

光觸媒文獻之書目計量學研究

蔡明月

教授

政治大學圖書資訊與檔案學研究所

E-mail: mytsay@nccu.edu.tw

古育詩

研究生

淡江大學資訊與圖書館學系

E-mail: ushi523@gmail.com

摘要

本研究從書目計量學角度探究光觸媒文獻發展狀況，研究樣本檢索自 SCIE (Science Citation Index Expanded) 資料庫，蒐集年代從 1970 至 2003 年，共 34 年得 7,141 筆資料。研究項目包括：一、文獻成長情形；二、文獻類型、出版國與語文分佈；三、機構生產力分析；四、布萊德福定律之驗證；五、核心期刊研究；六、期刊影響因素之探討。研究結果歸納如下：光觸媒文獻至 2003 年仍持續成長，其模式為指數成長；文獻類型以研究性質文章為主；英文是最主要的寫作語言；機構生產力以日本排名第一；利用布萊德福—齊夫定律求得 15 種核心期刊；以 JCR (Journal Citation Reports) 評鑑期刊影響力大小，其分佈與布萊德福分區相近。

關鍵詞：書目計量學，文獻成長，布萊德福定律，影響因素，光觸媒文獻

前 言

在 21 世紀的今天，隨著全球環保意識抬頭，「綠色產品」(green product) 格外受到重視，所謂綠色產品是指具有可回收、低污染、省資源等功能和理念的產品，例如：無汞電池、二段式省水馬桶、重填物之包裝和電動機車等，其中備受矚目的綠色產品就是「光觸媒」。2003 年 SARS (嚴重急性呼吸道綜合症) 危機後，光觸媒這個名稱更為大家耳熟能詳，各類型強調光觸媒的產品如雨後春筍般相繼推出，「光觸媒」不僅走進我們的日常生活，也引發一場革命。

JOEMLS

1968年日本學者藤嶋昭(Fujishima Akira)發現二氧化鈦的特性並為文闡述，是時正值全球石油危機，光觸媒技術就在這樣的時空背景下因應而生，引起全球各界學者的注意(註1)，一時之間，各類型光觸媒研究活動蓬勃發展。近年來，學術界再次掀起光觸媒研究風潮，自1995年起學術界積極舉辦有關二氧化鈦光觸媒的國際性研討會，整合世界各國的發展動態與研究成果(註2)。有鑑於光觸媒之重要性及熱門性，本研究試圖利用美國科學資訊研究院(Institute for Scientific Information, ISI)的科學引用文獻索引擴大版(Science Citation Index Expanded, SCIE)資料庫，從書目計量學角度來探究與光觸媒相關之研究文獻的發展狀況，分析年代自1970至2003年，共34年，以瞭解該主題文獻成長情形、文獻類型、出版國家及語文的分佈特性，並進一步利用布萊德福定律(Bradford's law)、布萊德福-齊夫定律(Bradford-Zipf's law)加以驗證期刊文獻之分佈；此外尚採用期刊引用報告(Journal Citation Reports, JCR)的影響因素(impact factor)進行期刊評鑑；最後，機構的生產力亦即作者服務機構及其所屬國家的分析，亦為另一項研究範疇。

二、文獻探討

本研究採用書目計量學方法分析光觸媒文獻，透過文獻成長、布萊德福定律及JCR期刊評鑑等方式進行分析，以下針對此三個議題之相關研究加以探討。

最常見的文獻成長模式有線性成長(linear growth)、指數成長(exponential growth)和邏輯斯第成長(logistic growth)等三種。所謂線性成長是指每年增加之文獻數量相同，而文獻累積數目呈線性增加，繪製之圖形呈一直線(註3)。Meadows等人在所寫的「成長的極限」(*The Limits of Growth*)一書，提及「一個數在一定的時間內，增加的數量佔其全部數量中的一部分比例，則是呈現指數成長」。利用「倍數」時間(doubling time)的觀念來說明，也就是某數成長一倍所需要的時間，來瞭解指數成長是最有效的方法(註4)。

1963年，Price提及「在真實的世界中萬物的生長都會有終止的時刻，因此，指數成長最終達到某一個極限前，速度會減緩，甚至停止」。Price將指數成長模式改良成邏輯斯第曲線(logistic curve)(註5)，邏輯斯第曲線一開始呈指數成長，並一直維持同樣的速度，直到中間點時，開始起了變化，成長漸趨緩和，而後與從起點到中心點上升的曲線相對稱，呈現標準的S形狀(註6)。透過上述三種文獻成長模式有助於窺探過去、瞭解現在、預測未來文獻增長或減少的情形，茲列舉數個相關研究加以說明。

Magyar以物理學次領域染料雷射(dye laser)為例，研究自1966至1972年間的文獻共454篇，以每年發表的文獻量繪製長條統計圖，結果顯示為直線成長(註7)。Schummer研究1800至1995年有關化學物質(chemical substances)文獻的成長情形，研究結果發現近二百年的化學物質文獻呈現平穩的指數成長，且近乎飽和狀態，平

均年成長率為5.5%，而倍數時間為12.9年，亦即每12.9年成長一倍(註8)。Braun、Schubert和Zsindely分析SCI資料庫中，期刊文獻的篇名有nano做為前綴詞的字詞，發現1986至1995年有236個不同的用詞，分佈於4,152篇期刊文獻，文獻很明顯地呈指數成長，倍數時間為1.6年，是一個快速指數成長的比率(註9)。Efthimiadis蒐集1970-1985年間有關線上公用目錄文獻成長之情形，由其所繪製之曲線可發現1984年之前的文獻呈現74.4%的年成長率，但之後的成長速度減慢，曲線趨向平緩，並非如指數成長曲線呈現一直上升的趨勢，此為邏輯斯第成長現象之實例(註10)。

布萊德福定律為書目計量學三大定律之一。它是1934年倫敦科學博物院圖書館館長布萊德福(S. C. Bradford)研究應用地球物理學與潤滑學二個領域之期刊文獻所發展出的一種模式。該研究發現少數期刊即包含了大多數與主題相關之文獻，其具體內容為：根據某種主題，將期刊出版之文獻數按遞減的次序排列，期刊出版和主題相關的文獻愈多則會列入核心(nucleus)區，依核心區的文獻數分成若干個相同文獻數的區域，核心區和相連若干區的期刊種數會形成 $1:n:n^2\dots$ 的比例(註11)。

