

地球環境問題に関する科学的評価資料のビブリオメトリックス分析

086727 横内 悦子

指導教員 岩田 修一 教授

Scientific assessment is important in terms of solving environmental problems. This research examined the bibliographic records of selected subject categories with strong links with the environmental sciences in two databases; one was built for the research. Through analyzing about publication years and citation of the bibliographic records, we could get general information about the research works on scientific assessments for environmental problem. This information indicates some differences between fields of research or study to take latest scientific achievement for proactive action.

Key words: environmental science, bibliometrics, scientific assessment, Ozone depletion, Bibliographic database

1 緒論

1.1 背景

世界中の国や地域が利害関係を越えてオゾン層の破壊や気候変動、生態系破壊などの地球環境問題の解決に取り組んでいる。利害関係の調整役や問題解決に向けた具体的な行動を各国に促す推進役になっているのは、UNEP(国際連合環境計画)やWMO(世界気象機関)などの国際機関である。国際機関が担う重要な役割のひとつが、科学的知見の評価活動だ。地球環境問題の解決にむけた方針や規制など政治的行動の根拠を提示するというものだが、科学的知見は、それが事実であるかどうかが定まるまでに時間を要するものである一方、地球環境問題は、早急に行動を起こさなくてはならない。この科学的知見と地球環境問題の時間差を埋めるために、科学的知見の評価活動では、地球環境問題の解決に貢献する、という命題に基づいて選択された知見が編集されている。選択対象となっている知見は、研究者が行う、いわゆる学術分野における研究活動から生まれたものであり、ここでは「学術の科学的知見」と呼ぶことにする。評価活動の中では、「学術の科学的知見」のうち、対立する知見も検討されており、確からしい、とされる知見についても、それは、あくまでその時点でもっとも状況をよく説明できるものであるとされ、その確からしさに関する定量的な議論とともに紹介されている。

「科学の知見」「科学的」という場合の「科学」が何を指すかは、科学論の分野で深い議論がなされてきている。本研究ではそれらの議論に立ち入らないが、地球環境問題で使われている「科学」とは、主に自然科学分野で、実験や観察などといった、整った手続きによって導きだされた結果で、科学者同士のピアレビューによって手続きや結果の妥当性が検討されていたり、論文などの形でピアレビューが可能な状態として公開されていたりするものを想定して議論をすすめる。

1.2 目的

本研究では地球環境問題の科学的評価活動に注目し、地球環境問題において「学術の科学的知見」がどのような傾向で利用されているかを明らかにし、広範囲に影響をもたらす地球環境問題にかかわる活動における科学的知見の使われ方をどのように分析すべきか、その方法について検討する。

1.3 分析対象

分析対象として問題が解決に向かっている事例である成層圏オゾン層破壊問題を取り上げる。

1.4 分析方法

分析にあたっては、ビブリオメトリックス手法を用いる。ビブリオメトリックスとは、日本では計量書誌学や文献計量学などと呼ばれている分野で、種々の文献情報の分析を通じて、学術研究活動をはじめとした知的活動の特徴を定量的に分析するための方法論である¹⁾。ビブリオメトリックスでは文献データベースが重要なツールである。本研究は独自に文献データベースを構築し、研究者が一般的に使用しているデータベースとあわせて利用した。なお地球環境問題に関するビブリオメトリックスの手法による先行研究としては、中国やイギリスにおける環境科学領域を対象とした研究^{2,3)}があるが、本研究は地球環境問題の科学的評価資料を、地域を問わず世界的に対象とした点で独自性がある。

2 ビブリオメトリックス手法

2.1 単純集計

本研究において単純集計とは、文献データベースに収録されたデータのある項目ごとに数え上げる方法を指す。単純集計という名称から、ともすれば簡単な印象を与えるが、煩雑な作業が必要だ。たとえば、集計に際して、Smith, A. と Smith, A.B. がいた場合、同一著者か異なる著者といった判断を行うなどの表記ゆれや同姓同イニシャルを区別する作業が必要となる。また、単純集計で得られた結果を統計データとしてみたときに、非対称のゆがんだ形の分布をとることが多く、解釈上の注意が必要であることが強調されている⁴⁾。ビブリオメトリックスに関する研究において、著者の発表論文数の分布に関するLotkaの法則⁵⁾など経験的に提案された分布則が知られているが、このような分布はいずれも正規分布とは大きく異なるものである。

