



RIETI Discussion Paper Series 16-J-004

研究者の多様性が特許出願行動に与える影響の定量分析

枝村 一磨

科学技術・学術政策研究所

乾 友彦

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/>

研究者の多様性が特許出願行動に与える影響の定量分析*

枝村一磨（科学技術・学術政策研究所）

乾友彦（学習院大学）

要 旨

本稿では、研究者の多様性が特許出願行動に影響を与えるか否かを、科学技術研究調査、民間企業の研究活動に関する調査、IIP パテントデータベースを用いて、定量的に分析する。研究者の多様性として性差や博士課程取得状況、研究者の研究分野、年齢構成に注目し、それらが特許出願件数や国際特許分類の情報を用いて出願された特許の技術分野を考慮した特許多様性に与える影響を、計量経済学の手法を用いて分析する。特許出願件数が正の整数であることを考慮したポアソンモデルや、特許多様性に関する最小自乗法による推定の結果、研究者に占める女性や博士号取得研究者の人数および割合が高まると、特許出願行動が活発になることが確認された。ただし、女性や博士号取得研究者の人数や割合は、特許出願行動と逆 U 字の関係にあることも確認された。また、研究分野に偏りなく研究者を雇用し、研究者の年齢構成に偏りがないようにすると、特許出願行動が活発になることが示唆された。女性研究者や博士号取得研究者を積極的に雇用し、研究者の研究分野や年齢構成に偏りがない企業は特許出願行動が活発であるという本稿の推計結果は、研究者の多様性が研究開発活動を活発化させる可能性があることを示唆している。

キーワード：多様性、特許、女性研究者、博士号取得研究者

JEL classification: O31, O32, O34

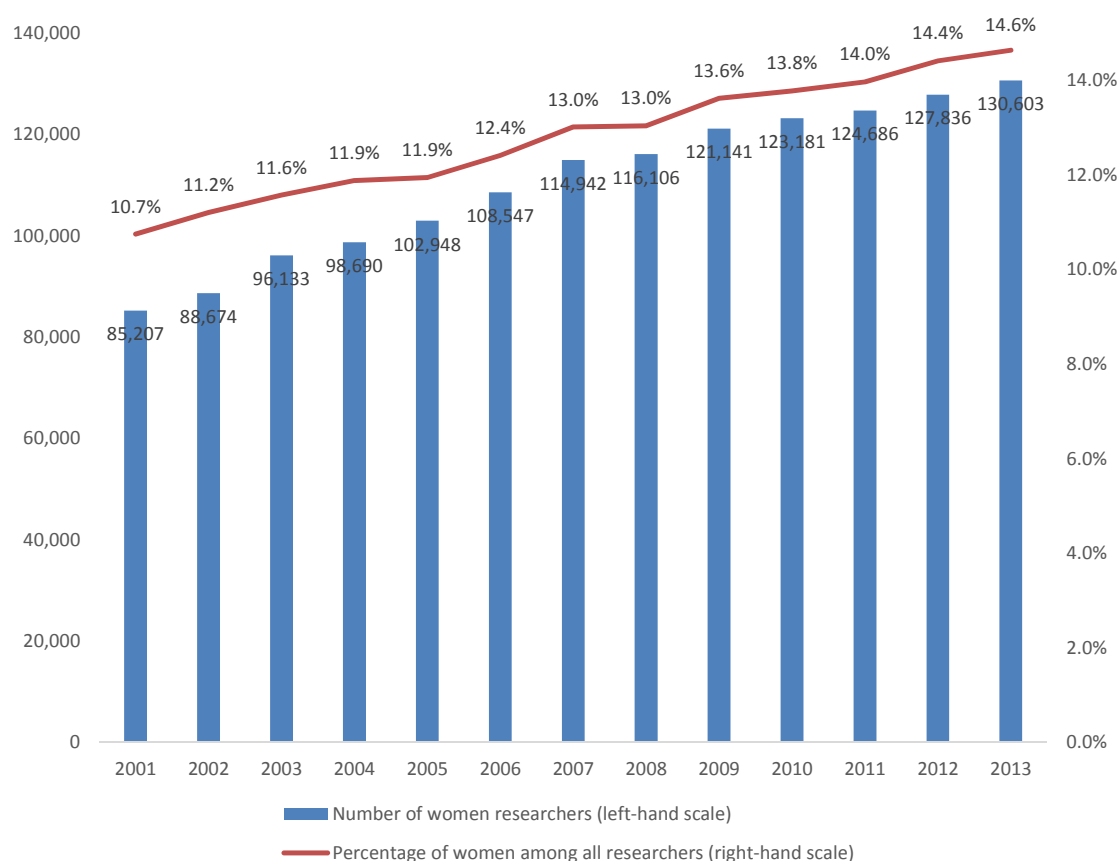
RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

*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「ダイバーシティと経済成長・企業業績研究」の成果の一部である。本稿の分析に当たって総務省「科学技術研究調査」の調査票情報の提供を受けたことにつき、総務省統計局の関係者に感謝する。本稿の原案に対して、藤田昌久所長、森川正之副所長、鶴光太郎氏、経済産業研究所におけるプロジェクト参加者、GRIPS/NISTEP セミナー参加者、日本経済学会 2015 年度春季大会（新潟大学）での討論者である山内勇氏や学会参加者、イノベーションと政策研究ワークショップ（神戸大学）参加者、イノベーション若手ワークショップ（一橋大学）参加者の方々から多くの有益なコメントを頂いた。なお、本稿は科学研究費助成若手研究 (B)「日本企業の研究開発の優位性及び企業パフォーマンスへの貢献に関する研究」(課題番号：26780166)の補助を受けている。

1. はじめに

日本において、研究者における女性の人数および割合が年々上昇している（図 1）。2013 年には女性研究者数は約 13 万人となり、研究者全体の 14.6%となっている²。ただし、女性研究者の割合について統計が確認できる国のうち、ドイツでは 26.8%（2011 年）、フランスでは 25.6%（2012 年）、イギリスでは 37.8%（2012 年）、ロシアでは 40.9%（2013 年）、アメリカでは 34.4%（2013 年）となっており、日本は先進諸国に比べて比率が低い³。また、企業の研究者に占める博士号取得者の割合を見ても、日本は先進諸国に比べて低い。日本では 4%であるのに対し、アメリカでは 14.2%（2013 年）、フランスでは 12.1%（2011 年）、ロシアでは 10.8%（2013 年）となっている。

図 1 女性研究者数（実数）及び割合の推移



出典：科学技術研究調査（総務省）の各年度結果より筆者作成

² 総務省科学技術研究調査において「研究者」は、「大学(短期大学を除く。)の課程を修了した者、又はこれと同等以上の専門的知識を有する者で、特定のテーマをもって研究を行っている者」と定義されている。

³ ヨーロッパ各国のデータは OECD(2015) “Main Science and Technology Indicators, Volume 2015” より引用している。アメリカのデータは NSF(2015) “Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering” より引用している。

本稿では、企業において女性研究者や博士号取得者の雇用が特許出願行動に与える影響を、研究者の多様性と研究開発活動との関係を分析した先行研究を参考にして定量的に分析する。また、企業の研究者の多様性として、女性研究者や博士号取得者の人数および割合、研究者の研究分野、研究者の年齢構成を考慮し、企業レベルで統計分析を行う。

