

環境保全型経済成長に向けての
技術・経済システムに関する日中共同研究

平成10・11・12年度
文部省科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）
研究成果報告書
（課題番号：10045014）

平成13年3月

研究代表者：松岡俊二
（広島大学大学院国際協力研究科・助教授）

〒739-8529 東広島市鏡山 1-5-1
Tel：0824-24-6920, Fax：0824-24-6904
E-mail：smatsu@hiroshima-u.ac.jp
<http://www.hiroshima-u.ac.jp/~smatsu>

はじめに

本報告書は、文部省科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）により、平成 10 年度から平成 12 年度にかけて行なった「環境保全型経済成長に向けての技術・経済システムに関する日中共同研究」をテーマとした学際的プロジェクト研究の成果をまとめたものである。

本研究は、中国における環境保全型技術システムおよび経済システムのあり方を、ミクロ（企業の投資行動等）とマクロ（環境政策等）の両面から明らかにすることを目的に、広島大学大学院国際協力研究科と中国上海市の復旦大学環境科学工学部との国際共同研究プロジェクトとして行なったものである。研究組織は広島大学側 7 名、復旦大学側 3 名の計 11 名であり、双方の研究者の招聘、派遣にあわせて 3 回にわたるシンポジウムを企画・開催してきた。

第 1 年次の第 1 回シンポジウムは「持続的開発と都市間交流」というテーマのもとに、1998 年 9 月に広島大学(広島会場)、同年 12 月には復旦大学（上海会場）でシリーズ開催という形態で行った。第 2 年次の第 2 回シンポジウムも、「地球環境問題と日中環境協力」というテーマのもとに、1999 年 10 月に広島大学大学院国際協力研究科（広島会場）、12 月末に復旦大学(上海会場)でシリーズ開催として行った。また第 2 年次は、北京市も訪問し、国家環境保護総局（SEPA）の環境経済政策研究センターと合同研究会を開催した。本研究の最終年である本年度の第 3 回シンポジウムは、広島大学代表団の上海市を訪問における意見交換を踏まえ（2000 年 12 月）、2001 年 1 月の復旦大学代表団の広島訪問をうけ、「中国の環境問題の現状」をテーマに開催した。

以上の活動を通して、日中相互の研究成果の効率的な交換を行ってきた。また、日中両国の環境問題について、環境政策への経済的手段の現状と課題、マクロ分析とともに地方政府や企業単位でのミクロ歴史分析、現状分析を行ってきた。

広大な国土と 13 億人を超える膨大な人口を有する中国は、近年高い経済成長率を維持する一方、深刻な環境汚染に悩んでいる。本研究では、中国の持続可能な発展を遂げていく過程における様々な環境問題の実態を探るとともに、問題を解決して行くために、どのような方策が有効なのかを、国際的な視野から考察してきた。本報告書は、こうした様々な研究成果のエッセンスを取りまとめたものである。

2001 年 3 月 16 日
研究代表者 松岡 俊二

○研究課題・研究種目名・課題番号

研究課題：環境保全型経済成長に向けての技術・経済システムに関する日中共同研究

研究種目名：基盤研究(B)(2)

課題番号：10045014

○研究組織

研究代表者：松岡 俊二（広島大学大学院国際協力研究科助教授）

研究分担者：山下 彰一（広島大学大学院国際協力研究科教授）

浜渦 哲雄（広島大学総合科学部教授）

小松登志子（広島大学工学部助教授）

中越 信和（広島大学総合科学部教授）

金子 由芳（広島大学大学院国際協力研究科助教授）

松本 礼史（東亜大学総合人間文化学部助教授）

秦 紹 徳（復旦大学教授）

陳 立 民（復旦大学教授）

程 天 権（復旦大学教授）

彭 希 哲（復旦大学教授）

施 岳 群（復旦大学教授）

戴 星 翼（復旦大学教授）

焦 必 方（復旦大学助教授）

研究協力者：

白川 浩（国際協力事業団）

白川博章（広島大学大学院国際協力研究科・大学院生）

岡田博己（公正取引委員会）

河内幾帆（広島大学大学院国際協力研究科・大学院生）

岩瀬 誠（国際協力事業団/広島大学大学院国際協力研究科・大学院生）

村上一真（三和総合研究所）

盧 峻（上海汽車総司）

○研究経費

平成10年度 2,200千円

平成11年度 1,900千円

平成12年度 1,900千円

計 6,000千円

○本研究に関連する論文・学会発表等

〔雑誌論文〕

- 松岡俊二・村上一真・松本礼史(2000) アジア諸国の経済成長と CO₂排出構造の変化, 国際協力研究誌, 6・1
- 松本礼史・松岡俊二・岡田博己・河内幾帆(2000)企業の公害対策行動に関する経済分析, 国際協力研究誌, 6・1
- 盧峻・松岡俊二・松本礼史(2000) 中国・排污收費の政策効果に関する研究, 環境経済・政策学会 2000 年大会・報告要旨集 pp.168-169
- 松岡俊二・松本礼史・盧峻(2000) 途上国における環境政策の効率的実施に関する研究—中国・排污收費制度を事例に—, 国際開発学会第 11 回全国大会報告論文集, pp.33-38
- 松岡俊二・松本礼史・河内幾帆(2000)途上国の経済成長と環境問題: 環境クズネツ曲線は成立するか, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.79-91
- 松岡俊二・松本礼史・河内幾帆・岩瀬誠(2000)東アジアにおける社会的管理能力の形成について, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.92-105
- 松岡俊二・他 5 名(2000)各国レポート, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.106-155
- 浜渦哲雄(2000)自動車排出ガスによる大気汚染の防止対策: 日本の経験とアジア, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.156-169
- 山下彰一(2000)タイ自動車産業の新展開と環境対応技術開発の課題, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.170-183
- 金子由芳(2000)アジア諸国の環境法設計・実施能力向上における日本の協力課題: ミニマムな共通環境政策の所在, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.184-196
- 松岡俊二・松本礼史・岡田博己・河内幾帆(2000)企業の公害対策行動に関する経済分析, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.197-207
- 河内幾帆・松岡俊二・松本礼史・村上一真(2000)大気汚染の費用便益分析: 日本の SO_x 規制を事例として, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.208-218
- 松岡俊二・村上一真・松本礼史(2000)アジア諸国の経済成長と CO₂排出構造の変化: 製造業と電力業を中心に, 東アジアへの視点, ICESEAD, pp.219-231
- Kochi, I., Matsuoka, S., Matsumoto, R.(1999)Economic Growth and Environmental Problem in Developing Countries: The Environmental Kuznets Curve Do Exist, IDEC Research Paper Series, 1999・1, pp.1-24
- 松本礼史・松岡俊二・山下彰一(1999) 中国の SO_x・CO₂排出構造と環境対策, 国際協力研究誌 5・1
- Chen Limin, Yue Zhiwei(1999) NO_x Pollution in Shanghai and its Factors Involved, J. of International Development and Cooperation 5-1
- 松岡俊二・河内幾帆・白川浩(1999) 国際環境プロジェクトの社会的評価: 日本のタイへの環境協力を中心に, 国際協力研究誌 5・1
- Yamashita, S.(1999)The Role of Japanese Affiliated Enterprises and Technology Transfer in East Asia, IDEC Research Paper Series, pp.1-12
- Kaneko, Y.(1999) FDI Policy of Vietnam to cope with Investment Liberalization: A Choice among Different 'Liberalism', IDEC Research Paper Series
- Nakagoshi, N. Moriguchi, T.(1999) Ecosystem and biodiversity conservation planning in Hiroshima City, Journal of Environmental Sciences (Beijing) 1999・11

- 河内幾帆・松岡俊二・松本礼史(1999)大気汚染の費用便益分析, 環境経済政策学会 報告要旨集, pp.106-107
- 松岡俊二・松本礼史・河内幾帆・白川博章(1999)アジア諸国における社会的環境管理能力の形成に関する研究, 環境経済政策学会 報告要旨集, pp.24-25
- 松本礼史・村上一真・松岡俊二(1999)アジア諸国の経済成長と CO₂ 排出構造の変化, 第 10 回国際開発学会全国大会要旨論文集, pp.90-91
- 松岡俊二・松本礼史・河内幾帆・岩瀬誠(1999)途上国における社会的環境管理能力の形成, 第 10 回国際開発学会全国大会要旨論文集, pp.142-145
- Nagashima, K., Nakagoshi, N., and Nehira, K.(1999)NewZealand Forestry and NewZealand Logs Utilization in Japan, *Journal of International Development and Cooperation*, 5, pp.119-131
- Sharp, A., Nakagoshi, N., and McQuistin, C.(1999)Rural Participatory Buffer Zone in Northeastern Thailand, *Journal of Forest Research*, 4, pp.87-92
- Nakagoshi, N., Moriguchi, T.(1999)Ecosystem and Biodiversity Conservation Planning in Hiroshima City, *Journal of Environmental Sciences*, 11, pp.149-154
- 中越信和・日笠睦(1999)環境アセスメント法における生態系評価手法, *日本緑化工学会誌*, 24, 130-136
- Sharp, A., Nakagoshi, N., and Elliott, S.(1999)Factors Affecting Natural Vegetation in a Disturbed Primary Forest and Gap in Northern Thailand, *Hikobia*, 13, pp.1-9
- Nagashima, K., Nakagoshi, N.(1999)Potencial Utilization of NewZealand Wood in Japan, *Journal of Forest Planning*, 5, 57-63
- Nakagoshi, N., et al. (1999)The principle and application of landscape ecology, *Environmental Sciences*, 特集号, 250
- Moldrup, P., Olesen, T. and Yamaguchi, T.et al.(1999)Modeling Diffusion and Reaction in Soils: VIII. Gas Diffusion Predicted From Single-Potential Diffusivity or Permeability Measurements, *Soil Science*, 164 • 2, pp.75-81
- Moldrup, P., Olesen, T. and Yamaguchi, T. et al.(1999)Modeling Diffusion and Reaction in Soils: VIII. Gas Diffusion Predicted From Single-Potential Diffusivity or Permeability Measurements, *Soil Science*, 164 • 2, pp.75-81
- Farcasanu, R.I., Yamaguchi, T. et al.(1999)Kinetics of Simazine Sorption on Soils and Particle Size Fractions, 39 • 4, pp.143-149
- Yamaguchi, T. et al.(1999)Prediction Model for Adsorption of Volatile Organic Chemicals on Soils, *Environmental Engineering Research*, 36, pp.477-482
- 尾崎則篤・雁田孝広・山口登志子・福島武彦(1999)有害化学物質の晴天時堆積とその雨天時流出, 環境工学研究論文集, 36, pp.145-152
- Poulsen, T.G., Moldrup, P. and Yamaguchi, T. et al.(1999)Predicting Soil-Water and Soil-Air Transport Properties and their Effects on Soil Vapor Extraction Efficiency, *Ground Water Monitoring & Remediation*, 19 • 3, pp.61-70
- Moldrup, Olesen, T. and Yamaguchi, T. et al.(1999)Modeling Diffusion and Reaction in Soils: IX. The Buckingham-Burdine-Campbell Equation for Gas Diffusivity in undisturbed soil, *Soil Science*, 168 • 8, pp.542-551
- Poulsen, T.G., P. Moldrup and Yamaguchi, T. et al.(1999)Predicting Saturated and Unsaturated Hydraulic Conductivity in Undisturbed Soils from Soil-Water Characteristics, *Soil Science*, 164 • 12, pp.877-887
- 金子由芳(1999)投資自由化議論の動揺とベトナム外資法の対応, *アジア経済*, 40 • 7, pp.2-26
- 陳立民(1999)オゾン層破壊と生物圏保全, 第 5 回広島・上海国際シンポジウム「地球環境問題と日中環境協力」

- 報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 松本礼史他(1999)東アジア諸国の経済成長と CO₂ 排出構造の変化, 第 5 回広島・上海国際シンポジウム「地球環境問題と日中環境協力」報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 夏光(1999)中国環境政策の構造と重点, 第 5 回広島・上海国際シンポジウム「地球環境問題と日中環境協力」報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 焦必方(1999)上海地域の経済発展と環境問題・環境対策, 第 5 回広島・上海国際シンポジウム「地球環境問題と日中環境協力」報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 松岡俊二他(1999)東アジアにおける社会的環境管理の形成について, 第 5 回広島・上海国際シンポジウム「地球環境問題と日中環境協力」報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 浜渦哲雄(1999)自動車排出ガスによる大気汚染の防止対策: 日本の経験, 第五届上海-広島国際研究会「全球環境問題と中日環境合作」上海会場報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 中越信和(1999)日本の環境影響評価法における生物多様性・生態系の評価手法, 第五届上海-広島国際研究会「全球環境問題と中日環境合作」上海会場報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 金子由芳(1999)日本の環境影響評価における自治体の役割: 廃棄物処理場問題を例に, 第五届上海-広島国際研究会「全球環境問題と中日環境合作」上海会場報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 陳立民(1999)戦略的環境アセスメント (SEA) とその発展, 第五届上海-広島国際研究会「全球環境問題と中日環境合作」上海会場報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 浜渦哲雄(1999)自動車排出ガスによる大気汚染の防止対策: 日本の経験, 環境管理的経済分析検討会 報告論文集, 中国国家環境保護局環境と経済政策研究中心・広島大学大学院国際協力研究科
- 孫炳彦(1999)中国的排污收費制度, 環境管理的経済分析検討会 報告論文集, 中国国家環境保護局環境と経済政策研究中心・広島大学大学院国際協力研究科
- 松岡俊二他(1999)Economic Growth and Environmental Quality in Developing Countries: A Verification of "Environmental Kuznets Curve", 環境管理的経済分析検討会 報告論文集, 中国国家環境保護局環境と経済政策研究中心・広島大学大学院国際協力研究科
- 松岡俊二他(1999)Economic Growth and Capability Building for Environmental Management in Southeast Asia, 環境管理的経済分析検討会 報告論文集, 中国国家環境保護局環境と経済政策研究中心・広島大学大学院国際協力研究科
- 河内幾帆(1999)Cost Benefit Analysis of the Sulfur Dioxide Emission Control Policy in Japan, 環境管理的経済分析検討会 報告論文集, 中国国家環境保護局環境と経済政策研究中心・広島大学大学院国際協力研究科
- 夏光(1999)Economic Estimation for Environmental Pollution losses in China, 環境管理的経済分析検討会 報告論文集, 中国国家環境保護局環境と経済政策研究中心・広島大学大学院国際協力研究科
- 松岡俊二・松本礼史・河内幾帆(1998) 途上国の経済成長と環境問題: 環境クズネッツ曲線は成立するか, 環境科学会誌 11・4, pp.349-362
- 松本礼史・松岡俊二・山下彰一(1998) 中国の SO_x・CO₂ 排出構造と環境対策, 第 9 回国際開発学会全国大会講演論文集, pp172-175
- 河内幾帆・松岡俊二(1998) 東アジアにおける社会的環境管理システムの形成と国際環境協力, 第 9 回国際開発学会全国大会講演論文集, pp.60-63

- 白川浩・松岡俊二(1998) 住民参加型援助システムのデザイン, 第 9 回国際開発学会全国大会講演論文集, pp.89-92
- 松岡俊二・河内幾帆・白川浩(1998) 国際環境プロジェクトの社会的評価:日本のタイへの環境協力を中心に, 環境経済・政策学会 1998 年大会報告要旨集, pp.79-80
- Yamaguchi, T. et al.(1998) VOC Vapor Sorption in Dry Soils: Soil-Type Dependent Model and Implications for Vapor Extraction, ASCE Journal of Environmental Engineering124・2, pp.145-155
- Yamaguchi, T. et al.(1998) Sorption and Transport of Asulam in Soils, Journal of Environmental Chemistry8・2, pp.259-266
- Yamaguchi, T. et al.(1998) Sorption and Transport of Asulam in Soils, Environmental Engineering Forum 35, pp.137-144
- Yamaguchi, T. et al.(1998) Kinetics of Simazine Sorption on Soils and Particle Size Fractions, Soils and Foundations
- Yamaguchi, T. et al.(1998) Simazine Sorption and Transport in Soils and Soil Particle Size Fractions, Journal of Environmental Chemistry 8・4, pp.769-779
- Jin-Hyeog Park, Nakagoshi, N.(1998) Current use of GIS and its application in building database to landscape ecology in Korea, J. of International Development and Cooperation 1998・4, pp.153-164
- Nakagoshi, N., Watanabe, S.(1998) Ecological review on the projects for international forestry cooperation by JICA in Asia, Proceedings of the 2nd International Symposium on Asian Tropical Forest, pp.47-58
- 山下彰一(1998)持続可能な 21 世紀へ向けた都市間協力のあり方, 第 4 回広島・上海国際シンポジウム 持続的開発と都市間交流 報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 焦必方(1998) 環境保全型経済成長の実現に向けて: 中国の経済成長方式の転換についての検討, 第 4 回広島・上海国際シンポジウム 持続的開発と都市間交流 報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 藤倉良(1998)公害対策が定着するための社会・経済条件: 日本と北九州の経験から, 第 4 回広島・上海国際シンポジウム 持続的開発と都市間交流 報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 松本礼史(1998)中国の SO_x・CO₂ 排出構造と環境対策, 第 4 回広島・上海国際シンポジウム 持続的開発と都市間交流 報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 陳立民(1998) NO_x Pollution in Shanghai and its Factors Involved, 第 4 回広島・上海国際シンポジウム 持続的開発と都市間交流 報告要旨集, 広島大学大学院国際協力研究科
- 浜渦哲雄(1998)製鉄業における公害対策と省エネ, 第四屆 上海-広島国際研討会 可持續發展与城市間交流 報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 戴星翼(1998)中国の経済と環境における持続的発展問題, 第四屆 上海-広島国際研討会 可持續發展与城市間交流 報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 金子由芳(1998)中国の環境規制の現状考察: 新たな制度設計へ向けて, 第四屆 上海-広島国際研討会 可持續發展与城市間交流 報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 焦必方(1998)郷鎮企業の環境調和型成長に向けて, 第四屆 上海-広島国際研討会 可持續發展与城市間交流 報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系
- 中越信和(1998)広島市における生態系と生物多様性の保全計画, 第四屆 上海-広島国際研討会 可持續發展与城市間交流 報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系

陳立民(1998) Environmental Protection and Sustainable Development, 第四屆 上海－広島国際研討会 可持續發展
与城市間交流 報告論文集, 復旦大学環境科学与工程系

〔図書〕

松岡俊二・松本礼史 (1998) アジアの環境問題, 東洋経済新報社

金子由芳(1998) アジア法の可能性, 大学教育出版

山下彰一・松岡俊二他(1998) 地方発の国際協力—ラジオ・アジア講座—, 広島大学生涯学習推進委員会

山下彰一、焦必方他(1998) 第4回広島・上海国際シンポジウム 持続的開発と都市間交流 報告要旨集, 広島大学
大学院国際協力研究科

松本礼史、戴星翼他(1998) 第四屆 上海－広島国際研討会 可持續發展与城市間交流 報告論文集, 復旦大学環境
科学与工程系

松岡俊二、陳立民他(1999) 第5回広島・上海国際シンポジウム「地球環境問題と日中環境協力」報告要旨集, 広
島大学大学院国際協力研究科

浜渦哲雄 馬蔚純他(1999) 第五屆上海－広島国際研討会「全球環境問題与中日環境合作」上海会場報告論文集, 復
旦大学環境科学与工程系

松岡俊二・夏光他(1999) 環境管理的經濟分析検討会 報告論文集, 中国国家環境保護局環境与經濟政策研究中
心・広島大学大学院国際協力研究科

Yamashita, S, et al.(2000) German Institute of Japan Studies, Facing Asia — Japan's Role in the Political and Economic
Dynamism of Regional Cooperation

松岡俊二他(2000) 環境管理の社会的な能力形成に関する東アジア諸国の比較研究, 東アジアへの視点, ICESEAD,
秋季特別号

目次

| | |
|--|----|
| 第1章 東アジアにおける社会的環境管理能力の形成について (松岡俊二・松本礼史・河内幾帆・岩瀬誠) | 1 |
| 1. はじめに | 1 |
| 1.1 研究の背景 | 1 |
| 1.2 本研究における分析フレーム | 2 |
| 2. 環境管理システムの構成要素と指標化 | 2 |
| 2.1 環境管理システムの構成要素 | 3 |
| 2.2 環境管理システムの指標化 | 3 |
| 2.3 環境管理システムの構造 | 4 |
| 3. 日本における大気環境管理システムと環境質・社会経済状態 | 5 |
| 3.1 環境管理システムと常時監視測定局の整備 | 5 |
| 3.2 モニタリングの整備と環境質および社会経済状態との関係 | 6 |
| 4. 東アジア諸国における大気環境質モニタリングの整備過程 | 6 |
| 第2章 Environmental Protection and Sustainable Development in Shanghai(Chen Limin) | 31 |
| 1. Introduction | 31 |
| 2. Shanghai Environment Status | 31 |
| 2.1 Status of water quality | 31 |
| 2.2 Status of ambient air | 32 |
| 2.3 Garbage problem | 33 |
| 2.4 Noise pollution | 33 |
| 3. Discussion | 33 |
| 第3章 Structure and Priorities of China's Environmental Policy(Xia Guang) | 36 |
| 1. Introduction | 36 |
| 2. Structure of China's Environmental Policy | 36 |
| 2.1 Controlling Policies | 36 |
| 2.2 Guiding Policies | 37 |
| 3. The Effectiveness and Difficulty of China's Environmental Policy | 38 |
| 4. Priorities in Environmental Investments | 39 |
| 4.1 Investment Priorities in Two Major Fields | 40 |
| 4.2 Sector Investment Priorities | 42 |
| 4.3 Regional Investment Priorities | 43 |
| 4.4 Priority Needs for International Assistance | 43 |
| 第4章 中国のSO _x ・CO ₂ 排出構造と環境対策(松本礼史・松岡俊二) | 46 |
| 1. はじめに | 46 |
| 2. 中国のSO _x 、CO ₂ の排出構造の特徴 | 46 |
| 3. SO _x 、CO ₂ の排出からみた中国の産業構造の変化 | 46 |
| 4. 電力産業の環境対策の他産業への波及効果 | 47 |
| 5. おわりに | 48 |

第1章 東アジアにおける社会的環境管理能力の形成について

松岡俊二・松本礼史・河内幾帆・岩瀬誠

1. はじめに

1.1 研究の背景

大気汚染や水質汚濁を代表とする産業型（ブラウン系）公害問題は、経済成長にともなって拡大する。一方、こうした公害問題への対策も経済成長とともに強化され、ある転換点を過ぎると、経済成長と環境保全が両立する成長パターンがみられる。1人当りGDP等の経済指標を横軸に、汚染物質濃度等の環境質指標を縦軸にとり、このような成長パターンを示す逆U字型の曲線は、環境クズネツ曲線（Environmental Kuznets Curve）とよばれる。ブラウン系環境問題の代表的指標物質であるSO_xについては、環境クズネツ曲線が典型的に成立する（松岡他 1998a）。

環境クズネツ曲線が成立するのは、経済成長そのものが環境問題を解決するからではなく、経済成長につれて環境問題に対処する資金・技術・人材が形成され、社会的意識が醸成され、環境法や監督官庁の整備が進むなどにより、国家や市民社会の中に環境問題に対処する能力が形成されるからである。こうした社会的環境管理能力（SCEM: Social Capability for Environmental Management）の形成により、環境質の劣化がくい止められ、その回復が進むと考えられる。

環境問題とその対策に関する社会的環境管理能力の形成メカニズムに関する先行研究は、環境質の改善を指標とし、環境質の改善がなされたことによって環境管理能力が形成されたとする環境クズネツ仮説に代表される実態論と、法制度や監督官庁の確立をもって能力形成がされたとする制度論に分けられる。

環境クズネツ仮説に立つ実態論からの先行研究としては、世界銀行・1992年次報告（World Bank 1992）が代表的存在である。図1に、環境クズネツ曲線の模式図を示した。先進国がたどった経路を曲線Aとすると、曲線Aから曲線Bへのシフトは汚染のより低い水準で転換点を迎えるケース、曲線Aから曲線Cへのシフトは経済成長のより早い段階で転換点を迎えるケースを表している。曲線Bと曲線Cとの合成として示される曲線Dは、経済成長の早い段階、汚染の低い段階で転換点を迎えるケースを示している。途上国における環境管理能力形成の成否は、後発性の利益を享受することにより、いかに1人当りGDPが低く、かつ汚染の低い時点で環境質改善への転換点を迎えられるかにかかっている。

制度論からの先行研究では、OECDのオ'Connorは、日本における転換点を1970年、韓国と台湾における転換点は1980年、タイおよびインドネシアでは1988年と評価しているが（O'Connor 1994）、実態的な裏付けを欠いている。また、原嶋・森田も制度論的観点から、日本は1965年、韓国は1980年、中国は1987年という環境政策における「前進期」の開始時期を指摘しているが（原嶋・森田 1995）、これと自律的な環境管理能力の形成とどのような関係にあるのかは不明である。図2に、東アジア諸国の環境法及び環境管理官庁の設立時期を示した。制度論的には、環境に関する基本法の整備と環境所管する中央官庁の整備が

一応のメルクマールとなる。図より、1990 年前後に韓国、タイ、インドネシア、フィリピン、中国などでは、こうした制度面での整備が完了している。しかし、このことが社会的環境管理能力の形成を意味するとは言えない。

筆者らの研究グループでは、図 3 に示したような社会的環境管理システムの分析フレームを設定し、環境管理における主体形成と制度形成の指標化を試みている。その際、表 1 に示した指標を用い、タイにおける環境管理システムの形成に、日本が技術協力を行ったタイ環境研究研修センター(ERTC)がどのように寄与したのかを分析した(松岡他 1999)。社会的環境管理システムとは、図に示したように、国家(行政)だけではなく、市民社会を構成する企業や非営利組織なども主体とする社会システムである。また、環境管理システムとは、環境モニタリングをふまえた環境管理目標の設定、環境管理計画の作成、環境管理組織の形成、環境管理計画の実施と点検・評価、環境情報の公開といった一連の要素のサイクルである(松岡・河内 1998b)。

しかし、社会的環境管理能力の形成という複雑な過程を、そのまま分析することは出来ない。本研究では社会的環境能力の基礎を形成すると考えられる環境モニタリング能力に焦点をあてる。その際、環境モニタリングの中でも大気汚染モニタリング、とりわけ日本の常時監視観測局の整備に関する数値データの分析から課題にアプローチし、日本の事例を参照しつつ東アジア諸国の大気汚染モニタリングの整備状況を分析・評価する。また汚染物質としては、主に SO_x を対象とした。

1.2 本研究における分析フレーム

環境管理能力の形成過程を分析するため、従来、筆者らが行ってきた図 3 の研究フレームをふまえ、主体・制度・行動(社会的環境管理システム)、社会経済状態、環境質の3つのサブ・システムからなる分析フレームを設定し、それを図 4 に示した。環境管理システムに関わる制度・行動は主体と制度により構成され、制度に基づく行動の成果である環境質を産出する。また、環境質は主体の意識や行動に影響を与え、新しい制度の構築を促すといった相互依存関係にある。さらに、環境にかかわる制度・行動や環境質は、依拠する経済社会状態とも相互依存関係にある。すでに述べたように、社会的環境管理システムとは多様な主体から形成された社会システムであるが、本研究ではその基礎を形成する環境モニタリングを「(狭義の)環境管理システム」と定義し、こうしたモニタリング能力の分析に焦点を当てる。

さて、(狭義の)環境管理システム=環境モニタリング・システムと社会経済状態や環境質との関係について、国連 GEMS (Global Environmental Monitoring System) プロジェクトの一貫として行われた研究(UNEP & WHO 1996、以下 GEMS リポートとして引用)では、途上国を中心とした 20 都市を対象に環境管理システムの指標化を行い、社会経済状態(GDP)との関係を分析している。また、世界銀行 1992 年次報告(World Bank 1992)以降の、環境クズネツ曲線に関する一連の研究は、環境質と社会経済状態の関係を分析したものとして位置づけられる(松岡他 1998a)。

2. 環境管理システムの構成要素と指標化

2.1 環境管理システムの構成要素

本節では、先行研究が環境管理システム（環境モニタリング・システム）の構成要素をどのように設定しているかを整理する。

図 5 に、GEMS リポートの設定した環境管理システムの構成要素を示した。大気環境の管理能力を対象とした GEMS リポートは、そうした能力は「計測」、「データ検証」、「排出源調査」、「環境管理の実行」という 4 大項目から構成されるとしている。またそれぞれの要素には、いくつかのサブ項目がもうけられている。4 つの大項目は、環境問題の「認知」、「認知の客観化」、「発生メカニズムの解明」、「対策の実行」として位置づけられる。

アジア開発銀行の Kazi らによる研究は、環境管理の成果を大気質、水質、土壌、生態系の 4 指標で計測している。それぞれの指標は、大気質（代理指標：1 人当たりエネルギー消費）、水質（代理指標：安全な水にアクセスできない人口）、土壌（代理指標：1ha 当り化学肥料使用量）、生態系（代理指標：非森林面積）の単一指標であり、4 項目のレーダーチャートによって各国間の比較を行っている(Kazi et al. 1997)。

Davos らによる一連の研究は、South Coast Air Quality Management District of California をケースに、どのような基準で大気汚染管理がなされているかを分析している。ここでは、大気質管理政策を評価する基準として、目標達成度 (Effectiveness)、効率性 (Efficiency)、排出削減可能性 (Emission reduction potential)、公平性 (Equity)、排出削減率 (Rate of emission reductions)、実行可能性 (Enforceability)、法的正当性 (Legal authority)、社会的許容 (Public acceptability)、技術的实施可能性 (Technological feasibility) の 9 項目をあげている。また、大気質管理の構成項目として、風食による塵の防止、酸化燃料、建築・解体からの排出コントロール等の 62 項目をあげ、その順位づけを行っている (Davos et al. 1991a, 1991b, 1991c & 1993)。

Simpson は、人間生態系フレームワーク (Human ecological framework) を用いて、香港の大気質管理を対象に分析し、排出削減が環境基準 (きれいな空気) の定義よりも重要としている (Simpson 1988)。

田森(1995)は、通産省工業技術院資源環境研究所における研究から、有害大気汚染物質対策のフローの構成要素として、健康影響の評価、発生源等の調査、環境調査・測定方法の開発、環境目標レベルの設定、排出抑制対策、モニタリング (一般環境の継続的監視、対策効果の把握) の 6 項目をあげ、現在の環境モニタリングの抱える問題点を国際的な標準化との関係などから指摘している。

井村らは、東アジアにおける環境問題の雁行発展パターンを分析するフレームとして、環境問題を駆動力 (Driving Force)、負荷 (Pressure)、状態 (State)、影響 (Effect)、対応 (Response) の各因子としてとらえる DPSER モデルを提示している(井村・小林 1999)。

2.2 環境管理システムの指標化

上述した先行研究の中で、GEMS リポートは、途上国都市のアンケート調査を含む環境モニタリング・システムの体系化を試みており、この分野における主要な到達点を示して

いると考えられる。以下では、このレポートをベースに、環境管理システムの指標化について検討する。

すでに述べたとおり GEMS レポートでは、環境管理システムの構成要素を「計測」、「データ検証」、「排出源調査」、「環境管理の実行」の 4 つの大項目に分類している。指標化にあたっては、数多くのチェック項目をもうけ、それぞれの項目に該当する場合に 0.5 点～4 点を加算する積み上げ方式で、都市ごとの環境管理能力の点数化を行っている。点数は、4 つの大項目をそれぞれ 25 点満点とし、4 項目計で 100 点満点としている。また例えば「計測」大項目 25 点では、測定の実施に関わる項目が 13 点を占め、測定物質 1 つにつき「日データの計測」、「時間データの計測」、「継続計測（5 年以上）」、「複数箇所での計測（3 カ所以上）」、「道路端での計測」といったチェック項目に該当する場合には 0.5 点ずつ加算される仕組みとなっている。表 2 に、全てのチェック項目とその配点を示した。

このように GEMS レポートは、環境管理システムを構成する「計測」、「データ検証」、「排出源調査」、「環境管理の実行」という 4 項目を同等なウェイトで評価している。しかし、まず「計測」能力を高め、環境の現況を把握しないことには環境管理システムの構築はありえず、項目間には一定の階層構造があると考えられる。また、成長の初期段階は「計測」が重要であり、さらに成長し環境劣化が進行すると「環境管理の実行」が重要になってくるといった、社会の成長段階によっても項目間のウェイトづけが異なるであろう。こうした点を次に検討する。

2.3 環境管理システムの構造

GEMS レポートでは、環境管理システムの指標化をふまえて、環境管理システム指標と経済成長（1 人当たり実質 GDP）との関係を分析している。GEMS の分析結果を図 6 に示した。図から明らかなように、経済成長とともに、「計測」、「排出源調査」、「環境管理の実行」という 3 項目のポイントは上昇するが、「データ検証」項目は、ある点からは経済成長とは無関係となる(UNEP & WHO 1996)。「データ検証」項目には、データの公開に関する事項が含まれており、この部分が社会経済状態とは関係なく決まるためであると考えられる。

しかし、GEMS レポートの経済成長と環境管理システムの 4 項目との関係は、単純な直線回帰による分析であり、結果の信頼性が不明である。図 6 の「データ検証」項目と PPP・GDP との関係は、屈折しているとも、直線であるとも評価できそうである。そのため、筆者らは GEMS レポートの 4 項目の指標を使った主成分分析を独自に行った。

図 7 に第 1 主成分、第 2 主成分の固有ベクトルを示した。4 項目のうち、GEMS レポートの分析では「データ検証」項目が他の 3 項目と異なる指標と分析されているが、われわれの主成分分析の結果からは、むしろ「排出源調査」項目が他の 3 項目とは異なった性質の指標であるという結果が得られた。すなわち、「計測」、「データ検証」、「環境管理の実行」という 3 項目はお互いに相互規定関係にあるが、「排出源調査」は相対的に独自の位置にあると考えられる。GEMS レポートの「排出源調査」とは、表 2 に示したように、「排出源ごとの推計」、「汚染物質ごとの推計」、「実測データによる推計データの正確さの検証」、「推計データの公開」という 4 サブ項目からなり、他の 3 項目に比べ、相対的に高度な技術的水準が必要とされる。こうした技術的基盤の違いが、「排出源調査」項目の独自の位置を決

定していると考えられる。

以上の分析から、本研究では「計測」、「データ検証」、「環境管理の実行」という3項目は環境管理システムの基礎となる一連の要素であり、「排出源調査」はそれらとは区別された高次の要素と定義する。したがって本研究は、もっとも狭義には環境管理システムとは「計測」、「データ検証」、「環境管理の実行」という3項目から構成され、その中でも「計測」を環境管理システムの能力を示す主要な指標と考える。環境の状態を把握することがシステム形成の大前提であり、正確な汚染状況の「計測」がなければ「データ検証」や「環境管理の実行」は不可能であり、まして「排出源調査」も意味がないからである。

次に、こうした「計測」能力の代理指標として大気汚染監視測定局の数を設定し、その形成過程と社会経済状態および環境質との関連を、日本をリファレンス・ケースとして分析する。

3. 日本における大気環境管理システムと環境質・社会経済状態

3.1 環境管理システムと常時監視測定局の整備

環境管理能力の形成過程を対象とした定量的計測が困難なのは、正確に分析するにたる各国の時系列データが不足していることである。その結果、GEMS リポートや多くの環境クズネツ曲線に関する研究は、異なる制度や状況の国々のクロス・カントリー・データを、一つの国のデータと仮定して分析を行っているため、必ずしも信頼度の高い結果が得られていない。

しかし日本では、1999年発行の環境庁大気常時監視研究会（監修）「平成10年版・日本の大気汚染状況：平成9年度全国常時監視測定局における測定値とその概要」より、日本全国の大気汚染常時監視測定局の履歴に関するデータがCD-ROM化され、限られた範囲であるが定量的分析が可能となった。以下では、当該データと大気汚染に関する時系列データなどを利用し、測定局数を環境管理システムの指標とし、社会経済状態および環境質との関係を分析する。環境管理システムにおける「計測」の重要性はすでに指摘したところであるが、「計測」の中でも汚染状況の常時監視測定を行うステーション（局）の設置、観測データの精度管理および測定機器の維持・管理はその中核に位置する。

図8に、大気汚染常時監視測定局（一般局）の局数の推移と測定局を持つ市町村数、複数の測定局を持つ市町村数の時系列推移を示した。また、図9に1967年時点での日本全土における測定局の分布状況を示した。測定局数の推移をみると、1963年以降整備が始まり、1980年でほぼ整備が完了し、以降は横這いとなっている。一方、複数の測定局を持つ市町村数は、総測定局数よりも約2年早く、1978年以降横這いである。以上から、都市レベルの環境管理能力は、日本全体のマクロ数値でみる以上に、早期から形成されてきたと考えられる。

また、1963年以降、1978年または1980年までの推移は、測定局数を実数ベースで扱うと階段状に推移したと考えられるが、logスケールでみた場合、直線的に推移したとすることが出来る。どちらの見方が正しいかについては、以下の環境質との関係分析をふまえて検討しなければならない。

3.2 モニタリングの整備と環境質および社会経済状態との関係

日本の SO_x 濃度の長期データとしては、大都市部での測定値である長期測定 14 局（東京都区部 5 局、横浜市 4 局、川崎市 3 局、四日市市 1 局、堺市 1 局）データを利用し、図 10 に 1960 年代以降の濃度変化を示した。SO_x 濃度は、ピークである 1967 年からオイルショックのあった 1973 年にかけて急速に下降している。それ以降は、SO_x 濃度の下降は緩やかである。また、都市ごとにデータをみた場合においても、横浜市と北九州市との間で、SO_x 濃度の推移に 2 年のずれがあることが指摘されているが（藤倉 1998）、測定局の整備において両都市の間に明確な違いはみられない（図 11 参照）。

環境質の改善に対する環境管理能力の効果を測定局数でみた場合、1 ステーションの整備の効果は、ステーション数が少ない段階ほど高いと考えられる。このため、ステーション数を対数でとり、環境質との関連をみた。図 12 に、SO_x 濃度とステーション数の時系列変化を示した。また、図 13 に SO_x 濃度と 5 都市のステーション数の時系列変化を示した。

図 12 より、日本全体の測定局数と 14 局年平均 SO_x 濃度でみると、実数値の SO_x 濃度ピークは 1967 年で、その時の測定局数は 94、log 値は 1.973 である。また、2 次回帰式の SO_x ピーク時の測定局数は 71.4 で、その log 値は 1.854 である。定常(成熟)状態に達したと考えられる 1996 年の測定局数は 1,730 で、log 値は 3.238 である。SO_x ピーク時の測定局数 log 値 (1.973, 1.854) を成熟期の測定局数 log 値 (3.238) と比較すると、log スケールで約 6 割の整備状況（環境管理能力の形成水準）において、SO_x 濃度は転換点を迎えている。

同様に図 13 より、5 都市の測定局数と SO_x 濃度の推移をみると、回帰式の SO_x ピーク時の測定局数は 19.4 で、その log 値は 1.288 であり、環境管理能力の成熟期と想定される 1997 年の測定局数は 75 で、その log 値は 1.875 である。Log スケールでみて約 7 割の整備状況（環境管理能力の形成）で、大気汚染は転換点を迎えている。

さらに、図 14 に SO_x に関する環境クズネッツ曲線を示したが、こうした転換点の 1 人当り PPP・GDP は 5,032 ドルである。

以上の日本の SO_x を対象とした時系列分析から得られた結果は、以下の 2 点である。

第 1 に、測定局整備を環境管理能力の形成指標とするとき、log スケールで 6 割から 7 割の整備により、環境質は転換点を迎えることが出来た。

第 2 に、転換点における SO_x 濃度は年平均約 0.060ppm であり、1 人当り PPP・GDP は 5,032 ドルであった。

こうした日本を対象とした分析結果が、労働過剰経済と急速な都市化・工業化とアジア・モンスーンを特徴とする東アジア・東南アジア途上国に対して示唆する点は次のようになる。

環境クズネッツ仮説と後発性の利益を前提とすると、所得・汚染曲線であれ測定局数・汚染曲線であれ、原点方向へシフトすると考えられる。そうすると、大陸大国型の中国を除き、他の東アジア、東南アジア途上国においては数 10 程度の常時監視観測局を設置し、維持管理していける能力が形成されれば、転換点を迎えることが可能であるといえる。

4. 東アジア諸国における大気環境質モニタリングの整備過程

以上の仮説にもとづき、1999年8月から9月にかけてタイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア、フィリピンの大気汚染モニタリング体制の調査を行った。以下では、東南アジア各国の大気汚染モニタリング整備の歩みと現状を概観する。

表3に東南アジア諸国における大気汚染モニタリング・ステーション設置数の推移を示した。大気汚染観測の技術的發展段階は大きく次の2つに分けられる。まず、汚染物質を定点でサンプリングし、それをラボに持ち帰り、手分析で数値を測定するという、手分析段階がある。その後、自動計測機器が備え付けられると常時観測という段階になる。さらに、手分析段階では自動サンプラーかそうでないかによって技術水準が異なり、自動観測もテレメーター・システムを導入・活用しているかどうかにより技術水準が異なると考えられる。

表4に各国の大気質環境基準を示した。SO_x、NO_x、CO、O₃のように1時間値で環境基準を設定している場合には、少なくとも1時間おきに計測データを収集・処理出来る体制が必要である。そのためには、テレメーター・システムの整備が条件となる。

表3に戻り、各国の整備状況を分析する。シンガポールでは、1970年代初めから手分析に基づくモニタリング体制が整備され、1994年には自動計測およびテレメータ・システムに完全移行し、観測システムの整備は完了していると評価できる。

マレーシアでは、1970年代後半から手分析に基づく観測網の全国的整備が行われてきたが、1992年から自動計測およびテレメータ・システムが導入され、2000年には50ステーションの全国整備が完了する予定である。

タイでは、1970年代後半には手分析、1980年代には自動計測機器が導入されたが、自動計測およびテレメータ・システムの導入・整備が1992年から行われ、1997年には全国に54ステーションの整備が完了している。しかし実際には、財政難から観測データは1日に1回収されているだけで、テレメータ・システムは有効に活用されていない。

インドネシアでは、1970年代後半から手分析の導入が行われ、1990年代にはいると自動計測機器を備えたステーションの整備がジャカルタ首都圏において行われてきた。今後数年間で、こうした自動計測ステーションの整備が、オーストラリア、日本などの援助により全国の主要都市で行われる予定になっている。しかし、テレメータ・システムの導入はまだ将来の課題である。

フィリピンでは、シンガポールと並び1970年代初頭から手分析の導入・整備、1970年代半ばから自動計測機器の導入がマニラ首都圏で行われてきたが、機器の維持・管理が不十分で長続きしていない。その後、1990年代にもアジア開発銀行の援助などにより観測機器が備え付けられたが、いずれも長続きしていない。現在、マニラ首都圏に10の自動観測ステーションがあるということであるが、管理・運用主体である環境天然資源省・環境管理局・大気質管理係はわずか5人の職員（技術者）であり、維持・管理および精度管理が十分に行われているかどうかは疑問である。また、観測データも1週間に1回、回収されている状態である。いずれにしろ、フィリピンではマニラ首都圏のモニタリング体制の整備が当面の課題であり、全国的観測網の整備は将来の課題である。

なお、参考として図15に各国の大気汚染対策史を整理して、示した。また、図16に筆者らが行った環境クズネッツ曲線研究に基づく各国の転換点予測を示した。この図から、

シンガポールは 1990 年代初めにすでに転換点を過ぎており、マレーシアは 1990 年代半ばに転換点を迎えており、タイは 1990 年代末から 2000 年代初め頃には転換点を迎えると予測され、インドネシアはまだ先、フィリピンは異常値で予測できず、と言える。こうした環境クズネツ曲線に基づく転換点予測は、各国の大気汚染モニタリング体制の整備状況と驚くほど一致している。さらに、表 5 に各国の大気環境質の状況を示した。

東南アジア諸国の場合には、日本と異なり、長らく手分析が続き、1990 年代に入り一気に自動計測およびテレメータ・システムの導入がみられ、しかもその過程は経済成長および環境質の状態と密接に関連し、転換点においてはほぼ全国的観測網の整備が完了している点に特徴がある。

参考文献

- Brady, G. I. (1983), A Step Forward - An Economic-Approach in Air-Quality Management, *Environmental Policy and Law*, 10(1), 3-11
- Gosovic, B. (1992), *The Quest for World Environmental Cooperation - The Case of the UN Global Environment Monitoring-System*, Routledge
- Davos, C. A., Thistlewaite, W., Clark C. A. & Sinsheimer, P. J. (1991a), Public Priorities for Evaluating Air-Quality Management Measures, *Journal of Environmental Management*, 33(3), 205-221
- Davos, C. A., Thistlewaite, W., Clark C. A. & Sinsheimer, P. J. (1991b), Public Priorities for Efficiency in Air-Quality Management, *Journal of Environmental Management*, 33(3), 223-237
- Davos, C. A., Thistlewaite, W., Clark C. A. & Sinsheimer, P. J. (1991c), Public Values for Equity in Air-Quality Management, *Journal of Environmental Management*, 33(3), 239-267
- Davos, C. A., Thistlewaite, W. & Paik, E. C. (1993), Air-Quality Management - Participatory Ranking of Control Measures and Conflict-Analysis, *Journal of Environmental Management*, 37(4), 301-311
- 藤倉良 (1998) 公害対策の社会経済的要因分析, 北九州市産業史・公害対策史・土木史編集委員会公害対策史部会 (編), 北九州市公害対策史 (解析編) 第 3 章, 北九州市
- 原嶋洋平・森田恒幸 (1995) 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*, 18(3), 73-85
- 井村秀文・小林周平(1999) 東アジアの環境問題の歴史的過程: 日本・韓国・中国の比較, *東アジアへの視点(国際東アジア研究センター)*, 10(3), 98-110
- Kazi F. J. & Peter P. R. (1997), Measuring Environmental Performance in Asia, *ADB Environment Paper No.13*, p.36
- 河村武(1990)大気環境, 河村武・橋本道夫 (編), 環境科学Ⅲ: 測定と評価, 朝倉書店
- 松岡俊二・松本礼史・河内幾帆(1998a) 途上国の経済成長と環境問題: 環境クズネツ曲線は成立するか, *環境科学会誌*, 11(4), 349-362
- 松岡俊二・河内幾帆 (1998b) ISO14000 と日本の環境協力, *季刊・中国総研*, 2(2), 21-32
- 松岡俊二・河内幾帆・白川浩 (1999) 国際環境協力プロジェクトの社会的評価: 日本のタイへの環境協力を中心に, *国際協力研究誌(広島大学大学院国際協力研究科)*, 5(1), 11-22
- O'Connor, D. (1994), *Managing the Environment with Rapid Industrialization: Lessons from the East Asian Experience*, Development Center of the OECD
- Simpson, R. W. (1988), A Human Ecological Assessment of Air-Quality Management - A Convergence in Economic and Ecological Thinking, *Environmental Management*, 12(3), 285-295

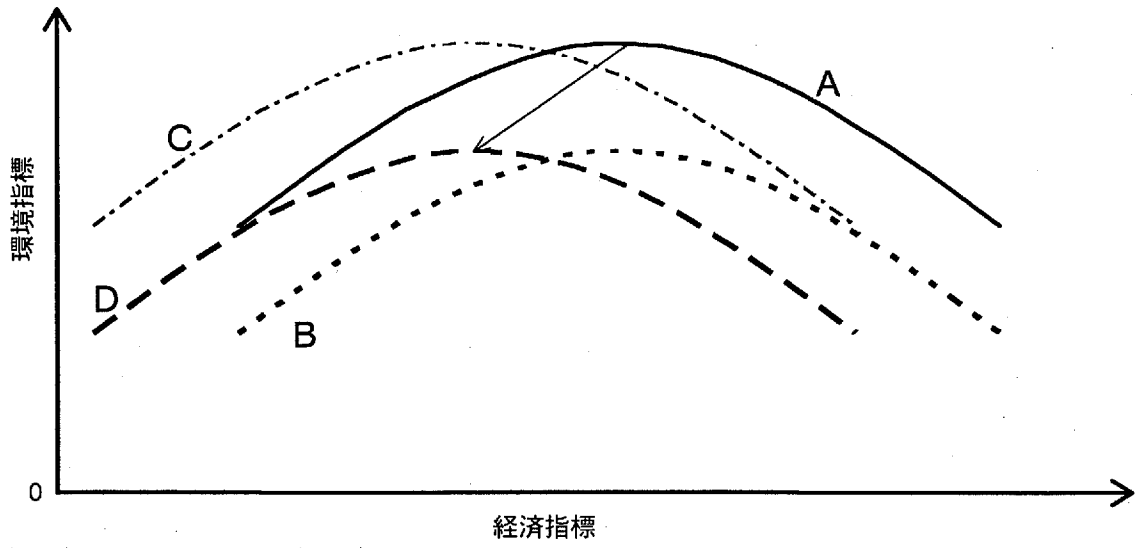
田森行男 (1995), 環境計測・分析の課題と展望: 大気環境, *資源と環境*, 4(4), 1-7

UNEP&WHO (1996), *Air Quality Management and Assessment Capabilities in 20 Major Cities*, MARC (the Monitoring and Assessment Research Center, London)

Williams, M. (1993), The Quest for World Environmental Cooperation - The Case of the UN Global Environment Monitoring-System - Gosovic, B. (Book Review), *Millennium-Journal of International Studies*, 22(1), 108-109

World Bank (1992), *World Development Report 1992*, Oxford U.P.

