

環境政策の総合的研究(I)

転換期の環境政策のあり方

1977年2月

財団法人

政策科学研究所

Institute for Policy Sciences, Japan

まえがき

政策科学研究所は昭和46年の「産業活動と自然との調和のためのエコロジー・システムへの接近」の研究以来、「沖縄県土地利用基本計画」などの土地利用、環境創造へのアプローチやいくつかの環境アセスメントの研究を続けてきた。

ところで、わが国は水俣病など世界にも、類の少ない環境問題に挑戦するために、きわめて短期間に急速な環境対策を展開し大きな成果をあげてきた。しかし、それは技術論を偏重し、経済性を除外したものであった。これは永く続くものではない。特にエネルギー危機以来の経済・社会状況の変化に促されて種々の政策は、発想の転換をせまられるようになった。環境政策ももちろん例外ではない。その前提となる技術性、経済性および国際性の条件を即物的に再検討すべきである。

われわれはかかる発想に応じて環境政策を転換し新たな環境創造への道を歩むことが必要であると考えた。

本研究は窒素酸化物汚染対策を中心に今後の環境政策のあり方を研究したものである。

なお本研究は以下の研究委員により行われた。

研 究 委 員

総 括	笠 井 章 弘	(政策科学研究所常務理事)
主 査	山 田 嗣	(" 主任研究員)
副主査	増 川 重 彦	(" ")
委 員	岡 川 千 勝	(" ")
	伊 藤 勝	(" ")
	内 山 清	(" 研究員)
	鎌 田 博 樹	(" 嘱託)
	粕 谷 常 行	(" ")
幹 事	真 板 昭 夫	(" 研究員)

この研究をすすめるにあたっては、実に多くの人々の御意見を参考にさせて頂いた。改めてここに感謝する次第である。

目 次

まえがき

第1章 窒素酸化物による大気汚染とその対策	1
第1節 環境基準の考え方	2
第2節 環境基準とクライテリア	15
第3節 測定体制と今後の方向性	52
第4節 複合汚染の科学的解明と段階的アプローチ	74
第2章 窒素酸化物規制の展開の方向性	84
第1節 発生源の分布と汚染の状況	85
第2節 地域別環境管理計画の策定と中間目標値	88
第3節 窒素酸化物削減のための規制と技術開発	99
第4節 窒素酸化物削減対策の技術的可能性の評価と対応	104
補 論 窒素酸化物の測定と規制の現況	108
1. 窒素酸化物の測定の環境濃度の現況	109
2. 窒素酸化物規制の問題点	152
第3章 窒素酸化物削減対策の経済・社会的評価と対応	164
第1節 自動車排ガス規制の通商面への波及効果とその対応	164
第2節 自動車排ガス規制の国民経済への波及効果とその対応	190
第3節 環境法体系を支える行政 ^制 と法体系の今後のあり方	200
補 論 産業連関表を用いたインパクト分析	208
第1章資料	258
第2章資料	309

第1章 窒素酸化物による大気汚染とその対策

第1節 環境基準の考え方

1.1 大気汚染と環境基準導入の経緯

日本における大気汚染問題は、昭和30年代を中心にした高度経済成長期に入ってから深刻化しており、この頃から多くの都市で大気汚染の観測が始められている。

一般的に大気汚染問題を考えるため、第一に汚染物質、第二にその発生源にそれぞれ注目してみると、次のように分類することができる。第一の汚染物質については、一次汚染物質による大気汚染と二次汚染物質による大気汚染がある。一次汚染物質による大気汚染とは、自動車、化学工場・燃焼施設などから、有機物質が燃えることによって放出される物質の直接的影響によるものであり、具体的にいうならガス・粉塵などの汚染物質による汚染である。二次汚染物質による大気汚染とは、大気中に放出された汚染物質どうしの相互作用や、汚染物質が他の物質や光化学作用などによって変質し、異なる物質が生成され大気が汚染される場合である。

第二の発生源については、いわゆる煤煙発生施設をもつ工場などの固定発生源と自動車、航空機などの移動発生源とに分けることができるが、汚染寄与率をみると一部の大都市、商業都市では後者の比率が相対的に高く、また産業都市では前者の比率が高いという傾向にある。移動発生源は昭和40年代以後のモータリゼーションの結果急成長したものである。

ところで、以上のような汚染物質と、その発生源の主要なものが、都市化の進行や、燃料の質的・量的な変化によって、歴史的に変化して来ていることは言うまでもない。

表1.1に示すように昭和30年代当初、問題とされた大気汚染の観測対策は、石炭の燃焼によって発生する煤煙であった。特に、降下煤塵が注目された。この煤煙は、高濃度の場合、視程1kmという著しい視程障害を起こすものであり、4,000人の大量死亡を出したロンドン型スモッグがこの典型であるが、日本でも同じ型のものが東京、大阪等で発生し、ぜんそく患者を生み出すなどの影響を与えている。当時、大都市においては、昼間においてもライトをつけなければ車を運転できないという状況がしばしばみられた。このような状況の中で昭和30年までは、大気汚染の測定方法としては濃煙霧日数が利用され、観測資料も少なかったが、その後テープエアサンプラーによる測定がおこなわれるようになって徐々に汚染濃度を明確に把握できるに至った。そして、昭和37年6月に初めて「煤

煙の排出規制等に関する法律」が施行され、日本の大気汚染対策はこうした大気汚染状況の中から固定発生源への排出規制を中心として出発したのである。

この煤煙規制法では、「煤塵の規制」に主体がおかれ、「イオウ酸化物の規制」は比較的ゆるやかであり、特に、ガス供給用ガス発生施設および石油精製用施設はイオウ分の高い原油を使用するという理由で、他の施設よりも規制がゆるめられていた。「人の健康を保護する」といった観点よりも、むしろ、「経済の健全なる発展と調和」に重点がおかれていたとみられる。

これに伴って、工場および事業所からの「煤煙」の排出規制が行われ、降下煤塵量は全国的に減少の傾向を見せてきた。

ところで、昭和35年を境にして、燃料が石炭から石油に切り替るにつれて、わが国の産業経済の急速な発展がみられ、重化学工業化、既製工業地帯への工場の集中や新規工業地帯の立地などが急速に進行し、濃煙霧日数は次第に減少したものの、亜硫酸ガス(SO_x)による大気汚染が広汎に注目されるようになった。特に、その中心地域となったのは、石油コンビナートや大規模工場の集中する太平洋ベルト地帯である。ベルト地帯に含まれる各都市とも、昭和45年頃迄、 SO_2 の大気汚染濃度は、増加の傾向を続け、この10年間に SO_2 大気環境濃度が二倍以上になるといった地域が見られている。東京を例にとると、 SO_2 濃度0.1ppm以上の日が、昭和37、38年頃には冬季に限られ、日数も年間で20日前後にすぎなかったものが、昭和40年頃から急激な増加を示し、その日数は五倍以上となっている。さらに、冬季には0.3ppm以上の高濃度汚染の日数がふえ、0.3ppm以下の濃度では夏と冬の差が日数的にみて変わりなくなるという状態を示している。このように SO_2 大気環境濃度が増加傾向を示す中で、大気汚染は国民の健康や生活環境の上で大きな問題となってきた。特に昭和35年の四日市における大気汚染によると思われるセンソク患者の発生は、イオウ酸化物による大気汚染問題として、社会的にクローズ・アップされている。このような事態を背景に、昭和42年、公害対策基本法が制定され、昭和43年6月、大気汚染防止法が煤煙規制法の発展として制定され、昭和44年には公対法に基づいて、健康にとって望ましい目標を示すものとして SO_2 環境基準が決定されるに至った。

その主要な発生源が、先に述べた石油をエネルギー源として利用する固定発生源であることは言うまでもないが、定められた目標としての環境基準値に大気環境濃度を近づける

ために、まずは石油燃料の低イオウ化対策が実施され、これに続いて、「煤煙発生施設」から発生し、排出口から大気中に排出されるイオウ酸化物の量について地域区分ごとに、排出口の高さに応じて定められた許容限度によって規制するという方式が、対策として用いられた。これは、煤煙の拡散を考慮に入れた場合、煙突が高くなればなるほどその効果が大きくなり、着地濃度は薄くなり、したがって煙突が高ければ、その低いものよりも汚染物質が多く排出されても、着地濃度は変わらないとする発想に立ったものであった。しかし、エネルギー消費量の増加に伴い汚染物排出量の絶対量が急速に増加すると高煙突の効果も薄まる。そこで、環境基準値を目標にして地域全体の汚染物質の濃度を計画的にへらしてゆくという発想から、総量規制方式が導入されるに至った。この結果昭和45年以降大気環境濃度は除々に低減されるに至っている。

また、この煤煙の排出規制の際に、イオウ酸化物、煤塵の排出規準とともに、有害物質に関係のある煤煙発生施設から発生し、その中に含まれる有害物質の量について、物質および施設の種類ごとに、又許容限度ごとに、五種類の物質が規定されている。その五種類とは、①カドミウムおよびその化合物、②塩素および硫化水素、③ふっ素、ふっ化水素およびふっ化硅素、④鉛およびその化合物、⑤窒素酸化物である。これらの「有害物質」とは、施設が事故の場合の措置のために、その中で特に人体に影響を与えるものを示しているにすぎず、 NO_x についても、事故時の職業曝露的な観点から、その毒性が注目されていたにすぎなかった。しかし、 SO_2 大気環境濃度は環境基準達成に近づいたにもかかわらず、四日市等の大気汚染による閉塞性呼吸器疾患患者の発生の減少傾向がみられないことから、昭和48年、環境基準値が0.05 ppm から0.04 ppm と、より厳しいものへと改正されている。このような大気環境の状況の中で、さらに、昭和45年、東京立正高校事件、すなわち、光化学大気汚染による被害がおこり、一次汚染に加えて、二次汚染が問題とされるに至った。

この光化学大気汚染は、紫外線が照射されることにより、窒素酸化物と炭化水素が反応してオゾンが形成され、その他さまざまな有害物質が形成された結果、人体に影響をおよぼすものであるといわれている。発生当時、光化学スモッグは、大都市固有の現象と考えられていたが、後の地方中小都市測定網の整備に伴って各地でも観測されるに至っている。この主要な原因物質となる窒素酸化物の発生源は、自動車・航空機等の移動発生源と固定

発生源の両面にわたっている。光化学オキシダント対策のために、窒素酸化物が大気汚染物質として注目されるに至ったわけであるが、都市化傾向の進展の中で、大気環境中の窒素酸化物汚染濃度は増大傾向をみせており、しかも大気環境中における低濃度下での曝露による地域住民への影響が問題であった。

当時の窒素酸化物に関するデーターをみても、その日常的な毒性があまり注目されていなかったため、人体と大気汚染の影響について注目した研究例は少なく、特に低濃度長期曝露による影響を調べたデーターは、ほとんどその例をみていない状況であった。また、窒素酸化物の大気環境濃度について測定すべき体制も完備されていなかったため、測定データーも少なく、その影響把握については、困難な状況であった。このような状況の中で昭和45～46年に六都市調査が行われ、その結果と、さらに、当時の低濃度長期曝露実験によって得られた毒性学データーを考慮して、昭和48年窒素酸化物の環境基準が定められたのである。

表 1.1

時 期	汚 染 物 質	主 要 事 項	事 件
戦 前		・ 黒煙 ・ 降下煤塵	・ 表面汚染の増大 ・ 住民の苦情・陳情の増大
・ 1949 第 I 期 <石炭 汚染>	昭和 30 ・ 降下煤塵 (灰・すす・煙) ・ 亜硫酸ガス	・ 黒煙再び増加 ・ 降下煤塵 ・ 浮遊粉塵 <テーブエアサンプラーによる測定> ・ SO ₂ 濃度の測定<二酸化法・フクシンホルマリン法> ・ SO ₂ 濃度の測定に導電率法による自動測定器が実用化	・ 1949 東京都公害防止条例 ・ 1950 大阪府事業場公害防止条例 ・ 1951 横浜ぜんそく発生 ・ 1952 ロンドンスモッグ事件 4000人の過剰死亡 ・ 1956 イギリス政府がClean Actを制定 ・ 1957 厚生省が生活環境防止基準法案をまとめるも時期尚早としてつぶされる
・ 1960 第 II 期 ・ 1965 昭和 40	昭和 35 ・ 浮遊微粒子 ・ 亜硫酸ガス 昭和 40 ・ 浮遊微粒子 ・ SO _x ・ CO	・ SO ₂ 濃度の増加傾向強まる ・ 石油化学コンビナートが全国的に建設されはじめる ・ 高煙突化がすすみ広域汚染の発生 ・ 自動車排気ガスによるCO汚染が問題 ・ 重金属汚染<浮遊粉塵中の重金属> 発ガン性物質 ・ 1968大気汚染のモニタリングネットワークの整備・テレメタリグシステムを導入	・ 1961 四日市ぜんそく患者発生 ・ 1962 石油燃料の使用制限解除 ・ 1962 煤煙規制法の制定 ・ 1964 厚生省に公害課新設 ・ 1964 三島市と沼津の住民運動に石油コンビナートの建設を阻止, 住民運動が目される ・ 1964 横浜市が磯子火力発電所の建設に際し, 立入検査及び公開などの原則をもちこんだ横浜方式を採用 ・ 1965 四日市市が公害病患者の医療費を負担する制度を発足 ・ 1967 公害対策基準法の制度 ・ 1967 四日市市の公害病患者がコンビナート6社を相手に訴訟提起 ・ 1968 煤煙規制法が大気汚染防止法に発展 ・ 1968 厚生省に公害部新設 ・ 1969 SO ₂ の環境基準決定 ・ 1969 公害による健康被害の救済についての特別措置法大阪市西淀川区・四日市市及び川崎市の一部などの地域指定 ・ 1969 大気汚染防止法による特別排出基準の設定 ・ 1969 大阪で大気汚染予報を実施して成果をあげる
・ 1970 第 III 期 <複合 汚染>	昭和 45 ・ SO _x ・ CO ・ O _x ・ NO _x ・ HC	・ 石油燃料の低イオウ化すすみ SO ₂ 濃度低減 ・ 鉛汚染<自動車排気ガス> ・ 光化学大気汚染 ・ NO _x , O _x , HC, PAN, 浮遊粒子状物質 <10μ以下の重金属, 発ガン性物質>が問題化	・ 1970 CO環境基準決定 ・ 1970 公害対策基準法の改正, 経済発展との調和条項の削除, 公害関係法全般に整備充実 ・ 1970 公害問題に関する社会科学者の東京国際シンポジウム ・ 1970 東京新宿区牛込柳町で鉛汚染問題発生 ・ 1970 光化学大気汚染が問題化東京立正高校事件 ・ 1971 環境庁発足 ・ 1972 浮遊粒子状物質の環境基準決定 ・ 1972 四日市公害裁判で原告が全面的に勝訴 ・ 1972 中央公害対策審議会が自動車公害専門委員会がマスキー法なみの規制を答申 ・ 1973 大阪府総量規制をめざした環境管理計画発表 ・ 1973 窒素酸化物などの環境基準決定 ・ 1973 SO ₂ 環境基準の改訂強化

1.2 環境基準の目的

以上のような基準設定の経緯からもわかるように、日本における環境基準は、維持することが望ましい大気環境レベルを示すものでありながら、同時に利用の側面からみるならば、歴史的には、対策が常に対応する形で設定されているという特徴をもっている。

わが国の環境基準について、公害対策基本法第9条は「政府は、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染、及び騒音に係る環境上の条件について、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で、維持されることが望ましい基準を定めるものとする」としている。また、「第1項の基準については、常に適切な科学的判断が加えられ、必要な改定がなされなければならない」とし、「政府は、公害の防止に関する施策を総合的、かつ、有効適切に講ずることにより、第1項の基準が確保されるよう努めなければならない」としている。

このように、公対法に規定された環境基準の性格は、「維持されることが望ましい基準」すなわち行政上の目標値であり、直接当該地域の企業を規制するための規制値とは異なっていると言えよう。したがって、目標年次までに、それが達成されない場合であっても、公害発生源に対してただちに規制措置を発動するような性格のものではない。しかしながら環境基準値は SO_x の場合のようなたんなる努力目標としてでなく具体的な排出規制と事実上対をなすものとして存在してきた。また、国民には被害がおきないことが健康の指標と考えられ、そのレベルを示すもの（いき値）として考えられて来たりしたのである。この様に、「環境基準」については、地方自治体、産業界、あるいは地域住民によって各々の立場からそれなりの解釈が行われており、理解に混乱が生じている。

例えば、利用的な面をあげるならば、公害防止計画における大気環境管理のための計画目標として利用されたり、あるいは、固定排出源の規制の手段として利用されたり、さらには、総量規制基準の設定目標としての規制基準的な運用のために利用されたり、あるいは、被害救済地域の指定作業等の行政対策のための指針的に利用されるなど、公対法の規定する性格とは違って、現実的には、様々に理解され、利用されており、時として混乱が生じているのが現状である。

ところで、一般的に環境基準については、その性格や役割についての国際的に統一された概念はなく、国の状況に応じてまちまちである。鈴木武夫・公衆衛生院次長は、これら各国の環境基準を内容から整理すると、次の3種に区分することができるとしている。

すなわち、

- (1) 環境質の判定条件 (criteria)
- (2) 行政的行為のために法的規制をもつ基準 (standard)
- (3) 地域環境の行政的、又は技術的対策のための目標値 (goal 又は guideline)

の3点である。

- (1) 環境の質 (環境汚染の状態) を判定するための判定条件 (criteria)

環境基準の設定のためには、環境の質が健康へどのような影響を与えるのかという判定条件が与えられなければならない。この判定条件とは、例えば、窒素酸化物濃度がどれくらいに達すると、あるいは、どれくらいの濃度になると、人体や他の生物、生態系に影響を与えるかといった程度を示す情報を意味している。

この判定条件をつくるために必要な情報は、①環境の評価、②人の健康への作用、③人間以外のものへの作用、に関するものである。この①、②について、大気汚染問題で述べると、①の環境評価は、大気中の汚染物質とその量が、どの程度人為的な活動によるものか、また、それはどのような発生源からによるものか、といった情報に関連して、④排出源と大気環境濃度との関係についての情報と、⑤大気中に放出された各汚染物質の物理化学的性質についての情報、さらに、⑥大気中の分布や時間的条件との関連による、汚染物質の拡散や滞留や物理化学的变化と、気象条件との関係における情報などがあげられる。

これらの情報の蓄積に、各時期における測定体制や測定技術が大きく関与していることはいうまでもない。

②の人の健康への作用は、毒性学、疫学、臨床医学等からの情報と評価によらねばならない。特に毒性学研究によって汚染物の健康への作用機構を知り、疫学研究にあっては、ある汚染物による特定の人の反応を知る事にとどまらず、地域社会の健康水準を示すであろうすべての情報を可能な限り集めることが必要である。特に、人間の健康は、極めて総合的なものであり、個々の汚染物質の濃度と影響に関連した実験のデータをつなぎ合わせても、健康の一部を表現したことにすぎない。したがって、被害がすでにおこっているあるいは、そのように予想される場合においては、多数の地域住民を対象として行われる疫学研究結果が重視される必要がある。

我国においては、先に述べたように、イオウ酸化物や煤塵についての環境基準の決め方は、長年にわたるデーターが人体実験とも言えるほどの被害の経験を通じて蓄積され、各国においても、主に疫学データーを中心にその環境基準を決めており、被害が明確な形で先行し、その被害を人口集団として長年にわたって確認した上で、すなわち、相関関係の明確化とその合意の上で決めるという、後追いの決め方がなされて来ていたのである。

(2) 行政的行為のために法的規制をもつ基準 (standard)

法的・行政的規制力をもつ基準である。この基準は、判定条件から導き出されてくるものであるが、一般的には、費用－便益（損害－利益）関係、技術的・経済的実行可能性等が考慮されるものである。しかし、現実的にみて、環境汚染物質と人の健康との関係について、費用－便益関係を十全に検討しうるほど幅の広い科学的知見が集積されているとはいえない。諸外国における報告をみても、条件や範囲をかなり限定した上で検討を加えているようである。

(3) 地域環境の行政的、または技術的対策のための目標、または当面望ましい目標 (goal 又は guideline)

目標は、行政も工学的防止技術も計画が立てられないという立場から設けられる。防止対策によって目標が達成された時、目標は基準となり、法的規制力をもつようにするという考え方がある。また、データーの蓄積が少なく被害認識が曖昧な段階においても、この目標を、被害の積極的防止という観点から行政施策や工学的防止技術計画を立てる一応の目安とすることができる。さらに、この目標は、現在の環境評価情報を得る上での問題、またそのデーターを得る測定体制上の問題、さらには、技術的可能性と、問題点を計ることが出来る一つのものさしの役割も内包している。

この目標は、現実的には、毒性学と疫学調査の2つの方面から得られる判定条件をもとに、健康を維持することが望ましい幅を示したレベル（ガイドライン）の中で、一番低い濃度に定められる場合が普通である。

ソ連及び東欧圏では、基準は、hygienic standard と、sanitary standard の2種類が設けられている。前者は、生理学的観点からみて人間にとって最も好ましい状態を定めたものであり、後者は、技術的・経済的可能性を考慮したもので暫定的なものである。

としている。なお環境基準は、前者で定められている。

一方、米国においては、公衆の健康保全に必要なゴール的な基準 (primary air quality standard) と、福祉の保護 (例えば農作物、森林等財産) に必要な基準 (secondary air quality standard) とが定められている。同一値の場合もあるが、異なった基準値が与えられている場合には、(現在定められているものでは) 後者の方が高い値となっている。

我国では、窒素酸化物を例にとると、ゴールとしての環境基準値を設け、またその達成のための運用上の方法として、次のようにレベル分けを行っている。

まず、達成の可能性から地域を「過度の人口集中地域、または大規模工業立地地域」とそうでない地域に区分している。そして、前者にあつては、達成期間を8年以内、後者にあつては、5年以内とし、前者については、5年以内に達成すべき中間目標値を設けている。

しかし、中間目標値と、環境基準値の内容の違い、さらには、中間目標値の意義等については明確に示されていない。

このように、世界的にみても「環境基準」の理解は多様であり、その国の様々な大気汚染の実状や科学的知見のレベルに応じて様々な設定のしかたをしているのが現状である。

以上述べたように我国の環境基準の性格は、公対法で定める「維持することが望ましい」行政目標といえるが、その成立の歴史的な背景ゆえに、運用の段階において理解に混乱が生じる要因を内包しているのである。

しかし、いずれにしても、環境基準が、現在公害行政における主目的である環境汚染を防止し、広く清浄な環境の保全をはかる上での技術的な実行可能性の検討を可能にしたり、あるいは、抽象的ではあるが、住民に環境浄化の目標を数値として示すものであり、環境対策上重要な役割を担っていることはいうまでもない。

ところで、もはや汚染物とその人への効果との関係(必ずしも因果関係とはいえないが)が明確にされてから環境基準を目標として設定し、その目標に向けて汚染原因となる主要な発生源への規制を行なっていくといった、今までのような対策では今日の環境問題の解決がむずかしい状況にある。すなわち、先にも述べたように、昭和45年以降多発し、ますます広域化する傾向を示している光化学スモッグに代表される大気汚染問題の原因のひ

とつである窒素酸化物では、単に大規模煤煙施設から発生するものばかりでなく、地域住民の日常的な社会活動の集積から発生するものも問題である。また汚染メカニズムも複雑で、窒素酸化物の環境評価情報や、健康への影響の情報を得ることは難しい。したがって対策もたてにくく、特異な複合汚染状況を生み出しているのである。したがって、仮に今までのように被害と大気環境濃度との関係、あるいは、大気環境濃度と特定の発生源との関係を明確化しただけで、規制基準を設けこれに違反する工場等の活動を取り締まるだけでは、地域環境の汚染を浄化し、生活空間を快適な環境状況に保持することは、不可能な段階をむかえている。今後の対策のあり方は、地域住民の社会活動からも生ずる汚染に対応することも十分考慮しつつ、窒素酸化物の判定条件に関する情報蓄積をはかり、一方では、その段階に応じた対策を講じていかねばならない。そのためには、今までのような被害との対応関係の対策のみではなく、地域環境の保全目標をあらかじめ設定し、その実現のために規制・誘導を行い、環境汚染を防止し、環境保全をはかっていくような対策が必要とされているのである。

これまで環境基準は、公害対策基本法の中で、被害救済や対策等における行政目標として重要な役割を担って来たのであるが、将来は汚染の積極的防止という役割を環境基準にもたせるために、今後の環境基準の設定のしかたとしては次のような点を考慮していくことが必要である。

まず、従来の被害対策的な環境基準の設定の仕方から、未然防止や健康保全の観点に立った環境基準を設定しようとする、従来のように十分なデータが得られた後で決めてゆくといった方法の可能性は、今後、ますます少なくなるであろうと考えられる。さらに、被害という明確な実体を伴った概念に比べて、健康という概念は、時代によって、あるいは用いる対象によってそのイメージが違いうように、幅広く用いられているものである。このため、得られるデータもかなり幅をもったものとして提出されるはずである。

したがって、以上の点を考慮すると、今後の環境基準は、健康への作用に関する情報をもとに、健康との関連で公衆衛生学的にも社会的にも許容し得る幅を持って設定すべきである。そしてどのような限られたデータの中で、どう健康を考えて、公対法に定める「維持することが望ましい」このレベルを決めたのかという健康への判断と知見の限界を明らかにすべきである。このようにして、被害との対応の中で定められてきた環境基準を今後

は逆に、どのような健康をどのように守っていくのか、あるいは目指していくのかという積極的な役割をもつものへと変化させていくことが必要である。

さらに、日常生活レベルにまで至る発生源の多様化の中でおこった複合汚染という特徴を考えると、効果的な対策を行っていくために各地域の環境評価情報の蓄積のもとに、ガイドラインの中で運用上の中間目標値を、地域の特性に応じた形で設定し、さらに環境を保全していく上からも、行政・企業といった従来の対応関係のみでなく、地域住民も含めて、中間目標値の実現可能性に向けて、それぞれ相互になすべき対策を具体的に考えていくような場の設定を組み込んでいく必要があるといえよう。（第2章で詳細に述べる）

1.3 窒素酸化物対策の困難性と問題点

窒素酸化物は、概略的に述べるならば、これまでの環境浄化対策の主要な対象であったイオウ酸化物の場合と異なる次のような特徴をもっている。

環境評価情報に関連する内容としては、第1に、窒素酸化物は高温燃焼に伴って発生するものであり、地域環境濃度がどの程度、どのような発生源によっているものなのかが特定化しにくい。すなわち、発生源は固定・移動の両発生源にわたり、かつ、群小発生源からのものも考えられ、その汚染源が多岐にわたっているのである。

第2に、窒素酸化物は、物理化学的性質として、大気中でNOからNO₂に時間とともに変化するという特徴があり、気象条件によっては、発生源以外のところで広域的な被害が予想されるものである。このことが、大気環境濃度と排出源との因果関係の究明をいっそう困難なものにしている。

第3に、窒素酸化物は、光化学オキシダントの原因物質であるが、この光化学オキシダントは、風上における排出源とは、特定の関係がみい出されておらず、またその発生は多県にわたるほど広域的に発生しているものである。このことは、今までのような大気環境保全対策のやり方では、十分な効果が困難であることを示している。

先にも述べたことではあるが、降下煤塵やイオウ酸化物を主要な指標物質とする時期においては、その発生源が大規模工場等の固定発生源燃焼施設からのものに限られ、かつ主に石炭燃焼からの煤塵、石油に含まれるイオウ分に限られていた。このため、対策としては、例えば固定発生源における燃料転換対策や煙源規制対策等でかなりの低減効果を導び

きを出すことが出来たといえよう。

これに対し、光化学オキシダントでは、原因物質が固定・移動の両発生源にわたっている。それらから排出された汚染物質（主要には、窒素酸化物と炭化水素）特に、風下の地上から供給された物質と、風によって他地域から運搬されて来た物質とが、大気中で、ある気象条件下で化学反応をおこし、高濃度の光化学オキシダントが広域的に発生するといわれている。例えば固定発生源についてみると、それが風上側でない場合でも高濃度オキシダントが出現するといったことがみられており、イオウ酸化物のように、発生源と大気環境濃度との間の関係は、直接的ではない。さらにこれら光化学反応は、太陽光線の持続時間及び温度に依存し、発生条件をみつけることがなかなか困難なものである。このためどのような発生源に、どのような対策を行うことがオキシダント発生の低下につながるのかを決定することはきわめて難しい。

これらの解明は、先に示した各時代における測定体制等に大きくその実態把握が依存していることはいうまでもない。しかし、現在、かならずしも窒素酸化物、あるいは、光化学オキシダントの性質に応じた体制がとられている訳ではない。環境評価情報の集積は、イオウ酸化物に比べてみると、多く得られているとはいえない段階である。

次に、人の健康への作用に関する内容としては、

第1に、窒素酸化物における毒性学実験データの蓄積をみても、高濃度短期曝露に関する知見は多いが、低濃度長期曝露に関しての知見がほとんどみられていない。

第2に、窒素酸化物は、少ないながらも低濃度長期曝露の実験結果や調査結果についてみると、イオウ酸化物と違い、下部気道にまで影響がおよぶといわれており、イオウ酸化物に比べて、その毒性の強い点が指摘されている。

第3に、窒素酸化物と人口集団との関係を明確に示した疫学的データは、世界的にも少なく、大気環境濃度下における人体影響を特定化しにくい状況下にある。このため、我国の今まで基準を定める一般的な方法として用いられてきた方法、すなわち、被害との関係を明確化した上で決定する方法では十分な対応をとりにくい。

第4に、窒素酸化物と他の汚染物質の混合は、人体の影響を考慮した場合、単一の場合に比べて、その毒性は、相乗・相加作用があるといわれているが、各物質との濃度関係等

については不明な点が多い。

第5に、光化学オキシダントの被害は、短期的に、かつ、強い毒性によってあらわれるものであるが、発生のメカニズムや毒性については、未だ解明できない物質が多くあるといわれ、不明な点が多く残っている。

以上のように、環境評価情報において、また健康への作用について、多くの不明な点が残され、今までのように因果関係等をさぐり、被害と発生源との対応のみによって対策を講じていくような環境対策では、十分な健康影響への防止効果が期待しえない状況におかれているのである。このため、今述べた不明確な部分を明確化しつつ、同時に対策へと結びつけてゆく段階的なアプローチが必要とされるのである。

この二次汚染を伴う窒素酸化物による大気汚染を考慮した対策へとしていく上での不明確な部分について、特に、健康への作用に関する知見とその問題点、さらには、汚染物質の物理化学的性質に関する知見と課題については、次の2節で述べることとする。また、環境評価情報の内容を大きく規定している測定体制についての現状と問題点は、第3節においてふれ、長期的、段階的な対策のあり方については、第4節で述べることとする。

第2節 環境基準とクライテリア

2.1 窒素酸化物環境基準の論拠

(1) 環境基準とその論拠

公害対策基本法に基づく窒素酸化物(NO_2)の環境基準は、昭和48年5月設定された。

この設定に基づき、先にのべた運用上の方法として、中間目標が過度の人口集中地域、および大規模工業立地地域に設けられた。

この環境基準設定のためには、①環境評価、②健康への作用に関する評価からの判定条件(クライテリア)が必要である。

窒素酸化物の健康への作用に関する評価として用いられた疫学的調査、ならびに毒性学的研究は次の通りである。

まず、疫学的調査からの情報としては、昭和46年に行なわれた全国六都市調査結果と昭和46年に行われた東京都男子自治体職員の調査結果とが用いられ、毒性学的研究からの情報としては、マウスによる低濃度長期曝露による実験結果が重視された。

疫学的調査結果では、大気汚染による健康への影響をみる指標として、イオウ酸化物の際にも用いられていた非特異反応としての“持続性せきとたん”が3ヶ月以上毎日続く慢性影響としての症状の有症率が検討された。日本の場合、従来、被害と大気汚染濃度との関連の有無においては、30歳以上の家庭婦人と40～50歳代の男子で、約2.5%～3.0%が大気汚染のないところでのこの症状の現われるレベルであることが、一般的な見解とされていた。

この大気汚染と呼吸器症状の有症率の関連は、主に体への被害や死亡という段階にまで影響を及ぼしたイオウ酸化物や降下煤塵等において推定されたものである。イオウ酸化物等の環境基準設定の際には判定条件の設定の一つの資料として、実際に採用されてきた。

窒素酸化物の大気汚染濃度と有症率の関係の調査結果では、煤塵や SO_2 も共存している複合汚染の条件のもとで、長期的平均(年平均)0.02 ppmの間で“持続性のせきとたん”という慢性気管支炎の有症率が高くなり始めるように考えられる、との知見を得ており、これは、一日平均値になおすと0.04 ppmに相当すると考えられた。一方、毒性学的動物実験結果としては、0.5 ppmを6～12ヶ月毎日、断続的に曝露すると SO_2 の場合に

もみられるような慢性気管支炎の病理所見に加えて、肺胞上皮細胞の異常増殖という形態学的変化と器質的变化が見られることを重視している。

一般的に、環境基準の決め方としては、①毒性学的研究結果に、食品化学などで安全基準を決める際に用いられている慣行的係数 $1/100$ を安全率としかけて、設定する方法と、さらに、もう一つの方法として、②長年にわたる汚染被害データーという明確な、誰もが認める人体影響の経験があり、それらについての疫学データーを主体にして、有症率の認められないレベルに改定する方法等が考えられる。

日本の場合をみると、昭和48年当時、窒素酸化物に関する環境評価情報は、測定体制の不備も加わって殆どなく、また健康への作用に関する情報をみても、現実の大気環境汚染濃度レベルよりも、高濃度のレベルについての情報ばかりであった。従来、日本においては、第1節でも述べたように、イオウ酸化物、降下煤塵による多数の住民への被害が先行する中で、その被害を多くの人口集団について十分確認した上で、そのデーターの蓄積をもとに決めるという②の疫学的方法が用いられていた。しかしながら、窒素酸化物については、その影響による調査結果はアメリカで行われたチャタヌガのものと、チェコスロバキアで行われたものが外国事例としてあるにすぎなかった。このため、動物実験結果から導びきだす②の方法が検討されたのである。

以上のような検討結果に加え NO_2 の1日平均 0.02 ppm という基準決定にあたり、疫学データーから次の様な点を考慮し、判断している。

第1に、調査結果で得られた一日平均 0.04 ppm を基準と考えることは SO_2 環境基準に近く、 SO_2 よりも問題になる動物実験データをもっている NO_2 を考えると、適切ではない。

第2に、他の汚染物質、特に SO_2 や煤塵との複合作用も考えられること、すなわち他の汚染物質との共存による人体への影響があることが予想される。

以上の2点を考慮して、十分な安全性をもって防止するとの見地から、1日平均 0.02 ppm という環境基準値が決定されている。したがって、1日平均値 0.02 ppm に対しては、医学的情報やあるいは十分な環境評価情報のもとに決定したものではなく、むしろ限られたデータのもとに、イオウ酸化物の大気汚染濃度の低下傾向にかわり、逆に大気中の汚染濃度の増加傾向を示し、かつまた光化学反応が多発する傾向の中で、住民の健康被害が、四日市ゼンソクのように、明確化し、死に至るといった事件を未然に防止し健康を

保護するとの観点から決定されたものである。

(2) 論拠上の問題点と今後の考え方

以上の様な方法によって決定された環境基準に対して、主に次のような問題点が指摘されている。

第1に、環境基準決定の判定条件に用いられた全国六都市調査による疫学的データは、調査対象が少ないこと、また、調査期間が短いこと。

第2に、全国六都市調査ではSO₂や浮遊粒子状物質の異常な高濃度が問題であり、それに比べるとNO₂濃度は低く、NO₂の呼吸器系疾患との関係は疑わしいこと。

第3に、マウス等小動物以外の人間に近いサル動物実験結果では、0.05 ppmのNO₂曝露で9年間飼育したが、健康であり、日本の動物実験結果は疑わしいことなどである。

先にも述べたように、当然のことながら、環境基準設定は、判定条件が不十分な中で、光化学オキシダント発生の未然防止対策として、また、年々、大気中での濃度が増加傾向を示した中でNO₂自身の毒性を考慮し、過去における後追いの対策から健康を未然に守っていくという観点から設定されたものである。したがって、環境基準の論拠について、上述のような問題点が指摘されて当然である。しかし、重要な問題は環境基準の論拠についての問題を論議し、健康への影響の起きないレベルを明確化していく努力と同時に、現在の環境評価手段として、あるいは健康への作用を把握する手段として、どのような問題をつめていくことが必要なのか、また、今後利用できる知見や手段はどれくらいあるのか等を詳細に検討していくことである。

すなわち、「健康」といわれるものは総合的なものであり、健康の一部を表現しうるにすぎず、常に科学的な限界と問題点は残らざるをえない。したがって、健康保全については、大気汚染物質による影響を一方で把握すると同時に、一方ではその把握についてはどのような限界があるのかを明確にし、その限界を補完する意味で誰がどのような努力をして、環境を保全するのかを各把握の知見集積の段階ごとに具体化していくことが必要である。

以上の観点に立って、以下の節では現在までの知見と問題点、および、今後の課題等について述べていくこととする。

2.2 健康への作用について

第1節で示したように、いままでの健康への考え方は、一般的にいて、我国の大気汚染の歴史的経緯から、被害と対応したイメージが強くならざるを得ない状況下にあったといえる。しかしながら、今日の大気汚染は、因果関係の把握が困難であり、かつ、また特定汚染物による直接的な被害状況の認識がしにくいという複合汚染の下にある。むしろ生態系被の破壊も含む間接的な汚染が多様に重なって、我々の健康に作用しており、その結果が、被害という形であらわれる可能性を強めているのである。したがって、もはや個々の汚染物質に対応した被害救済的な観点による環境対策では不十分である。我々は健康な状態という考えに対しては、被害がおこらない状態というイメージから日常生活や社会活動における快適性あるいは、健康な状態とは何であり、それを守るために多種類の汚染物質に対して総合的にどのような対策を行っていくのかといった新たな発想が要求されている。このため各時代ごとの価値観を含んだ好ましくない健康への作用に対する研究を幅広く行っていく必要があるといえよう。

(1) 汚染物質と人体への影響の捉え方

汚染物質は化学物質であるため、その作用は化学物質の構造とそれによる生体内代謝によって決定されていく。また、汚染物質の物理・化学的性状によって作用の蓄積が影響として診断される場合と、あるいは、体内蓄積がある量に達した時影響が現出し、診断される場合とがある。前者の例としては、SO_xやNO_xなどのガス状汚染物質が上げられ、後者の例として、水俣病に代表される有機水銀等の重金属汚染が上げられよう。

この内、人の健康への好ましくない作用とは、機能的能力・形態・成長・発達等々に変化がおきることをさしているが、極めて幅の広いものであり、各国の健康への考え方や何を指標としてみるかによってもかなりの違いがあるものである。

この一般的に広い意味で使われる好ましくない作用の判断（汚染物質が生体にどのような影響を与えているのかの判定）は、汚染物質の単一、複合を問わず量と効果・量と反応の関係によって行われる。

まず、量と効果の関係とは、汚染物質の曝露量に対応して、生体にどのような種類の影響が現われるのかといった関係であり、例えば、先にのべたSO_xに対応してみるならばいろいろの効果の中から非特異的反応として“せき”と“たん”の症状を重視する。

これに対して、量と反応の関係とは、曝露量に対してその量の増加に伴い、一定の強さ

の反応が増加を示すことがあるが、その場合の曝露濃度の変化とある集団に特異の症状が現われる割合の関係を示している。

例えば、 SO_2 を例にとると、人口集団の中の“せき”と“たん”の症状の有症率がこれに当り、3%以上になったとき、現状では SO_2 による大気汚染があると判断し、地域住民集団の健康が大気汚染によって好ましくない障害を受けているとする。図 1.1 はこの 2 つの関係を一般的に図示したものであり、縦軸は反応の関係を示すもので、横軸は効果の関係を示している。

(2) 健康への影響判断に対する考え方

量－効果、量－反応の関係を(1)で述べたが、汚染物質に対する何を効果とし、何を反応とすべきであろうか。これは健康への影響をどのレベル把握するかという問題といえる。

Hatch教授は、環境汚染物質が人に作用した場合の障害と能力損失との関係を図示し、健康に関する考え方の幅がどの程度であるのかを概念的に示している。

以前は健康にとって好ましくない段階を、衰弱という障害や被害によって病気という機能的能力の損失が生ずる点をもって判断していたが、今日では、健康への考え方の変化に伴い代償作用の範囲内でも論じられている。

すなわち、健康と病気の間には ill health という状態がある。図－1 に示した曲線の上のどこに汚染物質の作用の評価をおくか（どのような反応レベルと効果を決定してゆくのか）は時代ごとの社会的健康観の変化とそれに対応する判断によるとされている。この判断の場合、健康のとらえ方の概念は幅広く、個人の身体的なレベルから、社会的、審美的作用といった精神的なレベル、さらには、生態系のつながりを重視して、動・植物に作用しはじめるレベルに至るまで、様々であり、いちがいに健康に好ましくない段階といっても、多くの段階が存在している。

WHO はこの段階について、次のように考察した。

第一レベル－現在の知識によれば、直接的にも間接的にも人の健康に何らの影響もみられない濃度と曝露時間。

第二レベル－感覚器を刺激したり、植物に有害であったり、人の視野の減少あるいは、環境に対するその他の不利な影響をもたらすような濃度と曝露時間。

第三レベル－慢性疾患や寿命の短縮をおこすかもしれない変化や生理的機能の障害を起

こしそうな濃度と曝露時間。

第四レベル—感受性の強いある人々の集団に急性疾患や死をもたらすかも知れない濃度や曝露時間。

わが国の場合、個人の身体的な健康を守ることを目的とした範囲で健康が把握され、精神的健康を守るものであるとはいえない。WHO のレベルからみるとNO₂の環境基準値は第一のレベルに相当するものであるかもしれない。そのレベルの中で、健康にとって好ましくない指標として表 1.2 に示すように、例えば、イオウ酸化物については非特異的反応である慢性気管支炎様症状が指標として注目され、光化学オキシダントについては眼粘膜刺激などが注目されている。

表 1.2 大気汚染物（多数発生源，広域汚染）
と人体影響

	影 響	
	急 性	慢 性
SO _x 浮遊粒子状	過剰死亡数 学童欠席率増加 呼吸力学的変化 呼吸器感染症増加	慢性気管支炎様症状増加 慢性気管支炎；喘息又は喘息様症状；地域罹病率，死亡率増加 呼吸器の悪性腫瘍増加
CO	酸素供給能力の障害 大脳精神機能低下，反射時間延長 悪性貧血病者および循環器疾病者の症状の悪化：内因性COの呼吸障害	？
NO ₂	？ 細菌・ウイルス感染促進（エピソード）	慢性呼吸器疾患又は慢性気管支炎様症状増加 末梢気管支上皮細胞の腺腫瘍様増殖，細菌・ウイルス感染促進 細気管支炎
光化学オキシダント	眼粘膜等粘膜刺激 呼吸器機能低下 細菌・ウイルス感染促進	慢性的な肺の変化 肺の老化促進 細菌・ウイルス感染促進
有機物粒子	喘息誘発	

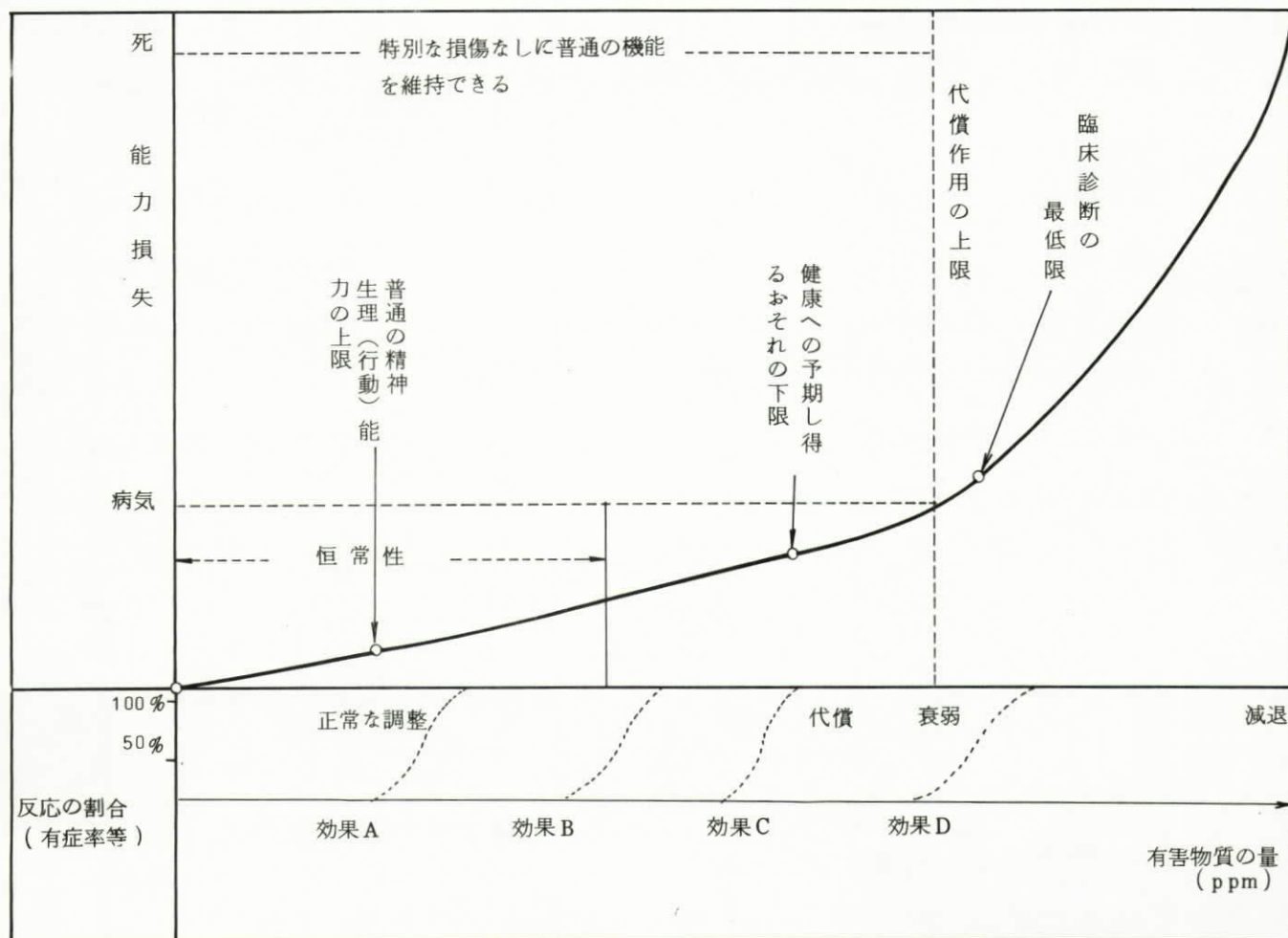


図 1.1 障害・能力損失関係の模式図

(3) 健康への作用のための評価情報と問題点

大気汚染がどの程度健康に作用を与えるのかを評価してゆく情報手段としては次のようなものが用いられている。第1は毒性学的研究からの評価情報であり、第2は疫学的研究からの評価情報であり、第3は臨床医学的研究からの評価情報である。この場合、毒性学的評価研究の中には、行動科学的反応、病理学、病理生理学的評価の全てを含むとされている。以下、各研究室による知見の現状と各知見に対する他の研究分野、あるいは産業界等の人々からの問題点の指摘を示すと次の通りである。

① 毒性学的研究結果と問題点

(a) NO₂の慢性影響について

NO₂の慢性影響は、①呼吸器（気管・気管支・肺）の線毛・粘膜および肺胞に対する障

害（呼吸機能の低下，慢性気管支炎，肺気腫等），②気道感染症に対する抵抗力の減弱（インフルエンザ，肺炎等に対する罹病率の増大），③末梢気管支の上皮細胞の反応性増殖と気管支周囲リンパ組織の増生，④感受性の増化等が主なものである。従来，イオウ酸化物による影響で知られている慢性気管支炎等の閉塞性呼吸器障害は， NO_2 によっても発生する。

動物実験においては，比較的低濃度での曝露が長期間にわたるとき， NO_2 の与える慢性影響による障害が認められており，呼吸器の障害を越えす点では SO_2 と同様であるが NO_2 の有毒性は SO_2 よりさらに強力で NO_2 の細胞増殖作用や，気道感染症に対する抵抗力の減弱あるいは感作増強作用などが SO_2 よりはるかに強くみられる二次的な全身影響が報告されている。

NO_2 の実験動物に対する慢性影響については病理組織学的な変化が，主に呼吸器（気管・気管支・肺）にみられることが認められている。

(b) NO_2 の急性影響について

NO_2 の人間に対する影響は，古くから職業病として知られている。障害を引き起こす硝酸セルロースその他の有機物，電気溶接，写真製版の作業では NO_x による職業病の危険があり，フィルムの焼却，火薬造作業，サイロの貯蔵品からの多量の NO_x ガス発生による急性中毒例が報告されている。これらは高濃度で短期間曝露による急性または亜急性の中毒で，症状は多種多様であるが，急性気管支炎，閉塞性気管支炎，さらには肺水腫を起し死亡する例もある。

たとえば $188\text{mg}/\text{m}^3$ （ 100ppm ）より以上の濃度は，大半の動物には致死的に働かし，死因の90%は肺水腫による。

NO_2 は SO_2 に比べ肺への侵入が容易と考えられている。 SO_2 の場合には，微粒子の存在下で，初めて気管・気管支・肺胞に達するが NO_2 は単独でも肺深部に容易に達して，肺に病理組織学的変化を起こすことが動物実験で確かめられている。

SO_2 と NO_2 の呼吸機能に及ぼすモルモットでの影響の実験で， NO_2 では呼吸数の増加・1回換気量の減少・肺気流抵抗の増加をみる。なお，人間の場合， NO_2 を吸入すると 1.69ppm ，10分間で気道の気流抵抗に有意の上昇がみられ，肺組織に強い影響を与えるのみならず他の臓器，すなわち心臓・肝臓・腎臓等の組織にも影響を与える。

ところで、このモルモットでの実験で、同じ濃度の SO_2 では 1 回換気量が減少し、肺気流抵抗の増加は同じだが、呼吸数は減少を示し、 NO_2 は SO_2 とは異なった影響を与えることが認められている。

以上 NO_2 の急性・慢性影響を述べてきたが、その他、動物を NO_2 に曝露することによって肺炎菌やインフルエンザウイルスに対する感受性が増大し、感染動物の死亡率は高くなり、生存期間が短縮する。

これらは肺から病原体を除去する呼吸気道の能力が NO_2 曝露によって威退するためとされている。また NO_2 曝露により肺胞の表面活性物質や細胞構成成分に生化学的影響を与え呼吸機能の低下をもたらす。一般的に言って 1.5 mg/m^3 (0.8 ppm) 以上で呼吸機能に変化がみられる。 $910 \mu\text{g/m}^3$ (0.5 ppm) 4 時間、 1.9 mg/m^3 (1.0 ppm) 1 時間の曝露で、ラットの肺の mast cell に脱顆粒がおこる。これは、急性炎症の始まりである。その他諸種の炎症所見がみられる。

以上のような炎症所見はさらに肺気腫に発展する。閉塞性気管支炎・カタル性気管支炎・細気管支炎をおこし、肺胞管は拡張し、部分的におきた肺気腫は病気としての肺気腫に進展する。そして繊毛は消失する。

このような病理学的所見は人間にもみられる。そして長期にわたる低濃度の曝露によっても同様の慢性の肺疾患をおこすものと考えられる。

NO_2 複合影響については今後の解明に待たなければならないが、 SO_2 ではエーロゾルとの同時呼入による、相乗的または相加的な影響が動物実験により認められている。また気流抵抗の増加および嗅覚に対する刺激という反応においても、 SO_2 と NO_2 は相加的作用が認められる。

② 疫学的調査結果と問題点

地域住民に対する NO_2 の曝露結果がどのように出現しているか、ということには大きな関心がよせられているにもかかわらず、 SO_2 による汚染がなく、 NO_2 のみで汚染されている地域を求めることが非常に困難なために、その研究報告は極めて少ない。ここでは NO_2 の人体影響について行われた疫学的調査のうち代表的なもの、Shy 博士によって行われた最初の疫学的調査であるチャタヌーガ市における調査、チェコスロバキアにおける調査、及び、わが国の地域住民に対して行なわれた 2 つの疫学的調査の 4 例をとりあげる。

(a) チャタヌーガ市における調査

この調査は米国のNO₂環境基準の設定において、重要な根拠となり、また、日本の環境基準設定の参考とされた。

① 方 法

テネシー州、チャタヌーガ市で、TNT爆薬製造工場から放出されるNO₂について行われた。調査地域として、NO₂濃度が高く、粒子状物質低濃度の地域と、NO₂濃度が低く粒子状物質濃度の高い地域が、また、対照地域として、大気きれいな2ヶ所が選ばれた。高NO₂—低粒子状物質地域には、3つの小学校が含まれている。また、この地域では、3小学校周辺の平均汚染水準が示されるように自動監視地点の選定が行われた。浮遊微粒子高濃度地域、及び、対照地域における汚染物自動監視所については、全地域における汚染物の平均曝露濃度を明らかにすることができるようその位置が決められた。監視位置の選定にあたっては、風、地形、植生、局地汚染源の影響についての配慮もなされた。

測定は、24時間の総浮遊物、浮遊硝酸塩、浮遊硫酸塩及びNO₂ガス濃度について、1968年11月から1969年11月までの間、各地点において、連日行われた。特に1968年12月から1969年2月まで、また1969年4月に再度、これらについての24時間濃度が系統的な標本抽出計画に基づいて、4日に1度ずつ測定された。24時間濃度1968年11月に週に1度ずつ測定されたが、濃度が各測定点において、28 µg/m³ (0.015 ppm) 以下になったあとは、測定が打ち切られた。

24時間NO₂標本は、ガス・バブラ法で収集され、ヤコブス・ホッホハイザー法による分析が行われた。総浮遊物、硝酸塩、硫酸塩は大容量サンプラーで収集され、引き続き分析が行われた。

NO₂曝露より予想される健康への影響については、1968年11月から1969年3月にかけて小学生987人に対して呼吸機能の変化、家族871に対して急性呼吸器系疾患についての調査が行われた(対象計4043人)。呼吸機能調査はFEV_{0.75}(Forced Expiratory Volume in 0.75 seconds)が、男児及び女児別に身長差を基準に1週間毎に調べられた。急性呼吸器系疾患についての調査は1968年11月から1969年4月までの間、2週間おきに感冒あるいは、咽喉カタルに罹病したかどうか、罹病した場合には、その程度、及び年齢・性別を報告するよう決められた。

また、高NO₂—低粒子物質地域には、高所得者が主として居住し、2つの対照群、低NO₂—高粒子状物質地域には、低所得者が居住しているという、社会経済的な要因も考慮された。

㊤ 結 果

高NO₂地域の小学生の呼吸機能(FEV_{0.75})は、対照群の小学生に比べ、明らかに低下していた。(表1.3)

高NO₂地域においても、また、高浮遊微粒子地域においても、小学生、その兄弟、父及び母のいずれも急性呼吸器系疾患の罹病率が高くなっている。相対的な超過率は、高NO₂地域で18.8%, 高浮遊微粒子地域で10.4%であった(表1.4)。急性呼吸系疾患が増大した範囲は、6ヶ月間の24時間NO₂平均値が117~250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.062~0.109 ppm)の幅にあり、この期間の浮遊粒子硝酸塩平均濃度が3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ またはそれ以上であった(表1.3)。罹病率の地域的差異は、家族構成の違い、経済水準、人口学的特徴、あるいは慢性的状態によって説明できなかった。また両親の喫煙習慣が小学生の呼吸器系疾患罹病率を非常によく説明しているものと思われる。重症度はいずれの地域についても、基本的には差異はなかった。しかし、NO₂の吸入量と反応との間の関係については、データに基づく立証を行うまでにはいたっていない。

その後、Pearlmanらは、前述の3つの周辺地区に居住する幼児集団と、1年及び2年学童の急性軽度呼吸器疾患についての追跡調査を実施し、気量の観察に基づき、Shy調査という対照地域(control 1)の一つを中間曝露地域として指定することができると考えた。高NO₂地域及びその対照地域(control 2)はPearlman調査による汚染物質一服用量曲線と一致している。

調査対象児童に関するアンケート調査から、1966年7月から1969年7月までの3ケ年、医師の診断を受けたグループには、気管支炎、肺炎、ぜんそくの頻度が報告されている。これによると、感染性や特異性は臨床診断により、67%を上回っていることが明らかになっている。

高NO₂及び中濃度のNO₂汚染地区の子供の急性気管支炎の罹病率が著しく増加している。急性気管支炎は、3年間曝露された幼児、及び、2~3年間曝露された小学生の間に発生していた。この急性気管支炎の増加は、6ヶ月間の24時間NO₂平均値が118~150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(0.063~0.083 ppm)で、この期間の浮遊粒子中の硝酸塩が $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 及びそれ以上の時にみられた。(表15)

Pearlman は、3年間曝露学童の場合に限って罹病率の上昇傾向が汚染物曲線上にあるということから、 NO_2 曝露と気管支炎の限界関係についてある提案を行っている。急性軽度呼吸器系疾患のすべてにみられる地域的差異については、気管支炎の過剰発生により説明できる。また、グループ、肺炎、急性軽度呼吸器系疾患の入院加療については、大きな地域的差異は認められなかった。

この調査における高 NO_2 曝露地域には、 NO_2 濃度が中間地域のそれと同様といった学校が含まれるため、両地域間の NO_2 曝露濃度差は消滅することになった。これは逆に中間曝露グループの疾病率が高濃度曝露グループのそれを上回ることの説明であるかもしれない。しかし、高 NO_2 地域における各学校内グループは、規模が小さいため疾病率の分析を個別に行うことはできなかった。

Pearlmanの研究は、過剰急性呼吸器系疾患を NO_2 汚染地域に居住する学童に見出すことができるというShyによる知見を再確認するものであった。Pearlmanは、急性軽度呼吸器系疾患は、急性の一般呼吸器系疾患よりも汚染物質の影響をより選択的に、また敏感に示す指標であると示唆している。

チャタヌーガ市の研究は、呼吸器疾患に関して他の都市にも適用しうるいくつかの有意性をもっている。 NO_2 は季節的变化がないため、チャタヌーガ研究所で指摘された健康に及ぼす最低限度のNASNの年平均値と直接比較が可能である。どんな場所であっても NO_2 $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.06 ppm)以上の値をもつ地域は、チャタヌーガ市の NO_2 に関する健康影響関係値を越えている。5万人以下の市では NO_2 の年平均 $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.06 ppm)またはそれ以上示したところが10%であり、5万~50万人の人口の米国内の諸都市では54%、人口50万以上の都市では84%であった。

④ 問題点

このチャタヌーガにおける調査結果は、 NO_2 に関する注目すべきものである。しかし、はじめに述べたように、 NO_2 のみで、汚染されている地域は非常に少なく、チャタヌーガ市もまた、 SO_2 や浮遊粉じん等の影響が大きいことがその後明らかにされている。したがって、 NO_2 の影響だけの解析で調査結果をまとめているチャタヌーガにおける疫学調査は

問題があるといえる。

(b) チェコスロバキアにおける調査

① 方 法

NO_x及びSO₂の放出されている工場周辺の小学生について行われた。対象となった3つの地域の汚染状況は次のとおりである。(1) Ohrazenice はSO₂が30～320 μg/m³ (0.01～0.12 ppm), NO_xはわずか5～50 μg/m³で、SO₂の汚染のひどい地域、(2) Rosice はSO₂がわずか12 μg/m³ (0.005 ppm), NO_xは20～70 μg/m³でNO_xの汚染のひどい地域、(3) Bohdane は汚染されていない地域である。

② 結 果

Petr と Schmidt は、3つの地域の小学生の末梢血液のリンパ球及び単球の比率が統計学上かなり差異のあることを発見した。彼らは調査グループの規模については指示していなかったが、年齢や社会経済的な分類では、児童たちは相互に類似していることを知っていた。この結果を環境SO₂や硝酸ガスに対する児童の反応を示すすぐれた指標であると考えられるとしている。

また3つの地域の8～10歳の子供の血液検査より、高NO₂—低SO₂のRosiceと高SO₂—低NO₂のOhrazeniceの子供は、Bohdane (対照) と比べ未成熟血球の数が増加し、溶血に対する抵抗力が増大したという知見を得た。彼らはこれを環境有毒物質に対する児童の補償反応であると解釈した。さらに、高NO₂—低NO₂の地域の子供にMetaHb (methe hemoglobin)は平均2.5%みられたが、対照地区の子供では平均0.86であった。

③ 問題点

この結果は、この種の研究の最初のものであり、また、血液学変化についての解釈は容易ではないことから、これらのデータの確認には、さらに経験を重ね、疫学的調査を行う必要がある。また季節的に児童への感染が予想されるウィルスまたは細菌感染に関する情報は現在入手できていない。赤血球の年齢やリンパ細胞、さらに単核細胞に関する調査もまた必要である。

(c) 東京都における区職員の調査

① 方 法

鈴木らによって、東京都の男子自治体職員を対象に、慢性気管支炎の有症率(1968～

1971年)の調査が行われた。

㊤ 結 果

SO₂の24時間平均濃度の年間平均値が、0.05 ppm 以下の地区における持続的“せき”と“たん”(単純性気管支炎)の有症率は5%以上を示している。(表1.6)この場合のNO₂の24時間平均濃度の年間平均値は0.042 ppm 以上であった。

㊤ 問題点

この調査には2つの問題点がある。第1には、慢性気管支炎の重要な発生誘因となる年齢、喫煙、職種、居住歴、社会階層などの母集団決定因子それぞれがどのように検討されどのように結論に織りこまれているかが示されていないことである。第2には、高濃度の浮遊粒子物質とSO₂の影響を無視していることである。

(d) 全国6ヶ所における調査

① 方 法

第二次煤煙等影響調査として1970～1971年の冬季に、全国6ヶ所の30歳以上の家庭の主婦を対象に、持続性“せき”と“たん”(単純性慢性気管支炎)の有症率の調査を行った。

㊤ 結 果

NO₂濃度と有症率は高い水準の関連性を示した。(表1.7)この時のNO₂濃度は、調査月間をはさむ3ヶ月間にわたり、各月8～72時間の測定が行われたもので、持続性“せき”と“たん”の有症率が4%をこえた地域のNO₂濃度は1時間値の上述の期間中の平均濃度で0.043 ppmであった。(表1.7, 図1.2)

㊤ 問題点

まず第1に、調査が行われた全国6ヶ所とは、千葉・大阪・福岡の3府県からそれぞれ、汚染地区、非汚染地区を選んだが、府県ごとに、試料採取法、分析法が統一されていない(原データが同質でない)にもかかわらず、一括してデータ処理がなされていることである。また、これら6ヶ所のデータが全国を代表しているかどうかの吟味がなされていないことも問題である。第2に、統計学的にみても、統計分析を行うにはサンプル数が少なすぎることである。(このような統計では11以上のサンプル数が必要であるといわれている)第3に、NO₂濃度と有症率の相関性を判定するためには、得られた調査データ中の

多数の汚染因子（SO_x や粉塵）について最も影響の高いものからその影響度を調べていく必要があるにもかかわらず、その他の因子の影響を全く無視してNO₂のみの影響として、単純に有症率との関連を試算したことである。第4には、持続性“せき”と“たん”のような慢性病の有症率増加の動向を見るためには、長期間の影響調査が必要であるのにきわめて短期間で結論を出していることである。そしてまたこの調査では対象が室内にいる時間の多い30歳以上の家庭の主婦に限られていたこと、調査時期が暖房器具を使用していた冬季であったこと、及び、家庭暖房、厨房器具による室内汚染の方が外気よりはるかにNO₂によって高濃度に汚染されていたことが予想されること、などから一般的な結論を導き出すには、きわめて問題が多いと考えられる。

表 1.3 NO_x 曝露による家族構成別2週間ごとの平均呼吸器系疾患発生率

NO ₂ 曝露による母集団のランク		調査の母集団	家 族 区 分				
24時間の平均NO ₂ , ppm	24時間の平均浮遊硝酸塩 , μg/m ³		総家族数	2年生	兄弟	母親	父親
0.109	7.2	学校1 (高NO ₂)	17.7	23.4	19.9	15.3	11.0
0.078	6.3	学校2 (高NO ₂)	17.5	23.4	18.0	14.4	12.8
0.062	5.8	学校3 (高NO ₂)	16.3	20.4	19.1	13.4	12.1
0.063	2.6	対照1	13.9	18.0	15.6	11.8	8.8
0.043	1.6	対照2	15.0	20.1	17.0	12.3	9.6

表 1.4 調査期間（24時間）における対照地域に対する曝露地域の呼吸器系疾患過剰発生割合

家族区分	調 査 地 域	
	高 NO ₂	高濃度粒子
総家族数	18.8	10.4
2年生	16.8	12.6
兄弟	16.0	-0.06
母親	18.3	34.2
父親	31.5	22.8

(註) $\left(\frac{\text{曝露集団の罹患率}}{\text{対照集団の罹患率}} - 1 \right) \times 100$

表 1.5 曝露による気管支炎罹病回数別児童の分布

6 カ月の平均NO ₂	曝 露 学 童			曝 露 幼 児		
	1	2	3	1	2	3
高 NO ₂ 156 μ g/m ³ (0.083ppm)	20.9	34.7 ^{a)}	32.2 ^{a)}	33.3	37.5	46.8 ^{a)}
中間 NO ₂ 118 μ g/m ³ (0.063ppm)	31.6	45.5 ^{a)}	31.2 ^{a)}	26.2	29.5	50.5 ^{a)}
低 NO ₂ (対照) 81 μ g/m ³ (0.043ppm)	25.1	20.3	23.2	21.2	34.0	36.3

a) 低NO₂ (対照)地域との差は有意

表 1.6 東京都における区職員の調査，大気汚染と健康への影響

大 気 汚 染 状 況 (24時間値の1968～1971年 における平均値)	三 多 摩		東 京 都 区 部	
	レ ベ ル 1		中等度汚染地区 レ ベ ル 2	高濃度汚染地区 レ ベ ル 3
NO ₂ (ppm)	(0.037)		0.042	0.056
C O (ppm)	(27)	3.0 	4.0	5.2
浮遊粒子状物質 (μ g/m)	(73)	100 	103	303
NO ₂ (ppm)	0.014	0.02 	0.035	0.065
(μ g/m)	40.6	60 	101.5	191.4
総 合 指 標 *	3.0		10.5	58.0
持続的“せき”と“たん”(単純 性慢性気管支炎)の有症率(1969. 6 40歳以上の男子)	4.5		5.2	6.0

* : $\frac{\text{SO}_2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{浮遊粒子状物質 } \mu\text{g}/\text{m}^3}{1.000}$

(): 推 定

表 1.7 全国 6 カ所における調査，大気汚染と健康への影響

大気汚染状況 (24時間値の1970年10月から 1971年3月の平均)	地 域					
	佐 倉	市 原	富田林	布 施	福岡西	大牟田
SO ₂ (mg/100cm ³ /mon)	0.44	0.65	0.55	1.29	0.55	1.26
NO (ppm)	0.015	0.013	0.016	0.037	0.017	0.041
NO ₂ (ppm)	0.015	0.013	0.017	0.077	0.042	0.020
NO _x (ppm)	0.030	0.026	0.033	0.114	0.059	0.060
CO (ppm)	0.8	1.3	0.5	1.8	2.5	3.6
降下煤塵 (l/km ² /mon)	8.30	11.87	3.25	8.65	3.11	18.37
浮遊粒子状物質 (μg/m ³)	196.2	351.6	111.2	350.5	183.3	497.9
持続性“せき”と“たん”(単純性慢性気管支炎)の有症率(30歳以上の家庭の主婦)						
持続性“せき”(%)	3.5	4.8	3.0	7.9	5.8	9.4
持続性“たん”(%)	4.1	5.3	4.3	11.0	12.3	11.0
持続性“せき”及び“たん”(%)	1.9	1.9	1.2	5.6	4.1	5.3

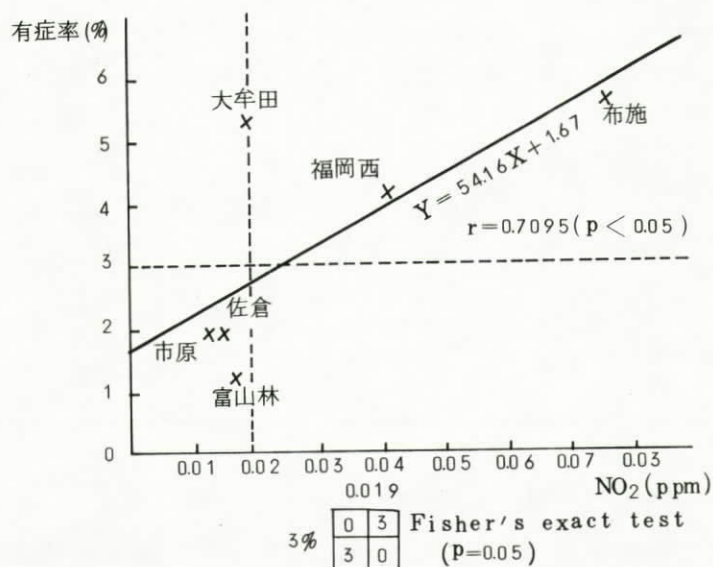


図 1.2 全国 6 カ所における NO₂ 濃度と持続性“せき”と“たん”の有症率の相関(中公審, 1972)

③ 臨床学的調査結果

(a) NO_x による職業的曝露調査

この調査結果は、地域汚染曝露量と非常に異なるため一般的に参考資料や目安としてその結果が用いられている。主な結果例をみると職業上のNO₂曝露の機会が極めて多い。危険な職業には、NOの製造、セルロースの硝酸処理、その他の有機物質の製造、電気溶接、写真版製作などがある。事故による曝露は、セルロイドやニトロセルロースフィルムの燃焼、また貯蔵ガスが原因となっている。たいていの場合、混合汚染物が含まれ、しかもそれらは多く公式によって明らかにされていない。Voa Oettiegenの引用したFiuryの分類によれば、職業上の曝露による中毒現象として次の4種類がある。

① 刺激型：咽喉頭、胸部のはげしい刺激、痛み、灼熱感、はげしいせき、黄色の痰の喀出

② 可逆的反応型：呼吸困難、チアノーゼ、吐き気、めまい、ねむけ、人事不省、Me Hb 増加。しかし速かにその職場を離れると完全に回復する。職場から離れることが遅れると死に至る。

③ ショック型：非常に高濃度のNO₂に急に曝露されたときに起きるもの。窒息、痙攣、呼吸停止といった症状が突然起こり、肺循環の障害で死に至る。しかしこの例は災害的でありかつ例外的のものである。

④ 複合型：めまい、ねむけ、よろめく歩行のような中枢神経系の症状をまず示す。そのさいチアノーゼを示す。やがて一見して回復したようにみえたのち、数時間後に呼吸困難が進行し、チアノーゼがより著しくなると、肺水腫が発病してくる。

NO₂の曝露濃度と、その影響は次の様に六つの段階に分けて考えられる。

- ① 940mg/m³(500ppm)以上、被曝者は、急性肺水腫にて48時間以内に死亡する。
- ② 546～725mg/m³(300～400ppm)では、気管支肺炎を伴った肺水腫を起とし2～10日以内に死亡する。
- ③ 282～376mg/m³(150～200ppm)では、閉塞性繊維索性細気管支炎(bronchiolitis fibrosa obliterans)をおこし、3～5週間の間に死亡する。
- ④ 94～188mg/m³(50～100ppm)では、眼局性の肺炎を伴った細気管支炎をおこ

し、それが6～8週間続き急速に回復する。

㊦ 47～141 mg/m³ (25～75 ppm) の曝露では、個人差はあるが、肺炎あるいは気管支肺炎をおこす。これは完全に回復する。

㊧ 18.8～75.2 mg/m³ (10～40 ppm) の慢性の間欠的な曝露では Pulmonary fibrosis と肺気腫をおこす。

職業上にみられるNO₂曝露は、溶接工程でみられることが多い。ガス吸入に対する反応調査は、他の汚染物質 (NO, オゾン, マンガン, 酸化鉄ガス, 種々のタイプの粒子等が圧倒的に多い) が、混在しているので容易でない。

濃度 395～714 mg/m³ (210～380 ppm) のNO₂を含むヒュームに3分間曝露した溶接工は、せきと胸の痛みを訴えたが、清浄な空気の所に戻ればこれ等は消失した。また、濃度約 169 mg/m³ (90 ppm) のNO₂が含まれるとみられる酸素アセチレン・トーチガスに30分間曝露された者に、18時間後、肺水腫が現われた。同時に行なわれた肺機能テストでは、肺活量は期待値の50%にとどまり、0.5, 1.0, 1.5, 2.0 秒FEVでは減少はみられなかった。

McCord 等, Harrold は電気溶接による曝露を実験的に行った。裸棒による実験的曝露では、190分間曝露され、その時のヒュームは、NO₂として平均 158 mg/m³ (84 ppm) で、175 mg/m³ の濃度が40分間続き、ピーク濃度は 194 mg/m³ (103 ppm) で5分間続いた。濃度 785 μg/m³ (0.4 ppm) O₃を全期間にわたり曝露したが、頭痛、目の痛み、喉の刺激、その他の悪影響については報告されていない。同時間被覆棒を使用した電気マーク溶接ガス曝露溶接工の場合、MeHbの平均濃度は2.5%, 最高3%であった。その時の環境濃度は、NO₂で表われた場合、25 mg/m³ (13.3 ppm) を越えず、また、そのうちNOとみられるのは20%以下であった。

酸素アセチレン・トーチから排出されるNO_xによる急性中毒の場合、ある溶接工は10日後、肺炎にかかって死亡した。また、別の溶接工は、曝露によりせきが激しくなり、他の呼吸器系疾患にかかった。

Becklake 等は5～75分間ヒュームに曝露された者について、かなり長期にわたる呼吸器に対する影響を報告している。これは、5～75分間窒素ガスの曝露事故により3～27分後に肺水腫にかかった7人の鉱山作業員について行われたものである。研究者は、

各患者が退院時にその肺機能を調査し、16人の正常な人間から得られた同一データについての平均値と、各年の追跡調査の結果との対比を行った。7人の患者にみられた影響は、最大呼吸量の減少と呼気抵抗の増大であった。肺からの窒素ガス排除効率を示す混合指数は、4人の患者の場合、予測値と比べ、かなりの差があったが、追跡できた3人については、調査期間中に正常状態に回復した。ガス曝露を受けた人は、繊維症により、また次には種々の *branchiolitis obliterans* により、気管支が狭くなったという結論を下している。

(b) 実験的研究によるもの

① 臭覚に対する刺激

20歳～35歳の健康男子に対し、特別に設計された室において、種々の濃度の NO_2 に曝露し、各人に対し種々の条件下で嗅覚境界の測定が実施された。 $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の NO_2 で臭気を感じた被験者は、2～3人にすぎなかった。 $415 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.22 ppm) の NO_2 曝露では半数が、 $835 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.42 ppm) 以上になると全員がただちに臭気を知覚した。臭気を感じる時間は低濃度時の数分から高い時の30分以上にまでわたっている。

また、Shalamberidzeによれば、14人実験で嗅覚への閾値は $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.12 ppm) であった。 NO_2 と SO_2 の効果は累積的、すなわち、どちらのガス濃度が低くとも、双方同時に存在すれば臭気を感じるようになる。

Henschel等は1960年に二人ないし2人に対し、濃度 $0.12 \sim 3.02 \text{ ppm}$ の NO_2 を30～120分間曝露するという実験を行った。 NO_2 のにおいは、 0.12 ppm で9人中3人が、また 0.22 ppm で13人中8人が感じとっている。嗅覚は連続曝露によって普通10分以内に失われるが、曝露室からいったん外に出たあと1～15分間にわたる再度の曝露によって回復した。また、室内の湿度が55%から78%に上昇すると、 0.12 ppm でもにおいを嗅ぎ分ける度合が非常に高くなり呼吸器系の粘膜もやがて刺激を受けることになる。

こうした NO_2 に対する感覚器管反応の健康上における意味については、いまのところ明らかでない。 NO_2 の感覚器管による知覚は、無害の心固反応以上のものでないのかもしれない。一方、感覚器管に対する刺激の反復により最終的に害になるかもしれないが、この点についての生物学的な説明はほとんどできない。さらに、ソ連の科学者の中には、環境

汚染に対する感覚器管の保護が、長期にわたる健康の保護につながると考える人がいるがこの点についての科学的コンセンサスはない。

㊤ 呼吸機能に対する影響

Rokan 等は、6人の正常な被験者と、4人の「軽度から重度までの」肺疾患にかかっている患者に対し、数回にわたって、1回2～3時間、濃度 $940 \sim 5,640 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.5～3 ppm)の NO_2 を曝露した。その結果、1.5 ppm及びそれ以上の濃度の NO_2 曝露で、気管支抵抗が増大した。また正常者では、休息時で3 ppm、運動時では何人かについて1.5 ppm疾患患者では休息時で2 ppm、運動時で1.5 ppmで気管抵抗の増大がみられた。

横山は、健康人8人を対象として、10間の NO_2 曝露を行っているが、16.9 ppmで気道の気流抵抗平均値の有意な上昇がみられ、うち2名の非喫煙者は、常に他の者より強い反応を示した。また、肺コンプライアンス、肺容量には一定の変化がみられなかった。また、アトロピン前処置で肺気流抵抗上昇が抑制されない。 $4.7 \text{ mg}/\text{m}^3$ (2.5 ppm)の NO_2 と $66 \text{ mg}/\text{m}^3$ の SO_2 の混合空気吸入した場合、呼吸抵抗、吸気抵抗の両者に複合的効果がみられた。曝露後直ちに SO_2 単独効果による抵抗の増加がみられ、つづいて NO_2 単独効果によるものがみられ、これは曝露後30分に最高に達した。 NO_2 による気道抵抗増大の理由についてはよくわかっていない。

中林によれば、 NO_2 (3～40 ppm)と生理食塩水のエアロゾルの同時吸入により、気道抵抗値が相乗に増加した。なおエアロゾルの粒径が1～2 μ のとき、相乗効果は最も大である。この場合の気道抵抗の増加は、絡末気管支の反射的狭窄によるものと考えた。

Wagnerは1970年に、7.2 ppmという高濃度の NO_2 を吸入した場合、その81%が吸収され、0.29 ppmの低濃度では90%が吸収された。

安倍は、1970年に、4人の非喫煙者を含む21～40歳までの健康な成人男子に対し、肺の圧縮率、及び呼気、吸気のフロー抵抗に及ぼす影響についての実験を行った。はじめ、4～5 ppmの NO_2 を、次に4～5 ppmの SO_2 を、引き続き NO_2 と SO_2 の混合物を10分間曝露した。この結果、 NO_2 だけでは呼吸のフロー抵抗には直接的な影響はみられない。しかし、曝露後の時間の経過に伴って、抵抗は増大した。これとは対照的に SO_2 の影響は即座に現われた。

安倍は実験結果の確認にあたり、濃度0.7～2.0 ppmを10人に10分間曝露した鈴木

と市岡によって1965年に報告された調査を引用した。それによると、呼気と吸気のフロー抵抗は、曝露後10分でそれぞれ50%、15%ずつ増大し、一方肺の圧縮率は10%減少した。

Nieding は、被験者として健康な人298人、不特定の呼吸器系疾患患者132人に対して呼吸気交換と、呼吸機構に及ぼすNO₂影響調査を実施した。この調査の結果、9.0 mg/m³のNO₂15分吸入によって、拡散能力が大幅に減少し、7.5 mg/m³のNO₂の場合には、動脈の酸素圧の減少が明らかに認められた。

また、Nieding らは、一連の肺機能調査について報告を行った。この調査では、慢性呼吸器系疾患の患者を10～15人のグループに分け、それらのグループに1 ppm以下から2.5 ppm以上にわたる濃度範囲の数種類のNO₂を曝露した。被験者は、これらの濃度のNO₂を30回、それぞれ15分間にわたって吸入した。この結果、気管抵抗は、NO₂濃度1.6～2.0 ppm 曝露グループでかなり増大した。また、NO₂曝露増大に伴い、気管抵抗も増大する。さらに、健康な16人に対し、濃度5 ppmのNO₂15分間曝露により、1回の呼気量が18%減少した。同様にして15分間のNO₂曝露により、動脈の酸素圧がかなり減少し、最終的には肺動脈のPO₂差の増大がみられた。

2.3 環境の評価情報と問題点

環境の評価情報は、主に①排出源と大気環境濃度との関係の研究や、②大気中に放出された物質の物理化学的性質についての研究、さらに③汚染物質の拡散や滞留と気象条件との関係等が含まれる。

窒素酸化物についてこれらの情報をみると、①、③の研究成果はほとんどなく、現在、光化学オキシダント生成メカニズム解明のために、②の研究が種々試みられている段階である。以下において、②の研究の現状と、問題点について述べることにする。

(1) 窒素酸化物の物理・化学的性質についての研究結果と問題点

一酸化窒素NOから二酸化窒素NO₂への変化

燃焼により生じた一酸化窒素は速度の差があるにしても、環境中の種々の条件により、二酸化窒素に変化する。一般的にいて発生源に近い測定局においては二酸化窒素に比べて一酸化窒素濃度が高くあらわれ、発生源から離れた測定局においては二酸化窒素濃度が

一酸化窒素に比べて高くあらわれるといった結果が得られている。

特に $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ への変化は光により促進されるため、日中及び夜間ではその濃度分布はおのずと異なり、発生源からはなれた測定局では日中は $\text{NO}_2 \geq \text{NO}$ となり、夜間では $\text{NO} \geq \text{NO}_2$ の関係にあると一般的に考えられている。このため、 NO と NO_2 の比率から測定地点の発生源の影響、状況を図り知ることができると考えられる。

しかし、一酸化窒素及び二酸化窒素の濃度の関係は、それぞれの減衰及びその条件等が明確でなく、単純に両者の比をもって発生源からの影響についての指標としてみなすことができるかどうかは今後の研究課題とされている。（参考、日本の大気汚染状況、昭和50年度）

以上の、発生源と窒素酸化物の変化について調査された結果の一例を示す。

1) 道路周辺における自動車から排出された NO_x の変化

路上において自動車から排出された NO_x は次の様な変化を示す。

結果① 自動車から排出された NO は大気によって拡散されると同時に NO の一部は周囲の O_3 と反応して NO_2 となる。従って道路から離れるにつれて NO 濃度は大幅に低下する。

② NO の酸化物質である NO_2 は拡散によって濃度がうすくなるが、一方では NO の酸化が継続しているので、その分だけ増加する。従って NO_2 全体の濃度低下は NO ほど著しくない。

③ 道路から100m離れた地点の NO_x 、 NO 、 NO_2 濃度は、大幅に低くなっている。

④ $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ への交換についてみると、

(i) $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ への交換速度は早いが、 NO 全部が NO_2 になるとはいえない。

図-1

(ii) $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ への交換は夏季、昼間の O_3 量の多い時大となる。

（三重県公害センター年報 第2号 S.49.3）

2) 固定発生源から排出された NO_x の変化、固定発生源の煙突から排出された NO_x は次のような変化を示す。

結果① 煙突の NO_x の拡散速度は遅く、3～5km離れた地点でも高濃度（ NO_x で0.1ppm以上）を示す。

㊤ NO から NO_2 への変換速度はたいへん遅く、5 km 地点で 60 % となっている。

(自動車の場合は 50 m 地点で 60 % となっている。)

(通産省、幡磨地区 NO_x 汚染予測手法開発) 図 1. 4

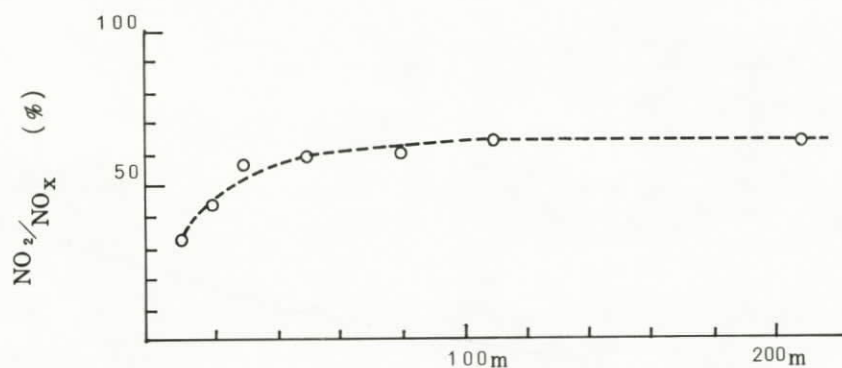
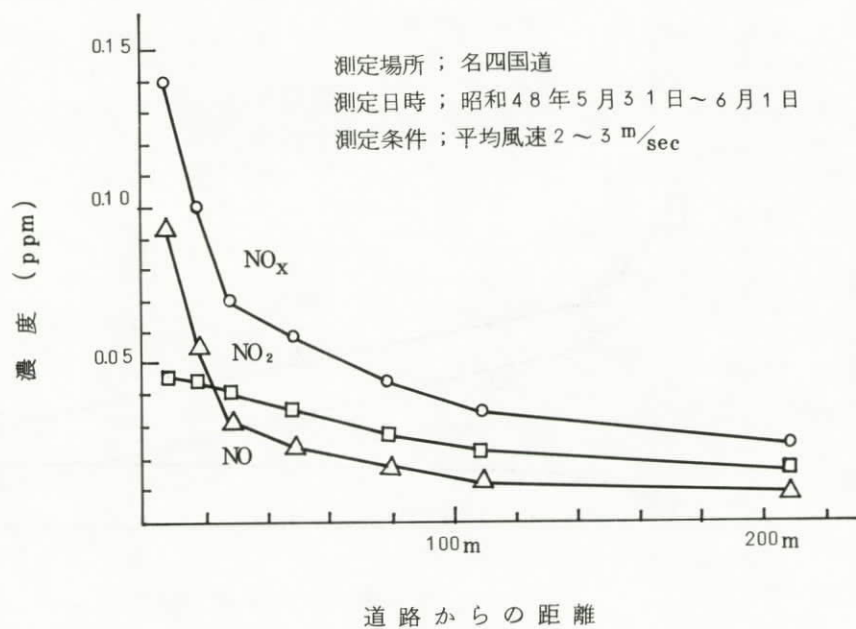


図 1. 3

排煙中の NO_x 測定結果

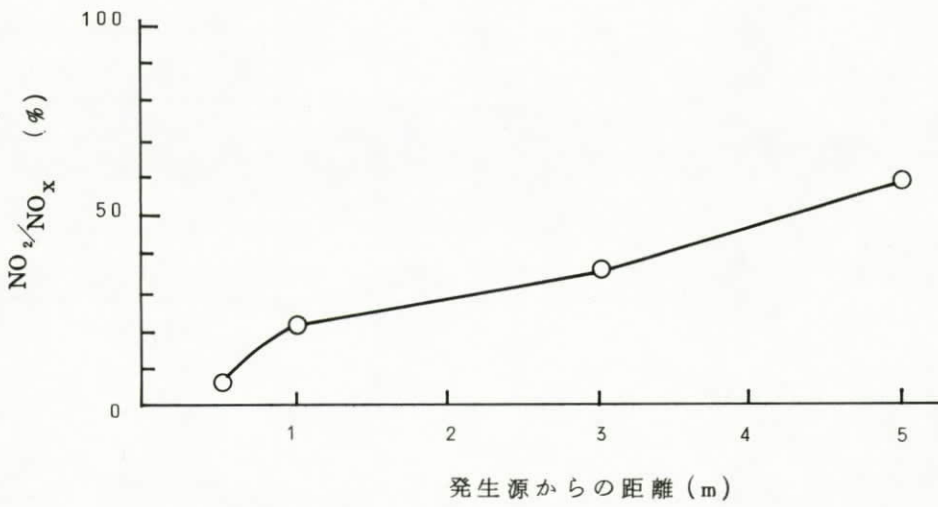
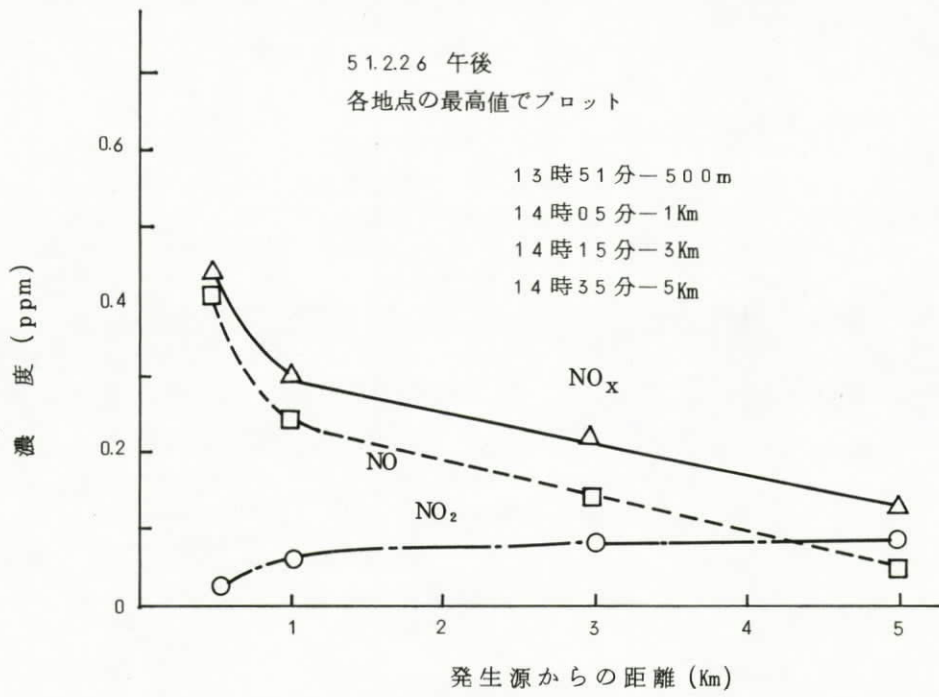


図 1. 4

(2) 窒素酸化物による光化学オキシダント生成との関連

窒素酸化物が関与して生成される光化学オキシダントについては、1952年にアメリカのハーゲン・シュミットにより、「二酸化窒素(NO_2)に紫外線をあてると、炭化水素(HC)と反応し、オゾン(O_3)を主成分とするオキシダントを発生する」ことが見い出され、これが光化学スモッグの原因であると主張された。現在でもこの説は基本的には変更されていないが、その後、

- ① 発生機構が非常に複雑であること
- ② 強酸化物質のPANが発見され、それが人体影響に重要な役割を果していること
- ③ 亜硫酸ガスの酸化機構(硫酸ミストの生成過程)も関連していること

等が指摘されるに至っている。

これら窒素酸化物・炭化水素と光化学オキシダント物質生成といった一次汚染物質が、二次汚染物質に果たす役割については、次の様な結果がえられている。

(a) 手法

反応を解明する方法としては3つの方法が現在考えられている。

① スモッグ・チャンバー実験

この実験は、一定の大きさの箱にHC、 NO_x 等のガスを封入し、これに紫外線を照射し、内部のガス組成変化を追跡する方法である。

② 光化学反応モデルによる数値計算

主に、チャンバー実験によって得られた成果をもとに、 NO_x 、HC、太陽光線を考慮して、モデルによって相互連関図を描いてゆく方法である。

③ 環境大気中の測定結果による処理方法

これは二つの方法がある。

(i) 包絡線による方法

一方の軸にHC濃度、一方の軸に NO_x 濃度を取り、平面に O_x 濃度曲線を描くことにより、HC- O_x - NO_x の関係を探ろうとするものである。

(ii) 天井法

HCか又は NO_x 濃度を横軸におき、縦軸に O_x 濃度をとって、各観測点の測定結果をプロットし、 O_x を発生させないようにするために、HCや NO_x をそれ

それぞれの程度までさげればよいかを検討する方法である。

(b) 結 果

以上の各手法の内、①スモッグ・チャンバー実験、②の(i)包絡線による方法、(ii)天井法によるものについて、主な結果を示す。(参考資料：中公審、大気部会参考 S 51. 7. 30 より抜すい)

1) 室内スモッグチャンバー実験結果について

(i) NO_x - 炭化水素系の光化学反応における照射光の影響

NO , HC の混合系に対する照射強度は、 NO の酸化、 O_3 の生成、炭化水素の減少、 PAN の生成、エアロゾル生成いずれに対しても顕著な影響をもつ。

(ii) NO_x - 炭化水素系の光化学反応における温度の影響

温度も NO の酸化、 $\text{O}_x(\text{O}_3)$ の生成、炭化水素の減少、アルデヒドの生成などに著しい影響を与えるもので、一般に温度の上昇はこれらの反応速度を高める傾向がある。

(iii) NO_x - 炭化水素系の光化学反応における湿度の影響

NO - 炭化水素の光化学反応に及ぼす湿度の影響は複雑である。しかし、 NO の酸化、 $\text{O}_x(\text{O}_3)$ の生成、エアロゾル、硫酸塩の生成などに対して何らかの影響をもつことが実験的に示されている。

(iv) NO_x - 炭化水素系の光化学反応における NO_x , 炭化水素初期濃度の影響

NO_x - HC 系の光化学反応における Precursor としての NO_x , HC 初期濃度のいかんは、 NO_2 の生成、 $\text{O}_x(\text{O}_3)$ の生成、炭化水素の減少、アルデヒドの生成、刺激性物質の生成などに複雑な関係で影響を与える。

これらの二つの Precursor の影響はそれぞれ個々の影響というものが勿論あるわけであるが、実際には、両者が共存し、これらが相互に関連しやすいある面ではともにある反応を促進し、ある面では相互に相手の反応を抑制しあっているのが実情である。このため両者を含めた反応解析が実際上必要である。そこで、これら二つの初期濃度を変数として、次の諸過程の解析を行った研究例が多い。この代表的なものは、Dimitriadis や Haiggan-Smit の報告例などであろう。

(i) NO の酸化 (速度, NO_2 濃度 dosage)

(ii) $\text{Ox}(\text{O}_3)$ の生成 (速度, 濃度 dosage)

(iii) 炭化水素減少 (速度)

(iv) 眼刺激性

(v) アルデヒド類生成 (速度, 濃度)

(vi) NO_x - 炭化水素系の光化学反応における NO_x 初期濃度の影響

次に NO_x - 炭化水素系の光化学反応において炭化水素濃度を一定とした場合の NO_x 初期濃度の影響についてみる。

これは, 前と同様の物質生成などにそれぞれ何らかの影響を与える。

(vii) NO_x - 炭化水素系の光化学反応における SO_2 の影響

NO_x - 炭化水素系の光化学反応に対する SO_2 の影響については, Wilson, Levy Wimmers の研究がある。

これらの研究によれば, SO_2 の存在は大筋において $\text{Ox}(\text{O}_3)$ を減少し, エアーズルを生成しやすくする傾向がみられている。

SO_2 による Ox の減少はエアーズルが存在すると更に促進され, 反応系をかくはんするとこの影響も入る。

(viii) NO_x - 炭化水素の光化学反応における CO の影響

NO_x - 炭化水素系の光化学反応に対する CO の影響が最近指摘されている。

これは Calvert らによってシミュレーション計算によっても示されている。

2) 移動用スモッグチャンバー車による実験結果について

NO_x , 炭化水素と O_3 の関係

(i) NO_x , 炭化水素の初期濃度と O_3 の最大濃度。 NO_x と非メタン炭化水素の初期濃度が高ければ, O_3 濃度が高くなる傾向がみられる。

(ii) オゾンの生成速度に及ぼす炭化水素の影響。非メタン炭化水素濃度が高ければ O_3 の生成速度は速くなる傾向がみられる。

3) 我が国における環境大気中における測定データについて

(i) 非メタン炭化水素及び窒素酸化物濃度の日変化

パターン

昭和49年度全国23ヶ所の測定局における測定結果を用いて, 光化学オキシダ

ント日最高値が、0.1 ppm 以上の日と 0.1 ppm 未満の日、各々について、非メタン炭化水素及び窒素酸化物濃度の平均的日変化パターンを集計した。

このデータに基づく限り、非メタン炭化水素についても、窒素酸化物 (NO , NO_2 , $\text{NO} + \text{NO}_2$) についても、オキシダント日最高値の高低による顕著な日変化パターンの違いは認められなかった。

(ii) 上限曲線法による午前中非メタン炭化水素濃度 - 光化学オキシダント日最高濃度間の関連解析

上にあげた A 1), 2) 及び 3) の 3 つの測定例について午前中 (おおむね午前 6 時から 9 時までの 3 時間) 平均非メタン炭化水素濃度と同測定地点における、もしくは、より広域な地域内の同日の光化学オキシダント日最高 1 時間濃度をプロットして、前者に対する後者の最大値をなめらかな曲線で結んで上限曲線を描く解析を行った。地域内の最高オキシダント値を用いるのは、反応物質及び生成物質の移流をも考慮したためである。この結果、明確な曲線ではないが一応の曲線がえられている。

(iii) 窒素酸化物 - 非メタン炭化水素 - 光化学オキシダント濃度の関連をみるための光化学オキシダント等濃度線解析

光化学オキシダント日最高 1 時間濃度と光化学オキシダント生成の主要な原因物質である窒素酸化物と非メタン炭化水素濃度の同日、同地点の午前中 (主として 6 時～9 時) の平均濃度の三者の関係を光化学オキシダント最高濃度の等濃度線 (厳密な意味の等濃度線ではなく、光化学オキシダントの等濃度レベルを全て包含するようないわゆる包絡線を描くことが多い) を描くことによって把握しようとする解析である。昭和 49 年度及び 50 年度の測定結果を用いて、この解析を試みたが、系統的な関連を把握することはできなかった。

(3) 各反応解明手段の問題点

以上示して来たように、それぞれの手段により、光化学反応における過程、主に NO_x , HC , O_x の関係が内外で解明されつつあるわけであるが、各手段はそれぞれの限界をもち、かつ日本ではいちがいに利用できない問題点を含んでいる。以下はそれぞれの限界と問題点を示したものである。

(i) スモッグ・チャンバー実験

このモデルの実験方法の最大の欠点は、現状では高濃度による実験しかできず、低濃度レベルによる実験が困難であるため、反応メカニズムを理解する程度にしか利用できないという点にある。

さらに、チャンバー実験によれば、 O_x が生成されるに伴い、 NO が減少し、 NO_2 が後に増加し最高度に達するといったパターンがみられるわけであるが、ここで日本（東京）の光化学反応と、ロスアンゼルス（Los Angeles）の光化学反応を比較すると、日本の光化学反応の特殊性をより明確にすることができる。すなわち、ロスアンゼルスの光化学反応は、スモッグチャンバー実験結果と類似しているが、東京のそのパターンは解析しがたい複雑なパターンを示し、 NO_x — HC — O_x 相互が関係していることが一応いわれながらも、 O_x までの形成過程は、いまだはっきりしていないという指摘がある。すなわち、ロスアンゼルスでは高濃度 NO によって高濃度 O_x が生成されているが、東京では NO が低濃度であるにもかかわらず高濃度 O_x が現われておりチャンバー実験による光化学反応では説明できないパターンを示しているので、実験結果を直ちに利用すべきではないとの指摘がある。

(ii) 光化学反応モデルによる数値計算

光化学反応のモデルは数値計算としては、細くなっており、信頼できるデータ処理の仕方といえよう。しかし、ここで扱っている光化学反応の要因が NO_x と HC : NO_x と太陽光線のみを考えている。しかし、先にものべたように光化学反応がこの3つのファクターによっているという確定的な証拠が何一つないため、どんな数値計算をしてもその反応メカニズムの細かい点については疑問が残されている。特にこの数値計算もそのパラメーターがスモッグ・チャンバーしかないため、利用できる範囲が制限されてしまわざるをえないという限界をもっている。

(iii) 環境大気中の測定結果の処理方法

(a) 包絡線による方法

NO_x , HC , O_x の測定結果を利用して3次元的处理をし、それぞれの濃度比によってカーブを描く方法であるが、アメリカで、このカーブが先に述べたように引かれている。そしてこの線を利用してハイドロカーボンを減らして、 O_x も減らそう

としたがあまり効果がなかったといわれている。特に問題となるのは、スモッグチャンバーで得られるカーブと同じようなものが、環境大気汚染濃度レベルの NO_x 、HCといった低濃度レベルの関係のところでは、なかなか相関がつかめず、類推せざるを得ないという問題指摘がある。

また、日本の場合をみると、 NO_x に比べてHCの測定データの少なさ、さらには、先にも述べたように、ロスアンゼルスに比べて日本の方が複雑なパターンを示す複合汚染であり、気象条件の違いなどによって、同様のカーブがチャンバーの実験結果を利用しても引くことができないという指摘がなされている。

日本においても、昭和49年度全国23ヶ所の測定局における測定結果を用いて NO_x ・非メタン炭化水素→光化学オキシダント濃度の関連をみるための光化学オキシダント等濃度線解析が試みられている。これによると、光化学オキシダント日最高1時間濃度と、生成の主要な原因物質である NO_x と非メタン炭化水素の、同日、同地点の午前中の平均濃度の三者関係を、包絡線によって描こうとしたが、系統的な関連を把握することはできなかったことが指摘されている。

(b) 天井法

これはHCと O_x との関連について主にアメリカにおいて行われたものである。この方法の特徴は、ある場所を仮定するとHCと O_x の測定濃度をプロットして曲線を引いたものであるが、 O_x が発生した濃度をプロットしていることになるため未知の発生関連条件（例えば、風向、風速など）がグラフに安全係数として入っていることになる。したがって、このグラフの O_x の発生しないHCの領域は、安全をかなりみこんだエリアを示すことになり、EPAは環境基準のデータに用い、HC濃度を決めている。

アメリカは、HC濃度測定場所の O_x 濃度を用いてグラフを作成しているが、先にも述べたように、オキシダント濃度がその地点の NO_x やHC濃度と直接関連しているとはいえないという問題点が残るとされている。すなわち、ある地点で NO_x なりHC濃度が測定されても、そこで O_x が発生するわけではなく、風下数キロメートルの場所に影響するといった問題をかかえているため、どの程度の削減対策が、地域の O_x 濃度削減につながるのかが不明確にならざるを得ない。

日本の場合、包絡線のさいに用いたデータで、上限曲線を描く解析を行っている。これに関しては、日本はアメリカに比べてHC濃度が低濃度なこと、さらに、データが少ないこともあって、明確な曲線を描くことが結果的にできなかったが、一応の曲線が考えられるに至っている。

(4) 窒素酸化物の変化と環境基準にかかわる諸論議

窒素酸化物の以上のべてきたような二次汚染物質である光化学オキシダント生成との関連において、それらの関係を利用して環境基準値を相互に導き出してゆく方法について、種々の論議がみられる。

現在、光化学オキシダントと、窒素酸化物、あるいは炭化水素との関連を考慮して規制策を秤量する方法としては、3つのモデルが存在しており、

- 線形ロールバック方法
- 改良型ロールバック方法
- Dimitriades の利用
- Haiggen - Smit 方法

である。このそれぞれの方法に対する問題点は以下の通りである。

(a) 線形ロールバック・モデル

線形ロールバック法は化学的反応性物質に対しては、限られた場合にしか適用されない。SO₂や場合によってはNO₂などの一次反応にあずかる汚染物質に対しては線形ロールバック法を使用するのが適当であろうと考えられているがこれもまだ立証されていない。

(b) 改良型ロールバックモデル

一般に改良型ロールバック法は、オキシダントとNO_x、HCとの関係に非線形構造をつけようとして試みられて来た。しかし、このモデルの問題点としては、オキシダントのピーク・レベルが午後に現われる場合、あるモニタリング・ステーション上の午前中の空気は同じ場所の午後のO_xと同じではないということが問題とされ、相互の関係が充分現実と適応するまでには至っていないとの問題がある。

