

デジタルカメラのヘドニック回帰式 卸売物価指数における品質調整法

卸売物価指数（国内卸売物価指数、輸出物価指数）では、デジタルカメラの調査対象商品を変更する際に、ヘドニック法による品質調整を行っている。今般、2002年8月以降のデジタルカメラの調査価格変更時に適用するヘドニック回帰式を推計したので、その内容を紹介する。

ヘドニック法による品質調整とは¹、商品間の価格差は、これら商品に共通する諸特性（例えば総画素数、光学ズーム等）によって測られる品質差に起因していると考え、諸特性の変化から、「品質変化に見合う価格変化」部分を計量的・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。具体的には、ヘドニック回帰式を用いて新旧両商品の理論価格を算出し、その変化率と実際の調査価格の変化率の差を指数に反映するもの。卸売物価指数では、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、ビデオカメラについて、年2回（2月、8月）ヘドニック回帰式を再推計している。

デジタルカメラは、ビデオカメラと共に、国内卸売物価指数、輸出物価指数における品目「ビデオカメラ」を構成している。

国内品と輸出品では、価格調査段階や販売する市場等が異なるため、本来であれば、各々について回帰式を推計すべきであるが、輸出品はサンプル数が少ないため、輸出先別の推計等は不可能である。一方、商品の特性自体は国内品と共通する部分が多いことから、これらを区別せず、データ入手が比較的容易な国内品および輸入品の国内販売価格を基に推計した式を、国内品、輸出品に一律に適用している。

1. 推計に使用したデータの詳細

[データソース]

- ・ 価格及び各特性のデータとしては、ジーエフケー・マーケティングサー

¹ ヘドニック法に関する理論的整理と物価統計課における考え方については、物価統計課「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 - 」日本銀行調査統計局ワーキングペーパー wp01-24 を参照のこと。

ビス・ジャパン(株)(以下 GfK)から購入した POS データを使用。

同データは、全国の家電量販店 32 社、約 4,000 店舗の毎日の売上情報を、機種毎に月間平均(加重平均)の形で集計したもの。調査のカバレッジは、国内家電販売額の約 3 割、家電量販店販売額の約 5 割。

- ・ 今回使用したデータは、いずれも 2000 年下半期～2002 年下半期中に販売された商品で、各機種毎に発売直後の価格を使用。

調査価格の変更は、通常新機種の登場直後となることから、推計にもできる限り発売時点に近いデータを用いた方が、商品の陳腐化が価格に与える影響²等によるバイアスを小さくできるとの考え方によるもの。

- ・ サンプル数は 250。なお、サンプル内には、国内品と輸入品が混在しているが、両者を特に区別していない。
- ・ 卸売物価指数は企業間取引の価格を対象としており、推計式のサンプル(小売段階の価格)とは価格の調査段階が異なっているが、半年を目処に推計式の更新を行っていることから、小売マージンの変動に起因するヘドニック回帰式の歪みは、概ね回避できていると考えられる。

[価格、各種特性値の状況]

サンプルの価格および各種特性値の平均値、搭載比率などは図表 1 参照。サンプルの価格分布については図表 2 参照。

2 . 推計に使用した変数の詳細

推計に採用する変数として、まず、画質を代理すると思われる総画素数、光学ズームが考えられる。推定結果では、両方の変数とも有意なパラメータを得た。

その他の説明変数は、ダミー変数を含めた各種特性値(図表 1 の各項目)の中から、統計的に有意でないもの、符号条件が合わないものを逐次除外する方法で確定している。なお、ダミー変数は以下のように作成した。

モニター搭載ダミー

撮影画像を確認できるモニターを搭載しているものを 1 としたダミーを設定した。

² 新商品の価格は、発売直後は比較的安定しているが、その後に発売された他の商品との競争等から、次第に価格が低下していく傾向が強い。なお、推計の際には、各年について、技術革新の影響を捉えるための年次ダミーを別途設定した(詳細は後述)。

レンズ交換式ダミー

上級者向けの機種（一眼レフタイプ）では、デジタル方式ではない通常のカメラ同様にレンズを交換することが出来る。このタイプをとるものを1としたダミーをレンズ交換式ダミーとして設定した。

記憶媒体ダミー

メモリスティック、SD メモリカード、コンパクトフラッシュを記録媒体として採用している機種を1とするダミーをそれぞれ設定した。これら全てのダミーがゼロの機種は、スマートメディアを記録媒体として採用している。もっとも、ダミーはいずれも有意とはならなかった。

情報機器との接続方式ダミー

パソコンやプリンターなど、他の情報機器との間で情報を交換するため、USB や IEEE 等複数の規格の接続端子が存在する。それぞれの接続方式毎に、その方式を採用しているものを1とするダミーを設定した。最終的にはIEEE ダミーのみが有意となった。

