

懸賞論文テンプレート(学部学生用)

2023 年 12 月 早稲田商学同攻会

※注意※

○本文(この原稿)には執筆者の氏名、所属ゼミ名、指導教員の氏名、謝辞は書かないでください。氏名、所属ゼミ名、指導教員の氏名は応募フォームにのみ書きます。

○別紙の応募要項、および執筆要領の規定に従わず作成された論文は、一切受理しません。

○論文提出後、表題を含め、一切の修正を認めません。

【日本語表題】

表 題：政府助成金の獲得がイノベーションを媒介して投資家からの資金調達に与える間接的な効果

(副表題：)

※副表題を付けるかについては執筆者の自由とする。

政府助成金の獲得がイノベーションを媒介して投資家からの資金調達に与える間接的な効果

<論文要旨>

近年、日本において重要性が高まる研究開発型スタートアップには、投資家との間にある情報の非対称性が大きいために資金調達に難航するという課題がある。これまでの政府助成金に関する研究では、情報の非対称性を解消し資金調達をもたらすという政府助成金の直接的な効果のみ実証されている。本研究では、政府助成金の獲得がイノベーションの促進を通じて投資家からの資金調達に与える間接的な効果を実証する。実証の結果、政府助成金の獲得は、長期間にわたって投資家からの資金調達に正の影響を与えることがわかったが、イノベーションの促進による間接的な効果は観測できなかった。しかし、政府助成金は、共同研究によるイノベーションを通じた場合にのみ資金調達に間接的に影響を与えており、これは大企業や大学との提携が高品質なイノベーションを生み出し、投資家に対して強力なシグナルを提供しているためであると考えられる。

1. 研究背景

近年、日本においてスタートアップへの注目度が高まっている。2022年11月28日には、岸田政権によって「スタートアップ育成5か年計画」が掲げられた。この計画において、スタートアップは社会的課題を成長のエンジンに転換して、持続可能な経済社会を実現する(内閣府, 2022)鍵とされており、日本国内のスタートアップを増やすべく政府・民間によるスタートアップ育成の戦略やロードマップが示された。特に、最先端の研究成果を元にビジネスを行う研究開発型スタートアップは、その革新的な技術により未解決の社会課題に挑戦し、経済成長を後押しする存在として重要視されている。

しかし、研究開発型スタートアップには、投資家からの資金調達が容易ではないという課題がある。アーリーステージにおける研究開発活動には多くの資金が必要であるが、研究開発を必要としないスタートアップと比べると事業収入を得るまでに長い時間を要する(内閣府, 2003)上に、扱う技術の専門性の高さから投資家との間にある情報の非対称性が非常に大きい(玉井, 2011)。

そのような状況において、政府助成金は重要な役割を果たしている。先行研究では、政府助成金の獲得によって短期的に資金調達率が向上することが明らかになっている。Islam et al.(2018)は、米国の新興産業におけるアーリーステージのスタートアップを対象として、政府助成金の獲得は投資家からの資金調達を促進することを実証した。

このような短期的な資金調達への効果について、先行研究はシグナリング効果を用いて説明している。シグナリング効果とは、シグナルを発することによって、二者間の情報の非対称性を解消させることである(Spence, 2002)。すなわち、政府助成金の獲得によって優れた専門家らによる公正な審査を通過したというスタートアップの技術力を示すシグナルが発信されることで、投資家との情報の非対称性が解消され、資金調達が促されると説明されていた。

一方で、政府助成金が及ぼす長期的な影響も示唆されている。

Howell(2017)は政府助成金の獲得が投資家からの資金調達に与える影響が4年間にわたることを実証した。しかし、シグナリング効果は時間の経過とともに効果が弱まる性質を持っている(Hoenen, 2014)ため、シグナリング効果以外での説明が必要である。

このような長期的な効果が観測された原因として、政府助成金によって促進されたイノベーションが資金調達に間接的に影響を与えていると推察される。Howell(2017)は、長期的な効果の要因を、スタートアップが政府助成金をプロトタイプの作成に使用し、投資家との情報の非対称性を解消することに起因していると考えしていた。以上のことから、政府助成金が資金の不足しているアリーステージの研究開発型スタートアップの技術開発基盤を拡充し、研究開発を促進させることで(Bronzini & Piselli, 2016)投資家からの資金調達に影響を与えているのではないだろうか。

しかし、先行研究では政府助成金が投資家からの資金調達に直接与える影響に注目しているものが多く、間接的な効果に関する研究は行われていない。本研究では、Resource Based View(以下、RBV)とシグナリング理論を組み合わせ、日本の研究開発型スタートアップの政府助成金獲得がイノベーションを媒介して資金調達に与える長期的な影響を実証する。

2. 先行研究

2.1 シグナリング効果に注目した政府助成金研究

政府助成金を持つ効果として、シグナリング効果について頻繁に議論されている(Islam et al, 2018; Chen et al., 2018)。政府助成金は公平な審査を勝ち抜いたスタートアップにのみ受給される補助金であるため(Hsu, 2006)、政府助成金に採択されたスタートアップは、自社技術に関

する強いシグナルを投資家に対して発することができる。このシグナルにより、アーリーステージの研究開発型スタートアップは、投資家との情報の非対称性を解消することができ、資金調達を促進することが可能になる。

一方で、Howell(2017)は、政府助成金が資金調達に与える影響を4年間にわたり実証した。この効果は、時間依存的でないことからシグナリング理論では説明できないことがわかる。Howell(2017)は、一連の効果に関して、スタートアップの資源が拡張され、技術のプロトタイプを作成することによって、投資家との情報の非対称性を解消した結果であると論じた。これは、政府助成金を持つイノベーションを媒介して資金調達を促進しているという間接的な影響を示している。しかし、上記の主張は、政府助成金と資金調達との定量的な分析と政府助成金の使い道に関するアンケートの集計結果を組み合わせで導出した結果であった。つまり、政府助成金によるイノベーションを媒介した資金調達への間接的な効果を正確に実証した研究とはいえない。また、このような観点に注目した研究はほとんど存在せず、研究の余地があると考えた。従って、研究開発型スタートアップの政府助成金獲得はイノベーションを媒介して資金調達に影響を与えるのかについて実証していく。

