

スター・サイエンティスト研究の潮流と現代的意味

安田, 聰子
関西学院大学商学部 : 教授

<https://hdl.handle.net/2324/7402540>

出版情報 : The Journal of Science Policy and Research Management. 34 (2), pp.100-115, 2019-09-13. Japan Society for Research Policy and Innovation Management
バージョン :
権利関係 :



スター・サイエンティスト研究の潮流と現代的意味

安田聰子*

1. はじめに

スター・サイエンティスト（以下、「スター」）とは、科学研究の成果を新技術開発へとつなげて、イノベーティブな製品・サービスの誕生に貢献している科学者のことである。もともとはバイオテクノロジー分野で、知識生産とその商業化の両方で抜きんでた成果を上げている研究者のことであった [1] [2]。

Zuckerを中心とする研究者グループが発表した一連の研究（以下、「オリジナル研究」）は、「科学研究と、その成果である先端知識の商業化の間には好循環が存在する」ということを実証した。さらに、大学での研究成果は雇用の成長や産業発展にもつながると言及したことから、学術と行政の両部門で関心をあつめ、多くの後続者によって種々の研究がなされた。今日では、スターの研究は多様な方面に広がっており、その定義についても定まってはいない [3]。

表1は、オリジナル研究および2010年以降に公刊された後続研究をまとめたものである。スターの定義が研究ごとに異なっている。そのため、知識生産とその商業化の両方に貢献する科学者に関する論文群を「これはスターに関する研究で、これは違う」と判別することは困難である。

そこで本稿では、オリジナル研究と、それが参照し

ている先行研究、さらにオリジナル研究を引用している後続の論文群を集め、必要に応じて近接領域での研究を加えて、広い視点からスター・サイエンティストについて考察する。後続論文の数は膨大であるため、原則として2010年以降に発表されており、比較的被引用件数が高い論文を取り上げた。

そしてスター・サイエンティストを「科学者として優れた業績を持ち、公式・非公式を問わず何らかの形で知識移転にも関与する大学所属の科学者」と捉え、彼らを「広義のスター」と呼ぶ。オリジナル研究も広義のスター研究も、多くは大学の研究者を分析しているが、なかには企業の研究者に関するものもある。その際には「企業のスター」とする。

本稿の目的は、広義のスター研究を体系的に整理して、「科学研究と、その成果である知識の商業化の両方をうまくやる彼らは何者なのか（個人特性）」と、「彼らは周りにどのように影響を及ぼし、また影響を受けているのか（共同体やリソースとの相互作用）」を明らかにすることである。また、「スターは経済にどのような影響を与えているのか（経済への影響）」についても述べる。

本稿は次のように構成されている：第2節ではまず、広義のスター研究を3つの研究カテゴリーに分けて内容を整理する。第3節では、ス



* Satoko YASUDA

関西学院大学商学部 教授

〒662-8501 兵庫県西宮市上ヶ原一一番町1-155 (勤務先)

yasuda-satoko@kwansei.ac.jp

Professor

School of Business Administration,

Kwansei Gakuin University

1-155 Uegahara-ichiban-cho, Nishinomiya-city,

Hyogo, JAPAN (office)

表1. スター・サイエンティスト研究に於けるさまざまな定義

大学セクターの研究

著者および論文公刊年	分析対象分野	スターの定義
Zucker & Darby (1996)	バイオテクノロジー	GenBank に遺伝子配列を 40 回以上登録したか、もしくは遺伝子配列の新発見に関する論文を 20 本以上公刊している研究者
Azoulay et al. (2010)	生命科学	次のうち 1 つ以上を満たす研究者：極めて多くの研究資金を受け取った；被引用件数がきわめて高い；極めて多くの特許を持つ
Higgins et al. (2011)	自然科学	ノーベル賞を受賞した研究者
Trippel (2013)	全分野	被引用件数が高い研究者
Fuller & Rothaermel (2012)	ハイテク分野	特許を持ち、かつ大学発ベンチャー企業を創業した研究者
Oettl (2012)	免疫学	論文出版数が多く、かつ他者が書いた論文の謝辞で「感謝の意を示されている (= 他者を助けた)」研究者
Hoser (2013)	ナノテクノロジー	論文の被引用件数が多い研究者
Grimm & Jaenicke (2015)	全分野	特許を多く持ち、論文の被引用件数が高い研究者
Waldinger (2016)	自然科学	分析単位は個人ではなく組織である（雇用する研究者が書いた論文の被引用件数から“雇用の質”を計測している）
Han & Niosi (2016)	ナノテクノロジー	4 つ以上の特許を持つ、あるいは 100 本以上の主要論文を公刊した研究者
齋藤 & 牧 (2017)	全分野	論文の被引用件数がきわめて高い研究者

産業セクターの研究

著者および論文公刊年	分析対象分野	スターの定義
Hess & Rothaermel (2011)	製薬産業	論文本数と被引用回数の両方で極めて高い実績を挙げた企業研究者
Moretti & Wilson (2013)	バイオテクノロジー	極めて多くの特許を保持する企業研究者
Tzabbar & Kehoe (2014)	バイオテクノロジー	価値の高い特許を持ち、かつ特許申請件数も多い企業研究者

ターの特徴と第3次産業革命との関連について考察する。産業革命で一步先を行く米国と始まったばかりの日本では、スター像が若干異なることを指摘する。第4節はまとめである。

2. スター・サイエンティスト研究の3つのカテゴリー

初期のオリジナル研究では、GenBank（世界的に利用されている公共の塩基配列データベース）に新しい遺伝子配列を 40 回以上登録したか、あるいは新しい遺伝子配列に関する論文を極めて頻繁に発表している科学者だけをスターとよび、その特徴や貢献を次のように説明している [4] [5] :

- ・知的的資本であり、「先端的な知識をどのように使えば革新的なものをつくりだし、価値が生まれるか」というビジョンと才能を持っている。

- ・発明・発見の直後はその知識を所属大学内で注意深く保護し、同じ組織内でしか共同研究を行わない。
 - ・しかし暫く後に、企業研究者と共に論文を書くようになる。
 - ・その影響で、当該企業の新製品は増加し、雇用も成長する。
 - ・発明・発見による新知識はスター自身に体化された暗黙知であるため、彼らが企業へ移ったり、あるいは企業研究者と共同研究を実行することで知識移転が実現する。
- 本稿では、オリジナル研究と広義のスター研究を集めて3つのカテゴリーに分類した（図1）。第1のカテゴリーは、スターの個人特性に関する研究である。上にあるように、スターは知的的資本であり、またビジョンと才能を持つ。このようなスター個人の特色に焦点を当てるものを本節「2.1」で紹介する。



図1. スター・サイエンティスト研究の3つのカテゴリー

第2は、スターの置かれた状況や文脈に焦点を当たる研究である。ここに入る論文群は、さらに2種類—「スターと研究者共同体」ならびに「スターと組織のリソース」—に細分される（本節「2.2」）。

第3の研究カテゴリーは、スターが経済に与える影響の研究である。産学連携や知識移転を通してスターが産業部門へ与える影響を探った論文群を本節「2.3」で紹介する。

なお日本のサイエンティストに関しては、若干の例外を除き、次節の「3.2 日本のスター・サイエンティスト」の項で紹介する。**表2**は、本節と「3.2」に出て来る論文の著者と公刊年をまとめたものである。

