

VOC に対する自主的取り組みと法規制の効果 に関する実証研究

AN EMPIRICAL STUDY ON THE EFFECTS OF REGULATORY AND VOLUNTARY INITIATIVES TO CONTROL VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS

小俣 幸子¹・小谷 健輔²

¹ M.A.(経済学) 東京工業大学 社会理工学研究科 (E-mail:omata.y.aa@gmail.com)

² Ph.D.(工学) 株式会社構造計画研究所 (E-mail:kensuke-kotani@kke.co.jp)

VOC の削減を目的とした一連の政策には、「有害大気汚染物質の自主管理計画」と「自主的取り組みと法規制」の二つが存在する。本研究の目的は、これら二つの政策のどちらに削減の効果があつたのかを検証することである。本研究では、分析の際に生じるセレクションバイアスを propensity score matching によりコントロールし、自主的取り組みや法規制が VOC の排出量および健康リスクに与える効果を計測することを試みた。そして VOC の削減量/健康リスクについて、自主管理計画による場合と自主的取り組みと法規制の組み合わせによる場合の比較を行った結果、「有害大気汚染物質の自主管理計画」に参加した企業は VOC の健康リスク削減に成功したことが示された。

キーワード：化学物質, リスク, 自主的取り組み, propensity score matching

1. はじめに

揮発性有機化合物(volatile organic compounds: VOC)とは、大気汚染防止法では「排出口から大気中に排出され、または飛散したときに気体である有機化合物」と定義されおり、蒸発しやすく、大気中でガス状になる有機化合物の総称を言う。現在、環境省では VOC に該当する物質として 100 種類を挙げており、代表的な物質には、塗料、接着剤、印刷インキなどに使用されている、トルエン、キシレンなどがある。大気中の VOC は NO_x とお互いに関わり合いながら、太陽光の光化学反応により光化学オキシダントを生成する。光化学オキシダントは光化学スモッグの原因となり、目がチカチカする、息苦しいなど人への健康影響を生じさせる。また、VOC などのガス状物質が大気中において光化学反応などにより粒子化すると、2 次生成粒子(主に PM_{2.5})が生成され、呼吸器疾患等の要因となる。したがって、光化学オキシダントや PM_{2.5} による光化学大気汚染の改善を行うためには、共通の原因物質の 1 つである VOC の排出を削減する政策が必要となってくる。

日本における VOC に対する対策は、1996 年の大気汚染防止法改正の「有害大気汚染物質の自主管理」から始まった。これは、1997 年から 1999 年を第 1 期、2001 年から 2003 年を第 2 期として、業界団体が主導になり、VOC にも含まれる 12 の有害大気汚染物質を削減するこ

とを目的とした自主管理計画であつた。そして、2004 年の 5 月に大気汚染防止法を改正し、2006 年 4 月 1 日から VOC の排出に対する規制を施行した。この法改正では、VOC の大気への排出量を、2000 年度の大気排出量を基準にして、2010 年までに 3 割削減することが目標とされたが、最大の特徴は「法規制」と「自主的取り組み」とを組み合わせ、VOC の排出削減を達成しようとしたことにある。このように VOC の削減を図った一連の政策には、「有害大気汚染物質の自主管理計画」と「自主的取り組みと法規制を組み合わせる政策」の 2 つが存在したことになる。そこで、本研究の目的は、VOC の削減を図ったこれらの 2 つの政策について、どちらの政策に削減の効果があつたのかを検証することである。

Alberini and Segerson (2002)¹⁾は政策立案者が政策を策定する際には、強制的アプローチと自主的アプローチの 2 つの選択に直面すると指摘している。強制的アプローチには法規制が含まれ、自主的アプローチは以下の 3 つのタイプに分類される。(1)政府と一部の企業・事業所が交渉によって排出削減の目標を設定する、(2)政府や公的機関が決めた基準に同意する企業や事業所が参加を決める、(3)産業界などが主導となる。「有害大気汚染物質の自主管理計画」は(3)のタイプに分類される。そして「自主的取り組みと法規制を組み合わせる政策」のうち、「自主的取り組み」は広い意味で(2)に該当すると考えられ、法規制は(1)に分類される。特にこの法規制は、実施

