

概要

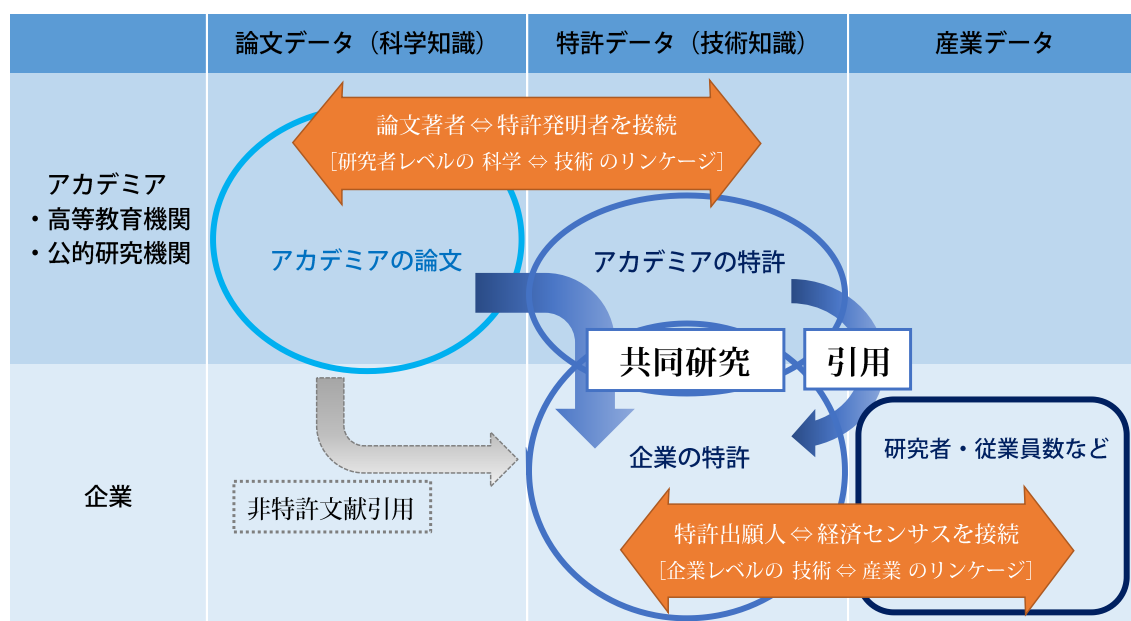
1. はじめに

産業のイノベーション・プロセスにおいて科学的知識の重要性が高まっている。ゲノム・サイエンスが医薬品産業の研究開発プロセスを大きく変化させ、また、LSI 製造プロセスの微細化にはナノ・スケールでの物質の物性に関する理解が不可欠となった。情報技術の進歩が社会経済に大きなインパクトを与えるようになったことや、ビッグデータ分析がビジネスやマネジメントについてのより深い理解に貢献するようになったことなども典型的な例として挙げられるだろう。

高等教育機関や公的研究機関などのアカデミアは財政制約が厳しい中でも大規模な公的資金に補助されている。こうした公的資金による研究開発の経済へのインパクトを理解することへの政策的関心が高まっており、この論文では産業のイノベーションにおけるアカデミアの貢献度を計測した。

アカデミアの多くの研究者は論文だけでなく特許も生み出しており、科学的知識だけでなく、産業上利用可能な技術的知識も保有している。大多数の特許は企業によって出願されているが、特許出願につながる研究開発の過程ではアカデミアで生産された知識が重要な役割を果たしていると考えられる。以下では、科学、技術、産業、及びアカデミアと企業間のリンケージを理解するための概念フレームワークを提示し、科学、技術、及び産業に関するデータベースを接続して試みた新しい計測手法について説明する（図1参照）。

