

1.1.4 スター・サイエンティスト-サイエンスとビジネスの好循環が新産業を創出する-

牧兼充* 長根(齋藤)裕美†

2019年4月22日

リード文

科学技術イノベーションの源泉となる基礎研究が、社会・経済に強烈なインパクトをもたらすという観点から、科学的発見から技術開発まで、様々な点で優秀な"スター"に着目することがキーポイントになる。ここでは、主にアメリカで展開されてきたスター・サイエンティストにまつわる研究についてレビューするとともに、日本の現状と照らし合わせて、今後の展望を行う。スター・サイエンティストに関する研究は、「スターをどのように育てるか」、「スターをどのように活用するか」という二つの観点から、科学技術イノベーション政策の設計に活用可能である。

キーワード

スター・サイエンティスト、基礎研究、大学発ベンチャー

本文*¹

1 イントロダクション

イノベーションの源泉が"科学"にあるように、科学の源泉は"基礎研究"にある。そしてその基礎研究を担うのは"サイエンティスト(科学者)"である。サイエンティストの研究活動から生み出された科学的知識が、イノベーションにつながり、社会・経済にインパクトをもたらす。特に社会・経済に強烈なインパクトをもたらすという観点からは、サイエンティストの中でも、科学的発見から技術開発まで、様々な点で優秀な"スター"に着目することはキーポイントになる。スター・

* 早稲田大学大学院経営管理研究科准教授、政策研究大学院大学前助教授

† 千葉大学社会科学研究院 准教授

¹ 本稿は、政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センターワーキングペーパー「スター・サイエンティストが拓く日本のイノベーション」をベースに加筆・修正を行った。

サイエンティストに関する研究は、「スターをどのように育てるか」、「スターをどのように活用するか」という二つの観点から、科学技術イノベーション政策の設計に活用可能である。

2 スター・サイエンティストとは何か

サイエンティストを評価する基準は様々である。公刊する論文数、あるいはその論文の質などが基準として考えられる。また論文の質というと、被引用数(学術論文・特許の参考文献あるいは非特許文献において参照された数)が多い、またはトップレベルの学会誌に掲載されている、といったことが挙げられる。むろん、これらは"学術的な価値"であって、社会・経済にながしかのインパクトをもたらしたという意味での"社会・経済的な価値"と必ずしも一致するとは限らない。例えば特許につながった論文であるか、ひいては価値のある特許につながったかどうか、その論文の社会・経済的価値を左右するとも言える。むろん、よい学術的成果はよい特許につながることも多く、その場合、学術的価値と社会・経済的価値は相関するともいえる。

サイエンティストのなかでも、卓越した業績をもつサイエンティストを、ここでは「スター・サイエンティスト」と呼ぶことにする。これは通常のサイエンティストに比べて、論文数、被引用数、ひいては特許出願など、様々な点で優れている研究者のことを指す。これらの結果として、学会の賞を受賞、もしくは権威のある学会の要職を兼務していることもスターの証左になるだろう。また通常のサイエンティストと比べて優秀な博士課程の学生やポスドクを育てているといった、教育面での貢献も挙げられる。このようにスターは様々な側面をもつ。それゆえに、スターは必ずしも一意に定義されているわけではない。上述したようにサイエンティストの評価基準は様々に考えられ、どの基準で評価するかによってスターの意味は異なってくる点には注意されたい。

スター・サイエンティスト研究のパイオニアとして、カリフォルニア大学ロサンゼルス校の Lynne Zucker 教授と Michael Darby 教授が挙げられる。彼らは論文データや特許データ、および地域の企業のデータなどを結合し、大規模なデータベースを作り、スター・サイエンティストの特性や産業界へのインパクトを様々な観点から定量的に明らかにしてきた。

一つは地理的観点である (Zucker et al., 1998)。1976年から1989年におけるバイオテクノロジー分野を対象に、遺伝子配列に関する発見をした327人の研究者をスター・サイエンティストとして定義したうえで、彼らとバイオテクノロジーのベンチャー企業の関係についていくつかの観点から分析している。彼女らはスター・サイエンティストとベンチャー企業の地理的分布を分析し、スター・サイエンティストのいるところにベンチャー企業が集積していることを明らかにした。これによりスター・サイエンティストの分布とベンチャー企業の集積には何らかの相関があることが示唆された。

