

CPI の品質調整におけるヘドニック・アプローチ

—— その展開と到達点 ——

鈴木 雄 大

目 次

はじめに

1. CPI における品質調整の方法
2. ヘドニック・アプローチに係る基本的事項
3. ヘドニック・アプローチの展開
4. ヘドニック・アプローチの理論的基礎
5. ヘドニック・アプローチに対する評価

おわりに

はじめに

本稿の目的は、消費者物価指数 (Consumer Price Index, 以下 CPI) の作成における品質調整に注目し¹⁾、そこで利用される品質調整手法のひとつである「ヘドニック・アプローチ」の展開について概観し、ヘドニック・アプローチの現在の到達点および問題点を明らかにすることである。

CPI は、同質の財・サービスの価格変動を時系列的に把握するものである²⁾。モデルチェンジや出回り状況の変化等により、調査対象として指定された既存製品の価格を継続して調査することが不可能となる場合や、品目の代表性が不十分であると判断される場合には、調査対象銘柄の変更が必要になる。新旧の銘柄間には通常、品質差が存在する。CPI は品質一定の下での価格変動を捉えようとするものであるから、品質差が存在する場合には、それを調整する「品質調整」が不可欠となる。品質調整は、観察された価格の変動分から、品質変化に起因す

1) ヘドニック・アプローチは、CPI における品質調整以外にも複数の分野で利用されている (不動産価格の算出、環境・社会資本の経済評価等) が、本稿では CPI の品質調整に関連する議論に限定する。

2) 日本の CPI は COGI (Cost of Goods Index) であり、同一効用水準維持指数、すなわち COLI (Cost of Living Index) ではない。CPI の測定目標および CGPI, COLI の検討については、鈴木 (2014) を参照。

る価格の変動分を除去するための措置である。

CPIの品質調整においては複数の品質調整手法が採用されているが、品質調整手法におけるヘドニック・アプローチは、その評価が変化してきた。1960年代までは、同手法に対する評価は概して否定的であったが、拠って立つ理論化の進展、および技術革新の著しい進展といった社会的事情と相まって、導入が進められるようになった。他方で、同手法が採用されている品目数は少数にとどまり、日本のCPI(2010年基準)では現在、「パソコン(デスクトップ型)」、「パソコン(ノート型)」、「カメラ」の3品目に限られる。このような状況に鑑みると、ヘドニック・アプローチについて、理論的側面と実務的側面からの検討が不可欠である。

ヘドニック・アプローチでは、財そのものではなく、その財が持つ特性に注目する。ヘドニック・アプローチに関する研究は、1920年代に遡るとされるが³⁾、この「ヘドニック(hedonic)」という名称はCourt(1939)に由来する。Court(1939)、Griliches(1961)に見られるヘドニック・アプローチの研究は、自動車(乗用車)を分析対象とし、エンジン馬力等の製品特性を用いて、品質調整済み価格指数を導出している。これらの研究は、現在採用されているヘドニック・アプローチに対して、推計式の選択といった点において多分に影響している。本稿は、こうしたヘドニック・アプローチの展開の概観を試みたものである。

品質調整は、CPIを算出する具体的な手順の中では、「品目別価格指数」を算出する「下位集計」における、「比較時価格の算出」に関連する⁴⁾。筆者は、鈴木(2015)において「下位集計」における価格変動とバイアスの関係を扱ったが、そこでの問題は、調査対象銘柄変更させるほどには大きくない価格の変動に限定されていた。調査対象銘柄の代表性を大きく変化させるほどの価格の変動や社会情勢の変化等による銘柄変更と、それに伴う品質調整を扱う本稿は、前稿における「下位集計」に関連し、またそれを補完するものである。

1. CPIにおける品質調整の方法

価格調査の対象となる銘柄は、各品目内で次の4要件を満たすように設定されている。すなわち、「代表性」(その品目の価格変動を代表する銘柄であること)、「市場性」(全国的に出回っている銘柄であること)、「継続性」(継続的に調査が可能な銘柄であること)、「実地調査の容易性」(調査員が識別しやすい銘柄であること)である。しかし、様々な事情により、調査対象銘柄の変更が必要な場合がある。たとえば、調査対象銘柄の価格を継続的に調査することが困難となる場合であり、内容量の変更、モデルチェンジによって従来の調査対象銘柄が市場

3) Colwell and Dilmore (1999)。

4) CPIの作成手順は以下の通り。「第1 比較時価格の算出」、「第2 比較時価格の算出時における品質調整」、「第3 基準時価格の算出」、「第4 ウェイトの作成」、「第5 指数の算出方法及び作成系列」、「第6 新・旧指数の接続」、「第7 季節調整」(総務省統計局, 2010)。

から消滅した場合等がこれに相当する（「継続性」の要件が満たされなくなる）。その他、新製品の登場によって、従来の調査対象銘柄が、その銘柄の含まれる品目の代表性を失ったと判断される場合等も、銘柄変更が必要となる（「代表性」の要件が満たされなくなる）。

品質調整は調査銘柄が変更される際に、従来の調査銘柄と新たな調査銘柄の間（新旧銘柄間）に存在する品質差を除去するための措置である。新旧銘柄間の価格差には、品質の変化に起因する価格の変化分（実質的価格変動）と、品質の変化とは独立の価格の変化分（名目的価格変動）が含まれる。CPIは「同質の財及びサービスの価格動向から作成するべきもの」⁵⁾、すなわち、名目的価格変動のみを捉えるものである。全く同一の商品であれば、その価格が変化したとき、価格の変化分はすべて名目的価格変動ととらえることができる。したがって、原則として同一の銘柄の価格を継続的に調査するのであるが、前述のとおり、様々な理由により継続調査が不可能となる場合がある。この時、新旧銘柄間の品質向上（下落）によって生じたと考えられる価格上昇分（下落分）を、新銘柄の価格から取り除くことになる。

