

Title	スター・サイエンティストの企業との関わり：事例に基づく考察
Author(s)	隅藏, 康一; 菅井, 内音; 牧, 兼充
Citation	年次学術大会講演要旨集, 34: 665-670
Issue Date	2019-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/16548
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

2 E 2 2

スター・サイエンティストの企業との関わり：事例に基づく考察

○隅藏康一（政策研究大学院大学）、菅井内音（政策研究大学院大学/東京工業大学）、
牧兼充（早稲田大学ビジネススクール）
E-mail: sumikura@grips.ac.jp

1. Highly Cited Researchers [1]

大学・公的研究機関などのアカデミアの科学者が研究に取り組む動機付けは、大別すると、科学的な真理の探究、あるいは、有用な新製品・サービスにつながる成果を生み出すことによる社会貢献である。Stokes は、研究プロジェクトの目的を、根本的な自然現象の理解を追究するか否か、ならびに、実社会の特定の問題解決を目指すか否か、という 2 つの軸で、Figure 1 のように 4 象限に分類した[2]。このうち、根本的な自然現象の理解を追究し、実社会の特定の問題解決は目指さないという「純粋な基礎研究」が、ボーアの象限と呼ばれる。一方、根本的な自然現象の理解を追究せず、実社会の特定の問題解決を目指すという「純粋な応用研究」は、エジソンの象限と呼ばれる。これらの他に、根本的な自然現象の理解を追究し、なおかつ実社会の特定の問題解決を目指すという「目的に導かれた基礎研究」が存在し、パスツールの象限と呼ばれる。

科学者の研究活動のアウトプットとして、論文の刊行が行われる。論文の刊行は、科学者の活動の根幹をなすものであり、科学者の研究業績の評価、公的資金により実施された研究プロジェクトの評価、研究機関のパフォーマンスの評価などにおいて、もっとも重要な評価対象となる。その際に評価の基準となるのは、単なる論文数の多寡ではなく、高い被引用数を持つ論文をどれだけ生み出しているかである。被引用数は論文の科学者コミュニティへのインパクトの指標であり、換言すると、科学者コミュニティにおける当該論文のクオリティの高さを示すものとなっている。そのため、科学者は、高被引用の論文を刊行すること、あるいは高被引用の論文が多く掲載されるジャーナルに論文が掲載されることを目指して、研究活動を行う。そして高被引用の論文を多く刊行している科学者は、科学的知識体系の構築に大きな影響力を持つ科学者、すなわち「スター・サイエンティスト」として、研究コミュニティ内外で高い評価を受けることとなる。

Clarivate Analytics 社（旧 Thomson Reuters 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、高被引用の研究者（Highly Cited Researchers；以下 HCR）のリスト¹を発表している。

2. サンディエゴ地域の HCR の分析 [3, 4]

米国では、大学・企業・自治体などの多様な関係者によってイノベーションが継続的に実現される、いわばイノベーション・エコシステムが形成されている地域クラスターとして、いくつかの地域が注目されている。その中でもサンディエゴ地域は、情報通信産業と医薬品・バイオテクノロジー産業を中心として産官学の連携のもとで競争力の高いクラスターとなっており、米国において最も急速に発展している経済圏の一つである[5]。我々は、サンディエゴ地域に着目し、スター・サイエンティストの特許ならびに論文データに基づき、何名かのスター・サイエンティストに着目して、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について調査した。

スター・サイエンティストについては、Clarivate Analytics 社の HCR のデータのうち 2014 年版から 2016 年版までを用いた。我々は、このデータセットの中から、サンディエゴ地域²に所在する機関に所属しているスター・サイエンティスト 66 人を抽出した。各人について、学術論文については Scopus

¹ <https://hcr.clarivate.com/> （2019 年 3 月 8 日アクセス） このウェブサイト上には 2001 年のものも公表されている。

² <http://www.zipcodestogo.com/county-zip-code-list.htm> において、Countries: San Diego として定義されているもの。San Diego ならびに近郊の La Jolla や Del Mar などを含む。（2017 年 9 月 21 日アクセス）

