

企業の研究開発におけるジェンダー多様性と技術知識の多様性—特許の質への影響*

山内 勇^a

明治大学

鈴木 貴晶

広島修道大学

牛尾 奈緒美

明治大学

本稿では、企業の研究開発活動を対象に、デモグラフィ型多様性の中でもジェンダー多様性に着目し、それとタスク型多様性の関係について特許データを用いて分析を行った。内生性を考慮した分析の結果、単純に女性発明者比率を高めても特許の質（被引用件数）は高まらない可能性が高いことが確認された。他方で、女性発明者比率の上昇は、技術的知識の幅の拡大を通じて特許の質を高めることが明らかとなった。すなわち、研究開発活動においてパフォーマンスを向上させる本質的な要因はタスク型多様性の拡大にあり、ジェンダー多様性はタスク型多様性を高める手段に過ぎないと言える。

1. はじめに

現在、女性の活躍推進は政府や企業にとって重要な課題となっている。世界経済フォーラムが 2023 年に公表した男女格差の指標であるジェンダー・ギャップ指数では、日本の総合スコアは 146 か国中 125 位と国際的にもかなり低い (World Economic Forum, 2023)。我が国では、政府が 03 年から「社会のあらゆる分野において、2020 年までに、指導的地位に女性が占める割合を 30%程度とする」目標を掲げてきた。しかし、この目標は実現には至らず、また、我が国の男女共同参画の推進状況は、政治分野や経済分野

* 本研究は、JSPS 科研費 20K01691 及び 20H01539 の助成を受けて実施された。本稿とは別に、これら科研費プロジェクトで構築されたデータベースを活用した関連研究として鈴木他 (2024) がある。鈴木他 (2024) が実態把握の観点から、発明者チームのデモグラフィ型多様性 (女性比率・外国人比率) と成果指標との関係を整理することに重きを置いているのに対し、本稿はジェンダー多様性が技術知識の多様性 (タスク型多様性) を介して特許の質に影響し得るという媒介メカニズムの解明・実証を目的としており、両者は研究目的・分析設計の観点で独立した研究となっている。

a (連絡先住所) 〒101-8301 東京都千代田区神田駿河台1-1
(E-mail) yamauchi_isamu@meiji.ac.jp

をはじめ非常に遅れたものとなっている（内閣府，2021）。こうした遅れを解消すべく、男女共同参画基本計画では、男女共同参画社会の実現に向けた様々な取組を一層加速させる必要性を説いている。

研究開発に関する領域においても、理工系女性人材の育成、科学技術・学術分野における女性の採用・登用の促進及び研究力の向上など様々な施策が内閣府や文部科学省を中心に打ち出されている（内閣府，2021）。例えば、第5期科学技術基本計画では、女性研究者の新規採用割合に関する目標値（自然科学系全体で30%、理学系20%、工学系15%、農学系30%、医学・歯学・薬学系合わせて30%）が設定された。また、第6期科学技術・イノベーション基本計画においても引き続き、大学における女性研究者の新規採用割合、民間企業を含めた全研究者に占める女性研究者の割合、博士後期課程在籍者に占める女性の割合等を指標としてそれら割合の上昇が目標とされている。なお、こうした取組の中で、例えば民間企業を含めた全研究者に占める女性研究者の割合は2012年の14.4%から2021年の17.8%へと徐々に上昇してきている（総務省，2022）。

本稿では、企業の研究開発活動におけるジェンダー多様性に着目し、それが研究開発パフォーマンスに与える影響を実証的に明らかにすることを目的としている。多様性が求められる背景には、それが新たな知識の結合を生み出し、イノベーションの促進に貢献するという、情報・意思決定理論に基づく考え方がある（Williams and O’Reilly, 1998）。そこでは、メンバーの多様性が高まることで組織内の価値観が多様化し、意思決定の適切さや問題解決の質を高めると考えられている（Ely, 2004）。女性比率が高まれば、女性向け商品・サービス提供に優位性を発揮できるというのもそうした考え方の一つである。

一方、負の側面としては、数値目標などの実現のために女性を登用することが、競争にゆがみを生じさせたり、保有する知識や価値観の違いにより取引費用を高めたりすることが考えられる（Cohen and Levinthal, 1989 ; Brunetta et. al., 2020）。後者の取引費用の上昇は、人間が自分と類似した属性（性別、年齢、国籍、人種、肌の色等）に親和性を持ち、ウチとソトの論理から異質なものへの偏見、意思疎通の阻害、対立を生じさせるという社会的カテゴリ理論の枠組みで議論される問題とも共通している¹

¹ なお、社会的カテゴリ理論は、価値観の違いが集団間の対立をもたらす可能性を指摘するが、複雑なタスクにおいては批判的な意見交換等を経ることで、むしろ意思決定の質が高まる可能性を示した研究もある（van Knippenberg et al., 2004）。特に、研究開発活動のような不確実性の高い活動においては、異なる見解を持つメンバーの存在が、直面する課題に対する新たな解決法をもたらす可能性も見出されている（Woodman et al., 1993）。これらの先行研究は、情報・意思決定理論に基づく正の効果が、どのようなときに社会的カテゴリ理論に基づく負の効果を上回るかについて重要な示唆を与えている。

(Oakes et al., 1994)。

情報・意思決定理論に基づけば専門知識や経験、価値観など深層的な「タスク型」に分類される多様性が効率を高めるドライバーとなる。他方で、社会的カテゴリ理論の負の効果は主に、性別や年齢など表層的な「デモグラフィ型」に分類される多様性から生じることになる²。本稿では、デモグラフィ型の中では性別に、タスク型の中では専門・技術知識に着目し、特許データを用いてこれらを指標化することで、多様性のタイプによる研究開発成果（特許の質で測定）への効果の違いを分析する。より具体的に、本稿では、研究開発成果の決定要因はタスク型の多様性であり、デモグラフィ型多様性の向上はそのための手段に過ぎないという関係性について検証を行う。というのも、新たな知識の組合せが生じるのは、表層的な違いを持つ者が集まるからではなく、保有する知識や価値観が異なる者が会おうからと考えているためである。

本稿の実証分析においては、各特許出願の発明者に占める女性の割合をデモグラフィ型多様性（その中でも特にジェンダー多様性）の指標とし、各特許出願に付与された技術分類の数を当該発明の開発に必要とされた専門・技術知識の幅とみなし、それをタスク型多様性の指標として分析を行う。これらの指標はそれぞれの多様性のごく一部しか捉えることはできないものの、デモグラフィ型とタスク型というタイプの異なる多様性の効果を区別しうる点で、多様性の研究の進展に貢献すると考えられる。

なお、アウトプットである特許の技術の幅によって、インプット（開発に必要とされる技術知識）の幅を捉えることができるという仮定は必ずしも成立するわけではない。しかし、用途発明のように既存知識を他分野に転用する場合であっても、実際に他分野で活用するには応用研究や開発研究が必要となることが多いと考えられる。その場合、新たに生まれたアウトプット（発明）の技術分野としては、既存の分野と応用先の分野の両方が付与されることになる。インプットとしては既存知識に加えて活用先の知識も必要となるため、インプットとアウトプットは概ね一致することになる。また、新たな知識は既存知識の組合せによって生まれるものであり、アウトプットの知識の幅はインプットの知識の幅に依存すると考えられる。実際、アウトプットの新規性を、インプットである引用文献の組合せによって測定するような研究も存在する (Uzzi et al., 2013; Lerner 1994)。ただ、こうした仮定を置いた場合は、様々な分野の知識を集積して特定の技術分類における発明を生むような研究活動を過小評価してしまう点には注意が必要である。

² 鈴木・金間 (2021) においても、情報・意思決定理論と社会的カテゴリ理論が、ダイバーシティ研究において異なる効果を持つ大きな二つの視座として位置付けられている。

また、先行研究の多くは、単純に女性発明者比率が研究開発パフォーマンスに与える影響を分析するにとどまり、情報・意思決定理論に基づく正の効果と、社会的カテゴリ理論に基づく負の効果を厳密には区別できていない。それに対して本稿は、これら異なる二つの効果を区別したうえで、女性発明者比率上昇の効果は、専門・技術知識の幅を拡大させるという経路を通じて間接的にパフォーマンスに影響することを示す。

さらに、多くの先行研究は内生性の問題も抱えている。例えば、大企業は社会的責任の観点から女性発明者比率を高めていることも多いだろうし、同時に研究開発資金も豊富で特許の質も高い可能性がある。この場合、仮に女性発明者比率と特許の質の間に因果関係がなかったとしても、両者に正の相関が生じることになる。先行研究において未だジェンダーの効果について統合的な結果が得られていない原因のひとつには、こうした内生性の問題も影響していると考えられる。本稿では、操作変数を用いることで、こうした内生性の問題に対処しており、より厳密な形でジェンダー多様性と技術知識の多様性の効果を特定できている。

本稿の構成は以下の通りである。続く第2節において先行研究を整理したうえで、第3節で仮説を設定する。その後、第4節において変数とデータについて説明し第5節で実証分析を行う。最後に第6節で結論を述べる。