2.1 スター・サイエンティストの個人特性

既述のように本稿ではスター・サイエンティストを「科学者として優れた業績を持ち、公式・非公式を問わず何らかの形で知識移転にも関与する大学所属の科学者」と捉える。こうしたことを完遂するスターとは、どのような人物なのか。既存研究は3つの点からアプローチしている：

- ①抜きんでて高い科学生産性
 - ②モチベーションやインセンティブ
 - ③比較的頻繁な移動とそれによる影響
- 以下、①～③の順序で紹介する。

①スターの科学生産性

科学研究において「生産性が高い」とは、つぎの2つの条件のうち少なくとも1つを満たすことであろう：

- (ア) 学術的な価値が高い研究を行うこと。たとえば、主要な学術誌に掲載された論文本数が多い、被引用件数が多い、などである。
- (イ) 社会・経済的な価値が高い研究を行うこと。たとえば、多くの特許を持つ、経済的価値の高い特許を持つ、特許の参考文献として頻繁に参照される、などのことである。

オリジナル研究がスターと呼ぶ科学者は、上の（ア）（イ）の両方の条件を満たしている。Jensenは初期のオリジナル研究をまとめて、「GenBankに載っている研究者に占めるスターの割合は0.8%に過ぎないにもかかわらず、スターによる成果は全体の17.3%にものぼる。スターは、非スターよりも22倍も生産性が高い」と報告している[6]。これは初期の研究がバイオテクノロジー分野のみを対象としていたことや、GenBankという（ア）と（イ）の情報を同時に提供するソースを利用したことによって可能になっている。後年になるとZucker他はナノテクノロジー分野の研究も行っているが[7]、この際にはZucker自らがNanoBankという（ア）

表2. 本稿で紹介する主な論文

分析視点	アプローチ方法	著者および論文公刊年
個人	①科学生産性	Grimm & Jaenicke (2015) Han & Niosi (2016) Jensen (2016) 齋藤・牧 (2017)
	②モチベーション、インセンティブ	Lam (2011) D'Este & Perksmann (2011) Moretti & Wilson (2014)
	③国際移動	Zucker & Darby (2006) Zucker & Darby (2007) Stephan (2010) Tripli (2013) Zacchia (2018)
共同体や組織のリソース	①研究者共同体との相互作用	Furukawa & Goto (2006) Azoulay et al. (2010) Oettl (2012) Tartari et al. (2014) Tzabbar & Kehoe (2014) Agrawal et al. (2014 : 2017) Kehoe & Tzabbar (2015) Zacchia (2018)
	②組織のリソースの影響	Gregorio & Shane (2003) O'Shea et al. (2005) Landry et al. (2010) Azagra-Caro et al. (2017) Schaeffer et al. (2018)
産業部門や経済への影響		Zucker et al. (1998) Zucker & Darby (2001) Boschma (2005) Higgins et al. (2011) Hess & Rothaermel (2011) Fuller & Rothaermel (2012) Zacchia (2018)
日本のスター・サイエンティスト		Zucker & Darby (2001) 馬場 他 (2007) 鈴木 他 (2007) Baba et al. (2009) 後藤 (2016) 齋藤・牧 (2017) 豊田 (2019)

と（イ）に関する情報を持つデータベースを構築している。

ところが、広義のスター研究の中には、「(ア) 学術的な価値」の高さと「(イ) 社会・経済的な価値」の高さが必ずしも両立しないことを示唆するものもある。たとえば Grimm & Jaenicke はドイツの3つの州（バイエルン州、

ザクセン州、チューリンゲン州）の公立大学で特許を持つ研究者（スターと、普通の研究者である“非スター”を含む）のデータを用いて因果性検定を実施し、「特許出願の増加は、将来の論文数を増やす」とこと、「論文発表が増えると、将来の特許出願も増える」ことの2つを明らかにした[8]。ただし、「非常に多くの論

文を出し、かつ非常に多くの特許を持つ」というスターは極めて少数しか存在しないことや、スターの場合は一方が増えると他方が減る（ある時点での特許が非常に多ければ、翌年以降の論文は減る、あるいはその反対）という傾向が出ることを報告している。スターになった後には（ア）と（イ）が両立しない理由として、彼らは、「知識の商業化—特許取得や大学発ベンチャーの創業一は好ましいキャリアではない」とスターは認識しているため」と説明している。

Han & Niosi は太陽光発電（PV）分野の論文データベースを使い、「多くの論文を書いている」、すなわち上の（ア）の条件を満たす大学所属の研究者が 22 カ国に 100 名いることをみつけてスターと呼んでいる [9]。だが彼らが特定したスターたちは、米国特許や欧州特許を多く持っているわけではなかった。つまり PV 分野のスターは、バイオテクノロジー分野とは異なり、学術的な価値の創造と社会・経済的な価値の増大を両立させているわけではなかった。Han & Niosi は、PV 分野の研究開発では、大学よりも企業の貢献の方がはるかに大きいことがこうした現象の背後にあるとしている。

また彼らは、PV 分野ではスターの特徴も国によって大きく異なるとする。特に日本の PV 研究者は特異で、国内特許を取るのみで、外国特許も取らなければ知識移転に付随する知識の商業化活動もほとんど行わないと言っている。

科学分野によりスターの個人特性が異なることは、齋藤・牧（2017）も指摘している [3]。彼女らは、論文の被引用件数つまり（ア）学術的価値を基にスター・サイエンティストを特定し、その分野別分布を調べた。すると、臨床医学分野や生物学・生化学分野等のバイオテクノロジー分野にスターが集中している一方で、それほどスターがない分野も多くあることが明らかになった。また同論文は、日本のスターを対象に、（ア）と（イ）の両立についても検証している。日本のスター・サイエンティストの約 6 割は少なくとも 1 件の特許出願をしており、彼女らはこれを「万能型スター」と名付けている。反対に 4 割は出願が皆無の「アカ

デミック型スター」であった。

Trippl も「（ア）学術的な価値」を基にスターを特定した [10]。彼は医学、工学、物理学、社会科学などの 21 分野からスターを特定しているが、スターによる「社会・経済的な価値」への貢献にはほとんど言及していない。

以上から明らかなように、広義のスター研究では、スターは（ア）の条件—学術的な価値の創造—を満たすという点では一致しているものの、（イ）の条件—社会・経済的な価値の増大—については、見解は一致していない。

研究テーマの特定から始まって、発明・発見の過程を経て、研究成果を応用して製品化し普及させるという商業化活動で終わる全過程を「イノベーション・プロセス」という。イノベーション・プロセスが上流の発明・発見から下流の商業化まで切れ目なく続くのかつまりプロセスは統合されているのか、あるいは細かく分離しているのか、というのは科学分野ごとに大きく異なる。オリジナル研究が精力的に調べたバイオテクノロジーと、その他の科学分野ではこのイノベーション・プロセスが異なるということと、（ア）と（イ）の両立に関して結論が一致していないことは、無関係ではないだろう。同様に、国によってイノベーション・プロセスが異なるということもまた、結論の不一致につながっていると思われる。

さらに、不一致を生んでいるもう一つの要因として、「スター個人の生産性」を測るという手法の限界もあり得る。これに関しては、Stephan による指摘—「個人は重要だが、科学におけるチームや連携の意味合いは、今日ますます強まっている」 [11]—が示唆に富む。オリジナル研究がみていたのは 1970～1990 年代の黎明～初期のバイオテクノロジー研究であった。それから数十年が経過し確立した分野となった今日では、Stephan の言うようにチームや連携といった単位の方がスターの分析に適切かもしれない。