(Elsevier 社が提供する論文データ) から、特許データについては PatentsView (米国特許商標庁で特許付与されたものを収録した特許データ) からデータを得た。これらのスター・サイエンティストのそれぞれについて、総論文数 (num_of_articles) ならびに総特許数 (num_of_patents) を得た。当該研究者が初めて論文を発表した年、ならびに当該研究者が最後に論文を発表した年から、当該研究者の活動年数 (years) を得て、1 年あたりの論文数 (article/year) ならびに 1 年あたりの特許数 (patent/year) を得た。

これを踏まえて、66 名のスター・サイエンティストを、以下のような定義³のもとで分類した。

- Article Hyperactive: top 10% in article/year or num_of_articles
- Patent Hyperactive: top 10% in patent/year or num_of_patents
- Article Inactive: below top 40% in article/year or num_of_articles
- Patent Inactive: below top 40% in patent/year or num_of_patents

その結果、Article Inactive and Patent Hyperactive なスター (3 名)、それ以外の Patent Hyperactive なスター (3 名)、Article Hyperactive and Patent Inactive なスター (3 名)、ならびにそれ以外の Article Hyperactive なスター (5 名) が選定された。

今回調査した 14 名のうち、2 名はアカデミアの研究者というよりは企業の研究者として HCR のリストに入っているため除外し、それ以外の 12 名について、アカデミアのスター・サイエンティストが企業とどのように関わっているかを調査した。第一に、特許データを参照して、企業の米国特許⁴の発明者になっているか否かを確認した。第二に、インターネット上の情報から、企業の共同設立者 (co-founder) となっているか、企業・組織のアドバイザリー・ボードに入っているかを確認した。その結果、これら 12 名の全員が、企業の共同設立者となっているか、あるいは企業のアドバイザリー・ボードを務めていることが明らかになった。

企業とのかかわりを持っている研究者の間でも、その関与の強さには濃淡がある。企業の共同設立者であり、当該企業の特許の発明者にもなっているという関わり方をしている科学者は、設立時もその後も深くかかわりをもっていると考えられるため、最も企業との関わりが強く、いわば「強いパストツール型」といえる。企業の共同設立者であるが、当該企業の特許の発明者にはなっていない科学者は、設立時の関与は強いものの設立後の研究開発には関わっていないものと想定されるため、いわば「中程度のパストツール型」といえる。企業の共同設立者ではなく、アドバイザリー・ボードのメンバーとなっているが、当該企業の特許の発明者にはなっていない科学者は、企業の研究開発への関与を明確に読み取ることができないため「弱いパストツール型」といえる。この考え方に沿って、今回調査したアカデミアの 12 名のスター・サイエンティストがどこに属するのかを示したのが Figure 2 である。横軸は、企業との関わり方が、共同設立者のひとりとなっているか、あるいは共同設立者にはなっていないがアドバイザリー・ボードのメンバーを務めるという設立後の関わりか、ということを示している。

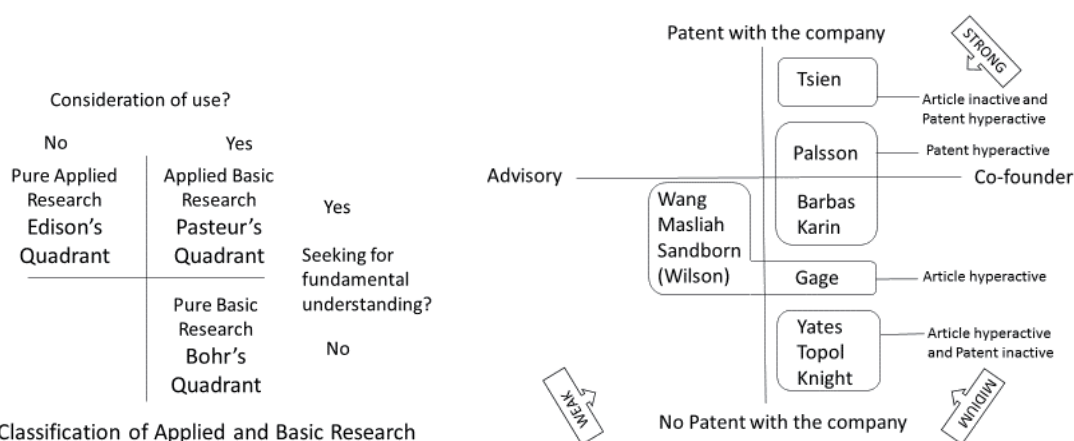


Figure 1. Classification of Applied and Basic Research (Stokes, 1997)

Figure 2. Classification of the Star Scientists in San Diego.

