

ビデオ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、ビデオ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月以降のビデオ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。

ビデオカメラは、デジタルカメラと共に、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され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。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ビス・ジャパン（株）（以下 GfK）から購入した POS データを使用。

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。

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 割である。

- ・ 入手した推計サンプルは、販売時点が 1999 年 1 月以降分に限られていること、サンプル数の確保を行う必要があることを考慮して、今回使用したデータセットは、以下のような基準で作成した。

サンプルとなる商品は、いずれも 2000 年下半期～2002 年上半期中に販売された商品 である。

上述の時期に販売された商品の中には、1996 年上半期～2001 年上半期に販売開始されたものが含まれている。そのため、サンプルの価格には、下記の基準に従って 1 時点の価格を選択し使用している。

1999 年～2002 年上半期中に販売開始となった商品については、販売開始直後の価格を使用する。これは、卸売物価指数における調査価格の変更は、通常新商品の登場直後となることから、できる限り販売開始時点に近いデータを用いて推計した方が、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考えられるため。

1998 年以前に発売済みの商品については、まず 1999 年 1 月および同年中の他の月において（都合 2 回以上）販売実績があるものにサンプルを限定したうえで、販売開始時期により近い 1999 年 1 月の価格を使用している。

- ・ サンプル数は 146。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。

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、陳腐化や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）。

2. 推計に使用した変数の詳細

推計で採用する変数として、まず、画質を代理すると思われる画素数、光学ズームが考えられる。今回の推定では、画質を代理する画素数として、これまでの総画素数の代わりに、より実際に撮影の画質に影響を与える有効画素数を使用した。今回の推定でも、有効画素数が有意であるという結果を得たが、光学ズームは有意にはならなかった。

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た。なお、ダミー変数は以下のように作成した。

重量ダミー

上級者向けに仕立てられたものは、口径の大きいレンズを使用するなど、筐体・重量ともに大型化する。これらのビデオカメラを区別するため、AV 関係の雑誌やホームページで「上級者向け」として見なされている商品の重量が 1000g を上回ることに着目し、1000g 超のビデオカメラを 1、それ以外を 0 とするダミーを設定した。

DV 端子ダミー

パソコンなどとの接続を可能にする DV 端子を搭載しているものを 1、未搭載のものを 0 として設定した。

VTR フォーマットダミー

8 ミリ、VHS 方式、MICROMV 方式を採用しているものを 1 とし、それ以外を 0 とするダミーを、それぞれ 8 ミリダミー、VHS ダミー、MICROMV ダミーとして設定した。MICROMV は今回から加えた変数であり、デジタルビデオ方式と同等の高画質を維持しつつ、より高密度な記録、再生が可能のため、デジタルビデオ方式に比べてコンパクトになっている点に特徴がある。

MPEG ムービーダミー

動画圧縮方式として、パソコンにダイレクトに出力できる MPEG 方式を採用しているものにダミーを設定した。

3CCD 方式ダミー

撮像素子である CCD を 3 つ搭載し、業務用に匹敵する高画質を生み出すものを 1 とするダミーを設定した。

メーカーダミー³

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

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、どのメーカーも有意にならなかった。

年次ダミー

上述した全ての変数で捉えられない、年次間の特性変化（需給要因、技術革新）や陳腐化を捉える変数として、1995年を基準に1996、1997、1998、1999、2000、2001年ダミーを以下の形で設定した。

	1996 年型	1997 年型	1998 年型	1999 年型	2000 年型	2001 年型	2002 年型
1996 年ダミー	0	1	0	0	0	0	0
1997 年ダミー	0	0	1	0	0	0	0
1998 年ダミー	0	0	0	1	0	0	0
1999 年ダミー	0	0	0	0	1	0	0
2000 年ダミー	0	0	0	0	0	1	0
2001 年ダミー	0	0	0	0	0	0	1

1998年以前のサンプルの価格が1999年1月のものであるため、これらの商品は1999年の経済・技術環境において評価されていることとなる。そのため、年次ダミーを設定した場合、1998年以前のダミー変数については、1999年のサンプルとして評価された年次間の特性変化に加え、発売年から1999年までの陳腐化（価格評価時点のズレ、つまり製品年齢の効果）を取り込むこととなる。一方、1999年以降のダミーについては、推計サンプルにおける発売年と価格が観察される時点にズレがないため、陳腐化の影響を受けることがなく、上述の年次間の特性変化のみを捉えている。