しかし、だからといって「スター・サイエンティストの個人特性」分析の重要性が低下したわけではない。Zucker 他による初期のオリジナ

ル研究の真価は、ともすれば大学に死蔵されがちな基礎研究の成果を、「どうしたら、産業界の役に立つだろう」と考えて社会的要請に結び付けること—これを *bisociation*（異縁連想）¹⁾ という一ができる個人がいかに重要であるかを、分かりやすい形で示したことにある。論文数や特許といった科学生産性を重視したのは、彼らが研究を始めた時代はそれが最も有用な情報源だったからであろう。

だが今日、バイオ研究の成熟とともにイノベーション・プロセスは変化しているであろうし、それに伴い科学研究の現場も変わっているであろう。また、スター研究も広まり、使える情報も増えている。こうしたことを考えると、スターの本質である *bisociation*（異縁連想）が出来る人材を選び出すのに、論文や特許以上に適切な指標が提案されても良い頃である。

②スターを動かすモチベーションやインセンティブ

スターの個人特性をみると、もう一つ欠かせないのは「何が、彼／彼らを駆り立てているのか」という視点である。科学者を動かす報償や動機づけは企業人のそれとはやや異なる。科学者は「科学上の発見における先取権」を最も重視するからである〔12〕。

さらにスター・サイエンティストの場合は、科学者共通の報償・動機づけに加えて、別の報償・動機のメカニズムも作用している可能性がある。科学社会学で言われているように、新知識は科学者間で共有され、批判的吟味によって妥当性が検討されて、科学者共同体の承認を得た場合にのみ知的創造物と認められる〔13〕。だがスターが行う知識商業化とは、新知識が公知となる前に特定企業に対してのみ開示・移転されて、少なくとも短期的には関係者のみが新知識を独占的に利用することである。科学者共同体の規範に抵触する恐れもあるため、それによるデメリット（心理的負担や評判の低下）をしのぐ特別な報酬・動機が科学者を動かしている可能性がある。

Lam は、英国の 5 つの主要大学で働く 736 人への質問票調査と 36 人への聞き取り調査を組み合わせて、知識商業化の動機を研究した〔14〕。科学者としての実績を上げるために潤沢な研究費やデータ・研究試料・装置等のリソースが必要であり、それらを得るために商業化活動を行う——つまり外発的動機によって商業化に勤しむ者もいる一方で、商業化によって自らの研究成果が社会に普及するのが喜びという内発的動機に動かされている者もいた。このように商業化に取り組む動機は複雑・多様である一方で、金銭的報酬そのものは、研究リソースになるということを除くと、強力な動機ではないと Lam は指摘している。

D'Este & Perksmann も動機は多様とするが、彼らによれば知識移転と知識商業化では関係者の動機が明らかに異なる〔15〕。英国工学・物理科学研究会議メンバーに質問票調査を行った結果、大多数は商業化そのものではなく研究のために—具体的には、企業との共同研究で新しい情報を得る、あるいは企業から研究資金、研究用試料、データを受け取ったり装置の貸し出しを受けたりするために—企業と連携していた。そして、このような場合は共同研究や受託研究という知識移転が選ばれていた。対照的に、少数ではあるが商業化そのものを目的とするサイエンティストもあり、その場合は特許取得や大学発ベンチャー企業の創業という知識商業化が選ばれていた。

Lam も D'Este & Perksmann も、大多数のサイエンティストにとっては、商業化による金銭そのものではなく、研究で成果を上げるのに必要なリソースが強力な動機となっていることを示している。前出の Stephan も自然界の謎こそが科学者のモチベーションと関係していると述べており、上のような結論と整合的である。ただし Stephan は、科学者の報酬構造に金銭も一定の役割を果たしていることは看過できないとして、金銭的誘因を過小評価することに警鐘を鳴らしている〔11〕。

1) 一見何も関係がないような 2 つのものに関連性を見出すこと。

以上の先行研究は優れた研究者を対象としているが、必ずしも全員がスターというわけではない。スターに限ったモチベーションの研究は、管見の及ぶ限りでは多くはない。近年公表されたものとしては、Moretti & Wilson が企業のスター研究者（特許数ランキングで上位 5% に入る研究者）を対象として、補助金と減税という金銭的誘因がスターの移動に及ぼす影響を調べている [16]。バイオテクノロジー企業に米国の特定州が金銭的補助を与えると、その州のスター研究者の数は 3 年間で約 15% 増加するという。また税の優遇措置によって企業の資本コストが 10% 減少すると、スターの数は 22% 増加するという。ただ、こうした金銭的誘因が有意に働くのは産業セクター（企業）のみであり、大学では有意な結果は得られていない。

知識の商業化には、額の多寡はあれども金銭的報酬が伴うこともある。それは科学者共同体の規範に抵触する恐れもあるため、評判の低下などのデメリットを上回る何かがスターに働きかけている可能性は否定できない。しかし現時点では、「研究に役立つリソース獲得」と「なぞ解き（puzzle-solving）」が動機として強く働いているとの結論が多く、金銭そのものに強く影響されるスターの存在を示すものは多くない。

③スターの移動

オリジナル研究は、「スターは、発明・発見の暫く後に企業研究者と共に論文を書くようになり、それにより企業は成長する」と指摘している [4]。つまり、大学の研究成果が産業部門に移転されて経済効果を生むという「サイエンスと商業化における好循環の関係」を明らかにしているのだが [3]、こうしたことが起こるメカニズムの 1 つとして、研究者の移動があげられる。研究者が兼職したり、転職したり、あるいは研究会で仲間と意見交換したり共同研究したり等で直接のコミュニケーションが起こり、信頼関係が生まれて暗黙知が伝わるのである。

オリジナル研究はさらに、次のようなことを明らかにしている：

- ・時間の経過とともにスターは仲間のスターがいる場所へ移動して、スターは集中する傾向にある。外国生まれのスターは専門分野で業績をあげると母国へ帰る傾向にある²⁾、[17]。
- ・発展途上国では、帰国者（途上国で生まれて欧米で教育を受け、母国へ帰国する科学者）が経済成長に重要な貢献をしている [2]。

広義のスター研究でも移動の影響を調べるもののが出ている。世界各国 720 名のスターの調査を行った Tripli によれば、50% 以上のスターが海外に滞在した経験を持っていた [10]。また彼らスターは、滞在国とホスト国といった離れた地域間で知識ネットワークを築いて知識移転を促していた。Zacchia は特許を基にスターを特定しているが、彼の言うスーパースター（特許保持数ランキングの上位 5% に入る科学者）は他の科学者に比べて特段に移動することが多いという [18]。

既出の Stephan はスターの国際移動性が高いことを紹介し、その要因として「研究開発助成の差」を挙げている [11]。OECD 諸国内でも研究開発費の対 GDP 比は大きく異なり、さらには同じ国であっても年によって研究開発費の変動は大きい。こうしたことがスターを含む科学者の移動を促している。

2.2 共同体や組織のリソースとの相互作用

オリジナル研究には「（スターは）新知識の発明・発見直後は、同一組織内でしか知識を開示しない」という記述があるように [5]、スターは組織や共同体の一員である。また、2.1-②で触れたように、スターはリソースを必要としている。ここでは、スターとその周り—共同体や組織のリソース—という視点で行われた研究群を紹介する。

