

学際性評価のための分野を超えた研究インパクト評価の標準化

— CNCIを応用した新指標による定量的な探索 —

Normalize an academic impact indicator for evaluating interdisciplinary

田中 和哉*1¥ 荒川 陸*2¥ 亀岡 恭昂*3¥ 森 純一郎*1 坂田 一郎*1

Kazuya Tanaka Riku Arakawa Yasuaki Kameoka Junichiro Mori Ichiro Sakata

*1 東京大学大学院 工学系研究科

Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

*2 東京大学工学部計数工学科

Faculty of Mathematical Engineering and Information Physics, School of Engineering, The University of Tokyo

*3 東京大学大学院 教育学研究科

Graduate School of Education, The University of Tokyo

1. 背景

科学技術政策や科学技術マネジメントの領域においては「学際性 interdisciplinary」の重要性は年々増しており、「interdisciplinary research (IDR)」という研究領域において「学際性」の特徴を明らかにすることを目的とした研究が蓄積されている [WRB+11, for review]。例えば、重要な科学的発見は分野を横断した協働によってもたらされるという知見 [CK14] や、学際性が研究のインパクトに影響を与えるという知見 [CAL15] などがある。したがって、学際性の研究は、理論上も実践上も重大な意義があるといえる。

しかし、「学際性」を十把一絡げに捉えることには危険が伴う。というのも、学際性の特徴は、どの分野とどの分野を越境した場合の学際性なのかによって異なるからである。例えば、学際性の高さが研究のインパクトに与える効果は、当該の論文にどの分野が含まれているかに依存することが指摘されてきた [LG10]。それゆえ、研究と学際性の関係をより厳密に捉えるためには、学際性の内実をより詳細に観ることが必要であり、学際性研究においては、当該の研究にどの分野が含まれているかを突き止めることが重要である。

一方で、計量書誌学や科学計量学の分野においては、分野によって引用の意味や引用の慣行が異なるため、引用を基盤とした研究の特徴は分野ごとに大きく異なることも明らかになってきた。例えば、分野によって、引用ポテンシャルや引用年齢分布が異なること [Gar79]、分野によって研究成果の評価が論文で行われるかどうか、さらには引用サイクルの長さが異なること [Hay14] が指摘されている。したがって、分野を横断して研究の比較をするのは適切ではないことも指摘されている [Neg99, Yam01, Shi04, Ono03]。

以上の考察から、学際性の評価を行うためには、学際性に含まれる分野を特定し、分野による影響を吟味する必要がある一方で、研究分野によって引用のパターンは異なるので、分野間の比較をするのが不適切であることが、学際性研究を厳密に評価することを極めて困難にしている。したがって、学際性の評価を行うためには、分野間の引用パターンを標準化することが必要であることが導かれる。とりわけ、学際性研究の今後の発展を考えると、分野間の引用パターンを標準化することは価値を増していると考えられる。

これまで分野間の引用パターンを標準化するために、数々の指標が提案されてきた。例えば、「ソース規格化指標 SCJIF (Source-Corrected Journal Impact Factor)」は、引用元雑誌の引用傾向 (論文あたり参考文献数) の違いを考慮して雑誌間の比較を可能にするインパクトファクターを修正している [Kod14]。また、論文単位の被引用数を標準化

するものとしては、トムソン・ロイター社の Category Normalized Citation Impact (CNCI) [Reu14] や、エルゼビア社の Field-Weighted Citation Impact (FWCI) [CV14] がある。

IDR では、学会誌レベルで分類した上で研究の学際性を評価することが主流であったが [YYRD15, Ley07]、近年では学際性の評価には個々の論文レベルで分析を行う必要性も主張されてきている [BDH16]。また、論文レベルであれ、学会誌レベルであれ、分野間の引用パターンを標準化する指標としてこれまで提案されたものは、理論的に考察されたものであるか、または実証的に検証したものであったとしても、分野間の比較に留まるもので、学際性に言及したものではなかった。

