

Title	技術開発と産業のパフォーマンス変化 (2) : 公害対策 技術の特性と産業パフォーマンス(技術進歩の経済分析 (1))
Author(s)	大竹, 裕之; 佐脇, 政孝; 菊田, 隆
Citation	年次学術大会講演要旨集, 21: 115-118
Issue Date	2006-10-21
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/6296
Rights	本著作物は研究・技術計画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 Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

○大竹裕之（未来工研），佐脇政孝（産総研），菊田 隆（未来工研）

1. はじめに

産業活動に起因する大気汚染、水質汚染などは、1970年代に公害として大きな注目を集め、様々な対策技術が開発された。この時期、企業は公害対策をとりながら、事業展開を図らなければならず、状況に対応した技術開発や組織改編を行い、産業としての変容を遂げてきた。こうした変容は、産業に対する技術供給によって持続可能な社会を実現しようとするための非常に重要なヒントを含んでいる。その一方で、結果として日本は公害対策技術を有する先進的な国と言われるようになったが、その技術はEnd of Pipe型のものが中心であり、現代の地球環境問題への対応ではこれまでの技術や経験に基づく対応だけでは不十分であり、地球環境問題時代における産業の展開について大きな課題を抱えている。本研究では、持続可能な社会に資する技術開発を進めていくための有力なヒントを、こうした日本の公害対策技術の特性と産業パフォーマンスの関連から分析を行い、抽出を試みた。

2. 産業の環境対応の変遷

公害時代の環境規制が産業、とりわけ産業競争力に与える影響等については既に様々な先行研究がある。例えば、ポーター仮説があげられる。ポーター仮説では厳しい環境規制が技術開発を促進し、産業競争力を生み出し、先進的な環境技術でもって市場をリードしている。一方で、今日、我が国の先進的な環境技術を有するに至ったのはポーター仮説だけでは説明できないとする説もある。

本稿では持続可能な社会に向けて、当時の制約条件（公害対応）において、産業がどのように変遷したかをマクロレベルでとらえることで技術開発にはどのような視点が求められたかをみていくこととする。

○当時の産業を取り巻く環境

戦後から1960年代にかけて、産業界では石炭から石油へのシフト（エネルギー革命）を通じて、生産性を拡大させた。それでも1955年頃までは外貨といった制約があり、国内の石炭資源を中心に産業展開が行われ、技術開発も国内技術中心に行われた。1960年代になると、経済は回復し、石油資源の活用に対する制約も取り払われた。石油へのシフトに際しては産業衰退が生じることはなく、あらゆる資源を活用し産業展開させてきた経験から石油化学工業を中心に飛躍した。1970年代になると、過度な生産-消費が公害となって社会問題へと発展する。

○制約条件への対応（１）

「公害対応時代」における産業は“加害者”としての立場から、環境規制への対応が迫られた。タイトな環境規制が行われたものの、比較的短期間で効率的に汚染物質を削減できたのは、問題となった公害の汚染源は特定の場所（産業集積地）にあり、大規模排出/廃水段階にて効果的な公害防除策（技術）を導入することで可能とした。また、当時の産業展開は得られた利益を新たな設備投資に投入することで次なる成長をえるといったように大規模な設備投資モデルに適合させることで、公害防除技術の開発や導入も、他の装置同様、設備投資の一環として行われたといえる。その意味で、当該時期の公害技術の特徴として設備投資型環境技術とも言える。

このような設備投資型環境対応技術は、大規模汚染源を効率的に抑えることができ、直接規制との適合性は非常に高いものであった。その結果、日本で行われた一連の環境対応は、OECDにおいても“日本の経験”と称され、今日の先進的な環境技術を有する国としての存在感を築いた。その一方で、設備投資型環境技術モデルでは、規制値に対してのみ反応する要素が高いため、環境技術の開発はやや硬直的なものとなった。技術の

導入に対して適切な規制が求められる点においては、環境負荷を削減する税率が求められるピグー税と同様の難しさ(問題)を抱えている。その後、環境技術開発は特定技術の高度化志向(高機能型の末端処理技術の進展)が非常に強いものとなったといえる。

