

Working Paper Series

Recent Improvements and Prospects of Price Indexes (3)

卸売物価指数におけるヘドニック・アプローチ

現状と課題

物価統計課

Working Paper 01-24

日本銀行調査統計局

〒100-8630 東京中央郵便局私書箱 203 号

Recent Improvements and Prospects of Price Indexes (3)

卸売物価指数におけるヘドニック・アプローチ 現状と課題

2001年12月

物価統計課*

【要 旨】

物価指数は、同一の品質（特性）を持つ商品の価格を継続的に調査し、一定のウエイトで集計した、基準時点对比の指数である。現実には同一の品質（特性）を持つ商品を長期間調査することは難しいため、対象商品の入れ替えを行う必要がある。その際には新旧商品の価格変化から品質変化に相当する部分を控除する操作（品質調整）を行う必要がある。ヘドニック・アプローチとは、商品の価格と特性に関する大量のデータから計量的手法を用いて特性ごとの金額換算値を求め、品質調整を行う手法である。現在、卸売物価指数では、パソコンとデジタルカメラ、ビデオカメラの3商品について同アプローチを適用している。商品サイクルが短期化し、技術革新による品質向上が著しいこれらの商品では、オーバーラップ法やコスト評価法などの伝統的品質調整手法の適用が難しく、ヘドニック・アプローチが有効である。

ヘドニック回帰式の推定に際しては、計量経済学的観点からは関数形の選択、多重共線性、パラメータの安定性などの問題が、さらに、実務的な観点からはどのような種類の価格データを利用するかが重要である。物価統計課では、大量の企業間取引価格データの収集が報告者負担の観点から難しいことから、代替的な手段として小売価格データを利用して回帰式を推計している。データをプールする期間を短期に止める、推計式の更新頻度を高くする、などの工夫により、パラメータの安定性や、小売データを利用することに伴う流通マージンの変動など、推計にバイアスをもたらす要因を極力抑えている。また、関数形については、Box-Cox 検定に基づいて、客観的に選択している。物価統計課では、ヘドニック・アプローチの様々な限界を考慮しつつも、技術革新の影響を受けて品質向上が著しいが従来型の品質調整が難しい商品、サービスに対して、新たにヘドニック・アプローチの適用することが可能かどうか、今後も幅広く検討していくこととしている。

* 本稿は、2001年12月8日に専修大学で開催された「国民経済計算研究会」に提出した論文に加筆修正を加えたものである。作間逸雄教授（専修大学）、宇南山卓氏（東京大学大学院経済学研究科）、白塚重典氏（日本銀行金融研究所）をはじめ、当研究会参加の方々から有益なコメントを頂いたことに対して感謝する。なお、本稿の意見は、調査統計局物価統計課の意見であり、必ずしも日本銀行及び日本銀行調査統計局の公式見解ではない。本稿に関する質問は、物価統計課 中村慎也（E-mail: shinya.nakamura@boj.or.jp）ないしは肥後雅博（E-mail: masahiro.higo@boj.or.jp）まで問い合わせされたい。

1. はじめに

1990年代以降、世界各国において、物価指数の品質調整法について関心が高まっている。その一つの背景には、最近の情報技術革新の進展に伴って、コンピュータや携帯電話などに代表される情報関連財の品質向上が著しく、単に「財の表面価格」をみているだけでは、実際の物価の推移を見誤るのではないかとの問題意識が高まったことがある。品質向上速度が速い財の物価動向を捉えるためには、適切な価格調査を行うとともに、品質向上に伴う価格上昇分を物価指数の変動分から控除することが必要である。その際にどのような品質調整法を用いるか、品質調整法がどの程度の精度を持っているかが、物価指数の正確性を大きく左右するようになってきている。実際、電気機器に代表されるこうした財が、経済に占めるウエイトは最近増加傾向にある。

もう一つの背景としては、世界的なディスインフレ傾向が指摘できる。1970年代から1980年代においては、多くの国の物価変動はエネルギー価格の変動に左右されており、その変動幅も大きかった。しかしながら、1990年代に入り、エネルギー価格の変動幅は小さいものとなり、また省エネルギーの進展により経済活動に与えるインパクトもより小さくなりつつある。こうした局面では、物価変動はより小幅なものとなるから、上記の技術革新の影響が物価指数の変動の中でより目立つようになっていく。こうしたことも品質調整について関心が高まる一つの原因であろう。

ヘドニック・アプローチ（以下、ヘドニック法と呼ぶ）とは、物価指数を作成するための品質調整手法の一つである。ヘドニック法とは、商品の価格を複数の特性の関数として表し、その関数を大量のデータから計量的手法で推計し、その関係式から品質向上分を計測する手法である。品質を評価する際に、主観的な判断や恣意性を極力排除し、大量の価格データと機能を表す特性データに判断基準を求めることが特徴である。ヘドニック法は、機能の向上・優劣が商品の市場価格に直接反映する、技術革新の著しい財に対する適切な品質調整手法であると考えられる。したがって、現在の日本のように、情報技術革新が進む経済において物価の推移を捉えるためには、不可欠な手法であることが理解されよう。また同時に、こうした大量のデータ収集がPOSシステムなどにより比較的容易に行えるようになったことも、ヘドニック法が注目される一つの要因であろう。実際、日本銀行においても、従来からヘドニック法の適用について積極的に対応してきており、卸売物価指数においては、現在、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、ビデオカメラの3商品に対して、ヘドニック法を適用している。

本稿では、品質調整手法の一つであるヘドニック法について、実務の立場から解説を試みる。日本銀行が利用している品質調整手法の全貌については、既に物価統計課[2001]やUgai[2001]で詳細な議論が行われていることから、その詳細はそちらに譲ることとし、本稿では、卸売物価指数におけるヘドニック法の適用にあたって、技術的

問題をどのように解決してきたかという論点を含め、その妥当性を示すとともに、なお残る課題について整理を行うこととしたい。

あらかじめ、以下、本稿の内容について簡単に述べると以下のとおりである。

まず第2節では、品質調整法とは何かを簡単に整理したのち、卸売物価指数で採用されている品質調整法について解説する。そのうち、ヘドニック法と対比させる目的で、他の主要な品質調整法のメリットならびに限界について整理する。次に、第3節では、ヘドニック法の概要と理論的な背景について簡単に述べたのち、卸売物価指数におけるヘドニック法の採用状況、ヘドニック法による品質調整が当該商品の物価指数に与える効果、ならびに個別の商品に対するヘドニック法適用の可否の判断、について順次解説する。第4節では、ヘドニック回帰式の推計における論点、すなわち、価格データの妥当性、推計式の関数形の選択、多重共線性、除外変数、パラメータの安定性の影響について、詳細に検討を行う。第5節は、現在卸売物価指数で用いているパソコン、デジタルカメラ、ビデオカメラ、3商品のヘドニック回帰式の実務について説明を行う。第6節は、本稿のまとめである。

2．卸売物価指数における品質調整法

2節では、日本銀行が作成している卸売物価指数における品質調整法について簡単に整理する。

(1) 品質調整とは

物価指数とは、特性が同一の商品、あるいはそれを一定のウエイト付けによって集計した価格を、基準時点と対比した指数のかたちで作成したものである。仮に調査対象商品がもつ特性の変化、すなわち品質の変化を無視してしまうと、指数の変化が、品質の変化によるものか、価格自体の変化によるものか、わからなくなってしまう。そのため、卸売物価指数を作成する際には、商品のメーカーや型番、商品の原料、材質、形、機能、用途、取引の相手、取引条件（受け渡し場所、支払方法等）等を可能な限り固定して価格調査を行っている。このように、特性を固定した価格調査が可能であれば、品質調整を行なう必要は生じない。

しかし、実際には、上記の条件の下で、同一の商品に対して価格調査を長期間継続することは必ずしも容易ではない。例えば、テレビ、エアコンなどの家電製品や自動車などの耐久消費財などでは、頻繁にモデルチェンジが行われ、その度に旧製品は新

製品の発売とともに市場から姿を消してしまう。パソコンや携帯電話に至っては、半年サイクルで新製品にとって替わられるのが普通である。また、流行の変化が激しいアパレル製品や加工食品では1年も経たないうちに出回っている商品が入れ替わってしまう。最近急増しているアパレル輸入品の場合、1回の発注で数万着輸入し、同一商品の発注は以後一切行なわないというスタイルが定着しているほか、スナック菓子類は、年間2万弱の新製品が登場しても1年後には100程度しか残らないと言われる程商品の寿命が短い。

以上のような状況から、卸売物価指数作成においては、価格調査の対象となる商品を入れ替える必要に迫られる。もちろん、物価指数である以上、「基準時点と同一の商品の価格変化を計測する」との原則から逸脱することはできない。物価指数では、商品が持つ品質・特性に変化がない場合に、商品を同一であると捉える。そこで、調査対象となる商品の入れ替えが必要となった場合には、入れ替え前後の商品の間に存在する価格差のうち、品質の変化による部分を特定し、それを控除することで、入れ替え前後の商品を同一のものとして扱えるような操作を行っている。この操作を「品質調整」と呼んでいる¹。すなわち、これまで調査してきた商品の価格が P_t 、入れ替え後の新しい商品の価格が R_t 、双方の商品間で生じた品質の変化に伴う価格変化が Q_t とする。このとき、入れ替え後の商品の価格を入れ替え前の商品のベースに合わせると $R_t - Q_t$ となり、純粋な価格変化は $R_t - Q_t - P_t$ と考える。つまり、この $R_t - Q_t - P_t$ を物価指数の「変化」とみなす。

(2) 様々な品質調整法 オーバーラップ法・コスト評価法

調査対象商品を入れ替える際に、新旧商品間で品質調整を行う手法として、直接比較法、単価比較法、オーバーラップ法、コスト評価法、ヘドニック法、インピュート法等が一般的に用いられている² (図表1)。日本銀行が作成している卸売物価指数においては、そのうちインピュート法を除く5種類の手法が利用されている。

このうち、直接比較法ならびに単価比較法は、旧商品と新商品の間で品質差がない場合に用いられ、新旧の調査価格の差をそのまま接続して、物価指数に反映させている。一方、後者の3つの手法、オーバーラップ法、コスト評価法、ヘドニック法は、新旧商品間に品質差がある場合に多く用いられる。これら3つの手法から算出された品質変化相当分を価格の差から控除して、新旧の指数を接続させている。そのうち、オーバーラップ法およびコスト評価法は、品質調整の際に利用する情報が、調査の対

¹ 物価統計課[2001]は、品質調整について、理論的に整理するとともに日本銀行の物価指数における実務を包括的に説明を行っている。

² なお、総務省統計局の作成する消費者物価指数では、従来、直接比較法、単価比較法、オーバーラップ法の3手法が用いられてきたが、2000年基準からは、パソコンに対してヘドニック法の適用も開始している。

象となった商品のみ限定されていることが特徴である。まず、オーバーラップ法は、入れ替え前後の商品が一定期間並行販売されている場合に、両者の価格差がすべて品質差から生じていると考える。この場合には $R_t - P_t = Q_t$ となることから、 $R_t - Q_t - P_t = 0$ 、すなわち、入れ替え前後では物価指数が変化しない。また、コスト評価法とは、商品を生産するメーカーから、品質向上を生み出すのに要したコスト増加分 C_t を聴取し、そのコスト増加分が品質変化を金額表示したものと同一 ($C_t = Q_t$) とみなす方法である。その場合には $R_t - C_t - P_t$ が物価指数の変化に対応している。

もっとも、オーバーラップ法やコスト評価法には、実務上様々な制約が存在する。オーバーラップ法は、市場価格を用いて客観的に品質変化を測定できる点が魅力的であるが、パソコンなど商品サイクルの短い商品では、比較対象となる商品が同時には市場に出回っておらず、オーバーラップ法を適用するのが難しい場合が少なくない。たとえ、新旧商品が同時に出回っていても、旧商品が市場から消える直前では、在庫処分等の影響から旧商品がすでに大幅な値崩れを起こしており、オーバーラップ法では精度の高い品質調整ができなくなる。一方、コスト評価法は、商品サイクルが短く、同時期に市場に出回ることがない商品についても、直接メーカーからコスト情報を得ることで品質調整を行うことができるというメリットがある。しかしながら、デザインやブランドなどコストには現れない特性を評価することができない、複数の特性が同時に変化する場合には、各々の特性に対応するコストの変化分を抽出するのは実務上難しく、調査先の負担との兼ね合いで簡便な計算に止めざるを得ない場合がある、などの問題点がある。

もう一つの品質調整手法であるヘドニック法については、こうした手法との違いを念頭に置きながら、節を改めて述べることにする。

3 . ヘドニック法の考え方とその適用

(1) ヘドニック法の概要

ヘドニック法では、商品の品質がこれを構成する複数の特性に分解できると考える。商品価格を複数の特性の関数として表し、その関数を大量の価格と特性データを用いて推定して、品質調整を行う。具体的には以下のような手順で行う。商品 i の価格 p_i が n 個の特性の関数で表現できると仮定する。価格と特性の横断面データから以下のような回帰式（ここでは両側対数形を想定）を推計する。

$$\ln p_i = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j \ln x_{ij} + \sum_{k=1}^K \delta_k d_{ik}$$

(ただし、 x_{ij} はj番目の特性、 d_{ik} はk番目のダミーである)

推計結果から特性ごとの金額換算額(特性jについては $\exp(\beta_j \ln x_{ij})$)が計算できる。入れ替え前後の新旧商品における各々の特性の変化を把握し、特性ごとの金額換算値の総和を求めることで、品質変化に相当する金額換算値(Q_t^*)を算出することができる。従って、入れ替え前後の商品の価格(表面価格)をそれぞれ P_t 、 R_t とすると、推計された品質変化分(Q_t^*)を取り除くことで純粋な価格変化($R_t - Q_t^* - P_t$)が得られる。

