JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	学際性とメトリクス：学際研究の生産性向上に向けて
Author(s)	宮下, 修人; 加藤, 尚吾; 仙石, 慎太郎; 安西, 智宏
Citation	年次学術大会講演要旨集, 38: 1004-1007
Issue Date	2023-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19178
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

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｆ０３

学際性とメトリクス―学際研究の生産性向上に向けて―

○宮下修人，加藤尚吾，仙石慎太郎(東京工業大学)，安西智宏(川崎市産業振興財団)

1. はじめに

科学技術の果たすべき役割として社会課題の解決が強く期待されている中で、イノベーションの創出のためには、社会実装への橋渡しを効果的・効率的に実現できるような研究開発の実施が必要であると一般に認識されている。このような認識が形成されている背後には、イノベーション創出に寄与し得る科学技術を生み出すための研究開発の前提として、2 つの基本原則が陰に陽に存在しているためと考えられる。第一に、少ない資源でも最大の成果が得られるように、学術研究の生産性を向上させるというものである。研究開発のために投入可能な資源に限りがある以上、より効率的に成果を創出できるよう何らかの工夫は否応なしに要求される。第二に、既存の分野単体では解決が難しい、複雑な社会課題の解決が可能な成果が得られるよう多様な学問分野の知見を統合する、即ち、学際研究を推進するというものである。これは、学際性の高い成果がよりイノベーションに結実する可能性が高いという信念に基づいている。

これらの基本原則を両立した研究、即ち、生産性の高い学際研究を実現できるようなイノベーションシステムが理想的であることは明白である。しかし、学際研究は複数の学問分野の専門家が連携して、各分野の知識や方法を統合することで複雑な課題の解決を実現する研究様式であり、有り体に言えば、通常の(単一分野の)研究と比較して難易度の高い研究である。従って、学際研究により得られる成果は、通常の(単一分野の)研究と比べて数量ベースで見れば減少する可能性が高いことが予想され、学際研究の生産性を通常の(単一分野の)研究と同一の基準により評価することの妥当性については疑問が残る。

2. 学術研究の生産性

学際研究の生産性について考察を進めるにあたって、既存の学術研究の生産性の考え方について確認しておく。学術研究の生産性は多くの場合、学術論文の生産性として定義される。実の所、学術研究の生産性を論文のみで議論することについては幾つか問題もあるが、これらの問題は後述することにして、まずは論文の生産性をベースに議論を進める。

一般的に、生産性とは何らかの活動によって産出された生産量(出力)と、そのために利用した資源の投入量(入力)の比として定義される。元来、生産性は経済学の考え方であり、経済学的な観点から論文の生産性を議論した研究として、青木ら[1]の成長会計の考え方に基づく生産性の評価や Abramo ら[2]のミクロ経済学の生産に関する観点を導入した指標が提案されている。しかしながら、論文の生産性としてしばしば言及されるのは、単純に論文数を研究のための資源、特に研究資金で除したものであり、精緻な議論が展開されているとは言い難いのが実情である。

近年、日本の科学技術力が低迷している原因は何かという文脈で、日本の学術研究の生産性の低さがその主たる要因ではないかという巷説を耳にすることも少なくない。先に挙げた青木らの研究[1]でもこのような懸念が念頭に置かれており、生産性の低下が論文数の減少への影響要因である可能性について言及されている。しかし、より詳細に分析を行うと生産性の減少として測定されていたものの大部分は研究時間によって説明可能であり、研究時間を確保することの方が論文数の増加につながることが示唆されている。また、伊神[3]が指摘するように、生産性を分数として表した時の分子に相当する論文数のカウント方法と分母に相当する研究資金の算出基準の選択方法によって生産性の数値が変動し、分子・分母の選び方次第では他の主要国と比較して顕著な差が確認できなくなるだけでなく、場合によっては日本の方が他国よりも生産性が高い結果になることすらある。従って、単純な入力及び出力の比として表される生産性よりもむしろ、入力と出力の間を結ぶプロセスの理解の方が研究経営・政策立案の意思決定においては重要な役割を果たすことが強調されている。