研究者の多様性とは、性差等の外面上の多様性である「デモグラフィック型」多様性と、専門分野等の内面上の多様性である「タスク型」多様性との2つに分類できる⁴。このように2つに分類した研究者の多様性と研究開発活動を分析した先行研究として、Faems and Subramanian(2013)がある。彼らの分析結果によると、研究者の性差に偏りがなく、多様性がある企業ほど、特許出願件数が少ないという。また、大学の研究者に焦点をあてて、研究者の多様性と研究生産性に関する先行研究はあるものの、性差と研究者の研究分野を同時に考慮した研究は、筆者の知る限り存在しない。

そこで、本稿では、「民間企業の研究活動に関する調査」(文部科学省、以降「民研調査」と記す)と「科学技術研究調査」(総務省、以降「科調」と記す)の企業レベルの個票データと、IIP パテントデータベースの特許データを用いて女性研究者の数や博士号取得者の数、女性研究者および男性研究者の研究分野、研究者の年齢構成を捕捉し、企業における女性研究者および博士号取得者の人数や割合、研究者の研究分野の偏りや年齢構成が特許出願件数に与える影響を明らかにする。

研究者の性差や年齢構成を「デモグラフィック型」多様性の1つと捉え、研究者の博士課程取得状況や研究分野を「タスク型」多様性の1つと捉えて、研究者の多様性が特許出願件数に与えた影響を推定した本稿の結果によれば、女性研究者の人数や割合が高い企業ほど、特許出願件数が多いことが確認できた。この結果は、性差の多様性が高いほど、研究開発効率が低下するという先行研究とは異なっている。ただし、女性研究者と特許出願件数の関係は逆U字型になっており、女性研究者を過剰に雇用しても研究開発効率は必ずしも増加しない可能性も示唆された。博士課程取得者については、人数や研究者に占める割合が高くなるほど、特許出願件数が多いことも確認された。ただし、博士課程取得者についても特許出願件数と逆U字型の関係があり、女性研究者と同様に、過剰に雇用しても必ずしも研究開発効率の向上にはつながらないことが示唆された。企業に雇用されている研究者の研究分野の偏りについては、研究者の性差を考慮しない場合もする場合も、偏りが少なくなるほど特許出願件数が多いことも確認された。研究者の年齢構成については、幅広い年代の研究者が在籍している企業ほど、特許出願件数が多いことが確認された。この分析結果は、企業における研究者の多様性を高め、女性研

⁴ 「デモグラフィック型」多様性の具体例として、性差(gender diversity)の他に年齢(age diversity)や国籍(nationality diversity)等が考えられる。「タスク型」多様性の具体例として、専門分野(knowledge area diversity)の他に教育歴または学歴(educational diversity)、職歴(tenure diversity)等が考えられる。

研究者や博士課程取得者の雇用を検討することが、企業の研究開発活動を活発化させることを含意している。

本稿の構成は以下の通りである。第2節では研究者の多様性と研究開発パフォーマンスに関する先行研究をサーベイし、本稿の仮説を提示する。第3節では本稿で用いるデータの詳細や、諸変数の定義、算出方法を示す。第4節では、推計モデルと推計結果、その考察を述べ、第5節で結論を述べる。

2. 先行研究と仮説

研究者における性差が研究開発パフォーマンスに与える影響を理論的に考察した先行研究は、筆者の知る限りない。ただ、研究者の特性である文化や国籍などの多様性が研究開発活動や経済成長に与える影響を理論的に分析したものとして、Berliant and Fujita(2010, 2012)がある。Berliant and Fujita(2012)は、研究者の文化や国籍等の多様性が組織における知識の創出を促すことを理論的に示した。理論モデルにおいて、研究者が同一の地域に居住し続けて同質的になり、単一の文化しかない場合と、複数の文化があり、多様な研究者がいる場合では、後者の方が研究生産性は高いという。Berliant and Fujita(2010)は、知識の多様性が経済成長に与える影響を理論的に分析している。ミクロ経済学的な理論モデルを考え、同一でない様々な研究者同士のインタラクションを通じた知識創造が、経済成長に与える影響を分析している。

研究者の多様性と研究開発パフォーマンスの関係を実証した先行研究としては、Kyvik and Teigen(1996)、Faems and Subramanian(2013)、Brooks, Fenton and Walker(2014)がある。Kyvik and Teigen(1996)は、大学の研究者に焦点を絞り、男性と女性で研究生産性にどのような違いがあるかを分析した。1992年にノルウェーの4大学で実施された大学教員へのアンケート調査の結果を用いて分析を行った結果、育児と共同研究の不足が科学論文生産性における男女間の生産性の差を生み出しているという。小さい子供がいる女性研究者は他の研究者より論文生産性が顕著に低いことを指摘している。また、他の科学者と共同研究をしない女性研究者は、他の科学者と共同研究しない男性研究者だけでなく、共同研究を実施している男性研究者、女性研究者よりも生産性が顕著に低いことも指摘している。

Faems and Subramanian(2013)は、企業における研究開発人材の多様性と、技術パフォーマンスとの関係を、2008年にシンガポールで実施された研究開発に関する公的統計のデータを用いて分析を行っている。具体的には、「デモグラフィック型」の多様性と考えられる研究者の性差や年齢、国籍、「タスク型」の多様性と考えられる教育歴や研究の専門分野が、特許出願件数に影響を与えているか否かを統計的に分析している。その結果、研究者の性差と学歴の多様性が大きい企業ほど、特許出願件数は少ないという。彼らによると、研究者の性差が多様になるほど、研究チーム内での団結が弱まり、不平

不満が高まり、チームとして研究開発パフォーマンスが低下するという。

Brooks, Fenton and Walker(2014)は、学術論文の執筆者の性差が、論文の質に影響を与えるか否かを、イギリスにおける論文情報を用いて分析している。彼らの分析結果によると、女性研究者が執筆した論文は平均的に男性よりも評価が低いという。彼らは、女性が出産や育児で職場を休むことで、人的資源の蓄積が遅れ、生産性が低下することを指摘している。また、出産や育児による休暇によって研究者としての知名度が下がり、結果として評価の低い論文雑誌にしか掲載されない可能性も指摘している。

先行研究では、研究の生産性が比較的測りやすい大学研究者に焦点を当てた分析が多く、研究開発費や研究者において大きな割合を占めている企業に関する分析は数少ない。企業に焦点を絞った数少ない研究である Faems and Subramanian(2013)では、性差等の「デモグラフィック型」の多様性と、専門分野等の「タスク型」の多様性を分けて分析を行っているものの、「デモグラフィック型」と「タスク型」を組み合わせた場合の分析は行われていない。本稿では、「デモグラフィック型」の多様性として研究者の性差や年齢構成、「タスク型」の多様性として博士課程取得者の状況、研究者の研究分野に注目しつつ、研究分野については研究者全体だけでなく、男性研究者と女性研究者の専門分野をそれぞれ報告されているデータベースを用いて分析を行い、「デモグラフィック型」と「タスク型」を組み合わせた多様性も分析する。「デモグラフィック型」、「タスク型」、その両者の多様性を考慮した分析を行う点が本稿の独自性と言える。

