

IMES DISCUSSION PAPER SERIES

物価指数の計測誤差と品質調整手法：
わが国CPIからの教訓

白塚 重典

Discussion Paper No. 99-J-26

IMES

INSTITUTE FOR MONETARY AND ECONOMIC STUDIES
BANK OF JAPAN

日本銀行金融研究所

〒103-8630 東京中央郵便局私書箱 30 号

備考： 日本銀行金融研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズは、金融研究所スタッフおよび外部研究者による研究成果をとりまとめたもので、学界、研究機関等、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図している。ただし、論文の内容や意見は、執筆者個人に属し、日本銀行あるいは金融研究所の公式見解を示すものではない。

物価指数の計測誤差と品質調整手法： わが国CPIからの教訓

白塚 重典*

要 旨

本稿では、消費者物価指数（CPI）の抱える品質変化・新製品バイアスについて、主としてわが国CPIを題材として検討する。CPIは物価変動を捕捉するための指標として広く利用されている。しかしながら、先進諸国では、CPIが真の生計費の変動を過大評価しているとのコンセンサスが形成されつつある。こうしたCPIの上方バイアスは、相対価格の変動に対する消費者行動の変化、新製品の登場・旧製品の消滅といったダイナミックな経済活動を十分に反映していないことから生じている。CPIの上方バイアスは、物価安定を重要な責務の1つとする金融政策当局者にとって直接的な含意を有している。さらに、より精度の高い物価の捕捉は、インフレのみならず、実質産出量や生産性の計測等、経済活動を理解するうえでもきわめて重要である。こうした問題意識に留意しつつ、本稿では、CPI計測誤差の源泉および品質調整手法の問題について整理する。そのうえで、ヘドニック・アプローチ（価格と品質の関係を当該製品の様々な特質を価格に回帰させることにより分析する手法）の基本的な分析枠組みを説明するとともに、同アプローチを導入することにより品質調整の精度を向上させるための実務的な手法を提案する。

キーワード：計測誤差、品質調整、ヘドニック・アプローチ

JEL classification: C43

*日本銀行金融研究所研究第1課 (E-mail: shigenori.shiratsuka@boj.or.jp)

本稿は、筆者がシカゴ連邦準備銀行に客員研究員として滞在した期間に作成し、同行 *Economic Perspective* 誌 1999年第2四半期号に掲載された論文の邦訳である。なお、本稿の内容・意見は筆者個人に属し、日本銀行あるいはシカゴ連邦準備銀行の公式見解を示すものではない。

目 次

1 . はじめに	1
2 . CPI 計測誤差の源泉.....	3
3 . 品質調整手法をめぐる 2 つの問題.....	4
(1) 価格情報の精度	4
(2) 新製品・サービス導入の遅れ	7
4 . ヘドニック・アプローチ：品質変化を推計する手法	9
5 . ヘドニック・アプローチの活用による現行手法改善	11
(1) ヘドニック・アプローチ活用の枠組み	12
(2) 銘柄変更のシミュレーション	13
6 . 結論.....	15
ボックス 1：経済理論における品質の取り扱い.....	16
ボックス 2：ヘドニック物価指数の算出	19
ボックス 3：ヘドニック関数における推計パラメータの安定性.....	20
参考文献.....	21

1. はじめに

消費者物価指数（Consumer Price Index、以下 CPI）は物価変動を捕捉するための指標として広く利用されている。しかしながら、先進諸国では、CPI が真の生計費の変動を過大評価しているとのコンセンサスが形成されつつある。表1は、主要先進諸国における CPI 計測誤差に関する研究を整理したものである。これによると、上方バイアスの大きさは 0.5 パーセントから 1.1 パーセント程度であり、わが国については、0.9 パーセントとの推計値が示されている¹。こうした CPI の上方バイアスは、相対価格の変動に対する消費者行動の変化、新製品の登場・旧製品の消滅といったダイナミックな経済活動を十分に反映していないことから生じている。

表1 主要先進国における CPI の計測誤差

計測誤差の源泉	米国	日本	ドイツ	英国	カナダ
上位代替効果	0.15	0.00	0.10	0.05-0.10	0.10
下位代替効果	0.25	0.10			
品質変化 / 新製品効果	0.60	0.70	< 0.60	0.20-0.45	0.30
アウトレット代替効果	0.10	0.10	< 0.10	0.10-0.25	0.07
計	1.10	0.90	0.75	n. a.	0.50
	(0.80 - 1.60)	(0.35 - 2.00)	(0.50 - 1.50)	(0.35 - 0.80)	

備考：“<”は推計値が表中に示した数値よりも小さいことを意味する。

資料：米国、日本、ドイツ、英国、カナダの推計値は、それぞれ順に、Advisory Commission to Study the Consumer Price Index [1996]、Shiratsuka [1999]、Hoffmann [1998]、Cunningham [1996]、Crawford [1998] に拠っている。

CPI の上方バイアスは、物価安定を重要な責務の 1 つとする金融政策当局者にとって直接的な含意を有している。物価指標が抱えるバイアスは物価上昇率が高水準である限り大きな影響を及ぼすものではないが、政策当局者が既に低水準の物価上昇率をさらに引き下げるべきかとの問題を考えるに際しては大きな影響を及ぼす。したがって、物価安定が実現されるに連れ、物価指標の精度は特に重要な問題となってくる。この点は、デフレ懸念が取り沙汰される日本

¹ Shiratsuka [1999]は、白塚[1998]におけるわが国 CPI の上方バイアスの推計結果をアップデートしている。その結果は、中心値は 0.9 パーセント・ポイントで不変であるが、代替効果バイアスに関する推計値を修正した結果、上方バイアスの上限は 2.35 パーセント・ポイントから 2 パーセント・ポイントへ低下している。

にとって特に重要と考えられる。

さらに、より精度の高い物価の計測は、単にインフレ率のみでなく、実質産出量や生産性といった指標の精度にも影響するため、よりの確に経済情勢を把握しようとするうえでも重要である。例えば、もし物価指数で測られた物価上昇率が真の物価上昇率を上回っているとすると、統計上の経済成長率は過小評価されていることになり、実質所得や生活水準は、統計上に示された数値よりも速いペースで拡大していることを意味する。さらに、物価上昇率の過大評価は、社会保障給付等の物価スライド制に基づく政府からの所得移転制度において自動的かつ意図せざる実質的な引き上げを生じさせると同時に、個人所得税等の実質的な切り下げをもたらすことになる²。

物価指数の計測誤差の問題を検討するうえでは、個別価格の計測とこれらの価格の物価指数への集計との 2 種類の問題に分けて議論していく必要がある。CPI では、すべての家計が一定の財・サービスのバスケットを購入し続けると仮定し、価格の集計が行われている。しかしながら、現実には、相対価格の変動や新製品の登場等により、他の財・サービスへの代替が生じる結果、バイアスが発生する。ただし、個別価格の集計問題については、経済学者の間でも十分な理解がみられており、現実的な解決策が見出されつつある³。

