



RIETI Discussion Paper Series 22-J-023

知識の組み合わせと研究開発： 国際的に見た日本企業のパフォーマンス

長岡 貞男

経済産業研究所

塚田 尚稔

経済産業研究所

遠藤 志久真



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

知識の組み合わせと研究開発：国際的に見た日本企業のパフォーマンス¹

長岡 貞男（東京経済大学/RIETI）

塚田 尚稔（新潟県立大学/RIETI）

遠藤 志久真

要 旨

本稿では、知識の組み合わせの観点から、日本企業の研究開発パフォーマンスを検証する。まず、新技術の早期の認識と活用、サイエンスの幅広い分野の進展の活用、海外の研究者の発明の活用等、知識を広くかつ早期に研究開発に活用出来る能力が、研究開発成果を有意に高めることを、実証的に確認した。こうした関係は、固定効果を導入した企業レベルの分析でも成立する。次に、同一発明群からの日米 Twin 特許の評価を比較し、米国では発明におけるサイエンスの活用を格段と高く評価しており、他方で日本の技術市場は、先行技術の早期の認識と活用(技術文献の先行文献からのラグが小さいこと、また外国発明者の発明活用)をより評価していることが明らかになった。第三に、日本版バイドール特許の対象となった発明は、サイエンスの活用など知識の組み合わせの面で高い水準を実現しているが、米国市場での高い評価を獲得するにはいたっていない。また、日本において、博士研究者の拡大、産学連携への支出、政府からの受託研究収入の拡大を行った企業が、サイエンス活用能力を拡大した証拠は見出されなかった。政策と研究への示唆を最後に述べる。

キーワード：知識の組み合わせ、研究開発、サイエンス、先行優位性、企業グループ

JEL classification: O31, O32, O34, L24

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。

¹本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「イノベーション能力の構築とインセンティブ設計：マイクロデータからの証拠」の成果の一部である。本研究の実施において、分析用データセットの構築に内藤祐介氏（人工生命研究所）にご協力いただいた。本稿の分析には、科学技術研究調査（総務省）を利用した。本稿には、研究会メンバー及び経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。

1. はじめに

日本産業がイノベーションを持続的に実現していく能力を高めていくことが、経済成長率を長期的に高め、また環境問題などの社会的な課題を解決していく上で重要である。しかしながら、日本産業の研究開発のパフォーマンスを 2000 年の前の期間と後の期間で比較すると、近年は全般的に低下してきている(長岡他(2020))。企業の研究開發生産性(研究開発費の増加が特許ファミリー数、被引用件数、そして企業時価の増加に与える効果)が低下しているだけでなく、産学連携研究や政府機関等からの受託研究の効果も低下する傾向にある。

本研究では、このような日本産業のイノベーション・パフォーマンスの低下の原因の解明に貢献するために、企業の知識の組み合わせ能力、すなわち、新技術の早期の認識と活用、サイエンスの幅広い分野の進展の早期の活用、海外の研究者の発明の活用等、知識を広くかつ早期に研究開発に活用出来る能力に着目をして研究を行う。研究開発投資が世界的に拡大し、また研究開発競争の世界的な強まりの中で、こうした能力の重要性は高まっていると考えられる。また、博士研究者の拡大、産学連携の拡大等政府の政策も、こうした能力構築を重要な目標として推進されてきた。

優れたサイエンスは優れた発明の重要な源泉でもあり(Poegel 他(2019))、サイエンスの成果を吸収しイノベーションに活用する企業能力(サイエンスの活用能力あるいは吸収能力)は、イノベーションのパフォーマンスに大きな影響を与える。長岡他(2020)では、サイエンスの活用機会の拡大が日本の研究開発を促す効果が弱まっていることを見いだしており、また、Fleming 他(2019)の分析によると、日本企業が、米国政府が支援した研究成果を利用するシェアは近年大きく低下している。企業による博士研究者の採用は増え、同時にこうした人材はよりサイエンスを活用できると考えられるが (Onishi 他(2020))、博士研究者の拡大、産学連携の拡大、政府の委託研究等が、企業のサイエンス吸収能力の拡大に現実につながっているかのかの検証も重要である。

米国産業では、企業の基礎研究比率が低下する中でサイエンスの活用の程度は低下していない現象も指摘されており(Arora 他(2015))、スタートアップの買収、産学連携研究、博士研究者の雇用、など企業の基礎研究への取り組みの他に、多様な経路の検討が重要である。米国では、創薬産業を中心に、スタートアップの買収によって、知識の組み合わせの成果とその能力を取り入れてきたことも重要である可能性がある。また、IT の分野では、米国 IT 企業が海外人材を活用した研究開発活動のグローバル化を行ったことがその近年の有意性の源泉だと指摘されている(Branstetter 他(2018))。サイエンスの分野では、先端分野への参入に国際共同研究が重要であることが示唆されている(阪・伊神(2014))。したがって、外国の知識と人材の活用についても、検証が重要である。

本研究では、企業等の知識の組み合わせ能力を把握する指標(先行技術から当該発明へのラグ、海外の研究者の発明の活用、発明が依拠している科学技術論文とその分野の多様性、外国在住の発明者の研究への参加など)を、日本の特許データ(NISTEP 企業辞書、IIP 特許データベース、人工生命研究所構築データベース)、PATSTAT 及びボストン大学の Matt Marx

教授のチームが開発し、公開した PCS データベースを用いて構築する²。次にこれを用いて、企業等の知識の組み合わせ能力及び発明者のチーム規模が研究開発成果を有意に高めるかどうかを、検証する。

次に、どのような知識の組み合わせが行われるかは、市場が与える誘因や当該市場での政府支援にも依存するので、日米の技術市場の差も検証する。日米 Twin 特許を活用して、同じ発明群について、米国技術市場の方がサイエンスの活用をより評価しているかどうか(すなわち、米国ではサイエンス集約的な発明がより後続の発明によって引用されているかどうか)、また、米国企業においてサイエンス活用の発明パフォーマンスへの影響はより大きいかどうかを分析する。また情報通信分野、バイオ医薬化学分野及び輸送機器分野を含む、10 の技術分野について、基本的な分析結果が成立するかどうか、また分野別の特徴も分析する。推計にあたって考慮が重要な点は、我々が観測出来ないプロジェクト・レベルでの欠落変数による推計バイアスであり、企業レベルに平均化したデータによる企業固定効果推計を行い、このような推計バイアスを評価する。

これを受けて、発明者チームの規模、サイエンスの活用等が長期的にどのように推移してきたかを、日米独で分析する。また、科学技術研究調査(総務省)の企業データ、NISTEP が公開している日本版バイドール発明のデータ³を利用して、博士研究者の拡大、産学連携支出、政府からの受託研究収入の拡大が、日本企業の知識組み合わせ能力に与えた効果を分析する。最後に、スタートアップの買収など、特許権の移転が企業の技術資産(サイエンス集約的な特許の獲得など)にどのような影響を与えてきたかを検証するために新たに構築した世界の R&D 支出上位 2500 社のデータによって、現況を概観する。

本論文の構成は以下の通りである。第 2 節では、知識の組み合わせと研究開発パフォーマンスを分析するための枠組と推計モデルを述べ、第 3 節では基本的な推計結果を述べる。第 4 節では、これを拡張し、10 の技術分野についての推計結果と企業レベルの固定効果推計の結果を述べる。第 5 節では、発明者チームの規模などに着目して、日米独の研究開発能力の長期動向を概観し、第 6 節では、日本における博士研究者の拡大、産学連携、政府の研究支援の影響を、企業データ(科学技術研究調査(総務省)の調査票情報を利用)及び日本版バイドール特許のデータを利用して分析する。第 7 節では、スタートアップの買収など、特許権の移転が企業の技術資産にどのような影響を与えてきたかを概観する。おわりにで、結論を述べる。

2. 知識の組み合わせと研究開発パフォーマンス:分析枠組と推計モデル

2.1 分析フレームワーク

技術は既存の技術に依拠しながら、またサイエンスの進展を取り込みながら、未解決の課

² <http://relianceonscience.org> において、データ及び関連論文が公開されている。

³ 中山、細野、富澤(2021)

題に応える新しい発明がなされることによって累積的に進歩していく。すなわち、新技術、サイエンスの進展など発明時における既存知識と発明者チームの独自の創意工夫を組み合わせ、課題解決に貢献することで発明、技術進歩が実現する。発明の質は、広い領域から早期に有用な既存知識を見出し、またそれに独自性を付加することで決定される。利用される既存知識が新しく発展可能性が高ければ、それを活用する発明への投資も大きくなり、より重要な発明がなされる。

このような発明の質を \tilde{q} とし、ある知識源 i からの知識を \tilde{d}_i (研究開発プロジェクトへの各知識源からの有用な知識の有無あるいは頻度であり、確率変数)、その発明への知識としての重要性を θ_i 、それを発明に発展させるための研究開発プロジェクト大きさ(発明者チームの大きさ)を e とすると、得られる発明の質は、外部からの知識と研究開発努力の組み合わせ(積)として、以下のようなになる。 ϵ は発明努力とは関係が無い不確実性である。

$$\tilde{q} = (\sum \theta_i \tilde{d}_i)(e + \epsilon) \quad (1)$$

企業の知識の活用能力は、各分野から有用な知識を獲得する頻度の期待値($E\tilde{d}_i$)とその効果の積で評価することができる： $\theta_i E\tilde{d}_i$ 。

発明努力は内生的であり、発明者チーム拡大の限界費用を c とすると、以下を最大にするように、その規模が決定される。

$$\tilde{\pi} = A(\sum \theta_i \tilde{d}_i)(e + \epsilon) - 1/2c(e^2) \quad (2)$$

ここで A は発明の用途の広さである。最適な発明者チームの規模は、以下で得られる。

$$\tilde{e}^* = (A/c) (\sum \theta_i \tilde{d}_i) \quad (3)$$

サイエンスの進展等、新知識を認識し活用する機会の頻度(\tilde{d}_i)が高いあるいはその重要性 θ_i が高い企業(あるいは研究チーム)は、(1)式からその直接効果として発明の質が高く、それが同時により大きな発明努力を促し、発明の質は更に高くなる((3)式)。

我々は(1)式の対数を推計して、サイエンスの進展の活用、新技術への早いアクセス、外国発明者の発明活用、そして発明者チームのサイズが発明の質に影響を与える程度を検証する。簡単なモデルであるが、以下のような検証可能な含意がある：サイエンスの活用、新技術の早期の認識など、外部の知識の早期認識と活用、そして発明者チームの規模が、それぞれ発明の質を高める。また、(3)式が示唆するように、発明努力は内生的であり、先行知識、組み合わせが重要であれば、その水準は高くなる。発明の成果が予期しない偶然にのみ依存している場合には、発明者規模は先行知識等に依存しない。

2.2 サイエンスの活用測定：PCS データの活用

本研究では日米の特許文献が開示している情報を活用して、発明への先行技術の活用、サイエンスの進展の活用、発明者チームについてのデータを構築する。科学技術文献の把握については、日本特許においては、人工生命研究所が開発した非特許文献のデータベースを用いるとともに、米国特許についてはボストン大学の Matt Marx 教授のチームが開発し、公開している PCS データベースを用いる⁴。後者によって、特許文献において引用されている科学技術文献の学問分野、論文からそれに依拠した発明へのラグの長さも把握することができる。

同教授のグループは、米国特許、欧州特許等の特許公開文献が、その明細書のテキスト内で発明者が引用している論文、及び審査官が先行文献として認定した引用論文の両方を機械学習で識別し、かつ特許によって引用された個別の科学技術文献自体も個別に識別して、特許と論文のペアデータを作成し公表している（全体で約 4 千万件のペアデータを把握）。このような特許と論文ペアデータの出所として、米国特許(USPTO)が約 75%を占め、欧州特許(EPO)が 12%、世界知的財産機関(WIPO)が約 9%である。

以下の研究では、先行文献の開示が最も多く、またサイエンスとイノベーションの中心的な国である米国の特許文献が出所であるペアに着目する。明細書内の引用を含むために、その 61%が発明者の引用である。米国特許に引用されている論文は、掲載ジャーナルによって学問分野別に分けられており、大分類で Natural Sciences(自然科学)が 53%、 Medical and Health Sciences が 26%、Engineering and Technology が 17%であり、これらで全体の 96%を占める。他は、Social Sciences が 1.8%、Humanities が 1.1%、Agricultural Sciences が 1%である

Marx 教授は、目視によって確認したペアデータを教師データとした、特許と論文のペアの信頼性のスコアも公開しており、以下ではそれが 8 以上のペア(全体の約 8 割)を利用した。信頼性 8 の場合には、機械学習の結果は、教師データと比較して、97%のペアで正確であった。

同教授のデータベースは、発明にどのような分野のサイエンスの成果が活用され、またサイエンス論文と発明との時間的ラグも明らかにしている。学問分野を 39 分野に分類している(付録 1 表 1 発明で利用され開示された主たる学問分野の分布を参照)。以下の表 2.1 は、本研究で用いる日本と米国の両国に出願されている Twin 特許が主たる学問分野として依拠している頻度が最も多い 12 分野について、発明のパフォーマンスへの影響の推計値とともに、示している⁵。これらで、全体の論文の 95%を占めている。学問分野の中で”Science”が付いている分野は、“Natural Sciences”に属しており基礎科学の分野であり、その他は

⁴ <http://relianceonscience.org>. において、データ及び関連論文が公開されている。

⁵ 発明が複数の学術分野の論文を引用している場合、最も多くの論文が引用されている分野を当該発明が依拠する主たる学問分野と定義している。

Medical and Health Sciences あるいは Engineering and Technology の応用分野である。引用された全体数全体の傾向と同じく、半分の発明で主たる学問分野は自然科学の分野である。

表 2.1 では、日本特許及び米国特許での相対被引用度が、発明が依拠したサイエンスの分野でどのように変動するかどうかを示している(数学が基準である)。以下の相対被引用度は、特許出願の技術分野(WIPO35 技術分野)毎に、日本特許出願全体あるいは米国特許全体の、それぞれ日本特許からあるいは米国特許からの被引用件数の平均を 1 とした、各個別特許の被引用度である。表 2. 1 の結果は、発明の技術分野、出願人の国籍及び発明の優先権主張年をコントロールした上で得られている。日米共に発明が依拠する学問分野によって発明の被引用度が増加すること、また米国で増加が大きいのことが分かる。すなわち、米国特許のパフォーマンスの方がサイエンスをより活用しその影響が大きいのことが示唆され、以下の分析結果を支持する結果である。

表 2.1 発明に活用される頻度が多い 12 学問分野と発明のパフォーマンスへの影響(日米 Twin 特許発明、1980-2015、影響は数学が基準)

	学問分野	N	頻度	累積頻度	日本特許での相対被引用度における係数	米国特許での相対被引用度における係数
1	2.02 Electrical eng, electronic eng	65,439	21.8	21.8	0.09	0.61
2	1.04 Chemical sciences	50,695	16.9	38.7	0.17	0.75
3	1.06 Biological sciences	42,503	14.2	52.9	0.09	0.62
4	3.02 Clinical medicine	32,257	10.8	63.7	0.15	0.37
5	1.03 Physical sciences and astronomy	29,454	9.8	73.5	0.11	0.82
6	1.02 Computer and information sciences	25,686	8.6	82.1	0.12	1.01
7	3.01 Basic medical research	13,248	4.4	86.5	0.21	0.58
8	2.05 Materials engineering	13,041	4.4	90.8	0.14	0.61
9	2.03 Mechanical engineering	4,792	1.6	92.4	0.02	0.30
10	2.11 Other engineering and technologies	3,376	1.1	93.6	0.04	0.37
11	2.07 Environmental engineering	2,943	1.0	94.5	0.12	0.40
12	1.01 Mathematics	2,427	0.81	95.3		

2.3 基本的な推計モデルと他のデータの構築

研究開発のパフォーマンスとしては、主として、日本の特許及び米国特許それぞれからの相対被引用件数を用いる⁶。WIPO 技術分類×優先権主張年毎に被引用件数の平均値が分母である。被引用件数にはトランケーションがあり、最近年に出版された特許の場合にはそれが大きくなるので(相対被引用の場合には分子も分母も確率変数で、かつ最近年に公開され

⁶ 補完的な指標として、ある発明が被引用で上位 5%に入るかどうか、また被引用(前方引用)特許の範囲の広さ(generality)があるが、基本的に同様の結果が得られる。

た特許コホートの場合には分母もゼロに近くなり分散が大きくなる⁷⁾、2015年までのデータを用いる。

分析の主たるサンプルは、日米両国に出願され、多くの場合米国で登録されている発明である。これによって同じ発明群が日本の技術市場と米国の技術市場においてどのように評価されているか、また、その決定要因に差があるのかどうかを検証する。

引用には審査官引用と発明者引用があり、日本の場合は両方別々に、また米国の場合は両方を合計したものをを用いる。本稿の付録2でも確認しているように、特許権の更新で評価した、特許権の私的な価値(企業収益への影響)への影響は審査官引用の方が発明者からの引用よりも説明力が高く、主として審査官引用を用いる。

知識組み合わせのパフォーマンスを決める要因として、大きく以下の三つの分野の変数を用いる。第一は、発明者チームであり、その規模($\ln n_{inventors}$ 、対数)及び外国発明者の有無($inventor_foreign$)である。外国発明者の採用は、発明者チームの規模を拡大し、より複雑で大きな研究開発プロジェクトに着手できる効果を持っているが、発明者チームの規模をコントロールしているので、外国発明者の有無は発明者チームのスキルや経験の多様性の効果、そして言語の差などによるコーディネーションのコストを把握している。

