

科学の技術革新に与える影響について

玉 田 俊 平 太

要 旨

大学などで行われている科学が、産業界における技術革新に影響を与えていることは科学者や経済学者の間では広く理解され、そのため科学に対して公的支援が行われてきた。しかし日本においては1990年代後半まで科学の技術革新に対する影響に関する詳しい研究はなされていなかった。本論文では、これまでの科学と技術革新に関する議論を振り返るとともに、キリンホールディングス傘下の各企業の研究所長等に対して行ったアンケート調査から、バイオ技術分野で特に強く見られる科学と技術革新の結びつきの理由に関して考察を行った。

I は じ め に

近年、大学発の技術革新が注目されている。たとえば、バイオ分野ではスタンフォード大学のコーエンとカリフォルニア大学のボイヤーによる遺伝子操作の研究がバイオテクノロジーの端緒となり、医薬産業、化学産業、食品産業などに幅広いインパクトを与えた（一橋大学イノベーション研究センター、2001）¹⁾。日本でも、1998年に大学等技術移転法が制定されるなどして、産学連携を推進しようと官民挙げての取り組みが行われているところである。

しかし、一口に産学連携と言っても、大学には様々な研究分野があり、また、企業も多様な分野の技術を活用して多彩な製品を作っている。産学連携はどのような分野で活発なのか、どこの大学で行われた研究成果がどの国の産業で活用されているのか、その研究成果を産み出すための資金はどの国から提供されたのか、産学連携は距離が近い方が活発なのか、などといった問いは、特に日本では1990年代後半まで十分に研究されていなかった。

本論文においては、まず、科学と技術革新に関する一連の研究についてサーベイを行う。サイエンス・リンケージとは、特許に引用されている学術論文を手がかりに、科学とイノベーションとの関係を分析するもので、特許一件あたり平均何本の論文が引用されているか、引用されている論文の著者はどこの国のどの研究機関に所属し、どこから資金援助を受けて研究したのかなどを調べる手法である。

続いて、筆者がキリンホールディングス傘下の各企業の研究所長等に対して行ったアンケート調査から、バイオ技術分野で特に強く見られる科学とイノベーションの結びつきの理由に関して考察を行った。

II 先行研究

ソローの研究によれば、技術変化が米国の戦後の経済成長の半分程度の役割を果たしていた (Solow, 1957)²⁾。また、マンズフィールドによれば、学術研究の貢献なしには新しい製品や製造方法 (産業イノベーション) の10%は、その登場が著しく遅れたであろうと推定される (Mansfield, 1991)³⁾。これらの研究を通じ、大学等における科学研究の成果が技術革新、ひいては長期的経済成長の要因として認識されてきた。科学研究に対する公的支援も、こうした認識を背景にして行われてきた。

近年、技術革新の指標として特許を分析の対象とし、特許中の科学の指標として引用論文等を計測した指標、すなわち「特許1件あたりの引用論文等数」が注目されてきている。この指標は「サイエンス・リンケージ」と呼ばれており、いくつかの留意点はあるものの、科学が産業界における技術革新に与えている影響を理解する指標として有効であると考えられている。

これまでサイエンス・リンケージに関する研究は、特許の第一ページに引用論文等が掲載されているためデータが整備されているという理由から、米国特許庁に出願された特許 (米国特許) や欧州特許庁に出願された特許 (欧州特許) を対象としてその多くが行われてきた⁴⁾。

日本という米国や欧州に比肩する国内総生産を持つ地域における技術革新のメカニズムを研究するためには日本国特許庁に対して出願された特許を分析することが必要不可欠と考えられるにもかかわらず、1990年代後半まで日本特許におけるサイエンス・リンケージは、研究用のデータが不備であったためにほとんど研究されてこなかった。

米国特許を対象とした先行研究においては、米国特許法で義務づけられている、特許の第一ページに掲載された、その特許に関連する先行特許や学術論文等を手がかりに研究が行われている。しかし、日本の特許制度においては、2002 (平成14年) 法改正までは、先行技術文献情報を開示する義務がなかったため、特許の第一ページを見ても関連する先行特許や論文等が網羅されていなかった。

そのため、筆者らが行った研究においては、特許庁が発行している特許公報 CD-ROM を基に独自のデータベースを構築し、技術分野ごとにサンプルされた特許全文から引用されている論文等を目視で一件ずつ抽出するという、大変手間のかかる方法で調査を行って