2.2 政府助成金がイノベーションに与える影響

アーリーステージのスタートアップは、活用できる資源が少ない(Katila et al., 2008)ため、多くの課題を抱えている。技術シーズの概念実証や、解決する課題と技術の整合性の検証、参入する市場と提供する製品・サービスやビジネスモデルとの整合性など(経産省, 2023)数多く挙げられる。特に、研究開発型スタートアップは、その他のスタートアップと比べ、事業収入を得るまでに多くの時間がかかる(内閣府, 2003)。また、研究開発への先行投資のために社外から多額の資金を集める必要がある(Katila et al., 2008)。

そのような状況下において、政府助成金は、公的な審査を通過すれば一様に獲得することができるため、スタートアップにとって貴重な資源として注目されている。Plank et al.(2018)は、RBVの観点から、政府助成金がスタートアップの自社資源を拡張することによって、イノベーションを促進することを実証した。RBVにおいて、企業の資源こそがイノベーションを起こす上で重要な源泉であると主張されており(Dosi, 1988)、政府助成金はスタートアップの資源を拡張することでイノベーションを促進することに役立っている。

具体的には、基礎研究やプロトタイプの作成の際に必要な、研究開発要員や研究開発労働条件、研究開発プロジェクト・ポートフォリオ、企業の評判等といったイノベーションを促進させる企業の様々な資源を拡張するために使用されている(Howell, 2017; Plank et al, 2018)。このように、政府助成金を活用し、スタートアップ内の研究開発投資や研究者数を拡張することで、イノベーションが促進される効果が認められている(Bronzini & Piselli, 2016)。

2.3 共同研究が資金調達に与える影響

前項では、イノベーションを促進するための手段として政府助成金の重要性を述べたが、共同研究も有効な手段として挙げられる。企業はイノベーションの取り組みを支援するために共同研究を利用することで、事業の成功の確率が高まる(González-Benito et al.2016)。

アーリーステージのスタートアップが共同研究を行うことのメリットとしては、スタートアップ単体では獲得することのできない追加的または補完的な資源にアクセスできる点である。スタートアップは、大企業や大学が持つ資産を利用することができるため、資産形成や獲得に必要な先行投資を行う必要がない(Teece, 1986)。そのため、リスクが軽減されるだけでなく、必要資金も削減される。

このように、スタートアップは共同研究を行うことによって補完的な資源を活用することができ、より品質の高いイノベーションを生み出すことが可能になる。

2.4 イノベーションが資金調達に与える影響

研究開発型スタートアップにおいてイノベーションが起これば、特許(Kou et al., 2020)やプロトタイプ(Howell, 2017)など、様々な形でその成果が第三者に公開される。特に、特許は投資家からの資金調達を促進させることが明らかになっている(Farre-Mensa et al., 2020)。

このようなイノベーションの成果である特許の資金調達への効果について、先行研究はシグナリング理論を用いて説明している。アーリーステージのスタートアップは不確実性が高い技術を有していることが多いため投資家との情報の非対称性が大きくなり、資金調達に難航する(玉井, 2011)。そのような状況下では、特許はスタートアップの品質を示す強力なシグナルとなる。

特許は、取得後に技術に関する情報が第三者から観測可能になる。また、特許庁によると、特許出願から獲得までにかかる平均期間は10.1ヶ月とされているため、Spence(2002)が提唱したシグナルとしての条件を満たしていると考えられる。実績の少ない研究開発型スタートアップにとって、特許によって保護されたイノベーションを所有していることは、競合他社と比較して、事業拡大の実行可能性と戦略的ポジショニングを投資家に明確に示すことが可能になる(Bollazzi et al., 2018)。すなわち、研究開発型スタートアップが持つ特許は、自社の技術の実現可能性を示すシグナルとして機能することから、投資家との情報の非対称性を解消し、資金調達を促進する役割を担っている。

以上より、政府助成金獲得による短期的なシグナリング効果については明らかにされているが、政府助成金獲得により促進されたイノベーションを媒介して、投資家からの資金調達に繋がるという間接的な効果について実証した研究は少ない。本研究では、政府助成金獲得がイノベーションを媒介した資金調達への間接的な効果を実証することで、政府助成金研究の拡張に貢献する。

3. 仮説

政府助成金は、利用可能な資源が不足しているアーリーステージの研究開発型スタートアップにとって、自社資源を拡充する役割をもつ、外部の貴重な資金源である(Plank et al., 2018)。政府助成金獲得によって資金的に余裕ができると、多くのスタートアップは自分たちのコア技術を確立するべく研究開発への投資を拡充する(Howell, 2017)。すなわち、政府助成金を獲得することで研究開発型スタートアップの研究開発活動は促進される。

実際に、本研究室の担当教授が NEDO による助成金を獲得した研究開発型スタートアップに対して行ったインタビューにおいても、ある産業・エネルギー系スタートアップは、「NEDO の助成金は、最初の押し出しの部分に非常に寄与してきて、そこがあることによって事業の加速ができた」と語るように、政府助成金獲得によって研究開発活動が促進される。また、ある素材系スタートアップは「NEDO の補助で材料を作っていけるようになるところまでサポートしてくれた。そこに対して協調でベンチャーキャピタルがお金を出してくれたおかげで今の当社がある」と語っており、研究開発型スタートアップにとってイノベーションを確立する上で政府助成金がいかに重要かが読み取れる。

研究開発活動によって生み出された成果は、研究開発型スタートアップと投資家との間にある情報の非対称性を解消するシグナルとして機能することで、投資家からの資金調達に繋がっている。アーリーステージの研究開発型スタートアップは外部に開示できる実績が乏しいが、研究開発の成果が特許など第三者に見える形で公開されることで投資家から適切な評価を受けることができる。