図1 環境クズネッツ曲線



(出所)松岡・松本・河内(1998)

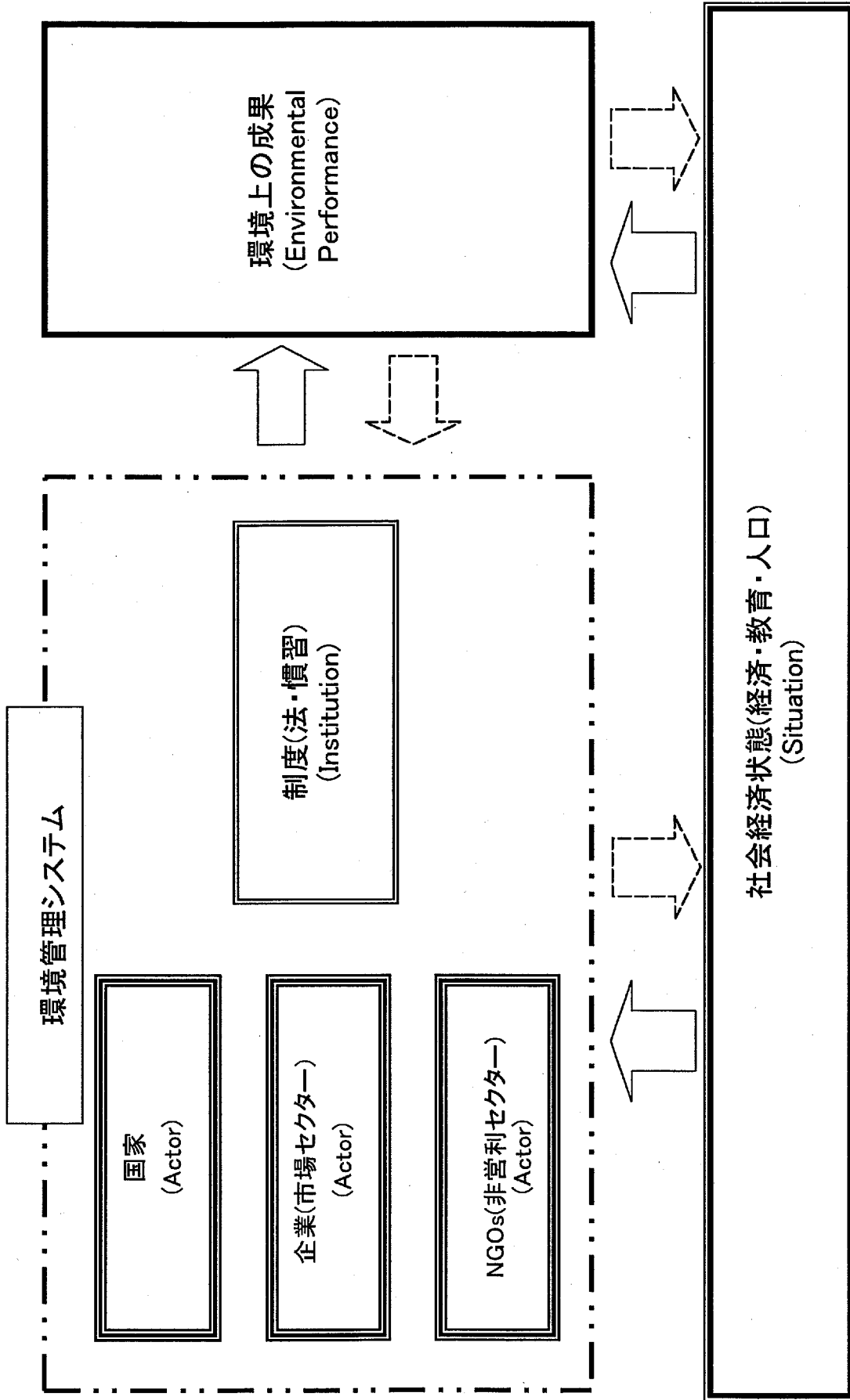
図2 アジア諸国における環境管理システムの形成

| | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 |
|--------|------------|--|---|------|------------------------|-------------------------------|---|
| 日本 | 67 公害対策基本法 | 70 公害対策基本法改正 71 環境庁 (4) | | | | 83 環境基本法 | 97 環境影響評価法 |
| 中国 | | | 79 環境保護法(試行) 82 環境保護局 | | | 89 環境保護法 88 国家環境保護局(國務院直屬) | |
| 韓国 | | | 77 環境保全法 80 環境庁 | | | 90 環境対策基本法 環境処 | |
| マレーシア | | | 74 環境質法(Act No.127) 75 科学技術環境省・環境局 | | 85 環境質法改正(Act No.A636) | | 96 環境質法改正(Act No.A953) |
| タイ | | | 75 国家環境保全促進法(NEQA) 科学技術エネルギー省環境庁(ONEB) | | | | 92 国家環境保全促進法改正(NEQA/92) 科学技術環境省(MOSTE) |
| インドネシア | | | 82 環境管理基本法 83 人口環境省 | | | | 90 環境管理庁(BAPEDAL) 94 環境省設立 |
| フィリピン | | | 77 フィリピン環境法典(PD1151) フィリピン環境政策(PD1152) | | | | 87 環境資源天然省(DENR) |
| シンガポール | | 70 大統領諮問機関汚染対策本部(APU) 72 環境省(ENV) (11) | | | 83 APU、ENVに統合 | | |

(注) ● 環境管理システムの成立期 ◆ 環境管理システムの確立期

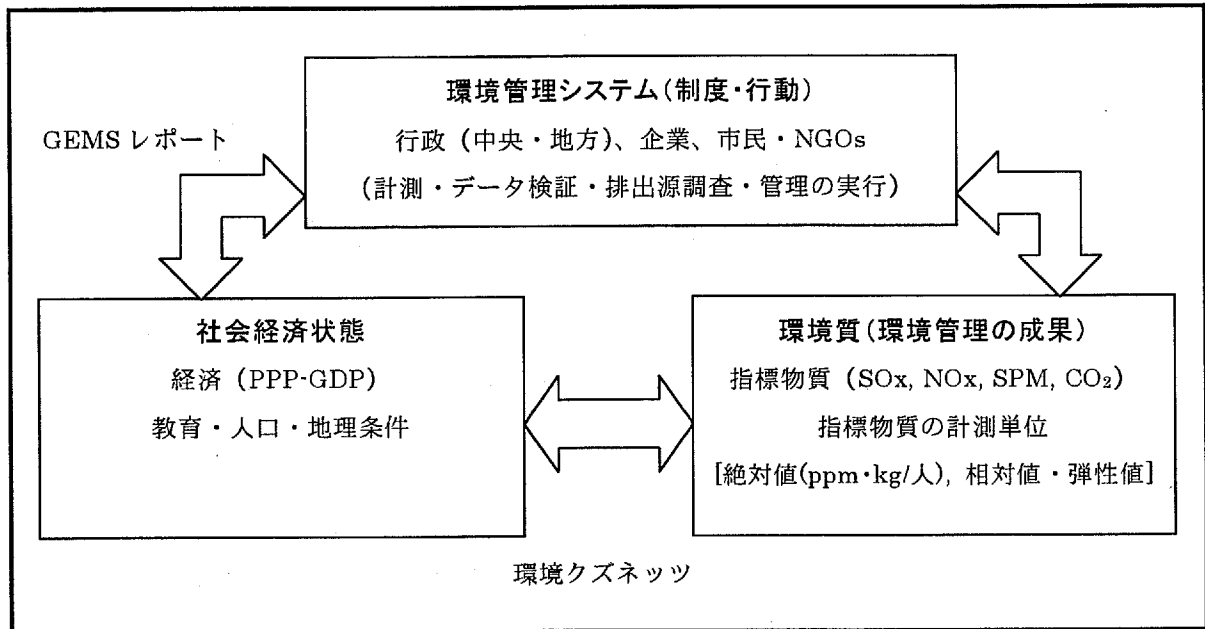
(出所)松岡・河内・白川(1999)より作成。

図3 環境管理システムの模式図



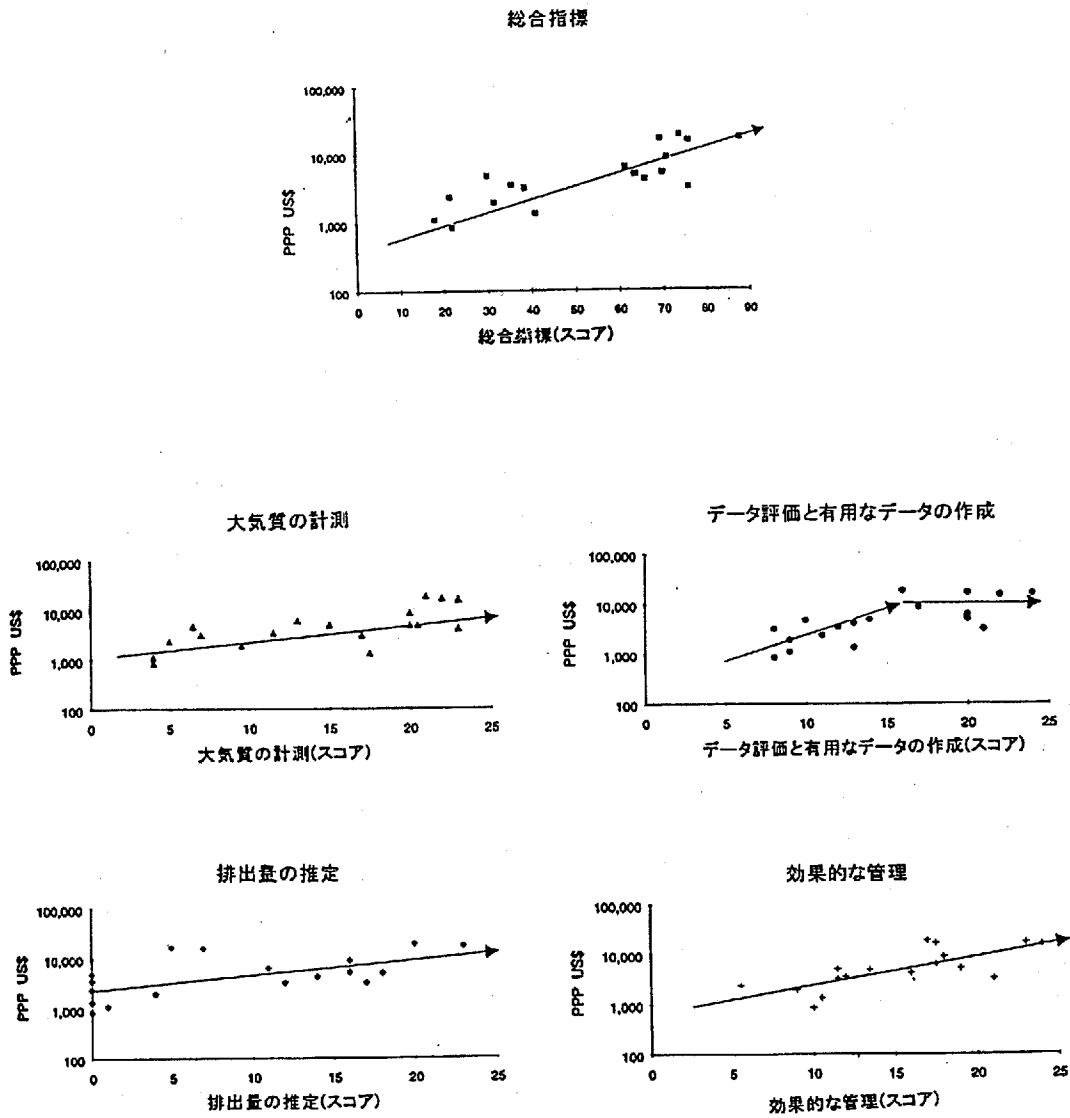
(出所)松岡・河内・白川(1999)

図 4 社会的環境管理システム



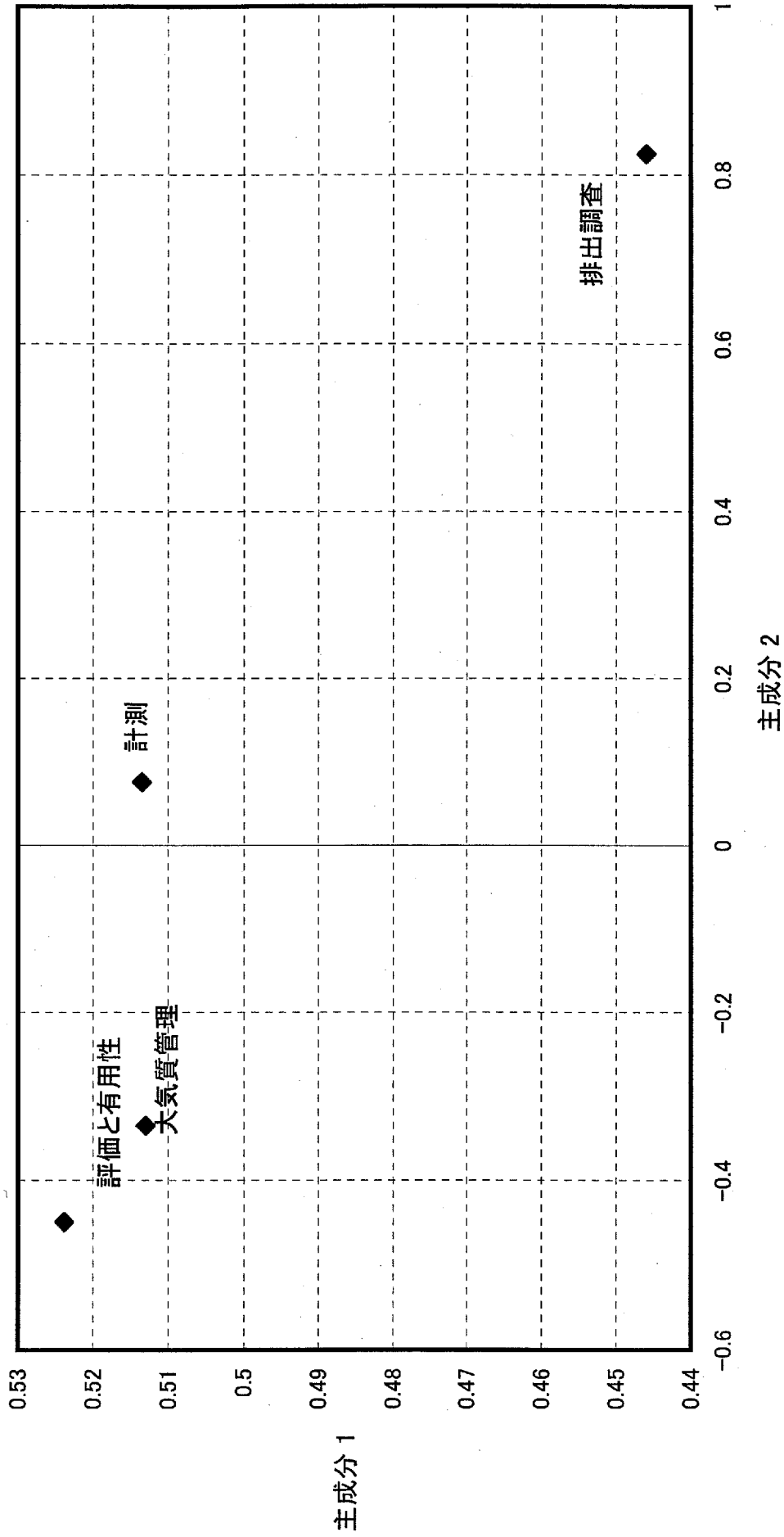
(出所)筆者作成。

図6 環境管理システムの各構成要素と経済成長の関係



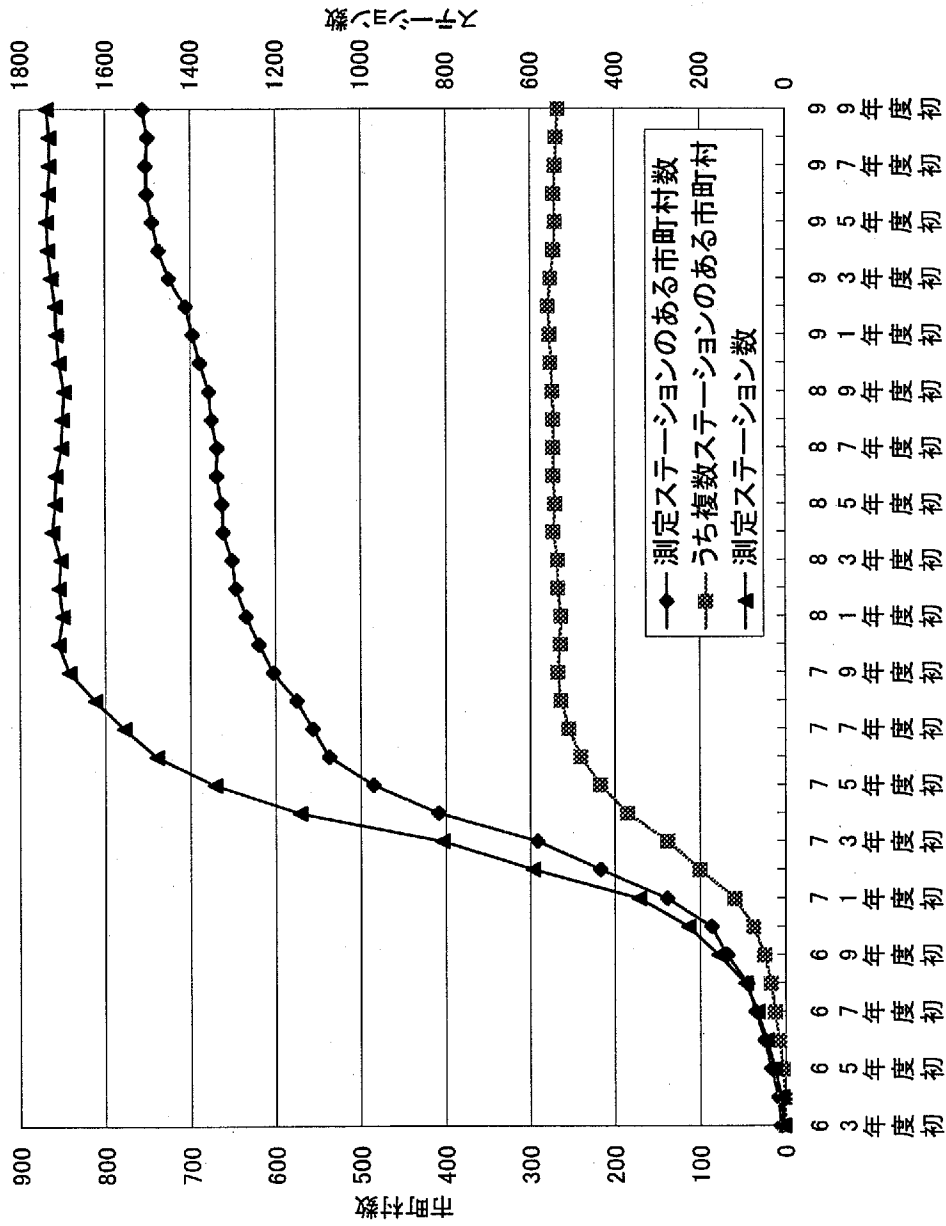
(出所) UNEP&WHO (1996), *Air Quality Management and Assessment Capabilities in 20 Major Cities*,
 MARC (the Monitoring and Assessment Research Center, London)

図7 GEMS指標に基づく主成分分析



(出所)著者作成。

図8 ステーション数(一般局)とステーションのある市町村数



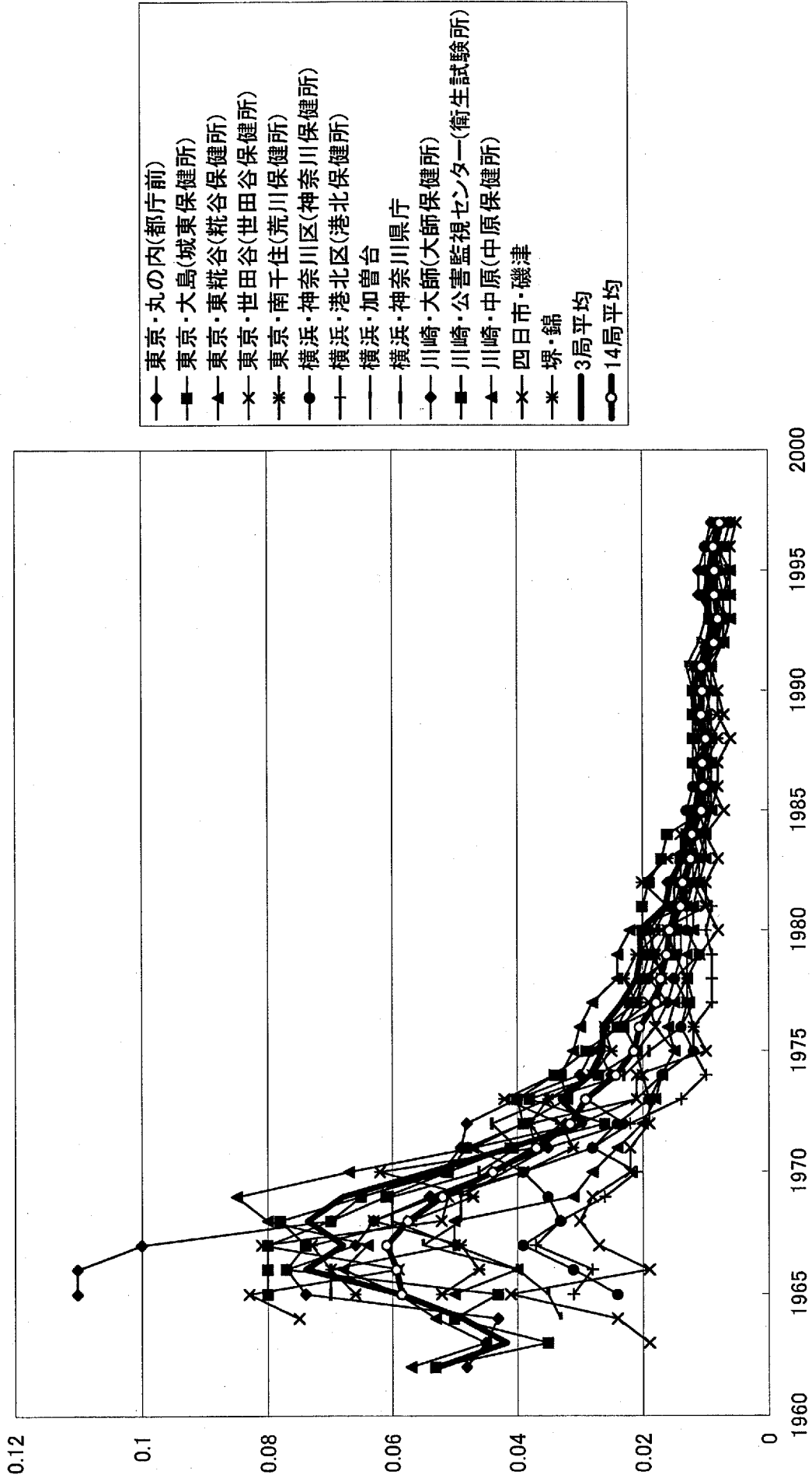
(出所) 環境庁大気常時監視研究会(1999), CD-ROM版平成9年度一般環境大気測定局測定結果報告, ぎょうせい, より作成

図9 1967年末の日本のステーション分布



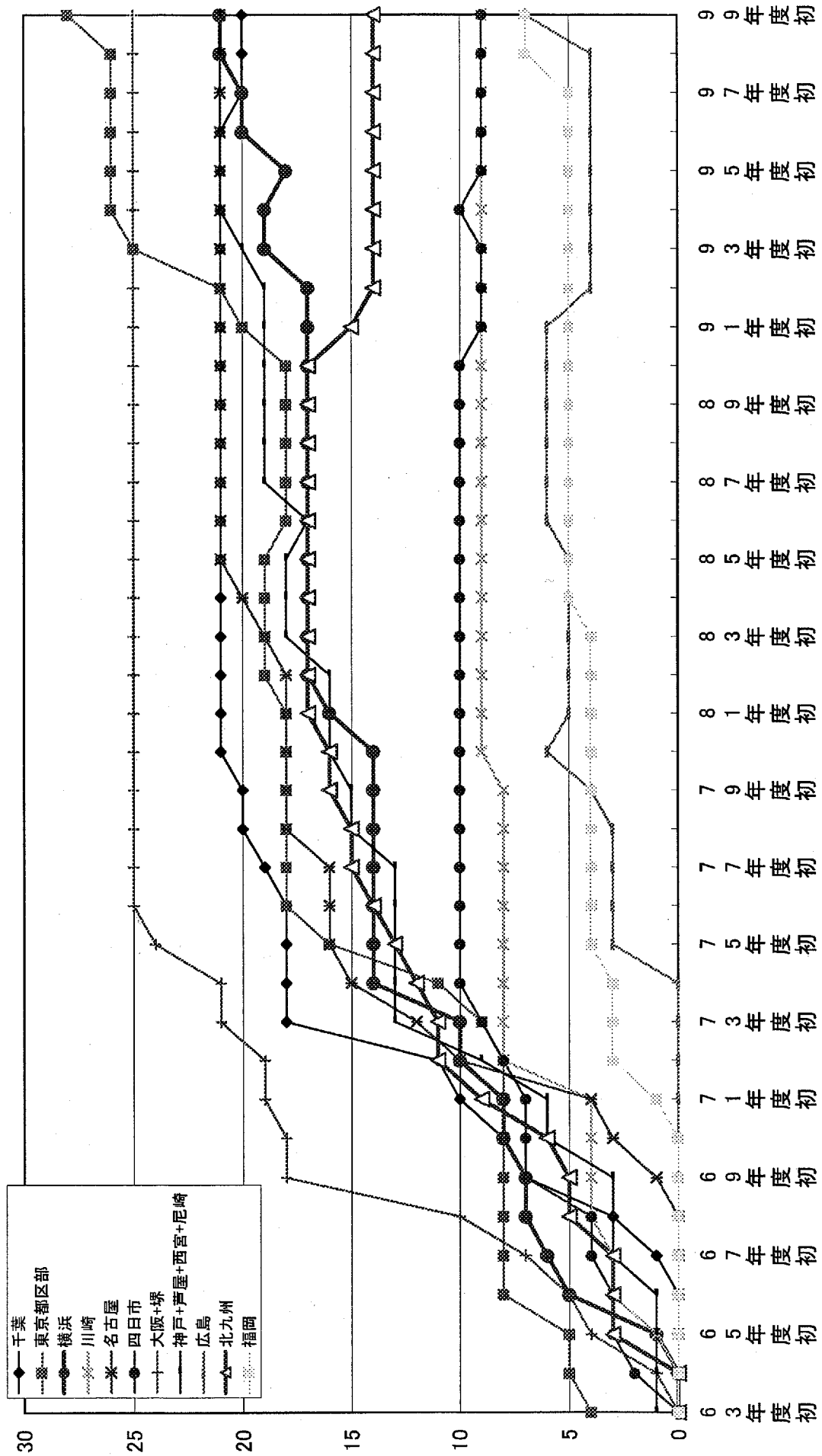
(出所)環境庁大気常時監視研究会(1999), CD-ROM版平成9年度一般環境大気測定局測定結果報告, ぎょうせい、より作成。

図10 SOx長期測定14局個別データ推移



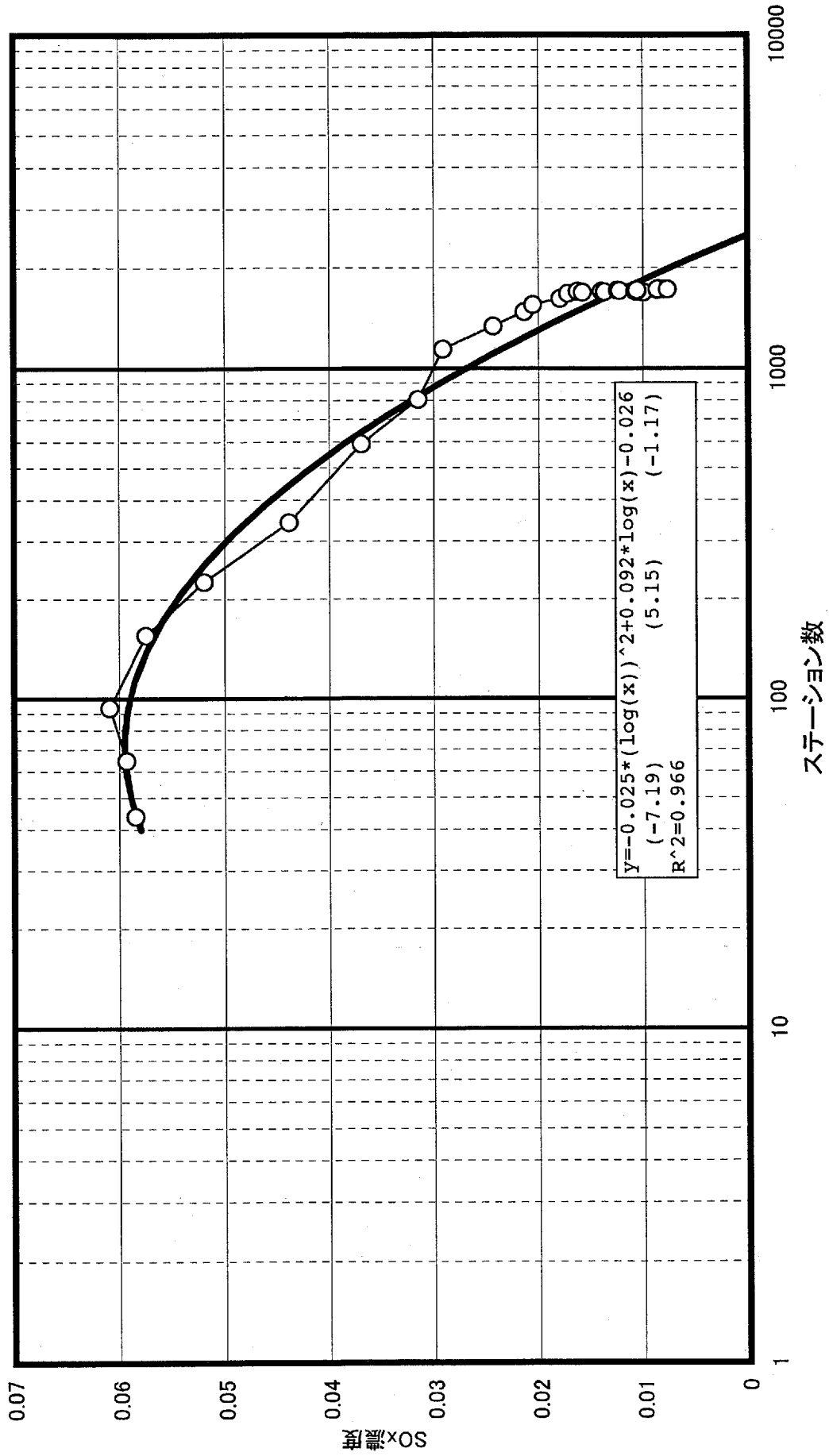
(出所)環境庁大気常時監視研究会(1999), CD-ROM版平成9年度一般環境大気測定局測定結果報告, ぎょうせい, より作成。

図11 都市ごとのステーション数(一般局)



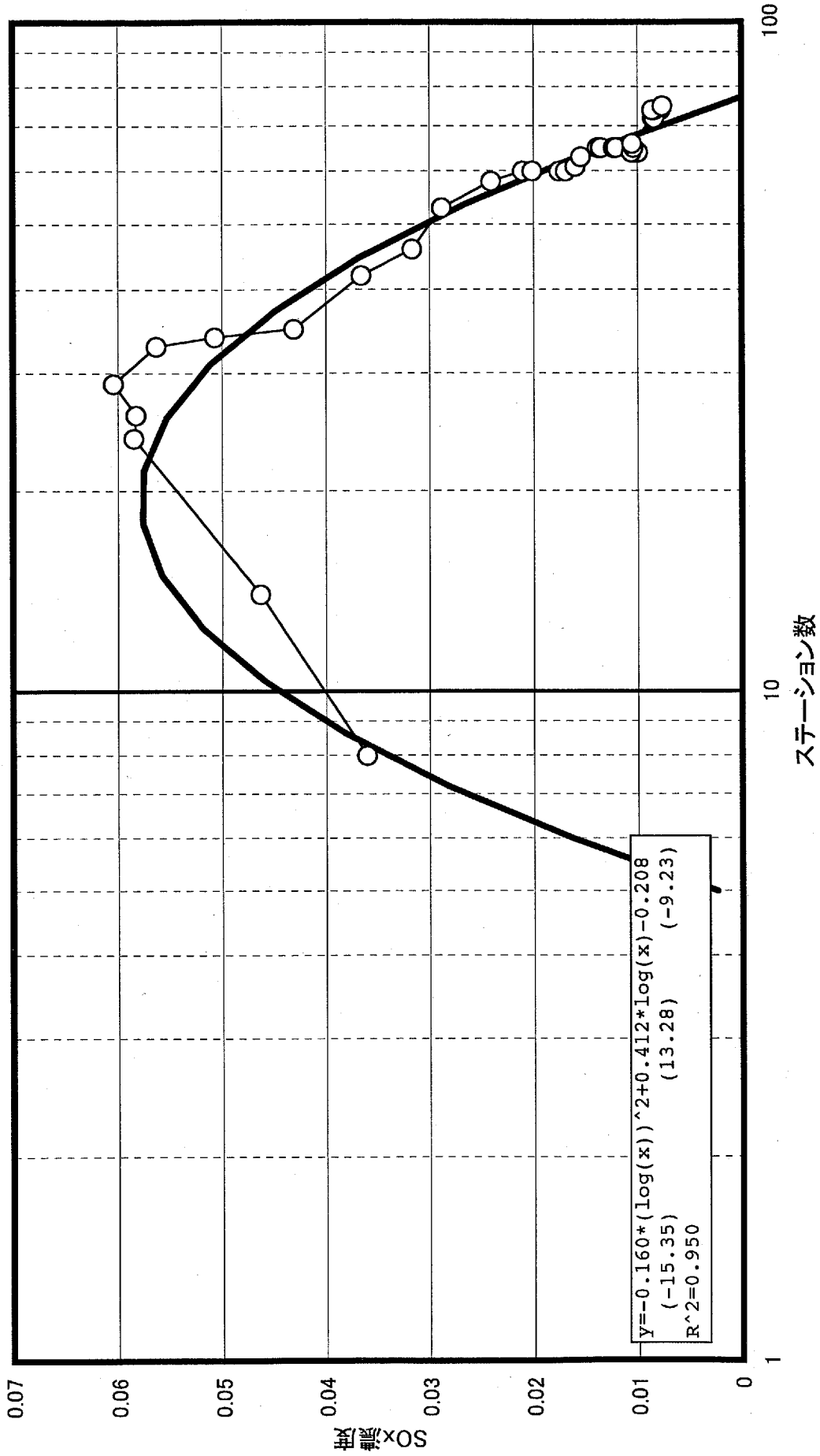
(出所)環境庁大気常時監視研究会(1999), CD-ROM版平成9年度一般環境大気測定局測定結果報告, ぎょうせい, より作成。

図12 測定局数とSOx濃度(日本)



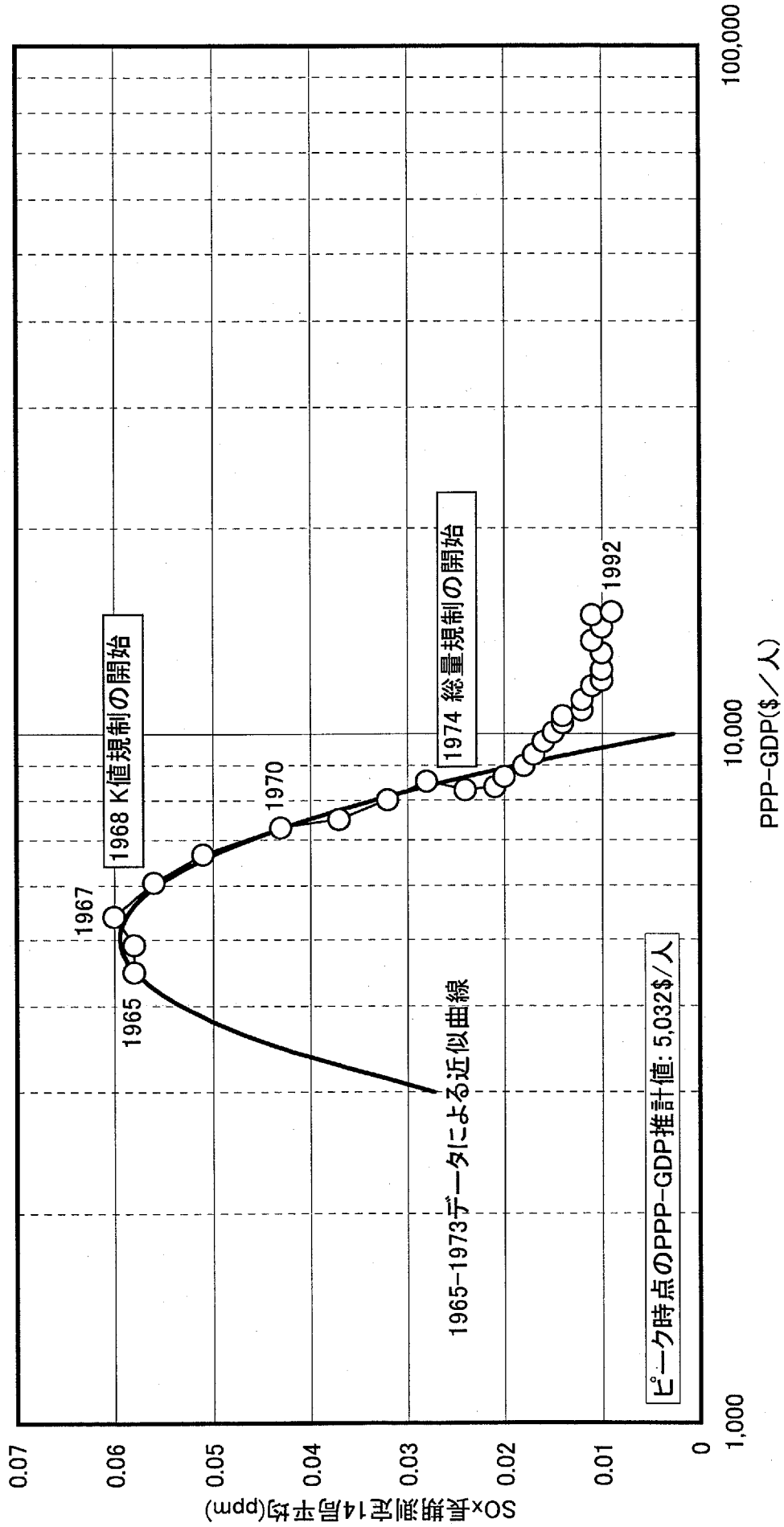
(出所) 環境庁大気常時監視研究会(1999), CD-ROM版平成9年度一般環境大気測定局測定結果報告, ぎょうせい, より作成。

