

Title	科学技術文献データベースから構成される共著ネットワークを用いたファンディングプログラムの評価
Author(s)	藤田, 正典; 井ノ上, 寛人; 寺野, 隆雄
Citation	年次学術大会講演要旨集, 32: 568-571
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14886
Rights	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.
Description	一般講演要旨

2 D 1 7

科学技術文献データベースから構成される共著ネットワークを用いた ファンディングプログラムの評価

○藤田 正典 (東京工業大学), 井ノ上 寛人 (東京電機大学), 寺野 隆雄 (東京工業大学)

要旨

将来の学術研究を担う有望な研究者や政策課題対応型研究を実施する優秀な研究者を選定し公的研究開発資金の配分を行うファンディングプログラムを評価するにあたり、ピアレビュー等に基づく従来型の評価に加え、エビデンスベースの定量的な評価指標が望まれている。ファンディングプログラムの事例として、日本学術振興会 (JSPS) 「特別研究員」制度、及び科学技術振興機構 (JST) 「さきがけ」プログラムについて、大規模な科学技術文献データベースから構成される共著ネットワークの中心性の時間推移を測定したところ、これらのプログラムへの採用を契機に著しい中心性の成長が確認された。本稿では、これらの結果を踏まえ、ファンディングプログラムの評価指標の一つとして共著ネットワークの中心性の時間推移を用いることを提案する。

1. はじめに

イノベーションの実現や科学技術の発展に優秀な研究者は不可欠な存在であり、これらの将来を担う有望な若手研究者を見つけ出し育成することは重要な課題である。ファンディングエージェンシーにとって、将来の学術研究を担う有望な研究者や政策課題対応型研究を推進する優秀な研究者、特に若手の研究者を選定し、研究資金を提供することは重要なミッションの一つである。さらに、ファンディングプログラムを効率的かつ効果的に実施してゆくためには、そのプログラムの評価が非常に重要である。

ファンディングプログラムの評価には、事前評価 (Assessment)、中間評価 (Monitoring)、事後評価 (Evaluation) などがある [林, 2012]。研究者の自由な発想に基づく研究を支援する評価には、定性的なピアレビューなどに基づく事前評価 (プロジェクトや研究者の選定) が重要視されることが多かった。一方、政策目的と結びつけられたプログラムでは、中間評価・事後評価 (定量的なエビデンスに基づく研究過程や研究目標達成度の評価) が必要になると考えられる [小林, 2012]。定量的な評価指標としては、論文の数や被引用数、特許数などが用いられることが多いが、これらの指標は研究実績の後からついてくる遅行指標であり、実績が少ない若手研究者をこれらの指標で評価することは困難である。

本稿は、以上のような背景から、ファンディングプログラム、特に将来の成長が期待される有望な若手研究者向けのプログラムを定量的に評価することを目的として、科学技術文献データベースから構築される共著ネットワークの中心性に注目し、その時間推移を評価指標の一つとして用いることを提案する。共著ネットワークの中心性は、研究者の知的能力とともに組織活動の資質を反映していると考えられるからである。科学技術文献として、科学技術振興機構 (JST) が提供する JSTPlus を用い、若手研究者の支援プログラムである日本学術振興会 (JSPS) 「特別研究員」制度及び JST の政策課題対応型研究プログラムである「さきがけ」プログラムの分析を行った結果、JSPS 特別研究員及びさきがけ研究員の共著ネットワークの中心性の時間推移は、これらのプログラムへの採択を契機に、一般的な研究者と比較して有意に著しい成長が確認された。これらの結果を踏まえ、ファンディングプログラムの評価指標の一つとして共著ネットワークの中心性の時間推移を用いる。

2. 関連研究

ファンディングプログラムの総合的な評価としては、[吉田, 篠原, 佐々, 2007]が、研究開発から生み出された間接的な評価指標である発表論文数や特許出願数では不十分であるとした上で、JST の CREST などのプロジェクトを取り上げてその成功要因についてケーススタディを行い、成功要因の一つとして“連携”を挙げている。また、ファンディングプログラムの定量的な評価としては、[黒沢, 水田, 小賀坂, 2015]が、論文数や被引用数の多寡による定量的データだけで研究成果を評価することが困難とした上で、JST や JSPS のファンディングプログラム情報のデータベース (FMDB) を構築しており、

