



RIETI Discussion Paper Series 03-J-017

## 特許化された知識の源泉

玉田 俊平太  
経済産業研究所

児玉 文雄  
経済産業研究所

玄場 公規  
東京大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所  
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

## 特許化された知識の源泉

玉田 俊平太\*

児玉 文雄\*\*

玄場 公規\*\*\*

### 要 旨

特許化された技術的知識が、どの国の、いかなる組織によって生み出された科学的知識からもたらされたのかを明らかとするため、科学技術基本計画において重点分野とされているバイオ、ナノテク、IT、環境分野の特許300件ずつについて、それらの特許が引用している論文を入手し、その著者の国籍、所属機関の調査を行った。さらに、特許に引用されている論文の謝辞から、それら論文がどのような機関によって助成を受けているかを調査した。本調査によって、科学依拠型産業における知識創出のメカニズムに関し、新たな知見が得られた。これにより、今後の科学技術政策立案に際し、インプリケーションが得られるものと考えられる。

キーワード：サイエンスリンケージ、科学技術、重点分野、科学依拠型産業、イノベーション

JEL classification: O31、O32、O34

\*独立行政法人経済産業研究所研究員（E-mail: tamada-shunpeita@rieti.go.jp）

\*\*独立行政法人経済産業研究所ファカルティフェロー（E-mail: kodama-fumio@rieti.go.jp）

\*東京大学大学院工学系研究科助教授（E-mail: kimi@fklab.aee.u-tokyou.ac.jp）

本稿は、筆者らが2002年3月から開始した独立行政法人経済産業研究所の研究プロジェクトの成果の一部である。本稿を作成するに当たっては、後藤晃教授（東京大学）、馬場靖憲教授（東京大学）、橋本毅彦教授（東京大学）、鈴木潤主席研究員（未来工学研究所）、松山裕二社長（ゼファー株式会社）、内藤祐介社長（人工生命研究所）、経済産業研究所の同僚、並びに経済産業研究所リサーチ・セミナー参加者の方々から多くの有益なコメントを頂いた。また、研究資金の一部は文部科学省科学技術振興調整費から助成を受けている。本稿の内容や意見は、筆者ら個人に属し、経済産業研究所の公式見解を示すものではない。

## 1. 本研究の目的

---

長期的経済成長の要因は、労働や資本の投入もさることながら、技術変化によってその多くがもたらされることが明らかとなっており、科学がその技術変化をもたらすとされる要素のひとつとして認識されている。ソローは、物的資本蓄積の役割を明確にし、持続的経済成長の背後にある究極の推進力として「技術変化 (technical change)」の重要性を協調した(Solow, 1956)。すなわち、経済成長 (= 産出量の増大) の大部分は、投入される資本や労働の増加量に直接関係しているのではなく、単位労働あたりの資本の増加量によらし、その資本量の増加は技術変化という外部要因によってもたらされることを明らかにした。ソローによれば、第二次世界大戦後の米国経済の急激な成長の半分程度は技術変化によって説明可能である(Solow, 1957)。

そして、公的サポートを受けた科学<sup>1</sup>が技術変化、ひいては経済成長の原動力となっているということは、科学者や経済学者の間では広く認識されており、それが、政府が大学における研究(academic research)に対してこれまでに実施してきた支援の大きな動機となってきた(Narin *et al.*, 1997)。例えば、マンズフィールドは、もしも大学における研究の貢献がなかったとすれば、新しい製品や製造方法の10%は起きなかったか、あるいは、大きく遅れたであろうと推定している(Mansfield, 1991)。経済的価値をもたらす技術変化の源としての科学に注目が集まるに従い、科学と技術変化との間のリンケージに関する興味も増大してきている(Narin *et al.*, 1997)。大学の経済へ及ぼす重要性についてもまた同様である(OECD, 1990)。

技術変化と科学との関係に関する研究が米欧特許のフロントページに引用されている論文等を用いて行われている。しかし、日本特許においては研究があまりなされていない。特許明細書本文を含む全文を研究することにより、新技术を考案した本人の頭脳の中において参照された、既存の論文等の知識をよりノイズの少ない形で計測することができる可能性がある。本研究においては、これまであまり研究されてこなかった日本特許について、そのフロントページ及び明細書中で引用されている論文等を計測する。これにより、特許性のある技術変化に、どの程度科学が影響を与えているか、その影響は技術分野毎に異なっているのか、また、日本特許に影響を与えている科学は、いかなる国において研究されたもので、どの国のどのような性格の機関によって助成されたものか、等の事実関係につき明らかとすることを目的とする。

---

<sup>1</sup> 本論文では、「科学」を、「自然についての、人間の経験にもとづく客観的、合理的な知識体系であって、厳密な因果性の信頼の上に観察と実験を武器にした専門的、職業的な研究者によって推進されている学問の総称 (村上陽一郎)」と定義し、その目的を「自然界についての新しい知識を (学術) 論文という形で発表すること (吉岡斉)」と定義する (カッコは筆者による。平凡社世界大百科事典 第2版「科学」及び「技術」の項より)。したがって、本論文では「工学」、すなわち「数学及び厳密に定義された専門用語の体系でもって定式化され、学問分野化した「技術」も、その成果物が「論文」という形を採る限り「科学」に含む。

## 2. 特許データベースの構築

---

日本における特許が引用している、他の特許・論文等の文献情報を、特許の技術分野毎に分析するためには、大量の特許情報を横断的に検索し、技術分野ごとに分類・抽出し、統計的にばらつきのないようサンプリングを行う必要がある。

しかし、日本においては、1997年までは特許情報は有償であった。また、その入手形態も、磁気テープで情報を一括購入できる企業と異なり、研究費の限られた通常の社会科学研究者は、実質的にPATOLISというデータベースサービスを使用するしか方策がなかった。しかし、PATOLIS検索の形態は、類似特許検索等、企業・弁理士向けの一件毎の検索方法が中心で、料金体系も従量制であるため、政策科学の観点から日本特許を網羅的・横断的に分析するのは困難であった。

1997年度から、日本の特許庁においても「特許電子図書館（IPDL）」というサービスが開始され、インターネットから無料で情報が得られるようになった。これは大きな進歩であり、画期的なことである。しかし、ホームページからの検索は、国際特許分類や技術用語による最大500件までの検索であり、そのままの形では処理が困難である。こういったことも相まって、我が国における特許データの引用文献に関する分析はあまり行われてこなかったと考えられる。

本研究が目的とする、我が国における特許が引用している他の特許や論文等の引用文献を分析するためには、特許権が付与された特許公報の生データを、可能な限り入手することが望ましい。そこで、本研究では、特許公報の電子情報がCD-ROM化されている1993年以降、2001年10月までの特許公報及び公開公報CD-ROMデータ、約1100枚を入手し、分析の基本とした。

### 2.1 CD-ROMデータの抽出及び変換

まず、技術分野別の分析を可能とするため、公報CD-ROMのデータを全てコンピュータに格納した。CD-ROMデータを全てコンピュータに入力した理由は、CD-ROMデータが個別のCD-ROMに分散（表1参照）したままでは、任意のデータにランダムに高速でアクセスし、特定技術分野特許の抽出等の本研究に求められる演算を行うことが事実上不可能であるからである。分析開始時点までに公報として出版されたCD-ROMの容量は約800GBに及んだ。

特許番号	発明の名称
第 2 8 4 2 3 0 1 号	ルーバーホルダー
第 2 8 4 2 3 0 2 号	チアゾリン誘導体
第 2 8 4 2 3 0 3 号	流体測定用プローブ
第 2 8 4 2 3 0 4 号	リングとじ具
第 2 8 4 2 3 0 5 号	対話処理方式
第 2 8 4 2 3 0 6 号	加湿器
第 2 8 4 2 3 0 7 号	III-V 族化合物半導体結晶の切断方法
第 2 8 4 2 3 0 8 号	電子機器のバッテリーケース実装構造
第 2 8 4 2 3 0 9 号	硬化性フルオロシリコン組成物
第 2 8 4 2 3 1 0 号	光モジュール光軸調整装置及び方法

