



Hitotsubashi University
Institute of Innovation Research



一橋大学イノベーション研究センター

東京都国立市中2-1
<http://www.iir.hit-u.ac.jp>

ノートパソコンの技術進歩とその源泉 ：価格比較サイトデータに基づくヘドニック法による分析

一橋大学 イノベーション研究センター リサーチアシスタント 前田高宏 (経営学修士)

一橋大学 イノベーション研究センター教授 長岡貞男

2013年 1月

要約

本稿では、2006年～2012年の期間における、ノートパソコンの技術進歩(以下では品質向上)とその源泉について、価格比較サイトのデータから新たなパネルデータを構築し、ヘドニック法による分析を行う。ヘドニック法による品質調整済み価格動向(=名目価格変化率-技術進歩率(品質上昇率))の計測は、プロダクト・イノベーションの源泉を明らかにする上で非常に重要な道具であるが、他方で欠落変数が重要な影響を与え得ることが従来から指摘されている(Triplett (2004))。本研究では、ユーザー・レビューや製品のシリーズ情報などによって欠落変数を補足することが、技術進歩の計測にどのような影響を与えるか分析するとともに、ノートパソコンをホームノート、モバイルノートおよびネットブックに分けて、技術進歩の方向やその源泉の分析を行った。分析の結果、以下が明らかになった。

- ・価格比較サイトデータに基づくヘドニック法による推計結果は、その大半が合理的な結果となっており、また、ノートパソコンの種類によって、品質向上への消費者から見た効果が大きい性能が異なり、技術進歩の方向も異なってきたことも確認された。

- ・従来の計量分析で欠落していたが、相対評価しか得られない性能変数を導入した場合、それと絶対評価の変数との相関(製品間のクロスセクション)がプラスであれば、推計される技術進歩の程度は小さくなる。しかし、両者の相関が負である場合には、技術進歩の過小評価の傾向は是正される。PCのデータでは、デザインや使い勝手などに関するユーザーの評価データを新たに加えることは後者の効果をもたらすことが示された。

- ・企業は消費者がどのような方向の技術進歩を評価するかを見通しながら研究開発を行うので、消費者の評価が高まる方向でより技術進歩が早く、その結果、全期間推計と隣接法を比較した場合、後者の方が計測される技術進歩の程度は大きいと予想される。これらの予想も支持された。

- ・製品機能のCPUやOSへの統合によってこれらの基幹部品が技術進歩の源泉としてより重要になると、イノベーションの担い手として完成品メーカーの重要性が低下する。その低下が大きい場合、完成品メーカーのシリーズの更新に伴って、シリーズに体化される技術進歩(ただし、重量の削減などを除く内部機能の向上)の価値は低下し、また同時にヘドニック回帰分析に製品のシリーズを導入することによって計測される技術進歩の大きさは減少することが予想される。これらの予想も支持された。

キーワード： ノートパソコン、技術進歩、イノベーションの担い手、計測、ヘドニック法

*) 本研究の遂行には、「産学官連携によるイノベーション過程の研究」(基盤S)の支援を得た。

1. 背景と先行研究

半導体の性能の指数関数的な速度による向上、OS や応用ソフトウェアの持続的な革新、通信技術の進歩とインターネット接続の高速化、液晶技術の進歩等を反映して、PC は、電化製品の中でも特にプロダクト・イノベーションが活発で、モデルチェンジも頻繁に行われる製品である。このようなプロダクト・イノベーションの技術進歩への貢献と消費者便益への貢献を評価することは、イノベーションによる生産性の向上を評価していく上でも、また消費者に評価される企業の技術経営の在り方を検討していく上でも、非常に重要である。

このような分析を行うための非常に有用な分析手法の一つとしてヘドニック法が存在し、最近では物価指数の算出などにも用いられてきた。ヘドニック法を用いた製品価格指数の算定を行った研究は PC に関連したものだけでも比較的多くあり、米国における 1980 年代のラップトップ PC の販売価格を分析した Berndt, E. R. and Z. Griliches(1993)をはじめとして、国内でも、1990 年代前半の白塚重典氏 (1994) など、ヘドニック法による品質調整済み価格の指数を算定する試みは数多く行われてきた¹。Triplett (2004)は情報技術製品へのヘドニック法適用についての包括的なレビューと手引きを示している²。