(c) Dimitriades のグラフ方法とNAS報告

Dimitriades はNO_x-HC-O_xの相関グラフを描き、一方的なNO_x規制はO_x

を増加させるおそれがあり、いままでのような窒素酸化物の規制といった個々の物質ごとの規制をやるのではなく、三者の関係を考慮して基準値を決定すべきであるとしている。NASは、このグラフを基礎にして、1973年レポートで、光化学スモッグを生じせしめない条件として NO_x 0.3 ppm, HC 0.75 ppmを提案している。

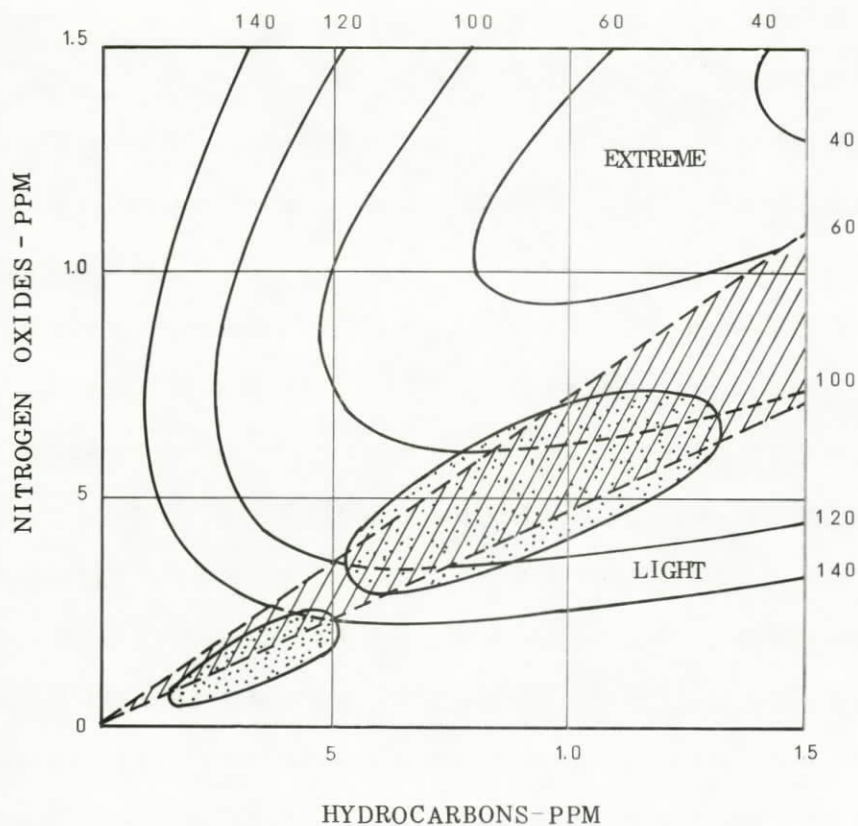
問題点

この相関グラフへの批判として次の様な点があげられている。

- ① このスモッグ・チャンバーの実験は反応時間6時間以内の実験データがプロットされたものだが、実際の光化学反応は時として12時間以上をも要することがあり、もしさらに長時間の実験を行っていたらこの結果はグラフと異なったものとなっていたであろう。
- ② この実験結果は、Los Angelesの都市部から6時間で移動しうる地域については、あてはまるが、同市の東端部やオキシダント濃度の高い非都市部、それに気団が12時間以上滞留するような地域についてはあてはまらない。
- ③ スモッグ・チャンバー実験では、高濃度レベルでしか実験できず、低濃度レベルは推定によっているため、結果についてみると、環境大気中レベルでの濃度については不確定性が強い。
- ④ 日本の光化学オキシダント発生は、チャンバー実験型ではなく、はるかに複雑である。

(d) Haiggen-Smitによる方法

オキシダントの発生がおこりやすいエリア (large ellipse) 及びオキシダントの発生がひどくないエリア (small ellipse) が、この図には表示されている。つまりこの small ellipseによって表現された範囲内でのHCと NO_x の濃度の combination が、オキシダントの発生を抑えることのできるエリアであり、この関係において NO_x , HCの規制を考えるべきとするものである。



Calculation of roll back in a photochemical system of two components

図 1.5 COMBINATION OF $\left\{ \begin{array}{l} \text{FUMIGATION} \\ \text{MONITORING} \\ \text{EMISSION} \end{array} \right\}$ DATA

問題点

このグラフのデータは、Los Angeles 地区で求められたものであり、Los Angeles 特有の地形、気象条件が反映されており、他地区の状況にそのままあてはめることの危険性が指摘されている。

2.4 問題点のまとめと今後の課題

以上の研究の現状と問題について述べて来たが、ここでは、まとめと、今後、健康への作用に関する情報や環境の評価情報の集積をはかって、今日の複合汚染問題に対応してい

くために必要と思われる今後の課題について示すこととする。

まず、健康への作用に関するものとしては次の点である。

毒性学的実験結果については、前述の通り様々な効果のあることが知られているが、動物の種類や曝露条件のちがいで、その内容に多くの変化がみられている。このことは、人々の生活の様態や成人から子供病人といったレベルでかなり多様な症状のあらわれの可能性のあることを示していると思われる。さらに、資料にも示しておいたが、低濃度長期曝露の実験結果が世界的にも少なく、このため、人体への影響について、いまだ国際的にも確実な確証を得うる段階にまでは至っていない。むしろ、多くの知見が得られているのは、1時間値 0.3～0.5 ppm 以上の短期間高濃度曝露に関するデータである。このため、今後は、低濃度長期曝露のうち慢性的影響についての研究と同時に肺以外臓器、例えば、血液系等への影響に関する研究が必要である。また、現在得られているこれら短期間高濃度曝露の研究結果を環境基準に生かすとともに、新たな評価情報が得られれば、それらの判断と限界を明確に示しつつ、環境基準に取り入れていくべきである。この意味で WHO のクライテリアに関する指針は、その情報の限界を明確に認識しつつ、健康への判断を示して取り入れ、窒素酸化物の環境基準値 0.02 ppm (1日平均値) をより、人の健康にとって内容の明確化したものへと導いていくべきである。

次に、疫学的調査についてみると主な問題点は、次の通りである。

- (イ) 他の汚染物質と窒素酸化物との関係、および、それらの人の健康に対する複合効果的研究が少ないこと
- (ロ) 人口のどの階層が窒素酸化物に対して感受性が最も高いかを明らかにする研究がないこと
- (ハ) 大気中の窒素酸化物曝露で発生する呼吸器系疾患に対する感染性調査、および、肺以外の臓器に対する影響調査研究が殆どないこと。
- (ニ) 下部気道にまで至る影響を考慮した疫学的調査ができないこと

以上の問題点に対して、今後次のような調査研究が必要である。

(イ)の問題点に対しての今後の課題

- ① SO₂や浮遊粉塵とNO₂の複合影響の研究
- ② オゾンおよびPANの複合作用の研究

③ 光化学エアロゾル生成の際の視程障害にどの程度 SO_2 や NO_2 が関与しているのかの研究、特に光化学オキシダントは中性ヨウ化カリウム法によって測定されたものだけをみているにすぎなく、そのうち 85%～90% がオゾンであることがわかっている。しかし、現在、測定されていない未確認のものが 10～15% はあるといわれ、低濃度でもその中には強い毒性をもったものが含まれているといわれている。したがって、二次汚染物質の中に中性ヨウ化カリウムで測れないものは何かの同定さらには、一次汚染物質の中に、中性ヨウ化カリウムを遊離する物質はないか、目、咽喉を刺激する物質はないかといった研究が必要である。

(g)の問題に対しての今後の課題

- ① 喫煙や室内曝露に関する影響調査・研究
- ② 感覚器管に対する刺激の反復と精神的健康面におよぼす影響についての調査、研究

(h)の問題に対しての今後の課題

- ① 血液学的等末梢血管血液の変化等と窒素酸化物濃度相互間の関係調査
- ② ビールス感染に対する抵抗力と曝露濃度に関連した調査、研究

(i)の問題に対しての今後の課題

この問題については新しい下部気道までを調べられる何らかの手法の開発が必要であるが、その前提として、現在の指標とは違った新たな指標を発見していくことが必要である。

さらに、環境評価情報に関する問題点と今後の課題は次の通りである。

- (1) 窒素酸化物が NO から NO_2 へと大気中で転化することが知られているが、その気温、湿度等、気象条件との関連性は不明である。このため、地域における気象条件と転化に関連した研究、さらに、転化と同時にどのように拡散していくのかといった研究が必要とされる。
- (2) 光化学オキシダントの発生に関連して発生の条件やそのメカニズムについては、ほとんどわかっていない。このため、発生場所に共通な地形要因、気温、日照等の気象要因等の研究、さらには、地域空間の滞留とその減衰に関する研究が必要とされる。

（イ）（イ）および（ロ）の研究結果をもとに、窒素酸化物の拡散予測モデルや光化学オキシダントの発生予測モデルの開発等が必要である。

第3節 測定体制と今後の方向性

3.1 大気汚染測定体制の目的と現在の問題点

大気汚染対策の目的は、地域社会の安全性や、あるいは保健性を確保し、最終的には気象と気候、さらには生態系をくずさずに保っていくことであるといえよう。この目的にそって様々な分野で研究が行われているが、大きくは、先に述べた環境への評価に関する研究、健康への作用に関する研究に大別される。ところで、これらの研究では上記の目的のために日々新たな情報が蓄積され、具体的な対策へと結びついていくことが必要である。この目的に対して、測定体制のなす役割をみると、次のような諸点をあげることができよう。

まず、今述べたこれらの情報蓄積は、汚染物質の測定や気象の観測といった測定体制が完備され、これからの情報が各研究分野にフィードバックされ、初めて量—効果、量—反応の研究や、汚染物質の物理・化学的变化の研究データの蓄積が成り立っていくものである。このため、測定体制の役割は、大気汚染研究上極めて重要な役割を荷なっているものである。さらに、測定体制の役割として地域環境管理のための対策との関連をあげることができる。すなわち、研究成果が地域環境の保全に利用される段階において、測定結果と研究成果が比較・検討され、地域内の発生源に対して、どのような規制や誘導、さらには保全対策を行なうべきかといった対策のための地域毎の判断基準として利用されるという役割をもっていることである。

日本における窒素酸化物測定体制の現状は次のとおりである。

窒素酸化物が最初に測定されたのは昭和41年で、東京と大阪に設置された国設大気汚染局で行われたものであるが、年間を通じての継続測定の実施は、昭和43年度からのことで、測定地点は国設の6測定局のみである。国設以外に大気汚染の著しい地方公共団体により測定局が設置されたのは、昭和44年頃からである。例えば東京都においては、NO₂:44年、HC:44年、NO:46年である。窒素酸化物の環境基準が定められた昭和48年以降、光化学スモッグが広域的に測定され、発件数、被害者増加という現実問題から、国民の間でもNO_x対策についての必要性の認識が高まった。この大きな背景のもとに測定局が増設され測定体制の整備が急速に進められている。

昭和49年度段階をみると、測定数は303都市、582カ所に設定され、このうち統計上の有効測定時間（6000時間）に達した測定局は、249都市、448局を数える。前年比率が都市数で58%、局数で77%の増加となっている。

(1) 測定体制上の問題点

窒素酸化物に関する測定体制は、年々整備されつつあるといえるが、現在、大きく次のような問題点が存在している。

① 測定局（室）の数とデータ蓄積に関する問題点

窒素酸化物の測定体制は、昭和48、49年頃から整備され始めたため、連続測定を行っている測定局が少なく、各地域ごとに測定値の推移をみることができず、数年間に限定されている。測定データは、本来大気汚染防止対策の基礎資料であるとともに、対策の評価データとしてフィードバックされるものであり、測定局の増設による蓄積データの豊富化は大気汚染対策に必要不可欠である。特に長期曝露による健康への影響が考えられる NO_x の性質からみれば、長期推移データの不足は、対策を大きく制約してしまっている。

② 測定点の適正化と測定網の適正配置に関する問題

大気汚染防止法（昭和43年）に基づく測定義務として、媒煙による汚染の状況の常時監視がある（第6条）。当時は地域指定があり、その地域の中では汚染源との位置、さらに地形や気象条件等の各種の条件を考慮して、5km四方に一測定室を設けることが定められていた。さらに、地域社会の変化に伴い汚染がひどい地域では、充分配慮しながら測定点を増設する等の対応策も必要とされる。しかしながら、実際には、急激な都市化により地価の高騰等から測定点がその区域を代表すると思われる位置に必ずしも設置できないという問題点をもっている。

③ 測定体制における複合汚染対策上の問題点

今までの測定体制は、被害との対応において設置されてきた傾向が強い。すなわち、ある汚染物質、例えば SO_2 や煤塵の高濃度地域を対象として、整備が進められてきており、全国の市町村レベルからみると未設置の場所はいまだ多く存在している。

ところで、窒素酸化物のような一次汚染、二次汚染を伴うものの場合、その影響は、多県にわたるほど広域的であり、単に発生源の集中する高濃度汚染地域に、その影響圏域

は限定されていない。このため、汚染被害の積極的防止の観点にたった環境対策を行うためには、今まで設置の主要な対象とされなかった低濃度地域の測定体制と、広域的なデータ交換が行えるような体制の整備がなされる必要がある。

(4) データの信ぴょう性

測定室の管理、修理に係わる問題として、保安点検の問題があげられる。自治体の公害対策局の専門技術者が週一回の巡回を行えば問題もなかろうが、現実的には、業者に委託するケースがみられている。業務を委託する場合は、チェック体制の確立が要求されるが、経費の点からも、保安点検の頻度に制約がある。このため、突発的事故に対する対応策がとられていない地域が多くみられる。

3.2 主要都市の測定体制の現状と課題

ここでは、大阪市、東京都を事例としてとりあげ、どのような問題点を内包しているのかを検討することとする。

大阪市

① 大気汚染の推移

1960年代の初期は、脱硫されていない石油燃料消費の伸びでSO₂が増加し、濃煙霧日数の多いスモッグ時代であった。浮遊煤塵や亜硫酸ガスによる被害は西淀川区が最もひどく、濃度でみると昭和40年がピークで、一時間値で1ppm、24時間値で0.3ppmであった。以後除塵装置の設置が法的に義務付けられ、燃料の脱硫化・汚染防止政策により、昭和40年から昭和45年では悪いところでも0.08ppm、昭和49年から昭和50年では0.02～0.03ppmと亜硫酸ガス濃度の低下傾向がみられている。

一方、被害状況をみると次のとおりである。昭和44年12月の健康被害に関する公害特別措置法に基づいて、当時汚染のひどかった西淀川区が指定されたことを始めとして、昭和49年の補償法で新たに11区、50年に残り全部の区が指定されるに至っている。昭和51年9月20日現在、公害認定患者は13,501名に及んでいる。

② 測定体制の経緯

昭和40年から自動測定機による測定が行われ、昭和42年には大阪市の状態が一応表現できる程度の測定点が増設された。昭和43年には体質改善センターを拠点として、テレメー

ターを導入したモニタリングシステムが採用され、リアルタイムでデータの把握ができるようになっている。二酸化窒素の測定は、自動車排出ガスの影響をみることを目的として、昭和45年から行われている。昭和45年度は主に交通量による汚染の調査であり、46年に情勢に応じて整備され、完璧なデータの収集が可能になったのは昭和48年にネットワークが完成した時である。

(2) 測定体制の現状と問題点

① 測定体制の現状

大阪市の環境監視体制は、大気汚染常時監視機構、大気汚染発生源常時監視機構、緊急時の衆知システムに大別できる。以下これらについて述べる。

㊦ 大気汚染常時監視機構

監視体制は、モニタリングステーション(測定局)46カ所と、そこから伝送されてくる各汚染物質及び気象関係の測定値を1カ所で把握する環境汚染監視センターを中心とするネットワークである。大気汚染測定用モニタリングステーションはその目的に応じて次の4種類に分かれており、その配置状況を図に示す。

〔大気汚染モニタリングステーション〕

学校及び区役所の屋上など地上10～15mに設置され、 SO_2 、 Ap 、 O_x 、 NO 、 NO_2 などの広域的な大気汚染の状態と、気象条件として風向、風速を測定している。付近に発生源がないことが条件である。簡易ステーションは SO_2 、 Ap のみを測定し、テレメーター装置はない。(図1.8, 表1.12参照)

〔自動車排出ガスモニタリングステーション〕

交通量の多い交差的付近の道路沿いに、地上2～3mの位置に設けられ、 CO 、 NO 、 NO_2 、 HC など主として自動車排ガスによる汚染状態を測定する。簡易ステーションの方は CO のみ測定している。

〔大阪タワー・通天閣モニタリングステーション〕

高所の汚染状態及び風向、風速、気温の逆転層の有無など、高所気象条件を測定する。

〔自動車排出ガス、騒音モニタリングステーション(街頭表示盤付)〕

CO 及び騒音を測定し、測定値を街頭に電光表示する。

㊧ 大気汚染発生源常時監視機構

大気汚染防止策の一環として、法令及び行政指導により、工場などの発生源に対して種々の規制を行っているが、常時及び緊急時の発生源に対する具体的指導、規制を強化するため、昭和47年度より、発生源常時監視の整備、拡充が図られている。

発生源工場の燃料使用量や煙道中亜硫酸ガス濃度を常時連続測定し、これらのデータより各工場毎、主要燃料毎の燃料使用量や亜硫酸ガス排出量を算出すると共に、緊急時の発令に際しては、同時通報装置により各工場に必要な対策をとるよう要請し、規制値以下になっているかどうかのチェックを行う。現在、市内燃料使用量の約80%を占める工場の常時監視ができる状態にある。

㊦ 緊急時の衆知システム（光化学オキシダント対策）

昭和45年度から「光化学スモッグ暫定対策要綱」を大阪府と共同策定し、昭和47年度からは「オキシダント緊急時対策実施要領」により実施されている。これに基づき、予報、注意報等の発令区分とその基準が決められ、それぞれについて発生源における措置、学童・住民における措置、広報の方法に関する措置が設けられている。詳しい内容は表に示す。

＜問題点と今後の方向＞

㊧ 現状ではNO₂に関して、固定、移動の発生源の比率が把握できていない。

㊨ 注意報、警報等はある程度高濃度が持続された場合に発令されているが、非常に効果が薄いようである。

㊩ 市内の温度が均一化してきており、大阪地域だけでは比較検討できない状況にある。そのため、もう少し環境のよい所と対照して調査を行っていくといった広域体制が必要とされている。

㊪ 低濃度を連続的に測定していく方針であるため、データが多く、コンピューター処理段階でエラーが生じた場合、修正に3カ月もかかり、このため事故時等を想定した、連続測定上のバック・アップシステムの必要性が問題となっている。

(3) 大阪市の環境行政の問題点と今後の方向

環境対策としては、公害防止協定、大阪府の公害防止条約の見直しをすると同時に、環境保全のための対策に住民の協力を要請する意味で、環境保全の方向を市民契約的なものへ押し進めることが理念としてとられている。基準値達成には、自動車、工場、バック・グラウンドとして住宅・商業活動の各々をどういう条件のもとにどれ位の割合で削減していく

かを把握し、個々に対策を立てることは難しく、少なくとも自動車走行量を減らさねばならないということがわかっているにすぎない。

NO₂の基準達成は最終目標は昭和56年であり、中間目標値が53年で0.04 ppmである。53年規制に関しては、計画案を市内の各企業に提出させている。

固定発生源対策では、操作段階で、燃料施設の改善、燃料転換か、あるいは施設の廃止・転換が考えられている。施設の改善では火力発電所では40%強の削減が可能になり、また重油・灯油等の都市ガスへの転換が企画されている。移動発生源に対しては、当初の51年規制が53年頃に達成される見通しであり、大阪市の新車の交換率が20%/年で約5年かかって対策車になる。したがって昭和58年度に92%カットできる計算であり、昭和57～8年には排出量は現在の1/10になるであろうとみている。この間の車の伸び率を押えるために、バスの運行方法を改善し、バスへの転換を図ることや、6車線を4車線に、道路巾を縮小する等の対策が考えられている。府警では、駐車規制、侵入禁止道路新設策で、昭和50年、51年の2年間で10%削減を行っている。

しかし、これらの規制計画案にも問題がある。固定発生源においては80%削減の割振りが難しい状態であり、自動車の走行台数については、どこまで減少させるかが明確でなく、どう減らすかについては市民の協力如何の状態であり、そういう意味では息の長い住民参加の問題であるといえよう。さらに、ビル、小規模工場等群小発生源からの排出量の問題が無視できないにもかかわらず、把握されていないのが現状である。

また、40%位のウェイトを占めるディーゼル車の規制がないが、このディーゼル車が90%位カット出来なければ、昭和56年達成は無理とみられている。

今後の方向として、窒素酸化物対策の一貫として“産業構造改革”が構想されている。重化学工業的な大規模工場を排除して、地域集中型の産業形態への移行が、企業レベルでも検討されている。

前に述べたが自動車対策としては、環境条件の緩和の観点から都心部の交通機関として循環バス等公共機関の導入が都市計画案の中で検討されている。大阪市としては現実には30～40%走行量をカットしなければならない状況に立たされている。

一方、住民の健康監視体制としては、複合汚染による健康影響の推移が捉えられていない現在、健康調査の実施、地域指定の拡大、住民の協力を得た形での監視を行う方針で

ある。このため、住民の健康モニター制度を再検討し、継続的にデータを収集すると共に、慢性的に進行する被害を追及し、早期発見を可能にし、対策を打つ構えである。さらには完備されたモニタリングステーションの測定データの中から周期的な対策をたてていく方針である。

また、緊急時の措置としては、被害が出た場合の救急体制を整備することが問題として提起されている。 SO_2 による被害は症状も激しく、はっきりした因果関係が出たが、 NO_2 については、データと影響の因果関係が捉え難く、影響指標の確立が検討されている。

東京都

(1) 大気汚染状況の推移と測定体制の経緯

① 大気汚染状況の推移

昭和30年代は、煤煙に係わる汚染が主で、昭和40年頃から SO_x による汚染が顕在化し始め、さらには、自動車排出ガスに関する汚染が加わった。イオウ酸化物の濃度は、昭和40年から昭和45年にかけては、高値を示し、年間平均値として0.05 ppmを越えている。昭和45年以降は減少の傾向にある。

一方、自動車排出ガスによる一酸化炭素をみると昭和44年ピークに年々減少傾向にある。1960年代の SO_2 に代表される大気汚染から1970年代になって新しい大気汚染公害が生じた。それは、昭和45年の柳町の鉛公害であり、杉並区の立正高校で起った光化学オキシダントによる大気汚染である。オキシダント濃度は、昭和45年以降は、ほぼ横ばい状態である。しかし、光化学オキシダントによる影響は増加している。昭和50年度に高い値を示したのは、晴天が多く気温も高かったという気象条件の影響によるものであろう。

窒素酸化物に関してみると、 NO は昭和46年度以降減少傾向にあり、 NO_2 は増加の傾向を示している。 HC は、都の衛生研究のデータによれば昭和44年からみてほとんど変動のない状態で横ばい傾向である。

② 測定体制の経緯

昭和30年から降下煤塵計による降下煤塵及び昭和32年から過酸化鉛法による SO_2 の測定を行い、地域分布と調査を行っていた。この方法によると、周期も一カ月に一回のものしかとれず、連続的な把握は困難であった。その後、昭和37年に自動記録計による SO_2 と浮遊煤塵の測定方法が導入され、毎時間の濃度が記録でき、都全体の汚染状況を把握す

る意味で昭和40年にそれまでの商業、工業地域に片寄っていた測定点を住民地域や三多摩の方にまで拡大し、均一に23区に調査点が設置されるに至っている。昭和41年には、東京タワーにSO₂測定点が4点設けられた。自動車測定が可能になった項目も加え、昭和40年から総合測定室が都庁前に設置された。このときの測定項目は、イオウ酸化物（導電率法）として、SO₂、SO₃、窒素酸化物（ザルツマン法）として、NO、NO₂、CO（赤外線法）オキシダント（ヨウ化カリ法）の各物質である。昭和43年に大気汚染防止法に基づく測定義務が定められ、昭和46年の6月の改正（自動車排出ガス濃度の測定）にもとづき、常時監視や緊急時の発令条件等が定められているが、東京都はこれに先だって、予測体制の整備や監視の充実、自動車排出ガスに関しても測定点の整備がなされていた。昭和45年頃に光化学オキシダントによる被害が起こり、オキシダント測定のネットワークが急きょ増強された。これまでは、年次的に大気汚染の測定網が整備されていったが、昭和46年以降は、中期計画及び都民を公害から防衛する計画という東京都の整備計画に基づいた測定網に再整備された。すなわち、風向、風速、温度といった気象条件、さらには、炭化水素が「総合測定室」で測定され始め、そして、又、昭和47年に設置された「自動車排出ガス測定室」では、交通量と炭化水素の測定項目が測定対策として、とり入れられるに至った。

(2) 測定体制の現状と問題点

① 現状

東京都の大気汚染常時監視システムは、環境監視システムと緊急時の措置を行う一般に対する衆知連絡システムと発生源に対して行政監督を行う発生源の監視システムとから成り、その構造は図1.6である。

i) 大気汚染総合測定室

だいたい均等に配置されているが、設置条件は、25 km²に一カ所を目安として地域の大気の状態を把握するということで、防衛計画の基に昭和49年度に終了している。

ii) 自動車排出ガス測定室

測定網としては、主要路線で捉える考え方があり、最終的には主要環状線と放射状線の交点という捉え方が採用された。明治通り、山手通り、環状7号、8号線といった自動車排出ガスによる汚染が激しいところが重点的に、さらには主要幹線が通っている多摩地区まで含めてある。

COについての測定点は、A点：交差点で一番汚れのひどい所、B点：沿道沿いに約50～100m程交差点から離れた点、C点：後背地でA点から住居側に50～100m入ったところの3点に整備された。交差的周辺は測定室を作る場所が確保できず、NO_xは、原則として、C点で測定するが沿道沿いに測定室があるところも存在している。

iii) 立体測定室（東京タワー）

高度別の測定点が設けられ、また汚染の婉曲分布を把握する意味で逆転層を捉える気象条件まで測定してある。

iv) 広域テレメーター

東京都は、隣接川崎市の工場地帯の影響を受け、都内の測定データのみでは、急時に対応した汚染防止を行なうことが困難である。このため、川崎市近隣の市とデータの相互交換システムが近年とり入れられるに至っている。

v) 衆知連絡システム

データのコントロールセンターが都庁にあり、ここからデータを公表したりする機能を備えてある。庁舎の前は、総合表示盤にオキシダント、SO_xの濃度が示され、有楽町、新宿といった人の目につきやすい場所の街頭電光掲示板にはSO_x濃度注意報の発令状況、オキシダント濃度が表示される。さらに、光化学オキシダントによる被害が集団で生活する学童に多いということで、小中高等学校に無線受信装置をつけて光化学オキシダントの緊急時に屋外での運動、プール使用等に関して留意するように通報している。それと同時に区、市、警視庁、消防所、気象庁、保健所等の関係機関にも通報している。

vi) 発生源の監視システム

協力工場には、緊急時の発令の同時通報受信装置と煤煙量測定器が設置されている。亜硫酸ガスのテレメーターで操業短縮等の排出制限措置を行なったかどうかの確認ができる。現在は、光化学オキシダント対策として燃料削減のチェックに使用されている。大気汚染防止法に基づき、さらに、総量規制の意味で自動車に関し交通規制要請が過去4回出され車の制限、右折禁止、駐車禁止等の措置がとられた。

大気汚染防止法では、都知事に測定義務が義務づけられており、施行令13条により、事務の委託ができるとされている。東京都の場合は、八王子市が常時監視にあたっている。その他の区、市には測定義務はないが、区、市独自で汚染を把握しようということで、23

区全部と９市に測定室があり、特にオキシダントを測定している。

② 測定体制の問題点

東京都において、現在、測定体制上の問題として言われているものを整理すると次の諸点である。

i) 自治体自らが改善すべきもの

- ① 大気汚染防止行政の一環として、監視業務を明確に位置づけるとともに解析、評価業務の充実を図ること。
- ② 大気汚染監視の専門技術者を育成すること。
- ③ 測定室の設備の充実を図ること。
- ④ 保守点検の頻度を高めること。
- ⑤ 業務を委託している場合、そのチェック体制を確立すること。

ii) メーカーに対する意見

- ① 保守が簡易で欠則のない機器の開発を図ること。
- ② 迅速な修理サービス体制を確立すること。
- ③ 長期故障、オーバーホール時等のために代替機を用意すること。
- ④ 機器性能に関する基礎データを完備すること。
- ⑤ 技術情報を公開すること。

iii) 環境庁等国の機関に対する意見

- ① メーカーの指導を充実すること。
- ② 計測機の検定を義務づけること。
- ③ 機器更新、維持管理に係る経費について、国庫補助制度を確立すること。

大気汚染監視網管理研究会作成の「大気汚染常時測定網の管理方法に関する研究」（昭和５１年３月）から

③ 今後の測定体制の方向

東京都における測定体制の方向性としては、次の４点があげられよう。

- i) キー・ステーションとなる測定室に炭化水素の測定器を導入したり、その他特殊測定項目を加えてゆく。
- ii) 大気汚染測定室はその質的向上を図ると共に、臨時的な測定や測定地を移動し、汚

染の状況により一カ月間測定するといった移動測定の方法を採用してゆく。

iii) 現在五日市市に測定室が設置され、イオウ酸化物、窒素酸化物の測定が行なわれているが、このように非汚染地域においても測定し、清浄空気の把握を行なってゆく。

iv) 測定網に関しては、都自体は現在の35カ所で一応満足できる状態にあるが、区部ではまだ粗く、今後はその整備を行なってゆく必要がある。

④ 環境行政と問題点

環境監視体制では、維持管理の統一化を図る方向で、都が区・市に対して測定法の統一やデータ集計解析の一環した測定体制を進めてゆく。さらに現在広域テレメーターによる情報交換や注意報、発令法による情報の交換が神奈川、埼玉などで行なわれており、気象庁からも気象学的な立場から大気汚染の予報に関する情報吸収が行なわれている。今後はこれらを生かした形で、現況に境界線が定め難く、東京の発生源による汚染が他県に及ぶし、他県のそれが東京へも流入するという状況から、広域的な緊急時の措置をとるべきであろう。

3.3 今後の測定体制の方向

以上の問題点をふまえて、今後の測定体制のあり方について、その方向性を示すと次の4点をあげられよう。

- ① 広域監視体制の確立
- ② 緊急時の措置の改善
- ③ 地域医療体制の組みこみ
- ④ 国庫補助制度の確立
- ⑤ 地域健康管理体制の整備

① 広域監視体制の確立

現在は、全国一律の環境基準値を設定し、その目標に向って各自治体に於いて、排出現制、総量規制の計画案が、実施に布されている。しかし、光化学オキシダントによる大気汚染は固定移動両発生源に拠るものであり、単に、地域内の固定発生源対策のみでは効果が得られない。その上、気象条件（風向、風速）に左右される点から考えても、一自治体

独自の対策を行なうことから、首都圏、近畿圏といった広域行政区域での対策の時代に来ていると思われる。

例えば、緊急時の措置体制が確立されているにもかかわらず、緊急時の発生源に対しての行政指導が他の地域に対してとれず、被害を招くこともある。東京都大田区では、隣接する川崎市の工場影響が無視できない状況である。

広域監視体制の基礎になるのは、各自治体の測定局のデータであり、その意味では、情報交換のシステムを確立すると共に、単に情報交換の域にとどまらぬ緊急時の措置体制・削減施策等の策定が望ましい。

② 緊急時の措置の改善

現在、緊急時の措置としては、測定局のデータに基づき、 SO_2 、 O_3 等に関して、予報、注意報、警報、重大緊急報が発令されて、住民の注意を喚起すると共に、固定発生源に対しての措置がとられている。光化学オキシダントによる被害が集団生活をしている生徒に多いところから、小、中、高等学校、さらには、関係機関（例えば、保健所、消防署等）に無線、受信機が設置され、戸外での運動についての注意をうながす衆知体制がとられている東京都はそのいい例である。その上、被害が生じた場合の救急対策体制としての通報システムが確立される必要がある。発生源対策としては、光化学オキシダントは、移動発生源も関与している点から、大気汚染防止法 21 条の交通規制要請の制度も改正される必要があろう。窒素酸化物による被害と症状との関係が不明である現在、住民は騒音、振動という形で自動車による公害を訴える。排出口からの汚染物質は、住民地区に到達される間に拡散希釈されるとはいえ、高濃度による急性影響から、通行人の健康を守る立場から、窒素酸化物の 1 時間値による環境基準も何らかの形で考慮していくことが必要である。いずれにしても、地域環境を保全する意味では、交通量の規制を行うべきであろう。自動車の測定に関しては、移動しながら、1 カ月間測定する移動測定体制が有効であろう。25 km² に 1 カ所の測定局という現状の測定体制を補定する意味で、汚染状況に応じて測定し、緊急に対策を打てることが可能になる。

③ 地域医療体制

公衆への情報伝達も光化学オキシダント注意報・警報等であるが、一方的な通報という形でなく、相互的なものであることが望ましい。特に、測定技術の面で満足すべき総合指

標が打ち立てられない現状では、「地域住民の訴え」による情報収集回路は大気の質を数値により、直接表現するものではないが、住民こそが評価主体であることを考え合わせるならば、有効な指標の一つといえる。このような情報収集回路を組み込んだ測定体制、それに対処できる医療体制等行政機構に組みこまれてしかるべきであろう。例えば、民間医療機関を媒体とした住民のモニター制度が考えられよう。

④ 国庫補助制度の確立

測定体制の充実、新しい測定器の導入は、地方自治体に於いて、かなりの財政負担である。現在、測定室の設置、広域テレメーターの設置等に対して、環境庁から、補助金がだされている。

窒素酸化物測定法としてザルツマン法が採用されているが、この方法も低濃度において誤差が大きい等再検討される時期に来ている。新しい測定技術の開発に伴う測定器の購入、さらには、機器の更新、維持管理に係る経費について、国庫補助制度が確立されることが望ましい。

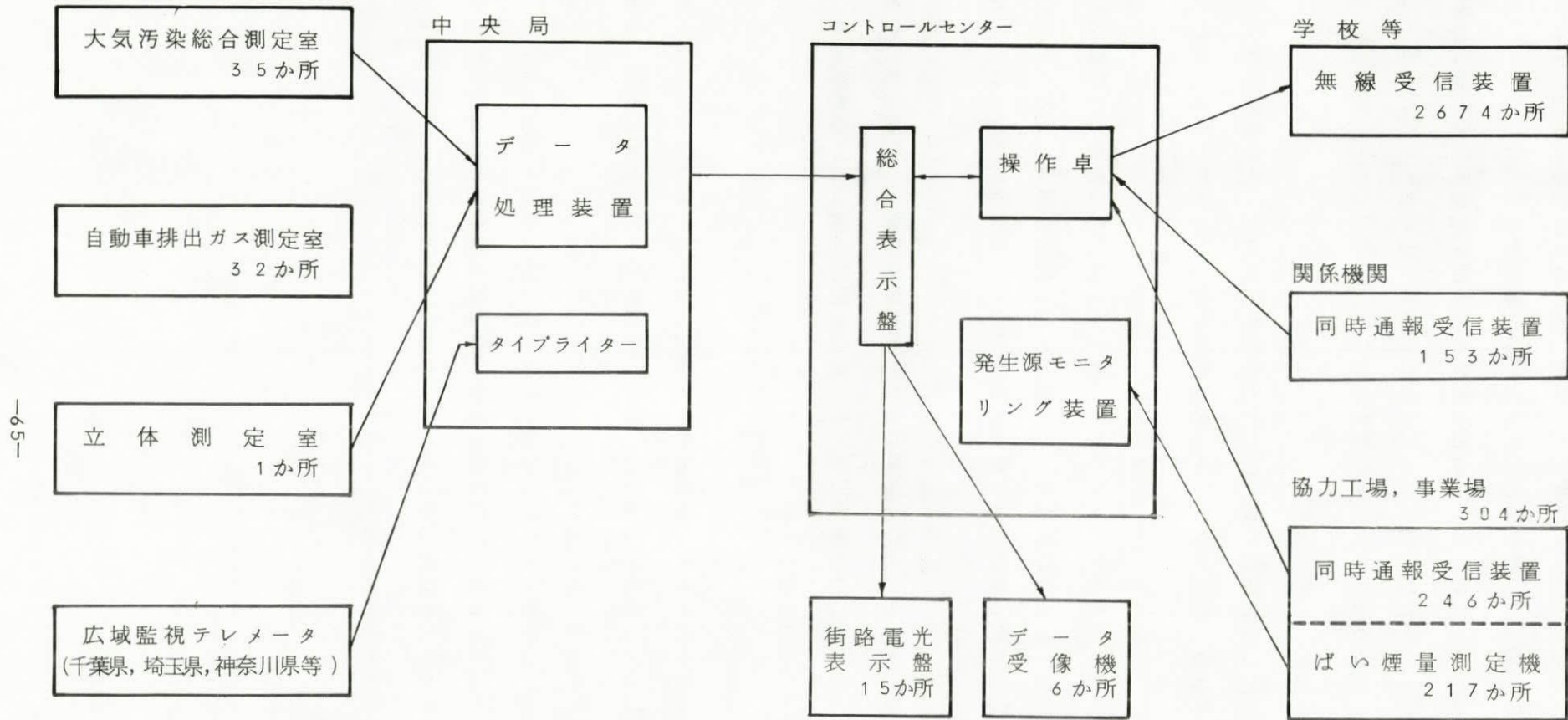
例えば、長期故障やオーバーホール時等のために代替機を用意し、欠測が多い場合や緊急時に備える必要があるが、機械を遊ばせておく程の財政的余裕のない自治体も多く、そのための対策もあつてしかるべきである。

⑤ 地域健康管理体制の整備

窒素酸化物汚染が複合的であり、被害様相が多様で、どのような高精度の技術で多種類の汚染物質を測定しても、健康にとっては、個々の情報をつなぎ合わせたものにすぎず、そこに基本的な限界がある。

したがって、健康への影響をみるためには、被害を総合的に把握する必要がある。そのため、地域の医療機関などと協力し日常的に健康への影響を監視する地域健康監理体制の整備を、住民参加等の方式を採用しながら、それらからの情報のフィードバック体制の整備をすることが必要である。

図 1.6 大気汚染常時監視システム（昭和 51 年 6 月末現在）



○ 総合測定室

いおう酸化物，一酸化炭素，一酸化窒素，二酸化窒素，オキシダント，炭化水素，浮遊粒子状物質，風向，風速，温度，湿度

○ 自動車排出ガス測定室

一酸化炭素，一酸化窒素，二酸化窒素，炭化水素，交通量

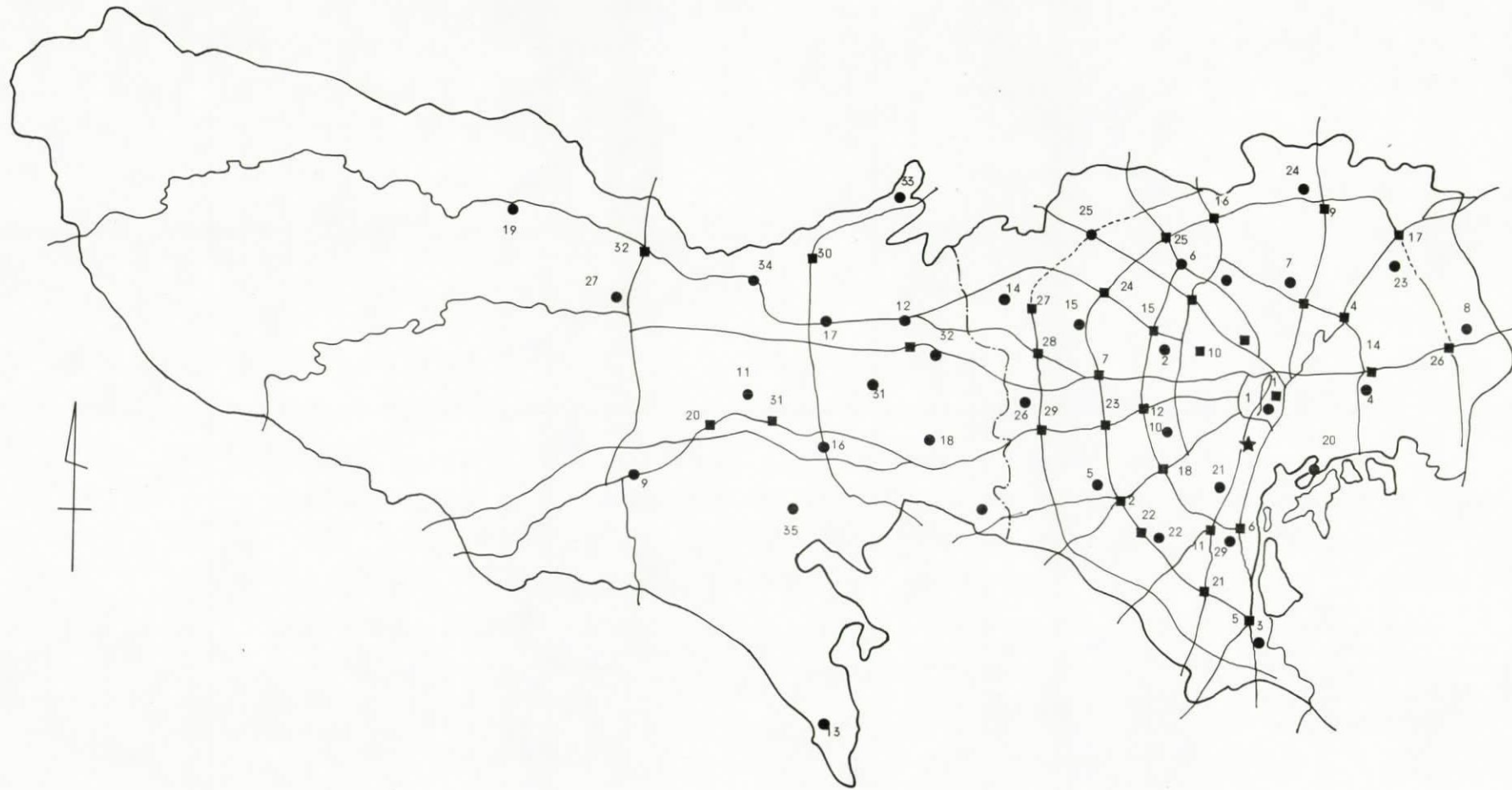
○ 立体測定室

いおう酸化物，風向，風速，温度（各高度別）

表 1.8 大気汚染総合測定室と自動車排出ガス測定室の相違

区 分	総 合 測 定 室	自 動 車 排 出 ガ ス 測 定 室
1. 設 置 数	3 5 測定室（昭和 4 9 年度計画完了） 2 3 区 2 0 測定室 多 摩 1 5 測定室	3 2 測定室 2 3 区 2 7 測定室 多 摩 5 測定室 C O 3 点測定 of 総合測定室 4（板橋，八王子） 青梅，練馬北
2. 設 置 条 件	工場，事業場から排出される汚染物質（SO ₂ ，NO ₂ ）及び二次汚染物質（OX）による地域汚染を的確には握するため 2 5 km ² （半径 2.8 km）あたり 1 カ所を標準とする。（原則）大気汚染が著しいところなど，必要に応じ増加する。採取口の高さ地上 1.5 ～ 1 0 m とする。	自動車から排出される汚染物質（CO，NO _x ）による局地的汚染をは握するため，交通ひん繁な道路または主要な環状道路と放射道路の交差点周辺であって，人が常時生活し，活動している場所又は近接した場所に設置する。採取口の高さ地上 1.5 m を標準とする。
3. 測 定 項 目	汚染質（7 項目）SO ₂ ，OX，NO，NO ₂ ，CO，AP，HC 気 象（4 項目）風向，風速，温度，湿度	汚染質（4 項目）CO，NO，NO ₂ ，HC 交通量
4. データの活用	① 日報，年報作成 ② 環境基準の適合状況（SO ₂ ，OX，NO ₂ ，CO，AP） ③ 常時監視 ④ 緊急時の措置（SO ₂ ，OX）	① 日報，年報作成 ② 環境基準の適合状況（NO ₂ ，CO） ③ 常時監視 ④ 交量規制要請（法第 2 1 条に基づく要請等）

図1.7 大気汚染常時測定室配置図



(大気汚染総合測定室) ●

(自動車, 排出ガス測定室) □

(立体測定室) ★

1 都庁前	6 板橋	11 立川	16 府中	21 港	26 久我山	31 小金井	1 日比谷	6 北品川	11 中原口	16 宮堀	21 松原橋	26 一之江	31 国立	1 東京タワー
2 研	7 荒川	12 田無	17 小平	22 目黒	27 福生	32 武蔵野	2 上馬	7 杉並	12 初台	17 青戸八丁目	22 柿ノ木坂	27 井草	32 瑞穂	
3 渋谷	8 江戸川	13 町田	18 調布	23 葛飾	28 文京	33 清瀬	3 春日町	8 池袋	13 大関横町	18 大阪橋	23 大原	28 天沼		
4 城東	9 八王子	14 石神井	19 青梅	24 足立	29 品川	34 東大和	4 向島	9 梅島	14 亀戸	19 武蔵境	24 豊玉	29 高井戸		
5 世田谷	10 保谷	15 中野	20 晴海	25 練馬北	30 狛江	35 多摩	5 太森	10 柳町	15 中落台	20 日野	25 大和	30 東村山		

表 1.9 環境基準と緊急時発令基準（大気関係）

区分 項目	環 境 基 準 (二酸化いおう：48.5.16 告示) 大気汚染：48.5.8 告示	区分 項目	緊 急 時 の 発 令 基 準				
			発令区分	大 気 汚 染 防 止 法 (第 2 3 条)		東 京 都 公 害 防 止 条 例 (第 5 6 条 5 ~ 7)	
				基 準	措 置	基 準	措 置
二 酸 化 い ough (SO ₂)	1 時間値の 1 日平均値が 0.04 ppm 以下 かつ 1 時間値が 0.1 ppm 以下	い ough 酸 化 物 (SO _x)	予 報	—	—	気 象 条 件	い ough 酸 化 物 排 出 量 (2 0 % 減)
			注 意 報	0.2 ppm 以上 3 時間継続 0.3 ppm " 2 時間 " 0.5 ppm " 1 時間 " 0.15 ppm " 48 時間平均	SO ₂ 排 出 量 (3 0 % 減) ば い 煙 (2 0 % 減)	0.2 ppm 以上 3 時間継続 0.3 ppm " 2 時間 " 0.5 ppm " 1 時間 " 0.15 ppm " 48 時間平均	い ough 酸 化 物 排 出 量 (3 0 % 減)
			警 報	0.5 ppm 以上 2 時間継続	SO ₂ 排 出 量 (6 0 % 減) ば い 煙 (5 0 % 減)	0.5 ppm 以上 2 時間継続	い ough 酸 化 物 排 出 量 (7 0 % 減) (都 心 : 2 0 % 減)
			重大緊急報	0.5 ppm 以上 3 時間継続 0.7 ppm " 2 時間 "	SO ₂ 排 出 量 (8 0 % 減)	—	—
光 化 学 オキソゲン (O _x)	1 時間値が 0.06 ppm 以下	オキソゲン (O _x)	予 報	—	—	気 象 条 件	協 力 要 請
			注 意 報	0.15 ppm 以上 1 時間	工場 (操 業 2 0 % 短 縮) 自動車 (協 力 要 請)	0.15 ppm 以上 1 時間	工場 (燃料使用量 20 % 減) 自動車 (協 力 要 請)
			警 報	—	—	0.3 ppm 以上 1 時間	工場 (燃料使用量 40 % 減) 自動車 (協 力 要 請)
			重大緊急報	0.5 ppm 以上 1 時間	工 場 (操 業 4 0 % 短 縮) 自動車 (公安委員会に要請)	—	—
一 酸 化 炭 素 (CO)	1 時間値の 1 日平均値が 10 ppm 以下 かつ 1 時間値の 8 時間平均値が 20 ppm 以下	一 酸 化 炭 素 (CO)	注 意 報	30 ppm 以上 1 時間	自主運行協力要請	10 ppm 以上 8 時間継続 20 ppm " 3 時間 "	—
			警 報	—	—	10 ppm 以上 24 時間継続 20 ppm " 8 時間 " 50 ppm " 1 時間	—
			重大緊急報	50 ppm 以上 1 時間	都公害委員会に要請	—	—
二 酸 化 窒 素 (NO ₂)	1 時間値の 1 日平均値が 0.02 ppm 以下	二 酸 化 窒 素 (NO ₂)	注 意 報	0.5 ppm 以上 1 時間	O _x と同様	—	—
			重大緊急報	1.0 ppm 以上 1 時間	"	—	—
浮遊粒子 状 物 質 (Ap)	1 時間値の 1 日平均値が 0.10 mg/m ³ 以下 かつ 1 時間値が 0.20 mg/m ³ 以下	浮遊粒子 状 物 質 (Ap)	注 意 報	2.0 mg/m ³ 以上 2 時間継続	O _x と同様 (燃料転換も可)	—	—
			重大緊急報	3.0 mg/m ³ 以上 3 時間継続	"	—	—

表 1.1 0

☆ 5

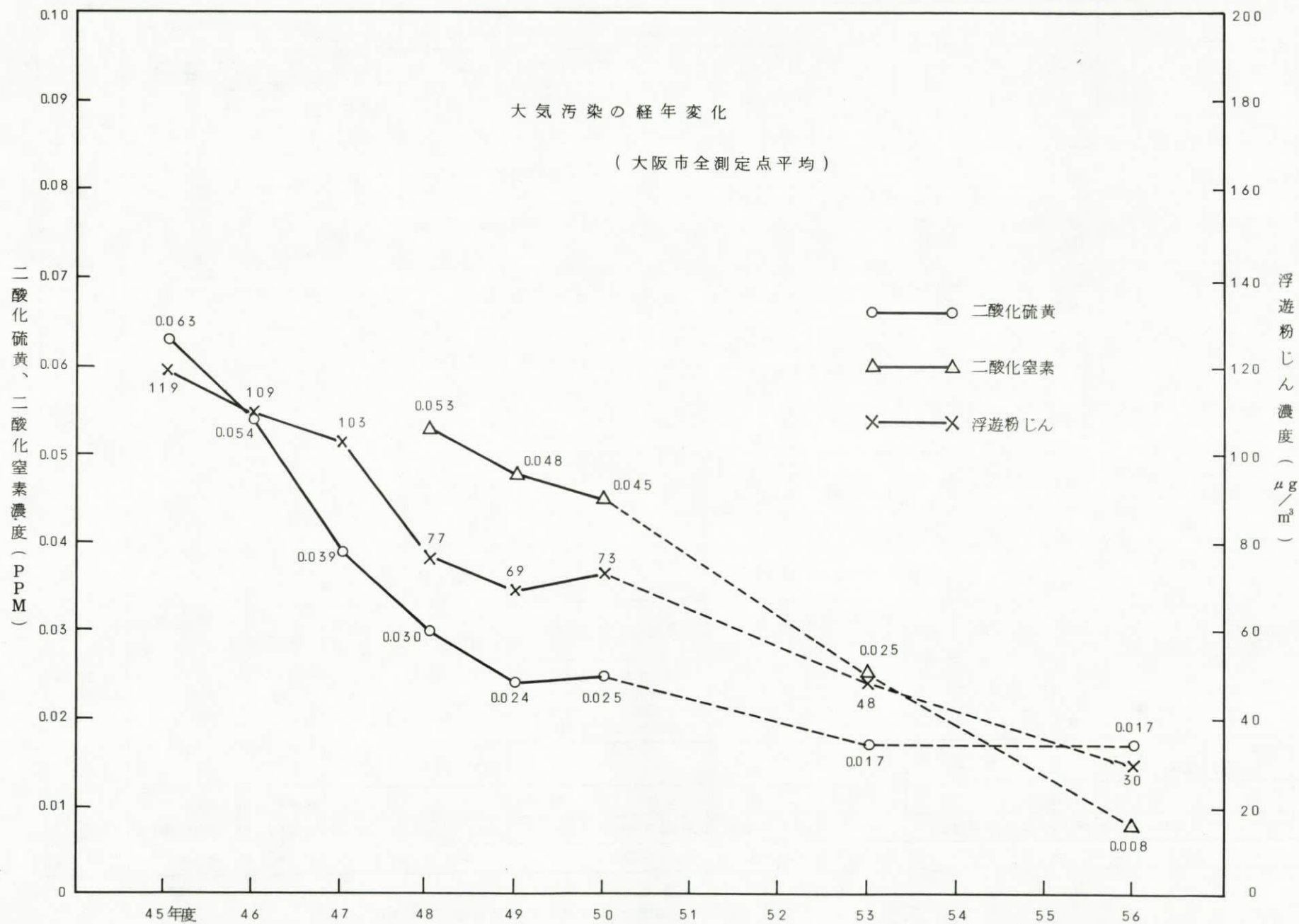


表 1 1 1

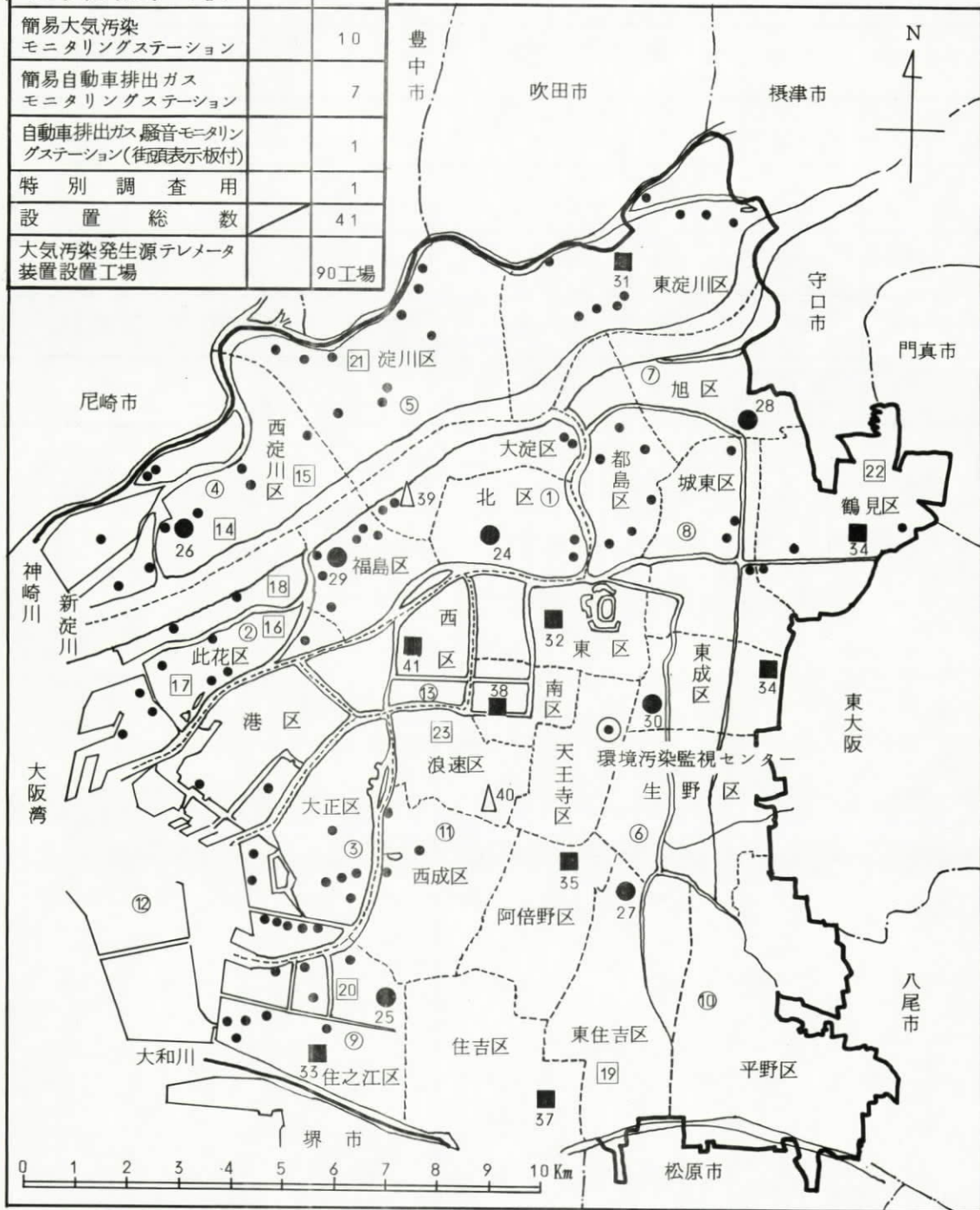
- ・ 光化学オキシダント予報等の発令状況及び被害の訴え状況

年 度 (昭和)	発 令 状 況 (回 数)			被 害 訴 え 状 況 (市 内)			被 害 訴 え 状 況 (市 内 を 除 く 府 下)	
	予 報	注 意 報	警 報	訴 え 件 数 (件)	訴 え 者 数 (人)	入 院 者 数 (人)	訴 え 者 数 (人)	入 院 者 数 (人)
46	11	4	0	3	27	0	1,573	12
47	31	18	0	11	119	0	1,537	20
48	48	26	1	34	1,659	0	1,552	1
49	48	27	0	9	234	0	540	0
50	24	17	0	1	1	0	283	0

注 昭和 50 年度は 7 月末現在の数値を示す

重大緊急警報の発令回数は 0

種 別	記号	設置数
大気汚染 モニタリングステーション		13
自動車排出ガス モニタリングステーション		7
タワー モニタリングステーション		2
簡易大気汚染 モニタリングステーション		10
簡易自動車排出ガス モニタリングステーション		7
自動車排出ガス騒音モニタリ ングステーション(街頭表示板付)		1
特 別 調 査 用		1
設 置 総 数		41
大気汚染発生源テレメータ 装置設置工場		90工場



⑫南港(仮設)の本設化は52年度以降の予定

大気汚染測定用モニタリングステーション及び
発生源テレメータ装置設置工場配置図

表 1.12 大気汚染測定用モニタリングステーション(測定局)の場所と測定内容

種 別	ステーション の設置場所	測 定 内 容								テレ メー タ
		亜硫酸 ガス (SO ₂)	浮 遊 粉じん (DUST)	一酸化 炭 素 (CO)	窒 素 酸化物 (NO NO ₂)	炭化 水素 (HC)	光化学 オキシ ダント (OX)	風向・ 風 速 (WD WV)	紫外線 (UV)	
大気汚染モニタリングステーション	① 北区扇町中学校	○	○		○			○		○
	② 此花区此花区役所	○	○		○	○	○	○		○
	③ 大正区平尾小学校	○	○		○			○		○
	④ 西淀川区淀中学校	○	○		○		○	○		○
	⑤ 淀川区淀川中学校	○	○		○		○	○		○
	⑥ 生野区勝山中学校	○	○		○		○	○		○
	⑦ 旭区大宮中学校	○	○		○		○	○		○
	⑧ 城東区聖賢小学校	○	○		○		○	○		○
	⑨ 住之江区南稜中学校	○	○		○	○	○	○		○
	⑩ 平野区摂陽中学校	○	○		○	○	○	○	○	○
	⑪ 西成区今宮中学校	○	○		○		○	○		○
	⑫ 住之江区南港(仮設)	○								
	⑬ 西区堀江小学校	○	○		○		○	○	○	○
	⑭～⑮ 西淀川区内	○×2	○					○		
	⑯～⑰ 此花区内	○×3	○×3							
	⑱ 東住吉区矢田南中学校	○								
	⑲ 住之江区加賀屋中学校	○	○							
	㉑ 淀川区新高小学校	○								
	㉒ 鶴見区茨田北小学校						○			○
	㉓ 浪速区難波中学校				○		○			○
自動車排出ガスモニタリングステーション	㉔ 北区梅田新道		○	○	○	○				○
	㉕ 住之江区北粉浜小学校		○	○	○	○				○
	㉖ 西淀川区出来島小学校	○	○	○	○	○				○
	㉗ 東住吉区杭全町交差点		○	○	○					○
	㉘ 旭区新森小路小学校		○	○	○					○
	㉙ 福島区海老江西小学校	○	○	○	○	○				○
	㉚ 東成区今里交差点		○	○	○					○
	㉛ 東淀川区上新庄交差点			○						○
	㉜ 東区農人橋交差点			○						○
	㉝ 住之江区住之江交差点			○						○
	㉞ 鶴見区茨田中学校			○						○
	㉟ 阿倍野区阿倍野橋交差点			○						○
	㊱ 東成区深江橋交差点			○						○
	㊲ 住吉区長居小学校			○						○
	街頭表示板			○						○
	③⑨ 大淀区大阪タワー	SO ₂ (地上約100mの高さ), DUST(100m), 風向・風速(150m) 温度(30m, 60m, 90m, 125m, 145m)								○
	④⑩ 浪速区通天閣	風向・風速(100m), 温度(30m, 60m, 80m, 100m), 光化学オキシダント(100m)								○
特製調査用	④⑪ 西区江之子島		○	○	○			○		
合 計	41カ所	24	26	16	21	7	13	16	2	31

注 1. 南港仮設モニタリングステーションは52年度以降に本設化(ふんじん計, 風向・風速計増設及びテレメータリング)予定
 2. 街頭表示板は騒音も測定している。

表 1.13 資 料 10

・ 発令時の措置

発生源における措置		学童・住民における措置	広報等の方法	オキシダント濃度 (ppm)
予 報	(1) 排出ガスを10,000m ³ /時以上排出する工場および事業場に対し無線回線等により注意報に備えて注意報の措置が行なえる体制をとるよう要請する。	(1) テレビ、ラジオに注意 (2) 屋外での過激な運動をさける (3) 刺激を感じたら、洗顔、うがいをして保健所に届出	テレビ、ラジオで周知	0.10
	(2) 特別対象工場（市内7工場）は排出ガス量を20%削減			
	(3) 不要、不急の自動車を使用しないよう要請する			
注 意 報	(1) 排出ガス10,000m ³ /時以上の工場は20%削減	(1) 学校等においては、できるだけ屋外の運動をさける	上記に加え、広報車が出動することもある	0.15
	(2) 特別対象工場は警報にそなえ一部操業停止の体制	(2) 洗顔、うがい	工場パトロール	
	(3) 不要、不急の自動車を使用しない			
警 報	(1) 上記の徹底	(1) 屋外になるべく出ない	消防広報車による広報も加わる	0.20
	(2) 重大緊急警報にそなえ一部操業停止の体制	(2) 学校等においては屋外の運動をやめる	工場パトロール	
	(3) 特別対象工場は排出ガス量を40%削減	(3) 洗顔、うがい		
	(4) 自動車の使用をさける			
重 大 緊 急 警 報	(1) 排出ガス量40%の削減	(1) 屋外に出ない	上に同じ	0.50
	(2) 公安委員会へ交通規制要請	(2) 洗顔、うがい		

・ 被害の訴えがあったときの措置

第1次緊急調査	保健所において環境、健康調査
第2次緊急調査	必要に応じ、環境部、衛生研究所が第1次緊急調査班と協同で実施

第4節 複合汚染の科学的解明と段階的アプローチ

4.1 大気汚染制御と環境対策

窒素酸化物汚染のような複合的大気汚染を把握し、制御していくためにはどのようなアプローチが必要であろうか。特に直接的被害がとらえにくく、かつデータの蓄積が少ないという不明確さの多い中においては、積極的予防という観点からの環境対策は、おのずと従来の直接被害と対応した、イオウ酸化物等の汚染対策のやり方とは異なったものとならざるをえない。

図1.9はいままで述べてきた①環境基準、②大気汚染に関する情報、③測定体制の各々の役割を相互に関連させたものである。その内容としては、発生源対策に関連したもの、大気環境濃度とその現象（発生のパターン等）に関連したもの、影響に関する情報把握に関連したもの、地域環境計画に関連したもの、の4つに大別される。その各々が、有機的に関連しあい、はじめて、大気汚染の制御が可能といえる。

第1節から、第3節に示したように、現在、図に示したもののうち、大規模工場を中心とする発生源濃度の測定、あるいは、毒学的研究については、高濃度時の曝露に関するデータの蓄積がみられているのみで、大気環境濃度の測定、汚染現象の把握については全体的にみていまだ十分な解明がなされたとは言い難く、大気汚染制御のためには、多くの課題をかかえている状況にある。又、一たび、被害対策から健康保全へと観点を移して、対策を考えようとする、健康という概念が極めて幅をもったものであり、個々の研究結果をつなぎあわせても、それらは常に健康についての情報の一部をあらわしているものにすぎないという根本的問題をかかえている。このような窒素酸化物に代表される複合汚染物質の環境対策に対し、どのような対策が必要であろうか。

第一節で述べたように、わが国の環境基準は、「人の健康を保護し、生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準」（公害対策基本法第9条1項）であり、行政の努力目標としての性格をもつものである。しかし、NO₂環境基準をめぐるこのかんの社会的紛争にみられるように、これがたんなる行政内部の指針にとどまるものでもないことも明らかである。それは、①公害行政がきわめて多数の市民の健康や企業の生産活動に直接かかわるものであること、および②環境基準が少なくとも長期的には一排出規制や公

害防止事業、行政指導などの公害行政上のさまざまな措置がそこに向けて集約されるという意味で、一種の計画値としての公的性格をもたざるを得ないことによるものである。

現在の NO_2 環境基準である日平均＝ 0.02 ppm は、国際的にみても厳しいものと言えるが、これまでこの値が現実には排出規制と結びついた計画値として機能したことはなかった。個々の自治体が企業と公害防止協定を結ぶさいの一つの根拠として援用されることはあっても、これにもとづいて総量規制がなされたわけではない。次章で述べるように、 NO_x 対策が技術的にもコスト的にも困難な問題を含んでおり、またとりわけ大都市における NO_x 汚染の現況が、環境基準値から非常にかげ離れているため、現在の諸条件のもとでは、基準値の達成の見通しがつかないためである。しかし、 NO_x 対策の最大の問題は、すでに述べたような被害と汚染濃度との関係の不明確さ、汚染メカニズムの解明の立遅れ、排出源の多様性などさまざまな要因のために、十分な根拠と説得性をもった対策を体系的に実施することが困難であるという点にある。このことは、環境基準と汚染低減対策との関係に新しい問題を提起している。

SO_x や煤塵対策がすでに総量規制の段階に入り、かなりの成果をあげたのに対し、 NO_x 対策は、いまだ個々の対策を積みあげながら、総量規制への移行を準備している段階であると思われる。しかし、一方で主要都市の NO_x 汚染は、ここ数年ほとんど横ばいに近い状態であり、相対的にみて大気汚染被害との相関は高まっていると言われている。

NO_x 対策の社会的必要性は増大しつつあるわけであるが、上述したような困難性のなかで対策を前進させるためには

- ① 政策の効果的な実施に必要な情報が不足しているなかで対策をどううつべきか
- ② 大都市とその周辺における NO_x 汚染の現状が、環境基準値ばかりか、環境庁が中

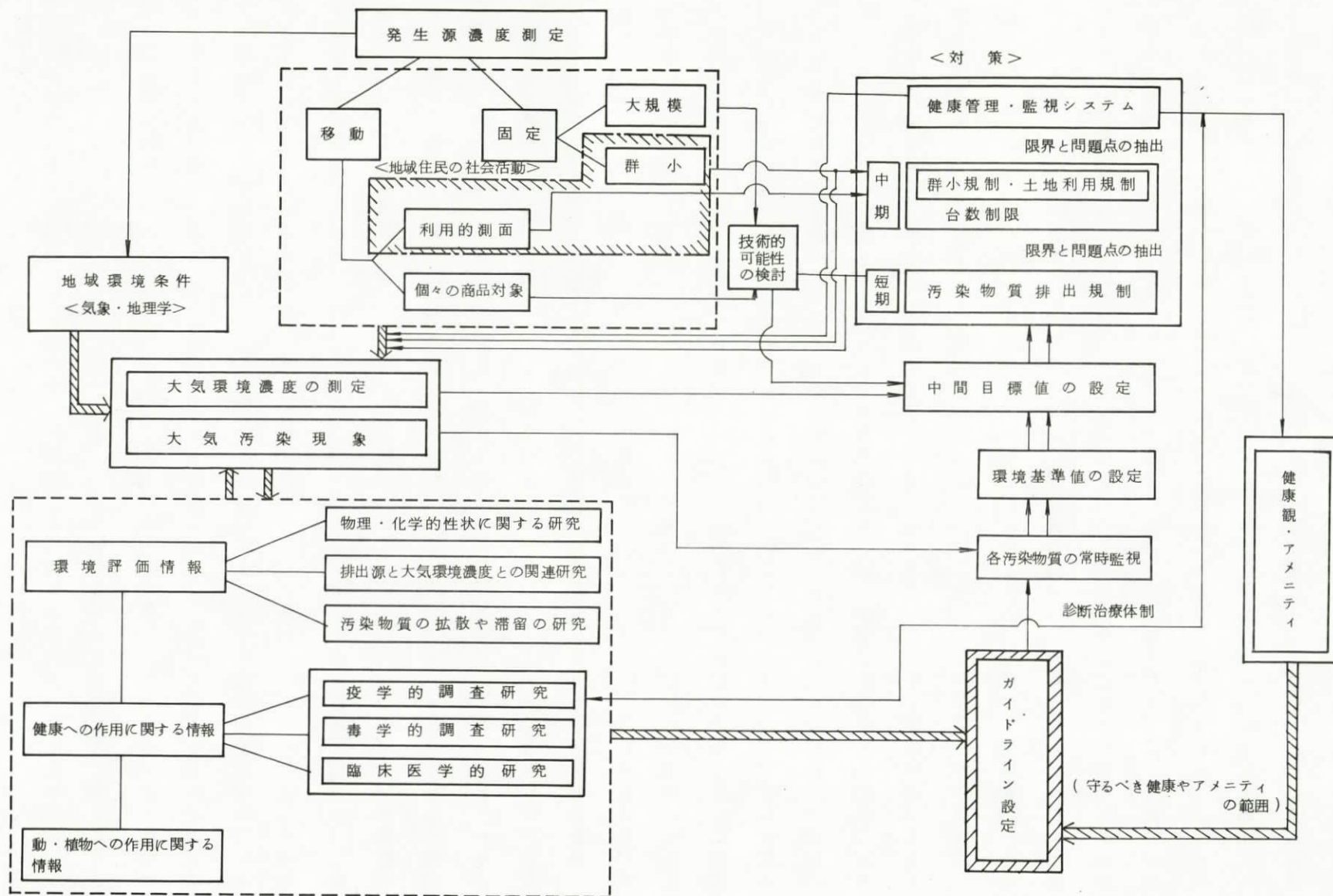
間目標値として提示した日平均＝ 0.04 ppm の達成すら困難な状況のなかで、どう人々の健康を守り、環境を改善していくのか

という二つの点を明らかにしなければならないと思われる。以下、この二点について検討してみたい。

4.2 環境行政における科学性と政策的判断

本来が不確定の問題を扱いながら、同時に厳しい科学的根拠が要求されるのは環境行政

図 1.9 大気環境管理計画



の宿命とも言えるものである。実際、人間の活動によって排出される NO_x がどういうメカニズムで、人々の健康や生活環境にたいしてどのような悪影響を具体的に与えているのか、各種の発生源がある地域の汚染にどのように関与しているのか、という最も基本的なことがらが明らかにされない限り、効果的な対策をうつことはできないし、高いコストを伴う NO_x 対策を発生源に対して課するにも説得性が乏しいということになる。また、環境行政の適否を最終的に判断すべき国民にとっても、ある削減対策を実施することに伴うコストが一このコストの予測自体困難であるが一いつたい高すぎるのか、妥当なものなのかを判断する材料がないということになる。

したがって、対策を前進させるためには、第二節、第三節で提起した科学的知見の拡大、すなわち被害様相や汚染メカニズムの不明確な部分を極力少なくしていかなければならない。また対策は、この解明の度合に応じて段階的にうつべきであろう。

しかし、このことは削減対策に関する行政的判断においてつねに厳密な意味での科学的根拠が前提となるというものではない。大気汚染のような複雑で比較的新しい現象に対し、現在の科学が十分な答を用意できないのは、ある意味で当然と言えるし、逆に十分な答を科学者が与えるまで対策を遅らせるならば、取りかえしのつかないものを失う可能性があるからである。

前節までに述べたように、疫学、臨床学などの医学的研究にしても、また NO_x の大気中での挙動のメカニズムにしても、研究の歴史が浅く、科学のレベルで確立した答が出るまでには、長い年月と多額の予算、強力な研究体制が必要となる。しかも、個別研究には方法的な限界もつきまとっている。たとえば、実験室での結果から実際の大気汚染を直接類推することはできないし、汚染が広域化したため、対策の観点からみると、疫学調査による地域間比較もあまり役に立たなくなっている。さらに、影響が慢性で非特異的なものしかとらえていないために、健康被害が非常に見分けにくくなっている。しかし、積極的予防の観点から、行政が政策を実施していくためには、現在得られる最良の知見をもとにするのはもちろん、その際科学が未だ完全には明らかにし得ていない可能性（危険）をも考慮することが必要となる。その可能性が社会的にどういう意味をもつものが判断されなければならないのである。

公害対策に対する現在の厳しい社会的要請は、厳密な科学的根拠にこだわったために、

結果的に犠牲を拡大させてしまった過去の苦い経験からきているということを忘れてはならないであろう。この意味で、今までの公害行政とは異なった環境保全行政への転換が要求されているとも言えるのである。この環境行政に求められるのは、論理（事実の科学的証明）そのものではなく、一定の情報を背景とした判断であり、現在の政策情報の限界を明らかにしつつその判断に対して社会的合意を得る努力である。そこで、問題となるのは、判断の基準とそのプロセス等にフィードバックのルートがどう確保されているかどうかであろう。

環境基準の設定において実質的に問題となるのは、第2節で述べた行政的手段によって守られるべき「人間の健康」とは何かということである。大気汚染の人体への健康影響をWHOの四つのレベルでみるとして、何の影響もみられない「恒常性の正常調節」の範囲内を基準値として設定するならば、積極的に証明するデータを欠いた値となることも結果的にやむをえないように思われる。但し、行政は科学的知見の拡大のために2.4で述べた今後の課題について十分な努力をし、新しい知見が得られたならば、その値に必要な改訂を加えなければならないことは言うまでもない。特に、 NO_x の環境基準値は、二次汚染を考慮し、生体への相乗効果や汚染因子間のトレードオフ関係などについて得られた知見を評価しながら必要に応じて再検討していくべきであろう。また、急性影響を考慮した基準値を新たに設けることも検討されるべきである。

以上を要約するならば、対策の前進と科学的知見の拡大は、前者の主導のもとに段階的に推進されねばならない、ということである。その際、排出源対策については、科学的根拠にもとづく合理性のほかに社会的公正、すなわち排出主体の社会的責任と能力に応じた負担の適正や、対策に伴う二次的な社会的経済的インパクトが考慮されるべきであろう。

4.3 環境行政における段階的アプローチ

昭和48年以来の数次にわたる削減対策にもかかわらず、大都市およびその周辺部における NO_x 汚染は、依然として高水準であり、当初環境庁が目標とした八年（昭和56年）以内の環境基準の達成は、ほとんど不可能となっている。また多くの地域で中間目標（ 0.04 ppm ）を越える値を示している。このことは、 NO_x 対策に付随する技術的、コスト的な困難性とともに、① NO_x 削減対策が長期的な見通しのもとに、計画的、段階的に

進められなければならないこと、②わが国のように人口が大都市に密集し、工場や道路と住宅が近接している地域構造においては、発生源の対策のみでは限界があることを示しているように思われる。

NO_x は、大部分が燃料中に含まれるNからではなく、高温燃焼に伴って発生する。発生源も発電所や工場、自動車をはじめ、ビルや家庭での暖房に至るまで広範囲にわたっており、汚染に対する責任範囲も不明確である。すなわち、NO_x 汚染はある特定の主体の反社会的な行為によるものではなく、現代社会における正常な日常活動（生産、消費、移動など）の集積から生ずるものであると言いうるであろう。したがって、排出源の規制も、反社会的行為の取締り、といった論理ではなく、現在および将来にわたる環境浄化のための社会的責任にもとづく応分の負担としておこなわれていくべきであるし、また、汚染物質の削減と並行して大都市への過度の集中の是正と自然の浄化能力の回復をはかる積極的な環境政策を計画的に推進しなければならない。

NO_x 対策の長期的方向は、したがって、次のようなものとなる。

- ① 短期的には個々の対策を徹底化させることによって、とくに高濃度地域の排出量を削減し、同時に必要な科学的知見を蓄積していく。
- ② 中期的には、そうして得られた情報をもとに、地域環境管理計画を作成し、総量規制方式の導入による地域レベルでの環境基準の段階的、計画的達成をはかる。
- ③ 長期的には、土地利用政策、交通政策など他の政策との総合化による地域環境の積極的創造をはかり、都市生活環境を低公害の環境に近づけていく。

すでに述べたように、現在までのNO_x 対策は、個々の発生源、とりわけ比較的寄与率の大きいものに対し、個別的に排出規制を行なうという形で進んできた。固定発生源については、昭和48年以来の二次にわたる規制がおこなわれたほか、鉄鋼業、電力業などについては、地元自治体との公害防止協定によって特に厳しい削減対策がとられるようになっている。移動発生源については、増加傾向が著しく、技術的にもより困難性の少ない乗用車が優先された。しかし、ビル暖房などの群小発生源は放置され、バス・トラックについては、本格的な対策の見通しはまだ立っていない。

たしかに、乗用車の場合、昭和47年の中公審答申やそれに先立つ米国マスキー法などによって技術開発がなけば強制されたことにより、ガソリン・エンジンでは技術的に達成

可能な限界に近いと言われた $0.25\mu\text{g}/\text{Km}$ （90%削減）がほぼ達成された。しかし、環境基準を達成するためには、大都市やその周辺などの高濃度地域においては、他の発生源についてもそれぞれ同程度の削減が必要だと言われており、現在の脱硝技術の水準、あるいは群小発生源が規制の対象から外されていることを考えると事実上不可能に近い。したがって、現在の時期は科学的知見の蓄積や技術開発の進展を注意深く見守りながら、政策の重点を地域の計画的な環境管理へと移すための過渡期にあると思われる。

(1) 地域環境管理の必要性

大気汚染問題は、基本的には地域問題であり、 NO_x 対策を効果的に推進するためには、地域レベルでの汚染管理をおこなわねばならない。それによって、地域性に応じた NO_x 総量の計画的削減と環境基準の段階的達成が可能となるであろう。その場合、環境基準に至る過程での中間目標を、必要ならば数段階で設定し、それを達成する目標年次と対策を明示した環境管理計画が作成されることが望ましい。

この計画は、同時に①環境基準の達成が早急には不可能な状態で、健康被害を的確に把握し、対策を講じるための体制、②隣接の自治体との協力関係を含んだものでなければならない。都市においては、道路周辺に多数の住民が居住しており、ラッシュ・アワーには非常に高濃度の汚染にさらされている。そうした人々に対しては、特に短期高濃度曝露による急性影響が懸念されるわけであり、地域の健康管理という視点からみても重大な問題となっている。したがって、住民の健康診断や地域の医療機関との協力による日常的な健康影響監視とともに、1時間値のピークを抑える対策（緊急時の措置も含む）も必要であろう。

大気汚染は、自治体の区域を超えて発生しており、効果的な対策のためには、隣接の自治体のあいだで必要な情報を交換し、対策を調整するなど、協力関係が不可欠である。計画は、その内容を具体的に規定することになる。

さて、中期的な対策（地域環境管理計画）への移行をスムーズにおこなうためには、一般的な科学的知見の拡大のほか次のような事項についてのデータが地域ごとに可能な限り得られなければならない。すなわち、①地域性、②排出源、③排出量と環境濃度との関係、④健康被害である。

地域性とは、地形的、気象的条件、植生などの自然条件、産業、道路、など土地利用、人

口とその分布，年齢構成，住民の生活形態といった社会的・経済的条件，そして NO_x 以外も含めた全般的な大気汚染状況，あるいは公害に対する社会意識など，さまざまなインジケータでとらえられる。これらは対策の基礎資料として役立つ。

排出源についての把握は，各種発生源の種類と規模， NO_x の排出総量と汚染寄与率の算出である。工場や自動車などから排出された NO_x は，化学変化および減少過程を通して，また他方では気象現象を経て大気中で変化し環境濃度として記録される。したがって，ある排出削減がどれだけの環境改善につながるのかを知るためには，排出量と環境濃度との関係をつかむ必要があるわけである。しかし，現在のところ NO_2 の汚染予測モデルの開発は， $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ の反応メカニズムが未解明などのため暗礁に乗りあげており， NO_x としての汚染予測モデルだけが一応の信頼性を確保できる水準に達している。

現状では，仮に総量規制をおこなうとしても，汚染予防モデルの精度の問題，脱硝技術の開発水準の問題があることから，地域ごとに中間的目標値を設定して，段階的に対策を強化していかなければならないだろう。地域環境管理計画においては，さらに NO_2 以外の汚染物質の規制とのタイム・スケジュールの調整がはかられる必要がある

(2) 地域環境の積極的創造

以上のような汚染物質の地域的コントロールによって，汚染被害そのものは減少するであろう。しかし，地域住民の環境改善へのニーズ自体は増大することはあっても減少はしないと思われる。なぜなら，現在の都市における生活環境のもとでは，環境基準が仮に達成されたとしても，人々が真に健康であると意識するような静かで快適な環境とはほど遠いからである。あるいはまた，新たな汚染物質の出現によって脅かされる可能性も少なくない。その場合には，科学的解明と原因物質の削減という長期にわたるプロセスを最初からやり直さねばならず，環境費用（被害のコスト，対策のコストなどを含む，環境汚染に伴って生ずる社会的費用）の負担も減少することはないであろう。

したがって，人々の健康を守り，環境を保全するためには，被害の発生→原因の究明→対策という直接的な公害対策のプロセスを繰返すのではなく，地域環境の創造という観点から都市の生活環境を総合的に改善してゆかなければならない。ここでは，環境政策は，それ自体としてではなく，土地利用政策や交通政策，あるいは産業政策，エネルギー政策など全国レベル，地域レベルでの他の政策との総合化による地域社会の将来ビジョン実現

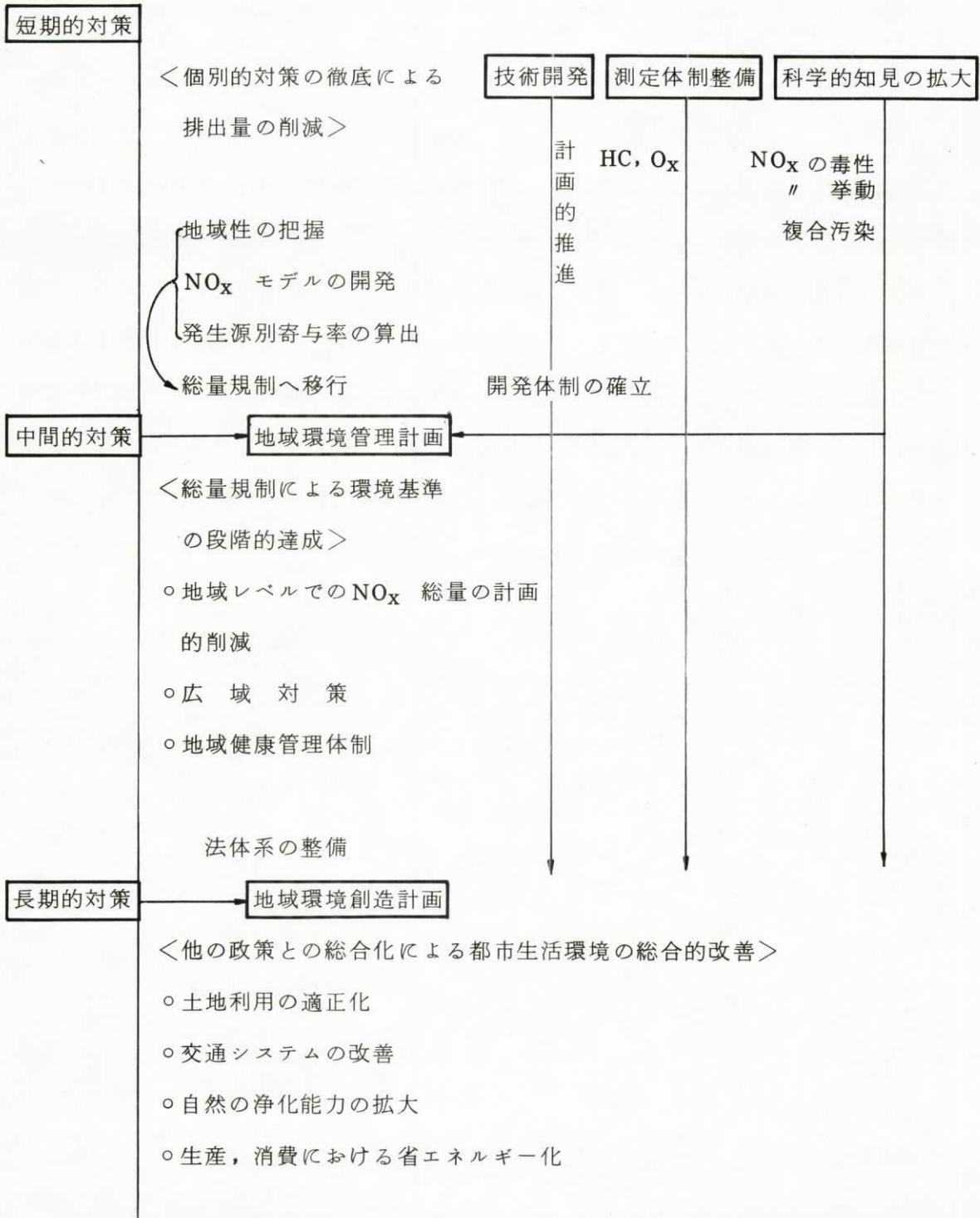
のためのプログラムの一環として位置づけられることになる。

こうした環境創造のために前提的に必要なことは、①地域住民との社会的合意の形成
②環境創造を可能とする法体系や行政制度の整備である。

公共事業や日常生活などにもなう環境問題の解決のためには、とくに十分な社会的合意が必要である。また、前述の政策を総合的に実施していく場合においても、住民の直接的な利害や私権と衝突することが予想され、合意形成のためのプロセスや手続きを検討していく必要がある。

わが国の現在の環境法体系は、健康被害の救済と予防という観点で構成されており、総合的な環境創造のためには不適當である。そのためには自然（生活）環境の保全と汚染防止のための事業活動の規制を同一のレベルでとりあつかうことができるように法律的に一本化し、将来の環境の創造という観点から現在の環境保全努力を評価するという形に法体系を整備し直すことを検討すべきであろう。

表 1. 1 4 NO_x 対策の長期的方向



第 2 章 窒素酸化物規制の展開の方向性

第1節 発生源の分布と汚染の状況

わが国の戦後の復興と経済成長は顕著な重化学工業化と都市化によって支えられてきた。東京湾、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海といった内湾の港湾条件の良好な地域に巨大なコンビナートが次々と形成され、東京、名古屋、大阪などの大都市の既存の集積を利用する形態で、内陸工業団地、住宅団地が造成され、スプロール化が進行した。その結果、いわゆる大平洋ベルト地帯のなかでも極めて局限された地域に、工業生産、流通、消費の集中がみられる。

図2.1はわが国の人口分布の概況である。全国土地面積のうちの約2%の土地に、全人口の半分以上が居住している。図2.2はわが国の大規模なエネルギー使用施設の分布を示している。この図に示した施設だけで、わが国のエネルギーの約1/2が使用されている。大都市とその周辺には中小の工場群やビルが密集しているが、それらがまた多量のエネルギー消費施設でもある。さらに、乗用車、トラック、バスなどの混雑もこれら大都市とその周辺で著しいものがある。総合的に眺めると、全国土の2~3%という狭い地域でわが国のエネルギー消費の約2/3が行われ、そこに全人口の1/2以上が住んでいる訳である。

化石燃料の高温燃焼には必ず窒素酸化物の発生が伴うので、わが国では人口の過半数が窒素酸化物汚染を受けやすい状態で生活していることになる。汚染の状況を測定する測定局も、補論1に示されているように、高汚染地域に密に設置されている。

窒素酸化物汚染の状況は二酸化窒素濃度を代表指標として表現され、環境基準は一時間値の日平均値0.02 ppmと設定されているが、大都市とその周辺ではこの汚染水準を超える日の出現確率が極めて高い。補論1に示されているように、主要道路沿線で移動発生源からの汚染の影響の強い測定局（自動車排ガス測定局として設置されたもの）では、年間の70~80%の日数で環境基準を超えてしまう。千葉県、埼玉県、東京都、神奈川県、静岡県、愛知県、岐阜県、三重県、京都府、大阪府、兵庫県を大都市圏と呼ぶとすると、昭和49年度においてはこの大都市圏では二酸化窒素汚染の日平均値が環境基準値を超えた日数が40%未満（中間目標）という比較的低汚染の測定局は22%にしか過ぎなかった。これに対し、上記の大都市圏以外の地域では、上記の意味での中間目標を満たす測定局が66%であった。測定局が設置されていないような地域はもともと汚染が少ない土地で

図2.1 わが国の人口分布の概況

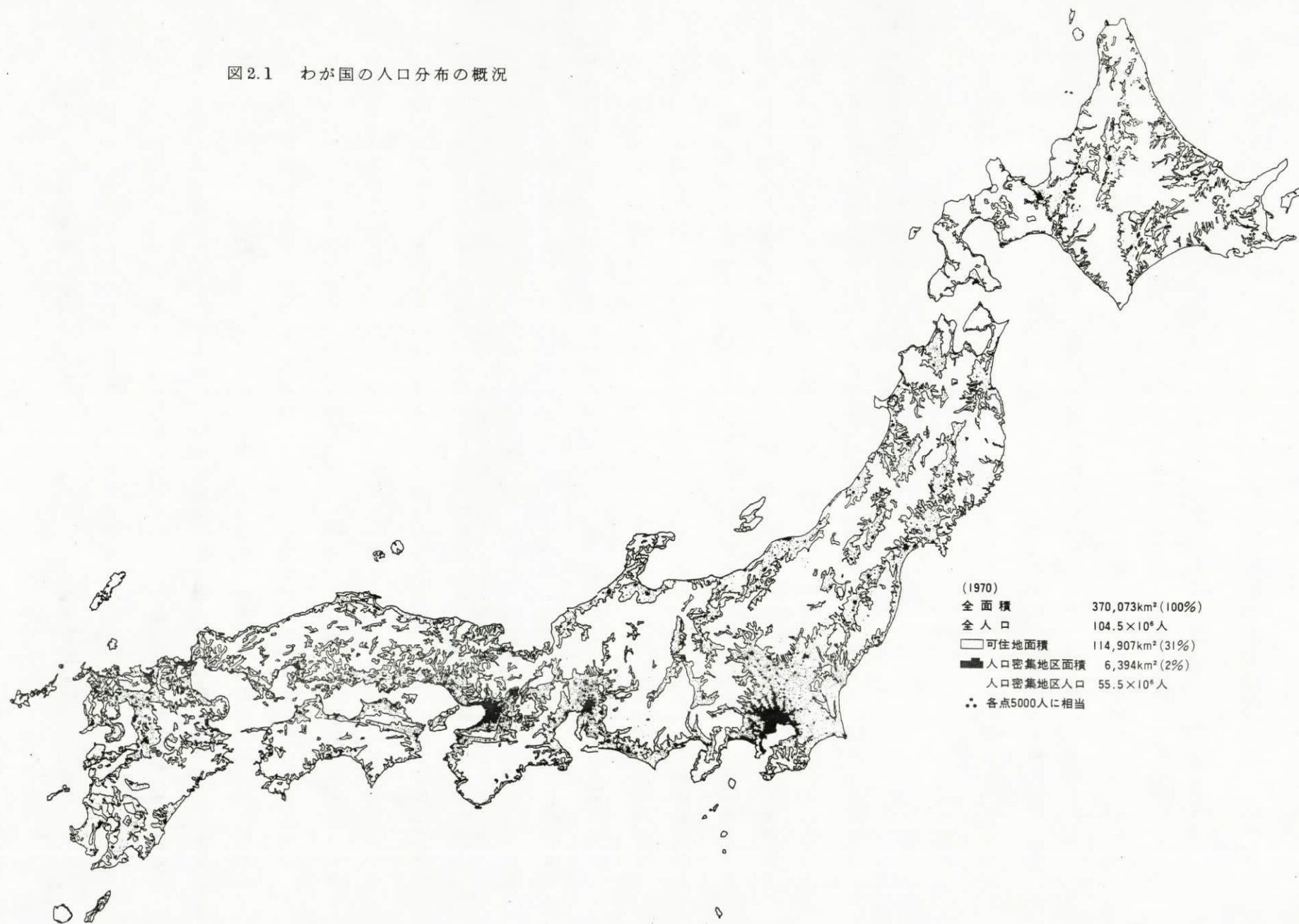
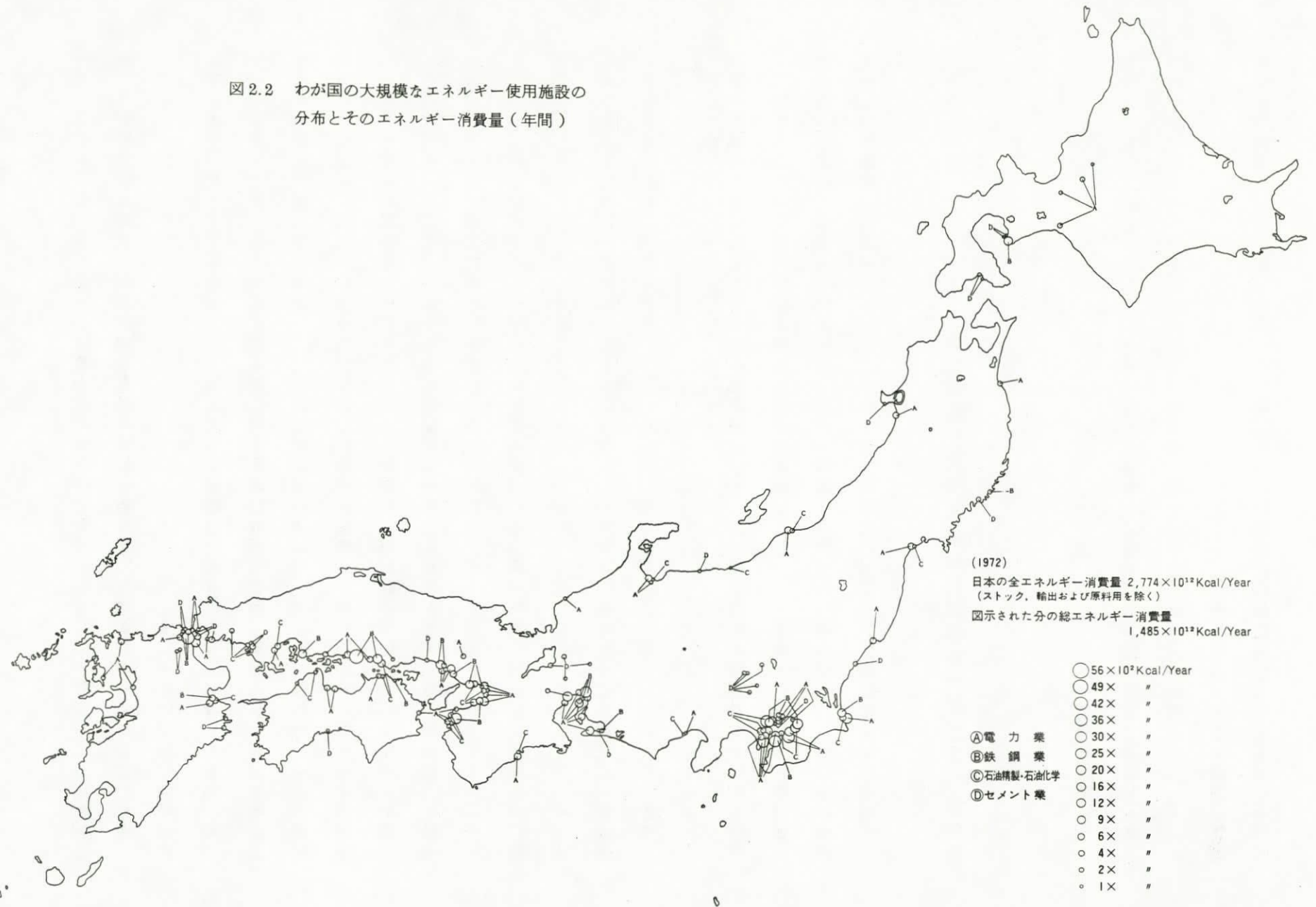


図 2.2 わが国の大規模なエネルギー使用施設の
分布とそのエネルギー消費量（年間）



人口も少ないから、窒素酸化物汚染は主として大都市とその周辺の相対的には限定された地域の問題といえることができる。

しかし、この限定された地域にあっては、窒素酸化物汚染は環境基準を大幅（２～５倍）に超えており、規制が開始された昭和４８年度以降、未だに目立った改善はなされていない。（補論１参照）

第２節 地域別環境管理計画の策定と中間目標値

大都市とその周辺地域では現状の汚染がかなり著しいので、望ましい目標値とされる環境基準を短期的に達成することは著しく困難である。第１章でもふれられた様に、窒素酸化物の発生と変化のメカニズム、拡散の状況は未だに充分解明されつくしてはいないので、環境改善のための規制を充分根拠づけ、汚染物質削減を各主体間に分担させる論理も確立していない。

環境庁の規制方針は当面、大規模な固定発生源を対象として施設別、燃料別に排煙中の窒素酸化物濃度の許容限度を守らせること、移動発生源のうち乗用車新車については走行距離あたりの窒素酸化物発生量の、そしてトラック・バス新車については排ガス中の窒素酸化物濃度の許容限度を満たすもののみの生産を許可することとからなっている。

昭和４８年時点での全国ベースでの部門別の窒素酸化物発生量は補論１において推定する様に、固定発生源から年平均１５０万ｔ、移動発生源から約１０６万ｔと考えられる。このうち主なものは固定発生源では火力発電所からの４４万ｔ、鉄鋼業からの２８万ｔ、窯業からの１２万ｔなどであり、移動発生源では貨物陸送からの３５万ｔ、建設業（資材運搬）からの２５万ｔがある。これらの各種発生源についての排出規制値は昭和４８年以降順次強化されてきたが、既設の固定発生源や中古の移動発生源について十分に規制介入することができていないので、現状での削減効果は昭和４８年当時をベースにして３０％に満たないと推定されている。

環境庁は昭和５３年度を目途に窒素酸化物発生源分布と発生量、気象、環境濃度の三者の関連をつけて管理をしていくという総量規制方式を導入しようという努力を行っている

が、未だに方法論が未確立の状態である。即ち、現状では排出規制を充足すれば環境基準が満たれるという関係は保障されていない。

東京都や大阪府などの高汚染地域の自治体は具体的な地域空間において住民の健康被害を防止するという観点から、窒素酸化物による汚染を望ましい水準にまで低下していかなければならないという責務を負っているが、単純に発生量と汚染との対比の観点からの推論による限り、大都市圏の高汚染地域では、目標達成時期とされる昭和56年までに、マクロにみて窒素酸化物の発生量を90%以上削減しなければならないことになるという試算がなされている。東京都では「都民を公害から防衛する計画（昭和49年）」において、大阪府では「大阪府環境管理計画（昭和48年）」において、それぞれ発生源類型別に削減目標をたてて規制を促進しているが表2.1と表2.2にみる通り、上記に示した目標達成のメドはたっていない。大都市圏の他の県においてもだいたい類似の状況にある。

環境基準を早期に達成しようとする自治体では、大規模の固定発生源の新增設に対して、企業との間に公害防止協定などを結び、厳しい排出基準（上乘せ基準）を適用している。例えば、川崎市、四日市市、大阪府、水島地区、京葉地区などが公害防止条例に窒素酸化物規制のための総量規制を盛りこんだ。窒素酸化物削減の配分の方式は概して、汚染寄与度をベースにした単純な比例配分方式をとっているが、種々の固定発生源や移動発生源相互間の汚染寄与度について十分な根拠づけをもっている訳ではない。移動発生源の走行総量に関しても総量規制をかけようという条例が神戸市で作られ、東京都などでも検討されたことがあるが、未だに具体的な実施方式まで煮詰まっていない。大都市の移動発生源による窒素酸化物の多くが、貨物や生鮮食料品を運ぶトラック、都市内の交通を支える商用車から発生していることも、総量規制の実施を基本的に困難にしている原因である。

大都市とその周辺のように環境基準と汚染の現状との隔たりが大きい場合に、早急に目標を達成しようとする一部の発生源に過度の削減要求のシワ寄せが行われる傾向を否定し得ない。例えば群小の固定発生源や民生器機についての規制がないままに、電力、鉄鋼、石油などの大規模煙源や乗用車についての規制が強力におし推められすぎているという評価も存在する。

また、大気の流れは行政区画によって限定されず、窒素酸化物は広域にわたって移出・移入されるので、管轄区域内の発生源の規制が強化されても隣接する行政区画からのもら

表 2.1 NO_x に対する主な施策と削減効果 (東京都)

年 度	昭和 5 2 年度	昭和 5 5 年度
現状のまま推移した場合の総排出量		
固定発生源	33千t/年	35千t/年
移動発生源	91 〳	107 〳
合 計	124 〳	142 〳
ボイラーの排出規制 (発電用・大形・中形)	11 〳 (8.9%)	12 〳 (8.5%)
(小形)	—	1 〳 (0.7%)
大工場に脱硝装置の設置	—	7 〳 (4.9%)
各種炉の排出規制	—	4 〳 (2.8%)
〳 固定発生源対策合計	11 (8.5%)	24 (16.9%)
移動発生源対策合計	56 〳 (45.1%)	86 〳 (60.6%)
削 減 量 合 計	67千t/年 (54.0%)	110千t/年 (77.5%)
差 引 排 出 量	57 〳 (46.0%)	32 〳 (22.5%)
許 容 排 出 量	56 〳 (45.1%)	25 〳 (17.6%)
交通量削減などによりさらに削減すべき量	1 〳 (0.9%)	7 〳 (4.9%)

表 2.2 大阪府の窒素酸化物削減実施計画

(単位:トン/年)

年 度		4 7	5 3		5 6	
工場・事業場の規模	排出量など	推定排出量	許容排出量	削減率 (%)	許容排出量	削減率 (%)
大気浄化	第 1 重点工場	60,900	21,300	65	14,900	75
計 画	第 2 重点工場	14,400	6,500	55	3,600	75
中 小 規 模 工 場 な ど		15,100	9,100	40	5,300	65
そ の 他		2,300	2,100	10	1,500	35
合 計		92,700	39,000	57.9	25,300	72.7

い汚染を免がれることができない。イオウ酸化物対策として実施された大規模煙源の高煙突化は汚染の広域化を促進するとともに、高温の大気層の屋根を大都市域に形成することによって、都市内部の気流の上昇を阻止し、閉鎖した大気の循環系を作りやすくしたり、都市の中心部に集束し上昇する、いわゆる都市気流のために、汚染物質を周囲から中心部

に集めやすくしていることなども認められている。これらの気象の解析なしに機械的に削減分担を課すような規制方針には反論の余地が残されているだけに、関連主体の十分な合意や協力をひきだすことができない原因となっている。

大都市とその周辺が高度の窒素酸化物汚染地域となってしまった原因は歴史的経緯からも明らかなように複合的なものであり、戦後30年余の政治・経済・社会的な選択の結果である。したがって、窒素酸化物汚染の改善は、基本的に、局地的・短期的ではなく広域的・長期的な視野のもとに実施されるべきものであろう。即ち、現在の汚染と現在の防除技術と現在の汚染源分布との関係から、最終目標状態を満たす様に無理しておさえこむという考え方ではなく、第1段階としては、中間目標年度と中間目標削減値とを設定し、地域の経済・社会機能をどの方向に持っていくのかという総合像と対比しての汚染源分布の誘導と汚染防除技術の改善・利用の方針とを定めることが必要であろう。

