

環境規制と経済的効果
-製造事業所の VOC 排出に関する自主的取組に
注目した定量分析-

2016 年 3 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所

第 2 研究グループ

枝村一磨

本 DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からのご意見を頂くことを目的に作成したものである。

また、本 DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであり、機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

DISCUSSION PAPER No.133

Environmental Regulation and Economical Impact

Kazuma EDAMURA

March 2016

2nd Theory-oriented Research Group
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan

<http://doi.org/10.15108/dp133>

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います。

環境規制と経済的効果

-製造事業所の VOC 排出に関する自主的取組に注目した定量分析-

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第2研究グループ

枝村一磨

要旨

本研究では、揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOC) 排出規制に注目し、VOC 排出抑制の自主的取組がパフォーマンスに与える影響を、工業統計調査および PRTR をマッチングした事業所レベルのデータを用いて実証的に分析する。分析を行う際には、自主的取組のインパクトを統計的に抽出するため、傾向スコアマッチング法と DID を組み合わせた手法を用いる。自主的取組を行った事業所とそうでない事業所でパフォーマンスを比較し、そのインパクトを統計的に抽出した結果、自主的取組を行った事業所はそうでない事業所よりも売上高、付加価値、TFP、資本生産性が高いという結果が示唆された。ただし、自主的取組の実施は中間投入コストも増加させる可能性も示唆された。自主的取組によって中間投入コストが押し上げられるものの、生産性も上昇することから、中間投入コストの増加を適切にサポートするような政策と自主的取組をあわせた政策が、環境保全と生産性向上に効果的に寄与する可能性を示唆している。

キーワード: VOC、自主的取組、PRTR、傾向スコア、DID

Environmental Regulation and Economical Impact

Japan has very unique environmental regulation against Volatile Organic Compounds (VOC). The regulation is combined with “command-and-control” and “voluntary” method. This paper examines the impact of voluntary activity to reduce VOC by establishment on its performance using establishment-level data of “Census of Manufactures” and “Pollutant Release and Transfer Register” (PRTR). For comparison of establishment’s performance before/after the voluntary activity, we use propensity score matching (PSM) and difference in differences (DID).

The estimated average treatment effect on the treated shows that establishments doing voluntary activity increase their sales, value-added, total factor productivity (TFP), and capital productivity more than the other firms not doing the activity. However the estimation result indicates that the voluntary activity increases the amount of input.

目次

概要.....	1
本文.....	3
1. はじめに.....	3
2. VOC 排出規制.....	4
3. 先行研究.....	7
4. モデルとデータ.....	9
5. 推計結果.....	12
6. まとめとディスカッション.....	14
参考文献.....	16

概要

背景

塗料や接着剤、洗浄剤、ガソリン、シンナーに含まれるトルエン等を、揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOC) という。VOC は揮発しやすく、大気中で気体となり、光化学反応することで光化学スモッグの原因となる。これはもちろん健康被害の一因となる。そこで日本では、2004 年の大気汚染防止法改正の際に VOC 規制が法制度として成立した。世界各国でも VOC 排出の規制が進んでおり、アメリカでは 1990 年、EU では 1994 年および 1999 年に制度化されている。ただ、日本の VOC 規制が諸外国と異なるのは、VOC の排出規制値の設定にくわえて、事業所における自主的取組を定めている点である。欧米では事業所の構造基準や設備基準、排出基準が設定されているが、日本ではそれに加えて、事業所が VOC 削減計画を自ら定め、2010 年までに排出量を 3 割削減するという自主的取組が制度化されている。

自主的取組は、環境政策としては比較的新しい手法であり、その効果が注目されている。従来の環境政策は、環境税や補助金、排出権取引等に代表されるインセンティブに基づく方法と、環境基準等に代表されるコマンド・アンド・コントロールが主な方法であった。ただ、インセンティブに基づく方法やコマンド・アンド・コントロールは、制度設計や、エンフォースメントの担保 (政策施行後のモニタリング等) にコストがかかる。また、コマンド・アンド・コントロールでは、定められた基準の達成以上に対策を行うインセンティブがなく、非効率な対策となってしまう可能性もある。そこで最近注目されているのが、自主的取組である。自主的取組とは、政府が一定の努力目標を設定するが、それを達成できなかった際の罰則はなく、あくまで企業が自発的に削減計画を立案して、対策を実行する仕組みである。自主的取組はそのエンフォースメントが極めて重要となる。現在の日本では、指定された化学物質の排出、運搬についてその物質名や量を個別具体的に事業所レベルで報告しなければならない、報告された情報はそのまま公開されるという化学物質排出移動量届出制度 (Pollutant Release and Transfer Register, PRTR) によって担保されており、自主的取組は環境政策の一手法として期待されている。

研究目的、研究方法

本研究では、日本で先進的に実施されている VOC 規制の自主的取組に注目し、自主的取組の実施がパフォーマンスに与える影響を、事業所レベルのマイクロデータを用いて実証的に分析する。事業所の財務データを捕捉するため、工業統計調査の個票データを用いることとし、事業所の VOC 排出量データを把握するため、PRTR 個別事業所データを用いる。工業統計調査と PRTR 個別事業所データを事業所レベルでパネルデータに整理し、事業所名と事業所の住所を用いてマッチングして分析を行う。分析を行う際には、自主的取組のインパクトを統計的に抽出するため、傾向スコアマッチング法と DID を組み合わせた手法を用いる。事業所レベルでの財務データや VOC 排出に関するデータを利用し、自主的取組がパフォーマンスに与えるインパクトを精緻に抽出できるのが本研究の独自性であり、貢献である。

分析結果

自主的取組の有無だけが異なる事業所を傾向スコアマッチング法によって仮想的に抽出し、DIDによってパフォーマンスを比較したところ、概要図のような結果を得た。自主的取組を行った事業所はそうでない事業所と比べて、取組後1年間で売上高や付加価値、資本生産性が向上していることが分かった。また、自主的取組から2年後、3年後には、売上高や付加価値、資源生産性にくわえて、TFPも有意に上昇しており、自主的取組を行うことが生産性向上に寄与している可能性も示唆された。ただし、自主的取組後2年後、3年後には中間投入も上昇していることから、自主的取組の中でVOCを含まない中間投入への代替がコスト増加につながっている可能性も示唆された。

概要図 DID分析結果のまとめ

		売上高	付加価値	TFP	資本生産性	労働生産性	中間投入
自主的取組達成	1年後	++	+		+		
	2年後	+++	+++	+	+++		+++
	3年後	+++	+++	+++	+++		++