表 1 同一特許 CD-ROM に収納されたランダムな技術分野の特許

さらに、格納したデータの文字コードを、扱いやすいように変換した。特許公報 CD-ROM の中には、文字データ（テキストデータ）や画像データが混在して収められており、しかも、文字データは一般的なパーソナルコンピュータで使われているシフト JIS コードではなく、JIS コードで記録されている。そこで、その CD-ROM データの中から画像データを除き、さらに、残ったテキストデータの文字コード変換を行うプログラムを作成し、格納した CD-ROM データを変換した。その結果、公報 CD-ROM 内の特許データに対し、その特許申請書の文字情報については全て含んだテキストファイルが 1 特許に対し 1 つずつ生成された。

## 2.2 テキストデータのデータベース化

特許公報及び公開公報 CD-ROM 内データをテキストデータに変換しただけでは、まだ、申請書の文字情報が、いわば全て「ベタ打ち」された状態であり、本研究の目的達成のために必要となってくる、特定の技術分野の抽出や、出願人の住所の調査、請求項の計測等の各種分析には困難が伴う。そこで、本格的なデータ分析のために、取り出したい特許の内容を検索したり、絞り込んだり、別の情報と結合したり、抽出したりといった作業とその結果を、ある文法に基づいた命令によって、論理的に取り扱えるようにすることが必要である。データベース管理ソフトウェアを用いれば、このような目的を達成することができる。

本研究においては、ソースコードも含めフリーで公開されている、リレーショナルデータベース管理ソフトウェアの 1 つである MySQL を採用することとし、CD-ROM から抽出したテキストデータを、この MySQL で取り扱えるように変換・登録を行った。

MySQL にデータを登録するためには、何らかの方法で、データ読み出しから登録までの処理を行わなければならない。このために専用のプログラムを開発した。具体的には、まず、特許一件毎のテキストデータファイルを読み出し、次に、特許項目別に分類し、最後に分類項目にしたがって、データベースへ登録するという作業が必要となった。

しかしながら、2 番目のプロセスである特許項目別の分類の過程において問題が発生した。それは、項目の分類が必ずしも一意に可能でなかったことである。この原因は、特許の明細書は一見きわめて特定化された書式で記入されているように見えるが、大量のデータを処理する過程で、そのデータの中にはいくつか例外が存在していたことである。これがプログラムによる自動処理の障害となった。たとえば、項目をあらわすために「【」と「】」によって囲むことになっているが、これが片方しかなかったり、逆に、特殊な数値や単位を表す部分に使われていたりしたため、プログラムによる処理が混乱してしまったのである。このように予想していなかった文字列があると、プログラムの対応も予想していたとおりには動作しなくなり、結果として、その出力結果であるデータベースがうまく機能しないことになってしまうのである。これについては、問題が発生するたびごとに対処し、最終的には MySQL からアクセス可能な特許データベースの作成に成功した(図 1)。

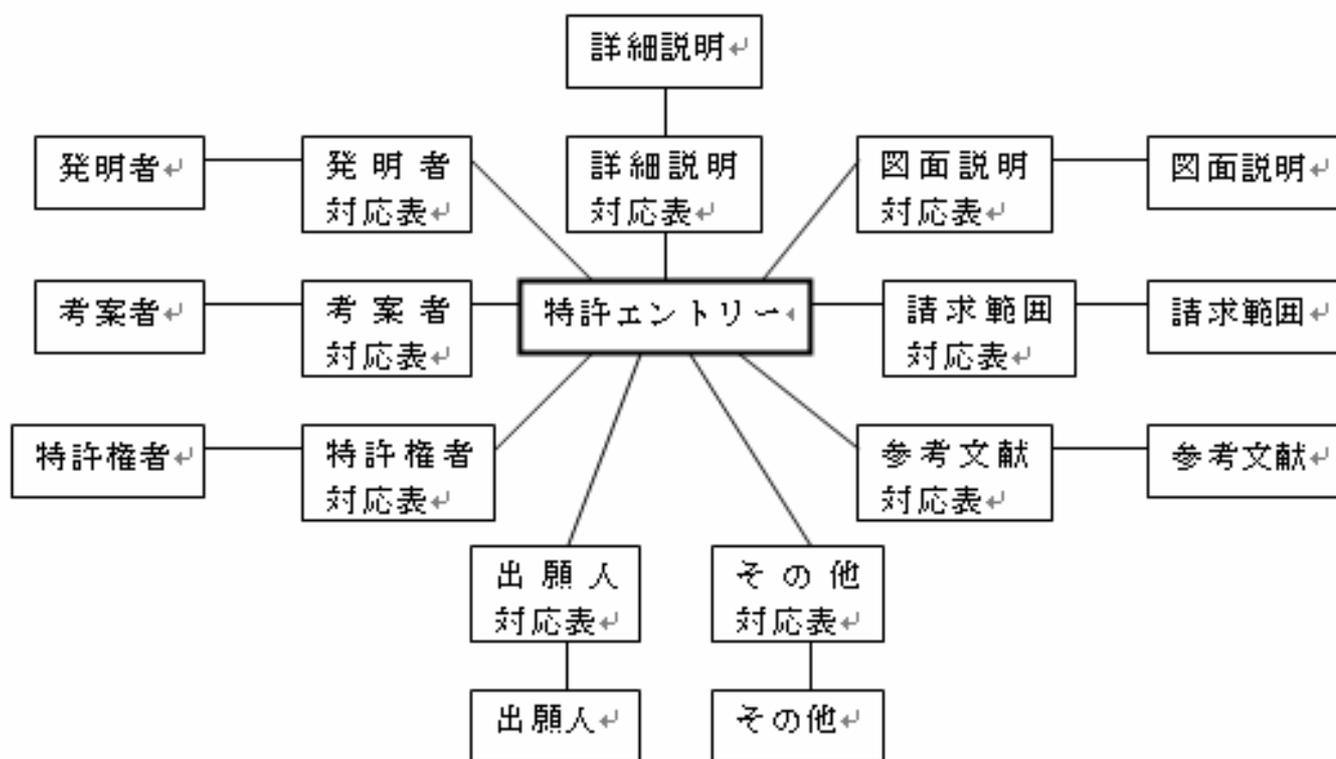


図 1 構築したデータベースの構造

## 2.3 データ処理用コンピュータの構築

入手したCD-ROMは、データ処理用の専用のコンピュータを製作してすべて格納した。このコンピュータに求められたのは、以下の3点であった。まず第一に、一枚あたり650メガバイトのCD-ROMを1100枚以上格納でき、さらに、それを処理した後のデータも格納して十分に余裕のある外部記憶装置容量を持つこと、第二に、膨大なデータを処理するための高速な演算能力と内部記憶装置(メモリー)容量があること、さらに、万一の停電、システムエラー等に対処するための安全性を備えていること、である。

製作したコンピュータの仕様は、外部記憶装置(ハードディスクアレイ)1,100GB(通常のパソコンの50倍程度)、中央処理装置(CPU)は約2GHz動作のものをデュアル構成とし、主記憶(RAM)容量は1,024MBである。5年前であれば、おそらく個人レベルでは利用不可能であったと思われる性能の計算機である。そういう意味で、本研究はコンピュータ技術の進展なくしては事実上不可能であった研究と言えよう。(図2)



図2 構築したコンピュータ(右は通常のパソコン)

### 3. 主要4技術分野特許引用論文の抽出

---

1995年から1999年の5年間に特許性有り審査され、公開された特許約65万件を対象とし、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をデータベースより抽出した。さらに、それら特許部分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取り、無作為抽出300サンプルのコントロールとも比較しつつ、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。

#### 3.1 方法

##### 3.1.1 対象としたデータ

本章の目的を達成するため、特許データベースのデータの中から、1995年から1999年までの5年間に発行された特許公報（特許庁の審査を経て拒絶理由のなかったものとして発行された出願）を対象として調査を行った。分析するデータをこの範囲のものに限定した理由は、公報の技術分野の分類に使われる国際特許分類（IPC）が5年ごとに見直されており、この1995年から1999年までの5年間に発行された特許が、同じ国際特許分類第6版に基づいているからである。

