

「スター・サイエンティストと 日本のイノベーション」

「サイエンスとビジネスの好循環」の構築へ向けて

研究代表者 牧 兼充

所属・役職 早稲田大学ビジネススクール准教授

スター・サイエンティストと 日本のイノベーション 「サイエンスとビジネスの好循環」の構築へ向けて

牧 兼充

Kanetaka M. Maki

早稲田大学ビジネススクール准教授

スター・サイエンティストとは、卓越した研究業績を残す少数のサイエンティストのことを指し、通常の研究者に比べて、多くの論文を出版し、多くの被引用を集め、スタートアップ設立にも積極的である。米国のバイオテクノロジー分野においては、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「サイエンスとビジネスの好循環」が成立している。本研究では、大規模データセットを構築し、日本のスター・サイエンティストの現状を分析した。現在の日本にもスター・サイエンティストは多数存在し、特に 1995 年来の日本のナショナル・イノベーション・システムの変革以降、多数のスタートアップを設立し、新産業創出に貢献していることが明らかになった。それと同時に、スター・サイエンティストが関わるスタートアップはその業績が上がり、スタートアップに関わるスター・サイエンティストは研究のパフォーマンスがあがるという「サイエンスとビジネスの好循環」が現在の日本においても成立している可能性が示唆された。詳細な事例分析の結果、スター・サイエンティストのスタートアップへの関与のメカニズムは先行研究によるものよりも、多様化していると考えられる。

キーワード: スター・サイエンティスト、スタートアップ、ナショナル・イノベーション・システム、サイエンス・ビジネス、好循環

1. はじめに

スター・サイエンティストとは、卓越した研究業績を残す少数のサイエンティストのことを指し、通常の研究者に比べて、多くの論文を出版し、多くの被引用を集め、スタートアップ設立にも積極的である。米国のバイオテクノロジー分野においては、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「サイエンスとビジネスの好循環」が成立している。

本研究では、大規模データセットを構築し、現在の日本のスター・サイエンティストの現状を分析した。分析の結果、現在の日本にもスター・サイエンティストは多数存在し、特に1995年来の日本のナショナル・イノベーション・システムの変革以降、多数のスタートアップを設立し、新産業創出に貢献していることが明らかになった。それと同時に、スター・サイエンティストが関わるスタートアップはその業績が上がり、スタートアップに関わるスター・サイエンティストは研究のパフォーマンスがあがるという「サイエンスとビジネスの好循環」が現在の日本においても成立している可能性が示唆された。詳細な事例分析の結果、スター・サイエンティストのスタートアップへの関与のメカニズムは先行研究によるものよりも、多様化していると考えられる。

2. 先行研究とリサーチ・クエスチョン

スター・サイエンティスト研究のパイオニアである Zucker & Darby 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。

一つ目はスター・サイエンティストがもたらす地理的効果である (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。この研究では、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所在

地にスタートアップ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スタートアップの集積には何かしらの相関があることが示唆された。

二点目はスタートアップのパフォーマンスにスター・サイエンティストが与える効果である (Zucker et al., 2002)。この研究では、スタートアップのパフォーマンス指標として、(1) 特許数とその内容、(2) 開発中のプロダクト、(3) 上市した (製品化された) 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全米のトップ研究大学 (なお、スター・サイエンティストの所属有無は問わないものとする)、③ベンチャー・キャピタルとのつながりを概観した。定量的な解析の結果、スター・サイエンティストと共著論文が多いスタートアップはパフォーマンスが高くなることを示した。一方、トップ研究大学との共同研究やベンチャー・キャピタルからの投資は比較的軽微な効果に留まることも示している。

スター・サイエンティストの周囲にスタートアップが集積する理由を Zucker and Darby は暗黙知により説明する。サイエンス分野で革新的な研究は、コード化されるインセンティブが低く、その知識がスター・サイエンティスト個人に属人的に帰属する。その知識を活用するためには、スター・サイエンティストとコラボレーションすることにより、知識の移転が可能となる。従って、スター・サイエンティストの商業的な優位性が高まり、またスタートアップもスター・サイエンティストの周囲に集積する。

上記で示唆されたのは、スター・サイエンティストのスタートアップへの関与が、スタートアップのパフォーマンスの向上に影響すると考えられる点である。更に、Zucker & Darby (2007)では、スター・サイエンティストのスタートアップへの関与は、スター・サイエンティストの研究業績にどのように影響するかについて検証している。その結果、スター・サイエンティストがスタートアップに関わることにより、研究者の業績を上げることが、定量的な解析の結果明らかになった。この論文では、スタートアップと関わり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変化を分析している。なおここでの「関わり」とは、(1) スタートアップとの共著

論文がある、あるいは(2) スタートアップにて役職を有し在籍することを意味する。米国にて、バイオテクノロジー分野のスター・サイエンティストは 207 名存在し、そのうち 69 名が何らかの形で企業との関係を有する。また 57 名は企業との共著論文を執筆し、12 名は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有している。

スタートアップと関わるスター・サイエンティストは論文数(量)および被引用数(質)ともに大きいことはもちろん、特にスタートアップにおいて何らかの役職を保持し、より直接的に関わ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。さらには、時系列データによる分析を行い、スター・サイエンティストがスタートアップと関わって以降、研究業績が向上していることも示されている。

これらのことから、Zucker & Darby (2007)は、スター・サイエンティストとスタートアップ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「サイエンスとビジネスの好循環」を示唆した(図1)。スター・サイエンティストとスタートアップが連携することにより、スタートアップはより高い業績を得る。これにより、スタートアップの企業活動の促進化は新たな産業の発展につながる。一方で、スタートアップと関わるスター・サイエンティストは、より多く、かつ、より質の高い論文を生産するようになり、科学的ブレークスルーを生み出す可能性が高まる。