段階にのみ関与した規制となっている。

法規制には強制力があり、公平性が担保されるという長所があるが、規制された値以上は減らさないといった短所がある。一方、自主的アプローチには強制力はないが、企業は当初の目標を超える削減を行う可能性も十分に考えられる。なぜなら、投資家や消費者が自主的アプローチを行っている企業に対して「環境保全に対して積極的な企業である」という印象を持ち、その企業を市場で高く評価すると、企業の資金調達は容易になる可能性があり、このことが、より積極的な削減行動につながるからである。実際に、小俣(2011)²⁾は日本の企業を対象にして、化学物質の排出量を削減することが市場での評価を高くすることを明らかにしている。このように、化学物質の排出量削減対策に関して、法規制と自主的アプローチは互いの欠点を補う関係にある。したがって、法規制と相互補完的に用いることが効果的だと明らかになれば、政策立案者は法規制か自主的アプローチかの二者択一ではなく、新たな選択肢を政策立案の際に含めることができるだろう。また、日本における VOC の削減対策に関する実証分析は少ない。

さらに、VOC は複数の化学物質から構成され、個々の化学物質は有害性の種類と強さが異なるため、排出削減の程度と健康リスク削減の程度は分けて分析する必要があると考えられる。実際に、Harrison and Antweiler (2003)³⁾はカナダにおいて、化学物質の排出量は削減傾向にあるが、その健康リスクは増加していることを示している。したがって、本研究では削減量のみでなく健康リスクの削減効果の検証を試みた。

本研究では、排出量を健康リスクで評価する際に障害調整生存年数(Disability Adjusted Life Year: DALY)を用いた。具体的には単位濃度当たりの影響発生確率と大気中 VOC 濃度、影響発症当たりの障害調整生存年数を掛け合わせて算出した。直感的には VOC によりガンを疾患した場合に余命が損失されるだけでなく、疾患を抱えながら生活することの影響も合わせて評価された値となっている。

2. VOC 削減のための政策

2.1. 有害大気汚染物質の自主管理計画

1996 年の大気汚染防止法改正の際に「有害大気汚染物質の自主管理計画」が行われた。この自主管理計画では、77 の業界団体(日本化学工業協会、日本電機工業会など)が 12 の有害大気汚染物質(のちにダイオキシンが加わり 13 物質)について、第 1 期(1997 年から 1999 年)に 1995 年度を基準とし各物質の排出量の 35%削減を、第 2 期(2001 年から 2003 年)に 1999 年度を基準として 40%削減

を目標として、排出削減に取り組んだ。各業界団体は、所属している企業に参加を要請し、参加する企業は、各業界団体に取り組みの結果を報告することが義務付けられた。そして各業界団体は国に取り組み結果を報告した。対象となった 12 の有害大気汚染物質のうち、ニッケル化合物を除く 11 物質は VOC の対象物質であった。したがって、有害大気汚染物質の自主管理計画は、VOC に関して、業界団体が主導となり進めた自主的アプローチであったと言える。

2.2. 法規制

2006 年から VOC に対する法規制が始められた。対象となった施設は、①化学製品製造における乾燥施設、②塗装施設及び塗装後の乾燥・焼付施設、③接着剤使用施設における使用後の乾燥・焼付施設、④印刷施設における印刷後の乾燥・焼付施設、⑤工業用洗浄施設及び洗浄後の乾燥施設、⑥VOC の貯蔵施設、の 6 つの施設類型で、かつ裾切基準値以上の大きな施設であった。事業者は施設の届出、排出口での排出基準を遵守し、定められた測定方法に従って年に 2 回以上の排出濃度測定を行い、事業所が立地する都道府県知事(または指定都市、中核市の長)に届出を行うことが義務付けられた。排出基準の遵守義務と測定義務、届出の義務に違反に対しては、都道府県知事から改善命令が出され、それに従わない場合には罰金や懲役の罰則が科された。

2.3. 自主的取り組み

経済産業省によると、2008 年の取り組みにおける自主的取り組みは、参加する企業が自主的に VOC の排出削減計画を検討・立案・実施する仕組みと定義されている。自主的取り組みを行う企業は各事業所の排出状況などから、自主行動計画を策定し、業界団体に報告し、業界団体がこれを集計して経済産業省に報告する。法規制と違い、施設の類型や規模は特定されず、VOC 大気排出量を削減したいと考える企業は参加できた。また計画通りに削減が進まなくても、罰則などはなかった。