ファンディングプログラムの成果や効果等の定量的な分析評価の方向性について述べている。

一方、ファンディングプログラムの事後評価の具体的指標についての研究は十分であるとは言えず、本稿では、具体的な事後評価の指標の一つとして、共著ネットワークの中心性の推移を提案する。科学技術文献データベースから構成できるソーシャルネットワークには、論文や特許における引用関係から構成できる引用ネットワークや、文献の共著関係から構成できる共著ネットワークが挙げられる。引用ネットワークにおいて、論文や特許等の文献の被引用数は科学技術の分野や区分への関心の強さを示しており、引用ネットワークを応用した例としては、サイエンスマップやパテントマップがある。Impact Factor や h-index も、論文の引用関係に基づく指標であるが、研究実績の後からついてくる遅行指標であるため、実績が十分に蓄積されていないような若手研究者をカバーすることは難しい。一方で、共著ネットワークは、科学技術文献の共著関係から構築され、研究開発における協業の代理変数と考えられる。また、その中心性は、研究者が執筆した文献を通して発表した知的能力に加えて、研究組織におけるリーダーシップやチームワーク等の研究者の組織活動能力の大きさを示していると考えられる。本稿では、ファンディングプログラムの評価を行うにあたり、研究者の知的能力と組織活動の資質を考慮して共著ネットワークの中心性に注目し、この時間推移をプログラムの評価指標として提案する。

3. 分析データベース及び分析手法

3.1. 分析データベース

本研究で分析の対象とした JST が提供する学術文献データベース (JSTPlus) は、世界 50 数か国の文献情報 2500 万件以上を、国内学術文献については学会の口頭発表論文も含めて網羅的に収録し、研究成果が十分に蓄積されていない若手研究者も、その活動状況を捉えられる可能性が高い。本研究では、JSTPlus から生物学分野、15 年分 (2001 年から 2015 年) の文献データ約 192 万件を抽出・分析した。

3.2. 分析方法

抽出した生物学分野文献合計 192 万件から、発行年ごとに、その共著関係をもとに著者をノードとし論文をエッジとする共著ネットワークを構築した。構築した共著ネットワークは、一つの巨大なクラスターと他の多数の小規模なクラスターから構成されている。2006 年の 2 番目に大きいクラスターの場合を例として図 1 に示す。図 1 の濃紺のノードは、媒介中心性が高い著者を示している。

次に、共著ネットワークの著者の中心性の値を発行年ごとに算出し、抽出した中心性の値をもとに発行年ごとに著者の中心性の順位付けを行う。本稿では、共著ネットワークの中心性として、他の研究者とのつながりを考慮し、媒介中心性を用いて算出することにする。

さらに、各著者の中心性の順位の時間的推移を分析する。個々の著者について線形回帰分析を行った結果の例 (2006 年から 2015 年、中心性の出現回数 ≥ 4 , p -value <0.05) を図 2 に示す。ここで、図 2(a) は中心性の順位が上昇した研究者を示しており、図 2(b) は中心性が下落した研究者を示している。

最後に、本稿で評価の対象となるファンディングプログラムの事例である JSPS 特別研究員制度、及び JST さきがけプログラムに採択された研究者の抽出を行う。JSPS 特別研究員は、博士後期課程在学中から学位取得後の早い時期を想定した若手研究者向けで、研究者の自発的な研究を支援するプログラムである。JST さきがけプログラムは、政策課題対応型研究プログラムで、30 歳代の若手研究者を中心に研究が行われており、研究者はこの制度により飛躍することを期待されている。

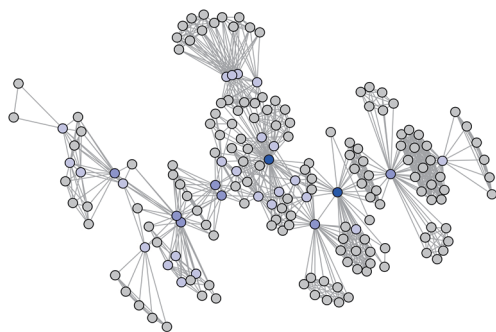


図 1: 共著ネットワークの例

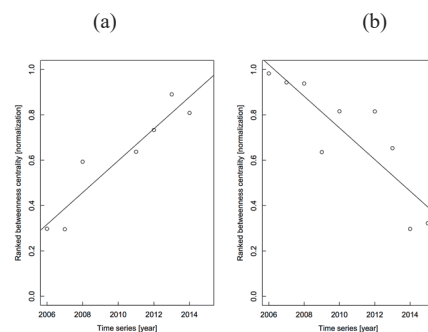


図 2: 研究者の中心性の推移 (線形回帰)

