



日本銀行ワーキングペーパーシリーズ

## 耐久消費財のライフサイクルを通じた価格遷移 と新旧製品間の品質向上割合：価格比較サイトの データを用いた分析

安部 展弘\*

nobuhiro.abe@boj.or.jp

伊藤 洋二郎\*\*

youjirou.itou@boj.or.jp

大山 慎介\*\*\*

shinsuke.ooyama@boj.or.jp

篠崎 公昭\*

kimiaki.shinozaki@boj.or.jp

宗像 晃\*

kou.munakata@boj.or.jp

No.16-J-1  
2016年1月

日本銀行  
〒103-8660 日本郵便（株）日本橋郵便局私書箱 30 号

\* 調査統計局

\*\* 調査統計局（現 神戸支店）

\*\*\* 調査統計局（現 国際局）

日本銀行ワーキングペーパーシリーズは、日本銀行員および外部研究者の研究成果をとりまとめたもので、内外の研究機関、研究者等の有識者から幅広くコメントを頂戴することを意図しています。ただし、論文の中で示された内容や意見は、日本銀行の公式見解を示すものではありません。

なお、ワーキングペーパーシリーズに対するご意見・ご質問や、掲載ファイルに関するお問い合わせは、執筆者までお寄せ下さい。

商用目的で転載・複製を行う場合は、予め日本銀行情報サービス局 (post.prd8@boj.or.jp) までご相談下さい。転載・複製を行う場合は、出所を明記して下さい。

# 耐久消費財のライフサイクルを通じた価格遷移と新旧製品間の品質向上割合：価格比較サイトのデータを用いた分析\*

安部 展弘†、伊藤 洋二郎‡、大山 慎介§  
篠崎 公昭\*\*、宗像 晃††

2016年1月

## 【要 旨】

本稿では、価格比較サイト「価格.com」の大規模データセットを用い、電気機器・情報通信機器の主要 20 品目を対象に製品のライフサイクルを通じた価格遷移パターンと新旧製品の価格差のうち品質差に起因している割合（品質向上割合）を計測した。電気機器と情報通信機器の多くは、新製品の投入時に採算是正を企図した実質値上げ（値戻し）が行われ、その後、値戻しは剥落していくが、その剥落テンポは時間の経過とともに緩やかになる。また、電気機器は情報通信機器と比べ値戻しの幅が幾分大きく、その剥落テンポは幾分速い傾向がある。新旧製品間の品質向上割合は、電気機器、情報通信機器とも、僅かに右に裾を引いた単峰型の分布を描く。品質向上割合を新製品の発売直後に計測すると、品目ごとにばらつきはあるが、最頻値は、白物家電を中心とする電気機器で 0.5～0.6 程度、デジタル家電を中心とする情報通信機器で 0.6～0.7 程度となり、情報通信機器は電気機器と比べて品質向上割合が幾分高い。これらの結果は、物価指数の品質調整や企業の価格設定行動を考えるうえで重要な含意を持つ。

キーワード：物価指数、品質調整手法、価格設定、ヘドニック・アプローチ

JEL 分類番号：C43、D22、L15

---

\* 本稿の作成過程では、日本銀行の多くのスタッフから貴重なコメントを頂戴した。記して感謝したい。ただし、あり得べき誤りは全て筆者らに帰する。なお、本稿中の意見・解釈にあたる部分は筆者ら個人に属するものであり、日本銀行および調査統計局の公式見解を示すものではない。

† 日本銀行調査統計局 (nobuhiro.abe@boj.or.jp)

‡ 日本銀行調査統計局 (現 神戸支店、youjirou.itou@boj.or.jp)

§ 日本銀行調査統計局 (現 国際局、shinsuke.ooyama@boj.or.jp)

\*\* 日本銀行調査統計局 (kimiaki.shinozaki@boj.or.jp)

†† 日本銀行調査統計局 (kou.munakata@boj.or.jp)

## 1. はじめに

物価指数とは、財・サービスの価格を、ある基準時点を 100 として指数化したものである。世の中に数多く存在する製品から、市場における「代表的な製品」の取引価格を調査対象として選び、その価格を每期継続的に調査して物価指数を作成する。このため、新製品の発売等に伴い、市場における代表的な製品が旧製品から新製品へシフトした場合などには、価格調査の対象とする製品を速やかに変更することとなる。ここで問題となるのは、新旧製品の価格をいかに接続して指数を作成するかという点である。

物価指数は、同じ品質を有する製品の価格変化を捕捉するものである。このため、新旧製品間で品質に違いがある場合には、新旧製品の価格差のうち、品質の違いによる価格差を控除した残りを、実質的な価格変動部分として指数に反映させる。これが物価指数を作成するうえで欠かせない「品質調整」という処理である。

家電製品をはじめとする多くの耐久消費財では、新製品の発売時の価格は、その時点の旧製品の価格と比べて幾分高い傾向があるといわれている。そうした新旧製品の価格差は、新製品の品質向上に対応する価格差部分と採算是正を企図した実質値上げ（値戻し）部分との和と考えられる。しかし、品質向上に見合う価格差と値戻しが、それぞれ定量的にみてどの程度の大きさであるか、また、一つの製品の発売から販売中止までのライフサイクルを通じて値戻しの大きさはどのように変化するか、という点は物価指数の作成実務にとって重要な関心事項であるにもかかわらず、筆者らの知る限り、個々の製品の取引価格に焦点を当てた実証研究は国内外を問わず存在しない<sup>1</sup>。

そこで、本稿では、国内で流通する電気機器・情報通信機器の主要 20 品目に含まれる個々の製品を対象に、新製品投入時の値戻しとその後の時間経過とともにどのように変化していくかという「価格遷移パターン」と、新旧製品の入れ替え時に観察される新製品の品質向上分が、新旧製品の価格差のうち、どの程度を説明できるかという「品質向上割合」を実際に計測する。実証分析では、我が国の最も代表的な価格比較サイトである「価格.com」が格納する約 560 万件に上る大規模なデータセットを用いる<sup>2</sup>。

---

<sup>1</sup> Abe, Enda, Inakura, and Tonogi (2015) は、個々の製品の取引価格データを用いて、新旧製品の入れ替えの影響などを勘案した新たな物価指数（SRI 一橋単価指数）を考案した。ただし、同指数は、容量以外の新旧製品の品質が一定であることを前提としている点などにおいて、問題意識の所在が本稿とは異なる。

<sup>2</sup> <http://kakaku.com/>

本稿の構成は次のとおり。まず、こうした論点に古くから関心を寄せる海外の物価指数作成機関や学会における議論・先行研究を簡潔に紹介したうえで、広く観察される企業の価格設定行動を踏まえ、価格遷移パターンや品質向上割合の特徴点などを数理的に演繹する。次に、「価格.com」が格納する実際の取引価格などのデータの概要や実証分析手法を説明する。続いて、製品のライフサイクルを勘案したヘドニック関数の推計結果を示したうえで、計測された価格遷移パターンや品質向上割合の分布について考察する。最後に、観察された事実を整理するとともに、物価指数の品質調整方法に関する含意に言及する。

## 2. 論点整理

### (1) ボスキン委員会報告書を巡る議論

新旧製品の価格差について、それを新製品の品質向上に伴うものとみなすのか、それとも採算是正を企図した値戻しとみなすのかについては、物価指数を作成する実務家や研究者の間で、品質調整を巡る重要な論点のひとつとして、長年議論が重ねられてきた。

こうした議論の代表例として挙げられるのが、物価指数の品質調整方法に関する米国の「ボスキン委員会報告書」(Boskin Commission Report)を巡る事例である(Advisory Commission to Study the Consumer Price Index(1996)、菅(2005)等)。1980年代から90年代前半までの価格指数の測定に関する論点を整理した同報告書が1996年に公表されたことを契機に、米国では、物価指数の品質調整に起因した計測誤差を巡る議論が活発に行われるようになった。同報告書は、「物価指数の作成を担う労働統計局(Bureau of Labor Statistics:BLS)は、新旧製品の価格差を直接比較することが多く<sup>3</sup>、品質向上分を過小評価している」という旨の批判を展開し、BLSが採用してきた品質調整方法の問題点を指摘した。一方、当のBLSや一部の経済学者(Triplett(1997)、Moulton and Moses(1997)等)は、こうした批判に対し、「新製品投入に合わせて企業が採算是正を企図した値戻しを行っている場合、直接比較の代わりに物価指数が不変となるよう新旧製品を接続すると<sup>4</sup>、かえって品質向上分を過大に評価するおそれがある」旨の反論を行うなど、議論の応酬がみられた。

---

<sup>3</sup> 新旧製品の品質が本質的に同一で、両者の品質差を無視し得るものと判断できる場合に、両者の価格差を全て実質的な価格の引き上げ、すなわち物価の変動とみなして処理する方法(直接比較法)の採用を指す。

<sup>4</sup> 同一条件の下で、一定期間、並行販売された2つの製品の価格比が安定している場合に、同一時点における新旧製品の価格差を全て品質の違いによる価格差とみなし、価格指数を接続する方法(オーバーラップ法)の採用を指す。

このように、ボスキン委員会の報告書を巡っては、品質調整に伴う計測誤差やその対処方法などに関する多くの論点が提示された<sup>5</sup>。本稿が取り組む実証分析は、こうした一連の議論を踏まえ、その前提となる事実を定量的に評価することを通じて、物価指数の作成や企業の価格設定行動に関心を寄せる統計実務家・研究者にとって有益な知見を提供することを目的としている。

## （２）企業の価格設定行動に関する考察

そもそも、なぜ企業は新製品を投入するタイミングに合わせて値戻しを行う傾向にあるのだろうか。国内外を問わず広く観察されるこうした企業の価格設定行動を巡り、本項では、そのミクロ経済学的な基礎付けについて、先行研究に沿ってノンテクニカルな考察を行う。

新製品投入時の企業の値戻し行動や、発売後に下落トレンドをたどるといった製品価格の遷移パターンは、異時点間価格差別の帰結として解釈可能である。家電製品をはじめとした差別化可能な耐久消費財の購買層の中には、「たとえ高額であっても新製品の販売直後に購入したい」といった価格に関し非弾力的な消費者（いわゆる「アーリー・アダプター」）が一定数存在する。利潤最大化を図る企業は、こうした消費者の存在を念頭に、新製品について品質対比高めの価格を設定する（高めのマークアップを設定する）インセンティブを有する。その後、価格に関し非弾力的な消費者が新製品の購入を終えるか見送るかして市場から退出すると、続いて、品質と価格のバランスを考慮して新製品を購入するか否かを定める価格に関し弾力的な消費者（いわゆる「マジョリティ」）への販売を本格化させるため、企業は、消費者の購買意欲（**willingness to pay**）に沿って次第に価格を引き下げる。こうした企業の価格設定行動を反映して、製品を差別化する余地のある多くの耐久消費財では、ライフサイクルを通じて下落トレンドをたどる価格遷移パターンが頻繁に観察されるようになる。

このような企業の価格設定行動に起因した価格遷移パターンは、経験則として古くから知られており、理論的にも数多くのモデルが考案されてきた。また、2000年代半ば以降、価格データの入手可能性の向上とともに同分野における実証研究が本格化し、物価指数に及ぼす影響についても活発に議論されるようになってきた。しかし、その統一的な理解は未だ得られていないようにみえる。

---

<sup>5</sup> このほか、ボスキン委員会報告書が提案した品質調整の誤差の推定方法は主観的すぎるといった批判も寄せられた。これに対し、報告書の著者の一人である R. J. Gordon は、J. M. Keynes の金言を引用し、「(たとえ主観的な要素を含んでいるとしても、) 明確に間違っているより概ね正しい方がよい (“it is better to be imprecisely right than precisely wrong.”)」と反論するなど、品質調整の思想を色濃く映じた論争もみられた (Gordon (1997))。

例えば Aizcorbe, Bridgman, and Nalewaik (2010) は、米国新車市場において、相対的に所得水準が高く価格に関し非弾力的とみられる消費者は、所得水準が低い消費者と比べて新モデルを購入するタイミングが早いことを確認している。同時に、こうした事実は、企業が新製品投入時に値戻しを行うインセンティブを相応に有していることを示唆しており、物価指数の作成時にこうした性質を勘案しなければ、新旧製品の価格差が全て品質向上を反映したものとみなされることにより、品質向上分を過大評価する（物価指数が下方バイアスする）おそれがある、と指摘している。また、Gowrisankaran and Rysman (2012) も、ビデオカメラ市場における企業の価格設定行動について実証研究を行い、製品のライフサイクルを確認するとともに、こうしたライフサイクルが十分に勘案されない場合には、物価指数において値戻しの影響が捨象され、品質向上分が過大評価される可能性がある、と指摘している<sup>6</sup>。他方、Bils (2009) は、多数の耐久消費財について製品のライフサイクルの影響を考慮した推計を行った結果、平均的には新旧製品の価格差の大半（約 3 分の 2）が品質向上に起因するものであったとして、BLS はむしろこうした品質向上を過小評価している（物価指数が上方バイアスする）可能性がある、と批判している。

このように、最新の研究成果から得られる知見を以てしても、「企業の価格設定行動が物価指数にどのような計測誤差をもたらすか」という問題を巡っては、実務家や研究者の間で今もなお見解が分かれている点には留意する必要がある。

### （3）価格遷移パターンと品質向上割合の特徴点

本項では、前項において考察した企業の価格設定行動を前提とした場合、製品のライフサイクルを通じた価格変化の一般的傾向を示す価格遷移パターンと、「新旧製品の価格差のうち品質差に起因している割合」を示す品質向上割合の分布に、それぞれどのような形状がもたらされるかを数理的に演繹することによって、実証分析の実施に先立ってその特徴点を確認する。

企業が異時点間価格差別の発想に沿って新製品投入時に値戻しを行う場合、製品価格は、発売後にライフサイクルを通じて下落トレンドをたどると考えられる。特に価格に非弾力的な消費者による新製品需要には限りがあることから、そうした需要の飽和を背景に製品価格は発売直後からしばらくの間に急速に下落し、その後、値戻し効果が完全に剥落するまでの間は時間経過に伴って比較的緩やかに下落する、といった価格遷移パターンを示すと考えられる。

---

<sup>6</sup> このほか、Melser and Syed (2014) は、スーパーマーケットで販売される非耐久消費財の各品目について価格遷移パターンを描写し、その多くが右下がりになるとともに、そうした製品のライフサイクルが物価指数に下方バイアスをもたらす可能性を指摘している。

製品*i*の発売時点 $\tau_i$ における価格を $p_{i,\tau_i}$ とし、当該価格を1に正規化する。また、発売から $\tau$ 週が経過した時点の製品*i*の価格を $p_{i,\tau_i+\tau}$ と表現するものとする。このとき、当該製品を含む品目全体の製品の平均的な価格遷移パターンは、下に凸の単調減少関数として特徴付けられる。

$$p_{i,\tau_i+\tau|\tau=0} = 1, \quad \frac{\partial E(p_\tau)}{\partial \tau} < 0, \quad \frac{\partial^2 E(p_\tau)}{\partial \tau^2} > 0 \quad (1)$$

他方、製品間の価格の散らばりに着目すると、同一品目に属する製品であってもライフサイクルを通じた価格の下がり方は製品ごとにばらつきがあることから、発売からの時間経過に伴って分散は単調増加すると考えられる<sup>7</sup>。発売時点の製品の価格はいずれも正規化されていることを踏まえると、同一品目に属する製品間の価格の分散は、以下のとおり表現される。

$$\text{Var}(p_{\tau|\tau=0}) = 0, \quad \frac{\partial \text{Var}(p_\tau)}{\partial \tau} > 0 \quad (2)$$

次に、式(1)、(2)を踏まえ、上記の価格遷移パターンをたどる新旧両製品が並行販売されている状況を想定する（図表1）。新製品（製品*j*）の発売時点（ $\tau_j$ ）における旧製品（製品*i*）の価格を $p_{i,\tau_j}$ 、同時点における新製品の価格を $p_{j,\tau_j}$ 、新旧製品の品質差を $\Gamma^{i,j}$ として、新製品発売後 $\tau$ 週が経過した時点における新旧製品間の品質向上割合 $\mu_\tau^{i,j}$ （新旧製品の価格差のうち品質差に起因している割合）を以下のとおり定義する。

$$\mu_\tau^{i,j} \equiv \frac{\Gamma^{i,j}}{p_{j,\tau_j+\tau} - p_{i,\tau_j+\tau}} = \frac{\Gamma^{i,j}}{\Delta_\tau^{i,j}} \quad (3)$$

$\Delta_\tau^{i,j}$ は新製品発売後 $\tau$ 週経過時点の新旧製品の価格差を意味する。なお、品質向上割合の定義上、「1－品質向上割合（ $\mu_\tau^{i,j}$ ）」が新旧製品の入れ替えに伴う実質値上げ分に相当するのは明らかである。

定義式(3)の下、品質向上割合 $\mu_\tau^{i,j}$ の期待値と分散は、以下のとおり近似することが可能（詳細は数学補論1）。

$$E(\mu_\tau) = E\left(\frac{\Gamma}{\Delta_\tau}\right) \approx \frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)} + \frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)^3} \text{Var}(\Delta_\tau) - \frac{\text{Cov}(\Gamma, \Delta_\tau)}{E(\Delta_\tau)^2}$$

$$\text{Var}(\mu_\tau) = \text{Var}\left(\frac{\Gamma}{\Delta_\tau}\right) \approx \left(\frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)}\right)^2 \left(\frac{\text{Var}(\Gamma)}{E(\Gamma)^2} + \frac{\text{Var}(\Delta_\tau)}{E(\Delta_\tau)^2} - \frac{2\text{Cov}(\Gamma, \Delta_\tau)}{E(\Gamma)E(\Delta_\tau)}\right)$$

<sup>7</sup> 例えば Mizuno and Watanabe (2010) は、価格.com に格納されている極めて高い頻度で改定される価格データに基づき、液晶テレビの特定機種についてみた製品価格がランダムウォークすることなどを示している。

このとき、品質向上割合 $\mu_\tau$ の期待値と分散を時間変数 $\tau$ について微分すると、一定の条件の下、以下の関係式を得る（詳細は数学補論2）。

$$\frac{\partial E(\mu_\tau)}{\partial \tau} > 0, \quad \frac{\partial \text{Var}(\mu_\tau)}{\partial \tau} > 0 \quad (4)$$

便宜上、新旧製品間の品質向上割合が単峰型かつ左右均等な分布に従うことと仮定すると、その分布は、式(4)の下、時間経過に伴って裾を拡げつつ右にシフトすることが予想される（図表2）。

このように数理的に演繹された価格遷移パターンおよび品質向上割合の分布の形状に関する特徴点を踏まえ、次節では、電気機器および情報通信機器の主要20品目を対象として、価格比較サイト「価格.com」の実際の取引データに基づく分析を行い、そうした形状が実際のデータから観察されるかを品目ごとに確認することとする。

### 3. 実証分析

#### (1) 分析手順

先に整理した品質調整を巡る議論や先行研究、数理的な演繹結果を踏まえると、製品の平均的な価格遷移パターンは、下に凸の単調減少関数として描写され、新旧製品間の品質向上割合（新旧製品の価格差のうち品質差に起因している割合）は、新旧製品の価格差を全て実質値上げとみなすケースに相当する0%や、価格差を全て品質向上分とみなすケースに相当する100%といった極端な値ではなく、これらの間の値（例えば50%）をとることなどが予想される。

こうした予想を検証するに当たり、本節では、以下の手順に沿って分析を進めることとする。最初に、①今回の実証分析において利用したデータセットの概要を述べたうえで、②被説明変数に製品価格データ、説明変数に製品の品質特性（スペック）データや発売日からの経過週数ダミー、マクロ経済環境をコントロールする時期ダミーを用いたヘドニック関数を推計し、③その結果得られた平均的な価格遷移パターンについて品目別に事実整理を行う。次に、④新旧製品間の品質向上割合を計測する事前準備として、推計対象の製品群から一定の条件に沿って「新旧製品対」を選定する手法について説明する。最後に、⑤選定された新旧製品対についてヘドニック関数の推計結果を用いて新旧製品の品質差を算出し、これを同じ製品対の価格差で割り込むことにより新旧製品間の品質向上割合（新旧製品の価格差のうち品質差に起因している割合）を計測するとともに、その分布特性について考察する。



## (2) データセットの概要

今回の実証分析において利用するデータセットは、耐久消費財の各製品について、高品質の推計モデルを構築するのに必要な多岐に亘るスペック情報と、価格遷移を捕捉するのに必要な高い頻度で改定される価格情報を、整合的かつ包括的に具備している必要がある。こうした条件を踏まえ、本稿は、主に最終消費者に対して価格情報の提供を行う価格比較サイト「価格.com」の格納データを採用することとした<sup>8</sup>。より具体的には、①2012年12月から2015年12月の3年間に同サイトに新規登録された（すなわち当該期間中に新発売されたと解釈可能な）耐久消費財のうち、電気機器および情報通信機器の主要20品目のスペックデータを同サイトから<sup>9</sup>、②2013年12月から2015年12月の2年間の各製品の週次の平均価格（税抜）データを<sup>10</sup>、同サイトの運営会社である株式会社カカコムが提供するマーケティングサービス「価格.com トレンドサーチ Enterprise 版」から、各々取得し、両者を統合することにより、実証分析に適した非バランスのパネルデータセットを構築した。

なお、上記データセットに含まれる品目は、電気機器8品目（エアコン、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機、炊飯器、掃除機、電子レンジ・オーブンレンジ、ドライヤー・ヘアアイロン、空気清浄器）、ならびに情報通信機器12品目（カーナビ、外付けハードディスク、液晶テレビ、液晶モニタ・液晶ディスプレイ、プリンタ、ブルーレイ・DVDレコーダー、ヘッドホン・イヤホン、ビデオカメラ、ノートパソコン、デスクトップパソコン、デジタルカメラ、デジタル一眼カメラ）である。これらの計20品目に含まれる製品数は約4,500、製品数と各製品に対応する週次価格データ数を掛け合わせたサンプル数は約15万。さらに、サンプル数と各製品に対応するスペック系列数など<sup>11</sup>を掛け合わせた、いわゆるデータ総件数は約560万に上る大規模なデータセットとなっている。

---

<sup>8</sup> 当該データを採用するメリットとしては、①データ提供元である価格.comは、幾つかの指標に照らすと、我が国の最も代表的な価格比較サイトであること、②前述の Mizuno and Watanabe (2010) のほか、Mizuno, Nirei and Watanabe (2010)、Nakano and Nishimura (2013) 等の先行研究において当該データを用いた実証研究が既に行われており、データ特性についてある程度のノウハウが蓄積されていること、が挙げられる。

<sup>9</sup> スペックデータ上、「色」の要素を除くと同一とみなせる製品については、分析の頑健性を確保する観点から、そのうち主要な色の一製品のみを分析対象とした。

<sup>10</sup> 2014年4月の消費税率引き上げに起因する分析結果への直接的な影響を除去するため、本稿では、税込総額表示されている元の価格データを税抜価格に変換したうえで、データセットを整備した。このほか本稿では、平均価格データに替えて最安価格データを用いた実証分析も別途実施したが、その結果に特段大きな違いはみられなかった。

<sup>11</sup> 当該製品を含む各品目が備えるスペック系列数に、推計で用いたスペック以外の関連データ系列数である“3”（製品登録日、製品価格データの日付、製品価格）を加算したものの。

### (3) ヘドニック関数の推計

実証分析では、Haan (2004) や Triplett (2006)、Nakano and Nishimura (2013) などの先行研究の知見を踏まえ、製品のライフサイクルを通じた価格遷移の影響を捕捉できるように、製品の発売時点からの時間経過をコントロールする時間ダミー変数を組み込んだ以下のヘドニック関数を推計する<sup>12</sup>。

$$\ln(p_{i,t}) = \alpha + \sum_k \beta_k X_{i,k} + \sum_\tau \gamma_\tau D_t(\tau_i + \tau) + \sum_\tau \delta_\tau D_t(\tau) + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

