

1. 浮遊粒子状物質及び有害大気汚染物質対策の導入における意志決定のための調査研究

担当機関 厚生労働省 国立保健医療科学院 生活環境部 渡辺 征夫
重点強化事項 大気環境 研究期間 平成 13 年度～平成 15 年度
研究予算総額 55,647 千円

1. 日本における浮遊粒子状物質規制における費用－便益分析及びリスク－便益分析

研究の目的と背景

これまで、わが国では環境基準等における規制を行うにあたって、費用－便益分析はほとんど行われてこなかった。本研究では、EPA で行われている方式を参考に、わが国で入手できるデータを用いて、過去の浮遊粒子状物質規制の費用－便益分析、将来の規制におけるリスク－便益分析を試みた。

研究の成果

これまで粒子状物質に関しては、国の環境基準を達成するために、様々な施策が行われてきたが、その効果を評価するための費用－便益分析を東京都を例として行った。さらにその結果を参考として、将来さらに政府が規制を行うにあたってのリスク－便益分析を日本全国のデータを用いて推計し、今後の規制のための効果的手法について展望を行った。

まず、東京都 23 区における過去 10 年間の粒子状物質のこれまでの規制の費用－便益分析をおこなったところ粒子状物質の規制費用の範囲は、98,000 万米ドルから 12 億米ドルの範囲となった。一方、健康被害の減少や防止、生産性の向上等による便益は 360 億米ドルと評価された。以上から、便益－費用の比は 29：1 となり、東京の過去の粒子状物質規制政策は全体として経済的に非常に効率的であったと言え、より厳しい規制やより広範囲の規制を行うことを正当化した。しかし、粒径 2.5 μ m 以下の微粒子 (PM2.5) の健康影響が近年、注目されていることを考えると、環境基準もしくは微粒子が人間の健康リスクに大きく影響するかもしれないかをはっきりさせる監視ネットワークが必要となることが予測された。

次にわが国の将来における粒子状物質規制についてのリスク－便益分析を行った。将来の分析については、わが国において新しい PM 規制が行われない場合に (粒子状濃度が現在と同じ濃度で続いたと仮定)、潜在的な健康リスクと生産性の損失を評価し (健康リスク)、同時に避けることができる費用 (見込まれる便益) を評価し、両者を比較することによって、さらに規制を行うことが正当化できるかを評価した。

PM が 10% 減少すると想定したとき、最も確からしい 2010 年に避けることの出来る早死と疾病は以下のように試算された。1 年の間に、(1) 30 才以上の大人 (95,820,200 人) の長期的な死亡が 8,700 人、(2) 30 才以上の大人の慢性気管支炎が 12,000 回、(3) 65 才以上の大人 (33,949,500 人) の心疾患が 24,000 回、(4) 65 才以上の大人の肺炎が 10,000 回、(5) 喘息患者 (175,230 人) における喘息の発作が 18,000 回、(6) 8 才から 12 才の子供 (5,746,000 人) の急性気管支炎が 12,000 回、避けることができると試算された。医療費用と生産性の損失の合計は、560 億ドルであった。これらの結果は、いくつかの不確定要素の存在を考慮すると、過大評価をしているより、むしろ過小評価していると思われる。一方 2010 年の PM 汚染規制を避けることで見込まれる便益は、(1) 固定発生源規制については 270 億ドル、(2) ディーゼル車規制については 21～33 億ドル、(3) 公務員の給与については 4100 万ドル、(4) 政府の補助金については 4.7 億ドル、(5) 東京都のディーゼル車規制については 5.1 億ドルであり、総費用は 310 億ドルとなった。

以上より便益と費用を比較すると、便益：費用の比は 1.8：1 となった。以上により、さらに厳しい規制を効果的に行うことは、有効であることが正当化された。

将来的に、新たに約 1% の排出源が規制されれば、粒子状物質の濃度は 1% 以上減少するであろう。今後、日本における PM10 削減対策として、移動発生源に注目すべきである。低コストのオプションと

