

|                     |                                                                                                                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title</b>        | 共著ネットワークの中心性の時間推移を指標とした研究者の評価                                                                                                                     |
| <b>Author(s)</b>    | 藤田, 正典; 石戸, 健太; 井ノ上, 寛人; 寺野, 隆雄                                                                                                                   |
| <b>Citation</b>     | 年次学術大会講演要旨集, 33: 290-293                                                                                                                          |
| <b>Issue Date</b>   | 2018-10-27                                                                                                                                        |
| <b>Type</b>         | Conference Paper                                                                                                                                  |
| <b>Text version</b> | publisher                                                                                                                                         |
| <b>URL</b>          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/15618">http://hdl.handle.net/10119/15618</a>                                                                 |
| <b>Rights</b>       | 本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management. |
| <b>Description</b>  | 一般講演要旨                                                                                                                                            |

## 共著ネットワークの中心性の時間推移を指標とした研究者の評価

○藤田 正典（東京工業大学）、石戸 健太（東京電機大学）、  
井ノ上 寛人（東京電機大学）、寺野 隆雄（産業技術研総合研究所）

### 1. はじめに

科学技術への研究投資の有効性についてはエビデンスベースで定量的に評価することが望まれている。エビデンスベースでの研究者の評価指標としては **h-Index** などの文献の被引用系指標が用いられることが多いが、これらの指標で若手研究者を評価することは困難であるとされる[1]。これを補うために、若手研究者の評価にピアレビューが用いられることがあるが、ピアレビューは評価の定量面などに課題がある。これらを背景に、筆者らは、エビデンスベースで定量的な研究者の評価指標の一つとして、研究者のコラボレーション関係を示す共著ネットワークの中心性の時間推移を提案してきた[2][3]。

本稿では、研究者の評価指標として、被引用系指標および共著ネットワークの中心性を比較し考察する。まず、科学計量学の分析対象となる二つの代表的なネットワークである引用ネットワークと共著ネットワークの特徴を比較した上で、被引用系指標および共著ネットワークの中心性を、成果主義と能力主義の観点、および評価の遅行性と先行性の観点から考察し、研究者、特に今後の科学技術の発展やイノベーションの推進を担うことが期待される若手研究者の評価指標として、提案指標である共著ネットワークの中心性の時間推移が有効であることを示す。

### 2. 関連研究

本節では、研究者の評価基準の事例と代表的な評価指標や手法を挙げるとともに、研究者の評価の観点として、成果主義と能力主義、および遅行指標と先行指標について論じた上で、これらの指標や手法の課題について述べる。

#### 2.1. 研究者の評価基準の事例

研究者の評価基準の事例として、大学評価・学位授与機構は、各研究分野の特性を踏まえた上で、関係者の期待に込めているかという視点から、学術面、社会・経済・文化面の評価基準を示している。例えば、学術面では、学術面での受賞、著名な学術雑誌への掲載、高被引用論文への選出、獲得した競争的研究費などを、また社会・経済・文化面では、社会・経済・文化面での受賞、新聞・一般雑誌・テレビなどでの紹介などを評価基準として挙げている[4]。その具体的な指標としては、インパクトファクターの高い学術雑誌への掲載論文の件数や **h-Index** などに被引用系指標が挙げられる。これらの指標は、研究活動が与えたインパクトを示す指標であるため、既に研究経験を積み研究成果を上げている優秀で著名な研究者の評価が可能である。

一方、将来の学術研究を担う優れた若手研究者を養成・確保することを目的とする日本学術振興会（JSPS）の特別研究員制度においては、その選考基準を「研究者としての資質」「研究計画」「研究計画遂行能力」などとし、特に研究経験の少ない博士課程学生の場合の評価基準は「研究者としての資質」が重要視されるとしている[5]。その選考は、専門委員による面接も含めたピアレビューによるものであり、これにより、将来が期待される有望な研究者が評価されている。