企業における研究者の多様性と研究開発の効率性との関係については、「デモグラフィック型」と「タスク型」の多様性という2つの側面から、4つの仮説を考えることが出来る。それは、①「デモグラフィック型」の多様性が高く、「タスク型」の多様性も高い企業の方が、研究開発の効率性も高い。②「デモグラフィック型」の多様性が高く、「タスク型」の多様性が低い企業の方が、研究開発の効率性が高い。③「デモグラフィック型」の多様性が低く、「タスク型」の多様性が高い企業の方が、研究開発の効率性が高い。④「デモグラフィック型」の多様性が低く、「タスク型」の多様性も低い企業の方が、研究開発の効率性が高い。本稿が検証する仮説は①である。

研究者の「デモグラフィック型」、「タスク型」の多様性が高い企業は、多様な専門分野、能力、価値観、アイデアを持つ研究者を多く雇用しており、そうでない企業に比べて研究開発の成果を活用しやすいことから、研究開発の効率性が高いものと考えられる。また、研究者の多様性(特に「タスク型」の多様性)が高い企業は、受容能力(absorptive capacity) も高いことから、他社の研究開発の成果を活用し、研究開発を効率的に行うことが出来るということも考えられる(Cohen and Levinthal, 1990)。さらに、様々な研究分野に多角化した企業の方が、範囲の経済性により、研究開発の成果を効率的に活用できるとの指摘もある(Nelson, 1959)。一方、Faems and Subramanian(2013)で指摘されているとおり、特に「デモグラフィック型」の多様性が高い企業は、研究チーム内のコミュニケーションが上手いかず、かえって研究開発の効率性を下げる可能が指摘さ

れる。ただ、研究チーム内のコミュニケーションを円滑にし、研究者が持つ専門分野、能力等を適切に活用することができる環境であれば、コミュニケーションのコストが低いので、研究者の多様性が高い企業の方が研究開発の効率性が高まるものと考えられる。

そこで本研究では、「デモグラフィー型」の多様性の指標として性差や研究年齢に注目し、「タスク型」の多様性の指標として博士課程取得の状況や研究者の研究分野に焦点を当てる。詳細は次節で述べるが、女性研究者や博士課程取得研究者の割合は日本全体で見ると低く、この割合が高い企業は、研究者の多様性が高いことを意味する。また、研究者の研究分野や年齢構成に偏りが無いことは、企業において研究者の多様性が高いことを意味する。研究開発の効率性は、研究開発活動のアウトプットの代理指標である特許出願件数とする。以上を踏まえて、本稿では具体的に以下の5つの仮説を検証する。

仮説1 女性研究者が多い企業ほど、特許出願件数が多い。

仮説2 博士課程取得研究者が多い企業ほど、特許出願件数が多い。

仮説3 雇用している研究者の研究分野に偏りが無い企業ほど、特許出願件数が多い。

仮説4 雇用している女性研究者の研究分野に偏りが無い企業ほど、特許出願件数が多い。

仮説5 雇用している研究者の年齢構成に偏りが無い企業ほど、特許出願件数が多い。

3. データ

前節で提示した仮説を検証するため、本稿では、2012年度民研調査と2012年科調の個票データと、2011年に出願された特許データを企業レベルで接合したデータを用いる。2012年度の民研調査では、後述する科調の2011年度調査結果において社内研究開発を実施していると回答し、かつ資本金1億円以上の企業3,287社を対象に調査を行い、うち1,434社が回答した。調査事項は、企業による国内外の特許出願件数等、2011実績年における企業の研究開発活動に関する定性的、定量的情報である。研究者の年齢構成に関するデータを民研調査により捕捉する。研究者の年齢構成に関する項目は、2012年度民研調査より調査が行われている。研究者の年齢構成のデータを用いて、研究者の多様性指標を以下のように算出する。

$$MDIV_i = 1 - \sum_j \left[\left(\frac{A_{ij}}{\sum_j A_{ij}} \right)^2 \right]$$

ただし、 A_{ij} は企業 i の年代 j の研究者数を示している⁵。 $MDIV$ は 0 から 0.8 の間の値をとり、値が大きくなるほど年齢構成に偏りがなく、0 に近づくほど偏りがあることを示す値となる。この値を、現在利用可能な最新の 2014 年度調査について産業別に中央値を整理したのが表 1 である⁶。年齢構成の $MDIV$ についてみると、全体的に 0.6 以上 0.7 未満であり、産業によって研究者の年齢構成にばらつきはない。

⁵ 民研調査では OECD で策定されている研究開発測定のための指針「フラスカティ・マニュアル」を参考に、「25 歳未満」、「25 歳以上 34 歳以下」、「35 歳以上 44 歳以下」、「45 歳以上 54 歳以下」、「55 歳以上」という 5 つの階級に分けて、研究者数を調査している。

⁶ 統計法（平成 19 年法律第 53 号）第 3 条 4 項「公的統計の作成に用いられた個人又は法人その他の団体に関する秘密は、保護されなければならない」にしたがい、個々の回答企業の秘密が漏れる恐れがあることから、有効回答数が 4 社に満たない業種については秘匿している。ただし、統計分析の際には、個々の回答企業の秘密が漏れる恐れはないため、秘匿せずに分析に含めている。

表 1. 研究者の年齢構成に関する集中度（産業ごとの中央値）

産業	年齢構成	
	サンプル数	MDIV
農林水産業	2	X
鉱業	5	0.653
食料品	88	0.648
繊維	33	0.671
パルプ・紙	12	0.669
化学	246	0.649
石油・石炭製品	11	0.645
窯業・土石製品	47	0.625
一次金属	62	0.638
金属製品	44	0.665
一般機械	180	0.666
電気機械	193	0.670
輸送用機械	66	0.668
精密機械	89	0.667
その他の製造業	55	0.652
建設業	88	0.660
電気・ガス・水道	12	0.665
卸小売業	28	0.657
金融・保険業	1	X
運輸・通信業	10	0.642
サービス業	73	0.633

