

ヘドニック価格アプローチによる環境政策の評価*

加藤 尚 史**

The Hedonic Price Approach to Measuring the Benefits of Environmental Programs: A Survey of the Methodological Problems*

Takafumi Kato**

An environmental program is judged potentially worthwhile if, in terms of the discounted present value of the future stream, its benefit exceeds its cost. While the cost will be measured in terms of the actual money cost of the program, the benefit is not easy of pecuniary quantification since there is no market and price for the environment.

Several approaches are available to remedy the difficulty. It depends on the program to be evaluated which one should be adopted. An extensive literature shows that the hedonic price approach has a very wide range of applications. This is based on the realization that the environment is priced implicitly in the land or housing market.

The present paper reviews the current state of knowledge concerning the theoretical and empirical issues associated with the hedonic price approach. Various surveys have already been published. This is not a review of them but has its own view.

1. はじめに

環境は、同一なレベルで享受されるためできる限り多くのものによって消費されることが望まれる反面、対価を支払わないものでも享受し得るので生産費用が回収されにくいという特徴を有している。その供給は、市場機構を通してはなされ難いことから、公共選択に委ねられることとなる。政府が意思決定を行うときに採用することを求められるプロセスとしては、費用・便益分析を挙げることができよう。環境を改善することが必要とされる根拠として一般的に強調されるのは、その役割であるが、環境政策が支持されるには、それに伴う便益は費用を上回るということが示されなければならないことになる。後者は、環境に変化をもたらすことに要する直接的なコストを意味し、技術的に決まる点で、容易に算定され得る。しかしながら、前者に関しては、環境の改善に対する社会の評価に左右されるので、補捉することが難しい。評価を反映すると考えられる市場価格を利用することは許されない。

そうした困難に対処するために、いくつかのアプローチが提案されている。実証的に採用することの可能なものは、市場を通じて得られる情報を用いるか否かに応じて2つに分けられると言えよう。経済主体の行動に基づかない方法としては、サーベイ法 (survey approach) を挙げる¹⁾ことができる。これは、想定された環境変化に対してどれだけの金額を支払う意思がある

論文受付: 1994年12月 改訂受付: 1996年11月 受理: 1996年11月

* 初期の草稿は、金沢大学経済学部研究会や小樽商科大学土曜研究会において報告された。セミナー出席者とのディスカッションは刺激的であった。また、本誌のレフェリーと編集委員会、責任者の寺崎康博教授から頂いたコメントは、内容の改善を試みるうえで有益であった。記して深謝の意を表したい。

** 金沢大学経済学部 〒920-11 石川県金沢市角間町

¹⁾ 仮想的評価法 (contingent valuation method) と呼ばれることもある。

かを質問するというものである。一方、経済主体の行動をベースとした方法には、代替法(substitution approach)とヘドニック法が含まれる。前者は、環境の改善によってそれと関連した活動に生じる変化を通して便益を捉える。後者は、その価格が環境に依存すると見られる財・サービスの市場を観察することで便益を捕捉しようとするものである。

サーベイ法については、アプリオリな仮定やデータの利用可能性に縛られないものの、質問や解答の仕方によって引き出される結果にバイアスの生じる恐れがある。例えば、費用負担が予想される場合には、計測される便益は過小なものになりがちである²⁾。代替法は、多くの研究において採択されているが、環境の変化に左右される活動をすべて考慮することが求められるといった意味で困難に直面しやすい。

ヘドニック法は、観察される財・サービスに応じて大別される。ヘドニック賃金アプローチ(hedonic wage approach)とヘドニック交通費用アプローチ(hedonic travel cost approach)は、労働とレクリエーションを対象として、それぞれに伴う環境を評価する³⁾。ヘドニック価格アプローチは、土地あるいは住宅を採り上げて、居住環境にかかわる分析を加える⁴⁾。

部分均衡的に特定な市場に目を向けることは、他の市場に反映される便益が考慮されないという点で、ヘドニック法の有効性を限定するものの、そこで取り引きされる財・サービスのみを対象としさえすればいいことから、その操作性を富んだものにする⁵⁾。さらに、適用可能性は、財・サービスの価格が依存すると見なされる環境にかかわる限りどのような政策に対しても認められるという意味において、かなり高いと言える。

この論文の目的は、ヘドニック価格アプローチに基づいて環境政策の便益を推定しようとする際に配慮しなければならない理論的・経験的な問題を概観することにある。それについては、多くの研究がなされており、我が国でも関心は増してきているようだ⁶⁾。ヘドニック賃金アプローチやヘドニック交通費用アプローチを考えるにあたって得られた成果を利用することは可能である。また、サーベイ法は、経済主体の行動をベースとしない点で、経済学的な興味に欠ける一方、従来の代替法と異なるという意味において、ヘドニック法に寄せられる期待は大きいと言える。したがって、ヘドニック価格アプローチの概要を捉えようとする試みは支持されると思われる。

この方法を紹介した論文は既に存在している。比較的最近のものとしては、金本・中村(1984)、Follain and Jimenez (1985a) や Bartik and Smith (1987), Mendelsohn (1987) あるいは金本他 (1989), Palmquist (1991) や中村 (1992), Freeman (1993, 1995) を挙げることができよう。ここでは、他のアプローチに触れることを避けて、多くの文献をサーベイし、研究動向が反映されるように議論を進めることにしたい。本論文が自己充足的なものとなることを期待している。

次の節においては、環境を考慮して土地市場ないし住宅市場をモデル化した後に、用いられ

²⁾ 3つのアプローチの概要とサーベイ法に潜在する問題に関しては、Brookshire et al. (1981), Schulze et al. (1981) または北島 (1984, 1986) を参照せよ。

³⁾ 前者に従ったものとしては、Clark and Kahn (1988, 1989) を挙げることができよう。Brown and Mendelsohn (1984) や Mendelsohn (1984a) は、後者を採用している。

⁴⁾ 賃金や交通費用は、労働やレクリエーションの価格である。ここでは、特に土地または住宅のそれを扱ったものをヘドニック価格アプローチと呼んで、ヘドニック法を包括的な用語に当てることにした。

⁵⁾ 関連する環境が共通しているとする、複数の市場を一般均衡的に扱うことは可能である。土地市場や住宅市場と労働市場を組み合わせた分析に関しては、Clark and Cosgrove (1990), 加藤 (1990, 1991) や西澤他 (1991), 赤井・大竹 (1995) を見よ。

⁶⁾ 学会誌で特集が組まれるということは、そうした傾向のあることを物語っている。中村 (1992) は、その中に含まれた論文の1つである。

た方程式の推定に関して述べる。第3節では、環境政策の便益を測定するための方法論を展開することとする。採用すべき計測法は、想定するケースに応じて違ったものになるということが明らかにされる。第4節においては、実証分析を行うに際して解決しなければならないいくつかの問題を挙げる。推定式の特定やデータとサンプルの選択が採り上げられることとなろう。そして、最後に、留意すべき点に触れることにする。

2. ヘドニック価格モデル

土地あるいは住宅を選ぶということは、それが置かれている環境を選択することを含む。そこで、土地や住宅の価格 P は、それ自体を特徴付ける g 種の構造的な特性 (attributes, characteristics or traits) の数量 z_1, \dots, z_g ばかりでなく、環境を規定する $(n-g)$ 種の特性の数量 z_{g+1}, \dots, z_n にも依存すると見なすと⁷⁾、

$$(2.1) \quad P = P(z_1, \dots, z_n)$$

と表示されることになる。

ヘドニック価格関数 (hedonic price function) と称されるこうした関係については、いくつかの点で論争が戦わされたが、解釈の仕方が主に問題とされていた⁸⁾。Ridker and Henning (1967) や Anderson and Crocker (1971, 1972) は、それによって家計の需要行動を捕捉することができると考えた。一方、Freeman (1971) においては、関数の生じるメカニズムが定式化されない限り彼らの見解は受け入れられないとされた。Freeman (1974a) あるいは Small (1975) に至っては、ヘドニック価格関数は通常ある種の機会軌跡 (opportunity locus) を表わしているに過ぎないという見方がとられるようになった。

2.1 モデルの提示

そうした解釈を可能とするモデルを展開したのは、Rosen (1974) である⁹⁾。Freeman (1974b) は、そこで提示された枠組を土地ないし住宅と環境の選択という問題に適用している。

土地や住宅は十分な情報に基づいて自由に取り引きされると見なす。また、環境は外生的に分布すると想定する¹⁰⁾。

家計は、所得 Y を獲得する傍ら、ニュメレールとしての合成財を x だけ消費し、 θ の値を付けつつ1単位の土地または住宅を需要して、環境を享受すると考えることにしよう。嗜好の違いをパラメーター α で表わせば、ある主体 h は、

$$(2.2) \quad Y^h = x + \theta$$

$$(2.3) \quad \theta = P(z_1, \dots, z_n)$$

⁷⁾ 特性と属性は、互いに代替可能な用語である。以下では、家計の所得と嗜好や企業の生産条件を捉えるものをそれらの主体の属性と呼ぶことで、混乱を避けることにしたい。

特性を分類する方法としては、いろいろなものがあり得る。この論文においては、コントラストを引き立たせるために、二分法を採用する。特性を区別することは、モデルを扱うときには必要とされないもの、環境政策に触れる際には有用となるであろう。

⁸⁾ Cobb (1977) を参照せよ。

⁹⁾ 扱一的な考え方も示された。Muellbauer (1974) や Lucas (1975) を見よ。

¹⁰⁾ モデルの仮定とパフォーマンスについては、Rubinfeld (1978a), Freeman (1979b, 1979c, 1979d), Harris (1981) などを参照せよ。それらの多くは、以下で採り上げられることになろう。

Rubinfeld (1978a) に関しては、Freeman (1978) や Lave (1978), Speizer (1978) や Rubinfeld (1978b) を見よ。

という制約のもとで、直接効用関数

$$U = U(x, z_1, \dots, z_n; a^h)$$

を最大化すると捉えることができる。 $\partial U/\partial x > 0$ と判断される。

$z_j (j \in \{1, \dots, n\})$ について (2.1) を偏微分したものを

$$(2.4) \quad P_j = P_j(z_1, \dots, z_n)$$

のように示すことにすると、1階条件は、

$$(2.5) \quad P_j(z_1, \dots, z_n) = (\partial U/\partial z_j) / (\partial U/\partial x)$$

$$(2.6) \quad P(z_1, \dots, z_n) = \theta$$

となる。(2.4) を限界ヘドニック価格関数と命ずることとする¹¹⁾。第 j 特性が効用 (不効用) をもたらすものとして測定される場合には、(2.5) の右辺はプラス (マイナス) であるため、 $P_j > (<) 0$ となることが求められる。

陰関数定理に従えば、効用関数から無差別関数 $\theta = \theta(z_1, \dots, z_n; Y^h, a^h, U)$ を導出することが可能である。 z_j に関するその偏導関数を $\theta_j = \theta_j(z_1, \dots, z_n; a^h, U)$ と記すと、(2.5) は

$$(2.7) \quad P_j(z_1, \dots, z_n) = \theta_j$$

と書き換えられるために、(2.6) と組み合わせれば、ヘドニック価格曲面と無差別曲面が接するところで家計の主体的均衡は達成されるということがわかる。

解は $(z_1, \dots, z_n, \theta, U) = (z_1^h, \dots, z_n^h, P(z_1^h, \dots, z_n^h), U^h)$ において一意的に定まると見なして、特に

$$\theta = \theta(z_1, \dots, z_n; Y^h, a^h, U^h)$$

をビッド関数 (bid function) と命ずることとする。 z_j を除く他の特性の数量をベクトル z_{-j} で表わすと、均衡水準の効用に対応した家計 h の第 j 特性に関する補整された逆需要関数は、

$$(2.8) \quad \theta_j = \theta_j(z_j, z_{-j}; a^h, U^h)$$

によって与えられることとなる。

2階の条件から、

$$\partial P_j / \partial z_j > \partial \theta_j / \partial z_j$$

が成り立たなければならない。この式は、ビッド曲面が凹になるとすれば、ヘドニック価格曲面はそれに比べて強い凸性を備えているということを示唆する。

企業は、 ϕ という値を付けながら土地ないし住宅を供給すると考える。要素価格や生産技術の違いをパラメータ β で捉えて、費用関数を $C = C(z_1, \dots, z_n; \beta)$ と表記すると、ある主体 f は、

$$\phi = P(z_1, \dots, z_n)$$

の制約のもとで、利潤関数

$$\Pi = \phi - C(z_1, \dots, z_n; \beta^f)$$

¹¹⁾ P_j は第 j 特性の価格に相当すると解釈される。本論文においては、 P をヘドニック価格として、 P_j を限界ヘドニック価格と呼ぶことにしたい。

を最大化すると見なすことができる。

1階条件は、

$$(2.9) \quad P_j(z_1, \dots, z_n) = \partial C / \partial z_j$$

$$(2.10) \quad P(z_1, \dots, z_n) = \phi$$

となる。第 j 特性が家計に対して効用(不効用)をもたらすものとして測られるときには、(2.9)の右辺はプラス(マイナス)になると思われるので、 $P_j > (<) 0$ となることが再認識される。

利潤関数から等利潤関数 $\phi = \phi(z_1, \dots, z_n; \beta^f, \Pi)$ を導き出すことが可能である。 z_j に関するその偏導関数を $\phi_j = \phi_j(z_1, \dots, z_n; \beta^f)$ と記すと、(2.9) は

$$(2.11) \quad P_j(z_1, \dots, z_n) = \phi_j$$

で代えられるため、(2.10)と合わせれば、ヘドニック価格曲面と等利潤曲面が接する部分で企業の主体的均衡は達成されるということがわかる。

解は $(z_1, \dots, z_n, \phi, \Pi) = (z_1^f, \dots, z_n^f, P(z_1^f, \dots, z_n^f), \Pi^f)$ において一意的に定まると見なして、特に

$$\phi = \phi(z_1, \dots, z_n; \beta^f, \Pi^f)$$

をオファー関数 (offer function) と呼ぶことにする。企業 f の第 j 特性に関する逆供給関数は、

$$(2.12) \quad \phi_j = \phi_j(z_j, z_j^f; \beta^f)$$

として与えられることとなる。

2階の条件から、

$$\partial P_j / \partial z_j < \partial \phi_j / \partial z_j$$

が満たされなければならない。この式は、オファー曲面が凸になるとすると、ヘドニック価格曲面はそれに比べて強い凹性を有するというを示唆している。

z_1, \dots, z_n によって規定される土地あるいは住宅の需要量と供給量を $Q^D(z_1, \dots, z_n)$ と $Q^S(z_1, \dots, z_n)$ で示せば、市場では、家計や企業が均衡に達すると同時にすべての z_1, \dots, z_n の組み合わせについて

$$Q^D(z_1, \dots, z_n) = Q^S(z_1, \dots, z_n)$$

が成立するように、(2.1) が決定されることとなる。

ある土地または住宅に対して特定な特性の数量を変えるとといった操作を加えることが許されるとすると、ヘドニック価格関数は特性レベルにおいて線型になる。一般には、そうすることは困難であるために、非線型性を付与したほうが説得的であると考えられる¹²⁾。

