

# 国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau  
National Diet Library

論題 Title	大規模学術論文データからみた国際研究エコシステムと日本の立ち位置
他言語論題 Title in other language	Japan's Position in the Global Research Ecosystem: Insights from Large-Scale Scholarly Publication Data
著者 / 所属 Author(s)	浅谷公威 (ASATANI Kimitaka) / 東京大学大学院工学系研究科特任准教授
書名 Title of Book	国際共同研究と経済安全保障—閉じた科学の台頭にどう向き合うか— 科学技術に関する調査プロジェクト報告書
シリーズ Series	調査資料 2025-4 (Research Materials 2025-4)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
刊行日 Issue Date	2026-2-26
ページ Pages	21-30
ISBN	978-4-87582-952-2
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	科学技術に関する調査プロジェクト「国際共同研究と経済安全保障—閉じた科学の台頭にどう向き合うか—」のパネリスト報告

\* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

\* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

科学技術に関する調査プロジェクト2025シンポジウム  
「国際共同研究と経済安全保障—閉じた科学の台頭に向き合うか—」

## 大規模学術論文データからみた 国際研究エコシステムと日本の立ち位置

2025年9月26日

東京大学工学系研究科 技術経営戦略学専攻

浅谷 公威



スライド 1

### サイエンスオブサイエンス

- 計量書誌学
  - 書誌情報から論文や研究者やパフォーマンスを測定する学問（引用分析やインパクトファクター、h指数）など
- サイエンスオブサイエンス
  - 出版物の影響力や共同研究パターンの測定、研究活動のダイナミクスのモデル化を含め、科学研究とその成果を理解し、定量化し、予測しようとする研究分野
  - よりメカニズムにフォーカスし、科学的発見の根底にある法則を明らかにすることが目的
- これらはスタンスの違いであり、各研究を明確に分類するものではない
- 本発表では数千万件の論文解析による「研究トピックの進みと遅れ」、「中心性と政策インパクト」、「基礎研究者の非対称なインパクト」という分析結果を日本に焦点を当てて紹介する



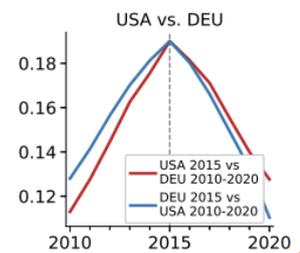
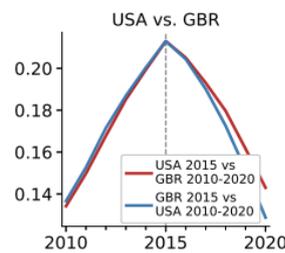
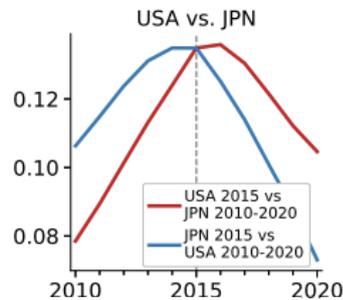
D. Wang and A. L. Barabási, *The science of science*, Cambridge University Press, 2021.



スライド 2

## 研究トピックの進みと遅れの計測

- アメリカの研究トピックと日本のトピックの比較
  - 研究トピック = 当該年度の論文の引用文献リスト
  - 赤: アメリカの2015年と日本の各年の研究トピックの類似度
  - 青: 日本の2015年とアメリカの各年の研究トピックの類似度
- 日本の研究トピックはアメリカに数年遅れている (上図)
- その一方で、イギリスはほぼ同期、ドイツは時系列の遅れは少ない



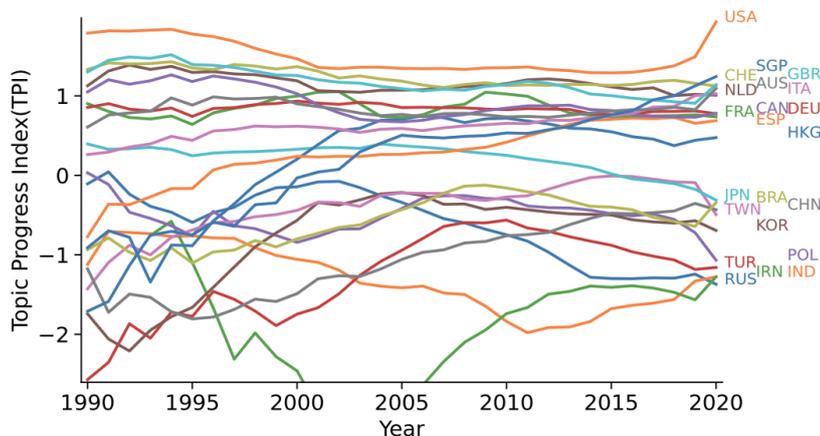
K. Asatani et al., "Quantifying progress in research topics across nations," *Scientific Reports*, 13(1), 4759, 2023, Figure 1 (d, e, f). <<https://doi.org/10.1038/s41598-023-31452-8>>