注：「X」は個々の回答企業の秘密が漏れる恐れがあるので秘匿したことを示す。

出典：2014年度民間企業の研究活動に関する調査結果より筆者作成

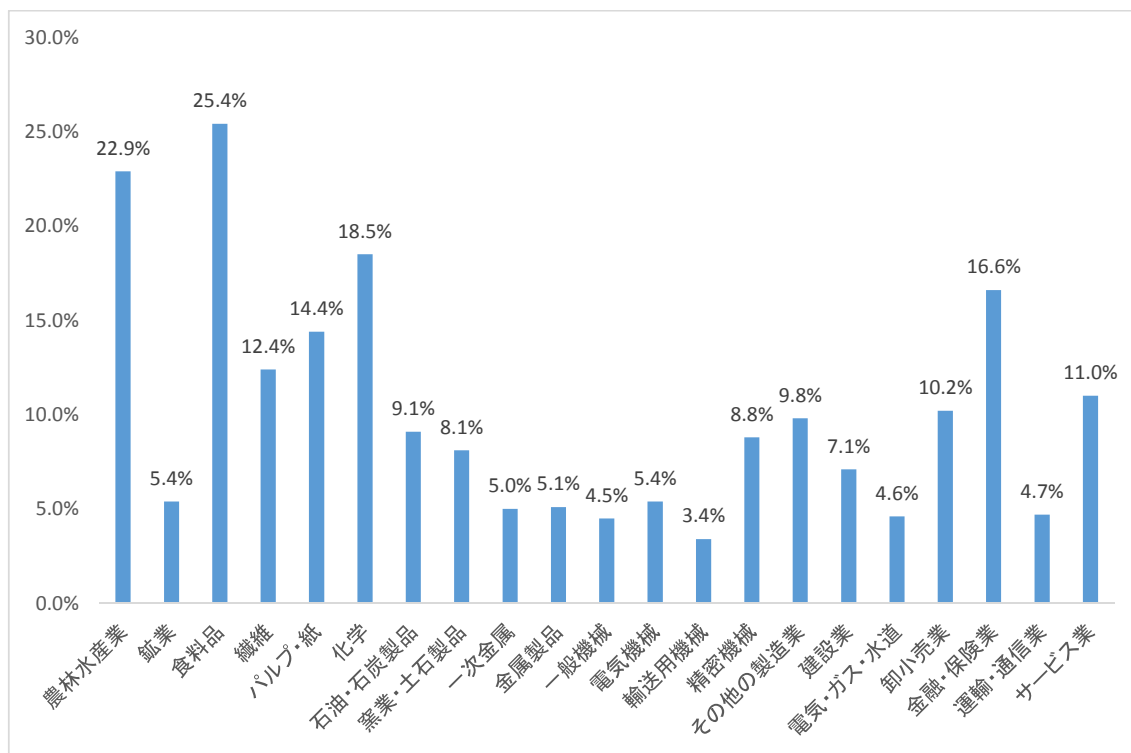
女性研究者や博士課程取得研究者の情報と、研究者の研究分野の情報を把握するため、2012年度の科調の個票データを用いる。本調査は、企業や大学、公的研究機関等を対象に、2011実績年における研究費や研究関係従業者数等の研究活動に関する事項を調査している。本稿では、企業を対象に行われた調査の結果を用いる。調査対象企業は、2011年度調査において研究活動をしていると回答した企業については、資本金1000万円以上1億円未満の企業は抽出調査、資本金1億円以上の企業は悉皆調査が行われており、2011年度調査において研究活動をしていないと回答した企業については資本金にかかわらず抽出調査が行われている。

現在利用できる最新年の2014年科調について、企業ごとの研究者に占める女性の割合を産業ごとに整理したのが図2である。本稿では「研究者」を、科調において「専ら研究に従事する者」と「研究を兼務する者」を合算した「研究者」と定義する。食料品

や農林水産業、化学産業で特に女性研究者の割合が高くなっている。一方、輸送用機械や一般機械、電気・ガス・水道、運輸・通信業については、女性研究者の割合が低い状況となっている。

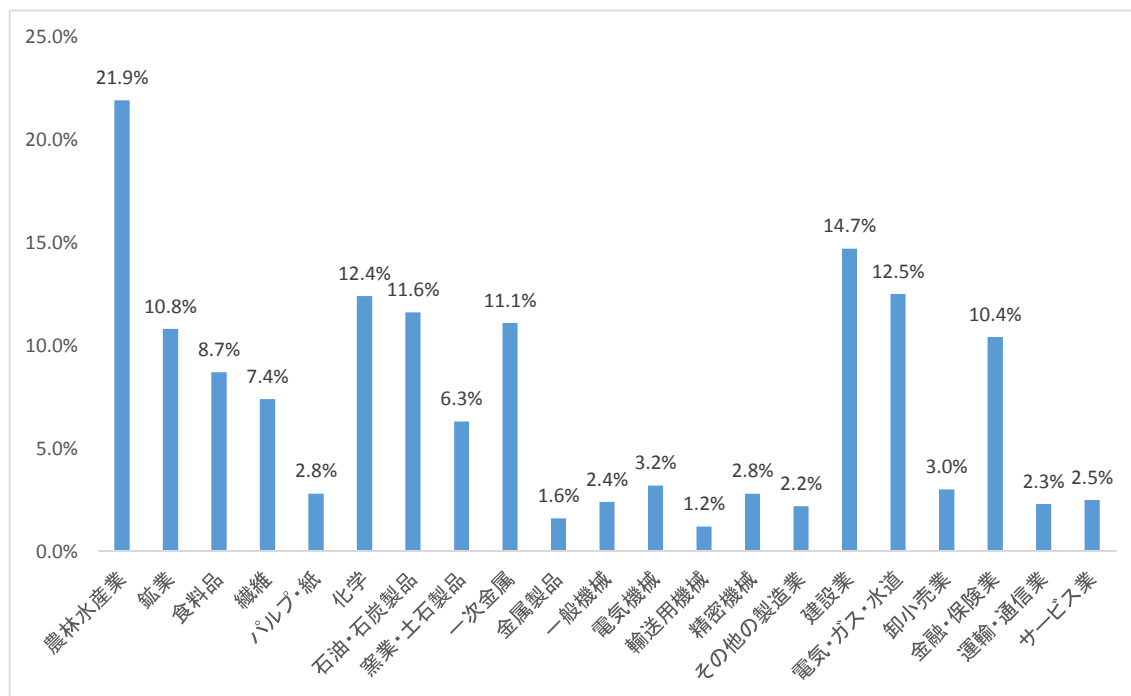
企業ごとの研究者に占める博士過程取得者の割合を産業ごとに整理したのが図 3 である。農林水産業で特に割合が高く、建設業や電気・ガス・水道でも比較的高い割合となっている。一方、輸送用機械や金属製品では博士課程取得研究者の割合が低くなっている。

図 2. 女性研究者の割合（産業ごとの平均値）



出典：2014 年科学技術研究調査より筆者作成

図 3. 博士課程取得研究者の割合（産業ごとの平均値）



出典：2014年科学技術研究調査より筆者作成

次に、上記と同様に2014年科調を用いて、企業の研究者の研究分野について見てみる。科調では、表2のように研究分野を定義し、分野別の研究者数が調査されている。「数学・物理」や「情報科学」、「化学」といった小分類ごとに研究者数を調査している。また、各研究者数の内数として女性研究者数も調査している。そこで、小分類ごとに調査されている研究者数および女性研究者数の調査結果を用いて、以下のような算出方法を用いて、各企業の研究者に関する研究分野の偏りを示す指標である *DIV*（研究分野多様性）を算出した。

$$DIV = 1 - \sum_j \left[\left(\frac{R_{ij}}{\sum_j R_{ij}} \right)^2 \right]$$

ただし、 R_{ij} は企業 i の研究分野 j の研究者数を示している。*DIV* は 0 から 0.95 の間の値をとり、0.95 に近づくほど企業に属する研究者の研究分野に偏りがなく、0 に近づくほど偏りがあることを示す値となる。

表 2. 科学技術研究調査に基づく研究分野の分類

大分類	小分類
理学	数学・物理
	情報科学
	化学
	生物
	地学
	その他
工学	機会・船舶・航空
	電気・通信
	土木・建築
	材料
	繊維
	その他
農学	農林
	獣医・畜産
	水産
	その他
保健	医学・歯学
	薬学
	その他
人文・社会科学	

