R6-590

長期特許データによる技術の複雑さに基づいた都市の発展の分析

兵庫県立大学 大学院情報科学研究科
教授　井上　寛康

本調査研究は、特許を保有する主体と技術分野のつながりから知識生産能力の構造を評価し、都市・地域の発展との関係を明らかにすることを目的とした。申請時には、明治期以降の長期特許データ全体を分析する計画であった。しかし、戦前・明治期のデータでは、分類体系の変遷、書誌情報の欠損、発明者・権利者・住所の表記ゆれや名寄せが、指標の算出に用いるネットワークに影響することが確認された。研究期間内に全期間の一貫処理を完了できなかったため、1981 年度以降の登録特許データを中心に、複雑性指標の測定特性と地域の技術発展・経済成長との関係を検証した。

法人分析では、1981 年度から 2010 年度に出願された国内法人の登録特許を用いた。法人名の変更や表記ゆれを整理し、特許数上位 3%に相当する 1,936 法人、2,904,188 件を対象に、法人と技術分野の二部ネットワークを構築した。Hidalgo-Hausmann algorithm により技術分野の Technological Complexity Index（TCI）を算出し、同じ特許集合から求めた都道府県レベルの TCI と比較した。技術分類には Schmoch 35 分類と、より細かな IPC 124 分類を用いた。都道府県分析では、1981 年度から 2015 年度の登録特許約 390 万件を用い、47 都道府県と 35 技術分野のネットワークから Fitness-Complexity algorithm による知識洗練性（Fitness）を 5 年ごとに算出した。

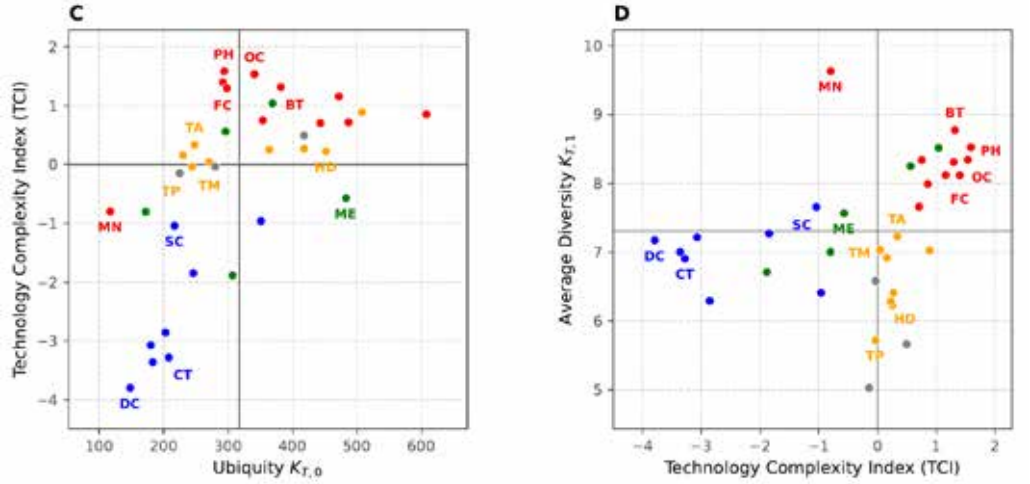


図 1　法人 TCI と遍在性（左）・平均多様性（右）の関係。PH：医薬品、OC：有機化学、FC：食品化学、BT：バイオテクノロジー。法人 TCI 論文（2026 年 9 月 15 日版）の図 1 から抜粋。

主な成果は三点である。第一に、医薬品、有機化学、食品化学、バイオテクノロジー等が高い TCI を示した（図 1）。TCI は、技術を担う法人の技術ポートフォリオの構成を反映する指標であり、希少性や技術的難易度を直接測るものではない。広く普及した技術でも、多様な技術を持つ法人が担えば高い TCI を取り得る。第二に、法人分析では分類を細分化した際の TCI の変化が小さかった。ただし、法人を 47 社に減らすと都道府県分析との差は小さくなり、安定性の主因は法人という単位自体ではなく、対象数の多さと確認された（図 2）。