##### 3.1.2 4技術分野特許の抽出

つぎに、この特許公報データから、第二次科学技術基本計画において重点分野とされている、バイオ、IT、ナノテック、環境の4つの技術分野における特許を選び出すためのフィルタリングプログラムを作成し、当該技術分野に該当する特許のデータベースからの抽出を行った。その際、バイオ技術に関する特許を抽出するプログラムについては、前章と同様アンダーソンの研究と極力類似させたものを用いた。それにより、国際特許分類のうち、非常に狭い特定の領域の技術分類に該当するか、あるいはヒトゲノム関係のキーワードを含む特許を抽出した。IT分野特許を抽出する特許は、国際技術分類G06F「電氣的デジタルデータ処理」及びH01L「半導体装置、他に属さない電氣的固体装置」とした。この技術分野に限定した理由は、あまりフィルタの選択度を落とす、すなわち目を粗くしてしまうと、多くの特許が該当しすぎてしまい、選ばれた特許がランダムサンプリングに類似してしまう一方、あまりにきめを細かくしてしまうと、IT分野に該当する特許の一部を排除することとなってしまう、全てを選択できなくなってしまうからである。本分野のフィルタは独自設計のものである。ナノテクノロジー技術分野のフィルタは、経済産業省産業技術環境局技術調査課による「ナノ構造材料技術に関する技術動向調査（平成13年6月5日）」において用いられているフィルタに準拠した。環境技術分野に関しては、日本国特許庁が、国際特許分類とは異なる観点から作成し、国際特許分類と組み合わせて使用される「ファセット分類記号」中、「ZAB 環境保全技術に関するもの」が付与されているものを抽出した。（表2）

表 2 サイエンスリンケージの日米比較

テーマ名	フィルタ	フィルタ適合特許件数
バイオテクノロジー	<p>1) IPC:C12N15 + C12N/1 + C12N/5 + C12N/7 + A61K/48</p> <p>2) 明細書中のキーワード:ベクタ遺伝子 + 癌遺伝子 + 遺伝子配列 + ウイルス遺伝子 + バクテリア遺伝子 + 細菌遺伝子 + 遺伝子障害 + 遺伝子治療 + レトロウイルス + 細胞成長 + 細胞増殖 + リンホカイン + シトキン + サイトカイン</p> <p>3) 1+2</p>	7,555
ナノテクノロジー	<p>1) IPC(+FI):B82B1/00 + B82B3/00</p> <p>2) キーワード: ナノ + 超微粒子 + メソポーラス + (メソ * 多孔体) + 自己組織 + 自己配列 + (自己 * アセンブリ) + (自己 * アセンブリ) + 超分子 + 量子ワイア + 量子ドット + 量子井戸 + 量子細線 + LB膜 + (ラングミュア * プロジェクト * 膜) + (langmuir*blodgett) + 分子機械 + (バイオ * 素子)</p> <p>3) 2 の デ ー タ を 次 の IPC に 絞 る : A01N+A23B+A23C+A23J+A23L+A61K+A61L+A61M+B01D+B01F+B01J+B03C+B05B+B05C+B05D+B07B+B09B+B22F+B23B+B23C+B23D+B23K+B23Q+B24B+B25J+B32B+B41M+B62C+C01B+C01F+C01G+C02F+C03B+C03C+C04B+C07B+C07C+C07D+C07F+C07H+C07J+C07K+C08B+C08F+C08G+C08J+C08K+C08L+C09C+C09D+C09K+C12N+C12P+C12Q+C21D+C22B+C22C+C23C+C23D+C23F+C23G+C25BL+C25C+C25D+C25F+C30B+D01F+D03D+D04H+D06F+D06M+D06N+D21H+G01B+G01C+G01J+G01N+G01N033+G01P+G01R+G01T+G02B+G02F+G03C+G03G+G03H+G05D+G06F+G11B+G11C+G12B+G21K+H01B+H01F+H01G+H01J+H01L 021+H01L 023+H01L 025+H01L 027+H01L 029+H01L 031+H01L 033+H01L 039+H01L 041+H01L049+H01M+H01S+H04B+H05B+H05G+H05H+H05K</p> <p>4) 1+3</p>	7,943
I T	IPC:G06F+H01L	49,995
環境関連技術	広域ファセット:ZAB	6,965
無作為抽出	なし	880,043

さらに、抽出したバイオ、IT、ナノテク、環境の4つの技術分野における特許集合から、疑似乱数による無作為抽出によって各分野300件ずつ、そして、比較対照として全特許集合から300件の特許を抽出した。すなわち、サンプル数は、300件×5（重点4分野+全分野）=1500件となる。

上記の1500件の特許サンプルの全文を対象に、それら特許が参照している、別の特許及び論文等を目視により抽出し、その傾向について分析した。

### 3.2 結果

技術分野によって、特許に引用されている論文等の数（サイエンスリンケージ）に大きな差が出た。引用論文等の数が最も大きかったのはバイオテクノロジー分野であり、無作為抽出の平均値の約19倍の多さを示した。次いで、ナノテクノロジー分野が、無作為抽出の平均値に比べて約3倍の多さを示した。これに対し、IT分野、及び、環境保全関連技術分野は、平均よりも少ない引用論文等数しかなかった（表3）。

表3 技術分野別引用文献数（各300サンプル）

技術分野	被引用科学論文		被引用特許	
	引用数	特許1件あたり	引用数	特許1件あたり
バイオ技術	3,439	11.46	1,102	3.67
ナノテクノロジー	597	1.99	2,125	7.08
IT	95	0.32	927	3.09
環境関連技術	77	0.26	1,193	3.98
無作為抽出	179	0.6	1,749	5.83

## 4. 被引用論文の調査

---

### 4.1 方法

サンプルした重要4技術分野特許に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、それらの因果関係につき分析を行った。



図 3 被引用論文の収集

## 4.2 結果

### 4.2.1 論文著者の国籍

最もサイエンスリンケージが強かったバイオ分野において、引用されている著者の所属機関の国籍が明らかとなった約2800本の論文等の分布を見ると。アメリカで研究した著者のものが60%と過半数を占め、日本のものは9%にとどまっている、3位以下の順位は、イギリス8%、ドイツ4%である。これは、我が国に出願されたバイオ技術分野特許の6割が、アメリカにおいて研究活動が行われた論文の知識を何らかの形で参考に行っている、と言えよう(図4)。

同様に、ナノテクノロジーにおいては約400件中アメリカで研究された論文がほぼバイオテクノロジーと同じ比率の58%、次いで日本が22%、以下イギリス6%、フランス4%の順となる。日本において研究された論文等が特許に引用された比率が2倍以上に上昇しているのが注目される(図5)。

IT分野は、300サンプルの特許に引用され、国籍が判明した論文数自体が35件と、バイオ技術の80分の1、ナノテクと比較しても10分の1以下に低下するため、バイオやナノテクと同列に研究機関の所在国比率を比較することには疑義なしとはしないが、日本が14本、39%でトップ、米国が1本少ない13件で37%、次いで、ドイツが3本で9%であった。あえて言えば、少ないながらも日本で研究された論文等の引用がトップとなり、常識とも整合的である(図6)。

環境技術も、同様に国籍が判明した論文等が43件と少ない。その中を見ると、日本が16件で38%を占め1位、アメリカが26%で2位、以下イギリス4本・9%、ドイツ3本・7%と続く。これも、強いて言えば環境関連技術は規制の厳しさや国土の狭さ、国民の環境に対する熱心度(いわゆる「グリーンコンシューマー」の比率)等による環境関連研究活動の活性を示しているように見えなくもない(図7)。