布萊德福的原始定律引起後人不斷的修正，其中最具影響力的是Brookes在1969年所提出的布萊德福-齊夫定律(Bradford-Zipf' law)。該定律主要以標準S形曲線來表示，曲線可分成三個區域：第一區非線性部分，即為核心期刊部分，表示集合相關文獻最多的期刊；第二區為線性部分；第三區偏垂部分，表示與研究主題相關的期刊文獻已擴散到多數期刊(註12)。蔡明月、周秀貞和馬曉馨以半導體為主題，檢索INSPEC資料庫自1978至1997年的文獻共有275,574篇，當中184,233篇為期刊文獻，分佈在1,877種期刊，利用布萊德福-齊夫定律繪製半對數座標圖，發現前25名期刊為半導體的核心期刊，且前20名的期刊文獻總數即可達到所有文獻量的一半(註13)。

Ugolini及Casilli為瞭解義大利期刊的能見度，利用2000年版的JCR進行研究，JCR收錄了5,686種期刊，其中義大利出版73種，影響因素等於或超過1的有14種，整體而言，義大利出版的期刊除了*Journal of High Energy Physics*(影響因素為4.196)有較高的能見度，表示義大利的高能物理學達國際性水準外，其他期刊被引用的情形都不理想(註14)。王國龍、李佩調查SCI資料庫的5,752種期刊，以2001年Web版JCR進行分析，5,752種期刊由64個國家和地區出版，其中美國期刊多達2,220種，全部期刊影響因素的平均值為1.44。以各國的影響因素來看，美國期刊平均影響因素為1.83，高於其他國家。不同學科期刊的影響因素亦有差異，在166個學科期刊中，排前十名的均為生物與醫學類(註15)。

三、研究方法

本研究以書目計量學之研究方法進行光觸媒相關文獻分析，針對該主題之文獻

成長、文獻類型、出版國家及語文分佈等特性進行探討，並利用布萊德福原始定律與布萊德福－齊夫定律以及JCR的影響因素探討期刊文獻分佈與期刊評鑑；最後分析作者服務機構及國家，以瞭解機構的生產力。

本研究檢索SCIE資料庫，蒐集1970至2003年有關光觸媒之文獻，並將下載之書目資料匯入Excel試算表，針對文獻類型、期刊刊名、書名、語文、作者地址、ISSN和出版國家等資料加以系統化整理。部分資料須進行人工的查核與比對，例如：查核期刊刊名，主要因期刊經常有停刊、復刊、分刊、併刊及改刊等情況，故以*Ulrich's Periodicals Directory*查證各種期刊刊名之變化，以求得最正確之統計數據，凡刊名異動者，確定為同一種期刊，一律合併統計，並以現刊名為統一名稱。作者機構及所屬國家的資料，是透過作者地址的欄位加以分析後獲得，並利用行政院國科會科學技術資料中心的「學術研究機構名錄」、中國民用航空學院資訊網路中心所製作的「全球高校查詢系統」、RBA Information Services建置的「Business.com」和搜尋引擎Google等進行機構名稱查核，機構名稱如有變動，則如同期刊刊名的處理方法。最後藉由Excel試算表和SPSS統計軟體，依研究問題進行文獻數據之分析統計和繪圖工作。

本研究採用之研究工具計有SCIE、Ulrich's Periodicals Directory以及JCR三種資料庫，茲簡述如下：

1. Web of Science – SCI-Expanded 資料庫 (註16)

Web of Science (WOS)為美國ISI公司製作的引用文獻索引資料庫系統，本研究利用ISI公司的SCIE資料庫蒐集資料，該資料庫共收錄約5,900多種期刊，涵蓋超過150種學科，包含自1945年至今的資料，每週更新。

2. Ulrich's Periodicals Directory (註17)

*Ulrich's Periodicals Directory*期刊指南是一個書目資料庫，由Bowker公司出版，涵括了200多個國家、130,000多家出版社所出版的186,100種定期及非定期之連續性刊物，提供詳盡、廣泛且具權威性的資訊，每週進行更新，本研究利用Ulrich's Periodicals Directory查證及補正期刊刊名變更等出版資訊。

3. 期刊引用報告 (Journal Citation Reports-JCR) 簡介

SCI JCR提供系統化和客觀化的方法，針對世界重要的科技期刊以計量的方式進行評估。其涵蓋了全世界經同儕評閱且被高度引用的期刊近6000種。JCR所提供的數據包括：引用總數 (Total Cites)、影響因素 (Impact Factor, IF)、即時引用指數 (Immediacy Index)、被引用半衰期 (Cited Half-life)、引用半衰期 (Citing Half-life)等。對圖書館館員而言，JCR可作為期刊訂購、刪除、典藏、維護、淘汰之參考(註18)。

本研究採用JCR的影響因素作為期刊評鑑之依據，影響因素是在計算期刊出版文章在特定的某一年平均被引用的頻率，可用於相同領域之期刊比較，數值愈大的，其影響力愈大。影響因素之計算方式為：該期刊前二年出版的文章於當年被引

用總數除以前二年出版文章的總數，以 *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 為例，2001 年出版文章共 269 篇，2002 年出版 252 篇，兩年合計為 521 篇；2001 年之文章於 2003 年被引用次數為 536 次，2002 年之文章被引用次數為 346 次，兩年合計為 882 次，其影響因素值為 $882/521=1.693$ (註 19)。

光觸媒的英文名稱是由 photo (光) + cataly* (觸媒) 二個字所組成。光觸媒這個字有許多詞類變化，包括：photocatalysis、photocatalyst、photocatalysts、photocatalysed、photocatalyzed、photocatalytic、photocatalytical 等。本研究採用截字法 (truncation) 的檢索策略，在 SCIE 資料庫的 topic 欄位輸入 photocataly*、photocataly*、Photochemical cataly* 等檢索用語，如此可同時檢索文章的篇名、關鍵字或摘要。以星號做截字功能，連字符號用「-」或「空格」所檢索出來的結果相同。

本研究受限於國內採購的 SCIE 資料庫收錄起始年代為 1970 年，以致無法蒐集到 1969 年以前之文獻。本研究起始時間與 1968 年日本學者藤嶋昭發表論文時間相近，故所蒐集之資料仍足以代表光觸媒的發展歷程。

四、研究結果

本研究檢索 SCIE 資料庫 1970 年至 2003 年，與光觸媒相關之文獻共得到 7,141 筆資料，以下針對文獻的基本特性、機構生產力和期刊文獻分佈進行分析。