上記の先行研究より、政府助成金によって促進されたスタートアップの研究開発活動の成果を媒介して、その後投資家から資金を調達しやすくなるという間接的な効果が推察される。これは、Islam et al.(2018)が実証した、政府助成金を持つ短期的なシグナリング効果とは明らかに異なる。政府助成金を持つ一連の効果を実証するため、仮説 1 を設定した。

仮説 1：政府助成金獲得後のイノベーションが投資家へのシグナルとなり、投資家からの資金調達に正の影響をもたらす

さらに本研究では、政府助成金獲得と投資家からの資金調達を媒介する研究開発の成果について、その間接的な効果を高める要因と考えられる既存企業等との共同研究に焦点を当てる。

政府助成金獲得によって、アーリーステージの研究開発型スタートアップの自社資源が拡充されるが、共同研究を行うことによって、さらにスタートアップの自社資源は拡充され、研究開発活動は促進される。スペインの企業を対象に、共同研究が企業のイノベーションに果たす役割を調査した González-Benito et al.(2016)によると、共同研究はイノベーションの成功に有益であることが示唆されている。

資源の乏しいアーリーステージの研究開発型スタートアップは、利用可能な資源を多く保有している既存企業と提携することで、資産形成や獲得に必要な先行投資を行う必要がなかったり (Teece, 1986)、追加的または補完的な資源に効率的にアクセスすることができたりする (Katila & Mang, 2003) ことにより、活用できる資源の幅が広がる。

仮説 1 と同様に、共同研究を通じた開発の成果も投資家に対する有効なシグナルとして機能し、間接的に資金調達を促進する効果がある。この媒介による効果を実証するために仮説 2 を設定した。

仮説 2：政府助成金獲得後の共同研究によるイノベーションが投資家へのシグナルとなり、投資家からの資金調達に正の影響をもたらす

4. リサーチデザイン

4.1 サンプル

本研究の調査対象は、日本国内のスタートアップである。サンプルとして抽出するスタートアップの基準は、本研究と同様に政府助成金の獲得が投資家からの資金調達へ与える影響を測定した Islam et al.(2018)が用いた次の三つの基準に従った。第一に、2010 年時点で設立から 10 年以上経過していない企業であること。第二に、教育機関、公的研究機関、非営利の研究機関ではない企業であること。第三に、外国法人ではない企業であることである。

サンプルに関する情報は、株式会社ユーザベースが提供しているスタートアップデータベース「INITIAL」を用いて収集した。INITIAL には、登記簿や官報、複数のベンチャーキャピタルへのアンケート調査などから収集した情報を基にして、スタートアップに関する情報が網羅的に含まれている。

INITIAL から取得することができたサンプルは、NEDO による助成金を獲得したスタートアップ 527 社、NEDO による助成金を獲得したことのないスタートアップ 14,045 社の計 14,572 社であった。

本研究室で行われた昨年度の研究¹では、NEDO による助成金獲得が投資家からの資金調達に与える短期的な効果を実証しており、研究対象が類似していることからこの研究で使用されたサンプルをベースにして本研究のサンプルは作成した。

ベースとなるサンプルは次のように作成されている。まず INITIAL より収集した 14,572 社のスタートアップについて、傾向スコア分析アプローチ (Rosenbaum & Rubin, 1983)を用いてサンプルを絞り込んだ。具体的には、スタートアップが今までに受けたベンチャーキャピタル総資金調達額 (TOTAL_FUND)、スタートアップの年齢(AGE)、分野(SECTOR)、および都道府県(REGION)をマッチング変数として、各スタートアップの傾向スコアを算出した。その後、算出された傾向スコアに基づいて、NEDO による助成金

¹ 川野・土屋・林(2023), 『シグナリング理論からみる政府助成金の効果 ―日本の研究開発型スタートアップにおける実証分析―』

を獲得したスタートアップと獲得したことのないスタートアップをマッチングさせ、NEDOによる助成金を獲得したスタートアップと獲得したことのないスタートアップ各 511 社、計 1,022 社のサンプルを抽出した。この 1,022 社について、NEDOによる助成金を獲得した四半期を基準として、計 1 年半の期間でパネルデータを作成している。

本研究では、抽出した 1,022 社から、採択された助成プログラムのうち開始日が不明である等による欠損値を除く操作を追加で行い、NEDOによる助成金を獲得したスタートアップと獲得したことがないスタートアップ各 328 社の計 656 社を最終的なサンプルとした。

さらに、ベースとなるパネルデータは期間が 1 年半であったが、本研究ではスタートアップが設立された年から 2022 年までの期間において、1 年ごとのパネルデータを作成している。

厳密なランダムサンプリングができていない点は本研究の限界点だが、標準偏差や最大値、最小値などの主要な数値を確認したところ、外れ値は見られなかったためサンプル抽出のランダム性が確かめられた。詳細な値については結果の節にて示す。

4.2 変数

4.2.1 仮説に用いる変数

以下で、仮説に用いる変数を説明する。

第一に、NEDOによる助成金獲得が、その後の投資家からの資金調達に与える影響を調査するために、ある年に投資家から調達した資金の総額(FUND_AMOUNT)を用いた。スタートアップが投資家から資金調達した年や調達した金額などのデータは、INITIALに掲載されている情報に基づいて作成している。第二に、NEDOによる助成金獲得が、その後の投資家からの資金調達に与える影響を調査するために、スタートアップのNEDOによる助成金獲得の有無(GRANT)を用いた。この変数は、スタートアップがその年にNEDOによる助成金を獲得している場合は1に、獲得していない場合は0となるダミー変数