図13 測定局数とSOx濃度(5都市:東京都区部・横浜・川崎・四日市・堺)



(出所)環境庁大気常時監視研究会(1999), CD-ROM版平成9年度一般環境大気測定局測定結果報告, ぎょうせい, より作成。

図14 日本全体のSOx濃度の推移



(注) 横軸のPPP-GDPは、PWT(Penn-World Tables)による。
 (出所) 環境庁大気常時監視研究会(1999)日本の大気汚染状況(平成10年版), ぎょうせい, PWT(1998)より作成。

図 15 アジア諸国の大気汚染対策史

| | 1960 年代 | 1970 年代 | 1980 年代 | 1990 年代 |
|--------|--|--|---|--|
| 日本 | <ul style="list-style-type: none"> ● 煤煙規制法(SO₂ 排出規制) ● 公害対策基本法 ● 大気汚染防止法 △ SO_x 環境基準 △ CO 環境基準 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 環境庁 ● 公害対策基本法改正 ● 大気汚染防止法一部改正(総量規制) ● 大気汚染防止法 △ NO_x 環境基準 △ NO₂ 環境基準改正 △ CO 環境基準 △ NO₂ 総量規制 | | <ul style="list-style-type: none"> ● 環境基本法 |
| シンガポール | | <ul style="list-style-type: none"> ○ 大統領諮問機関・汚染対策本部(APU) ○ 環境省(Ministry of Environment) | | <ul style="list-style-type: none"> ○ 環境省・環境政策管理局 |
| マレーシア | | <ul style="list-style-type: none"> ○ 科学技術環境省・環境局(DOE) ● 環境質法(Act No.127) ● 自動車排ガス規制 △ 環境基準規則(大気汚染) △ 環境基準規則(ガソリン鉛濃度) | <ul style="list-style-type: none"> ● 環境質法改正 ● 自動車排ガス規制 △ 環境基準規則(ガソリン鉛濃度) △ 環境基準規則(ガソリン) | <ul style="list-style-type: none"> ● モニタリング民営化 ● 環境質法改正 △ 環境基準規則(ディーゼル) △ 環境基準規則(ガソリン) |
| タイ | <ul style="list-style-type: none"> ● 工場法 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 国家環境委員会(NEB) ● 国家環境保全促進法(NEQA) | | <ul style="list-style-type: none"> ○ 科学技術環境省(MOSTE) ● 国家環境保全促進法改正 ● 工場法改正 |
| インドネシア | | <ul style="list-style-type: none"> ○ 国家環境委員会 ○ 環境開発省 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 人口環境省 ○ 環境省 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 環境影響管理庁(BAPEDAL) ○ 環境省設立・BAPEDAL 機構改革 ● Blue Sky Program |
| フィリピン | | <ul style="list-style-type: none"> ● ジャバタハック地区の開発に関する大統領令 ● 工場に起因する環境汚染の防止(環境大臣令) ● 環境管理基本法 △ ジャカルタ市大気騒音基準 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 天然資源省(DANR)→(分離)DNR ○ 国家公害防止委員会(NPCC) ○ 国家環境保全会議(NEPO) ○ 天然資源省(DNR→MNR) ● 環境基本法 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 環境天然資源エネルギー省(MNR+NEPO→DEENR) ○ 環境天然資源省(DEENR+NPCC→DENR) |

(出所)上記調査対象国における収集資料・ヒアリング等をもとに作成。

図16 クズネッツ曲線による東アジア諸国のSOx排出量とPPP・GDP

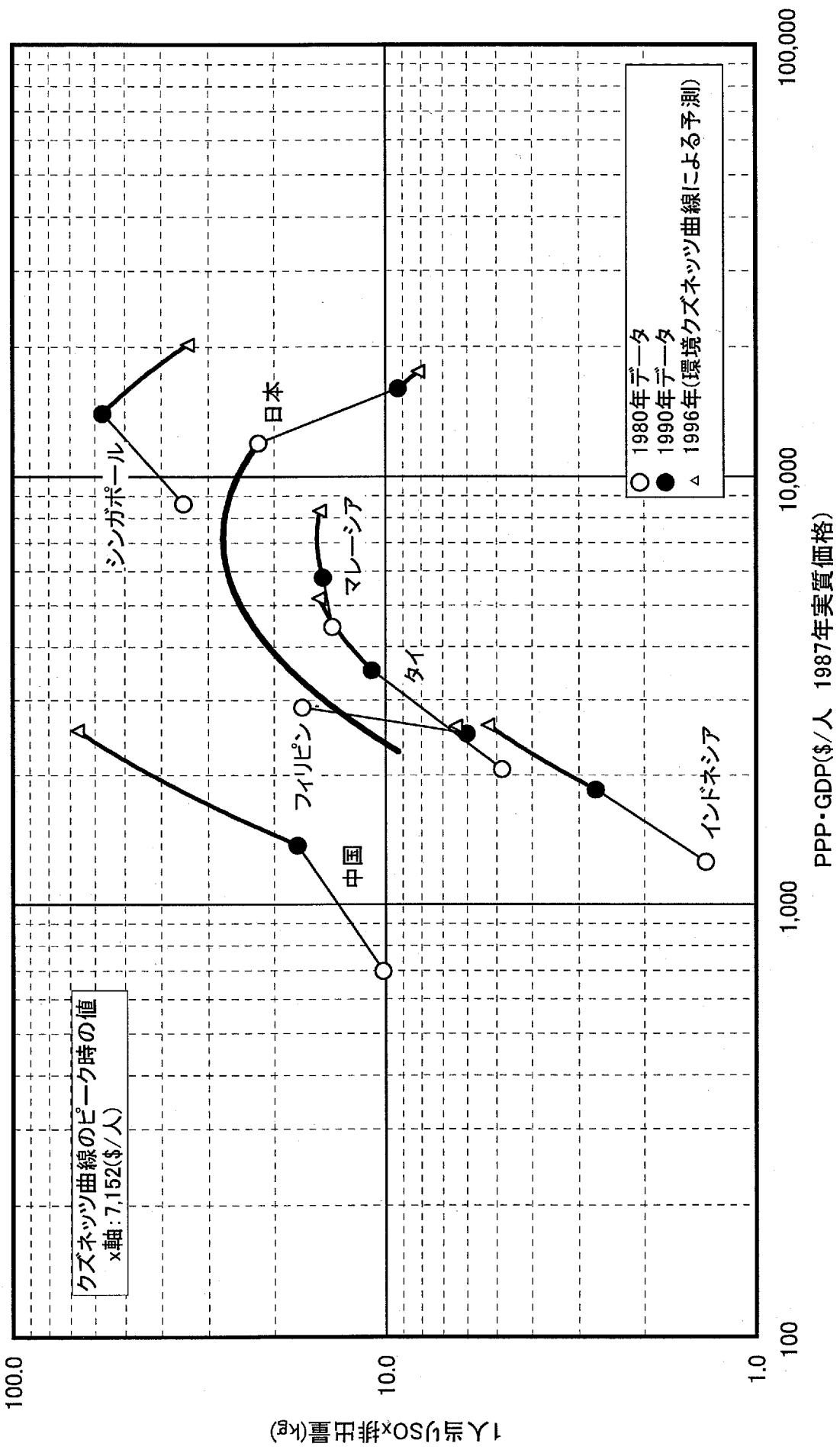


表 1 社会的環境管理システムの構成要素

| サブシステム | 要素 | | 基準 | 形成指標 |
|--------|--------|-------|------------------|--|
| 主体 | 組織 | | 組織の総合性 | 総合的に環境管理を行なう行政組織の成立 |
| | | | 組織発展水準 | 職員数・予算 |
| | 技術形成 | 人材 | 組織内の研究者の教育水準 | 組織内の環境管理・環境政策・環境工学系の修士卒研究者数 |
| | | | 組織内での訓練水準 | 研修システム、研修コースの開催数・内容 |
| | | ハード技術 | ハード機材の充実度 | 環境計測機器等の設置数 |
| | | ソフト技術 | 管理運用の技術水準 | メンテナンス状況 |
| | | 資本 | 研究・分析に必要な資材の供給能力 | モニタリングネットワークの整備状況 |
| 制度 | 環境分野 | | 管理する環境分野の総合性 | 法制度の対象 |
| | 環境管理主体 | | 環境管理主体の多元性 | 法制度上の各主体の権利・義務に関する規定(規制主体・規制対象・規制項目の具体化) |
| | 政策手段 | | 政策手段の多様性 | 活用している政策手段(直接規制・市場的手法・NGOsの参画) |

(出所)松岡・河内・白川(1998)

表 2 GEMS リポートにおける環境指標の内訳

| | | |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| 大気質の計測 (25 点満点) | 最低 1 点の住宅地で日データの計測(各 0.5 点) | NO ₂ 、SO ₂ 、粒子状物質、CO、Pb、O ₃ |
| | 最低 1 点の住宅地で時間データの計測(各 0.5 点) | NO ₂ 、SO ₂ 、粒子状物質、CO、O ₃ |
| | 最低 1 点の住宅地で 5 年間の年平均(各 0.5 点) | NO ₂ 、SO ₂ 、粒子状物質、CO、Pb、O ₃ |
| | 最低 3 地点での計測(各 0.5 点) | NO ₂ 、SO ₂ 、粒子状物質、CO、Pb、O ₃ |
| | 道路から 3m 以内での計測(各 0.5 点) | NO ₂ 、SO ₂ 、粒子状物質、CO、Pb |
| データの評価と検証 (25 点満点) | データの質について(計 12 点) | 測定機器の較正、内部監査、外部監査、他の分析手法との比較検定など |
| | データ分析能力についての指標(計 14 点) | 測定データの加工(平均、比率の算出、マッピング、時系列比較)、コンピュータ利用 |
| | データの普及についての指標(計 11 点) | 原データの公開、マスコミ掲載、レポートの発行、警報の発令 |
| | 排出源ごとの推計(各 1 点) | 家庭、商業、発電、工業、車、オートバイ、その他輸送、貨物・バス |
| | 汚染物質ごとの推計(各 1 点) | NO _x 、SO ₂ 、粒子状物質、CO、Pb、炭化水素 |
| 排出源調査 (25 点満点) | 推計データの正確さ(計 9 点) | 実測データによる推定、燃料からの推定、燃焼外を含むか、クロスチェックの有無 |
| | 推計データの利用(全部公開 2 点、部分公開 1 点) | |
| | 環境基準についての指標(計 8 点) | 環境基準の有無(日平均、時間平均)、規制の有無、地域ごとの上乗せ基準、将来計画 |
| 効果的な環境管理の実行 (25 点満点) | 環境情報の利用についての指標(計 17 点) | 排出規制の有無、罰則、開発における環境配慮、無鉛ガソリン、警報下の追加規制 |

(出所)UNEP&WHO(1996)より筆者作成。

表3 アジア諸国におけるモニタリング施設数の推移

| | シンガポール | | マレーシア | | タイ | | インドネシア | | フィリピン | | 日本(SOX) | |
|------|--------|--------|-------|------|-----|------|--------|------|-------|--------|---------|-------|
| | 手分析 | 自動計測 | 手分析 | 自動計測 | 手分析 | 自動計測 | 手分析 | 自動計測 | 手分析 | 自動計測 | 手分析 | 自動計測 |
| 1970 | | | | | | | | | | | | 390 |
| 1971 | 21 | | | | | | | | | 6 | | 599 |
| 1972 | (n.a.) | | | | | | | | | 6 | | 791 |
| 1973 | 17 | | | | | | | | | 6 | | 1,071 |
| 1974 | 12 | | | | | | | | | 4 | 6 | 1,257 |
| 1975 | 15 | | | | | | | | | 4 | 6 | 1,359 |
| 1976 | 17 | | | | | | | | | 4 | 6 | 1,426 |
| 1977 | 17 | | | | | | | 1 | | (n.a.) | 6 | 1,488 |
| 1978 | 18 | 9 | | | 3 | | | 1 | | | 6 | 1,535 |
| 1979 | 19 | 25 | | | 4 | | | 1 | | | 6 | 1,587 |
| 1980 | 14 | 147 | | | | | | 3 | | | 6 | 1,611 |
| 1981 | 14 | 197 | | | | | | 8 | | | 6 | 1,622 |
| 1982 | 14 | 316 | | | | | | 9 | | | 6 | 1,626 |
| 1983 | 14 | 343 | | | | | | 9 | | | 6 | 1,648 |
| 1984 | 14 | (n.a.) | | | | | | 17 | | | 6 | 1,647 |
| 1985 | 14 | (n.a.) | | | | | | 17 | | | 3 | 1,638 |
| 1986 | 15 | (n.a.) | | | | | | 17 | | | 0 | 1,625 |
| 1987 | 11 | 241 | | | | | | 16 | | | | 1,625 |
| 1988 | 12 | (n.a.) | | | | | | 16 | | 8 | | 1,623 |
| 1989 | 12 | (n.a.) | | | | | | 11 | | (n.a.) | | 1,622 |
| 1990 | 12 | 224 | | | | | | 11 | | | | 1,620 |
| 1991 | 12 | 219 | | | | | | 11 | | | | 1,621 |
| 1992 | | 217 | | | | | | 17 | | | 2 | 1,618 |
| 1993 | | | | | | | | 19 | | | 5 | 1,610 |
| 1994 | | | | | | | | 19 | | | | 1,616 |
| 1995 | 15 | | | | | | | 19 | | | | 1,618 |
| 1996 | 15 | | | | | | | 19 | | | | 1,605 |
| 1997 | 15 | | | | | | | 19 | | | | |
| 1998 | 15 | | | | | | | 19 | | | | |
| 1999 | 15 | | | | | | | 19 | | | | |
| 2000 | 15 | | | | | | | 19 | | | | |
| 2001 | | | | | | | | | | | | |
| 以降 | | | | | | | | | | | | |

(出所) Pollution Control Department, ENV, Singapore(各年版) Pollution Control Report: 1987-1997, Prime Ministers Office, Singapore (各年版) Anti Pollution Unit : Annual Report 1970-1986, DOE, MOSTE (各年版) Environmental Quality Report 各年版: 1990-1997, MOSTE-PCD(1996) Pollution Thailand 1995他, World Bank(1997) Urban Air Quality Management Strategy in Asia: Jakarta Report, World Bank(1997) Urban Air Quality Management Strategy in Asia: Metro Manila Report, 環境庁大気常時監視研究会(1999)平成10年版 日本の大気汚染状況等より作成。

(注) 「」は、今後整備が予定されているモニタリング施設の数を表す。
 ()は、全国のモニタリング施設のうち、首都圏以外の地方における施設の数を表す。

表 4 アジア諸国における大気環境基準

| | 計測時間 | 日本 | 中国 | | | シンガポール | マレーシア | タイ | インドネシア | フィリピン |
|--|--------------|----------------|-----|-----|-----|---------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| | | | 1級 | 2級 | 3級 | | | | | |
| 浮遊粒子状物質 (TSP: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1 hour | 200[SPM] | | | | | | | | |
| | 8-h mean | | 80 | 200 | 300 | (PM10 150) | 260(PM10 150) | 330(PM10 120) | 230(PM10 150) | 230(PM10 150) |
| | 24-h mean | | 120 | 300 | 500 | (PM10 50) | 90(PM10 50) | 100(PM10 50) | | 90(PM10 60) |
| | Annual mean | | | | | | 500(0.19ppm) | | | |
| 二酸化硫黄 (SO ₂ : $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 10 minutes | | | | | | 350(0.13ppm) | 780(0.30ppm) (local: 1300) | 900 | |
| | 1 hour | (0.1ppm) | 150 | 500 | 700 | | | | | |
| | 24-h mean | (0.04ppm) | 50 | 150 | 250 | 365(0.14ppm) | 105(0.04ppm) | | 365 | 180(0.07ppm) |
| | Annual mean | | 20 | 60 | 100 | 80(0.03ppm) | | | 60 | 80(0.03ppm) |
| 一酸化炭素 (CO: mg/m^3) | 1 hour | | 10 | 10 | 20 | 40(35ppm) | 35(30ppm) | 34.2(30ppm) | 30 | 30 |
| | 8-h mean | (20ppm) | | | | 10(9ppm) | 10(9ppm) | 10.26(9ppm) | | 10(9ppm) |
| | 24-h mean | (10ppm) | 4 | 4 | 6 | | | | 10 | |
| | Annual mean | | 40 | 40 | 80 | 100(0.053ppm) | | | | |
| 二酸化窒素 (NO ₂ : $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1 hour | | 120 | 120 | 240 | | 320(0.17ppm) | 320(0.17ppm) | 400 | |
| | 24-h mean | (0.04-0.06ppm) | 80 | 80 | 120 | | (0.04ppm) | | 150 | 150(0.08ppm) |
| | Annual mean | | 40 | 40 | 80 | | | | 100 | |
| | 3-h mean | | | | | | | | 160 | |
| 炭化水素 (HC: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1 hour | | 120 | 160 | 200 | 235(0.12ppm) | 200(0.10ppm) | | 235 | |
| | 8-h mean | (0.06ppm) | | | | | 120(0.06ppm) | | 50 | 60(0.03ppm) |
| | 1 year | | | | | | | | | |
| | 24-h mean | | | | | | | 1.5 | 2.0 | |
| オゾン (O ₃ : $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1 Month mean | | | | | | | | 1.0 | 1.5 |
| | 3 Month mean | | | 1.5 | | 1.5 | | | | |
| | Annual mean | | | 1.0 | | | | | | 1.0 |
| | | | | | | | | | | |

(出所) 環境庁大気常時監視研究会(1999)平成10年度日本の大気汚染状況, 中国国家環境保護総局(1996)Ambient Air Quality Standard (http://www.sepaec.gov.cn/guanli/fg/biaozhun/04_014.htm), Ministry of Environment, Singapore (1998)Annual Report '97, MOSTE-DOE (1998)Malaysia Environmental Quality Report 1997, MOSTE-PCD(1996)Pollution Thailand 1995, BAPEDAL (1999)Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999, Philippine (1999)Philippines Clean Air Act of 1999 より作成。

表 5 アジア諸国における大気汚染状況

| | 日本 (主要局平均) (1997) | 中国 (全国平均) (1998) | シンガポール (1998) | マレーシア (Kuala Lumpur) (1993) | タイ (Bangkok) (1995) | インドネシア (Jakarta) (1996) | フィリピン (Manila) (1991/92) |
|---|---|--|--|---|---|---|---|
| 浮遊粒子状物質 (TSP: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | [SPM 36] (長期継続 38 局) | 289 (全国: 11-1199) | [SPM(PM10) 35] | 52 (5 局平均) | 134 (5 局平均) [SPM 72.4] (4 局平均) | [SPM 78.2] (6 局平均) | 202 (8 局平均) [PM10 193] (5 局平均) |
| 二酸化硫黄 (SO_2 : ppm) | 0.008 ppm (長期継続 14 局) ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$) | 0.020 ppm 全国: 0.001-0.135ppm ($56 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 全国: 2-385 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0.007 ppm ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) | 0.010 ppm (5 局平均) ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$) | (N.A.) | 0.005 ppm (5 局平均) ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) | 0.008 ppm (6 局平均) ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| 一酸化炭素 (CO: mg/m^3) | 0.8 (長期継続 5 局) (0.7 ppm) | | 1 | 2.4 (3 局平均) (2.067ppm) | 14.8 (4 局平均) (8-hour Ave.) | 1.7 (5 局平均) (1.5 ppm) | 7.5 (2 局平均) (8-hour Ave.) |
| 窒素酸化物 (NO_x : $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 56.4 (長期継続 14 局) (NO_2 0.030ppm) | 37 (全国: 6-152) | 34 | 86.5 (5 局平均) (0.046ppm) | | 110.9 (5 局平均) (0.059ppm) | |
| 鉛 (Pb: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | 0.10 | | | 0.01-0.39 (Monthly Ave.) | | 1.12 (3 局平均) |

(出所) 環境庁大気常時監視研究会 (1999) 平成 10 年度 日本の大気汚染状況, 中国国家環境保護総局 (1996) Ambient Air Puality Standard
 (<http://www.sepaec.gov.cn/zhuangkuang/gongbao/98gbmain.htm>), Ministry of Environment, Singapore (1998) Annual Report '97, JICA (1993) Air Quality Management Study for Kelang Valley
 Region, MOSTE-PCD (1996) Pollution Thailand 1995, JICA (1997) The Study on the Integrated Air Quality Management for Jakarta Metropolitan Area, World Bank (1997) Urban Air Quality
 Management Strategy in Asia: Metro Manila Report, 日本環境会議(1997)アジア環境白書 1997/98 より作成。

(注) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と ppm の変換係数は、特に各国の基準において記載がない場合は下記のとおりとする。 SO_2 1ppm = $2,860 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 CO 1ppm = $1,145 \text{mg}/\text{m}^3$ 、 NO_2 1ppm = $1,880 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 O_3 1ppm = $2,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

第 2 章 Environmental Protection and Sustainable Development In Shanghai

Chen Limin

1. Introduction

Sustainable development is a strategy reflecting a fresh perspective put forward by the mankind as a result of summarizing its developmental process and reviewing its social-economic actions. The essence of the sustainable development discloses a co-ordinated progress of population, economy, society, resources and environment. China as a developing county should invariably adopts the strategy of the sustainable development, which the Chinese government has ardently adhered itself to. Currently both "Sustainable Development" and "Invigorating China through Science and Technology" are China's two state policies in the 21st century.

Shanghai is China's largest industrial city. It has been maintaining the steady and speedy momentum in its economic and social development since China adopted its reform and open-door policy! It targets to develop itself by the year 2010 into an international economic, financial and trading center, which lays the foundation of further transferring itself into an international economic hub. During the Ninth Five-Year-Plan, Shanghai will steadily quicken its economic pace with an annual growth rate of GDP as from 10% to 12%. The overall economic growth will keep progressing for a decade starting from the year 2000. Meanwhile, Shanghai will also be facing up with great pressure brought by the ever-increasing energy consumption and pollutants emission. The population accruement has been negative together with a predominant problem of the aging population. The general quality of citizens still awaits upgrading. The floating population also imposes great pressure to the society. The unbalanced energy consumption structure dominated by the coal has set off a chain of problems in transportation and the environment. Still worse, Shanghai's water and air have been seriously polluted. Great gaps exist between Shanghai and other world-renowned metropolitan cities in the environmental quality.

2. Shanghai Environment Status

2.1 Status of water quality

As a harbor and the outlet of the Yangtz River, Shanghai abounds in water resources. The years' average total volume approximates 60 billion cubic meters, and the per capita water occupancy amounts to 5,200 square meters, almost doubling the nationwide per capita water occupancy. In the pie of the total water volume, over 99% is surface water, with less than 1% of underground water. Of the surface water, over 80% comes from the tides, 16.9% from the upper reaches of the Thai Lake, only 3.1% from the local runoff. Besides, as tides and the streams from the Thai lake are from the outside just passing through the Shanghai region, they could not be utilized unless in the forms of auxiliary projects like reservoirs.

Though rich in water resources, Shanghai has extreme limited volume of water available and is listed as one of the major cities lacking in water. The underlying reasons are the dwindling resources available resulted from the seriously polluted water for one and the relatively low utility rate brought by the inadequate water-supply projects for another. And the former accounts for the core why

Shanghai is short of water. According to the monitoring data, of the main river courses that could supply water sources, two-thirds of them were contaminated in 1980; and in recent years water bodies in over 80% river courses have been so degraded that they could no longer be utilized as the standard drinkable water body. Worse still is for the river network around the downtown and suburb areas. In 1992 the trunk stream of the Huang Pu River was black and filthy for 316 days, which is a record high. As for the Suchoo Creek, a notoriously world-known dirty river course, it represents the worst case of the polluted water body in Shanghai. Therefore, the ever-deteriorating quality of water leads to the 'downgraded utility value, and furthermore, the sharply decreasing amount of water available.

On the other hand, the overly exploration of the underground water results in the subsidence of the ground, which has been jeopardizing Shanghai's economic construction and people's everyday life. It is indicated that in both 1995 and 1996 the ground subsidence broke through the warning line (10 millimeters). At present the ground level of Shanghai has commonly maintained bellowing the high tide line of the Huang Pu River, which is 2 meters high. That imposes great pressure to the flood-control work. Furthermore, the ground subsidence handicaps the underground drainage system, which results in blocks of accumulated rainwater on the road especially after the heavy rain. It is estimated that every 1 millimeter subsidence will bring with the direct economic losses amounting to 5 million yuan. For the indirect losses, it is beyond estimation.

2.2 Status of ambient air

In early seventies, a large-scale campaign against smoke and dust was carried out through restructuring the stoves and purifying the smoke. Due to the historic reasons, factories and residence were mixed together in downtown. The industrial waste gas constituted a staple pollution source. Since 1980, the Shanghai Environmental Bureau has promoted the enterprises to adopt various solutions in accordance with their specific conditions, such as localizing treatment, transferring production, relocating (including relocating the residents outside the industrial area and vice versa), and thereby basically completed the pollution problems involved more than 400 enterprises. Besides, the Shanghai Environmental Bureau divided polluted areas, identified and respectively treated pollution elements, and established in succession black-smoke-free zones and emission-controlled zones that covered the whole city. The further deterioration of air pollution has thus been under control.

With the economic development in Shanghai, the coal consumption has been increasing sharply. In 1987, the total coal consumption was less than 23 million tons, among which power plants consumed over 5.16 million tons. The total coal consumption of 1994 increased by 36% than that of 1990. It is estimated that by 2000 the total coal consumption will have reached 48 million tons, among which power plants will have utilized 28 million tons. The emission of sulfur dioxide was 390,600 tons in 1989, 415,000 tons in 1990, 479,200 tons in 1991, over 500,000 tons in 1992, and will approximate over 620,000 tons in 2000. As a result of the booming industries in coal-generating power plants, metallurgy, chemistry, construction, the total emission of sulfur dioxide indicates an ascending trend.

The monitoring data shows that the trend of sulfur dioxide in the air has been declining after 1991. Despite the annual increase of the emission of sulfur dioxide, its density in the air of the downtown is in a reverse tendency. The possible reason could be the restructured urban industries conducted by the Shanghai Municipality in recent years. Ten years before 1993, over 180 pollution-source

enterprises had been moved outside the region circumscribed by the Zhong Shan Ring-road. In addition, 150-odd enterprises were dealt with respectively by shutting down, stopping production, merging with other plants or transferring their products. In 1994, 212 enterprises (some of them were workshops) were relocated. The popularization of the comprehensive air-pollutant treatment technology coupled with the readjustment of the industrial structure have therefore bettered the regional environment. However, the urbanization widens the scope of the pollution of sulfur dioxide. Consequently it leads to the intensified density of sulfur dioxide in suburbs where lower density was formerly recorded.

Moreover, currently the number of motor vehicles and motorbikes has been ever-increasing. With more and more sedans entering the households, it is estimated that by 2000 the ownership of cars in Shanghai will have ranged from 800,000 to 1 million, doubling what the present ownership. All this enlarged number of vehicles means the pollution areas that are currently confined at the main roads will also extend about. There is a great likelihood that under specific meteorological circumstances, it would occur photochemical smog. Therefore, it would be neglected the vehicle emission in the future.

2.3 Garbage problem

In 1996 the daily garbage production in Shanghai is 11,500 tons with its increasing rate as of 7%-9%. Due to a shortage of designated places for disposing the large amount of garbage, it was transported to the counties on outskirts, exposing to the open air. The excrement and urine produced by the city was not included into the urban sewage treatment system. The environmental and hygienic industry as a whole was poorly equipped in hardware, with outdated separated machines and the low rate of automation. All this imposed great pressure in timely transferring, treating the garbage and excrement. The low rate of innocuous treatment and the delayed transportation of urban garbage and stool greatly damaged the hygiene of the city, deteriorated the urban habitat. In the forthcoming days one main target will be to dwindle the everyday garbage, recycle them and make them harmless.

2.4 Noise pollution

Recent years have seen the fast-paced economic development that has brought in the flourishing commerce, booming food and entertainment industry, together with ever-increasing number of automobiles. This has subsequently resulted in the increasingly worsened noise pollution. It is quite common that the noise at the construction sites dotted every corner of the city has been disturbing the normal life of the residents living about. Still worse cases have occurred in the industrial areas and along the arterial lines. With reference to statistics, noise pollution has become one of the negative causal elements that influence the life and health of the Shanghai residents. Moreover, industrial noise not only damages a man's hearing ability, but also induces insomnia, dizziness and other neurasthenia diseases.

3. Discussion

To control the environmental pollution, improve the urban ecology, and realize the sustainable development in economical and social construction, we propose:

1. First of all, we should understand the environmental protection from a strategic point of view, and establish an operative mechanism to coordinate the relationship between environment and development. To set up a new development mode enabling a coordinated development between society, economy and environment, we should adopt the strategy of the sustainable development. Generally all factors, including social and economic progress, environment, population and resources, should be under consideration, to balance them, to harmonize them, in order to reach the goal of promoting the social economy while maintaining the ecological environment. Neither shall we be blind by the shortsighted interest or partial interest, developing at the expense of deteriorating the ecology; nor we should tread on the astray alley of "first polluting, then treating".
2. Strengthen legal system of the environmental law by perfecting its regulations and strictly implementing them. We should establish an environmental law in order to ensure a coordinated development to be under the aegis of the legal regulation. On one hand, we should further perfect various measures of environmental protection. On the other hand, we should rigorously carry out the established institution. During its implementation, it should be removed the social canker of "disobeying the law, leniently implementing the law". We should also strengthen the monitoring system, emphasize the admonitory means of fining those who cause the pollution, adopt the punishing measures of "letting whoever pollutes the environment shoulder the responsibilities of treating it". Particular attentions should be paid to prevent the irresponsible and wrongful actions of those who merely mind the economic profits regardless of a qualified environment.
3. Fully play the role of the mass media and educational institutions in awakening the environmental conscience of the whole nation. The intimate relationship between environmental protection, social and economic development and the survival of the human beings should not only be borne in the minds of those superiorities of various rankings, but also be strongly aware of by every citizen. The citizens should be cultivated through various means a moral sense of environmental protection and a consciousness of participating in environmental protection. They are especially encouraged to voluntarily resist the costly and wrongful deeds of contaminating the environment. It is only when each one of us participates in environment protection that the environmental cause could achieve the twice result with half the effort, the human habitat could become cleaner, more beautiful and comfortable, and the human beings and Nature could harmonize with each other.
4. Put in more to the environmental cause, seize upon the core problem, and take the initiative to treat pollution. As an old saying goes, it takes more than one cold day for the river to freeze deep. To resolve the troublesome environmental problem that had been brewing for years, it is quite a job, especially when the existent situation is still worsening. Without determination, without proportional input, such as financial support, manpower, and material supply, it is impossible to control the situation. Key projects already identified in treating Shanghai's environmental problems as well as in its urban construction are as follows: Water resources and its environmental protection; amelioration of the air quality, lessening the noise pollution, disposition of the solid waste, further readjusting the urban planning, and green project.

5. Actively carry out domestic and international collaborations; rely on the advancement of science and technology. Environmental protection is an issue of common concern without the boundary of specific interest groups, regions or countries. It should be fully utilizing the funds and information provided through the internationally multilateral or bilateral conventions. More emphasis should be paid to the urgent issues such as water body pollution, air pollution, especially on the technology of coal-utilization. All this is not only of great significance to China in treating environmental pollution, but also will contribute a great deal to the whole world in controlling acid rain and dust pollution problems.

The core of the environmental strategy of China in the 21st century is to shift from the externalization of the environment to the internalization of the environment. Environmental protection constitutes a main part of developing itself. From now on till the beginning of the next century, the pressure imposed to the environment would have mainly come from the industrial and agricultural development and urbanization. The key to these problems lies in the co-ordination between industrial policy and environmental policy, and the adoption of scientific, proper managerial methods and technology.

References

1. "Shanghai Environmental Bulletin", Shanghai Municipal Environmental Protection Bureau (1990-1998)
2. "Shanghai Statistical Bulletin of National Economic and Social Development"(1997)
3. "Report on the State of the Environment in China", National Environmental Protect (1996)
4. "China's Agenda 21", Beijing: China Environmental Science Press (1994)
5. "China's Agenda 21-Shanghai Action Plan" (Draft)

第3章 Structure and Priorities of China's Environmental Policy

Xia Guang

1. Introduction

One obvious change recent years in the field of environmental protection was to turn the angle of view of environmental measures to a profound background, to find the reasons and countermeasures at a deeper level—economic development strategy, macro policy arrangement and action incentive structure. This change has been reflected as the continuous adjustment and transformation of environmental policies. The environmental policy can be understood as the sum total of the environmental protection countermeasures within a certain range, and the comprehensive reform required by new development strategy, thereupon, will manifest as the reform and development in the field of environmental protection.

2. Structure of China's Environmental Policy

The environmental policies are all countermeasures and actions taken by state for the purpose of protecting the environment, including the concrete forms as laws and regulations, administrative instructions, propaganda and call on, and social supervisions, etc.. So far China has developed a fairly complete system of environmental policy, which involves several bodies in society and shows diversity of policy instruments.

China's environmental policy contains environmental pollution controlling and the ecological environmental conservation, and here, due to limited space, only the former is to be introduced. Environmental pollution control is the main body of China's environmental policy and it can be further classified as two parts: controlling policies and guiding policies. The control policies indicate those environmental policies that have enforced restraints (or very strong requirements) implemented by the state for whole society, for example, those environmental management systems and related administrative decrees, etc., while the guiding policies present the propositions and encouragement made by the state for the voluntary environmental protection actions in society, for instance, the green labeling, public participation, etc.¹

2.1 Controlling Policies

The targets of the controlling policies are those who directly cause the environmental pollution or damages, including firms, social organization, individuals and others, and among them the firms are main. In China, most of controlling policies have got the formal positions as legal institutions through environmental legislation, and the others, for instance, the decrees on meeting the regional emission standards or closing certain seriously polluted firms within a limited term, are implemented in the form of governmental forces. Following are some specific forms of the controlling policies, mainly the environmental management systems(Zhang, 1998; Wang, 1998).

2.1.1 System of Environmental Impact Assessment

According to the Environmental Protection Law and other regulations, the construction projects that may impact the environment must go through the formalities of the system of environmental impact assessment, including the assessment on emission effect, the technique measures to be taken, the cost-benefit analysis for the environmental investment, etc.

2.1.2 "Three Simultaneous" Management

¹ To classified the environmental policy as "controlling" and "guiding" policies here is for the need of illustration in this paper, not meaning that there really is a formal classification like this in China's environmental policy.

In China the environmental laws set that the environmental protection facilities in a construction project must be designed, constructed and used along with the subject body simultaneously ("Three Simultaneous"). This system is to ensure the environmental control investment from being vacant, and to promote the standard-met emission after the project is to be used.

2.1.3 Pollution Charge System

The pollution charge is an economic incentive policy set up early and has been implemented for long term in China. It forces the objects whose emissions exceed relevant standards to pay to an certain extent without excusing the duty to abate the pollution.

2.1.4 System of Abating Pollution within a Definite Time

This system is that the government issues orders for those heavily polluted sources or region to do their jobs in controlling the emission under certain environmental standards before a deadline. The system aims at single pollution source and broad region as well.

2.1.5 System of Total Emission Control

This system is to set up the total amount goal of pollutant emissions and corresponding abating plan within a specific region to avoid the worse result in the environmental quality.

2.1.6 System of Emission Permits

China's environmental laws requires the enterprises or any other bodies who need to emit pollutants into the environment to report in advance their emission results to the environmental sectors, and make an application for an emission permit which would be issued from the sectors according the local total containing ability of environment.

2.1.7 System on Environmental Protection Planning and Program

The environmental protection laws set that the environmental protection plan and long term program must be integrated into the National Plan for Economic and Social Development. Meanwhile the environmental program and total emission control plan in priority areas must be made and implemented.

2.1.8 System of Environmental Protection Target Responsibility

This system is to set the goals and targets in terms of environmental protection for the leaders or heads at all levels for their duration of being in office by means of signing a responsibility form, and the performances results of it may be looked upon as the indicators for their working achievements.

2.1.9 "Close, Stop, Merge and Re-Engineering" the Enterprises

To close, stop, merge and re-engineering the enterprises by the need of protecting environment are mainly in two criteria: pollution situation and the scale of enterprises. By both, when the enterprises are seriously polluted or are in rather small scale for some special industrial sectors (like paper-making, etc.), they will be ordered by the governments to be canceled.

2.2 Guiding Policies

China's environmental policy quite encourages the voluntary actions for environmental protection of whole society, so there are a lot of contents of guide, incentive and education in environmental policy framework, and these policies, through coordination with the controlling

policies, lead the whole environmental policy have multi-points for implementation. The essential of the guiding policies is to initiate and utilize the ideological or moral resources in people's mind to enhance the possibility of implementing the environmental policy, so, a mutual supporting relationship between the controlling and guiding policies creates: on one hand the controlling policies would meet a huge "frictional force" or ever not fully become true in their implementation process without guiding policies, and on the other hand, if the controlling policies are absent the guiding ones would weaken to produce essential results.

2.2.1 Environmental Claims in Enterprises' Technological Renovation

The state gives the requirements and directions to enterprises in terms of environmental protection for their technological renovations, asking them to reduce the pollutants emissions when the renovation is done. There usually are two ways to do so: updating technologies and recycling wastes.

2.2.2 Cleaner Production

Cleaner production gets much attention in China's environmental policy recent years. It includes cleaner production auditing, pilot engineering, clean technologies, etc..

2.2.3 Environmental Labeling and ISO14000 Authentication

In order to guide enterprises to produce environmentally sound products and also enhance the inner environmental management, the state began to promote the environmental labeling and ISO14000 authentication systems in middle of 1990s. Those enterprises that can meet the two standards may obtain special certifications that may be helpful for their competition.

2.2.4 Waste Recycling

China set up the encouraging policies for waste recycling early and provided favorable preferences for taxation and so on. This policy is now updating.

2.2.5 Public Participation

The state encourages the social voluntary actions. Environmental Protection law sets "Each organization and individual has the obligation to protect the environment, and also has right to report and accuse those who pollute and wreck the environment". For helping the public participation, the Environmental Status Report and the Weekly Air Quality Report have been issued periodically.

3. The Effectiveness and Difficulty of China's Environmental Policy

To evaluate the effectiveness of China's environmental policy is the prerequisite of reform for it. The criteria for evaluation should be alone: the real environmental quality. Taking this criteria the overall assessment for China's environmental policy may be as follows: China's environmental policy has gained great achievements and been basically successful, but in the meantime, it remained certain structural defects and faced quite big difficulties.

The achievements China's environmental policy obtained during past longer than 20 years in terms of pollution control and ecological conservation have been remarkable. Firstly, the increasing speed of environmental pollution has somehow been slowed down. China's economy increased by an average of 9%~10% these recent more than 10 years. According to the historic experiences happened in some developed nations, it is common thought that so high economic growth speed must cause a very rapid deterioration in environmental quality, but China in reality basically avoided this trend. In recent 10 years the total industrial output value increased fast while the total pollutants emission increased slowly. Secondly, the investment for pollution control increased year by year from the 2.5 billion Chinese RMB Yuan in 1981 to 40.8 billion in 1996, with the investment rate with GNP in about 0.5%~0.8%(Institute for Management of China

Academy of Environmental Sciences, 1998). Thirdly, the pollution abatements in some priority areas and partial regions gained obvious progress. In Huai River basin the number of closed and stopped enterprises reached up to more than 5700 with the decrease of pollution burden on the basin by 40%. Additionally, the environmental quality in some cities has been to certain extent improved. Fourthly, the basic power of environmental protection, including management, monitoring, scientific research, education and so on, has been nearly 10 thousand people(SEPA, 1998). Totally, China's environmental policy has gained a remarkable effectiveness and the environmental situation would be much more serious without this policy.

Meanwhile, however, the difficulties China's environmental policy faced should also be paid much attention. The key issue is that the environmental quality in China has never got a deserved improvement so far. Since 19980s many official formal assessment about China's environmental situation have been somehow low. The usual overall evaluation expresses are "partially improved while overall getting worse"(1988), "the city-centralized environmental pollution is getting strengthened and also broadened onto rural areas, and the scope of ecological wreck is expanding and the degree is aggravating" (1996), "there is still no change for the conditions of environmental pollution and ecological wreck in rather much regions, and some of them are even strengthened"(1998). It is seen proceeded along the historic line that China's environmental status has for a long term been inclined to the side of seriousness, even quite serious, basically keeping in control but not effective control. This case implicates that the effectiveness of environmental policies has always been offset by the newly-produced environmental pressures, and the environmental policies have just maintained the environmental status from sharp decline, that is, they have not had the ability to radically change the serious state of environment. This evaluation for China's environmental state and policy raises a fundamental question: is it the time to carry out a structural change for China's environmental policy?

As for the specific forms, the difficulties China's environmental policy faced are mainly shown on two aspects: first, the economic development decision-making process has still separated to some extent from the requirement of environmental protection. Although the significant decision-making at national level has given more comprehensive consideration to environmental impacts and countermeasures, the economic decision-making ways that ignore the environmental factors, however, have still occupied a considerable position at regional and enterprise level, which brought about a heavy pressure on the environment (for example, the very serious pollution taken place in basin of Huai River, Tai Lake and Chao Lake, etc.). In the orienting principles China's environmental policy pays much attention to prevention and elimination of environmental problems from the original source, but there is a further need to explore the specific ways to accomplish the principles. In total to improve the economic decision-making system is a breakthrough point of China's environmental policy. Second, one realistic difficulty faced by China's environmental policy is lack of sufficient resources to make effective supervision and restrictions against environmentally-harmful actions. Implementing environmental policies needs costs, and such costs are even quite high. These costs mainly include those expenditures taken place in all aspects of environmental management, such as establishing organizations, adding staff members, purchasing facilities, monitoring, bargaining with enterprises, legal litigation..... endless. In China, most of these costs are falling down on the governmental environmental protection sectors at various levels who put most environmental policies into effect. Due to the very limited scale and budget of these sectors, especially the limited number of people who directly carry out environmental management, the power of environmental sectors are not able to meet the demand of management against a number of enterprises and other bodies who violate environmental laws, so that the environmental policies are not gotten a full implementation. This case is called "slack implementation" in China and becomes more prominent along with the development of market economy while the number of market bodies increases very quickly(Xia, 1993).

The difficulties China's environmental policy faced may also involve in other factors like investment and technology, etc.. However, they, by their nature, are too a policy issue. Exactly to say, they are an economic decision-making issue at the macro level and an environmental supervision issue at micro level, therefore, the change of China's environmental policy may start from the points of economic decision-making and the environmental supervision.

4. Priorities in Environmental Investments

Environmental investment refers to all investments in both pollution control and natural conservation, including governmental investment, commercial investment, non-governmental investment and foreign investment, etc. Rather than limited to governmental direct fiscal investment. The priorities of governmental investment in environmental protection are priorities set by the government for the investment in environmental protection, in which various funding sources are guided or stimulated by governmental policies to invest.

Priority setting of investments in environmental protection, strictly speaking, shall be drafted and proposed by corresponding governmental departments after integrated analysis. In reality, however, this work is under carrying out now. China is preparing the Tenth Five-year Plan (2001-2005) of National Economic and Social Development, in which the investment plan of environmental protection is one of major concerns. In this paper, the priorities of investment in environmental protection are recommended based on a few important documents issued by the China Government and on several interviews with relevant officials.