※+は10%、++は5%、+++は1%の有意水準でプラスを意味する。

政策的インプリケーション

自主的取組を行うと事業所のパフォーマンスが向上するという本研究の分析結果は、自主的取組と、従来のコマンド・アンド・コントロールを組み合わせた環境政策が企業の生産活動を停滞させることなく機能することを示している。確かに環境政策は確かに中間投入に関するコストを押し上げるが、資金制約等によって一時的な中間投入の増加に対応できない事業所については、政策的にバックアップを行えば、日本全体として政策的な目標を達成しやすくなるであろう。また、自主的取組の奨励はパフォーマンス向上にもつながることから、産業政策としても有効である可能性も示唆されている。今後は、VOCだけでなく、他の物質についても自主的取組を組み合わせた法制度を実施することで、効率的に環境保全を行いつつ、日本企業の競争力向上を達成できるような政策が可能となる。本研究は、環境政策としても産業政策としても機能する政策を考えるための研究蓄積となったであろう。

本文

1. はじめに

塗料や接着剤、洗浄剤、ガソリン、シンナーに含まれるトルエン等を、揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOC) という。VOC は揮発しやすく、大気中で気体となり、光化学反応することで光化学スモッグの原因となる。これはもちろん健康被害の一因となる。そこで日本では、2004 年の大気汚染防止法改正の際に VOC 規制が法制度として成立した。世界各国でも VOC 排出の規制が進んでおり、アメリカでは 1990 年、EU では 1994 年および 1999 年に制度化されている¹。ただ、日本の VOC 規制が諸外国と異なるのは、VOC の排出規制値の設定にくわえて、事業所における自主的取組を定めている点である。欧米では事業所の構造基準や設備基準、排出基準が設定されているが、日本ではそれに加えて、事業所が VOC 削減計画を自ら定め、2010 年までに排出量を 3 割削減するという自主的取組が制度化されている。

自主的取組は、環境政策としては比較的新しい手法であり、その効果が注目されている。従来の環境政策は、環境税や補助金、排出権取引等に代表されるインセンティブに基づく方法と、環境基準等に代表されるコマンド・アンド・コントロールが主な方法であった。ただ、インセンティブに基づく方法やコマンド・アンド・コントロールは、制度設計や、エンフォースメントの担保(政策施行後のモニタリング等)にコストがかかる。また、コマンド・アンド・コントロールでは、定められた基準の達成以上に対策を行うインセンティブがなく、非効率な対策となってしまう可能性もある。そこで最近注目されているのが、自主的取組である²。自主的取組とは、政府が一定の努力目標を設定するが、それを達成できなかった際の罰則はなく、あくまで企業が自発的に削減計画を立案して、対策を実行する仕組みである。自主的取組はそのエンフォースメントが極めて重要となる。現在の日本では、指定された化学物質の排出、運搬についてその物質名や量を個別具体的に事業所レベルで報告しなければならない、報告された情報はそのまま公開されるという化学物質排出移動量届出制度 (Pollutant Release and Transfer Register, PRTR) によって担保されており、自主的取組は環境政策の一手法として期待されている。

そこで本研究では、日本で先進的に実施されている VOC 規制の自主的取組に注目し、自主的取組の実施がパフォーマンスに与える影響を、事業所レベルのマイクロデータを用いて実証的に分析する。事業所の財務データを捕捉するため、工業統計調査の個票データを用いることとし、事業所の VOC 排出量データを把握するため、PRTR 個別事業所データを用いる。工

¹ アメリカでは大気清浄法 (Clean Air Act) の 1990 年改正で VOC 規制が盛り込まれた。EU では、1994 年の「ガソリンの貯蔵及びターミナルからガソリンスタンドまでの流通による VOC の放出抑制に関する理事会指令」(94/63/EC) や、1999 年「特定の活動及び設備における有機溶剤の使用による VOC 放出の抑制のための理事会指令」(Gothenburg 議定書、1999/13/EC) で VOC 規制が定められている。

² 本稿で注目する VOC 規制の自主的取組だけでなく、多くの企業で行われている CSR (Corporate Social Responsibility、企業の社会的責任) 活動も自主的取組の一例と言える。

業統計調査とPRTR 個別事業所データを事業所レベルでパネルデータに整理し、事業所名と事業所の住所を用いてマッチングして分析を行う。分析を行う際には、自主的取組のインパクトを統計的に抽出するため、傾向スコアマッチング法と DID を組み合わせた手法を用いる。

従来、自主的取組等の環境政策がパフォーマンスを低下させると考えられていた。環境政策は追加的なコストとなり、収益率が低下し、生産性が低下するという考えである。また、仮に環境政策によって生産性が向上するのであれば、企業はそもそも環境政策が施行される前から、環境政策に対応するための方策を講じ、利潤最大化を行うという指摘もある (Friedman, 1970; Palmer, Oates, and Portney, 1995)。一方、Porter and van der Linde (1995)では、環境政策によって企業の国際競争力が向上する可能性を指摘している。環境政策によって相対的なコスト構造が変化し、割高になった環境対応コストを節約するような研究開発が行われる結果、むしろ生産性が向上し、競争力が向上するという指摘である。

本研究では、環境政策がパフォーマンスに与える影響を定量的に把握するため、VOC 規制の自主的取組に注目し、環境政策がパフォーマンスに与える影響を事業所レベルのマイクロデータを用いて実証的に分析する。事業所レベルでの財務データや VOC 排出に関するデータを利用し、自主的取組がパフォーマンスに与えるインパクトを精緻に抽出できるのが本研究の独自性であり、貢献である。

自主的取組の有無だけが異なる事業所を傾向スコアマッチング法によって仮想的に抽出し、DID によってパフォーマンスを比較したところ、自主的取組を行った事業所はそうでない事業所と比べて、取組後 1 年間で売上高や付加価値、資本生産性が向上していることが分かった。また、自主的取組から 2 年後、3 年後には、売上高や付加価値、資源生産性にくわえて、TFP も有意に上昇しており、自主的取組を行うことが生産性向上に寄与している可能性も示唆された。ただし、自主的取組後 2 年後、3 年後には中間投入も上昇していることから、自主的取組の中で VOC を含まない中間投入への代替がコスト増加につながっている可能性も示唆された。

本論文の構成は以下の通りである。第 2 節では日本における VOC 規制と VOC 排出の状況を確認する。第 3 節で環境政策がパフォーマンスに与える影響を分析した先行研究をサーベイする。第 4 節では、分析のモデルの理論的な枠組や、実証するためのデータおよび分析に用いる変数の定義、算出方法を示す。第 5 節で推計結果とその考察を示し、第 6 節で結論を示す。