第二は先行する新技術の活用における早さと広さである。公開されている発明を早期に吸収し新たな発明を創造する早さ、そして幅広い地理的範囲から先行発明を活用している程度である。発明には競争があり、かつ発明の価値は新規性で決定されるので、当該発明において先行発明を早期に吸収した速いスピードで研究開発に活かすことができれば、その価値は高くなると考えられる。このため、当該発明の先行文献からのラグ(中央値、 $citation_total_lagy_median$)の長さを、先行技術を活用した発明能力の一つの指標とする。また国内の先行技術に限らず海外の先行技術を含めて、発明へのアイデアに活用することができれば、より高度な発明が実施できると考えられる。外国在住の発明者の発明が先行技術として認識されているかどうかを(その有無を $inventor_cited_foreign$)、先行技術活用の2番目の指標とする。このような先行技術からの時間的あるいは地理的な距離の大きさを、先行技術の有効活用の尺度とする。

第三は、サイエンスの活用であり、当該発明が直接活用している科学論文数($\ln n_{citing_inventor_npl_num}$)、発明が間接的に活用している科学論文数($\ln n_{inventor_npl_indirect}$)、及び科学分野の数($\ln n_{field}$)を基本的な変数として利用する。最

⁷⁾ 平均値がゼロで、正規分布をする確率変数の比率は、コーシー分布になり、期待値が存在しないことが知られている。

後の変数は PCS データによっており、それによるペアがない発明についてはスコアをゼロとする。

こうした変数は、分野毎の技術機会や需要の動向と相関しており、また研究成果は相対被引用数であり、より頑健だと考えられるが、それでも例えば競争相手の数などの変動の影響を受ける可能性がある。このような技術分野毎の影響をコントロールするために、技術分野(WIPO35 分類)×優先権主張年のダミー変数のダミー変数を導入する。

以上を踏まえて、モデル(1)に対応した推計モデルは以下の通りである。

発明のパフォーマンス = f (発明者チームの大きさ、外国発明者の有無、先行文献からのラグ、外国発明者の発明活用、発明が活用している科学論文数、発明が間接的に活用している科学論文数、科学分野の数)、出願企業の国籍×優先権主張年代のダミー変数、技術分野(WIPO35 分類)×優先権主張年のダミー変数 (4)

推計にあたって考慮が重要な点は、我々が観測出来ないプロジェクト・レベルの欠落変数による推計バイアスである。例えば、発明を活用出来る用途の大きさの見通しの変動が、発明のパフォーマンスとインプットの両方に影響を与える可能性がある。この場合、相関をドライブするのは、プロジェクト・レベルの用途ショックということになる。企業レベルに集計し(平均)、また企業固定効果を導入することで、こうしたバイアスをコントロールすることができる(プロジェクト・レベルのショックは平均化によって企業レベルの固定効果に集約できる)。以下の 4.3 節で確認するように、日本企業のパネルデータを使った分析によれば、このような企業レベルに平均化したデータによる固定効果推計は、特許レベルのデータと近い結果をもたらす。これは、(4)式による推計に、プロジェクト・レベルの欠落変数バイアスの影響は限定的であることを示している。したがって、以下の基本推計としては特許レベルで実施する。

既に述べたように、以下の推計サンプルの基本は、日米にともに出願された日米 Twin 特許(同じ発明から日米それぞれの特許が出願されており、米国では多くが登録されている)である。このサンプルを使うことによって、同じ発明群が日本市場と米国市場で如何に評価が異なるかも分析が可能となる点に加えて、以下の利点もある。第一に、日米両国(更に他の国にも)に出願された発明であり、海外への出願費用(弁理士、翻訳を含めた費用)がかかるので、比較的の特許化価値が高い発明に分析を限定することになる。その結果、イノベーションにとって重要性がある特許出願に限定した分析ができる。特許化性向の変動等によって

分析対象が大きく変動する問題を緩和できる⁸。第二に、発明の過程についての日米に存在する詳細なデータを組み合わせて利用することができる。

3. 知識の組み合わせと研究開発パフォーマンス：基本的な推計結果

3.1 日本市場と米国市場における発明の評価

本節では、最初に、日本特許からの相対被引用度と米国特許からの相対被引用度を被説明変数として、日米 Twin 特許をもたらした発明に至る知識の組み合わせが、どのように評価されているかを分析する。頻度高く引用されるということは、その発明を基礎とした研究あるいはその発明と関連した研究が多くなされているということであり、当該分野の研究開発と技術の市場での評価が高いことを示唆する。相対被引用度であり、日米の特許数が異なることなどによる引用数の絶対数の日米差はコントロールされている。

日米市場での推計によって、上記の分析枠組の妥当性を検証すると共に、同じ発明群の日米での評価を比較することで、それぞれの市場の特徴、例えばサイエンス集約的な発明が米国市場でより評価されるのかどうかを明らかにすることができる。推計期間は、2000 年から 2015 年に優先権主張年があるデータである。この期間では、米国特許データで発明者(出願人引用)による後方引用が別に明記されている(1999 年から)。また大半の特許が PATSTAT に収録されている。推計結果を表 3.1 に示す。

推計モデルのすべての説明変数が、両国で高度に有意であり、モデル(1)と整合的な結果である⁹。第一に、発明者チーム規模の大きい発明は両国で高度により引用される。係数の大きさも日米で同じ程度であり、発明者数が 3 名の発明と 4 名の発明を比較すると、日本市場で相対被引用度が 7%ポイント高くなり、米国市場で 6%ポイント高くなる(日米 Twin 特許の相対被引用度の平均は、日本市場で 1.23、米国市場で 1.07 であり、これとの比率では日米の係数の大きさはほぼ等しい)。また、外国在住発明者の存在は、発明者数をコントロールすると、両国でマイナスである。但し、後で確認するように、外国在住発明者の参加は発明者チームの拡大をもたらす効果があることに留意する必要がある。また、これも後で確認するように、外国在住発明者は、出願人にとっての外国市場での評価が高い発明をもたらす傾向があることにも留意する必要がある。

第二に、先行技術から新規の発明へのラグが短いこと、そして外国発明者の発明が認識され活用された場合に、発明のパフォーマンスは日米で有意に高い。先行技術からのラグ(中

⁸これに関連して、一国のデータだけを用いると、外国からの出願のセレクションがあり、価値分布の左側がトランケートされるので、外国からの出願の発明のパフォーマンスが高く見える問題がある。

⁹トップ 5%になる確率の推計モデルでの予測能力(R²)を検証すると、例えば、米国での上位 5%で 0.02 から 0.14 に上昇する。

中央値)が1年間短くなると(平均が8.0年)、日本特許からの相対被引用度は約2.3%ポイント上昇し、また発明が外国在住発明者の先行発明に依拠していると、そうでない場合と比較して約11%ポイント高くなる。こうした変化は、より係数は小さいが米国特許からの相対被引用度にも同様の影響を与える(1%ポイント、4.1%ポイント)。より新しい技術的知識をより広く求め、それを活かしたアイデアを研究開発に活用し早期に発明を得ることが、日米共に質の高い発明につながる。但し、米国市場での評価は日本の評価の半分未満である。

第三に、発明がサイエンスを活用する程度が高いことが、日米で発明の高い評価(相対被引用度)をもたらす。当該発明が依拠した科学論文数が多いこと、当該発明の先行技術となった発明が科学論文を多く依拠しているほど、またサイエンスが依拠するサイエンスの分野(領域分野)が多様であるほど、発明のパフォーマンスは高い。また、これら全ての要因で、米国市場で、その係数が大幅に大きい。発明が直接あるいは間接的に依拠している論文数が0から1に増加する、また学問分野の多様性が1から2に増加すると、米国特許からの相対的被引用度が、それぞれ約14%ポイント、11%ポイント及び約12%ポイント高まる。他方で日本市場ではそれぞれ、10%ポイント、4%ポイントと3%ポイントであり、サイエンス活用の米国市場での影響が倍以上である。全体として、サイエンスを活用する程度は日米で発明のパフォーマンスに大きな影響を与え、その程度は米国市場で約2倍である。

我々が注目している、研究開発のパフォーマンスを決める三つの要因、発明者チームの規模、先行技術の活用、サイエンスの活用の日米での評価の差を計量的に評価するために、同じ発明群からの各説明変数の平均値(先行文献からのラグは標準偏差)に、推計された日米特許での係数をかけて、発明のパフォーマンス(日本特許からの相対的な被引用度)への各要因の影響の大きさを評価することができる。変数の平均値は、発明者チームの大きさについては単独発明との差、外国発明者についてはその存在確率を示している。他の変数も同様であるが、先行文献からのラグはそれが1標準偏差(4.8年)短縮された場合の影響を評価している。

表 3.1 日米 Twin 特許の日米市場での評価 (相対被引用、2000-2015 の)

		日本市場(日本特許からの相対被引用度)			米国市場(米国特許からの相対被引用度)			係数(米国市場/日本市場)	変数平均値
		Coef.	Rob. Std.Err.	t	Coef.	Std. Err.	t		
発明チーム	発明チームの大きさ(対数)	0.236	0.004	66.33	0.203	0.004	47.78	0.86	0.82
	外国発明者の有無	-0.060	0.008	-7.78	-0.135	0.010	-14.2	2.27	0.09
先行技術の活用	先行文献からのラグ(中央値)	-0.023	0.000	-67.7	-0.010	0.001	-17.94	0.43	8.02
	外国発明者の発明活用	0.112	0.005	22.13	0.041	0.005	7.68	0.37	0.47
サイエンスの活用	発明が活用している科学論文数	0.150	0.003	48.96	0.199	0.005	44.04	1.32	0.95
	発明が間接的に活用している科学論文数	0.051	0.002	28.44	0.156	0.003	47.05	3.07	1.22
	科学分野の数	0.075	0.007	11.49	0.292	0.014	21.59	3.87	0.18
		Number of obs = 924,161			Number of obs = 924,161				
		R-squared = 0.0557			R-squared = 0.0815				
		Root MSE = 2.0208			Root MSE = 2.3334				

注)コントロール変数は、出願企業の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35 分類)×優先権主張年ダミー。日米 Twin 特許とは、同じ発明からの日米特許である。

図 3.1 がその結果である。推計期間が 2000 年から 2015 年である。発明者チームの規模、先行技術の活用、サイエンスの活用の 3 つの要因が、両国で評価されているが、米国市場では、先行文献からのラグが小さいことの評価は比較的 low、他方でサイエンス活用の 3 つの指標全てで高い。発明者チームの大きさの影響度は、日米市場でほぼ同じ評価である。また、表 3.2 に示すように、日本市場と米国市場で、全期間でこうした変動の影響の合計が、それぞれ 60%ポイントと 67%ポイントであり、その内訳(構成比)は、発明者チームの規模が日米それぞれで 32%と 23%、先行技術の活用が 32%と 8%、サイエンスの活用が 37%と 65%である。米国では、日米 Twin 特許の評価変動の 3 分の 2 はサイエンス集約的かどうかであることから発生している。

図 3.1 日米 Twin 特許における知識組み合わせの日米市場での評価（相対被引用、推計期間は 2000-2015）

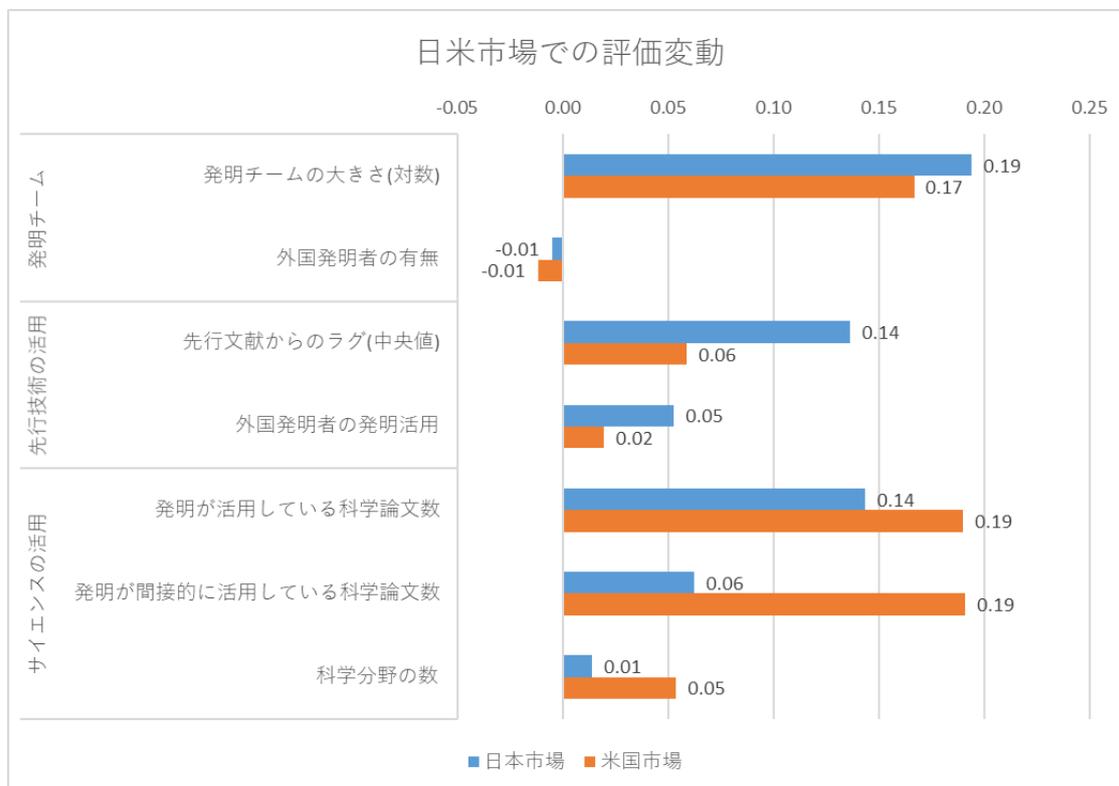


表 3.2 日米市場における発明者チームの規模、先行技術の活用及びサイエンスの活用の評価（2000-2015）

	合計	カテゴリー別に係数×平均値の合計			構成比率		
		発明チーム	先行技術の活用	サイエンスの活用	発明チーム	先行技術の活用	サイエンスの活用
日本市場	0.60	0.19	0.19	0.22	32%	32%	37%
米国市場	0.67	0.16	0.08	0.43	23%	12%	65%

3.2 日米企業(出願人)の研究開発パフォーマンス

以下では(表 3.3)、日本の出願人と米国の出願人の日本市場での研究開発パフォーマンスについての推計結果を示している。日米 Twin 特許の約半分(49%)の特許を日本の出願人が保有しており、22%を米国出願人が保有している。米国市場の方が日本市場より大きく、日本の出願人が米国にも出願するインセンティブがより高いことを反映していると考えられる。なお、日米共に大半が企業の出願であるが、大学等の出願も入っている。

このサンプルでは、表 3.3 の「説明変数の平均値」の列が示すように、先行文献からのラグ

(の長さ)を除くと、発明者チーム、外国発明者の参加、外国発明の活用、及びサイエンスの活用で米国出願人の方の説明変数の水準の方が高く、その差はかなり大きい。以下では、このような説明変数の大きさと、その係数の推計値との積で、これらの各要因の発明のパフォーマンスへの貢献を、日米出願人別に分析する。各要因が発明のパフォーマンスに与える影響は、各知識の発明における利用の頻度とその影響の両方を反映するが、いずれも日米出願人の間で異なる。

表 3.3 の推計結果によると、日本出願人の推計結果は、表 3.1 の日本市場の全ての出願人の結果に近い。他方で、米国出願人の結果も、全ての変数で高度に有意であり、符号も、外国発明者以外は、日本出願人の結果と同じである。研究開発のパフォーマンスを説明する基本的なモデル(1)式が米国出願人についても説明力を持っていることを示唆している(R-squared は米国出願人の方が高い)。米国出願人では、日本市場では外国発明者が存在することがプラスとなっている点が日米出願人の差であるが、表 3.4 に見るように、米国市場での日本出願人の推計結果では、外国発明者は同様にプラスとなっている。外国に在住する発明者が共同発明者として存在することは、その発明者が居住する国での発明の価値を高める効果があることを示唆する。

表 3.3 日本出願人と米国出願人の特許の日本市場での評価(相対被引用度、2000-2015)

		日本出願人の日本特許相対被引用度			米国出願人の日本特許相対被引用度			米国出願人/日本出願人	説明変数の平均値	
		Coef.	Rob. Std.Err.	t	Coef.	Std. Err.	t		日本出願人	米国出願人
発明チーム	発明チームの大きさ(単独発明が0、対数)	0.241	0.006	41.96	0.248	0.007	36.42	1.03	0.70	0.98
	外国発明者の有無	-0.464	0.023	-20.58	0.085	0.012	7.02	-0.18	0.02	0.15
先行技術の活用	先行文献からのラグ(中央値)	-0.036	0.001	-49.61	-0.017	0.001	-28.38	0.47	7.30	8.91
	外国発明者の発明活用	0.113	0.009	12.94	0.096	0.009	11.07	0.84	0.27	0.77
サイエンスの活用	発明が活用している科学論文数	0.199	0.006	32.86	0.126	0.005	26.73	0.64	0.68	1.51
	発明が間接的に活用している科学論文数	0.079	0.004	20.31	0.025	0.003	9.65	0.32	0.77	2.31
	科学分野の数	0.037	0.017	2.13	0.110	0.009	11.68	3.01	0.08	0.39
		Number of obs = 476,471			Number of obs = 197,003					
		R-squared = 0.0278			R-squared = 0.0603					
		Root MSE = 2.3174			Root MSE = 1.7263					

