化学物質排出量の決定要因分析

岩田　愛実[1]・田中　健太[2]・馬奈木　俊介[3]

[1] 非会員　横浜国立大学　経営学部（〒240-8501　神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-4）
E-mail: megumiiwata@yahoo.co.jp

[2] 非会員　横浜国立大学大学院　国際社会科学研究科（同上）
E-mail: d09la002@ynu.ac.jp

[2] 非会員　横浜国立大学大学院　経営学部（同上）
E-mail: managi@ynu.ac.jp

化学物質の生産,使用は現代の企業の生産活動経営活動に大きく依存するものである.しかし近年EUをはじめ先進各国では化学物質の使用排出に関してより厳格な管理を求めるようになってきている.日本においてもPRTR法（化学物質管理促進法）が1999年に成立し対象化学物質の排出量移動量を大規模事業所ごとに届け出が義務付けられた.こうした化学物質の管理削減の動きが活発になる一方で企業の排出量の削減が行われているかまた化学物質がどのような企業活動に大きく影響を受け産業や業種ごとの排出量の推移の特徴はどのようなものか十分に分析ができていない.そこで本研究ではPRTR法により開示された事業所ごとの化学物質排出量と経営活動の関連性をGMM（General Methods of Moment）手法により明らかにする.

***Key Words*: PRTR, Chemicals emissions, Environmental management, Generalized Methods of Moment**

1 はじめに

現在日本において化学物質が約7～8万種が商業的に製造・販売されている.こうした化学物質は企業の経済活動に欠かせない存在となっている.またダイオキシンに代表されるように企業活動・生産活動の過程で非意図的に生成され排出される物質もある.その結果こうした化学物質により人体や生態系に悪影響を与える可能性もある.実際に1992年の国連環境開発会議（地球サミット）におけるアジェンダ21において企業がその活動において生成される化学物質を把握管理する責任が言及されている.

そのため近年世界的に企業の化学物質の適正な管理排出量の削減を求める動きが出てきている.とくにEUでは2007年にREACH（Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals）が施行されEU内で経営活動を行う企業における化学物質のリスク管理が義務付けられた.REACH規制は欧米の企業だけはなくEUへの輸出を行う日本企業も対象になるため経済的に大きな影響を与えると予想されている（(1) 高橋等, 2005）.

とくに日本においても1999年にPRTR法（化学物質管理促進法）が成立し一定規模以上の事業所ごとに化学物質の排出量及び移動量の把握が義務付けられた.このような企業に対する化学物質管理の徹底及び使用料の削減の圧力は日に日に高まっており社会的責任の観点からも企業

は化学物質の削減を図る必要が高まっている.

しかし実際に化学物質排出量が企業活動とどのように関係があり業種ごとによる排出削減動向規制やその他の影響は十分に分析されていない.

本研究では前述のような状況下において日本企業が適切に化学物質の利用を減らしているかまたどういった経営要因が化学物質排出量に影響をあたえるか計量分析により明確にする.本分析の結果は今後の化学物質削減のための技術導入や規制のあり方など今後の企業の化学物質対策に多くの示唆を提示できると考えられる.

2 分析手法

本研究では化学物質の排出量と企業の経営活動との関連性を分析するためにGMM(Generalizedmethods of moment：一般化積率推定法)による回帰分析により明確に因果関係を分析する.GMMは説明変数として利用する変数の内生性（説明変数と誤差項の相関）を考慮することができる操作変数法の一種である.OLS（Ordinary Least Squares：最小二乗法）などの回帰手法では説明変数に内生変数が存在する場合推計が正確にできなくなるという欠点を持っている.一方でGMMを用いることによりより正確な推計を行うことができる.本研究で用いたモデルは以下の3つである.

$$E_{it} = c + \beta_1 Sale + \beta_2 Sale_{it}^2 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$E_{it} = c + \beta_1 Sale + \beta_2 Sale_{it}^2 + \beta_3 (D_c \times year_t) + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$E_{it} = c + \beta_1 Sale + \beta_2 Sale_{it}^2 + \beta_3 (D_c \times D_t) + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

各モデルの被説明変数は化学物質の有害度を考慮した合計換算排出量（*E*）を用い説明変数としては企業の経営規模を示す売上高（*Sale*）を用いる.ただし企業の経営規模と排出量との関係性は単調な関係にはない可能性を考慮し売上高の2乗項をさらに説明変数として加えた.このことによりより企業の経営活動の規模と化学物質排出量との関係性をより明確に分析できる.

また（1）式の最も単純なモデルに加え(2)式のモデル2では各業種において推計期間の経年で排出量が上昇傾向にあるか減少傾向にあるか分析するために業種ダミーに年をかけた交差項を導入する.一方で（3）式（モデル3）では各年での排出量の傾向を業種ごとに分析するため（1）式に加え業種ダミーと年ダミーをかけた変数を加えた.