しては、舗装されていない汚い道路の散水もしくは舗装、舗装された道路の真空掃除が挙げられる。中コストのオプションとしては、異なるロードプライシング、後付け DPF 装置、ディーゼル燃料の改良が考えられる。高コストのオプションとしては、洗浄装置やバグハウス、電気集塵装置などのいまだ規制されていない固定発生源の規制が考えられる。

近年、粒径が $2.5 \mu\text{m}$ 以下の粒子状物質である PM2.5 の健康影響が注目されていることを考慮すると、PM2.5 について環境基準が設定されるか、本当に微粒子が健康に重大な悪影響を与えうるかを確かめるためのモニターの設置が必要とされるだろう。

研究のまとめ

東京都の過去 10 年間の粒子状物質規制についての費用－便益分析では、便益が大きく費用を上回り、効率的な規制が行われてきたことが確認された。しかし、現実には規制効果はまだ不十分であるため、将来の規制がリスク－便益分析から正当化されるかを分析した。その結果費用と便益を比較すると、未だ便益の方が大きくなることが確認され、今後さらに厳しい規制を行っていくことが正当化された。

II. 一般市民の大気中発がん物質による発がんの「許容リスクレベル」についての調査研究

研究の背景と目的

平成 8 年 4 月の大気汚染防止法の改正に伴い、有害大気汚染物質対策が新たに盛り込まれ、該当する可能性のある物質 234 物質及び、優先取り組み物質 22 物質が位置づけられている。これらの物質については環境基準等の設定が必要となっており、そのための健康影響等の評価作業を実施しているところである。環境基準の設定にあたっては、平成 8 年 10 月の中央環境審議会において、いき値のない発がん物質については生涯リスクレベルをもとに設定することが妥当との答申がなされており、今後の優先取り組み物質などについて健康影響等の評価作業を実施して行くにあたり、妥当な生涯リスクレベルについても検討していく必要がある。

このため、本調査では有害大気汚染物質による発がんの生涯リスクレベルに関する考え方やその数値に関する、現在の一般国民の認識についての客観的な調査を実施し、今後の環境基準等の設定のための検討に資することを目的とする。

研究の成果

A 東京都 50km 圏内在住者を対象とした調査

平成 13 年（2001 年）9 月に東京都 50km 圏内在住者から層化 2 段無作為抽出した 20 歳以上 60 歳未満の男女 2000 人を調査対象として行った面接調査の結果、以下のような結果が得られた。

- 1) 回答者全体の 9 割が環境問題に関心があると回答し、約 9 割の人が環境問題に関する報道を見たり読んだりすると答えており、環境問題に対する関心は全体的に高いものと思われる。
- 2) 大気中の発がん性化学物質では、8 割が本人や家族に対して危険があると回答し、9 割が日本社会全体に危険があると回答した。また、ダイオキシンについては 5 割以上の人が本人と家族及び日本の社会全体に対して「非常に危険がある」と回答した。
- 3) 大気中の発がん性化学物質の許容リスクレベルは、生涯リスクに換算して 10^{-4} 以下でなければならないと回答した人が最も多かった。
- 4) 環境問題について信用できる情報源として最も多く選ばれたのは国際機関による発表で、次いで大学や研究機関の専門家による発表であった。また、最も信用できない情報としては、テレビ局独自の調査による情報であり、次いで政府／省庁による発表であった。
- 5) 「化学物質」という言葉から、多くの回答者は「公害・環境破壊」に関連した言葉を想起し、また、想起した言葉のイメージは、非常に否定的なものであることが明らかになった。一般の人々は、化学物質を社会にとって危険をもたらす有害なものである、と認知しているといえる。