注)

コントロール変数は、出願企業の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35 分類)×優先権主張年ダミー。サンプルは日米に出願されている特許。

表 3.2 の日本市場での推計結果によると、推計された係数は、米国出願人の方がより小さくなっているが、各説明変数の平均水準は米国出願人の方が大きい(先行文献からのラグは小さい)ので、図 3.2 に見るように、知識組み合わせと発明者チームの影響度(係数×各説明変数の平均値、先行文献からのラグは係数×標準偏差)では、日本市場での評価(日本特許からの被引用度)でも、日本出願人より米国出願人の影響度の方が大きい要因が少なくない。日米出願人とも発明者チームの規模と構成の変動(発明者チームの大きさと外国発明者の有無)は、三つの要因の合計値に対する割合で、日本では 28%、米国で 35%を占める。先行技術の活用は、日本で 36%、米国で 25%であり、また、先行文献からのラグの小ささでは日本出願人が上回っているが、外国発明者の発明活用では米国出願人が上回っている。サイエンスの活用度(発明が活用している科学論文の数、依拠している科学分野の多様性、及び発明が間接的に活用している科学論文数)は、日本で 36%である。米国では 40%である。日米を比較すると、サイエンスの間接引用には差が無いが、論文数と分野の多様性で米国出願人の発明の水準が高い。日本市場における優れた発明の源泉として、日本企業では先行技術からのラグの短さに優位性があり、米国企業ではサイエンスの活用、そして海外の発明の活用に優位性がある。

図 3.2 知識組み合わせと日本市場でのパフォーマンス変動(日本出願人 対 米国出願人)

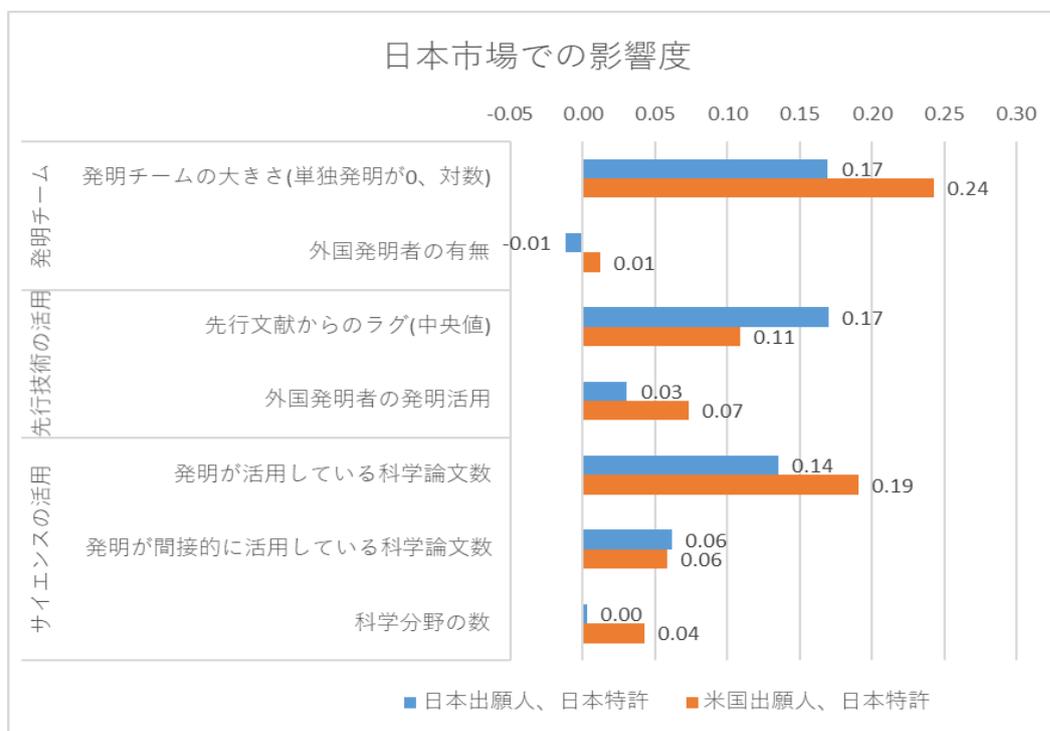


表 3.4 及び図 3.3 は、米国市場での評価(米国特許からの相対被引用)による結果を示している。先行文献からのラグを例外として、平均値の水準係数のみならず係数も米国出願人の方が大きい。このため大半の要因で、米国企業において影響度は大きい。特許性向の差が、こうした差の一部は説明する可能性がある(米国出願人より日本出願人が日米 Twin 特許をより出願保有している)ことに留意しつつ、個別の要因の影響度を観察しよう。

表 3.4 日本出願人と米国出願人の特許の米国市場での評価(相対被引用度、2000-2015)

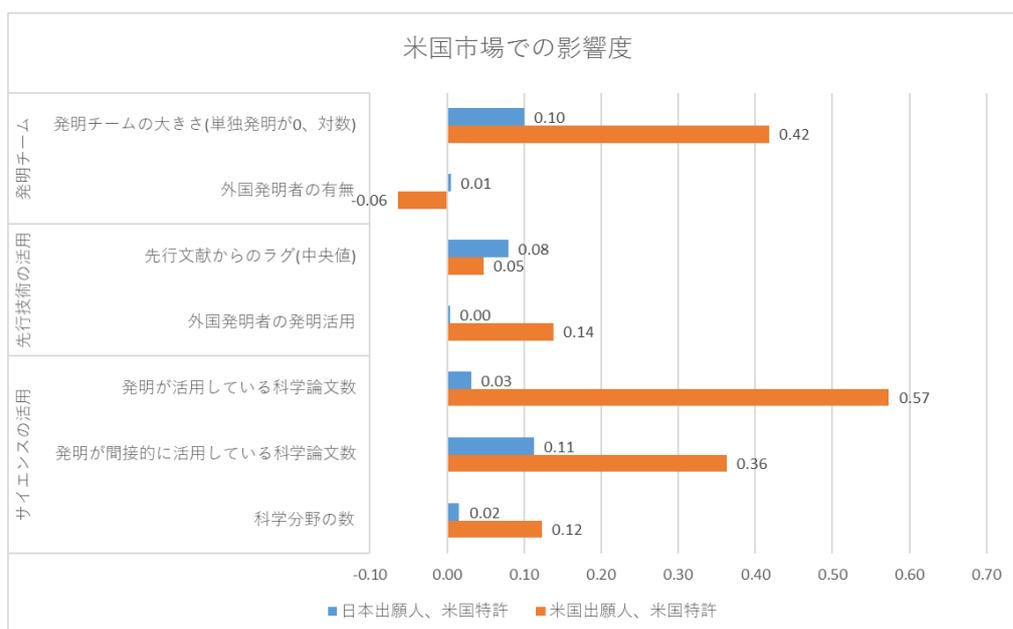
		日本出願人の米国特許相対被引用度			米国出願人の米国特許の相対被引用度			米国出願人/日本出願人	説明変数の平均値	
		Coef.	Rob. Std.Err.	t	Coef.	Std. Err.	t		日本出願人	米国出願人
発明チーム	発明チームの大きさ(単独発明が0、対数)	0.143	0.005	30.12	0.426	0.014	29.89	2.99	0.70	0.98
	外国発明者の有無	0.216	0.019	11.51	-0.430	0.018	-23.53	-1.99	0.02	0.15
先行技術の活用	先行文献からのラグ(中央値)	-0.017	0.000	-33.95	-0.005	0.002	-2.71	0.32	7.30	8.91
	外国発明者の発明活用	0.015	0.007	2.12	0.180	0.017	10.47	11.87	0.27	0.77
サイエンスの活用	発明が活用している科学論文数	0.046	0.005	9	0.380	0.011	35.75	8.32	0.68	1.51
	発明が間接的に活用している科学論文数	0.145	0.004	40.34	0.157	0.008	20.62	1.08	0.77	2.31
	科学分野の数	0.194	0.023	8.53	0.315	0.026	12.26	1.62	0.08	0.39
		Number of obs = 476,471			Number of obs = 197,003					
		R-squared = 0.0323			R-squared = 0.0685					
		Root MSE = 1.8168			Root MSE = 3.702					

注) コントロール変数は、出願企業の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35 分類)×優先権主張年ダミー

発明者チームについては、米国のチーム規模の係数が約 3 倍であり、日米出願人においてチーム規模の影響の差が大きい原因となっている。先行技術の活用では、日本市場の場合と同じく、先行文献からのラグの小ささでは日本出願人が上回っているが、外国発明者の発明活用では、活用の頻度と効果が共に米国出願人で大きく、合計で米国出願人における影響度が上回っている。最も重要なのはサイエンスの活用である。活用される頻度が高いこと、特

許を通した間接引用を除くと、その効果も米国出願人の方が大きく、全体として米国出願人の発明のパフォーマンスを決める非常に大きな要因となっている。日米共に、サイエンスの活用が影響度において最も大きいシェアを占めているが、米国の方がかなり大きい(日本で46%、米国で66%)。サイエンスの活用と先行技術の活用の要因の相対的な重要性に注目すると、日本出願人でもサイエンスの活用の方がより重要であるが、米国出願人のパフォーマンスではサイエンスの活用の方が発明のパフォーマンスにおいて格段に重要性は高い。

図 3.3 米国市場での各要因の影響度



3.3 発明努力の内生性

発明の基礎となる知識の新規性、発展性が高い場合には、モデル(3)が定式化しているように、より大きな発明者チームの結成を促し、その結果、発明のパフォーマンスは高くなると考えられる。以下の表 3.5 は、日米の Twin 特許で発明者の数を被説明変数とし、先行技術の活用とサイエンスの活用、そして外国発明者の存在が、これを如何に説明するかの推計結果を示している。日米の Twin 特許で発明者の数を被説明変数としている。

外国発明者が発明者チームに存在する場合には、日本でも米国でも有意に発明者チームの規模は大きい(平均で 20%程度)。また、先行文献からのラグの短縮及び外国発明者の発明活用は、日米ともに発明者チームの拡大と有意な関係がある。早期に先行技術を活かした発明を行う(早期に吸収し早期に発明を完成させる)には、より大きな発明努力が必要であることを示唆している。先行文献からのラグの 1 年の減少が、発明者チームの規模の 0.3%、0.6% の拡大に伴われている。外国発明者の発明の活用も同様である。

更に、サイエンスの活用についても、発明が活用している科学論文数、発明が間接的に活

用している科学論文数、そして依拠する科学分野の数が大きい発明は、発明者チームは有意に大きい。それぞれ弾力性で日本のチームで7%、2%、3%、米国のチームで4%、1%、3%である。サイエンスの進展は、発明者チームの拡大を通して、補完的な発明努力の強化と組み合わせられて、より優れた発明として結実することを示唆している。

表 3.5 日米出願人の発明者チームの大きさの変動要因(対数)(2000-2015)

		日本出願人の発明チームの大きさ(対数)			米国出願人の発明チームの大きさ(対数)			米国出願人/日本出願人
		Coef.	Rob. Std.Err.	t	Coef.	Std. Err.	t	
	外国発明者の有無	0.169	0.006	28.53	0.204	0.004	50.26	1.21
先行技術の活用	先行文献からのラグ(中央値)	-0.0029	0.0002	-14.97	-0.0060	0.0002	-24.28	2.04
	外国発明者の発明活用	0.042	0.002	18.9	0.062	0.004	17.72	1.49
サイエンスの活用	発明が活用している科学論文数	0.069	0.001	47.48	0.041	0.002	26.37	0.60
	発明が間接的に活用している科学論文数	0.024	0.001	28.81	0.011	0.001	14.04	0.47
	科学分野の数	0.033	0.004	8.93	0.026	0.003	9.07	0.78
		Number of obs = 476,471			Number of obs = 197,003			
		R-squared = 0.0679			R-squared = 0.0915			
		Root MSE = .61255			Root MSE = .62661			

注) サンプルは日米 Twin 特許である。コントロール変数は、出願企業の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35 分類)×優先権主張年ダミー。

4. 知識の組み合わせと研究開発パフォーマンス：拡張

4.1 情報通信、バイオ医薬及び輸送機器など技術分野別の特徴

2 節で述べた分析モデル、すなわち発明者チーム、先行技術の活用、サイエンスの活用が研究開発のパフォーマンスの重要な決定要因となることは、多くの産業、技術分野に当てはまると考えられる。以下では、WIPO の 35 分類を 10 分類に集約し(付録 5 を参照)、情報通信、バイオ医薬及び輸送機器など 10 の技術分野別の推計を行い、分析枠組の頑健性を確認する。また、知識の組み合わせの機会、その発明の相対被引用度への影響の産業別の特徴も分析する。

以下には、10 技術分野毎に、発明者チーム、先行技術の活用、及びサイエンスの活用の

カテゴリー毎に、各要因の影響度(各要因の平均値の水準(先行文献ラグについては1標準偏差) \times 推計された係数)の集計値を、日本市場及び米国市場について示している(推計結果の詳細は、付録3 技術分野別推計(2000-2015、日米 Twin 特許)を参照)。図 4.1 は日本出願人、日本市場、図 4.2 は日本出願人、米国市場、図 4.3 は米国出願人、米国市場である。米国出願人、日本市場はスペース節約のために省略している。

図 4.1 によれば、日本出願人の日本市場での評価への影響について、発明者チーム、先行技術の活用、及びサイエンスの活用が、それぞれどの技術分野でも、発明のパフォーマンスの向上に貢献している。付録3の推計結果が示すように、大半の係数が高度に有意であり、記載される符号を持っている¹⁰。先行技術の(早期そして広い分野からの)活用とサイエンスの活用が同程度に貢献をしている分野が多い。先行技術の活用の影響度が大きいのは、化学、バイオ医薬、プロセス工学である。これらの分野では、先行文献からのラグのバラツキが大きく、また、外国発明者の発明の活用の程度とその影響が高い。サイエンスの活用の貢献度が大きいのはプロセス工学と環境の分野であり、これらの分野では発明が活用している科学論文数が多い。

3.3 節の結果及び(3)式が示唆するように、発明者チームの大きさは、先行技術あるいはサイエンスの活用の貢献が大きいときに大きい。その予想と整合的にプロセス工学、環境、化学の分野などで、チーム規模の影響度が大きくなる傾向がある。

図 4.2 は、全く同じ発明群の米国の技術市場での評価である。日本の市場の評価と比較して、先行技術の活用の評価が下がる。これは3節の全体サンプルによる基本的な推計結果を整合的で、先行技術の活用の貢献度は、日本市場での評価と比較して半分ないし未満となっている技術分野が多い。他方で、サイエンスの活用の影響度が、日本市場の評価より大幅に高いのは、化学分野とバイオ医薬分野のみである(プロセス工学では同程度である)。他の技術分野ではサイエンスの活用は、日本市場と同等あるいはそれより低い影響度となっている。

次に、図 4.2 と図 4.3 によって、技術分野毎に、米国市場における日米の出願人の発明を比較できる。米国の出願人の発明パフォーマンスの変動要因として、多くの分野でサイエンスの活用が最も重要である。その際に、図 3.3 の結果と整合的に各分野で、直接引用とともに間接引用も重要である。先行技術の早期活用は、サイエンスの活用より影響度は小さいが、化学、バイオ医薬、環境などの分野で重要となっている。化学では、外国発明の活用が、先行文献からのラグと同様に重要である。バイオ医薬では、先行文献からのラグが専ら重要である。発明チームが大きいことは、どの分野でも発明パフォーマンスの向上をもたらしている。

¹⁰ 付録3に示すように、科学分野の数がマイナスの係数を持っている場合があるが、これは分野の多様性と論文の数の間に類似性が高く、またそれぞれ測定誤差が存在することの影響であると考えられる。このため、サイエンスの個別の要因の影響ではなく、合計のみで議論を行う。

発明チームの大きさの影響度は、図 4.3 でも、先行技術の活用とサイエンスの活用の影響度が大きい場合に大きくなる傾向がある。

図 4.1 技術分野別の研究開発の特徴(サンプルは日米 Twin 特許、日本出願人、日本市場)

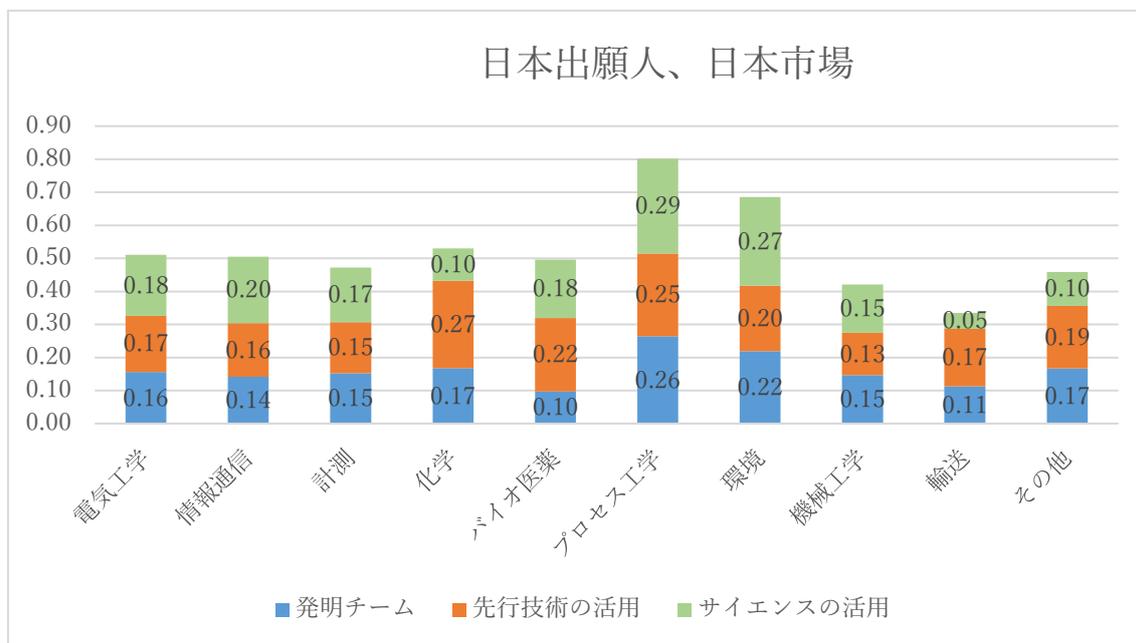


図 4.2 技術分野別の研究開発の特徴(サンプルは日米 Twin 特許、日本出願人、米国市場)