ヘドニック法を活用したイノベーション研究において最大の課題はプロダクト・イノベーションを把握するパネルデータの整備と活用にあると考えられる。Triplett (2004)が指摘するように、ヘドニック法による品質調整済み価格の計測においては欠落変数が特に重要な影響を与え得るが、その影響についての本格的な分析は乏しい(“ Few studies of omitted variables have been carried out, partly because this class of issues has not received the attention it deserves, but more because investigators usually use all the variables they have. They do not have the luxury of gathering data on their omitted variables to test the empirical importance of omitted variables in their price indexes.”)。欠落変数があってもそれが説明変数と相関が無いと推定される場合、通常の計量経済分析では関心がある変数の効果については正しい推計値が得られるので、問題は無い。しかし、ヘドニック法による品質調整済み価格の計測においては、そのような欠落変数の場合でも過少評価を通常もたらすことになる。また、後述するように、欠落変数を補う結果として、品質調整済み価格の把握がより不正確になる可能性もあり、技術進歩全体の推計と CPU 等の特定の技術の進歩の効果の測定にはトレードオフ関係が存在する可能性があることにも留意が必要である。ヘドニック法が正しく実証分析に利用されるには、主要なプロダクト・イノベーションについて、詳細なパネルデータを整備するとともに、適切な計量経済モデルの選択が不可欠である。

従来の研究では、各種データをカタログや雑誌から収集しているものが多いため、データ数が少なく、詳細なスペックデータが利用できない場合や、価格データが年単位でしか利用できないなどの理由により、欠落変数の存在や季節性が見落としなどの可能性が高く、データ面での制約が非常に大きかった。ヘドニック法を利用するためには、市場に存在する製品の価格および性能についての可能な限り詳細な情報を収集する必要がある。しかし、現在では、インターネット上に価格比較サイトの登場したことにより、従来に比べてより詳細なスペックデータ、価格データおよびユーザーの評価データが容易に入手できるようになった。そこで、本稿では、これらの最新のデータを用いて、新たにノート PC の価格と性能についてのパネルデータを構築して分析を行った。なお、本稿で使用した推計と主要論文で行った推計の比較については、表 1 に記載した通りであ

¹同氏の論文「物価指数に与える品質変化の影響」では、PC のみならず様々な製品について、ヘドニック法による分析を行った論文の一覧が掲載されている。

²コンピューターについて Pakes(2003)および Wyckoff (1995)、ソフトウェアについて White 他(2004)も参照。

る。

	本稿	Berndt, E. R. and Z. Griliches(1993)	白塚重典 (1994)	消費者物価指数の算定 (ノート PC) ³
被説明変数	実売価格	定価および実売価格	実売価格	実売価格
説明変数	39 種類の性能、3 種類のユーザー評価および企業ダミーまたはシリーズ・ダミー	10 種類の基本性能および企業ダミー	13 種類の基本性能および企業ダミー、ソフトウェアはウィンドウズ・プリンストール有・無のみ	約半年～1年に1回見直し、毎回異なるものを採用。変数は多くない。
推計期間	2006 年～2012 年	1982～1988 年	1990～1994 年	2000 年～現在
データ	価格比較サイト	パソコン雑誌	パソコン雑誌等	POS データ
推計間隔	1 月毎	1 年毎	1 年毎	1 月毎

表 1 ヘドニック回帰分析に利用されているデータの比較

ヘドニック法では、品質調整済み価格を算出するだけでなく、その計算過程で、説明変数として加えた性能が価格に与える影響を分析することが可能である。製品価格は、消費者の Willingness-to-pay でもあるため、価格に正の影響を与える性能は、消費者の便益を高めたとみなすことができる。本稿では、そうした分析により、ノート PC のイノベーションの源泉についても探った。具体的には、従来計測されていなかった性能の相対評価変数の導入の効果、消費者の評価とプロダクト・イノベーションの方向、ノートパソコンの完成品メーカーの技術革新の担い手としての重要性の変化についての仮説を検証した。

本稿は以下のように構成されている。第 2 節では、使用データとノート PC のパフォーマンスの記述統計を詳細に述べる。価格比較サイトのデータが計量経済分析による利用に十分耐えるものであることを確認する。第 3 節では、本論文で検証する仮説と推計モデルを説明する。第 4 節では推計結果と仮説の分析を行う。付録 1 は構築したデータの補足的な提示をするとともに、付録 2 では、消費者による技術進歩の評価の時間的な変化についての動学的考察とともに CPU 性能のベンチマークスコアによる分析を行っている。

