

# 論資訊計量學

## *An Introduction to Informetrics*

蔡明月

國立政治大學圖書資訊與檔案學研究所教授

Ming-Yueh Tsay

Professor, Graduate Institute of Library, Information and Archival Studies,  
National Chengchi University

E-mail: mytsay@nccu.edu.tw

**關鍵詞 (Keywords) :** 書目計量學 ( Bibliometrics ); 科學計量學 ( Scientometrics ); 資訊計量學 ( Informetrics ); 網路計量學 ( Webometrics ); 網路探勘 ( Web Mining ); 網路影響因素 ( Web Impact Factor ); 互連網 ( Co-sitation )

### 【摘要】

本文旨就資訊計量學的發展歷程作一全面性的回顧，以實證研究分析其與書目計量學、科學計量學與網路計量學等名詞被使用之情況，進而希望能跨步未來，向前瞻望網路計量學 ( webometrics ) 的願景，最後總結網路計量學之應用、問題與資訊計量學之拓展方向。

### 【Abstract】

This article describes the development of informetrics and analyzes the terminology usage of bibliometrics, scientometrics, informetrics and webometrics. The perspectives of webometrics, including its application, implementation and problems are also discussed.

### 前言

本文擬就資訊計量學的發展歷程作一全面性的回顧，以實證研究分析其與書目計量學、科學計量學與網路計量學等名詞被使用之情況，進而希望能跨步未來，向前瞻望網路計量學 ( webometrics ) 的願景，最後總結網路計量學之應用、問題與資訊計量學之拓展方向。

### 資訊計量學之發展歷程

論及資訊計量學，就不得不先談到書目計量學。書目計量學英文名稱為 bibliometrics，是由普里查德 ( Pritchard ) [1] 於 1969 年所提出，並定義其為：應用數學與統計的方法於圖書及其他傳播媒体。在同一期的《文獻學期刊》( Journal of Documentation )，費爾松尼 ( Fairthorne ) [2] 則擴大書目計量學的定義為：對記錄文獻的特性及與其有關之行為的量化研究。1970 年書目計量學一詞成為《圖書館文獻》( Library Literature ) 及《圖書館與資訊科學摘要》

(Library and Information Science Abstract--LISA) 的標目[3]。直到 1980 年《美國國會圖書館標題表》(Library of Congress Subject Heading) 才採用書目計量學為主題標目[4]。至於第一篇在《資訊科學與技術年度評論》(Annual Review of Information Science and Technology--ARIST) 期刊刊載之書目計量學的評述文章是由納倫 (Narin) 與莫爾 (Moll) [5] 於 1977 年發表。後來柏伊斯 (Boyce) [6] 及巴克蘭 (Buckland) [7] 等人在《ARIST》發表的文章則將書目計量學視為資訊科學的一部份。圖書館計量學 (librametrics) 與書目計量學或資訊檢索之目的, 沒有特定相關, 其內容包括: 分析圖書流通、館藏重複、採購或罰款政策等。因此, 圖書館計量學可視為書目計量學的附屬領域。至於科學計量學 (scientometrics) 則是科學學 (science of sciences) 科學傳播、科學政策等之量化研究。廣泛言之是科學與技術的量化研究。與科學計量學相類似的名稱尚有技術計量學 (technometrics), 期刊《Technometrics》1959 年於美國創刊, 乃發展及使用統計方法在物理、化學及工程方面。《美國資訊科學學會期刊》(Journal of the American Society for Information Science--JASIS) 在 1998 年曾發行一有關科學與技術指標的特刊[8]。

事實上, 科學計量學與書目計量學無法明確加以區別, 大多數書目計量學的研究是刊載於《科學計量學》(Scientometrics) 期刊, 況且科技研究的具體成果主要是以文獻 (literature) 的形式呈現。當然, 科學計量學除了文獻的計量研究外, 尚有研究發展的管理、科技在國家經濟的角色、政府的科技政策等科學的科學化研究。蘇伯特 (Schubert) 檢索《科學引用文獻索引》(Science Citation Index--SCI) 與《社會科學引用文獻索引》(Social Sciences Citation Index--SSCI) 資料庫中凡引用過《科學計量學》期刊的文章, 編輯了一系列有關科學計量學的研究[9] [10] [11] [12] [13]。