日本のCPIで利用される品質調整手法は、「オーバーラップ法」、「直接比較法」、「容量比による換算」、「単回帰式を用いた換算」、「オプションコスト法」、「インピュート法」、「ヘドニック法」等である。採用される品質調整手法は品目によって異なり、これらの手法の選択が「個別的」・「経験的」であると指摘されたこともあった⁶⁾。こうした事実は、全ての品目、銘柄に対して適用可能な共通の品質調整手法が（少なくとも現時点では）存在しないことの証左であると同時に、品質調整が、品目ごとに適用する手法を精査・決定しなくてはならない困難な問題であることを示唆している。品目ごとに採用される品質調整手法は、「状況に応じて採用する方法を精査し、各々の品目に最も適した手法を選択」した結果である⁷⁾。ただし、現行のCPIにおける品質調整手法の選択は、基本的には次のような基準で選択される⁸⁾。すなわち、品質調整手法は、基本的に「オーバーラップ法」が適用される。オーバーラップ法とは、新銘柄と旧銘柄が同一時点において同一条件で販売されている場合に、同一時点における新旧銘柄の価格比をリンク係数として、新銘柄の価格にリンク係数を乗ずることで品質調整済み価格を算出する方法である。オーバーラップ法は、同時に販売されている銘柄間の価格差は、全て品質の差に起因すると仮定する手法である。

新旧銘柄を比較し、両者の間に品質の変化がまったく存在しないと判断される場合には、「直接比較法」が適用される。直接比較法は、新旧銘柄を同質と見なした上で採用される方法であるから、オーバーラップ法に見られるような、リンク係数の作成といった処理は行わず、調査によって得られた価格をそのまま採用する方法である。この方法は、オーバーラップ法と

5) 総務省統計局 (2010) p. 9.

6) 森 (1977) p. 53.

7) 総務省統計局 (2010) p. 9.

8) 美添 (2007) p. 6.

は対照的に、価格差が全て価格の変動によるものであると仮定する手法である。

新旧銘柄間の相違が、容量のみで他の品質に差異がなく、両銘柄の価格が容量とほぼ比例的関係にあると判断される場合には、「容量比による換算」が行われる。この手法では、新旧銘柄間の容量比をリンク係数として、新銘柄の価格にリンク係数を乗ずることで品質調整済み価格が算出される。その他、「単回帰式を用いた換算」⁹⁾、「オプションコスト法」¹⁰⁾、「インピュート法」¹¹⁾などがある。「ヘドニック・アプローチ」は、「単回帰式を用いた換算」において採用される説明変数が複数となる場合の手法であり、製品のライフサイクルが短く、また、技術革新の著しい品目を中心に適用される。

2. ヘドニック・アプローチに係る基本的事項

ヘドニック・アプローチに関連して、複数の類似の用語が利用されており、これらの区分がやや煩雑であるため、ここで「ヘドニック」に関わる基本的事項について整理しておく。「ヘドニック」という言葉が利用されているものとしては、「ヘドニック仮説」、「ヘドニック関数」、「ヘドニック方程式」、「ヘドニック価格指数」、「ヘドニック接近法(アプローチ)」、「ヘドニック回帰」、「ヘドニック回帰式」が挙げられる。これらの定義は表1のように整理可能であり、またそれらの関係は図1のように要約可能である。

ヘドニック・アプローチは財の価格と特性を結びつける点に特徴があるが、こうした手法の根底にある考え方、換言すれば、財の価格と特性をいわば暗黙的に結び付けているのがヘドニック仮説である。ヘドニック・アプローチの根幹にあるのは、財を特性の集合体と捉えることである。

ヘドニック関数によって、財の価格と財の持つ特性の関係が、いわば明示的に表現される。すなわち、 P をある財の価格ベクトル、 z_1, z_2, \dots, z_n を属性の水準の行列とすれば、ヘドニック関数は次式で表される。

$$P = h(z_1, z_2, \dots, z_n) \quad \dots (1)$$

9) 新銘柄の価格を回帰式に当てはめ、旧銘柄の価格比を用いて調整する方法である。例えば、総務省統計局(2010)では、容量を説明変数とする単回帰式を用いた例が示されているが、これは、容量比による換算とは異なり、価格と容量とがほぼ比例的な関係にあるとは言えない場合に用いられる。

10) 旧銘柄でオプションとして設定されていた機能・装備が、新銘柄で標準装備となった場合に、オプション部分の購入費用に起因する価格上昇を品質差として捉え、品質調整を行う方法である。なお、標準装備となることによる生産量の増加と、生産量の増加による当該機能・装備のコストの低下、および当該機能・装備を購入しないという選択肢が失われることなどを考慮して、オプションとして設定されていた時の価格を調整したものが利用される。

11) 新旧銘柄の価格を同一時点において調査・比較することが不可能である場合に利用される方法で、同一類に含まれる他の品目の平均的な価格変化(当該品目が含まれる類指数)と同等の価格変化があったと仮定し、新旧銘柄の接続が行われる。

表1 ヘドニックに関わる基本的事項

ヘドニック仮説	「財の品質はその財の諸特性に対する消費者の評価できる」とする仮説 ¹²⁾ 。
ヘドニック関数 ヘドニック方程式 (同義)	「異質性のある財・サービスにおける種々なモデルや種類 (variety) の価格とそのモデルや種類が含む属性 (characteristics) の関係」である ¹³⁾ 。 「価格と特性を結びつける式」 ¹⁴⁾ 。
ヘドニック価格指数	「ヘドニック接近法で品質調整済み価格指数として測定しているヘドニック価格指数」 ¹⁵⁾ 。
ヘドニック接近法 (アプローチ)	「財の価格をその財の特性の上に回帰して特性の計算価格を推定し、特性の量 (水準) と計算価格の推定値の積和をその財の品質を示す指標として使うという方法」 ¹⁶⁾ 。
ヘドニック回帰	価格の特性のうえへの回帰。
ヘドニック回帰式	ヘドニック回帰を行う際の回帰式。

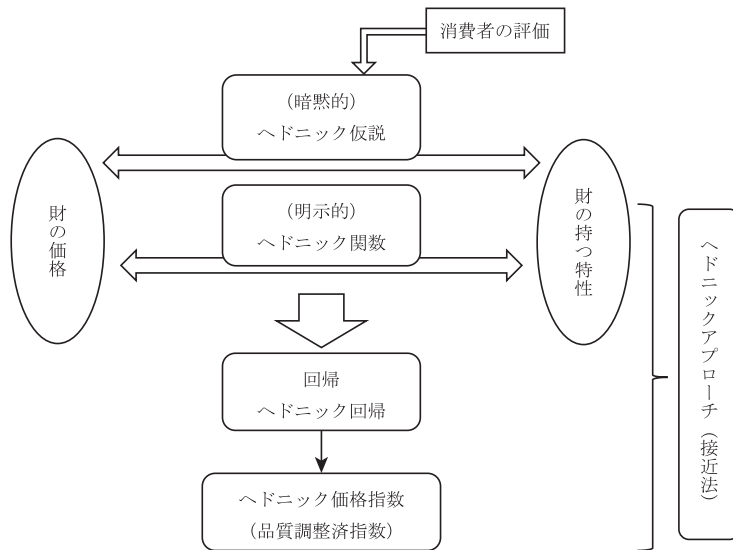


図1 ヘドニックに関わる基本的事項の関連図

ここでは関数の特定はなされていないが、価格と諸特性を結びつける関数がヘドニック関数となる。

ヘドニック回帰は、財の持つ諸特性を特定し、それらを説明変数、財の価格を被説明変数と

12) 太田 (1980) p. 245.