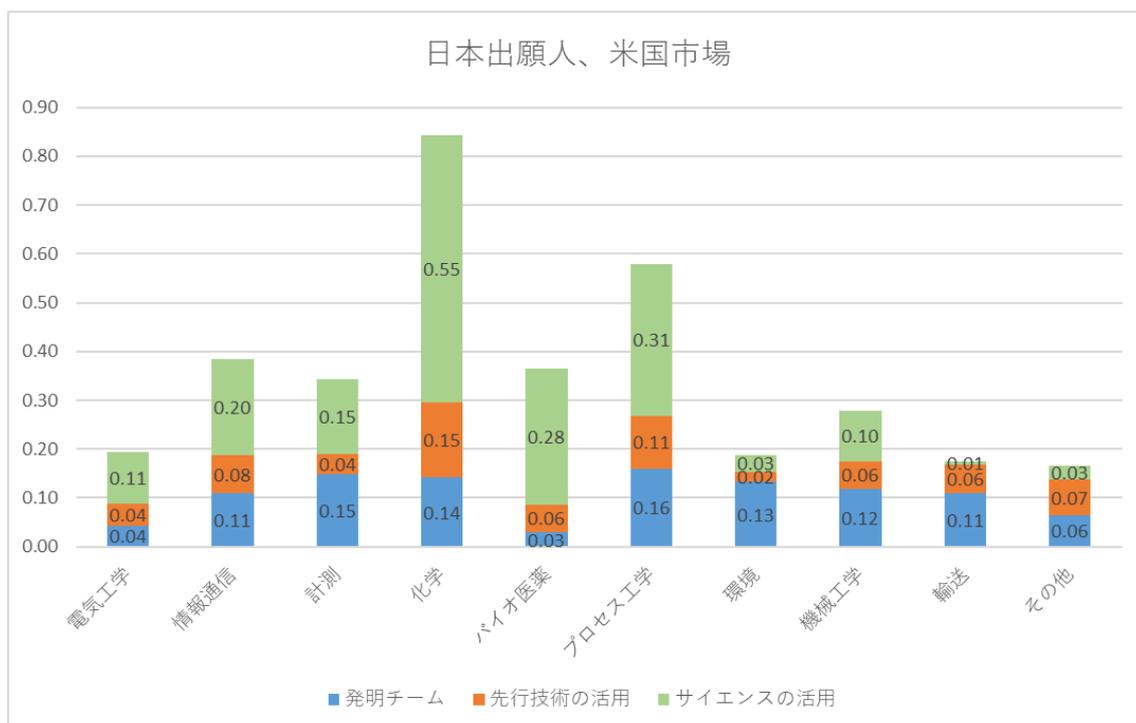
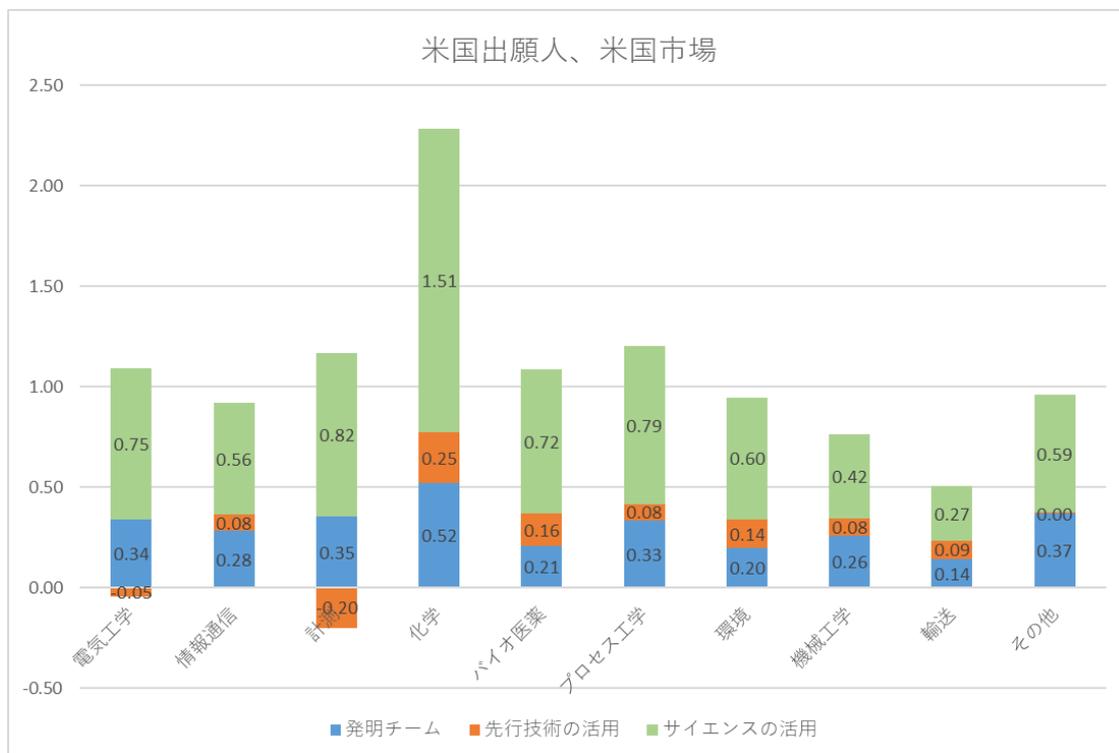


図 4.3 技術分野別の研究開発の特徴(サンプルは日米 Twin 特許、米国出願人、米国市場)



4.2 企業レベルの推計

特許レベルの推計は、我々が観察していないプロジェクト・レベルの異質性がもたらす内生性による歪みが存在する可能性がある。例えば、発明を活用出来る用途の発見が、発明のパフォーマンス(被引用件数)を改善し、同時に知識の活用を含めてインプットを拡大させ、両方の相関をもたらす、可能性がある。特許レベルのデータを企業レベルに集計し(平均)、同時に企業固定効果を導入することで、以下に示すように、こうした観測出来ないプロジェクトの異質性によるバイアスをコントロールすることができる。

以下で $y_{i,t}$ は時点 t のプロジェクト i (企業 f に属する)のパフォーマンス、 $x_{i,t}$ はプロジェクトへの観測可能なインプット、 $\alpha_{i,t}$ が観測できないが、プロジェクトのインプットと相関がありうるプロジェクト・レベルの欠落変数(我々が観測出来ない変数)であり、 $\varepsilon_{i,t}$ は説明変数とは独立した誤差項である。

$$y_{i,t} = \beta x_{i,t} + \alpha_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

$\alpha_{i,t}$ を企業レベルの固定効果 α_f (以下では、企業レベルの効果は時間によって不変だと仮定し、企業固定効果でコントロール)とプロジェクト毎の変動に分けられるとすると、

$$\alpha_{i,t} = \alpha_f + \delta_{i,t} \quad (6)$$

ここで企業レベルで(5)式の平均値をとると、企業のプロジェクトの数($n_{f,t}$)が多い場合には、企業レベルの変動へのプロジェクト・レベルの異質性の変動の影響はほぼ無くなってしまふ。

$$\delta_{f,t} = \frac{\sum_{i \in f} \delta_{i,t}}{n_{f,t}} \cong 0 \quad (7)$$

であり、

$$y_{f,t} = \beta x_{f,t} + \alpha_f + \delta_{f,t} + \varepsilon_{f,t} \cong \beta x_{f,t} + \alpha_f + \varepsilon_{f,t} \quad (8)$$

となり、企業の固定効果 α_f を導入した推計によって、プロジェクトの異質性の影響を取り除いた一致性の高い推計が可能である。

以下の表 4.1 に結果を示している推計は、日本企業レベルに日米 Twin 特許のデータを集計した(平均化した)データを利用して、企業レベルの固定効果推計を行った結果である。2000-2015 の推計結果は、係数の有意性は弱まる説明変数もあるが、表 3.3 及び表 3.4 の特許レベルの推計結果とかなり近い。日本特許の相対被引用度の推計で、発明者チームの規模、先行文献の引用ラグ、外国発明者の発明活用、発明が活用している科学論文数に注目すると、それぞれ高度に有意であり、係数は 0.28、-0.023、0.086、0.192 と、特許レベルの推計結果、0.24、-0.036、0.113、0.199 より小さい場合が多いが、かなり近い値である。日本企業の米国特許については、発明者チームの大きさ、先行文献の引用ラグ、外国発明者の発明活用、発明が活用している科学論文数、発明が間接的に活用している科学論文数が有意で、期待される符号を持っているが、発明者チームの大きさの係数の推計値は半分となるなど、係数のより小さくなっている(0.065,-0.059,0.077,0.068 対 0.143,-0.017,0.015,0.046)¹¹。

なお、表 4.1 はより長期のデータ(1980-2015)を使った推計結果を示している。この推計では、利用可能な発明者による後方引用データの日米における制約から、米国の後方引用データは審査官による引用も含めた引用データを利用している。係数の大きさは、2000-2015 年の方が大きい傾向があるが、非常に整合的な結果となっている。

¹¹ 各企業毎の主たる技術分野×優先権主張年のダミー変数を導入した推計もほぼ同じ結果をもたらす。

表 4.1 日本企業の固定効果推計（日米 Twin 特許の集計値）

		2000-2015		1980-2015	
		日本市場(日本特許からの相対被引用度)	米国市場(米国特許からの相対被引用度)	日本市場(日本特許からの相対被引用度)	米国市場(米国特許からの相対被引用度)
発明者チーム	発明チームの大きさ(対数)	0.281*** (0.0324)	0.0650*** (0.0161)	0.218*** (0.0215)	0.0676*** (0.0105)
	外国発明者の有無	-0.452*** (0.111)	0.0506 (0.0551)	-0.546*** (0.0738)	0.164*** (0.0362)
先行技術の活用	先行文献の引用ラグ(中央値)	-0.0232*** (0.00288)	-0.00586*** (0.00143)	-0.0103*** (0.00154)	-0.00632*** (0.000756)
	外国発明者の発明活用	0.0864** (0.0422)	0.0766*** (0.0210)	0.00739*** (0.00177)	0.0174*** (0.000867)
サイエンスの活用	発明が活用している科学論文数	0.192*** (0.0267)	0.0680*** (0.0133)	0.158*** (0.0191)	0.0349*** (0.00938)
	発明が間接的に活用している科学論文数	0.0851*** (0.0177)	0.0628*** (0.00881)	0.0702*** (0.0102)	0.0327*** (0.00497)
	科学分野の数	0.0235 (0.0670)	0.0221 (0.0334)	-0.0868* (0.0508)	0.0366 (0.0249)
	出願人数	-0.204*** (0.0491)	0.0660*** (0.0244)	-0.138*** (0.0320)	0.0192 (0.0157)
	Observations	20,502	20,502	42,751	42,751
	Within R-squared	0.0205	0.0371	0.0234	0.0396
	Between R-squared	0.0176	0.0193	0.0126	0.0352
	Overall R-squared	0.0270	0.0280	0.0236	0.0438
	企業id	3,992	3,992	5,867	5,867

注)コントロール変数は、企業の固定効果と企業の業種(46)×年のダミーである。

5. 日米独出願人の発明者チーム及び知識組み合わせの長期動向

以下では、発明者チーム及び知識組み合わせ要因の中でも、日米の間で大きな差がある要因に着目して、日米 Twin 特許のデータによって、日米独の平均値の長期動向を観察する。このために 1980 年から 40 年弱の長期データを構築した。

まず、日米 Twin 特許の出願動向を図 5.1 が示している。日本企業の国際出願の比率が高まっていることもあり、特に 1990 年代から 2000 年代にかけて、日本出願人の年平均件数は大幅に増大し、2010 年代前半(2015 年まで)も増加している。これに対して、米国及びドイツの Twin 特許の件数は 2000 年代から 2010 年代にかけて減少している。また、これら各国の発明の日米市場での相対被引用度の平均値の動向を図 5.2(a)と(b)が示している。日本市場においては日本出願人の相対被引用度は低下し、米国市場においては米国出願人の特許の相対被引用度は傾向的に上昇している。こうした非対称な動きの要因のひとつは、図 5.1 に示している件数動向(1990 年代から 2000 年代への日本出願人の日米 Twin 特許件数の上昇傾向、2000 年代から 2010 年代への米国出願人の日米 Twin 特許件数の減少傾向)があると考えられるが、以下に示すように、発明者チームの規模やサイエンスの活用の変化も重要な影響を与えていると考えられる。

図 5.1 日米独の Twin 特許の件数動向(各年代の年平均件数)

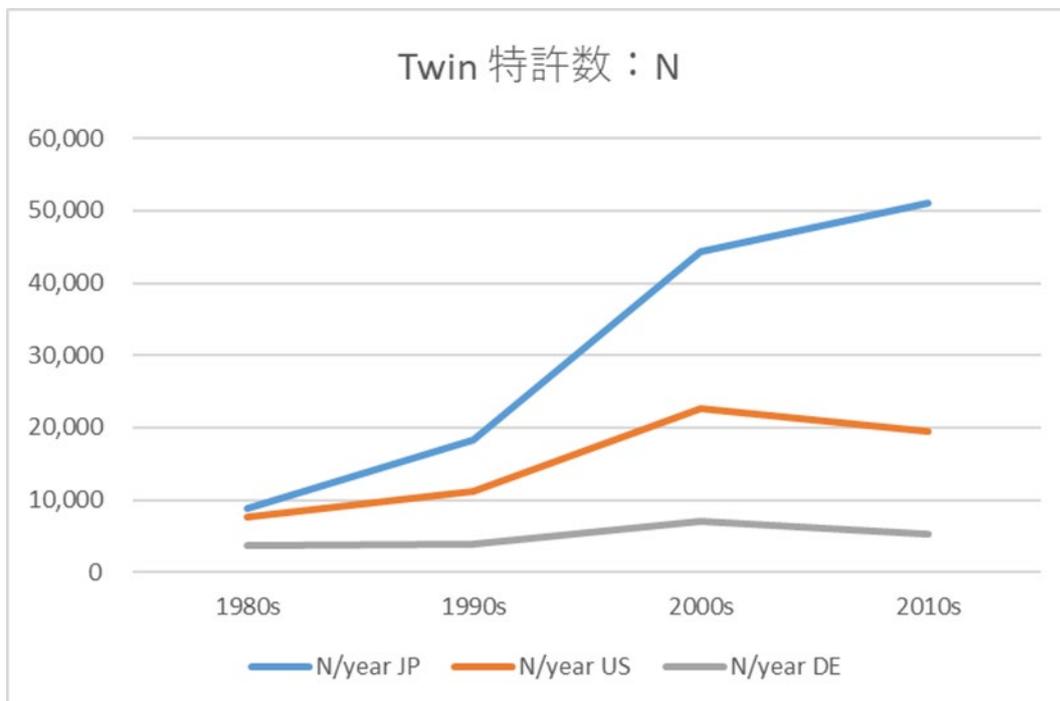
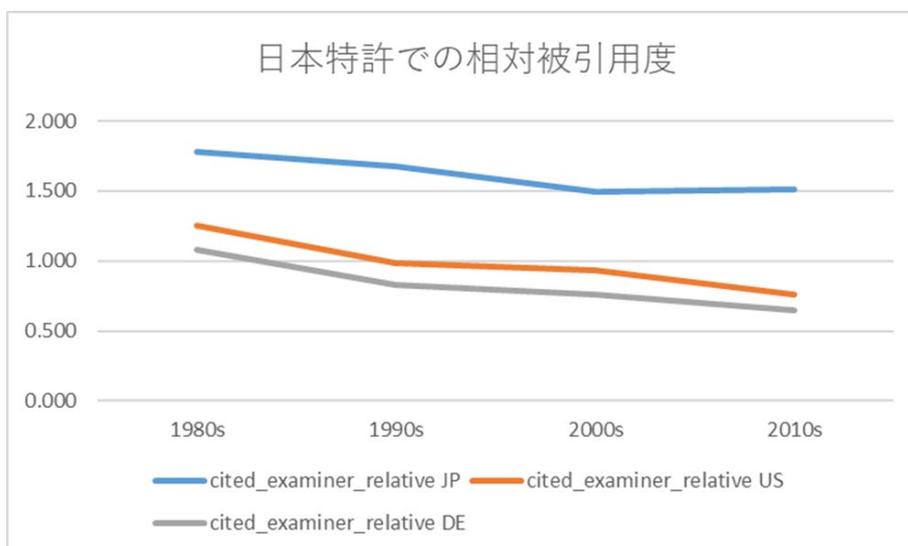
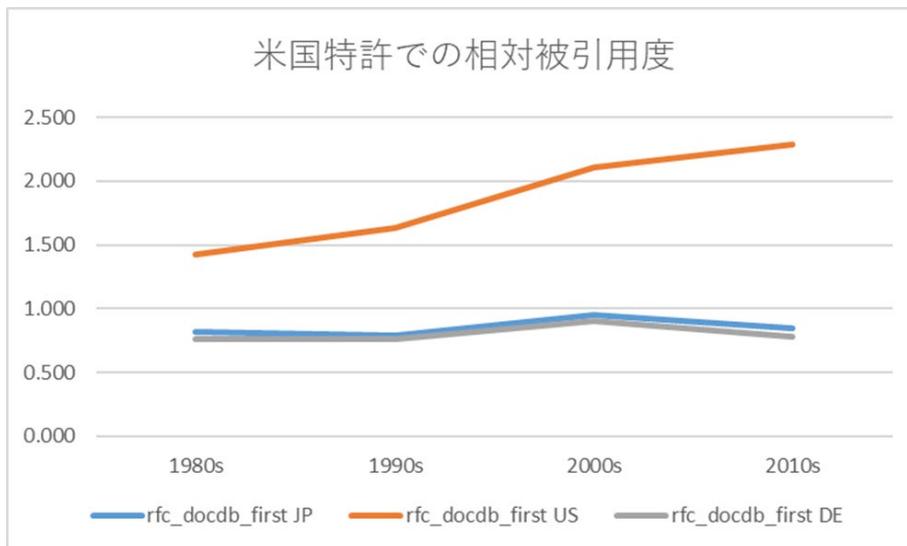


