



RIETI Discussion Paper Series 14-J-038

発明の科学的源泉－発明者サーベイからの知見－

長岡 貞男
経済産業研究所

山内 勇
経済産業研究所



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/>

発明の科学的源泉—発明者サーベイからの知見—*

長岡 貞男（経済産業研究所／一橋大学イノベーション研究センター）

山内 勇（経済産業研究所）

要 旨

本研究では、日本の発明者を対象に、その発明の科学的な源泉についてアンケート調査を行った。調査結果によれば、約4分の1の発明において、過去15年程度の間新たに利用可能となった科学技術文献や研究機器・試料が無ければ、研究開発自体の着想がなかったか、あっても実施が非常に困難であった。また、約3%の発明では大学や国公立研究機関との直接的な連携が、研究開発の実施に必須の役割を果たしていた。全体では約3分の2の発明において、科学的な成果が、発明の着想あるいは実施を加速させる効果があった。これらの結果は、公共財としての科学的研究成果の公刊を促すことの重要性を再確認させるとともに、研究基盤としての研究機器・試料の整備・構築の重要性を認識させるものである。

また、調査結果からは、発明の着想や実施に重要であった科学的源泉の多く（対象発明の7割近く）は日本国内で創出された（研究者や企業が国内に所在していた）ものであることが分かった。さらに、そうした重要な科学的源泉が特許に引用される場合、従来技術の箇所で開示されることが多いことも分かった。

他方で、発明の着想や実施に重要な科学的成果と、発明者引用（当該発明の新規性・進歩性の判断に重要な文献や、発明の開示に有用な文献）は一致しない場合が多いことも明らかとなった。発明の着想・実施に重要な科学技術文献が存在する発明で、それが特許の明細書に引用される頻度は15%であり、また、非特許文献を引用している発明が、実際に研究開発の着想・実施に重要な科学技術文献を引用している頻度は16%に過ぎない。すなわち、発明者の引用情報は知識フローの指標としては限界があり、サーベイ等による直接的な同定が重要であると言える。

キーワード：科学、知識、イノベーション、源泉、特許、論文、引用

JEL classification: O30, O31, O32, O38

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

*本稿は、独立行政法人経済産業研究所におけるプロジェクト「イノベーション過程とその制度インフラの研究」及び JST 受託研究「科学に源泉を持つ発明者のサーベイ調査」の成果の一部である。サーベイの実施及び本稿の執筆の基盤となるデータセットの構築に、塚田尚稔氏(政策研究大学院大学准教授)、内藤祐介氏(人工生命研究所、一橋大学産学官連携研究員)、前田高宏氏(経済産業研究所 RA、一橋大学大学院生)、森川純子氏(一橋大学技術補佐員)の多大な協力を得た。また、本稿の原案に対して、藤田昌久(経済産業研究所長)、森川正之(経済産業研究所副所長)ならびに経済産業研究所 DP 検討会参加者から多くの有益なコメントを頂いた。

1. はじめに

日本経済の成長力を高めていく上で、科学的な知識の一層の活用が求められるようになってきている。科学によって経済成長を促進していくための政策や制度の在り方を具体的に検討する上で、イノベーションの科学的な源泉を的確に把握することが必要である。しかし、新たな知識を創造した科学者が自らイノベーションを実現することは希であり、通常は当該科学者とは組織も時代も異なる者によって知識が活用され、イノベーションが結実する。したがって、科学的発見を行った者自体も創造した知識の利用状況を十分に把握できないのが常である。

他方で、イノベーションを実現した者が、当該イノベーションに有用であった科学的知識を、特許の（後方）引用文献として開示することがあり、実際にそうした引用情報を知識フローの把握のために利用した研究は多数存在する。しかし、特許における引用情報は、当該発明が新規性及び進歩性という特許としての要件を満たすことを示す（従来技術の開示）ためか、あるいは発明自体を説明する（発明の開示）ために記載されており、必ずしも当該発明をもたらした研究開発の着想の源泉を示すものではない。例えば、新薬の探索研究は、疾患メカニズム、医薬品の標的の同定、それを阻害する分子の探索方法等についての科学的な知見によって支えられているが、その結果得られた医薬発明が特許のなるかはあくまでも既にその物質が既知かどうかのみに依存しており、そのため、従来技術としてこのような科学的な研究成果自体は特許の明細書の中で開示されない可能性は高い。

そこで、本研究では、（1）日本における発明への科学知識の貢献についての体系的なデータを得ること、また、（2）引用による先行技術文献の開示と実際の知識フローとの関係を検証するための体系的なデータを構築することを目的として、発明を行った者にその科学的な源泉についてアンケート調査を行った。サーベイ（「発明の科学的な源泉」にかかる追加サーベイ）は、2013年から2014年にかけて経済産業研究所が一橋大学のイノベーション研究センターと共同で実施した。現在、我が国では、科学の成果をイノベーションに結びつける過程をよりよく理解し、それを政策の改善につなげていくための「科学技術イノベーション政策の科学」プログラムが進められており、本研究は、そのプログラムからの支援を得ている。ここでは、そのサーベイの概要を報告する。

イノベーションの科学的な源泉については、Mansfield (1995) や、Klevorick et al. (1995) を初めとして先行研究は多い。しかしながら、近年日本でも実施されているイノベーション・サーベイを含めて、大半の大規模サーベイは企業を対象としたサーベイとなっている。企業が科学的な成果をどのように吸収・活用し、イノベーションを実現しているか、そのメカニズムを研究するには、個別の発明やプロジェクトレベルでの、知識の流れの把握が不可欠である。

また、引用による先行技術文献の開示がどの程度実際の知識フローを反映しているかを検証する体系的なデータを構築する上でも、個別発明における知識フローを把握することが必要となる。

Jaffe et al. (2000) や Jaffe et al. (1993) をはじめ、多くの研究者が知識フローを把握するための指標として特許の引用情報を使ってきた。しかし、発明のすべてが特許出願されるわけではないことや、特許の明細書における引用は特許の範囲を特定するためのものであり、知識フローを特定する目的ではないことなどの理由により、特許の引用情報が知識フローの指標としてはノイズを含むことは古くから指摘されてきた（例えば、Jaffe et al. 1998）。しかし、引用情報がどの程度ノイズを含んでいるのかについて、定量的な分析を行った研究は非常に少ない。

そうした中、Roach and Cohen (2012)は、公的研究機関の研究成果が民間企業でどの程度利用されているかという観点から、特許の後方引用の精度を企業への質問票調査の結果と比較することで分析している。彼らは、企業の研究所のマネージャーに対して、研究ユニットのプロジェクトのうち公的研究の成果を用いたものの割合を5段階(10%, 10%-40%, 41%-60%, 61%-90%, 90%超)で尋ね、その割合と特許に引用されている公的研究機関の特許・非特許文献の割合との関係を調べている。その結果、特許に引用される公的研究機関の特許・非特許文献の情報は不完全であることが確認されている。特に、論文や学会発表等の形でなく、複雑な暗黙知を対象としたクローズな形での知識の移転（非公式な研究協力や受託研究・コンサルタント等を通じた知識移転）については、引用情報のノイズが大きい可能性が示されている。また、企業の特許化戦略や引用戦略が引用情報の量に影響を与えており、それがノイズを大きくしていることも示唆されている。彼らは、企業のイノベーション成果に対する、引用情報を用いて評価した公的研究の貢献は過小評価されていると結論づけている。

また、特許の引用データは発明者が付与したものだけでなく、代理人が付与したものや審査官引用が付与したものが多く含まれるため、発明者の知識フローを正確には反映していないという批判もある。この点を確認した初期の試みとして、Jaffe et al. (2000) によるアンケート調査がある。それによれば、40%の発明者は特許の明細書に記載された引用文献が（発明前あるいは発明の過程での）知識源であったと回答しているものの、3分の1の発明者は、引用文献の内容を知らなかったと回答している。このことは、引用情報に代理人や審査官が追加した情報が多く含まれることを示している。また、Alcacer and Gittelman (2006)は、引用情報を付加した主体（発明者や審査官等）に関するデータが利用可能となった米国の2001年1月以降（2003年8月まで）の特許を対象に、発明者引用と審査官引用の違いを分析している。それによれば、引用情報の3分の2は発明者ではなく審査官が付与しており、また、40%の特許は審査官引用のみしか付与されていない。さらに、一般には審査官の方がグローバルにサーチを行うため、発明者引用の方がローカライズされていると考えられがちであるが、そうした関係が成り立たないことも多いことが示されている。他方で、Criscuolo and Verspagen (2008)は、米国とは引用に関する制度が異なる欧州特許を対象に分析を行い、発明者引用が審査官引用に比べてローカライズされていることを確認している。

Nelson (2009) は、遺伝子組み換え技術を対象に、特許、ライセンス、論文に関するデータを接続し、それぞれの指標がどの程度知識のスピルオーバーを捉えているかを比較した。その結果、それぞれの指標の件数やタイミングは全く異なり、特に、引用情報はスピルオーバーの指標としては最も狭い範囲しかカバーしていないことが明らかにされている。

ここで挙げた先行研究における、知識フローの指標としての引用情報の精度の評価方法は、知識フロー自体を特定していないため、やや間接的であると言わざるを得ない。引用情報の精度を評価する際の一番の問題は、実際に発明の着想や実施に重要だった文献を特定することが難しい点である。

こうした観点から、本研究では、発明者を対象としたサーベイにより、発明の科学的源泉を直接的に特定（科学的源泉の名称、それを生み出した主たる研究者名、その研究者の所属機関、利用可能となったおおよその西暦を特定）することを試みた。

経済産業研究所では、米国のジョージア工科大学との協力で日米発明者サーベイを行い、またボッコニー大学及びミュンヘン大学との協力で日米欧発明者サーベイを実施してきている。これらのサーベイにおいて、発明の科学的な源泉として科学技術文献等がどの程度重要であったかということのみについては、既に調査している（長岡他、2012）。本研究では日米欧発明者サーベイの回答サンプルを活用しつつ、そこからさらに、科学的源泉を具体的に特定したうえで、それらの重要性を調査している。その際、これまでのサーベイでカバーされていない、科学的な研究成果を体化した機器や試料も調査対象に加えている。すなわち、本研究では、科学的な源泉として、文献、機器・試料、産学共同研究の3つをカバーし、これらを横断的に比較できるよう、それぞれについて、企業の研究開発に必須であったかどうかを調査している。また、科学的源泉を具体的に特定化することで、例えば発明が依拠した科学的源泉の地理的な分布を把握することも可能となっている。

さらに、本調査では、質問票調査で特定した発明の知識源（非特許文献や特許文献）が、実際に特許の明細書に引用されているかを確認することで、引用情報の知識フローの指標としての精度を評価する。実際の知識源である文献を直接的に調査した研究は筆者の知る限り存在しておらず、この点は引用情報の精度を評価する上で先行研究と比較して大きな利点となっている。

調査結果によれば、対象発明の約 25%において、過去 15 年程度までの科学的な成果を反映した文献や研究機器・試料のいずれかが、研究開発の着想や実施に必須の役割を果たしていた。つまり、こうした科学的成果が無ければ、研究開発自体が実施されなかったとの結果となっている。また、約 3%の発明では大学や国公立研究機関との直接的な連携が必須であった。これらの結果は、産業のイノベーションを促進するための公共財としての科学的な研究成果の公刊の重要性を再確認させるとともに、科学的な研究成果を体化した研究機器や研究試料の研究基盤としての重要性を示している。また、調査対象発明の直接の科学的源泉の大部分は日本国内に存在し、外国の科学的成果が知識源となる場合でもその多くは米国に偏っていることが分かった。その原因としては、日本企業のサイエンス吸収能力

に言語などの制約がある可能性や、サイエンスの活用には地理的な近接(co-location)が必要という可能性などが考えられるが、その検証には今後の研究が必要である。

さらに、調査の結果からは、研究開発の着想・実施に重要であった科学的成果が存在する場合でも、それが特許の明細書に引用される頻度は高くないことも確認された。研究開発の着想にとって重要な科学的成果は、生み出された発明の新規性や進歩性の評価には直接利用されていないことが示唆される。また、特許に科学文献が引用されている場合でも、それらの中には、研究開発の着想・実施に重要でなかったものが多く含まれていることも確認された。すなわち、特許に記載される発明の引用情報は、論文の引用情報とは目的が異なり、知識源を把握するデータとしては不完全でかつノイズが大きい可能性がある。特許の引用を利用した知識フローの研究が多くなされている状況にあって、これは重要な結果であり、どのような場合に引用情報が知識フローを正しく反映するかについての計量的な検証を今後行う予定である。

2. サーベイの設計と回答者の属性

2. 1 サーベイのデザイン

本研究で行ったサーベイの調査対象は、個別の発明(特許出願)であり、2010年から2011年にかけて経済産業研究所(RIETI)で実施された日欧発明者サーベイ(『平成23年度イノベーション過程とその制度インフラのマイクロデータによる研究』プロジェクトの一環で欧州の大学と連携して実施)の国内の調査回答者2,689人の特許出願を対象としている¹。

前回の日欧発明者サーベイでは、日欧に出願された優先権主張年が2003年から2005年の特許出願を対象として調査を行っており、そのうち5291件について回答が得られている。今回の追加調査ではそのうち、メールアドレスを回答していただいた2,689人に対してメールで調査協力の依頼を行った。前回調査終了後からの異動・退職等によりメールアドレスが無効であり未達であった92件を除いた、2597件の発明が最終的な調査対象である。

調査は2013年から2014年にかけて行われ、メールに記載のURLからWeb上で回答してもらう仕組みで、最終的に843件の回収を得た(回収率32.4%)²。

本サーベイの目的は、当該発明をもたらした研究開発の着想あるいは実施において、科学的な研究の成果がどの程度重要であり、どのように用いられたかを調査することである。そのため、研究開発の基盤となった科学的研究の成果(文献・機器)の有無やそれらの相対的重要性、研究開発における他組織(大学・公的機関等)との連携の重要性、また、当該発明が活用される産業と技術分野との対応関係等について調査している。

サーベイの実施に当たって、まず、母集団となる前回サーベイで一部でも回答のあった発明5291件の出願明細書に引用されている非特許文献をすべて抽出した。それにWeb of

¹ 母集団となった発明者サーベイの調査設計等については、長岡他(2012)「発明者から見た2000年代初頭の日本のイノベーション過程：イノベーション力強化への課題」(RIETI Discussion Paper Series 12-J-033)にまとめられている。