13) 廣野 (1995) p. 30.

14) 太田 (1980) p. 189.

15) 太田 (1980) p. 189.

16) 太田 (1980) p. 170.

して多元回帰を行うことでパラメータを推定することを指す。推定されたパラメータ、および回帰式から品質調整済み価格指数、すなわち、ヘドニック価格指数が算出される。品質調整済み価格指数を算出する、このような一連の手法・方法・接近法をヘドニック・アプローチと呼ぶ。

3. ヘドニック・アプローチの展開

Colwell and Dilmore (1999) によれば、ヘドニック・アプローチに関する研究は、Haas (1922a, b) による不動産価格分析に始まる。以下では、Haas (1922a, b), Court (1939), Griliches (1961) について概観する。

Haas (1922a, b) は4つの指標 (すなわち、 $B = 1$ エーカー当たりの建物の減価償却費、 $L =$ 土地区分・土地分類指数、 $S =$ 土壌生産性指数、 $U =$ 都心 (マーケット) までの距離 (単位はマイル)) を説明変数として設定し、年間売上高、道路状態、都市の規模で調整した1エーカー当たりの農地の価格 (P) を次式により推定した。

$$P = \alpha_0 + \alpha_1 B + \alpha_2 L + \alpha_3 S + \alpha_4 U \quad \dots (2)$$

Haas (1922) による推計結果は以下のとおりであった。

$$P = 57.785 + 1.067B + 0.7279L + 0.1658S - 3.422U \quad \dots (3)$$

多重相関 $R = 0.81$, 自由度調整済み $R^2 = 0.647$

Haas (1922) は、この推計結果から、価格に対する説明力が高いと主張した。

Colwell and Dilmore (1999) は、Haas (1922a, b) について、4つの点から洗練されていたと評価する。すなわち、データ収集が十分に行われていたこと、従属変数の調整のために、多くの統計的手法が利用されていたこと、4つの説明変数を採用した回帰分析を行っていること (これをコンピュータを用いずに計算することは相当に困難であった)、先駆的な研究であったこと、である¹⁷⁾。これ以降、Waugh (1928) による野菜市場価格の分析などで、ヘドニック・アプローチを利用した研究が見られる。今日の研究に関連する重要な研究として、Court (1939) による自動車価格の分析がある。Court (1939) は、乗用車を分析対

17) なお、Haas (1922a, b) に掲載された表には、印刷上および計算上の誤りがあったとして、Colwell and Dilmore (1999) による再推計が行われている。推計式は、以下のとおりであった。

$$P = 52.805 + 1.225 B + 0.8210 L + 0.1390 S - 4.033 U$$

自由度調整済み決定係数 $R^2 = 0.478$

象としていること (Griliches (1961) 等に引き継がれ、自動車に対してヘドニック・アプローチが利用されていたことがある (なお、米国のCPIでは、後に他の手法に変更)), ヘドニック (hedonic) という言葉を初めて使用したこと、半対数線形型の回帰式を採用した (その採用根拠は「当てはまりが良い」) ことから、特に重要視される。その後、Court (1939) は Griliches (1961) 等に引き継がれていく。

Court (1939) は、当時の米国のCPIにおける、乗用車の品質調整を扱った。Court (1939) の問題意識は、仕様が一定あるいは、一定と見なしでも差し支えないと考えられるような財では、指数作成における主要な問題はウエイトと算式にあるが、乗用車のように多数の部品から構成され、複雑な機能を有し、製品の改善、機能の向上が著しい製品では、製品規格の選択が問題となる、という点にあった。当時の米国では、乗用車の価格は、同一のブランド名の乗用車を比較しており、物理的特性を考慮していなかった。Court (1939) は、乗用車の品質に関連する複数の特性を説明変数、乗用車の価格を被説明変数とする回帰式を用いて、回帰によって得られた理論値と観測値との比率をヘドニック価格指数として、価格の変化を推計した。3時点間の比較の場合の推計式は、次のとおりである。

$$p = k + b_{pw \cdot fht_1 t_2} w + b_{pf \cdot wht_1 t_2} f + b_{ph \cdot wft_1 t_2} h + b_{pt_1 \cdot whft_2} t_1 + b_{pt_2 \cdot whft_1} t_2 \quad \dots (4)$$

ここで、 p = 価格、 w = 車重、 f = ホイールベース、 h = 馬力、 t_1, t_2 = 時点間のトレンドファクターである。(4) 式の左辺の対数を取り¹⁸⁾、期間を1920~1925年、1925~1930年、1930~1935年、1935~1937年、1937~1939年に分割し、各特性1単位あたりの価格変化を推計した。推計結果は表2のとおりであった¹⁹⁾。

Court (1939) によれば、ヘドニック・アプローチの利点は、以下の4点である。第一に、種々の仕様 (特性) は客観的な原則に従って、ウエイトを割り当てることができる。第二に、各年について、すべての観測値を加重した形式で利用することができる。第三に、短期および

さらに、(1) 式を半対数型の回帰式とし、1918年、1917年、1916年の時点ダミー、道路、都市の規模に関するダミー変数を追加したより現代的なモデルでの推計も行っている。

$$\ln P = 4.167 + 0.008 B + 0.007 L + 0.002 S - 0.027 U - 0.146 Y_{18} - 0.230 Y_{17} - 0.308 Y_{16} + 0.073 R + 0.048 T \quad \text{自由度修正済み決定係数 } R^2 = 0.598$$

18) Court (1939) によれば、対数をとることで、線形に近く高相関となるためである。

19) なお、説明変数として採用された3特性は、データの入手、利用可能性という観点から選択されたものであり、すべてのメーカー、型式において、長期にわたって入手・利用可能な特性であったためである。したがって、Court (1939) がこれらの特性によって乗用車の品質を完全に反映できていると考えていたわけではない。