ただし、 $D_t(T)$ は、以下の条件を満たす離散的なデルタ関数である。

$$D_t(T) = \begin{cases} 1 & (\text{if } t = T) \\ 0 & (\text{if } t \neq T) \end{cases}$$

$p_{i,t}$ は製品*i*の時点*t*における価格、 $X_{i,k}$ は製品*i*の*k*番目のスペック値を指す。 $D_t(\tau_i + \tau)$ および $D_t(\tau)$ は、それぞれ、各製品の発売日 $\tau_i$ からの経過週数をコントロールするダミー変数、データ期間中の各四半期における物価変動等のマクロ経済ショックをコントロールするダミー変数、 $\varepsilon_{i,t}$ は誤差項を意味する。時間変数のうち経過週数ダミーについては、各製品の発売日 $\tau_i$ から時点*t*までの経過日数を7で除したものをを用いる。また、マクロ環境をコントロールする時期ダミーは、時点*t*が含まれる四半期をカレンダー日付に基づくかたちで特定することで、経過週数ダミーとの直交性を確保した。

なお、各製品のスペックには、連続値として表現されるもの（例えばエアコンにおける暖房能力やエネルギー消費効率等）と、ダミーとして表現されるもの（例えばエアコンにおける気流制御機能や衣類乾燥機能の有無等）の両方が存在する。本稿では、品目間の比較可能性を確保することを重視し、スペックデータの定式化については全品目で共通の関数形を用いるものとした。そのうえで、全ての品目について半対数線形 (log-lin) モデルと両対数線形 (log-log) モデルの両方で推計を行い、対数尤度や残差平方和を比較したところ、多くの品目について半対数線形モデルを支持する結果が示されたこと、および ILO (2004) で半対数線形モデルの採用が推奨されていることを踏まえ、本稿では、式(5)として定式化したとおり、全品目について半対数線形モデルを採用した。なお、両対数線形モデルに基づく推計も別途実施したが、価格遷移パターンや品質向上割合の分布の形状に特段の違いはみられなかった。

<sup>12</sup> ヘドニック関数とは、新旧製品の価格差の一部はこれら製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の発想に基づき、製品の諸特性の変化から「品質変化に見合う価格変動」部分と「実質的な価格の引き上げ」部分を定量的に推定するために用いる回帰方程式を意味する。

上記のヘドニック関数では、クロスセクション方向にはスペックデータ $X_{i,k}$ の構成要素のひとつであるメーカーダミー、時系列方向には四半期の時期ダミーによってデータがクラスター化されている。このため、本稿の分析では、全てのデータをプーリングしたうえで、標準的な最小二乗ダミー変数 (Least Square Dummy Variables : LSDV) 推定を実施した<sup>13</sup>。係数推定値の標準誤差については、パネルデータ分析において誤差項の自己相関や分散不均一性に対して頑健な漸近分散推定量をもたらす White period 推計量を採用した (Arellano (1987))。

試行的な推計の結果、他の説明変数との強い多重共線をもたらすことで推計を不安定化させるスペックや、係数推定値が 5% 有意水準または符号条件を明らかに満たさないと考えられるスペックについては、説明変数から逐次除外し、安定的な結果を得るまで推計を繰り返し実施した。

上記手順に沿って実施したヘドニック関数の推計結果は、図表 3 のとおり。サンプル数が豊富なこともあり、品目別にみたヘドニック関数の自由度調整済み決定係数は 0.8~0.9 程度と高い水準を確保できている。各製品の主要なスペックは、メーカーダミーも含めいずれも高い説明力を有している。また、経過週数ダミーについても、その定義上、係数推定値がゼロ近傍となることが予想される発売直後の一定期間を除くと、概ね全ての品目において有意な結果となっている。総じてみれば、本稿のヘドニック推計結果は優れたパフォーマンスを示したといえる。

#### (4) 製品の平均的な価格遷移パターンの計測

次に、製品の平均的な価格遷移パターンを品目ごとに計測する。各製品の品質は時間を通じて不変であり、また物価変動等のマクロ経済環境の変化は時期ダミーによってコントロールされていることから、時間の経過に伴う製品の平均的な価格の変化は、経過週数ダミーの係数推定値の変化として表現される。そこで、製品の発売から販売中止までのライフサイクルにおける平均的な価格遷移パターン (値戻しの剥落パターン) の形状を品目ごとに描写することを目的として、式(5)における経過週数ダミーの係数推定値 ( $\exp(\hat{\gamma})$ ) を製品発売日からの経過週数 ( $t - \tau_i$ ) についてプロットした (図表 4)。

価格遷移パターンを観察すると、洗濯機とドライヤー・ヘアアイロンを除くほとんど全ての品目において、程度に違いはあるものの、発売から時間が経つ

---

<sup>13</sup> スペック情報を欠損している製品は、推計の対象から除外した。ただし、特定のスペック情報を欠損した製品が多数に上る場合には、十分なサンプル数を確保する観点から、逆に当該スペックをデータセットから除外する措置を講じた。

につれて製品価格が下落する傾向が認められた。すなわち、製品発売時に幾分高めに設定される価格には、時間を通じて不変と考えられる品質向上分だけでなく、時間経過とともに剥落すると考えられる新製品投入時の値戻しも含まれているとみられる。

また、ほとんどの品目において、製品価格の下落テンポが時間の経過とともに緩やかなものとなっていく傾向も観察された。これは、価格に関し非弾力的な少数の消費者を対象に新製品発売時に高めの価格を設定した後、製品需要の段階的な飽和に伴うしばらくの間の急速な下落を経て、その後は緩やかに価格を引き下げることによってより多くの消費者に訴求しようとする異時点間価格差別に即した企業の価格設定行動を反映していると解釈される。この間、同一品目内の製品価格の分散（標準偏差）は、発売からの時間の経過に伴って緩やかに増加している。

次に、価格遷移パターンを各品目について観察すると、総じてみれば、電気機器は情報通信機器と比べ値戻し幅が幾分大きく、その後の製品価格の下落テンポも幾分速い傾向があることが分かる。より仔細にみると、特に冷蔵庫・冷凍庫や炊飯器、掃除機、電子レンジ・オーブンレンジといった白物家電では、新製品の発売直後からしばらくの間、価格がはっきりと下落した後、そのテンポが緩やかになる傾向があるのに対し、外付けハードディスクや液晶モニタ・液晶ディスプレイ、プリンタ、ノートパソコン、デスクトップパソコンといったデジタル家電については、白物家電ほどはっきりとした価格下落がみられない傾向がある。

こうした違いは、消費者が白物家電とデジタル家電を評価する際の視点の相違を反映したものと考えられる。白物家電については、数量化できる品質以外の要素（例えば製品のデザインや広告媒体を通じて喚起する製品イメージなど）が消費者から評価されやすい面があるため、個々の製品を差別化しやすく、製品の価格競争がデジタル家電と比べて緩い傾向にある。その結果、新製品投入時に比較的大きな値戻しを行うことができ、その後は時間経過とともに値戻し分が大きく剥落していくパターンをたどる。

一方、デジタル家電については、数量化できる品質に着目して消費者が製品を評価する傾向が比較的強いため、品質以外の面で製品を差別化できる余地があまりなく、消費者に対する訴求は白物家電よりも厳しい状況にあると考えられる。こうした環境の違いを映じて、デジタル家電では、新製品投入時に品質差に相当する程度の値上げはできるものの、それを超えた大幅な値戻しを行うことは容易ではなく、全体として値戻しは小幅なものに止まる。その結果、時

間経過とともに剥落する値戻し分も白物家電と比べ小さくなることから、製品価格がさほど下落しない、と解釈することができる<sup>14</sup>。

### （５）新旧製品対の選定

前項において計測した価格遷移パターンは、一つの製品の平均的なライフサイクル、すなわち新製品として発売され、その後に時間経過とともにどのように価格が下落していくかを示したものである。その考察が妥当かどうかを別の角度から検証するためには、新製品投入時にどの程度実質値上げが行われているのか、言い換えると、新製品投入時の新旧製品の価格差のうち、新製品による品質向上分がどの程度を占めているか（新旧製品間の「品質向上割合」）、を把握することも有益である。

こうした新旧製品間の品質向上割合を計測するには、新旧製品の組み合わせをどのように選定するかが大きな問題となる。そこで、本項では、品質向上割合を計測する際の基となる「新旧製品対」の選定方法について説明する。

新旧製品対を厳密に選定しようとなると、本来、各メーカーおよび各製品のラインナップを正確に把握し、発売された新製品がどのラインナップに属する既存製品の後継機種に当たるかをその都度判断し、特定する必要がある。しかし、製品の機種名（製品コード）やスペック等の客観的な情報だけで同一ラインナップに属する後継機種か否かを識別するのは容易ではなく、最終的には主観的な判断に頼らざるを得なくなる。また、メーカーによっては、新製品の発売を契機に製品ラインナップを見直すことも多く、新製品発売前のラインナップを前提に、新製品がどの旧製品の後継機種に当たるか否かを判断しようとする事自体が適切ではないケースも多い。

上記の点を踏まえ、本稿では、次ページの①～④の選定条件を満たすものを広く新旧製品対と定義することにより、製品対の選定に係る恣意性を極力排除することを重視した。

---

<sup>14</sup> ちなみに、本稿の分析を基礎付けているヘドニック関数は、選好分布と所得分布を所与としたときの各製品のスペックに関する消費者の買値関数（bid function）の包絡線とみなすことが可能である（太田（1980）、白塚（1998））。このような理論的解釈に鑑みると、ヘドニック推計の結果として導出された右下がりの価格遷移パターンは、消費者からみると時間の経過に伴って耐久消費財が陳腐化するのに連れて、そこから得られる限界効用が時間の経過とともに逡減する関係を表現したものである、といった解釈も可能である。すなわち、価格遷移パターンの形状の違いは、（消費者の主観的評価に基づく）製品陳腐化のテンポの違いを反映したものともいえる。

【新旧製品対の選定条件】<sup>15</sup>

- ① 新製品の発売日（登録日）が旧製品より後である
- ② 新旧製品が同一メーカー製である
- ③ 新製品の発売日の価格が旧製品の同日の価格より高い ( $p_{j,\tau_j} > p_{i,\tau_j}$ )
- ④ 新製品の品質が旧製品の品質より優れている ( $\sum_k \beta_k X_{j,k} > \sum_k \beta_k X_{i,k}$ )

(6) 新旧製品対に基づく品質向上割合の計測

上記①～④の条件に沿って選定した新旧製品対に基づき、本項では、個々の製品対について品質向上割合（新旧製品の価格差のうち品質差に起因している割合）を計測し、その分布形状についての考察を行う。時点 $\tau$ における、対となる旧製品と新製品の間の品質向上割合 $\mu_\tau^{i,j}$ を、式(3)の考え方に基づいて、以下のとおり定義する。

$$\mu_\tau^{i,j} \equiv \frac{\sum_k \beta_k (X_{j,k} - X_{i,k})}{\ln(p_{j,\tau_j+\tau}) - \ln(p_{i,\tau_j+\tau})} \quad (6)$$

この定義に従って新旧製品対ごとに $\mu_\tau^{i,j}$ を算出したうえで、そのヒストグラムおよびヒストグラムを連続関数で近似したものであるカーネル密度関数を描写

<sup>15</sup> これら①～④の選定条件は、新旧製品間の品質向上割合を計測する趣旨に鑑みれば、いずれも適当な条件だといえる。しかし、これらの条件だけでは、異なるラインナップに属する製品同士の新旧機種組合せ（例えば「低品質・普及モデルの旧機種」と「高品質・上位モデルの新機種」の組合せ）を新旧製品対から除外することができない。選定方法の客観性を確保することと選定結果の適切性を確保することはトレードオフの関係にあり、どちらを重視するかはケースバイケースで判断すべき問題であるが、選定方法の客観性を重視して新旧製品対の選定を行った場合、分析結果に何らかのバイアスがもたらされることを懸念する向きもあろう。

こうしたバイアスに関する懸念を払拭するため、本稿では、「同一ラインナップに属する製品の新旧機種間の品質差は、異なるラインナップに属する製品の新旧機種間の品質差と比べて相対的に小さい」傾向や、「メーカーが付与する機種名（製品コード）を観察すると、同一ラインナップに属する製品同士の機種名は概ね似通っている一方、異なるラインナップに属する製品同士の機種名は相対的に大きく異なる」傾向があることに着目した。そして2種類の手法をそれぞれ用いて、異なるラインナップに属する可能性が高いとみなされる新旧機種組合せを新旧製品対から除外することでロバストネスチェックを実施した。相対的な品質差に着目した手法については補論1を、二つの文字列の乖離の程度を計測する指標である「レーベンシュタイン距離」(Levenshtein distance)に着目した手法については補論2を、それぞれ参照のこと。ただし、予め結論を述べると、どちらの手法を用いた場合であっても、得られる結論は①～④の選定条件のみに基づいて分析した本論の結論と大差なく、本論の分析結果の頑健性を概ね追認する結果となっている。

する。なお、前述のとおり、「1-品質向上割合 ( $\mu_t^{ij}$ )」は「新旧製品の価格差のうち、品質差に起因するものではない実質値上げに相当する比率」に相当することになる。

図表5は、分析結果の全体感を示す観点から、電気機器・情報通信機器全体について品質向上割合の分布を表現したものである。時間経過に伴い分布形状も変化すると考えられるため、新製品発売直後(1週間目)、1か月後(5週間目)、3か月後(13週間目)の3時点について、それぞれ分布を描写した<sup>16</sup>。

品質向上割合の分布をみると、電気機器、情報通信機器とも、僅かに右に裾を引いた単峰型の分布となっている。新製品発売直後の品質向上割合の最頻値をみると、電気機器は0.5~0.6程度、情報通信機器は0.6~0.7程度となっており、情報通信機器の方が幾分高めである。言い換えると、新製品発売直後の時点では、新旧製品の価格差のうち実質値上げに起因している部分が電気機器で40~50%、情報通信機器で30~40%を占めていることを意味する。これは、先述のとおり消費者が白物家電とデジタル家電を評価する際の視点の相違を反映し、デジタル家電を中心とする情報通信機器では製品のデザインやイメージといった数量化できる品質以外の要素が製品価格に及ぼす影響が比較的小さく、値戻しが難しい可能性を示唆している。また、電気機器、情報通信機器とも、時間の経過に伴い品質向上割合の分布が緩やかに右にシフトし、しばらくの間は裾が広がる傾向にある。これは、時間経過に伴い値戻しが剥落していくこと、その剥落のパターンは一定期間ばらつきを広げていくこと、を示している。

もっとも、新製品発売直後に観察された電気機器と情報通信機器の品質向上割合の分布形状の差異が、時間が経つにつれ次第に縮小していき、3か月後になると比較的よく似た形状になっている点は興味深い。各品目の特性が強く作用する新製品投入時の値戻し度合いの違い等を映じて、しばらくの間は品質向上割合の分布形状に相応の差異が生じると考えられるものの、時間の経過とともにそうした影響が減衰し、その結果、分布の形状も似通ったものになった可能性がある。こうした推察は十分な理論的裏付けを伴うものではないが、物価指数の作成実務の観点から示唆に富む現象であるため、今後の研究課題としたい。

図表6は、各品目について、新製品発売直後、1か月後および3か月後の品質向上割合の分布を表現したものである。これをみると、電気機器および情報通信機器について観察された事実は、概ね全ての品目においても同様に観察され

<sup>16</sup> 新製品投入後3か月ほど経過すると、値戻し幅の剥落テンポが緩やかになるため、品質向上割合の分布形状の変化も僅少なものとなる。このため図表5、6および補論図表では、発売3か月後までの分布を描写するに止め、それ以降の変容については捨象した。

ることが分かる。すなわち、各品目の品質向上割合の分布は僅かに右に裾を引いた単峰型の分布を示しており、新製品の発売直後から 3 か月後までの間にみられた最頻値も 0.5~0.7 程度の範囲に収まっていること（新旧製品の価格差のうち実質値上げが占める比率が 30~50%の範囲に比較的多く分布していること）が分かる。また、時間の経過に伴い品質向上割合の分布も緩やかに右にシフトし（実質値上げが占める比率が低下し）、裾が広がる傾向も、同じく観察される。

#### 4. おわりに

##### （1）主な分析結果

新製品発売時にしばしば観察される新旧製品の価格差について、それを新製品の品質向上に見合うものとみなすのか、それとも採算是正を企図した企業の価格設定行動の帰結とみなすのかは、物価指数を作成するうえで古くて新しい問題である。実態は両者の影響がともに価格差に反映されていると考えるのが適切と思われるが、その具体的な影響度合いに関しては実務的にも学術的にも結論が出ていなかった。

こうした状況下、本稿では、国内で流通する電気機器および情報通信機器の主要 20 品目を対象に、我が国の最も代表的な価格比較サイトである「価格.com」の大規模データセットを用いて実証分析を行い、耐久消費財のライフサイクルを通じた価格遷移の平均的な傾向や、新旧製品の価格差のうち品質差に起因する割合を品目別に計測した。

その結果、①電気機器、情報通信機器とも、新製品の投入時に採算是正を企図した実質値上げ（値戻し）が行われ、②値戻しの剥落テンポは時間の経過とともに緩やかになる傾向があること、③電気機器は情報通信機器と比べて値戻し幅が幾分大きく、値戻しの剥落テンポが幾分速いことが判明した。また、④新旧製品の価格差のうち品質差に起因している割合を示す品質向上割合については、電気機器、情報通信機器とも、僅かに右に裾を引いた単峰型の分布を描くことや、⑤品質向上割合を新製品の発売直後に計測したときの最頻値は、品目によって多少のばらつきがあるものの、電気機器では 0.5~0.6 程度、情報通信機器では 0.6~0.7 程度となり、情報通信機器は電気機器と比べて品質向上割合が幾分高い（言い換えると、情報通信機器は電気機器と比べて実質値上げが占める比率が幾分低い）といった事実も観察された。

筆者らの知る限り、国内外を問わず、本稿のように個々の製品の取引価格に焦点を当ててこのような実証分析が行われたことはない。本稿の分析結果は、



物価指数等の作成に関わる統計実務家のみならず、広く企業の価格設定行動に関心を寄せる研究者にとっても興味深いものではないかと思料される。

ただし、本稿の分析は、データ入手上の制約から、2013年12月～2015年12月のみを推計期間としている点には留意が必要である。当該期間のマクロ経済環境は落ち着きをみせており、少なくとも本稿の分析の射程では、比較的安定した推計結果を得られる期間であったと思われる<sup>17</sup>。しかし、先々、大規模自然災害や国際金融市場の動揺といったマクロ経済ショックに見舞われた場合や、画期的な技術革新が生じた場合などには、誘導形回帰モデルの限界もあり、実態を反映した真の姿が本稿の分析結果から乖離する可能性は否めない<sup>18</sup>。筆者らが計測した価格遷移パターンや品質向上割合の分布は、外生的なショックによって変化する可能性がある旨を念頭に、幅を持つてみる必要がある。

また、製品のライフサイクル最末期に観察される価格データは、取扱店舗の減少を主因に、上下に激しく変動するなど不安定な挙動を示す。このため本稿では、各製品のライフサイクルを捕捉する期間を、発売日から概ね1年以内(52週間目まで)に止めた。こうした措置を講じることで安定的な推計結果を得られるようになった一方、その後に観察される可能性がある旧機種在庫処分等に伴う特異な価格遷移を本稿の分析対象外とした点には、留意が必要である。

## (2) 物価指数の品質調整方法に関する含意

ボスキン委員会報告書を巡る議論において述べたとおり、新製品の品質向上と採算是正を企図した値戻しがともに新旧製品の価格差に影響している場合、新旧製品の品質を全く同一とみなす(直接比較法)のも、新旧製品の価格差を全て品質の違いによる差とみなす(オーバーラップ法)のも、どちらもいわば極端な仮定に依拠しており、物価指数に計測誤差をもたらしかねない。

---

<sup>17</sup> 本稿の推計モデル上、製品価格のデータは全て税抜価格に変換されているうえ、全ての製品に同時に影響を及ぼす外生的な一般物価ショックも時期ダミーによって吸収される仕組みとなっている。このため、2014年4月の消費税率引き上げは、価格遷移パターンや品質向上割合の計測といった本稿の主たる分析結果に直接的な影響を及ぼすものではない。ちなみに、同年第1四半期と第2四半期の時期ダミーの係数推定値を比較すると、品目ごとにばらつきはあるものの、第2四半期にかけて税抜価格の下落が確認された。税率引き上げ直後の消費マインドの冷え込みを受け、企業が消費者の負担感を緩和するような価格訴求を行った可能性も示唆される。もっとも、本稿の分析の枠組みでは、税率引き上げを睨んで企業が特別な販売戦略を展開した場合の影響などを十分に勘案できない可能性があるため、上記の考察は幅を持つてみる必要がある。

<sup>18</sup> 例えば平形(2005)は、ヘドニック関数の時系列的な不安定性が、品質調整の過程を通じて物価指数に影響を及ぼす可能性を指摘している。本稿では、念のためデータ期間を前半・後半1年間ずつに分割した推計も別途実施したが、結果に大きな違いはみられなかった。

上記の中間に当たる品質調整方法の一つとしてヘドニック法が挙げられるが、同方法では、高い精度を得るためには最新かつ大量のスペックデータが必要となるため、物価指数作成機関の資源制約も相俟って、適用品目を広げることは相応の困難を伴う。Nair (2004) が指摘するように、各国におけるヘドニック法の適用は限定的な範囲に止まっており、特にその費用対効果を勘案すると、今後も直接比較法やオーバーラップ法といった標準的な品質調整方法に取って代わるものではない<sup>19</sup>。

こうした状況下、海外の一部機関では、新製品の品質向上に伴って「隠れた実質価格の引き上げ」が疑われるものの、それがどの程度か分からない場合、「新旧製品の価格差の 50%を品質向上分とみなす」旨の簡便的な品質調整方法（以下、「50%ルール」）が適用されてきた。例えばオランダでは、白物家電や映像音響機器等の品目において、新製品の品質向上に伴って隠れた実質価格の引き上げが疑われるものの、それがどの程度か分からない場合に、この 50%ルールが適用されている（Hoven(1999)）<sup>20</sup>。これと同じ品質調整方法は、スウェーデンにおいて自動車を除く輸送用機械に適用されている（Dalen and Tarassiouk (2013)）ほか、ドイツでも、次善の策として過去に適用された実績があるようだ（Hoffmann (1999)）<sup>21</sup>。我が国においても、太田 (1980) が、「オーバーラップ法や直接比較法が適切であるとかかなりの信念をもって判断できる場合を除けば、新旧製品の価格差の半分を品質差とするのがよい。これは、品質がよく分からない状況を想定すると、不確実性の下でリスクを最小化する手法であるという点で支持される」などとして 50%ルールを提唱していた例が存在する。

---

<sup>19</sup> このほか、同じく直接比較法とオーバーラップ法の中間に当たる品質調整方法として、「コスト評価法」（調査先企業からヒアリングした新旧製品の品質変化に要したコストを新旧製品の品質差に対応する価格差とみなし、新旧製品の価格差の残り部分を「実質的な価格の引き上げ」として処理する方法）が挙げられる。もっとも、同方法は価格調査に対する調査先企業の多大な協力が不可欠なことから、適用品目の拡大は必ずしも容易ではない。

<sup>20</sup> 同国の物価統計を作成するオランダ統計局は、こうした品質調整方法について、「採算是正を目的として、旧機種を販売停止にするとともに相対的に高価格な新機種の販売を促進しようとする典型的な企業行動を踏まえて導入した」と説明している。

<sup>21</sup> このほか、欧州の一部の国は、50%ルールに類似した発想に基づく品質調整方法である「オプションコスト法」を採用している。これは、一部の耐久消費財を対象に、旧製品ではオプション装備であったが新製品では標準装備とされた機能について、旧製品に当該オプションを追加するための価格の半分を新旧製品の品質差とみなす方法を指す。オプション価格の全部でなく半分以上を品質差とみなす理由は、新製品が装備した当該標準機能について、全ての消費者が効用を感じる訳ではない点などを考慮したため。不確実な品質の評価に対して、「半分」という先験的な値を用いるという意味では、50%ルールの発想に近い。例えばスウェーデンにおける自動車への適用事例については Dalen and Tarassiouk (2013) を、英国における PC への適用事例については Ball and Allen (2003) を参照。