2. 先行研究

多様性とイノベーションとの関係については、これまで多くの研究が実施されてきた (Garcia-Vega, 2006 ; Singh and Fleming, 2010 ; Faems and Subramanian, 2013 など)。人材の多様性に限っても、性別や国籍などのデモグラフィ型多様性に着目した研究 (Østergaard et al., 2011) や、個人の職務経験や知識などのタスク型多様性を扱った研究 (Cohen and Levinthal, 1990) など多数存在するが、研究開発活動に注目してジェンダー多様性の効果を分析した先行研究の中には、情報・意思決定理論が想定するように、ジェンダー多様性を高めることで研究開発パフォーマンスが高まることを示したのものもある³。例えば、Díaz-García et al. (2013) は、スペインの Community Innovation Survey を用いて、研究開発チームにおけるジェンダー多様性が急進的イノベーションの

³ 性別による違い自体に着目した研究も存在する。例えば、女性は男性に比べてリスク回避的であること (Eckel and Grossman, 2008)、リスクのある競争から早くに撤退すること (Hogarth et al., 2012)、取締役に入る女性は男性の取締役よりも危険愛好的であること (Adams and Funk, 2012) を示した実証研究などである。これらの研究は、研究開発という不確実性の高い活動において、性差がそのパフォーマンスに大きく影響する可能性を示唆している。その他にも、取締役メンバーのジェンダー多様性が組織の研究開発活動に関する意思決定に与える影響を分析した研究も多い (例えば、Sila et. al., 2016 ; Midavaine et. al., 2016)。

生起確率と正の相関があることを見出している。一方、漸進的イノベーションとは有意な相関がなく、タスクの新規性がジェンダー多様性の効果をもたらしていることを確認している。ただし、彼らの研究では内生性の問題は解消されていないため、結果の解釈には注意が必要である。

また、Ancona and Caldwell (1992)は、新製品開発におけるチーム・パフォーマンスに対する多様性の影響を分析している。彼らは、開発チームのメンバーにおける所属部署の多様性がメンバー外の人とのコミュニケーションを増やし、それがチーム運営の効率性を高めることを明らかにしている。しかしながら、こうした間接的な正の効果は、多様性の向上による直接的な負の効果を下回ることも確認されている。したがって、所属部署の多様性の拡大が、メンバー間の対立や混乱をもたらすマイナスの効果はかなり大きいことが示唆される。

より直接的に研究開発活動におけるジェンダー多様性を扱った研究としては、Turner (2009)がある。彼女は、研究開発チームにおけるジェンダー多様性のバランスがイノベーション・パフォーマンスを高めることを実証している。そこでは、女性比率が高すぎる領域ではパフォーマンスが低下することが示されている。また、Fernández-Sastre (2015)は、イノベーションの実現に対しては、研究開発人員のジェンダー多様性よりも機能（職務）的多様性の影響が強いことを明らかにしている。ただし、そこではジェンダー多様性とタスク型多様性の関係性の分析や、それらの因果関係の特定までは行われていない。

Martinez et al. (2017)は、研究開発チームにおける表層的 (surface-level) 多様性と深層的 (deep-level) 多様性がイノベーションパフォーマンスに与える影響について分析を行っている。それによれば、製造業においては、いずれのタイプの多様性も正の効果を持つのに対し、サービス産業においてはその効果はイノベーションの新規性によって異なることが明らかにされている。特に、教育やスキルなどの深層的多様性が急進的イノベーションに効果があり、性別は製造業における漸進的イノベーションに効果があることが確認されている。他方で、彼らの結果からは、過度の多様性はチームパフォーマンスを低下させることも明らかにされている。すなわち、過度の多様性がグループ間での対立をもたらし、効率性を低下させる可能性がある。

さらに、Faems and Subramanian (2013)では、シンガポールの企業を対象に、研究開発人材におけるデモグラフィ型多様性とタスク型多様性の技術的成果に与える影響を分析している。それによれば、性別と教育歴の間、及び国籍と専門分野の間にはそれぞれ代替的な関係があることが明らかにされている。このことは、デモグラフィ型多様性

とタスク型多様性の要素ごとに効果を発揮する組合せが異なることを示唆している。他にも、Teruel and Segarra-Blasco (2022) は、スペインの Community Innovation Survey を用いて、研究開発部門におけるジェンダー多様性と特許取得能力について分析を行っている。そこでは、ジェンダー多様性が、国際特許の取得数に有意な影響を持たず、国内特許の取得数にはむしろ負の影響を持つことが確認されている。他方で、研究開発部門の中での研究領域の多様性が正の効果を持つことが示されている。この結果は、研究開発パフォーマンスを高める多様性の本質が、タスク型多様性にあることを示唆している。

これらの先行研究は、タスク型とデモグラフィ型多様性を区別して分析を行っている点で本稿の分析目的に近いが、ジェンダー多様性がタスク型多様性を通じてパフォーマンスに影響するという経路については実証されていない。仮にジェンダー多様性の拡大が負の効果を持つとしても、タスク型多様性を高めるという効果も持っていれば、研究開発パフォーマンスを高めるための一つ的手段として位置づけることもできるはずである。さらに、Teruel and Segarra-Blasco (2022) を除いて、ここで挙げた先行研究はいずれも内生性の問題を抱えており、分析結果が因果関係を表しているのか、あるいは単なる相関関係に過ぎないのかが区別できない。本稿ではこの内生性の問題を、操作変数を用いてコントロールしている。したがって、より厳密な形でタスク型多様性とジェンダー多様性の効果の違いや、それらが研究開発パフォーマンスに影響する経路を特定することができる。

3. 仮説

本稿におけるもっとも基本的な検証仮説は、研究開発部門におけるメンバーの専門・技術知識の多様性が高まることで、研究開発パフォーマンスが向上するというものである。これは、前述の通り、情報・意思決定理論に基づく正の効果を意味している (Williams and O' Reilly, 1998 ; Ely, 2004) 。しかし、多くの先行研究では、この情報・意思決定理論に基づく正の効果と、社会的カテゴリ理論や取引費用による負の効果を分離することができていない。また、本稿では、情報・意思決定理論に基づく正の効果の本質がタスク型多様性にあり、デモグラフィ型多様性はタスク型多様性を高める手段であると考えている。したがって、本稿では、研究開発活動においてジェンダー多様性が高まれば研究開発チームにおける技術知識の多様性が高まり、それによって研究開発パフォーマンスが向上するという経路を特定することが目的となっている。

より具体的には、以下で設定する 3 つの仮説について検証を行う。一つ目の仮説は、

ジェンダー多様性と技術知識多様性の関係性についてである。ジェンダー多様性の拡大がイノベーション・パフォーマンスを高めるという主張の多くは、ジェンダー多様性が組織における知識の多様性を高め、それが知識の新結合をもたらすことを前提としている (Williams and O' Reilly, 1998 ; Ely, 2004 ; 鈴木・金間, 2021)。チーム内のジェンダー多様性が向上すると、デモグラフィ型の変数としては現れない価値観・文化の違い、受けてきた教育の違い、その結果としての視野の違いなどが組み合わされることになるので、技術知識多様性が高まると考えられる⁴が、この前提自体は先行研究では直接的にはほとんど検証されていない。そこで、ここではまず、そうした関係性が研究開発活動において本当に機能しているかを、仮説1によって確認する。

仮説1：ジェンダー多様性の向上は技術知識多様性を拡大させる

続いて、二つ目の仮説は、技術知識多様性の向上が研究開発パフォーマンスを向上させるかどうかを検証するためのものである。情報・意思決定理論においては、パフォーマンスが向上する本質的な要因をタスク型多様性に求めており (鈴木・金間, 2021)、この仮説はまさにその関係性を検証するものである。また、先行研究における実証分析においても、タスク型多様性がパフォーマンスを高めることを見出したものも多い (Horwitz and Horwitz, 2007 ; Choi and Sy, 2010 ; Fernández-Sastre, 2015)。ただし、先行研究では内生性の問題が解消されていないため、研究開発パフォーマンスが高い企業ほど様々なバックグラウンド・属性を持つ人材を集めやすく、それにより研究開発領域が多様化するといった逆の因果の存在を否定できない。本稿では、先行研究と同様にタスク型多様性の代理変数を独立変数として用いながらも、操作変数を用いることで、より厳密な形で次の仮説2を検証する。

仮説2：技術知識多様性の拡大は研究開発パフォーマンスを向上させる

三つ目の仮説は、ジェンダー多様性と技術知識多様性との関係性についての仮説である。先行研究の中にも、デモグラフィ型多様性を表す変数とタスク型多様性を表す変数を同時に入れて、パフォーマンスへの影響を見ているものは多い (Turner, 2009 ; Fernández-Sastre, 2015 ; Martinez et al., 2017)。そうした定式化の下で、例えば、Teruel and Segarra-Blasco (2022) の分析結果によれば、性別に関する変数は有意な