(一) 文獻的基本特性

文獻的基本特性包括文獻成長情形、文獻類型、出版國家及語文分佈等。

1. 文獻成長情形

光觸媒歷年文獻分佈如表 1 所示，1970 至 1975 年的文獻不多，只有個位數；1990 年之前的文獻量都未達百篇，文獻成長的速度緩慢。1991 年以後文獻漸漸增多，每年皆有百篇以上。2003 年以後增加的文獻量最為明顯，2001 年有 758 篇，2002 年 874 篇，2003 年突破千篇為 1,029 篇。綜言之，每一年文獻的漲幅都不高，只有在 1991、1997 和 2001 年以後，比起前一年增加了 81 至 196 篇。若以十年為一基準點分析，則可發現 1970 年 5 篇，1980 年 49 篇以及 1990 年 92 篇，增加均不超過 45 篇，然而到了 2000 年卻激增了十倍的文獻量，從 92 篇增加為 562 篇，2003 年的文獻數更是 2000 年的近二倍，由此可見 1990 年之後是光觸媒文獻快速成長期。

根據表 1 累積篇數繪製圖 1 之光觸媒文獻成長圖。由圖 1 可見 1970 年已發表少量的光觸媒文獻，處於開始萌芽階段。到了 1991 年文獻出版量突破百篇，之後每年的光觸媒文獻量持續成長，2000 年至 2003 年的文獻量呈倍數增加，整體曲線為指數成長模式。

表1 1970年至2003年光觸媒文獻分佈

年代	篇數	累積篇數	年代	篇數	累積篇數
1970	5	5	1987	87	685
1971	8	13	1988	70	755
1972	9	22	1989	94	849
1973	7	29	1990	92	941
1974	7	36	1991	173	1,114
1975	9	45	1992	229	1,343
1976	14	59	1993	239	1,582
1977	23	82	1994	255	1,837
1978	30	112	1995	301	2,138
1979	35	147	1996	328	2,466
1980	49	196	1997	428	2,894
1981	53	249	1998	476	3,370
1982	63	312	1999	548	3,918
1983	62	374	2000	562	4,480
1984	67	441	2001	758	5,238
1985	77	518	2002	874	6,112
1986	80	598	2003	1,029	7,141

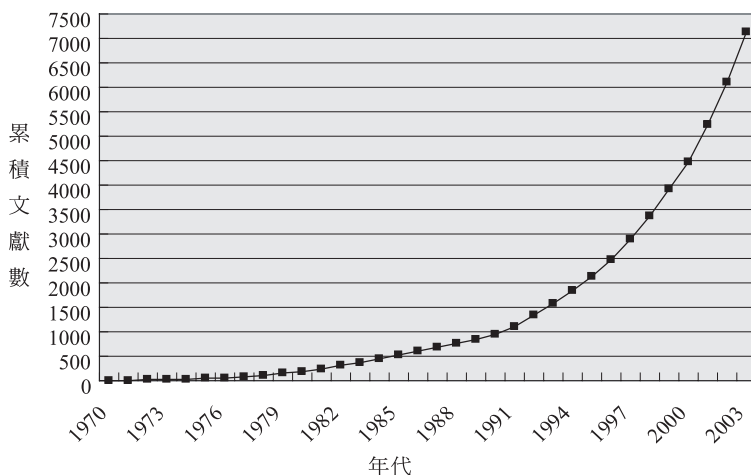


圖1 1970年至2003年光觸媒文獻成長圖

2. 文獻類型

表2顯示，本研究共檢索7,141篇文獻，其中研究性質文章6,355篇為最多，佔89%，次為評論性文章(3.46%)和會議摘要(3.35%)，此三種文獻類型即佔了全部文獻的95.8%。光觸媒文獻類型以期刊文章為主，其他類型較少。會議摘要有239篇，其中217篇發表於美國化學學會的文章摘要(Abstracts of Papers of the American Chemical Society)。最早出現的文獻類型是期刊文章，會議摘要在1971年出現，評論性文章則遲至1974年才出現。

表2 光觸媒文獻類型統計

文獻類型	篇數	百分比(%)	累積百分比(%)
研究性文章(Article)	6,355	88.99	88.99
評論性文章(Review)	247	3.46	92.45
會議摘要(Meeting Abstract)	239	3.35	95.80
技術簡訊(Note)	154	2.16	97.95
信函(Letter)	100	1.40	99.35
編輯專欄(Editorial Material)	21	0.29	99.65
新聞(News Item)	9	0.13	99.77
勘誤(Correction)	8	0.11	99.88
勘誤與補充(Correction, Addition)	6	0.08	99.97
討論(Discussion)	2	0.03	100.00
合計	7,141	100.00	

3. 出版國家分佈

本研究有出版國家之資料的文獻有7,140篇，分佈於42個國家，如表3所示。出版文獻量前七名為美國2,137篇(29.93%)、英國1,366篇(19.13%)、荷蘭1,199篇(16.79%)、瑞士815篇(11.41%)、日本438篇(6.13%)、中國283篇(3.96%)、德國262篇(3.67%)。以美國、英國和荷蘭的出版量最高，三者合計達65.85%，顯示光觸媒文獻之出版主要集中在三個國家。此外，日本與中國大陸分居第五與第六名，顯示亞洲國家的興起，至於台灣出版的只有6篇。

表3 光觸媒文獻出版國家一覽表

排名	出版國家	篇數	百分比(%)	累積百分比(%)
1	美國	2,137	29.93	29.93
2	英國	1,366	19.13	49.06
3	荷蘭	1,199	16.79	65.85
4	瑞士	815	11.41	77.26
5	日本	438	6.13	83.40
6	中國大陸	283	3.96	87.36
7	德國	262	3.67	91.03
8	俄羅斯聯邦	135	1.89	92.92
9	印度	88	1.23	94.15
10	南韓	74	1.04	95.19
11	匈牙利	53	0.74	95.93
12	法國	48	0.67	96.60
13	加拿大	45	0.63	97.23
14	烏克蘭	38	0.53	97.76
15	埃及	35	0.49	98.25
16	捷克共和國	27	0.38	98.63
17	巴西	16	0.22	98.86
18	丹麥	11	0.15	99.01
19	奧地利	9	0.13	99.14
20	波蘭	8	0.11	99.25

21	羅馬尼亞	7	0.10	99.35
22	義大利	6	0.08	99.43
23	臺灣	6	0.08	99.51
24	克羅埃西亞共和國	5	0.07	99.58
25	保加利亞	4	0.06	99.64
	其他	26	0.36	100.00
	合計	7,141		