ヘドニック価格曲面は、家計の所得と嗜好、企業の生産条件の在り方に左右される。家計が同質的で企業が異質的であるとすると、ビッド曲面に一致し¹³⁾、生産条件が一定で所得と嗜好に

¹²⁾ リパッケージの可能性としての線型性 (linearity as repackagability) は、経験的に検出されるべき問題である。Coulson (1989) に基づけば、特性の数量の組み合わせを変更することができるかどうかは、対象とする土地や住宅のタイプあるいは特性によって決まることになる。

¹³⁾ こうしたケースを想定していると思えば、Ridker and Henning (1967) や Anderson and Crocker (1971, 1972) を受け入れることは許されよう。注目すべきことは、いづれも所得を説明変数の1つとしてヘドニック価格関数に含めているということである。前者に関しては、それが省かれた特性を代理するとしている点で、問題は生じない。後者については、そのような解釈が与えられていないので、家計は所得に応じて異なる市場に属すると考える必要がある。

違いがあれば、オファー曲面に重なる一方、どちらも同質的であると仮定すると、点になる。しかしながら、通常、各主体の属性は異なるから、ヘドニック価格曲面はビッド曲面とオファー曲面の結合包絡面 (joint envelope) となる。

効用関数や費用関数の形状、属性の分布に対して制約を課すとすれば、ヘドニック価格関数を演繹的に求めることができる¹⁴⁾。もっとも、制約の妥当性や解法上の複雑さを考慮すると、そうすることが受け入れられるとは限らないこととなる。Rosen (1974) も自ら評価しているように、ここで議論してきたモデルは、ヘドニック価格関数を明示的に引き出すことを必要としないという意味において有効であると言えよう¹⁵⁾。

2.2 モデルの推定

競争下においては、すべては市場を通じて決まるので、個別的なレベルでは、家計の意思決定は対応する企業のそれによって影響を受けない。一方、ヘドニック価格関数が非線型であるとするれば、家計はそれに従って特性の数量と価格を選ぶことになる。それゆえ、需要行動を捕捉する際に配慮しなければならないのは、供給行動ではなく、限界ヘドニック価格関数である。ただし、ヘドニック価格関数は、個々の主体の行動に左右されないとすると、単一方程式として計測され得ることとなる。

貨幣の限界効用は一定であると仮定すれば、家計の補整された逆需要関数を推定することが可能になる。 $\partial U/\partial \theta = \text{constant}$, $\partial(\partial \theta/\partial U)/\partial z_j = \partial \theta_j/\partial U = 0$ より、各効用水準に応じたビッド曲面は互いに平行となり、 U の値にかかわらず補整された逆需要曲面が一意的に定まるためである。 U^h は(2.8)から落ちることになる。

個々の土地または住宅の価格や特性とそこに居住する家計の社会経済的な属性に関してデータを得ることができるとすると、ある種の2段階法 (two-step procedure) を適用すれば、家計の行動を計量化することが許されよう。第1段階においては、ヘドニック価格関数を推定する。第2段階では、(2.7)に基づいて、 θ_j は P_j に等しくなることから、各主体について限界ヘドニック価格関数を評価したうえで、(2.4)と連立するものとして

$$(2.13) \quad P_j = \theta_j(z_1, \dots, z_n, d)$$

を推定する。 d は a に対応する実証的な外生変数のベクトルを表わしている。 P_j は、計算によって求められるという意味で、擬似的な (pseudo) 観測値である。

しかしながら、貨幣の限界効用を一定と見なすことは説得的でないとする、どうなるであろうか。一般に測定されるのは通常の逆需要関数になると考えられる。したがって、(2.13)を

$$(2.14) \quad P_j = \eta_j(z_1, \dots, z_n, Y, d)$$

で置き換えた体系が捕捉されるに過ぎないこととなる。(2.13)と(2.14)の違いを認識することは重要であろう。補整された行動と通常の行動が区別されてきたと判断することは難しいか

¹⁴⁾ 計算例は、Rosen (1974) および Epple (1987) の中に挙げられている。また、Polinsky and Shavell (1975, 1976), Polinsky and Rubinfeld (1977), Cobb et al. (1978), Polinsky and Shavell (1978) に言及するまでもなく、家計の同質性を前提とする際には、効用関数を特定しさえすればいいということになる。

¹⁵⁾ Triplett (1975) は、財・サービスに関する従来の分析と特性にかかわる分析とを比較した。特に、数量と価格が同時決定される、予算制約が非線型になる、価格と数量を掛けたものの総和は支出に一致しないといった可能性を備えている点で、後者は前者と異なることが示されている。これは重要な意味を持つこととなる。

らである¹⁶⁾。

識別可能性に触れたのは、Diamond and Smith (1985) である¹⁷⁾。彼らは、家計の行動を捕捉するためには、変数のベクトル v を加えて (2.4) を

$$(2.16) \quad P_j = P_j(z_1, \dots, z_n, v)$$

に換えたり¹⁸⁾、 z_i にかかわる変換を (2.4) と (2.14) の間で独立なものとしたりすることが考えられるとしている¹⁹⁾。注意すべきことは、ヘドニック価格関数の特定化がこれらの操作に呼応するという点であろう。

限界ヘドニック価格関数のシフト要因には、外生的で需要を左右することのないものを当てなければならない。これは、直接効用関数が v を変数として含まない、あるいは、 v に関して分離可能であるということを示唆する。追加的な変数に応じて市場が規定されるとすると、複数の市場を対象とし、それぞれについて (2.4) のような限界ヘドニック価格関数を求めることによっても識別は可能となる²⁰⁾。重要なのは市場の捉え方である。特定な都市域において分割された市場を想定したり、多数の都市域を採り上げてそれらが別々の市場を形成すると見なしたりすることはできるが、設定される空間的な制約が根拠に欠けるといふこともあり得る。最も

¹⁶⁾ 企業の逆供給関数は、(2.12) が示しているように、利潤に依存しない。 β に対応する実証的な外生変数のベクトルを s と記すことにしよう。(2.11) に基づけば、

$$(2.15) \quad P_j = \phi_j(z_1, \dots, z_n, s)$$

になる。

Rosen (1974) は、企業行動との同時性において家計行動を捉えることができると解釈していた。その結果、(2.14) と (2.15) からなる体系をベースにした研究が現れることとなった。

Nelson (1978b), Edmonds (1983) や Witte et al. (1979) では、2段階や3段階の最小2乗法によって逆需要関数が推定されている。McDougall (1976), Jud and Watts (1981) と Linneman (1980a, 1981) は、従来の特定化を行うために家計の行動を「需要」関数として捕捉し、2段階最小2乗法と操作変数法を適用した。

一方、Blomquist and Worley (1981) は、供給が弾力的であると考えて、需要関数を計測している。また、供給は非弾力的であるとして逆需要関数を特定したもの、Harrison and Rubinfeld (1978a, 1978b, 1978c) や Bender et al. (1980) がある。Diamond (1980) は、供給の在り方に触れていない。

供給の弾力性に対して統計的な分析を加えようとする研究も見受けられる。Wilman (1981) は、逆需要関数と「供給」関数からなる同時方程式を2段階最小2乗法によって推定し、供給量と価格の間に有意な関係はないと判定した後に、逆需要関数を採り上げている。Blomquist and Worley (1982) においては、Hausman 検定に基づいて、関心の持たれる変数と誤差項は相関を有しないという仮説をテストすることで、変数の内生性を検出するということが試みられた。特性の数量と価格のいづれについても外生的であるとされるときには、有意性の高いほうを内生変数と見なし、内生的であると判断された場合には、それに従うという相対的な方法を採用している。

King (1975) や Straszheim (1973, 1974b, 1975) は、供給との同時性に言及しないままに需要を捉えようとした。もっとも、先に提示したようなモデルに基づいて推定が行われているとは見なし難い点で、それらを扱うときには注意を要すると言えよう。Ingram (1975) も参照せよ。

¹⁷⁾ 需要の識別と推定法は Brown and Rosen (1982) や Brown (1983) の中でも扱われたが、そうした同時方程式を設定したうえで議論が展開されているというわけではないことに留意すべきであろう。

¹⁸⁾ Palmquist (1984) に従うと、 z_i の要素のうちいくつかを落としたものを (2.14) に代えて用いることにしたとしても、識別はなされると思われる。その場合には、省かれた変数に対して分離可能性を付与することが求められよう。

しかしながら、それらに伴う限界ヘドニック価格の変動が小幅なものにとどまるとか、家計の社会的な属性と除かれた変数の間に相関関係が介在するとかいったケースにおいては、望ましい結果を得ることは許されないかもしれない。Ohsfeldt and Smith (1985) を見よ。

¹⁹⁾ Ohsfeldt and Smith (1985) によれば、できる限り異なった変換を施すことが期待されることになる。

²⁰⁾ 複数のヘドニック価格関数を測定することは、Freeman (1974b) の中でも提示された。Witte et al. (1979) は、それを採用している。

容認されやすいのは、時間に関して市場が分かれていると考えることである。ただし、経時的なデータを利用することが許されるのは稀である。また、限界ヘドニック価格の変動や市場の数が大きいほど、得られる結果は好ましいものになる²¹⁾。

ここで、攪乱項が内在していることに配慮すれば、(2.14)を

$$P_j = \eta_j(z_1, \dots, z_n, Y, \mathbf{d}, \varepsilon)$$

と書き改めることができる²²⁾。εの変動に伴って P_j が変化すれば、(2.4)を通じて z_1, \dots, z_n も変わるから、それらとεの間には相関関係が存在することとなる。したがって、Epple (1987)が述べているように、説明変数と攪乱項の独立性を仮定して(2.14)を推定しようとする、バイアスが生じてしまう。この点に関して、Bartik (1987b)は、誤差項を観察されない嗜好成分と純粋に確率的な成分とに分けることで説明を加えようとした。捕捉し得ないような選好があるとすると、それによって選択される特性のレベルは左右される恐れがあるというのである。そして、彼らは、Kahn and Lang (1988)とともに、バイアスから逃れるために操作変数法を適用することを提案している。

操作変数には、εと相関しない一方で z_1, \dots, z_n と相関するものを当てることが望まれる。企業の属性を採り上げることは難しい。企業に応じて供給される z_1, \dots, z_n が異なれば、家計は企業に対して関心を払わないとしても z_1, \dots, z_n を選ぶことを通して企業を選択することになるため、家計と企業の属性が相関関係を持つことになりかねないからである。家計の制約を外生的に変化させるような変数を採用することは、それによって特性のレベルは左右されるものの観察されない嗜好は影響を受けないという意味において適当である。ヘドニック価格関数のシフト要因を利用することは有望となる。複数の市場に関して個別に(2.4)を計測する場合には、市場を特定するためのダミー変数を用いることが可能である。それらによって説明される部分が z_1, \dots, z_n の変動に占める割合は小さいとすると、有効性を高めることが求められる。家計の属性との交叉項を加えることは効果的であろう。もっとも、Bartik (1987a)が捕足しているように、家計は捉えられない選好に従ってヘドニック価格関数のシフト要因をも選択している恐れがあるとすれば、操作変数のソースを他に求めたほうがいいかもしれない²³⁾。(2.4)と(2.14)の関数型に制約を与えることで識別可能性を確保しようとする場合においては、(2.14)に現れない項を利用するということが考えられる²⁴⁾。

²¹⁾ Ohsfeldt and Smith (1985) は、Monte Carlo シミュレーションを通して、識別がうまくなされるか否かは v が P_j に及ぼすインパクトの大きさや Y, \mathbf{d} と v の相関の程度に依存するということを示している。さらに、Ohsfeldt and Smith (1988) では、アドホックな指標に基づいて推定の精度を調べることを提案されている。

一方、識別を有効なものとするために技術的な操作を加えるということは、行動方程式の安定性を損なうことになるかもしれない。Ohsfeldt (1988) を見よ。

²²⁾ 限界ヘドニック価格関数についても、誤差項を明示することはある。Kahn and Lang (1988) が指摘しているように、それはヘドニック価格関数の攪乱項が z_j に応じて不均一に分散することによる。均一分散性が確保されるとすると、そのように表記する必要はないと言えよう。King and Mieszkowski (1973) や Brown and Pollakowski (1977), Li and Brown (1980), Edmonds (1983) を参照せよ。

²³⁾ Bajic (1985) を見よ。

限界ヘドニック価格関数と通常の逆需要関数の間で採り上げる特性のリストを異なったものにしてするときには、逆需要関数に含まれない特性変数を候補とすることができよう。

²⁴⁾ 家計の行動を間接的に捕捉することも許されるであろう。Mendelsohn (1985) を参照せよ。

行動方程式の攪乱項とヘドニック価格関数の誤差項が相関すると、特性変数は、行動方程式を通して前者に左右されるので、後者と関係を持つことになる。また、ヘドニック価格関数の攪乱項は、土地ないし住宅の価格と特性のレベルが選択される際に考慮されるという点で、特性変数との間に相関関係を有するかもしれ

しかしながら、Murray (1983) に従うと、用いるデータによっては通常の逆需要関数を捉えることが困難となるケースもあり得ることになる。一方の市場においては、定額の課税が行われるために、ヘドニック価格曲面は、他方の市場に比べてシフトしたものになっているとしよう。嗜好は同じであるとすれば、所得が異なる限り、選択される特性の数量と価格が一致するような家計を2つの市場に見いだすことはできる。それゆえ、所得以外の変数の値が等しくなるようなサンプルが含まれているとすると、所得を説明変数に当てることは無意味となってしまう。

Murray (1983) は、こうした批判を加えながらも、必要な調整を施さえすれば、通常の需要関数を捕捉することは許されるとしている。同様な考え方は、Mendelsohn (1984b) や Palmquist (1984) にも見受けられる。

(2.2) と (2.3) については、

$$(2.17) \quad Y^h = x + P(z_1, \dots, z_n)$$

という予算制約に集約することができる。均衡点においては、無差別曲面はヘドニック価格関数を Taylor 展開して1次近似することで得られる平面とも接することになる。そこで、制約として (2.17) の代わりに線型化された

$$(2.18) \quad Y_a^h = x + \sum_{j=1}^n P_j(z_1^h, \dots, z_n^h) z_j$$

を課すことが可能となる。一般的に表わすと、

$$(2.19) \quad Y_a = Y - P(z_1, \dots, z_n) + \sum_{j=1}^n P_j(z_1, \dots, z_n) z_j$$

になる。これは、ヘドニック価格関数を近似した後でも均衡解が変わらないようにするには所得を修正する必要があるということを示唆している。先に挙げた例をとってみよう。予算制約の線型化は、所得も同じ値をとるようにすることを意味する。

この場合には、家計は特性の価格に対応して数量を選ぶと捉えたほうが妥当である。所得変数として Y ではなく Y_a を使わなければならないということに注意すると、

$$(2.20) \quad z_j = \omega_j(P_1, \dots, P_n, Y_a, \mathbf{d})$$

と記すことができる。これは、特性を標準的な財・サービスと同じように扱ったとしたら観察されるであろう想像上の (mythical) 擬似的な需要を示している。 Y_a や (2.18) は、想像上の所得や予算制約を与えることとなる。