図 5.2 日米独の Twin 特許の相対被引用度の動向

(a) 日本特許



(b) 米国特許



発明者の規模は、発明に活用出来る新規の知識源の大きさ、発明を活用出来る市場の拡大、発明者チームの規模を拡大する費用の低下によって拡大していく。その拡大によって、より複雑な問題解決を行う高度な発明が実現すると考えられるが、図 5.3 に示すように、日本企業の場合は発明者チームの規模はほぼフラットであり、これに対して、独と米国では有意に拡大をしている。これらの変化は、技術分野(WIPO35 分類)をコントロールしても有意であり、その推計によると 1990 年代と比較して、2010 年代は日本では約 5%拡大したのみであるが、米国では 26%、独では 16%拡大している。発明者チームの分布の変化を見ると、表 5.1 に示すように、独、欧ではこの期間に右側に分布が広がっていることが分かる。80 年代には 95%分位は日本が 5 名で米国は 4 名であったが、2010 年代には日本は 6 名で米国は 8 名に拡大している。

図 5.3 発明者チームの規模の変化

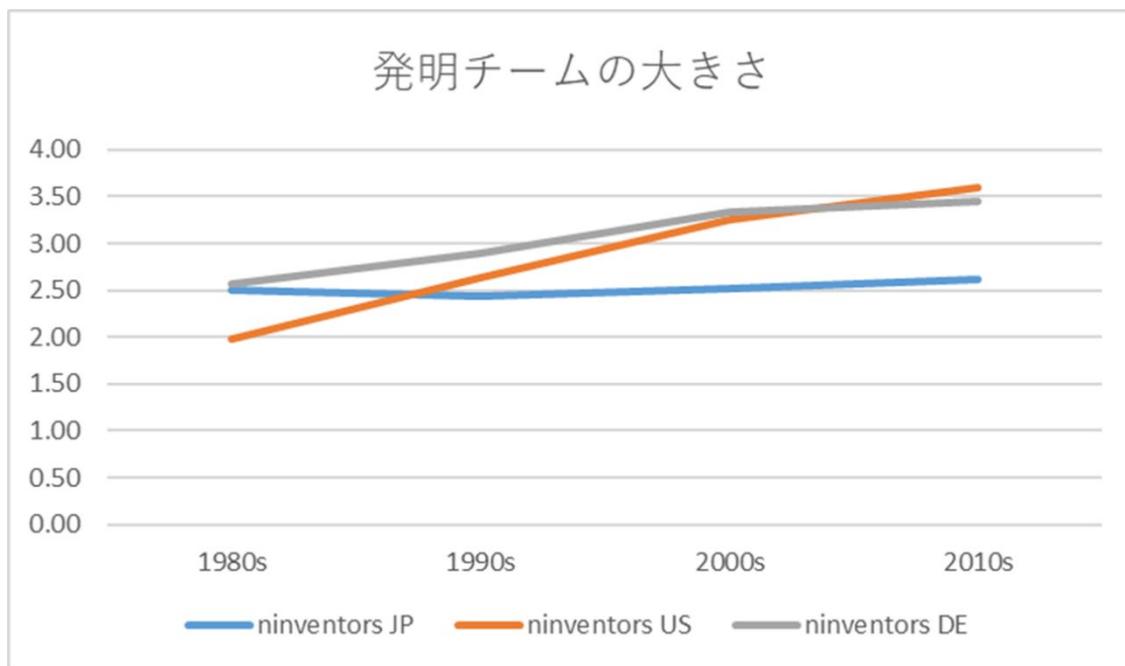
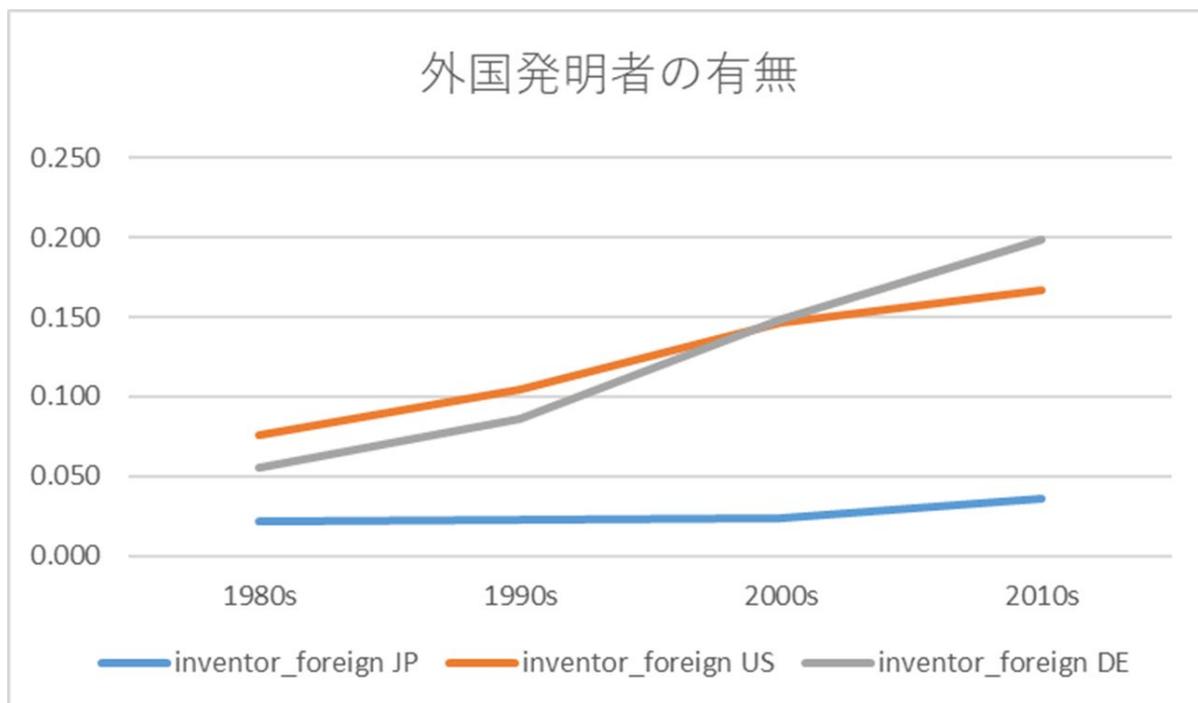


表 5.1 発明者チームの規模の変化

	JP		US		DE	
	1980s	2010s	1980s	2010s	1980s	2010s
p50	2	2	2	3	2	3
p75	3	4	3	5	3	4
p90	5	5	4	7	5	6
p95	5	6	4	8	6	8

このような国際的な差の原因の一つは、外国在住発明者の参加の差である可能性がある。図 5.4 に示すように、日本ではその確率は増加していないが、米独では大幅に増加しており、2010 年代にはその頻度は 15%を超えている。外国在住発明者の参加によって、国内で結成が容易ではない、多様な知識、スキルや経験を結集した研究チームの形成がより容易になる。

図 5.4 外国在住発明者の有無の動向



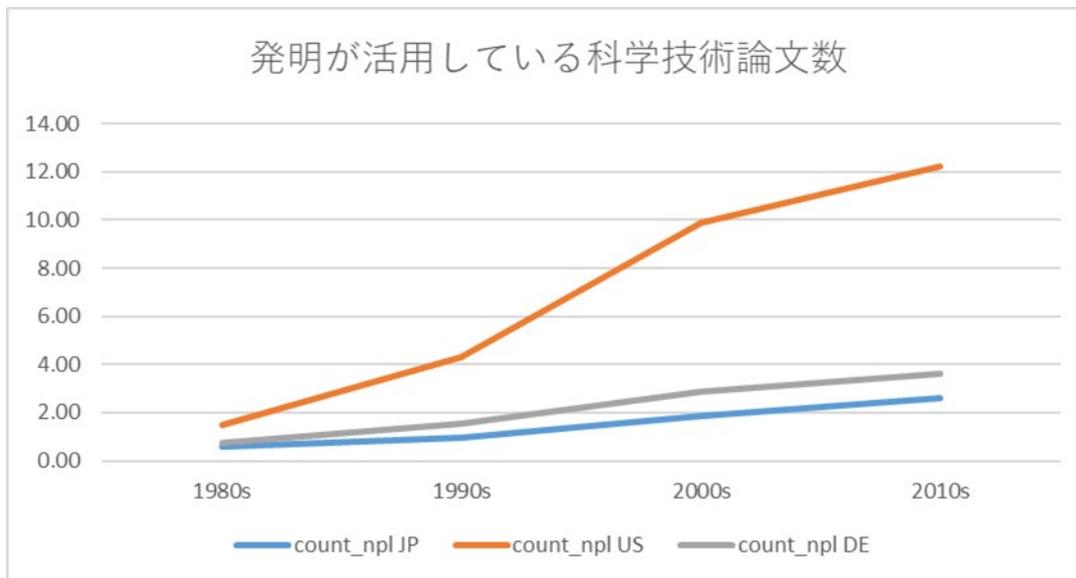
日米独のもう一つの重要な差は、サイエンスの活用の進展である。以下では、長期動向を把握するために、米国の審査官と発明者の引用を合計したデータを利用する。図 5.5 に示すように、日本の発明者が活用する科学論文数は増えているが、差は大きいままである。引用している文献数の分布において(表 5.2 を参照)、2010 年代で 75%分位において、日本発明者は 2 文献、米国は 9 文献、独は 3 文献となっている。

また日本では、発明に活用している科学分野の数も低位にとどまっている。表 5.2 に示すように、発明が依拠している学問分野の数で 2010 年代において、日本の発明者では 75%分位で 0 であり、p 99%分位で 4 分野である。米国では 95%分位で 6 分野である。

米国特許では後方引用数が企業の戦略的な理由で増加していることが指摘されており(Kuhn 他 (2020))、もし引用される科学論文数の拡大が企業の戦略的な理由によるものであれば、文献数の増加が発明のパフォーマンス(相対的な被引用度)に与える影響は低下していくはずである。またその効果は特に日本市場で大きいはずである。しかしながら、付録 6 に示すように、発明が引用している科学論文数の係数が長期的に低下する傾向はない。特に、科学論文数が大幅に増加した 1990 年代と 2000 年代の間に係数は米国市場で上昇し、また日本市場では大きな変化は無い。

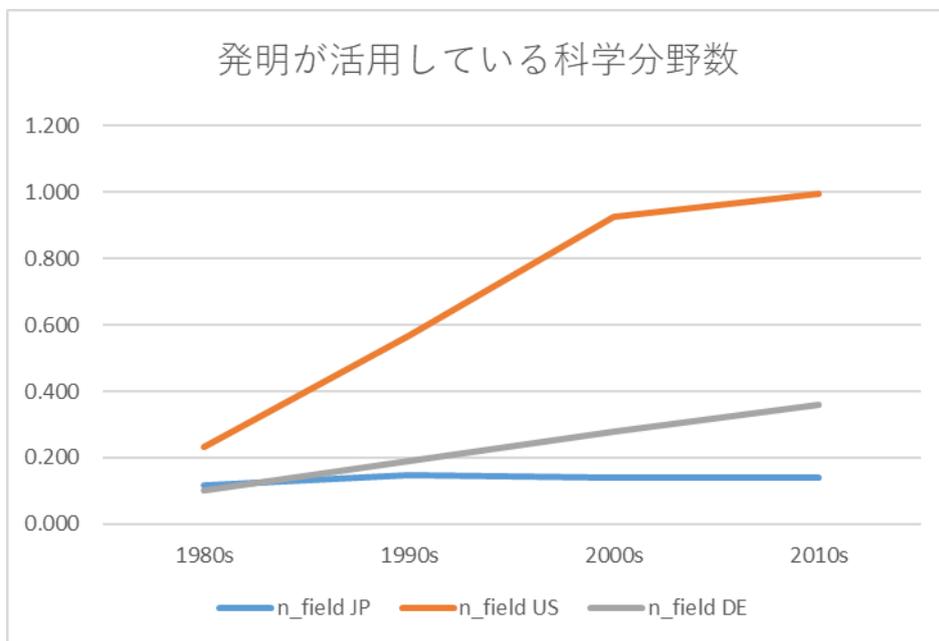
図 5.5 活用している科学技術の論文数と論文分野数の動向

(a) 論文数



注) 米国の審査官と発明者の引用を合計したデータによる(PATSTAT)。

(b) 科学分野数



注) 米国の審査官と発明者の引用を合計したデータによる(Marx 教授の PCS データベース)。

表 5.2 科学技術論分数とその分野数の分布動向

	JP		US		DE	
	1980s	2010s	1980s	2010s	1980s	2010s
p50	0	0.5	0	2	0	1
p75	0	2	1	9	1	3
p95	3	9	7	56.5	4	13
p99	7	49.5	20	159	9	45
N	87,698	306,208	76,001	116,978	36,415	31,764

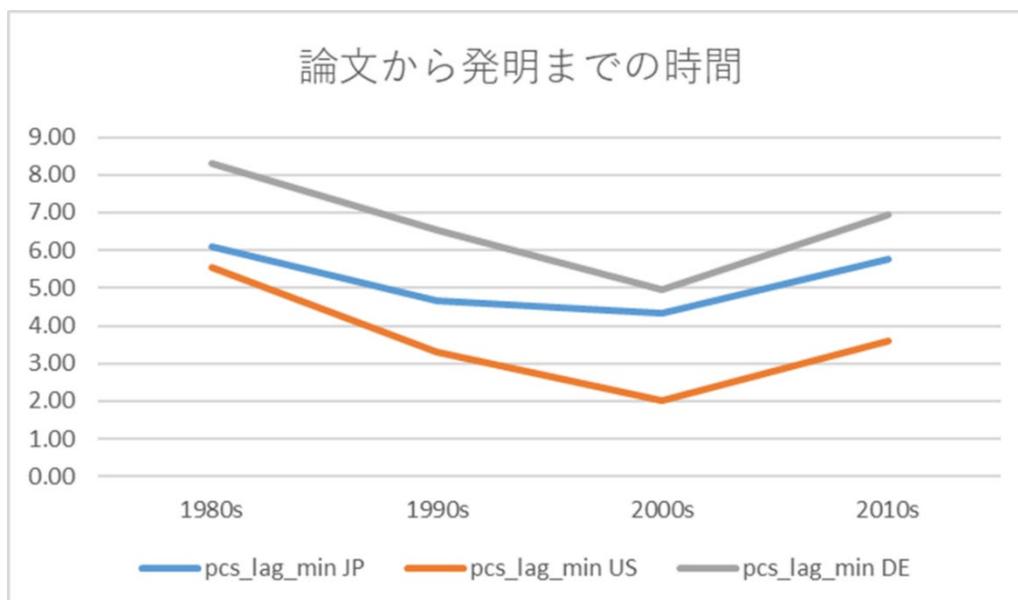
表 5.3 科学技術の分野数の分布動向

表 科学技術論文の分野数の分布

	JP		US		DE	
	1990s	2010s	1990s	2010s	1990s	2010s
p50	0	0	0	0	0	0
p75	0	0	0	0	1	0
p95	1	1	3	6	1	2
p99	3	4	7	11	3	6
N	182,295	306,208	112,498	116,978	39,624	31,764

発明が引用する最も新しい論文までの時間(年)は米国発明者が最も短い。その差は 90 年代から 2000 年代以降に拡大している。

図 5.6 発明が引用する最も新しい論文までの時間(年)