ところで、この項で紹介する研究の多くは、前の「2.1」で紹介したものとは視座が異なる。「2.1」の論文群は経済学の伝統である「合理的

2) ただしこれは当該スターが米国以外の先進国（科学技術ランキングトップの 25 か国）出身である場合に限られる。

「経済人」を仮定してスターの個人特性を探るもののが多かった。だがその仮定は、周りから全く影響を受けない「原子のような個人 (atomized individual)」のようであり、社会という文脈の中に埋め込まれている人間の実態とかけ離れていると、一部で痛烈に批判されている [19]。

ここでは、「科学者が埋め込まれた文脈の中から新知識が生まれる」という仮定のもと、スターの置かれた文脈も含めて分析する研究群を紹介する。以下では、「①スターと研究者共同体」、「②スターと組織のリソース」に分けて説明する。

①スターと研究者共同体との相互作用

このカテゴリーには、「スターがやって来たときに何が起こるか」を調査するものがある。Agrawal et al. は、スターを新しく雇用した学部に何が起こるかを調べている [20] [21]。スターを雇用した場合、もとからいた学部教員全体の生産性については正と負の効果が入り混じる。だが、スター雇用のあとからやって来る学部教員の生産性は有意に高く、特に非有名校の場合は非常に高くなる。スターと同じ分野の新参者の生産性が高いだけではなく、異分野の新参者の生産性も高くなる。「スターと同じ学部で働く」というのは、分野を問わず研究者の心を湧き立てるのだろう。

反対に「スターがいなくなったら時に、何が起こるか」を調べるものもある。既出のZacchiaはスーパースター（特許ランキング上位5%の科学者）の1975–2012期間の移動歴を調べ、彼らが新たに移って来た場所と、もと居た場所の非スターの特許がどのように変化しているかを調査した [18]。スーパースターの新天地にいる共同研究者（非スター）の特許は有意に増加する一方で、スーパースターが去った地域の共同研究者（非スター）には負の効果が生じていた。

スター死亡の影響をみるものもある。Waldingerは歴史記録を使い、第二次世界大戦期のドイツではスターを失ったことで知識生産へも負の影響が及んでいたことを示した [22]。

Azoulay et al. は急死したスターの共同研究者を調査し、スター没後、共同研究者の論文生産性は5~8%ほど低下し、この傾向は長く続くことを突き止めた [23]。Oettlもスター没後の共同研究者の業績を調べ、スターのタイプにより共同研究者への影響も異なることを明らかにした [24]。亡くなったスターが“All-star”（仲間から謝辞を送られることが多いスター）である場合、共同研究者の論文量は変化しないが、論文の質が低下する。ところが死んだスターが“Lone wolf”（謝辞を送られないスター）の場合、共同研究者の論文量も質も変化しない。

さらにOettlは謝辞のテキスト分析も行い、謝辞が送られた理由と共同研究者の生産性の関係をみた。「助言や批判などを与えて研究概念の構築を助けた」という理由で感謝されているスターの他界は、「研究試料の提供や技術的な支援を行った」ことで謝辞を送られているスターの死亡よりも、共同研究者に大きな負のインパクトを与えていた。換言すれば、研究仲間の概念構築を手伝ったスターは、試料や技術を提供するスターよりも、研究者仲間の生産性を高めていたということになる。Zuckerを中心とするオリジナル研究は、「スターの移動は暗黙知の移転をうながしている」ということを繰り返し述べているが、「研究概念という暗黙知的性格の強い知識を提供するスターの死は、共同研究者へのダメージが大きい」とするOettlは、オリジナル研究を裏付けるものだろう。

加えてOettlは、「謝辞を多く送られている研究者」を“All-star”と“Maven（専門家）”に分類している。謝辞が多い両者だが、“All-star”的論文数は極めて多く、“Maven（専門家）”の論文数は平均レベルである。検定の結果、“All-star”も“Maven（専門家）”も共著者の論文の質を向上させていた。対照的に、論文は多いが謝辞が少ない“Lone wolf”は仲間の生産性に何の影響も与えていなかった。

以上で紹介したものは、「大学の研究力を高めたい」、「国の科学力を上げたい」という目的で施策を実行する際に、個人の科学生産性のみを基準にスターを選び出したり助成したりする

ことが、いかに危険であるかを暗示している。学術的な価値と社会・経済的な価値を両立させるスターの真の貢献は、共同体という文脈単位でみた時に初めて適切に評価できるというのが、この項で紹介した先行研究のメッセージであるからである。

では、産業部門でも同じことが言えるのだろうか。Furukawa & Goto は企業の研究者で優れた論文を多く発表する者を “core scientist” と定義し、彼らと同僚研究者の関係を調べた [25]。同僚研究者のうち “core scientist” と共に著する者は、特許を多く取得することが実証された。また Tzabbar と Kehoe は、企業のスターの離職はイノベーション活動を停滞させて企業収益も減らすということを指摘した [26] [27]。これらのことから、産業セクターでもスターの価値はスター個人の生産性に現れるのみならず、共同体全体のパフォーマンスの向上という形でも顕在化するということが分かる。

最後に、スター自身は研究者共同体から直接の影響を受けるのだろうか。英国の科学者 1,370 名を対象としてピア効果 (peer effects : ある個人が周囲の人々から受けける影響のこと) を検証した Tartari et al. によると、駆け出しの研究者はピア効果を強く受けるが、スターはピア効果に影響されない [28]。

②スターと組織のリソース

ピア効果は受けないスターであるが、所属組織や制度の影響はどうだろうか。社会学者は「慣習や制度は人々の創造的活動に制約を課すと同時に、人々の創造性を刺激しイノベーションを促進することもある」というが [29]、スター・サイエンティストも所属組織から制約を受けたり、刺激を受けたりしているのだろうか。

オリジナル研究はこれについては関心を示していない。たとえば 1998 年の論文では「1976~1989 の期間、バイオベンチャーの創業・成長でスターが果たした役割は、ベンチャー・キャピタルや大学、公的機関の支援よ

りもはるかに大きかった」と述べ、また、「バイオテクノロジー産業の発展に決定的な影響を持つのは、知的的資本であるスター・サイエンティストである」と断定している [30]。スターの影響力を強調するが、周りに影響されるスターというのは想定外のようである。

だが、スターが行う知識移転の一形態である大学発ベンチャー企業の研究では、組織のリソースや制度が影響することが明らかになっている。たとえば Gregorio & Shane は全米の大学を調査し、「大学の知的基盤」と「大学の TLO 施策」が優れている大学は、1994~1997 年の期間に大学発ベンチャー企業を輩出していることを発見した [31]。O'Shea et al. も米国の大学発ベンチャー企業の数と業績を調べ、マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア大学グループ、スタンフォード大学の 3 校が長期間にわたって上位を独占していることや、3 校の歴史と伝統が大学発ベンチャー企業の質や量に好影響を与えていていることを突き止めた [32]。これらはスター・サイエンティストそのものを分析対象とはしていないものの、スターも取り組む大学発ベンチャー企業の設立や業績には、大学という組織の歴史、伝統、知的基盤といったリソースが強く影響していることを示している。

だがリソースは時間が経過するとひとりでに出来るものではなく、むしろ組織の人々の営みが重なり合い、それぞれに相乗効果や相殺効果を起こしながら形成されていく。では、知識商業化を促すリソースをつくりあげた科学者の営為とは何だろうか。