4. 分析結果

図3の青色部分は、2008年にJSPS特別研究員として初めて論文を発行した研究者、赤色部分は、2008年に初めて論文を発行した全研究者を示し、発行年ごとに、当該年の中心性の順位の十分位数（上位の10%、10～20%、・・・、90～100%）を、縦に上から下に向かって順に、JSPS特別研究員と全研究者を重ねて並べたヒストグラムを、横に左から右に向かって2006年から2015年までの発行年の順に並べたものである。一般に研究者は年を経るごとに成長しその中心性も年とともに上昇すると考えられるが、図3の赤色部分を見ると実際にそれが分かる。一方、図3から、JSPS特別研究員制度に採択された研究者の中心性は、全研究者の中心性と比較し、時間の推移とともにより大きく上昇していることが分かる。

図4は、図3で示した特徴を別な視点から示した結果である。図4の各グラフの横軸は、JSPS特別研究員として初めて論文が検出された年度をグラフの中央0年とし、0年から前後5年の時間を示している。また、図4の上側のグラフは、各年度に検出された文献数の推移を示しており、下側のグラフは、各年度においてJSPS特別研究員の共著ネットワークの中心性の順位の比率の時間推移を示している。下側のグラフの白色部分の帯グラフは中心性の順位が上位1.0%以上、その下の最も薄い灰色部分の帯グラフが2.5%以上1.0%未満、さらにその下の灰部分の帯グラフが5.0%以上2.5%未満、残った最下部の最も濃い灰色部分の帯グラフは中心性の順位が5.0%未満、即ち下位95.0%以下を示している。また、下側のグラフの中の3本の曲線は、上から順に、中心性が上位1.0%以上、2.5%以上、5.0%以上に入っている研究者数の推移を、ロジスティクス回帰分析したものである。図4から、時間0、即ちJSPS特別研究員として初めて論文が検出された時点の前後より急激に中心性が高くなっていることが分かる。

図5は、JSTさきがけプログラムとして選定された研究者に対して図4で行ったのと同じ操作を行った結果を示している。図5から、JSTさきがけ研究員も、図4のJSPS特別研究員と同様に、時間0、即ち初めてJSTさきがけ研究員として論文が検出された時点の前後より急激に中心性が高くなっていることが分かる。一方、JSPS特別研究員と比較して、プログラムに選出される以前(-8から-1までの時点)で、既に中心性が高いことも読み取れる。

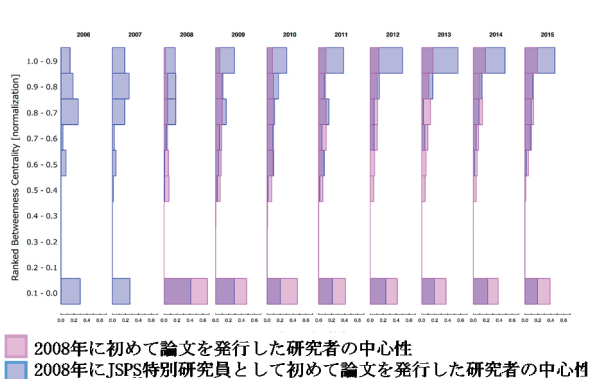


図3: JSPS特別研究員と全研究者の中心性の推移の比較

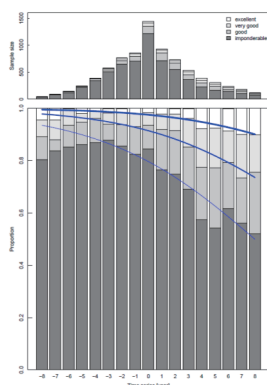


図4: JSPS特別研究員と全研究者の中心性の推移

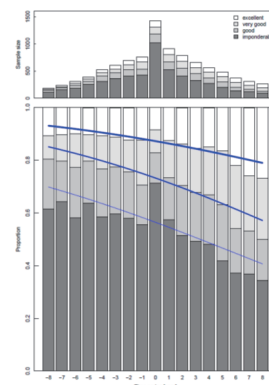


図5: JSTさきがけ研究員と全研究者の中心性の推移

5. 考察

5.1. 共著ネットワークの中心性によるファンディングプログラムの評価

これまで示した結果から、JSPS特別研究員やJSTさきがけ研究員の共著ネットワークの中心性は、時間と共に著しく成長しており、これらの研究者の共著ネットワークの中心性の時間推移と同様の特徴を持つ研究者を探索することで有望な研究者を探索できると考えられる。

さらに、今回分析を行った、JSPS特別研究員（博士後期課程の学生から学位取得後間もない研究者が対象で、研究者が自発的な研究を実施）やJSTさきがけ研究員（30歳代の若手研究者が中心で、政策課題対応型研究を実施）の共著ネットワークの中心性の特徴を纏めると、以下ようになる。

- (1) いずれの場合も、共著ネットワークの中心性は著しく成長する。
- (2) JSPS特別研究員は、プログラム選定時点までは比較的为中心性は低く、プログラム選定後は中心性が急速に上昇しているが、さきがけ研究者は、プログラムに選定前の時点で既に中心性が高い。