- 6) 化学物質を避けるための行動の中では、「ごみの分別をしたり、牛乳パック、ペットボトル、古紙回収などのリサイクルへ協力する」が最も実行頻度が高く、逆に最も実行頻度が低いのは「無農薬や減農薬の野菜を買う」であることが分かった。化学物質を避けるための行動を実行するか否かには、化学物質を避けられるだけではなく、それ以外に行動を起こさせる何らかの要因が存在するかどうか、重要であることが示唆された。
- 7) 化学物質に対するイメージ量と化学物質回避行動との関連性は、あまり強くないことが分かった。今後はイメージの豊かさを想起した言葉数だけではなく、想起した言葉と「化学物質」の結び付きの強度なども指標として、調査を行う必要があるものと思われる。
- 8) リスク許容度の判断について、意思決定についてのリンケージ・モデル (LM) にもとづいた分析を行った結果、直接型は女性や身近にがんになった人がいる者に比較的に多く見受けられ、リスク判断において社会全体の危険よりも自分や家族の危険により強く反応していることがうかがわれた。このことは、直接型の者は自分の身近な危険を避けたいと強く動機づけられており、そのことから自由連想において、形容詞というより感情に近い表現が意識にのぼりやすくなっているのではないかと考えられる。間接型は高学歴者に比較的に多く見受けられたが、直接型と比較すれば、より社会全体を考慮したリスク判断をしているのではないかと推察される。
- 9) 15 のリスク項目に関する分析と、異なる質問方法による、回答者のリスク項目への反応の仕方の違いについて解析した。その結果 3 相データは MTMM 行列に対して Widaman 型の SEM モデルと高次因子モデルによる構造化によって分かりやすく説明されることが分かった。質問方法の違いの特徴もリスク因子や質問方法因子の係数の違いとして捉えられる。リスク認知構造の分析において有効な試みと考えられる。

B. 東京都 23 区在住者を対象とした面接調査および郵送調査の結果の比較について

平成 15 年（2003 年）4 月 -5 月に東京都 23 区内在住者から層化 2 段無作為抽出した 20 歳以上 60 歳未満の男女を調査対象として、同一の内容の調査について面接調査と郵送調査の 2 通りの方法で行い、調査手法による結果の違いを検討した。

- 1) 郵送法においては、回収率が非常に低かった。また、最終学歴が理科系の大学・大学院であった人の占める割合が面接法に比較して若干多かった他、自分自身か家族にがんにかかった人がいると回答している人が多く、面接法と比較すると、より関心の度合いが高い人が回答している場合が多い可能性があるものと思われた。
- 2) 全体に郵送法の回答者は、意見、行動などへの賛否についても、「強く反対」や「強く賛成」の回答の比率が面接法の回答者に比して高い傾向がみられ、はっきりとした意見を持つ人が多く、また、面接法の回答者と比較すると、快適な生活や経済の増強のためのリスクは受け入れたくないとの回答や、リスク管理者側への不信が比較的強いと考えられる回答が多くなっていた (FigII-1)。
- 3) 大気中の発がん性化学物質の許容リスクレベルは両調査法の回答者ともに、生涯リスクに換算して 10^{-4} 以下でなければならぬと回答した人が最も多かった。ただし郵送法においては、無回答が 2 割程度あり、郵送調査自体の回答率が低いことを考えあわせると、郵送調査では回答を得ることが難しい質問であるものと思われた。

C. 全国調査

平成 15 年（2003 年）4 月 -5 月に全国から層化 2 段無作為抽出した 20 歳以上 60 歳未満の男女 5000 人を調査対象として行った面接調査の結果、以下のような結果が得られた。

- 1) 環境問題に対する関心の程度では、回答者全体の約 8 割が関心があると回答した。また、環境問題に関する報道の視聴・閲覧の程度においても全体の 85% の人が、見たり読んだりすると答えており、環境問題に対する関心は全体的に高いものと思われる。ただし、1999 年の同様の調査と比較すると、関心の程度、視聴・閲覧の程度とも、やや低くなっていた。