企業に属する研究者の研究分野に関する多様性指標 *DIV* を算出する際には、全研究者数の情報に加え、女性研究者数や、全研究者数から女性研究者数を引いて算出した男性研究者数についても同様に算出した。その中央値を産業別に整理したのが、表 3 である。全研究者に関する *DIV* を見てみると、電気・ガス・水道や鉱業、精密機械において比較的大きい値となっており、企業内の研究者について研究分野の偏りが比較的小さい業種と言える。一方、農林水産業やパルプ・紙、科学、石油・石炭製品、建設業、卸小売業、金融・保険業、運輸・通信業、サービス業については中央値が 0 となっていることから、これら産業ではある特定の研究分野の研究者を重点的に雇用している傾向があると言える。

男性研究者の研究分野の偏りについて見てみると、全体の傾向と同様に、電気・ガス・水道や鉱業、精密機械において比較的大きい値となっている。一方、女性研究者の研究分野の偏りについて見てみると、電気・ガス・水道業以外では中央値が 0 となっている。女性研究者はそもそも雇用されている人数が少なく、雇用している企業も少ないためだと考えられる。そのような状況を考えると、電気・ガス・水道業で中央値が 0.5 となっていることは、当該産業で様々な研究分野の女性研究者を積極的に雇用していることを示唆している。

表 3. 研究者の研究分野集中度（産業ごとの中央値）

業種	研究分野多様性		
	全体	男性	女性
農林水産業	0.000	0.000	0.000
鉱業	0.444	0.444	0.000
食料品	0.211	0.215	0.000
繊維	0.331	0.266	0.000
パルプ・紙	0.000	0.000	0.000
化学	0.000	0.000	0.000
石油・石炭製品	0.000	0.000	0.000
窯業・土石製品	0.282	0.245	0.000
一次金属	0.332	0.330	0.000
金属製品	0.278	0.278	0.000
一般機械	0.292	0.278	0.000
電気機械	0.305	0.298	0.000
輸送用機械	0.193	0.194	0.000
精密機械	0.409	0.401	0.000
その他の製造業	0.410	0.392	0.000
建設業	0.000	0.000	0.000
電気・ガス・水道	0.688	0.688	0.500
卸小売業	0.000	0.000	0.000
金融・保険業	0.000	0.000	0.000
運輸・通信業	0.000	0.000	0.000
サービス業	0.000	0.000	0.000

出典：2014 年科学技術研究調査より筆者作成

企業の研究開発活動のアウトプットの代理指標と考えられる特許出願件数については、IIP パテントデータベース (Goto and Motohashi, 2007) 2015 年版を用いる。IIP パテントデータベースは、2013 年度提供分までの「整理標準化データ」を基本として整理されており、出願番号が「1964000001」以降の特許情報がまとめられている。当データベースに収録されている特許レベルのデータを出願人情報を用いて企業レベルで集計し、特許出願件数や国際特許分類 (International Patent Classification, IPC) 別の特許出願件数を整理する。ただし、特許データは公開されるまで基本的に 18 ヶ月という期間が設定されていることから、過去に出願されたものほどデータに収録されやすく、最近に出願されたものほど収録されづらいという切断 (truncation) バイアスがある。この切断バイアスを考慮し、本稿では 2011 年 12 月までに特許データを用いることとする。

2011 年に出願された特許データを 2012 年度民研調査と 2012 年科調に接合し、分析

に用いる。また、企業の研究開発パフォーマンスを示す代理指標として特許出願件数を企業レベルで単純集計するだけでなく、特許の技術分野を示す IPC 別に集計した特許出願件数を用いて以下のような方法で、企業の特許出願に関する偏り（特許多様性）も算出した。

$$\text{特許多様性} = 1 - \sum_j \left[\left(\frac{P_{ij}}{\sum_j P_{ij}} \right)^2 \right]$$

ただし、 P_{ij} は企業 i が IPC サブクラス j を付与して出願した特許件数である⁷。

特許出願件数および特許多様性を企業ごとに算出し、産業別に中央値を整理したのが、表 4 である。電気・ガス・水道では他の産業と比較して特許出願件数や特許多様性の値が大きく、幅広い分野で多くの特許を出願していることが示唆されている。また、電気機械や輸送用機械、繊維でも、特許出願件数や特許多様性の値が大きく、同様の傾向が示唆されている。一方、鉱業や卸小売業、サービス業、金融・保険業では特許出願件数も特許多様性の値も小さい。これら産業では、特許出願の機会が少なく、出願されたとしても限られた分野の特許であることが示唆されている。

⁷ IPC はセクション、メインクラス、サブクラス、メイングループ、サブグループという階層からなる。例えば、A01B1/02 では、「A」がセクション、「A01」がメインクラス、「A01B」がサブクラス、「A01B1」がメイングループ、「A01B1/02」がサブグループとなる。セクションが IPC 階層の中で最も高い階層であり、サブグループが最も低くて詳細な技術分類である。

表 4. 特許出願件数と特許多様性（産業ごとの中央値）

業種	サンプル数	特許出願件数	特許多様性
農林水産業	2	X	X
鉱業	15	2.0	0.000
食料品	104	2.5	0.444
繊維	56	6.0	0.585
パルプ・紙	43	3.0	0.444
化学	417	3.0	0.500
石油・石炭製品	20	4.0	0.500
窯業・土石製品	81	3.0	0.500
一次金属	113	5.0	0.514
金属製品	99	3.0	0.375
一般機械	367	5.0	0.483
電気機械	432	7.0	0.521
輸送用機械	162	6.5	0.567
精密機械	247	3.0	0.449
その他の製造業	137	5.0	0.500
建設業	168	3.0	0.444
電気・ガス・水道	22	10.5	0.827
卸小売業	106	2.0	0.000
金融・保険業	10	2.5	0.000
運輸・通信業	46	3.0	0.490
サービス業	232	2.0	0.000

注：「X」は個々の回答企業の秘密が漏れる恐れがあるので秘匿したことを示す。

出典：IIP パテントデータベースより筆者作成

4. 推計結果と考察

研究者の多様性と研究開発パフォーマンスとの関係を統計的に分析するため、前節で示した民研調査、科調、IIP パテントデータベースを企業レベルで接合する。ただ、研究者の年齢構成の調査を民研調査で開始したのが 2012 年度であること、前節で述べた IIP パテントデータベースの切断バイアスを考えると 2011 年までに出願がなされた特許データを用いることを考慮すると、分析可能なのは実績年が 2011 年のデータということになる。よって、2011 実績年の 2012 年度民研調査、2012 年科調、2011 年に出願された特許データを企業レベルで集計し、クロスセクションで分析を行う。

研究者の多様性が研究開発活動に与える影響を分析するため、Griliches(1981)による特許生産関数を参考に、以下のモデルを推計する。

$$P_i = \alpha_i + \beta_i R_i + \gamma_i X_i + \varepsilon_i$$

ただし、 i は企業 ID を示す。 P は研究開発活動のアウトプットである特許出願件数または特許多様性である。特許出願件数については 0 以上の整数値であることから、カウ

ントデータモデルであるポアソン (Poisson) モデルで推計を行う。特許多様性については、最小自乗法で推計を行う。

R は研究者の多様性に関する指標である。具体的には、企業 i に属する女性研究者の人数および割合、博士課程取得研究者の人数および割合、研究者の研究分野の偏りを示す研究分野多様性、研究者の年齢構成の偏りを示す研究者年齢多様性とする。研究者の多様性に関する指標を全て同時にモデルに含めると、マルチコリニアリティが生じてしまう可能性があるため、推計を行う際には各々の指標を個別に分析する⁸。

