

1993年4月1日発行

江戸川大学紀要『情報と社会』第3号 抜刷

住民意識における大気汚染の評価

——アンケート調査結果を用いた質的応答モデルによる分析——

山 口 誠・遠 藤 弘太郎

住民意識における大気汚染の評価

——アンケート調査結果を用いた質的応答モデルによる分析——

山口 誠・遠藤 弘太郎

1. はじめに

本研究は、大気汚染対策のインパクトが社会経済へ及ぼす影響を総合的に評価するための調査の一部である。具体的には、窒素酸化物の削減によって住民が直接的に受ける利益を貨幣尺度で把握することを検討するものである。

大気汚染物質の主なものは硫黄酸化物と一酸化炭素および窒素酸化物である。最近ではSPM(浮遊性粒子状物質)も汚染源として注目されている。これらの大気汚染物質のうち、東京圏(なかでも東京都)では、窒素酸化物による大気の汚染が深刻な問題となっている。特に、移動公害源である自動車の排気ガス中の窒素酸化物を削減するための対策が焦眉の懸案事項であり、各種の対策が検討され、一部は実施されているが、それほど効果は上がっていない。かけ声だけでなく実効のある対策を検討しなくてはならない。また、自動車公害には他にも騒音、振動、交通混雑による危険などの側面がある。しかし、自動車は現代の都市生活に重要な役割を果たしているので多方面に渡り複雑な関係を持っている。大都市システム全体のなかで総合的(一般均衡的)な対策を考える必要があるのである。

行政主体が行う各種対策の社会経済への影響は、市場を経由して①当該自立経済圏全体に及ぶ影響、②対策対象である小地域に対する影響、および、③個別経済主体が受ける非市場的な直接の影響を総合して検討する必要がある。このうち、①については東京圏モデル(19)で、②は東京都12分割モデル(20)で基本的な分析を行った。ここでは、

③に関して、家計の選択行動に基づく直接効果を貨幣尺度で評価するための方法と、アンケートによる住民意識調査を用いた計測結果を報告する。なお、本研究は東京都環境保全局の委託による調査を基にしたものである。

大気汚染や騒音・振動等による環境悪化費用、いわゆる狭義の社会的費用を計測するための手法については、従来から交通プロジェクトに関連して様々な研究(4), (11), (15), (16)がなされてきた。特に、交通経済学や交通工学分野に、費用便益分析的アプローチと個別マイクロ主体の離散型選択行動を計量的に分析する質的応答モデル(Qualitative Response Model)を組み合わせた実証的研究が多い。それらのうち、環境被害費用の計測に応用可能と考えられる手法を概念的にまとめたものが表1である。

表1の4), 5), 6)は一応、客観的な評価基準に基づくものである。しかし、直接収支法と裁判による方法は被害が先鋭化して深刻な状況になっ

表1 環境被害費用の計測方法

計測方法	計測方法の概要
1) 支払意思額法	被害者の改善対策への負担額を答えてもらう方法
2) 要求補償額法	被害者の望む補償額を答えてもらう方法
3) 価値意識法	環境状態に対する心理的費用を意識調査により計測する方法
4) 資産価値法	土地や住宅などの資産価値の低下を計測する方法
5) 直接収支法	被害を軽減・回避するための支出額や収入の減少を求める方法
6) 裁判による方法	被害補償に関する判例を利用して被害費用を計算する方法

ていないと事例が発生しないため、被害が軽微な段階では適用できない。また、資産価値法は、住環境変化にともなう当該不動産の市場評価の変化を利用して、環境悪化の被害費用（便益）を計測しようとするものであり、対象地域においていわゆる Small-Open の仮定が成立つか、環境悪化の及ぶ地域が非常に小さいとみなせる場合にのみ適用可能である。このため、窒素酸化物汚染のように広域的な環境悪化に対して、資産価値法を適用することの妥当性についてはやや問題があるものと考えられる。一方、1)、2)、3)のような意識調査による方法は、環境の改善や悪化に対する支払意思額や要求補償額を直接的または間接的に質問する方法である。主観的な評価になるし、有効な回答数を得るためには莫大な費用が必要であるが、アンケート調査を工夫することによって通常の場合には計測可能である。もっとも、過去の研究事例においては、計測の対象が騒音・振動等のように住民にとって直接に認識可能な環境悪化の形態への適用に限られている。

そこで本研究では、①NO₂ という住民にとって直接には認識不可能な環境汚染物質濃度変化の貨幣換算評価を住民意識調査を基に計測する手法を検討するとともに、②東京都において実施したアンケートによる意識調査の個表を用いて、NO₂ の ppb (parts per billion) 当たりの汚染削減評価額（円：貨幣換算係数）を実際に計測し、住民意識における大気汚染の評価を行った。

なお、本研究で分析の対象とする大気汚染の水準は比較的軽微な汚染水準に限定されるべきものである。住民の健康状態に深刻な影響を与えるような公害に対しても貨幣尺度をもって評価することが可能・妥当とする立場を取るか否かは、より高次の価値判断に従うべきものである。一般化は必ずしも恒久的な真理ではないであろうと考え、本研究の分析対象とはみなしていない。