2. VOC 排出規制

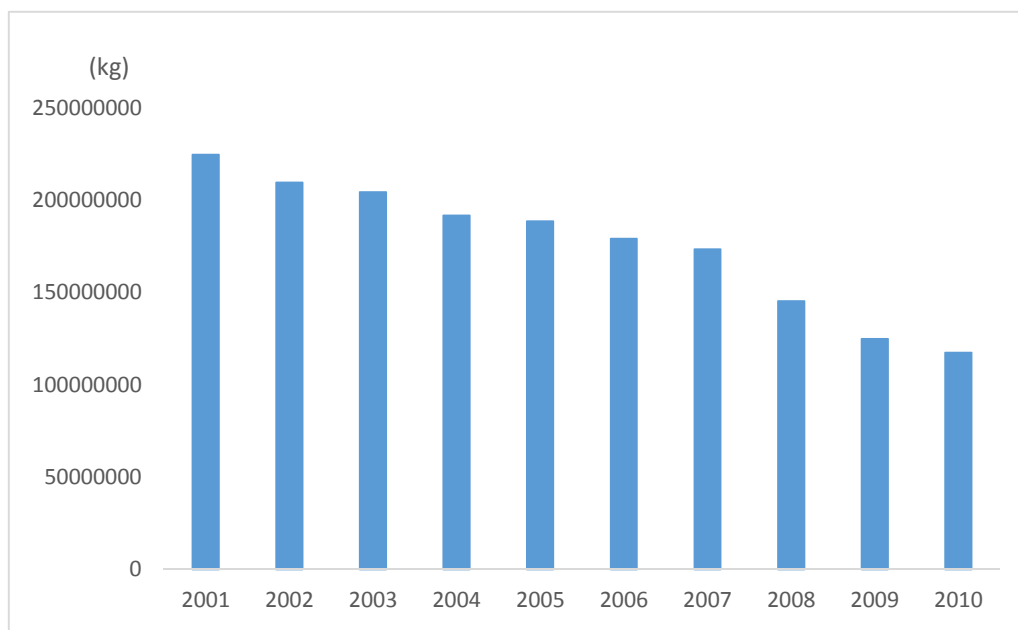
VOC の排出を抑制し、光化学スモッグ等の大気汚染による健康被害を防止するため、2004 年 5 月に大気汚染防止法が改正され、VOC 規制は 2006 年 4 月 1 日より実施された。日本の

VOC 規制は、排出量そのものの排出基準を定めるとともに事業者の自主的取組もあわせて規定しており、世界的にも珍しい法制度となっている。自主的取組では、事業所ごとに柔軟な VOC 抑制対策が可能となる。

自主的取組として、事業所は 2010 年度の VOC 排出量を 2000 年度と比較して 30%以上削減することを目標とすることが定められている。自主的取組の対象施設は、塗装、印刷、接着、産業洗浄、化学製品製造、貯蔵のどれかに該当し、一定以上の送風能力を持つ送風機を持つ事業所である³。

日本において、VOC 排出量の年次推移を見たのが図 1 である。2006 年に VOC 規制が始まったが、それ以前から排出は低下傾向にあることが分かる。また、2007 年から 2008 年にかけて、特に大きく VOC 排出が低下している。これは、2008 年 9 月に発生したリーマンショックにより生産が停滞し、VOC を排出する原材料の使用が抑制されたためと考えられる。

図 1 日本における VOC の大気排出量



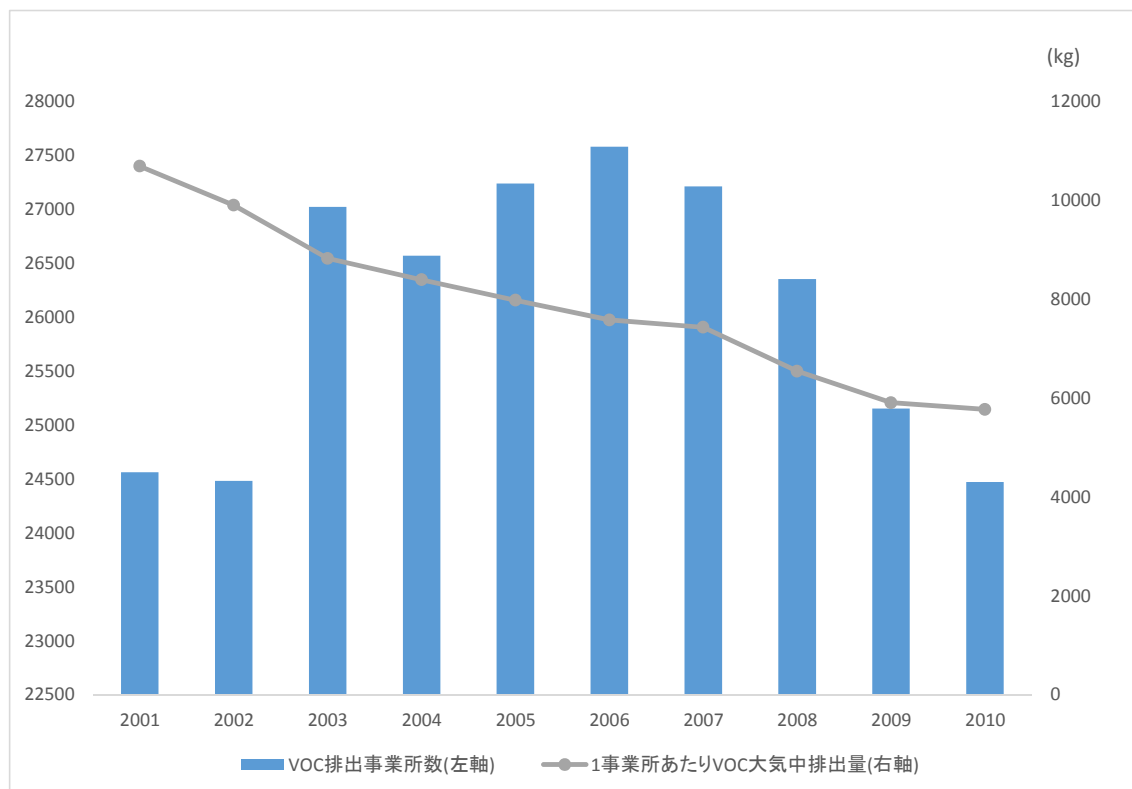
注：環境省が公開している PRTR データ(平成 13 年～平成 22 年)に基づき作成