そこで、本論文では、分野間の引用のパターンを標準化した上で算出された論文ごとの被引用数の一例として CNCI に着目する。本研究では、CNCI をそのまま用いることはせず、質の高い論文の集合に焦点をあて、CNCI を援用した指標を提案する。その指標を用いることで、被引用数を標準化して得られる指標に依拠し、学際性の実態について定量的に調査することを目的とする。

2. 手法

2.1 データセット

米国 Clarivate Analytics 社が提供している論文データベース: Web of Science Core Collection より論文データを取得した。本研究では、被引用数に依拠せずに世界的に重要な論文であることが保障されたデータセットを母集団とするため、2016年の論文のうち THE (Times Higher education) が発表した世界大学ランキング Top50 校に所属する研究者が産出した全論文のうち、ID と分野の値が存在するものすべてを対象とし、50, 395674 件を取得した。全論文は投稿ジャーナルを元に分野が 151 種類割り当てられている¹。

2.2 今回使用した指標

The Category Normalized Citation Impact (CNCI) は、Clarivate Analytics 社が発刊する InCites で発表されている指標である [12]。ある文書の CNCI とは、その文書の被引用数を同文書タイプ、同出版年、同分野の全文書に対する被引用率の期待値により割ったものである。当該文書が複数分

¹ 151 種類の分野名については下記 Web サイトを参照のこと (https://images.webofknowledge.com/WOKRS514B4/help/ja/WOS/hp_subject_category_terms_tasca.html, アクセス日: 2018年3月9日)

¥: equal contribution

連絡先: 田中和哉、東京大学大学院工学系研究科、kazuya.tanaka@ipr-ctr.t.u-tokyo.ac.jp

野にまたがる時は、それらの分野の期待値の平均値が用いられる。

今回はCNCIを参考に、Top50校の執筆した同文書タイプ(論文)、同出版年(2006年)、同分野(151分野)の論文全体を用いて、各分野ごとの期待値を算出した。その期待値で個々の論文の被引用数を割ることで、分野ノーマライズされたCitation Impactの値を新たに計算した。その値を、本論文ではCNCIと表記する。

一つの分野に割り当てられている論文のCNCIは以下によって与えられる。

$$CNCI = \frac{c}{e_{fid}}$$

ここで c はその論文の被引用数、 e_{fid} はその分野(f)、ドキュメントタイプ(t)、年度(d)における被引用数の期待値である。

論文が複数の分野に割り当てられているとき、そのCNCIは以下のように計算される。

$$CNCI = \frac{\sum \frac{c}{e_{f(t)d}}}{n}$$

ただし n は割り当てられた分野の数である。すなわち、各分野ごとのCNCIの平均として算出される。

2.3 分野ペアのCNCI

分野を考慮した学際性の議論を行うために、特定の分野ペアの論文集合に対するCNCIを考える。対象の論文集合を、与えた分野のペアのラベルがついた論文の集合とし、その集合に対するCNCIを、