中間目標となる環境汚染濃度は、大都市とその周辺のように環境基準が満たされていない地域でも、少なくとも健康被害が発生しない許容限度としてのガイドラインに適合するように定められることが必要である。その具体的数値は第1章でもふれられた様に、まもなく発表されるというWHOのガイドラインなどを参考としながら、地域の特性を配慮して設定されるべきである。

第1の中間目標段階では発生源の汚染寄与度（責任度）と削減分担とを必ずしも忠実に比例させて考える訳にはいかないであろう。発生源が持っている社会的機能、削減技術の実用化の難易などが考慮されることは当然であろう。中間目標の第1の睨めは、多数の関連主体の努力と協力とを結集できるような実現性のあるものとするにおかれるべきである。防除技術開発の方向性、その実用化の問題点と効果などが広く社会的に公表されることがこの中間段階では特に重要である。環境汚染度の少ないことは好ましいことであるには違いないが、住民の過度の期待をかきおこすのみで実現性のない目標はかえって協力態勢をそこなうことになるであろう。

窒素酸化物汚染の現状が環境基準を超えていないか、年間の不適合確率がさして高くない地域では、個々の経済・社会開発が環境汚染とどの程度関係するかを比較的に検討しやすい状態にあるので、どんな開発がどれほどの規模で行われた場合どんな環境汚染度と対応することになるのかという相互関連の検討を経て将来のいくつかの発展方向（汚染防除

対策を含めての)のなかから望ましい目標像(社会と汚染)が決定されるべきであろう。即ち、窒素酸化物濃度の中間目標の設定は地域の発展計画と組にして情報公開されて決定されるべきであろう。

窒素酸化物濃度の中間目標値がガイドラインの幅のなかで、地域の経済・社会的位置づけや自然的特性に依存して様々の水準に設定されてよい。しかし経済圏と自然環境とのつながりを見失って、行政区界によって個別的に設定されることは望ましくない。大都市とその周辺では特に、広域圏としての将来の発展計画、土地利用政策、エネルギー政策、交通・輸送政策などの総合的方向性を抜きにして、環境の中間目標値を設定することの意味は薄い。個々の行政区画ごとに相互関連なくバラバラの規制が実施されることは混乱を助長することにも繋がるであろう。少なくとも、目標設定のフェーズにおいては、広域圏の自治体で将来の経済・社会像についての相互理解(統一とはいわずとも)を土台として、目標年度までに、どの地域を、どんな環境水準にまでもっていくことを計画するのが検討されるべきであろう。

窒素酸化物の削減対策の実施と管理は、上記の如く相互理解のもとに設定された環境濃度の中間目標値を基礎としつつ、個別の行政区画ごとに行うことが实际的と思われる。しかし、それらの効果の評価とフィード・バックは再び広域圏においてなされるべきであろう。発生源規制は環境モニタリング、健康モニタリングと連動させて始めて意味が明確になる。

広域的・総合的な目標設定と諸対策の効果の評価によって、窒素酸化物汚染現象のより深い理解も進むであろう。

環境対策によって最初の中間目標が達成される目途がついた段階で、次のより望ましい中間目標が設定される必要がある。汚染現象がよりよく解明され、汚染防除の手段が整備され、さらに地域の将来の経済・社会像が安定的に設定される状況になると、最終的に、環境基準値と汚染源とを一定の論理づけのもとに相関関係をもたせて総量規制を実施することが可能となる。中間目標が高度になるにつれて、窒素酸化物削減の対象は拡大され、技術的にも高度のものが動員されていく必要がある。その意味で、技術開発努力は先行的に、目的指向的に実施されていくことが望ましい。

最後に、環境中間目標の設定フェーズ、中間目標による誘導・規制フェーズ、環境政策

の評価と対処フェーズの内容と諸要因の関係の一案を図2.3～図2.5に示す。

これらの図では一般的表現をとっているが、大気環境の質を示す指標として例えば二酸化窒素や一酸化窒素を考えればよい。それらの環境濃度をどの程度の水準を満すようにするかを定めて、それが経済・社会的にも妥当性をもつことを確認する段階（中間目標設定フェーズ）、定められた中間目標の達成・維持のための社会的努力を結集する段階（規制・誘導フェーズ）、これらの環境管理の政策全体を経常的にチェックし続ける段階（評価と対処フェーズ）が必要であろう。

まず、図2.3を参照しつつ中間目標設定フェーズを説明する。二酸化窒素濃度、一酸化窒素濃度、それらと共存する炭化水素濃度や太陽光線といった環境条件と人間、動物、植物の被害（病変・不快さ）などについての疫学的、毒学的調査や研究が多数積みあげられたなかから、環境質と被害との相関関係（必ずしも因果関係でなくてよい）が導かれる必要がある。この過程は専門家によるデータの信頼性検討、相関性評価などの過程が必要である。環境質も人間も単純な指標によって記述されつくすことはないし、複合汚染や老若男女・健康状態による影響の差異もあるから、着目した環境指標と被害との関係はデータのバラツキを示すことは当然といえる。これらの幅をもった相関のなかから、維持されることが望ましい環境基準と、統計的にみて著しく被害を増大させることのない許容限度とが導かれる。これらの環境質の水準の幅をガイドラインと呼ぶ。

他方、現状の環境水準がどんなレベルにあるか、その地域の将来の経済・社会が着目している環境質（ここでは二酸化窒素や一酸化窒素）をどの方向に、どの程度移行させる可能性があるのか、その予測される水準は上記のガイドラインと如何なる関係にあるのかの確認される必要がある。即ち、現状の当該地域および周辺の経済・社会における汚染源の状態と気象などの自然条件とで定まる汚染分布が当該地域の経済・社会活動から受益し、環境汚染によって被害を受けている主体の分布と相関づけられることが第1に必要である。次に、当該地域を経済・社会的にどんな方向に発展させていこうとするかについて可能性の大きいいくつかの代替案（発展計画案）と汚染削減のための技術の適用案（経済性も含めて）とを組みあわせて、想定年度における複数ヶの経済・社会と環境汚染度とのセット像を導き出す必要がある。

図2.3の左端と右端とから積みあげられたこれらの情報を対置したうえで、総合的判断

によって、当該地域の経済・社会と汚染削減技術と環境質との目標像が選択もしくは設定される必要がある。そしてさらに、設定された環境質の想定水準がガイドライン幅に含まれるようにしなければならない。この過程は図の中間部分に対応している。

これらの過程にこめられている基本的な考え方は、環境基準の中間目標は多元的な価値の総合像として設定されるべきであるということと、しかし、環境汚染が明らかに統計的に被害の増大をもたらすような経済・社会の発展像は追求すべきでないということとである。環境汚染削減と経済・社会の発展との相反する方向性を調整する重要な要因として、技術開発努力が位置づけられる。しかも目標像の達成のための意図的な開発計画がなければならない。

図 2.4 は規制・誘導フェーズを説明するものである。環境基準の中間目標はこの段階では社会的合意を得た与件とされる。図 2.3 の目標設定段階で想定された汚染防除の大枠との対比のもとに、現状の経済・社会活動のどこに、どのような汚染削減対策を、どんなスピードで適用していくかという計画を立案する必要がある。また、当該地域での新規の開発計画に対しては、大枠としては発展計画にそっているかどうかチェックされた後に、汚染防除の具体的計画が付されるとどのような環境汚染への影響をもつことになるのかが想定される必要がある。既存の経済・社会活動と合わせて環境水準が予測されれば、与件としての環境基準中間目標との対応によって、計画された将来が許容されうるかどうかを判定することができる（狭義の環境アセスメント）。もし想定年次に中間目標が達成されない可能性が高ければ、さらに汚染削減計画を強化したり、新規開発計画に対する汚染防除計画を強化したり、新規開発自体の許可条件を強化したりすることが必要となる。第 4 の対処としては、汚染防除のための大枠の構想に盛られている以上の技術開発を始動することがありうる。

図 2.5 は環境政策自体の評価と対処のフェーズを説明するものである。環境水準が中間目標より低い状態であっても、地域に健康の悪化や被害が生じているような状況ならば、現状の観測網自体が汚染を十分に把握しきっていない危険性もあるし、中間目標そのものが不適切である危険性もある。従ってそれらの見直しが必要とされる。もし、環境汚染の水準が中間目標より高く、しかも被害がある場合には、汚染防除計画をさらに強化し、より早期に汚染削減努力を達成しなければならない。

このように、広義の環境管理は、三つのフェーズを有機的に連動させることによって達成される。

図 2.3 環境基準の中間目標設定

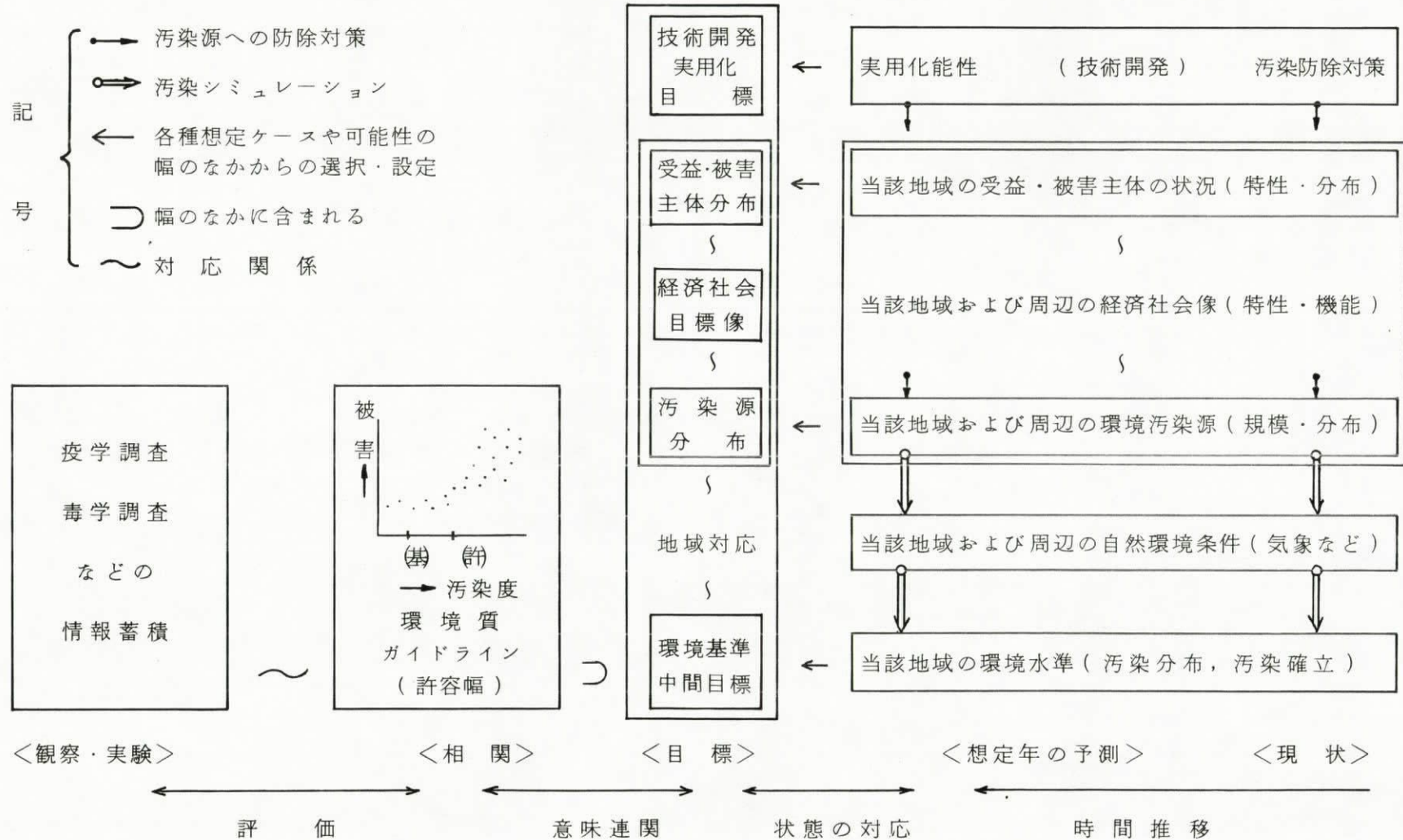


図 2. 4 環境基準の中間目標による規制・誘導

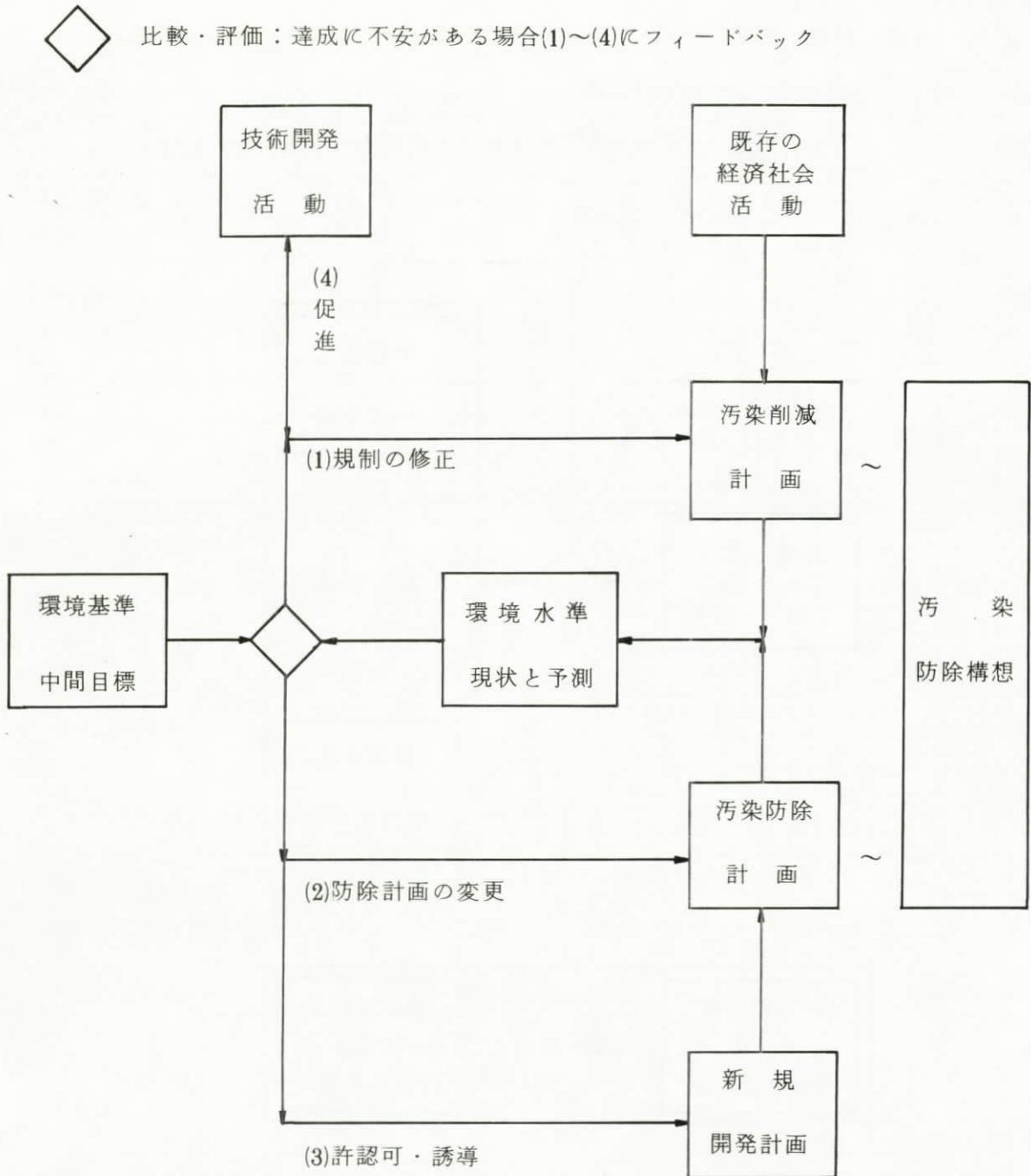


図 2.5 環境政策の評価と対処

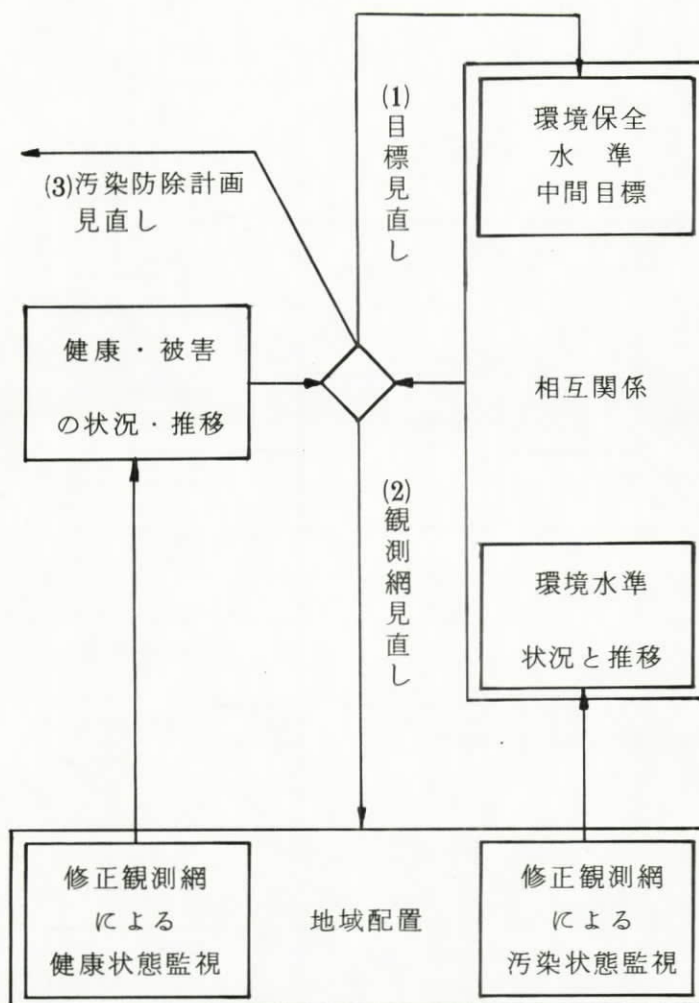


比較・評価：汚染の水準が中間目標より低くても被害がある場合は，(1)，(2)の

フィード・バック，

汚染の水準が中間目標より高くても被害がある場合には(3)のフィー

ド・バック



第3節 窒素酸化物削減のための規制と技術開発

2.1節でふれたように、大都市とその周辺地域における窒素酸化物汚染の現状は環境基準値をはるかに超えている。しかし、その全貌が明瞭になる前から、アメリカにおけるマスキー法を参考として、わが国でも乗用車についての排ガス規制の準備が始められた。時間的経過からいうと、環境基準の設定に先立つ昭和47年8月に中公審から自動車排ガスの排出許容度の長期目標値に関する中間答申が出された。その内容は昭和51年迄に乗用車からの排ガスを、特に窒素酸化物については約1/10の水準、即ち、走行1キロメートルあたり平均0.25グラム以下にする技術開発努力を開始することを要請するものであった。この背景としては、新しい大気汚染としての光化学スモッグがわが国でも昭和45年に発生して世間を騒がせ、以後頻発していること、アメリカで自動車排ガスが光化学スモッグの主要な原因であると考えられていたこと、また、急速な経済成長を遂行する過程で生じた公害問題は、成長から生まれる余力のなかで解決できるし、するべきであるという考え方が社会に存在したことが重要な要因としてあげられる。しかし、公害問題に対する規制を技術開発を含めて目的指向的に実施するという考え方はわが国では画期的なことであった。

実際の規制は段階的に昭和48年4月、昭和50年4月と年をおって、暫定的な排出許容値を強化して目標値に近づけていくという形態で実施されてきた。当初には最終的目標値が昭和51年には達成されるものと期待されていたが、技術開発が未完成であると判断されたために、昭和51年4月の三次規制も暫定値が適用された。ガソリン使用のトラック・バスについては最終目標値を定めぬまま、乗用車についての一次、二次規制と同時に暫定値が定められた。軽油使用のトラック・バス（ディーゼル車）については昭和49年10月にはじめて暫定規制が実施された。

マクロにみると全国での窒素酸化物排出量のうち約40%が自動車（乗用車、トラック、バス）から発生すると推定されているが、そのうちガソリン使用車（トラック・バスを含む）からの発生量が60%と見積もられているので、乗用車のみについての、マスキー法にならった目標値を定めての努力は、せいぜい発生源の20%程度をカバーする限定された努力であるといえる。移動発生源の残りの軽油使用車（トラック・バス）については、

現時点で利用できる技術が動員されて規制が行われているにすぎない。規制のバランスを回復するためにも、乗用車についての排出削減技術の開発努力を実効性あるものにするためにも、これらトラック・バスについても、同様に、達成年度と達成水準とを定めて目的志向的な技術開発を開始することが重要である。

ただし、トラック、バスについては、排ガス問題とともに騒音問題の解決が緊急性を帯びているが、エンジンの騒音対策が窒素酸化物発生量の削減にはマイナスの効果をもつといわれるので、両者の目標を明示して、同時に総合的な開発努力を開始することが重要である。自動車の燃費も社会の重要な関心事となっているので、同様の意味で、技術開発目標のなかに加え、排ガス基準、騒音基準、エネルギー効率基準の組として目標設定することが望ましい。こうすることによって技術開発努力の無駄が省かれると共に、より広い技術候補のなかから、総合的に望ましいものが選びだされ発展される機会を高めることになるであろう。

とはいえ、現在使用中の乗用車やトラック、バスが技術開発努力をビルトインした新車によって完全に代替されるまでにはほぼ10年の年月がかかる。移動発生源からの窒素酸化物発生量はその間にゆるやかに減少していくが、環境改善までの時間的長さを考えると、その間にエネルギー需給の質的变化が生じる可能性や交通・輸送体系を根本的に変化させるキッカケの到来もあるかもしれない。現在の乗用車、トラック、バスの主流をなしているエンジン体系のみに固執して窒素酸化物の削減を考えるだけでは、より大きな機会を逃がす危険性がある。その意味でより広い前提にたって可能性のあるエンジンや燃料について、先にもふれたように、排ガス、騒音、燃費などに同時着目した開発努力が並行して実施される必要がある。例えば、ディーゼル機関の小形・高速化、ガスタービン、ランキン・エンジン、スターリング・エンジン、水素エンジン、メタノール・エンジン、フライホイール、電気自動車などが検討の候補となるであろう。さらに、新して交通・輸送システムのソフト・ハードの検討も開始されることが望ましい。技術開発主体は当然、自動車メーカーの枠を超え、地域的、国家的に長期の視野を含めうるものが必要となるであろう。

一方、固定発生源についての規制は、時期的には環境基準の設定をまって、昭和48年8月に一次規制が告示された。その内容は、大規模（4万 Nm^3/hr 以上の排ガス量）発生施設の種類別・燃料別に排ガス中の窒素酸化物許容濃度を定めたものであった。その規

制の水準は実用可能な技術の当面の性能に大きく規定されていた。固定発生源についての二次規制は昭和50年12月に告示された。二次規制の一次規制との差異は、排出規準が厳しくなったことと共に、より規模の小さな(1万Nm³/hr以上の排ガス量)施設まで対象とされたこと、対策が困難とされる粉塵やイオウ酸化物の混在する排ガス発生施設にも適用が拡大されたことであった。

二次規制までの対象となっているのは、マクロにみて全国の窒素酸化物発生量の60%を占めるとみられる固定発生源の、そのまたほぼ60%程度を排出している施設をカバーするのみと考えられている。しかもその窒素酸化物削減手段は現状の技術で達成可能な程度に留められているので、もしこれらの規制が既存施設についても昭和52年12月から完全に実施されたとしても、削減効果は固定発生源の総排出量の25%弱をカットするに留まる計算であるとされている。

ちなみに、昭和48年4月現在、全国で届出を義務づけられていた比較的大型の煙源施設数は表2.3の通りであったが、このうち二次規制までの対象となっているのは施設名でいって、ボイラー、金属加熱炉、石油加熱炉、セメント焼成炉、コークス炉に限られている。しかも、煙源数は、規模別にみると小規模のものの数が圧倒的に多い。例えば、環境庁による調査の結果はボイラー、加熱炉について表2.4の通りで、二次規制の対象とならない1万Nm³/hr以上の排ガス量のものが、数でいうと94.6%、総排ガス量でいうと31.5%を占めている。固定発生源についての第三次規制は51年度中に公示されるとみられているが、その内容は規設大規模施設についての排出規準の規制強化と、対象施設の僅かばかりの拡大とみられており、環境基準達成のメドがつくほどの根本的な改革とはいえない。

このような状況のために、現状で規制の対象とされている大規模施設の所有者からは、削減要請の割振りが公正さを欠き、目標とされる削減スケジュールよりも過大で無理なシワ寄せが行われているという批判がだされる原因となっている。実際問題としても、大規模煙源の対策が進むにつれて、中小煙源からの窒素酸化物排出が主要な汚染要因となっていくのであるから、それらに対する削減努力の準備が開始されねばならない。さらに、今後の経済・社会環境は成長速度が低下した、余裕の少ないものとなると予想されるだけに、社会全体として効果的に、高度の環境改善を実施していくために、関連主体がバランスの

表2.3 全国届出施設数

4 8. 4. 1 現在

番号	施設数 (件)	番号	施設数 (件)
1 ボ イ ラ ー	7 6.8 8 6	1 0 電 気 炉	8 5 4
2 焼 成 炉	7,9 7 4	1 1 焼 結 炉	4 0 4
3 金 属 加 熱 炉	7,7 9 7	1 2 溶 鉱 炉	2 8 2
4 乾 燥 炉	5.4 0 5	1 3 焼 炉	1 7 7
5 アルミ電解炉	5,1 5 6	1 4 ガス発生炉外	1 0 2
6 焼 却 炉	4.4 7 4	1 5 燃 焼 炉	6 1
7 溶 解 炉	3,0 0 2	1 6 触 媒 再 生 塔	3 2
8 石 油 加 熱 炉	1,3 1 7	1 7 そ の 他	
9 反 応 炉	9 2 4		

注) 主な施設を示した。

表2.4 施設種類別排ガス量で分類した総排ガス量と施設数

ボ イ ラ ー			金 属 加 熱 炉		石 油 加 熱 炉		総 排 出 ガ ス 量	全国設置 施設数
Nm^3/h $\times 10^4$	$10^3 Nm^3/h$	基	$10^3 Nm^3/h$	基	$10^3 Nm^3/h$	基	$10^3 Nm^3/h$	基
50以上	125,702	154					125,702	154
10~50	68,051	331	7,997	54	2,533	16	80,545	401
4~10	23,872	407	5,359	87	5,471	88	34,707	582
1~ 4	67,075	2,683	10,826	588	5,568	276	83,469	3,546
0.5~1	27,723	3,683	3,858	511	1,118	157	32,249	4,365
0.5以下	108,374	3,696	7,809	4,865	734	393	116,917	77,571
計	420,797	79,584	37,649	6,105	15,242	930	473,589	86,619

(環境庁調査：昭和48年)

とれた分担努力を行っていくことと，暫定的な規制の個別的な積上げでなく，努力の目標を明示し，技術開発を目的志向的に促進する方針を早急にたてる必要がある。削減目標設定は施設・燃料タイプ別にみて，数量的にまとまり，しかも規格化しうるもの，開発主体を明確化できるものから着手することが望ましい。例えば，ボイラー，焼成炉，加熱炉，

乾燥炉，焼却炉，溶解炉などの工場，事業所むけの施設，ストーブ，厨房器機などの民生用耐久消費材，バーナーなどの部品が検討候補となるであろう。脱硝装置は全国で数千のオーダーで需要があると考えられるが，乾式，湿式の多数の方式のものがあるので，粉塵，イオウ酸化物の混入度，既設の排ガス施設の有無との組合わせを含めての目標設定が必要であろう。固定発生源は一度設置されると，移動発生源よりも寿命が長いから，改善と入れ替えの機会に遅滞なく，最新の窒素酸化物削減技術が利用できるような社会的準備がとられていることが重要である。したがって技術開発は広範囲にわたって急ぐ必要がある。経済・社会の現実的要請からいうと，目標設定はエネルギー関連施設の建設コスト，運転・維持コスト，エネルギー効率などが同時に規定されていることが重要である。

技術開発の体制としては，乗用車の排ガス規制の場合のように規制を前提として民間企業に単純に義務づけする方法が唯一のものではありえない。今後の波瀾含みの経済・社会環境を考慮すると，資金的余力，リスク負担能力などが全般的に，より一層低下すると思われるうえに，技術開発の対象が拡大するにつれ中小の機器メーカーのように，組織的にも弱体な関連主体をも動員しなければならないから，社会的に最も効果的に，より速かに開発を進めていく体制の整備がなければならない。例えば，開発目標に対して費用分担と成果配分に関し取決めを行った研究開発組合などのグループ化を奨励し，行政的，財政的に支援を行うとか，競争原理を導入するための各種の報償制度を導入することなども検討に値しよう。例えば早期に目標の技術開発をなしとげた企業やそのグループの公開とそれらの企業やグループからの官公需の優先購入約束，税制優遇などがありうる。社会での知名度上昇，シェア拡大機会は開発の駆動力となりうるであろう。

しかし，産業の特性，市場の特性の違い，経済状況の違いなど自動車産業での競争原理が今後ともうまくいくとは限らない。

窒素酸化物汚染が問題化したのは比較的新らしく，その排出削減技術の現状は未熟であるから，個別的・短期的な対応技術のみが検討にのぼっているのが現状といえるが，10年以上の長期的視点にたつと，エネルギー源の質的転換や地域によってはエネルギー施設の協同化に際してより窒素酸化物発生の少ないシステムを導入する機会もあると考えられるので，各種の全く新しい発想による燃焼技術，エネルギーシステム技術を用意しておくことも意義が大きいであろう。窒素酸化物削減技術は個別的な装置のレベルではエネルギ

一多消費（効率悪化）の方向になることが一般的であるが、精密な燃焼管理の結果として、従来無駄になっていた部分が注目され改善されたり、総合的・システムの対応によって全体効率が向上したりする可能性は充分にある。従って、エネルギー利用政策と窒素酸化物削減計画とは本来矛盾するものではなく、技術開発努力も両者の目標の結合によって、総合的にもより効果的に達成されることになろう。エネルギー優先か環境優先かという、短期的・局所的なトレード・オフ議論は克服され、中長期の技術開発目標の設定も併せて行われる必要がある。

環境問題への対処としての脱硫技術が硫黄鉱山、硫酸工業、石膏・建材工業などにも波及する産業問題をひきおこした事例もあるとおり、脱硝技術や窒素酸化物の発生削減技術の開発が他の産業問題を派生することはありうることであり、広く社会が受容できる技術が確立されるまでには国や自治体の積極的な関与が必要となる局面は多い。そのような広範な技術開発になるほど個別的に民間企業に分担させることは困難であるから、公共の費用を投入してでも先行的に技術開発努力を実施し、得られた情報を民間にトランスファーしていく体制なども重要になってくる。

第4節 窒素酸化物削減対策の技術的可能性の評価と対応

わが国では悲惨な人身被害を発生した公害への強烈な反省から、公害対策基本法の改正（昭和45年）において「経済と調和の条項」が除かれ、環境行政の判断には経済性の関点は極力取り込むべからずという環境至上主義の風潮が社会的に定着した。

公害に関する費用は通常、被害救済費用、環境復元費用、汚染防除費用の三つに分類されるが、このうち、被害や原因が明確化された後に問題化される前二者に対して、汚染防除は未然の状態についての根拠づけと評価を必要とするから、原則論と具体論とで大幅な判断の拡がりが生じうる。

乗用車の排ガス規制において試みられた、汚染削減技術開発の民間への義務づけは今回うまく成功したように見える。しかし、これはいくつかの前提条件に恵まれた僥倖であることを留意すべきである。即ち、自動車産業は急成長してきた余力を蓄えていたこと、内

需の落ちこみを海外貿易で補填する機会をもちえたこと、メーカー間の競争関係が有利に働いたことなどをあげることができる。今後予想される不安定で緊張の激しい経済・社会環境のなかでは、汚染防除のための責任をひとり民間企業にのみおしつけて、経済性を無視した技術開発を義務づけるよりは、最終目的が環境の早期改善であることを確認した後、国民的・公共的な支援のもとで効果的でリンクの少ない技術開発を行っていく体制づくりの方が大切である。

たとえば、今後、地域の窒素酸化物の削減という目的にむけて、固定発生源に対しても削減目標を定めて技術開発を促進しようとする、関与する民間企業の特性も多様化し、十分な技術開発力を持たない中小メーカーも関連してくるであろうから、禁止的な規制を前提として、一概に開発を義務づけるのみでは成功はおぼつかないし、不必要な犠牲を企業のみならず需用者や国民に強いることにもなりかねない。

大都市とその周辺の窒素酸化物汚染の根因をたどっていくと、先にも触れた様に、戦後30余年にわたる諸政策が複雑にからみあっていること、すべての経済・社会活動の根幹をなすエネルギー消費と窒素酸化物の発生が密接に結びついていて、加害者―被害者―受益者などを明確に分別できる性格のものでないこと、窒素酸化物発生量を直接的に汚染責任と読みかえて削減義務づけを忠実に実施すると、現在の大都市とその周辺地域の経済・社会活動は続行が困難な状況であること、などを配慮するならば、現在求められている最も大切なことは、「責任の追求」ではなく、環境改善という目標にむけて社会的合意を基盤として広い範囲の主体が協力していくことであることが明瞭となる。

昭和51年3月の中央公害対策審議会費用負担部会の「公害に関する費用負担の今後のあり方について」の答申では、技術開発に関連しての汚染者負担の例外の項に次のような考えが示されている。「(2) また、環境保全のための技術開発を行う場合においても、過去の技術的蓄積が少なく、また、環境保全を迅速に確保していくため短期間に開発を行うことが要請されていることにかんがみれば、公的機関が自ら技術開発を行うことに加え、民間における重要な環境保全のための技術開発に対して公的助成を行うことが認められる。」

この答申のなかには、「迅速な」とか「短期間に」という尺度の明示のない、判断を要する用語が使われているので、具体的には個々例について評価されねばならないと思われるが、方向性としては、公害防止・環境保全のための技術開発をより広い立場から、国民

的・公共的に支援していかなばならないという考えの萌芽をみることができる。

この場合、最も重要なポイントは、技術開発に対する評価を行う体制を新しい観点にたって組織化し、行政措置の決定、各種支援対策の発動などに対して適正な判断ができるように連動化しておき、社会的な合意形成の基礎とするメカニズムである。例えば、技術開発は大略メドがついているがコストがかかりすぎるとか、生産に移行する場合の付帯技術が未完成であるとか、資源や副生物に対する対処が充分でなく産業レベルもしくは国家レベルの対応がないと実用化できないとか、二次公害の危険性がぬぐい切れないとかの場合には、それを合理的に判断して技術の実用化あるいは規制開始の時期を延期したり、必須となる他の技術開発を積極的に支援開始したりという形態がとれることが望ましい。

具体的には、削減対策技術の開発のための費用に対する減税措置、開発資金の低金利融資、エネルギー消費に連動して課税される新税の創設もしくは既応の税制の改革によって燃出した財源による補助金の供給、国によるプロジェクト研究で得られた情報のトランスファー、公的機関で得た特許の公開、研究開発組合の組織化への支援、技術開発成果をビルトインした製品への優遇税制、削減対策を実用化する際の減価償却の特例適用など様々な考えられる支援対策を、いつ、どのように発動するかは対象となっている技術の特性、現状、成功の可能性の適正な判断があってこそ決定できる。

このような目的に対して必要となる評価組織と評価項目は、わが国が乗用車排ガス問題や騒音問題に関連してとっている、数人の委員からなる委員会の形態でのそれらにとられることなく、米国におけるハードな研究機関（NAS）、裁判所、上下院などをも組みこんで最終的に省エネルギーなど多くの国家目標との調正などを経た総合判断のできる意志決定システムなどを参考にしつつ、柔軟に検討されることが望ましい。なぜならば、技術の詳細内容や量産技術、産業的成立条件などになってくると、大学や純粋な基礎研究所などの学識経験者が学術論文、調査レポート、ヒヤリングなどに基づく情報のみによって開発の状況、問題点を評価することは極めて困難になる。そして、技術的可能性を極めて狭義に解して学術的に判断するのみでは、先に述べた如き、各種の社会的支援の適正な連動化を行い得ないのである。したがって、公的な機関による追試やデモンストレーション装置による検証が可能となるようなシステム、排ガス、騒音、エネルギー効率、コスト、安全性、操作性など様々な評価項目相互間の重要度について議論し社会の各層・関連主体

が望んでいる評価項目の位置づけやウエイトについて判断できるようなシステムなどを用意しておくことが重要となろう。

社会的合意ということになると、内容の評価項目も目標設定時にあらかじめ多様な局面について判断の水準、プロセスなどを約束しておくことが望ましい。主要な項目として少なくとも、汚染削減の水準、エネルギー効率、安定的生産・信頼性を評価する尺度と水準、コストなどを含むことが必要であるし、経済・社会的な環境条件が途中で変化したときの取扱いなどについてもあらかじめルールが定められていることが望ましい。

補論 窒素酸化物の測定と規制の現況

1 窒素酸化物の測定環境濃度の現況

1.1 一般環境と自動車排ガス測定局

ここでは、まず一般環境の二酸化窒素濃度について、神奈川県、兵庫県の資料に基づき、年平均値と日平均値が 0.02 ppm を越えた日数の割合を調べてみよう。

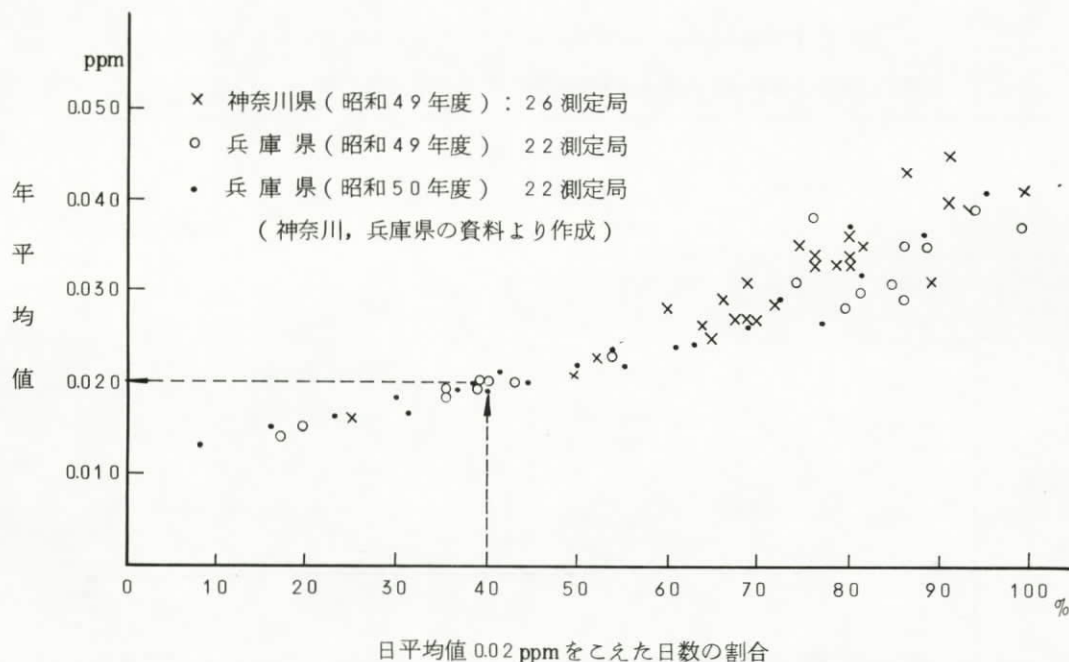


図1 年平均値と日平均値 0.02 ppm を越えた日数の割合の関係（一般環境）

図1に示されたように、年平均値と日平均値 0.02 ppm を越えた日数の割合には相関が認められる。ただし、年平均値が 0.025 ppm を越えると、この相関は低下している。また、この図1において、二酸化窒素の中間目標「年間を通じて、二酸化窒素の1時間値の1日平均値が 0.02 ppm 以下である日数が総日数に対し、60%以上維持されること」を評価軸にとると、年平均値約 0.020 ppm となる。これより一般環境においては、1時間値の1日平均値が 0.02 ppm 以下（環境基準）である日数が98%以上あるためには、ほぼ年平均値 0.011~0.012 ppm でなければ満足されないと推定できる。中間目標に関してはほぼ年平均値 0.020 ppm にならなければ満足されないと推定される。したがって、神奈川県、兵庫県のような都市化が進んだ地域にある測定局においては、環境基準を満たす測定局は

ない。同様に千葉県においても北総地域（3測定局のうち1測定局が適合）を除くとすべての測定局（総数41測定局）では環境基準を満たしていない。

次に、環境基準は適用できないが自動車排ガス測定局の濃度に言及してみよう。ここでも同様に、年平均値と日平均値が0.02ppmをこえた日数の割合を調べる。

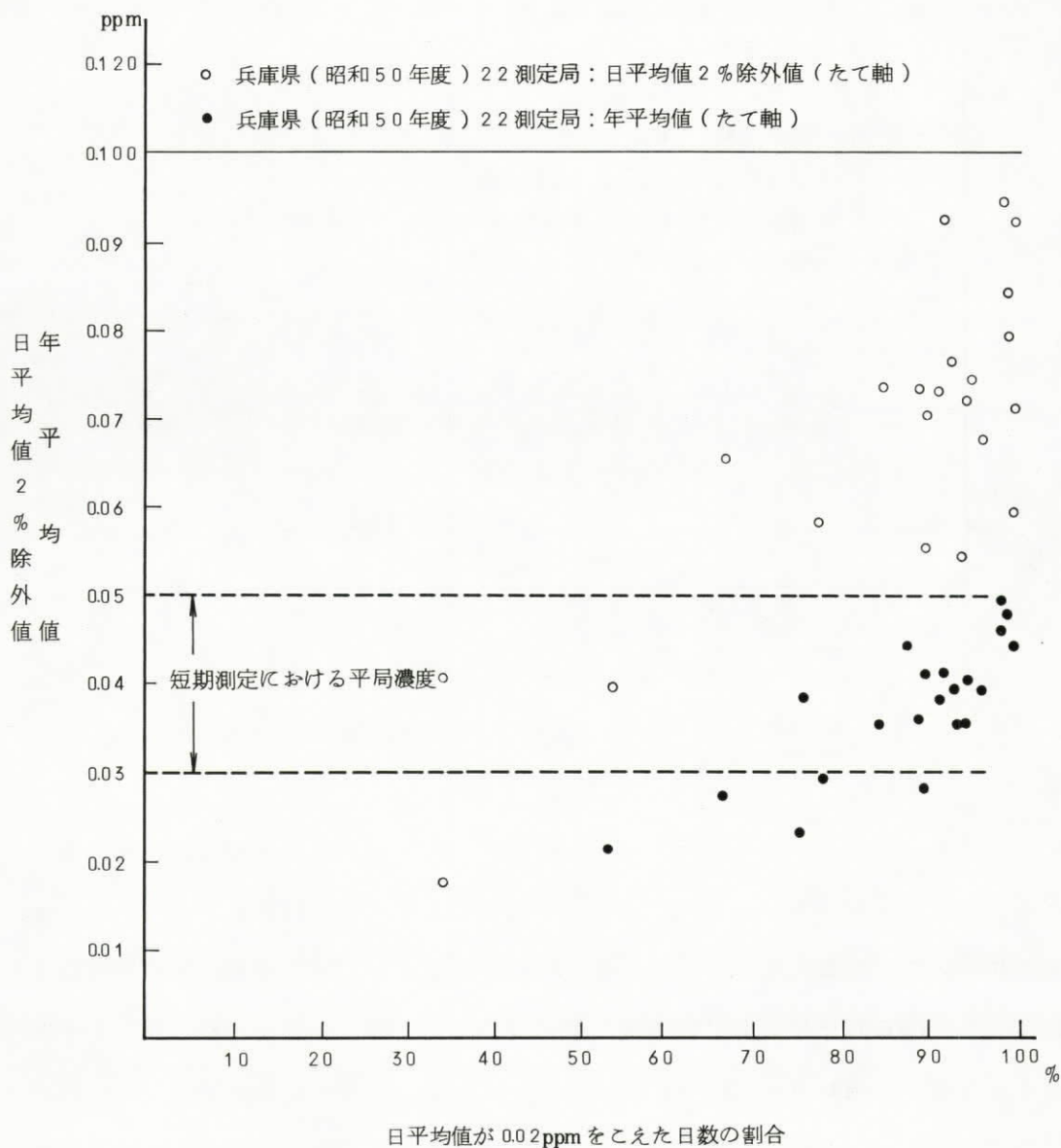


図2 年平均値と日平均値0.02ppmを越えた日数の割合の関係（自動車排ガス）
（兵庫県資料より作成）

日平均値 0.02 ppm を越えた日数の割合の低いつまり、適合率の高い部分は、図 1 における関係とはほぼ同じであるが、不適合率の割合が高くなるにしたがって、年平均値の高くなる傾向が認められる。もちろん、測定局の位置に依存することであるが、この結果から主要道路沿線においては、70～80 % 以上の日数が日平均値 0.02 ppm を越えているのではないだろうか。

このようにみえてくると、一般環境と主要道路沿線を同一に扱うことは難しくなる（図 3 参照）。このことを別の資料でみてみよう。図 4 は、兵庫県が移動観測車によって県内主要道路において短期間測定（数日間連続測定）した結果である。交通量の多い道路や主要道路における測定期間中の平均濃度は 0.03～0.05 ppm である。このことは道路端に、つまり図 2 において、日平均値が 0.02 ppm をこえた日数の割合が 80 % 以上 100 % 未満の値の範囲に集中するが、一般環境、つまり図 1 においては、75 % 以上、100 % 未満の範囲に入り、平均濃度と不適合率との対応関係は明確でなくなる。

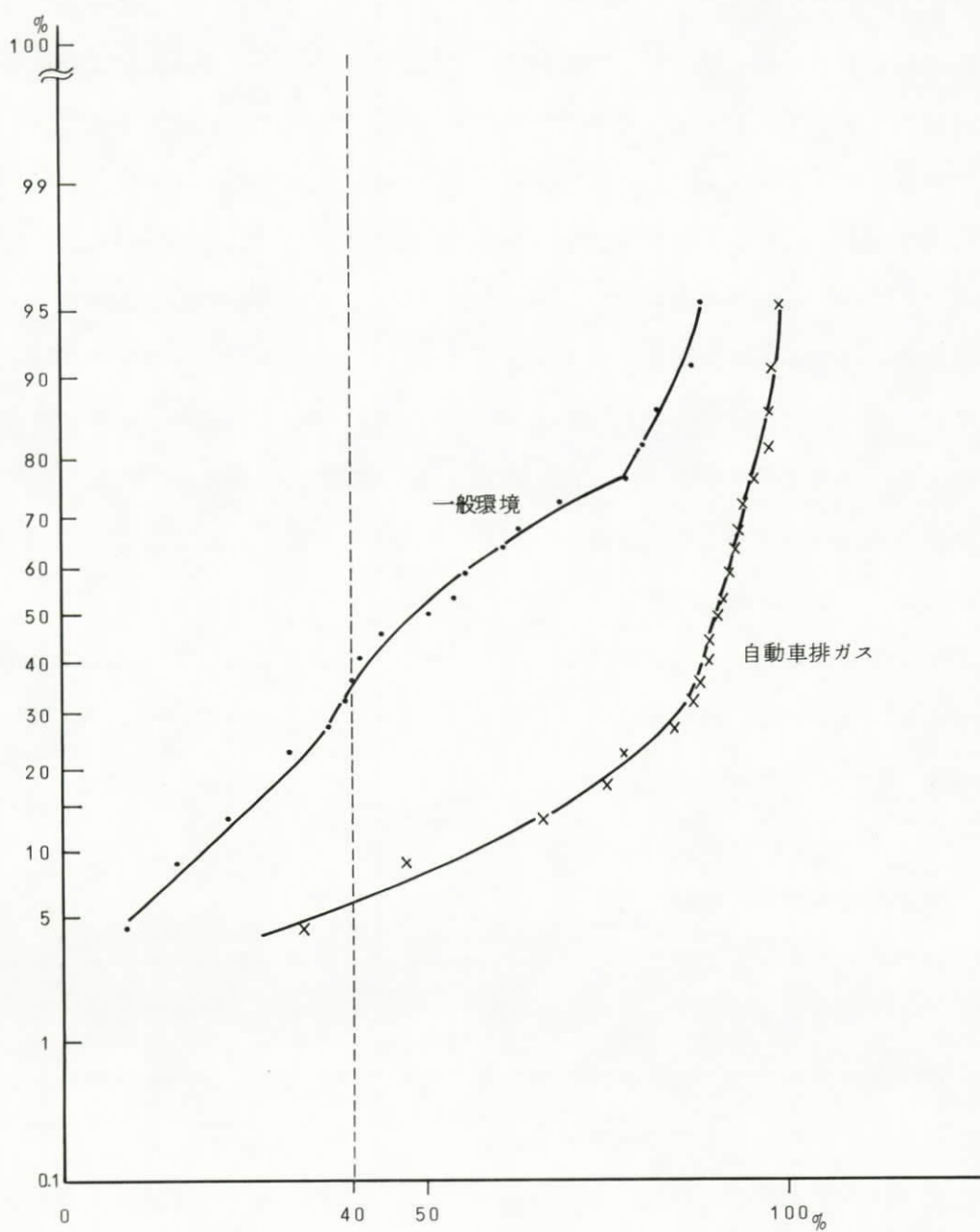
以上、長期連続測定と、短期連続測定を同一に扱ったが、基本的にレベルの異なる測定結果であるので、直接的に結びつけて評価することには無理があるので、一応の目安として読みとっていただきたい。

1.2 窒素酸化物測定局の分布

以上述べたように、窒素酸化物測定局には一般環境と自動車排ガスがあり、窒素酸化物濃度としては自動車排ガスのほうがより問題であると思われるが、自動車排ガス測定局は設置する位置や問題となっている度合いが地方自治体で異なること、および環境基準が適用されないことのため、ここでは省略する。

一般環境濃度測定局を「日本の大気汚染状況」より昭和 48 年、昭和 49 年度の分布を調べた。図 5、図 6 に市町村別に測定局数をプロットした。これらの測定局の集中的に位置するところは、東京都、千葉県、神奈川県、埼玉県、愛知県、大阪府、兵庫県など人口、都市計画関係投資額、製造業出荷額等の大きな都府県である。また、石油等の消費量の大きな諸施設存在地域とも共通しているし、一平方キロメートル当り道路延長の大きさおよび千人当り道路延長とも共通している。

このように、大気汚染に関しては、二酸化窒素も同様に地域の諸経済活動と大きな関係



長期的評価による日平均値 0.02 ppm をこえた日数の割合

図3 日平均値 0.02 ppm を越えた日数の割合の累積頻度 (兵庫県: 昭和50年度 22測定局)

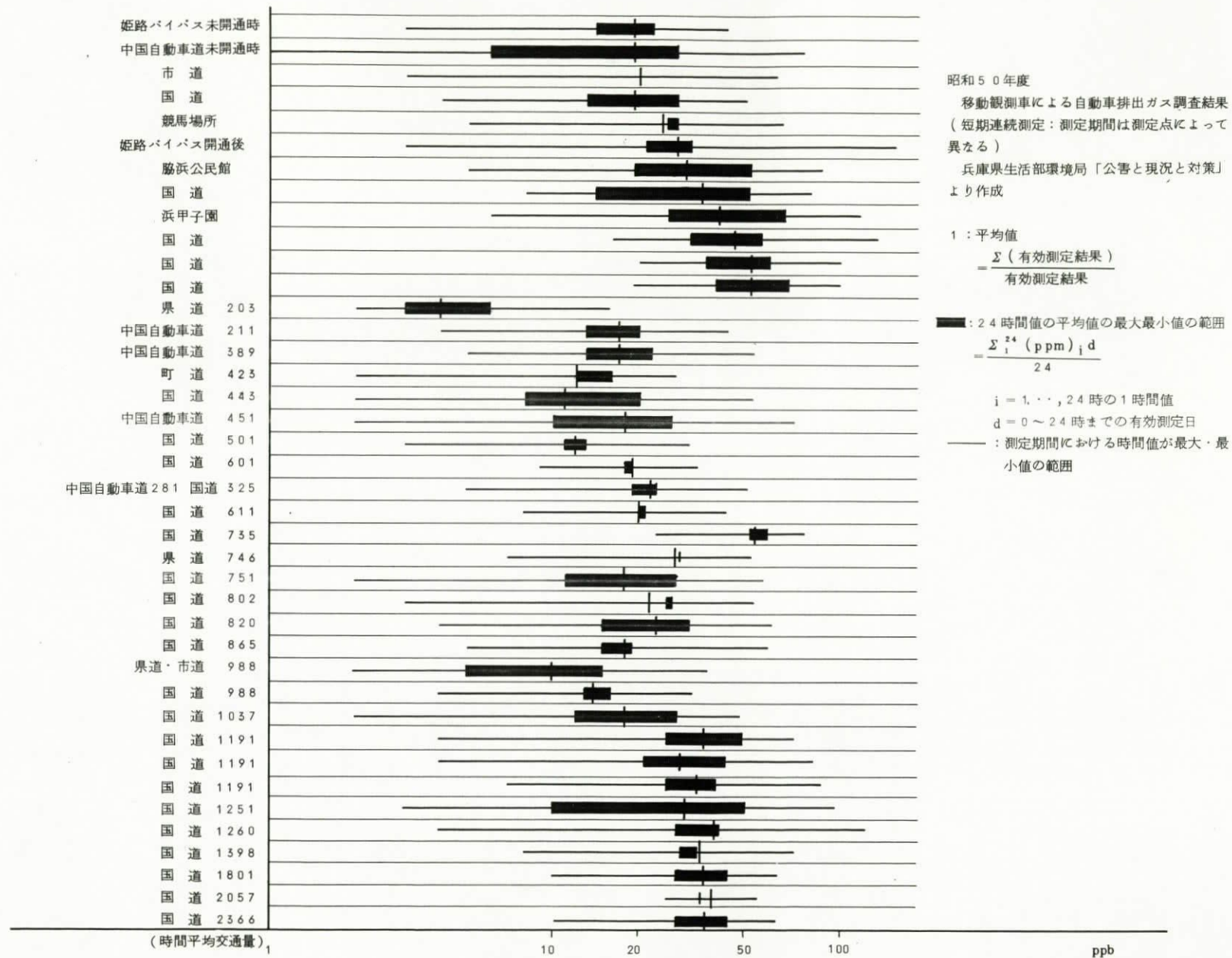


図4 自動車排ガス測定局における短期測定結果

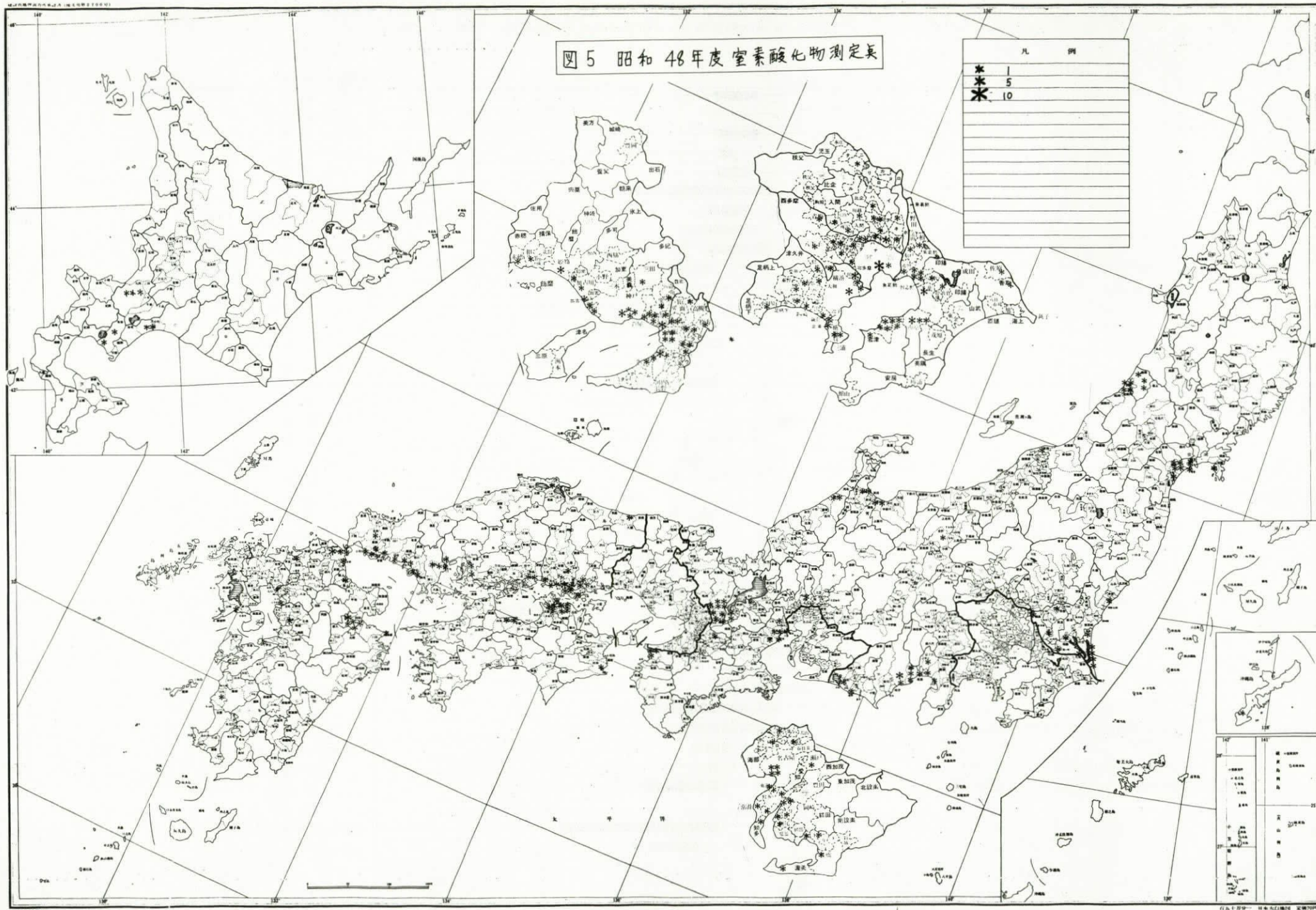
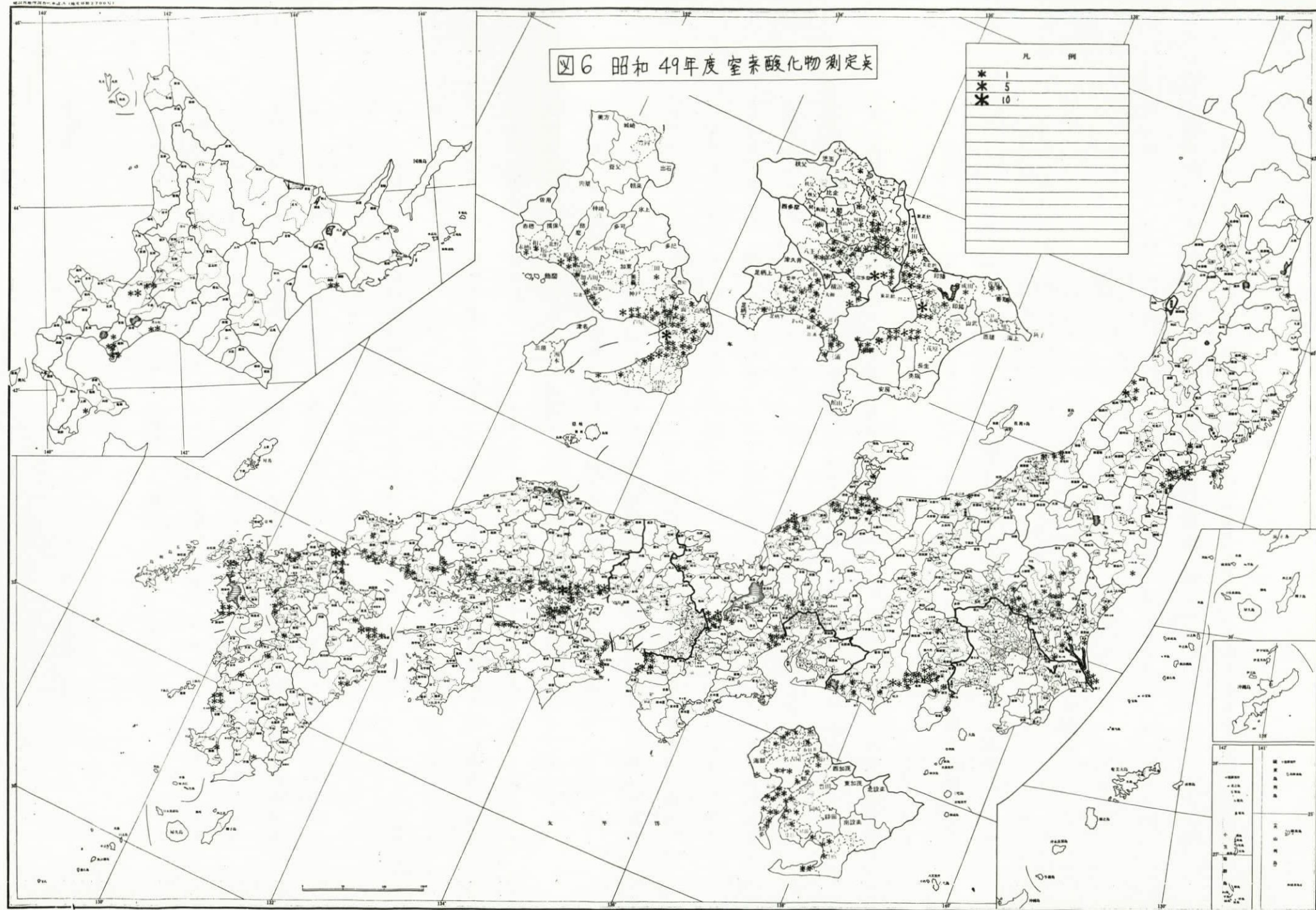
[illegible]

図6 昭和49年度窒素酸化物測定表



を持ち、経済活動が大きいところではおのずと測定局数が多くなっていると思われる。言葉を換えて言えば、1人当りの個人所得、地方税の比較的大きな都府県であり、1測定局を維持するために必要な経費負担能力と大気汚染状況の深刻さに大きく関係していると考え得る。

以下、一般環境濃度測定局について述べる。

1.3 二酸化窒素の環境基準における長期的評価

環境基準の長期的評価における一日平均値が0.02ppmを越えた日数について、昭和48年度、昭和49年度の一般環境でどの程度満足されているか調べてみた。まず「日本の大気汚染状況」（環境庁大気保全局監修、昭和49年版、昭和50年版）より、有効測定時間が満足しているもののみ対象として、環境基準の長期的評価における一日平均値が0.02ppmを越えた日数の割合を5%きざみでヒストグラムを作り、累積頻度を求め、正規確率紙にプロットした。次に、地域差を明確にするために、東京都、大阪府、愛知県を中心に地域間流通関連の高い都府県を抽出し、11都府県（前述の都府県に神奈川県、千葉県、埼玉県、兵庫県、京都府、岐阜県、静岡県、三重県を加えた。）をAブロックとし、他の道県をBブロックとして、前述の累積頻度を区分した。その結果は図7と図8である。

図7と図8を比較してみると、昭和49年度のAブロック累積曲線、全国累積曲線がそれぞれ昭和48年度の全国累積曲線、Bブロック累積曲線に近づいており、測定局全体としては相対的に清浄化へ改善されたかのように見える。また、中間目標である環境基準の長期的評価に基づく適合率60%以上（したがって、前述0.02ppmを越えた日数は40%未満）はAブロックで14%から22%、Bブロックで39%から66%、全国で22%から41%と変化した。たしかに、この図の数値からみれば、環境の清浄化は相当進んだかのように見えるが、これは測定局数が増加したことに原因があるものと考えられる。

なぜならば、図10～図14に示した昭和48年度、昭和49年度、連続して測定された測定局（両年度ともに測定されているもの）の長期的評価における不適合率の変化図をみれば一目瞭然である。もちろん、全体としていくぶん改善されてはいるが、昭和49年におけるオイルショック後の産業活動の落込みという社会の不連続的な変化を考慮すると、環境浄化のための対策が直接的に影響し、今後このような不適合率の低下という変化

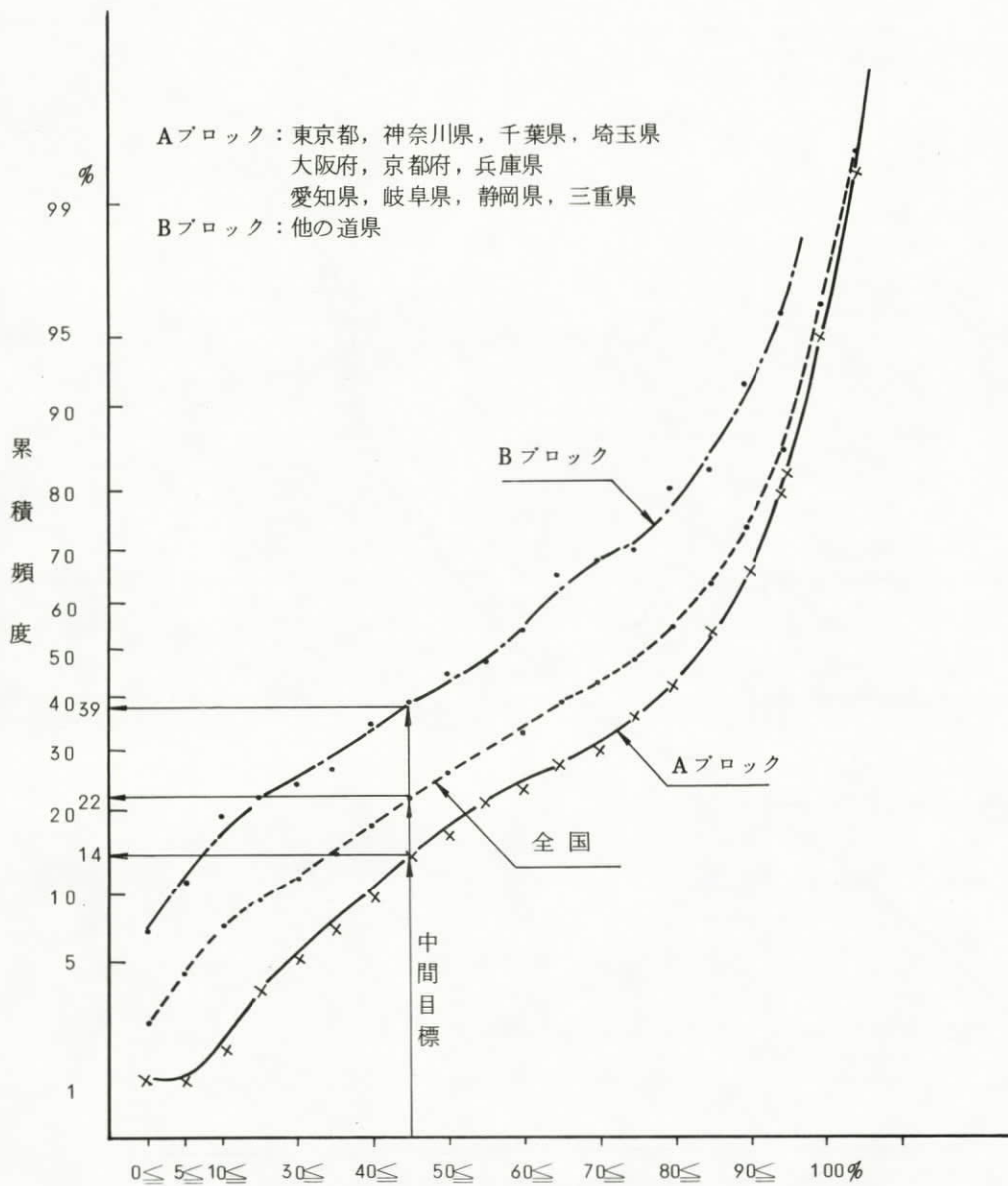


図7 環境基準の長期的評価における一日平均値が0.02 ppmを越えた日数の割合のブロック別累積頻度(昭和48年度)
(資料：日本の大気汚染状況昭和49年度版)

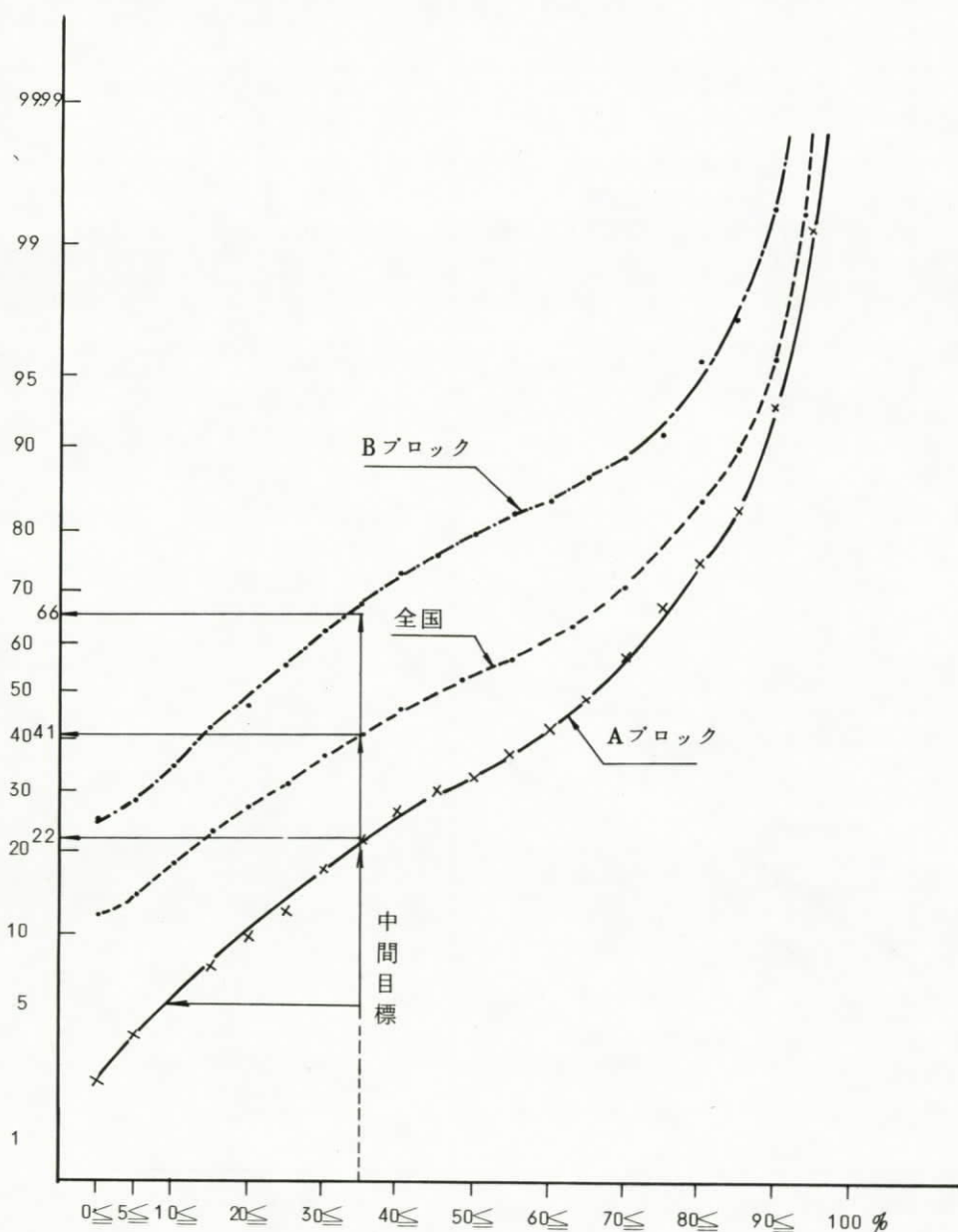
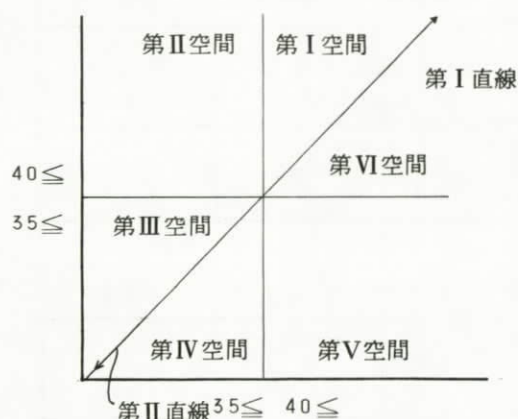


図8 環境基準の長期的評価における一日平均値が0.02ppmを越えた
日数の割合のブロック別累積頻度(昭和49年度)
(資料:日本の大気汚染状況 昭和50年度版)

が続くという保証はないといっても過言ではあるまい。

では、これらの図を詳細にみてみよう。図10は全国で両年度とも有効測定時間を満たしているものであるが、これを6つの空間と2つの直線で評価する。これら空間と直線の意味は通のとおりである。

図9 空間と直線の持つ意味



第I空間：中間目標値は満たしていないが、

48年度に比べ、49年度において不適合率が低くなったもの

第II空間：昭和48年度においては、中間目標を満たしていなかったが、49年度になって満足したもの

第III空間：48年度において中間目標を満たしていたが、49年度になってより改善されたもの

第IV空間：48、49年度において中間目標は満たしているが、49年度になって汚染が進んだもの

第V空間：48年度は中間目標を満たしていたが、49年度になって満たさなくなったもの

第VI空間：中間目標を満たしておらず、49年度にはより汚染が進んだもの

第I直線：中間目標は満たしていないが、ほとんど変化のないもの

第II直線：中間目標を満たし、かつほとんど変化のないもの

これらに基づいてみると、第I空間69局(33.3%)、第II空間25局(12.1%)、第III空間17局(8.2%)、第IV空間11局(5.3%)、第V空間8局(3.9%)、第VI空間39局(18.8%)、第I直線29局(14.0%)、第II直線9局(4.3%)である。つまり、改善された測定局数は111局(53.6%)であり、汚染が進んだと思われる局は58局(28.0%)である。中間目標を満たしているものは45局(21.7%)から62局(30.0%)に増加している。

同様に、前述したAブロックをA-1東京圏(東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県)、

A-2近畿圏（大阪府，京都府，兵庫県），A-3中部圏（愛知県，岐阜県，静岡県，三重県）に区分し，表1にその変化を示した。

表1 測定局の地域別による変化

（資料：日本の大気汚染状況）

	全 国 (有効測定局)	A-1ブロック (東京圏)	A-2ブロック (近畿圏)	A-3ブロック (中部圏)	全 国 (有効時間に達していない)
第 I 空 間	69局 33.3%	28局 42.4%	11局 26.8%	11局 35.5%	22局 23.9%
第 II 空 間	25 12.1	2 3.0	7 17.1	5 16.1	11 12.0
第 III 空 間	17 8.2	3 4.5	1 2.4	3 9.7	10 10.9
第 IV 空 間	11 5.3	1 1.5	2 4.9	3 9.7	4 4.3
第 V 空 間	8 3.9	2 3.0	1 2.4	1 3.2	3 3.3
第 VI 空 間	39 18.8	18 27.3	9 22.0	6 19.4	16 17.4
改善された測定局	111 53.6	33 50.0	19 46.3	19 61.3	43 46.7
汚染が進んだ測定局	58 28.0	21 31.8	12 29.3	10 32.3	23 25.0
中間目標を満たす測定局(S48)	45 21.7	8 12.1	4 9.8	8 25.8	38 41.3
中間目標を満たす測定局(S48)	62 30.0	8 12.1	10 24.4	12 38.7	46 50.0

この表1において，全国（欠測の多い測定局：有効測定時間6,000時間未満）の多くは新規に測定が開始されたものを多く含んでおり，往々にして，このような地点は，既設の測定地点より汚染の度合いが低く，中間目標を満たす測定局が41.3%と全国平均（有効測定局のみ）に比しても高い。同様に， $0 \leq$ ， < 5 の範囲に昭和48年度14局（15.2%），

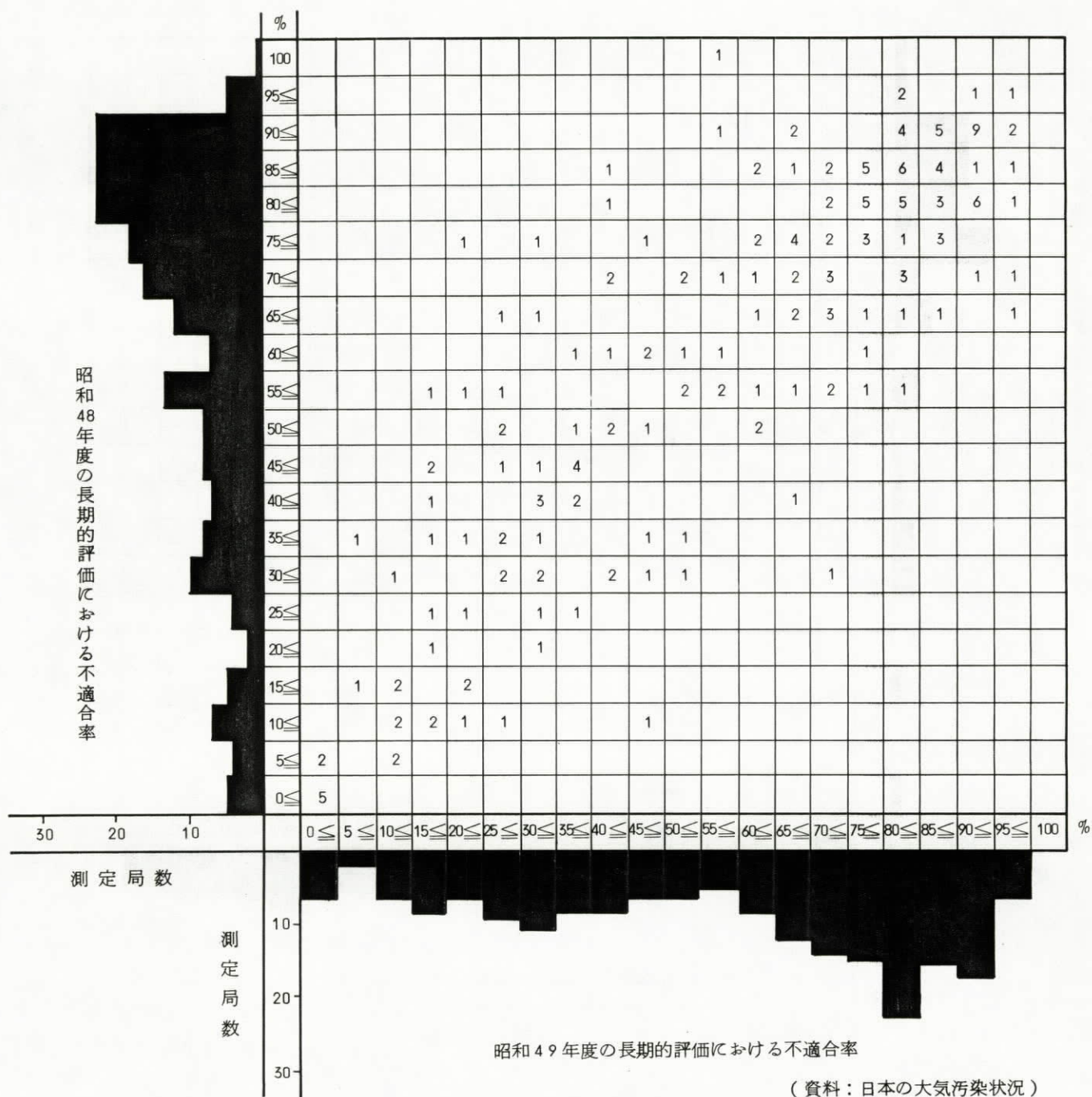
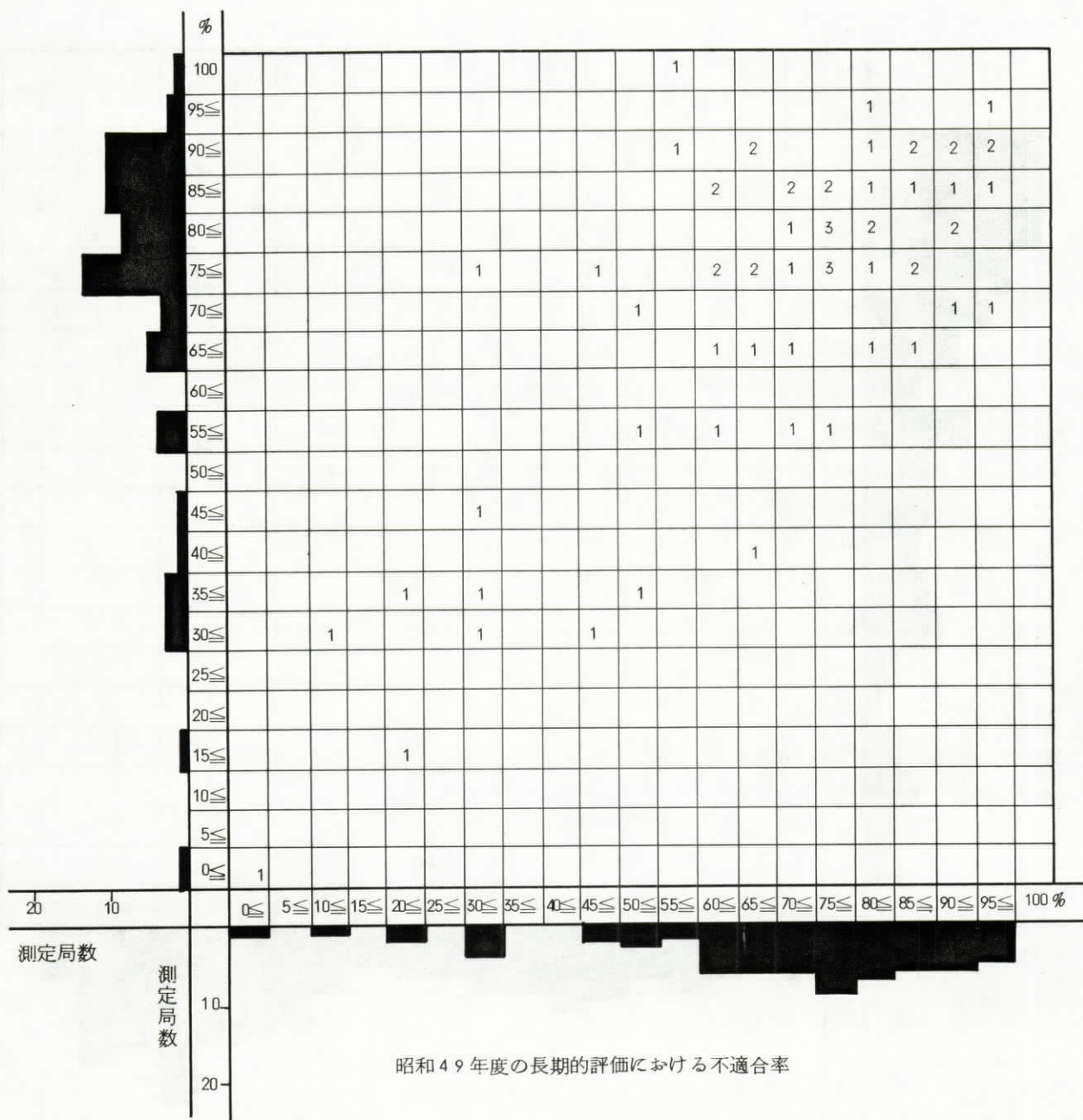


図 10 長期的評価における不適合率の変化(全国)
(有効測定時間6000時間以上)

昭和48年度の長期的評価における不適合率



昭和49年度の長期的評価における不適合率

(資料：日本の大気汚染状況)

図11 長期的評価における不適合率の変化 (A-1ブロック東京圏)

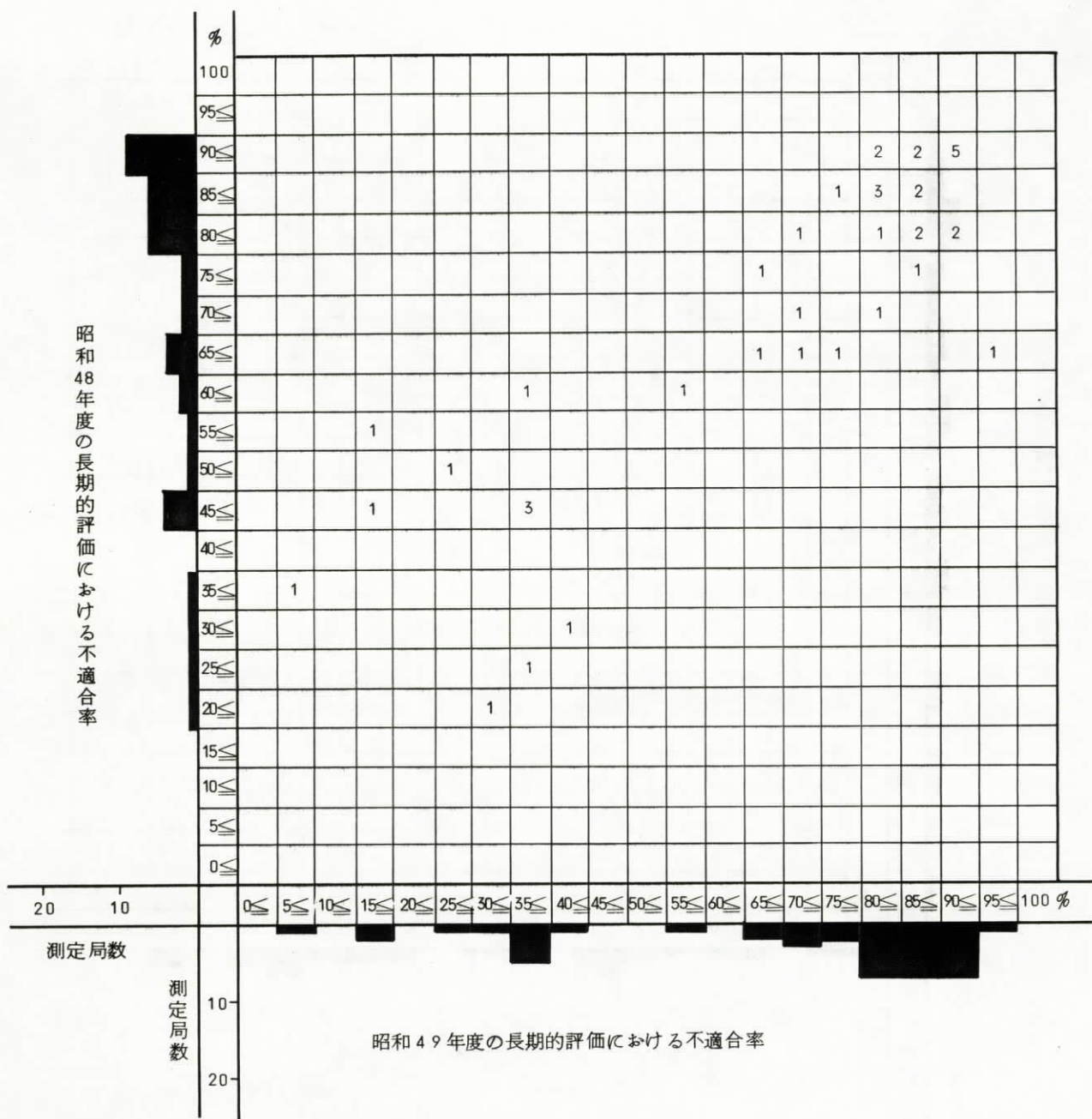


図12 長期的評価における不適合率 (A-2ブロック近畿圏)
(資料: 日本の大気汚染状況)

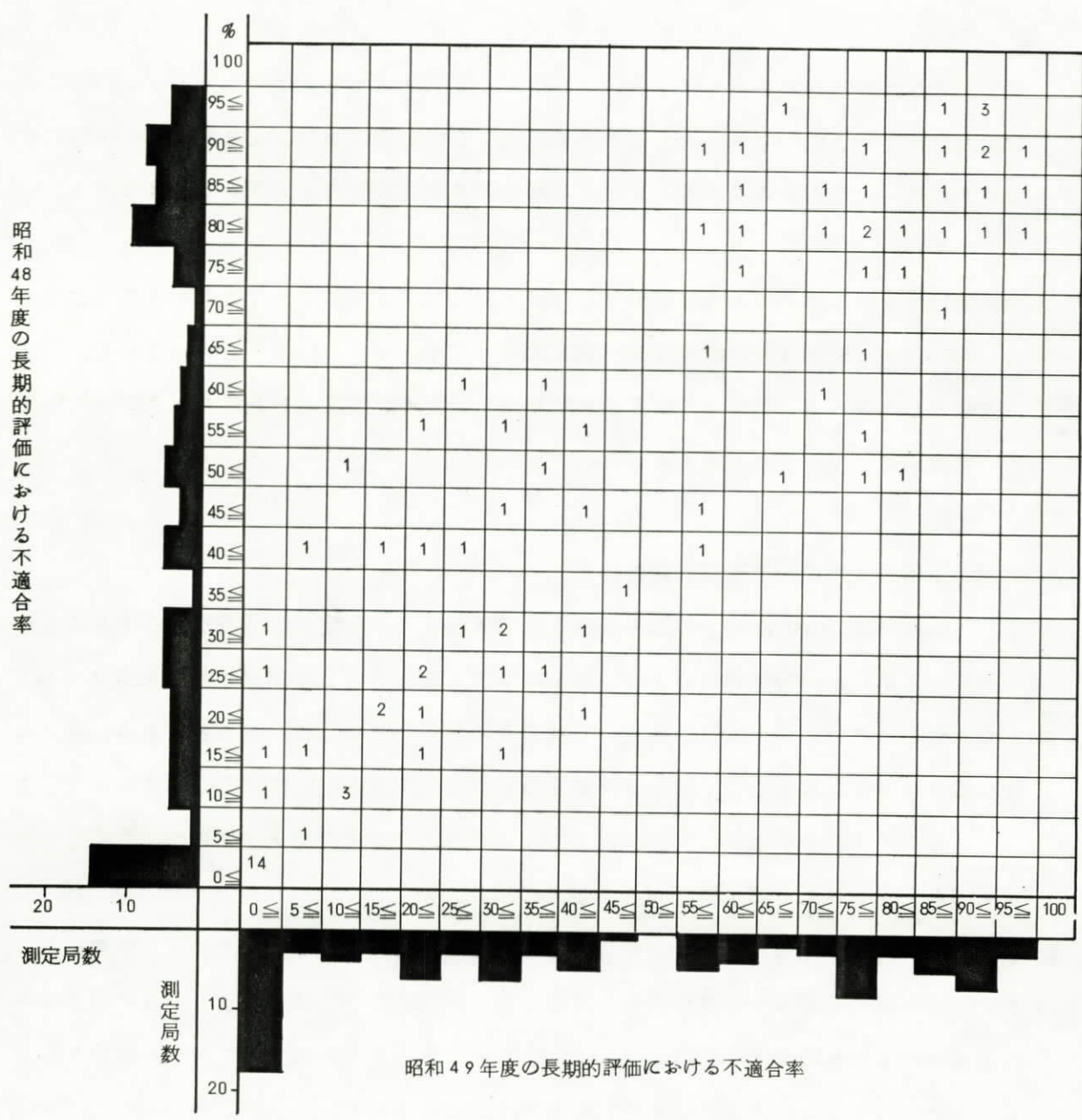


図14 長期的評価における不適合率の変化
 (全国：欠測の多い測定局)
 (資料：日本の大気汚染状況)

昭和49年度18局(19.6%)と高い値を示している。また、第Ⅰ，Ⅵ空間および第Ⅰ直線に入る測定局は全国平均(有効測定局のみ)の66.1%に比して、46.7%と低い値を示している。

改善された測定局においては、全国111局のうちAブロックで71局(64.0% : 全国総有効測定局207, Aブロック有効測定局164((79.2%)))であり、その相対的ウェイトは低い。他方、汚染が進んだ測定局は全国58局のうち、Aブロック43局(74.1%)である。

中間目標を満たす測定局は、昭和48年度全国45測定局のうち、Aブロックでは20局(44.4%)、昭和49年度全国62測定局のうち30局(48.4%)を占めている。

全体としてみると、昭和48年度から昭和49年度にかけてA-1ブロックの汚染低減が一番進んでいなかったと考えられる。

1.4 窒素酸化物の一般環境濃度の解析

図15に全国のNO, NO₂の年平均値(昭和48, 49年度)の分布がどのようになっているかを示した。特徴的なことは、第1に、NO濃度分布が低濃度から高濃度まで幅広く分布するのに対して、NO₂濃度分布はより集中的分布をしていることである。第2には、昭和48年度に比して、昭和49年度の分布は低濃度の範囲に多く分布するようになっていることである。これは前述したように、新規設置の測定局が加味され、低濃度の測定局が多くなったことにも原因があると思われる。

この昭和49年度の分布をより明確に示したものが図16である。これは、横軸にNO, NO₂, NO_xの昭和49年度の濃度を取り、たて軸にはその累積頻度をとって、正規確率対数紙に示したものである。NOとNO₂を比較すると、NOに比してNO₂の傾きが大きく、これは、NO₂の濃度が集中して存在することを示す。

以上のことから、NOは地域の差による濃度差が大きく、NO₂のそれはより小さいことを示している。つまり、地域による差はNO₂の方が小さく、NO→NO₂と変化するNO_xの挙却を考慮するとNO_x発生源近傍の測定局とそうでないところの差が明確にでていると考えられる。

これらのことは年平均値を基礎とし、全国的な広がりの中で、NOとNO₂の相違を明

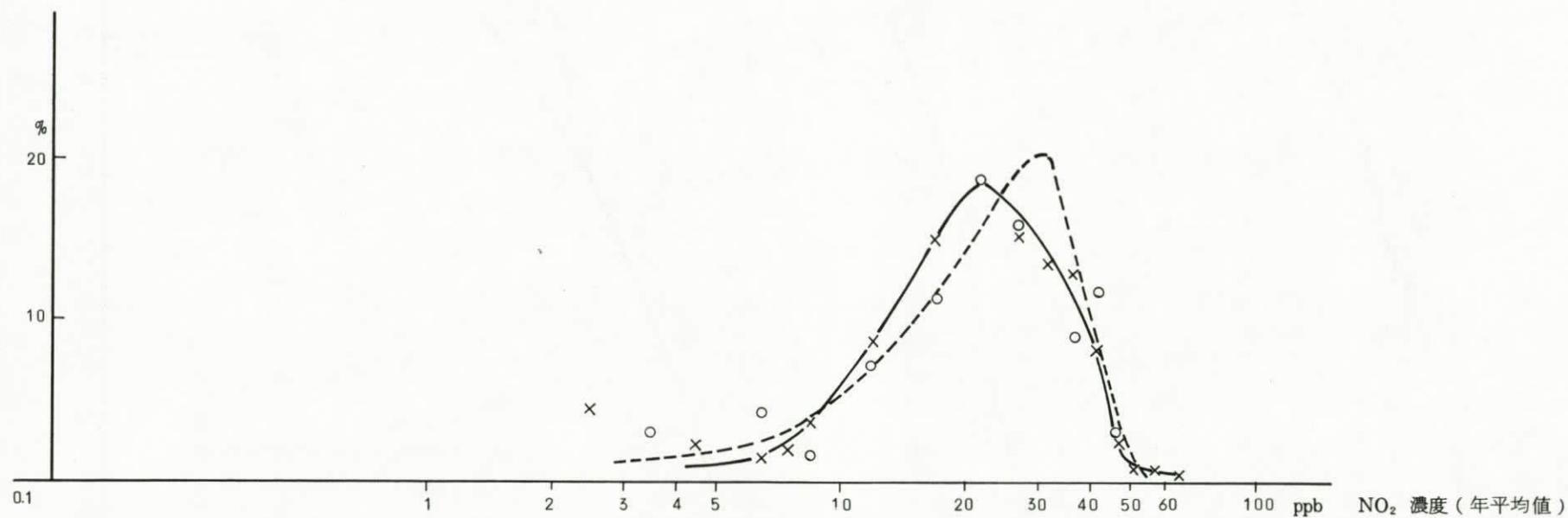
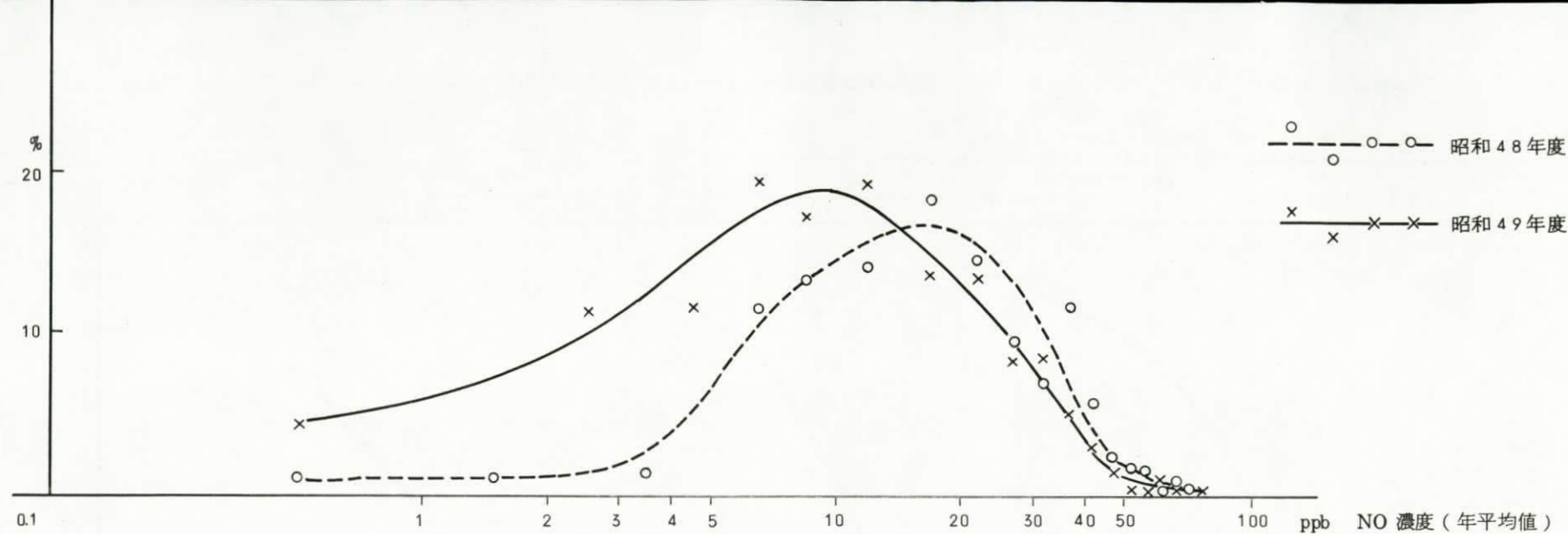


図15 NO, NO₂ 濃度 (年平均値) の年度別分布 (資料: 日本の大気汚染状況)

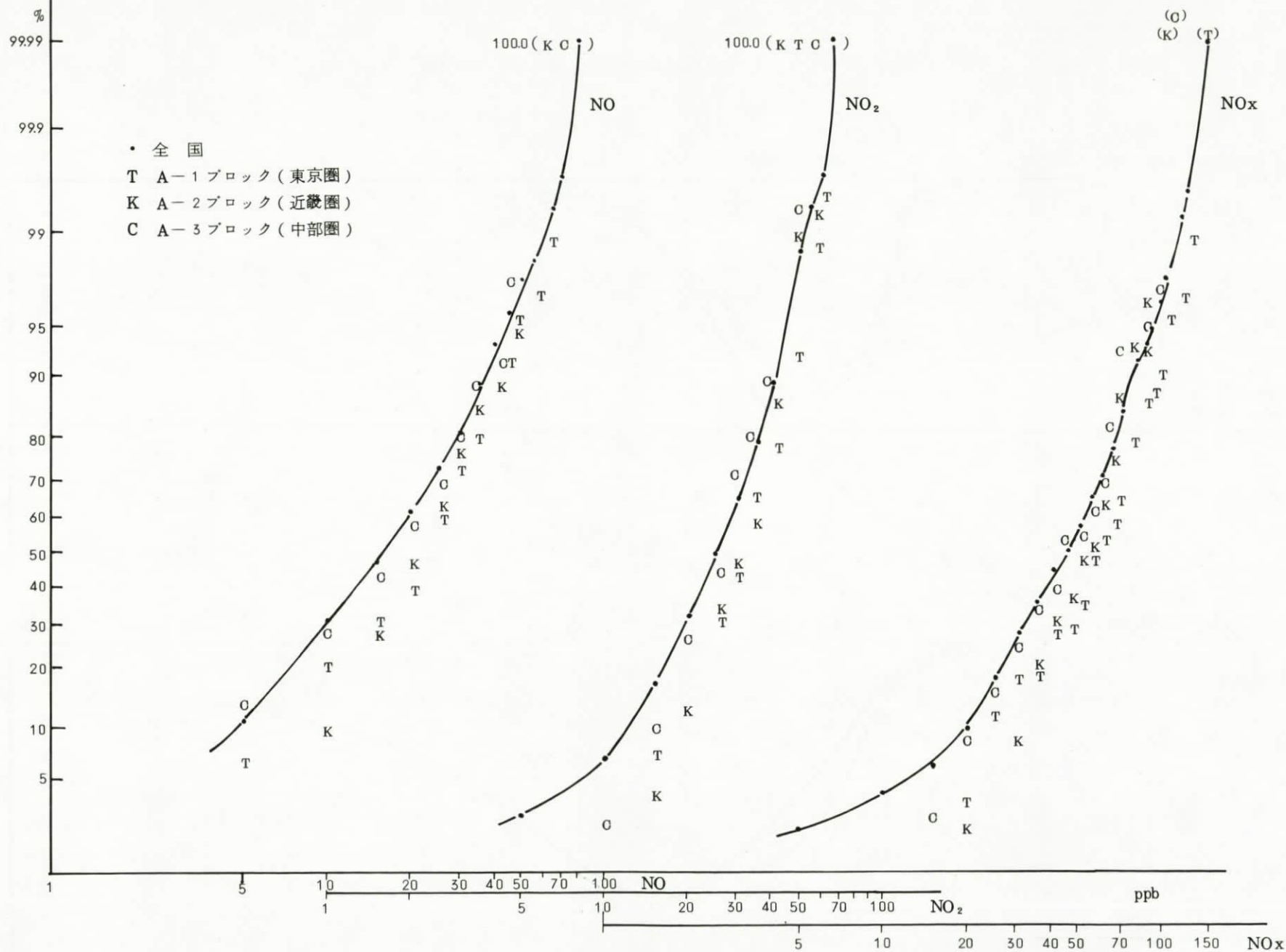


図16 NO, NO₂, NO_x(昭和49年度)年平均値の累積頻度(全国・ブロック別) (資料:日本の大気汚染状況)

確に示すものであるが、各測定局において、NO と NO₂ の相違はいかなるものであるかを年平均値と 1 日平均値の 2 % 除外値 (98 % 値) を指標に調べた。これに関しては、昭和 48 年度の測定結果をもとにした。

図 17 は NO 濃度の全国でのグラフである。1 日平均値の 2 % 除外値の最大は 242 ppb (その測定局での年平均値 64 ppb) であり、年平均値の最大は 77 ppb (その測定局での 2 % 除外値 186 ppb) である。図 18 は A ブロックでのものであるが、図 17 とほぼ同様な分布であり、あえて異なるところを指摘するとすれば、低濃度地域が疎になっていることである。A-1, A-2, A-3 の各ブロックもほぼ均一に分散している。また、年平均値、2 % 除外値とも高濃度地域になるにつれバラツキが大きくなり全体として扇形に広がっている。