2. 大気汚染の貨幣換算評価方法

ここでは、大気汚染、特に NO₂ 濃度の変化を貨幣尺度で評価するための基本的な考え方について

説明する。大気汚染の改善によって世帯にもたらされる被害費用の軽減や満足感の増加を貨幣尺度で評価したものを家計における便益とみなすこともできるが、より直接的に環境変化そのものの貨幣尺度による評価、つまり、NO₂ と所得の選好（代替）関係を示す貨幣換算係数の導出を試みたものである。

(1) 基本モデル

一般的な住民にとって、NO₂ による汚染と大気汚染を区別して評価することは不可能である。そこで、2つの段階に分けて評価関数を推定することにした。まず、評価可能な大気汚染の程度と所得との関係を検討し、次に、大気汚染の程度と NO₂ の濃度の関係を把握する。それらの関係を結びつけることによって NO₂ の濃度の変化の効果を貨幣換算するという方法を採った。

さて、任意の世帯 i において、住居周辺の大気汚染の程度（主観的評価値）を a_i 、所得を r_i 、その他の効用要因ベクトルを b_i とすると効用 u_i は、

$$u_i = u_i(a_i, r_i, b_i) \quad (1)$$

のように表わされる。全微分することにより効用の変化分は求められるが、その他の要因（財の価格や量など）は一定（他の事情は等しい）と仮定すると、住居周辺の大気汚染の程度と所得のみが変化した場合の効用の変化分 (Δu_i) は、

$$\Delta u_i = (\partial u_i / \partial a_i) \Delta a_i + (\partial u_i / \partial r_i) \Delta r_i \quad (2)$$

で定義される。このとき効用が変化しないとすれば ($\Delta u_i = 0$)、

$$\Delta r_i = -(\partial u_i / \partial a_i) / (\partial u_i / \partial r_i) \Delta a_i \quad (3)$$

であり、 $(\partial u_i / \partial a_i) / (\partial u_i / \partial r_i)$ は所得と大気汚染の程度の限界代替率である。これによって、大気汚染の程度の主観的評価値を貨幣換算することができる。

また、住居周辺の大気汚染に対する評価値 a_i と NO₂ の物理濃度 ρ^N および他の大気汚染要因ベクトル ρ^0 との間に（添字 i は略）、

$$a_i = a_i(\rho^N, \rho^0) \quad (4)$$

の関係を見出すことができれば、その他の大気汚染要因が変化しない場合、NO₂ の物理濃度 ρ^N の変化に対する大気汚染の評価値 a_i の変化分は、

$$\Delta a_i = (\partial a_i / \partial \rho^N) \Delta \rho^N \quad (5)$$

になる。結局、(3)、(5)式より、他の要因は変化せず NO₂ の濃度のみが変化した場合の世帯 *i* の所得の変化分は、

$$\begin{aligned} \Delta r_i &= (\partial u_i / \partial a_i) / (\partial u_i / \partial r_i) (\partial a_i / \partial \rho^N) (-\Delta \rho^N) \\ &= \omega_i \cdot (-\Delta \rho^N) \end{aligned} \quad (6)$$

となる。

$\omega_i = (\partial u_i / \partial a_i) / (\partial u_i / \partial r_i) (\partial a_i / \partial \rho^N)$ は世帯 *i* における NO₂ の貨幣換算係数と考えることができる。このとき、全世界帯 (*H*) の所得の変化分の合計 *T* は、

$$T = \sum_i^H \Delta r_i = \sum_i^H \omega_i \cdot (-\Delta \rho^N) \quad (7)$$

となり、平均的な $\omega = \sum_i^H \omega_i / H$ を用いれば、

$$T = \sum_i^H \Delta r_i = \sum_i^H \omega \cdot (-\Delta \rho^N) \quad (8)$$

のようになる。なお、 ω は以下のように w_1 と w_2 の積に分解して推定する。

$$\omega = w_1 \cdot w_2 \quad (9)$$

$$w_1 = (\partial u_i / \partial a_i) / (\partial u_i / \partial r_i) \quad (10)$$

$$w_2 = \partial a_i / \partial \rho^N \quad (11)$$

(2) 心理評価モデル

先に述べたように、大気汚染被害者は NO₂ 濃度そのものを意識しているわけではなく、他の大気汚染物質も含めた総合的な汚染の状況を大気汚染として主観的にとらえているものと考えられる。そのため、住民の意識から NO₂ 汚染変化の貨幣評価値を計測しようとする場合、被害者の大気汚染に対する評価（大気汚染測度）*a* と、NO₂ を含めた汚染物質の物理的濃度との平均的な関係をモデル化しておく必要がある。これは(4)式に対応するものであり、 w_2 を決定するモデルである。このモデルを心理的評価モデルと呼ぶことにした。

数量化に際しては、住民が回答した住居周辺における日常的な大気汚染の程度（5段階評価）を用い、被害者居住地域の NO₂ 等物理的な大気汚染物質濃度との関係を分析する。

