

33. 環境対策費用に関する日本の経験と アジア諸国の資金需要見通し

PROSPECTS OF ENVIRONMENTAL EXPENDITURES IN ASIA BASED ON JAPANESE EXPERIENCE

藤倉良* 松本亨* 井村秀文*

Ryo FUJIKURA*, Toru MATSUMOTO*, and Hidefumi IMURA*

ABSTRACT; Environmental expenditure in Japanese private sector since 1970 was investigated to estimate the future environmental cost in the Asian region. After the intensive investment of pollution abatement equipment by Japanese industries during the mid-1970s, the production of the equipment became constant. Annual production of total pollution abatement equipment is 230 billion yen, where that relating air pollution control has the share of 53.7%. Annual investment of pollution control is 417 billion yen. Electric power sector is annually investing 29 billion yen only for flue-gas desulfurization. It is estimated that 72 billion yen would be required for the desulfurization in China in 2000 if all of the power plants introduce it. Steel industry requires comparatively large investment for environment, and the Japanese steel industries have spent 10% of the total investment for pollution control. The obstacle which hinder pollution control in Chinese steel industry is not the cost of pollution control facilities itself but the fund raising for the renovation or replacement of old fashioned whole factories. Japan's export of pollution abatement equipment to other Asian region has been increasing. It is hoped that the export to Korea and China would further increase as their environmental policies are strengthened.

KEYWORDS; Environmental Cost, Pollution control, Asia region, Electric power sector, Steel industry

1. はじめに

アジア地域は先進国からの投資を駆動力として急速に工業化を進展させている。この地域では製造業への海外投資比率は約50%に達し、他地域より高い値を示している¹⁾。すなわち、先進諸国の製造業がアジア地域にシフトし、その結果、同地域が世界の生産拠点となりつつあると考えられる。同地域の経済成長がこのままのペースで維持されれば、2025年にはこの地域の工業生産額は現在の3～8倍程度に拡大すると予測されている²⁾。アジア地域で、今後の環境対策にどの程度の資金が必要となるのか、また、新たな環境コスト負担が企業の行動にどのような影響を及ぼし、それがさらに各国の環境対策にどのようにフィードバックされるかは今後の環境問題を考える上で重要な課題である。

環境コストは、すでに幾つかの研究がなされている。先進工業国の場合、環境保全費用は官民あわせてGNPの1～2%であり³⁾、一般的な工業製品の生産コストに占める環境コストの割合は平均すると3%以下であると見積もられている⁴⁾。しかし、コストの詳しい分析はまだ十分に分析されておらず、このために必要なデータも整備が遅れている。

本研究ではアジア地域の環境コストに関する資金需要を見通すため、エンド・オブ・パイプの環境装置に着目し、日本国内における民間向け環境装置生産実績の分析を試みる。次に、環境負荷の大きい業種として、電力と製鉄業について、現在に至るまでの環境コストを整理し、これをもとにアジア地域における今後の環境対策資金に関する試算を行う。

* ; 九州大学工学部環境システム工学研究センター

Institute of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Kyusyu University

2. 環境機器の生産実績

環境コストの具体的定義はなく、この問題についての議論を複雑化させる一因となっている。エンド・オブ・パイプの環境装置は、環境コストとして容易に計上されやすい。しかし、生産工程をクリーナー・プロダクションに転換した際のコストは、どのように考慮すべきかについての明確な規準はない。また、日本の大気質の改善に大きく貢献した低硫黄の燃料への転換⁵⁾に伴うコスト増も、どのように評価すべきかについても明らかではない。

本研究では、データが長期間にわたり整理されている環境装置の生産実績⁶⁾を中心として整理を試みる。

1970年からの環境装置の民間向け生産実績額を1990年の価格に補正したものを図1に示す。総生産額は1974年にピークを迎え、その後は1988年まで下降気味の横這い傾向を示している。業種別に見ても、電力を除いた全業種向けの生産実績のピークは1973年から1976年の間に見られる。当時は、水質汚濁防止法に基づく排水基準の適用開始(1972年)、二酸化硫黄のK値規制の導入と強化(1968~76年)、二酸化硫黄の総量規制導入(1976年)、窒素酸化物の規制開始(1973年)などが次々に実施された時期である。各企業が、強化される規制に対処するため急速に公害防止機器を整備していったことがうかがえる。