○制約条件への対応(2)

また、この時代の産業活動の環境負荷を大幅に削減せしめたもう一つの特徴として、汚染構造¹⁾と産業立地が密接に関係していたことがあげられる。戦後、我が国の産業復興においては資源制約を抱えながらの出発であった。例えば、エネルギー革を迎えても既存産業が衰退せず、むしろ悪条件な産業立地ハンディを大規模かつ集中的な生産システム(臨海工業地帯等)を生み出した。公害問題はいわば集中的な生産・流通に出口である消費(廃棄)の部分で生じたものであり、対処療法的な技術が最も対応した環境問題であった。実際、昭和34年の工業統計によると、四大工業地帯のある6都道府県に工場生産の6割が集中し、重油への燃料転換による硫黄分の含む亜硫酸ガスの集中的な大規模排出が公害問題を引き起こした(四日市ぜん息を引き起こした同工業地帯は燃料消費量の9割が石油であった)。つまり、制約条件(公害)への対応には、排出規制以外にも汚染源が産業であれば、立地条件による削減効果も高い。

○環境産業の評価

設備投資型の環境技術を蓄積した我が国の環境産業の競争力は国際的にはどのように評価されているか。やや古い資料となるが、表1は米国・商務省が環境産業の国際競争力の比較である(米国商務省<1998>“The U.S. Environmental Industry”)。

装置型(ハード型環境技術)¹¹⁾については、大気汚染防止技術、水質汚濁防止技術とも日本の技術は“Excellent”と評価されている。一方で、ソフト型の環境技術(システム)についての日本の評価はあまり高くはなく、米国、ドイツ、フランス、イギリスと比べ、低い評価となった。つまり、ハード型環境技術は競争力を有したものの、環境技術全体からみると、偏りが生

じてしまったといえる。

Relative Competitiveness of Environmental Industry
source: Environmental Business International, Inc. San Diego, CA
出典: U.S. Department of Commerce, Office of Technology Policy, September 1998
★下記の数値はExcellent=5, Good=4, OK=3, Mediocre=2, Poor=1として積み上げたもの。

産業の種類	米国	ドイツ	日本	フランス 英国
Equipment	16	19	19.5	12
Services	22.5	18	13.5	19.5
Resources	7.5	9.5	7.5	9.5

表1 環境関連産業の国別競争力比較

出典: U.S. Department of Commerce, Office of Technology Policy (1998), “The U.S. Environmental Industry”

3. 産業の環境対応と産業パフォーマンス

それでは、産業の環境対応と産業パフォーマンスの関係は公害対応以降、どのように変化したか。

図1は1971年以降の環境保全経費の経年動向を示したものである。環境保全経費は公害対応時期(1971年～1980年)と地球環境問題への対応時期(1987年以降)と大きく二つに分けることができる。

表2は主要産業における環境対応の組織的変遷を示したものである。公害への取り組みは化学工業が一足早く1960年代より始まっている。オイルショックが起きた1970年代は環境管理の本格的な取り組みがどの産業でも始まるとともに、各社にて省エネルギーに関する委員会等が多数設置された。1980年代になると、オゾン層破壊防止や地球温暖化問題への対応が鉄鋼業、輸送用機械工業を中心に展開された。再び、環境汚染防止装置別に推移を見ていくと、大気汚染防止装置が1974年に生産実績のピークを迎えている。これは大気汚染防止法において総量規制が導入されたことに起因する。このように、当時の環境規制と環境汚染防止装置の生産実績は密接な関係にあったといえる。