(2.20) を推定するには、それと (2.4)、(2.19) からなる同時方程式を考える必要がある。ただし、(2.20) の Y_a を Y で近似して (2.19) を無視することは容認され得る。識別問題に関しては、(2.16) を採り上げたり、(2.4) と (2.20) の関数型に配慮したりすることで処理する

れない。これらは、ヘドニック価格関数を単一方程式として推定することにバイアスが伴う恐れのあることを示唆している。操作変数法を適用するということが期待されることもあろう。

需要行動に焦点を絞って議論を展開しているが、供給行動について考えることも可能である。その捕捉は、(2.14) と (2.15) からなる体系をベースとして、Nelson (1978b) や Witte et al. (1979), Wilman (1981) の中で試みられた。ただし、企業は、対応する家計に依存せず、非線型なヘドニック価格関数に基づいて特性の数量と価格を選ぶとすれば、(2.14) の代わりに (2.4) を組み入れることが必要となる。Lichtenstein and Kern (1987) または Kinzy (1992) を見よ。

ことになる。内生性については、 P_1, \dots, P_n に対する操作変数を見いだすということが求められる。

一方、McConnell and Phipps (1987) によれば、ヘドニック価格関数が非線型になるとすると、特性の価格をパラメータとする線型の予算制約は設定されないために、価格にかかわる家計の反応を捉えるということさえ許されないことになる。(2.6) の代わりに (2.17) を用いることとしよう。1階条件から導き出されるのは、 $z_j = \omega_j(Y^h, \alpha^h)$ のように表記される行動方程式に過ぎない。それゆえ、捕捉し得るものは

$$z_j = \omega_j(Y, \mathbf{d})$$

になってしまう。しかしながら、予算制約を線型化するとすれば、そうした困難を回避することも可能となる。

ここで注目しなければならないのは、(2.14) を推定することができないとすることは必ずしも適当でないということであろう。(2.20) に対応する擬似的な通常の逆需要関数として

$$(2.21) \quad P_j = \omega_j^{-1}(z_1, \dots, z_n, Y_a, \mathbf{d})$$

を求めることは可能である。 Y_a が Y によって近似されるとすると、(2.14) と (2.21) を測定することは等しくなる。データやヘドニック価格関数の非線型性に伴う問題を考慮する必要はないかもしれない。

ところで、1階条件を構成している (2.5) に相当する

$$(2.22) \quad P_j = \xi_j(z_1, \dots, z_n, x, \mathbf{d})$$

を推定することは許されている。これは限界代替率関数 (marginal rate of substitution function) と呼ばれる。 x は $Y - P(z_1, \dots, z_n)$ として計算されることになる。McConnell and Phipps (1987) や Horowitz (1987) が指摘しているように、(2.22) を捕捉するには、それと (2.4) からなる体系を考えなければならない²⁵⁾。

限界代替率関数が捉えられれば、直接効用関数を推定することは可能であるが、積分可能性から (2.22) の関数型として採用し得るものが限られることとなる。効用関数と線型化された予算制約を組み合わせると、通常の逆需要関数を引き出すことができる。もっとも、この方法は (2.21) の計測に比べて間接的であるということに留意すべきであろう。また、(2.8) に相当する補整された逆需要関数

$$(2.23) \quad \theta_j = \theta_j(z_1, \dots, z_n, \mathbf{d}, U)$$

を直接効用関数から解析的に求めることも考えられる。効用水準に関しては、合成財と特性の均衡数量で効用関数を評価したものを代入することができるので、アドホックな仮定を設けてコントロールしないとする必要はないことになる。

3. 環境政策の便益の測定方法

環境政策は、環境の分布を変化させることを意味する。環境改善の内容は、分析しようとする政策に応じて与えられることとなる。

土地ないし住宅の中には財・サービスの生産に投入されるものがある。環境政策が生産に影

²⁵⁾ Follain and Jimenez (1985b) は、識別可能性を確保するために (2.4) と (2.22) の関数型に配慮するとともに、 z_1, \dots, z_n や x に操作変数を当てることで内生性に対処している。Quigley (1982) においては、同じような推定がなされたものの、識別問題は触れられていないようだ。

響を及ぼすときには、その便益は要素市場においても発生することになる。Palmquist (1989) に基づけば、そういった便益を推定するという事は可能であろう。しかしながら、生産に対する政策の効果あるいは要素市場で取り引きされる土地や住宅の割合は小さいとすると、財・サービス市場に焦点を絞ったとしても、十分な情報を得ることは許されると思われる。加藤 (1992a) のように2つの市場を区別することは重要であろう。

3.1 限定的な便益

Freeman (1974b) も述べているように、問題とする環境特性のレベル $z_i (i \in \{g+1, \dots, n\})$ が変わることによってもたらされる便益は、それに対する家計の支払い意思 (willingness to pay) をもって測ることができる。Ridker and Henning (1967) や Harrison and Rubinfeld (1978a, 1978b, 1978c), Bender et al. (1980), Blomquist and Worley (1981) や Jud and Watts (1981) は、そうした方法論を実証的に採用しようとした²⁶⁾。

図3-1に描かれた家計 h について見てみよう。均衡は E^h としてプロットされる。 $\partial U/\partial z_i > (<) 0$ の場合、特性が z_i^1 から1単位だけ増える(減る)ということを考えると、効用水準を一定に保つ形で払われ得る額は

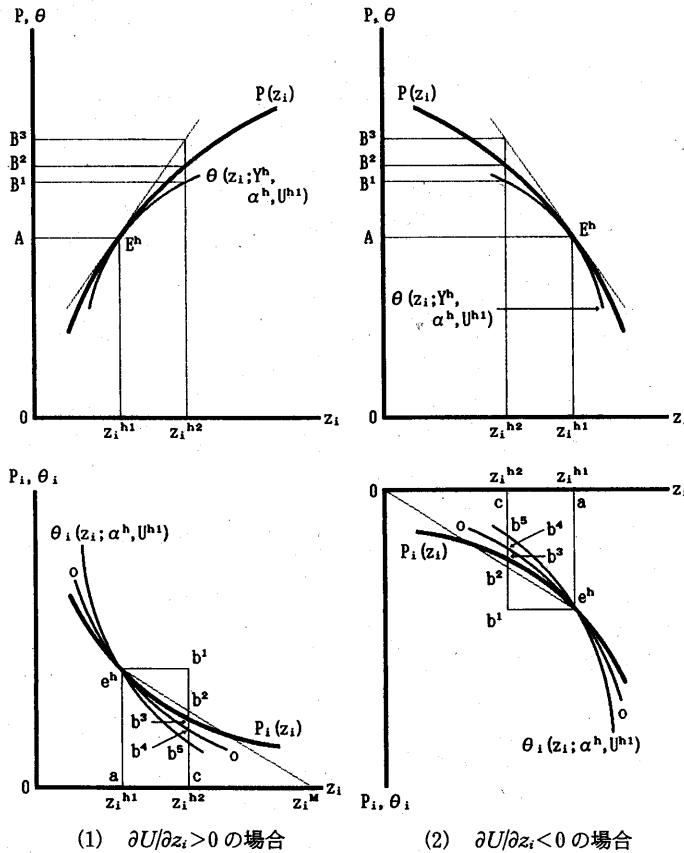


図3-1 限定的な便益

²⁶⁾ Abelson (1979) は、その可能性に言及するにとどまっている。

$$\begin{aligned} & \theta_i(z_i^{h1}, z_i^{h1}; a^h, U^{h1}) \quad \langle \partial U / \partial z_i > 0 \text{ の場合} \rangle \\ & -\theta_i(z_i^{h1}, z_i^{h1}; a^h, U^{h1}) \quad \langle \partial U / \partial z_i < 0 \text{ の場合} \rangle \end{aligned}$$

で示されるために、(2.7) に従えば、

$$\begin{aligned} & P_i(z_i^{h1}, z_i^{h1}) \quad \langle \partial U / \partial z_i > 0 \text{ の場合} \rangle \\ & -P_i(z_i^{h1}, z_i^{h1}) \quad \langle \partial U / \partial z_i < 0 \text{ の場合} \rangle \end{aligned}$$

を限界便益に当てることが可能になる。また、 z_i^{h1} から例えば z_i^{h2} に変化する際には、いずれのケースにおいても、支払い意思は AB^1 :

$$\theta(z_i^{h2}, z_i^{h1}; Y^h, a^h, U^{h1}) - \theta(z_i^{h1}, z_i^{h1}; Y^h, a^h, U^{h1})$$

として捕捉されるので、 ae^hb^5c :

$$(3.1) \quad \int_{z_i^{h1}}^{z_i^{h2}} \theta_i(z_i, z_i^{h1}; a^h, U^{h1}) dz_i$$

によって非限界的な便益を計算することが許される。

家計の補整された逆需要関数が (2.23) として推定されるとすると、(3.1) の被積分関数をそれで置き換えることができる。ただし、捉えられるのは (2.14) ないし (2.21) のような通常の逆需要関数に過ぎないとすれば、補整された逆需要関数の代わりにそれを用いることで (3.1) を算定しなければならないことになる。結果は、通常の逆需要曲線 oo によって ae^hb^4c が与えられることから、過大評価となろう²⁷⁾。

ところで、逆需要関数を計測することなく近似計算を施すことはできる。特に、土地または住宅の価格と特性について観察値を得ることは容易であるのに対して、家計の社会的な属性に関するデータを獲得することが難しいとすると、それは有用であると思われる。加藤 (1992b, 1996) は、以下のような議論を展開している。

Freeman (1974b) を参考にすれば、支払い意思について択一的な仮定を設けることによって、3通りの方法を提案することが可能となるように見受けられる。第1に、所得と嗜好において家計が同質的であると想定すると、ビッド関数はヘドニック価格関数に一致するから、 AB^2 :

$$(3.2) \quad P(z_i^{h2}, z_i^{h1}) - P(z_i^{h1}, z_i^{h1})$$

あるいは ae^hb^3c :

$$\int_{z_i^{h1}}^{z_i^{h2}} P_i(z_i, z_i^{h1}) dz_i$$

をもって (3.1) を置き換えることができる。第2に、特性の数量の限界的な変化に対する支払い意思が不変であると見なせば、便益は AB^3 または ae^hb^1c :

$$(3.3) \quad P_i(z_i^{h1}, z_i^{h1}) \cdot (z_i^{h2} - z_i^{h1})$$

で表わされる。第3に、それぞれのケースにおいて改善し得る限度を z_i^M ならびに 0 として、そこでゼロとなるように限界支払い意思が 1 次的に減少すると仮定すると、 ae^hb^2c :

²⁷⁾ このような問題点を克服するためにある種の補償変分や等価変分を求めることを試みた研究に、Horowitz (1984) がある。従来の枠組に基づいたより一般的な方法論は、Palmquist (1988) に見いだされる。

$$(3.4) \quad P_i(z_i^{h1}, z_i^{h1}) \cdot (z_i^{h2} - z_i^{h1}) \left[1 - \frac{z_i^{h2} - z_i^{h1}}{2(z_i^{h2} - z_i^{h1})} \right] \quad \langle \partial U / \partial z_i > 0 \text{ の場合} \rangle$$

$$(3.5) \quad -\frac{1}{2} P_i(z_i^{h1}, z_i^{h1}) \cdot z_i^{h1} \left[1 - \left(\frac{z_i^{h2}}{z_i^{h1}} \right)^2 \right] \quad \langle \partial U / \partial z_i < 0 \text{ の場合} \rangle$$

を非限界便益に当てることが可能であろう。しかしながら、(3.2) を算定することは容易ではないように思われる²⁸⁾。家計は同質的であると想定することが容認されるとしても、ビッド関数は凹になると考えると、測定されたヘドニック価格関数が凸となれば、矛盾が生じることになる²⁹⁾。さらに、限界支払い意思は低下すると見なすと、(3.3) を求めることもできそうにない。それゆえ、利用しやすいものは3番目の方法に限られると思われる³⁰⁾。ただし、 ae^hb^5c と ae^hb^2c の大小関係は e^hb^5 と e^hb^2 の位置に応じて変わるから、(3.1) に比べて (3.4) や (3.5) が過大となるか過小となるかを特定することは困難である³¹⁾。

個別的な便益が計測されるとすれば、社会的な便益を捉えることもできる。対象となるすべての家計について便益を足し合わせればよい。ただし、個別便益を総合する場合には不均等なウエイトを当てることもあり得るということに注意しなければならない。また、現実的には、採用されるサンプルに関して数値が獲得されるに過ぎないので、何らかの便宜的計算を行わざるを得ないと思われる。

3.2 総体的な便益

環境の変化が及ぼす影響は、家計ばかりでなく企業の中にも現れると同時に、短期的あるいは

²⁸⁾ (3.2) は便益を与えないとしよう。環境が限界的に変化する場合も含めるとすれば、(3.1) ≤ (3.2) になる。

サーベイ法は、質問を通して (3.1) に相当する値を抽出することを意味する。Brookshire et al. (1982) や Pommerehne (1988) は、ヘドニック価格関数を推定して (3.2) を予測し、大小関係を調べることで、その妥当性を検討しようとした。

ヘドニック価格アプローチに関しては、環境に対する評価は観察されないので、計測される限界便益や非限界便益が適当なものとなっているかどうかを直接的に吟味することは難しい。もっとも、間接的な検討を加えることは許されている。同一の接近法を採用した他の研究と比較して、内部的な整合性を見るということが挙げられよう。また、異なるアプローチによって導出された結果と比べて、外部的な確認を行うことも考えられる。特に、サーベイ法と組み合わせてヘドニック価格アプローチを適用することは有効であると思われる。Brookshire et al. (1981) や Blomquist (1988) を見よ。

²⁹⁾ 例えば、Brown and Pollakowski (1977) に対する評価は、用いられたヘドニック価格関数の形状にかかっていると見えよう。

この研究については、Freeman (1979a) と Brown and Pollakowski (1979) を参照せよ。

³⁰⁾ 設定される仮定は説得的であると述べている点では、Freeman (1974b) もこのような方法を好んでいると言えよう。

³¹⁾ 2階の条件に配慮すれば、観察点において仮定された補整逆需要曲線の傾きは限界ヘドニック価格曲線の傾きより小さくなるということが望ましい。図3-1は、それが満たされないケースを示している。 $\partial U / \partial z_i > (<) 0$ のときに z_i^2 より小さい (0より大きい) 値を考えることで、(3.4) と (3.5) を修正するということは、恣意的であるが、受け入れられると思われる。これは、家計に応じて改善の限度が異なり得ることを示唆する。その際には、近似値は小さくなるということに留意しなければならない。

しかしながら、Kato (1996) が指摘するように、 z_i^2 は設定された値より大きく (小さく) なることとすると、問題が起きることになる。Kato (1996) や加藤 (1996) は、 z_1, \dots, z_n を変数とする Cobb-Douglas 型の部分効用関数 (subutility function) を用いて補整された逆需要関数を引き出すことを試みている。ヘドニック価格関数の推定のみを必要とし、2階条件を成立させる可能性を有しているため、それによって (3.1) を算定するということは、近似計算に代わる方法として支持されよう。