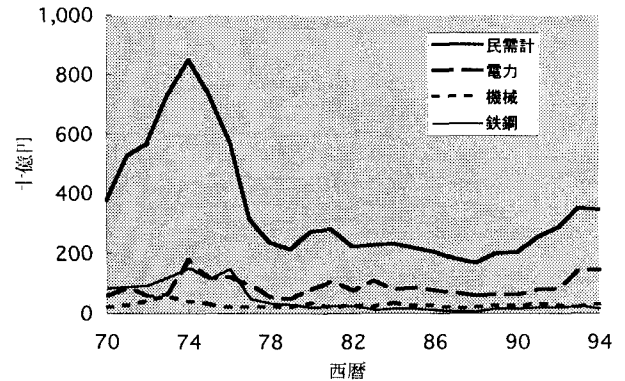


図1 民間向け環境装置の生産実績

環境装置の生産額は、1989年から再び増加傾向に転じている。特に全体の中で大きなシェアを占める電力セクターでの増加が著しい。これは、近年、増加傾向に傾向にあるプラント輸出に伴うものと考えられる。環境装置本体が単独で輸出される場合には、輸出金額は別の項目として計上される。しかし、環境装置が輸出されるプラントの一部に含まれる場合は、国内向け生産額として計上される。従って、近年の正味の国内向け環境装置の生産額は、これより小さな値となると考えられる。

図1の環境装置生産額を累積して示したものが図2である。ここで各業種への年間の平均生産額を算出するため、生産額がピークを越えた1976年以降のグラフを一次回帰する。1975年以前の累積曲線の傾きは、それ以降より大きい。それは当時の激甚な産業公害に対処するための応急対策費用と考え、ここでは考慮しない。1980年代以降の良好な環境を維持するための年間の投資コストとして、回帰直線の傾きを求めた。

大気汚染、水質汚濁対策費と、さらにこれらに騒音、振動、廃棄物対策を加えた総額について、業種別に一次回帰を行った結果を表1に示す。石油化学と鉱業を除くすべての業種で、暦年と生産額の累積額は良い一次相関を示した。各業種とも年毎の生産額には変動があるが、累積額から見れば、各業種ともほぼコンスタントに環境機器を購入していることがわかる。

得られた回帰直線の傾きを環境維持のための年間の必要額とすると、全民需部門への生産額は年間2,300億円となる。このうち大気汚染、水質汚濁が占めるシェアはそれぞれ53.7%、32.5%であった。業種別では、電力のシェアが大きく、総額の35.2%、大気汚染の50.2%を占めている。