いる。

この特許全文に引用されている論文等の抽出という方法には、手間はかかるけれどもノイズが少ないというメリットがある。特許の本文は出願人によって記載され、誤字等の場合を除き審査官によって修正されることはない。つまり、特許本文中には、当該技術を考案した者が、その時点で知っていた他の特許や論文等の既存の知識が、純粋に表現されていると考えられるのである。さらに、もし出願人が特許と関連する文献を引用していなかった場合、審査官によって第一ページに追加されるため、それによって出願人による先行文献の隠蔽を補うこともできるのである。

本研究の基礎となった日本特許データベース (TamadaDatabase) の構築方法について以下に述べる。特許公報には、特許が出願されてから18ヶ月後に原則としてその全てが掲載される「特許公開公報」と、出願された申請が審査され、特許性があるものとして特許権の設定登録があった場合に掲載される「特許公報」がある。TamadaDatabase においては、両方の公報のうち、CD-ROM 化されているものについて MySQL で検索できるようにデータベース化を行った⁵⁾。

玉田ほか (2004a)⁶⁾ では、これまでほとんど研究されていなかった日本特許について、そもそも引用論文等があるのかどうか、引用文献があった場合に第一ページにあるのかそれとも本文中にあるのかについて、バイオテクノロジー分野の特許と、それ以外の分野の特許から得られたサンプルを対象として調査を行っている。

その結果、日本においては、バイオ分野のサンプル特許の全引用文献のうち4.2%しか第一ページ中に記述されていないことが明らかとなった。したがって、日本において米国同様のサイエンス・リンケージ分析を行おうとする場合、第一ページの分析だけでは不十分で、特許全文の分析が必要不可欠であることが明らかとなった。

次に、バイオ技術分野から300、それ以外の全技術分野から300サンプリングした特許がそれぞれ何件の特許と論文等を引用しているかを調査したところ、論文等の引用件数がバイオ技術分野の特許では4454件と、それ以外の全技術分野の特許の引用件数211件の21倍にも達していた。

本研究における調査の結果、まず、日本特許にも論文や他の特許に対する引用が存在するという事実が確認された。同時に、日本特許においては、第一ページに記載されている「参考文献」(引用文献が記載される任意項目)を調査するだけでは引用文献の分析として十分ではないこともわかった。さらに、可能な範囲でサイエンス・リンケージの日米比較を試みたところ、主としてヒトゲノム技術からなる「バイオ技術分野」の特許のサイエンス・リンケージが、他の技術分野と比較して明らかに多く、この傾向は日米で共通であることも明らかとなった。

玉田ほか (2004b)⁷⁾ では、比較する技術分野をさらに広げ、第二次科学技術基本計画において重点分野とされた、バイオテクノロジー、ナノテクノロジー、情報技術 (IT)、環境関連技術の4つの技術分野に属する特許群を特許データベースより抽出した。さらに、それら分野ごとの特許集合からランダムサンプリングにより300件ずつのサンプルを抽出し、また、分野を無作為とした300サンプルとも比較を行い、日本特許の他の特許及び論文等に対する引用の傾向について、特許全文を対象に、目視により分析を行った。その結果、主要4技術分野特許における論文等の引用件数 (サイエンス・リンケージ) が、技術分野毎に大きく異なっていることが明らかとなった。具体的には、同じ300件の特許サンプル中における引用件数の合計について、多い方からバイオ、ナノテク、IT、環境の順であることが明らかとなった。

サイエンス・リンケージが最も多くなったのはバイオテクノロジー分野であり、特許300件に合計で3439本もの論文等が引用されており、特許1件当たり平均で11.46本と、無作為抽出の平均値0.6本の約19倍の多さを示した。最も多く論文等を引用していた特許は、1件の特許に111本の論文を引用していた。サンプルに引用されている論文等の数の中央値は6本であり、標準偏差は14.6であった。

次いで、ナノテクノロジー分野においては、特許300件当たり、合計で597本の論文等が引用されており、特許1件当たり平均で1.99本と、無作為抽出の平均値 (0.6本) に比べて約3倍の多さを示した。最も多く論文等を引用していた特許は、1件の特許に73本の論文を引用していた。標準偏差は5.8であった。

これに対し、IT分野 (合計95本、最大値8本、特許1件当たり平均0.32本、標準偏差0.92)、及び、環境保全関連技術分野 (合計77本、最大値9本、特許1件当たり平均0.26本、標準偏差1.1) は、無作為抽出の平均 (0.6本) よりも特許1件当たりの平均サイエンス・リンケージが低い傾向が認められた。