この手法は、客観的なデータ解析の手法を利用するため、主観的な判断や恣意性を排除することがある程度可能であるほか、他の2つの手法が持つ欠点が障害とならないとのメリットがある。つまり、個々の商品の価格とその特性を表した情報のみから個々の特性の評価を算出するため、パソコンや家電など商品サイクルが短い商品、技術革新などにより複数の特性が同時に変化するために、特性とコストの対応が明確でない商品についても利用可能である。

(2) ヘドニック法の経済理論

ヘドニック法の経済理論的な基礎づけを Lancaster[1966]、Rosen[1974]に従って整理してみよう³。標準的なミクロ経済学では、品質など財を規定している条件が異なるものは、すべて異なる財であると定義されている。しかし、この枠組みでは製品差別化といった品質面での競争は、新たな財の登場という形で捉えられるのみに止まり、品質競争を正面から捉えることができない。

一方、Lancaster[1966]が示した「新しい消費者理論」では、財は客観的に定義できる複数の特性の組み合わせによって作られており、その特性は量的にも測定可能であると仮定している。その上で、消費者はその特性をどれだけ消費するかを選択していると捉えている。例えば、パソコンは、処理速度や記憶容量、デジタルカメラなど情報関連機器との接続性など、様々な特性によって作られていると考える。つまり、この枠組みでは、消費者は各々の予算制約の下で効用を最大化するべく、処理速度や記憶容量、接続性など各種の特性を選択すると考える(図表2)。これを通常の財の世界に置き換えると、自分の効用を最大化する特性の組み合わせを持つパソコンを購入することとなる。このLancasterの理論を用いると、財の価格が複数の特性の関数として表すことが可能となる。

またRosen[1974]は、十分に多数の財が存在することにより、財の売買を通じてすべての特性を連続的に選択できる市場があると仮定すると、完全競争が達成されている場合には、特性の関数として定義できる価格(ヘドニック関数)が市場を均衡させ

³ 太田[1978]では、Lancasterのアプローチの他に、Adelman & Griliches および Fisher & Shell のアプローチ、費用関数からのアプローチからも理論的な基礎付けを行っている。

る価格であることを示した。すなわち、消費者の効用関数が特性の量に依存すると定義した場合、特性に対する需要関数 (bid function) とヘドニック関数が接する時に、個々の特性について効用最大化が実現される。同様に生産者についても、費用関数が特性の量に依存すると定義した場合、特性の供給関数 (offer function) とヘドニック関数が接する時に、個々の特性について利潤最大化が実現される。同時に Rosen は、ヘドニック関数が需要関数、供給関数各々の包絡線として定義できることを示している。すなわち、特性に関して完全競争が満たされている市場では、それぞれの特性に対する評価が市場均衡として一意に決定するため、市場均衡では需給それぞれの面から見た包絡線が完全に一致することを示している。Rosen の議論を前提とすると、ヘドニック回帰式の推計とはこの包絡線を推計することに相当することが分かる⁴。

(3) 卸売物価指数におけるヘドニック法の採用状況⁵

卸売物価指数では、1985 年基準改定で新たに採用されたパソコンについては、コスト評価法を用いて品質調整が行われていたが、特性が多岐にわたるため、特性ごとのコスト情報を聴取することが実務上の観点からは困難であり、品質調整が容易ではないことが少なくなかった。また、1990 年基準改定において、汎用コンピュータ、磁気ディスク装置を新たに価格調査の対象として追加した⁶。これらの調査対象商品においては、性能・機能など品質の改善が速く、調査対象商品の入れ替わりの頻度が大きいなど品質調整の必要性が高い一方で、対象商品が並行販売される事例が少ないことからオーバーラップ法の適用が難しい。このため、これら 3 つの商品に対して年に 1 回ヘドニック回帰式を推計し、特性の金額換算値を用いて当該商品の新旧調査価格に対する品質調整を開始した。

このうち、パソコンについては、最近ではデスクトップ型とノートブック型それぞれで、市場で注目される特性に違いが生じてきたため、デスクトップ型・ノートブック型に分けて、各々の回帰式を推計している。また、パソコンの商品サイクルが短くなっていること、新しい機能の普及速度が上がっていることから、新たな特性を漏れなく捉えるために回帰式の推計頻度を半年に 1 回に引き上げている。加えて 2001 年

⁴ この節では、完全競争市場を仮定して議論しているが、一定の条件の下では、マークアップ価格設定をしている場合においても、ヘドニック法が利用できる (Ohta[1975])。ただし、この場合でも、生産者の価格設定行動は同一であることが必要であり、生産者が戦略的な行動を取り、消費者も同一でないような場合について、ヘドニック法がどのように適用できるか、定かではない。この点、Ugai[2001] が同様の問題意識を、実務家の観点から披露している。

⁵ ヘドニック法の導入に積極的な米国では、消費者物価指数、生産者物価指数のいずれにおいても、家電製品を中心に広範にヘドニック法が取り入れられている (個別の適用例は、米国 Bureau of Labor Statistics のホームページ参照)。わが国では、卸売物価指数の他、2000 年基準の消費者物価指数の中で、パソコンについて適用されている。

⁶ 1995 年基準卸売物価指数では、パソコン並びに汎用コンピュータは、電気機器内の品目「電子計算機本体」、磁気ディスク装置は品目「外部記憶装置」の調査対象銘柄となっている。

からは、商品サイクルの短いデジタルカメラ、ビデオカメラ⁷について、新たにヘドニック法の適用を開始した。デジタルカメラ、ビデオカメラについても、パソコンと同様に推計式を半年ごとに更新している⁸。

なお、汎用コンピュータと磁気ディスク装置については、メーカー各社の販売戦略の変化により、推計で利用する特性情報を同一の基準で収集することが難しくなってきたことから、2001年以降はヘドニック法の適用を取り止めている。その結果、現時点では、パソコン、デジタルカメラ、ビデオカメラの3商品がヘドニック法適用の対象となっている。

(4) ヘドニック法を用いた品質調整の効果 - パソコンのケース -

ヘドニック法を用いた品質調整のインパクトがどの程度かを、比較的長期間に亘ってヘドニック法を適用しているパソコンの価格指数からみてみよう⁹。1995年1月から2001年10月までの6年半の間に、国内卸売物価指数におけるパソコンの価格指数は87%低下している。この間のパソコンの表面価格の下落が小幅であったことを勘案すると、パソコンのような技術革新が著しい商品については、ヘドニック法を用いて品質向上分を把握することが、物価指数作成上極めて重要であることが分かる。

次にこの物価指数と他の物価統計と比較する。図表3(1)、(2)は、国内卸売物価指数のパソコンの品質調整済み価格指数を、総務庁(現総務省)統計局が試算した消費者物価指数(2)のグラフは2000年基準消費者物価指数)での使用を念頭に置いたパソコンの価格指数の試算値、米国PPIにおけるPersonal Computers and Workstationsの価格指数(米国ドルベース、円換算ベース)とを比較したものである。1995年から1999年におけるパソコン価格の推移をみよ(図表3(1)、価格指数の1995年平均が100となるように基準化)と、国内WPI・パソコン価格指数は、95~96年にかけて大幅に下落しているが、そのペースは総務庁(現総務省)統計局が消費者物価指数向けに試算したパソコン価格指数に類似した動きとなっている。また、1995年以降1999年までの5年間の下落率でみると米国PPIにおけるPersonal Computers and Workstationsの価格指数とほぼ同様の動きをしている。

2000年以降についても同様にみよ(図表3(2)、2000年平均が100となるように基準化)と、日本の国内WPI・パソコン価格指数は、CPIのパソコン価格指数よ

⁷ 1995年基準の卸売物価指数では、デジタルカメラ並びにビデオカメラは、電気機器内の品目「ビデオカメラ」の調査対象銘柄となっている。

⁸ 毎年2月と8月を目処に、日銀ホームページ上の「統計・データ」コーナー内にある「金融経済統計 - 物価 - 解説(詳細)」で、更新した推計式を公表している。

⁹ パソコンは国内WPIの品目「電子計算機本体」の主要な調査対象であり、複数の調査価格で構成されている。日本銀行では、通常は品目より下位の指数系列の公表を行っていないが、最近のIT関連財の価格動向に対する関心が高いため、今回、価格調査先の了解を得た上で公表に踏み切ったものである。

りは下落幅が小さいが、米国 PPI の同指数に近い動きをしていることが分かる。

(5) ヘドニック法適用の判断

物価統計課では、以下のような考え方にに基づき、ヘドニック法を適用する対象商品を選定している。まず、第1に、オーバーラップ法やコスト評価法など従来の品質調整法の適用が困難である、ないしはこれらの方法では精度の高い品質調整が難しい商品がヘドニック法の対象に適していると考えている。すなわち、商品サイクルが短いことから、新旧商品が同時期に市場に出回ることが少ない商品や、複数の特性の変化が同時に生じるため、個別の特性の変化に対応するコストの評価が難しい商品などが対象となる。

第2に、ヘドニック法を適用するために必要となる大量の価格や特性のデータが一定のコストの範囲内で入手可能な商品を対象とする。この条件は精度の高いヘドニック回帰式を推計するために必要不可欠な条件である。推計に用いる価格データは、市場の評価を反映していることが条件となるため、定価ではなく実際の販売価格であることが望ましい。また特性については、その収集が実務的な理由から制約されがちであるが、それでも説明力の高いと予想される重要な特性の情報を欠かすことはできない。また、特性はパソコンにおける処理の速さや記憶容量の大きさのように客観的な基準に基づくもので、定量的に把握できることが望ましい。一方、デザインやイメージなど主観的な要素の強い特性は、回帰式への取り込みは難しく、ダミー処理に限定されることが多い。このことは、こうした主観的な評価が価格を大きく左右する商品については、ヘドニック法の適用が容易ではない可能性があることを意味している。

実際、ヘドニック法が適用可能かどうかは、後者の実務的な条件、すなわち大量の価格データと適切な特性情報を得ることができるかに左右されることが多い。その一例として、2000年から2001年初めにかけて、物価統計課で行われたヘドニック法の適用拡大の可否についての検討過程を紹介することとしたい。

当課では、大量の販売価格情報を有する POS データを購入し、デジタルカメラ、ビデオカメラ、プリンターについてヘドニック回帰式の推計を試みた。これらの候補対象商品は、複数の特性が同時に変化するために、コスト評価法の適用に対する価格調査先企業の負担が増加するなど、コスト評価法を行う環境が徐々に厳しくなっている、一方で客観的に把握できる特性により価格が左右されているとの商品特性を有することから、ヘドニック法の適用が可能、との条件から選定されたものである。試算結果によると、デジタルカメラとビデオカメラについては、それらの価格を説明するのに重要と思われる特性変数（解像度やズーム）について十分な情報が得られたため、良好な推計結果が得ることができた。そうした試算結果を踏まえ、デジタルカメラとビデオカメラについては、2001年2月より、新たにヘドニック法の適用を開始している。その一方で、プリンターについては、最も販売金額・数量を伸ばしてい

る家庭用インクジェット・プリンターの印刷速度の情報を得ることができなかった。このように、プリンターにとって最も重要な特性である印刷速度の情報が入手困難であることから、当該変数を含まないヘドニック回帰式の推計結果は説明力が低いものに止まった。こうした実務的な制約から、プリンターについてはヘドニック法の適用を現時点では見合わせることにした。

このように現段階では、ヘドニック法は、大量の価格データや十分な特性情報が入手できる商品に限定して適用しているのが実情である。プリンターのようなヘドニック法による品質調整に適した商品でも、実務上の制約からその採用が難しいものもある。しかしながら、オーバーラップ法やコスト評価法など従来の品質調整法の適用が難しい商品も近年増加しつつあること、最近の IT 関係の技術革新が著しいことを踏まえ、物価統計課では今後ともヘドニック法の適用拡大に向けて、最大限の努力を続けていくこととしている。

4 . 卸売物価指数におけるヘドニック回帰式の推計に関する論点

本節では、ヘドニック回帰式の推計に関わる様々な論点についてより詳しくみていくこととしたい。

(1) 価格データ

ヘドニック法に用いる価格データは、卸売物価指数に用いる調査価格、すなわち企業間の取引価格を用いるのが自然と考えられる。しかしながら、卸売物価指数においては、企業間取引価格ではなく、小売店から消費者への小売価格を用いてヘドニック回帰式を推計している。既存研究や 2000 年基準の消費者物価指数でのヘドニック法（対象商品：パソコン）では、物価指数に用いられている価格データとヘドニック回帰式のためのサンプルはいずれも同一となっている。その点で、物価指数に用いる調査価格とヘドニック回帰推計のための価格データが異なるものである点は、卸売物価指数におけるヘドニック法の特徴である。

こうした通例と異なる取扱いを行う理由は以下のとおりである。企業間取引価格を用いてヘドニック回帰式の推計を行うためには、価格調査先であるメーカーから大量の価格データの提供を受ける必要があり、調査先の負担が極めて重くなること、一方、小売価格については、当該商品の専門雑誌ないしは POS データから、実勢販売価格を大量に入手することが可能であり、その入手可能な頻度も高いこと、との事情

に配慮したためである。前者については、パソコン等の売れ筋商品を提供するメーカーが少数に限定されるために、仮に企業から大量の価格データを入手しようとする、1企業当たりの調査負担が過重となりやすいとの事情も拍車をかけている。ヘドニック法の対象となる商品では、商品サイクルが短期化し、性能や機能の向上が著しくなっており、それに対応すべく回帰式の推計頻度を高める必要があるが、メーカーの価格情報に依存した場合には調査先の負担増加との兼ね合いから、そうした対応には自ずと限界がある。物価統計課では、ヘドニック法導入当初においては、汎用コンピュータと磁気ディスク装置については、企業間取引価格データを聴取する一方で、パソコンの価格については、やむを得ずカタログ価格を用いていた。その後、上記のメリットを勘案して、パソコン価格については1999年分の推計から小売実勢価格の利用に変更している。

