

Title	特許共著者ネットワーク分析による企業ノーベル賞受賞者とその組織分析
Author(s)	海老沢, 晃
Citation	年次学術大会講演要旨集, 35: 140-143
Issue Date	2020-10-31
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17365
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

1 D 1 5

特許共著者ネットワーク分析による企業ノーベル賞受賞者とその組織分析

○海老沢晃（東京理科大学経営学研究科技術経営専攻，TDK株式会社），
若林秀樹（東京理科大学経営学研究科技術経営専攻）
aebisawa@jp.tdk.com

1. はじめに

技術M&AやCVCといった社外技術リソースの取り込みが盛んである。社内技術と社外技術とのシナジーによる成長が期待できる一方で、新技術導入による安堵感や開発テーマのカニバリゼーション、あるいは思考の均質化などにより社内R&Dの活力が低下し、企業成長に繋がらないケースもある。取り込まれる社外技術は多くの場合最先端であり、その組織の活力も一様に高い。従って、M&AやCVCの成功には買収側の社内R&Dにも相応の活力が求められる。

本稿では、活力あるR&D組織として企業ノーベル賞受賞者とその組織に着目した。企業における共通の発想表現手段である特許を題材とし、その共著者ネットワーク分析から組織活力の定量化を試み、R&D体制効率化の指標とする。

2. 先行研究

技術ノーベル賞受賞者の様な優れた実績を有する研究者を題材にした研究としては、Zuckerのオリジナル研究[1]を起源とする一連の“スターサイエンティスト研究”が良く知られている。スターサイエンティスト研究におけるスターの定義や分析対象、分析手段は様々であるが、安田の総説[2]の中で3つのカテゴリーに体系的にまとめられている。1つ目は論文掲載数や特許出願数などのスター自身の個人特性について、2つ目は組織との相互作用であり、組織の論文掲載数や特許出願数が優位に増加するなど、スターが組織に与えるシナジー効果について、3つ目は経済効果についてである。

スターのパフォーマンスを定量化する試みとしては、物理・生物分野の科学技術文献の共著者ネットワークにおける媒介中心性の時間推移に着目した藤田らの報告[3]が参考になる。藤田らは、研究者間の交流やアイデアの伝播を司るゲートキーパーこそがスターの本質であるとしてこの指標を用いている。媒介中心性が常に高い研究者をスター、上昇中の研究者を有望株とし、引用件数の高い論文数の指標であるh-indexとの比較から一定の相関性を導き出している。

このように、個々のスター研究者のパフォーマンスについては定量化が行われているが、組織としてのパフォーマンスを定量化し、比較検討した事例は少ない。

3. 手法

3.1. 概要

本稿では、特許共著者ネットワーク分析によるR&D組織の定量分析を試みた。特許の共同出願者は出願にあたって一定レベル以上の技術的議論を重ねていると考えられ、そのネットワーク分析からは個々人の思考の広がりや独立性を評価できると考えた。定番の中心性解析に加えて、クラスター係数を思考の蛸壺化指数として、平均経路長を発明者間の独立性を表す指標として考察することとした。

3.2. データセット

企業ノーベル賞受賞者である島津製作所の田中耕一氏、日亜化学の中村修二氏、旭化成の吉野彰氏とその組織を題材とし、自社（TDK株式会社）の開発組織との比較も行った。企業ノーベル賞受賞者を0次発明者として出願特許を検索し、0次発明者の直接の共著者を1次発明者とした。次いで、1次発明者の共著者を2次発明者とした。1次および2次発明者の選定の過程では、FIおよび直接の確認により該当テーマ以外の出願を排除した。3次発明者以降は該当テーマ以外の出願によるノイズが増加するため、0~2次発明者群をもって該当する開発組織と定義した。使用したデータは全て国内出願であり、特許検索には特許庁のJ-PlatPatを使用した。