- 2) 原子力発電所, 電磁波, 大気中の発がん性化学物質, 喫煙, 核廃棄物, エイズ, 麻薬, 火力発電所, 無差別テロ, オゾン層破壊, ダイオキシン, 大地震, 地球温暖化, 交通事故, 環境ホルモンの 15 のリスク項目のうち, 核廃棄物が回答者本人あるいはその家族に, また無差別テロが日本社会全体に対して最も危険が大きいと考えられていた。
- 3) 大気中の発がん性化学物質は, 約 8 割が本人や家族に対して危険があると回答し, 約 9 割が日本社会全体に危険があると回答しており, 個人にとって, ある程度は危険があると思われていることが明らかになった。一方, 個人的に有効な対策を取ることは, ほとんどできないと認知されていた。大気中の発がん性化学物質に対しては, 危険はあるが, 個人レベルでは, 有効な対策を取ることは出来ないと認知されているため, 行政による規制に対する期待が, 今後, 強まるものと考えられる。
- 4) 個人及び社会に対するリスクの評価を 1999 年の調査と比較すると, 1999 年は提示した項目全てにおいて社会に対する評価が個人に対するよりも高かったが, 2003 年の調査においては「喫煙」, 「交通事故」という, いわば voluntary なリスクといえる項目に対しては, 社会よりも個人に対して高いリスク評価をしていることが明らかになった。日本人のリスク観が変化していることが伺われた (FigII-2)。
- 5) 化学物質を避けるための行動の中では, 「ごみの分別をしたり, 牛乳パック, ペットボトル, 古紙回収などのリサイクルへ協力する」が最も実行頻度が高く, 逆に最も実行頻度が低いのは「環境ボランティア団体, 環境 NGO・NPO などの活動に参加する」であることが分かった。また, 化学物質に対するリスク認知や対策可能性の認知と, 化学物質回避行動との関連性は, かなり弱いことが明らかになった。化学物質を避けるための行動を実行するか否かには, 化学物質を避けられるだけでなく, それ以外に行動を起こさせる何らかの要因が存在するかどうか, 重要であることが示唆された。
- 6) 大気中の発がん性化学物質の許容リスクレベルは生涯リスクに換算して 10^{-4} 以下でなければならないと回答した人が最も多かった (FigII-3)。
- 7) ゼロリスクを求めた人について, その要因を検討するために, 性別や年齢などの属性や環境問題や化学物質回避の行動に関する関心の程度及び熱心さ, 視聴の程度, 様々な行動や意見についての賛否等との関連について多方面から検討を行ったが, ゼロリスクを求めた人に特徴づける項目や関連などは認められなかった。今後は調査項目を増やし, さらに検討を行うことが必要であると思われる。
- 8) 環境問題について信用できる情報源として最も多く選ばれたのは大学や研究機関の専門家による発表で, 次いで国際機関による発表であった。また, 最も信用できない情報としては, 政府/省庁による発表であり, 次いでテレビ局独自の調査による情報であった。

研究のまとめ

本研究では, 一般市民の環境問題等の認識を明らかにすることと, その調査手法についての検討を目的とした調査を行った。

調査手法については, 郵送調査は面接調査と比して回収率が低く, 回答にやや偏りが見られるなどの結果を得た。同調査の手法としては面接調査が望ましいものと思われた。また調査結果については, 東京都 50km 圏内在住者を対象にした調査および全国調査において, 大気中の発がん性化学物質の許容リスクレベルは生涯リスクに換算して 10^{-4} 以下でなければならないと回答した人が最も多いとの結果を得た。現在, 日本においては大気中の発がん性化学物質 1 物質についての生涯の許容発がんリスクレベルを 10^{-5} を当面の目標として環境基準を設定しているが, 大気中の発がん性化学物質全体については 10^{-4} 以下とするとの意見もあり, 本調査の結果から考えると, 現在採用されている発がんリスクレベルは一般市民の意識からはそれほど乖離していないように思われた。一方, 市民のリスク認知については, 1999 年と 2003 年の間に変化が認められており, 日本人のリスク観の変化によっては許容リスクレベルに変化が現れる可能性もある。今後これらの変化と併せて, 引き続き検討を行う必要があると思われる。また, 政府・省庁などのリスク管理者への不信は依然根強い。行政と一般市民との円滑なリスクコミュニケーションを考えると, コミュニケーションに参加する集団の特徴と, そのリスク認知のありようについて把握す