2. 使用データと記述統計

2.1. データソースとパネルデータの構築

本研究では、インターネットの価格比較サイト（「価格.com」および「bestgate.net」）から PC のスペックデータおよび価格データを収集し、パネルデータとして使用した。「価格.com」は、国内大手の価格比較サイトであり、ネット通販で販売されている大半の製品（法人向けモデルおよび直販モデルは一部掲載）についてのスペックデータが登録されており、その一つ一つの製品について、それらを販売する各店舗が提示する販売価格が常時更新されている。このサイトでは、過去の価格情報も蓄積されているが、仕様上、過去 2 年間分のデータしか公表されていないため、それ以前のデータは入手することができなかった。一方「bestgate.net」は、「価格.com」と並ぶ価格比較サイトであり、データ収集の方法などが一部異なり、「価格.com」程の詳細なスペックデータは登録されていないものの、過去 6 年分の価格が入手可能となっている。そこで、製品のスペックデータを「価格.com」より収集し、価格データを「bestgate.net」より収集したあと、製品名をキーと

³ 清水、永井(2006)

して、両データのマッチングを行った。さらに、スペックデータのうち、「価格.com」の中で欠落している部分については、「bestgate.net」のデータから補い、より欠落が少ないように工夫した。

データの特徴は以下の通りである：

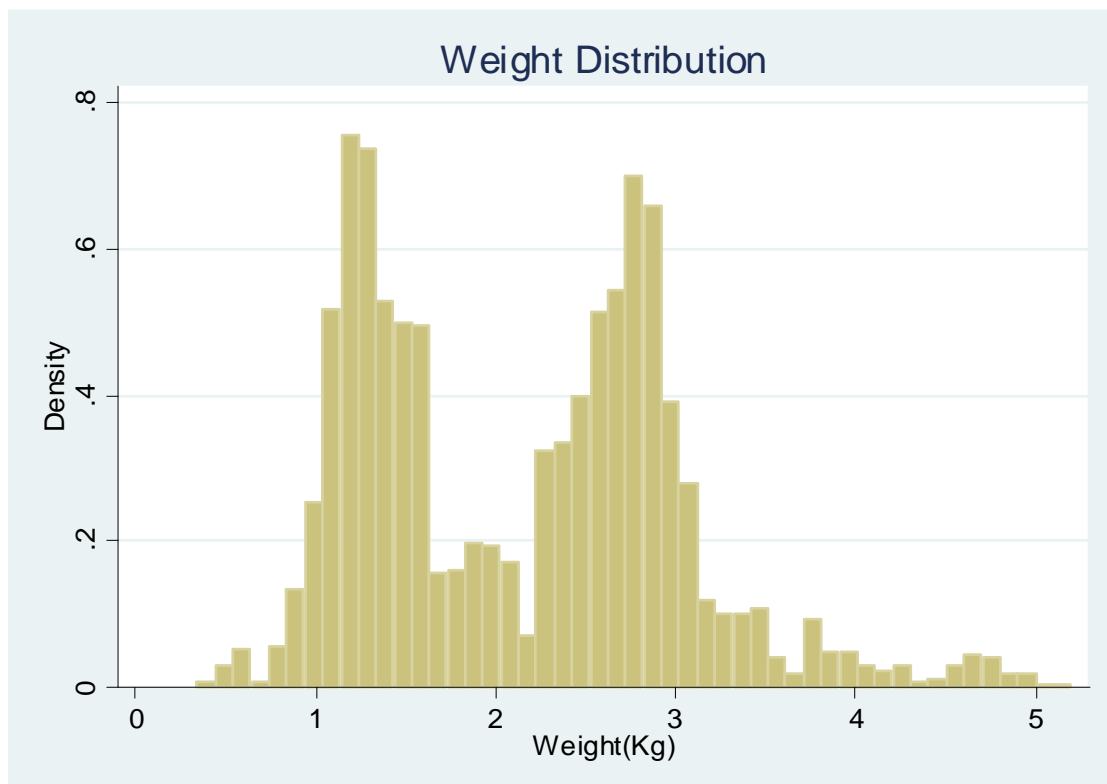
- ・「価格.com」のデータ
 - ・過去2年分の価格データ（各製品・各日ごとの、最安値・平均価格）
 - ・2000年ごろから現時点までに発売された製品の製品名・メーカー・詳細なスペック・発売日・ユーザーのレビュー評価
 - ・製品スペックデータの正確性は、後半の時期（主に2005年以降）に発売されたものほど高い。前半の時期（主に2005年以前）に発売されたものについては、欠落している物が一定数存在する。
- ・「bestgate.net」のデータ
 - ・過去6年分の価格データ（各製品・各日ごとの、最安値・平均価格・販売店舗数）
 - ・2000年ごろから現時点までに発売された製品の製品名・メーカー・スペック
 - ・スペック情報の詳しさは「価格.com」に比べるとやや劣る

これらの作業により、2006年6月から2012年5月までに販売された製品ごとのスペック、価格によるパネルデータを作成し、ヘドニック・アプローチによる分析に使用した。また、データは、消費者物価指数算定の基礎となる小売物価統計調査が、毎月12日を含む週に行われていることを考慮して、毎月12日のデータのみを使用した。なお、計算は、統計ソフト「Stata 12」を用いて行った。