#### 2.2. 成果主義と能力主義

一般に人材の評価は、「成果主義」や「能力主義」などによって行われることが多い。成果主義とは、一定期間内の目標達成度（成果）により評価しようとする考え方であり、一方、能力主義とは、個人の職務遂行能力により評価しようとする考え方である[6]。これらの考え方は、企業などの人事管理において、賃金や昇進などの決定する場合の基準とされる。また、業務の結果のみによって評価しようとする考え方は「結果主義」と呼ばれることがある。

これらの考え方を研究者の評価に適用した場合、**h-Index** などの被引用系指標は、研究者の研究成果に基づいているため、成果主義または結果主義による指標であるといえる。またピアレビューによる評価手法は、成果主義だけでなく能力主義の観点で実施することも可能であろう。

### 2.3. 遅行指標と先行指標

経済の状況をあらわす指標として、「先行指標」や「遅行指標」がある。先行指標は、景気の変動に先だって動く傾向のある指標で、具体例として株価指数などがある。一方、遅行指標は、景気の変動に遅れて動く傾向のある指標で、具体例として雇用指数などがある。また、景気と同じタイミングで変動する傾向のある指標は「一致指標」と呼ばれる[6]。これらの指標は、景気の動向を示しており、政府などによる景気の予測や現状判断、確認などに利用される。

これらの考え方を研究者の評価に適用した場合、h-Indexなどの被引用系指標は、研究者の研究成果がインパクトを与えた後に測定できるものであるため、遅行指標であるといえる。またピアレビューによる評価手法は、まだ研究成果は十分でないが将来が期待される有望な若手研究者を評価しようとする場合には、先行的な評価手法であるといえよう。

### 2.4. 研究者評価の課題

Lane は、科学技術への投資効果の評価の課題として、投資とそのインパクトの関係、若手研究者への投資の効果とシニア研究者への投資の効果の関係、学際研究や協業研究への投資と効果の関係などについて、評価者に負担を掛けることなく評価することを挙げている[7]。また「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」では、研究開発評価において改善を図るべき特筆課題として、科学技術イノベーション創出・問題解決のためのシステム推進、挑戦的な研究や学際・融合領域・領域間連携研究等の推進、次代を担う若手研究者の育成・支援の推進、評価の形式化・形骸化や評価負担増大への対応を挙げている[8]。これらの課題は概ね共通しており、投資に対する効果の評価、若手研究者の評価、学際研究・連携研究の評価、評価負担の軽減などが観点である。

本稿では、今後の科学技術の発展やイノベーションの実現に向けて、将来を担う有望な若手研究者のエビデンスベースでの評価に焦点をあてる。前述の通り、主要な評価指標である h-Index などの被引用系指標は、成果主義に基づいているとともに遅行指標であるため、研究成果の乏しい若手研究者を成果が上がる前の早期段階で評価することは困難である。一方、ピアレビューは、若手研究者の評価も可能であるが、定量的な評価とはいえず、また評価を行う際の評価者の負担が大きい。

## 3. 研究者の評価指標としての共著ネットワークの中心性

本節では、前節で述べた研究者評価の課題に対応し、筆者らが提案する「共著ネットワークの中心性の時間推移」による研究者の評価手法、およびこの手法を用いた評価の事例を示す。

### 3.1. 提案手法

筆者らは、これまで、研究者の評価指標として、科学技術文献データベースから構成される研究者の共著ネットワークの中心性に注目し、その時間推移による研究者評価の手法を提案してきた[2][3]。その手法の具体的なステップは以下の通りである。

- ① 科学技術文献データベースから、対象とする分野の文献を発行年ごとに分割して抽出
- ② 抽出された発行年ごとの文献群をもとに、研究者の共著ネットワークを構築
- ③ 構築された発行年ごとの共著ネットワークにおいて、各研究者の中心性を算出
- ④ 研究者ごとに、算出したすべての発行年の中心性の時間推移を分析