公害防止機器のユーザーである企業に対して行われている産業公害防止設備投資調査⁷⁾の一部についても同様な解析を行い、結果を表1にあわせて示した。こ

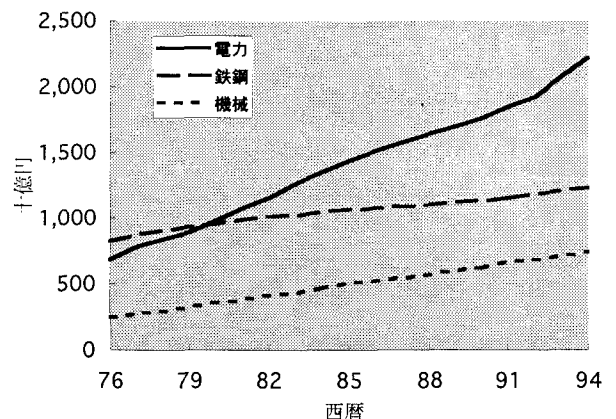


図2 主要セクター向け環境装置累積額

表1 年間の環境機器の生産額及び公害防止投資額の推定（単位：百万円）

	環境装置生産額									公害防止設備投資	
	大気汚染対策			水質汚濁対策			総額				
	年間生産額	決定係数	シェア	年間生産額	決定係数	シェア	年間生産額	決定係数	シェア	年間投資額	決定係数
食品	1,456	0.990	1.10	7,626	0.985	10.20	9,698	0.987	4.22		
繊維	740	0.989	0.56	1,256	0.933	1.68	2,115	0.979	0.92	2,793	0.990
パルプ紙	2,421	0.991	1.82	2,850	0.991	3.81	5,844	0.993	2.54	11,005	0.977
石油石炭	8,627	0.798	6.50	1,572	0.963	2.10	10,289	0.839	4.47		
石油化学	1,563	0.980	1.18	1,003	0.959	1.34	2,763	0.980	1.20	5,195	0.901
化学	5,935	0.993	4.47	4,898	0.991	6.55	11,515	0.992	5.01	14,719	0.981
窯業	4,457	0.992	3.36	744	0.995	0.99	5,357	0.993	2.33	2,560	0.950
鉄鋼	14,051	0.971	10.59	5,093	0.987	6.81	19,874	0.977	8.64	84,896	0.918
非鉄金属	2,778	0.983	2.09	1,458	0.949	1.95	4,347	0.996	1.89	3,390	0.830
機械	9,805	0.992	7.39	14,820	0.992	19.82	27,120	0.999	11.79	25,661	0.994
その他製造	9,635	0.998	7.26	10,820	0.996	14.47	24,461	0.997	10.63		
電力	66,578	0.992	50.16	7,830	0.991	10.47	80,917	0.995	35.17	257,980	0.990
鉱業	1,268	0.728	0.96	486	0.971	0.65	1,923	0.838	0.84	5,761	0.834
その他非製造	3,405	0.988	2.57	14,312	0.960	19.14	23,824	0.979	10.36		
民需計	132,720	0.993	100.00	74,768	0.994	100.00	230,047	0.996	100.00	417,280	0.996

の調査では調査対象業種の分類が1988年度から変更になったため、直線回帰は1976年から1986年の11年間のデータについて実施した。このデータによる解析結果も、環境装置の売り上げと同様な傾向を示したが、総額で4,173億円と、環境装置の生産額の2倍近い金額となった。これは公害防止投資価格には環境機器本体以外に、設置のための土木工事、土地代、周辺機器やグリーンベルト等が含まれているためである。両者の値の違いは特に電力部門と鉄鋼部門に顕著に現れている。ちなみに世界銀行による調査⁸⁾では、1991年の日本の民間セクターの年間投資額は4,930億円と試算されている。

3. アジア地域の環境コストの予測

急速な経済発展を遂げるアジア地域に、今後どの程度の環境コストが必要とされるかは、重要であるが容易に予測できない問題である。ここでは環境負荷の大きい電力と鉄鋼業についての若干の試算を行う。

3. 1 電力

(A) 国内における環境コスト

日本の電力セクターの公害防止部門の投資は、民需の中では最大であり、環境装置生産額の3分の1以上のシェアを占めている。1960年以降1994年までの34年間にわたる総額は2兆円（1992年値）を越えている。公害防止投資額は1986年までの累計で3兆8千億円となっている。

各年における総発電量と環境装置生産額の累積金額との比を図3に示す。1983年以降の単位発電量あたりの累積投資総額はほぼ一定であり、1kWhあたり2.1円を推移している。

これとは別に、単位電力あたりの環境コスト（運転コスト）が試算されており、1kWhあたり1.24円となっている⁹⁾。

電力の環境機器のうち、集じん装置、排煙脱硫装置、排煙脱硝装置の年間生産額を、表1の作成手法と同じ手順で求めた結果を表2に示す。平均すると年間約290億円が排煙脱硫装置に投資されていることがわかる。

(B) アジア諸国の試算

アジア諸国の電力セクターの環境対策に必要な費用を以下の手順で試算した。まず、アジア開発銀行による西暦2000年の各国の総発電量予測値¹⁰⁾を用い、これに日本の電力セクターにおける年間の環境装置の生産額及び公害防止投資額を各国の発電量に比例させた。環境装置の生産額のうち排煙脱硫装置についても同様な計算を行った（表3）。

この試算によれば、各国が日本なみの公害防止対策を電力部門で行うためには、中国で2,000～6,000億円、インドで500～1,600億円の投資が必要となることになる。排煙脱硫装置本体だけでも、中国で年間720億円が必要となる。AIM Project Teamによれば¹¹⁾、1996年の中国の排煙脱硫に必要なコストは6億ドル（約