² この他、調査対象外の発明に対する回答が3件あったが、集計対象からは除外した。

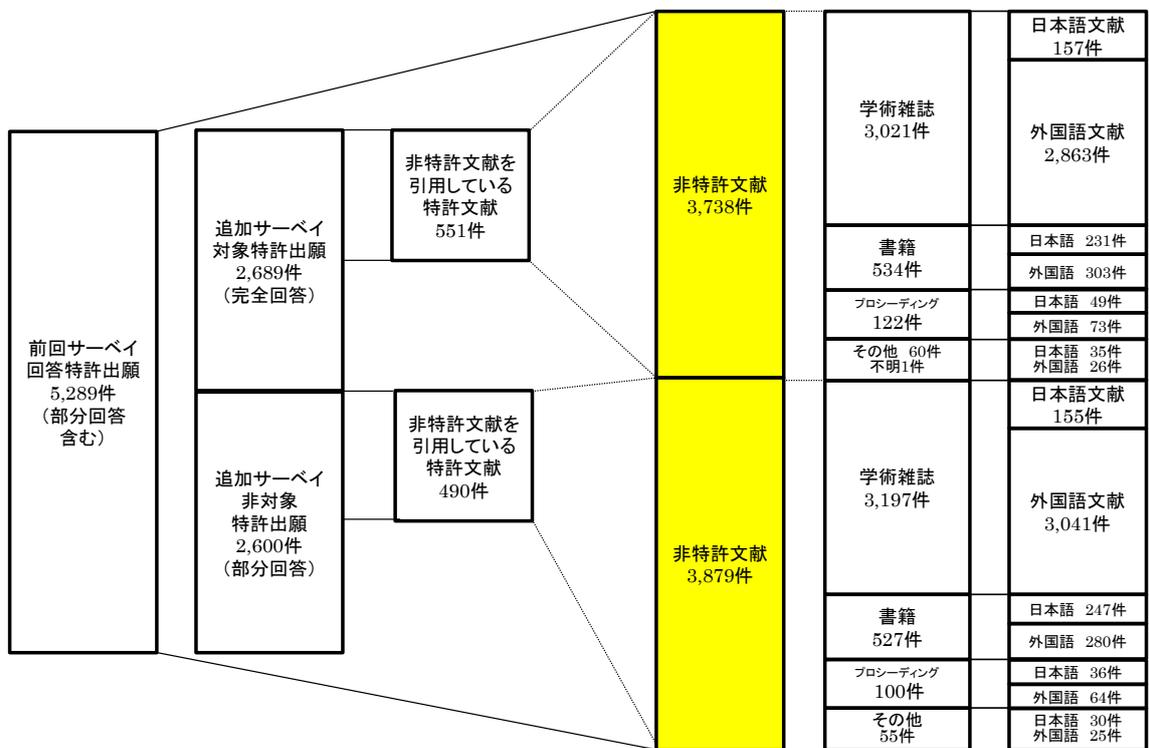
Science の英語文献、JST の保有する日本語文献データベースを接続した。また、接続できなかった引用文献（書籍、技術雑誌、自社の技報など）については、目視によりその情報を収集した。これにより、特許に引用されている非特許文献の種類や著者、発行時期や発行機関を特定した。

サーベイの実施に際しては、こうして抽出した非特許引用文献を回答画面上で表示させたうえで（情報の追加・修正が可能な形で）、その知識源としての重要性等について調査している。追加サーベイのフローは図 1 にまとめてある。

前回サーベイで回答を得られた特許出願のうち、今回のサーベイの対象となった特許出願が 2689 件、そのうち非特許文献の引用があった特許出願が 551 件（20.5%）存在する。今回のサーベイの対象とならなかった特許出願 2600 件に対する非特許文献 490 件も合わせると、5289 件のうち非特許文献を引用していた特許出願は 1041 件（19.7%）である。この特許出願それぞれが複数の非特許文献を引用しており、追加サーベイの対象となった特許出願のうち非特許文献を引用している特許出願には、合計で 3738 件の非特許文献が明細書の中で引用されている。なお、詳細な内訳については後述するが、引用される学術雑誌の約 95%は外国語の文献である（ただし、著者が日本人のみの文献も多く含まれる）。

本研究ではこうした引用特許・非特許文献データとサーベイデータを接続した分析を行う。

図 1. サーベイのデザイン



2. 2 集計対象の発明属性と母集団からのバイアス

母集団となった前回サーベイの回答者については、大きな回収バイアスがないことが長岡他（2012）によって確認されているが、今回の追加調査についても、前回調査の回答結果との比較によってバイアスの有無を確認しておく。

まずは、発明者の所属機関について、その回答分布を表 1 にまとめている。今回の追加サーベイと母集団である前回のサーベイにおいて、所属機関に関する設問に回答した発明者についてその度数と割合をそれぞれ示している（不明という回答は除いて集計している）。

発明者の所属組織としては、民間企業が圧倒的に多く、今回のサンプルではその割合は 94.7%に達する。我が国の研究開発費の約 7 割は民間企業によって支出されており、また、特許出願の多くが民間企業によってなされていることを反映しているためと考えられる。なお、母集団となる前回サーベイとの分布を比較しても非常に似ており、今回調査と母集団との間で、所属組織に関するバイアスはほとんど存在しないことが分かる。

表 1. 所属組織の分布

	本サーベイ		母集団	
	N	%	N	%
民間企業	797	94.7%	4,158	94.3%
政府系研究機関	12	1.4%	64	1.5%
大学、その他教育機関	26	3.1%	140	3.2%
その他の政府機関	0	0.0%	3	0.1%
非営利民間等	4	0.5%	23	0.5%
その他	3	0.4%	23	0.5%
合計	842		4,411	

続いて、表 2 は、欧州特許の技術分類を用いて、調査対象となった発明の分布を見たものである。調査対象としては、電気・エネルギー (Electr/Energy) 関係が 8.4%と最も多く、分析・計測・制御技術 (Anaysis/Measurement/Control Techn) が 7.9%、情報通信 (Telecom) が 6.6%、有機化学 (OrganicChem) が 6.2%と続く。母集団の分布と比較しても技術分類別の分布状況は非常に似ており、バイアスがほとんど存在しないことが分かる。また、参考までに、表 2 には前回サーベイの調査対象企業（母集団）の分布も示しているが、ここでも分布の類似性を確認できる。

表 2. 技術分類の分布

技術分類	本サーベイ		母集団		前回サーベイの母集団	
	N	%	N	%	N	%
Electr/Energy	69	8.4%	472	9.2%	1534	9.0%
Analysis/Measurement/ControlTechn	65	7.9%	375	7.3%	1159	6.8%
Telecom	54	6.6%	342	6.6%	1253	7.3%
OrganicChem	51	6.2%	218	4.2%	668	3.9%
IT	49	5.9%	293	5.7%	929	5.4%
Polymers	45	5.5%	219	4.3%	749	4.4%
Transportation	44	5.3%	292	5.7%	897	5.2%
Matprocessing/Textiles/Paper	43	5.2%	188	3.7%	554	3.2%
Audiovisual	37	4.5%	248	4.8%	965	5.6%
Semiconductors	36	4.4%	214	4.2%	738	4.3%
Pharmaceuticals/Cosmetics	36	4.4%	197	3.8%	552	3.2%
MechElements	34	4.1%	204	4.0%	600	3.5%
Optical	31	3.8%	246	4.8%	962	5.6%
Motors	30	3.6%	209	4.1%	611	3.6%
Materials	24	2.9%	159	3.1%	494	2.9%
Handl/Printing	22	2.7%	185	3.6%	776	4.5%
MedicalTechn	21	2.5%	203	3.9%	750	4.4%
ConsGoods	21	2.5%	114	2.2%	507	3.0%
SurfaceTechn	18	2.2%	113	2.2%	335	2.0%
PetrolChem/materialsChem	17	2.1%	95	1.8%	269	1.6%
ChemEngineering	17	2.1%	106	2.1%	304	1.8%
Biotechnology	15	1.8%	117	2.3%	432	2.5%
Environment	14	1.7%	50	1.0%	152	0.9%
MachineTools	14	1.7%	120	2.3%	360	2.1%
ThermProcesses	7	0.8%	60	1.2%	223	1.3%
Agric&Foods	5	0.6%	38	0.7%	96	0.6%
NuclearTechn	2	0.2%	19	0.4%	59	0.3%
ConstrTechn	2	0.2%	35	0.7%	125	0.7%
Agric&FoodProcess-Machines	1	0.1%	12	0.2%	55	0.3%
SpaceTech/Weapons	0	0.0%	2	0.0%	12	0.1%
合計	824		5145		17121	

表 3 は、調査時点までの発明者の発明件数（特許出願していないものも含む）と学術雑誌での論文発表数の基本統計量を、追加サーベイのサンプルと母集団についてそれぞれ計算したものである（平均値の比較がしやすいよう、対数化した値もあわせて示している）。

この表によれば、追加サーベイの回答者は母集団と比較して、発明件数や論文発表件数が若干多いことが分かる。ただし、発明件数の差は統計的には 5%水準で有意であるものの、その差は 1.7 件（平均値の約 3.0%）とそれほど大きくない。しかし、論文発表件数については、追加サーベイ対象者が 12.2 件、母集団が 10.9 件とその差が 1.27 件（平均値の約 11.6%）と比較的大きい。

追加サーベイが発明の科学的源泉を調査するという性格上、科学的な活動を行っている発明者が回答することが若干多くなっている可能性がある。この点は次章以降の結果を解釈するうえで念頭に置いておく必要がある。

表 3. 発明件数と論文発表件数

	追加サーベイ				母集団			
	N	平均値	中央値	標準偏差	N	平均値	中央値	標準偏差
発明件数	823	57.9	30	76.0	3779	56.2	30	92.7
論文発表件数	825	12.2	2	47.5	3833	10.9	1	54.9
発明件数 (対数)	823	3.44	3.43	1.18	3779	3.36	3.43	1.19
論文発表件数 (対数)	825	1.19	1.10	1.31	3833	1.11	0.69	1.30

3. サーベイの対象特許が引用している非特許文献及び特許文献

ここではまず、前回サーベイに部分回答を含めて回答があった 5289 件の特許出願について、特許の明細書において非特許文献を引用している 1041 件の、欧州技術分類別の割合を表 4 によって確認する（サンプル数が 2 の宇宙技術・武器、及び技術分類のデータが欠損となっている 144 件の計 146 件は表から除いている）。併せて、特許文献を引用している 4930 件の特許出願の技術分類別割合も示している。

この表を見ると、バイオテクノロジー (Biotechnology) で 82.9%、有機化学 (OrganicChem) で 72.0%、医薬品 (Pharmaceuticals/Cosmetics) で 67.5%と、これらの分野では、特許の明細書の中で非特許文献を引用するものの割合が突出して高いことが分かる（全体平均は 19.7%である）。

特許文献の引用については、93.2%の特許出願が明細書中で特許文献を引用しており、技術分類別の差は大きくない。

表 4. 非特許文献及び特許文献を引用している発明の分布

	N	非特許文献を引用している特許出願の数	非特許文献を引用している特許出願の割合	特許文献を引用している特許出願の数	特許文献を引用している特許出願の割合
Biotechnology	117	97	82.9%	105	89.7%
OrganicChem	218	157	72.0%	199	91.3%
Pharmaceuticals/Cosmetics	197	133	67.5%	183	92.9%
Agric&Foods	38	14	36.8%	38	100.0%
Polymers	219	79	36.1%	210	95.9%
PetrolChem/materialsChem	95	30	31.6%	88	92.6%
NuclearTechn	19	5	26.3%	16	84.2%
SurfaceTechn	113	27	23.9%	101	89.4%
ChemEngineering	106	25	23.6%	103	97.2%
Optical	246	53	21.5%	228	92.7%
Materials	159	33	20.8%	144	90.6%
Semiconductors	214	42	19.6%	197	92.1%
Analysis/Measurement/ControlTechn	375	60	16.0%	349	93.1%
Telecom	342	51	14.9%	292	85.4%
IT	293	38	13.0%	264	90.1%
Electr/Energy	472	54	11.4%	443	93.9%
MedicalTechn	203	23	11.3%	190	93.6%
Audiovisual	248	26	10.5%	231	93.1%
Matprocessing/Textiles/Paper	188	18	9.6%	184	97.9%
Handl/Printing	185	16	8.6%	175	94.6%
Agric&FoodProcess-Machines	12	1	8.3%	11	91.7%
Environment	50	3	6.0%	49	98.0%
ConsGoods	114	4	3.5%	108	94.7%
MachineTools	120	4	3.3%	112	93.3%
MechElements	204	6	2.9%	198	97.1%
Motors	209	4	1.9%	199	95.2%
ThermProcesses	60	1	1.7%	58	96.7%
Transportation	292	2	0.7%	286	97.9%
ConstrTechn	35	0	0.0%	35	100.0%
Total	5289	1041	19.7%	4930	93.2%

続いて、これら非特許文献を引用している 1041 件の特許出願について、そこで引用されている非特許文献 7617 件の内訳について概観する。

表 5 は、技術分類ごとに前回サーベイの対象発明数（合計 5289 件）と非特許引用文献数（合計 7617 件）及びそれらの比率である、特許出願 1 件当たりの非特許文献引用数を集計したものである（ここでも、サンプル数が 2 の宇宙技術・武器と、技術分類が欠損である 144 件は集計から除いている）。なお、各引用文献について、それが特許の明細書の「従来技術」を記載する部分で引用されているか、発明の実施例など「発明の開示」を記載する部分で引用されているかも特定しており、表 5 にはその割合もあわせて示している。

表 5 から、特許 1 件当たりで引用される非特許文献の数についても、バイオテクノロジー

一（16.0件）、医薬品（9.0件）、有機化学（8.2件）で突出して高いことが見て取れる。なお、特許の明細書の中で、非特許文献が引用される個所は従来技術の箇所では約4割、発明の開示の箇所では約6割となっている。