### スライド 3

## 日本の研究トピックの進捗度の時系列変化

トピックの先進度 (TPI) が進んでいる国 (欧米圏と英語を話す先進国)、とそれ以外に分かれる。日本は1990年頃は進んでいる集団の下位、現在は遅れている集団の上位。



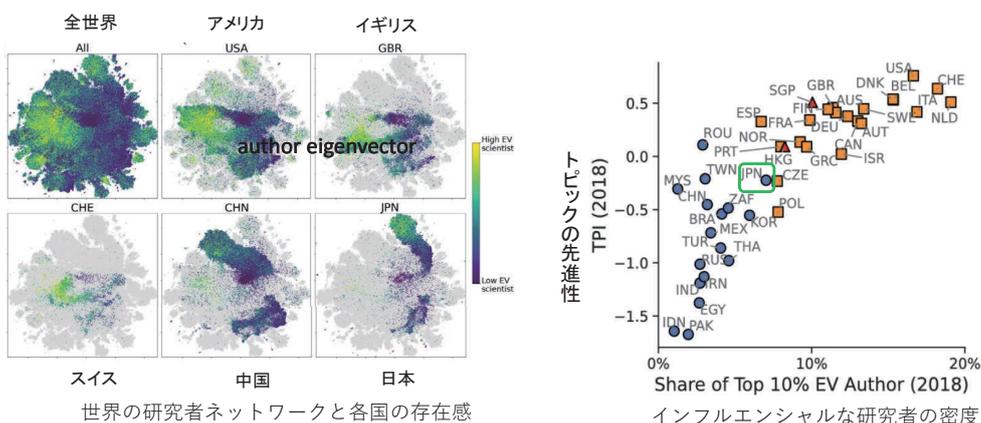
K. Asatani et al., "Quantifying progress in research topics across nations," *Scientific Reports*, 13(1), 4759, 2023, Figure 1 (h)



### スライド 4

## インフルエンシャルな研究者が多いとトピックは先進する

国別にみると、自国内でのインフルエンシャルな研究者（共著ネットワーク内で中心性の高い研究者）の比率とTPI（トピックの先進度）の間には、高い相関が観察される。研究トピックを主導するに当たり、「頭脳循環」の拡大や学術活動の国際化の重要性を示唆する結果。



K. Asatani et al., "Quantifying progress in research topics across nations," *Scientific Reports*, 13(1), 4759, 2023, Figure 4 (d).

### スライド 5

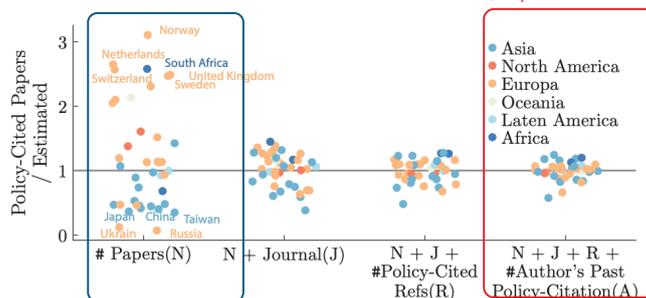
## 国ごとの政策引用確率の違い

データセット (Overton+Scopus)



各国の1論文当たりの政策影響力

論文誌・分野・著者をコントロール



- ノルウェー、オランダ、スイス、英国、スウェーデンといった国々は論文の高い政策引用率を示している一方で、日本は論文一本当たりの政策への影響力は低い（日本は世界と比較して政策被引用論文数/論文数の割合が0.44）
- 国ごとの差異は論文誌・分野・著者をコントロールすると概ね説明可能
- トップ200政策被引用研究機関のうち、日本は東京大学(120位)のみ

K. Asatani et al., "Influential scientists shape knowledge flows between science and IGO policy," arXiv preprint arXiv:2506.06753, 2025, Figure 1 (b).