³ ここで、top10%ならびに top40%は、この 66 名の集団の中での順位である。

⁴ 以下で「企業の特許」とは、少なくとも 1 つの企業が権利者に入っている特許を指す。大学と企業による共同保有、複数企業による共同保有なども含める。

3. Eric Topol

上記の 12 名の調査対象者の中の一人、Dr. Eric J. Topol は、スクリプス研究所において、ゲノムとデジタル技術を融合させて個別医療の研究を行っている。前述の分類の中で、Article Hyperactive and Patent Inactive なスターに分類された 3 名の中の 1 名である。Topol は、サンディエゴ地域の 66 名のスターの中で、論文数・年あたり論文数がともに 1 位であるが、発明者として記載されている米国特許は 2 件しかなく、これらはいずれも公的研究機関のものであり企業の特許ではない⁵。このように一見ボーア型の科学者に見えるものの、いくつかの企業の共同設立者を務めることによって社会的課題に対応しており、その意味で、パスツール型の科学者であるといえる。

Topol は 2009 年、長い歴史を有する男性向け雑誌（1931 年創刊）の GQ 誌により、12 人の「サイエンスのロック・スター」の一人に選定された⁶。このように専門家以外のコミュニティからも認められているスター科学者である。

3.1. 経歴⁷

Topol は 1954 年に生まれ⁸、1975 年にヴァージニア大学で生命医学の学部を卒業し、1979 年にロチェスター大学で医学博士（M.D.）の学位を取得した。1979 年から UC サンフランシスコ、1982 年からジョンズホプキンズ大学に所属し、1985 年にミシガン大学の医学部で教授（テニュア）に就任した。1991 年から 2006 年まではクリーブランド・クリニックの心血管部門の Chairman を務め、その間にケース・ウェスタン・リザーブ大学の教授等のポストを併任した。2007 年からはスクリプス研究所の教授を務めている。2007 年に設立された The Scripps Research Translational Institute⁹（当初の名称は The Scripps Translational Science Institute）の創設者・所長である。

3.2 論文データより

我々は、Web of Science の XML データから Topol の論文データを取得したところ、合計 1667 件が得られた¹⁰。これらの論文について刊行年（1982-2016）ごとに集計したものが、Figure 3 である。他の時期と比べて最も刊行論文数が多かった時期は、1993 年から 2006 年であり、クリーブランド・クリニックに Chairman として在籍していた時期と重なる（研究室を立ち上げた 2 年後から、異動する前年までの期間）。

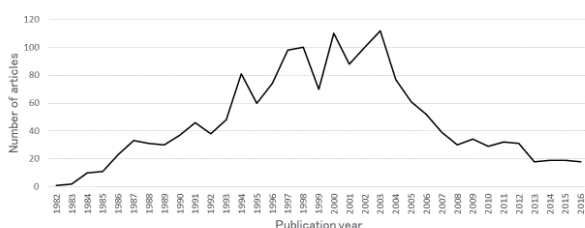


Figure 3. Eric Topol's publication of articles, 1982-2016.

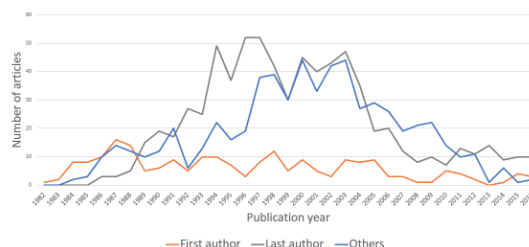


Figure 4. Eric Topol's publication of articles, classified by first-author, last-author and others, 1982-2016.