表 5. 非特許文献の技術分類別分布

	N	非特許文献 の引用件数	特許出願1件 当たりの非特 許文献引用数	従来技術 で引用 (%)	発明の開示 で引用 (%)
Biotechnology	117	1873	16.0	32.8%	67.2%
Pharmaceuticals/Cosmetics	197	1769	9.0	32.9%	67.1%
OrganicChem	218	1798	8.2	44.4%	55.6%
PetrolChem/materialsChem	95	162	1.7	35.2%	64.8%
Polymers	219	269	1.2	35.3%	64.7%
Agric&Foods	38	37	1.0	56.8%	43.2%
Optical	246	231	0.9	31.2%	68.8%
Analysis/Masurement/ControlTechn	375	287	0.8	62.0%	38.0%
Agric&FoodProcess-Machines	12	9	0.8	55.6%	44.4%
Semiconductors	214	160	0.7	57.5%	42.5%
ChemEngineering	106	57	0.5	43.9%	56.1%
IT	293	155	0.5	45.8%	54.2%
Materials	159	79	0.5	75.9%	24.1%
SurfaceTechn	113	46	0.4	63.0%	37.0%
Handl/Printing	185	73	0.4	6.8%	93.2%
NuclearTechn	19	7	0.4	100.0%	0.0%
Electr/Energy	472	153	0.3	51.0%	49.0%
Telecom	342	103	0.3	84.5%	15.5%
Matprocessing/Textiles/Paper	188	43	0.2	39.5%	60.5%
Audiovisual	248	54	0.2	57.4%	42.6%
MedicalTechn	203	44	0.2	81.8%	18.2%
Environment	50	8	0.2	75.0%	25.0%
MechElements	204	13	0.1	76.9%	23.1%
MachineTools	120	7	0.1	42.9%	57.1%
ConsGoods	114	6	0.1	83.3%	16.7%
Motors	209	7	0.0	85.7%	14.3%
ThermProcesses	60	1	0.0	100.0%	0.0%
Transportation	292	2	0.0	100.0%	0.0%
ConstrTechn	35	0	0.0	-	-
Total	5289	7617	1.4	40.2%	59.8%

表 6 は、引用されている特許文献 (20,255 件) について、表 5 と同様の集計を行ったものである (なお、20,255 件のうち 659 件については、引用箇所の特定ができていないため、割合の計算からは除外されている)。

この表を見ると、特許 1 件当たりで引用される特許文献の数が多いのは、高分子化学 (Polymers)、光学 (Optical)、医薬品 (Pharmaceuticals) といった技術分類であり、これらは平均して 8 件以上の特許文献が明細書中で引用されている。

表 6. 特許文献の技術分類別分布

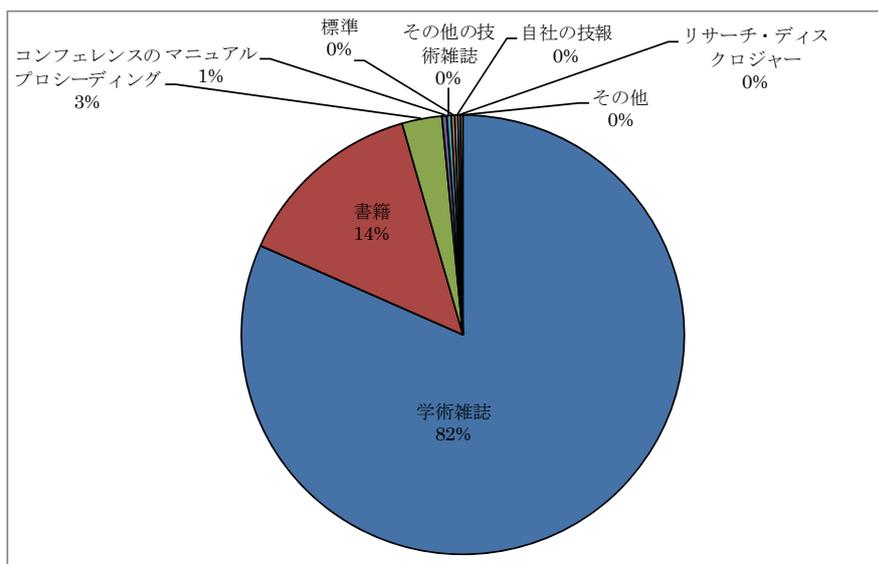
	N	特許文献の引用件数	特許出願1件当たりの特許文献引用数	従来技術で引用 (%)	発明の開示で引用 (%)
Polymers	219	2020	9.2	52.1%	47.9%
Optical	246	2190	8.9	30.8%	69.2%
Pharmaceuticals/Cosmetics	197	1634	8.3	52.1%	47.9%
Handl/Printing	185	1464	7.9	26.7%	73.3%
OrganicChem	218	1710	7.8	77.8%	22.2%
Biotechnology	117	794	6.8	41.5%	58.5%
PetrolChem/materialsChem	95	541	5.7	63.0%	37.0%
Agric&Foods	38	169	4.4	87.9%	12.1%
Matprocessing/Textiles/Paper	188	810	4.3	69.1%	30.9%
ChemEngineering	106	428	4.0	86.7%	13.3%
SurfaceTechn	113	389	3.4	80.0%	20.0%
Materials	159	497	3.1	87.9%	12.1%
Audiovisual	248	711	2.9	76.9%	23.1%
Electr/Energy	472	1300	2.8	87.2%	12.8%
MedicalTechn	203	553	2.7	86.9%	13.1%
Semiconductors	214	540	2.5	79.7%	20.3%
Environment	50	118	2.4	98.9%	1.1%
ConsGoods	114	241	2.1	91.5%	8.5%
MachineTools	120	252	2.1	97.1%	2.9%
Analysis/Measurement/ControlTechn	375	751	2.0	91.3%	8.7%
ConstrTechn	35	63	1.8	93.0%	7.0%
Agric&FoodProcess-Machines	12	21	1.8	95.2%	4.8%
Telecom	342	597	1.7	93.1%	6.9%
MechElements	204	356	1.7	93.4%	6.6%
IT	293	498	1.7	92.6%	7.4%
Transportation	292	494	1.7	96.6%	3.4%
Motors	209	349	1.7	95.0%	5.0%
ThermProcesses	60	93	1.6	97.7%	2.3%
NuclearTechn	19	28	1.5	84.0%	16.0%
Total	5289	20255	3.8	65.9%	34.1%

また、引用箇所の特定できた 16,258 件の引用特許文献について、その割合を見てみると、全体としては特許文献は従来技術で引用されるものが 3 分の 2 (65.9%) であり、発明の開示の部分で引用されるのが 3 分の 1 (34.1%) である。したがって、特許文献は従来技術の箇所で、非特許文献は発明の開示の箇所で引用されることが相対的に多いことが分かる。

続いて、図 2 は、7617 件の非特許文献について、その媒体を整理したものである。特許の明細書の中で引用される非特許文献の大部分 (82%) は学術雑誌であることが分かる。学術雑誌と書籍、学会でのプロシーディングスで 98.5%を占め、他の技術文献の引用は非常に少ない。

図 2. 非特許文献の媒体

非特許文献の種類	N
学術雑誌	6218
書籍	1061
コンフェレンスのプロシーディング	222
マニュアル	27
その他の技術雑誌	25
標準	19
自社の技報	17
リサーチ・ディスクリージャー	14
その他	13
不明	1
合計	7617



4. サーベイの結果概観：発明の科学的源泉

4. 1 公刊された科学研究の成果の重要性

ここでは、サーベイの回収データを用いて、研究開発の着想・実施に対して、科学的知識がどの程度貢献しているかを整理する。サーベイでは、調査対象となる発明をもたらした研究開始プロジェクトについて、その開始時点から 15 年程度以前までに公刊された科学研究の成果、機器等に体化されて利用可能となった科学研究の成果、及び大学や研究機関との共同研究の重要性を調査している。

まず、公刊された科学研究の成果の重要性について、サーベイでは、調査対象となる発明を生み出した研究開発プロジェクトの着想あるいは実施に対する影響を、次のような聞き方で調査している。「直近 15 年程度の間新たに文献などに公刊された科学研究の成果が仮に無かった場合、当該研究開発プロジェクトがどのような影響を受けましたか」という聞き方である。選択肢としては、1. 着想自体が起きなかった、2. 着想はあっただろうが、研究開発の実施が非常に困難であった、3. 着想・実施はしたであろうが、成果が得られるまで現実より著しく（5年以上）遅れた、4. 着想・実施が多少遅れた、5. 影響はなかった、の 5 通りである。本研究では、このうち 1 か 2 を選択した場合に、文献が「必須」の役割を果たしたものとみなし、1 から 3 のいずれかを選択した場合に、文献が「重要」な影響を与えたものとみなしている。

図 3 は、その回答分布を見たものである。この図によれば、およそ 18%の発明者が当該発明の着想・実施に対して、科学文献が必須の役割を果たしたと認識しており、また、22%の発明者が、科学文献が重要な影響を持っていたと回答している。

図 3. 科学文献の影響



表 7 は、サンプル数が 10 以上の分野に限って技術分類別の分布を見たものであり、科学文献が必須の役割を果たしたと回答した（1 か 2 と回答した）発明者の割合が高い順に並べている。バイオテクノロジー（Biotechnology）、化学工学（Chemical Engineering）医薬品（Pharmaceuticals）といった技術分野で特に科学的文献の重要性が高いことが分かる。

表 7. 科学文献の影響（技術分類別分布）

	1. 着想自体が起きなかった		2. 実施が非常に困難であった		必須の役割 (1+2)		3. 成果が得られるのが現実より著しく遅れた		4. 着想・実施が多少遅れた		5. 影響は無かった		合計
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Biotechnology	4	26.7%	1	6.7%	5	33.3%	3	20.0%	5	33.3%	2	13.3%	15
Chem Engineering	2	10.5%	4	21.1%	6	31.6%	1	5.3%	3	15.8%	9	47.4%	19
Pharmaceuticals/Cosmetics	3	10.3%	6	20.7%	9	31.0%	2	6.9%	7	24.1%	11	37.9%	29
Semiconductors	5	13.2%	6	15.8%	11	28.9%	2	5.3%	14	36.8%	11	28.9%	38
OrganicChem	6	10.5%	10	17.5%	16	28.1%	4	7.0%	17	29.8%	20	35.1%	57
Materials	3	13.0%	2	8.7%	5	21.7%	0	0.0%	7	30.4%	11	47.8%	23
IT	9	17.6%	2	3.9%	11	21.6%	2	3.9%	15	29.4%	23	45.1%	51
Telecom	8	15.4%	3	5.8%	11	21.2%	3	5.8%	17	32.7%	21	40.4%	52
SurfaceTechn	2	10.5%	2	10.5%	4	21.1%	1	5.3%	6	31.6%	8	42.1%	19
Polymers	3	6.1%	6	12.2%	9	18.4%	3	6.1%	23	46.9%	14	28.6%	49
Audiovisual	4	11.4%	2	5.7%	6	17.1%	0	0.0%	15	42.9%	14	40.0%	35
Electr/Energy	6	9.0%	5	7.5%	11	16.4%	0	0.0%	28	41.8%	28	41.8%	67
Optical	2	6.5%	3	9.7%	5	16.1%	0	0.0%	15	48.4%	11	35.5%	31
Analysis/Measurement/ControlTechn	8	11.3%	3	4.2%	11	15.5%	2	2.8%	20	28.2%	38	53.5%	71
MedicalTechn	2	9.1%	1	4.5%	3	13.6%	1	4.5%	7	31.8%	11	50.0%	22
Matprocessing/Textiles/Paper	4	9.8%	1	2.4%	5	12.2%	1	2.4%	10	24.4%	25	61.0%	41
PetrolChem/materialsChem	2	11.8%	0	0.0%	2	11.8%	3	17.6%	5	29.4%	7	41.2%	17
MechElements	3	8.1%	1	2.7%	4	10.8%	1	2.7%	16	43.2%	16	43.2%	37
Transportation	4	8.5%	1	2.1%	5	10.6%	2	4.3%	12	25.5%	28	59.6%	47
Motors	1	3.2%	2	6.5%	3	9.7%	2	6.5%	13	41.9%	13	41.9%	31
Environment	0	0.0%	1	7.1%	1	7.1%	2	14.3%	5	35.7%	6	42.9%	14
ConsGoods	1	4.5%	0	0.0%	1	4.5%	0	0.0%	2	9.1%	19	86.4%	22
Handl/Printing	0	0.0%	1	3.7%	1	3.7%	0	0.0%	9	33.3%	17	63.0%	27
MachineTools	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	5	35.7%	9	64.3%	14
合計	82	9.9%	63	7.6%	145	17.5%	35	4.2%	276	33.3%	372	44.9%	828

4. 2 科学的成果を新たに体化した研究機器や研究試料の重要性

続いて、科学的成果を新たに体化した研究機器や研究試料がなかった場合の影響についてまとめたのが図 4 である。表 8 に技術分類別の分布も示している。研究機器・試料についても、16.3%の研究開発に対して必須の役割を果たしており、また、2割以上の研究開発に対して重要な影響を持っていたことが分かる。そうした必須の効果を持っていた割合が高い技術分野としては、科学的文献と同様、バイオテクノロジー、医薬品、化学工学が挙げられる。研究機器や研究試料など研究インフラ産業の発展が企業の研究開発に重要であることを示唆する結果である。