は地域的なものにとどまらないとすると、変化に対する各主体の対応の仕方に目を向ける必要が生じる。Bartik (1988)の考え方を応用して、調整過程をいくつかの仮想的な段階に分解すれば、分析を容易なものにすることが許される。

第1段階では、問題とする環境特性の数量のみが変わるとしよう。家計や企業が享受する便益は、支払い意思や費用の変化として捕捉されることになる。第2段階においては、ヘドニック価格曲面がシフトすると考えると、価格の変動が起こるために、それによって便益を測ることができる。第3段階に至っては、おのおのの主体は変位したヘドニック価格関数に従って再び選択を行うものとする。企業の生産条件も変化するとしよう。その際には、支払い意思や費用と価格が変わることから、それらを合わせたものとしての便益が得られることになる。家計と企業が各段階で獲得する便益は、表3-1(1)に表わされている。もっとも、第1段階においては、環境の変化に直面しない主体は、便益を享受しないこととなる。 $z_i^{h2} = z_i^{h1}$ および $z_i^{f2} = z_i^{f1}$ とすれば、そうなることは明らかであろう。

そこで、家計 h が獲得する便益は、

$$(3.6) \quad \theta(z_i^{h3}, z_i^{h3}; Y^h, \alpha^h, U^{hq}) - \theta(z_i^{h1}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq}) - P^3(z_i^{h3}, z_i^{h3}) + P^1(z_i^{h1}, z_i^{h1})$$

によって捉えられることになる。 $q=1$ (3) とすると、 U^{hq} は調整前(後)の効用水準を示すので、ある種の補償(等価)変分が算出されると解釈することは可能である。(3.1) や (3.4) と (3.5) の形で捕捉され得るのは、第1段階における家計の補償変分に過ぎないと思われる。

表3-1 総体的な便益

(1) 調整過程の分解1		
段階	家計	企業
1	$\theta(z_i^{h2}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$ $-\theta(z_i^{h1}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$	$C(z_i^{f1}, z_i^{f1}; \beta^{f1})$ $-C(z_i^{f2}, z_i^{f1}; \beta^{f1})$
2	$P^1(z_i^{h1}, z_i^{h1})$ $-P^3(z_i^{h2}, z_i^{h1})$	$P^3(z_i^{f2}, z_i^{f1})$ $-P^1(z_i^{f1}, z_i^{f1})$
3	$\theta(z_i^{h3}, z_i^{h3}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$ $-\theta(z_i^{h2}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$ $-P^3(z_i^{h3}, z_i^{h3})$ $+P^3(z_i^{h2}, z_i^{h1})$	$C(z_i^{f2}, z_i^{f1}; \beta^{f1})$ $-C(z_i^{f3}, z_i^{f1}; \beta^{f3})$ $-P^3(z_i^{f2}, z_i^{f1})$ $+P^3(z_i^{f3}, z_i^{f1})$
(2) 調整過程の分解2		
段階	家計	企業
1	$\theta(z_i^{h2}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$ $-\theta(z_i^{h1}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$ $-P^1(z_i^{h2}, z_i^{h1})$ $+P^1(z_i^{h1}, z_i^{h1})$	$C(z_i^{f1}, z_i^{f1}; \beta^{f1})$ $-C(z_i^{f2}, z_i^{f1}; \beta^{f1})$ $-P^1(z_i^{f1}, z_i^{f1})$ $+P^1(z_i^{f2}, z_i^{f1})$
2	$\theta(z_i^{h3}, z_i^{h3}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$ $-\theta(z_i^{h2}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})$ $-P^1(z_i^{h3}, z_i^{h3})$ $+P^1(z_i^{h2}, z_i^{h1})$	$C(z_i^{f2}, z_i^{f1}; \beta^{f1})$ $-C(z_i^{f3}, z_i^{f1}; \beta^{f3})$ $-P^1(z_i^{f2}, z_i^{f1})$ $+P^1(z_i^{f3}, z_i^{f1})$
3	$P^1(z_i^{h3}, z_i^{h3})$ $-P^3(z_i^{h3}, z_i^{h3})$	$P^3(z_i^{f3}, z_i^{f1})$ $-P^1(z_i^{f3}, z_i^{f1})$

一方、企業 f は、

$$(3.7) \quad C(z_i^{f1}, z_i^{f1}; \beta^{f1}) - C(z_i^{f3}, z_i^{f3}; \beta^{f3}) \\ - P^1(z_i^{f1}, z_i^{f1}) + P^3(z_i^{f3}, z_i^{f3})$$

という便益を得ることになる。社会的な便益は、対象となる家計や企業の数に区別して H や F で表記すれば、

$$(3.8) \quad \sum_{h=1}^H [\theta(z_i^{h3}, z_i^{h3}; Y^h, \alpha^h, U^{hq}) - \theta(z_i^{h1}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})] \\ + \sum_{f=1}^F [C(z_i^{f1}, z_i^{f1}; \beta^{f1}) - C(z_i^{f3}, z_i^{f3}; \beta^{f3})]$$

として求められる。

価格の変動によってもたらされる便益は、家計と企業の間で相殺される。このとき、費用の変化と再選択に伴う便益が総じて正值になるとすると、

$$(3.9) \quad \sum_{h=1}^H [\theta(z_i^{h2}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq}) - \theta(z_i^{h1}, z_i^{h1}; Y^h, \alpha^h, U^{hq})]$$

は、過小な値になるという意味において、社会的便益の下界 (lower bound) を提供すると考えられる。費用の変化は無視し得るとすれば、ヘドニック価格関数や選択、生産条件が変わらないような短期を対象とすると、(3.9) と社会的な便益の間に違いは生じないことになる。これらに留意しさえすれば、(3.1) や (3.4) と (3.5) をすべての家計について合計したものをを用いるということは可能である。

同表 (2) は、異なった分解を試みた場合の結果を表わしている。第1段階においては、問題とする環境特性のレベルが変化するとともに、土地または住宅の価格も変わるとしよう。ただし、ヘドニック価格曲面自体はシフトしないものとする。家計や企業が享受する便益は、支払い意思や費用の変化に価格の変動を加えたものとして捉えられることになる。環境の変化に直面しない主体に関して便益がゼロとなることは言うまでもない。第2段階では、ヘドニック価格関数は依然として変わらないものの、最終的な特性の数量と生産条件が与えられると想定すると、支払い意思や費用の変化と価格の変動が生じることから、それらによって便益を測ることができる。第3段階に至っては、ヘドニック価格曲面が変位するものとする。このとき、便益は、価格の変動を通じて捉えられるが、家計と企業の間で相殺されることになる。

家計 h や企業 f の獲得する便益が (3.6) や (3.7) として表示され、社会的便益が (3.8) によって捕捉されるということに変わりはない。

事後的な情報は必要とされない点で、

$$(3.10) \quad \sum_{f=1}^F [P^1(z_i^{f2}, z_i^{f1}) - P^1(z_i^{f1}, z_i^{f1})]$$

を求めることは難しくない。その利用可能性を検討することは意義を有すると言える。第1段階において環境の変化が企業の費用に及ぼす影響は小さいとしよう。家計が第2段階までに獲得する便益と企業が第2段階で手にする便益を総合した結果がゼロになるとすれば、(3.8) に代えて (3.10) を採用することは容認され得ると思われる。さらに、それがマイナス (プラス) の値になるとすると、(3.10) を上界 (下界) に当てて社会的な便益を捉えることはできると考えられる。ここで、 $q=1$ のケースを見てみよう。支払い意思の増加は価格の上昇を下回ることからすれば、(3.10) は (3.9) に比べてより正確な下界を与え得るものとなる。環境の変化が小さくなるほど、下界としての (3.9) と上界 (upper bound) としての (3.10) は、互いの距離を縮めながら³²⁾、(3.8) に接近して行くことになる。また、環境が調整後の水準から調整前の

それに戻る場合を考えてみよう。過程を分解することによって、シフトしたヘドニック価格曲面に沿って計測される価格の変動は社会的な損失の下界を提供すると見なすと、ある種の社会的便益の下界を引き出すことが許される。それゆえ、ヘドニック価格曲面のシフトが小さくなるほど、上界としての(3.10)は、下界との隔たりを狭めつつ、(3.8)に近付くこととなる³²⁾。

注目すべきことは、すべての家計について(3.2)を合計することと(3.10)が等価にあるということであろう。(3.2)を用いることには問題があると述べたが、別な観点から見れば、それを利用して便益推定を行うということは認められることになる。しかしながら、結果の解釈が想定の仕事方に依存するという意味において、(3.10)を採り上げる際には注意を要する。

現実的な課題としては、移動費用を考慮に入れることが残されている³⁴⁾。導き出された結果は、それによって影響を受けることとなるであろうか。表3-1(1)を振り返って見ることにしよう。移動が観察されるのは、第3段階においてである。各主体は、費用の負担を強いられるとすると、それに配慮したうえで行動することになるから、移動するとすれば、プラスの便益を得ることとなるし、移動しないにしても、マイナスの便益を被ることにはならない³⁵⁾。この段階で発生する便益は総じて正值になると考えられるので、社会的便益の下界に(3.9)を用いるということに困難は加わらないと思われる。同表(2)に目を移してみよう。改善がなされる以前に選択される環境が移動費用の有無に応じて異なったものとなることは十分にあり得る³⁶⁾。 $q=1$ とする場合には、移動費用のないケースと比較してそれが存在するときに選ばれる環境が劣った(優れた)ものになるほど、家計は第1段階でよりプラス(マイナス)の便益を獲得することとなるために、(3.10)を上界に当てることが許される可能性は低く(高く)なると言えよう。

(3.6)や(3.7)と(3.8)による測定は、ヘドニック価格関数や選択される特性のレベル、生産条件が最終的にどのようなものになるかを知ることができるという前提に立ったものである。そうした情報を獲得することには困難が伴うとすれば³⁷⁾、(3.1)や(3.4)と(3.5)、(3.10)に基づいた計測を行わざるを得ないことになる。

4. 実証分析上の問題

ヘドニック価格関数や家計の行動方程式を捕捉するには、関数型と変数の特定、データやサンプルの選択を行うことが求められる。これらは、総合的に処理されなければならない。

4.1 推定式の特定

ヘドニック価格関数は、効用(不効用)をもたらす特性について増加(減少)関数になることが期待されるということを除くと、形状に対する制約をあまり持たないと言えよう。ヘドニック価格曲面は、凹なビッド曲面の包絡面となる限りにおいて凹になり得る一方、凸なオフア一曲面の包絡面となる限りにおいて凸になり得る。ただし、前もってビッド関数やオフア関数を観測することは難しいということを考慮すれば、凹性あるいは凸性の程度を規定すること

³²⁾ 図3-1を見れば、 z_1^{q2} を z_1^{q1} に近付けるにつれて B^1B^2 は短くなるのがわかる。

³³⁾ Palmquist (1992b)のように、環境の改善が局地的な範囲にとどまるようなケースに目を向けてみよう。ヘドニック価格関数は変位しないと考えられるので、(3.10)を社会的な便益とすることは妥当であると判断し得ることになる。

³⁴⁾ Bartik (1986)は、その重要性を指摘している。

³⁵⁾ Palmquist (1992a)は、限定的なケースに関して、特に家計の獲得する便益と移動費用の関係を論じている。

³⁶⁾ 図3-1において、制約があるとすると、変化前の z_1 は z_1^{q1} の左側または右側に位置するかもしれない。

³⁷⁾ $q=1$ の時点で予測を行うということは難しい。 $q=3$ の時点においても、それまでに他の特性の数量が外生的に変わっていたり経済の構造変化が起きていたりすると、それらの影響を分離することはできない。

は困難である。

それゆえ、便宜的な関数型が選択されやすい。当てはまりの良さや係数の符号と有意性に基づいていくつかの択一的な形状を比較して好ましいものを選ぶということも考えられるが、計量的な適正さに欠けたり検討の範囲が限定されたりするという点で問題の生じる恐れがある。どのような関数型を設定するかは、得られるインプリケーションを左右することから、慎重に検討されなければならない。1つの解決策としては、フレキシブルなものを採用することが挙げられる。

Halvorsen and Pollakowski (1981) は、quadratic Box-Cox 型と称される関数型を当てはめることを提案している。これは、形状の不確かなものを近似したものであると同時に、それを規定するパラメーターの値に応じていろいろな関数型をとり得るという特徴を備えている。

変換パラメーターを S ならびに T と記すと、 P や z_j の Box-Cox 変換は、

$$P^{(S)} = \begin{cases} (P^S - 1)/S & \langle S \neq 0 \text{ の場合} \rangle \\ \ln P & \langle S = 0 \text{ の場合} \rangle \end{cases}$$

$$z_j^{(T)} = \begin{cases} (z_j^T - 1)/T & \langle T \neq 0 \text{ の場合} \rangle \\ \ln z_j & \langle T = 0 \text{ の場合} \rangle \end{cases}$$

で表わされる。L'Hôpital の規則に従えば、

$$\lim_{S \rightarrow 0} (P^S - 1)/S = \ln P$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} (z_j^T - 1)/T = \ln z_j$$

となるので、そういった変換は $S=0$ や $T=0$ の周辺で連続的であることがわかる。quadratic Box-Cox 型のヘドニック価格関数は、 $J \in \{1, \dots, n\}$ とすると、

$$(4.1) \quad P^{(S)} = \gamma_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_j z_j^{(T)} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^n \delta_{jl} z_j^{(T)} z_l^{(T)}$$

と表示される³⁸⁾。

これは、任意の関数

$$P^{(S)} = \rho(z_1^{(T)}, \dots, z_n^{(T)})$$

を Maclaurin 展開して 2 次近似したものである。したがって、 $\rho(0, \dots, 0)$ や $\partial \rho(0, \dots, 0) / \partial z_j^{(T)}$ 、 $\partial^2 \rho(0, \dots, 0) / \partial z_j^{(T)} \partial z_l^{(T)}$ は、 γ_0 や γ_j 、 δ_{jl} の形で計測されることとなる³⁹⁾。Young の定理に基づけば、 $\delta_{jl} = \delta_{lj}$ となる。こうした関係は、特に係数の識別を可能にするという意味で重要である。

一方、表 4-1 から明らかなように、一般に関心が寄せられる関数型を特殊なケースとして含んだものになっている。特性に応じて変換パラメーターを区別して $T_j \neq T_l (j \neq l)$ とすると、より包括的な型になるが⁴⁰⁾、 $T_j = T_l = T$ といった制約を置くことは、フレキシブルな関数型を考える場合には通常なされるため、問題を伴うと判断する必要はないと思われる。

サンプル番号と誤差項を $w (\in \{1, \dots, N\})$ と v で示せば、推定すべき式は

³⁸⁾ 関数型の選択を柔軟なものにするために Box-Cox 変換を利用することは、Halvorsen and Pollakowski (1981) 以前の研究においても試みられていた。もっとも、Goodman (1978) および Sonstelie and Portney (1980) では、被説明変数のみが変換されているに過ぎない。

³⁹⁾ $S \neq 0$ で γ_0 を省く場合には、変換パラメーターの値は P の測定単位に依存することになる。Schlesselman (1971) を見よ。

$$(4.2) \quad P^{w(S)} = \gamma_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_j z_j^{w(T)} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{jj} z_j^{w(T)} z_j^{w(T)} + \nu^w$$