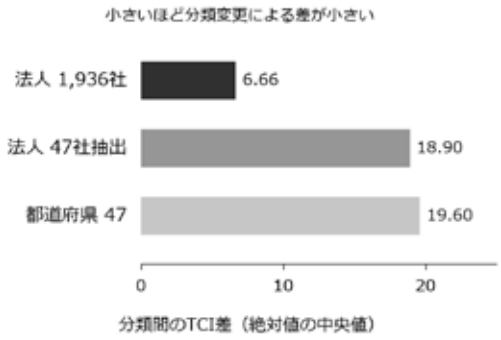


図 2　分類変更による TCI 差。47 社抽出は 100 回の再計算の中央値。法人 TCI 論文（2026 年 9 月 15 日版）の結果から作成。

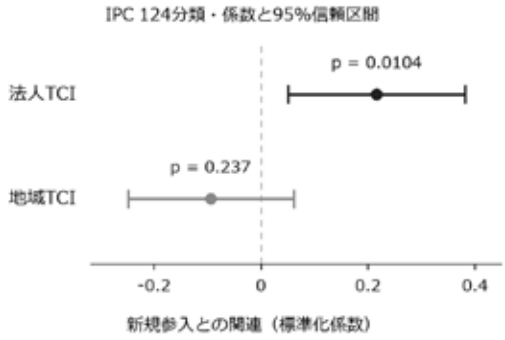


図 3　新規技術参入との関連。法人・地域 TCI を同時に含め、既存技術との関連度等を調整。法人 TCI 論文（2026 年 9 月 15 日版）から作成。

地域への応用では、県内法人だけで算出した TCI は小規模なネットワークで値が偏り、地域間の差も無作為な割当てによる差と区別できなかった。一方、全国の法人ネットワークから求めた TCI は、IPC 124 分類において、2011 年度から 2015 年度の都道府県の新規技術参入（顕示技術優位の獲得）と有意に関連した。過去の技術優位、既存技術との関連度、県固定効果を調整し、法人 TCI と地域 TCI を同時に含めても、法人 TCI のみが有意であった（図 3）。ただし、35 分類ではこの差は確認されず、判別精度の改善も小さいため、実用的な予測能力の確立を意味するものではない。

第三に、都道府県の Fitness は主要な工業集積地域で高い値を示した（図 4）。県と時期の両方の固定効果を考慮したパネル推定でのみ、Fitness と、その後 5 年間の県民 1 人あたり実質 GRP の年平均成長率との間に有意な正の関連が確認された（係数 0.0029、p＝0.007）。初期所得との交差項は負で有意であり、初期所得が低い地域ほど関連が強かった。図 5 は所得水準別の推移を補足的に示す。時変の交絡要因は残るため、因果関係の確定には追加検証を要する。

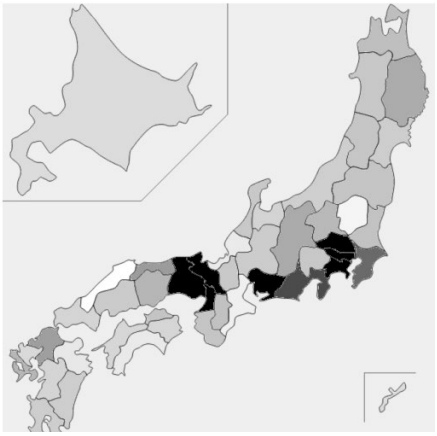


図 4　都道府県の知識洗練性。色が濃い地域ほど Fitness が高い。

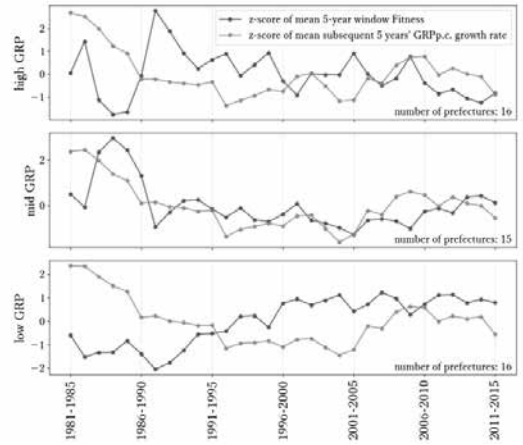


図 5　GRP 水準別にみた Fitness とその後の成長率の推移。

長期特許データについては、当初計画どおりに複雑性指標へ全面適用する段階には至らなかったが、関連する歴史的特許データの有効性は別研究として確認した。具体的には、1911 年から 1930 年の日本特許データを用い、1918 年インフルエンザ流行期における人的相互作用の低下が共同発明を要する技術分野の特許出願を有意に減少させたことを示した。図 6 に示すイベントスタディでは、パンデミック前には共同発明集約的技術とその他の技術で明確な差はみられない一方、流行期以降に共同発明集約的技術の特許出願が相対的に低下している。この研究では、共同発明比率の高い技術分野で流行期の特許出願が約 19%減少し、その主因が新規発明者の参入減少であることを確認した。これは、技術の発展が単独の発明者や企業だけでなく、人的相互作用・共同研究・地域内外の知識ネットワークに依存することを示し、本助成課題の理論的基盤を補強する成果である。