以上のように、小売価格を用いたヘドニック法には実務上大きなメリットがある一方で、以下の問題点が存在する。上記のヘドニック回帰式の推計結果に基づいた品質調整を、企業間取引価格を調査している卸売物価指数において適用するためには、企業間取引の価格と小売価格が特性の変化に対してパラレルに変動すること、言い換えれば、両者の間の流通マージンが各時点において各機種相互で同一であり、かつ時系列的にも変化しないことが必要である。この場合、小売価格を用いた場合の結果と企業間取引価格を用いた結果と比較すると、両者の格差は定数項の違いにのみに反映し、特性にかかる係数は一致することから、関数形が対数形であれば品質調整の結果はどちらで行っても同一の結果をもたらすこととなる¹⁰。

価格データとしては、パソコンについては新宿と秋葉原の大手家電量販店6店の店頭小売価格の平均値、ないしは代表的通販機種の平均価格を、デジタルカメラとビデオカメラでは全国の家電量販店(32社、約4,000店舗)の平均販売価格を利用している。同一時点で各機種の流通マージンが同水準であるかどうかの検証は難しい。しかしながら、小売店相互で激しい販売競争が行われており、流通マージンは競争的で十分に縮小しているとのヒアリング結果が得られている¹¹こと、ヘドニック回帰式に用いるサンプルは、原則として、推計の時期に新規に発売が開始された売れ筋機種の販売開始直後の価格に限定¹²しており、在庫処分等を目的とした安値販売の影響

¹⁰ 流通マージンが一定とみなせた場合でも、推計式が線形の場合には、小売段階での特性の金額換算値を推計することになり、その結果を小売段階と価格水準が異なる生産者・卸売段階にそのまま適用すると、若干であるが過大な品質調整を行うこととなる。しかしながら、被説明変数が対数変換された関数形が選択されている場合には、特性の金額換算値ではなく、特性の価格比率を推計して品質調整に用いることになるため、この問題を回避することができる。

¹¹ 特にパソコンについては、秋葉原や新宿といった量販店の激戦地では、消費者の価格調査が行き届いていることもあり、売れ筋機種の価格はほぼ同一となっていることが知られている。

¹² ヘドニック回帰式の推計に用いる価格データを発売開始時点に最も近い1時点の価格に限定しているのは、流通マージンの問題に対応したためと言うより、パソコンなどの新機種は発売と同時に主力商品となるため、卸売物価指数においても調査価格入れ替えを新機種の発売後間もなく行なうので、品質調整もそうした新たに発売された機種を対象とする必要があるためである。しかし結果として、

を回避していること、などの工夫により、ヘドニック回帰式のサンプル相互間で流通マージンが平準化するように配慮している。また、商品の需給環境の変動などにより、流通マージンが時間とともに変化していく影響を回避するために、ヘドニック回帰式の更新を半年に1度の頻度で行い、新機種の発売時期の違いによる影響をより小さくしている。こうした回帰式の推計頻度の向上は、卸売物価指数における調査対象機種の入替え時点とヘドニック回帰式の推計時点の間に生じるタイムラグによる誤差を最小とするためにも不可欠な対応である。

このように、流通マージン変動の影響を可能な限り取り除くことを念頭に、推計に際しては様々な配慮を施している。もちろん、これで、流通マージン変動の影響が推計結果に全く及んでいないと考えることができるわけではない。一方で、小売価格データを用いることで、推計頻度を容易に増加させることができるとの機動性の面やデータの利用可能な商品を容易に拡大できるといったメリットが大きく、デメリットを大きく上回ると物価統計課では判断している。

(2) 推計式の関数形の選択

Rosen[1975]が述べたように、ヘドニック回帰式が需給両面から得られる、個々の特性に関する評価関数の包絡線と考えると、理論からはヘドニック回帰式について特定の関数形を想定することができない。そのため、関数形については、あくまで推計のパフォーマンスをもとに選択することとなる。ヘドニック法に関する先行研究の多くでは、推計式の両側の変数を対数変換した関数形(両側対数形)もしくは、被説明変数である価格のみを対数変換した関数形(半対数もしくは片側対数形)を先験的に決めて推計を行っている¹³。

しかしながら、関数形の選択が推計結果に与える影響が少なくない可能性を考慮すると、少しでも客観的に関数形の選択を行うことがより望ましいと考えられる。そのため、Box-Cox変換項を含むより一般的な関数形を想定する。Box-Cox変換とは、以下のように対数形と線形を特殊ケースに含む変換である。具体的には、パラメータを $\lambda = 0$ とすると対数形に、 $\lambda = 1$ とすると線形になる変換である¹⁴。

流通マージンの均一化に配慮している結果となっているといえる。なお、後述するように、ビデオカメラについては、パソコンやデジタルカメラとは異なり、新発売となる新しい機種が少ないことから、サンプル数を確保するために、発売開始時点に近い価格のみに限定することが難しく、発売開始時期から相当期間を経過した価格データを併せて利用せざるを得なくなっている。

¹³ ヘドニック法で用いられる関数形についてのサーベイは、Cropper, Deck and McConnell [1988]、Arguea and Hsiao [1993]等を参照。一方 Diewert[2001]では、消費者理論と統合的な関数形という観点からは、ヘドニック回帰式で線形の関数形はありえない、と述べられている。

¹⁴ 詳しくは、Box and Cox[1964]を参照。

$$P^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{P^\lambda - 1}{\lambda} \dots \lambda \neq 0 \text{の時} \\ \log P \dots \lambda = 0 \text{の時} \end{cases}$$

Box-Cox 形の関数と両側対数形、半側対数形、線形などの関数形間で検定 (Box-Cox 検定)¹⁵を行い、もっとも当てはまりが良い関数形を選択する。

実際の推計においては、まず予備推計として線形の方程式を推計し、有意な変数の当たりをつける。そして、予備推計の中で有意な度合いが低い (p 値が高い) 順に、回帰式から外して逐次推計する形を取った。ある程度有意となりそうな変数に目処がついた段階で Box-Cox 形に変換して推計を行った。

Box-Cox 形をどの変数に適用するかについては様々な選択肢があるが、ここでは (イ) 推計式の両側にあるダミー変数以外のすべての変数について Box-Cox 変換を行う関数形 (両側 Box-Cox 形) と、(ロ) 被説明変数のみを Box-Cox 変換する関数形 (片側 Box-Cox 形) の 2 つのケースについて推計している。

$$(イ) \quad p_i^{(\lambda)} = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{ij}^{(\lambda)} + \sum_{k=1}^K \delta_k d_{ik}$$

$$(ロ) \quad p_i^{(\lambda)} = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{ij} + \sum_{k=1}^K \delta_k d_{ik}$$

(イ) において、 λ に 0 という制約をおくと両側対数形が、1 という制約をおくと線形の関数形が選択される。同様に (ロ) において、 λ に 0 という制約をおくと片側対数形が、1 という制約をおくと線形の関数形が選択される。この 2 つの推計を行うことで、通常の推計で頻繁に利用される関数形については、ほぼ網羅的にチェックすることができる¹⁶。

なお、関数形の優劣の判定は尤度比検定の結果に従って行う。多くの場合、(イ) (ロ) のいずれかの検定により、線形ないしは (片側ないし両側) 対数形が選択される場合が多いが、(イ) (ロ) のいずれにおいても Box-Cox 形が選ばれる場合には、両者の間で検定を行う必要がある¹⁷。ただし今回は、双方の λ の差が僅少だったため、簡便な方法として、非入れ子型モデル (non-nested model) の検定により、どちらの関数形がより当てはまりがよいかを選択した¹⁸。

¹⁵ Box-Cox 検定と呼ばれるこの検定は、尤度比検定の形を取る。概略を説明すると以下の通り。最尤法で対数尤度が最大となるパラメータと対数尤度を推計し、このパラメータに制約 ($\lambda = 0, 1$) をかけて推計した対数尤度との差の 2 倍を χ^2 分布で検定する。

¹⁶ より厳密に、各説明変数に係る Box-Cox パラメータが同一であるとの制約を掛けずに推計することが可能であるが、関数形が複雑になる割には推計結果が上記の (イ) の場合と目立った差が生じなかったため、上述のような簡便な方法を取っている。

¹⁷ 被説明変数の関数形が異なる場合の検定には、Fisher-McAleer の JA テスト、MacKinnon らの PE テスト、Bera-McAleer テストなどがある。詳しくは、蓑谷[1996]参照。

¹⁸ 説明変数の数が同一であるため、対数尤度の比較が非入れ子型モデルの検定に相当する。

(3) 多重共線性・除外変数・パラメータの不安定性に伴う推計誤差

ヘドニック回帰式の推計の際には、推計結果にバイアスや不安定性をもたらす以下の3つの問題、多重共線性、除外変数（説明変数の選択）、推計期間における推計パラメータの不安定性への対処が重要である¹⁹。

多重共線性が与える影響

多重共線性とは、説明変数の間で相関が強いために、個々の説明変数のパラメータを正確に推計できない状況を指している。例えば、パソコンで画像を処理できるようになった場合について考えると、画像処理には高い処理速度が求められ、大量のデータを一時保存でき、デジタルカメラなど周辺機器とやり取りができることが望まれる。そのために、速さを規定するクロック周波数や主記憶容量が大きくなり、ハードディスクなどの記憶容量も共に増大する。新たに周辺機器接続の端子が増えるといった現象も見られるだろう。このように、パソコンの主要な特性を代理する変数（クロック周波数、主記憶容量、ハードディスク容量）が共に増加方向に変化しているため、変数間で高い相関を持ってしまう。このような状況では、価格の変化がこれらの変数のいずれによるものかを識別することが困難となる。

多重共線性を回避する一つの手法として、相関が強い複数の説明変数のうちその一部を回帰式から除外して、最小限の説明変数に絞ってヘドニック回帰式を再推計するのが有効である。例えば、実際の推計では、収集した多くの特性を説明変数に加えた回帰式をまず推計し、有意なパラメータが得られない特性を徐々に除外して推計を繰り返すというアプローチを採用している。その結果、多重共線性の強い変数群のうち、一部の変数は回帰式から除外されており、多重共線性の問題はある程度解決していると考えられる。しかし、除外する特性の選定プロセスにはある程度の恣意性が残っており、特性のパラメータの値が説明変数の選択により違いが生じる可能性がある。

除外変数の影響

第2に、説明変数の選択とそれに伴う除外変数の影響である。上記のパソコンの例

¹⁹ この他の推計上の問題点としては以下の2つの点が存在する。第1に、推計法としては売上数量の情報が得られる場合、その数量シェアを利用して加重最小二乗法（WLS）を行うべきではないかというものである。これは、売れ筋の商品と売れ筋ではない商品を同等に扱うことがないように推計するアイデアであり、可能である限り、WLSで推計することが望ましい。もっともWLSを取らなくとも、データセット作成の際に、サンプル内のシェアが市場シェアを近似するように作成できれば、この問題はある程度解消できると考えられる。当課のデータセットを見ると、概ね市場シェアを反映したサンプル構成となっており、WLSを取らないことによる問題は生じていないと考えている。第2に、クロスセクションのデータであるため、誤差項の均一分散の仮定が崩れやすいことがあげられる。また、誤差項が正規分布をしていないため、正確な推計を行うには、非線形2段階最小二乗法を行うべきとの指摘もある。この点に関しては、Amemiya(1985)を参照。

では、パソコンの最も重要な特性は、ユーザーが必要とする作業の処理速度である。処理速度はパソコンが持つ様々な機能が総合的に発揮されるものであるが、目に見えないものであるから、実際には、それらを直接ヘドニック回帰式の説明変数として採用することが難しい。そのため、実際の推計では、処理速度を向上させるのに必要な機能群を取り出し、特性の代理変数とすることとなる。しかしながら、そうして選択された変数は、必要な機能を網羅できるわけではない。こうした場合、推計式で捉えられなかった特性（除外変数）の影響が推計式の誤差として現れる。

また実務的には、パソコンのような技術革新の著しい商品では、新商品の発売ごとに新しい機能が次々と追加されているが、こうした新機能に対応する説明変数を遅れることなく回帰式に追加できるか否かが、除外変数によるバイアスを回避するためにも重要である。最近の加速度的な技術革新の影響も受けて、半年に1度のヘドニック回帰式推計の際には、新たな説明変数を如何に選定するかが、実務上の大きな課題となっている。

推計期間中におけるヘドニック関数の形状変化

ヘドニック回帰式を、3節(2)で述べたように需要関数と供給関数の包絡線として解釈する。その場合、ユーザーの効用関数の形状、所得水準、生産者の生産技術(生産関数)、資源量、いずれかが変化すると包絡線の形状が変化してしまうため、ヘドニック回帰式のパラメータは変化する。ヘドニック回帰式を推計する場合には、データをプーリングする期間を以上の要因の変化が無視しうる期間内に限定することが不可欠である。

(4) 多重共線性・除外変数・パラメータの不安定性に対する対処法

ヘドニック法の多くの先行研究においては、複数の時系列断面のクロスセクションデータを一括して扱うプールデータの方法を取り、推計式に時間ダミーを加えているものが多い²⁰。この手法を用いると、時間ダミーのパラメータから直接に品質調整済価格指数を作成することができる、データを一定期間プーリングすることによりサンプル数を増加させることができる、とのメリットが存在する。

しかしながら、この方法は、説明変数のうち商品の特性を示す変数では説明できない部分のうち、時間の経過に依存する部分を抽出するアイデアであるため、多重共線性の問題から時間ダミーと正の相関を持つ特性に係るパラメータの推計精度が十分でない、ないしは除外変数の存在のために推計にバイアスが生じている(説明変数が不足すると時間ダミー<物価下落率>が大きくなりやすい)、一定期間プールしたデータを用いて推計を行うにあたり、特性に係るパラメータが期間中一定と仮定