図 4. 研究機器・試料の影響



表 8. 研究機器・試料の影響（技術分類別分布）

	1. 着想自体が起きなかった		2. 実施が非常に困難であった		必須の役割 (1+2)		3. 成果が得られるのが現実より著しく遅れた		4. 着想・実施が多少遅れた		5. 影響は無かった		合計 N
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Biotechnology	4	26.7%	4	26.7%	8	53.3%	2	13.3%	3	20.0%	2	13.3%	15
Pharmaceuticals/Cosmetics	1	3.4%	9	31.0%	10	34.5%	2	6.9%	6	20.7%	11	37.9%	29
ChemEngineering	1	5.3%	4	21.1%	5	26.3%	2	10.5%	2	10.5%	10	52.6%	19
OrganicChem	5	13.2%	5	13.2%	10	26.3%	0	0.0%	11	28.9%	17	44.7%	38
Matprocessing/Textiles/Paper	7	13.7%	5	9.8%	12	23.5%	2	3.9%	13	25.5%	24	47.1%	51
Telecom	1	7.1%	2	14.3%	3	21.4%	0	0.0%	4	28.6%	7	50.0%	14
Polymers	1	5.3%	3	15.8%	4	21.1%	2	10.5%	3	15.8%	10	52.6%	19
SurfaceTechn	5	8.8%	7	12.3%	12	21.1%	5	8.8%	15	26.3%	25	43.9%	57
Transportation	6	14.6%	2	4.9%	8	19.5%	1	2.4%	9	22.0%	23	56.1%	41
Environment	2	8.7%	2	8.7%	4	17.4%	1	4.3%	7	30.4%	11	47.8%	23
Materials	2	4.1%	6	12.2%	8	16.3%	3	6.1%	19	38.8%	19	38.8%	49
PetrolChem/materialsChem	3	8.1%	3	8.1%	6	16.2%	1	2.7%	15	40.5%	15	40.5%	37
Semiconductors	5	9.6%	3	5.8%	8	15.4%	3	5.8%	20	38.5%	21	40.4%	52
Electr/Energy	6	9.0%	4	6.0%	10	14.9%	2	3.0%	25	37.3%	30	44.8%	67
MechElements	4	11.4%	1	2.9%	5	14.3%	2	5.7%	17	48.6%	11	31.4%	35
MedicalTechn	1	4.5%	2	9.1%	3	13.6%	0	0.0%	3	13.6%	16	72.7%	22
IT	2	11.8%	0	0.0%	2	11.8%	0	0.0%	6	35.3%	9	52.9%	17
Audiovisual	5	7.0%	3	4.2%	8	11.3%	3	4.2%	18	25.4%	42	59.2%	71
Analysis/Measurement/ControlTechn	3	9.7%	0	0.0%	3	9.7%	3	9.7%	12	38.7%	13	41.9%	31
Motors	1	3.2%	2	6.5%	3	9.7%	2	6.5%	15	48.4%	11	35.5%	31
Optical	1	4.5%	1	4.5%	2	9.1%	0	0.0%	7	31.8%	13	59.1%	22
ConsGoods	3	6.4%	1	2.1%	4	8.5%	2	4.3%	11	23.4%	30	63.8%	47
MachineTools	0	0.0%	1	7.1%	1	7.1%	0	0.0%	5	35.7%	8	57.1%	14
Handl/Printing	0	0.0%	1	3.7%	1	3.7%	1	3.7%	8	29.6%	17	63.0%	27
合計	69	8.3%	71	8.6%	140	16.9%	39	4.7%	254	30.7%	395	47.7%	828

4. 3 大学・公的研究機関との共同研究の重要性

大学や公的研究機関の影響については、追加サーベイでは、大学や研究機関との共同研究が仮に実施できなかった場合の影響として調査している。選択肢は、1. シーズあるいはニーズが無いので、当該研究開発プロジェクト自体が存在しなかった、2. 当該研究開発の実施をあきらめた、3. 自社のみで実施できたが、研究開発の規模は著しく小さくなった、あるいは研究が著しく（5年以上）大幅に遅延した、4. 大きな影響はなかった、5. その他、の5通りであり、このうち1か2を選択した場合に、大学・公的研究機関との協力が研究開発に必須の役割を果たしたものとみなし、それに3を加えたものを大学・公的研究機関との協力が重要な影響を持っていたものとみなす。

図5にその分布をまとめている。およそ3%の発明にとって、大学等の研究機関との共同研究が必須の役割を果たし、約6%の発明に対して重要な影響を持っていることが分かる。また、表9は、技術分類を大分類（6分類）にして、大学や研究機関との共同研究の重要性を見たものである（必須であった割合の高い順に並べている）。計測分析器具（Instruments）、化学（Chemistry）、電気工学（Electronics Engineering）の分野で、研究開発における大学等の影響が強いことが見て取れる。

図5. 大学等との共同研究の影響

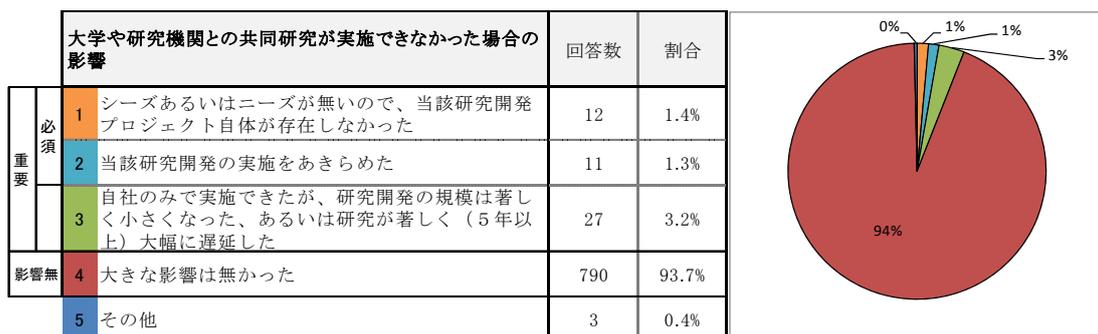


表9. 大学等との共同研究の影響（技術分類別分布）

大学や研究機関との共同研究が実施できなかった場合の影響											
	1. 当該研究開発プロジェクト自体が存在しなかった		2. 当該研究開発の実施をあきらめた		必須の役割(1+2)		3. 研究開発の規模が著しく縮小、進捗が大幅に遅延		4. 大きな影響は無かった		合計 N
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Instruments	3	2.4%	3	2.4%	6	4.8%	2	1.6%	118	93.7%	126
Chemistry	5	2.3%	4	1.9%	9	4.2%	13	6.1%	191	89.7%	213
ElecEng	3	1.2%	2	0.8%	5	2.1%	10	4.1%	227	93.8%	242
ProcEng	1	1.0%	1	1.0%	2	2.0%	1	1.0%	98	97.0%	101
MechEng	0	0.0%	1	0.7%	1	0.7%	1	0.7%	135	98.5%	137
ConsConstr	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	24	100.0%	24
合計	12	1.4%	11	1.3%	23	2.7%	27	3.2%	793	94.1%	843

なお、本サーベイでは、企業の発明者が大学等との共同研究を開始する際のきっかけについても調査をしている。

表10は、発明者が大学等を共同研究の相手として選択するうえで、どのような経路が重要であったかを示したものである。それぞれの経路について、「非常に重要である」から「全く重要でない」の5段階で調査した結果をまとめ、「非常に重要である」か「重要である」と回答した割合の高い順に並べている。なお、ここでの集計対象は、調査対象発明の研究開発プロジェクトにおいて、大学等との共同研究が重要であった76件の発明である。

この表を見ると、特許の発明者と大学等との共同研究は、発明者が大学研究者の論文を読んだり、学会での発表を聞いたりしたことが契機となる場合が多いことが分かる。7割か

ら 8 割の大学との共同研究において、そのきっかけとして、大学研究者の論文の公表、学会報告が、非常に重要あるいは重要な役割を果たしている。特許の公開公報も約 4 割の共同研究で重要な契機となっているが、学術論文の公開の方が重要性が高いことは注目に値する。

他方で、約 45%の共同研究では、大学研究者から企業研究者への働きかけが共同研究の非常に重要あるいは重要なきっかけとなっていることが分かる。本サーベイでは、こうした大学研究者が企業の発明者に共同研究を持ちかける場合の情報源についても調査している。

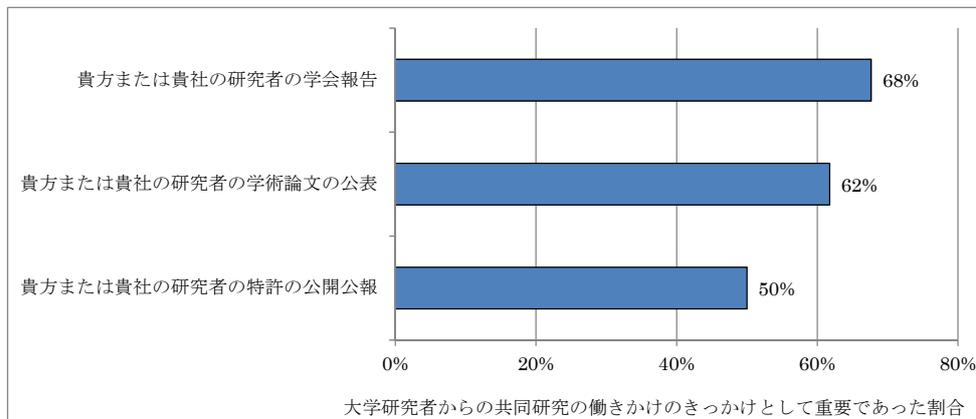
図 6 は、大学等の研究者からの働きかけをもたらしたきっかけとして、企業発明者の論文執筆活動や特許化活動の重要性をまとめたものである。それぞれの項目について、1. 非常に重要である、2. 重要である、3. どちらでもない、4. 重要でない、5. 全く重要でない、6. 不明という 6 つの選択肢の中で、1 か 2 を選択した発明者の割合を図示している。なお、サンプルは表 10 において、大学等の研究者からの共同研究への直接働きかけが非常に重要である、あるいは重要であると回答した 34 件の発明である。

この図によれば、企業の発明者の論文執筆・発表活動、特許出願が、大学等の研究者からの共同研究を呼び込むツールとしても、非常に有効であることが分かる。

表 10. 大学等との共同研究のきっかけ (N=75)

	非常に重要である		重要である		どちらでもない		重要でない		全く重要でない	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
大学等の研究者の学術論文の公表	27	36.0%	32	42.7%	6	8.0%	6	8.0%	4	5.3%
大学等の研究者の学会報告	24	32.0%	31	41.3%	13	17.3%	5	6.7%	2	2.7%
大学等の研究者からの共同研究への直接働きかけ	11	14.7%	23	30.7%	28	37.3%	10	13.3%	3	4.0%
大学研究者主導の研究プロジェクト	11	14.7%	22	29.3%	24	32.0%	15	20.0%	4	5.3%
大学等の研究者の特許の公開公報	7	9.3%	22	29.3%	28	37.3%	10	13.3%	8	10.7%
大学等の研究者のホームページ	9	12.0%	19	25.3%	24	32.0%	17	22.7%	6	8.0%
大学等の産学連携支援機関	7	9.3%	17	22.7%	31	41.3%	11	14.7%	9	12.0%
他の機関による仲介	9	12.0%	8	10.7%	29	38.7%	12	16.0%	17	22.7%
その他	2	4.0%	2	4.0%	27	54.0%	4	8.0%	15	30.0%

図 6. 大学等の研究者からの働きかけをもたらすうえでの論文・特許の重要性 (N=34)



4. 4 科学研究の成果全体の重要性

ここでは、科学文献、研究機器・試料、大学との共同研究の重要性について、それぞれの知識源同士の関係、及びこれらの科学研究成果全体としての重要性を分析する。図 7 は、それぞれの知識源について、研究開発の着想・実施に必須の役割を果たした場合をまとめたものである。同様に、図 8 は、重要な影響を持っていた場合をまとめたものであり、図 9 は、影響がなかった場合をまとめたものである。

図 7 から分かるように、直近 15 年程度に公開された文献、研究機器・試料、大学との共同研究について「必須であった」と回答した割合はそれぞれ、17.8%、16.1%、2.8%となっており、重複を考慮していずれかが必須であった割合は 26.5%である。また、文献と研究機器・試料のいずれかが必須であった割合は 25.6%である。

図 8 によれば、文献、研究機器・試料、大学との共同研究について、「重要な影響があった」と回答した割合はそれぞれ、21.8%、21.3%、5.9%である。いずれかが重要であった割合は 33.1%、文献と研究機器・試料のいずれかが重要であった割合は 32.3%である。また、図 9 を見ると、文献、研究機器・試料、大学との共同研究すべてについて「影響がなかった」と回答した割合は 35.5%であるから、約 3 分の 2 の発明はいずれかの影響が多少なりともあったことになる。

まとめれば、科学研究の成果は約 4 分の 1 の発明で必須の役割を果たしており、約 3 分の 1 の発明で重要な影響を与えており、約 3 分の 2 の発明で影響があったという結果である。本サーベイが対象とする発明者の所属組織は 95%程度が民間企業であるが、そうしたイノベーションの実現主体となる民間企業での発明活動に対しても、科学研究の貢献度は高いことがうかがえる。