これらの4つのステップで研究者の共著のネットワークの中心性の推移を分析し、中心性が上昇していれば、成長する有望な研究者であると評価し、下落していれば、そのような研究者ではないと評価する。

### 3.2. 共著ネットワークの中心性の時間推移を指標とした研究者の評価事例

上記のステップより研究者を評価した結果を図1に示す。対象とする科学技術文献は科学技術振興機構（JST）が提供する学術文献データベース（JSTPlus）とし、このデータベース上の区分 E（生物学分野）の2001年から2015年までの15年間の約192万件の文献を抽出して用いた。図1では、4名の研究者の中心性の推移を示す。図中の三角のプロット点は、近年ノーベル賞を受賞した大隅良典博士、大村智博士、山中伸弥博士の中心性の推移を表す。また、丸いプロット点は、2001年に山中博士の研究室に所属した若手研究者である高橋和利博士の中心性の推移を表す。ノーベル賞授賞者の中心性は、いずれの年度においても高い水準にあった。一方で、高橋博士の中心性は、2001年にはじめて JSTPlus の生物学分野に名前が出現した時点では低い水準であったが、その後、橙色のプロット点の通りに上昇している。なお、2005年と2006年の山中博士及び高橋博士の中心性は低下しているが、両博士ともに、この時期に所属研究機関（大学）を移籍しており、この移籍時期における執筆論文数の低下が上記の中心性の低下の原因かもしれない。また、図2に高橋博士を中心とした共著ネットワークの成長過程を示す。この図では、高橋博士は橙色のプロット点で示され、山中博士は赤色のプロット点で示されている。

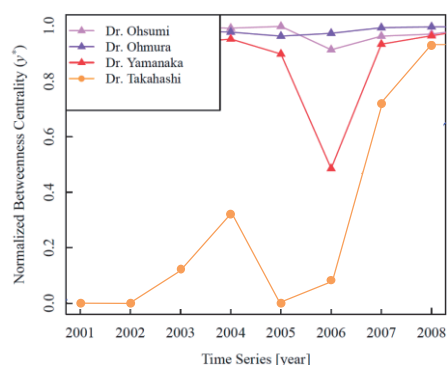


図 1 共著ネットワークの中心性の時間推移の例

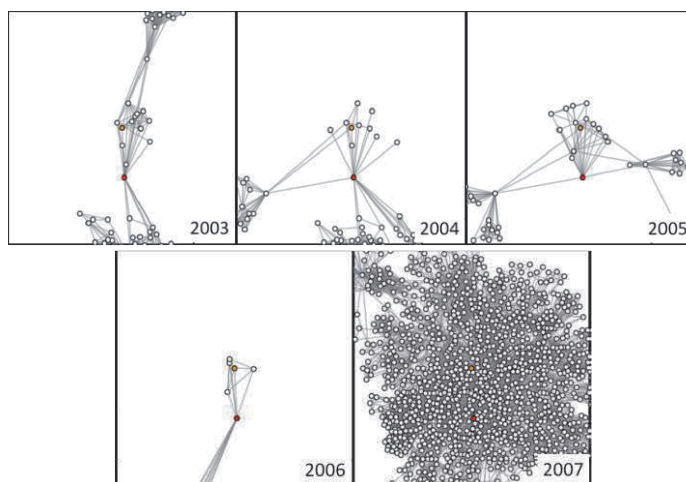


図 2 共著ネットワークの時間推移の例

#### 4. 研究者の評価指標についての考察

本節では、引用ネットワークと共著ネットワークの特徴について比較した上で、被引用系指標および共著ネットワーク中心性を、成果主義と能力主義の観点、および評価の遅行性と先行性の観点から考察し、若手研究者の評価指標として、共著ネットワークの中心性の時間推移が有効であることを示す。