である。スタートアップがNEDOによる助成金を獲得した経験に関するデータは、INITIALに掲載されている情報に基づいて作成した上で、NEDOの公式HP(<https://www.nedo.go.jp/>)と照合した。第三に、NEDOによる助成金獲得によって促進されたイノベーションが、その後の投資家からの資金調達に与える影響を調査するために、対象年度に公知された特許の総数(TOTAL_PATENT)を用いた。特許は、企業が導入した新製品や新プロセスの数など、通常調査を通じて測定される他の指標に比べて、個人的または主観的な考慮の影響を受けにくく、さらにはイノベーションの質も反映する(Raffaello, 2016)ため、本研究ではイノベーションのアウトプットを測定する指標として使用している。スタートアップごとの公知された特許数や、公知日等のデータは、独立行政法人工業所有権情報・研修館が運営する、特許情報プラットフォーム(J-PlatPat)に掲載されている情報に基づいて作成している。第四に、NEDOによる助成金獲得後に行われた共同研究によるイノベーションが、その後の投資家からの資金調達に与える影響を調査するために、対象年度に公知された特許のうち、共同出願によって公知された特許の総数(TOTAL_COLLABORATION)を用いた。共同出願による特許に関するデータは、TOTAL_PATENTと同様のプラットフォームに掲載されている情報に基づいて作成している。

4.2.2 統制変数

上記の変数以外で、仮説を検証する際に影響を与えと考えられる要素を統制変数として組み込んだ。第一に、スタートアップがNEDOによる助成金獲得以前に投資家から調達した資金の総額(PAST_FUND_AMOUNT)である。この変数は、投資家からの資金調達額とNEDOによる助成金獲得の可能性の間に非線形関係があることを考慮し、対数変換を行った。第二に、スタートアップが過去にNEDO以外の政府助成金を受けたことがあるかどうかを識別するダミー変数(PAST_GRANT)である。政府助成金を受けたことがある場合は1、受けたことがない場合は0とした。第三に、NEDOによる助成金獲得以前に公知された特許の総数(PAST_PATENT)である。本研究は、イノベーションの

アウトプットを測る指標として特許を使用しており、NEDO による助成金獲得以前のイノベーションの影響を統制するために追加した。第四に、創業からの年数を測定する連続変数(AGE)である。第五に、日本の全分野における年間のベンチャーキャピタル投資の総額(TOTAL_VC)である。スタートアップがベンチャーキャピタルから資金を得る可能性は、ベンチャーキャピタル市場全体に依存する。市場が活発な場合はベンチャーキャピタルから資金を得られる可能性が高くなり、市場が活発でない場合は可能性が低くなる。年間のベンチャーキャピタル投資の総額と政府助成金獲得の可能性の間に非線形関係があることを考慮し、対数変換を行った。第六に、NEDO から助成金を獲得した回数(NEDO_COUNT)である。サンプルの中には、複数回にわたって NEDO による助成金を獲得した企業があった。政府助成金獲得が 1 回の企業と複数回にわたる企業とではシグナルの効果が異なると考え、採択された回数を統制変数に追加した。

最後に、時間の経過を通じて値が不変、かつ各企業に固有の効果を考慮して次の 4 つの変数を固定効果に含めている。地域効果(REGION)、分野効果(SECTOR)、時間効果(YEAR)、「シード期の研究開発型スタートアップ(STS)に対する事業化支援」という NEDO の助成プログラムに採択されているかを示すプログラム固有の効果(STS_DUMMY)である。STS_DUMMY に関して、NEDO による支援プログラムである STS は、NEDO とベンチャーキャピタルによる共同出資がプログラム内容に含まれているため、変数同士に影響を与えると考え、統制変数に加えた。全てのサンプルは STS か、STS ではないプログラムに分類されており、これは時間に関わらず不変であるため固定効果とした。STS に採択されている場合 1、採択されていない場合 0 となるダミー変数である。

図表 1 に分析に用いる変数と定義をまとめた。

図表 1：使用した変数と定義

変数	定義
FUND_AMOUNT	対象年度に受けたベンチャーキャピタルからの資金調達総額
TOTAL_PATENT	対象年度に公知された特許の総数
TOTAL_COLLABORATION	対象年度に公知された共同出願による特許の総数
GRNAT	対象年度におけるNEDOからの助成金受給の有無 政府助成金を受けた場合は1に、受けなかった場合は0となるダミー変数
PAST_FUND_AMOUNT	助成金受給前に実施したベンチャーキャピタルからの資金調達総額
PAST_PATENT	助成金受給前に公知された特許の総数
PAST_GRANT	NEDOによる受給以前に他の政府助成金を受給した経験の有無 助成金を受けたことがある場合は1、受けたことがない場合は0となるダミー変数
AGE	創業からの年数
TOTAL_VC	日本の全分野における年間のベンチャーキャピタル投資の総額
NEDO_COUNT	NEDOからの助成金を受給した回数
REGION	都道府県
SECTOR	スタートアップの業界・分野
YEAR	対象年度
STS_DUMMY	NEDOの助成プログラムである「シード期の研究開発型スタートアップに対する事業化支援(STS)」に採択されていた場合1となり、採択されていなかった場合0となる

4.3 分析方法

前述したように、本研究ではスタートアップの設立年から2022年までにおいて、1年間ごとに作成したパネルデータを使用して、固定効果モデルによって回帰式を推定する。パネルデータは、同じ個体群に対して複数の時点からデータを収集していたり、個体ごとのデータが含まれていたりするが、固定効果モデルは各個体固有の時間を通じて一定な効果を制御することができるため、個体固有の要因が独立変数に与える影響を取り除き、より正確な因果関係の推定が可能になる。

また、NEDOによる助成金獲得が投資家からの資金調達に与える影響が、特許数及び共同出願特許数によって媒介されたかどうかを明らかにするために媒介分析(Baron & Kenny, 1986)を用いる。媒介による間接的な効果があることを示すために、Sobel検定によって有意性を確かめる。

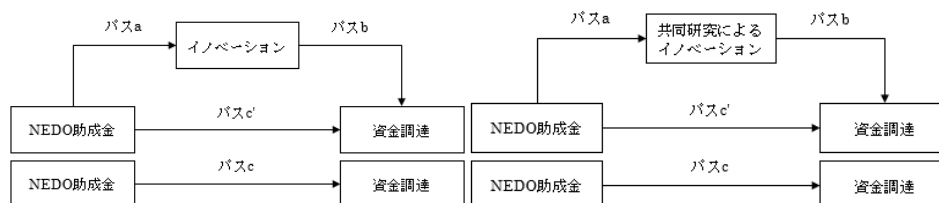
媒介分析では、図表2及び図表3で示すようにパスa～パスc及びパスc' それぞれについて重回帰分析を行う。特許数が媒介して投資家からの資金調達に影響を与えているかを調査するために、仮説1において、パスcでは特許数を統制