4.1 Investment Priorities in Two Major Fields

Based on preliminary analysis of the National Program for Environmental Protection 1998-2002 (NPRP) and China Trans-century Green Project Plan (Phase I) which was jointly issued by National Environmental Protection Agency, the State Planning Committee and the State Economic and Trade Committee, the investment priorities in each field can be determined.

4.1.1 National Program for Environmental Protection 1998-2002 (NPRP)

The NPEP proposed national objectives of environmental protection as follows: a) Establish and improve environmental policies, laws, standards and management systems; b) By the end of this century, the accelerating trend of environmental pollution and ecological deterioration shall be basically controlled on the whole; the environmental quality in some of the cities and regions shall be improved; numbers of environmental protection model cities shall be constructed; ecological degradation caused by human activities shall be alleviated and a few of major ecological demonstration regions and natural reserves shall be constructed.

Concrete targets include: a) By 2000, the total emissions of major pollutants in every province, autonomous region and municipality directly under the Central Government shall be controlled within the total emission amounts stipulated by the State; b) Pollutants discharged from all industrial pollution sources throughout the country must comply with national/local discharge standards; c) The ambient air quality and grand water quality of the municipalities directly under the Central Government, capitals of each province, municipalities in special economic zones, opening-up coastal cities and major cities for tourism must meet corresponding national standards provided for different functional regions; d) Waters in the Huai River and the Tai Lake shall turn clear and the grand water quality of the Hai River, the Liao River, the Dianchi Lake and the Chao Lake shall be improved significantly.

The objectives for 2002 include: The environmental quality of major catchments, regions, sea waters and municipalities shall be improved further; the management mechanisms for ecological conservation shall be established on the whole; ecological conservation of the sources of major rivers and environmental protection in the rural areas shall be highlighted; and the ecological system in some regions shall be in a soundly recycling state.

Seven measures are proposed in the NPEP, including:

- Improving the environmental quality at the economic and social decision-making level;
- Highlighting both pollution prevention and control and ecological conservation;
- Implementing the Total Amount Control Plan and the China Trans-century Green Project Plan;
- reforming the mechanisms for integration of environment and economy at the macro decision-making level;
- Strengthening the capacity building;
- Promoting international cooperation and exchange; and
- Strengthening fundamental work and institutional capacity building of environmental protection.

4.1.2 Trans-century Green Project Plan

The timeline of the China Trans-century Green Project Plan is fifteen years. Phase I is from 1996 to 2000 and Phase II and Phase III covers the period from 2001 to 2010. Most funds for engineering projects will be raised by local governments and enterprises, supported the State Government for the introduction of foreign investments. Phase I include 1591 projects requiring a total investment 188.8 billion yuan. Starting at the end of 1997, 704 projects were completed with investment 74.4 billion yuan. The projects in Phase I can be classified as follows.

Table 1 Trans-centuries Green Projects Program(Phase I) Projects Classification

| Contents to Control | Number of Projects | Note |
|---|--------------------|---|
| 1. Water Pollution Control in 7 Basins | 650 | Water pollution prevention and treatment projects(total 801) |
| Among which: Huai River Basin | 282 | |
| Liao River Basin | 30 | |
| Hai River Basin | 56 | |
| Songhuajiang Basin | 44 | |
| Yellow River Basin | 69 | |
| Zhujiang River Basin | 36 | |
| Yangtse River Basin | 133 | |
| 2. 3 Lakes Water Pollution Control | 35 | |
| Among which: Dianchi Lake | 13 | |
| Chao Lake | 7 | |
| Tai Lake | 15 | |
| 3. Priority Coastline Cities Water Pollution Control | 99 | Air pollution prevention and treatment projects(total 328) |
| 4. Other Cities Water Pollution Control | 17 | |
| 5. Priority Control Regions for Acid Rain | 109 | |
| Among which: Eastern China area | 9 | |
| Middle China area | 36 | |
| Southern China area | 28 | |
| Western-south China | 36 | |
| 6. Air Pollution Control in Priority Cities | 219 | |
| 7. Solid Waste Pollution Control | 272 | |
| Among which: Industrial solid waste | 118 | |
| Hazardous and radioactive pollution | 85 | |
| Urban domestic garbage disposal | 69 | |
| 8. Ecological Environmental Conservation | 118 | |
| Among which: Ecological environmental Recovery and protection | 54 | |
| Rural ecological conservation | 37 | |
| Natural reserves construction | 27 | |
| 9. Actions Related to Global Environmental Issues | 69 | |
| Among which: GHG control | 14 | |
| Ozone layer protection | 27 | |
| Biodiversity protection | 27 | |
| 10. Capacity Building for National Environmental Supervision and management | 3 | |
| Total | 1591 | |

Source: NEPA, State Planing Committee, State Economic and Trade Committee, 1996. Transcenturies Green Projects Program(Phase I, 1996-2000). Beijing: China Environmental Sciences Press.

The expected benefits from the implementation of the China Trans-century Green Project Plan

is shown in Table 2.

Table 2 Expected Benefits of China Trans-century Green Project Plan (Phase I)

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. expanded capacity of sewage treatment for seven major river basins: 18 million tons/day;2. expanded capacity of sewage treatment for three major lakes: 1.04 million/day;3. expanded capacity of sewage treatment for major cities: 1.04 million/day;4. expanded capacity of flue gas desulfurization for 9.3 million kw electric power installed capacity; 24 million tons annual capacity of coal-washing; city gas capacity 1.4 billion m³/day; central heating capacity 240 million m²; reforming boilers with total capacity of 13,000 steam tons and installing dust entrapping facilities; annual reduction of SO₂ 1.8 million tons; annual reduction of flue dust 1.5 million tons; expanded capacity of domestic solid waste disposal 16 million tons; 40 million tons of capacity for industrial solid waste integrated utilization and disposal;5. construction 100 ecological demonstration counties (cities) and expanding the ecological demonstration regions to a territory of 15 million ha;6. expanding natural reserves covering 200 million ha; planting trees covering 333,000 ha; controlling soil erosion covering a territory of 173,000ha; soil and forest recovery covering 73,000 ha. |
|---|

According to the above two important documents, at the turn to the next century, the China Government has given the investment priorities to water pollution control of major river basins, air pollution control of major zones and domestic solid waste disposal for pollution control and to the recovery and conservation of ecosystem, ecological conservation of rural areas and natural reserve construction for the protection of ecosystem. Among them, the air and water pollution will be dealt with mainly through "urban basic infrastructure construction" (such as centralized wastewater treatment plants and district heating) instead of pollution control at industrial enterprises. Meanwhile, actions taken for global environmental protection and capacity building of environmental inspection and management are also given high priority.

4.2 Sector Investment Priorities

The sector structure can be categorized as several major sectors including industry, agriculture, transportation and construction, etc. The industry can then be classified further as different sectors including coal, oil and natural gas, electricity, metallurgy, non-ferrous metal, building materials, chemical industry, petrol-chemical industry, light industry, textile, pharmacy and food processing, etc.

Among the contributors to environmental pollution, the secondary industry (including mining industry, manufacturing industry and construction industry, etc.) is considered the most polluting industry as consequences of low technology, out-of-date equipment and inefficient environmental management. Therefore, the secondary industry will be the investment priority in the future twenty to thirty years, only differing by the ways of investment during different time periods. Since the major reasons for industrial pollution are caused by low quality of the industrial system, investment in industrial environmental protection from a long-term perspective shall be directed to large-scale industrial reform.

Meanwhile, the urgency of mobile source pollution in urban areas in recent years has been more significant. In such municipality as Beijing, mobile source pollution has become the priority of pollution control. Successive measures were taken and some were very strict. Serious mobile source pollution is the consequences of inappropriate urban development particularly high density of population, buildings and vehicles in a limited space and inadequate urban infrastructure. Therefore, the position of mobile source pollution control in the investment priority setting has risen. More funds will be invested in large-scale construction of infrastructure and vehicle transformation.

Both forest sector and agriculture sector enjoy priority in the ecological conservation. The most sever flooding happened last year, which shook the nation and aroused the environmental awareness among the decision-makers and the whole society, make ecological conservation a unprecedented high priority. Decisions made on the recovery of forest such as the "Ban on the Extraction of Natural Forest" implemented after the flooding, implicate that the Government will

guide more investments in tree-planting and soil conservation. This was reflected in the uses of the state debt 200 billion Yuan issued additionally in the second half of 1998. The National Program for Ecological Construction promulgated by the State Council in the end of 1998 proposed that the general objective of ecological conservation was to significantly improve the ecosystems in most regions in the coming 50 years.

With regard to pollution control, an action plan for the so-called "33211 Projects" was proposed, which demarcated three major river basins, three major lakes, two control zones for SO₂ reduction and acid rain control, Beijing Municipality and Bohai Sea as special zones for short-term implementation of pollution control measures. The enforcement of regulations and laws in these special zones will be more strictly and resolutely than in other area. A large number of enterprises shall be cut-down, the investment in pollution prevention and control will be increased, and time limit will be tighter to significantly and rapidly improve the state of environmental deterioration in these special zones. Most of these special zones are situated in economically developed regions. The "33211 Projects" implicates to a certain extent that a large scale of economic structural adjustment and product structural adjustment will occur in these special zones.

4.3 Regional Investment Priorities

The regional investment priorities of environmental protection mainly reflect the central government's judgement and attitude towards the urgent and important degree of environmental protection in regions. These years China government has set up some regional classifications respectively to ecological conservation and pollution control, and see them as the priority of the environmental protection work.

As for ecological protection, the classification is on three aspects:

- Special ecological function regions
- Priority regions for resource utilization
- Ecological developed regions in good conditions

As for pollution control, priority regions are set up within a special program titled "33211 Project", in which the "33211" indicates as follows:

- "3 Rivers"—Huai River, Liao River, Hai River
- "3 Lakes"—Tai Lake, Dianchi Lake, Chao Lake
- "2 Regions"—SO₂ Control Region, Acid Rain Control Region
- "1 City"—Beijing City
- "1 Sea"—Bohai Sea

It is told that in the coming "Tenth Five-Years(2001-2005) Plan", the Yellow River Basin, Yangz River Basin and Songhuajiang River Basin will also be listed as priority regions.

All these regions are environmental investment priority ones, and in the realistic implementation process the investment will be decided according to the mature degree of project preparations, that is, whoever invest who has already made the plan and got approval. Obviously, for the "33211" are mainly located in the eastern part of China, therefore the investment priorities of pollution control are mainly in the eastern part.

To sum up, the regional priorities for environmental investment are: the special ecological function regions in middle and western parts of China, and the special regions like "33211 Projects" regions in eastern part.

4.4 Priority Needs for International Assistance

As shown above, the priority sectors for environmental investment are industry, transportation and forestry. In each of them, many aspects need international assistance. Specifically, there are three aspects as following: (1) Remolding existing economic system in large-scale; (2) Enhancing the effectiveness of implementing environmental legislation by high degree; (3) Carrying out large-scale environmental abatement and construction.

4.4.1 Remolding existing economic system in large-scale

- Technological Renovation for old enterprises
- Remolding the energy system that takes coal as main source

- Improving economic decision-making process

4.4.2 Enhancing the effectiveness of implementing environmental legislation by high degree

- Increasing the role of judiciary departments in implementing environmental legislation
- Awarding more environmental rights to social organization and public individuals
- Strengthening the capability of environmental organizations at various levels on decision-making and management

4.4.3 Carrying out large-scale environmental abatement and construction

- Strengthening the economic capacity of central governmental to control regional environmental issues
- Increasing in large-scale investment on urban environmental infrastructures
- Comprehensive treatment on regional environmental pollution
- Large-scale ecological environmental constructions

There is an increasing concern about the 10th five-year plan for environmental protection of China, in which the clear environmental investment priorities will be put forward. At present, this plan is just under preparation and a corresponding leadership group and a working group is already set up. According to the schedule of producing it, the major framework will be decided in September this year and the first draft will be produced by the end of the year. Furthermore, upon a broad solicitation over sectors and local levels, the final draft will be submitted to the State Council for approval by the end of next May and will be expected to be finally approved by the end of Year 2000.

References

- China Research Academy of Environmental Sciences(CRAES), 1998a. *An Economics Study for Industrial Pollution Control in China*. Research paper, Beijing.
- , 1998c. 21st Oriented Environmental Protection Technological Policies. Research paper, Beijing.
- Environmental and Resources Protection Committee in National People's Congress, 1997. *Collection of Laws and Regulations for Environment and Resources*. Beijing: China Legislation Press.
- Institute for Management, 1998. *An Economics Study on China's Industrial Pollution Control* (Research Report), Beijing.
- NEPA, State Planning Committee, State Economic and Trade Committee, 1996. *Transcenturies Green Projects Program(Phase I, 1996-2000)*. Beijing: China Environmental Sciences Press.
- Policy Research Center of SEPA, 1998. *A Brief Analysis for Impact from Various Policies on Cleaner Production* (Research Report).
- Qu Geping, 1997. *We Need a Transformation*. Jilin: Jilin Renmin Press.
- State Development Planning Committee, 1997. *'97 Report on Population, Resources and Environment in China*. Beijing: China Environmental Sciences Press.
- , 1998. *China Ecological Environmental Construction Plan*. Bright Daily, Jan. 7, 1999.
- State Environmental Protection Administration(SEPA), 1998a. *Trans-centuries Environmental Protection in China*. Environmental Working Communications, NO.8.
- , 1998b. *Outline of Environmental Protection Working during 1998-2002*. Environmental Working Communications, NO.10.
- , *Report on Environmental State in China 1997*.
- , *Report on Environmental Statistics in China 1997*.
- Wang, Hanchen and others, 1997. *Research on Environmental Policy Framework during the Economic reform Stage*. Research paper, published in Policy Research Center for Environment and Economy.
- Xia, Guang, 1993. *On the Market-oriented Agent System for Environmental Right and Benefit*. In: *Towards 21st Century*. Beijing: China Environmental Sciences Press.

- , 1994. *Setting up the Normal Mechanism for Integrated Decision-making for Environment and Development*. China Environmental News, Aug. 1, 1994.
- , 1997. *Direction and Position—Consideration on Environmental Protection Policies*. China Environmental News, Nov. 4, 1997.
- , 1998. *A Road towards Sustainable Development*. Beijing: Scientific Highlights. No. 3.
- Xie Zhenhua(edit), 1997. *Environmental Laws Implementation in China*, Beijing: Hongqi Press.
- Zhang Kun, 1998. *The 21st Century Oriented China's Environmental Protection* (Research Thesis)
Beijing: Sino-Japan Friendship Center for Environmental Protection.

第4章 中国のSO_x・CO₂排出構造と環境対策

松本礼史・松岡俊二

1. はじめに

急速な経済成長を続ける中国は、その規模からしてもSO_x、CO₂等の大量発生国家である。本研究は、中国のSO_x、CO₂の排出構造と産業構造の関係を産業連関表を用いて分析し、環境政策の評価を行うものである。分析は、1985年と1990年を対象とし、環境政策については、電力産業のエネルギー効率の改善と脱硫装置の設置政策を対象とした。

2. 中国のSO_x、CO₂の排出構造の特徴

まずはじめに、先行研究(通産省ほか1995)によって、中国のCO₂、SO_xの排出構造の特徴を明らかにする。図1には、日本と中国のCO₂発生量とSO_xの排出量の部門別構成比を示している。CO₂の発生量は、日本が年間986,034(千t)に対して中国は2,376,048(千t)であり、総発生量は、中国は日本のおよそ2.4倍となる。日本、中国ともに、発生したCO₂の回収等の対策はとられていないので、この発生量がそのまま排出量となる。

発生量の部門別割合では、日本、中国ともに電力産業から発生が全体の約4分の1となっている。その他の部門別の発生量割合については、各国の産業構造の違いを念頭において考察しなければならないが、モータリゼーションの進展した日本では、輸送部門の排出量割合が8%と高く(中国は5%)、最終需要部門では、この部門への石炭の投入の多い中国が15%(日本は9%)と高くなっている。

一方、SO_xに関しては、発生後に脱硫装置等によって回収・除去されることから、除去後の大気中への排出量で比較する。SO_xの排出量は、日本が年間1,153,105(t)に対して中国は20,314,725(t)であり、総排出量は、中国は日本のおよそ17.6倍となり、その格差はCO₂の場合と比較してかなり大きくなる。

排出量の部門別割合では、中国では、電力産業からの排出が32%と大きな割合を占めている。また、日本ではほとんど見られない最終需要部門からの排出も18%と比較的大きな割合となっている。日本では、電力産業16%のほか、鉄鋼産業の12%、輸送部門の24%が大きな割合を占めている部門である。

3. SO_x、CO₂の排出からみた中国の産業構造の変化

次に、中国の1985年から1990年にかけての産業構造の変化を、CO₂、SO_xの排出と関連づけて分析する。CO₂、SO_x等の大気汚染物質の排出は、(1)燃料中のC分、S分の含有量、

(2)燃料の重量あたり発熱量、(3)燃料の発熱量の利用効率、(4)発生後の汚染物質の除去率によって決定される。(1)および(2)は、燃料の種類および燃料の質についての指標であり、(3)は、投入燃料あたりの生産量(額)として計測される。(4)は、SO_x についての指標であり、脱硫装置の設置・運転状況である。ここでは、(3)の燃料の利用効率について検討する。表 1 には、中国全体の 1 人あたり GDP とエネルギー消費量あたり GDP、1 人あたりエネルギー消費量の関係を示している。GDP の単位の取り方によって、エネルギー効率の変化の方向は異なるが、1 人あたり GDP の成長率と比較して、エネルギーあたり GDP の成長率は小さい。このことから、中国の経済成長は、エネルギー投入量の増大によって支えられており、エネルギー効率の改善による成長への寄与は小さいことが示唆される。図 2 では、中国の最終エネルギー需要のうち約 7 割(カロリーベース)を占める石炭の産業部門ごとの投入係数の変化を示している。大部分の産業部門において石炭の投入係数は低下する傾向にあるが、他の産業部門に比べて著しく石炭の投入係数の高い電力部門の投入係数が大きく、上昇しているのが特徴的である。

4. 電力産業の環境対策の他産業への波及効果

続いて、中国の CO₂ 発生量の 25%、SO_x 排出量の 32%を占める電力産業を対象に、各種の環境対策を施した場合の他産業への波及効果について検討する。大気汚染対策の方法としては、(1)燃料種や燃料質の転換、(2)エネルギー効率の改善、(3)発生した汚染物質の除去という 3 つの方法が考えられるが、エネルギー自給率が高い中国の場合、燃料種や燃料質を安易に転換できる構造ではない。ここでは、エネルギー効率の改善と汚染物質の除去対策を対象に環境対策の他産業部門への波及効果について検討する。

中国の電力産業のエネルギー効率は、1990 年時点において、日本の石炭火力発電所のエネルギー効率が、4.89MWh/toe であるのに対し、中国は 3.63MWh/toe と日本の約 74%である(Matsuoka 1997)。このエネルギー効率の悪さが日本なみに改善された場合、電力産業へ投入される石炭等の需要が減少し、石炭部門等の川上方向へ波及する。この波及効果を(1)式の産業連関モデルによって、投入係数行列を変化させて計測する。

$$X = [I - (I - M)A]^{-1} [(I - M)F_D + E] \quad (1)$$

X: 生産量、I: 単位行列、M: 輸入係数、A: 投入係数、F_D: 最終需要、E: 輸出

図 3 に、エネルギー効率改善後の産業部門ごとの生産額の変化を示す。また産業部門ごとの生産額あたりの CO₂ 発生量、SO_x 排出量に変化しないものとして、通産省ほか(1995)の原単位を用いて計算すると、中国全体の CO₂ 発生量は 2,376(百万 t)から 2,212(百万 t)に、SO_x 排出量は 20,314(千 t)から 18,523(千 t)に減少する。

一方、石炭火力発電プラントにおいて、脱硫装置を設置することは、発電コストの上昇をもたらす、その上昇率は日本の場合で、約32%と試算されている(本藤・内山 1993)。このコスト上昇を電力産業の付加価値部門に上乗せすると、電力料金の上昇を通じて川下方向へ波及する。この波及効果は(1)式をベースに、

$$\Delta p = [(I - A)^{-1}]^F \Delta v \quad (2)$$

ΔP : 価格変化、 Δv : 付加価値率変化

として計測する。電力産業のコスト上昇を32%上昇させたときの、他産業部門への価格波及を図4に示した。

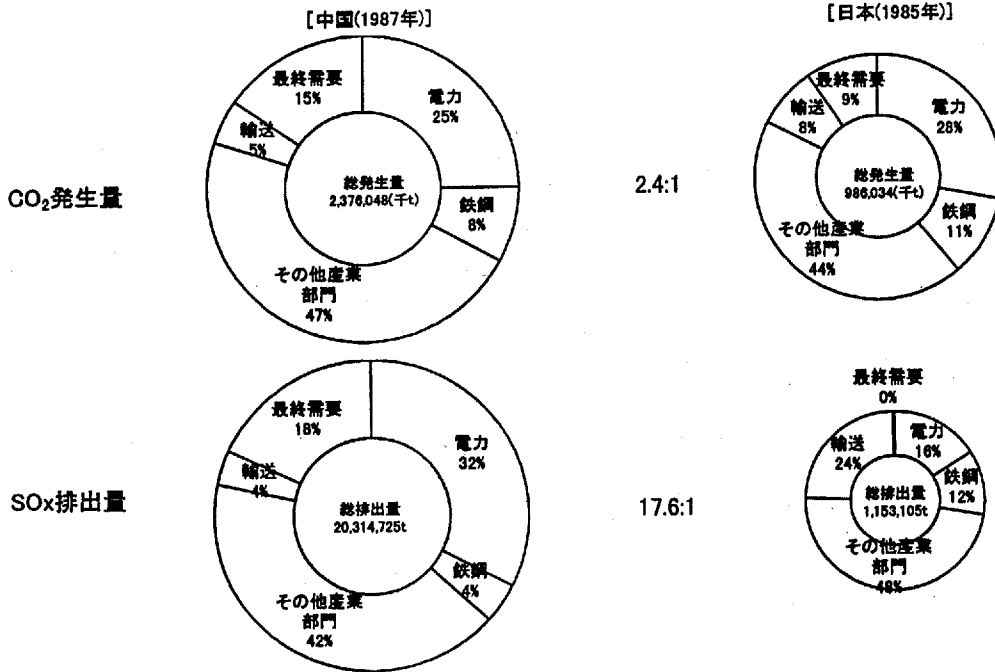
5. おわりに

以上、中国の電力産業の環境対策を対象に、エネルギー効率の改善の川上方向への波及効果と脱硫装置の設置による川下方向への価格波及について検討してきた。本モデルは、産業連関モデルの制約から、内生部門を対象とした影響評価であり、最終需要部門から発生するCO₂、SO_xについては分析の対象となっていない。最終需要部門におけるCO₂発生量、SO_x排出量は、中国全体のそれぞれ15%、18%を占め、決して無視できる割合ではない。最終需要部門を対象とした環境対策についても合わせて検討することが課題である。

参考文献

- 通商産業省通商産業研究所, 慶應義塾大学産業研究所, 中国環境問題産業連関分析研究会 (1995), 日中共通分類: エネルギー消費・大気汚染分析用産業連関表[改訂版]
Statistical Research Department, Institute of Developing Economics(1996), China Input-Output Table 1990, Asian International Input-Output Series No.46
Statistical Research Department, Institute of Developing Economics(1991), China Input-Output Table 1985, Asian International Input-Output Series No.24
OECD/IEA(1996), Energy Statistics and Balances: Non-OECD Countries 1971-1994(Diskette)
Matsuoka, S.,(1997), Economic Growth, Energy Consumption and Sustainable Development in Asia, IDEC Research Paper Series 1997-5
本藤祐樹, 内山洋司(1993), 火力発電プラントの環境コスト: NO_x, SO_x, CO₂ 対策の分析, 電力経済研究, No.32

図1 中国と日本のCO₂発生量とSO_x排出量



(注) SO_x排出量は、脱硫装置等による除去後の排出量である。
 (出所) 通商産業省ほか(1995), 日中共通分類: エネルギー消費・大気汚染分析用産業連関表[改訂版]

表1 中国のエネルギー・経済指標の成長率

| GDPについての計測単位 | 各指標の年平均成長率(1985年-1990年) | | |
|---------------|-------------------------|------------|--------|
| | 名目・ドル | 実質(PPP)・ドル | 名目・元 |
| 1人あたりGDP | 0.96% | 3.34% | 13.87% |
| エネルギー消費あたりGDP | -2.98% | -0.67% | 9.44% |
| 1人あたりエネルギー消費 | 4.07% | 4.04% | 4.04% |

(出所) 国際連合統計局(編)『国際連合世界人口年鑑』原書房, 各年版, IEA/OECD, Energy Statistics and Balances, 1996, Penn World Tables(<http://www.nber.org/pwt56.html>)などより作成。

図2 石炭投入係数の変化(1985年-1990年)

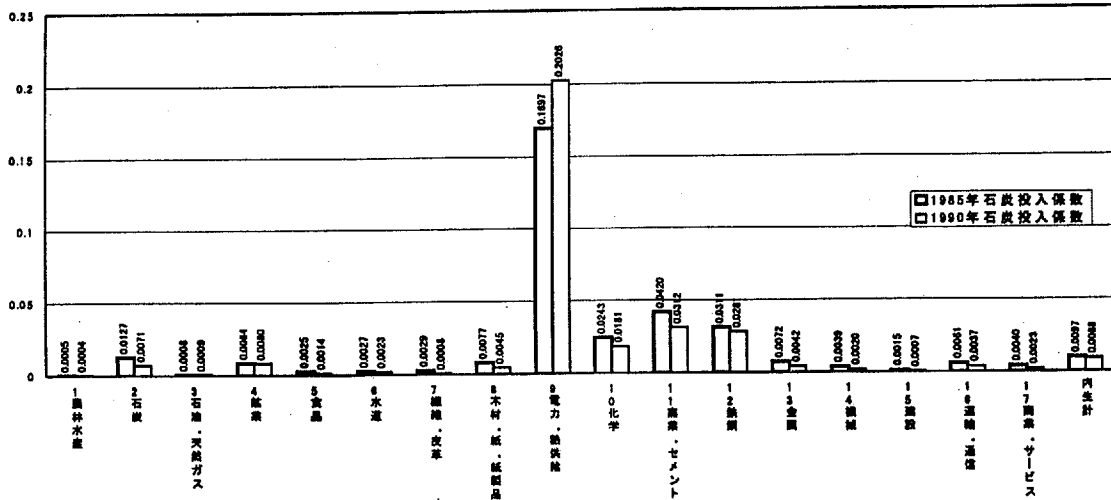


図3 石炭火力発電所のエネルギー効率改善による他産業部門への波及効果

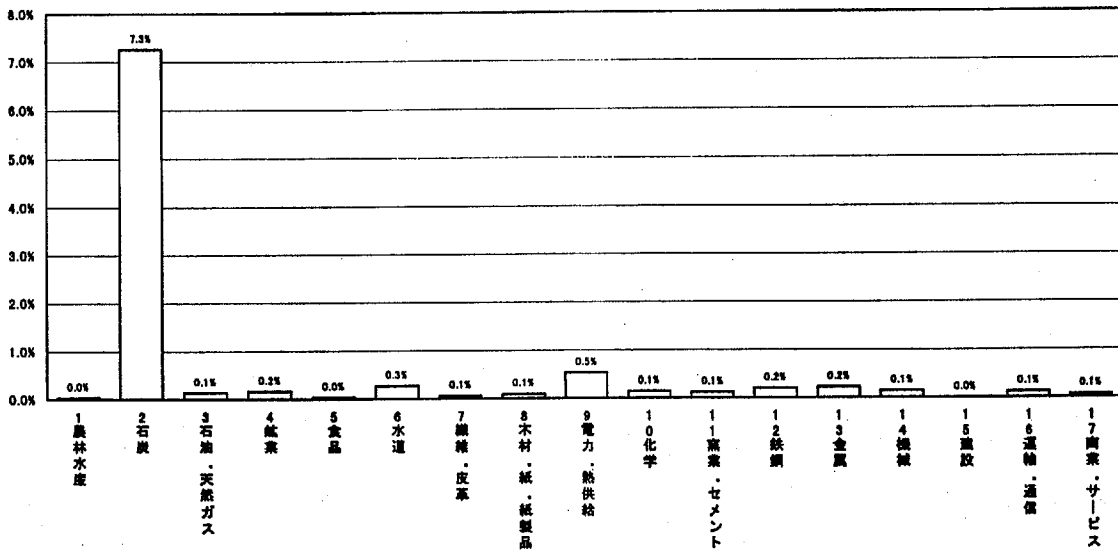
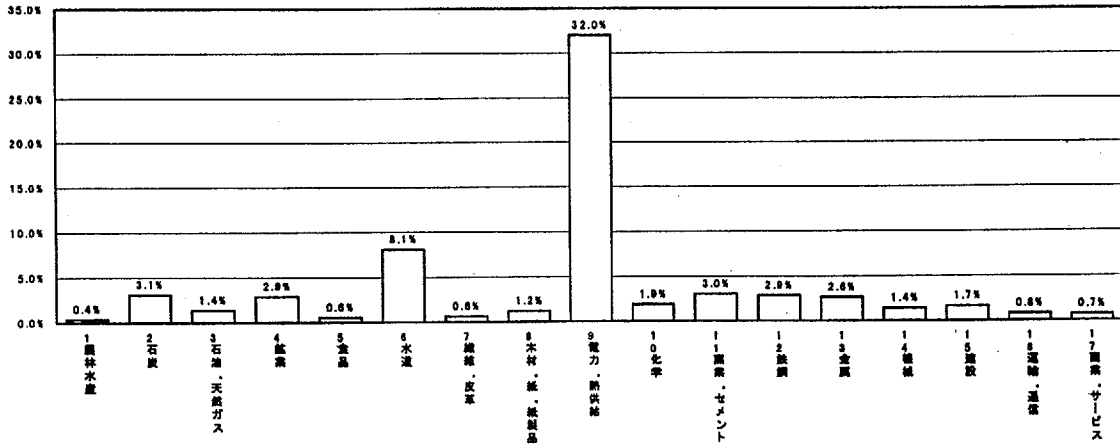


図4 発電コスト上昇の波及効果



第5章 中国の環境規制の現状考察：新たな制度設計へ向けて

金子由芳

1. はじめに

本報告では、まず以下2で日本で入手可能な情報に基づき、中国の現行の環境規制の特色を改めて整理することを目的とし、ことに直接規制の制度的限界、また直接規制と間接規制との関係に注目しつつ、問題点を指摘する。加えて3では、現行の環境被害救済制度に関する概観を行い、なかでもとくに民事訴訟を取り上げ、それが行政・企業に対策を迫る環境規制圧力として機能する可能性を検討する。最後に4では、現行制度の枠組みを越えた新たな環境規制手法の提案として、上海周辺地域の郷鎮企業を対象に日中双方の官民が関与しうる具体的な共同実施システムを考察する。

2. 現行の環境規制とその課題

2.1 排出基準の設定面の課題

2.1.1 環境規制の構造

1989年環境保護法の第9条によれば、国務院・環境保護行政主管部門が「国家環境質基準」を設定し、そこに定められていない項目につき省レベルの人民政府が「地方環境質基準」を設定できるとしている。さらに第10条によれば、国務院・環境保護行政主管部門が上記の国家環境質基準および経済・技術条件を勘案して「国家排出基準」を制定し、そこに定められていない項目につき、あるいは定められていてもより厳しい基準として、省レベルの人民政府は「地方排出基準」を設定できることになっている。下部法規（1987年大気汚染法等）も同構造を踏まえる。

このように、「環境質基準」を最終的な達成目標として掲げつつ、他方で目下の経済・技術条件に鑑みて現実的に達成可能な当面の法定基準として「排出基準」を設ける、段階主義的な環境規制の制度構造は、日本と同様である。また地方政府が環境質基準について（横出し基準は可能だが）上乘せ基準は設けられない規定となっている点、日本の環境行政の見解と近似し^(注1)、いっぽう排出基準について地方政府の横出し規制・上乘せ規制を肯定する点は、やはり日本で1970年の法改正以来、都道府県による上乘せ規制を明文で肯定するに至っている対応と共通する^(注2)。したがって少なくとも日本の制度構造につき問題となってきたと同様の議論、すなわち産業行政を環境行政に優位させがちな中央政府による国家環境質基準そのものの設定の甘さ、その環境質基準達成へ向けた排出基準の段階的

強化の遅れ、いっぽうそうした中央レベルの産業行政重視を市民生活環境重視の側から修正しようとする地方政府の権限の自由度、などが論点となろう。

2.1.2 設定水準の問題性

中国の国家環境質基準の水準は、必ずしも十分に厳格とはいえない。例えば大気環境質基準（1982年環境基準 GB3095-82）は3種類の基準（簡約すれば健康影響回避レベル、障害回避レベル、慢性疾患回避レベル）を設け、第1級の基準はたしかに日本の環境基準と大きく変わらない水準であるが、第二・第三級はかなり設定が緩い。しかも原則として第一級基準は中央政府自ら定める自然保護区・景勝地など（第一類地域）に適用されるのみであり、居住区や農村（第二類地域）には第二級基準が、都市部・工業地（第三類地域）には第三級基準が適用される。つまり現行の環境質基準の設定は、人間の居住生活地域では疾患等に陥らない程度において健康への悪影響を受忍させる発想に立ち、したがって国民は自然保護区へ退避しない限り良質な環境を享受できない仕組みである。

このように環境行政の理想というべき環境質基準じたいがある程度の健康被害を受忍させる思想に立つ以上、その枠内で法的遵守を強制する排出基準のレベルは、いっそう低いものとならざるを得ない。またかかる環境質基準達成をめざす排出基準の段階的強化も遅れる傾向にあり、例えば1973年公布の工業三廃（廃気）排出基準（試行）（GBJ4-73）は20年来改訂がない^(注3)。

2.1.3 上乘せ規制の可能性

以上のように中央政府が産業行政優位の基準設定を行う傾向は否定しがたいが、他方で地方政府がこれに対抗し、生活環境重視の規制強化を行うことは可能であろうか。まず環境質基準の設定については、地方政府の主体性は期待しがたい。たとえば大気環境質につき地方政府が第二類・第三類地域に第一級基準の適用を求めても、上述のように環境保護法が環境質基準の上乗せ規制を阻んでいるので権限はなく、中央政府に個別の例外認定を陳情するしか打つ手はあるまい。

いっぽう排出基準では上乘せ規制が許容されているので、（あくまで環境質基準の枠内ではあるが）地方政府のイニシアティブで規制強化を行う方途がある。都市や工業密集地域などではたとえ個別の排出主体が国家の一律の基準値に従っていても、総体としての環境質が劣悪化することは大いにありうるため、地域の実情に見合った排出基準の上乗せは不可欠であろう。なおこの際、上乘せ規制に際して客観的な実現目標を設定するべく、「総量規制」の併用が求められる^(注4)。

ところで排出基準の段階的引き上げに関して、地方行政レベルにおいても多種多様な産業を対象とする基準の一律引き上げが必ずしも容易でない状況が想定されるが、こうした

場合の方策として、日本の地方行政で効果の高かった「公害防止協定」が参考となろう。行政側が企業の実情に応じつつ個別に汚染防止の契約を結ぶもので、長期的には実質的な排出基準の引き上げに結びつける効果が期待される。なお公害防止協定の法的性格は、日本の判例・学説では行政契約と目される傾向にあり、違反の場合は行政訴訟（当事者訴訟）を通じた強制力が働くと考えられている。

2.2 汚染防止の実現手法－ 1 ：直接規制

2.2.1 排出基準の強制手段の欠如

上述のように排出基準の設定水準じたいが問題を含むが、地方政府の上乗せ規制が牽引する形で今後の改善が期待される。次なる問題は、こうした排出基準の遵守をいかに確保するかの実現手法である。

まずは、行政当局が排出基準の遵守状況を常時監視し、違反発覚の場合に罰金などの強制措置を課する直接規制の手法が考えられる。この点、環境保護法（35条－38条）は行政当局の監視活動等を阻む行為や汚染防止設備の不備などに罰金・営業停止などの厳罰を課し、行政強制色が躍如であるが、しかし肝心の排出基準の違反自体については、いわゆる「期限付き治理制度」による実施猶予を許し（29条）、猶予期間を過ぎても処置がとられない場合に初めて罰金・営業停止・閉鎖などの厳罰が課される仕組みである（39条、また大気汚染防止法 42 条、水汚染防止法 52 条）。しかもこの際、期限付き治理の要求対象となる「重大な汚染」（29条）の認定、猶予期間の設定、罰則の設定などは明確な基準のないまま各級人民政府の大幅な裁量に委ねられ、対策費の存否などを勘案しつつ事実上非常に緩慢な運用がなされている^(註5)。

つまり排出基準の違反に対してただちに罰則を適用する制度（直罰主義）ではなく、違反中の事例のなかでもとくに「重大な汚染」が見られるものが行政裁量によって選び出され、期限付きの対策義務が改めて課される仕組みである。端的に言って、排出基準そのものを法的に強制する制度を欠き、排出基準は拘束力のある遵守義務を伴う法規範ではないというべきである^(註6)。この点、日本法では 1970 年の法改正で基本的に直罰主義が導入され（大気汚染法 33 条の 2 等）、排出基準は明確に拘束力のある法規として存在しており、またこれとは別途、期限付き改善命令（大気汚染法 14 条など）があくまで排出基準以上の改善指導として行使される仕組みである。こうした比較の見地からしても、中国法が排出基準の強制適用に消極的な対応を否定しがたい。ただし中国の 1989 年水汚染防止法実施規則（9 条）は排出基準を期限付き治理制度の要求基準としている唯一の例と見られ^(註7)、この場合には排出基準は（やはり直罰主義ではないけれども）期限付き罰則猶予の対象たる義務の直接の根拠ということができる。

このように環境保護法が排出基準を強制適用しない態度、また曖昧な裁量主義のもとで

かつ「重大な汚染」に限って期限付き治理制度を適用する対応は、現行法の構造じたいが、行政当局に排出基準を強制適用する法的根拠を与えていないことを意味し、このことは郷鎮企業などが排出基準を軽視する風潮を生んでいる元凶というべきであろう。まさに立法意図自体が「有法不依、執法不嚴、違法不究」と称される現実を許容しているというべきである。産業行政意図を優位させる選択の表れと見られるが、産業配慮は上述のようにすでに環境質基準・排出基準の設定において加味されているのであるから、重ねてこれら基準の適用までも緩和する仕組みは不必要に制度構造を歪め、国民の遵法意識を害する結果に帰するばかりであろう。

なお昨今、新たな国务院規則によって汚染源たる郷鎮企業の大量閉鎖など厳格な汚染対策が推進されているというが^(註8)、本来そうした場渡り的な政令レベルの個別対応ではなく、環境保護法以下の立法制度そのものの構造改善によって、排出基準の直接強制手法を確立することこそ求められるといえよう。

2.2.2 計画原理か市場原理か

排出基準を直罰主義で強制する制度は、汚染防止を汚染者自身の費用負担で実施するよう制度的に強制する「直接規制」の典型例であり、もって汚染という外部効果が市場に内部化されるよう促進するものであるから（汚染防止コストが市場価格に転嫁されるので、企業は市場競争に生き残るべく更に効率的な汚染対策を探究する動機を与えられる）、市場原理に依拠した制度といえることができる。これに対して中国法が上記のように排出基準を強制する制度を欠く構造は、立法者が市場原理よりも、社会主義的な計画手段を通じた環境行政を重視していることを窺わせる。環境保護法が環境アセスメントの行政許可（13条）、汚染源たる企業に環境保護計画を策定させ（24条）、建設設計時点から汚染防止策を織り込む三同時政策をとり（26条1項）、汚染防止施設撤去の行政許可（26条2項）や汚染物排出の行政登録（27条）を要求するなどはいずれも、行政監督のもとで個別事業毎に計画的に汚染防止対策を実施する志向として理解することが可能である。

しかし現実問題として、社会主義市場経済の進展とともに国営企業の経営自主権拡大・所有転換、また郷鎮企業や私企業の発展が加速し、経済活動全般において行政の計画指導が行きとどく範囲はしだいに縮小傾向にあることは否定しがたい。事実、1990年時点で環境アセスの実施率は100%、三同時政策の実施率は97%であったが、1993年ではそれぞれ57%、85%に低下、地域によっては3割程度しか実施されていないという報告がある^(註9)。したがって環境行政において従来のように計画原理を重視し、市場原理に基づく直接規制を軽視する傾向を継続するかぎり、ますます環境問題の悪化を避けられない実態が認識されるべきであろう。

2.2.3 行政争訟の直接規制効果

排出基準を軸とする直接規制において、行政府の実施姿勢が消極的である場合、これに対して国民の側が司法的手段を通じて行政の実施強化を迫りうる制度の存在が重視されよう。行政争訟と総称すべき制度分野であり、中国法では 1989 年行政訴訟法、また 1990 年行政再議条例などがある。

中国の行政訴訟法は、受理範囲が狭い。すなわち日本の行政事件訴訟法の判例解釈と同様に、個別具体的な行政行為の違法から個人・法人を救済する手続きであるため（2条）、排出基準の設定水準の是非を争うような政策方針をめぐる訴えは、訴訟対象外として却下される（12条2号「行政法規・規則並びに行政機関が制定発布した普遍的拘束力を有する決定・命令」）。また訴訟対象となる侵害の範囲を狭く限定し（11条1項の限定列举、および2項による法律の明文の肯定ある場合のみ）、結果として、原告適格の根拠となる法的利益を狭義に解する日本の行政判例と同様、たとえば地域住民が公害企業の営業許可等めぐって取消訴訟を提起するといった事例を却下する傾向に帰結している^(註10)。

このように中国法は日本の判例の保守的な立法解釈と歩調を合わせるかのような立法内容だが、しかしこうした制度のもとでもなお環境行政訴訟に道を開く余地として、行政訴訟法第 11 条 1 項 5 号の「法定職責履行請求訴訟」の展開が見られる^(註11)。すなわちこれは公民・法人が行政機関に人身・財産権の保護を要求したが行政側が職責を果たさなかった場合をめぐる訴訟類型で、この際、中国の行政訴訟法（54条3項）が義務づけ訴訟を積極的に明文で肯定していることから、ひとたび法定職責履行請求訴訟が係属すれば、司法の場を通じた環境行政への重大な影響力行使が期待されうる^(註12)。

この訴訟類型をめぐる中国の判例の対応状況はなお錯綜していると見受けられる。例えばすでに期限付き治理制度を実施し排出基準を達成するに至った事業をめぐって、なお汚染被害が続いているとする住民側が行政当局に対策要求を行い、行政側が十分改善効果を挙げられなかった事例において、裁判所は法定職責履行請求訴訟の適格性を認めたのみならず、行政側に適切な対策を義務づける判決を行った例がある^(註13)。たしかに被害者救済的な柔軟性が評価されようが、しかし原告適格の判断における「人身・財産権の保護要求」が何を意味するか不明な訴訟要件審理の甘さ、また義務づけ判決というが汚染対策の権限を限られた下級行政部門につき具体的にいかなる作為義務が認定されたのか不明であるなど、曖昧な司法積極主義であり先例形成として有益とは見なしがたい^(註14)。今後は本訴訟類型が、原告住民・司法・行政がともに現実的な汚染防止実現をめざすための舞台として機能するよう、緻密な判例理論を積み上げていくことが大いに期待される。

2.3 汚染防止の実現手法－ 2 : 間接規制

2.3.1 直接規制と間接規制の関係

上記1. および2. で述べたように、排出基準を軸とする中国の現行の直接規制は厳格な強制を伴っているとは見づらく、いっぽうで社会主義市場経済の進行とともに計画指導の後退も否めない状況がある。こうしたなか、今後の可能な方向性として、一つには直接規制をより強化する選択があり、上述の行政訴訟などもその有効な側面的圧力として機能しうると期待されるが、これとは別の選択として、賦課金・補助金・排出量取引などのいわゆる「経済的手法」を用いた間接規制の方向性が論じられている。国際的にも直接規制と間接規制の効用を比較し、後者を優位と結論づける議論は枚挙に暇がない^(註15)。しかしながら間接規制の効果を絶大視し、結果として直接規制の適用を緩めることは以下の理由で危険であると考えられる。