##### 4.1. 引用ネットワークと共著ネットワークの特徴の比較

科学計量学の分析対象となる二つの代表的なネットワークとして、引用ネットワークと共著ネットワークが挙げられる。引用ネットワークは、ノードは研究成果である文献、エッジは引用関係を示し、また、既に発行された文献をその後の発行される文献が引用するという関係性により、時間概念をもつ有向グラフとして示される。共著ネットワークは、ノードは研究者、エッジは共著関係を示し、一般には無向グラフとして示される。また、共著ネットワークにおける研究者の中心性は、共同研究を行う研究者間での当該研究者の位置づけを示している。中心性には複数のタイプがある。例えば、次数中心性はネットワーク内でより多くの研究者との関係をもつ研究者を高く評価し、活動の大きさを示す。近接中心性はネットワーク内の全ての研究者とより近い距離をもつ研究者を高く評価し、活動の緊密さを示す。媒介中心性は他の研究者同士をつなぐ役割をする研究者を高く評価し、活動の媒介性を示す。

##### 4.2. 成果主義と能力主義の観点からの指標の考察

前述の通り、引用ネットワークに基づく h-Index などの指標は「成果主義」による指標といえよう。一方、共著ネットワークは、コラボレーションネットワークとも呼ばれて、研究者の共同研究の関係を示しており、共著ネットワークにおける中心性の高い研究者は協調性が高く人間関係構築能力に優れた研究者といえる。OECD は、近年の高度な社会性を必要とする業務において「協力して問題解決する力 (collaborative problem solving)」が求められるとしており [8]、共著ネットワークの中心性は、研究活動において協力して問題解決をする能力を示す「能力主義」による指標といえよう。特に、媒介中心性は、学際研究や領域間連携研究においては研究者がゲートキーパー的な役割を果たす能力を示している。なお、前節で示した研究者の評価事例では、評価指標として媒介中心性を用いている。

##### 4.3. 評価のタイミングの観点からの指標の考察

前述の JSTPlus の生物学分野の 192 万件の文献を用いて算出した h-Index の時間推移を図 3 に示す。図 3 は、2004 年、2005 年、・・・2008 年の各年に初めて文献が検出された研究者について、それぞれ 2004 年-2011 年、2005 年-2012 年、・・・2008 年-2015 年の 8 年間の h-Index の時間推移を算出し、算出された 5 つの 8 年間の時間推移のデータセットを、始点を揃えて示したものである。赤色のプロット点はすべての研究者についての時間推移を示し、同様に青色のプロット点はこれらのすべての研究者のなかで有望な研究者として選出された JSPS 特別研究員についての時間推移を示す。また、図 4 は、図 3 と同様の分析を共著ネットワークの中心性について行った結果を示したものである。

図 3 および図 4 から、h-Index と共著ネットワークの中心性のいずれの場合も、すべての研究者のなかで、有望とされる JSPS 特別研究員の指標が著しく成長していることが分る。したがって、h-Index 同様、共著ネットワークの中心性の時間推移を指標として、研究者の評価が可能であることが分る。