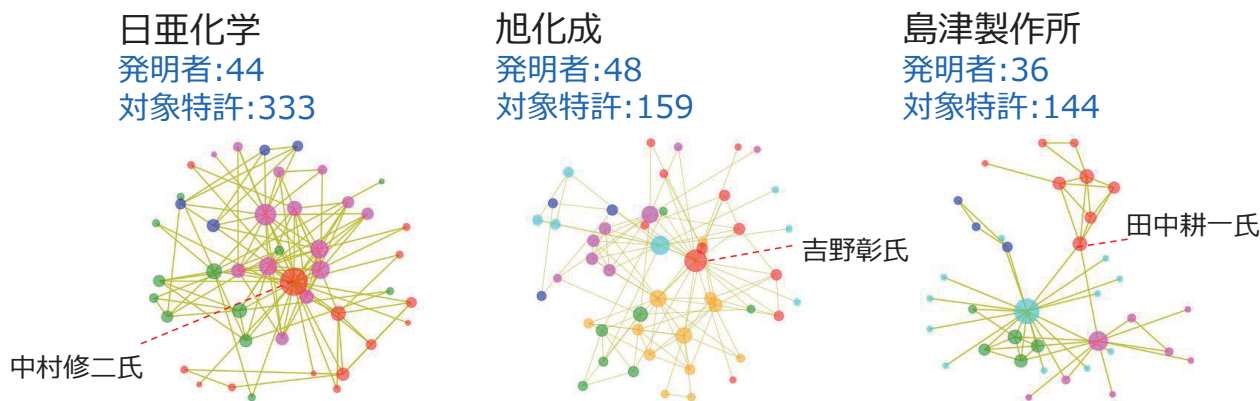
3.3. ネットワーク分析

ネットワーク分析にはNetworkXを使用した。特許と発明者の二部グラフから発明者のネットワークを抽出し、既存のモジュールを利用して各種中心性、クラスター係数、平均経路長を取得した。

4. 結果

4.1. ネットワーク外観

日亜化学の中村修二氏、旭化成の吉野彰氏のケースでは、其々ノーベル賞受賞者を中心にした組織構造が視認された。組織中で最も高い中心性を示し、かつ0~1次発明者群の中で最も低いクラスター係数を示した。島津製作所の田中耕一氏のケースでは、田中氏の所属組織と関連するより大きな組織と、より高い中心性を有する発明者の存在が確認できた。



図表1 企業ノーベル賞受賞組織のネットワーク 出所:海老沢 2020

4.2. 中心性と特許出願数の相関性解析

初めに中村修二氏と日亜化学開発組織のケースを用いて、組織の個々人の各種中心性とイノベーション指数である特許出願数との相関関係を比較した。次数中心 (=次数)、近接中心、媒介中心、PageRank との相関係数はそれぞれ、0.7436、0.6613、0.1605、0.6489 であり、次数との相関性が最も高かった。

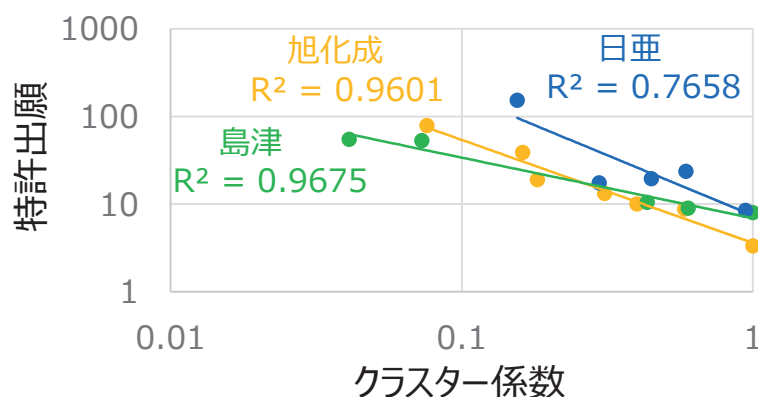
同様に田中耕一氏と島津製作所開発組織、吉野彰氏と旭化成開発組織のケースでも次数と特許出願数との関係を比較したが、以降では異常値の影響を低減するために対数ビンにてデータを取得・平均化した値を用いた。何れのケースでも高い正の相関性が確認でき、日亜化学、島津製作所、旭化成でそれぞれ、0.981、0.890、0.945 であった。予想されたことではあるが、次数中心とイノベーションの間の正の相関を改めて確認できた。なお、特許出願数は整数法にてカウントした。