資訊計量學 (informetrics) 一詞首先由納基 (Nacke) 以德文 *informetrie* 提出, 其意義為以數學的方法應用到資訊現象的測量, 後來納基[14] 建議將科學計量學作為資訊計量學的附屬領域, 且將資訊計量學置於資訊科學之內。1980 年 3 月在德國法蘭克福召開了第一次資訊計量學的學術研討會, 會上納基宣揚了他在 1979 年所提出的資訊計量學術語[15]。有

鑒於資訊乃社會之重要財產, 攸關一國經濟結構之成長與發展, 蘇俄的科學技術資訊聯合中心 (VINITI) 乃於 1980 年提議國際文獻聯盟 (Federation Internationale de Documentation--FID) 成立資訊計量學委員會 (Committee on Informetrics)。該委員會於 1984 年正式成立, 置祕書處於西德比勒費爾德 (Bielefeld) 的資訊與科學計量學院, 由納基出任主席[16]。隨著時間的推移, 資訊計量學由於受到其他學科知識的影響而產生了名稱與內涵的遞變。有關其演變可自國際科學及資訊計量學學會 (International Society of Scientometrics and Informetrics - ISSI) 歷屆會議名稱窺其端倪。

比利時書目計量學家艾格 (Egghe) 與盧梭 (Rousseau) 是提倡舉辦 ISSI 國際研討會的創始者。他們首先於 1987 年舉行了第一屆會議, 並訂其名為書目計量學及資訊檢索的理論研究 (Bibliometrics and Theoretical Aspects of Information Retrieval)。當時的研討會名稱只見書目計量學一詞, 未見有科學計量學及資訊計量學。然而, 在該次會議上布魯克斯 (Brookes) 建議採用資訊計量學作為會議論文集的名稱, 以便包容文獻及電子化資訊[17]。第二次會議名稱為第二屆國際書目計量學、科學計量學及資訊計量學研討會 (2nd International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics), 仍保留了書目計量學與科學計量學二個名詞。在此次會議上, 布魯克斯再度為資訊計量學請命, 呼籲以資訊計量學取代科學計量學與書目計量學。直到第三次會議, 則完全只以資訊計量學一詞命名, 其名稱為第三屆國際資訊計量學研討會 (3rd International Conference on Informetrics)。有趣的是, 第四次會議名稱又恢復成三者並立, 書目計量學一詞仍在最前, 其次為資訊計量學, 最後是科學計量學。其名稱為第四屆國際書目計量學、資訊計量學及科學計量學研討會 (4th International Conference on Bibliometrics, Informetrics, and Scientometrics)。第四次會議 (1995 年) 之後成立了國際科學及資訊計量學學會 (ISSI)。之後, 該國際研討會即定名為國際科學及資訊計量學研討會 (International Conference on International Society for Scientometrics and Informetrics), 每二年舉辦一次。至此, 書目計量學一詞完全消失不見。

關於資訊計量學唯一的教科書是《資訊計量學導論：圖書館、文獻學及資訊科學的量化方法》(Introduction to Informetrics: Quantitative Methods in Library, Documentation and Information Science) [18]。如其副書名顯示，該教科書仍不出圖書館學、文獻學及資訊科學的應用範疇。期刊《資訊處理與管理》(Information Processing and Management) 於1992年亦有一特刊專門刊載資訊計量學的文章[19]。