注) 米国の審査官と発明者の引用を合計したデータによる (Marx 教授の PCS データベース)。

6. 博士研究者の拡大、産学連携、政府の研究支援の影響

以下では、日本の科学技術研究調査の企業レベルのデータ及び産業活力再生特別措置法による「日本版バイドール制度」の適用特許出願データ¹²を利用して、政府の研究開発支援、博士研究者の拡大、産学連携等が、研究開発における知識の組み合わせや発明のパフォーマンスに与えた影響を分析する。「日本版バイドール制度」の適用特許出願は、委託費による政府の研究支援プロジェクトの中核的な成果であり、知識の組み合わせと発明の被引用パフォーマンスでの特徴を分析することで、研究支援の効果について示唆を得られる可能性がある。他方で、科学技術研究調査は、企業による博士研究者の雇用、そして基礎研究など段階別の研究開発支出、産学連携のための大学等への支出及び政府からの研究支援(受託及び補助金)を把握しており、政府の研究開発支援をインプットの面から企業レベルで包括的に把握することを可能とするので、その企業レベルでの影響を把握できる。

6.1 博士研究者の拡大、基礎研究、産学連携及び政府支援の影響：企業レベルの分析

以下では、日本特許のデータを企業レベルに集計し(日米 Twin 特許に限定しない)、科学技術研究調査とリンクしたデータによって、企業研究者における博士研究者の割合、基礎研究、産学連携及び政府からの研究支援(受託及び補助金)を支出額によって把握する。これらの変動が、企業の発明への知識の組み合わせや発明者チーム規模に与えた影響を、企業のパ

¹² NISTEP の中山、細野、富澤(2021)が公開している特許データによる。

ネルデータで分析する。例えば、博士研究者の雇用の拡大等をしてきた企業が、サイエンスの活用、先行技術の早期活用、発明者チームの規模の拡大を経験したどうかを検証する。また、産学連携への投資や政府からの受託研究は、先行技術の活用及びサイエンスの活用を促すとともに、より複雑な研究プロジェクトに取り組むことを可能とし、発明者チームの拡大をもたらすことが予想される。

以下では、企業レベルの説明変数は企業内の知識活用能力への投資の蓄積効果を把握するために、ストック変数であり、過去の研究開発投資を累積した得られた額を利用している。時間的なタイミングは、優先権主張年より1年前までの研究開発投資の累積→ある優先権主張年の発明の特許出願である。これらのストック変数の経時的な変化が、企業レベルで、発明者チーム、先行技術の活用そして、サイエンスの活用の変化にどのように伴われているかどうかを分析する。

企業パネルデータによる固定効果推計と変動効果推計の両方の結果を提示するが、企業内の経時的な変化に着目した企業固定効果分析を主たる結果とする。企業のクロスセクションの変動を利用した変動効果推計では、研究開発パフォーマンスの良い企業が政府研究の支援や産学連携の対象として選ばれる傾向などを、研究支援から研究のパフォーマンスへの効果として捉えてしまう危険性がある。固定効果分析はこうした問題を避けることができる。但し、固定効果推計は、企業内の時間的な変動のみを活用するために、変動の大きな部分を失い、同時に研究開発ストックの計測誤差などを拡大し、結果として過小評価推計をもたらす面もある。このために、両者の結果を提示する。

また、企業内の変化の差ではなく、産業動向の差による、研究のインプットとパフォーマンスとの相関(例えば、技術機会が拡大した産業では、産学連携が盛んとなり、同時に研究のパフォーマンスが高くなる)が計測結果に影響しないように、産業×年のダミー変数を導入してこれをコントロールする。更に、各企業の特許取得性向をコントロールするために、売り上げ額を導入する。売上の拡大は、特許取得性向を高めるので、特許出願の質を低下させる傾向があり、これをコントロールする。

推計モデルは、以下の通りである。

発明者チーム、先行技術の活用、サイエンスの活用=f(一人当たりの研究開発ストック,博士研究者の割合、基礎研究ストックの比率(対研究開発ストック)、産学連携研究への投資ストックの比率(対研究開発ストック)、政府からの受託研究ストック(対研究開発ストック))+企業の固定効果+産業×年のダミー変数 (9)

推計期間は1990年から2016年である。以下の表6.1と表6.2がそれぞれ固定効果推計と変動効果推計結果を示している。記述統計は付録7に示している。

固定効果推計で、研究者一人当たりの研究開発ストックの拡大は、発明者チームの有意な拡大をもたらすが、サイエンスの活用(変動効果推計では有意となっている)には有意な影響はない。以下に見るように、基礎研究ストックの比率とは異なる結果である。研究開発支出の大きな部分は開発であり、その投資の蓄積には知識の活用能力には大きな影響が無いこ

とを示唆している。

博士研究者の割合の拡大は、固定効果推計で、当該企業の発明がサイエンス論文をより多数引用する結果をもたらしている。変動効果によると、博士研究者の割合が高い企業では、これに加えて、発明者チームの規模、外国発明者の発明活用の程度、発明が間接的に活用している科学論文数、発明が基礎とする科学分野の数でも有意に大きい。固定効果ではこれらの変数の係数が大幅に小さくなり、有意ではない。このように、博士研究者を拡大した企業とそうでない企業との間での比較によれば、博士研究者拡大の影響は小さい。ただし、博士研究者の割合が高まることの効果が発現するのに時間を要するとすれば、固定効果分析では過小評価の危険があることにも留意しておく必要がある。

基礎研究ストックの割合の拡大については、それがあった企業で、固定効果分析で発明者チームの規模、外国発明者の発明活用、企業の発明におけるサイエンスの直接的及び間接的活用、それぞれの拡大に、正の影響が見られる。変動効果の分析ではこれらを被説明変数とする式での係数は大きくなり、外国発明者の参加でも正の効果が観察される。サイエンスの進展の活用等知識の活用に大きな影響があれば、発明者チームへの影響も観察されるはずであり(モデル(3)を参照)、基礎研究については、この予想と整合的になっている。

次に企業の産学連携への支出については、固定効果分析では有意な結果は観察されず、他方で、政府からの受託研究では固定効果分析で発明者チームの規模及び先行文献からのラグの減少に有意な影響が観察される。ただ、サイエンスの活用には、有意な影響は観察されない。変動効果分析では、産学連携は発明者チームの拡大が有意となる。政府からの受託研究は、変動効果分析で科学分野の数との正の相関が見られる。但し、産学連携や政府からの支援では、変動効果が既に述べたセレクションの効果を反映する可能性がある(研究実績が高い企業がこれらの対象となる)ことに留意する必要がある。したがって、全体として、産学連携や受託研究にはサイエンスの活用能力強化に強い効果は観察されない。

表 6.1 企業の博士研究者の拡大等への投資と研究開発パフォーマンス(推計期間は 1990 年から 2016 年、固定効果分析)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	発明チーム の大きさ(対 数)	外国発明者 の有無	先行技術の活用 のラグ(中 央値)	外国発明者 の発明活用	サイエンスの活用 している科 学論文数	発明が間接 的に活用し ている科学 論文数	科学分野の 数	論文から発 明へのラグ
VARIABLES	lninventors	inventor_for eign	citation_tota _lagy_medi an	inventor_cit ed_foreign	lnlnpl_num	citing_inven tor_npl_indir ect	lnln_field	pcs_lag_min
一人当たりの研究開発ストック	0.0136** (0.00582)	固定効果 -0.00123 (0.000840)	固定効果 0.0393 (0.0559)	固定効果 -0.00439 (0.00287)	固定効果 0.000939 (0.00749)	固定効果 0.00368 (0.0112)	固定効果 0.000312 (0.00257)	固定効果 -0.173 (0.500)
(ln1rdstock_researcher)								
博士研究者の割合	0.0398 (0.0693)	0.00901 (0.0100)	-0.941 (0.683)	0.0289 (0.0343)	0.203** (0.0893)	0.00686 (0.137)	-0.0312 (0.0306)	5.224 (6.433)
(phd_ratio2)								
基礎研究ストックの比率(対研究開発ストック)	0.170** (0.0854)	0.0107 (0.0123)	-0.618 (0.825)	0.150*** (0.0422)	0.236** (0.110)	0.380** (0.165)	0.0228 (0.0377)	1.028 (5.464)
(ln1basic_stock_ratio)								
産学連携研究への投資ストックの比率(同上)	0.387 (0.269)	-0.0590 (0.0389)	-0.591 (2.621)	-0.0702 (0.133)	-0.404 (0.346)	-0.974* (0.524)	-0.0121 (0.119)	17.49 (20.71)
(ln1commission_univ_pro_ratio)								
政府からの受託研究ストック(同上)	0.413** (0.181)	-0.00772 (0.0282)	-5.410*** (1.775)	0.143 (0.0896)	-0.0799 (0.233)	-0.103 (0.355)	0.0163 (0.0801)	-3.123 (22.04)
(ln1commissioned_pub_ratio)								
売上	-0.0299*** (0.0105)	0.00194 (0.00152)	-0.00438 (0.101)	-0.00821 (0.00520)	-0.00441 (0.0136)	0.00113 (0.0202)	0.00178 (0.00465)	-0.349 (0.571)
(lnsales)								
Observations	12,154	12,155	11,898	12,155	12,154	11,872	12,155	2,710
Within R-squared	0.0751	0.0876	0.275	0.0791	0.186	0.184	0.212	0.211
Between R-squared	0.0246	0.0115	0.0370	0.0292	0.0295	6.61e-06	0.0748	0.000918
Overall R-squared	0.00880	0.0570	0.0932	0.0699	0.0938	0.0226	0.000113	0.000816
Number of newcomp_id2	1,300	1,300	1,273	1,300	1,300	1,272	1,300	465
Standard errors in parentheses	*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1							
コントロール変数は、企業の固定効果と企業の業種×年ダミー								

表 6.2 企業の博士研究者の拡大等への投資と研究開発パフォーマンス(推計期間は 1990 年から 2016 年、変動効果)

VARIABLES	発明チーム		先行技術の活用		サイエンスの活用		発明が間接的に活用している科学論文数		科学分野の数	論文から発明へのラグ
	Ininventors の大きさ(対数)	inventor_for eign の有無	citation_tot al_lag_y_medi an のラグ(中央値)	inventor_cit ed_foreign の発明活用	In1npl_num が活用している 科学論文数	citing_inven tor_npl_indir ect 論文数	In1n_field	pcs_lag_min		
一人当たりの研究開発ストック (ln1rdstock_researcher)	0.0162*** (0.00507)	9.12e-06 (0.000592)	0.0763* (0.0430)	0.000259 (0.00226)	0.0166** (0.00647)	0.0310*** (0.00984)	0.00264 (0.00198)	-0.343 (0.332)		
博士研究者の割合 (phd_ratio2)	0.212*** (0.0617)	0.0139* (0.00710)	-0.248 (0.524)	0.0944*** (0.0274)	0.483*** (0.0787)	0.679*** (0.121)	0.0600** (0.0239)	-1.777 (4.461)		
基礎研究ストックの比率(対研究開発ストック) (ln1basic_stock_ratio)	0.263*** (0.0662)	0.0172*** (0.00663)	0.199 (0.512)	0.107*** (0.0272)	0.499*** (0.0834)	0.885*** (0.128)	0.0517** (0.0237)	1.110 (3.169)		
産学連携研究への投資ストックの比率(同上) (ln1commission_univ_pro_ratio)	0.432** (0.190)	-0.0394** (0.0201)	1.401 (1.512)	-0.0900 (0.0795)	0.156 (0.240)	0.0683 (0.368)	-0.133* (0.0695)	13.96 (13.21)		
政府からの受託研究ストック(同上) (ln1commissioned_pub_ratio)	0.469*** (0.136)	-0.0157 (0.0140)	-3.115*** (1.062)	0.0363 (0.0564)	0.333* (0.172)	0.359 (0.263)	0.121** (0.0493)	-4.728 (7.828)		
売上 (lnsales)	-0.0130*** (0.00477)	0.00260*** (0.000383)	-0.118*** (0.0320)	0.00275 (0.00170)	0.0464*** (0.00585)	0.0866*** (0.00920)	0.00314** (0.00148)	-0.345* (0.200)		
Observations	12,154	12,155	11,898	12,155	12,154	11,872	12,155	2,710		
Within R-squared	0.0647	0.0835	0.269	0.0696	0.172	0.168	0.208	0.182		
Between R-squared	0.253	0.128	0.322	0.324	0.525	0.614	0.490	0.203		
Overall R-squared	0.257	0.110	0.289	0.276	0.501	0.569	0.332	0.199		
Number of newcomp_id2	1,300	1,300	1,273	1,300	1,300	1,272	1,300	465		
Standard errors in parentheses	*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1									
コントロール変数は、企業の業	コントロール変数は、企業の業種×年ダミー									

6.2 「日本版バイドール制度」の適用特許における知識組み合わせとパフォーマンス

「日本版バイドール制度」の適用特許(以下「バイドール特許」)は政府の財政支援を得て実施された研究開発プロジェクトの成果であり、政策(政府から企業への委託研究、あるいは企業の政府からの受託研究)がどのように知識組み合わせを促してきたかについて、貴重な情報を提供する。以下では、企業、大学及び公的研究機関が政府から支援を受けた研究開発を行い、その結果として獲得したバイドール特許が、知識の組み合わせで優れているのかどうかを分析する。政府からの支援やその交付条件によって、企業が研究開発に利用できる資源は拡大し、また、産学連携あるいは企業間の垂直連携等が促進されるので、発明者のチームは拡大する。その結果、より幅が広い知識源が活用され、サイエンスの利用の拡大等が生じ、同時に研究開発も加速化されると予想される。但し、組織間の連携における困難等が重要であれば、発明のパフォーマンスは下がる可能性もある。

以下では、日米に出願された特許(Twin 特許)を対象とし、技術分野、年代と出願企業の国籍の交差項をコントロールして、バイドール特許が、発明における知識の組み合わせと被引用度で有意に高いパフォーマンスを実現しているかどうかを推計した結果を報告する(推計の詳細な結果は付録 4 表.日本版バイドール対象発明の評価(企業固定効果)。日米 Twin 特許においてバイドール特許が占める割合は 2000 年代で 0.4%弱、2010 年代で 0.6%強と非常に小さいことに留意する必要がある。以下の推計で、ind_BD_d、univ_BD_d、pro_BD_d はそれぞれ、企業、大学及び公的研究機関のバイドール特許のダミーである。

表 6.3 の a に示すように、企業、大学、国立研究機関いずれの場合も、技術分野及び年代をコントロールして、発明者チームの規模はバイドール特許では大きい。企業で 19%、大学で 35%、国立研究機関で 32%、技術分野等をコントロールして大きい。但し、企業については、外国発明者が参加する確率は有意に減少する(3%)。また、先行技術からのラグは有意に短く(企業で半年、大学で 1 年以上、公的研究機関で 10 ヶ月)、企業の場合には外国発明者の発明が先行技術として利用される確率も高まる(5%)。

また表 6.3 の b に示すように、企業、大学、国立研究機関いずれの場合も、技術分野及び年代をコントロールして、発明におけるサイエンスの活用のレベルは有意に高い。より多くの、また多様な分野のサイエンスが活用されており、また論文から発明へのラグも短い。したがって、バイドール特許は知識の組み合わせの広さと早さで、予想される特徴を持っている。6.1 節の企業レベル推計では、政府からの受託研究の拡大にサイエンス活用への影響は検出されなかったが、必ずしも矛盾はしない。米国にも出願されるバイドール特許が得られた発明は比較的成功的なプロジェクトであると考えられ(比較対象も日米 Twin 特許ではあるが)、セレクションがある。これに対して、科学技術研究調査を利用した分析は全てのプロジェクトを結果的に対象としている。

さらに、表 6.3 の c に示すように、バイドール特許では発明への知識の組み合わせの水準が高いことをコントロールしない場合には、企業のバイドール発明の場合、日本特許での審査官にも発明者にもいずれも有意に高頻度で引用されている。また、大学及び公的研究機関

のバイドール発明は、発明者引用における相対被引用度が有意に高いが、米国特許での相対被引用度では、いずれも有意に負の係数を持っている。

表 6.3 日本版バイドール特許の特徴(日米 Twin 特許において)

表 a	発明チームの大きさ (対数)	外国発明者の有無	先行技術からのラグ	外国発明者の発明 活用	N
ind_BD_d	0.186*** (0.00805)	-0.0257*** (0.00134)	-0.497*** (0.0692)	0.0519*** (0.00521)	6267
univ_BD_d	0.350*** (0.0149)	0.0115** (0.00481)	-1.242*** (0.153)	-0.0116 (0.0120)	1392
pro_BD_d	0.317*** (0.0169)	-0.00580 (0.00384)	-0.849*** (0.180)	-0.0102 (0.0125)	1084
表 b	発明が活用している科学論文数	発明が間接的に活用している科学論文数	科学分野の数	論文から発明までのラグ	
ind_BD_d	0.191*** (0.0116)	0.296*** (0.0177)	0.0796*** (0.00529)	-0.377** (0.185)	
univ_BD_d	0.0938*** (0.0271)	0.189*** (0.0416)	0.0672*** (0.0157)	-1.946*** (0.238)	
pro_BD_d	0.310*** (0.0304)	0.234*** (0.0463)	0.0820*** (0.0169)	-1.720*** (0.368)	
表 c	日本特許での相対被引用度(審査官)	日本特許での相対被引用度(発明)	米国特許での相対被引用度		
ind_BD_d	0.269*** (0.0338)	0.187** (0.0735)	0.00363 (0.0201)		
univ_BD_d	0.161 (0.0993)	0.637*** (0.163)	-0.250*** (0.0440)		
pro_BD_d	0.00796 (0.0790)	0.406** (0.193)	-0.190*** (0.0402)		