になる。攪乱項は、平均がゼロで分散が一定となる正規分布に従うと仮定する⁴⁰⁾。

S や T の値を特定するとしよう。確率密度関数において P^w と $P^{w(S)}$ の間に

$$f(P^w) = f(P^{w(S)}) \cdot (P^w)^{S-1}$$

という関係が成立することから、 P^1, \dots, P^N に関する対数尤度関数を

表4-1 ヘドニック価格関数の形状

課せられる制約		導出される関数型
S	T その他	
0	0	translog 型: $\ln P = \gamma_0 + \sum_i \gamma_i \ln z_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \delta_{ij} \ln z_i \ln z_j$
0	0	すべての j と J について $\delta_{jj} = 0$
0	1	すべての j と J について $\delta_{jj} = 0$
1	0	すべての j と J について $\delta_{jj} = 0$
1	1/2	非同次の generalized Leontief 型: $P = [1 + \gamma_0 - 2 \sum_i (\gamma_i - \sum_j \delta_{ij})] + 2 \sum_i (\gamma_i - 2 \sum_j \delta_{ij}) z_i^{1/2} + 2 \sum_i \sum_j \delta_{ij} z_i^{1/2} z_j^{1/2}$
1	1/2	1次同次の generalized Leontief 型: $P = 2 \sum_i \sum_j \delta_{ij} z_i^{1/2} z_j^{1/2}$
1	1/2	$1 + \gamma_0 - 2 \sum_i (\gamma_i - \sum_j \delta_{ij}) = 0,$ $\gamma_j - 2 \sum_i \delta_{ij} = 0$ あるいは $\gamma_j = 2 \sum_i \delta_{ij}, \sum_i \gamma_i = 1 + \gamma_0$ $j \neq J$ について $\delta_{jj} = 0$ で $\gamma_j - 2 \sum_i \delta_{ij} = 0$
1	1	linear 型: $P = [1 + \gamma_0 - 2 \sum_i (\gamma_i - \delta_{ii})] + 2 \sum_i \delta_{ii} z_i$
1	1	quadratic 型: $P = [1 + \gamma_0 - \sum_j (\gamma_j - \frac{1}{2} \sum_i \delta_{ij})] + \sum_j (\gamma_j - \sum_i \delta_{ij}) z_j + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \delta_{ij} z_i z_j$
1	1	すべての j と J について $\delta_{jj} = 0$
2	1	linear 型: $P = (1 + \gamma_0 - \sum_i \gamma_i) + \sum_i \gamma_i z_i$
2	1	generalized square root quadratic 型: $P = [(1 + 2 \gamma_0 - \sum_i (2 \gamma_i - \sum_j \delta_{ij})) + 2 \sum_j (\gamma_j - \sum_i \delta_{ij}) z_j + \sum_i \sum_j \delta_{ij} z_i z_j]^{1/2}$
2	1	square root quadratic 型: $P = (\sum_i \sum_j \delta_{ij} z_i z_j)^{1/2}$
2	1	$1 + 2 \gamma_0 - \sum_i (2 \gamma_i - \sum_j \delta_{ij}) = 0,$ $\gamma_j - \sum_i \delta_{ij} = 0$ あるいは $\gamma_j = \sum_i \delta_{ij}, \sum_i \gamma_i = 1 + 2 \gamma_0$

⁴⁰⁾ 特に、リパッケージの可能性としての線型性の程度を検出しようとする際には、そのような区別が求められることとなろう。

⁴¹⁾ 一般に、 ν の分布に正規性を付与するということは、 $P^{(S)}$ が負値になることは許されないために難しいもの

$$l(S, T) = -\frac{1}{2}N \ln \sigma^2(S, T) + (S-1) \sum_{w=1}^N \ln P^w - \frac{1}{2}N \ln 2\pi - \frac{\sum_{w=1}^N \left[P^{w(S)} - \gamma_0 - \sum_{j=1}^n \gamma_j z_j^{w(T)} - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} z_j^{w(T)} z_j^{w(T)} \right]^2}{2\sigma^2(S, T)}$$

と書くことができるので、最大対数尤度 (maximized log likelihood) は

$$(4.3) \quad l_{\max}(S, T) = -\frac{1}{2}N \ln \sigma^2(S, T) + (S-1) \sum_{w=1}^N \ln P^w - \frac{1}{2}N(1 + \ln 2\pi)$$

で与えられる。(4.2)に対しては通常の最小2乗法を適用することが許される一方、 $\sigma^2(S, T)$ は $\Sigma_w(\nu^w)^2/N$ によって計算される。そこで、関心の持たれる関数型がすべて採り上げられるように配慮しつつ択一的な値を S や T に当てたうえで、(4.3)が最も大きくなるケースを検索するということが考えられる⁴²⁾。

パラメーターに制約を課さない場合に導き出される最大対数尤度と課したときに得られるものとの差を2倍した値は、制約の数を自由度とする χ^2 分布に従うために、有意となれば、制約は成り立つという帰無仮説を棄却することができる。translog型、非同次のgeneralized Leontief型あるいはquadratic型、generalized square root quadratic型については、 S や T が制約を受けることになるので、上に述べたような方法に基づいて見いだされる最大対数尤度とこれらの関数型を特定した場合に生じる最大対数尤度を比べることによって、採用し得るか否かが判断される。log-linear型、semilog型、inverse semilog型ならびに1次同次のgeneralized Leontief型、linear型、square root quadratic型に関しては、 S と T に対する制約が満たされるときに限って、その他の制約が成立するかどうかを検定することとなる⁴³⁾。

S と T の値として2つ以上の組み合わせが受け入れられ得る際には、いくつかの基準を設けることで、いずれかを選択することが可能である。まず、最大対数尤度の大きさによって選ぶということが考えられる。また、理論的に望ましいものを採り上げることもできる⁴⁴⁾。さらに、決定的な根拠に欠けるケースにおいては、分析の目的に応じて便宜的な選択を行うことが許されよう。

ただし、Butler (1982)によると、サンプルが限られた範囲に分布しているような場合には、

の、誤差項が絶対値の大きいマイナスの値をとる確率は低いと見なすと、容認されるであろう。また、Zarembka (1974)が述べているように、攪乱項が対称的に分布しさえすれば、問題は生じないと考えられる。

一方、変換パラメーターの値は分散が安定化するように推定されるかもしれない。Egy and Lahiri (1979)やLahiri and Egy (1981)に基づく、分散の在り方をフレキシブルに捉えて尤度関数に反映させるとすれば、不均一分散性の程度を測ると同時にそれを考慮した推定を行うということは可能であろう。

⁴²⁾ 変換パラメーターは確率変数であるということを考慮すれば、検出された S と T の値について通常最小2乗法が提示する γ_0 や γ_j , δ_{ij} の標準誤差を利用することは適当でない。しかしながら、関数の形状を定めた後に推定を行うという2段階的なアプローチは広く経済分析において用いられており、グリッドサーチ (grid search) の意義が第1段階に対して柔軟性を付与することにあると解釈すると、そのような点を問題視する必要はないと思われる。択一的に採り得る推定方法に関しては、Spitzer (1982)を参照せよ。

⁴³⁾ Graves et al. (1988)は、quadratic Box-Cox型を支持したものの、測定される特性の価格が関数型によって左右される恐れはあまりないとすると、translog型やquadratic型、log-linear型、semilog型やlinear型といった比較的簡単な形状を当てはめることは容認されるかもしれないと述べている。

ヘドニック価格曲面の一部がカバーされるに過ぎないために、関数型を特定するに十分な根拠を見いだすことはできない恐れがある。

一方、Cassel and Mendelsohn (1985) が指摘しているように、quadratic Box-Cox 型を採用する際には、いくつかの問題が起こり得るということを考慮しなければならない。推定すべき係数が多くなるほど、各係数の分散は大きくなるし、関数型が複雑になれば、係数を用いた計算も容易なものではなくなる。計算結果が正確であるか否かを判定するのに、使った係数が有する t 統計量を利用することは困難である。通常の最小 2 乗法に従って推定が行われる場合、変換後の被説明変数の予測値の平均は現実値のそれに等しいものの、変換が線型となるケースを除くと、変換前の被説明変数の予測値の平均は現実値のそれに一致しないという意味で、バイアスが生じる。変換後の被説明変数の予測値がマイナスの値になれば、変換前のそれは虚数になってしまう恐れがある。整数以外の実数で累乗するとマイナスの数値は虚数になり得るので、負値を含むデータを用いることは難しい。一定数を足すことは、変換が非線型となるときには、係数の推定値に影響を及ぼすことになる。

さらに、連続変数に関しては、対数変換を加えることが求められるために、ゼロを観測値に持つ場合においては、何らかの対策を講ずることが必要となる。底上げに加えて、他の変数によって包含されると見なして取り除くことが挙げられる。Bajic (1985) のように、あえて変換を施さないということもあり得る。しかしながら、いずれの操作も恣意的であると判断されるかもしれない。Cropper et al. (1988) によれば、Box-Cox 変換は変換パラメータについて連続関数になるから、 $T \neq 0$ という制約を設定することは容認される。結果的にパラメータの値としてゼロに近接したものが選ばれないとすると、 $T=0$ とするケースを考慮する必要はなかったということが認められることになる。また、ダミー変数に関しては、Box-Cox 変換を施すことができないので、直接的に組み入れざるを得ない。Bender et al. (1980) や Rasmussen and Zuehlke (1990) のように 1 次項だけを採り上げることは可能であるが、交叉項を含めることも考えられよう。

第 j 特性の価格は、quadratic Box-Cox 型を採用するとすれば、

$$P_j = \left[\gamma_j + \sum_{f=1}^n \delta_{jf} z_j^{(f)} \right] z_j^{T-1} / P^{S-1}$$

として与えられる。選択される変換パラメータの値によっては、そのインプリケーションを検討することは容易でないとと言える。Rasmussen and Zuehlke (1990) に従うと、解釈をしやすくするためにある種の制約を置くことは許される。(4.1)において $S=0$, $T=1$ とし、quadratic semilog 型と呼ばれる

$$\ln P = \left[\gamma_0 - \sum_{f=1}^n \left(\gamma_j - \frac{1}{2} \sum_{f=1}^n \delta_{jf} \right) \right] + \sum_{f=1}^n \left(\gamma_j - \sum_{f=1}^n \delta_{jf} \right) z_j + \frac{1}{2} \sum_{f=1}^n \sum_{f=1}^n \delta_{jf} z_j z_j$$

を当てはめれば、

$$P_j = \left[\left(\gamma_j - \sum_{f=1}^n \delta_{jf} \right) + \sum_{f=1}^n \delta_{jf} z_j \right] P$$

が得られる。これは、土地や住宅の価格で標準化された (standardized) 限界ヘドニック価格が z_1, \dots, z_n の 1 次関数になるということを示唆している⁴⁵⁾。このとき、 $\gamma_j - \sum_{f=1}^n \delta_{jf}$ と δ_{jf} は切片と第

⁴⁵⁾ Butler (1982) に基づけば、土地ないし住宅の価格と特定な特性との関係が他の特性やそれ自体の数量に依存するということが求められるかもしれない。

J 特性に関する変化率を表わすと解することができる。限界ヘドニック価格は一連の特性のレベルに応じて決まるという点で、制約が強いものになるとは思われない。もっとも、Graves et al. (1988) に見られるように、それが棄却される恐れはある。

一方、Cropper et al. (1988) は、限界ヘドニック価格の測定精度という観点から、Monte Carlo シミュレーションを行ったうえで、

$$P^{(S)} = \gamma_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_j z_j^{(T)}$$

と記される linear Box-Cox 型を用いたほうが良いとしている。この関数型は、すべての j と J について $\delta_{jj} = 0$ という制約を (4.1) に課すことによって導出される。log-linear 型や semilog 型、linear 型においては、限界ヘドニック価格が特定な推定係数のみに依存することとなるので、計測誤差は、共線性問題が発生する際には大きく、特性の中に観察されなかったり代理変数で置き換えられたりするものが含まれる場合には小さい。これに対して、quadratic 型や quadratic Box-Cox 型では、複数の係数が限界ヘドニック価格を規定することになるから、誤差は、共線性が生じるときには小さく、特性の中に省かれたり代理変数によって換えられたりするものがある際には大きい。そうした意味において、linear Box-Cox 型を採り上げれば、共線性や変数の特定に伴う問題をうまく処理し得ることとなる。さらに、重要度の低い特性に関しても精度の高い測定値が与えられるということが示されている。

ただし、この関数型を当てはめることが支持されるとは限らない。Bender et al. (1980) は、quadratic Box-Cox 型に比べてフレキシビリティが低下すると同時に、設定された制約自体の妥当性も問題になると述べている。また、Rasmussen and Zuehlke (1990) の中では、quadratic semilog 型と比較すると説明力に欠けるということが指摘されている。しかしながら、Milon et al. (1984) あるいは加藤 (1992a) が言うように、log-linear 型や semilog 型、inverse semilog 型や linear 型といった容易に採用され得る形状が妥当であるかどうかを吟味することは可能であるとともに、推定係数の数やそれらを使った計算に伴う諸問題を回避することもできる。係数の符号と有意性を調べさえすれば、土地または住宅の価格とある特性の関係が妥当なものであるか否かを判定することは可能である。

ヘドニック価格関数が凸となるか凹となるかは、特に (3.2) を用いて便益の推定を行う場合には問題である。複雑な関数型を当てはめようとすると、形状を把握することは困難になると思われる。Anderson (1985) に基づけば、単純なケースを採り上げて凸性をテストすることは許されている。(4.1) において、 $T=1$ とし、すべての j と J について $\delta_{jj} = 0$ とすると、

$$(4.4) \quad P^{(S)} = \left(\gamma_0 - \sum_{j=1}^n \gamma_j \right) + \sum_{j=1}^n \gamma_j z_j$$

が引き出される⁴⁶⁾。 T の値を固定することは、linear Box-Cox 型に比べて制約された関数型になるということの意味するが、Linneman (1980b) あるいは Rasmussen and Zuehlke (1990) が述べているように、特定化は T より S に左右されるとすれば、容認されるかもしれない。(4.4) の Hesse 行列は、固有値としてゼロ以外に $(1-S)P^{1-2S} \sum_j \gamma_j^2$ を有する。それゆえ、 S が 1 より大きい (小さい) 値をとるとすると、(4.4) は凹 (凸) であると判断し得る。そのとき、凹性 (凸性) の程度は固有値に依存することとなる。 $S=1$ の場合に (4.4) が線型になるということは言うまでもない。

⁴⁵⁾ P_j/P の標準誤差を算定することは難しくない。

⁴⁶⁾ 尤度比検定に従って S の信頼区間を求めることもできる。Kau and Sirmans (1979) を見よ。

ヘドニック価格関数は、特性の価格を推定したり土地や住宅の価格を予測したりする際に用いられる。また、その形状が問題となることもあり得る。個々の関数型が備える特徴を十分に検討したうえで採用すべきものを決定するということが期待されよう。