表2 Court (1939) による特性1単位あたりの価格変化 (%)

期 間	ホイールベース 1 Inch あたり	車重 1 Cwt あたり	馬力 1 HP あたり	年あたり	多重相関係数 R
1920 1925	2.01	2.35	0.80	- 12.4	0.96
1925 1930	1.82	4.02	0.30	- 7.1	0.96
1930 1935	0.31	5.66	0.55	- 7.4	0.95
1935 1937	0.01	5.76	0.53	- 2.5	0.97
1937 1939	0.15	2.95	0.71	2.5	0.93

(出所) Court (1939) p.111より引用。

長期の変動の測定は、等しい有効性を持ち、結果に人為的な不安定性が介入させることがない。第四に、所与の観測値数について、相対的に多数の特性を扱うことができる。

Griliches (1961) は1937年、1950年、および1954~1960年の期間における米国の自動車価格と種々の特性の関係を明らかにしようと試みた。価格 p_{it} を品質 X の集合の関数として、誤差項 u を含む次式で表した。

$$p_{it} = f_t(x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit}, u_{it}) \quad \dots (5)$$

価格と品質の間に、何らかのアприオリな特定化された関連 (すなわち、関数の特定) は存在せず、したがって、これを経験的な問題として、半対数型の回帰式を想定した。これは、Court (1939) による半対数型回帰式の採用が、Griliches (1961) においても踏襲されていたことの証左である²⁰⁾。回帰式は以下のとおりである。

$$\log p_{it} = a_0 + a_1 x_{1it} + a_2 x_{2it} + \dots + u_{it} \quad \dots (6)$$

(6) 式に時点ダミーを加え、次式とする。

$$\log p_{it} = a_0 + a_1 x_{1it} + a_2 x_{2it} + \dots + a_d D + u_{it} \quad \dots (7)$$

続いて、品質変化の尺度 g を次式で定義する。

$$g_{1i}^0 = \frac{\hat{P}_{i1}}{\hat{P}_{i0}} \quad \text{ここで, } \hat{P}_{i0} = f_0(x_{1i0}, \dots) \\ \hat{P}_{i1} = f_1(x_{1i1}, \dots) \quad \dots (8)$$

20) 自然対数をとると、Court (1939) に見られるように、特定の品質 (特性) 1単位あたりの価格の変化率を求めることになる。

観測された価格から作成される指数を、(8)式による品質変化指数で除すことで、品質変化を考慮した価格指数が算出される。

$$\text{「真の価格指数」} = \frac{\text{観測された価格指数}}{\text{品質変化指数}} = \frac{P_1 / \hat{P}_1}{P_0 / \hat{P}_0} = \frac{P_1 / \hat{P}_1}{P_0 / \hat{P}_0} \quad \dots (9)$$

Griliches (1961) による推計は、4ドアセダンを対象として、1937年、1950年、および1954～1960年の期間について行われた。価格の観測数は、1937年の50を最小とし、1958年の103を最大とする。利用された新車価格は、工場出荷時のいわゆるカタログ価格（メーカー希望小売価格）であり、実際の取引における割引等を考慮していない。当時の米国のCPIが、少なくとも1954年以降は、こうした割引を考慮しようとしていた点に鑑みると、両者を単純に比較することはできないことが付言されている。

採用された実数説明変数は、馬力、車重、長さ（1937年および1950年では、ホイールベースの長さ、それ以降では車両の全長）であり、オートマチックトランスミッション等の主要な装備の有無は、装備ありの場合を1、なしの場合を0とするダミー変数として組み込まれた。Griliches (1961) による推計結果の一部を表3に掲載する²¹⁾。

推計されたヘドニック価格指数は、すべての期間においてWPIを大きく下回る結果となっ

表3 Griliches (1961) による推計値の比較

年 式	カタログ価格			WPI
	全サンプルの 幾何平均価格 の変化 (%)	ヘドニック価格指数		
		隣接した2時点 の推計ウエイト	1954 1960の 推計ウエイト	
1937 50	79.0	52.7	-	83.0
1954 55	- 3.3	- 9.3	- 4.4	2.7
1955 56	13.7	2.0	2.9	4.1
1956 57	7.7	2.7	3.4	4.7
1957 58	9.6	2.7	2.5	0.6
1958 59	3.6	0.5	0.0	5.1
1959 60	- 11.9	- 2.3	- 2.1	0.1
1954 60	18.7	- 4.2	2.3	19.7

(出所) Griliches (1961) p.184, Table 5より引用。

21) ここで、WPIを比較対象としているのは、次の2点による。第一に、WPIが乗用車すべてをカバーする（当時では）唯一の公的な指数であること、第二に、WPIは生産者価格から算出されており、

た。他方で、推計には含まれなかった複数の特性が残されており、特性と自動車の価格との関係は、単純な線形の形態をとらない可能性があること、したがって、多くの追加的な品質特性の導入と検討、市場シェアを考慮した加重回帰の使用、カタログ価格ではなく、実際の取引価格の利用、自動車以外の品目への適用可能性の検討など、複数の問題点・課題が提示された。後述するように、Court (1939), Griliches (1961) は、推計式の型式等、現行のCPIにおいて利用されているヘドニック・アプローチにも影響している。

4. ヘドニック・アプローチの理論的基礎

ヘドニック・アプローチの理論的基礎には、消費者の立場からのアプローチ、生産者の立場からのアプローチ、需給両面からのアプローチ、という3つの方法がある。

消費者の立場からのアプローチについて、太田 (1980) にしたがって以下に示す。まず、次の効用最大化問題を考える。

$$\begin{aligned} \max_x u(y) \\ \text{subject to } y &= Zx \\ px &\leq m \\ x &\geq 0 \end{aligned} \quad \dots (10)$$

所得の限界効用を λ とする。効用最大化をもたらす特性の量の最適解 y^* は、財の消費量 x 、価格 p 、所得 m 、消費技術 Z の関数であり、特性に関する需要関数は次式になる。

$$y_i^* = y_i^*(p, m, Z) \quad (i = 1, 2, \dots, l) \quad \dots (11)$$

また、特性の最適解 y^* を達成する財の需要量が一意の場合には、財の最適需要量 x^* は次の需要関数で与えられる。

$$x_j^* = x_j^*(p, m, Z) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad \dots (12)$$