業種ダミーは本推計ではゴム印刷輸送機械機器製造パルプ・紙製品製造化学製品製造のダミー変数を作り推計に利用した.

3 データ

本分析では2001年から2005年の日本企業461社を対象に分析を行う.売上高のデータは日本経済新聞社のNEEDSをもとに作成した.また合計換算排出量は環境省が公表しているPRTR届け出排出量に神奈川県が条例に定める評価対象物質に対する毒性係数および毒性評価表を適用して人の健康への影響および生態系への影響に対応する換算排出量を推計し使用した.

4 推計結果

各モデルの推計結果は**表1**, **表2**, **表3**である.**表1**よりすべてのモデルにおいては売上高の1乗項が正に有意なりモデル1及び3では2乗項が負に有意になった.このことから企業活動の規模と化学物質の排出量が単調的に増加する可能性が高いがある一定の規模に達すると化学物質の排出量を抑制する傾向があることが示唆された.

一方でモデル2においては各業種の排出量の年推移の平均を考慮するために加えた項（$D_c \times year$）の係数は推計の結果すべての業種において負に有意となった（**表2**参照）.

この推計結果より日本企業全体で今回の推計期

間内では日本企業が化学物質排出量の抑制・削減に成功していることが示された.

表1　GMMによる推計結果（売上高）

	モデル 1	モデル 2	モデル 3
Sale	1.849***	1.611***	0.041***
	(3.31)	(2.98)	(5.66)
$Sale^2$	−0.045**	−0.026	−3.98E−09***
	(−1.95)	(−1.17)	(−5.09)
c	−7.162**	297.439***	17799.63*
	(−2.16)	(2.19)	(1.87)

() 内はt値を示し*は90%水準で有意**は95%水準***は99%水準で有意を示す

表2　モデル2における各業種の排出削減傾向

	推計結果
ゴム	−0.15171**
	(−2.24)
印刷	−0.15221**
	(−2.25)
輸送機械機器製造	−0.15243**
	(−2.25)
パルプ・紙製造	−0.15197**
	(−2.24)
化学製品製造	−0.15166**
	(−2.24)

モデル3においては各業種の各年の削減努力を分析するための項（$D_c \times D_t$）を加えた（**表3**参照）．結果としては輸送機械機器製造業印刷業において年ごとの結果が負に有意でありなおかつ年ごとに係数が減少していることからこの二つの業種に関しては全産業でのなかでも今回の推計期間内で年を追うごとに化学物質の排出量が減少傾向にあることが強く示された結果となった（表3参照）．

表3 モデル3における業種ごとの各年の削減動向

	年	推計結果
印刷業	2002 年	−19049.3*
	2003 年	−23001.9**
	2004 年	−29194.8**
	2005 年	−30648**
輸送機械機器製造業	2002 年	−24794.2**
	2003 年	−25658.9**
	2004 年	−27605.5**
	2005 年	−29714.5***

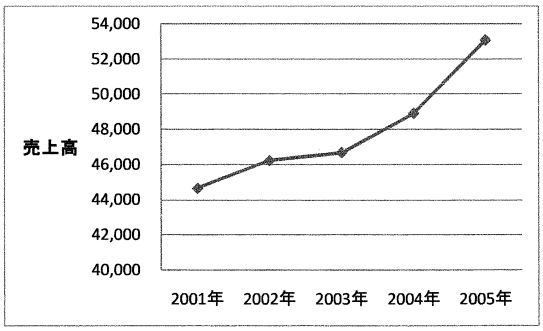
※他の業種では検定の結果有意になる推計が得られなかった.

5 考察

(1)　化学物質排出の全体の傾向

3つのモデルの推計結果より日本企業全体で化学物質排出量の削減が進んでおりとくに印刷業輸送機械機器製造業では年を追うごとに削減量が増加したことが推計の結果示された.

図1 日本企業461社売上合計の推移



※単位は10億円で表記

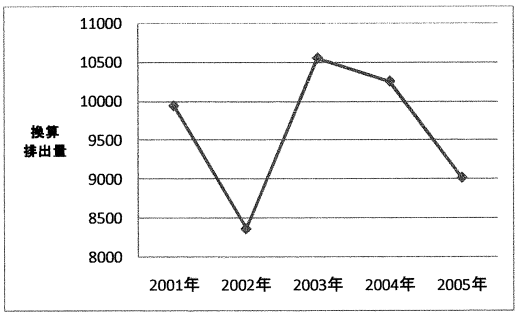
企業の経営活動と排出量の関係性が単調であれば化学物質排出量の排出減少は売上高の減少により説明も可能である.とくにモデル2の結果では化学物質排出量と売上高と単調的な関係性が推計さ

れた.しかし実際には推計期間中の売上高（図1参照）は年経過とともに増加しており売上高と排出量とは単調的な関係ではないことがわかる.また図2に示されるように換算排出量も2001年と2005年を比べても減少していることがわかる.そのため各業種の削減効果が大きく影響していることがわかる.