總之，到了1990年代初，資訊計量學已廣為認同。儘管資訊計量學已慢慢被接受，然而從文獻的題名及摘要看，書目計量學還是出現較多。本文作者利用《教育資源資訊中心》(Educational Resources Information Center--ERIC)《物理、電子及計算之資訊服務》(Information Service for Physics, Electronics and Computing--INSPEC)及《圖書館與資訊科學摘要》(LISA)等三個資料庫檢索自1966至2001年，以截字法(truncation)檢索 bibliometric?、scientometric?、informetric?、webometric? 四個詞彙在題名及摘要欄位出現的次數分佈，如表一及圖一所示。綜觀歷年四種計量學名詞分佈可見，1969年以前書目計量學一詞出現56次，其次是資訊計量學六次；科學計量學居第三為五次。此後，書目計量學每年均有文獻出版，1977至1991年之間每年約在20至40篇之間，1991年之後大為成長，每年增加至60篇左右，其中尤以1996年最多，高達71篇。資訊計量學在1969年之後均無文獻出版，直至1979年始有一篇文獻出現，之後每年只有零星一、二篇文章分佈，到了1992年才突然竄升至22次。1993年又略顯衰退；1997年才又再次提升至28次，且持續到1998年32次的最高峰。科學計量學一詞則在1976年才又出現，第一個成長高點為1989年的21次。之後數年均在16與25次之間起落，到了1994年又見第二個高峰，其出現次數共50次，最後在2001年高達62次，甚至超越書目計量學。整體而言，書目計量學一詞出現次數最多，為1148次，其次為科學計量學為514次，再次為資訊計量學為216次。1992年資訊計量學與科學計量學達到互相抗衡的境界，二者出現次數一樣，都是22次。三種計量學名詞出現次數大約有年年增加的趨勢。網路計量學一詞最早出現於1998年，1999年未見有相關文獻，其後二年各有一篇。

至於刊載1966至2001年間與資訊計量學、書目計量學及科學計量學相關文獻的英文期刊的前五名，就LISA、INSPEC與ERIC三個資料庫而言，分別依序為LISA: Scientometrics、JASIS、Journal of Information Science、Revista-Espanola-de-Documentacion-Cientifica Information Processing and Management; ERIC: JASIS、Information Processing and Management、Journal of Documentation、Library and Information Science Research; INSPEC: JASIS、Information Processing and Management、Scientometrics、Czechoslovak Journal of Physics、Journal of Information Science Principles and Practice。JASIS與Information Processing and Management均出現在三個資料庫的前五名，尤其是JASIS更高居二個資料庫第一名。Sciencometrics在LISA資料庫名列第一，佔36%，高於第二名的JASIS(5%)甚多。該期刊雖未列入ERIC資料庫前五名，因為ERIC並未收錄此以科學為導向的期刊。至於在INSPEC資料庫雖名列第三，然而與排名第一的JASIS僅相差八篇文獻。培瑞茲(Peritz)[20]亦探討了1960至1983年刊載有關書目計量學最多的期刊依次分別為JASIS、Information Processing and Management、Annals of Library Science and Documentation、Journal of Documentation。

其實上述各種名詞仍然經常被交替使用，其內涵互有重疊，例如：書目計量學主要探討各種索引摘要資料庫之出版文獻的計量與分類，其基本概念與定律是其他計量學應用的基礎。科學計量學代表了科學活動與學術傳播的測量以及科學知識的社會意識。資訊計量學則在測量資訊的使用、流動及其產生的影響。從圖書館計量學、書目計量學、科學計量學到資訊計量學一路走來，各種矛盾與衝突不斷，其根源可溯及傳統圖書館學的新支，亦即在歐洲所稱之文獻學，以及移植美國之後所定名之資訊科學的定義與內涵。資訊科學的定義與內涵至今仍是一個無解的疑題，作為其分支的資訊計量學自然很難訂出一條明確的路線。不過，可以確定的是，在今日資訊技術革命從紙本走向電子化時代，書目計量學若只限於傳統文獻或媒體的計量研究似乎是太過狹隘了。因此，書目計量學似乎難逃被淘汰被取代的宿命。

表 1 歷年來書目計量學、資訊計量學、科學計量學及網路計量學，  
四種詞彙在 LISA、INSPEC 與 ERIC 三個資料庫出現次數

年代	書目計量學	資訊計量學	科學計量學	網路計量學	總計
	56	6	5		65
1969	1				1
1970	1				1
1972	2				2
1973	4				4
1974	3				3
1975	5				5
1976	12		2		14
1977	20		2		21
1978	27		2		29
1979	22	1	4		26
1980	20	2	5		25
1981	29	1	2		32
1982	32	1	5		38
1983	21	1	5		23
1984	32	4	10		43
1985	21		4		24
1986	20	1	7		27
1987	39		5		42
1988	40	1	5		41
1989	35	2	21		51
1990	43	6	25		67
1991	39	3	16		50
1992	61	22	22		94
1993	54	7	17		72
1994	67	18	50		100
1995	67	8	29		82
1996	71	10	20		85
1997	49	28	45		92
1998	60	32	47	1	101
1999	68	26	49		104
2000	69	13	48	1	108
2001	58	23	62	1	96
總計	1148	216	514	3	1568