⁴ 2000年以降に医学分野で出版された論文のデータを用いて分析を行った Yang et. al. (2022) では、男女混合の研究者チームの方が、そうでない場合に比べて知識の多様性が増す (より多様な分野の参考文献の知識を組み合わせられた論文が生まれる) ことが示されている。

効果を持たないか、むしろ負の効果を持つことが確認されている。Horwitz and Horwitz (2007) においても、タスク型多様性はアウトプットに対して正の相関を持つのにに対し、デモグラフィ型多様性にはアウトプットとの有意な相関は見られない。

これらは、他の先行研究で観察されているジェンダー多様性とパフォーマンスとの正の相関が、タスク型多様性の拡大によって生じている可能性を示している。すなわち、両方の多様性を表す変数を同時に入れた場合、情報・意思決定理論に基づく正の効果はタスク型多様性の効果として測定されており、その効果をコントロールすると、ジェンダー多様性の効果として残るのはデモグラフィ型多様性による効果となり、アウトプットに有意な影響を与えないか、社会的カテゴリ理論に基づけば対立や取引費用の発生を招き負の影響をもたらすことを示唆している。そこで、次の仮説3について検証を行う。

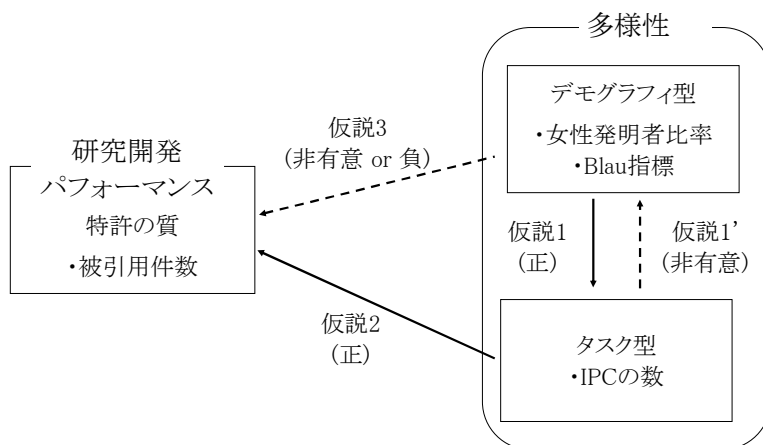
仮説 3: 技術的多様性の影響をコントロールすると、ジェンダー多様性の上昇が研究開発パフォーマンスに与える影響は有意でなくなるか負となる

これら仮説1から仮説3がすべて支持された場合、ジェンダー多様性の向上は技術知識多様性の向上を通じて研究開発パフォーマンスを高めている可能性が高いことになる。すなわち、ジェンダー多様性が技術知識多様性を高め（仮説1）、かつ、技術知識多様性の拡大が研究開発パフォーマンスを高める（仮説2）ことが確認され、さらに、ジェンダー多様性自体は直接的に研究開発パフォーマンスを向上させない（仮説3）ことが分かれば、研究開発パフォーマンスを高めるためには技術知識多様性を高めることが重要であり、そのための一つ的手段としてジェンダー多様性を高めることに意味があると言える。

図1は、これら検証仮説の関係性を表したものである。仮説1は、ジェンダー多様性が技術知識多様性に与える影響を検証するもので、期待される符号は正である。なお、後述するが、ジェンダー多様性については女性発明者比率やBlau指標で測定し、技術知識多様性については技術分野(International Patent Classification: IPC)の数で測定する。また、研究開発パフォーマンスの指標としては特許の質(被引用件数)を用いる。

仮説2と3については、技術知識多様性の指標とジェンダー多様性の指標を説明変数に用いて、両者の係数の符号と有意性を確認する。仮説2に基づけば、両者を同時に入れた場合でも、技術知識多様性の係数は正で有意となることが予想される。また、仮説3に基づけば、両者を別々に用いた場合には技術知識多様性の係数は安定的に正となるのに対し、ジェンダー多様性の指標は有意でないかあるいは負となることが期待される。

図 1. 仮説の関係性



ここで、仮説 1 については逆の因果も理論的には成立する。例えば、技術知識多様性を高めるために、多様な属性の研究者を集めた結果、ジェンダー多様性が高まるといった場合である。しかしながら、操作変数法を用いた因果推定により、少なくとも仮説 1 で検証したい因果の向きが成立することを示すことができる。また、仮説 1 の検証時に逆の因果を想定した推定（ジェンダー多様性の指標を被説明変数、技術知識多様性の指標を説明変数とした推定）も同時に行い、その経路の弱さについても確認しておく。さらに、仮に逆向きの因果がより強く働いている場合には、仮説 3 が成立しなくなると考えられるため、仮説 3 の検証結果からも仮説 1 における逆の因果の弱さを推測することができる。

4. データの概観

4.1 データ

本稿の分析には知的財産研究所の「IIP パテントデータベース 2024 年版」と欧州特許庁の「PATSTAT Global 2023」を用いる。IIP パテントデータベースは、国内特許出願の書誌情報及び経過情報を統計分析用に整備したものである⁵。2024 年版は 2023 年度 7 月 10 日までに提供された「特許情報標準データ」（特許庁）を基に構築されている。特許出願は 1 年半で公開され、未公開の発明はデータベースに収録されないため、2022 年 1 月頃までの特許出願が収録対象となっている。また、データベースに収録されるまでの

⁵ IIP パテントデータベースの詳細については、Goto and Motohashi (2007) 及び中村 (2016) を参照されたい。

ラグもあるため、ほぼ完全に特許出願がカバーできるのは 2020 年までと考えられる。しかし、COVID-19 の流行が 2020 年以降の特許出願行動に影響している可能性があるため（山内他，2022）、本稿の分析対象期間の候補は出願年ベースで 2019 年までとする。

また、分析対象期間の開始時点は、長期の安定的・平均的な関係を見るという目的で 2000 年以降に設定する。なお、特許の質の指標として用いる被引用件数は、直近の発明ほど少なくなるという性質を持つことから、本稿では出願から 5 年以内の被引用件数を被説明変数として用いている。したがって、本稿で行う推定の対象とするのは、2014 年までに特許された発明となる。

サンプルの母集団は単独出願人による特許出願（6, 214, 781 件）に限定している⁶。そこから、各特許出願に含まれる発明者の名前（ファーストネーム）を抽出し、それらの性別を識別した（6, 210, 164 件）⁷。

ファーストネームでの性別の識別には、Onishi and Owan（2020）で構築された識別アルゴリズムを使用した⁸。さらにこれとは別に、日本語を母国語とする学生アルバイト 3 名を雇用し、90 年以降の特許出願に含まれる発明者のファーストネームの表記 70, 398 種類について、日本人女性の名前だと思われるものにチェックをする作業を別々に行わせ、3 人全員が日本人女性と認識した名前のリストを作成した。アルゴリズムで性別の識別ができなかった名前については、このリストによる補完を行った。

名前を抽出できた特許出願 6, 210, 164 件に含まれる、のべ発明者数は 14, 486, 169 人であった。このうち、日本人の名前でかつ性別の識別ができた発明者はのべ 9, 689, 716 人（66.9%）、うち日本人女性の名前は 379, 844 人（3.9%）であった。なお、同じ発明者が複数の特許を出願しているため、仮に男性の方が平均的に多くの特許出願を行っている場合（例えば、電機産業など特許出願件数の多い産業ほど男性の発明者が多い場合や、男性の方が発明者としての平均勤続年数が長い場合など）には、のべ発明者数で計算した女性比率は過小評価される点には注意が必要である。

図 2 は、特許出願年別に出願件数と女性発明者比率の推移を見たものである。この図を見て分かるように、2000 年以降女性発明者比率は着実に上昇してきている⁹。特に 2018

⁶ 共同出願の場合、発明者がどの企業に属するかを特定するのが難しくなるためである。なお、1990 年以降の特許出願について単独出願の割合は 92%であった。

⁷ 性別の特定できない名前は、外国人と思われるものの他に、氏名の中にスペースが複数入っており名前が抽出できなかったものや、そもそも発明者名のデータが不完全だったものなどが含まれる。