実際の推計では、有意となる1997年、1998年、1999年、2000年、2001年の3つのダミーを加えて推定を行っている。

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-

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。

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）。

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）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。尤度比検定の結果、両側対数形もしくは片側対数形が選択される可能性が示唆されたが、ここでは自由度修正済み決定係数の大きい片側対数形を選択することにした。（図表 2）。

また、推定したすべて関数形について、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ている。図表 3 は、White の方法を用いた再推計の結果を示している。この推計結果を、2002 年 8 月以降のビデオカメラの品質調整に適用することとした。

4. 推定結果について（図表 3）

前回の推計結果と比較すると、今回の推計では以下の点で変化が生じている。今回の推定では、前回に引き続いて、画素数（今回は有効画素数を使用）が有意となっている。一方、メモリカード種類は、前は有意とならなかったが、今回はマルチメディアカードが有意となった。

また、今回は、静止画記録機能（JPEG）は有意とならなかったが、動画をパソコンでダイレクトに再生可能な MPEG ムービーが有意となった。VTR フォーマットの新規格である MICORMV が有意となった。

年次ダミーについて、今回は、2000 年、2001 年を加えた。この推定結果によると、次のようなことが示唆される。まず、1996 年を基準にしているため、す

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

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、蓑谷千鳳彦『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、結果として、制約の緩い対数尤度が、制約のきつい対数尤度が大きくなるなど、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。

すべての年次ダミーが正で有意となっているということは、1996年製の製品の1999年における3年間の陳腐化の効果による値下がりが大きいことを示している。1999年から2001年の製品については、発売直後の価格を使用しているため、陳腐化の効果は含まれておらず、年次間の効果のみを捉えている。また、2002年のダミーは有意にならなかったことを考えると、少なくとも1999年からみると、品質、陳腐化を一定にすると、需要要因、技術進歩によって製品価格が下落したことが示唆される。一方、1997年、1998年のダミーは陳腐化の効果も含まれているため、このように単純には比較できない。

以 上

(図表 1)

推計サンプルの特性

発売開始年		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002/上
価格	円	100,988	99,303	146,607	155,786	137,920	142,758	127,494
動画解像度	万画素	45.4	46.5	50.8	55.5	63.4	76.6	87.3
静止画解像度	万画素	34.0	30.0	32.3	38.8	50.0	61.1	72.7
有効画素数	万画素	37.3	30.1	32.3	36.1	37.8	44.4	55.8
光学ズーム	倍	11.6	13.3	11.6	13.3	14.2	11.5	12.1
デジタルズーム	倍	45.7	51.4	68.5	102.6	146.7	147.4	165.8
重量	G	1041.4	746.4	622.7	656.1	706.1	643.5	631.0
画面サイズ	インチ	2.6	3.6	2.9	2.8	3.1	2.8	2.8
連続撮影時間	分	160.5	244.7	414.3	419.5	455.2	439.3	436.3
DV端子	搭載比率	9.1	40.0	54.5	84.2	85.7	92.6	95.8
モニター	搭載比率	72.7	100.0	90.9	94.7	100.0	96.3	95.8
ビューファインダー	搭載比率	45.5	60.0	77.3	94.7	89.3	96.3	95.8
MPEGムービー	搭載比率	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	40.7	50.0
VTRフォーマット								
デジタル	採用比率	54.5	60.0	72.7	73.7	71.4	85.2	79.2
DVD	採用比率	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	3.7	4.2
MICROMV	採用比率	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	4.2
8ミリ	採用比率	27.3	33.3	27.3	21.1	25.0	7.4	8.3
VHS-C	採用比率	9.1	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他	採用比率	9.1	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	4.2
メモ리카ード								
SDメモ리카ード	採用比率	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	51.9	45.8
メモ리카ード	採用比率	0.0	0.0	4.5	15.8	25.0	22.2	25.0
マルチメディアカード	採用比率	0.0	0.0	0.0	26.3	14.3	0.0	0.0
対応無し	採用比率	100.0	100.0	95.5	52.6	35.7	25.9	29.2
3CCD方式	採用比率	9.1	6.7	9.1	5.3	7.1	11.1	12.5
音源								
PCM	採用比率	63.6	60.0	72.7	84.2	89.3	96.3	95.8
HiFi	採用比率	27.3	20.0	22.7	10.5	3.6	0.0	4.2
ノーマル	採用比率	9.1	20.0	4.5	5.3	7.1	3.7	0.0
サンプル数		11	15	22	19	28	27	24