図1 概念フレームワーク



2. データ

特許のサイエンス・リンケージ指標として、伝統的には非特許文献引用数（特許による学術論文の引用数）が用いられてきた。今回、我々が注目したのは、アカデミアの研究者がもつ科学的・技術的知識が、アカデミアと企業による共同研究（企業とアカデミアの共同出願特許）や、アカデミアの技術的知識が特許という形で公開されて企業の研究開発に活用される（企業特許がアカデミアの特許を引用）という経路で生じる知識フローであり、その規模を測る指標を作成するために、論文データベース（エルゼビア社の Scopus）、特許データベース、および経済センサスを活用した。

アカデミアの研究者の人的資本に体化されている科学と技術のリンケージを捉えるために論文データと特許データを研究者個人単位で接続して、アカデミアの研究者がもつ学術分野別の論文数や技術分野別の特許数を求めた。また、特許の出願人と経済センサスの企業情報を接続することで、特許の書誌情報と、企業の研究者数、従業員数や産業分類の情報を併せて利用することが可能となった。

このデータセットを用いて、アカデミアで生産された科学的知識が産業界でどの程度活用されているのかを表す指標（科学集約度）を、企業の従業員 100 人あたりに活用された知識ソースにまつわる学術論文数という単位で、知識フローの経路別（共同研究、アカデミア特許の引用、その両方）に算出した。また、同時に、知識フローの径路別に、各学術分野の論文のうちで産業界において活用された論文のシェアも算出した。我々は、データセットを 2000-2003 年（第 1 期）、2004-2007 年（第 2 期）、2008-2011 年（第 3 期）に分けて、同じ期のなかで生じた知識フローを今回の集計対象としている¹。

3. 科学と産業のリンケージ指標

図 2 には、科学集約度の第 1 期、第 2 期、第 3 期の推移を示した。第 1 期から第 2 期にかけては、共同研究、アカデミア特許引用を経路とする指標のどちらも値が大きく上昇している。これは大学法人化などで大学における特許出願が活発化したことが影響しているものと考えられる。しかしながら、第 2 期から第 3 期にかけては、科学集約度は全体で 3.6 から 3.0 に下落している。下落幅の約 2/3 はアカデミア特許引用の減少による。これは、第 2 期において、特許出願するだけの価値があると考えられる大学等の研究成果が集中的に特許化され、それに伴いアカデミア特許引用も一時的に大きく増加したが、第 3 期は大学におい

¹ NISTEP が購入した Scopus は 1996 年以降に刊行された論文情報を収録している。あまり過去にさかのぼった論文情報を利用することができないため、同じ期における知識フローに注目することとなった。

て特許化に向けた研究成果が短期的にはやや枯渇した可能性があると考えられる。共同研究の減少はリーマンショック後の不況のために企業が研究開発投資を抑えたことが影響している可能性があるだろう。

産業分野別の科学集約度（図 3）をみると、リーマンショックの影響もあり、情報通信機器（ICT Machinery）などでは第 3 期に大きく低下している。しかし、科学知識の重要性上昇のためか、化学分野のように第 1 期から第 3 期にかけて一貫して上昇している分野もある。今後、産業分野ごとの変化の要因も探っていく必要があるだろう。

図 4 には、アカデミアの学術論文のうちで共同研究やアカデミア特許引用を通して産業界で活用された学術論文のシェアの推移を示している。全体としては第 1 期から第 2 期にかけて大幅に上昇しており、やはり大学等の特許取得の影響で産業活用度が進んだといえるだろう。しかし、第 2 期から第 3 期にかけては 10%ほど低下している。これは上記の産業分野別の科学集約度の傾向とも整合的といえるだろう。この時期は、アカデミアの論文数はほぼ横這いであるが、特許出願数は低下している。第 2 期はそれまで大学に蓄積されてきた研究成果の特許化が進んだが、第 3 期はこの件数が少なくなった（特に大学の単独出願）。これは産業界が潜在的に引用可能なアカデミア特許数が減少したことを意味している。ただし、アカデミアと企業の共同出願特許は減っていない。