変数として含めずに総合効果を測定し、パスc'では特許数の影響を含めるために統制変数として含め、直接効果を測定する。仮説2についても同様に行う。

Baron & Kenny(1986)によると、特許数による完全媒介または部分媒介を立証するには、以下の4つの統計的条件を満たす必要がある。仮説1に関しては、第一に、NEDOによる助成金が投資家からの資金調達額に有意に影響すること(パスc)。第二に、NEDOによる助成金が公知された特許数に有意に影響すること(パスa)。第三に、公知された特許数は、NEDOによる助成金によって調整した場合にも投資家からの資金調達額に有意に影響すること(パスb)。第四に、公知された特許数を統制すると、NEDOによる助成金と投資家からの資金調達額との関係が弱まったり、有意でなくなったりする場合(パスc')に完全媒介が生じ、依然有意であっても間接効果が有意であれば部分媒介といえる。間接効果の有意性の検定には、Sobel検定を用いた。

また、仮説2については、公知された特許数を共同出願による特許数に置き換えて同様の分析を行う。

図表2：仮説1のモデル図(左) / 図表3：仮説2のモデル図(右)



5. 結果と考察

5.1 記述統計量

図表 4. 記述統計量と相関行列(マッチングサンプル)

	Mean	Std. dev.	Min	Max	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 FUND_AMOUNT	1.608	3.251	0	10.613									
2 TOTAL_PATENT	0.906	3.002	0	53	0.107**								
3 TOTAL_COLLABORATION	0.263	1.057	0	24	0.111**	0.657**							
4 GRANT	0.497	0.500	0	1	0.280**	0.131**	0.117**						
5 PAST_FUND_AMOUNT	5.368	3.818	0	11	0.234**	0.166**	0.135**	0.316**					
6 PAST_PATENT	6.947	34.111	0	526	-0.050**	0.265**	0.100**	-0.041*	0.150**				
7 PAST_GRANT	0.105	0.307	0	1	0.160**	0.013	0.002	0.222**	0.107**	-0.040*			
8 AGE	9.226	5.217	0	22	-0.290**	0.041*	0.052**	-0.126**	0.075**	0.175**	-0.219**		
9 TOTAL_VC	9.395	0.489	9	10	-0.068**	-0.048**	-0.061**	0.003	-0.003	-0.035*	0.150**	0.097**	
10 NEDO_COUNT	0.602	0.700	0	4	0.250**	0.146**	0.120**	0.865**	0.291**	-0.002	0.167**	-0.050**	0.023

**, 相関係数は1%水準で有意 (両側)

*, 相関係数は5%水準で有意 (両側)

図表 4 は、推定に使用した変数の平均値、標準偏差、最小値、最大値、そして変数間の相関が記載されている。平均値や標準偏差を確認したが不適切な値は見られず、サンプル抽出のランダム性が確かめられた。

また、変数同士の多重共線性の有無を確認するため、VIF(Variance Inflation Factor：分散拡大要因)を用いた。VIF を測定した結果、いずれの変数も一般的な多重共線性の目安である 10 を上回らなかった。

5.2 結果

図表 5：各モデルの検証結果

	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5
変数	FUND_AMOUNT	TOTAL_PATENT	FUND_AMOUNT	TOTAL_COLLABORATION	FUND_AMOUNT
GRANT	0.5002** (-0.2229)	0.2401 (-0.2176)	0.4682** (-0.2219)	0.1329* (-0.0776)	0.4652** (-0.2221)
TOTAL_PATENT			0.0863*** (-0.0182)		
TOTAL_COLLABORATION					0.2622*** (-0.0511)
PAST_FUND_AMOUNT	0.1655*** (0.0149)	0.0778*** (-0.0145)	0.1506*** (-0.0149)	0.0250*** (-0.0052)	0.1590*** (-0.0149)
PAST_PATENT	-0.0028* (0.0016)	0.0213*** (-0.0015)	-0.0046*** (-0.0016)	0.0020*** (-0.0055)	-0.0033** (-0.0016)
PAST_GRANT	0.2963 (0.1855)	0.1252 (-0.1811)	0.2916 (-0.1849)	0.3551 (-0.0646)	0.287 (-0.1848)
AGE	-0.1580*** (0.0112)	-0.0012 (-0.0110)	-0.1572*** (-0.0112)	0.0114*** (-0.0039)	-0.1610** (-0.0112)
TOTAL_VC	0 (omitted)	0 (omitted)	0 (omitted)	0 (omitted)	0 (omitted)
NEDO_COUNT	0.3925** (0.1526)	0.4131*** (-0.1489)	0.3606** (-0.1522)	0.0705 (-0.0531)	0.3741** (-0.1520)
REGION(固定効果)	YES	YES	YES	YES	YES
YEAR(固定効果)	YES	YES	YES	YES	YES
SECTOR(固定効果)	YES	YES	YES	YES	YES
STS_DUMMY(固定効果)	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	3177	3177	3176	3178	3177
Prob > F	0	0	0	0	0
R-squared	0.2073	0.1166	0.2131	0.0709	0.2139
adj R-squared	0.1974	0.1056	0.203	0.0593	0.2039
Within R-sq	0.1379	0.0993	0.1438	0.0361	0.1451
Root MSE	2.9001	2.8396	2.8978	1.0126	2.8974

注：括弧内はロバースト標準誤差。片側検定。
***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

仮説 1 に関する結果を図表 5 を用いて説明する。Model1 は、従属変数が対象年度に獲得した総資金調達額(FUND_AMOUNT)の場合の重回帰分析による推定値を示している。Model1 の独立変数 GRANT の値は正で有意である(p<0.05)。すなわち、仮説 1 のパス c は支持される。