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)

ビデオカメラにおける関数形選択(サンプル数146)

Box-Coxパラメータ: ρ_0	-0.025	-0.032			
関数形	両側Box-Cox	片側Box-Cox	両側対数	片側対数	線形
定数項	4.388 ***	4.270 ***	4.264 ***	4.588 ***	69.307 ***
有効画素数	0.256 ***	0.159 ***	0.003 ***	0.184 ***	0.299 **
Box-Coxパラメータ: ρ_1	0.326				
重量(1000g超)	0.321 ***	0.311 ***	0.357 ***	0.365 ***	61.397 ***
DV端子の有無	0.161 ***	0.156 ***	0.148 ***	0.181 ***	17.949 **
VTRフォーマット					
VHS	-0.346 ***	-0.341 **	-0.381 ***	-0.393 **	-39.221 ***
8ミリ	-0.514 ***	-0.409 ***	-0.750 ***	-0.474 ***	-87.950 ***
MICROMV	0.139 ***	0.123 ***	0.164 ***	0.144 ***	23.249 ***
記録媒体					
マルチメディアカード	0.166 ***	0.155 ***	0.193 ***	0.182 ***	28.550 ***
MPEGムービー	0.121 ***	0.139 ***	0.123 ***	0.161 ***	10.463 ***
3CCD搭載	0.454 ***	0.432 ***	0.574 **	0.509 ***	107.140
年次ダミー					
1997年	0.202 ***	0.200 ***	0.191 ***	0.230 ***	12.510 ***
1998年	0.416 ***	0.400 ***	0.441 ***	0.463 ***	50.480
1999年	0.400 ***	0.388 ***	0.438 ***	0.450 ***	46.635 ***
2000年	0.268 ***	0.261 ***	0.275 ***	0.302 ***	27.578 ***
2001年	0.197 ***	0.188 ***	0.189 ***	0.216 ***	17.523 ***
決定係数	0.797	0.795	0.795	0.798	0.746
自由度修正済み決定係数	0.775	0.773	0.773	0.777	0.719
回帰の標準誤差	0.172	0.167	0.195	0.193	30.923
非説明変数の平均値	4.538	4.464	4.815	4.815	133.985
対数尤度	-662.571	-663.258	-663.294	-663.216	-700.211
両側Box-Coxに対する尤度比検定 帰無仮説となる制約条件	0.000	1.374 $\rho_1=1$	1.445 $\rho_0=\rho_1=0$	1.290 $\rho_0=0, \rho_1=1$	75.279 *** $\rho_0=\rho_1=1$
片側Box-Coxに対する尤度比検定 帰無仮説となる制約条件				-0.083 $\rho_0=0$	73.905 *** $\rho_0=1$

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。

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 3)

推計結果

Box-Coxパラメータ 関数形	2000年下半期～ 2002年上半期	2000年上半期～ 2001年下半期(参 考)
	片側対数	-0.208 片側Box-Cox
定数項	4.588 ***	2.729 ***
有効画素数(100万画素)	0.184 ***	0.080 ***
重量(1000g超) ダミー	0.365 ***	0.124 ***
DV端子搭載 ダミー	0.181 ***	0.110 ***
VTRフォーマット ダミー		
VHS	-0.393 **	-0.133 ***
8ミリ	-0.474 ***	-0.080 ***
MICROMV	0.144 ***	--
画質 ダミー		
高画質	--	0.086 **
デジタル	--	0.140 ***
メモリカード種類 ダミー		
マルチメディアカード	0.182 ***	--
静止画像 ダミー	--	0.049 **
MPEGムービー	0.161 ***	--
3CCD方式 ダミー	0.509 ***	0.149 ***
年次ダミー		
1997年	0.230 ***	0.050 **
1998年	0.463 ***	0.113 ***
1999年	0.450 ***	0.092 ***
2000年	0.302 ***	--
2001年	0.216 ***	--
自由度修正済み決定係数	0.777	0.780
回帰の標準誤差	0.193	0.278
被説明変数の平均値	4.815	3.027
サンプル数	146	131

- 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。