ところで、先に展開したヘドニック価格モデルは特定な期間を対象とするものであるから、土地ないし住宅の価格としては期間当たりの値を使うことが求められる。貸借がなされる場合には、貸借料を当てればよいが⁴⁷⁾、売買がなされるとすると、何らかの方法で算定したのを用いなければならないことになる。

割引率と売買額を r と R で示すことにしよう。一定額が将来にわたって払われ続けると見なして、そのようなフローの割引現在価値が売買額に相当すると解釈すれば、

$$(4.5) \quad P=rR$$

という関係を利用することができる。こうした見方の妥当性は、支払いの行われる間隔を短くするほど高まると言えよう。ただし、割引率の選択は、分析結果に影響を与えるので、重要な問題となる。

便宜的な数値を採用するということはよくなされることである。森杉 (1991) によると、我が国では年間値に換算して 0.04 ないし 0.06 を公共プロジェクトの割引率に当てることが多いとされている。もっとも、Freeman (1980) や Niskanen and Hanke (1980) が指摘しているように、民間部門や公的部門において観察される利子率の中から理論的に適当なものを選ぶことは可能である。また、計量的な選択を行うことも考えられる。Linneman (1980b) は、主体間で割引率は一定していると仮定したうえで、それと Box-Cox 変換パラメーターを同時決定することを試みている。家計の社会経済的な属性に応じてクロスセクション的な変動が生じ得るということに配慮した研究としては、Linneman and Voith (1991) を挙げることができる。

想定の方によっては、計算方法を変更することが必要となる。Niskanen and Hanke (1977) のように、土地ないし住宅に対しては従価税が課せられるとすると、税率を τ と表示すれば、

$$P=(r+\tau)R$$

が得られる。この式は、(4.5) を用いた際に価格が過小に評価される恐れのあることを示している。 τ の値には実効税率を当てることが求められる。さらに、Freeman (1980) や Niskanen and Hanke (1980), Sonstelie and Portney (1980) に基づくと、現実をよりよく反映させるための操作を加えるということは可能であろう⁴⁸⁾。

一方、ヘドニック価格関数の説明変数については、いくつかの問題を考慮することが期待される。それらは、土地や住宅の特性に関するものばかりでなく、モデルの在り方にかかわるものも含んでいる。

考慮すべき変数が省かれてしまったときには、バイアスの生じる恐れがある。それらと組み込まれた変数との関係が強まるほど、事態は深刻化することになる。ただし、Butler (1982) において述べられているように、この関数を計測する目的が予測にあるとすると、採用された変数が代理変数の役割を兼ねると見なすことが許されれば、現われ得る影響を重視する必要はないかもしれない。採り上げたサンプル以外のものに外挿する場合であっても、両者の性質に違いがなければ、代理効果 (proxy effects) は受け入れられることとなる。

⁴⁷⁾ Linneman (1980b) は、設備使用料 (utility payments) を付加することを提案している。加藤 (1992a) のように、シェアの在り方が明らかでないために複数の家計によって占有される土地や住宅を考慮しないとなれば、共益費を加える必要はないと思われる。

⁴⁸⁾ $R=R(z_1, \dots, z_n)$ を推定して (2.1) に変換することもできる。

変数間で共線性が検出される際には、何らかの対策を施さなければならない⁴⁹⁾。Linneman (1982)に従うと、推定係数の頑健性や説明力といった観点から変数を選ぶということは、有用な方法の1つになり得る。しかしながら、残された変数の係数にバイアスがもたらされる可能性を否定することはし難いとすれば、問題の解決を他に求めることが必要となるかもしれない。Mark (1980)が言及しているように、主成分分析を適用するということは有効であろう⁵⁰⁾。各主成分にかかわる係数が測定されるとすると、個々の変数に対して係数を付与することはできる⁵¹⁾。もっとも、解析がうまくいく保証はないという意味においては、ある種の妥協をしなければならないかもしれない。何らかの方法に基づいて変数を集約するという事も考えられよう⁵²⁾。

採り上げられた変数は直接的なものであるとは限らない。代理変数かどうかを判定することは、興味ある課題となる。変数の省略や共線性といった問題に配慮すると、 t 検定によって推定係数の有意性を調べることは好ましくないと見られる。Dubin and Sung (1990)は、 J 検定を用いることを提案している。

測定誤差については、コントロール変数の役割を果たすものに見受けられる際には、問題視する必要はないものの、分析の対象とする変数に生じるときには、結果を受け入れることが許されないかもしれない。Graves et al. (1988)によれば、操作変数法を適用することが期待されることになる。

環境を適正に捕捉するという事は不可欠である。計測値が変動するときには、要約的な統計量を使うことに困難が伴うかもしれない。Murdoch and Thayer (1988)は、一連の値と発生確率を組み合わせることを試みている。もっとも、コントロールすべき変数が増えるという点では、問題を招く恐れがあると思われる。また、De Vany (1976)やGrether and Mieszkowski (1980)、Li and Brown (1980)に配慮すれば、対象とする範囲を空間的に規定することが必要になるかもしれない。それは、個々の特性に応じて異なり、理論的に特定し得るものではない。矢澤・金本 (1992)は、有意性を比較することで、択一的に設定された範囲の中から妥当なものを統計的に選択しようとした。

土地や住宅に関しては、居住のために取り引きされるものの、用途を変更することは許されている。Crowley (1973)に基づく、潜在的な利用を考慮して追加的な変数を含めるということも考えられよう。

ヘドニック価格アプローチは、均衡モデルに依拠している。しかしながら、市場は均衡状態に至っていないとすれば、不均衡のもたらす影響をコントロールすることが求められるかもしれない。Anas and Eum (1984)においては、ヘドニック価格関数を通じて捉えることのできない部分は、超過需要ないし超過供給の在り方や対象とする期間に先行して観察されるシグナルによって説明される可能性が高いと見なされた。ただし、不均衡の程度は大きくないことか

⁴⁹⁾ 択一的なテストについては、Nelson (1978a)やMark (1980)を参照せよ。

⁵⁰⁾ 因子分析も同様な役割を果たすと考えられる。それを採用しようとした研究に、Kain and Quigley (1970)やWilman (1981)がある。

⁵¹⁾ 主成分に関する経済主体の行動を捕捉するという事も可能である。Lucas (1975)に習って、物理的なものでなく本質的なものとして特性を捉えたとすれば、共線性の有無にかかわりなく、それは受け入れられることになる。

⁵²⁾ 矢澤・金本 (1992)は、多数の物理的な環境指標に代えて少数の主観的な環境評価を利用することを試みている。アンケート調査によって与えられた主観的評価を物理的指標に回帰し、得られた推定式に従って主観的評価の予測値を求めるといことがなされた。ただし、主観的評価が物理的指標に比べて有意な結果をもたらすとは限らないとも述べている。

客観的な変数と主観的な変数の比較については、Lang and Jones (1979)を見よ。

ら、均衡分析の有用性は十分に認められるという見解も示されている。

ところで、家計の行動方程式の形状を決めることも重要である。linear型やlog-linear型のよ
うな一般的な関数型を当てることは容易であるが、Bender et al. (1980)あるいはBlomquist
and Worley (1982), Bajic (1985)のように、Box-Cox変換を利用して最適なものを選択す
るということも考えられる。もっとも、限界ヘドニック価格関数との識別や積分可能性とい
った点で採択できる関数型は限定され得るということに留意しなければならない⁵³⁾。また、特性を
通常の財・サービスと同様に扱うことで既存の知識を生かすということは可能であろう。

一方、方程式を構成すべき変数のリストには、特性の価格や数量と家計の社会経済的な属性
が含まれる。土地ないし住宅の選択はライフサイクル的な観点からなされるとすると、属性の
中には内生的に決定されるものがあり得るので、バイアスが生じるということになるかもしれ
ない。Linneman (1981)は、Wu検定に従って操作変数法を適用している。また、恒常所得の
果たす役割は大きいということに配慮すれば、変動所得を含んだものとして現実に測定される
値を採用することは直接的でないかもしれない⁵⁴⁾。

4.2 データとサンプルの選択

土地ないし住宅の価格と特性や家計の社会経済的な属性については、それらをリンクさせた
ような調査は行われないとすると、異なる目的をもって公表された資料を組み合わせなければ
ならないこととなる⁵⁵⁾。調査時点はできる限り接近していることが求められる。特定な変数に関
して択一的な資料を利用し得るケースにおいては、個々の内容を検討したうえでいづれかを選
ぶということが必要になろう。

Goodman (1977)が述べているように、データの集計化の程度は低いほうが望ましい。集計
されたものを用いざるを得ないとしても、それらは家計の個別的な行動を表わすものであると
見なすことが許されれば、困難は生じない。しかしながら、いくつかの問題を考慮しなければ
ならない。含まれる情報は限られたものになるかもしれない。Nelson (1978b)とHarrison and
Rubinfeld (1978a)は、不均一分散性を招く恐れがあることを指摘している。また、Butler (1980,
1982)によると、決定係数は引き上げられることとなる。Mark (1980)は、共線性を悪化させ
るとしている。ただし、個別データの測定に誤差があるとすれば、それらは集計化を通して相
殺される傾向にあると言える⁵⁶⁾。個々の土地や住宅、家計の特異性が取り除かれるということも
あろう。特に、Anderson and Crocker (1971)が触れているように、変動所得は平均してゼロ
になるとすると、恒常所得を算定する必要はないことになる。

土地ないし住宅の価格を計測するにあたって売買額を採り上げることは、標本選択によるバ
イアスをもたらすかもしれない。市場に出されるものは限られているからである。そこで、あ
る種の評価額を使うということは可能である。もっとも、評価は、実際の取り引きに基づいた
ものでないので、誤差を伴う恐れがある⁵⁷⁾。利用しようとする評価額が適正な値になっているか
否かをチェックするということが不可欠であろう。

Davis and Wertz (1969)は、資産課税に要する査定額と売買額の間の一貫した関係を見い
だすことは難しいと判断している。一方、Berry and Bednarz (1975)においては、両者の等
価性が示唆された。Kain and Quigley (1972)では、所有者の推定額と企業の鑑定額が比較さ
れている。差異は、個別的には大きいものの、総体的には小さいとされた。Robins and West

⁵³⁾ Ohsfeldt and Smith (1988)を参照せよ。

⁵⁴⁾ 恒常所得を採り上げた研究に、Follain and Jimenez (1985b)がある。

⁵⁵⁾ 加藤 (1992b)を見よ。

⁵⁶⁾ Ridker and Henning (1967)を参照せよ。

(1977)は、査定額と推定額、鑑定額を比べている。いずれも誤差を伴い得るが、推定額と鑑定額は同程度の精度を持つと見なすことができるとした。Nelson (1978a) や O'Byrne et al. (1985) においては、査定額と売買額と推定額の間には差異はないと判定されている。

市場の捉え方は、ヘドニック価格関数の推定を左右する。Straszheim (1974a) によって指摘されたように、市場が分割しているとすれば、セグメントごとに複数のヘドニック価格関数を捕捉しなければならない。しかしながら、市場は単一であるとすると、サンプルを分けることは標本選択に伴うバイアスを招く恐れがある。

市場が細分されるための条件としては、移動が十分になされないと同時に家計や企業の属性の分布は異なるということが挙げられる。移動の範囲は限られるとしても、経済主体の在り方に違いがないとすれば、同一のヘドニック価格関数が発生することになる。移動の障壁となる要因には、いろいろなものが考えられる。そこで、採り上げた要因に基づいてサンプルを分けるということが認められるかどうかを調べることが必要になる。

ヘドニック価格関数の形状を特定した後に係数の等価性を検討するという接近法は、多くの研究で採用されている。テストの仕方については、総体的なものと同個別的なものがある。

Lapham (1971) と King and Mieszkowski (1973) は、 F 検定と t 検定に従って、人種の違いが市場を細分し得ると判定している。Ball and Kirwan (1977) においては、因子分析や主成分分析を用いて地理的な分割を行うことは棄却された。 F 検定が使われている。Palmquist (1980) は、 F 検定に基づいて、サンプルを期間ごとに分けるということをサポートした。ただし、前後する2期間を合わせることは受け入れられるとしている。Sonstelie and Portney (1980) では、行政的な分け方や通勤パターンによる分割が試みられた。 F 検定は後者に対して否定的な見方を与えている。Coulson (1989) は、尤度比検定を行った結果、貸借や否かの所有形態とユニット数に応じて市場が細分される可能性を見いだしている。Michaels and Smith (1990) においては、不動産業者からコンセンサスの得られるような要因を選択するという方法が用いられた。Brown-Durbin-Evans 検定と Tiao-Goldberger 検定を組み合わせることで、一定な係数を有するモデルに従ってすべてのサンプルを説明することは適当でないと判断した後に、選ばれた要因を採択することは許されるとしている。

Nelson (1981) は、都市域による空間的な分割の程度を調べた。Tiao-Goldberger 検定や t 検定は、定数項に違いの生じ得ることを示している。Edmonds (1985) では、 F 検定や尤度比検定、 t 検定に基づいて、一部の係数の等価性が棄却されたことから、期間による市場の細分化は支持されている。

サンプルを分けることで推定式の標準誤差が変化するかどうかを見るということも考えられる。係数の等価性が棄却されたとしても、標準誤差に差異はないとすると、ヘドニック価格関数を測定する目的が土地ないし住宅の価格を予測することにあるとすれば、市場の細分化に配慮することは求められないかもしれない。

Schnare and Struyk (1976) は、 F 検定に従って、所得や通勤パターンに応じた分割あるいは行政的な分けを受け入れ、構造特性による細分化を認めなかった。もっとも、標準誤差の変化は見いだされていない。Butler (1980) は、所有形態と地理的要因に応じてサンプルを分けようとした。しかしながら、貸借に関しては、 F 検定と標準誤差の比較のいずれにおいても、空間的に分割された市場を想定することは棄却されている。Dale-Johnson (1982) では、因子分析を適用して計量的にサンプルを分けるということが試みられた。それは、 F 検定や標準誤

⁵⁷⁾ 民間の情報誌からデータを拾う場合には、バイアスと誤差の両方に直面することとなる。加藤(1992a)が言うように、得られる価額は売り手または買い手の提示したものに過ぎないということに注意すべきである。

差の比較を通じて支持されている。

ヘドニック価格や限界ヘドニック価格、係数の有意性などに違いが生じるか否かを調べることも可能である。Kain and Quigley (1970) は、人種あるいは都市の内外による分割を行い、前者について肯定的な結果を得ている。Straszheim (1974b) においては、人種と所有形態が市場を細分し得ると見なされた。Goodman (1978) は、 F 検定を使って係数の等価性をテストするとともにヘドニック価格の差異を検討することで、期間や地理的要因に応じてサンプルを分けるということを受け入れている。Linneman (1980b) では、所有形態と地理的要因に基づく分割の可能性は棄却された。

市場の細分化は、セグメントによって異なった形状を持つヘドニック価格関数を生じさせるかもしれない。関数型に違いがあるとすると、サンプルを分けることは支持されることになる。

Kain and Quigley (1970) は、所有形態に応じて細分化が起こり得ると判定している。Goodman (1978) と Coulson (1989) においては、被説明変数に Box-Cox 変換を加えるに際して選ばれた変換パラメーターの値は異なり得るということが示された。Linneman (1980b) では、否定的な結果が導き出されている。これらは、先に触れた見解の妥当性を確認させるものである。

しかしながら、サンプルを分割した場合に差異が見られる(見られない)としても、市場の細分化を認めることは許されない(許される)かもしれない。標本分散が限られたものになっていたり、サンプルの採択が非確率抽出によっていたりするときには、市場の単一性は棄却(容認)され得るからである。もっとも、推定結果が現実の市場と統計的な問題のいずれに帰すかを判断することは容易でないと見えよう。

5. 結 語

この論文においては、土地と住宅は択一的に扱われてきた。対応する特性をうまくコントロールしさえすれば、どちらを採り上げようとも問題は生じない。ただし、後者を採用する場合には、建物その他の定着物に配慮しなければならないという意味で、操作はより複雑になることが予想される。また、環境をそれらの特性と見なすことには困難が伴うとすると、前者を扱うことは、分析を直接的なものにするという点で、受け入れられやすいかもしれない。

便益が測定されれば、それを費用と比べることによって環境政策を評価するということが可能になる。費用は、政策の施行および維持に要するコストからなる。政策に関連して追加的な料金の徴収が行われる際には、それを便益に含めることが求められよう。いづれに関しても割引現在価値に換算したものをを用いる必要があるということは述べるまでもない。

費用・便益分析が否定的な結果を提示することはあり得る。しかしながら、ヘドニック価格アプローチは、居住環境の改善という観点から環境政策の便益を計測しようとするに過ぎないということに留意しなければならない。政策が生活の他の場面や財・サービスの生産にかかわる環境をも変化させるものであるとすると、便益が総じて費用を上回るということは十分に考えられよう。

引用文献

- [1] Abelson, Peter W. (1979). Property Prices and the Value of Amenities, *Journal of Environmental Economics and Management*, 6, 11-28.
- [2] 赤井伸郎・大竹文雄 (1995). 地域間環境格差の実証分析, 日本経済研究, 30, 94-137.
- [3] Anas, Alex and Eum, Sung Jick (1984). Hedonic Analysis of a Housing Market in Disequilibrium, *Journal of Urban Economics*, 15, 87-106.
- [4] Anderson, John E. (1985). On Testing the Convexity of Hedonic Price Functions, *Journal of Urban Economics*, 18, 334-337.