まず、間接規制がより有効であるとする論議において、有効性の評価対象となっているのは「社会的費用の最小化」の観点であり、「汚染被害の最小化」ではないという点の確認が必要である。社会的費用とは汚染被害と汚染防止費用との合計であり、したがって社会的費用の最小化の結論が、汚染被害は減少しないが汚染防止費用を掛けずに済む状態に帰結する危険は大いにありうる。また間接規制論者は、一律の直接規制では汚染単位当たりの汚染防止費用の相違が度外視され、社会全体の汚染対策費用を節約できないと説くが、直接規制のもとでも地方政府レベルの産業別行政指導や公害防止協定などを通じてきめ細かい柔軟対応が可能のはずである。しかもそもそも環境行政の理想は、汚染防止費用を最大化してもなお汚染被害を最小化することをめざすべきではあるまいか。

また直接規制では排出基準以下の汚染は放置され市場に内部化されないと批判されるが、基準値を適切に強化することで汚染放置は減る。むしろ間接規制のほうが（賦課金の設定水準が低いなどの事情のもとで）単なる汚染免許料としてしか機能せず、全面的汚染放置に帰結する恐れが高い。直接規制の強制力こそ、少なくとも排出基準までの汚染防止費用を確実に市場に内部化し、汚染者負担原則（PPP）の貫徹につながると同時に、市場競争を通じてよりコスト節約的な環境対策の技術革新を促すというべきであろう。

また直接規制はモニタリングや罰則実施などで厳格な行政管理を必要とし、多大な行政コストを要するとされるが、間接規制においても賦課金の適正水準決定や徴収額算定のための複雑な情報収集に同様の多大な行政コストを要しよう。行政の管理能力が不足する場合に汚染防止効果が上がらない帰結は、いずれの場合も同様であると考えられる。

以上のように、間接規制が圧倒的に優れているという断定は得づらい。とくに汚染被害の内部化、汚染者負担原則の堅持といった環境行政の要請からして、間接規制に大幅に依拠することは危険であり、直接規制を維持しつつ間接規制で補完する制度選択が望まれると考えられる。

2.3.2 「排污費」の制度的意義

中国の間接規制に当たる制度として、排出基準違反の場合に超過部分に賦課金を課する

「基準超過排污費」（環境保護法 28 条、1982 年排污費徴収暫定弁法）が挙げられる。同制度は、複数汚染物質の超過があっても徴収額が最高になる一物質にしか賦課金を課さないこと、SO_x が対象からはずされていることなど、多くの制度設計上の問題を指摘されている^(註 16)。しかし最大の難点は、賦課金の設定が汚染防止費用に比べて低すぎ、汚染免許料を支払っているも同然と指摘される点であろう。つまり中国では排出基準が上記のように汚染防止対策を迫る直接規制として十分実施されず、代わって単なる汚染免許料の賦課基準にとどまっているというべきである。

こうした現状はいかに修正されるべきであろうか。この際、諸外国の制度例との比較が参考となる。中国と同様に直接規制（排出基準）と間接規制（賦課金）を併存させる制度例は多いが、そのうちドイツのように直接規制本体も独自に機能していながら、賦課金のインセンティブ機能によって排出基準以上の更なる汚染対策を促進する効果が見られる例があり、いっぽうフランスのように産業界の不満を体して直接規制の強制度が弱く、間接規制はあくまでこれを補完し排出基準を達成するに過ぎない制度例もあり、ここでは、賦課金は独自にインセンティブ機能を有しうる水準の百分の一ほどの低額に設定され、補助金とともに汚染対策に回される財源調達に役割が少なく、汚染者負担原則さえ曖昧となっている。他方、日本のように比較的lowめの排出基準を直接規制で達成したうえで、これとは別に 1970 年公害防止事業費負担法による原因企業負担金や 1973 年公害健康被害補償法による賦課金などによって、排出基準外の汚染防止・被害者救済の財源調達を行う制度例もある。

中国の排污費徴収を軸とする現行制度は、直接規制の脆弱さを間接規制が補完するフランスの例に近いと見られる。この際、たとえ排出基準達成という結論は同一であっても、直接規制であれば汚染企業自身が負担し市場で内部化されたはずの汚染対策費が、間接規制ではごく一部が賦課金で、残りは財政補助によって調達されるため、汚染者負担原則の後退を来すのみならず、企業自身が市場競争に晒され汚染対策技術の向上を図る契機が奪われると見るべきである。中国にとって排污費制度を継続するとしても、これを直接規制の代替物と考えるのではなく、今後はあくまで直接規制を前提とし、その貫徹を側面支援するインセンティブ機能をこそ期待すべきであろう。

3. 汚染被害救済制度とその課題

3.1 制度の構造

3.1.1 総論

日本の 1970 年前後以降の環境判例の展開に見るように、環境汚染被害を蒙った国民が汚染企業や行政の対応に絶望し、司法の場を通じて被害救済を迫る行動を開始したことは、

社会全体に環境問題の重大性を知らしめる大きな役割を果たした。のみならず、下級審を中心とする司法の側が緻密な判例理論を積み上げ、企業や行政を被告とする民事訴訟・刑事訴訟・行政訴訟で実際に勝訴判決を出していった事実は、企業や行政に汚染対策を迫る重要な圧力として機能した。

中国においても、上述のような環境規制の不徹底が被害を常態化させている現状のもと、被害者国民側が司法の場を通じて救済要求を開始する可能性は高く、結果、環境行政や企業の経営方針に対する圧力として機能することが考えられる。そうした事態は環境規制の質的向上のためにむしろ望まれることであるといえよう。以下では、現行の制度的枠組みのなかで、どのような救済制度が存在するか点検する。

3.1.2 民事責任

1986年公布の民法通則第6章・民事責任編では、故意・過失を伴う一般の不法行為責任を規定するが(106条中段)、これに加えて、環境保護法規に違反して他人に損害を与えた場合に、法律の規定に従い無過失責任を負うとする特別規定を置く(124条、106条後段)。いっぽう環境保護法(41条1項)は環境汚染により損害を与えた事業者に、原状回復義務と損害賠償義務を課しており、民法通則と読み合わせるかぎり、損害の立証があれば無過失責任を認定する制度といえることができる^(注17)。ただし当該制度のうち損害賠償義務の審査権は、環境行政当局(ないし地方人民政府)に与えられており、控訴段階ではじめて裁判所の所轄に移ることとされる(41条2項)。

以上を整理すれば民事責任の追及方法は、当初から裁判所において行う不法行為責任の追及、および環境保護法下の無過失責任追及による原状回復請求、ならびに行政当局を通じて行う環境保護法下の無過失責任追及による損害賠償請求の三者があるといえる。このうち不法行為責任の追及は被害者側に故意・過失などの難しい立証義務が課せられるが(ただし123条の高度危険物無過失責任に該当する余地あり)、司法による中立的判断を期待できる。いっぽう行政的紛争処理は、専門知識や監督権限を有する行政による迅速な事実認定が期待されるとはいえ、行政と企業との密接な関係に鑑みれば中立的判断に疑念が残る。後者は実質的には日本の公害紛争処理制度(公害対策基本法21条1項・公害紛争処理法)に該当する、調停主義的な機能を果たすものと想定される^(注18)。

3.1.3 国家賠償責任

日本では著名な水俣病裁判が1969年開始から約30年にわたって展開し、汚染の因果関係を争った第一段階、個別被害の因果関係を扱った第二段階を経て、90年代には国家賠償責任を問う第三段階に至ったと言われる。すなわち日本法のもとでは、国や県の環境規制権限不行使などの作為義務違反を理由に、国家の不法行為責任(国家賠償法1条によ

る故意・過失と違法性を立証)、あるいは工作物責任(同2条により瑕疵を立証)を追求する余地がある(註19)。

中国の1994年国家賠償法は、違法な行政権の行使により損害を蒙った場合の賠償請求に明示的根拠を与えている(2条)。しかし後続規定(3条・4条)で賠償対象となる損害が極めて狭義に列挙されており、身体・財産の侵害に関する一般規定(3条5号、4条4号)が存在するものの、どの程度柔軟に解釈されるか予断なしとしない。また行政行為の「違法性」について、日本の場合と同様、裁判所が法律の明文権限を越えて行政の作為義務を積極的に認定していくべきか否か(例えば排出基準を満たす企業の汚染事例につき排出基準の引き上げなどの法定外の規制強化をなすべき義務があるか否か)、立法・行政・司法の相互関係のあり方を含む困難な判断を要しよう。

3.1.4 刑事責任

日本の環境訴訟では、以上のような民事責任・国家賠償責任の追及と並行して、汚染企業の幹部や行政幹部(通産大臣や知事など)に対する刑事責任追及(業務上過失致死傷、殺人、殺人未遂)が問われる場合がある。このように個人が刑事責任を問われる傾向は、日本で一般に法人自体の刑事責任を追及できないためでもあるが、それ以上に、汚染被害の責任を問われるべきは法人自体のみならずそれを実際に動かしている幹部の人間であるという、原告側の怒りの表れともいうべきである。こうした個人刑事責任の追及は、企業経営や行政当局の方針決定権を有する幹部に社会的責任を意識させ、法人なる隠れ蓑の影で利益を享受し汚染を放置する態度を厳しく戒めるという意味で、実質的な環境規制の促進効果が期待される。

中国においても、民法通則(110条)が民事責任追及と並行した刑事責任追及の余地を明言し、また環境保護法(45条)は環境行政による職権濫用等が悪質な場合の刑事責任追及につき殊更に言及する。実際に環境関連で刑法がいかにか適用されていくか、今後の重要な研究事項の一つである。

3.2 民事責任の現状

3.2.1 過失主義の修正

損害賠償請求において、一般の不法行為責任を追及するには故意・過失の立証を要するが、中国では上述のように民法通則(124条)・環境保護法(41条1項)で全面的な無過失責任原則が確立していると考えられ、被害者側は損害の存在を立証するのみでよいことになる。ただし上述のように損害賠償請求は一義的に行政紛争処理手続に掛けることとなっており、行政部門がよほど重大な被害事例でないかぎり訴えを取り上げないという、産業

行政優位の運用を行う余地なしとせず、懸念される。

ところで、現在の日本の環境判例の傾向もほぼ無過失責任に近いというべきだが、日本ではここに至るまでに慎重な判例の積み上げがあったことは言及に値する。日本憲法（29条）は私的財産権（営業の自由を含意）を保障しているため、環境判例はあくまで過失主義（故意・過失なくして責任を問われない営業の自由の制度的保障）を前提としつつ、徐々に過失認定の緩和を行ない（受忍限度を越えた加害に違法を認定し、かかる違法を回避すべき義務の違反をもって過失を認定する）、一部の法改正（1972年の大気汚染防止法 25条・水質汚濁防止法 19条改正が人身の被害に限って無過失責任主義を明文化）につながった。このように、日本の判例は一見保守的で慎重な対応をとりつつも、環境被害救済を可能にする方向で論理的に明確な判例理論の形成に努めており、それだけに一度確立された理論は容易に後退しない被害者救済の砦となる。この点、中国は立法で一挙に被害者配慮の理想を掲げつつ、個別事例において多様な例外運用を行う傾向を否定できず、より慎重な判例理論の積み上げが求められる。

3.2.2 因果関係の推定

故意・過失の立証が免れても、原告側はなお損害を証明し、かつその損害が汚染に由来するという因果関係を立証しなければならない。因果関係の立証は困難な科学的知見を伴うことが多く、原告側の能力を超えるため、日本の環境判例ではその立証義務を緩和すべく、いわゆる蓋然性説（汚染物質の到達と被害の多発を立証すれば因果関係が推定され、被告側が反証しないかぎり因果関係が確定する）を採用する傾向がある。

中国においても、判例が因果関係の推定法理を採用しているという解説もあるが、実際には裁判所に厳格な法理の意識はなくむしろ迅速な被害者救済のために因果関係の立証を軽視しているのみであるとする指摘もある^(註20)。また同様に中国の裁判実務における被害者救済志向の表れとして、本来は原告側が義務を負うべき因果関係の立証を、職権探知主義によって代行し、あるいは一種の挙証責任の転換を実施する（被告に職権で資料提出命令を発して被告が十分対応しなかった場合に因果関係の反証不能とみなして立証を擬制する）などの傾向が指摘されている^(註21)。

これらの傾向について、被害者救済的な個別柔軟対応として評価する見方もあろうが、しかしこの対症療法に終始することなく、より論理的な判例の積み上げを通じて演繹的な理論を構築することこそ、司法を通じた被害者救済制度全般の整備・強化につながると期待される。

3.2.3 救済方法の問題性

民法通則（134条）や環境保護法（41条）は被害救済方法として、損害賠償のみならず

妨害排除・原状回復を挙げる点前述のとおりだが、実際の環境訴訟において圧倒的に後者の請求が多いという^(注22)。こうした汚染防止要求の強さを受けてか、裁判や行政紛争処理において、損害賠償とあわせて必ずといってよく操業停止・原状回復が命令される傾向にあるといい^(注23)、一見、被害の拡大阻止に資する厳しい措置であるように見える。

しかしながらいっぽうで損害賠償額の認定は極度に低いといい^(注24)、結果として判決には、汚染者に汚染対策を強制するインセンティブ効果を期待できない。むしろ汚染者が自由に汚染を垂れ流しつつ十分に操業利益を享受し終えたころ、最終的に我慢の限度を超えた住民提訴が起り、汚染者は判決に応じて使い尽くした操業設備を放棄する、という消極的対応を助長し、環境規制効果に逆行する恐れがあるというべきである。

このように司法を通じた被害救済において、いかに訴訟要件に柔軟性が見られ有罪判決が出やすい制度構造があるとはいえ、結果としての判決内容が汚染企業保護主義的なものであれば、前述の直接規制の不足や排污費水準の不適切と同様、環境規制としての的確な機能を期待しえない。この点、日本の判例が被害者救済の砦として消極的な環境行政に改善を迫り、のみならず企業の環境対策技術の向上を促し、結局はその後の工業技術高度化の推進に役だった実例が改めて学ばれるべきである。

4. 結びに代えて：新たな環境規制「クリーン開発メカニズム」の提案

4.1 共同実施の意義

以上に概観したように、中国の環境規制においては直接規制・間接規制ともに産業振興目的が優位し基準値の設定・運用が不十分な傾向があり、また主に司法の場を通じた環境被害救済制度についても、行政や産業界に環境対策を迫る圧力手段として十分機能するに至っていない。こうした現状を持続的成長論などの理想に基づき批判することは容易であるが、しかし現実問題として、高度成長期の日本自身に見られたように環境行政が産業行政に劣後しがちな傾向は、一朝一夕に改革しうるものでない。ことに行政・司法・大企業が密接な関係にある中国の現行体制のもとでは、環境行政の優位は一層期待しにくい。したがって産業行政優位の現実をいたずらに批判するのではなく、むしろそれを前提としながら、そこに新たな改革への枠組みを挿入していく改良主義的な方向が期待される。

そのような枠組みの一例として、ここでは本研究会の主たるテーマでもある上海地域の排気問題の関連で、かつ中国が世界的に注目を浴びているCO₂削減問題を取り上げ、以下の図1で示されるような、日中の官民が協力し合うクリーン開発メカニズムを提案したい。これは従来、地球温暖化防止をめざす1992年の気候変動枠組条約の具体化をめぐる、「共同実施」の問題として議論されてきたアイデアで、端的にいうと、先進国の政府・企業が途上国で具体的なCO₂削減プロジェクトを実施した場合、これを当該先進国政府・企業自身の気候変動枠組条約下の削減数量目標にカウントできるという制度である。先般の

京都会議（COP-3）の議定書（12 条）でクリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism、以下 CDM と略す）なる新たな名称が付されるに至ったものである。

CO₂削減問題で両国が協力する意義は双方にとって大きい。まず日本は京都会議で1990年水準からの6%の削減目標を付されているが（現時点ですでに1990年水準から8%以上増加しているので実質的には14%強の削減を要する）、図2に見るように日本はすでにかなりCO₂抑制的な経済構造を有しているの、この状況からさらに削減することは事実上かなり難しい^(注25)。そこでもし中国でCO₂削減プロジェクトを実施しこれをCDMとして自国削減分として計算しうるならば、非常に有利である。いっぽう中国は図2・図3に見るように燃料利用効率が悪く世界第二位のCO₂排出国として批判を浴びており、上記条約のもとで削減義務を課されていないとはいえ、国際的な批判のもとにある。またCO₂削減は地球温暖化を云々する以前に、燃料効率の高い省エネ型の産業基盤整備の契機となり、国内エネルギー問題に貢献するとともに、設備近代化を通じてSOx・NOxを含む環境汚染全般の改善にもつながろう。

4.2 削減量割当のメカニズム

では具体的にどのようなメカニズムが可能か。まずは対象事業として中小の郷鎮企業に注目したい。国有企業などの大企業は補助金やODA支援などの恩恵に浴しうるが、郷鎮企業はこうした支援とは縁遠く、古い設備を抱えたまま設備更新のきっかけを有しない。事実、郷鎮企業は汚染垂れ流しの元凶として批判が強く、設備近代化を支援する意義は高い。なお対象企業は、上海行政側のイニシアティブで将来性が見込まれる産業分野から、しっかりした経営意欲のある企業体を公募（例：自己負担額の競争入札）で選出するものとし、またプロジェクト予算の範囲内で複数企業を対象とする。

日本側からの協力の第一はCO₂削減型の機器・技術の提供であり、そのコスト負担は、図1の例のように、輸出企業・ODA・大学・NPOなど日本側主体と、輸入者である郷鎮企業とがそれぞれ合意された負担率で分配しあう。この協力によって郷鎮企業は単独ではおよそ手の届かない高度な近代化設備・技術の移転を受けることができ、環境対策のみならず工業技術面の向上にも大いに役立つ。いっぽうで協力の第二は、日本側の地方自治体（広島県・市）やNGOによる上海行政側への環境行政ノウハウの移転であり、具体的には自治体ならではの総量規制の手法を含む公害防止条例の制定・運用、また公害防止協定の運用などの貴重な実務知識である。かかるノウハウの移転にも当然コストが伴うが、それらは無償で提供され、その代わり提供者側の負担として記録される。

最終的に、以上の負担総額に占めるそれぞれの主体の寄与率が計算され、これらの寄与率を実際に実現したCO₂削減量に乗ずることによって、各主体のCO₂削減量割当が決定するものとする。その結果、日本の輸出企業や政府ODAは自らのCO₂削減量割当を気候変動枠組条約下の削減分として認定申請することになる。

4.3 地域的排出量取引との連動

ところで本 CDM スキームでは、中国の郷鎮企業はいつさい資金負担をせず設備更新を実現する道もあるが、しかし無償でもらったものは大事にされないのが常であり、技術移転を遅らせ CO₂削減効果を減ずるおそれがある。そこで図 1 の例のように郷鎮企業みずからにも敢えて精一杯の費用負担を行わせることで、真摯な技術移転を促す必要がある。この際、郷鎮企業の一部負担を促すためのインセンティブとして、本 CDM スキームの実施と時を合わせて、上海地域で CO₂に関する「排出量取引」を実施し、両者のスキームを連動させる方策が有効であろう。

すなわち上海地域において CO₂排出につき、(図 1 の例での広島市等の技術協力に基づき)適切な総量規制を設ける^(注 26)。さらにこの総量規制を実現する手段として、条例によって業種・事業規模に応じた排出量基準(燃料使用量で算定)を設定したうえ、排出単位量証券を発行し、その取引を自由化する^(注 27)。監視措置としては、企業の年次財務諸表の行政報告時点(1993 年会社法 174 条)や抜き打ちのサンプルチェックの際に、現下の燃料使用量が保有する排出単位量証券の総額の範囲内であるかいなかを審査することで十分であろう。この際の違反に対する罰金を通じて、制度運営に伴う行政コストを賄うことが有益であろう^(注 28)。

こうした排出量取引制度が確立すると、図 1 の例の郷鎮企業は、機器・技術導入において自ら一部負担を行うことで、それに応じて最終的に CO₂削減量割当を受けることができ、これを排出量取引市場で販売することができる。さらに図 1 の例で、広島県等・大学・NPO・NGO などの他の参加主体も自己の CO₂削減量割当を有しているわけであるが、郷鎮企業が自ら負担を行い積極的に努めている場合には、これらの割当を無償提供しうるものとするれば、郷鎮企業はさらに排出権取引市場で販売する枠が増えるわけで、努力インセンティブは一層増すであろう。

4.4 CDM スキームの拡大

CDM はいまだ国際的にも形成過程の議論であり、前述の京都会議議定書でも今後の会合で具体的な仕組みを検討する合意がなされたばかりである(12 条 7 項)。ことに CDM に企業が参加しうるか否か、先進国と途上国間でいかに削減量を分配し合うか、また CDM は事前の認定を受ける(certified)必要があるが、いかなる機関が認定を実施し、参加当事者はいかなる認定コスト負担を迫られるか、など制度の細部はなおまったく不透明である(注 27)。しかし当制度は 2000 年から利用可能とされ、2007 年までに実施された CDM の実績は後日 2008 年から開始する CO₂削減目標実施において加算されうることになるのであるから、早急に制度細部の詰めが必要となっている。

この際、発言権の強い一部の欧米先進国や中南米諸国が制度内容を決定していくまえに、アジア地域においても実験的な事例を積み上げ、参加主体すべてにとって平等に有益なスキームの研究を進める意義は大きいと考えられる。そのために日中の官民が多様な事例に取り組む主体性が求められる。また CO₂削減についての実験は、その他の環境汚染対策にも活かすうる多くの経験を含みうるであろう。

<注記>

- 注1：東京・大阪など公害集中地域において独自の条例で上乗せ環境基準を設定しているが、環境基準は科学的知見により全国一律に設定されるべきとする政府側から批判を浴びてきた（原田尚彦『環境法』（弘文堂）第三章など）。また1992年環境基本法（36条）も同旨。
- 注2：1970年の大気汚染法4条、水質汚濁法3条3項の改正。ただしSO_x規制は対象から意図的に外されている。
- 注3：耽順・段匡「中国の環境法と行政制度」（作本直行・野村好弘編「発展途上国の環境法—東アジア」アジア経済研究所、1993所収）p.112-114。
- 注4：中島正博「中国の環境管理制度と大気汚染対策」（広島国際研究第三巻、1997）によれば上海・広州など15都市で総量規制と排出権取引の併用を実験中という。なお以下IVで後述。
- 注5：片岡直樹「中国の公害問題に対する法制度」早稲田大学比較法学31巻1号。胡保林『中国環境保護法的基本制度』中国環境科学出版社、1994、p.88。
- 注6：なお排出基準を法規範と解する立場もあるが（胡保林ほか編『環境行政法』中国人事出版社、1993）、立法上これを強制実施する根拠を欠く以上、排出基準は事実上プログラム規定として存在しているに過ぎないと考えられる。なお環境訴訟においても、排出基準の単独の法規範性は期待されていないと見られる（後述のように無過失責任主義であり損害の立証があれば成立するので、過失・違法性の認定に排出基準違反が拘わることもない）。
- 注7：前掲注5・片岡論文p.330。
- 注8：陳立民・第3回APEC研究センター・日本コンソーシアム研究集会シンポジウム（1998年12月13日）における報告。
- 注9：浅野直人「経済改革のもとでの中国の環境法の動向」ジュリストNo.1061、1995。
- 注10：日本の環境判例は環境権や公共信託説などの主張を実体的権利として認めない方向にある。したがって明文の根拠なきかぎり原告側は「反射的利益」を有するに過ぎず原告適格を欠くとして却下される。
- 注11：前掲・片岡論文p.340以降。
- 注12：中国が義務づけ判決や職責履行判決に積極的である背景を三権分立と異なる「議行合一」原則から説明する例として、葉陵陵『中国行政訴訟制度の特質』（中央大学出版部、1998）p.305-314。なお日本では行政事件訴訟法3条が周知のように無名抗告訴訟の余地を含むと解されつつも、司法が行政に積極的行政命令を下すこととなる「義務づけ訴訟」や「予防（差し止め）訴訟」は現実には肯定される傾向にない。
- 注13：片岡直樹『中国環境汚染防治法の研究』第7章。
- 注14：前掲注12・葉陵陵の指摘のように、三権分立思想に基づき司法による過剰な行政審査を戒める日本の傾向と異なり、中国では行政と司法が密接な関係にあって柔軟な被害救済を志向する傾向がある点は賞賛に値するが、しかし柔軟な救済といえども判例理論として精緻化されなければ、個別の対症療法に終始し、以後の類似被害の発生を戒め、救済の砦として機能することが難しいはずである。
- 注15：例えばOECD, "Economic Instruments for Environmental Protection," 1989。
- 注16：前掲注4・中島論文によれば、SO_xを対象とする排污費賦課はごく一部の都市で実施されているに過ぎない。

- 注 17：前掲注 3 耽順・段匡論文 p.86。
- 注 18：片岡直樹「中国の環境汚染賠償紛争解決における行政部門の役割」久留米大学法学第 21 号、1994。
- 注 19：ただし最近の判例は「法律による行政」原則を重視し、法律に明文規定のない行政の作為義務を容易に認めない傾向にある。詳細につき宇賀克也「水俣病に関する国家賠償責任」ジュリスト No.1001、1992 など。
- 注 20：前掲・耽・段論文 p.96。
- 注 21：前掲・耽・段論文 p.99。
- 注 22：前掲・耽・段論文 p.92 は 1983 年の重慶市では 6 割強が侵害停止請求であったとする。
- 注 23：前掲・耽・段論文 p.100。
- 注 24：前掲・耽・段論文 p.88。損害の範囲認定が厳しいことに加えて、裁判所の鑑定基準が低く、慰謝料が認められていないようである。
- 注 25：原子力発電 20 基の新設を要するという政府試算もあり、国民の批判を呼んでいる。
- 注 26：一般に総量規制には工場密集地域などの汚染地帯で個別企業が排出基準を守っていてもなお加功しあって被害が発生してしまう事態を防止する機能が期待され、上海のような高度成長中の地域には不可欠の規制というべきである。日本では自治体レベルに経験が蓄積されており、技術移転の対象となろう。ただし総量規制は個別企業への割当問題やモニタリングなどの実施方法に困難を含み、日本でも SOx や NOx などに限られた規制実績があるに過ぎない。この点、排出量取引の導入によって総量規制の実施上の課題が解消する可能性が期待され、両国自治体共同で実験を進める意義は、双方にとって有益と考えられる。
- 注 27：参考として大塚直「排出権取引と共同実施」（ジュリスト No.1130、1998）など。なお排出量取引は汚染密集地域の総量規制実現手段としては有効であろうが、しかしいっぽうで、より広域で実施される場合、工場地帯の企業が広域から広く排出枠を買い取り汚染を拡大する可能性があり、結果として逆に汚染密集地域を形成する危険が認識されねばならない。さらに現在気候変動枠組条約のもとで議論されているごときグローバルな排出量取引は、国内環境規制の厳しい国から緩い国へと排出枠が流動し、規制の緩い国ほど企業活動が集中する現象を招く弊害があり、ひいては企業投資を勧誘したい国家がいっそう規制を緩めるという「環境ダンピング」が引き起こされる。また排出枠を買い占めた企業が市場独占を実現する危険も大きい。このように排出量取引は万能ではなく、あくまで環境汚染防止という本来の政策目的に立ち返って、その効用を冷静に見極める研究・実験が必要とされよう。
- 注 28：前掲注 4・中島論文は、上海市環境保護条例（31 条・32 条）により上海地域に総量規制・排出権取引の実験例があるとするが、モニタリングの不備などの問題があり、有効な制度実施手法は今後の研究課題であると見る。

図1：クリーン環境メカニズムの例

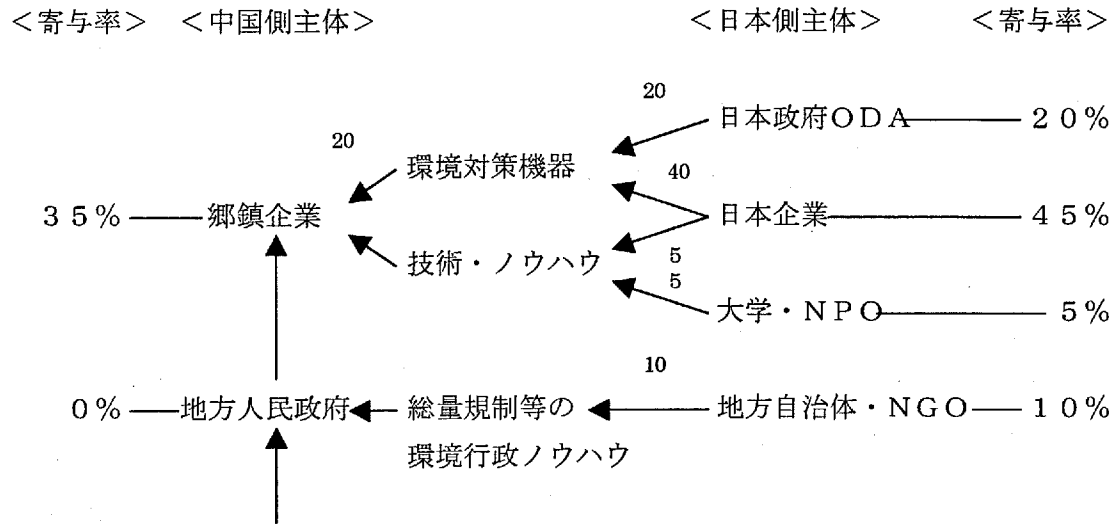
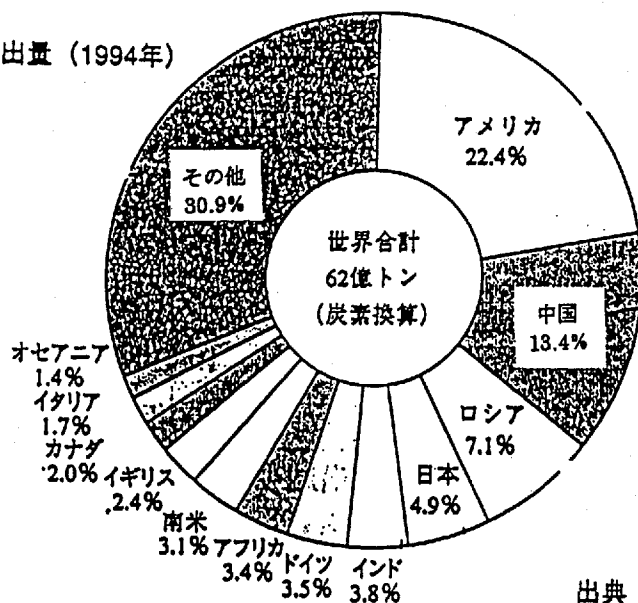


図 2

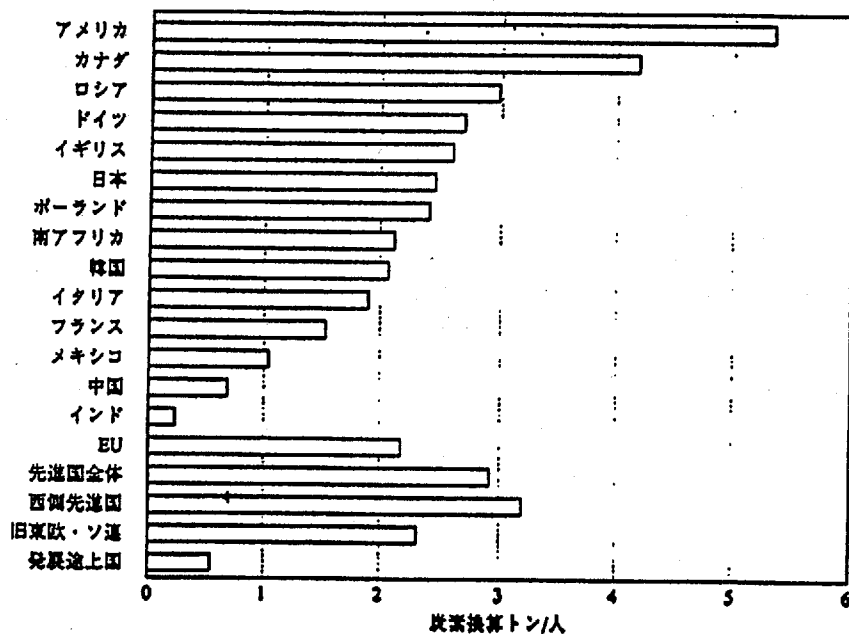
世界のCO₂排出量 (1994年)



出典：オークリッジ国立研究所 (米国)

図 3

各国の一人当たりCO₂排出量 (1994年)



第6章 自動車排出ガスによる大気汚染の防止対策 —日本の経験—

浜渦 哲雄

1. はじめに

ガソリンとディーゼル油を燃料とする自動車は大衆の空間移動の自由を革命的に変えた輸送手段である。自動車の利便性は大きく、どの国においても所得の増加とともに保有台数は増加し、世界の自動車保有台数は1995年において6億7000万台（推定）に上っている。自動車は高い利便性の反面において、化石燃料を消費しながら走るため、騒音と大気汚染問題を引き起こす。

自動車はCO（一酸化炭素）、HC（炭化水素）、SO_x（硫黄酸化物）、NO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）、CO₂（二酸化炭素）、Pb（鉛）などの有害物質の主要排出源の一つである。とくにCOは大部分が自動車の走行によるものである。先進国、発展途上国を問わず自動車の保有台数の増加は交通渋滞を引き起こし、自動車輸送は都市の大気汚染の原因となっている。（第1表参照）自動車の大気汚染源としての特徴は排出源の多さと移動性にある。そのため、工場のような固定発生源に比べて対策が難しい面がある。

自動車の排出ガス対策は一般的にいえば、1) 自動車に排出物削減装置を設置する、2) 燃料性状の改良、3) 道路上の車の流れをよくするように道路を整備する、4) 自動車の整備状況の管理、5) 自動車台数の制限——などである。自動車の排出物削減装置が効果的に作動するためには、燃料のガソリン、ディーゼル油の品質改善（脱硫、無鉛化など）を必要とし、自動車産業だけではできない。石油精製業との産業間協力が不可欠である。

自動車の走行による大気汚染がさまざまな健康被害の原因であることは大気汚染地域の疫学的調査によって解明されている。速やかな対策がとられない場合、健康被害によってもたらされる社会的、経済的損失は計り知れないほど大きい。世界銀行の環境に関する報告書 Clean Water, Blue Skies (Washington D.C.,1997), Phasing Out Lead from Gasoline; Worldwide Experience and Policy Implication (Washington D.C.,1998)は健康被害とそれによってもたらされる社会的、経済的損失をクローズアップ、対策の遅延に対して間接的に警告を発している。先進国の経験からして自動車の走行による大気汚染の軽減は技術的にも経済的にも可能であり、段階的な改善は発展途上国においても実現できるであろう。日本は大気汚染の改善、とくに硫黄酸化物の削減では世界的に見ても成功した国の一つである。

2. モータリゼーションの普及

第二次大戦前にモータリゼーションが普及していたのはアメリカだけであった。西ヨーロッパ諸国では戦後50年代から、日本では60年代からモータリゼーションが始まった。したがって、日本は先進国の中ではモータリゼーションの時代を迎えるのが遅く、自動車公害を経験するのも遅かった。

日本は自動車の走行による大気汚染問題よりも早く、工場の排煙による深刻な大気汚染

を経験した。日本経済は第二次世界大戦で大きな打撃を受けたが、50年代初には工業生産が戦前のレベルに回復し、工場の煤煙による大気汚染が社会問題になった。日本はエネルギー源として国産炭の使用を奨励したため、煤煙・降塵問題が代表的な大気汚染であった。それに対応するため、国レベルでの最初の大気汚染規制法、「煤煙規制法」が1962（昭和37）年12月に施行された。この段階ではまだモータリゼーションは普及し始めたばかりで自動車公害は限られていたため、同法は自動車については細かい規定をしておらず、訓示規定にとどめている。

60年代にはいると工場、発電所のエネルギー源は石炭から石油への転換、すなわち流体革命が急速にすみ、国内炭の産出量は1962年をピークに減少の一途を辿った。石油による石炭代替、電気集塵機の導入などによって煤煙・降塵は相当に軽減されたが、石油使用の増加による硫黄酸化物、窒素酸化物の排出が増加した。硫黄酸化物の主たる排出源は工場であり、とくに石油を多量に消費する川崎、四日市などの工業地帯の大気汚染はひどく、住民に健康被害（気管支系疾患）が発生した。これらの地域では住民が大気汚染物質排出源の企業を相手に健康被害に対する補償を求める裁判を起こし、勝訴した。住民の勝訴によって日本における「汚染者負担の原則」が確立した。

工場地域における大気汚染問題とほぼ同じ時期に交通量の多い大都市において自動車走行による公害がクローズアップされるようになった。自動車走行による大気汚染の防止では自動車先進国のアメリカが先行しているのでその動きから見ていく。地形・気候の関係で大気汚染に敏感なカリフォルニア州は1960年に自動車を対象とした自動車汚染防止法を制定した。1963年には全国を対象とした大気浄化法（Clean Air Act）が制定され、カリフォルニア州とニューヨーク州ではHC規制のためのブローバイガス（ピストンとシリンダーの隙間からクランクケースを経由して外部に漏れるガス）規制が導入された。その後、1965年に大気清浄法に自動車汚染法が追加された。そして、1971年12月31日当時としては世界で最も厳しい排ガス基準を設けた「1970年改正大気浄化法」（いわゆるマスキー法）がアメリカ議会を通過した。この法律の施行は1975年で施行まで4年間の猶予期間があった。アメリカ世界最大の自動車市場であるため、自動車輸出国はこの基準をクリアする自動車を製造せざるを得ず、この法律が先進国における排出ガス基準の指標になった。

3. 排出ガス規制

日本における自動車排出ガス規制に向けての努力は60年代に始まった（1）。行政管理庁は1963年12月、「公害防止に関する行政観察結果（勧告）」を公表し、そこで自動車排出ガス規制の必要性を指摘した。1964年になるとその動きは加速、具体化した。1964年3月、運輸相の諮問機関である「交通基本問題調査会」は①排気ガス発散防止装置の開発、②車両構造の改善、③良質燃料の使用、④整備の徹底——などを答申した。この答申を受けて、運輸省は同年8月に「自動車排気有害ガス防止対策長期計画」を策定し、1966年2月から3月にかけて、自動車工業会に実施計画を提示した。自動車メーカーの団体である自動車工業会の方も自動車排ガス対策の必要性を認識し、1964年8月「日本における自動車と大気汚染問題の懇談会」を開催した。そして、自動車工業会は1966年6月、大気汚染・排出ガス問題の調査研究のため、アメリカへ「自動車問題公害調査団」を派遣した。調査団は約1

ヵ月間にわたってアメリカの関係官庁、自動車メーカー、大学の研究所などを訪問し、調査を行った。自動車メーカーの中には独自の調査団をアメリカに派遣し、調査するところもあった。

自動車メーカー各社はこの調査成果を踏まえて、1996年12月、①ブローバイガス防止装置の開発を1966年末までに行う、②排出ガス防止装置の実用品の開発を1967年度末までに行うことを申し合わせた。また同月、メーカー各社は政府の派遣する「自動車産業使節団」に加わり、アメリカの自動車安全規則などについても調査した。運輸省は1966年7月、「自動車の有害排気ガスの排出基準」に関する通達を出し、9月1日以降の新型車でガソリン自動車（軽自動車を除く）に対し、走行規制を行い、4モード測定・運転時のCOの最高濃度を3%以下とした（継続生産車は1967年9月から）。こうして日本における最初の自動車排出ガス基準が設定され、1969年9月には規制値が2.5%に強化された。

1968年には自動車排出ガス中のCO規制を盛り込んだ「大気汚染防止法」が制定された。1970年8月にはアイドル規制が導入され、同年9月にはHC対策としてブローバイガス還元装置取り付けが義務づけられた。1972年7月にはHC対策として燃料蒸発ガス発生装置の取り付けが義務づけられた。1973年から試験方法が変更され、4モードから10モード方式に代わり、規制値もCO18.4%（最高26.0%）に、1975年4月からはCO₂7%（最高2.1%）と強化された。

4. 触媒コンバーターの開発

日本の自動車排出ガス規制を大きく前進させたのは1971年12月31日に成立したアメリカの「1970年改正大気浄化法」（いわゆるマスキー法）であった。マスキー法は1975年以降、CO、HC、NO_xの90%（NO_xは1976年以降）削減を課す、きわめて厳しいものであった。法律制定当時この基準をクリアーできる自動車を生産できるメーカーはアメリカにも日本にもなかった。マスキー法の基準をクリアーできなければ世界最大の自動車市場に参入できないため、世界の自動車メーカーは生き残りをかけて低公害車の開発を始めた。日本でもアメリカのマスキー法の成立を受けて、環境庁は1972年12月、それまでのCO規制に、10モード測定によるHC、NO_xを加えた「昭和48（1973）年度排ガス規制基準」を告示した。中央公害対策審議会は1972年、1975（50）年度および1976（51）年度の規制目標値を答申した。環境庁はこの答申に基づいて1974年1月、「50年度排出ガス規制基準」を告示した。

この規制値はCOを2.10g/km、HCを0.25g/km、NO_xを1.2g/kmに低減するもので、48年度規制に比べるとCOとHCは1/10、NO_xは約1/2となっていた。自動車メーカー各社はこの基準値のクリアーを目指して懸命の開発努力をした。（第2表参照）

CO、HCとNO_xでは発生メカニズムが異なるため、3物質を同時に除去することは容易ではなかった（第1図参照）。3物質の発生状況は燃料が完全に燃焼するに必要な空気と燃料の混合比である空燃比によって異なった。ガソリン・エンジンの空燃比は8-18である。第2図のように、COとHCの発生量は空燃比16付近で最も少ないが、燃料がよく燃えるため、空気中の窒素が酸化され、NO_xはこの付近で最も多くなる。逆に空燃比を下げると窒素は少なくなるが、COとHCが多くなるというトレード・オフの関係にある。ディ

一ゼル・エンジンの空燃比は 20-180 でガソリン・エンジンよりも大きい。空燃比が大きいことは酸素の供給が大きいこと、すなわちよく燃焼することを意味する。ディーゼルエンジンでは炭化水素、一酸化炭素がほとんど燃焼し問題にならない。

CO、HC と NO_x では除去法が異なる。CO は不完全燃焼によって発生するのでこれを酸化させて無害な炭酸ガス (CO₂) に変え、HC は未燃焼の混合ガスであるため、水蒸気 (H₂O) と CO₂ にかえられる。一方、NO は空気中の窒素 (N₂) と酸素が反応して発生するため、除去するには逆に還元することによって N₂ と O₂ に戻せばよい。したがって、CO、HC、NO_x の 3 物質を同時に除去するには、CO と HC を酸化させ、NO_x を還元するという相異なる処理を同時にしなければならない。

この問題を一気に解決したのが三元触媒の開発であった。三元触媒は CO と HC を白金とパラジウムで酸化させ、NO_x をロジウムで還元する仕組みになっていた。その詳細は次のようなものであった。

「還元を担当するロジウムを触媒として炭化水素と一酸化炭素が NO_x から酸素を奪い、NO_x を無害な窒素 (N₂) に変える。同時に NO_x から奪った酸素で炭化水素、一酸化炭素は無害な H₂O と CO₂ に変わる。また炭化水素、一酸化炭素は酸化を担当する成分を触媒として排気ガスに含まれる酸素と結合して H₂O と CO₂ になる。三つの有害物質の間で酸素をやりとりすることで無害化すると同時に、酸化触媒の部分でも炭化水素と一酸化炭素を無害化するのである。ただし還元機能は酸素濃度が濃くなると極端に落ち、酸化能力は酸素濃度が薄くなると極端に落ちる。三元触媒が有効に機能するのは一定の空燃比の範囲内 (ウィンドウ) だけなのである。この範囲内なら規制物質の八割以上が除去できる。このため、三元触媒のシステムは排出ガス中の酸素濃度をセンサーを使って検出し、空燃比がこの狭いウィンドウに入るように燃料や空気量の細かな制御を行っている」(2)。(第3図参照)

