韓主要研究機構的技術聚合集群

台日韓研究機構的技術聚合集群分析是以專利件數以及影響力排名前20名的研究機構為主要分析對象。前20名研究機構兩兩配對產生聚合組，計算每一組的聚合專利數及聚合指數 (Correlation Index, CI) (註1)，依照聚合指數計算相關係數，再進行主要機構的集群分析。專利件數以及影響力排名前20名的研究機構均為日本地區所屬機構，此20個研究機構共組成190組聚合組，計算結果發現190組中167組聚合組的機構之間不具聚合關係。具有聚合關係的機構以日本的Toyo與Wakunaga之間的聚合指數最高，聚合指數為0.123。分析兩機構所掌握的專利技術，多是與基因定序技術有關。其他具有聚合關係的聚合組還包括Asahi與Kyowa、Chemo與Mitsubishi、Canon與Hitachi以及Mitsubishi與Takara等。其他各組的聚合值不





圖六 被引用之非專利文獻資料類型分析

如Toyo與Wakunage之間的聚合值顯著，但是其聚合值可視為其專利技術的關連指標。Asahi與Kyowa的聚合指標為0.064，專利技術以基因技術為主；Chemo及Mitsubishi的聚合指標為0.043，專利技術為蛋白質合成技術。以聚合指標為基礎，經由計算相關係數與集群分析，前20名主要研究機構可以辨識出四組技術關連程度較高的技術聚合集群（表二）。

#### 六、台日韓對遺傳工程研究之影響分析

台日韓對遺傳工程研究之影響分析是以1991到2002年間公告之遺傳工程專利為分析基礎，了解台日韓三國所屬專利為相關專利引用的狀況，以專利被引用的程度了解台日韓三國的研究影響力。1991年到2002年間公告之遺傳工程相關專利共13,055件，共引用18,490件美國專利，其中包含1,146件台日

韓專利。台日韓被引用專利中以日本所掌握的專利為多，共1,111件；其他為台韓所掌握的專利分別為25件及9件。多數被引專利的被引用次數不超過5次，僅少數被引專利被引用次數在10次以上。被引用次數最高的三件被引專利都是日本專利，其中兩件之專利權為日本與美國所共同擁有，是日本Cancer Institute與美國約翰霍普金斯大學及美國猶他大學合作獲得的專利，兩件專利所涉及的技术都是與辨識致癌基因技術有關。其他被引次數較高的專利之相關技術亦是與檢測技術有關的專利。

分析被引專利之專利權人，多數機構（269, 80.54%）被引用次數低於10次，僅少數機構被引用的次數較高，其中包括Hitachi、Fuji、Ajinomoto、Mitsubishi與Takeda。其中Hitachi被引用次數較高，所掌握的81件被引專利共被引用277次，當中包

表一 引用次數排名前20名期刊列表

期刊名	被引 次數	技術領域	領域 排名	影響係數
1 J. Biol. Chem.	554	Biochemistry & Molecular Biology	1	6.355
2 Nature	443	Multidisciplinary Sciences	1	32.182
3 Science	401	Multidisciplinary Sciences	3	31.853
4 Nucleic Acids Research	319	Biochemistry & Molecular Biology	6	7.260
5 Gene	260	Genetics & Heredity	7	2.705
6 Cell	219	Biochemistry & Molecular Biology	2	28.389
7 J. Bacteriol.	196	Microbiology	1	4.146
8 Biochem.and Bioph. Res. Comm.	184	Biochemistry & Molecular Biology	7	2.904
9 EMBO Journal	168	Biochemistry & Molecular Biology	4	10.492
10 Plant Molecular Biology	122	Plant Sciences	7	3.510
11 Mol. Cell. Biol.	115	Biochemistry & Molecular Biology	5	7.822
12 Analytical Biochemistry	110	Biochemistry & Molecular Biology	13	2.370
13 Febs Letters	109	Biochemistry & Molecular Biology	9	3.843
14 Journal of Immunology	106	Immunology	1	6.486
15 Journal of Virology	103	Virology	1	5.398
16 Bio/Technology (Nature Biotechnology)	102	Biotechnology & Applied Microbiology	2	22.355
17 Biochemistry	101	Biochemistry & Molecular Biology	3	4.008
18 Cancer Research	100	Oncology	1	7.690
19 Mol. Gen. Genet.	87	Biochemistry & Molecular Biology	153	2.371
20 J. Biochem.	81	Biochemistry & Molecular Biology	39	2.292
20 J. Mol. Biol.	81	Biochemistry & Molecular Biology	8	5.542

表二 主要研究機構之技術集群

集群	研究機構	集群技術	聚合指數值
C1	Asahi、Kyowa、Takeda	修飾編碼動物蛋白質基因	0.095
C2	Canon、Hitachi、Mochida	核酸測量	0.045
C3	Japan-Tobacco、Takara、Kirin	引入基因物質	0.048
C4	Ajinomoto、Chemo、Mitsubishi、 Suntory	修飾編碼動物蛋白質基因/引入遺傳物質	0.085

含20次自我引用。Hitachi被引專利技術主要是與檢測有關，涉及的技術主要是將透過電或磁測試、分析材料的技術運用於基因測試與定序技術。受到影響的機構包括Affymetrix、EXACT Science、Visible Genetic以及加州理工等。Fuji的被引用次數雖僅佔Hitachi專利被引用次數的50%，但在台日韓研究機構仍舊名列高被引機構，57件被引用專利共被引133次，所屬專利中被引用次數較高的是於1991年以前所公告的專利，除了被自身後續研究所引用，受到Fuji研究影響的機構包括Carnegie Mellon、Affymetrix以及Hyseq，被引用的技術多屬基因測試技術。名列被引第三的Ajinomoto、Mitsubishi以及Takeda，技術上分別以基因重組及合成技術、測試技術與DNA/RNA修飾技術影響其他機構在技術的發展。