図 19 および図 20 は NO₂ 濃度について同様に示したものである。NO に比して、1 日平均値の 2 % 除外値が極単に高濃度を示すことはなく、集中的に分布する。しかも、A ブロックにおいては、特にその傾向が顕著である。これらのグラフから、年平均値 : 2 % 除外値 $\div$ 1 : 2 の関係が成立するものと考えられる。

図 21 は NO_x 濃度であるが、NO, NO₂ に比してバラツキが大きく、相関は低くなる。これは、NO によるバラツキが NO₂ と重なることにより、増幅されてしまうためであろう。これは、A ブロックでの相関を示した図 21 においても同様である。

以上のことから、環境基準に適合するには、年平均値としてはどの位の濃度であれば良いか考えてみよう。つまり、仮定として「環境目標値」を推定してみることである。ただし、これはあくまでも仮説であり、その前提条件は前述した解析結果に基づくと同時に、解析上、データ不足をおぎなうため、いくつかの仮定条件を設定した。

まず第一に、年平均値を 50 % 値と仮定する。このことには問題が多分にあるが、1 日平均値の 50 % 値が全国ベースで入手できなかったので、大胆な仮定ではあるが行った。1 例ではあるが図 23 に 50 % 値と平均値の関係を示しておく。次に、98 % 値 (1 日平均値の 2 % 除外値) を $\mu + 2\sigma$ と仮定した。この仮定は 50 % 値に μ より誤差は少ない。

この仮定に基づき、「日本の大気汚染状況」(昭和 48 年版) から年平均値、98 % 値を用い、推定される年間累積頻度図を作成した。この推定年間累積頻度図から図 24 における I, II, III の推定を行った。I は 1 日平均値の 98 % が 0.02 ppm 以下であるためには、

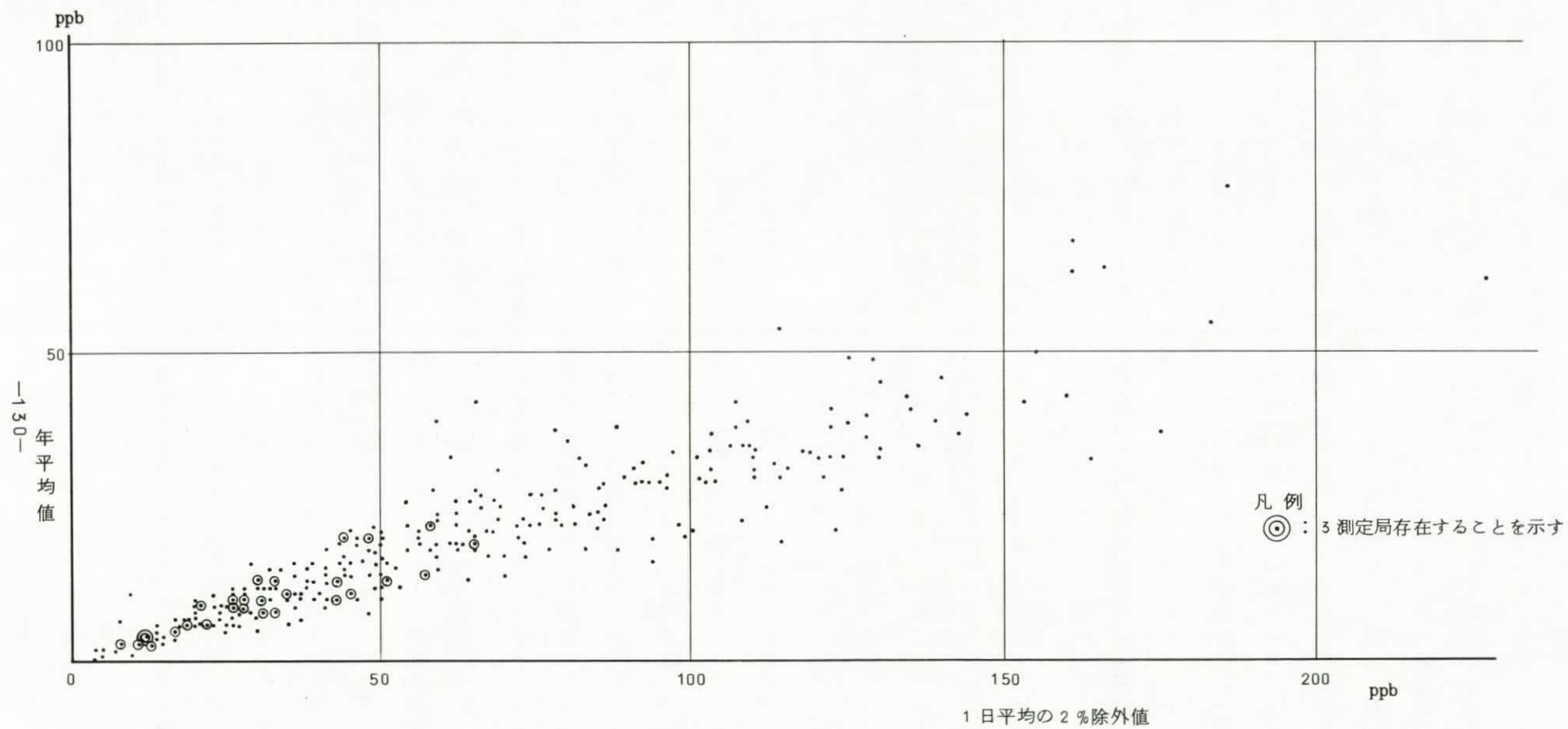


図 1 7 昭和 48 年度における NO 濃度の年平均値と 1 日平均値の 2 % 除外値の関係 (全国) (資料 : 日本の大気汚染状況・昭和 49 年版)

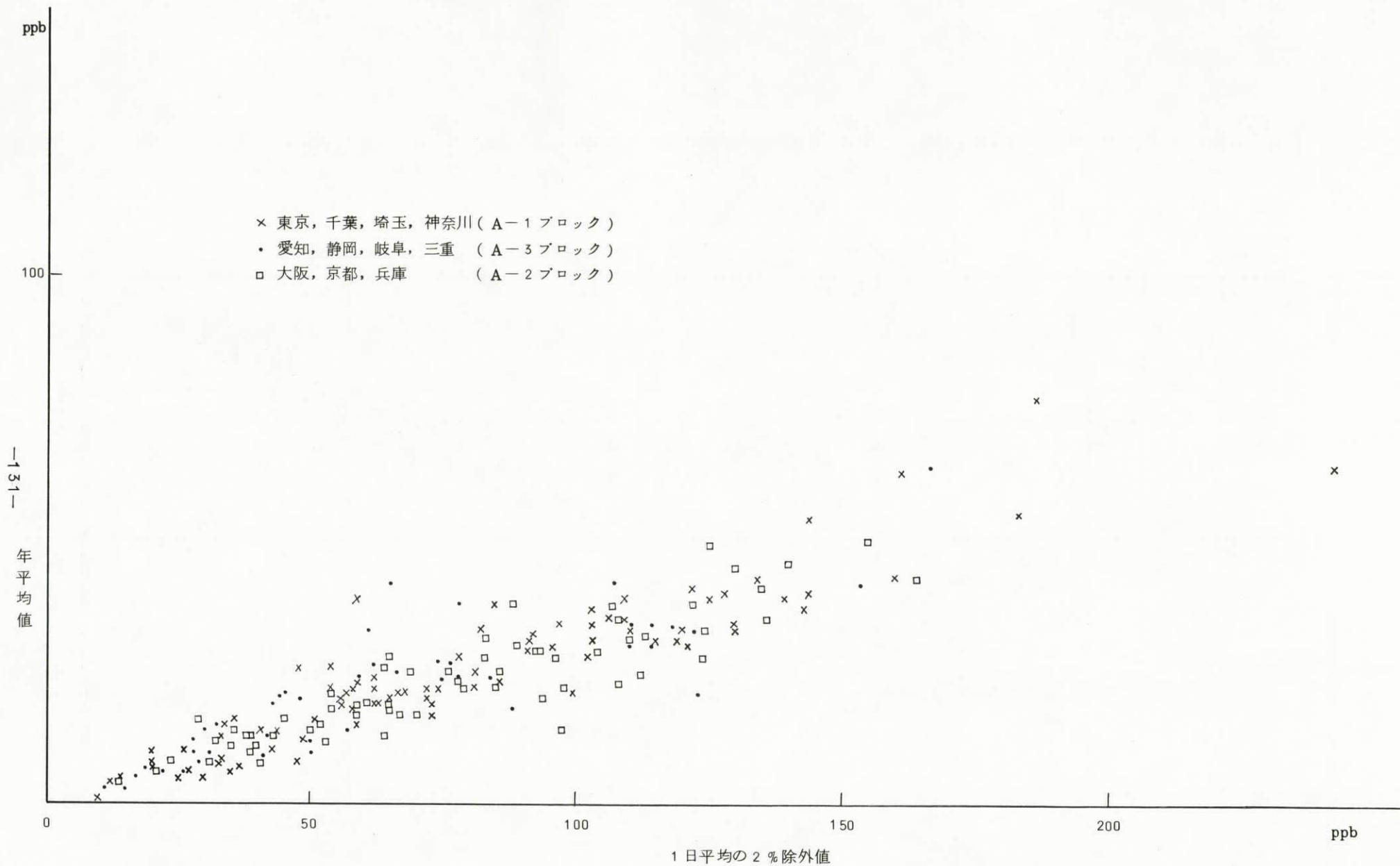


図 1 8 昭和48年度におけるNO濃度の年平均値と1日平均値の2%除外値の関係 (Aブロック) (資料: 日本の大気汚染状況・昭和49年版)

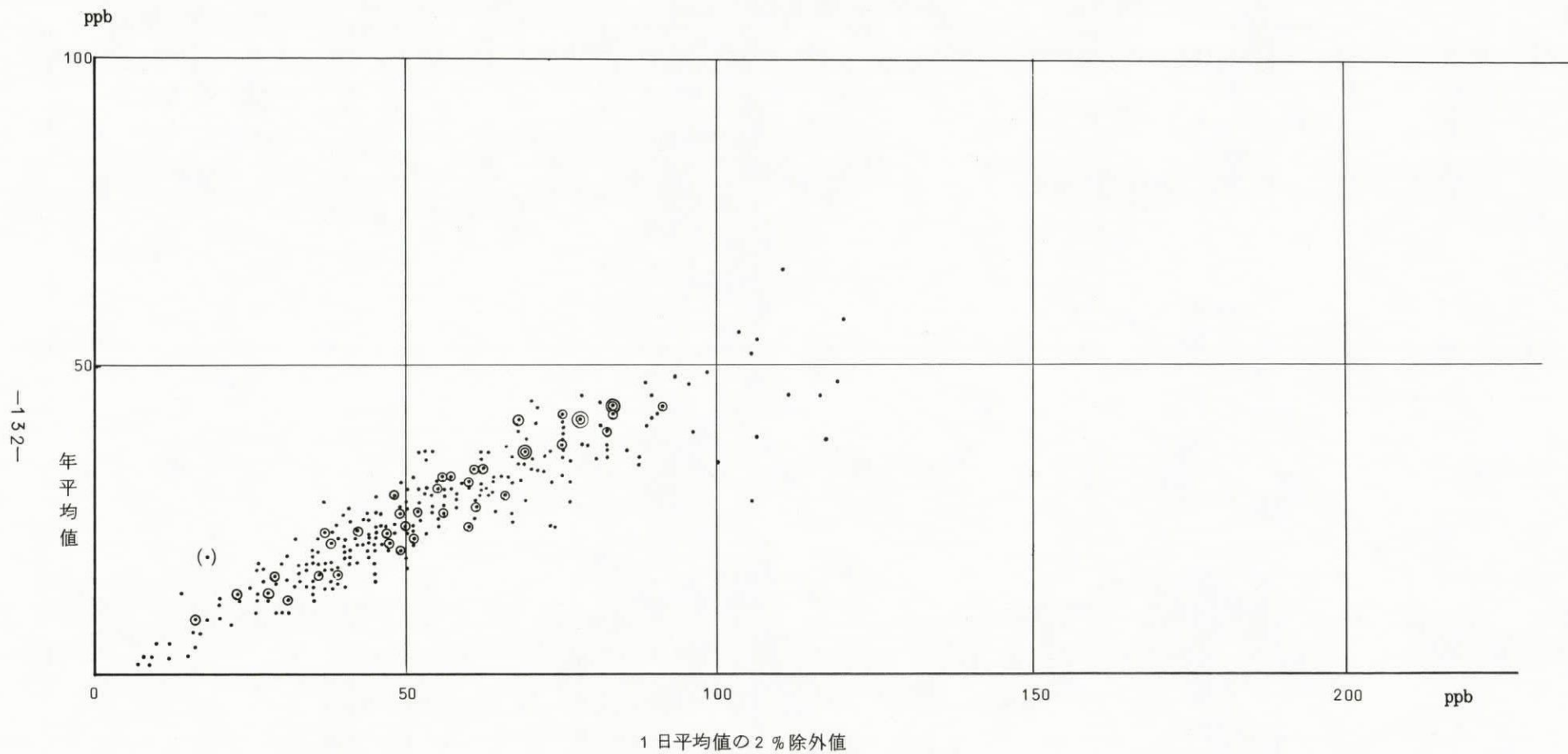


図 1 9 昭和 48 年度における NO_2 濃度の年平均値と 1 日平均値の 2% 除外値の関係 (全国) (資料 : 日本の大気汚染状況・昭和 49 年版)

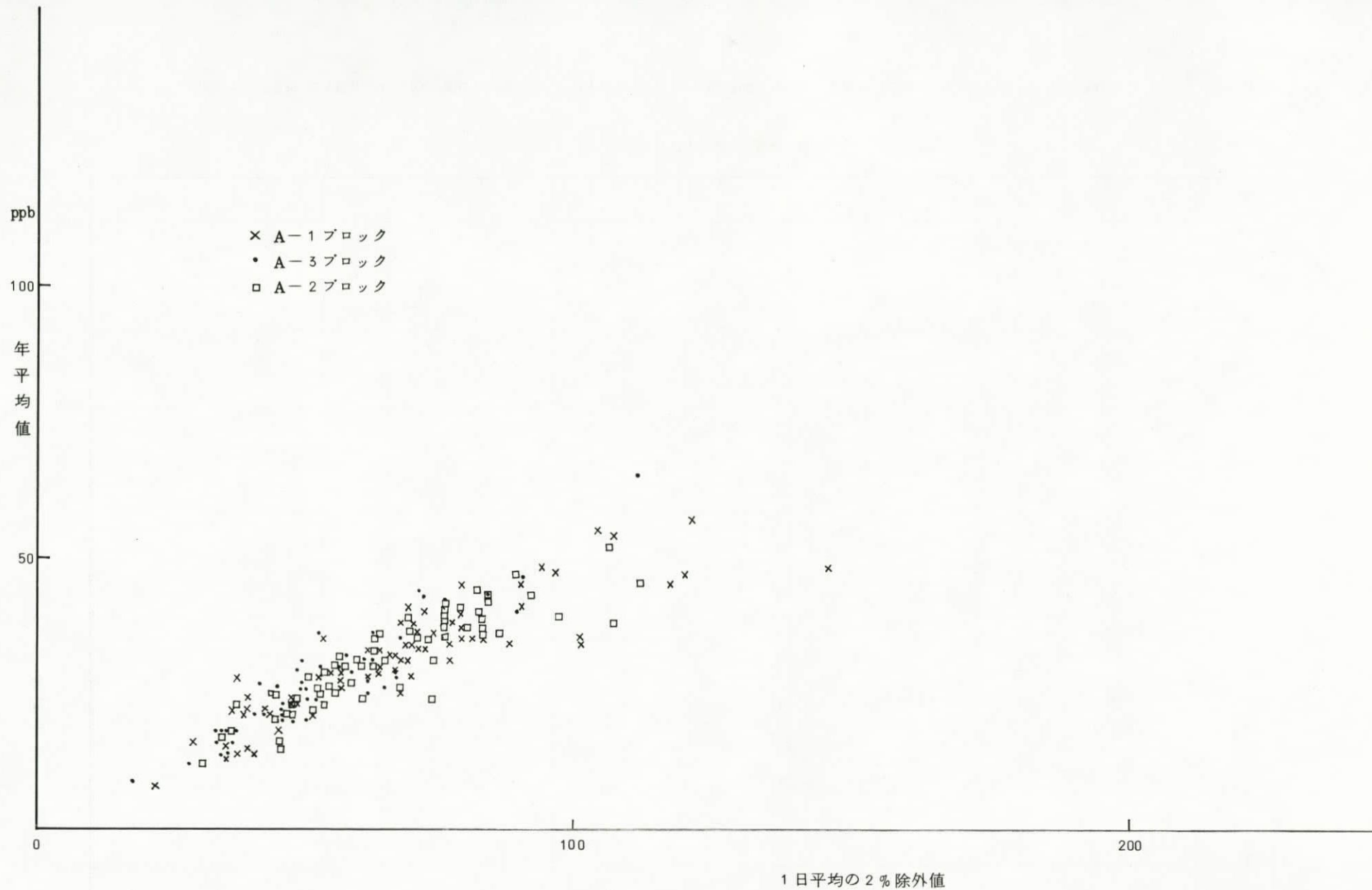


図20 昭和48年度におけるNO₂濃度の年平均値と1日平均値の2%除外値の関係(Aブロック) (資料:日本の大気汚染状況・昭和49年版)

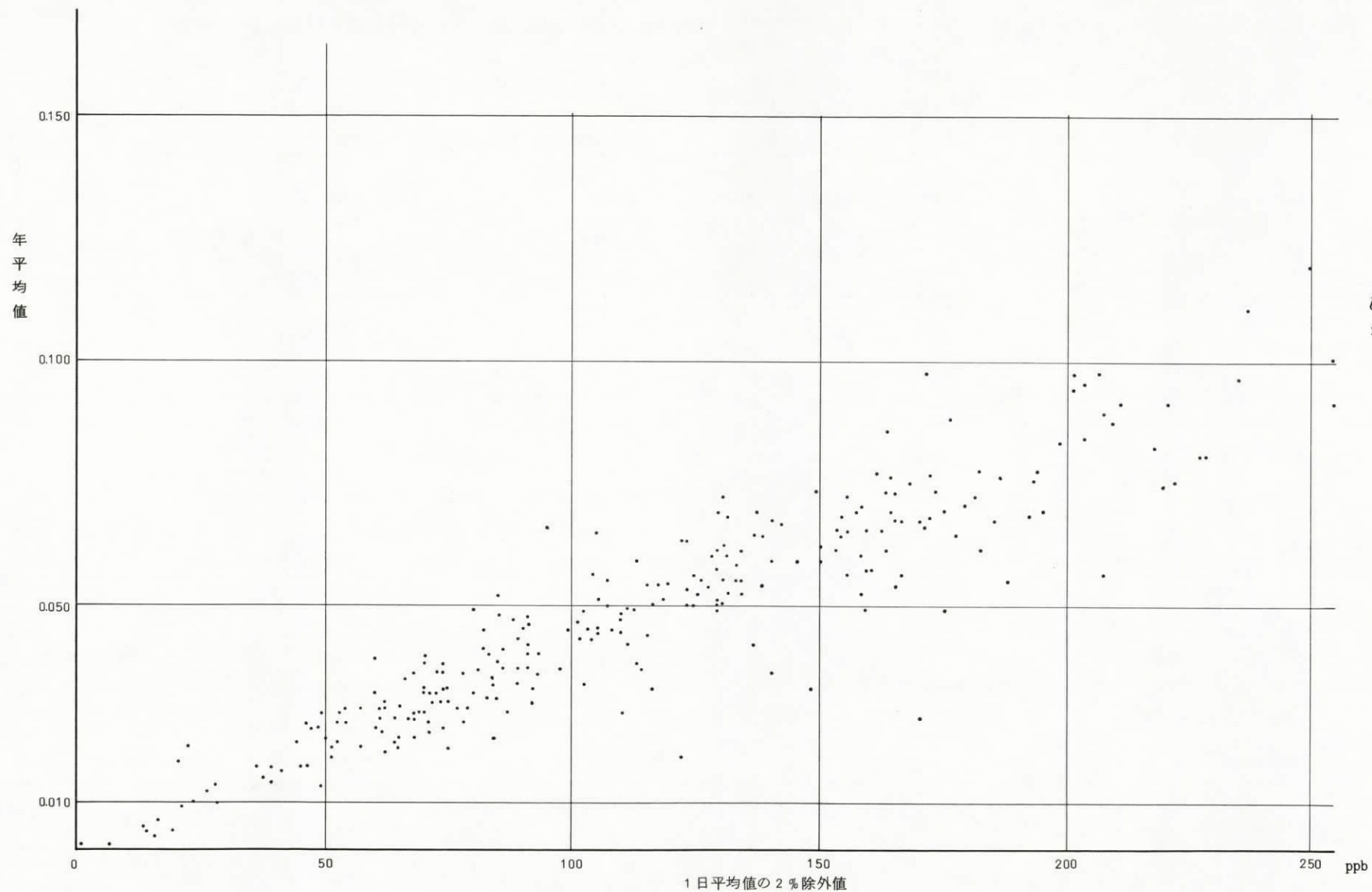


図2-1 昭和48年度におけるNO_x濃度の年平均值と1日平均値の2%除外値の関係(全国) (資料:日本の大気汚染状況・昭和49年版)

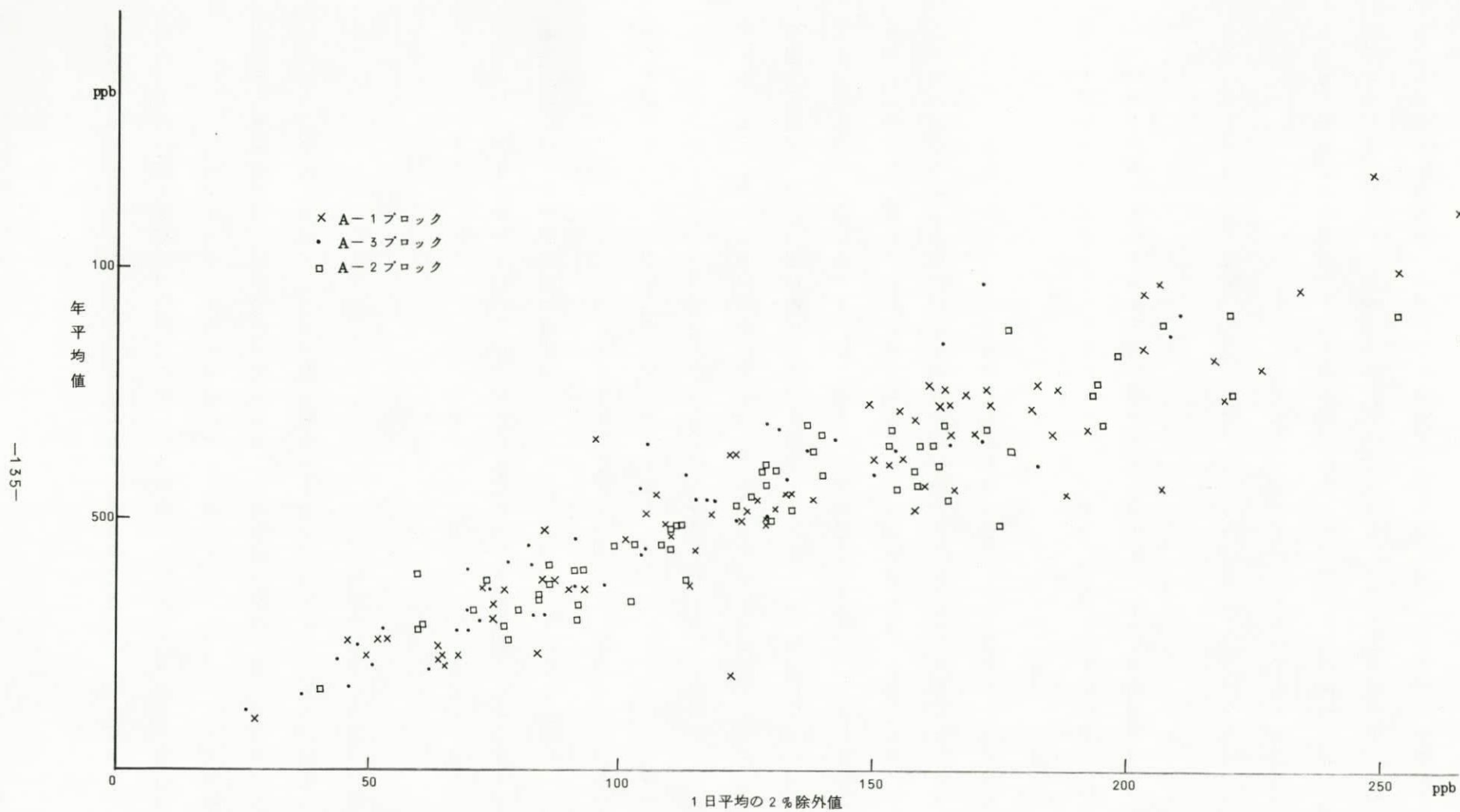


図 2 2 昭和 48 年度における NO_x 濃度の年平均値と 1 日平均値の 2% 除外値の関係 (A ブロック) (資料: 日本の大気汚染状況・昭和 49 年版)

年平均値，つまり 50 % 値が何 ppm であれば良いかの推定であり，Ⅱ は年平均値が 0.02 ppm であれば，98 % 値が何 ppm になるかの推定である。Ⅲ は，1 日平均値の 60 % 以上が 0.02 ppm 以下であることを目ざした。中間目標に対応して，このときは年平均値が何 ppm であれば良いかということを推定したものである。

この結果，Ⅰ においては約 13 ppb，Ⅱ については 31 ppb，Ⅲ については 19 ppb となった。

また，Ⅳ は図 19，20 においてもとめた 98 % 値：年平均値（50 % 値）＝2：1 であるとの仮定により，年平均値が何 ppm であれば 98 % 値が 0.02 ppm になるかを求めたものであり，その結果 10 ppb となった。

以上のことから，年平均値＝50 % 値とした仮定を考慮すると，年平均値 9～13 ppb であれば，ほぼ 1 日平均値 0.02 ppm の環境基準は守られると考えられる。しかし，この 9～13 ppb という年平均値以下の測定局は昭和 48 年度において 10 % 以下である。つまり，ほとんどの測定局においては環境基準に適合していないのである。このことは前述した仮定によって求めたもので実際には，昭和 48 年度および 49 年度において，長期的評価の 2 % 以内に入っている測定局がそれぞれ 2.2 %，6.5 % であることおよびそれらの測定局の年平均値，98 % 値の平均がそれぞれ，（6.8 ppb，15.8 ppb），（7.1 ppb，14.7 ppb）であり，この仮定より求めた線は少々あまい結果となっている。したがって，現状において都市部でこの環境基準を達成することは至難のワザであろう。

最後に，NO と NO₂ の割合であるが，図 25 に示したように，ほぼ 1：1 の関係がある。ちなみに，前述した三重県における規制においてはこの 1：1 の値を使用しており，これは大阪府における値を使用したとのことである。

1.5 産業の諸活動と一般環境濃度

大気汚染が問題化された当初に比して，イオウ酸化物（SO_x）濃度は低減し，年を経るごとに環境基準の適合率は改善されてきた。たとえば全国の測定局では昭和 49 年度において適合率が 69 % であったものが，昭和 50 年度は 80 % となっている。

この適合率の向上には，①規制による効果，②不況の影響による産業活動の低迷，③測定機種による測定値の差などが原因であると考えられる。まず，①の規制による効果は望

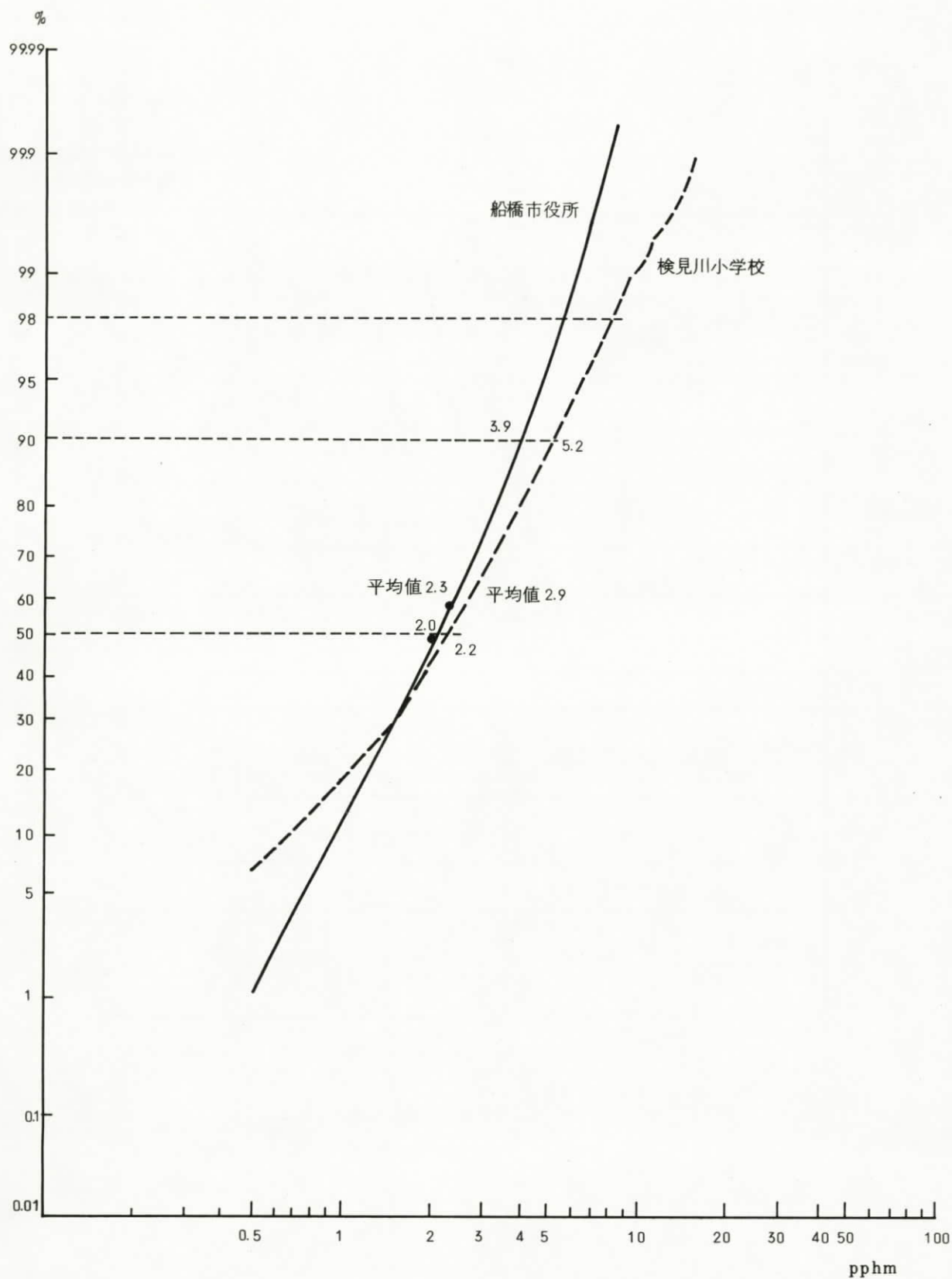


図 2 3 1 時間値の年間累積頻度図 (昭和 4 9 年度) NO_2
(千葉県資料より作成)

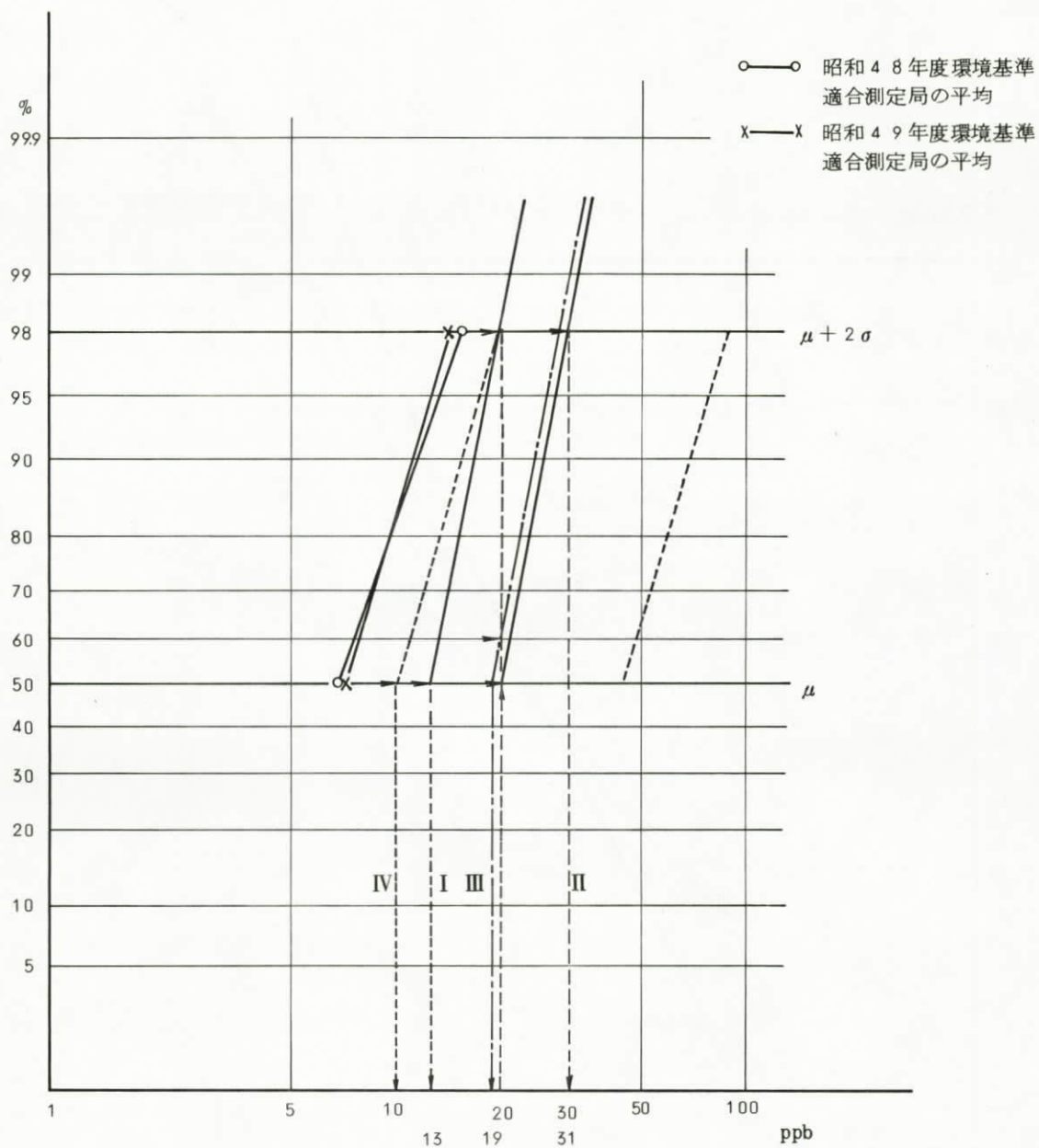


図24 NO₂の環境目標値設定(仮説による)

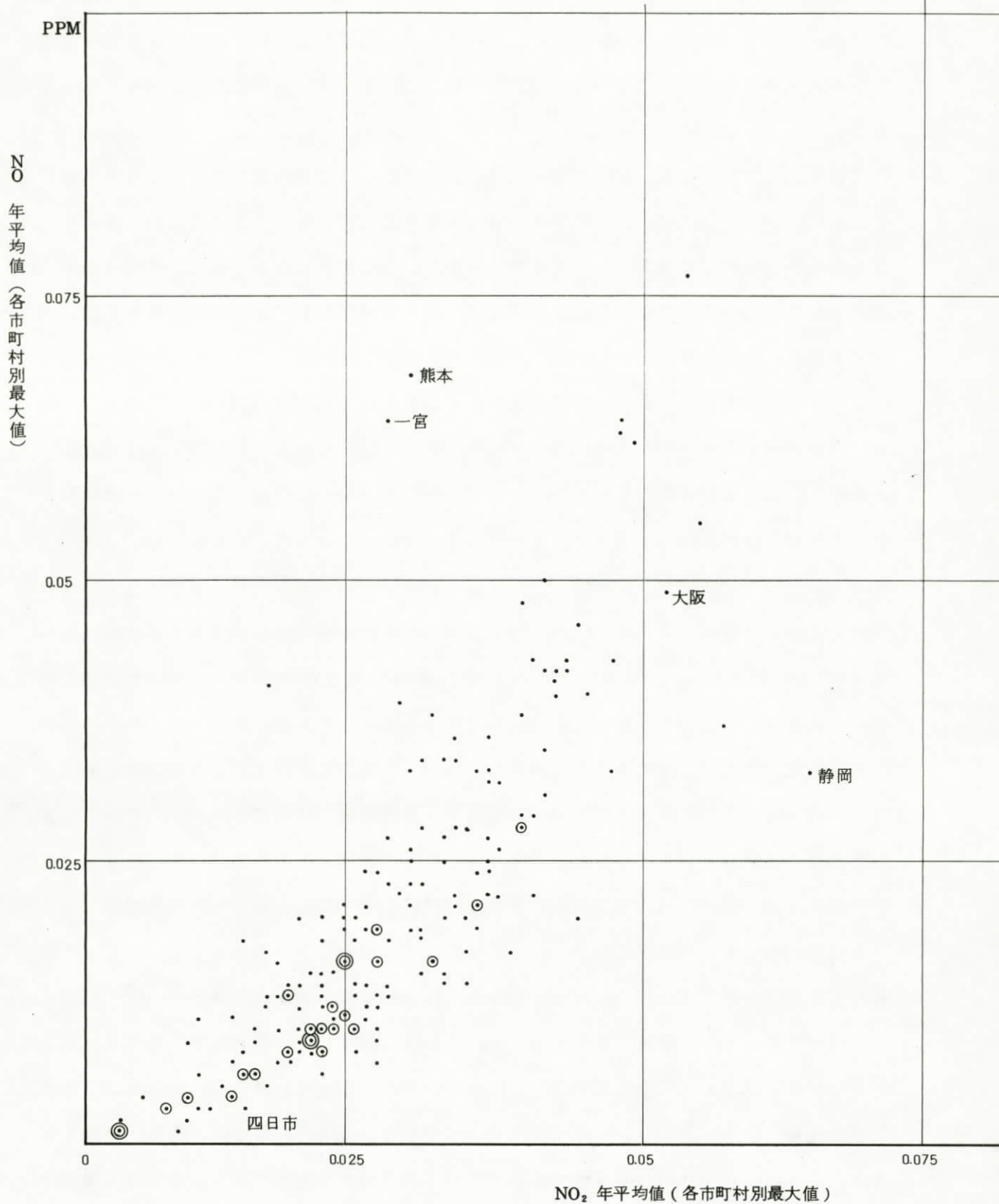


図 2 5 昭和 4 8 年度における NO₂ - NO 年平均值の関係 (資料: 日本の大気汚染現況)

素酸化物 (NO_x) と異なり、 SO_2 は原材料や燃料に含まれているイオウ分が生産プロセス等から大気へ SO_2 等となり、放出されるため、原材料、燃料等の低イオウ化や生産プロセスにおける SO_x 発生個所への脱硫装置の設置等により適用し易かったことであろう。

②の不況の影響による産業活動の低迷は、表 2 に示した主要経済指標により産業活動が低迷していることが解る。ところで「昭和 48 年産業公害分析用産業連関表」(通産省大臣官房調査統計部、昭和 51 年 5 月)で「 SO_x の固定発生源から、物質の燃焼によって潜在的に発生した SO_x の発生量を部門別にみると、燃料として重油及び原油を大量に消費する電力・ガス・水道が 145 万トンで最も大きく、次いで、化学・石油・石炭製品が 82 万トン、金属が 69 万トン、窯業土石製品等を含むその他製造業が 67 万トン、繊維・パルプ・紙が 57 万トンの順である」と分析結果を述べている。ここで、上述した上位 5 部門の除去量は順に電力等が 10 万トン、化学等 7 万トン、金属 4 万トン、その他製造業 1 万トン、繊維等が 10 万トンとなっている。以上のことから、産業活動の低迷とくに製造業部門の低迷は SO_x 発生量を減じる働きを持っていると考えてよいであろう。

次に③の測定機種による測定値の差であるが、一般に新機種は旧機種より低濃度の値を示すと云われている。つまり、旧機種から新機種に置換されたり、新設測定局に新機種が設置されると相対的意味で低濃度測定局となる。たとえば、某メーカーの新旧機種の差は温度、湿度などにより異なるが 8~10ppb 前後と云われている。旧機種において年平均値 45ppb で環境基準に不適合の測定局に新機種をつければ 35~38ppb 前後となり、環境基準に適合したことになるわけである。この③の理由を大きな声で云うことはできないであろうが、基本的に測定機が統計学および計測工学的に適合し JIS 規格に適合しているのであるから、測定機の誤差として取扱わなければならないであろう。つまり、この程度の測定値のズレは常にあるものとしてみていなければならないであろう。

このように、色々な原因によるが、 SO_x の低減対策は NO_x に比して容易であったと考えられる。図 26 と図 27 に示したものは、昭和 48 年度における NO_2 - SO_2 の年平均値の比較と、 NO_x - SO_2 の年平均値の比較である。この比較は SO_2 と NO_2 および SO_2 と NO_x の年平均値がすべてそろっている測定局での比較である。両図とも斜線内にはほとんどの測定局が入り、大胆に云えば NO_2 、 NO_x ともに SO_2 の濃度によりロジス

表 2 50年度主要経済指標

		50年			51年	50年度	(参考) 49年度
		4～6月	7～9月	10～12月	1～3月		
GNP	国民総生産(名目)	3.3	1.7	2.0	4.3	9.4	17.9
	(実質)	1.1	0.9	0.7	3.5	3.1	△ 0.2
生産等	鉱工業生産	3.1	2.0	0.8	5.8	△ 3.6	△ 9.4
	出荷	3.6	0.8	2.1	5.7	△ 0.7	△ 9.0
	鉱工業生産者製品在庫率指数 ※	140.4	141.0	137.1	127.7	137.0	134.5
	製造工業稼働率指数 ※	80.7	83.0	83.2	86.8	83.4	86.4
物価	卸売物価	△ 0.2	0.5	1.2	2.0	2.1	23.4
	消費者物価	3.4	0.9	2.4	2.1	10.4	21.8
民間需要等	機械受注額(船舶を除く民需)	△ 21.2	△ 11.3	△ 4.7	42.7	△ 25.1	3.1
	建設受注額(民需)	△ 20.5	6.5	△ 5.2	11.0	△ 17.1	△ 7.8
	全国百貨店販売額 ○	12.2	7.7	8.3	9.9	9.4	18.9
	新設住宅着工戸数 ○	9.7	△ 2.6	25.3	27.2	13.2	△ 28.5
財政金融	公共事業関係費支払額 ○	17.6	42.4	7.9	12.0	15.7	22.0
	日銀券平均発行残高 ○	15.0	11.3	10.6	10.4	11.7	19.4
	マネー・サプライ(M2)平均残高 ○	12.6	13.5	14.2	15.3	13.9	11.4
労働等	現金給与総額 ○	13.3	13.2	9.3	14.0	12.1	28.8
	常用雇用 △	0.7	△ 0.3	△ 0.4	△ 0.1	△ 1.8	0.1
	有効求人倍率(倍) ※	0.64	0.55	0.53	0.63	0.59	0.98
貿易等	輸出(通関額) △	6.9	△ 3.1	3.9	15.7	△ 2.4	47.2
	輸入() △	7.0	5.5	3.5	0.4	△ 7.1	39.3
	国際収支(総合収支, IMF 方式百万ドル) ※	△ 29.6	△ 10.82	△ 17.66	1.670	△ 17.72	△ 33.92

(備考) 1. ○は原数値の前年同期比増減率(%)、※は季節調整値の水準自体(鉱工業生産者製品在庫率と製造工業稼働率指数は45年=100)、その他は季節調整値の前期比増減率(%, 但し物価は原数値)

2. △はマイナスを示す。

3. 鉱工業製品在庫率の四半期計数は期末在庫/期中平均出荷, 年度計数は四半期末在庫の年度平均/年度平均出荷, その他の各指標は期中の平均による。

(出典: 経済白書昭和51年版)

表3 部門別SO_x発生量，除去量及び排出量

(単位：t)

因 子 部 門 \ 項 目	S O X		
	発 生	除 去	排 出
農 林 ・ 水 産	77,083	0	77,083
鉱 業	76,230	0	76,230
繊 維 ・ パ ル プ ・ 紙	566,764	102,784	463,980
化学・石油石炭製品	817,228	68,905	748,323
金 属	690,637	36,832	653,805
機 械	100,274	2,672	97,602
そ の 他 製 造 業	672,009	12,879	659,130
電力・ガス・水道	1,451,011	101,600	1,349,411
そ の 他	671,614	0	671,614
合 計	5,122,850	325,672	4,797,178

(出典：昭和48年産業公害分析用産業連関表)

ティックカーブで上限が規定され，下限は線型的に規定されていると考えられる。つまり，SO₂とNO_xの発生メカニズムの相違は歴然として認められるが，産業活動との関係はSO₂が原材料および燃料との関係が強いとすれば，NO_xは燃焼というプロセスから発生するものが多いのであるから，エネルギー消費の強い関係を持つのではないかと仮定できるのではないだろうか。

そこで，単位平地面積（空間は市町村単位）あたりの原材料使用額とNO_x年平均値，市別全製造品出荷額とNO_x年平均値，製造品出荷額からみたNO_x（NO₂換算）発生量（原単位：千葉県企画部による「制約要素原単位調査」）とNO_x年平均値，主要発生部門における製造品出荷額とNO_x年平均値の関係を調べた。これらを図28～31に示した。

図28において，数測定局を除いて，ほとんど扇形の内に入り，単位平地面積あたり原材料使用額が自然対数スケールであるから，原材料使用額密度によりロジスティックにNO_x濃度は制限されていることになる。しかし，10億円/km²で±40ppbと濃度差の幅は

広く、 NO_x 発生密度 $\div$ 原材料使用額密度と仮定しても NO_x 濃度とは一次的につながらない。しかしながら原材料使用額密度が高くなるにつれて、 NO_x 濃度が高くなる可能性は大きくなることを示している。

図 29 の全製造品出荷額と NO_x 年平均値の関係であるが、前述した原材料使用額密度よりもその関係は不明瞭になっている。

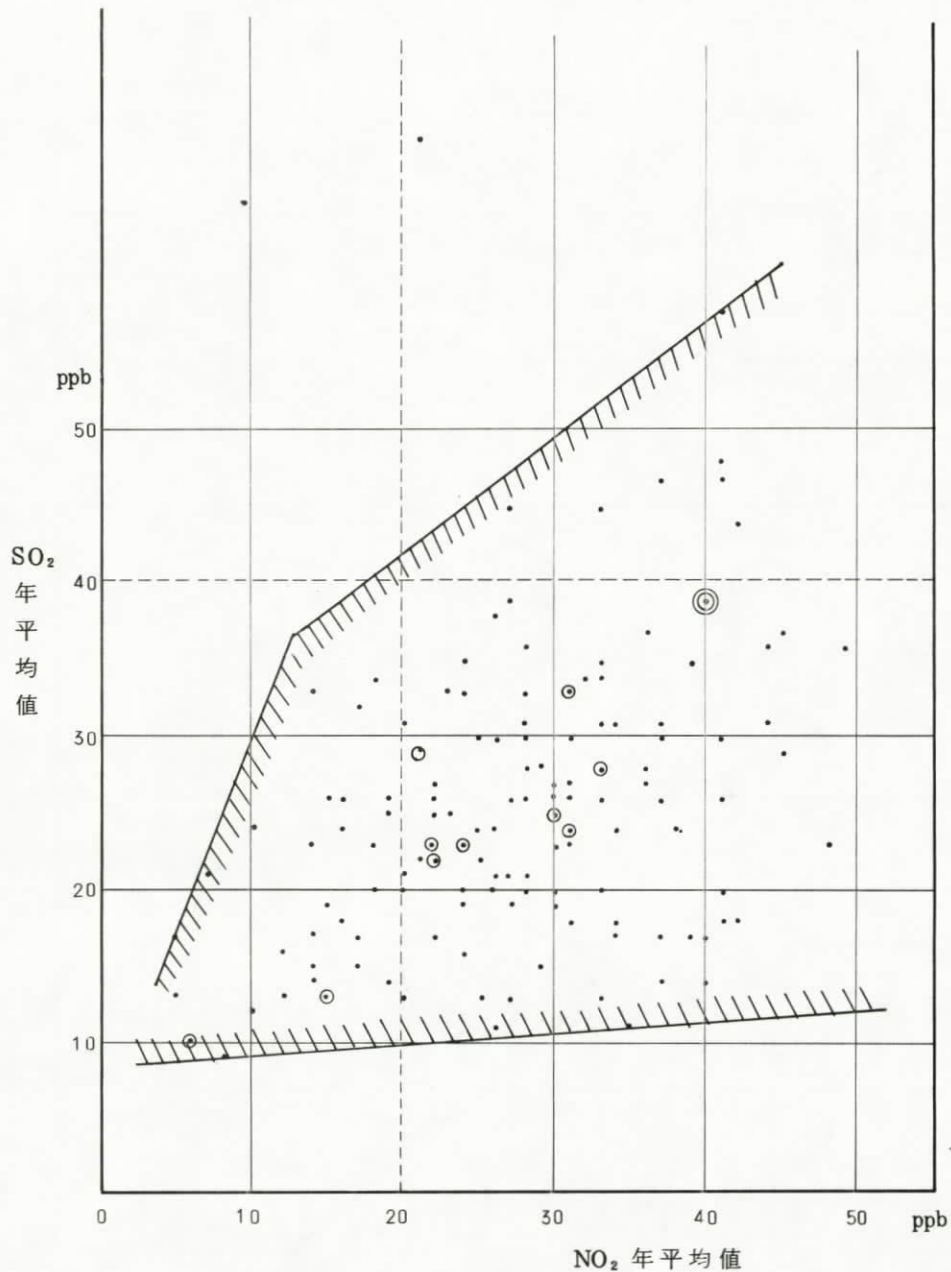


図 2 6 昭和 4 8 年度における NO_2 - SO_2 年平均値の関係
(資料：日本の大気汚染現況)

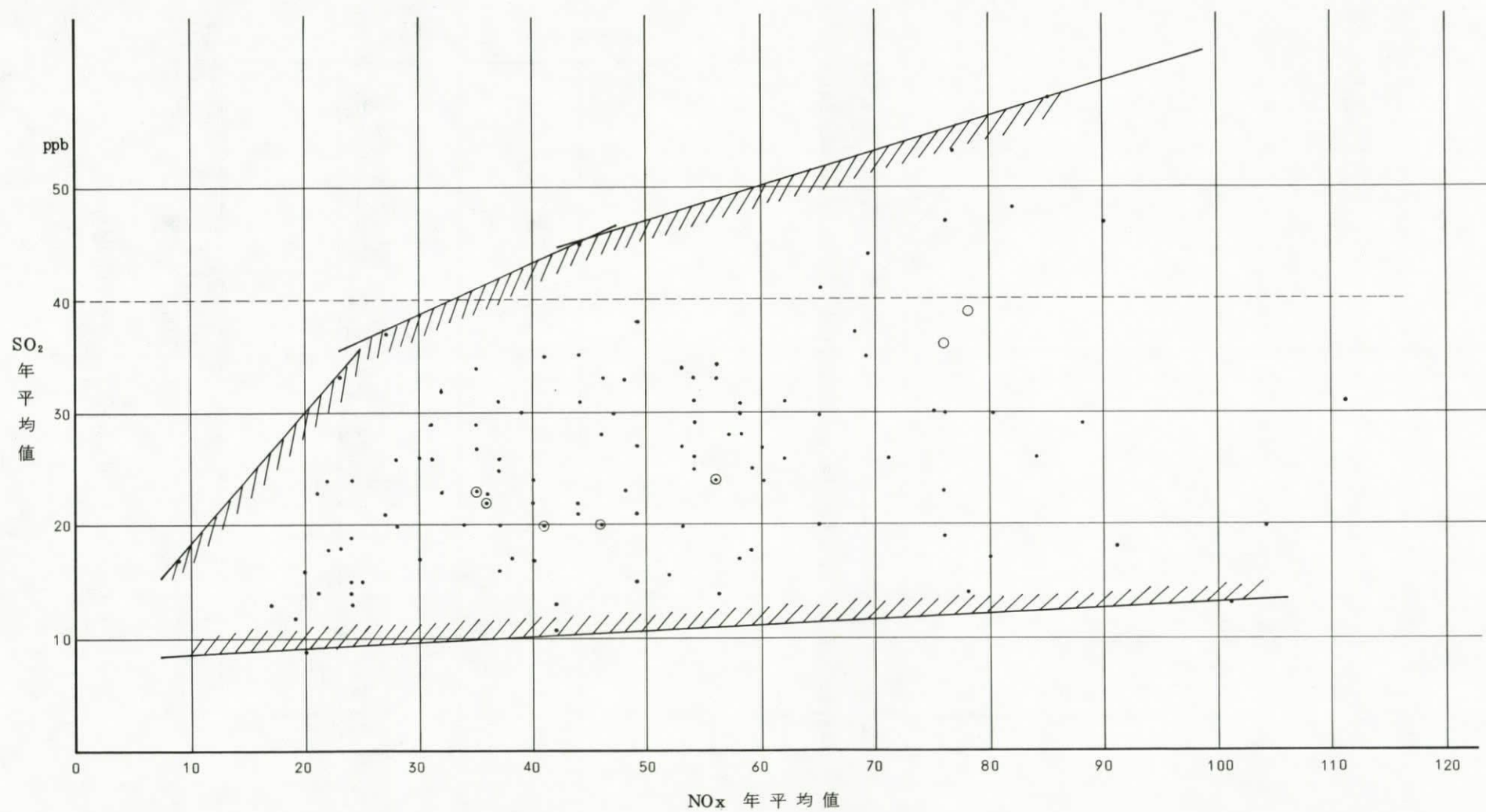


図 2 7 昭和 4 8 年度における NO_x - SO₂ 年 平 均 値 の 関 係
(資 料 : 日 本 の 大 気 汚 染 現 況)

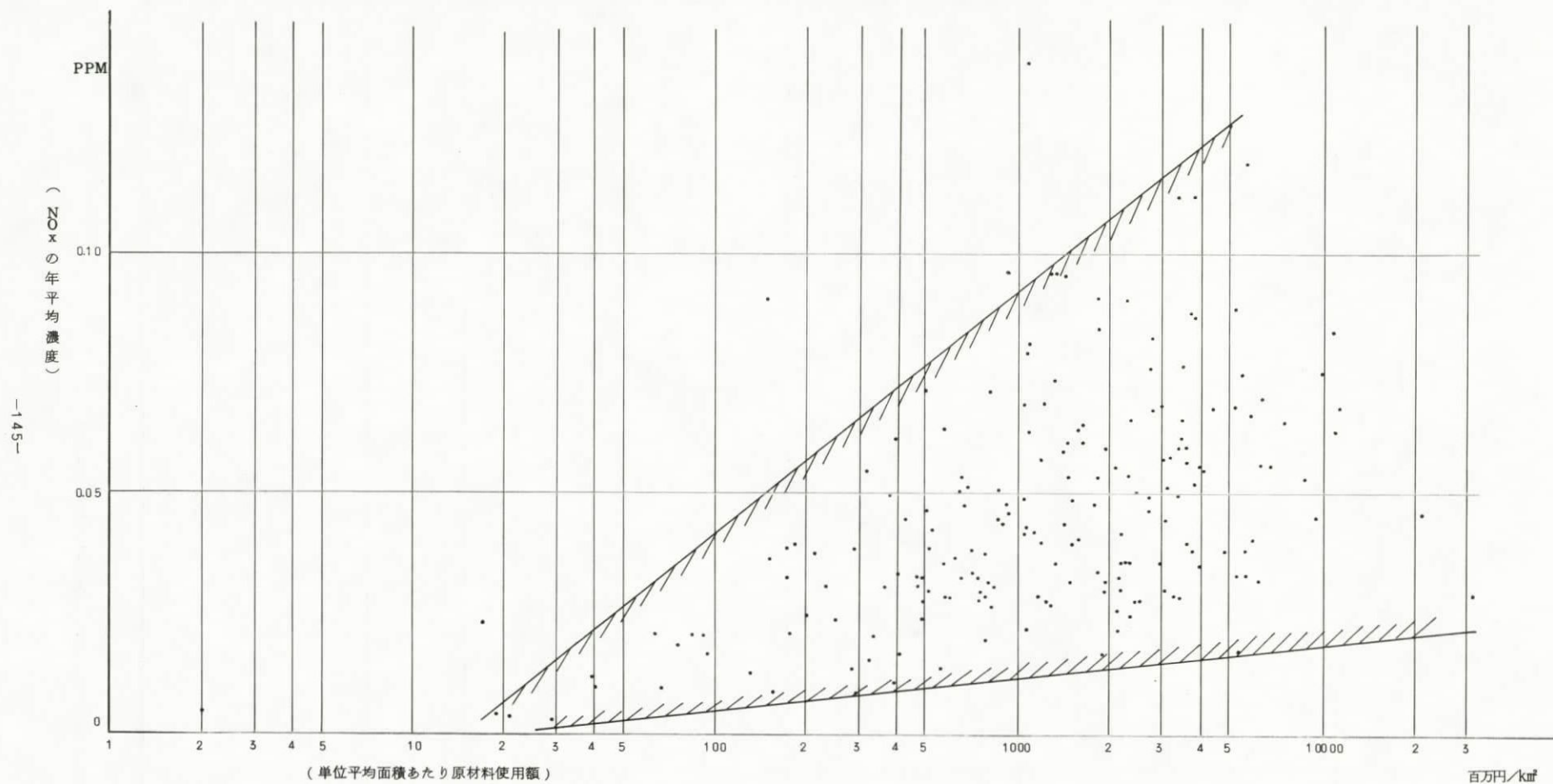


図 2 8

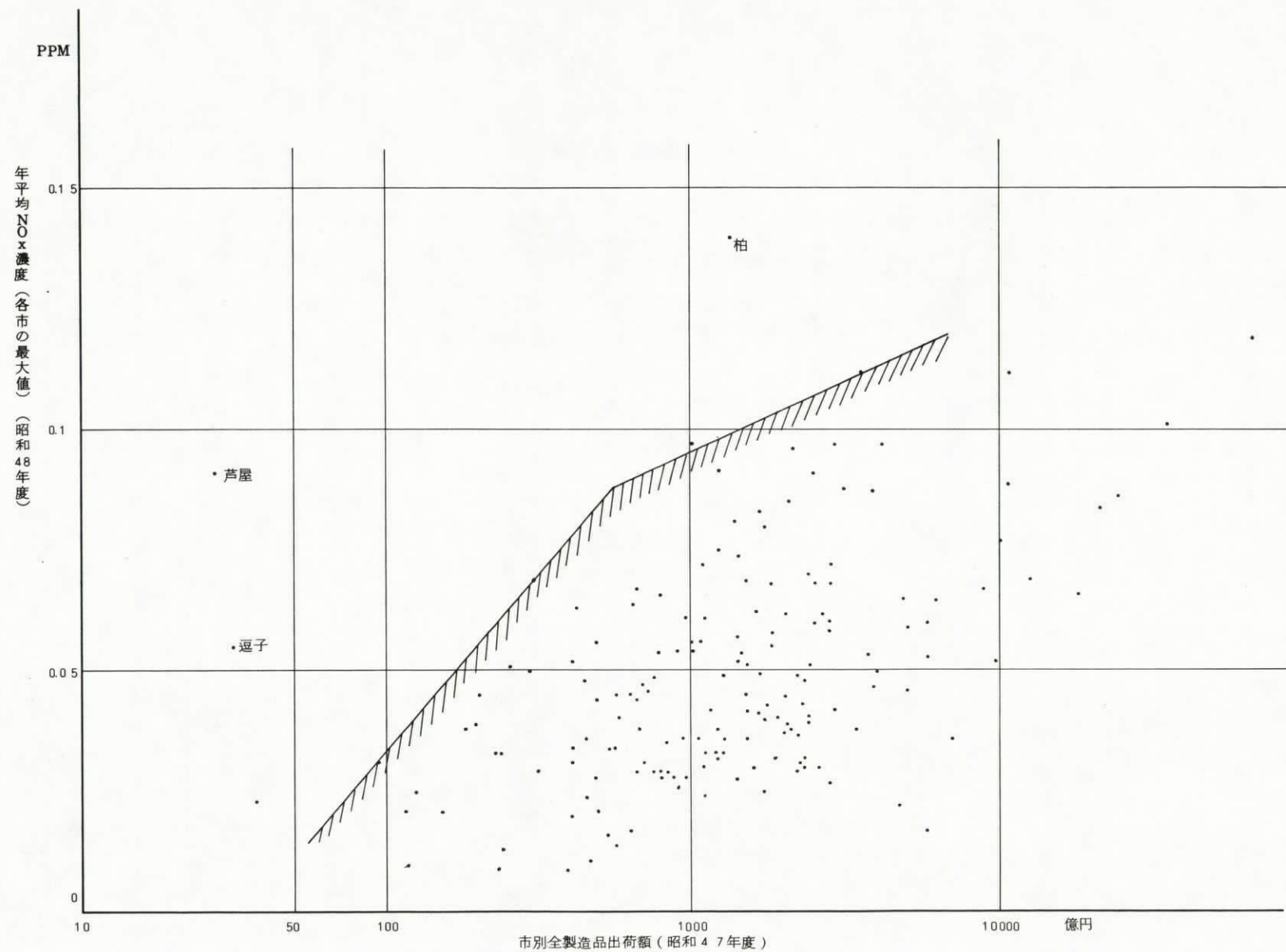
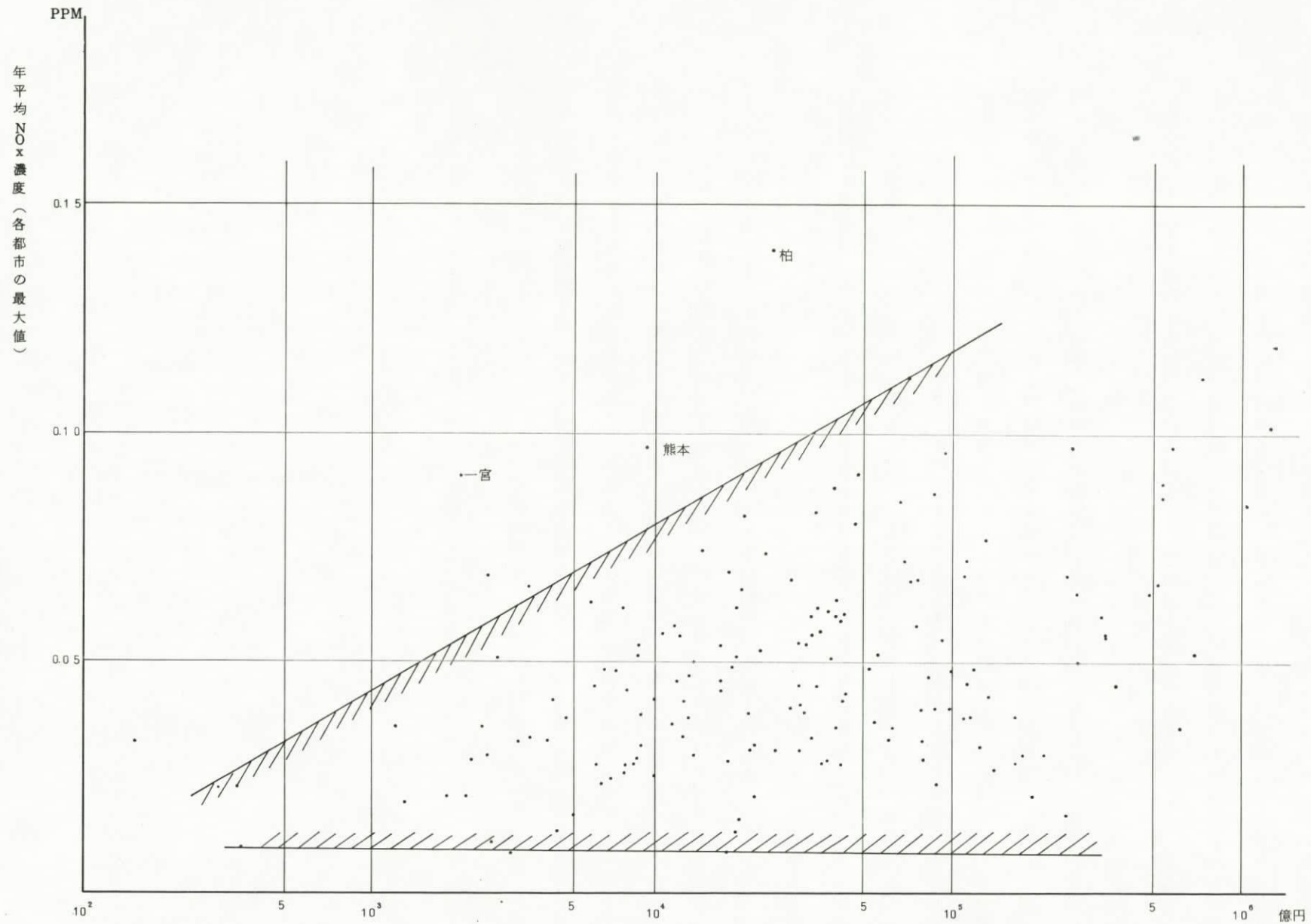


図 2 9



図 3 0 製造品出荷額からみた NO_x (NO₂ 換算) 発生量
 (資料: 工業統計表, 日本の大気汚染現況, 制約要素原単位調査)



各市別，パルプ，紙，紙加工品製造業，化学工業，石油製品・石炭製品製造業，窯業・土石製品製造業，鉄鋼業，非鉄金属製造業の製造品出荷額合計

図 3 1

図 3 0 は NO_x (NO_2 換算) 発生量と NO_x 濃度の関係であるが、このレベルになると全く関係がないと考えて良い。これは NO_x 発生量が固定発生源の製造部門に限定されているためであり、自動車等の寄与が全くなくなっているからであろう。

図 3 1 は主要発生源(製造業部門内)の製造品出荷額との関係であるが、これは図 2 8 とほぼ同様に NO_x 濃度を規制しているようである。しかしながら濃度とは一次的につながらない。

以上のように、原材料使用額密度や製造品出荷額は NO_x 濃度のある範囲内に制限することを示している。また、図 3 2 と図 3 3 に示したものは全製造品出荷額—登録貨物自動車数、県民所得—登録台数の関係である。図 3 2 により産業活動の地域的かつ業種的相違にもよるが、産業活動の増大により貨物自動車の保有をうながしていることを示し、図 3 3 の県民所得と登録自動車台数との関係から、県民所得が向上し、かつ自動車対人口比の余裕があり、道路の整備等が登録台数の少ない県で生じれば、今後とも自動車は増加する潜在的可能性を持っていることである。

したがって、 NO_2 の一般環境濃度は NO_x の発生量と一次的には結合しないが、 NO_x 発生量によりある程度規定される。また、この NO_x 発生量は生産活動の活発さに従い発生し、この生産活動の活発さは自動車の運行、商業部門の活発さ、エネルギー消費の増加等に反映される。ここで NO_x はボイラ、加熱炉、内焼機関などエネルギー消費に関係を持つものが発生源であるから、エネルギー消費を指標にすれば、環境濃度は無理であろうが、 NO_x 発生量は推定できるものと考えられる。

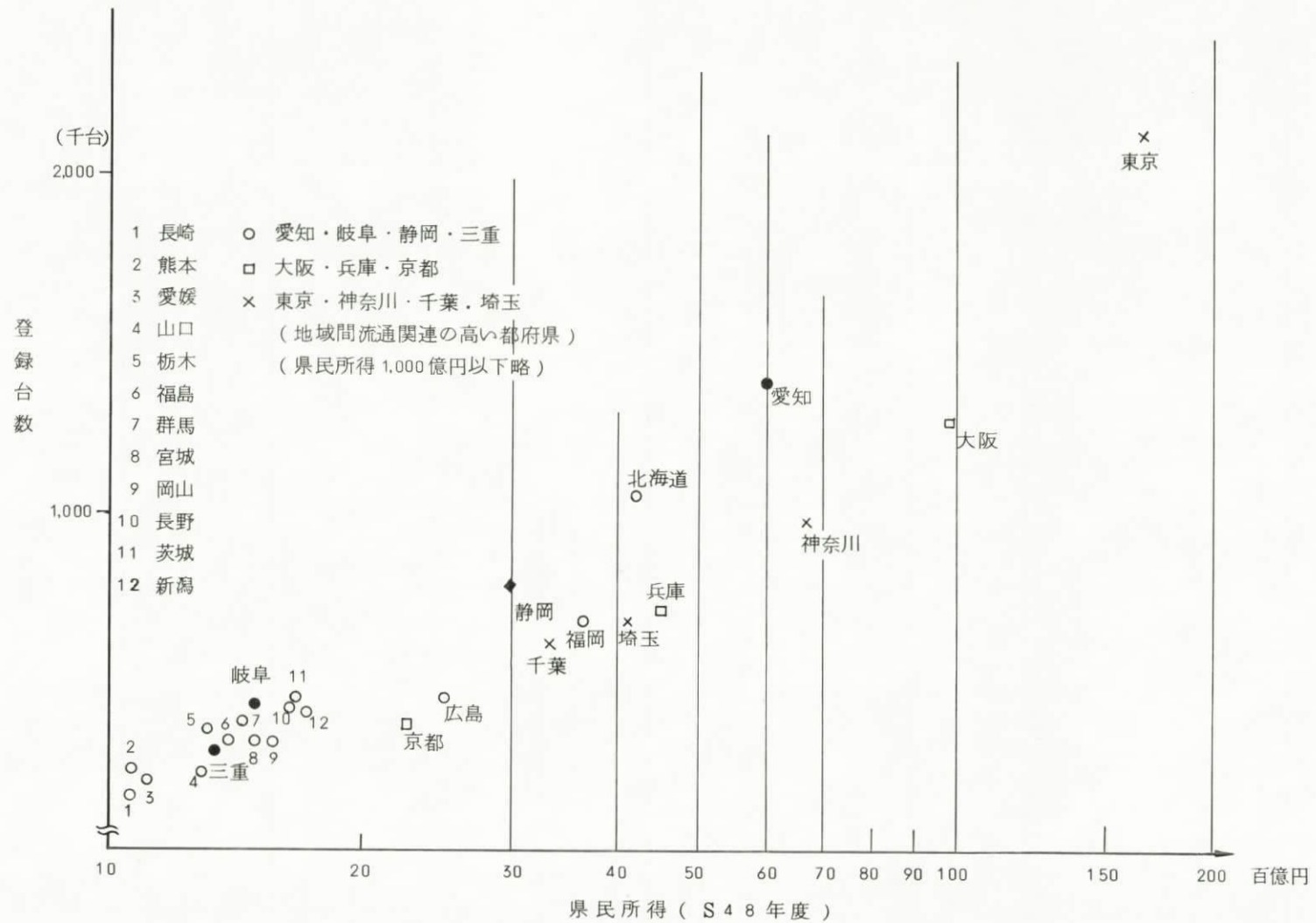
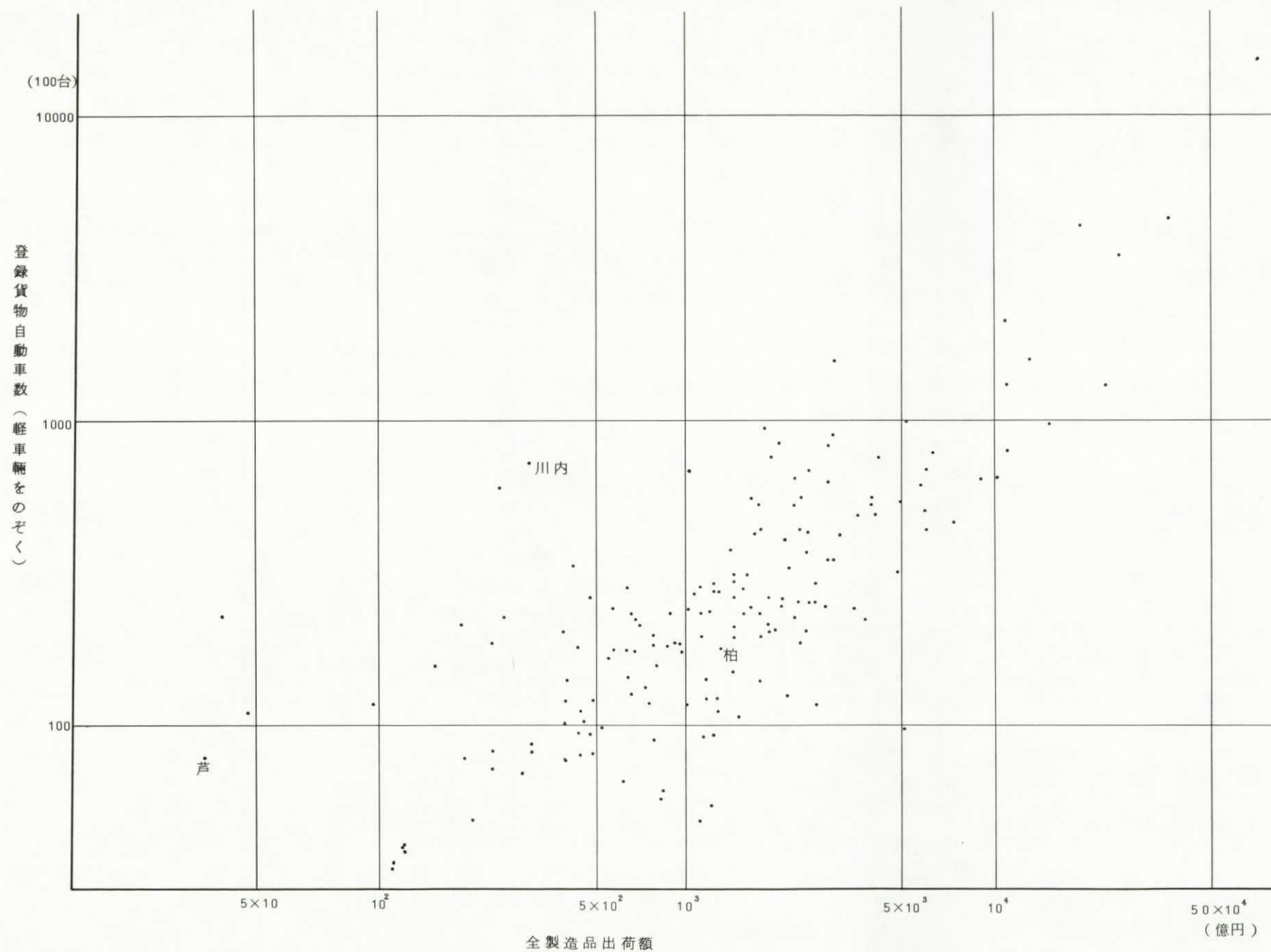


図32 県民所得－自動車登録台数



2. 窒素酸化物規制の問題点

NO_x 汚染（環境濃度）の現状の項で述べたように、NO₂ に関する環境基準の長期的評価に基づく不適合率の全国平均は約 65 % 前後（昭和 48 年および昭和 49 年度ともに有効測定日数が基準以上に達している測定局についての平均：日本の大気汚染状況，昭和 49，50 年度版より）であった。また，兵庫県における昭和 50 年度の一般環境測定局と自動車排ガス測定局（両者 22 測定局であり，連続測定）の測定結果（有効測定日数以下の測定局も同一に扱う：兵庫県資料による）を比較すると，前者の不適合率平均は約 40 % であり，後者の不適合率平均は約 90 % である。また，一般環境測定局で適合率が 90 % を越えているものは 1 測定局（1/22）であり，自動車排ガス測定局で適合率 60 %（自動車排ガス測定局への適用の是非は別として，大気の汚染に係る環境基準（昭和 48 年 5 月告示）に，中間目標として，年間を通じて，二酸化窒素の 1 時間値の 1 日平均値が 0.02 ppm 以下である日数が総日数に対し，60 % 以上維持されることとあるので，この値を 1 つの評価軸とした）以上は 1 測定局（1/22）であった。ちなみに，一般環境測定局にあっては 8 測定局（8/22）であった。

以上は，年間を通じてのことであるが，これを月別にみってみる。千葉県臨海部にある測定局（船橋市役所，検見川小学校）を例にとってみる（海浜ニュータウン幕張 A，C 地区の開発に関する事前影響評価調査：昭和 51 年 8 月：（財）政策科学研究所より）。図 34 に示したような変化が認められる。つまり，季節による変化，その変化の測定局の位置による相違が著しいことである。

このように，一般環境濃度においても，測定局の立地条件（田園地域には測定局がないとか大煙源の近房，都市内という

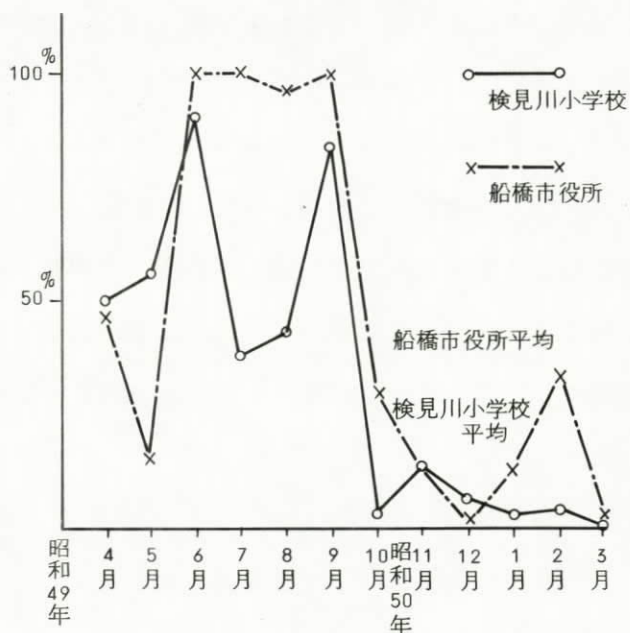


図 34 NO₂ 濃度の 1 時間値の 1 日平均値が 0.02 ppm 以下の割合

ことなど)にもよるが、昭和49年当時全国的にみて一年間の半分以上の日数が0.02ppm以上になる測定局は半数以上あったと言える。ただし、新規に測定を開始した測定局は一般的に0.02ppm(1時間値の1日平均値)を越える日数は少なくなっている。また、自動車排ガスの影響を直接的に受ける主要道路沿線は、兵庫県の測定結果から類推してその多くが10%以下の適合率を示すにとどまると考えられるかもしれない。

以上のようなNO₂の汚染状況からみて、環境基準を満足している測定局は非常に少ないことが理解できよう。それゆえに、NO₂の環境基準

を満足させるべく、固定発生源(ボイラ、加熱炉など)、移動発生源の排出規制が一部実行に移されている。つまり、移動発生源においては、もっぱら乗用に供される自動車の排ガス規制として51年規制が行なわれ、53年規制が実行に移されようとしているし、バス、トラックの排ガス規制も考慮されている。また、固定発生源についても、排出基準が施設別に県条例等で決められている。

このような排出規制とは別に、自動車に関しては交通規制等が、固定発生源の大規模な工場等については総量規制等の概念を適用して、規制等を行なっているところもある。たとえば、「四日市地域に係る公害防止計画」(三重県：昭和49年12月)に交通規制の強化として、

『交通規制等の強化

10万都市総合都市交通規制に合わせ、次の対策を推進する。

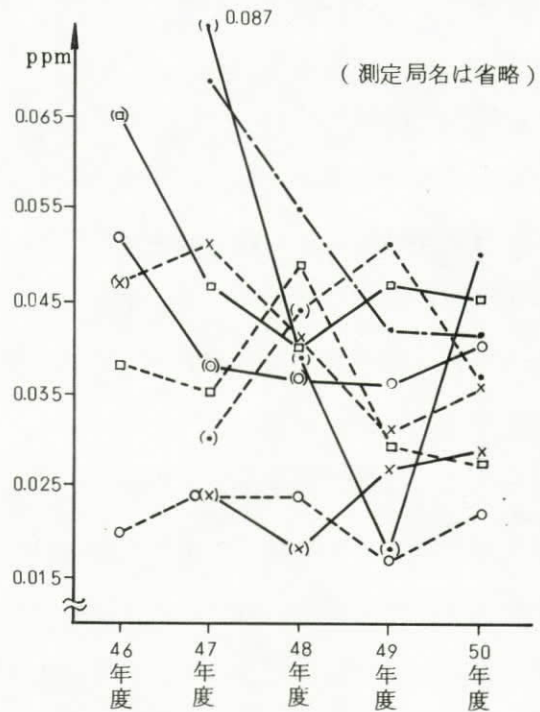


図3.5 自動車排ガス測定局における年平均濃度(NO₂)「兵庫県資料による」

イ 交通信号機の高度化

既設幹線（国道1号，各四国道）の交通円滑化により窒素酸化物の排出を低減させるため，信号機の自動感應系統化をはじめ各種の高度化をはかる。

ロ バス優先レーンの設置

交通管理システムの一環として，バスの運行を促進するため，バス優先レーンの設定をはかる。

ハ 駐車対策

都市内の面的駐車規制を強化するほか，パーキングメーターの設置，車庫規制を強化する。』

をあげている。このうちイの交通信号機の高度化については自動車からの NO_x 発生が加速時に大量に発生することを考えれば，信号機の高度化は重要な意味をもつ。たとえば，交差点到着車のおくれ時間について，次のようなことが云われている。

図36は『サイクル時間60sec（赤20sec，黄4sec，緑36sec）の交差点で1車線当りのさばけ台数とそのサイクルでさばくことができずに次のサイクルまで車列として滞留した台数とを示している*1。

ここでは最悪のサイクルでは70台を越す滞留車があり，もっともひどい車は6サイクルも待たされることがある。

このように停止する車が多くなってくるとそれだけ待ち時間も多くなり，その交差点を通過するすべての車（停止しないで通り抜ける車も含めて）の平均おくれ時間はこれに伴って大きくなる。』*2

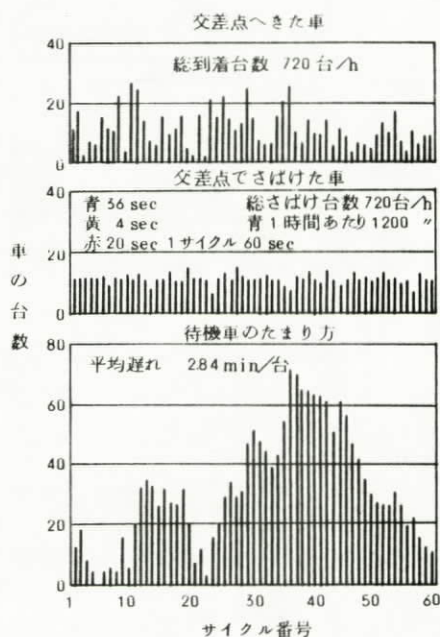


図36 交差点到着車のおくれ時間
(出典：交通工学ハンドブック pp.134)

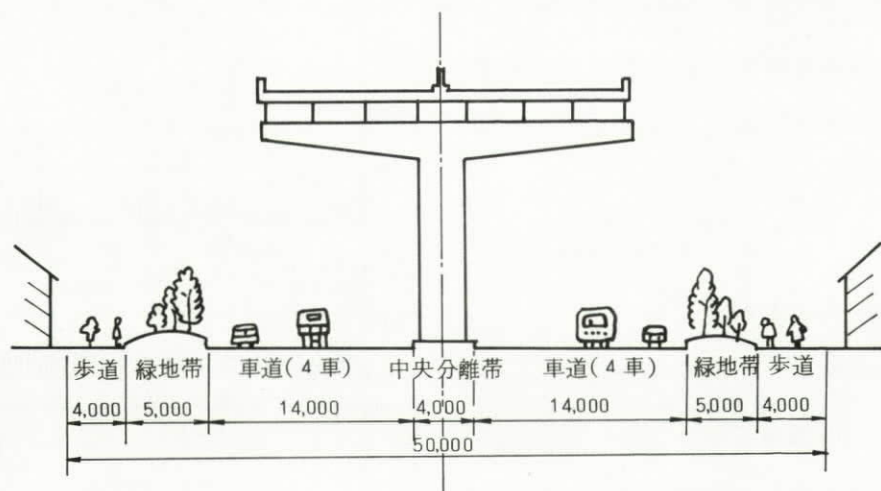
*1 井上広胤「交差点」，技術書院（昭和40-08）

*2 交通工学研究会編 「交通工学ハンドブック」 技報堂（昭和48-05） pp.134

つまり，上記条件のもとに自動車は信号6回待ちになり，この間，6回加速されるわけであり，滞留していることによるHC，CO等の発生も多くなる。このような交差点が，連続して存在する現状においてはこれを高度化することの必要性は高くなる。この対策は，国道1号，名四国道であり，基本的に通過交通を対象としていると考えでよいであろうが，この考え方は都市内主要幹線においても必要なことであろう。これに対してロ，ハは内々交通に対する規制のウェイトが高くなる。つまり，通勤用自家用車等の実質的な意味での使用制限が保有制限であろう。このような対策によって，どれほどの改善がなされるかは不明である。

また，図37は兵庫県尼崎市の出屋敷一五合橋間に設置された緑地帯の標準横断面図である。これは，上記のものが交通流および交通量に対する対策であるのに対し，現状の道

図37 国道43号緑地帯設置標準横断面図
(兵庫県特殊公害課より入手)



路からのインパクトに対する対策の意味が強くなる。図37の地上の東西方向合計8車線は元は10車線であった。この10車線のうち2車線を緑地帯にしたものであり，騒音に対する効果は示されたとしている。しかし，現時点では高架部の東西4車線（阪神高速道路）は出来ておらず，10車線→8車線→12車線の変更が行なわれるもようであるが，この道路については43号線訴訟として昭和51年8月30日提訴されている。他方，兵庫県は昭和49年度，50年度に国道43号線沿線住民健康調査が行なわれた。昭和50年度は解析中であるとのことで入手できなかったが，昭和49年度の調査結果を次にあげ

ておく。図38, 図39はNO, NO₂の濃度である。

1) 個人面接聴取法による調査

- ① 眼, 耳鼻咽喉に係る異常の訴えが, A地区*1)に高く, これは咳および痰の訴えにも反映している。
- ② 動悸, 息苦しい, 息切れなどの訴えもA地区に多く存在しており, また, 血圧の変動には差異はなく, 心臓疾患と診断されているものがやや多い傾向が認められた。しかし, 循環器, 消化器及び神経系の愁訴については一貫した統一的傾向は得られなかった。
- ③ 罹病傾向, 体調, 就眠状況, 精神の不安についての訴えは, 僅かな差ではあるが, A地区に頻度が高い。しかも, 「いらいらして落ち着かない日が多い」, 「騒音, 振動で眠れない」との訴えはかなりの差を示しA地区に頻度が高い。
- ④ 会話が不自由, 仕事, 考えごと, 勉強ができないなどの日常生活上の被害, 家屋の被害さらに夜間の騒音, 振動による睡眠妨害など自動車公害による生活妨害を物語っている。

2) 臨床並びに理化学検査

① 内科, 胸部X線検査, 肺機能検査

内科検診では, 特記すべきものは認めなかった。胸部X線の有所見率は, 芦屋3例, 西宮6例, 尼崎5例計14例/119例(12%)で, その内訳は陳旧性肋膜炎3例, 安定化した肺結核症6例, 心肥大3例, 肺気腫2例であった。

肺機能検査では, 最大努力性呼出による換気機能検査およびフローボリューム検査を施行し, %VC(比肺活量)*2), FEV1.0%(1秒率)*3), MMF(最大呼出中間流速), MET(VCの25から75%呼出に要する時間), $\dot{V}_{50}$, $\dot{V}_{25}$, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ 等を測定し, A, B地区を比較検討したが, 両地区間に有意の差を認めることはできなかった。しかし, $\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$ において50m以内の居住者に異常増加例(3

*1) A地区とは道路端より500m以内, B地区とは500m以遠の地区

*2) %VC, :FUC(努力肺活量)の標準値に対する比

*3) FEV1.0%:1秒間に吐き出し得る空気量

例)のあったことは、今後更に精密な検査(例えばクロージングボリューム測定)と例数を増加しての検討が必要である。

② 耳鼻咽喉科検診

副鼻腔炎、上咽頭および咽頭側索の慢性炎症がA地区に比較して多い傾向が認められ、鼻咽喉に係る異常の訴えが多かった事実と一致している。

③ 語音聴取検査

A地区はB地区に比較して、自動車騒音の影響により語音の聴取が阻害されている。従ってA地区住民は日常会話、電話などに相当不自由を感じているものと思われる。

④ 尿、血液検査および頭髮中鉛量測定

尿中鉛量、血中鉛量、頭髮中鉛量は、何れも絶対値としては、一般市民の値と大差なく、鉛に対する異常暴露は考えられない。しかし、血中 δ -ALA-Dの低下、尿中 δ -ALAの増加等の所見の変化が認められるA地区も存在するので、排ガスの影響を考慮する必要があると考えられる。

なお、過去の大気中鉛量の測定値をみると、 $0.38\sim 1.45\mu g/m^3$ の範囲で、しかも逐年的に減少傾向がみられるので、さほど問題はないようにも思われる。

また、尼崎AおよびB地区は、工場による大気汚染の影響も考慮する必要があるだろう。

3)本調査は対象数も少く、また検査項目、方法などにもかなりの制約もあり、また医学的にも未解明の分野も多く、環境汚染因子と健康影響の関係について、十分な疫学的検討ができなかったが、一応先覚的役割は果たしたものと考えている。

今後、さらに精密な調査が実施され、データーの累積のうえに立って、適確な科学的判断をすることが必要であろう。

このように、確たる因果関係は明確になっていないが、千葉県は「千葉臨海地域公害防止計画」(昭和49年12月)において、 NO_x の削減目標を提示している。その内容は次の通りである。

『以下の施策を講ずることにより昭和53年度環境基準の中間目標を達成するものとする。』

なお、本削減目標は排出量と地上濃度が比例するという仮定のもとに試算したものであるが、移動発生源と固定発生源との排出負荷量及びその環境汚染への寄与率等について、

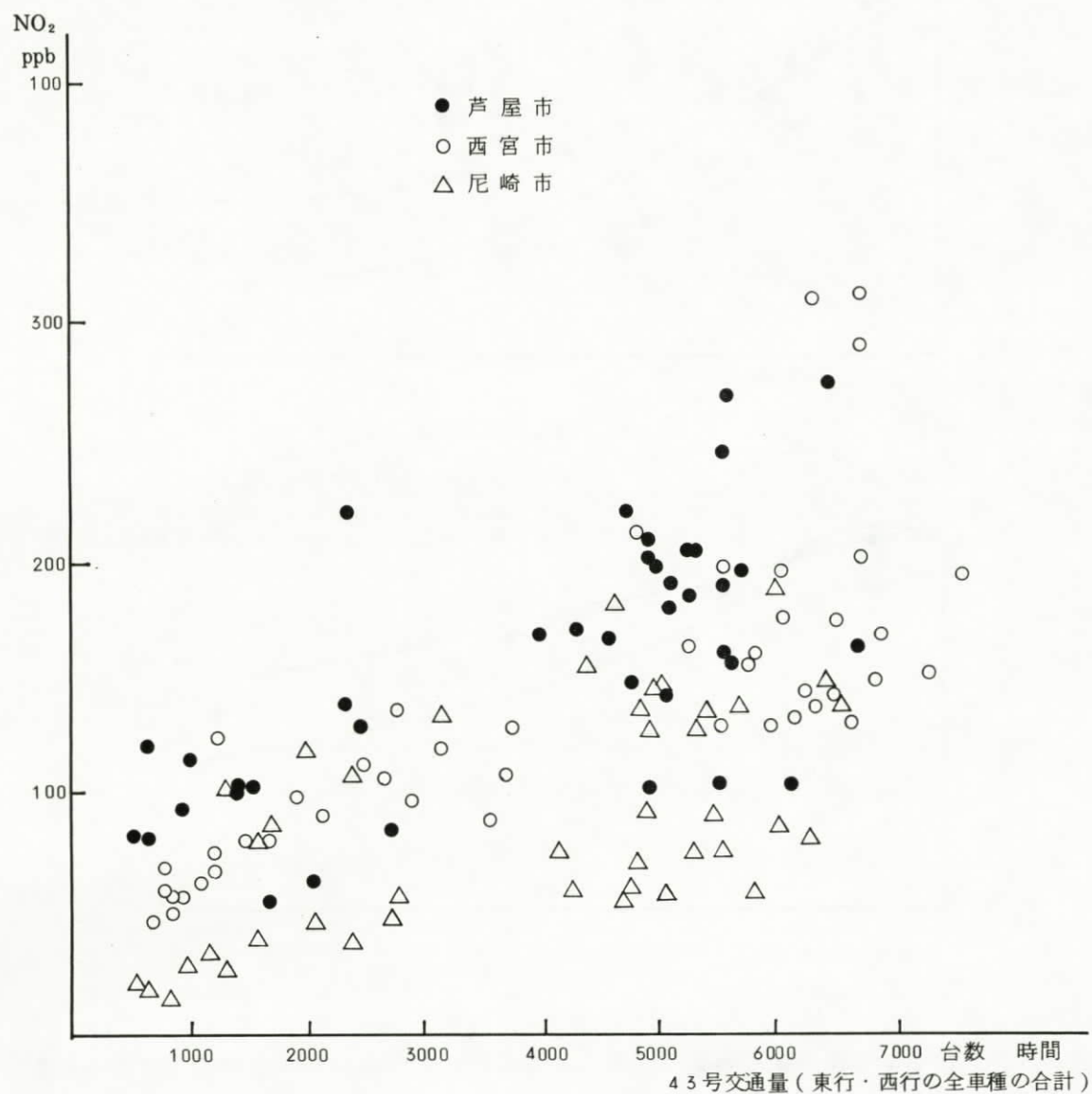
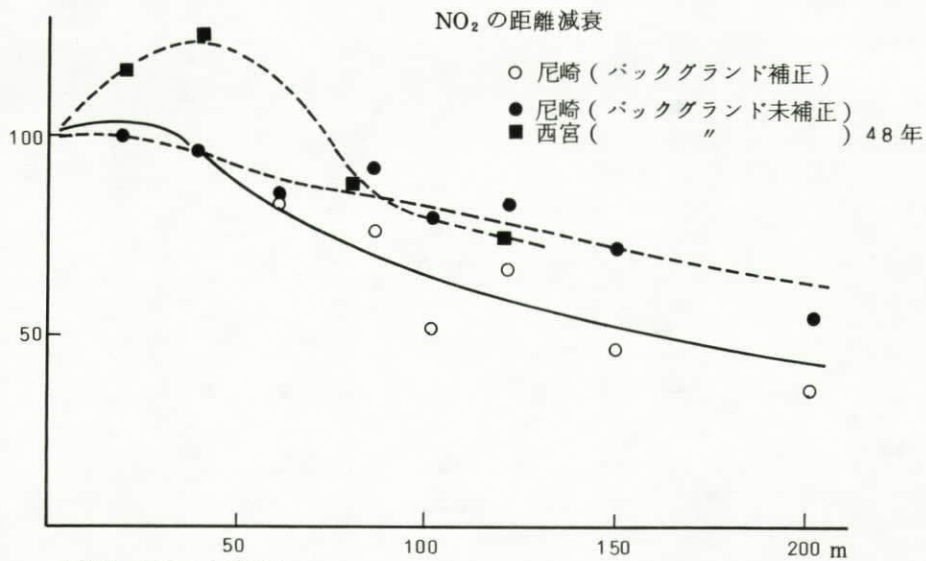
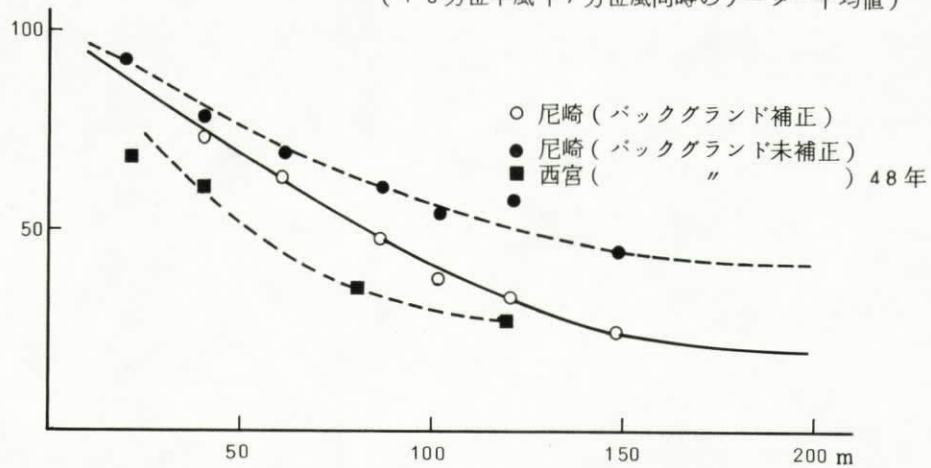


図 3 8 窒素酸化物濃度 (NO, NO₂) と交通量の関係 (S. 49. 8 ~ 9) (全風向を含む)
(出典: 自動車排ガス等にかかる沿線住民健康調査報告書: 兵庫県昭和 49 年度)

図 39 NO₂ の距離減衰

(16 方位中風下7 方位風向時のデータ平均値)



(出典: 図 38 と同じ)

解明が十分でなく, また今後その状況が変化する可能性もあるので現在調査中である。また環境容量のは握について早急に結論を出すとともに, さらに排出量のは握と拡散計算等その実態の解明に努め, 電算機等によるシミュレーション解析を実施し, 必要があれば目標値の改定を行うなど対策の確立を図るものとする。』

表 4 窒素酸化物の削減目標

(NO₂ t/年)

地区名	種類別 発生源	現状値	将来推定値 A		目標負荷量 B		要削減量 C=A-B		削減率 (C/A×100%)	
		48	53	56	53	56	53	56	53	56
東葛飾地区	固定	106.45	13,246	13,246	12,160	5,601	14,700	24,176	54.7	81.1
	移動	9,724	13,614	16,531						
	計	20,369	26,860	29,777						
千葉・市原地区	固定	109,912	184,959	177,322	80,146	36,853	117,902	156,361	59.5	80.9
	移動	9,354	13,089	15,892						
	計	119,266	198,048	193,214						
君津地区	固定	29,420	29,875	29,875	26,951	12,378	7,589	23,164	21.9	65.2
	移動	3,328	4,665	5,667						
	計	32,748	34,540	35,542						
計	固定	149,977	228,080	220,443	119,257	54,832	140,191	203,701	54.0	78.7
	移動	22,406	31,368	38,090						
	計	172,383	259,448	258,533						

注 1) 移動発生源は、昭和 46 年度交通情勢調査成果表によりガソリン車、LPG 車については環境庁による原単位を、軽油車については東京都による原単位を使った。

自動車台数の伸びは勾配 1/8 の直線的増加で、新車交換率は 20% と仮定した。

注 2) 固定発生源は

東葛飾地区 公害対策実態調査資料による排ガス量×300ppm

千葉・市原地区 } 公害対策調査資料による。
君津地区 }

注 3) 算出は比例方式により、バックグラウンドは 0.003ppmNO₂ とした。

また、環境測定値は測定時間 6,000 時間以上で、比較的移動発生源からの寄与が少ないと思われる測定局における 98% tile 値を使った。

東葛飾地区 0.065ppm(NO₂) 市川市役所

千葉地区 0.074ppm(NO₂) 桜木小学校

市原地区 0.055ppm(NO₂) 市原市センター

君 津 地 区 0.048ppm(NO₂) 木更津市役所

注4) 53年度の目標負荷量は1日平均値の60%値によるものであるが、暫定的に1日平均値の98%値0.04ppm(全国平均)を用いた。

また、三重県は「四日市地域に係る公害防止計画」(昭和49年12月)において表5に示す窒素酸化物の負荷量削減計画を立てている。この削減計画により表6に示す環境目

表5 窒素酸化物の負荷量削減計画

(出典：四日市地域に係る公害防止計画)

種 別	現状(S48)の負荷量	将来目標の負荷量	削 減 率
固定発生源	29,671t/年〔92.9〕	(9,900)t/年〔83.2〕	(66.7) %
移動発生源	2,253 〔 7.1〕	(2,000) 〔16.8〕	(11.2)
計	31,924	11,900	62.7

注) ()内数値は本文より求めたものである。〔 〕内数値は構成比

標値を設定している。ここで、二酸化窒素の日平均値における固定発生源の寄与は58.8%、移動発生源の寄与は41.2%としている。つまり、三重県においては、排出量と地上濃度が比例するという仮定(千葉県)はとらず、同一排出量であれば、移動発生源が約3.5倍の寄与をするとしている。この設定は汚染状況のシミュレーション結果に基づいている。

以上のような目標値は「目標平均に達成されなければならない」という建前的な意味が強く、実際の実現性は不明であろう。

以上のように、自動車による様々な影響は出ていると考えられるが、その影響が何によって生起しているかは明確化できないものも多くあるのが現状である。しかしながら、明確化できないからと言って何も政策を建てず、科学的にその生起原因が解明されるまで待つことはできない。そこで、交通規制等の政策を打ち出しているわけであるが、抜本的な解決には結びつかない。つまり、このような交通規制等を行ないながら、自動車公害の不

表6 二酸化窒素環境基準値並びに窒素酸化物環境目標値

種 別	二 酸 化 窒 素	窒 素 酸 化 物	
	日平均値(ppm)	日平均値(ppm)	年平均値(ppm)
固 定 発 生 源	0.01	0.02	0.01
移 動 発 生 源	0.007	0.014	0.007
バックグラウンドレベル	0.003	0.006	0.003

明確なところや問題のある部分には精度の高い調査，研究が必要なわけである。

このような自動車公害が顕著に生起している道路は，主要な幹線道路，都市内道路であり，この種の道路の持つ経済的意味は大きい。たとえば，前者の主要幹線道路として前述した国道43号線であるが，この道路は，陸路，海路を通して輸送されてきた物資を大阪府等へ送ぶルートになっており，ただ単に交通規制を強めるだけでは，阪神地方は言うにおよばず，二次的には全国的な経済へ影響を与えかねない。生鮮食料品が多いとなれば日常生活レベルの問題ともなってしまうので対策をそのレベルで考えなければならない。つまり，この国道43号線が沿道周辺に与える悪影響の解明と同時に，国道43号線が持つ（付与されてしまったと言うべきか）社会・経済的な意味を明確にしなければならないであろう。しかし主要幹線道周辺では，騒音，振動（道路構造上，橋の起終点や高架線の継ぎ目など多くの振源とることが多いため局地的になることが多い。）に関して，現行の環境基準不適合地域が多く，現行のままで日交通量10万8台程度の道路において，ほとんど不適合になってしまうと考えると良いのではないかと，となると，NO₂も前述したように，不適合であるなら，いわゆる三重苦であり，しかも，交通事故等の危険性をも持っている。

したがって，主要幹線道路が，生活道路なのか，産業道路なのか，またどちらのウェイトが高いのか，産業道路であるならばどのような物資がどこからどこへ運ばれているのか，また，それは別の交通手段や代替道路があるのかないのか明確にしなければ抜本的な対策は建てられない。つまり，単なる環境行政だけでは政策が打てなくなり，全国的な交通体系，産業構造とその配置等が大きなウェイトを占めてくると同時に，道路交通上の安全性のウェイトも大きくなる。たとえば，国道43号線において，膨大な資金を投入して1部（800m）既存1線車をつぶし，グリーン・ベルト（幅5m程度）を試験的に作り，今後，20kmの範囲で作るといわれている。しかし，これだけで環境基準を満たすこともできないし，（グリーンベルト近房では低減効果があったとされているが）これ以上，道路の幅員を減じること現行のままでほぼ不可能に近い。そこでこのような道路においては対策のたてようがないので代替道路の建設を行ない，通過交通量を減じるなどの方法も考えられる。また，このような道路においては，通行負荷金のような通行税，駐車禁止などのイヤガラセ的な対策では自動車公害がなくなるのではないだろうか。つまり，通