(3) 中心性の著しい成長は、研究者がプログラムの研究員として選定された時点を起点としている。

これらの特徴は、JSPS 特別研究員が「有望な駆け出しの研究者が制度に採用されたのをきっかけに大きく伸びてゆく」のに対して、JST さきがけ研究員は「既にある程度優秀と認められた若手研究者が制度採用を通じてさらに伸びてゆく」という一般認識とも整合的であり、共著ネットワークの中心性の時間推移を、若手研究者向けのプログラムを定量的に評価する指標として活用できることが分かる。

5.2. 研究開発評価に対する共著ネットワークの中心性の有効性

2017年4月に改訂された「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、研究開発評価の四つの特筆課題を挙げた上で、それぞれに対して具体的な課題として、論文発表数や論文被引用度の引き上げを目的化するのではなく研究開発主体の長のマネジメント力や体制作り・実用化までを考慮した取組などの評価への反映、挑戦的な研究や新しい研究領域を開拓する学際・融合領域・領域間連携研究の推進につながるような評価システムの構築、若手研究者の育成・支援の推進を図るものとして評価の実施、評価の頻度・負担増大に対する合理的、実効的な評価に向けての改善、などを指摘している。

これらの課題に対して、本稿で提案する共著ネットワークの中心性の時間推移を用いた評価指標は、

(1) 論文発表数や論文被引用度のみには依存せず、研究体制を反映した指標である。

(2) 学際・融合領域・領域間連携研究の推進に向けて、協業関係と相関性が高い。

(3) 研究成果が十分に蓄積できていない若手研究者の評価も可能である。

(4) 学術文献データベースを用いて自動的に求められる客観的指標であり、評価の負担の軽減可能、などの特徴を持っており、政府の研究開発に関する評価指針にも適合して有効性が高いと考えられる。

5.3. 共著ネットワークの中心性の有効性を成長させる要因

本稿では、共同研究が比較的多い生物学分野を事例に分析を行ってきたが、共同研究者数が比較的小さいされる数学などの分野においても情報の交換は有効であり、また、生命工学や生命情報学といった学際分野においては、複数の研究分野に跨った研究することが有効と考えられる。したがって、共著ネットワークの中心性の時間推移の特徴は研究分野に関係なく、研究分野の広がりはその中心性に影響を与えている可能性があるかと推測される。

また本稿では、将来有望な研究者として JSPS 特別研究員及び JST さきがけ研究員をとりあげた。これらは共に個人支援型のプログラムで、JSPS 特別研究員制度では採用にあたって研究機関の移動を基本的に義務づけ、JST さきがけプログラムも同じ研究領域に集まった様々な機関の研究者と交流させているが、所属機関の移動や他研究者との交流が共著ネットワークの中心性の成長に影響したかもしれない。

このように、研究分野の広がりや所属機関の移動と共著ネットワーク中心性の時間推移との因果関係、さらには研究開発の関係が明らかになれば、研究開発評価のフィードバックを通じて、研究開発活動の改善に役立つと考えられる。今後これらの因果関係についての更なる研究が望まれる。

6. まとめ

本稿では、JST が提供する学術文献データベースを用い、若手研究者の自発的な研究を支援する JSPS 特別研究員制度、及び主に若手を中心とし政策課題対応型の JST さきがけプログラムの分析を行った。その結果、これらのプログラムに選定された研究者の共著ネットワークの中心性は著しく成長することなどの特徴が確認された。この結果を踏まえ、若手研究者向けのプログラムの定量的評価指標として、科学技術文献データベースから構築される共著ネットワークの中心性の時間推移を用いることを提案した。この指標は、政府が示している研究開発評価の四つの課題に対して有効であると考えられる。

研究者の研究分野の広がりや所属機関の移動が共著ネットワーク中心性の時間推移に影響を与えている可能性があり、今後これらの因果関係についての更なる研究が望まれる。

参考文献

- 吉田秀紀, 篠原譲司, 佐々正. (2007). 目的基礎研究プロジェクトの評価に向けて. 産学連携学, 4(1).
黒沢努, 水田寿雄, 小賀坂康志. (2015). JST ファンディング情報のデータベース化 (JST-FMDB) とその活用法: 研究開発戦略の立案・評価における情報の役割と方向性. 情報管理, 58(4), 286-292.
小林信一. (2012). 研究開発におけるファンディングと評価. 国による研究開発の推進. 国立国会図書館.
林隆之. (2012). 政策評価. 科学技術政策の国際的な動向. 国立国会図書館.