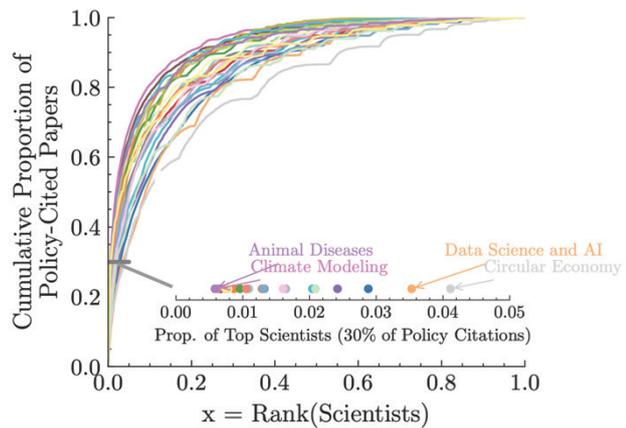
### スライド 6

## 政策インパクトの一部科学者への集中

- 少数の科学者が大きな政策影響力を持つ
- Climate ModellingやEnvironmental Conservation、Animal Diseasesのような領域では影響力が特に一部の科学者に集中し、Circular Economy、Data Science & AIやCovid-19などの領域ではそうではない
- 気候モデリングでは、政策引用論文の30%が0.62%（256名）に著者に帰属する

⇒ 人的な影響力の強さが論文の社会的インパクトに寄与する

各科学者の政策被引用論文のランクと、それらの科学者の論文が全政策被引用論文に占める割合



K. Asatani et al., "Influential scientists shape knowledge flows between science and IGO policy," arXiv preprint arXiv:2506.06753, 2025, Figure 2 (c).

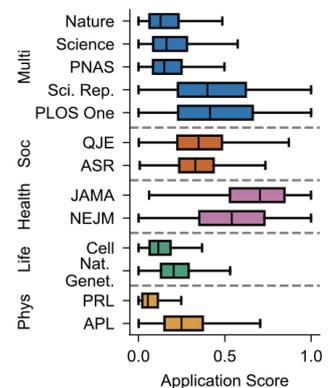
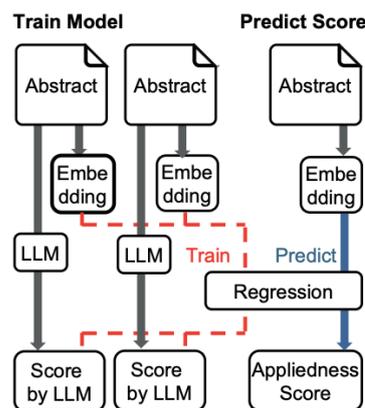


## スライド 7

## 基礎研究者の非対称なインパクトと特定機関への集中

- 基礎科学者の科学的・社会的インパクトを量化することは、哲学的主張を超えて基礎研究の価値を示すために不可欠
- 各分野に基礎が存在するため [1]、基礎応用を判断するのは分野ごとのコーパスが必要で大規模な解析は難しかった
- 大規模言語モデル(LLM)を活用した学際的かつスケーラブルな新しい論文の応用度の指標を開発

LLMを使った論文の応用度の測定



[1] P. W. Anderson, "More is different: broken symmetry and the nature of the hierarchical structure of science." Science, Vol. 177, No. 4047, 1972.  
 図: R. Kaku et al., "Asymmetric Impact of Basic Scientists during Applied Shift," arXiv e-prints, arXiv:2509, 2025, Figure 1(a, f).