さらに、財の最適需要量 x^* は Kuhn Tucker 条件を満たし、財が購入される場合 (すなわち、購入量が正の場合、 $x_j^* > 0$)、次式が成立する。

推計に利用された価格が、消費者が購入する実際の取引価格ではなく、カタログ価格であったことと比較可能であると考えられたこと、である。

$$\sum_{i=1}^l u_i (Zx^*) z_{ij} = \lambda p_j \quad \dots (13)$$

ここで、 $\lambda =$ 所得の限界効用、

$$u_i = \partial u / \partial y_i \text{ (第 } i \text{ 特性の限界効用)}$$

第 i 特性のラグランジュ乗数 $\gamma_i = u_i (Zx^*) / \lambda$ とすると、(12) 式は、次式となる。

$$p_j = \sum_{i=1}^l \gamma_i z_{ij} \quad \dots (14)$$

(14) 式は、財の価格とその財が有する特性を結びつけるヘドニック方程式である。(13) 式から、所得の限界効用 λ の逆数を k とおくと、次式が得られる。

$$p_j = k \sum_{i=1}^l u_i (y^*) z_{ij} \quad \dots (15)$$

(15) 式の右辺 $\sum_{i=1}^l u_i (y^*) z_{ij}$ を第 j 財の品質指標、 k を品質調整済み価格指標と考える。 $\sum_{i=1}^l u_i (y^*) z_{ij}$ は第 j 財の限界効用であり、「消費者の立場からする消費財の品質の定義（第 j 財の品質とは第 j 財 1 単位が消費者にもたらす効用）と合致する」²²⁾ ことが示された。

生産者の立場からのアプローチとして、太田（1980）は平均生産費用によって品質を定義する方法を示している。これは、「ある時点において同じ等平均生産費用曲線の上にある特性を持つ財の質は同じで、高い等平均費用曲線の上にある財の品質は高いという考え方」²³⁾ を背景に、「任意の 2 財の品質比率はこれら 2 財の平均生産費用の比率に等しいと定義する」²⁴⁾ というものである。以下、太田（1980）に従い、生産者の立場からのアプローチの概略を示す。

このアプローチでは、企業のマーク・アップ価格形成を仮定し、 t 時点におけるヘドニック方程式 $p_t(z) = h(z, t)$ を次式で表す。

$$p_t(z) = (1 + \gamma_t) \cdot C(z, w_t, t; x_t) \quad \dots (16)$$

ここで、 γ_t は時点 t におけるマーク・アップ率、 $C(z, w_t, t; x_t)$ は特性 z を有するモデル

22) 太田（1980）p. 191。

23) 太田（1980）p. 212。これを太田（1980）は、「費用関数アプローチによる品質の定義」（p. 212）と呼ぶ。

24) 太田（1980）p. 212。

1単位を生産するための平均費用関数、 w_t は時点 t における投入物の価格ベクトル、 t は時点 t における生産技術を示すパラメータ、 x_t は時点 t における生産量である。「平均生産費用による品質変化率と限界効用による品質変化率が等しい」ことから、3つの分離性の仮定、すなわち、

$$\begin{aligned} C(z, w_t, t; x_t) &= C_1(z, w_t, t) \cdot C_2(x_t) \\ C_1(z, w_t, t) &= C_3(z, w_t) \cdot C_4(t) \quad \dots (17) \\ C_3(z, w_t) &= C_5(w_t) \cdot C_6(z) \end{aligned}$$

が満たされるとき、(16)式は次式の形で書くことができる²⁵⁾。

$$p_t(z) = (1 + \gamma_t) \cdot C_2(x_t) \cdot C_4(t) \cdot C_5(w_t) \cdot C_6(z) \quad \dots (18)$$

(18)式の $C_6(z)$ が品質指標であり、 $(1 + \gamma_t) \cdot C_2(x_t) \cdot C_4(t) \cdot C_5(w_t)$ が品質調整済み価格指標となる。

需給両面からのアプローチとして、Rosen (1974)がある。Rosen (1974)は消費者の行動、供給者の行動、市場均衡の3点から、消費者の付値関数、供給者のオファー関数、市場価格関数の関係を示した。

消費者の付値関数 $\theta(z)$ は、同質の消費者のみが存在する場合には、市場価格関数 $p(z)$ に一致し²⁶⁾、通常想定されるように、異質の消費者が混在する場合には、市場価格関数 $p(z)$ (ヘドニック価格に一致²⁷⁾)は付値関数 $\theta(z)$ の包絡線となる²⁸⁾。すなわち、図2のとおりである。

供給者のオファー関数 $\varphi(z; \pi, \beta)$ は、市場価格関数 $p(z)$ に一致し、通常想定されるように異質の供給者が混在する場合には、市場価格関数 $p(z)$ はオファー関数 $\varphi(z; \pi, \beta)$ の包絡線となる。この関係を図2に加えると、図3となる。

