

Title	製薬産業における大学との協働構造：発明者レベルのネットワーク分析からのアプローチ
Author(s)	鈴木, 章浩
Citation	年次学術大会講演要旨集, 40: 204-208
Issue Date	2025-11-08
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	https://hdl.handle.net/10119/20286
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

製薬産業における大学との協働構造 —発明者レベルのネットワーク分析からのアプローチ—

○鈴木 章浩（常葉大学）
a-suzuki@hm.tokoha-u.ac.jp

1. はじめに

大学と企業の協働は、製薬産業における知識創出の重要な契機となってきた。とりわけ基礎研究と応用研究が交差する場面では、新薬開発に結びつく成果が多く報告されている。しかし、制度や契約が同様に整備されていても、共同研究が必ずしも成功するとは限らない。その成否には、人と人とのつながりが影響している可能性がある。研究者同士がどのように結びつき、知識をやり取りしているかによって、成果が左右されることが指摘されている。

本研究が注目するのは、大学と企業が共同で出願した特許である。特許は、新しい知識や技術が成果として具現化された一つの証拠であり、どの研究者が誰と協力して成果を生み出したのかを把握する手掛かりとなりうる。これらの特許データをもとに研究者間のつながりを可視化し、そのネットワーク構造を分析する。なかでも特に重要と考えられるのは、大学と企業のあいだをつなぐ「橋渡し役」の研究者である。彼らは、異なる組織や専門領域を行き来し、知識を翻訳し、つなぎ合わせる存在として機能する可能性がある。本報告では、製薬産業における産学共同研究の特許を対象とし、この境界連結がどのように作用しているのかを検討する。

2. 先行研究

大学と企業の協働は、新しい知を生み出す力を持つ一方で、実現は容易ではない。大学は新規性や論文発表を重視し、企業は市場投入や収益化を重視するため、目標や文化の違いが摩擦を生みやすいとされる（Bruneel et al., 2010; Sauermann and Stephan, 2012; Siegel et al., 2003）。そうしたなか、産学連携が成果を高めることは多くの研究で示されてきた。特に、製薬産業は高度に知識集約的であり、基礎科学の成果を迅速に応用へと結びつけることが求められる。そのため、企業にとって自社内の研究開発（R&D）だけでなく、外部知識の探索、とりわけ大学との連携を通じた研究テーマの発見、深耕が重要とされる。

この点、製薬産業における産学連携の有効性を裏付ける多くの実証研究が蓄積されている。まず Zucker and Darby (1995) は、大学のスター研究者と連携する企業ほど新技術の市場投入が迅速であり、新薬に結び付くと指摘した。続く Cockburn and Henderson (1998) は、産学共同研究が企業の知識吸収能力を高め、新薬開発の成功確率を向上させることを論じている。こうした知識吸収の効果をさらに実証的に示したのが Lim (2004) であり、製薬企業が大学との共同研究を通じて先端的な科学知識を吸収し、それを技術革新の推進力としていることを明らかにした。さらに、この知識移転のメカニズムを人材の側面から調べたのが Kim, Lee, and Marschke (2005) である。彼らは、大学研究の成果吸収が企業のイノベーションに直結し、とりわけ大学での研究経験や高度学位を持つ人材が知識移転の主要経路となることを示した。そして近年、Tian, Su, and Yang (2022) は、世界のバイオ医薬品企業を対象とする分析により、大学との共同研究が成果を押し上げることを確認し、とりわけ技術的多様性の高い企業においてその効果が顕著であることを明らかにしている。

大学と企業による共同出願特許を対象としたネットワーク分析では、Breschi, Lissoni, and Balconi (2004) が、大学所属の発明者が企業間の橋渡し役として機能している構造を確認した。Ozcan and Islam (2017) による分析では、大学が異なる企業間のナレッジ・ブローカーとして機能しており、その結果として高い技術的インパクトを持つ特許が生み出されていることが実証されている。また、Powell et al. (2005) は、バイオテクノロジー分野の特許データを用いた分析において、大学と共同で取得された特許が、企業単独で取得されたものよりも引用回数が多いことを明らかにしており、大学との協働が知識の質的価値と関連があるとされている。