このため、現在、もっとも重要な検討課題は個別価格の計測に関連する問題と考えられる。実際、個別価格の調査・計測は、理論的にも実務的にも非常に難しい問題を抱えている。これは、財・サービスの名目価値を品質調整済みのベースで数量と価格に分解することが非常に難しいことに起因している。現代社会においては、多くの財・サービスの特性が急速に変化しており、これらの数量 1 単位を定義し、価格変動から品質向上を調整することは、一段と難しくなっている。例えば、乗用車、冷蔵庫、テレビ、ビデオ、ビデオカメラ、パソコン、防寒ジャケット、そしてスニーカーといった製品に典型的にみられるように、広範な財・サービスにおいて過去の製品との比較がきわめて難しくなる方向に製品の特性が変化している。実際、前出の表 1にも示したとおり、品質変化 / 新製品バイアスは、いずれの国でも CPI 上方バイアスの最大の源泉と

² Advisory Commission to Study the Consumer Price Index [1996]によって米国 CPI の上方バイアスに関する評価が行われた重要な動機の 1 つとして、CPI 上方バイアスの財政赤字に与えるインパクトが指摘できる。

³ 物価指数の集計方法の問題点および現実的対応策については、Shapiro and Wilcox [1997]を、また同論文で示されている物価指数算式のわが国への適用可能性については、Shiratsuka [1999]を参照のこと。

なっている。

本稿では、わが国 CPI を題材として、物価指数における品質変化 / 新製品バイアスの問題について検討する。以下では、まず、CPI の上方バイアスの源泉について整理するとともに、わが国 CPI における品質調整手法の問題点を検討する。さらに、ヘドニック・アプローチ（価格と品質の関係を当該製品の様々な特質を価格に回帰させることにより分析する手法）の基本的な枠組みについて説明し、CPI 作成における品質調整手法を改善するために同手法を活用する実務的な手法を提案する。なお、本稿では、主としてわが国 CPI を題材に議論を進めるが、こうした CPI 計測誤差を巡る問題は、急速な技術革新を経験している米国をはじめ先進諸国に共通のものである。

2 . CPI 計測誤差の源泉

生計費の変動を捕捉するための指標として CPI をみた場合、計測誤差の源泉として、代替効果バイアス、アウトレット代替効果バイアス（ディスカウント・ストア等の新規出店に伴う代替効果バイアス）、新製品 / 品質変化バイアスといった様々な要因が存在する。

代替効果バイアスは、物価指数算式が相対価格変動に伴う消費者行動の変化を十分に捕捉し切れていないために生じる。例えば、牛肉と鶏肉は一般に密接な代替物であると考えられており、牛肉価格が上昇した場合、家計の支出は牛肉から鶏肉へ振り替わると考えられる。しかしながら、CPI における牛肉と鶏肉のウエイトは基準時点に固定されているため、牛肉価格の上昇を過大評価し、上方バイアスがもたらされることになる。

アウトレット代替効果は、小売市場の構造変化を反映した消費者のより低価格な小売店舗への移行によって生じる。近年、スーパーマーケットやディスカウント・ストアへのシフトといった小売業態の構造変化が進んでいる。この結果、消費者が実際にどのような場所で商品・サービスを購入しているかをより正確に記録するよう、調査店舗の構成を見直していくことが重要となっている。しかしながら、CPI における価格調査では、消費者の近隣小売店舗間での価格探索活動が十分に捕捉されている訳ではない。

CPI の計測誤差に関する最大の源泉は品質変化 / 新製品バイアスであり、これは、品質変化を適切に処理することが困難であること、新製品の価格調査対

象への取り込みが遅れがちであること、といった事情により生じる。一般に、生計費指数は、消費者の効用水準（満足度）を一定に保つことにより、基準時点からの純粋な価格変動のみを捉えようとする。この場合、新製品と既存製品の間の品質差を的確に比較・調整し、タイミングよく新製品を価格調査対象に取り込んでいくことが重要となる。しかしながら、現実には、商品のみならず、医療サービスといったサービスにおいても、品質向上の計測は難しい問題を抱えている。

3. 品質調整手法をめぐる2つの問題

品質変化 / 新製品バイアスの根底にある問題は、CPI において採用されている品質調整手法が必ずしも万全ではないとの点にある。わが国の場合、CPI の品質調整手法は2つの問題を抱えている。第1に、現行の品質調整手法は限定的なものであり、広範な商品・サービスの品質変化を捉えることが難しく、個別価格情報の精度が必ずしも高くない。また第2に、CPI の価格調査は、あらゆる商品・サービスを網羅している訳ではなく、その結果として、プロダクト・サイクルの初期段階で生じる価格低下の多くの部分を見逃している。

(1) 価格情報の精度

CPI の価格調査は、特定の規格の商品・サービスを継続的に調査している。経済構造の変化や技術革新を反映して、調査対象となっている製品が市場から消滅したり、代表性を失ったりした場合、プロダクト・サイクルの移り変わりにあわせて、調査対象商品（銘柄）の入れ替えを行う必要が生じる。この場合、新旧調査銘柄の規格の相違は、「純粋な価格変動」が物価指数に反映されるように調整する必要がある。こうした調整作業は、銘柄変更と呼ばれている。

現在、わが国の CPI では、主として次の3種類の銘柄変更手続きが採用されている。第1に、新旧調査銘柄の間に品質的にも容量的にも差がない場合、新旧調査銘柄の価格は直接比較される（直接比較法）。第2に、価格上昇と同時に明らかな品質向上がみられる場合、物価指数が不変となるよう接続される（価格リンク法）。第3に、新旧調査銘柄は品質的に同一であり、容量等のみが異なる場合、新旧調査銘柄の価格は、容量比により価格を調整して接続する。

物価指数は、品質を一定に保ったうえでの価格変動を捕捉するものであり、

その変化率は、商品・サービスの名目価格変化率からその品質変化率を控除したものに等しくなる。すなわち、

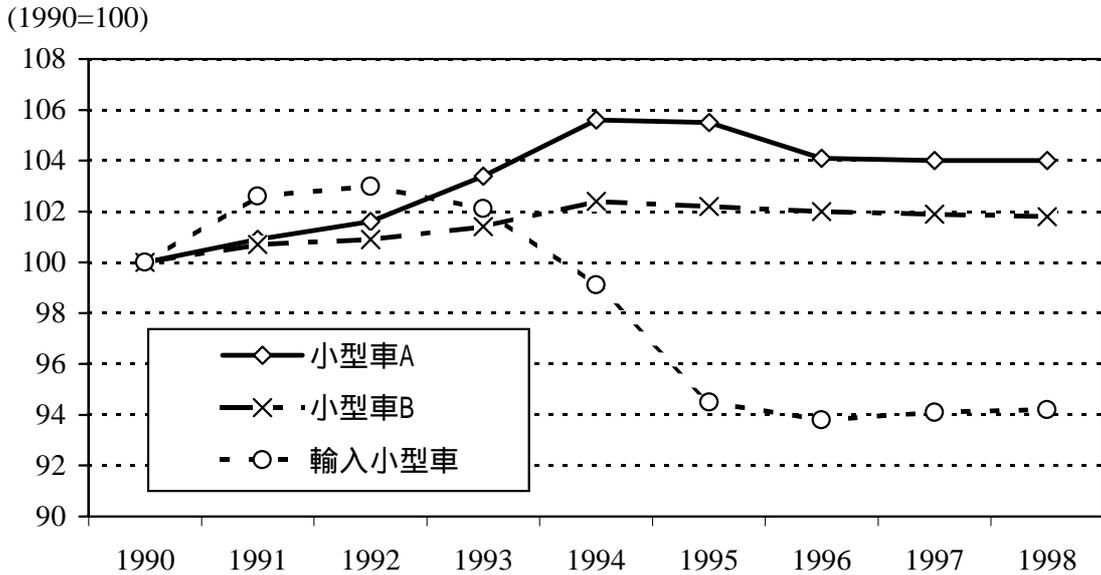
$$(\text{品質調整済み価格変化率}) = (\text{名目価格変化率}) - (\text{品質変化率})$$