バッテリーの種類ダミー

附属しているバッテリーの種類としてニッケル水素、リチウム等のいくつかの種類がある。ニッケル水素電池よりも、リチウム電池の方が、軽量で容量も大きい。リチウム電池を使用している製品を1、その他の電池を使用している製品を0になるダミーを設定した。結果、リチウム電池ダミーが有意となった。

メーカーダミー³

上述の特性で捉えられない、メーカー固有の特性（価格設定行動、ブランドイメージ等）を把握する変数として、メーカー毎にダミーを設定した。最終的にはどのダミーも有意にならなかった。

半期ダミー

上述した全ての変数で捉えられない、発売時期におけるデータ特性の変化（需給要因、技術革新等）を捉える変数として、2000年下半期を0として基準化し、2001年上半期、2001年下半期、2002年上半期の半期毎にダミーを設定した。つまり、今回から半期毎に時間ダミーを設定している。ダミーを設定する期間を細分化することによって、各期毎に品質以外の価格下落要因である技術進歩、需要要因等の効果を正確に捉えることができる。

³ データ提供者（GfK）との契約において、サンプル内のメーカーシェアについては公表しないこととなっているため、メーカーシェアは図表1に記載されていない。

3. 関数形の選択

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、ヘドニック回帰式の推計においては、客観的に関数形を選択することが望ましい。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。具体的には、被説明変数である価格のみを Box-Cox 変換⁴を行った片側 Box-Cox 形、ダミー変数以外の変数（被説明変数：価格、説明変数：総画素数、光学ズーム）それぞれについて異なる変換パラメータを用いて Box-Cox 変換した両側 Box-Cox 形、両側対数形、片側対数形、線形の5種類の関数形に対して、Box-Cox 検定⁵を行い、もっとも当てはまりのよい関数形を選択している⁶。その結果、被説明変数のみを Box-Cox 変換を行う片側 Box-Cox 変換形が選択された（図表3）。

また、ここでは推定した全ての関数形について、誤差項の不均一分散の有無を検定⁷したところ、分散が均一であるとの帰無仮説は棄却されたため、White の不均一分散一致標準偏差（HSCE）を使用して再推計を行った。図表3、4は、White の方法を用いた再推計の結果である。この推計結果を、2002年8月以降のデジタルカメラの品質調整に適用することとした。

4. 前回（2002年2月）推計からの変化（図表4）

今回は、時間ダミーを年次ダミーから半期ダミーにして推定を行った。その結果、全ての半期ダミーは有意となり、特に直近の2002年上半期ダミーは他の、時期の半期ダミーに比べて大きな値で有意となった。これは、直近の

⁴ Box-Cox 変換とは、以下の変換を指す（ λ : Box-Cox 変換パラメータ、 $\lambda = 0$ のときが対数形、 $\lambda = 1$ のときが線形）。

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

⁵ 被説明変数（価格）と説明変数（特性値）の関数的な関係は、先験的には明らかでないため、関数形の選択に当っては、何らかの統計的チェックが必要。同法は、各変数を上記注4のような一般形に変換（Box-Cox 変換）したうえで、パラメータの推計を通じ、どの関数形が望ましいか（正確には Box-Cox 形の関数が、両側対数形、片側対数形、線形のより単純な関数よりも有意に優れているか）を検定するもの。詳しくは、Box, G. E and D. R. Cox, "An analysis of transformations," *Journal of the Royal Statistics Society, Series B*, 26, 211-252, 1964、菘谷千鳳彦『計量経済学の理論と応用』（日本評論社、1996年）第9章、等を参照。

⁶ 全ての変数について異なる変換係数を持つ関数形を最尤法によって推計した。この場合、数値的に非線形最適化問題を解くことになるため、使用するソフトウェア、初期値等によって結果が異なる可能性があるが、少なくとも、制約が緩い推定式の対数尤度の方が推定のきつい対数尤度よりも大きくなるなど、推定相互の相対関係は正しく確保されている。