これらの論文のうち、ファースト・オーサーとなった論文数、ラスト・オーサーとなった論文数、その他の論文数を示したものが、Figure 4 である。ミシガン大学でテニュアの教授職に就く 1985 年以前は、ファースト・オーサーの論文が最も多く、1988 年まではそれが続く。1989 年からは PI の役割としてラスト・オーサーの論文が最も多くなり、クリーブランド・クリニックに異動した 1991 年だけはその他の論文が最も多くなるが、その後 2004 年まではラスト・オーサーの論文が最も多い。2005 年から 2010 年まではその他の論文が最も多く、特にスクリプス研究所に異動して Translational Institute

⁵ ただし、上記調査の後、2018 年 8 月 7 日に成立した米国特許 10041120 があり、これは Scripps Health と民間企業（Ortho-Clinical Diagnostics, Inc.）との共有となっているので企業特許といえる。

⁶ <https://www.medscape.com/author/eric-topol>（2019 年 9 月 29 日アクセス）

⁷ <https://www.scripps.edu/faculty/topol/>（2019 年 9 月 29 日アクセス）

⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Eric_Topol（2019 年 9 月 29 日アクセス）

⁹ <https://www.scripps.edu/science-and-medicine/translational-institute/>（2019 年 9 月 29 日アクセス）

¹⁰ Topol, E. が 4 件、Topol, E. J. が 15 件、Topol, EJ が 1368 件、Topol, Eric が 28 件、Topol, Eric J. が 252 件であった。

を創設した 2007 年以降は研究所を統括する立場として複数の PI の研究プロジェクトにアドバイザーとして携わっているものと考えられる。2011 年以降は再びラスト・オーサーの論文が最も多い。

各年に刊行された個々の論文のうちの最大の被引用数¹¹を示したものが、Figure 5 である。上位 4 つのピークは 1994 年から 2006 年までの期間に存在し、クリーブランド・クリニックに在籍していた時期にあたる。

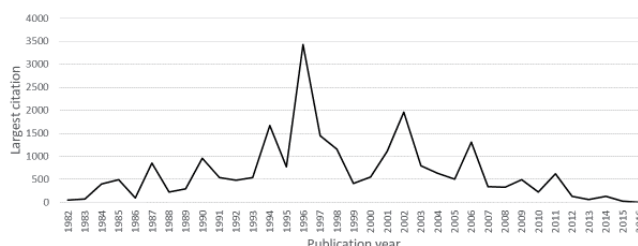


Figure 5. Eric Topol's largest citation for each publication year, 1982-2016.

3.3 企業との関わり

Topol が editor-in-chief を務めている Medscape¹²によると、Topol が現在あるいは過去に関わりを有する企業（以下のいずれかの役職を務めているもの：director, officer, partner, employee, advisor, consultant, trustee）として、以下の企業名が挙げられている。

Apple; AltheaDX; Biological Dynamics; Dexcom¹³; Edico Genome; GenapSys¹⁴; Gilead Sciences, Inc.¹⁵; Google; Illumina, Inc.; Molecular Stethoscope¹⁶; Myokardia¹⁷; Quest Diagnostics¹⁸; Walgreen Company

また、Topol 自身の 2014 年のレビュー論文[6]の謝辞では、その時点で、Illumina、Edico Genome、GenapSys の Advisor であり、Cypher Genomics¹⁹の co-founder であることが記されている。

3.4 インタビュー

我々は今回、Topol の事例にフォーカスし、論文・特許のデータからはボーア型に見えるが実際には多くの企業と関わっており複数の企業の co-founder ともなっているためパスツール型の特徴を備えているスター・サイエンティストについて、どのような経緯・動機でそれらの企業と関わっているのかを知

¹¹ 2016 年までの被引用数である。

¹² <https://www.medscape.com/author/eric-topol> (2019 年 9 月 29 日アクセス)

¹³ 同社の Board of Directors の一人である。 <https://www.dexcom.com/dexcom-leadership> (2019 年 9 月 29 日アクセス)

¹⁴ 同社の Advisory Board の一人である。

<http://www.bio-itworld.com/Press-Release/GenapSys-Inc--Opens-Early-Access-Registration-for-the-World-s-First-Pure-Electronic-DNA-Sequencer---the-GENIUS-110%E2%84%A2/> (2019 年 9 月 29 日アクセス)