3. 推計方法

本研究では propensity score matching を用いた分析を行った。例えば、Dehejia and Wahba (1999)⁴⁾はアメリカのデータを用いて、経済的そして社会的な問題を抱えている人に対して行われた職業訓練プログラムの効果を propensity score matching を用いて検証し、プログラムに参加した人は、参加しなかった人と比較して平均年収が高いことを示した。このように、propensity score matching は、あるプログラムに参加したことが、あるアウトカム

に効果を与えたかどうかを分析するのに有効な手法である。

有害大気汚染物質の自主管理計画へ参加した企業が、実際に排出量を削減したか否か、つまり有害大気汚染物質の自主管理計画への参加は本当に効果があったのか否かを知りたい場合、企業が実際に自主管理計画に参加した場合の排出量と、その自主管理計画に参加していなかった場合の排出量を比較し、参加した場合の排出量のほうが少なければ、自主管理計画の効果は正であり、逆であればその効果は負であると判断できる。しかしながら、実際に参加した企業が参加しなかった場合の排出量を得ることは、仮想実験をしない限りは難しい。そこで、次善策として、参加しなかった企業のデータから、実際に参加した企業と似た属性を持つ企業を選び、前者を処置群、後者を対照群として、2つのグループの排出量の差が統計的に有意か否かを検証すれば良いと考えた。しかし、ここでは2つの問題がある。第1に、自主的取り組みに参加したか否かという事実に関係なく、もともとの排出量に違いがある可能性がある。例えば、資金に余裕があり環境対策が進んでいる事業所は排出量が少ないかもしれない。第2に参加した企業と似た属性を持つ企業と言った場合、何をもって「似ている」と定義するのが問題となる。自主管理計画に参加した企業の全ての属性を満たし、かつ計画に参加しなかった企業を見つけることは不可能である。このように、セレクションバイアスが存在する。そこで、Rubin (1977)⁹⁾は条件付き独立性の仮定を置くことで第1の問題を解決した。具体的には、処置群(自主管理計画に参加)と対照群(自主管理計画に参加しない)のどちらに属するかという確率と効果(排出量)は、同じ属性を持つ主体では両者は独立であるという仮定である。さらにRosenbaum and Rubin (1983)¹⁰⁾は、処置(自主管理計画)への理論上の参加確率を求め、その確率が非常に近い主体を対照群として、その効果(排出量)の差を比較することで第2の問題が解決できることを示した。通常、その理論上の自主管理計画への参加確率はロジットモデルを用いて推定される。被説明変数が0か1かの2値しかとらない場合、通常の最小二乗法では推定値にバイアスが生じてしまう。このため最尤法によるロジットモデルが用いられる。

自主管理計画に参加した場合の排出量の平均的な差は次のように表すことができる。

$$E(Y^1 - Y^0) = E(Y^1 | D=1) - E(Y^0 | D=1) \quad (1)$$

$D=1$ のときは、自主管理計画に参加、 $D=0$ なら不参加であることを示し、 Y^1 は参加したときの排出量、 Y^0 は参加しなかったときの排出量を表す。第2項は、実際に自主管理計画に参加した企業が、もし自主管理計画に参

Table 1 基本統計量

	自主管理計画へ 参加：68社		自主管理計画へ 不参加：120社	
	平均値	標準 偏差	平均値	標準 偏差
当期純利益/売上	0.01	0.05	0.0004	0.04
負債/総資産	0.89	0.04	0.91	0.04
研究開発費/総資産	0.04	0.03	0.02	0.03
広告費/総資産	0.01	0.02	0.01	0.01
都道府県別人口密度	9.03	9.48	13.46	14.51
2001年から 2003年の削減量	-29.07	84.89	-7.2	87.1
2006年から 2010年の削減量	-16.99	48.71	-37.72	130.16