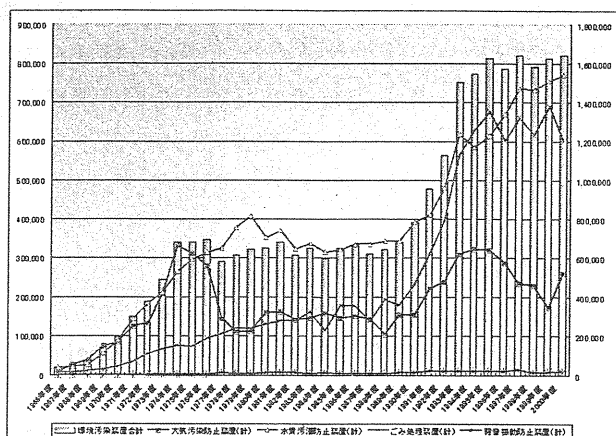


図1 環境装置生産実績の推移(100万円)
出典: 社団法人 日本産業機械工業会 環境装置部会

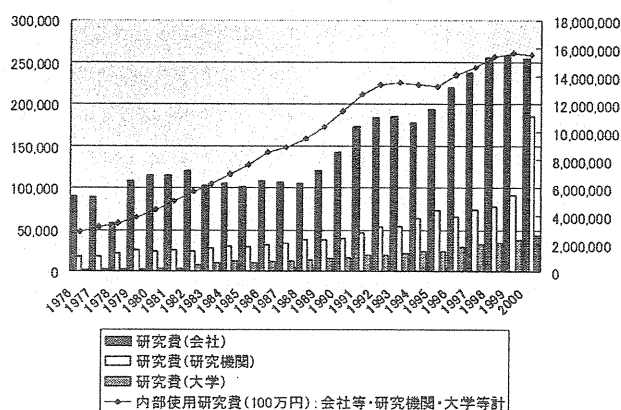


図2 環境分野の研究費(100万円)の推移
出典: 科学研究調査報告

主要産業における環境対応の変遷

出所: JFE 住友金属、神戸製鋼、東レ、帝人、トヨタ自動車、ホンダ 日産
三菱自工 スバル等のHP(会社沿革より作成)

	1960s	1970s	1980s
鉄鋼		公害防止協定締結 環境管理規定制定 省エネルギー計画	エネルギー管理部設置 省エネルギー操業 地球温暖化問題検討G
化学工業	公害委員会設置	環境管理部設置 化学物質管理指針	エネルギー技術室 環境安全管理部独立組織化 廃棄物削減計画
輸送用機械		製品環境委員会 石油対策委員会	エネルギー委員会 オゾン層保護委員会
社会	公害対策基本法	公害国会 米国マスキー法制定 オイルショック(73-78)	モントリオール議定書 バーゼル条約 地球温暖化防止行動計画 策定

表2 主要産業組織的環境対応の変遷

出所: 各社 HP より作成

次に、環境技術開発は産業にどのような影響をもたらしたか。図2は、研究開発における環境分野の研究費の推移を示したものである。全体の傾向として、内部使用研究費は着実に進展している。特徴的な部分として、産業セクターが有する研究費は相変わらず大きいことが伺えるが、1970年代後半にて産業界における研究費が大きく伸張している。

この時期の公害対応型技術の中心は装置産業等の設備投資型の環境技術開発である。設備投資の一環として装置の更新(終末処理型の環境技術導入)が図られたとしたが、どの程度、産業の足かせとなったかどうか。製造品出荷額と環境技術開発費(研究費)から推移をたどることとする。また、ハード型環境技術とソフト型環境技術の動き等を把握する。

4. 持続可能な社会に向けた産業条件とは

これまで見てきたように、設備投資型の環境技術については、環境規制(直接規制)との組み合わせにより、大幅な削減を可能とした。もちろん、直接規制による技術開発の硬直化は避けるようインセンティブを含めた取り組みが求められるが、公害経験を経て蓄積、高度化した知識を現在そして将来においても十分活かすことができる。

ただし、適応できる範囲はより限定的なものになる可能性が高い。その理由として、地球温暖化問題時代における技術開発は、設備投資型の環境技術が効果を発揮した時代のルールとは異なるからである。つまり、地球温暖化時代においては汚染源が小規模かつ点在していること、汚染物質の排出が個別的であり、その影響はマスとなる時点で顕在化する等の特徴がある。公害対応型のように汚染源に対する末端処理技術の開発による対応だけでは費用対効果を考えても効果的な対策あるいは技術とならない。また、社会経済的側面においても同様である。経済成長キャッチアップ期は、設備投資型の経済モデルにより好循環を産み出していたが、フロー型の消費社会経済へと変遷していく中での好循環を模索する必要がある。