特許ネットワークにおける構造的特徴と、その成果指標である特許の質や出願数との関係性もまた、重要な研究領域である。たとえば、Araújo et al. (2018) は、媒介中心性の高い発明者の存在が地域にお

ける特許出願のパフォーマンス向上に寄与する一方で、ネットワークの過度な密度が技術的ロックインを引き起こすと指摘した。Beaudry and Schiffauerova (2011) も同様に、媒介中心性の高い発明者が関与する特許は、他の特許と比較して質的に優れている傾向があると報告している。一方、Guan et al. (2015) は、都市や国家レベルにおけるネットワークに構造的空隙が多い場合、新規知識の組み合わせが促進され、結果として特許出願数が増加する傾向を見出している。こうした知見は、ネットワーク構造と知識創出との関係が必ずしも直線的ではなく、過度に閉じた構造や結合度の高いネットワークが、かえって革新性を阻害する可能性を示唆している。

以上の先行研究は一貫して、産学連携が企業の革新成果を高めることを示している。また、企業と大学の共同研究は、研究者間の個人的なネットワークが契機になることも指摘されている (Bodas et al., 2013; Crescenzi et al., 2016)。しかしながら、人材を介した知識移転の具体的なプロセスや、共同発明者ネットワークにおける構造的特徴については、なお十分に検討されていない。特に、発明者個人をノードとする R&D レベルでの詳細なネットワーク分析は限られているのが実情である。そこで本報告では、国内の製薬企業と国内大学の共同出願特許を対象に、共同発明者ネットワークの構造的特徴を明らかにするとともに、産学をつなぐポジションに位置する研究者に焦点を当て、その役割の一端を考察する。

3. 分析方法

本研究では、日本の製薬企業と大学による共同研究の実態と成果創出メカニズムを明らかにするため、特許データに基づくネットワーク分析を行った。分析は以下の三段階で構成される。

第一に、特許情報データベースから「公開日・公表日」が 1981 年 1 月から 2025 年 1 月までの特許のうち、国内製薬企業かつ国内大学が「出願人」に含まれるものを抽出した。表 1 に分析対象とした代表的な 5 社を例示した。第二に、同一特許に記載された「発明者」を協働関係にあると定義し、発明者個人をノード、共同発明関係をエッジとする発明者ネットワークを構築した。図 1 は本研究のフレームワークを示したものである。大学研究者と企業研究者が特許を通じて結びつくことでネットワークが形成され、その中には産学の境界を越えて複数の組織をつなぐ境界連結者が存在する。こうした人物は、産学間の知識移転や技術統合を担う潜在的なハブとして位置づけられる。第三に、NodeXL を用いてネットワークを可視化し、中心性指標に基づいて中核的研究者を特定した。具体的には、次数中心性によって多様な相手との共同研究の広がりや、媒介中心性によって異なるクラスターをつなぐ橋渡しの役割を、さらに近接中心性によってネットワーク全体からの情報アクセスの容易さを評価した。これらの観点を組み合わせることで、研究者の戦略的な位置づけを多面的に捉えることを試みた。また、中心性の高い研究者については、複数企業にまたがる関与状況や共同発明のパターンを整理した。