次いで、特許権者の住所の国別の分布を調査したところ、技術分野によって外国からの出願比率が異なることが明らかとなった。特に、バイオ分野では、外国からの出願が半数を占めていた。そこで、特許権者の国籍と技術分野とのクロス分析を行ったところ、特許権者の住所がどこの国であっても、バイオ分野のサイエンス・リンケージが他の分野と比較して圧倒的に高く、続いてナノテク分野のサイエンス・リンケージが高くなっており、IT分野、環境分野がそれに続いていた。すなわち、観測されたサイエンス・リンケージの技術分野間での違いは、その技術がどこで発明されたかにかかわらず、バイオ分野で高く、次いでナノテク分野が高いという傾向が見いだされ、その違いは技術の持つ本質的な特性によるものであることが明らかとなった。この傾向は特許当たりの請求項の数によってコントロールした後でも変わらなかった。すなわち、サイエンス・リンケージは、他の

要素をコントロールしても、技術分野が異なると大きく異なっており、技術分野ごとのイノベーション・システムによって異なるものであることが実証されたと考えられる。これは、技術分野によって特許となる技術革新が科学から受ける影響に違いがあることを示唆するものであり、今後の科学技術政策立案に際し、技術分野ごとの特性を踏まえた科学技術政策のあり方などを議論する定量的かつ実証的な基礎資料を与えうるものと考えられる。

玉田ほか(2006a)⁸⁾においては、これまでの人手によるサンプル調査の限界を打破するため、サイエンス・リンケージ抽出の自動化を試みた。技術変化に科学の成果である論文等が与えている影響を網羅的に明らかとするためには、重点分野以外の特許も含め、互いに排他的な技術分類を用いて、いわば技術を一次元の数直線上に並べて分類し、そのサイエンス・リンケージを計測する必要がある。そのために、人手による引用文献抽出を「教師」とし、引用文献の抽出を自動化するためのプログラムを作成した。

その結果、かなり高い再現率および精度(ともに約98%)を持つプログラムを作成することに成功した。これにより、引用特許及び論文等の自動抽出が可能であることが示されたとともに、細かく、かつ排他的な特許技術分類レベルで、網羅的にサイエンス・リンケージを調査することが可能となった。

1995年から1999年に特許公報に掲載された約88万件の特許を対象に、約600分類の技術分野毎にサイエンス・リンケージを調査した結果、日本特許において最もサイエンス・リンケージが多い分野は「C12N 微生物又は酵素」、次いで「C07K 有機化学, ペプチド」であった。以下、サイエンス・リンケージの多い技術分野はセクションCの化学に属する分野が多かったが、なかにはセクションG「物理学」に属する「G03C 写真用感光材料, 写真法(例:映画, エックス線写真法, 多色写真法, 立体写真法), 写真の補助処理法」が5位に、「G09C 秘密の必要性を含む暗号または他の目的のための暗号化または暗号解読装置」が11位に、「G06E 光学的計算装置」が18位に、「G10L 音声の分析または合成, 音声認識」が19位にランクされるケースも見受けられた。

これは、ミッチェルらによる欧州特許におけるサイエンス・リンケージの傾向とも一致する(Michel et al., 2001)⁹⁾。自動抽出されたサイエンス・リンケージの多い分野を国際特許分類別にランキングすると、トップ3は欧州と共通で、ベスト10の中に欧州ベスト10に入っている技術分野のうち6つがランクインした。日本特許庁と欧州特許庁という異なる特許庁に異なる時期に出願された特許の技術分類別のサイエンス・リンケージの調査結果が良く似通っていたという事実は、技術の科学とのリンケージの違いが技術分類毎の本質的なイノベーション・メカニズムの違いによることを示していると考えられる。

特許のサイエンス・リンケージが技術分野によって大きく異なっているというこれまでの研究は、それ自体新たな発見であると言えるが、同時に、なぜ技術分野によってサイエ

ンス・リンケージがかくも異なっているのか、という新たな問いを我々の前に投げかける。この問いに対する答えを模索するために、玉田ほか（2006b）¹⁰⁾ においては、1995-1999年に審査され、特許性ありとして特許公報に掲載された、バイオ、ナノテク、IT、環境の技術分類に属する特許300件ずつによって引用されている論文等を、東京大学において subscribe している科学文献データベース ScienceDirect や東京大学図書館の蔵書をもとに、可能な限り収集した。その数は4000件以上に及んだ。そして、収集した論文等の著者の、住所から推定した国籍、著者の所属機関の属性を調査した。さらに、引用されている論文等の謝辞から、当該論文等を助成している機関の属性及び国籍を調査し、それらの関係について分析を行った。