VOC を排出している事業所の数と、1 事業所あたりの VOC 排出量の推移を見たのが図 2 である。2002 年から 2003 年にかけて VOC を排出する事業所が著しく増加したのは、報告が必要となる物質が 5 トン以上である比較的大規模な事業者にくわえ、1 トンから 5 トンの対象物質を排出する小規模事業者への PRTR 報告に関する猶予期間が 2003 年で終了し、制度が本格的に運用され、猶予されていた小規模事業者も報告を行うようになったためと考えられる。また、

³ 規定されている送風機の送風能力は、対象施設によって異なっている。例えば、化学製品製造を行う事業所では 3000m³/h 以上、塗装を行う事業所では 10000m³/h 以上となっている。

1事業所あたりのVOC排出量を見てみると、低下傾向にあるが、2007年から2008年にかけての低下が著しい。VOCの排出量に関する推移と同様に、リーマンショックによる生産の停滞が原因と考えられる。

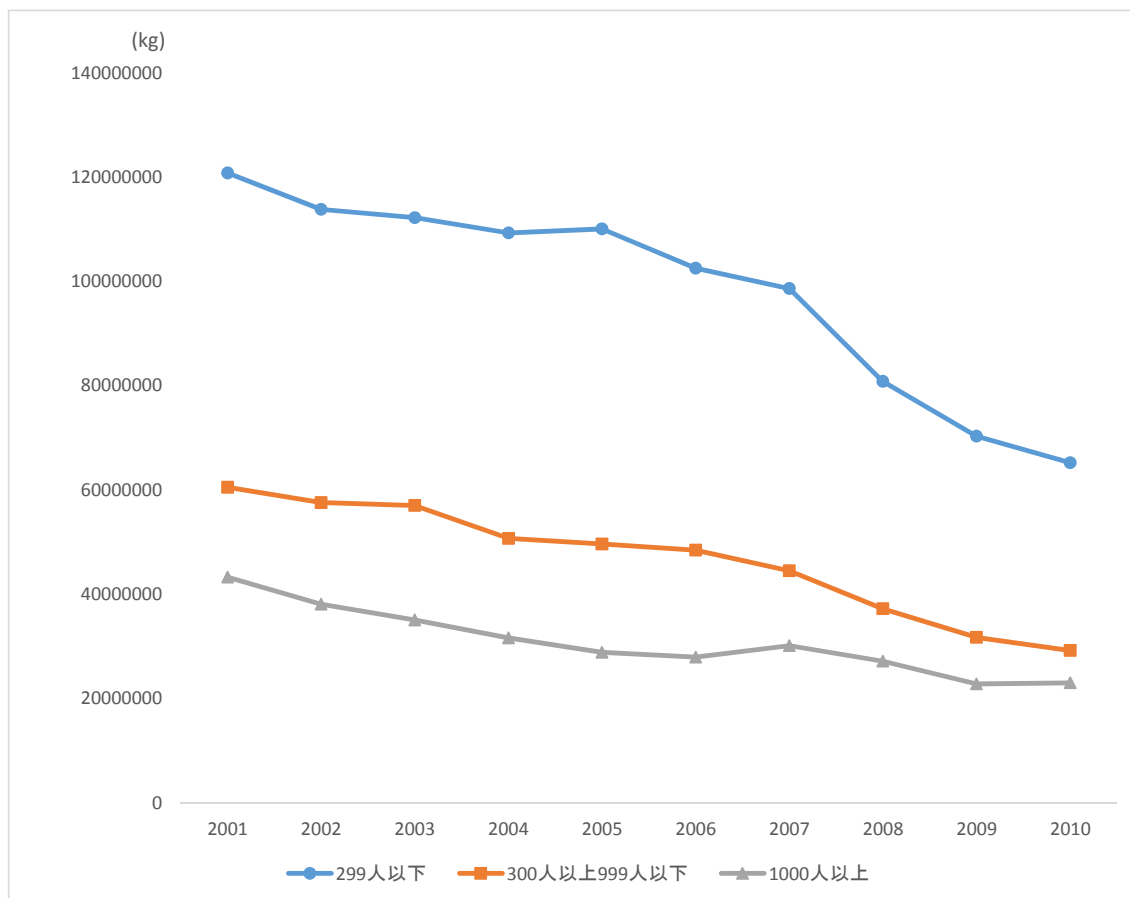
図2 VOCを排出する事業所の数と1事業所あたりVOC排出量



注:環境省が公開しているPRTRデータ(平成13年～平成22年)に基づき作成

事業所規模別にVOC排出量の推移をみたのが図3である。従業員数299人以下の比較的小規模事業所による排出が最も多い。小規模事業所、300人以上999人以下の中規模事業所のVOC排出量は2001年から2010年まで減少傾向にあるが、1000人以上の大規模事業所は2009年、2010年と横ばいとなっている。リーマンショック以降、事業所の生産活動が停滞する中で、生産性の高い大規模事業所が生産を維持していることが伺える。

図3 従業員規模別の事業所 VOC 排出量



注:環境省が公開している PRTR データ(平成 13 年～平成 22 年)に基づき作成

3. 先行研究

企業の自主的な取組とパフォーマンスとの関係を分析した実証研究として、Arimura Hibiki, and Katayama (2008)がある。彼らは、OECD のサーベイデータを用いて、環境管理システムである ISO14001 の取得状況や環境報告書の発行と、天然資源の利用、固形廃棄物の発生、排水の排出との関係を分析している。その結果、ISO14001 や環境報告書の発行は、天然資源の利用を抑え、固形廃棄物の発生や排水の排出を抑制しているという。また、それらの効果は環境規制によって阻害されることはない。これらのことから、自主的取組は、環境規制と補完的な関係にある可能性が指摘されている。

環境規制と企業パフォーマンスとの関係を分析した研究としては、Porter and van der Linde(1995)を嚆矢として多くの研究がある⁴。一般に環境規制は、企業にとって追加的なコスト

⁴ 他に、Jaffe, Peterson, Portney, and Stavins(1995)、Lanjouw and Mody(1996)、Hart and

となるため、競争力を弱めると理解されてきた(伊藤・浦島, 2013)。一方、Porter and van der Linde(1995)は、オランダの生花栽培産業や日本の自動車産業等に注目し、厳しい環境規制の実施は企業の負担となるものの、結果として研究開発活動を促進させ、国際競争力の向上に貢献することを指摘した。彼らの研究を嚆矢として、環境規制と企業パフォーマンスとの関係は実証的に検証されてきたが、多くの先行研究では、環境規制によって研究開発活動が促進され、生産性や企業パフォーマンスの向上につながっていることが示されている。