これに迫る手がかりを与えてくれるのが Azagra-Caro et al. や Schaeffer et al. である [33] [34]。欧州の大学で、スターを含む多くのアカデミック・アントレプレナー³⁾ [35] を調査した結果、「成功した知識移転では、特許等による形式知の移転と共に暗黙知も移転されている」とこと、「暗黙知の移転には、継続的な対面コミュニケーションが有効である」とこと、「暗黙知の移転経路としては、教育、指導、コンサ

3) 大学研究者であり、かつ、产学連携や知識の商業化に取り組む者たちのこと。その定義や個人特性は多様であるが、Rothaermel et al. は既存研究を分類して内容をまとめている [35]。

表 3. 产学連携及び知識移転の公式経路と非公式経路

	公式な経路： 契約ベースの产学間知識移転		非公式な経路： 契約を伴わない产学間知識移転	
対面交流を 必要としない 知識移転	狭義の 公式 経路	研究試料提供 (MTA)	外 科 部 研 究 効 果 の (正 の)	学術論文の公刊および被引用
		特許やソフトウェアの使用許諾		
対面交流が 必要な知識 移転	対話型 公式 経路 (双向) の 公 式 経 路	共同研究 大学発ベンチャー企業 产学連携による博士論文 契約ベースのコンサルティング 技術援助	狭義の 非 公式 経路	部門間を移動する博士課程学生 教育や指導 契約を結ばないコンサルティング 学会や研究会 (workshop) 公開の学会や研究集会

出典：Schaeffer et al., [34] の Table 1 を本稿著者が翻訳・加筆・編集

ルティング、博士課程修了学生の部門間移動といったものがある」一つまり暗黙知は、契約等を伴わない非公式な产学連携によって移転されていることを明らかにした（表 3 参照）。

カナダの产学連携に着目した Landry et al. は、知識移転の 6 つの経路（論文執筆、教育や訓練、非公式な知識移転、特許、大学発ベンチャー、コンサルティング）には補完関係や代替性が存在しており、複数の経路が互いに強め合って知識移転の実効性を高めていると指摘している [36]。

オリジナル研究は、知識移転経路のなかで特許という 1 種類の経路のみに焦点を当てている。だがこの経路—契約を伴う公式な产学連携—は、それ以外のさまざまな経路—教育や訓練、コンサルティング、博士課程修了学生の部門間移動などの非公式な产学連携—と互いに強め合いながら組織のリソースを形成している。スターも関与する大学発ベンチャー企業の数や業績は、組織のリソースに影響を受けている。

2.3 経済に及ぼす影響

初期のオリジナル研究では、黎明期のバイオテクノロジーの発展に決定的な影響を与えたのはスターであり、スター以外の要素—たとえばベンチャー・キャピタルや大学、あるいは公的資金—が果たした役割は、スターの貢献に比べると小さいとしている [30]。

ベンチャー・キャピタルの資金供給能力をも上回るスターの貢献については、Higgins et al. がシグナル効果の概念を使って研究している [37]。彼らはバイオベンチャー企業の新規株式公開に注目し、ノーベル賞受賞者（スター）が関与する企業と、スターがない企業を比較した結果、スターがいると企業価値が有意に高くなることを発見した。さらに彼らは、時が経過して企業の情報が充実すると、スターが企業価値に及ぼす影響が小さくなることも発見した。投資家からすると、企業設立時は情報が少なく、スター・サイエンティストが発するシグナルを頼りに投資の決断を行うのであろう。全米 65 大学の 238 の大学発ベンチャー企業を調査した Fuller & Rothaermel も同様の主張をしている [38]。彼らはスターがいるベンチャーとスター不在のベンチャーを比較して、「スターがいるベンチャー企業は、ベンチャー・キャピタルが近隣に存在しない場合でも新規株式公開に成功する確率が高い」とことや、「無名大学発のベンチャー企業であっても、スターがいる場合は新規株式公開に成功する確率が高い」ことを指摘した。

スターがベンチャー企業に及ぼす影響の中で、資金を惹きつけること以上に重要なのは大学の最先端知識を移転することである。ただし知識移転だけでは企業は成長しない。Hess & Rothaermel はスターと企業が連携して価値を創

造する過程を上流（基礎研究）と下流（開発・応用研究）に分け、連携の効果を調べ、上流と下流ではそれぞれ異なる効果が生まれていることを発見した [39]。こうしたことから著者たちは、連携から新知識を吸収して新製品を作りあげ、利益につなげていくビジネス・プロセスを構築する戦略が、企業成長には欠かせないとしている。

最後に、スター・サイエンティストが生み出す外部効果に関する研究群を紹介する。外部効果の典型は、Jaffe や Trajtenberg が示した「地理的近接性と、それに伴う知識のスピルオーバー効果」である [40] [41]。彼らは特許の引用データを使いながら、同一地域内では、新知識が漏出して広く普及するスピルオーバー効果が発生するとした。

だがオリジナル研究は、研究者共同体や地域内の連携企業に新知識が普及するしながらも、関係者以外にも広く知識が伝播するスピルオーバー効果には懐疑的である。たとえば2001年の論文では日本を分析し、「大学スターと企業間の連携が、企業の研究生産性に大きくプラスの影響を及ぼしている」としながらも、「地理的近接性による知識のスピルオーバー効果は観察されなかった」としている [42]。

Boschma も地理的近接性の過大評価に批判的である [43]。彼は近接性を「認知的近接性」、「組織的近接性」、「社会的近接性」、「制度的近接性」、「地理的近接性」の5種類に分け、どの近接性にも一長一短があることを先行研究のレビューから示している。地理的近接性については、「対話による学習」がすすみイノベーションを促進する一方で、ロックイン効果を生み易く、その場合は革新的イノベーションは生まれないとしている。

前出(2.2-①)のZacchiaは、スーパースターが新たに移ってきた場所と、もと居た場所の非

スターの特許を調べている [18]。スーパースターの in/out と、共同研究者の特許数の間には有意な相関があったが、共同研究を行っていない非スターの特許数は相関を示さなかった。ここから Zacchia は、「地理的近接性による知識伝播はネットワーク内に限定されており、共著者や同僚だけが享受する。スターのいる地域内でスピルオーバーが広く起こるわけではない」とし、スーパースターを誘致するだけの政策を批判している。

3. 産業革命とスター・サイエンティスト研究

前節ではスター・サイエンティスト研究について詳しく説明した。表1からも分かるように、生命科学や免疫学、製薬産業などを含むバイオテクノロジー分野で活躍するスター・サイエンティストを研究したものが多い。なぜスターはバイオテクノロジーで多く見つかるのか、産業革命の先行研究を引用しながら考える。

3.1 第3次産業革命とバイオテクノロジー

産業革命とは技術革新が企業の栄枯盛衰のみならず産業再編をもたらし、同時に人間の行動や社会制度にも影響を及ぼすという現象のことである。産業革命の引き金となるのは汎用技術（以下、「GPT: General Purpose Technology」）である。GPT とは画期的な新技術であるが、幅広い分野で応用されて普及する可能性を持つ。GPT はさまざまな分野で利用・応用され、新しい技術分野を拓いたり、新しい産業を生み出す力となったりする [44]。