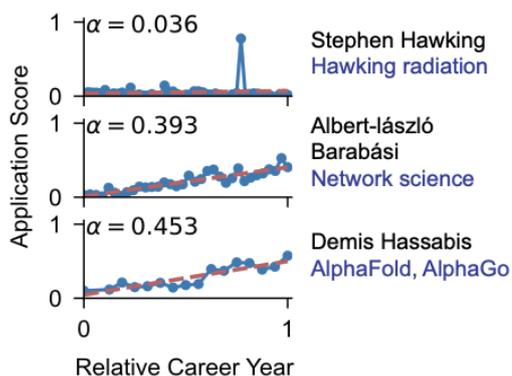


## スライド 8

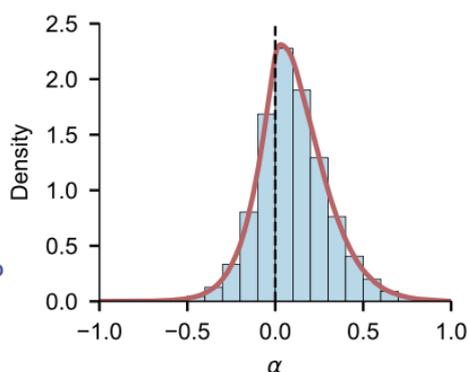
## 基礎から応用への非対称な研究者のキャリアの変遷

- 研究者の年平均の論文の応用度を計測すると、**基礎から応用への一方向性の推移**が観測された
- 応用研究者が基礎研究者になることは少ない

代表的な科学者のキャリアにおける応用度の遷移



傾き  $\alpha$  の分布



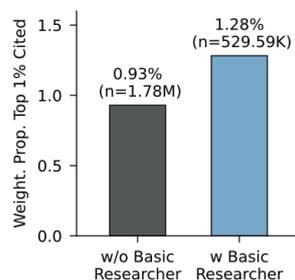
⇒ キャリアの初期の10本の論文の応用度の平均が0.2以下の研究者を基礎研究者とする

スライド 9

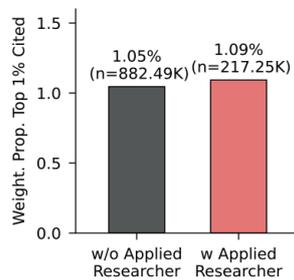
## 基礎研究者と論文のインパクト

- 基礎研究者が入った研究はインパクトが高い。コントロールすると基礎研究者のインパクトへの影響のみが観測される。基礎研究者はトップジャーナルの論文やノーベル賞関連論文の多くに関与

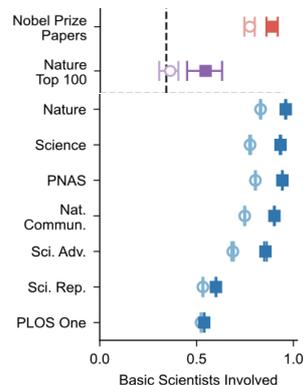
基礎研究者が入った論文とその他の論文のTOP1% Cited比率



応用研究者が入った論文とその他の論文のTOP1% Cited比率



基礎研究者の関与度合い



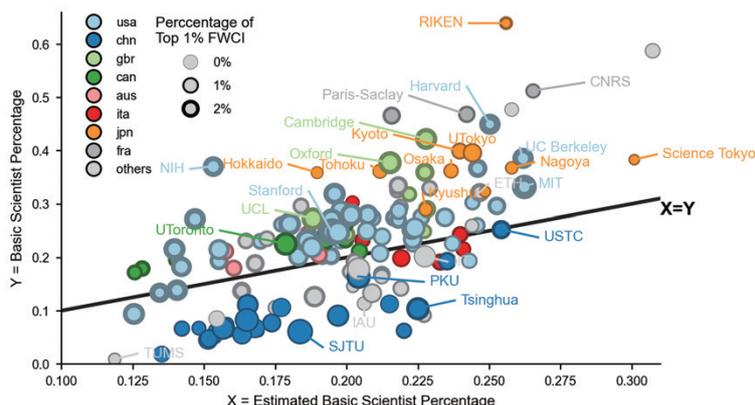
Coarsened Exact Matching (CEM) にて比較  
チームの規模、メンバーの過去の研究業績とキャリア年数、専門知識の多様性、論文の応用度、出版年、研究分野

薄い点は論文の分野、応用度、著者数からの推定値

スライド 10

## 基礎研究者の有名研究機関への集中

- 国際的には基礎研究者は有名な研究機関に集中し、そのような研究機関はインパクトが高い傾向
- 日本では東大や理研や京大は基礎研究者の割合が高いが平均インパクトはそれほど高くない。一方で中国は基礎研究者の割合が低いが高インパクトは高い(インパクトの高い中国の大学は基礎研究者との国際共著が多い)



論文数上位140大学 +  
上位10日本の大学(オレンジ)