2.2 引用分析

本研究において引用分析とは、論文の引用情報を用いた分析方法を指す。学術文献の引用は著者が先行研究と自分の研究を比較し、自分の研究の主張、方法や理論の正当性を主張するために行われる。そのため、多く引用される文献は当該研究領域において肯定的な意味でも否定的な意味でも大きな影響力を持つと考えられ、文献の引用統計が学術文献の影響度(インパクト)を示す客観指標として用いられることになる。引用分析の初期におい

ては、引用が行われる動機は先行研究の影響への献辞であると仮定していたものもある⁶⁾が、引用は単に先行研究に対する献辞ではなく、自分の論文の主張の根拠づけ、あるいは説得のための「資源」であり、したがって、もとの論文の意図とは別の形に歪曲された引用も無視できないほど多いことも示されている⁷⁾。論文の著者に対して引用の動機を質問した研究では、著者とは自らを正当化するために計算された方法で先行研究を活用し、自らの観点を擁護する存在であることは明らかである、と結論付けている⁸⁾。

このように、他の論文を引用することの意味について複数の解釈があり得る以上、ある論文の被引用回数が多いことが何を意味するかについても、当然、さまざまな議論が行われている。が、本研究では、この議論の中からガーフィールドが述べている⁹⁾ように、よく引用される論文とは、比較的多数の研究者たちから、あるいは多数の実験において役立つことが見いだされてきた、実用性が高いという意味で重要度や影響力を持つ論文、と位置付けて議論を進める。

3 文献データベース

3.1 成層圏オゾン層破壊問題科学的評価資料の文献データベース

本研究では成層圏オゾン層破壊問題科学的評価資料の文献データベースを構築し、利用した。成層圏オゾン層破壊問題に関してWMOとUNEPが公開している資料のうち、科学的評価資料は10冊ある。本研究では包括的な科学的評価資料である7冊のReferencesに掲載されている文献10,503件について文献データベース(以下、科学的評価資料文献データベースと呼ぶ)を構築した。Table 3.1に資料一覧と本研究で使う資料略称、各資料のReferences掲載文献数をまとめた。

Table 3.1 List of Scientific Assessment Documents and Number of References

Name of Documents	Document Abbriation	Numberof References
Atmospheric Ozone 1985	Ver.1985	1,859
Scientific Assessment of Stratospheric Ozone: 1989	Ver.1989	716
Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1991	Ver.1991	711
Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994	Ver.1994	1,753
Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998	Ver.1998	2,327
Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002	Ver.2002	1,500
Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006	Ver.2006	1,638

7冊の科学的評価資料のうち、2002年版と2006年版はWMOのウェブサイト¹⁰⁾よりPDF形式の電子データで入手した。その他の5冊は東京大学総合図書館や国立国

会図書館を通じて紙で入手した。電子データで入手したものについてはPDFのテキスト選択機能を用いて情報をデータベースに入力した。紙で入手したものについては紙を参照しながらキーボードで情報をデータベースに入力した。Table 3.2に科学的評価資料文献データベースのフィールド名を示す。

Table 3.2 Name of database field

Field Name	Content
DocNo	Sequential serial number
Author	Name of authors
Title	Title of documents
Source	Name of Journals
Year	Publication year

3.2 学術データベース

「学術の科学的知見」の動向を調査するために、Thomson Reuters社(旧ISI社)が提供している学術文献データベースであるWeb of Scienceを用いた。Web of Scienceは、自然科学系、社会科学系、人文科学系の学術雑誌や書籍が16,000点以上収録されており、特に学術雑誌は、11,000誌(2009年8月現在)を数える。文献ごとに、表題、著者名、掲載されたジャーナル、発行年、キーワード、概要などの基本情報と、引用文献、被引用文献が収録されている。Web of Scienceは特に引用文献検索機能を最大の特徴とし、Thomson Reuters社は、引用文献検索を利用することにより、ある文献が他の研究に与えている影響やその展開の追跡調査が可能となり、ある文献が現在までの研究に与えたインパクトを測定できる、と説明している¹¹⁾。