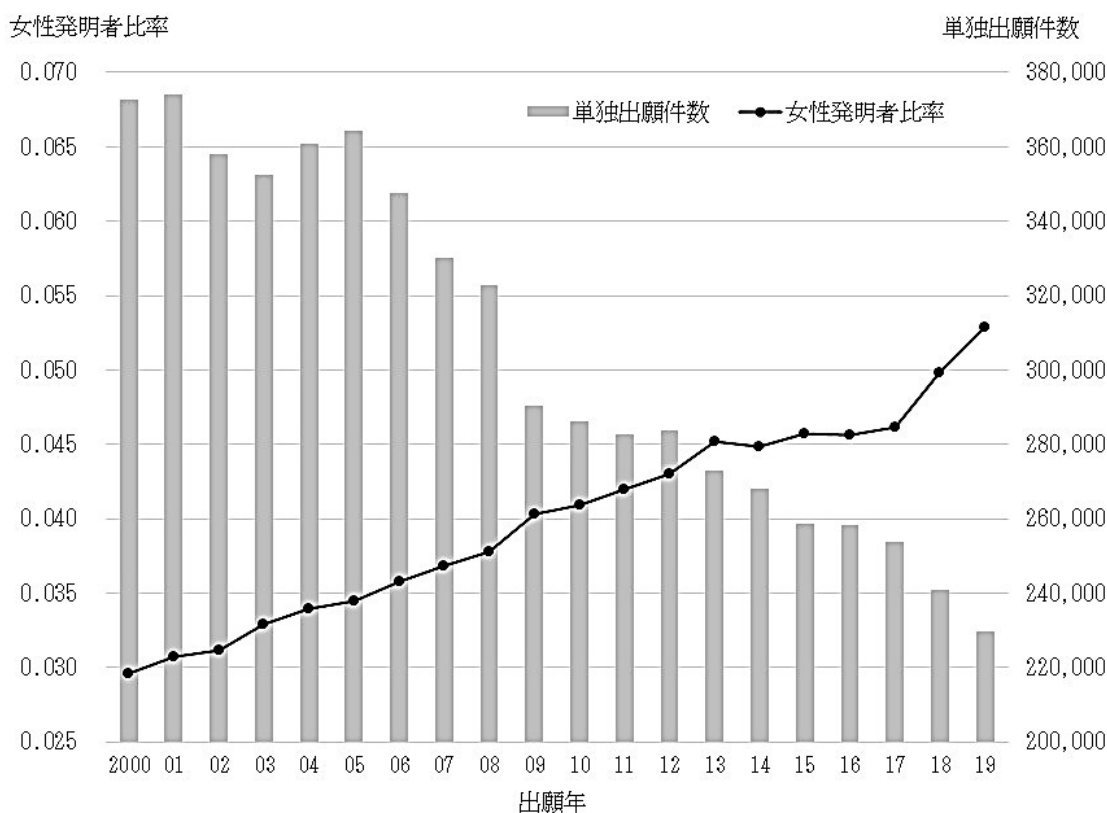
⁸ この性別識別プログラムは GitHub（<https://gist.github.com/lunark/4344906>）にて公開されている。

⁹ 本稿においては、サンプルが特許を出願している研究者に限定されており、特許が多数出願される分野（例えば機械器具製造業等）は全体平均より女性研究者の割合が低いいため、本稿における女性発明者比率は特許を出願していない研究者まで含めた女性研究者の割合よりも低くなっていると考えられる。

年以降は急激な上昇がみられるが、むしろ2014年から2017年の伸びが小さかったところから長期的なトレンドに回帰したとも考えられる¹⁰。なお、前述の通り、出願後5年以内の被引用件数を被説明変数として用いるため、推計期間は出願年ベースでは2014年までとなる。

続いて、表1は、各特許出願における筆頭技術分野（IPCのクラスレベル：3桁）別に、女性発明者比率の上位10分野と下位10分野を見たものである¹¹。上位10分野にお

図2. 女性発明者比率の推移（特許レベル）



注：女性発明者比率は性別が識別できた発明者に対する比率であるため、性別の識別可能性自体に男女差がある場合には女性発明者比率にも偏りが生じる可能性がある。

¹⁰ この動向の理由は明らかではないが、電機産業のような出願規模の大きい産業ほど出願件数を減少させており、そうした産業では女性比率が相対的に低いため、全体として女性発明者比率が高まっている可能性が考えられる。ただし、推計では、企業×技術分野をコントロールしているため、こうした影響は取り除かれている。また、インプットである女性修士卒業者の割合の動向も影響している可能性がある。

¹¹ A99、B33、C99、G99、H99の分野は発明者の総数が10件未満だったため集計から除外した。

いてはA から始まる IPC が多く (A セクションは生活必需品に分類される)、特に服飾関係や食品関係の分野で女性発明者比率が高い。それに対し、女性発明者比率が低いのはFセクション (機械工学、照明、加熱、武器、爆破) やBセクション (処理操作、運輸) である。なお、この表は特許レベルで集計を行っているが、後述の推計については特許単位ではなく、企業×技術分野 (IPC の3桁) レベルのパネルデータを用いて行う。表から明らかのように、分野によって特許出願件数は大きく異なるため、この影響をコントロールした推計を行う必要がある。

本来、分析ユニットを特許単位として、企業×技術分野×年ダミーを導入して分析を行えば、発明の属性を直接コントロールしつつ、かつ、各企業の各研究開発分野 (事業領域) の年ごとの違いもコントロールできて、最も厳密な分析となる。しかし、企業×IPC クラスダミーだけでサンプルサイズを超えてしまうため、回帰分析において係数の推定を行うことができない。人材マネジメントも含めた研究開発戦略は、企業の事業分

表 1. IPC クラス別女性発明者比率 (特許レベル)

順位	IPCクラス (説明は10文字)	単独出願件数	発明者数 (のべ数)	女性発明者数 (のべ数)	女性発明者比率
1	A41 衣類	12031	14904	3639	0.244
2	A23 食品または食料品; 他	43847	74613	11929	0.160
3	A45 手持品または旅行用品	14020	14950	2317	0.155
4	A21 ベイキング; 生地製造	3426	5727	816	0.142
5	C12 生化学; ビール; 酒精	81906	85285	10335	0.121
6	A42 頭部に着用するもの	1675	1694	203	0.120
7	C11 動物性または植物性油	10183	14614	1661	0.114
8	H10 半導体装置; 他に分類	318	548	60	0.109
9	A46 ブラシ製品	2690	2875	304	0.106
10	G16 特定の用途分野に特に	3706	5454	548	0.100
...
114	F22 蒸気発生	3227	5961	75	0.013
115	B02 破砕, または粉砕; 製	6451	11585	145	0.013
116	C06 火薬; マッチ	504	752	9	0.012
117	F02 燃焼機関; 熱ガスまた	89924	149350	1642	0.011
118	F15 流体圧アクチュエータ	6656	10173	100	0.010
119	B30 プレス	3579	5079	45	0.009
120	E21 地中もしくは岩石の削	9248	18120	160	0.009
121	B21 本質的には材料の除去	27578	49021	380	0.008
122	F27 炉; キルン, 窯 (かま	4690	8402	63	0.007
123	G12 器械の細部	308	436	1	0.002

野によって大きく異なるため、特許単位で分析を行う場合、企業×IPC の変動をコントロールできないと、女性発明者比率や技術多様性の純粋な効果を識別することができなくなる。そこで、本稿では分析単位を企業×技術分野（IPC3 桁のクラス）レベルとしたうえで、推計モデルに企業×IPC3 桁の固定効果を入れることとした¹²。これにより、特許単位の分析よりも変数の連続性が高まり、ジェンダー多様性の程度の変化の影響を分析しやすくなるという利点もある。

さらに、本稿で想定している社会的カテゴリ理論に基づく対立も、数名で行われる個別の発明活動というよりは、研究開発部門の中でのグループ間の対立を想定している。IPC3 桁レベルの技術分野を事業レベルと捉えれば、企業×技術分野は、各企業において研究開発を行っている部門と考えることができる。したがって、94%以上が女性発明者を含まず、女性発明者が含まれる場合でも1人であることが圧倒的に多い特許単位で分析を行うよりも、企業×IPC3 桁レベルの分析を行う方が、社会的カテゴリ理論の文脈に即しているとも考えられる。

4.2 分析に用いる変数と推定モデル

ここでは、第3節で導出した仮説を検証するために、特許の書誌情報から取得可能な代理変数を作成する。まず、ジェンダー多様性の指標としては女性発明者比率と、多様性の研究で頻繁に用いられる Blau 指数を用いる。Blau 指数はカテゴリ別の構成比率の2乗和を求め、それを1から引いたものとして定義される。ここでは、女性比率と男性比率という2カテゴリのみで Blau 指数を計算することになる（男女比が1:1となるときに最大値の0.5をとる）。

タスク型の多様性は目に見えないものであるため、測定するのは極めて困難であるが、特許データから作成できる代理変数として、特許出願に付与されている IPC の数を用いる¹³。多くの IPC が付与されている発明は、多様な技術的知識を基に生み出されたものと解釈できるためである（Page, 2017）。特に、研究開発のチームにおいて知識の多様性が高まれば、これまでの研究領域とは異なる新たな領域の知識が創出されたり、既存の

¹² 企業の特定には出願人番号を使っている。「NISTEP 企業名辞書」を利用することも考えられるが、出願書類の電子化以降は（特に本稿では2000年以降の出願に限定していることもあり）、国内の法人については出願人番号はかなり正確に入っている。また、推計にあたっては企業×IPCの固定効果を入れており、合併買収等の影響もある程度緩和されている。なお、名寄せを行う場合、名寄せできなかった企業をサンプルに残すとサンプル間の整合性が取れず、サンプルに残さないと偏りが生じるといったデメリットもある。

¹³ IIP 特許データベースには筆頭 IPC のデータしか収録されていないため、IPC の数については、欧州特許庁が提供している PATSTAT データベースを用いて作成している。