600億円)と見積もられ、ほぼ同じ規模の金額となっている。ただし、韓国の場合には本研究で140億円、AIM Project Teamで4億ドルと差が大きくなる。

アジア諸国では一次エネルギーの石炭への依存率が高く、特に中国はその依存率が高い¹²⁾。したがって、一次エネルギーとして天然ガスや原子力のシェアが高い日本に比べ、排煙脱硫装置をはじめとする環境装置の必要性及びコストはさらに大きくなるものと考えられる。

同様な試算をアジア開発銀行(ADB)も行っている¹⁰⁾。ADBの試算は、西暦2000年までに新設される発電所の半分に「ロー・テクノロジー」の公害防止機器が設置される場合の必要額を求めたものである。その値も表3にあわせて示した。もしすべての新設発電所にロー・テクノロジーの公害防止機器が設置されれば、その金額はその試算値のさらに2倍になる。ロー・テクノロジーの機器が、具体的に何をさすのかは、報告の中では示されていない。しかし、アジアの発電所で排煙脱硫装置が既設置のものは、日本以外には中国に1基しかない現状を考えれば、日本国内で取引されている高度な環境装置はほとんど含まれていないと考えるのが妥当であろう。従って、日本並の対策を実施するためには、少なくともADBによる試算値を2倍し、これに表3で示した公害防止投資額をさらに加えたものが必要といえよう。

日本の単位電力あたりの環境コスト(1.24円/kWh)を、各国の2000年の発電量に乗じた金額も表3に示した。日本の電力業界の経常費用のうち、人件費が占める割合は9.2%にすぎず、燃料費(32.7%)、原価償却費(12.8%)、支払い利息(11.9%)より小さい⁹⁾。従って、環境コストは人件費の低い国でも大きく減少するとは考えにくい。その結果は表3が示すように、中国で2兆円強、インドで600億円強と非常に大きな値となる。各国がもし日本並みの環境対策を行うとした場合の環境コストは、このように投資額、運転コストとも非常に大きなものとなる。

3. 2 鉄鋼

(A) 国内の環境コスト

鉄鋼業は設備投資に巨額の費用を要する典型的な装置産業である。また、環境負荷も大きい産業であるために、環境コストの総額も総投資に占める比率も大きい。鉄鋼業の公害防止設備投資額は、1974年に電力セクターに抜かれるまでは業種の中では最大であり、現在も電力に次いで2番目に大きい(表1)。1965年からの設備投資総額に占める公害防止設備投資額の割合は約10%である。平成7年度までの環境保全投資額の

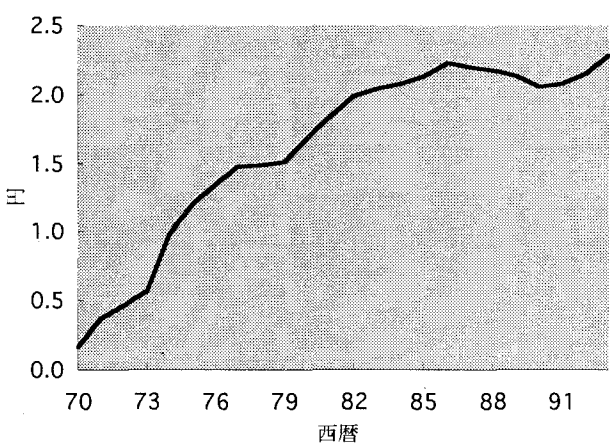


図3 単位発電量あたりの環境装置生産額

表2 電力セクターの機器別生産金額(単位:百万円)

	生産金額	決定係数
集じん装置	11,982	0.987
排煙脱硫装置	29,029	0.990
排煙脱硝装置	17,777	0.992
高層煙突	5,702	0.986
全装置	80,917	0.995

表3 西暦2000年の電力セクターの環境コスト(単位:十億円)

	総発電量 (GWh)	環境装置の投資額		公害防止設備投資	ADB試算値	運転コスト
		うち排煙脱硫装置				
中国	1,954,780	200	72	637	1,072	2,424
インド	513,428	53	19	167	246	637
インドネシア	72,566	7	3	24	138	90
韓国	368,408	38	14	120	220	457
マレーシア	56,565	6	2	18	28	70
フィリピン	152,986	16	6	50	11	190
台湾	279,414	29	10	91	154	346
タイ	152,986	16	6	50	93	190