過交通量が多いということは通らざるを得ないから通るのであって、交通体系全体から考えなければ、自動車公害はなくならないであろう。他方、新交通システムなど、低公害として脚光をあびているようであるが、このシステムは基本的にローカルなものであって、上で述べたことの対策として、適応できないのではないだろうか。また既存の市街地にどの位導入できるかも今後の課題は多い。

道路騒音対策として、トラック用車線が設けられているが、どの程度の効果があるかは不明である。また、スピード制限による規制が行なわれているか（国道14号線における40km/h高・中速車規制など）、夜間の規制は現実問題としてむずかしい。このような状況下において、住民側は、「騒音、振動、排ガス等の影響により生活できない」として訴えており、「被害がないというならそれを証明して下さい」と行政側を訴えているが、因果関係の「ある」「なし」が科学的にも、行政的にも言えないのが現実で、これを「ある」とすると、いままでの全国の道路行政そのものが成り立たなくなってしまう。もちろん、道路行政は見直しに入っていると思われるが、ここで、受忍限度とは何が、また何をもって決めるのが、複合的な「自動車公害」に対してどのように対措するか、まだ残された問題であり、しかも、コスト・ベネフィットの考え方が日本に定着、定着までは言わなくとも、導入し、納得して行けるのかどうかも今後の課題であろう。

以上のことより、道路等の計画、調査が「作るため」、「計画的」、「容量的」であり環境行政に直接的に使えなかったこともあるが、固定発生源の規制を含めて、自動車の排ガス規制、交通規制などいままでの環境行政の対応の仕方では対応しきれず、調査をやればこと足りるということではなくなり、突込んだ調査が必要となり、それに基づき政策を建てねばならないのであるから環境行政の体質改善を含めて国土、運輸、建設、通産等の省庁と協力して抜本的な対策を建てなければならなくなっていると言える。

第3章 窒素酸化物削減対策の経済・社会的評価と対応

第1節 自動車排ガス規制の通商面への波及効果とその対応

わが国はエネルギー危機以前の昭和47年の中央公害対策審議会の中間答申から自動車排ガス規制対策をスタートさせた。これは排出規準の到達目標値を定めて削減対策の技術開発を促進してゆくべきであるというものである。

わが国は短期間の急激な経済成長によって、四大公害訴訟にみられるような世界に比類なき環境破壊に直面した。そして、その被害の深刻さゆえに経済性を除外し、健康を第一義とする形で環境政策を展開した。このような状況が許されたのは当時はまだ経済発展は永続するものと考えられていたからである。昭和45年に公害対策基本法から「経済との調和」条項が削除されたことは、わが国の公害の深刻さと当時の環境政策をとりまく背景をきわめて典型的に示している。

窒素酸化物削減技術の技術開発においても技術開発の成否を判断するための評価項目は専ら技術的可能性中心に据えられ、経済性に関する情報評価は基本的に除外された。しかし、昭和48年秋のエネルギー危機とそれに引続くわが国の経済の新しい環境変化はこの判断の前提を大きくかえることになった。つまり、わが国の経済社会における構造変化は国内経済においてインフレ対策と景気対策の谷間を綱渡りしながら低成長で推移せざるを得ないような不安定な状況を現出せしめ、国際的にはガット体制とIMF体制の崩壊の中での国際通貨の変動、さらには通商面における世界的な保護貿易の抬頭というきわめてセンシティブな状況を作りだしたのである。

このことは環境政策の経済的影響を支える経済的復元力を量的経済成長にもとめることができなくなったということであり、環境政策のあり方が経済・社会システムときわめて敏感に結びつく状況になったことを意味するのである。

本節では、減速経済下の環境政策のあり方として自動車排ガス規制の問題をとりあげ、次の3つの側面から自動車排ガス規制に関して国際的な合意を求める対応策を検討した。

- ① 世界経済は現在どんな問題に直面しており、それはどんな構造変化から由来しているのか。石油ショック以後我が国の貿易構造がどう変革を余儀なくされ、その中で自

動車産業はどんな役割を果たしてきたのか。

② 先進諸国において自動車産業はどのような位置を占めており、これまでの我が国からの自動車輸出はどのような影響をもたらしてきたのか。

③ 先進諸国の経済は石油ショック後の不況を乗切る為に保護貿易主義の傾向を強めてきているが、その中で自動車の排ガス規制がどのような波及効果をもたらすと考えられるか。先進諸国からのリアクションとの関連において我が国はどう対応を考えておかなければならないか。

1) 世界経済の構造変化とわが国の貿易構造

現在世界経済が直面している混乱は南の国々による新国際経済秩序の要求に起因しており、今後の先進諸国経済に及ぼす影響は予測し難いと理解しておく必要がある。南の国々の要求は戦後30年世界経済を支えてきたIMF・ガット体制という国際経済秩序が世界の富の分配を不平等にしてきたという考え方に基づいている。これに対し途上国のナショナリズムが資源を武器として前面に押し出されてきている。世界経済に深刻な不況をもたらした原油価格の4倍値上げは新国際経済秩序の確立を要求する南の国々の側の戦略のひとつに過ぎない。現在交渉が続いている一次産品問題、海洋法問題における主張もこの方向を志向する南の国々の戦略と言うことができる。

勿論、原油の4倍値上げをもたらした当時の世界経済は先進諸国の経済政策の誤りから発生した国際的過剰流動性によるインフレが存在した。しかし原油価格の値上げを可能にしたものは石油カルテルの結成および国際会議における南の国々の団結をもたらした世界政治情勢の基本的な変革によるものである。したがって今後世界経済が直面する諸問題の基本的な原因は極めて根深く、今後の世界経済は多極的な政治パワーと経済パワーの争いが交錯する未知で不安定な進路を歩まざるを得ないことになる。

石油ショック以後、ほぼ3年を経過した現在において原油価格の4倍値上げの影響はほぼ吸収され、今後世界経済は従来の経済発展のコースにもどるとの見方もある。しかし先進諸国の高失業率、政治的な不安定性の拡大、貿易競争の激化と赤字国のアンバランスの拡大、国際通貨市場の混乱などの現象は石油ショックの影響が世界の経済構造にすでに吸収されてしまったのではないことを示している。むしろ原油価格の4倍値上げの真の影響

が顕在化するのは今後であり、それは市広い中長期的な影響をもつことを重視しておく必要がある。しかも今年始めに行われた原油価格の再値上げは産油国の足並みの乱れを示しておりその影響は中長期的な影響と組合わされて問題をより複雑化させる。

日本経済は原油価格の4倍引上げによるインフレと不況を克服してきたが、その間日本経済に不可欠な原燃料、食糧の対外依存度が拡大してきたことに注意しなければならない。昭和50年の原油輸入代金は196億ドル(51年上期95.6億ドル)輸入総額に占める比率は33.9%(同33.3%)であり、これにその他の原燃料、食糧の輸入を加えるとその額は輸入総額の約60%に達している。つまり、日本経済の存立はこれらの必需品を輸入する為の外貨獲得、すなわち輸出産業の発展に大きく依存している。

これをさらに詳しく見るために昭和35年から昭和51年上期までの我が国の輸入品のうち、主要食料品と主要燃料の内訳を表3.1に示した。輸入総額に占める食料の割合は昭和35年から昭和50年までほぼ一定で約10%の水準にあったが、主要原燃料の割合は22%から48%まで増加してきた。この理由は言うまでもなく、原油の値上がりによるものであった。原油の輸入金額は昭和45年の22億ドル(総輸入金額の11.8%)から昭和50年の196億ドル(同33.9%)までに増加し、その間約174億ドルの負担増加となった。原油の輸入によって産油国との貿易収支が大幅な赤字になったことは先進諸国に共通して見られるがその間我が国が貿易収支を均衡させてきたことは産油国以外の国々との貿易において赤字に見合う黒字を計上してきた、つまり自動車、鉄鋼、造船、電機製品などの重化学工業製品が外貨を稼いできた理由にもとづくものである。

我が国の貿易収支を相手国別に区分すると貿易収支の赤字は資源産出国に集中しており、その他の先進諸国、発展途上国に対しては黒字を計上している。我が国から見た貿易収支の黒字、赤字別に相手国を区分し、表3.2に示した。資源産出国としてはカナダ、オーストラリア、インドネシアの他に石油産出4ヶ国に対する赤字が大きく、7ヶ国を合計して昭和50年、152億ドルである。他方我が国が貿易収支の黒字を計上しているEC、EFTA、ラテンアメリカ、韓国、台湾、香港、シンガポールの東南アジア諸国、及び共産圏諸国で黒字額の合計は136億ドルに達している。この中で特に注目すべき相手国はEC諸国で45年の黒字はわずか1億8,000万ドルであったが50年では23億ドルと黒字幅が、10倍以上に増大してきた。我が国と同様、資源エネルギーの多くを域外に依存して

表 3・1 わが国の主要輸入原燃料・食料の輸入金額推移

(単位：100万ドル)

	昭和35年	40年	45年	48年	49年	50年	51年上期
主 要 食 料 品	490.4(10.9) [%]	959.2(11.7) [%]	1,637.5(8.7) [%]	3,554.4(9.3) [%]	5,141.6(8.3) [%]	5,770.8(10.0) [%]	3,011.2(10.5) [%]
内訳 肉 類	14.2	45.2	145.2	834.1	482.7	658.7	193.2
小 麦	176.9	251.1	318.4	659.9	1,210.8	1,117.0	620.4
大 豆	107.4	225.8	365.8	771.5	882.3	940.3	494.0
とうもろこし	78.3	197.4	294.0	552.3	878.0	870.0	437.8
こうりゃん	2.4	83.8	230.4	302.7	530.6	496.2	257.7
砂 糖	111.2	155.9	283.7	433.9	1,157.2	1,688.6	1,008.1
主 要 原 燃 料	990.2(22.0)	2,333.7(28.6)	6,026.0(31.9)	12,416.8(32.4)	27,521.8(44.3)	27,916.5(48.2)	13,668.7(47.5)
内訳 鉄 鉱 石	213.7(4.8)	523.6(6.4)	1,208.2(6.4)	1,652.2(4.3)	2,076.4(3.3)	2,197.7(3.8)	1,099.3(3.8)
石 炭	141.2(3.1)	270.3(3.3)	1,010.1(5.3)	1,353.6(3.5)	2,864.0(4.6)	3,454.4(6.0)	1,723.0(6.0)
原 油	465.0(10.4)	1,047.3(12.8)	2,235.6(11.8)	6,000.0(15.7)	18,898.5(30.4)	19,643.8(33.9)	9,564.0(33.3)
木 材	170.3(3.8)	492.5(6.0)	1,572.1(8.3)	3,411.0(8.9)	3,682.9(5.9)	2,620.6(4.5)	1,282.4(4.5)
総 輸 入 額	4,491.1	8,169.0	18,881.2	38,313.6	62,110.5	57,863.1	28,746.7

出所：外国貿易概況（日本関税協会）

表 3. 2 相手国別輸出・輸入金額・貿易収支の推移

(単位: 100万ドル)

	昭和45年			昭和50年		
	わが国からの輸出	わが国の輸入	貿易収支	わが国からの輸出	わが国の輸入	貿易収支
1) わが国の輸出超過の相手国						
アメリカ	5,940	5,560	+380	11,149	11,608	-459
E C	1,303	1,117	+186	5,675	3,371	+2,304
イギリス	(480)	395	+ 85)	(1,473)	810	+663)
ドイツ	(550)	617	- 67)	(1,661)	1,139	+522)
E F T A	1,059	750	+309	1,435	773	+662
ラテンアメリカ	1,187	1,373	-186	4,765	2,524	+2,241
韓国	818	229	+589	2,248	1,308	+940
台湾	700	250	+450	1,822	812	+1,010
香港	700	92	+608	1,378	245	+1,133
シンガポール	423	87	+336	1,524	399	+1,125
アフリカ	1,005	693	+312	4,087	1,111	+2,976
共産圏	1,045	887	+158	4,683	3,006	+1,677
小計	14,180	11,038	+3,142	38,766	25,157	+13,609
総額に対する比率	(73.4)	(58.5)		(69.5)	(43.5)	
2) わが国の輸入超過の相手国						
カナダ	563	929	-366	1,151	2,499	-1,348
オーストラリア	589	1,508	-919	1,739	4,156	-2,417
インドネシア	316	637	-321	1,850	3,430	-1,580
イラン	179	995	-816	1,854	4,978	-3,124
サウジアラビア	84	435	-351	1,351	6,135	-4,784
クウェイト	94	308	-214	367	2,012	-1,645
アラブ首長国				420	1,774	-1,354
小計	1,825	4,812	-2,987	8,732	24,984	-16,252
総額に対する比率	(9.4)	(25.5)		(15.7)	(43.2)	
中近東	(634)	2,337	-1,694)	(6,075)	16,477	-10,402)
総額	19,318	18,881	+437	55,753	57,863	-2,110

出所: 外国貿易概況 (日本関税協会)

いるEC諸国にとって対日貿易の赤字は、産油国に対する赤字に上乗せされる為、国際収支への影響は特に深刻でそれが対日貿易収支をバランスさせるような圧力となってきた。

石油ショック以後、外貨獲得に特に重要な役割を果たしてきたものが自動車産業である。昭和45年の我が国の輸出は鉄鋼、繊維、家電製品、船舶、自動車の五大輸出商品によって支えられてきた。石油ショック以後の昭和50年、51年上期には輸出商品の構成は鉄鋼（総輸出金額の18.3%と16.0%）、自動車（同11.1%と14.0%）へ、船舶（同10.8%と9.8%）の三大商品へと変ってきた。このうち船舶は受注が急減しているので今後の輸出商品の主流は鉄鋼と自動車の二つに頼らざるを得ないことになる。その中で自動車産業の伸び率は大きく、昭和50年の輸出額は61.9億ドルに達しており、原油支払代金の約 $\frac{1}{3}$ または食糧輸入額にほぼ匹敵している。自動車産業はまた関連産業の拡がりや雇用吸収力の面からも景気回復の原動力になってきた。

産油国に対して莫大な外貨を支払わなければならないという事情は、アメリカ、ECなど先進諸国で共通している。産油国へのオイルマネーの集中化による貿易収支のアンバランスは先進諸国、特にイギリス、イタリアにおいてインフレ、不況と通貨レート混乱をもたらした。OECDの調査によると73年末と76年末の経常収支はOECD加盟先進国では25億ドルの黒字から200億ドルの赤字へ、非産油途上国は、25億ドルの赤字から210億ドルの赤字へ石油輸出国機構諸国(OPEC)は35億ドルの黒字から510億ドルの黒字へと劇的な変化を遂げるものと予想されている。また途上国の債務は73年末の1160億ドルから75年末には1500億ドルに増大し南北問題の解決をより困難にしている。^{註)}産油国に蓄積されたオイル・マネーを還流させようとする先進諸国の輸出ドライブは極めて強く、食糧、プラント、武器、航空機から原子力発電所まで輸出商品として利用せざるを得ないところに問題の深刻さを見ることができる。またアメリカの食糧武器論、ECによるロメ協定の成立などは、国際収支の問題だけでなく資源確保を最大の狙いとする先進諸国の戦略である。この様なアメリカ、EC諸国の動きに比較し、格別の対抗手段を持たない我が国にとって輸出産業は、国際収支だけでなく、資源確保に不可

註) 朝日新聞 51年10月13日

表 3. 3 わが国の主要輸出品の輸出金額の推移

(単位：100万ドル)

	昭和35年	40年	45年	48年	49年	50年	51年上期
織 維	1,223.4 (30.2) %	1,581.7 (18.7) %	2,407.5 (12.5) %	3,278.8 (8.9) %	4,064.8 (7.3) %	3,718.7 (6.7) %	1,983.5 (6.4) %
化 学	181.1 (4.5)	546.9 (6.5)	1,234.5 (6.4)	2,147.0 (5.8)	4,059.0 (7.3)	3,888.8 (7.0)	1,793.9 (5.8)
鉄 鋼	388.1 (9.6)	1,290.4 (15.3)	2,843.7 (14.7)	5,304.0 (14.4)	10,757.7 (19.4)	10,176.5 (18.3)	4,935.0 (16.0)
家 電	156.9 (3.9)	380.9 (4.5)	1,529.5 (7.9)	2,635.9 (7.1)	2,816.0 (5.1)	2,685.4 (4.8)	1,834.3 (6.0)
自 動 車	78.1 (1.9)	237.3 (2.8)	1,337.4 (6.9)	3,611.9 (9.8)	5,227.4 (9.4)	6,190.4 (11.1)	4,313.3 (14.0)
二 輪 車	8.1 (0.2)	150.1 (1.8)	383.7 (2.0)	855.2 (2.3)	1,394.4 (2.5)	1,156.8 (2.1)	565.1 (1.8)
船 舶	288.1 (7.1)	747.9 (8.8)	1,409.6 (7.3)	3,818.9 (10.3)	5,599.5 (10.1)	5,998.2 (10.8)	3,018.6 (9.8)
輸 出 総 額	4,054.5	8,451.7	19,317.7	36,930.0	55,535.8	55,752.8	30,812.5

出所：外国貿易概況（日本関税協会）

欠な役割を果たしているのである。

2) 先進諸国における自動車産業の位置づけ

自動車産業は消費者の交通・レジャー手段としてのニーズ、物流に果たしている役割、関連産業のひろがり、大量な需要によって支えられた量産体制などの側面から見られる如く技術を集約した基幹産業の一つである。自動車の量産国は先進国の中においても数少なく、年産100万台以上に達している国は、日本、アメリカ、フランス、西ドイツなど8ヶ国にしかすぎない。その他の国々はほとんど先進諸国からの輸入に頼っている。自動車はその量産効果と付加価値の大きさのため先進諸国にとって内需を充足するだけでなく重要な輸出戦略産業である。先進諸国に対する我が国の自動車輸出問題については次に述べるような先進諸国における自動車産業の位置づけを分析しておくことが必要である。

(1) アメリカにおける自動車産業

アメリカにおける自動車産業は次のような特徴によって位置づけることが出来る。

①自動車は日常生活において唯一不可欠な交通機関である。 ②自動車産業はアメリカの景気を支配する大きな原動力である。 ③関連産業を含めると自動車産業の雇用に占めるシェアは極めて大きい。 ④自動車関係の労働組合の力が強く保護貿易主義的な傾向を持っている。 ⑤多国籍化しておりヨーロッパの自動車市場で大きなシェアを持っている。

1973年末におけるアメリカの自動車の保有台数は1億2,600万台に達しており、人口1,000人当たり541台に相当する。アメリカ生活の中に自動車は深く組入れられており公共交通機関、都市構造の面から自動車なしでの生活は考えられない。またエネルギー消費の面から見ても輸送機関によって消費されるガソリンの量は膨大であり、我が国のガソリン消費量と段違いである。人口1,000人当たりの保有台数ではヨーロッパの諸国の平均300台、我が国の210台に比べて圧倒的に多い。平均的な耐用年数を10年としても年1,260万台の自動車需要をもつ巨大なマーケットである。

1975年の景気回復は1975年3月に成立した1975年減税法による消費の立ち直りにあつたとされているが、自動車の販売増加も大きく寄与してきた。アメリカ経済が景気のパトムを打った時期とその後の生産指数の伸びが自動車産業のそれと殆んど

類似のパターンを持っていることからアメリカ経済における自動車産業の主導的な役割を見ることができる。

アメリカの就業者数約 8,500 万人のうち直接生産、下請け輸送、ガソリンスタンド、小売りなどの分野で自動車関係の業務に従事している労働者は 1,300 万人にも及ぶと言われており、就業者総数の 15% に達している。自動車産業に直接雇用されている人々、69万 5000 人の中、レイオフされた人の数は最悪期の 75 年 2 月には 27 万人、全体の 38.8% であった。その後自動車産業の回復とともに雇用が増加し、1976 年 3 月現在では 6 万人、8.6% にまで減少した。

輸入自動車反ダンピング法に基づくダンピング容疑としてデント下院議員（75 年 6 月 20 日）及び UAW（全米自動車労組）（75 年 7 月 11 日）から提訴されたのは、自動車産業のボトムでレイオフが多かった時期に相当する。また、レイオフが 4 分の 1 以下になった 76 年 5 月にダンピング調査が中止されたことなどから見ると自動車産業における雇用問題の重要性は明らかである。アメリカの労働組合の中でも自動車労組は賃上げ要求ではリーダーの立場にあり、最も強力な組合であると言われている。UAW が反ダンピング調査の提訴をしたことは自動車労働組合の政治的な力の強さを示している。雇用確保は労組の重要な目的となっており、景気の不振に基づく雇用不安に対しては保護貿易主義的な活動に走り易い。

アメリカの自動車 3 大メーカー、フォード、GM、クライスラーは多国籍企業でそれぞれヨーロッパに系列会社を持っている。1974 年の統計によれば EC 市場での需要量 660 万台に対してアメリカ系の自動車メーカーの生産台数は 164 万台、24.8% に達している。特にイギリス市場（41.4%）及び西ドイツ市場（31.0%）ではアメリカ系自動車メーカーの市場に占めるシェアは大きい。

1974 年アメリカとヨーロッパの間の自動車貿易のバランスはアメリカ側の大幅な輸入超過で、ヨーロッパ車の輸入台数 81 万 7,000 台は日本車の 69 万 7,000 台に比べてやや大きい。しかしアメリカの多国籍企業の売上げはヨーロッパ市場で 164 万台のシェアを持っており、国際収支の面から見ればアメリカ側の大幅な輸出超過である。

自動車産業の多国籍化はメーカーにとってヨーロッパ市場における収益源であるが、労働組合側にとってはそれだけ雇用の機会を減少させるものとして関心が高い問題

である。1975 年末からの景気回復で鉱工業生産指数は 1976 年 4 月現在対前年同月比 11.9% の増加を示しており、自動車生産は 1976 年 4 月に生産台数 1,064 千台、生産指数で対前年同月比 36.4% の増加であった。しかし失業率は 1976 年 4 月現在 7.5% で、ピークの 1975 年 5 月の 8.9% に比べ微減、好況の 1973 年 1 月の 4.7% に比べ大幅増のレベルにある。

景気回復によって個人所得が増加すれば、当然自動車需要も増大するが、今回の需要回復では大型・中型の伸びが大きく、小型車、輸入車のシェアが縮小している。この理由としてはガソリン価格の安定、景気回復への自信から来る消費者の大型車選好などが挙げられている。

中長期的な視点から見てアメリカの自動車産業を考える場合に環境政策と 1974 年のエネルギー保全法の影響を配慮しておく必要がある。現在の消費者の選択は大型車を指向しているとは言ってもマスキー法に規定された排ガス規制が実施された場合には、その対策技術は大型車に比べてエンジンの排気量が少ない小型車の方が遙かに有利である。さらにガソリンの消費節約を狙っている燃費保全法案では 1980 年までに 20 mil/ガロン、1985 年までに 27.5 mil/ガロンの水準まで燃費を引き上げることが要求されている。この場合取りうる対策としてはエンジンの効率性向上以外に車の軽量化と小型化が必要とされよう。

今後アメリカの自動車産業の中心が小型車に移ってくるとすると輸入車とまともに競争することになる。人件費が高く、且つ地域的に分散された市場に対して量産が要請されているアメリカの自動車産業の体質では大型車に比べて小型車の場合は採算が低下すると言われている。自動車産業がアメリカの産業構造の中で占めている役割及び雇用への影響を考えるとマーケットのニーズが小型車へ志向したとしても現在以上に輸入車のシェアを拡大することは困難であろう。すると国際的な競争力の低下を余儀なくされる小型車の分野では輸入を制約するなんらかの処置がとられる可能性が出来てくる。

(2) EC 諸国における自動車産業

対日貿易では大幅な赤字に悩んでいる EC の産業において、自動車産業は重要な外貨獲得源である。EC の自動車市場は域内無関税によって域内各国での輸入車の比率

がアメリカ市場よりも大きく、20～30%に達している。

フランス、イタリアにとって貿易収支が赤字の中で自動車産業は黒字を稼いでおり、またドイツの場合も総輸出額の約6%を占める自動車貿易が黒字の10%～20%を稼いでいる。貿易収支への寄与から見ると自動車産業の戦略的な位置づけが明らかである。EC側として自動車の輸出を拡大したい、そのための障害を排除したい、という要望が強く日本からの自動車輸出の拡大に強い危機を抱いていると見ることが出来る。

ヨーロッパにおいても自動車産業は多くの関連産業を要する基幹産業である。西ドイツの例をとって見ると自動車産業は直接生産に従事する従業員は、58万5千人、小売り販売まで含めると約140万人の人が自動車関連の事業に従事しており、就労者総数2,640万人の5.4%に相当する。定義をもっと広げて下請け業者、ガソリンスタンド、タクシー、交通巡査まで含めると就業者のうち $\frac{1}{7}$ ないし $\frac{1}{8}$ の人々が直接又は間接に自動車工業に関連していると言われている。

ヨーロッパの労働組合は、わが国のごとく企業別労働組合でなく職能別労働組合であるため自動車のように多くの段階に至る産業では一つの企業の中でも数多くの組合を対象として労働問題を扱わなければならない。ある工程の労働組合が労働交渉に不満でストライキに入った場合には、流れ作業全体が中断してしまう。ヨーロッパ各国でも労働組合のパワーが強く、雇用の確保を主張してアメリカの自動車労組と同じような形で輸入車を制限するような方向に動く可能性を多分に持っている。

対EC貿易で最大の問題は貿易収支のアンバランスである。ECとの貿易規模が小さかった1970年には黒字幅は2億ドル弱、輸出額14%程度であったが、年を経るにつれて黒字幅が拡大し1975年では23億ドル、輸出額の40%にも達している。(表3・4)

貿易収支は貿易全体としてバランスがとればよいと言うことも可能であるが、EC側から見ると対日赤字がこのように拡大していることには大きな危機感をもっており、昨年5月のイギリスのクロスランド外相、7月のEC委員会のゴンデラック委員、7月のフランスのシラク首相などECの要人の来日の目的が対日貿易の拡大にあったことからその危機感を見ることが出来る。

わが国と同様資源・エネルギーの賦存量が乏しいEC諸国では、産業構造は重化学

表 3・4 対 E C の貿易収支の推移

(単位: 100万ドル)

年 次	わが国からの輸出(A)	わが国の輸入	バランス(B)	B / A
1965	485 (5.7)	392 (4.8)	93	0.192
1970	1303 (6.7)	1117 (5.9)	186	0.143
1973	4400 (11.9)	3177 (8.3)	1223	0.278
1974	5968 (10.7)	3982 (6.4)	1986	0.333
1975	5675 (10.2)	3371 (5.8)	2304	0.406

() はわが国の輸出入総額に占める割合

出所: 外国貿易概況(日本関税協会)

工業に特化しており、輸出によって資源・エネルギーの購入に必要な外資を獲得しなければならない。すると E C からの輸出製品は、わが国の製品と相互補完性がなく、まともにわが国と競合し、しかも生産性格差が存在するので、わが国への輸出は困難である。他方ヨーロッパの先端的な技術製品である S S T、武器、航空機、原子力関係設備などは、わが国が輸入することには困難な事情にある。

生産性の格差は、E C 諸国内の大企業に同族企業が多く市場の寡占化が進んでいることも一つの原因である。経済運営が保守的になり、企業レベルで見ても年 20% も生産が拡大すればそれで満足されている。日本の輸出産業の過当競争と言われてまでの市場進出、年に 2～3 倍のテンポで増加する集中豪雨的な市場進出は、たとえ輸出の絶対量が大きくなくても特に刺激的である。

3) 日本車の国際競争力とわが国からの自動車輸出

(1) 日本車の国際競争力

今後のわが国経済の基本的な方向は外貨獲得のための輸出強化と産業構造の高度化にある。技術集約度の高く輸出額の 15% を占めており、関連産業の広がり大きい自動車産業はこのような視点から見ると、育成すべき産業の一つであると言える。これは基本的にはわが国の自動車の国際競争力はきわめて強いからである。今後のわが

国の自動車の輸出競争力は、53年度規制のような環境問題への対応と対外的な依存度を低める燃費節約の2つの方向からも左右される。以下わが国の自動車の国際競争力を、①価格、②燃費、③非価格競争力、④市場開発への努力、⑤技術開発力、の5点を取り上げ分析する。

マーケットの規模と国民所得の高さから輸入車受入れ能力が最も大きいアメリカ市場において、最近日本車は特に競争力を強めてきている。アメリカの市場で輸入車の台数が最も多かった1971年に、ドイツ車のシェアは約50%であったが、現在では20%台に低下し日本車が60%以上のシェアを占めるに至っている。ドイツ車が減少した原因は、フォルクスワーゲンのスタイルが時代おくれになり最近の好みについて行けなくなったこと、マルク切上げによって価格競争力が低下したこと、石油価格の上昇によって輸送費が値上がりしたことなどがあげられている。これに比べ日本車は、近年人件費の値上がりが大幅であったにも拘らず量産化による生産性の向上、コスト・ダウンが行なわれた。その例として最近のアメリカ市場における輸入車のシェアと平均単価を表3・5に示した。ドイツ車の平均輸入価格、約4,000ドルに比べて日本車の価格が2,500ドルにしかすぎない。

日・米・欧の代表的な車種の燃費を1976年モデルで比較したものが、表3・6の通りである。市内と高速道路の燃費を統合した調整値で見ると日本車は、ほぼ35マイル／ガロン、フランスのルノー、ドイツのフォルクスワーゲン、アメリカの小型車であるシベット、ピントーは、ほぼ30マイル／ガロンのレベルで日本車に比較し燃費の点で約10%劣っている。さらにアメリカのレギュラーサイズ的車であるGMのカトラス、フォードのグラナダの燃費は16～19マイルで、日本車のほぼ $\frac{1}{2}$ にしかすぎない。

ガソリン価格の上昇によって自動車を購入するときに消費者が重視する点は自動車の価格そのものよりも燃費に移ってきており、燃費の少ない日本車の国際競争力は強いといえる。昭和50年度の通商白書によるとわが国の自動車の非価格競争力は燃料消費量が少ないこと、高度な生産・品質管理と優秀な労働力によってもたらされた品質の良さ、信頼性などの点にあるとされている。

1970年からこれまでのスイス市場における日本車輸入量の増減がわが国の自動車の非価格競争力を示す一つの例となる。すなわちスイス市場では日本車のシェアは、1971

表 3・5 アメリカ市場における輸入車の
シェアと平均単価（除カナダ）

		輸入台数シェア		輸入金額シェア		平均輸入価格 (ドル/台)
		千台	%	百万ドル	%	
日 本	1975	695.6	55.9	1,741.6	41.4	2,504
	1976.I	305.0	62.9	757.9	52.2	2,485
ド イ ツ	1975	370.0	29.8	1,508.6	35.9	4,077
	1976.I	99.0	20.4	402.1	27.7	4,062
イ タ リ ア	1975	102.3	8.2	324.7	7.7	3,174
	1976.I	30.2	6.2	91.6	6.3	3,033
英 国	1975	67.1	5.4	178.3	4.2	2,657
	1976.I	19.9	4.1	59.9	4.1	3,010
スウェーデン	1975	52.0	4.2	234.3	5.6	4,506
	1976.I	15.7	3.2	83.1	5.7	5,293
フ ラ ン ス	1975	15.6	1.3	45.6	1.1	2,923
	1976.I	8.8	1.8	23.6	1.6	2,682

出所：アメリカ商務省貿易統計

表 3・6 日米欧の代表車種の燃費比較
1976年モデル（マイル/ガロン）
49年連邦

	市 内	高 速	調整値
ホンダシビック 5スピード	31	44	36（カリフォルニア）
ニッサン B210G/M	29	41	33
マツダマイザー	32	42	35
ルノー5 G/M	28	40	32
VW ビートル	26	28	30
GM シベット 1.6ℓ G/M	30	39	33
フォード ピント140G/M	24	35	28
GM カトラス 260IN ³ M	16	26	19
フォード・グラナダ 350IN ³ A	14	18	16

出所：日刊自動車新聞 51年1月8日，1月12日

年に10.8%、72年に13.3%と急速に拡大した。その理由は、①日本車がヨーロッパ車に比べ10~15%価格が安かった。②ヨーロッパ車と異なり自動車の付属品が価格の中に含まれていた、などとされている。ところが1974年には輸入台数が1972年のほぼ4割に低下し、シェアも7.3%に激減した。その理由としては、①円切上げ、日本のインフレなどにより日本車の価格面での有利性が、急速に失なわれた。②競争が激化する中でヨーロッパ車も日本車に対抗して付属品を価格の中に入れてきた。③日本車急増に対する反動があったことなどが挙げられている。その後は日本車の普及につれて、しだいにエンジンやギヤ・ボックス部品など品質面での性能の良さが、ヨーロッパ車よりもすぐれているとの評価が、徐々に認識され、再び日本車のシェアも回復しつつある。

日本車の競争力が強いもう一つの理由としては市場開発への努力が挙げられる。日本、アメリカ、ヨーロッパで作られた自動車の輸出先のなかで、年2万台以上輸出されている国（アメリカ、スウェーデンは輸出台数が少ないため、年1万台以上の輸出相手国も算入した。）をリストアップして表3.7に示した。輸出相手先国の数が多いのは日本、西ドイツ、フランスのそれぞれ14ヶ国である。西ドイツ車についてはEC内及びEFTA諸国とアメリカ、カナダ、南アフリカといった先進国が主体である。フランス車のEC、EFTA、アメリカ中心は西ドイツ車と同じ傾向にあるが、ルーマニア、スペイン、アルゼンチン、アルジェリアなどに多角化されている。日本車は、輸出量の $\frac{1}{2}$ が、アメリカとオーストラリア向けである。ヨーロッパでは、イギリスを除き、ベルギー、オランダ、フィンランド、ポルトガルといった自動車の非生産国、その他には、プエルトリコ、マレーシア、サウジアラビア、ナイジェリアなどへ輸出されている。EC、EFTAという地理的、政治的に近い国々に輸出先を求めている西ドイツ、フランスに比べ、輸出先を多角的に拡大しているわが国の自動車輸出はそれだけ輸出努力をつみ重ねてきていると言うことが出来る。

技術開発力の一つの指標として排ガス規制技術を取りあげてみると、日本の自動車メーカーの技術開発力は海外のメーカーのに比べてすぐれている。海外では、三元触媒使用によるボルボがあるだけで、その他のメーカーは技術開発の可能性について否定的である。それに対してわが国では1972年にすでにホンダと東洋工業が希薄燃焼及びロータリーエンジンによって排ガス対策が可能であることを公表しており、現時点では、国内他社もい

表 3・7 1974 年における主要自動車生産国の輸出相手国と輸出台数

自動車生産国 輸出相手国	日 本	アメリカ	西ドイツ	イギリス	フランス	イタリア	スウェーデン
<u>欧 州</u>							
ベルギー	48.2(2.8)		114.3(6.7)	43.6(7.7)	130.3(7.4)	29.5(4.3)	
フランス			113.4(6.6)			77.2(11.4)	
西ドイツ					23.7(1.3)	115.4(17.0)	
アイルランド				27.6(4.9)			
イタリア			90.3(5.3)	50.8(9.0)	211.1(12.0)		
オランダ	51.9(3.0)		93.8(5.5)		125.9(7.1)	33.3(4.9)	
イギリス	87.8(5.1)		63.9(3.7)		95.2(5.4)	47.3(7.0)	27.5(200)
<u>E F T A</u>							
オーストリア			76.0(4.5)		39.2(2.2)		
フィンランド	20.2(1.1)						
ノールウェイ			28.0(1.6)				
ポルトガル	26.5(1.5)						
スウェーデン			81.4(4.8)		28.2(1.6)	21.6(3.2)	
スイス			65.5(3.8)		49.5(2.8)	25.8(3.8)	
ルーマニア					55.1(3.1)		
スペイン					257.6(14.6)		
<u>大 洋 州</u>							
オーストラリア	198.8(11.5)						
ニュージーランド				49.8(8.8)			
<u>アメリカ</u>							
アルゼンチン					87.8(5.0)		
カナダ	112.0(6.5)	516.6(86.0)	33.0(1.9)				
メキシコ	22.9(1.3)		24.0(1.4)				
アメリカ	683.6(39.6)		651.6(38.2)	72.7(12.9)	225(1.3)	107.9(15.9)	55.0(40.0)
プエルトリコ	20.3(1.2)						
<u>ア ジ ア</u>							
イ ラ ン				73.0(12.9)			
日 本		13.3(2.2)	23.3(1.4)				
マレーシア	29.2(1.7)						
サウジアラビア	23.2(1.3)	10.3(1.7)					
<u>アフリカ</u>							
アルジェリア					24.0(1.4)		
ナイジェリア	20.1(1.2)						
南ア共和国	58.7(3.4)		32.1(1.9)	51.2(9.1)	29.7(1.7)		
合 計	1727.4	600.9	1706.9	564.8	1765.3	678.2	137.4
輸入国選定基準(千台)	20.0	10.0	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0
輸 入 国 数	14	4	14	7	14	8	2
上記の国への輸出割合(%)	81.2	89.9	87.3	65.3	66.9	67.5	60.0

出所：日本自動車工業会 「主要国自動車統計」 1974 第 4 集

ずれも技術的対応が可能であると発表している。排ガス対策にともなう燃費の問題では海外メーカーの主張によると、触媒方式は5～30% 燃費の低下がおこるとされているが、わが国で採用された技術はほとんど燃費を悪化しない。

2) わが国からの自動車輸出とそのインパクト

自動車輸出を相手国別に見ると対アメリカ輸出の伸びが特に大きく1965年にわずか3万5,000台しかなかった輸出が毎年ほぼ倍増の割合で増加し、1974年には100万台、アメリカの輸入車中に占める比率は36.8%までに達した。その結果これまでアメリカの輸入車市場で1位であったドイツ車に比べ日本車が第1位を占めることとなった。

1976年に入ってからアメリカの自動車市場では大型車を好む傾向が表われており、一般的に小型車と輸入車は売れ行きが不振である。その中で我が国からの輸出が増加していることは特に目立つ現象である。わが国の輸出統計から見ると1976年1～6月のアメリカ向け輸出台数は728千台で、年率に直すと1,460千台に達する。これまでの最高輸出実績は1974年の1,000千台であったから、ほぼその50%増に相当する。1976年の輸入車台数を輸入車の多かった1971～74年の平均2,730千台と仮定すると輸入車中の日本車のシェアは53%（1971～1973年平均31.6%）にまで増大する。急テンポの日本車輸出の拡大および日米自動車貿易の著しい不均衡は自動車産業およびアメリカ経済にとっても一つの大きな問題を提起している。

表 3・8 日米間の自動車貿易の推移

	日本市場でのアメリカ 車輸入台数(含トラック) (A)	アメリカ市場での日本 車輸入台数(含トラック) (B)	A/B
1972	12,000	802,600	1.5%
1973	12,600	687,200	1.8%
1974	15,800	815,000	1.9%

近年、自動車の貿易問題についてアメリカ政府からは①②の問題提起がされており、アメリカの自動車メーカーから③の要請が出されている。

① 1975 年 6 月 20 日

1921 年反ダンピング法に基づくダンピング容疑としてデント下院議員が財務省へ提訴。

② 1976 年 3 月 22 日

アメリカ車の輸入時の型式承認手続きでは互恵的な処置をとってほしい。

③ 1976 年 6 月

53 年度規制の科学的な根拠の明確化と規制実施延期の要請。

このうち日本車の輸出に直接関係あるものは①であるが、1976 年 5 月にダンピング調査が打ち切れ、当面問題は解決した。②、③は輸入の障害、つまり非関税障壁の撤廃に関するもので現在アメリカの貿易政策の中で最も関心が強くセンシティブな問題である。

これらの問題をひき起こしてきた背景としては雇用問題、環境問題、国際収支問題などについてアメリカの自動車労組、自動車産業、政府の利害関係が組合わされ、複合化されてきたと見ることができる。従ってわが国の対応策も提起された問題の発生メカニズムを理解した上で統合化されたものが考えられる必要がある。

日本車の輸入増加がアメリカ車の売り上げを減少させるという立場をとる場合、自動車産業もその影響を受けるが、自動車労組は、レイオフという形で最も直接的な被害を受ける。アメリカ経済全体が不況で自動車の売り上げが低下し、レイオフが拡大している状況下では日本車の輸入増加は特に刺激的である。輸入車急増に関して労働組合側の雇用確保の要求は自動車産業側の利害と一致しており、1975 年のダンピング容疑のような形で問題が顕在化する。自由貿易の拡大を目指しているアメリカ政府の立場からは日本車の輸入を制約する動きに対し否定的な意見が表明されている。しかし他方アメリカの国際収支全体を中長期的に見通した場合にはアメリカ車の日本市場への輸出増加の要請、つまり輸入車に対して日本市場に存在する様々な制約的な措置の排除要求という形で現われる。自動車メーカーも自動車労組もアメリカ政府のこのような動きを支援している。

アメリカの自動車業界はマスキー法に規定されている排ガス規制値について技術開発の困難性を理由として反対意見を申し立てており、この面では法律の執行者の立場にある政府と対立している。しかし 53 年度規制が、アメリカ車の日本への輸出を制約するとの立場では自由貿易の拡大を主張するアメリカ政府の立場と一致しており、53 年度規制を非

関税障壁であるとする主張を強力なものとしている。

EC各国では、輸入車の比率が20～30%にも達しており輸入車に門戸が開放されているように見えるが、輸入車はほとんどEC車であり、それだけに日本車の最近の進出のインパクトは大きい。(表3・9) 日本からの輸出という面から見て特に注目されるのはイギリスである。イギリスに対する日本車の輸出は1972年から急増し1975年には12万3000台、輸入車中の比率25.9%に達した。またこれはイギリス車の生産台数の7.5%に相当する。イギリス以外の西ドイツ、フランスに対する輸出は生産台数のほぼ1%前後で、現在のところ特に問題とはなっていない。しかし、EC諸国ではEC域外に対してはEC全体が一体となって貿易交渉を行なうこととなっており、たとえドイツ、フランスに対する輸出台数が少ないとしても問題として提起されることになる。

表 3・9 EC各国における自動車市場の構成

		自 国 車	自国を含めた EC車	日 本 車
イギリス	1974	72.1%	89.4%	6.7%
	1975	66.8	86.6	9.0
	1976 上期	65.8	87.0	9.1
西ドイツ	1974	73.3	96.5	1.3
	1975	75.1	95.8	1.7
	1976 上期	77.5	96.0	1.9
フランス	1974	82.1	97.9	0.8
	1975	79.7	96.6	1.6
	1976 上期	79.3	96.4	1.9
ベルギー	1974	-	78.4	12.9
	1975	-	75.4	16.5
	1976 上期	-	75.5	16.5

出所：OECD貿易統計

イギリスにおける日本車の急増に関する問題提起は英国自動車販売協会が1975年5月貿易省に対し資料を提出して日本車のダンピング調査を申請したことから始まった。その後労働組合会議及び運輸一般労働者組合などが産業保護と失業対策の観点から輸入制限を行なうよう強く政府に働きかけた。1975年9月に行なわれた日英首脳会議で日本側が自主的に輸出規制を行なうとの約束を行ないイギリス側も貿易省が輸入監視制を導入することによって問題は当面解決した。

EC諸国の自動車産業にとってもう一つの大きな問題は、アメリカ市場における日本車との競合の問題である。アメリカ市場で259万台の乗用車が輸入され、輸入のピークであった1971年には輸入車の49.2%はドイツ車であり、日本車のシェアは35.5%であった。マルクの切上げ、VWの後退などからドイツ車のシェアはその後急速に低下し、1976年第Ⅱ4半期ではドイツ車23.5%、日本車61.9%とその地位が全く逆転している。この間イギリス、フランス、イタリア車のシェアは11.2%とほとんど変わっていないが、EC全体として見た場合には輸出許容能力の最も大きいアメリカ市場での日本車の進出は日本車の競争力の強さを示しているとともにEC市場進出の可能性を大きくするものとして大きな脅威となっている。

日本車のEC市場への輸出の急増がEC諸国へ与えているインパクトを自動車産業をめぐるEC諸国の現状から分析し、その背景を理解しておく必要がある。検討すべき分野としては、①産業構造と雇用、②貿易収支、③EC諸国の社会的風土的背景、④ECの統合化と南北問題への対応などを挙げることができる。

日本車の輸入急増によって最も深刻な脅威を感じているのは自動車産業と自動車労組である。賃上げ闘争や山猫ストなどに見られる労使の対立はあくまでも国内問題であり、対外的には自動車産業の労使が自動車産業の存立という面で一致した危機感を持っている。

さらにEC内の自動車生産国では自動車産業は最も有力な輸出産業、戦略産業であり、資源、エネルギー輸入の外貨獲得源としての役割は大きい。また関連産業の拡がり、それによる雇用吸収力も政府にとって重要な関心事である。自動車産業存立への努力については政府、自動車産業、労働組合の利害は完全に一致しており、それが日本車の輸入急増を阻止するような強い力となってあらわれている。

先進諸国はわが国と同様、主要な資源とエネルギーを域外から求めており、特にOPEC

諸国に対しては大きな赤字を計上している。

このような状況下で対日貿易収支のアンバランスは特に大きな重荷となっている。主要な戦略産業のひとつである自動車の輸出によって対日貿易でも黒字を計上したいということが本音であろう。E C 側はヨーロッパ車の国際競争力に大きな自信を持っており、日本でヨーロッパ車の輸入が拡大しないのは自由貿易を阻害する輸入制限的な制度がある為であるとしており、制度的な側面での自由化を強く要望してきている。

E C 諸国への日本車の輸出急増問題を考える時に顕在化はしていないが、社会的な伝統の要因を配慮しておくことも重要である。ヨーロッパの産業界は一般的に言って産業組織が寡占的であり、マーケットのニーズに対してもその対応は保守的である。年率10%もの売上げ増加があれば成功した企業に属すると考えられており、わが国からの乗用車の輸出増加のテンポに対し警戒心を強めている。日本経済及び産業技術の水準についてヨーロッパでは関心が薄く、日本車の急速な進出は政府の援助など不公正な競争手段を使っているのではないかと疑っている面もある。今後についても日本車の国際競争力がヨーロッパの産業にとって強力な競合相手となると警戒する見方が強い。これらの見方はいずれも顕在化していないが、今後協力的な日欧関係を形成する上において配慮すべき重要なポイントであると考えられる。

石油ショック以後、南北が対立する国際情勢の中でE C 諸国がアメリカとは異なる新しい国際経済秩序を志向していることも配慮しておく必要がある。アメリカはあくまでも自由貿易を中心に置き、その視点から崩壊したIMF・GATT体制の修復を意図しているが、E C の場合は所得補償を盛り込んだロメ協定の様に南の国々の主張を大幅に取り入れた現実的な解決策へ志向している。

これはとりもなおさず、一種の地域経済ブロック化で、一方ではE C 車の対日輸出増加を求めながら他方ではE C 区域内でのマーケットを日本政府によって荒されたくないとの意図が強い。自動車の他に鉄鋼、ベアリング、テレビなどを輸入制限的な動きの対象としていることからこの意図を見ることが出来る。53年度排ガス規制は国内的には環境政策、技術開発の問題と位置づけることができるが南北問題を含めた新しい国際経済秩序を追求する動きの中で地域主義的な方向へ志向するE C 諸国にとって日本車の進出を制約するひとつの有力なきっかけになることが充分考えられる。

1-4 保護貿易主義化の傾向とわが国の対応

1970年代の世界経済は日本、EC諸国の経済成長と国際競争の強化によって、これまで圧倒的な力を持っていたアメリカに匹敵する規模に成長し、世界経済が多極化しそれともなって保護貿易主義の高まりが見られるようになった。その間わが国の自動車産業は有力な輸出産業として成長してきた。量産化によるコスト・ダウンと品質改良への努力、燃費改良、排ガス対策の技術開発が進められたことがその背景になっている。先ず保護貿易主義化の傾向については次のように分析することが出来る。

74-75年の世界的不況という“一時的”要因はあったにせよ、70年代に入って以来の世界貿易の潮流が、保護主義に向っていることは否定し得ない。74-75年に集中して現出した各国の保護主義的政策は、したがって、一時的、緊急避難的なものを含みつつも、そうした潮流の脈絡のなかでとらえられるべき性格のものであろう。

世界的に不況が深刻化した74年以降、表面化した先進国における輸入制限の動向を列挙してみると、以下のようになる。

米 国	○ 特殊鋼など12製品に、エスケープクローズの発動申請 (4製品に発動決定, 5製品調査中, 3製品否認) ○ 乗用車など13製品について、ダンピング提訴 (カドミウム電池など4製品認定, 乗用車は今年5月否認) ○ UAW, 外国車の輸入制限のための緊急立法を議会に運動 (現在は沈静化)
E C (英) (仏)	○ 電卓とジッパーを輸入監視下におく(許可制) ○ 繊維製品22品目についてEC委員会が数量, 価格をチェック ○ 日本製ミシン, 韓国製ラジオ, テレコなどに実質的関税引上げ ○ カラーテレビ, ブラウン管, 自動車についてダンピング調査, 輸出自主規制を要請 ○ 綿織物, 合繊織物を許可制に
オラ ース リス トア	○ 自動車, 家電製品, 繊維, 雑貨など多数について関税割当制, 関税引上げ ○ プラスチック製品, 合板, 板ガラスなどについては業界から輸入制限の申立て

さらに、石油ショック、世界不況の影響をもっとも強くうけた非産油発展途上国でも、国際収支の悪化から、輸入禁止、数量制限、輸入担保金の引上げなど、さまざまな措置がとられた。

しかし、保護主義的な傾向をもっとも強く示すものは、上記のような、個々の具体的な措置よりもむしろ、74年12月に米国議会を通過し、75年1月に発効した「1974年通商法」や、あるいは、ECにおける地域主義、ブロック化の動きであろう。すなわち、前者における ①セーフ・ガード発動要件の緩和、②輸入救済範囲、調整援助の対象の拡大、③不公正貿易に対する対抗措置、などは保護貿易派に強力な武器を与えたものといえることができる。後者については、とくに米国との間で大きな問題となっている共通農業政策、対外共通関税があげられるし、さらに、アフリカカリブ海、太平洋諸国との特惠的連合関係の拡大をめざすロメ協定（75年2月）も同様な性格のものと考えられる。

こうした一連の保護主義は次のような特徴をもっている。

- ① 従来、自由貿易のリーダーシップをとっていたアメリカでさえも保護主義へ傾いたことによって、保護貿易の動きが全世界的に拡大したこと。これは、50～60年代にはなかった傾向である。
- ② 輸入制限が問題となった製品が、従来の繊維、農産物に加えて、自動車、鉄鋼、家電製品など、各国にとっての基幹的、戦略的産業の製品であること（幼稚産業の保護ではない）。
- ③ 輸入制限の手段が強力化したほか、地域主義、ブロックの形成など、国際化、複雑化したこと。
- ④ 対抗措置の誘発によって、世界貿易に少なからぬ打撃を与え、それによって景気の回復を遅らせていること。
- ⑤ 労組、業界団体、農民団体など、強力な組織力、政治力をもつ利益集団によって、一定の国民的合意のもとに推進されていること。

各国経済とも貿易依存度が強く、強硬な保護主義が自滅的結果をもたらすことの顧慮が保護主義を抑制する強力な心理的要因となっていることは言うまでもない。しかし、⑤の要因は、問題の純粋に国内的な解決を困難にしている。

上述の保護主義的傾向は、資源保有国における一次産品の国際カルテルなどとともに、G A T Tの無差別的自由貿易主義の原則を掘り崩し、国際的市場メカニズムを混乱させているが、それは部分的、一時的なものに留まらない。なぜならば、その背景が次のような歴史的傾向にあるからである。

すなわち、

- ① 戦後圧倒的な経済的優位をバックに自由貿易主義を強力に推進してきた米国の保護主義への後退に示されるように、本質的には、日本、E Cの急激な経済成長による世界経済の多極化が根底にある。自由貿易主義が、建前はともかく、実際には“強者による秩序”という性格をもっている以上、多極化は、それ自体、自由貿易主義にとってはマイナスである。それは、自由貿易体制の利益をもっともよく享受するとともに、その体制の維持のための費用の負担をも引受ける支柱の喪失を意味するからである。
- ② 先進工業諸国は、その政治権力の性格から、国際的に比較劣位にある産業の調整に伴う社会的・政治的コストの負担を、国際的に拡散せざるを得ない。先進国は戦後、その産業構造を互いに同質化させてきたが、それは当然国際的に競争の激化をもたらし、劣位に立った産業は国家の保護をもとめる。ところが、国家は内政の安定、労資関係の安定のための配慮から、変化する貿易パターンに適合した産業調整をおこなえず、これをかかえこむ。後発先進国の高度成長、発展途上国の追いあげによって脅威をうけている成熟した先進国の場合がそれである。資本や労働力の移動は、複雑な社会関係に阻まれて困難であり、産業自身の競争力回復のための体質改善でさえも、強力な労組の存在によって同様に困難である場合、保護主義はその産業を守る唯一の手段となる。これは英国の自動車産業や鉄鋼業についてとくにあてはまる。

以上みたように、最近の保護主義が、不況によって加速されたものであるとしても、一時的な傾向ではないこと、さらに問題となる品目が自動車、鉄鋼、家電など、わが国の戦略的な輸出品であることは、とりわけ日本にとって重大な意味をもっていると言えることができる。現在、保護主義の連鎖反応による破局を回避するため貿易政策の面だけでなく政治的なレベルまで含めて日・E C間、日・米間で国際的な協調を確保する交渉が行われている。今後の我が国の貿易政策を考えるにあたっては米欧の保護主義化の傾向と上に述べた背景を充分考慮しておくべきであろう。

現在アメリカおよびECから提起されている問題はわが国の国際収支の黒字と自動車貿易のアンバランスの問題であるが、これはわが国の自動車産業の高度化がすすんだからこそ発生した問題であると言える。従ってこれはこれまでわが国がとってきた輸出拡大政策がひとつの転機にさしかかっていることを示すもので、もしその対策を誤った場合にはわが国の経済に対して中長期的な影響が懸念される。輸入国側の対抗策として自動車の輸入制限の可能性があるばかりでなく、国際通貨制度の激変、経済のブロック化まで問題が進展する可能性もある。これは国内での経済成長を維持し、資源・エネルギーのために自由な貿易市場を必要とするわが国にとって大きな打撃となるのでわが国として有効なバーゲニング・パワーを持つ総合的な対応策を準備しておくことが必要である。

アメリカおよびヨーロッパで自動車需要が減退した場合には関連分野を含めた自動車産業全体に対して減産—レイオフの増加という大きなインパクトをあたえる。

これに景気循環による不況、賃上げをめぐる労使紛争、貿易赤字巾の拡大が加わった場合には失業が社会的、ひいては政治的な問題として顕在化してくる。その結果対日貿易収支均衡化の要求、自動車輸入規制の要求が高まってくる可能性がある。また大統領選挙などにおけるナショナリズムの高揚が政治的な要求を強めることになる。対日自動車貿易のアンバランスおよび貿易収支の赤字化傾向は労組、産業界、政府、議会が合体した輸入規制の要求が政治的な力として強まることが予想される。今後アメリカおよびEC側から自動車貿易の不均衡に関して提起される問題に対しては有効なバーゲニング・パワーを持つ総合的な対応策を検討しておくことが重要である。

こゝでは問題を短期的な対応策と中長期的な戦略の二つの面に分けて考えて行く。前者の目標は言うまでもなく53年度規制が通商上の非関税障壁ではないかという疑いに対してわが国の立場を主張する説得外交の展開と交渉のためのバーゲニング・パワーの整備である。後者の目標は技術開発によるわが国自動車産業の国際競争力の強化と国際協調の重視である。

前者の非関税障壁の疑いに対して ①日本への外車の輸入は比率が小さいのでわざわざ障壁を設定して阻止するという意図は持っていないこと、②53年規制は日本の環境汚染を低減しようとする努力の一部で、とくに自動車公害低減の一手段となるものであって、外国製の自動車の輸入を妨げる目的のものでないことの2点を骨子として相手国に対し積

極的に根気よくあらゆる交渉ルートを通じて説得外交を展開することが重要である。

第2には上述の交渉過程で起こることが予想される問題を先取りし、政策対応の準備を行っておくことが重要である。その問題の主なものはたとえば ①相手国の貿易収支改善のための他品目の輸入拡大の検討 ②相手国開発計画への経済技術援助計画の検討 ③相手国に対するオーダーリー・マーケティング展開のための準備計画の検討 ④輸出相手国の集中を回避するための輸出先のシフト計画、分散・多角化戦略の検討、⑤外国車の輸入における53年規制適用にリード・タイムを認めるための準備計画の検討などである。

中長期的な戦略の一つとしてはわが国の輸出戦略産業である自動車産業の国際競争力の強化が求められている。そのために重要な技術開発課題は新しいエンジンの開発である。我国がこれまで開発してきた排ガス対策技術は現在のガソリンエンジンを主体とするものであったが、今後は燃費と排ガス規制の双方からディーゼル、タービン、ランキン・エンジン、スターリン・エンジンなどの開発が求められている。もしアメリカ及びヨーロッパのメーカーがガソリンエンジン改造の限度について見切りをつけ、燃費の改善と排ガス対策技術の双方を満足できる様な方向でこれらのエンジンの技術開発を進めるとすると、中長期的に見た場合、我国の自動車産業にとって大きな影響を与えることも考えておかなければならない。長期の開発期間を必要としリスクの大きいこの分野での技術開発は単に民間企業に依存するだけでは不十分である。このためには巾広い基礎研究が必要であり、大学、国公立研究機関、産業界を含めた総合的な技術開発政策が打出される必要がある。

また自動車はエンジンだけでなく、スタイリング、車体構造、その他の駆動関係の部品などによって構成された高度な組立て商品である。もし我国のエンジンが排ガス対策技術と燃費の面において優れていたとしても、それだけでは自動車の国際競争力を強化することにはなりえない。今後外国メーカーが日本のエンジンを購入し、国際競争力の強い車に組み立てられることも可能である。我国の自動車産業にとってはこの様な可能性を考え入れた上で国際競争力を強化しておく必要がある。

わが国の経済と産業について欧米諸国の有識者間に実情があまり詳しく知られていないことも相互の意思疎通に誤解を招く一つの原因になっている。先進諸国の一員としてのわが国の立場、資源・エネルギーの対外依存度が極めて大きいわが国経済の体質、わが国産業における人的、物的投資と国際競争力などについて、アメリカおよびEC諸国の政界、

財界、学界、労働界に対し、積極的なPR努力が重要である。これまでの文化交流だけでなく、国際会議・民間団体の交流、欧米主要都市における文化センターの設立などこれまでの文化交流のルートの枠を越えた幅広い活動が必要とされる。これらの活動は中長期的に見て国際社会の一員としてのわが国の立場を強めるために有効であろう。

第2節 自動車排ガス規制の国民経済への波及効果とその対応

1) 日本経済における自動車産業の位置づけ

現在自動車産業は製造業におけるウェイト、雇用吸収力、外貨獲得などの面からみて重要な役割を果たしており、今や日本経済にとっての基幹産業の一つに成長した。さらに用途面から見ると自動車普及率は人口1000人当り251^{註)}台に達し、自動車は個人的交通手段、貨物輸送にとって欠くべからざる役割をになっている。昭和30年代の後半以降、48年の石油ショックに至るまで、日本経済は実質成長率ほぼ10%の成長をとげてきたがその間自動車の生産の伸びも23ないし31%と急ピッチで自動車産業は経済成長に大きく貢献してきた。日本経済における自動車産業の位置づけを把握するためには、産業連関表に見られる製造業の中でのウェイト付けと関連産業のひろがりおよび輸出商品におけるシェアの変化と言った量的な面に加えて、日本の産業構造が重化学工業化の路線から今後知識集約化へ転換する過程において自動車産業の特性を一つの典型的な技術集約産業としてとらえる質的な評価が重要である。

製造業における自動車産業の位置づけを昭和48年度産業連関表によってみると、生産額および付加価値の面では自動車産業は製造業全体のほぼ7%を占めている。(表3.10参照)これを全産業と比較した場合には生産額では3.1%,付加価値では2.2%のシェアである。他方、雇用者数では自動車産業は全産業のうちで1.1%,製造業のうちで4.2%のシェアを占めている。これらの比較からみると、自動車産業は製造業のうちで電気機械、一般機械、繊維紡績について四番目に位置する産業である、ということが出来る。また、生産額、付加価値額に比べて、雇用者数の割合が小さいことは、自動車産業が生産性および付加価値性の高い産業であることを示している。

註) 昭和50年12月末

表 3・1 0 昭和 4 8 年度産業連関表における自動車産業の位置づけ

1. 生産額 (単位 1,000 億円) による比較			
全産業 (A)	2,517	(100)	
製造業 (B)	1,126	(44.7)	
機 械 (C)	363.6	(14.4)	
自動車 (D)	77.2	(3.1)	
製造業におけるシェア (D/B)		6.9 %	
機械におけるシェア (D/C)		21.2 %	
2. 付加価値 (単位 1,000 億円) による比較			
全産業 (A)	1,208	(100)	
製造業 (B)	373.5	(30.9)	
自動車 (C)	26.0	(2.2)	
製造業におけるシェア (C/B)		7.0 %	
鉱工業生産指数 (45 年付加価値ウェイト) での ウェイト			
自動車合計		$666.2 / 10,000 = 6.7 \%$	
一 乗 用 車 346.5, バス 18.9, トラック 261.2, 自動車部品 39.6			
3. 雇用者数 (単位 1,000 人) による比較			
全産業 (A)	55,016	(100)	
製造業 (B)	14,954	(27.2)	
自動車 (C)	627.8	(1.1)	
製造業におけるシェア (C/B)		4.2 %	
4. 自動車最終需要による各産業への誘発効果 (単位 1,000 億円, 1,000 人)			
生産誘発額	128.2	全生産額との比	5.1 %
付加誘発額	47.4	全付加価値額との比	3.9 %
雇用者誘発量	1532	雇用者数との比	2.8 %

出所：通商産業省機械情報局

自動車課編「転換期の自動車産業」

日刊工業新聞社

さらに、自動車産業の占める位置づけを自動車最終需要による各産業への誘発効果の点からみると、生産の誘発額は12兆8000億、付加価値額は4兆7000億に達し、自動車産業自体とほぼ同じ規模の生産額、付加価値額が誘発されている。また、誘発された雇用者数は153万人に達している。

自動車産業は、販売、利用、支援部門などを含め日本経済に幅広い関連分野をもっており、把握することのできる雇用者だけでも、全体で約400万人に達している。（表3・11参照）これらの部門の他に、自動車に関連しているが直接把握できない雇用者としては、自動車保険、消費者金融等に代表される金融保険業に従事している人々、人および貨物の輸送に従事しているが各産業に属するとして、運送業では計上されていない人々等がある。これらの雇用者数がどの程度の規模に達するかを推定することは困難であるが、もしこれらの雇用者数を合計して50万人であったとすると自動車関連の雇用者数全体としては約

表3・11 自動車に関連する雇用者数の推計

1. 自動車産業		541,949人
自動車工業	186,947人	
自動車部品工業	311,950	
自動車車体工業	43,048	
2. 販売・整備部門		
自動車販売業	381,221人	746,803人
自動車部品販売業	64,679	
自動車整備業	300,903	
3. 利用部門		
旅客自動車運送業	672,210人	1,475,244
貨物自動車運送業	803,034	
4. 支援部門		
金融・保険業	(銀行・信託業総数368,806人 保険業総数564,264)	
石油卸小売業	302,898人	302,898

5. 生産部門（基礎資材工業，自動車関連部品工業）	
各産業部門への誘発雇用者（除自動車産業）	
	966,436人
合 計	4,033,330人

出所：日産自動車株式会社（自動工業ハンドブック 1976年版）

450万人に達し、全就業人口のおよそ12人に1人の割合に相当する。

自動車産業以外で自動車に関連する販売整備部門，利用部門，支援部門はそれぞれ規模は零細であるが，全国的な拡がりを持っており，地域経済の振興に寄与している。一つの例として，自動車販売業をとりあげると，昭和49年度現在，一店舗あたりの平均従業員数はほぼ30人であり，販売店数は全体として1万153店にのぼっている。約30万人の雇用者をようする自動車整備業も自動車販売業とほぼ同じ様な拡がりをもっているものと推定される。また，利用部門では陸上における貨物の輸送では7.13%，旅客の輸送では5.15%（いずれも昭和49年度）の割合に達している。支援部門のうちで石油卸業は一店舗当りの平均従業員数はほぼ6人で，全国における店舗数は約5万3000店に達している。これらのデータから見ると，自動車に関連する産業はきわめて零細な形ではあるが，地域に密着した産業である。

自動車産業を支援する生産部門は基礎資材工業と自動車関連部品工業の二つに大きく分れており，自動車産業は巾広い産業分野に対して需要効果をもっている。このうち昭和48年産業連関表による生産誘発額が2,000億円以上の産業部門は9つに達している。これらはゴム製品，冷間仕上げ鋼材，熱間圧延鋼材，鋁鉄，鋳鍛造品，非鉄金属1次製品，一般機械，電気製品，商業等である。また，生産誘発額の総額は小さいが，その産業における自動車産業への依存度が高い産業としては，塗料，ガラス製品等をあげることができる。このように自動車産業は最終需要による誘発効果が大きいばかりでなく，多種類の産業に生産を誘発する役割をはたしている。

今後の我が国の輸出政策を考えていく場合に，付加価値が高いという点からも自動車を評価しておくことが重要である。我が国の主要な輸出商品は，鉄鋼，造船，自動車の三つ

によって構成されているが、単位重量あたりの輸出価格を比較すると他の二つに比べ、自動車の価格がはるかに大きい。鉄鋼、船舶、自動車、二輪車、テレビ、といった主要な輸出商品について、1単位あたりの重量を推定した上で1トンあたりの輸出価格に換算したものが表3・12である。これによると製品1トン当りの輸出価格は、鉄鋼、船舶の場合、ほぼ10万円、自動車では70万円、二輪車、テレビでは130～150万円である。今後、資源、エネルギーの制約下において、我が国にとって必要な外貨を稼ぐ場合、鉄鋼、船舶といった比較的加工度の低い輸出商品よりは、加工度の高い自動車の方が効率的であることは、これらの数字の比較から明らかである。二輪車、テレビの場合は単位重量あたりの輸出価格は自動車の約二倍であるが、輸出額そのものが自動車に比べて $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{8}$ でしかないことに問題がある。輸出商品としての自動車は付加価値が高いことと輸出マーケ

表3・12 輸出産業として見た場合の同一重量当りの輸出価格推計

(1950年通関統計)

輸出商品	輸 出 額 (100万ドル)	輸出数量	1単位当りの 推 定 重 量	1トン当りの 推 計 価 格 (ドル)	" (1,000円)
鉄 鋼	10,176	1000トン 29,541	1トン	344	103
船 舶	5,998	1000GT 15,450	1トン	388	116
自 動 車	6,190	1000台 2,602	1トン	2,379	714
二 輪 車	1,157	1000台 2,273	100 kg	5,090	1,527
テ レ ビ	783	1000台 5,798	30 kg	4,502	1,351

出所：外国貿易概況（日本関税協会）

ットの大きさからいって今後わが国の最も有力な輸出戦略商品として位置づけるべき性格をもっている。

自動車産業は、その発展の基盤となる国内需要、技術レベル、労働力の質、などの面から言って、我が国が特に有利な立場を占める産業であることを重視しておく必要がある。自動車産業のようにコスト面において量産効果の著しい産業では、その発展と輸出産業化

のために、まず、ある程度の規模の国内需要が前提となる。昭和30年代以降の重化学工業化によって所得水準が向上したこと、および約1億1千万人を有する我が国の人口規模が我が国自動車産業の発展に大きな発展要因であった。所得水準と人口規模が自動車産業の発展に関して大きな役割をはたしてきていることは、年産100万台以上の自動車生産国がアメリカ、西ドイツ、フランスなど、わずか8ヶ国しか存在しないことから見ることもできる。また、自動車産業が素材の面および部品の面において、高度な品質と広い範囲の関連産業の存在によって支援される必要がある。このような技術レベルの高さと関連産業は先進諸国にしか存在しないわけで、今後、ある程度将来を見越したとしても発展途上国ではロックダウンを除く自国の自動車産業が成立する可能性は少ないとみることができよう。また、さらに自動車産業に働く労働者の質の面からみると、先進諸国に比べても我が国の労働者の質の高さはきわめて優れており、このため、我が国の自動車は信頼性の高い定評をうけるに至っている。経済の発展段階、技術の発展段階、国内需要、労働者の質などの面からみて、我が国の自動車産業の優位性をここ当分維持していくことは可能であろうと考えられる。

2-2 自動車排ガス規制の国民経済への波及効果

自動車排ガス規制の国民経済への波及効果を考えるにあたっては、石油ショックを契機として明らかになった我が国経済の持つ脆弱性を配慮しておくことが重要である。昭和30年代以降、石油ショックに至るまで我が国経済の高度成長を支えてきたものは安価に然かも必要量だけ入手することの出来た資源、エネルギーの供給と自由貿易を原則とする輸出市場の存在であった。石油ショックに先立つ1971年のニクソン・ショックと72年の大豆輸出禁止はそれまで国際経済の秩序であったIMFガット体制を崩壊させ世界経済に混乱を招いたがそれをさらに加速したものが石油ショックであった。現在我が国の国際収支は原油価格の4倍値上げという重荷を背負いつつしかも必要とする食糧の外貨を稼がなければならないという苦しい立場に立たされている。他方、鉄鋼、造船、自動車を中心にする我が国の輸出商品は先進諸国における保護貿易主義化の傾向によって今後の増大は大きく制約されている。自動車排ガス規制の国民経済への波及効果を考えるにあたってはこのような国際経済情勢の変化、その中における我が国経済の苦しい立場を考えに入れた上で

評価をしておく必要がある。

このような状況の中で自動車排ガス規制の経済的な影響について幾つかの研究結果が公表されている。評価のひとつの例としては、50年度排ガス規制を対象とした日本興業銀行の解析（興銀調査180 1975年No.6）がありまた53年度排ガス規制を対象として産業構造審議会、産業公害部会（NOx 汚染防止小委員会中間報告昭和51年11月4日）の検討がある。

これらの分析では自動車排ガス規制を行なうことによって自動車のコストが上昇し燃費が悪化する為に経済的影響として自動車需要が減少し原油輸入量が増大するという視点から行なわれている。

前者は石油ショックによって世界的な景気後退が起った昭和50年の年末に発表されたもので51年に実施が予定されていた50年度排ガス規制の経済的影響を分析したものである。この分析では50年度排ガス規制が実施された場合規制車は、それ以前の自動車に比べ価格が10%上昇し燃費が10%悪化することを前提にしている。国民所得と自動車保有率からマクロな自動車需要を予測し、その予測値に比べて消費者の購入手控え分として39万台、51年に販売される自動車が値上がりするとの予測のもとに50年に駆け込み需要が起こりその反動として減少する需要が31万台、合計60万台の需要が50年度排ガス規制によって減少すると想定している。このレポートでは48年の産業連関表を用いて新車需要6万台減少分に相当する日本全産業の生産額の減少を7800億円、付加価値の減少を2900億円、雇用吸収力の減少を約9万人と予測している。さらに新車需要の減少に基づく波及効果として自動車産業の設備投資意欲の減退、企業所得減による税収の減少、燃費悪化による運輸経済コストの増大、海外市場からの反発による輸出量の低下による外貨収支の悪化などの要因を想定し50年度規制は国民経済的に大きな影響を与えることになると結論している。

また後者は53年度規制が実施された場合に自動車の価格が5%上昇し燃費が5%悪化することを前提としてそれが国内の新車需要を約10万台減少させると推定し、その波及効果として前者と同様な産業連関表を用いる波及効果を検討して我が国全産業の生産額として2477億円、約3万人の雇用吸収力低下が発生しうると想定している。また貿易面に関しては53年度規制は海外自動車メーカーでも現実に合格する技術を持っていないため

外国車の我が国への輸入が全面的に制約されること、外車メーカー側から非関税障壁として問題が提起され対抗措置として日本車の輸入規制が行なわれる危険性、自動車以外の日本製品についても自動車輸出とからめて保護貿易的な措置の増大などの恐れが指摘されている。この波及効果は国内での需要減少に基づく国民経済への影響に比べて、より大きいものになる可能性があるとも示唆されている。

以上2つの分析は自動車排ガス規制の経済的な影響を価格の上昇による需要の減退という視点から捉え、定量的な予測値を計算した点においては評価することができる。しかし石油ショック以後国際経済に生じた構造的な変化とその中における我が国経済の位置づけ、主要な原燃料食料を海外に依存する我が国経済の特質、大量生産体制と裾野の広い関連産業分野を持つ自動車産業の脆弱性と言った視点からの分析に欠けており、結果としてこれらの分析は今後の政策立案に対して必要とされる判断材料を充分カバーしていないという^{註)}恨みがある。

石油ショック後の世界経済はインフレーション、失業の拡大、国際収支のアンバランスなどの解決困難な諸問題に当面している。先進諸国は雇用を拡大するために景気の回復をはからなければならないが、と同時に物価も安定させなければならない、また4倍に値上がりした原油の輸入代金を支払うために輸出振興にも努力しなければならない、といった相反する目的を持つ経済政策を実施しなければならない局面に立たされている。このような局面に立たされていることは我国もその例外ではないが、石油ショック以後の混乱からいち早く立ち直りを見せたのは工業製品の国際競争力において優れた我国と西ドイツだけであった。農産物において圧倒的な外貨獲得を持つアメリカを除く他の西欧諸国は依然として石油ショック以後の混乱から脱却していない。石油ショック以前の経済の高度成長期であったとするならば先進諸国の経済が安定していたわけで、たとえ我国の国内需要が減少したとしてもそれを輸出によってカバーすることは容易であったであろう。つまり50年度規制、53年度規制という環境政策が高度成長期に実施されていたとすると我国の産

註) 本研究においても産業連関表を用いて国民経済への波及効果だけでなく環境保全と産業活動との結節点を見出すため同様の分析を行った。分析にあたってはNOx 総合発生係数という概念を用いており、その詳細は補論Bで論じた。

業及び経済に対して及ぼした影響は上に述べた想定よりも遙かに軽くすんでいたとも考えられる。しかしさまざまな難問題を抱えている現在の世界経済のもとでは国内需要の減少をカバーするだけの輸出増加を期待できるわけではない。しかも現在我国が達成した国際収支のバランスは、先進諸国の国際収支の赤字の犠牲によって達成されたものであるとして環境政策がきっかけとなって対日貿易バランス回復への要求が広まることも充分考えられる。従って環境政策の評価にあたっては激動する国際経済情勢に関する見通しとその中における我国経済の位置づけを明確化し、国際的協力を配慮した上での分析が必要とされる。

石油ショック以後の我国の国際収支のバランスを回復する上において輸出産業として自動車産業が主導的な役割を果たしてきたことは既に述べたが、今後中長期的に見ても我国経済が必要とする燃料、食料、海外に依存しなければならない我国経済の体質を配慮するといくつかの輸出戦略産業を確立することは重要な視点である。自給率が50%にも達しない食糧問題輸入依存度が99%の石油、工業に使用されるほとんどすべての鉱物資源を海外に依存している問題などから考えると国際収支のアンバランスは我国経済にとっての生命線である。輸出御三家の鉄鋼、造船、自動車のうち、前二者については付加価値が低いという弱点があり、他方カメラ、オーディオ、家電製品、二輪車などに見られる技術集約商品は付加価値が大きいが量的にまともでないためやや力不足である。だとすれば今後我国の輸出戦略産業としては、自動車産業のウェイトづけはますます高まるわけで、その輸出市場を制約するような動きについては我国は慎重な配慮を必要とするとともにこれらの動きが顕在化した場合にはそれを取り除きうるための充分強いバーゲニングパワーを確立することが要請される。

自動車産業では大量生産がコストダウンにとって有力な役割を果たしておりそのために極めて裾野の広い自動車部品産業、関連生産産業群が形成されている。しかし逆に言えば一旦自動車に対する需要が減少した場合には急激に収益が低下し関連産業に及ぼす波及効果も極めて大きい構造になっていると言える。そのひとつの例としてトヨタ自動車工業における50年6月決算(7ヶ月決算)において1台増産した場合の利益増加が12万円あると言われていることから単純に期間利益の629億円を割ると52万4000台となりこれはその期の総生産台数131万7000台の39.8%に相当する。^{註)}つまりトヨタ自動車工業の

註) 日本経済新聞 昭和51年2月14日

ように最も生産規模が大きく利益の大きい企業であっても損益分岐点は約60%のレベルであると言うことができる。自動車産業の中でより規模の小さい企業であれば損益分岐点は70%以上になるであろうし、また部品メーカーのレベルではそれは80%であるかもしれない。昭和51年に入ってから9月の輸出車比率が47.7%（生産575万9000台、輸出274万9000台）に達していることから見ると輸出の減少は企業の損益に関して大きな影響を持つこととなる。

わが国の自動車メーカーは、今や輸出を前提として、量産体制を本格的に整備している。これは、別の言葉でいえば、外需に頼った、きわめてもろい構造とも言えるのである。つまり、すでに起きつつある保護貿易主義がより一層深刻化したり、万一世界的な不況が訪れるようなことになると、それがすぐに経営危機に結びつくという体質をはらんでいるのである。

高度経済成長下には、環境政策の経済的影響を吸収する経済的復元力があつた。しかし低成長で推移するというきわめて不安定な状況では、高度成長時とは違って、雇用調整がきわめて難しい。エネルギー危機後、環境政策の経済的影響に関するいくつかの研究が行われ、提案されている。これは、環境政策の経済的影響を支える国民経済の復元力がきわめて脆弱な構造になったことを認識した結果であると考えられる。

したがって、今後の課題は環境政策に、経済的影響の種々の推計結果を活かす真の意味を、合意形成をふまえた環境政策の展開に求めようとする発想である。すなわち環境政策の新しい基本ラインは活力ある経済活動を維持しながら、それをふまえた環境政策をいかに展開するかという点である。今後は、汚染防止費用を、だれがどのような状況でになるのかを十分に考え、費用を負担する産業の特質と国内経済の状況の変化にたえず注目する必要がある。そして、環境創造を行う責任ある主体が維持できるような方向で環境政策を展開するべきである。

自動車排ガス規制についていえば、国際貿易収支のバランスをとるために、多角的な措置を検討し、特に輸入車に対する特別措置を考えること、一方で、自動車産業の体質のもろさを強化するような生産体制、技術開発体制の整備が必要となる。健全な国民生活の維持・発展、活力ある日本経済の展開を、中・長期的視野のなかで追求するとき、もし万一省庁の独走や短期視点のみで政策形成が行われるとすれば、ツノをためて牛を殺すごと

きあやまちをおかしかねない。このことをとくに留意すべきであろう。

第3節 環境法体系を支える行政^制と法体系の今後のあり方

わが国の環境法の法体系は被害から典型七公害が定義され、その典型七公害を中心とした環境基準の設定、排出基準の設定、そして公害紛争の処理と補償、後始末と事後の手續という点に狙いを定めている。

そして、かけがえのない健康を第一義とし、経済との調和を削除したところに特色をもっている。

このような環境法体系の意図は、水俣病、イタイイタイ病と世界にも類をみない悲惨な公害に挑戦しようとするわが国の国民の積極的な意欲の表われであった。

短期間の急激な環境政策により、わが国は現在「公害先進国」から「公害防止先進国」に変身しつつある。これは経済性を無視して、健康を第一義として強引にがんばってきたからこそ成功したともいえるのである。

しかし、乗用車排ガス規制問題は減速経済下での環境政策のあり方に大きな教訓を与えた。それは、今後の環境政策が単なる汚染防止対策から、国民生活や国民経済を活力あるかたちで維持しつつ、より快適な生活環境を積極的に造り出していくということの重要性である。

乗用車排ガス規制が、最初にうち出された昭和47年8月の時期は高度経済成長の余韻がまだ残っていた時期である。

高度成長下では、環境政策を支えるための国民経済に十分な余力があり、環境政策の経済、社会的インパクトを吸収しえた。

しかし、エネルギー危機を契機として起きた経済、社会における構造変化は国内経済において、インフレと不況との調整をしながら低成長で推移せざるを得ないような不安定な状況を生み出した。別の言葉でいえば、工業化に沿った安易な量的経済成長にたよれない状況を生み出したのである。このことは環境政策のあり方が経済・社会システムときわめて敏感に結びつく状況になったことであり、今後の環境政策が十分な社会的合意を形成

しながら展開していかななくてはならないことを意味する。

一つには減速経済下においては環境政策の費用をだれが負担するのか、さらにはどのような国際経済状況、国民経済状況においてそれを負担するのかを十分に考えることであり、他の一つには、環境汚染低減の技術開発をより効果的に実現させるために、不安定な経済状況のもとで汚染防止企業にインセンティブを与えることである。

また、社会的合意にもとづいた環境政策が今後必要となってくる理由は、別の点からも説明することができる。

すでに述べたように、窒素酸化物は、工場、自動車のみならず、ビル、商店の冷暖房など、ほとんどあらゆる燃焼から発生する。しかし、いままでの環境政策は大規模な発生源からの汚染を防止することに力をそそいできた。

そして、大企業による汚染の低減についてはそれなりの成果をあげてきた。

しかし、公共事業や市民の日常生活から排出される汚染は解決されずに残っている。市民の日常活動による汚染と企業による汚染では対策が大きく異なる。企業の場合はもちろんのこと、公共事業、日常生活にともなう汚染を防止する場合はとくに、十分な社会的合意を形成したうえで政策を展開しなくてはならない。

環境に対する真の欲求は単に汚染を減少させることではない。静かで快適な生活環境を創造することである。

今後の環境政策は、汚染防止対策と並行して、国民生活のあり方についての社会的合意を形成し、環境政策を展開していかななくてはならないのである。

したがって、この点からも、環境創造を積極的に進め、新しい経済・社会システムをつくるための活力ある国民経済を維持しなくてはならないのである。

以上のような環境保全と国民経済とのバランスをとるための環境法体系としてアメリカの国家環境法は、その目的条項で「人間と環境との間の生産的かつ快適な調和を保ち、現在および将来のアメリカ人世代のもつ社会的・経済的その他の要求を満たし得るようにする」と定めている。

もちろん、健康を第一義に考えていることはわが国とかわらないが、将来の環境創造という観点から現在の環境保全努力を評価するという形になっているのである。

自動車排ガス規制の適用における延期申請手続は、アメリカ環境法の一つの特色を示し

ている。

自動車メーカーは排出基準の適用を一年に限って停止することの申請を長官に提出することができるとしている。その場合長官は、一応次の四点を基準にして判断することになっている。

まず第1点はこの基準の停止が合衆国の公衆の健康および福祉に必要である場合。

第2の点として、環境法、マスキー法に定める基準達成のためのあらゆる誠実な努力がなされたにもかかわらず実際できなかった場合、つまり誠実な努力であったかということがここでのポイントである。

第3に、この基準の発効期日前に有効な規制、技術、プロセス、運用方法、その他の代替的な手段が利用できず、またはこれらの技術を実施するのにじゅうぶんな利用期間がなかったことを、申請人がestablish, つまり立証した場合。これはあくまで申請人の方で証明することが必要で、その場合に延期することができる。例えばGMが一年延期を申請する場合、このような技術を実施するための利用期間がじゅうぶんではない、もう少しやればなんとかなる、ということを単なる主張ではなく、立証に近い形でやらなくてはならないということである。

第4に、これは技術的、経済的にも重要なポイントになるわけであるが、全米科学アカデミー（略称NAS）が調査し、その調査研究その他の情報が基準達成のために利用し得る技術、プロセス、あるいはその他の方法がないという判断をくだすという事が第4の条件になっている。そしてこのNASとの間では環境庁長官は排出基準達成のための技術に関する調査研究のための契約締結が義務づけられ、そのための資金の支給が定められている。

このように以上の4項目が日本と非常に違う条件である。NASに替わるものとして日本では環境庁の中に専門家による4人委員会が置かれている。しかし、NASのようにコストベネフィットまで含めた総合的な判断をするものではなく、あくまで技術的な検討にとどまっている。

また、日米の環境法の法体系の違いは具体的な側面では、より大きな違いとして現われてくる。その第1点は経済との関係であろう。

アメリカにおける環境保全と経済との関係の基盤は、コスト／ベネフィット・アナリシスによる総合的な判断が存在する。目標を将来の環境の創造という所に置き、そこから現

在の努力を評価するという形にアメリカの環境法の体系が作られているということからもわかるとおり現在の排出規制というものが常に将来との比較で相対的に位置づけられる。つまり将来の国民生活のあり方と環境保全のための技術的な努力というものを常に相対的に考えているということである。すなわちアメリカでは大気汚染の規制というものがあってもそれが絶対的な基準であり一步も動かせないという訳ではなく、常に環境保全というものと市民生活の確保というものが相対的な関係にあるという事がアメリカにおける環境法体系の基本的理解である。

1975/1976年自動車排ガス規準に対する全米科学アカデミー(NAS)の報告書はこの点をよくあらわしている。使用5ケ年、あるいは走行50,000マイルの間機能的に劣化しないで維持するのがむずかしく、維持するためには中間で点検整備が必要となるといわれているような触媒式排気制御システムをもって1975/1976年基準に固執することが、今後自動車業界がこれと性格を異にし、かつ安定度の高い汚染防止システムに移行する機会を失なわせるか、あるいは少なくとも遅延させることになるかならないかということである。要するに、問題は、自動車業界が将来整備問題、燃料費、点検、規制制度の必要性など、すべての面において不便の少ない、もっと満足すべきかつ安定度の高い技術に転換することを困難にするような、不安定な技術の開発に業界をコミットさせてまで、今すぐに自動車による汚染の低減をはかる必要があるかどうかという点である。

同報告書は、1975年基準の達成技術のフィージビリティについて結論を出すにあたり、多くの留保条件をつけた。その第1は、触媒式制御システムの使用中の耐久性、第2は、システムのための点検整備工場網設置の必要性、第3は、1976年基準を達成しうる二重触媒式システムの早期開発の可能性、そして第4は、使用中にも1976年基準を維持しうる1976年型車の大量生産の可能性などである。触媒式排気制御システムの認定が、使用時の多岐にわたる条件下での信頼性の指標となり得ないことについて、同委員会は、憂慮を表明した。使用中にあっても引き続き基準を維持すべきであるが、これには点検整備工場網とこれに見合った数の整備工場が必要となる。それとも、基準に合致しない自動車の回収義務を命じる法の回収規定を施行すれば充分であるかどうかについて、NAS自動車排気問題委員会の意見は分れた。保安上の欠陥を理由とする回収に車の所有者があまり応じていないこと、また回収に応じることが所有者にとって法的義務となっていないこ

となどから、回収規定だけでは十分に法の目的を達成できないとされた。また、継続的に基準の遵守を確保するために点検整備工場網を設ける案も、1973年の初頭時点で法の規定する3種の汚染物質の排出状況を所定の点検時に測定出来るような簡易かつ信頼しうる検査用具が存在していなかったため疑問視されたのである。また、1975年自動車排ガス規制の1年延期に関する司法審査もアメリカにおける環境保全と経済との関係をあらわすよい実例である。

1975年自動車排出基準の司法審査において裁判所は、判定にあたり2つの大きな問題を考慮した。期限延長が認められず、かつ、1975年基準は達成しうるとする環境保護庁長官の判断が正確を得なかったものと証明されるようなことがあれば、ひとり自動車メーカーのみならず、国全体にとって深刻な経済的影響が発生することになる。これと反対に、環境保護庁長官が1年の猶予を認めたところ、実際には、基準を達成しうる技術が入手可能であったということになれば、取り返しのつかない被害を環境に及ぼすことになる。これら2つの問題を考慮した結果、環境に及ぼす被害は回復可能と判定した。全国の自動車による排気や、対策車の排気がすでに大巾に低減していることを考慮すると、基準を1年延期しても影響はそれほど大きくないと考えられたからである。他方、裁判所は、1975年基準が達成しうるという環境保護庁の想定が間違いであれば、基準の緩和が必要となるが、そうなれば基準達成間近にあったメーカーにとってはきわめて不公平なことになるとを示唆した。というのは、効率のよい防止装置を搭載した車はマイル当りの燃料費が高く、運行性能が低くなる、と判断されるため、当該メーカーは不利な立場に立つからである。

以上のような法廷の議論をふまえて、環境庁長官は、75年基準を1年延期し、暫定規制を設けるが、その理由として長官は、1975年自動車排ガス規制を満足する技術がたとえ存在しても、法の意味する範囲内ではそれは有効とはいえず、生産の不確定性と触媒システムに対する無経験という見地から、規制の延期は第1義的に公共の利益に帰するものと結論したのである。そして、75年規制1年延期及び暫定規制の確定は、法定の規制に適応した制御システムにむかって、各製造者が努力を進めていけると同時に一方ではエンジン改良を通じて、排出量を一層低減させる技術開発をする余地を与えるというものであった。

またエネルギー政策との関係でも、その特色をみることができる。

1970年、大気清浄化法が制定された当時はエネルギー政策との関係はそれほど大きな問題ではなかったが、その後、エネルギー危機がおこり、環境政策とエネルギー政策との間でいろいろ大きな改革、あるいは修正ということが出てきた。日米における環境政策とエネルギー政策との関係の違いを見ていくと、大気清浄化対策の社会的バックアップシステムの違いが具体的に理解できる。

アメリカにおけるエネルギー政策との関係で一番明瞭な事件はアラスカのパイプラインの問題である。これはアラスカのパイプライン建設が、環境についての考慮をしていないということで、その許可が無効だとする判決が出て確定したにもかかわらずエネルギーの必要性そのものは依然として強いということから、立法機関である国会が法律を制定し、新しい法律がパイプライン建設等については先に述べたNEPA、国家環境政策法の規定の適用を排除し、いわば裁判所の干渉を排斥するという形でアラスカのパイプラインの建設が認められた。具体的には1974年に成立したエネルギー供給および環境調整法である。

その内容は石炭を燃料として使用し得る設備を有する発電所、その他の施設に対して、天然ガスや石油の使用禁止命令をすることができる。これは結局石炭を使えということであるが、アメリカの場合石炭が非常に豊富であり、エネルギー政策上重要である。しかし石炭を使った場合大気汚染がひどくなる可能性がある。そこで前もって環境庁長官によって当該発電所が石炭を使用しても大気汚染に関する各基準に違反しない旨の通知または認証が必要である、ということにして、エネルギー源が転換されても、大気質の水準維持が図られている。

さらにまた石油不足等の理由から、大気汚染の基準や施設計画に従うことができないものに対して、暫定的な適用免除を許す権限を大気清浄法119条を新設することにより認めている。つまり以上の法律条項によると、エネルギー危機の間、エネルギー源を石炭に転換しはじめた施設に対して、ある程度のエクステンション、つまりどうしても守れないという特別の事情がある場合にはある程度遵守期間を延ばすというような特例を認めるということになった。実際1975/1976排出規制は法に規定の延期は大気清浄化法の範囲では、1年以上延期はできなかった。しかし、1974年のエネルギー供給および環境調整法は排ガス制御に対する技術的努力と燃費の経済性という資源問題の両方を連動させるこ

とを可能にし、75年のHC・CO暫定基準を76年型車にも適用し、76年NOX暫定規制の実施を1年遅らせ、77年型車に適用されることが決定した。

そのほかエネルギー関係の制定法として連邦エネルギー庁を創設する法律以下、地熱エネルギー研究開発法等いろいろな法律ができた。こういういわばエネルギー政策というのがエネルギー危機を契機に、いかに国民生活を維持し得るに足るエネルギーの供給を確保するかということが具体的なあらわれとして出てきた。ただこのようなエネルギー法が出てきたとしてもアメリカの場合には、直接国民の環境を破壊するのはけしからんとする議論は出てこない。法律的にもすでに述べたように、環境保護庁自身が環境保護体系の中で環境というものが絶対的なものではなく、自然環境と人間環境のいわば調和ある発展ということを目指しているのです。こういう立場から見ても非常に深刻なエネルギー危機の場合はある程度それを緩和する、あるいはそれを調和するための若干のジグザグコースを取ることも止むをえないという考え方に基づいている。

アメリカにおける例は、制度や国情が違うためそのまま参考とはしがたいが、きわめて総合的なバランスの上で環境政策を展開していることは、今後の環境政策のあり方に重要な示唆を与えるであろう。

わが国においては、汚染対策の決定変更を環境庁告示で行い、国会審議は必要とされないことになっている。それゆえ、アメリカの環境法体系のように、法律間のバランスを立法院で、総合的に審議し、総合的な環境創造を行うことはできない。

しかし、わが国の環境行政の特色は、政策の運用にかなり幅広くまかされていることである。また対策を強制ではなく、行政指導という形で行っていることも特色である。このような特色は長所と短所の両面を持っている。つまり、政策間の調整にあたって、きわめて柔軟に対処できるともいえるが、一方でタテ割り行政の政策担当者の意思で、きわめて個別的にかつバラバラな形で政策が展開するということもある。

いままでの環境行政は、この短所をいわばうまく活かして短期間に急激な汚染防止策にとりくむことに成功したといえる。しかし、今後、社会的合意を形成しながら環境行政を展開するには、各政策のバランスを多角的、総合的にとりつけていくことが必要となるのである。

このためには、各政策策定担当官庁の連絡をよりいっそう密にし、各政策間の調整をよ

リスムーズにはかれるような行政制度の改革・整備が必要である。

さらに、長期的には、わが国の環境法体系を、総合的な環境創造の法体系として整備しなおすことが必要となってくるであろう。

補論 産業連関表を用いたインパクト分析

ここでは、さきの本論第3章で述べたことを産業連関分析の手法を用いることによって、さらに数量的に検討することをその主たる目的としている。

産業連関分析を用いる利点は、ある産業例えばここでとりあげようとしている自動車産業において何らかのインパクトが加わったとき、それらの影響が、密接に関り合っている他産業に、どのように波及していくかを数量的に把握し得るところにある。

したがって、今回のような「自動車に対する排ガス規制」という方策がとられたとき、その効果が、自動車産業を介して経済活動の基盤である生産構造に如何なる影響を与えるかを産業連関分析を用いて計測してみることは意味があろう。

1. 分析方法

産業連関モデルの基本形は、周知のように

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \cdot \Delta F$$

X : n 次元の産出高列ベクトル

A : $n \times n$ 次元の投入係数マトリックス

I : n 次元の単位マトリックス

$(I - A)^{-1}$: マトリックス A の逆行列

F : n 次元の最終需要ベクトル

である。

ここで考慮すべきことは、投入構造の安定度の問題と、産業連関モデルにおける外生変数であるところの最終需要項目の与え方との2点であるが、今回の分析目的が短期のインパクトスタディにあるので、昭和48年の産業連関表を用いて分析を行なっている。

したがって、投入係数ならびに最終需要の予測は試みていない。

この分析においては、それぞれのケース（シミュレーションケースについては後述）において

① 産業別生産額に対する波及効果

- ② 産業別輸入額に対する波及効果
- ③ 産業別付加価値額に対する波及効果
- ④ 産業別・燃料別 NO_x 発生量

が計測されているが、②～④の算出方法は次のとおりである。

すなわち、輸入については、 i 産業の輸入額を M_i 、生産額を X_i とすれば、輸入係数を m_i とするとき

$$m_i = M_i / X_i \quad (i = 1 \sim 47)$$

とここで定義する。この m_i を要素とする対角行列 M を輸入係数行列とよぶとき、輸入に及ぼす効果 M は

$$M = \hat{M} \cdot X \quad (X \text{ は ① で求めたもの})$$

によって求められる。

以下、付加価値についても、全く同様にして、付加価値係数行列を $\hat{V}$ とするとき、付加価値に及ぼす効果 V は、

$$V = \hat{V} \cdot X$$

として算定される。

また、NO_x 発生量に対する影響は、燃料別産業別 NO_x 発生原単位^(*) 行列を $\hat{r}^e$ (e : 燃料)、総合発生係数行列を $\hat{F}^e$ とすれば、

$$\hat{F}^e = \hat{r}^e \cdot (I - A)^{-1}$$

であるから、NO_x 発生量 F に対する影響は、

$$\begin{aligned} F^e &= \hat{r}^e \cdot (I - A)^{-1} \cdot F \\ &= \hat{F}^e \cdot F \end{aligned}$$

(*) 燃料別・産業別 NO_x 発生原単位の算定については後述する。

として算出される。

2. 試算の前提条件

ここでは，1で述べた分析手法を用いて試算を行なうときの前提条件についてふれることにする。

シナリオ A は，昭和 53 年の排ガス対策の影響を，新車需要に対する変化でみた場合であり，シナリオ B は，企業活動の面から，設備投資額の変化によってみた場合であり，またこのシナリオでは， NO_x の移動発生源（自動車）と固定発生源（電力・鉄精錬）との公害防止の費用・便益比較を，それぞれの当該産業の設備投資行動を介しながら，国内生産額への波及という観点からの一試算を行なったものである。

なお，シナリオ A およびシナリオ B はつぎに示したとおりである。

<< シナリオ A >>

1. 新車の需要額が 2 % ダウンし，中古の需要額が，その半額増加した場合
 - (i) 需要の変化が個人消費支出で生じた場合
 - (ii) 需要の変化を最終需要合計の段階で生じたと考えた場合
2. 新車の需要額が 2 % ダウンした場合
 - (i) 1-(i)と同じ
 - (ii) 需要の変化が輸出で生じた場合
 - (iii) 1-(ii)と同じ
3. 新車の需要額が 2 % 増加したものの，中古に対する需要は新車需要の増加額の半額減少した場合
 - (i) 1-(i)と同じ
 - (ii) 1-(ii)と同じ
4. 新車に対する需要額が 2 % 増加した場合
 - (i) 1-(i)と同じ
 - (ii) 2-(ii)と同じ
 - (iii) 1-(iii)と同じ
5. 新車に対する需要額が 10 % ダウンし，中古の需要額が，その半額増加した場合

- (f) 1-(f)と同じ
- (g) 1-(g)と同じ
6. 新車に対する需要額が10%ダウンした場合

- (f) 2-(f)と同じ
- (g) 2-(g)と同じ
- (h) 2-(h)と同じ

<< シナリオ B >>

- 自動車産業における設備投資が1,000億円ダウンした場合
- 自動車産業における設備投資が1,000億円ダウンしたものの、公害防止産業としての一般機械産業において、1,000億円の設備投資の増加があった場合
- 電力産業における設備投資が1,000億円ダウンした場合
- 電力産業における設備投資が1,000億円ダウンしたものの、公害防止産業としての一般機械産業において、1,000億円の設備投資の増加があった場合
- 鉄精錬産業における設備投資が1,000億円ダウンした場合
- 鉄精錬産業における設備投資が1,000億円ダウンしたものの、公害防止産業としての一般機械産業において、1,000億円の設備投資の増加があった場合

なお、今回の分析では、NO_x規制と自動車、との関連について検討することに力点が置かれていることを考えて、産業分類を下の47に分類した。

農 林 水 産	1	ゴ ム 製 品	13	鋳 鍛 造 品	25	建 設	37
石 炭 亜 炭	2	基 礎 化 学	14	非 鉄	26	電 力	38
鉱 業	3	プ ラ ス チ ッ ク	15	金 属 腐 蝕	27	公 益	39
食 料 品	4	石 油 化 学	16	一 機	28	商 業	40
天 然 繊 維 紡	5	繊 維 原 料	17	重 電	29	金 保 不 動	41
化 学 "	6	肥 料	18	軽 電	30	鉄 道	42
織 物	7	他 の 化 学	19	自 動 車	31	陸 送	43
繊 維 既 製 品	8	石 油	20	同 修 理	32	運 輸 通 信	44
製 材 家 具 製 品	9	石 炭	21	産 鉄 車 輛	33	公 共 サ ー ビ ス	45
パ ル プ ・ 紙	10	窯 業 土 石	22	他 の 輸 送 機	34	一 般 "	46
印 刷 出 版	11	鉄 精 錬	23	精 密 機	35	分 類 不 明	47
皮 革 製 品	12	鉄 鋼 圧 延	24	他 の 製 造 品	36	家	48

使用した産業連関表は、昭和48年基本表より統合したものである。したがって、本分析は昭和48年を基準して行なわれている。

3.1 新車の需要増減による波及効果

前節に示したシナリオによって、NO_x規制の強化に伴う新車需要の増減による波及効果の試算の結果について検討してみることにする。

それぞれのケースにおけるシミュレーション結果の詳細は付表に示した通りである。

つぎに示した6表は、それらを要約したものである。以下、これら6表を基にして議論を進めてゆくことにしよう。

まず、シナリオAについてみてみよう。表A-1は、新車需要が、昭和48年における自動車産業に対する最終需要総額の2%、すなわち892億2300万円、または10%すなわち4,461億1,390万円増減したとき、国民経済に与える影響について、国内総生産額、総付加価値額および輸入総額の3点でまとめてみたものである。

この表にも示してあるように、新車需要が2%減少すると、生産額で約2,385億7,500万円の落ち込みとなり、また付加価値額では約965億2,900万円、輸入で約181億円の減となる。

また、1と2および5と6の2組を比較してみると、需要の減少幅が大きくなればなるほど、生産額および付加価値額の減少分の差は縮小される傾向をもつことがみられる。また、輸入については道に拡大する傾向を有しているものと推測されるが、これは、補填作用をしているものか中古車需要であるために生産活動には余り関与しないことによるものであると思われる。

生産額への波及効果を産業別にみると、自動車産業を除いた上位5産業は表A-2で示した通りである。

いずれのケースにおいても一番波及効果の大きい産業は一般機械産業で、新車需要が2%減少したとき約126億円の生産減となる。以下、約109億円減の鉄鋼圧延産業、約95億円減の商業、約85億円減の非鉄金属産業、約80億円減の鉄精錬産業と続いている。

新車需要減を中古車需要でその減少分の半額を補填できたとする場合には、商業は全産

表A-1 自動車に対する需要変化による波及効果

(単位100万円)

シナリオA	1	2	3	4	5	6
生産額 (対S48年比)	251498660.6 (△170708.4 ⁸)	251430807.9 (△238575.2 ⁵)	251901168.6 (231782.3 ¹)	251907960.6 (238590.4 ³)	250815835.6 (△853546.1 ⁹)	250476438.4 (△892930.5 ⁰)
付加価値額 (対S48年比)	130174263.9 (△55300.8)	130133035.9 (△96528.8)	130320789.0 (91224.3)	130324927.3 (95362.6)	129955432.2 (△274132.5)	129749236.9 (△480327.8)
輸入額 (対S48年比)	12688807.3 (△152760 ⁸)	12685983.8 (△18098.9 ⁹)	12721899.8 (17817.4 ²)	12722182.6 (18099.4 ⁴)	12627702.0 (△136612.7 ⁷)	12613587.4 (△90495.5 ⁵)

△は減

表A-2 自動車に対する需要変化による産業別生産額への波及効果

(単位100万円)

シナリオ \ 順位	1	2	3	4	5
A - 1 (減少)	一般機械 (12404)	鉄鋼圧延 (10546)	非鉄金属 (8314)	鉄精錬 (7726)	鋳鍛造品 (7158)
A - 2 (減少)	一般機械 (12618)	鉄鋼圧延 (10935)	商 業 (9472)	非鉄金属 (8482)	鉄精錬 (8007)
A - 3 (増加)	一般機械 (12596)	鉄鋼圧延 (10896)	非鉄金属 (8465)	鉄精錬 (7979)	鋳鍛造品 (7221)
A - 4 (増加)	一般機械 (12618)	鉄鋼圧延 (10935)	商 業 (9488)	非鉄金属 (8482)	鉄精錬 (8007)
A - 5 (減少)	一般機械 (62021)	鉄鋼圧延 (52732)	非鉄金属 (41568)	鉄精錬 (38632)	鋳鍛造品 (35792)
A - 6 (減少)	一般機械 (63092)	鉄鋼圧延 (54676)	商 業 (47408)	非鉄金属 (42411)	鉄精錬 (40035)