Zucker and Darby は、このメカニズムの外的妥当性の検証のために、他の分野や国・地域での検証を行った。特に、Zucker and Darby (2002)は、日本における1980年代のバイオテクノロジーのスター・サイエンティストの現象を分析している。日本でも米国同様の「サイエンスとビジネスの好循環」が見られるが、当時の日本では研究者がスタートアップを立ち上げることはなく、大企業が相手であった。スター・サイエンティストと大企業は、契約を伴わない非公式な共同研究により生まれた成果について、特許は大企業が申請し、大企業はその「対価」として研究室へ奨学金を寄付する、という独自の「マーケット・メカニズム」が成立していた。この日本のメカニズムは、米

国とは異なる形で、「サイエンスとビジネスの好循環」を支えていたのである。

3. リサーチ・クエスチョンと仮説

先行研究から導出される第一の疑問は、このスター・サイエンティストにかかる現象、特に「サイエンスとビジネスの好循環」は1980年代のバイオテクノロジーのみの現象なのだろうか、というものである。特に現在の日本において多様な分野で同様の現象が成立しているのだろうか。

第二の疑問は、日本における大学のイノベーションの実施主体は大企業からスタートアップに移ったのか、というものである。日本は1995年以来、ナショナル・イノベーション・システムの変革を行ってきた。特に大学を基盤としたイノベーションを促進するために、米国をモデルに大学発のスタートアップの育成を重視してきた。もしこの制度変更が有効に機能しているとするならば、日本においても、米国と同様に、スタートアップが中核となった「サイエンスとビジネスの好循環」が発生しているはずである。

第3の疑問は、日本において、スター・サイエンティストとスタートアップを中核とした「サイエンスとビジネスの好循環」が発生しているとするれば、そのメカニズムは先行研究で示されているものと同じのものなのか。日米で大学を基盤とした制度は異なり、そのメカニズムが異なることも予測される。

本研究では前述のリサーチ・クエスチョンについて、探索的な分析を行うと同時に、以下の仮説を導出する。

仮説1: スター・サイエンティストによる「サイエンスとビジネスの好循環」は、米国同様に現在の日本において存在している。

仮説2: ナショナル・イノベーション・システムの改革以降、現在の日本のスター・サイエンティストは、自らスタートアップを創業し、知の移転を図っている。

仮説3: 日米において、スター・サイエンティストのスタートアップへの関与は、そのメカニズムが異なる。

4. データセットの構築

本研究を達成するために、「スター・サイエンティスト・コホート・データセット」を構築した(牧・菅井・隅蔵・原・長根, 2019)。

4.1 「スター・サイエンティスト」の多義性

「スター・サイエンティスト」という言葉の概念は多義的である。「科学的なブレークスルーを生み出す卓越した研究業績をもつサイエンティスト」という定義が研究者の間でのコンセンサスであると考えられるが、「ブレークスルー」とは何か、「研究業績」はどのように測るのか、といった統一見解はない(斎藤・牧, 2017; 牧・長根, 2019; 長根・福留・牧, 2019)。スター・サイエンティスト研究の潮流においては、用語としてスター・サイエンティストをどのように定義するかではなく、定量的にどのように測定するか、というところに主眼が置かれてきた。現在パブリックに公開されているデータセットの中では、Zucker and Darby (2007)においても用いられているClarivate Analytics社の高被引用研究者 Highly Cited Researchers (以下、HCR)が、スター・サイエンティスト研究では活用しやすい。これは同社が提供するEssential Science Indicators (以下、ESI)に従った21分野のそれぞれにおいて高被引用の研究者をリストしたものである。

Clarivate Analytics社は、2014年より毎年、同社の論文データベースであるWeb of Science (以下、WoS)のデータに基づいて、HCRのリストを発表している。2014年以降の各年のHCRのリストは、当該年の12年前から2年前までの11年間を集計期間として、その期間にWoSに収録された論文を対象として、高被引用論文 Highly Cited Paper (以下、HCP)を多く刊行している研究者の情報が収録されたものである。HCPとは、論文刊行年ごとに、上記のESIに従った21分野それぞれにおいて、被引用数が上位1%の論文を指す。分野ごとにHCPの数で研究者のランキングを作成し、集計期間中に当該分野で論文を刊行した総研究者数の平方根をボーダーとして、HCRが選出されている。

4.2 利用したデータ

スター・サイエンティストのリストの作成に当たっては、Clarivate Analytics社により提供されるWoSのParsed XMLデータ(2016年12月時点)と、同社の定義する21研究分野と各論文が発表されるジャーナル名の