²⁰ 詳しくは、白塚[1998]などを参照。

しているが、この仮定が妥当かどうかについては疑問が存在する、などの点から、時間ダミーから算出される品質調整済価格指数の精度には、一定の影響が生じることが予想される。

卸売物価指数でのヘドニック回帰式の推計では、推計式から特性ごとの金額換算値を推計し、新旧商品間の特性の違いによる金額換算値の変化を品質変化とみなす方法を取っている。この方法の場合、時間ダミーの推計精度のみに品質調整の精度が左右されないですむとのメリットがある。この場合、個々のパラメータの精度よりも、卸売物価指数における調査対象機種への入れ替えの際において、同時に変化する特性群の金額換算値の精度が鍵となる。例えば、実際の入れ替えの事例をみると、新旧機種の機能・性能に直結する複数の特性、例えば、パソコンでいえばクロック周波数や主記憶容量、ハードディスクの記憶容量など、は高い相関をもって増加している。こうしたケースでは、複数の特性の金額換算値を同時に用いて品質調整を行う場合が多く、相関が高い複数の特性に関するパラメータの推計バイアスの影響は、全体ではお互いに相殺されやすいことから、その誤差は小さな範囲内に収まっていると思われる。

パラメータの不安定性に対応する今ひとつの対応策は、推計に用いるデータのプールリングの期間を可能な限り短くすることである。もちろん、あまりに期間が短いとデータサンプル数の不足から精度が却って低下してしまうというデメリットもあり、その見極めが難しい。現時点では、こうしたトレードオフも踏まえ、半年に1回、推計期間1年のプールデータで、ヘドニック回帰式を更新することとしている。

このほか、回帰式の推計にメーカーを識別するダミーを導入することで、除外変数の影響を小さくするように配慮している。この変数により、他の説明変数では捉えられないアフターケアなど商品に付加された個々のメーカー独自の特性を捉えることができる²¹と考えられる。

5．各商品ごとのヘドニック回帰式の推計結果

5節では、パソコン、デジタルカメラ、ビデオカメラの各々について、データセットの作成からヘドニック回帰式の推計までの一連の作業について、2001年8月に行った結果の詳細を紹介する。

²¹ これは推計上の知恵であって、ヘドニックの理論で解釈すると、メーカーブランドそのものに、消費者が効用を感じていなければならないことになる。

(1) パソコン

データソース

データソースは、日経 BP 社刊の『日経パソコン』編集部から提供を受けた、パソコン各機種の家電量販店における店頭小売価格である。日経パソコン編集部では、隔週（新機種が集中して登場する月は毎週）新宿と秋葉原の大手家電量販店 6 店における店頭小売価格を調査しており、そのうちの最高値と最安値を除いた 4 価格の平均を公表している。日経パソコン編集部からは、パソコンの価格については、多少の差はあるものの、新宿・秋葉原の動向を捉えることで、全国の価格動向であるとみなして問題ないとの情報を得ていることに加え、売上高シェア上位のメーカーについては、ほとんどの新商品を発売時から継続的に価格調査しているため、売れ筋商品の価格がデータベースから漏れることもなく、良好なデータソースとなっている。

卸売物価指数自体では、銘柄指定方式で調査を行っており、その中には、もっぱら企業向けの商品を扱っているメーカーも含まれる。これらのメーカーのモデルについては、該当メーカーの個人向け通販モデルの価格を、日経 BP 社刊『日経ベスト PC』の広告情報から取り入れている。

データの性質

2000 年下半期・2001 年上半期発売のパソコンについてのデータをみる。日経パソコン等から作成したデータセットは、デスクトップ型について 256 機種、ノートブック型について 252 機種であった。図表 4 は推計サンプルの価格の分布（ヒストグラム）である。図表 5 は、この期間に発売されたパソコンを特性毎に見て、どのような特徴があるかを示すものである。いずれの図表も、サンプルを半期で 2 分割することで、半年の間に大きな変化がないかを確認することができる。デスクトップ型、ノートブック型共に、処理速度の向上（クロック周波数の向上、新型プロセッサの導入など）と、DVD などの高性能光ドライブの搭載が、半期の間で増えたように見受けられる。価格の分布では、デスクトップ型が、最近の AV 機能を向上させた高機能パソコンの登場の影響を受けて、平均で若干値上がりしているものの、ノートブック型は 6%ほど低下している。

説明変数（特性）の選択

推計で採用した変数は、まず、処理速度や記憶容量など主要な特性を代理すると思われる、主記憶容量（メインメモリ）、クロック周波数、ハードディスク（HDD）容量である。それに加え、ダミー変数として、画面サイズ、重量（ノートブック型のみ）、TFT 液晶パネルの有無（デスクトップ型のみ）、TV チューナーの有無、CPU の種類、光ディスクドライブの種類、ビジネスアプリケーションの種類、メーカー、そして期

間をわける時間（半期）ダミーを用いている。

なお、それぞれのダミー変数の作成方法は、以下の通りである。

a) 画面サイズ

ノートブック型にはすべてモニターがついているのでダミー変数を作成する必要はないが、デスクトップ型にはモニターがついていないものがある。モニターがついている場合には、モニターが大きいものほど価格が高い可能性がある。デスクトップ型についてモニターサイズ分布を見ると、15インチと17インチのものが多く、それ以外のサイズの機種は少ない。そこで、15インチ未満、15インチ、15インチ超～17インチ未満、17インチ以上というダミー変数を作成した。すべてのダミー変数がゼロの時はモニター無しであることを示す。今回の推計では17インチ以上ダミーのみが有意となった。

b) 重量ダミー（ノートブック型）

ノートブック型では、パソコンを携帯するニーズから、軽量化が進んでおり、薄形で重量が軽い「携帯性」を有するパソコンが効用を生み出している可能性が高い。そこで、薄形パソコンの重量が2.5kgを下回っていることに着目し、重量2.5kg以下のパソコンを1とするダミーを設定した。その結果、説明力も高い上、他の変数と比べてもパラメータがかなり大きいことが見て取れる。これは、「携帯性」がノートブック型で重要な特性であることを示す結果であると思われる。

c) TFT 液晶の有無（デスクトップ型）

ノートブック型では、すべてのモニター画面がTFT（Thin Film Transistor）液晶となった。デスクトップ型では、従来のブラウン管（CRT）型モニターを有する機種に加え、モニターの「省スペース性」を売りとする機種では、TFT液晶タイプのモニターを採用している。TFT液晶モニターを採用している機種を1とするダミーを設定したところ、パラメータは非常に大きな値をとり、かつ有意となった。

d) TV チューナーの有無

周辺機器との接続性が高まってきた今日、高機能機種の中にはTVの入出力端子を備え、パソコンでTVを受信できるものが登場してきた。そこで、このTVチューナーを備えている機種を1としたダミーを設定したところ、有意となった。

e) CPUの種類

現在発売されている機種では、Intel社のCeleron、Pentium、Pentium4、AMD社のK6-2、Athlon、Duron、Transmeta社のCrusoeと様々なプロセッ

サが搭載されている。そこで、Celeron 以外のプロセッサそれぞれについて、搭載されている時に 1 をとるダミー変数を作成した。すべてのダミー変数がゼロである場合は、Celeron プロセッサ搭載の機種であることを示している。推計の結果、デスクトップ型では Pentium 、 Pentium4、 Duron ダミーが、ノートブック型では Pentium 、 Duron ダミーが有意となっている。

f) 光ディスクドライブの種類

光ドライブの種類も、CD-ROM、CD-R/RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R/RW と様々である。デスクトップ型では、ほとんどの機種で CD-ROM が標準搭載であるため、CD-R/RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R/RW について変数を作成し、すべての変数がゼロの時 CD-ROM を搭載する形でダミー変数を作成した。ノートブック型では、CD-ROM、CD-R/RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R/RW について変数を作成し、全ての変数がゼロの場合は光ドライブ未搭載を示している。推計の結果、デスクトップ型では DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R/RW ダミーが、ノートブック型では CD-R/RW、DVD-ROM ダミーが有意となっている。

g) ビジネスアプリケーションの種類

本来であれば、アプリケーションソフトはパソコンそのものではないため、別途評価されるべきところであるが、わが国ではプレインストールが標準的で、パソコン販売価格からアプリケーションソフト分だけを分離することが困難である。そこで、アプリケーションソフトの違いによる差を調整するために、ジャストホーム、スーパーオフィス、Office XP に関するダミーを作成したところ、デスクトップ型、ノートブック型ともに、ジャストホームダミーのみが、大きくマイナスの値を取って有意となった。

h) メーカー

ある家電メーカー A 社以外について変数を作成し、全てのダミー変数がゼロである場合に A 社を示すダミー変数を作成したところ、8 社のダミーが有意となった。

i) 時間（半期）

2000 年下半期に発売された機種を 0、2001 年上半期に発売された機種を 1 とするダミー変数を作成し、有意となっている。

推計結果

まず、デスクトップ型についてみる。関数形の選択（図表 6）²²を Box-Cox 検定によって行くと、（イ）では両側 Box-Cox 形、（ロ）では片側 Box-Cox 形が支持された。双方の推計とも決定係数は 0.85 であり、比較的良好な推計結果である。この 2 式を対数尤度で比較すると、両側 Box-Cox 形の方が高い値を示しており、統計的には両側 Box-Cox 形が支持される。ただし、誤差項の不均一分散についてチェックしたところ²³、10%有意水準で不均一分散であるとの帰無仮説が棄却されたため、White の方法²⁴によって再推計を行った。その結果、両側 Box-Cox 形ではクロック周波数、ハードディスク容量が有意でなくなった。その一方、片側 Box-Cox 形はクロック周波数、ハードディスクとも有意であった。対数尤度の差も僅少であったため、パソコンの機能を説明するのに不可欠な特性が有意となっている関数形の方が総合的なパフォーマンスが優れていると判断して、片側 Box-Cox 形を選択している（図表 7）。

一方ノートブック型は、Box-Cox 検定の結果（図表 8）（イ）では両側対数形、（ロ）では片側対数形が選択された。双方の推計とも決定係数は 0.77～0.78 であり、比較的良好な推計結果である。この 2 式を対数尤度で比較すると、片側対数形の方が高い値を示しており、統計的に支持される。誤差項の不均一分散のチェックでは、いずれも 5%有意水準で、不均一分散であるとの帰無仮説が棄却されたため、White の方法によって再推計した。いずれの推計式においても、パラメータの有意性に変化はなかったため、片側対数形を最終的に選択した（前掲図表 7）²⁵。

（２）デジタルカメラ

データソース

データソースは、ジーエフケー・マーケティングサービス・ジャパン（株）（GfK）から購入した POS データである。この POS データは、全国の家電量販店 32 社、約 4,000 店舗の毎日の売上情報について、機種毎の売上単価を月間平均の形で集計したものである。カバレッジとしては、国内家電販売額の約 3 割、家電量販店販売額の約 5 割となっている。日経パソコンのデータに比べると、業態や地域の違いが見られる上、異常値と判断されるデータも含まれ、ヘドニック回帰式の推計に歪みを与える可能性があるため、事前にデータの精査を行った。

²² なお、図表中の「--」は、推計の過程で、10%有意水準で有意とならなかった変数である。なお、変数欄が空欄のものは、推計に利用していない変数である。

²³ 不均一分散のチェックは、Breusch-Pagan テストで行った。

²⁴ 不均一分散一致標準偏差（Heteroscedasticity Consistent Standard Error）などと呼ばれるもの。White[1980]を参照。

²⁵ デスクトップ型、ノートブック型ともに、Ramsey の RESET テストで除外変数のチェックを行ったが、除外変数がないとの結果を得た。

データの性質

ここでは、1999 年下半期から 2001 年上半期までの 2 年間に発売された機種についてのデータをみている。価格データの取り方は、各機種について発売開始時点に最も近い 1 時点の価格を利用している。サンプル数は、2 年間で 187 機種であり、パソコンに比べればかなり少ない。これはデジタルカメラの普及がまだ始まったばかりであり、機種に十分なバリエーションがないためである。

図表 9 は、サンプルとなった機種の価格の分布を示している。この結果によると、デジタルカメラでは、10 万円前後を中心帯として、玩具メーカーによる 1 万円前後と、カメラメーカーによる 20 万円以上の高級機種が併存している。図表 10 の推計サンプルの特性を見ると、1 年間のうちに、サンプルの平均価格が 16% 程度低下しており、低価格化の傾向が目立っている。特性としては、写真の画質に影響を与える解像度を定める総画素数や、ズームなどで性能の向上が見られる。記憶媒体では複数の規格が併存しているが、他の情報機器との接続方式では、USB (universal serial bus) への収斂が見受けられる。

説明変数 (特性) の選択

推計で採用した変数は、まず、画質を代理すると思われる総画素数、光学ズームに加え、ダミー変数として、モニターの有無、情報機器との接続方式、レンズ交換方式採否、メーカー、そして期間をわける時間 (半期) ダミーを用いている。

なお、それぞれのダミー変数の作成方法は、以下の通りである。

a) モニター

撮影した画像を確認できるモニターを搭載しているものを 1 としたダミー。モニターを搭載していない機種は殆ど低価格帯の機種であるため、モニターの有無が低価格帯機種か否かを分けるポイントとなっているように思われる。

b) レンズ交換

高額な機種で、主にプロ仕様となっている機種については、購入するユーザーが限定されているため、Rosen[1975]のフレームワークに従うと、包絡線を形作るユーザーの効用関数が他の機種と異なる可能性が高く、線形ないしは対数形の関数形を仮定するヘドニック回帰式ではうまく捉えられないと予想される。また、販売台数が少ないとすれば流通マージンも他の売れ筋機種と異なる可能性もある。そのためダミーを設定してその影響を補正する。