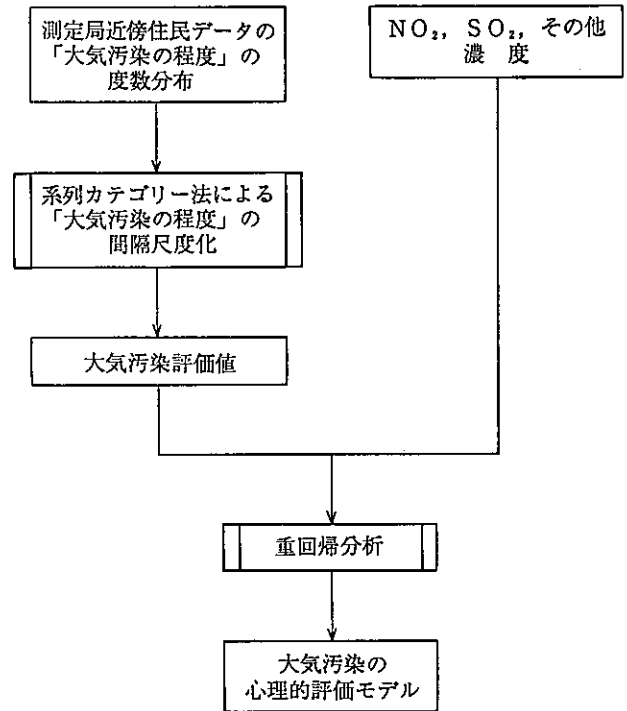


図1 心理的評価モデルの作成手順

(3) 支払意思額法及び要求補償額法

大気汚染被害者に対して、以下のような内容で、大気汚染の改善に対する対価を直接に質問する方法である。

① 支払意思額

現在の大気汚染を改善するために、いくらまでなら支払っても良いと思うかを聞く。

② 要求補償額

最低いくら補償があれば現在の大気汚染があっても良いと思うかを聞く。

この2つの質問に対する回答額は、理論的には以下のように位置づけられる。

いま、大気汚染の程度を現状 a^A と現状よりもよい状態 a^B で表わしたとき、質問①は世帯 *i* に対して、現在の大気汚染状況 a^A から大気汚染が改善された a^B に移動するための支払意思額（支出）を質問することであり、質問②は大気汚染が改善された状態 a^B を基準にして、現在の汚染状況 a^A の場合の要求補償額（収入）を質問していることになるので、通常は異なる評価となることが予想される。

いずれにしても、回答額の平均を計算すること

によって大気汚染の主観的評価 a の平均貨幣換算係数 w_1 を求めることができる。

これらは、直接質問によって、環境の変化を貨幣尺度に換算することを回答者に要求するものであり、答えがあいまいになりやすく、恣意が入り込みやすいことが問題点となる。また、自ら負担せねばならない金額を問う質問①では過小となり、他からの受取額を問う質問②では過大となる傾向があることが問題であろう。どちらか一方を用いる場合には注意する必要がある。

(4) 価値意識法

価値意識法は、環境状態と所得（貨幣）との選好関係を意識調査によって聞き出すことにより効用関数を特定化し、それを用いて環境状態と所得の限界代替率を求める方法である。ここでは、質的応答モデルのうちから計算等が比較的容易な2項ロジットモデル（非集計行動モデル）を用いることにした。

運営、環境状態と所得の組み合わせを一对として、異なる値を組み合わせた二対から、好ましい方の一对を選択させるという方法（一対比較質問法）が用いられる。一般に、居住地の選好を質問する方法が用いられ、所得を表わす要因としては家賃を用いることが多い。

ロジットモデルでは、効用関数を平均的主体の平均的効用（確定項）と個別主体の平均的主体からのかい離（確率項）に分けて、個別主体が効用を最大にするように行動したときの選択確率を用いる。(1), (2), (3), (7), (8), (10), (18)

k 番目の一対比較質問における住宅 (A, B) の効用をそれぞれ U_k^1, U_k^2 で表わし、確定項を V_k^1, V_k^2 、確率項を $\varepsilon_k^1, \varepsilon_k^2$ とすれば、

$$U_k^1 = V_k^1 + \varepsilon_k^1 \quad (12)$$

$$U_k^2 = V_k^2 + \varepsilon_k^2 \quad (13)$$

と表わされる。ここで、 k 番目の質問において回答者がAを選ぶのは $U_k^1 > U_k^2$ のときであり、Bを選ぶのは $U_k^2 > U_k^1$ のときである。(12), (13)式に示したように U_k^m は確率項を含み確率的に変動するので、 $U_k^2 > U_k^1$ または、 $U_k^1 > U_k^2$ となる可能性は確率として表現される。すなわち回答者が質問

k において選択肢 m を選択する確率 P_k^m は以下のように表わせる。

$$P_k^1 = \text{Prob}(U_k^1 > U_k^2) \quad (14)$$

$$P_k^2 = \text{Prob}(U_k^2 > U_k^1) = 1 - P_k^1 \quad (15)$$

確率項 ε_k^m の分布としてワイブル分布を仮定すると、以下に示すロジットモデルが導かれる。

$$\begin{aligned} P_k^1 &= \exp(V_k^1) / \{\exp(V_k^1) + \exp(V_k^2)\} \\ &= \exp(V_k^1 - V_k^2) \\ &\quad / \{1 + \exp(V_k^1 - V_k^2)\} \end{aligned} \quad (16)$$

$$P_k^2 = 1 / \{1 + \exp(V_k^1 - V_k^2)\} \quad (17)$$

ワイブル分布を仮定するのは、誤差分布である正規分布に近似しており、しかも導かれるロジットモデルは操作性が高く計算が比較的容易である等の理由による。

ここで、確定項 V_k^1 に線形効用関数を仮定し、所得（家賃 r ）と大気汚染評価 a 以外の項目は A, B どちらの住宅を選んでも同じとすれば、確率比の対数は効用差 $V_k^1 - V_k^2$ として次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \ln(P_k^1/P_k^2) &= V_k^1 - V_k^2 \\ &= -\alpha(a_k^1 - a_k^2) - \lambda(r_k^1 - r_k^2) \end{aligned} \quad (18)$$