$$CNCI_{group} = \frac{\sum CNCI}{n}$$

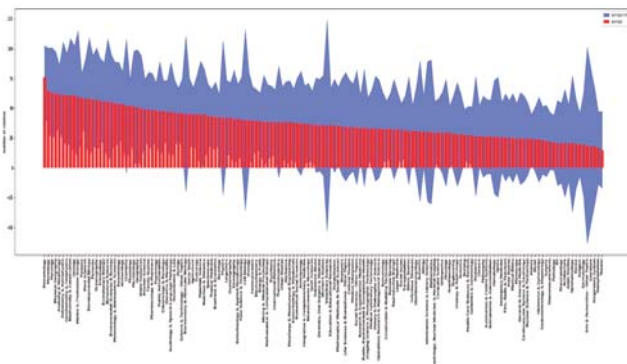
ただし n は集合の大きさである。

3. 結果と考察

3.1 分野ごとの被引用数の分布

まず最初にデータベースの分野と引用数の関係性を把握するために、各分野ごとの被引用数の平均と分散を計算し、図1に示す。

図1 分野ごとの被引用数の分布

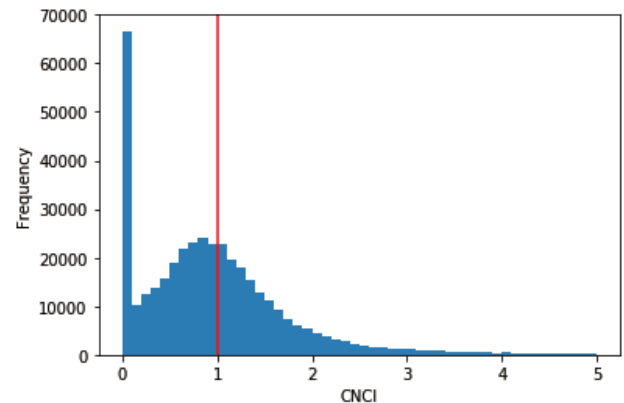


いずれの分野においても、一定の分散が確認できることから、このデータセットは十分に広範な研究論文を対象にしていることが推察される。また引用数による目立った分散の差は見受けられず、引用数と分散は無関係である可能性が高いことがわかった。

3.2 CNCIの分布

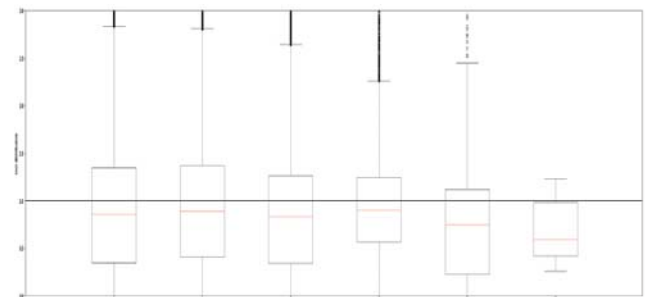
各論文に対しCNCIを計算し、それらのヒストグラムを図2に示す。

図2 全論文のCNCIの分布



また学際性の議論のため、論文ごとに割り当てられた分野数ごとにCNCIの分布を計算した。その結果を図3に示す。

図3 分野数ごとのCNCIの分布



ここで分野数で分類したときの論文数は分野数が1であるものから6であるものまで順番に239224, 111102, 36526, 7570, 1223, 21であった。

図3より、一つの論文に対して割り当てられる分野の数が増えるとCNCIの平均は減少する傾向にあることが確認できる。

4.2 分野ペアごとのCNCI

分野ペアを与えて、そのCNCIを計算した数例を、表1・表2に示す。表1にはCNCIが高いペア、表2にはCNCIが低いペアを示している。ただし、少量データによる偏りを除

くため、該当論文集合の大きさが100以上のものを対象とした。

表1: CNCIが高い分野のペア

分野ペア	CNCI
'Geriatrics & Gerontology', 'Cell Biology'	2.17
'Neurosciences & Neurology', 'Ophthalmology'	1.99
'Behavioral Sciences', 'Neurosciences & Neurology'	1.90
'Hematology', 'Cardiovascular System & Cardiology'	1.71
'Biochemistry & Molecular Biology', 'Life Sciences & Biomedicine - Other Topics'	1.71

表2: CNCIが低い分野のペア

分野ペア	CNCI
'Research & Experimental Medicine', 'Pathology'	0.093
'Pharmacology & Pharmacy', 'Public, Environmental & Occupational Health'	0.148
'Psychology', 'Ophthalmology'	0.149
'Genetics & Heredity', 'Mathematical & Computational Biology'	0.302
'Business & Economics', 'Health Care Sciences & Services'	0.316

表1表2から、'Neurosciences & Neurology', 'Ophthalmology'のCNCIは1.99であるのに対して、'Psychology', 'Ophthalmology'のCNCIは0.149であることが読み取れる。この結果は、同じ'Ophthalmology'の分野を含む学際論文であっても、CNCIの値は高いものもあれば低いものもあることを意味する。より詳細な考察が必要ではあるものの、分野の組み合わせ方など、他の要因が影響していることが示唆される。