知識に対する異なる領域での新用途が発見されたりすると考えられる。こうした技術知識の幅が広がる効果を客観的に捉えるには、各発明の技術領域の広がりを見る必要がある。特許データでは IPC の数がそれを反映した指標になると考えられる。

パフォーマンスについては、特許の質を表す変数として用いられることの多い、被引用件数（出願から5年以内に審査官に引用された件数）を用いる。審査官による引用は主に他社の特許出願の拒絶理由として用いられることから、当該分野における排他権としての強さを表すものとも解釈できる。

これらの変数を用いて分析を行うが、その際、女性発明者比率と特許の質の内生性の問題に対処する必要がある。すなわち、生産性の高い企業や利益率の高い企業ほど生み出される特許の質が高く、また同時に女性比率の上昇にも注力している場合には、仮に女性発明者比率とパフォーマンスとの間に因果関係がなかったとしても、正の見せかけの相関が生じてしまう。こうした内生性の問題は、技術知識の幅と特許の質の間にも生じうる。そこで、推計においては、各種のコントロール変数を入れるだけでなく、操作変数を用いた2段階推定を行う。

女性発明者比率と IPC の数の関係の分析に用いる操作変数としては、文部科学省『学校基本調査』より各年の理系修士課程の修了者数に占める女性の割合を用いる¹⁴。この変数は、新規採用発明者の母集団における女性比率と解釈できる。女性の理系修士課程修了者が増えれば、企業が研究者として女性を採用する確率は高まると考えられる。他方で、女性の理系修士課程修了者が増えたからといって、それが直接的に企業の技術知識多様性や特許の質を高めるわけではないため、操作変数として機能すると考えられる。ただし、この変数は年レベルの変数となるため、これを操作変数として用いる場合には、年ダミーの代わりにトレンドの変数（2000年を1として毎年1ずつ増える変数）を2乗項まで導入する。なお、就職して最初の特許出願までのラグを考慮して、3年間のラグを設定している¹⁵。

また、IPC の数と被引用件数との関係の分析に用いる操作変数としては、工学系の修士卒業生の専攻分野の多様性に関する指標を用いる。『学校基本調査』では工学系の修士卒業生の内訳も公表されており、分野間での卒業生数の集中度が計算できる¹⁶。具体的

¹⁴ 『学校基本調査』は統計法に基づく指定統計であり全数調査を行っている。

¹⁵ 日米欧の3極特許庁に出願された発明に対して調査を行った Walsh and Nagaoka (2009)によれば、日本の発明者の75%以上が29歳までに最初の特許出願を行っている。そこで、1年から5年のラグを設けてそれぞれ推定したところ、4年目以降は操作変数である理系修士女性比率の有意性が著しく低下した。一方で、3年のラグが最も相関が強く操作変数としての適切性が高かったため、本稿では3期のラグを設けることとした。

¹⁶ 工学の内訳は、機械工学、電気通信工学、土木・建築工学、応用化学、応用理学、原子力工学、鉱山学、金属工学、繊維工学、船舶工学、航空工学、経営工学、工芸学、その他の14分野である。

には工学系 14 分野の修士卒業者数のシェアの 2 乗和 (HHI) を求め、1 から引いたものを工学修士の分野多様性の指標として用いる。修士課程卒業者は発明のインプットを構成する集団であり、専攻分野が多様化し多様な知識を持つ卒業者が増えれば、それらを採用した企業の研究開発部門のタスク型多様性も高まると考えられる。他方で、修士卒業者全体の専攻多様性が高まっても、それは直接的には各企業の各研究開発事業における発明の質を高めるわけではない。この変数についてもラグを設定し、3 年前の工学修士多様性を操作変数として用いる。

これら操作変数の利用により、多くの先行研究で生じていたであろう内生性の問題を緩和する。なお、先行研究においては内生変数のグループ平均を操作変数として用いるものも少なからず存在するため、本稿でも、女性発明者比率の操作変数として、同業他社における女性発明者比率の代理変数を補助的に用いる。ただし、利用しているデータセットには産業の情報は含まれていないため、各企業が出願している技術分野 (IPC3 桁レベル) を当該企業の研究開発活動に関連する事業分野とみなし、その分野での女性研究者の需給を表す変数を操作変数とする。より具体的には、各技術分野 (IPC3 桁レベル) における各年の平均女性発明者比率 (あるいは Blau 指数の平均値) を追加的な操作変数として用いる。この変数は当然自社の女性発明者比率とは強く相関すると考えられる。しかし、他社の女性発明者比率が高まっても、自社の技術知識多様性や特許の質にはほとんど関係しないだろう。技術知識多様性についても同様に、IPC3 桁レベルでの各年の平均 IPC 数を追加的な操作変数として用いる。ただし、仮に技術分野や事業分野に観察不能な異質性が存在する場合、それが内生変数のグループ平均と相関する危険性がある。したがって、本稿においてグループ平均は主に過剰識別検定を行うために用いている。実際、後述するように、本稿における過剰識別検定の結果からは、こうしたグループ平均の操作変数は外生性を満たさない可能性が高いことが示されている。

コントロール変数としては、企業×IPC3 桁の固定効果、及び年ダミー (あるいはトレンドの 2 次式) を導入する。これにより、各企業の各技術分野に特有の影響や、出願や審査の質の変動などの影響を取り除くことができる。すなわち、ある年における同じ企業の同じ IPC において、女性発明者比率が高まったことの効果を見ることができる。その他、企業×IPC ごとの発明の質や特許出願件数の違いなどをコントロールするため、請求項数、審査請求率、発明者数、ファミリーサイズ、発明者が一人の特許出願の割合 (単独発明者特許出願割合)、総出願件数を用いる¹⁷。

¹⁷ ファミリーサイズの変数としては PATSTAT に含まれる DOCDB_FAMILY_SIZE を用いている。

表2は推定に用いる変数の説明と記述統計である（変数はすべて企業×IPCレベルの平均値である）。サンプルにおける女性発明者比率の平均値は約4%であり、Blau指標も0.03と理論上の最大値0.5と比べてかなり低いことが分かる。

表3には変数間の相関係数を示す。同じジェンダー多様性を測る指標として、女性発明者比率とBlau指標の相関係数は0.415と比較的高いことが分かる。したがって、推定において両者は代替的に用いている。

表2. 推定に用いる変数の説明と記述統計量（企業×技術分野レベル）

変数 (企業×技術分野レベル の平均値)	説明	N	平均	標準偏差	最小値	最大値
被引用件数（5年以内）	出願から5年以内の被引用件数 （仮説2, 3の被説明変数：研究開発パフォーマンスの指標）	591,028	1.54	2.54	0.00	157.00
IPCの数	各特許に付与されている技術分野（IPC3桁） の数 （仮説1の被説明変数、仮説3の説明変数： 技術知識多様性の指標）	591,028	1.65	0.75	1.00	16.00
女性発明者比率	各特許出願の発明者に占める女性発明者の 割合 （仮説1, 3の説明変数：ジェンダー多様性 の指標）	591,028	0.04	0.17	0.00	1.00
Blau指標	1－（女性発明者比率と男性発明者比率の2乗 和） （仮説1, 3の説明変数：ジェンダー多様性 の指標）	591,028	0.03	0.09	0.00	0.50
理系修士女性比率（3年 前）	理系修士課程の修了者数に占める女性の割 合（3年のラグ） （操作変数：新規採用発明者の母集団にお ける女性比率）	591,028	0.16	0.03	0.12	0.20
工学修士分野多様性（3 年前）	工学修士修了者の専攻分野の多様性（3年の ラグ） （操作変数：新規採用発明者の母集団にお ける分野多様性）	591,028	0.78	0.02	0.74	0.81
同分野女性発明者比率	IPC3桁レベルの各年の平均女性発明者比率 （操作変数：同業他社の女性発明者比率の 代理変数）	591,028	0.04	0.04	0.00	0.35
同分野IPC数	IPC3桁レベルでの各年のIPC数 （操作変数：同業他社の平均的なIPCの数の 指標）	591,028	1.70	0.30	1.00	4.25
請求項数（対数）	特許出願の請求項数（対数）	591,028	1.50	0.71	0.00	5.16
審査請求率	審査請求された特許出願の割合	591,028	0.65	0.44	0.00	1.00
発明者数	各特許出願の発明者数	591,028	1.94	1.20	1.00	41.00
ファミリーサイズ	各特許出願のファミリーサイズ	591,028	1.52	1.76	1.00	122.75
単独発明者特許出願割合	発明者数が1人の特許出願の割合	591,028	0.52	0.46	0.00	1.00
総出願件数	企業×技術分野レベルの特許出願件数	591,028	7.10	44.21	1.00	2923.00