三元触媒の効率はセンサー、すなわち電子制御技術によるところが大きいので電子技術の進歩とともに上がっている。チップの容量は 8 ビットから始まり 16 ビットにアップ、現在は 32 ビットが出ており、処理スピードも上がっている。

三元触媒の開発には時間を要したが、三元触媒は比較的安価でありながらきわめて効率的に CO、HC、NO_x の 3 物質を除去する。三元触媒は大型ボイラーに設置する排煙脱硫装置に匹敵する排気ガス除去効果を上げた。アメリカについて自動車排出物 (CO、NO_x、VOC=揮発性有機化合物、PM、SO₂) をマスキー法実施前の 1970 年と実施後の 1994 年を比較してみるならば、第 4 図のように、人口、自動車保有台数、GDP ともに増加しているにもかかわらず、排出物は NO_x を除いてすべて減少している。規制の効果、すなわち三元触媒の効果は顕著である。

それでは排出基準の強化に伴ってどれだけのコストアップになったかについての権威ある数字はないが、第 3 表のような試算がある。この試算によれば、1981 年の 1 マイル当たりの排出基準 (HC₀. 41g, CO₃. 4g, NO_x1. 0g) をクリアーするのに必要な初期コストは 350 ドルである。自動車の購入者はそれだけの経費を負担させられた (第 3 表参照)。日本では低公害車は未対策車に比べて 10%程度コストアップになった。これは先進国の自動車ユーザーが十分に負担できる金額であり、三元触媒は急速に普及した。

5. 鉛害と無鉛化

5.1 鉛の健康被害への影響

ガソリンへの鉛添加はガソリンのオクタン価を高めてノッキングを防止、エンジン・パフォーマンスをよくするため、1930年代から行われた。鉛はエンジン・バルブ・シートを円滑にするので、自動車メーカーは低品位のソフト・メタルバルブに使用できた。鉛にはこのような効用がある一方、ガソリン自動車は大気中に多量の鉛を排出するため、鉛毒が明らかになるにつれて、それによる健康被害への関心が高まった。

多くの都市で鉛環境汚染の最大の原因は自動車走行で、大気に排出される鉛の90%以上にのぼることが多い。ガソリンに添加される鉛の量、交通量、交通パターンが大気中の鉛の量と強い関係を持っていることが明らかにされている。鉛は土壌中に蓄積され、飲料水を汚染、食物連鎖の中に入り込み、長期間のうちに摂取し、暴露されることになる。

鉛の健康被害として小児の脳の発達への影響と大人の場合、高血圧、極度の緊張による心臓マヒ、早死があげられている。低濃度の鉛が健康に与える悪影響については1970年代になるまでよく分からなかったが、アメリカのNational Academy of Scienceの研究によって鉛が小児の精神的、肉体的発達を遅らせることが明らかにされた(3)。その結果、医学的に危険とされる量が以下のように引き下げられた。

| | |
|---------|---------------|
| 1975年以前 | 60 μ g/dl |
| 1975年 | 30 μ g/dl |
| 1985年 | 25 μ g/dl |
| 1991年 | 10 μ g/dl |

アメリカの研究によって自動車用のガソリンの量と国民の血液中の鉛のレベルの間にきわめて密接な関係があることが明らかにされた。1日当たりガソリンの鉛100tの使用はアメリカ人の血中鉛量が2.1 μ g/dl増加するとされている。(第5図参照)

ガソリンからの鉛追放には加鉛なしでもエンジンがノッキングしない、比較的高オクタン成分を持つガソリンを製造するしかない。鉛の段階的削減あるいは無鉛化には製油所と石油流通業界の新規設備投資が必要なので、石油業界の協力が不可欠である。

製油所は無鉛ガソリンをつくるには、鉛なしにガソリンのオクタン価を高めるアルキレーション、ポリマライゼーション、オキシゼーションなどの装置が必要である。旧式のススキミング・リファイナリーにはこれらの設備の増設のための追加投資が必要になるが、新しい転換応力の高いリファイナリーは新規投資が少なく済み、無鉛ガソリンの製造コストも安い。ドイツの例では、近代的製油所での有鉛(0.15g/l)と無鉛ガソリンのコスト差は0.01セント/l、旧式製油所では0.03セント/lといった推定がある。

5.2 日本の無鉛化の経験

日本では自動車の走行による鉛公害問題がマスコミで大々的に取り上げられ、それが鉛追放の推進力になり、世界でももっと早くガソリンの全面無鉛化に踏み切った。

その発端は、公害に対する国民の関心が高まっている最中の1970年5月22日、東京の文京医療生活協同組合医師団が住民の集団検診をもとに、「東京都新宿区の牛込柳長の交差点付近において、鉛公害が発生している」と発表したことであった。しかも同医師団はその原因はハイオクタン・ガソリンに添加されているアルキル鉛による鉛化合物であろうと指摘した。後にこの因果関係は否定されはしたが、マスコミがこの問題を連日取り上げたことにより、鉛公害に対する国民の関心がいやが上にも高まり、関係官庁、自動車メーカー、製油所は鉛問題に取り組まざるを得なかった。

通産省はこの問題に素早く反応、6月2日、「自動車ガソリンによる鉛害の防止について」という通達を出し、ハイオクタン・ガソリンについては7月1日までに加鉛量を半減し、またレギュラー・ガソリン以上の加鉛を禁止した。この通達により自動車ガソリン全体の加鉛量は4分の1程度減少することが予想された。自動車メーカーもガソリン中の鉛は自動車排ガスを除去する触媒の能力を低下させることから鉛の除去を迫られ、その時には石油業界と協同して鉛除去について検討を始めていた。通産省の通達がでたことから取り組みは加速され、無鉛ガソリン・エンジンの開発に乗り出し、成功した。1972年4月から「無鉛ガソリン適合車」が生産されるようになった。しかし、すでに販売され、使用されている有鉛ガソリン使用車が約900万台あったため、1977年まで有鉛ガソリンも販売された。レギュラー・ガソリンの無鉛化は1975年2月から実施された。

日本の石油業界は自動車燃料の品質改善に膨大な設備投資を行った。石油連盟の推計によれば、第6表のように、1970年以来重油脱硫約5,000億円、ガソリン無鉛化約3,000億円、軽油低硫黄化約2,000億円、ベンゼン低減化約2,000億円の投資を行っている。(第5表参照)

世界銀行の技術報告書によれば、日本は鉛除去の取り組みが最も早く、ガソリンの全面無鉛化を実施した国と評価されている。鉛除去の二大要因は①鉛による健康被害の防止、②CO、HC、NO_x除去のための三元触媒の効果をあげる必要——であった。これは無鉛化を実現した国に共通する要因でもあった。

第6表は世界の有鉛ガソリン使用状況を示したものである。高濃度有鉛ガソリン使用国の大部分が発展途上国である。発展途上国は一般に製油所の精製設備の構造が単純で無鉛ガソリンを精製するには新規設備投資が必要である。その資金が調達できなければ無鉛化は進められず、三元触媒の導入もできないということになる。(第6表参照)

世界銀行の技術報告書は、無鉛ガソリンを作れない途上国に対して、無鉛ガソリンを輸入、有鉛ガソリンとブレンドすることを進めている。これは鉛の段階的削減のための一つの選択である。

5.3 今後の方向 —CO₂の削減—

自動車の排ガス対策は世界的にCO、HC、SO_x、NO_xの削減におかれてきた。CO₂は従来、規制の対象外であったが、CO₂が地球温暖化の原因として注目されるようになってから自動車の排出するCO₂の削減が現実の問題になってきた。1997年12月、京都で開催された気候変動枠組条約締約国会議(COP3)において、温暖化ガス削減に関する合意ができ、日本は温暖化ガス(CO₂換算)の排出量を1990年のレベルから2008年から2012年の5年間の平均

で6%削減することになった。日本のCO₂排出量はG7の中ではアメリカに次いで多いが、1人当たりあるいはGDP単位当たりでは他の国より20~30%少ない。換言すれば他の国に比べてエネルギー利用効率が高く、CO₂削減余地が乏しく、これ以上削減する場合にはそのコストが高くなる。技術的ブレークスルーでもない限り削減は容易ではない。自動車はCO₂の主要排出源の一つで、日本で排出されるCO₂の約20%が自動車に起因するものである。1995年において約5800万トン(炭素換算)のCO₂が自動車から排出されており、対策を講じない場合には2010年の排出量は8100トンにのぼるとの試算もある。同じ試算によれば対策を講じれば6800万トンに抑制することが可能である(4)。

自動車の排出CO₂抑制にはガソリン、軽油の消費を抑えるしかない。自動車保有台数が増え続けるとすれば、当面は自動車の燃費をよくし、将来的には燃料電池のようなCO₂を排出しない方式を採用することである。日本の自動車メーカーはCO₂抑制のため、さまざまなLEV(低公害車)を市場に投入している。低公害車の主力は直噴式エンジンであるが、これによって燃料効率が20~30%アップする。直噴式エンジンは直噴ポンプが高価であるため、値上げしない場合は他の箇所でもコストを下げて吸収する必要がある。直噴式は現在はガソリンエンジンだけであるが、将来はディーゼルエンジンも直噴式に向かうと予想されている。ハイブリッド車は高燃費車であるが、同じサイズのガソリン車に比べてまだ相対的に割高である。

IEA(国際エネルギー機関)は省エネと温暖化防止のため、21世紀にはディーゼル車が増加すると予測している。ディーゼルエンジンの弱点はNO_xとPMを多く排出することである。ディーゼル・エンジンはガソリン・エンジンに比べてNO_xの低減が難しい。日本はディーゼル車のNO_xの削減に力を入れ、ガソリン車に近いレベルにまで削減することに成功した。しかし、日本は欧米のようにPMの削減に力を入れなかったため、見た目には汚い排出ガス(黒煙)の削減が遅れをとった。

ディーゼル車は、従来黒煙濃度の規制だけであったが、今後はNO_x、PM規制が加わるので新たな努力を要求されている。PMを80%程度除去する装置(DPF)はまだ大型バスで400万円と高価であり、引き下げが必要である。

注記

- (1) 本章は主として岡野行秀監修、日本自動車産業史(1988年、日本自動車工業界)、第8章第1節によった。
- (2) 三崎浩士、エコカーは未来を救えるか(1988年、ダイヤモンド社)、pp.58-59
- (3) Michael P. Walsh, Motor Vehicle Pollution Control in Kuala Lumpur(1996, Ministry of Science, Technology and Environment), p.7
- (4) Japan automobile Institute(ed.), Environment and Energy Policies on Automobiles in Japan(1999, Tokyo), p.21

第1表 大気質基準

| 大気質基準 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO= mg/m^3 を除く) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-----------------|--------|-------|-----------------|--------|-------|--------|--------|----------------|-------|--------|--------|
| | CO | | NO ₂ | | | SO ₂ | | | SPM | | O ₃ | | Pb | |
| | 8 hr. | 1 hr. | Annual | 24 hr. | 1 hr. | Annual | 24 hr. | 1 hr. | Annual | 24 hr. | 8 hr. | 1 hr. | Annual | 24 hr. |
| WHO | 10 | 30 | | 150 | 400 | 50 | 125 | 350 | | 120 | 100 | 150 | 0.5 | |
| USA | 10 | 40 | 100 | | | 80 | 365 | | 50* | 150* | | 235 | 1.5** | |
| Japan | 22.8 | | | 80 | | | 107 | 267 | | 100 | | 118 | | 0.1 |
| Germany | | 30 | 80 | | 200 | 140 | | 400 | 100 | | | | 2 | |
| Italy | | | 50 | | 200 | 40 | 100 | | 40 | 100 | | | | |
| Netherlands | 6 | 40 | | | 175 | | 500 | 830 | | 150 | | 120 | 0.5 | 2 |
| Canada | 6 | 15 | 60 | 200 | 400 | 30 | 150 | 450 | 60 | 120 | 30 | 100 | | |
| Taiwan | | 22.9 | | 100 | | 133 | 267 | | 240 | | | | | |
| Thailand | 20 | 50 | | | | 100 | 300 | | 100 | 330 | | | | 10 |

*USA SPM standards are for PM10, others are for TSP, **Quarterly Average

(出所) Michael P. Walsh (1996), Motor Vehicle Pollution Control in Kuala Lumpur, p.10.

第2表 乗用車排出ガス規制の経緯* (ガソリン・LPG車)

| モード | 成分 | 1973 | 1975 | 1976 | 1978 | 2000 |
|------------|-----------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|
| 10M(g/km) | CO | 26.0(18.4)注1 | 2.70(2.10) | ← | ← | 1.27(0.67) |
| | HC | 3.80(2.94)注1 | 0.39(0.25) | ← | ← | 0.17(0.08) |
| | NO _x | 3.00(2.18)注1 | 1.60(1.20) | 0.84(0.60)注2 | 0.48(0.25) | 0.17(0.08) |
| 11M(g/テスト) | CO | | 85.0(60.0) | ← | ← | 31.1(19.0) |
| | HC | | 9.50(7.00) | ← | ← | 4.42(2.20) |
| | N _x | | 11.0(9.00) | ← | 6.00(4.40) | 2.50(1.40) |

(注)*4サイクル車、()内は ガソリン・LPG車。

1 LPGは10M、CO 18.0(10.4)、HC 3.20(2.34)、NO_x 3.00(2.19)

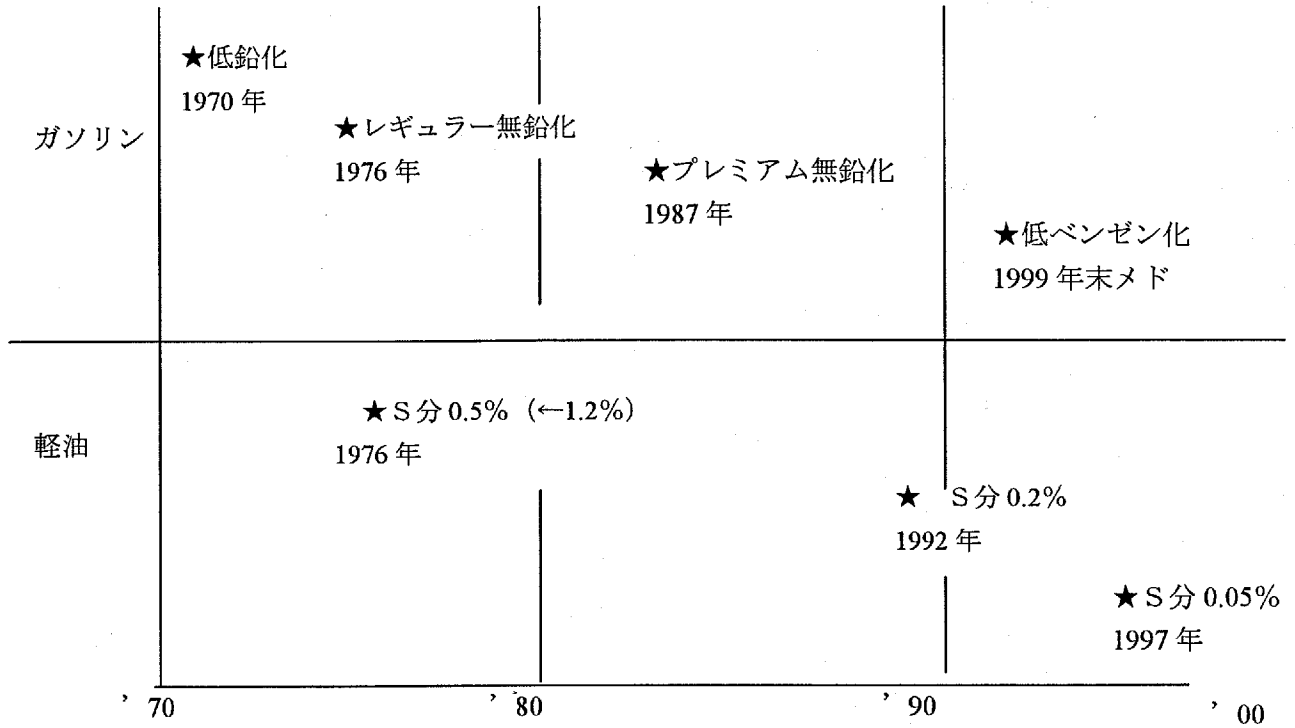
2 EIW1t超えのもの NO_x 10M 1.20(0.85)、11M 9.00(7.00)

第3表 アメリカの自動車排出基準と初期経費(g/マイル)

| モデル年 | 排出基準 | 初期コスト増加 |
|---------|-----------------------|------------|
| | HC/CO/NO _x | (1981年米ドル) |
| 1968-69 | 5.9/50.8/なし | 30 |
| 1970-71 | 3.9/33.3/なし | 50 |
| 1972 | 3.0/28.8/なし | 70 |
| 1973-74 | 3.0/28.0/3.1 | 100 |
| 1975-76 | 1.5/15.0/3.1 | 150 |
| 1977-79 | 1.5/15.0/2.0 | 175 |
| 1980 | 0.41/7.0/2.0 | 225 |
| 1981 | 0.41/3.4/1.0 | 350 |

(出所) Michael P. Walsh (1996), Motor Vehicle Pollution Control in Kuala Lumpur, p.45.

第4表 自動車燃料品質対策の推移



(出所) 石油連盟資料より作成。

第5表 環境対策と設備投資額

| | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|---|------|------|------|------|
| 重油脱硫 約 5,000 億円 | | | | |
| ガソリン無鉛化 約 3,000 億円 | | | | |
| 軽油低硫黄化 約 2,000 億円 | | | | |
| ベンゼン低減化 約 2,000 億円 | | | | |
| 四日市公害訴訟判決 (1967年～1972年) | | | | |
| 牛込柳町事件 (1970年) | | | | |
| 自動車排気ガス規制 (1978年) | | | | |
| 環境庁設置 (1971年) | | | | |
| ディーゼル排ガス規制 (短期 1993年) (長期 1997～1999年) | | | | |
| ベンゼン環境基準設定 (1996～2000年) | | | | |
| 軽油の超低硫黄化 (今後の検討課題) | | | | |

(出所) 石油連盟作成

第6表 世界のガソリンの鉛含有量

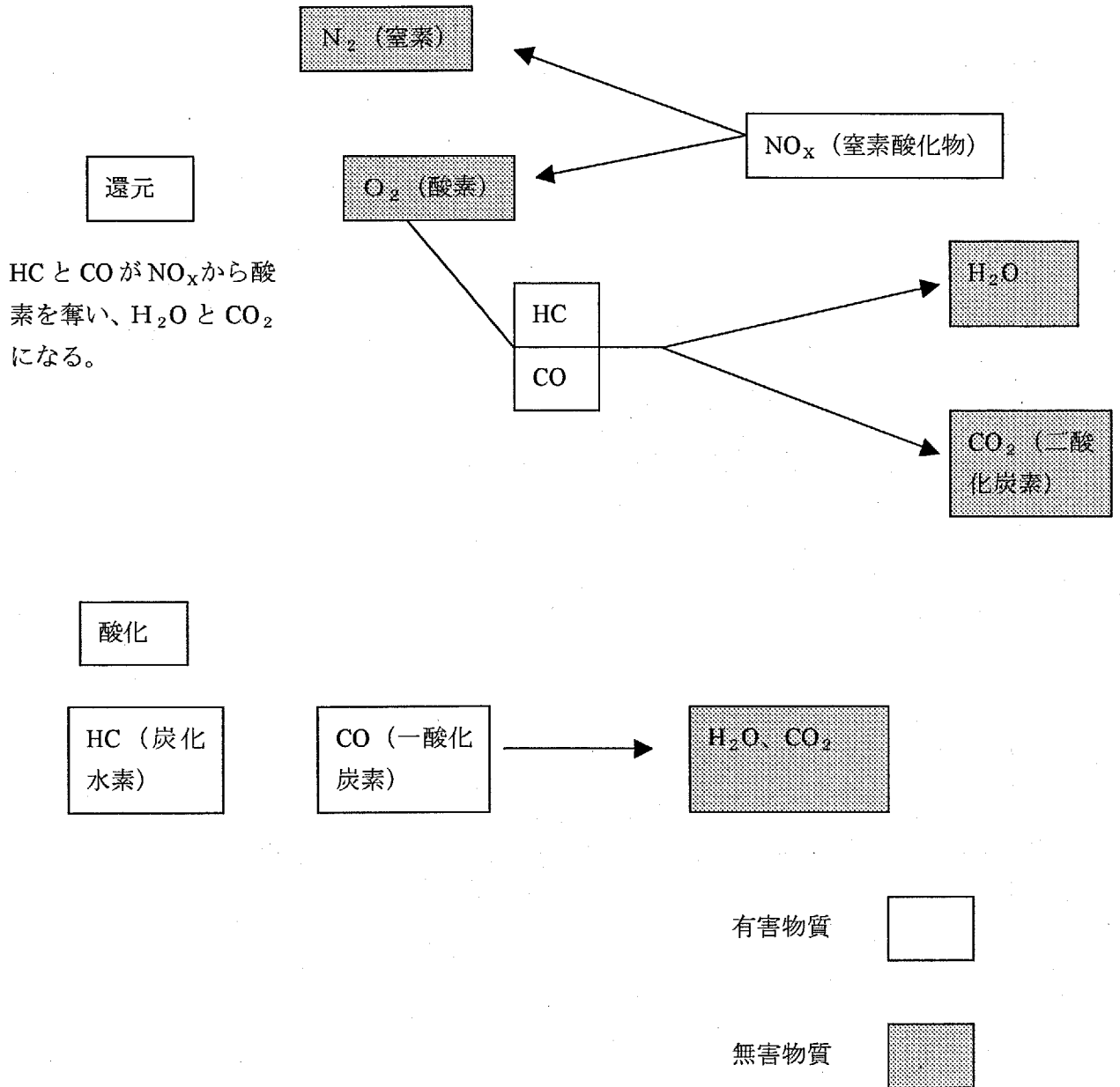
| Maximum Allowed Lead In Gasoline | Market Share of Unleaded Gasoline | | |
|-------------------------------------|---|---|--|
| | Low(0-30%) | Medium(30-70%) | High(70-100%) |
| Low(<0.15g/l) | Bulgaria,Cyprus,Israel,Philippines,Spain | Brunei,France,Hungary,Ireland,Italy,Malaysia,Poland,Portugal,Singapore,Taiwan(China),United Kingdom | Argentina,Austria,Belgium,Bermuda,Brazil,Canada,Colombia,CostaRica,Denmark,ElSalvador,Finland,Germany,Guatemala,Honduras,HongKong,Ireland,Japan,Luxembourg,Netherlands,Nicaragua,Norway,Slovakrepublic,Sweden,Switzerland,Thailand,United States |
| Medium (0.15-0.40g/l) | Bahrain,Egypt,Iran,Ivory Coast,Jordan,Kenya,Lao PDR,Mauritania,Mauritius,Namibia,Paraguay,Qatar,SaudiArabia,SriLanka,South Africa,Turkey,UnitedArabEmirates,Uruguay,Vietnam | Australia,Ecuador,Greece,Mexico,Russian Federation | |
| High(>0.40g/l) | Algeria,Angola,Bangladesh,Benin,Botswana,BurkinaFaso,Burundi,Cameroon,Chad,China,Croatia,Cuba,Ethiopia,Gabon,Ghana,India,Jamaica,Kuwait,Lebanon,Liberia,Libya,Madagascar,Malawi,Mali,NewZealand,Niger,Nigeria,Oman,Pakistan,Panama,Peru,Romania,Senegal,Syria,V | | |

Notes: Countries in italics have phased out lead completely.

Based on 1993-96 data.

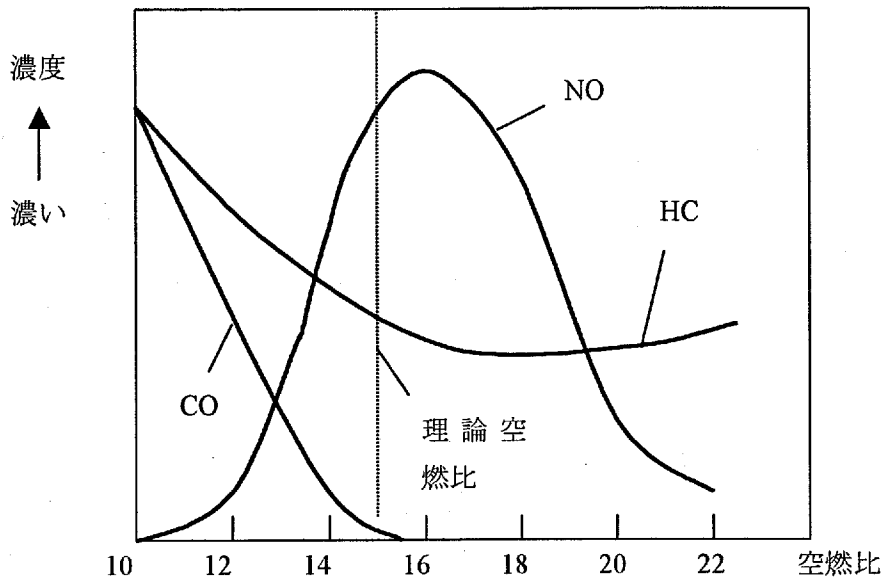
Sources: Alconsult, 1996; Octel, 1994; Walsh, 1996a; World Bank reports.

第1図 三元触媒の原理

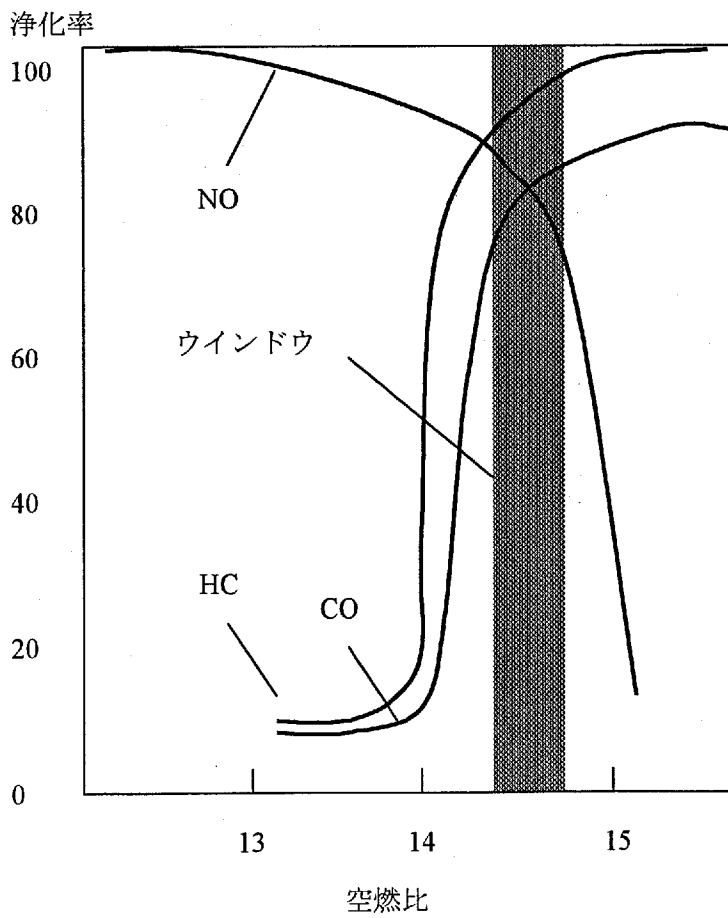


(出所) 三崎 (1988) より作成。

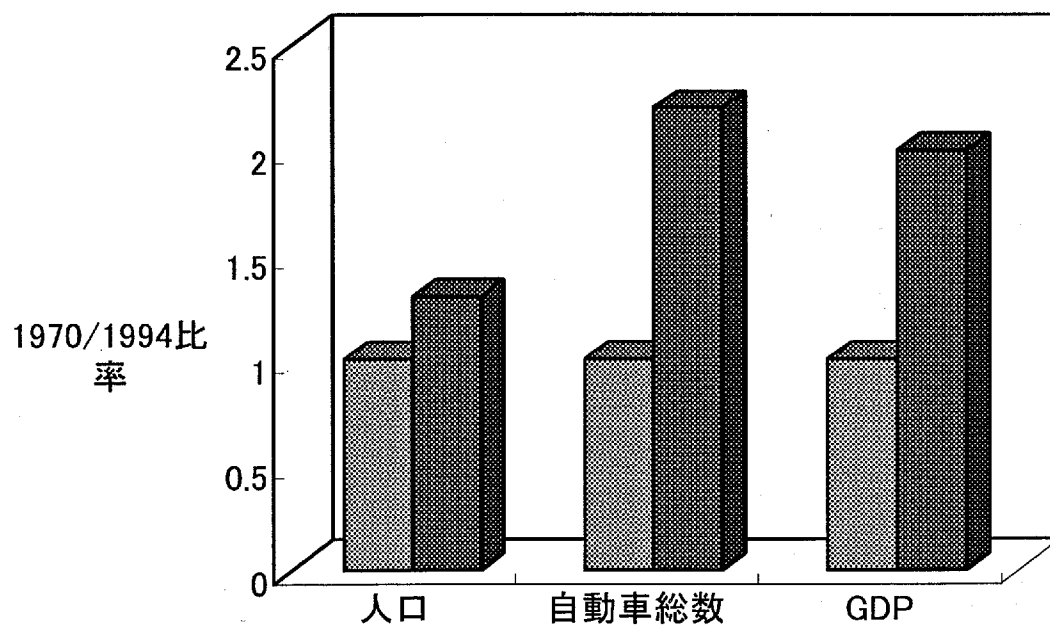
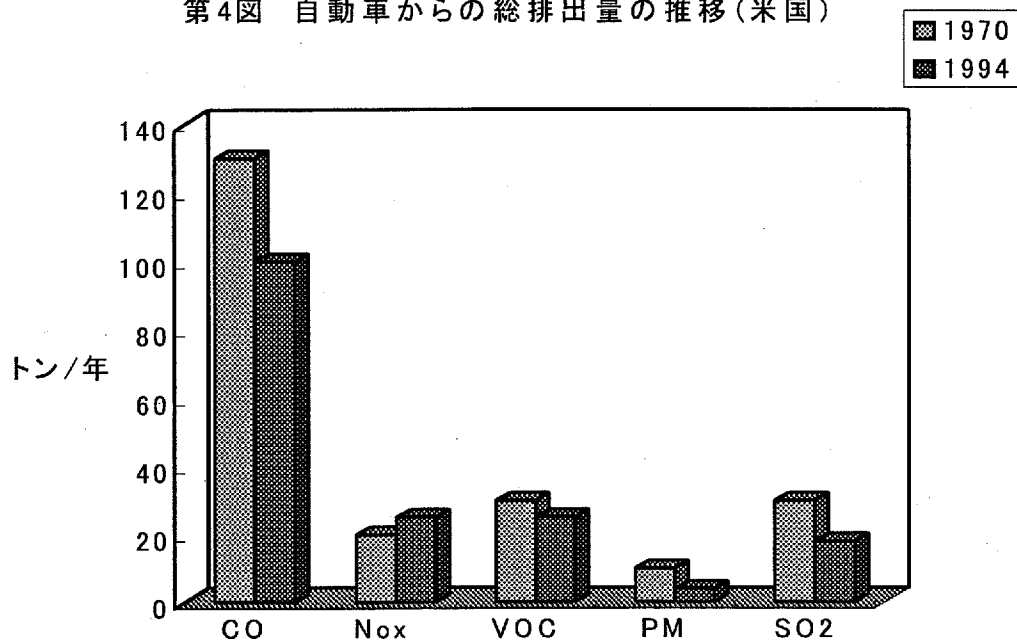
第2図 ガソリンエンジンの排気ガス



第3図 三元触媒の浄化率

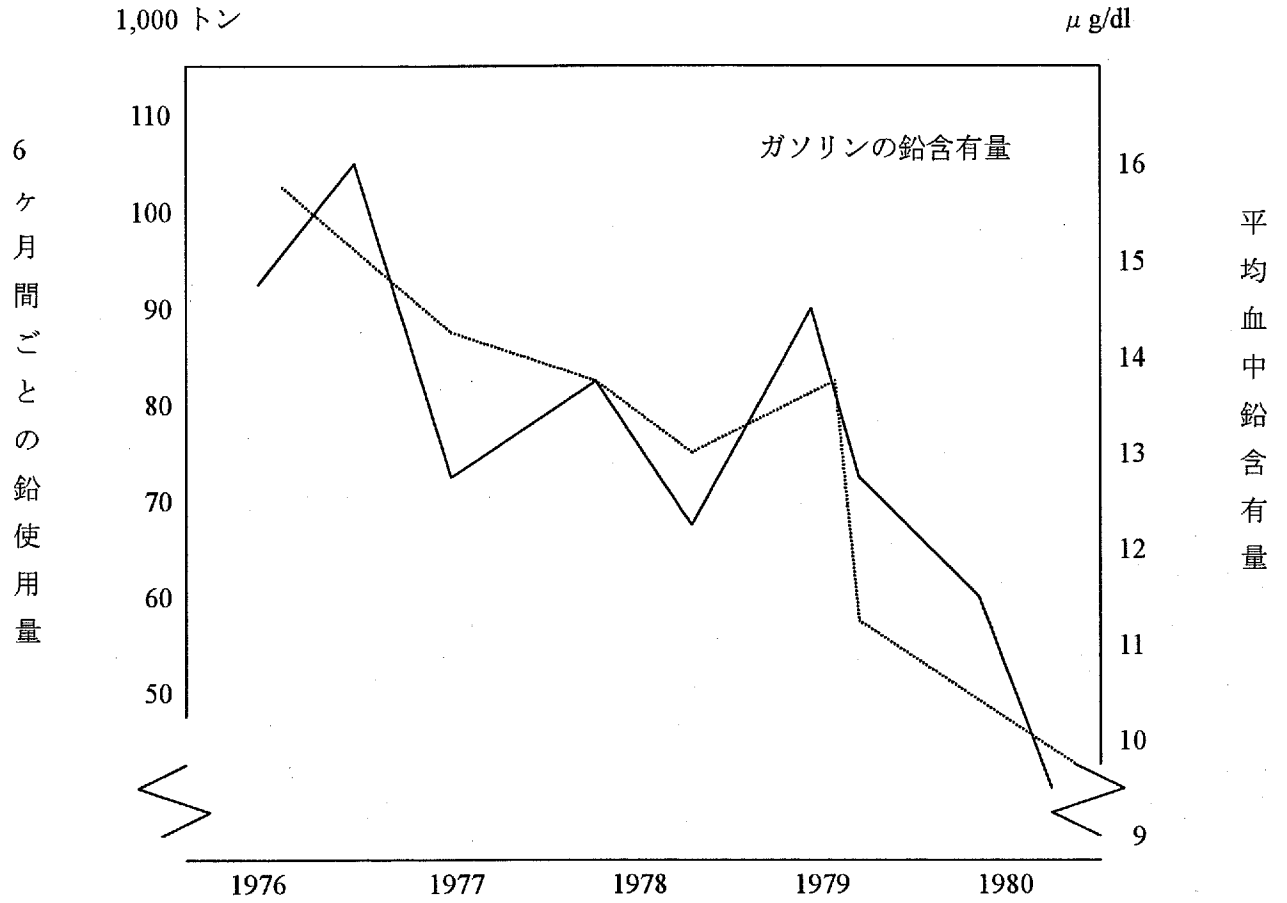


第4図 自動車からの総排出量の推移(米国)



(出所) EPA Air quality trends 1995

第5図 アメリカにおける血中鉛濃度と有鉛ガソリンの使用 1976-80



Source: U.S.EPA,1985.

第7章 日本の環境影響評価法における生物多様性・生態系の評価手法

中越信和・日笠 陸

1. はじめに

日本における新しい環境影響評価法⁹⁾ (以下新アセス法とする) は、1997年に制定され、1999年6月より施行された (図1)。これによってアセスメントの対象となる事業 (表1) を、その種類だけではなく規模によって選定するスクリーニング、調査項目の選定など影響評価の方法について検討するスコーピング、及び事業着手後のモニタリング調査等のフォローアップといった新たな過程が義務づけられることとなった。このような手続き上の変更もさることながら、調査項目にも新たな内容が設けられたのが大きな変化である。中でも自然環境項目に取り入れられた「生態系」は (表2) 過去の環境アセスメントでは評価経験がほとんどない項目として注目されるものの一つとなっている。これまでの環境アセスメント (閣議決定に基づくアセスメント) における自然環境項目の調査は、便宜上、地形・地質、動物、植物、景観 (景観生態学で言う景観ではなく、見た目の景観)、野外レクリエーション等の項目別にまとめられていた¹⁴⁾。しかし本来自然環境の要素はそれぞれ単独で存在するものではなく、それぞれの項目を総合的に捉えることが必要で、そのようなアプローチの重要性はすでに様々な方面から指摘されてきた。それを受ける形で、動物・植物に並んで新たに加えられた生態系項目は、新アセス法では「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素」として規定されている (表2)。

生態学で認知されている生態系は「いくつかの生物個体群を含み、その間に種間関係が存在しており、非生物学的環境 (無機環境) によって制約されている一つのシステム」とされている。しかし、新アセス法での意味は、このようなテクニカルタームとしての生態系を表すものと言うよりは、今までの「種」単位の調査・解析を、一つのまとまりとして扱う必要性から設けられた項目である (図2)。従って、個別の項目のデータを総合的に組み合わせで解析した結果が「生態系」評価の中心となる。ところが、しかし現状では「生態系」に関するこの種の生態学的知見が少なく、生態系それ自体を全て網羅することは時間的にも技術的にも不可能である。そこで、現状では種を基準とした (いわゆる注目種など) 構造把握が考えられている。すなわち、種を上位性 (種)、典型性 (種) 及び特殊性 (種) に分け、その組み合わせで評価しようという試みである。しかしそれ以上の具体的な方法が提示されるには至っていない。

このような背景のもとに、我々は、近年日本で環境計画においてその役割が期待されている景観生態学の手法や概念を用い、今後の環境影響評価の在り方について様々な角度から研究を行ってきた。本論文では、生態系やその中の生物多様性を評価する手法を、景観生態学の視点から考察していく。

2. 景観生態学における生態系の捉え方

景観生態学では様々な地因子が均質な空間を景観要素 (landscape element) あるいはエコトープ (ecotope) と呼び、これを単位として解析を行う。地因子(landscape component factor)とは、景観を形成する要因であり、地形・地質・土壌などの無機的なもの (physiotope) と植生のような生物的なもの (biotope) に区分される。具体的には、地因子は地形図、地質図、土壌図、植生図などの様々な主題図として表現される。これらの地図をすべて重ね合わせ (overlay) すると、それぞれの境界線が重なり合って大小の様々なパッチがモザイク状に区分される (図 3)。このパッチひとつひとつがエコトープである。ある地域の景観に含まれるこのエコトープの構造や分布を解析することで、その変化や成立要因を探ることができる (図 4)。

地因子には次のようなものが挙げられる¹⁷⁾。地形は、物質の移動や、日照量・風・降水などの気候にも係わる重要な地因子である。地質は土壌の母材となると同時に、その物理・化学性の違いによって地下水の浸透や保水能力が異なる。土壌は地下水の水質・保水機能などの他、人間の土地利用 (農地など) の頻度や作物の生産力の差にも関連することが多い。水は、降水・地表水・地下水などの形で、植物の分布を規定する大きな要因となっている。気候は日照、降水、風などによって植生に影響を与えている。以上は地因子の中の無機的環境 (フィジオトープ) である。

生物的環境 (バイオトープ) としては植生が挙げられる。植生は微気候・土壌気候・土壌の水収支に大きく関与している。このことから、植生はある立地の潜在的な自然環境を空間的、客観的に表現していると考えられるため、他の場所であっても同一植生であればそのシステムをある程度推測することができる。そして植生はその地因子の作用の結果を表しているので、環境指標ともなりうる。では、植生の区分は何を基準にするのかという点であるが、これまでの生態学の研究成果から、一次生産力、物質循環速度、種類相、種間関係、生息地のセットなどは、優占植物の生活形が同一の空間内でそれぞれ特異で、しかも安定していることが分かっている。従って、景観生態学では、優占する植物や特徴的な動植物 (標徴種) を指標にして区分することが多い。植物社会学ではこの単位は概略群集に相当する¹³⁾。もう一つのバイオトープは動物であるが、動物が景観を形成する主体となることはまれで、ビーバーダムや家畜による被食圧、マツ枯れなどの特殊な例である。また実際に動物の生息域を空間的に明確に区分することは難しい。従って動物は、エコトープの中の主体ではなく、エコトープによって影響を受ける客体として扱われるべきであろう。

3. Geographic Information System の利用

Geographic Information System : GIS (地理情報システム) は景観生態学の分野で非常に有益なツールであると同時に、新アセス法においても重要な道具となると思われる。GIS は空間的な位置データを伴う情報 (地理情報) をデータベース化し、検索、空間解析、表示などを行うシステムである¹³⁾。

GIS を使用することの利点の第一は、各調査項目を「地理情報」として統一できることで

ある。地図上に表現できる情報はすべて地理情報である。単にデータを総合的に捉えると言っても、それぞれのデータが地図、リスト、グラフ等、雑多な形式であるならば、解析は困難である。しかし、このように全てのデータを地理情報として扱うことによって、様々な空間解析が可能となる。また、GIS上で扱えるように調査地点を地図上に記録することで、データの経時的比較が可能になり、モニタリングにも有益になる⁹⁾。

第二の利点は、データベース化である⁹⁾。環境アセスメントに限らず生態系管理では、より優れた解析や予測を行うためにも、データの蓄積が非常に重要である。またGIS上では、スケールの異なる地図も管理できるし、それを小スケールで統合することは容易に出来る。しかもその場合でも、もとの大スケールの地図上の情報はそのまま保存され損なわれることはない。GISという統一されたデータベース形式を取ることで、必要なデータを容易に検索・利用できるだけでなく、次々と加わる膨大で多様なスケールのデータを一律のシステムで管理できる。

第三の利点は、GISでは、オーバーレイ、バッファリング（近接解析）、ネットワーク解析など、複雑な空間解析が可能な点である。そしてこれらの解析をもとに、空間的モデリングが行える。環境アセスメントの最大の目的は調査・解析ではなく、影響の予測にある。人間活動の影響によって引き起こされる変化の予測を行うためにはモデリングは不可欠である¹³⁾。

4. 時空間スケール

エコトープを区分したり調査を行う際には、適切なスケールを考慮しなくてはならない。すなわち、対象とする現象がどのような時空間スケールで起こることなのかを正確に把握する必要がある^{2) 11)}。自然界のエコトープのサイズは様々である。森林など大面積を占める植生で特徴づけられるエコトープは数10haにもなるであろうし、氾濫源植生や湿地のように数10から数m²の小面積のエコトープもある。前者は1:50,000のエコトープマップで十分表現できるが、後者はかなり大縮尺の地図上でないと面として表現できない⁹⁾。またエコトープを利用する立場の動物について言えば、生態系の上位種は複数のエコトープを利用しており、それらのハビタット評価のためには比較的粗いスケールで充分である。しかし一つのエコトープに依存するような小型昆虫などは、これとは全く異なるスケールでの調査・解析が必要となるだろう。

植生図化が標準的に行われているヨーロッパ各国では、1:25,000のスケールがよく用いられている。これは植物社会学では森林植生の調査コードラートサイズが、種数面積曲線から20m四方から10m四方で最小面積を超えるためとされており（即ちこのサイズ以下の場合、均質な森林とは呼ばずエコトープではない）、このサイズは1:25,000の地図上で面として描ける最小面積（1mm²程度）であるからである。しかし、必ずしも一つのスケールのみを採用する必要はなく、標準スケールとして1:25,000の地図を用い、必要な部分で大スケールの地図を用いればよい。森林部分では1:25,000の地形図を用い、河川区域のみ1:2,500や1:1,000など最小のエコトープが表示できるスケールにする、等である（図5）。例えば、ドイツのバイエルン州のエコトープマッピングでは、1:5,000の地図が用いられている。