一対比較質問結果から得られる選択実績から、パラメータ α, λ を最尤法を用いて推計すれば、大気汚染の程度 a の貨幣換算係数 w_1 は、

$$w_1 = (\alpha/\lambda) \quad (19)$$

のように変化分パラメータの比で表わされる。

この方法を用いる場合の問題点は、一対比較質問の質問数を多く設定しなければならず、意識調査に応じる住民の負担が大きくなり易いこと、分析する側から言えばアンケートへの協力を得難いことである。今回のように高い回収率であれば問題ないが、回収率が低い場合は有効性に関して疑問が残ることになる。また、設問の設計も重要な問題であり、他の設問とのバランスや計測可能性を考慮して調査設計がなされている必要もある。本研究では、調査票の設計段階から一貫して行えたので、一応の整合性を確保することができた。

3. 住民意識調査の概要

東京都（島しょ部を除く）を調査対象地域とす

表 2 住民意識調査の概要

項 目	概 要
1) 調 査 対 象	東京都全域（島しょ部を除く）に居住する20歳以上の男女
2) 配 布 数	3000（標本：配布ベース）
3) 標本抽出方法	環境条件を考慮した層化多段有意抽出（選挙人名簿ベース）
4) 調 査 方 法	調査員による訪問配布，訪問回収
5) 調 査 期 間	1990年（平成2年）7月1日—7月31日
6) 回 収 結 果	有効回収標本数（率）：2,347標本（78.2%）

る住民意識調査（表2参照）を基に、NO₂汚染度の貨幣換算係数の計測を試みた。本調査は、主としてNO_x削減を目的とした自動車交通量対策に対する住民の意見や協力姿勢を把握することを目的として実施したものである。

調査項目は、①個人属性・世帯属性、②周辺環境の状況認識、③健康状態・物的被害状況、④自動車利用の程度、⑤自動車交通問題、⑥大気汚染対策に対する意見・協力姿勢、⑦大気汚染による被害意識、⑧自動車交通量対策に関する意見などに関するものである。

全体的にみると、都民の大気汚染、特に窒素酸化物汚染に対する認識度は低く、今のところ比較的軽微な状況であり、本研究の対象として適当であると思われた。また、認識度が低いので当然とも言えるが、自動車公害対策への協力姿勢は総論賛成各論反対の段階であり、今後の協力要請型対策の実効性に不安を感じさせるものであった。十分な事前準備と認識キャンペーンが必要である。

4. 計測結果

ここでは、さきに述べた住民意識調査結果を用いて推定した大気汚染貨幣換算係数の計測結果についてまとめることにする。基本モデルで検討したように、大気汚染の程度とNO₂濃度の関係、所得と大気汚染の程度との関係の2段階に分けて推定を行った。

(1) 大気汚染の心理的評価モデルの推定

(a) 大気汚染評価値 [PSY]

心理的評価モデルの被説明変数である住民の大気汚染に対する心理的評価値を、基数的連続変数として取り扱えるようにするために、以下のようにして大気汚染評価値を算定した。

住民意識調査では、回答者の住居周辺の大気汚染の程度について、「全く気にならない」、「ほとんど気にならない」、「やや汚れている」、「かなり汚れている」の5段階のどれに該当するかを質問した。この5段階評価は順位尺度であるので、系列カテゴリー法を用いて、間隔尺度に変換した。

系列カテゴリー法では、ある刺激の強さ（ここでは大気汚染）を被験者の心理内部の間隔尺度（以下心理尺度）に対応づける判断が、同一の刺激に対して、心理尺度上に正規分布をなすものと仮定する。そして、この仮定の下で調査結果であるカテゴリー別の度数分布が生じたものと考え、逆にこの度数分布から心理尺度上のカテゴリー境界値やカテゴリーの中心を決定する。

住民意識調査より一般環境大気測定局（22地点：以下測定局）の近傍（半径1kmの円内）の調査地点における450標本を抽出し、22地点別の「大気汚染の程度」の度数分布を得た。系列カテゴリー法を適用する上での考え方は、測定局の測定値がその近傍の大気汚染の程度を表わし、その近傍に住む同質的な調査対象者が評価しているものと想定した。

系列カテゴリー法によって得られたカテゴリーの中心値を、0～4となるようにスケール変換をしたものを図2に示す。ここに示した間隔尺度を大気汚染評価値 a として以下の分析に用いた。

(b) 心理的評価モデル

(a)で抽出した450人のデータを用いて、22の測定局別の大気汚染評価値の平均値を算出し、これを各測定局で観測されたNO₂とSO₂の濃度などによって説明する式をOLSで推定し、いくつかの候補式を検討した結果、以下の式を採用した。