¹⁵ 2012 年時点で同社の Scientific Advisory Board の一人である。

<http://us.gilead.com/AR2012/corporate-information.html> (2019 年 9 月 29 日アクセス)

¹⁶ 同社の co-founder の一人である。 <https://www.molecularstethoscope.com/our-story/> (2019 年 9 月 29 日アクセス)

¹⁷ 2015 年に同社の Board of Directors に就任した。

<https://www.businesswire.com/news/home/20151014005310/en/MyoKardia-Appoints-Renowned-Cardiovascular-Medicine-Expert-Eric> (2019 年 9 月 29 日アクセス)

¹⁸ Topol の 2012 年の論考[7]に、同社に対して Consultant or Advisory Role を有する旨の記載がある。

¹⁹ 2015 年に同社が Human Longevity, Inc.に買収されることが発表された。

<https://www.humanlongevity.com/human-longevity-inc-hli-acquires-cypher-genomics-inc/> (2019 年 9 月 29 日アクセス)

るために、Topol へのインタビュー²⁰を行った。

先行研究により、スター・サイエンティストの分布とスタートアップ企業の分布に相関があること[8]、スター・サイエンティストとの共著論文が多いベンチャー企業はパフォーマンスが高いこと[9]、スター・サイエンティストが企業と関わることでスターの研究業績と企業の業績の双方が上がるという好循環が生じること[10]が示されている。これを踏まえて、実際にこのような循環が生じているのかを軸として、実体験に基づくお話をうかがった。

(Dr. Topol の回答の要点)

- ・科学者と企業との好循環のようなものはあるかもしれないが、私自身はそこにさほど入ってはいない。しかしながら、Molecular Stethoscope でともに co-founder となったスタンフォード大学の Stephen Quake 教授のように、多くの企業を立ち上げて成功させている研究者もいる。

- ・Stephen Quake 教授と私は、Molecular Stethoscope につながるアイデアをウォールストリート・ジャーナルの論説に書き、それが同社の起業につながった。しかし、さほど多くの時間を費やしたわけではなく、弁護士と CEO を見つけて、あとは彼らに任せた。

- ・私の時間の使い方は、週のうち 1 日つまり仕事時間全体の 20%を臨床に使い、残りの 80%を研究とそのためのアドミニストレーションに充てている。企業との関わりに使う時間は全体の 1%くらいしかなく、四半期に 1 度の会議に出る程度である。さほど深い関与ではないため、企業との関わりが研究業績にもたらすポジティブな影響はない。

- ・私は科学の世界を好んでいる。企業の世界を時に訪問することはあるものの、自分の本来の居場所ではないと考えている。しかしながら、そのような中でも比較的深くかかわったのは、サンディエゴの Dexcom 社である。彼らから私に対し、力を貸してほしいとアプローチしてきた。私は多くの場合にノーと言うが、時にはイエスと言う。その後、同社の Board of Directors を 9 年間務め、グルコース・センサーについてのアドバイスをを行った。

- ・企業の活動に関与するインセンティブは、興味関心でも金銭でもなく、研究成果を基に患者さんたちにより良いヘルスケアを届けたいからである。

- ・私自身は論文に比べて特許の数が少ないが、一般論として、学術研究機関における研究成果を特許にすることは重要と考えている。

- ・企業にとって、科学的知識は重要で、それがなければ誕生しなかった企業もある。科学者が関与することで企業側のメリットがあることは理解しているが、多くのスタートアップは良いアイデアを実現化しないまま途中でうまくいかなくなってしまうため、そのことが、科学者がスタートアップに対して多くのエフォートを割くことをためらう要因となる。科学者がよいアイデアを出したものの、企業が別の方向に行ってしまったので、科学者の側が興味を失ってしまったという場合もある。

- ・科学者の多くは、可能であれば政府資金で研究を行い、ある程度の研究の自由度を担保したいと考えるが、政府資金によって提供される金額よりも大きな資金が必要な場合は、スタートアップを興してベンチャーキャピタルから投資を募る必要がある。投資を受けることと引き換えに研究の自由度が失われるため、科学者としては、スタートアップは研究成果を実現化する資金を得るための最後の手段である。