対照テーブル(2014年時点)を使用した。抽出対象となる論文は各分野と結びついたジャーナルに掲載されたものに限定した。

4.3 リスト構築のプロセス

リスト構築のプロセスは以下の通りである。

1. 1981-2014年の各年、各研究分野において、対象となる論文のうち、2016年12月時点での被引用数が各分野の上位1%に相当する論文を高被引用論文(以下、HCP')と定義する。
2. HCP'のうち、2005-2014年の10年間で発表された論文の著者リストをWoSから抽出する。
3. 各著者についてHCP'の数を集計し、各研究分野のHCP'数の著者ランキングを作成する。HCP'数が同数の場合、HCP'全体の総被引用数が多い著者に高い順位をつけることとする。
4. 各研究分野の著者ランキングの総数を N としたとき、上位 \sqrt{N} 位までを「スター・サイエンティスト・ショートリスト」(HCR'^S)、その5倍の上位 $5\sqrt{N}$ 位までを「スター・サイエンティスト・ロングリスト」(HCR'^L)として抽出する。ある分野の著者ランキングにおいて、10,000人の研究者が含まれていれば、「ショートリスト」は上位100位まで、「ロングリスト」は上位500位までが含まれることになる。
5. 著者の所属機関として、WoSの著者-所属機関の対応テーブルを利用する。各著者がHCP'を発表した所属機関を集計し、HCP'を最も多く発表した所属機関を第1所属機関、その次に多く発表した所属機関を第2所属機関と定義する。HCR'として抽出された研究者の中で、第1所属機関もしくは第2所属機関が日本にある研究者を、日本所属のHCR'と定義する。
6. 構築したスター・サイエンティストのリストを基盤とし、「論文データベース」、「特許データベース」、「ファンド情報データベース」、「ベンチャー企業情報データベース」と結合することにより、「スター・サイエンティスト・コホート・データセット」を構築する(図2)。またリスト構築途中で生成されたHCP'を組織毎に集計し、大学ごとの時系列・クロスセクションのパネル・デー

タを構築する。組織名の名寄せは、文部科学省科学技術・学術政策研究所(NISTEP)による「大学・公的機関名英語表記ゆれテーブル」を活用した(NISTEP, 2018)。

4.4 研究者名の名寄せの対応

HCR'作成においては研究者名の名寄せが問題となるが、このデータセットの構築においては、WoS内の著者名の文字列を用いて集計を行った。著者名はフルネームが含まれており¹、21の研究分野別に集計を行なっていることから、著者名の文字列を用いるのみで、名寄せアルゴリズムを特に定めずとも妥当性のあるランキングを作成可能であると判断した。ただし、中国人、韓国人に多い同姓同名や、日本人の同音異字のような著者については、それらを同一人物として扱ってしまうという課題は残る。

4.5 学際分野で活躍する研究者の対応

データセットの構築にあたっては、論文を21の研究分野別に集計を行なった。しかしながら、この手法では、学際領域など複数の分野で卓越した研究成果を出す研究者を検出できなくなってしまう。特にスター・サイエンティストは、新しい分野を切り拓いているため、学際領域の研究者が少なくない。

この問題に対応するために、以下の方法を用いて、学際領域のスター・サイエンティストのリストを構築した²。

1. 著者ごとに対象期間中の各研究分野におけるHCP'の総数と総被引用数を集計する。
2. 著者ごと、分野ごとのHCP'総数と総被引用数を分野ごとのHCR'選定基準となるHCP'総数と総被引用数で割り、スコア化する。スコア化にあたっては、HCR'選定基準について、ショート・リストとロング・リスト、それぞれのものを用いる。
3. 著者ごとのHCP'総数と総被引用数のスコアを21分野合計する。
4. 著者の中で、HCP'総数と総被引用数のスコアが両方とも1を超えた著者を選出する。

¹ 2007年以前のデータでは、著者名がフルネームでなく、ラストネーム+ファーストネームのイニシャルという形で表記されている場合も少なくない。

5. 選出されたリストの中で21分野のHCR'に選出されていない著者を学際領域のスター・サイエンティストのリストとする。

5. スター・サイエンティストの概要分析

5.1 概要

「スター・サイエンティスト・コホート・データセット」に基づいて、日本のスター・サイエンティストの現状をまとめる(牧・隅蔵・菅井・林・赤穂, 2019)。

スター・サイエンティストの数に関する国別ランキングをみると、ショート・リストとロング・リストのいずれにおいても、全分野の合計で、日本は12位である(図3)。動植物科学ではショート・リストで3位、ロング・リストで5位となっており、化学ではいずれも5位、材料科学では5位・6位、免疫学では4位・6位となっており、これらの分野では一定の存在感を示している。

高被引用論文の国別割合の時系列変化をみると、全分野の合計において、2000年代に入ってから日本が占める割合は緩やかに低下してきている(図4)。分野ごとに直近4年間の傾向をみると、免疫学で若干の増加がみられ、動植物科学と化学ではほぼ変化なしであるが、材料科学では明らかな減少傾向がみられる。材料科学といった、他の分野と比べて国際的な競争の中で日本が存在感を示しているはずの分野においても、近年の中国の台頭に押されて、日本の国際的な存在感が低下している可能性がある。

5.2 スタートアップへの関与

スター・サイエンティストのリストに基づいて、スター・サイエンティストがどのようにスタートアップに関わっているかを調査した。スター・サイエンティストのリストをベースに、大学発ベンチャーDB、Crunchbase、INITIAL、Web検索を用いて、スター・サイエンティストが関与しているスタートアップのリスト化を行った。表1にショート・リストとロング・リスト、それぞれでスタートアップに関わってい

² 学際領域のスター・サイエンティストのリストを構築するにあたっては、Clarivate Analytics社の手法を参考にした。

るスター・サイエンティストに関わっている人数をまとめた。

その結果、ショート・リストにおいては 153 人中 19 人 (全体の 12.42%)、ロング・リストにおいては 789 人中 59 人 (全体の 7.48%) がスタートアップに関与している。ここで興味深いのは、ショート・リストの方がロング・リストのスター・サイエンティストよりもスタートアップに関わる比率が高い、ということである。このことはより研究パフォーマンスの高い研究者ほど、よりスタートアップに関わるということを示唆している。

