JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	日本の環境分野における研究開発投資
Author(s)	林, 信濃
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 1038-1042
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19505
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｇ１６

日本の環境分野における研究開発投資

○　　林　信濃（常葉大学）

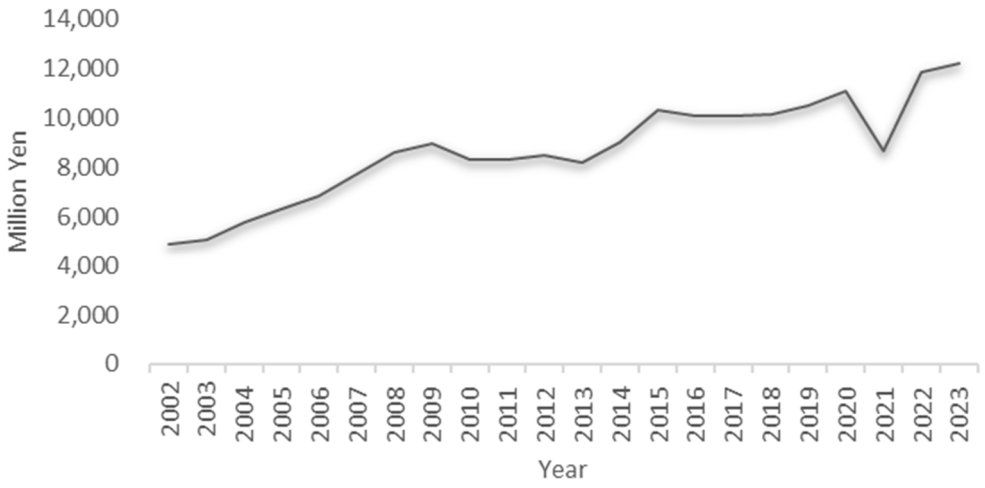
I. はじめに

環境分野におけるイノベーションを促進するためには、研究開発資金への投資をより充実させることがまず考えられる。しかし、企業が環境分野への研究投資を決定する根拠は依然として明確にされていない。 本稿の目的は、持続可能な環境科学技術に関する様々な要因（研究者数、研究資金獲得額など）と研究資金との関係を精査することである。 さらに、日銀短観や総務省の女性研究者数のヒストリカルデータを計量経済モデルに組み込むことで、企業の景況感や女性研究者の関与が環境関連研究費に与える影響を評価する。例えば、先行研究で示されているように、外部研究資金の受け入れは、企業の研究開発支出の増加を促すのか（クラウドイン）、あるいは、外部研究資金の受け入れは、企業の研究開発支出を自己資金に代替させるのか（クラウドアウト）などについて明らかにする。
さらに本研究では、環境研究分野への女性研究者の参入の効果を、特に女性研究者の存在と研究開発費の水準との関係に焦点を当てて検証する。

II. 背景と目的

リーマン・ショック（2008 年～2013 年）やコロナウィルス感染症の影響により、最近では減少傾向にあるものの、気候変動の緩和や適応など、日本の環境科学技術研究費は伸び続けている（図 1）。