先行研究を踏まえ、本研究では環境政策手法の一つである自主的取組と企業パフォーマンスとの関係を分析する。先行研究の多くは、政府による環境基準の設定等に代表されるコマンド・アンド・コントロール(command-and-control)手法や、環境税および排出権取引等に代表されるインセンティブに基づく手法を「環境規制」として、分析を行ってきた。ただ、最近ではISO14001や環境マネジメントシステム(Environmental Management System, EMS)等に代表される自主的取組(Voluntary)アプローチも環境政策として注目されている⁵。しかしながら、自主的取組と企業パフォーマンスとの関係についてマイクロデータを用いて実証的に分析した研究は、筆者の知る限りArimura, Hibiki, and Katayama(2008)のみであり、研究蓄積が進んでいない。

そこで本研究では、環境政策としての自主的取組がパフォーマンスに与える影響を、VOC規制の自主的取組を事例として分析する。企業は環境に関する自主的取組を進めることで、将来的な訴訟コストを抑制し、パフォーマンスを向上させることができると考えられる。実際、ブルームバーグの2015年9月21日付けの報道によれば、2015年9月20日に明らかとなったフォルクスワーゲン(Volkswagen)によるアメリカでの排ガス規制不正行為で、最大180億ドルの罰金と刑事訴追にくわえ、消費者からの訴訟等も今後発生する可能性があり、株価は2日後には約23%低下して時価総額の約4分の1が失われた。環境政策を遵守することはパフォーマンスに影響を与え、自主的取組をすることも株価等のパフォーマンスに影響を与えると考えられる。環境政策という観点から自主的取組がパフォーマンスに与える影響を計量経済学的手法を用いて検証することは先行研究でも数少なく、本研究で実証的に検証することは大きな貢献となる。

Ahuja(1996)、Jaffe and Palmer (1997)、浜本(1997)、Brunnermeier and Cohen(2003)、中野(2003)、Shadbegian and Gray(2003)、Popp(2002, 2006)、Popp, Hafner, and Johnstone (2007)、Lanoie, Partry, and Lajeunesse(2008)等がある。

⁵ OECD (2003)は、横浜市や北九州市における自主的取組を紹介している。

4. モデルとデータ

4.1 モデル

自主的取組が企業パフォーマンスに与える影響を検証するため、傾向スコアマッチング法 (Propensity Score Matching, PSM) と DID (Difference in Differences) 法を組み合わせて分析を行う。自主的取組がパフォーマンスに与えた影響を厳密に検証するには、ある事業所が自主的取組をした場合としていない場合を比較する必要があるが、現実的には不可能である。それを検証する方法の一つとして、事業所の規模や生産性等の条件が同一で、自主的取組実施の有無のみが異なるような事業所を見つけ、両者のパフォーマンスを比較することが有効である。そこでまず、規模と生産性が同一である事業所を見つけるために自主的取組実施の有無に関する傾向スコアを算出する。それに基づいて、自主的取組を実施している事業所群 (treatment group) と、実施していない事業所群 (control group) をマッチングする。

次に、treatment group と control group について、DID の手法を用いてパフォーマンスを比較する。DID とは、自主的取組を実施する前後でパフォーマンスに変化があるか否かを、トレンドを考慮して分析する手法である⁶。DID によって自主的取組のインパクトを正しく推定するには、平行トレンド仮定 (Parallel Trends Assumption) と、共通ショック仮定 (Common Shocks Assumption) を満たす必要がある。前者の仮定は、自主的取組を実施した事業所群と実施していない事業所群において、もし自主的取組を実施しなかった場合に両事業所群は平行したトレンドとなるという仮定である。後者の仮定は、自主的取組の実施前後で、パフォーマンスに影響を与える別のイベントが起きていないという仮定である。本研究では、自主的取組の実施有無のみが異なるような事業所群を傾向スコアマッチング法で仮想的に抽出しているため、上記 2 つの仮定は統計的に満たされていると考えることができる。

4.2 データ

傾向スコアマッチング法と DID 法を組み合わせて、VOC 自主的取組の実施がパフォーマンスに与える影響を検証するため、工業統計調査の個票データと、PRTR の個別事業所データを用いる。工業統計調査は製造業に属する事業所を対象に、原則毎年調査が行われている⁷。従業者数 3 人以下の事業所を除いて全数調査が行われており、回収率は 95.2% (2013 年調査) と高い水準である。この統計調査の個票データにより、1993 年から 2010 年までの事業所の名称や所在地、売上高、従業員数、有形固定資産、生産活動に用いる中間投入、事業所の建築面積のデータを得ることが出来る。本稿では、2000 年以降有形固定資産のデータを得ることが出来る工業統計甲票 (従業員数 30 人以上) を用いる。

⁶ 詳しくは、Ashenfelter and Card(1985)を参照。

⁷ 総務省が実施する経済センサスがある年(2011年等)には、工業統計調査は実施されない。

PRTRとは化学物質排出移動量届出制度(Pollutant Release and Transfer Register)のことであり、有害性のある化学物質の中で政府が指定した物質について、事業所から大気や水域等に排出された量や、事業所の外に移動された量を事業所レベル、化学物質レベルで政府に報告する制度である。この制度は1999年に制定された化学物質排出把握管理促進法(化管法)によって制度化され、ほぼ全業種に属する常時従業員数21人以上で、かつ報告対象の化学物質(第一種指定化学物質)の取扱が一定以上ある事業所が、当該化学物質の排出量・移動量を政府に報告しなければならない。公表されている個別事業所のPRTRデータを用いて、2001年から2010年までの事業所の名称や所在地、排出している化学物質とその大気への排出量を把握する。

分析を行うには、工業統計調査の個票データと、PRTRの個別事業所データをマッチングする必要がある。そこで本研究では、事業所の名称や所在地の情報を用いて、両者のデータをマッチングした。利用できるデータの期間が、工業統計調査は1980年から2010年、PRTRデータは2001年から2012年であるので、2001年から2010年までのデータを利用してマッチングを行った。マッチングできたのは、2001年から2010年までの工業統計調査444,417サンプルのうち、89,729サンプルであった⁸。