さらに、JSPS 特別研究員とすべての研究員の間で指標に顕著な差異が表れるタイミングは、h-Index



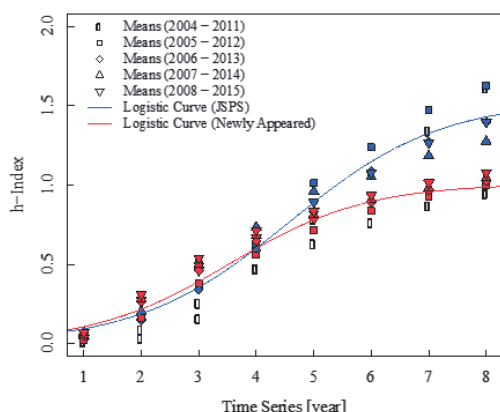


図 3 h-Index の時間推移

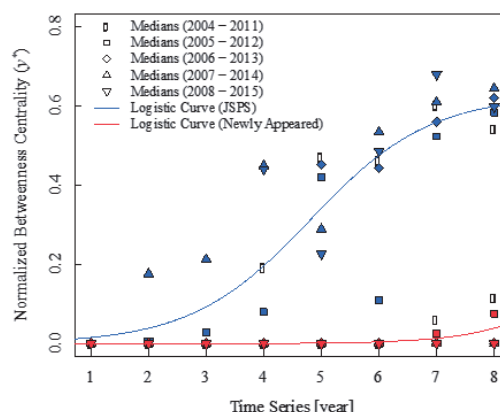


図 4 共著ネットワークの中心性の時間推移

の場合が、文献が初めて公開されてから 5 年程度を経たからであるのに対し、共著ネットワークの中心性の場合は、初めて公開されて間もなくであることが分る。したがって、共著ネットワークの中心性は、h-Index と異なり、研究活動を始めて間もない研究者を早いタイミングで評価するのに有効であることが分る。なお、図 3 で、最初の 5 年程度の間は、JSPS 特別研究員とすべての研究員の h-Index は、顕著な差異がないなかでともに成長しているが、これは主に自己引用に起因する成長かもしれない。

#### 4. 若手研究者の評価における共著ネットワークの中心性による評価の有効性

以上より、h-Index が成果主義に基づく遅行指標であるのに対して、共著ネットワークにおける中心性は人間関係構築の観点での能力主義に基づく先行的指標であり、研究者、特に今後の科学技術の発展やイノベーションの推進を担うことが期待される若手研究者の評価指標として有効であるといえよう。

#### 5. おわりに

本稿では、エビデンススペースの研究者の評価指標として、筆者らが提案してきた共著ネットワークの中心性の時間推移の有効性について、引用ネットワークおよび共著ネットワークを比較した上で、能力の評価および評価のタイミングの観点から論じた。科学技術の発展とイノベーションの推進に、有望な研究者の発掘や育成が重要な課題となっており、また、オープンイノベーションや学際連携など、組織的に協力して行う研究開発の重要性が高まっているなか、提案指標の重要性は益々高まると考えられる。一方、研究のスタイルには、数学などの分野のように研究者が単独で研究するものもあるが、本稿では、共同研究のスタイルをとることの多い生物学を対象とした。今後、単一分野での共同研究だけでなく、複数分野に跨った共同研究、即ち学際研究と研究者の成長との因果関係や、研究者の所属機関の移籍と研究者の成長との因果関係などについて、さらに研究を進めることが望まれる。

#### 参考文献

- [1] Zare R. N.: “Assessing Academic Researchers,” *Angewandte Chemie International Edition*, 51, pp.7338–7339 (2012)
- [2] M. Fujita, H. Inoue, T. Terano, “Evaluating Funding Programs through Network Centrality Measures of Co-Author Networks of Technical Papers,” *IEEE BigData, The 2nd International Workshop on Application of Big Data for Computational Social Science 2017*, Boston, Dec. (2017)
- [3] M. Fujita, H. Inoue, T. Terano, “Searching Promising Researchers through Network Centrality Measures of Co-Author Networks of Technical Papers,” *The 4th IEEE International COMPSAC Workshop on Social Services through Human and Artificial Agent Models*, Torino, July (2017)
- [4] 大学評価・学位授与機構, 教育・研究水準の学系別評価基準のあり方にかかる調査研究報告書 (2015)
- [5] 日本学術振興会, 特別研究員の選考方法 ([https://www.jsps.go.jp/j-pd/pd\\_houhou.html](https://www.jsps.go.jp/j-pd/pd_houhou.html))
- [6] 松村明(編), 大辞林(第三版), 三省堂 (2006)
- [7] Julia Lane, Stefano Bertuzzi. “Measuring the Results of Science Investments,” *Science* Vol. 331, pp.678-680 (2011)
- [8] 文部科学省, 文部科学省における研究及び開発に関する評価指針 (2017)
- [9] OECD, “OECD Programme for International Student Assessment (PISA)” (2017)