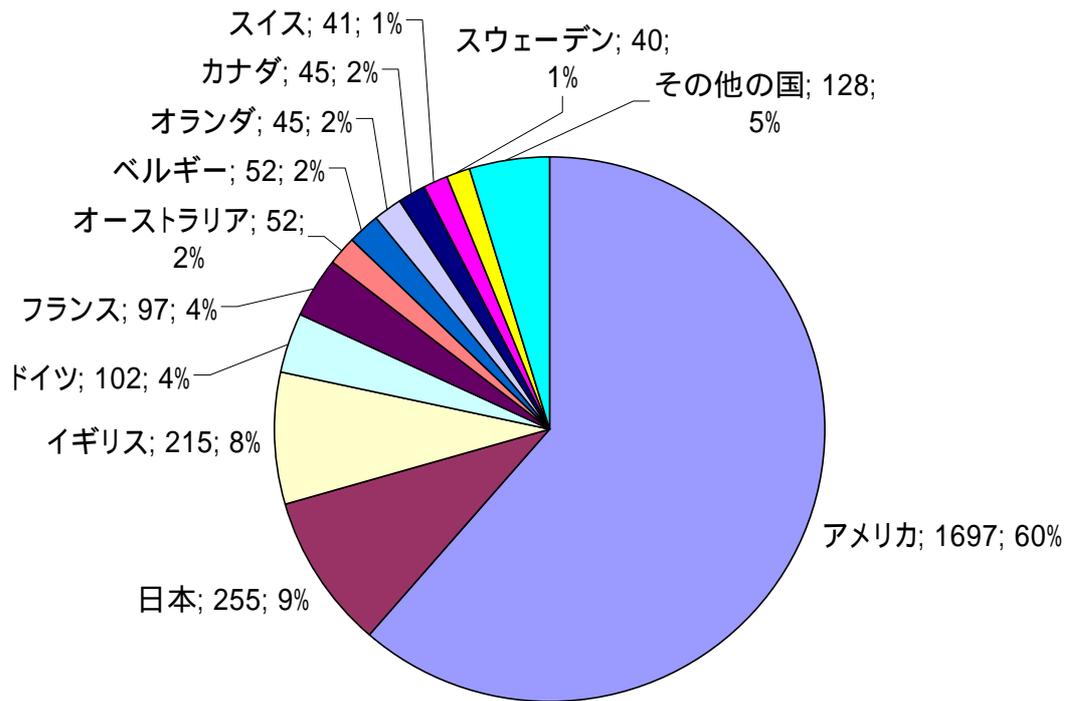


図 4 バイオ分野の被引用論文著者の国籍

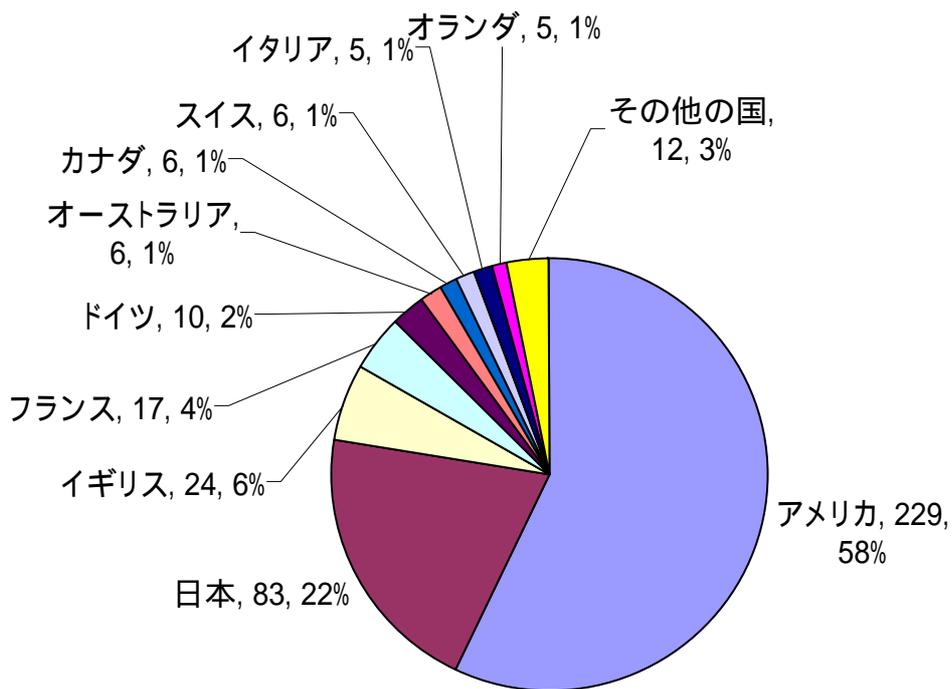


図 5 ナノテク分野の被引用論文著者の国籍

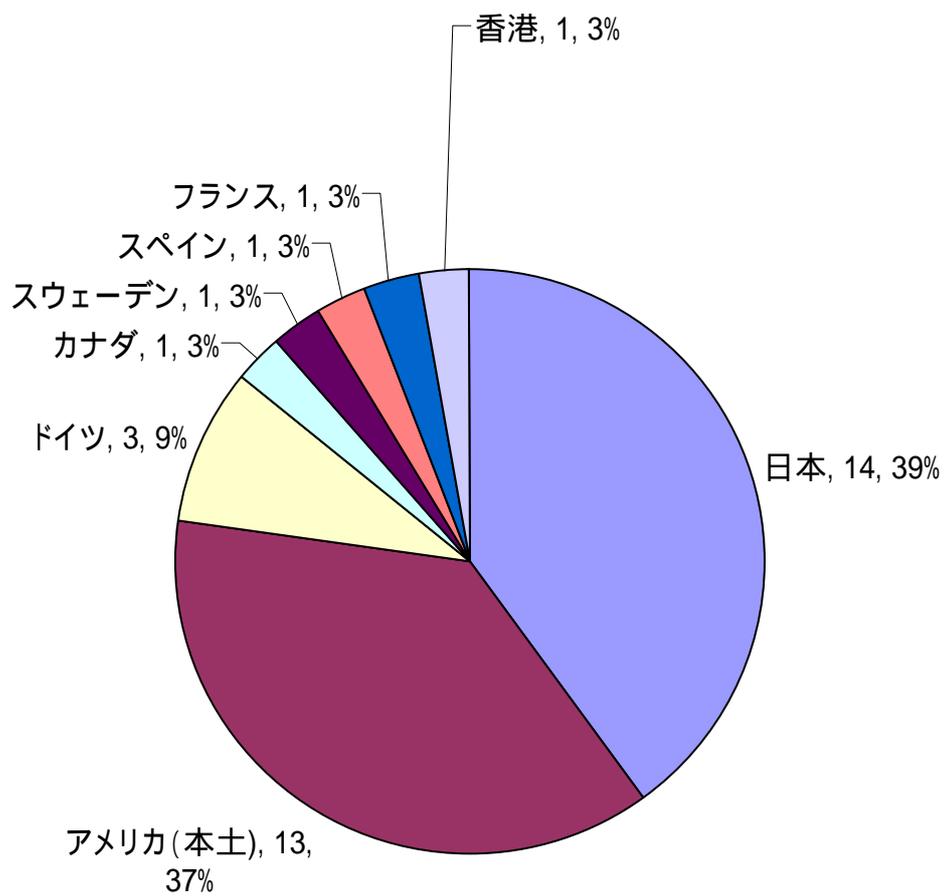


図 6 IT分野の被引用論文著者の国籍

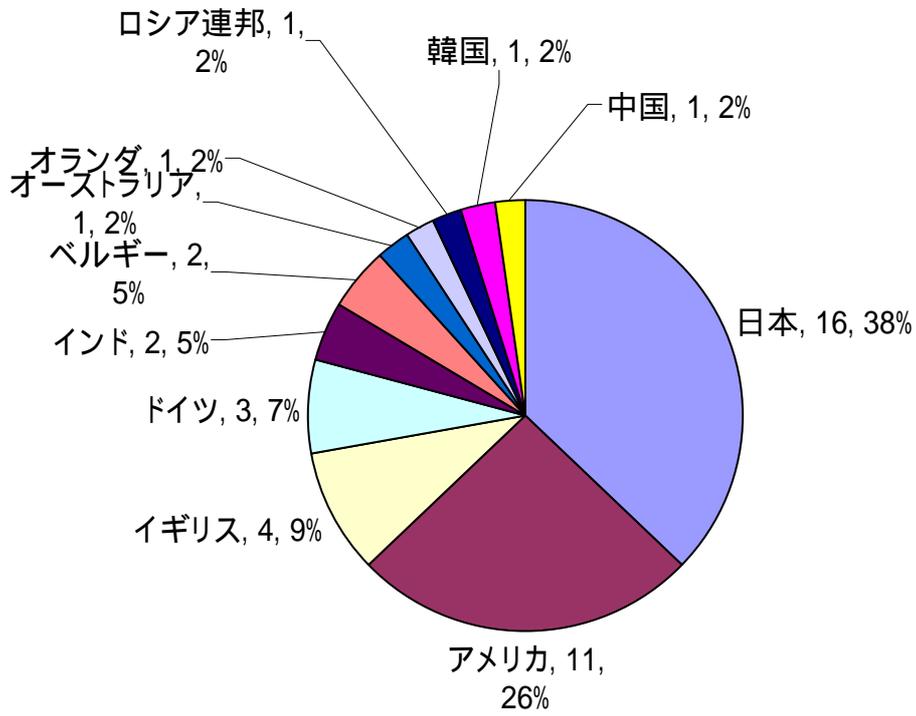


図 7 環境技術分野の被引用論文著者の国籍

#### 4.2.2 特許権者の国籍と被引用論文等著者の国籍のクロス分析

しかし、ここで想起されるのは、バイオ技術分野に出願された特許のうち、28%が米国からの出願であり、それを含めて50%の出願が日本以外からの出願であったという事実である。この比率は、他の技術分野の外国人（法人）出願比率が、ナノテク28%、IT13%、環境技術12%と比較しても高く、「バイオ分野において米国の論文等の引用が多いのは、単に米国からの出願に米国における論文等が引用されているだけではないか」という反論があり得よう。