加しなかったとした場合の排出量を表すが、これは観測不可能で、実際のデータから得ることは出来ない。

そこで、企業の属性の観測可能な変数を X として、 $Y \perp D | X$ を仮定する。つまり、与えられた X の下で、自主管理計画に参加するか否かは、排出量に対して独立であるという仮定を置き、観測可能な X から参加する確率である、propensity score を求めるのである。もし同じスコアをもてば、参加したか、しなかったかで2つのグループに分けて、排出量を比較することができる。このとき、propensity score は式(2)のように表される。

$$p(x) = P_r [D=1 | X=x] \quad (2)$$

具体的には、まず次の式(3)のロジットモデルで自主管理計画に関するモデルを推計して propensity score を導出した。

$$\begin{aligned} HAP_i = & \alpha_0 + \alpha_1(\text{当期純利益/総資産})_i \\ & + \alpha_2(\text{負債/総資産})_i + \alpha_3(\text{研究開発費/売上})_i \\ & + \alpha_4(\text{広告費/売上})_i + \alpha_5(\text{人口密度})_i + \alpha_6(\text{条例})_i \\ & + \alpha_7(\text{産業ダミー})_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (3)$$

i は事業所を表す。有害大気汚染物質(Hazardous Air Pollutant: HAP)は親会社である企業が自主管理計画に参加したか否かのダミー変数である。親会社である企業の顧客のタイプを表す代理変数として、売上当たりの広告費(広告費/売上)を使った。より消費者に近い製品を作る

企業ほど彼らに自分の企業が安全であることを示すために、自主管理計画へ参加する可能性がある(Khanna and Damon, 1999)⁷⁾。また、売上当たりの研究開発費(研究開発費/売上)は企業の技術水準を表す変数として使用した。技術水準の高い企業ほど、そうでない企業と比較してより安い費用で排出量を削減できるために、有害大気汚染物質の自主管理計画に参加する動機を持つ可能性がある。各企業がどれだけ環境対策に対する研究開発費を費やしたか、正確な金額を得ることは出来ない。従って本研究では一般の研究開発費が高いほど環境対策に向けた投資も高いと仮定し、一般の技術水準が高いことは環境対策に関連する技術も高いことを意味すると想定している。

そして、企業の収益性を示す変数には総資産当たりの当期純利益を用い、企業の財務の安定性を示す変数として、総資産当たりの負債比率を用いた。Arora and Cason (1995)⁸⁾の実証研究に基づくと、収益性が高いほど、また、財務が安定しているほど、資金の余力があり自主管理計画へ参加すると考えられる。

さらに、人口密度の高い場所に位置する事業所は、地域住民から化学物質の排出削減へのプレッシャーが高く、また政府からも監視の目を向けられやすいという政府からの圧力もあるので(Harrison and Antweiler, 2003)⁹⁾、自主管理計画へ参加する可能性が高いかもしれない。ただし、本研究での密度は各都道府県レベルの密度である。各都道府県には事業所の多い所と少ない所があるため、事業所周辺の人口密度を捉えられていない可能性がある。

また、47都道府県のうち、東京都、千葉県、神奈川県、京都府、大阪府、兵庫県、愛知県、三重県では、2001年以前に施行されたVOCに関する条例が存在するため、これらの都道府県に位置する事業所ほど、自主管理計画へ参加しやすいと考えられる。

次にマッチングを行い、「自主管理計画」におけるVOCの削減量と、「自主的取り組みと法規制とを組み合わせる政策」におけるVOCの削減量について、それぞれ比較した。

マッチングの方法が違うために当然、その結果にも違いが生じる。数あるマッチングのうち、どれが最適化を判断することは出来ないため、本研究では比較的良く用いられている3つのマッチングを用い、その結果を比較し議論することを試みた。

Nearest Neighbor Matchingは、処置群(自主管理計画に参加)の観測値ごとに propensity score が一番近い対照群(自主管理計画に不参加)の観測値とマッチングさせる方法である。一方、Caliper matchingは、propensity scoreの差を、ある値以下を基準にしてマッチングさせる方法であり、本研究ではその値を0.01と設定した。また、Kernel matchingは、自主管理計画に参加した観測値に対して、対照群の観測値にあるウェイトを掛けながらマッチング

させる方法である。

サンプル間の比較対象となる排出量については、2001年から2003年は自主管理計画の期間、2006年から2010年までが自主的取り組みと法規制とを組み合わせる政策の期間と定義されるので、自主的取り組みの削減量は2001年から2003年におけるVOC削減量となり、自主的取り組みと法規制とを組み合わせる政策における削減量は、2006年から2010年のVOC削減量となる。

以上の手順によって、有害大気汚染物質の自主管理計画に参加した企業の事業所に関して、「有害大気汚染物質の自主管理計画」とその後の「自主的取り組みと法規制とを組み合わせる政策」のどちらで排出削減努力をしたかを検証する。