4. 語文分佈

本研究7,141篇文獻分別以13種語文撰寫，其中以英文6,622篇(92.73%)為最多，第二名是中文189篇(2.65%)，第三名為俄文(96篇)，第四名為日文(95篇)。以出版國家和語文別相對應加以分析，可觀察出，有些國家的作者，並非以本國語言撰寫，例如：日本出版了438篇，但以日文寫的文章只有95篇。中國大陸加台灣共出版了289篇，但以中文撰寫者亦只有189篇。

值得注意的是中文資料排名第二，足見中文資料有其影響力，進一步分析得知189篇文獻，共發表在14種期刊，其資料顯示於表4。期刊的出版國家主要集中在中國大陸，只有一種在日本出版。最早出現中文文獻的資料是在1987年，一直到2000年之後，才有較多的文獻出現，大約50篇。其中前五名的期刊分別為：「高等學校化學學報—中文版」(*Chemical Journal of Chinese Universities – Chinese*)、「催化學報」(*Chinese Journal of Catalysis*)、「物理化學學報」(*Acta Physico-Chimica Sinica*)、「化學學報」(*Acta Chimica Sinica*)及「無機材料學報」(*Journal of Inorganic Materials*)。「催化學報」、「無機材料學報」是科學出版社所出版；排名第四的「化學學報」由中國科學院出版，其出刊年最早，有著悠久的歷史。此外，前四名的期刊也是影響因素最高，最有影響力的期刊，排名第一的「高等學校化學學報—中文版」之影響因素值為0.796。

表4 發表光觸媒中文文獻之期刊資料表

排名	刊名	篇數	出版家國	出版單位	出版語文	期刊出刊年	SCIE收錄年	JCR (IF)
1	<i>Chemical Journal of Chinese Universities – Chinese</i> 高等學校化學學報—中文版	50	China	Higher Education Press 高等教育出版社	中文	1980	1998	0.796
2	<i>Chinese Journal of Catalysis</i> 催化學報	36	China	Science Press 科學出版社	中文 英文摘要	1980	2001	0.542
3	<i>Acta Physico-Chimica Sinica</i> 物理化學學報	27	China	Peking Univ. Press 北京大學出版社	中文/英文	1985	1998	0.468
4	<i>Acta Chimica Sinica</i> 化學學報	24	China	Acta Chimica Sinica 中國科學院	中文 英文摘要	1933	1987	0.643
5	<i>Journal of Inorganic Materials</i> 無機材料學報	14	China	Science Press 科學出版社	中文 英文摘要	1986	1999	0.247

6	<i>Chinese Journal of Inorganic Chemistry</i> 無機化學學報	13	China	Chinese Chemical Society 中國化學會	中文/英文	1985	2001	0.535
7	<i>Rare Metal Materials and Engineering</i> 稀有金屬材料與工程	8	China	Northwest Inst for Non-ferrous Metal Research 西北有色金屬研究院	中文	1982	2000	0.329
8	<i>Spectroscopy and Spectral Analysis</i> 光譜學與光譜分析	7	China	Peking Univ. Press 北京大學出版社	中文 英文摘要	1981	2000	0.298
9	<i>Chinese Journal of Chemical Physics</i> 化學物理學報	5	China	Science Press 科學出版社	中文	1988	2002	N/A
10	<i>Acta Polymerica Sinica</i> 高分子學報	1	China	Science Press 科學出版社	中文 英文摘要	1957	2001	0.351
11	<i>Chinese Journal of Organic Chemistry</i> 有機化學	1	China	Science Press 科學出版社	中文 英文摘要	1972	1999	0.497
12	<i>Electrochemistry</i> 電化學	1	Japan	Electrochemical Society of Japan 日本電氣化學會	主要是日文	1933	2002	0.556
13	<i>Progress in Biochemistry and Biophysics</i> 生物化學與生物物理進展	1	China	Science Press 科學出版社	中文	1973	1997	0.241
14	<i>Progress in Chemistry</i> 化學進展	1	China	Chinese Acad Sciences 中國科學院	中文	1989	2002	0.319
合		計	189					

*N/A (Not Available) : 表示JCR沒有收錄

(二)機構生產力

本研究文獻總數為7,141篇，作者數為26,028個，光觸媒文獻有相當多是兩個以上作者合著，其中甚至多達19位。7,141篇文獻有提供作者服務機構的共5,908篇，一篇文獻會有一個或二個以上的機構筆數，因此，機構總筆數為9,500，其中有機構全稱、縮寫、改名等資料，經查證補正後共計1,442個機構。以下就機構與國家生產力進一步分析。

1. 國家生產力

表5顯示日本有258個機構從事光觸媒研究，其次為美國有203個機構，中國排名第三，有114個機構，臺灣排第十三名。若以洲別劃分地區進行資料之分析，發現亞洲有28國，分佈於618個機構(佔42.86%)，顯示亞洲在光觸媒研究領域中有不錯的表現。

JoEMLS

表5 光觸媒作者機構所屬國家之分佈表

排名	機構所屬國家	機構數	排名	機構所屬國家	機構數
1	日本	258	17	墨西哥	18
2	美國	203	18	瑞士	15
3	中國	114	19	阿根廷	14
4	德國	86	20	希臘	13
5	南韓	81	21	土耳其	13
6	法國	70	22	葡萄牙	11
7	英國	63	23	以色列	10
8	義大利	55	24	捷克共和國	10
9	印度	45	25	奧地利	10
10	西班牙	40	26	埃及	10
11	臺灣	33	27	芬蘭	9
12	加拿大	31	28	荷蘭	8
13	波蘭	21	29	匈牙利	7
14	澳大利亞	20	30	比利時	7
15	巴西	20		其他國家	128
16	俄羅斯	19	總	數	1442

2. 全球機構生產力

如前所述，本研究共檢索出9,500筆作者機構，分佈於1,442個機構中，排名前三十名的機構，如表6所示。以機構所屬國家分析，日本的機構佔11個，前五名的機構中，日本囊括了第一名的大阪大學、第三名的大阪大學、第四名的產業技術綜合研究所，足見日本在光觸媒的研究領域中占有一席之地；第二名為中國大陸的中國科學院，數量和第一名相同，第五名是義大利的杜林大學。若將機構之屬性分成政府單位、大專院校及公司企業，則可發現大專院校在前三十名就佔了22個。至於美國部分，最活躍的研究機構為德州大學有109筆，其中奧斯汀分校就有77筆。