そこで、一对多の対応関係にある、特許サンプルと被引用論文等を、リレーショナルデータベースソフトで連結した。その後、各技術分野毎に、特許を出願人の住所から推定した国籍で絞り込んだ後、論文等著者の所属機関の住所から推定した国籍でさらに絞り込み、特許権者の推定国籍別・著者推定国籍別のクロス分析を行った。

具体的には、各技術分野300サンプルを、日本人（法人）による出願、アメリカ人による出願、それ以外（ほとんどが欧州）の3つに分類し、それぞれの国から出願された特許のサイエンスリネージを計測した。

その結果、バイオ技術分野においては、日本特許150サンプルに引用されている735本の論文等の研究機関の国籍は、アメリカが53%、次いで日本の25%、欧州等の23%の順であった。米国の83特許に引用された1140本のうち、アメリカの論文等がやはり日本同様一番多く、次いで欧州等の論文25%、日本のものは3%であった。欧州等から出願された43件の特許は、891本の論文等を引用しており、これもアメリカのものが一番多く55%を占め、次は自らのエリアから40%、最後が日本のもので、5%であった。

バイオ技術分野特許で特徴的なのは、出願人の国籍がどこであれ、米国の論文等の引用比率が一番高い、という事実である。人の移動や言語の壁等、知識の伝搬にも一定のトランザクションコストがかかるとすると、距離的に近接した、あるいは、言語が共通な地域の論文等をより多く引用する傾向があると類推されるし、実際にそういった先行研究も存在する(Narin *et al.*, 1997)。にもかかわらず、バイオ技術分野においては、米国の論文等の引用がどの国の特許においても最も多いという結果は、ナリンの言う strong national component を凌駕するほど、アメリカがバイオ研究においては活発に知識を発信しており、日本に出願された各国からの特許に対して影響を与えている、ということが言えるのではないだろうか。

ナノテク分野においては、日本特許229サンプルに引用されている260本の論文等の研究機関の国籍は、アメリカが64本で43%、日本は62本で42%と、わずかながら米国論文等の引用が日本のそれを上回る。欧州等は22本で15%である。米国からの53特許に引用された184本のうち、アメリカ自身の論文等が135本で一番多く、次いで欧州等の35本・19%、日本のものは14本で8%であった。欧州等から出願された33件の特許は70件の論文等を引用しており、欧州等自身のものが一番多く49%を占め、アメリカの29本・7%、最後が日本のもので、7本・10%であった。

ITは国籍が判明した論文等が35本、ナノテックも42本しかなく、論文等のサンプル数が少ない  
 いうえ、出願特許の9割近くが日本からのものであるため、議論は困難であるが、あえて傾向を言  
 うなら、ITは日本の論文の引用が自国エリアからの引用傾向(strong national component)に加  
 えて、日本の論文等がアメリカにおいて対等に引用(とは言っても3本ずつであるが)されている  
 ことが挙げられる。

こうした調査から、「バイオ分野において米国の論文等の引用が多いのは、単に米国からの出願  
 に米国における論文等が引用されているだけではないか」という問いに対しては、以下のように答  
 えることが可能である。バイオ分野においては、特許権者の国籍に関係なく、アメリカの論文等が  
 高い比率で引用されている。したがって、日本において出願された特許、すなわち日本国内におい  
 て権利を保護しようというインセンティブを持つ知的財産に、アメリカにおいて行われた研究成  
 果が、何らかの形で強く影響している、と言えよう。

ナノテクノロジーにおいては、バイオテクノロジーほど、強いアメリカとのサイエンスリンケー  
 ジは見られなくなる。IT分野ではそれが逆転しているようにも見える。

#### 4.2.3 論文著者の所属機関

図8は、重点4技術分野特許における被引用論文等の著者を所属機関別に分類したものである。  
 バイオ分野被引用論文の著者の所属機関の属性をみると、大学が約59%と多く、次いで国公立研  
 究機関が約18%で、両者を合計すると約76%となる。企業に所属する著者は13%である。