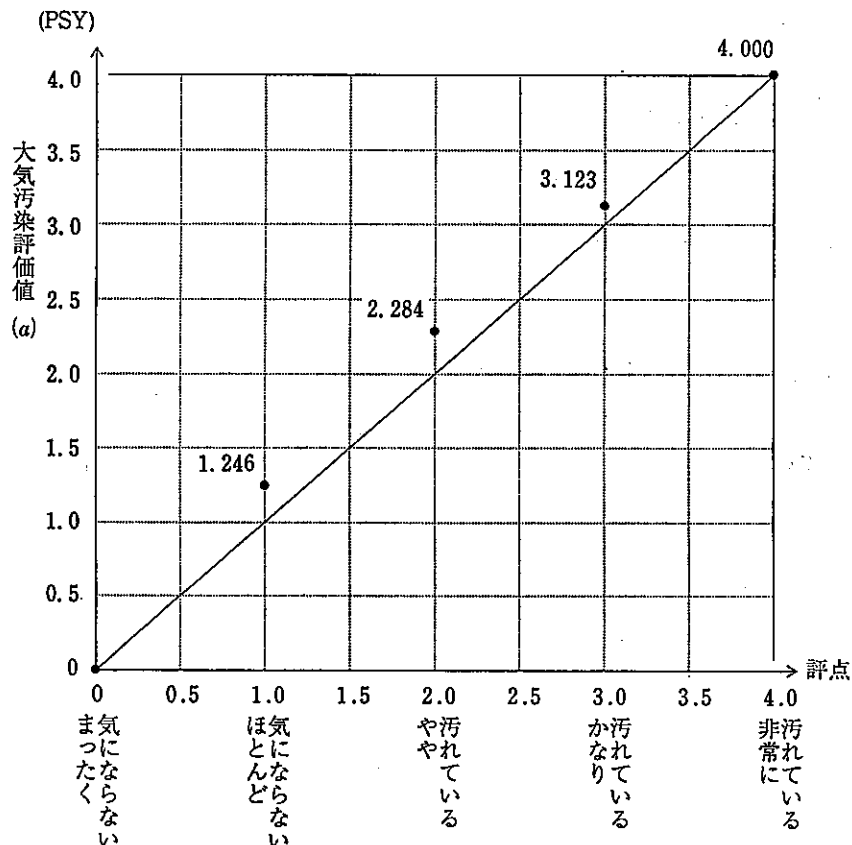


図 2 大気汚染の心理的評価値

$$a = 0.0673 + 0.02646 \cdot \rho^N + 0.09336 \cdot \rho^S + 0.4231 \cdot \text{DMS} \quad (20)$$

(3.65) (4.08) (7.52)

* 係数下 () 内 t 値, $n=22, R=0.945$

ここで, a : 大気汚染評価値 [PSY]

ρ^N : NO₂ 濃度 [ppb], 年平均値 (S61~63年度) の平均

ρ^S : SO₂ 濃度 [ppb], 年平均値 (S61~63年度) の平均

DMS : 商工業地域ダミー (測定局近傍の調査地点に商工業の土地利用が濃在する場合に1, その他の場合に0の値をとるダミー変数)

相関係数は0.945で, 図3のように適合度は高くこの方程式の説明力は十分である。係数の有意性を検定する t 値もすべて妥当である。大気汚染評価値を説明するための良好なモデルが得られた

と判断した。DMS を導入したのは, 住民による大気汚染の評価が, 物理的な汚染物質濃度だけではなく, その地域の産業活動の程度のようなその他の要因によっても大きな影響を受けているものと判断したからである。 t 値の大きさもそれを裏付けるものである。 w_2 は NO₂ 濃度の限界係数であるので,

$$w_2 = 0.02646 \text{ [PSY/ppb]}$$

となる。

(2) 支払意思額法と要求補償額法

大気汚染に関する住民意識調査のなかで以下の2つの質問を行った。

- 1) 大気汚染被害者 (大気汚染の程度が「やや汚れている」~「非常に汚れている」と答えた1042人) に対し, それぞれの大気汚染の程度が「ほとんど気にならない」程度に改善される対策があった場合に, 世帯当たり1カ月