PRTRでは、VOCだけでなく、様々な化学物質の排出量が報告されている。そこで、経済産業省・産業環境管理協会(2010)が紹介している「環境省が示す主なVOC100種」を用いて、PRTR個別事業所データからVOCに該当する化学物質のデータを抽出する⁹。VOCとして抽出された各化学物質の大気への排出量を事業所レベル、年レベルで集計する。

工業統計調査の個票データとPRTRの個別事業所データをマッチングした後、分析に用いる変数を作成する。VOC自主的取組については、2001年から2010年の間に、初めて報告した年と比較して30%以上排出量を削減している場合、自主的取組を行ったと定義した。2006年に実施された法制度で規定されているのは2000年と比較した2010年の排出量の削減割合であるが、PRTRデータの公開が開始されたのが2001年であるため、本研究では上記のようにVOC自主的取組の有無の代理指標を定義している。

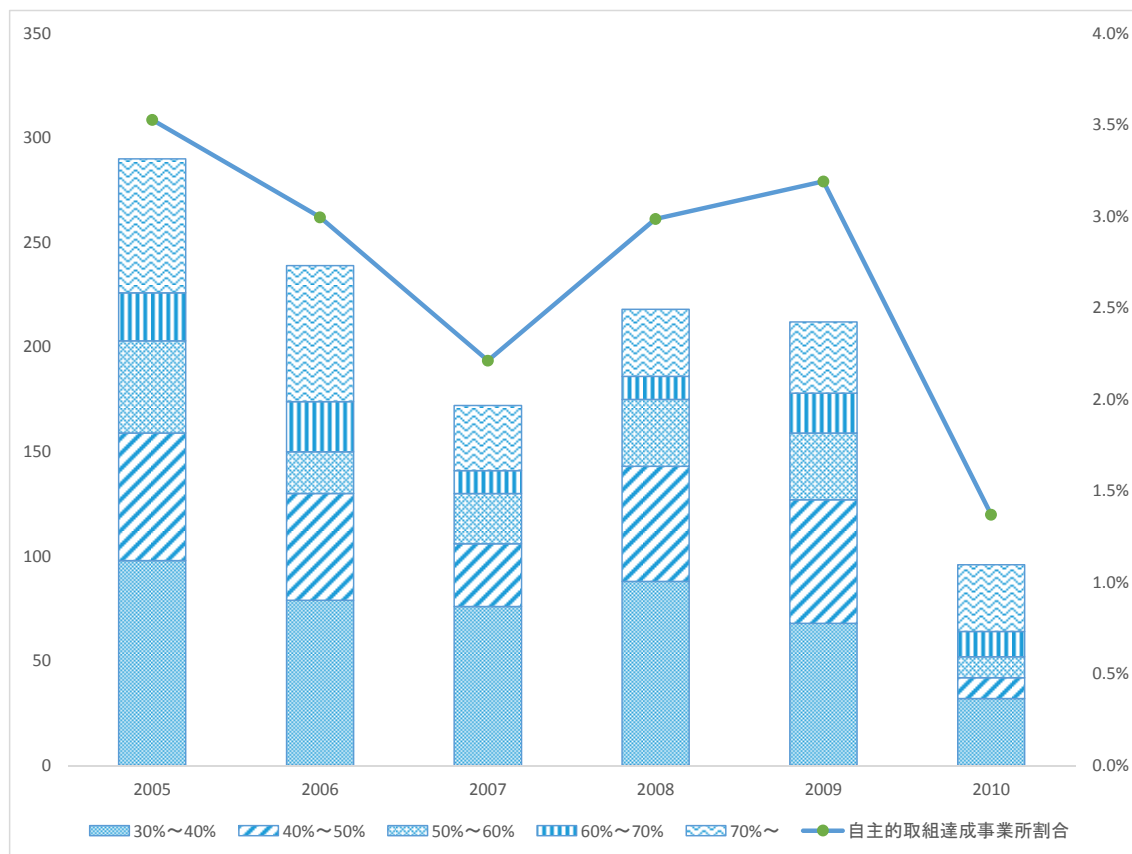
VOC規制による事業所の自主的取組について、2010年までに達成した事業所の割合と、排出の削減割合別に事業所数を整理したのが図4である。2004年にVOC規制の実施が決まってから、2005年にすでに自主的取組によってVOCを30%以上削減している事業所は、VOCを排出している事業所全体の約3.5%となっている。VOC排出量の削減の割合について見てみると、目標である30%から40%の削減を行っている事業所が最も多いが、目標よりも削減が多いほど達成している事業所の数が減少するわけではなく、70%以上の削減を行っている

⁸ 工業統計調査の甲票サンプルのうち、約20.2%がPRTR個別事業所データとマッチングできたことを意味している。なお、分析対象期間の中で最新年の2010年では、工業統計調査甲票38684事業所のうち、PRTR個別事業所データをマッチングできたのは9098事業所であった。

⁹ VOCとして、トルエンやキシレン、1,3,5トリメチルベンゼン等がリストアップされている。

事業所も多い。VOC 排出規制の自主的取組という制度が、VOC の排出削減に有効に機能していることが示唆される。

図 4 自主的取組達成事業所の割合と、削減割合別事業所数



注：環境省が公開している PRTR データ(平成 17 年～平成 22 年)に基づき作成

傾向スコアマッチングを行う際に用いる事業所の規模として、建築面積と従業者数、中間投入を考える。VOC 規制では事業所の持つ送風機の大きさを事業所の規模と考えているが、各事業所の送風機の大きさに関するデータはない。そこで、事業所の物理的な規模に送風機の規模も比例すると仮定し、それをコントロールするために建築面積を用いる。事業所の生産規模を考慮する変数としては、従業者数と、日本産業生産性 (JIP) データベースの中間投入デフレーターで実質化した中間投入金額を用いる。また、事業所の生産性を考慮するため、トランス・ログ型生産関数によって推計した全要素生産性 (Total Factor Productivity, TFP) を用いる¹⁰。

¹⁰ 生産関数の推計には付加価値額、資本ストック、労働投入を用いる。付加価値額は、JIP データベースのアウトプットデフレーターで実質化した売上高から実質中間投入を引いた粗付加価値額とした。資本ストックは、有形固定資産の情報を用いて、利用可能な工業統計調査の個票データで最も古い 1980 年のデータをベースとし、恒久棚卸法により算出した。労働投入は、事業所ごとの従業者数に、JIP データベースのマンパワーを掛け合わせて算出した。