総額（実質）は、1兆5,700億円であり、大気が63.4％、水が18.6％を占めている。

製鉄所の最大の設備である高炉本体に対する環境設備費は、総建設費の20～40％であり、焼結機では煙突も含めた環境設備費は30～50％と推定される。焼結鉱生産に伴う排煙脱硫の運転コストはトンあたり300円前後であり、年産600万トンクラスの大規模工場の場合、脱硫に要する運転コストは、年間18億円程度になることとなる。

製鉄所における最大の環境装置である排煙脱硫装置の運転コストを表4に示す。これは発電所に設置されているものであるが、鉄鋼の場合もこれと同様と考えると、減価償却費の割合が大きく、ついで石灰費や用役費が大きいことがわかる。この表には電力費が含まれていないが、装置運転に要する総コストに占める割合は10～20％と推定される。

製鉄業の場合、環境保全対策に係るコストは鋼材の生産コストの7～9％になると推定される。ただしその他にも、省エネルギー対策に総投資の約20％が投入されている。また、燃料転換も二酸化硫黄対策として最も大きく寄与しているが⁵⁾、これらのコストは環境コストには計上されていない。

(B) アジア地域

アジア地域の粗鋼生産は、日本、中国、韓国、台湾に集中している（表5）。これらのうち、韓国の浦項、中国の宝山製鉄所は、日本の技術協力により、高度な公害対策処理が進められている。ただし、焼結の排煙脱硫は実施されていないので、このような部分への投資需要は今後、発生すると考えられる。

むしろ問題となるのは、旧ソ連の技術協力等で中国に建設された旧式の製鉄所である。これらの製鉄所は著しく老朽化し、徹底的なリノベーションが必要とされる。このための総コストは約20兆円と見積もられている。従って問題は、10％前後と見積もられる公害防止対策への投資ではなく、総額20兆円に達する資金調達の可能性にある。現在の中国の設備金利は14％であり、現状のままでは全面的なリノベーションは不可能な状況にある。中国の鉄鋼業における公害防止対策を検討する場合には、環境コスト以前に、設備投資全体の資金調達から検討する必要がある。

3. 3 環境機器の輸出

日本からの環境装置の輸出実績を図4に示した。この金額は環境装置としての輸出額であり、生産設備に一体となって輸出された環境装置については計上されていない。むしろ後者の金額が相当の額にのぼると考えられるが、図4でもおおよその傾向は把握できると考えられる。

近年の円高基調にもかかわらず、環境装置の輸出金額は増加傾向にある。特に注目すべきなのは東アジアへの輸出が急増していることである。1980年代後半には全輸出額に占める同地域のシェアは50％前後を推移していたものが、1990年代にはいと80～90％のシェアを占めるに至っている。輸出先としては韓国が多いが、中国への輸出額も増える傾向にある。

図5はアジア地域への輸出額の機種別の内訳である。ごみ処理、水質処理関連は官需が多いと考えられるが、大気分野は基本的に民需であり、民間セクターでの環境機器の購入額も増えつつあることを示している。

最大の輸出先である韓国の場合、輸出額は80年代後半から急増しつつある。日中韓三国の比較研究^{13, 14)}によれば、環境政策の発展の時間差は日韓間で十年強、日中間で二十年強である。この結果を日本の民間

表4 300MW発電所発電所用
排煙脱硫装置の運転コスト（単位：円/kWh）

運転費	維持・運転の人工費	0.10
	石灰石費	0.19
	用役費	0.17
	保険・税金	0.05
	小 計	0.41
減価償却費		0.48
合 計		0.89

出典：参考文献9

表5 アジア各国の粗鋼生産（単位：万トン）

	90年	94年
日本	11,034	9,830
韓国	2,313	3,375
台湾	975	1,159
中国	6,635	9,153
タイ	65	98
マレーシア	110	185
インドネシア	289	390
フィリピン	60	64
シンガポール	49	53