それでは、今後の社会を構築する上で公害対応

時代の経験がどの程度活かすことができるか。個別排出源への対応という点では輸送用機器である自動車工業の経験は有用である。我が国の自動車産業技術は、トラック中心の生産体制から 1970 年代の排ガス規制問題への対応を機に、欧米と伍するまでの競争力を強化した。図 3 は昭和 45 年から 47 年までの科学技術研究調査報告における公害防除関係研究費の支出額の割合を示したものである。

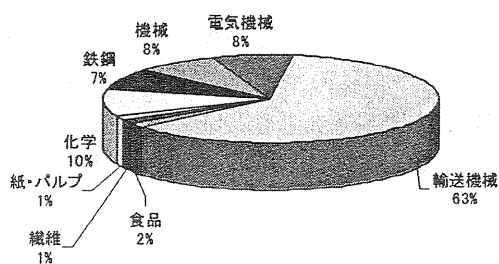


図 3 昭和 45～47 年・公害防除関係研究費支出額の割合
出典：環境白書（昭和 48 年）

最も大きいのが輸送機械工業であり、429 億円の研究費を支出している。二番目に大きいのが化学工業であるが、こちらは 73 億円と大きく引き離されている。次いで機械工業の 55 億円、鉄鋼業の 56 億円と続く。紙・パルプでは 9 億円と他の業種と比べると、支出額の割合は少ないといった状況である。先に述べた設備投資型の業種では汚染物質削減量に比べ、研究費の支出はそれほど大きくないことがわかる。一方で、輸送用機械は、米国のマスキー法への対応（規制適合）の達成如何が産業の死活問題に直結するとの位置づけ、研究開発が行われた。実際、ある自動車会社では、10 個程度の排ガス技術について、プロジェクトを平行に展開させた。当時、触媒技術は研究室内の温室的な技術であったが、集中的な研究開発により実現することとなった。

マスキー法への対応（厳しい環境規制）は、環境技術の向上を促した。自動車の場合、触媒技術により燃費が悪化するマイナス面を取り除くため、材料の見直し、エレクトロニクス技術導入によるインジェクション技術の利用がその後の自動車技術の飛躍的な

成長をもたらしたとされる。つまり、輸送用機器の環境対応では、ハード的な技術だけでなく、輸送システム全体としての最適化技術の高度化を図る端緒となった。

5. まとめ

本稿では、公害対応時代と比べ、今日対応が迫られる地球温暖化時代にあつて、活かせる経験は何かについて、検討を行った。

公害対応型の時代は大規模かつ集中的な生産・流通・廃棄局面における設備投資型の環境技術開発が有効に働いたとした。ただし、制約条件（環境規制）に対する反応が強い側面がある（技術開発のインセンティブを硬直化させる懸念がある）。

地球温暖化問題対応型の時代においては、消費社会型へとシフトしていく中で、設備投資型による環境対応は限定的なものになる可能性が高い。今後、持続可能な社会の構築に産業技術が貢献していくためには、消費社会に立脚した対応とともに、消費財単体ではなく、その周辺を取り巻くシステム全体に革新を引き起こすような制度設計、ソフト技術が改めて必要である。

◇参考資料

通商産業省「通商産業政策史・第三期高度経済成長期(4)」
経済産業省「工業統計調査報告」
総務省「科学技術研究調査報告」

i) 公害発生メカニズムをみた場合、1970 年前後の公害問題時代以前においても、その発生メカニズムと対処法に大きな変化はない。これら公害発生は産業におけるエネルギー・資源の選択がもたらしたものである。

ii) “The U.S. Environmental Industry”では Equipment、Service、Resource の 3 つに分類し評価を行っている。Equipment には水設備・化学処理、大気汚染防止装置、機器・除法システム、水管理装置、防除プロセス・技術等が含まれる。一方、Service には廃棄物処理、危険物処理、コンサルタント、産業サービス、分析サービス、水処理研究等が含まれる。