との関係式が成立する。この関係式は、上述した 3 種類の品質調整手法を説明するうえで便利である。

直接比較法は、「品質変化率 = ゼロ」として処理され、物価指数の変化率は名目価格の変化率と等しくなる。他方、価格リンク法は、「名目価格変化率 = 品質変化率」とみなし、物価指数の変化率はゼロとなる。しかしながら、実際には、品質変化率は名目価格変化率とは必ずしも一致せず、直接比較法、価格リンク法のいずれの方法にも該当しないケースが多い。このため、品質変化が生じた場合、適切に処理されるのは、第 3 の手法が適用可能な、容量のみの変化の場合に限定される。この結果、CPI は技術革新の著しいマイクロ・エレクトロニクス製品を中心に、価格調査対象製品の品質向上を過小評価し、上方バイアスが生じることになる。

図 1 は、わが国 CPI の乗用車物価指数を示している（消費税率変更の影響を調整）。国産小型車の物価指数は、1990 年から 1994 年にかけて緩やかな上昇トレンドを示していたが、その後、ほぼ横這い圏内での動きとなっている。しかしながら、この趨勢的な動きは、わが国乗用車市場における価格競争が激しさを増し、乗用車価格が低下しているとのわれわれの実感とは整合的でない（この例外として、輸入小型車価格が 1994 年から 1995 年にかけて大きく下落している）。こうした乗用車価格に関する CPI の趨勢的な動きとわれわれの実感の乖離は、物価指数の品質調整に起因している可能性が考えられる。

図1 乗用車 CPI の推移



資料：「消費者物価指数」、総務庁

米国においては、労働統計局（Bureau of Labor Statistics、BLS）が CPI 作成を担当しているが、ここでは品質調整において、直接比較法、直接品質調整法、価格インピュート法の 3 種類の方法が採用されている⁴。第 1 の直接比較（direct comparison）法は、わが国 CPI で採用されているものと同様である。第 2 の直接品質調整（direct quality adjustment）法は、新旧調査銘柄間の品質差を製造コスト・データまたはヘドニック・アプローチにより推計する方法である。第 3 の価格変化インピュート（imputation of price change）法は、調査銘柄の入れ替えを要する旧製品の価格が他の製品と同率で変化したと仮定し、この変化率と名目価格の変化率の差を新旧調査銘柄の品質差とみなすものである。さらに、BLS では、製品アナリスト（commodity analysts）と呼ばれるエコノミストを採用しており、彼らが銘柄変更の手続きの具体的な取り扱いを担当している。このため、米国での品質変化の取り扱いは、わが国 CPI の限定的な取り扱いに比べ、より厳格に行われていると考えられる。

⁴ 米国 CPI における品質調整手法の詳細については、例えば、Armknrecht, Lane, and Stewart [1997]を参照のこと。

(2) 新製品・サービス導入の遅れ

新製品や新しいサービスは、CPI の調査対象に速やかに取り込まれる訳ではなく、市場に登場した後、かなりの時間差をおいて取り込まれるケースが多い。これは、特に技術革新が著しい製品について信頼度の高い品質調整済み価格指数を構築することが難しいとの事情によるところが大きい。この結果、CPI は、新製品・サービスの登場の影響を十分に反映したものとなっていない。

新製品が登場し、一般家庭に普及していく過程は、消費者が新製品を既存製品に比べ品質調整済みベースでみて相対的に割安であると判断していることを意味している。したがって、新製品が迅速に調査対象品目に組み込まれない限り、調査対象品目の調査対象外品目に対する相対価格が上昇し、物価指数に上方バイアスがもたらされることになる。

表 2には、これまでの基準改定時における主要な新規採用品目を示している。例えば、小型乗用車（排気量 2,000cc 以下）、ピアノ、ルームクーラーは 1970 年、全自動洗濯機、ステレオ、テープレコーダーは 1975 年、電子レンジ、小型電卓は 1980 年、ビデオテープレコーダーは 1985 年、ワープロ、ビデオカメラは 1990 年、普通乗用車（排気量 2,000cc 超）、電話機（プッシュフォン）はようやく 1995 年からの採用となっている。