4 科学的評価資料のビブリオメトリックス分析手法

4.1 単純集計

科学的評価資料文献データベースに含まれる出版年情報を用い、科学評価資料で引用されている文献の出版年の推移を示す。これにより、成層圏オゾン層破壊の科学的評価資料がどのような時期の学術の科学的知見を取り扱っているかを確認する。

4.2 引用分析

成層圏オゾン層破壊問題に関係するキーワードを含む論文をWeb of Scienceから抽出し、引用回数が高い文献が科学的評価資料文献データベースに含まれているかどうかを照合する。これにより、「学術の科学の流れ」と成層圏オゾン層破壊に用いられている科学の流れの差異を、研究テーマごとに明らかにする。

5 分析結果

5.1 掲載文献の収集範囲

はじめに、各科学的評価資料のReferences掲載文献(以降、掲載文献と略す)について、出版年情報を用いて年代別に集計した。Table 5.1は出版年に関する集計結果の概要である。

Table 5.1 Oldest and latest year of publication

Doc. Abbr.	Number of References	Publication year of the oldest document	Publication year of the latest document
Ver.1985	1,859	1863	1986
Ver.1989	716	1928	1990
Ver.1991	711	1931	1992
Ver.1994	1,752	1873	1994
Ver.1998	2,327	1908	1999
Ver.2002	1,500	1966	2002
Ver.2006	1,638	1961	2007

最も古い文献の出版年を見ると、1998年以前の版においては、1800年代や1900年代前半の文献が収録されている。一方で2002年版と2006年版では、最も古い文献は1960年代であり、年数だけで見ると文献の収録の範囲が比較的短期間におさまっている。また、最も新しい文献の出版年を見ると、7冊中5冊が科学的評価資料の出版年の翌年に発表が予定されている文献まで含めて収録していることがわかる。また、収録文献数が最も多い年は、科学的評価資料の出版年か出版の1、2年前であり、科学的評価資料の出版にあたっては、最新の知見が数多く収録されているといえる。

科学的評価資料ごとの重点的な文献収集範囲を明らかにするために、科学的評価資料文献データベースを用いて発行年を基準として、何年前までさかのぼると文献数が全体の8割に達するか、その年数を調べた。結果をFig.5.1に示す。

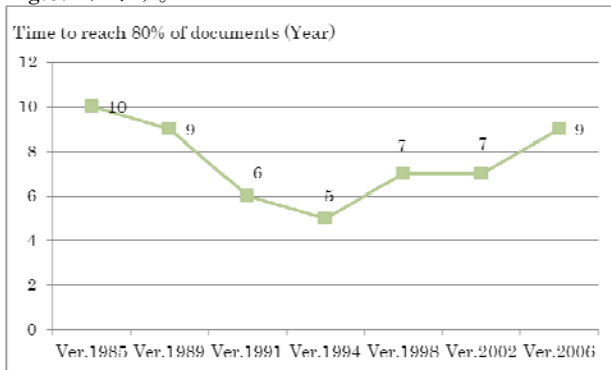
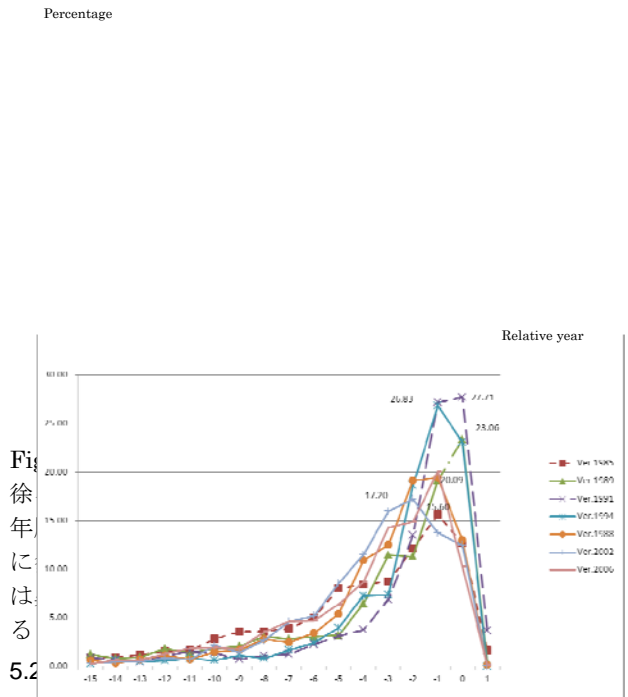