19世紀前後に起きた第1次産業革命では蒸気機関、20世紀以降の第2次産業革命では内燃機関や電気関連技術、そして現在進行中の第3次産業革命⁴⁾では情報通信技術やバイオテクノロジーが GPT であると言われている。後藤は、国のイノベーション・システム⁵⁾と GPT の関係について熟考し、日本の高度成長は第2次産

4) 現代は第4次産業革命の時代という意見もあるが、GPT はほぼ同じであるためここでは第3次産業革命として扱う。
5) 国ごとに「企業」「政府」「大学」といった要素の特徴は異なり、また、それぞれの要素が連携したり反発したりといった要素間の関係性も違う。さらに、そうした要素間の関係を取り持つ制度（特許制度や独占禁止法など）も国ごとに独特である。これらが合わさって、それぞれの国が独自のイノベーション・システムを持ちに至る。イノベーション・システムの違いにより、新しいものがつぎつぎと生まれて普及し、経済成長も順調な国がある一方で、科学技術力が高いにもかかわらず、それが経済成長に結びつかない国も存在する理由が説明できる。

業革命のGPT（内燃機関や電気関連技術）の特性と、当時の日本の慣行（終身雇用、年功序列、企業別組合、メインバンク制、株式持ち合いなど）が適合的だったと指摘している[45]。

また同書は第3次産業革命のGPT（情報通信技術やバイオテクノロジー）の特性と、それと適合的なイノベーション・システムについて多くの文献を踏まえて慎重に検討している。第3次産業革命で先行する米国のイノベーション・システムは、「特許権者の権利保護が強い」、「特許の市場がよく機能している」、「大学の特許取得やライセンス契約が行いやすい」、「リスク・キャピタルも含む巨大な資本市場が存在している」、「モビリティの高い研究者・技術者のための労働市場が存在している」、「大学研究者は切磋琢磨する」、「連邦政府は巨額の研究費を支出する」といった特徴を備えていると指摘する。

さて、第2節で紹介したスターの特徴であるが、彼らは主要雑誌に論文をたくさん書き、被引用件数が極めて多く、そしていくつかの科学分野ではスターは特許も多く持つ。移動することも多く、移動先の共同研究者の生産性をも高める。投資を惹きつけ、新規株式公開の成功確率を高める。こうしたスターの特徴は、第3次産業革命のGPTが必要とするシステムと整合が取れている。

3.2 日本のスター・サイエンティスト

前項では、スターの特徴は第3次産業革命のGPTや、それで優位にある米国のイノベーション・システムに適合的であることを述べた。

それでは、欧米とは異なるイノベーション・システムを持つ日本のスターはどのような活躍をしているのだろうか。オリジナル研究は1989～1990年期間の日本のバイオテクノロジーに関する詳細なデータから、日本のスターと企業間の連携により、連携企業の特許・製品ともに増加していることを発見した。このような知識移転はスターの関係者内に限って起きており、地理的近接性による知識のスピルオーバー効果は観察できなかった。Zuckerらは日米の制度の違いにも言及しており、「日本では企業研

究者がスターの大学のラボへ派遣されて大学で共同研究を行うが、米国ではスターが企業へ出向く、企業の研究室で共同研究を行う」ことが一般的であると述べている。こうした違いは产学連携や知識移転の実効性・効率性にも影響しておらず、米国の場合はスターが出向いて行ける範囲（地理的近接性が高い範囲）内に立地する企業が知識移転でも有利になるが、日本企業の場合はそうしたことはあまりないと書いている[42]。

上のオリジナル研究直後からの10年間を観察したのが、鈴木他である[46]。彼らは東京大学のバイオテクノロジー系・エレクトロニクス系の教員が1991～2000年の間に発表した論文と出願した特許の情報から6名のスーパースターを見つけたものの、これら6名を除いた全体では特許出願と論文発表の間には有意だが弱い相関しか見られなかった。そして「論文被引用件数が多く研究に卓越する教員が多くの発明に関与するという仮説は認めることができなかった」(p. 61)としている。ただしこれは日本の研究者が产学連携や知識移転に無関心ということではなく、むしろ「米国との比較において、日本の大学教員には論文と特許の双方で企業と協力する傾向が認められる」(p. 60)。この説明として、著者らは、企業と大学とのインフォーマルな、しかし緊密な関係一具体的には、寄付金等の研究支援と、その見返りとして企業からの特許出願がセットとなった関係一が続いているためと説明している。

日本の大学サイエンティストが企業と緊密で、時としてインフォーマルな関係を持つというのは日本では古くから続いているようで、たとえば1957年当時の記録によれば、大学は産業部門と密接につながっており、博士論文でさえも、産業界の批判、評価の機会をへて、かかる後に提出されていた[47]。このような緊密な产学連携は、表3の「対話型の公式経路」と「狭義の非公式経路」にまたがる活動と考えられる。

豊田は、日本の大学サイエンティストが企業と共に著する論文は、数においても総論文数に占

める割合においても先進国でトップクラスにあるとしている [48]。論文共著は、表 3 の「対話型の公式経路」と「狭義の非公式な経路」の両方から生まれているとみなすと、上で紹介した 1957 年当時の産業界との緊密な連携は今日も続いているように思われる。

馬場他も「企業との協力を促進するという社会的目標は既に研究者の行動に組み込まれて」(p. 33) いることや、公式連携のデータが意味する技術移転（表 3 の「狭義の公式経路」に該当）は、伝統的な产学連携とそれによるインフォーマルな技術移転（表 3 の「対話型の公式経路」と「狭義の非公式経路」に該当）を置き換えるものではないと述べている [49]。

ここまで紹介した研究からは、日本のサイエンティストは企業と緊密で、時としてインフォーマルな連携を持ちつづけており、非公式経路を通しての知識移転が公式経路よりも活発なのではないかと推測される。

だが Baba et al. からは、公式と非公式の両方の経路を組み合わせながら「学術的価値と社会・経済的価値の両立」を実現しているトップ科学者の姿が浮かび上がる [50]。彼らは先端材料分野で質の高い論文を数多く執筆するトップ科学者の中から、特許件数も平均以上の者をパスツール型サイエンティスト、特許件数が平均以下の者をスター・サイエンティストと分類した。分析の結果、パスツール型サイエンティストの方が、スター・サイエンティストよりも連携企業の研究開発生産性を上げることが実証された。馬場他ではその理由として、「有効な产学連携のパターンは科学分野ごとに異なる」とこと、パスツール型サイエンティストは「コンサルティングによって商業化に有利な暗黙知を獲得し、それを科学的知識と組み合わせることによって実効性がある产学連携が実施されている」ことを挙げた [51]。

日本のスター・サイエンティストに関する最新の研究は、おそらく齋藤・牧であろう [3]。彼女らは 2014~2016 年期間に論文の被引用件数が上位 1% にランクされる研究者をスターとし、国別分布を調べたところ、圧倒的な 1 位が

米国、その 5 分の 1 の件数で英国が 2 位、さらに英國の半分であるドイツと中国が続き、日本は 9 位であった。さらに、特許の出願件数を調べたところ、日本のスターの約 57% が少なくとも 1 回は特許出願しており、齋藤らはこれを「万能型スター」と呼んでいる。齋藤らが「万能型スター」と呼んだのは表 3 の「狭義の公式経路」を使って知識移転を行っているものと考えられる。

日本のスター研究は数も多くはなく、またそれぞれの研究でスターの定義が微妙に異なることから、第 2 節のようなカテゴリー分けや、カテゴリーごとの研究の特徴を指摘することはできない。