2.2. ノートPCの3分類

ノートPCは、いくつかの種類に区分される。その最も大きな分類としては、使用目的により、外出先に携帯して使用するものと、オフィスや家庭に据え置いて使用するものに分かれる。前者は、モバイルノートやB5ノートなどと呼ばれ、常時携帯することを目的に設計されたものである。そのため、軽量、薄型かつバッテリー稼働時間の長さの特徴としており、処理速度や画面サイズ等には妥協があることが一般的である。一方、後者はホームノート、オールインワンノート、A4ノートなどと呼ばれ、主にデスクトップPCの代わりに使用され、屋内にある程度据え置いて使用することを目的に設計されたものである。処理速度や画面サイズが前者に比べると高く、屋内での移動ができる程度の携帯性を備えるものの、外出先に持ち運ぶことを想定して設計されていないものが多い。さらに、2007年ごろから、新しい分類の製品として、ネットブックが登場した。ネットブックは、性能を抑えることにより、小型軽量かつ安価であるという特徴を持つ。この定義は定まったものでないものの、ほとんどの製品がCPUに「Atom」を採用している。

このような違いにより、これら複数のタイプの製品を同時に推計することは適切ではないと考えられるため、製品を3つに分けて推計・分析を行う。分類には、さまざまな方法が存在するが、ここでは本体重量により区分する方法を採用する。以下の製品の重量分布のグラフを見ると、2.2kg付近に分布の谷が存在していることがわかる。よって、製品重量2.2kg以上のものを「ホームノート」、2.2kg未満のものを「モバイルノート」とし、さらに、2.2kg未満の製品のうち、CPUに「Atom」を使用する製品を「ネットブック」として分類した。



グラフ 1

2.3. 基本統計

ヘドニック分析の推計で用いた各変数の基本統計量を表 2 に示した。

	説明	種類	観測数	平均	標準偏差	最小値	最大値
被説明変数							
AveragePrice	平均価格	量的変数(対数)	82434	150094	76368.2	15784	1E+06
説明変数							
3D	3D	二値変数	82434	0.002924	0.053991	0	1
Modem	モデム	二値変数	82434	0.43846	0.496201	0	1
Emobile	Emobile	二値変数	82434	0.000425	0.020601	0	1
WIMAX	WIMAX	二値変数	82434	0.068916	0.253312	0	1
FOMA	FOMA	二値変数	82434	0.004222	0.064837	0	1
IEEE1394	IEEE1394端子	二値変数	82434	0.374809	0.484076	0	1
OpticalSound	光学サウンド出力	二値変数	82434	0.086663	0.281343	0	1
Webcamera	ウェブカメラ	二値変数	82434	0.362411	0.4807	0	1
DigitalTV	テレビ機能	二値変数	82434	0.087876	0.283117	0	1
Oneseg	ワンセグ	二値変数	82434	0.015794	0.12468	0	1
HDMI	HDMI端子	二値変数	82434	0.324005	0.468005	0	1
Bluetooth	Bluetooth	二値変数	82434	0.297644	0.457225	0	1
ESATA	eSATA端子	二値変数	82434	0.137989	0.344891	0	1
USB3.0	USB3.0	二値変数	82434	0.051957	0.221941	0	1
Tenkey	テンキー	二値変数	82434	0.103307	0.304361	0	1
WirelessLAN	無線LAN	二値変数	82434	0.92417	0.264728	0	1
LowVoltageCPU	低電圧CPU	二値変数	82434	0.231652	0.42189	0	1
ASPECT_16.9	モニターアスペクト比16:9	二値変数	82434	0.310163	0.462563	0	1
PCCard	PCカードスロット	二値変数	82434	0.420373	0.493622	0	1
CPUFreq(Ghz)	CPUクロック周波数	量的変数(対数)	81824	1.8427	0.471094	0.5	3.33
MonitorSize(inch)	モニタサイズ	量的変数(対数)	82398	13.5127	2.33268	4.5	18.4
SSDSize(GB)	SSD容量	量的変数(対数)	2873	86.724	74.2026	4	512
HDDSize(GB)	HDD容量	量的変数(対数)	80085	237.134	180.194	4	2000
MemorySize(GB)	メモリ容量	量的変数(対数)	82424	1898.98	1400.09	64	16384
BatteryHour	バッテリー稼働時間	量的変数(対数)	79367	4.93091	3.23233	0.4	18
Weight(Kg)	重量	量的変数(対数)	80877	2.15283	0.882737	0.345	5.2
SizeHeight	厚さ	量的変数(対数)	81778	36.8542	8.3746	13.9	255
CPUCore	CPUコア数	順序変数	82438	1.70685	0.563564	1	4
TYPE	製品形状	質的変数	82438				
MemoryType	メモリータイプ(DDR)	質的変数	82438				
GPUName	GPU名	質的変数	82438				
OpticalDrive	光学ドライブ種別	質的変数	82438				
OpticalDriveType	光学ドライブ機能	質的変数	82438				
WiredLan	有線LAN	質的変数	82438				
WirelessLan	無線LAN	質的変数	82438				
OS	OS	質的変数	82438				
Office	オフィスソフト	質的変数	82438				
CPUName	CPU名	質的変数	82438				
HDD_SSD	HDD,SSD搭載種別	質的変数	82438				