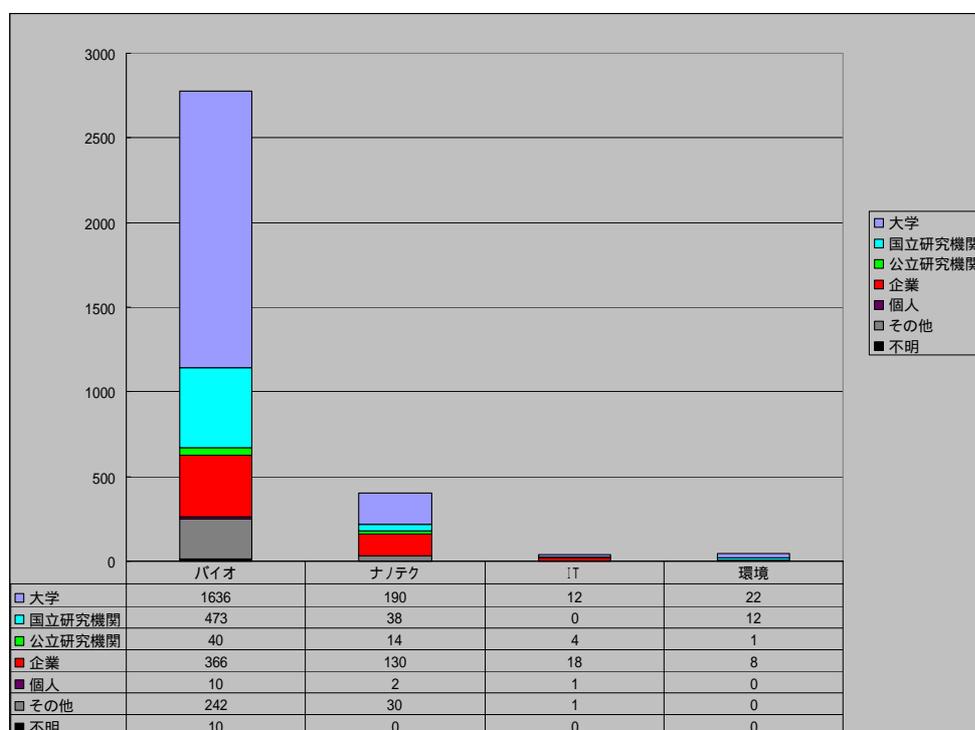


図8 論文等の著者の所属

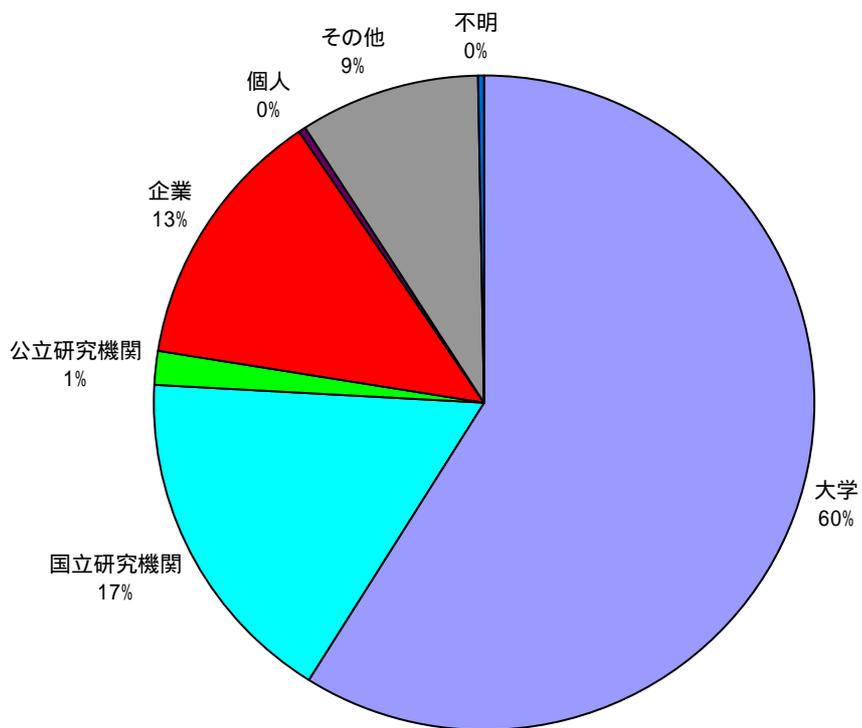


図 9 バイオ分野論文等著者の所属

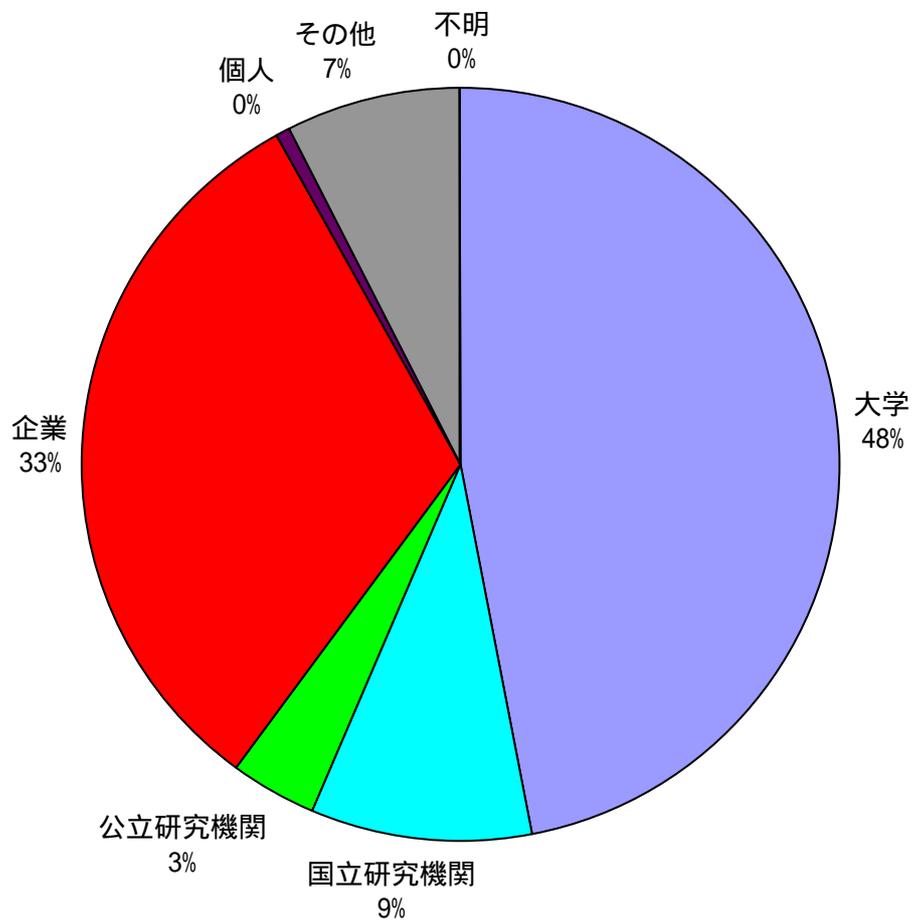


図 10 ナノテク分野論文等著者の所属

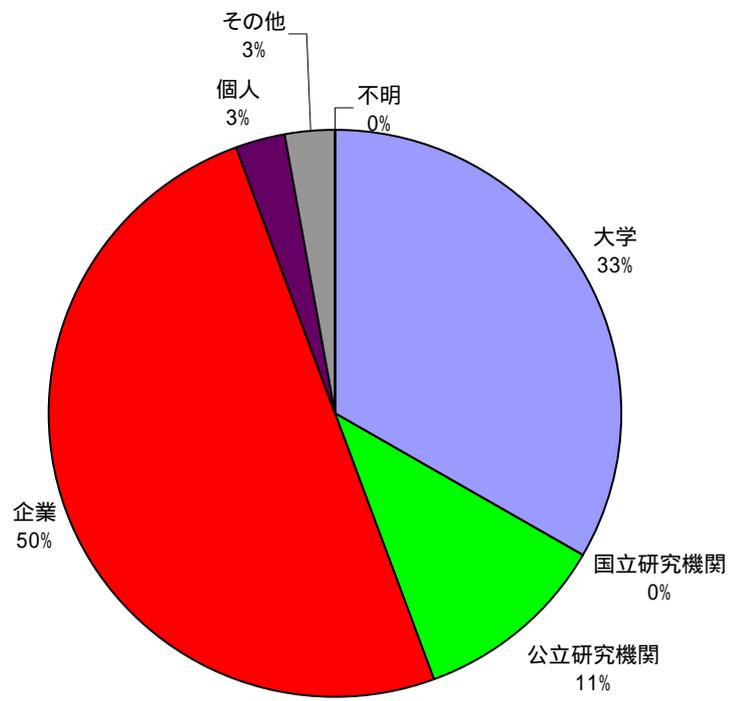


図 11 IT分野論文等著者の所属

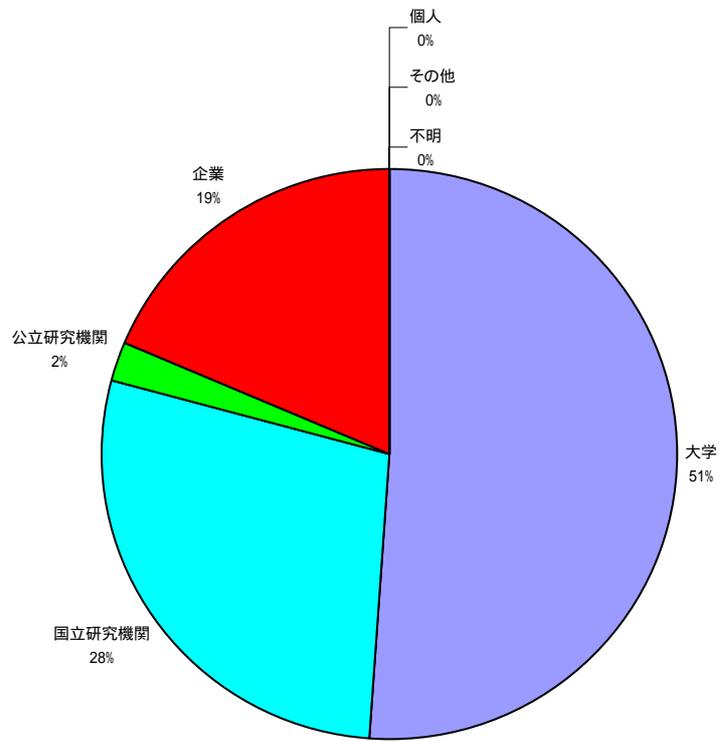


図 12 環境分野論文等著者の所属

#### 4.2.4 論文の助成機関の調査

これまでの研究で明らかとなった、特にバイオ分野において特に強く見られるアメリカ論文等の引用は、いかなる理由によるものであろうか。この問いに対する答えを模索するため、各分野の論文の謝辞を調べ、" this research is supported by " というように、直接的に助成を受けた記述を抜き出した。その結果を表 4 から表 7 までに示す。

その結果、バイオ技術分野特許が引用している論文等約 4 3 0 0 件のうち、7 6 % が助成を受けた旨の記述があった。これは、ナノテク分野の 4 2 %、IT 分野の 3 1 %、環境分野の 4 3 % と比べても、高い数値であると言えよう。助成機関のほとんどが米国に所在することも、バイオ分野の特徴である。

表 4 バイオ分野引用論文の助成機関の調査

総計	4281
無	1002
NIH (米国)	547
NSF (米国)	222
NCI (National Cancer Institute) (米国)	200
USPHS (U.S. Public Health Service) (米国)	168
American Cancer Society (米国)	157
(旧)文部省(日本)	93
National Institute of General Medical Sciences (米国)	89
不明	89