プロ仕様の高額な機種では、一眼レフカメラと同様に、撮影するものによってレンズを交換できることが通例であることから、この点に着目し、レンズ交換方式を取っている機種を 1 とする変数を設定したところ、パラメータは

大きな値を取って有意となった。

c) 情報機器との接続方式

パソコンなど、他の情報機器との接続を行う際の方式として代表的なものは、USB、IEEE 方式²⁶などが存在する。USB が最も普及しているため、ここでは IEEE を識別するダミーを設定したところ、プラスで比較的大きな値となった。

d) メーカー

デジタルカメラは、玩具メーカー、カメラメーカー、家電メーカーが入り交じる、非常に競争的な市場である。その中でも、比較的大きなシェアを取る B 社以外のメーカーについて、そのメーカーの機種である場合に 1 を取るダミーを作成した。全ての変数がゼロの時に B 社を示す。推計したところ、2 社のダミーが有意となり、いずれもマイナスのパラメータを取っている。これはシェアが低いために、低価格戦略を取っている可能性を示している。

e) 時間（年次）

サンプルを 1999 下半年期～2000 年上半期、2000 年下半年期～2001 年上半期に分け、その機種が後者の時期に発売されたものである場合に 1、そうでない場合に 0 をとるダミー変数を作成したところ、パラメータは有意にマイナスとなった。

推計結果

関数形の選択(図表 11)を Box-Cox 検定によって行うと、(イ)では両側 Box-Cox 形、(ロ)では片側 Box-Cox 形が支持された。双方の推計とも決定係数は 0.84～0.87 であり、比較的良好な推計結果である。この 2 式を対数尤度で比較すると、両側 Box-Cox 形の方が高い値を示しており、統計的には両側 Box-Cox 形が支持される。また、誤差項の不均一分散についてチェックしたところ、1%有意水準で、不均一分散であるとの帰無仮説が棄却されたため、White の方法によって再推計した(図表 12)。

(3) ビデオカメラ

データソース

データソースは、ジーエフケー・マーケティングサービス・ジャパン(株)(GfK)から購入した POS データで、デジタルカメラと同様である。業態や地域の違いが見られ、異常値と判断されるデータも含まれるため、事前にデータの精査を行った。

²⁶ IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers; 米国電気電子学会)

データの性質

1999 年下半期から 2001 年上半期までの 2 年間に発売された機種についてのデータをみている。ただし、ビデオカメラでは、パソコンやデジタルカメラとは異なり、新たに発売となる新機種の数かなり少ない。そのため、この 2 年間に発売された機種には、この期間に新たに発売開始となったものばかりではなく、古い時点で新発売となった機種も含まれている（1995 年製のものも数は少ないが見かけられる）。

価格データの取り方は、パソコンなどと同様に各機種について発売時点に最も近い 1 時点の価格を利用している。しかし、POS データの購入上の制約から、1998 年以前の機種について、発売開始時点の価格を利用することができない。そこで、これらの商品については、一律 1999 年 1 月の価格を使用し、発売開始時からの時間の経過に伴う変化は、時間ダミーによって捉えることとした。

また、発売開始から相当時間を経過した機種についても、販売実績が POS データには存在するが、これらの販売数量は極めて少ない場合が多く、売れ筋機種とは言い難い。そのため、流通マージンの変動などの影響を受ける可能性があり、推計サンプルとしては適していない。しかし、新機種の登場がさほど頻繁でないビデオカメラのヘドニック回帰式を推計するためには、十分なサンプル数の確保が重要な課題となってくる。ここでは、この両者のトレードオフを考慮し、1998 年以前の機種については、1999 年の 1 年間に 2 ヶ月以上の発売実績がある機種のみを、推計サンプルとして利用している。

サンプル数は、2 年間で 101 機種であり、パソコンやデジタルカメラに比べればかなり少ない。これは、ビデオカメラの利用が、子供の運動会といった需要に限定されているためではないかと思われる。2001 年に入り、パソコンとの連動性を高めたビデオカメラが相次いで投入されているので、これらがどのような売れ行きを示していくかが注目される。図表 13 は、サンプルとなった機種について特性の一覧を示している。価格については、1999 年以降で比較しても、目立った傾向が見られない²⁷。特徴としては、解像度や連続撮影時間などの点で、機能の高度化が見られること、その一方で小型化が進んでいることが挙げられる。VTR のフォーマットでも、デジタル化が進んでおり、メモリカードを搭載し、一層パソコンなどとの連携性を高めている。

説明変数（特性）の選択

推計で採用した変数は、まず、画質を代理すると思われる総画素数、光学ズームに加え、ダミー変数として、重量、DV 端子の有無、VTR のフォーマット、メモリカードの種類、3CCD 機能の採否、メーカー、そして期間をわける時間（半期）ダミーを

²⁷ 1998 年以前の価格が、1999 年 1 月の価格であり、1999 年以降の機種の価格分布と直接比較することが出来ないため、価格分布は示していない。

用いている。

なお、それぞれのダミー変数の作成方法は、以下の通りである。

a) 重量

ビデオカメラについても、デジタルカメラと同様に上級者向けの機種データをそのまま取り込むと、ヘドニック回帰式の推計に歪みを与える可能性があるため、ダミー変数を設定することにより、その影響をコントロールする必要がある。ここで、上級者向けと思われる機種が、概ね 1,000g を上回っていることに着目し、他のビデオカメラと区別するために、1,000g 超の重量をもつビデオカメラを 1、それ以外を 0 とする変数を作成した。推計の結果、比較的大きな正のパラメータが得られた。他のダミー変数でさまざまな効果を捉えているとは言うものの、重量に比例的な除外変数の影響を受けるため、重量ダミーが上級者仕様のみを捉えているとまでは言えないことには留意が必要である。

b) DV 端子

パソコンなど、情報関連機器との接続を可能にする端子を搭載しているものを 1 とする変数であり、比較的大きな正のパラメータを得た。

c) VTR フォーマット

8 ミリ方式や、デジタル方式、そして最近では DVD-RAM に収録するなど、VTR のフォーマットも多様化している。そこで、デジタル方式以外のフォーマットを取っているものを 1 とする、8 ミリダミー、DVD-RAM ダミーを設定した。推計の結果、8 ミリ方式はデジタル方式に比べ価格が有意に安く、DVD-RAM は逆に高いということがわかった。

d) メモリカード

静止画を記録できる機種では、その静止画をメモリカードに記憶している。メモリカードは各メーカーが、SD メモリカード、マルチメディアカード、メモリスティックの 3 つの方式を採用している。そこで、各々を採用した場合に 1 となるダミー変数を作成し、推計したところ、パラメータはすべて正でかつ有意な値となった。

e) 3CCD

画像を取り込み、デジタル信号に変換する撮像素子 CCD (Charge Coupled Device) を 3 つ搭載し、高画質を生み出すことのできる機種を 1 とする変数を作成した。その結果、パラメータは大きな値となった。

f) メーカー

デジタルカメラは、パソコンやデジタルカメラに比べると、参入している

メーカー数が少ない。その中でシェアが高いC社以外のメーカーについて、そのメーカーの機種である場合に1を取るダミーを作成した。全ての変数がゼロの時にC社を示す。推計したところ、ある1社のダミーのみが有意となりマイナスの値を取っている。

g) 時間(年次)

ビデオカメラのサンプルには、1998年以前に発売を開始した機種を1999年1月の価格で評価したものが含まれているので、時間ダミーの性質は1999年を境に変わってしまう。そのため、パソコンやデジタルカメラのように推計期間を「下半期～翌上半期」という区切りでダミーを設定した場合、1998年下半年～1999上半期のサンプルで、異なるデータが混ざってしまうため、望ましくないと考えられる。そこで、発売開始年毎にサンプルを区切って、年次ダミー変数を作成した。ダミー変数のうち1998年以前の変数には、流行の流行り廃りなど、その機種についての需要動向も少なからずを取り込んでいる可能性があり、先行研究など通常のヘドニック・アプローチにおける時間ダミーと異なり、ヴィンテージの要素を含んでいると思われることに注意を要する。

なお、実際の推計では、いずれの年次ダミーも有意とはならなかった。これは、概ね特性値の変化に応じて価格がつけられていると解釈することが可能である。

推計結果

関数形の選択(図表14)をBox-Cox検定によって行くと、(イ)では両側対数形、(ロ)では片側対数形が支持された。双方の推計とも決定係数は0.79であり、パソコンやデジタルカメラに比較すると、推計結果はあまり十分とは言い難い。これは、データセットの問題もさることながら、関数が十分に特性を捉え切っていない(除外変数がある)可能性が考えられる。この2式を対数尤度で比較すると、両側対数形の方が高い値を示しており、統計的には両側対数形が支持される。また、誤差項の不均一分散についてチェックしたところ、1%有意水準で、均一分散であるとの帰無仮説が棄却されたため、Whiteの方法によって再推計した(図表15)。

6．まとめ

本稿で述べた内容を簡単に整理すると以下のとおりである。

物価指数とは、品質が一定の商品の価格を集計したものである。そのため、商品の入れ替わりの際には、価格変化のうち新旧商品間の品質差に相当する部分を控除する必要がある（「品質調整」）。日本銀行が作成している卸売物価指数では、直接比較法、単価比較法、オーバーラップ法、コスト評価法、ヘドニック法の5種類の品質調整法が用いられている。そのうち、後者の3つが新旧商品間に品質差が存在する場合に用いられる手法である。オーバーラップ法は、新旧商品が同時期に発売されている場合に両者の価格差を品質差とみなす手法である。また、コスト評価法は、生産者から新旧商品のコスト変化を聴取し、そのコスト差を品質変化分とみなす手法である。

ヘドニック法とは、商品の価格を複数の特性の関数として表記し、その関数を大量のデータから計量的手法で推計し、その関係式から品質向上分を見積もる手法である。品質を評価する際に、主観的な判断や恣意性を極力排除し、大量の価格データと機能を表す特性データに判断基準を求めている。こうした手法は技術革新の著しい財において適切な品質調整手法であると考えられる。モデルチェンジの頻度が高く、新旧商品が同時期に発売されないためオーバーラップ法の適用ができない、ないしは、複数の特性が変化するために各々の特性に対応するコスト変化を聴取するのが難しく、コスト評価法の適用が難しい場合にも適用可能であるとの特徴をもっている。

卸売物価指数では、1990年の基準改定からパーソナルコンピュータ、汎用コンピュータ、磁気ディスク装置に対してヘドニック法の適用を開始した。そのうち、汎用コンピュータと磁気ディスク装置については、データ収集上の問題からヘドニック法の適用を断念することとなったが、2001年より新たに、デジタルカメラ、ビデオカメラの2商品を対象商品に追加している。その結果、現時点ではパソコン、デジタルカメラ、ビデオカメラの3商品の品質調整をヘドニック法により行っている。

以上のように、ヘドニック法は品質調整法として極めて有効な手法であると考えられるが、しかし一方で適用範囲には一定の限界がある。ヘドニック法はデザインやイメージなど主観的な要素が強い商品については、適用が難しいとされている。このほか、実務の立場からその適用の可否をみると、当該商品の機能を十分に表現する特性情報をあまねく収集できるか否かがね安定的な推計結果を得るため、すなわちヘドニック法を適用するため、の必要条件となっていることが分かる。

ヘドニック回帰式の推計の際には、いくつか推計上考慮すべき論点が存在する。日本銀行が行っているヘドニック回帰式の推計では、価格データは小売実勢価格を用いており、物価指数のための価格調査で聴取している企業間取引価格とは異なる価格を用いている。これはデータのアベイラビリティ（入手の容易性や機動性）を重視したためである。一方、流通マージンの変化など推計結果に歪みを与える問題が存在する

が、そうした問題の影響を最小化するように、推計のためのデータサンプルの抽出、推計頻度などにおいて十分な配慮を行っている。そのほか、関数形の選択、多重共線性、除外変数への配慮についても、より一般的な関数形を与え各種の検定を用いて関数形を選択するなど、できる限り恣意性を排除した対処策を講じている。

以上のような工夫を行いつつ、パソコン、デジタルカメラ、ビデオカメラの3商品についてヘドニック回帰式を推計し、その結果を用いて新旧商品の入れ替えの際に品質調整を行っている。その定量的な評価については導入後の期間が短い商品が多く、全体としての評価は難しい面は残っているが、少なくともパソコンの品質調整の効果は非常に大きいことは確かである。品質調整を行う前の表面価格と品質調整後の物価指数との差異は極めて大きく、技術革新の著しい商品における品質調整の重要性を再認識させる結果となっている。

商品サイクルの短期化の影響から、オーバーラップ法やコスト評価法など従来の品質調整法の適用が難しい商品が増加している。その際に、ヘドニック法に限界があることを理由に品質調整を行わないという選択肢はありえないであろう。物価統計課でも、情報技術革新が進む状況を見据え、例えば、DVD プレーヤーや各種通信サービスなどに代表される技術革新の影響を受けやすい商品・サービスに対して、新たにヘドニック法が適用できないか、更なる検討・研究を重ねていくつもりである。もちろん、そのためには、ヘドニック法が品質調整法として最適かどうかの判断に加え、価格や特性データの利用可能性を含めた幅広い検討が必要となる。今後、推計手法の更なる向上や適用範囲の拡大について、皆さんから様々なご意見やお知恵を拝借できれば幸いであると考えている。

以 上

(参考文献)