業中唯一の生産額増の産業となるものの、一般機械産業で約2億円の減少幅の縮小にとどまり、他の上位産業でも同じく2億円前後の縮小にとどまっている。

なお、このケースでは、商業がプラスの波及効果をうけることから、先のケースではそれぞれ第4位、第5位に位置していた、非鉄金属産業、鉄精錬産業が第3位、第4位と順位を上げ、第5位には約71億5,000万の減少となる鋳鍛造品産業が顔を出している。

このような産業間の関係は、当然のことながら、2%新車需要増、10%新車需要減の場合でも同じである。

以上の議論は、自動車に対するNO_x規制が利用者（自動車需要者）への影響（例えば新車の買控え、中古車への需要シフトなどといった需要パターンの変化）を介して自動車産業、ならびに国民経済におけるインパクトを見てきたわけであるが、企業者ないしは供給者サイドにおけるNO_x規制による行動パターンの変化による国民経済への影響が考えられるが、それは民間設備投資の変化としてとらえられよう。すなわち、今迄は生産拡大のために設備投資に振りわけられていたものが、NO_x規制水準を達成するために公害防止投資にまわされることによって生産活動水準が低下することになるであろう。

また、産業によって与えるインパクトの度合も異なることも考えられよう。シナリオBでは、この設備投資額の増減が国民経済に与える影響を試算するためのものである。

一般機械産業への投資の代替は、公害防止投資が必要となることによって公害防止産業として設備投資が行なわれるものと考えたことによっている。

電力産業と鉄精錬産業を取り上げたのは、これらの産業がNO_xの固定発生源の代表的産業と考えられるところから、NO_xの移動発生源としての自動車と対比させてみようとしたものである。

それらの試算の結果をまとめたものが表B-1である。

自動車産業における1,000億円の設備投資の減少による生産額への波及効果は約2,674億円となり、一般機械産業における1,000億円の設備投資で代替しても波及効果でみると約116億円の減少となる。

波及効果を受け易い産業をみると、鉄鋼圧延産業や非鉄金属産業、そして鉄精錬産業などは自動車産業における設備投資減によって生産額が減少するものの、一般機械産業によって自動車産業の設備投資目減り分が代替されたときには、生産額は増大する。特に

表B-1 設備投資の増減による波及効果

(単位100万円)

シナリオB	1	2	3	4	5	6
生産額 (対S48年比)	101199705.2 ⁹ (△267401.2 ⁴)	101455466.6 ⁹ (△11643.8 ⁵)	101281157.7 ⁵ (△85948.7 ⁴)	101536921.0 ⁴ (69810.3 ²)	101134346.4 ⁷ (△332764.1 ⁴)	101390116.7 ⁷ (△76962.5 ⁵)
付加価値額	48971029.0 ⁶	49080788.6 ²	48982326.8 ⁶	49092088.9 ⁸	48969121.8 ⁷	49078881.5 ²
輸入額 (対昭和48年比)	9301109.2 ⁸ (△20285.2 ⁴)	9324694.3 ⁹ (3289.8 ⁸)	9281328.8 ¹ (△40097.3 ²)	9304881.4 ² (△16523.2 ⁸)	9216147.6 ³ (△105257.1 ²)	9300182.1 ⁹ (△81682.0 ⁴)

表B-2 設備投資の増減による波及効果の大きい産業

シナリオ	順位	増 1 減		増 2 減		増 3 減		増 4 減		増 5 減	
B - 1			一 般 機 械		鉄 鋼 圧 延		商 業		非 鉄 金 属		鉄精錬
B - 2		鉄精錬	ゴ ム	重電機	非 鉄 金 属	鉄 鋼 圧 延	他 の 製造業	鋳 鍛 造 品	軽電機	商 業	石 油 化 学
B - 3			石 油 製 品		鋁 業		建 設		金 融 保 險 不 動 産		重電機
B - 4		鉄 鋼 圧 延	石 油 製 品	鉄精錬	鋁 業	鋳 鍛 造 品	建 設	商 業	石 炭 亜 炭	非 鉄 金 属	重電機
B - 5			鋁 業		石 炭 製 品		商 業		石 炭 亜 炭		電 力
B - 6		鉄 鋼 圧 延	石 油 製 品	鋳 鍛 造 品	鋁 業	軽電機	石 炭 亜 炭	重電機	電 力	非 鉄 金 属	石 油 製 品

鉄精錬産業において顕著である。

電力産業においては、減少分が3産業の中では最も少なく、S48年比では約859億円の生産減となり、一般機械産業で代替すると約698億円生産額が逆に増大している。

電力産業の場合には、自動車産業のときのように、一般機械産業による一種の投資の代替によって波及効果かプラスに転ずるといった産業は見られず、一番波及効果が高い産業は石油製品産業である。

鉄精錬産業は、設備投資減による波及効果は最も高く、約3327億円の生産減となり、一般機械産業で代替しても約770億円の生産減となることが見込まれる。

この産業も、先の電力産業と同じように、一般機械産業による投資の代替とは産業間の波及のバラツキは残ることとなる。

これら6ケースについて総波及効果としてみた場合、生産額、付加価値額、輸入のそれぞれについても、鉄精錬の場合は、他の2産業の場合の4ケースと比して若干低いものの、余り大きな差異は見られない。

したがって、これだけで移動発生源を規制するのがベターなのか、あるいは固定発生源の規制も行なうべきなのかは、経済効率の面でみる限り判然としないといえよう。

より厳密に議論を行なうためには、同程度の公害防止投資で3者ともNO_x規制の許容水準に達することが可能であるか、否か、また許容水準に到達させるためには、どれだけの公害防止投資が必要であるかを決定してのち、経済効率の問題を議論すべきであろう。

最後に、よく耳にする言葉に、自動車産業は外需依存型であると言われるが、自動車需要額の落ち込みを一にして、個人消費支出での場合と輸出の場合とを試みに比較してみたのが、表C-1, 2である。

この2表からわかるように、インパクトを受け易い産業には差異はみられないものの、波及効果の方でみると、減少額は、輸出での需要減の方が個人消費支出におけるそれよりも約3倍も高い。これは、日本経済の成長要因ならびに貿易構造を考慮に入れたとしても一考に値する数値であろう。

すなわち、自動車産業に対する需要減少は、国内におけるNO_x規制による内需の減少より、世界に例をみない排ガス規制水準の高さをパスした日本車は技術的には国際競争力の上で優位に立つものの、このことは諸外国の自動車産業にとっては脅威となり、貿易上

表C-1 自動車の需要減少による波及効果の個人消費
と輸出とにおける比較(Ⅰ)

(単位100万円)

	シナリオA-2(2%↓)		シナリオA-6(10%↓)	
	個人消費(イ)	輸 出(ロ)	個人消費(イ)	輸 出(ロ)
生 産 額 (減少分)	18001.5 <u>6</u>	57283.0 <u>8</u>	90007.1 <u>8</u>	286408.7 <u>4</u>
付加価値額(")	16543.2 <u>4</u>	22700.9 <u>3</u>	36195.1 <u>4</u>	116053.0 <u>2</u>
輸 入 額 (")	1367.2	4346.1 <u>9</u>	6826.0 <u>9</u>	21726.5 <u>7</u>

表C-2 自動車の需要減少による波及効果の個人消費
と輸出とにおける比較(Ⅱ) <産業別生産額>

(単位100万円)

順 位	シナリオA-2(2%↓)		シナリオA-6(10%↓)	
	個人消費	輸 出	個人消費	輸 出
1	一般機械 (952.0)	一般機械 (3030.0)	一般機械 (4760.0)	一般機械 (15148.0)
2	鉄鋼圧延 (825.12)	鉄鋼圧延 (2625.0)	鉄鋼圧延 (4125.4 <u>3</u>)	鉄鋼圧延 (13127.0)
3	商 業 (716.0)	商 業 (2277.0)	商 業 (3578.0)	商 業 (11383.0)
4	非鉄金属 (640.0)	非鉄金属 (2036.5 <u>6</u>)	非鉄金属 (3199.9 <u>3</u>)	非鉄金属 (10182.4 <u>4</u>)
5	鉄 精 (604.1 <u>2</u>)	鉄 精 (1923.0)	鉄 精 (3020.6 <u>8</u>)	鉄 精 (9612.0)

何らかの摩擦が生じて、その結果外需が減少することの方が国民経済に与えるインパクトは大きいということである。

このことは、今後の環境政策は、通商政策、外交政策、産業政策等々と、調和のとれたものであることが必要ということである。

3.2 経済活動と NO_x 発生量

ここでは先に述べた算定方法によって、燃料別・産業別に NO_x の発生量について試算を行なった結果に基いて、生産活動と NO_x 発生量の関係をみてみようとするものである。

この方法によって、今まで別個に試算され、検討されていた2者、すなわち、排ガス規制の強化に伴う自動車の新車需要の変化による国民経済へのインパクトと、排ガス規制の強化による NO_x 発生量の変化との間を経済活動という共通項によって結びつけることを試みたものである。

まず、両者の結節点というべき役割を果たしている NO_x 発生係数について述べることにする。

a) NO_x 発生係数の設定

産業活動による NO_x (NO₂ 換算) 発生量を推定するために、前述した昭和48年産業連関表および移動・固定発生源別排出係数より、NO_x 発生係数 r を設定した。この NO_x 発生係数は、NO_x 発生源エネルギー別、産業47部門別に設定されている。

つまり、

$$D_{ej} = \alpha_{ej} \cdot q_{ej}$$

ここで D_{ej} : j 産業部門における e エネルギー消費による NO_x 発生量

α_{ej} : e エネルギー単位当りの j 産業部門での NO_x 発生係数

q_{ej} : e エネルギーの j 産業部門での消費量

として、NO_x 発生量を求め、これをもとにして j 産業部門での単位活動量当りの NO_x 発生量 (NO_x 発生係数) r_j^e を求めた。次に、

$$\hat{r}^e = r^e (1 - A)^{-1}$$

とし、NO_x 総合発生係数とした。

ここにおいて、移動発生源、固定発生源別に産業別発生量を求め得るようにも発生係数を求めておいた。

使用した基本的データは次の通りである。

1) エネルギー源

石炭，原油，揮発油，軽油，灯油，都市ガス，コークス，重油（A，B，C）の10分類である。ただし，NO_xを発生するエネルギー源として，LPG などがあるが，LPG に関しては産業連関表で特掲されていないので今回は分析の対象からはずした。また，ゴミについては焼却場からの発生量が多いと思われるが，廃棄物の発生と焼却が一次的に結合しないので，これも省略した。

2) 排出係数

大別して，移動発生源と固定発生源である。移動発生源によるNO_x 排出係数については，車種，排気量の相違，規制年度の異なる車，燃料の相違，エンジンの相違による違い，また調査方法，地区による相違を比較検討した。用いた主な資料は次の通りである。

- 大気汚染物質排出係数算出調査（東京都公害局規制部，昭和48年8月）

- 自動車排出ガスの調査研究（阪神高速道路公団，昭和50年7月）

- 自動車排出ガス量測定調査（日本道路公団，昭和50年2月）

これらのほかに，愛知県，千葉県等の資料を参考にした。

固定発生源によるNO_x 排出係数については，施設種類，施設規模，使用燃料，調査方法，地域等の相違により，どのような違いがあるかを比較検討した。ここで用いた主な資料は次の通りである。

- 大気汚染物質排出係数算出調査（固定発生源）（東京都公害局規制課）

- 固定発生源からの窒素酸化物（NO_x）の排出状態調査報告書（神奈川県公害対策事務局：昭和50年2月）

- 固定発生源（溶解炉，加熱炉，焼成炉）からの窒素酸化物排出係数算出調査結果（京都市衛生研究所：昭和49年度）

- 施設別類型別大気汚染物質発生量原単位調査報告書（大阪府：昭和51年3月）

- 大気汚染物質の発生源と排出係数（U.S. Environmental Protection Agency 1972年）

- 固定燃焼施設における大気汚染物質の排出係数に関する調査報告書（環境庁大気保全局企画課編：昭和51年7月）

- 制約要素原単位調査（千葉県企画部：昭和49年2月）

などである。

これらを総括すると、表 表 に示す通りである。

3) NO_x 発生量の推定

昭和43年度におけるNO_x(NO₂換算)発生量を産業連関表と発生数 r より求めた結果を表 に示す。この表において、産業別「分類不明」が入っているが、これは移動発生源が約92%を占めているので、入れておいた。

総発生量は約253万t/年である。このうち約42%が移動発生源から排出されているものと考えられる。つまり、約106万t/年である。これら移動発生源のうち、陸送、商業など物資移送に直接的に関係を持つ産業で約40.7万t/年(対移動発生源比約41%)である。この量はガソリン車による発生量よりも多く、全体の約16%を占めており、これは電力部門による発生量(44.8万t/年)に匹敵した値を示している。

ガソリン車からの発生量は約30万t/年であるから、これが排ガス規制により1/10になれば約27万t/年の減少となり、昭和48年度の発生総量の約10%の減少となる。ただし、一般環境濃度への寄与率は、同一発生量でも固定発生源より移動発生源の方が大きいことを考えると、実質的には10%以上になるものと考えられる。ディーゼル車からの発生量は約76万t/年で、そのうち、陸送、商業、運輸通信部門だけで約38万t/年となり、約50%を占めている。

固定発生源においては、上位4産業(電力、石炭、窯業、土石、鉄精錬)で84万tで、対固定発生源比約%、対総発生量比約33%を占めている。移動発生源からの総量に対しては79%を占めている。

以上、固定、移動などの発生源別に述べたが、総発生量についてみると、上位5産業(電力、陸送、建設、石炭、商業)で143.4万t/年となり、全発生量の57%を占めている。このようにNO_x発生量の多い産業はほとんど決まっているが、一方、6位に分類不明(移動発生源の占める割合がおよそ92%)があり、総発生量の約5%を占めている。

以上のことから、NO_x発生量の規制方法としては、発生量の高い産業が片寄っているところから、その産業を重点的に規制を行なうことによってNO_x発生量の総量を減少させることが可能であるが、そのとき執られる手段が、それらの産業の生産活動に及ぼす影響の検討を行なったのちに実施すべきであることはいうまでもないであろう。

表D-1 車種、走行モード別排出係数一覧

走行モード 車 種		1 0 モ ー ド g/km				定 速 走 行												備 考	
						4 0 km / h				5 0 km / h		6 0 km / h				7 0 km / h			80km/h
		東京	愛知	阪高	日道公	千葉	阪 高	愛知	日道公	千葉	阪高	千葉	阪 高	日道公	千葉	阪高	日道公		
乗 用 車	乗 用 (L P G)	4.2 7	2.2 2	—	—	5.0 7	—	—	—	6.2 3	—	7.2 7	—	—	8.3 0	—	—		
	” (ガソリン)	2.2 2	1.3 6	0.3 0 1.93	0.527 1.70	3.7 7	0.09 1.29	—	0.1 75 1.1 3	4.5 2	0.1 4 1.9 4	5.1 8	0.18 2.4 4	0.386 1.6 7	5.8 4	0.3 0 3.4 5	0.883 2.0 7		
	軽 乗 用	0.4 1	0.3 5	—	—	0.5 3	—	0.4 7	3.393 0.871	0.6 3	—	0.7 2	—	1.10 1.4 5	0.8 1	—	1.8 6		
	乗 合	11.49※	—	—	—	10.59	—	—	—	10.59	—	10.59	—	—	10.59	—	—		
貨 物 車	軽 貨 物	—	—	—	—	0.5 3	0.05	—	—	0.6 3	0.07 0.09	0.7 2	0.1 7	—	0.8 1	0.3 0 0.3 7	—		
	小 型 貨 物	4.7 3	3.1 1	2.05 3.6 8	—	3.9 6	1.65 2.4 6	2.9 0	—	4.3 5	2.93 3.2 5	4.6 9	3.45 4.3 3	—	5.0 3	4.2 7 4.9 6	—		
	貨 客	—	1.3 6	1.28 1.7 2	—	3.7 7	0.52 1.2 2	—	—	4.5 2	0.78 1.8 1	5.1 8	1.15 2.5 6	—	5.8 4	1.3 7 2.6 4	—		
	普 通 貨 物	5.2 6※	—	9.7 5	—	4.2 4	2.00 2.7 5	3.8 4	0.571 6.93	4.2 4	1.80 2.4 0	4.2 4	2.15 2.6 5	0.925 5.5 0	4.2 4	2.6 0 3.4 0	1.12 1.4 5		
	特 殊 貨 物	—	—	—	—	4.2 4	—	—	—	4.2 4	—	4.2 4	—	—	4.2 4	—	—		

注：・日本道路公団の定速走行の係数は平地（勾配0%）のものを使用。又10モードは、モーターファン誌

ロードテストによる。

・値に幅のあるものは各調査結果を参照

・※はDTモードによる

・定速走行の中で愛知の値は、いろいろなモードの中で平均車速が40km/hに近いものを載せた。

表D-2 施設別排出係数一覧 (その1)

施設		東京		神奈川		京都		大阪		E.P.A		環境庁	
		Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal	Kg, 10 ³ Nm ³ , cal
発電用ボイラ	C重油	4.80											
	A重油	5.55								12.6		6.20	6.35
	LNG	—										4.68	5.07
	石炭	9.95										5.22	5.65
産業用ボイラ	バルブ	—								6.25		4.30	3.89
	C重油	大4.15		4.94	50.6					9		8.32	1.28
	B重油	中2.55			—					1.5			5.39
	A重油	小2.50		2.43	2.63					2.75		5.53	5.66
ジーゼルエンジン	灯油									4.8		3.96	4.05
	軽油									?		2.33	2.52
	都市ガス									9.6		1.81	2.07
	LPG											1.70	1.87
ガスタービン燃焼器	LNG											1.05	2.40
	A重油									3.70		3.58	3.24
	LNG									1.92		6.36	5.76
	C重油											4.04	4.37
ガラス工業	ガラス溶融炉	15.0		3.29	3.37					3.20		1.07	9.64
	A重油	3.2 (3)		3.73	3.82	5.59	5.62	2.40	2.49			2.45	2.51
	灯油			1.87	2.05							2.51	2.57
	都市ガス			4.60	1.05			0.909	20.2			1.12	1.21
セメント工業	セメント焼成炉							5.99	1.33			2.03	2.23
	C重油											5.88	1.34
	スラグ											4.41	4.51
	灯油											1.44	1.47
石灰工業	石灰石											3.33	3.41
	焼成炉											2.30	2.63
	粘土											2.10	3.23
	石灰石											5.29	5.41
レンガ工業	石灰石											6.34	6.49
	焼成炉												2.76
	ドロマイト											2.72	4.19
	焼成炉											6.70	6.86
陶器工業	A重油							0.609	6.47			3.86	6.00
	灯油							3.23	3.44			2.10	2.27
	B重油											8.53	9.75
	A重油											1.27	1.30
製鉄・製鋼	鋼材圧延用加熱炉			3.36	4.83							1.68	1.82
	C重油											3.31	3.63
	鉄鉱石・ペルト											0.111	1.20
	C重油											4.64	4.75
鉄鋼工業	コークス炉				3.61								7.31
	C重油				0.202								1.40
	高炉用熱風炉												1.45
	C重油												1.45
鉄鋼工業	鋼材圧延用加熱炉			4.44	4.80			4.26	4.43			5.45	5.58
	灯油							2.95	3.14			5.51	5.64
	軽油							0.376	3.83			3.46	3.74
	LPG											1.52	1.74
鉄鋼工業	鋼材熱処理炉											3.90	4.28
	LPG											3.38	3.06
	C重油											1.64	1.48
	A重油							1.69	3.32				3.87
鉄鋼工業	鋼材熱処理炉							3.50	3.72			7.43	7.61
	灯油											2.14	2.32
	LPG											2.35	2.69
	C重油											3.03	2.74
鉄鋼工業	鉄鉱石焼理炉				0.597Kg/t.p							0.17	3.89
	製鋼用転炉												4.25
	製鋼用電気炉											0.625	0
	キユボラ	0.160Kg/			0.395Kg/t.p							0.027	
鉄鋼工業	鋼型乾燥炉				0.047Kg/t.p			0.0277, 0.129	0.045, 0.0502			0.195	
	B重油			6.11	6.25							0.141	
	A重油			1.36	14.7							6.14	6.28
	灯油				—							1.37	1.48

表D-2 施設別排出係数一覧 (その2)

施設			東京		神奈川		京都		大阪		E・P・A・		環境庁	
			Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal	Kg, Kg, 10 ³ Nm ³ , 10 ³ Kcal
アルミニウム精錬工業	アルミ焼成炉	C 重油	325										8.71	89.2
	アルミ電解炉	—											0.217	
チタン精錬業	チタン還元炉	A 重油											0.065	
	圧延用加熱炉	都市ガス											0.60	13.6
第二次金属工業	アルミニウム溶解炉	B 重油							2.00 4.91 13.2	26.8 51.2 13.7			5.59	57.2
	溶解炉	C 重油							0.660	7.04			5.00	51.2
	溶解炉	A 重油							0.107	11.4			2.39	25.9
	溶解炉	灯油											2.35	26.9
	鋼溶解炉	A 重油	145			2.25	2.24						2.73	29.5
	溶解炉	灯油											1.83	20.9
鉛溶解炉	L P G												1.93	17.5
	鉛溶解炉	A 重油	1.20 (コークス)			5.60 (コークス)	4.26						3.04	32.9
亜鉛溶解炉	—												2.42	26.2
	—												3.38	34.6
石油精製	石油加熱炉	B 重油											7.63	78.1
	—	灯油											1.32	15.1
副生油	L P G				2.74									28.4
	—	副生ガス			2.22								2.19	19.8
硫酸工業	SO ₂ 製造炉	—			0.0208 Kg/tp								0.044	
硫酸工業	—	—											1.55	
ガス製造工業	ガス発生炉	L N G									0.5		3.43	
洗剤工業	洗剤乾燥炉	灯油	2.25					0.657	8.87				2.76	25.0
アセナルト製造業	骨材乾燥炉	A 重油	0.895	1.84	1.99								2.49	28.4
	乾燥炉	灯油											2.87	31.1
食品工業	乾燥炉	灯油+A重油											4.01	57.3
	乾燥炉	A 重油											2.61	28.3
食品工業	乾燥炉	—		2.00	2.16								1.99	21.5
	乾燥炉	—		2.00	2.28								2.00	22.8
塗装焼付炉	自動車ボデー	A 重油											1.64	17.7
	塗装焼付炉	灯油											1.37	15.7
塗装焼付炉	ボデー	都市ガス											0.24	5.49
	冷蔵庫	—											0.21	4.71
その他の乾燥炉	木材	B 重油							5.46	19.5			5.84	59.8
	—	L P G							2.66	9.50			2.44	22.1
乾燥炉	—	灯油							1.75	6.26			1.76	20.1
	—	—												
廃棄物処理	—	—	0.990 Kg/t										2.39	27.3
	—	—	1.000 Kg/t								1.0		1.05	
平	紙木材	—	1.50 Kg/t		1.20 Kg/t						1.0	5.0	8.46	
	—	—	1.15								1.5			
溶	—	—	1.10											
	—	—	0.26											
鉛溶解反射炉	—	—	1.10											
	—	—												
重油昇温炉	A 重油			2.70	2.92									
	—	—												
紙乾燥炉	灯油			1.71	1.95									
	—	—												
窯業焼成炉	C 重油			1.72	48.3									
	—	—												
溶接用フラックス製造用	—	—			0.56 Kg/t									
	—	—												
真鍮熱処理炉	A 重油					1.78	1.77							
	—	—												
正延用加熱炉	—	—				2.54	2.52							
	—	—												
亜酸化銅焼成炉	—	—				1.75	1.77							
	—	—												
アルミニウム精錬所	都市ガス					0.071	1.6							
	—	—												
溶解亜鉛めっき	L P G								2.45	8.76				
	—	—							0.996	3.56				
ジーゼルエンジン	A 重油								6.61					
	—	—							6.08					
—	—	—							7.77		4.44			4.37
	—	—							18.8		9.0			
—	—	—							1.74					
	—	—							2.24					

表E-1 48年度における産業別NO_x(NO₂換算)発生量

(×10³t)

順位 発生源	1	2	3	4	5	6	1～6の合計	総計	1～6の合計 総計(%)
固定	電力 444	石炭 202	業・土石 120	鉄精錬 74	公益 72	商業 61	973	1,468	66.28
移動	陸送 349	建設 254	分類不明 122	鉱業 94	商業 88	農林水産 22	929	1,063	87.39
ガソリン車	分類不明 108	商業 72	建設 26	鉱業 15	農林水産 9	公共サービス 7	237	304	77.96
ディーゼル車	陸送 344	建設 228	鉱業 78	商業 16	運輸通信 16	分類不明 14	696	759	91.70
総量	電力 448	陸送 350	建設 286	石炭 204	商業 149	分類不明 132	1,569	2,532	61.97

(四捨五入により総計等の合計にずれがある。)

(分類不明は移動発生源により約92%発生しているのを入れておいた。)

では、つぎにシミュレーション結果についてみてみることにしよう。

4) NO_x 発生量の波及効果

① 個人消費において変化が生じたとき

シナリオ A-1 において、中古車の需要増により、商業、自動車修理部門の NO_x 発生量の増加が生じた。しかし、この増加分は新車需要減に基づく自動車、電力、鉱業等の部門による NO_x 発生量減により、全体としては 120 t/年（対発生総量比 5×10^{-3} %）の減少になる。固定発生源では前述の自動車、電力と石炭部門において大きく減少するが、移動発生源では鉱業、陸送、自動車、一般機械、鋳鍛造品部門で減少する。

シナリオ A-2 のような、新車の需要減のみであると仮定するならば、A-1 に比して電力部門の NO_x 発生量が最も減少している。つまり、電力部門においては、中古車需要の増加により電力需要が増加し、A-1 にみられるように自動車部門が最も減少した様相を示し、電力が 2 位になる。A-1 に比べて A-2 における相違は、建設部門がその減少の順位を高めていることである。

シナリオ A-3 において、新車の需要増により中古車需要減をカバーし、全体として NO_x 発生量は約 160 t/年の増加を示す。しかも、シナリオ A-4 をみると、NO_x 発生増加分の 167 t/年に比して、その約 5 t/年であり、中古車の増加（A-1）における A-2 に対する増加分約 47 t/年より少なく、中古車需（A-1）における A-2 に対する増加分約 47 t/年より少なく、中古車需要増減に伴う NO_x 発生量の変化は、増加に伴う変化が大きい。

シナリオ A-4 においては、シナリオは A-2 の減少分が同量だけ増加している。つまり、このことは個人消費としての新車需要増減はほぼ一次的に NO_x 発生量の増減に結びつくことを示している。

シナリオ A-5、シナリオ A-6 においては、シナリオ A-1、シナリオ A-2 の需要の増減幅が 5 倍になっていることにより、NO_x 発生量も 5 倍の増減となっている。

以上のことにより、自動車部門の増減は一次的な波及効果を持つが、商業部門の増減は増加と減少により異なった波及効果を持つことが示されている。

② 輸出において変化が生じたとき

個人消費の変化に比して、固定、移動、総量とも NO_x の発生量の増減は約 3 倍の幅

をもって変化している。

シナリオ A-2 においては、 NO_x 総発生量の変化は 530 t/年 であり、これは昭和 48 年総発生量の $2.09 \times 10^{-2} \%$ である。シナリオ A-4 ではシナリオ A-2 の逆で 530 t/年 の増加、シナリオ A-6 では $2,650 \text{ t/年}$ (総発生量の $1.05 \times 10^{-2} \%$) の減少である。

③ 最終需要において変化が生じたとき

個人消費の変化に比して、 NO_x の発生量の増減は約 1.3 倍、輸出の変化に比して、約 4 倍の幅をもって変化している。

シナリオ A-1 においては、 NO_x 総発生量の変化は $1,593 \text{ t/年}$ であり、昭和 48 年における総発生量の $6.29 \times 10^{-2} \%$ である。

シナリオ A-2, A-4 では増減 $2,208 \text{ t/年}$ であり、同じく $8.72 \times 10^{-2} \%$ シナリオ A-3 は $2,147 \text{ t/年}$ で $8.48 \times 10^{-2} \%$ 、シナリオ A-5 は $2,965 \text{ t/年}$ で $3.15 \times 10^{-2} \%$ 、シナリオ A-6 は $11,040 \text{ t/年}$ で $43.6 \times 10^{-2} \%$ である。

以上、個人消費、輸出、最終需要の変化による NO_x 発生量の変化を述べたが、固定発生源対移動発生源の比はほぼ 3 : 1 の割合である。これは、昭和 48 年における固定発生源対移動発生源の比 7 : 5 に対して、固定発生源の変化幅が大きい。

④ 設備投資において変化が生じた時

シナリオ B-1, B-3, B-5 を比較してみる。これらは、単独産業部門において 1,000 億円の設備投資がダウンした場合である。

シナリオ B-1 において固定発生源では NO_x 発生量が最も減じるのは電力部門であるが、その絶対量はシナリオ B-3, B-5 に比して小さく、シナリオ B-3 の約 $1/10$ シナリオ B-5 の約 $1/5$ である。

つまり、電力部門を直接的に設備投資を 1,000 億ダウンさせるときの効果が最大である。また、鉄精錬産業上において設備投資をダウンさせると石炭、電力鉱業の部門へ波及するが、電力部門をダウンさせたときほど効果はない。

ただし、移動発生源においては、その様相を異にし、シナリオ B-5 が最大の効果 (1840 t/年) を持つ、その効果はシナリオ B-1 における固定発生源の減少量 (1870 t/年) に匹敵している。シナリオ B-3 においては、 $1,120 \text{ t/年}$ である。このようにみえてくる

と、移動発生源に効果を持つ対策としては鉄精錬部門の設備投資が最も効果的である。

NO_x 発生量を総量でみるならば電力部門が最も効く。

次にシナリオ B-2, B-4, B-6 をみてみる。シナリオ B-2 から自動車部門と一般機械での NO_x 発生量の増減はほぼ等しく、ただ、一般機械部門における移動発生源誘発効果が大きいために、移動発生源において増加を呈し、全体としても、増加を呈する。シナリオ B-4, B-6 より一般機械部門の増加よりも、電力部門、鉄精錬部門の NO_x 発生量の増減による効果が大きいために、全体としては減少する。シナリオ B-4, B-6 ともにシナリオ B-3, B-5 に比して 2,500 t/年の増加が認められる。これは、一般機械部門において 1,000 億円の設備投資が生じると、総量で 2,500 t/年の NO_x が発生することを意味している。

電力部門および鉄精錬部門における設備投資の減少に伴う NO_x 発生量の減少は、自動車部門のそれと比して、それぞれ約 8 倍、約 5 倍といった多きに達しているが、これは、生産活動の低下が他産業の生産活動に及ぼす影響を考え合わせるとき、電力部門の NO_x 発生に寄与する比率の大きいことが解ろう。

このことは、電力部門における NO_x の発生防除に関する技術的およびコスト面での採算といった問題がある程度解決されるならば、主たる固定発生源である電力部門における NO_x 削減対策の確立は、環境政策上有効なものとなるであろう。

なお、ここで最も留意すべきことは、電力部門は、他の諸産業の活動源であることである。このことは、換言すれば、適切なエネルギー政策、ならびに産業政策との調和の上でなり立つ必要があることを意味しているといえよう。

表E-2 個人消費

(単位: t)

発生源	シナリオA	1	2	3	4	5	6
固	定	▲ 90.0	▲ 125.8	122.3	125.8	▲ 449.9	▲ 629.1
移	動	▲ 30.1	▲ 40.8	39.8	40.9	▲ 151.0	▲ 203.8
総	量	▲ 120.2	▲ 166.6	161.9	166.6	▲ 601.1	▲ 833.2

表示方法:

総	量
固 定	移 動

シナリオ	順位	1	2	3	4	5
A - 1	増	商 業		自動車修理		金・保・不動
		商 業	商 業	自動車修理	自動車修理	金保不動
	減	自 動 車		電 力		鉱 業
		自動車	鉱 業	電 力	陸 送	石 炭
A - 2	増					
	減	電 力		自 動 車		鉱 業
		電 力	鉱 業	自動車	陸 送	石 炭
A - 3	増	自 動 車		電 力		鉱 業
		電力	鉱 業	自動車	陸 送	石 炭
	減					
A - 4	増	電 力		自 動 車		鉱 業
		電力	鉱 業	自動車	陸 送	石 炭
	減					
A - 5	増	商 業		自動車修理		金・保・不動
		商 業	商 業	自動車修理	自動車修理	金保不動
	減	自 動 車		電 力		鉱 業
		自動車	鉱 業	電力	陸 送	石 炭
A - 6	増					
	減	電 力		自 動 車		鉱 業
		電力	鉱 業	自動車	陸 送	石 炭

表E-3 輸 出

シナリオA 発生源	2	4	6
固 定	▲ 4 0 0.3	4 0 0.3	▲ 2,0 0 1.6
移 動	▲ 1 2 9.8	1 2 9.8	▲ 6 4 8.9
総 量	▲ 5 3 0.2	5 3 0.1	▲ 2,6 5 0.6

A - 2	増										
	加										
	減	電 力		自 動 車		鋁 業		石 炭		陸 送	
A - 4	少	電 力	鋁 業	自動車	陸 送	石 炭	自動車	鉄精錬	建 設	鋁 業	一般機械
	増	電 力		自 動 車		鋁 業		石 炭		陸 送	
	加	電 力	鋁 業	自動車	陸 送	石 炭	自動車	鉄精錬	建 設	鋁 業	一般機械
A - 6	減										
	少										
	増										
A - 6	加										
	減	電 力		自 動 車		鋁 業		石 炭		陸 送	
	少	電 力	鋁 業	自動車	陸 送	石 炭	自動車	鉄精錬	建 設	鋁 業	一般機械

表E-4 最終需要

発生源 シナリオA	1	2	3	4	5	6
固 定	▲ 1,192.6	▲ 1,667.3	1,619.9	1,667.5	▲ 5,962.7	▲ 8,337.2
移 動	▲ 400.4	▲ 540.5	526.5	540.6	▲ 2,002.1	▲ 2,702.8
総 量	▲ 1,592.9	▲ 2,207.7	2,146.5	2,208.2	▲ 7,964.7	▲ 11,039.8

順位 シナリオ		1	2	3	4	5
A - 1	増	商 業		自動車修理		金・保・不動
	加	商 業	商 業	自動車修理	自動車修理	金保不動 金保不動
	減	自 動 車		電 力		鋁 業
	少	自動車	鋁 業	電 力	陸 送	石 炭 自動車 鉄精錬 一般機械 鋁 業 鋳鍛造品
A - 2	増					
	加					
	減	電 力		自 動 車		鋁 業
	少	電 力	鋁 業	自動車	陸 送	石 炭 自動車 鉄精錬 建設 鋁 業 一般機械
A - 3	増	自 動 車		電 力		鋁 業
	加	電 力	鋁 業	自動車	陸 送	石 炭 自動車 鉄精錬 一般機械 鋁 業 建設
	減					
	少					
A - 4	増	電 力		自 動 車		鋁 業
	加	電 力	鋁 業	自動車	陸 送	石 炭 自動車 鉄精錬 建設 鋁 業 一般機械
	減					
	少					
A - 5	増	商 業		自動車修理		金・保・不動
	加	商 業	商 業	自動車修理	自動車修理	金保不動 金保不動
	減	自 動 車		電 力		鋁 業
	少	自動車	鋁 業	電 力	陸 送	石 炭 自動車 鉄精錬 一般機械 鋁 業 鋳鍛造品
A - 6	増					
	加					
	減	電 力		自 動 車		鋁 業
	少	電 力	鋁 業	自動車	陸 送	石 炭 自動車 鉄精錬 建設 鋁 業 一般機械

表E-5 設備投資

シナリオB 発生源	1	2	3	4	5	6
固 定	▲ 1.8 6 8.7	▲ 1 5.0	▲ 1.8 1 6.1	▲ 1 6,3 0 7.3	▲ 1 0,3 2 1.1	▲ 8.4 7 0.5
移 動	▲ 6 0 5.9	3 2.0	▲ 1.1 1 5.5	▲ 4 7 7.6	▲ 1.8 3 6.5	▲ 1.1 9 8.6
総 量	▲ 2,4 7 4.7	1 7.0	▲ 1 9.2 7 6.7	▲ 1 6,7 8 5.1	▲ 1 2,1 6 0.9	▲ 9.6 6 9.1

シナリオ	順位	1	2	3	4	5
B - 1	増					
	加					
	減	電 力	自 動 車	鋁 業	石 炭	陸 送
B - 2	増	一般機械	石 炭	鉄 精 錬	商 業	鋳 鍛 造 品
	加	一般機械 一般機械	石 炭 陸 送	鉄 精 錬 商 業	鉄 鋼 延 鋳 鍛 造 品	商 業 分 類 不 明
	減	自 動 車	電 力	窯 業 土 石	公 益	鋁 業
B - 3	増					
	加					
	減	電 力	鋁 業	石 炭	石 油	陸 送
B - 4	増	一般機械	鉄 精 錬	陸 送	商 業	鉄 鋼 延 鋳 鍛 造 品
	加	一般機械 一般機械	鉄 精 錬 陸 送	鉄 鋼 延 鋳 鍛 造 品	商 業 鋳 鍛 造 品	鋳 鍛 造 品 非 鉄
	減	電 力	鋁 業	石 油	建 設	石 炭 亜 炭
B - 5	増					
	加					
	減	石 炭	鉄 精 錬	鋁 業	電 力	陸 送
B - 6	増	一般機械	鉄 鋼 延 鋳 鍛 造 品	鋳 鍛 造 品	分 類 不 明	非 鉄
	加	一般機械 一般機械	鉄 鋼 延 鋳 鍛 造 品	鋳 鍛 造 品 分 類 不 明	分 類 不 明 非 鉄	非 鉄 公 益
	減	石 炭	窯 業 土 石	鋁 業	電 力	石 炭 亜 炭
B - 6	増					
	加					
	減	石 炭	鉄 精 錬	陸 送	電 力	石 炭 亜 炭
B - 6	増	一般機械	鉄 鋼 延 鋳 鍛 造 品	鋳 鍛 造 品	分 類 不 明	非 鉄
	加	一般機械 一般機械	鉄 鋼 延 鋳 鍛 造 品	鋳 鍛 造 品 分 類 不 明	分 類 不 明 非 鉄	非 鉄 公 益
	減	石 炭	窯 業 土 石	鋁 業	電 力	石 炭 亜 炭
B - 6	増					
	加					
	減	石 炭	鉄 精 錬	陸 送	電 力	石 炭 亜 炭

付表 最終需要合計における自動車産業に対する需要が増減したときの産業別生産額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産 業							
1	農 林 水 産	9263356.000	9263038.000	9265483.000	9265515.000	9259675.000	9258085.000
2	石 炭 垂 産	106593.600	106557.600	107850.800	107854.400	104144.100	103963.900
3	鉱 産 業	1199088.000	1198407.000	1206289.000	1206357.000	1185910.000	1182507.000
4	食 料 品	13428270.000	13427990.000	13429140.000	13429160.000	13427030.000	13425630.000
5	天 然 織 紡	1208795.000	1208752.000	1209203.000	1209208.000	1208057.000	1207839.000
6	化 学 織 紡	701821.800	701796.100	702026.500	702029.100	701458.700	701330.300
7	織 物	3875111.000	3874994.000	3876405.000	3876416.000	3872733.000	3872149.000
8	織 物 製 品	4195375.000	4195176.000	4196063.000	4196083.000	4194359.000	4193361.000
9	製 材 具 木 製 品	5760463.000	5760192.000	5762223.000	5762250.000	5757432.000	5756077.000
10	パ ル プ ・ 紙	3796696.000	3795705.000	3798787.000	3798887.000	3794297.000	3789340.000
11	印 刷 出 版	2640818.000	2640302.000	2641760.000	2641811.000	2639862.000	2637283.000
12	皮 革 製 品	247024.100	247013.200	247124.800	247125.900	246842.300	246787.700
13	ゴ ム 製 品	968478.400	968319.800	975691.900	975707.800	954337.300	953543.800
14	基 礎 化 学	1351400.000	1351315.000	1353245.000	1353253.000	1347865.000	1347440.000
15	プ ラ ス チ ッ ク	935605.400	935560.200	936963.300	936967.800	932971.100	932744.900
16	石 油 化 学	1265096.000	1265019.000	1267534.000	1267541.000	1260357.000	1259975.000
17	織 維 原 料	1018390.000	1018359.000	1018653.000	1018656.000	1017921.000	1017766.000
18	肥 料	262344.700	262337.500	262368.600	262369.400	262309.600	262273.700
19	他 の 化 学	2989648.000	2989555.000	2991233.000	2991242.000	2986645.000	2986181.000
20	石 油	3932581.000	3931291.000	3936748.000	3936877.000	3926568.000	3920119.000
21	石 炭	857536.600	857485.400	859857.400	859862.500	852987.200	852731.400
22	望 土 石	4057488.000	4057303.000	4060884.000	4060902.000	4051027.000	4050104.000
23	鉄 鋼 延 ば	5468606.000	5468325.000	5484311.000	5484339.000	5437700.000	5436297.000
24	鉄 鋼 延 ば	8128059.000	8127670.000	8149501.000	8149540.000	8085873.000	8083929.000
25	鉄 鋼 延 ば	1835981.000	1835912.000	1850360.000	1850366.000	1807347.000	1807005.000
26	非 鉄 金 属	2597609.000	2597441.000	2614388.000	2614405.000	2564355.000	2563512.000
27	金 属	5529797.000	5529138.000	5535755.000	5535821.000	5519067.000	5515773.000
28	一 般 機 械	10871210.000	10871000.000	10896210.000	10896230.000	10821590.000	10820520.000
29	重 型 機 械	1897983.000	1897939.000	1899159.000	1899163.000	1895709.000	1895489.000
30	軽 型 機 械	8488518.000	8488351.000	8501336.000	8501353.000	8463183.000	8462349.000
31	自 動 車	6619032.000	6618705.000	6859825.000	6859858.000	6138037.000	6136402.000
32	同 様	2732363.000	2730787.000	2732420.000	2732578.000	2735088.000	2727205.000
33	産 業 用 車	394512.000	394447.100	394585.300	394591.700	394482.300	394157.700
34	他 の 輸 送 機 械	3693152.000	3693111.000	3693353.000	3693357.000	3692824.000	3692618.000
35	精 糖	1520343.000	1520198.000	1522034.000	1522048.000	1517222.000	1516498.000
36	他 の 製 造 品	3949869.000	3949678.000	3955560.000	3955580.000	3938832.000	3937873.000
37	電 力	32776270.000	32775200.000	32778100.000	32778210.000	32774560.000	32769200.000
38	電 力	2619089.000	2618502.000	2622871.000	2622930.000	2612582.000	2609644.000
39	公 益	1198556.000	1198497.000	1199693.000	1199699.000	1196391.000	1196094.000
40	商 業	23156540.000	23110240.000	23124560.000	23129200.000	23303890.000	23072300.000
41	金 保 不 動 産	17798400.000	17793900.000	17802110.000	17802560.000	17799040.000	17776580.000
42	鉄 道	1605942.000	1605502.000	1606384.000	1606428.000	1605850.000	1603648.000
43	陸 上 輸 送	4173896.000	4173344.000	4177267.000	4177322.000	4168147.000	4165387.000
44	運 輸 通 信	4836177.000	4834985.000	4839247.000	4839366.000	4832180.000	4826222.000
45	公 共 サ ー ビ ス	12045810.000	12045770.000	12046320.000	12046320.000	12044890.000	12044660.000
46	一 般 サ ー ビ ス	17460590.000	17457970.000	17466930.000	17467200.000	17452620.000	17439500.000
47	分 類 不 明	6038377.000	6037728.000	6043356.000	6043421.000	6029588.000	6026344.000
計		251498660.600	251430807.900	251901168.600	251907960.600	250815835.600	250476438.400

付表 最終需要合計における自動車産業に対する需要の増減に伴う産業別生産額への波及効果

(+)は増加を示す (単位100万円)

産 業	シナリオ A	1	2	3	4	5	6
1	農 林 水 産	921.000	1239.000	-1206.000	-1238.000	4602.000	6192.000
2	石 炭 亜 炭	612.438	648.438	-644.813	-648.438	3061.875	3242.062
3	鉱 産	3294.000	3975.000	-3907.000	-3975.000	16472.000	19875.000
4	食 料	309.000	588.000	-561.000	-589.000	1549.000	2943.000
5	天 然 繊 維 紡	184.000	227.000	-224.000	-229.000	922.000	1140.000
6	化 学 繊 維 紡	90.750	116.437	-113.937	-116.500	453.875	582.250
7	織 物	594.000	711.000	-700.000	-711.000	2972.000	3556.000
8	織 維 既 製 品	255.000	454.000	-433.000	-453.000	1271.000	2269.000
9	製 材 家 具 木 製 品	758.000	1029.000	-1002.000	-1029.000	3789.000	5144.000
10	パ ル プ	600.000	1591.000	-1491.000	-1591.000	2999.000	7956.000
11	印 刷 出 版	238.000	754.000	-704.000	-755.000	1194.000	3773.000
12	皮 革 製 品	45.500	56.375	-55.250	-56.375	227.250	281.875
13	ゴ ム 製 品	3535.312	3694.000	-3678.125	-3694.000	17676.440	18469.940
14	基 礎 化 学	884.000	969.000	-961.000	-969.000	4419.000	4844.000
15	プ ラ ス チ ッ ク	658.563	703.812	-699.250	-703.812	3292.875	3519.125
16	石 油 化 学	1184.000	1261.000	-1254.000	-1261.000	5923.000	6305.000
17	織 維 原 料	117.437	148.438	-145.313	-148.438	587.312	742.250
18	肥 料	8.750	15.938	-15.188	-15.938	43.813	79.750
19	他 の 化 学	751.000	844.000	-834.000	-843.000	3754.000	4218.000
20	石 油	1503.000	2793.000	-2664.000	-2793.000	7516.000	13965.000
21	石 炭	1137.312	1188.500	-1183.500	-1188.562	5686.688	5942.562
22	窯 素 土 石	1614.000	1799.000	-1782.000	-1800.000	8075.000	8998.000
23	鉄 精 石	7726.000	8007.000	-7979.000	-8007.000	38632.000	40035.000
24	鉄 鋼 圧 延	10546.000	10935.000	-10896.000	-10935.000	52732.000	54676.000
25	鉄 鍛 造	7158.000	7221.000	-7221.000	-7227.000	35792.000	36134.000
26	非 鉄 金 属	8314.000	8482.000	-8465.000	-8482.000	41568.000	42411.000
27	金 一	2683.000	3342.000	-3275.000	-3341.000	13413.000	16707.000
28	電 機	12404.000	12618.000	-12596.000	-12618.000	62021.000	63092.000
29	電 機	568.000	612.000	-608.000	-612.000	2842.000	3062.000
30	軽 電 車	6334.000	6501.000	-6484.000	-6501.000	31669.000	32503.000
31	自 動 車	120249.000	120576.000	-120544.000	-120577.000	601244.000	602879.000
32	同 修 理	-680.000	896.000	-737.000	-895.000	-3405.000	4478.000
33	産 ・ 鉄 道 車 両	7.375	72.313	-65.938	-72.375	37.063	361.688
34	他 の 輸 送 機	82.000	123.000	-119.000	-123.000	410.000	616.000
35	精 密 機	780.000	925.000	-911.000	-925.000	3901.000	4625.000
36	他 の 製 造 品	2760.000	2951.000	-2931.000	-2951.000	13797.000	14756.000
37	建 設 力	432.000	1504.000	-1392.000	-1504.000	2144.000	7504.000
38	電 公 益	1627.000	2214.000	-2155.000	-2214.000	8134.000	11072.000
39	商 公 益	542.000	601.000	-595.000	-601.000	2707.000	3004.000
40	金 保 不 動	-36832.000	9472.000	-4848.000	-9468.000	-184176.000	47408.000
41	金 保 不 動	-160.000	4336.000	-3872.000	-4320.000	-800.000	21664.000
42	鉄 道 送	23.000	463.000	-419.000	-463.000	115.000	2317.000
43	陸 送	1437.000	1989.000	-1934.000	-1989.000	7186.000	9946.000
44	運 輸 通 信	999.000	2191.000	-2071.000	-2190.000	4996.000	10954.000
45	公 共 サ ー ビ ス	232.000	277.000	-273.000	-277.000	1161.000	1385.000
46	一 般 サ ー ビ ス	1984.000	4608.000	-4352.000	-4624.000	9952.000	23072.000
47	分 類 不 明	2198.000	2847.000	-2781.000	-2846.000	10987.000	14231.000
計		170708.437	238575.251	-231782.314	-238590.438	853546.191	892930.502

付表 個人消費支出における自動車産業に対する需要額が増減したときの産業別生産額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	9751173.000	9751149.000	9751333.000	9751335.000	9750895.000	9750775.000
2	石炭亜炭	110344.900	110342.100	110439.700	110440.000	110160.100	110146.400
3	鉱業	1439601.000	1439549.000	1440144.000	1440149.000	1438606.000	1438350.000
4	食料品	13132960.000	13132940.000	13133030.000	13133030.000	13132870.000	13132760.000
5	天然繊維紡	957548.100	957544.800	957578.900	957579.300	957492.400	957475.900
6	化学繊維紡	490102.800	490100.900	490118.200	490118.400	490075.400	490065.700
7	織物	2814396.000	2814387.000	2814493.000	2814494.000	2814216.000	2814172.000
8	繊維既製品	3406631.000	3406616.000	3406682.000	3406684.000	3406554.000	3406479.000
9	製材家具木製品	1216453.000	1216433.000	1216586.000	1216588.000	1216225.000	1216122.000
10	パルプ・紙	2184886.000	2184811.000	2185044.000	2185052.000	2184705.000	2184331.000
11	印刷出版	1626078.000	1626039.000	1626149.000	1626153.000	1626006.000	1625811.000
12	皮革製品	214779.900	214779.100	214787.500	214787.600	214766.200	214762.100
13	ゴム製品	454758.100	454746.200	455302.400	455303.600	453691.100	453631.300
14	基礎化学	772952.800	772946.300	773091.900	773092.600	772685.900	772653.900
15	プラスチック	428063.900	428060.600	428166.400	428166.800	427865.200	427848.200
16	石油化学	626298.100	626292.300	626482.000	626482.600	625940.500	625911.700
17	繊維原料	572945.400	572943.100	572965.300	572965.400	572909.900	572898.300
18	肥料	226021.900	226021.300	226023.600	226023.700	226019.200	226016.500
19	他の化学	2223190.000	2223183.000	2223309.000	2223310.000	2222964.000	2222929.000
20	石油炭	2276211.000	2276114.000	2276525.000	2276535.000	2275758.000	2275271.000
21	石炭	115258.900	115255.100	115434.100	115434.400	114915.700	114896.400
22	炭素土石	725009.500	724995.600	725265.800	725267.200	724522.100	724452.400
23	鉄精	715916.300	715895.100	717101.300	717103.400	713584.400	713478.600
24	鉄鋼圧延	1001375.000	1001346.000	1002993.000	1002996.000	998192.400	998045.700
25	鉄鍛造	227579.700	227574.600	228664.600	228665.100	225419.200	225393.400
26	非鉄金属	700381.900	700369.200	701648.000	701649.300	697872.900	697809.300
27	金一	1210679.000	1210629.000	1211128.000	1211133.000	1209869.000	1209621.000
28	重電	1084375.000	1084359.000	1086262.000	1086263.000	1080632.000	1080551.000
29	軽電	154618.700	154615.400	154707.400	154707.700	154447.200	154430.600
30	自動車	1679536.000	1679523.000	1680503.000	1680504.000	1677624.000	1677561.000
31	自修	842083.500	842058.800	860251.900	860254.400	805791.500	805668.100
32	同	1855346.000	1855227.000	1855351.000	1855363.000	1855552.000	1854957.000
33	産・鉄道車両	154646.100	154641.200	154651.600	154652.100	154643.900	154619.400
34	他の輸送機	374513.600	374510.500	374528.800	374529.100	374488.900	374473.300
35	精密機	685605.000	685594.100	685732.600	685733.800	685369.500	685314.900
36	他の製造品	1963734.000	1963719.000	1964164.000	1964165.000	1962902.000	1962829.000
37	建設電力	2293616.000	2293535.000	2293753.000	2293761.000	2293486.000	2293082.000
38	電	1479731.000	1479687.000	1480017.000	1480021.000	1479240.000	1479018.000
39	益	631635.300	631630.900	631721.100	631721.600	631471.900	631449.600
40	公商	12872620.000	12869130.000	12870210.000	12870560.000	12866270.000	12866270.000
41	金保不	13489440.000	13489100.000	13489720.000	13489760.000	13489490.000	13487800.000
42	鉄道	1047835.000	1047802.000	1047865.000	1047872.000	1047829.000	1047662.000
43	陸送	2455959.000	2455917.000	2456213.000	2456218.000	2455525.000	2455317.000
44	運輸通信	2500500.000	2500410.000	2500731.000	2500740.000	2500198.000	2499749.000
45	公共サービス	4699835.000	4699832.000	4699873.000	4699874.000	4699765.000	4699748.000
46	一般サービス	10598240.000	10598040.000	10598720.000	10598740.000	10597640.000	10596650.000
47	分類不明	2601279.000	2601230.000	2601655.000	2601660.000	2600615.000	2600371.000
計		113086743.400	113081624.200	113117120.100	113117638.100	103035231.500	113009627.700

付表 個人消費支出における自動車産業に対する需要額の増減に伴う産業別生産額への波及効果

(一)は増加を示す (単位100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	69.000	93.000	-91.000	-93.000	347.000	467.000
2	石炭亜炭	46.188	48.938	-48.688	-48.938	231.000	244.625
3	鉱業	248.000	300.000	-295.000	-300.000	1243.000	1499.000
4	食料品	23.000	44.000	-42.000	-44.000	117.000	222.000
5	天然繊維紡	13.875	17.188	-16.938	-17.250	69.563	86.063
6	化学繊維紡	6.813	8.750	-8.625	-8.813	34.250	43.938
7	織物	44.000	53.000	-53.000	-54.000	224.000	266.000
8	繊維既製品	19.000	34.000	-32.000	-34.000	96.000	171.000
9	製材家具木製品	58.000	78.000	-75.000	-77.000	286.000	389.000
10	パルプ・紙	45.000	120.000	-113.000	-121.000	226.000	600.000
11	印刷出版	18.000	57.000	-53.000	-57.000	90.000	285.000
12	皮革製品	3.500	4.313	-4.125	-4.250	17.188	21.313
13	ゴム製品	266.812	278.750	-277.438	-278.687	1333.812	1393.625
14	基礎化学	66.688	73.125	-72.500	-73.125	333.500	365.562
15	プラスチック	49.750	53.125	-52.750	-53.125	248.438	265.500
16	石油化学	89.313	95.125	-94.563	-95.125	446.937	475.750
17	繊維原料	8.813	11.187	-11.000	-11.187	44.313	56.000
18	肥料	0.625	1.188	-1.125	-1.188	3.313	6.000
19	他の化学	57.000	64.000	-62.000	-63.000	283.000	318.000
20	石油	113.000	210.000	-201.000	-211.000	566.000	1053.000
21	石炭	85.813	89.688	-89.313	-89.688	429.062	448.375
22	望素土石	121.875	135.813	-134.437	-135.813	609.313	678.937
23	鉄精錬	582.937	604.125	-602.063	-604.188	2914.875	3020.687
24	鉄鋼圧延	795.813	825.125	-822.125	-825.063	3978.750	4125.437
25	鉄鍛造	540.125	545.250	-544.813	-545.313	2700.625	2726.375
26	非鉄金属	627.313	640.000	-638.813	-640.063	3136.313	3199.937
27	金一	202.000	252.000	-247.000	-252.000	1012.000	1260.000
28	重電	936.000	952.000	-951.000	-952.000	4679.000	4760.000
29	軽電	42.875	46.188	-45.813	-46.188	214.375	231.000
30	自動車	478.000	491.000	-489.000	-490.000	2390.000	2453.000
31	自動車修理	9073.000	9097.688	-9095.438	-9097.875	45365.000	45488.370
32	同修	-51.000	68.000	-56.000	-68.000	-257.000	338.000
33	産・鉄道車両	0.563	5.500	-4.938	-5.438	2.813	27.312
34	他の輸送機	6.188	9.313	-9.000	-9.313	30.875	46.500
35	精密機	58.938	69.813	-68.688	-69.813	294.437	349.000
36	他の製造品	208.000	223.000	-222.000	-223.000	1040.000	1113.000
37	建設設備	32.000	113.000	-105.000	-113.000	162.000	566.000
38	電力	123.000	167.000	-163.000	-167.000	614.000	836.000
39	公益事業	40.938	45.375	-44.875	-45.313	204.312	226.687
40	商保不	-2778.000	716.000	-365.000	-715.000	-13895.000	3578.000
41	金保不	-13.000	326.000	-294.000	-327.000	-62.000	1633.000
42	鉄道	1.813	35.000	-31.625	-34.938	8.688	174.812
43	陸送	108.000	150.000	-146.000	-151.000	542.000	750.000
44	運輸通信	75.000	165.000	-156.000	-165.000	377.000	826.000
45	公共サービス	18.000	21.000	-20.000	-21.000	88.000	105.000
46	一般サービス	151.000	349.000	-328.000	-348.000	752.000	1742.000
47	分類不明	166.000	215.000	-210.000	-215.000	830.000	1074.000
計		12677.568	18001.567	-17488.693	-18001.694	64401.752	90007.180

付表 輸出において自動車産業に対する需要額が増減したときの産業別生産額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農 林 水 産	493521.400	493445.100	494032.000	494039.600	492637.600	492255.900
2	石 炭 垂 炭	152305.700	152297.100	152607.500	152608.400	151717.600	151674.400
3	食 料	711644.800	711481.400	713373.800	713390.100	708481.000	707664.100
4	天 然 織 維 紡	333768.800	333701.900	333977.800	333984.500	333471.400	333136.600
5	化 学 織 維 紡	186952.900	186942.400	187050.900	187051.900	186775.700	186723.200
6	織 維 既 製 品	121744.100	121737.900	121793.200	121793.800	121656.900	121626.100
7	製 材 家 具 木 製 品	563620.100	563592.000	563930.600	563933.400	563049.300	562909.100
8	パ ル プ	299988.900	299941.000	300154.000	300158.800	299745.000	299505.300
9	印 刷 出 版	238034.600	237969.500	238457.000	238463.500	237306.900	236981.500
10	皮 革 製 品	437725.800	437487.700	438228.000	438251.800	437149.600	435959.600
11	ゴ ム 製 品	152366.900	152243.100	152605.400	152605.400	152137.600	151518.400
12	基 礎 化 学	58082.940	58080.310	58107.120	58107.380	58039.300	58026.170
13	プ ラ ス チ ャ ッ ク	219260.700	219222.700	220992.700	220996.500	215865.700	215675.200
14	石 油 化 学	381092.100	381071.700	381534.900	381536.900	380243.200	380141.200
15	織 維 原 料	222521.700	222510.900	222847.700	222848.800	221889.300	221834.900
16	肥 料	374578.300	374560.000	375163.700	375165.600	373440.600	373349.000
17	他 の 化 学	358966.100	358958.700	359029.200	359030.000	358853.300	358816.100
18	石 油 炭	90084.630	90082.940	90090.440	90090.620	90076.250	90067.630
19	石 炭	284695.200	284673.000	285075.800	285078.100	283974.400	283862.900
20	望 薬 土 石	613741.800	613432.200	614742.300	614773.300	612298.200	610749.900
21	鉄 精 煉	287503.600	287491.300	288060.800	288062.000	286411.400	286349.900
22	鉄 鋼 圧 延	318760.200	318715.900	319575.600	319580.100	317209.200	316987.700
23	鉄 鋼 造 品	2049126.000	2049059.000	2052897.000	2052904.000	2041707.000	2041370.000
24	鉄 鋼 造 品	2763934.000	2763840.000	2769082.000	2769091.000	2753805.000	2753338.000
25	鉄 鋼 造 品	351240.800	351224.400	354692.900	354694.500	344366.200	344284.100
26	鉄 鋼 造 品	857410.700	857370.200	861439.200	861443.200	849426.700	849224.300
27	鉄 鋼 造 品	584984.700	584826.600	586415.100	586430.900	582408.600	581617.800
28	鉄 鋼 造 品	2087532.000	2087480.000	2093535.000	2093540.000	2075619.000	2075362.000
29	鉄 鋼 造 品	293292.700	293282.100	293575.000	293576.100	292747.000	292694.100
30	鉄 鋼 造 品	1946803.000	1946763.000	1949881.000	1949885.000	1940721.000	1940521.000
31	鉄 鋼 造 品	1478518.000	1478440.000	1536330.000	1536338.000	1363037.000	1362644.000
32	鉄 鋼 造 品	156532.300	156153.800	156545.900	156583.800	157186.400	155293.600
33	鉄 鋼 造 品	44516.160	44500.570	44533.750	44535.310	44509.040	44431.110
34	鉄 鋼 造 品	1622398.000	1622388.000	1622446.000	1622447.000	1622318.000	1622269.000
35	鉄 鋼 造 品	500330.600	500295.900	500736.600	500740.100	499581.200	499407.600
36	鉄 鋼 造 品	491765.100	491719.100	493131.500	493136.100	489115.300	488885.000
37	鉄 鋼 造 品	260686.600	260429.200	261124.400	261150.200	260274.300	258987.300
38	鉄 鋼 造 品	326368.700	326227.700	327276.800	327290.900	324806.600	324101.100
39	鉄 鋼 造 品	55890.440	55876.200	56163.280	56164.700	55370.390	55299.210
40	鉄 鋼 造 品	1684265.000	1673144.000	1676585.000	1677698.000	1719640.000	1664038.000
41	鉄 鋼 造 品	746068.700	744990.400	746962.200	747070.000	746222.500	740831.300
42	鉄 鋼 造 品	85948.940	85843.190	86055.130	86065.690	85926.810	85398.250
43	鉄 鋼 造 品	306235.600	306103.100	307044.900	307058.200	304855.400	304192.700
44	鉄 鋼 造 品	1672275.000	1671988.000	1673012.000	1673040.000	1671315.000	1669885.000
45	鉄 鋼 造 品	37118.700	37107.930	37239.850	37240.930	36895.770	36841.950
46	鉄 鋼 造 品	743394.300	742763.900	744917.200	744980.300	741483.400	738331.200
47	鉄 鋼 造 品	881122.700	880967.000	882318.100	882333.700	879012.400	878233.700
計		28928720.010	28912422.040	29025357.970	29026987.930	28764779.160	28683296.120

付表 輸出において自動車産業に対する需要額の増減に伴う産業別生産額への波及効果

(一)は増加を示す (単位 100万円)

産 業	シナリオA	1	2	3	4	5	6
1	農 林 水 産	221.000	297.313	-289.625	-297.250	1104.812	1486.500
2	石 炭 炭 炭	147.062	155.688	-154.750	-155.625	735.125	778.375
3	食 料	791.000	954.375	-937.938	-954.313	3954.813	4771.750
4	天 然 織 維 紡 織	74.375	141.312	-134.625	-141.312	371.812	706.563
5	化 学 織 維 紡 織	44.313	54.813	-53.688	-54.750	221.500	274.000
6	織 維 既 製 品	21.812	27.937	-27.312	-27.937	109.000	139.812
7	機 械 製 品	142.625	170.687	-167.937	-170.750	713.375	853.625
8	機 械 既 製 品	61.000	108.937	-104.062	-108.875	304.937	544.625
9	製 材 家 具 木 製 品	181.875	247.000	-240.500	-247.000	909.563	1235.000
10	パ ル プ	144.062	382.062	-358.187	-382.000	720.188	1910.250
11	印 刷 出 版	57.375	181.187	-168.812	-181.187	286.687	905.812
12	皮 革 製 品	10.910	13.535	-13.273	-13.535	54.551	67.676
13	ゴ ム 製 品	848.875	886.938	-883.063	-886.875	4243.937	4434.438
14	基 礎 化 学	212.250	232.625	-230.563	-232.625	1061.125	1163.125
15	プ ラ ス チ ャ ッ ク	158.125	169.000	-167.875	-168.937	790.563	844.938
16	石 油 化 学 科 学	284.500	302.812	-300.937	-302.750	1422.187	1513.813
17	織 維 原 料	28.188	35.625	-34.938	-35.688	141.000	178.187
18	肥 料	2.125	3.813	-3.688	-3.875	10.500	19.125
19	他 の 化 学	180.250	202.500	-200.312	-202.563	901.125	1012.562
20	石 油 炭 炭	360.938	670.562	-639.563	-670.562	1804.562	3352.812
21	石 炭	273.062	285.375	-284.125	-285.312	1365.312	1426.750
22	望 遠 鏡	387.750	432.062	-427.625	-432.062	1938.812	2160.312
23	鉄 精 煉	1856.000	1923.000	-1915.000	-1922.000	9275.000	9612.000
24	鉄 鋼 圧 延	2531.000	2625.000	-2617.000	-2626.000	12660.000	13127.000
25	鉄 鋳 造	1718.687	1735.125	-1733.375	-1735.000	8593.313	8675.375
26	非 鉄 金 属	1996.062	2036.562	-2032.437	-2036.437	9980.063	10182.440
27	金 属 機 械	644.063	802.188	-786.375	-802.188	3220.125	4011.000
28	一 般 機 械	2978.000	3030.000	-3025.000	-3030.000	14891.000	15148.000
29	重 型 機 械	136.437	147.000	-146.875	-146.937	682.125	735.000
30	軽 型 機 械	1521.000	1561.000	-1557.000	-1561.000	7603.000	7803.000
31	自 動 車	28871.000	28949.000	-28941.000	-28949.000	144352.000	144745.000
32	同 修 理	-163.562	215.000	-177.187	-215.063	-817.625	1075.187
33	産 業 鉄 道 車	1.785	17.371	-15.805	-17.363	8.910	86.840
34	他 の 輸 送 機 械	19.000	29.000	-29.000	-30.000	99.000	148.000
35	精 密 機 械	187.437	222.125	-218.562	-222.062	936.813	1110.437
36	他 の 製 造 品	662.438	708.500	-703.937	-708.500	3312.312	3542.563
37	建 設 機 械	103.062	360.437	-334.750	-360.500	515.375	1802.375
38	電 力 機 械	390.562	531.625	-517.500	-531.625	1952.750	2658.187
39	公 益 機 械	130.016	144.254	-142.824	-144.246	650.063	721.246
40	商 業 機 械	-8844.000	2277.000	-1164.000	-2277.000	-44219.000	11383.000
41	金 保 不 動 産	-38.438	1039.812	-931.938	-1039.750	-192.250	5198.937
42	鉄 道 運 送	5.500	111.250	-100.687	-111.250	27.625	556.187
43	陸 上 運 送	345.000	477.563	-464.312	-477.563	1725.187	2387.875
44	運 輸 通 信	239.000	526.000	-498.000	-526.000	1199.000	2629.000
45	公 共 サ ー ビ ス	55.730	66.496	-65.422	-66.496	278.660	332.480
46	一 般 サ ー ビ ス	477.750	1108.187	-1045.187	-1108.187	2388.687	5540.875
47	分 類 不 明	527.625	683.375	-667.750	-683.313	2638.000	3416.687
計		40984.626	57283.028	-56215.758	-57283.263	204925.590	286408.741

付表 最終需要合計における自動車産業に対する需要が増減したときの産業別輸入額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産 業							
1	農 林 水 産	2513372.000	2513286.000	2513949.000	2513958.000	2512374.000	2511942.000
2	石 炭 亜 炭	366039.300	365915.700	370356.700	370369.100	357628.000	357009.200
3	鉱 産 業	2996889.000	2995187.000	3014887.000	3015057.000	2963953.000	2955448.000
4	食 料 品	1097296.000	1097273.000	1097367.000	1097369.000	1097194.000	1097080.000
5	天 然 繊 維 紡	191480.400	191473.600	191545.100	191545.900	191363.600	191329.000
6	化 学 繊 維 紡	9815.676	9815.316	9818.539	9818.574	9810.598	9808.805
7	織 物	198967.200	198961.100	199033.600	199034.200	198845.100	198815.100
8	織 維 既 製 品	258021.800	258009.600	258064.100	258065.400	257959.300	257897.900
9	製 材 家 具 木 製 品	279340.900	279327.800	279426.300	279427.600	279194.000	279128.200
10	パ ル プ ・ 紙	110267.000	110238.200	110327.700	110330.700	110197.400	110053.400
11	印 刷 出 版	23039.810	23035.310	23048.030	23048.480	23031.470	23008.970
12	皮 革 製 品	33387.640	33386.180	33401.260	33401.410	33363.080	33355.700
13	ゴ ム 製 品	23479.210	23475.360	23654.090	23654.470	23136.380	23117.140
14	基 礎 化 学	151308.100	151298.600	151514.700	151515.600	150912.300	150864.700
15	プ ラ ス チ ッ ク	49191.230	49188.850	49262.620	49262.860	49052.730	49040.830
16	石 油 化 学 料	18479.510	18478.380	18515.120	18515.220	18410.280	18404.700
17	織 維 原 料	10433.710	10433.390	10436.410	10436.440	10428.900	10427.310
18	肥 料	21538.130	21537.540	21540.090	21540.160	21535.250	21532.300
19	他 の 化 学	370550.100	370538.600	370746.600	370747.700	370177.900	370120.400
20	石 油 炭	314131.000	314028.000	314463.900	314474.200	313650.700	313135.600
21	石 炭	1328.153	1328.073	1331.747	1331.755	1321.106	1320.710
22	窒 素 土 石	36115.290	36113.640	36145.520	36145.680	36057.780	36049.570
23	鉄 精 錬	157636.900	157628.800	158089.600	158090.400	156746.000	156705.600
24	鉄 鋼 圧 延	9677.266	9676.801	9702.793	9702.840	9627.039	9624.723
25	鉄 鋼 鍛 造	488.003	487.985	491.825	491.827	480.393	480.302
26	非 鉄 金 属 鉄	511281.700	511248.600	514584.300	514587.600	504736.400	504570.500
27	金 属 機 械	45667.270	45661.820	45716.470	45717.020	45578.650	45551.450
28	一 般 機 電	439727.400	439718.800	440738.700	440739.600	437720.500	437677.200
29	重 電	39217.070	39216.160	39241.370	39241.460	39170.090	39165.540
30	軽 電	242605.200	242600.400	242971.600	242972.100	241881.100	241857.300
31	自 動 車	64062.950	64059.790	66393.440	66393.750	59407.590	59391.770
32	同 修 理	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	産 ・ 鉄 道 車 両	2709.745	2709.299	2710.249	2710.293	2709.542	2707.312
34	他 の 輸 送 機 械	120441.800	120440.400	120448.300	120448.500	120431.100	120424.400
35	精 密 機 械	208964.700	208944.800	209197.200	209199.100	208535.700	208436.200
36	他 の 製 造 品	199932.900	199923.200	200220.900	200221.900	199374.200	199325.600
37	建 設 設 備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	電 力	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	公 益 業	46.864	46.861	46.908	46.908	46.779	46.767
40	商 業	166995.700	166661.700	166765.100	166798.500	168058.200	166388.200
41	金 保 不 動 産	24166.670	24160.560	24171.710	24172.320	24167.540	24137.040
42	鉄 道 運 送	601.907	601.742	602.073	602.089	601.873	601.047
43	陸 路 輸 送	3623.359	3622.880	3626.285	3626.333	3618.368	3615.972
44	運 輸 通 信	584960.300	584816.100	585331.600	585346.000	584476.800	583756.200
45	公 共 サ ー ビ ス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	一 般 サ ー ビ ス	361275.300	361221.000	361406.400	361412.100	361110.400	360839.000
47	分 類 不 明	430253.200	430206.900	430607.900	430612.600	429626.900	429395.800
計		12688807.363	12685983.837	12721899.849	12722182.689	12627702.038	12613587.458

付表 最終需要合計における自動車産業に対する需要増減に伴う産業別輸入額への波及効果

<(-)の大きい程減少> (単位: 100万円)

産業	シナリオA	1	2	3	4	5	6
1	農林水産	-250.000	-336.000	327.000	336.000	-1248.000	-1680.000
2	炭産	-2103.125	-2226.750	2214.250	2226.687	-10514.440	-11133.190
3	鉱業	-8233.000	-9935.000	9765.000	9935.000	-41169.000	-49674.000
4	食料品	-25.000	-48.000	46.000	48.000	-127.000	-241.000
5	天然繊維	-29.125	-35.938	35.500	36.313	-146.000	-180.563
6	化学繊維	-1.270	-1.629	1.594	1.629	-6.348	-8.141
7	織物	-30.500	-36.563	35.938	36.500	-152.625	-182.625
8	繊維製品	-15.687	-27.937	26.625	27.875	-78.188	-139.562
9	製材家具木製品	-36.750	-49.875	48.625	49.938	-183.688	-249.438
10	パルプ・紙	-17.437	-46.188	43.313	46.250	-87.063	-231.062
11	印刷出版	-2.078	-6.578	6.141	6.586	-10.418	-32.918
12	皮革製品	-6.148	-7.617	7.469	7.621	-30.715	-38.098
13	ゴム製品	-85.707	-89.555	89.172	89.559	-428.535	-447.773
14	基礎化学	-98.938	-108.500	107.625	108.500	-494.750	-542.312
15	プラスチック	-34.625	-37.004	36.766	37.004	-173.129	-185.023
16	石油化学	-17.293	-18.418	18.316	18.422	-86.520	-92.098
17	繊維原料	-1.203	-1.523	1.488	1.520	-6.020	-7.605
18	肥料	-0.719	-1.309	1.246	1.309	-3.598	-6.547
19	他の化学	-93.063	-104.625	103.375	104.500	-465.312	-522.812
20	石油炭	-120.062	-223.062	212.812	223.125	-600.375	-1115.500
21	石灰	-1.761	-1.841	1.833	1.841	-8.808	-9.204
22	窯業土	-14.367	-16.012	15.863	16.023	-71.875	-80.090
23	鉄鋼	-222.687	-230.812	230.000	230.812	-1113.625	-1154.062
24	鉄鋼圧延	-12.555	-13.020	12.973	13.020	-62.781	-65.098
25	鋳造	-1.903	-1.921	1.919	1.921	-9.513	-9.604
26	非鉄金属	-1636.437	-1669.500	1666.187	1669.500	-8181.750	-8347.625
27	金	-22.156	-27.598	27.047	27.594	-110.770	-137.973
28	機械	-501.750	-510.375	509.500	510.375	-2508.687	-2552.000
29	電気	-11.738	-12.648	12.562	12.645	-58.723	-63.270
30	軽電	-181.062	-185.813	185.312	185.813	-905.125	-928.938
31	自動車	-1163.840	-1167.008	1166.645	1166.957	-5819.199	-5835.023
32	同修理	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	産・鉄道車両	-0.051	-0.497	0.453	0.497	-0.254	-2.484
34	他の輸送機	-2.625	-4.000	3.875	4.063	-13.375	-20.063
35	精密機械	-107.187	-127.125	125.250	127.125	-536.187	-635.688
36	他の製品	-139.687	-149.375	148.375	149.375	-698.375	-746.938
37	建設	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	電力	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	公益	-0.021	-0.023	0.023	0.023	-0.106	-0.117
40	商業	265.625	-68.313	35.000	68.438	1328.187	-341.875
41	金保不	0.219	-5.887	5.258	5.867	1.086	-29.414
42	鉄道	-0.009	-0.174	0.157	0.173	-0.043	-0.868
43	陸送	-1.248	-1.727	1.679	1.727	-6.238	-8.634
44	運輸通信	-120.812	-265.000	250.500	264.875	-604.313	-1324.937
45	公共サービス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	一般サービス	-41.063	-95.375	90.063	95.688	-205.937	-477.375
47	分類不明	-156.625	-202.875	198.125	202.750	-782.875	-1014.000
計		-15276.028	-18098.990	17817.421	18099.440	-136612.770	-90495.547

付表 個人消費支出における自動車産業に対する需要が増減したときの産業別輸入額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農 林 水 産	2645729.000	2645722.000	2645772.000	2645773.000	2645653.000	2645621.000
2	石 炭 亜 炭	378921.200	378911.700	379247.000	379247.900	378286.600	378239.800
3	食 料	3598005.000	3597875.000	3599362.000	3599375.000	3595518.000	3594879.000
4	天 然 織 維 紡 織	1073165.000	1073163.000	1073170.000	1073170.000	1073157.000	1073149.000
5	化 学 織 維 紡 織	151681.400	151680.900	151686.300	151686.300	151672.600	151670.000
6	織 維 既 製 品	6854.574	6854.547	6854.793	6854.793	6854.191	6854.055
7	製 材 家 具 木 製 品	144504.900	144504.400	144509.800	144509.900	144495.600	144493.400
8	パ ル プ ・ 紙	209512.900	209511.900	209516.000	209516.100	209508.100	209503.600
9	印 刷 出 版	58989.210	58988.240	58995.660	58995.760	58978.150	58973.160
10	皮 革 製 品	63455.420	63453.250	63460.010	63460.240	63450.170	63439.300
11	ゴ ム 製 品	14186.710	14186.370	14187.340	14187.370	14186.090	14184.390
12	基 礎 化 学	29029.540	29029.430	29030.570	29030.590	29027.690	29027.130
13	プ ラ ス チ ッ ク	11024.880	11024.590	11038.070	11038.110	10999.010	10997.560
14	石 油 化 学	86542.810	86542.130	86558.440	86558.500	86512.940	86509.370
15	織 維 原 料	22506.270	22506.090	22511.660	22511.680	22495.830	22494.930
16	肥 の 化 学	9148.461	9148.375	9151.145	9151.152	9143.234	9142.813
17	他 の 化 学	5869.996	5869.973	5870.199	5870.203	5869.633	5869.512
18	石 炭 炭 灰	18556.080	18556.030	18556.220	18556.230	18555.860	18555.640
19	石 炭 土 灰	275551.900	275551.100	275566.700	275566.800	275523.900	275519.600
20	鉄 鋼 正 延 品	181821.700	181813.900	181846.700	181847.600	181785.500	181746.600
21	鉄 鋼 鍛 造 品	178.513	178.507	178.784	178.785	177.981	177.951
22	鉄 鋼 鍛 造 品	6453.234	6453.109	6455.516	6455.527	6448.895	6448.277
23	鉄 鋼 鍛 造 品	20636.860	20636.250	20671.020	20671.080	20569.640	20566.590
24	鉄 鋼 鍛 造 品	1192.237	1192.202	1194.164	1194.167	1188.448	1188.273
25	鉄 鋼 鍛 造 品	60.491	60.489	60.779	60.779	59.916	59.910
26	鉄 鋼 鍛 造 品	137852.600	137852.100	138103.800	138104.100	137360.700	137348.200
27	鉄 鋼 鍛 造 品	9998.270	9997.855	10001.980	10002.020	9991.578	9989.531
28	鉄 鋼 鍛 造 品	43861.660	43861.020	43937.990	43938.030	43710.270	43706.990
29	鉄 鋼 鍛 造 品	3194.809	3194.740	3196.641	3196.649	3191.265	3190.922
30	鉄 鋼 鍛 造 品	48001.810	48001.440	48029.450	48029.480	47947.160	47945.360
31	鉄 鋼 鍛 造 品	8150.188	8149.945	8326.031	8326.055	7798.930	7797.738
32	鉄 鋼 鍛 造 品	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	鉄 鋼 鍛 造 品	1062.202	1062.168	1062.240	1062.244	1062.187	1062.019
34	鉄 鋼 鍛 造 品	12213.710	12213.610	12214.210	12214.220	12212.910	12212.400
35	鉄 鋼 鍛 造 品	94233.500	94232.000	94251.060	94251.190	94201.130	94193.630
36	鉄 鋼 鍛 造 品	99399.500	99398.690	99421.250	99421.310	99357.380	99353.690
37	鉄 鋼 鍛 造 品	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	鉄 鋼 鍛 造 品	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	鉄 鋼 鍛 造 品	24.697	24.697	24.700	24.700	24.691	24.690
40	鉄 鋼 鍛 造 品	92832.190	92807.000	92814.750	92817.310	92912.310	92786.310
41	鉄 鋼 鍛 造 品	18315.960	18315.500	18316.340	18316.390	18316.030	18313.730
42	鉄 鋼 鍛 造 品	392.729	392.716	392.741	392.742	392.726	392.664
43	鉄 鋼 鍛 造 品	2132.018	2131.981	2132.238	2132.243	2131.641	2131.460
44	鉄 鋼 鍛 造 品	302448.200	302437.300	302476.200	302477.200	302411.700	302357.400
45	鉄 鋼 鍛 造 品	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	鉄 鋼 鍛 造 品	219287.100	219283.000	219297.000	219297.400	219274.700	219254.200
47	鉄 鋼 鍛 造 品	185349.200	185345.700	185376.000	185376.400	185301.900	185284.500
計		1029330.629	1029214.944	10294825.491	10294847.249	10287717.186	10150156.295

付表 個人消費支出における自動車産業に対する需要の増減に伴う産業別輸入額への波及効果

<(-)は減少を示す> (単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	-19.000	-26.000	24.000	25.000	-95.000	-127.000
2	石炭亜炭	-158.562	-168.062	167.188	168.062	-793.250	-840.000
3	鉱業	-620.000	-750.000	737.000	750.000	-3107.000	-3746.000
4	食料品	-2.000	-4.000	3.000	3.000	-10.000	-18.000
5	天然繊維紡	-2.188	-2.750	2.688	2.688	-11.062	-13.625
6	化学繊維紡	-0.098	-0.125	0.121	0.121	-0.480	-0.617
7	織物	-2.250	-2.750	2.688	2.750	-11.500	-13.750
8	繊維既製品	-1.188	-2.125	1.938	2.063	-5.938	-10.500
9	製材家具木製品	-2.813	-3.781	3.637	3.734	-13.871	-18.863
10	パルプ・紙	-1.309	-3.484	3.281	3.512	-6.563	-17.426
11	印刷出版	-0.156	-0.496	0.465	0.496	-0.785	-2.484
12	皮革製品	-0.477	-0.586	0.555	0.574	-2.324	-2.883
13	ゴム製品	-6.465	-6.758	6.727	6.758	-32.336	-33.785
14	基礎化学	-7.500	-8.188	8.125	8.188	-37.375	-40.938
15	プラスチック	-2.613	-2.793	2.773	2.793	-13.059	-13.957
16	石油化学	-1.305	-1.391	1.379	1.387	-6.531	-6.953
17	繊維原料	-0.090	-0.113	0.113	0.117	-0.453	-0.574
18	肥料	-0.051	-0.098	0.094	0.098	-0.270	-0.492
19	他の化学	-7.063	-7.938	7.688	7.813	-35.063	-39.438
20	石油炭	-9.000	-16.750	16.062	16.875	-45.188	-84.125
21	石炭	-0.133	-0.139	0.138	0.139	-0.665	-0.694
22	窯業土石	-1.086	-1.211	1.195	1.207	-5.426	-6.043
23	鉄鋼精	-16.805	-17.414	17.355	17.414	-84.023	-87.074
24	鉄鋼圧延	-0.948	-0.982	0.979	0.982	-4.737	-4.912
25	鉄鋼鍛造	-0.144	-0.145	0.145	0.145	-0.718	-0.725
26	非鉄金属	-123.438	-125.937	125.750	126.000	-617.312	-629.812
27	金一	-1.668	-2.082	2.039	2.078	-8.359	-10.406
28	重電機	-37.859	-38.504	38.469	38.508	-189.258	-192.535
29	軽電機	-0.886	-0.954	0.947	0.954	-4.429	-4.773
30	自動車	-13.660	-14.035	13.977	14.004	-68.309	-70.109
31	自動車修理	-87.813	-88.055	88.031	88.055	-439.070	-440.262
32	同	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	産・鉄道車両	-0.004	-0.038	0.034	0.037	-0.019	-0.186
34	他の輸送機	-0.203	-0.305	0.293	0.305	-1.008	-1.516
35	精密機械	-8.125	-9.625	9.438	9.563	-40.500	-46.000
36	他の製造品	-10.500	-11.312	11.250	11.312	-52.625	-56.313
37	建設設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	電力	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	公益事業	-0.002	-0.002	0.002	0.002	-0.008	-0.009
40	商業	20.063	-5.125	2.625	5.188	100.187	-25.813
41	金融	0.016	-0.441	0.398	0.441	0.082	-2.219
42	鉄道	-0.000	-0.013	0.012	0.013	-0.003	-0.065
43	陸送	-0.094	-0.130	0.127	0.131	-0.470	-0.651
44	運輸通信	-9.063	-20.000	18.875	19.937	-45.625	-99.938
45	公共サービス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	一般サービス	-3.125	-7.250	6.750	7.188	-15.562	-36.063
47	分類不明	-11.875	-15.313	14.937	15.313	-59.188	-76.563
計		-1151.48	-1367.200	1343.288	1364.945	-6249.232	-6826.093

付表 輸出における自動車産業に対する需要が増減したときの産業別輸入額

(単位 100万円)

シナリオ A		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農 林 水 産	133904.200	133883.600	134042.800	134044.900	133664.500	133560.900
2	石 炭 産 業	523013.500	522983.900	524049.900	524052.900	520994.100	520845.600
3	食 料	1778619.000	1778210.000	1782940.000	1782981.000	1770711.000	1768670.000
4	天 然 繊 維	27274.050	27268.580	27291.130	27291.680	27249.750	27222.390
5	化 学 繊 維	29614.470	29612.800	29629.990	29630.160	29586.400	29578.090
6	織 物	1702.712	1702.626	1703.399	1703.408	1701.493	1701.062
7	織 維 既 製 品	28939.020	28937.570	28954.960	28955.110	28909.710	28902.510
8	製 材 家 具 木 製 品	18449.770	18446.820	18459.920	18460.210	18434.770	18420.020
9	パ ル プ ・ 紙	11542.960	11539.800	11563.450	11563.760	11507.680	11491.890
10	印 刷 出 版	12712.820	12705.910	12727.410	12728.100	12696.090	12661.530
11	皮 革 製 品	1329.325	1328.244	1331.298	1331.406	1327.324	1321.922
12	ゴ ム 製 品	7850.457	7850.105	7853.727	7853.762	7844.559	7842.785
13	基 礎 化 学	5315.625	5314.703	5357.613	5357.703	5233.316	5228.699
14	プ ラ ス チ ャ ッ ク	42668.590	42666.300	42718.160	42718.390	42573.540	42562.120
15	石 油 化 学	11699.500	11698.930	11716.640	11716.700	11666.250	11663.390
16	織 維 原 料	5471.539	5471.270	5480.090	5480.117	5454.918	5453.582
17	肥 料	3677.716	3677.640	3678.363	3678.370	3676.560	3676.179
18	他 の 化 学	7395.820	7395.680	7396.297	7396.313	7395.133	7394.426
19	石 油	35286.380	35283.620	35333.550	35333.830	35197.030	35183.220
20	石 炭	49025.140	49000.410	49105.060	49107.540	48909.830	48786.160
21	鉄 鋼	445.285	445.266	446.148	446.150	443.594	443.499
22	鉄 鋼 精 煉	2837.253	2836.858	2844.510	2844.550	2823.447	2821.475
23	鉄 鋼 圧 延	59067.700	59065.770	59176.400	59176.600	58853.840	58844.130
24	鉄 鋼 鍛 造	3290.740	3290.628	3296.869	3296.880	3278.680	3278.124
25	非 鉄 金 属	93.360	93.355	94.277	94.278	91.533	91.511
26	金 属 機 電	168762.300	168754.300	169555.200	169555.900	167150.700	167150.900
27	金 属 機 電	4831.035	4829.730	4842.848	4842.977	4809.762	4803.230
28	電 機 機 電	84438.120	84436.000	84680.940	84681.120	83956.250	83945.880
29	電 機 機 電	6060.160	6059.941	6065.992	6066.016	6048.883	6047.789
30	電 機 機 電	55640.410	55639.270	55728.380	55728.490	55466.580	55460.870
31	自 動 車	14309.980	14309.230	14869.520	14869.600	13192.290	13188.480
32	同 車	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	産 業 機 械	305.764	305.656	305.885	305.895	305.715	305.179
34	他 の 輸 送 機 械	52909.970	52909.640	52911.530	52911.570	52907.360	52905.760
35	精 密 機 械	68768.310	68763.560	68824.130	68824.620	68665.310	68641.440
36	他 の 製 造 品	24891.970	24889.640	24961.130	24961.360	24757.840	24746.180
37	建 設 資 材	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	電 力	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	公 益	2.185	2.185	2.196	2.196	2.165	2.162
40	商 業	12146.240	12066.040	12090.860	12098.880	12401.350	12000.370
41	金 保 不 動 産	1013.012	1011.548	1014.225	1014.372	1013.221	1005.901
42	鉄 道 運 送	32.214	32.174	32.253	32.257	32.205	32.007
43	陸 路 運 送	265.843	265.728	266.546	266.557	264.645	264.070
44	運 輸 通 信	202270.200	202235.400	202359.300	202362.700	202154.100	201981.100
45	公 共 サ ー ビ ス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	一 般 サ ー ビ ス	15381.500	15368.450	15413.010	15414.310	15341.960	15276.730
47	分 類 不 明	62782.740	62771.640	62867.920	62869.030	62632.380	62576.890
計		3576038.885	3575360.517	3583983.826	3584051.667	3561367.763	3557980.152

付表 輸出における自動車産業に対する需要の増減に伴う産業別輸入額への波及効果

<(-)は減少を示す> (単位 100万円)

産業	シナリオA	1	2	3	4	5	6
1	農林水産	-60.000	-80.688	78.563	80.625	-299.750	-403.313
2	炭鉱	-505.000	-534.625	531.375	534.438	-2524.375	-2672.937
3	鉱業	-1977.000	-2386.000	2344.000	2385.000	-9885.000	-11926.000
4	食品	-6.078	-11.547	11.000	11.547	-30.383	-57.738
5	天然繊維	-7.020	-8.684	8.504	8.672	-35.086	-43.402
6	化学繊維	-0.305	-0.391	0.382	0.391	-1.524	-1.956
7	繊維製品	-7.320	-8.762	8.625	8.770	-36.625	-43.828
8	繊維製品	-3.754	-6.699	6.398	6.695	-18.754	-33.496
9	家具製品	-8.820	-11.980	11.660	11.977	-44.109	-59.891
10	パルプ・紙	-4.184	-11.098	10.402	11.094	-20.918	-55.480
11	印刷出版	-0.500	-1.581	1.473	1.581	-2.501	-7.903
12	皮革製品	-1.477	-1.828	1.793	1.828	-7.375	-9.148
13	ゴム製品	-20.578	-21.500	21.410	21.500	-102.887	-107.504
14	基礎化学	-23.762	-26.043	25.816	26.047	-118.805	-130.227
15	プラスチック	-8.316	-8.887	8.824	8.883	-41.566	-44.426
16	石油化学	-4.156	-4.426	4.395	4.422	-20.777	-22.113
17	繊維原料	-0.289	-0.365	0.358	0.365	-1.445	-1.826
18	肥料	-0.176	-0.316	0.301	0.316	-0.863	-1.570
19	他の化学	-22.344	-25.102	24.828	25.105	-111.691	-125.504
20	石油	-28.832	-53.563	51.086	53.563	-144.148	-267.820
21	石油	-0.423	-0.442	0.440	0.442	-2.115	-2.210
22	炭素土	-3.451	-3.846	3.806	3.846	-17.257	-19.229
23	鉄精	-53.500	-55.430	55.203	55.406	-267.359	-277.070
24	鉄鋼圧延	-3.013	-3.125	3.116	3.126	-15.073	-15.629
25	鉄鋼造	-0.457	-0.461	0.461	0.461	-2.284	-2.306
26	非鉄金属	-392.875	-400.812	400.062	400.812	-1964.375	-2004.188
27	金	-5.320	-6.625	6.492	6.621	-26.594	-33.125
28	一重電機	-120.437	-122.562	122.375	122.562	-602.313	-612.688
29	重電機	-2.816	-3.035	3.016	3.039	-14.094	-15.188
30	軽自動車	-43.469	-44.613	44.500	44.613	-217.297	-223.012
31	自動車修理	-279.430	-280.184	280.109	280.187	-1397.125	-1400.930
32	同	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	産・鉄道車両	-0.012	-0.119	0.109	0.119	-0.061	-0.596
34	他の輸送機	-0.617	-0.945	0.945	0.980	-3.227	-4.824
35	精密機械	-25.750	-30.500	30.063	30.563	-128.750	-152.625
36	他の製造品	-33.531	-35.863	35.633	35.863	-167.660	-179.316
37	建設	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	電力	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	公益事業	-0.005	-0.006	0.006	0.006	-0.025	-0.028
40	商業	63.777	-16.422	8.395	16.418	318.887	-82.090
41	金融	0.052	-1.412	1.265	1.412	0.261	-7.059
42	鉄道の送	-0.002	-0.042	0.038	0.042	-0.010	-0.208
43	陸送	-0.300	-0.415	0.403	0.415	-1.498	-2.073
44	運輸通信	-28.875	-63.625	60.250	63.625	-145.000	-318.000
45	公共サービス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	一般サービス	-9.883	-22.930	21.629	22.930	-49.422	-114.645
47	分類不明	-37.598	-48.695	47.578	48.688	-187.965	-243.449
計		-3667.846	-4346.194	4276.087	4344.995	-18338.938	-21726.570

付表 最終需要合計における自動車産業に対する需要が増減したときの産業別付加価値額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	5902385.000	5902183.000	5903740.000	5903761.000	5900040.000	5899027.000
2	石炭	72729.750	72705.190	73587.560	73590.060	71058.440	70935.500
3	鉱業	834570.800	834096.900	839582.700	839630.100	825398.900	823030.400
4	食料品	4592134.000	4592039.000	4592432.000	4592442.000	4591710.000	4591234.000
5	天然繊維紡	516799.300	516780.900	516973.700	516975.900	516483.800	516390.600
6	化学繊維紡	349317.000	349304.900	349419.600	349420.900	349137.000	349073.100
7	繊維製品	1296758.000	1296719.000	1297191.000	1297195.000	1295963.000	1295767.000
8	繊維製品	1481546.000	1481476.000	1481789.000	1481796.000	1481187.000	1480835.000
9	製材家具木製品	2159342.000	2159241.000	2160002.000	2160012.000	2158206.000	2157698.000
10	パルプ・紙	1263546.000	1263216.000	1264242.000	1264275.000	1262748.000	1261098.000
11	印刷出版	1481827.000	1481537.000	1482356.000	1482384.000	1481291.000	1479843.000
12	皮革製品	75929.370	75926.060	75960.370	75960.750	75873.560	75856.750
13	ゴム製品	412857.800	412790.200	415932.900	415939.600	406829.500	406491.200
14	基礎化学	541924.700	541890.600	542664.600	542667.800	540507.100	540336.700
15	プラスチック	342519.900	342503.300	343017.000	343018.600	341555.500	341472.600
16	石油化学	309795.000	309776.100	310392.000	310393.700	308634.500	308540.900
17	繊維原料	415917.900	415905.300	416025.200	416026.400	415726.000	415662.700
18	肥料	63475.410	63473.680	63481.210	63481.390	63466.930	63458.230
19	他の化学	1500735.000	1500688.000	1501531.000	1501535.000	1499228.000	1498995.000
20	石油	1966703.000	1966058.000	1968787.000	1968852.000	1963696.000	1960471.000
21	石油	167335.300	167325.300	167788.100	167789.100	166447.600	166397.600
22	炭素土	1828385.000	1828302.000	1829923.000	1829923.000	1825474.000	1825058.000
23	鉄精	915761.400	915714.400	918391.400	918396.100	910586.000	910351.000
24	鉄鋼圧延	1984391.000	1984296.000	1989626.000	1989636.000	1974092.000	1973617.000
25	鉄鍛造	767783.400	767754.600	773796.500	773799.000	755809.000	755666.000
26	非鉄金属	760416.100	760366.900	765327.900	765332.900	750681.400	750434.600
27	金	2633594.000	2633280.000	2636432.000	2636463.000	2628484.000	2626915.000
28	一重電機	4405141.000	4405054.000	4415271.000	4415280.000	4385036.000	4384602.000
29	重電機	785354.800	785336.600	785841.400	785843.100	784413.900	784322.800
30	軽自動車	3565782.000	3565712.000	3571166.000	3571173.000	3555139.000	3554789.000
31	自動車修理	2339620.000	2339504.000	2424733.000	2424744.000	2169603.000	2169025.000
32	同	1566033.000	1565130.000	1566066.000	1566156.000	1567595.000	1563077.000
33	産・鉄道車両	189270.400	189239.200	189305.600	189308.600	189256.100	189100.400
34	他の輸送機	2114729.000	2114706.000	2114844.000	2114847.000	2114541.000	2114423.000
35	精密機械	657061.600	656998.900	657792.400	657798.500	655712.700	655399.900
36	他の製造品	1915620.000	1915527.000	1918380.000	1918390.000	1910267.000	1909802.000
37	建設	16457570.000	16457030.000	16458480.000	16458540.000	16456710.000	16454010.000
38	電力	1264858.000	1264575.000	1266684.000	1266713.000	1261716.000	1260297.000
39	公益事業	655421.200	655388.900	656042.900	656046.300	654237.300	654074.900
40	商業	14403040.000	14374240.000	14383150.000	14386040.000	14494690.000	14350650.000
41	金保不	13354150.000	13350780.000	13356940.000	13357270.000	13354630.000	13337780.000
42	鉄道	1220715.000	1220380.000	1221050.000	1221084.000	1220645.000	1218971.000
43	陸送	3492783.000	3492321.000	3495604.000	3495650.000	3487972.000	3485662.000
44	運輸通信	3258730.000	3257927.000	3260799.000	3260879.000	3256037.000	3252022.000
45	公共サービス	8793605.000	8793573.000	8793974.000	8793977.000	8792927.000	8792764.000
46	一般サービス	9672075.000	9670622.000	9675585.000	9675735.000	9667661.000	9660394.000
47	分類不明	5424225.000	5423642.000	5428697.000	5428756.000	5416329.000	5413415.000
計		130174263.930	130133035.930	130320789.040	130324927.340	129955432.230	129749236.980

付表 最終需要合計における自動車産業に対する需要の増減に伴う産業別付加価値額への波及効果

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農 林 水 産	587.000	789.000	-768.000	-789.000	2932.000	3945.000
2	石 炭 垂 炭	417.875	442.437	-439.938	-442.437	2089.187	2212.125
3	鉱 産 品	2292.687	2766.625	-2719.250	-2766.625	11464.620	13833.120
4	食 料 品	106.000	201.000	-192.000	-202.000	530.000	1006.000
5	天 然 繊 維 紡 織	78.688	97.063	-95.750	-97.875	394.188	487.375
6	化 学 繊 維 紡 織	45.188	58.000	-56.688	-57.938	225.937	289.812
7	織 物	199.000	238.000	-234.000	-238.000	994.000	1190.000
8	織 物 既 製 品	90.000	160.000	-153.000	-160.000	449.000	801.000
9	製 材 家 具 木 製 品	284.000	385.000	-376.000	-386.000	1420.000	1928.000
10	パ ー プ ー	200.000	530.000	-496.000	-529.000	998.000	2648.000
11	印 刷 出 版	134.000	424.000	-395.000	-423.000	670.000	2118.000
12	皮 革 製 品	14.000	17.312	-17.000	-17.375	69.813	86.625
13	ゴ ム 製 品	1507.062	1574.688	-1568.000	-1574.750	7535.375	7873.625
14	基 礎 化 学	354.500	388.562	-385.375	-388.562	1772.062	1942.500
15	プ ラ ス チ ッ ク	241.125	257.688	-256.000	-257.625	1205.500	1288.375
16	石 油 化 学	289.875	308.750	-307.125	-308.813	1450.375	1543.937
17	繊 維 原 料	47.938	60.563	-59.375	-60.625	239.812	303.125
18	肥 料	2.117	3.855	-3.676	-3.855	10.602	19.297
19	他 の 化 学	377.000	424.000	-419.000	-423.000	1884.000	2117.000
20	石 油	752.000	1397.000	-1332.000	-1397.000	3759.000	6984.000
21	石 炭	221.937	231.875	-230.937	-231.937	1109.625	1159.562
22	望 遠 鏡	727.000	810.000	-803.000	-811.000	3638.000	4054.000
23	鉄 精 煉	1293.812	1340.875	-1336.125	-1340.812	6469.250	6704.187
24	鉄 鋼 圧 延	2575.000	2670.000	-2660.000	-2670.000	12874.000	13349.000
25	鉄 鋼 鍛 造	2993.375	3022.188	-3019.750	-3022.250	14967.750	15110.750
26	非 鉄 金 属	2433.812	2483.000	-2478.000	-2483.000	12168.500	12415.310
27	金 属 機 械	1278.000	1592.000	-1560.000	-1591.000	6388.000	7957.000
28	電 機 器	5026.000	5113.000	-5104.000	-5113.000	25131.000	25565.000
29	電 機 器	235.000	253.250	-251.563	-253.250	1175.937	1267.000
30	電 機 器	2661.000	2731.000	-2723.000	-2730.000	13304.000	13654.000
31	自 動 車	42504.000	42620.000	-42609.000	-42620.000	212521.000	213099.000
32	同 修 理	-390.000	513.000	-423.000	-513.000	-1952.000	2566.000
33	産 業 鉄 道 車	3.500	34.688	-31.687	-34.750	17.750	173.500
34	他 の 輸 送 機 械	47.000	70.000	-68.000	-71.000	235.000	353.000
35	精 密 機 械	337.062	399.750	-393.750	-399.812	1685.937	1998.812
36	他 の 製 造	1338.000	1431.000	-1422.000	-1432.000	6691.000	7156.000
37	建 設 業	217.000	755.000	-699.000	-755.000	1076.000	3768.000
38	電 力 業	786.000	1069.000	-1040.000	-1069.000	3928.000	5347.000
39	電 力 業	296.375	328.625	-325.375	-328.687	1480.250	1642.687
40	商 業	-22909.000	5892.000	-3015.000	-5901.000	-114555.000	29487.000
41	金 保 不 動 産	-120.000	3254.000	-2905.000	-3241.000	-600.000	16255.000
42	鉄 道	17.000	352.000	-318.000	-352.000	87.000	1761.000
43	運 輸	1202.000	1664.000	-1619.000	-1665.000	6013.000	8323.000
44	公 共 サ ー ビ ス	673.000	1476.000	-1396.000	-1476.000	3366.000	7381.000
45	一 般 サ ー ビ ス	170.000	202.000	-199.000	-202.000	848.000	1011.000
46	分 類	1099.000	2552.000	-2411.000	-2561.000	5513.000	12780.000
47	分 類	1974.000	2557.000	-2498.000	-2557.000	9870.000	12784.000
計		54709.928	95940.794	-91812.364	-95947.978	273544.470	479738.724