表 5 ナノテク分野引用論文の助成機関

総計	360
無	192
NIH (米国)	14
NSF (米国)	12
AFOSR (Air Force Office of Scientific Research)(米国)	6
Litton Systems Inc. (米国)	6
USPHS (U.S. Public Health Service) (米国)	6
CNRS (Centre National de le Recherche Ccientifique) (フランス)	5
(旧)文部省(日本)	5

表 6 IT 分野引用論文の助成機関

総計	33
無	20
German Bundespost (German Post Office) (ドイツ)	2
IBM (米国)	2
NSF (米国)	2
Federal Department of Research and Technology (ドイツ)	1
Ministry of Education of Spain (スペイン)	1
ONR (The Office of Naval Research) (米国)	1

表 7 環境分野引用論文の助成機関

総計	22
無	12
NEDO (日本)	2
Air Force Office of Scientific Research (米国)	1
Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas Tecnicas, Rrepublic of Argentina (アルゼンチン)	1
D.S.I.R (英国)	1
Naval Sea Systems Command (米国)	1
NSF (米国)	1
U.S.Atomic Energy Commission (米国)	1
U.S.Naval Ordnance Laboratory (米国)	1

## 5. 結論

---

長期的経済成長の要因は、労働や資本の投入もさることながら、技術変化によってその多くがもたらされることが明らかとなっている。そして、技術変化をもたらすとされる要素のひとつとして、科学が挙げられている。科学に対する公的支援も、こうした理由によって正当化されてきた。しかし、「技術変化に、科学がどのように、どの程度影響を与えているか」という問いに対しては、未だ完全に解明されたとは言い難い。

一方、論文の引用している参照文献の研究に端を発したサイエントメトリクスは、科学の分野の評価指標の一つとして使われるにとどまらず、特許同士の引用にも応用され、特許の重要度の評価手法としても使われている。そして、特許データには、技術変化の指標としての価値があり、論文は、科学の指標の一つとして活用されている。ゆえに、サイエントメトリクスの手法を、特許とそれが引用している特許以外の文献に適用することによって計測された、特許が引用している論文等の数（サイエンスリンケージ）は、産業の生産性向上の要因である「技術」と、知的活動の体系的集積である「科学」との間をつなぐ指標として、いくつかの留意点はあるものの、有効な指標であると考えられている。

しかしながら、日本特許を対象としたサイエンスリンケージの研究は、調査した限りでは見つけることが出来なかった。サイエンスリンケージに関する研究については、主としてデータが整備されているという理由から、米国特許を対象としたものが多い。欧州特許庁のミッチェルらによる研究においても、特許の引用している文献の調査に関しては、日本特許のデータの不備により、米欧のみの比較しか行われていない(Michel *et al.*, 2001)。つまり、世界3大特許庁の一角を占める日本特許庁のデータは、これまで十分に調査研究されていない。

日本特許が十分に調査研究されていないのは、日本特許が重要でないからではない。むしろ、日本という米国や欧州に比肩する国内総生産を持つ国における技術変化のメカニズムを研究するためには、日本国において出願された特許について研究することが必要不可欠だと考えられる。なぜなら、海外への特許出願には、日本国内に出願する2倍以上のコストがかかり、また、国内マーケットしか対象としない非貿易財に関する技術や、輸出競争力の無い財の場合には、海外特許出願による知的財産権保護のメリットがないため、海外出願は行われないと考えられるからである。したがって、日本における技術変化とそれに関連する科学的知識の関連（リンケージ）の研究を行うに際し、米国特許等海外に出願された特許の分析のみでは、データが前述のような国際出願コストや出願先国における輸出競争力等のバイアスを受けているおそれがあり、必ずしも十分とは言えない。

そこで、本研究においては、この「技術変化に科学がどのように、どの程度影響を与えているか」という問いに対して、日本国特許庁の公報データを対象とし、以下のような研究を行った。

まず、1995年から1999年の5年間に特許性有り審査され、公開された特許約65万件を対象とし、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をデータベースより抽

出した。さらに、それら技術分野毎の特許部分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取り、無作為抽出300サンプルのコントロールとも比較しつつ、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。

つぎに、特許によって引用されている論文等を可能な限り収集した。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、それらの因果関係につき分析を行った。

最もサイエンスリンケージが強かったバイオ分野において、引用されている著者の所属機関の国籍が明らかとなった約2800本の論文等の分布を見ると。アメリカで研究した著者のものが60%と過半数を占め、2位の日本のものは9%にとどまっている、3位以下の順位は、イギリス8%、ドイツ4%である。

この結果から、我が国に出願されたバイオ技術分野特許の6割が、アメリカにおいて研究活動が行われた論文の知識を何らかの形で参考にしている、と推測される。

同様に、ナノテクノロジーにおいては約400件中アメリカで研究された論文がほぼバイオテクノロジーと同じ比率の58%、次いで日本が22%、以下イギリス6%、フランス4%の順となる。日本において研究された論文等が特許に引用された比率が2倍以上に上昇しているのが注目される。

IT分野は、300サンプルの特許に引用され、国籍が判明した論文数自体が35件と、バイオ技術の80分の1、ナノテクと比較しても10分の1以下に低下するため、バイオやナノテクと同列に研究機関の所在国比率を比較することには疑義なしとはしないが、日本が14本、39%でトップ、米国が1本少ない13件で37%、次いで、ドイツが3本で9%であった。あえて言えば、少ないながらも日本で研究された論文等の引用がトップとなり、IT分野は日本も強いという筆者の感覚とも整合的である。

環境技術も、同様に国籍が判明した論文等が43件と少ない。その中を見ると、日本が16件で38%を占め1位、アメリカが26%で2位、以下イギリス4本・9%、ドイツ3本・7%と続いた。

しかし、ここで想起されるのは、バイオ技術分野に出願された特許のうち、28%が米国からの出願であり、それを含めて50%の出願が日本以外からの出願であったという事実である。この比率は、他の技術分野の外国人(法人)出願比率が、ナノテク28%、IT13%、環境技術12%と比較しても高く、「バイオ分野においてアメリカの論文等の引用が多いのは、単にアメリカからの出願に米国における論文等が多く引用されていることに起因するのではないか」という反論があり得よう。

そこで、各技術分野300サンプルを、日本人(法人)による出願、アメリカ人による出願、欧州等からの出願、の3つに分類し、それぞれの地域から出願された特許のサイエンスリンケージを計測した。

その結果、バイオ技術分野においては、日本特許150サンプルに引用されている735本の論文等の研究機関の国籍は、アメリカが53%、次いで日本の25%、欧州等の23%の順であった。アメリカの83特許に引用された1140本においても、アメリカの論文等が日本同様一番多く、次いで欧州等の論文25%、日本のものは3%であった。欧州等から出願された43件の特許は、891本の論文等を引用しており、これもアメリカのものが一番多く55%を占め、次は自らのエリアから40%、最後が日本のもので、5%であった。

バイオ技術分野特許で特徴的なのは、出願人の国籍がどこであれ、米国の論文等の引用比率が一番高い、という事実である。人の移動や言語の壁等、知識の伝搬にも一定のトランザクションコストがかかるとすると、距離的に近接した、あるいは、言語が共通な地域の論文等をより多く引用する傾向があると類推されるし、実際にそういった先行研究も存在する(Narin *et al.*, 1997)。にもかかわらず、バイオ技術分野においては、米国の論文等の引用がどの国の特許においても最も多いという結果は、ナリンの言う **strong national component** を凌駕するほど、アメリカがバイオ研究においては活発に知識を発信しており、世界に対して影響を与えている、ということが言えるのではないだろうか。

ナノテク分野においては、日本特許229サンプルに引用されている260本の論文等の研究機関の国籍は、アメリカが64本で43%、日本は62本で42%と、米国論文等の引用と日本の論文等の引用がほぼ同率となる。欧州等の論文等は22本で15%である。アメリカからの53特許に引用された184本のうち、アメリカ自身の論文等が135本で一番多く、次いで欧州等の35本・19%、日本のものは14本で8%であった。欧州等から出願された33件の特許は70件の論文等を引用しており、欧州等自身のものが一番多く49%を占め、アメリカの29本・7%、最後が日本のもので、7本・10%であった。