縦軸：基礎研究者の割合  
横軸：論文の分野や応用度などから  
予想される基礎研究者の割合

スライド 11

## まとめ

- 基礎科学者が応用研究に加わると論文のインパクトは大きく高まり、研究者のキャリアは時間とともに応用志向へと傾くなど、基礎研究者が学術に非対称なインパクトを与えている。日本のトップ大学は基礎研究者を多く擁している。
- しかし、日本の研究トピックは欧米に数年遅れである（2000年頃までは比較的先進した集団内にいた）。論文の政策引用率も低く、政策的影響力を持つ研究機関は乏しい。研究の学術的/社会的なインパクトへのつながりに課題が残っている。
- 研究者ネットワークにおける中心性の高い人物の割合と、研究トピックの先進度との関わりが示唆される。また、政策引用の多くは少数のトップ科学者に集中している。国際共同研究や頭脳循環を通じてネットワークを広げることが、研究の学術的/社会的インパクトを高める上で不可欠である。

スライド 12

# 報告 (1) 大規模学術論文データからみた 国際研究エコシステムと日本の立ち位置

東京大学大学院工学系研究科特任准教授  
浅谷 公威

本日は、科学が国際的に開かれた研究エコシステム（共同研究と知的交流）の中でどのように発展してきたか、その中で日本の立ち位置が今どうなっているかに焦点を当てて紹介します。

まず、私が研究している、「サイエンスオブサイエンス」について簡単に紹介します（スライド2）。これまでの学術書誌情報の分析は「計量書誌学」と呼ばれ、書誌情報から、論文や研究者、研究機関のパフォーマンスを測定するという学問でした。それに対し、近年は「サイエンスオブサイエンス」と呼ばれる研究分野が現れました。それは、共同研究のパターンや研究活動のダイナミズムのモデル化を含めて、科学研究とその成果を理解し、定量化して予測しようとする中で、いわゆる科学の根底にある法則を明らかにしようとする分野です。これらは主にスタンスの違いであり、各研究を明確に分類するものではありませんが、私たちの取組の中で、本日は日本の研究に焦点を当て、まず、日本の研究トピックの進みと遅れについて、次に、研究のインパクトに焦点を当て、政策に引用されるような研究をどのような研究者が生み出しているか、最後に、少し視点を変えて、日本の研究機関は、学术界で影響力が高い基礎研究者（ここでは、キャリアの初期の10本の論文の応用度（アプリケーションスコア（application score））の平均が0.2以下の研究者）を比較的多く擁しているという、数千万件の論文解析による分析結果を報告します。

最初に紹介するのは、日本の研究トピックが米国に対して1.5年ほど遅れているという分析内容です（スライド3）。研究トピックを計測するとき、私たちは各国が各年に出した論文が、どのような参考文献を引用しているかを蓄積し、それをその年におけるその国の研究トピックと定義しました。そうすると、日本の2015年の研究トピックは、米国の2014年とかなり類似しています。逆に、米国の2015年の研究トピックは、日本の2016年と類似しています。このような時間的非対称性が観測されました。さらに面白いことに、米国と英国、米国とドイツとの間の時間的な遅れは少ないことが分かりました。

ここから、各国の比較を基に、どの国が最も研究トピックが進んでいるかについて毎年計算した結果をスライド4に示します。まず、全体の構造として、米国やシンガポール、スイス、英国といった欧米と英語圏の先進国が、研究トピックの進んでいる集団に属することが分かりました。一方、日本を含めたアジア諸国や南米諸国は、遅れている集団に属しています。

日本に着目して1990年から追っていくと、1990年は比較的進んでいます。進んでいるといっても進んでいる集団の下位ですが、2005年頃から急激に先進国に後れをとって、2020年の時点では、米国を含めた先進国との間に時間差が明確に存在することが分かります。これについて個人的な実感ですが、私が大学に入学した2005年頃は、世界の最先端の研究をしていると自負している大学の先生が比較的多かったと思いますが、最近は、諸外国でこういったトピックが流行っているとおっしゃる先生が多いように思います。このように、研究トピックが遅れていることを直感的にも理解されている方が多いかと思えます。

遅れている原因について完全には分かっていませんが、どのような国で研究トピックが進んでいるのかについて分かってきています。スライド5の左図は、研究者を点で示したもので、このうち明るい色の点は、研究におけるコラボレーションのネットワークの中心にいる研究者を示しています。これを見ると、米国や英国、スイスは、中心性の高い研究者を数多く有しています。中国や日本は、そもそも独立した共著ネットワークを形成していますが、その人たちが世界の中心にいるかという点、そうではありません。中心性の高い研究者の割合と研究トピックの先進性は、比較的強めに相関しており（スライド5の右図）、研究トピックを主導するに当たって、頭脳循環の拡大や国際化の重要性を示唆する結果となっています。