付表 個人消費支出における自動車産業に対する需要が増減したときの産業別付加価値額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	6213210.000	6213195.000	6213312.000	6213314.000	6213033.000	6212957.000
2	石炭	75289.250	75287.380	75354.000	75354.190	75163.190	75153.870
3	鉱業	1001969.000	1001933.000	1002347.000	1002350.000	1001277.000	1001098.000
4	食料	4491148.000	4491141.000	4491170.000	4491171.000	4491116.000	4491080.000
5	天然繊維	409383.100	409381.700	409396.200	409396.400	409359.200	409352.200
6	化学繊維	243938.900	243937.900	243946.600	243946.600	243925.200	243920.400
7	繊維	941803.500	941800.500	941835.900	941836.200	941743.300	941728.500
8	繊維製品	1203011.000	1203005.000	1203029.000	1203029.000	1202983.000	1202957.000
9	製材家具	455994.400	455986.900	456044.200	456045.000	455908.900	455870.300
10	紙	727133.500	727108.500	727186.100	727188.800	727073.300	726948.800
11	印刷	912432.100	912410.200	912471.900	912474.200	912391.700	912282.300
12	皮革	66018.310	66018.060	66020.620	66020.690	66014.060	66012.810
13	ゴム	193861.200	193856.100	194093.200	194093.800	193406.400	193360.900
14	基礎化学	309961.600	309959.100	310017.400	310017.700	309854.600	309841.800
15	プラスチック	156711.800	156710.600	156749.300	156749.400	156639.100	156632.800
16	石油化学	153367.000	153365.600	153412.100	153412.200	153279.400	153272.400
17	繊維原料	233995.000	233994.000	234003.100	234003.100	233980.500	233975.700
18	肥料	54686.960	54686.820	54687.380	54687.390	54686.300	54685.660
19	化学	1115991.000	1115987.000	1116050.000	1116051.000	1115877.000	1115860.000
20	石油	1138344.000	1138296.000	1138501.000	1138506.000	1138118.000	1137874.000
21	炭	22491.040	22490.280	22525.210	22525.280	22424.060	22420.290
22	土	326697.800	326697.500	326819.300	326819.900	326484.100	326452.800
23	鉄鋼	119885.800	119882.300	120084.200	120084.600	119495.300	119477.600
24	鉄鋼製品	244476.700	244469.500	244871.700	244872.400	243699.600	243663.800
25	鉄鋼製品	95170.810	95168.690	95624.560	95624.750	94267.370	94256.560
26	鉄鋼製品	205027.600	205023.900	205398.200	205398.600	204293.100	204274.500
27	鉄鋼製品	576592.200	576568.400	576806.000	576808.400	576206.400	576088.300
28	鉄鋼製品	439401.300	439394.900	440165.900	440166.400	437884.600	437851.800
29	鉄鋼製品	63977.720	63977.350	64015.420	64015.570	63907.760	63900.880
30	鉄鋼製品	705524.800	705519.300	705930.900	705931.400	704721.600	704695.100
31	鉄鋼製品	297650.100	297641.400	304072.100	304072.900	284822.000	284778.400
32	自動車	1063377.000	1063309.000	1063380.000	1063387.000	1063495.000	1063154.000
33	自動車	74192.750	74190.370	74195.370	74195.630	74191.620	74179.870
34	自動車	214449.600	214447.800	214458.300	214458.500	214435.400	214426.500
35	自動車	296304.600	296299.900	296359.800	296360.300	296202.900	296179.300
36	自動車	952378.100	952370.800	952586.600	952587.100	951974.600	951939.200
37	自動車	1151666.000	1151625.000	1151735.000	1151739.000	1151601.000	1151398.000
38	電力	714618.800	714597.600	714756.900	714758.900	714381.700	714274.500
39	電力	345404.900	345402.500	345451.900	345452.100	345315.600	345303.400
40	電力	8006590.000	8004416.000	8005089.000	8005307.000	8013504.000	8002636.000
41	電力	10121140.000	10120880.000	10121350.000	10121370.000	10121170.000	10119900.000
42	電力	796484.800	796459.500	796510.200	796512.700	796479.500	796353.300
43	電力	2055185.000	2055150.000	2055398.000	2055402.000	2054822.000	2054648.000
44	電力	1684896.000	1684835.000	1685051.000	1685057.000	1684692.000	1684390.000
45	電力	3430942.000	3430940.000	3430970.000	3430971.000	3430891.000	3430879.000
46	電力	5870762.000	5870652.000	5871027.000	5871038.000	5870429.000	5869881.000
47	電力	2336707.000	2336663.000	2337045.000	2337050.000	2336111.000	2335892.000
計		62310251.040	62307132.350	62321504.360	62321613.100	62293731.360	62278178.540

付表 個人消費支出における自動車産業に対する需要の増減に伴う産業別付加価値額への波及効果

(一)は増加を示す (単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産 業							
1	農 林 水 産	44.000	59.000	-58.000	-60.000	221.000	297.000
2	石 炭 亜 炭	31.563	33.438	-33.188	-33.375	157.625	166.937
3	鉱 産 業	172.625	208.813	-205.312	-208.813	865.125	1043.312
4	食 料 品	8.000	15.000	-14.000	-15.000	40.000	76.000
5	天 然 繊 維 紡 織	5.938	7.313	-7.250	-7.375	29.750	36.813
6	化 学 繊 維 紡 織	3.375	4.375	-4.313	-4.375	17.063	21.875
7	織 物	14.688	17.688	-17.750	-18.062	74.938	89.688
8	繊 維 既 製 品	6.000	12.000	-12.000	-12.000	34.000	60.000
9	製 材 家 具 木 製 品	21.750	29.250	-28.125	-28.875	107.187	145.812
10	パ ル プ ・ 紙	14.937	39.938	-37.625	-40.313	75.188	199.687
11	印 刷 出 版	10.125	32.000	-29.750	-32.000	50.500	159.937
12	皮 革 製 品	1.063	1.313	-1.250	-1.313	5.313	6.563
13	ゴ ム 製 品	113.750	118.875	-118.250	-118.812	568.625	594.125
14	基 礎 化 学	26.750	29.313	-29.063	-29.313	133.750	146.562
15	プ ラ ス チ ャ ッ ク	18.188	19.438	-19.312	-19.438	90.938	97.188
16	石 油 化 学	21.875	23.313	-23.188	-23.313	109.437	116.500
17	繊 維 原 料	3.563	4.563	-4.500	-4.563	18.062	22.875
18	肥 料	0.148	0.285	-0.273	-0.289	0.801	1.449
19	他 の 化 学	28.000	32.000	-31.000	-32.000	142.000	159.000
20	石 油	57.000	105.000	-100.000	-105.000	283.000	527.000
21	石 炭	16.746	17.500	-17.430	-17.500	83.723	87.492
22	望 素 土 石	54.875	61.188	-60.625	-61.250	274.562	305.937
23	鉄 精 煉	97.625	101.125	-100.812	-101.187	488.125	505.812
24	鉄 鋼 圧 延	194.250	201.438	-200.750	-201.438	971.375	1007.187
25	鋼 鍛 造	225.875	228.000	-227.875	-228.062	1129.312	1140.125
26	非 鉄 金 属 鉄	183.625	187.312	-187.000	-187.375	918.125	936.750
27	金 一 属 機	96.188	120.000	-117.625	-120.000	481.937	600.063
28	重 電	379.312	385.750	-385.312	-385.750	1896.000	1928.812
29	軽 電	17.742	19.113	-18.957	-19.109	88.707	95.586
30	自 動 車	200.812	206.250	-205.375	-205.812	1004.000	1030.437
31	同 修 理	3207.062	3215.750	-3214.938	-3215.812	16035.120	16078.750
32	産 ・ 鉄 道 車 両	-29.000	39.000	-32.000	-39.000	-147.000	194.000
33	他 の 輸 送 機	0.250	2.625	-2.375	-2.625	1.375	13.125
34	精 密 機 械	3.500	5.313	-5.188	-5.375	17.688	26.625
35	他 の 製 造 品	25.500	30.188	-29.688	-30.188	127.250	150.812
36	建 設 力 益	100.875	108.187	-107.625	-108.125	504.438	539.813
37	電 公 商	16.000	57.000	-53.000	-57.000	81.000	284.000
38	金 保 不	59.375	80.625	-78.750	-80.688	296.500	403.687
39	鉄 道 送 信	22.375	24.812	-24.563	-24.812	111.687	123.937
40	公 共 サ ー ビ ス	-1728.000	446.000	-227.000	-445.000	-8642.000	2226.000
41	金 保 不	-9.000	245.000	-220.000	-245.000	-46.000	1226.000
42	鉄 道 送 信	1.375	26.625	-24.063	-26.563	6.625	132.875
43	運 輸 通 信	91.000	126.000	-122.000	-126.000	454.000	628.000
44	公 共 サ ー ビ ス	50.000	111.000	-105.000	-111.000	254.000	556.000
45	一 般 サ ー ビ ス	13.000	15.000	-15.000	-16.000	64.000	76.000
46	分 類 不 明	84.000	194.000	-181.000	-192.000	417.000	965.000
47		149.000	193.000	-189.000	-194.000	745.000	964.000
計		4127.700	7240.716	-6927.100	7240.900	20640.851	36195.148

付表 輸出における自動車産業に対する需要が増減したときの産業別付加価値額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	314459.800	314411.200	314785.200	314790.100	313896.700	313653.500
2	炭亜炭業	103919.500	103913.600	104125.400	104126.100	103518.300	103488.700
3	鉱	495308.100	495194.400	495111.400	496522.800	493106.100	492537.500
4	食料品	114140.600	114117.700	114212.100	114214.400	114038.900	113924.400
5	天然繊維紡	79928.440	79923.940	79970.310	79970.810	79852.690	79830.250
6	化学繊維紡	60595.670	60592.620	60620.130	60620.430	60552.280	60536.940
7	織物	188608.600	188599.200	188712.500	188713.400	188417.600	188370.700
8	繊維既製品	105937.500	105920.600	105995.700	105997.500	105851.400	105766.700
9	製材家具木製品	89228.620	89204.190	89386.940	89389.370	88955.810	88833.870
10	パルプ・紙	145675.800	145596.600	145842.900	145850.900	145484.100	145088.000
11	印刷出版	85496.750	85427.250	85623.690	85630.630	85368.060	85020.690
12	皮革製品	17853.340	17852.530	17860.770	17860.850	17839.930	17835.890
13	ゴム製品	93469.810	93453.560	94208.130	94209.750	92022.500	91941.310
14	基礎化学	152821.600	152813.500	152999.200	153000.100	152481.200	152440.300
15	プラスチック	81463.940	81459.940	81583.310	81583.690	81232.380	81212.500
16	石油化学	91726.190	91721.690	91869.560	91870.000	91447.630	91425.190
17	繊維原料	146604.300	146601.200	146630.100	146630.400	146558.300	146543.100
18	肥料	21796.360	21795.950	21797.770	21797.810	21794.330	21792.250
19	他の化学	142910.600	142899.400	143101.600	143102.700	142548.700	142492.700
20	石油炭	306935.400	306780.600	307435.700	307451.200	306213.400	305439.100
21	石灰	56101.980	56099.580	56210.710	56210.940	55888.850	55876.860
22	塩素土石	143639.700	143619.800	144007.100	144009.100	142841.000	142841.000
23	鉄精錬	343142.400	343131.200	343773.900	343775.100	341900.000	341843.600
24	鉄鋼延	674789.400	674766.400	676046.200	676048.400	672316.400	672202.400
25	鉄鍛造	146884.300	146877.400	148327.900	148328.600	144009.400	143975.100
26	非鉄金属	250995.700	250983.900	252175.100	252176.200	248658.600	248599.300
27	金一	278602.000	278526.700	279283.200	279290.700	277375.100	276998.400
28	重電機	845892.200	845871.100	848324.700	848326.700	841064.900	840960.800
29	軽電機	121359.700	121355.400	121476.600	121477.000	121133.900	121112.100
30	自動車	817795.900	817779.100	819088.900	819090.600	815241.100	815157.100
31	自動車修理	522609.800	522582.200	543044.500	543047.300	481790.800	481651.900
32	同	89715.310	89498.310	89723.120	89744.810	90090.190	89005.310
33	産・鉄道車両	21356.990	21349.520	21365.430	21366.180	21353.570	21316.190
34	他の輸送機	928998.600	928992.900	929026.100	929026.700	928952.800	928924.800
35	精密機	216232.800	216217.800	216408.200	216409.800	215908.900	215833.900
36	他の製造品	238497.800	238475.700	239160.500	239162.700	237212.700	237101.000
37	建設設備	130895.500	130766.200	131115.300	131128.200	130688.400	130042.200
38	電力	157615.900	157547.800	158054.500	158061.300	156861.500	156520.800
39	公益事業	30563.260	30555.480	30712.460	30713.240	30278.880	30239.950
40	商業	1047589.000	1040672.000	1042812.000	1043505.000	1069591.000	1035008.000
41	金保不	559775.900	558966.900	560446.200	560527.200	559891.300	555846.300
42	鉄道	65331.840	65251.460	65412.560	65420.590	65315.030	64913.250
43	陸送	256262.900	256151.900	256940.100	256951.200	255107.900	254553.400
44	運輸通信	1126818.000	1126625.000	1127315.000	1127334.000	1126171.000	1125208.000
45	公共サービス	27097.150	27089.290	27185.590	27186.370	26934.410	26895.120
46	一般サービス	411793.900	411444.700	412637.500	412672.400	410735.400	408989.200
47	分類不明	791505.400	791365.500	792579.200	792593.200	789609.600	788910.200
計		13140744.250	13130842.710	13175924.980	13176916.470	13088202.740	13038699.770

付表 輸出における自動車産業に対する需要の増減に伴う産業別付加価値額への波及効果

(-) は増加を示す (単位 100 万円)

シナリオ A		1	2	3	4	5	6
産 業							
1	森 林 水 産	140.812	189.437	-184.562	-189.437	703.937	947.125
2	石 炭 亜 炭	100.375	106.250	-105.562	-106.187	501.563	531.125
3	飲 料 業	550.500	664.250	-652.812	-664.187	2752.563	3321.125
4	食 料 品	25.437	48.313	-46.063	-48.375	127.125	241.625
5	天 然 繊 紡	18.938	23.438	-22.937	-23.438	94.688	117.125
6	化 学 繊 紡	10.855	13.902	-13.598	-13.906	54.250	69.586
7	織 物	47.750	57.125	-56.188	-57.125	238.687	285.625
8	織 物 製 品	21.500	38.438	-36.750	-38.500	107.625	192.312
9	製 材 家 具 木 製 品	68.188	92.625	-90.125	-92.563	341.000	462.938
10	パ ル プ 紙	47.938	127.187	-119.188	-127.125	239.687	635.750
11	印 刷 出 版	32.188	101.687	-94.750	-101.687	160.875	508.250
12	皮 革 製 品	3.352	4.160	-4.082	-4.160	16.766	20.801
13	ゴ ム 製 品	361.875	378.125	-376.438	-378.062	1809.187	1890.375
14	基 礎 化 学	85.125	93.250	-92.438	-93.313	425.500	466.437
15	プ ラ ス チ ャ ッ ク	57.875	61.875	-61.500	-61.875	289.437	309.312
16	石 油 化 学 料	69.688	74.188	-73.688	-74.125	348.250	370.687
17	繊 維 原 料	11.500	14.563	-14.250	-14.563	57.563	72.750
18	肥 料	0.512	0.922	-0.895	-0.938	2.539	4.625
19	他 の 化 学	90.438	101.625	-100.562	-101.687	452.313	508.250
20	石 油 炭	180.563	335.375	-319.812	-335.312	902.500	1676.812
21	石 炭	53.281	55.684	-55.445	-55.676	266.418	278.406
22	望 素 土 石	174.687	194.687	-192.687	-194.687	873.625	973.438
23	鉄 鋼 精 延	310.813	322.000	-320.687	-321.875	1553.187	1609.625
24	鉄 鋼 造 造	617.938	640.875	-638.875	-641.063	3090.875	3204.875
25	鉄 鋼 造 造	718.750	725.625	-724.875	-725.562	3593.625	3627.938
26	非 鉄 金 属	584.312	596.188	-595.000	-596.125	2921.500	2980.750
27	金 属 機 械	306.750	382.062	-374.500	-382.000	1533.625	1910.312
28	一 般 電 機	1206.750	1227.812	-1225.750	-1227.812	6034.000	6138.125
29	重 型 電 機	56.500	60.875	-60.313	-60.750	282.312	304.187
30	軽 型 電 機	638.938	655.750	-654.063	-655.688	3193.812	3277.813
31	自 動 車	10205.000	10232.560	-10229.750	-10232.560	51023.940	51162.810
32	同 修 理	-93.750	123.250	-101.563	-123.250	-468.625	616.250
33	産 業 鉄 道 車	0.859	8.336	-7.582	-8.328	4.277	41.664
34	他 の 輸 送 機	10.875	16.625	-16.625	-17.188	56.688	84.750
35	精 密 機 械	81.000	96.000	-94.438	-95.938	404.875	479.937
36	他 の 製 造 品	321.313	343.625	-341.375	-343.562	1606.437	1718.125
37	建 設 設 力	51.750	181.000	-168.062	-181.000	258.813	905.000
38	電 力 益	188.625	256.750	-249.937	-256.750	943.063	1283.750
39	公 益 業	71.098	78.883	-78.102	-78.879	355.480	394.410
40	商 業	-5500.813	1416.312	-724.000	-1416.250	-27502.750	7080.062
41	金 保 不 動	-28.813	780.188	-699.188	-780.125	-144.250	3900.813
42	鉄 道 送 信	4.184	84.566	-76.535	-84.563	21.000	422.773
43	陸 運 輸 通 信	288.687	399.625	-388.562	-399.625	1443.688	1998.188
44	運 輸 通 信	161.000	354.000	-336.000	-355.000	808.000	1771.000
45	公 共 サ ー ビ ス	40.684	48.543	-47.758	-48.543	203.426	242.715
46	一 般 サ ー ビ ス	264.825	613.875	-578.937	-613.875	1323.187	3069.312
47	分 類 不 明	474.000	613.875	-599.812	-613.813	2369.750	3069.187
計		13134.452	23036.306	22046.621	23037.052	65676.033	115178.850

付表 設備投資額が増減したときの産業別生産額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	1903271.000	1904446.000	1903768.000	1904942.000	1903115.000	1904289.000
2	石炭	282282.700	283248.600	281253.200	282219.100	271770.900	272736.700
3	鉱業	2272022.000	2276337.000	2264134.000	2268449.000	2253578.000	2257893.000
4	食品	456339.200	457078.600	456596.600	457336.000	456453.600	457192.900
5	天然繊維	131956.600	132130.900	132072.200	132246.500	132043.700	132218.100
6	化学繊維	73081.810	73176.560	73136.060	73230.810	73117.500	73212.250
7	繊維	356686.600	357139.100	357179.500	357632.000	357104.200	357556.700
8	繊維製品	475140.200	475564.300	475278.200	475702.300	475154.400	475578.500
9	製材家具木製品	4223561.000	4224672.000	4223568.000	4224679.000	4223904.000	4225015.000
10	パルプ	969202.600	970951.500	970104.900	971853.800	969550.400	971299.300
11	印刷	415776.600	416759.900	416077.500	417060.800	415799.200	416782.500
12	皮革製品	33680.670	33765.910	33721.500	33806.740	33714.910	33800.160
13	ゴム製品	316097.100	317261.100	320029.900	321193.900	319802.600	320966.600
14	基礎化学	403321.600	404236.200	404047.600	404962.200	401974.800	402889.400
15	プラスチック	301532.200	301902.900	302185.400	302556.100	302166.600	302537.300
16	石油化学	290724.600	291276.200	291921.900	292473.600	291772.600	292324.200
17	繊維原料	90816.060	90926.370	90903.560	91013.870	90883.690	90994.000
18	肥料	44138.650	44146.250	44144.430	44152.020	44369.770	44377.360
19	他の化学	405516.400	406208.300	406137.700	406829.500	406039.100	406730.900
20	石油	1608445.000	1611710.000	1591906.000	1595172.000	1603299.000	1606565.000
21	石油	520733.700	520417.900	520417.300	522251.400	499782.100	501616.300
22	炭素	2842871.000	2844040.000	2843979.000	2845148.000	2841266.000	2842434.000
23	鉄精	2979264.000	2991924.000	2986960.000	2999621.000	2801953.000	2814613.000
24	鉄鋼	4212278.000	4226992.000	4222818.000	4237532.000	4222636.000	4237350.000
25	鉄鋼	1184149.000	1194312.000	1191754.000	1201917.000	1191802.000	1201965.000
26	鉄鋼	1552292.000	1559100.000	1560993.000	1567801.000	1557796.000	1564604.000
27	鉄鋼	3367306.000	3370277.000	3369843.000	3372814.000	3369535.000	3372506.000
28	鉄鋼	7830355.000	7961897.000	7842875.000	7974287.000	7841084.000	7972626.000
29	鉄鋼	1382293.000	1386253.000	1378865.000	1382825.000	1382128.000	1386088.000
30	鉄鋼	4092149.000	4097971.000	4098421.000	4104243.000	4097922.000	4103744.000
31	自動車	4165548.000	4167816.000	4300418.000	4302686.000	4300235.000	4302503.000
32	自動車	727797.300	728913.400	727627.500	728743.600	726857.900	727974.000
33	鉄道	173047.700	173155.200	173055.100	173162.600	172931.100	173038.600
34	輸送	1556214.000	1556763.000	1556277.000	1556825.000	1556101.000	1556650.000
35	輸送	445125.800	446067.700	446065.900	447007.800	446029.300	446971.200
36	輸送	1328051.000	1329648.000	1330804.000	1332402.000	1330833.000	1332431.000
37	電力	29829340.000	29831040.000	29823980.000	29825680.000	29828400.000	29830110.000
38	電力	785788.300	787945.900	687461.900	689619.600	779927.600	782085.300
39	電力	164597.700	165029.400	164967.100	165398.700	164948.600	165380.300
40	電力	7135481.000	7147923.000	7142719.000	7155162.000	7131719.000	7144161.000
41	電力	2288459.000	2293856.000	2288281.000	2293678.000	2287802.000	2293198.000
42	電力	333380.100	334071.400	333407.200	334098.600	332784.600	333476.000
43	電力	1309802.000	1312073.000	1310793.000	1313064.000	1309281.000	1311552.000
44	電力	1137270.000	1139650.000	1138067.000	1140447.000	1134132.000	1136512.000
45	電力	108135.100	108468.100	107985.600	108318.500	108101.300	108434.200
46	電力	2544893.000	2551331.000	2546857.000	2553295.000	2546210.000	2552648.000
47	電力	2149492.000	2153444.000	2147430.000	2151382.000	2146535.000	2150487.000
計		101199705.290	101455466.690	101281157.750	101536921.040	101134346.470	101390116.770

付表 設備投資額の増減に伴う産業別生産額への波及効果

<(-)は増加を示す> (単位 100 万円)

産業	シナリオA	1	2	3	4	5	6
1	農林水産	1388.000	213.000	891.000	-283.000	1544.000	370.000
2	石炭	726.750	-239.125	1756.188	790.312	11238.560	10272.690
3	鉱業	4455.000	140.000	12343.000	8028.000	22899.000	18584.000
4	食料	659.688	-79.688	402.313	-337.062	545.313	-194.000
5	天然繊維	255.812	81.500	140.187	-34.125	168.625	-5.750
6	化学繊維	130.562	35.813	76.313	-18.438	94.875	0.125
7	繊維	797.000	344.500	304.062	-148.438	379.375	-73.125
8	繊維製品	508.438	84.375	370.437	-53.625	494.250	70.188
9	製材家具木製品	1153.000	42.000	1146.000	35.000	810.000	-301.000
10	パルプ・紙	1783.500	34.563	881.188	-867.750	1435.688	-313.250
11	印刷出版	845.750	-137.500	544.875	-438.375	823.188	-160.125
12	皮革製品	63.188	-22.055	22.359	-62.883	28.945	-56.297
13	ゴム製品	4140.187	2976.187	207.375	-956.625	434.750	-729.313
14	基礎化学	1085.938	171.313	360.000	-554.625	2432.750	1518.125
15	プラスチック	788.813	418.125	135.687	-235.062	154.500	-216.250
16	石油化学	1413.312	861.688	215.938	-335.688	365.250	-186.375
17	繊維原料	166.375	56.063	78.875	-31.438	98.750	-11.563
18	肥料	17.875	10.281	12.098	4.504	-213.242	-220.836
19	他の化学	945.375	253.563	324.125	-367.687	422.750	-269.125
20	石油	3130.000	-135.000	19669.000	16403.000	8276.000	5010.000
21	石油炭	1332.062	-502.125	1648.500	-185.687	22283.690	20449.500
22	窯業土	2017.000	848.000	909.000	-260.000	3622.000	2454.000
23	窯業土	8974.000	-3686.000	1278.000	-11383.000	186285.000	173625.000
24	鉄鋼	12256.000	-2458.000	1716.000	-12998.000	1898.000	-12816.000
25	鉄鋼	8100.000	-2063.000	495.000	-9668.000	447.000	-9716.000
26	鉄鋼	9507.000	2699.000	806.000	-6002.000	4003.000	-2805.000
27	鉄鋼	3745.000	774.000	1208.000	-1763.000	1516.000	-1455.000
28	鉄鋼	14142.000	-117400.000	1752.000	-129790.000	3413.000	-128129.000
29	鉄鋼	686.000	-3274.000	4114.000	154.000	851.000	-3109.000
30	鉄鋼	7286.000	1464.000	1014.000	-4808.000	1513.000	-4303.000
31	鉄鋼	135139.000	132871.000	269.000	-1999.000	452.000	-1816.000
32	鉄鋼	1003.812	-112.250	1173.625	57.563	1943.187	827.125
33	鉄鋼	81.063	-26.438	73.625	-33.875	197.687	90.188
34	鉄鋼	139.000	-410.000	76.000	-472.000	252.000	-297.000
35	鉄鋼	1036.750	94.875	96.625	-845.250	133.250	-808.625
36	鉄鋼	3307.000	1710.000	554.000	-1044.000	525.000	-1073.000
37	鉄鋼	1680.000	-16.000	7040.000	5344.000	2624.000	912.000
38	鉄鋼	2481.812	324.125	100808.100	98650.440	8342.438	6184.750
39	鉄鋼	673.438	241.687	304.062	-127.625	322.562	-109.187
40	鉄鋼	10627.000	-1815.000	3389.000	-9054.000	14389.000	1947.000
41	鉄鋼	4854.000	-543.000	5032.000	-365.000	5511.000	115.000
42	鉄鋼	519.312	-172.062	492.188	-199.187	1114.750	423.375
43	鉄鋼	2230.000	-41.000	1239.000	-1032.000	2751.000	480.000
44	鉄鋼	2455.000	75.000	1658.000	-722.000	5593.000	3213.000
45	鉄鋼	310.437	-22.563	460.000	127.062	344.250	11.312
46	鉄鋼	5174.000	-1264.000	3210.000	-3228.000	3857.000	-2581.000
47	鉄鋼	3190.000	-762.000	5252.000	1300.000	6147.000	2195.000
計		267401.249	11643.852	85948.745	-69810.320	332764.141	76962.557

付表 設備投資額が増減したときの産業別輸入額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	森林水産	516403.500	516722.300	516538.300	516856.900	516361.200	516679.700
2	炭亜炭業	969350.900	972667.700	965815.900	969132.600	933253.600	936570.400
3	鉱石	5678481.000	5689266.000	5658767.000	5669551.000	5632384.000	5643169.000
4	食料品	37289.950	37350.360	37310.980	37371.390	37299.290	37359.700
5	天然繊維紡	20902.720	20930.330	20921.040	20948.650	20916.530	20944.150
6	化学繊維紡	1022.122	1023.447	1022.881	1024.206	1022.621	1023.946
7	織物	18314.040	18337.270	18339.340	18362.580	18335.480	18358.710
8	繊維製品	29221.840	29247.920	29230.320	29256.400	29222.710	29248.790
9	製材家具木製品	204812.200	204366.100	204812.600	204866.500	204828.900	204882.800
10	パルプ・紙	28148.450	28199.250	28174.660	28225.450	28158.550	28203.350
11	印刷出版	3627.443	3636.021	3630.068	3638.646	3627.640	3636.219
12	皮革製品	4552.262	4563.781	4557.777	4569.301	4556.891	4568.410
13	ゴム製品	7663.266	7691.484	7758.613	7786.832	7753.098	7781.320
14	基礎化学	45157.500	45259.900	45238.770	45341.180	45006.700	45109.110
15	プラスチック	15853.630	15873.120	15887.970	15907.460	15886.980	15906.470
16	石油化学	4246.668	4254.727	4264.160	4272.219	4261.980	4270.035
17	繊維原料	930.438	931.568	931.334	932.464	931.131	932.261
18	肥料	3623.722	3624.345	3624.196	3624.819	3642.696	3643.319
19	他の化学	50261.490	50347.240	50333.490	50424.240	50326.270	50412.020
20	石油炭	128481.100	128741.900	127160.000	127420.900	128070.100	128330.900
21	石炭	806.512	809.353	806.022	808.863	774.062	776.903
22	望素土石	25304.110	25314.510	25313.970	25324.370	25289.820	25300.220
23	鉄精錬	85879.620	86244.560	86101.500	86466.440	80768.500	81133.440
24	鉄鋼圧延	5015.137	5032.656	5027.684	5045.203	5027.469	5044.988
25	鉄鍛造	314.747	317.448	316.768	319.469	316.781	319.482
26	非鉄金属	305534.200	306874.200	307246.800	308586.800	306617.600	307957.600
27	金一機	27808.550	27833.030	27829.500	27854.040	27826.960	27851.500
28	重電	316728.400	322049.100	317229.600	322550.300	317162.400	322483.100
29	軽電	28561.630	28643.450	28490.800	28572.620	28558.220	28640.040
30	自動車	116955.200	117121.600	117134.500	117300.900	117120.200	117286.600
31	自動車修理	40316.660	40338.620	41622.020	41643.970	41620.250	41642.200
32	同	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	産・鉄道車両	1188.595	1189.334	1188.646	1189.385	1187.794	1188.533
34	他の輸送機	50751.560	50769.460	50753.620	50771.490	50747.880	50765.780
35	精密機械	61180.680	61310.130	61309.890	61439.350	61304.860	61434.310
36	他の製造品	67222.750	67303.560	67362.060	67442.940	67363.560	67444.440
37	建設設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	電力	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	公益	6.436	6.453	6.450	6.467	6.449	6.466
40	商保不	51453.230	51547.960	51510.430	51600.160	51431.100	51520.820
41	金保不	3107.270	3114.598	3107.028	3114.356	3106.378	3113.704
42	鉄道	124.951	125.210	124.961	125.220	124.728	124.987
43	陸送	1137.039	1139.010	1137.899	1139.871	1136.587	1138.558
44	運輸通信	137558.600	137846.400	137655.000	137942.900	137179.000	137466.900
45	公共サービス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	一般サービス	52656.120	52789.330	52696.760	52829.970	52683.370	52816.580
47	分類不明	153158.000	153439.600	153011.100	153292.600	152947.300	153228.900
計		9301109.238	9324694.395	9281328.814	9304881.421	9216147.635	9300182.195

付表 設備投資額の増減に伴う産業別輸入額への波及効果

<(-)は減少を示す> (単位 100万円)

産業	シナリオA	1	2	3	4	5	6
1	農林水産	-376.563	-57.750	-241.750	76.813	-418.875	-100.375
2	石炭亜	-2495.625	821.125	-6030.687	-2713.937	-38592.940	-35276.130
3	鉱業	-11135.000	-350.000	-30849.000	-20065.000	-57232.000	-46447.000
4	食料品	-53.906	6.512	-32.875	27.543	-44.563	15.852
5	天然繊維紡	-40.523	-12.910	-22.207	5.406	-26.711	0.910
6	化学繊維紡	-1.826	-0.501	-1.067	0.258	-1.327	-0.002
7	繊維製品	-40.922	-17.688	-15.613	7.621	-19.480	3.754
8	繊維製品	-31.270	-5.188	-22.781	3.297	-30.398	-4.316
9	製材家具木製品	-55.938	-2.063	-55.563	-1.688	-39.313	14.563
10	パルプ、紙	-51.801	-1.004	-25.594	25.199	-41.699	9.098
11	印刷出版	-7.379	1.200	-4.754	3.825	-7.182	1.397
12	皮革製品	-8.539	2.980	-3.023	8.500	-3.910	7.609
13	ゴム製品	-100.375	-72.156	-5.027	23.191	-10.543	17.680
14	基礎化学	-121.586	-19.180	-40.309	62.098	-272.383	-169.977
15	プラスチック	-41.473	-21.984	-7.133	12.359	-8.121	11.371
16	石油化学	-20.645	-12.586	-3.152	4.906	-5.332	2.723
17	繊維原料	-1.705	-0.574	-0.808	0.322	-1.012	0.118
18	肥料	-1.468	-0.844	-0.993	-0.370	17.507	18.130
19	他の化学	-117.172	-31.426	-40.172	45.574	-52.398	33.355
20	石油炭	-250.000	10.813	-1571.125	-1310.250	-661.062	-400.188
21	石炭	-2.063	0.778	-2.553	0.288	-34.513	-31.672
22	窯業土石	-17.953	-7.547	-8.090	2.316	-32.238	-21.840
23	鉄鋼	-258.688	106.250	-36.813	328.125	-5369.813	-5004.875
24	鉄鋼延品	-14.590	2.930	-2.043	15.477	-2.258	15.262
25	鋳造品	-2.153	0.548	-0.132	2.570	-0.119	2.583
26	非鉄金属	-1871.250	-531.250	-158.687	1181.312	-787.938	552.062
27	金	-30.926	-6.391	-9.977	14.559	-12.520	12.016
28	一重電	-572.000	4748.687	-70.875	5249.875	-138.062	5182.687
29	軽電	-14.176	67.648	-85.008	-3.184	-17.586	64.238
30	自動車	-208.187	-41.813	-28.938	137.437	-43.188	123.187
31	自動車修理	-1307.957	-1286.004	-2.605	19.348	-4.375	17.574
32	同	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	産・鉄道車両	-0.557	0.182	-0.506	0.233	-1.358	-0.619
34	他の輸送機	-4.531	13.371	-2.477	15.395	-8.219	9.688
35	精密機械	-142.496	-13.039	-13.281	116.176	-18.316	111.141
36	他の製造品	-167.375	-86.563	-28.063	52.813	-26.563	54.313
37	建設設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	電力	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	公益事業	-0.026	-0.009	-0.012	0.005	-0.013	0.004
40	商業	-76.637	13.090	-24.441	65.293	-103.770	-14.043
41	金融・不動産	-6.591	0.737	-6.833	0.496	-7.483	-0.156
42	鉄道	-0.195	0.064	-0.184	0.075	-0.418	-0.159
43	陸送	-1.936	0.036	-1.076	0.896	-2.388	-0.417
44	運輸通信	-296.937	-9.063	-200.500	87.375	-676.500	-388.625
45	公共サービス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	一般サービス	-107.055	26.156	-66.414	66.793	-79.805	53.406
47	分類不明	-227.250	54.313	-374.188	-92.625	-437.938	-156.375
計		-20285.245	3289.887	-40097.329	-16523.285	-105257.123	-81682.048

付表 設備投資額が増減することによる産業別付加価値額

(単位 100万円)

シナリオA		1	2	3	4	5	6
産業							
1	農林水産	1212718.000	1213466.000	1213034.000	1213782.000	1212618.000	1213366.000
2	石炭	192604.000	193263.100	191901.600	192560.600	185431.700	186090.700
3	飲業	1581337.000	1584341.000	1575847.000	1578851.000	1568500.000	1571504.000
4	食料	156056.700	156309.600	156144.700	156397.600	156095.800	156348.600
5	天然繊維	56415.740	56490.270	56465.170	56539.700	56453.020	56527.570
6	化学繊維	36375.010	36422.170	36402.010	36449.170	36392.770	36439.930
7	織物	119360.800	119512.200	119525.700	119677.200	119500.600	119652.000
8	繊維製品	167790.100	167939.800	167838.800	167988.600	167795.100	167944.900
9	製材家具木製品	1583226.000	1583642.000	1583228.000	1583645.000	1583354.000	1583771.000
10	パルプ・紙	322552.100	323134.200	322852.400	323434.400	322667.900	323249.900
11	印刷出版	233302.400	233854.100	233471.200	234022.900	233315.100	233866.800
12	皮革製品	10352.650	10378.850	10365.200	10391.400	10363.180	10389.380
13	ゴム製品	134750.700	135246.900	136427.200	136923.400	136330.300	136826.600
14	基礎化学	161735.900	162102.700	162027.000	162393.800	161195.800	161562.600
15	プラスチック	110389.200	110524.900	110628.400	110764.100	110621.400	110757.200
16	石油化学	71192.190	71327.310	71485.440	71620.500	71448.880	71583.940
17	繊維原料	37089.930	37134.980	37125.660	37170.710	37117.550	37162.600
18	肥料	10679.540	10681.370	10680.930	10682.770	10735.450	10737.290
19	他の化学	203560.100	203907.300	203371.900	204219.200	203822.400	204169.700
20	石油	804391.600	806024.400	796120.400	797753.700	801818.100	803451.400
21	石炭	101613.200	101971.200	101551.500	101909.400	97524.870	97882.810
22	塩土	1281054.000	1281581.000	1281553.000	1282080.000	1280331.000	1280857.000
23	鉄鋼	498901.400	501021.400	500190.100	502310.300	469209.200	471329.200
24	鉄鋼	1028389.000	1031982.000	1030963.000	1034555.000	1030918.000	1034511.000
25	鉄鋼	495195.700	499445.700	498376.000	502626.100	498396.100	502646.100
26	非鉄金属	454413.200	456406.100	456960.300	458953.300	456024.400	458017.400
27	鉄鋼	1603697.000	1605112.000	1604905.000	1606320.000	1604758.000	1606173.000
28	鉄鋼	3172950.000	3226253.000	3177971.000	3231273.000	3177298.000	3230600.000
29	鉄鋼	571970.600	573609.100	570552.100	572190.700	571902.300	573540.900
30	鉄鋼	1718994.000	1721439.000	1721628.000	1724074.000	1721419.000	1723864.000
31	自動車	1472390.000	1473192.000	1520062.000	1520864.000	1519998.000	1520799.000
32	自動車	417131.600	417771.200	417034.300	417673.900	416593.200	417232.900
33	鉄道	83021.000	83072.620	83024.630	83076.190	82965.060	83016.620
34	輸送機	891101.100	891415.400	891137.200	891450.900	891036.400	891350.800
35	精密機械	192374.400	192781.400	192780.700	193187.700	192764.900	193171.900
36	精密機械	644082.500	644857.000	645417.600	646192.600	645431.700	646206.700
37	電力	14977860.000	14978710.000	14975170.000	14976020.000	14977390.000	14978240.000
38	電力	379487.200	380529.200	332001.700	333043.700	376656.900	377698.900
39	電力	90008.940	90245.060	90210.940	90447.000	90200.810	90436.940
40	商業	4438168.000	4445907.000	4442670.000	4450409.000	4435828.000	4443567.000
41	商業	1717032.000	1721081.000	1716898.000	1720948.000	1716539.000	1720588.000
42	鉄道	253410.100	253935.700	253430.700	253956.300	252957.600	253483.100
43	運輸	1096063.000	1097963.000	1096892.000	1098793.000	1095627.000	1097527.000
44	運輸	766319.400	767923.200	766856.500	768460.200	764205.000	765808.700
45	公共サービス	78940.060	79183.190	78830.880	79073.940	78915.380	79158.440
46	一般サービス	1409711.000	1413277.000	1410799.000	1414365.000	1410441.000	1414007.000
47	分類不明	1930871.000	1934421.000	1929018.000	1932568.000	1928214.000	1931765.000
計		48971029.060	49080788.620	48982326.860	49092088.980	48969121.870	49078881.520

附表 設備投資額の増減に伴う産業別付加価値額への波及効果

(→は増加を示す (単位 100万円))

産業	シナリオA	1	2	3	4	5	6
1	農林水産	884.000	136.000	568.000	-180.000	984.000	236.000
2	炭亜炭	495.875	-163.187	1198.250	539.250	7668.188	7009.125
3	鉱業	3101.000	97.000	8591.000	5587.000	15938.000	12934.000
4	食料品	225.625	-27.250	137.562	-115.250	186.500	-66.313
5	天然繊維紡	109.371	34.844	59.938	-14.590	72.094	-2.457
6	化学繊維紡	64.984	17.828	37.984	-9.176	47.223	0.063
7	織物	266.687	115.250	101.750	-49.688	126.937	-24.500
8	繊維製品	179.563	29.812	130.812	-18.938	174.500	24.750
9	製家具木製品	432.000	16.000	430.000	13.000	304.000	-113.000
10	パルプ・紙	593.562	11.500	293.312	-288.750	477.812	-104.250
11	印刷出版	474.562	-77.188	305.688	-246.000	461.875	-89.875
12	皮革製品	19.422	-6.777	6.875	-19.328	8.898	-17.305
13	ゴム製品	1764.937	1268.687	88.375	-407.813	185.312	-310.938
14	基礎化学	435.437	68.688	144.375	-222.437	975.562	608.750
15	プラスチック	288.750	153.062	49.625	-86.063	56.563	-79.188
16	石油化学	346.125	211.000	52.875	-82.188	89.438	-45.625
17	繊維原料	67.949	22.895	32.211	-12.840	40.328	-4.723
18	肥料	4.324	2.488	2.930	1.090	-51.594	-53.430
19	他の化学	474.562	127.312	162.750	-184.562	212.250	-135.062
20	石油炭	1565.375	-67.500	9836.563	8203.250	4138.875	2505.562
21	石油	259.937	-98.000	321.687	-36.250	4348.313	3990.375
22	炭素	909.000	382.000	410.000	-117.000	1632.000	1106.000
23	鉄精	1502.750	-617.250	214.000	-1906.187	31194.870	29074.880
24	鉄鋼	2992.188	-600.063	419.000	-3173.312	463.375	-3128.875
25	鋳造	3387.312	-862.750	207.000	-4043.063	186.875	-4063.125
26	非鉄	2783.062	790.125	235.938	-1757.000	1171.812	-821.125
27	金	1783.000	368.000	575.000	-840.000	722.000	-693.000
28	一	5731.000	-47572.000	710.000	-52592.000	1383.000	-51919.000
29	重電	283.875	-1354.687	1702.312	63.750	352.125	-1286.437
30	軽電	3060.000	615.000	426.000	-2020.000	635.000	-1810.000
31	自動車	47768.000	46966.000	96.000	-706.000	160.000	-641.000
32	同修	575.313	-64.313	672.687	33.000	1113.750	474.063
33	産・鉄道	38.938	-12.688	35.313	-16.250	94.875	43.313
34	他の輸送機	79.563	-234.750	43.500	-270.250	144.312	-170.062
35	精密機械	448.063	41.000	41.750	-365.312	57.563	-349.500
36	他の製品	1603.812	829.313	268.687	-506.313	254.625	-520.375
37	建設	843.000	-8.000	3535.000	2683.000	1317.000	458.000
38	電力	1198.562	156.562	48684.130	47642.060	4028.875	2986.875
39	公益	368.312	132.187	166.312	-69.750	176.438	-59.688
40	商業	6610.000	-1129.000	2108.000	-5631.000	8950.000	1211.000
41	金保不	3642.000	-407.000	3776.000	-274.000	4135.000	86.000
42	鉄	394.750	-130.812	374.125	-151.438	847.313	321.812
43	陸送	1866.000	-34.000	1037.000	-864.000	2302.000	402.000
44	運輪通	1654.250	50.500	1117.188	-486.500	3768.687	2165.000
45	公共サービス	226.625	-16.500	335.813	92.750	251.312	8.250
46	一般サービス	2866.000	-700.000	1778.000	-1788.000	2136.000	-1430.000
47	分項不明	2865.000	-685.000	4718.000	1168.000	5522.000	1971.000
計		107534.422	-2225.662	96239.317	-13525.098	109445.881	-322.035

付表 昭和48年産業別NOx 発生量推定値

(単位ton)

産 業					固 定 発 生 源	移 動 発 生 源	発 生 総 量
1	農 林 水 産				22372.30000	21665.44000	44037.75000
2	石 炭 垂 炭				1518.84800	316.40700	1835.25500
3	鉱 業				5767.82800	93175.94000	98943.81000
4	食 料 品				48298.57000	6809.62900	55108.17000
5	天 然 纖 維 紡				537.99540	374.42070	912.41630
6	化 学 纖 維 紡				298.59350	239.98380	538.57740
7	織 物				4516.74600	848.77950	5365.52300
8	織 維 既 製 品				2073.48000	3372.02800	5445.50800
9	製 材 家 具 木 製 品				1304.91700	6101.13300	7406.04700
10	パ ル プ 紙				19437.59000	2366.47500	21804.07000
11	印 刷 出 版				303.19310	554.35740	857.55050
12	皮 革 製 品				30.09308	309.99800	340.09110
13	ゴ ム 製 品				3006.43900	444.40450	3450.84400
14	基 礎 化 学				30615.30000	2362.30500	32977.61000
15	プ ラ ス チ ッ ク				11802.54000	1760.08300	13562.62000
16	石 油 化 学				2653.49000	571.97850	3225.46900
17	織 維 原 料				23187.55000	1667.19600	24854.75000
18	肥 料 科 学				450.93310	45.38715	496.32010
19	他 の 化 学				26000.92000	2377.36700	28378.29000
20	石 油				38342.36000	1301.78700	39644.15000
21	石 炭				202340.80000	1186.00000	203526.80000
22	窒 素 土 石				114150.40000	6059.02000	120209.50000
23	鉄 精 練				74161.56000	307.22220	74468.75000
24	鉄 鋼 圧 延				34958.54000	1486.10900	36444.67000
25	鉄 鋳 造				8153.49200	1749.87600	9903.36300
26	非 鉄 金 属				8360.84400	1944.54000	10305.38000
27	金 属				13211.01000	4079.65100	17290.66000
28	一 重 機 電				20897.64000	12264.75000	33162.39000
29	軽 電 車				1531.37100	989.71440	2521.08600
30	自 動 車				13881.44000	3570.38700	17451.83000
31	同 修 理				16926.38000	3964.71900	20891.10000
32	産 鉄 道 車 両				190.67150	1663.59500	1854.26600
33	他 の 輪 送 機				769.82570	80.00854	849.83450
34	精 密 機 品				2874.07600	1173.70900	4047.78600
35	他 の 製 造				2501.79100	869.62600	3371.41700
36	建 設 品				7969.28900	4243.14500	12212.43000
37	電 力 設 備				32304.70000	253819.30000	286124.00000
38	公 益 業				444007.10000	4323.39500	448330.60000
39	商 業				71752.19000	15046.28000	86798.50000
40	金 保 不 動				60737.80000	88340.37000	149078.20000
41	鉄 道 送 信				1358.00600	3758.98900	5116.99200
42	陸 通 信				3084.89800	2621.09600	5705.99200
43	運 輸 通 信				836.73680	348721.70000	349558.40000
44	公 共 サ ー ビ ス				43038.29000	17721.96000	60760.24000
45	一 般 サ ー ビ ス				5784.50800	11231.73000	17016.24000
46	分 類 不 明				9988.59000	122094.80000	132083.40000
47	計 *				30057.90000	3890.13000	33948.02000
					1,466,835	1,065,382	2,532,217

* 計は小数点以下省略

第 1 章 資 料

NO₂ の人間・動物に与える影響

＜窒素酸化物環境基準国際講演会＞ 総合報告書より

社団法人 産業公害防止協会

肺機能に対する影響

○ドイツ連邦共和国の18～27歳までの被験者（健康な人298名、不特定の呼吸系疾患患者132名）に対し、Needing は呼吸気交換と呼吸機構に及ぼすNO₂影響調査を実施。

- ① 9 mg/m^3 (5 ppm) の NO_2 15分吸入により拡散能力が大幅に減少
- ② 7.5 mg/m^3 (4 ppm) ♪ 動脈の酸素圧の減少
- ③ 9 mg/m^3 (5 ppm) の NO_2 を吸収したネズミ→即座、或いは6ヶ月経過後、水泳能力
にかなりの低下

参考文献

9) TUSL.M. et al:Physical exertion(swimming)in rats under the effect of chemical agents.

In: Proceedings of the I. A. O. H. Study Group on Functional Toxicity, Vol. 1. -Amsterdam, London, New York: Elsevier Publ 1973.

肺臓の形態学的変化

11) 12)

- (4) Hattori ら…… 0.4 mg/m^3 (0.22 ppm) の NO_2 →ねずみの気管支上皮細胞に
- (4) 1 カ月後異常増殖。
- (5) 8 カ月後には肺胞隔壁の弾性
繊維が硬直化。
- (6) Chen¹³⁾ ら (ネズミ)…… 0.5 mg/m^3 (0.3 ppm) の 6 カ月間にわたる NO_2 曝露により、
気管支炎や気管炎に罹病したという知見。

⑦ 肺の中の洗浄液の蛋白含量が増大

Sherwin²⁰⁾と Carlson ……モルモットに 0.75 mg/m^3 (0.4 ppm) の NO_2 を吸収させ、1週間後、円盤状ゲルの電気泳動を利用して、発見。

⑧ ²¹⁾ 肺の表面に現われる作用

1.9 mg/m^3 (1 ppm) の NO_2 断続曝露の6日後、ネズミの肺臓抽出物中に過酸化ポリエン脂肪酸が発見。

→細胞質、特に膜の部分に対する過酸化と破壊が立証。

⑨ 1.9 mg/m^3 (1 ppm) の21日間 NO_2 曝露によって、鼻腔内で肺炎球菌²⁴⁾に感染したハツカネズミの死亡率は高まる。(0.9 mg/m^3 (0.5 ppm) の NO_2 の場合には3か月以上経過後と同様な状況。^{25) 26)}

⑩ Kosmider¹⁶⁾ら ……延べ180日間にわたる 1.9 mg/m^3 (1 ppm) の NO_2 曝露により、モルモットの尿に含まれるヒドロキシブロン含有量が増大。

⑪ 4.7 mg/m^3 (2.5 ppm) の NO_2 の8時間吸入により、ヒドロキシブロンリン排泄量がかなり増大。

1.9 mg/m^3 (1 ppm) の NO_2 の場合には多少そうした傾向がみられたにすぎない。

参考文献

- 11) HATTORI, M. : Alteration of broncho-alveolar system by polluted air: experimental consideration. (Jap.)
Nach Ref. 32776 in Air Poll. Abstracts, 5(1974), No. 1.
- 12) HATTORI, M., R. TATEISHI and Y. NAKAJIMA: Experimental studies on the chronic effects of air pollution on mice trachea and alveoli. (Jap.)
Jap. J. thorac. Dis., 11(1972), 73.
- 13) CHEN, C., Y. NAKASHIMA and S. KUSUMOTO: Chronic bronchitis of the mice exposed to 0.3-0.5 ppm NO_2 gas. (Jap.)
Japan. Society of Air Pollution Proc. Symp.

Japan Society of Air Pollution, 13th, 1972, P. 194 (Nov. 7-9), Paper 149.

- 16) KOSMIDER, St. : Experimentelle und klinische Untersuchungen über emphysembildende Wirkung der Stickstoffoxyde.
Zbl. Arbeitsmed. , 22 (1972), 362-368.
- 20) SHERWIN, R. P. and L. J. LAYFIELD : Proteinuria in guinea pigs exposed to 0.5 ppm nitrogen dioxide.
Arch. environm. Hlth. 28 (1974), 336-341.
- 21) THOMAS, H. V. , P. K. MUELLER and R. L. LYMAN : Lipoperoxidation of lung lipids in rats exposed to nitrogen dioxide.
Science. 159 (1968), 532-534.
- 24) KOSMIDER, St. et al. : Experimentelle und klinische Untersuchungen über den Einfluß der Stickstoffoxyde auf die Immunität.
Int. Arch. Arbeitsmed. , 31 (1973), 9-23.
- 25) EHRLICH, R. and M. C. HENRY : Chronic toxicity of nitrogen dioxide. I. Effect on resistance to bacterial pneumonia.
Arch. environm. Hlth. 17 (1968), 860-865.
- 26) EHRLICH, R. , M. C. HENRY and J. FENTERS : Influence of nitrogen dioxide on resistance to respiratory infections.
In: Inhalation carcinogenesis. Ed. by M. G. Hanna, jr. , P. Nettesheim, J. R. Gilbert. -Oak Ridge, Tennessee: U. S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information Extension 1970, P. 243-257.
=AEC Symposium Series, 18.

○窒素酸化物 (NO_x) の健康に及ぼす臨床的, 疫学的研究

CM シャイ博士 (米国ノースカロライナ大学環境研究所長)

Von Niedingら一連の肺機能調査

- ⑫ NO_2 曝露度合増大に伴って気管抵抗も増大(1971₈年報告)

5ppm の NO_2 15 分間曝露により, 1 回の呼気量が 18% 減少

ク

動脈の酸素圧がかなり減少

(1973年報告)

最終的に肺動脈の pO_2 差の増大

○ 窒素酸化物(NO_x)の毒性効果

A 死亡率 動物に対する影響

i) 曝露の長さ濃度(Ce)

○ 高濃度短時間曝露の方が長時間低濃度曝露よりも高い毒性。

○ 高濃度 NO_2 の吸入に関する研究。(56.4~1880mg/m³(30~1000ppm)) → 肺水腫が死亡の主原因(他に窒素, 肺胞隔炎など)

- ⑬ 56.4mg/m³(30ppm) の NO_2 3 時間曝露時における影響はほとんどない。

103.4mg/m³(55ppm) の NO_2 2~3 時間曝露 ク 明らかでない。¹³⁾

- ⑭ 188~1880mg/m³(100~1000ppm) の NO_2 曝露に耐え得る動物はほとんどいない。

10 分~21 時間曝露後に死亡。

- ⑮ 99.6mg/m³(53ppm) の NO_2 4 時間曝露 → ネズミ, ほとんど致死状態。

種 類	濃 度		曝 露 時 間	効 果	
	p p m	mg/m ²			
(17) う さ ぎ	2.5	47.0	18ヶ月	酸素消費率が一時的に増大	これらの変化は非可逆的
(18) う さ ぎ	1.及び5	1.9及び9.4	48~72時間	酸素消費に関する変化なし	
(20) う さ ぎ	0.25		4時間/1日 で6日間	肺のコラーゲン中で構造的な変化が進行	
(22) ね ず み	1	1.9	4時間/1日 で6日間	累積効果によって脂質の過酸化が進展	
(24) ね ず み	15~20	28.2~37.6	2時間/日	はじめの水腫や炎症は1回曝露ほど	肺の上皮組織が1回の吸入で破壊されてから4日目に回復
う さ ぎ	2.5	47.0	で5日間	軽しくはなかったが、後、慢性気管支炎や気管の炎症	
(27) ね ず み	2	3.8	3日間	経気管支端部の上皮組織は活性的異常な絨毛発生	
(33) 犬	2.5	47.0	60日間	肺に水腫や小さな水泡が点状に発生(初期の肺気腫に似た異常組織) コラーゲンの増加	
(34) ね ず み	1.2	22.6	9ヶ月	体重が対照ねずみに比べて20%減	曝露停止とともに失われた
(36) う さ ぎ	1.3及び3.0	2.5及び5.6	15~17週間	白血球過多症状(末端血液中)	
(37) ね こ	100	188	1時間	MeHb検出	
(39) ね ず み	70	132	6時間/1日	2.6%のMeHb形成	
(40) ね ず み	70	132	6時間/1日 で3日	3%のMeHb形成	反応物質の滴定濃度は曝露濃度やその期間に応じ増大
(42) も る も っ と	1.5	28.2	1年間	抗体は対照動物の肺組織から抽出された蛋白質と反応	
(43) も る も っ と	1.5	28.2	10週間	脾臓・腎臓の酸素消費量増大 肺・肝臓・腎臓における乳酸脱水素酵素の活動増大・組織中のアルドラーゼの活動増大	
(45) う さ ぎ	60	113	3時間	肺における多核白血球(異好抗体)の増大・食細胞活動の停止	
(46) ね ず み	2.5	47.0	2時間	肺炎桿菌感染後、死亡率上昇	同程度のNO ₂ 曝露だけでは死亡率の上昇は見られない
(48) は む す た ー	3.5	65.8	2時間	肺炎桿菌感染後、死亡率上昇	
(49) は っ か ね ず み	0.5		6~18時間/1日 で9ヶ月	肺からの細菌除去能力の低下	
(50) は っ か ね ず み	0.5		6~18時間/1日 12ヶ月	細菌除去がかなり抑止	

種 類	濃 度		曝 露 時 間	効 果	
	p p m	mg/m ³			
(52) さ る	9 0	9 4. 0	2 時間	+肺炎桿菌で致命的な影響	1 5)
(53) さ る	1 0	1 8. 8	2 時間	肺炎桿菌吸入後19~51日間肺に細菌がとどまっていた。多くの細気管支表皮の繊毛が失われ、細胞が増殖 リンパ球細胞・多核食細胞が破壊された部分に侵入	
(54) さ る	1 0	1 8. 8	1 ケ月	NO ₂ 曝露+肺炎桿菌 4 匹中1匹が死、2 匹が肺に感染媒体	
(55) さ る	5	9. 4	2 ケ月	+肺炎桿菌 7 匹中2 匹死亡 5 匹が肺に感染媒体	5 6)
(56) り す ざ る	5	9. 4	5 ケ月	+A/PR-8インフルエンザウイルス3回感染後、保護血清中和抗体が抑制	
(57) は む す た ー	1 5	2 8. 2	2 時間	+3% / 1時間のたばこの煙の曝露 細菌性肺炎に対する抵抗力が減少 死亡率の上昇・肺からの生存菌除去割合が低下・曝露後2日、繊毛の著しい損失	

短期間 NO₂ 曝露の動物における毒性効果の研究成果

種 類	濃 度		曝 露 時 間	効 果	コ メ ン ト
	p p m	mg/m ³			
(25) ね ず み	0.5	0.9	4	肺：肥満細胞組織における肉芽消失	急性炎症を呈する前に起こることがある
ね ず み	1.0	1.9	1	肺：肥満細胞組織における肉芽消失	曝露後 24 時間後ほとんど回復
(21) ね ず み	1.0	1.9	4	肺：脂質の過酸化	影響の遅延。最大限反応曝露後 24 時間
(19) う さ ぎ	1.0	1.9	1	肺：曝露後たぐちに解剖した動物のコラーゲン（スペクトロスコピーによる）における形態上の変化；曝露後 24 時間で解剖した動物では減少	化学的変化は構成蛋白質の変性を示している。部分的に回復
(65) はつかねずみ	3.5	6.6	2	呼吸器系伝染病の感染増加は肺炎桿菌の吸入後に死亡率が増加することで証明されている	曝露後 1 時間における吸入時，2 時間で 6.6mg/m ³ (3.5 p p m) が実効現界
(47) はつかねずみ	5.0	9.4	2	NO ₂ 曝露前または曝露後肺炎桿菌の感染により死亡率が増加；肺における細菌性クリアランスの減少	
も る も っ と	5.2～ 13.0	9.8～ 24.4	2～4	肺：呼吸回数の増加と呼吸量の減少	
(74) はつかねずみ	7.7	14.5	6	任意の走行活動において 20% 減少	
(75) さ る	10	18.8	2	肺：呼吸回数に変化はない；呼吸量は減少；隔膜の破裂，肺胞の膨張と隔壁が薄くなったやや大きな気胞が認められる	呼吸量は 48 時間以内に曝露前レベルに回復
(76) さ る (26)	15	28.2	2	肺：呼吸回数には変化はない；呼吸量は減少；肺胞の膨張はわずか，隔壁が薄くなる，リンパ細胞が細胞管に侵入。 腎臓：若干の管状のびらん	呼吸量は 48 時間以内に曝露前レベルに回復

(73)	う さ き	25	47.0	3	肝臓：明らかな細胞質の細胞膨張と核の転移；細胞間質のうっ血 インターフェロンの形成が減少，ウイルスの感染に対する抵抗減少	
(26)	さ る	35~50	65.8~ 74.0	2	肺：呼吸量が著しく増大し呼吸回数が著しく増大；全肺動脈域の崩壊，水腫とリンパ細胞の肺動脈膨張による他の領域への侵入，隔壁が薄くなる。気管支の炎症，上皮組織の表面の崩壊，絨毛の消滅 心臓：細胞間質の繊維症と水腫 腎臓：糸球体の房が膨張 細胞間にリンパ細胞が侵入	肺機能の変化が72時間まで持続
	も る も っ と	40.0	75.2	2時間の間隔で，0.5時間合計で4.5時間	肝臓：リンパ球の浸潤，うっ血と中心小葉の壊死 酵素系統：O ₂ 消費量の増加 肝臓，脾臓，腎臓；乳酸デヒドロゲナーゼの増加 肝臓，腎臓，血清；アルドラーゼの増加 肝臓，脾臓，腎臓，血清	
(78)	ね ず み	75~	141.0~	2	肺：細気管支上皮の炎症	曝露後2週間で明らかな回復
	も る も っ と	80	150.4			
(23)	う さ き	100	188.0			
(29)	は む す た ー	100	188.0	6	肺：気管支及び末端の呼吸器経路の上皮組織の増殖。ムコ多糖類の生産の抑制，リン脂質の生産の増大，リゾチーム酵素量の増大が電子顕微鏡で認められる	
(66)	ね ず み	100	188.0	1	血液：メトヘモグロビン存在	清浄な空気に戻すと1~2時間で消失
(67)	う さ き も る も っ と	150	282.0	1	血液：メトヘモグロビン存在	

長時間 NO₂ 曝露の動物における毒性効果の研究成果

種 類	濃 度		曝 露 時 間	効 果	コ メ ン ト
	p p m	mg/m ³			
(68) う さ ぎ	0.25	0.5	4時間/日 3日間	肺: コラーゲンにおける形態上の変化(電子顕微鏡)	最終曝露7日後も認められる
(69) はつかねずみ	0.5	0.9	6~24時間/日, 3~12カ月	肺: 肺炎; 肺胞の拡張	肺気腫の状態
(70) はつかねずみ	0.5	0.9	6~24時間/日, 12カ月まで7日/1週間	肺炎桿菌を吸入させた後の死亡率の上昇で証明されるように呼吸器系感染病に対する感染度が増加する。	24時間/日で3カ月間曝露の後, 6~18時間/日で6カ月間曝露の後に大幅を増加
ね ず み	0.8	1.5	連続生涯	速呼吸と細気管支の肥大	
(71) う さ ぎ	1.3	2.5	連続17週間	体重増加率の減少; 対照うさぎの8%増加に対して曝露うさぎは2%	
(72) ねずみ, さる	2.0	3.8	連続3週間	血液: 多血球血症	赤血球数の約2倍、ヘマトクリットとヘモグロビンの増加は少ない
(73) う さ ぎ	2.0	3.8	4日間	末端の細気管支の上皮組織の形態学的変化	
ら っ と	2.0	3.8	連続生涯	肺: 細気管支の上皮組織の変化 繊毛の消失と細胞質水胞の減少, 結晶含有体	肺気腫前の変化, 1.5 mg/m ³ (0.8 ppm) でみられることがある
(35) う さ ぎ	3.0	5.6	連続15週間	体重の減少; 曝露グループの10%減少, 対照グループの11%増加 (41)	
(6)(41) も る も っ と	5.0	9.4	4ないし7.5時間/日, 5日/週, 5.5カ月	肺: 循環物質の形成 肺抗体; 呼吸のフローの抵抗の変化なし (16)	曝露の長さに応じて増加
(79) さ る	5.0	9.4	連続2カ月	肺: 呼吸回数の増加と呼吸量の減少	分単位変化なし。NO ₂ 曝露前24時間インフルエンザウイルスに曝露したとき3匹に1匹は5日後に死亡

(80) さ る	10.0	18.8	連続1カ月	肺：呼吸回数と呼吸量ともに増加	分単位で増加。NO ₂ 曝露前24時間インフルエンザウイルスに曝露した3匹は3日以内に死亡
ね ず み	10~25	18.9~ 47.0	連続 4~12カ月	肺：ほとんど肺気腫状の肺；膨張と崩壊した肺胞 血液：多血球血症	胸部脊柱後彎症と肋骨の広がりに関連
(81) ね ず み	12.0	22.6	連続9カ月	体重：増加率の減少；曝露群の対照群より20%低値	
(81) もるもっと	15.0	28.2	連続1年間	肺：循環物質の形成——肺抗体	
もるもっと	15.0	28.2	10週間	酵素系統：O ₂ 消費量の増加——脾臓、腎臓；乳酸デヒドロゲナーゼの増加——肺、肝臓、腎臓、アルドラーゼの増加——肝臓、脾臓、腎臓、血清	
(82) もるもっと	15~20	28.0~ 37.6	2時間/日 5日間/週 で21カ月	肺：細気管支の上皮組織の炎症	最終曝露後21日間で回復がみられる
う さ ぎ	25	47.0			
ねずみうさぎ (38) (39)	24.0	45.1	6時間/日 5日間/週 で43日間 (ねずみ)または45日間 (うさぎ)	血液：メトヘモグロビンの形成 平均：うさぎの比率は2.8%ねずみでは13.6%	3.075~6.150 g/m ³ (2.5~5.0 ppm)のNO及びその他の汚染物質を含む溶接ガスを吸入した動物、曝露後の期間にメトヘモグロビン消失
(83) 犬	25~26	47.0~ 48.9	6カ月	肺：水腫をいしは拡散した小さな水胞；コラーゲン中に広く増加	肺気腫を引き起こす初期障害；NO ₂ に酸化第二鉄が含まれると保護効果がみられる
(28) はむすたー	50	94.0	10週間	肺：容量の増加、曝露の中止後2週間で正常に戻る；呼吸細気管支における上皮組織の一時的増殖	肺気腫の組織学的証拠はみられない

NO₂ 連続曝露ねずみの肺にみられる病理学的変化^{33), 34)}

	濃 度		曝露時間	肺重量の変化	
	ppm	mg/m ³			
(30)	25	47.0	37~41日	対照と比べ差はない	41日：細気管支の上皮組織の若干の肥大と過形成。円柱型細胞。主気管支中の活性ゴブレット型細胞の増大。
(31)			146~157日	対照の2倍以上	157日：上皮組織細胞の肥大及び過形成の進展。肺胞の空間に結合組織ストローマ。若干自由になった大食細胞，糸球細胞の増殖。肺胞管及び肺の著しい膨張。隔膜の破裂。
(32)	12.5	23.8	約30週	対照の2倍まで増加	濃度47mg/m ³ (25ppm)の除と類似の効果。長い曝露期間中を生きたねずみの場合，細気管支の上皮組織に局所的なコブ状の組織形成。2匹には，肺の周囲に局所的な良性腫瘍形成。

<窒素酸化物等の環境基準に関する資料>

窒素酸化物等に係る環境基準専門委員会 (S. 47.6)

窒素酸化物等に係る測定法検討委員会

NO₂の動物に及ぼす影響

NO₂の雄ラットに対する急性影響 (Gray, E. et al.)

匹*	曝露時間 min	LC ₅₀ **		LC ₅₀ ***	
		ppm	mg/m ³	ppm×min	
(85)	3	2	1.445	2.715	2,890
(86)	2	5	833	1,566	4,165
(87)	6	15	126(362=489)	766(683=910)	(8.420— 7.205)
(88)	10	30	174(154—197)	325(290—370)	5.220(4.620— 5.910)
(89)	10	60	168(153—185)	315(290—350)	10.080(9.180—11.100)
(90)	7	240	88(79— 99)	165(140—185)	21.120(18.960—23.760)

*使用動物；雄ラット

**動物の50%死亡する濃度

***動物の50%死亡するための(ppm×min)を示す。

⑨1) ラット・モルモット 28.2~37.6 mg/m³(15~20 ppm)

⑨1) ウサギ 47mg/m³(25 ppm)

1日2時間・5日間連続して曝露した場合。

→1回曝露程強くはないが、曝露初期に肺に浮腫および炎症が見られた

しかも、慢性の気管支周囲炎、および血管周囲炎が見られた。

細胞の変化

種 類	濃 度		曝 露 時 間	効 果
	ppm	mg/m ³		
⑨2) ラット	17	32	4時間	肺胞内および肺組織にわずかであるがfibrinが出現しており、肺胞の周囲血管より血漿の漏出のおこったことを示す。
⑨3) ラット	10	18.8	2時間	多くの細胞中隔の破壊が見られそのため肺胞は著明に拡大
⑨4) ラット	15	28.2	2時間	周囲間質に lymphocyte の浸潤が見られる
⑨5) "	35	65.8	"	肺に拡張不全・肺胞中隔は強い塩素性色素親和性
⑨6) "	50	94.6	"	血管拡張・肺胞の拡張不全、水腫lymphocyteの浸潤
⑨7) ラット	0.8		33ヶ月	肺胞腔拡張
⑨8) "	2		24ヶ月	線毛の減少または消失、細胞質内の桿状結晶様胞体の出現
⑨9) マウス	0.7~ 0.8		30日	気管支炎、肺胞腔拡張

NO₂ の影響 (中島泰知まとめ: Cooperら)

	濃 度	曝 露 時 間	動 物 (種 属)	病 理 変 化	報 告 者 (年 次)
(10)	0.1 ppm	6 時間 / 日	ラット (Sherman)	閉塞性線形性細気管支炎(-)	Stokingerら (1965)
		14~8カ月	マウス (C57BL/6, CAF, /Sax)		
(11)	0.3 ppm	33 カ月	ラット	肺炎(-) 肺気腫(-) 肺胞腔拡張(+)	Freemanら (1966)
	0.7~0.8 ppm	30 日	マウス (ICR) ♀	カクール気管支炎(+) 肺胞腔拡張(+)	中島, 陳ら (1968)
	0.2 ppm ~ 1 ppm	2 年	ラット (Sprague-Dawley)	線毛の減少または消失(+) 細胞質内の棒状結晶様胞体 (電顕)(+)	Freemanら (1968)
(12)	1 ppm	2 時間	ラット	肺 Mast Cell の崩壊, 細胞質	Thomasら
	0.5 ppm	4 時間	(Sprague-Dawley)	顆粒の消失と配列の乱れ (バクロ 中止後 24 時間で回復)	(1967)
(13)	2.5 ppm	3~12 カ月 6, 18, 24 時間 / 日 連続 (7 日 / 週) 6 時間 × 3 カ月 24 時間 × 3 カ月	マウス	細胞腔拡張(+) 細気管支炎(+) 部分的肺気腫(+) 気管支周囲間質のリンパ球浸潤(+) 細気管支閉塞(+) 肺胞腔拡張(+)	Ehrlichら (1969)

種 類	濃 度		曝 露 時 間	効 果
	ppm	mg/m ³		
⑩⑤ ハムスター	0.5 ~ 0.8		1 ヶ月	気管支上皮細胞の増殖によるいわゆる hyperplastic
⑩⑥ マウス	0.5 ~ 2.5	0.9 ~ 47.0	3 ヶ月	人間に見られるような肺水腫
⑩⑦ ラット	2	3.8	2 ~ 3 週間	赤血球数は正常値の40 ~ 100%増加 (Freeman)

気道感染抵抗性 (動物)

濃 度	曝 露 時 間	動 物 (種 属)	病 原 体	感 染 抵 抗 性	報 告 者 (年 次)
5 ppm	2 時間	マウス (Swi All in)	中止と感染 までの経過時間 K. Pn unioniae " (6 時間)	致死率増大(+) 生存時間 (+)	Ehrlich ら (1963)
3.5 ppm	2 時間		" (1 時間)		
⑩⑧ 2.5 ppm	2 時間		" (1 時間)	" (-) " (-)	
0.5 ppm	連続 12 カ月 断続 (6 回 1 日 18 時間 1 日) 12 カ月	" ♀	"	致死率増大 (+3 カ月目) 生菌排除能減弱 (+6 カ月目) 致死率増大 (+6 カ月目) 生菌排除能減弱 (+9 カ月目)	12 カ月間を 通じて対照 と体重差なし Ehrlich ら (1968)
10 ppm ⑩⑩ 5 ppm	1 カ月連続 2 カ月連続 2 カ月連続	猿 ♂, ♀ " "	" インフルエンザ A (曝露 24 時間) 気管内注入	" (+) " (+) 3 日以内に (10 ppm/s 死亡 (5 ppm/s	Ehrlich ら (1970)

呼吸機能に対する影響

111 Rokaw

6 人の健康男子と 4 人の呼吸器疾患の患者に NO₂ を 940 μg ~ 564 μg/m³ (0.5 ~ 3

ppm) 2～3時間吸入→気道抵抗, 脈拍数, 呼吸数, 被験者の訴え等に確実な変化なし。

112 横山 健康人8名に10分間のNO₂曝露

16.9 ppm ・気道の気流抵抗平均値の有意の上昇。(非喫煙の2名は常に他の者より強い反応を示す)

・肺コンプライアンス, 肺容量には一定の変化みられず。

・アトロピン前処置で肺気流抵抗上昇が抑制されない。

種 類	濃 度		曝露時間	効 果
	ppm	μg/m ³		
(113) 人 間	0.062	117	2～3年	急性呼吸器疾患が家族に増加 (Chattanooga : 6ヶ月平均濃度) a
(114) "	0.109	205	10分間	気流抵抗の増加 一時的 b
(115) ウ サ ギ	5	9400	1～4時間	肺の蛋白質 collagen, elastin 等の 変化
	1	1900	4時間/1日で 6日	
	0.25	470		

* a Shy et al(1970)

b Abe M (Bull. Jokyō Med. Dent Univ 14 415～433)(1967)

(以上動物に与える影響)

<窒素酸化物環境基準国際講演会>総合報告書より

— 社団法人産業公害防止協会 —

人体に対する影響

・臭気の知覚

(58) ・20歳から35歳までの健康な男子に嗅覚境界の測定。

225 μg/m ³ (0.12 ppm) — 少数	} が臭気を知覚。
415 μg/m ³ (0.22 ppm) — 半数	
835 μg/m ³ (0.42 ppm) — 全員	

臭気を感じる時間はさまざま, 濃度が低いときの数分から高いときの30分以上ま

で。

・ NO_2 の臭気知覚限界は $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.12 ppm)

・ 職業上の曝露

NO_2 曝露における臨床時の症状 (6段階)

- (59) i) $940 \text{ mg}/\text{m}^3$ (500 ppm) 以上 急性肺水腫。48時間以内に死亡。
- (60) ii) $564 \sim 752 \text{ mg}/\text{m}^3$ (300 ~ 400 ppm) 気管支肺炎を併発した肺炎。2 ~ 10日で死亡。
- (61) iii) $282 \sim 376 \text{ mg}/\text{m}^3$ (150 ~ 200 ppm) bronchiolitis fibrosa obliterations. 3 ~ 5週間で致命症。
- (62) iv) $94 \sim 188 \text{ mg}/\text{m}^3$ (50 ~ 100 ppm) 局所的な肺炎を併う気管支炎。6 ~ 8週間持続その後自然に回復。
- (63) v) $395 \sim 714 \text{ mg}/\text{m}^3$ (210 ~ 380 ppm) の NO_2 を含むガスの3分間曝露
溶接工
咳と胸の痛み → きれいな空気のある場所に戻すと消滅。
- (64) vi) $169 \text{ mg}/\text{m}^3$ (90 ppm) の NO_2 が含まれるとみられる酸素アセチレン・トーチガス
30分間曝露 (人)
18時間後、肺水腫
肺機能テスト — 肺活量は期待値の50%

0.5, 1.0, 2.0秒FEVは消滅しない。 69)

窒素酸化物 (NO_x) の疫学的評価

チャタヌーガ研究

結論

- (64) ・ 24時間 NO_2 濃度 — $117 \sim 205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.062 ~ 0.109 ppm) } のとき
浮遊硝酸塩の平均レベル — $3.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.002 ppm) 以上
急性呼吸器系疾患発生頻度の増大。

児童の急性軽度呼吸器系疾患

- ・ Pearlman's チャタヌーガにおける三つの周辺地区 (高浮遊微粒子地域を除いた全て) において急性軽度呼吸器系疾患について追跡調査を実施。

- アンケートの結果 → $\left\{ \begin{array}{l} \text{感染性} \\ \text{特異性} \end{array} \right\}$ は臨床診断により67%を上回っていることが

明らか。

- 吸入と持続期間についてのぜんそくの症例は非常に少ない。

- (85) • 中及び高濃度のNO₂曝露 - 急性気管支炎の顕著な増加(3カ年曝露の幼児集団と2~3カ年曝露学童にみられる)との間に関連性。118~156 μg/m³ (0.063~0.083 ppm) の場合……急性気管支炎の大発生。

- 罹病率の上昇傾向が汚染物曲線上にある → NO₂曝露と気管支炎の限界関係についてある提案。(Perlman)

- 気性軽度呼吸器系疾患のすべてにみられる地域的差異については、気管支炎の過剰発生により説明。

- Perlman の研究 = Shyによる知見(過剰急性呼吸器系疾患をNO₂汚染地域に居住する学童に見出せる)を再確認。

Perlman ……「急性軽度呼吸器系疾患は、急性の一般呼吸器系疾患よりも汚染物質の影響をより選択的に、また敏感に示す指標であろう。」

参考文献

- 3) Murphy, S. D., et al. Altered Function in Animals Inhaling Low Concentrations of Ozone and Nitrogen Dioxide. *Amer. Ind. Hyg. Ass. J.*, 25: 246-253, 1964.
- 15) Henry, M. C., R. Ehrlich, and W. H. Blair. Effect of Nitrogen Dioxide on Resistance of Squirrel Monkeys to *Klebsiella pneumoniae* Infection. *Arch. Environ. Health*, 18: 580-587, 1969.
- 16) Balchum, O. J. et al. Nitrogen Dioxide Inhalation and Lung Antibodies. *Arch. Environ. Health*, 10: 274-277, 1965.
- 19) Buell, G. C., Y. Tokiwa, and P. K. Mueller., Lung Collagen and Elastin Denaturation *in Vivo* Following Inhalation of Nitrogen Dioxide. California State Dept. of Public Health. (Presented at the 59th Annual Air Pollution Control Association Meeting. San Francisco. Paper No. 66-7, June 1966.)
- 20) Mueller, P. K. and M. Hitchcock. Air Quality Criteria-Toxicological Appraisal for Oxidants, Nitrogen Oxides, and Hydrocarbons. *J. Air Pollut. Contr. Ass.*, 19: 670-676, 1969.
- 21) Thomas, H. V., P. K. Mueller, and R. L. Lyman. Lipoperoxidation of Lung Lipids in Rats Exposed to Nitrogen Dioxide. *Science*, 159: 532-534, 1968.
- 23) Kleinerman, J. and G. W. Wright. The Reparative Capacity of Animal Lungs After Exposure to Various Single and Multiple Doses of Nitrite. *Amer. Rev. Resp. Dis.*, 83: 423-424, 1961.
- 25) Thomas, H. V., P. K. Mueller, and G. Wright. Response of Rat Lung
- 30) Kleinerman, J. and C. R. Cowdrey. The Effects of Continuous High Level Nitrogen Dioxide on Hamsters. *Yale J. Biol. Med.* 40: 579-585, 1968.
- 32) Blair, W. H., M. C. Henry, and R. Ehrlich. Chronic Toxicity of Nitrogen Dioxide: II. Effects on Histopathology of Lung Tissue. *Arch. Environ. Health*, 18: 186-192, 1969.
- 33) Freeman, G. and G. B. Haydon. Emphysema After Low-Level Exposure to NO₂. *Arch. Environ. Health*, 8: 125-128, 1964.
- 34) Freeman, G. B., et al. Environmental Factors in Emphysema and a Model System with NO₂. *Yale J. Biol. Med.*, 40: 566-575, 1968.
- 36) Freeman, G., S. C. Crane, and R. J. Stephens. Pathogenesis of the Nitrogen Dioxide-Induced Lesion in the Rat Lung: A Review and Presentation of New Observations. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 98: 429-443, 1968.
- 37) Freeman, G., et al. The Subacute Nitrogen Dioxide-Induced Lesion of the Rat Lung. *Arch. Environ. Health*, 18: 609-612, 1969.

- 39) Stephens, R. J., G. Freeman, and M. J. Evans. Connective Tissue Changes in Lungs of Rats Exposed to NO₂ (Presented at 10th annual Hanford Biology Symposium. Richland, Washington. June 2-5, 1970.) Arch. of Intern. Med., In Press, 1970.
- 40) Riddick, J. H., K. I. Campbell, and D. L. Coffin. Histopathological Changes Secondary to Nitrogen Dioxide Exposure to Dog Lungs. (Presented at the Annual Scientific Assembly, American Society of Clinical Pathologists. Chicago. September 22-30, 1967.)
- 41) Riddick, J. H., K. I. Campbell, and D. L. Coffin. The Effects of Ferric Oxide Dust Exposure in Nitrogen Dioxide-Impaired Dog Lungs. (Presented at the Annual Scientific Assembly, American Society of Clinical Pathologists. Miami Beach. October 11-19, 1968.)
- 43) Ehrlich, R. and M. C. Henry. Chronic Toxicity of Nitrogen Dioxide: I. Effects on Resistance to Bacterial Pneumonia. Arch. Environ. Health, 17: 860-865, 1968.
- 44) Mitina, L. S. The Combined Effects of Small Concentrations of Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide Upon an Organism. Gig. Sanit., 27: 3-8, October 1962.
- 46) MacQuiddy, E. L., et al. Toxicology of Oxides of Nitrogen: II. Physiological Effects and Symptomatology. J. Ind. Hyg. Toxicol., 23: 134-140, 1941.
- 47) McCord, C. P., G. C. Harrold, and S. F. Meek. A Chemical and Physiological Investigation of Electric Arc Welding: III. Coated Welding Rods. J. Ind. Hyg. Toxicol., 23: 200-215, 1941.
- 49) Buckley, R. D., and O. J. Balchum. Acute and Chronic Exposures to Nitrogen Dioxide Effects on Oxygen Consumption and Enzyme Activity on Guinea Pig Tissues. Arch. Environ. Health, 10: 220-223, 1965.
- 50) Ehrlich, R. Effect of Nitrogen Dioxide on Resistance to Respiratory Infection. Bacterial Rev., 30: 604-614, 1966.
- 53) Purvis, M. R. and R. Ehrlich. Effect of Atmospheric Pollutants on Susceptibility to Respiratory Infection: II. Effect of Nitrogen Dioxide. J. Infec. Dis., 113: 72-75, 1963.
- 55) Henry, M. C., et al. Chronic Toxicity of NO₂ in Squirrel Monkeys III. Effect of Resistance to Bacterial and Viral Infection. Arch. Environ. Health, 20: 566-570, 1970.
- 69) Norwood, W. D., et al. Nitrogen Dioxide Poisoning Due to Metal Cutting with Oxyacetylene Torch. J. Occup. Med., 8: 201-305, 1966.
- 75) Freeman, G., N. J. Furiosi, and G. B. Haydon. Effects of Continuous Exposure to 0.8 ppm NO₂ on Respiration of Rats. Arch. Environ. Health, 13: 454-456, 1966.

(以上人間に与える影響)

窒素酸化物の植物に及ぼす影響について

NO₂ の植物に与える影響

藤 原 喬

植物に及ぼすNO₂の急性害（外国の例）

植 物 名	濃 度	時 間	障 害 程 度
キクヂシャ	1 ppm	1 2 hr	0
"	1	4 8	1
"	3. 5	2 1	3
レタス	4	1. 5	1
カラシナ	2 0	4	2
ダイコン	5	0. 5	1
エンバク	4	1	1
コムギ	1	7	1
アルファルファ	3 0	1	1
ビントビーン	1 0	4	1
"	1	1 2	0
"	1	4 8	1
"	3. 5	2 1	1
ワタ	1	1 2	0
"	1	4 8	1
"	3. 5	2 1	1
"	3	2	1
ネーブルオレンジ	1	3 5	2
トマト	8	1	1
タバコ	2. 4	5	0
"	2. 3	8. 6 6	3
トウガラシ	5. 5	1. 5	1

障害程度 1：わずかに障害 2：中程度 3：著しく発生

Takashi Fujiwara, (財) 電力中央研究所農電研究所

Effects of Nitrogen Oxides in the Atmosphere on
Vegetation

植物に及ぼすNO₂の急性害

植 物 名	濃 度	時 間	障 害 程 度
イ ネ (6 月)	1 0 ppm	7 hr	0
" (8 月)	8	7	0
" (9 月)	4	4	0
" "	4	8	0
ソ バ (9 月)	4	4	1
" "	4	8	2
" (1 1 月)	4	4	0
" "	4	7	0
" "	8	4	0
" "	8	7	0
ダイズ (6 月, 晴)	4	2	0
" "	4	4	0
" "	8	2	0
" "	8	3	0
" "	1 0	7	0
" (6 月, 快晴)	4	4	1
" "	4	8	2
" "	8	4	2
サトイモ (6 月)	4	4	0
" "	4	8	0
" "	8	4	0
" (8 月)	8	7	0
" (9 月)	4	4	0
" "	4	8	0
サツマイモ (6 月)	1 0	7	0
" (8 月)	8	7	0
ゴ マ (6 月)	1 0	7	0
トマト (6 月)	1 0	7	0

()の中の月はガスに接触した時期を示す、材料はすべて自然条件下で栽培したものである。

植 物 名	濃 度	時 間	障 害 程 度
ナ ス (6 月)	1 0 ppm	7 h r	0
キウリ (6 月)	1 0	7	0
ピーマン (6 月)	1 0	7	0
(8 月)	8	7	0
カ ブ (1 1 月)	4	4	0
" "	4	7	0
" "	8	4	0
" "	8	5	0
" "	8	7	0
レタス (1 1 月)	4	4	0
" "	4	7	0
" "	8	4	0
" "	8	7	0
ハウレンソウ (1 1 月)	4	4	0
" "	4	7	0
" "	8	4	0
" "	8	7	0
イチゴ (6 月)	1 0	7	0
ブドウ (6 月)	4	4	0
" "	4	8	0
" "	8	4	0
" "	1 0	7	1
アカマツ (8 月)	8	7	0
ス ギ (8 月)	8	7	0

・生育に対する影響

Thompson

- ① ネーブルオレンジ 0.5 ppm 3 5 日接触－薄葉・萎黄現象
- ② 0.2 5 ppm 8 ヶ月接触－薄葉・結実の減少
- ③ Taylor 0.2 ～ 0.5 ppm 1 0 ～ 2 2 日連続接触

ビントビーン，トマトの生育が抑制され，葉の色が濃くなりさらに葉が小さくなる。

藤原 喬 0.3 ppm および 0.6 ppm 13～55日にわたって接触

- ④ ナス 落葉が目立つ
ソバ 葉が小さくなる (0.6 ppm)
トマト
- } 害徴がみられたもの

ソバに対するNO₂の影響(個体当たり)

区	草丈(cm)	葉 数	生重(g)葉茎	乾重(g)葉茎
対 照	71.4	19.8	2.5 7.7	0.6 1.4
⑤ 0.3 ppm	69.6	24.2	1.8 5.3	0.4 0.8
⑥ 0.6 ppm	63.9	24.4	1.8 5.3	0.4 0.9

接触期間：45年9月22日～10月22日(30日)

ナスに対するNO₂の影響(個体当たり)

区	草丈(cm)	葉 数	花実数	実生重(g)	茎葉生重(g)	茎葉乾重(g)
対 照	49.1	41.0	10.0	53.7	106.6	17.9
⑤ 0.3 ppm	48.3	39.6	5.0	62.4	100.0	16.4
⑥ 0.6 ppm	48.3	40.2	5.2	75.7	76.4	12.1

接触期間：46年6月11日～7月12日(30日)

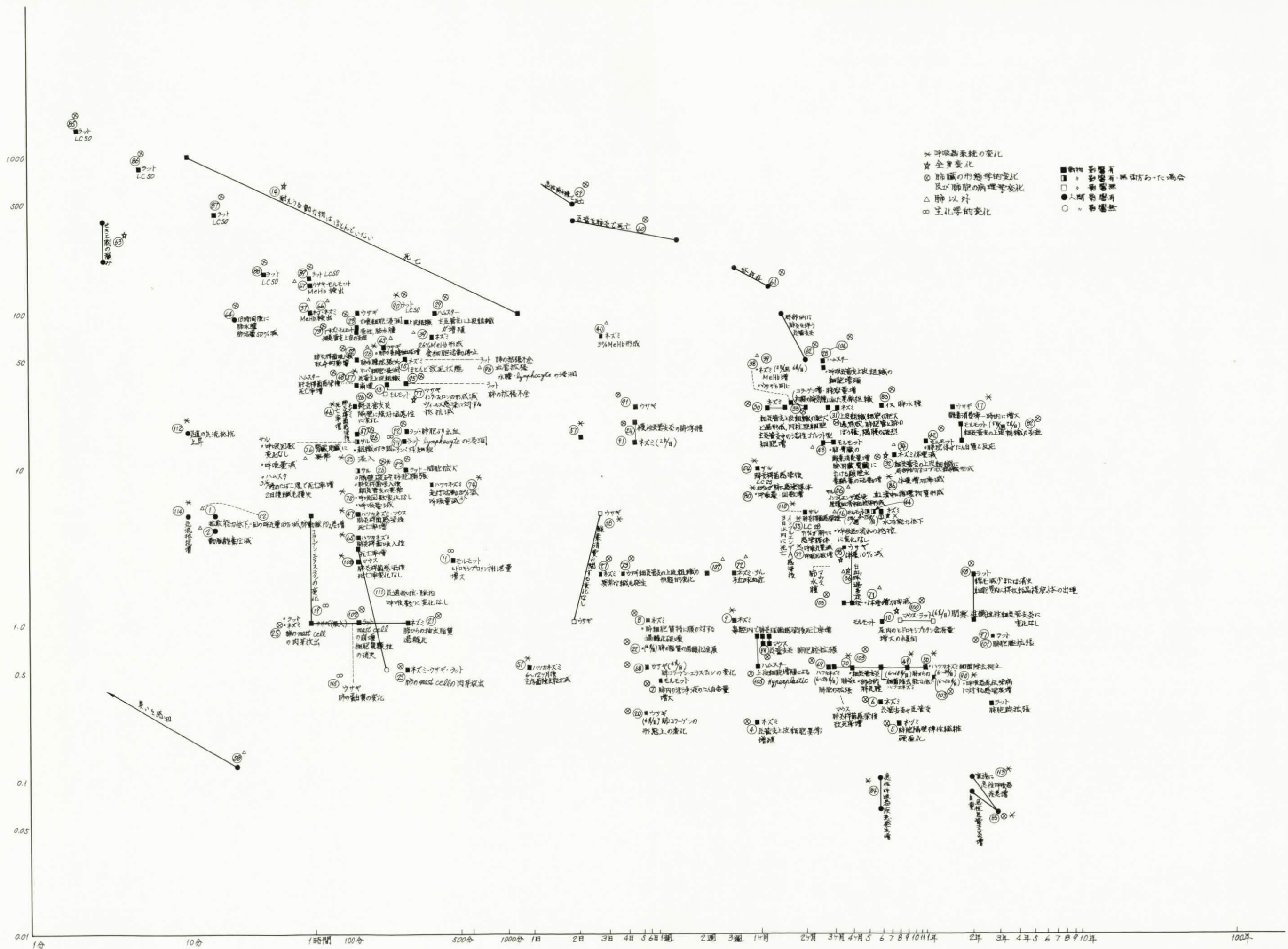
葉のクロロフィル含量

- ⑦ ・ビントビーン 0.33 ppm 10～19日接触

葉のクロロフィル含量の増加

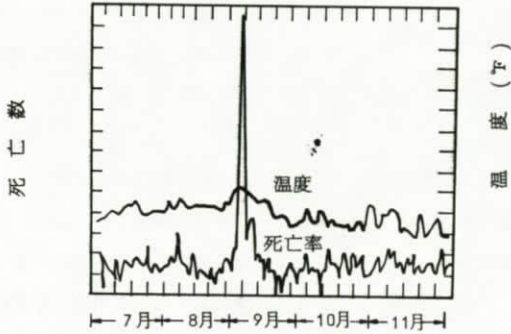
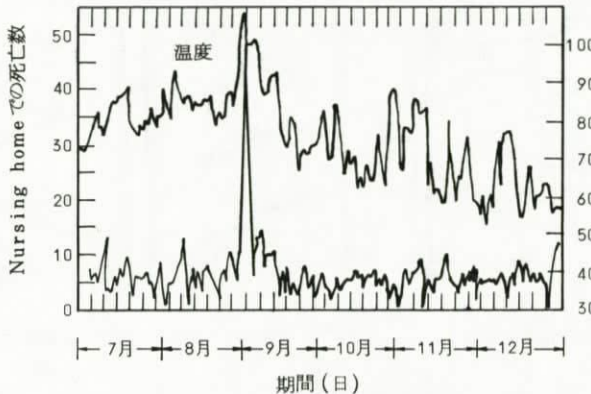
- ⑧ ・トマト 0.15～0.26 ppm 22日接触

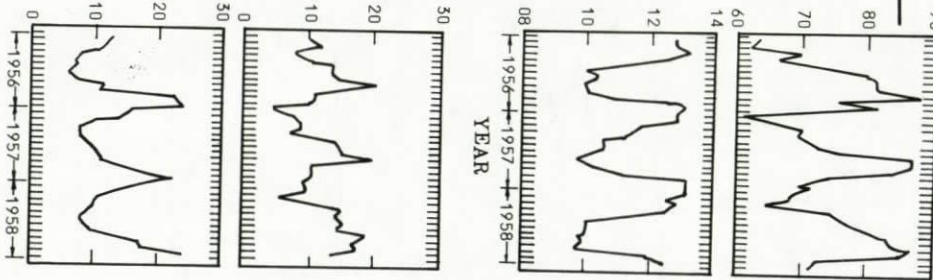
葉のクロロフィル含量の増加。葉色が濃く，葉が小さく，わん曲症状を示す。



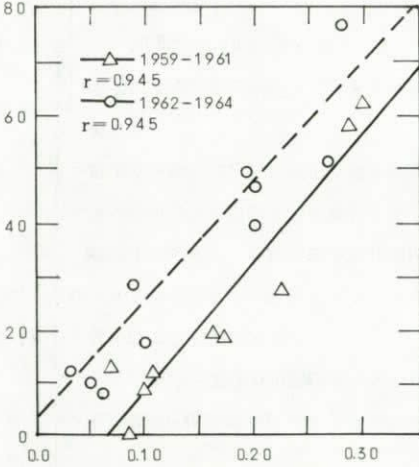
光化学反応物質による影響についての疫学的調査

〔急性影響〕

報告者	年月日	オキシダント濃度	曝露時間	対象	症	状
Oechsli 等	1955・3月 1957・2月	この間高い時で0.5 ppm 前後図-1		ロスアンゼルス住民	1955年8月～9月のheat wave熱波があった時、60歳以上の者の死亡率が高くなる。その前後とその期間中は光化学オキシダント濃度は高かった。	
	1939年 1955年 1963年	heat waveに関して図-1		ロスアンゼルス Nursing home にいる人達	 図-1 65歳以上の死亡数と最高気温 (矢印は警報の出た日)  図-2 1955年7月より12月迄のロスアンゼルス Nursing homeでの死亡率および最高気温、スモッグ警報の日 オゾンの$590 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (0.30 ppm) 以上のスモッグ警報の出た日 ひどい smog の期間に病院に移送される人数は非常に増加した。 heat wave の日は死亡率増、他の日の死亡率とスモッグの出た日との関係は明確でなかった。	

報告者	年月日	オキシダント濃度	曝露時間	対象	症 状
Massey 等				汚染状況の異なる2つの地区(気温は等しい)ロスアンゼルス	死亡率と汚染程度の間には明確な相関は求められなかった。
Hechter	1956 1958	図-3		ロスアンゼルス	一酸化炭素濃度 (ppm) オキシダント濃度 (pphm) 心臓および呼吸器疾患による死亡率 気温 (°F)  図-3. 心臓および呼吸器疾患による死亡率とオキシダント最高濃度、最高気温との比較 死亡率の変化は、オキシダントおよび気温の変化と180位相がずれているが、CO変化とはよく一致していることを示している。 ○疾患の分類(1)10歳以下の子供の喘息 (2)結核 (3)他の呼吸器の異常 (4)その他の原因 ○疾患の発生は季節変化を示し、この変動はとくに、ある種の肺疾患にみられる。 ○オキシダントと心臓血管系および呼吸器系の病気による入院との間には関係は見られなかった。 (呼吸器および心臓、循環疾患による入退院と環境・気象要因、)(環境条件が測定された後4週間後の入院について調べた。) ○高いオキシダントの期間と、低い相対湿度、低温度と心臓循環状態の変化がおこつてのちに入院の認められる迄の期間に高い相関が観察された。 疾病の分類(1)* 特に関係のあるもの "アレルギー、眼の炎症、急性の上部気道感染、インフルエンザ、気管支炎 (2)* 関係のあるもの "心疾患、リウマチ熱、循環系疾患および(1)に含まれない呼吸器疾患 (3)* 関係のないもの "すべての他の疾患
Brant	1954年 8月~12月	オキシダント濃度と入院との関係の調査		9歳~90歳で3年以上ロスアンゼルスの上ロスアンゼルスdowntownより8mile以内に住んでいる者	
Sterling	1961年 3月17日 ~10月26日			ロスアンゼルス病院	

報 告 者	年月日	オキシダント濃度	曝 露 時 間	対 象	症 状
Schoettl -in等	1956年9月 3日~12月9日	オキシダント最高濃度 が0.25 ppm(490 μg/㎥)をこえる期間		ロスアンゼルス地域パサ デナ地区に住む人又はそ こで働いている人	○その結果(1)(2)の疾患はオキシダントレベルとCOおよびオゾンの量との間に相関があ った。入院と気温の相関は見られなかった。 (喘息様発作との関係) ○3435の発作の5%以下はスモッグと関連している。1日あたりの発作回数とその 時のオキシダントの最高値との相関は0.37であった。 ○発作の毎日平均数は著明に増加していた。その時、植物に被害がおこっていて、喘息 患者の一部では、この程度(植物に被害の見られる程度)の濃度にも反応することは 明らか。
Motley		smoggy dayとnon- smoggy day 390 ~1370 μg/㎥(0.2~ 0.7 ppm) オキシダント濃度 390~1040 μg/㎥ (0.2~0.53 ppm) オゾン濃度 100~450 μg/㎥ (0.05~0.23 ppm)		肺気腫の患者 clean air room で肺機能テスト	(臭があり、視程が低下し、眼の刺激感、およびLos Angeles Air Poll- ution Control DistrictのSmog予報のあった日をSmoggy day としている) ○Smoggy day →残気量が減少 non — → * 減少が見られない
Remmers等			1週間 air fi- -lterのない部 屋に次いで1週間 "ある"第3週 は大気を曝露	気管支炎および肺気腫 の患者	○オキシダントの濃度が100~450 μg/㎥(0.05~0.23 ppm)の時にこれ等の患 者の気道抵抗が変化した。 ○作業中の酸素消費量が汚染と関係あることが示された。
Rokaw等		120 μg/㎥(0.06 ppm)1時間平均 820 μg/㎥(0.42 ppm)最高	(18カ月にわ たって調べた)	ロスアンゼルスの病院 の慢性肺疾患、特に肺 気腫の患者(結核は除 く)	○肺機能の検査成績は正常人と比べてはるかに変動がある。 1時間平均濃度100~120 μg/㎥(0.05~0.06 ppm)では著しい影響は みとめられなかった。

報 告 者	年 月 日	オキシダント濃度	曝露時間	対 象	症 状						
Schoettlin				(1)呼吸器疾患の症状をみない者 (2)症状(咳, 痰, 呼吸の促迫ぜいぜいする)を少なくとも2年以上示す者, および異常呼吸音を示す者	環境要因と病人群および対照群の症状および換気テストの関係						
					環 境 要 因	病 人 群			対 照 群		
						症 状	徴 候	Puffmeter	症 状	徴 候	Puffmeter
					オキシダント(平均)	0.11	0.13	0.04	0.08	0.06	0.04
					オキシダント(最高濃度)	0.17	0.16	0.10	0.04	0.03	0.06
					オキシダント(最高濃度, precursor)	0.30	0.17	0.17	0.04	0.07	0.09
					花 粉 数	0.02	0.05	0.05	0.07	0.02	0.10
					気 温 (最高)	0.05	0.03	0.12	0.09	0.06	0.19
					相 対 湿 度 (最高)	0.05	0.05	0.10	0.23	0.08	0.06
					NcMillan 等				ロスアンゼルス小学校の小学生	・呼吸器症状および機能には統計的な差は見られなかった ・対照群に比べて(2)のグループの者の症状等に大きな変動がある	
・汚染地区の小学生のPFRが低下している ・汚染地区の小学生の上気道感染症の発症率が清浄地区に比べて3倍											
Wayenら	1959 ~ 1964	60~590 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03~0.30ppm)		ロスアンゼルス郡サンマリノ高校学生のクロスカントリー競技	 競技前のオキシダント濃度レベルとそのチームの中で競技タイムが前回の記録より低下した者の割合との間に有意の相関がみられた。 濃度増大に伴い, チームの競技能力の低下がみられている 図-4 競技開始1時間前のオキシダント濃度と競技成績低下との関係						

報 告 者	年 月 日	オキシダント濃度	曝露時間	対 象	症 状																																								
Air Pollution Foundation	1954				眼の刺激症状とその時のオキシダントの濃度 (ロスアンゼルス)																																								
					<table><tr><th>測定地</th><th>観察数</th><th>Variance D (orr²)</th><th>眼の刺激 症状のスコア の平均</th><th>オキシ ダントの濃度 (ppm)</th></tr><tr><td>5</td><td>25</td><td>0.88</td><td>2.62</td><td>0.13</td></tr><tr><td>8</td><td>29</td><td>0.68</td><td>2.20</td><td>0.10</td></tr><tr><td>4L</td><td>24</td><td>0.76</td><td>2.19</td><td>0.21</td></tr><tr><td>2</td><td>30</td><td>0.06</td><td>2.13</td><td>0.11</td></tr><tr><td>3</td><td>67</td><td>0.56</td><td>1.82</td><td>0.15</td></tr><tr><td>4E</td><td>66</td><td>0.65</td><td>1.30</td><td>0.17</td></tr><tr><td>11</td><td>344</td><td>0.18</td><td>1.88</td><td>0.14</td></tr></table>	測定地	観察数	Variance D (orr ²)	眼の刺激 症状のスコア の平均	オキシ ダントの濃度 (ppm)	5	25	0.88	2.62	0.13	8	29	0.68	2.20	0.10	4L	24	0.76	2.19	0.21	2	30	0.06	2.13	0.11	3	67	0.56	1.82	0.15	4E	66	0.65	1.30	0.17	11	344	0.18	1.88	0.14
					測定地	観察数	Variance D (orr ²)	眼の刺激 症状のスコア の平均	オキシ ダントの濃度 (ppm)																																				
					5	25	0.88	2.62	0.13																																				
					8	29	0.68	2.20	0.10																																				
					4L	24	0.76	2.19	0.21																																				
					2	30	0.06	2.13	0.11																																				
					3	67	0.56	1.82	0.15																																				
					4E	66	0.65	1.30	0.17																																				
					11	344	0.18	1.88	0.14																																				
図-5 眼の刺激現象と、オキシダントの濃度との関係 (ロスアンゼルス)																																													
眼の刺激と環境要因との相関																																													
<table><tr><th></th><th>変 分 D or r²</th><th>平 均 値 ppm</th><th>眼 の 刺 激 ス コ ア - (平均)</th><th>観 測 数</th></tr><tr><td>Oxidant</td><td>0.65</td><td>0.17</td><td>13.0</td><td>66</td></tr><tr><td>NOx</td><td>0.07</td><td>0.20</td><td>13.1</td><td>51</td></tr><tr><td>CO</td><td>0.53</td><td>0.27</td><td>14.2</td><td>47</td></tr><tr><td>Hydrocarbons</td><td>0.39</td><td>0.17</td><td>14.0</td><td>53</td></tr><tr><td>視 程</td><td>0.17</td><td>1.2miles</td><td>13.3</td><td>56</td></tr><tr><td>粒 子 状 物 質</td><td>0.53</td><td>21.1 Coh units</td><td>13.7</td><td>26</td></tr><tr><td>Aldehydes</td><td>0.48</td><td>0.19</td><td>14.0</td><td>38</td></tr></table>						変 分 D or r ²	平 均 値 ppm	眼 の 刺 激 ス コ ア - (平均)	観 測 数	Oxidant	0.65	0.17	13.0	66	NOx	0.07	0.20	13.1	51	CO	0.53	0.27	14.2	47	Hydrocarbons	0.39	0.17	14.0	53	視 程	0.17	1.2miles	13.3	56	粒 子 状 物 質	0.53	21.1 Coh units	13.7	26	Aldehydes	0.48	0.19	14.0	38	
	変 分 D or r ²	平 均 値 ppm	眼 の 刺 激 ス コ ア - (平均)	観 測 数																																									
Oxidant	0.65	0.17	13.0	66																																									
NOx	0.07	0.20	13.1	51																																									
CO	0.53	0.27	14.2	47																																									
Hydrocarbons	0.39	0.17	14.0	53																																									
視 程	0.17	1.2miles	13.3	56																																									
粒 子 状 物 質	0.53	21.1 Coh units	13.7	26																																									
Aldehydes	0.48	0.19	14.0	38																																									