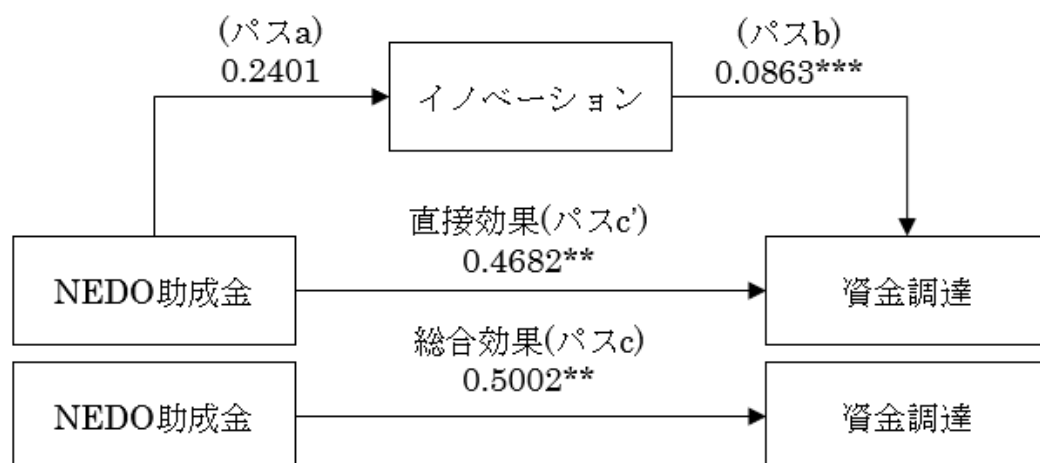
次に、Model2 は、従属変数がスタートアップの持つ特許のうち、対象年度に公知された特許数(TOTAL_PATENT)の場合の重回帰分析による推定値を示している。Model2 の独立変数 GRANT の値は、有意な結果が得られなかった。すなわち、仮説 1 のパス a は支持されない。

最後に、Model3 は、従属変数が対象年度に獲得した総資金調達額(FUND_AMOUNT)の場合の重回帰分析による推定値を示している。Model3

の独立変数 TOTAL_PATENT の値は正で有意であった($p<0.01$)。すなわち、仮説 1 のパス b は支持される。

Baron & Kenny(1986)の基準によれば、パス a,b,c の結果から、パス a において有意な結果を得られなかったため、NEDO による助成金がイノベーションを促進し、資金調達額を増加させることは支持されない。また、間接効果を Sobel 検定(ソベル検定統計量=1.0747、 $P=0.1413$)によって検討したが、同様にイノベーションによる間接効果は支持されなかった。よって、仮説 1 は支持されなかった。図表 6 にて、仮説 1 に関する端的な結果を示した。

図表 6 : 仮説 1 結果



注 : *** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.1$

仮説 2 の結果に関して、仮説 1 と同様に、Model1 の独立変数 GRANT の値は正で有意である($p<0.05$)。すなわち、パス c は支持される。

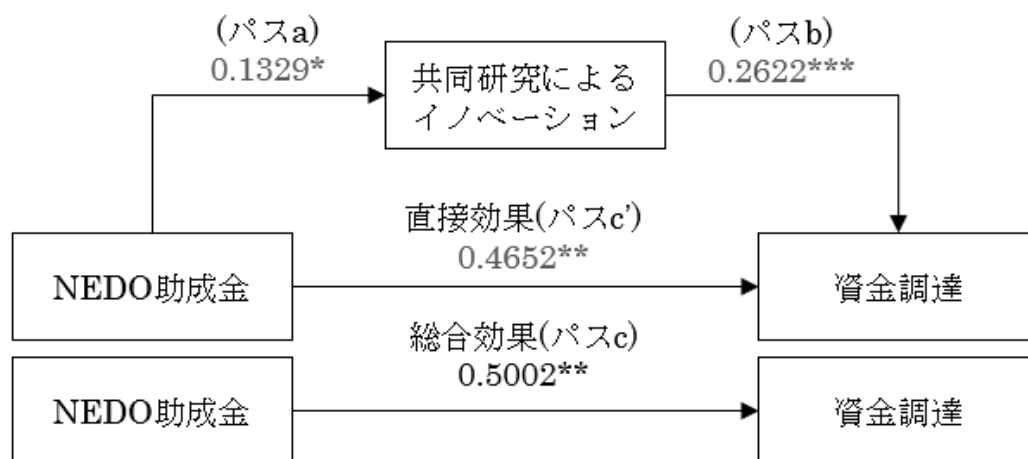
次に、Model4 は、従属変数が共同出願特許数(TOTAL_COLLABORATION)の場合の重回帰分析による推定値を示している。Model4 の独立変数 GRANT の値は正で有意である($p<0.1$)。すなわち、パス a は支持される。

最後に、Model5 は、従属変数が対象年度に獲得した総資金調達額(FUND_AMOUNT)の場合の重回帰分析による推定値を示している。Model3 の独立変数 TOTAL_COLLABORATION の値は正で有意であった($p<0.01$)。すなわち、パス b は支持される。

仮説 2 も同様に Baron & Kenny(1986)の基準によると、パス a,b,c の結果及び Model5 の独立変数 GRANT が正で有意($p<0.05$)であったことから、間接効

果が有意で、直接効果も依然有意であるが、間接効果を Sobel 検定(ソベル検定統計量=1.6245、 $p=0.0521$)によって検討したところ有意であったため、NEDO による助成金と資金調達額の関係に共同出願特許数が部分媒介しているといえる。すなわち、仮説 2 は支持された。図表 7 にて、仮説 2 に関する端的な結果を示した。

図表 7：仮説 2 結果



注：*** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.1$

5.3 考察

仮説1の結果から、研究開発型スタートアップがNEDOによる助成金を獲得していることで、投資家からの資金調達に対して長期にわたって正の影響を及ぼしていることが実証された。NEDOによる助成金にはシグナリング効果以外の働きによって、長期的にも資金調達を促進する効果があることを示唆している。

