

15 環境規制と企業のイノベーション活動 — 特許データによる研究開発動向の分析 — (*)

特別研究員 枝村一磨

一般に、日本の環境技術は諸外国と比較して優れていると言われている。本研究では、日本企業による環境技術のイノベーション活動を促進させている要因として環境規制を想定し、両者の関係を実証分析する。分析を行うに当たって、「企業は、環境規制施行・強化の影響が大きいほど、環境技術に関するイノベーションへの誘因を高める。」という仮説を設定する。

環境規制によって企業がイノベーション活動を促進させるという仮説(ポーター仮説)がある。この仮説に関しては、仮説を支持する幾つかの実証研究が実施されているが、これらの研究ではデータの制約等から課題が多く残されている。

本研究では、企業による環境技術のイノベーション活動と環境規制の関係を、特許データや財務データ、環境行政にかかわるデータを用いて統計的に分析する。分析を行う際には、環境規制が企業に与える影響は企業規模や業種によって異なると考える。それらの要因をコントロールした上で、環境規制が企業のイノベーション活動に与える影響を統計的に抽出する。

分析の結果、本研究の仮説は否定できないという結論を得た。このことは、日本において、ポーター仮説が当てはまる可能性を示唆している。

一般に、日本の環境技術は諸外国と比較して優れていると言われている。本研究では、日本企業による環境技術のイノベーション活動を促進させている要因として環境規制を想定し、両者の関係を実証分析する。分析を行うに当たって、「企業は、環境規制施行・強化の影響が大きいほど、環境技術に関するイノベーションへの誘因を高める。」という仮説を設定する。

環境規制によって企業がイノベーション活動を促進させるという仮説(ポーター仮説)がある。この仮説に関しては、仮説を支持する幾つかの実証研究が実施されているが、これらの研究ではデータの制約等から課題が多く残されている。

本研究では、企業による環境技術のイノベーション活動と環境規制の関係を、特許データや財務データ、環境行政にかかわるデータを用いて統計的に分析する。分析を行う際には、環境規制が企業に与える影響は企業規模や業種によって異なると考える。それらの要因をコントロールした上で、環境規制が企業のイノベーション活動に与える影響を統計的に抽出する。

分析の結果、本研究の仮説は否定できないという結論を得た。このことは、日本において、ポーター仮説が当てはまる可能性を示唆している。

I. はじめに

日本は、諸外国と比較して優れた環境技術を持っていると言われている。一方、国際社会では地球温暖化等に代表される全地球規模での環境問題に関心が集まっており、環境規制を厳しくする傾向がある。そのような国際環境の中で日本企業が

グローバルに経済活動を行う際に、諸外国に較べて優れた日本の環境技術は、競争優位を獲得する手段となり得る。

したがって、日本で環境技術のイノベーションが進んだ要因を研究することは、環境政策だけでなく、産業政策を考える上でも意義があると思われる。本研究では、日本で環境技術のイノベーションが進んだ要因として、諸外国に較べて厳しとされる環境規制を想定する。環境規制の厳しさと、企業の環境技術に関するイノベーション活動との間に関係があるか否かを分析する。

環境規制と企業のイノベーション活動との関係を分析した研究の嚆矢は、Porter and van der Linde (1995) (*)である。彼らは、オランダの生花栽培産業や日本の自動車産業、北欧の紙パルプ産業等を例示しながら、環境規制が、企業のイノベーション活動を刺激し、当該企業の国際競争力の向上にも寄与すると主張した。この仮説は、ポーター仮説と呼ばれている。

本研究では、ポーター仮説を踏まえて、「企業は、環境規制施行・強化の影響が大きいほど、環境技術に関するイノベーションへの誘因を高める。」という仮説を設定する。もし環境規制が施行、強化されると、企業が持つ費用構造は変化すると考えられる。なぜなら、環境規制の施行、強化によって、環境対策のための費用が相対的に増加するためである。環境対策のための費用は、環境規制の施行、強化の影響の度合いが大きいほど、増加するであろう。企業は、環境規制によって増加した環境対策費用を節約しようとする誘因が働き、その結果、環境技術のイノベーション活動を行うと考えられる。

仮説を検証するため、本研究では、環境規制の施行、強化の影響の度合いが、企業の環境技術に関するイノベーション

(*) これは特許庁委託平成20年度産業財産権研究推進事業(平成20~22年度)報告書の要約である。

(*)1 Porter, M. E. and C. van der Linde (1995) "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship," Journal of Economic Perspectives 9(4), 97-118.