しかし、このように国内外で提案・採用されてきた 50%ルールは、いずれも理論的・実証的に十分に裏付けられたものではない。50%ルールは、「先験的な情報を持ち合わせない下で不確実性を最小化する実践的な対処方針を統計実務家に示唆する、いわば経験則 (rule of thumb) に近いもの」とさえいえる。これに対し本稿の実証分析結果は、家電製品をはじめとする多くの耐久消費財について、新旧製品間の品質向上割合の最頻値が、品目ごとに多少のばらつきはあるものの、総じてみれば (0 や 1 といった極端な水準ではなく) 0.5 に近い水準にある旨を示すことにより、50%ルールの妥当性を概ね裏付けるものとなっている<sup>22</sup>。適用根拠が脆弱であった 50%ルールを次善の策としてある程度正当化し、対外説明力を向上させることにより同ルールの適用余地を拡大させ、ひいては厳しい資源制約下にあっても採用しやすい物価指数の精度を向上させる一つの方策を提案する点において、本稿の分析結果は、研究者のみならず、物価指数を実際に作成する役割を担う実務家にとっても有益なものであると考えられる<sup>23</sup>。

以 上

---

<sup>22</sup> 国内外で提案・採用されてきた事例は新旧製品の「価格差」について 50%ルールの適用を意識している一方、本稿の分析は新旧製品の「価格比」(対数価格差)について品質向上割合を計測したものとなっている。もっとも、新旧製品の価格比が 1 に近い、すなわち両者の価格水準に大幅な乖離がないならば、両者の違いは無視し得るものとなる。

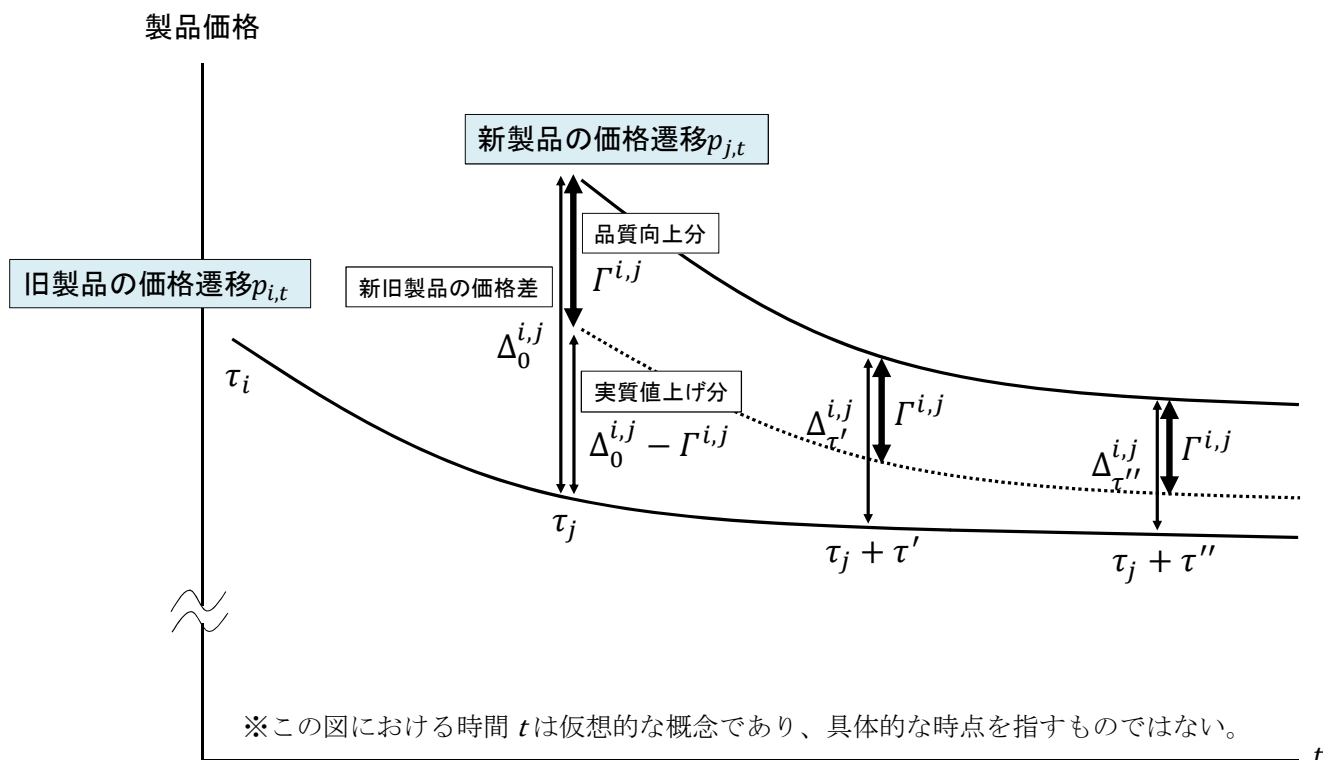
<sup>23</sup> 日本銀行では、現在、企業物価指数の基準改定(現行の 2010 年基準指数から 2015 年基準指数への移行)に向けた作業を進めている。この基準改定では、一部の品目(民生用電気機器 8 種および情報通信機器 10 種)について、他の品質調整方法の適用が困難な場合のセカンドベストな手法として、50%ルールの発想に基づいた新たな品質調整方法である「オンライン価格調整法」の導入を検討している。詳細については、日本銀行調査統計局(2015)を参照。

## (参考文献)

- Abe, N., T. Enda, N. Inakura, and A. Tonogi (2015), "Effects of New Goods and Product Turnover on Price Indexes," RCESR Discussion Paper Series No.DP15-2.
- Advisory Commission to Study the Consumer Price Index (1996), "Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living," *Final Report to the Senate Finance Committee*. Available online at <https://www.ssa.gov/history/reports/boskinrpt.html>
- Aizcorbe, A., B. Bridgman, and J. Nalewaik (2010), "Heterogeneous Car Buyers: A Stylized Fact," *Economics Letters*, 109.1, pp.50-53.
- Arellano, M. (1987), "Computing Robust Standard Errors for Within-groups Estimators," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 49, pp.431-434.
- Ball, A. and A. Allen (2003), "The Introduction of Hedonic Regression Techniques for the Quality Adjustment of Computing Equipment in the Producer Prices Index (PPI) and Harmonised Index of Consumer Prices (HICP)," *Economic Trends*, Office for National Statistics, UK, 592, pp.30-36.
- Bils, M. (2009), "Do Higher Prices for New Goods Reflect Quality Growth or Inflation?" *The Quarterly Journal of Economics*, 124.2, pp.637-675.
- Dalen, J. and O. Tarassiouk (2013), "Replacements, Quality Adjustments and Sales Prices," presented at the 13th meeting of the International Working Group on Price Indexes, Copenhagen.
- Gordon, R. J. (1997), comments on Moulton and Moses (1997) "Addressing the Quality Change Issue in the Consumer Price Index," *Brookings Papers on Economic Activity*, pp.305-366.
- Gowrisankaran, G. and M. Rysman (2012), "Dynamics of Consumer Demand for New Durable Goods," *Journal of Political Economy*, 120.6, pp.1173-1219.
- Haan, J. de (2004), "Direct and Indirect Time Dummy Approaches to Hedonic Price Measurement," *Journal of Economic and Social Measurement*, 29.4, pp.427-443.
- Hoffmann, J. (1999), "The Treatment of Quality Changes in the German Consumer Price Index," presented at the 5th meeting of the International Working Group on Price Indexes, Reykjavik.
- Hoven, L. (1999), "Some Observations on Quality Adjustment in the Netherlands," presented at the 5th meeting of the International Working Group on Price Indexes, Reykjavik.
- International Labour Organization (2004), "Adjusting for Quality Change" in "Consumer Price Index Manual: Theory and Practice", Ch. 7.
- Melser, D. and I. A. Syed (2014), "Life Cycle Price Trends and Product Replacement: Implications for the Measurement of Inflation," UNSW Business School Research Paper No.2014-ECON-40.

- Mizuno, T., M. Nirei, and T. Watanabe (2010), “Closely Competing Firms and Price Adjustment: Some Findings from an Online Marketplace,” *The Scandinavian Journal of Economics*, 112.4, pp.673-696.
- Mizuno, T. and T. Watanabe (2010), “A Statistical Analysis of Product Prices in Online Markets,” *The European Physical Journal B*, 76.4, pp.501-505.
- Moulton, B. R. and K. E. Moses (1997), “Addressing the Quality Change Issue in the Consumer Price Index,” *Brookings Papers on Economic Activity*, pp.305-366.
- Nair, B. P. (2004), “Use of Hedonic Regression Methods for Quality Adjustments in Statistics New Zealand,” presented at New Zealand Association of Economists Conference 2004.
- Nakano, S. and K. Nishimura (2013), “Welfare Gain from Quality and Price Development in the Japan’s LCD TV Market,” *Journal of Evolutionary Economics*, 23, pp.889-908.
- Triplett, J. E. (1997), “Measuring Consumption: The Post-1973 Slowdown and the Research Issues,” *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, pp.9-42.
- Triplett, J. E. (2006), “Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products,” OECD Publishing.
- 太田誠 (1980) 『品質と価格—新しい消費者の理論と計測』、創文社
- 白塚重典 (1998) 『物価の経済分析』、東京大学出版会
- 菅幹雄 (2005) 『物価指数の測定論—マイクロデータによる計量経済学的接近』、日本評論社
- 日本銀行調査統計局 (2015) 「企業物価指数・2015年基準改定の基本方針」、日本銀行調査論文
- 平形尚久 (2005) 「ヘドニック関数の時系列変化と価格指数への影響について—デスクトップパソコンのケース—」、日本銀行ワーキングペーパーシリーズ No.05-J-1

新旧製品の価格差に占める品質向上分と実質値上げ分の概念図



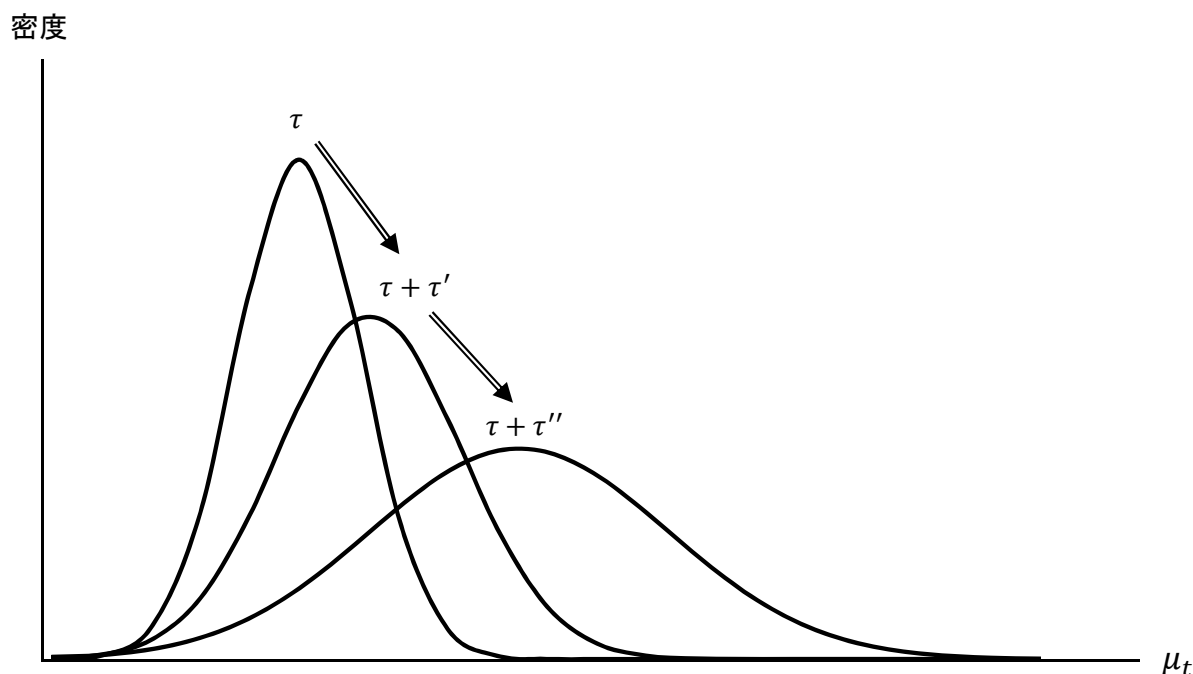
$$\begin{aligned}
 p_{j,t} - p_{i,t} &= \Delta_{t-\tau_j}^{i,j} \\
 &= \underbrace{\Gamma^{i,j}}_{\substack{t \text{ 時点の新旧製品の} \\ \text{価格差}}} + \underbrace{\left( \Delta_{t-\tau_j}^{i,j} - \Gamma^{i,j} \right)}_{\substack{t \text{ 時点で残存している} \\ \text{実質値上げ(値戻し)分}}}
 \end{aligned}$$

新製品の品質向上分  
(時間について不変)

※ 新製品の品質向上分  $\Gamma^{i,j}$  は時間について不変なので、時間の経過に伴う新旧製品の価格差の縮小は、実質的な値上げ幅の縮小（値戻し分の剥落）に対応することが分かる。すなわち、

$$\frac{\partial(p_{j,t} - p_{i,t})}{\partial t} = \frac{\partial \Delta_{t-\tau_j}^{i,j}}{\partial t} < 0$$

新製品投入後の時間経過に伴う品質向上割合の分布形状の変化



$$\text{品質向上割合} : \mu_t^{i,j} = \frac{\Gamma^{i,j}}{\Delta_t^{i,j}}$$

※ 新旧製品の価格差 $\Delta_t^{i,j}$ のうち品質差 $\Gamma^{i,j}$ に起因している割合を示す品質向上割合 $\mu_t^{i,j}$ が単峰型かつ左右均等な分布に従うとすれば、一定の条件の下、その分布は、新製品投入後の時間経過 ( $\tau \Rightarrow \tau + \tau' \Rightarrow \tau + \tau''$ ) に伴って、次第に裾を拡げつつ右にシフトする。すなわち、

$$\underbrace{\frac{\partial E(\mu_t)}{\partial t} > 0,}_{\text{分布の中心の右シフト}} \quad \underbrace{\frac{\partial \text{Var}(\mu_t)}{\partial t} > 0}_{\text{分布の裾の拡大}}$$

## ヘドニック推計結果 (電気機器①)

## (1) エアコン

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		10.239 (0.153)	***
暖房能力(鉄筋洋室目安)[畳]		0.041 (0.004)	***
低温暖房能力[kW]		0.025 (0.009)	**
APF(通年エネルギー消費効率)		0.072 (0.021)	***
体感センサーダミー	本体	0.076 (0.021)	***
	リモコン	0.262 (0.066)	***
除菌ダミー		0.107 (0.030)	***
衣類乾燥ダミー		0.168 (0.024)	***
フィルター自動洗浄ダミー		0.162 (0.025)	***
快適気流/気流制御ダミー		0.206 (0.052)	***
新冷媒R32ダミー		0.096 (0.028)	***
再熱除湿ダミー		0.078 (0.025)	**
音声ガイドダミー		0.119 (0.026)	***
メーカーダミー	A社	0.148 (0.034)	***
	B社	0.284 (0.040)	***
	C社	0.278 (0.034)	***
	D社	0.146 (0.039)	***
	E社	0.121 (0.039)	**
経過週数ダミー	2週目	0.006 (0.014)	
	3週目	0.000 (0.019)	
	4週目	-0.032 (0.019)	
	5週目	-0.042 (0.020)	*
	6週目	-0.059 (0.020)	**
	7週目	-0.067 (0.020)	***
	8週目	-0.079 (0.020)	***
	9週目	-0.100 (0.020)	***
	10週目	-0.120 (0.020)	***
	11週目	-0.130 (0.020)	***
	12週目	-0.137 (0.020)	***
	13週目	-0.154 (0.020)	***
自由度調整済み決定係数		0.870	
回帰の標準誤差		0.159	
被説明変数の平均値		11.836	
被説明変数の標準偏差		0.441	
製品数		536	
サンプル数		20,135	
スペックデータ数		30	
データ総件数		664,455	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## (2) 冷蔵庫・冷凍庫

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		9.992 (0.063)	***
定格内容積[L]		0.003 (0.000)	***
切り替え室[L]		0.003 (0.001)	*
省エネ基準達成率[%]		0.001 (0.000)	***
脱臭ダミー		0.136 (0.052)	**
自動製氷ダミー		0.150 (0.024)	***
メーカーダミー	A社	0.231 (0.076)	**
	B社	0.352 (0.082)	***
	C社	2.191 (0.120)	***
	D社	0.288 (0.077)	***
	E社	0.354 (0.080)	***
	F社	0.366 (0.085)	***
	G社	0.431 (0.083)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.035 (0.016)	*
	3週目	-0.044 (0.017)	*
	4週目	-0.068 (0.018)	***
	5週目	-0.055 (0.028)	
	6週目	-0.111 (0.019)	***
	7週目	-0.143 (0.021)	***
	8週目	-0.153 (0.025)	***
	9週目	-0.188 (0.020)	***
	10週目	-0.199 (0.020)	***
	11週目	-0.215 (0.020)	***
	12週目	-0.229 (0.020)	***
	13週目	-0.239 (0.020)	***
自由度調整済み決定係数		0.940	
回帰の標準誤差		0.163	
被説明変数の平均値		11.745	
被説明変数の標準偏差		0.662	
製品数		321	
サンプル数		10,910	
スペックデータ数		20	
データ総件数		250,930	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。



## ヘドニック推計結果 (電気機器②)

## (3) 洗濯機

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		10.304 (0.227)	***
洗濯容量[kg]		0.123 (0.013)	***
騒音レベル[dB]		-0.014 (0.004)	***
洗濯機スタイルダミー	洗濯乾燥機	0.432 (0.041)	***
開閉タイプダミー	左開き	0.368 (0.050)	***
	(ベースは上開き) 右開き	0.503 (0.064)	***
自動掃除ダミー		0.139 (0.032)	***
風呂水ポンプダミー		0.088 (0.043)	*
メーカーダミー	A社	0.178 (0.033)	***
	B社	0.367 (0.058)	***
	C社	0.239 (0.045)	***
	D社	0.113 (0.043)	**
経過週数ダミー	2週目	0.009 (0.011)	
	3週目	0.034 (0.016)	*
	4週目	0.029 (0.020)	
	5週目	0.027 (0.016)	
	6週目	0.000 (0.021)	
	7週目	0.006 (0.023)	
	8週目	0.014 (0.024)	
	9週目	0.021 (0.026)	
	10週目	0.013 (0.024)	
	11週目	0.022 (0.025)	
	12週目	0.018 (0.025)	
	13週目	0.008 (0.024)	
自由度調整済み決定係数		0.894	
回帰の標準誤差		0.196	
被説明変数の平均値		11.307	
被説明変数の標準偏差		0.604	
製品数		154	
サンプル数		3,880	
スベックデータ数		21	
データ総件数		93,120	
※ ( )内は、標準誤差。			
※ ***は0.1%水準、**は1%水準、*は5%水準でそれぞれ有意。			

## (4) 炊飯器

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		8.217 (0.083)	***
炊飯時消費電力量[Wh/回]		-0.004 (0.001)	***
内釜の厚さ[mm]		0.127 (0.010)	***
重さ[kg]		0.305 (0.018)	***
タイプダミー(ベース	IH炊飯器	0.713 (0.058)	***
	はマイコン炊飯器) 圧力IH炊飯器	0.711 (0.079)	***
スチームダミー		0.362 (0.068)	***
蒸気セーブダミー		0.161 (0.052)	**
メーカーダミー	A社	0.298 (0.073)	***
	B社	0.338 (0.060)	***
	C社	0.231 (0.089)	**
	D社	0.406 (0.055)	***
	E社	0.184 (0.060)	**
	F社	0.257 (0.057)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.044 (0.023)	
	3週目	-0.090 (0.024)	***
	4週目	-0.122 (0.026)	***
	5週目	-0.145 (0.026)	***
	6週目	-0.167 (0.026)	***
	7週目	-0.179 (0.027)	***
	8週目	-0.201 (0.027)	***
	9週目	-0.218 (0.027)	***
	10週目	-0.233 (0.027)	***
	11週目	-0.243 (0.026)	***
	12週目	-0.255 (0.027)	***
	13週目	-0.268 (0.026)	***
自由度調整済み決定係数		0.906	
回帰の標準誤差		0.227	
被説明変数の平均値		10.348	
被説明変数の標準偏差		0.741	
製品数		191	
サンプル数		7,349	
スベックデータ数		19	
データ総件数		161,678	
※ ( )内は、標準誤差。			
※ ***は0.1%水準、**は1%水準、*は5%水準でそれぞれ有意。			

## ヘドニック推計結果 (電気機器③)

## (5) 掃除機

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		11.684 (0.577)	***
吸込仕事率[W]		-0.001 (0.000)	***
騒音値[dB]		-0.042 (0.007)	***
本体重量[kg]		0.130 (0.058)	*
コードレス(充電式)ダミー		0.663 (0.156)	***
メーカーダミー			
	A社	0.826 (0.249)	***
	B社	2.212 (0.175)	***
	C社	1.025 (0.127)	***
	D社	1.398 (0.168)	***
	E社	0.570 (0.157)	***
	F社	1.134 (0.210)	***
	G社	1.115 (0.207)	***
	H社	1.334 (0.162)	***
	I社	1.399 (0.153)	***
	J社	0.791 (0.127)	***
	K社	1.417 (0.153)	***
	L社	1.525 (0.138)	***
	M社	0.762 (0.159)	***
経過週数ダミー			
	2週目	-0.112 (0.038)	**
	3週目	-0.137 (0.039)	***
	4週目	-0.171 (0.040)	***
	5週目	-0.210 (0.041)	***
	6週目	-0.233 (0.041)	***
	7週目	-0.263 (0.041)	***
	8週目	-0.274 (0.041)	***
	9週目	-0.287 (0.040)	***
	10週目	-0.301 (0.041)	***
	11週目	-0.318 (0.041)	***
	12週目	-0.324 (0.041)	***
	13週目	-0.329 (0.042)	***
自由度調整済み決定係数		0.741	
回帰の標準誤差		0.324	
被説明変数の平均値		9.989	
被説明変数の標準偏差		0.638	
製品数		150	
サンプル数		5,302	
スペックデータ数		20	
データ総件数		121,946	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## (6) 電子レンジ・オープンレンジ

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		4.643 (0.260)	***
最大レンジ出力[W]		0.001 (0.000)	***
高さ[mm]		0.013 (0.001)	***
タイプダミー(ベースは電子 オープンレンジ)	電子レンジ	0.246 (0.087)	**
重量センサーダミー		0.306 (0.076)	***
庫内フラットダミー		0.170 (0.076)	*
メーカーダミー			
	A社	0.718 (0.100)	***
	B社	0.330 (0.066)	***
	C社	0.255 (0.060)	***
	D社	0.264 (0.063)	***
	E社	0.341 (0.157)	*
経過週数ダミー			
	2週目	-0.028 (0.017)	
	3週目	-0.069 (0.018)	***
	4週目	-0.118 (0.021)	***
	5週目	-0.149 (0.023)	***
	6週目	-0.167 (0.021)	***
	7週目	-0.195 (0.023)	***
	8週目	-0.215 (0.023)	***
	9週目	-0.230 (0.023)	***
	10週目	-0.203 (0.035)	***
	11週目	-0.172 (0.043)	***
	12週目	-0.180 (0.041)	***
	13週目	-0.187 (0.041)	***
自由度調整済み決定係数		0.914	
回帰の標準誤差		0.259	
被説明変数の平均値		10.323	
被説明変数の標準偏差		0.886	
製品数		140	
サンプル数		4,847	
スペックデータ数		23	
データ総件数		126,022	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## ヘドニック推計結果 (電気機器④)