ることが重要な課題となってくる。一般市民のリスク認知を規定している要因が何であるか、引き続き、調査を行っていく必要があるだろう。

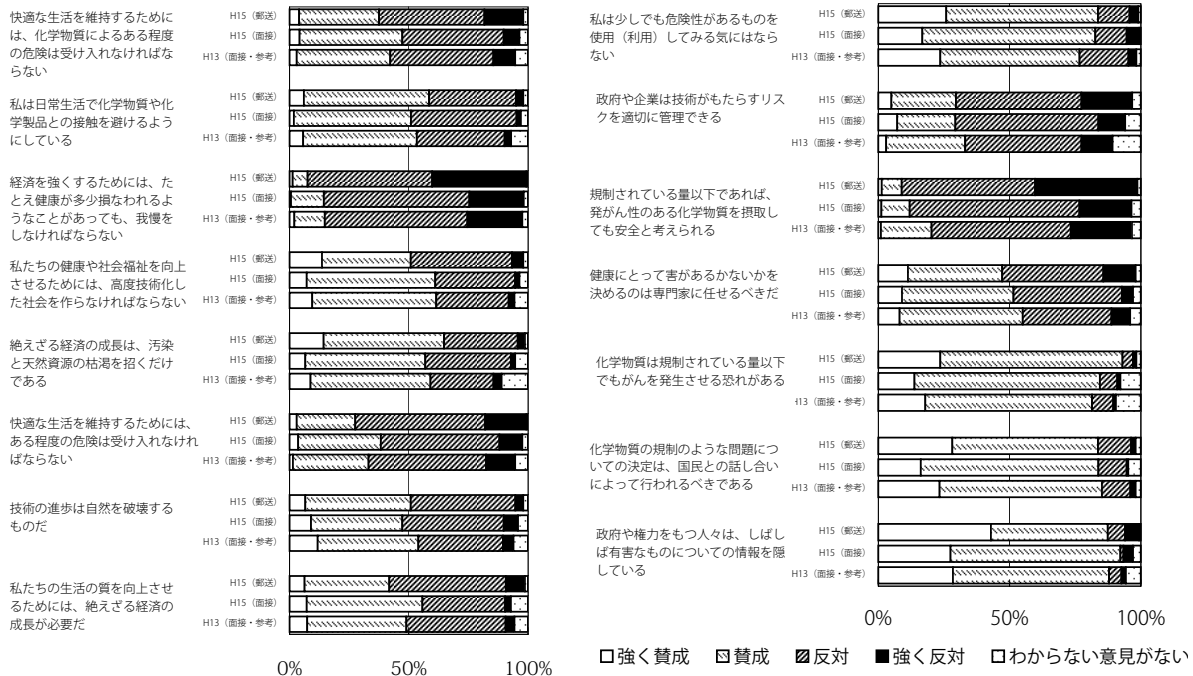


Fig. II -1. 意見や行動についての賛否

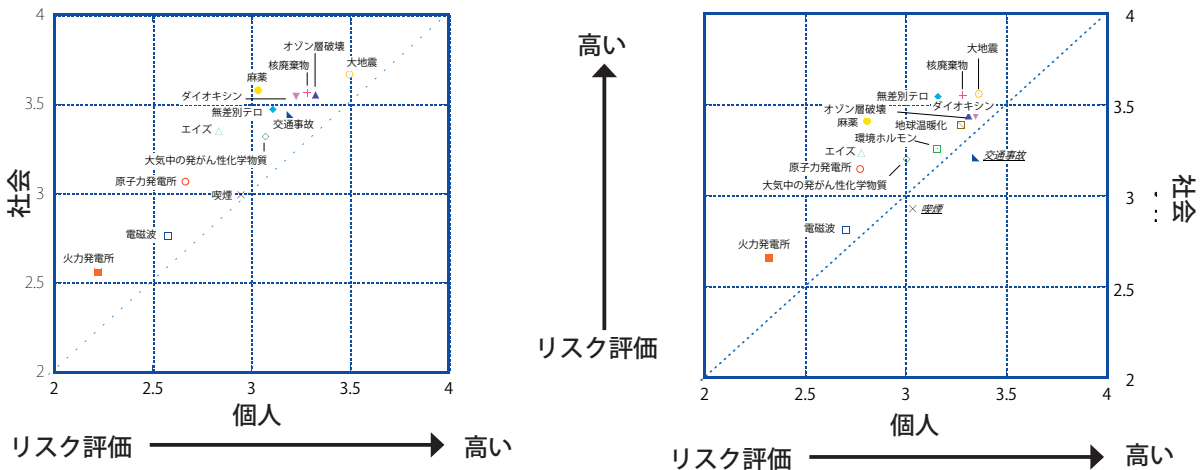


Fig. II -2. 1999年から2003年の社会・個人に対するリスク評価の変化

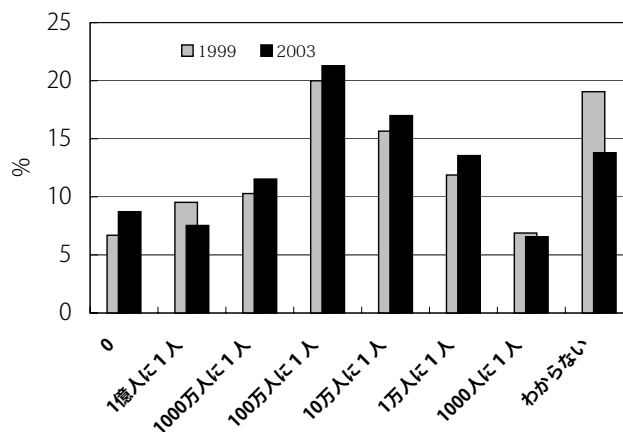


Fig. II -3. 1999年及び2003年の調査対象者の年間許容リスクレベル

研究発表

発表題名	掲載法 / 学会等	発表年月	発表者
Feasibility of cost benefit analysis for particulate matter air pollution control in Japan	The International Journal of Environmental Studies Section B Environmental Studies (accepted)		Voorhees, A.S.
Benefit Analysis of Particulate Matter Control Programs -- A Case Study of Tokyo	Journal of Risk Research (submitted)		Voorhees, A.S.
Cost Analysis of Particulate Matter Control Programs -- A Case Study of Tokyo,	Journal of Risk Research (submitted)		Voorhees, A.S.