TFP とは、生産性を測定する方法の一つであり、労働や資本を含む全投入量と全産出量との比率である¹¹。建築面積と従業者数、中間投入、TFP を傾向スコアの算出の際に考慮することで、事業所の規模や中間投入の使用状況、TFP が同程度であり、自主的取組の有無のみが異なるサンプルを仮想的に抽出することができる。

自主的取組の有無のみが異なる事業所データを用いた DID で比較するパフォーマンスとして、売上高、付加価値、TFP、資本生産性、労働生産性、中間投入を考える。売上高は、JIP データベースのアウトプットデフレーターにより実質化する。実質化した売上高から、実質化した中間投入を差し引いて、付加価値を算出する。また、傾向スコアマッチングの際に用いる TFP を、DID でも用いる。資本生産性および労働生産性は、付加価値をそれぞれ資本ストックと労働投入で除して算出する。

5. 推計結果

傾向スコアを算出する際に得られるロジットモデルの推計結果が表 1 である。建築面積の係数は有意にプラスであることから、物理的に大きな事業所ほど自主的取組を行っている確率が高いことがわかる。また、従業者数の係数が有意にプラスであることから、規模が大きい事業所ほど、自主的取組を行っている確率が高いことがわかる。

表 1 傾向スコアを算出するロジットモデルの推計結果

	logit model
建築面積	0.116** (0.000)
従業者数	0.411*** (0.000)
中間投入	-0.125** (0.000)
TFP	-0.204** (0.021)
N	61848

※***:1%有意、**:5%有意、*:10%有意を示す。

傾向スコアマッチングを行って、自主的取組を行った事業所群と、そうでない事業所群のサンプルを用いて DID を行った結果が表 2, 3, 4 である。それぞれ、自主的取組を行う 1 期前と 1

¹¹ 事業所レベルの TFP を算出することで、資本集約的な事業所や労働集約的な事業所の生産性を同時に比較できる。

期後、2期後、3期後を比較して行った DID の推定結果である。表 1 をみると、自主的取組を行って 1 期後に、売上高や付加価値、資本生産性が向上していることが示唆されている。

表 2 1 期前と 1 期後を比較した DID 結果

Period	売上高	付加価値	TFP (Trans-log)	Productivity (Capital)	Productivity (Labor)	中間投入
	t-1 vs t+1	t-1 vs t+1	t-1 vs t+1	t-1 vs t+1	t-1 vs t+1	t-1 vs t+1
ATT	0.030**	0.148*	0.013	0.062*	0.005	0.018
SE	(0.014)	(0.088)	(0.009)	(0.032)	(0.013)	(0.021)
t	2.078	1.689	1.465	1.948	0.365	0.876
Treatment	876	876	876	876	876	876
Control	21712	21712	21712	21712	21712	21712
N	22588	22588	22588	22588	22588	22588

※***:1%有意、**:5%有意、*:10%有意を示す。

次に、自主的取組を行う 1 期前と 2 期後を比較した推定結果である表 2 を見てみると、依然として売上高や付加価値、資本生産性が有意にプラスであり、自主的取組 1 期後だけでなく、2 期後もそれらのパフォーマンスが向上していることが示唆されている。また、自主的取組 2 期後には、TFP も有意にプラスになっており、生産性が向上していることが示唆されている。ただし、中間投入額も有意にプラスとなっており、自主的取組を行った 2 期後に中間投入額が増加していることを示唆している。これは、VOC の自主的取組によって VOC を排出する従来の原材料を、VOC を含まない原材料に代替するため、中間投入のコストが上昇していることを意味している可能性がある。

表 3 1 期前と 2 期後を比較した DID 結果

Period	売上高	付加価値	TFP (Trans-log)	Productivity (Capital)	Productivity (Labor)	中間投入
	t-1 vs t+2	t-1 vs t+2	t-1 vs t+2	t-1 vs t+2	t-1 vs t+2	t-1 vs t+2
ATT	0.046***	0.150***	0.017*	0.050***	0.017	0.050***
SE	(0.011)	(0.045)	(0.009)	(0.013)	(0.010)	(0.019)
t	4.06	3.365	1.791	3.91	1.623	2.624
Treatment	703	703	703	703	703	703
Control	17293	17293	17293	17293	17293	17293
N	17996	17996	17996	17996	17996	17996

※***:1%有意、**:5%有意、*:10%有意を示す。

最後に自主的取組を行う 1 期前と 3 期後を比較した推定結果である表 3 を見てみると、売上高、付加価値、TFP、資源生産性、中間投入がそれぞれ有意にプラスである。自主的取組を実施してから 3 期後にも売上高や付加価値、TFP、資源生産性は向上し、パフォーマンスが高まっていることが示唆されている。ただし、中間投入については、自主的取組の 3 年後でも依然として VOC を含まない原材料への代替からコストが高まっている可能性が示唆されている。

表 4 1 期前と 3 期後を比較した DID 結果

	売上高	付加価値	TFP (Trans-log)	Productivity (Capital)	Productivity (Labor)	中間投入
Period	t-1 vs t+3	t-1 vs t+3	t-1 vs t+3	t-1 vs t+3	t-1 vs t+3	t-1 vs t+3
ATT	0.043***	0.162***	0.020***	0.053***	0.01	0.048**
SE	(0.012)	(0.057)	(0.007)	(0.015)	(0.012)	(0.024)
t	3.606	2.832	2.724	3.609	0.84	1.976
Treatment	543	543	543	543	543	543
Control	12886	12886	12886	12886	12886	12886
N	13429	13429	13429	13429	13429	13429

※***:1%有意、**:5%有意、*:10%有意を示す。

6. まとめとディスカッション

本研究では、VOC 規制に注目し、自主的取組がパフォーマンスを向上させるか否かについて、2001 年から 2010 年までの工業統計調査の個票データおよび PRTR 個別事業所データを用いて、傾向スコアマッチング法および DID により実証的に分析を行った。自主的取組の有無だけが異なる事業所を仮想的に抽出し、パフォーマンスを比較したところ、自主的取組を行った事業所はそうでない事業所と比べて、取組後 1 年間で売上高や付加価値、資本生産性が向上していることが分かった。また、自主的取組から 2 年後、3 年後には、売上高や付加価値、資源生産性にくわえて、TFP も有意に上昇しており、自主的取組を行うことが生産性向上に寄与している可能性も示唆された。ただし、自主的取組後 2 年後、3 年後には中間投入も上昇していることから、自主的取組の中で VOC を含まない中間投入への代替がコスト増加につながっている可能性も示唆された。