二点目はベンチャー企業のパフォーマンスの観点である (Zucker et al., 2002)。ベンチャー企業のパフォーマンス指標として、(1) 特許、(2) 開発中のプロダクト、(3) 上市したプロダクト、を取り上げた上で、それらと 1) スター・サイエンティスト、2) 全米トップ研究大学(必ずしもスター・サイエンティストが存在するとは限らない)、3) ベンチャーキャピタル、とのつながりを概観した。結論として、スター・サイエンティストと共著論文が多いベンチャー企業は、パフォーマンスも高

くなること、トップ研究大学との共著が増えるほど、概して企業のパフォーマンスは高くなるが、スター・サイエンティストとの共著の場合に比べるとそれほどパフォーマンスは高まっていないこと、ベンチャーキャピタルの投資はパフォーマンス向上にはつながるものの、その影響は他の二つと比較しても、更に小さいこと、などを明らかにしている。以上より、ベンチャー企業のパフォーマンスに影響を与える最たるものとしては、スター・サイエンティストとの共著が有力であることが示唆される。

Zucker and Darby (2007) は、スター・サイエンティストのベンチャー企業への関与の、スター・サイエンティストの研究業績への影響を検証している。結論は、スター・サイエンティストがベンチャー企業に関わることは、研究者の業績を上げるというものである。彼らはベンチャー企業に関わった(ベンチャー企業と共著論文がある、もしくはベンチャー企業において役職を持つ)バイオテクノロジー分野のスター・サイエンティストの業績の違いを分析している。米国におけるバイオテクノロジー分野のスターといえるサイエンティストは合計で 207 人おり、その中で、69 人が何らかの形で企業との関係を持っている。そのうち 57 人は企業との共著論文を書いていて、更に 12 人はベンチャー企業においてサイエンティフィック・アドバイザー(科学顧問)もしくはファウンダー(創業者)としてのポジションを保持している。彼らの 1 年あたりの論分数および 1 論文あたりの被引用数をみると、まず全く企業との関わりがないスター・サイエンティストは論文数で平均 1.67、被引用数で平均 13.15 であるのに対して、ベンチャー企業と何らかのつながりをもつスター・サイエンティストは論文数で平均 2.53、被引用数で平均 22.52 であり、明確な差がある。

さらにはベンチャー企業と何らかの関わりをもつスター・サイエンティストのなかで、共著論文のみ有する者と、共著論文のみならずベンチャー企業において何らかのポジションを有する者を比較すると、公刊論文の平均はそれぞれ 2.54 と 2.53 と大差ないが、被引用数で見ると前者が 20.74 であるのに対して後者が 31.39 と、後者が圧倒的に多い。

このようにベンチャー企業と関わっているサイエンティストのほうが論文数(量)および被引用数(質)ともに大きいことはもちろん、特にベンチャー企業において何らかの役職を保持し、より直接的に関わっているサイエンティストのほうが研究業績の質が高いことが示唆される。さらに時系列による分析を行い、スター・サイエンティストがベンチャー企業と関わって以降、研究業績が向上していることも示している。

以上のことから、**Zucker and Darby (2007)** は、スター・サイエンティストと企業が何らかの形で関わると、それぞれ研究業績および企業業績が上がるという"**Virtuous Circles in Science and Commerce**"(サイエンスと商業化における好循環)の関係を示唆している(下記図 1)。