- 太田誠 (1978)、「ヘドニック・アプローチの理論的基礎、方法および日本の乗用車の価格への応用」、『季刊理論経済学』1978年4月
(1980)、『品質と価格』、創文社
(1986)、「品質調整済価格指数作成の課題」、『季刊国民経済計算』昭和61年度第3号、No.72
- 白塚重典 (1998)、『物価の経済分析』、東京大学出版会
- 日本銀行調査統計局 (2000)、「物価指数を巡る諸問題」、『日本銀行調査月報』
2000年8月号
- 物価統計課 (2001)、「物価指数の品質調整を巡って 卸売物価指数、企業向けサービス価格指数における現状と課題」、『Working Paper Series 01-6、日本銀行調査統計局
- 蓑谷千鳳彦 (1996)、『計量経済学の理論と応用』、日本評論社
- Amemiya, T. (1985), *Advanced Econometrics*, Basil Blackwell
- Arguea, N. M. and C. Hsiao (1993), "Econometric Issues of Estimating Hedonic Price Functions," *Journal of Econometrics* 56
- Box, G. E. and D. R. Cox (1964), "An Analysis of Transformations," *Journal of the Royal Statistics Society Series B*, 26
- Cropper, M., L. B. Deck, and K. E. McConnell (1988), "On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions," *The Review of Economics and Statistics* 70(4)
- Diewert, E. (2001), "Hedonic Regressions: A Consumer Theory Approach," Feenstra, R. and M. Shapiro ed., *Scanner Data and Price Indexes*, University of Chicago Press, forthcoming
- Lancaster, K. J. (1966), "A New Approach to Consumer Theory," *Journal of Political Economy* 74
- Ohta, M. (1975), "Production Technologies of the U.S. Boiler and Turbogenerator Industries and Hedonic Price Indexes for Their Products: A Cost-Function Approach," *Journal of Political Economy* 83 (1)
- Rosen, S. (1974), "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in

Pure Competition," *Journal of Political Economy* 82 (1)

- Ugai, H. (2001), "Quality Adjustment of Service Prices – The Results of Quality Adjustment of the Corporate Service Price Index in 2000 and Future Implications for Handling Service Prices - ," Working Paper Series 01-22, Research and Statistics Department, Bank of Japan
- White, H. (1980), "A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity," *Econometrica* 48(4)

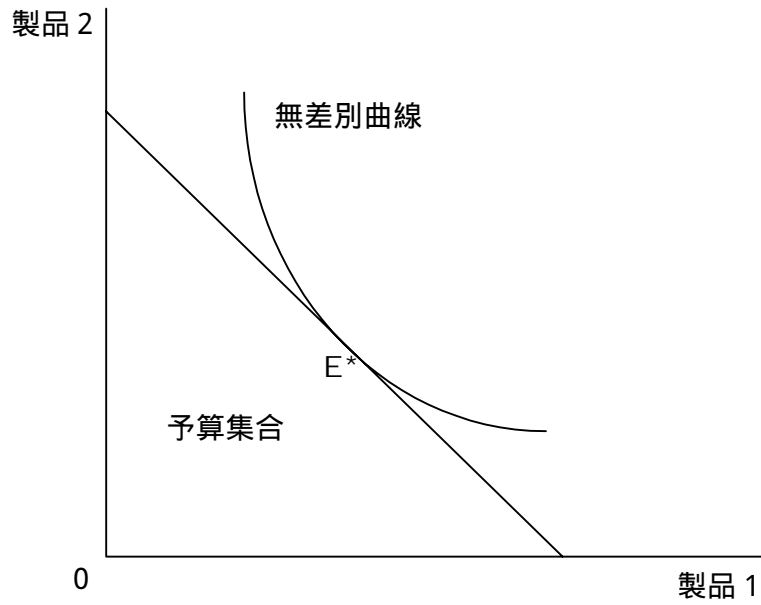
品質調整の手法

名 称	内 容	具体的方法	採用統計
直接比較法	新旧商品の品質が本質的に同一とみなされる場合、品質変化がないものとして処理する方法。	新旧商品の価格をそのまま接続する。	[日本] CPI WPI CSPI [米国] CPI PPI
単価比較法	新旧商品の品質が本質的に同一とみなされる場合で、数量（例えば1個当たりの容量）のみが異なる場合、新旧商品の単価比を価格比とみなし、価格指数を接続する方法。	調査価格の変更時点における新旧商品の単価比を新商品の調査価格に掛け、接続価格とする。	[日本] CPI WPI CSPI [米国] CPI PPI
オーバーラップ法	同じ店舗で同時点に2つの商品が販売されている場合、原則として品質差は価格差に反映されるという考え方を価格調査対象変更時に適用し、同一時点の新旧調査価格の価格比を品質比とみなし、これをリンク係数として価格指数を接続する方法。	調査価格の変更時点における新旧商品の価格比を新商品の調査価格に掛け、接続価格とする。	[日本] CPI WPI CSPI [米国] CPI PPI
コスト評価法	メーカーから聴取した新旧商品の製造コストの差（品質向上に要したコスト）を、両商品の品質差に対応する価格差とみなし、価格差の残り部分を「品質以外の実質的な価格変動」として処理する方法。	新商品の価格から新旧商品のコスト差を引き、接続価格とする。	[日本] WPI CSPI [米国] CPI PPI
ヘドニック法	商品間の価格差の一部は、これら商品の有する共通の諸特性によって測られる品質差に起因していると考え、商品の諸特性の変化から「品質変化に見合う価格変化」部分を回帰方程式により客観的、定量的に推定し、残り部分を「品質変化以外の実質的な価格変化」として処理する方法。	新商品の価格から新旧商品の品質・性能差を価格換算したものを引き、接続価格とする。	[日本] CPI WPI [米国] CPI PPI
インピュート法	新旧商品の品質比較が不可能な場合、価格調査対象変更時の価格変化は、他の同等製品の平均的な価格変化と同じと仮定して指数を接続する方法。	調査価格の変更時点における、類似商品の価格指数の平均変化率を新商品の価格指数の変化率として接続価格とする。	[米国] CPI

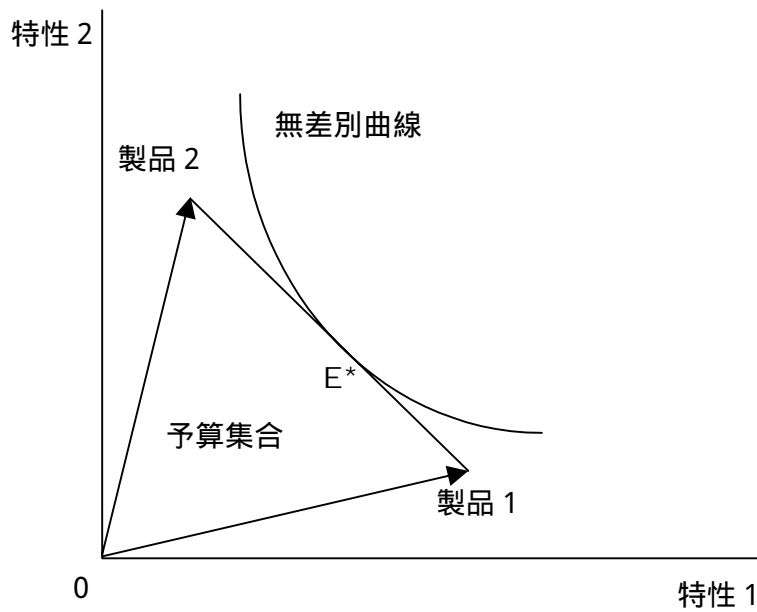
(図表 2)

ランカスターモデル

(1) 通常のミクロ経済学の消費者均衡



(2) ランカスターモデルにおける消費者均衡

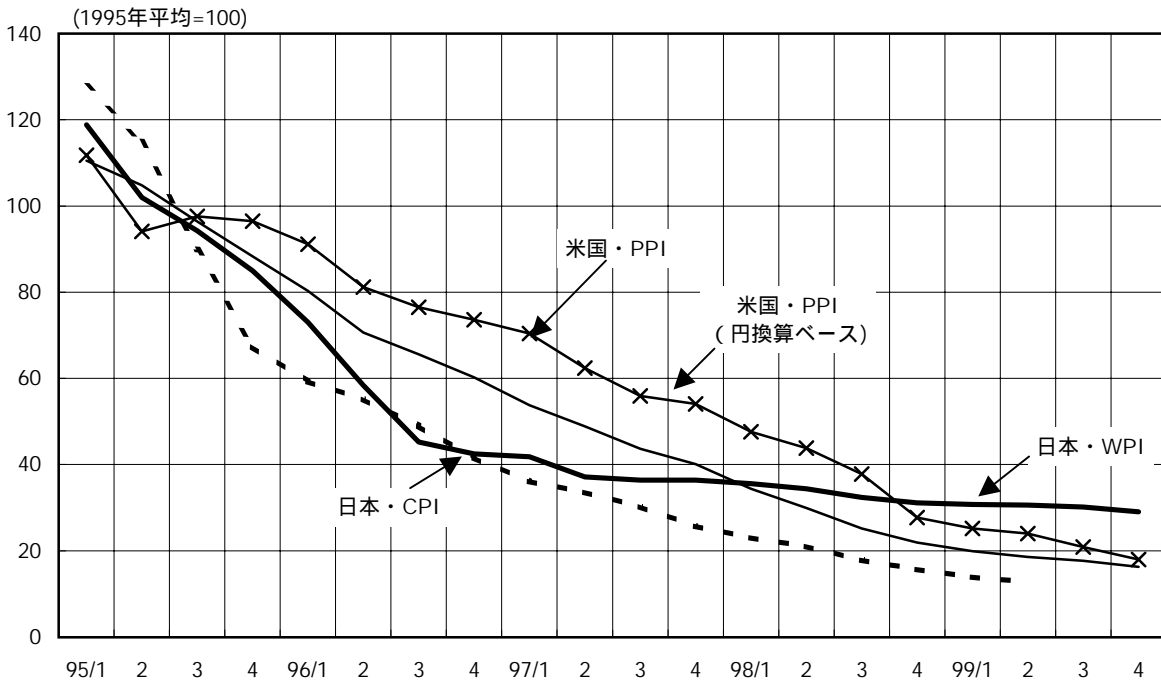


注：白塚(1998)より転載。

(図表 3)

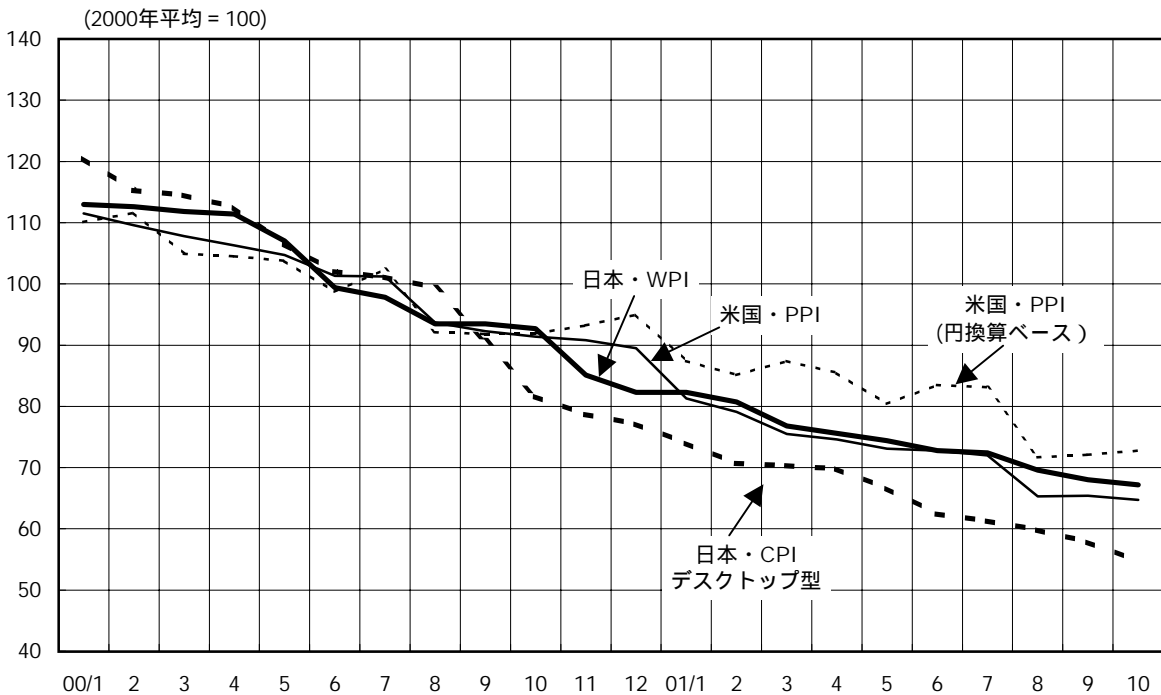
パソコン指数の国際比較

(1) 1995年～1999年



注：日本・CPIは、総務庁（現総務省）統計局による、ヘドニック検討資料より抜粋。米国・PPI
同円換算ベースは、Personal Computers and Workstations（概ねデスクトップ型にあたる）の系列。