5.3 スタートアップへの関与による研究への影響

スター・サイエンティストを以下の 3 つのカテゴリに分け分析を行なった。

カテゴリ 1: スタートアップに関わりを持つ研究者。

カテゴリ 2: スタートアップを除いた企業(大企業もしくは中小企業)との関わりを持つ研究者。

カテゴリ 3: 企業との関係を持たない研究者。

表 2 に分析結果をまとめる。HCP'数の平均値はカテゴリ 1 が最も多く、カテゴリ 3、カテゴリ 2 と続いた。ただし、分野によって HCP'数の分散が異なるので、より正確な比較をするために、分野毎の標準化を行なった。具体的には、研究者の HCP'数を当該分野におけるスター・サイエンティスト(ロング・リスト)の選出基準である HCP'数で割った値を標準化 HCP'数と定義する。標準化 HCP'数の平均値を比較すると、カテゴリ 1 が最も多く、続いてカテゴリ 2、カテゴリ 3 の順位であった。それぞれの標準偏差が大きいので単純比較には注意が必要だが、企業と連携する研究者の方がそうではない研究者よりもパフォーマンスが高く、更に企業と連携する研究者の中でもスタートアップに関わる研究者が更にパフォーマンスが高いことが示唆される。紙面の都合上詳細は割愛するが、Kruskal-Wallis 検定の結果、三群の分布に有意差が見られた。

この結果は、相関関係であり因果関係ではない。因果関係を分析するために、更に時系列の分析を行なった。カテゴリ 1 に該当する研究者の 26 名のうち、2006 年から 2014 年の間にスタートアップを設立した者は 11 名である。その 11 名について、スタートアップを設立する前と後で HCP'数に変化があった

かどうかを分析した。11 人の研究者について、期間 1 を 2006 年からスタートアップ設立の前年までの期間、期間 2 をスタートアップ設立年から 2016 年までの期間と定義し、各期間における HCP'数の年平均を算出した。

表 3 の第一列、第二列は、期間ごとの年 HCP'数について、11 名の研究者で平均をとった値を示している。この結果、期間 2 の年平均 HCP'数は、期間 1 のものよりわずかに上回っている。これは、研究者がスタートアップに関わることで、研究業績が向上する可能性を示唆している。しかしながら、統計的な有意差は確認されていない。

サンプル数が少ないことが要因として考えられるので、表 3 の第三列、第四列では、スタートアップに関与した 11 人に加えて、企業との関わりのある 54 人を加えた 65 人の、企業との関与の前後を比較した。t 検定の結果、1%の有意水準で統計的有意差が見られ、時系列で見た場合にも、企業との関与はスター・サイエンティストの業績を向上させることが明らかとなった。

この結果をより厳密に分析するために、不均衡パネルデータを構築し、スター・サイエンティストの企業との連携の研究パフォーマンスへの影響を分析した(表 4)。説明変数としては、スター・サイエンティストの企業との関与(関与開始から 3 年間)、被説明変数として、年 HCP'数の平均値を用いた。分析手法としては、最小二乗法、負の二項分布、ポアソン回帰の 3 種類を用いた。その結果、全ての分析手法において、スター・サイエンティストの企業への関与は、研究業績への正の統計的有意差が見られた。

5.3 スター・サイエンティストが関与したスタートアップの業績分析

スター・サイエンティストの研究から生まれたスタートアップは 66 社存在する。本分析では、大学発ベンチャーデータベースに登録されている企業 603 社を対照群として、スター・サイエンティストが関わったスタートアップの業績を分析する。

表 5 に、スター・サイエンティストの関与の有無とスタートアップの業績の関係をまとめる。業績の指標としては、IPO、M&A、IPO もしくは M&A、ベンチャー・キャピタルからの投資の有無を用いた。分

析手法としては、logit と probit の両方を用いた。表 5 から明らかな通り、全てのコラムにおいて、スター・サイエンティストの関与は統計的有意差が示された。内生性の課題は残るものの、スター・サイエンティストとスタートアップとの業績には正の相関があることが示された。

5.4 イノベーション・システムの変革

本プロジェクトの主要な目的の一つは、日本のナショナル・イノベーション・システムの変遷とそのインパクトを定量的に評価し、今後の政策形成のエビデンスとすることである。その目的のために、大学を個体とするパネルデータを作成し、大学技術移転機関(TLO)の設立や、国立大学法人化などの改革が、大学の研究パフォーマンスにどのように影響しているかを試みた(佐々木・牧, 2021)。スター・サイエンティストの個別の分析は、個々人の名寄せに手間がかかるため、組織ごとに引用数の多い論文の生産量を被説明変数として用いることとした。

この分析で検証したのは、「政策によって、大学の論文生産性は向上したのか」である。具体的には、国立大学法人化と TLO 設立が政策に関わる変数である。その結果、国立大学法人化の変数は、生命科学分野においては負の統計的有意差が見られ、物理学と社会科学においては正の統計的有意差が見られた。一方で TLO 設立は全分野で、統計的な有意差は見られなかった。

スター・サイエンティスト (介入群) と平均的なサイエンティスト (対照群) による特許の特性の比較を行った。「スター・サイエンティスト・コホート・データセット」に加えて、Ikeuchi and Motohashi (2019) による、IIP パテントデータベースをもとに開発した名寄せデータを利用し、スター・サイエンティストが発明した大学出願、企業出願の特許を網羅的に取得した。対照群については、レアネームを持つ研究者を抽出することで、データの名寄せ問題を回避した。比較のための変数としては、引用数、被引用数、オリジナリティ、出願人の特性(大学 or 企業) などを用いた。図「スター・サイエンティストの特許出願数の推移」に、スター・サイエンティストが出願した特許を「大学のみ」、「大学と企業」、「企業のみ」、「個人」に分けて、時系列の推移を示す(図 5)。この推移で興