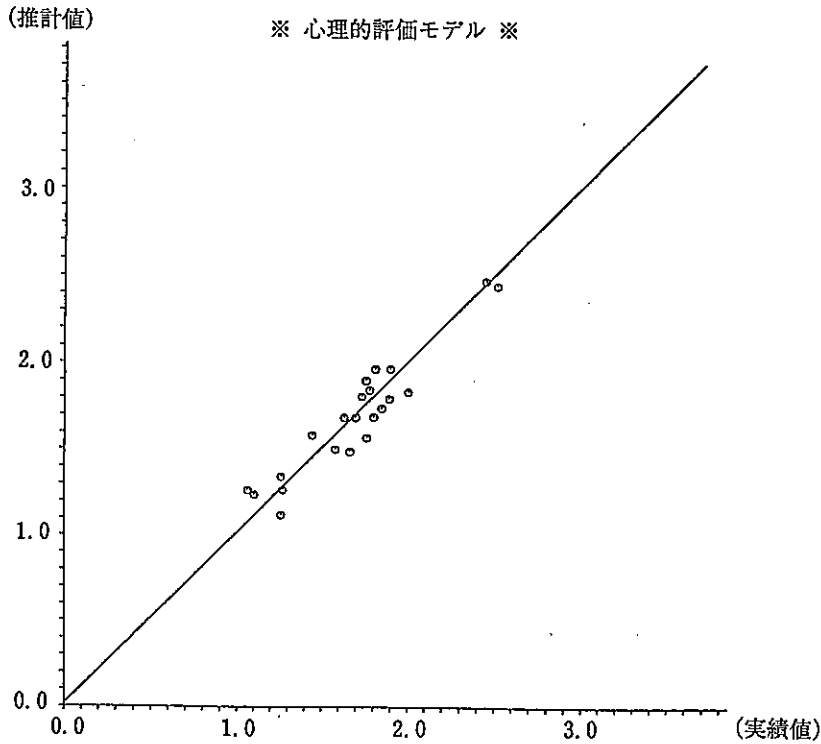


図3 心理的評価モデルの適合度

いくらのお金を支払っても良いと思うか。(支払意思額)

- 2) 大気汚染非被害者(大気汚染の程度が、「全く気にならない」、「ほとんど気にならない」と答えた1263人)に対して、それぞれの大気汚染の程度が「かなり汚れている」状態になった場合に、世帯当たり1カ月にいくらの補償額を希望するか。(要求補償額)

回答結果を表3、表4に示す。回答は表に示すような5区分の金額をプリコード形式で選択させ、同時に具体額の記入も求めた。この結果より、支払意思額からの w_1 は、以下のように計算される。

$$w_1 = \frac{1}{N} \sum_i WTP_i / (a_i - a_0) = 2,850 \text{ [円/月/世帯/PSY]} \quad (21)$$

ただし、 N : サンプル数

WTP_i : 回答者 i が回答した支払意思額 [円/月/世帯]

a_i : 回答者 i が回答した住居周辺の大気汚染の程度 [PSY]

a_0 : 改善後の大気汚染の程度 (1.246 [PSY])

同様にして補償額から、

$$w_1 = 9,011 \text{ [円/月/世帯/PSY]}$$

が得られた。

(3) 価値意識法

住民意識調査では、表5に示すように家賃と大気汚染の程度に関する選好意識を質問した。表5中のQ26、Q27の両質問について有効な回答が得られたのは、全体(2,347人)の74.4%にあたる1,745人であり、比較的高い回答率が得られたと判断できる。(配布ベースでも58.2%)

データとして上記の1,745人の回答結果を用い、 $1,745 \times 5 = 8,725$ (件)の質問結果を用いて2項ロジット分析を行った結果、以下の線形の効用差の関数が特定化された。

$$V^1 - V^2 = -0.8790 \cdot (a^1 - a^2) \quad (38.46) \\ -0.000156 \cdot (r^1 - r^2) \quad (40.90) \quad (22)$$

* 係数下 () 内は t 値, $n = 8,725$,

表 3 大気汚染の程度が「ほとんど気にならない」になった場合の支払い意思額

大気汚染の程度 (PSY*1)	支払い意思額の回答分布 () 内 %							平均支払い意思額 (円/月)*3	
	2千円 未満*2	2~5 千円	5~10 千円	10~20 千円	20千円 以上	無回答	合計	世帯当 たり	世帯当 たり・評 価 値 当 たり
やや汚れている (2.284)	253 (38.3)	216 (32.7)	81 (12.3)	37 (5.6)	20 (3.0)	53 (8.0)	660 (100.0)	3,355 (5,377)	3,232 (5,180)
かなり汚れている (3.123)	103 (33.9)	102 (33.9)	38 (12.5)	23 (7.6)	14 (4.6)	24 (7.9)	304 (100.0)	4,032 (6,397)	2,148 (3,408)
非常に汚れている (4.000)	19 (24.4)	25 (32.1)	8 (10.3)	6 (7.7)	9 (11.5)	11 (14.1)	78 (100.0)	6,381 (9,599)	2,317 (3,485)
合計	375 (36.0)	343 (32.9)	127 (12.2)	66 (6.3)	43 (4.1)	88 (8.5)	1,042 (100.0)	3,766 (6,122)	2,850 (4,646)

*1 大気汚染評価値。

*2 1か月当たりの金額である。

*3 支払い意思額の5区分に回答があって具体額が無回答のものは、具体額を答えているものについての5区分別の平均値を用いて計算している。

*4 平均支払い意思額下の()内 標準偏差

表 4 大気汚染の程度が「かなり汚れている」になった場合の要求補償額

大気汚染の程度 (PSY*1)	要求補償額の回答分布 () %							平均要求補償額 (円/月)*3	
	2千円 未満*2	2~5 千円	5~10 千円	10~20 千円	20千円 以上	無回答	合計	世帯当 たり	世帯当 たり・評 価 値 当 たり
全く気にならない (0.0)	14 (6.5)	31 (14.4)	33 (15.3)	51 (23.6)	64 (29.6)	23 (10.6)	216 (100.0)	15,318 (17,486)	4,904 (5,599)
殆ど気にならない (1.246)	64 (6.1)	137 (13.1)	168 (16.0)	253 (24.2)	334 (31.9)	91 (8.7)	1,047 (100.0)	18,470 (33,051)	9,840 (17,608)
合計	78 (6.2)	168 (13.3)	201 (15.9)	304 (24.1)	398 (31.5)	114 (9.0)	1,263 (100.0)	17,941 (31,001)	9,011 (16,328)