バイオ分野においては、特許権者の国籍が日本であるか米国であるか欧州等であるかに関わらず、米国の論文等が引用されている比率が高かった。距離の壁や言語の壁を考えると、自国の特許には自国の論文等の引用が多くなるはずだが、バイオ技術分野特許の場合には、こうした壁を越えて米国の科学論文等が引用されていたことになる。これはすなわち、距離や国境や言語の壁を越えるほど、米国がバイオ技術分野において活発に高い水準の科学論文等を発信しており、自国の特許だけでなく、日本や欧州等の特許に対しても強い影響を与えているためであると考えられる。

ナノテクノロジー分野においても、日本から出願された特許に引用されている論文等の43%が米国に所在する研究機関で研究が行われたものであるなど、ある程度米国の科学の影響が見られる。しかし、バイオテクノロジー分野ほどその影響は強くなく、欧州等から出願された特許においては欧州等に於いて研究された論文等の引用が一番多く引用全体の49%を占め、次いで米国の論文等の引用が41%を占めるなど、自国・地域の論文等の引用と、米国の論文等の引用が拮抗しているように見受けられる。つまり、ナノテク分野においては、自らが属する地域の論文等と、米国の論文等が、同じぐらいの強さで各地域の特許に影響を与えていると考えられる。

IT分野においては、それぞれの国や地域の特許が自国エリアからの論文等を引用する傾向が強く見られた。加えて、米国特許に日本の論文等が米国の論文等と同数引用されていることが注目された。これは、IT分野で日本の科学が、米国において一定の評価を受けていることを示唆すると考えられる。

環境技術分野も、それぞれの国や地域の特許が自国エリアからの論文等を引用する傾向が強かった。加えて、欧州特許に日本の論文等が自国の論文等に次いで引用されていることが注目された。これは、環境技術分野での日本の科学の水準が、欧州で一定の評価を受けていることを示唆すると考えられる。

サイエンス・リンケージが際立って多いバイオテクノロジー分野では、①世界のどの地

域から出願された特許においても引用されている論文等には米国のものが多数を占めること、②その機関は大学や公的機関が占める割合が高いこと、さらに、③論文の謝辞に記載されている助成機関のほとんどは米国にあること、の3点である。この結果から考えられるのは以下のようなイノベーションのメカニズムである。①NIHだけで3兆円とも言われる豊富な基礎研究資金が米国のバイオテクノロジー分野の大学や公的研究機関に流れ込み、活発に研究が行われて論文が産み出される。②その研究成果が産学連携や大学発ベンチャーなどを通じて米国のバイオ産業の競争力を強化する。③同時に、生み出された知識が論文や学会発表などの形で日本や欧州にもスピルオーバーする、という流れである。

玉田、井上(2007)¹¹⁾においてはやや視点を変えて、技術革新における距離の重要性について検討を行っている。ある課題を解決するための技術が複数人の協力によって発明されるプロセスにおいては、発明者の間で密接なコミュニケーションが必要であると考えられるが、近年の情報通信技術の進歩により遠隔地間のコミュニケーションは容易になった。それでは、発明のような密度の高いコミュニケーションが求められると考えられる行為は、どのくらい遠隔地に住む発明者間で行われているのであろうか。本研究においては、バイオ分野特許を対象とし、その7割を占める共同発明の発明者の住所から発明者間の距離を推計し、論文の伝達距離との比較を行った。その結果、共同発明者間距離の中央値は31.7 kmであり、論文伝達距離の中央値4,300 kmよりはるかに短かった。この事実は、グローバル化が進んだ現在においても、特定の国や地域の近距離に頭脳が集積していることがその国や地域の産業競争力強化のために重要であることを示唆するものである。