表 2 基本統計量

メーカーごとの各年における価格データの観測数を表 3 に示した。表の各ブロックは、ある年において、特定メーカーの製品の価格データが観測された回数である。価格データは、毎月 12 日の価格データを 1 月おきに収集したものであるため、あるメーカーが、10 種類の製品を 1 年間にわたって販売したとすると、その年における当該企業の観測数は $10 \times 12 = 120$ となる。また、データの収集期間が 2006 年 6 月から 2012 年 5 月までであるため、2006 年と 2012 年は、それぞれ 7 か月、5 か月分のデータである。また、今回データを収

集した価格比較サイトでは、メーカーの直販サイトで販売している製品については、一部しか扱っていない。そのため、DELL・EPSONなどの直販を主な販売経路としているメーカーのデータが欠落している。また、Apple社の製品については、価格比較サイトの製品分類の定義より、除かれているため、今回の分析の対象外である。

		SellYear							
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Firm	ASUS		57	165	639	1,140	1,234	485	3,720
	Acer	27	164	417	885	1,259	1,416	358	4,526
	DELL			9	13	11	7	10	50
	Everex		10	20	27	12	9		78
	GIGABYTE					17	4		21
	Gateway	31	108	106	54	189	140	14	642
	HP	138	283	325	528	541	691	275	2,781
	HTC			8	6				14
	Lenovo	1,665	2,525	2,951	3,111	3,647	3,642	919	18,460
	MSI			36	321	515	419	114	1,405
	NEC	404	609	751	1,238	2,025	2,274	519	7,820
	ONKYO			15	182	446	352	60	1,055
	PBJ	9	19	13	11				52
	SONY	410	928	1,256	1,676	1,405	1,887	866	8,428
	SOTEC	209	402	430	177	34	12	5	1,269
	Yukyung					3	2		5
	eMachines		4	15	43	73	75	35	245
	シャープ	281	308	243	180	131	57	12	1,212
	トライジェム			5	20	25	15	5	70
	パナソニック	394	1,116	1,682	2,463	2,620	1,784	611	10,670
工人舎		39	242	532	358	51	1	1,223	
東芝	645	1,069	1,635	2,470	2,480	2,026	764	11,089	
日立	103	190	91	4				388	
富士通	529	731	930	1,211	1,628	1,589	593	7,211	
Total	4,845	8,562	11,345	15,791	18,559	17,686	5,646	82,434	