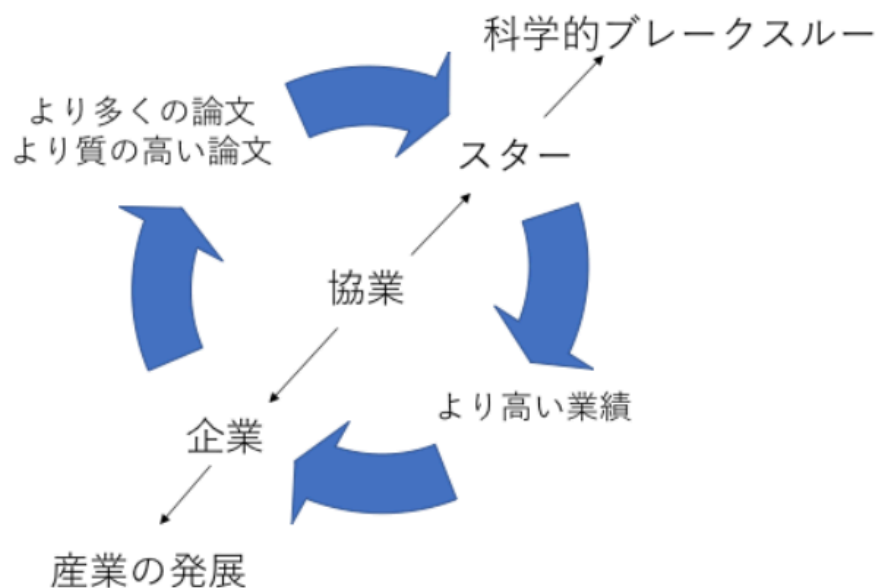


図1 サイエンスと商業化の好循環
 出典：Zucker and Darby (2007) より転載。翻訳は筆者による。

3 日本への示唆

無論、前節で紹介した結果は主に 1970 年代から 1980 年代、米国、そしてライフサイエンス分野を対象としているという点で、年代、国、分野の制約に基づく。ではこの「サイエンスと商業化における好循環」は果たして各国に共通する普遍的な事象といえるだろうか？

Zucker and Darby (2007) は、1970 年代から 1980 年代のバイオテクノロジー分野を対象に、国際比較も行っている。その結果によると、国別のスター・サイエンティストの分布から、米国が 50.2% で 1 位であるのに続き、日本が 12.6% を占めていることを示している。さらに企業とのつながりがあるスターの割合をみると、米国が 33.3% であるのに対して、日本は 42.3% である。

ただし、スター・サイエンティストの企業とのつながりに着目した場合、1980 年代の産学連携先には日米で大きな違いがあることが示されている (Zucker and Darby, 2001)。スター・サイエンティストが連携する企業として、米国ではその多くが主にベンチャー企業であったのに対して、日本では大企業であった。その背景には米国では当時ベンチャー企業を創業することが盛んであったのに対して、日本ではあまりベンチャー企業そのものが存在しなかったということがある。このように、サイエンティストが生み出した研究成果から生まれた知識を移転する産業界側の受け手は、各国の特殊性によって異なる。いずれにしろ重要なのは、サイエンティストが生み出した研究成果を実用化するためには、その知識を産業側の適切なパートナーに移転することである。

スター・サイエンティストの分布に関する国際比較は、日本の産学連携に新たな視座を提供す

る。日本における政策策定の現場においては、日本の産学連携は米国に比して遅れていると判断される傾向にあったが、少なくともバイオテクノロジー分野、かつ 1970 から 1980 年代に限っては、必ずしもそうとはいえないことが示唆される。

4 他のスター・サイエンティスト研究

Zucker and Darby の一連の研究が、スター・サイエンティストが産業界に及ぼす影響に焦点を当てたのに対して、アカデミックの世界にもたらす影響に焦点をあてた研究も行われている。[Azoulay et al. \(2010\)](#) は、スター・サイエンティストが周りの研究者に及ぼすスピル・オーバーをきわめて斬新なアイデアで実証的に明らかにしている。スター・サイエンティストの周りには沢山の研究者が集まり、グループを形成する。スター・サイエンティストの研究パフォーマンスはもちろん高いが、スター・サイエンティストの周辺にいる研究者も、他の研究者に比べて研究パフォーマンス（論文数や被引用数）が高い、という事象が観察される。すなわちスター・サイエンティストを中心としたグループが存在し、そのグループの中と外の境界らしきものが存在する。そうしたグループのことを「インビジブル・カレッジ」と呼ぶ。