また、生物多様性にも、遺伝子から種・個体群、群集・生態系、ランドスケープまで、

複数のスケールがある（表 3）。調査や影響の回避措置を行うにあたっては、それぞれのスケールで考えなければならない。

一般にスケールは空間で考えられることが多いが、時間にも当然ながらスケールがある。対象とする事象がどれくらいの時間経過の中で起きていることなのか、その特定されたエコトープの実態はどの程度の期間で補足できるのかは、生態系を評価する際にきわめて重要である。河辺の草本植生であれば、年に 2、3 回の現地調査が望まれ、逆に極相林であれば大きな攪乱がなければ 10 年程度はその様相の変化をとらえることはできない。例えば二次遷移過程でみると、山火事跡地の生態系においては、その変化は初期から毎年調査を必要とするレベルだが、アカマツ二次林になってしまうとそれほど頻繁な調査は必要なくなる¹⁰⁾（図 6）。

5. 構造・機能・変化

もう一つの重要な概念は、構造と機能、そして構造と機能の変化である（図 7）。生態系の評価を行う上では、構造と機能の解析は区別して行わなければならない。生態系とは生物集団を伴うストックであり、ストック間を流れるフローを有する系とすることが出来る。すなわち、ストックは構造、フローは機能として近似しても良いであろう。具体的には、構造とは要素の多様性や組み合わせなどであり、機能とは物質やエネルギーの流れ、動物の移動などである。

これまでの植生学における群集や植生自然度のように、生態系の構造的解析は比較的行われており、景観生態学においても、構造的解析として分断化、孤立化、矮小化といったパッチの形状による概念を用いた分析も行われている⁸⁾。また実際の環境アセスメントでも、これらの構造解析をもとに、事業がもたらす構造的変化に対していくつかの段階の影響回避措置（ミティゲーション）が挙げられている（表 4、図 8）。

しかしエコトープの直接の破壊を避けたとしても、その地域内のエコトープ間の物質や生物のフローといったエコトープ間の機能を妨げるような位置で開発を行えば影響は避けられない。湿地を例にとると、湿地の環境はそれ自体で完結しているものではなく、集水域全体からの地下水供給、湿地に隣接する森林や草地などからの生物の侵入や移動によって維持されている。あるエコトープを保全するためには、対象の構造だけではなく、それを維持している機能も考慮することが重要である。しかしながら、エコトープの機能的解析はまだ少ないのが現状である。したがって、まずは生態学上の知見の蓄積を行い、空間構造から機能を推測しモデル化を行った上で、モニタリング結果からそのモデルを修正していくという仮説検証を繰り返す作業が中心となるであろう。

巖佐⁴⁾は生態系の数理モデルを 1) 系を循環する元素・エネルギーの流れに注目するもの（すなわち機能的モデル） 2) 生態系の多数の要素に関する重大な知識を大きな計算機モデルとして統合するもの（構造的モデル）の二つに区分している。また、モデル化は構造と機能の現状だけではなくその変化を捉えていく作業でもある。生態系に起こる変化とは、開発が原因で起こる構造・機能の変化だけではなく、生態系それ自体が変動していく過程も含まれている。現代の生態学は、生態系の到達する姿は一つの「静的な平衡状態＝極相」とは限らず、構造・機能がダイナミックに変化していく（メタ安定性と呼ばれる）

系もあることを明らかにした¹⁵⁾。生態系とは不均一性と変動性の支配するダイナミックなシステムなのである¹⁴⁾。したがって、生態系を評価する場合、植生自然度の様な平衡状態を基準とするのではなく、それぞれの生態系における変化やその要因も踏まえた上で、予測する必要がある。

6. 景観生態学からの教訓

エコトープを単位として環境アセスメントにおける生態系の扱い方を論じてきたが、アセスメントという過程の中では、必ずしも生態系の全てを評価することを要求されてはいないだろうし、それを行うには時間と経費がかかりすぎて実際には不可能である。生態系のアセスメントには、実行可能なレベルの現実的な評価軸を決定する必要があると考えられる。その意味において空間と時間とを自在に変化させながら対象（この場合は生態系）をとらえようとする景観生態学は、その解決の中心となる知見を内包していると言える。

また、実際に開発が行われたとき、これを破壊であると捉える必要は必ずしもない。実はそれは新たな上質のエコトープ創出の機会でもある（表 5）。実際にドイツでは開発によって失われる生態系を補填するだけでなく、現在の生態系をより上質なものに改善していく事業が計画的に行われている（図 9）。残念ながら、日本にはこの改善の視点が全く欠如している。我々は日本の全エコトープに対してどうあるべきか、その理想をしっかりと考え、またそれを提出していく必要がある。この作業は、中国における同様の事業にも、大いに役立つと考える。

注：本論文は、本シンポジウムへの話題提供を特に目的として、中越信和・日笠 睦（1999）環境アセスメントにおける生態系評価手法。日本緑化工学会誌 24（3-4）130-136p.を加筆・修正したものである。

引用文献

- 1) BSLU : Biotop Verbund. BSLU, Munchen, 58pp., 1997
- 2) Frissell, C. A., Liss, W. J., Warren, C. E. & Hurley, M. D. : A hierarchical framework for stream habitat classification - Viewing streams in a watershed context, *Environmental Management* 10, 199-214, 1986
- 3) Hobbs, R. : Future landscapes and the future of landscape ecology, *Landscape and Urban Planning* 37, 1-9, 1997
- 4) 巖佐 庸 : 数理生物学入門, 共立出版, 352pp., 1998
- 5) Johnston, C. A. : *Geographic Information Systems in Ecology*, Blackwell Science, Oxford, 239pp., 1998
- 6) 環境庁環境影響評価制度推進室 (編著) : 速報環境影響評価法, ぎょうせい, 237pp., 1997
- 7) 中越信和 : 景観生態学における森林群集のありかた, *森林科学* 10, 28-34, 1994
- 8) Nakagoshi, N. & Abe, T. : Recent changes in mire vegetation in Yawata, southwestern Japan, *Wetlands Ecology and Management* 3, 97-109, 1995

- 9) Nakagoshi, N., Hikasa, M. Koarai, M. Goda, T. & Sakai, I. : Grid map analysis and its application for detecting vegetation changes in Japan, *Applied Vegetation Science* 1, 219-224, 1998
- 10) Nakagoshi, N. & Touyama, Y. : Disturbances and recovery processes of a pine forest ecosystem in a fire regime, *Journal of International Development and Cooperation* 1, 43-59, 1995
- 11) 中村太士 : 野外科学におけるスケール論—時空間問題の整理—, 北海道大学農学部演習林研究報告 46, 287-313, 1989
- 12) Nomura, K. & Nakagoshi, N. : Quantification of spatial structures in two landscape regions. *Journal of Environmental Science* 11, 188-194, 1999
- 13) 沼田 眞 (編) : 景相生態学—ランドスケープ・エコロジー入門—, 朝倉書店, 178pp., 1996
- 14) 自然環境アセスメント研究会 : 自然環境アセスメント技術マニュアル, 638pp., (財) 自然環境研究センター, 1995
- 15) 鷺谷いづみ : 生態系管理における順応的管理, *保全生態学研究* 3, 145-166, 1998
- 16) 鷺谷いづみ・矢原徹一 : 保全生態学入門 遺伝子から景観まで, 文一総合出版, 270pp., 1996
- 17) 横山秀司 : 景観生態学, 古今書院, 207pp., 1995

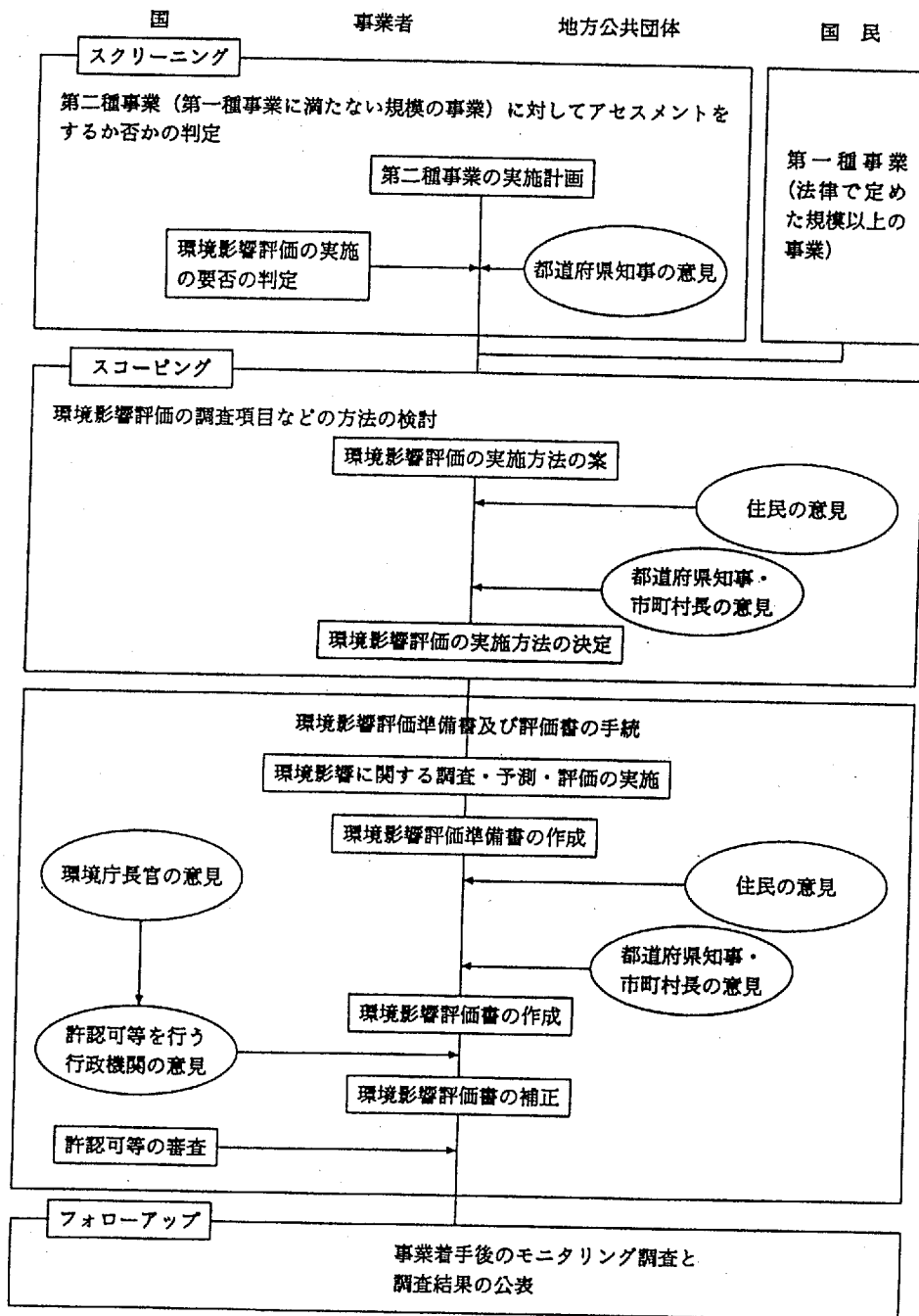


図 1 環境影響評価法による環境アセスメントの手順

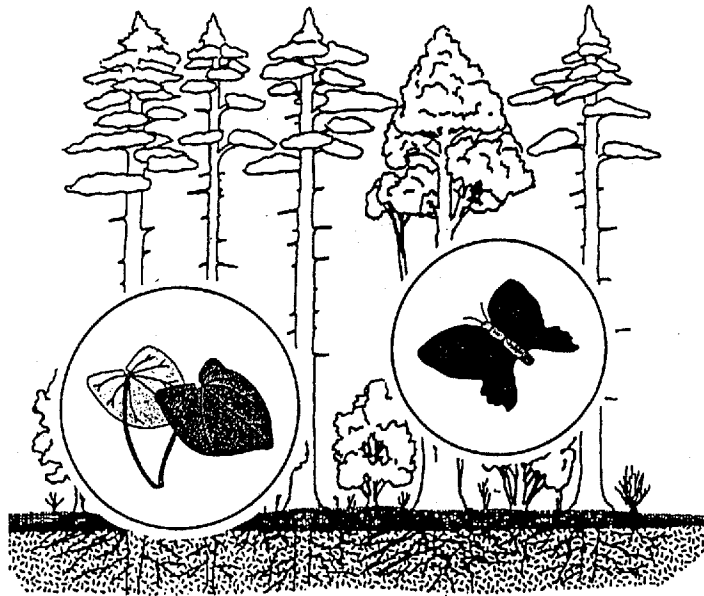
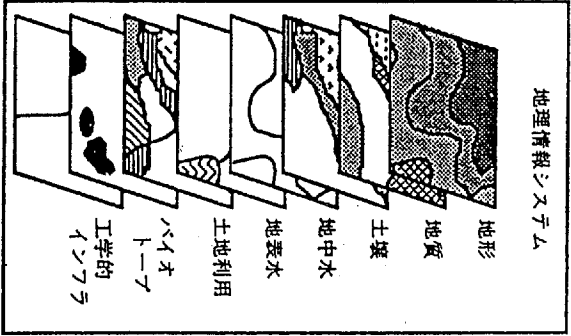


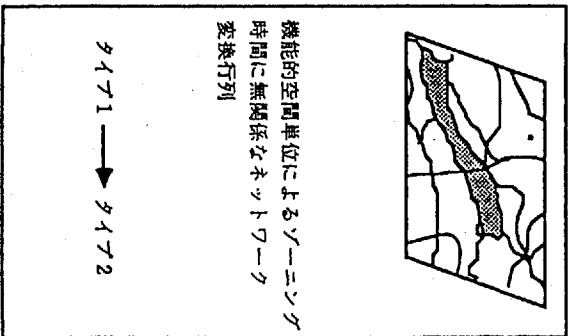
図 2 生態系の模式図。法アセスにおける生態系の評価は動物や植物だけでなく、それを生存させているシステムとしてなされなければならない。

景観の分析の流れ →

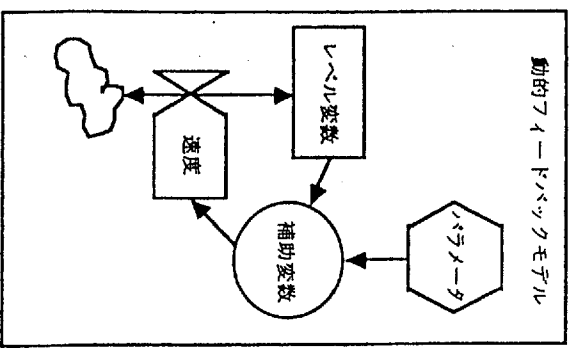
静的段階



準動的段階



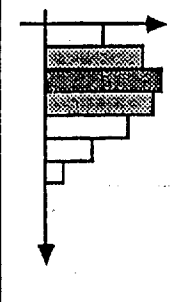
動的段階



マツダ・オーバーレイによる主題図



相互関係の統計的分析



時系列

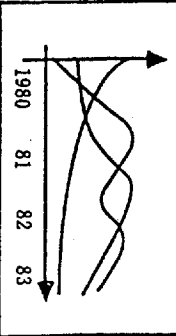


図 3 エコトープの確定とその動態を示す模式図 (中越 1996)

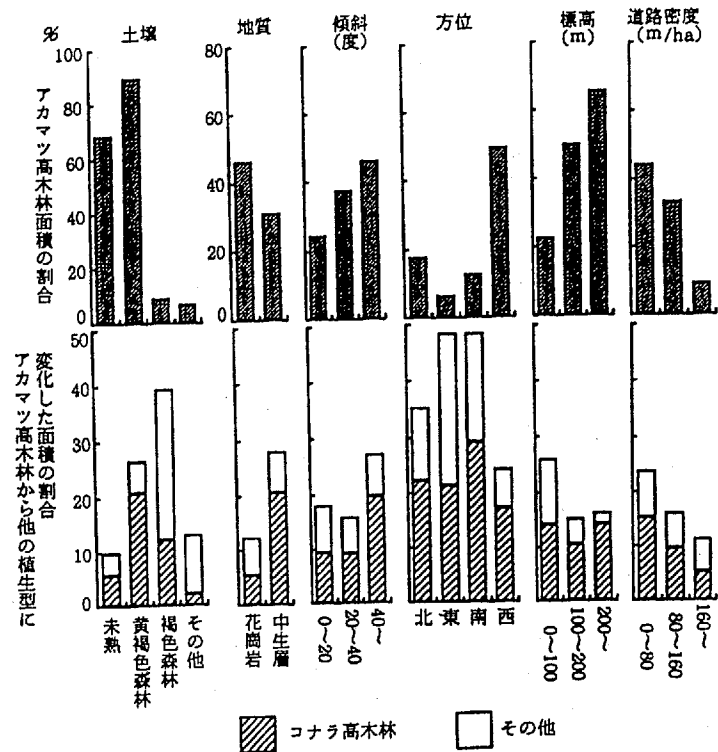


図4 下蒲刈島の1976年のアカマツ林のフィジोटープ(上)とそれが1990年までに変化した割合とそのうちに占めるコナラ林の割合(下)。アカマツ林の放棄のため、褐色森林土—中生層—緩傾斜—南東斜面—低海拔地にコナラ林がより多く出現している。すなわちこれらはどちらかといえばアカマツ林ではなく、コナラ林を成立させるフィジोटープであったが、強い人為のためアカマツ林が成立していたと考えられる。(中越 1994)

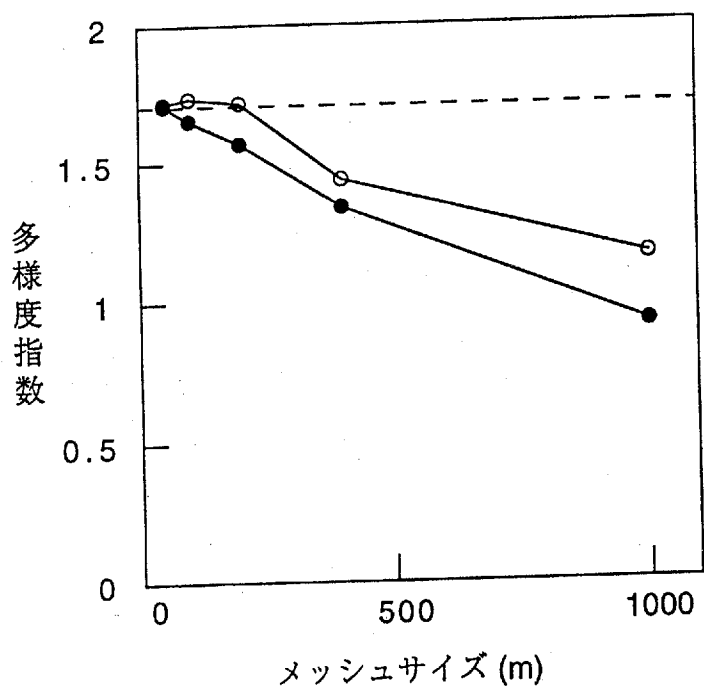


図5 空間精度と景観多様性。白丸は小円選択法，黒丸は最大面積法により作成した，同一地域の様々な精度の植生メッシュ図における情報の多様性の相対的变化。横軸はメッシュの大きさ，縦軸はShannonの多様度指数を示す。どちらの方法でも精度が荒くなると多様性の検出が困難になる (Nakagoshi et al. 1998)

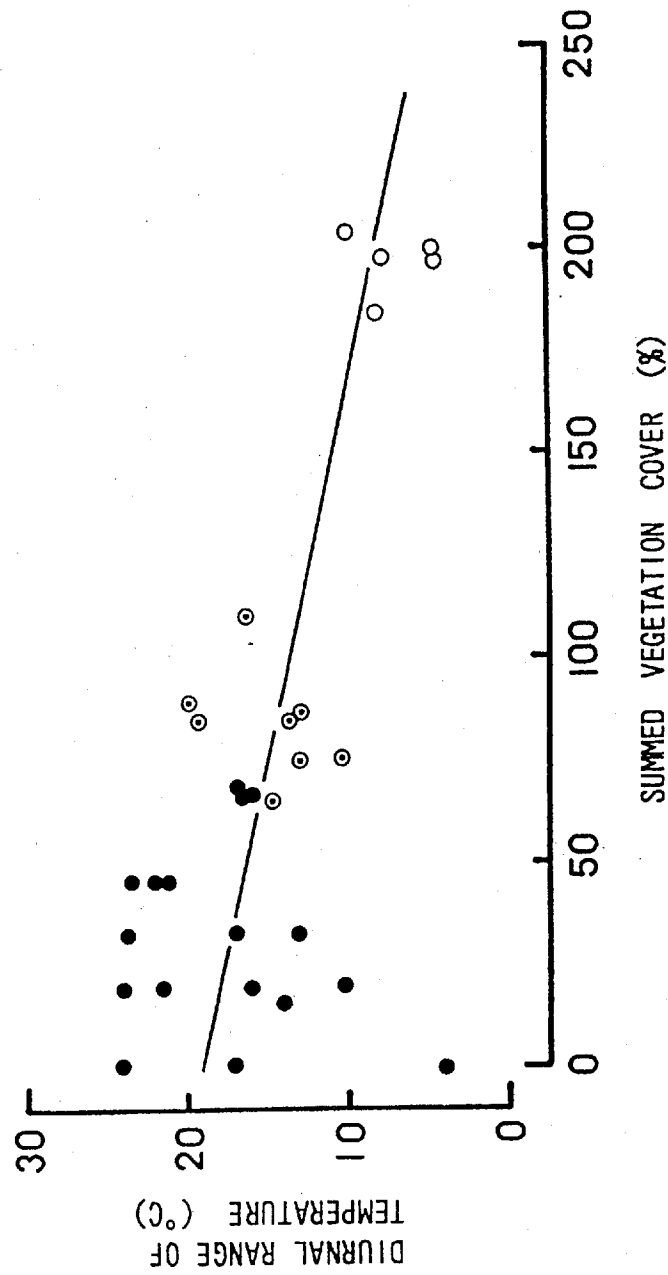


図 6 遷移経過年の違いと環境要因の変動性。山火事後0～2年(黒丸), 5～10年(二重丸), 20～40年の間にある植
物群集。(Nakagoshi & Touyama 1995)

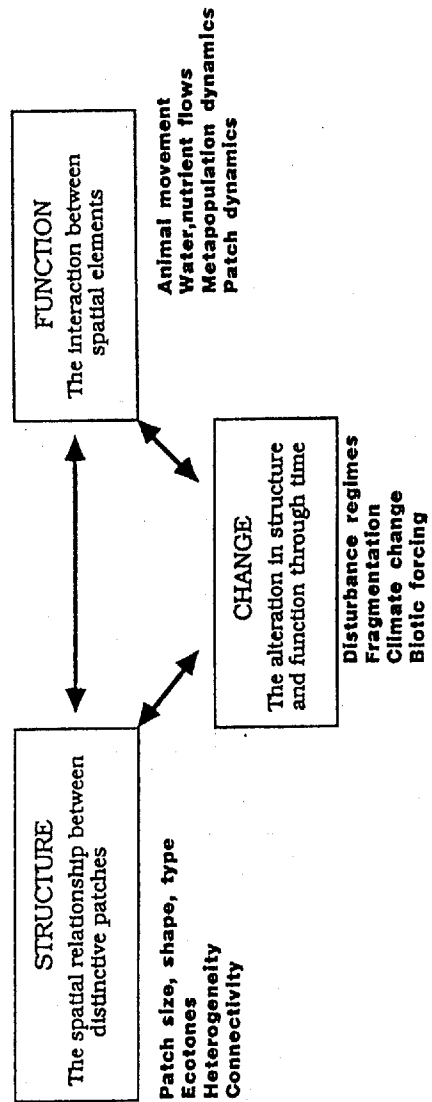
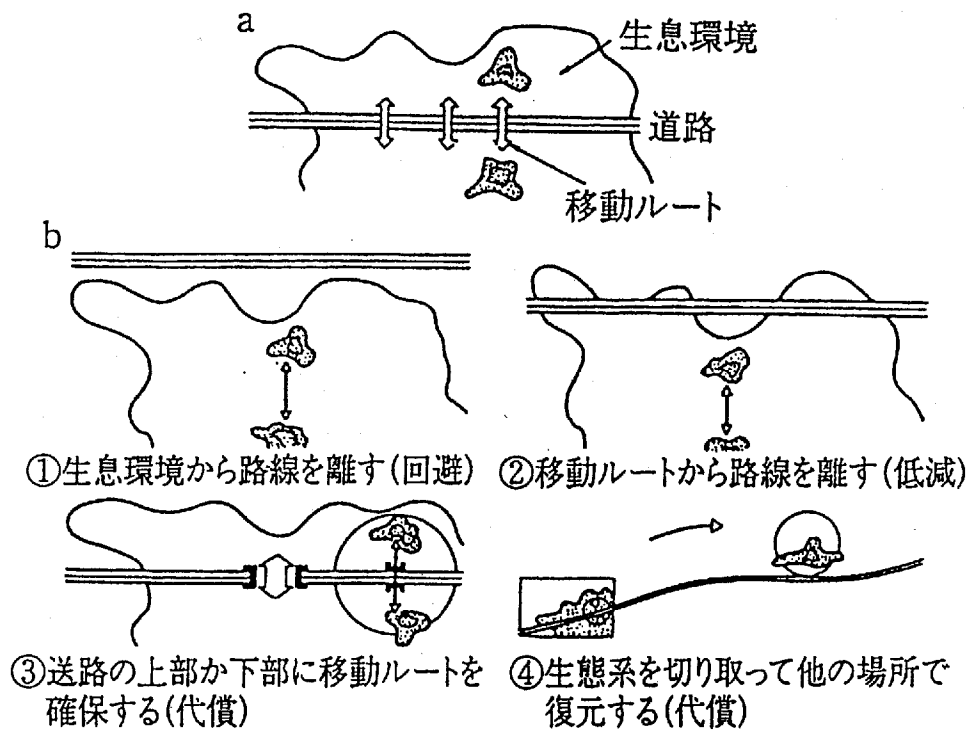


図 7 景観生態学における構造, 機能, 変化の相互関係を示す模式図
(Hobbs 1997)



| | |
|-----|--|
| 回 避 | 保全すべき生態系のある箇所を、路線の検討、トンネル・橋梁構造の採用などでの対処によって避ける手法 |
| 低 減 | 保全すべき生態系への影響を、線形や構造の詳細検討などにより最小化する手法 事業によってダメージを受けた生態系を、表土復元や植栽によって修復する手法 |
| 代 償 | 保全すべき生態系が、事業によってやむをえず消失する場合に、もともとあった生態系の有する価値を他の場所に代償する手法 |

図8 環境保全措置(ミティゲーション)の考え方

(亀山 1999)

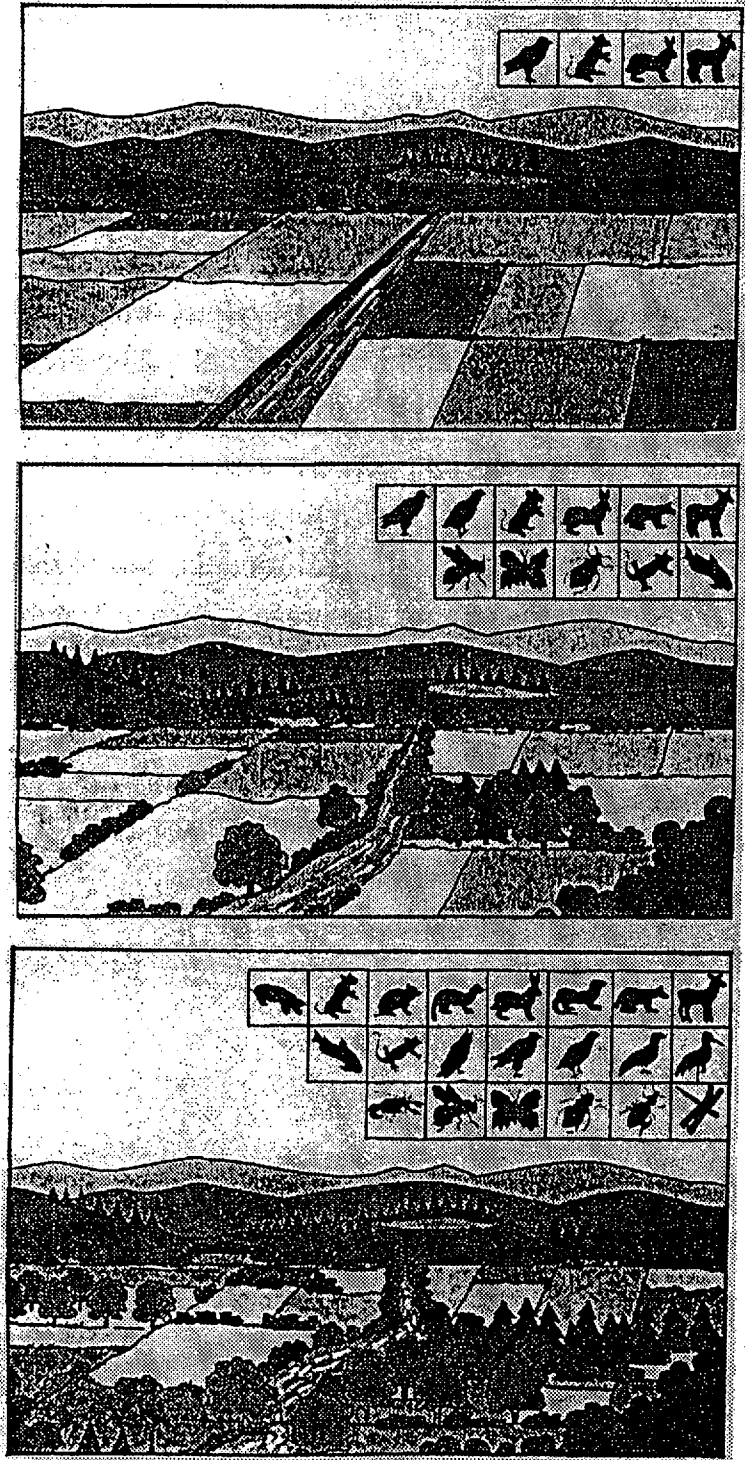


図9 ドイツ・バイエルン州のバイオトープ事業の模式図。現存するバイオトープ（上）を改善し（中）目標（下）に近づける努力をすることが地区別に決まっている。大規模な事業が州内に78件ある。（BSLU 1997）

表1 環境影響評価法の対象事業

-
- 1 道路
 - 高速自動車国道
 - 首都高速道路等
 - 一般国道
 - 大規模林道
 - 2 河川
 - ダム
 - 堰
 - 湖沼水位調節施設
 - 放水路
 - 3 鉄道
 - 新幹線鉄道（規格新線含む）
 - 普通鉄道
 - 軌道（普通鉄道相当）
 - 4 飛行場
 - 5 発電所
 - 水力発電所
 - 火力発電所（地熱以外）
 - 火力発電所（地熱）
 - 原子力発電所
 - 6 廃棄物最終処分場
 - 7 公有水面の埋立て及び干拓
 - 8 土地区画整理事業
 - 9 新住宅市街地開発事業
 - 10 工業団地造成事業
 - 11 新都市基盤整備事業
 - 12 流通業務団地造成事業
 - 13 宅地の造成の事業
 - 環境事業団
 - 住宅・都市整備公団
 - 地域振興整備計画
 - 港湾計画
-

表2 ダム事業の標準項目設定表

| 土地又は物の存在及び供用 | | | | 工事の実施 | | | | 影響要因の区分 | 環境要素の区分 | | 環境要素 |
|--------------|-------|-----------|----------|----------|-------------------|----------|----------|------------------------|---------|-----------------|--|
| ダム及び貯水池の存在 | 道路の存在 | 原石山の跡地の存在 | ダムの堤体の存在 | 道路の付替の工事 | 施工設備及び工事用道路の設置の工事 | 原石の採取の工事 | ダムの堤体の工事 | | 大気環境 | 水環境 | |
| | | | | | | | ○ | 粉じん等 | 大気質 | 大気環境 | 環境の自然的構成要素の良好な状態の保持を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素 |
| | | | | | | | ○ | 騒音 | 騒音 | | |
| | | | | | | | ○ | 振動 | 振動 | | |
| ○ | | | | | | | ○ | 土砂による水の濁り | 水質 | 水環境 | |
| ○ | | | | | | | | 水温 | | | |
| ○ | | | | | | | | 富栄養化 | | | |
| ○ | | | | | | | | 溶存酸素量 | | | |
| | | | | | | | ○ | 水素イオン濃度 | | | |
| | ○ | | | | | | | 重要な地形及び地質 | 地形及び地質 | 土壌に係る環境その他の環境 | |
| | ○ | | | | | | ○ | 重要な種及び注目すべき生息地 | | 動物 | |
| | ○ | | | | | | ○ | 重要な種及び群落 | | 植物 | |
| | ○ | | | | | | ○ | 地域を特徴づける生態系 | | 生態系 | |
| | ○ | | | | | | | 主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観 | | 景観 | 人と自然との豊かな触れ合いの確保を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素 |
| | ○ | | | | | | ○ | 主要な人と自然との触れ合いの活動の場 | | 人と自然との触れ合いの活動の場 | |
| | | | | | | | ○ | 建設工事に伴う副産物 | | 廃棄物等 | 環境への負荷の量の程度により予測及び評価されるべき環境要素 |

表3 生物多様性概念の階層性に対応したミティゲーションの方法例 (森本 1998)

| 階層レベル | 形態／構造 | 機能 |
|---------|--|---|
| 遺伝子 | <p>危急種の多様な個体の確保 播種工、郷土産郷土種の利用 土壌シードバンク利用</p> | <p>ポリネータの確保 メタ個体群間のエコロジカル コリドー確保</p> |
| 種・個体群 | <p>危急種コロニーの保護／移植</p> | <p>水収支・光環境・土砂移動など 生育環境の保全／創造</p> |
| 群集・生態系 | <p>危急種ハビタットの保全／創造 表層土保全／根株移植 バッチ植栽／多様な植生工 危急群落の保全</p> | <p>食物連鎖の確保 危急種との競合種、上位種、帰化種 異常繁殖の制御</p> |
| ランドスケープ | <p>危急種ハビタット複合の 保全／創造 危急ランドスケープの保全</p> | <p>Shifting Mosaicsの確保</p> |

表4 ミティゲーションの行為と優先順位 (森本 1998)

-
- (1)ある行為をしないことで影響を避ける。
 - (2)ある行為を制限することで影響の程度を減じる。
 - (3)修復やリハビリ、復元などによって影響を更正する。
 - (4)保護策と管理を行うことで経年的な悪影響を無くしたり減じる。
 - (5)代替資源を供給したり、置き換えることで悪影響を償う。
-

(アメリカCEQ、環境基準審査会による)

表5 代償ミティゲーションのオプション (森本 1998)

| | |
|---------|---|
| 保護または交換 | : 価値のある湿地を含む土地を購入し、長期にわたる保全管理を伴う公有地とする。 開発でダメージを受ける湿地を他の（ふつう、より大きくて価値のある）湿地と交換し、長期の保全保護の対象とする。 |
| 改良 | : 何らかの機能がダメージを受けていた湿地を修復し、機能を回復させる。 |
| 復元 | : かつて湿地であり、ほとんど消失した湿地の多くの機能を回復させる。 |
| 創造 | : かつて湿地がまったく存在していなかったところに湿地をつくる。ふつう、ある特定の機能を目的とする。 |

第8章 持続可能な21世紀へ向けた都市間協力のあり方

山下彰一・松岡俊二

1. はじめに

1997年12月に京都で開かれた「地球温暖化防止会議」(国連気候変動枠組条約第3回締約国会議)では、もっぱら先進諸国側のCO₂などの削減目標が論議された。しかし、このことは発展途上国側が環境保全へ向けた努力を必要としないことを意味するのではなく、今後の環境問題は発展途上国側の取り組みの度合いによってその深刻度が左右されるといっても過言ではない。21世紀の持続的成長を達成するためには、南北双方の明確な目標設定ならびに南北間の国際協力が不可欠である。京都会議では、まず先進諸国の温室効果ガスの削減目標を検討し、次回以降の会議で途上国の目標を設定する含みを持たせたものと考えらるべきである。

2. 大量生産・大量消費型経済システムは今後も可能か

20世紀の豊かな社会は、イギリスに始まる産業革命とそれに続くアメリカ主導の大量生産・大量消費型の経済システムによって実現した。しかし、このシステムは、化石燃料を消費し、大量の廃棄物を生み出し、地球環境を悪化させ、地下資源を枯渇させる危機を招いてしまった。

そのため、特に温室効果ガスの削減が必要であることはすでに世界共通の認識になっている。ただ、削減目標の設定について先進諸国間でも対立があり、特にアメリカの態度が話題をよんだ。京都会議を前にして、アメリカの産業界だけでなく、労働組合までがCO₂等の大幅削減に強く反対した。その理由は、現在享受している豊かな生活を失いたくないという自分勝手な要求であって、発展途上国側から厳しく批判された。もはや各国それぞれが欲望を満たすために自分勝手な行動をすることが出来なくなった。

このことは発展途上国側においても同じである。例えば、12億の人口を持つ中国がアメリカ・モデルで豊かな社会をめざそうとすれば、深刻な大気汚染を覚悟しなければならず、地球環境の決定的な破壊が予想される。途上国に豊かな生活の実現をあきらめさせるのではなく、南北双方が天然資源の枯渇と地球環境の危機を認識する必要がある。20世紀型の大量生産・大量消費にかわる持続可能な新しいシステムの構築なくしては人類そのものの生存が脅かされる可能性があることへの認識が必要になっている。

こうした地球規模の環境問題への対応として考えられているのが、資源循環型経済システムの構築である。

3. 資源循環型経済システムの構築

20 世紀の経済システムは、大量生産・大量消費・大量廃棄を特徴とし、天然資源を近い将来枯渇させ、排出された大量の CO₂ などの温室効果ガスが気候変動を招き、海面の上昇や食糧難を引き起こすことが指摘されている。

このシステムを継続することは、地球の破壊に導くことでもある。21 世紀には、地球への環境負荷を少なくする資源循環型経済システムを構築することが必要になる。その一つの方向としてゼロ・エミッション（廃棄物ゼロ）の考え方が国連大学によって紹介され、その実践へ向けての試行が始まっている。

ゼロ・エミッション型経済社会を実現する方策としては、例えば、A 産業の廃棄物を B 産業が原料として使い、B 産業の廃棄物を C 産業が原料として使う。また、C 産業の廃棄物を D 産業が原料として使う、というように廃棄物がすべて他の産業の原料になっていけば廃棄物ゼロの産業体系を作ることができる。ゼロ・エミッションの考え方は、単に廃棄物を他の産業が利用する産業体系を作るだけでなく、資源の消費を抑え、廃棄物を最小化することから始まる。その上で廃棄物の利活用を図り、地球への負荷を限りなく減らそうという考え方である。

日本におけるゼロ・エミッションへの取り組みは、やっと 1990 年に入ってからであるが、世界的な環境問題への関心の高まりもあって、運動の広がりには意外に早かった。特に民間企業が積極的に取り組みはじめ、いまや環境に配慮しない企業は社会から評価を得られなくなってきた。場合によっては企業の業績に影響が出るほどになってきている。

ゼロ・エミッションの考え方から資源循環型経済システムの構築を模索しようという動きは、民間企業では、例えば荏原製作所のような例がある。荏原は、同社の敷地内にゼロ・エミッションの考えを実現する「エコ・インダストリアル・パーク」の建設を計画している。そこでは廃棄物を極力減らし、また廃棄物は徹底して利用する工業団地と住宅が同居する意欲的な取り組みである。

こうした動きは地方自治体にも広がりつつある。民間企業は、また 21 世紀は環境の時代という認識を持っており、むしろそれをビジネスに結びつける動きが急である。というのも、ゼロ・エミッションの考え方から、企業はすべての生産行程から出る廃棄物がチェックされ、それへの対応を迫られており、これがすべての企業や事業体に及ぶとすれば、その技術やノウハウを蓄積し、他社に先行すればビジネスになると考えられてきたからである。

こうした動きは、地方の自治体にも広がっている。中国地方 5 県の県庁や市役所では、環境への配慮がテーマとなっており、それぞれの土地にあったプロジェクトを立ち上がらせている。ゼロ・エミッションへの取り組みは、東京などの中央の大都会ではなく、地方が積極的であるところが面白く、地方が環境保全や環境国際協力に力を入れ始めたところが、これからの展望をよくしているのではなかろうか。

4. 中国の環境問題

4.1 エネルギー効率の悪さと大気汚染

中国は、市場経済化の導入によって、近年 2 ケタ成長ないしは 2 ケタに近い成長率での経済成長を続けている。これまでは、広東省の目覚ましい発展がみられ、最近では上海が経済発展の中心になって中国経済を引っ張っていつている感がある。これからは沿岸部の発展が内陸部へ波及していくことが予想され、内陸部の中核都市周辺では工業団地が整備されるなど、すでに開発への準備段階に入っている。

中国の高度成長の過程で最も懸念されていることは、その環境への影響である。とにかく人口が 12 億を超える大国であるゆえに、その環境へのインパクトの大きさはわれわれの想像を超える。経済発展とともに、産業活動が活発となり、さらに人々の所得が高くなり、消費生活が高度化すれば、おのずと環境への負荷が高くなる。

中国について言われていることのひとつは、中国の一般消費生活が、公式統計に表われる以上にさらに高いということである。所得並びに消費水準が高ければ、それだけ環境への影響が大きくなっているとみることができるわけで、この辺の調査が必要となっている。例えば、井村、勝原論文^[2]では、中国の国民 1 人当たり GNP は現在 436 ドル(1992 年)であると発表されているが、購買力平価で換算するとこの 4 倍くらいに評価されるという見方を紹介している。さらに、沿海部の大都会の所得は、全国平均の 10 倍高いといわれ、それが現実に大都市のすさまじい購買意欲となって現われているという。

いま一つは、エネルギー源として石炭を多用していることと関連する。石炭をエネルギー源とすれば、当然大気汚染やその他の問題を発生させる。中国の 1991 年の SO₂ 排出量は、年間 1,600 万 t とされている。これは、アメリカの排出量 2,070 万 t について世界第 2 位の水準だという。ただ、この数字は中国の零細企業からの排出量は含まれていないといわれ、それを含めるとアメリカの数字を凌ぐともいわれる。

中国は、1950 年代からソ連のモデルを採用し、重工業を優先させる政策を採ってきた。今日でも投資の重化学工業への重点的配分を行っているが、その投資効率は極めて悪いと指摘されている。

いずれにしても中国の環境汚染を GNP 比またはエネルギー単位当りで比較すると、国際的にも中国のそれは群を抜いている。まず、中国のエネルギー消費量および二酸化炭素排出量を GNP 比でみたものが表 1 である。先進国および他の東アジア諸国と比較して、中国は、GNP 当りの一次エネルギー消費量が 1,445 石油換算トン/100 万ドルであり、日本と比較して約 10 倍も効率が悪いことがわかる。大気汚染のひどさも表 1 から読み取れる。中国のエネルギー生産における生産効率の悪さと、公害発生率の高さを日本と比較したものが表 2 である。

図1および図3は、主要国のGNP単位当りの大気汚染の状況を見たものである。図1がSO_x(硫黄酸化物)の排出量(g/ドル)で見たものであり、図3がCO₂(二酸化炭素)の排出量で比較したものである。いずれも中国が飛び抜けて高い。ただし、SO_x排出量を固定発生源ベースからみるとアメリカが最悪となつて、中国は第2位になる(図2参照)。