玉田ほか(2009)¹²⁾においては、産学連携によって生み出される特許の質について調査検討を行っている。技術変化の速度が速くなり、加えて、多くの技術が複雑性を増してきているため、潜在的に関連のある技術分野の全てにおいて自社内で専門性を維持することができる企業は現在ではほとんどなくなってきている(ティッドほか、2004)¹³⁾。企業は、他所で発明された技術を「ウチの発明じゃない(Not Invented Here)」などと言って拒否しては、厳しい企業間競争に勝ち残ることは不可能になってきている。他の組織と連携したオープンイノベーションが着目されているのは、こうした理由によるものである。特に、大学をはじめとする外部の技術源が、現在出現しつつあるか、もしくは急激に発展しつつある科学の分野に対する窓の提供という重要な役割を果たしているという点が、より高く評価されている。(ティッドほか、2004)。そこで、大学と民間企業との連携、すなわち産学連携が、イノベーションの創出手法の一つとして注目を集めている。

一方で、産学連携にはコストがかかる。どの大学のどの先生がどんな研究を行っているのか、その水準は業界や自らが保有している技術水準を上回っているのか、といった情報を収集するコストや、教員や大学の窓口と知財や資金や研究の期限などに関する取り決め

を結ぶコスト、組織の壁を越えて研究を共同で行うコストなどの様々なコストである。

これらのコストを払って生み出された産学連携特許は、企業単独で出願された特許や企業同士が共同で出願した特許と比べて質が高いものになっていると考えられるが、実際の所どうなのであろうか。

また、1998年に大学等技術移転促進法が施行され、大学の発明を取り巻く環境に大きな変化があったが、その前後で大学の発明の数や質に変化があったのであろうか。

こうした問いを明らかにするため、本研究では、独自に構築した日本特許公報データベース (TamadaDatabase) から、企業が単独で出願した特許 (企業単独特許)、複数の企業が共同で出願した特許 (企業共同特許)、大学と企業が共同で出願した特許 (産学連携特許)、および、大学が単独で出願した特許 (大学単独特許) を抽出した。

そして、これらの特許に対して、谷川および新森による特許価値評価ソフトウェア Patent Value Analyst (谷川 2007) を用いて、価値評価指標を算出した。そうして求めた産学連携特許の価値評価指標を、企業間連携特許や企業単独特許および大学単独特許の価値評価指標と比較し、そこから得られる示唆について議論している。

その結果、企業が単独で出願した特許の質を表す指標の一つである発明本質抽出度は66.7であったのに対し、組織の壁を越えて企業同士が協力し、その成果を共同で出願した特許の発明本質抽出度は70.6で、統計的に有意に差があった。さらに、企業と大学という異なった組織が協力し合い、共同で出願した特許の発明本質抽出度は74.6で、企業同士が協力して出願した特許の発明本質抽出度70.6よりも、統計的に有意に大きい値であった。

すなわち、企業が大学という異なった性質の組織と連携して研究開発を行うことによって、企業単独や企業同士が連携して研究開発を行った場合より、広い権利範囲の特許を取得できていることが明らかとなった。企業にとっては、異なる種類の別組織である大学と連携するというコストを払っても、産学連携によるベネフィットの方が大きいことが明らかになったと言えるだろう。

ちなみに、大学が単独で出願した特許の発明本質抽出度は74.3と高く、産学連携特許とほぼ同水準であった。これはやはり、大学の研究が持つ基礎的性質が、権利範囲の広い特許の取得につながっていると推察される。

また、大学単独特許の登録件数は、1998年の大学等技術移転促進法の成立を境に急増していた。さらに、2003年からの「大学知的財産本部整備事業」の実施により、全国の国公私立大学の内、約100機関以上の大学で知的財産の管理・活用体制が整備されたことを契機としてさらなる増加を見せている。

大学単独特許の質を表す発明本質抽出度も、1998年の大学等技術移転促進法の成立と同時期に上昇が見られた。これは、それ以前は特許を受ける権利が教官に属する場合が多く、

特許明細書をいわば特許の素人である教官個人が書く場合が多かったのに対し、1998年以降は特許を受ける権利を技術移転機関（TLO）が譲り受けて特許を出願する場合が増え、特許のプロである弁理士が明細書を書くことが増加したため、特許の質が向上したものと考えられる。

本研究では、イノベーションの促進に産学連携が果たす役割について、産学連携特許の質を計るアプローチによって接近を試みている。企業にとっては、産学連携によって質の高い特許を得ることができる可能性が高いことから、大学と連携することはコストよりもベネフィットの方が大きいと言えるのではないだろうか。

Ⅲ 調査方法

2009年11月17日に開催されたキリンホールディングス(株)グループ研究所長会において、事前に電子メールにて配布したアンケートを記入・プリントアウトして提出していただいた。調査票はVI付録参照のこと。概要は以下の通りである。