むしろスター・サイエンティストの周辺にいることと、その研究者の研究パフォーマンスが高いということは、因果関係ではなく相関関係である。その相関関係を説明するには二つの仮説が考えられる。一つは、スター・サイエンティストの周辺に集結する研究者はもともと優秀であるという説（仮説 1）である。すなわち、優秀だからこそ、スター・サイエンティストに認められて共同研究するチャンスが増える（スター・サイエンティストの周辺にいることができる）というものである。二つ目はスター・サイエンティストが周りの研究者にプラスの影響を与えるため、周りにいる研究者が優秀になっていくという仮説（仮説 2）である。

どちらの仮説が支持されるのか？ [Azoulay et al. \(2010\)](#) は自然実験の手法でアプローチした。彼らはスター・サイエンティストの中で、突然事故死をした研究者をリスト化して、その前後で、周りの研究者のパフォーマンスがどう変わったかを考察した。突然の事故死はまさに外生的な要因であり、何らかの因果によって起こされたものと考えづらい。この点を利用して、スター・サイエンティストが突然消えることによって、スター・サイエンティストの周辺にいた研究者のパフォーマンスに変化があったとすれば、周辺にいる研究者が優秀なのは、その研究者が本来持つ能力によるものではなく、スター・サイエンティストが何らかの影響を与えていたからであると結論づけられる。結果は、スター・サイエンティストが消滅した途端に、周囲の研究者の研究パフォーマンスが下がる、というものであった。すなわち仮説 2 が支持されて、スター・サイエンティストが周囲にプラスの影響を与えていることが示唆された。

ではスター・サイエンティストはどのように周辺の研究者に影響を与えているのか。すなわち上述した「インビジブル・カレッジ」にスター・サイエンティストはどのように関わっているのだろうか。一つ目として、スター・サイエンティストからのアイデアの「スピル・オーバー」が挙げられる。スター・サイエンティストはいつも新しい研究のアイデアを持っているため、周囲の研究者も新しい研究テーマを思いつきやすくなる。二つ目として挙げられるのが、スター・サイエン

ティストが「ゲートウェイ」の役割を果たすという説である。スター・サイエンティストはコミュニティのハブであるため、その周辺にいて研究者同士が新たに出会い、一緒に論文を書くようになることが考えられる。三つ目は、研究リソースへのアクセシビリティの点である。スター・サイエンティストはリソースを沢山持っているため、その周辺にいて研究費等を含めたリソースにアクセスしやすくなると考えられる。四つ目は、スター・サイエンティストは論文の査読プロセスに影響を持っているため、論文が採択されやすくなると考えられる。同様の仕組みで、五つ目として、研究グラントの審査が通りやすくなるということも考えられる。Azoulay et al. (2010) は、これらの仮説を一つ一つ検証して、結果としてアイデアのスピル・オーバーのみが、スター・サイエンティストのインビジブル・カレッジへの価値の提供だと指摘している。

むしろ、課題も残されている。たとえば、スター・サイエンティストといえども一絡げに扱ってしまうミスリーディングになる可能性がある。米国ではノーベル賞を受賞した教授の研究室でのポストは選ばない方がよいという共通認識があるという。これはノーベル賞を受賞するようなスター・サイエンティストのもとで若手研究者が研究する場合、スター・サイエンティストの活発な研究活動を支えるべく、研究の手足として使われるだけ使われて、筆頭著者(論文の主たる貢献者)として論文を書くようなチャンスをなかなかもらえなくなるということを含意している。すなわちスター・サイエンティストも様々であり、「良いスター・サイエンティスト」と「悪いスター・サイエンティスト」がいる可能性がある。こうした可能性も踏まえてスター・サイエンティストの特性を分類することも必要だろう。

この点で言えば、従来のスター・サイエンティストの概念を拡張し、サイエンティストの研究の生産性以外の価値を踏まえた研究として、Oettl (2012) がある。この論文では、サイエンティストが他の研究者たちの生産性に影響をあたえるメカニズムを解明するため、従来よりもサイエンティストのパフォーマンスの評価に新しい次元を加えた。伝統的なサイエンティストの分類が論文生産性に依っていたのに対して、Oettl (2012) では新たに社会的次元として、他の研究者の助けになっているかどうか(helpfulness)を考慮した。その代理指標としては論文で謝辞に名前が登場するかどうかを測定した。さらにこの helpfulness が高いことが周りの研究者にどのような影響を与えているかを、事故死した helpful なサイエンティストの共著者の論文の変化を分析することで明らかにした。結果として、非常に helpful なサイエンティスト(故人)の共著者は質の点でアウトプットが減少し、あまり helpful ではないが、高い生産性を誇るサイエンティストの死は、共著者のアウトプットに影響しないことがわかった。