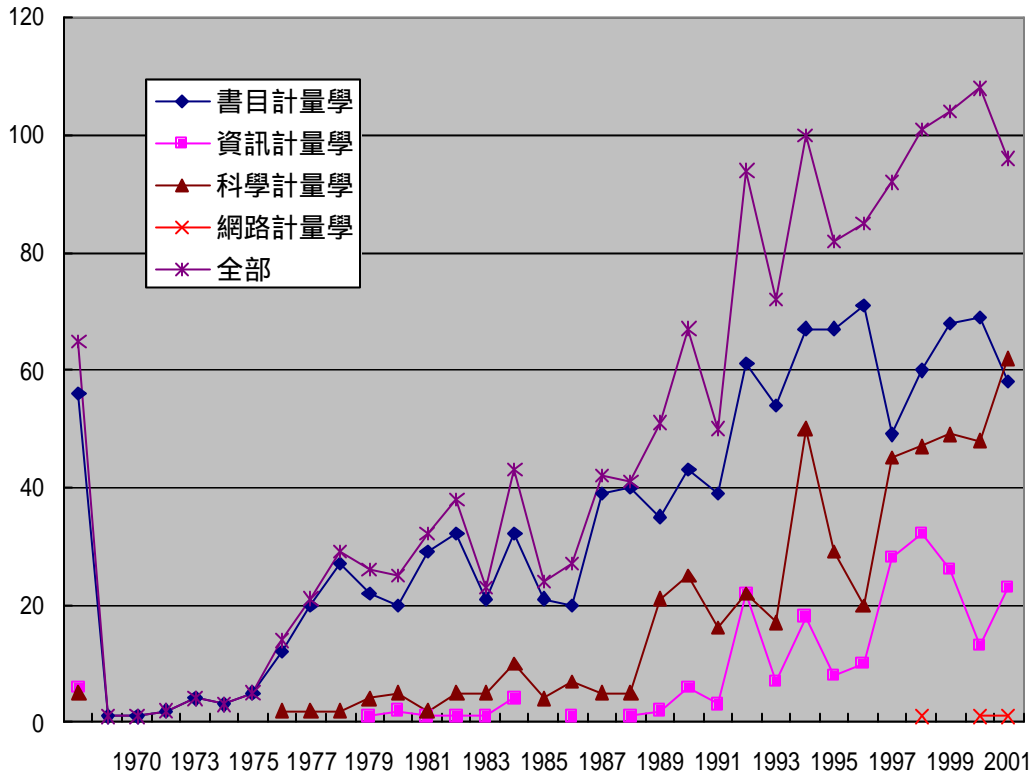


圖 1 歷年來書目計量學、資訊計量學、科學計量學及網路計量學四種詞彙在 LISA、INSPEC 與 ERIC 三個資料庫出現次數

## 資訊計量學之未來

書目計量學的一大問題是它限制於分析一組小集合的文獻，甚至於只是文獻的書目資料。由於電子化全文資料大量增加及其取得環境的改變，資訊計量學可以分析大量的文獻集合，可以直接利用電腦量測、統計並分析全文，跳脫了以前只能分析句子的局面而躍昇至以全文為分析的範疇。這些特性加強了齊夫定律詞彙分佈的研究，亦提升了引用文獻內容分析的探討。豐富有效的電腦統計軟體與繪圖程式，使得資訊計量學能發展更適用的動態化模式，資訊計量學定律的應用與解讀因而更為有力。

資訊計量學恆常會受到資訊科技革命的衝擊，新世紀資訊科技最偉大的產物全球資訊網（World Wide Web--WWW，以下簡稱 Web）為資訊計量學注入了新的研究契機。這種新研究稱之為網路計量學（webometrics）網路計量學為資訊計量學的一分