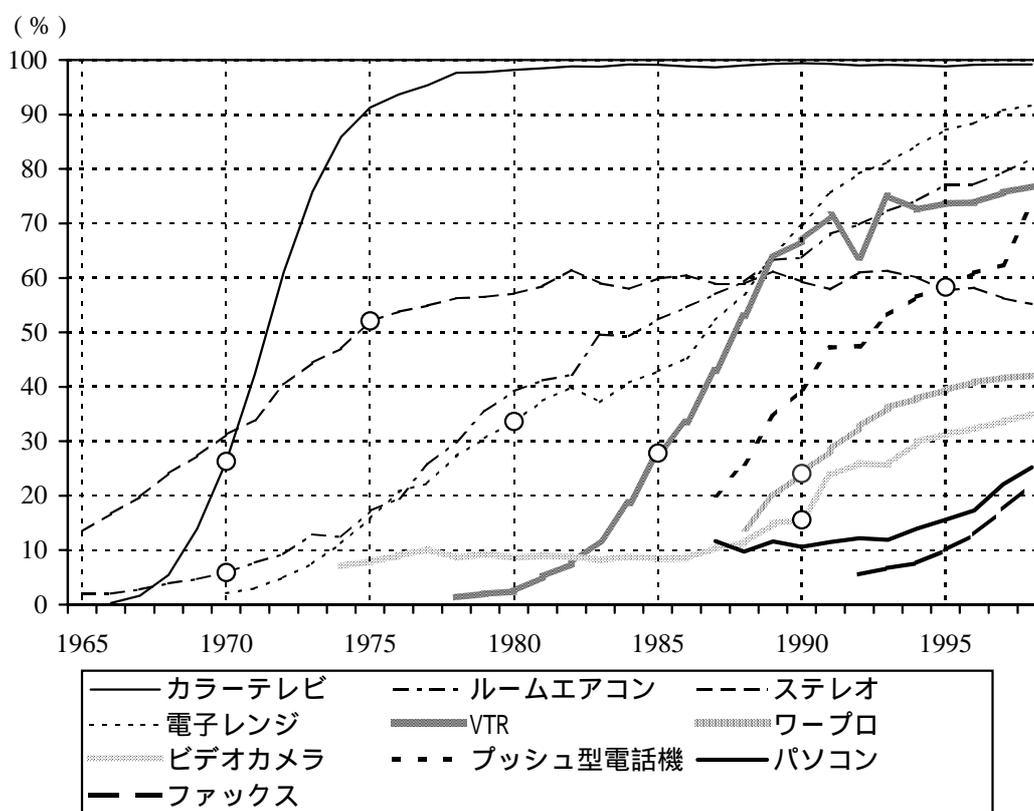
表2 基準時改定における主要な新規採用品目

基準年	耐久消費財	サービス
1970	小型乗用車、ピアノ、ルームエアコン、カメラ、テレビ	自動車教習料、火災保険
1975	全自動洗濯機、ステレオ、テープレコーダー、ガス湯沸器	学校給食、高速自動車道路料金
1980	電子レンジ、小型電卓	お子様ランチ(外食)、ヘアカット代
1985	冷暖房兼用ルームエアコン、ビデオテープレコーダー	車庫借料、遊園地入園料、自動車保険(任意)、下水道料、運送料(宅配便)
1990	ワープロ、ビデオカメラ	ハンバーガー(外食)、ビデオレンタル料
1995	普通乗用車、電話機(プッシュフォン)、家庭用テレビゲーム機	ピザパイ(外食)、カラオケルーム使用料
対象外品目	パソコンおよび同関連製品(例えばプリンタ)、ファックス、携帯電話	新電通電話料、レンタカー、各種金融サービス、インターネット

資料：白塚 [1998]

こうした新製品が CPI 調査対象に取り込まれるタイミングには、一般家庭への普及からかなりの時間差が存在している。図 2 は、各種耐久消費財の家庭への普及率をプロットしている。多くの耐久消費財は、普及率が 15% 程度まで達した後、ようやく CPI の調査対象品目に組み込まれている。特に、ステレオ、電子レンジ、ワープロ、プッシュフォンについては、長期にわたるラグがみられている。さらに、パソコン、ファックス、携帯電話（『消費動向調査』対象外であるため図 2 には示されていない）といった広範に普及している耐久消費財の中にも依然として調査対象品目に採用されていないものが存在する。

図2 耐久消費財の普及状況



備考： 1. 図中に表示している数値は、わが国の家庭で当該製品を保有している割合を示している。
 2. 印は、当該製品が CPI に導入された時点を示す。したがって、印の付されていない製品（パソコンおよびファックス）は、CPI の採用対象外。
 3. 縦点線は、5 年毎に実施される基準改定の年を示す。
 資料： 経済企画庁、「消費動向調査」

新製品採用までの時間差はサービスにおいても認められる。例えば、車庫借料や遊園地入園料は 1985 年基準から取り込まれたほか、ハンバーガーのようなファースト・フード料金やビデオレンタル料が採用されたのは 1990 年基準になってからである。このほか、新電通電話料やレンタカー代等は依然として調査対象外となっているほか、クレジット・カードや口座振替手数料等の各種金融サービスについても対象外の扱いとなっている。

こうした新製品の CPI への取り込みのラグは、技術革新のテンポが速く、プロダクト・サイクルが短い製品において特に顕著である。例えば、パソコンは品質向上と価格低下の著しい製品であるが、1995 年基準指数においても調査対象外となっている。これは、パソコン市場には、技術革新のテンポや企業の参入退出が激しいなど、大きな環境変化に常にさらされているとの特徴があるため、従来の物価指数作成の手法で品質調整済み価格指数を作成し、これを毎月公表していくという作業には多大な困難が伴うためと推測される。この結果、こうしたタイプの耐久消費財について、CPI 調査品目への採用が見送られてきたと考えられる。

このほか、調査品目が細分化されている結果として、新規採用品目について、類似の機能を果たす既存調査品目との比較が行われ得ないとの問題も指摘される。例えば、パソコンが新規に採用されるとした場合、ワープロからの代替に伴う影響は CPI には反映されないことになる⁵。これは、新製品登場の影響が、品質調整手法の問題だけでなく、商品・サービスの多様化を通じて、CPI の精度に影響することを意味している。

4 . ヘドニック・アプローチ：品質変化を推計する手法

ヘドニック・アプローチは、財・サービスの品質がその客観的な指標（機能や性能）に分解することができるとの考え方に基づいて品質変化を推計する手法である⁶。具体的には、財・サービスの特性を反映した特性を説明変数として

⁵ むろん、多くの新製品には既存製品にはない新たな機能を提供するものも多く、比較可能性という意味では限界がある。例えば、インターネットを通じた電子メールの交換や携帯電話の利用は、既存の電話、ファックス、郵便等による情報交換とは密接な代替関係にあるが、新たなコミュニケーション手段としての色彩も強いと考えられる。こうした論点に関しては、Nordhaus [1997]を参照のこと。

⁶ ヘドニック・アプローチの理論的な基礎付けについては、Rosen [1974]の議論を参照。

回帰分析を行うことにより、品質と価格の関係を分析する（経済理論における品質変化の取り扱いについてはボックス 1 を参照）。このアプローチは、Vaugh [1928]による野菜価格の分析を端緒とする。その後、Court [1939]が同手法を利用して乗用車の分析を行った際に、乗用車の品質を乗り心地や快適さを示す諸指標に還元することを意識して、ヘドニック・アプローチと命名している。

太田[1980]にしたがって、品質という用語の定義を整理してみると、ある財・サービスの提供する機能を構成する客観的な諸特性の水準、ある財・サービスの客観的な諸特性の水準に関する総合的な評価の 2 とおりの意味がある。CPI における品質変化の問題を取り扱ううえでは、後者の財・サービスの客観的な特質に対する総合的な評価という意味での品質を把握する必要が生じる。

ヘドニック・アプローチの実証研究は、ヘドニック関数と呼ばれる観察された価格を被説明変数、機能指標を説明変数とした回帰式を推計する形をとる⁷。ヘドニック関数を半対数線形の回帰式で示すと次式のとおりととなる。

$$\ln p_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{ijt} + \sum_{k=1}^T \delta_k d_{ikt} + u_{it}$$

ここで、 p_{it} 、 x_{ijt} 、 d_{ikt} 、 u_{it} はそれぞれ t 期における第 i 財の価格、第 i 財の第 j 番目の特性、第 k 期の時間ダミー、誤差項を意味している。

白塚[1994、1995]、白塚・黒田[1995、1996]は、ヘドニック・アプローチをパソコン、乗用車、ビデオカメラ、アパレル製品といった様々な製品に適用し、CPI における上方バイアスの影響を検証している。さらに、これらの研究成果をもとに白塚[1998]は、CPI の品目指数を推計されたヘドニック物価指数と置き換えた場合、CPI をどの程度押し下げる効果があるかを試算している（推計されたヘドニック関数から物価指数を算出する手続きについてはボックス 2 を参照）。その結果は表 3 に示したとおりである。

⁷ Rosen [1974]で議論されているとおり、ヘドニック関数は、諸特性を取引する暗黙的な市場における諸特性に対する需要・供給が均衡するの市場均衡価格曲線として導出される。このため、ヘドニック関数の実証研究においては、採用する関数形について事前的な制約は存在しないということになる。したがって、このため、関数形の選択は、実証的な観点から、推計式のフィットの良さ、推計パラメータの理論的整合性、推計作業の容易さ、推計結果の解釈のし易さ、といった点を考慮して行えばよいと考えられる。これらの点を考慮し、多くの実証研究では、対数線形や半対数線形といった関数形が採用されている。