次に、中心性の高い研究者が、研究インパクトの多くを占めている事例を紹介します。スライド6は、研究の政策引用の確率を見たものです。学術研究は引用されることで価値を高めます。社会への還元という点においては、政府間組織（intergovernmental organizations: IGO）の政策文書に引用され、その研究内容が広く伝わるのが社会的インパクトでもあると言えます。例えば、PM2.5や各種物質の毒性について研究者がまとめた論文を政策文書が引用することにより健康指針ができ、様々な規制ができるといったメカニズムを見たとき、日本の研究の平均的な政策インパクトは低いという結論が出てきています。

各国の1論文当たりの政策への影響力を見ると（スライド6の右図）、ノルウェーやオランダ、英国、スウェーデン、スイスといった北欧と西ヨーロッパの国、また南アフリカが非常に高い一方、日本が出した論文が政策に引用される割合は、世界平均に比べて4割ほどと、政策インパクトが低くなっています。その低さは、三つの要因からある程度説明することができます。すなわち、①どのようなジャーナルに論文を出しているか、②どのような分野の研究をしているか、政策に近い分野を研究しているか否か、③政策インパクトが高かった研究者を擁しているかどうかです。政治的に不安定な国を除き、この3要素で各国の政策インパクトはおおむね説明できます。また、政策に引用される論文を多く出している研究機関トップ200<sup>(1)</sup>の中に入っている日本の研究機関は、東京大学だけです。東京大学も120位と、研究の量とインパクトから考えると、低い順位になっています。

実際に、政策へのインパクトは少数の研究者に集中しています。スライド7の横軸は、政策に引用された論文数のランキングを表し、縦軸はそれらの科学者の論文が、全体の政策被引用論文のうち何割を占めるかを表しています。例えば、全体の3割を占める部分で切ったとき、気候モデリング（Climate Modeling）分野では政策被引用論文の3割は、わずか0.62%の研究者に帰属していることが分かります。もちろん、この割合は分野によって違います。例えば、データサイエンス（Data Science）における論文の政策被引用数やサーキュラーエコノミー（Circular Economy）、COVID-19といった比較的新しい分野では、多様な研究者が影響力を持っていますが、気候モデリングや家畜伝染病（Animal Diseases）といった古くからある分野では、特定の人に政策インパクトが集中しています。このように、非常に少数の人が世の中に影響を及ぼしていますが、この中に、日本人研究者はほとんどいないことが分かってきています。

最後に少し違う視点から、日本の科学技術システムを解析してみます。ここは比較的ポジティブな側面ですが、私たちは基礎研究者のインパクトを測定することを目的として研究していま

(1) Kimitaka Asatani et al., "Influential scientists shape knowledge flows between science and IGO policy," 2025.6. <[https://www.researchgate.net/publication/392531369\\_Influential\\_scientists\\_shape\\_knowledge\\_flows\\_between\\_science\\_and\\_IGO\\_policy](https://www.researchgate.net/publication/392531369_Influential_scientists_shape_knowledge_flows_between_science_and_IGO_policy)>

すが、論文が基礎かどうかを判断することは容易ではありません。例えば、素粒子物理が分かれば、化学が分かって生物学が分かって、心理学まで分かるかという、そうではありません。科学では各分野において基礎が存在します（スライド8）。したがって、一元的に基礎か応用かを判断するモデルを作ることが困難でした。

そこで、私たちはLLM（Large Language Models. 大規模言語モデル）を活用しました。LLMに論文を投入し、基礎か応用かを確認することで、基礎研究を特定していきました。その結果の一例を、スライド8右図に示しています。いわゆる応用度の0を基礎、1を応用としたとき、『ネイチャー』や『サイエンス』に掲載される論文は基本的には基礎研究が多く、もう少し幅広い分野を扱うジャーナルは応用研究までカバーしています。分かりやすい例としては、ライフサイエンスにおける『セル』や『ネイチャー』などのジャーナルは比較的基礎ですが、いわゆる医学、医療におけるジャーナルは応用であることから、このスコアのある程度の正しさは検証できると思います。