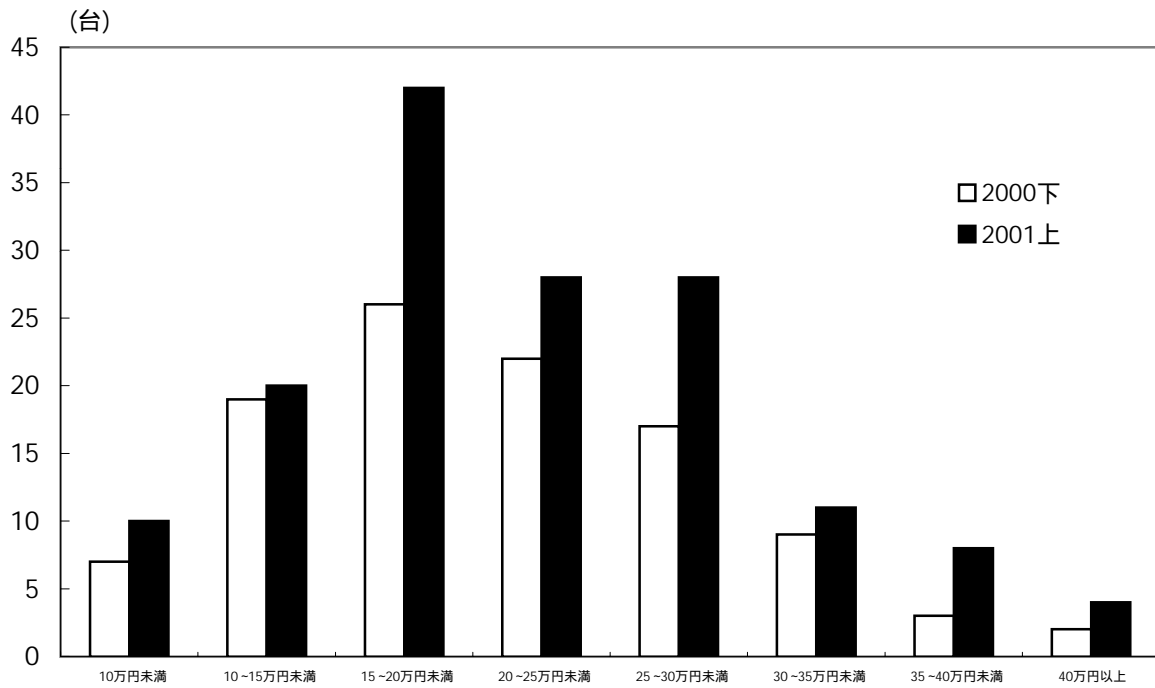
(2) 2000年以降



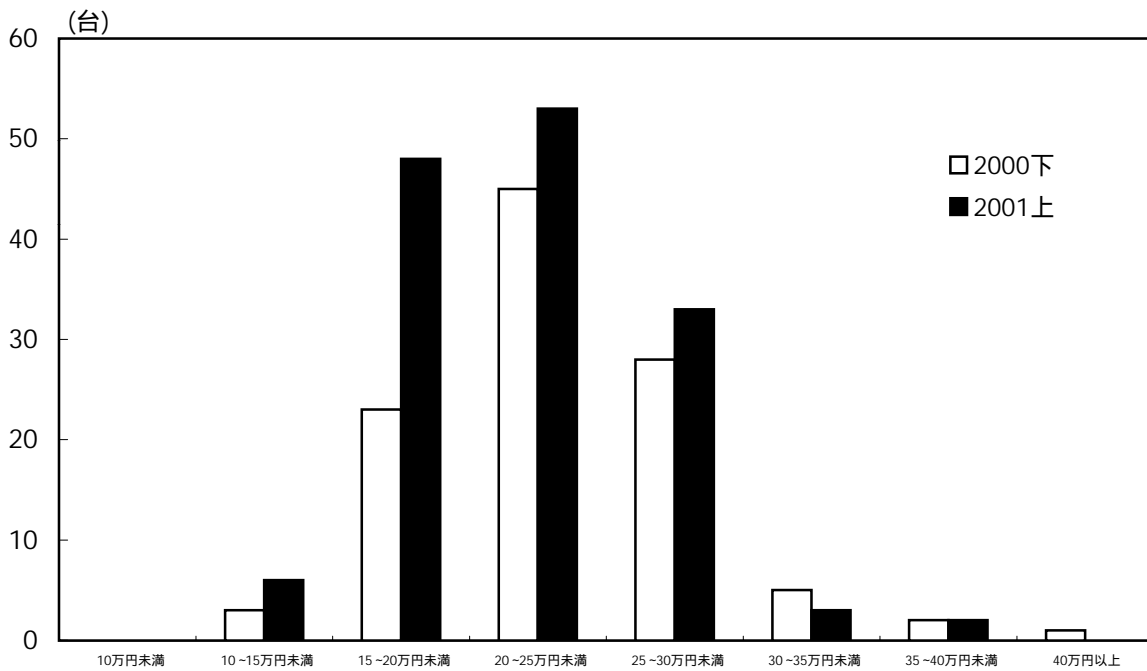
注：日本・CPIデスクトップ型は、2000年基準CPI。米国の系列については、上段グラフの注を参照。

パソコンサンプルの価格分布

(1) デスクトップ型



(2) ノートブック型



(図表 5)

パソコンサンプルの特性

		2000年下半期 デスク型	2001年上半期 デスク型	2000年下半期 ノート型	2001年上半期 ノート型
価格	円	221,493	225,387	242,751	229,262
主記憶容量	MB	91.4	114.9	77.6	102.1
クロック周波数	MHz	740.1	962.1	593.8	696.0
HDD容量	GB	37.6	51.5	15.9	19.6
画面サイズ	インチ	13.9	13.6	12.9	13.1
重量	kg	-	-	2.6	2.6
TFT液晶	搭載比率	44.8	45.0	100.0	100.0
TVチューナー	搭載比率	39.0	41.7	4.7	2.1
CPUの種類					
Intel Celeron	搭載比率	25.7	25.1	47.2	36.3
Intel Pentium	搭載比率	56.2	43.0	40.6	45.2
Intel Pentium 4	搭載比率	-	15.2	-	-
AMD K6-2	搭載比率	3.8	0.0	4.7	0.7
AMD Duron	搭載比率	6.7	16.6	0.0	7.5
AMD Athlon	搭載比率	7.6	0.1	0.0	2.1
Transmeta Crusoe	搭載比率	-	-	7.5	8.2
光ドライブの種類					
CD-ROM	搭載比率	17.1	9.3	42.5	18.5
CD-R/RW	搭載比率	30.5	20.5	27.4	34.9
DVD-ROM	搭載比率	36.2	6.0	18.9	6.8
DVD-R/RW	搭載比率	-	2.6	-	-
DVD-RAM	搭載比率	1.9	0.0	-	-
コンボドライブ	搭載比率	9.5	36.4	2.8	27.4
CD-R/RW、DVD-ROM	搭載比率	4.8	25.2	-	-
CD-R/RW、DVD-RAM	搭載比率	1.9	3.3	-	-
ビジネスアプリケーションの種類					
Office 2000	搭載比率	65.7	30.5	69.8	42.5
Office XP	搭載比率	-	27.8	-	33.6
ジャストホーム	搭載比率	7.6	2.6	1.9	1.4
スーパーオフィス	搭載比率	0.0	1.3	4.7	2.7
メーカーダミー					
NEC	比率	34.3	27.8	23.6	26.0
富士通	比率	13.3	18.5	13.2	17.8
ソニー	比率	20.0	22.5	16.0	20.5
日本IBM	比率	5.7	14.6	8.5	7.5
日立製作所	比率	11.4	6.0	3.8	1.4
東芝	比率	-	-	17.9	8.2
シャープ	比率	8.6	0.0	8.5	9.6
コンパック	比率	1.9	7.9	0.0	5.5
日本HP	比率	4.8	2.6	-	-
松下電器産業	比率	-	-	8.5	3.4
デル	比率	1.0	3.3	2.8	2.1
ソーテック	比率	9.5	7.3	2.8	3.4
サイズ別					
A4ファイルサイズ	比率	-	-	62.3	67.1
携帯ノート	比率	-	-	37.7	32.9
サンプル数		105	151	106	146

注 CD-R/RW、DVD-ROM及びCD-R/RW、DVD-RAMは、2つの異なるドライブを装備していることを示す。
コンボドライブはCD-R/RWとDVD-ROM（もしくはDVD-RAM）の併用ドライブのことを指す。

(図表 6)

デスクトップパソコンにおける関数形選択

Box-Coxパラメータ 関数形	0.340 両側Box-Cox	0.360 片側Box-Cox	両側対数	線形	片側対数
定数項	9.335 ***	11.368 ***	4.040 ***	71.067 ***	4.583 ***
HDD容量 (GB)	0.421 ***	0.034 ***	0.245 ***	1.077 ***	0.005 ***
クロック周波数 (MHz)	0.023	0.001 ***	0.005	0.038 **	0.000 ***
画面サイズ 17インチ以上	1.121 ***	1.212 ***	0.200 ***	33.534 ***	0.191 ***
TFT液晶搭載	2.094 ***	2.351 ***	0.345 ***	72.153 ***	0.350 ***
CPUの種類					
Pentium	1.151 ***	1.284 ***	0.190 ***	38.798 ***	0.192 ***
Penitum 4	2.415 ***	2.141 ***	0.394 ***	76.495 ***	0.289 ***
AMD Duron	-0.555 ***	-0.503 **	-0.108 ***	-12.267	-0.079 **
光ディスクドライブの種類					
DVD-ROM	0.358 **	0.441 ***	0.058 **	11.588 **	0.071 ***
DVD-R/RW	1.659 ***	1.476 ***	0.262 ***	60.201 ***	0.184 **
DVD-RAM	1.932 ***	2.014 ***	0.305 ***	72.013 ***	0.271 ***
ビシネスアプリケーションの種類					
ジャストホーム	-0.990 ***	-1.144 ***	-0.196 ***	-22.812 *	-0.206 ***
メーカーダミー					
メーカー1	0.420 **	0.502 **	0.062 **	16.660 **	0.071 **
メーカー2	1.172 ***	1.313 ***	0.184 ***	43.641 ***	0.188 ***
メーカー5	1.059 ***	0.960 **	0.207 ***	24.140 *	0.158 ***
メーカー8	-1.026 ***	-1.046 ***	-0.173 ***	-32.835 ***	-0.151 ***
半期ダミー (2001年上半期を1)	-0.674 ***	-0.844 ***	-0.100 ***	-28.144 ***	-0.121 ***
自由度調整済み決定係数	0.847	0.846	0.845	0.833	0.855
対数尤度	-1233.620	-1233.930	-1239.820	-1255.620	-1241.980
両側Box-Coxに対する ² テスト			12.400 ***	44.000 ***	
片側Box-Coxに対する ² テスト				43.380 ***	16.100 ***

注 ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。

パソコンに関する推計結果

Box-Coxパラメータ 関数形	2000年下半年～2001年上半年		2000年通期(参考)	
	デスクトップ型	ノート型	デスクトップ型	ノート型
	0.360 片側Box-Cox	片側対数	0.200 両側Box-Cox	片側対数
定数項	11.368 ***	4.534 ***	5.139 ***	4.637 ***
主記憶容量 (MB)	--	--	0.294 ***	0.002 ***
クロック周波数 (MHz)	0.001 ***	0.000 ***	--	--
HDD容量 (GB)	0.034 **	0.009 ***	0.280 ***	0.008 ***
画面サイズ (インチ)		0.032 ***		0.035 ***
15インチダミー	--		0.250 ***	
15インチ超17インチ未満ダミー	--		0.688 ***	
17インチ以上ダミー	1.212 ***		2.345 ***	
重量ダミー (2.5Kg以下を1)		0.119 ***		--
TFT液晶搭載	2.351 ***	--	1.304 ***	0.182 ***
TVチューナー搭載	--	0.139 ***	--	
CPUの種類				
Pentium	1.284 ***	0.129 ***	0.466 ***	0.120 ***
Pentium4	2.141 ***			
AMD K6-2	--	--	-0.496 ***	-0.107 ***
AMD Duron	-0.503 ***	-0.122 ***		--
AMD Athlon	--	--	0.579 ***	--
Mac PowerPC G4			1.787 ***	--
光ディスクドライブの種類				
CD-R/RW	--	0.089 ***	--	0.092 ***
DVD-ROM	0.441 ***	0.048 ***	0.138 **	0.080 ***
DVD-R/RW	1.476 ***	--		
DVD-RAM	2.014 ***	--	0.520 ***	
ビジネスアプリケーションの種類				
ジャストホーム	-1.144 ***	-0.129 **	0.539 ***	--
メーカーダミー				
メーカー1	0.502 ***	--	--	--
メーカー2	1.313 ***	--	0.520 ***	--
メーカー3	--	-0.055 **	--	--
メーカー4	--	0.046 **	--	--
メーカー5	0.960 ***	--	0.399 ***	--
メーカー6	--	-0.155 ***	-0.224 **	-0.090 ***
メーカー7	--	0.060 ***	--	--
メーカー8	-1.046 ***	-0.251 ***	-0.440 ***	-0.304 ***
半期ダミー				
2001年上半年	-0.844 ***	-0.163 ***		
2000年下半年			-0.546 ***	-0.146 ***
自由度調整済み決定係数	0.846	0.775	0.854	0.754
推計誤差	1.018	0.099	0.494	0.118
被説明変数の平均値	16.400	5.438	9.271	5.481
サンプル数	256	252	370	289