4. データ

基本統計量をTable1に示した。企業の化学物質の排出に関するデータはThe Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)制度の情報公開が始まって以降しか得られないため、2001年から2010年までを分析の対象期間とした。環境省では100種類の物質がVOCに該当すると示しており、このうちPRTR制度に登録されている物質に該当した物質は38物質であった。よって本研究ではVOC排出量をこの38物質の大気への排出量として集計した。生産量が多いほど排出量も多いと推定されるが、事業所別の生産量は手に入れることができない。しかし従業員数が多いほど、事業所の規模が大きく、そこでの生産量も多いと予想される。従って、生産量の代わりに従業員数を用いて、排出量をコントロールした。ここで従業員数とは正規雇用の数である。

対象は日経300の銘柄に含まれる製造業に属する企業の事業所である。各企業が自主管理計画に参加したか否かは企業の環境報告書より得た。環境報告書に情報がない企業については、①「有害大気汚染物質の自主管理計画」に参加していたか否か、②もし参加したなら、その参加時期はいつか、について、メールあるいは電話、faxにて情報を収集した。その結果、58企業が参加し、86企業が参加していないことが確認でき、1企業からは回答が得られなかった。事業所レベルでは、親企業の合併や持ち株会社化、事業所の統廃合などがあり、本研究が対象とした2001年から2010年まで連続してVOCを排出している事業所は188事業所となった。このうち親会社が参加した事業所は68、参加しなかった事業所は120となった。

健康リスクは、PRTR排出量データを大気中の化学物質濃度を推定する大気拡散モデルの一つであるワンコンパートメントボックスモデルのインプットデータとして

利用することにより、VOCの大気中濃度と平均個人曝露量を計算して求めた。ここで言う健康リスクとは、VOCによりガンを疾患した場合に余命が損失されるだけではない、疾患を抱えながら生活することのリスクを意味する。

5. 推計結果

ロジットモデルの推計結果を Table2 に示した。推計結果から、収益性の高さと、財務の安定性は自主的取り組みの参加の有無に影響を与えなかった。この結果は多くの先行研究と異なる結果となった。また研究開発費が多い事業所ほど自主的取り組みを行いやすいことが明らかになった。さらに、VOCに関する条例を施行している都道府県に位置する事業所が、自主的取り組みを行いやすいことは示されなかった。これは、自主管理計画の参加を決定する前に、既に何らかの対策が取られていた可能性を示唆している。また、親会社の広告費は自主的取り組みへ影響を与えないことが明らかになった。人口密度の高い都道府県に位置する事業所ほど、自主的取り組みを行い難い結果となり、仮説と逆の結果となった。事業所周辺の人口密度が高いことは、事業所周辺の住民が多く、事業所から排出される VOC による健康被害を受けるリスクに直面している人が多いことを意味する。本研究では、都道府県の人口密度を用いているため、事業所レベルでの VOC の排出量に関するデータは公開されてはいるが、環境報告書を読むか、環境省の HP を調べる等、積極的に情報を得ようと行動を起こさない限り知ることが出来ない。つまり、事業所は住民が VOC の排出量に関する情報を得ていないだろうと予測している可能性がある。そのために、事業所周辺の人口密度の高さは、事業所が VOC に対する対策をとることへのプレッシャーになっていない可能性がある。しかしながら、本研究で用いた人口密度は、都道府県レベルであるために、事業所周辺の人口密度が正確に捉えられていない可能性も考えられる。さらに、VOC の排出量の多い産業である化学産業と電気機器産業に属する事業所ほど、自主管理計画に参加したことが示された。自主管理計画への参加は業界団体が主導だったため、この結果はその現実と整合的である。

Table3 はマッチングの結果である。いずれのマッチングでも、VOC の排出削減量については、自主管理計画へ参加した事業所とそうでない事業所の間統計的に差はみられなかった。Table4 は健康リスクについての結果である。健康リスクについては、Nearest-neighbor matching と Caliper matching で、親会社が自主管理計画へ参加した事業所とそうでない事業所の間リスクの削減量につい

Table 2 ロジットモデルの推計結果

	係数	標準偏差
当期純利益/売上	3.26	2.62
負債/総資産	6.85***	3.23
研究開発費/総資産	-6.34	7.98
広告費/総資産	-3.89	-1.27
人口密度	-0.0001***	0.00005
条例	0.43	0.27
化学産業	0.88***	0.25
電気機器	1.16**	0.46
定数項	2.75**	2.78
観測値=188 LR 統計量=42.72*** 決定係数=0.18		