図表2 次数と特許出願数との相関関係 出所:海老沢 2020

4.3. クラスター係数と特許出願数の相関性解析

続いて本題であるクラスター係数と特許出願数との相関関係を求めた。クラスター係数は、共著者ネットワークにおける対象者と共著者との間で形成する三角関係の割合を示しており、3人以上での出願を行うことで増加する。データは中心性解析の場合と同様に個々人のデータを対数ビンで取得・平均化した値を使用した。日亜化学、島津製作所、旭化成の何れのケースにおいても、明確な負の相関性を確認でき、クラスター係数をイノベーションに対する負の指数として評価できると考えた。

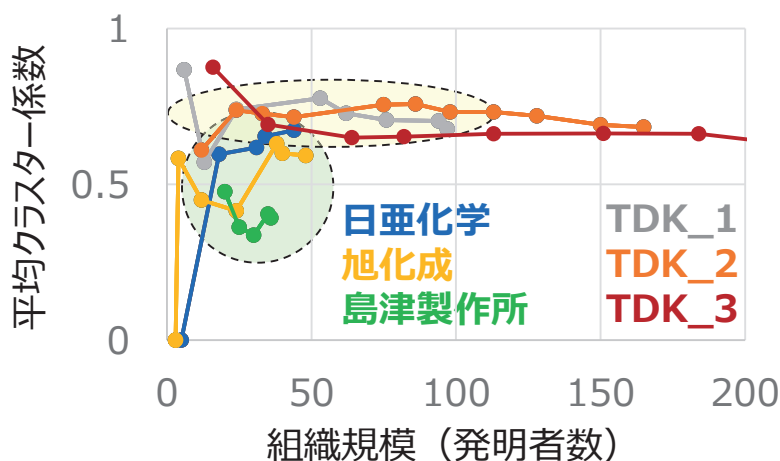


図表3 クラスター係数と特許出願数との相関関係 出所:海老沢 2020

4.4. 平均クラスター係数の組織間比較

クラスター係数が負の要素と成り得ることを受けて、組織全員の平均値である平均クラスター係数を用いて自社事例を含めた各組織間の比較を行った。発明者間の共著パターンは発明者の二乗に従って増加していくため、人数の異なる組織間の比較は正しい評価を与えない。そこで横軸を発明者数とすることで、同数の発明者数における比較を可能にする一方で、組織の経時変化を表すこととした。

図表4に企業ノーベル賞受賞組織と合わせて自社(TDK株式会社)事例の解析結果を示す。ここで、TDK_1は有機EL開発、TDK_2は電池開発、TDK_3は磁気ヘッド開発の事例をそれぞれ示している。発明者が少ない組織の創成期には数値が不安定であるが、40人を超えてくると何れの組織でも安定傾向がみられ、その後大きく変化することは無かった。ノーベル賞受賞企業組織は何れも発明者数が少ないが、40-50人程のレンジで比較した場合、自社事例に比較して平均クラスター係数が小さい傾向を示した。