## 伍、討論與結論

以專利計量方法分析台日韓三國遺傳工程研究的發展發現，日本在三國中居領先地位，從掌握的專利件數、研究機構與人員規模、專利被引用的分析結果來看，日本在遺傳工程研究的生產力以及影響力均領先台韓；在專利技術的涵蓋範圍方面，主要的基礎技術領域，基因工程、合成技術以及檢測技術，日本均掌握一定成果，台韓則較專注於基因重組技術的研發。以研究規模來看，國內研究能量規模（機構數量與研究人力）不如日本及韓國，專注於特定技術進行深度的研究投資與開發，在研究人力規模較受到

限制的情況下或許是一可行的策略。科學研究與技術發展對三國研究的影響雖僅進行初步的分析，但從引用基礎科學研究成果的分析結果比較，日本非專利文獻被引用的比例高於韓國及台灣，是否意味著遺傳工程研究發展除學科本身知識的累積與發展，基礎科學研究的穩固發展環境以及科學研究成果到技術研發的移轉策略應同時被納入發展規劃中。

本研究嘗試以專利計量方式了解台日韓三國在遺傳工程研究方面的發展，獲得的結果展現台日韓在研究上的表現，更深度的結果解讀以及與其他類型文獻分析結果的整合詮釋亦將有利於研究方法的確立以及對研究結果之信度與效度的建立。

## 註釋：

註 1： $CI_{ij} = C_{ij} \div (C_i + C_j)$

*CI<sub>ij</sub> is the coupling index of entities I and J, C<sub>i</sub> is the number of patent citations of entity I, C<sub>j</sub> is the number of patent citations of entity J, C<sub>ij</sub> is the number of shared patent citations of entities I and J*

## 參考書目

Albert, Armando & Plaza, Luis M. (2004). The transfer of knowledge from the Spanish public R & D system to the productive sectors in the field of biotechnology. *Scientometric*, 59(1), 3-14.

- Allen, J. & Oppenheim, C. (1979). The overlap of US and Canadian patents literature with journal literature. *World Patent Information*, 1(2), 77-80.
- Banerjee, P., Gupta, B. M. & Garg, K. C. (2000). Patent statistics as indicators of competition: an analysis of patenting in biotechnology. *Scientometrics*, 47(1), 95-116.
- Demidowicz, B. K. & Oppenheim, C. (1981). The overlap of patent and journal literature on animal feedstuffs. *World Patent Information*, 3, 82-83.
- Eisenschitz, T. S., Lazard, A. M. & Willey, C. J. (1986). Patent groups and their relationship with journal literature. *Journal of Information Science*, 12, 53-58.
- Eisenschitz, T. S., McKie, L. J. & Warne, K. (1989). Communication of information in U.S. biotechnology patents. *World Patent Information*, 11(1), 28-32.
- Garfield, F. (1979). Citation indexing: its theory and application in science, Technology and the Humanities. New York: Wiley.
- Gittelman, Michelle & Kogut, Bruce (2003). Does goods science lead to valuable knowledge? Biotechnology firms and the evolutionary logic of citation patterns. *Management Science*, 49(4), 366-382.
- Karki, M. M. S. (1997). Patent citation analysis: a policy analysis tool. *World Patent Information*, 33(4), 269-272.
- Lo, Szu-Chia (2004). A Study of the Productivity of Genetic Engineering Research from 1991 to 2002 Using the Patentometrics Approach. International Workshop on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & Fifth COLLNET Meeting, Roorkee, India.
- Lopez-Munoz, Francisco, Alamo, Cecilio, Rbio, Gabriel, Garcia-Garcia, Pilar, Martin-Agueda, Belen & Cuenca, Eduardo (2003). Bibliometric analysis of biomedical publications on SSRI during 1980-2000. *Depression and Anxiety*, 18(2), 95-103.
- Malo, S. & Geuna, A. (2000). Science-technology linkages in an emerging research platform: the case of combinatorial chemistry and biology. *Scientometrics*, 47(2), 303-321.
- McMillan, G. Steven & Hamilton, Robert D. (2000) Using Bibliometrics to Measure Firm Knowledge: an analysis of the US Pharmaceutical Industry. *Technology Analysis & Strategic Management*, 12(4), 465-475.
- Moed, Henk F. (2000). Bibliometric indicators reflect publication and management strategies. *Scientometrics*, 47(2), 323-346.
- Narin, F. (1994). Patent bibliometrics. *Scientometrics*, 30(1), 147-155.
- Narin, F. (1995). Patents as indicators for the evaluation of industrial research output.

- Scientometrics*, 34(3), 489-496.
- Narin, Francis, Hamilton, Kimberly S. & Olivastro, Dominic (1997). The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, 26(3), 317-330.
- Narin, F., Olivastro, D. & Stevens, K. A. (1994). Bibliometric/theory practice and problems. *Evaluation Review*, 18(1), 65-76.
- Ramani, Shyama V. & Looze, Marie-Angele de (2002). Using patent statistics as knowledge base indicators in the biotechnology sector: an application to France, Germany and the U.K. *Scientometrics*, 54(3), 319-346.
- Walker, R. D. (1995). *Patents as Scientific and Technical Literature*. Metuchen, N.J.: The Scarecrow Press.

(收件日期：95年6月12日 接受日期：95年9月19日)