だが、おおよその傾向として、日本人サイエンティストは表 3 の「対話型の公式経路」と「狭義の非公式経路」の知識移転経路を好んで使うようで、その一部が特許等、「狭義の公式経路」に進んでいき、はじめて統計で把握可能になるということが言えるのかもしれない。

4.まとめ

本稿では、スター・サイエンティストに関する近年の研究群を「個人特性に関する研究」、「共同体や組織のリソースとの相互作用に関する研究」、「経済への影響に関する研究」という 3 つのカテゴリーに分けて整理した。研究ごとに結論は異なるが、おおよその傾向として下のようなことが言えるだろう：

- A) 「学術的価値」と「社会・経済的価値」を両立させているスターは、バイオテクノロジー等の一部の科学分野や米国等の一部の国々に偏在している。
- B) 知識移転と知識商業化に取り組むサイエンティストの動機は多様に見えるが、研究に役立つリソース獲得のためという理由が通底している。
- C) スターの移動性や国際流動性は高い。
- D) スターは、そのタイプによっては、研究仲間の生産性も上げる。
- E) スターの持つ先端知識は共同体や連携企業には移転されるが、地域内に広く伝播す

るわけではない。

上に列挙したスターの特徴は、第3次産業革命のGPTであるバイオテクノロジーで優位な米国のイノベーション・システムと整合が取れている。イノベーション・システムが異なる日本では「対話型の公式経路」や「狭義の非公式経路」の産学連携が盛んだが、これらの活動はスター研究が情報源とする特許データベースには表れない。

特許件数や論文の被引用件数に拘泥するのではなく、オリジナル研究の要諦である「スターの役割は、基礎研究の成果を産業側の適切なパートナーに移転すること」という点を重視すると、日本の大学はこうした活動に伝統的に取り組んできたということがもっと強調されてよいかもしれません。

だがその一方で、オリジナル研究や広義の研究ではスターの移動が知識移転、特に暗黙知の移転を促進しており、人材の流動性こそが基礎研究の成果を産業側の適切なパートナーに移転する鍵であるとしている。人材の流動性が極めて低い日本では、スターの経済への貢献も小さくならざるを得ないかも知れない。

本稿が集めた論文の多くは、「スターから企業への知識移転」、「スターが産業部門に及ぼす影響」といったスター・サイエンティスト側に焦点を合わせたものである。だが、価値をつくりだすプロセスは複数の関係者による協業、そして共創であることを踏まえると、スターからの知識移転とそれによる価値創造を最大化するような企業経営とはどのようなものなのか、つまり企業サイドに焦点をあてた研究が必要であると思われる。

参考文献

- [1] L. Zucker, M. Darby and J. Armstrong, Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology, **Management Science**, **48**(1), 138 (2002).
- [2] L. Zucker and M. Darby, Star Scientists, Innovation and Regional and National Immigration, **National Bureau of Economic Research Working Paper**, 13547 (2007). <https://www.nber.org/papers/w13547.pdf> (アクセス日：2019年1月18日)
- [3] 斎藤裕美, 牧兼充, スター・サイエンティストが拓く日本のイノベーション, **一橋ビジネスレビュー**, 2017 Summer, 42 (2017).
- [4] L. Zucker, M. Darby and M. Brewer, Intellectual Capital and The Birth of U.S. Biotechnology Enterprises, **NBER Working Paper**, 4653 (1994). <https://www.nber.org/papers/w4653.pdf> (アクセス日：2019年4月4日)
- [5] L. Zucker and M. Darby, Star Scientists and Institutional Transformation: Patterns of Invention and Innovation in The Formation of The Biotechnology Industry, **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, 93 (1996). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC34126/> (アクセス日：2019年4月2日)
- [6] R. Jensen, University–Industry Linkages in The Support of Biotechnology Discoveries, **Annual Review of Resource Economics**, 8, 377 (2016).
- [7] L. Zucker, M. Darby, J. Furrer, R. Liu and H. Ma, Minerva Unbound: Knowledge Stocks, Knowledge Flows and New Knowledge Production, **Research Policy**, 36, 850 (2007).
- [8] H. Grimm and J. Jaenische, Testing The Causal Relationship between Academic Patenting and Scientific Publishing in Germany: Crowding-out or Reinforcement? **Journal of Technology Transfer**, 40, 512 (2015).
- [9] X. Han and J. Niosi, Star Scientists in PV Technology and The Limits of Academic Entrepreneurship, **Journal of Business Research**, 69, 1707 (2016).
- [10] M. Tripli, Scientific Mobility and Knowledge Transfer at The Interregional and Intraregional Level, **Regional Studies**, 47(10), 1653 (2013).
- [11] P. Stephan, The Economics of Science. In: B. Hall and N. Rosenberg, (eds.) **Handbook of Economics of Innovation**, vol. 1. (2010) (邦訳版：P. ステファン, 科学の経済学, 日本評論社, 2016).
- [12] R. Merton, **Social Theory and Social Structure**, Glencoe, IL: The Free Press, (1957). (邦訳：R. マートン (著), 森 他 (訳), 社会理論と社会構造, みず書房, 1961)
- [13] 澤田芳郎, 現代社会における科学と産業 : 産学協同