注) 技術分野(WIPO35 分野)及び年代をコントロール、表 c の推計には企業の固定効果も導入。

以下の表 6.4 は、3 節で用いた枠組(表 3.3, 3.4)に、バイドール発明のダミーを導入し、かつ企業等(大学、公的研究機関も含めて)の固定効果を導入して、発明への知識の組み合わせと企業等の特性の両方をコントロールした上で、バイドール発明のパフォーマンスを評価したものである。企業と大学のバイドール発明は、発明へのインプットを評価しても日本市場(日本の審査官による被引用度)でのパフォーマンスが高い。しかも 17%ポイントと 42%ポイントとその程度は大きい。しかし、米国特許での相対被引用度ではこうした正の効果は無く、表 6.3 の c と同じく、大学のバイドール特許はかなり大きいマイナスの符号を持っている。日本の技術市場で比較的高く評価されているにもかかわらず、米国の技術市場では評価が低い傾向がある。

要約すると、日本版バイドール発明は、企業の発明への知識の組み合わせの水準は高く、またこれをコントロールしても、発明の価値は高い傾向にある。但し、米国市場での高い評価を得るには至っていない。

表 6.4 日本版バイドール対象発明のパフォーマンス(日米 Twin 特許において、企業等の固定効果をコントロール)

表c	日本特許での相対被引用度(審査官)	日本特許での相対被引用度(発明者)	米国特許での相対被引用度
ind_BD_d	0.173*** (0.036)	0.188* (0.101)	0.01803 (0.03174)
univ_BD_d	0.423*** (0.117)	0.353 (0.330)	-0.313*** (0.104)
pro_BD_d	-0.146 (0.183)	0.293 (0.515)	-0.260 (0.1625)

注) 表 c の推計には企業の固定効果を導入

注) コントロール変数は、発明者チーム、先行技術の活用及びサイエンスの活用の諸変数の他、出願企業等の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35 分類)×優先権主張年ダミー。表 c の推計には企業等の固定効果を導入

7. 買収等による特許権の獲得の影響

以上の分析では、特許の出願人に着目してきたが、企業の買収あるいは特許権の単独移転が存在するために、特許の出願人とその特許を利用してイノベーションを行う企業とは必ずしも同じではない。特に近年は米国を中心に、スタートアップ企業が大学等の基礎研究の成果を活用して、様々な試行を行い(例えば創薬の探索研究)、より大きな追加投資を行う価値があることが判明にした場合に、他企業がそのスタートアップ企業を買収し継続投資を行う(例えば臨床開発)という垂直分業が重要となっている。また、そうした企業は買収された後も、法人格を維持しながら、研究開発を拡大していく場合も多い。以下では、こうした過程が如何に重要であるかを分析するために、Bureau van Dijk 社の特許データベース ORBIS を利用して、自ら出願をしていないが、買収あるいは単独移転で獲得した特許権が如何に重要になっているかを概観する¹³。買収された企業が内部化された場合は、特許権は買収企業に移転されるが、法人格を維持した場合には特許権は子会社に帰属することになり、以下の分析ではこの両者を把握する。分析の対象は、EU 委員会が公表している研究開発支出上位 2500 社にリストアップされている企業及びそれが所属する企業グループであり

¹³ Orbis の利用については、Bureau van Dijk 社の増田歩氏にサポートを頂いたことを感謝したい。なお、買収については、同社の Zephyr データベースを利用した。

14、以下では研究開発の中核企業(以下で定義する)の所在地が日本、米国及びドイツと認識されている企業(それぞれ、296社、617社、98社)についての結果を述べる。また、研究開発の成果を把握することが目的であるために、特許権が成立した特許にサンプルを限定していない¹⁵。

以下の表7.1は、2010年から2017年の間に優先権主張がある米国特許について、出願と保有の状況を日米独企業について集計した結果である。ここでTPH(Top Patent Holder)は各企業グループで最も特許権を多数保有している研究開発の中核企業である。企業グループの特許権を4つのカテゴリーに分けている：(1)TPH企業が出願かつ保有(特許権が失効した場合も含む)している特許、(2)TPH企業が保有はしているが他者が出願した特許、(3)TPHの子会社やグループの他企業が保有している特許、及び(4)TPHが出願したが他のグループ企業が保有している特許。2番目のカテゴリー(TPHが出願していないが直接保有している特許)には、TPHが買収し内部化した企業が出願した特許が含まれ、加えてTPHに他社が譲渡した特許が含まれる¹⁶。買収はされたが子会社が法人格を維持し、特許権は子会社が保有している場合は、3番目のカテゴリー(TPHの子会社、あるいはグループ内の他の企業が保有)に含まれる。

表7.1の集計結果のa.米国特許数によると、ドイツ企業、米国企業では、TPHが出願かつ直接保有している特許は、グループ内の企業が保有している特許の全体数のそれぞれ、34%、54%となっており、日本企業では62%である。したがって、TPHの社内研究開発の成果は企業グループが保有する技術資産の重要な部分であるが、支配的ではなくなっている。他社の研究開発の成果が内部に移転された特許(カテゴリー2)が、それぞれ14%、14%、19%であり、TPHの子会社等が保有している特許が49%、24%、25%のシェアを占める。グループ内子会社が研究開発資産において重要であることも判明した。

集計結果のb.同相対被引用度によると、他社から移転された特許あるいは子会社等が保有している特許権の価値は高い傾向にある。日本企業の場合、TPHが出願かつ保有している米国特許(カテゴリー1)の相対被引用度は0.81、他社出願でTPHが保有している特許(カテゴリー2)が1.02、TPHの子会社等が保有する特許(カテゴリー3)が0.94である。米国では、それぞれ1.47,1.76,1.37である。買収あるいは特許権の移転は、優れた研究成果の獲得

¹⁴ 利用したデータベースは、2021年の8月から11月にかけてダウンロードした。

¹⁵ ある企業の特許の保有には、特許権の有無にかかわらず(審査請求されたかどうか、査定されたかどうか、失効しているかどうかにかかわらず)、他者に移転されていない公開された特許出願を全て含んでいる。他者から移転された特許権等を含む。また、子会社が出願保有している特許出願等は当該子会社の保有としてカウントしており、親会社の保有としてカウントしていない。

¹⁶ 職務発明の従業員から企業への移転はこの時期の特許では少ないと考えられる。

が目的である場合が多く、その過程でセレクションがなされていることが示唆されている。但し、子会社を買収された後に出願した特許もカテゴリ-3に含まれている。

このようにカテゴリ-2と3の特許の価値が高いことの要因として、研究開発の過程で先端的な知識が活用されていることが重要だと考えられる。集計結果の c.科学論文の直接引用及び d.科学論文の間接引用によれば、ドイツ企業と日本企業では、カテゴリ-2と3の特許はカテゴリ-1よりもより高い頻度でサイエンス論文に、直接あるいは間接的に、依拠している傾向がある。但し、米国企業の場合には、TPHの研究開発も同様に科学集約的である。

表 7.1 特許出願と特許保有(2010-2017年の優先権主張の米国特許について)

		(1)TPHが出願かつ直接保有	(2)TPHが出願していないが直接保有	(3)TPHの子会社、あるいはグループ内他企業が保有	(4)TPHが出願したが、グループ内の他の企業が保有
a.米国特許数 (出願状態を含む)	ドイツ	34%	14%	49%	3%
	日本	62%	14%	24%	0%
	米国	54%	19%	25%	2%
b.同相対被引用度	ドイツ	0.83	1.06	1.05	0.66
	日本	0.81	1.02	0.94	0.73
	米国	1.47	1.76	1.37	1.50
c.科学論文の直接引用	ドイツ	2.4	2.2	5.2	3.2
	日本	1.9	2.5	3.0	2.6
	米国	8.6	8.7	7.4	7.0
d.科学論文の間接引用	ドイツ	101	127	194	104
	日本	86	84	125	73
	米国	509	271	325	341

(注) ORBIS 及び PATSTAT のデータから作成。

8. おわりに

本稿では、日本企業の研究開発パフォーマンスを、外部の知識を広くかつ早期に研究開発に活用出来る能力に着目をして研究を行った。知識の組み合わせ能力を評価するために、研究開発における先行技術の早期の認識と活用、多数の幅広い分野のサイエンスの進展の活用、及び海外の研究者の発明の活用を測定した。研究開発投資が世界的に拡大し、また研究開発競争の世界的な強まりの中で、こうした能力の重要性は高まっていると考えられる。分析の対象を、日米両国に出願されている発明(Twin 特許)とすることで、日米の二つの市場で日米企業の研究開発のパフォーマンスを分析するとともに、市場の差、すなわち、同じ発明群が日本の技術市場と米国の技術市場においてどのように評価されているかも分析した。発明の評価の指標としては、日本特許(審査官引用)からの相対被引用度と米国特許からの相対引用度を用いて、日米の特許数が異なることなどによる引用数の絶対数の差はコントロールされている。

推計にあたって考慮が重要な点は、我々が観測出来ない各特許をもたらしたプロジェクト・レベルでの欠落変数による推計バイアスであるが、企業レベルに平均化したデータによる企業固定効果推計は、特許レベルのデータと近い結果をもたらすことを確認した。

主要な知見は以下の通りである。第一に、先行技術の早期の認識と活用、サイエンスの幅広い分野の進展の活用、海外の研究者の発明の活用等、知識を広くかつ早期に研究開発に活用出来る能力が、日米それぞれにおいて研究開発成果を有意に高めることを、確認した。この結果は、情報通信分野、バイオ医薬、化学分野及び輸送機器分野を含む、10の技術分野それぞれについて、成立する。

第二に、同一発明群からの日米 Twin 特許の被引用パフォーマンスの比較分析から、米国技術市場の方が発明におけるサイエンスの活用を格段に高く評価していることが明らかになった(相対被引用度で約倍の影響)。他方で日本の技術市場は、先行技術の早期の認識と活用(技術文献の先行文献からのラグが小さいこと、また外国発明者の発明活用)を相対的により評価している。また、米国企業の方が、日米のいずれの市場でも、発明者の規模とサイエンス活用の影響度が大きく、外国発明者の発明活用による影響度の差も大きい。但し、米国出願人より日本出願人が日米 Twin 特許をより出願保有しており、特許性向の差が、こうした日米の出願人の差の一部は説明する可能性がある。

第三に、日本版バイドール特許の対象となった発明は、先行技術や早期の認識と活用、海外の研究者の発明の活用、サイエンスの活用、発明者チームの規模で高い水準を実現しており、これらの要因と企業固定効果コントロールしても、日本の技術市場でパフォーマンスは高い。但し、米国の技術市場で高い評価を得るに至ってはいない。また、博士研究者の拡大、産学連携支出、政府からの受託研究収入の拡大は、基礎研究比率の拡大とは異なって、サイエンス活用能力拡大への強い効果は見出されなかった。日本版バイドール特許の対象となった発明は比較的成功的な政府委託(企業受託)研究プロジェクトの成果であることが、特許レベルと企業レベルの差の原因だと考えられる。

第四に、EU 委員会が公表している研究開発支出上位 2500 社にリストアップされている企業の米国特許の分析によれば(日本企業 296 社、米国企業 617 社、独企業 98 社)、買収等の拡大による技術資産の獲得は企業内の研究開発の成果と比較出来る水準に拡大していることが確認された。日本企業と独企業は、米国での買収あるいは特許権の移転を通して、特許価値が高くサイエンス集約的な発明を獲得してきている。

以上の結果を踏まえると、日本産業の知識の組み合わせ能力を高める余地は、なお大きいことが示唆される。一つは企業のサイエンス吸収能力の強化であり、起きつつある博士人材の拡大をより有効に活用して行く必要があると考えられる。第二は、海外の知識と人材を活用する能力の強化であり、海外人材の採用、研究者の国際的な学会への参加、海外の子会社との交流強化などが重要である。海外人材の活用は、より複雑な大型の研究開発に取り組むことを可能とする。政策的にも、企業のこうした能力を高める観点からのプロジェクトの設

計や実施へのインセンティブが重要であり、こうした観点からも先端性、独自性が高い企業研究への支援の拡大が重要だと考えられる。

今後の研究として以下が重要であると考えられる。第一に、発明者チームの大きさは、発明への機会を活用したプロジェクトの形成と実施に重要であるが、日米独における長期データを比較すると、米独ではチーム規模の拡大が観察されるが、日本では観察されない。本研究からは、日本企業では国際共同発明が低位にとどまっていることが、このような差をもたらした原因のひとつとして示唆されるが、今後の研究課題である。第二に、企業買収の研究開発能力強化への効果の研究である。

参考文献

Arora A, Belenzon S, Pataconi A ,2015, “Killing the Golden goose? The decline of science in corporate R&D,” NBER Working Paper 20902

Branstetter Lee G., Britta M., Glennon,J., Bradford Jensen, 2018, ”THE IT REVOLUTION AND THE GLOBALIZATION OF R&D,” NBER Working Paper 24707

Cornelli, F. and M.Schankerman, 1999, “Patent renewals and R&D incentives” The RAND Journal of Economics, 30(2), 197-213

Fleming L., H. Greene, G. Li, M. Marx, D. Yao, 2019, “Government-funded research increasingly fuels innovation,” Science 21. JUNE. VOL 364 ISSUE 6446

Hegde Deepak, Bhaven Sampat, 2009, “Examiner citations, applicant citations, and the private value of patents,” Economics Letters, 287-289

Kuhn J., Younge K., and A. Marco, 2020, “Patent citations reexamined.” The RAND Journal of Economics, 51(1):109–132.

Onishi Koichiro and Sadao Nagaoka, 2020, “Graduate education and long-term inventive performance:Evidence from undergraduates' choices during recessions,” J Econ Manage Strat.

Poege F., Harhoff D., Gaessler F., Baruffaldi S., 2019, “Science quality and the value of inventions,” Science Advance, 5 : eaay7323, 11 December 2019

Schnitzer, Monika, and Martin Watzinger, 2019, “Standing on the shoulders of science,” No. 13766. CEPR Discussion Papers.

Scotchmer, S., 1999, “On the optimality of the patent renewal system,” RAND Journal of Economics 30(2), 181-196

経済産業省、2020、「産業技術ビジョン2020」、
<https://www.meti.go.jp/press/2020/05/20200529010/20200529010.html>

特許庁、2019、「AI関連発明の出願状況調査 報告書」

中山 保夫 細野 光章 富澤 宏之、2021、「日本版バイ・ドール制度を適用した特許出願の網羅的調査」、NISTEP DISCUSSION PAPER No.195

長岡 貞男、枝村 一磨、大西 宏一郎、塚田 尚稔、内藤 祐介、門脇 諒、2020、「日本産業の基礎研究と産学連

携のイノベーション効果とスピルオーバー効果」、RIETI DP 20-J-001

阪 彩香、伊神 正貴、2014、「サイエンスマップ 2010&2012」、文部科学省科学技術・学術政策研究所、NISTEP
REPORT No. 159

付録1 表1 発明で利用され開示された主たる学問分野の分布

	分野	Percent	累積
1	1.01 Mathematics	0.83	0.8
2	1.02 Computer and information sciences	8.11	8.9
3	1.03 Physical sciences and astronomy	9.76	18.7
4	1.04 Chemical sciences	17.72	36.4
5	1.05 Earth and related environmental sci	0.55	37.0
6	1.06 Biological sciences	14.53	51.5
7	1.07 Other natural sciences	0.02	51.5
8	2.01 Civil engineering	0.23	51.8
9	2.02 Electrical eng. electronic eng	21.38	73.1
10	2.03 Mechanical engineering	1.59	74.7
11	2.04 Chemical engineering	0.76	75.5
12	2.05 Materials engineering	4.42	79.9
13	2.06 Medical engineering	0.44	80.3
14	2.07 Environmental engineering	0.98	81.3
15	2.08 Environmental biotechnology	0.57	81.9
16	2.09 Industrial biotechnology		81.9
17	2.10 Nano-technology	0.01	81.9
18	2.11 Other engineering and technologies	1.14	83.0
19	3.01 Basic medical research	4.41	87.5
20	3.02 Clinical medicine	10.6	98.1
21	3.03 Health sciences	0.44	98.5
22	4.01 Agriculture, forestry, fisheries	0.16	98.7
23	4.02 Animal and dairy science	0.06	98.7
24	4.03 Veterinary science	0.02	98.7
25	4.05 Other agricultural science	0.04	98.8
26	5.01 Psychology	0.14	98.9
27	5.02 Economics and business	0.26	99.2
28	5.03 Educational sciences	0.12	99.3
29	5.04 Sociology	0.06	99.4
30	5.05 Law	0.01	99.4
31	5.06 Political science	0.02	99.4
32	5.07 Social and economic geography	0.03	99.4
33	5.08 Media and communication	0.13	99.5
34	5.09 Other social sciences	0.02	99.6
35	6.01 History and archaeology	0.08	99.6
36	6.02 Languages and literature	0.16	99.8
37	6.03 Philosophy, ethics and religion	0.02	99.8
38	6.04 Art	0.17	100.0
39	6.05 Other Humanities	0	100.0