支，是 1997 年興起的一種新的研究領域，主要是應用資訊計量學與科學計量學的方法去研究「網路空間」的種種現象。網路計量學主要探討的內容包括：網路連結、網路內容、網路探勘（web mining）、網路影響因素（web impact factor）等。

### 網路連結

利用全球資源定位器（Uniform Resource Locator--URL）加以確認的網頁或網址就等同於利用作者或篇名來辨識的文獻。其內容要項包括了地址、伺服端的機構及作者。利用關鍵字檢索引摘要資料庫可以編輯一個書目清單；同樣地，利用搜尋引擎亦可在網路上搜集到適當的資料（hits or visits）。文獻之間透過參考與引用的關係互相連結；網站與網站之間則透過網路超文件加以連結。連結的網站對製作的網站而言是一種資訊來源，至於被連結的數目則是評量該網站權威性的一種依據。網

頁的計算與內容的分析即與傳統出版品分析相似，例如：自網頁本身與外面連結，稱之為外連（outlinks）；自外而連結本身網頁則稱內連（inlinks），這二種連結一如傳統出版品的參考（reference）與引用（citation）勞倫斯（Lawrence）[21] 於 1997 年研究六個主要的搜尋引擎，包括 Alta Vista、HotBot、Northern Light、Excite、Lycos 及 Infoseek，結果發現索引的網頁達 32 億。盧梭[22] 在 1999 年利用 21 週每週的一天以三個常見的字檢索 Alta Vista 及 Northern Light 二種搜尋引擎並加以比較。結果顯示 Northern Light 隨著網頁的成長，檢索到的資料亦隨之增加。Alta Vista 則變化較大，直到 1999 年 10 月 25 日系統重建之後，檢索到的網頁才顯著增加。

## 網路內容

網路內容評估非常重要，可以利用引用文獻分析法探討網頁的重覆性及高度內連（inlinked），相當於被引用（cited）的網站，從被引用情況判斷其品質指標。此外，亦可利用布萊德福分佈律，界定某學科主題之核心網站（core sites）。至於網頁的內容分析更不容忽視，巴依蘭（Bar-Ilan）[23] 利用六個大型的搜尋引擎，檢索“informetrics”這個詞彙之後，進一步採用內容分析法分類了近 800 個獨立的網頁，結果發現約 40% 的網頁可以粗略地歸類為參考書目，至於其它類別尚有國際科學與資訊計量學會、虛擬圖書館以及網路計量學。亞倫（Allen）[24] 採用專家評鑑法，調查科學網站的可信度。該調查以生物進化與基因改造二個問題為範例，每一個問題由二位專家分析評估最初找到的 500 個網站，直到每一位專家個別審查完大約 60 個與主題相關的網站。每個問題的 60 個網站再以三種方式評分。若網站包含錯誤的資訊，則評為「錯誤」，若網站胡亂解釋科學，則評為「誤導」。至於提供的是無同儕評審的資訊則評為「無參考」。研究結果顯示，在生物進化方面的網站錯誤與誤導率達 87.8%；基因改造的網站錯誤與誤導百分比為 82.8%。至於「無參考」的網站在二個問題的分佈率都在 48% 以上。由此可見網站資訊的正確性有待加強。

搜尋引擎品質評估主要在探討在某特定時間點上收錄的網頁數量、相關性及其結構，以便觀察是否

有大量的變化、不一致性或不規則的現象。克雷克（Clarke）與威勒特（Willett）[25] 採用回現（recall）率的準則，比較 Alta Vista、Excite 及 Lycos 三個搜尋引擎，結果發現 Alta Vista 的表現比其他二個搜尋引擎好。