このようにして得たスコアから基礎か応用かが分かると、研究者のキャリアが分かります。つまり、研究者は基本的には基礎から応用に推移し、その逆は少ないということです。スライド9左図は、3人の研究者の例を示しています。一人は物理で有名なホーキング（Stephen Hawking）で、彼は基本的にはずっと基礎研究を行っていて、1編だけ応用論文を発表しています。それは、ホーキングが著者として名を連ねている解説記事のような論文です。もう一人、複雑ネットワークの研究者バラバーシ（Albert-László Barabási）は、もともと統計物理から出発し、ネットワークサイエンスを経て、現在はサイエンスオブサイエンスや医療のバイオロジカルネットワークなどを研究しています。もう一人、たんぱく質の構造を予測するソフトウェア「アルファフォールド（AlphaFold）」を開発したデミス・ハサビス（Demis Hassabis）は、もともと認知神経科学者で、次第に応用寄りに行き、最終的にアルファフォールドというシステムをGoogleで開発してノーベル化学賞を受賞しました。こうした例からも、研究者のキャリアの推移が基礎から応用に推移する傾向が高いことが分かります。基礎研究者が重要であるという立場にとってみれば、大学で着実に基礎研究者を育成する必要がある、これまでの事例から、応用研究者に急に基礎研究を行わせるのは難しいことが分かります。さらに、スライド9右図に示すような非対称な構造の中で、キャリアの初期10編の論文が基礎研究かどうかで基礎研究者を定義しました。

基礎研究者と論文のインパクトを見ると、基礎研究者が加わった研究はインパクトが高いことが分かります（スライド10）。その一方で、キャリアの初期に応用研究を行っていた研究者が加わった研究ではインパクトが観測されません。就労条件の影響をコントロールした上で、チームの規模やメンバーの過去の研究業績、キャリア年数など諸々を考慮して、基礎研究者が加わっている論文とそうではない論文でインパクトを比較すると、基礎研究者が加わっている論文はインパクトが高くなっています。著名なジャーナルに載っている論文の方から分析しても、かなり多くの割合で基礎研究者が加わっています。さらに、ジャーナルにおける論文の分野や応用度などから予測される割合より、基礎研究者が加わっている率が高くなっています。これにより、基礎研究をキャリアの初期に行う研究者の希少性と、将来のインパクトへの貢献が明らかになりました。

そこで、日本の研究機関がどの程度の基礎研究者を擁しているのかを調べたものがスライド11です。このスライドで、縦軸は各研究機関に所属する基礎研究者の割合で、横軸はその研

究機関が出している論文や分野、応用度などから予想される基礎研究者の割合です。X = Yの線より上に、国内における論文数10位以内の日本の大学も含め、世界における論文数140位以内の大学の多くが存在することから、大学から発表される論文は、予想される以上に、基礎研究者によるものが多いことを示しています。これを見ると、理化学研究所や東京科学大学、名古屋大学、東京大学、京都大学、東北大学を含めて日本の研究機関には基礎研究者が数多くいます。米国国立衛生研究所（National Institutes of Health: NIH）などは応用的な研究でインパクトがかなり強いのですが、それらの研究機関でも、もともと基礎研究をしていた研究者が、例えば、コロナ禍においてどう感染を防ぐかといった応用的な研究を発表しています。基本的には、基礎研究者を多く擁する研究機関は、インパクトが高い傾向にあります。

中国だけは少し例外です。中国は不思議なエコシステムで、基礎研究者は多くありませんが、海外の基礎研究者と共同研究する大学が数多くあり、そのような北京大学や清華大学のインパクトは高いことが分かっています。

このように見ていくと、日本の研究機関は基礎研究者が多いといった強みがあることが分かります。その一方で、2000年頃までは比較的先進した集団内にいたにもかかわらず、日本の研究トピックは欧米に数年遅れています。論文の政策引用率も低く、研究の学術的・社会的インパクトへのつながりに課題が残っています。この中で重要になるのは、政策引用が数多く、国際的な研究者ネットワークにおける中心性の高い人物の割合と、研究トピックの先進度との関係であることが示唆されます。また、政策引用の多くは、少数のトップ科学者に集中しています。国際共同研究や頭脳循環を通じてネットワークを広げることが、研究の学術的・社会的インパクトを高める上で不可欠です。このことが、日本の研究エコシステムの課題であると示唆されてきます。

(あさたに きみたか)