表6 光觸媒高生產力機構數分佈表

排名	機構名稱	機構名稱(中文譯名)	國家	筆數
1	Osaka University	大阪大學	日本	256
2	Chinese Academy of Sciences	中國科學院	中國大陸	256
3	University of Tokyo	東京大學	日本	199
4	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	產業技術綜合研究所	日本	182
5	University of Turin	杜林大學	義大利	137
6	Osaka Prefecture University	大阪府立大學	日本	135
7	Tokyo Institute of Technology	東京工業大學	日本	119
8	University of Texas	美國德州大學	美國	109
9	Concordia University	康科迪亞大學	加拿大	100
10	Kinki University	近畿大學	日本	98
11	Russian Academy of Sciences	俄羅斯科學院	俄羅斯	96
12	University of Notre Dame	聖母大學	美國	87
13	Chinese University of Hong Kong	香港中文大學	中國大陸	84
14	Federal Institute of Technology (EPFL)	洛桑聯邦科技大學	瑞士	79

15	Università degli Studi di Palermo	巴勒莫大學	意大利	76
16	Ecole Centrale de Lyon	里昂中央學院	法國	73
17	Kyoto University	京都大學	日本	72
18	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	環境能源研究中心	西班牙	70
19	National Institute for Materials Science	國家材料科學研究院	日本	69
20	U.S. Department of Energy	美國能源部	美國	68
21	Tohoku University	東北大學	日本	64
22	Univ Wisconsin	威斯康辛大學	美國	64
23	Council of Scientific and Industrial Research (CSIR)	印度科學與工程研發議會	印度	60
24	University of Sevilla	賽維爾大學	西班牙	60
25	University Nacional of Litoral	利托瑞爾國立大學	阿根廷	59
26	California Institute of Technology	加州理工學院	美國	58
27	University California	加州大學	美國	58
28	Meisei University	明星大學	日本	57
29	Hokkaido University	北海道大學	日本	56
30	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	西班牙科學研究最高理事會	西班牙	55

3. 臺灣機構生產力

在9,500筆作者機構資料裡，臺灣佔了146筆，分佈在33個機構，如表7所示。排名第一的是國立成功大學23筆，第二名是國立臺灣大學20筆，國立中興大學14筆，排名第三。若以機構的屬性分析，大專院校佔最多達28個，其筆數為136，其中化學工程系所佔最多有29筆，其次為環境工程系所28筆，化學系所27筆。整體而言，主要為化學和環境工程相關系所。

表7 臺灣地區光觸媒高生產力機構數分佈表

排名	機構名稱	筆數	排名	機構名稱	筆數
1	國立成功大學	23	18	私立永達技術學院	2
2	國立臺灣大學	20	19	私立大葉大學	2
3	國立中興大學	14	20	私立中國文化大學	1
4	國立交通大學	10	21	私立中華醫事學院	1
5	私立嘉南藥理科技大學	9	22	行政院勞工委員會	1
6	國立清華大學	9	23	私立輔英科技大學	1
7	私立元培科學技術學院	8	24	私立義守大學	1
8	國立聯合大學	6	25	行政院原子能委員會核能研究所	1
9	國立台北科技大學	6	26	私立崑山科技大學	1
10	國立臺灣科技大學	6	27	國立中正大學	1
11	工業技術研究院	4	28	國立中山大學	1
12	中央研究院	3	29	私立大仁技術學院	1
13	私立中台醫護技術學院	2	30	行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所	1
14	國立中央大學	2	31	私立大同大學	1
15	國立高雄海洋大學	2	32	私立萬能科技大學	1
16	國立屏東科技大學	2	33	私立元智大學	1
17	國立臺灣師範大學	2	合	計	146

(三)布萊德福定律之驗證

本研究共分析7,141篇文獻，當中期刊文獻為7,043篇，分佈於556種期刊，以下分別利用布萊德福分區法和布萊德福－齊夫定律，驗證光觸媒文獻是否符合其分佈定律。

1. 布萊德福分區法

根據布萊德福定律之分區原則，將556種期刊依所含文獻篇數多寡次序排列，分別就期刊數量、文獻數量、累積期刊數、累積文獻數(期刊數*文獻數)、累積期刊常用對數值五個欄位製作成表8。

表8 光觸媒期刊文獻分佈統計表

分區	期刊數	文獻數	累積期刊數	累積文獻數	累積期刊數常用對數值
一	1	555	1	555	0.000
	1	426	2	981	0.301
	1	217	3	1,198	0.477
	1	207	4	1,405	0.602
二	1	195	5	1,600	0.699
	1	167	6	1,767	0.778
	1	163	7	1,930	0.845
	1	149	8	2,079	0.903
	2	139	10	2,357	1.000
	1	131	11	2,488	1.041
	1	126	12	2,614	1.079
	1	118	13	2,732	1.114
三	2	96	15	2,924	1.176
	1	82	16	3,006	1.204
	1	75	17	3,081	1.230
	1	73	18	3,154	1.255
	1	67	19	3,221	1.279
	2	66	21	3,353	1.322
	1	65	22	3,418	1.342
	1	64	23	3,482	1.362
	1	62	24	3,544	1.380
	1	61	25	3,605	1.398
	1	60	26	3,665	1.415
	1	59	27	3,724	1.431
	1	58	28	3,782	1.447
	1	57	29	3,839	1.462
	1	53	30	3,892	1.477
	1	47	31	3,939	1.491
	1	45	32	3,984	1.505
	2	41	34	4,066	1.531
	1	40	35	4,106	1.544

	1	39	36	4,145	1.556
	3	38	39	4,259	1.591
四	1	36	40	4,295	1.602
	3	35	43	4,400	1.633
	1	34	44	4,434	1.643
	2	33	46	4,500	1.663
	1	32	47	4,532	1.672
	1	31	48	4,563	1.681
	2	30	50	4,623	1.699
	3	29	53	4,710	1.724
	3	28	56	4,794	1.748
	2	26	58	4,846	1.763
	3	25	61	4,921	1.785
	1	24	62	4,945	1.792
	3	23	65	5,014	1.813
	1	22	66	5,036	1.820
	1	21	67	5,057	1.826
	2	20	69	5,097	1.839
	4	19	73	5,173	1.863
	1	18	74	5,191	1.869
	4	17	78	5,259	1.892
	4	16	82	5,323	1.914
	8	15	90	5,443	1.954
	8	14	98	5,555	1.991
	5	13	103	5,620	2.013
五	7	12	110	5,704	2.041
	7	11	117	5,781	2.068
	13	10	130	5,911	2.114
	9	9	139	5,992	2.143
	11	8	150	6,080	2.176
	23	7	173	6,241	2.238
	15	6	188	6,331	2.274
	23	5	211	6,446	2.324
	24	4	235	6,542	2.371
	50	3	285	6,692	2.455
	80	2	365	6,852	2.562
	191	1	556	7,043	2.745