1. 個人データ（任意記載）

①氏名，②勤務先，③電子メールアドレス，④電話番号からなる。

2. 特許出願経験の有無

3. バイオ技術分野でサイエンス・リンケージが高い理由。以下のうちから当てはまるもの全てを選択。

①バイオ技術分野では新しい物質の発見が論文や学会発表の形でなされることが多いため。

②バイオ技術分野では新しい検査方法や測定方法，試薬などの発表が論文や学会発表の形でなされることが多いため。

③バイオ技術分野では新しい塩基配列の発見が論文や学会発表などの形でなされることが多いため。

④その他（自由記述）

Ⅳ 結果

キリンホールディングス傘下の研究所長ら19名のうち特許出願経験のあるものは16名であった。その16名のアンケート調査に対する回答においては、バイオ技術分野で特許に引用されている論文や学会発表が多い理由として、選択肢①の「バイオ技術分野では新しい物質の発見が論文や学会発表の形でなされることが多いため」を16人中11人（約69%）が

選択した。選択肢②の「バイオ技術分野では新しい検査方法、試薬などの発表が論文や学会発表の形でなされることが多いため。」は16人中10人（約63%）が選択した。選択肢③の「バイオ技術分野では新しい塩基配列の発見が論文や学会発表の形でなされることが多いため。」は16人中7人（約44%）が選択した。

バイオ分野では新しい物質や検査方法、試薬、塩基配列などの情報が論文や学会発表の形で提供されることが多いため、特許への論文や学会発表の引用が多くなると、多数の研究所長が考えていることが明らかとなった。

自由記述欄においても、「バイオ技術分野での研究では、研究成果を権威ある雑誌に論文として記載することにより業界で認知される。製薬企業に技術を売り込もうと考える大学やベンチャー企業では、研究成果の論文文化が特に重要となる。彼らは、特許出願後できるだけ早くに学会、論文発表する傾向にある。」との指摘があった。バイオ技術分野においては、知識のコミュニケーションの場が特許公報よりも学術雑誌や学会発表を中心としてなされており、そのために他の技術分野よりも論文や学会発表の引用が多くなっている可能性を示唆するものである。

別の研究所長は「バイオ分野は、かつて大学等、学問領域での研究開発が中心であったため、どうしても速報性と信用性から、特許明細書より学術論文が優先されたこと、加えて知財権への意識が低かったことも影響しているのではないかと」と、バイオ分野での論文重視の傾向を指摘している。これと関連して、別の研究所長は「【従来の技術】と【発明の実施の形態】のところで引用が多くなる。【従来の技術】では、先行知見としてファミリー遺伝子や既存のアッセイ系（筆者注：実験の手法）等を記載する必要があるため引用が多くなる。【発明の実施の形態】では、当業者が実施できるように一連の方法（例、遺伝子の発現方法、精製方法、抗体の作成方法、発現量の測定方法、アッセイ方法等）を記載する必要があるため、引用が多くなる。」と書いているが、これらの一連の実験方法や遺伝子が先行特許に記載されていれば、自ずと先行特許の引用が多くなるはずで、バイオ技術分野において論文や学会発表の引用が多いのは、こうした実験手法や遺伝子の発見がめまぐるしく進んでおり、それらが論文や学会発表に掲載されることが多いためであり、研究者もそれを基に研究を進めているためであると考えられる。

別の記述として「自分の経験では、特許出願の明細書は、学術論文を元に作成することが多く、それ以外の場合も、同様な作り込みをしています。」と、特許出願と論文記述が同時に行われ、記述形式が論文のスタイルを踏襲している事によって論文等の引用が多くなっていることを示唆するものがあった。

また、「当該分野は、近年急速に進歩・拡大した分野であるため、そもそも論文・学会発表数が他の分野より多いからなのではないかと思えます。」と、新しい知識が生み出さ

れる絶対量が多いからではないかとの指摘もあった。

V 考 察

なぜバイオ分野においては、特許中の論文の引用がかくも多いのであろうか。前述のアンケート結果から、バイオ技術分野のサイエンス・リンケージが高い理由として、一義的には、バイオ分野では新しい物質や検査方法、試薬、塩基配列などの情報が論文や学会発表の形で提供されることが多いため、特許への論文や学会発表の引用が多くなっているのだと考えられる。