X はコントロール変数であり、研究開発活動のインプットの規模を示す研究開発集約度、産業特性を考慮するための産業ダミーである。各変数の基本統計量を整理したのが表5である。

表5. 研究に使用したサンプルの基本統計量

	サンプル数	平均値	中央値	標準偏差	最小値	最大値
特許出願件数	593	103.688	7	440.315	0	6169
特許多様性	593	0.352	0.444	0.281	0	0.804
女性研究者数 (百人)	593	0.191	0.02	0.770	0	10.79
女性研究者割合 (%)	593	7.493	4.211	10.262	0	66.667
博士課程取得研究者数 (百人)	593	0.148	0.01	0.605	0	8.17
博士課程取得研究者割合 (%)	587	7.134	2.881	10.670	0	72.483
全研究者	587	0.376	0.444	0.287	0	0.876
研究分野多様性 男性研究者	587	0.373	0.438	0.285	0	0.883
女性研究者	391	0.307	0.298	0.304	0	0.871
研究者年齢多様性	513	0.639	0.671	0.126	0	0.8
研究開発集約度	593	5.289	1.929	32.878	0.004	776.817

被説明変数に特許出願件数を用いてポアソンモデルにより推計した分析結果が表6である。モデル[1]は女性研究者の人数を、[2]は[1]に加えて女性研究者数の2乗をモデルに含めた推計結果である。[3]は研究者に占める女性の割合、[4]は[3]に加えてその2乗を含めた推計結果である。女性研究者数や女性研究者割合の係数は有意にプラスであることから、女性研究者が多い企業ほど、特許出願件数が多いことが示唆されている。一方、女性研究者の人数および割合の2乗項の係数は有意にマイナスであることから、女性研究者数と特許出願件数との間には逆U字の関係があることが示唆されている。また、モデル[2]とモデル[4]で推計された係数を元に、特許件数を最大にする女性研究者数および女性研究者割合を計算してみると、それぞれ 842人 ($=1.2378 \div \{0.0735 \times 2\} \times 100$)、16.8% ($=0.2786 \div \{0.0083 \times 2\}$) であった。

[5]は博士課程取得研究者の人数、[6]はその2乗項、[7]は研究者に占める博士課程

⁸ 研究者の多様性を示す指標は、それぞれが必ずしも独立ではない。例えば、女性の博士号取得者も存在する。

取得者の割合、[8]はその2乗項を含めた推計結果である。博士課程取得研究者の人数や割合の係数は有意にプラスであることから、博士課程取得者が多い企業ほど、特許出願件数が多いことが示唆されている。一方、博士課程取得研究者の人数や割合の2乗項が有意にマイナスであることから、博士課程取得研究者と特許出願件数との間には逆U字の関係があることが示唆されている。モデル[6]とモデル[8]で推計された係数を元に、特許件数を最大にする博士課程取得研究者数および研究者割合を計算してみると、それぞれ484人(=2.2181÷{0.2290×2}×100)、18.63%(=0.1416÷{0.0038×2})であった。

[9][10][11]は、全研究者、男性研究者、女性研究者に関する研究分野多様性を含めたモデルの推計結果である。研究分野多様性の係数は、全研究者でも性別で分けた場合でも有意にプラスの値となっている。性別に関係なく、様々な研究分野の研究者を雇用している企業ほど、特許出願件数が多いことが示唆されている。ただし、標準偏回帰係数について見てみると、男性研究者の研究分野多様性の方が女性研究者のものよりも大きい値となっており、男性研究者について研究分野を幅広くしている企業は、特許出願件数が多い傾向も示唆されている。

[12]は研究者の年齢構成に関する多様性を含めたモデルの推計結果である。研究者年齢多様性の係数は有意にプラスになっていることから、研究者の年齢構成に偏りが少ない企業ほど、特許出願件数が多いことが示唆されている。

被説明変数に特許多様性を用いて最小自乗法により推計した分析結果が表7である。被説明変数として特許出願件数を用いたモデルと同様に、各モデルにはストック化した社内研究開発費や従業員数、産業ダミー、定数項を含んでいる。モデル[1]は女性研究者の人数を、[2]は[1]に加えて女性研究者数の2乗をモデルに含めた推計結果である。[3]は研究者に占める女性の割合、[4]は[3]に加えてその2乗を含めた推計結果である。女性研究者数の係数は有意にプラス、女性研究者割合の係数は有意ではないもののプラスである。このことから、女性研究者が多い企業ほど、特許多様性が高いことが示唆されている。一方、女性研究者の人数および割合の2乗項の係数は有意にマイナスであることから、女性研究者数と特許多様性との間には逆U字の関係があることが示唆されている。また、モデル[2]とモデル[4]で推計された係数を元に、特許多様性を最大にする女性研究者数および女性研究者割合を計算してみると、それぞれ565人(=0.2769÷{0.0245×2}×100)、22.8%(=0.0137÷{0.0003×2})であった。

[5]は博士課程取得研究者の人数、[6]はその2乗項、[7]は研究者に占める博士課程取得者の割合、[8]はその2乗項を含めた推計結果である。博士課程取得研究者の人数や割合の係数は有意にプラスであることから、博士課程取得者が多い企業ほど、特許多様性が高いことが示唆されている。一方、博士課程取得研究者の人数や割合の2乗項が有意にマイナスであることから、博士課程取得研究者と特許多様性との間には逆U字の関係があることが示唆されている。モデル[6]とモデル[8]で推計された係数を元に、特

許件数を最大にする博士課程取得研究者数および研究者割合を計算してみると、それぞれ 413 人 ($=0.4154 \div \{0.0503 \times 2\} \times 100$)、25.8% ($=0.0155 \div \{0.0003 \times 2\}$) であった。

[9][10][11]は、全研究者、男性研究者、女性研究者に関する研究分野多様性を含めたモデルの推計結果である。研究分野多様性の係数は、全研究者でも性別で分けた場合でも有意にプラスの値となっている。性別に関係なく、様々な研究分野の研究者を雇用している企業ほど、特許多様性が高いことが示唆されている。ただし、標準偏回帰係数について見てみると、女性研究者の研究分野多様性の方が男性研究者のものよりも大きい値となっており、女性研究者について研究分野を幅広くしている企業は、特許多様性が高い傾向も示唆されている。この傾向は、被説明変数が特許出願係数であるモデルと異なっている。すなわち、研究分野について幅広く男性研究者を雇用すると特許出願件数が増加し、同様に女性研究者を雇用すると様々な技術分野の研究開発が行われるようになる。男性研究者の研究分野の多様性を高めると特許の量的な増加につながり、女性研究者の研究分野の多様性を高めると特許の質的な増加につながるのかもしれない。

[12]は研究者の年齢構成に関する多様性を含めたモデルの推計結果である。研究者年齢多様性の係数は有意にプラスになっていることから、研究者の年齢構成に偏りが無い企業ほど、特許多様性が高いことが示唆されている。

表 6. 推計結果 (被説明変数：全特許出願件数)