味深いのは、国立大学法人化以降、スター・サイエンティストの研究に関する知的財産権は機関帰属になった大学が少なくないが、「個人」の出願は減っているものの、「企業のみ」の出願の減少はゆるやかであることである。スター・サイエンティストは、大学のルールの外で産学連携を続けている可能性が示唆される。

6 事例分析

スター・サイエンティストの現象をより深く探索するために、事例研究として、慶應義塾大学先端生命科学研究所所長・環境情報学部教授の富田勝氏の事例を分析した(佐々木・石井・牧, 2019; 牧, 2021)。

6.1 富田勝氏のバックグラウンド

スター・サイエンティストのリストの中で、学際領域に含まれ、かつスタートアップに関わっている研究者の一人が、富田勝氏である。

富田氏は、生命科学、計算機科学を専門とするサイエンティストである。もともとは言語処理や人工知能を専門としていたが、キャリア中盤で生命科学に転じ、システム・バイオロジーの研究者となった。Ph.D. (情報科学)、博士(工学)、博士(医学)、博士(政策・メディア) の 4 つの博士を保持している。

大学での研究では人工知能をテーマとした。少年時代に熱中した将棋と、大学時代に身につけたプログラミング技術でコンピューター将棋の開発に取り組んだ。その後、渡米を決意し、苦学の末にカーネギーメロン大学の合格をつかみとり、人工知能の第一人者であるハーバード・サイモンに師事することとなった。膨大な数の課題論文と博士号資格筆記試験の難関を乗り越え、人工知能を用いた自動翻訳の研究を専門に進めた。1985 年に博士号を取得した後、カーネギーメロン大学の助手として研究に従事し、米国立科学財団(NSF)から大統領奨励賞を獲得した。この受賞により、富田は人工知能研究者の中でも一目置かれる存在となった。1990 年に帰国し、慶應義塾大学環境情報学部助教授として着任した。

6.2 慶應義塾大学先端生命科学研究所のマネジメント

2001 年に山形県・鶴岡市・慶應義塾の三者合意により創設された慶應義塾大学先端生命科学研究所

(Institute for Advanced Biosciences, Keio University、以下 IAB)は、富田の転機となった。初代 IAB 所長となった富田はこの研究所を「統合システムバイオロジー」の世界的センター・オブ・エクセレンスとすることを目指した。

IAB 内の運営に目を向けると、研究活動については指導担当教員を中心とした「研究室」単位ではなく「プロジェクト」単位をとっている。富田は学生が自由に研究することを「放牧」と呼び、自分が面白いと感じるテーマについて自由に研究をすることを最重要視してきた。従来の研究室であれば教授がいくつかのテーマを設定し、それを学生が分担し研究として論文にまとめる方式が一般的であった。そうすれば研究室的にも研究テーマが進んで安泰であり、学生もテーマ設定に悩まずに研究を進めて学位がとれるという算段である。しかし、このように人に決められてプレッシャーをかけられてやらされる研究では、学生から自由な発想や奇抜なアイデアが生まれず、壁にぶち当たったときに粘りがなくて簡単に諦めてしまう。逆に、自分が面白いと感じてワクワクするようなテーマであれば、それを解決するためには労を惜しまないし、さまざまな工夫をして壁を乗り越えようとする。結果としてその実験アイデアでは思うような結果が得られなかったとしても、その研究の過程で学ぶものは多く、それは評価に値する。

IAB 立ち上げに際しての教員の人事採用も富田に一任されていた。後にメタボローム研究の中核を担うこととなる曾我朋義は、科学雑誌で IAB 設立の記事を見て所員に応募したが、SFC 内に勤務するものだとして誤解していた。偶然にも既に曾我を採用候補者リストに入れていた富田は、先端研の主要ミッションである「統合システムバイオロジー研究の一環として E-cell による全細胞シミュレーションを可能にするメタボロームの定量解析をしたい」と鶴岡勤務を躊躇する曾我を熱く説得した。その情熱に動かされてとりあえず 5 年間働くことを決意したが、翌年には CE-MS 法によるメタボローム解析技術の開発を成功させ、2002 年に特許を取得、現在も鶴岡の自然と文化に親しんで定住している。必要な人材を見極め、確実に獲得する富田の人徳で金井昭夫、

板谷光泰を含めた創立メンバーを迎えて準備を整えていった。山形県鶴岡市に著名なシニアのサイエンティストに直接来てもらうことはまず無理だったので、著名なサイエンティストの研究室のスタッフや学生などを紹介してもらいメンバーを獲得していった。

6.3 スタートアップの育成

富田は研究所内で自分が面白いと感じてワクワクするテーマに取り組むように促してきた。これは取り組むテーマを必ずしも基礎研究に限定するものではなく、学生が技術の応用や事業化に興味を見出した場合にはベンチャーを創業することも支援した。

富田氏の周辺では、ヒューマン・メタボローム・テクノロジー株式会社、Spiber 株式会社、株式会社サリバテック、株式会社メタジェン、株式会社メトセラ、株式会社 MOLCURE、ヤマガタデザイン株式会社の合計 7 社が立ち上がった。詳細は、表 4「サイエンティスト富田勝氏周辺のスタートアップ」にまとめた。

IAB での研究内容を応用するバイオベンチャーに加えて、IAB での人の繋がりがきっかけとなってヤマガタデザインのような不動産・農業・人材ベンチャーも生まれており、研究から地域貢献へと IAB がハブとして果たす役割も大きくなっている様子が見える。