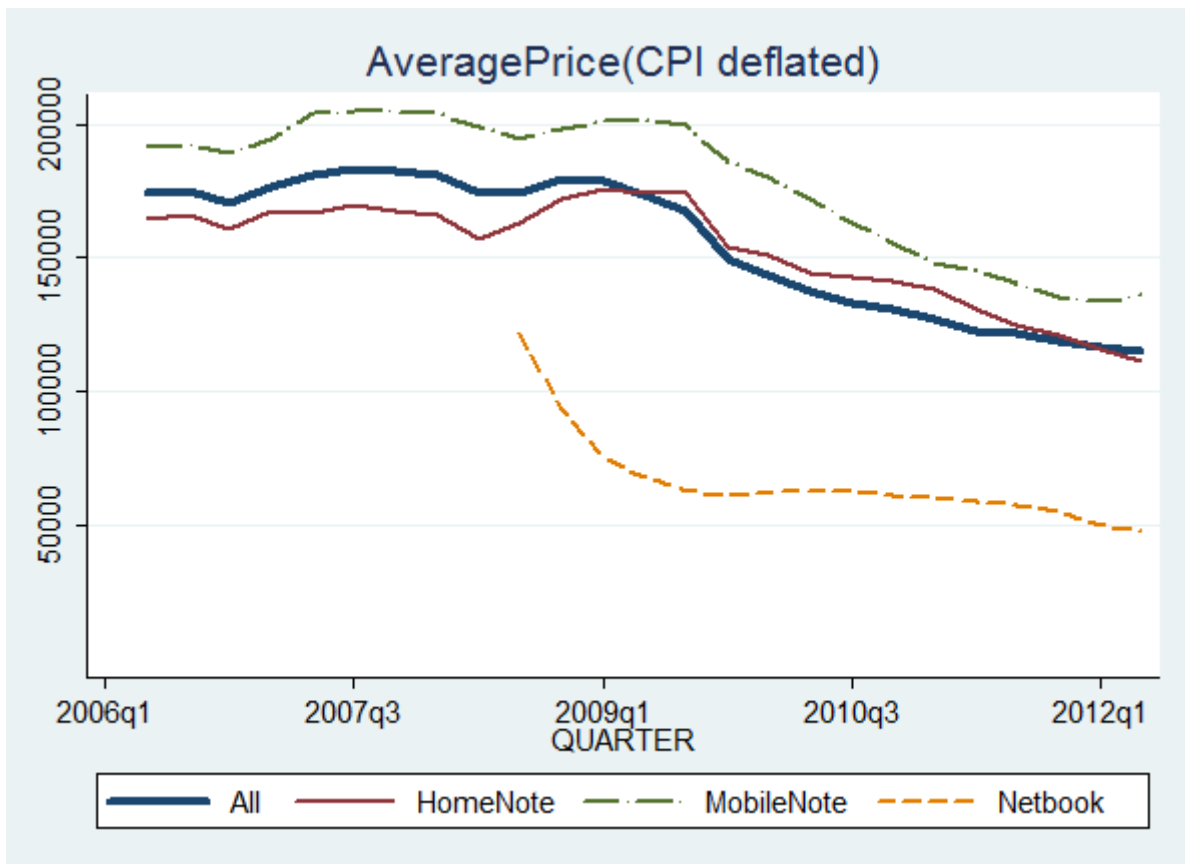
表 3 各メーカーにおける販売数の時系列分布（製品名・型番）

各年（SellYear）において販売されている製品が価格比較サイトのデータベースに登録された日からの経過年数（ElapsedYears）を表 4 に示した。最近のデータでは、データベースへの登録は、製品の発売日付近に行われるため、これを発売日の代理変数として用いることが可能である。例えば、2012 年において販売されている製品は、56%が発売後 1 年以内の製品であり、27%が 1 年～2 年未満の製品であることを示す。ただし、期間の前半においては、古い製品に関するデータが欠落している可能性がある。

		SellYear							
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
ElapsedYears	-2				4				4
	-1		16	3	28	24	1		72
	0	3,238	6,178	8,195	10,248	11,409	9,450	3,166	51,884
	1	1,325	1,696	2,706	4,493	5,518	5,739	1,529	23,006
	2	244	491	255	895	1,287	1,732	560	5,464
	3	35	167	75	70	257	629	298	1,531
	4	2	13	63	13	31	106	65	293
	5	1	1	25	32	7	11	18	95
	6			22	7	13			42
	7			1		4	8	2	15
	8					4	9	5	18
	9				1	2	1		4
10					3		2	5	
11							1	1	
Total		4,845	8,562	11,345	15,791	18,559	17,686	5,646	82,434