Particulate Matter Air Pollution Control Programs in Japan -- An Analysis of Cost Savings in the Absence of Future Remediation	Journal of Risk Research (Japan Edition) (preparing)		Voorhees, A.S.
Particulate Matter Air Pollution Control Programs in Japan -- An Analysis of Health Risks in the Absence of Future Remediation	Journal of Risk Research (Japan Edition) (preparing)		Voorhees, A.S.
大気中の有害化学物質に対する一般市民のリスク許容度調査 1 - 調査の概要 -	日本リスク研究学会 第 14 回研究発表会	H13.11	村山, 内山, 広瀬, 中畝, 石塚, 土田
大気中の有害化学物質に対する一般市民のリスク許容度調査 2 - リンケージモデルの適用	日本リスク研究学会 第 14 回研究発表会	H13.11	土田, 石塚, 中畝, 内山, 広瀬, 村山
大気中の有害化学物質に対する一般市民のリスク許容度調査 3 - MTMM 行列による分析	日本リスク研究学会 第 14 回研究発表会	H13.11	石塚, 内山, 広瀬, 土田, 村山, 中畝
大気中の化学物質に関する一般市民のリスク認知について (1) - 調査の概要 -	日本リスク研究学会 第 16 回研究発表会	H15.11	村山, 内山, 中畝, 石塚
大気中の化学物質に関する一般市民のリスク認知について (2)	日本リスク研究学会 第 16 回研究発表会	H15.11	中畝, 村山, 石塚, 内山