スター・サイエンティストのスタートアップの関与は、「研究開発、創業者、経営チームに関与」、「研究開発による知の移転」に留まらず、「創業者へのメンター、アドバイザ、精神的支援者」、「研究チームメンバーのリクルート」、「プロジェクトのインキュベーター、研究チームのリクルート」、「研究サポート、起業支援」など、サイエンティストとしての役割を超えた多様な形があることが富田氏のケースにより示唆されている。この点は、先行研究では明らかになっていない、スター・サイエンティストのスタートアップへの影響であると考えられる。

7 考察とまとめ

本稿では、現在の日本においては、スター・サイエンティストを中心とした「サイエンスとビジネスの好循環」が発生しているのかを、大規模データセットを構築することにより分析した。

現在日本には、スター・サイエンティストが153人存在している。その中で、19人(全体の12.42%)は、スタートアップの創業に関わっている。分析の結果、スタートアップに関わるスター・サイエンティストの研究業績は向上し、スター・サイエンティストに関わるスタートアップの業績が向上していることが定量的に示された。内生性の排除が不十分であるため、限定されたエビデンスではあるものの米国で見られる「サイエンスとビジネスの好循環」は現在の日本でも(少なくとも局所的には)存在していると判断することができる(仮説1: 支持)。

先行研究によれば、1980年代はスター・サイエンティストの共同研究の相手は日本では大企業、米国ではスタートアップであった。1995年からの日本のナショナル・イノベーション・システムの改革以降、日本でも研究者がスタートアップに関与することが可能となった。より研究パフォーマンスの高い研究者が、大企業との共同研究よりもスタートアップに関わっていることがデータにより示された。また、スタートアップに関与するスター・サイエンティストの方が大企業へ関与するスター・サイエンティストよりも、より高い研究業績を生み出している現象が見られた。これらは因果関係ではなく相関関係に留まるものの、スタートアップが大企業以上に中心的な役割を担っていることを示唆している(仮説2: 支持)。

日米は、大学の制度など含めてスター・サイエンティストの活躍する環境が異なる。日本は米国に比較して、大学間の人材の流動性が低く、長期的なメンター関係が生じやすい。また利益相反、責務相反などのマネジメントが米国に比べて緩いこともあり、研究者が複数のスタートアップに関わることが可能である。このことから、スター・サイエンティストのスタートアップへの関与は、先行研究で示された以上に多様となっている。

ケース分析として富田勝氏のスタートアップの関与を分析した結果、先行研究で示されているスター・サイエンティストの研究開発と知の移転以上に、多様なスタートアップへの関与があることが明らかになった。これは単独事例であるものの、スター・サイエンティストのスタートアップへの関与のメカニ

ズムは、米国により今まで検証されてきた暗黙知の移転とは異なることが示唆される。更に、スター・サイエンティストの特許申請の分析に基づいても、スター・サイエンティストが必ずしも大学経由で特許を申請していない状況が散見される。必ずしも米国型の大学のイノベーション・システムが日本におけるスター・サイエンティストを中心としたイノベーション・システムに浸透しているとは言い難い。以上のことから、日本のスター・サイエンティストのメカニズムは、必ずしも米国と同様であるとは言えない(仮説3: 支持)。

しかしながら、筆者らのサンディエゴ地域のスター・サイエンティストへのインタビュー(隅蔵・菅井・牧, 2017; Sumikura, Sugai & Maki, 2018)において、スター・サイエンティストに関わったスタートアップは必ずしも知財の移転は図られていない場合も多々あることが明らかになっている。スター・サイエンティストは、スタートアップ創業において、プロデュース的な役割を果たすこともある。スター・サイエンティストには、「卓越した研究業績」と「オピニオン・リーダー」の二面性があり、この二つの観点からスタートアップに関与している。このことから、スター・サイエンティストのスタートアップの関与手法の多様化は、日米の差異ではなく、世界の大学の役割の変化による、時系列変化の可能性もあり、引き続きの検証が必要である。

本稿では、日本のスター・サイエンティストの現状を分析し、日本においても「サイエンスとビジネスの好循環」が発生していること、日本は米国のモデルと近づいているおり、スター・サイエンティストはスタートアップに積極的に関与していること、そしてスター・サイエンティストの関与について多様なメカニズムが発生しつつあることを示した。

日本においては、産学連携活動と研究活動は代替的な活動である、という認識が未だ根強い。産学連携活動に携わることにより、本来の研究活動のパフォーマンスが下がるという懸念である。しかしながら、本稿において、この二つにはトレードオフは存在せず、むしろ相乗効果が発生することが示唆された。このことは、日本のイノベーション政策において、特

に産学連携の推進を行う上で、極めて重要な政策的含意である。

本稿は Zucker and Darby(2002)の成果の外的妥当性の検証であるが、新たに発生しているメカニズムに基づいた仮説を提示する探索的研究としての意義も持つ。引き続き、時代とともに変化するスター・サイエンティストにかかる現象のメカニズムの探索・分析が必要である。

謝辞

本稿は、研究代表者の単著の形式をとっているが、研究プロジェクト全体の成果をまとめたものである。研究メンバーと共同で過去に執筆した論文、ワーキング・ペーパー、研究計画書、ケース教材などの内容を一部転載させていただいている。プロジェクトのコア・メンバーである隅藏康一氏、原泰史氏、長根(齋藤)裕美氏、佐々木達郎氏、藤田正典氏、研究プロジェクトの研究補助メンバーである石井美季氏、菅井内音氏、林元輝氏、佐々木凌太郎氏、赤穂龍一郎氏に御礼申し上げる。