- [5] Anderson, Robert J., Jr. and Crocker, Thomas D. (1971). Air Pollution and Residential Property Values, *Urban Studies*, 8, 171-180.
- [6] Anderson, Robert J., Jr. and Crocker, Thomas D. (1972). Air Pollution and Property Values: A Reply, *Review of Economics and Statistics*, 54, 470-473.
- [7] Bajic, Vladimir (1985). Housing-Market Segmentation and Demand for Housing Attributes: Some Empirical Findings, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 13, 58-75.
- [8] Ball, M. J. and Kirwan, R. M. (1977). Accessibility and Supply Constraints in the Urban Housing Market, *Urban Studies*, 14, 11-32.
- [9] Bartik, Timothy J. (1986). Neighborhood Revitalization's Effects on Tenants and the Benefit-Cost Analysis of Government Neighborhood Programs, *Journal of Urban Economics*, 19, 234-248.
- [10] Bartik, Timothy J. (1987a). Estimating Hedonic Demand Parameters with Single Market Data: The Problems Caused by Unobserved Tastes, *Review of Economics and Statistics*, 69, 178-180.
- [11] Bartik, Timothy J. (1987b). The Estimation of Demand Parameters in Hedonic Price Models, *Journal of Political Economy*, 95, 81-88.
- [12] Bartik, Timothy J. (1988). Measuring the Benefits of Amenity Improvements in Hedonic Price Models, *Land Economics*, 64, 172-183.
- [13] Bartik, Timothy J. and Smith, V. Kerry (1987). Urban Amenities and Public Policy, *Handbook of Regional and Urban Economics* (Edwin S. Mills, ed.), Elsevier Science Publishers B. V., 1207-1254.
- [14] Bender, Bruce, Gronberg, Timothy J. and Hwang, Hae-Shin (1980). Choice of Functional Form and the Demand for Air Quality, *Review of Economics and Statistics*, 62, 638-643.
- [15] Berry, Brian J. L. and Bednarz, Robert S. (1975). A Hedonic Model of Prices and Assessments for Single-Family Homes: Does the Assessor Follow the Market or the Market Follow the Assessor?, *Land Economics*, 51, 21-40.
- [16] Blomquist, Glenn (1988). Valuing Urban Lakeview Amenities Using Implicit and Contingent Markets, *Urban Studies*, 25, 333-340.
- [17] Blomquist, Glenn and Worley, Lawrence (1981). Hedonic Prices, Demands for Urban Housing Amenities, and Benefit Estimates, *Journal of Urban Economics*, 9, 212-221.
- [18] Blomquist, Glenn and Worley, Lawrence (1982). Specifying the Demand for Housing Characteristics: The Exogeneity Issue, *The Economics of Urban Amenities* (Douglas B. Diamond, Jr. and George S. Tolley, eds.), Academic Press, Inc., 89-102.
- [19] Brookshire, David S., d'Arge, Ralph C., Schulze, William D. and Thayer, Mark A. (1981). Experiments in Valuing Public Goods, *Advances in Applied Microeconomics* (V. Kerry Smith, ed.), JAI Press, Inc., 123-172.
- [20] Brookshire, David S., Thayer, Mark A., Schulze, William D. and d'Arge, Ralph C. (1982). Valuing Public Goods: A Comparison of Survey and Hedonic Approaches, *American Economic Review*, 72, 165-177.
- [21] Brown, Gardner, Jr. and Mendelsohn, Robert (1984). The Hedonic Travel Cost Method, *Review of Economics and Statistics*, 66, 427-433.
- [22] Brown, Gardner M., Jr. and Pollakowski, Henry O. (1977). Economic Valuation of Shoreline, *Review of Economics and Statistics*, 59, 272-278.
- [23] Brown, Gardner M., Jr. and Pollakowski, Henry O. (1979). Economic Valuation of Shoreline: A Reply, *Review of Economics and Statistics*, 61, 635-636.
- [24] Brown, James N. (1983). Structural Estimation in Implicit Markets, *The Measurement of Labor Cost* (Jack E. Triplett, ed.), The University of Chicago Press, 123-151.
- [25] Brown, James N. and Rosen, Harvey S. (1982). On the Estimation of Structural Hedonic Price Models, *Econometrica*, 50, 765-768.
- [26] Butler, Richard V. (1980). Cross-sectional Variation in the Hedonic Relationship for Urban Housing Markets, *Journal of Regional Science*, 20, 439-453.
- [27] Butler, Richard V. (1982). The Specification of Hedonic Indexes for Urban Housing, *Land Economics*, 58, 96-108.
- [28] Cassel, Eric and Mendelsohn, Robert (1985). The Choice of Functional Forms for Hedonic Price Equations: Comment, *Journal of Urban Economics*, 18, 135-142.
- [29] Clark, David E. and Cosgrove, James C. (1990). Hedonic Prices, Identification, and the Demand for

- Public Safety, *Journal of Regional Science*, **30**, 105-121.
- [30] Clark, David E. and Kahn, James R. (1988). The Social Benefits of Urban Cultural Amenities, *Journal of Regional Science*, **28**, 363-377.
- [31] Clark, David E. and Kahn, James R. (1989). The Two-Stage Hedonic Wage Approach: A Methodology for the Valuation of Environmental Amenities, *Journal of Environmental Economics and Management*, **16**, 106-120.
- [32] Cobb, Steven A. (1977). Site Rent, Air Quality, and the Demand for Amenities, *Journal of Environmental Economics and Management*, **4**, 214-218.
- [33] Cobb, Steven, Barkume, Anthony and Shapiro, Perry (1978). Amenities and Property Values in a Model of an Urban Area: A Comment, *Journal of Public Economics*, **9**, 107-110.
- [34] Coulson, N. Edward (1989). The Empirical Content of the Linearity-as-Repackaging Hypothesis, *Journal of Urban Economics*, **25**, 295-309.
- [35] Cropper, Maureen L., Deck, Leland B. and McConnell, Kenneth E. (1988). On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions, *Review of Economics and Statistics*, **70**, 668-675.
- [36] Crowley, Ronald W. (1973). A Case Study of the Effects of an Airport on Land Values, *Journal of Transport Economics and Policy*, **7**, 144-152.
- [37] Dale-Johnson, David (1982). An Alternative Approach to Housing Market Segmentation Using Hedonic Price Data, *Journal of Urban Economics*, **11**, 311-332.
- [38] Davis, Otto A. and Wertz, Kenneth L. (1969). The Consistency of the Assessment of Property: Some Empirical Results and Managerial Suggestions, *Applied Economics*, **1**, 151-157.
- [39] De Vany, Arthur S. (1976). An Economic Model of Airport Noise Pollution in an Urban Environment, *Theory and Measurement of Economic Externalities* (Steven A. Y. Lin, ed.), Academic Press, Inc., 205-214.
- [40] Diamond, Douglas B., Jr. (1980). The Relationship Between Amenities and Urban Land Prices, *Land Economics*, **56**, 21-32.
- [41] Diamond, Douglas B., Jr. and Smith, Barton A. (1985). Simultaneity in the Market for Housing Characteristics, *Journal of Urban Economics*, **17**, 280-292.
- [42] Dubin, Robin A. and Sung, Chein-Hsing (1990). Specification of Hedonic Regressions: Non-nested Tests on Measures of Neighborhood Quality, *Journal of Urban Economics*, **27**, 97-110.
- [43] Edmonds, Radcliffe G., Jr. (1983). Travel Time Valuation through Hedonic Regression, *Southern Economic Journal*, **50**, 83-98.
- [44] Edmonds, Radcliffe G., Jr. (1985). Some Evidence on the Intertemporal Stability of Hedonic Price Functions, *Land Economics*, **61**, 445-451.
- [45] Egy, Daniel and Lahiri, Kajal (1979). On Maximum Likelihood Estimation of Functional Form and Heteroskedasticity, *Economics Letters*, **2**, 155-159.
- [46] Epple, Dennis (1987). Hedonic Prices and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products, *Journal of Political Economy*, **95**, 59-80.
- [47] Follain, James R. and Jimenez, Emmanuel (1985a). Estimating the Demand for Housing Characteristics: A Survey and Critique, *Regional Science and Urban Economics*, **15**, 77-107.
- [48] Follain, James R. and Jimenez, Emmanuel (1985b). The Demand for Housing Characteristics in Developing Countries, *Urban Studies*, **22**, 421-432.
- [49] Freeman, A. Myrick, III (1971). Air Pollution and Property Values: A Methodological Comment, *Review of Economics and Statistics*, **53**, 415-416.
- [50] Freeman, A. Myrick, III (1974a). Air Pollution and Property Values: A Further Comment, *Review of Economics and Statistics*, **56**, 554-556.
- [51] Freeman, A. Myrick, III (1974b). On Estimating Air Pollution Control Benefits from Land Value Studies, *Journal of Environmental Economics and Management*, **1**, 74-83.
- [52] Freeman, A. Myrick, III (1978). Comment, *Approaches to Controlling Air Pollution* (Ann F. Friedlaender, ed.), The MIT Press, 274-279.
- [53] Freeman, A. Myrick, III (1979a). Economic Valuation of Shoreline: A Comment, *Review of Economics and Statistics*, **61**, 634-635.
- [54] Freeman, A. Myrick, III (1979b). Hedonic Prices, Property Values and Measuring Environmental Benefits: A Survey of the Issues, *Scandinavian Journal of Economics*, **81**, 154-173.

- [55] Freeman, A. Myrick, III (1979c). *The Benefits of Environmental Improvement: Theory and Practice*, The Johns Hopkins University Press.
- [56] Freeman, A. Myrick, III (1979d). The Hedonic Price Approach to Measuring Demand for Neighborhood Characteristics, *The Economics of Neighborhood* (David Segal, ed.), Academic Press, Inc., 191-217.
- [57] Freeman, A. Myrick, III (1980). Land Prices Substantially Underestimate the Value of Environmental Quality: A Comment, *Review of Economics and Statistics*, **62**, 154-156.
- [58] Freeman, A. Myrick, III (1993). *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*, Resources for the Future.
- [59] Freeman, A. Myrick, III (1995). Hedonic Pricing Methods, *The Handbook of Environmental Economics* (Daniel W. Bromley, ed.), Blackwell Publishers, 672-686.
- [60] Goodman, Allen C. (1977). A Comparison of Block Group and Census Tract Data in a Hedonic Housing Price Model, *Land Economics*, **53**, 483-487.
- [61] Goodman, Allen C. (1978). Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets, *Journal of Urban Economics*, **5**, 471-484.
- [62] Graves, Phil, Murdoch, James C., Thayer, Mark A. and Waldman, Don (1988). The Robustness of Hedonic Price Estimation: Urban Air Quality, *Land Economics*, **64**, 220-233.
- [63] Grether, David M. and Mieszkowski, Peter (1980). The Effects of Nonresidential Land Uses on the Prices of Adjacent Housing: Some Estimates of Proximity Effects, *Journal of Urban Economics*, **8**, 1-15.
- [64] Halvorsen, Robert and Pollakowski, Henry O. (1981). Choice of Functional Form for Hedonic Price Equations, *Journal of Urban Economics*, **10**, 37-49.
- [65] Harris, Anthony H. (1981). Hedonic Technique and Valuation of Environmental Quality, *Advances in Applied Microeconomics* (V. Kerry Smith, ed.), JAI Press, Inc., 31-49.
- [66] Harrison, David, Jr. and Rubinfeld, Daniel L. (1978a). Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air, *Journal of Environmental Economics and Management*, **5**, 81-102.
- [67] Harrison, David, Jr. and Rubinfeld, Daniel L. (1978b). The Air Pollution and Property Value Debate: Some Empirical Evidence, *Review of Economics and Statistics*, **60**, 635-638.
- [68] Harrison, David, Jr. and Rubinfeld, Daniel L. (1978c). The Distribution of Benefits from Improvements in Urban Air Quality, *Journal of Environmental Economics and Management*, **5**, 313-332.
- [69] Horowitz, Joel L. (1984). Estimating Compensating and Equivalent Income Variations from Hedonic Price Models, *Economics Letters*, **14**, 303-308.
- [70] Horowitz, Joel L. (1987). Identification and Stochastic Specification in Rosen's Hedonic Price Model, *Journal of Urban Economics*, **22**, 165-173.
- [71] Ingram, Gregory (1975). Comments on "The Demand for Housing: Integrating the Roles of Journey-to-Work, Neighborhood Quality, and Prices", *Household Production and Consumption* (Nestor E. Terleckyj, ed.), Columbia University Press, 484-487.
- [72] Jud, G. Donald and Watts, James M. (1981). Schools and Housing Values, *Land Economics*, **57**, 459-470.
- [73] Kahn, Shulamit and Lang, Kevin (1988). Efficient Estimation of Structural Hedonic Systems, *International Economic Review*, **29**, 157-166.
- [74] Kain, John F. and Quigley, John M. (1970). Measuring the Value of Housing Quality, *Journal of the American Statistical Association*, **65**, 532-548.
- [75] Kain, John F. and Quigley, John M. (1972). Note on Owner's Estimate of Housing Value, *Journal of the American Statistical Association*, **67**, 803-806.
- [76] 金本良嗣・中村良平 (1984). 環境の経済的価値, 環境情報科学, **13**, 12-18.
- [77] 金本良嗣・中村良平・矢澤則彦 (1989). ヘドニック・アプローチによる環境の価値の測定, 環境科学会誌, **2**, 251-266.
- [78] 加藤尚史 (1990). 都市生活の質の指標化, 一橋論叢, **103**, 690-714.
- [79] 加藤尚史 (1991). 生活の質の地域間格差, 日本経済研究, **21**, 34-47.
- [80] 加藤尚史 (1992a). レントをベースとした居住環境の指標化, 日本統計学会誌, **22**, 211-228.
- [81] 加藤尚史 (1992b). 緑化政策の便益の推定, 公共選択の研究, **20**, 76-87.
- [82] Kato, Takafumi (1996). Hedonic Valuation of Environmental Improvements and Availability of