## 網路探勘

資訊探勘（data mining）技術提供網路計量學研究的大好機會。Web 可視為呈指數成長的分散式資料庫，收錄被索引的網頁超過十億，以及一百億個連結，此外尚包含分散在一百萬個伺服端的資料[26]。網路上數以百萬的參與者，隨時不斷在創造、修改、移除網頁與連結，這種分散式、多變化、充滿動力與異質性等特質，將成為網路探勘的沃土，經由網路文獻的連結，可以從中抓取有用的知識，追蹤某一主題發展演變的過程，此種研究或可稱之為網路知識探勘。其中主要研究內容仍不外乎網頁內容及連結結構分析。連結結構與書目計量學中的引用文獻分析有密切關係，網路上大量、複雜但具結構化的超文件透過超連結結構研究可以推論出網路社群，確認出權威網頁、萃取出主題知識，亦可改進搜尋引擎的演算法，網路探勘技術包括：資訊檢索、統計、機器學習、模式辨識及多維尺度等[27]。由此可知網路探勘的方法論與書目計量學有許多相似之處，例如：書目計量學的叢集分析，可以視為網路探勘在書目與引用資料庫的應用。

## 網路影響因素

網路影響因素與期刊影響因素一樣，其在探討一個網站或網頁被引用的情況，換言之，主要在計算網站的連結強度。英格爾森（Ingwersen）[28] 利用搜尋引擎 AltaVista，計算國家層級的網域與個人網站的影響因素，結果發現平均網域自我連結分數為 0.5，若為.com 的商業網域自我連結為 0.59。平均外連網頁的影響因素為 0.39。此外個人網站的網路影響因素較之國家？網域的網路影響因素不可靠。因此，英格爾森的網路影響因素主要在計算與網域連結的網頁數目，該指標較適合評量國家層次的網域，較不適用於機構或個人層級的網域。

除了網路影響因素，將書目資料的叢集（clustering）法研究，擴展到網頁資訊的分析，

也是網路計量學重要的研究重點。此外，將書目計量學中共被引概念應用至網站或網頁的互相連結亦是一研究主流，這種關係盧梭[29] 稱之為互連網（co-sitation）網路超連結可以清清楚楚的觀察內文與內文的連結，這種相當實體化的引用連結，配合互連網分析一組高度被連結（highly-sited）的網站，可以探討網路空間（cyberspaces）的智識結構[30]。

## 網路計量學之問題

誠如前述，網路環境雖然賦予資訊計量學研究新的生命，然而經由文獻上的探討可以觀察出許多網路計量學的新問題。問題往往是新研究的起點，茲總結於後，供未來發展思考。

網路是一種由各種人生產並檢索的非結構化且高度聚集的複雜資訊，與結構化的資料庫，並經由指令語言檢索的資訊系統迥然而異。換言之，網路上資料數據的收集完全取決於各種搜尋引擎的檢索特性。遺憾的是多數搜尋引擎的檢索功能太過簡單，造成數據收集的困難，以至於無法進行進一步的網路計量學的分析。更有甚者，許多與主題相關的網頁，並非真正建立一個具體的網站，而是類似小型入口網站，僅提供相關網頁的連結。如此一來，網頁的計量將無法辨識真正的生產力分佈。此外，同義異名的單位名稱無法加以控制，例如：行政院國家科學委員會科學技術資料中心、科學技術資料中心、科資中心等三個名稱均是同一單位，必須加上人工整理與判讀的工作。再且，在沒有像《科學引用文獻索引》（Science Citation Index--SCI）資料庫指令式的檢索功能以顯示檢索結果筆數之前，引用次數的計算是不可能的。這種情況發生在現在大多數的搜尋引擎，搜尋引擎大都不會將全部的網頁加以索引，其收錄範圍都不相同且變動大缺乏穩定性。龐大的網路分析工作，完全仰賴電腦線上執行，實有不足。如此一來，網路計量學之研究樣本的決定與處理將變得重要且困難。

網路是各種資訊攜帶者所造成高度複雜的集合物，網路上產生連結的原因無法掌握，它不若文獻引用的動機明確。換言之，連結的原因與傳統的引用行為全然不同。傳統的參考永遠是指向過去，但是網路的動態化與及時傳播的特性經常顯現網頁是

同時彼此互連的，這是傳統引用世界不可能存在的現象。此外，Web 包含任何的連網，任何人都可自建網頁，由於缺乏同儕審查（peer review）制度，會產生資訊品質或知識價值的問題。