表3 CPI押し下げ効果

	ウエイト (%)	物価上昇率 (%)			寄与度 (%)	
		CPI	ヘドニック	乖離	対耐久財	対総合
乗用車	1.8	0.1	-0.4	-0.5	-0.16	-0.01
ビデオカメラ	0.1	-4.0	-9.6	-5.6	-0.09	-0.01
パソコン	0.1	n. a.	-24.4	n. a.	-0.36	-0.02

資料：白塚[1998]

備考：1. 上方バイアスの試算値はいずれも 1991 年から 1994 年までの平均値。

2. ウエイトは、1990 年基準指数における対総合ウエイト。

3. パソコンについては、ワープロの半分のウエイトに相当するとして試算（ウエイト算出基礎資料である『家計調査』では、ワープロとパソコンを一括した支出項目として調査しており、1990 年時点での両者の支出シェアはほぼ半々と推測される）。

パソコン、乗用車、ビデオカメラの試算結果を順番にみていくと、1990 年から 1994 年の 5 年間に、対総合（年率換算）では、それぞれ 0.01%、0.01%、0.005%、対耐久消費財では、0.36%、0.16%、0.09% ずつ、押し下げる効果があることが確認される。これらの値を単純に合計しても、わずか 2% のウエイトの品目だけで、対総合では 0.03%、対耐久消費財では 0.3% の上方バイアスがみられるとの計算となる。このため、マイクロ・エレクトロニクス関連製品を多数含んでいる耐久消費財トータルとしてみれば、CPI の押し下げ効果は、無視し得ない可能性が高い。

5 . ヘドニック・アプローチの活用による現行手法改善

CPI における品質調整の問題に対応するうえで、ヘドニック・アプローチは、従来の手法に比べ、品質という主観的な評価に関して、極力、恣意性を排し、機能・性能をあらわす客観的な指標に判断基準を求めるとのメリットがある。これは、パソコンのようなプロダクト・サイクルが短く、品質向上が著しい製品において特に有効性が高いと考えられる（ヘドニック関数の推計結果の安定性についてはボックス 3 を参照）。

(1) ヘドニック・アプローチ活用の枠組み

まず、CPI の作成にヘドニック・アプローチを利用する基本的な考え方を提示する⁸。

ここで提示する手法は、次の 2 つの要件を満たすための折衷策と考えることができる。すなわち、品質変化をよりの確に評価するためにはヘドニック・アプローチを利用する必要がある一方で、他の調査銘柄との整合性を保つため、物価指数作成方法として銘柄特定方式の枠組みを維持する必要がある。後者の要件を満たすためには、一般にヘドニック・アプローチの実証研究で利用されることの多い、年次ダミーにかかる推計パラメータの真数値をとるとの手法は適当でないと考えられる（この方法については前出ボックス 2 を参照）。

図 3 に、諸特性が 1 つのケースにおけるこの手法の概念図を示した。この図では、横軸に特性値 (X)、縦軸に価格 ($\ln P$ 、対数変換値) をとっており、ヘドニック関数は、切片 a 、傾き b の直線として表現されている。また、新旧製品の諸特性値をそれぞれ X_N 、 X_O とすると、それぞれの理論価格（当該製品の諸特性値を推計したヘドニック関数に代入して求めた推計値） $\ln P_N^*$ 、 $\ln P_O^*$ は、特性値から直線までの高さ（図中に「 \uparrow 」として示した点までの高さ）として求まる。ここで品質変化率を、新旧製品間の理論価格の比率と定義すると、新旧製品の理論価格（対数変換値）の差 (AB) が、品質変化率に相当する。また、実際に観察された新旧製品価格を、図中に「 \uparrow 」として示した点とすると、やはり、その高さの差 (CD) が表面価格変化率となる。したがって、この両者の差が品質調整済み価格の変化率ということになる。因みに、このケースでは、表面価格の上昇幅が品質向上幅を上回っているため、品質調整済み価格は上昇することになる。

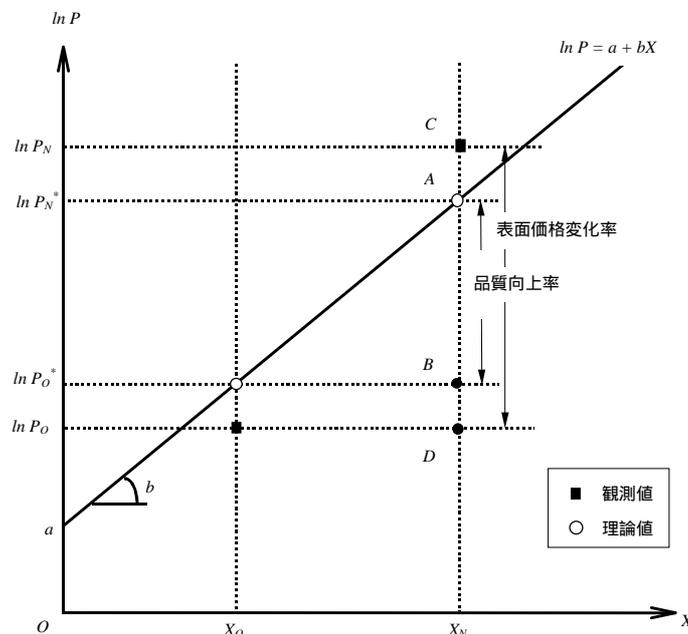
以上の考え方に基づくと、表面価格、品質、品質調整済み価格の変化率の間に、

- (品質変化率) < (表面価格変化率) \implies 品質調整済み価格 上昇
- (品質変化率) = (表面価格変化率) \implies 品質調整済み価格 保合い
- (品質変化率) > (表面価格変化率) \implies 品質調整済み価格 下落

⁸ 実際、日本銀行調査統計により作成されている卸売物価指数 (Wholesale Price Index, WPI) では、大型ホスト・コンピュータ、パソコン、および周辺機器に対して、本稿で提案されている枠組みを適用し、物価指数を作成している。

との関係が成立していることがわかる。

図3 銘柄特定方式でのヘドニック・アプローチの利用（概念図）



(2) 銘柄変更のシミュレーション

白塚[1995]は、乗用車の銘柄変更手続きのシミュレーションを行うことを通じて CPI 品質調整手法の精度を検証し、上方バイアスが生じ易いことを指摘している。ここでは、トヨタと日産の 13 車種について、事前に推計されたヘドニック関数を使って、前年のモデルからの品質変化を評価している。

表 4には、名目価格、品質、品質調整済み価格の変化率が示されている。この結果をみると、全部で 52 件（13 件×4 年）のうち 28 件で品質変化がゼロでないと評価されている。そのうち、品質調整済み価格変化率が、この表の最下段に示したヘドニック物価指数（隣接 2 年次データでの推計結果に基づくもの）の標準誤差の 2 倍以内におさまるのは、1994 年のトヨタ・カムリのみである。したがって、それ以外の 27 件のケースでは、品質調整済み価格変化率は、有意にゼロと異なると判断される。品質調整済み価格の上昇・下落別の件数は、上昇しているケースが 11 件、下落しているケースが 16 件と、下落ケースが上昇ケースを上回っている。この結果をみる限り、品質変化に起因する CPI のバイアスは、物価上昇率の過大評価の方向に生じ易いと考えられる。