ここで、ヘドニック関数は付値関数およびオファー関数双方の包絡線として導出された。

25) 太田 (1980) p. 213。

26) 同質の消費者のみを想定している場合には、効用関数は次式になる (Rosen, 1974, p. 38)。

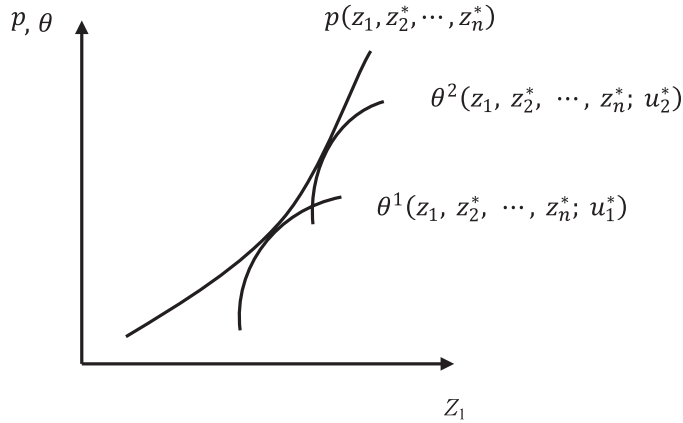
$$U = x, z_1, z_2, \dots, z_n$$

27) Rosen (1974) p. 35。

28) 異質の消費者が存在する場合には、効用関数は次式になる (Rosen, 1974, p. 40)。

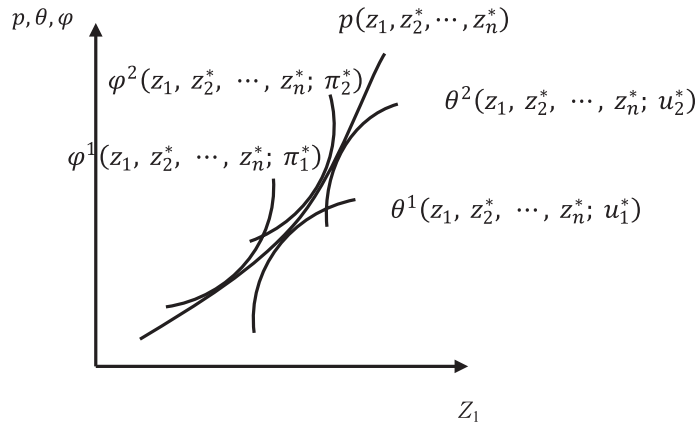
$$U = x, z_1, z_2, \dots, z_n; \alpha$$

ここで、 α は消費者によって異なる嗜好のパラメータである。



(出所) Rosen (1974) p. 39, Figure 1 より引用。

図2 付値関数と市場価格関数



(出所) Rosen (1974) p. 39, Figure 1 および p. 42, Figure 2 より作成。

図3 付値関数およびオファー関数と市場価格関数

5. ヘドニック・アプローチに対する評価

ヘドニック・アプローチに対する評価は、大きく変容してきた。1960年代までは、ヘドニック・アプローチに対して、概して否定的な見解が多かった。その最大の理由は、同手法には理論的裏づけがなく、いわば「理論なき計測」であるとの指摘であった。これを示す例が石原(1981)において紹介されている。

第1は、英国商務省が1958年に示したヘドニック価格指数への評価である。同省は1954年基準の自動車のヘドニック価格指数の試算を試算し、以下の3点を指摘した。すなわち、「(i)

諸特性の価格に対する影響は時間とともに変化する、(ii) 品質の変化と嗜好の変化との区別が困難で、特性の選択が恣意的にならざるをえない、(iii) 重要な特性の価格説明力の信頼性が低い、という問題点を指摘した²⁹⁾。第2は、米国両院合同経済委員会経済統計小委員会による報告である³⁰⁾。この報告も、自動車に対するヘドニック・アプローチの適用に関するものであるが、米国のCPI作成機関である労働統計局 (Bureau of Labor Statistics : BLS) は回帰分析 (すなわち、ヘドニック・アプローチを指す) よりも従来の方法のほうが望ましいとの見解を示した。

前述のように、Lancaster (1966), Ohta (1975), Rosen (1974) 等によって、ヘドニック価格指数を理論的に導出する研究が進められる中で、「理論なき計測である」との批判に対する一定の回答が示されることとなった。こうした理論化の進展に加えて、技術革新の著しい進展等や、製品のライフサイクルの短縮といった社会的事情と相まって、ヘドニック・アプローチの採用へ向けた取り組みが見られるようになった。

日本の現行CPIにおいても、以下の手法が利用されている。現行CPIの品質調整では、前述の3品目においてヘドニック・アプローチが採用されている。利用される回帰モデルは以下のとおりである。連続する2か月 ($t, t+1$) に関する重回帰式を以下のように定義する。なお、以下は総務省統計局 (2010) に従う。回帰モデルは、片対数型 (半対数型) を設定する。

$$\ln p_T = \alpha_t + \beta_t \delta_{T,t} + \sum_k \gamma_{t,k} x_k$$

p_T : 販売価格 T : 時点 = $t, t-1$ k : 特性 x_k : 特性量 ... (19)

$\alpha_t, \beta_t, \gamma_{t,k}$: 偏回帰係数

$\delta_{T,t}$: 販売時点ダミー ($T = t-1$ のとき 0, t のとき 1)

当月 (t) および前月 ($t-1$) について、(19) 式の回帰モデルにより各機種の総販売台数をウエイトとして回帰計算を行い、当月 (t) および前月 ($t-1$) の価格推計式を求める。

$$\ln \hat{p}_{t-1} = \alpha_t + \sum_k \hat{\gamma}_{t,k} x_k \quad \dots (20)$$

$$\ln \hat{p}_t = \alpha_t + \hat{\beta}_t + \sum_k \hat{\gamma}_{t,k} x_k$$

(20) 式から得られた推計価格の比を取り、前月基準の連環指数を求める。

29) 石原 (1981) p. 6.

30) これは、いわゆるスティグラーレポート (ヘドニック・アプローチの採用を勧告) に対する審議である。

$$\begin{aligned}
 I_t^{(L)} &= \frac{\hat{p}_t}{\hat{p}_{t-1}} \\
 &= \frac{\exp(\alpha_t + \hat{\beta}_t + \sum_k \hat{\gamma}_{t,k} x_k)}{\exp(\alpha_t + \sum_k \hat{\gamma}_{t,k} x_k)} \quad \dots (21) \\
 &= \exp(\hat{\beta}_t)
 \end{aligned}$$

(21) 式で求めた連環指数を連乗して、基準時を100とする当月の指数を求める³¹⁾。

$$I_t^{(C)} = I_{t-1}^{(C)} \times I_t^{(L)} \quad \dots (22)$$

採用される説明変数は、「実数変数」(数値で表現可能な特性)と「ダミー変数」(0か1かで表される変数。ある特定の機能の有無など。)に大別される。変数は4月と10月の年2回、定期的な見直しが実施され、見直し以外の月であっても、説明変数の有意性が極端に低下、あるいは偏回帰係数の符号が逆転した場合などには、問題となる変数を除外することになっている。

(19) 式から明らかなように、ここで利用されている半対数型の回帰モデルは、前述した Haas (1922a, b), Court (1939), Griliches (1961) の系譜上にあると言える。

ヘドニック・アプローチは、製品のライフサイクルが短い財、新製品の登場等に対応できる可能性を持つ。以下では、2財2特性の単純なモデルを用いて、消費者サイドからの特性アプローチによってこれを示す。特性アプローチは、消費者の合理的行動を2段階に分割する。第1段階では、所与の所得で最大限達成可能な特性の組み合わせ(「有効フロンティア」)が決定される。第2段階では、有効フロンティアの中で、消費者の効用が最大化される点が選択される。