## (7) ドライヤー・ヘアアイロン

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		6.345 (0.227)	***
温風温度[°C]		0.005 (0.001)	***
重量[g]		0.003 (0.000)	***
メーカーダミー	A社	0.700 (0.173)	***
	B社	1.326 (0.151)	***
	C社	0.990 (0.136)	***
	D社	1.032 (0.107)	***
	E社	0.685 (0.099)	***
	F社	0.530 (0.156)	***
	G社	0.316 (0.091)	***
	H社	0.525 (0.103)	***
	I社	0.277 (0.061)	***
	J社	0.618 (0.112)	***
	K社	1.324 (0.135)	***
	L社	0.168 (0.073)	*
	M社	0.768 (0.076)	***
	N社	0.305 (0.085)	***
	O社	0.594 (0.078)	***
	P社	1.212 (0.070)	***
経過週数ダミー	2週目	0.056 (0.025)	*
	3週目	0.063 (0.030)	*
	4週目	0.031 (0.031)	
	5週目	0.006 (0.031)	
	6週目	-0.003 (0.032)	
	7週目	-0.019 (0.032)	
	8週目	-0.047 (0.033)	
	9週目	-0.054 (0.034)	
	10週目	-0.060 (0.035)	
	11週目	-0.061 (0.037)	
	12週目	-0.071 (0.038)	
	13週目	-0.071 (0.038)	
自由度調整済み決定係数		0.675	
回帰の標準誤差		0.350	
被説明変数の平均値		8.437	
被説明変数の標準偏差		0.614	
製品数		203	
サンプル数		7,314	
スペックデータ数		8	
データ総件数		80,454	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## (8) 空気清浄器

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		8.596 (0.249)	***
最大適用床面積[畳]		0.018 (0.003)	***
高さ[mm]		0.001 (0.000)	**
加湿機能ダミー		0.225 (0.042)	***
除湿機能ダミー		0.683 (0.048)	***
脱臭機能ダミー		0.213 (0.055)	***
壁掛けダミー		0.973 (0.183)	***
自動節電ダミー		0.405 (0.053)	***
高濃度イオン発生機能ダミー		0.346 (0.040)	***
自動掃除ダミー		0.364 (0.079)	***
メーカーダミー	A社	0.389 (0.081)	***
	B社	1.262 (0.064)	***
	C社	0.964 (0.202)	***
	D社	0.473 (0.059)	***
	E社	0.300 (0.073)	***
	F社	0.586 (0.075)	***
	G社	0.695 (0.129)	***
	H社	0.208 (0.053)	***
	I社	0.393 (0.063)	***
	J社	0.631 (0.067)	***
経過週数ダミー	2週目	0.012 (0.019)	
	3週目	0.002 (0.022)	
	4週目	-0.015 (0.023)	
	5週目	-0.030 (0.026)	
	6週目	-0.038 (0.032)	
	7週目	-0.051 (0.033)	
	8週目	-0.060 (0.033)	
	9週目	-0.080 (0.042)	
	10週目	-0.088 (0.042)	*
	11週目	-0.085 (0.045)	
	12週目	-0.091 (0.046)	*
	13週目	-0.110 (0.045)	*
自由度調整済み決定係数		0.914	
回帰の標準誤差		0.149	
被説明変数の平均値		10.573	
被説明変数の標準偏差		0.507	
製品数		103	
サンプル数		3,291	
スペックデータ数		32	
データ総件数		115,185	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## へドニック推計結果 (情報通信機器①)

### (1) カーナビ

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		8.058 (0.174)	***
画面サイズ[inch]		0.331 (0.019)	***
記録メディアタイプダ	HDD	0.413 (0.080)	***
ミー(ベースはメモリ)	SSD	0.181 (0.063)	**
リアモニター付属ダミー		0.405 (0.028)	***
フルセグ(地デジ)ダミー		0.624 (0.084)	***
VICSダミー		0.232 (0.045)	***
Blu-rayディスクダミー		0.491 (0.073)	***
音声認識ダミー		0.160 (0.036)	***
ハイレゾダミー		0.428 (0.051)	***
メーカーダミー	A社	0.589 (0.059)	***
	B社	0.344 (0.122)	**
	C社	0.202 (0.071)	**
	D社	0.797 (0.123)	***
	E社	0.585 (0.127)	***
	F社	0.825 (0.123)	***
	G社	0.730 (0.139)	***
	H社	0.273 (0.067)	***
	I社	0.384 (0.073)	***
	J社	0.744 (0.120)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.045 (0.011)	***
	3週目	-0.074 (0.015)	***
	4週目	-0.096 (0.016)	***
	5週目	-0.112 (0.016)	***
	6週目	-0.128 (0.016)	***
	7週目	-0.147 (0.016)	***
	8週目	-0.160 (0.017)	***
	9週目	-0.162 (0.017)	***
	10週目	-0.171 (0.017)	***
	11週目	-0.174 (0.017)	***
	12週目	-0.181 (0.017)	***
	13週目	-0.176 (0.017)	***
自由度調整済み決定係数		0.896	
回帰の標準誤差		0.184	
被説明変数の平均値		11.418	
被説明変数の標準偏差		0.571	
製品数		152	
サンプル数		4,891	
スペックデータ数		30	
データ総件数		161,403	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

### (2) 外付けハードディスク

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		8.961 (0.078)	***
容量[TB]		0.174 (0.000)	***
冷却ファンダミー		0.263 (0.056)	***
IEEE1394bダミー		0.674 (0.069)	***
LANダミー		0.553 (0.155)	***
Thunderboltダミー		0.821 (0.123)	***
メーカーダミー	A社	0.187 (0.045)	***
	B社	0.164 (0.041)	***
	C社	0.252 (0.102)	*
	D社	0.135 (0.061)	*
	E社	0.191 (0.070)	**
経過週数ダミー	2週目	-0.006 (0.014)	
	3週目	-0.004 (0.015)	
	4週目	-0.010 (0.015)	
	5週目	-0.009 (0.015)	
	6週目	-0.013 (0.015)	
	7週目	-0.018 (0.016)	
	8週目	-0.019 (0.017)	
	9週目	-0.022 (0.017)	
	10週目	-0.029 (0.017)	
	11週目	-0.039 (0.018)	*
	12週目	-0.047 (0.018)	**
	13週目	-0.054 (0.018)	**
自由度調整済み決定係数		0.850	
回帰の標準誤差		0.260	
被説明変数の平均値		9.727	
被説明変数の標準偏差		0.671	
製品数		303	
サンプル数		10,908	
スペックデータ数		13	
データ総件数		174,528	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## ヘドニック推計結果 (情報通信機器②)

### (3) 液晶テレビ

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		9.327 (0.048)	***
画面サイズ[inch]		0.034 (0.001)	***
画素数[百万画素]		0.059 (0.000)	***
IPS方式ダミー		0.123 (0.035)	***
3Dテレビダミー		0.124 (0.028)	***
画面分割ダミー		0.105 (0.035)	**
	4倍	0.141 (0.033)	***
倍速液晶ダミー	16倍	0.271 (0.079)	***
	20倍	0.562 (0.068)	***
デジタルチューナー9チャンネルダミー		0.195 (0.041)	***
内蔵Blu-rayダミー		0.550 (0.054)	***
HDMI4端子ダミー		0.148 (0.031)	***
ARC対応ダミー		0.084 (0.032)	**
メーカーダミー	A社	0.268 (0.030)	***
	B社	0.155 (0.023)	***
	C社	0.181 (0.045)	***
	D社	0.161 (0.035)	***
	E社	0.688 (0.068)	***
	F社	0.217 (0.055)	***
	G社	0.486 (0.065)	***
	H社	0.297 (0.056)	***
	I社	0.406 (0.047)	***
	J社	0.300 (0.042)	***
	K社	0.282 (0.055)	***
	L社	0.323 (0.041)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.049 (0.009)	***
	3週目	-0.080 (0.010)	***
	4週目	-0.109 (0.011)	***
	5週目	-0.135 (0.011)	***
	6週目	-0.162 (0.011)	***
	7週目	-0.178 (0.011)	***
	8週目	-0.199 (0.012)	***
	9週目	-0.216 (0.012)	***
	10週目	-0.231 (0.012)	***
	11週目	-0.242 (0.012)	***
	12週目	-0.249 (0.013)	***
	13週目	-0.259 (0.013)	***
自由度調整済み決定係数		0.981	
回帰の標準誤差		0.120	
被説明変数の平均値		11.605	
被説明変数の標準偏差		0.872	
製品数		188	
サンプル数		6,666	
スペックデータ数		39	
データ総件数		279,972	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

### (4) 液晶モニター・液晶ディスプレイ

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		6.690 (0.209)	***
モニターサイズ[inch]		0.061 (0.007)	***
解像度[dpi]		0.000 (0.000)	***
応答速度[ms]		0.038 (0.007)	***
輝度[cd/m2]		0.004 (0.001)	***
モニタタイプダミー	スクエア	0.379 (0.098)	***
(ベースはワイド)			
3D対応ダミー		0.433 (0.111)	***
microUSBダミー		0.196 (0.072)	**
パネル種類ダミー	AH-IPS	0.415 (0.065)	***
	IPS	0.287 (0.073)	***
タッチパネル対応ダミー		0.805 (0.095)	***
USB HUBダミー		0.260 (0.040)	***
メーカーダミー	A社	0.233 (0.041)	***
	B社	0.234 (0.055)	***
	C社	0.245 (0.079)	**
	D社	0.576 (0.072)	***
	E社	0.182 (0.054)	***
	F社	0.444 (0.078)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.009 (0.010)	
	3週目	-0.015 (0.011)	
	4週目	-0.023 (0.011)	*
	5週目	-0.029 (0.015)	
	6週目	-0.035 (0.015)	*
	7週目	-0.039 (0.015)	**
	8週目	-0.043 (0.015)	**
	9週目	-0.042 (0.015)	**
	10週目	-0.044 (0.016)	**
	11週目	-0.049 (0.016)	**
	12週目	-0.056 (0.017)	***
	13週目	-0.053 (0.017)	**
自由度調整済み決定係数		0.907	
回帰の標準誤差		0.234	
被説明変数の平均値		10.604	
被説明変数の標準偏差		0.769	
製品数		193	
サンプル数		6,566	
スペックデータ数		46	
データ総件数		321,734	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## へドニック推計結果 (情報通信機器③)

### (5) プリンタ

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		6.794 (0.204)	***
最大給紙枚数(普通紙)[枚]		0.001 (0.000)	***
幅[mm]		0.004 (0.001)	***
奥行き[mm]		0.002 (0.000)	***
タイプダミー(ベース	カラーレーザー	0.835 (0.105)	***
はインクジェット)	モノクロレーザー	0.862 (0.107)	***
モバイルプリンタダミー		1.376 (0.086)	***
FAXダミー		0.283 (0.054)	***
ダイレクト印刷ダミー		0.307 (0.075)	***
レーベル印刷ダミー		0.257 (0.082)	**
メーカーダミー	A社	0.626 (0.184)	***
	B社	0.386 (0.072)	***
	C社	0.745 (0.088)	***
	D社	0.545 (0.131)	***
	E社	0.572 (0.134)	***
	F社	0.428 (0.131)	***
	G社	0.571 (0.178)	**
経過週数ダミー	2週目	-0.001 (0.013)	
	3週目	-0.010 (0.014)	
	4週目	-0.008 (0.016)	
	5週目	-0.012 (0.018)	
	6週目	-0.017 (0.021)	
	7週目	-0.023 (0.021)	
	8週目	-0.037 (0.022)	
	9週目	-0.047 (0.026)	
	10週目	-0.044 (0.028)	
	11週目	-0.048 (0.028)	
	12週目	-0.050 (0.028)	
	13週目	-0.060 (0.030)	*
自由度調整済み決定係数		0.826	
回帰の標準誤差		0.403	
被説明変数の平均値		10.605	
被説明変数の標準偏差		0.965	
製品数		264	
サンプル数		9,983	
スペックデータ数		32	
データ総件数		349,405	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

### (6) ブルーレイ・DVD レコーダー

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		10.662 (0.047)	***
HDD容量[TB]		0.222 (0.000)	***
同時録画可能番組数[番組]		0.117 (0.014)	***
長時間録画[倍録画]		0.007 (0.002)	**
同軸デジタル音声出力端子ダミー		1.127 (0.028)	***
Ultra HD Blu-rayダミー		0.194 (0.036)	***
メーカーダミー	A社	0.088 (0.032)	**
	B社	0.086 (0.033)	**
経過週数ダミー	2週目	-0.013 (0.014)	
	3週目	-0.086 (0.015)	***
	4週目	-0.118 (0.016)	***
	5週目	-0.148 (0.017)	***
	6週目	-0.185 (0.016)	***
	7週目	-0.219 (0.016)	***
	8週目	-0.235 (0.021)	***
	9週目	-0.243 (0.021)	***
	10週目	-0.248 (0.021)	***
	11週目	-0.252 (0.021)	***
	12週目	-0.262 (0.020)	***
	13週目	-0.262 (0.019)	***
自由度調整済み決定係数		0.874	
回帰の標準誤差		0.153	
被説明変数の平均値		10.999	
被説明変数の標準偏差		0.430	
製品数		90	
サンプル数		3,143	
スペックデータ数		47	
データ総件数		157,150	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## ヘドニック推計結果 (情報通信機器④)

## (7) ヘッドホン・イヤホン

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		5.150 (0.962)	***
再生周波数(最低)[Hz]		-0.040 (0.007)	***
インピーダンス[Ω]		0.002 (0.000)	***
音圧感度[db]		0.026 (0.009)	**
重量[g]		0.004 (0.001)	***
装着方式ダミー	カナル型	0.504 (0.123)	***
	耳かけ	0.832 (0.263)	**
標準プラグダミー		0.320 (0.117)	**
ノイズキャンセルダミー		0.497 (0.192)	**
ハイレゾダミー		1.121 (0.100)	***
リケーブルダミー		0.645 (0.097)	***
ワイヤレスダミー		0.736 (0.125)	***
メーカーダミー	A社	1.302 (0.308)	***
	B社	0.921 (0.149)	***
	C社	0.399 (0.108)	***
	D社	2.648 (0.110)	***
	E社	0.624 (0.152)	***
	F社	2.535 (0.153)	***
	G社	0.943 (0.127)	***
	H社	2.073 (0.150)	***
	I社	1.384 (0.156)	***
(他16社が0.1%水準で有意)	J社	3.723 (0.236)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.015 (0.013)	
	3週目	-0.023 (0.014)	
	4週目	-0.026 (0.015)	
	5週目	-0.045 (0.017)	**
	6週目	-0.054 (0.018)	**
	7週目	-0.052 (0.019)	**
	8週目	-0.044 (0.020)	*
	9週目	-0.038 (0.023)	
	10週目	-0.046 (0.023)	*
	11週目	-0.061 (0.024)	**
	12週目	-0.072 (0.025)	**
	13週目	-0.073 (0.025)	**
自由度調整済み決定係数		0.818	
回帰の標準誤差		0.516	
被説明変数の平均値		8.880	
被説明変数の標準偏差		1.210	
製品数		429	
サンプル数		15,186	
スペックデータ数		23	
データ総件数		394,836	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## (8) ビデオカメラ

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		8.801 (0.211)	***
総画素数[百万画素]		0.034 (0.004)	***
撮影時間[分]		0.004 (0.001)	***
本体重量[g]		0.000 (0.000)	**
ファインダーダミー		0.507 (0.199)	*
AV出力ダミー		0.860 (0.098)	***
DC入力ダミー		0.781 (0.131)	***
microUSB2.0ダミー		0.198 (0.082)	*
メーカーダミー	A社	0.634 (0.120)	***
	B社	0.322 (0.115)	**
	C社	0.654 (0.096)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.025 (0.023)	
	3週目	-0.043 (0.022)	
	4週目	-0.057 (0.025)	*
	5週目	-0.078 (0.027)	**
	6週目	-0.096 (0.022)	***
	7週目	-0.116 (0.021)	***
	8週目	-0.140 (0.021)	***
	9週目	-0.157 (0.019)	***
	10週目	-0.172 (0.019)	***
	11週目	-0.180 (0.020)	***
	12週目	-0.211 (0.022)	***
	13週目	-0.216 (0.023)	***
自由度調整済み決定係数		0.935	
回帰の標準誤差		0.162	
被説明変数の平均値		10.938	
被説明変数の標準偏差		0.639	
製品数		51	
サンプル数		1,523	
スペックデータ数		45	
データ総件数		73,104	

※ ( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## ヘドニック推計結果 (情報通信機器⑤)

## (9) ノートパソコン

被説明変数 log(平均価格)	推計結果	
説明変数		
定数項	9.215 (0.358)	***
液晶サイズ[inch]	0.052 (0.021)	*
解像度[dpi]	0.000 (0.000)	***
SSD容量[TB]	0.869 (0.000)	*
HDD容量[TB]	0.280 (0.000)	***
回転数[rpm]	0.000 (0.000)	***
メモリ容量[GB]	0.014 (0.005)	**
メモリスロット数	0.150 (0.028)	***
ビデオメモリ[MB]	0.000 (0.000)	***
駆動時間[h]	0.018 (0.003)	***
奥行き[mm]	-0.004 (0.001)	**
Windows 8 対応タッチパネルダミー	0.088 (0.018)	***
Core i3 / 2コア	0.177 (0.018)	***
Core i5 / 2コア	0.268 (0.024)	***
Core i7 / 2コア	0.413 (0.038)	***
Core i7 / 4コア	0.343 (0.028)	***
CDダミー	0.366 (0.054)	***
LANダミー	0.191 (0.089)	*
Wi-Fi Direct対応ダミー	0.212 (0.023)	***
WiDi対応ダミー	0.064 (0.031)	*
Bluetoothダミー	0.071 (0.025)	**
3D加速度センサーダミー	0.138 (0.057)	*
加速度センサーダミー	0.194 (0.029)	***
OSダミー(ベースは Windows 10)	0.312 (0.032)	***
Windows 8) Windows 7	0.085 (0.026)	**
Microsoft Office統合ソフトダミー	0.259 (0.018)	***
メーカーダミー A社	0.180 (0.026)	***
B社	0.082 (0.036)	*
C社	0.716 (0.062)	***
D社	0.161 (0.031)	***
経過週数ダミー 2週目	-0.021 (0.004)	***
3週目	-0.031 (0.004)	***
4週目	-0.040 (0.005)	***
5週目	-0.036 (0.005)	***
6週目	-0.035 (0.006)	***
7週目	-0.033 (0.007)	***
8週目	-0.036 (0.007)	***
9週目	-0.045 (0.008)	***
10週目	-0.052 (0.008)	***
11週目	-0.053 (0.008)	***
12週目	-0.065 (0.008)	***
13週目	-0.071 (0.008)	***
自由度調整済み決定係数	0.882	
回帰の標準誤差	0.152	
被説明変数の平均値	11.422	
被説明変数の標準偏差	0.443	
製品数	527	
サンプル数	14,716	
スペックデータ数	66	
データ総件数	1,015,404	

※ ()内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## (10) デSKTOPパソコン

被説明変数 log(平均価格)	推計結果	
説明変数		
定数項	9.694 (0.210)	***
CPU周波数[GHz]	0.144 (0.032)	***
メモリ容量[GB]	0.018 (0.006)	**
HDD容量[TB]	0.045 (0.000)	**
画面サイズ[inch]	0.021 (0.008)	**
解像度[dpi]	0.000 (0.000)	***
筐体ダミー(ベース 液晶一体)	0.149 (0.050)	**
は省スペース) タワー	0.102 (0.038)	**
Core i3	0.121 (0.044)	**
CPU種類ダミー Core i5	0.175 (0.030)	***
Core i7	0.182 (0.035)	***
DDR4メモリダミー	0.160 (0.073)	*
ハイブリッドHDDダミー	0.466 (0.068)	***
Office Home and Business 2013	0.232 (0.039)	***
Office Home and Business Premium	0.312 (0.043)	***
Office Personal 2013	0.248 (0.043)	***
Office Personal Premium	0.304 (0.053)	***
Windows 8 対応タッチパネルダミー	0.130 (0.024)	***
3D対応ダミー	0.184 (0.026)	***
4K出力ダミー	0.070 (0.027)	*
メーカーダミー A社	0.169 (0.046)	***
B社	0.334 (0.035)	***
C社	0.177 (0.055)	**
D社	0.346 (0.031)	***
E社	0.440 (0.042)	***
F社	0.324 (0.030)	***
経過週数ダミー 2週目	-0.008 (0.006)	
3週目	-0.027 (0.007)	***
4週目	-0.028 (0.008)	***
5週目	-0.033 (0.009)	***
6週目	-0.043 (0.009)	***
7週目	-0.054 (0.009)	***
8週目	-0.064 (0.010)	***
9週目	-0.070 (0.011)	***
10週目	-0.083 (0.011)	***
11週目	-0.083 (0.012)	***
12週目	-0.103 (0.012)	***
13週目	-0.112 (0.013)	***
自由度調整済み決定係数	0.892	
回帰の標準誤差	0.125	
被説明変数の平均値	11.778	
被説明変数の標準偏差	0.381	
製品数	213	
サンプル数	6,323	
スペックデータ数	45	
データ総件数	303,504	

※ ()内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。



## ヘドニック推計結果(情報通信機器⑥)

## (11) デジタルカメラ

被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		4.958 (0.303)	***
防水性能[m]		0.011 (0.002)	***
内蔵メモリ[MB]		0.000 (0.000)	***
液晶モニター[inch]		0.912 (0.116)	***
ファインダー[万画素]		0.002 (0.000)	***
重量[g]		0.001 (0.000)	***
マニュアルフォーカスダミー		0.110 (0.042)	**
連写撮影ダミー		1.415 (0.092)	***
AF自動追尾機能ダミー		0.340 (0.046)	***
チルト液晶ダミー		0.223 (0.035)	***
タッチパネルダミー		0.106 (0.045)	*
撮像素子CMOSダミー		0.344 (0.052)	***
RAWダミー		0.289 (0.044)	***
RAW(DNG)ダミー		1.106 (0.154)	***
光学式ダミー		0.590 (0.074)	***
microSDHCカードダミー		0.182 (0.082)	*
メモリースティック Duoダミー		0.413 (0.047)	***
メーカーダミー	A社	0.167 (0.048)	***
	B社	0.217 (0.063)	***
	C社	1.386 (0.119)	***
	D社	0.195 (0.047)	***
	E社	0.524 (0.069)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.015 (0.003)	***
	3週目	-0.028 (0.004)	***
	4週目	-0.044 (0.004)	***
	5週目	-0.055 (0.005)	***
	6週目	-0.067 (0.005)	***
	7週目	-0.076 (0.005)	***
	8週目	-0.092 (0.007)	***
	9週目	-0.104 (0.008)	***
	10週目	-0.110 (0.009)	***
	11週目	-0.120 (0.009)	***
	12週目	-0.130 (0.010)	***
	13週目	-0.135 (0.010)	***
自由度調整済み決定係数		0.952	
回帰の標準誤差		0.156	
被説明変数の平均値		10.193	
被説明変数の標準偏差		0.715	
製品数		149	
サンプル数		5,206	
スペックデータ数		80	
データ総件数		432,098	