表 1 分析対象の製薬企業（一部）

	企業名
1	塩野義製薬
2	中外製薬
3	大塚製薬
4	第一三共
5	武田薬品工業

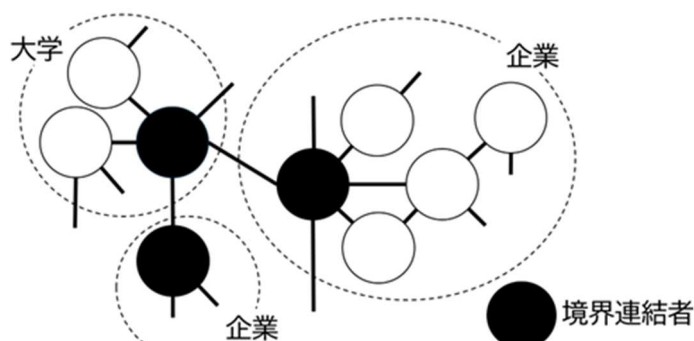


図1 発明者ネットワークと境界連結

4. 分析結果

製薬企業と大学の共同出願特許に基づいて構築した図2の共同発明者ネットワークの分析から、産学連携の特徴が明らかになった。ネットワークは1,551名の発明者と2,941本のエッジから成り、発明者一人あたりの平均次数（つながっている相手の人数）は約5.5と比較的限定的であった。すなわち、多くの研究者は少数の相手との協働にとどまっており、広範囲にわたる関係を持つわけではないことが示された。他方で、最大次数は50に達しており、一部の研究者が数十名規模の協働関係を形成していた。この分布は図3のように、右に長い裾を持つ非対称性を示し、協働関係が一部の中心的発明者に集中する「スケールフリー的な構造」が明らかになった（Barabási, Albert, and Jeong, 1999）。

同一ペアによる繰り返しの共同出願は700件超確認され、類似する研究テーマや技術分野に基づいて、安定的な協力関係が存在していることがうかがえる。ネットワーク全体の密度は低く、全体としては疎な構造を持つ一方で、局所的な強い結束（高いクラスタリング係数）と、ネットワーク全体にわたる情報伝達の効率性（短い平均経路長）を併せ持つ「スモールワールド型ネットワーク」の特徴を有していた。このような構造は、Watts and Strogatz (1998) によって理論化されており、同モデルでは、個々のノードが密に接続されたクラスターを形成しつつ、ごく一部のリンクをランダムに再配線することで、ネットワーク全体の平均距離が急激に短縮されることが示されている。

接続成分の分析では216の成分が存在しており、多数の孤立したサブネットワークが形成されていた。これは、共同研究が単発的・短期的なプロジェクト単位で行われやすい傾向を反映していると考えられる。実際、競合する製薬企業を含むネットワークでは全体的な一体性に限界があると推察できる。一方で、最大の連結成分は231名の発明者と1,580本のエッジを含み、ネットワーク全体の約15%を占めていた。この部分ネットワークは平均次数が高密度で、大学と企業の研究者が集中的に連携する中核的な協働構造を形成していた。ここでは研究資源や知識の共有が活発に行われ、産学連携の持続的な基盤として機能していることが示唆される。

媒介中心性の分析からは、平均値を大きく上回る極めて高い中心性を示す研究者が存在することが明らかとなった。媒介中心性は、ネットワーク内において異なる研究者群を結びつける中継点としての機能を示す指標であり、この値が高い研究者は知識や技術の越境的な流通を促進する橋渡し役を担う可能性がある。こうした媒介者の存在は、Burt (1992) が論じる構造的空隙を補完し、ネットワーク全体の平均経路長を短縮するとともに、産学連携の拡張を支える要因となりうる。実際に媒介中心性の高い発明者には、大学所属者と企業所属者が混在していた。大学研究者の場合、高い媒介中心性は複数企業との共同出願によって形成されており、ネットワークにおける越境的な立場を占めることを示している。一方、企業研究者の媒介中心性の高さは、主として自社内の異なる研究者群との協働や、大学との複数の共同研究におけるハブ的役割によって説明される。さらに、企業研究者が他社の研究者と直接的に協働する事例はごく少数であることから、その中心性は主に大学と自社内部を結ぶ媒介的役割に起因すると解釈できる。