⁷ Breusch-Pagan テストで検定したところ、1%有意水準で棄却された。

2002 年上半期特有の価格下落要因が、他の時期に比べて大きいことを示唆している。また、他の変数に関しては、特に大きな変化は認められなかった。

以 上

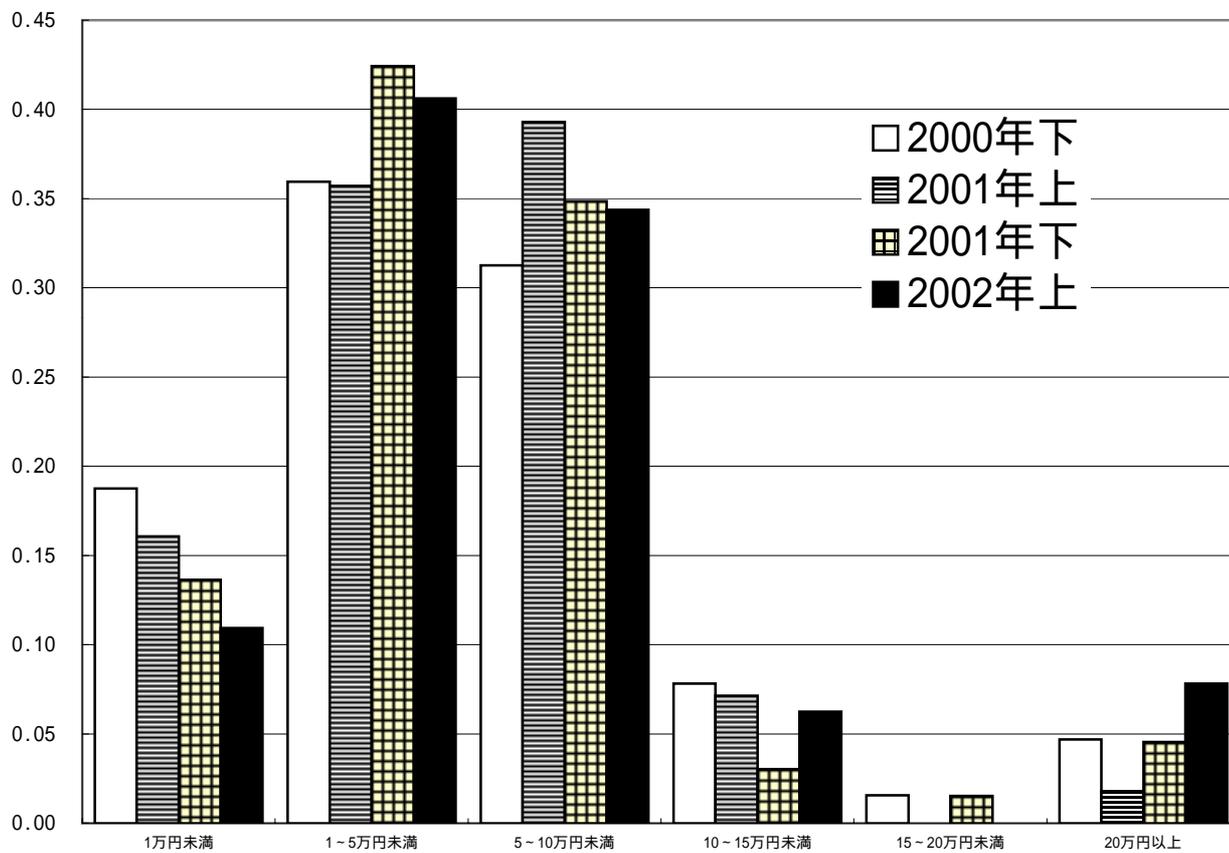
推計サンプルの特性

		2000/下	2001/上	2001/下	2002/上
価格	円	61,588	58,014	72,022	70,826
総画素数	万画素	89.3	126.0	191.2	262.7
光学ズーム	倍	2.3	2.9	2.1	2.5
デジタルズーム	倍	2.1	2.4	2.1	2.4
重量	G	272.7	276.1	253.5	275.2
モニターサイズ	インチ	1.3	1.4	1.3	1.5
レンズ交換式	採用比率	4.69	1.79	4.55	7.81
ビューファインダー	搭載比率	89.1	85.7	89.4	82.8
液晶モニター	搭載比率	70.3	76.8	78.8	89.1
動画撮影機能	採用比率	57.8	75.0	75.8	79.7
記憶媒体					
コンパクトフラッシュ	採用比率	28.1	32.1	33.3	31.3
スマートメディア	採用比率	34.4	25.0	27.3	18.8
メモリスティック	採用比率	3.1	12.5	9.1	10.9
SDメディア	採用比率	1.6	0.0	10.6	25.0
情報機器との接続方式					
IEEE	採用比率	0.0	3.6	4.5	3.1
RS232C	採用比率	6.3	1.8	0.0	0.0
USB	採用比率	79.7	91.1	84.8	95.3
その他	採用比率	7.8	0.0	4.5	0.0
動画圧縮法					
AVI	採用比率	21.9	25.0	37.9	34.4
MPEG1	採用比率	4.7	16.1	6.1	14.1
MPEG4	採用比率	0.0	0.0	0.0	1.6
Quicktime	採用比率	15.6	16.1	22.7	25.0
その他	採用比率	15.6	17.9	4.5	1.6
サンプル数		64	56	66	64