図 7. 科学的成果の影響（必須であった発明の割合：N=843）

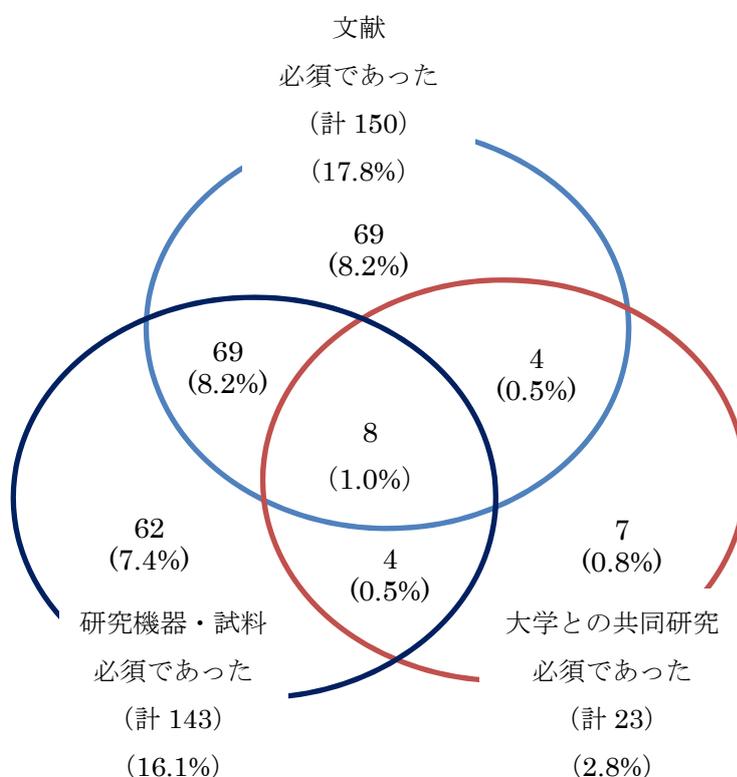


図 8. 科学的成果の影響（重要であった発明の割合：N=843）

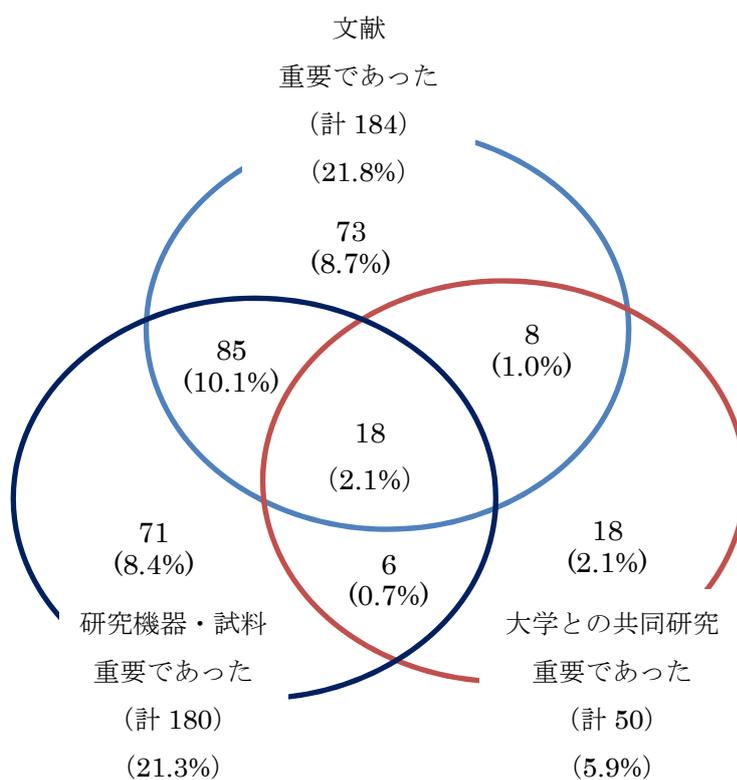


図 9. 科学的成果の影響（影響がなかった発明の割合：N=843）

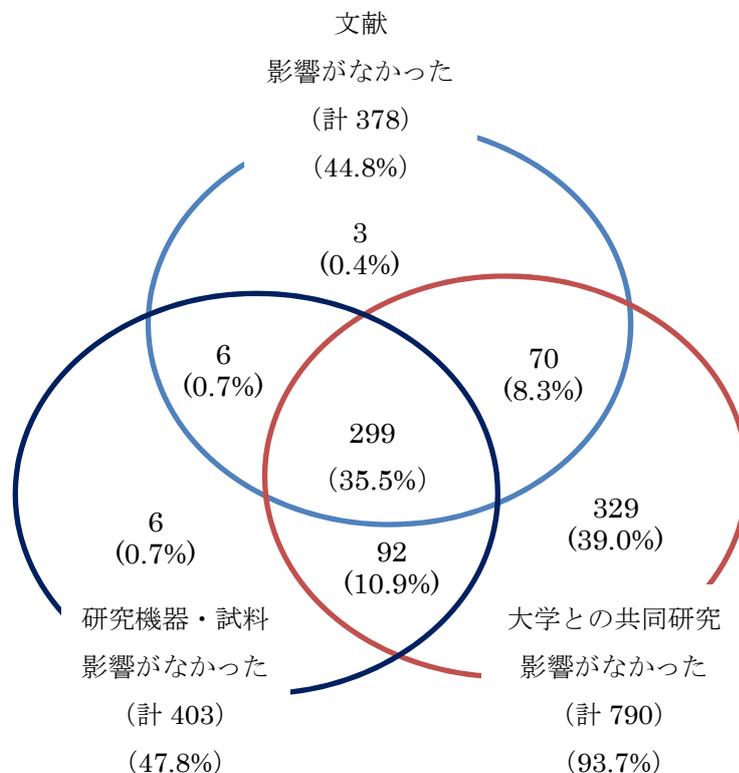


表 11 は、科学文献、研究機器・試料、大学との共同研究のいずれかが必須であったと回答した割合を技術分類別に見たものである（サンプル数が 10 以上の分野に絞っている）。科学的成果が研究開発の着想・実施に必須の役割を果たすことが多い技術分類は、バイオテクノロジー（Biotechnology）、医薬品（Pharmaceuticals）、化学工業（Chemical Engineering）といった分野である。同時に、大半の（発明数で 8 割を超える）技術分野で、また、2 割を超える発明で、科学的な研究成果が必須と評価されている。

表 11. 科学的成果が研究開発の着想・実施に必須である割合

	いずれかが 必須の役割		合計
	N	%	N
Biotechnology	9	60.0%	15
Pharmaceuticals/Cosmetics	14	48.3%	29
ChemEngineering	8	42.1%	19
Semiconductors	14	36.8%	38
IT	18	35.3%	51
OrganicChem	20	35.1%	57
Materials	8	34.8%	23
Polymers	16	32.7%	49
SurfaceTechn	5	26.3%	19
Electr/Energy	17	25.4%	67
Telecom	13	25.0%	52
Matprocessing/Textiles/Paper	10	24.4%	41
Analysis/Measurement/ControlTechn	17	23.9%	71
PetrolChem/materialsChem	4	23.5%	17
MedicalTechn	5	22.7%	22
MechElements	8	22.2%	36
Environment	3	21.4%	14
Audiovisual	7	20.0%	35
Optical	5	16.1%	31
Transportation	7	15.6%	45
ConsGoods	3	13.6%	22
Motors	3	9.7%	31
Handl/Printing	2	7.4%	27
MachineTools	1	7.1%	14
Total	223	26.5%	843

5. 特許の引用情報と発明の科学的源泉

ここでは、サーベイのデータを用い、発明の着想・実施に重要な役割を果たした文献と、特許の明細書で引用されている文献との関係性を調べることで、特許の引用情報の有用性を把握する。

5. 1 非特許文献の引用の有無と科学技術文献から発明への重要な知識フロー

図 10 は、サーベイの回答 843 件のうち、引用した非特許文献があるグループとないグループとで、科学的成果が研究開発に重要であった割合がどの程度異なるかを図示したものである。なお、サーベイでは、着想・実施に重要であった科学的成果を、「科学技術文献」

(学術雑誌、コンフェレンスのプロシーディング、書籍等)に限らず、「他の技術文献」(特許文献、マニュアル、標準)も含めて、重要度の順に 5 つまで聞いている。しかしここでは、科学技術文献に着目した比較を行うため、重要な科学的成果として挙げられている文献が「他の技術文献」のみである場合(重要な科学的成果として挙げた文献に「科学技術文献」が 1 つも含まれていない場合)には、重要な科学的成果がなかったものとみなす。ただし、従来技術の箇所、発明の開示の箇所いずれについても、挙げられた文献が「他の技術文献」のみというケースは存在せず、全体で見ると少なくとも一つは科学技術文献が挙げられている(したがって、引用箇所を分けて集計を行うときにのみ、上述の処理を行っている)。

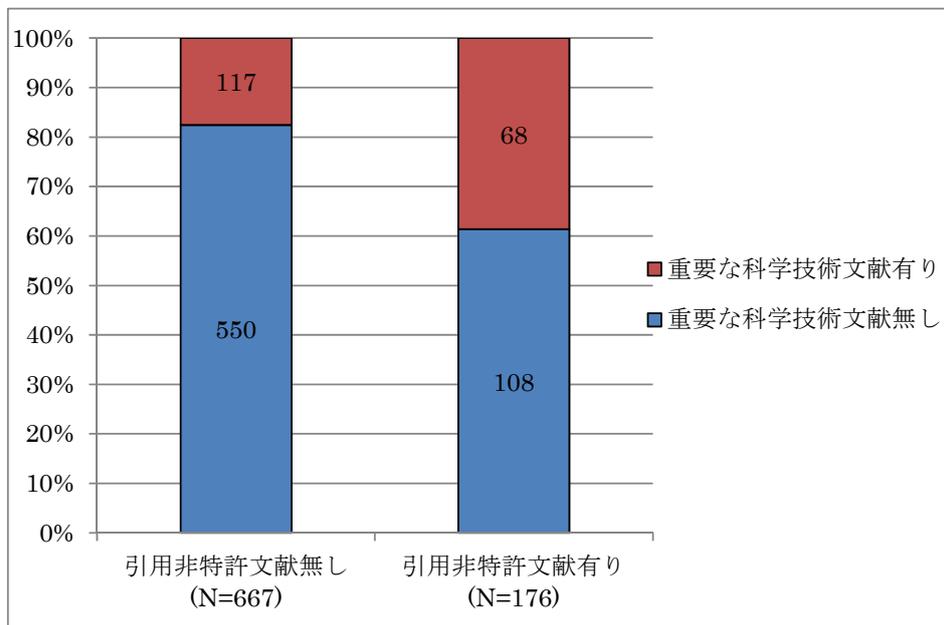
まず、サーベイ回答者の特許出願のうち、非特許文献の引用がなかったものは 667 件(79.1%)、引用のあったものは 176 件(20.9%)である。そして、非特許文献の引用がなかったグループでは、研究開発の着想・実施に重要な科学技術文献があったものが 117 件(17.5%)であり、非特許文献の引用があったグループではそれが 68 件(38.6%)である。研究開発の着想・実施に重要な科学技術文献が存在する発明(185 件)に、何らかの非特許文献が存在する頻度は 37%(68 件/185 件)である。

非特許文献が引用されていても、研究開発の着想・実施に重要な科学技術文献がなかったと回答した発明者が 6 割以上存在することは、特許の明細書に引用されている文献の多くは、当該発明の着想や実施には重要でなかったものであることを示している。逆に、非特許文献が引用されていなくても、2 割弱の発明者が着想・実施に重要な科学的成果があったと回答していることから、そうした重要な文献が特許の明細書に記載されていないことが多いことも分かる。

なお、科学技術文献が重要な科学的源泉となっている割合は 21.9%(185 件)であり、発明が非特許文献を引用している割合も 20.9%(176 件)と、結果的に両者は近い値となっているが、個別の発明単位で見ると以上のように、両者の差は大きい。

図 11 は、従来技術の箇所での非特許文献の引用に着目して図 10 と同様の集計を行ったものである。非特許文献の引用がない 709 件の発明のうち、128 件(18.1%)で重要な科学技術文献が存在しており、非特許文献の引用がある 134 件の発明のうち、108 件(61.4%)で重要な科学技術文献が存在しないという結果であり、引用情報が不完全でノイズを含んでいる傾向は全体とさほど変わらない。

図 10. 非特許文献の引用の有無別の科学技術文献からの知識フロー



注) 「重要な科学技術文献」が存在し、かつ特許の明細書に何かしらの非特許文献が引用されている場合でも、実際に当該発明で引用されている件数は、68件より大幅に低く、28件である(5.2節を参考)。

図 11. 非特許文献の引用の有無(従来技術)別の科学技術文献からの知識フロー

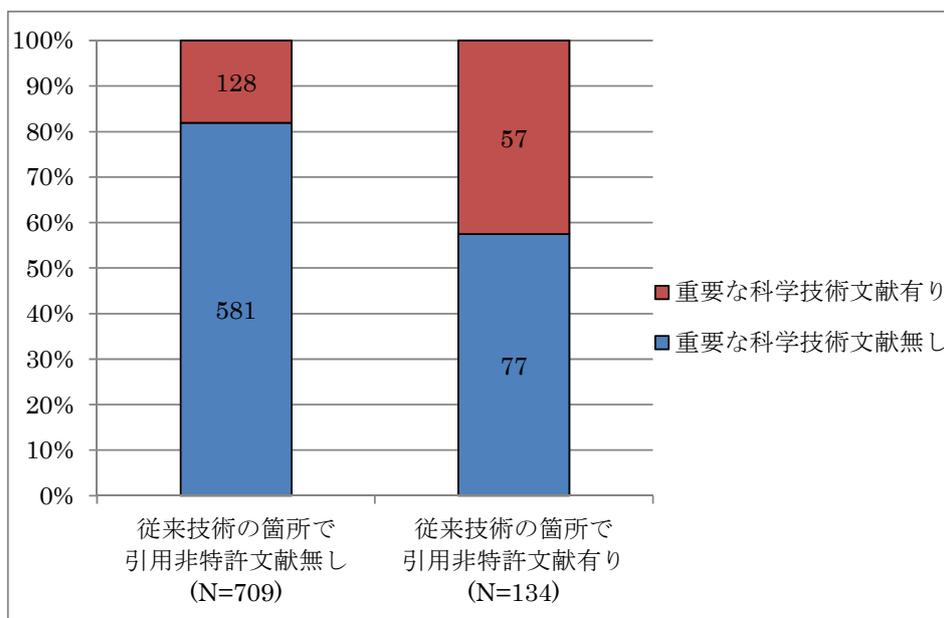


表 12 は、引用文献の有無別に、重要な科学的成果があったと回答した発明者の割合を技術分類（6 分類）ごとに集計したものである。サンプル数が 10 以上の分野に限って議論すると、引用文献があり、かつ、重要な科学的成果があった割合が低いのは計測分析器具（Instrument）分野であり、この分野では比較的着想や実施には影響のなかった文献が記載されることが多いと考えられる。逆に、引用文献がなく、かつ、重要な科学的成果があった割合が高いのは化学（Chemistry）及び電気工学（ElecEng）分野であり、この分野では、着想・実施に重要であっても、発明の新規性・進歩性の評価と関連する文献は少ないことが考えられる。従来技術の箇所での非特許文献の引用に限った表 13 でも同様の傾向が確認できる。

表 12. 技術分類別・非特許文献の引用の有無別 科学技術文献からの知識フロー

	非特許文献の引用割合	重要な科学技術文献が存在する割合	引用非特許文献無し		引用非特許文献有り	
			N	重要な科学成果有り (%)	N	重要な科学成果有り (%)
Chemistry	52.3%	31.8%	102	21.4%	112	35.2%
ConsConstr	4.2%	8.3%	23	8.7%	1	0.0%
ElecEng	10.7%	23.5%	217	19.6%	26	52.0%
Instruments	19.0%	17.5%	102	14.3%	24	27.8%
MechEng	2.2%	14.2%	131	13.8%	3	0.0%
ProcEng	9.8%	16.7%	92	15.6%	10	30.0%
Total	20.9%	21.9%	667	17.0%	176	35.8%

表 13. 技術分類別・非特許文献の引用の有無（従来技術）別 科学技術文献からの知識フロー

	従来技術での非特許文献の引用割合	重要な科学技術文献が存在する割合	従来技術での引用非特許文献無し		従来技術での引用非特許文献有り	
			N	重要な科学成果有り (%)	N	重要な科学成果有り (%)
Chemistry	39.3%	31.8%	130	25.4%	84	41.7%
ConsConstr	4.2%	8.3%	23	8.7%	1	0.0%
ElecEng	8.6%	23.5%	222	20.3%	21	57.1%
Instruments	15.1%	17.5%	107	14.0%	19	36.8%
MechEng	1.5%	14.2%	132	14.4%	2	0.0%
ProcEng	6.9%	16.7%	95	14.7%	7	42.9%
Total	15.9%	21.9%	709	18.1%	134	42.5%