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
女性研究者数	0.4657*** [0.0008] (219.0593)	1.2378*** [0.0022] (222.3875)										
女性研究者数 ²		-0.0735*** [-0.0011] (-158.1855)										
女性研究者割合			0.0441*** [0.0010] (64.4258)	0.2786*** [0.0065] (129.0635)								
女性研究者割合 ²				-0.0083*** [-0.0082] (-79.7536)								
博士課程取得研究者数					0.5334*** [0.0007] (237.3025)	2.2181*** [0.0030] (229.1538)						
博士課程取得研究者数 ²						-0.2290*** [-0.0020] (-186.3603)						
博士課程取得研究者割合							0.0294*** [0.0007] (57.2816)	0.1416*** [0.0034] (94.2062)				
博士課程取得研究者割合 ²								-0.0038*** [-0.0040] (-70.0195)				
全体									3.6539*** [0.0024] (170.5528)			
研究分野多様性 男性										3.5938*** [0.0023] (168.6194)		
女性											3.8345*** [0.0022] (191.4517)	
研究者年齢多様性												10.4854*** [0.0030] (105.3677)
研究開発集約度(t-1)	0.0050*** [0.0004] (21.8089)	0.0042*** [0.0003] (18.6736)	0.0005 [0.0000] (1.4580)	0.0087*** [0.0006] (27.7255)	0.0055*** [0.0004] (23.0864)	0.0056*** [0.0004] (25.8462)	0.0111*** [0.0002] (29.7021)	0.0116*** [0.0002] (29.3482)	0.0089*** [0.0002] (21.1725)	0.0094*** [0.0002] (22.4486)	0.0038*** [0.0001] (7.8461)	0.0074*** [0.0006] (27.9982)
定数項	2.6576*** (14.7965)	2.5820*** (14.3754)	1.8344*** (10.1860)	0.6596*** (3.6489)	2.5970*** (14.4586)	2.2682*** (12.6276)	1.5441*** (8.5495)	2.7550*** (15.0830)	2.0822*** (11.5885)	1.9866*** (11.0554)	2.4261*** (13.5048)	-4.4675*** (-13.8458)
産業ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
サンプル数	593	593	593	593	593	593	587	587	587	587	391	513
疑似決定係数	0.6168	0.7091	0.34	0.4161	0.5607	0.6908	0.3355	0.3645	0.4803	0.4753	0.6482	0.3765

※推計方法はポアソンモデル。

※***は有意水準 1%を示す。

※上段の値は係数、中段角括弧内の値は標準偏回帰係数、下段丸括弧内の数値は t 値を示す。

表 7. 推計結果 (被説明変数：特許多様性)

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
女性研究者数	0.0838*** [0.1913] (4.5786)	0.2769*** [0.6320] (6.1679)										
女性研究者数 ²		-0.0245*** [-0.4771] (-4.6931)										
女性研究者割合			0.0005 [0.0162] (0.2937)	0.0137*** [0.4165] (3.4988)								
女性研究者割合 ²				-0.0003*** [-0.4031] (-3.7807)								
博士課程取得研究者数					0.1142*** [0.2048] (4.9443)	0.4154*** [0.7449] (7.2322)						
博士課程取得研究者数 ²						-0.0503*** [-0.5785] (-5.6979)						
博士課程取得研究者割合							0.0041*** [0.1318] (2.6094)	0.0155*** [0.4921] (4.8198)				
博士課程取得研究者割合 ²								-0.0003*** [-0.4155] (-4.0427)				
全体									0.3038*** [0.2597] (6.1208)			
研究分野多様性 男性										0.3107*** [0.2640] (6.2324)		
女性											0.3005*** [0.2802] (5.6697)	
研究者年齢多様性												0.6010*** [0.2220] (4.9819)
研究開発集約度(t-1)	-0.0004 [-0.0358] (-0.8594)	-0.0003 [-0.0320] (-0.7825)	-0.0004 [-0.0367] (-0.8619)	-0.0002 [-0.0209] (-0.4948)	-0.0003 [-0.0341] (-0.8211)	-0.0003 [-0.0268] (-0.6643)	0.0007 [0.0173] (0.2764)	-0.0007 [-0.0184] (-0.2951)	0.0004 [0.0104] (0.1713)	0.0004 [0.0113] (0.1859)	-0.0009 [-0.0290] (-0.3952)	-0.0003 [-0.0272] (-0.6044)
定数項	0.5282 (1.6304)	0.5204 (1.6369)	0.5960* (1.7529)	0.5741* (1.7087)	0.5304 (1.6421)	0.5273* (1.6786)	0.522 (1.5969)	0.5002 (1.5514)	0.5310* (1.6690)	0.5309* (1.6709)	0.5795* (1.7617)	0.179 (0.5369)
産業ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
サンプル数	593	593	593	593	593	593	587	587	587	587	391	513
修正決定係数	0.0781	0.112	0.0433	0.0658	0.0837	0.1331	0.0506	0.0765	0.1004	0.1026	0.1956	0.0779

※推計方法は最小自乗法。

※***は有意水準 1%を示す。

※上段の値は係数、中段角括弧内の値は標準偏回帰係数、下段丸括弧内の数値は t 値を示す。

本稿の推計に関する留意点として、以下に2点あげる。第1に、本稿では推計を行う際に産業特性は考慮しているものの、スピルオーバー効果を考慮していないことである。企業の研究開発活動や経営活動にスピルオーバーはプラスの影響を与えており (Jaffe, 1986; Bloom et al., 2013)、可能であれば考慮すべきである。ただ、上場、非上場を問わず企業の研究開発費と特許出願件数を網羅的に把握することは困難であり、スピルオーバーの効果を定量的に把握することは現時点では極めて難しい。また、技術開発は日本国内の産業界だけでなく、海外の企業や、国内外の大学や公的研究機関でも行われており、これら機関からのスピルオーバーを定量的に把握することは極めて難しい。本稿では産業ダミーを分析に含めることによって、産業特性に依存する平均的なスピルオーバーの効果を考慮することを試みているものの、企業特性に依存するスピルオーバー効果を考慮できていない。

第2に、クロスセクションデータを用いたことにより、企業における研究者の多様性と研究開発活動におけるダイナミクスを分析することができなかった。また観察されない企業固有の特性をコントロールすることも出来ていない。民研調査や科調の個票データがパネルデータとして適切に整備されれば、企業における研究者の多様性と特許出願行動、特許多様性、研究開発効率性についてより精緻かつ詳細な分析を行うことが可能となろう。以上が推計の今後の課題である。

5. まとめとディスカッション

本稿では、2011 実績年の民研調査および2012 年科調の個票データと、IIP パテントデータベースを用いて、企業における研究者の多様性が研究開発活動に与える影響を、Griliches らの特許生産関数を参考にしたモデルを用いて定量的に分析した。研究者の多様性を示す代理変数として、女性研究者や博士号取得者の人数、研究者に占める女性および博士号取得者の割合、研究者の研究分野の偏り、研究者の年齢構成の偏りを用いて、特許出願件数や特許多様性に回帰したクロスセクション推計によれば、女性研究者の人数が多く、研究者に占める女性割合が高い企業ほど、特許を多く出願し、かつ幅広い分野の特許を出願している傾向があるという結果が得られた。これは、本稿の仮説1を統計的に支持している。

博士課程取得研究者の人数が多く、研究者に占める割合が高い企業ほど、多く特許出願を行い、幅広い技術分野の特許を出願する傾向があることも統計的に示唆された。これは、本稿の仮説2を統計的に支持している。また、様々な研究分野の研究者を雇用している企業ほど、特許出願件数も多く、様々な技術分野の特許を出願しているという結果も得られた。これは、本稿の仮説3および仮説4を統計的に支持している。さらに、企業における研究者の年齢構成に偏りが無い企業ほど、研究開発効率が高い可能性が示唆された。これらの分析結果は、本稿の仮説5を統計的に支持している。