網路重塑學術傳播的方式，產生了新的學術出版模式，正進行中的研究、初期的草稿，甚至於評審制的論文，均可立即共享，任何人可以做任何的連結，可以以任何的方式存取資料、資訊，甚至知識，網路造就了一個資訊自由的真境界。隨之而來的另一面問題是：網路的不確定性變成一種信任的問題。

## 結語

可以預期的是，上述資訊計量學的研究課題與問題將會產生出新的附屬領域。博西（Bossy）[31]曾提出 netometrics，探討以網際網路（Internet）為媒介的科技互動現象；阿爾麥德（Almind）與英格爾森[32]建議網路計量學（webometrics），其乃利用資訊計量學的方法研究全球資訊網及以網路為基礎的傳播。另一新名詞則是期刊《Cybermetrics》的刊名，該期刊是由西班牙馬德里的科學資訊及文獻中心（Centro de Informacion y Documentacion Cientifica-CINDOC）刊行。該期刊為電子期刊，雖刊載以科學計量學、資訊計量學及書目計量學的研究為主，但仍然特別強調該三種計量學與網際網路的相互關係。

最後，在廣義資訊計量學的羽翼下，未來的拓展方向將會是如史莫（Small）[33] 在第八屆國際科學及資訊計量學研討會開幕演說的建議，新的計量學將會是豐富多樣的，其研究主題計有：

- （一）創造者計量學（creatometrics），其意義在從個別科學家的角度或層次看待並解決問題。
- （二）新發現計量學（discoverometrics），利用統計的方法去連結未被連結者。
- （三）論證計量學（discourseometrics），利用統計方法研究科學的論題、爭端、辯論及談判等。
- （四）科際計量學（interdiscipometrics），研究科際移轉之間如何類化。
- （五）典範計量學（paradigmometrics），如何定義一個典範並探究其變遷。
- （六）技術經濟計量學（technoeconometrics），建立科學與技術成果如何進入經濟的模式。

## 附註

[1] Pritchard, A. "Statistical Bibliography or Bibliometrics", *Journal of Documentation*, 25(4): 248, 1969.

[2] Fairthorne, R. A. "Empirical Hyperbolic Distribution (Bradford, Zipf, Mandelbrot) for Bibliometric Description and Prediction", *Journal of Documentation* 25 (4): 319-343, 1969.

[3] Peritz, B.C. "On the Careers of Terminologies: The Case of Bibliometrics", *Libri*, 34(3): 233-242, 1984.

[4] Broadus, R. N. "Toward a Definition of Bibliometrics", *Scientometrics*, 12(5-6): 373-379, 1987.

[5] Narin, F. and Moll, J. K. "Bibliometrics", In: Williams, Martha E. ed *Annual Review of Information Science and Technology*, vol.12. White Plains, NY: Knowledge Industries Publications, pp.35-58, 1977.

[6] Boyce, B. R. and Kraft, D. H. "Principles and Theories in Information Science", In: Williams, Martha E. ed *Annual Review of Information Science and Technology*, vol.20. White Plains, NY: Knowledge Industries Publications, pp.153-178, 1985.

[7] Buckland, M. K. and Liu, Z.M. "History of Information Science", In: Williams, Martha E. ed *Annual Review of Information Science and Technology*, vol. 30. Medford, NJ: Information Today, pp.385-416, 1995.

[8] Van Raan, A. F.J. eds. Special Topic Issue: "Science and Technology Indicators", *Journal of the American Society for Information Science*, 49 (1): 3-81, 1998.

[9] Schubert, A. "Scientometrics: A Citation Based Bibliography", *Scientometrics*, 35(1): 155-163, 1996.

[10] Schubert, A. "Scientometrics: A Citation Based Bibliography, 1991", *Scientometrics*, 35(3): 393-399, 1996.

[11] Schubert, A. "Scientometrics: A Citation Based Bibliography, 1992", *Scientometrics*, 36(1): 131-140, 1996.

[12] Schubert, A. "Scientometrics: A Citation Based Bibliography, 1993", *Scientometrics*, 36(2): 273-280, 1996.

[13] Schubert, A. "Scientometrics: A Citation Based Bibliography, 1994-1996", *Scientometrics*, 44(2): 276-315, 1999.