さらに、引用された非特許文献の発行年とそれらを引用している特許の出願年（優先権主張年）の差を引用ラグと定義して、その全体平均が、着想・実施に重要であった文献の引用ラグの平均とどの程度差があるかを調べる。表 14 は、文献レベルで、母集団となる特許に引用されている非特許文献の引用ラグの全体平均及び中央値（従来技術の箇所では引用されている文献に限ったものも併せて示している）と、当該発明の着想・実施に重要であった科学文献や機器・試料の引用ラグの平均値及び中央値を、技術分類別にみたものである（文献の発行年や機器・資料が利用可能となった年が識別できたもののみがサンプルとなっている）。

この表によれば、非特許文献全体の引用ラグの平均値は 11.9 年（中央値は 9 年）であるのに対し、従来技術の記載箇所では引用されている非特許文献の引用ラグの平均値は 8.7 年（中央値は 6 年）と比較的短い。このことは、研究のシーズとしては比較的新しい非特許文献が重要となるのに対し、研究のツールとしては比較的古い文献でも重要性が高いことを示唆している。また、重要科学技術文献の引用ラグの全体平均は 6.9 年（中央値は 5 年）であり、非特許文献全体の引用ラグと比べるとかなり短いことが分かる。科学的源泉は研究のシーズであることが多く、そのため引用ラグの短い直近の科学文献が重要と認識されることが多いことを示している可能性がある。

さらに、サンプル数が相対的に大きい技術分類に着目して、全体と重要文献の引用ラグの差を見てみると、化学分野（Chemistry）では引用文献全体の平均引用ラグは 12 年（中央値は 9 年）であるのに対し、重要科学文献の平均引用ラグは 6.6 年（中央値は 6 年）と、その差はかなり大きい。一方、電気工学分野（ElecEng）では全体の平均引用ラグは 8.8 年であるのに対し、重要文献の引用ラグは 6.5 年と化学分野ほど大きな差はない。すなわち、重要な科学技術文献の引用ラグは分野によってそれほど大きく変わらないものの、化学分野では比較的古い文献が引用されているのに対し、電気工学分野では比較的新しい文献が記載されており、非特許文献の引用分布自体は分野によって大きく異なることが分かる。

表 14. 知識フローの引用ラグ

技術分類	非特許文献（全体）			非特許文献（従来技術）			重要科学技術文献			重要機器・試料		
	平均	中央値	N	平均	中央値	N	平均	中央値	N	平均	中央値	N
Chemistry	12.0	9	6127	9.1	6	2250	6.6	6	50	8.5	7	17
ConsConstr	17.4	17	5	17.4	17	5	1.0	1	1	4.0	4	1
ElecEng	8.8	5	564	6.8	4	349	6.5	6	40	6.9	7	16
Instruments	12.4	9	589	7.8	5	326	7.7	6	18	6.5	3	6
MechEng	11.8	6	34	13.4	7	24	3.6	1	8	2.0	2	1
ProcEng	15.4	15	212	6.2	4	65	12.9	9	8	2.0	2	4
Total	11.9	9	7531	8.7	6	3019	6.9	5	125	6.8	5	45

5. 2 重要な科学技術文献の引用率

次に、研究開発の着想・実施に重要な影響のあった科学技術文献が存在すると回答した発明 185 件（引用非特許文献無し 117 件+引用非特許文献有り 68 件）が引用している非特許文献の中に、実際に、研究開発の着想・実施に重要であった文献がどの程度含まれているかを、引用箇所を分けてまとめたのが図 12 である。すなわち、個別の文献単位で見ても、研究開発の着想・実施に重要な影響のあった科学技術文献がどの程度引用されているか、またその場合、特許の明細書の「従来技術」の記載箇所と「発明の開示」の記載箇所のどちらかで、重要な文献が記載される傾向にあるかを確認する。

まず、前述のとおり、研究開発の着想・実施に重要であった科学技術文献が存在する発明に限っても、特許の明細書において、そもそも科学文献が引用されていないものが 63.2%（117 件）を占める。また、引用文献があったとしても、回答者が特定した発明の着想・実施に重要な役割を果たした文献は記載されていないケースが多い。従来技術の箇所では 57 件中 33 件が重要でなかった文献のみの引用となっており、発明の開示の箇所では 35 件中 21 件が重要でなかった文献のみの引用となっている。

着想・実施に重要であった科学技術文献が非特許文献のひとつとして引用されているのは、そのような科学技術文献があったと発明者が回答している 185 件の発明うちのわずか 28 件（従来技術の箇所と発明の開示の箇所の合計）、すなわち 15%のみである。185 件の発明うち 85%（157 件）は引用文献がないか（117 件）、あるいは引用した非特許文献の中に着想・実施に重要であったものが一つも含まれていない（40 件）。このことは、研究開発の着想・実施にとって重要な科学技術文献は、多くの場合、生み出された発明の新規性や進歩性の評価に関連した従来技術としても、また発明の開示に有用な文献としても認識されていないことを示している。研究開発の着想・実施に重要であった文献が実際に引用されている場合において、「従来技術」と「発明の開示」の両方で引用されている場合が 36%、「従来技術」のみでの引用が 50%、「発明の開示」のみでの引用が 14%である。他方で、非特許文献の引用があった 176 件の中で着想・実施に重要な文献を実際に開示しているのは 28 件、すなわち 16%である。

このように、着想・実施の重要な科学的源泉は特許の明細書に記載されないことの方が多く、引用情報は科学からの知識フローの一部しか把握していない。また科学文献の記載がある場合でも、それらは着想・実施に重要であった文献ではない場合も多い。すなわち、発明者の引用情報は知識源の情報としては非常に不完全であり、かつノイズを多く含んでいる。

図 12. 研究開発の着想・実施に重要であった科学技術文献の引用状況

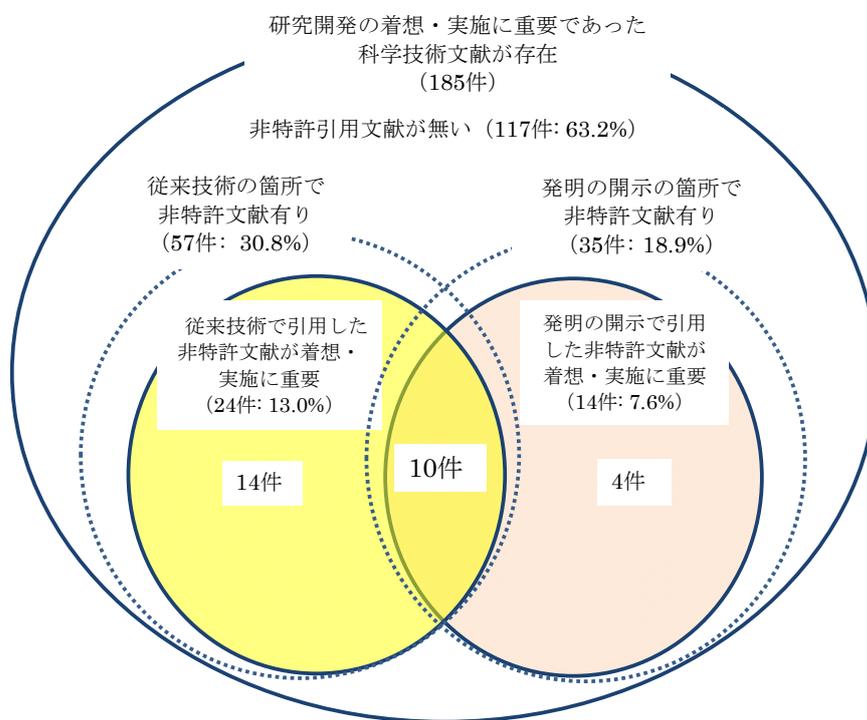


表 15 は、重要な科学的成果があった発明を対象に、特許の明細書に引用された非特許文献のうち、研究開発の着想・実施に重要な文献が含まれる割合を技術分類別に見たものである。全体として、着想・実施に重要な文献が 1 つでも引用される割合は 15.1%であり、特に従来技術の箇所で引用されることが相対的に多い（従来技術の箇所：13.0%、発明の開示の箇所：7.6%）。分野別にみると、化学（Chemistry）分野で重要文献が引用される割合が高い（25.0%）ことが分かる。これに対して、機械工学（Mechanical Engineering）分野では重要文献以外の文献が引用されている割合が高い。

表 15. 研究開発の着想・実施に重要であった科学技術文献の引用状況（技術分類別）

	重要な科学技術文献が存在	引用文献が重要な科学技術文献		従来技術での引用文献が重要な科学技術文献		発明の開示での引用文献が重要な技術文献	
		N	%	N	%	N	%
Chemistry	68	17	25.0%	14	20.6%	10	14.7%
ConsConstr	2	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
ElecEng	57	7	12.3%	6	10.5%	3	5.3%
Instruments	22	3	13.6%	3	13.6%	1	4.5%
MechEng	19	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
ProcEng	17	1	5.9%	1	5.9%	0	0.0%
Total	185	28	15.1%	24	13.0%	14	7.6%

6. 科学的源泉のロケーション

6. 1 媒体

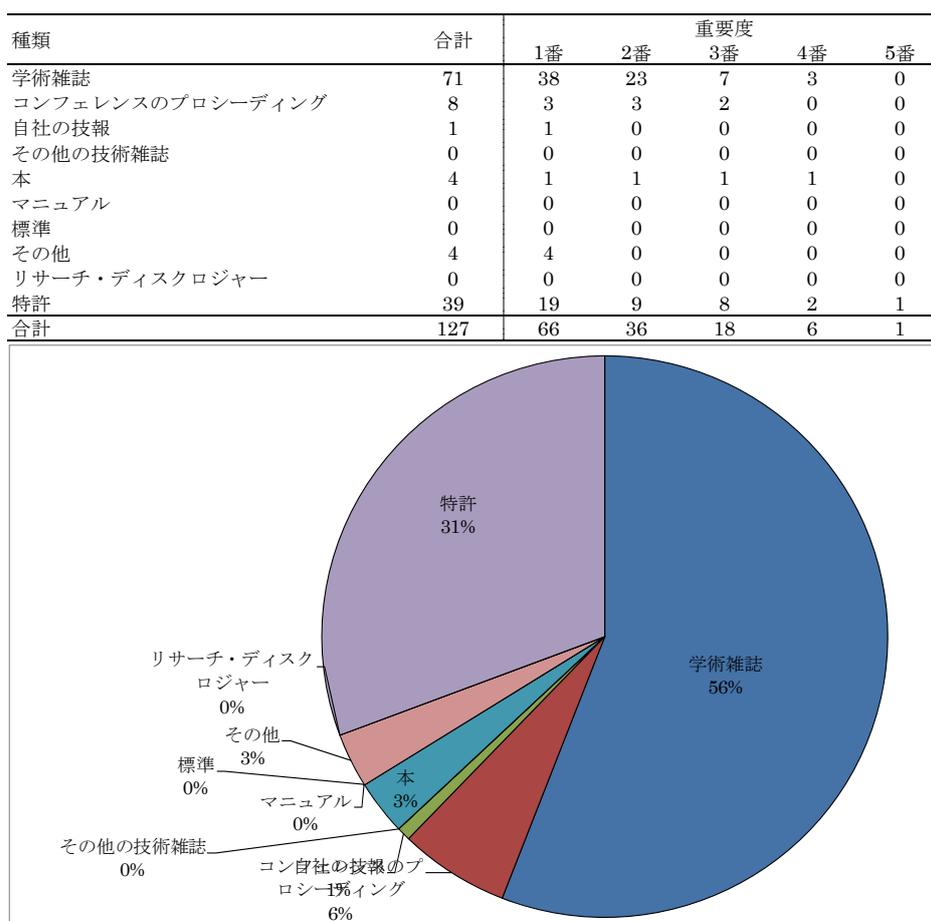
ここでは、発明の着想・実施に重要な役割を果たした文献の媒体や地理的な分布を調べることで、発明者の知識源がどこにあるかを特定する。

サーベイでは、発明の着想・実施に重要な役割を果たした科学的成果があった場合、その中で重要性の高かった 5 つについて、成果を特定する情報（成果の名称、主たる研究者名、所属、利用可能となったおおよその西暦）を収集している。図 13 は、それらの情報を用いて、知識源の種類を目視によって特定し、種類別の分布を整理したものである。

図 13 を見ると、発明の着想・実施に重要な役割を果たした科学的成果の媒体としては、学術雑誌が 71 件と最も多く（56%）、次いで、特許文献が 39 件（31%）、学会でのプロシーディングが 8 件（6%）と続く。

特許文献を除いた場合、学術雑誌の占める割合は 80.1%であり、これは非特許文献全体で種類の分布を調べた図 2 の結果と整合的である。

図 13. 科学的源泉の媒体

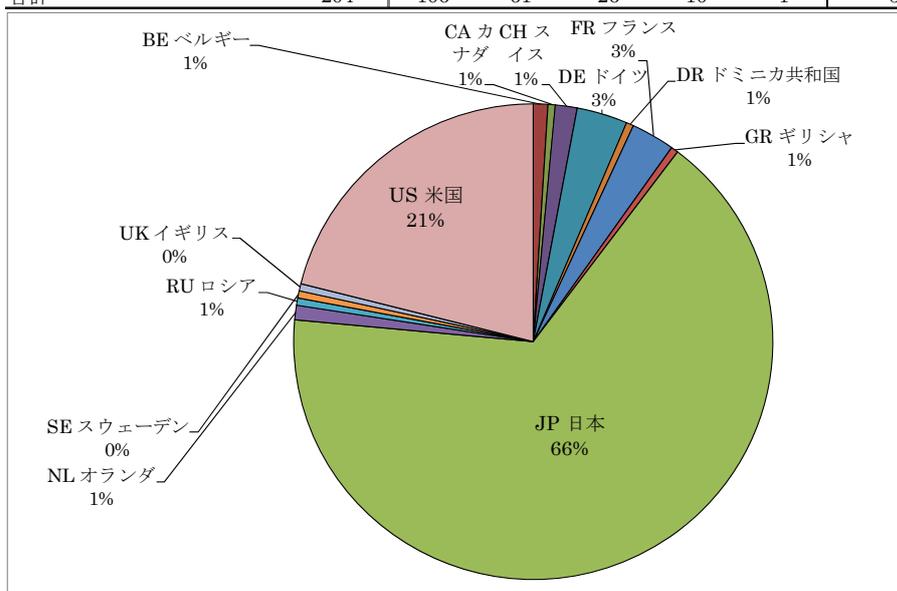


6.2 地理的分布

次に、発明の着想・実施の源泉となった科学的成果を創出した研究者の所属機関の国籍を調べ、地理的な分布をみたのが図14である。なお、サーベイでは、一つの発明に複数の重要な科学研究の成果があった場合には、重要度の高い5つまでを調査しており、図14はそれらを集計したものである。