これらの本稿の結果は、研究者の多様性と研究開発効率性との関係について、重要な示唆を持つ。女性研究者の人数、割合がともに多く、研究者の年齢構成に偏りが無い企業ほど、様々な分野の特許が多く出願される可能性を示す本稿の分析結果は、性差や年齢等の「デモグラフィック型」の多様性が、研究開発の効率性を高める可能性を示している。また、博士課程取得研究者の人数、割合がともに多く、研究者の研究分野が幅広い企業ほど、幅広い技術分野の特許を多く出願している可能性があるという本稿の推計結果は、学歴や研究分野等の「タスク型」の多様性が、研究開発の効率性を高める可能性を示唆している。さらに、研究者の研究分野について、特許出願件数については男性研究者の多様性を高める方がインパクトは大きく、特許多様性については女性研究者の多様性を高める方がインパクトは大きいという推計結果は、「デモグラフィック型」と「タスク型」の両方の多様性を考慮して研究開発の効率性に関する分析を行う必要があることを示唆している。

従来、管理職の多様性と企業パフォーマンスとの関係を分析した研究は数多くあり、「タスク型」の多様性が重要であることが指摘されてきた⁹。また、乾他(2014)は、取締役の多様性と研究開発の効率性に関する分析を行っており、両者の間に統計的に明白な関係は見いだせないとしている。これらの先行研究における議論と比較すると、企業の研究開発の効率性に対して、研究者の多様性と経営陣の多様性は、与える影響が異なることが考えられる。

政策的なインプリケーションとして、企業における女性研究者の人数や割合、博士課程取得研究者の人数や割合、研究者の研究分野の多様性、研究者の年齢構成が特許出願行動にプラスの効果を持つという推計結果から、研究者の量と質の両面において雇用が最適水準にはない可能性が指摘できる。本稿の推計結果から計算すると、2011年時点で特許件数および特許多様性を最大化する女性研究者の割合はそれぞれ16.8%、22.8%であり、博士過程取得研究者の割合はそれぞれ18.6%、25.8%であった。現在の女性研究者割合と博士過程取得研究者割合がそれぞれ14.6%、4%であることを考えると、女性研究者や博士課程取得研究者(博士人材)の雇用を最適水準に誘導するための政策的サポートが、日本企業の研究開発活動を促す可能性があるといえる。男性、女性問わず、出産や育児によって研究活動が中断されることを避けるような制度整備を行うことで企業が研究活動を遅滞なく進めることができるようにし、様々な研究分野の研究者を積極的に雇用するような政策を推進すれば、日本企業の研究開発活動を活性化させ、日本の科学技術イノベーションを促進させることにもつながるかもしれない。また、管理職への女性の登用は部署を問わず少ない傾向にあるが(乾他, 2014)、妊娠や出産等の女性特有の事情を適切に考慮し、男女間での研究開発に関する能力を公平に評価しつ

⁹ 中内(2005)、Smith et al.(2006)、Horwitz and Horwitz(2007)、Joshi and Roh(2009)、Adams and Ferreira(2009)、Miller and Triana(2009)、山本(2009)、Ostergaard et al.(2011)、Siegel and Kodama(2011)、Siegel et al.(2014)を参照。

つ、研究開発における管理職（研究ディレクター等）への女性の積極的な登用を行うことも、日本企業の研究開発活動を活発化させる可能性がある¹⁰。今後さらに、研究者の多様性と研究開発パフォーマンスに関して様々な視点から検討し、研究の蓄積が行われることが望まれる。日本の科学技術イノベーション政策や産業政策をより効率的、効果的に行うための基礎的情報を提供することが出来るであろう。

¹⁰ 乾他（2014）によると、2000年から2012年の上場企業において、取締役の女性割合は平均で1.1%程度である。

参考文献

- Adams, B. and D. Ferreira (2009) "Women in the Boardroom and their Impact on Governance and Performance," *Journal of Financial Economics*, 291-309.
- Berliant, M. and M. Fujita (2010) "The Dynamics of Knowledge Diversity and Economic Growth," *Southern Economic Journal*, 856-884.
- Berliant, M. and M. Fujita (2012) "Culture and Diversity in Knowledge Creation," *Regional Science and Urban Economics*, 648-662.
- Bloom N., Schankerman M., and J. Van Reenen (2013) "Identifying Technology Spillovers and Product Market Rivalry," *Econometrica*, 1347-1393.
- Brooks, C., E. Fenton, and J. Walker (2014) "Gender and the Evaluation of Research," *Research Policy*, 990-1001.
- Cohen, W. and D. Levinthal (1990) "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, 128-152.
- Faems, D. and A. Subramanian (2013) "R&D Manpower and Technological Performance: The Impact of Demographic and Task-related Diversity," *Research Policy*, 1624-1633.
- Grilices, Z. (1981) "Market value, R&D, and patents," *Economics Letters*, 183-187.
- Horwitz, K. and I. Horwitz (2007) "The Effects of Team Diversity on Team Diversity on Team Outcomes; A Meta-analytic Review of Team Demography," *Journal of Management*, 987-1015.
- Jaffe A. (1986) "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value." *American Economic Review*, 984-1001.
- Joshi, A. and H. Roh (2009) "The Role of Context in Work Team Diversity Research; A Meta-analytic Review," *Academy of Management Journal*, 599-627.
- Kyvik, S. and M. Teigen (1996) "Child Care, Research Collaboration, and Gender Differences in Scientific Productivity," *Science, Technology, and Human Values*, 54-71.
- Ostergaard, R., B. Timmermans, and K. Kristinsson (2011) "Does a Different View Create Something New? The Effect of Employee Diversity on Innovation," *Research Policy*, 500-509.
- Nelson, R. (1959) "The Simple Economics of Basic Scientific Research," *Journal of Political Economy*, 67, 297-306.
- Siegel, J. and N. Kodama (2011) "Labor Market Gender Disparity and Corporate Performance in Japan," *RIETI Discussion Paper Series 11-E-075*.
- Siegel, J., L. Pyun, and B. Cheon (2014) "Multinational Firms, Labor Market Discrimination, and the Capture of Competitive Advantage by Exploiting the Social Divide," *Harvard Business School Working Paper 11-011*.
- Smith, N., V. Smith, and M. Verner (2006) "Do Women in the Top Management Affect Firm

Performance? A Panel Study of 2500 Danish Firms,” *International Journal of Productivity and Performance Management*, 569-593.

乾友彦、中室牧子、枝村一磨、小沢潤子(2014) 「企業の取締役会のダイバーシティとイノベーション活動」 *RIETI Discussion Paper Series* 14-J-055.

総務省 (2014) 「我が国の科学技術を支える女性研究者」 報道資料
<http://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/topics/pdf/tp80.pdf>

中内基博 (2005) 「トップ・マネジメントの規模とパフォーマンスの関係性-TMT 異質性の観点から-」 *経営行動研究年報*, 33-37.

山本聡 (2009) 「取締役会の規模・属性と企業の研究開発投資-国内機械産業のパネルデータによる計量分析-」 *機械経済研究*, 17-26.