表4 銘柄変更のシミュレーション

		1991	1992	1993	1994
(トヨタ)					
カローラ	名目価格	20.5	0.0	1.4	0.7
	品質	17.3	0.0	0.0	0.0
	品質調整済み価格	3.2	0.0	1.4	0.7
カリーナ	名目価格	0.0	-9.5	0.0	9.1
	品質	0.0	-15.6	0.0	14.3
	品質調整済み価格	0.0	6.1	0.0	-5.2
コロナ	名目価格	0.0	8.6	0.0	0.9
	品質	0.0	18.0	0.0	0.0
	品質調整済み価格	0.0	-9.5	0.0	0.9
カムリ	名目価格	0.0	11.9	0.0	-4.0
	品質	0.0	9.7	0.0	-4.3
	品質調整済み価格	0.0	2.2	0.0	0.3
マークII	名目価格	0.0	0.0	10.4	2.6
	品質	0.0	0.0	50.9	-6.2
	品質調整済み価格	0.0	0.0	-40.5	8.8
クラウン	名目価格	7.8	0.0	1.8	0.0
	品質	14.1	0.0	-1.0	0.0
	品質調整済み価格	-6.3	0.0	2.8	0.0
セルシオ	名目価格	0.0	5.3	0.2	0.7
	品質	0.0	0.0	0.0	2.5
	品質調整済み価格	0.0	5.3	0.2	-1.8
(日産)					
サニー	名目価格	3.0	2.9	5.9	-4.4
	品質	0.0	0.0	21.8	-16.5
	品質調整済み価格	3.0	2.9	-15.9	12.1
プリメーラ	名目価格	3.0	4.7	0.8	1.7
	品質	9.8	9.7	0.0	5.0
	品質調整済み価格	-6.8	-5.0	0.8	-3.3
ブルーバード	名目価格	1.3	0.8	1.8	4.1
	品質	9.2	-8.9	0.0	11.3
	品質調整済み価格	-7.9	9.7	1.8	-7.1
スカイライン	名目価格	11.6	0.0	-1.9	14.0
	品質	9.7	0.0	15.1	23.0
	品質調整済み価格	1.9	0.0	-17.0	-9.0
セドリック	名目価格	13.8	0.0	5.8	0.0
	品質	27.1	-11.0	12.1	0.0
	品質調整済み価格	-13.3	11.0	-6.3	0.0
シーマ	名目価格	0.0	-0.7	9.5	0.0
	品質	-7.0	-8.7	24.2	0.0
	品質調整済み価格	7.0	7.9	-14.6	0.0
問題の生じるケース	7	7	6	7	
実質価格上昇	3	5	1	2	
実質価格下落	4	2	5	5	
ヘドニック物価指数の標準誤差	0.7	0.7	0.7	0.7	

資料：白塚[1995]

備考：太線枠で囲んだケースは品質調整済み価格上昇、シャードーを付したケースは品質調整済み価格の下落を意味する。また、×印を付したケースは品質変化率が有意でないことを示す。

ここでのシミュレーションは、サイズやスタイルといった銘柄の連続性を確保するとの観点から、同一モデルをできるだけ追いかけるよう配慮している。しかしながら、実際に、物価指数を作成していくに当たっては、普通乗用車やRV車の増加など、サイズやスタイルの多様化といった問題に直面する。こうしたケースでは、現行CPIの品質調整手法に限界のあることは明らかであり、バイアスを増幅するリスクも大きいと考えられる。また、品質変化が適切に評価できないが故に、銘柄の差し替えが適切なタイミングで行われなかったといった可能性も否定できない。

6. 結論

本稿においては、わが国CPIの品質調整手法の抱える問題点を検証し、これを改善するためにヘドニック・アプローチを活用する枠組みを提示した。

これまでの研究成果を踏まえると、わが国のみならず、他の先進諸国においても、統計作成当局において採用されている手法だけでは、品質変化を十分に調整することは難しいと指摘されている。CPIにおける品質調整手法を改善するためには、個々の品目を1つずつ検討していく必要があり、非常に多くの困難が伴うとともに、その作業コストも大きいと考えられる。しかしながら、より精度の高い物価統計が求められていることを考えると、ヘドニック・アプローチの導入は、特に技術革新の著しい製品に対処するうえでは、もっとも現実的かつ有効な方法と考えられる。これは、ヘドニック・アプローチは、機能・性能をあらゆる客観的な指標に基づき品質という主観的な評価を行うため、極力、恣意性を排することができるとのメリットを有しているためである。換言すると、個別の財・サービスの機能・性能に関する客観的な指標を統合することで、品質を捉えることができる。

しかしながら、ヘドニック・アプローチも万能ではなく、CPIにこの手法を導入するに当たっては追加的な研究が必要であろう。特に、ヘドニック・アプローチでは、説明変数とした諸特性やダミー変数の変化が品質変化を評価するための基礎データとなるため、これらに含まれない「除外された諸特性」の影響という問題が考えられる。乗用車を例にとってみると、大きさやスタイルのまったく異なる車種の品質調整は、ヘドニック・アプローチを使っても適切に行うことが難しいかもしれない。ただ、こうした問題も、接続する銘柄をでき

るだけ似通ったスタイル、グレードにするといったことや、もし異なるサイズ、スタイルのものを接続するのであれば、それに見合ったより細分化されたサンプルでの推計結果を利用するといったことで、十分対応可能であると考えられる。

各種の経済統計作成機関では、より精度の高い統計を作成する努力が続けられているが、経済統計にはその性格上、計測誤差が存在することは否定しがたい。したがって、こうした計測誤差の影響が利用上、無視し得る程度のものであるか、それとも利用者をミスリードする危険があるのか、との点を確認しておく必要がある。この場合、計測誤差の源泉がどこにあり、それがどの程度、統計の精度に影響しているのか、との点を議論していくことが重要であろう。しかしながら、残念なことに、わが国における物価指数の計測誤差をめぐる研究蓄積はきわめて限られたものであり、今後、この分野での研究活動が活発化することが期待される。

ボックス 1：経済理論における品質の取り扱い

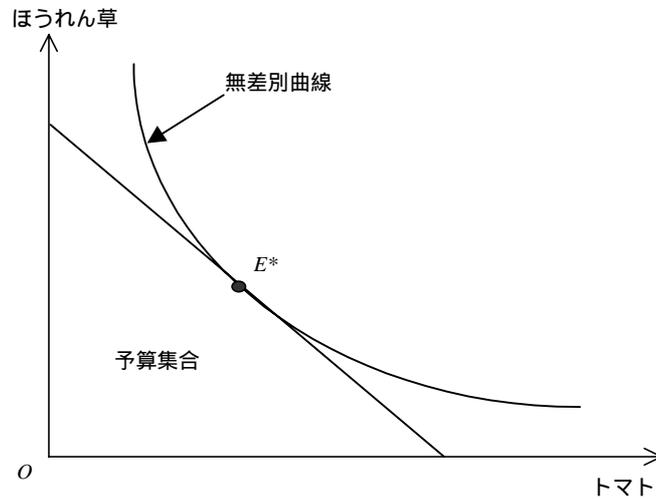
ヘドニック・アプローチの経済理論的な基礎付けは、ランカスター・モデルと呼ばれる新しい消費者行動理論に求めることができる。ランカスター・モデルは、消費者の選好関係を、通常のマクロ経済理論における財の数量ではなく、財の消費によって取得される特性の量に対して定義することにより、品質変化や財の多様化・差別化の問題を直接取り扱うことを可能としている⁹。