本研究は JST-RISTEX「科学技術イノベーション政策のための科学研究開発プログラム」の助成を受けて実施したものである。その他、科研費 18K12859、18K01745、18H00840、19H01522 の成果も一部転用した。合わせて感謝したい。

参考文献

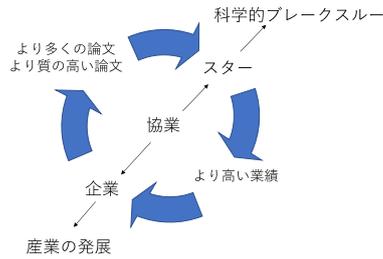
1. Zucker, L. G., Darby, M. R. and Brewer, M. B. (1998) 'Intellectual human capital and the birth of US biotechnology enterprises', *American Economic Review*, 088(1), pp. 290-306.
2. Zucker, L. G., Darby, M. R. and Armstrong, J. S. (2002) 'Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology', *Management Science*, 48(1), pp. 138-153.
3. Zucker, L. G., & Darby, M. R. (2007). Virtuous circles in science and commerce. *Papers in Regional Science*, 86(3), 445-470.
4. Zucker, L. G. and Darby, M. R. (2001) 'Capturing
5. 齋藤裕美・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、 pp. 42～56、 Summer 2017.
6. 牧兼充・長根(齋藤)裕美、「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」、科学技術イノベーション政策研究センター編「科学技術イノベーション政策の科学: コアコンテンツ」、2019年4月、<https://scirex-core.grips.ac.jp/1/1.1.4/main.pdf>
7. 長根(齋藤)裕美・福留祐太・牧兼充、「どのようにスター・サイエンティストを同定できるか?: 多角的視点から見た日本のスター・サイエンティストの分類と全体像」、研究技術計画, 34(2), 116-128, 2019
8. 牧兼充・菅井内音・隅藏 康一・原泰史・長根 (齋藤) 裕美、「スター・サイエンティストの検出とコホート・データセットの構築」、早稲田大学ビジネス・ファイナンス研究センター科学技術とアントレプレナーシップ研究部会ワーキングペーパー No. 1、2019年
9. 文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP). “大学・公的機関名英語表記ゆれテーブル (Ver. 2018.1) ”、2018.
<http://www.nistep.go.jp/research/scisip/data-and-information-infrastructure>
10. 牧兼充・隅藏康一・菅井内音・林元輝・赤穂龍一郎、「スター・サイエンティスト白書 2020」、早稲田大学ビジネス・ファイナンス研究センター科学技術とアントレプレナーシップ研究部会ワーキングペーパー No. 2、2019年
11. 佐々木達郎・牧兼充、「日本のナショナル・イノベーションシステムの変革のスター・サイエンティストへの影響」、早稲田大学ビジネス・ファイナンス研究センター科学技術とアントレプレナーシップ研究部会ワーキングペーパー、2021年発刊予定
12. Ikeuchi, Kenta, and Motohashi, Kazuyuki, (2019),

- "Linkage of Patent and Design Right Data: Analysis of Industrial Design Activities in Companies at the Creator Level (in Japanese)," RIETI Discussion Paper 19-J-017.
<https://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/19030022.html>
13. 佐々木達郎・石井美季・牧兼充、「サイエンティスト富田勝」、早稲田大学ビジネス・ファイナンス研究センター科学技術とアントレプレナーシップ研究部会ケース教材 No. 5、2019年
 14. 牧兼充、「スターサイエンティスト研究で明らかになった「失敗のマネジメント」がイノベーションを生む」、ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー、2020年
 15. 隅藏康一・菅井内音・牧兼充「サンディエゴ地域におけるスター・サイエンティストと企業との関わり」第32回研究・イノベーション学会年次学術大会、京都大学、2017年10月29日
 16. Koichi Sumikura, Naito Sugai and Kanetaka Maki, "The involvement of San Diego-based star scientists in firm activities," ICE/IEEE ITMC International Conference on Engineering, Technology and Innovation, Stuttgart, Germany, June 19th, 2018.

キーワード

スター・サイエンティスト、スタートアップ、ナショナル・イノベーション・システム、サイエンス・ビジネス、好循環

図 1: サイエンスとビジネスの好循環



出典: Zucker & Darby(2007) "Virtuous Circles in Science and Commerce"より転載。翻訳は筆者による。