- 論のフレームワーク, **京都大学教育学部紀要**, **36**, 163 (1990).
- [14] A. Lam, What motivates Academic scientists to engage in research commercialization: 'Gold', 'ribbon' or 'puzzle'? **Research Policy**, **40**, 1354 (2011).
- [15] P. D'Este and M. Perkmann, Why Do Academics Engage with Industry? The Entrepreneurial University and Individual Motivations, **Journal of Technology Transfer**, **36**(3), 316 (2011).
- [16] E. Moretti and D. Wilson, State Incentives for Innovation, Star Scientists and Jobs: Evidence from Biotech, **Journal of Urban Economics**, **79**, 20 (2014).
- [17] L. Zucker and M. Darby, Movement of Star Scientists and Engineers and High-tech Firm Entry, **NBER Working Paper**, 12172 (2006). <https://www.nber.org/papers/w12172.pdf> (アクセス日: 2019年4月4日)
- [18] P. Zacchia, Benefiting Colleagues but not The City: Localized Effects from The Relocation of Superstar Inventors, **Research Policy**, **47**, 992 (2018).
- [19] M. Granovetter and R. Swedberg (eds.), **The Sociology of Economic Life**, Westview Press (1992).
- [20] A. Agrawal, J. McHale and A. Oettl, Why Stars Matter, **NBER Working Paper**, 20012 (2014). <https://www.nber.org/papers/w20012.pdf> (アクセス日: 2019年4月4日)
- [21] A. Agrawal, J. McHale and A. Oettl, How Stars Matter: Recruiting and Peer Effects in Evolutionary Biology, **Research Policy**, **46**, 853 (2017).
- [22] F. Waldinger, Bombs, Brains, and Science: The Role of Human and Physical Capital for The Creation of Scientific Knowledge, **The Review of Economics and Statistics**, **98**(5), 811 (2016).
- [23] P. Azoulay, J. Zivin and J. Wang, Superstar Extinction, **The Quarterly Journal of Economics**, May 2010, 589 (2010).
- [24] A. Oettl, Reconceptualizing Stars: Scientist Helpfulness and Peer Performance, **Management Science**, **58**, 1122 (2012).
- [25] R. Furukawa and A. Goto, The Role of Corporate Scientists in Innovation, **Research Policy**, **35**, 24 (2006).
- [26] D. Tzabbar and R. Kehoe, Can Opportunity Emerge from Disarray? An Examination of Exploration and Exploitation Following Star Scientist Turnover, **Journal of Management**, **40**(2), 449 (2014).
- [27] R. Kehoe and D. Tzabbar, Lighting The Way or Stealing The Shine? An Examination of The Duality in Star Scientists' Effects on Firm Innovative Performance, **Strategic Management Journal**, **36**, 709 (2015).
- [28] V. Tartari, M. Perkmann and A. Salter, In Good Company: The Influence of Peers on Industry Engagement by Academic Scientists, **Research Policy**, **43**, 1189 (2014).
- [29] H. Aldrich and M. Martinez, Why aren't Entrepreneurs More Creative? Conditions Affecting Creativity and Innovation in Entrepreneurial Activity. In: C. Shalley, M. Hitt and J. Zou (eds.), **The Oxford Handbook of Creativity, Innovation, and Entrepreneurship**, OUP, 445–456 (2015).
- [30] L. Zucker, M. Darby and M. Brewer, Intellectual Human Capital and The Birth of U.S. Biotechnology Enterprises, **American Economic Review**, **88**(1), 290 (1998).
- [31] D. Gregorio and S. Shane, Why do Some Universities Generate More Start-ups than Others? **Research Policy**, **32**, 209 (2003).
- [32] R. O'Shea, T. Allen, A. Chevalier and F. Roche, Entrepreneurial orientation, Technology Transfer and Spinoff Performance of U.S. Universities, **Research Policy**, **34**, 994 (2005).
- [33] J. Azagra-Caro, D. Barberá-Tomás and M. Edwards-Schachter, Dynamic Interactions between University-industry Knowledge Transfer Channels: A case Study of The Most Highly Cited Academic Patent, **Research Policy**, **46**, 463 (2017).
- [34] V. Schaeffer, S. Öcalan-Özel and J. Pénin, The Complementarities between Formal and Informal Channels of University-industry Knowledge Transfer: A Longitudinal Approach, **The Journal of Technology Transfer**, published online: 14 July 2018, Pages 1 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9674-4> (アクセス日: 2019年4月5日)
- [35] F. Rothaermel, S. Agung and L. Jiang, University Entrepreneurship: A Taxonomy of The Literature, **Industrial and Corporate Change**, **16**(4), 691 (2007).
- [36] R. Landry, M. Saïhi, N. Amara and M. Ouimet, Evidence on How Academics Manage their Portfolio of Knowledge

- Transfer Activities, **Research Policy**, **39**, 1387 (2010).
- [37] M. Higgins, P. Stephan and J. Thursby, Conveying Quality and Value in Emerging Industries: Star Scientists and The Role of Signals in Biotechnology, **Research Policy**, **40**, 605 (2011).
- [38] A. Fuller and F. Rothaermel, When Stars Shine: The Effects of Faculty Founders on New Technology Ventures, **Strategic Entrepreneurship Journal**, **6**(3), 220 (2012).
- [39] A. Hess and F. Rothaermel, When are Assets Complementary? Star Scientists, Strategic Alliances, and Innovation in The Pharmaceutical Industry, **Strategic Management Journal**, **32**, 895 (2011).
- [40] A. Jaffe, Real Effects of Academic Research, **The American Economic Review**, **79**(5), 957 (1989).
- [41] A. Jaffe, M. Trajtenberg and R. Henderson, Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations, **The Quarterly Journal of Economics**, **108**(3), 577 (1993).
- [42] L. Zucker and M. Darby, 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 (2001).
- [43] R. Boschma, Proximity and Innovation: A Critical Assessment, **Regional Studies**, **39**(1), 61 (2005).
- [44] T. Bresnahan and M. Trajtenberg, General Purpose Technologies 'Engines of Growth'? **Journal of Econometrics**, **65**(1), 83 (1995).
- [45] 後藤晃, イノベーション:活性化のための方策, 東洋経済新報社 (2016).
- [46] 鈴木潤, 後藤晃, 馬場靖憲, 大学教員の研究活動と産学連携, **産学連携の実証研究**, 東京大学出版会, 41-63 (2007).
- [47] 小池勇二郎, 大学院博士課程の問題, **工業教育**, **5**(1), 6 (1957).
- [48] 豊田長康, **科学立国への危機:失速する日本の研究力**, 東洋経済新報社 (2019).
- [49] 馬場靖憲, ジョン・P・ワルシュ, 矢崎敬人, 鈴木潤, 後藤晃, 制度変革期における産学連携と研究活動, **産学連携の実証研究**, 東京大学出版会, 19-39 (2007).
- [50] Y. Baba, N. Shichijo and R. Sedita, How Do Collaborations with Universities Affect Firms' Innovative Performance? The Role of "Pasteur Scientists" in The Advanced Materials Field, **Research Policy**, **38**, 756 (2009).
- [51] 馬場靖憲, 柴山創太郎, 七丈直弘, 「政策のための科学」への貢献:社会学からのアプローチ, **研究 技術 計画**, **27**(3-4), 197 (2012).

Summary in English

Special Issue

Star Scientists and Innovation

Hiromi S. NAGANE

This issue focuses on “star scientist.” Scientists with great research outcomes are called “star scientists.” They have not only an academic impact but also can have a substantial impact on society and the economy. Many research on star scientists has been accumulated mainly in Europe and the United States but is not enough in Japan. Therefore, we explain the importance of star

scientist research and perspectives in Japan. We show; the literature review on star scientist research, how to detect star scientist and the status of stars in Japan, international comparison between Japan and the United States, the possibility of collaboration between stars and firms, how to find future stars. We hope that this issue will be the opening for star scientist research in Japan.

Literature Review on “Star Scientist”: Current trends and implications for advanced study

Satoko YASUDA

The paper reviews the existing literature on the subject of “Star Scientists.” The review centers on a series of publications by Zucker, Darby et al., attempting to validate the “Star Scientists” concept itself, considering various academic settings. Three primary objectives of the review are 1) Categorize existing literature in line with three research agendas, including “individual characteristics of Stars,” “Stars’ interrelations with the research community and organizational resources,” and

“the impact of Stars on the economy.” 2) Understand why there has been an increase of interest in Star Scientists within the context of the Industrial Revolution, General Purpose Technologies, and Innovation Systems in recent years. 3) Survey the Japanese counterparts to Star Scientist. The review concludes with a summary of facts regarding Star Scientists’ contributions in a multitude of circumstances.

How Can We Detect Star Scientists?: The classification and overall picture of star scientists in Japan from multiple viewpoints

Hiromi S. NAGANE, Yuta FUKUDOME and Kanetaka MAKI

It is scientists who carry out scientific research. Particularly, scientists with outstanding research achievements are called “star scientists.” Star scientists have not only an academic impact but also can have a substantial impact on society and the economy as previous works have suggested. However, there are no clear consensuses how to detect star scientists.

This paper proposes a method to detect star scientist from multiple viewpoints, including not only academic

articles but also patents. We empirically show what classification of star scientist and the distribution in Japan based on our method. We also explain the transition of the distribution of star scientists in Japan during 30 years before and behind “Science and technology basic law” in 1995. Additionally, we focus on one of the categorized group of star scientists, all-round star group, who has both outstanding academic and practical achievements.