[14] Nacke, O. "Informetrics: Ein Neuer Name für Eine Neue Disziplin", (Informetrics: a New Name for a New Discipline), *Nachrichten für Dokumentation*, 30(6): 212-226, 1979. (In German)

[15] 同註 14。

[16] Brookes, B.C. "Biblio-, Sciento-, Infor-metrics??? What Are We Talking About?" In: Leo Egghe and Ronald Rousseau eds., *Informetrics 89/90: Selection of Papers Submitted for the Second International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics*, London: Ontario, Canada, July 5, 1989, Amsterdam: Elsevier, p.35, 1990.

[17] Egghe, L. and Rousseau, R. eds. *Informetrics 87/88: Select Proceedings of the 1st International Conference on Bibliometrics and Theoretical Aspects of Information Retrieval*, 1987 August 25-28. Diepenbeek, Belgium. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1988, 329 p.

[18] Egghe, L. and Rousseau, R. *Introduction to Informetric: Quantitative Methods in Library, Documentation and Information Science*, Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1990, 450 p.

[19] Tague-Sutcliffe, J. M. ed "Special Issue: Informetrics", *Information Processing and Management*, 28(1): 1-151, 1992.

[20] Peritz, B.C. "A Bradford Distribution for Bibliometrics", *Scientometrics*, 18(5-6): 323-329, 1990.

[21] Lawrence, S. and Giles, C. L. "Searching the World Wide Web", *Science*, 280: 98-100, 1998.



[22] Rousseau, R. "Daily Time Series of Common Single World Searches in Alta Vista and Northern Light" , Cybermetrics 2/3 paper2. <http://www.cindoc.csic.es/cybermetrics/articles/v2ip2.html> ; visited 08.11.2000

[23] Bar-Ilan , J. " The Web as Information Source on Informetrics? A Content Analysis " , *Journal of the American Society for Information Science*, 51(5): 432-443, 2000.

[24] Allen, E. S., Burke, J. M., Welch, M. E., Rieseberg, L. H. " How Reliable is Science Information on the Web? " , *Science*, 402 : 722, 1999.

[25] Clarke, S. J. and Willett, P. " Estimate the Recall Performance of Web Search Engines " , *Aslib Proceedings*, 149 : 184-189, 1997.

[26] Frawley, W. J., Piatetsky-Shapiro, G., and Mathews, C. J. " Knowledge Discovery in Databases : An Overview " , In : G. Piatetsky-Shapiro and W. J. Frawley ed., *Knowledge Discovery in Databases*. Menlo Park, CA : AAAI Press, 1991.

[27] 同註 26。

[28] Ingwersen, P. " The Calculation of Web Impact Factors " , *Journal of Documentation*, 54(2): 236-243, 1998.

[29] Rousseau, R. " Situations: An Exploratory Study " , *Cybermetrics: International Journal of Scientometrics, Informetrics and Bibliometrics*, 1(1), 1997. 或見 <http://www.Cindoc.csic.es/cybermetrics/articles/v1ilpl.html>

[30] Larson, R. R. " Bibliometrics of the World – Wide-Web: An Exploratory Analysis of the Intellectual Structure of Cyberspaces " , In: Steve Hardin eds., *Proceedings of the American Society for Information Science (ASIS) / 59th Annual Meeting* , 1996, October 21-24, Baltimore, MD, Medford, NJ: Information Today Inc. for ASIS, pp.71-78,1996. 或見 <http://sherlock.berkeley.edu/asis96/asis96.html>

[31] Bossy, M. J. " The Last of the Litter: ' Netometrics ' " , *Solaris Information Communication*, 2: 245-250, 1995. 或見 <http://www.info.unicaen.fr/bnum/jelec/Solaris/do2/2bossy.html>

[32] Almind, T. C. and Ingwersen, P. " *Informetrics Analyses on the World Wide Web : Methodological Approaches to Webometrics !* " , *Journal of Documentation*, 53(4): 404-426,1997.

[33] Small, H. *Keynote speech at 8th International Conference on Scientometrics and Informetrics*, July 16, 2001. Sydney, Australia: University of New South Wales.