出典）国際鉄鋼協会

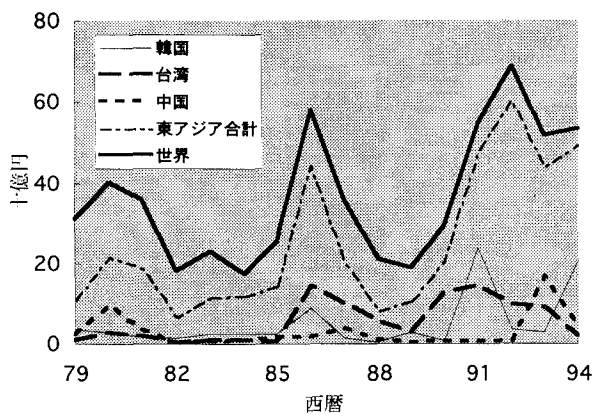


図4 日本からの環境装置の地域別輸出実績

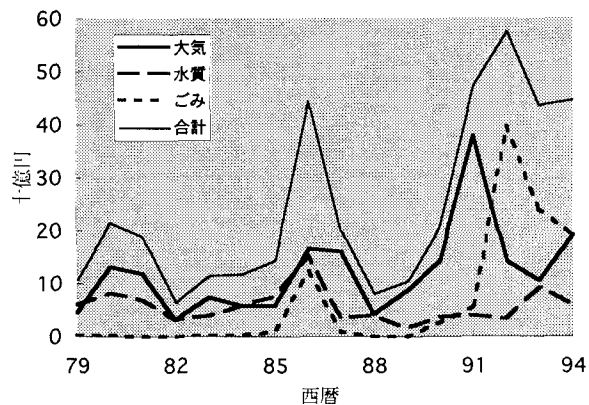


図5 日本からの環境装置の分野別輸出実績

企業の公害防止投資のピークであった1975年に当てはめてみれば、環境装置の需要が増加するのは、韓国で1980年代後半、中国で1990年代後半となる。韓国への環境装置の輸出量の増加は、この傾向と相応するものである。同様に、中国の環境機器の需要は今世紀末に向けて拡大する傾向にあることが予想される。

4. おわりに

本研究では、民間セクター向けの日本の公害防止装置の生産額を算出し、これをアジア地域に適用することを試みた。同じ算出手法を日本の公共セクターに適用すると、年間の環境装置の生産額は5,200億円となり、民間セクターにおける金額の2倍強となる。さらに、民間セクターの場合には、下水など土木工事の費用が環境装置本体よりかなり大きくなる。これらを含めた、官民全体としての環境コスト算出が、今後の検討課題である。

<謝辞>

鉄鋼業の分析については、新日本製鐵八幡製作所、粉康則労働・購買部長代理及び野村総合研究所企業調査部、平沼亮チーフアナリストに貴重なご教示を頂いた。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) 長銀総合研究所：我が国製造業における国際分業，総研調査，No.31，pp.2，1995
- 2) Environment Agency: Final Report on ECO ASIA Project, to be printed
- 3) 井村秀文：環境保全費用の動向，環境研究，No.45，1983，pp.86-99
- 4) Patric Low: "Trade Measures and Environmental Quality", World Bank Discussion Papers, pp.105-120, 1992
- 5) 環境庁：平成4年度版環境白書，pp.165
- 6) 日本産業機械工業会：環境装置の生産実績，1970-1994
- 7) 産業公害防止協会：産業公害防止設備投資調査の結果について，1973-1988
- 8) World Bank: "Japan's Experience in Urban Environmental Management", 1994, pp.78
- 9) 柳岡洋：環境問題における技術の経済性，化学経済，1993年3月号，pp.1-5
- 10) Paul Weatherly: Major Environmental Problems and Cost of Abatement, "Financing Environmentally Sound Development", Asian Development Bank, 1994, pp.25-100
- 11) AIM Project Team: AIM Interim Paper, 1995
- 12) 井村秀文，勝原健 編著：中国環境問題，東洋経済新報社，1995，p.205
- 13) Imura, Futawatari, and Fujikura: "Economic Development, Energy, and Environment in East Asia: A Comparative Study of Japan, South Korea, and China", J. Global Env. Eng., Vol.1, 1995, pp.79-100
- 14) 原島洋平，森田恒幸：東アジア諸国の環境政策の発展過程の比較分析，計画行政，Vol.18, No.3, 1995, 73-85