図14. 研究開発の着想・実施に重要であった科学文献の地理的分布

国コード	国名	合計	重要度					うち特許文献数
			1番	2番	3番	4番	5番	
BE	ベルギー	2	0	1	1	0	0	0
CA	カナダ	1	0	1	0	0	0	1
CH	スイス	3	3	0	0	0	0	0
DE	ドイツ	7	6	1	0	0	0	1
DR	ドミニカ共和国	1	0	1	0	0	0	0
FR	フランス	6	4	1	1	0	0	0
GR	ギリシャ	1	0	0	1	0	0	1
JP	日本	135	70	38	17	9	1	28
NL	オランダ	2	1	1	0	0	0	2
RU	ロシア	1	1	0	0	0	0	0
SE	スウェーデン	1	1	0	0	0	0	0
UK	イギリス	1	1	0	0	0	0	1
US	米国	43	19	17	6	1	0	3
合計		204	106	61	26	10	1	37



この図を見ると、発明の科学的源泉の多くは日本国内で生み出されたものであることが分かる。すべての文献をカウントした場合、日本で創出された科学的成果が、日本の発明の着想・実施の知識源となっている割合は66%を占める。最も重要な科学文献に限っても、ほぼ同じ割合である（ただし、図1で見たように、言語で分けた場合、引用される科学技術文献の大部分は外国語の文献であり、日本国内の研究者が執筆した外国語文献が主要な科学的源泉となっている場合も多く含まれている）。他方で、34%は外国で創出された知識が活用されていることになり、発明の科学的源泉がある程度グローバル化していることも

示している。なお、外国で創出され我が国で活用されている知識の大部分（21%）は米国発である。日本の発明の主要な科学的源泉が国内にあるとの結果の原因は今後さらに分析が必要である。

表 16 は、技術分類ごとに、科学的源泉の国別分布を見たものである。この表によれば、サンプル数が 10 以上の分野で比較すると、プロセスエンジニアリング（ProcEng）では科学的源泉が日本にある割合が 88.9%、計測分析技術（Instrument）ではそれが 81.3%と、これらの分野において国内の科学的源泉の重要性が高いことが分かる。逆に、化学（Chemistry）や電気工学（ElecEng）分野は、国内の科学的源泉の割合は 60.5%、61.4%と、外国文献が科学的源泉となっている割合が相対的に高い分野である。

表 16. 研究開発の着想・実施に重要であった科学文献の地理的分布（技術分類別）

国コード	国名	合計	Chemistry	ConsConst	ElecEng	Instrumen	MechEng	ProcEng
BE	ベルギー	2	1.2%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%
CA	カナダ	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%	0.0%
CH	スイス	3	3.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
DE	ドイツ	7	2.3%	0.0%	5.3%	0.0%	5.3%	11.1%
DR	ドミニカ共和国	1	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
FR	フランス	6	4.7%	0.0%	3.5%	0.0%	0.0%	0.0%
GR	ギリシャ	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%	0.0%
JP	日本	135	60.5%	0.0%	61.4%	81.3%	73.7%	88.9%
NL	オランダ	2	2.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
RU	ロシア	1	1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
SE	スウェーデン	1	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%
UK	イギリス	1	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
US	米国	43	23.3%	0.0%	26.3%	18.8%	10.5%	0.0%
合計		204	86	1	57	32	19	9

続いて、研究開発の基盤となった研究機器や研究試料についても、主たる製造機関とその国籍の情報を用いて、地理的な分布を見たのが図 15 である。

この図を見ると、研究機器・試料についても、科学文献と同様に、国内機関が多くを占めていることが分かる。しかし、4 割の機器・試料は外国機関が供給しており、特に研究基盤のソースとしての米国の重要性は高い。したがって、ここでも、一部の世界的な研究基盤と、ローカルな研究基盤が、我が国の発明活動に重要な影響を持っていることが示唆される。

図 15. 研究開発プロジェクトに重要な研究機器・試料を供給する企業の地理的分布

国コード	国名	合計	重要度				
			1番	2番	3番	4番	5番
AT	オーストリア	1	1	0	0	0	0
BE	ベルギー	2	1	0	1	0	0
CA	カナダ	1	1	0	0	0	0
CH	スイス	2	2	0	0	0	0
DE	ドイツ	10	6	3	0	1	0
FR	フランス	2	1	1	0	0	0
JP	日本	96	66	23	5	2	0
KP	北朝鮮	1	1	0	0	0	0
NL	オランダ	1	0	1	0	0	0
UK	イギリス	3	3	0	0	0	0
US	米国	39	28	7	3	0	1
合計		158	110	35	9	3	1

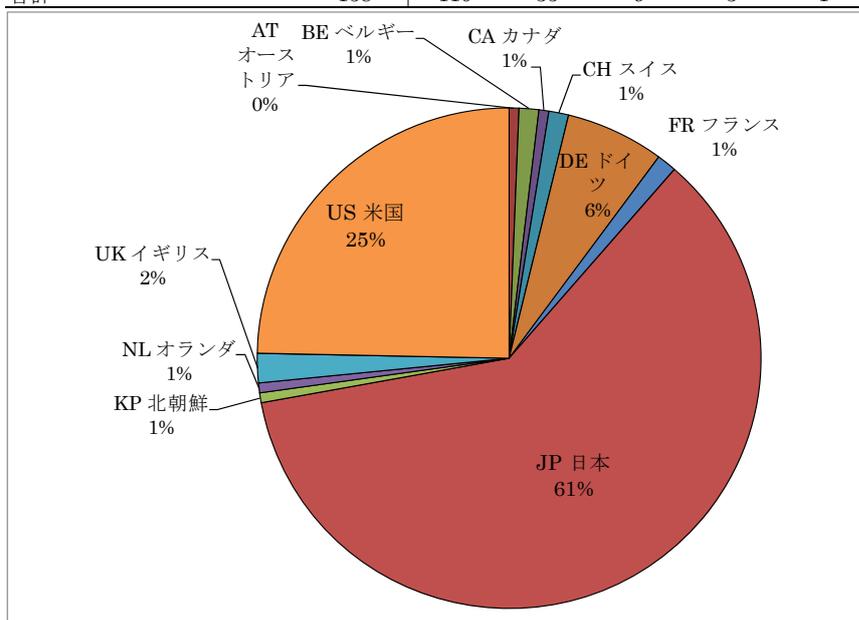


表 17 は、研究基盤となった機器・試料の国別分布を技術分類別に見たものである。サンプル数が 10 以上の分野に限って議論すると、研究基盤の供給元として国内組織の重要性が相対的に高いのは、プロセスエンジニアリング (73.3%) や計測分析技術 (61.9%) であり、これらの分野ではドイツの重要性も日本に次いで高い。他方で、化学分野では他の分野に比べると国内機関の重要性は低く、米国機関の重要性が相対的に高い。

表 17. 研究開発の着想・実施に重要であった機器・試料の地理的分布（技術分類別）

国コード	国名	合計	Chemistry	ConsConst	ElecEng	Instrumen	MechEng	ProcEng
AT	オーストリア	1	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%
BE	ベルギー	2	1.9%	0.0%	0.0%	4.8%	0.0%	0.0%
CA	カナダ	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%
CH	スイス	2	3.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
DE	ドイツ	10	5.8%	0.0%	3.5%	14.3%	0.0%	13.3%
FR	フランス	2	3.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
JP	日本	96	51.9%	50.0%	68.4%	61.9%	42.9%	73.3%
KP	北朝鮮	1	0.0%	0.0%	0.0%	4.8%	0.0%	0.0%
NL	オランダ	1	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%
UK	イギリス	3	1.9%	16.7%	0.0%	0.0%	14.3%	0.0%
US	米国	39	30.8%	33.3%	24.6%	14.3%	42.9%	6.7%
合計		158	52	6	57	21	7	15

7 技術の産業用途

本サーベイでは、調査対象の発明が活用された産業分野（非製造業を含む 41 産業）を調査している。その際、当初から活用を見込んでいた産業での活用か、当初は見込んでいなかった産業での活用かを区別している。

技術分類と産業分類を対応させる試みは、Schmoch et al. (2003) など、いくつか行われてきているが、それらの多くは特許の筆頭 IPC (International Patent Classification) とその特許を出願した企業の主要産業分類を対応させるというアプローチをとっている。ここでは、個別発明単位で、筆頭欧州技術分類と、当該発明が活用された産業との間で直接的な対応を図ったうえで、発明の活用範囲に関する分析を行う。

表 18 は、調査対象となった発明の技術分類ごとに、活用先の産業がどの程度の範囲に広がっているかを見たものである（回答数が 10 以上の技術分類のみ表示させているが、全体平均はすべてのサンプルを含んだ値である）。当初から活用を見込んでいた産業と、そうではなく新たに活用した産業の合計で見ると、1 発明当たりの活用先産業数の平均は 3.81 産業である。活用先が多い技術分類は、化学工学 (Chemical Engineering: 8.95)、表面技術 (Surface Technology: 7.84)、音響映像 (Audiovisual: 6.29) といった分野である。逆に、構造物 (ConsGoods: 1.50)、バイオテクノロジー (Biotechnology: 1.87)、医療技術 (Medical Technology: 1.91) といった分野は、活用先の産業数は小さい。

当初から見込んでいた産業での活用状況についてみると、活用産業数が多い技術分類は、分析計測技術 (Analysis/Masurement/Control Technology: 3.44)、材料 (Materials: 3.30)、表面技術 (Surface Technology: 3.26) であり、これらの分野では、当初から見込んでいた 3 つ以上の産業で発明が活用されている。また、見込んでいた産業での活用先が少ない技術としては、構造物 (ConsGoods: 1.14)、医薬品 (Pharmaceuticals: 1.21)、輸送 (Transportation: 1.31) が挙げられる。

当初は見込んでいなかった産業での活用が多い分野は、化学工学 (Chemical

Engineering: 6.53)、表面技術 (Surface Technology: 4.58)、音響映像 (Audiovisual: 4.14) である。その他、医薬品 (Pharmaceuticals: 2.37) や有機化学 (Organic Chemicals: 2.37) も比較的、見込んでいなかった産業での活用数が多いことが分かる。

また、表 18 には、当初は見込んでいなかった産業での活用数と当初から見込んでいた産業での活用数の比率も示している (分母が 0 のものは比率が計算できないため、サンプル数が 808 件に減っている)。この比率が高いのは、化学工学 (3.38)、表面技術 (2.99)、音響映像 (2.43) といった分野であり、医薬品 (2.30) や有機化学 (1.96) も比較的高い比率を示している。これらの技術分類に属する発明は、想定した産業とは異なる産業で活用される割合が高いことを意味している。他方で、この比率が低い技術分類は、工作機械 (Machine Tools: 0.11)、環境技術 (Environment: 0.17)、バイオテクノロジー (Biotechnology: 0.20) であり、これらの分野の発明は、想定された産業での活用が大部分である。

表 18. 技術分類別の 1 発明当たりの活用先産業数

技術分類	N	1発明当たりの活用産業数 (平均値)			N	見込んでい なかった産業/ 見込んでいた 産業
		見込んでいた産 業 or 見込んで いなかった産業	見込んでいた 産業	見込んでいな かった産業		
ChemEngineering	19	8.95	2.47	6.53	19	3.38
SurfaceTechn	19	7.84	3.26	4.58	18	2.99
Audiovisual	35	6.29	2.23	4.14	33	2.43
Analysis/Measurement/ControlTechn	71	5.07	3.44	1.63	69	0.46
IT	51	4.55	2.76	1.78	44	0.76
PetrolChem/materialsChem	17	4.53	2.59	1.94	17	0.44
Motors	31	4.42	2.87	1.55	30	0.37
Pharmaceuticals/Cosmetics	29	4.24	1.21	3.03	29	2.30
Optical	31	4.03	2.29	1.77	30	0.49
OrganicChem	57	3.95	1.58	2.37	54	1.96
Materials	23	3.65	3.30	0.39	23	0.23
Telecom	52	3.52	2.31	1.21	50	0.67
Matprocessing/Textiles/Paper	41	3.34	2.00	1.34	40	0.78
Handl/Printing	27	3.33	1.59	1.74	27	0.62
Semiconductors	38	3.26	2.66	0.61	38	0.39
Polymers	49	2.96	2.57	0.39	49	0.21
Electr/Energy	67	2.78	2.25	0.52	63	0.31
Transportation	45	2.73	1.31	1.42	43	0.86
MachineTools	14	2.71	2.57	0.14	14	0.11
MechElements	36	1.97	1.64	0.33	32	0.25
Environment	14	1.93	1.64	0.29	13	0.17
MedicalTechn	22	1.91	1.36	0.55	22	0.37
Biotechnology	15	1.87	1.60	0.27	15	0.20
ConsGoods	22	1.50	1.14	0.36	19	0.39
Total	843	3.81	2.24	1.57	808	0.88

表 19 は、重要な科学的源泉を持つ発明ほど用途が広いかを確認するため、研究開発の着想・実施に重要な科学的成果があったと回答した発明 185 件に限ったうえで、表 18 と同様の集計を行ったものである（回答数が 10 以上の技術分類のみ表示させているが、全体平均はすべてのサンプルを含んだ値である）。

全体として、1 発明当たりの活用産業数は、重要な科学的源泉を持つ発明の方が大きい（表 18 では 3.81 であるのに対し、表 19 では 4.31）。特に、分析計測技術、通信、医薬品で活用産業数が多いことが分かる。

また、表 19 では、当初は見込んでいなかった産業での活用数と当初から見込んでいた産業での活用数の比率について、重要な科学的源泉を持つ発明と、そうした発明に限らない全手の発明とで比率を比較している（表 18 からの抜粋）。それによれば、この比率は全体では、両者の間でそれほど大きな差はないことが見て取れる（重要な科学的源泉を持つ発明に限った場合は 0.85、全発明では 0.88）。しかし、技術分類別に見てみると、通信 (Telecom)、分析計測技術 (Analysis/Measurement/ControlTechn)、高分子 (Polimers) といった分野では、両者の差が 2 倍以上であり、重要な科学的源泉を持つ発明の方が、見込んでいなかった産業での活用割合が高いことが分かる。他方で、情報技術 (IT) や有機化学 (Organic Chemicals) では、重要な科学的源泉を持つ発明の方が、当初から見込んでいた産業での活用比率が比較的高い。これらの分野では、用途が明確に想定された研究開発において、科学的な源泉が重要な役割を果たしていることが示唆される。