表3. 推定に用いられる変数の相関係数表

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
(a) 被引用件数 (5年以内)	1													
(b) IPCの数	0.163	1												
(c) 女性発明者比率	-0.022	-0.027	1											
(d) Blau指標	0.046	0.038	0.415	1										
(e) 理系修士女性比率 (3年前)	-0.089	-0.068	0.021	0.061	1									
(f) 工学修士分野多様性 (3年前)	0.074	0.056	-0.019	-0.061	-0.927	1								
(g) 同分野女性発明者比率	-0.050	-0.083	0.234	0.104	0.089	-0.082	1							
(h) 同分野IPC数	0.122	0.359	-0.046	0.047	-0.236	0.205	-0.195	1						
(i) 請求項数 (対数)	0.167	0.144	-0.042	0.091	0.118	-0.118	-0.044	0.100	1					
(j) 審査請求率	0.130	0.070	-0.068	0.039	0.091	-0.096	-0.080	0.057	0.099	1				
(k) 発明者数	0.122	0.134	0.006	0.230	0.083	-0.084	-0.047	0.175	0.212	0.169	1			
(l) ファミリーサイズ	0.066	0.096	0.008	0.056	0.111	-0.120	0.030	0.068	0.223	0.159	0.198	1		
(m) 単独発明者特許出願割合	-0.126	-0.140	0.014	-0.220	-0.083	0.082	0.082	-0.192	-0.209	-0.193	-0.758	-0.136	1	
(n) 総出願件数	0.037	-0.015	-0.007	0.049	0.012	-0.010	-0.033	-0.004	0.064	0.015	0.035	0.036	-0.027	1

5. 推計結果

表4は、仮説1を検証すべく、IPCの数(対数)を被説明変数、女性発明者比率(及びBlau指数)を説明変数として操作変数法による2段階推定を行った結果である。(1)と(2)のモデルは第2段階における説明変数が女性発明者比率の推定値であり、(3)のモデルはBlau指標の推定値を説明変数にしている。いずれも第1段階において操作変数として理系修士女性比率を用いているが、頑健性の確認のため、(2)のモデルについては追加的に同分野女性発明者比率も操作変数に加えている。

表4. ジェンダー多様性が技術知識多様性に与える影響(仮説1の検証)

	第2段階			第1段階		
	IPCの数(対数)			女性発明者比率		Blau
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
女性発明者比率	14.048** (2.406)	0.426** (2.163)				
Blau指標			13.352*** (2.731)			
理系修士女性比率(3年前)				0.187** (2.539)	0.115 (1.566)	0.197*** (2.924)
同分野女性発明者比率				0.445*** (24.538)		
請求項数(対数)	0.095*** (18.831)	0.095*** (57.515)	0.080*** (11.276)	0.000 (0.036)	0.000 (0.109)	0.001*** (3.670)
審査請求率	0.097*** (8.966)	0.079*** (31.267)	0.106*** (8.774)	-0.001** (-2.392)	-0.001** (-2.222)	-0.002*** (-4.178)
発明者数	-0.028* (-1.677)	0.010*** (8.020)	-0.117** (-2.481)	0.003*** (11.968)	0.003*** (11.970)	0.010*** (44.295)
ファミリーサイズ	0.035*** (11.428)	0.029*** (48.125)	0.038*** (10.462)	-0.000*** (-3.388)	-0.000*** (-3.816)	-0.001*** (-5.870)
単独発明者特許出願数	0.098** (2.196)	-0.003 (-0.956)	0.146*** (2.581)	-0.007*** (-11.004)	-0.007*** (-11.045)	-0.011*** (-18.575)
総出願件数	-0.000 (-0.452)	0.000** (2.300)	-0.001** (-2.187)	0.000 (1.400)	0.000 (1.394)	0.000*** (7.178)
定数項	0.484** (2.366)	0.959*** (111.315)	0.890*** (26.516)	0.016** (2.062)	0.007 (0.899)	-0.014** (-1.998)
企業X技術分野固定効果	yes	yes	yes	yes	yes	yes
トレンド(1次&2次)	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Observations	591,028	591,028	591,028	591,028	591,028	591,028
R-squared	0.000	0.082	0.014	0.000	0.049	0.060
Weak identification test (Cragg-Donald Wald F statistic)				6.44	304.28	8.55
Sargan statistic (overidentification test of all instruments)				0.000		

括弧内はz値

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

まず、第1段階の結果を見てみると、操作変数である理系修士女性比率（3年前）の係数は単独で用いた場合には正で有意となっている（モデル(1)と(3)）。したがって、内生変数との関連性は高いことを示唆している。なお、弱相関検定に関するF値はモデル(1)で6.44、モデル(3)で8.55とやや低い数値となっている（それぞれのバイアスはOLSの推定量のバイアスの25%以内、20%以内という水準である）ものの、両者の推計結果は概ね整合的であり頑健な結果と言える。

モデル(2)では、同分野女性発明者比率も操作変数として同時に用いている。この場合、理系修士女性比率の係数はやや有意性が低くなる（12%水準程度）が、同分野女性発明者比率については強く有意となっている。ただし、過剰識別テストでは操作変数の妥当性が強く棄却されており、外生性を満たしていない可能性が高い。同分野女性発明者比率は内生変数との相関が非常に強く、これはコントロール変数では除去しきれない技術分野や事業の異質性が存在する可能性を示唆している¹⁸。

次に、(1)から(3)のモデルにおける第2段階の結果を見ると、女性発明者比率及びBlau指数はいずれもIPCの数に有意な正の効果を持っていることが分かる。すなわち、ジェンダー多様性が高まることで、IPCの数で測定した技術知識多様性が高まるということである。この結果は仮説1を支持している。モデル(2)の操作変数は妥当性に疑問が残るものの、第2段階における係数の符号と有意性については、(1)から(3)すべてのモデルにおいて整合的な結果が得られており、結果の頑健性がうかがえる。

なお、次の表5では、仮説1における逆の因果の存在を確認すべく、被説明変数を女性発明者比率、説明変数をIPCの数として、工学修士分野多様性と同分野の平均IPC数を操作変数とした2段階推定を行っている。第1段階の操作変数の係数は有意性が高く、また、弱相関検定におけるF値も非常に大きくなっている。

第2段階の推計結果を見てみると、操作変数を工学修士分野多様性のみとしたモデル(1)ではIPCの数は女性発明者比率に対して有意な効果を持っていないことが確認できる。

さらに、操作変数に同分野IPC数を加えたモデル(2)では、IPCの数の係数は負で有意となっている。これは、モデル(2)の第1段階の推計における過剰識別テストの結果から、操作変数の外生性が満たされていないことが原因である可能性が高い。ここでも、内生変数のグループ平均は除外制約を満たさない危険性が示されている。他方で、IPCの数が女性発明者比率に対して負の効果を持つ（あるいは有意な効果を持たない）のは、

¹⁸ 仮に、推計で導入しているコントロール変数や企業×IPC3桁のダミーでコントロールしきれないような heterogeneity が存在し、それが説明変数に影響している場合には除外制約が満たされないことになる。

タスク型多様性が高まれば、あえてデモグラフィ型多様性を高めることに意味がないことも示唆している。すなわち、デモグラフィ型の多様性向上はタスク型多様性を高める手段として有用な手段であり、タスク型多様性こそが生産性向上の本質であることを示している可能性がある。

いずれにせよ、表4と5の結果からは、ジェンダー多様性が技術知識の幅を広げるのであって、少なくとも逆向きの正の関係は強くないことが分かる。

続いて、仮説2と仮説3を検証すべく、特許の質を表す被引用件数（5年以内）を被

表5. 技術知識多様性がジェンダー多様性に与える影響（仮説1の逆因果の検証）

	第2段階		第1段階	
	女性発明者比率		IPCの数（対数）	
	(1)	(2)	(1)	(2)
IPCの数（対数）	0.065 (1.562)	-0.014*** (-3.572)		
工学修士分野多様性			1.613*** (5.167)	0.813*** (2.614)
同分野IPC数				0.132*** (52.716)
請求項数（対数）	-0.006 (-1.555)	0.001*** (2.640)	0.095*** (57.744)	0.093*** (56.923)
審査請求率	-0.006* (-1.930)	-0.000 (-0.323)	0.079*** (31.343)	0.075*** (29.812)
発明者数	0.002*** (3.866)	0.003*** (12.399)	0.011*** (9.971)	0.011*** (9.950)
ファミリーサイズ	-0.002* (-1.895)	-0.000 (-0.062)	0.029*** (48.431)	0.030*** (49.299)
単独発明者特許出願数	-0.007*** (-9.224)	-0.008*** (-11.101)	-0.007** (-2.019)	-0.006* (-1.902)
総出願件数	0.000 (0.529)	0.000 (1.540)	0.000** (2.464)	0.000** (2.160)
定数項	-0.029 (-0.705)	0.049*** (12.221)	-0.328 (-1.302)	-0.316 (-1.260)
企業X技術分野固定効果	yes	yes	yes	yes
トレンド（1次&2次）	yes	yes	yes	yes
Observations	591,028	591,028	591,028	591,028
R-squared	0.0000	0.0001	0.1070	0.1830
Weak identification test (Cragg-Donald Wald F statistic)			26.70	1402.98
Sargan statistic (overidentification test of all instruments)			0.047	