依據表8將556種期刊分為五區，各區含約等量的文獻篇數，如表9所示，第一區有4種期刊，共出版1,405篇文獻，每種期刊刊載207至555篇光觸媒文獻；第二區有9種期刊，共出版1,327篇文獻，每種期刊刊載118至195篇光觸媒文獻；而第三區有26種期刊，共出版1,492篇文獻，每種期刊刊載38至96篇光觸媒文獻；第四區有64種期刊，共出版1,396篇文獻，每種期刊刊載13至36篇光觸媒文獻；第五區有453種期刊，共出版1,423篇文獻，每種期刊刊載1至12篇光觸媒文獻。各區期刊種數的比例為4：9：26：64：453，若以布萊德福定律 $1:n:n_2:n_3:n_4$ 之計算

公式，求得 n 值約為2.5，亦即各區之比大約為 $1*4 : 2.5*4 : 2.52*4 : 2.53*4 : 2.54*4$ ，等於 $4 : 10 : 25 : 62.5 : 156.25$ 。前四區的比值大致符合布萊德福定律，然而至第五區時，因光觸媒期刊文獻趨於分散，比值約為布萊德福定律期刊數的3倍。

表9 光觸媒期刊文獻分區表

分區	期刊總數	文獻總數	出版之文獻數
一	4	1,405	207至555篇
二	9	1,327	118至195篇
三	26	1,492	38至96篇
四	64	1,396	13至36篇
五	453	1,423	1至12篇
總計	556	7,043	

2. 布萊德福－齊夫定律

依表8的「累積文獻數」與「累積期刊常用對數值」二個欄位資料，繪製光觸媒文獻半對數分佈圖，如圖2。圖2顯示大約前15種期刊是曲線分佈，形成所謂核心期刊，連接的相關區與次相關區則呈現出線性成長，大約在排名第16名到125名這段直線，最後邊緣區的圖形曲線之尾端略為向右下偏垂，整體圖形與布萊德福-齊夫定律標準的S型曲線頗為相似，但S型並不明顯。

由上述二種方式之驗證，可歸納出本研究之光觸媒文獻和布萊德福定律相似，但並不完全符合。而少數的期刊刊載文獻佔總體文獻相當大的比例，如表8所示，前24種期刊即刊載了半數以上(3,544篇，佔50.32%)的文獻，至於其他49.68%的文獻則分佈於532種期刊，其中有191種期刊只刊載一篇文獻，顯示在1970至2003年光觸媒期刊文獻分佈相當分散。

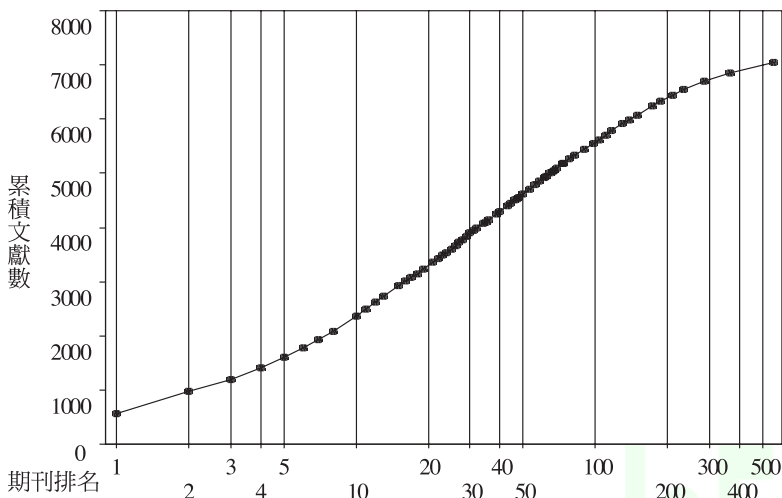


圖2 光觸媒文獻半對數分佈圖

(四) 光觸媒之核心期刊

根據布萊德福分區法，第一區有4種期刊為核心期刊，第二區的重要期刊有9種，一、二兩區合計有13種期刊，檢視布萊德福－齊夫定律「半對數分佈圖」約可看出前15種期刊是曲線分佈，形成所謂核心期刊，本研究將探討此15種核心期刊，並進一步利用「Ulrich's Periodicals Directory」資料庫及各期刊出版社之網頁與紙本期刊，進一步分析核心期刊的特性，其詳細內容如表10所示。

排名前五名的核心期刊分別為：Elsevier S.A.出版的*Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*、美國化學學會出版的*Journal of Physical Chemistry B: Condensed Matter, Materials, Surfaces, Interfaces & Biophysical*、美國化學學會出版的*Abstracts of Papers of the American Chemical Society*、Elsevier BV出版的*Applied Catalysis B: Environmental*及Pergamon出版的*Chemosphere*。

進一步針對期刊影響因素、刊期、語文、出版單位及主題等期刊特性進行分析，結果發現15種核心期刊的影響因素值介於1.579至6.516，核心期刊的出版刊期大都較短，主要為週刊，以及每年刊行44期、36期、30期、28期、雙週刊(或21期、20期等)，至於月刊、雙月刊已相當少見。出版單位以學會為主，美國化學學會出版5種，其他出版單位有Elsevier BV出版3種、英國皇家化學學會2種，Elsevier S.A.、Pergamon、日本化學學會、美國學術出版社和Elsevier Inc.各出版1種。出版語文以英文為主，計有13種，特別是*Chemosphere*、*Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*二種期刊以英文、法文及德文三種語文發行。

其中特別要注意的是排名第三，為美國化學學會所出版的*Abstracts of Papers of the American Chemical Society*，該學會將其出版之文獻摘要，以期刊形式定期出刊。SCIE資料庫視其為期刊，但JCR未提供影響因素之數據。