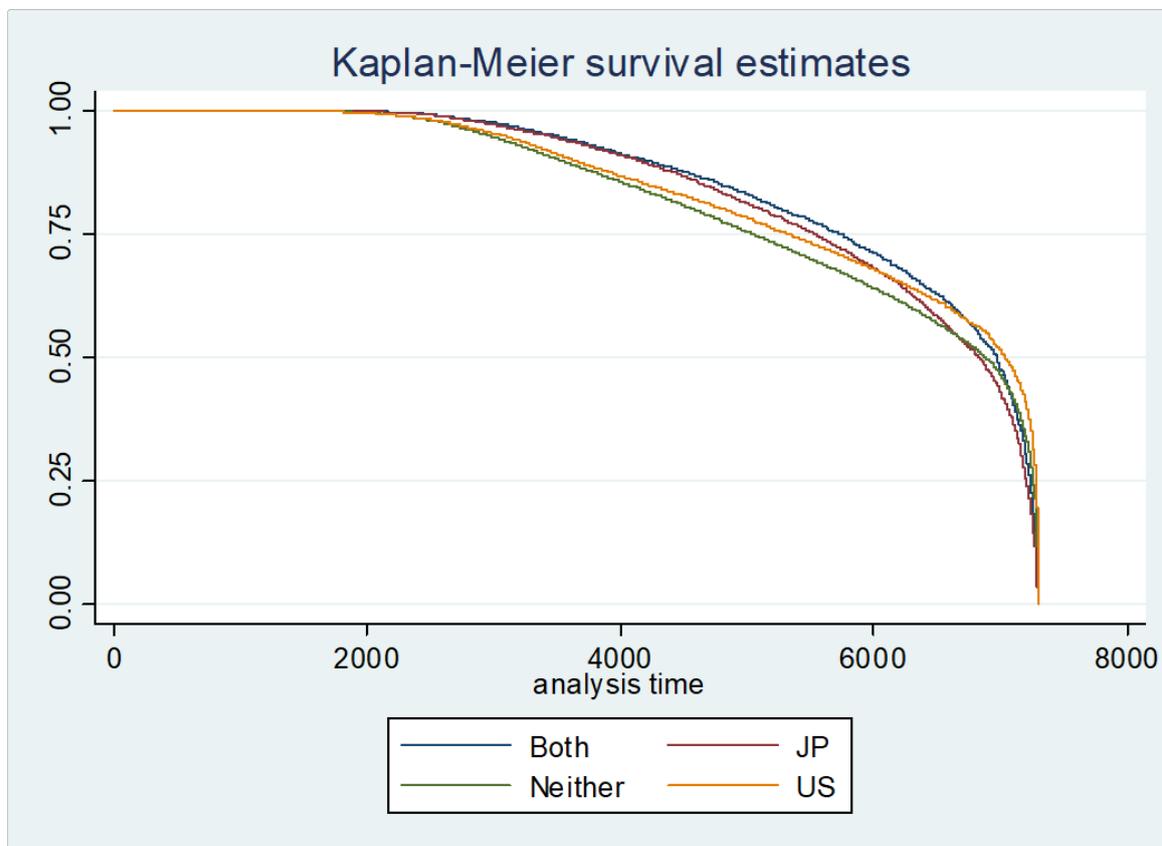
出典 Matt Marx 教授のデータベースから作成。

付録2 日米市場での相対被引用度と特許価値

日本特許の審査官による被引用度と米国特許の被引用度を、研究開発のパフォーマンスの指標として利用してきたが、以下では特許権の維持データを利用して、それと経済的な価値のつながりを確認する。特許権の更新には累進的な更新料支払いと手続きが必要であり、維持期間の長さが特許権の価値の情報を与えており、またより高い価値がある発明により強い研究開発のインセンティブを与える効果を持っている (Cornelli and Schankerman (1999)、Scotchmer (1999))。また、米国の審査官引用が出願人(発明者)の引用と比較して、特許の更新期間等の価値をより良く予測することは、既存研究が指摘している(特許レベルでは Hegde and Sampat (2009))。本節では、日本の審査官引用についてこれを確認するとともに、米国特許からの被引用が国内での特許価値の予測にどのように貢献するかも分析する。特許権は個別の国毎に更新の意思決定がされるが、米国での評価が、国内市場での特許権からの収益性にも重要な情報を持っている可能性がある。また、特許権による差止めは貿易(輸入、輸出)にも及ぶので、外国での当該特許権の重要性は国内の権利維持にも直接影響がある可能性もある。

以下の図1は、日米の被引用トップ5%特許と特許権の維持確率の推移を示している(横軸は特許権が登録されてからの日数であり、縦軸は日本特許が維持されている確率である)。“Both”は日米でともにトップ5%である特許、“JP”は日本特許のみでトップ5%である特許、“US”は米国特許のみでトップ5%である特許、“Neither”はいずれでも無い場合である。この図が示すように、日米共にトップ5%である場合に、日本のみでトップであるよりも維持確率は長い。米国のみでトップである場合は、維持確率が低い下位の特許群では、どちらでもトップでない場合と維持確率にあまり差がないが、上位の特許出願では、最も維持確率が高くなっている。したがって、特許価値の分布関数において、平均値への影響は日本特許からの引用が高いことの影響の方が大きく、標準偏差では逆になるということ、すなわち、米国特許からの被引用が高いことがより日本市場でハイリスク・ハイリターン発明であることを示唆している。

図1 日米の被引用トップ5%特許と特許権の維持(日本特許)



注) 日本特許の維持データによる。日米 Twin 特許。優先権主張年が 1990 年から 2015 年。

付録3 技術分野別推計(2000-2015、日米 Twin 特許)

(1) 日本企業

	日本出願人、日本市場									
分野	elec_eng	ict	instrument	chem	biopharma	process_tech	environment	mech_eng	transport	other_tech
発明チームの大きさ(対数)	0.249***	0.262***	0.236***	0.165***	0.131*	0.284***	0.253***	0.215***	0.178***	0.296***
外国発明者の有無	-0.433***	-0.611***	-0.374***	-0.215**	-0.708***	-0.312***	-0.470***	-0.393***	-0.480***	-0.452***
先行文献からのラグ(中央値)	-0.040***	-0.049***	-0.031***	-0.032***	-0.034***	-0.043***	-0.041***	-0.029***	-0.030***	-0.036***
外国発明者の発明活用	0.050***	0.068***	0.131***	0.270***	0.330***	0.127***	0.073	0.191***	0.127***	0.048
発明が活用している科学論文数	0.247***	0.243***	0.162***	0.051**	0.239***	0.153***	0.283***	0.170***	0.067**	0.179***
発明が間接的に活用している科学論文数	0.096***	0.072***	0.078***	0.028**	-0.008	0.067***	0.022	0.134***	0.079***	0.073***
科学分野の数	0.261***	0.022	0.126***	-0.189***	0.000	-0.136**	0.111	0.345***	0.408***	0.229
Observations	4,176	113,690	113,316	93,803	16,773	21,453	5,655	59,945	37,011	10,649
R-squared	0.025	0.028	0.035	0.024	0.017	0.026	0.022	0.024	0.010	0.057

	日本出願人、米国市場									
変数	elec_eng	ict	instrument	chem	biopharma	process_tech	environment	mech_eng	transport	other_tech
発明チームの大きさ(対数)	0.061***	0.148***	0.212***	0.131***	0.019	0.163***	0.153	0.168***	0.159***	0.087***
外国発明者の有無	0.133***	0.345***	0.208***	0.018	0.376	0.088	-0.268**	-0.010	0.092	0.603***
先行文献からのラグ(中央値)	-0.015***	-0.022***	-0.017***	-0.023***	-0.017***	-0.020***	0.001	-0.013***	-0.018***	-0.011***
外国発明者の発明活用	0.023*	-0.009	-0.024**	0.120***	0.023	-0.001	0.149	0.025*	0.061***	0.114***
発明が活用している科学論文数	0.030***	0.109***	0.038***	0.113***	0.071	0.031**	-0.144	-0.000	-0.083***	-0.112***
発明が間接的に活用している科学論文数	0.131***	0.132***	0.153***	0.147***	0.214***	0.159***	0.102***	0.184***	0.080***	0.124***
科学分野の数	0.309***	0.312***	-0.038*	-0.039	-0.109	-0.027	0.407	0.186***	0.281***	1.138***
Observations	4,176	113,690	113,316	93,803	16,773	21,453	5,655	59,945	37,011	10,649
R-squared	0.055	0.021	0.031	0.062	0.064	0.057	0.007	0.040	0.022	0.050

(2) 米国企業

	米国出願人、日本市場									
分野	elec_eng	ict	instrument	chem	biopharma	process_tech	environment	mech_eng	transport	other_tech
発明チームの大きさ(対数)	0.228***	0.179***	0.228***	0.442***	0.255***	0.220***	0.171***	0.203***	0.135***	0.298***
外国発明者の有無	0.123***	0.287***	0.034	-0.165***	0.067	0.049	0.164**	-0.008	0.080	-0.100*
先行文献からのラグ(中央値)	-0.026***	-0.022***	-0.017***	-0.024***	-0.020***	-0.017***	-0.016***	-0.013***	-0.006***	-0.001
外国発明者の発明活用	0.060**	0.050***	0.110***	0.291***	0.083	0.034	0.162***	0.073***	0.030	0.097**
発明が活用している科学論文数	0.168***	0.156***	0.109***	0.108***	0.167***	0.105***	0.133***	0.103***	0.084***	0.067*
発明が間接的に活用している科学論文数	0.027***	0.011**	0.017***	0.025***	0.050**	0.029***	0.046**	0.066***	0.054***	0.064***
科学分野の数	0.209***	0.064***	0.130***	0.102***	0.109	0.064**	0.043	0.100**	0.140	0.555***
Observations	3,782	24,222	45,525	42,648	28,660	14,898	3,239	21,159	7,353	5,517
R-squared	0.076	0.048	0.041	0.059	0.056	0.050	0.055	0.043	0.030	0.088

	米国出願人、米国市場									
変数	elec_eng	ict	instrument	chem	biopharma	process_tech	environment	mech_eng	transport	other_tech
発明チームの大きさ(対数)	0.471***	0.342***	0.473***	0.498***	0.272***	0.351***	0.297***	0.353***	0.262***	0.625***
外国発明者の有無	-0.544***	-0.322***	-0.604***	-0.454***	-0.406***	-0.140***	-0.582***	-0.320***	-0.376***	-0.801***
先行文献からのラグ(中央値)	0.009	-0.026***	0.036***	-0.022***	-0.020***	-0.018***	-0.029***	-0.014***	-0.015***	-0.008*
外国発明者の発明活用	0.052	0.238***	0.124***	0.417***	0.168*	0.061	0.210**	0.104***	0.021	0.071
発明が活用している科学論文数	0.382***	0.468***	0.456***	0.277***	0.344***	0.288***	0.408***	0.241***	0.191***	0.223***
発明が間接的に活用している科学論文数	0.272***	0.113***	0.170***	0.139***	0.185***	0.135***	0.118***	0.165***	0.224***	0.258***
科学分野の数	0.840***	0.156**	0.268***	0.264***	0.388***	0.196***	0.039	0.484***	0.503***	0.695***
Observations	3,782	24,222	45,525	42,648	28,660	14,898	3,239	21,159	7,353	5,517
R-squared	0.099	0.078	0.053	0.064	0.071	0.078	0.088	0.074	0.061	0.102

注)***は 1%有意、**は 5%有意、*は 10%有意。

付録4 表.日本版バイドール対象発明の評価(企業固定効果)

		日本特許相対被引用度		日本特許相対被引用度			米国特許での相対被引用度	
		Coef.	Rob. Std.Err.	Coef.	Rob. Std.Err.	Coef.	Rob. Std.Err.	
バイドール発明	企業	0.173	0.036 ***	0.188	0.101 *	0.018	0.032	
	大学	0.423	0.117 ***	0.353	0.330	-0.313	0.104 ***	
	公的研究機関	-0.146	0.183	0.293	0.515	-0.260	0.162	
発明チーム	発明チームの大きさ(対数)	0.205	0.005 ***	0.325	0.014 ***	0.172	0.004 ***	
	外国発明者の有無	-0.111	0.025 ***	-0.236	0.070 **	0.047	0.022 **	
先行技術の活用	先行文献からのラグ(中央値)	-0.015	0.001 ***	0.004	0.002 **	-0.007	0.001 ***	
	外国発明者の発明活用	0.092	0.008 ***	0.174	0.024 ***	0.089	0.007 ***	
サイエンスの活用	発明が活用している科学論文数	0.123	0.004 ***	0.213	0.012 ***	0.133	0.004 ***	
	発明が間接的に活用している科学論文数	0.057	0.003 ***	0.224	0.009 ***	0.010	0.003 ***	
	科学分野の数	0.158	0.012 ***	0.495	0.034 ***	0.543	0.011 ***	
	N	659,115		659,115		659,115		
	within	0.0296		0.0116		0.0221		
	between	0.0081		0.0123		0.0133		
	Overall	0.0174		0.0134		0.0300		
	企業等組織数	5,166		5,166		5,166		

注) 推計期間は1990年から2015年の優先権主張年対象特許。日米Twin特許。

コントロール変数は、出願企業の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35分類)×優先権主張年ダミー

付録5 WIPO10分類とWIPO35分類との関係

WIPO	技術分野	WIPOの35技術分類	WIPOの10技術分類
1		電気機械器具、エネルギー	Elec_eng
2	電気工学	AV機器	Elec_eng
3		半導体	Elec_eng
4		電気通信	ICT
5	情報通信技術	デジタル通信	ICT
6		基本的な通信処理	ICT
7		コンピューター技術	ICT
8		マネジメントのためのIT手法	ICT
9	一般機器	光学	Instruments
10		計測技術	Instruments
11		制御技術	Instruments
12	バイオ・医療機器	生体情報・計測	Instruments
13		医療技術	Instruments
14	プロセス技術	有機ファイン・ケミストリー	Chemistry
15		食品化学	Chemistry
16		基本的な材料化学	Chemistry
17		材料、冶金	process_tech
18		表面技術、コーティング	process_tech
19		マイクロ構造・ナノテクノロジー	process_tech
20		化学工学	process_tech
21		環境技術	environment
22		バイオテクノロジー・医薬品	バイオテクノロジー
23	医薬品		Bio&Pharma
24	高分子化学、ポリマー		Chemistry
25	機械工学	操作(エレベータ、クレーン、ロボット、包装技術など)	Mech_eng
26		工作機械	Mech_eng
27		織物および抄紙機	Mech_eng
28		他の特殊機械	Mech_eng
29		熱プロセス・器具	Mech_eng
30		機械構成部品	Mech_eng
31	輸送用機器	エンジン、ポンプ、タービン	Transport
32		輸送	Transport
33	その他	家具、ゲーム	Other_tech
34	その他	他の消費財	Other_tech
35		土木建築	Other_tech

付録 6. 長期パネルによる係数値の動向の推計

表 1. 日本出願人の日本市場での推計(被説明変数 審査官による相対被引用度)

	発明チームの 大きさ(単独発 明が0、対数)	外国発明者の有 無	先行文献か らのラグ(中 央値)	外国発明者 の発明活用	発明が活用 している科 学論文数	発明が間接 的に活用し ている科学 論文数	科学分野の 数
1980	0.256	-0.349	-0.011	0.020	0.097	0.033	-0.029
1990	0.382	-0.684	-0.028	0.023	0.238	0.100	-0.176
2000	0.247	-0.638	-0.030	0.004	0.232	0.086	0.012
2010	0.214	-0.231	-0.035	0.000	0.187	0.078	-0.089

注) 日米 Twin 特許、N= 918,563。コントロール変数は、出願企業の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35 分類)×優先権主張年ダミー。

表 2 米国出願人の米国市場での推計(被説明変数 審査官・発明者による相対被引用度)

	発明チームの 大きさ(単独発 明が0、対数)	外国発明者の有 無	先行文献か らのラグ(中 央値)	外国発明者 の発明活用	発明が活用 している科 学論文数	発明が間接 的に活用し ている科学 論文数	科学分野の 数
1980	0.209	-0.243	-0.014	0.024	0.130	0.088	0.102
1990	0.245	-0.201	-0.021	0.014	0.149	0.113	0.127
2000	0.295	-0.329	-0.026	0.007	0.205	0.174	0.137
2010	0.413	-0.380	-0.036	0.015	0.134	0.151	0.213

注) 日米 Twin 特許、N= 443,0669。コントロール変数は、出願企業の国籍×優先権主張年代及び技術分類(WIPO35 分類)×優先権主張年ダミー。

付録7. 表6. 1及び6.2の推計(企業の博士研究者の拡大等への投資と研究開発パフォーマンス)の記述統計(推計期間は1990年から2016年)

説明変数					被説明変数					
	平均	標準偏差	最小	最大		平均	標準偏差	最小	最大	サンプル数
一人当たりの研究開発ストック	4.73	0.83	0.97	9.11	発明チームの大きさ(対数)	2.78	1.21	1.00	16.00	12,154
博士研究者の割合	0.04	0.07	0.00	1.00	外国発明者の有無	0.01	0.04	0.00	1.00	12,154
基礎研究ストックの比率(対研究開発ストック)	0.048	0.078	0.000	0.693	先行文献からのラグ(中央値)	9.11	3.14	0.39	38.93	11,898
産学連携研究への投資ストックの比率(同上)	0.008	0.027	0.000	0.828	外国発明者の発明活用	0.11	0.17	0.00	1.00	12,154
政府からの受託研究ストック(同上)	0.010	0.035	0.000	0.631	発明が活用している科学論文数	0.72	0.62	0.00	4.56	12,154
売上	10.94	1.59	0.69	16.31	発明が間接的に活用している科学論文数	7.74	49.48	0.00	1923.80	11,872
注 サンプル数は全て12,154					科学分野の数	0.03	0.15	0.00	3.61	12,154
					論文から発明へのラグ	6.30	7.63	-14.00	77.00	2,710

注)科学技術研究調査のデータを説明変数の構築に利用している。