注：推計に使用したサンプルや説明変数の詳細は、本文1および2を参照。

(図表 2)

価格の分布



(図表 3)

デジタルカメラにおける関数形選択(サンプル数250)

Box-Coxパラメータ: λ_0	0.127	0.139			
関数形	両側Box-Cox	片側Box-Cox	両側対数	片側対数	線形
定数項	2.704 ***	2.836 ***	2.360 ***	1.849 ***	13.633 ***
総画素数(万画素)	0.011 ***	0.004 ***	0.002 ***	0.178 ***	0.143 ***
Box-Coxパラメータ: λ_1	0.788				
光学ズーム(倍)	0.260 ***	0.151 ***	0.084 ***	0.346 ***	5.884 ***
Box-Coxパラメータ: λ_2	0.569				
モニター搭載	1.195 ***	1.359 ***	0.955 ***	0.927 ***	5.461
レンズ交換式採用	2.501 ***	2.462 ***	1.191 ***	1.749 ***	220.704 ***
情報機器との接続方式					
IEEE	1.465 ***	1.567 ***	0.761 ***	0.779 ***	204.643 ***
電池の種類					
リチウム	0.371 ***	0.403 ***	0.243 ***	0.291 ***	5.183
年次ダミー					
2001年上半期	-0.330 ***	-0.339 ***	-0.201 ***	-0.231 ***	-12.861 ***
2001年下半期	-0.365 ***	-0.384 ***	-0.232 ***	-0.181 ***	-7.687
2002年上半期	-0.598 ***	-0.627 ***	-0.364 ***	-0.333 ***	-22.757 ***
決定係数	0.895	0.894	0.872	0.886	0.846
自由度修正済み決定係数	0.891	0.890	0.868	0.882	0.840
回帰の標準誤差	0.522	0.551	0.357	0.337	37.078
非説明変数の平均値	4.817	4.950	3.701	3.701	64.907
対数尤度	-995.299	-997.413	-1017.518	-1003.027	-1252.887
両側Box-Coxに対する尤度比検定		4.229	44.438 ***	15.456 ***	515.177 ***
帰無仮説となる制約条件		$\lambda_1 = \lambda_2 = 1$	$\lambda_0 = \lambda_1 = \lambda_2 = 0$	$\lambda_0 = 0, \lambda_1 = \lambda_2 = 1$	$\lambda_0 = \lambda_1 = \lambda_2 = 1$
片側Box-Coxに対する尤度比検定				11.227 ***	510.948 ***
帰無仮説となる制約条件				$\lambda_0 = 0$	$\lambda_0 = 1$

- 注 1. ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。
2. ここでBox-Cox変換している説明変数は、総画素数、光学ズームであり、その他の変数はダミー変数である。
3. 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。
4. 尤度比検定の統計量は、 $2(\log L_0 - \log L_1)$ であり、 $\log L_0$ 、 $\log L_1$ はそれぞれ制約を課さない場合の対数尤度と制約を課した場合の対数尤度であり、制約の数を自由度とする χ^2 分布に従う。ただし、ここでの制約付きの対数尤度 $\log L_1$ は、制約のない場合の対数尤度関数に、帰無仮説となる制約を課して制約付き最大化したときの対数尤度である。例えば、両側Box-Coxに対する尤度比検定において、帰無仮説が棄却されたとすると、両側Box-Cox形の関数が、片側Box-Cox形、両側対数形、片側対数形、線形等のより単純な関数よりも有意に優れていることを意味する。

(図表 4)

推計結果

Box-Coxパラメータ 関数形	2000年下半年～ 2002年上半年	2000年上半年～ 2001年下半年 (参考)
	0.139 片側Box-Cox	0.241 片側Box-Cox
定数項	2.836 ***	3.181 ***
総画素数(万画素)	0.004 ***	0.006 ***
光学ズーム(倍)	0.151 ***	0.210 ***
モニター搭載 ダミー	1.359 ***	1.643 ***
レンズ交換式採用 ダミー	2.462 ***	5.102 ***
情報機器との接続方式 ダミー IEEE	1.567 ***	2.483 ***
電池の種類 ダミー リチウム	0.403 ***	0.496 ***
年次ダミー		
2001年上半年	-0.339 ***	--
2001年下半年	-0.384 ***	--
2002年上半年	-0.627 ***	--
2001年上半年～2001年下半年	--	-0.594 ***
自由度調整済み決定係数	0.890	0.901
回帰の標準誤差	0.551	0.756
被説明変数の平均値	4.950	6.275
サンプル数	250	224

注1. ***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。

2. 推計に使用したサンプルや説明変数の詳細は、本文1および2を参照。
3. 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。