*1 大気汚染評価値。

*2 1か月当たり世帯当たりの金額である。

*3 補償額の5区分に回答があって具体額が無回答のものは、具体額を答えているものについての5区分別の平均値を用いて計算している。

*4 平均要求補償額下の()内 標準偏差。

$\chi^2=2112.8$, 全体の的中率=70.2%
 的中率は7割に達し検定統計量も有意である。良好な選択モデルが得られたと判断した。(19)式により w_1 は右辺の係数の比であるので、

$$w_1 = 0.8790 / 0.000156 \\ = 5,635 \text{ [円/月/世帯/PSY]}$$

となる。

(4) NO₂ 濃度の貨幣換算係数の計測結果

以上の結果から、(9), (10), (11) 式によって NO₂ 濃度変化の貨幣換算係数を算定した結果

を表6にまとめた。直接金額を回答する方式では、過大推計が予想される要求補償額を用いた値(238円)が過小推計になりがちな支払意思額からの値(75円)の約3倍という結果になった。価値意識法では、住宅の選択という身近な問題に置き換えて質問していること、良好な選択モデルが得られたことから、最も信頼性が高い値が得られているものと考えられる。また、価値意識法の結果(149円)は支払意思額と補償額からの結果の間にあり、相互の値の関係は妥当である。

対策による NO₂ 濃度の削減量が分かれば NO₂

表 5 価値意識法のための一対比較質問 (住民意識調査)

Q26 お宅では、住宅ローンや家賃 (管理費等も含む) などの住宅に関連する費用として、毎月総額いくらお支払いでしょうか。ただし、住宅ローン等でボーナス時払いなどがある場合には、平均月額 (年額/12) でお答えください。

_____円/月

Q27 以下の質問は、現在のあなたのお住まいと他の住宅との比較という形で、あなたの住宅に対する好みと大気汚染との関係についてお聞きするものです。回答要領を十分お読みの上、回答例にならってお答えください。

注意：以下の質問では、持ち家に住んでおられる方も、かりに賃貸住宅に住んでいるものと想定してください。このとき、家賃はあなたがQ26でお答になった額とし、他の条件は、現在のあなたの住居とまったく変わらないものとしします。

〔回答要領〕

今かりに、あなたのお住まい (これを住居とします) の周辺の大気汚染の程度が、「非常に汚れている」状態にあったとします。そこであなたは、大気汚染の程度が「ほとんど気にならない」状態にあり、家賃が現在より高い以外はその他の条件がまったく変わらない住居Bへの住み替えを考えているものとしします。

	家 賃	大気汚染の程度	他 の 諸 条 件
住 居 A (現在住んでいる賃貸住宅)	Q26でお答えの額	非常に汚れている	現在と同じ
住 宅 B (住み替え対象の賃貸住宅)	住居Aより高い	ほとんど気にならない	現在と同じ

あなたはこのとき、どの程度の家賃の差なら住居Bに住み替えたいと思われますか。回答例にならってお答えください。

ただし、引っ越しには費用がかからないものとしてお考えください。

〔回 答 欄〕

条 件	住 居 A	住居Aが よ い	住居Bが よ い	住 居 B
	日常的に空気が 非常に汚れている			日常的大気汚染の程度は ほとんど気にならない
A	家賃はQ26であなたが お答えになった額	1	2	家賃は住居Aより 5,000円高い
B	同 上	1	2	家賃は住居Aより 10,000円高い
C	同 上	1	2	家賃は住居Aより 15,000円高い
D	同 上	1	2	家賃は住居Aより 20,000円高い
E	同 上	1	2	家賃は住居Aより 25,000円高い

表 6 NO₂ 濃度の貨幣換算係数のまとめ

項目	支払意思額法	要求補償額法	価値意識法	単位
w_1	2850	9011	5635	ppb/PSY
w_2	0.02646	0.02646	0.02646	円/月/世帯/PSY
貨幣換算係数	75	238	149	円/月/世帯/ppb
東京都の世帯数	4,828	4,828	4,828	千世帯(平2.1)
全世帯・年間	4,369	13,814	8,638	百万円/年/ppb

(注) w_1 は所得と大気汚染の程度の限界代替率, w_2 は大気汚染の程度の NO₂ 濃度に対する限界係数である。貨幣換算係数は w_1 と w_2 の積で表わされる。

削減による環境改善効果を計測することが可能となる。東京都全域で NO₂ 濃度が 1 ppb 削減された場合の全世帯・年間の金額を試算してみたところ、支払意思額法(43億6千9百万円)、要求補償額法(138億1千4百万円)、価値意識法(86億3千8百万円)という結果になった。