括弧内はz値

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

説明変数とした推計を行う。ここでは説明変数として IPC の数と女性発明者比率を用いる。操作変数はそれぞれ、工学修士分野多様性と理系修士女性比率である。なお、表 4 と表 5 の過剰識別検定の結果から、分野平均を操作変数として用いることは適切でない可能性が高い。そのため、ここでは、工学修士の分野多様性と理系修士の女性比率のみを操作変数として用いる。この推定において操作変数の外生性が確認できれば、グループ平均を操作変数とした先行研究に対して、本研究の大きな優位性を示すことができる。

その際、これまでの分析から、ジェンダー多様性は技術知識多様性の決定要因のひとつであることが分かっているから、両多様性の指標間には多重共線性の問題が生じる。そこで、両者を代替的に用いた場合（モデル(1)と(3)）と、両者を同時に入れた場合（モデル(3)）とで結果を比較する。

推計結果は表 6 の通りである。まず、第 2 段階における IPC の数の係数を見ると、モデル(1)、(2)いずれにおいても正で有意となっている。これらの結果は、技術知識多様性の拡大が特許の質を高めることを示しており、仮説 2 を支持する結果である。また、モデル(2)の第 1 段階における過剰識別検定の結果から、工学修士の分野多様性と理系修士の女性比率については、外生性が確保されている可能性が高い¹⁹。

次に、ジェンダー多様性の指標である女性発明者比率の係数について見ていく。モデル(3)では IPC の数を説明変数に用いていない場合であるが、このときには女性発明者比率の係数は正で有意となる。この正の効果は、表 4 で見たように、ジェンダー多様性の向上が技術知識の多様性を高める効果を反映したものである。実際、技術知識多様性の指標である IPC の数も説明変数に入れたモデル(2)では、女性発明者比率の係数は負で有意となっている。これは、多重共線性の問題も大きいかもしれないが、IPC の数をコントロールした場合、情報・意思決定理論に基づく正の効果がコントロールされるため、社会的カテゴリ理論が想定するようなジェンダー多様性の拡大に伴う負の効果が主に抽出されることを示唆している。

表 4 から表 6 の結果を合わせると、女性発明者比率と IPC の数のうち、直接的に特許の質を高める効果を持つのは IPC の数であると言える。したがって、単純に女性発明者比率を高めるだけではパフォーマンスを高める効果はなく（むしろマイナスで）、それが効果を発揮するのは技術知識の幅を広げる効果を通じてであると言える。このことは、研究開発パフォーマンスを高める本質的な多様性がタスク型多様性であることを示唆している²⁰。

¹⁹ したがって、表 4 や 5 におけるグループ平均は操作変数の外生性を満たしていない可能性が高いと言える。

²⁰ 技術の幅が広がれば、それまで関連のなかった分野でも引用される機会が増えるため、被引用件数は増えや

表 6. 多様性が特許の質に与える影響（仮説 2 と仮説 3 の検証）

	第2段階			第1段階		
	被引用件数（5年以内）			IPCの数 （対数）	IPCの数 （対数）	女性発明 者比率
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
IPCの数（対数）	3.727*** (5.079)	8.254*** (7.448)				
女性発明者比率		-0.257*** (-2.892)	127.457** (2.491)			
工学修士分野多様性（3年前）				2.236*** (8.320)	1.299*** (4.116)	
理系修士女性比率（3年前）					2.408*** (6.675)	0.187** (2.539)
請求項数（対数）	0.094* (1.765)	-0.388*** (-3.646)	0.396*** (8.963)	0.072*** (55.783)	0.095*** (57.820)	0.000 (0.036)
審査請求率	0.250*** (3.717)	-0.057 (-0.628)	0.760*** (8.010)	0.090*** (38.992)	0.080*** (31.601)	-0.001** (-2.392)
発明者数	0.041*** (3.150)	-0.013 (-0.780)	-0.281* (-1.891)	0.016*** (20.309)	0.011*** (9.956)	0.003*** (11.968)
ファミリーサイズ	-0.011 (-1.254)	-0.192*** (-5.860)	0.102*** (3.795)	0.012*** (56.665)	0.029*** (48.395)	-0.000*** (-3.388)
単独発明者特許出願数	0.002 (0.145)	0.027 (0.866)	0.922** (2.362)	0.002 (0.578)	-0.007** (-2.021)	-0.007*** (-11.004)
総出願件数	-0.002*** (-7.691)	-0.002*** (-5.759)	-0.003** (-2.366)	0.000 (1.396)	0.000** (2.509)	0.000 (1.400)
定数項	-2.904*** (-3.521)	-6.545*** (-6.067)	-2.964* (-1.655)	-0.681*** (-3.138)	-0.321 (-1.275)	0.016** (2.062)
企業X技術分野固定効果	yes	yes	yes	yes	yes	yes
トレンド（1次&2次）	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Observations	918,933	591,028	591,028	918,933	591,028	591,028
R-squared	0.0339	0.0402	0.000291	0.178	0.107	0.000153
Weak identification test (Cragg-Donald Wald F statistic)				69.218	35.456	
Sargan statistic (overidentification test of all instruments)				0.175		

括弧内はz値

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6. 結論とインプリケーション

本稿では、「ジェンダー多様性の向上は技術知識多様性の向上を通じてパフォーマンスを高める」という関係を、特許データを用いて検証した。その際、多くの先行研究が

すいと考えられる。そこで、被引用件数について、当該特許出願と同じ筆頭IPC分野（3桁）からの引用に限定したものを被説明変数に用いた分析も行った。その結果、IPCの数の係数は依然として1%水準で正で有意、かつ女性発明者比率の係数は負であるが有意でなく、ほとんど同じ結果が得られた。したがって、技術知識多様性は、幅と頻度の両面から被引用件数を高めていると言える。

抱えている内生性の問題には、操作変数を用いた2段階推定を行うことで対処した。分析の結果、女性発明者比率は研究開発活動における技術知識の多様性（IPCの数）を高める効果を持つことが分かった。また、逆に、技術知識の多様性を高める必要があるからこそ、企業が女性発明者比率を高めているといった関係は有意でないことも明らかとなった。さらに、技術知識の多様性は被引用件数で測った特許の質を高める効果があり、かつ、女性発明者比率自体にはそのような効果はないことも確認された。

これらの結果は、ジェンダー多様性の拡大が技術知識多様性を高める有効な手段であること、そしてそれを通じて研究開発パフォーマンスを高める効果があることを示唆している。すなわち、研究開発パフォーマンスを高める本質的な決定要因はタスク型多様性の向上であると言える。他方で、研究開発の現場では、社会的カテゴリ理論で言われているような、ジェンダー多様性を高めることによる負の効果が強く働いている可能性も示唆された。したがって、研究開発組織において生産性を高めるには、まずタスク型多様性の実現を主要な目的として、研究開発者の採用にあたっては、技術知識の多様性を重視すべきであり、女性比率を高めること自体を目標にすることはパフォーマンスを低下させかねないことに注意する必要がある。

しかし、実際には、政策や企業戦略において、数値としての測定しやすさから、デモグラフィ型多様性に対して、具体的な数値目標を設定するようなケースも存在する。特に、近年ではSDGsやコーポレート・ガバナンスの観点などからも、公平性を重視してデモグラフィ型多様性の拡大が強く求められている。そこで、女性発明者の比率を高める際には、情報・意思決定理論に基づく知識多様性の拡大による正の効果を大きくし、かつ、社会的カテゴリ理論が主張するようなジェンダー多様性の持つ負の側面を抑制していくことが重要となる。前者については、企業の研究開発戦略を明確にしたうえで、それに応じた人材の採用・配置を行うといったことが重要になると考えられる。また、後者については、例えば、組織における包摂的な風土を醸成することの重要性が指摘されている(Shore et al., 2011 ; Barak et al., 2016)。包摂的風土のある環境は、人間関係における認知バイアスを抑制することで、コンフリクトの低減や離職率の低下など、デモグラフィ型多様性がもたらす負の影響を軽減する効果を持ちうる(Nishii, 2013)。

他方で、女性発明者比率を高めることが常に望ましいわけではなく、最適な水準が存在することにも注意が必要である。本稿の分析においては、女性発明者比率を高めることで技術知識多様性が高まる（それによって特許の質が高まる）という推計結果が得られた。このことは、女性発明者比率がまだ企業にとって最適な水準にまで達していないことを意味している。仮に、女性発明者比率がすでに最適な水準に達しているとすれば、

それを超えて比率を高めることは、むしろ男性発明者比率を過度に低下させることになり、結果的に技術知識多様性を低下させることになる。

また、女性発明者比率を高めるにしても、実現可能な水準は存在する。この点に関しては、女性発明者比率は2019年時点で6%程度（図1）であり、女性の理系修士号取得者の割合は2000年時点で12%程度、2019年時点で19%程度であるため、長期的には女性発明者比率を向上させる余地はまだあると考えられる。さらに、政府としても女性発明者の母集団ともいえる女性の理系研究者比率の上昇に取り組んでおり、実現可能な水準自体が高まる可能性もある。