学術分野別にみると（図 5）、材料科学や化学工学などの分野では上昇傾向にある。コンピューター・サイエンス分野は、その学術成果のエレクトロニクス産業における活用が減少したためか、産業活用度が低下している。産業分野別の科学集約度と比較すると、分野による偏りは少ない。Social Science や Arts and Humanities などの、いわゆる文系に分類されている学問分野も貢献度を高めている。

図2 科学集約度の推移

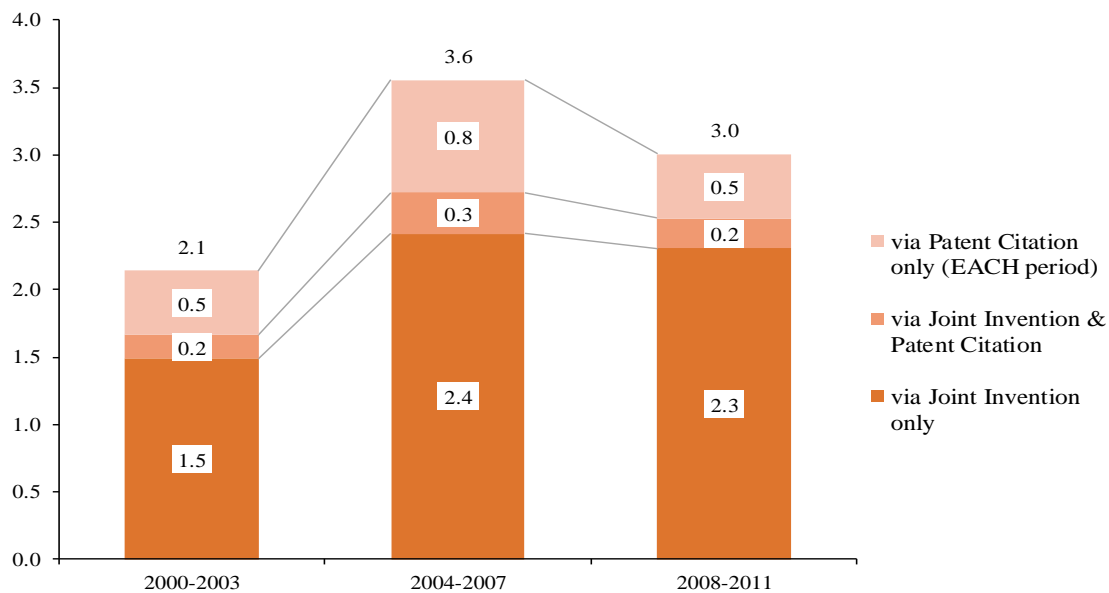


図3 産業分野別の科学集約度

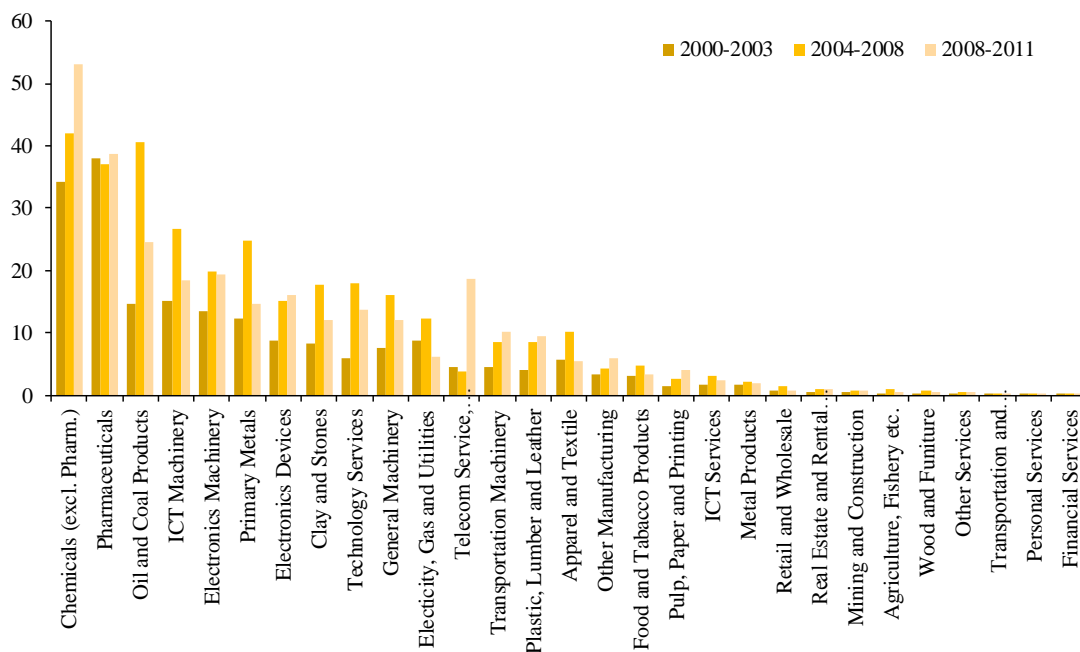


図4 産業界で活用された学術論文のシェアの推移

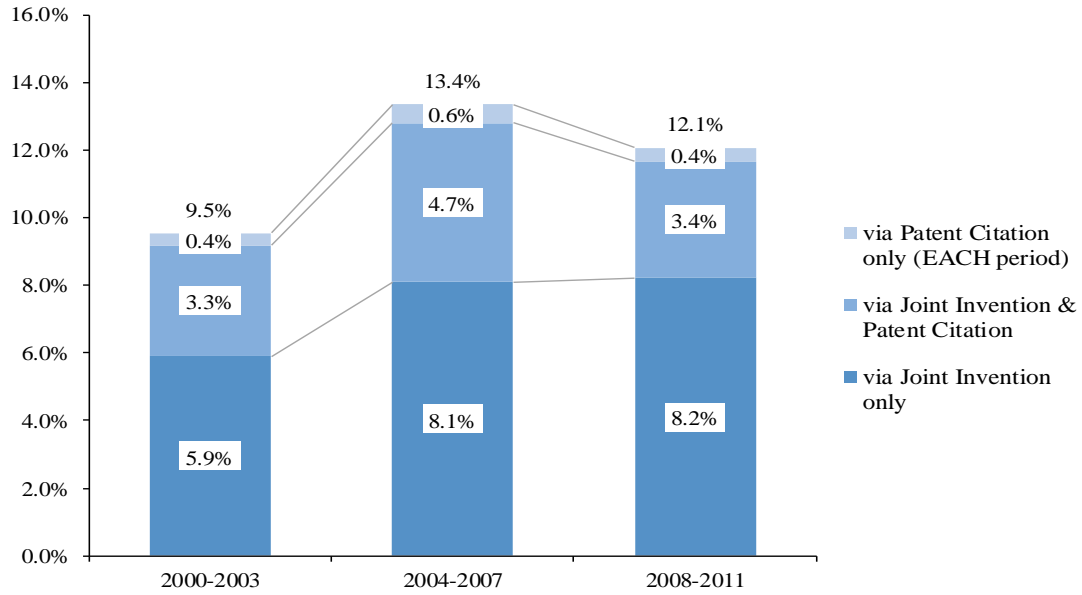
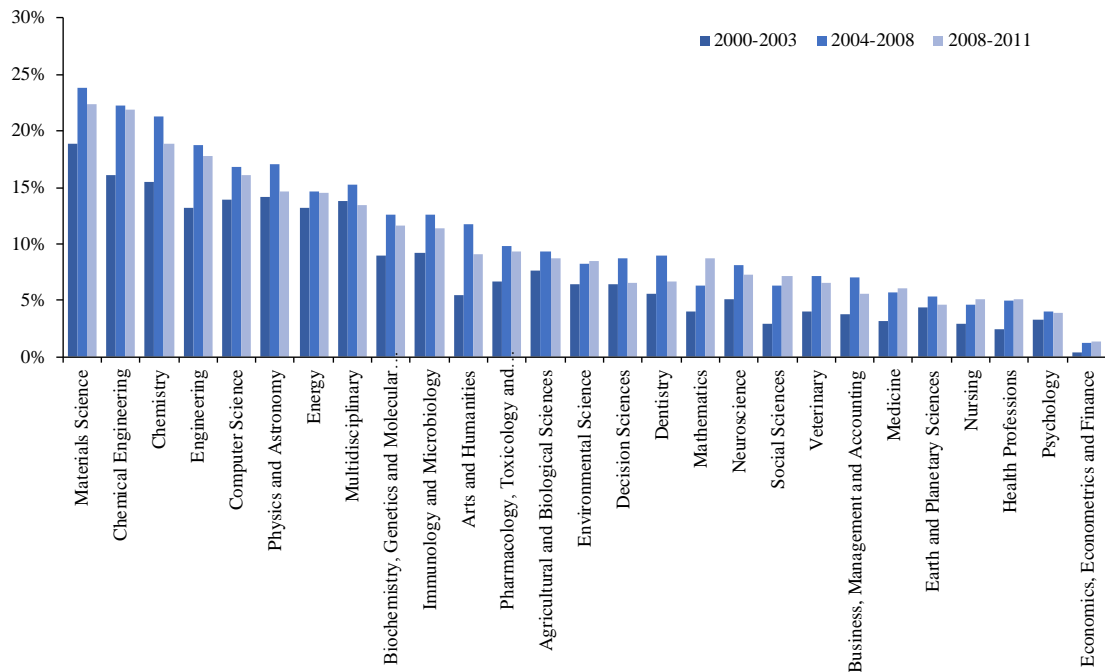