5 今後への課題

Lynne Zucker 教授や Michael Darby 教授を中心に進められてきたスター・サイエンティスト研究は、新たな広がりを見せ始めている。しかしながら、日本を対象にしたスター・サイエンティスト研究についていえば、まだまだ手薄であるといえよう。Zucker and Darby による研究には日本を対象にしたものも含まれているが、おもに 1970 年代から 1980 年代を扱っているし、日本のナショナル・イノベーション・システムの歴史上の転換点として重要な 1995 年の科学技術基本法以降の

現象を考察していない。

何を持ってサイエンティストを「スター」とするのか、そしてどのようにスターのタイプを分類するのか。様々な観点から検討し、その結果、どのようなスター・サイエンティスト像が浮かび上がるのか。また彼らがどれだけ社会・経済にインパクトをもたらしているのか。これ自体が、スター・サイエンティスト研究の課題である。

こうした課題に答えていくためにも、対象年代や国、分野を広げた上で、Zucker and Darby が構築したような、スター・サイエンティストの研究活動および企業とのつながり、そして企業のパフォーマンス、ひいては地域への影響を含めた、様々な情報を結合させた大規模なデータベースが必要である。これは日本のスター・サイエンティスト研究を進めるに当たって、喫緊の課題であろう。こうしたデータベースができれば、スター・サイエンティストの知識生産活動のメカニズムや、その科学的知識の移転メカニズム、さらには移転された科学的知識がいかに社会・経済にインパクトをもたらすのかのメカニズムなど、スター・サイエンティストをめぐる産業やアカデミックの世界への影響を明らかにできる。こうした研究から得られるエビデンスは、科学技術イノベーション政策の設計においても活用されることが期待される。

References

- Azoulay, P., Graff Zivin, J. S., and Wang, J. (2010). Superstar extinction. *The Quarterly Journal of Economics*, 125(2):549–589. <https://academic.oup.com/qje/article-abstract/125/2/549/1882179>.
- Oettl, A. (2012). Reconceptualizing stars: Scientist helpfulness and peer performance. *Management Science*, 58(6):1122–1140. <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.1110.1470>.
- Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press. https://books.google.co.jp/books?hl=ja&lr=lang_ja|lang_en&id=TLKDbvJX86YC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Pasteur%27s+quadrant:+Basic+science+and+technological+innovation&ots=TVFWHLsVYV&sig=J6AlGtX57qBDXVIJ0sE6s6XIg-Q.
- Zucker, L. G. and Darby, M. R. (2001). Capturing Technological Opportunity 'Via Japan's Star Scientists: Evidence from Japanese Firms' Biotech Patents and Products. *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2):37–58. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007832127813>.
- Zucker, L. G. and Darby, M. R. (2007). Virtuous circles in science and commerce. *Papers in Regional Science*, 86(3):445–470. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1435-5957.2007.00133.x>.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., and Armstrong, J. S. (2002). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1):138–153. <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.48.1.138>

.14274.

Zucker, L. G., Darby, M. R., and Brewer, M. B. (1998). Intellectual capital and the birth of us biotechnology enterprises. *American Economics Review*, 88(1):290–306. <http://www.nber.org/papers/w4653>.

関連データ・ソース

- Connecting Outcome Measures in Entrepreneurship, Technology, and Science (COMETS) (<http://www1.kauffman.org/comets/>)
- Nanobank (<http://www.nanobank.org/>)
- Highly Cited Researchers (<http://hcr.stateofinnovation.com/>)

関連する拠点授業科目、関連する研究プロジェクトの情報

- 政策研究大学院大学「科学技術とアントレプレナーシップ」
- JST-RISTEX「スター・サイエンティストと日本のイノベーション」プロジェクト

本稿は、SciREX ワーキングペーパー「日本のイノベーションとスター・サイエンティストの役割：現状と課題」（長根（齋藤）裕美、牧兼充著）より転載し、修正したものである。