報告者	年月日	オキシダント濃度	曝露時間	対象	症	状
Hammer 等		100~880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05~0.45 ppm)		ロサンゼルス・サンタ バーバラに住む者	・眼の刺激症状が増加。閾値は明確でない。 ・眼の刺激症状，咳，くしゃみとオキシダント濃度の関係 ・これ等症状の発現頻度はロサンゼルスの方に多かった	オキシダントの最高濃度と眼の刺激症状との間に直線関係がみられた。 図-6 眼の刺激とオキシダント最高濃度との関係 (バサデナ) 図-7 症状とオキシダント濃度との関係

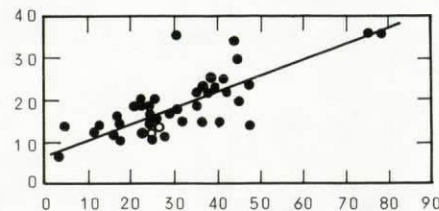


図-6 眼の刺激とオキシダント最高濃度との関係 (バサデナ)

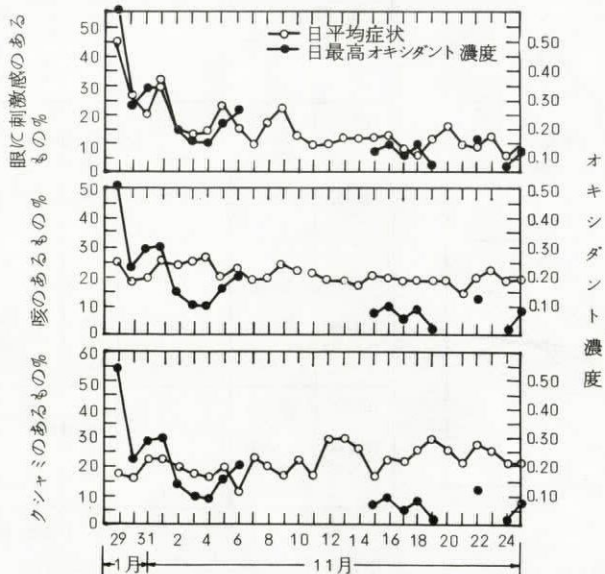


図-7 症状とオキシダント濃度との関係

報 告 者	年 月 日	オキシダント濃度	曝露時間	対 象	症 状																																								
Richardson		450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.23 ppm)		ロスアンゼルス電話交換手	・サンタ・バーバラで450$\mu\text{g}/\text{m}^3$(0.23 ppm) のとき報告数は特に増加しなかった。 (部屋を対照の状態にしておいて、一定時間にフィルターを介さない空気を吸き込む) ・眼の刺激は、フィルターの有無で著名な差がみられる。 眼の刺激症状とオキシダントの間には統計的に有意の関係あり 眼の刺激感と室内空気内物質との関係 <table><tr><td>刺 激 感</td><td>V S</td><td>オキシダント濃度 (Phenolphthalein method)</td><td>0.81</td></tr><tr><td>刺 激 感</td><td>V S</td><td>オキシダント濃度 (K1 method)</td><td>0.81</td></tr><tr><td>刺 激 感</td><td>V S</td><td>NO₂ 濃度</td><td>0.05</td></tr><tr><td>刺 激 感</td><td>V S</td><td>粒 子</td><td>0.15</td></tr><tr><td>刺 激 感</td><td>V S</td><td>温 度</td><td>0.49</td></tr><tr><td>刺 激 感</td><td>V S</td><td>相対湿度</td><td>-0.24</td></tr><tr><td>温 度</td><td>V S</td><td>相対湿度</td><td>-0.38</td></tr><tr><td>温 度</td><td>V S</td><td>オキシダント濃度 (K1 method)</td><td>0.29</td></tr><tr><td>オキシダント濃度 (Phenolphthalein method)</td><td>V S</td><td>オキシダント濃度 (K1 method)</td><td>0.88</td></tr><tr><td>NO₂ 濃度</td><td>V S</td><td>オキシダント濃度 (K1 method)</td><td>-0.15</td></tr></table>	刺 激 感	V S	オキシダント濃度 (Phenolphthalein method)	0.81	刺 激 感	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	0.81	刺 激 感	V S	NO ₂ 濃度	0.05	刺 激 感	V S	粒 子	0.15	刺 激 感	V S	温 度	0.49	刺 激 感	V S	相対湿度	-0.24	温 度	V S	相対湿度	-0.38	温 度	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	0.29	オキシダント濃度 (Phenolphthalein method)	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	0.88	NO ₂ 濃度	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	-0.15
刺 激 感	V S	オキシダント濃度 (Phenolphthalein method)	0.81																																										
刺 激 感	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	0.81																																										
刺 激 感	V S	NO ₂ 濃度	0.05																																										
刺 激 感	V S	粒 子	0.15																																										
刺 激 感	V S	温 度	0.49																																										
刺 激 感	V S	相対湿度	-0.24																																										
温 度	V S	相対湿度	-0.38																																										
温 度	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	0.29																																										
オキシダント濃度 (Phenolphthalein method)	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	0.88																																										
NO ₂ 濃度	V S	オキシダント濃度 (K1 method)	-0.15																																										

報告者	年月日	オキシダント濃度	曝露時間	対象	症 状
Mc Carroll	1963. 10月			ニューヨーク	図3-4-8によると、眼の刺激に対するオキシダントの濃度の閾値は200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.10 pphm)と推定され、これ以上では、濃度の上昇に伴い眼の刺激指標が増加。NO₂, 粒子状物質と眼の刺激との間に相関はみられず。 図-8 眼の刺激感指数とオキシダント濃度 ・1963年10月以前に眼刺激症状を経験しなかった者に眼の刺激の報告が増加している。ニューヨーク市の眼の刺激症状はオキシダントおよびその還元物質の混合物によるものである。 図-9 光化学スモッグ被害届出者数とオキシダント濃度の関係
中 土 井	1971年				

〔慢性影響〕

報告者	年月日	オキシダント濃度	曝露時間	対 象	状 態						
Buell等	1958～63			Population	全肺癌死亡率(カリフォルニア1958～1962)						
						ロスアンゼルス地区		サンフランシスコ湾沿岸地区 他のカリフォルニア地区 サンディエゴ地区			
						死亡率(a)	全死亡数	死亡率(a)	全死亡数	死亡率(a)	全死亡数
					年齢で整理	95.9	n/a	104.5	n/a	75.3	n/a
					年齢喫煙で整理	95.4	n/a	102.0	n/a	75.5	n/a
					居 住 歴						
					少なくとも10年	96.6	79	106.3	58	79.9	69
					10年以下	76.7	27	69.1	13	68.5	30
					不 明	123.4	12	215.3	10	65.2	6
					a 年 100,000人に対する死亡数 b 年齢で整理したもの c 年齢と喫煙で整理したもの ロスアンゼルス地区に住む者の間の肺癌による死亡率はサンフランシスコ湾周辺地区、サンディエゴ地域より低値を示す。						
					肺癌による死亡率(カリフォルニア1958～1962)						
					喫 煙 歴	ロスアンゼルス地区		サンフランシスコ沿岸 サンディエゴ地区		他 の 地 区	
						発 現 率	危 険 率	発 現 率	危 険 率	発 現 率	危 険 率
					す わ な い	28.1	2.5	43.9	3.9	11.2	1.0
					1 箱 以 下	63.6	5.7	77.1	6.9	61.0	5.4
					ほ ぼ 1 箱	126.0	11.3	134.5	12.0	124.9	11.2
					1 箱 以 上	241.3	21.5	226.0	20.2	137.5	12.3
					比: $\frac{1\text{箱以上}}{\text{すわな}} \times 100$						
		8.6		5.1		12.3					

報 告 者	年 月 日	オキシダント濃度	曝露時間	対 象	症 状																																				
American Lesion Study					大量喫煙者，1日1箱吸う者の間での肺癌による死亡の危険率は，カリフォルニアの他の地区よりロスアンゼルスに高い。非喫煙者群ではロスおよびサンディエゴの都会地の方がより高い。 しかし，オキシダントによる汚染の影響を知ることはできない。 慢性呼吸器疾患による死亡率はサンフランシスコ沿岸サンディエゴ地区よりロスアンゼルス地区の死亡率が高いことを示す。とくに10年以上住んでいるものに高い。 慢性呼吸器疾患の死亡率																																				
					<table><tr><th rowspan="2">居 住 歴</th><th colspan="2">ロスアンゼルス地区</th><th colspan="2">サンフランシスコ湾沿岸 サンディエゴ地区</th><th colspan="2">他 の 地 区</th></tr><tr><th>死亡率(a)</th><th>全死亡者数</th><th>死亡率(a)</th><th>全死亡者数</th><th>死亡率(a)</th><th>全死亡者数</th></tr><tr><td>10年以上</td><td>38.4</td><td>31</td><td>28.3</td><td>15</td><td>45.6</td><td>40</td></tr><tr><td>10年以下</td><td>41.2</td><td>14</td><td>45.6</td><td>8</td><td>41.3</td><td>17</td></tr><tr><td>不 明</td><td>139.1</td><td>12</td><td>59.8</td><td>3</td><td>39.7</td><td>7</td></tr><tr><td>計</td><td>46.7</td><td>57</td><td>34.0</td><td>26</td><td>44.4</td><td>61</td></tr></table>	居 住 歴	ロスアンゼルス地区		サンフランシスコ湾沿岸 サンディエゴ地区		他 の 地 区		死亡率(a)	全死亡者数	死亡率(a)	全死亡者数	死亡率(a)	全死亡者数	10年以上	38.4	31	28.3	15	45.6	40	10年以下	41.2	14	45.6	8	41.3	17	不 明	139.1	12	59.8	3	39.7	7	計	46.7
居 住 歴	ロスアンゼルス地区		サンフランシスコ湾沿岸 サンディエゴ地区		他 の 地 区																																				
	死亡率(a)	全死亡者数	死亡率(a)	全死亡者数	死亡率(a)	全死亡者数																																			
10年以上	38.4	31	28.3	15	45.6	40																																			
10年以下	41.2	14	45.6	8	41.3	17																																			
不 明	139.1	12	59.8	3	39.7	7																																			
計	46.7	57	34.0	26	44.4	61																																			
Winklestein					(a) 年あたり100,000人あたり 社会，経済的環境の方が強い影響をもつことを報告している。 社会・経済的要因により住居地が異なるため。																																				

報告者	年月日	オキシダント濃度	曝露時間	対 象	症 状
California Dept. of Public Health	1954				カリフォルニアにおける呼吸器症状の発現状態
					報告された状態
					カリフォルニア
					ロスアンゼルス, オレンジ, サンデ ィエゴ地区
					サンフランシスコ 湾 沿 岸 地 区
					そ の 他 の 地 区
					頻 度 百分率 頻 度 百分率 頻 度 百分率 頻 度 百分率
					気 管 支 炎 309 4 156 5 71 4 82 5
					喘 息 188 3 104 3 45 2 39 2
					咳 1,341 19 746 22 323 17 272 17
					副 鼻 腔 症 状 1,202 17 576 17 302 16 324 20
					ヘイフィーバー 695 10 265 8 221 12 209 13
					鼻 の 不 快 感 751 11 445 13 186 10 120 7
					の どの 不 快 感 848 12 505 15 192 10 151 9
					同 質 者 数 4,939 100 3,450 100 1,846 100 1,643 100
					喘息, 咳および鼻, のどの症状の訴えが, ロス, オレンジおよびサンディエゴ地区の方が他より高いことを示す
					・ロスアンゼルス地区に大気汚染による症状の悪化が高い(図-10)

報 告 者	年 月 日	オキシダント濃度	曝露時間	対 象	症 状
Deane等				50～59歳の年齢層	大気汚染 ← 状態 他の要因 → 喘 息 鼻の不快感 のどの不快感 副鼻腔症状 ヘイフィーバー 気管支炎 51 49 4 94 50 50 10 90 44 56 5 95 41 59 9 91 30 70 10 90 22 78 11 89 □ ロスアンゼルス ▨ サンフランシスコ湾地区 a “わからない”も含む b 特殊な食品, 食べすぎ, 過労, 睡眠不足, 喫煙およびその他の状態を含む。 図-10 ロスアンゼルス地区とサンフランシスコ湾地区での症状
				40～49歳の年齢層	

NO₂疫学的調査

研究者	年月日	濃度	曝露時間	対 象	症 状	
肺機能		0.08~0.16 ppmのNO ₂ と他の大気汚染物質（硫酸塩、 硝酸塩）の結合 0.05 ppmのO ₃ } と0.055 0.04 ppmのSO ₂ } ppm以 下のNO ₂ の結合			•肺機能に変化	
					•肺機能に変化なし	
					•一般にNO ₂ の肺機能に対する影響は取りあげるほどでない	
					職業的曝露による影響調査結果	
					調 査 対 象	平均NO ₂ (ppm)
トンネル及び工事労働者	0.16~0.60	FEV ₁ , VC, MMF, PFの減少	Mogi (1968) Ynmazaki (1969)			
Chattanooga 年齢児童7~8歳	0.08~0.15	FEV _{0.75} でやや減少	Shy (1970a)			
ボストン中心市域の 官対郊外の 官	0.55対0.04	種々の肺機能検査によって差は認められない	Speizer (1973a, b) Burgess (1973)			
非喫煙主義キリスト 再臨派：ロサンゼルス対・サンディエゴ	0.05対0.02	種々の肺機能検査によって差は認められない	Cohen (1972)			
急性呼吸器系疾患				調 査 対 象	報 告 さ れ た 影 響	
参 考		NO ₂ (ppm)		肥料プラントのそばに住む連の通学前及び通学年齢児童 肥料プラント近くの職業訓練中のソ連の成人 ソビエト化学工場から1000メートル以内に住む住民 Chattanoogaの通学年齢児童と両親 Chattanoogaの幼児と6~9才の通学児童	呼吸器疾患1.7倍増 急性呼吸器疾患11~27%増 呼吸器、眼、皮膚、神経系の不調で医師に見てもらう者4.4%の増加 子供の急性呼吸器疾患が1~1.7%増：成人は9~33%増 幼児の急性肺炎10~58%増、6~9才の児童の急性肺炎は39~71%増	
Lindberg (1962) Giguz (1968) Polyak (1970) Shy (1970a, b) Pearlman (1971)		0.17~1.8 ^{a)} 0.053 ^{b)} 以下 0.31~0.64 ^{c)} 0.08~0.28 0.08~0.28 ^{d)}			•0.05~0.31 ppm(年平均)急性呼吸器系疾患の増加はごくわずか •短期間ピーク時濃度における反復曝露 •平均して長期間に低濃度曝露	
					調査結果との因果関係不明	

研究者	年月日	濃度	曝露時間	対象	症状														
慢性呼吸器系疾患 Cohar Speirer & Ferrir Chapman	1972 1973 1973	0.05 ~ 0.15 ppm			0.05 ~ 0.15 ppm の NO ₂ 曝露と慢性呼吸系疾患の相互関係の証明できていない														
藤田	1962 1967 の2回報告1969			ボストンの警官 東京、川崎、鶴見地区の郵便局員	- 非喫煙者と喫煙者間…統計的に有意とは言えないが多少増加（SO₂ によるもの） - 気管支炎発生率は、各地区とも1962より1967の方が高い（：SO₂、NO、NO₂ の濃度上昇） 表7 労働者100についての気管支炎発生率：郵便労働者 <table><tr><th rowspan="2">年</th><th colspan="3">労働区域ごとの発生率（%）</th></tr><tr><th>下町及び工業区域</th><th>中間区域</th><th>郊外区域</th></tr><tr><td>1962</td><td>5.0</td><td>3.7</td><td>3.7</td></tr><tr><td>1967</td><td>8.4</td><td>8.0</td><td>8.1</td></tr></table> 欠点・汚染物質濃度についてほとんどの data が示されていない 1962-1967 の NO₁ NO₂ の増加の正式報告がない 1962 1966 - NO₂ 0.036 値小 - SO₂ 0.147 0.214 値大 米国環境基準の5~7倍 - SO₂ や大気中の SO₂ 変化による生成物一気管支炎発生原因の大半	年	労働区域ごとの発生率（%）			下町及び工業区域	中間区域	郊外区域	1962	5.0	3.7	3.7	1967	8.4	8.0
年	労働区域ごとの発生率（%）																		
	下町及び工業区域	中間区域	郊外区域																
1962	5.0	3.7	3.7																
1967	8.4	8.0	8.1																

研 究 者	年月日	濃 度	曝露時間	対 象	症 状																				
	1972, 11~ 1973, 2			大阪府下0～3歳の乳 幼児	• 鼻水、ゼロゼロ、せき等の呼吸器系症状の月別 週別有症率の増減は SO₂ , NO₂ 濃度の月間、週間変動と相関 <table border="1"><caption>Approximate data from Figure 11</caption><thead><tr><th>Time</th><th>SO₂ (ppm)</th><th>NO₂ (ppm)</th><th>Incidence Rate (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>47年/11月</td><td>25</td><td>35</td><td>45</td></tr><tr><td>/12</td><td>75</td><td>45</td><td>85</td></tr><tr><td>48/1</td><td>15</td><td>25</td><td>65</td></tr><tr><td>/2</td><td>60</td><td>40</td><td>100</td></tr></tbody></table> * 0.1 ppm以上の時間数	Time	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	Incidence Rate (%)	47年/11月	25	35	45	/12	75	45	85	48/1	15	25	65	/2	60	40	100
Time	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	Incidence Rate (%)																						
47年/11月	25	35	45																						
/12	75	45	85																						
48/1	15	25	65																						
/2	60	40	100																						

図 11 SO₂ および NO₂ 汚染と月別有症者率との関係⁷⁾

図11 SO₂ およびNO₂ 汚染と月別有症者率との関係⁷⁾

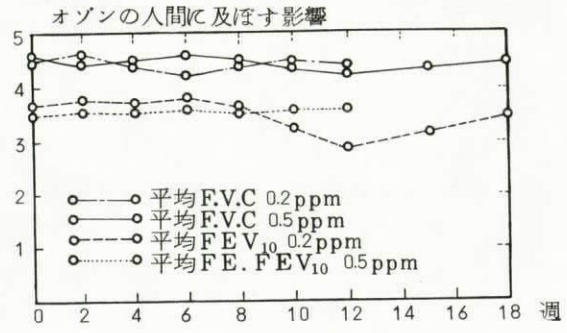
O₃ - 臨床学的調査

オゾンの人間に及ぼす影響

○ 産 業 曝 露

研 究 者	年 月 日	オ ゾ ン 濃 度	曝 露 時 間	被 験 者	症 状
Kleinfeld 等	—	490 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.25 ppm)	—	溶 接 工	・何等自覚症状なし
		590~1570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.3~0.8 ppm)	—	"	・4人中2人が胸のしめつけられる感じ、のどの刺激症状を訴える。
		ピーク濃度 17990 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.2 ppm)	—	" (溶接作業所から50フィートのところにトリクロルエチレンを用いる洗浄場あり)	・大部分の者が頭痛、のどの刺激症状、咳、呼吸困難 ・肺水腫が発生、細気管支炎をおこす ・8人中7人がひどい頭痛、のどの刺激、倦怠感を覚え、左の8人中3人が息苦しさ呼吸困難および背中の圧迫感を覚える。 ・8人中1人について非常に激しい頭痛、呼吸困難、背中の圧迫感を覚える。X線写真によると両肺にぼやけた像がみられたが9日後にその像は消退。非常に激しい頭痛を訴えた患者において激しい肺水腫を起こし、X線写真によってPeri bronchial pneumonia を伴う炎症像が見られる。 (いずれの場合も肺機能検査なし。ニッケルカーボニル及NO _x は痕跡程度、ホスゲンは検出されていない)
Challen 等	—	390 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.2 ppm) O ₃ 1570~3330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.8~1.7 ppm)	—	溶 接 工 " (その職場においてはトリクロエチレン濃度は238 ppm)	・何等所見が認められず ・のどの渇き、眼及鼻の刺激感、たえられぬ悪臭(14人中11人が)その他の臨床所見は認められぬ。

研究者	年月日	オゾン濃度	曝露時間	被験者	症 状
Dadlez	—	$780\mu g/m^3$ (0.4 ppm)	約30分	—	・不快感と刺激感
Flury	—	$920\mu g/m^3$ (0.47 ppm) $1840\mu g/m^3$ (0.94 ppm) $5900\mu g/m^3$ (3.0 ppm)	— 30分~1時間内 1時間以内	— — —	・粘膜の著明な刺激感 ・咳、刺激感および倦怠感 ・嗜眠性となる } その他の臨床所見なし
Young 等	—	$590\sim560\mu g/m^3$ (0.2~0.3 ppm)		溶接工 (すべて喫煙者)	・7人中1人→自覚症状→刺激性の臭気、眼のいたみ、のどのかわき感等 ・UCは7人中3人が減少 ・FRCは7人中2人が減少 ・DLcoは7人中1人が減少 (上述の肺機能検査の減少は軽度であった)
○ 実験的研究					
Henshler 等	—	0.02 ppm 0.05 ppm	5分以内	—	・10人中9人においてO₃の嗅覚閾値は0.02 ppm (よってHenshler等は値は0.02 ppm以下であろうとしている) ・臭いはより強くより長く持続
Jordan 等		$9800\sim19600\mu g/m^3$ (5~10 ppm)	短時間	—	・被験者(3人)は頭痛とねむ気を訴え内1人は実際ねむりにおちた。
Grisworld 等		$2940\sim3920\mu g/m^3$ (1.5~2 ppm)	2時間	—	・胸部の痛み、咳 (曝露直後に測定されたV.Cはわずかに減少していた(13%)にすぎない、FEV_{1.0}は16%減少、maximum breathing Capacityはわずかに減少)

研 究 者	年 月 日	オ ゾ ン 濃 度	曝 露 時 間	被 験 者	症 状
Bennet		390 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.2 ppm) 980 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.5 ppm)	3 時間/日 × 6 日 × 12 週 "		 図-12 0.2 と 0.5 ppm 吸入による影響 VC は 0.5 ppm 群が最初わずかに減少の傾向を示したが、明確でない。 EFV_{1.0} は最後の数週間に 0.5 ppm 群に減少が見られ、6 週間後に回復した。
Young 等		1180~1570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.6~0.8 ppm)	2 時間	20 歳 ~ 45 歳 11人	・ 11人中10人は6~12時間の間に胸骨下の痛み、気管の刺激感 ・ 吸入を始めて2時間後にCarbon monoxide diffusing capacity, DL_{co} は25%減少 ・ DL_{co} は普通の空気を吸い始めてから2時間後にも7%も低下したままだった。さらにその1時間後にはほとんど回復した。 ・ FEV_{0.75} およびmaximum midexpiratory flow rate (NNFR) はそれぞれ10%および15%低下したが、有意ではなかった。

研 究 者	年月日	オゾン濃度	曝露時間	被 験 者	症 状				
Hallet		1960~7800 μ g/m ³ (1~4 ppm)	30 分間吸入	10人	DLco の変化				
						DLco mlCO/min/mmHg	標準 偏差	t	P
					対 照	20.7	5.00		
					2時間空気曝露	19.3	4.40		
					変化(Δ 空気)	-1.4	0.822	1.64	0.2 to 0.1
					対 照	22.5	3.3		
					O ₃ 2 時間曝露	17.1	2.8		
					変 化 (ΔO ₃)	-5.4	0.84	6.40	0.01
					差	-4.0	3.84	3.31	0.01 to 0.001
					(4O ₃ -4空気)				
Cargerwerff	1965	0.2~0.5 ppm	3 時間		・すべての被験者に吸入開始後10分に自覚症状が出現。 (頭痛と息切れ)				
					・呼吸機能検査の結果はまちまちであり、VCは8人中4人が10%以上減少、FEV _{1.0} は8人中5人が10%以上低下、nnFRは6人中5人が減少、DLcoは10人中7人が減少(最低20%)				
					・暗黒調整機能の視力およびNiddle Vision range の低下および末梢視の増加				

K 結 論

1. 人体曝露

a. オゾン

(1) 人体への長期曝露

- (a) $390\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.2 ppm) の濃度のものを1日3時間、週6日間、12週間曝露しても何ら明白な影響は認められなかった。
- (b) $980\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.5 ppm) のものを1日3時間、1週6日間ばくろすると、8週間後に、努力性肺活量1秒率 ($\text{FEV}_{1.0}$) の減少が起こった。(20%)

(2) 人体に対する短期曝露

- (a) $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppm) 濃度の曝露を、10人のうち9人はただちに感知した。しかし、平均5分後にはオゾンを感知しなくなる。
 - $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.1 ppm) 1時間迄は明確な影響なし。
 - $200\sim 780\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.1～0.4 ppm) 1時間では影響を与えると思われるが、この間の濃度の曝露 Data はない。
- (b) $590\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.3 ppm) 8時間の曝露が鼻や咽喉の刺激閾値であると思われる。
- (c) $1,180\sim 1,960\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.6～1.0 ppm) を1～2時間ばくろすると、肺機能に損傷を与え、通気抵抗を増し、CO拡散容量及び全容量ならびに努力性肺活量を減少させる。
- (d) $1,960\sim 5,900\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.0～3.0 ppm) の濃度で10～30分間曝露する。
 - $1,960\sim 5,900\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.0～3.0 ppm) 2時間である者は耐えられない。
 - $17,600\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.0 ppm) ひどい肺水腫、急性細気管支炎発生。
 - まだ十分な報告はないが、オゾン急性曝露においては人の感受性に個人差のあることに注目しなければならないことが指摘されている。

NO₂ 臨床学的調査

NO₂ の人間に及ぼす影響

・NO_x による職業曝露

研究者	年月日	NO ₂ 濃度	曝露時間	被験者	症 状
—	—	395~714mg/m ³ (210~380ppm)	3分	溶接工	○咳と胸部の緊迫感を感じたが、清浄空気の所に戻れば症状消失。
—	—	169mg/m ³ (90ppm)	30分		○18時間後肺水腫発生… Vital capacity 50%低下, 0.5秒 1.0秒, 2.0秒, FEVの減少なし。
Mc Cord等 Harrold	—	<barerod> フエーム NO ₂ として * 158mg/m³(84ppm)で 175mg/m³ ピーク時 194mg/m³(103ppm) 〔O₃ 785mg/m³(0.4ppm)] } 5分 * <coatedrod> *と同じ (酸素アセチレン・トーチか ら排出されるNO _x による) 急性中毒	40分 5分 }	溶接工 ある 溶接工 ある 溶接工	○頭痛, 眼の刺激症状, 他の悪影響なし ○MeHb濃度 平均2.5% 最高3% ○10日後 肺炎で死亡 ○咳が激しくなり, 他の呼吸器系疾患に罹病
Becklake	—		5~75分	3~27時間後に肺水腫にかかった人7人の 鉱山作業員と, 16人の 正常人間の対比	○7人…最大呼吸量の減少と呼吸抵抗の増大 ○肺からの窒素ガス, 排除効率を示す混合指数は, 4人の患者の場合, 予側値とかなりの差がある。 ○追跡できた3人については, 調査期間中に正常状態に回復。 ○ガス曝露を受けた人は, 繊維症により, また種々のbravchion-litis oblitevarsにより, 気管支や細気管支が狭くなった。

実験的研究によるもの

(1) 嗅感に対する刺激

研 究 者	年 月 日	NO ₂ 濃 度	曝 露 時 間	被 験 者	症 状																																															
—	—	mg/m ³ ppm		20～35歳健康男子	<table><tr><th rowspan="2">被 験 者 数</th><th colspan="2">臭 の 感 知</th></tr><tr><th>被 験 者 数</th><th>時 間 (分)</th></tr><tr><td>9</td><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td></td><td></td><td>(0.5-1.0)</td></tr><tr><td>13</td><td>8</td><td>3</td></tr><tr><td></td><td></td><td>(1 -1.0)</td></tr><tr><td>8</td><td>8</td><td>2.5</td></tr><tr><td></td><td></td><td>(1 - 5)</td></tr><tr><td>12</td><td>12</td><td>5.5</td></tr><tr><td></td><td></td><td>(3 -1.0)</td></tr><tr><td>4</td><td>4</td><td>8</td></tr><tr><td></td><td></td><td>(6 -1.3)</td></tr><tr><td>8</td><td>8</td><td>12</td></tr><tr><td></td><td></td><td>(5 -2.4)</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>32</td></tr><tr><td></td><td></td><td>(2.5-4.0)</td></tr></table>	被 験 者 数	臭 の 感 知		被 験 者 数	時 間 (分)	9	3	5			(0.5-1.0)	13	8	3			(1 -1.0)	8	8	2.5			(1 - 5)	12	12	5.5			(3 -1.0)	4	4	8			(6 -1.3)	8	8	12			(5 -2.4)	3	3	32			(2.5-4.0)
		被 験 者 数					臭 の 感 知																																													
						被 験 者 数	時 間 (分)																																													
		9				3	5																																													
							(0.5-1.0)																																													
		13				8	3																																													
							(1 -1.0)																																													
		8				8	2.5																																													
							(1 - 5)																																													
		12				12	5.5																																													
		(3 -1.0)																																																		
4	4	8																																																		
		(6 -1.3)																																																		
8	8	12																																																		
		(5 -2.4)																																																		
3	3	32																																																		
		(2.5-4.0)																																																		
0.225 0.12																																																				
(0.1 -0.15)																																																				
0.415 0.22																																																				
(0.16-0.28)																																																				
0.835 0.42																																																				
(0.39-0.46)																																																				
8.0 4.0																																																				
(3.0 -4.2)																																																				
19.9 10.6																																																				
(10.1-11.2)																																																				
39.9 19.7																																																				
(19.3-20.1)																																																				
56.8 30.2																																																				
(29.1-31.4)																																																				
Shalam beridze	1967	23.0mg/m ³ (0.12ppm)		14人	○嗅覚閾値… SO ₂ 等がまざると閾値が下がる。 ○どちらのガス濃度が低くとも双方同時に存在すれば臭気を感じるようになる。 ○連続曝露により普通10分以内に失われる。いったん曝露室から出たあと、1～15分間にわたる再度の曝露により回復																																															
Henscher	1960	0.12～3.02ppm	30～120分	2人～4人に																																																

研究者	年月日	NO ₂ 濃 度	曝露時間	被 験 者	症 状
					吸入 (p p m) 被験者数 においを感じた人 知覚している時間 (分)
					0.12 9 3 0.5~10 0.22 13 8 1 ~ 10 0.42 8 8 1 ~ 5 4.00 12 12 3 ~ 10 10.6 4 4 6 ~ 13
					○室内湿度が上昇すると嗅覚も鋭くなる。
(2) 呼吸機能に対する影響					
Rokaw	1968	940mg~564mg/m ³ (0.5~3ppm)	1回 2~3時間	(10人 6人…健康 4人…慢性肺 疾患)	気管抵抗… 1.5ppm かそれ以上でみられる。 正常者… 3ppm (休息時) 1.5ppm (運動時) 患者… 2ppm (#) 1.5ppm (#)
横 山		169ppm	10分	健康人 8名	○ 16.9ppm で気道の気流抵抗平均値の有意の上昇 ○ 2人 (非喫煙者) は常に他の者より強い反応 — 耐性の問題 (煙草の煙の中… NO ₂ 250ppm) ○ 肺コンプライアンス, 肺容量の一定変化なし ○ アトロピン前処置で肺気流抵抗上昇が抑制されなかった。 ≡ SO ₂ の場合 ○ 呼吸抵抗, 吸気抵抗の両者に複合的な効果 ○ 曝露後直ちに SO ₂ 単独効果による抵抗の増加, つづいて NO ₂ 単独効果によるものが見られ, 曝露後 30 分で最高に達する。 ○ 気道抵抗値は相乗的に増加, 気道抵抗の増加 = 終末気管支の反射的狭搾 エーロゾルの粒状 1~2μ のとき… 相乗作用最大 ○ 0.72ppm で 81% 吸収, 0.29ppm で 90% 吸収
中 村		4.7mg/m ³ (2.5ppm) の NO ₂ と 6.6mg/m ³ の SO ₂ の混合 NO ₂ (3~40ppm) と生 理食塩水のエーロゾルの 同時吸入			
Wagver	1967				

研究者	年月日	NO ₂ 濃 度	曝 露 時 間	被 験 者	症 状			
Abe (肺の圧縮率 及び呼吸, 吸気の流れ 抵抗)	1967	4~5 ppm NO ₂ " SO ₂ 2.5 ppm+ 2.5 ppm NO ₂ +SO ₂ の混合物	2週間間隔 10分	21~40才の健康な成人男子(4人の非喫煙者を含む)	人間の排気の流れの抵抗に対するNO ₂ とSO ₂ の影響			
					試 験 間 隔	呼吸の流れの抵抗		
						NO ₂ 4~5 ppm	SO ₂ 4~5 ppm	NO ₂ +SO ₂ 2.5+ 2.5 ppm
					吸 入 前	100%	100%	100%
					吸 入 10 分	96%	141%	118%
					回 復			
					10 分	126%	90%	106%
					20 分	145%	95%	132%
					30 分	177%	90%	145%
鈴木 イチオカ (Abeの結果 確認のため)	1965	0.7~2.0 ppm	10分	10人	SO ₂ の影響がただちに、NO ₂ の影響が少し遅れて現われる。			
Nieding		9mg/m ³ 7.5mg/m ³	15分	健康人 298名 不特定の呼吸疾患患者 132名	FEV _{1.0} 中間最大フロー、肺活量の変化なし 曝露後10分 吸気の流れ抵抗 50%増加 呼吸の流れ抵抗 15%増加 肺の圧縮率 10%減少 9 mg/m ³ …拡散能力が大幅に減少 7.5 mg/m ³ …動脈の酸素圧の減少			

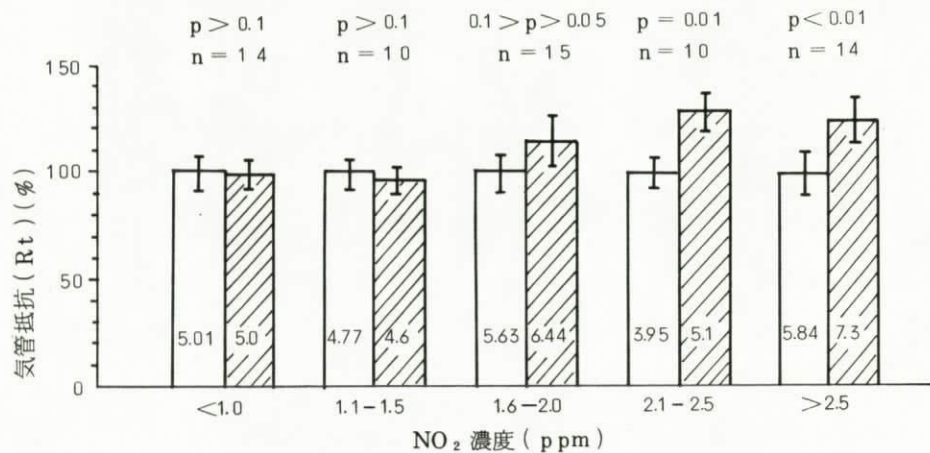
研 究 所	年 月 日	NO ₂ 濃 度	曝 露 時 間	被 験 者	症 状
Nieding	1971, 1973	10人～15人のグループに、1 ppm 以下から2.5 ppm 以上にわたる数種類の濃度	30回それぞれ15分	慢性呼吸器系疾患患者	○気管抵抗 (body plethysmography) はNO ₂ 濃度 1.6～2.0 ppm 曝露グループでかなり増大
		5 ppm	15分	健康人 16人	

図-13 NO₂ の気管抵抗に対する影響

○NO₂ 曝露増大→気管抵抗増大 (1971a)
○1回の呼気量18%減少 (1973)
○動脈の酸素圧がかなり減少→肺動脈のpO₂ 増大 (1971b)

資料: Von Niendingら, 1971年a

□ NO₂ 吸入前
▨ NO₂ 吸入後 (30回)



NO ₂ 濃度 (ppm)	NO ₂ 吸入前 (n)	NO ₂ 吸入後 (30回) (n)	p-value
<1.0	5.01	5.0	p > 0.1, n = 14
1.1-1.5	4.77	4.6	p > 0.1, n = 10
1.6-2.0	5.63	6.44	0.1 > p > 0.05, n = 15
2.1-2.5	3.95	5.1	p = 0.01, n = 10
>2.5	5.84	7.3	p < 0.01, n = 14

第 2 章 資 料

目 次

1. 移動発生源排出係数	3 1 1
(1) 東京都	3 1 1
車種，排気量別排出係数	3 1 3
車種，走行モード別排出係数	3 1 4
(2) 千葉県	
車種，走行モード別排出係数	3 1 5
(3) 愛知県	
車種，走行モード別排出係数	3 1 6
(4) 阪神道路公団	
車種，走行モード別排出係数及び燃焼方式別排出係数	3 1 7
(5) 日本道路公団	
車種，走行モード別排出係数	3 1 8
(6) 車種，走行モード別排出係数一覧及びまとめ	3 2 1
2. 固定発生源排出係数（施設別，燃料別排出係数）	3 2 6
(1) 東京都	3 2 6
(2) 神奈川県	3 2 8
(3) 京都市	3 3 0
(4) 大阪府	3 3 1
(5) U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY	3 3 2
(6) 環境庁	3 3 4
(7) 千葉県	3 3 8
(8) 燃料別排出係数一覧及び単位の換算	3 3 9
(9) 施設別排出係数一覧及びまとめ	3 4 3

1. 移動発生源排出係数

移動発生源による窒素酸化物排出係数について、車種、排気量の相違、規制年度の違う車、燃料の相違、エンジンの相違による違い、又、調査方法、地区等による違いを比較検討した。それに用いた資料は下に示す通りである。

調査年月	調査題目	調査機関
昭和48年8月	大気汚染物質排出係数算出調査（移動発生源）	東京都公害局規制部
昭和50年7月	自動車排出ガスの調査研究	阪神高速道路公団
昭和50年2月	自動車排出ガス量測定調査報告書	日本道路公団 千葉県
昭和50年		愛知県

(1) 東京都

大気汚染防止対策の算定に役立てるために、移動発生源のうちでも、特に自動車排ガスに重点をおいて排出係数を求めるとともに、その汚染寄与率を明確にしている。

ガソリンおよびLPG車の汚染物質排出係数の算出

シャーシダイナモ試験の結果を用いて、都内全域を走行する汚染物質排出係数を算出している。算出にあたっては、車種別、年式別の車の登録台数（都内）を基礎とし、シャーシダイナモ試験における対応車種の排出量にその台数比率を掛け、排気量、車種別に積算累計して求めている。

対応する試験車のないもので、排気量区分が同じで同じ自動車メーカーの車はそれと同種の試験車の台数に含め、他のメーカーの車は、試験車2種の年式別の排気濃度の平均値を用いて計算している。また軽四輪車は、2サイクルと4サイクルに分け、その比率を67：33とし、乗用車台数にバンを含め、軽四輪車は乗用、貨物車、バンも同一に扱っている。そして、乗用車、LPG車（タクシー）、貨物車、軽四輪車の各々について、また10モードの他、実走行モード（PM、PH、PL、OP）4種についても計算してい

る。

ディーゼル車の汚染物質排出係数の算出

エンジンの排出量を基に、燃焼室別、積載量別に車の台数比率を求め、ガソリン車と同様の計算で全車の平均排出係数を算出している。測定はエンジンダイナモ試験によっている。

出典は、東京都公害局規制部の「大気汚染物質排出係数算出調査（移動発生源）」昭和48年8月による。

車種，排気量別排出係数

車種	排気量 ml	車 名	年 式	排出係数 (10モード)	備 考
乗 用 車	1800以上	トヨタクラウン， コロナマークⅡ， ニッサンセドリック， グロリア，その他	41～47	2.88 g/Km	
	1800～1400	コロナ，スカイライン， ブルーバード， その他	41～47	2.541 g/Km	
	1400以下	カローラ，サニー， その他	41～47	1.461 g/Km	
	合 計			2.22 g/Km	
貨 物 車	1400以上	トヨエース，ニッサン ホーマ，その他	41～47	6.51 g/Km	
	1400以下	プリスカ，ハイエース， ダットサン，トラック， その他	41～47	3.25 g/Km	
	合 計			4.73 g/Km	
LC 車	2000	クラウン，セドリック	46・47	4.27 g/Km	
軽 自 動 車	4ニサイクル	ホンダ N-Ⅲ VA	45 47	0.317 g/Km	
	2ニサイクル	ダイハツ フェローMax，フロンテ スバル スバル	45 46 47	0.094 g/Km	
	合 計			0.411 g/Km	

車種・走行モード別排出係数一覧

車 種 \ 走行モード		10モード (g/Km)	PMモード (g/Km)	PHモード (g/Km)	OPモード (g/Km)	PLモード (g/Km)	アイドリング時 排出量 (g/s)	備 考
乗 用 車	軽 乗 用 車 (360cc)	0.41 (11.7)	0.37 (11.2)	0.37 (11.8)	0.35 (11.2)	0.42 (8.8)	0.467×10^{-4}	
	乗用車(ガソリン) (1400~1800cc)	2.22 (9.5)	2.76 (8.1)	2.78 (9.0)	2.98 (9.1)	2.75 (7.1)	1.511×10^{-4}	
	乗用車(LPG) (2000cc)	4.27	4.35	3.72	3.78	3.96	2.09×10^{-4}	
	乗合(ディーゼルス)	11.49*	10.59*	—	—	—	12.6×10^{-4}	大型トラック: 3.32Km/ℓ バス: 2.72Km/ℓ
貨 物 車	小型(ガソリン) (1400cc以下)	4.73 (6.6)	3.59 (6.2)	3.53 (6.8)	3.47 (6.4)	4.70 (5.2)	1.511×10^{-4}	
	普通(ディーゼル)	5.26*	4.29*	—	—	—	68.4×10^{-4}	5.9Km/ℓ

*の値は、DTモードでの値。()内の値は燃費(Km/ℓ)

乗用車(ガソリン): 軽自動車の4サイクル, 1500cc 以下を含む。

乗用車(LPG): 1500cc 以上, マイクロバスを含む。

乗合: バス, 6t 以上のトラック

普通貨物: 4.5t 以下のトラック

PMモード(Peak-mean): ピーク時の平均型, PHモード(Peak-high speed): ピーク時の高速型

OPモード(Off-peak): オフピーク時の平均型, PLモード(Peak-Low): ピーク時の低速型

DTモード: ディーゼルトラックの平均型 ピーク時とは7~9時, 15~17時

(2) 千葉県

車種，走行モード別排出係数

車種 \ 走行モード		22.5Km/h 以下	22.6~32.5 Km/h	32.6~37.5 Km/h	37.6~45.0 Km/h	45.1~55.0 Km/h	55.1~65.0 Km/h	65.1~75.0 Km/h	75.1Km/h 以上
乗 用 車	軽	0.36	0.42	0.49	0.53	0.63	0.72	0.81	0.87
	普・小型 (ガソリン)	2.67	2.94	3.49	3.77	4.52	5.18	5.84	6.30
	普・小型 (L.P.G.)	3.95	3.76	4.63	5.07	6.23	7.27	8.30	9.02
	乗 合	10.59	10.59	10.59	10.59	10.59	10.59	10.59	10.59
貨 物 車	軽	0.36	0.42	0.49	0.53	0.63	0.72	0.81	0.87
	小 型	3.62	3.52	3.81	3.96	4.35	4.69	5.03	5.28
	貨 客	2.67	2.94	3.49	3.77	4.52	5.18	5.84	6.30
	普 通	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24
	特 殊	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24

単位 gr/Km

排出係数算出方法

当刻地域内の実走行モード調査，保有台数等の資料と，東京都のシャーシダイナモ試験値等から排出係数を算定し，更に将来規制値（昭和50年度，51年度）も考慮している。

(3) 愛知県

総量規制実態調査の一環として作成した実走行モードを、ガソリン車LPG車についてはシャーシダイナモ試験で再現し、ディーゼル車についてはエンジンダイナモ試験で再現して排出ガス測定を行い、その結果から排出係数を車種別、走行モード別に作成している。

実走行モード、シャーシダイナモ、エンジンダイナモ試験

2000cc乗用車、1200cc乗用車、軽自動車、ガソリン貨物車、ディーゼル貨物車を18ルートで実走行させ、実走行モードを作成している。ガソリン車、貨客車20台、LPG乗用車2台、軽自動車5台、ガソリン貨物車6台の試験車両で実走行モードを再現して排出量を求めている。又、予燃焼室式エンジン2台、直接噴射式エンジン2台、渦流室式エンジン2台のディーゼルエンジンで実走行モードを再現して排出量を求めている。

車種、走行モード別排出係数 大気汚染研究 10

車種 \ 走行モード	大都市走行モード			都市間幹線・中小都市モード			山村	高速道路	10モード	単位
	低速	中速	高速	低速	中速	高速	走行モード	走行モード		
ガソリン乗用車 貨客車	1.75	1.81	1.93	1.72	1.62	1.79	1.45	2.45	1.36	g/km
LPG乗用車	2.28	2.47	2.41	2.14	1.82	1.92	1.86	3.93	2.22	g/km
軽自動車	0.50 (25.1)	0.50 (28.7)	0.50 (30.4)	0.49 (29.6)	0.47 (40.7)	0.44 (48.8)	0.33 (47.7)	0.42 (73.3)	0.35	g/km (km/h)
ガソリン貨物車	3.33 (18.2)	3.48 (23.4)	3.30 (24.7)	2.96 (28.2)	3.05 (36.2)	2.90 (41.9)	2.87 (47.2)	2.99 (78.5)	3.11	g/km (km/h)
ディーゼル貨物車	4.46 (19.9)	4.25 (23.4)	4.06 (26.7)	4.00 (25.2)	3.75 (28.6)	3.84 (39.3)	3.16 —	3.70 —	— —	g/km (km/h)

*各試験車の汚染物質排出量を車種別走行モード別に年式別のグループに分け、その平均値を年式別構成比で加重平均して算出している。
()は平均車速

(4) 阪神道路公団

パイロットカーの443区間の実走行モードのシャシダイナモ試験結果のデータをもとに他の車種について区間速度と排出量の関係式を、運転モード別に分解する方法で推定している。選ばれた15種類の車について、走行調査によって得られた一、二区間の実走行モードと10モード、定速走行のシャシダイナモ試験を行い得られたデータをパイロットカーのデータと比較し排出量の換算係数を算出し、他車種の関係式を求めている。

車種、走行モード別排出係数

単位：g/Km

車 種		実 走 行 モ ー ド			10モード	定 速 走 行			
		11.2Km/h	21.5Km/h	26.4Km/h	17.7Km/h	40Km/h	50Km/h	60Km/h	70Km/h
試 験 車 (未対策) 1800cc		2.99	2.37	2.69	1.83	1.26	1.38	1.60	1.54
乗 用 車	48年規制 1200	3.26		3.09		0.85	1.30	2.05	3.45
	" 1600		1.81		1.93	1.29	1.94	2.44	2.70
	50年規制 1300				0.30	0.09	0.14	0.18	0.30
	" 1800				0.90	0.26	0.41	0.58	0.97
小 型 貨 物 車	未対策 (空車) 1600cc		3.05		3.68	2.11	2.97	3.45	4.27
	" (定積載) 1600	5.78		4.08		2.46	3.13	3.84	4.96
	48年 (空車) 1600		2.56		2.05	1.65	2.93	3.87	4.39
	" (定積載) 1600	5.80		3.76		1.73	3.25	4.33	4.76
貨 客 車	未対策 (空車) 1400cc				1.72	0.87	1.30	2.33	2.64
	" (定積載) 1400		2.18			1.22	1.81	2.56	2.50
	48年 (空車) 1400				1.28	0.52	0.78	1.15	1.37
	48年 (定積載) 1400		1.73			0.72	1.06	1.49	1.74
軽 貨 物	48年 (空車) 360		0.42		0.21	0.05	0.07	0.17	0.30
	" (定積載) 360				0.45	0.05	0.09	0.17	0.37
普 通 貨 物 (空車) 13300cc					9.75	2.00	1.80	2.15	2.60
" (定積載) 13300						2.75	2.40	2.65	3.40

燃 焼 方 式 別 排 出 係 数

半積載状態

燃 焼 方 式		排 気 量	モ ー ド 1 (8.7Km/h)	モ ー ド 2 (15Km/h)	モ ー ド 3 (22Km/h)	モ ー ド 4 (30Km/h)	備 考
副 室 式	予 燃 焼 室 式	1 3. 3 ℓ	6. 3g/Km	9. 7 5 g/Km	12. 6 g/Km	5. 6 6 g/Km	
		9. 8	9. 1	7. 4 8	6. 4 6	5. 8 7	
	う ず 室 式	2. 4	5. 2	2. 7 0	2. 4 9	2. 3 0	
		2. 5	1. 6	1. 6 2	1. 1 3	1. 1 4	
直 噴 式		1 0. 3	1 8. 9	1 4. 4	1 3. 4	1 4. 1	

燃 費

実測した区間速度と燃料 1 ℓ 当り NOx 排出量から、回帰直線を求めている。その式は、

$$Y = A X + B$$

$$A = 0.2348$$

$$B = 17.89$$

である。X は区間速度 Y は NOx 排出量 (g / ℓ)

燃料別排出係数の一覧で揮発油の係数は、10モードの試験車の係数と同排気量の50年規制車の係数からその比を求め、実測した(試験車の)排出係数(Kg/Kℓ)より50年規制車の排出係数を換算したものである。

試験車の10モード17.7Km/hを式に代入してNOx量を求めると22Kg/Kℓである。比は約半分となるので約10Kg/Kℓとなる。

以上は、阪神高速道路公団「自動車排出ガスの調査研究」昭和50年7月による。

(5) 日本道路公団

高速道路における自動車排ガス量の把握とトンネルの換気設計の基礎データを得るために、定常走行時および非定常走行時の排出ガス特性の調査、およびディーゼル自動車の排煙およびガソリン自動車の微粒子排出特性の調査を行ったものである。

ガソリン車両は、昭和48年排出ガス規制対象車両2台、昭和50年排出ガス規制合格車両3台を供試し、ディーゼル車両は、渦流室式の小型、予熱燃室式の中型、直噴式の大型を各1台供試している。シャーシダイナモはガソリン自動車用、ディーゼル自動車用を

使用している。

車種，速度別排出係数

NO₂ 換算 NO_x g/Km

車種	Slope 速度	2nd	3rd	3rd	4th	3rd	4th	4th	10モード	備考
		20Km/h	20Km/h	40Km/h	40Km/h	60Km/h	60Km/h	80Km/h		
ホンダ LIFE	+4%	0.18	1.71	1.39	2.03	2.01	2.73	3.19		
	+2%	0.81	0.77	0.922	1.02	1.43	1.85	2.20		
	0%	0.534	0.354	0.593	0.871	1.10	1.45	1.86		
	-2%	0.274	0.0819	0.295	0.200	0.521	0.391	0.874		
	-4%	0.148	0.0417	0.147	0.0746	0.348	0.198	0.453		
ホンダ CIVIC (1500CVCC)	+4%	0.725	0.475	0.656	0.778	1.53	1.40	2.59		
	+2%	0.592	0.318	0.424	0.389	0.946	0.899	1.63	0.603	
	0%	0.458	0.204	0.219	0.175	0.557	0.386	0.883		
	-2%	0.328	0.123	0.106	0.0736	0.255	0.123	0.407	0.527	
	-4%	0.264	0.0742	0.0617	0.0307	0.136	0.0527	0.163		
ニッサン SKYLINE (1600)		1ran	2ran	2ran	D.ran	2ran	D.ran	D.ran		
	+4%	2.15	2.47	3.16	3.61	3.30	3.68	3.18		3速自動
	+2%	1.36	1.32	1.98	2.07	2.50	3.07	3.35		
	0%	0.944	0.594	1.13	0.995	1.67	1.26	2.07	1.70	
	-2%	0.349	0.582	0.366	0.233	0.763	0.481	0.866		
	-4%	0.255	0.0633	0.165	0.0617	0.399	0.135	0.317		
マツダ LUCE (RE)	+4%	0.613	0.369	0.989	1.19	2.18	1.96	2.97		
	+2%	0.397	0.211	0.552	0.556	1.45	0.955	1.77		3速自動
	0%	0.332	0.163	0.393	0.245	0.859	0.474	1.09		
	-2%	0.280	0.103	0.266	0.120	0.538	0.286	0.557		
	-4%	0.247	0.0880	0.188	0.0881	0.395	0.169	0.370		
三菱 GALANT (1600)	+4%	1.02	0.752	3.72	4.82	4.24	2.74	4.50		
	+2%	0.407	0.251	2.53	1.72	2.41	1.68	3.59		
	0%	0.233	0.146	0.588	0.266	0.954	1.79	2.00	1.22	
	-2%	0.157	0.0707	0.173	0.121	0.991	0.269	0.950		
	-4%	0.133	0.121	0.0843	0.0376	0.218	0.0641	0.125		
		2nd	3rd	3rd	4th	3rd	4th	4th		

車種	SLOPE	速度	2nd	3rd	3rd	4th	4th	5th	4th	10モード	備考
			20Km/h	20Km/h	40Km/h	40Km/h	60Km/h	60Km/h	80Km/h		
ISUZU ELF.250	1800 Kg	4%	1.77	1.13	1.65	1.01	1.29	—	—		
		2	1.58	0.943	1.34	0.809	1.09	0.883	1.38		
		0	1.13	0.641	0.876	0.571	0.725	0.762	1.12		
	3800 Kg	4%	2.44	1.77	2.19	1.28	—	—	—		
		2	1.94	1.24	1.62	1.13	1.22	—	—		
		0	1.47	0.839	1.27	0.781	0.965	0.852	1.29		
	4800 Kg	4%	3.07	—	2.39	—	—	—	—		
		2	2.15	—	2.08	—	—	—	—		
		0	1.59	—	1.22	—	1.04	—	1.45		
HINO RANGER	3600 Kg	4%	10.5	5.34	8.98	4.72	8.19	4.54	—		
		2	8.72	4.65	7.76	3.89	6.53	3.84	—		
		0	7.66	3.43	6.64	3.33	4.88	3.22	—		
	7600 Kg	4%	14.3	7.66	13.3	5.69	7.89	4.03	—		
		2	10.4	6.01	10.3	5.87	8.64	4.42	—		
		0	8.05	3.83	6.93	3.52	5.50	3.43	—		
NISSAN CK20R	6600 Kg	4%	—	9.84	—	11.1	—	13.1	—		
		2	—	6.17	—	6.74	—	9.19	—		
		0	—	3.12	—	2.80	—	4.34	—		
	14600 Kg	4%	—	23.0	—	20.1	—	—	—		
		2	—	12.9	—	15.0	—	—	—		
		0	—	4.93	—	5.69	—	6.70	—		

出典は、財団法人日本自動車研究所が日本道路公団の委託をうけて行った「自動車排出ガス量測定調査報告書」昭和50年2月による。

(6) 車種、走行モード別排出係数一覧

走行モード 車 種		10 モード g/Km				定 速 走 行												備 考
		東京	愛知	阪高	日道公	40 Km/h				50 Km/h		60 Km/h			70 Km/h		80 Km/h	
						千葉	阪高	愛知	日道公	千葉	阪高	千葉	阪高	日道公	千葉	阪高	日道公	
乗 用 車	乗用 (LPG)	4.27	2.22	—	—	5.07	—	—	—	6.23	—	7.27	—	—	8.30	—	—	
	・ (ガソリン)	2.22	1.36	0.30～ 1.93	0.527～ 1.70	3.77	0.09～ 1.29	—	0.175～ 1.13	4.52	0.14～ 1.94	5.18	0.18～ 2.44	0.386～ 1.67	5.84	0.30～ 3.45	0.883～ 2.07	
	軽 乗 用	0.41	0.35	—	—	0.53	—	0.47	0.193～ 0.871	0.63	—	0.72	—	1.10～ 1.45	0.81	—	1.86	
	乗 合	11.49*	—	—	—	10.59	—	—	—	10.59	—	10.59	—	—	10.59	—	—	
貨 物 車	軽 貨 物	—	—	—	—	0.53	0.05	—	—	0.63	0.07～ 0.09	0.72	0.17	—	0.81	0.30～ 0.37	—	
	小 型 貨 物	4.73	3.11	2.05～ 3.68	—	3.96	1.65～ 2.46	2.90	—	4.35	2.93～ 3.25	4.69	3.45～ 4.33	—	5.03	4.27～ 4.96	—	
	貨 客	—	1.36	1.28～ 1.72	—	3.77	0.52～ 1.22	—	—	4.52	0.78～ 1.81	5.18	1.15～ 2.56	—	5.84	1.37～ 2.64	—	
	普 通 貨 物	5.26*	—	9.75	—	4.24	2.00～ 2.75	3.84	0.571～ 6.93	4.24	1.80～ 2.40	4.24	2.15～ 2.65	0.725～ 5.50	4.24	2.60～ 3.40	1.12～ 1.45	
	特 殊 貨 物	—	—	—	—	4.24	—	—	—	4.24	—	4.24	—	—	4.24	—	—	

注 ・日本道路公団の定速走行の係数は平地(勾配0%)のものを使用,又10モードは,モーターファン誌ロードテストによる。

・値に幅のあるものは各調査結果を参照

・*はDTモードによる。

・定速走行の中で愛知の値は,いろいろなモードの中で平均車速が40Km/hに近いものを載せた。

ま と め

(1) 東京都

車種、排気量別排出係数と、走行別排出係数とある。調査が古い為に（昭和48年度に報告書が出されている）車の年式が昭和41年のものから昭和47年のものと規制の行われる以前のものである。

排気量別排出係数は、1400cc以上の小型貨物車が最も大きく、同じ小型貨物車の1400cc以下の車の倍となっている。LPG車は貨物車以外では最も大きく、他の平均の約倍程である。又、最も小さいのは2サイクルの軽自動車でLPG車の約40分の1程度である。

走行モード別排出係数は、ガソリンの乗用車を除いて他はすべて10モードでの排出係数が、PM、PH、OP、PLモードより大きい値になっているのに対し、ガソリン乗用車は10モードでの排出係数が、PM、PH、OP、PLモードより小さくなっているのが目につく。

(2) 千葉県

大きな傾向として、速度が増すと排出係数も大きくなるようである。しかし、LPG車と小型貨物車は22.6Km/h～32.5Km/hの走行モードで最も小さくなっている。

(3) 愛知県

ガソリン貨物車とディーゼル貨物車は、速度が増すと排出係数が小さくなる傾向がある。軽自動車もやゝその傾向があるが、ほぼ一定で排出係数も小さい。乗用車はある速度付近で小さく、それより低速でも高速でも係数は大きくなる傾向がある。（ある速度とは、都市間幹線・中小都市モードの中速という以外はっきりしない。）

(4) 阪神道路公団

軽貨物が最も係数が小さく、定速走行では空車も定積載もほぼ一定である。貨物車の場合の傾向として、空車と定積載では定積載の方が25～40%割増となるようである。ディーゼル貨物車の場合は、大型になると係数も大きくなるが、燃焼方式のちがいによる差

の方が大きいようである。最も係数の大きいのは直噴式で、同じ位の排気量の予燃焼室式とは、それよりも倍位の値となる。特殊なケースと思われるが、13.3ℓの予燃焼室式の場合平均車速22Km/hで最大となり10.3ℓの直噴式と同じような値となるが、それ以外はかなり小さな値で排気量の小さな車と大きく違わない。

乗用車は全体に小さな値となっており、特に50年規制車は特に小さい。速度と排出係数とは比例関係にあると思われる。

(5) 日本道路公団

乗用車では、ロータリーエンジンのルーチェが全体に小さい値となっており、勾配が急なところではCVCCのシビックも同じぐらいとなっている。又低速ではギャランもルーチェと同じ位の値となる。しかし、下り勾配ではレシプロエンジンの方がロータリーエンジンの係数よりも小さくなっている。

貨物車では、定積載と空車の時の傾向は阪神道路公団と同じように25～40%割増となっている。全体としては速度が増すと係数は小さくなる傾向であるが、小型の場合係数が最小となる速度があるようである。特にここで目立つのは、ギアによる違いである。同じ速度でも、セカンドとサード、サードとトップでは倍程度もちがい、大型車に顕著である。

資料は東京、千葉、愛知、阪神高速道路公団、日本道路公団の1都2県2公団の計5例について得られた。しかしながら、調査年度の違いにより年式が合わなかったり、車種の区分の仕方が違ったり、走行モードの違いなどにより一概には比較できない。この様な事柄を考慮して、車種については最も区分の細かい千葉を用い、走行モードについては5例中最もだぶっているモードについてまとめたものが、車種、走行モード別排出係数一覧の表である。ただし、車の年式については、合うものが少ないため、年式には無関係に載せてある。

得られた5例の資料は、調査機関の持った目的、調査年度によりその方法、結果に大きな違いを持っている。調査方法はどの資料もほぼ似ており、シャーシダイナモ試験、エン

ジンダイナモ試験で、実走行させて得られた実走行モード、調査して得られた実走行モードを再現させこれから排出係数を求めている。ダイナモ試験のやってないところは、他の地区のダイナモ試験結果を用いている。東京都の場合の特徴としては、同じ車種を排気量により2～3に分けていることと、実走行モードを4つ(OP, PM, PL, PH)に分けていることである。千葉県の場合は、車種の区分は最も細かいが走行モードは単に速度別に分けている。愛知県の場合は、走行モードが他の場合と比べ実情に即したモードに分けているのが目につく。阪神高速道路公団の場合は、車種を細かくしており前述の資料にはなかった48年規制、50年規制車を考慮している。又、貨物車、貨客車の場合は空車、定積載に分けており、ディーゼル車については特に燃焼方式の違いによる差を考慮している。日本道路公団の場合は、車種については乗用車5種、貨物車3種と少ないが、走行モードを細かくし同じ速度でギアの違いによる差も出し、さらに他と最も異なる点は乗用車については上勾配、下勾配それぞれ2.4%、貨物車については上勾配2.4%についても行っていることである。この様に5例とも目的の違いから結果の出し方が異なっているが、それぞれ一長一短がある。この中でも最も一般的なものとして使用できそうなのは、車種の選択という点では阪神高速道路公団の資料、走行モードとか勾配等という点では日本道路公団の資料が適当であると思う。

一覧表を見て、単に排出係数の大きなものは、10モードについては乗合(ディーゼルバス)、普通貨物(ディーゼル)、小型貨物(ガソリン)、乗用(LPG)などとなっている。定速走行の場合は、乗合が最も大きく、次に乗用(LPG)、普通貨物、小型貨物の順になっている。ただし、千葉の排出係数の場合、乗合、普通貨物、特殊貨物については、定速走行の速度が変化しても全く変化がない。この点については、どのような方法を用いて行ったかわからないので簡単には言えないが、信憑性に欠ける値である。また、定速走行の場合、大きな傾向としては、速度が増すと排出係数も大きくなる。しかし、小型貨物車はある速度までは係数は小さくなるが、その速度を越えると逆に大きくなっている。又、普通貨物車は速度が増すと係数は小さくなる傾向がある。これはもちろん個々の車により違ってくると思われる。また、貨物車の傾向は、かかる負荷のエンジンに対する大きさの相異ではないかと思う。軽自動車は排出係数が他よりも小さく、しかも速度によっても大きく変わらず窒素酸化物に関しては大きなメリットをもつと思う。更に、普通貨物

車のディーゼルエンジンでは、燃焼方式により排出係数が大きく異なり今後の大きな問題であると思う。特に直噴式のエンジンは大型車（大排気量の車）に多く、係数もディーゼルエンジンの中では大きい。

規制の行われているガソリン車は規制値前後またはそれ以下であるが、規制の行われていないLPG車やディーゼル車は、10モード走行ではガソリン車の4～30倍もの値となっている。これは、規制がまだ行われていないので当然のことと思われるが、LPG車はタクシー、ディーゼル車はトラック・バスとその特色を考えると汚染に大きく寄与していると思われる。しかも、前出の排出係数の出し方でふれたが、長距離を走る場合などは特に勾配による係数が問題となり、なおかつその距離が長いいため両者を含めて考えた係数を考慮することが今後の問題ではないかと思う。

2. 固定発生源排出係数

固定発生源による窒素酸化物排出係数について、施設種類、施設規模、使用燃料、調査方法、地域等の相違によりどのような違いがあるか、比較検討した。これに用いた資料を以下に示す。

調査年月	調査題目	調査機関	備考
昭和48年8月	大気汚染物質排出係数算出調査（固定発生源）	東京都公害局規制課	
昭和50年2月	固定発生源からの窒素酸化物（NO _x ）の排出状態調査報告書	神奈川県公害対策事務局	
昭和49年度	固定発生源（溶解炉，加熱炉，焼成炉）からの窒素酸化物排出係数算出調査結果	京都市衛生研究所	
昭和51年3月	施設別類型別大気汚染物質発生量原単位調査報告書	大阪府	
1972年 （昭和47年）	大気汚染物質の発生源と排出係数	U.S.Environmental Protection Agency	
昭和51年7月	固定燃焼施設における大気汚染物質の排出係数に関する調査報告書	環境庁大気保全局企画課編	
昭和49年2月	制約要素原単位調査	千葉県企画部	

(1) 東京都

燃焼施設の排出係数算出手順

燃焼施設においては測定濃度をすべて一端換算濃度の形で表示し、各施設毎に平均値を求め、さらに各施設別あるいは形式、容量を考慮して同一に分類できるものごとに集計し平均している。そして、その平均値を重量に換算し、燃焼量あるいは原料当りに引き直す方法で排出係数を求めている。

非燃焼施設の排出係数算出手順

電気炉（黄銅容解誘導炉，製鋼用電気炉）などの燃焼を行なわないものは，単位時間当りの汚染質の排出量を求め，その平均値を代表的な性能値とみなし，これを使用電力で除したものを排出係数としている。

施設別，燃料別排出係数

施 設 種 類			使用燃料	係数(NO ₂ として)	発 熱 量 当 り 発 生 係 数	備 考
ボ イ ラ	発 電 用		原 油	3.55 Kg/Kl		
			重 油	4.80 "	5.49 Kg/10 ⁷ Kcal	
			石 炭	9.95 Kg/ton	15.3 Kg/10 ⁷ Kcal	
	産 業 用	大 形	重 油	4.15 Kg/Kl	4.74 Kg/10 ⁷ Kcal	
		中 形		2.55 "	2.91 Kg/10 ⁷ Kcal	
		小 形		2.50 "	2.86 Kg/10 ⁷ Kcal	
平 炉		重 油	11.5 Kg/Kl	13.1 Kg/10 ⁷ Kcal		
溶 炉 (キ ュ ボ ラ)		コークス	1.10 Kg/ton	1.63 Kg/10 ⁷ Kcal		
			0.26 Kg/ton	0.385Kg/10 ⁷ Kcal		
鉛 溶 解 キ ュ ボ ラ		コークス	1.20 Kg/ton	1.78 Kg/10 ⁷ Kcal		
鉛 溶 解 反 射 炉		重 油	1.00 Kg/Kl	1.14 Kg/10 ⁷ Kcal		
黄 銅 溶 解 反 射 炉		重 油	14.5 "	1.66 Kg/10 ⁷ Kcal		
黄 銅 溶 解 誘 導 炉		電 力	0.570Kg/10 ³ KWH			
ア ル ミ ニ ウ ム 精 錬 炉		重 油	3.25 Kg/Kl	3.71 Kg/10 ⁷ Kcal		
金 属 加 熱 炉	連 続	重 油	4.40 "	5.03 "		
	バ ッ チ	重 油	3.45 "	3.94 "		
ガ ラ ス 溶 解 タ ン ク 炉		重 油	15.0 "	17.1 "		
ガ ラ ス 溶 解 る つ ぼ 炉		重 油	3.20 "	3.66 "		
骨 材 乾 燥 炉		重 油	0.895 "	1.02 "		
A B S 乾 燥 炉		灯 油	2.25 "	2.35 "		
製 鋼 用 電 気 炉		電 力	0.160Kg/10 ³ KWH			
ごみ焼却炉	大形300t/day	都 市	0.990Kg/ton			
	中形200t/day	ご み	1.00 "			
	小形10 t/day	紙	1.50 "			

以上は，東京都公害局規制部の大気汚染物質排出係数算出調査（固定発生源）昭和48年8月による。

(2) 神奈川県

固定発生源としてのボイラ、焼却炉、石油加熱炉等の施設から排出される実態を調査し、排出状況と排出条件を解析して、窒素酸化物排出防止対策の企画立案のための基礎資料を得ることを目的とした。なお、具体的目的としては、汚染物総排出量の算定と、工業生産プロセスの環境問題に対しての見直しに必要とも考えられる窒素酸化物の排出係数を施設ごとに求めることを第一義的に考えた。

NO_x 排出係数の求め方

先ず全計測時間におけるNO_x 排出量を求めることが必要で、NO_x 排出量はNO_x の排出濃度（乾き排ガス中の濃度）と、同位置における乾き排ガス量の横によって求められる。排ガス量を求めるに当たっては、排ガス量がマスバランスで正確に把握できる施設については計算で求めることとし、マスバランスが取れないものについては煙道またはダクトを流れる排ガスの動圧を実測して求めることとした。NO_x 排出量の算出に当たっては、長時間にわたって連続実測してえた素データよりNO_x 排出量を短時間ごとに求め、これを全計測時間にわたって積算することにより、全計測時間におけるNO_x の全排出量とした。計算の時間間隔としては、得られた素データの変動による誤差を生じないように、本計算においては10～30分間隔（これを1区間という）とした。

換算NO₂ 排出係数の求め方

換算NO₂ 排出量は実測して求めたNO_x 排出量（NO 排出量＋NO₂ 排出量）を全量NO₂ に換算した場合の排出量を指す。したがってNO_x 排出量のうちNO₂ についてはそのままの重量を、NO についてはNO₂ に換算し、両者の合計量を換算NO₂ 排出量とした。

施設，燃料別排出係数

施設種類	使用燃料	調査施設数	施設規模	Kg/10 ⁸ Kcal fuel	Kg/10 ⁸ Kcal 熱入力	Kg/ton Product	備考
事業用ボイラ	A 重油	2	7~10 ton/h	26.3	26.3		
	C 重油	2	1.6~1.20 "	50.6	47.9		
石油加熱炉	副生油	3	18~150 "	27.4	27.4		
	副生油+副生ガス	3	38~40 "	22.2	22.2		
鉄鋼加熱炉	A 重油	3	6~20 "	48.0	48.0		
重油昇温炉	"	1	1.5 ton/charge	29.2	29.2		
食品用直火炉	灯油	1	0.5 ton/h	22.8	22.8		
	A 重油	1	1.5 "	21.6	21.6		
鋳型乾燥炉	A 重油	1	20 ton/charge	14.7	14.7		
	B 重油	1	50 ton/h	62.5	62.5		
紙乾燥炉	灯油	2	2~2.7 ton/h	19.5	19.5		
窯業焼成炉	軽油	1	0.125 "	36.9	29.2		
	C 重油	1	2.5 "	48.3	48.3		
製鉄用熱風炉	B F G	1	270 ton/day	0.202	0.165		BFG：高炉ガス
	BFG+COG	1	2000 "	36.1	27.5		COG：コークス炉ガス
硝子溶解炉	都市ガス	1	0.4 ton/charge	10.5	90.9		
	軽油	1	0.2 "	20.5	13.4		
	B 重油	2	2ton/charge, 2.2ton/h	38.2	27.5	13.4	
	C 重油	2	5~7.3 ton/h	33.7	20.6	4.18	
骨材乾燥炉	A 重油	2	100~130 "	19.9	19.9	0.023	
鋳鉄製造用キュボラ		4	3~10 "			0.0472	
製鋼用電気炉		3	15~50 ton/charge			0.395	
溶接用フラックス製造用		1	2 "			0.363	
製鉄原料焼結炉		1	3000 ton/day			0.597	
硫酸原料焙焼炉		1	360 "			0.0208	
ごみ焼却炉		1	90 "			1.26	Kg/ton charge

以上は，神奈川県公害対策事務局の委託により日本熱エネルギー協会が行なった「固定発生源からの窒素酸化物（NO_x）の排出状態調査報告書」

昭和50年2月による。

(3) 京都市

発生源別、区域別、時間別排出強度分布に関する基礎資料を得て、ある地域で排出される汚染物質の総量を正確に算出するために、当該地域での発生源における排出係数調査を行っている。

資料は、京都市衛生研究所の「固定発生源（溶解炉・加熱炉・焼成炉）からの窒素酸化物排出係数算出調査結果」昭和49年度による。

施設，燃料別排出係数

施設種類		使用燃料	時間あたり KgNO ₂ /hr	燃料あたり			燃量あたり Kg NO ₂ /10 ⁷ Kcal	原料装入量 あたり KgNO ₂ /ton
				Kg NO ₂ /hr	Kg NO ₂ /10 ³ Nm ³	KgNO ₂ /Kl		
溶解炉	キューボラ (鉛精錬)	コークス	0.150	3.00			4.28	0.249
	反射炉 (アルミニウム)	都市ガス	0.019		0.071		0.16	0.039
	帯融室 (ガラス)	B重油	0.257			5.59	5.62	11.2
	粗銅ルツボ炉 (鋼精錬)	A重油	0.112			2.25	2.24	0.075
加熱炉	真 鑄 (熱処理)	A重油	0.071			1.78	1.77	0.053
	真 鑄 (圧延)	"	0.290			2.54	2.52	0.088
焼成炉	亜酸化銅	A重油	0.051			1.75	1.77	0.239

(4) 大阪府

大気汚染に関与する物質の防止対策に資するために、固定発生源における排出状況を把握している。

施設，燃料別排出係数

施 設		使用燃料	対燃料消費量	対燃焼消費量 Kg/10 ⁸ Kcal	対 熱 入 力 Kg/10 ⁸ Kcal熱入力	公 称 能 力
鋼 材 加 熱 延 焼	ウォーキングビーム式 (連)	C 重油+灯油	4.26 Kg/Kt	4.43	4.43	9.0 t/h
	ウォーキングハース式 (連)	A 重油	2.95 "	3.14	—	6.0 "
	上部一帯形 (連)	A 重油	0.376 "	3.83	3.83	5.0 "
鋼 材 熱処理炉	台車形焼鈍所 (バ)	A 重油	1.69 "	3.32	—	—
	フッシャートンネル形焼鈍所 (連)	A 重油	3.50 "	3.72	2.72	1.7 t/h
レ ン ガ 焼 成 炉	トンネル形 (連)	A "	0.609 "	6.47	—	0.42 "
	シャメル形 (バ)	A "	3.23 "	3.44	—	3.0 "
ガ ラ ス 溶 融 炉	ルツボ炉 (バ)	B 重油	2.40 "	2.49	—	0.125*
	" (バ)	都市ガス	0.909Kg/10 ³ Nm ³	2.02	2.02	0.01 "
	" (バ)	"	5.99 "	1.33	—	0.125*
ア ル ミ ニ ウ ム 溶 解 炉	密閉式反射炉	A 重油	0.660 Kg/Kt	7.04	7.04	5.0t/charge
	反 射 炉	B "	2.00 "	20.8	20.8	15.0 "
	密閉式反射炉	A "	0.107 "	11.4	—	1.0 "
	急速連続式	B "	4.91 "	5.12	—	3.5 t/h
	"	B "	1.32 "	1.37	—	6.0 "
め っ き 炉	熔融亜鉛めっき炉	L P G	2.45 Kg/10 ³ Nm ³	8.76	8.76	8.0 "
	"	"	0.996 "	3.56	3.56	20.0 "
乾 燥 炉 (ベニヤ材) (木材) (チップ) (洗剤)	熱風循環式直火形	L P G	5.46 "	1.95	—	5.5 "
	"	"	2.66 "	9.50	9.50	7.0 "
	ジェットドライヤー-外熱形	"	1.75 "	6.26	6.26	6.77 "
	ルルギ式直火形	灯 油	0.657 Kg/Kt	8.87	8.87	7.5 "
ジ ー ゼ ル エ ン ジ ン	8 気 筒	A 重油	6.61 Kg/Kt	7.03	9.95Kg/10 ³ HP	27300H.P
	6 "	"	6.03 "	6.42	1.05	11600 "
	6 "	"	7.77 "	8.27	1.47	8300 "
	6 気筒単動 4 サイクル	"	1.88 "	2.00	3.78	500 "
	"	"	1.79 "	1.91	4.62	1050 "
	"	"	2.24 "	2.39	—	700 "
キ ュ ボ ラ	冷風水冷式		0.0277			3.0 t/h
	内ジャケット水冷式		0.0430			3.0 "
	熱風水冷式		0.129			4.5 "
	冷風水冷式		0.0502			4.5 "

以上は、昭和50年度の環境庁の委託により大阪府が行なった「施設別類型別大気汚染物質発生量原単位調査報告書」昭和51年3月による。

(5) U.S. Environmental Protection Agency

Emission Factors

燃 料 及 び 施 設			排 出 係 数 単 位	排出係数	燃 料 及 び 施 設			排 出 係 数 単 位	排出係数
歴 骨 炭 燃 焼	100×10 ⁶ Btu/h 以上 (公益事業及び大型工業用 ボイラー) 微粉炭燃焼装置 通常形 湿式燃焼炉 乾式 サイクロン		Kg/ton	9	L P G 燃 焼	ガスエンジン用		Kg/10 ⁶ Nm ³	12300~ 117000
				工業用		ブタン	Kg/Kl	1.45	
				加熱炉		プロパン	"	1.35	
				家庭用 および 商業用炉		ブタン	"	0.72~1.2	
					プロパン	"	0.72~1.2		
	10~100×10 ⁶ Btu/h (大型商業用、一般工業用 ボイラー) 散布式ストーカー		Kg/ton	7.5	木材および樹皮をボイ ラーで燃焼			Kg/ton	5
	10×10 ⁶ Btu/h 以下 (商業及び家庭燃焼炉) 散布式ストーカー 手だき燃焼式			塵 芥 焼 却 炉	都市系	多室型、防止対策なし	Kg/ton	1	
			塵芥		沈降室および水噴霧	"	1		
			工業系		多室型	"	1.5		
			商業系		単室型	"	1		
			塵芥		空気制御室	"	5		
			焼突投入式焼却炉		"	1.5			
		同上 (改良形)	"		5				
		家庭用 単室型 焼却炉	点火バーナーなし		"	0.5			
			点火バーナー付		"	1			
			病 理 用		"	1.5			
無 煙 炭 燃 焼	微粉炭燃焼装置 乾式燃焼炉 上込めストーカー 手だき燃焼装置		Kg/ton	9 3 7.5 1.5	自動車車体		防止対策なし	Kg/自動車	0.05
				焼却炉		アフターバーナー付	"	0.01	
				円錐型燃焼 器で焼却		都市系塵芥	Kg/ton	2.5	
石 油 燃 焼	発 電 用		Kg/Kl	12.6	野 外 焼 却	木 材		"	0.5
	工業用及び 商業用	残査油	Kg/Kl	4.8~9.6		都市系塵芥		Kg/ton	3
		留出油	Kg/Kl	"		自動車部品		"	2
	家 庭 用		Kg/Kl	1.5		園芸 廃物		農耕焼き払い 造園塵芥刈り込み	"
天 然 ガ ス 燃 焼	発 電 用		Kg/10 ⁶ Nm ³	6250		木 材		"	1
	工 業 用		"	大3700 小1920 家800 商1600					
	暖 房 用		"						
	ガスタービン用		"	3200					

施 設			排 出 係 数 単 位	排出係数	施 設			排 出 係 数 単 位	排出係数
ガソリン自動車	1960	g/Km	4.1	コークス ロースター	直 火 式	Kg/ton	0.05		
	1965		4.1		間 接 加 熱 式	"	0.05		
	1970		4.12	造粒機に よる	造 粒 機	"	0.45		
	1971		4.02		乾 燥 器 と 冷 却 器	"	1.5		
	1972		3.83	砂糖きび加工業	野 外 焼 き 払 い	Kg/ha焼払い	3.5		
	1973		3.57						
	1974		3.45						
	1975		3.04						
Kg/Kℓに換算する時は、5.3 Km/ℓ 走行すると仮定する									
ディーゼル 機 関	大型トラック及びバス	Kg/Kℓ	44.4	コークス 製造	副産物回 収コーク ス化法	Kg/ton	0.015		
機 関 車	"	9.0	ビーハイブ炉		—	—			
航空機 (LTOサイクル)	ターボファン	ジャンボジェット	Kg/エンジン基	2.72	溶 融	アーク炉	Kg/ton	0.1	
		長 距 離	"	2.27		平 炉	"	0.005	
		中 "	"	3.18	煉瓦製造	ガ ス 焼 成	Kg/tonprod	0.3	
	ターボジェット	"	2.27	油 焼 成		"	0.65		
	ターボプロップ	"	2.27	石 炭 焼 成		"	0.75		
	ターボシャフト	"	0.27	石油精製工業	ボイラー及び装置の加熱炉		Kg/燃料用 Kℓ	8.3	
	ピストン	輸 送 機	"		0.18	Kg/燃料ガス 103m ³	3.7		
		軽 飛 行 機	"		0.09	流 動 接 触 分 解 装 置	Kg/原料送入 量Kℓ	0.180	
	移動床式接触分解装置	"	0.014						
	船 舶	汽 船	航 行 中	Kg/Km	1.13	以上は、U.S.Environmental Protection Agency の大気汚染物質の発生源と排出係数による。			
停 泊 中			Kg/day	90.7					
ディーゼル船		航 行 中	Kg/Km	0.34					
		停 泊 中	Kg/day	22.7					
アジピン酸製造工場			Kg/ton	6					
爆薬製造業	T N T	ニトロ反応器	"	80					
		硝酸濃縮器	"	0.5					
		赤液焼却器	"	3					
	低級爆薬	反応ポット	"	6					
		硫酸濃縮器	"	14.5					
硝酸工場	アンモニア酸化	旧 式 工 場	"	28.5					
		新 式 "	"	1					
	硝酸濃縮器	旧 式 "	"	2.5					
		新 式 "	"	0.1					

以上は、U.S. Environmental Protection Agency の大気汚染物質の発生源と排出係数による。

(6) 環境庁

燃焼施設の種類と規模，燃焼施設における燃焼条件，燃料の種類等によって大気汚染物質の排出状況はかなり変化するものと考えられている。このため，その関係について明らかにし，固定燃焼施設における窒素酸化物，炭化水素，一酸化炭素，ばいじん（固体粒子状物質）の排出係数を得たり，排出量の推定や対策実行のための基本的な考え方を把握しようとしている。

施設，燃料別排出係数

施設種類		使用燃料	炉形式	NO ₂ 換算NO _x 排出係数 (Kg/10 ⁸ Kcal)	備考
発電用ボイラ		C重油		63.5	
		A "		50.7	
		原油		56.5	
		L N G		38.9	
		石炭		128	
		パルプ黒液		53.9	
事業用ボイラ		C重油		56.6	
		B "		40.5	
		A "		25.2	
		灯油		20.7	
		軽油		18.7	
		都市ガス		24.0	
		L P G		32.4	
		L N G		57.6	
ディーゼルエンジン		A重油		43.7	
ガスタービン燃焼器		L N G		96.4	
ガラス工業	ガラス溶融炉	C重油	連続式	251	
		B "	連続式・バッチ式	257	
		A "	"	121	
		軽油	連続式	223	
		都市ガス		134	
	ガラス焼鈍炉	C重油	連続式	45.1	

施 設 種 類			使用燃料	炉 形 式	NO ₂ 換算NO _x 排出係数 (Kg/10 ⁸ Kcal)	備 考
セメント工業	セメント焼成炉		C 重油	乾式，湿式 レボール式	147	
	セメント原料乾燥炉	ス ラ グ	C "	連 続 式	34.1	
			灯 油	"	26.3	
			石 炭	"	32.3	
		粘 土	C 重油	"	54.1	
		石 灰 石	C "	"	64.9	
石灰工業	石灰石煨焼炉		C "	"	27.6	
			石 炭	"	41.9	
ドロマイト工業	ドロマイト焼成炉		C 重油	"	68.6	
レンガ工業	レンガ焼成炉		C "	連続式・バッチ式	60.0	
			A "	"	22.7	
			灯 油	連 続 式	97.5	
陶磁器工業	陶磁器焼成炉		B 重油	トンネルキルン	13.0	
			A "	"	18.2	
			軽 油	"	36.3	
活性炭焼成工業	活性炭焼成炉		A 重油	ロータリーキルン	12.0	
製鉄製鋼	鉄鉱石、ペレット焼成炉		C "	連 続 式	47.5	
	コークス炉	B F G	"	73.1		
		C O G	"	14.0		
	高炉用熱風炉		B F G	"	1.45	
	鋼材圧延用加熱炉	C 重油	"	55.8		
		B "	連続式・バッチ式	56.4		
		A "	"	37.4		
		灯 油	"	17.4		
		軽 油	連 続 式	42.8		
		L P G	バ ッ チ 式	30.6		
		L N G	連続式・バッチ式	14.8		
		C O G	連 続 式	38.7		
	鋼材熱処理炉	C 重油	"	76.1		
		A "	連続式・バッチ式	23.2		
		灯 油	—	26.9		
		L P G	—	27.4		
		都市ガス	連 続 式	38.9		

施 設 種 類		使用燃料	炉 形 式	NO ₂ 換算NO _x 排出係数 (Kg/10 ⁸ Kcal)	備 考	
		C O G	バ ッ チ 式	42.5		
	鉄 鉱 石・焼 結 炉		連 続 式	0.625Kg/ton		
	製 鋼 用 転 炉		L D 式	0.027 "		
	製 鋼 用 電 気 炉		ア ー ク 式	0.195 "		
鉄 鋳 物 工 業	キ ュ ボ ラ		熱 風 冷 水 式 冷 風 水 冷 式	0.141 "		
	鋳 型 乾 燥 炉	B 重 油	バ ッ チ 式	62.8		
		A "	"	14.8		
		灯 油	"	15.9		
アルミニウム精錬工業	アルミナ焼成 炉	C 重 油	連 続 式	89.2		
	アルミニウム電解炉		"	0.217Kg/ton		
チタン精錬業	チタン環元 炉	A 重 油	バ ッ チ 式	0.065 "		
第 二 次 金 属 工 業	アルミニウム	圧延用加熱炉	都 市 ガ ス	連 続 式	13.6	
		溶 解 炉	B 重 油	連続式・バッチ式	57.2	
			C "	バ ッ チ 式	51.2	
			A "	"	25.9	
			灯 油	"	26.9	
			灯 油	"	26.9	
	銅 溶 解 炉	A 重 油	"	29.5		
		灯 油	"	20.9		
		L P G	連 続 式	17.5		
	鉛 溶 解 炉	A 重 油	バ ッ チ 式	32.9		
	亜鉛溶 解 炉	"	"	26.2		
石 油 精 製	石 油 加 熱 炉	C 重 油	アップドラフト イリフロー	34.6		
		B "	イリフロー	78.1		
		灯 油	—	15.1		
		副 生 油	イリフロー	28.4		
		L P G	"	19.8		
		副生ガス	アップドラフト イリフロー	45.4		
硫酸工業	SO ₂ 製 造 炉		連 続 式	0.044Kg/ton		
			"	1.55 "		
硝酸工業	硝酸濃縮施設		"	3.43 "		
ガス製造工業	ガ ス 発 生 炉	L N G	"	25.0		
洗剤工業	洗 剤 乾 燥 炉	灯 油	"	28.4		

施 設 種 類			使用燃料	炉 形 式	NO ₂ 換算NO _x 排出係数 (Kg/108Kcal)	備 考
ア ス フ ア ル ト 業	骨 材 乾 燥 炉		A 重 油	連 続 式	31.1	
			灯 油	"	57.3	
			灯油+A重油	"	26.1	
食 品 工 ・ 薬 品	乾燥炉	植 物 性 タンパク	A 重 油	"	28.3	
	直火炉	麵 類	"	"	21.5	
		ポテトチップ	灯 油	"	22.8	
塗 装 焼 付 炉	塗装焼 付炉	自 動 車 ボ デ ー	A 重 油	"	17.7	
			灯 油	"	15.7	
			都 市 ガ ス	"	5.49	
		冷 蔵 庫	"	"	4.71	
そ の 乾 他 燥 の 炉	木 材		B 重 油	"	59.8	
			L P G	"	22.1	
			灯 油	"	20.1	
	布		灯 油	"	27.3	
廃 処 棄 理 物 業	都市廃棄物焼却炉		厨 分 類		1.05 Kg/ton	
	産業廃棄物焼却炉		紙・木材・ ビニル廃油		8.46 "	

以上は、環境庁大気保全局企画課編「固定燃焼施設における大気汚染物質の排出係数に関する調査報告書」昭和51年7月による。

(7) 千葉県

産業活動において特に制約をうけると予想される諸要素の将来推計を行なうために，産業別に諸要素（土地，水，電力，労働力，ブルーカラー，県際間交通量，公害関連指標）について，原単位を算出している。

NO_x 排出係数としては，公害関連指標として調査されているが，その数値は産業別に求めた石炭，重油，軽油，灯油消費量から，それに発生係数を乗ずることにより，産業別 NO_x 発生量を求め原単位を算出している。

燃 料	使用区分	NO ₂ 排出量 (Kg/t)
石 炭	家庭・商業	3.6
	一般工業	9.1
	発 電	9.1
石 油	家庭・商業	1.6 ~ 1.8
	一般工業	9.6
	発 電	13.9

上記の NO₂ 排出量は U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION, AND WELFARE (年度不明) を使用している。

又以上は，千葉県企画部の「制約要素原単位調査結果」昭和49年2月による。

燃料別排出係数一覧 (その1)

燃料種類	排出係数単位	東京都	神奈川県	京都	大阪	E . P . A	環境庁
石 炭	Kg/ton	995 (発 電)				9 } (発 電) 15 } 熱入力 27.5 } $25 \times 10^6 \text{Kcal/h}$ 以上 7.5 (産 電) $25 \times 25 \times 10^6$ 3 } (家 用) 1.5 } $25 \times 10^6 \text{Kcal/h}$ 以下	8.52 (発 電) 2.10 (セ 乾) 2.72 (石灰石煅焼炉)
重 油	Kg/Kt	4.80 (発 電) 4.15 } 2.55 } (産 電) 2.50 } 11.5 (平 炉) 1.00 } (反 射 炉) 1.45 } 3.25 (アルミ精錬) 4.40 } (金 属 加 熱 炉) 3.45 } 15.0 } (ガラス溶解炉) 3.20 } 0.895 (乾燥炉) 単平均 5.3	2.43 (A) } 4.94 (C) } (ボイラ) 3.77 (A) } (加熱炉) 2.70 (A) } (昇温炉) 2.00 (A) } (直火炉) 1.36 (A) } (乾燥炉) 6.11 (B) 4.72 (C) } (焼成炉) 3.73 (B) } (ガラス溶解炉) 3.29 (C) 1.84 (A) } (骨材乾燥) 重油の種類別 2.35 (A) 1.42 (C) 2.17 (B)	5.59 (B) } 2.25 (A) } (溶解炉) 1.78 (A) } (加熱炉) 2.54 (A) } 1.75 (A) } (焼成炉) 種別	2.95 (A) } (加熱炉) 0.376 (A) } 1.69 (A) } (熱処理炉) 3.50 (A) } 0.609 (A) } レンガ 3.23 (A) } (焼成炉) ガラス 2.40 (B) } (溶融炉) 0.660 (A) 2.00 (B) } アルミ 0.107 (A) } (溶解炉) 4.91 (B) 1.32 (B) 6.61 (A) 6.03 * 7.73 * } (ジーゼル エンジン) 1.88 * 1.79 * 2.24 * 19.7 (A) 5.6 (B)	12.6 (発 電) 4.8 9.6 (産・商用電) 9.0	6.20 (C) } (発 電) 4.68 (A) } 5.53 (C) } 3.96 (B) } (事 業) 2.33 (A) 4.04 (A) } (ジーゼルエンジン) 2.45 (C) } 2.51 (B) } (ガラス溶解炉) 11.2 (A) 4.41 (C) } (ガラス焼鈍炉) 1.44 (C) } (セメント焼成炉) 3.33 (C) } 5.29 (C) } (セ 乾) 6.34 (C) 6.70 (C) } (トーマイト焼成炉) 5.86 (C) } (レンガ焼成炉) 2.10 (A) } 1.27 (B) } (陶磁器焼成炉) 1.68 (A) 0.111 (A) 4.64 (C) 5.45 (C) } (圧延加熱炉) 5.51 (B) 3.46 (A) 7.43 (C) 2.14 (A) } (熱処理炉)

燃料別排出係数一覧 (その2)

燃料種類	排出係数単位	東京都	神奈川県	京都府	大阪府	E . P . A	環境庁
重油	Kg/Kl						614 (B) } 1.37 (A) } (鋳型乾燥炉) 8.71 (C) } (アルミ焼成炉) 0.065(A) (環元炉)Kg/ton 5.59 (B) } 5.00 (C) } (アルミ溶解炉) 2.39 (A) } 2.75 (A) (銅溶解炉) 3.04 (A) 鉛 2.42 (A) 亜鉛 } (溶解炉) 3.38 (C) } (石油加熱炉) 7.63 (B) } 2.87 (A) (骨材乾燥炉) 2.61 (A) (乾燥炉) 1.99 (A) (直火炉) 1.64 (A) (焼付炉) 5.84 (B) (木材乾燥炉) 7.3 (C) 9.1(B) 5.7 (A)
軽油	Kg/Kl		3.36 (焼成炉) 1.87 (溶解炉)				1.70 (事ボ) 20.3 (ガラス溶解炉) 3.31 (陶磁器焼成炉) 3.90 (圧延加熱炉)
灯油	Kg/Kl	2.25 (乾燥炉)	2.00 (直火炉) 1.71 (乾燥炉)		0.657 (乾燥炉)	1.5 (家庭用) 7.2 (産業用) Kg/Kl	1.81 (事ボ) 2.30 (セ乾) 8.53 (レンガ焼成炉) 1.52 (圧延加熱炉) 2.35 (熱処理炉) 1.39 (鋳型乾燥炉) 2.35 (アルミ溶解炉) 1.83 (銅) 1.32 (石油加熱炉) 2.49 (洗剤乾燥炉)

燃料別排出係数一覧 (その3)

燃料種類	排出係数単位	東京都	神奈川県	京都府	大阪府	E . P . A	環境庁
灯油							4.01 (骨材乾燥炉) 2.00 (直火炉) 1.37 (焼付炉) 1.76 (木材乾燥炉) 2.39 (布・) 単平: 2.56
ガス	都市ガス Kg/10 ³ Nm ³ LNG LPG Kg/ton		4.60 (都ガ)(溶解炉)	0.071 (都ガ)(反射炉)	0.909 } (都ガ)(溶融炉) 5.99 } 1.25 } (LPG)(めっき炉) 0.51 } 2.78 } 1.35 } (LPG)(乾燥炉) 0.89 }	6.25 (発電) 3.70 } (産) 天然ガス 1.92 } Kg/10 ³ Nm ³ 1.60 (商) 0.80 (家) 1.45 (産) } 1.2 (商) } プタンKg/Kt 0.72 (家) } 1.35 (産) } 1.2 (商) } プロパン 0.72 (家) } Kg/Kt	4.30 (LPG)(発ボ) 1.05 (都ガ) 3.58 (LNG)(事ボ) 6.36 (LNG) } 10.7 (LNG)(ガスターロン) 5.88 (都ガ)(ガラス溶融炉) 3.38 (LPG) } (圧延加熱炉) 1.64 (LNG) } 3.03 (LPG) (熱処理炉) 0.17 (都ガ) 0.60 (都ガ)(アルミ圧延加熱炉) 1.93 (LPG)(銅溶解炉) 2.19 (LPG)(石油加熱炉) 2.76 (LNG)(ガス発生炉) 0.24 (都ガ) } (焼付炉) 0.21 (・) } 2.44 (LPG)(木材乾燥炉) 単純平均 LNG: 5.14 都ガ: 1.35 LPG: 2.75
原油	Kg/Kt	3.35 (発電用)					5.22 (発ボ)
コークス		1.10 } (溶鉄炉) 0.26 } 1.20 (鉛溶解) Kg/ton		3.00 (溶解炉) Kg/ton			

燃料別排出係数一覧（その4）

燃料種類	排出係数単位	東京都	神奈川県	京都	大阪	E、P、A	環境庁
ゴミ	Kg/ton	0.990(大) 1.00(中) 1.50(小) } (都市ゴミ) (紙)	1.26Kg/ton charge			1.0 (都市ゴミ) 1.5 (多) 1.0 (単) 5.0 (空制) } (商・工業系 ゴミ)	1.05 (都市ゴミ) 8.46 (産業廃棄物)
揮発油 (ガソリン)	Kg/Kl				阪神道路公団 約10Kg/Kl (1800cc 50年規制車	16.1Kg/Kl ('75年型の車 燃費5.3Km/l	

単位の換算

単位燃焼発熱量あたりの窒素酸化物排出量($\text{Kg}/10^8\text{Kcal}$)で算出してある排出係数は、単位を単位燃料あたりの排出量(Kg/ton , $\text{Kg}/10^3\text{Nm}^3$, Kg/Kl)に統一させるために、以下の様に換算した。

(1) 石炭

石炭の燃焼発熱量は、 $5000\sim8000\text{Kcal}/\text{Kg fuel}$ であるので単純平均をとって、 $6500\text{Kcal}/\text{Kg fuel}$ とする。

従って、換算する場合は、発熱量あたりで算出してある排出係数に燃焼発熱量を乗ずればよい。

(2) 油類

燃焼発熱量は、A重油 $10833\text{Kcal}/\text{Kg fuel}$ 、B、C重油 $10500\text{Kcal}/\text{Kg fuel}$ 、灯油 $11068\text{Kcal}/\text{Kg fuel}$ 、軽油 $10921\text{Kcal}/\text{Kg fuel}$ である。まず重量で出ている発熱量を体積になおすため各々、 $0.853\text{Kg}/\text{l}$, $0.930\text{Kg}/\text{l}$, $0.791\text{Kg}/\text{l}$, $0.834\text{Kg}/\text{l}$ を乗ずる。

従って上記の乗じた結果を、燃焼発熱量あたりで算出している排出係数に乗ずれば、単位燃料あたりの排出係数に換算される。

A 重油	$0.0924 \times 10^8 \text{Kcal}/\text{Kl}$
B, C "	0.0977×10^8 "
灯油	0.0875×10^8 "
軽油	0.0911×10^8 "

又、原油はA重油と同様の換算とした。

(3) ガス類

燃焼発熱量は、LPG(プロパン) $11050\text{Kcal}/\text{Kg}$ 、都市ガス $4393\text{Kcal}/\text{Nm}^3$ である。従って、発熱量あたりの排出係数にこの値を乗ずれば換算できる。

まとめ

(1) 東京都

特に係数の大きな施設と燃料は、発電用ボイラの石炭、平炉の重油、黄銅溶解反射炉の

重油，ガラス溶解タンク炉の重油などである。

(2) 神奈川県

特に大きな係数となっているのは，東京都でも出ているガラス溶解炉である。

(3) 京都市

値自体は大きくはないが，調べた中ではやはりガラス溶解炉が一番である。

(4) 大阪府

特に大きな係数をもつ施設は，アルミニウム溶解炉，ジーゼルエンジンで，あとはガラス溶解炉，乾燥炉などがある。

(5) U.S. Environ. Pro. Agency.

瀝青炭を燃料とする微粉炭燃焼装置のボイラー，無煙炭を燃料とする手だき燃焼装置，発電用の石油，ガスエンジン用のLNG，ディーゼル機関，TNT火薬のニトロ反応器，硫酸濃縮器，硝酸工場のアンモニア酸化などが大きな排出係数をもつものである。

(6) 環境庁

発電用ボイラの石炭，ジーゼルエンジンのA重油，ガラス溶解炉（燃料に関係なく），セメント・レンガ陶磁器焼成炉，などである。

集まった資料を比較すると，その地域の工場施設の特徴が出ていて，なかなか同種施設のもの进行比较できない。又，同種施設の資料があっても，調査した地区の施設の平均的規模の違いがあり，一概には比較できないが一応単位燃料当りの窒素酸化物の排出量で統一したので簡単に考察してみた。

まず，集まった6つの資料の中で，同種施設の係数の多くあるものから比較してみる。発電用ボイラでは，東京都と環境庁の値は石油使用のものは $3.55 \text{ Kg NO}_2/\text{Kl}$ ～ 6.20 Kg

NO_2/Kl でだいたい同じ位の値であるが、E.P.A の値はその倍位の値となっている。石炭使用のものは三者ともほぼ同じ位であるが、E.P.A のサイクロン燃焼炉は、飛抜けて大きい。産業用ボイラも発電用ボイラと似た傾向である。ただし使用燃料に石炭はない、又、ガスを燃料とするボイラの方が油を燃料とするものより排出係数は大きくなっている。

ガラス工業においては特にガラス熔融炉で油類を燃料とする炉が大きな係数となっており、神奈川、環境庁で $1.12 \sim 3.73 \text{ Kg NO}_2/\text{Kl}$ で、東京、京都、大阪の $2.40 \sim 15.0 \text{ Kg NO}_2/\text{Kl}$ と異なり大きな値となっている。全体を見ても神奈川、環境庁の値はジーゼルエンジンのそれに次ぐ大きさの値である。又、同じ熔融炉でも都市ガスを燃料としているのは、 $\text{約 } 5 \text{ Kg NO}_2/10^3 \text{ Nm}^3$ 前後に落ちついている。

鋼材圧延用加熱炉の場合は、 $\text{約 } 1$ 一定した値で、燃料等にはあまり関係が無い様子である。ジーゼルエンジンの場合は、一覧表の中で最も大きな値で大阪、環境庁、E.P.A の三つとも同じ程度の値となっている。

廃棄物処理業の焼却炉の排出係数は、東京、神奈川、環境庁、E.P.A の値とも $1 \sim 1.5 \text{ Kg NO}_2/\text{Ton}$ 位であるが、産業廃棄物の焼却の場合には多少大きめの値となっている。

前述以外の施設については、他の調査での排出係数が出ていなかったりする為に、比較ができない。比較的係数の大きな施設をあけてみると、セメント焼成炉、レンガ焼成炉、陶磁器焼成炉、銅溶解炉、などである。こうしてみると、ただ排出係数の大小ということだけをとると、熔融炉とか焼成炉などの炉が大きな排出係数をもっているようである。

燃料別にみると、油類ではB重油が最も係数が大きく、次がC重油又は軽油、A重油、灯油の順になっている。ただし、A重油でもジーゼルエンジンに使われるものは平均的に大きく、それだけの平均はC重油の係数よりも大きくなる。ガス類では、LNGが一番大きく次いでLPG、都市ガスの順になっている。燃料の違うもの同志では係数の単位が違うので簡単に比較はできないが、数字だけを比べる限りでは、B重油と石炭が大きく、次いでC重油、軽油で、あとA重油、LNG、原油が同じ位で、小さいものとしてコークス、灯油、LPG、都市ガスがある。

以上のことは、施設の規模、生産高、燃料の使用状況などによって大きく変わってくるので、あくまでも目安である。より正確に知ろうとするならば施設数、規模、生産高、燃料使用量などを重みにして各々の係数を直さなければならないし、代表となりうる施設を

選択してできるかぎり実測をしなければならないと思う。