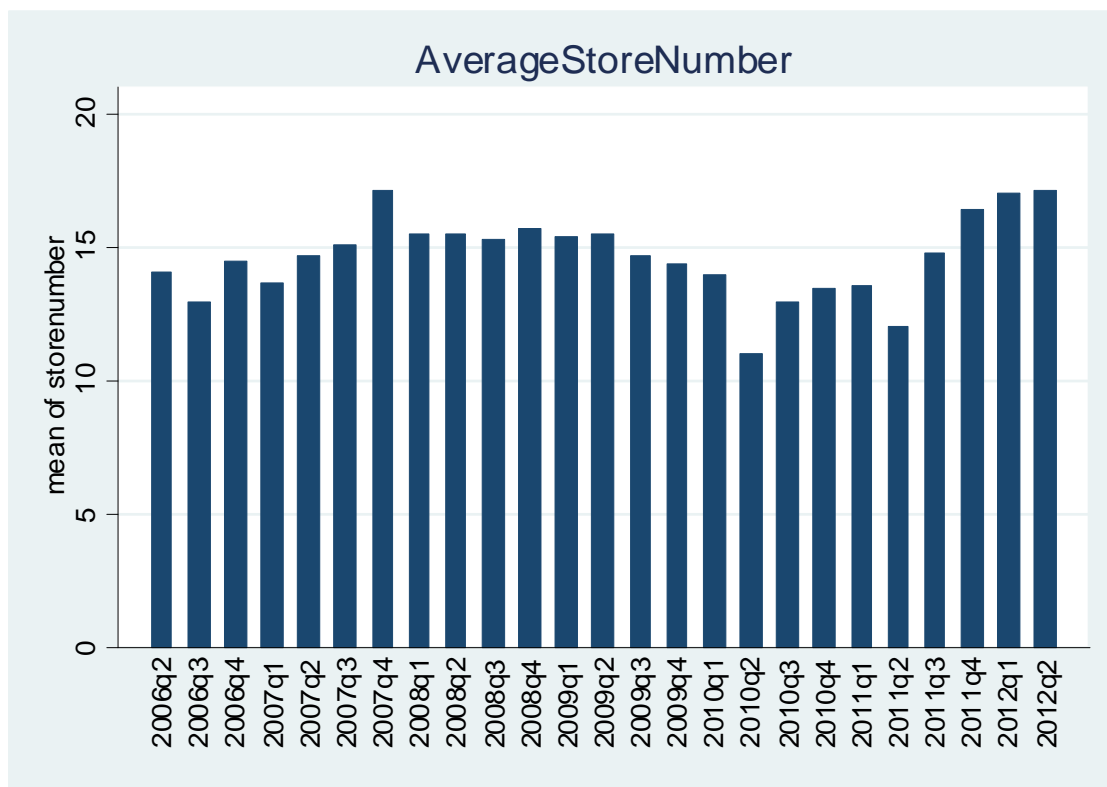
表 4 各年に販売された製品の登録日からの経過年数

2006年から2012年までに販売された製品の四半期ごとの平均価格の推移をグラフ2に示した。平均化価格は、消費者物価指数の変動分を除去して、同一の水準になるように調整している。ノートPCの平均販売価格は、2006年から2009年前半までの期間において、17~18万円台でほぼ横ばいに推移していたが、その後は下落している。モバイルノートは、全体的にホームノートに比べて高い価格で推移しているが、2009年後半より下落している。