(2) 業種における削減行動の違い

今回の推計結果では印刷業輸送機械機器製造業において推計期間内での削減効果が顕著に占めあされた.

図2 換算排出量の全社合計の推移



印刷業に関しては経営規模にばらつきがあり規模の小さな事業者が多く存在する.そのため今回の推計結果のように経営活動の一定の拡大による削減傾向があてはまるとは考えにくい.しかし1999年以降PRTRの義務化により化学物質排出の管理義務が大きな事業者に適用されたことにより化学物質管理の意識が印刷業全体へ広がっていった可能性が考えられる.

他方で輸送機械機器製造業ではとくに業種のなかでも主要な部分を占めているのが自動車関連企業である.とくに自動車産業が影響を最も受けていると考えられるのは前述のREACHの影響であると考えられる.

金属や化学などの業種では有害度の高い化学物質が排出せざるおえないために排出削減が十分に見合うコストで行うことができ管理は必要不可欠である.そのように常に一定の削減努力を行っているために今回の推計結果で年推移では削減効果が見られなかった.

しかし2007年からのREACH規制は他の輸出産業にとってEUにおける大きな輸出障壁になってしまう可能性が高い.

そのため主要な輸出産業の一つである自動車分野においてはREACH規制の成立のような世界的な化学物質管理の流れに対して長期的に対応を始めた効果が今回の推計結果に表れた可能性が考えられる.

また[2]藤井等（2007）では同様の排出換算量を用い化学物質排出量を考慮した生産性（環境効率性）を推計しているが自動車製造業においては今回の推計同様に他の業種よりも生産性の向上が著しかった.

6 まとめ

本研究では日本企業のおける化学物質排出量削の傾向と特徴及び規制や各産業の特徴などどういった要因が化学物質排出量の増減に関係しているか計量分析により包括的な分析を行った.

分析の結果日本企業全体で化学物質排出量を削減している傾向がとらえられPRTRにより管理REACHのような規制が企業の排出削減に少なからず影響を与えたことが提示できた.

企業の環境への取り組みは社会的責任という観点で必要不可欠なことであるだけではなく企業価値の上昇にも貢献する（[3]Reinhardt, 1999; [4]Hart, 1995）.

しかし一方でREACHなど厳しい規制に企業がさらされた場合規制対象企業は大きな経済的な損失を被る可能性がある.例えば[5]Ackerman et al (2006) ではREACHのアメリカの各産業に与える経済的影響を分析している.分析の結果アメリカの化学産業に多大な影響を与え多くの失業を生む可能性を示唆している.

そのため企業は長期的に世界の規制動向を考慮し化学物質を適正に管理リスク評価を行い排出の

削減を計画的に行う必要がある.

今後世界的に化学物質管理はより厳しくなることが予想される中で各企業における排出量のモニタリングリスク管理排出抑制のための措置はより一層重要になる.そのためにもPRTRをはじめ企業行動を導くための規制や制度作りがより一層必要となる.

参考文献

1) 高橋俊彦・山崎隆生・大久保朋子・増田優 (2005)「企業の社会的責任と化学物質総合管理を巡る最近の国際動向」,化学生物総合管理第一巻第二号,288-305

2) 藤井秀道・金子慎治・金原達夫・川原博満 (2007)「PRTRデータを考慮した生産性の時系列分析―化学製品自動車非鉄金属一般機械製造業の比較」,環境科学会2007年会一般公演発表要旨集,p96-97.

3) Reinhardt, F. (1999) Market failure and the environmental policies of firms: Economic Rationales for Beyond Compliance, Journal of Industrial Ecology, 3(1).

4) Hart, S. (1995) A nature resource based view of the firms, Academy of Management Review, 20(4), 985-1014.

5) Ackerman, F., Stanton, E., Massey, R. (2006) European Chemical Policy and the United States: The impacts of REACH, Global development institute working paper, No.06-06.

Determinants of Chemical Emissions: Economic Analysis in PRTR

Megumi Iwata, Kenta Tanaka, Shunsuke Managi

Japan has enforced PRTRs since 2001 where the first public release of the PRTR data was on 20 March, 2003. The PRTR in Japan has an important role reducing and managing the development of toxic chemicals.

In this paper, we analysis determinants of chemical emissions in Japanese firms by GMM (General Methods of Moment). Our analysis describes Japanese firm's trend of chemical emissions. In addition, we study emission trend by each business category in Japan. As a result, we find Japanese firms reducing chemical emissions over 2001-2005 period. In particularly printing business and transport equipment manufacture reduce chemical emissions in course of year. Our finding contributes effective policy making which reduce chemical emissions.