表 19. 技術分類別の 1 発明当たりの活用先産業数（重要な科学的源泉を持つ発明のみ）

技術分類	N	1発明当たりの活用産業数 (重要な科学的源泉を持つ発明のみ)			見込んでいなかった産業／見込んでいた産業			
		見込んでいた産業 or 見込んでいなかった産業	見込んでいた産業	見込んでいなかった産業	N	重要な科学的源泉を持つ発明のみ	N	全発明 (重要な科学的源泉を持たない発明も含む)
Analysis/Measurement/ControlTechn	13	8.38	4.23	4.15	13	1.04	69	0.46
Telecom	14	5.64	2.14	3.50	14	1.68	50	0.67
Pharmaceuticals/Cosmetics	11	5.27	1.36	3.91	11	2.02	29	2.30
Polymers	12	4.42	3.50	0.92	12	0.44	49	0.21
Electr/Energy	11	3.73	3.27	0.45	11	0.17	63	0.31
Semiconductors	13	3.23	2.54	0.69	13	0.37	38	0.39
IT	13	3.15	2.69	0.46	11	0.10	44	0.76
OrganicChem	20	2.35	1.95	0.40	19	0.36	54	1.96
Total	185	4.31	2.69	1.63	181	0.85	808	0.88

表 20 は、調査対象となった発明の技術分類ごとに、当初から予定していた産業での活用状況を見たものである。またがる活用先の産業数、活用先産業数のシェアの 2 乗和（ハーフィンダール指数）、最も多い活用先の産業名を、技術分類別に比較している（サンプル数が 10 以上の技術分類に限って集計を行っている）。

またがる産業数は、サンプル数が増えれば当然大きくなることには注意が必要であるが³、全体としては、平均で 22.3 産業にまたがっており、多様な産業で活用されている。材料（Materials）分野及び分析計測制御技術（Analysis/Masurement/Control Technology）分野の発明は、全産業分野で利用されている。また、半分以上の技術分類において、活用先産業の数は 20 以上となっている。

特に活用先の産業が多い（ハーフィンダール指数が低い）技術分野は、材料（Materials）、分析計測制御技術（Analysis/Masurement/Control Technology）、高分子化学・材料科学（PetrolChem/materialsChem）といった技術である。逆に、活用先の産業が狭い技術分類は、医薬品（Pharmaceuticals）、輸送（Transportation）、バイオ（Biotechnology）、有機化学（Organic Chemicals）といったところである。これら活用先の狭い技術の多くは医薬品製造業が主な活用先である。

表 20. 技術分類と見込んでいた活用先産業との対応

技術分類	N	のべ活用数	またがる産業の数 (全41産業)	ハーフィンダール指数	最も多い活用先の産業名(割合)
Materials	23	76	41	0.041	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.12)
Analysis/Masurement/Control Techn	71	244	41	0.042	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.09)
PetrolChem/materialsChem	17	44	26	0.046	自動車・同附属品製造業 (0.09)
IT	51	141	38	0.050	情報通信機械器具製造業 (0.1)
SurfaceTechn	19	62	28	0.051	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.11)
Matprocessing/Textiles/Paper	41	82	25	0.071	繊維工業 (0.13)
Motors	31	89	39	0.072	自動車・同附属品製造業 (0.22)
Handl/Printing	27	43	20	0.074	食料品製造業 (0.14)
Polymers	49	126	23	0.075	プラスチック製品製造業 (0.17)
ChemEngineering	19	47	21	0.077	自動車・同附属品製造業 (0.17)
ConsGoods	22	25	15	0.091	その他の製造業 (0.2)
Electr/Energy	67	151	29	0.094	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.23)
MachineTools	14	36	15	0.105	自動車・同附属品製造業 (0.22)
Telecom	52	120	25	0.113	情報通信機械器具製造業 (0.22)
Audiovisual	35	78	21	0.115	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.23)
Optical	31	71	20	0.123	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.24)
MechElements	36	59	20	0.132	自動車・同附属品製造業 (0.32)
Semiconductors	38	101	31	0.134	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.34)
Environment	14	23	12	0.176	自動車・同附属品製造業 (0.35)
MedicalTechn	22	30	12	0.178	医薬品製造業 (0.33)
OrganicChem	57	90	20	0.196	医薬品製造業 (0.4)
Biotechnology	15	24	7	0.264	医薬品製造業 (0.46)
Transportation	45	59	13	0.304	自動車・同附属品製造業 (0.51)
Pharmaceuticals/Cosmetics	29	35	9	0.417	医薬品製造業 (0.63)
Total	843	1891	41(平均22.3)	0.047	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.11)

³ サンプル数と 1 発明当たりの活用産業数で、またがる産業の数の変動の大部分（80%程度）を説明できる。

表 21 は、当初は見込んでいなかった産業での活用範囲について、表 20 と同様の集計を行ったものである。この表においても、技術分野全体で見れば、活用先がすべての産業分野にまたがる分野も多いことが確認できる。当初見込んでいなかった産業に幅広くまたがっている（ハーフィンダール指数の低い）技術分類としては、音響・映像（Audiovisual）、熱加工（Thermal Processes）、化学工学（Chemical Engineering）が挙げられる。

表 21. 技術分類と見込んでいなかった活用先産業との対応

技術分類	N	のべ活用数	またがる産業の数 (全41産業)	ハーフィンダール指数	最も多い活用先の産業名(割合)
Audiovisual	35	145	41	0.026	自動車・同附属品製造業 (0.04)
ThermProcesses	8	42	40	0.026	医薬品製造業 (0.05)
ChemEngineering	19	124	41	0.026	はん用機械器具製造業 (0.04)
SurfaceTechn	19	87	41	0.027	建設業 (0.05)
IT	51	91	40	0.027	インターネット付随・その他の情報通信業 (0.05)
OrganicChem	57	135	41	0.028	総合化学工業 (0.06)
Analysis/Measurement/ControlTechn	71	116	41	0.028	その他の輸送用機械器具製造業 (0.06)
Pharmaceuticals/Cosmetics	29	88	41	0.028	学術・開発研究機関 (0.08)
Handl/Printing	27	47	40	0.029	その他の製造業 (0.06)
Telecom	52	63	41	0.030	電子部品・デバイス・電子回路製造業 (0.05)
Matprocessing/Textiles/Paper	41	55	39	0.031	パルプ・紙・紙加工品製造業 (0.05)
Optical	31	55	38	0.034	電子応用・電気計測器製造業 (0.07)
Motors	31	48	37	0.036	その他の輸送用機械器具製造業 (0.1)
PetrolChem/materialsChem	17	33	29	0.038	食料品製造業 (0.06)
Transportation	45	64	40	0.043	その他の輸送用機械器具製造業 (0.11)
Electr/Energy	67	35	19	0.064	医薬品製造業 (0.09)
Polymers	49	19	11	0.108	油脂・塗料製造業 (0.16)
Semiconductors	38	23	13	0.119	電子応用・電気計測器製造業 (0.22)
MedicalTechn	22	12	9	0.125	プラスチック製品製造業 (0.17)
MechElements	36	12	8	0.181	その他の製造業 (0.33)
Total	843	1324	41	0.026	その他の製造業 (0.04)

8. 結論

本研究では、(1) 日本における発明への科学知識の貢献についての体系的なデータを得ること、また、(2) 引用による先行技術文献の開示と実際の知識フローとの関係を検証するための体系的なデータを構築することを目的として、発明者の協力を得て、研究開発の科学的な源泉についてアンケート調査を行った。843 名の方の協力を頂くことができた。科学的な知見によって経済成長を促進していくための政策や制度の在り方を検討する上で、こうしたイノベーションの科学的な源泉を把握するための調査は極めて重要である。

サーベイの結果から、全体の約 4 分の 1 の発明において、研究開発開始時から過去 15 年程度の間新たに利用可能となった文献や研究機器・試料が無ければ、研究開発自体の着想自体が無かったかあっても実施が非常に困難であったことが分かった。研究機器・試料は文献とほぼ同じ頻度で必須である。また、約 3% の発明では大学や国公立研究機関との直接的な連携が、研究開発に必須であった。約 3 分の 2 の発明で、いずれかの経路で科学的な研究成果は、発明の着想あるいは実施の加速に効果があった。なお、大学等との共同研究の 7 割以上において、研究者の学術論文や学会報告が重要なきっかけとなっており、学

会活動が産学官連携の促進に大きく貢献していることが示唆される。

これらの結果は、我が国の研究費支出の 7 割を占める民間企業の研究開発活動においても、その着想・実施には科学的な知識が大きく貢献していることを示している。すなわち、イノベーションを促進するうえで、こうした公共財としての科学的研究成果の公刊の重要性が再確認されたとともに、研究基盤としての科学的な研究成果を体化した研究機器や研究試料産業の発展の重要性を認識させる結果である。

技術分野別にみると、バイオテクノロジー、医薬品、有機化学といった分野では、発明の着想・実施において、科学文献やそれを体化した研究機器・研究試料の影響が大きいことが確認された。そうした技術分野では、特許の明細書において非特許文献が引用される件数も、他の分野と比較して突出して高い。同時に、大半の（発明数で 8 割を超える）技術分野で、また 2 割を超える発明で、科学的な研究成果が必須と評価されている。

さらに、調査結果からは、日本における発明の着想や実施に重要であった科学的源泉がある場合、その多く（対象発明の 7 割近く）は国内で創出されている（研究者や企業が国内に所在している）ことが分かった。また、残りの 3 割強の多くの科学的源泉は米国に偏っていることも明らかとなった。発明における科学的源泉として国内の科学的研究成果のシェアが高い原因として、日本企業のサイエンス吸収能力に言語などの制約がある可能性や、サイエンスの活用にはノウハウの移転等のために地理的な近接が必要という可能性などを考えることができるが、その特定は今後の課題である。技術分類別にみると、プロセスエンジニアリングや分析計測技術分野では、国内の科学的源泉が相対的に重要であるのに対し、化学や電気工学分野では、外国の科学的成果が相対的に重要な役割を果たしていることが多い。

発明の活用先の産業について見てみると、当初から複数の産業が用途として見込まれているが（平均で 2.2 産業）、その数が特に多いのは、分析計測技術、材料、表面技術といった技術分野の発明である。逆に、当初から見込んでいた用途先の産業数が少ないのは、構造物、医薬品、輸送といった技術分野の発明である。また、多くの発明では、当初予定されなかった産業分野で活用されている（平均で 1.6 の新たな産業用途）。なお、化学工学、表面処理技術、音響映像技術の分野の発明は、多くの予想されていなかった分野で利用されている。重要な科学的な源泉を持つ発明は、用途がやや広い傾向にある。

引用文献の引用箇所を特定した点も本稿の新たな試みであるが、それによれば、引用文献の媒体が特許文献の場合は、従来技術の箇所で引用されるものが多く（66%）、非特許文献の場合は、発明の開示の箇所で引用されるものが多い（60%）。他方で、重要な科学的源泉に限れば、非特許文献も従来技術の箇所で引用されることの方が多く、研究開発の着想・実施に関する文献は従来技術の箇所で開示されることが多いことを示している。

さらに、本稿の分析から、発明の着想や実施に重要な科学的成果と、発明者引用とは一致しない場合が多いことも明らかとなった。研究開発の着想・実施に重要な科学技術文献が存在する発明に、何らかの非特許文献が同時に引用されている頻度は 37%であり、両者

が一致する頻度は 15%と更に低い。逆に非特許文献が引用されている発明で、研究開発の着想・実施に重要な科学技術文献が存在する頻度は 39%であり、そうした重要な科学技術文献が引用されている頻度は 16%と低い。発明が依拠した重要な科学的成果と、当該発明の新規性・進歩性の判断に重要な文献や発明の開示に有用な文献とは一致しない場合が多い。このことは、特許に引用される文献の発行年を調べたときに、引用文献全体では発行年と出願年間のラグの中央値は 9 年であるのに対し、発明の着想・実施に重要であった科学技術文献のラグは中央値で特許の出願年の 5 年前と相対的に新しいという事実とも整合的である。すなわち、特許に記載される発明の引用情報は、サイエンスの知識源を把握するデータとしては非常に不完全でかつノイズが大きく、サーベイ等による直接的な同定の重要性も確認された。どのような場合に引用情報が知識フローを正しく反映するかについては、特許・論文データを接続したより詳細な分析が必要であり、今後の課題である。

参考文献

- Alcacer, J. and M. Gittelman (2006) "Patent Citations as a Measure of Knowledge Flows: The Influence of Examiner Citations," *Review of Economics and Statistics*, vol. 88, pp.774-779.
- Criscuolo, P. and B. Verspagen (2008) "Does It Matter Where Patent Citations Come From? Inventor vs. Examiner Citations in European Patents," *Research Policy* 37, pp.1892-1908.
- Jaffe, A., M. Fogarty, and B. Banks (1998) "Evidence from Patents and Patent Citations on the Impact of NASA and Other Federal Labs on Commercial Innovation," *Journal of Industrial Economics*, 46(2), pp.183-205.
- Jaffe, A., M. Trajtenberg, and M. Fogarty (2000) "Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors," *American Economic Review*, vol. 90, pp.215-218.
- Jaffe, A., M. Trajtenberg and R. Henderson (1993) "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations," *Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), pp.577-598.
- Klevorick, A., R. Levin, R. Nelson, and S. Winter (1995) "On the Sources and Significance of Inter-industry Differences in technological Opportunities," *Research Policy* 24, 2, 185-205
- Mansfield E. (1995) "Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Financing", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 77, pp. 55-65
- Roach, M. and W. Cohen (2012) "Lens or Prism? Patent Citations as a Measure of

Knowledge Flows from Public Research”, NBER Working Paper Series, 18292.

Schmoch, U., F. Laville, P. Patel, and R. Frietsch (2003) “Linking Technology Areas to Industrial Sectors,” Final Report to the European Commission, DG Research Contract no HPV2-CT-2001-00011.

長岡貞男、塚田尚稔、大西宏一郎、西村陽一郎（2012）「発明者から見た 2000 年代初頭の日本のイノベーション過程：イノベーション力強化への課題」RIETI Discussion Paper Series 12-J-033