図4では、A、Bという2つの財が存在し、それぞれの財が共通する2つの特性(特性1、特性2)を有している。A、Bの直線の傾きは、各財の2特性の特性比率によって変化し、a、bは、予算をそれぞれの1つの財の購入にのみ支出した場合に得られる特性の組み合わせを表す。三角形Oabは特性の可能領域を表し、線分abは有効フロンティアを表す。特性アプローチにおける第1段階では、この有効フロンティアが求められる。第2段階では、有効フロンティアと無差別曲線Iの接する点で最適消費点が決定される。有効フロンティアを求める第1段階では、消費者の嗜好等は考慮されず、「万人共通の客観的な選択」³²⁾によって決定される。消費者の嗜好は、第2段階において、有効フロンティア上の無数の点から最適消費点を決定する際に考慮される。

31) 地域別には全国を基準とする地域差指数を求め、この地域差指数の基準時からの変化率を(22)式で求めた指数に乗じて、地域別の指数を算出し、地域別指数を基準年=100とする指数に変換する。

32) 石原(1981) p.13。

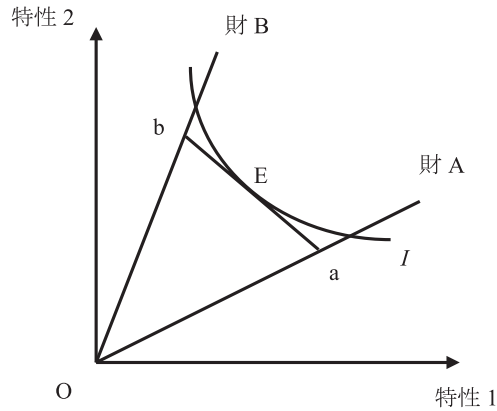


図4 2財2特性モデルによる特性アプローチ

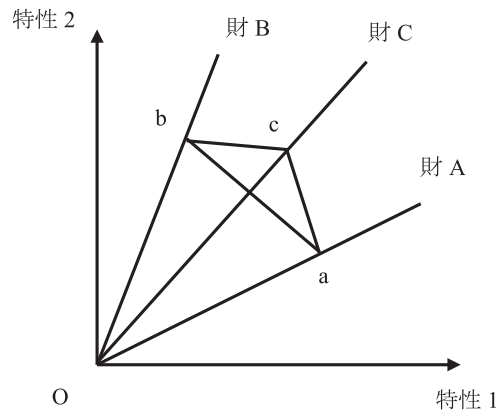


図5 3財2特性モデルによる特性アプローチ

ここで、第3の財Cが市場に投入されたとする(図5)。

財A、財Bと共通する2特性を有する財Cが市場に投入された場合、特性の可能領域はOabcとなり、有効フロンティアはacおよびbcとなる。財Cの価格が高く、価格あたりの特性の量が小さい場合や、価格の上昇が生じた場合などは、点cはOに近づくことになる。

特性アプローチ、およびヘドニック・アプローチにおいては、従来は品詞調整が難しかった新製品の登場やモデルチェンジに対応できる可能性がある。伝統的な消費者理論では、新製品は既存の製品とは全く別の財として扱われ、したがって効用関数の想定を変更する必要があった。他方、特性アプローチでは、新製品やモデルチェンジされた製品が、従来製品と同様の特性を有しているならば、効用関数の想定の変更等を必要とせず分析することが可能となった³³⁾。

33) ただし、価格に影響を与えると考えられる新たな特性が追加された場合にはこれを取り扱うことはできない。

前述のように、日本のCPIにおける品質調整では、原則としてオーバーラップ法が利用される。しかし、新製品の登場とともに既存製品が市場から消滅する場合や、モデルチェンジ後の新機種の登場に合わせて従来製品が市場から消滅する場合には、新旧両銘柄が同時に市場に存在しないため、オーバーラップ法を利用することができない。これらの品目では、ヘドニック・アプローチの利点が生かされる可能性がある。

他方で、図5において、c点がabよりもOに近い位置に存在する場合を想定すると、財Cを購入する、という選択は成立しなくなる。これは、財の持つ「特性」に対して完全情報を有する合理的消費者の合理的行動を前提とするためであるが、ここでは、消費者の嗜好という主観的要素は完全に無視されている。ただしこのことは、このモデルにおいて主観的要素が一切考慮されないということの意味するのではない。第2段階では、有効フロンティアと無差別曲線の接点において財の消費量が決定されることになるが、この時の無差別曲線は個人の効用関数に依存するため、その個人の趣味嗜好を反映することになる。

問題は、こうした趣味・嗜好の反映が第2段階において考慮されている点である。第2段階において決定される有効フロンティアは、特性、消費技術、価格等の客観的要因で決定されるため、ここに消費者の趣味・嗜好といった主観的要素は入り込む余地はない。

C財の登場のケースでは、次の2つのケースが想定される。すなわち、特性についての無知、関心の低さにより選択が左右されるケース、および説明変数に含まれない特性により、消費者の嗜好が左右されるケース、である。前者については、第2段階における効用関数の形状の差異によって理論的に説明されうるが、後者については理論的に説明することは不可能である。

ヘドニック・アプローチにおいて説明変数として採用される財の特性は、基本的には、その財の持つすべての特性ではない。説明変数として採用されうる財の特性は、ノートパソコンにおける記憶容量や標準メモリといった客観的かつ数量的表現が可能なもの、および、ある機能の有無のように、有を1、無を0とするダミー変数によって扱うことが可能なものに限られる。この時、たとえば、「デザイン」といった要素は説明変数として採用されえないことになる。財の主観的性質が、財の持つ客観的性質と消費者の主観的な嗜好との混合から構成されるという二段階の特性アプローチの仮定では、こうした問題を完全には説明しえない。自動車を例にとれば、自動車の「デザイン」は、確かにそのごく一部は車体の大きさ（全長、全幅、全高、ホイールベースなど）といった客観的・数量的特性から説明可能であるが、こうした客観的・数量的表現が不可能な要素を多分に含んでいる。これらの要素をそもそも「品質」とするかという問題は別途検討されなければならないが、「全く同じサイズの自動車で、搭載されるエンジンその他のハードウェアが全く同一で、デザインのみ異なる」というケースを想定した時、説明変数として考慮される特性において両者は無差別であり、消費者の効用関数による差異も生じえないが、結果としてこの消費者はいずれかの車種を選択することになる。この選択を左