ここでは、サラダの中身としてほうれん草とトマトをどのように組み合わせるかとの選択問題を例にとり、通常のマクロ経済モデルとランカスター・モデルの相違を直観的に説明しておく。まず、図 B1-1では、消費者の選好は、ほうれん草とトマトの 2 種類の野菜によって構成される財空間上に定義される。そして、消費者は、予算制約線と無差別曲線が接する E^* を選択する。しかしながら、消費者がほうれん草とトマトから摂取されるビタミンの量にのみ関心がある場合には、真の選択問題は異なったものとなる（現実的には、人々は食べ物好みや見た目といった異なる特性にも影響を受けると考えられるが、ここでは問題を単純化するために、ビタミン A、ビタミン C という 2 つの栄養素の

⁹ ランカスター・アプローチの詳細については、太田[1989]、Lancaster [1991]を参照のこと。

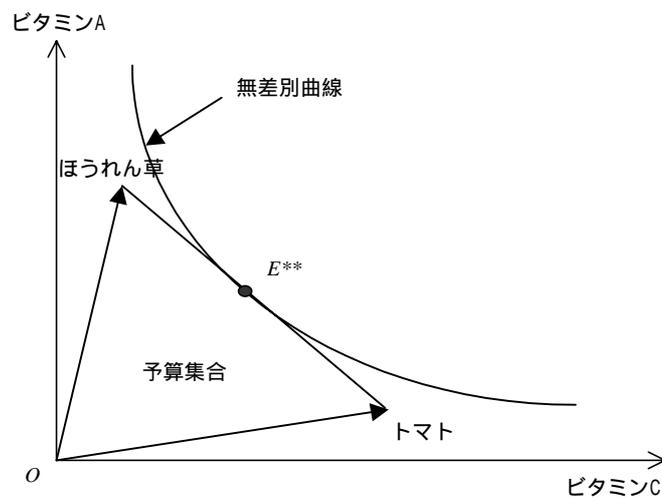
みに着目する。

図 B1-1 野菜の選択問題



この場合、ランカスター・アプローチを適用することで、この栄養素選択の問題を直接取り扱うことができる。図 B1-2は、ほうれん草とトマトをビタミン A とビタミン C の含有量により分解している。ほうれん草とトマトのベクトルの角度は、2 種類のビタミン含有量の比率を示している。また、ベクトルの長さは、消費者の所得を費やした場合に購入可能な数量に相当する。この図において、消費者は効用を最大化するよう E^{**} を選択する。

図 B1-2 栄養素の選択問題



ここで、第 3 のより品質の高い製品が登場した場合にどのような変化が生じるか考えてみよう。ここでの議論において、「高い品質」の製品とは、ビタミン A とビタミン C をバランスよくかつ安価に供給する、ビタミン剤を想定する。図 B1-3は、ビタミン剤登場のインパクトを示したものである。ビタミン剤は、ビタミン A とビタミン C をバランスよく含有しているため、ほうれん草とトマトのベクトルの中間に位置している。また、ビタミン剤を購入した方が、ほうれん草やトマトを買うよりも多くのビタミンを摂取できるため、そのベクトルの長さは、ほうれん草とトマトのベクトルよりも長くなる。この結果、ほうれん草とトマトを組み合わせるよりも、ビタミン剤を購入することにより、消費者の経済厚生は改善する (E^{***} を選択)。

図 B1-3 ビタミン剤登場の影響

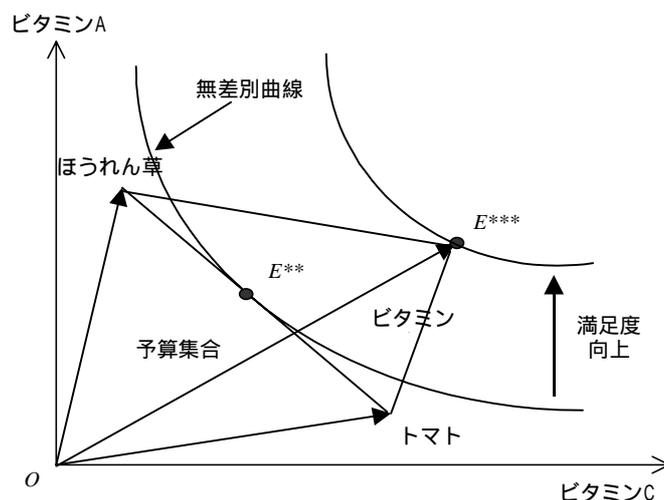


図 B1-1で示したような伝統的なミクロ経済理論を適用した場合、新しく登場したビタミン剤は「第 3 の軸」により表現されることになり、2次元平面上には示すことができなくなってしまう。また、消費者の選好も、ほうれん草、トマト、ビタミン剤の 3 種類の財について、最適な組み合わせを求めるような形で再定義される。しかしながら、こうした取り扱いは、消費者が 2 種類のビタミンの摂取量のみに興味をもっている以上、必ずしも適切とは言えない。

この単純な例が示唆するように、品質変化や製品差別化が重要な現象となっている現代経済・社会においては、経済分析における品質の取り扱いも大きな問題を抱えていることになる。ランカスター・モデルは、製品の多様化や代替的な財の差別化、あるいは新製品の登場といった現象を分析するうえで有用な

枠組みを提供している。

ボックス2：ヘドニック物価指数の算出

ここでは、ヘドニック関数の推計結果から、品質調整済み物価指数を算出する考え方を整理する。ここでは、ヘドニック関数の推計結果を基にして算出された品質調整済み物価指数を「ヘドニック物価指数」と呼ぶことにする。なお、以下で物価指数算出に利用するヘドニック関数は、パソコンの推計作業で利用した次式で示される両対数線形のを想定する。すなわち、

$$\ln p_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j \ln x_{ijt} + \sum_{k=1}^T \delta_k d_{ikt} + u_{it}$$

ここで、 x_{ijt} 、 d_{ikt} 、 u_{it} はそれぞれ t 期における第 i 財の第 j 番目の特性、第 k 期の時間ダミー、誤差項を意味している。なお、乗用車、ビデオカメラで利用した半対数線形の関数形を利用しても以下と同様な議論が可能である。

具体的なヘドニック物価指数の算出方法は、ヘドニック関数の推計式に年次ダミーを含むか否かで異なる。まず、年次ダミーを含む通年次推計、隣接 2 年次推計については、年次ダミーにかかる推計パラメータを真数変換した値が品質調整済み物価指数となる。すなわち、基準時点 ($t = 0$) における第 j 番目の特性の大きさを x_j^* とし、これを上式に代入すると、基準時点の年次ダミーは全て 0 の値をとり、また、比較時点 ($t = s$) については、

$$d_{iks} = \begin{cases} 1 & (k = s) \\ 0 & (k \neq s) \end{cases}$$

となるため、基準時点および比較時点における品質を一定とした推計価格は、

$$\begin{aligned} \ln \hat{p}_0 &= \hat{\alpha} + \sum_{j=1}^n \hat{\beta}_j \ln x_j^* \\ \ln \hat{p}_s &= \hat{\alpha} + \sum_{j=1}^n \hat{\beta}_j \ln x_j^* + \hat{\delta}_s \end{aligned}$$