加えて、入力と出力の間のプロセスだけでなく、入力・出力として使用するデータの背後に存在するメカニズムについても注意を払う必要がある。例を挙げると、学術研究の生産性が減少しているという根拠の一つとして、近年は研究費全体がやや増えているにもかかわらず、論文数が減少していることが挙げられることがあるが、研究資金には競争的資金のような研究者に対して(本来であれば)追加のイン

センティブを働かせるための資金と、運営費交付金のような研究活動の基盤経費となる資金が存在する。特に、運営費交付金が毎年減額されることによる大学の運営基盤の弱体化といった制度設計上の問題点が多数指摘されていることから[4]、これらの資金の特性を考慮した上で生産性の評価を行う必要がある。ちなみに、このような研究資金に関する議論する際に、しばしば引き合いに出されるのが「選択と集中」という科学技術政策上の基本方針だが、この「選択と集中」という言葉は明確に定義された形で使用されておらず、小林[5]が指摘するように、一般に「選択と集中」の原則に基づき研究資金配分を行っているイメージを持たれている米国においてもそのような傾向があるとは言い難く、言葉だけが独り歩きしてしまっている側面は否定できない。ただし、Arimoto[6]が指摘するように、本邦の「選択と集中」という基本方針のメタ評価が現在に至っても十分になされていない点については大いに問題があり、近年推進されている根拠に基づく政策立案(Evidence-Based Policy Making, EBPM)の観点からは改善が必要であると言わざるを得ない。

また、出力に相当する生産性の分子側に論文数を採用することについても慎重に検討する必要がある。一例として、Kodama らの研究[7]では生産性の分子側に論文の引用数、分母側に分数カウントの論文数を採用したものを生産性の指標として定義している。これは論文あたりのインパクトの大きさを生産性として定義したものであり、これは研究費あたりの論文数で定義される生産性とは明らかに異なる概念を計測している。更に、研究計量に関するライデン声明[8, 9]で述べられている通り、分野ごとに重要視される研究成果の形態が異なるため、単純に論文数や引用数に基づく形で分野間の生産性の評価を行うことは不適切になる場合もある。換言すれば、学際研究の成果として論文数や引用数が適切に機能するか否かはケースバイケースであり、学際研究の生産性を評価する際の枠組みとして無制限に適用できると想定することは難しい。

3. 学際性指標と指標が表す概念の整理

以上の議論からわかるように、学際研究の生産性を定義する場合において、出力に相当する分子側を単純に論文数や引用数により計測することは適切であるとは言い難い。端的に述べるなら、学際研究の生産性を計測するのであれば、出力に相当する生産性の分子側には研究結果の学際性を採用することが望ましいと考えられる。その場合、学際性をどのように計測するのが適切であるかが次の問題になる。

元々、学際性の評価はピアレビュー等の定性的な評価が中心であったが、ピアレビューによる評価は学際研究に対してネガティブなバイアスを生じやすいことが知られている[10]。そのような理由のため、近年では計量書誌学的アプローチによって学際性の指標を構成して、学際性を定量的に計測する方法が提案されている[11]。具体例を挙げると、学際性の指標として以下のようなものが提案されている。

- Simpson diversity
- Rao-Stirling diversity
- Shannon entropy
- 引用ネットワークにおける媒介中心性