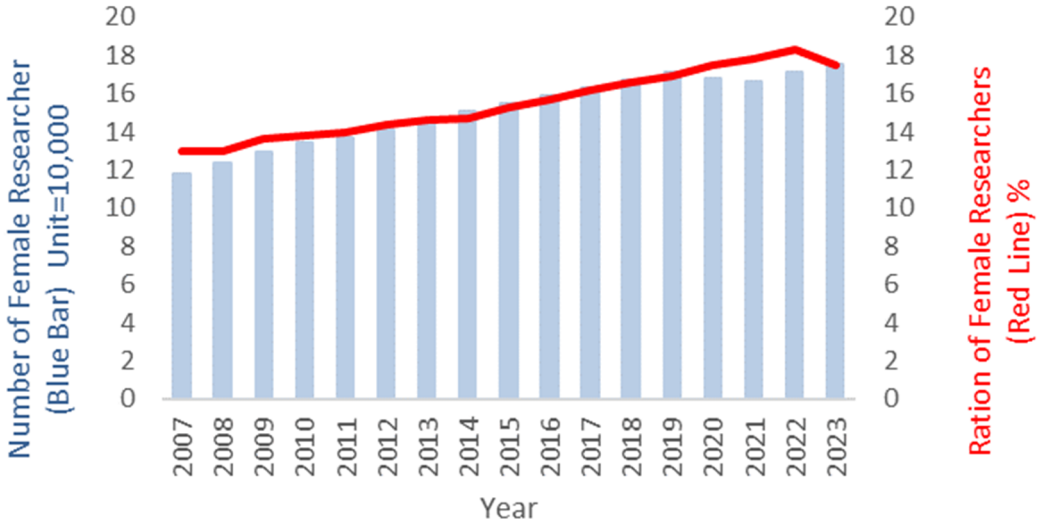
図 1. 日本の環境科学技術研究費の推移



これまでの研究で議論されてきたように、研究開発費を増加させる要因を特定することは難しい。例えば、好調な経済、当該企業の売上増加、政府による公的研究費の増加などが要因として指摘されている。本研究では経済が好調の時に、環境関連研究開発費の増減はどのようになるかを定量分析する。この実証研究モデルでは、22 分類される製造業の業種別売上高（今年の研究費への影響を考慮した過去の売上高）と外部資金、自己資金を説明変数として加えている。また、1 企業当たり、1 研究者当たりの研究費についても説明変数に入れている。 これらの値は名目値であるため、本研究では日本銀行が 2005 年に発表した生産者物価指数を用いて実質値に換算している。 さらに、研究開発投資の意思決定は、企業経営者の景況感の捉え方に基づいて行われるという仮説がある。この仮説を踏まえ、モデルには日銀短観（Diffusion Index）も説明変数に追加した。
一方、図 2 に示すように、日本の科学技術分野における女性研究者の比率は増加傾向にあるが、理系の

女性研究者増が未だに 17%弱[1]に留まるなど、依然として大きな課題が残されている。 このような状況を踏まえ、女性研究者が環境研究費に与える影響を分析する。残念ながら、データの制約上、製造業 22 業種における女性研究者数を経年的に追跡することは不可能であった。そのため、本研究では全製造業レベルでの分析に絞ることになった。

図 2. 日本の女性研究者数と研究者全体に占める割合



III. データ

総務省は、毎年企業を対象に個票調査を行っており、各企業の科学技術への取り組みを記録したデータベースを構築している。 本研究では、この総務省データに加えて日本銀行「企業短期経済観測調査（短観 D.I.）」を加えることで、企業の環境関連研究開発の動向を捉えようとした。 2008 年から 2023 年までの 16 年間、製造業 22 業種のパネルデータを用い、全産業と産業小分類のデータを用いてパネルデータを作成し固定効果分析を行った。説明変数として日銀短観 D.I.を用いた。これは、全産業と製造業の 22 のサブカテゴリーのパネルデータに組み込まれている。 短観 D.I.は四半期ごとに発表されるため、ここでは 4 四半期の移動平均を用いている。 これは、環境研究開発費は、業種によって異なる経営者の景気マインドに影響されるという仮説に基づいている。 売上高や研究費などの名目値については、2005 年ベースの生産者物価指数をデフレーターとして使用し、実質値に換算するために調整した。

IV. 分析結果

研究の前半では、分析手法としてパネルデータ固定効果モデルを用いており、これは産業特性が時系列的に不変であると仮定し、こうした産業固有の特性の影響を除去するものである。 パネルデータを用いて、4 パターンの説明変数を検討する。（表 1 参照）

本研究の表 1 で示される結果は、固定効果分析を行った際、Breusch-Pagan 検定で、軽微な異分散性の存在を示したので、White（1980）が提案したロバスト標準誤差（異分散性一致標準誤差、Heteroskedasticity Consistent Standard Errors; HCSE）を考慮し、各変数の推定値、ロバスト標準誤差、t 値、p 値について MacKinnon and White (1985) が提案した方法で再計算を行った。

モデル 1、2、4 では、前年売上高の p 値は非常に小さく（0.01 未満）、統計的に有意であるが、係数が極めて小さく負であることから、環境関連の研究開発支出にはほとんど影響を与えないと言える。外部研究資金は環境研究にプラスの影響を与えており、p 値はモデル 1 で 0.05 未満、モデル 4 で 0.1 未満であり、統計的に有意である。 内部資金による研究開発支出は、すべてのモデルで非常に有意である（$p<0.001$）。これは、自己資金が環境研究開発支出に大きな影響を与えることを示している。

対照的に、組織あたりの研究費、研究者一人あたりの研究費、短観 D.I.は、環境研究費に有意な影響を与えない。p 値は高く、有意ではない。 Covid ダミーは研究開発支出にマイナスの影響を与えるが、p 値はモデル 1 と 4 で 0.01 をわずかに上回っており、統計的に有意と言えるほどではない。