図5 学術分野別：産業界で活用された学術論文のシェア



4. 結果と含意

日本では 1990 年代後半から産学連携の促進を目指して、いわゆる TLO 法や日本版パイドール法などの制度を整備したことにより、アカデミアと企業の共同研究が盛んになった。また、2004 年には国立大学が法人化して大学が特許の出願人になることが可能になったため、国立大学からの特許出願が増加した。産業界における科学集約度の変化は、これらの制度変更の影響を反映している。アカデミアから企業への知識フローの経路とそれぞれの規模の変化を表していると考えられる。

2000 年代初頭と比較すると、総合的に見た科学集約度は多くの産業で上昇しつつある。経済全体でサイエンス化が進みつつあり、企業のイノベーションに科学的知識を活用することの重要性が増しているためと考えられる。

学術分野としては、材料科学、化学、化学工学、計算機科学、物理学、工学などがサイエンス化に大きな貢献をしているが、近年は数学をはじめ、幅広い学問分野の影響が強くなっており、学術研究の産業への外部効果が高まっているといえるだろう。

科学的知識が経済全体の産業イノベーションに大きく貢献するならば、高等教育機関や公的研究機関などのアカデミアへの公的支出は支持されるべきだろう。また、アカデミアと企業の直接的な相互交流はサイエンス・リンケージを高める重要な経路であるため、企業の大学内研究施設や大学発ベンチャー企業の支援などを含めて、アカデミアと企業の協力関係をさらに促進すべきだろう。

参考文献

- Li, GC., R. Lai, A. D'Amour, D.M. Doolin, Y. Sun, V.I. Torvik, A.Z. Yu, L. Fleming (2014) "Disambiguation and co-authorship networks of the US patent inventor database (1975–2010)," *Research Policy*, 43(6), 941-955.
- Motohashi, K. and S. Muramatsu (2012) "Examining the university industry collaboration policy in Japan: Patent analysis," *Technology in Society*, 34(2), 149-162.
- Narin F. and Noma E. (1985) "Is technology becoming science?" *Scientometrics*, 7, 368-381.
- Schmoch, U. (1997) "Indicators and relations between science and technology," *Scientometrics*, 38(1), 103-116.
- Tamada, S., Y. Naito, F. Kodama, K. Gemba, and J. Suzuki (2006) "Significant difference of dependence upon scientific knowledge among different technologies," *Scientometrics*, 68(2), 289-302.