※( )内は、標準誤差。

※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

## (12) デジタル一眼カメラ

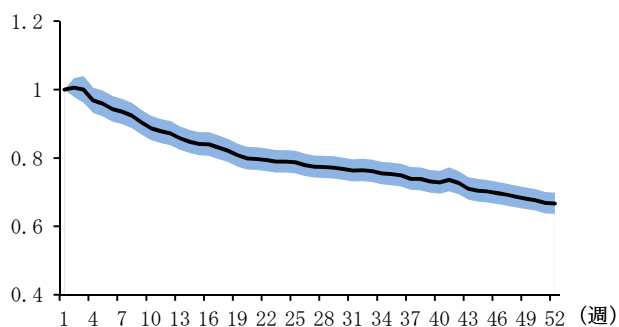
被説明変数 log(平均価格)		推計結果	
説明変数			
定数項		4.551 (0.997)	***
有効画素数[百万画素]		0.019 (0.004)	***
撮像素子[mm <sup>2</sup> ]		0.001 (0.000)	***
撮影感度[ISO]		0.000 (0.000)	***
液晶モニター[inch]		1.401 (0.316)	***
ファインダー視野率(上下)		0.002 (0.001)	***
高さ[mm]		0.013 (0.002)	***
動画記録画素数[百万画素]		0.054 (0.020)	**
microSDHCダミー		0.290 (0.141)	*
タイムラプスダミー		0.343 (0.068)	***
付属レンズダミー		0.224 (0.038)	***
メーカーダミー	A社	0.387 (0.069)	***
	B社	0.827 (0.092)	***
	C社	0.458 (0.110)	***
	D社	0.408 (0.123)	***
	E社	0.141 (0.066)	*
	F社	0.487 (0.093)	***
経過週数ダミー	2週目	-0.004 (0.005)	
	3週目	-0.008 (0.006)	
	4週目	-0.019 (0.006)	**
	5週目	-0.025 (0.007)	***
	6週目	-0.031 (0.007)	***
	7週目	-0.034 (0.008)	***
	8週目	-0.040 (0.009)	***
	9週目	-0.046 (0.011)	***
	10週目	-0.052 (0.011)	***
	11週目	-0.057 (0.011)	***
	12週目	-0.057 (0.010)	***
	13週目	-0.053 (0.012)	***
自由度調整済み決定係数		0.874	
回帰の標準誤差		0.224	
被説明変数の平均値		11.494	
被説明変数の標準偏差		0.630	
製品数		138	
サンプル数		5,489	
スペックデータ数		52	
データ総件数		301,895	

※( )内は、標準誤差。

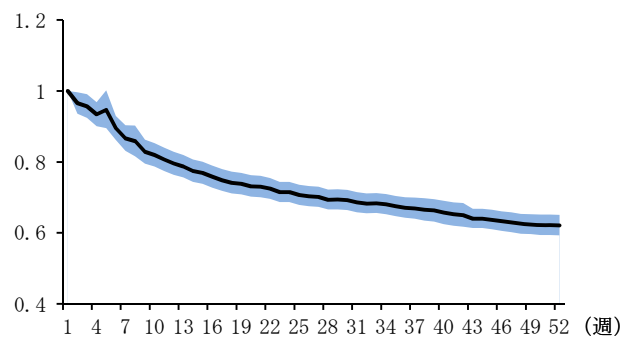
※ \*\*\*は0.1%水準、\*\*は1%水準、\*は5%水準でそれぞれ有意。

製品の平均的な価格遷移パターン (電気機器)

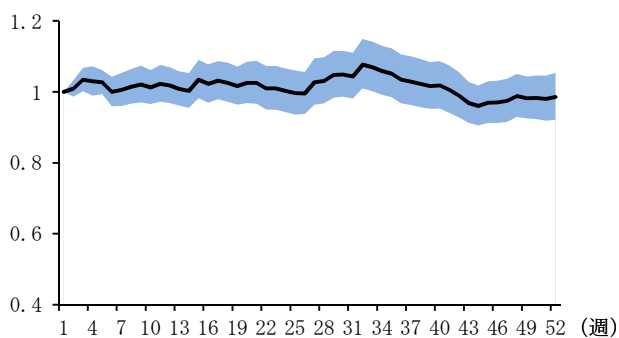
(1) エアコン



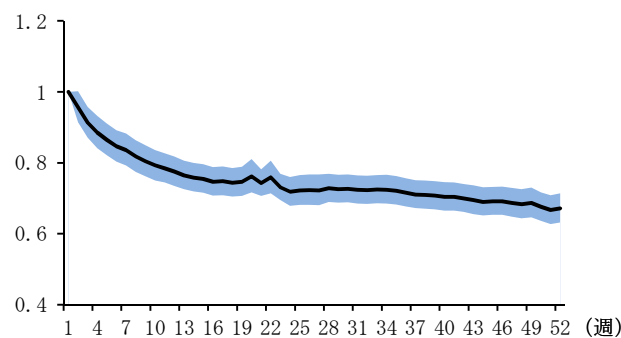
(2) 冷蔵庫・冷凍庫



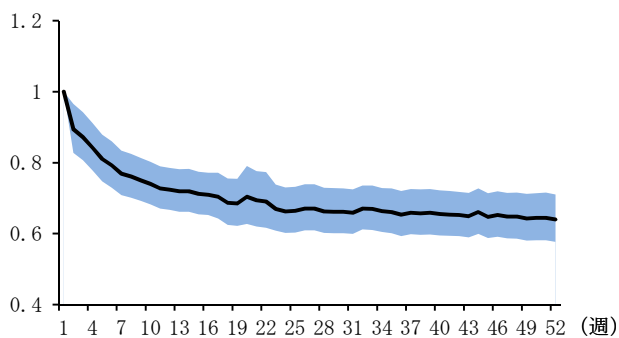
(3) 洗濯機



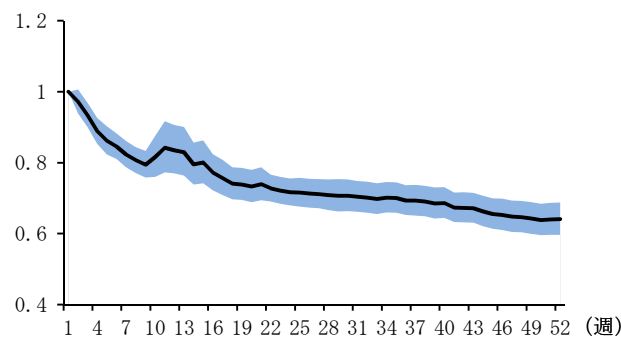
(4) 炊飯器



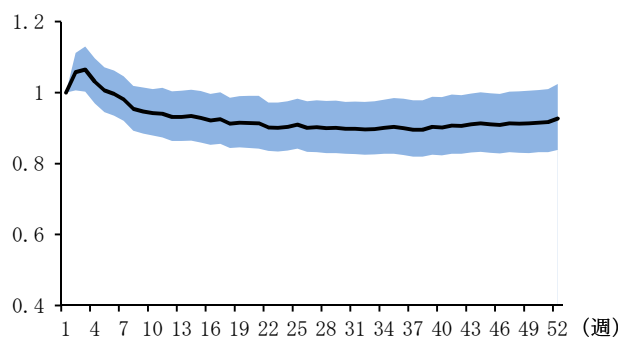
(5) 掃除機



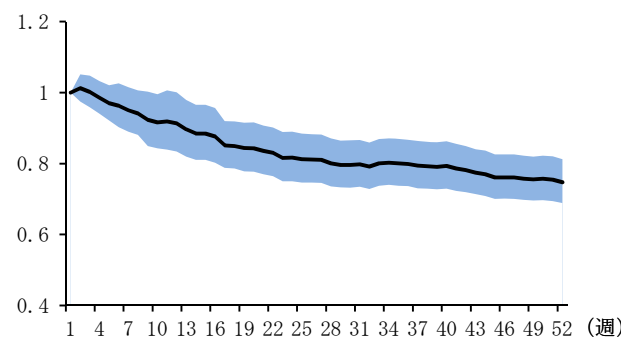
(6) 電子レンジ・オーブンレンジ



(7) ドライヤー・ヘアアイロン



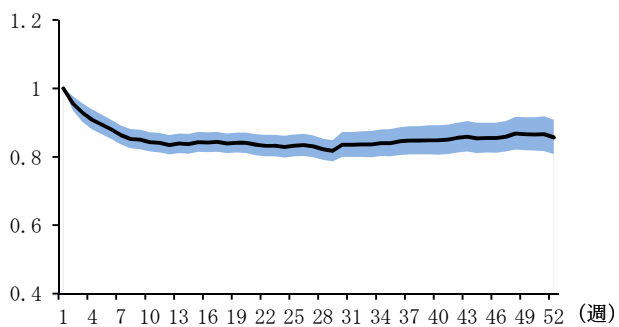
(8) 空気清浄器



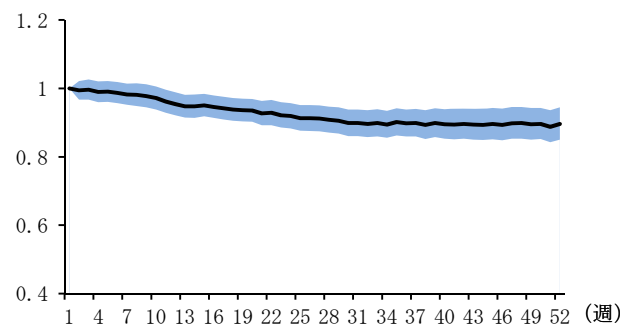
(注) 製品発売直後(1週間目)の価格を1としたときの相対価格。バンド幅は標準誤差 $\pm 2\sigma$ 。

製品の平均的な価格遷移パターン (情報通信機器①)

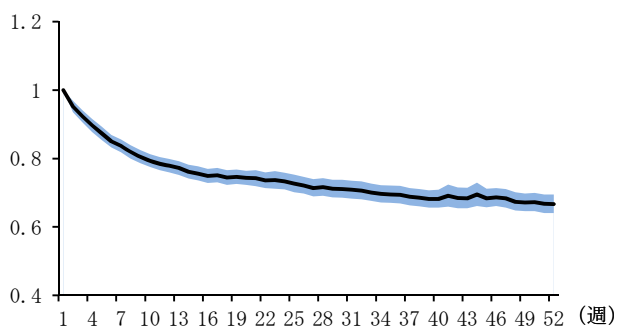
(1) カーナビ



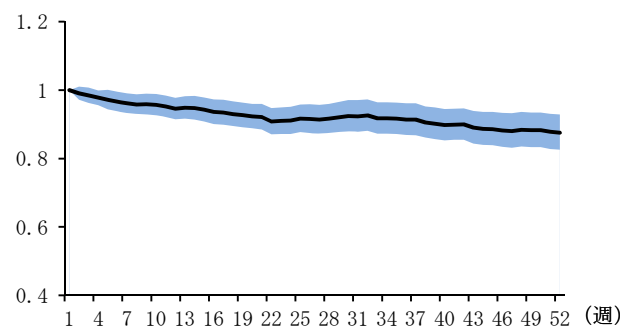
(2) 外付けハードディスク



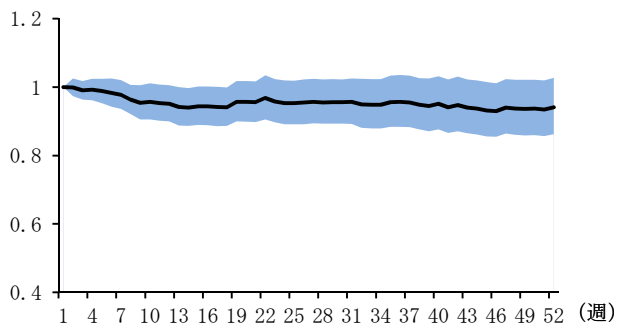
(3) 液晶テレビ



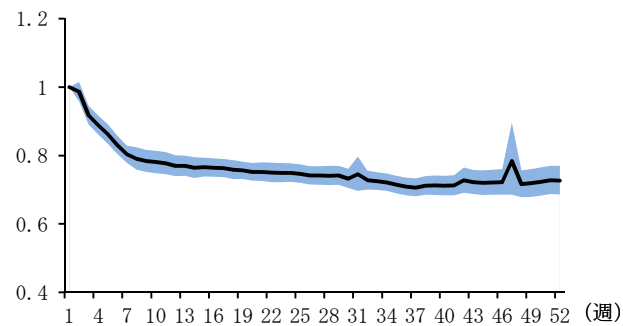
(4) 液晶モニタ・液晶ディスプレイ



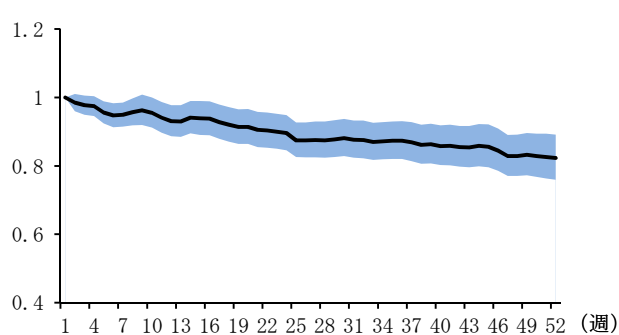
(5) プリンタ



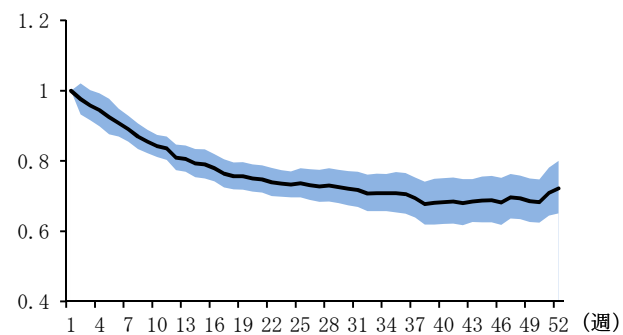
(6) ブルーレイ・DVDレコーダー



(7) ヘッドホン・イヤホン

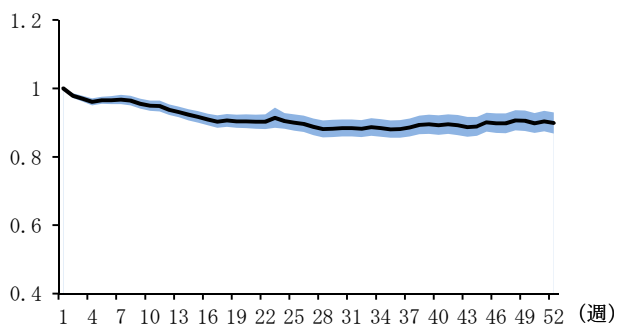


(8) ビデオカメラ

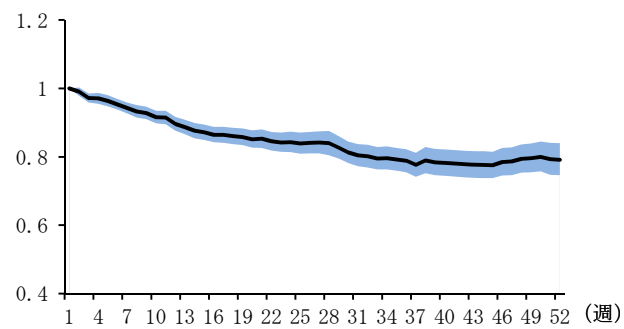


製品の平均的な価格遷移パターン (情報通信機器②)

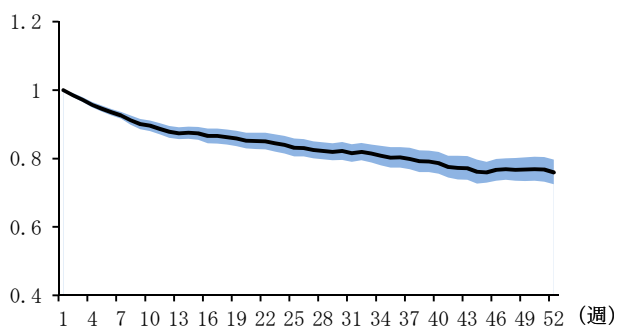
(9) ノートパソコン



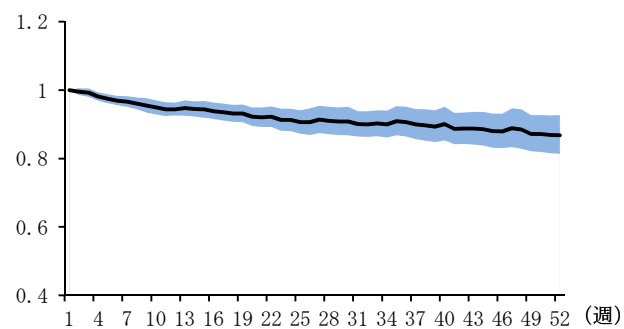
(10) デスクトップパソコン



(11) デジタルカメラ



(12) デジタル一眼カメラ

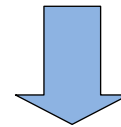
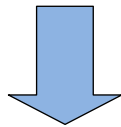
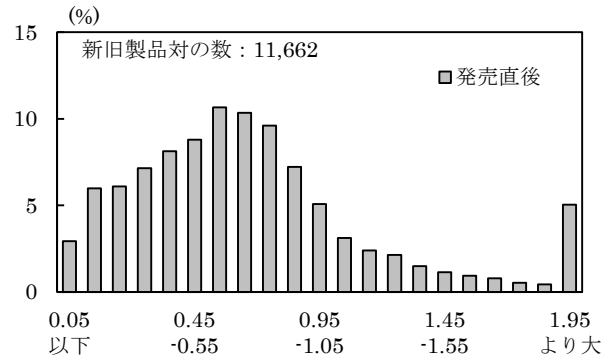
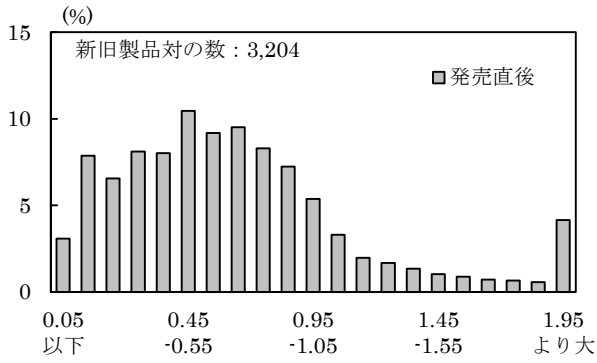


新旧製品対より計測した品質向上割合の分布 (全体像)

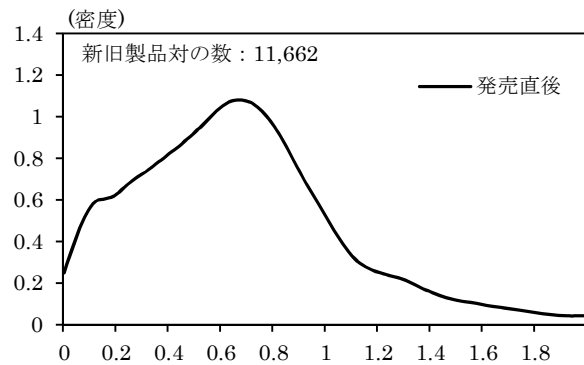
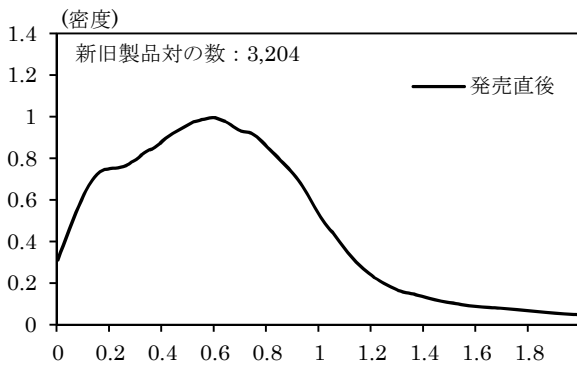
(1) 電気機器全体

(2) 情報通信機器全体

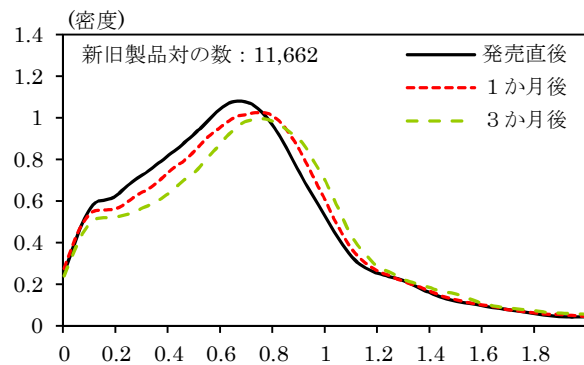
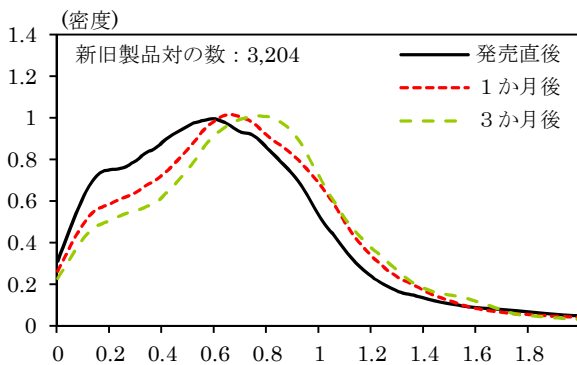
(ヒストグラムによる描写)



(カーネル密度関数による近似)



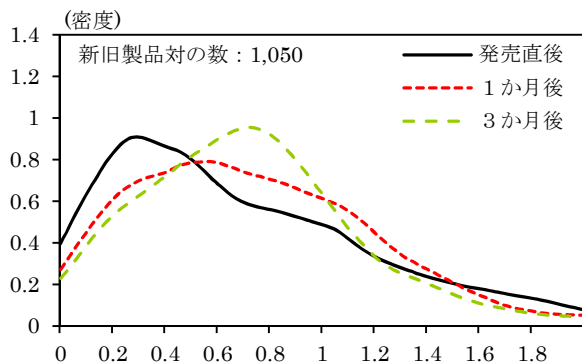
(カーネル密度関数の推移)



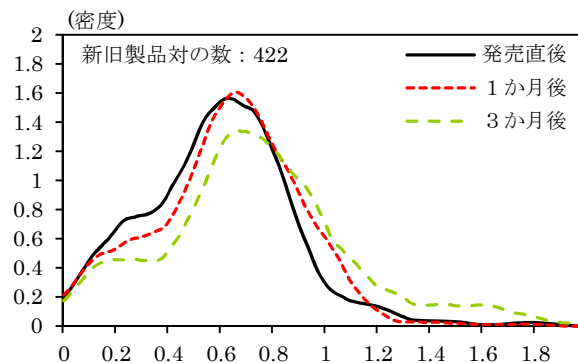
(注) カーネル密度関数 (kernel density function) とは、離散型の度数分布 (ヒストグラム) のボックスの代わりに連続的な曲線を当てはめ、分布形状を近似したもの。バンド幅の決定は Silverman ルール、関数の形状は 2 次関数型の Epanechnikov 型カーネルに従うものとし、分布の両裾 1% ずつ新旧製品対を刈り込むことで異常値処理を行った。

新旧製品対より計測した品質向上割合の分布 (電気機器)