自主的取組は、実施しない事業所に対して罰則があるわけではなく、法的な強制力は無い。したがって、企業は自主的取組を実施するとコストが増加し、パフォーマンスは低下することが予想される。確かに、自主的取組を実施した後に中間投入が有意に増加しているという本研究の分析結果でもそれは示されている。しかし、本研究の分析結果では、自主的取組を行うと、売上高や付加価値、生産性が向上することも示唆している。これは、法的な拘束力はない自主的取組を法制度として明示することで、取組を実施している事業所の訴訟コストが低下し、当該事業所の製品が将来的に継続して供給される可能性が高まり、結果として製品の質が高まったことを示唆している。自主的取組を行っている事業所の製品の質が高まることで、売上高や付加価値が増加し、生産性も高まっていることが本研究の分析結果で示されているのかもしれない。

自主的取組を行うと事業所のパフォーマンスが向上するという本研究の分析結果は、自主的取組と、従来のコマンド・アンド・コントロールを組み合わせた環境政策が企業の生産活動を停滞させることなく機能することを示している。確かに環境政策は確かに中間投入に関するコストを押し上げるが、資金制約等によって一時的な中間投入の増加に対応できない事業所については、政策的にバックアップを行えば、日本全体として政策的な目標を達成しやすくなるで

あろう。また、自主的取組の奨励はパフォーマンス向上にもつながることから、産業政策としても有効である可能性も示唆されている。今後は、VOCだけでなく、他の物質についても自主的取組を組み合わせた法制度を実施することで、効率的に環境保全を行いつつ、日本企業の競争力向上を達成できるような政策が可能となる。本研究は、環境政策としても産業政策としても機能する政策を考えるための研究蓄積となったであろう。

ただし、残された課題もある。厳密な VOC 規制の自主的規制は、2000 年と 2010 年を比較して 30% の削減を行うというものである。ただ、2000 年の排出量のデータがないこと、PRTR が本格運用されたのが 2003 年であったことから、厳密に自主的規制のインパクトを計測することが出来なかった。今後、排出量のデータが継続的に計測されつつ、自主的取組と環境規制を組み合わせた同様の環境政策が行われた際には、本研究の結果をより精緻に検証できるであろう。また、本研究では事業所データを用いて分析を行ったが、各事業所の生産性向上は、同じ企業内の他の事業所にもスピルオーバーすると考えられる。事業所の特性だけでなく、事業所が属する企業の特長も考慮した上で分析を行えば、より詳細な分析結果を得ることが出来るであろう。そのためには、事業所データと企業データを接合するためのコンバーターが必要となる。今後のデータ整備が待たれる。

参考文献

- Arimura, T., A. Hibiki, and H. Katayama (2008) "Is a Voluntary Approach an Effective Environmental Policy Instrument? A Case for Environmental Management System," *Journal of Environmental Economics and Management*, 281-295.
- Ashenfelter, O. and D. Card (1985) "Using the Longitudinal Structure of Earnings to Estimate the Effect of Training Programs," *Review of Economics and Statistics*, 648-660.
- Brunnermeier, S. and M.A. Cohen (2003), "Determinants of Environmental Innovation in US Manufacturing Industries," *Journal of Environmental Economics and Management*, 278-293.
- Friedman, M. (1970). "The Social Responsibilities of Business Is to Increase Its Profits," *The New York Times Sunday Magazine*, September 13, 25-26.
- Hart, S., and G. Ahuja (1996), "Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance," *Business Strategy and the Environment*, 30-37.
- Jaffe, A., S.R. Peterson, P.R. Portney, R.N. Stavins (1995), "Environmental Regulation and Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?" *Journal of Economic Literature*, 132-163.
- Jaffe, A., K. Palmer (1997) "Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study," *Review of Economics and Statistics*, 610-619.
- Lanjouw, J. and A. Mody, "Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology," *Research Policy*, 549-571.
- Lanoie, P., M. Patry, and R. Lajeunesse (2008) "Environmental Regulation and Productivity: New Findings on the Porter Hypothesis," *Journal of Productivity Analysis*, 121-128.
- OECD (2003) "Voluntary Approaches: Two Japanese Cases," Environment Policy Committee Report.
- Palmer K, W. Oates, and P. Portney (1995) "Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost of the No-Cost Paradigm," *Journal of Economic Perspectives*, 119-132.
- Popp, D. (2002) "Induced innovation and energy prices," *American Economic Review*, 160-180.
- Popp, D. (2006) "International innovation and diffusion of air pollution control technologies: the effects of NOx and SO2 regulation in the US, Japan, and Germany," *Journal of Environmental Economics and Management*, 46-71.
- Popp, D., T. Hafner, and N. Johnstone (2007) "Policy vs. consumer pressure: innovation and diffusion of alternative bleaching technologies in the pulp industry," *Research Policy*, 1253-1268.
- Porter, M., C. van der Linde (1995) "Toward a New Conception of the Environment - Competitiveness Relationship," *Journal of Economic Perspective*, 97-118.

Shadbegian, R., and W.B. Gray (2003) “What determines environmental performance at paper mills? The roles of abatement spending, regulation, and efficiency,” *Topics in Economic Analysis and Policy*, 283–302.

経済産業省、産業環境管理協会(2010) 『VOC 排出抑制の手引き参考資料第3版』

伊藤康、浦島邦子(2013) 「ポーター仮説とグリーン・イノベーション—適切にデザインされた環境インセンティブ環境規制の導入」、*科学技術動向*、30–39.

中野牧子(2003) 「環境規制は研究開発を促進するか—70年代の紙パルプ産業を事例として—」 『*環境科学会誌*』、329-338.

浜本光紹(1997) 「ポーター仮説をめぐる論争に関する考察と実証分析」 『*経済論叢*』、506-524.

DISCUSSION PAPER No.133

環境規制と経済的効果
-製造事業所の VOC 排出に関する自主的取組に注目した定量分析-

枝村一磨

2015 年 3 月

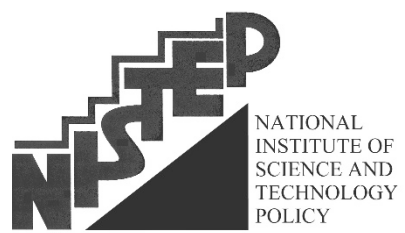
文部科学省 科学技術・学術政策研究所
第 2 研究グループ

〒106-8677

東京都港区六本木 7-22-1 政策研究大学院大学内 C405

TEL: 03-5775-2651 FAX: 03-3408-0751

<http://doi.org/10.15108/dp133>



<http://www.nistep.go.jp>