- ・科学者が企業と関わることをポジティブにとらえて起業家精神を称賛する人もいる一方で、科学者が企業にかかると利益相反や責務相反の問題が生じ、研究成果の客観性が保たれなくなるため、同僚科学者たちからの信頼を失ってしまうと考える人もいる。

- ・今後、私の研究所のメンバーが起業する事例も出てくるかもしれないが、私自身は独立性を保つため、公式にアドバイザーになるのではなく友人あるいはコーチとして非公式にアドバイスをすることを考えている。

- ・サンディエゴは、ゲノムとデジタル技術の双方に関心のある私にとって、それらについての豊かな知の集積があるので、世界中で最もよい研究環境である。

4. まとめ

Dr. Topol の回答からうかがえるのは、①自身の科学研究を企業活動からある程度距離を置いて自由度を保ちながら推進したいと考えているが、②研究成果を実用化して患者さんたちにより良いヘルスケアを届けるためには既存企業との連携やスタートアップの創成が必要と考えており、③企業から協力を

²⁰ インタビューは 2019 年 8 月 12 日にスクリプス研究所にて行われた。

要請された場合はノーということも多いが時にはイエスと言い、④co-founderとして起業に関与したり Board of directors のメンバーとして既存企業に関与したりする、いわば「アカデミアに軸足を置くパスツール型のスター・サイエンティスト」の姿であった。このような科学者の場合、⑤起業とのかかわりに割く時間とエフオーは必要最小限のものになるため、科学者の研究業績に好影響が及んでいることはなく、その意味で科学者と企業との好循環は生じていないが、⑥企業の側は科学者のナレッジを獲得することができ、換言すれば科学者のナレッジが実用化されるための経路ができていて、と捉えることができる。Dr. Topol のお話の中で、Dr. Quake とともに co-founder として起業に参加した経験を語っていただいたが、こうした一種のピア・エフェクトが、「アカデミアに軸足を置くパスツール型のスター・サイエンティスト」を多少なりとも企業と結びつけるためのきっかけとして、機能している可能性がある。

参考文献

- [1] 隅藏康一・菅井内音・牧兼充「日本における高被引用研究者の現状～東大・京大と UCSD に着目して」『研究 技術 計画』,34 巻 2 号,138-148. (2019).
- [2] Stokes, Donald E. *Pasteur's Quadrant – Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press. (1997).
- [3] 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」,『研究・イノベーション学会年次学術大会要旨集』 33 巻, 562–567. (2017).
- [4] K. Sumikura, N. Sugai and K. Maki, The involvement of San Diego-based star scientists in firm activities. *ICE/IEEE ITMC International Conference on Engineering, Technology and Innovation*, (2018).
- [5] Porter, Michael E., Council of Competitiveness, Monitor Group and ontheFRONTIER, *Clusters of Innovation Initiative: San Diego*. (2005).
- [6] Eric J. Topol, Individualized Medicine from Prewomb to Tomb, *Cell*, 157, 241-253. (2014).
- [7] Ravi Komatireddy and Eric J. Topol, Medicine Unplugged: The Future of Laboratory Medicine, *Clinical Chemistry*, 58:12 1644–1647. (2012).
- [8] Zucker, L.G, Darby, M.R., and Brewer MB., Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises”, *American Economics Review* 88 (1) 290–306. (1998).
- [9] Zucker, L.G, Darby, M.R., and Armstrong J., Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology, *Management Science*. 48(1) 138-153. (2002).
- [10] Zucker, L.G. and Darby, M.R., Virtuous Circles in Science and commerce. *Pap Reg Sci*. 86(3) 445-470. (2007).

謝辞

本研究は、JST-RISTEX 政策のための科学「スター・サイエンティストと日本のイノベーション」の支援を受けて行われたものである。Dr. Topol のインタビューに関しては、本稿の共著者である隅藏・牧のほか、福嶋路氏、長根（齋藤）裕美氏、内田和宏氏にご協力いただいた。