これをもう少し深く掘り下げて、新規知識と既存知識との比率、知識の生成速度、知識発表の「場」の特性の三つに分けて考察してみたい。まず新規知識と既存知識の比率であるが、100年以上の歴史を持つ自動車産業などに比べ、バイオ産業、なかでも遺伝子工学にその基礎を持つニューバイオテクノロジーと呼ばれる技術は、ワトソンとクリックによる遺伝子の2重らせん構造の発見が1953年であり、実質的なニューバイオの端緒となったコーエンとボイヤーによる人工的遺伝子組換え技術の発明は1973年、ヒトゲノムの概要の解読に至っては2000年であるなど、約40年の歴史しかない。機械産業や自動車産業に比べ、バイオ産業がいかに若い産業であるかがわかる。バイオ分野の教科書が頻繁に版を改め、次々と改訂されているのは、短い期間に新しい知識がたくさん生まれ、古い知識が急速に陳腐化していることの表れだろう。つまり、バイオ分野では新規知識の既存知識に対する比率が高いと考えられる。既存研究(玉田ほか, 2004c)¹⁴⁾において、バイオ、ナノテク、IT、環境の4つの分野の特許のうち、バイオ分野特許のみが先行特許を引用している特許の比率が低かったことは、蓄積された先行特許の知識よりも、論文や学会に発表された新しい知識に基づいて発明が行われていることを示すものと言えよう。

次に、知識の生成速度について考えてみる。1973年のコーエンとボイヤーによる人工的遺伝子組換え技術の発明以降、短い期間にバイオテクノロジーはめまぐるしく発展し、多くの学術雑誌が生まれ、膨大な数の論文が発表されるようになった。つまり、バイオ技術分野においては、既存知識のストックが少なく、陳腐化が早いことに加え、新規知識が追加される速度が非常に速いことが特徴である。

この新規知識が追加される速度が非常に速いというバイオテクノロジーに適した知識発表の「場」とは、いかなるものであろうか。特許は、日本特許であれば出願から公開されるまで18ヶ月、つまり1年半かかる。これに対し、学会発表なり論文誌の電子版であれば、知識の発見から公表まで数ヶ月のタイムラグですむ。新規知識の共有の「場」としては、明らかに学会発表や論文誌の電子版の方が、速報性において勝っていると言えよう。だか

らこそ、アンケートにあったように「製薬企業に技術を売り込もうと考える大学やベンチャー企業では、研究成果の論文文化が特に重要となる。彼らは、特許出願後できるだけ早くに学会、論文発表する傾向にある」のであろうし、知識のコミュニケーションの場が特許公報よりも学術雑誌や学会発表を中心としてなされているのであろう。

科学的知識の形式知化である論文が主として大学や公的研究機関から生み出され、技術革新の形式知化である特許が主として企業から生み出されることを考えると、特許に引用されている論文を調査するということはすなわち企業で生み出された知識に大学等で生み出された知識がどのように影響を与えているかを調査することに他ならない。既存研究で見出された、特許分類の違いによって引用されている論文等の数が大きく異なっているという事実は、企業におけるイノベーション・プロセスに大学等で生み出された科学的知識が与える影響が、技術分野によって大きく異なっていることを示していると考えられる。

つまり、産学連携がイノベーションに果たす重要性も、技術の分野によって異なっていることが示唆される。学会発表や論文など、アカデミックな分野が知識の共有の中心となっており、新しい知識が次々と生み出されているバイオ技術分野やナノテクノロジー分野、暗号化または暗号解読装置、光学的計算装置、音声の分析または合成、音声認識などのサイエンス・リンケージの多い技術分野は、産学連携が特に有効であると考えられる。こうした分野においては、産学連携を通じた質の高い特許を生み出すべく、積極的に大学や公的研究機関のそばに立地し大学や公的研究機関とのアライアンスを組むことによって、暗黙知の交換を通じたイノベーションを産み出し、活用していくことが出来るであろう。

VI 付録：アンケート調査票

キリンホールディングス(株)グループ研究所長会 事前アンケート

2009年11月17日 関西学院大学 経営戦略研究科 玉田 俊平太 先生より

参加の方は記入・プリントアウトして当日ご持参いただき提出をお願いいたします。

1. 個人データ

(任意記載。記入いただきました内容は研究目的以外には利用いたしません。)

①氏名：

②勤務先：

③電子メールアドレス：

④電話番号：

2. あなたはこれまでに特許を出願したことがありますか？ (○をつけてください)

(ある／ない)