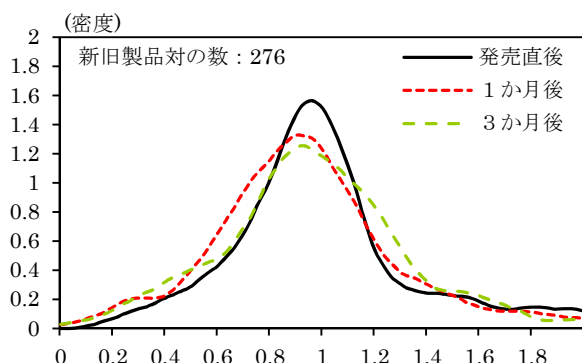
(1) エアコン



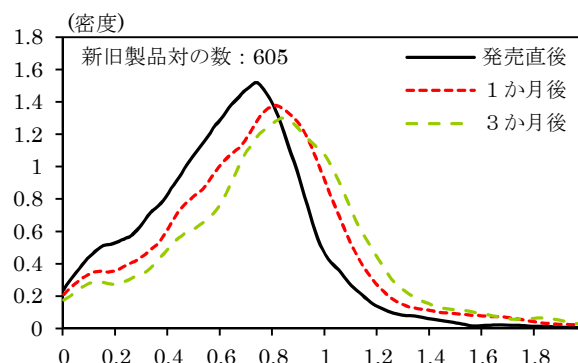
(2) 冷蔵庫・冷凍庫



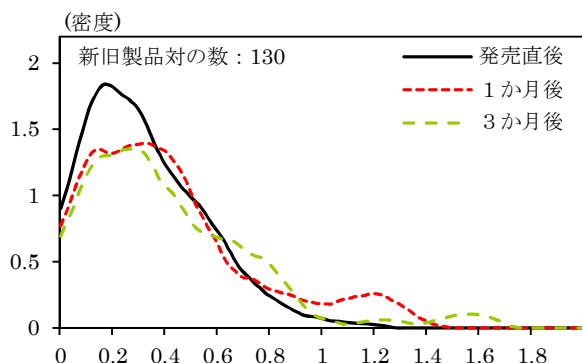
(3) 洗濯機



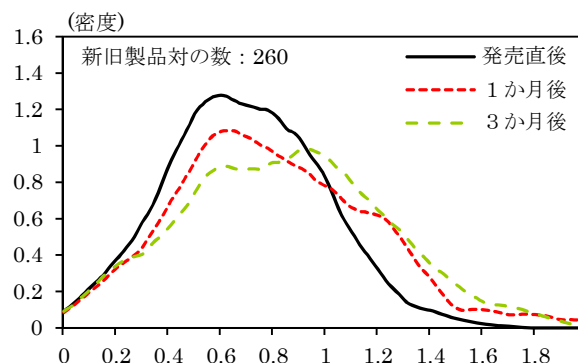
(4) 炊飯器



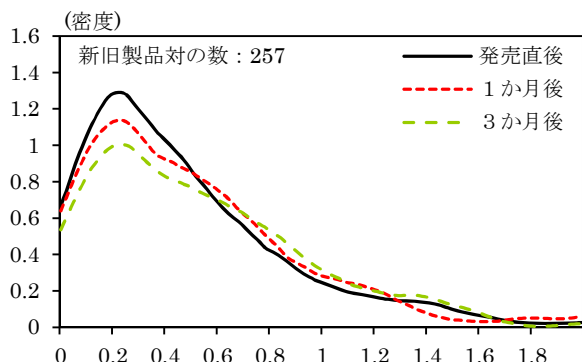
(5) 掃除機



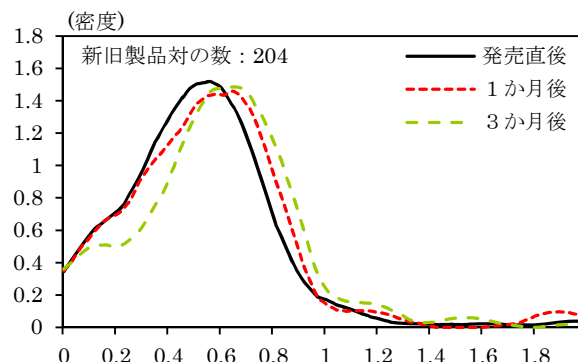
(6) 電子レンジ・オーブンレンジ



(7) ドライヤー・ヘアアイロン

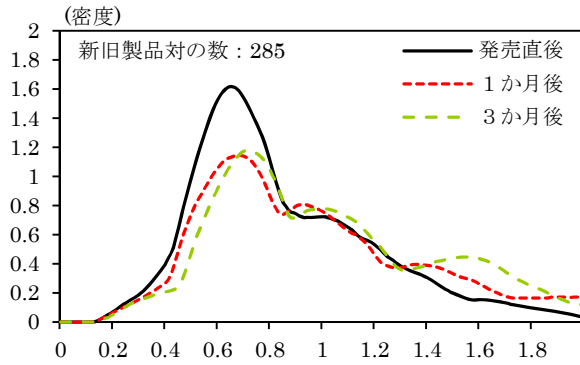


(8) 空気清浄器

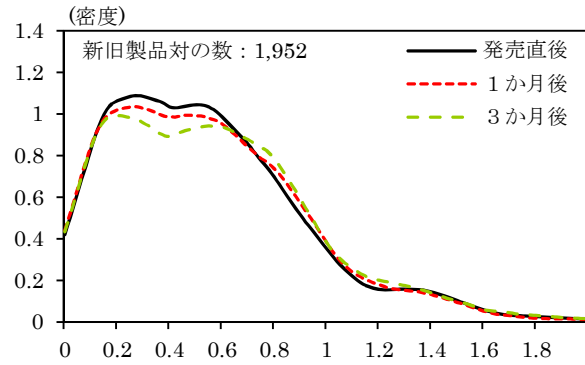


新旧製品対より計測した品質向上割合の分布 (情報通信機器①)

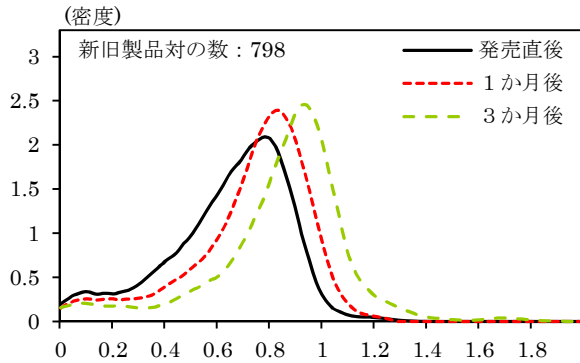
(1) カーナビ



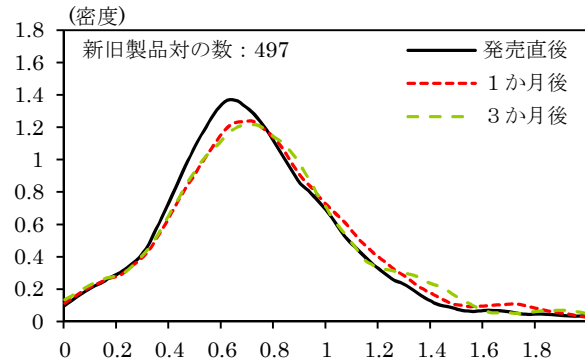
(2) 外付けハードディスク



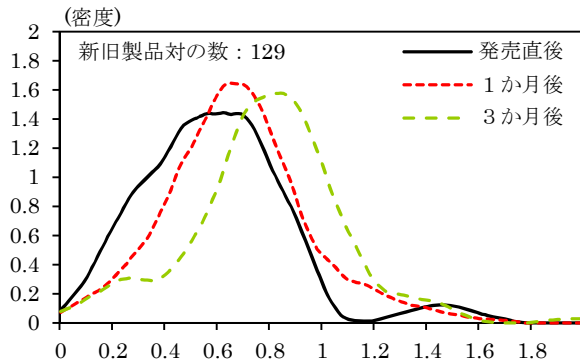
(3) 液晶テレビ



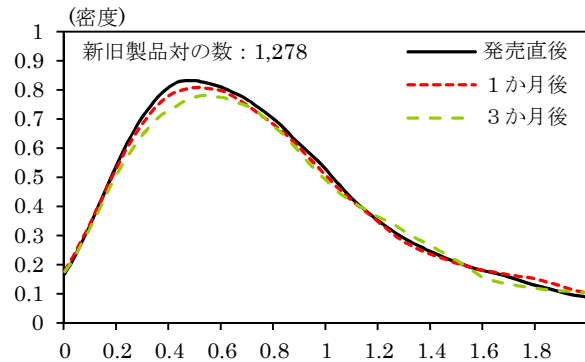
(4) 液晶モニタ・液晶ディスプレイ



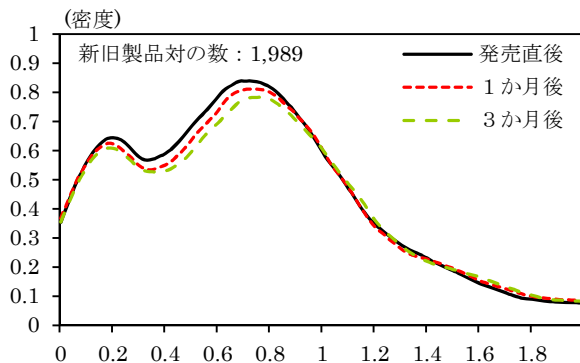
(5) プリンタ



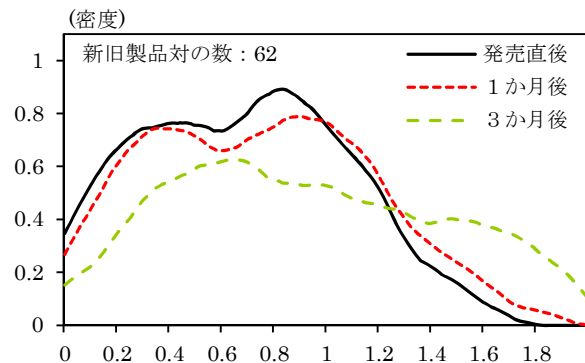
(6) ブルーレイ・DVDレコーダー



(7) ヘッドホン・イヤホン

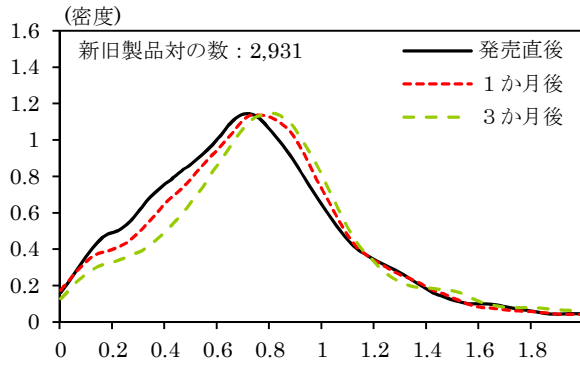


(8) ビデオカメラ

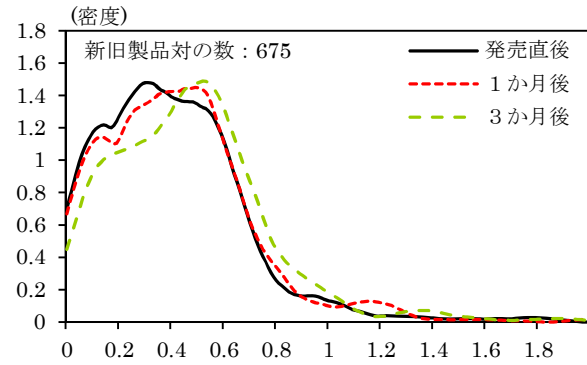


新旧製品対より計測した品質向上割合の分布 (情報通信機器②)

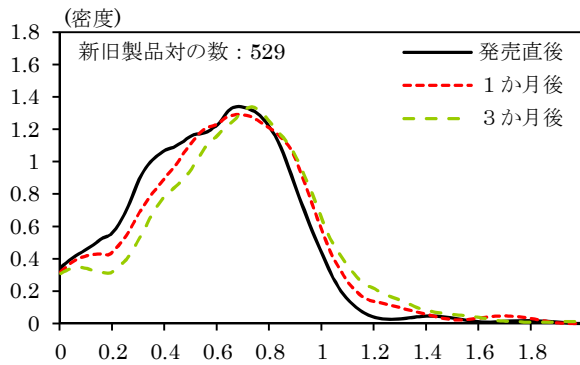
(9) ノートパソコン



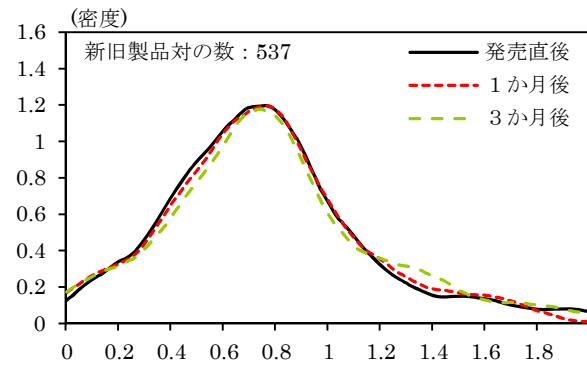
(10) デスクトップパソコン



(11) デジタルカメラ



(12) デジタル一眼カメラ





## 品質向上割合に関するロバストネスチェック①：相対品質差

補論1では、本論3.(5)「新旧製品対の選定」の脚注において言及した、新旧機種間の相対的な品質差に着目した品質向上割合のロバストネスチェックについて、製品対の具体的な絞り込み方法や絞り込みを行った場合の分析結果への影響を整理する。

### (1) 相対品質差を用いた新旧製品対の追加的な絞り込み方法

品質向上割合の分布を計測する際、「低品質・普及モデルの旧機種」と「高品質・上位モデルの新機種」の組合せなど、新旧製品対と表現するのが必ずしも適切ではない組合せを製品対に含めてしまうと、分布形状に歪みをもたらすおそれがある。本稿の分析の趣旨を踏まえると、「真」の新旧製品対とみなすことのできる組合せのみを製品対として選定するのが望ましい。

しかし、本論でも言及したように、新製品がどのラインナップに属する製品の後継機種に当たるかを客観的な情報のみに基づいて識別するのは容易なことではない。そこで本論において実施したベンチマーク的な分析では、標準的な選定条件のみを課すことにより、選定方法の客観性を確保することを重視した。これに対し、補論1では、「同一ラインナップに属する製品の新旧機種間の品質差は、異なるラインナップに属する製品の新旧機種間の品質差と比べて相対的に小さい」傾向があることに着目し、標準的な選定条件を満たす各製品対の品質差を個々に測定し、そのうち品質差が相対的に小さいと判断可能な（すなわち当該製品対の品質差が品目全体の品質差の平均以下となる）組合せのみを抽出する条件を追加的に課すことで、本稿の分析の頑健性を確認する。

### (2) 相対品質差を用いて絞り込んだ場合の分析結果への影響

相対品質差を用いて製品対を絞り込んだうえ、品質向上割合を計測した結果については、補論図表1を参照。品質向上割合の分布は、相対的に大きな品質差をもたらす製品対が除外された影響から左にシフトし、各品目についてみた最頻値は、電気機器で0.3~0.5程度、情報通信機器で0.4~0.6程度と、本論の分析結果と比べると幾分低下した。しかしそのシフト幅は僅少であり、総じてみれば品質向上割合の最頻値が0.5に近い水準にあるとした本論の結論の妥当性を損なうものではないと考えられる。また、情報通信機器は電気機器と比べて品質向上割合が幾分高いとする結論も変わらない。換言すれば、本補論において実施した相対品質差を用いたロバストネスチェックの結果を踏まえると、本稿の分析の頑健性は概ね確保されているといっても差し支えない。

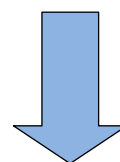
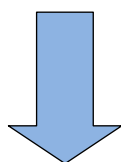
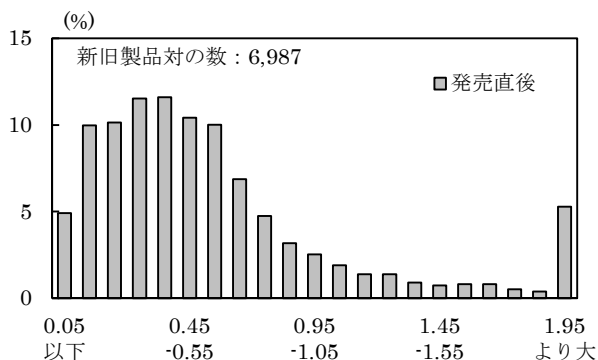
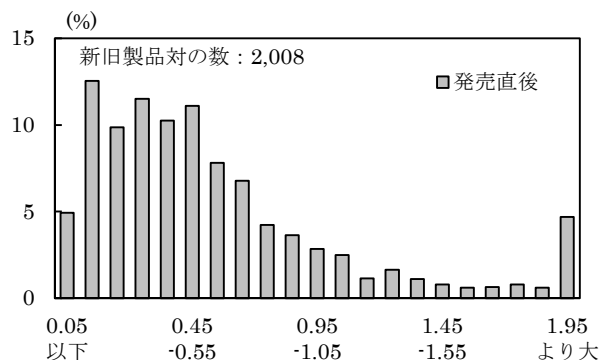
### ロバストネスチェック①：品質向上割合の分布（全体像）

< 相対品質差による絞り込みを行ったケース >

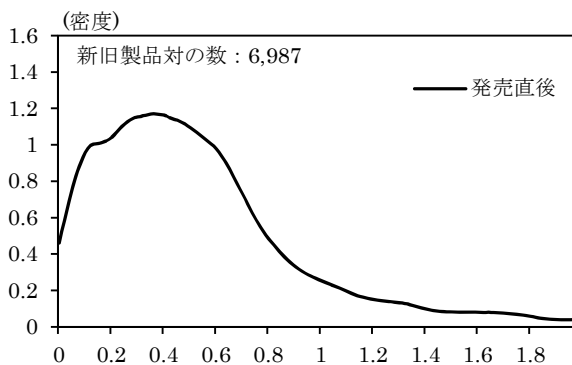
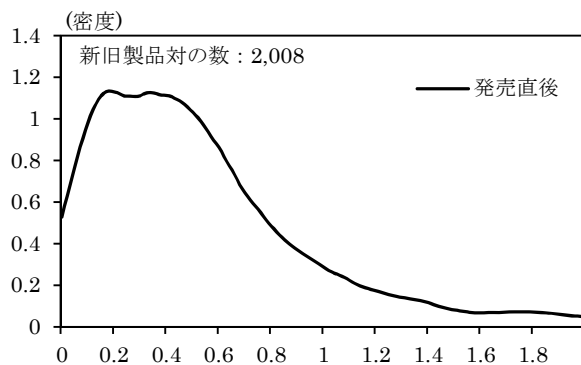
(1) 電気機器全体

(2) 情報通信機器全体

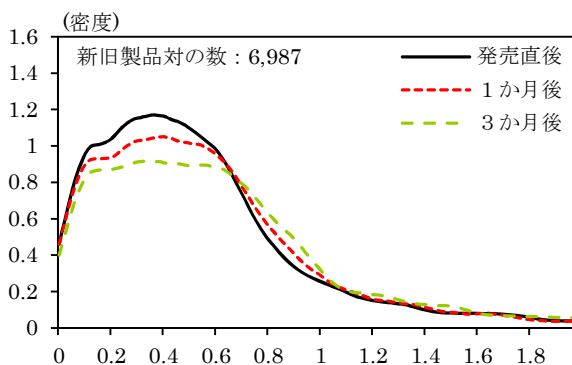
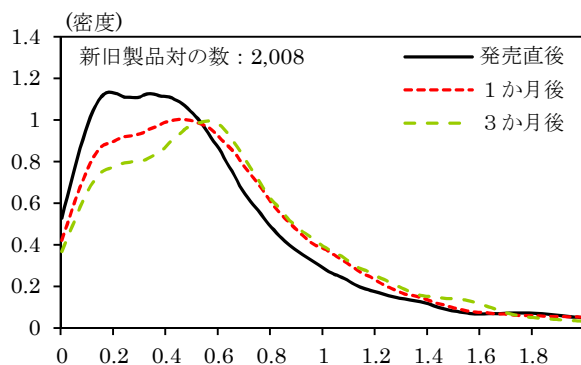
(ヒストグラムによる描写)



(カーネル密度関数による近似)



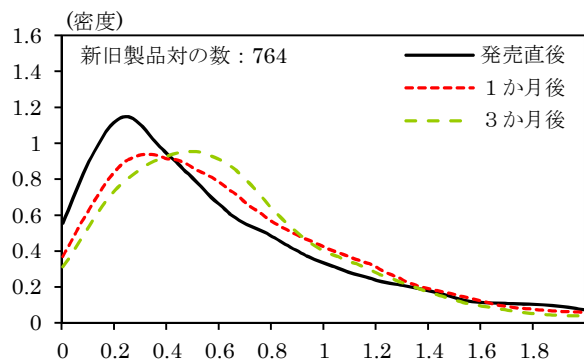
(カーネル密度関数の推移)