中国の大気汚染物質排出量が、中国の経済規模または経済発展の度合と比較して大き過ぎることが指摘されている。その原因の一つは、上述のように、中国のエネルギーの石炭依存が極端に高いことであり、第2は、中国のエネルギー価格が政策的にかなり低く抑えられていることである。前者はエネルギー資源の賦存状態に依存した偏りであり、後者は、経済発展のための工業化優先政策と連動している。

ともあれ、中国国民1人当たりCO₂排出量は、日本の6分の1、アメリカの10分の1程度に過ぎないが、その人口ゆえに総量では7億3千万トンとなり、世界の排出総量の11.4%を占めている。中国の経済発展が今の高度成長のペースで伸びつづけたとしたら、2020年頃にはこの値はほぼ倍増し、現在のアメリカの水準に達するとみられている。

4.2 中国のエネルギー消費構造と産業別SO_x排出量

中国における大気汚染の深刻さの原因は、そのエネルギー消費構造に関連している。すなわち、エネルギー消費の75%を石炭に依存していることが大気汚染の元凶であることが知られている。

まず、中国におけるエネルギー消費量の推移をみたのが図4である。また、エネルギーの消費構造をみたのが図5である。図5に示されたように、中国のエネルギー消費の石炭依存率は、近年コンスタントに75%~76%であったことがわかる。

次に、省別、特別市別に工業生産額と工業生産単位当たりのSO_x排出量を見たのが図6である。工業生産額とSO_x排出量の関係は、各省によって異なる。その理由は各省の産業構造が異なり、また産業別のSO_x排出量に差があるからである。中国の場合、SO_x排出量はエネルギー需要と関連しており、電力産業との関係が深い。その消費構造が極端に石炭依存が高いことから、電力生産とSO_x排出量が高い相関を見せている。

例えば、工業集積の高い遼寧省の例を見てみよう。遼寧省の全産業のSO_x排出量は82.3万トンであった。そのうちの35%に当たる28.5万トンが電力産業から排出されている(図7参照)。図7のように、遼寧省におけるSO_x排出量のワースト3は、電力、鉄鋼、非鉄の重工業であり、この3業種で遼寧省のSO_x排出量の62%を排出している。

さらに問題なのは、排出される工業SO_xの除去率である。中国では、SO_xの除去率がまだ非常に低く、図8に示されたように、大半の省はその除去率が10%台以下である。除去率の低さは、中国の所得水準、技術力などの低さと関係していると考えられるが、企業や行政、市民の意識の問題もある。こうした事態を見ると、日中間の環境協力の重要さが理解できると思われるが、とにかく日本の公害対策の歴史や経験を何らかの形で中国に伝え、

中国では、行政、企業、市民その他の各主体がこうした有用な情報に接することができ、公害対策に関する認識を深め、自ら環境保護のために行動する、そうした社会をつくるための努力が必要であると考えられる。

先にも触れた通り、後発発展途上国の環境問題は深刻である。経済発展を優先させるために、利用可能な財源を産業インフラの整備や工業化のための諸施策につき込んでしまう。環境対策は後回しにされてしまう。特に1人当たりGNPが500ドル以下の貧困国において、環境対策に財源が割かれることはまず考えられず、もっぱら開発支援型の財政支出が組み込まれている。

しかし、中国の例で見た通り、問題は深刻なのである。環境対策をなおざりにして、開発優先の政策が進められると後世に深刻な負の財産を残す。環境問題が悪化し、深刻になる前に対策が必要である。特に中国の環境問題は、日本だけでなく地球規模の問題として捉えておく必要がある。これから東南アジア、南アジアの国々が次々と高度成長局面に入ると予想するとき、日本のアジア各国に対する環境協力の重要さがますます大きくなると言わざるを得ない。

5. 持続的発展のための日中環境協力の必要性

高度成長を続ける中国は、一方で環境問題が深刻化していることを十分認識していると考えられている。中国政府は、環境保護を国策の基本と位置づけ、経済建設と環境保護の同時発展の方向を推進している。すでに国家環境保護法を制定(1979年)しており、環境対策に積極的に取り組んでいる。1992年には、「中国アジェンダ21」を採択、環境保全のための政策ガイドラインやモデルプロジェクトを決定している。また、今年から始まった第9次5カ年計画では、環境分野で4,000億元(約4兆8,000億円)の投資を予定している。だが、国の財政だけでは到底まかない切れないので、外国からの援助で40億ドルを調達する計画だといわれている。

日本では、環境保全を政府開発援助(ODA)の基本理念の一つとして位置づけ、発展途上国の環境問題の解決をODAの重点分野として取り組んでいる。日本政府は、環境分野の援助(環境ODA)を、1992年度からの5年間で9,000億円から1兆円を目途に供与する方針を発表し、近年は環境ODA供与が急増している。例えば、1995年度の円借款供与額(承認ベース)のうち、環境関連案件は、25件、2,186億円(承認額全体の20.0%)となっており、この4年間で9,227億を供与、5年間の目標を4年間で達成したことになる。

日中間の環境協力は、1988年8月に訪中した竹下首相(当時)と李鵬首相との間で、環境分野を「日中友好条約締結10周年記念事業」の一つにすることが合意されたことを受けて、「日中友好環境保全センター」が無償で設立されることが決まった。センターは、1996年北京にオープンし、今後の日中環境協力の中心になることが期待されている。また、環境関連の2国間技術協力実績も1992年より急増しており、1994年度だけで中国からの研修生を1,192

名を受け入れ、専門家の派遣は 325 名、青年海外協力隊員の派遣は 116 名となっている。この他に両国の都市間環境協力も盛んであり、資金面、技術協力面での両国の協力関係は益々密接になっていくものと予想される。

6. 持続的発展戦略における都市間協力の重要性

6.1 都市間環境協力の必要性

1996 年 11 月に北九州市において「日中環境協力都市会議」が開催された。日中両国から 64 の地方自治体、政府機関、国際機関、大学の関係者が参加して、日中の都市レベルにおける環境協力についての現状や今後の取り組みについての討論を行った。環境問題で日本と中国が都市レベルで協力していこうという国際会議は初めての試みであったし、またその重要性を参加者全員が認識しあった会議でもあった。

中国側からは、北京の日中友好環境保全センターをはじめ、四川省、吉林省、天津市、大連市、重慶市等からそれぞれの代表団が参加し、日本の都市または自治体との協力実績や現状、課題などを報告しあった。この会議において、日中両国の都市間における環境協力がすでにならぬ実績があることがわかった。例えば、大阪市と上海市、北九州市と大連市、広島県と四川省、広島市と重慶市の環境交流・協力は、相互に技術研修員を派遣したり、また研究レベルでの交流を続けている。自治体の環境国際協力には数々の制約があり、限界がある。しかし、少なくとも上記の 4 例は、その困難を乗り越えてすでに 10 年以上も交流と協力の実績を積み上げて来ており、両国の他都市同士の新たな協力関係樹立に大きな影響を与えている。

環境国際協力は、実は国レベルにおいても難しい問題があり、なかなか進展しないケースが多い。ここでは、環境国際協力において、両国の都市間協力がどのような意義を持ち、重要であるかを考える。

まず第 1 に、都市または地方自治体レベルの交流は、国が出来ないことを実行できるところに特徴がある。国と国の交渉には、外交の原則から政治的な判断、国際的な配慮などから、折角の良いプロジェクトが交渉の場に乗らない場合さえある。交渉が始まったとしても、手続きは慎重で時間がかかることが多い。国には国家予算という制約があり、あらゆる国のあらゆるプロジェクトに協力することはできない。ましてや受け取り国の地方の小さな案件が国家プロジェクトに採用されることはほとんどない。

第 2 に、都市または地方自治体同士ならば、お互いのニーズと協力の範囲を協議でき、しかもそのプロジェクトを継続的に観察し、双方の合意の基で長期的に続行することもできる。双方の首長の判断で、早期の決定と実行が可能である。

ただ、地方都市や自治体には、資金的、人材的、制度的な制約があり、将来的な課題としては、自ら国際貢献できる人材の育成や財政的な基盤づくりを心がけていかなければな

らない。そして、国や大学、民間企業などとの役割分担や協力関係の樹立を模索して行く必要があるだろう。

第3に、日本では、都市が住民の要求を受け容れる形で、住民の健康や生活の安全を守る先頭に立ってきた歴史がある。日本における都市が環境保全面で果たした役割と都市が持っているノウハウは、中国でも活用できるものがあり、都市間協力の推進によってそれを活かしていくことが出来る。

日本の都市や地方自治体が、中国の都市と交流する際に気をつけなければならないことは、日本の経験が全て役に立つものとは考えずに、相手の環境や、ニーズ、技術、制度などをよく研究した上で、こちらに出来ることを誠意を持って行うことであろう。一方通行ではない、双方向的な「水平協力」の必要性が、北九州市での上記の会議で提案されていたことが印象に残った。

今一つは、都市間協力といえども、全て日本側の丸抱えプロジェクトは再考の余地がある。広島県が採っているように、相手側の自主性を重んじ、自発的な提案に協力していく姿勢が必要だと思う。経費についても相手に応分の負担を求めていくことを原則とすべきではなかろうか。

6.2 各アクターの役割と連携の必要性

日中間のこれまでの環境協力を考えた場合、政府レベルよりも地方都市や自治体レベルの実績が先行していると思う。日本政府は、政府ベースの対中国環境協力としては上下水道関連を中心にインフラ整備の協力を行ってきた。しかし、都市レベルの方が、金額は少ないかも知れないが、よりソフトで人的、技術的、組織的交流を続けてきたといえる。特に、その継続性を重視すれば、政府間よりも都市間協力をベースにした方が長期の交流が可能であり、効果が大きいといえる。

北九州市と大連市の場合のように、両市の友好都市縁組みをベースとして、1981年から大連で「公害管理講座」を開くことから始まって、その後も都市ぐるみで環境協力に取り組んできた。その努力の延長で、一つのプロジェクトが政府開発援助事業として取り上げられることになった。それが「大連市環境モデル地区整備計画調査」である。この間に、両市の間で環境に関するセミナーや専門家の派遣、研修員の受け入れ、調査や共同研究の実施、コンサルタント業務、国際会議などを実施してきている。

北九州市と大連市の環境協力事業には、北九州市の公害の歴史をつくってきたともいえる新日鐵(旧八幡製鉄所)の積極的協力があった。新日鐵(株)は、その後、公害対策や環境保全に並々ならぬ企業努力を続け、民間企業としての環境対策の姿勢を示してきた。また環境保全技術や関連のノウハウを蓄積している。今回の経緯を見ても、都市間協力には民間企業の協力がいかに大切であるかを認識させられた。環境協力を民間の力が必要なことを強調しておきたい。

広島県や広島市も、友好提携を結んでいる四川省や重慶市との間で環境協力を続けてきている。とくに、重慶市に「酸性雨研究交流センター」を広島県、広島市、四川省、重慶市の4者が共同で設置したことが特筆出来る。1993年に設置されて以来、市内の84カ所で定点観測をするなど、研究協力や専門家の派遣や研修生の受け入れ事業を継続している。ただ、広島県と四川省、広島市と重慶市の環境協力は、市または地方自治体のみでの交流に終始している感があり、今後は地元の大学や研究機関、さらには政府やNGOとの連携などを考えて行く必要があると考えられる。

山口県宇部市においても、環境保全への関心が高い。かつての公害の街から環境対策に実績を上げた経験を活かして、環境と開発の調和を目指した取り組みがなされている。その延長線としてアジア、世界への環境協力を提言する「宇部アピール」を発表している。こうした各都市での取り組みが国際的な環境協力を推進するエネルギーになる。

最後に、日中都市間環境協力におけるそれぞれの主体(アクター)の役割と課題を考えておきたい。

都市が行う環境国際協力は、国が行う環境ODAとは目的は同じであるはずである。規模や内容は当然異なるが、都市には国が出来ないことを実施できるという利点がある。そこで第1に、政府に出来なくて都市がメリットを発揮できるプロジェクトを自ら発掘し、ある程度まで自主的に展開して見て、実効性と効果が期待できると判断された案件を政府なり、民間企業と連携して実施する方向を探るべきではないか。国との役割分担並びに両者の連携が考えられなければならない。これに大学や研究機関が連携するケースも当然考えられる。ただ、都市には財政や国際人材に限界があるので、国の他に民間企業や大学との協力関係を構築していくことが課題であろう。

第2に、日本の地方自治体や都市は、国際協力への取り組みが浅く、実践経験やノウハウが不足している。そこで、当面の間は、経験豊富なJICA(国際協力事業団)やOECF(海外経済協力基金)の経験、人材、ノウハウなどを活用する方向を検討すべきである。JICAとOECFが環境協力面で地方都市と連携を取ることは大変重要なことであり、環境ODA実施面で国と地方の協力関係を作り出す役割をOECFとJICAが果たすことが出来る。

第3に、環境協力の推進には、研究協力が重要である。相手側の現状やニーズを正確に理解し、その解決のために科学的な処方箋を出していくことが基本的に重要である。この場面で大学や研究所、あるいは自治体の研究者や企業の研究者が協力できる。大学は、両国間で結ばれている学術交流などの交流実績に基づいて、新たな共同研究事業を展開できるし、そこで必要な人材育成にも協力できる。

大学などが行う研究協力は、もっと大きな役割を果たすことが出来る。例えば、研究者同士の研究交流・協力は、相手研究者に知的な刺激だけでなく、現実の環境問題を正確に理解してもらうプロセスでもある。相手研究者は、それを自分の問題として受け止め、そのことを地方自治体や政府に進言できる。環境協力を必要とする政府は、その提言などに基づいて2国間協力や多国間協力の案件として援助供与国ないしは国際機関に援助の供与

を申請できる。一方、日本側研究者は、当該国に対する援助供与の必要性和意義を供与国政府に進言でき、双方から必要な援助案件を政府に提言できる。これらのプロセスから、必要かつ適切な援助案件が生まれ、環境 ODA が実現される。このように大学は、国と国、都市と都市の関係だけでは入っていけない分野で協力をし、相互理解を助け、共同研究、共同学習を通じて交流の実を上げることが出来る。

第 4 は、市民の理解と NGO との連携である。都市は市民と密接に関わっており、環境国際協力を推進する意味と意義について市民から理解をもらう必要がある。市民の環境意識を高めるためには、環境についての教育等も必要である。環境協力の実施面では、また NGO の人々の協力が重要である。彼らの行動力と人的交流を重視する姿勢を都市は活用すべきである。

第 5 は、民間企業との関わりである。企業が持っている環境関連の技術やノウハウの活用はもとより、環境協力を将来的に考えた場合、企業に環境分野でのビジネスチャンスを与える発想も必要である。環境問題は地球的な問題である。企業には特に環境への配慮と実践が求められている。民間企業には、お金のかかる環境関連事業に協力してもらうと同時に、それをビジネスとしても展開してもらう工夫が必要だと思う。

ともあれ、環境問題は、あらゆる分野とあらゆる主体と関連している。地球規模の問題であると同時に、それへの対策は地域的、個別に行わなければならない。それだけに一主体だけでは到底処理できる問題ではない。上記のいくつかの関連や協力関係を越えて、さらに大きな広がりを持つ産官学民住の連携が必要であり、そのためのネットワークづくりがこれから重要になる。その方向への前進のために、都市間環境国際協力の推進が重要性を増してくるものと思われる。

参考文献

井村秀文・勝原健『中国の環境問題』東洋経済新報社,1995 年

井村秀文・勝原健「成長のアジアと日本、韓国、中国の環境問題」『EAEP』,1995 年 10 月

川村健一・小門裕幸『サステイナブル・コミュニティ』学芸出版社,1995 年

Gerschenkron, A., *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Harvard Univ. Press, 1966

Goldin, I. & L. A. Winters eds., *The Economics of Sustainable Development*, Cambridge University Press, 1995

小島麗逸・藤崎成昭編『開発と環境：東アジアの経験』アジア経済研究所,1993 年

小島麗逸・藤崎成昭編『開発と環境：アジア「新成長圏」の課題』アジア経済研究所,1994 年
国連大学「ゼロエミッション型経済システムへの移行」

佐和隆光『地球温暖化を防ぐ：21 世紀型経済システムの転換』岩波新書,1997 年

中国研究所編『中国の環境問題』1995 年 12 月

中国電力『中国経済の展望と電力事情に関する調査』1995年2月
『日本経済新聞』「社説：環境保全型援助への提言①～④」1996年8月10日～9月16日
『日本経済新聞』「中国のエネルギー事情1～29」1996年10月11日～11月20日
藤崎成昭編『地球環境問題と発展途上国』アジア経済研究所,1993年
松岡俊二・小野ゆかり「東南アジアの環境問題と日本の国際協力」『国際協力研究誌』第1
巻第1号,1995年3月
三橋規宏『ゼロエミッションと日本経済』岩波新書,1997年
山下彰一(編)『環境技術の途上国移転』国際開発高等教育機構,1996年
山下彰一(編)『中国における環境保全型技術・経済システムの構築に関する研究』国際開発
高等教育機構,1997年
山田辰雄・橋本芳一(編)『中国環境研究』勁草書房,1995年
渡辺利夫『成長のアジア停滞のアジア』東洋経済新報社,1985年
渡辺利夫・白砂堤津耶『図説中国経済』日本評論社,1992年
the World Bank, World Development Report: Development and Environment, World
Bank, 1992
the World Bank, The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy, Oxford University
Press, 1993

表1. GNP 当たり一次エネルギー消費量及び二酸化炭素排出量の国際比較
(1992年)

| | GNP 当たり一次エネルギー消費量 (石油換算トン/100万ドル) | GNP 当たり二酸化炭素排出量 (炭素換算トン/100万ドル) |
|----------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 中国 | 1,445 | 1,493 |
| 旧ソ連 | 816 | 621 |
| 米国 | 403 | 321 |
| 日本 | 151 | 117 |
| アジア NIES | 442 | 364 |
| 台湾 | 337 | 263 |
| 韓国 | 594 | 483 |
| 欧州 OECD | 250 | 186 |
| 世界平均 | 404 | 328 |

(資料) 「EDMC/エネルギー・経済統計要覧 (1995年版)」 pp. 219-220.
井村、勝原 [1] p.104 より転載

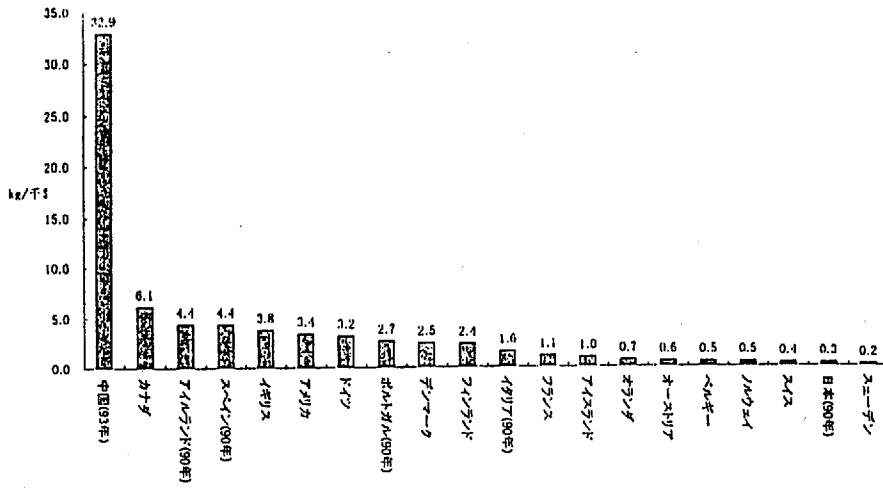
表2. エネルギー多消費産業における日・中比較
生産規模、エネルギー消費原単位、SOx排出原単位

| | 鉄鋼 | | 電力 | | セメント | | 窯業・土石 | | |
|--------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | 日本 (1985) | 中国 (1987) | 日本 (1985) | 中国 (1987) | 日本 (1985) | 中国 (1987) | 日本 (1985) | 中国 (1987) | |
| SOx 排出原単位 | 生産規模 | 最終圧延鋼材 (1000t) 97,524 (100) | 製品鋼材 (1000t) 43,860 (45) | (百万kWh) 535,575 (100) | (百万kWh) 495,980 (93) | (1000t) 76,725 (100) | (1000t) 186,250 (243) | 板ガラス (1000箱) 35,393 (100) | 板ガラス (1000箱) 58,030 (164) |
| | 生産1単位当たり エネルギー消費 | (Tcal/1000t) 4.928 (100) | (Tcal/1000t) 12.596 (256) | (Tcal/Mil kWh) 1.910 (100) | (Tcal/Mil kWh) 3.520 (184) | (Tcal/1000t) 1.279 (100) | (Tcal/1000t) 1.365 (107) | (Tcal/1000boxes) 1.842 (100) | (Tcal/1000boxes) 8.905 (483) |
| | エネルギー消費 1単位当たり | 0.277(VTcal) (100) | 3.586(VTcal) (1295) | 0.182(VTcal) (100) | 1.769(VTcal) (972) | 0.102(VTcal) (100) | 1.472(VTcal) (1443) | 0.627(VTcal) (100) | 3.275(VTcal) (522) |
| | SOx排出原単位 (SOx:VTcal) | | | | | | | | |

出所: 日中共同「エネルギー消費・大気汚染分析用産業連関表」(通産省通商産業研究所) から作成。ただし、日本の最終圧延鋼材生産は、鉄
鋼統計要覧 (1994版) から、中国の製品鋼材生産は、中国統計年鑑 (1994版) によった。

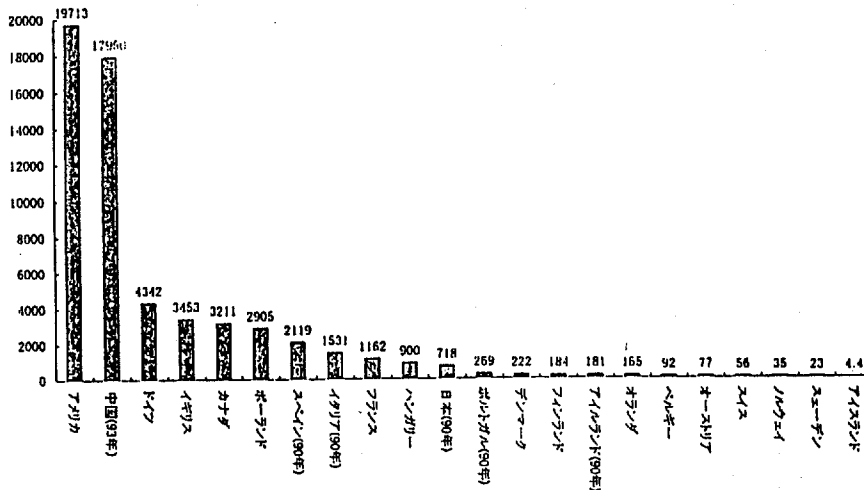
注: () 内は、日本を100とした。井村、勝原 [2] p.13 F4 転載。

図1 GDP単位あたりSOx排出量(1991年)



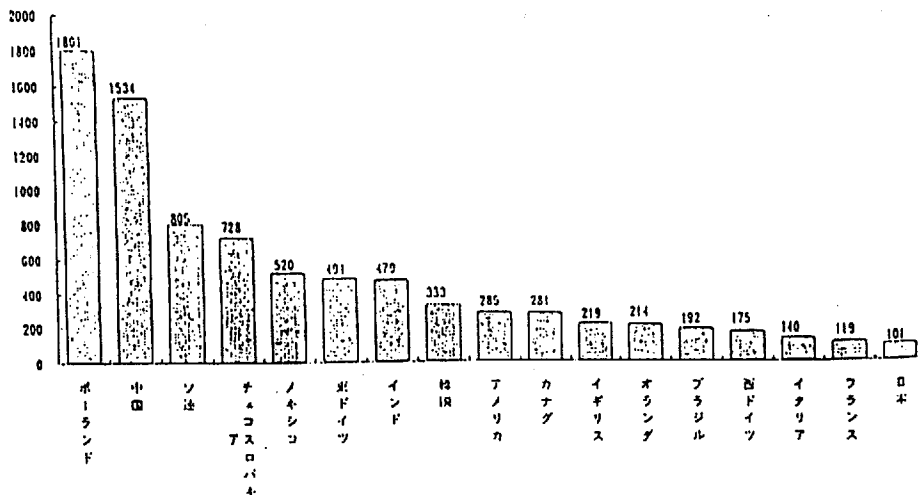
KEO環境・エネルギーデータベースより
出典: OECD Environmental Data 1995

図2 固定発生源からのSOx排出量(1991年・1,000t)



KEO環境・エネルギーデータベースより
出典: OECD Environmental Data 1995

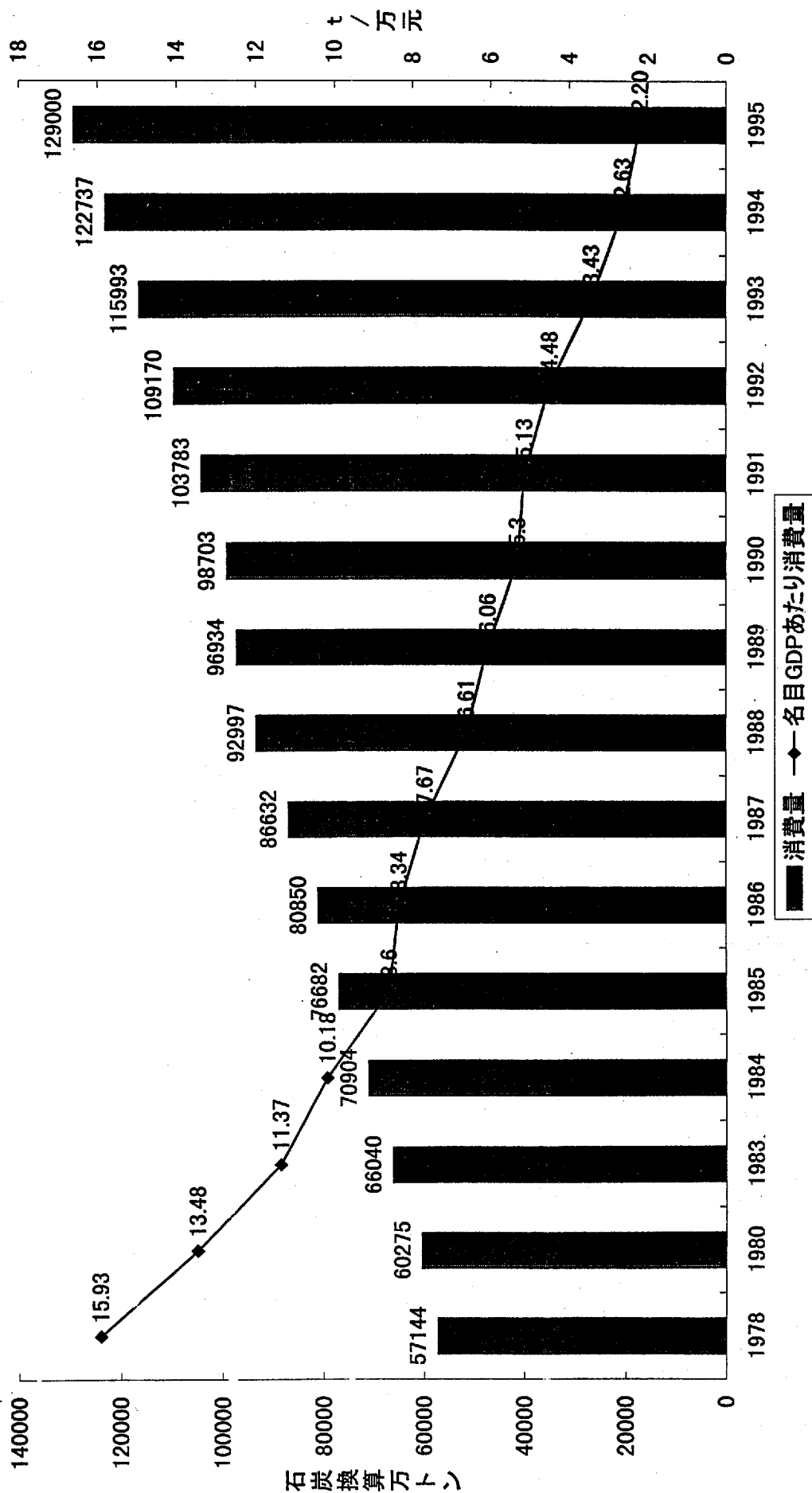
図3 主要国のGDP単位あたりCO2排出量(g-C/ドル)



出典: 調査第144号 1990.8 日本開発銀行, 国連統計月報 1990, 世銀アトラス 1989

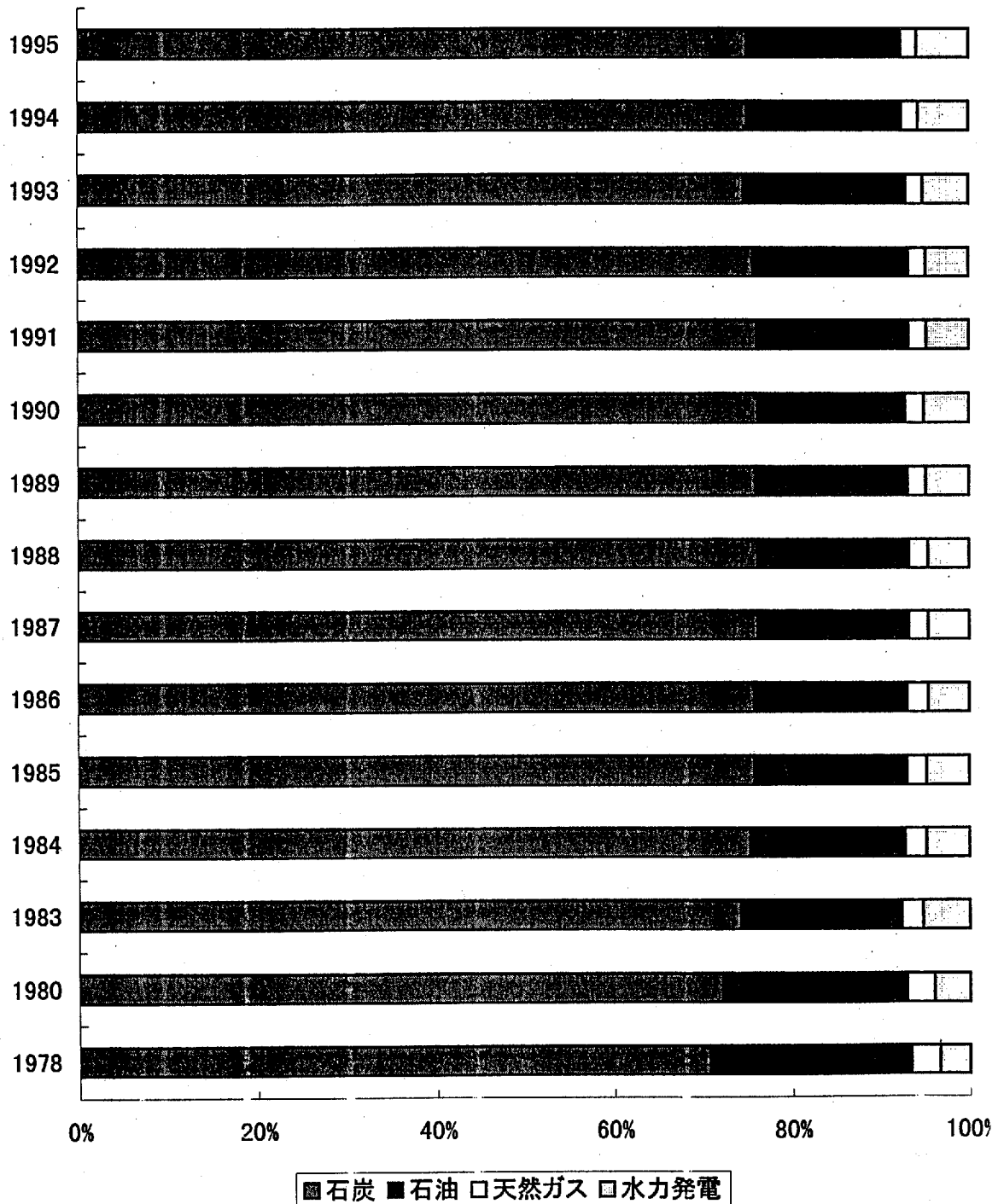
山田・橋本[16]より転載

図4 中国のエネルギー消費量の推移



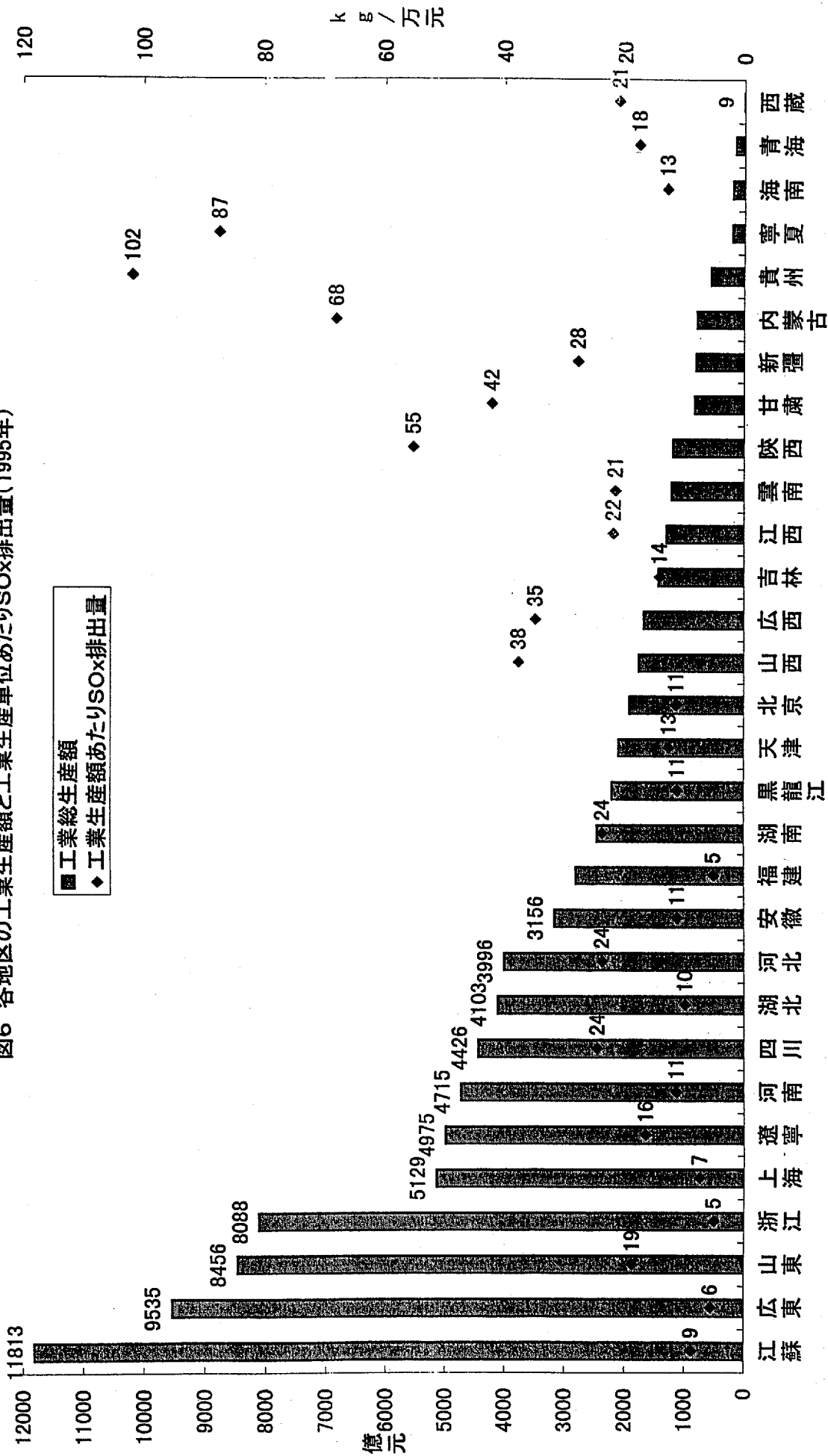
出典:中国国家统计局1996年

図5 中国のエネルギー消費構成の推移



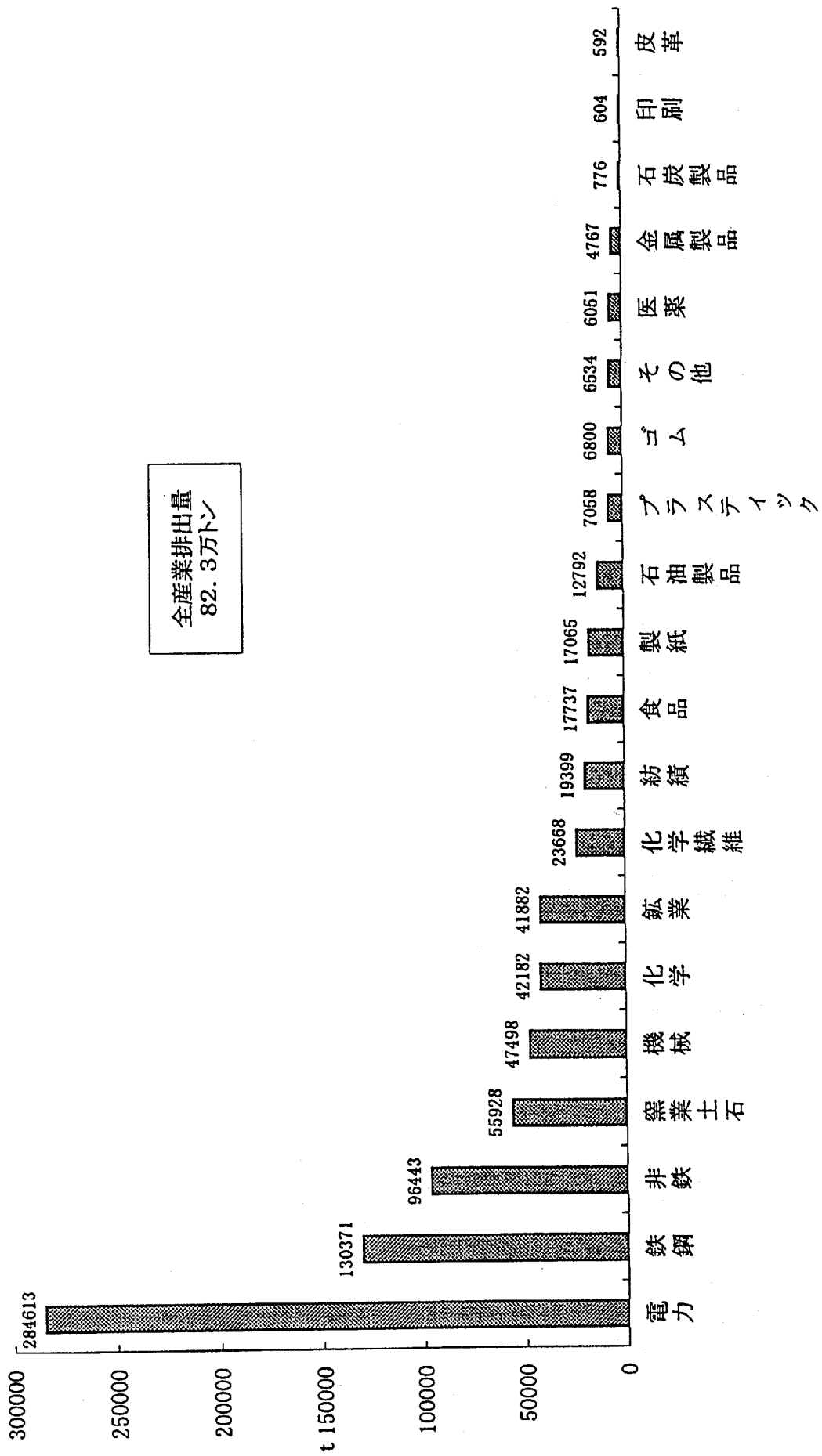
出典:中国国家统计局年鑑1996年

图6 各地区の工業生産額と工業生産単位あたりSOx排出量(1995年)



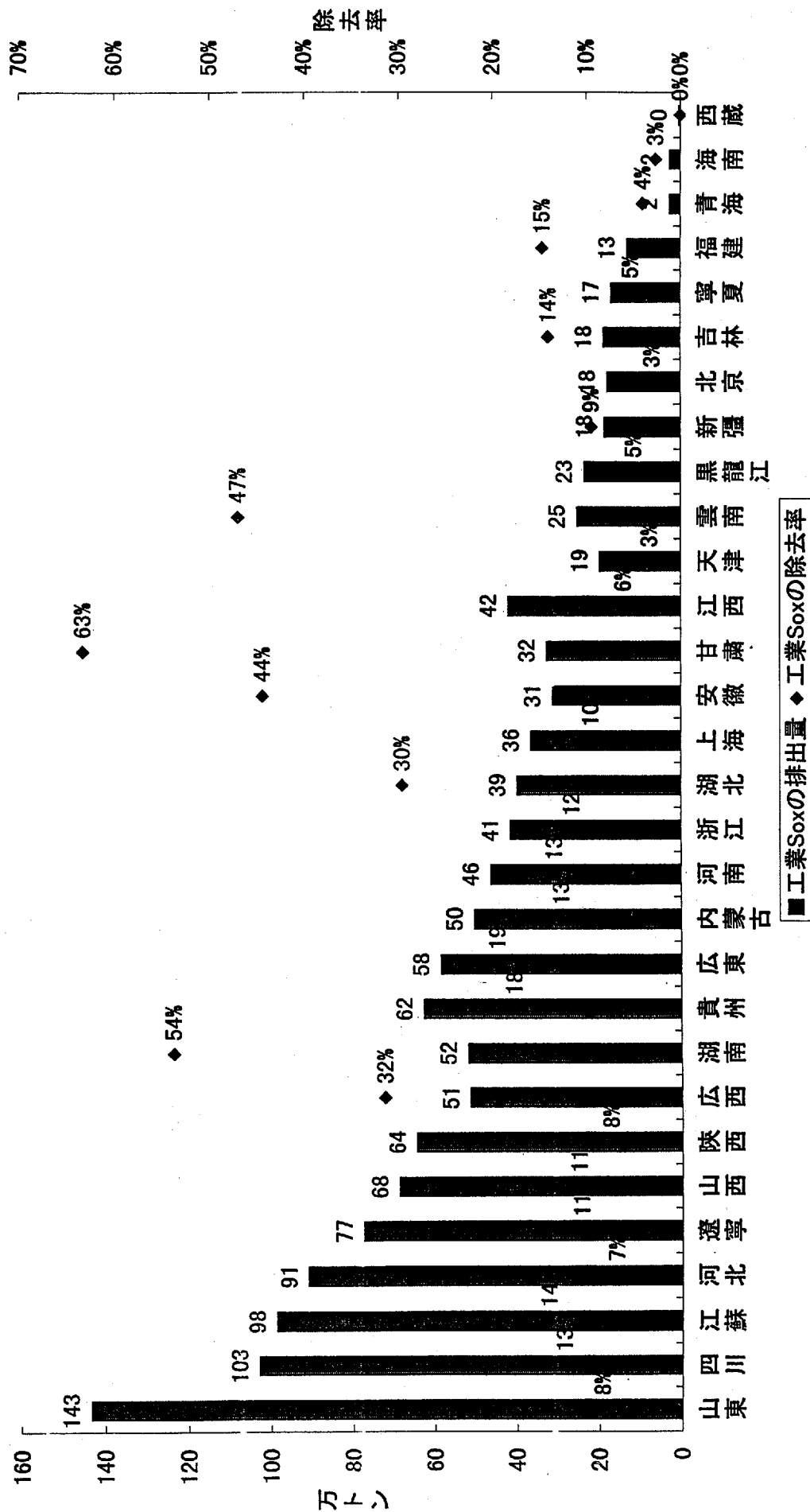
出典:中国統計年鑑1996年

図7 遼寧省の産業別SOx排出量



KEO環境・エネルギーデータベースより
出典：遼寧省統計年鑑 1994

図8 各地域の工業SOx排出量と除去率



出典: 中国国家年鑑1995年