*, **, ***はそれぞれ統計的に 10%, 5%, 1%で有意に異なることを意味する。

Table 3 マッチング方法による排出削減量の推計結果

方法 政策	Nearest-neighbor matching	Caliper matching	Kernel matching
有害大気汚染の自主管理計画	-17.32 (-0.58)	2.77 (0.10)	-45.12 (-1.45)
自主的取り組みと法規制を組み合わせる政策	-0.64 (-0.03)	2.31 (0.13)	11.52 (0.50)

*, **, ***はそれぞれ統計的に 10%, 5%, 1%で有意に異なることを意味する。

Table 4 マッチング方法による健康リスク削減量の推計結果

方法 政策	Nearest-neighbor matching	Caliper matching	Kernel matching
有害大気汚染の自主管理計画	-6.5e-10** (-2.28)	-5.90e-10** (-2.02)	-3.41e-10 (-0.91)
自主的取り組みと法規制を組み合わせる政策	1.18e-10 (-1.20)	4.02e-11 (0.25)	8.29e-11 (0.31)

*, **, ***はそれぞれ統計的に 10%, 5%, 1%で有意に異なることを意味する。

て統計的に差があることが明らかになり、自主管理計画に参加した事業所が健康リスクを削減していることが明らかになった。

また、本研究では、排出量を健康リスクの観点で評価する際に、DALY を用いた。一方、Harrison and Antweiler

(2003)⁹⁾では、カナダの化学物質について、排出量に毒性の指標を掛け合わせて、排出量の健康リスク評価を行った。

このように健康リスクの評価方法の違いから、カナダでは排出量は削減したが健康リスクは増加傾向にある結果となり、本研究では健康リスクが減少傾向にあるという結果になったと考えられる。

6. 結論

本研究の目的は、政府による VOC 削減対策である「有害大気汚染物質の自主管理計画」と「自主的取り組みと法規制とを組み合わせる政策」の、どちらで削減の効果があつたのかを検証することにあつた。

その際に、分析によるセレクションバイアスを除くために、propensity score matching を用いた。まず、ロジットモデルにより事業所の自主的取り組みへの参加の動機について、以下のことが明らかになった。

研究開発費が多く、環境対策を行うのに費用が安く済む事業所ほどまた、化学物質の排出量が多い化学産業と電気機器産業に属する事業所は自主的取り組みに参加する傾向にあることが示された。

一方で、対消費者向けの商品を作っている程度では、自主的取り組みへ影響を与えない結果となった。Khanna and Damon (1999)⁷⁾では、より消費者に近い製品を作る企業ほど、消費者に環境対策に積極的に取り組んでいることをアピールするために自主的なプログラムへ参加したことを明らかにしている。日本において、このような傾向は見られなかったことになる。これは、有害大気汚染物質の自主管理計画と VOC に対する法規制は、主に大気への排出量を対象にしているが、日本では消費者が目にする多くの企業と、化学物質を大気へ多く排出している企業が必ずしも一致しないからかもしれない。また、親会社に資金的に環境対策を行う余裕がある事業所ほど自主的取り組みに参加する傾向は示されなかった。本研究では今期の財務状況が今期の参加に与える影響を見ているが、1 期あるいは 2 期前の財務状況が今期の参加の決定に影響を与えている可能性も考えられる。さらに、事業所が位置する都道府県に条例があるか否かも、自主的取り組みに影響を与えず、その都道府県の人口密度が自主的取り組みに与える影響も仮説と反する結果となった。これらの理由には、都道府県レベルのデータが事業所レベルでのデータを捉えていないことが考えられる。したがって、今後はデータの精度を高め、より詳細な分析を行う必要があるだろう。

VOC の排出量については、「自主管理計画」と「自主的取り組み+法規制」の両方の期間で、自主管理計画に

参加した企業とそうでない企業の削減効果に違いはなかったが、健康リスクに関しては、「自主管理計画」の期間の削減効果に違いがあつた。つまり、自主管理計画に参加した企業は、参加しなかった企業よりも健康リスクを多く削減していたことが示された。これは、自主的アプローチである自主管理計画により、健康リスク削減の効果があつたことを示唆している。