活動を行うか否かの意志決定に与える影響を分析するモデルを考える。また、環境規制の施行、強化の影響の度合いが、企業の環境技術に関するイノベーション活動を促進させるか否かについても分析モデルを考える。モデルを分析するために、企業のイノベーション活動を示す指標として、特許出願データを用いる。また、環境規制の施行、強化の影響の度合いを測る指標として有害物質排出量のデータを用いる。

分析の結果、「企業は、環境規制施行・強化の影響が大きいほど、環境技術に関するイノベーションへの誘因を高める。」という本研究の仮説は統計的に否定できないという結論を得た。このことは、日本において、ポーター仮説が当てはまる可能性があることを示唆している。環境規制が環境保全等を目的とする環境政策として用いられるだけでなく、イノベーションの促進を目的とする技術政策としても一つの選択肢となり得るといえるだろう。

II. 先行研究

環境規制が企業のイノベーション活動に与える影響について、従来の考え方では、環境規制は企業のイノベーション活動を減退させるものと考えられていた。確かに、環境規制は企業にとって新たなコストとなり、その結果として企業のイノベーション活動は減退すると考えられる。

それに対して、環境規制が企業のイノベーション活動を促進させる可能性を指摘したのが、Porter and van der Linde (1995)である。彼らは、オランダの生花栽培産業や日本の自動車産業、北欧の紙パルプ産業を例に、環境規制とイノベーション、競争力について議論している。Porterたちは、適切な環境規制が設定されると、企業は新たな利潤機会を模索し、イノベーションを促進させると主張している。また、環境規制に対応するためのイノベーションは企業の製造プロセス及び製品コストを低下させ(コスト・オフセット、cost offsets)、資源生産性を向上させると考え、その結果、当該企業の国際競争力を向上させるとも主張している。この主張は「ポーター仮説」と呼ばれる。

環境規制とイノベーション活動との関係を実証した研究として幾つかの先行研究があるが、これら先行研究において、課題が主に二つあると思われる。それは、企業レベルの分析の蓄積と、企業のイノベーション活動を示す指標として特許データを用いた研究の蓄積である。本研究では先行研究及び上記二点の課題を踏まえながら分析を行い、環境規制と環境技術のイノベーション活動に関する実証分析を行う。

III. 本研究の仮説

本研究では、環境規制と企業のイノベーション活動との関

係を実証する。そのため、「企業は、環境規制施行・強化の影響が大きいほど、環境技術に関するイノベーションへの誘因を高める。」という仮説を検証する。

環境規制が施行、強化された場合、企業への影響として考えられるのが、費用構造の変化である。環境規制が施行、強化されると、企業はその規制に対応しなければならないため、環境対策の費用が相対的に増加する。また、企業にとってその環境規制の施行、強化の影響が大きければ大きいほど、その環境対策の費用は増加するとも考えられる。

費用構造が変化すると、企業は相対的に増加した費用を節約するためのイノベーション活動を行うと考えられる(誘発的イノベーション仮説、induced innovation hypothesis)。つまり、環境規制によって企業の費用構造が変化して環境対策のための費用が相対的に増加すると、企業はその費用を節約するために、環境技術のイノベーション活動を行うと考えられる。

したがって、環境規制の施行、強化の影響を大きく受ける企業の方がそうでない企業よりも環境技術に関するイノベーション活動への誘因が高いと考えられる。

本研究では、環境規制の施行、強化が企業に与える影響を測る指標として、有害物質排出量を考える。ある環境規制が施行されて有害物質の排出が制限された場合、企業が経済活動を続けるには、その環境規制に対応する必要がある。したがって、企業の有害物質排出量は、潜在的な環境規制の影響を測る指標となり得る。

環境技術に関するイノベーション活動を示す指標としては、環境技術に関する特許出願データを考える。特許出願データは、企業のイノベーション活動の成果と時期、技術分野を捕捉できるデータであるので、環境技術に関するイノベーション活動を示す指標として用いるには適している。

上記二つの指標を用いて、「企業は、環境規制施行・強化の影響が大きいほど、環境技術に関するイノベーションへの誘因を高める。」という仮説を具体的に検証するべく、改めて以下の二つの仮説を設定する。

仮説1.「企業は、有害物質排出量が増えると、環境技術関連特許の出願を行う。」

仮説2.「企業は、有害物質排出量が増えると、環境技術関連特許の出願を増加させる。」

IV. モデルとデータ

本研究では、分析モデルとして、環境技術関連特許の出願行動を分析するモデルと、環境技術に関する知識生産関数モデルを考える。また、そのモデルを分析するためのデータとして、環境技術関連特許の出願データ、有害物質排出量データ、財務データを用いる。