もちろん、窒素酸化物による環境汚染の度合いは東京都内でも地域的に相当異なっており、どの程度改善するべきかの基準も地域別・状況別に当然違っている。実際にこの結果を用いるときには、対策・計画に合わせたきめ細かい計算が必要である。それでも、たかだか 1 ppb でも全域にわたって削減できれば、相当な改善効果があげられることは明らかになった。

5. おわりに

政策が社会経済に及ぼす影響には、①市場を経由する経済的側面、②非市場的な経済外の社会・環境的側面と③個人に関する心理的側面が存在する。これらの分析は、理論的にはある程度整備されていても、実証的にはデータ制約が厳しく困難が大きい。従来のマクロ計量モデルでは、①の経済的側面は一応の分析が可能であり、②の社会・環境的側面についても人口動態や社会資本等を取り込むことにより不十分ながら行ってきた。③に関しての実証研究は明らかに遅れている。これは、計量経済学がミクロ理論に依拠しながらも主に集計量としての経済変量間の因果関係分析を中

心に発展してきたことと無縁ではない。計量経済分析の対象がマクロ経済から地域や個別市場・個別主体へと広がってきた現在では、①、②とともに③に関する実証研究が重要になってきている。

マクロ計量分析は一般均衡的な比較動学分析が可能であり、全体的な効果を把握するには適しているが、住民自治の原点に立ってよりきめ細かい政策を実施するためにも、マイクロ経済主体の選択選好行動を分析するためのマイクロ計量分析と組み合わせられることが望ましい。個票データの入手に困難があるが、機会があれば他の質的応答モデルを用いた実証分析を行いたいと考えている。

〔謝 辞〕

最後になってしまったが、有益なコメントを数多く頂いた東京都自動車公害対策検討委員会影響評価作業部会の委員の先生方、特に、岩田規久男上智大学教授、竹中治東海大学教授、深谷昌弘成蹊大学教授、貝山道博埼玉大学助教授に感謝します。また、このような実証の機会を与えて頂いた東京都環境保全局大気保全部自動車公害対策室にも感謝します。

<参考文献>

- (1) Amemiya, T. (1985) "Qualitative Response Models," chap. 9, *Advanced Econometrics*, Basil Blackwell, Ltd., Oxford, pp. 267-359.
- (2) Brookshire, D. S., et al. (1987) "Measuring the Value of a Public Good", *The American Economic Review*, Vol. 77 No. 4, pp. 554-566.
- (3) Chow, G. C. (1983) "Discrete and Limited Dependent Variables," chap. 8, *ECONOMETRICS*, McGraw-Hill, Inc., Tokyo, pp. 253-276.
- (4) 土木学会編(1986),『海外交通プロジェクトの評価』, 鹿島出版会, 230 p.
- (5) 土木学会土木計画学研究委員会編(1984),『土木計画学講習会テキスト15—非集計行動モデルの理論と実際』, 185 p.
- (6) 福岡克也(1977),『人間環境経済論』, お茶の水書房, 230 p.
- (7) Intriligator, M. D. (1978) "Qualitative dependent variable: logit analysis," chap. 6. 6, *Econometric Models, Techniques, and Applications*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, pp. 174-176.

- (8) Judge, G. G., et al. (1985) "Qualitative and Limited Dependent Variable Models," chap. 18, *The Theory and Practice of Econometrics 2nd ed.*, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 753-796.
- (9) Katona, G. (1951, 63), *Psychological Analysis of Economic Behavior*, McGraw-Hill, Inc., New York, 347 p..
- (10) McFadden, D. (1974) "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," in P. Zarembka, ed., *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, Ltd., New York, pp. 105-142.
- (11) ㈱三菱総合研究所 (1977), 『環境悪化の社会的費用の測定方法に関する研究』, 313 p..
- (12) 森杉寿芳他 (1980), 「騒音の社会的費用の計測方法に関する研究」, 『土木学会論文報告集』, 第302号, pp. 113-123.
- (13) 森杉寿芳他 (1986 a), 「地価変動による住環境便益測定方法に関する研究」, 『土木計画学研究・講演集』, No. 9, pp. 289-296.
- (14) 森杉寿芳他 (1986 b), 「交通プロジェクトにおける時間便益評価」, 『土木学会研究・論文集』 No. 4, pp. 149-156.
- (15) 森杉寿芳 (1989), 「プロジェクト評価に関する最近の話題」, 『土木計画学研究・論文集』 No. 7, pp. 1-31.
- (16) 信國真載, 福地崇生, 竹中治, 小口登良, 山口誠他 (1984), 『電源立地の経済社会環境影響評価モデルの開発』, ㈱電力中央研究所, p. 100.
- (17) 田中良久 (1977), 『心理学的測定法』, 東京大学出版会, 298 p..
- (18) Tobin, J. (1958) "Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables," *Econometrica*, Vol. 26, pp. 24-36.
- (19) 山口 誠, 鯉江康正, 石川隆司 (1991) 「自動車交通による環境変化が地域社会経済に与えるインパクトの計量経済学分析」, 『地域学研究』, 第22巻第1号掲載予定
- (20) 山口 誠, 鯉江康正, 石川隆司 (1992) 「地域分析における小地域分割手法の検討—大気汚染対策のための東京12分割モデル」, 『日本地域学会第29回年次大会論稿集』, 2-4-B