至於期刊主題，主要以化學、環境、材料及水資源為主，包括分子、觸媒、環境工程、奈米結構、電化學、光譜學、光化學、表面化學、材料科學等。

表 10 光觸媒之核心期刊

排名	期刊名	影響因素	刊期	出版語文	出版單位	主題內容
1	<i>Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry</i>	1.693	21期/年	英文	Elsevier S.A. (Switzerland)	關於光和分子之間交互影響所產生的各種化學現象，包括了半導體、光化學；還有屬於新興領域：太陽能的轉變、環境復育和光觸媒等相關主題。
2	<i>Journal of Physical Chemistry B</i>	3.679	週刊	英文	美國化學學會	研究材料方面的資料(奈米結構、膠束、高分子、統計力學和普通物理化學)。
3	<i>Abstracts of Papers of the American Chemical Society</i>	N/A	半年刊	英文	美國化學學會	化學相關文獻之摘要

4	<i>Applied Catalysis B: Environmental</i>	3.476	28 期/年	英文	Elsevier BV	內容以污染物質之觸媒化學相關之文獻，包含觸媒燃燒、觸媒感應器的使用等應用。
5	<i>Chemosphere</i>	1.904	44 期/年	英法 德文	Pergamon	內容主要以持久性有機污染物、環境化學、環境毒理學、環境工程科學、全球變化科學等相關主題。
6	<i>Journal of Molecular Catalysis A: Chemical</i>	2.264	36 期/年	英法 德文	Elsevier BV	內容以分子、原子方面的催化活化和感應裝置為主，包含有機金屬、生物模擬之催化、異質觸媒等。
7	<i>Environmental Science & Technology</i>	3.592	雙月 刊	英文	美國化學學會	環境科學相關主題
8	<i>Chemistry Letters</i>	1.579	月刊	英文	日本化學學會	純化學與應用化學相關主題
9	<i>Journal of Catalysis</i>	3.276	16 期/年	英文	Academic Press	內容強調異質與同質觸媒、表面化學、觸媒工程等相關主題。
10	<i>Langmuir</i>	3.098	雙週 刊	英文	美國化學學會	內容涵蓋電化學、光譜學、生物膠體、生物高聚物、奈米結構、材料等相關主題。
11	<i>Catalysis Today</i>	2.627	40 期/年	英文	Elsevier BV	內容主要和觸媒相關之異質觸媒、同質觸媒、酵素催化主題。
12	<i>Physical Chemistry Chemical Physics</i>	1.959	24 期/年	英文	英國皇家化學學會	包含觸媒的作用、異質觸媒、電化學、材料科學、奈米科學、光化學、光譜學、表面科學等主題。
13	<i>Chemical Communications</i>	4.031	雙週 刊	英文	英國皇家化學學會	化學相關主題
14	<i>Journal of the American Chemical Society</i>	6.516	週刊	英文	美國化學學會	化學相關主題，此期刊為美國化學學會的旗艦期刊(flagship journal)。
15	<i>Water Research</i>	1.812	20 期/年	英文	Elsevier Inc.	水資源相關主題，水的品質管理及技術處理。

整理自：「Ulrich's Periodicals Directory」資料庫及各期刊出版社之網頁與紙本期刊

(五) 期刊影響因素之探討

本研究為了驗證布萊德福原始定律期刊分區與期刊品質的關係，進一步利用「期刊引用報告」(JCR)的影響因素值來評鑑期刊的影響力。

影響因素為JCR評鑑期刊的指標之一，它雖不是評鑑期刊品質的唯一指標，但藉由影響因素可以瞭解一種期刊平均每一篇文章被引用的次數，被引用次數的多少，可作為判別其影響力的依據，故不失為評鑑期刊的客觀方法。本研究以布萊德福分區法將556種期刊分成五區，分別查詢其影響因素。

本研究檢索資料所採用的資料庫SCIE和JCR同是ISI公司的產品，二者所收錄的期刊應該是一樣的，但查詢JCR，卻發現有53種期刊並未收入在JCR。如表11所示，第一區的4種期刊，只有3種有期刊影響因素(佔75%)，其期刊影響因素平均值為2.949；第二、三區均有期刊影響因素，其平均值分別為2.703與1.665；第四區

(88%)和第五區(90%)的平均值為2.075與1.563。由此可見第一區和第二區(核心區)的期刊影響力大於第三、四和五區。

表 11 光觸媒文獻之期刊影響因素分析

分區	期刊數		平均影響因素
	原始期刊	JCR收錄(%)	
第一區	4	3(75%)	2.949
第二區	9	9(100%)	2.703
第三區	26	26(100%)	1.665
第四區	64	56(88%)	2.075
第五區	453	409(90%)	1.563

五、結 論

本研究採用書目計量學的研究方法，探討1970年至2003年光觸媒7,141篇文獻之各種特性，茲綜合研究結果，陳述如下：

(一)光觸媒文獻正處於蓬勃發展時期

光觸媒文獻在1990年之前，成長的速度緩慢，1991年後漸漸增多，若以文獻成長的階段可大致區分為：1970年至1990年只有少量的光觸媒文獻，處於開始萌芽的階段，相關文獻不多，到了1991年文獻出版量突破百篇。分析1970至2003年的成長情形，幾乎都是正成長，目前可說是蓬勃發展階段，整體文獻呈指數成長模式。

(二)語文以英文為主，中文資料排名第二

本研究7,141篇文獻，共為13種語文撰寫，以英文6,622篇(92.73%)為最多。中文189篇(2.65%)排第二，刊登在14種期刊，出版國以中國大陸為主。中文期刊排名第一的是中國大陸高等教育出版社所出版的「高等學校化學學報—中文版」(*Chemical Journal of Chinese Universities – Chinese*)，其影響因素值為0.796，是14種期刊中最高的。

(三)亞洲機構的生產力表現不錯

本研究調查作者機構所屬國家的分佈，以機構數之排名來看，第一名是日本有258個機構，臺灣排第十三名。若以洲別劃分地區進行分析，發現亞洲國家的總數為28國，共有618個機構(佔42.86%)，顯示亞洲在光觸媒研究領域中有不錯的表現。探究全球的機構前三十名，日本佔11個，可見日本在光觸媒研究領域之重要地位。若將機構之屬性分成政府單位、大專院校及公司企業，以大專院校22個佔最多。臺灣共有33個機構，排名第一的是國立成功大學。