右するのは、説明変数に組み入れられなかった「デザイン」あるいはその他の主観的な要素であるが、こうした要素を明示的に取り扱うことはできない。

ヘドニック・アプローチでは、「特性の選択」が最大の問題点である。財の価格を説明するために十分な特性を選定する必要があり、特性間の多重共線性の問題、推計式の当てはまりの良さ、等を十分に考慮されなければならない。また、こうした特性の選択は、ある一時点で妥当であると判断されたものが継続的に利用できるわけではない。総務省統計局（2015）「付録6 パソコン及びカメラのヘドニック回帰式」を見ると、半年ごとに説明変数の特性の見直しが行われており、さらに、それらの特性には、見直しが行われる度に少なからず変更が見られる。特性の選択、推計結果の妥当性の検討等には、多大な人的および時間的コストを要することは、ヘドニック・アプローチの実務的問題点として指摘できる。

おわりに

本稿では、品質調整におけるヘドニック・アプローチについて、その実証的展開、理論的展開、評価の変遷を概観し、同手法の利点と問題点を明らかにした。

ヘドニック・アプローチは、実証的研究の進展により、CPIの品質調整における利用可能性が示されてきたものの、理論なき計測とみなされ、同手法の利用は概して否定的に捉えられてきた。理論的研究の進展により、こうした問題点に一定の解決を見たことで、品質調整において実際に利用されるに至っている。

ヘドニック・アプローチは、他の品質調整手法では扱いが難しかった新製品の登場を取り扱うことができ、家電製品の品質調整、価格指数の作成に適している可能性が示されている一方で、推計結果が不安定で適用できない品目も指摘されている。また、同手法は、他の品質調整手法を利用することが難しい品目に対して利用されており、積極的に採用品目数が拡大されているわけではない。新しい消費理論等の理論的背景は整備されてきているものの、その適用には依然として理論的問題、実務的問題が残されている。特に、説明変数としての特性の選択は、この両者に関わる問題である。

ヘドニック・アプローチは、CPIの品質調整以外にも、不動産価格分析や社会資本の評価等でも利用されている。これら他分野での研究の展開のサーベイ、CPIにおける展開との関連、他分野における研究・利用とCPIにおける利用の比較分析、CPIの品質調整における利用に寄与する可能性を探ること、等は今後の課題としたい。

参考文献

- Adelman, I. and Griliches, Z. (1961) "On an Index of Quality Change." *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 56.
- Aizcorbe, A. M. (2014) *A Practical Guide to Price Index and Hedonic Techniques*, Oxford

- University Press.
- Colwell, P. F. and Dillmore, G. (1999) "Who was First? An Examination of an Early Hedonic Study." *Land Economics*, Vol. 75, No. 4.
- Court, A. T. (1939) "Hedonic Price Indexes with Automotive Examples." In *The Dynamics of Automobile Demand*. New York: Oxford University Press.
- Epple, D. (1987) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Function for Differentiated Products." *Journal of Political Economy*, Vol. 95, No. 1.
- Goodman, A. (1998) "Andrew Court and the Invention of Hedonic Price Analysis." *Journal of Urban Economics*.
- Griliches, Z. (1961) "Hedonic Prices for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change." In *The Price Statistics of the Federal Government*. New York: General Series No. 73, Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research.
- Haas, G. C. (1922a) "A Statistical Analysis of Farm Sales in Blue Earth County, Minnesota, as a Basis for Farm Land Appraisal." Masters Thesis, the University of Minnesota.
- Haas, G. C. (1922b) "Sale Prices as a Basis for Farm Land Appraisal." Technical Bulletin 9. St. Paul: The University of Minnesota Agricultural Experiment Station.
- ILO (2014), *Consumer Price Index Manual: Theory and Practice*, First Published 2004, 日本統計協会訳『消費者物価指数マニュアル 理論と実践』日本統計協会, 2005年.
- Lancaster, K. J. (1966) "A New Approach to consumer Theory." *Journal of Political Economy*, Vol. 74.
- Ohta, M. and Griliches, Z. (1976) "Automobile Prices Revisited: Extensions of the Hedonic Hypothesis." in Terleckyj, N. E. ed. *Household Production and Consumption*, National Bureau of Economic Research Studies in Income and Wealth, Vol. 40, New York: National Bureau of Economic Research.
- Rosen, S. (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition." *Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 1.
- Silver, M. S. (1999) "An Evaluation of the Use of Hedonic Regression for Basic Components of Consumer Price Indices." *Review of Income and Wealth*, Vol. 45.
- Waugh, F. V. (1928) "Quality Factors Influencing Vegetable Prices." *Journal of Farm Economics*, Vol. 10.
- 石田望 (1977) 「『消費者物価指数論』考」『経済』1972年1月号.
- 石原雄一 (1981) 「ヘドニック価格指数の基本問題」『千里山経済学』第14 2号.
- 太田誠 (1980) 『品質と価格』創文社.
- 河合伸治 (2008) 「ヘドニック・アプローチの理論的基礎づけ」『社会学研論集』第12号.
- 坂上紳 (2006) 「ヘドニック価格関数と製品差別化市場モデル 文献サーベイ」『三田学会雑誌』第99巻第1号.
- 清水誠, 永井恵子 (2006) 「CPIに関する取組2005~06 (3) ヘドニック法について」『統計』2006年11月号.
- 鈴木雄大 (2014) 「現行CPIの性格規定 価格変動尺度と生計費変動尺度の観点から」『立教経済学研究』第68巻第1号.
- 鈴木雄大 (2015) 「下位集計における価格変動とバイアス」『統計学』第108号, 経済統計学会.
- 総務省統計局 (2010) 『平成22年基準消費者物価指数の解説』.
- 総務省統計局 (2015) 『消費者物価指数年報 (平成26年)』.
- 総務庁統計局資料8 「現行の調査銘柄設定方式・品質調整による価格指数作成法の概要及びヘドニッ

- クアプローチによる価格指数作成方法との比較」務省統計局のホームページ (<http://www.stat.go.jp/data/cpi/8.htm>) において公表されている。2015/7/27最終アクセス。
- 新田功 (1984) 「物価指数における品質変化の問題に関する若干の考察」『政経論叢』No. 52 (明治大学政治経済研究所)。
- 廣野桂子 (1995) 「ヘドニック価格指数の理論的基礎」『城西大学大学院研究年報』第11号。
- 森博美 (1977) 「消費者物価指数に関する一考察 「統計局消費者物価指数」における銘柄変更の取り扱いをめぐって 」『研究所報』No. 2 (法政大学・日本統計研究所)。
- 美添泰人 (2007) 「消費者物価指数の信頼性」『統計』2007年6月号。