残念ながら、本研究では法規制が自主的アプローチと補完的である場合に効果を持つのか、法規制のみで効果を持つのかを明らかにすることはできなかった。

しかしながら、自主的アプローチである自主管理計画によって、健康リスク削減に効果があつたことは示唆され、化学物質のリスク管理における自主的アプローチの有効性が示された。法規制には、強制力があり公平性が担保されるという長所があるが、柔軟性がない、実際に施行されるまでに時間がかかるといった短所もある。一方で、自主的アプローチには、環境対策を行うことが投資家に好意的に受け止められ、市場での評価が高くなるなどの経済的な動機があれば、当初の目標を超える削減を行う可能性も十分に考えられる。

つまり、法規制と自主的アプローチを相互補完的に利用することで、化学物質削減に向けたより効果的な環境対策を実現することが可能である。しかしながら、現在日本で行われている自主的アプローチは、欧米と比較するとまだ非常に少ないのが実情である。規制などの強制的な措置をとるには、正当化するために必要な科学的証明が必要で、時間と資源がかかる。一方、自主的アプローチでは、目標設定も自由であり、迅速な対応をとることが可能である。さらに、2001 年には The Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) 制度により事業所レベルでの化学物質の排出量を利用することが可能になり、情報公開も進んでいるために、フリーライドの恐れが少なく、管理に費用がかからない。

このような自主的アプローチの長所を活用し、今後は、現在の法規制と自主的アプローチを柔軟に利用していくことが望まれる。

さらに、本研究により自主的アプローチである自主管理計画の効果は、排出量そのものを評価した場合と排出量を健康リスクで評価した場合とで、異なることが示された。つまり、化学物質における管理を行う際には“量”のみならず“健康リスク評価”も必要であることが示唆された。

参考文献

- 1) Alberini, A. and Segerson, K. (2002). Assessing Voluntary Program to Improve Environmental Quality. *Environmental and*

- Resource Economics*, 22(1), 157-184.
- 2) 小俣幸子(2011)「市場は企業の潜在的なリスクを評価するか?—日本における実証分析—」『環境科学会誌』24(5), 440-448.
 - 3) Harrison, K. and Antweiler, W. (2003). Incentives for Pollution Abatement: Regulation, Regulatory Threats, and Non-Governmental Pressures. *Policy Analysis Management*, 22(3), 361-382.
 - 4) Dehejia, R.H. and Wahba, S. (1999). Causal Effects in Nonexperimental Studies: Re-evaluating the Evaluation of Training Programs. *Journal of the American Statistical Association*, 94(448), 1053-1062.
 - 5) Rubin, D. (1977). Assignment to Treatment Group on the Basis of a Covariate. *Journal of Educational Statistics*, 2(1), 1-26.
 - 6) Rosenbaum, P.R. and Rubin, D.B. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects, *Biometrika*, 70(1), 41-55.
 - 7) Khanna, M. and Damon, L. (1999). EPA's Voluntary 33/50 Program: Impact on Toxic Releases and Economic Performance of Firms. *Journal of Environmental Economics and Management*, 37(1), 1-25.
 - 8) Arora, S. and Cason, T. (1995). An experiment in voluntary environmental regulation: Participation in EPA's 33/50 program. *Journal of Environmental Economics and Management*, 28(3), 271-286.

AN EMPIRICAL STUDY ON THE EFFECTS OF REGULATORY AND VOLUNTARY INITIATIVES TO CONTROL VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS

Yukiko OMATA¹ and Kensuke KOTANI²

¹M.A. (Economics), Dept. of Social Engineering, Tokyo Institute of Technology (E-mail:omata.y.aa@gmail.com)

²Ph.D. (Engineering), Kozo Keikaku Engineering Inc. (E-mail:kensuke-kotani@kke.co.jp)

The Japanese government has implemented measures to reduce volatile organic compounds (VOCs): voluntary management plans for hazardous air pollutants and a combination of regulations and voluntary initiatives. The aim of this study is to estimate the effects of these measures on reductions in VOCs emissions and in the health risk of VOCs. We use propensity score matching to control for selection bias. We find that firms participating in a voluntary program to reduce hazardous air pollutants are more likely to reduce the health risk of VOCs.

Key Words: *chemical substances, risk, voluntary approach, propensity score matching*