- Data, paper presented at the Annual Meeting of the Society for Environmental Economics and Policy Studies.
- [83] 加藤尚史 (1996). 通勤時間の経済的価値, 生活経済学研究, 12, 掲載予定.
- [84] Kau, James B. and Sirmans, C. F. (1979). Urban Land Value Functions and the Price Elasticity of Demand for Housing, *Journal of Urban Economics*, 6, 112-121.
- [85] King, A. Thomas (1975). The Demand for Housing: Integrating the Roles of Journey-to-Work, Neighborhood Quality, and Prices, *Household Production and Consumption* (Nestor E. Terleckyj, ed.), Columbia University Press, 451-484.
- [86] King, A. Thomas and Mieszkowski, Peter (1973). Racial Discrimination, Segregation, and the Price of Housing, *Journal of Political Economy*, 81, 590-606.
- [87] Kinzy, Scott A. (1992). An Analysis of the Supply of Housing Characteristics by Builders within the Rosen Framework, *Journal of Urban Economics*, 32, 1-16.
- [88] 北島能房 (1984). アメニティの経済的・政策的側面, 環境研究, 48, 95-114.
- [89] 北島能房 (1986). 環境の評価: 特に経済的評価を中心にして, 都市域及びその周辺の自然環境等に係る環境指標の開発に関する研究 II (内藤正明編), 国立公害研究所, 191-210.
- [90] Lahiri, Kajal and Egy, Daniel (1981). Joint Estimation and Testing for Functional Form and Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 15, 299-307.
- [91] Lang, James R. and Jones, Wesley H. (1979). Hedonic Property Valuation Models: Are Subjective Measures of Neighborhood Amenities Needed?, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 7, 451-465.
- [92] Lapham, Victoria (1971). Do Blacks Pay More for Housing?, *Journal of Political Economy*, 79, 1244-1257.
- [93] Lave, Lester B. (1978). Comment, *Approaches to Controlling Air Pollution* (Ann F. Friedlaender, ed.), The MIT Press, 280-284.
- [94] Li, Mingche M. and Brown, H. James (1980). Micro-Neighborhood Externalities and Hedonic Housing Prices, *Land Economics*, 56, 125-141.
- [95] Lichtenstein, Larry and Kern, Clifford R. (1987). The Cost of Quality in Existing Housing: Estimates from an Implicit Markets Model, *Journal of Urban Economics*, 22, 324-339.
- [96] Linneman, Peter (1980a). An Empirical Methodology for Analyzing the Properties of Public Goods, *Economic Inquiry*, 18, 600-616.
- [97] Linneman, Peter (1980b). Some Empirical Results on the Nature of the Hedonic Price Function for the Urban Housing Market, *Journal of Urban Economics*, 8, 47-68.
- [98] Linneman, Peter (1981). The Demand for Residence Site Characteristics, *Journal of Urban Economics*, 9, 129-148.
- [99] Linneman, Peter (1982). Hedonic Prices and Residential Location, *The Economics of Urban Amenities* (Douglas B. Diamond, Jr. and George S. Tolley, eds.), Academic Press, Inc., 69-88.
- [100] Linneman, Peter and Voith, Richard (1991). Housing Price Functions and Ownership Capitalization Rates, *Journal of Urban Economics*, 30, 100-111.
- [101] Lucas, Robert E. B. (1975). Hedonic Price Functions, *Economic Inquiry*, 13, 157-178.
- [102] Mark, Jonathan H. (1980). A Preference Approach to Measuring the Impact of Environmental Externalities, *Land Economics*, 56, 103-116.
- [103] McConnell, K. E. and Phipps, T. T. (1987). Identification of Preference Parameters in Hedonic Models: Consumer Demands with Nonlinear Budgets, *Journal of Urban Economics*, 22, 35-52.
- [104] McDougall, Gerald S. (1976). Hedonic Prices and the Demand for Local Public Goods, *Public Finance*, 31, 265-279.
- [105] Mendelsohn, Robert (1984a). An Application of the Hedonic Travel Cost Framework for Recreation Modeling to the Valuation of Deer, *Advances in Applied Micro-Economics* (V. Kerry Smith and Ann Dryden Witte, eds.), JAI Press, Inc., 89-101.
- [106] Mendelsohn, Robert (1984b). Estimating the Structural Equations of Implicit Markets and Household Production Functions, *Review of Economics and Statistics*, 66, 673-677.
- [107] Mendelsohn, Robert (1985). Identifying Structural Equations with Single Market Data, *Review of Economics and Statistics*, 67, 525-529.
- [108] Mendelsohn, Robert (1987). A Review of Identification of Hedonic Supply and Demand Functions,

- Growth and Change*, 18, 82-92.
- [109] Michaels, R. Gregory and Smith, V. Kerry (1990). Market Segmentation and Valuing Amenities with Hedonic Models: The Case of Hazardous Waste Sites, *Journal of Urban Economics*, 28, 223-242.
- [110] Milon, J. Walter, Gressel, Jonathan and Mulkey, David (1984). Hedonic Amenity Valuation and Functional Form Specification, *Land Economics*, 60, 378-387.
- [111] 森杉壽芳 (1991). 費用便益分析, 公共セクターの効率化 (金本良嗣・宮島洋編), 東京大学出版会, 71-87.
- [112] Muellbauer, John (1974). Household Production Theory, Quality, and the "Hedonic Technique", *American Economic Review*, 64, 977-994.
- [113] Murdoch, James C. and Thayer, Mark A. (1988). Hedonic Price Estimation of Variable Urban Air Quality, *Journal of Environmental Economics and Management*, 15, 143-146.
- [114] Murray, Michael P. (1983). Mythical Demands and Mythical Supplies for Proper Estimation of Rosen's Hedonic Price Model, *Journal of Urban Economics*, 14, 327-337.
- [115] 中村良平 (1992). ヘドニック・アプローチにおける実証分析の諸問題. 土木学会論文集, 449, 57-66.
- [116] Nelson, Jon P. (1978a). *Economic Analysis of Transportation Noise Abatement*, Ballinger Publishing Company.
- [117] Nelson, Jon P. (1978b). Residential Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality, *Journal of Urban Economics*, 5, 357-369.
- [118] Nelson, Jon P. (1981). Measuring Benefits of Environmental Improvements: Aircraft Noise and Hedonic Prices, *Advances in Applied Microeconomics* (V. Kerry Smith, ed.), JAI Press, Inc., 51-75.
- [119] 西澤栄一郎・吉田泰治・加藤尚史 (1991). 農林地のもたらすアメニティの評価に関する試論—ヘドニック法による推計—, 農総研季報, 11, 1-8.
- [120] Niskanen, William A. and Hanke, Steve H. (1977). Land Prices Substantially Underestimate the Value of Environmental Quality, *Review of Economics and Statistics*, 59, 375-377.
- [121] Niskanen, William A. and Hanke, Steve H. (1980). Land Prices Substantially Underestimate the Value of Environmental Quality: A Rejoinder, *Review of Economics and Statistics*, 62, 156.
- [122] O'Byrne, Patricia Habuda, Nelson, Jon P. and Seneca, Joseph J. (1985). Housing Values, Census Estimates, Disequilibrium, and the Environmental Cost of Airport Noise: A Case Study of Atlanta, *Journal of Environmental Economics and Management*, 12, 169-178.
- [123] Ohsfeldt, Robert L. (1988). Implicit Markets and the Demand for Housing Characteristics, *Regional Science and Urban Economics*, 18, 321-343.
- [124] Ohsfeldt, Robert L. and Smith, Barton A. (1985). Estimating the Demand for Heterogeneous Goods, *Review of Economics and Statistics*, 67, 165-171.
- [125] Ohsfeldt, Robert L. and Smith, Barton A. (1988). Assessing the Accuracy of Structural Parameter Estimates in Analyses of Implicit Markets, *Land Economics*, 64, 135-146.
- [126] Palmquist, Raymond B. (1980). Alternative Techniques for Developing Real Estate Price Indexes, *Review of Economics and Statistics*, 62, 442-448.
- [127] Palmquist, Raymond B. (1984). Estimating the Demand for the Characteristics of Housing, *Review of Economics and Statistics*, 66, 394-404.
- [128] Palmquist, Raymond B. (1988). Welfare Measurement for Environmental Improvements Using the Hedonic Model: The Case of Nonparametric Marginal Prices, *Journal of Environmental Economics and Management*, 15, 297-312.
- [129] Palmquist, Raymond B. (1989). Land as a Differentiated Factor of Production: A Hedonic Model and Its Implications for Welfare Measurement, *Land Economics*, 65, 23-28.
- [130] Palmquist, Raymond B. (1991). Hedonic Methods, *Measuring the Demand for Environmental Quality* (John B. Braden and Charles D. Kolstad, eds.), Elsevier Science Publishers B. V., 77-120.
- [131] Palmquist, Raymond B. (1992a). A Note on Transactions Costs, Moving Costs, and Benefit Measurement, *Journal of Urban Economics*, 32, 40-44.
- [132] Palmquist, Raymond B. (1992b). Valuing Localized Externalities, *Journal of Urban Economics*, 31, 59-68.
- [133] Polinsky, A. Mitchell and Rubinfeld, Daniel L. (1977). Property Values and the Benefits of Environmental Improvements: Theory and Measurement, *Public Economics and the Quality of Life* (Lowdon Wingo and Alan Evans, eds.), The Johns Hopkins University Press, 154-180.

- [134] Polinsky, A. Mitchell and Shavell, Steven (1975). The Air Pollution and Property Value Debate, *Review of Economics and Statistics*, 57, 100-104.
- [135] Polinsky, A. Mitchell and Shavell, Steven (1976). Amenities and Property Values in a Model of an Urban Area, *Journal of Public Economics*, 5, 119-129.
- [136] Polinsky, A. Mitchell and Shavell, Steven (1978). Amenities and Property Values in a Model of an Urban Area: A Reply, *Journal of Public Economics*, 9, 111-112.
- [137] Pommerehne, Werner W. (1988). Measuring Environmental Benefits: A Comparison of Hedonic Technique and Contingent Valuation, *Welfare and Efficiency in Public Economics* (Dieter Bös, Manfred Rose and Christian Seidl, eds.), Springer-Verlag, 363-400.
- [138] Quigley, John M. (1982). Nonlinear Budget Constraints and Consumer Demand: An Application to Public Programs for Residential Housing, *Journal of Urban Economics*, 12, 177-201.
- [139] Rasmussen, David W. and Zuehlke, Thomas W. (1990). On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions, *Applied Economics*, 22, 431-438.
- [140] Ridker, Ronald G. and Henning, John A. (1967). The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution, *Review of Economics and Statistics*, 49, 246-257.
- [141] Robins, Philip K. and West, Richard W. (1977). Measurement Errors in the Estimation of Home Value, *Journal of the American Statistical Association*, 72, 290-294.
- [142] Rosen, Sherwin (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition, *Journal of Political Economy*, 82, 34-55.
- [143] Rubinfeld, Daniel L. (1978a). Market Approaches to the Measurement of the Benefits of Air Pollution Abatement, *Approaches to Controlling Air Pollution* (Ann F. Friedlaender, ed.), The MIT Press, 240-273.
- [144] Rubinfeld, Daniel L. (1978b). Reply to Comment, *Approaches to Controlling Air Pollution* (Ann F. Friedlaender, ed.), The MIT Press, 285-286.
- [145] Schlesselman, J. (1971). Power Families: A Note on the Box and Cox Transformation, *Journal of the Royal Statistical Society*, 33, 307-311.
- [146] Schnare, Ann B. and Struyk, Raymond J. (1976). Segmentation in Urban Housing Markets, *Journal of Urban Economics*, 3, 146-166.
- [147] Schulze, William D., d'Arge, Ralph C. and Brookshire, David S. (1981). Valuing Environmental Commodities: Some Recent Experiments, *Land Economics*, 57, 151-172.
- [148] Small, Kenneth A. (1975). Air Pollution and Property Values: Further Comment, *Review of Economics and Statistics*, 57, 105-107.
- [149] Sonstelie, Jon C. and Portney, Paul R. (1980). Gross Rents and Market Values: Testing the Implications of Tiebout's Hypothesis, *Journal of Urban Economics*, 7, 102-118.
- [150] Speizer, Frank E. (1978). Comment, *Approaches to Controlling Air Pollution* (Ann F. Friedlaender, ed.), The MIT Press, 287-290.
- [151] Spitzer, John J. (1982). A Primer on Box-Cox Estimation, *Review of Economics and Statistics*, 64, 307-313.
- [152] Straszheim, Mahlon (1974a). Hedonic Estimation of Housing Market Prices: A Further Comment, *Review of Economics and Statistics*, 56, 404-406.
- [153] Straszheim, Mahlon R. (1973). Estimation of the Demand for Urban Housing Services from Household Interview Data, *Review of Economics and Statistics*, 55, 1-8.
- [154] Straszheim, Mahlon R. (1974b). Housing Market Discrimination and Black Housing Consumption, *Quarterly Journal of Economics*, 88, 19-43.
- [155] Straszheim, Mahlon R. (1975). *An Econometric Analysis of the Urban Housing Market*, Columbia University Press.
- [156] Triplett, Jack E. (1975). Consumer Demand and Characteristics of Consumption Goods, *Household Production and Consumption* (Nestor E. Terleckyj, ed.), Columbia University Press, 305-323.
- [157] Wilman, Elizabeth A. (1981). Hedonic Prices and Beach Recreational Values, *Advances in Applied Microeconomics* (V. Kerry Smith, ed.), JAI Press, Inc., 77-103.
- [158] Witte, Ann D., Sumka, Howard J. and Erikson, Homer (1979). An Estimate of a Structural Hedonic Price Model of the Housing Market: An Application of Rosen's Theory of Implicit Markets, *Econometrica*, 47, 1151-1173.

- [159] 矢澤則彦・金本良嗣 (1992). ヘドニック・アプローチにおける変数選択, 環境科学会誌, 5, 45-56.
- [160] Zarembka, Paul (1974). Transformation of Variables in Econometrics, *Frontiers in Econometrics* (Paul Zarembka, ed.), Academic Press, Inc., 81-104.