なお、女性発明者比率の上昇は、長期的には必ずしも男性発明者の雇用を減らすわけではない。タスク型多様性の向上により研究開発のパフォーマンスが高まれば、企業の収益が増えるため、利潤を最大にする研究開発者の投入量も増えていく。企業が研究者の総数を増やす中で、新規採用における女性発明者比率を高めていくことは、男性発明者の雇用者数の増加と必ずしも矛盾しない。

本稿の分析には課題も存在する。まず、タスク型多様性とジェンダー多様性について、技術知識の幅と性別という特許データで測定可能な限られた変数しか扱っていない。その技術知識の幅についても、測定手法には改善の余地がある。本稿では、単純に技術分野の数で測定していたが、例えば、発明者ごとに分野別の出願件数をカウントしたうえで、チーム内での発明者の組合せによって技術知識の幅の影響を捉えることや、各発明の引用文献の多様性を用いることなど、より直接的な測定手法も考えられる。また、本稿では、それぞれの多様性が、どのようなときにより強い効果を発揮するかという分析までは行えなかった。例えば、包摂的な組織風土を媒介とした多様性の影響や、多様性の要素間の組み合わせを通じた効果の違いに関する分析なども考えられる。これらについては今後の研究課題としたい。

参考文献

- 鈴木貴晶・山内勇・劉健峰・袁媛（2024）「発明者のチームの多様性に着目した特許の質や量に関する調査」『令和5年度 我が国の知的財産制度が経済に果たす役割に関する調査報告書』（知的財産研究所）pp. 133-164.
- 鈴木智気・金間大介（2021）「イノベーション活動におけるダイバーシティ・マネジメントとインセンティブ設計」『研究 技術 計画』，第36巻，第4号，pp. 364-377.
- 総務省（2022）『2022年（令和4年）科学技術研究調査結果の概要』，
(https://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/kekkgai/pdf/2022ke_gai.pdf)，最終閲覧

日 2023 年 7 月 31 日.

内閣府 (2021) 『令和 3 年版男女共同参画白書』.

中村健太(2016) 『IIP パテントデータベース』の開発と利用『国民経済雑誌』, 214(2), pp. 75-90.

山内勇・長岡貞男・宮崎大輔 (2022) 「COVID-19 が研究開発・特許化活動に与えた影響：需要ショック、出願のタイミング、特許化のオプションバリュー」 RIETI Policy Discussion Paper Series 22-P-013.

Adams, R. and P. Funk (2012) “Beyond the Glass Ceiling: Does Gender Matter?” *Management Science*, 58(2), pp. 219-235.

Ancona, D. G. and D. F. Caldwell (1992) “Demography and Design: Predictors of New Product Team Performance,” *Organization Science*, 3, pp. 321-341.

Barak, M. E. M., E. L. Lizano, A. Kim, L. Duan, M. K. Rhee, H. Y. Hsiao, and K. C. Brimhall (2016) “The Promise of Diversity Management for Climate of Inclusion: A State-of-the-Art Review and Meta-Analysis,” *Human Service Organizations: Management, Leadership and Governance*, 40(4), pp. 305-333.

Brunetta, F., L. Marchegiani, and E. Peruffo (2020) “When Birds of a Feather Don’t Flock Together: Diversity and Innovation Outcomes in International R&D Collaborations,” *Journal of Business Research*, 114, pp. 436-445.

Choi, J. N. and T. Sy (2010) “Group-level Organizational Citizenship Behavior: Effects of Demographic Faultlines and Conflict in Small Work Groups,” *Journal of Organizational Behavior*, 31(7), pp. 1032-1054.

Cohen, W. M. and D. A. Levinthal (1989) “Innovation and Learning: The Two Faces of R&D,” *The Economic Journal*, 99(397), pp.569-596.

Cohen, W. M. and D. A. Levinthal (1990) “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation,” *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp.128-152.

Díaz-García, C., A. González-Moreno, and F. J. Sáez-Martínez (2013) “Gender Diversity within R&D Teams: Its Impact on Radicalness of Innovation,” *Organization & Management*, 15(2), pp.149-160.

Eckel, C. C. and P. J. Grossman (2008) “Men, Women and Risk Aversion: Experimental Evidence,” in *Handbook of Experimental Economics Results*, 1, pp.1061-73.

Ely, R. (2004) “A Field Study of Group Diversity, Participation in Diversity Education Programs, and Performance,” *Journal of Organizational Behavior*, 25(6), pp.755-

780.

- Faems, D. and A. M. Subramanian (2013) "R&D Manpower and Technological Performance: The Impact of Demographic and Task-Related Diversity," *Research Policy*, 42, pp. 1624-1633.
- Fernández-Sastre, J. (2015) "The impact of R&D Teams' Gender Diversity on Innovation Outputs," *International Journal Entrepreneurship and Small Business*, 24(1), pp. 142-162.
- García-Vega, M. (2006) "Does Technological Diversification Promote Innovation? An Empirical Analysis for European Firms," *Research Policy*, 35(2), pp. 230-246.
- Goto, A. and K. Motohashi (2007) "Construction of a Japanese Patent Database and a First Look at Japanese Patenting Activities," *Research Policy*, 36(9), pp. 1431-1442.
- Hogarth, R. M., N. Karelaia, and C. A. Trujillo (2012) "When Should I Quit? Gender Differences in Exiting Competitions," *Journal of Economic Behavior & Organization*, 83(1), pp. 136-150.
- Horwitz, S. K. and I. B. Horwitz (2007) "The Effects of Team Diversity on Team Outcomes: A Meta-Analytic Review of Team Demography," *Journal of Management*, 33(6), pp. 987-1015.
- van Knippenberg, D., C. De Dreu, and A. Homan (2004) "Work Group Diversity and Group Performance: An Integrative Model and Research Agenda," *Journal of Applied Psychology*, 89, pp. 1008-1022.
- Lerner, J. (1994) "The Importance of Patent Scope: An Empirical Analysis," *The RAND Journal of Economics*, 25(2), pp. 319-333.
- Martinez, M. G., F. Zouaghi, and T. G. Marco (2017) "Diversity is Strategy: The Effect of R&D Team Diversity on Innovative Performance," *R&D Management*, 47(2), pp. 311-329.
- Midavaine, J., W. Dolfsma, and R. Aalbers (2016) "Board Diversity and R&D Investment," *Management Decision*, 54(3), pp. 558-569.
- Nishii, L. H. (2013) "The Benefits of Climate for Inclusion for Gender-Diverse Groups," *Academy of Management Journal*, 56(6), pp. 1754-1774.
- Oakes, P. J., S. A. Haslam, and J. C. Turner (1994) "Stereotyping and Social Reality," *Personality and Social Psychology Bulletin*, 20(5), pp. 454-463.

- Onishi, K. and H. Owan (2020) “Heterogenous Impacts of National Research Grants on Academic Productivity,” RIETI Discussion Paper Series, 20-E-052.
- Østergaard, C. R., B. Timmermans, and K. Kristinsson (2011) “Does a Different View Create Something New? The Effect of Employee Diversity on Innovation,” *Research Policy*, 40(3), pp. 500-509.
- Page, S. (2017) *The Diversity Bonus: How Great Teams Pay Off in the Knowledge Economy*, Princeton University Press.
- Shore, L. M., A. E. Randel, B. G. Chung, M. A. Dean, K. H. Ehrhart, and G. Singh (2011) “Inclusion and Diversity in Work Groups: A Review and Model for Future Research,” *Journal of Management*, 37(4), pp. 1262-1289.
- Sila, V., A. Gonzalez, and J. Hagendorff (2016) “Women on Board: Does Boardroom Gender Diversity Affect Firm Risk?” *Journal of Corporate Finance*, 36, pp. 26-53.
- Singh, J. and L. Fleming (2010) “Lone Inventors as Sources of Breakthroughs: Myth or Reality?” *Management Science*, 56(1), pp. 41-56.
- Teruel, M. and A. Segarra-Blasco (2022) “Gender, Occupational Diversity of R&D Teams and Patents Generation: An Application to Spanish Firms,” *R&D Management*, 52(3), pp. 517-529.
- Turner, L. (2009) “Gender Diversity and Innovative Performance,” *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 4, pp. 123-134.
- Uzzi, B., S. Mukherjee, M. Stringer, and B. Jones (2013) “Atypical Combinations and Scientific Impact,” *Science*, 342, pp. 468-472.
- Walsh, J. P. and Nagaoka, S. (2009) “Who Invents?: Evidence from the Japan-U.S. inventor survey,” *RIETI Discussion Paper Series*, 09-E-034.
- Williams, K. Y. and C. A. O’Reilly (1998) “Demography and Diversity in Organizations: A Review of 40 Years of Research,” *Research in Organizational Behavior*, 20, pp. 77-140.
- Woodman, R. W., J. E. Sawyer, and R. W. Griffin (1993) “Toward a Theory of Organizational Creativity,” *Academy of Management Review*, 18(2), pp. 293-321.
- World Economic Forum (2023) *Global Gender Gap Report 2023*.
- Yang, Y., Tian, T. Y., Woodruff, T. K., Jones, B. F. and Uzzi, B. (2022) “Gender-diverse teams produce more novel and higher-impact scientific ideas,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(36), e2200841119.