4. 結論

本論文では、分野による論文毎の被引用数への影響を標準化したものとして CNCI を用いて、2016年度のWeb of Science Core Collectionのtop50校の論文に対して、被引用数の解析を行った。その中で、特定の分野ペアを考慮した CNCIを計算することで、分野を考慮した学際性を定量的に議論した。その結果、(1)一つの論文に対して割り当てられる分野の数が一定以上になるとCNCIの平均は減少する傾向にあること、および、(2)学際研究の中には、同じ分野を含むものの中に、CNCIの値は高いものもあれば低いものもあることの2点が示された。

本研究では、学際研究一般についてCNCIでの解析が意味をもつことを示したが、分野のペアごとの詳細な検討に立ち入ることはできなかった。今後、分野ペアはもちろん

のこと、複数の分野のパターンで同様の解析を行い、研究と学際性の関係をより厳密に捉えたいと考えている。

5. 参考文献

- [BDH16] Lindell Bromham, Russell Dinnage, and Xia Hua. Interdisciplinary research has consistently lower funding success. *Nature*, Vol. 534, No. 7609, pp. 684–687, 2016.
- [CAL15] Shiji Chen, Clément Arsenault, and Vincent Larivière. Are top-cited papers more interdisciplinary? *Journal of Informetrics*, Vol. 9, No. 4, pp. 1034–1046, 2015.
- [CK14] JONATHAN N. CUMMINGS and SARA KIESLER. Organization theory and the changing nature of science. *Journal of Organization Design*, Vol. 3, No. 3, pp. 1 – 16, 2014.
- [CV14] Lisa Colledge and Reinder Verlinde. *SciVal. SciVal Metrics Guidebook (Version 1.01)*. Elsevier, 2014.
- [Gar79] Eugene Garfield. *Citation indexing. Its theory and application in science, technology and humanities*. Wiley, New York, 1979.
- [Hay14] 林和弘. 計量書誌学から研究活動計量学へ（特集：計量書誌学を超えて）. *情報の科学と技術*, Vol. 64, No. 12, pp. 496–500, dec 2014.
- [Kod14] 児玉潤, 小野寺夏生. 分野を超えた雑誌インパクトの比較が可能なソース規格化指標. *情報メディア研究*, Vol. 13, No. 1, pp. 32–49, 2014.
- [Ley07] Loet Leydesdorff. Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 58, No. 9, pp. 1303–1319, 2007.
- [LG10] Vincent Larivière and Yves Gingras. On the relationship between interdisciplinary and scientific impact. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 61, No. 1, pp. 126–131, 2010.
- [Neg99] 根岸正光. 研究評価とビブリオメトリックス (研究評価の方法論). *情報の科学と技術*, Vol. 49, No. 11, pp. 544–549, 9 1999.
- [Ono03] 小野寺夏生. 引用文献数で研究を評価できるか? *学会会報*, No. 1, pp. 50–57, 1 2003. [Reu14] Thomson Reuters. *INCITES INDICATORS HANDBOOK*. THOMSON REUTERS, Philadelphia, 2014.
- [Shi04] 調麻佐志. 学術論文データベースを利用した研究評価：bibliometrics 指標の限界と可能性. *情報の科学と技術*, Vol. 54, No. 6, pp. 317–323, 6 2004.
- [WRB+11] Caroline S. Wagner, J. David Roessner, Kamau Bobb, Julie Thompson Klein, Kevin W. Boyack, Joann Keyton, Ismael Rafols, and Katy Börner. Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research (IDR): A review of the literature. *Journal of Informetrics*, Vol. 5, pp. 14–26, 2011.
- [Yam01] 山崎茂明. 指標としてのインパクト ファクター. *研究評価*, 2001.
- [YYRD15] Alfredo Yegros-Yegros, Ismael Rafols, and Pablo D’Este. Does interdisciplinary research lead to higher citation impact? the different effect of proximal and distal interdisciplinarity. *PloS one*, Vol. 10, No. 8, p. e0135095, 2015.