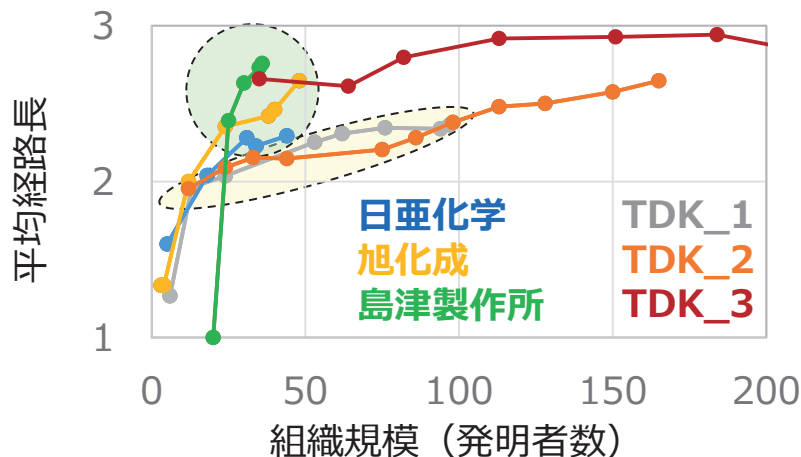


図表4 平均クラスター係数の組織間比較 出所:海老沢 2020

4.5. 平均経路長の組織間比較

クラスター係数の代わりに平均経路長を用いて組織間の比較を行った。平均経路長とは、ある発明者から別の発明者迄のリンクの数を組織内の全ての組み合わせで平均化した値であり、発明者同士の距離を表す指標である。平均経路長も組織規模の影響を受けるため、ここでも横軸を発明者数として比較を行った。

図表5に企業ノーベル賞受賞組織と自社(TDK株式会社)事例の比較結果を示す。同様に40-50人の領域で比較すると、ノーベル賞受賞組織および自社事例3は平均経路長が長く、自社事例1、2はより短い傾向となった。



図表 5 平均経路長の組織間比較 出所:海老沢 2020

5. 考察

5.1. クラスター係数

特許共著者情報をベースにした本稿では、クラスター係数の増加は3人以上の複数の発明者による出願が多いことを意味している。複数の発明者が集まることによりシナジーが増加するとの見方もできるが、一方では思考の均質化が進み、尖った発想が困難になるとの見方もできる。図表3の結果は後者の要素が強いことを反映していると考えた。

5.2. 組織間のクラスター係数比較

組織の平均クラスター係数は、シナジーや情報の共有などの正の要素と、蛸壺化による思考の均質化などの負の要素とのバランスに基づき、各組織に特有の固有値を示すと考えた。ノーベル賞受賞組織と自社事例間には有意差がみられ、ノーベル賞企業組織はクラスター係数が小さく、独創的で競争的な組織特性を持つと考察した。一方の自社事例はより共創的な組織特性を持つと考えた。

5.3. 組織間の平均経路長比較

平均経路長は組織における発明者間の思考の距離を表しており、短い場合にはシナジーが生じやすい一方で蛸壺化が生じ、長い場合には独創性や競争性は増すがシナジーは不足する。クラスター係数と類似した指標であり、同様に各組織特有の固有値を持つと考えた。本事例では自社事例3がノーベル賞受賞組織と類似値となり、自社事例1、2に対して発明者間距離が長く、独創的かつ競争的と推察する。

5.4. 課題

平均クラスターと平均経路長とは類似した指標と考えるが、分布は必ずしも一致しない。理由として平均経路長は組織構造の影響を受けやすいと考えている。例えばゲートキーパーが存在すれば、迂回を余儀なくされることで平均経路長は長くなる。一方の平均クラスター係数は個人特性の平均値であるため、組織構造の影響を受けにくい。どちらの指数による比較がより適切かは今後の課題である。

6. 終わりに

特許共著者ネットワーク分析により得られるクラスター係数および平均経路長は組織特有の数値を示し、組織比較のパラメーターと成り得ることを示すことができた。事例数が不十分であるため、企業内や企業間、産業間など様々なパターンでのデータ取得が必要である。

参考文献

- [1] L. Zucker, M. Darby and J. Armstrong, *Management Science*, 48(1), 138(2002)
- [2] 安田聡子, スター・サイエンティスト研究の潮流と現代的意味, *研究 技術 計画*, 34(2), 100(2019)
- [3] 藤田正典, 井ノ上寛人, 寺野隆雄, 研究者のコラボレーション関係を通じたスター・サイエンティスト研究の分析, *研究 技術 計画*, 34(2), 150(2019)