これらの指標は、基本的に Web of Science 等の学術文献データベースにおいて予め定義された分野の情報や文献間の引用関係に基づいて構成されている。換言すると、これらの指標により表される学際性は既存の分野、或いは学問領域(discipline)が何らかの理論や方法の共有体として存在し、それらを明確に識別することが可能であることを前提に概念化されている。しかし Sugimoto[12]によれば、学問領域は多義的かつ曖昧な概念であり、学問領域の形成は上述のような認知的側面だけでなく、同一の対象を扱っている研究者のコミュニティの存在といった、社会的関係によっても定義され得ることが指摘されている。従って、既存の学問領域として認知されている要素の統合として定義される学際性だけでなく、異なる専門分野を有する研究者の間の連携に基づく学際性の存在を考慮した上で、学際性を適切に評価することが求められる。特に個人レベルの学際性の評価においては、統合に基づく学際性は研究活動の経歴の長さ(より正確にはそれに伴う分野選択の自由度)の影響を受けやすいため、若手研究者の学際性が過小評価される恐れがある。

既に述べたように、既存の学際性指標は基本的に学問領域の認知的側面を中心とした定義に基づいて概念化された指標となっている。それでは、連携に基づき定義されるような学際性はどのような指標により計測することができるだろうか。前述の学際性指標のうち、引用ネットワークにおける媒介中心性については、既存の分野を形成しているクラスターの橋渡しをするノード(論文)が学際的な研究であるという前提で、学際性を定義していると解釈できる[13]。従って、引用ネットワークにおける学際性の考え方を援用すれば、共著者ネットワークの媒介中心性も同様に、研究者間の連携として概念化される

学際性指標として利用できる可能性がある。また、共著者ネットワークにおける媒介中心性の高いノード(研究者)は、共著者ネットワークが優先的選択成長する際の新規参入者への仲介者となる可能性が高いことが知られており[14]、既存の研究コミュニティに異質なバックグラウンドを有する研究者を新たにに紹介するための窓口になっているという意味で、研究者の連携によって定義される学際性の指標として有効に機能するものと期待できる。

4. 測定方法(メトリクス)に基づくバイアスの問題

ここまで、学際性がどのような概念として定義され、どのような指標を使って計測することができるかについて整理してきた。学問領域の概念から派生した概念である関係上、学際研究あるいは学際性もまた多義的かつ曖昧な概念となることは避けられない。そのため、学際研究の生産性を向上させることを目指すのならば、対象としている学際性がどのように概念化され、どのような指標として計測されるのかについて明確化することが必要になる。前述の例であれば、複数の学問分野を統合することとして概念化される学際性の生産性を向上させることが目的で場合に、研究者間の連携に基づいて定義される学際性の生産性を向上させるための方策が有効に機能するとは限らない。また、生産性の定量化・計測という観点で言えば、出力である分子側に研究者間の連携により定義される学際性を使用するならば、入力に相当する分母側も研究者間の連携を促進するための資源を採用することが要求される。

言葉を変えると、学際研究の生産性が向上するよう適切にマネジメントを行うためには、定量的アプローチに基づいて計測された学際性であっても、測定方法(メトリクス)に基づくバイアスが内在していることを意識して学際性や生産性の指標に基づく意思決定を行う必要がある。もしこのようなバイアスが存在することを意識せず、単に学際性やその生産性の指標の数値を要領よく上げることだけが目的化してしまうと、これらの指標はもはや学際性や生産性といった概念を計測するための手段として機能しなくなる。このような現象は Goodhart の法則という名前で知られており、引用数に基づく研究インパクトの評価において既に問題が指摘されている[15]。学際研究の生産性向上が目的であるならば、このようなメトリクスに潜むバイアスを念頭に置き、本質的に意味を持った施策を実施していく必要がある。

以上の議論をまとめると、結局の所、学際研究の生産性を向上させるには、どのような学際性の評価方法に基づき、どのような施策を実施することが有効であると考えられるだろうか。解決策の一つとしては、原点に立ち戻り、質的評価に基づいて学際研究の評価を行うことが一つの施策になる。しかし、定性的なアプローチによる学際研究の評価の限界が無視できなくなったことにより、計量書誌学的指標に基づく評価が注目されるようになったという経緯を鑑みると、定性的な評価に依拠することが現実的であるとは言い難い。別の案としては、多元的な評価を実施できるよう複数の指標を組み合わせて使用することは有効な対策として機能し得ると考えられる。事実、通常の学術生産性においても、多元性を考慮した評価の重要性が指摘されており[16]、このようなアプローチが学際研究の生産性を評価する際にも有効であるものと期待される。