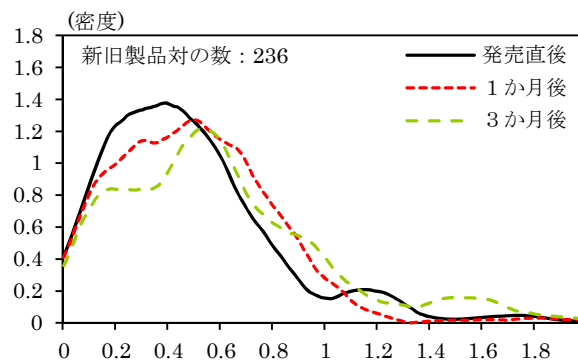
### ロバストネスチェック①：品質向上割合の分布（電気機器）

<相対品質差による絞り込みを行ったケース>

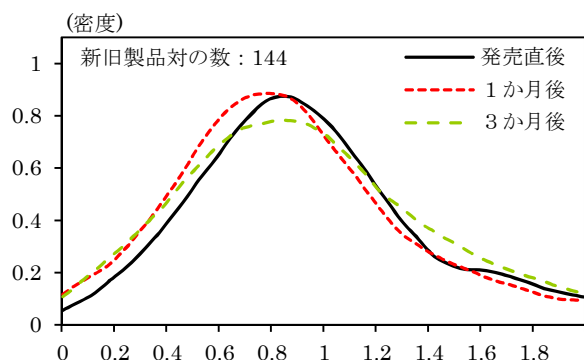
(1) エアコン



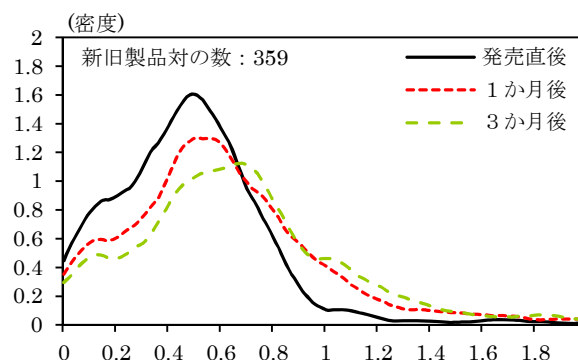
(2) 冷蔵庫・冷凍庫



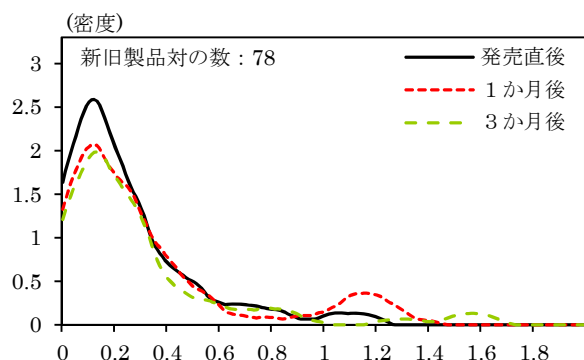
(3) 洗濯機



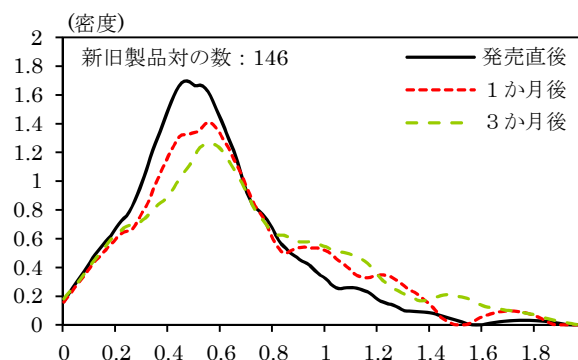
(4) 炊飯器



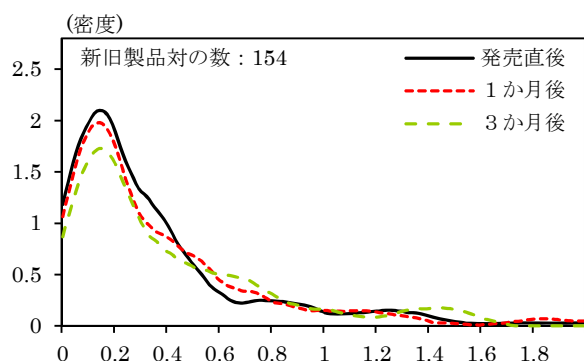
(5) 掃除機



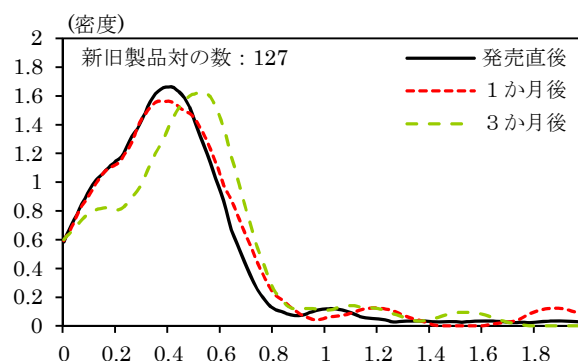
(6) 電子レンジ・オーブンレンジ



(7) ドライヤー・ヘアアイロン



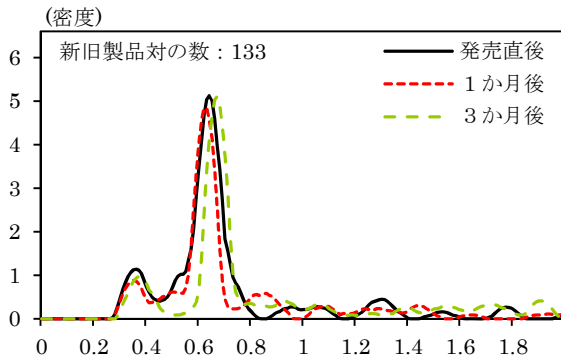
(8) 空気清浄器



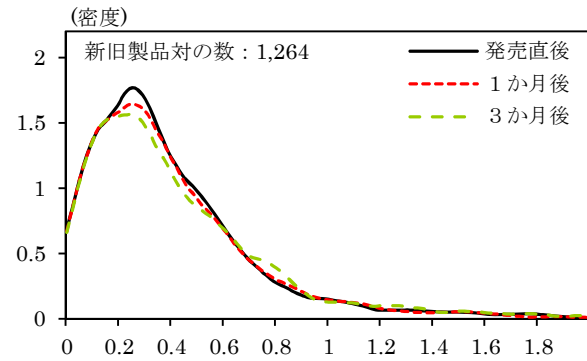
ロバストネスチェック①：品質向上割合の分布（情報通信機器①）

<相対品質差による絞り込みを行ったケース>

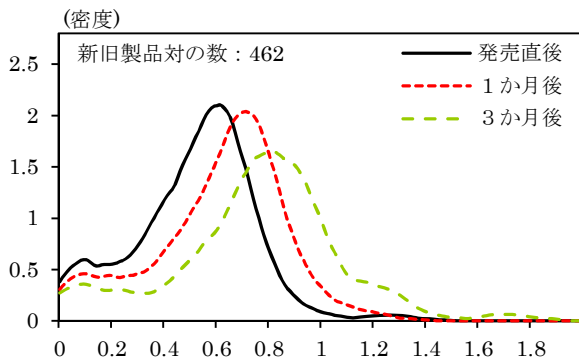
(1) カーナビ



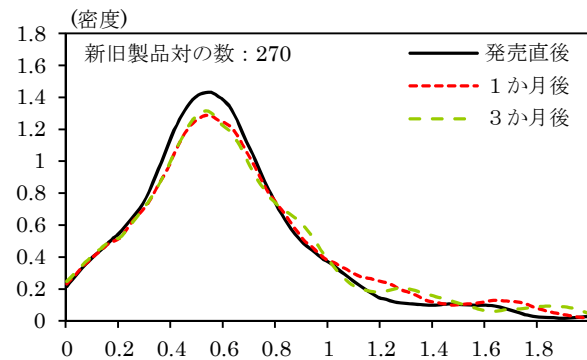
(2) 外付けハードディスク



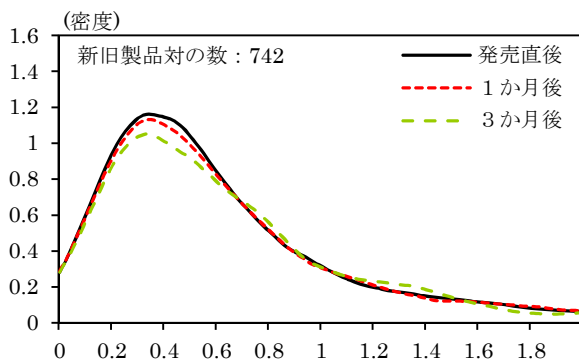
(3) 液晶テレビ



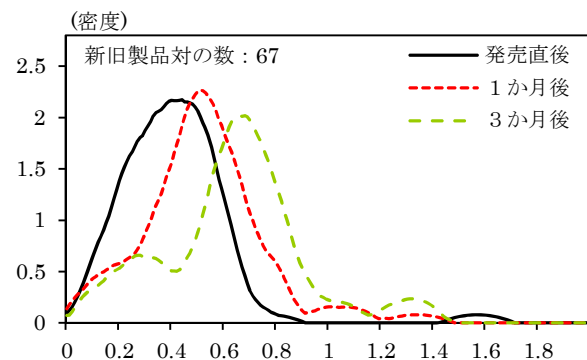
(4) 液晶モニタ・液晶ディスプレイ



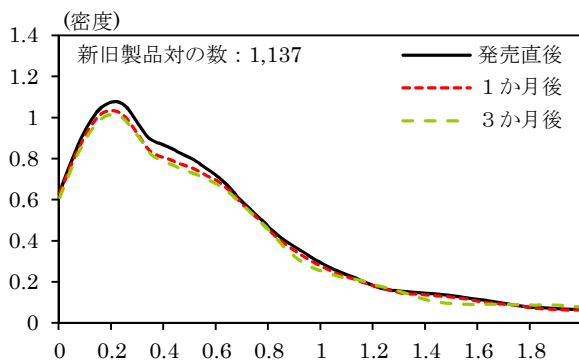
(5) プリンタ



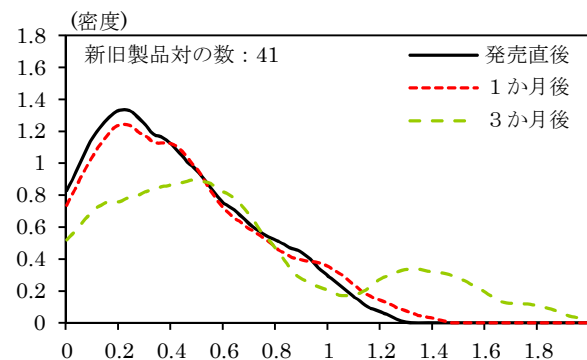
(6) ブルーレイ・DVDレコーダー



(7) ヘッドホン・イヤホン



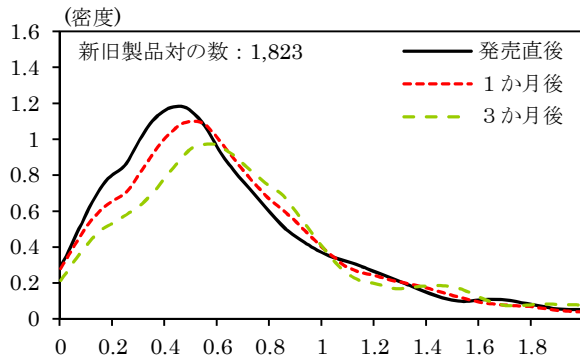
(8) ビデオカメラ



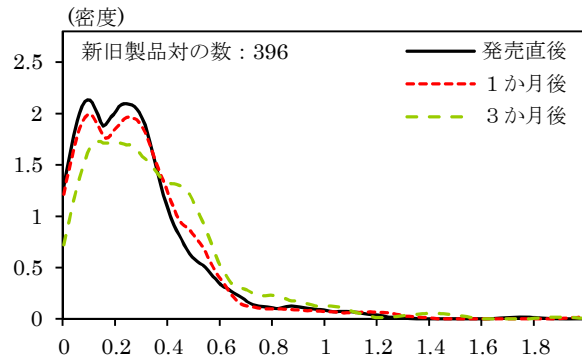
ロバストネスチェック①：品質向上割合の分布（情報通信機器②）

<相対品質差による絞り込みを行ったケース>

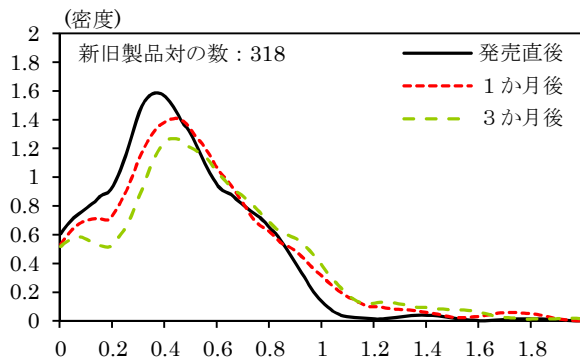
(9) ノートパソコン



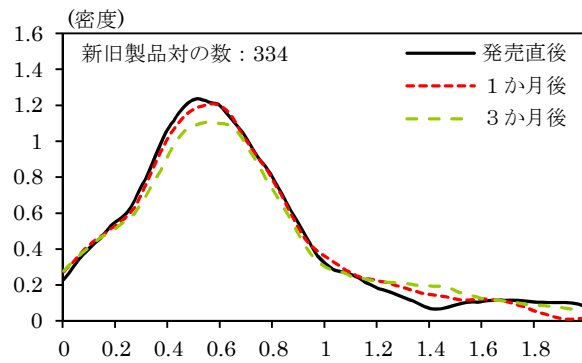
(10) デスクトップパソコン



(11) デジタルカメラ



(12) デジタル一眼カメラ



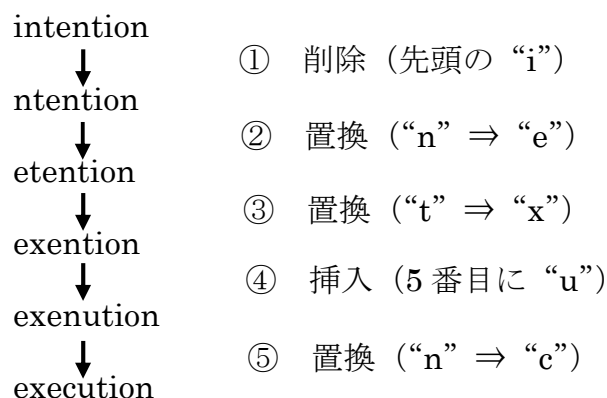
## 品質向上割合に関するロバストネスチェック②：レーベンシュタイン距離

補論2では、本論3.(5)「新旧製品対の選定」の脚注において言及した、新旧製品の機種名が類似している程度を定量化した「レーベンシュタイン距離」(Levenshtein distance)に着目した品質向上割合のロバストネスチェックについて、同距離の定義や、製品対の具体的な絞り込み方法、および絞り込みを行った場合の分析結果への影響を整理する。

### (1) レーベンシュタイン距離の定義<sup>a</sup>

レーベンシュタイン距離とは、二つの文字列がどの程度異なっているかを量的に評価した指標の一つ。最小編集距離とも称される。ここでいう編集とは、文字の「挿入」、「置換」、「削除」の3つの行為を指し、ある文字列を他の文字列に変換する際に必要な編集の最小回数がレーベンシュタイン距離となる。

例えば、*intention* と *execution* の二つの文字列を考える。この二つの文字列間のレーベンシュタイン距離は、以下の編集を伴うことから、5と計測される。



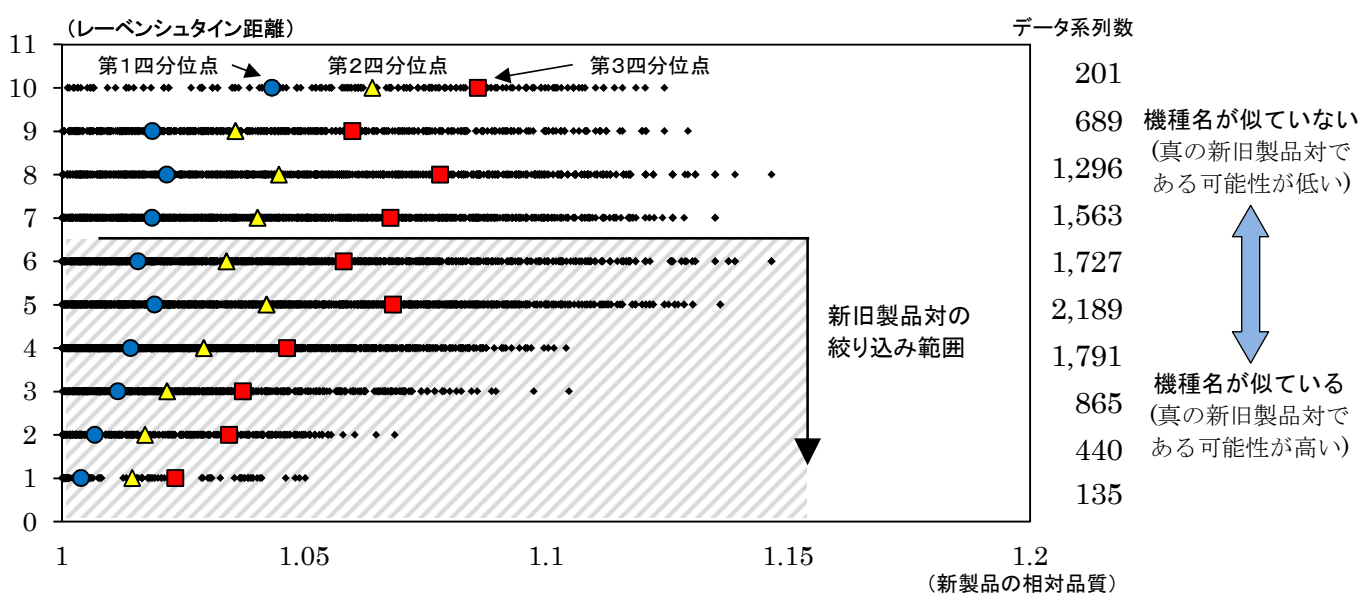
### (2) レーベンシュタイン距離を用いた新旧製品対の追加的な絞り込み方法

本論の分析では、標準的な選定条件を課すことで、新旧製品対の選定方法の客観性の確保に努めた。もっとも、これらの条件だけでは、「真」の新旧製品対とみなすことのできない組合せを製品対から除外できないという意味で限界がある。これに対し、補論2では、「メーカーが付与する機種名(製品コード)を観察すると、同一ラインナップに属する製品同士の機種名は概ね似通っている一方、異なるラインナップに属する製品同士の機種名は相対的に大きく異なる」傾向があることに着目し、標準的な選定条件を満たす各製品対のレーベンシュ

<sup>a</sup> 詳細については、Jurafsky and Martin (2008), “Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition,” Prentice Hall 等を参照。

ライン距離を個々に測定し、そのうち機種名が比較的似通っていると判断可能な（すなわち当該製品対のレーベンシュタイン距離が品目全体の同距離の平均値<端数切上げ>以下となる）組合せのみを抽出する条件を追加的に課すことで、本稿の分析の頑健性を確認する。

以下、電気機器「エアコン」を例に挙げて、上記の手順をより具体的に説明する。まず、標準的な選定条件を満たすエアコンの各製品対のレーベンシュタイン距離を、当該製品対の相対品質（旧製品の品質を1に基準化した際の新製品の品質）の関係とともにプロットすることで事実関係を整理する。



エアコンの各製品対のレーベンシュタイン距離の平均値は6となるため、本補論の分析では、エアコンに関する新旧製品対の選定条件として「レーベンシュタイン距離が6以下となる」旨の条件を追加的に課すことで、新旧製品対の絞り込みを行うことになる。

### (3) レーベンシュタイン距離を用いて絞り込んだ場合の分析結果への影響

レーベンシュタイン距離を用いて製品対を絞り込んだうえ、品質向上割合を計測した結果については、補論図表2を参照。上記のとおりレーベンシュタイン距離と相対品質の間にはごく緩やかな正の相関がみられるため、こうした絞り込みを行うことで品質向上割合の分布が左にシフトすることも考えられる。しかし実際に計測したところ、品質向上割合の分布の形状はほとんど変化せず、絞り込みの影響は無視し得るほど軽微であることが判明した。すなわち、本補論において実施したレーベンシュタイン距離を用いたロバストネスチェックの結果を踏まえると、相対品質差を用いたロバストネスチェック（前掲補論1）のときと同様、本稿の分析の頑健性は確保されていることが分かる。

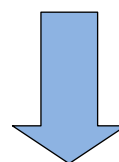
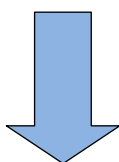
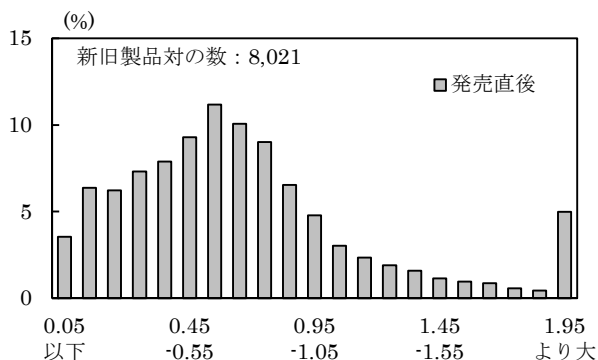
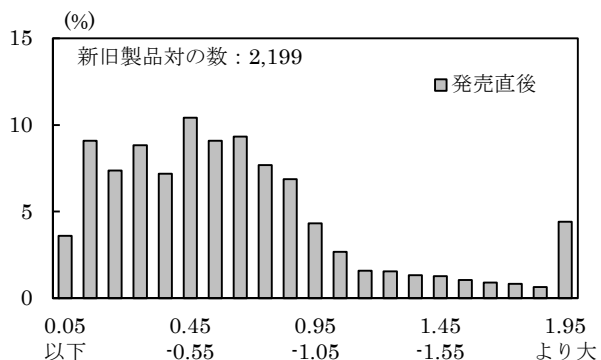
## ロバストネスチェック②：品質向上割合の分布（全体像）

＜レーベンシュタイン距離による絞り込みを行ったケース＞

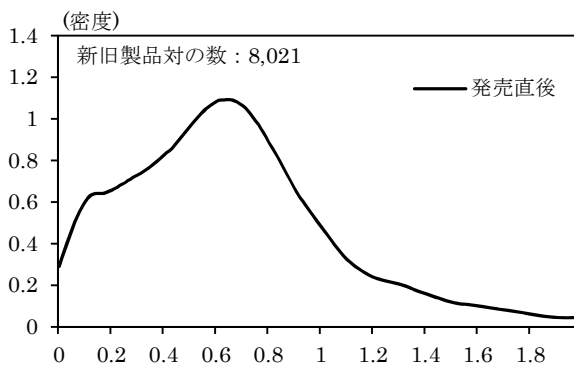
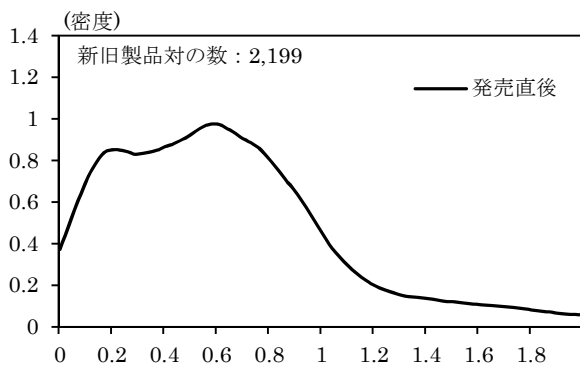
(1) 電気機器全体

(2) 情報通信機器全体

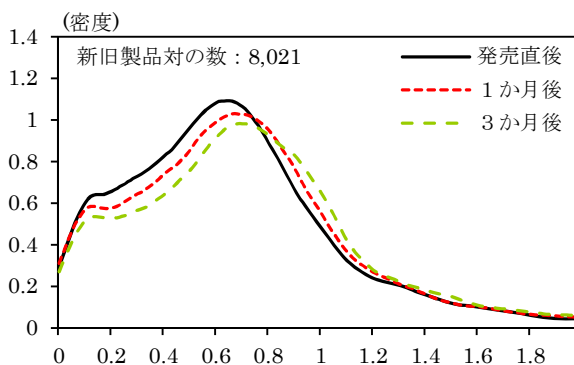
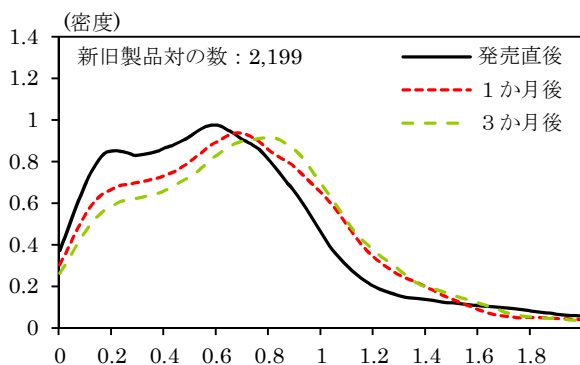
(ヒストグラムによる描写)



(カーネル密度関数による近似)



(カーネル密度関数の推移)

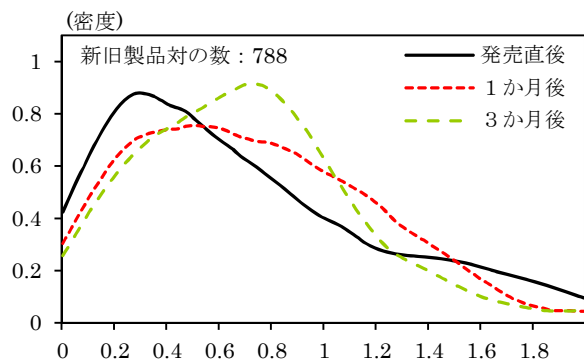




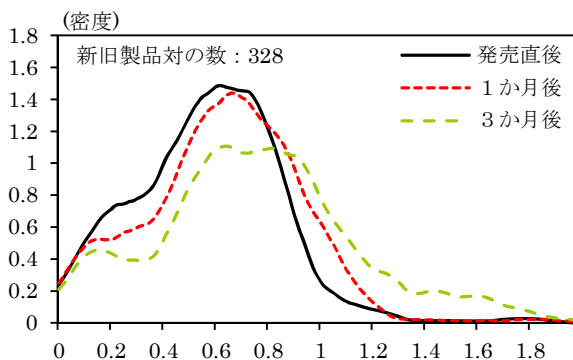
### ロバストネスチェック②：品質向上割合の分布（電気機器）

<レーベンシュタイン距離による絞り込みを行ったケース（括弧内は絞り込み前後の最大距離）>

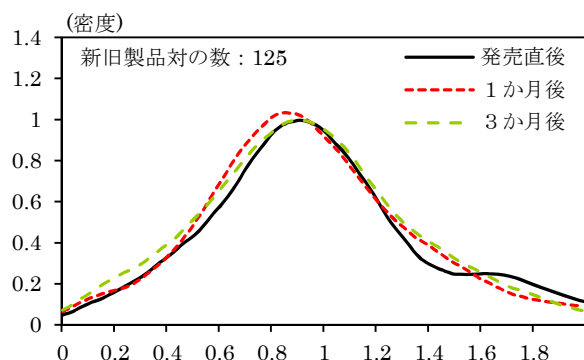
(1) エアコン(絞り込み前 10/ 絞り込み後 6)



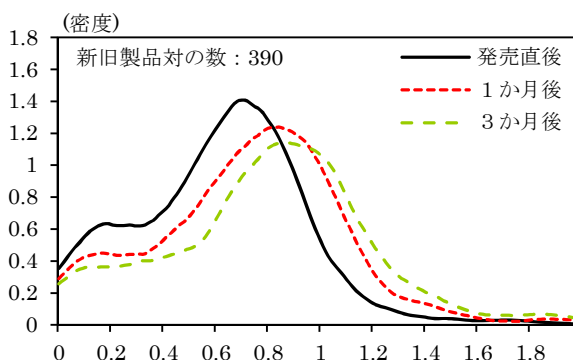
(2) 冷蔵庫・冷凍庫 (9/6)