環境技術関連特許の出願行動を分析するモデルでは、環

環境規制が企業に与える影響の度合いと、環境技術関連特許を出願するか否かの意志決定との関係を企業レベルで分析する。これは、仮説1.「企業は、有害物質排出量が増えると、環境技術関連特許の出願を行う。」を検証するモデルである。

環境技術に関する知識生産関数モデルでは、環境規制が企業に与える影響の度合いと、環境技術関連特許の出願件数との関係を企業レベルで分析する。これは、仮説2.「企業は、有害物質排出量が増えると、環境技術関連特許の出願を増加させる。」を検証するモデルである。分析を行う際には、被説明変数として環境技術全体の特許出願件数だけでなく、水質管理技術や大気汚染対策技術、地質汚染対策技術に関連する特許出願件数に注目したモデルも考える。

環境技術に関連する特許出願データは、『平成20年度 重点8分野の特許出願状況調査報告書 一環境他4分野一』（特許庁、2009）を参考に収集した。この報告書では、環境技術として「地球環境」や「地域環境」等の6の大技術分野、「フロン排出抑制」や「環境モニタリング」等の25の小技術分野を定義し、それぞれの特許検索式を掲載している。本研究では、それらの情報を利用して、優先日が1993年から2006年のデータを、特許電子図書館（IPDL）より収集した。

収集した環境技術関連特許の出願件数を優先日で整理し、その推移を調べて見ると、環境技術関連特許の出願件数は、2001、2002年頃までは上昇傾向にあったものの、それ以降は減少傾向を示している。また、出願人は自動車メーカーや電気機器メーカー、機械メーカーに属している企業が多く、これらの企業が、日本における環境技術のイノベーション活動の中心となっていることが分かる。

上場企業による環境技術関連特許の出願件数は、2002年まで増加しているが、それ以降は減少傾向にあることが分かる。ただし、全特許出願件数に占める環境技術関連特許の出願件数の割合の推移を見てみると、全体として1993年から上昇傾向にある。上場企業は環境技術の特許出願件数の割合を増加させていることがうかがえる。

上場企業一社当たりの全特許出願件数について、環境技術関連特許を出願している企業としていない企業で比較してみると、環境技術関連特許を出願している企業は、特許出願全般を多く行っていることが分かる。

企業による有害物質排出量データは、化学物質排出移動量届出制度（Pollutant Release and Transfer Register, PRTR）による公開データを利用する。PRTRの公開データで入手できるのは、354種類の物質に関する、事業所ごとの排出量及び移動量のデータである。また、各物質について発ガン性や変異原性等の観点から毒性評価がされている。

PRTRから入手できるデータを分析に用いるには、企業レベルに集計する必要がある。その際に留意すべき点は、物質の

毒性である。なぜなら、毒性の強い物質を排出している企業の方が、毒性の弱い物質を同量排出している企業よりも、処理が困難であると予想されるからである。つまり、毒性の強い物質を排出している企業の方が、環境規制が施行された際の影響がより強いと予想される。したがって、環境規制の影響の度合いを示す指標を企業レベルで作成するためにPRTRデータを集計する場合、各物質の毒性の強弱を考慮した指標を作成する必要がある。

そこで、King and Lenox (2000, 2002)^(*)の手法を参考にし、事業所ごと、物質ごとの排出量及び移動量データを企業レベルに集計する。まず、有害物質排出量を、毒性の強弱を考慮して、事業所ごと、毒性ごとに集計する。毒性の強弱として、PRTRデータに記載されている一日耐用摂取量（TDI）や最大無影響濃度（NOEC）等の逆数を用いる。

次に、加重集計した排出量を、毒性ごとに平均50、標準偏差が10となるように規格化し、規格化した排出量を用いて主成分分析を実施して、排出量に関する合成指標を作成する。

そのように算出された有害物質排出指標を用いて、事業所の規模によって有害物質排出指標を説明するモデルを推計し、廃棄物発生指標、廃棄物予防の指標を計算する。

次に、排出量、移動量についての有害物質排出指標を用いて、企業の各事業所における相対的な廃棄物排出の指標と廃棄物搬出の指標を計算する。

企業の特許出願行動に影響するその他の要因として、イノベーション活動への投資額、タイム・トレンド、産業特性が考えられる。イノベーション活動への投資額の指標として、本研究では研究開発費を考える。分析に用いる際には、文部科学省編『平成21年版 科学技術要覧』（日経印刷、2009）の「日本の研究費デフレータ（企業等）」を用いて研究開発費データを実質化する。また、タイム・トレンドと産業特性を考慮するため、年ダミー変数と産業ダミー変数を用いる。