3. バイオ技術分野 (例：C12N 微生物または酵素, その組成物, 微生物の増殖・保存・維持, 突然変異または遺伝子工学, 培地) では, 特許1件当たり14.6本の論文や学会発表が引用されており, これは全分野平均の20倍近い値でした。あなたはこれはなぜだと思いますか？ 以下のうちから当てはまるものをいくつでも選んでください。

①バイオ技術分野では新しい物質の発見が論文や学会発表の形でなされることが多いため。

②バイオ技術分野では新しい検査方法や測定方法, 試薬などの発表が論文や学会発表の形でなされることが多いため。

③バイオ技術分野では新しい塩基配列の発見が論文や学会発表などの形でなされることが多いため。

④その他 (自由にお書き下さい)

以上です。ご協力ありがとうございました。

注

- 1) 一橋大学イノベーション研究センター (編), イノベーション・マネジメント入門, 日本経済新聞社, 405-406 (2001)
 - 2) Solow R., Technical Change and the aggregate production function, Review of Economics and Statistics, 39(3), 312-320 (1957)
 - 3) Mansfield, E., Academic Research and Industrial Innovation, Research Policy, 20, 1-12 (1991)
 - 4) Narin F., Patent Bibliometrics, Scientometrics, 30, 147 (1994)
- M. B. Albert, D. Avery, F. Narin, and P. Mcallister, Direct Validation of Citation Counts as Indicators of Industrially Important Patents, Research Policy, 20, 251 (1991)
- Francis Narin and Anthony Breitzman, Inventive Productivity, Research Policy, 24, 507 (1995)
- Francis Narin, Patent Citation Analysis: The Strategic Application of Technology Indicators, Patent World, April, 25 (1993)
- Francis Narin, Kimberly S. Hamilton and Dominic Olivastro, The Increasing Linkage between U.S. Technology and Public Science, Research Policy, 26, 317 (1997)
- J. Anderson, N. Williams, D. Seemungal, F. Narin and D. Olivastro, Human Genetic Technology: Exploring the Links Between Science and Innovation, Technology Analysis & Strategic Management, 8(2), 135 (1996)
- 科学技術政策研究所, 科学技術指標2000, (2000)
- The Royal Society, Evaluation of National Performance in Basic Research, Advisory Board for the Research Council's Science Policy Studies, 1 (1986)
- F. Narin, and D. Olivastro, Patent Citation Analysis: New Validation Studies and Linkage Statistics, Science Indicators: Their Use in Science Policy and Their Role in Science Studies, DSWO Press, The Netherlands, 14-16 (1988)
- 5) 玉田俊平太, 産学連携イノベーション—日本特許データを用いた実証分析, 関西学院大学出版会, 第2章 (2010)
 - 6) 玉田俊平太, 児玉文雄, 玄場公規, 日本特許におけるサイエンス・リンケージの測定—引用文献データベース構築による遺伝子工学技術分野特許の分析, 研究 技術 計画, 17(3/4), 222-230 (2004)
 - 7) 玉田俊平太, 児玉文雄, 玄場公規, 重点4分野におけるサイエンスリンケージの計測 (下), 情報管理, 47(7), 455-462 (2004)
 - 8) 玉田俊平太, 内藤祐介, 玄場公規, 児玉文雄, 鈴木潤, 後藤晃, 日本特許におけるサイエンスリンケージの計測, 日本のイノベーションシステム, 東京大学出版会, 21-34 (2006)
 - 9) Michel J, Bettels B., Patent citation analysis, Scientometrics, 51(1), 185-201 (2001)
 - 10) 玉田俊平太, 特許引用文献調査による技術革新の源泉となった知識の研究, ビジネス アンド アカウンティング レビュー, 79-87 (2006)
 - 11) 玉田俊平太, 井上寛康, 頭脳集積の必要性—発明者間の距離と論文伝達距離の比較研究—, 財団法人知的財産研究所編, 特許の経営・経済分析, 雄松堂出版, 123-138 (2007)
 - 12) 玉田俊平太, 産学連携によるイノベーション, 土井教之編著, ビジネス・イノベーション・システム, 日本評論社, 140-171 (2009)

- 13) ジョー・ティッド, ジョン・ベサント, キース・パビット, イノベーションの経営学, NTT 出版, (2004)
- 14) 玉田俊平太, 児玉文雄, 玄場公規, 重点4分野におけるサイエンスリネージの計測 (上), 情報管理, 47(6), 393-400 (2004)