その一方で、イノベーションが媒介することでNEDOによる助成金獲得が投資家からの資金調達を促進する間接的な効果は実証されなかった。具体的には、パスaにおいて有意な結果が出なかったことから、NEDOによる助成金はイノベーションに影響を与えていないことがわかる。この結果は、我々が2節で論

じた議論とは異なる結果である。その原因として、イノベーションを測る変数として特許が効果的ではなかった可能性を提示する。

日本のスタートアップが2018年度までに特許を出願した割合は43.5%であると報告されている(日本銀行, 2021)ことから、スタートアップのイノベーションが促進された際に、必ずしも特許を取得するとは限らない。なぜなら、特許は、取得後に技術に関する詳細な情報が公開されるために模倣のリスクが存在しており(Anton & Yao, 2004)、スタートアップがイノベーションを確立した際に情報公開を恐れる可能性があるためである。その結果、イノベーションを測る変数として特許数を用いたことで、有意な結果が得られなかったのではないかと考えられる。

しかし、仮説2の結果からわかるように、NEDOによる助成金は、共同研究が行われた場合に限りイノベーションを促進し、資金調達に影響を与えるという間接的な効果を実証することができた。この結果から、NEDOによる助成金を獲得することで、企業との連携や共同研究が促進され、投資家から評価されるようなアウトプットが生まれやすくなることを示唆している。

仮説1との相違点として、NEDOによる助成金はイノベーション全体には正の影響を与えていなかったが、共同出願された特許に限った場合、正の影響を与えることが挙げられる。具体的には、仮説1において実証されなかったNEDOによる助成金がイノベーションに与える効果を示すパスaに関して、特許数では有意が出なかったが、共同出願を行った特許数では有意な結果が現れている。このような結果の違いが生まれた要因として、NEDOプログラムが、助成金の給付だけではなく大学や企業との連携や企業間の交流の場の設計を積極的に支援するプログラムを行っていることが考えられる。具体的には、NEDOが連携している「橋渡し研究機関」との共同開発契約締結等を条件として、研究開発型スタートアップ側の研究開発費用を支援するCRI(Collaboration with Research Institute)や、事業会社と共同研究等を行う研究開発型スタートアップに対して、助成対象費用の2/3以下の費用を助成するSCA(Startups in Corporate Alliance)などが存在しており、大学や大企業との積極的な共同研究を支援する制度が整備されている。つまり、NEDOに採択されたスタートアップは共同研究を行うための接点を獲得でき、少ない自社資源を第三者との提携

を行うことによって拡充し、品質の高いイノベーションを生み出しているためではないかと考えられる。

また、スタートアップのイノベーションのアウトプットを特許数とした場合のパスbの回帰係数は0.0863である一方、共同出願による特許数とした場合のパスbの回帰係数が0.2622である点から、共同出願による特許数は、スタートアップ単独による特許数よりも資金調達に大きな影響を及ぼすことがわかった。この結果から、企業単独で行ったイノベーションよりも共同研究を行ったことによるイノベーションの方がより強いシグナルとして投資家が認識していることが推察される。第三者との提携は新規事業の正当性を示す役割も果たしており、ベンチャーキャピタルからの資源の獲得を促進する効果が認められている(Hoeing, 2015)ことから、投資家はイノベーションとしての品質だけでなく、大学や大企業と共同で研究できているという実績もシグナルとして高く評価していると考えられる。

6. 結論

本研究では、NEDOによる助成金を獲得した研究開発型スタートアップがその後長期間に渡って投資家からの資金調達に与える間接的な影響の実証を目的としている。その結果、政府助成金は共同研究によるイノベーションを媒介して、投資家からの資金調達に間接的に正の影響を与えることが実証された。

本論文の貢献点として、第一に、政府助成金の獲得は共同研究によって生まれたイノベーションを媒介して、投資家からの資金調達に影響を与えるという間接的な効果を実証した点である。本研究では、この一連の効果をRBVとシグナリング理論の観点から明らかにした。政府助成金を自社資源拡充のために使用し、第三者と共同研究を行うことで、高品質のイノベーションを生み出した結果、投資家からの資金調達に結びついているという新たなプロセスを提示している。この効果は、政府助成金が本来想定している資源としての性質に着目しており、短期的なシグナリング効果とは異なる効果である。

第二に、日本の文脈においても政府助成金が研究開発型スタートアップの資金調達に長期的な影響を及ぼすことを実証した点である。政府助成金の長期的な効果に関する研究の拡張に貢献している。

第三に、研究開発型スタートアップにおける共同研究の有用性を実証した点である。企業との提携には、2節で述べたような利点だけではなく、大企業にスタートアップの資源を横領されるなどのリスクがあると指摘されている(Katila et al., 2008)。しかし、本研究にて、仮説2のパスbが実証されたことから、積極的に共同研究の機会を作り出すことがアーリーステージの研究開発型スタートアップにとっては有用であると言える。

本研究の限界点としては、第一に、イノベーションを測る変数として特許数を使用した点が挙げられる。上記の通り、スタートアップのイノベーションが特許以外の形で現れる可能性を考慮できていなかったことに加え、特許の中には自社と関連する発明をライバル企業が特許化することを防止する目的で取得した特許(Cohen et.al., 2000)も考慮できていない。そのため、特許数という変数の中には直接スタートアップの重要なイノベーションを示していない特許も存在していることから、研究開発型スタートアップのイノベーションを正確に把握しきれていなかった可能性が挙げられる。

第二に、本研究ではスタートアップが属する業界を統制変数として考慮した点である。イノベーションの性質は業界ごとに異なる。例えば、医薬品、化学、機械業界においては特許を取得することでイノベーションを保護する傾向が強く、繊維、卑金属業界においては、イノベーションを保護するために特許を取得する傾向はあまり見られない(西村, 2011)。他にも特許の保護効力や専有可能性などといったイノベーションに関する業界ごとの差異が存在するため、これらの違いを含めて検証することでさらなる研究の拡張が期待できる。