5. 結びに代えて

本報告では、学際研究の生産性を向上に向けた取り組みを具体化できるようにマネジメントの対象となる学際性の概念を整理して、これらの学際性を定量的に計測するためのメトリクスに内在する問題点について考察した。学際研究は多義的かつ曖昧な特性を有するため、学際研究の生産性向上を達成するためには、マネジメントの対象となる学際性の概念やその定義を明確化することが肝要である。ただし、学際性やその生産性の指標それ自体を向上させることを目的化したり、採用する指標を恣意的に選んだりして、見かけ上の数値が改善しているように見せることには意味がない。本質的に意味のある形で、学際研究の生産性を向上させるには、これらのメトリクスに内在するバイアスを意識した上で、適切な評価を行っていくことが欠かせないことについては心に留めておく必要がある。

謝辞

本研究の一部は、革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM）課題「スマートライフケア社会への変革を先導するものづくりオープンイノベーション拠点（COINS)」及び科学研究費助成事業(研究課題：22K20126)の助成を受けて実施された。

参考文献

[1] 青木周平, & 木村めぐみ. (2016). 日本の国立大学の論文生産性分析 (特集 経済成長政策と知識の

創造). フィナンシャル・レビュー/財務省財務総合政策研究所 編, 2016(3), 55-66.
[2] Abramo, G., & D'Angelo, C. A. (2014). How do you define and measure research productivity?. Scientometrics, 101, 1129-1144.
[3] 伊神正貫. (2018). 論文の生産性分析を考える: 分析者・利用者が確認すべきことと, 分析を実施する上での課題. STI Horizon, 4(4), 32-37.
[4] 福島謙吉. (2015). 国立大学法人運営費交付金制度の構造的特質と問題点について: 国立大学法人化の経緯の分析を通して. 大学アドミニストレーション研究, 5, 93-105.
[5] 小林信一. (2008). イノベーション時代の大学研究資金配分:「選択と集中」 再考. 組織科学, 42(1), 26-36.
[6] Arimoto, A. (2016). R&D policy and social contribution in Japanese higher education. Asia Pacific Education Review, 17, 427-438.
[7] Kodama, H., Watatani, K., & Sengoku, S. (2013). Competency-based assessment of academic interdisciplinary research and implication to university management. Research Evaluation, 22(2), 93-104.
[8] 小野寺夏生, & 伊神正貫. (2016). 研究計量に関するライデン声明について. STI Horison.
[9] Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., De Rijcke, S., & Rafols, I. (2015). Bibliometrics: the Leiden Manifesto for research metrics. Nature, 520(7548), 429-431.
[10] Langfeldt, L. (2006). The policy challenges of peer review: managing bias, conflict of interests and interdisciplinary assessments. Research evaluation, 15(1), 31-41.
[11] Wagner, C. S., Roessner, J. D., Bobb, K., Klein, J. T., Boyack, K. W., Keyton, J., ... & Börner, K. (2011). Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research (IDR): A review of the literature. Journal of informetrics, 5(1), 14-26.
[12] Sugimoto, C. R., & Weingart, S. (2015). The kaleidoscope of disciplinarity. Journal of Documentation, 71(4), 775-794.
[13] Leydesdorff, L. (2007). Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 58(9), 1303-1319.
[14] Abbasi, A., Hossain, L., & Leydesdorff, L. (2012). Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. Journal of informetrics, 6(3), 403-412.
[15] Biagioli, M. (2016). Watch out for cheats in citation game. Nature, 535(7611), 201-201.
[16] Torrisi, B. (2014). A multidimensional approach to academic productivity. Scientometrics, 99(3), 755-783.