図 2: スター・サイエンティスト・コホート・データセットの概要

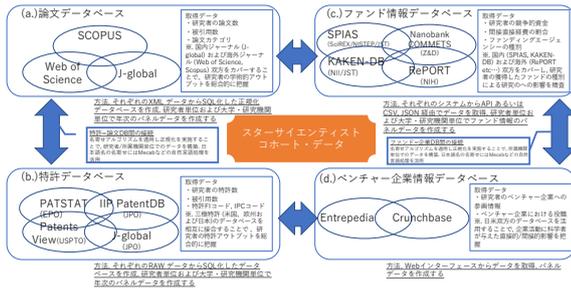


図 3: スター・サイエンティストの国別分布

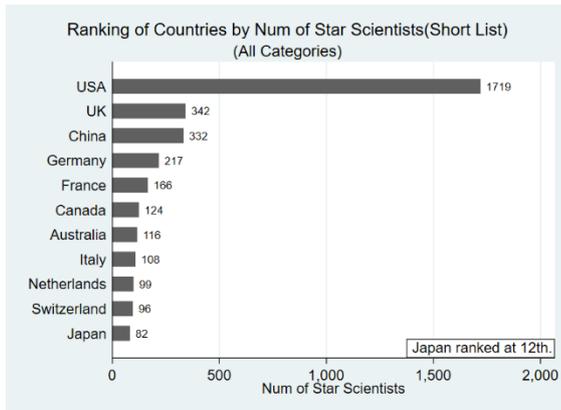


図 4: スター・サイエンティスト数国別ランキングの時系列変化

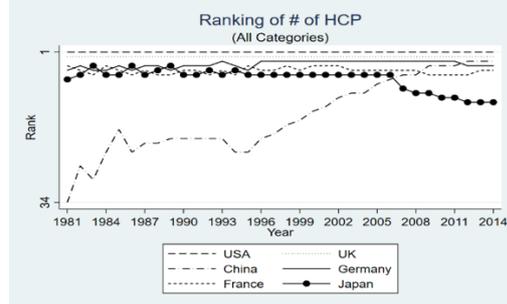


図 5: スター・サイエンティストの特許出願数の推移

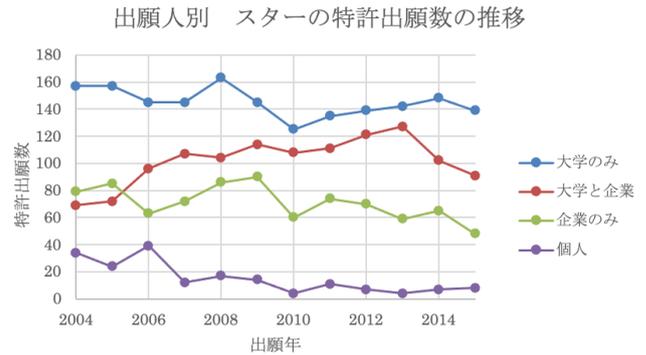


表 1: スター・サイエンティストのスタートアップへの関与

	ショート・リスト		ロング・リスト	
	人数	割合(%)	人数	割合(%)
スタートアップへの関与あり	19	12.42	59	7.48
スタートアップへの関与なし	134	87.58	730	92.52
合計	153	100	789	100

表 2: 各カテゴリの人数、HCP'数の平均値、標準化 HCP'数の平均値(ロング・リストより)

カテゴリ	人数	HCP'数の 平均値	HCP'数の 標準偏差	標準化 HCP'数の 平均値	標準化 HCP'数の 標準偏差
スタートアップとの関与あり	26	10.65	8.37	2.01	1.29
スタートアップ以外の企業と関与あり	140	8.59	7.31	1.56	1.15
企業との関与なし	218	10.28	11.86	1.37	0.66

表 3: 各期間における年間 HCP'数の平均値

期間	スタートアップと関わりのあるスター・サイエンティスト (n=11)		企業との関わりのあるスター・サイエンティスト (n=65)	
	年 HCP'数の平均値	年 HCP'数の標準偏差	年 HCP'数の平均値	年 HCP'数の標準偏差
企業と関わる前	2.02	1.81	1.08	1.06
企業と関わった後	2.12	2.11	1.54	1.28

表 4: スター・サイエンティストの企業との関与の研究成果への影響に関するパネル分析

変数	(1) 最小二乗法	(2) 負の二項分布	(3) ポアソン回帰
	年HCP'数の平均値		
企業との関与(開始から3年間)	0.298** (0.146)	0.225*** (0.0823)	0.198*** (0.0686)
観察数	3,113	3,113	3,113
決定係数	0.055		
グループ数	283	283	283
年次ダミー	○	○	○

括弧内は、標準誤差 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 5: スター・サイエンティストの企業との関与の研究成果への影響に関するパネル分析

変数	IPO		M&A		IPO or M&A		VC	
	logit	probit	logit	probit	logit	probit	logit	probit
SS の関与	2.463*** (0.536)	1.101*** (0.246)	2.099*** (0.620)	0.894*** (0.274)	2.410*** (0.418)	1.170*** (0.210)	1.357*** (0.269)	0.842*** (0.166)
定数	-4.444*** (0.380)	-2.270*** (0.144)	-4.600*** (0.410)	-2.328*** (0.152)	-3.815*** (0.280)	-2.023*** (0.115)	-0.862*** (0.0891)	-0.533*** (0.0538)
観測数	669	669	669	669	669	669	669	669

表 6: 富田勝氏とスタートアップの関わり

スタートアップ名	創業年	創業者	業務内容	富田氏の関わり
ヒューマン・メタボローム・テ クノロジー株式会社	2003 年	富田勝、曾我 朋義	メタボローム解析	研究開発、創業者、経営チームに 関与
Spiber 株式会社	2007 年	関山和秀	クモの糸に代表される高機能構造タンパク 質をじんこうてきに合成、生産	創業者へのメンター、アドバイ ザ、取締役、精神的支援者
株式会社サリバテック	2013 年	砂村真琴	唾液を用いた疾患検査技術	研究チームメンバーのリクルー ト
株式会社メタジェン	2015 年	福田真嗣	便からその人の健康や疾患リスクに関する 情報を抽出	プロジェクトのインキューベ ー、研究チームのリクルー ト
株式会社メトセラ	2016 年	岩宮貴紘、野 上健一	臓器細胞の機能性を高める「マイクロエン バイロンメント」の研究開発	研究チームメンバーのリクルー ト
株式会社 MOLCURE	2013 年	小川隆	次世代シーケンシング、バイオインフォ マティクス、人工知能を統合したプラット フォーム開発	研究サポート、起業支援
ヤマガタデザイン株式会社	2017 年	山中大介	庄内全体のまちづくり	創業者のスパイバーへの紹介

出典: ケース「サイエンティスト富田勝」をベースに筆者作成