Fig.5.1 Time taken to reach 80 percent of documents

文献数が全体の8割に達成するまでに要した年数は、発行年からさかのぼって10年間におさまることが分かった。また、1985年版では達成に10年を要しているが、その後短縮し、1994年版では半分の5年間で達成している。この傾向の解釈としては、1985年版は成層圏オゾン層の科学が立ち上がった時期であり、幅広く過去の文献も収集している可能性があり、1991年版以降では、最近の文献の知見が過去の文献の知見を含有または上書きしているゆえに半分の期間になった可能性が考えられる。

次に、各資料の収録年の傾向を比較するために、出版年ごとに文献数が各年版の掲載文献数全体に占める割合を調べた。そして、各科学的評価資料の発行年を0として文献数の割合の変化の傾向を比較した。Fig.5.2は科学的評価資料の発行年からさかのぼって15年前から最も新

しい文献の出版年までの期間の割合の変化である。



はじめに Web of Science を用いて成層圏オゾン層破壊問題に関するキーワードを含む文献と引用情報を抽出した。考えられるキーワードは多数あるが、今回はオゾン層破壊物質に注目し、その中でも代表的とされている CFC、臭化メチル、亜酸化窒素の3つを検索キーワードとした。続いて引用回数の多い上位10%の文献について、科学的評価資料文献データベースに含まれているか照合した。結果をTable 5.2に示す。

Table 5.2 Number of times cited

Keyword [Number of the top 10%]	Cited condition	Results	Percentage in the Top 10%
CFC [76]	in all of possible version	9	11.84
	in some of possible version	35	46.05
	not cited	32	42.11
Methyl Bromide [28]	in all of possible version	5	17.86
	in some of possible version	19	67.86
	not cited	4	14.29
Nitrous Oxide [131]	in all of possible version	6	4.58
	in some of possible version	57	43.51
	not cited	68	51.91

引用回数上位文献が科学的評価資料に含まれている割合は分野ごとに異なることがわかる。

次に、上位文献の年別引用回数内訳と科学的評価資料文献データベース評価資料への掲載の有無を対応させた。また、引用回数の多い年はその文献への注目度が高い年と近似し、引用回数が最も多い年と科学的評価資料の掲載状況について調査した。Table.5.3は科学的評価資料への最初の掲載年を基準年として、引用回数のピークがあった年がどのくらい基準年から離れているかをまとめた表である。

Table 5.3 Information about year with the maximum number of times cited based on the year of first appearance

Keyword	Period : year					
	Upper: number of documents			Bottom: %		
	past 5 to 7	past 2 to 4	past 1 to future 1	future 2 to 4	future 5 to 7	future 8 to 10
CFC [44]	1 2.27	3 6.82	22 50.00	12 27.27	4 9.09	2 4.55
Methyl Bromide [24]	0 0.00	1 4.17	13 54.17	6 25.00	3 12.50	1 4.17
Nitrous Oxide [63]	1 1.64	1 1.64	23 37.30	21 34.43	10 16.39	7 11.48

CFC と臭化メチルについては、引用回数のピークの 5 割以上が最初の科学的評価資料の掲載年の前後 1 年の間に集中している。一方亜酸化窒素については、最初の科学的評価資料の掲載年の前後 1 年間には全体の 3 分の 1 程度がピークをむかえている程度で、掲載年から 2 年から 4 年を過ぎた間にも 3 分の 1 程度が引用のピークをむかえている。いずれのキーワードも科学的評価資料に文献を収録した時期と、文献への注目度が高い時期が近い。