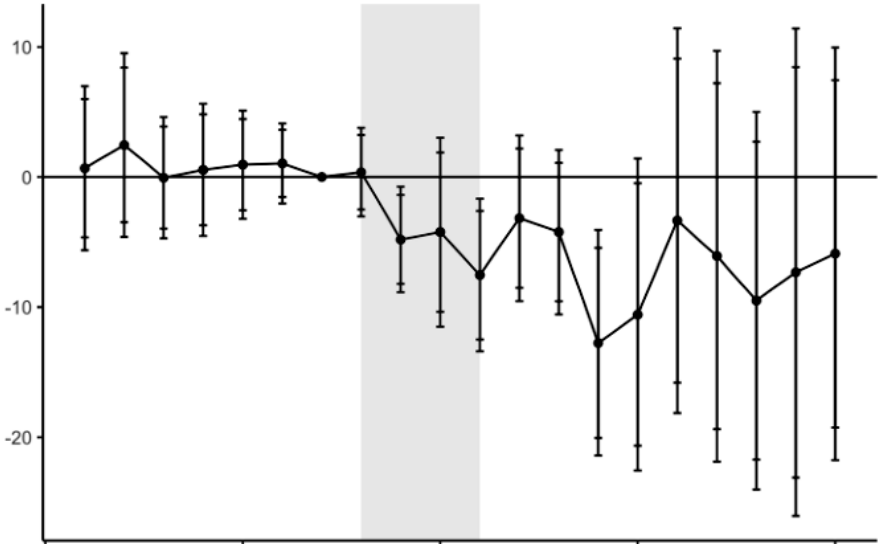


図 6　1918 年インフルエンザ流行期における共同発明集約的技術の特許出願の低下（イベントスタディ）。

成果公表と今後の展開

法人・技術分野の分析は “Measuring Technological Complexity Using Japanese Patents” として arXiv に公開し、追加検証と改稿を進めた。都道府県 Fitness と経済成長の分析も “Technological Fitness and Regional Economic Growth in Japanese Prefectures” として 2026 年 6 月に arXiv で公開した（arXiv:2606.07202v1）。主な成果公表を表 1 に示す。

表 1　主な成果公表

時期	会議・媒体	発表内容
2024 年 6 月	Econophysics Colloquium 2024	Complexity of Technologies in Japanese Corporations
2024 年 9 月	Conference on Complex Systems 2024 / FIT2024	法人特許データに基づく技術複雑性の分析
2025 年 9 月	電子情報通信学会ソサイエティ大会	Mapping Technological Complexity through Corporate Patent Analysis
2025 年 10 月	情報処理北海道シンポジウム 2025	特許データに基づく都道府県の知識洗練
2025 年 10 月・12 月	AROB / Complex Networks 2025	Technological Fitness and Regional Economic Growth
2026 年 6 月	arXiv（プレプリント）	Technological Fitness and Regional Economic Growth in Japanese Prefectures（2606.07202v1）

本助成により、特許件数だけでは捉えられない知識生産能力の構造を、法人・技術分野・都道府県のネットワークから評価する分析枠組みを実装した。法人分析では、多数の主体を用いることによる測定の安定性と、全国の法人ネットワークに基づく TCI が地域の新規技術参入について持つ情報を示した。同時に、県内法人に限定した TCI の地域間比較には限界があることも明らかにした。都道府県分析では、Fitness と将来の経済成長との関連を確認した。これらは、指標の適用条件と限界を踏まえて地域の技術基盤を評価するための実証的知見である。

今後は、明治期以降の長期データに対する名寄せ、住所情報の補正、技術分類の接続を継続し、複雑性指標を長期的な都市・地域発展の分析へ拡張する。また、別の時期や地域、引用数・生産性等の成果指標による検証を重ね、指標の有用性と一般性を確かめる。今回の全期間への一括適用は、資料欠損・分類接続・主体名寄せの精査を優先して見送ったが、本助成によって、再現性のある長期分析に向けた方法論と実証的基盤を整えた。