V. 推計結果、考察

本章では、前章で提示したモデルとデータを用いて行った回帰分析の結果を示す。回帰分析は、特許データとPRTRデータを接合できた2001年から2006年までの1022社を対象に行った。年ごと、企業ごとのデータ（パネルデータ）を用いて、回帰分析を行った。

環境技術関連特許の出願行動を分析するモデルの回帰分析では、廃棄物が多く発生している企業ほど、環境技術に関する特許を出願する可能性が高いということが示唆された。つまり、廃棄物を多く発生させ、潜在的に環境規制の影響の度合いが大きい企業ほど、将来施行されるかもしれない環境規制に備えて、環境技術に関するイノベーション活動を行う可能

(*)1 King, A. and M. Lenox (2000) "Industry Self-Regulation Without Sanctions: The Chemical Industry's Responsible Care Program," *Academy of Management Journal*; King, A. and M. Lenox (2002) "Exploring the Locus of Profitable Pollution Reduction," *Management Science* 48(2).

性が高いということが考えられる。

また、有害物質を多く排出している企業ほど、環境技術に関する特許を出願する可能性が高いということも示唆された。つまり、有害物質を多く排出していて、潜在的に環境規制の影響の度合いが大きい企業ほど、将来施行されるかもしれない有害物質への環境規制に備えて、環境技術に関するイノベーション活動を行う可能性が高いということが考えられる。

環境技術に関する知識生産関数モデルの回帰分析では、事業所内で有害物質を排出している割合が高い企業ほど、環境技術に関する特許出願を多く行うことが示唆された。つまり、将来に環境規制を受けた場合、事業所内で有害物質を排出する割合が高い企業はそうでない企業よりも、自社でその環境規制に対応するためのコストが多かかると考えられるため、そのような事態に備えて、環境技術に関するイノベーション活動を促進させると考えられる。

また、水質管理技術や大気汚染対策技術、地質汚染対策技術に関連する特許出願件数に注目した回帰分析では、各排出場所(水域、大気、土壌)への有害物質排出量が多い企業ほど、それぞれに対応する環境技術(水質管理、大気汚染対策、地質汚染対策)に関する特許を多く出願するということが示唆された。このことから、環境規制の影響の度合いと環境技術のイノベーション活動との関係を水域や大気、土壌というミクロ的な視点から分析すると、有害物質を多く排出していて潜在的に環境規制の影響の度合いが大きい企業ほど、将来施行されるかもしれない環境規制に備えて、環境技術に関するイノベーション活動を行う可能性が高いということが考えられる。

VI. おわりに

環境技術関連特許の出願行動を分析するモデルの回帰分析から、有害物質の廃棄物が多く発生している企業ほど、環境技術に関する特許を出願する確率が高いことが分かった。また、有害物質を多く排出している企業ほど、環境技術に関する特許を出願する確率が高いことも分かった。これらの結果から、環境規制の影響を大きく受ける企業ほど、環境技術に関するイノベーション活動を行う可能性があるといえる。したがって、仮説1.「企業は、有害物質排出量が増えると、環境技術関連特許の出願を行う。」は統計的に支持される。

環境技術に関する知識生産関数モデルの回帰分析から、事業所内で有害物質を排出している割合が大きい企業ほど、環境技術に関する特許の出願件数が多いことが分かった。また、水質管理技術や大気汚染対策技術、地質汚染対策技術に関連する特許出願件数に注目した回帰分析から、水域や大気、土壌に注目して分析を行うと、有害物質排出量が多い企業ほど、環境技術に関する特許の出願件数が多いことが分かった。以上の結果から、環境規制の影響を大きく受ける企

業ほど、環境技術に関するイノベーション活動を促進させる可能性があるといえる。したがって、仮説2.「企業は、有害物質排出量が増えると、環境技術関連特許の出願を増加させる。」は統計的に支持される。

本研究の二つの仮説が統計的に支持されたことにより、「企業は、環境規制施行・強化の影響が大きいほど、環境技術に関するイノベーションへの誘因を高める。」という仮説を否定することはできない。このことは、日本において、ポーター仮説が当てはまる可能性があることを示唆している。環境規制が環境保全等を目的とする環境政策として用いられるだけでなく、イノベーションの促進を目的とする技術政策としても一つの選択肢となり得るといえるだろう。また、日本だけでなく欧米においてPRTRと同様のデータと特許情報を用いて本研究と同様の分析を行うことができれば、環境規制が技術政策として機能するための条件や、機能しない条件を明らかにすることも可能である。