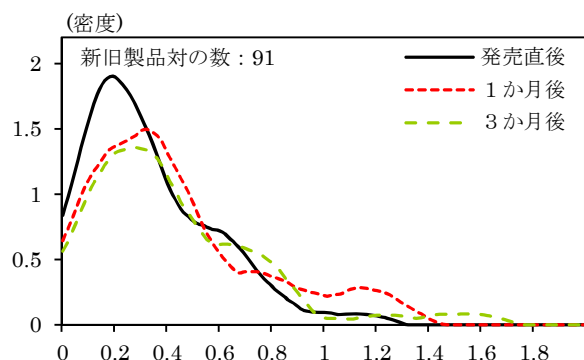
(3) 洗濯機 (9/5)



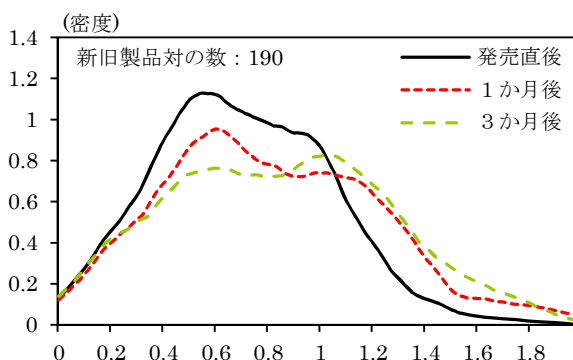
(4) 炊飯器 (9/5)



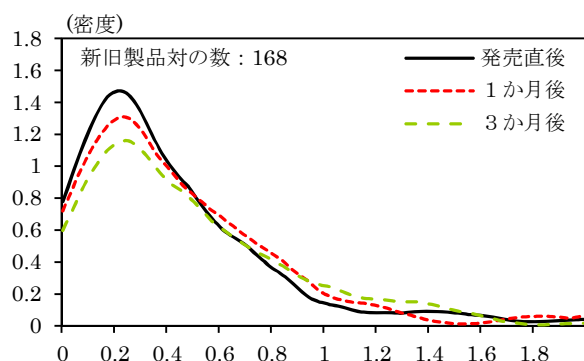
(5) 掃除機 (10/5)



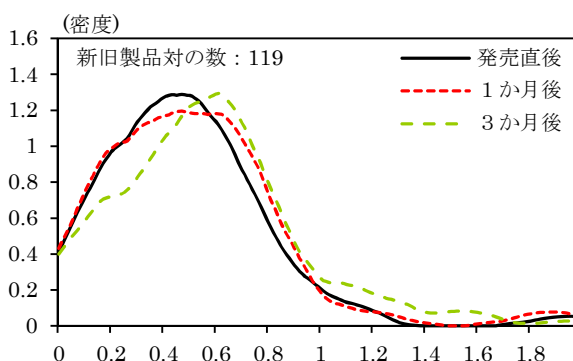
(6) 電子レンジ・オーブンレンジ (9/6)



(7) ドライヤー・ヘアアイロン (9/6)



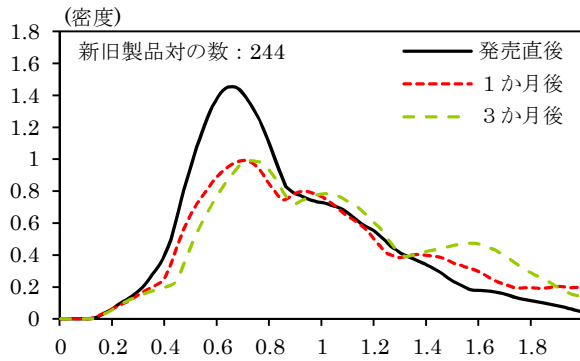
(8) 空気清浄器 (9/5)



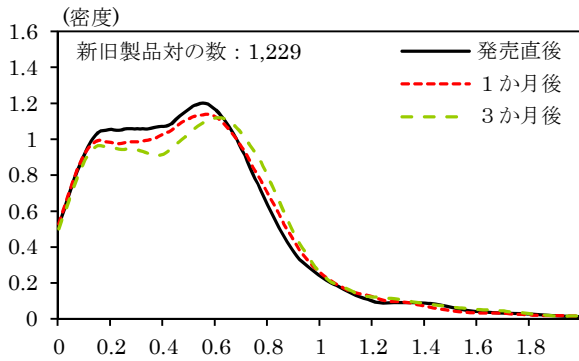
ロバストネスチェック②：品質向上割合の分布（情報通信機器①）

＜レーベンシュタイン距離による絞り込みを行ったケース＞

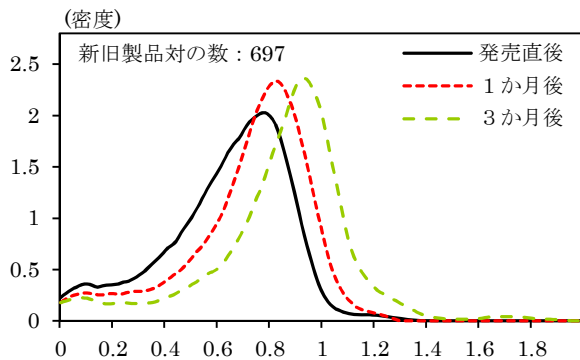
(1) カーナビ (14/6)



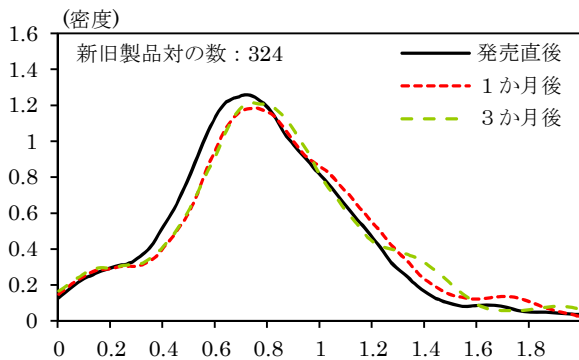
(2) 外付けハードディスク (15/7)



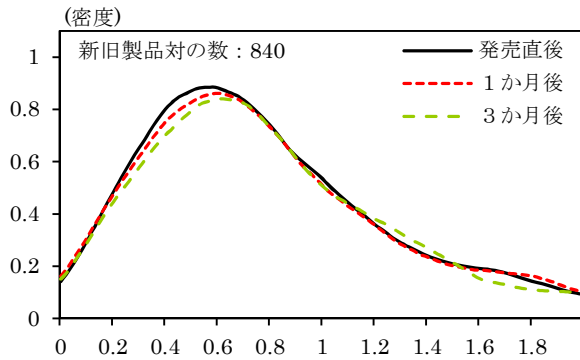
(3) 液晶テレビ (9/6)



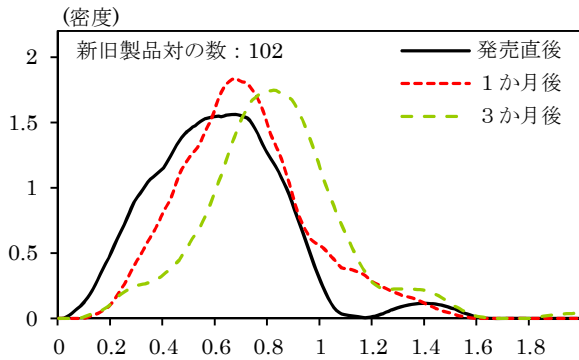
(4) 液晶モニタ・液晶ディスプレイ (11/7)



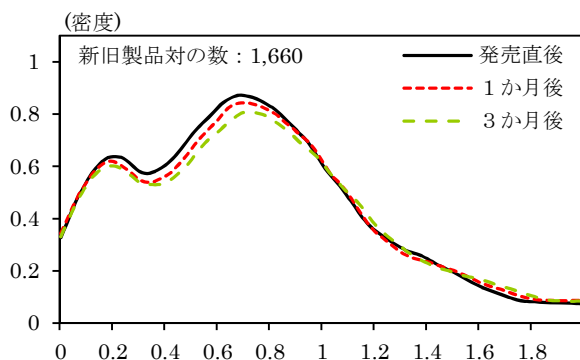
(5) プリンタ (18/7)



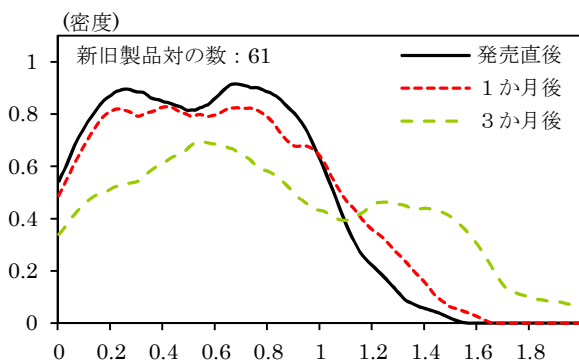
(6) ブルーレイ・DVDレコーダー (7/4)



(7) ヘッドホン・イヤホン (27/10)



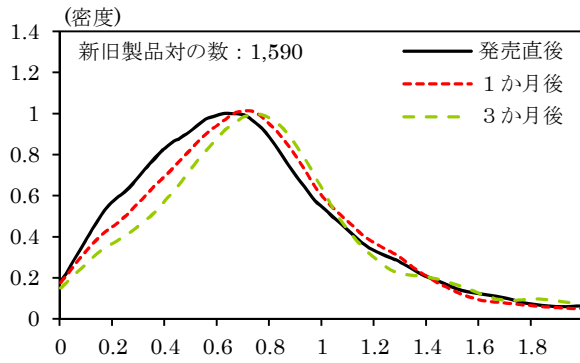
(8) ビデオカメラ (10/6)



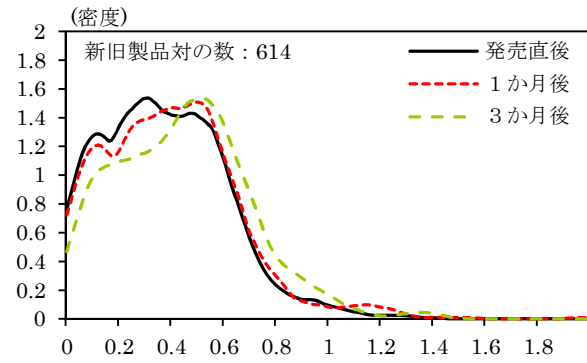
ロバストネスチェック②：品質向上割合の分布（情報通信機器②）

<レーベンシュタイン距離による絞り込みを行ったケース>

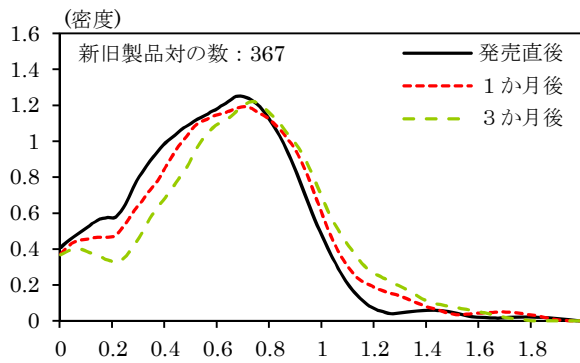
(9) ノートパソコン (41/17)



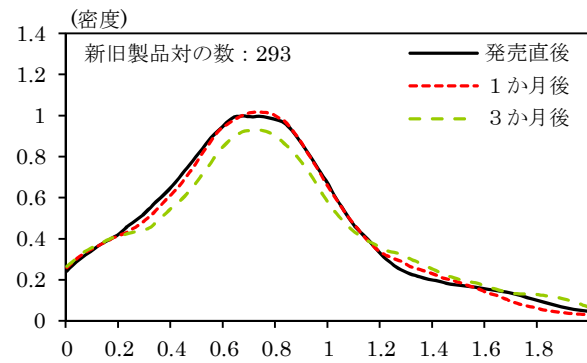
(10) デスクトップパソコン (24/8)



(11) デジタルカメラ (21/7)



(12) デジタル一眼カメラ (17/8)



### Taylor 展開を用いた品質向上割合の期待値・分散の近似

数学補論 1 では、2 変数の確率変数の平均と分散について、Taylor 展開を用いた近似解の導出過程を示す。 $\mathbf{X} = (x_1, x_2)^T$  に対する関数  $f(\mathbf{X})$  を考える。変数  $\mathbf{X}$  の期待値を  $\boldsymbol{\theta} = (\theta_1, \theta_2)^T$  とし、この近傍で  $f(\mathbf{X})$  の 2 次項までの Taylor 展開を行うと、以下の関係式を得る。

$$f(\mathbf{X}) \approx f(\boldsymbol{\theta}) + f'_1(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1) + f'_2(\boldsymbol{\theta})(x_2 - \theta_2) \\ + \frac{1}{2} \{f''_{11}(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1)^2 + 2f''_{12}(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1)(x_2 - \theta_2) + f''_{22}(\boldsymbol{\theta})(x_2 - \theta_2)^2\} \\ \text{where } f'_i(\mathbf{X}) = \frac{\partial f(\mathbf{X})}{\partial x_i}, \quad f''_{ij}(\mathbf{X}) = \frac{\partial^2 f(\mathbf{X})}{\partial x_i \partial x_j}$$

このとき、 $f(\mathbf{X})$  の期待値および分散は以下のとおり近似可能。

$$E[f(\mathbf{X})] \approx E[f(\boldsymbol{\theta})] + E[f'_1(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1)] + E[f'_2(\boldsymbol{\theta})(x_2 - \theta_2)] \\ + \frac{1}{2} \{E[f''_{11}(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1)^2] + 2E[f''_{12}(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1)(x_2 - \theta_2)] + E[f''_{22}(\boldsymbol{\theta})(x_2 - \theta_2)^2]\} \\ = f(\boldsymbol{\theta}) + \frac{1}{2} f''_{11}(\boldsymbol{\theta}) \text{Var}(x_1) + f''_{12}(\boldsymbol{\theta}) \text{Cov}(x_1, x_2) + \frac{1}{2} f''_{22}(\boldsymbol{\theta}) \text{Var}(x_2) \quad (\text{A1})$$

$$\text{Var}[f(\mathbf{X})] = E[(f(\mathbf{X}) - E[f(\mathbf{X})])^2] \\ \approx E[\{f'_1(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1)\}^2] + E[2\{f'_1(\boldsymbol{\theta})(x_1 - \theta_1)\}\{f'_2(\boldsymbol{\theta})(x_2 - \theta_2)\}] \\ + E[\{f'_2(\boldsymbol{\theta})(x_2 - \theta_2)\}^2] \\ = \{f'_1(\boldsymbol{\theta})\}^2 \text{Var}(x_1) + 2\{f'_1(\boldsymbol{\theta})f'_2(\boldsymbol{\theta})\} \text{Cov}(x_1, x_2) + \{f'_2(\boldsymbol{\theta})\}^2 \text{Var}(x_2) \quad (\text{A2})$$

$f(\mathbf{X}) = x_1/x_2$  を満たすとして、式(A1)、(A2)において微分項を計算し、期待値  $\boldsymbol{\theta} = (\theta_1, \theta_2)^T = (E(x_1), E(x_2))^T$  を代入すると、

$$E\left(\frac{x_1}{x_2}\right) \approx \frac{E(x_1)}{E(x_2)} + \frac{E(x_1)}{E(x_2)^3} \text{Var}(x_2) - \frac{\text{Cov}(x_1, x_2)}{E(x_2)^2} \quad (\text{A3})$$

$$\text{Var}\left(\frac{x_1}{x_2}\right) \approx \left(\frac{E(x_1)}{E(x_2)}\right)^2 \left(\frac{\text{Var}(x_1)}{E(x_1)^2} + \frac{\text{Var}(x_2)}{E(x_2)^2} - \frac{2\text{Cov}(x_1, x_2)}{E(x_1)E(x_2)}\right) \quad (\text{A4})$$

式(A3)、(A4)において  $x_1$  を新旧製品の品質差  $\Gamma$ 、 $x_2$  を価格差  $\Delta_\tau$  とすれば、本論に記述したとおり品質向上割合  $\mu_\tau$  の期待値および分散の近似式を得る。■

### 時間経過に伴う品質向上割合の期待値・分散の変化

数学補論 2 では、新旧製品間の品質向上割合  $\mu_\tau^{ij}$  の期待値と分散が時間変数  $\tau$  に関して単調増加となる条件について検討する。数学補論 1 において導出した式から、品質向上割合の期待値と分散の近似解は、以下のとおり表現される。

$$E(\mu_\tau) = E\left(\frac{\Gamma}{\Delta_\tau}\right) \approx \frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)} + \frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)^3} \sigma(\Delta_\tau)^2 - \frac{\rho_{\Gamma,\Delta} \sigma(\Gamma) \sigma(\Delta_\tau)}{E(\Delta_\tau)^2} \quad (\text{B1})$$

$$\text{Var}(\mu_\tau) = \text{Var}\left(\frac{\Gamma}{\Delta_\tau}\right) \approx \left(\frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)}\right)^2 \left(\frac{\sigma(\Gamma)^2}{E(\Gamma)^2} + \frac{\sigma(\Delta_\tau)^2}{E(\Delta_\tau)^2} - \frac{2\rho_{\Gamma,\Delta} \sigma(\Gamma) \sigma(\Delta_\tau)}{E(\Gamma)E(\Delta_\tau)}\right) \quad (\text{B2})$$

ただし、 $\rho_{\Gamma,\Delta}$  は品質差  $\Gamma$  と価格差  $\Delta_\tau$  の相関係数、 $\sigma(\cdot)$  は標準偏差を意味する。

はじめに、品質向上割合の期待値  $E(\mu_\tau)$  が時間変数  $\tau$  に関して単調増加となる条件を考察する。品質差と価格差の期待値近傍では、式(B1)の右辺第 2 項および第 3 項は第 1 項と比べ十分に小さいと考えられることから、便宜上、式(B1)はさらに以下のとおり近似することができる。

$$E(\mu_\tau) = E\left(\frac{\Gamma}{\Delta_\tau}\right) \approx \frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)}$$

ここで、分子に当たる新旧製品の品質差の期待値  $E(\Gamma)$  は  $\tau$  に関して不変、分母に当たる価格差の期待値  $E(\Delta_\tau)$  は  $\tau$  に関して単調減少であることから、品質向上割合の期待値  $E(\mu_\tau)$  は  $\tau$  に関して単調増加となる<sup>b</sup>。

次に、品質向上割合の分散  $\text{Var}(\mu_\tau)$  が時間変数  $\tau$  に関して単調増加となる条件を考察する。式(B2)を変形し、関数  $f(\Delta_\tau)$  および  $g(\Delta_\tau)$  を新たに定義することで、以下の関係式を得る。

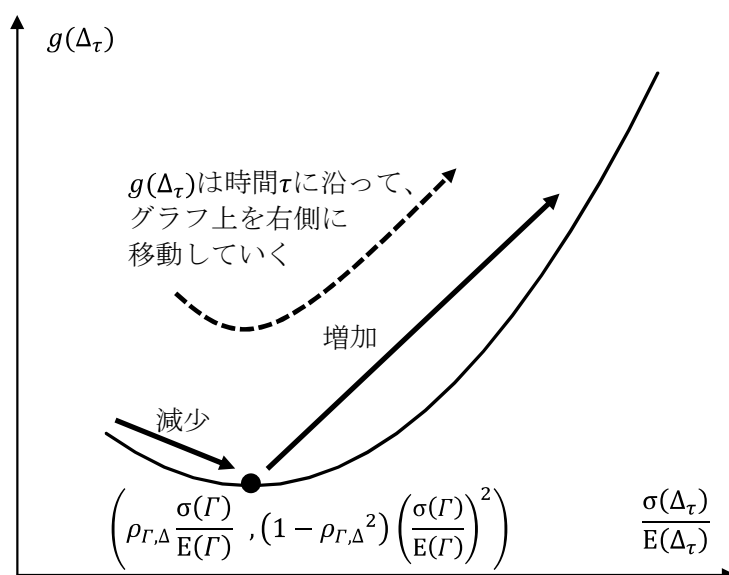
$$\begin{aligned} \text{Var}(\mu_\tau) &\approx \left(\frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)}\right)^2 \left(\left[\frac{\sigma(\Delta_\tau)}{E(\Delta_\tau)} - \rho_{\Gamma,\Delta} \frac{\sigma(\Gamma)}{E(\Gamma)}\right]^2 + (1 - \rho_{\Gamma,\Delta}^2) \left(\frac{\sigma(\Gamma)}{E(\Gamma)}\right)^2\right) \\ &= f(\Delta_\tau) \cdot g(\Delta_\tau) \end{aligned}$$

$$\text{where } f(\Delta_\tau) \equiv \left(\frac{E(\Gamma)}{E(\Delta_\tau)}\right)^2, \quad g(\Delta_\tau) \equiv \left[\frac{\sigma(\Delta_\tau)}{E(\Delta_\tau)} - \rho_{\Gamma,\Delta} \frac{\sigma(\Gamma)}{E(\Gamma)}\right]^2 + (1 - \rho_{\Gamma,\Delta}^2) \left(\frac{\sigma(\Gamma)}{E(\Gamma)}\right)^2$$

<sup>b</sup> ここでは、製品の平均的な価格遷移パターンが右下がりの形状を示すことを念頭に、価格差の期待値が単調減少となることを前提としている。なお、価格差の分散については、新旧製品それぞれの価格の分散が  $\tau$  に関して単調増加であるもとで新旧製品価格の相関係数が然程大きくないことを仮定すれば、 $\tau$  に関して単調増加となる。また、新旧製品の発売日のラグや発売時点の価格差の分散の影響は捨象している。なお、本数学補論で用いる品質向上割合の期待値や分散は、あくまで近似表記に過ぎず、近似精度が落ちる場合にはこの限りでないことには留意の要。

先述のとおり、新旧製品の品質差の期待値 $E(\Gamma)$ は $\tau$ に関して不変、価格差の期待値 $E(\Delta_\tau)$ は $\tau$ に関して単調減少であるため、 $f(\Delta_\tau)$ は $\tau$ に関して単調増加となる。

続いて $g(\Delta_\tau)$ の形状について考える。まず、 $g(\Delta_\tau)$ が変数 $\sigma(\Delta_\tau)/E(\Delta_\tau)$ に関する二次関数として表現し得ることに着目すれば、両者の関係は、以下のグラフのとおり描写することが可能。



$\sigma(\Delta_\tau)/E(\Delta_\tau)$ が $\tau$ に関して単調増加となることを踏まえると、 $g(\Delta_\tau)$ は、 $\tau$ の増加、すなわち時間の経過に伴い、上記グラフに沿って左から右に推移する。新製品発売時点 ( $\tau = 0$ ) において $\sigma(\Delta_\tau)/E(\Delta_\tau)$ が頂点の右側に存在する場合、すなわち、

$$\frac{\sigma(\Delta_{\tau|\tau=0})}{E(\Delta_{\tau|\tau=0})} \geq \rho_{\Gamma,\Delta} \frac{\sigma(\Gamma)}{E(\Gamma)} \quad (\text{B3})$$

が成立する場合には、 $g(\Delta_\tau)$ は $\tau$ に関して明らかに単調増加となる。この条件は、言い換えると、新製品発売時点の新旧製品の価格差の変動係数が品質差の変動係数と比べて相応に大きい（または品質差と価格差の相関係数が相応に小さい）ことを意味する<sup>c</sup>。

ここで、 $f(\Delta_\tau)$ および $g(\Delta_\tau)$ がともに正の値をとることを踏まえると、式(B3)は、品質向上割合の分散 $\text{Var}(\mu_\tau)$ が $\tau$ に関して単調増加となるための十分条件を意味することが分かる<sup>d</sup>。 ■

<sup>c</sup> 品質差 $\Gamma$ と価格差 $\Delta_\tau$ の相関係数 $\rho_{\Gamma,\Delta}$ は時間の経過に伴い変動すると考え得るものの、その変動幅はごく僅少であるとみなし、ここでは定数として扱っている。

<sup>d</sup> 式(B3)が成立しない場合、すなわち $\sigma(\Delta_\tau)/E(\Delta_\tau)$ がグラフの頂点の左側に存在する場合には、 $g(\Delta_\tau)$ が $\tau$ に関して減少する局面が存在する。このとき、品質向上割合の分散が $\tau$ に関して単調増加となるには、 $f'(\Delta_\tau)g(\Delta_\tau) + f(\Delta_\tau)g'(\Delta_\tau) > 0$ が成立することが必要十分となる。