注 1. ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。

2. 誤差項の分散が不均一分散を示しているため、Whiteの方法による、不均一分散一致標準偏差を利用して推計している。

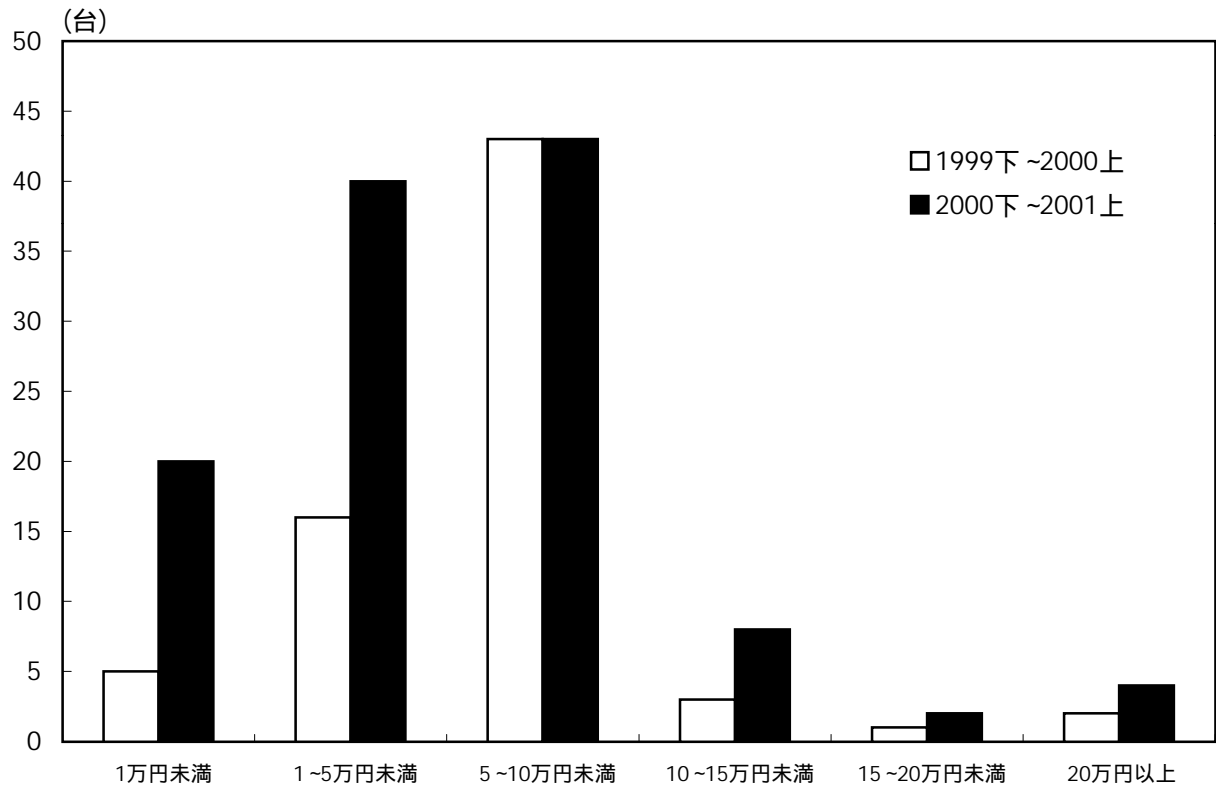
(図表 8)

ノートブックパソコンにおける関数形選択

Box-Coxパラメータ 関数形	0.100 両側Box-Cox	0.060 片側Box-Cox	両側対数	線形	片側対数
定数項	2.829 ***	5.179 ***	2.277 ***	21.628	4.534 ***
HDD容量 (GB)	0.180 ***	0.012 ***	0.138 ***	1.690 ***	0.009 ***
クロック周波数 (MHz)	0.282 ***	0.001 ***	0.305 ***	0.143 ***	0.000 ***
画面サイズ (インチ)	0.403 ***	0.044 ***	0.297 ***	6.164 ***	0.032 ***
重量ダミー (2.5Kg以下を1)	0.174 ***	0.164 ***	0.100 ***	24.443 ***	0.119 ***
TVチューナー搭載	0.251 ***	0.197 ***	0.142 ***	43.540 ***	0.139 ***
CPUの種類					
Pentium	0.223 ***	0.180 ***	0.130 ***	30.479 ***	0.129 ***
AMD Duron	-0.223 ***	-0.168 ***	-0.130 ***	-27.941 ***	-0.122 ***
光ディスクドライブの種類					
CD-R/RW	0.149 ***	0.123 ***	0.087 ***	20.176 ***	0.089 ***
DVD-ROM	0.085 ***	0.066 ***	0.050 ***	9.053 **	0.048 ***
ビジネスアプリケーションの種類					
ジャストホーム	-0.217 **	-0.177 **	-0.129 **	-24.309	-0.129 **
メーカーダミー					
メーカー3	-0.101 **	-0.076 **	-0.059 **	-11.151 *	-0.055 **
メーカー4	0.074 **	0.065 **	0.042 **	12.815 **	0.046 **
メーカー6	-0.268 ***	-0.216 ***	-0.155 ***	-37.964 ***	-0.155 ***
メーカー7	0.109 **	0.084 **	0.063 **	14.834 **	0.060 **
メーカー8	-0.429 ***	-0.346 ***	-0.253 ***	-52.056 ***	-0.251 ***
半期ダミー (2001年上半期を1)	-0.289 ***	-0.226 ***	-0.167 ***	-40.111 ***	-0.163 ***
自由度調整済み決定係数	0.772	0.775	0.772	0.757	0.775
対数尤度	-1138.730	-1137.280	-1138.900	-1152.870	-1137.340
両側Box-Coxに対する ² テスト			0.340	28.280 ***	
片側Box-Coxに対する ² テスト				31.180 ***	0.120

注 ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。

デジタルカメラサンプルの価格分布



デジタルカメラサンプルの特性

		1999/下～2000/上	2000/下～2001/上
価格	円	73,804	61,780
総画素数	万画素	182.7	189.5
光学ズーム	倍	2.0	2.2
デジタルズーム	倍	2.0	2.0
重量	g	313.0	284.1
モニターサイズ	インチ	1.7	1.4
レンズ交換式	採用比率	2.9	3.4
ビューファインダー	搭載比率	81.4	87.2
液晶モニター	採用比率	92.9	75.2
クレードル	搭載比率	0.0	2.6
動画撮影機能	採用比率	42.9	65.8
記憶媒体			
コンパクトフラッシュ	採用比率	31.4	29.9
スマートメディア	採用比率	42.9	30.8
メモリスティック	採用比率	8.6	7.7
その他	採用比率	4.3	6.8
情報機器との接続方式			
USB	採用比率	51.4	84.6
IEEE	採用比率	1.4	1.7
RS232C	採用比率	25.7	4.3
動画圧縮法			
AVI	採用比率	15.7	25.6
MPEG	採用比率	12.9	10.3
Quicktime	採用比率	11.4	16.2
その他	採用比率	0.0	13.7
サンプル数		70	117

注: データ提供者との契約により、メーカー情報は伏せている。

(図表 11)

デジタルカメラにおける関数形選択

Box-Coxパラメータ 関数形	0.240 両側Box-Cox	0.220 片側Box-Cox	両側対数	線形	片側対数
定数項	2.125 ***	3.020 ***	1.558 ***	14.024 ***	2.279 ***
総画素数(万画素)	0.281 ***	0.007 ***	0.268 ***	0.168 ***	0.003 ***
光学ズーム(倍)	0.593 ***	0.205 ***	0.286 ***	5.723 ***	0.082 ***
モニター搭載	1.689 ***	1.813 ***	1.029 ***	8.033	1.028 ***
レンズ交換式採用	5.293 ***	4.345 ***	1.676 ***	251.770 ***	1.413 ***
情報機器との接続方式 IEEE	2.129 ***	1.798 ***	0.589 ***	152.190 ***	0.540 ***
メーカーダミー					
メーカー1	-0.588 **	-0.365	-0.277 **	-5.880	-0.172
メーカー2	-0.591 *	-0.609 *	-0.187	-17.321 *	-0.239 *
年次ダミー					
2000年下半期~ 2001年上半期	-0.537 ***	-0.573 ***	-0.180 ***	-16.461 ***	-0.231 ***
自由度調整済み決定係数	0.897	0.894	0.892	0.909	0.891
対数尤度	-744.225	-746.882	-751.738	-829.187	-753.155
両側Box-Coxに対する ² テスト			15.026 ***	169.924 ***	
片側Box-Coxに対する ² テスト				164.610 ***	12.546 ***

注 1. ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
2. データ提供者との契約により、メーカー情報は伏せている。

デジタルカメラの推計結果

Box-Coxパラメータ 関数形	1999年下半年期～ 2001年上半年期	1999年上半年期～ 2000年下半年期 (参考)
	0.240 両側Box-Cox	0.170 片側Box-Cox
定数項	2.125 ***	1.612 ***
総画素数(万画素)	0.281 ***	0.006 ***
光学ズーム(倍)	0.593 ***	0.100 ***
モニターサイズ(インチ)	--	0.929 ***
モニター搭載	1.689 ***	--
レンズ交換式採用	5.293 ***	--
情報機器との接続方式 IEEE	2.129 ***	--
メーカーダミー メーカー1	-0.588 *	--
メーカー2	-0.591 ***	--
年次ダミー 1999年	--	0.384 ***
2000年下半年期～2001年上半年期	-0.537 ***	
自由度調整済み決定係数	0.897	0.829
推計誤差	0.731	0.530
被説明変数の平均値	6.493	5.605
サンプル数	187	220

- 注 1. ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
2. 誤差項の分散が不均一分散を示しているため、Whiteの方法による、不均一分散一致標準偏差を利用して推計している。
3. データ提供者との契約により、メーカー情報は伏せている。

(図表 13)

ビデオカメラサンプルの特性

		1995/下	1996	1997	1998	1999	2000	2001/上
価格	円	97,097	183,700	73,197	103,726	114,916	135,977	130,855
動画解像度	万画素	49.5	63.7	45.1	59.3	58.4	69.4	73.8
静止画解像度	万画素	35.5	33.7	31.7	31.0	38.8	50.4	53.8
光学ズーム	倍	10.0	10.7	13.4	11.5	13.3	13.8	12.0
デジタルズーム	倍	20.0	15.3	57.8	74.6	102.6	144.2	162.9
重量	g	1140.0	1640.0	702.4	623.6	656.1	698.6	634.4
画面サイズ	インチ	2.0	2.3	3.7	3.0	2.8	3.1	2.9
連続撮影時間	分	117.5	218.3	177.7	379.3	419.5	429.6	473.8
DV端子	搭載比率	50.0	33.3	45.5	57.1	84.2	82.1	88.2
モニター	搭載比率	50.0	66.7	100.0	95.2	94.7	100.0	100.0
ビューファインダー	搭載比率	50.0	33.3	54.5	76.2	94.7	85.7	100.0
VTRフォーマット								
デジタル	採用比率	100.0	66.7	72.7	81.0	73.7	71.4	82.4
8ミリ	採用比率	0.0	33.3	27.3	19.0	21.1	25.0	11.8
その他	採用比率	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	3.6	5.9
メモリカード								
SDメモリカード	採用比率	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	41.2
マルチメディアカード	採用比率	0.0	0.0	0.0	0.0	26.3	17.9	0.0
その他	採用比率	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0
3CCD方式	採用比率	0.0	33.3	0.0	9.5	5.3	7.1	5.9
音源								
PCM	採用比率	100.0	66.7	72.7	81.0	84.2	85.7	94.1
ノーマル	採用比率	0.0	33.3	9.1	0.0	5.3	7.1	5.9
HiFi	採用比率	0.0	0.0	18.2	19.0	10.5	7.1	0.0
サンプル数		2	3	11	21	19	28	17

注：データ提供者との契約により、メーカー情報は伏せている。

ビデオカメラにおける関数形選択

Box-Coxパラメータ 関数形	-0.01 両側Box-Cox	0.02 片側Box-Cox	両側対数	線形	片側対数
定数項	3.723 ***	4.288 ***	3.801 ***	69.733 ***	4.112 ***
光学ズーム(倍)	0.188 ***	0.015 **	0.190 ***	0.750	0.014 **
重量(1000g超)	0.282 **	0.326 **	0.297 **	53.580 ***	0.294 **
DV端子の有無	0.403 ***	0.449 ***	0.421 ***	37.011 ***	0.411 ***
VTRフォーマット					
8ミリ	-0.329 ***	-0.398 ***	-0.344 ***	-30.107 **	-0.365 ***
DVD-RAM	0.661 ***	0.757 ***	0.691 ***	72.621 ***	0.691 ***
メモリカード種類					
SDメモリカード	0.253 ***	0.287 ***	0.264 ***	22.196 *	0.262 ***
マルチメディアカード	0.244 ***	0.285 ***	0.255 ***	26.936 **	0.259 ***
メモリスティック	0.301 ***	0.333 ***	0.315 ***	24.605 **	0.304 ***
3CCD搭載	0.596 ***	0.710 ***	0.629 ***	138.660 ***	0.639 ***
メーカーダミー					
メーカー1	-0.128 **	-0.151 **	-0.134 **	-22.020 **	-0.137 **
自由度修正済み決定係数	0.793	0.789	0.793	0.719	0.789
対数尤度	-454.540	-455.471	-454.543	-494.965	-455.497
両側Box-Coxに対する ² テスト			0.006	80.850 ***	
片側Box-Coxに対する ² テスト				78.988 ***	0.052

注 1. ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
 2. データ提供者との契約により、メーカー情報は伏せている。

ビデオカメラの推計結果

Box-Coxパラメータ 関数形	1999年下半期 ～ 2001年上半期	1999年～2000年 (参考)
	両側対数	両側Box-Cox
定数項	3.801 ***	6.911 ***
総画素数(万画素)	--	0.171 *
光学ズーム(倍)	0.190 **	--
重量(1000g超)	0.297 **	--
DV端子搭載	0.421 ***	0.835 ***
VTRフォーマット		
VHS	--	-1.544 ***
8ミリ	-0.344 ***	-1.156 ***
DVD-RAM	0.691 **	
メモリカード種類		
SDメモリカード	0.264 ***	--
マルチメディアカード	0.255 ***	--
メモリスティック	0.315 ***	--
3CCD方式	0.629 ***	--
メーカーダミー		
メーカー1	-0.134 **	--
メーカー2	--	-3.548 ***
年次ダミー		
1998年	--	0.914 ***
1999年	--	0.425 *
2000年	--	-0.720 ***
2001年	--	
自由度修正済み決定係数	0.793	0.766
推計誤差	0.219	0.759
被説明変数の平均値	4.656	8.286
サンプル数	101	151

- 注 1. ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
 2. 誤差項の分散が不均一分散を示しているため、Whiteの方法による、不均一分散一致標準偏差を利用して推計している。
 3. データ提供者との契約により、メーカー情報は伏せている。