(四) 光觸媒文獻和布萊德福定律並不完全吻合

本研究利用布萊德福分區法和布萊德福－齊夫定律，分別驗證光觸媒期刊文獻之分佈，結果發現並不完全吻合布萊德福定律。本研究將期刊分為五區，各區期刊種數的比例為4：9：26：64：453，亦即各區之比大約為 $1*4$ ： $2.5*4$ ： $2.52*4$ ： $2.53*4$ ： $2.54*4$ ，等於4：10：25：62.5：156.25。前四區的比值大致符合布萊德福定律，只有第五區，比值約為布萊德福定律期刊數比值的3倍。布萊德福－齊夫定律半對數分佈圖則顯示，前15種期刊呈曲線，形成所謂核心期刊。接連的相關區與次相關區則為線性，最後邊緣區的圖形曲線之尾端略為向右下偏垂，整體圖形之S型曲線並不明顯。

(五) 光觸媒文獻分佈呈現報酬遞減分散

本研究7,043篇期刊文獻分佈於556種期刊，每種期刊平均生產12.67篇。前24種期刊(4.32%)即包含了50.32%的文獻，由此可知光觸媒文獻於期刊中的分佈情形呈現出報酬遞減的現象。核心區與連接的相關區文獻密度偏高，邊緣區期刊種數則多達543種，其中有191種期刊只刊載一篇文獻，顯示在1970至2003年光觸媒期刊文獻分佈相當分散。

(六) 光觸媒之核心期刊

根據布萊德福分區法的結果，第一和第二區期刊有13種。布萊德福－齊夫定律「半對數分佈圖」約略可以看出前15種期刊是曲線分佈，形成所謂核心期刊。整體而言，核心期刊出版刊期較短，大多為週刊或每年刊載44期和36期等。出版語文以英文為主。期刊主題以化學、環境、材料及水資源為主，包含了分子、觸媒、環境工程、奈米結構、電化學、光譜學、光化學、表面化學、材料科學等，顯示光觸媒跨領域之特性。

(七) 期刊影響因素之探討

本研究採用「期刊引用報告」的影響因素值來評鑑556種期刊，以布萊德福定律將期刊分為五區，根據各區影響因素之平均值，可分辨出第一區和第二區的期刊(核心期刊)影響力大於第三、四和五區；換言之，生產力高的期刊，平均而言，品質優於生產力較低的期刊。

註 釋

註1 「ARC-FLASH」光觸媒，取自 <http://www.arc-flash.com.tw/> (檢索日期2004/10/12)。

註2 王勝民，「新世代的綠色產品－光催化觸媒」，化工資訊月刊，14：8(民國89年8月)：頁36。

- 註3 蔡明月，資訊計量學與文獻特性（臺北市：國立編譯館，民國92年），頁62。
- 註4 同註3，頁65。
- 註5 D. J. de S. Price, *Little Science, Big Science...and Beyond* (New York: Columbia University Press, 1986), pp.18-19.
- 註6 蔡明月，資訊計量學與文獻特性，頁80。引自D. J. de S. Price, *Science Since Babylon*, enlarged edition (New Haven: Yale University Press, 1975), p.184.
- 註7 G. Magyar, "Bibliometric Analysis of a New Research Sub-Field," *Journal of Documentation*, 30 : 1 (March 1974) : 32-40.
- 註8 J. Schummer, "Scientometric Studies on Chemistry 1: the Exponential Growth of Chemical Substances, 1800-1995," *Scientometrics*, 39 : 1(May 1997) : 107-123.
- 註9 T. Braun, A. Schubert, and S. Zsindely, "Nanoscience and Nanotechnology on the Balance," *Scientometrics*, 38 : 2 (February 1997) : 321-325.
- 註10 同註6，頁84。引自E. N. Efthimiadis, "The Growth of the OPAC Literature," *Journal of the American Society for Information Science* 45 : 5(1990) : 342-347.
- 註11 S. C. Bradford, "Sources of Information on Specific Subjects," *Engineering*, 137 (January 1934) : 85-86.
- 註12 同註6，頁149-150。
- 註13 M. Y. Tsay, S. J. Jou, and S. S. Ma, "A Bibliometric Study of Semiconductor Literature, 1978-1997," *Scientometrics*, 49 : 3 (November/December 2000) : 491-509.
- 註14 D. Ugolini and C. Casilli, "The Visibility of Italian Journals," *Scientometrics*, 56 : 3 (March-April 2003) : 345-355.
- 註15 王國龍、李佩，「SCI期刊與JCR」，上海交通大學學報，37卷9月號(2003)：頁287-290。
- 註16 "Science Citation Index Expanded," available from <http://www.isinet.com/products/citation/scie/> (accessed on 2004/10/28).
- 註17 "About the Ulrich's Database," available from http://www.ulrichsweb.com/ulrichsweb/ulrichsweb_news/ulrichsinsidefaq.asp#features (accessed on 2004/10/08).
- 註18 "Journal Citation Reports," available from <http://www.isinet.com/products/evaltools/jcr/> (accessed on 2004/10/28).
- 註19 "JCR Web - JCR Help," available from <http://isi02.isiknowledge.com/portal.cgi/jcr> (accessed on 2004/10/28).

Photocatalysis Literature Analysis: A Bibliometric Approach

Ming-Yaeh Tsay

Professor
Graduate Institute of Library, Information and Archival Studies
National Chengchi University
Taipei, R.O.C.
E-mail: mytsay@nccu.edu.tw

Yu-Shih Ku

Graduate Student
Department of Information and Library Science
Tamkang University
Taipei, Taiwan, R.O.C.
E-mail: ushi523@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to explore the characteristics of photocatalysis literature based on the theoretical perspectives of the bibliometrics, such as literature growth, document type and language, author affiliation productivity and journal productivity. The distribution of journal articles and core journals were examined by Bradford's law, Bradford-Zipf's law and the impact factor of ISI's Journal Citation Reports (JCR). A total of 7141 bibliographic records, from 1970 to 2003, were retrieved from Science Citation Index Expanded (SCIE) database. The results of this study reveal that 1. the literature growth rate is in a steadily up-growing trend recently. Moreover, the overall growth is similar to exponential model; 2. research article is the major type of publication. Research and review papers account for 92.5% of total literature; 3. English is the most frequently used language and Japan is the most productive country; 4. zone analysis and graphical formulation from Bradford's law of scattering are reexamined and it is found to be inapplicable to journal productivity distribution; 5. the Bradford's law and Bradford-Zipf's law are applied and identified 13 and 15 core journals, respectively; 6. based upon the impact factor from JCR, the average impact factor for journals of the first zone and second zone is higher than journals of the other zones.

Keywords: *Bibliometrics; Literature growth; Bradford's law; Impact factor; Photocatalysis literature*