[1] 内閣府男女共同参画局「男女共同参画白書 令和 3 年版」

モデルの適合度を比較すると、モデル 1 と 2 の R2 乗（0.67884 と 0.67843）と Adj.R2 乗（0.65001 と 0.6507）が最も高い。 モデル 4 は、R2 乗（0.67309）、Adj.R2 乗（0.64585）がやや低い。 モデル 3 は、R2 乗（0.64724）、Adj.R2 乗（0.6184）が最も低い。
モデル 4 は、重要な変数（前年の売上高、外部研究資金、自己資金、Covid ダミー）を含み、不要な変数を排除することで、他のモデルよりも簡潔で解釈しやすくなっている。さらに、適合度は他のモデルよりも比較的悪くないことを示している。

要約すると、重要な説明変数のうち、組織あたりの研究費が環境研究支出に大きな影響を与える。 つまり、各組織・企業の研究投資が潤沢になると、業種における環境研究費は増加する傾向にある。 ちなみに、外部研究資金や自己資金の増加も環境研究支出に大きな影響を与えるが、その影響は組織あたりの研究資金に比べてはるかに小さい。 したがって、外部研究資金が自己資金に与える影響については、クラウドインの規模は非常に小さいと考えられる。

表 1. パネルデータ分析： 固定効果モデル

Variables	**Model 1**	**Model 2**	**Model 3**	**Model 4**
Sales (Previous Year)	-1.3471×10^{-3} ***	-1.3384×10^{-3} ***	– –	-1.3318×10^{-3} ***
External Research Funds	0.14570 **	0.14138 *	8.5215×10^{-2}	1.3942×10^{-1} *
Self-Funds	0.13157 ***	0.13031 ***	1.1216×10^{-1} ***	1.2975×10^{-1}***
Research Funds Per Organization	21.252	20.649	21.597	19.642
Research Funds Per Researcher	-5.6650×10^{2}	– –	– –	– –
Tankan D.I.	6.9389	16.846	2.1699×10^{2}	
Covid Dummy	-1.0290×10^{4} *	-1.0177×10^{4} *	-7.8355×10^{3}	-1.0290×10^{4} *
Adj. R^2	0.65001	0.6507	0.6184	0.64585
F statistics	94.2	110.6	116.69	133.4
P value	2.22×10^{-16}	2.22×10^{-16}	2.22×10^{-16}	2.22×10^{-16}
# of Obs	341	341	345	352

注：***、**、*は、有意水準 1%、5%、10%を示す。

表 2 には、全製造業に統合されたデータの回帰分析結果が示されている。 前年の売上高は統計的に有意ではなく、符号もまちまちであるうえ、係数は小さい。外部研究資金受け入れの影響に関するモデル 3 および 4 では、係数が正であり、環境研究開発費に直接的な影響を与えている可能性がある。p 値も有意である。
自己資金と日銀短観の係数はほとんど有意でなかったが、組織あたりの研究資金の係数はいくつかのモデルで正であり、環境研究支出に直接影響を与えた可能性がある。
この分析結果では、環境研究費に最も大きな影響を与えているのは、女性研究者数である。総務省の個別企業調査結果は公開されていないため、どの業種の女性研究者数が環境研究費に影 響しているのかを抽出することはできなかったが、女性の環境への関心の高さから、環境研究に積極的 に参加する女性研究者数が研究費の増加に影響していることが示唆された。さらに、この分析では、Covid ダミーの期間が環境分野の研究費に負の影響を与えるという有意な結果が半数以上のモデルで得られている。特にモデル 5 では、女性研究者数や Covid ダミーと同様に、1 機関あたりの研究費規模が環境分野の研究開発費に統計的に有意であることが示されている。

表 2. 女性研究者の効果

Variables	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Sales (Previous Year)	7.635×10^{-4}	1.086×10^{-3}	-5.979×10^{-4}	-1.006×10^{-3} *	– –
External Research Funds	– –	– –	4.374×10^{-1} **	5.088×10^{-1} **	2.645×10^{-1}
Self-Funds	– –	– –	– –	– –	2.901×10^{-2}
Research Funds Per Organization	3.113×10^{2} *	2.499×10^{2}	2.132×10^{2}	– –	2.706×10^{2} **
Female Researchers	9.127 **	7.529 **	14.68 ***	15.06 ***	9.799 **
Tankan D.I.	1.991×10^{3}	3.247×10^{3}	– –	– –	– –
Covid Dummy	-9.044×10^{4}		-1.091×10^{5} **	-9.677×10^{4} **	-9.433×10^{4} **
Intercept	-4.202×10^{5}	-3.684×10^{5}	-8.300×10^{5} **	-6.008×10^{5} **	-8.292×10^{5} ***
R^2	0.8468	0.8092	0.9299	0.8983	0.9188
Adj. R^2	0.7702	0.7398	0.8843	0.8613	0.8782
F statistics	11.06	11.66	23.94	24.28	22.63
P value	0.0008063	0.0006016	2.895×10^{-5}	2.065×10^{-5}	3.726×10^{-5}
# of Obs	16	16	16	16	16