第三に、本研究では、大量の企業データを集めることを優先し、本研究室で行われた前年度の研究²で用いられたデータベースを使用した。そのため、特許性向の近い企業同士がマッチングしていたわけではなく、NEDOによる助成金獲得が特許取得に及ぼす影響の差を正確に測定できていたわけではない。公知

² 同上

された特許数をマッチング変数に追加した上で傾向スコアを算出し、その数値を元に改めてマッチングさせて絞り込んだサンプルについて実証することで、政府助成金がイノベーションを促進させる効果の違いをより明確に実証することができると思う。

参考文献

- Anton, J.J. & Yao, D. A. (2004) Little patent and big secret: managing intellectual property, *RAND journal of Economics*, 35(1), pp. 1-22.
- Baron, Reuben M., & David A. Kenny. (1986) The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of personality and social psychology*, 51(6), pp. 1173-1182.
- Bollazzi, F., Risalvato, G., & Venezia, C. (2018) Asymmetric information and deal selection: evidence from the Italian venture capital market. *International Entrepreneurship and Management Journal* (2019), 15(3):721-732.
- Bronzini, R. & Piselli, P. (2016) The impact of R&D subsidies on firm innovation. *Research Policy*, 45, pp. 442-457.
- Chen, J., Heng, C. S., Tan, B. C. Y., Lin, Z. (2018) The distinct signaling effects of R&D subsidy and non-R&D subsidy on IPO performance of IT entrepreneurial firms in China. *Research Policy*, 47(1), pp. 108-120.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R. & Walsh, J. P. (2000) Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not). *National Bureau of Economic Research*, 7552.
- Dosi, G. (1988) Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *J. Econ. Lit.*, 26(3), pp. 1120-1171.

- Drejer, I.; Vinding, A. 2005. Location and collaboration: manufacturing firms' use of knowledge intensive services in product innovation, *European Planning Studies*, 13, pp. 879-898.
- Farre-Mensa, J., Hegde, D. & Ljungqvist, A. (2020) What Is a Patent Worth? Evidence from the U.S. Patent "Lottery". *The Journal of Finance*, 75(2), pp. 639-682.
- González-Benito, Ó., Muñoz-Gallego, P.A., & García-Zamora, E. Role of Collaboration in Innovation Success: Differences for Large and Small Business. *Journal of Business Economics and Management*, 17(4), pp. 645–662.
- Hoenen, S., Kolympiris, C., Schoenmakers, W., Kalaitzandonakes, N. (2014) The diminishing signaling value of patents between early rounds of venture capital financing. *Research Policy*, 43, pp. 956-989.
- Howell, S. T. (2017) Financing Innovation: Evidence from R&D Grants. *American Economic Review*, 107(4), pp. 1136-1164.
- Hsu, D. H. (2006) Venture Capitalists and Cooperative Start-up Commercialization Strategy. *Management Science*, 52(2), pp. 204-219.
- Islam, M., Fremeth, A., & Marcus, A. (2018) Signaling by early stage startups: US government research grants and venture capital funding. *Journal of Business Venturing*, 33(1), pp. 35-51.
- Katila, R., Rosenberger, J. D., & Eisenhardt, K. M. (2008) Swimming with Sharks: Technology Ventures, Defense Mechanisms and Corporate Relationships. *Administrative Science Quarterly*, 53, pp. 295-332.
- Kou, M., Yang, Y. & Chen, K. (2020) The impact of external R&D financing on innovation process from a supply-demand perspective. *Economic Modelling*, 92, pp. 375-387.
- Josef, Plank. & Doblinger C. (2018) The firm-level innovation impact of public R&D funding: Evidence from the German renewable energy sector. *Energy Policy*, 113, pp. 430-438.

- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983) The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70(1), pp. 41-55.
- Spence, M. (2002) Signaling in retrospect and the informational structure of markets. *American Economic Review*, 92(3), pp. 434-459.
- Teece, D. J. (1986) Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland)*, pp. 285-305.
- Zuniga-Vicente, J.A., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F.J., & Galan, J.I. (2014) Assessing the effect of public subsidies on firm R&D investment: A survey. *Journal of Economic Surveys*, 28, pp. 36-67.
- 経済産業省「研究開発・イノベーション政策の課題と方策に関する議論の概要（副読本）」
<https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230602007/20230602007-3.pdf> (2024 年 1 月 9 日閲覧).
- 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「2022 年度成果報告書 NEDO プロジェクトにおけるスタートアップ企業のアウトカム指標の調査」成果報告書データベースよりダウンロード
<https://seika.nedo.go.jp/pmg/PMG01B/PMG01BG01> (2024 年 1 月 9 日閲覧).
- 玉井由樹(2011)「研究開発投資に対するベンチャーキャピタルの効果 ―大学発ベンチャーに関するデータから―」『愛知淑徳大学論集. ―ビジネス学部・ビジネス研究科篇―』第 7 号, pp. 61-77.
- 特許庁「初めてだったらここを読む～特許出願のいろは～」
<https://www.jpo.go.jp/system/basic/patent/index.html> (2024 年 1 月 10 日閲覧).
- 内閣府「研究開発型ベンチャーの創出と育成について～日本のもつ技術的潜在的強さを活かすために～」
https://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken030527_2.pdf (2024 年 1 月 9 日閲覧).

内閣府「スタートアップ育成5か年計画」

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/kaigi/dai13/shiryou1.pdf(2024年1月9日閲覧).

内閣府「スタートアップ・エコシステムの現状と課題」

https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/innovation_ecosystem/4kai/siryoo2-print.pdf (2023年1月12日閲覧).

西村 陽一郎(2011)「企業の特許出願戦略の変化に関する研究」『商経論叢』第47巻第1号, pp. 1-44.

日本銀行金融市場局(2021)「ベンチャーキャピタルとスタートアップ企業のイノベーションー特許データによるビッグデータ解析ー」『BOJ Reports & Research Papers』

https://www.boj.or.jp/research/brp/ron_2021/data/ron210312a.pdf (2024年1月10日閲覧).