CFC については、9%程度が最初に科学的評価資料に掲載されるより 2 年以上前に引用のピークをむかえている。これらの文献の詳細を Table 5.4 に示す。

Table 5.4 List of CFC documents with the longer time lags between year of the first appearance in the scientific assessment and year with the maximum number of times cited

Docu- ment No.	Publi- cation Year	The first possible appearance	The first appearance	Year(s) with the maximum number of times cited
CFC-11	1995	Ver.1998	Ver.2006	2003
CFC-56	1991	Ver.1991	Ver.1994	1992
CFC-60	2001	Ver.2002	Ver.2006	2004
CFC-61	1995	Ver.1998	Ver.2002	1996, 2001, 2003

文献 CFC-11 は出版年と引用回数ピーク自体に 8 年の差がある。文献の内容が後から評価されるものであった可能性がある。CFC-61 は最初の引用回数のピークであった 1996 年前後には採用されていないが、2 回目のピークにおいて、採用年数と引用回数ピークとが重なっている。

6 結論

6.1 まとめ

緒論において科学的知見はそれが事実であるかどうか定まるまでに時間を要するものである一方、地球環境問

題は、早急に行動を起こさなくてはならないものであると述べた。上で示した結果から、行動の根拠として重要な役割を持つ科学的評価資料がその時点で新しい知見を取り入れていること確認した。ただし、科学的評価資料に文献を収録した時期と、一般に文献への注目度が高い時期が比較的近いことが示されたことは、同時に、研究分野やテーマによる違いが、最新知見の反映の経緯にも差異を及ぼしていることも示唆する。この差異の存在が、社会の意思決定における科学的知見の扱い方にとってどのような意味を持つかは、今後さらなる検討が求められよう。

6.2 展望

本研究で分析を行ったのは成層圏オゾン層問題に関する一部の研究分野であり、他の研究分野について同様の分析を行えば、成層圏オゾン層破壊問題の科学的評価活動について網羅的、全体的な像が得られるだろう。また、評価資料の内容に踏み込んで、取り扱われている内容の変遷と引用の取捨選択を比較し、どのように科学の知見が決定、変更されたかについての定量的な分析ができると考える。いずれも、本研究にあたり構築した科学的評価資料文献データベースが分析に役立つと考える。

さらに、本手法を用いて別の地球環境問題に関する科学的評価資料の分析を行うことで、問題ごとの科学的評価資料の特徴を分析でき、環境問題における科学的評価活動とは何かについてより深い議論ができると考える。

参考文献

- 孫媛: ビブリオメトリックスとは, *情報の科学と技術*, 57 巻 8 号, pp.372-377, 2007.
- 曹錦丹: MEDLINE 収録文献からみた中国における環境科学領域を対象とした計量文献学的分析, *情報管理*, Vol.37, No.9, pp.771-777, 1994.
- Katz, J.S. and J. Plevin: Environmental Science in the UK: A Bibliometric Study, *Research Evaluation*, Vol.7, No.1, pp.39-52, 1998.
- 藤垣裕子, 平川秀幸他: 研究評価・科学論のための科学計量学入門, 丸善, 2004.
- Lotka, A.J.: The frequency distribution of scientific productivity, *Journal of the Washington Academy of Sciences*, Vol.16, No.12, pp.317-323, 1926.
- MacRoberts, M. and B. MacRoberts: Problems of citation analysis, *Scientometrics*, 36, pp.435-444, 1996.
- ブルーノ・ラトゥール: 科学が作られているとき, 川崎勝他訳, 産業図書, 1999.
- Brooks, T.: Evidence of complex citer motivation, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 37, pp.34-36, 1986.
- Garfield, E.: Is citation analysis a legitimate evaluation tool?, *Scientometrics*, 1, pp.359-375, 1979.
- WMO: WMO Global Ozone Research and Monitoring Project Reports (http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone_reports.html 2010 年 01 月 15 日取得).
- トムソン・ロイター: Web of Science 特徴・メリット, 2009 (<http://www.thomsonscientific.jp/products/wos/benefits.shtml> 2010 年 01 月 15 日取得).

<2010 年 2 月 15 日提出>