注：***、**、*は、有意水準 1%、5%、10%を示す。

V. 考察

本研究では、、総務省が発表した「研究開発動向調査」に基づき 2008 年から 2023 年までの製造業 22 業種のパネルデータを用いて、何が環境関連の研究開発支出に影響を与えているかを分析した。その結果、独自資金の増加は環境研究費の大幅な増加につながることが示された。さらに、外部資金の受け入れが環境分野の研究費の増加に寄与していることが観察された。一方で、日銀短観に示されるような経営者の景気観は、環境研究費にも、1 組織あたりの研究費の伸びにも、研究者 1 人あたりの研究費の伸びにも、明確な影響を及ぼさないと判断された。 製造業 22 業種の女性研究者数が得られないというデータの限界はあるものの、製造業全体では、女性研究者の数が環境研究費の有意な増加をもたらすことがわかった。 また図 1 に示すように、日本の環境研究費は経年的に増加傾向を示しているが、この傾向は、業界全体の売上高の増加傾向や日銀短観に示される経営者の前向きな景気観では説明できないことが、今回の実証研究で明らかになった。一方、環境研究を強化するものは、独自資金の増加、外部資金の増加、女性研究者の増加である可能性が高いことも示すことができた。

今後の課題としては、総務省の企業レベル個票調査データにアクセスすることで、より詳細な研究開発費に影響を及ぼす誘因分析を行うことである。パネルデータに女性研究者数のデータを追加し、環境研究費との関係をより正確に明らかにすることができる。 また、企業が外部資金（特に公的資金）を獲得した後の研究活動の変化を捉えることで、各企業が外部資金を獲得した後の環境研究費に関する企業のクラウドイン、クラウドアウト行動をより正確に把握することが容易になると考えられる。さらに研究対象を拡張し、環境科学と密接に関連するエネルギー関連分野の研究を継続する予定である。本調査で用いた方法論は、その後の研究でも採用される予定である。

参考文献

[1] Bank of Japan, The Short-term Economic Survey of Enterprises in Japan. (BOJ Tankan) https://www.boj.or.jp/en/statistics/tk/index.htm, last accessed 2024/8/16.

[2] E. Duguest, "Are R&D Subsidies a Substitute or a Complement to Privately Funded R&D? Evidence from France Using Propensity Score Methods for Non-Experimental Data", Revue ***d'Economie Politique***, Vol. 114, 245-274. 2004.

[3] Economic Insights Limited.: What Is the Relationship Between Public and Private Investment in Science, Research and Innovation? A Report commissioned by the Department for Business, Innovation, and Skills, London, U.K. 2015.

[4] H. Görg, and E. Strobl, "The effect of R&D subsidies on private R&D", ***Economica***, Vol. 74, No. 294, 215-234. 2007.

[5] B. Ito, and S. Nakano, "The Impact of Public R&D Subsidies on Firm's R&D Activities: Evidence from Japanese firm-level data". ***ESRI Discussion paper series*** No.222, Economic and Social Research Institute, Japan. 2009.

[6] G. Judge, W.E. Griffiths, R. Carter Hill, H. Lutkepohl, and T.C. Lee, ***The Theory and Practice of Econometrics***. 2nd edition, John Wiley and Sons. 1985.

[7] J. Kmenta, ***Elements of Econometrics*****.** 2nd edition. University of Michigan Press. 1997.

[8] J.G. MacKinnon, and H. White, "Some heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimators with improved finite sample properties", ***Journal of Econometrics***, vol. 29, pp. 305-25. 1985.

[9] Ministry of Internal Affairs and Communications.: The Survey of Research and Development. The Statistics Bureau and the Director-General for Policy Planning of Japan. https://www.stat.go.jp/english/data/kagaku/1530.html last accessed 2024/8/18.

[10] H. White, "A heteroskedasticity consistent covariance matrix estimator and a direct test of heteroskedasticity", ***Econometrica***, vol.48, pp. 817-38. 1980.

[11] R. Xu, "A New Growth Engine for Japan: Women in STEM Fields", ***IMF Selected Issues Paper*** (SIP/2023/030). Washington, D.C.: International Monetary Fund. 2023.