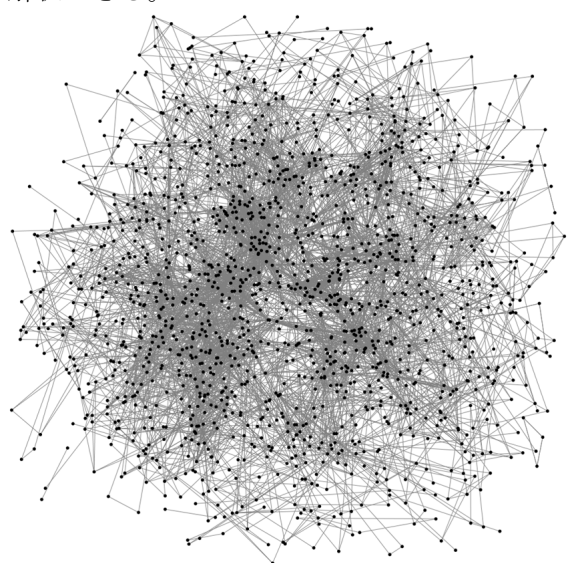


図2 産学の共同発明者ネットワーク
注) NodeXL で作成

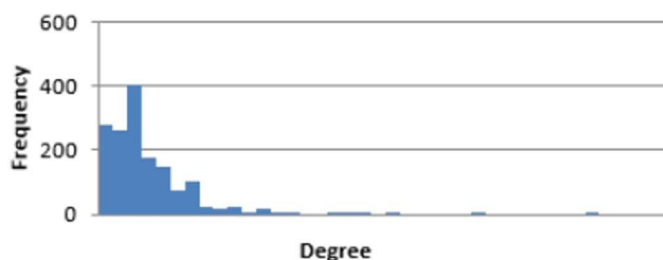


図3 次数の分布

媒介中心性が高い大学研究者の中には、基礎科学の知見を起点として複数の企業と連携し、自らの強みを多様な応用領域へと展開する事例が見られた。たとえば、免疫制御細胞の解明を専門とするある研究者は、複数の企業と共同でそれぞれ異なる特許を取得している。大学の研究知見を基盤として、企業が臨床試験や製造技術の開発を進めることで、従来の治療法では効果が十分に得られなかった患者層に対しても、新たな治療の可能性を開いた好例といえる。

さらに、NodeXLのクラスタリング機能を用いてコミュニティ検出を実施したところ、企業ごとに異なるネットワーク戦略が浮かび上がった。複数のクラスターに研究者を配置し、外部との連携を通じて技術探索を行う「オープン・イノベーション型」の特徴を示す企業がある一方で、限られたクラスターに研究者を配置し、研究資源を特定領域に集中させる「選択と集中型」の戦略を採用していた企業も確認できた。

以上の結果から、製薬産業における共同発明者ネットワークは、多数の孤立的な連携がありながらも、一部には中核的で高密度な協働構造が形成されていた。また境界連結を担う研究者が存在し、要素技術にアドバンテージがある大学研究者は、産業界との接点を広げていた。企業ごとに異なる戦略的関与のパターンが見られることも明らかとなった。

5. 議論

本研究の分析から、製薬産業における産学連携ネットワークは、一部の研究者や企業に協働関係が集中し、知識流通の中核を担う可能性のある構造が形成されていることが明らかになった。これは、研究成果の創出が特定の人材や組織に依拠する一方で、その存在がネットワーク全体の持続性や拡張性を左右し得ることを示唆している。中心的研究者の役割は単なる共同研究の参加にとどまらず、産学の境界を越えて連結する者として注目される。中でも、大学研究者が複数の企業を横断して関与している点は注目に値する。もっとも、彼らが実際に知識の媒介や再結合を広範に行っているかどうかは、今後の質的検証に委ねられるべき課題である。

また、ネットワーク内で確認されたクラスター構造は、産学それぞれの強みを結集しつつも、分断や孤立のリスクを内包している。企業によっては複数クラスターに関与し外部知識を広く取り込む戦略をとる一方、特定領域に集中する企業も存在していた。この差異は、外部知識の探索と内部資源の深耕という異なるR&D戦略を反映しており、ネットワーク構造そのものが企業のイノベーション志向を体現していると考えられる。