となる（なお、 $\hat{}$ は推計値であることを示す）。ここで、両式の差をとると、

$$\ln \hat{p}_s - \ln \hat{p}_0 = \hat{\delta}_s$$

となり、年次ダミーにかかるパラメータ δ_s は、0 期に対する s 期の品質調整済み物価指数の対数値になることがわかる。したがって、基準時点 0 期を 100 とする比較時点 s 期のヘドニック物価指数 \hat{I}_{0s} は、

$$\hat{I}_{0s} = \exp(\delta_s) \times 100$$

として算出される。

次に、年次ダミーを推計式に含めない単年次データによるヘドニック物価指数の作成方法を検討する。0 期および s 期の推計パラメータを基準時点における特性の大きさ x_j^* により評価し、その真数をとると、品質を一定とした 0 期、 s 期の推計価格が次式のとおり得られる。

$$\hat{p}_0 = \exp(\alpha_0 + \sum_{j=1}^n \beta_{j0} x_j^*)$$

$$\hat{p}_s = \exp(\alpha_s + \sum_{j=1}^n \beta_{js} x_j^*)$$

したがって、基準時点 0 期を 100 とする比較時点 s 期のヘドニック物価指数 \hat{I}_{0s} は、

$$\hat{I}_{0s} = \hat{p}_s / \hat{p}_0 \times 100$$

となる。

ボックス 3：ヘドニック関数における推計パラメータの安定性

公式統計の作成プロセスにヘドニック・アプローチを導入するに当たっては、品質調整に用いるヘドニック関数の維持コストがどの程度のものか、との点が重要な論点の 1 つとなる。もし推計パラメータが時間を通じて不安定であり、品質変化をよりの確に捕捉するためには、頻繁に再推計を行う必要がある。しかしながら、頻繁に再推計を行う必要があるとすると、統計作成当局が利用可能な経営資源では対応できず、ヘドニック・アプローチの採用が見送られる、という結果となる可能性も考えられる。

この点を検証するため、ここでは白塚 [1994、1995] におけるパソコンと乗用車のヘドニック関数の推計結果を利用し、推計パラメータの安定性について統計的にテストしておく。表 B3-1 は、複数のサンプル期間について推計パラメータが同一であるとの帰無仮説に関する F 検定の結果をまとめたものである¹⁰。この結果をみると、5 年間を通じて推計パラメータが同一であるとの帰無仮説は、パソコン、乗用車いずれも 1 パーセントの有意水準で棄却される。しかし

¹⁰ 構造変化に関する統計的な検定については、例えば Greene [1997] 第 7 章を参照のこと。

ながら、隣接する 2 年間のサンプル期間において推計パラメータが同一であるとの帰無仮説については、パソコンは、1991 年から 1992 年、1992 年から 1993 年、1993 年から 1994 年のサンプルでは 1 パーセント、1990 年から 1991 年のサンプルでは 5 パーセントの有意水準で棄却されるものの、乗用車ではいずれのサンプル期間でも棄却されない。

表 B3-1 ヘドニック関数推計パラメータの安定性テスト

	全サンプル		隣接2年次サンプル		
	1990-94	1990-91	1991-92	1992-93	1993-94
パソコン	10.718 (0.000)	1.586 (0.038)	2.597 (0.000)	4.352 (0.000)	2.193 (0.000)
乗用車	1.565 (0.000)	0.406 (1.000)	0.467 (1.000)	0.500 (1.000)	0.400 (1.000)

この結果は、ヘドニック関数の推計パラメータの安定性は、製品や推計期間によって異なってくることを示している。こうした推計パラメータの安定性は、技術革新や消費者の選好といった製品の需給構造の背後にあるより本源的な要因に依存している。したがって、品質変化を適切に評価するうえでは、ヘドニック関数を毎年といった頻度で推計し直すことは必ずしも必要ではなく、製品によっては、ヘドニック・アプローチを導入するためのコストを抑制することが可能であると考えられる。

参考文献

- 太田 誠、『品質と価格』、創文社、1980 年
- 白塚重典、「物価指数に与える品質変化の影響——ヘドニック・アプローチの適用による品質調整済みパソコン物価指数の推計——」、『金融研究』第 13 巻第 4 号、日本銀行金融研究所、1994 年
- ____、「乗用車価格の変動と品質変化——ヘドニック・アプローチによる品質変化の計測と CPI への影響——」、『金融研究』第 14 巻第 3 号、日本銀行金融研究所、1995 年
- ____、『物価の経済分析』、東京大学出版会、1998 年
- ____・黒田祥子、「ビデオカメラ価格のヘドニック分析」、『金融研究』第 14 巻第 4 号、日本銀行金融研究所、1995 年

_____. _____, 「アパレル製品価格と品質差　CPI アパレルの抱える問題点とヘドニック・アプローチによる改善の可能性」、『金融研究』第15巻第1号、日本銀行金融研究所、1996年

Advisory Commission to Study the Consumer Price Index, *Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living*, final report to the Senate Finance Committee, 1996.

Armknacht, Paul A., Walter F. Lane, and Kenneth J. Stewart, “New products and the U.S. Consumer Price Index,” in *The Economics of New Goods*, T. F. Bresnahan and R. J. Gordon (eds.), Chicago and London: University of Chicago Press, 1997, pp. 375–396.

Court, Andrew T., “Hedonic price indexes with automotive example,” *The Dynamics of Automobile Demand*, Detroit, MI: The General Motors Corporation, 1939.

Crawford, Allan, “Measurement biases in the Canadian CPI: An update,” *Bank of Canada Review*, Spring, 1998, pp. 38–56.

Cunningham, Alastair W. F., “Measurement bias in price indices: An application to the UK’s RPI,” Bank of England, working paper, No. 47, 1996.

Greene, William H., *Econometric Analysis*, 3rd ed., New York: Prentice Hall, 1997.

Greenspan, Alan, “Opening remarks,” *Achieving Price Stability: A Symposium Sponsored by the Federal Reserve Bank of Kansas City*, 1996, pp. 1–5.

Hoffmann, Johannes, “Problems of inflation measurement in Germany,” Deutsche Bundesbank, Economic Research Group, discussion paper, No. 1/98, 1998.

Lancaster, Kelvin, *Modern Consumer Theory*, London: Edward Elgar, 1991.

Nordhaus, William D., “Do real-output and real-wage measures capture reality?,” in *The Economics of New Goods*, T. F. Bresnahan and R. J. Gordon (eds.), Chicago and London: University of Chicago Press, 1997, pp. 29–66.

Rosen, Sherwin, “Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition,” *Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 1, 1974, pp. 34–55.

Shapiro, Matthew D., and David W. Wilcox, “Alternative strategies for aggregating prices in the CPI,” *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, May/June, 1997, pp. 113–126.

Shiratsuka, Shigenori, “Measurement errors in Japanese Consumer Price Index,” *IMES Working Paper*, No. 99-E-X, Bank of Japan, 1999.

Waugh, Frederick V., “Quality factors influencing vegetable prices,” *Journal of Farm Economics*, Vol. 10, No. 2, 1928, pp. 185–196.