IT分野は国籍が判明した論文等が全部で35本、ナノテク分野は42本しかなく、論文等のサンプル数が少ないうえ、出願特許の9割近くが日本からのものであるため、議論は困難であるが、あえて傾向を言うなら、IT分野や環境分野は自国エリアからの引用が多く見られる。

こうした調査から、「バイオ分野において米国の論文等の引用が多いのは、単に米国からの出願に米国における論文等が引用されているだけではないか」という問いに対しては、以下のように答えることが可能である。

バイオ分野においては、特許権者の国籍に関係なく、アメリカの論文等が高い比率で引用されている。したがって、日本において出願された特許、すなわち日本国内において権利を保護しようというインセンティブを持つ知的財産に、アメリカにおいて行われた研究成果が、何らかの形で強く影響している、と言えよう。

ナノテクノロジーにおいては、バイオテクノロジーほど、強いアメリカとのサイエンスリンケージは見られなくなる。IT分野ではそれが逆転しているようにも見える。

こうしたバイオ分野において特に強く見られるアメリカ論文等の引用は、いかなる理由によるものであろうか。この問いに対する答えを模索するため、各分野の論文の謝辞を調べ、“**this research is supported by**”というように、直接的に助成を受けた記述を抜き出した。

その結果、バイオ技術分野特許が引用している論文等約4300件のうち、76%が助成を受けた旨の記述があった。これは、ナノテク分野の42%、IT分野の31%、環境分野の43%と比べても、高い数値であると言えよう。助成機関のほとんどが米国に所在することも、バイオ分野の特徴である。そして、バイオ分野被引用論文の著者の所属機関の属性をみると、大学が約59%と群を抜いて多く、次いで国公立研究機関が約18%で、両者を合計すると約76%となる。企業に所属する著者は13%である。

これらの結果をまとめると、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、引用されている論文等の著者が所属する組織にアメリカの研究機関が多いこと、その機関は大学等公的機関が占める割合が高いこと、さらに、論文の謝辞にアメリカの助成機関が記載されている比率が高いこと、の3点である。この結果は、バイオテクノロジー分野においては米国が優位であり、産学連携や大学発ベンチャーが活発に生まれていること、NIHをはじめとする助成金額においてもアメリカが多いと言われていることとも整合的である。

本研究の結果、日本特許におけるサイエンスリンケージの差違は、主として技術分野の違いによるものであること、引用された論文は大学や国立研究機関によるものが多いこと、多くの研究が公的サポートを受けたものであること、が明らかとなった。

今後の課題として、本研究によって構築されたプログラム及びデータベースを用い、例えば特許における日本の地域毎の技術傾向分析、発明者と出願人との相違の分析による産学連携の定量分析、特定の大学の特許への寄与度分析、時系列変化による技術の発展分析、等の研究が考えられる。

## 6. 参考文献

Albert MB, Avery D, Narin F, McAllister P. 1991. Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents. *Research Policy* 20: 251-259

Anderson J, Williams N, Seemungai D, Narin F, Olivastro D. 1996. Human Genetic Technology: Exploring the Links between Science and Innovation. *Technology Analysis and Strategic Management* 8(2): 135-156

Archibugi D. 1992. Patenting as an indicator of technological innovation: a review. *Science and Public Policy* 19(6)

Christensen, C. "The Innovator's Dilemma" (玉田俊平太監訳『イノベーションのジレンマ』、翔泳社、2000)

Dosi, G. (1989), "Technological Paradigms and technological trajectories", *Research Policy* 11

Ellis L. (1997), "Evaluation of R&D Processes: Effectiveness Through Measurements". Artech House

Goto, A. and Suzuki, K. (1989) "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries", *The Review of Economics and Statistics*

Hamel, G., and Prahalad, C.K. (July-August 1994). "Competing for the future," *Harvard Business Review*

IRI's "Biggest Problem" Facing Technology Leaders in 2001.

<http://www.iriinc.org/web/bigprob2001final.pdf>

Jones, C. (1998), "Introduction to Economic Growth" (香西泰監訳、『経済成長理論入門』、日本経済新聞社、1999)

Kuhn, T. (1962) "The structure of scientific revolutions", (中山訳『科学革命の構造』みすず書房、1971年)

Mansfield E. 1991. Academic research and industrial innovation. *Research Policy* 20: 1-12

Malerba, F. and Orsenigo, L. (1999) "Technology entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data", *Research Policy* 28

Michel J, Bettels B. 2001. Patent citation analysis. *Scientometrics* 51(1): 185-201

Ministry of Economics, Trade and Industry (Japan), June 2001. Kossovsky N. "Seminar on IPR valuation using real options and TRRU Metrics."

Miyazaki K., "Building competences in the firm", MacMillan Press LTD., (1995)

Mohnen, P. (1996) " R&D externalities and productivity growth ", OECD STI REVIEW 18,

Narin F. 1993. Patent Citation Analysis: The Strategic Application of Technology Indicators. Patent World(April): 25-31

Narin F. 1995. Inventive productivity. Research Policy 24: 507-519

Narin F, Hamilton K, Olivastro D. 1997. The increasing linkage between U.S. technology and public science. Research Policy 26: 317-330

Narin F, Olivastro D. 1988. Science Indicators: Their Use in Science Policy and Their Role in Science Studies. DSWO Press: The Netherlands

Narin F, Pinski G, Gee HH. 1976. Structure of the Biomedical Literature. Journal of the American Society for Information Science january-February

Nelson, R. and Winter, S. (1982), "An Evolutionary Theory of Economic Change", The Berknap Press of Harvard University Press

OECD. 1990. University-Enterprise Relations in OECD Member Countries. OECD: Paris

Patent Manual 1994, OECD/GD(94)114, The Measurement of Scientific and Technological Activities Using Patent Data As Science and Technology Indicators

Price DJdS. 1965. Little Science, Big Science. Columbia University Press: New York, NY

Rosenberg, N. (1982), " Inside the Black Box : Thecnology and Economics ", Cambridge University Press

Patel P. and Pavitt K. ( 1997 ) The technological competencies of the world 's largest firms: complex and path-dependent, but not much variety ", Research Policy 26

Schmookler, J. Economic Sources of Inventive Activity, The Journal of Economic History, 22, 1-20 (1964)

Schmoch, U. and others (1993), "Constraints and Opportunities for the Dissemination and Exploitation of R&D Activities", report to the EC Commission.

Schumpeter, J.A. (1950), "Capitalism, Socialism and Democracy", Harper, (中山伊知郎・東畑精一訳『資本主義・社会主義・民主主義』、東洋経済新報社、1995)

Solow R. 1956. A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics 70(February): 65-94

Solow R. (1957), "Technical Change and the aggregate production function", Review of Economics and Statistics 1957

Tushman, M. and Anderson, P. (1986) "Technological Discontinuities and Organizational Environment." Administrative Science Quarterly 31.

Utterback, J. (1944), "Mastering the Dynamics of Innovation" (大津正和ほか訳『イノベーション・ダイナミクス』、有斐閣、1998)

Zvi Griliches, R&D and Productivity, The University of Chicago Press, 287-343 (1998)

井上義朗, エヴォルショナリー・エコノミクス - 批判的序説 - , 有斐閣, 105-117 (1999)

科学技術指標 2000 科学技術政策研究所

科学技術白書平成13年版 文部科学省

編川真哉, "日本の製造業における R&D 生産性の再検討", FRI Review, 2000年1月号

玄場公規, 児玉文雄, わが国製造業の多角化と収益性の定量分析, 研究技術計画, 14, 179-189 (1999)

国際特許分類表(第6版) 1995年、特許庁編集、社団法人 日本発明協会

佐藤純一、児玉文雄 "社会・技術相関：岩波講座・現代工学の基礎<技術連関係>"、岩波書店、2000年

民間企業の研究活動に関する調査報告(平成9年度), 科学技術庁科学技術政策局, 24-26 (1998)

PATOLIS 検索マニュアル、2000年 財団法人 日本特許情報機構

玄場公規、『我が国製造業の多角化の動学的過程に関する研究』、1998年、東京大学大学院工学研究科 博士論文

辻洋一郎，エレクトロニクス製品開発における特許取得行動，組織科学，33，62-75 (2000)

児玉文雄，“技術進化サイクル論による新製品・新産業の創出”，「技術と経済」，2000年2月号