以上を踏まえると、産学連携の成果を高めるには、単純に連携件数を増やすのではなく、境界をつなぐ人材や組織をいかに支援するかが重要な政策的・実務的課題となる。今後は、こうした連結者の存在を評価に組み込み、個人の越境活動を後押しする制度設計を検討することで、産学連携の革新性を持続的に高めることができるだろう。

6. むすび

製薬産業における発明者ネットワークは、大学研究者と企業研究者の役割が交錯し、知識の媒介と再統合を通じて新たな知を生み出していることが示された。また、本研究は産学共同出願特許を個人レベルでネットワーク化した探索的な調査である点に独自性がある。こうしたアプローチは、これまで十分に明らかにされてこなかった研究者間の結びつきを可視化し、今後の展開を切り拓く基盤を提供するものである。とりわけ、境界連結者の同定とその役割の解明、チーム内における機能の把握、さらに企業の対外的な協働ネットワーク構造の解明は、製薬産業における知識共創メカニズムの理解を一層深めると同時に、産学連携を含むオープン・イノベーションの方向性に新たな指針を示す可能性を有している。

参考文献

- Araújo, I. F., Gonçalves, E., & Taveira, J. G. (2018). The role of patent co-inventorship networks in regional inventive performance. *International Regional Science Review*, 42(3-4), 235–280
- Barabási, A.-L., Albert, R., and Jeong, H. (1999). Mean-field theory for scale-free random networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 272(1–2), 173–187.
- Beaudry, C., and Schifffauerova, A. (2011). Impacts of collaboration and network indicators on patent quality: The case of Canadian nanotechnology innovation. *European Management Journal*, 29(5), 362–376.
- Bodas Freitas, I. M., Geuna, A., and Rossi, F. (2013). Finding the right partners: Institutional and personal modes of governance of university–industry interactions. *Research Policy*, 42(1), 50–62.
- Breschi, S., Lissoni, F., and Balconi, M. (2004). Networks of inventors and the role of academia: An exploration of Italian patent data. *Research Policy*, 33(1), 127–145.
- Bruneel, J., D’Este, P., and Salter, A. (2010). Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration. *Research Policy*, 39(7), 858–868.
- Burt, R. S. (1992). *Structural holes: The social structure of competition*. Harvard University Press.
- Cockburn, I. M., and Henderson, R. M. (1998). Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery. *Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157–182.
- Crescenzi, R., Nathan, M., and Rodríguez-Pose, A. (2016). Do inventors talk to strangers? On proximity and collaborative knowledge creation. *Research Policy*, 45(1), 177–194.
- Guan, J., Zhang, J., & Yan, Y. (2015). The impact of multilevel networks on innovation. *Research Policy*, 44(3), 545–559.
- Kim, J., Lee, S., and Marschke, G. (2005). The influence of university research on industrial innovation. *NBER Working Paper Series*, No. 11447. National Bureau of Economic Research.
- Lim, K. (2004). The relationship between research and innovation in the semiconductor and pharmaceutical industries (1981–1997). *Research Policy*, 33(2), 287–321
- Newman, M. E. J. (2000). The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 404–409.
- Ozcan, S., & Islam, N. (2017). Patent information retrieval: Approaching a method and analysing nanotechnology patent collaborations. *Scientometrics*, 111, 941–970
- Powell, W. W., White, D. R., Koput, K. W., and Owen-Smith, J. (2005). Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences. *American Journal of Sociology*, 110(4), 1132–1205.
- Sauermann, H., and Stephan, P. (2012). Conflicting logics? A multidimensional view of industrial and academic science. *Organization Science*, 24(3), 889–909.
- Siegel, D. S., Waldman, D., and Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32(1), 27–48.
- Tian, M., Su, Y., and Yang, Z. (2022). University–industry collaboration and firm innovation: an empirical study of the biopharmaceutical industry. *Technology Transfer*, 47, 1488–1505.
- Watts, D. J., and Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *Nature*, 393, 440–442.
- Zucker, L. G., and Darby, M. R. (1995). Virtuous circles of productivity: Star bioscientists and the institutional transformation of industry. *NBER Working Paper Series*, No. 5342. National Bureau of Economic Research.