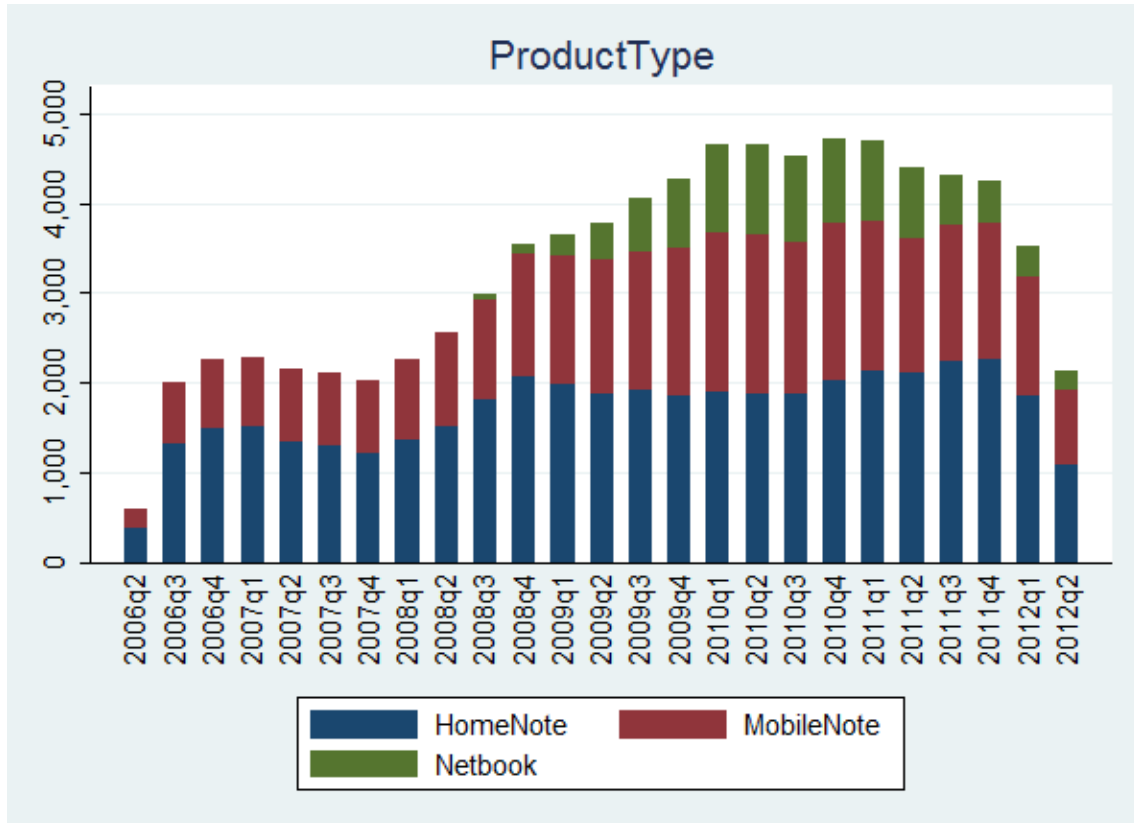
グラフ 2 平均販売価格

商品ごとの平均販売店舗数の推移を、グラフ 3 に示した。価格比較サイトでは、1 つの商品について、複数の店舗が同一あるいは異なる価格で出品している。1 商品あたりの店舗数の平均は、全期間を通して 10～17 店舗程度で、特に傾向は見いだせない。



グラフ 3 平均店舗数

本稿で定義した「ホームノート」「モバイルノート」「ネットブック」の販売製品数推移を、グラフ 4 に示した。



グラフ 4 製品カテゴリーの割合

ホームノートの割合は、当初 2/3 程度であったが、後半ではやや低下し、半分程度になっている。ネットブックは、2008 年に登場し、2010 年ごろは数を増やしたが、その後割合が低下し、モバイルノートに取って代われつつある。

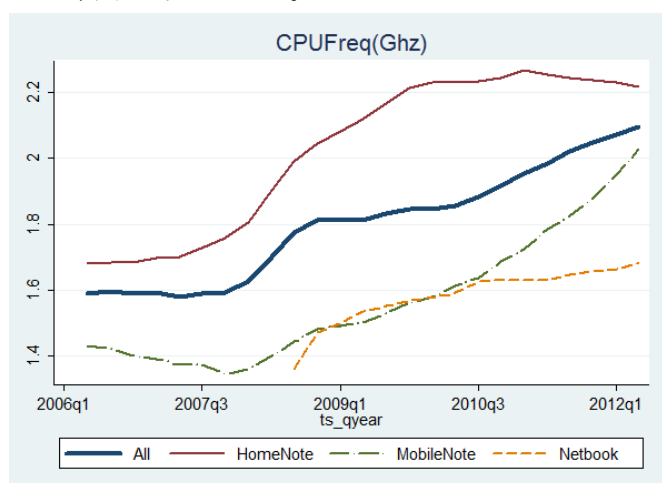
2.4. 製品の主要なハードウェア・スペックの変遷

CPU ノートパソコンに採用されている CPU は、主にインテル社および AMD 社の製品が使用されており、大きく、通常電圧版と低電圧版に区分されている。低電圧版は、通常版よりもクロック周波数を下げるなどして性能を抑える代わりに発熱量を小さくしたもので、小型の PC 用に設計されたものである。また、CPU は、クロック周波数・コア数および付属機能によって、各種シリーズに分けられている。

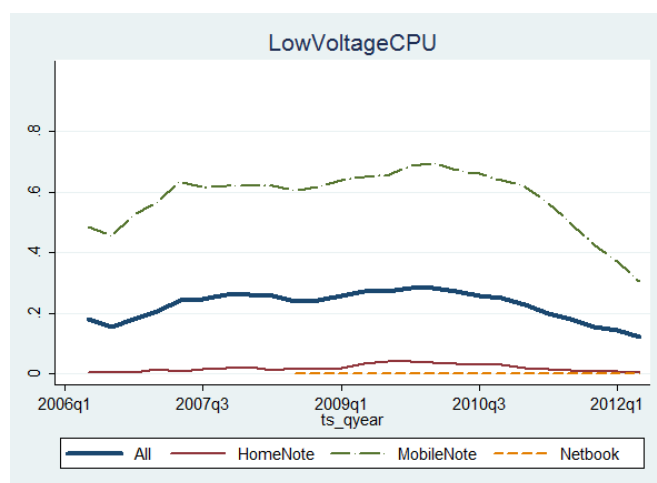
モバイルノートでは、2006 年～2008 年ごろまでは、コア数が増加し、クロック周波数が低下する傾向がみられ、その後は、コア数が横ばいに推移し、クロック周波数が上昇する傾向がみられる。ホームノートでは、コア数、クロック周波数がともに増加してきたが、2011 年ごろからクロック周波数が頭打ちとなっている。ネットブックでは、従来多くの製品が 1 コアの Atom を使用していたが、2010 年に 2 コアの Atom を使用する製品が登場した。

2006 年当時の CPU のクロック周波数に増加に伴う発熱量の増加問題が主要な課題であった。これを解決するため、クロック数を下げる一方、クロックあたり性能の改善とコア数の増加を行った。その後、クロック周波数の上昇により性能を向上させる時期を経て、2010 年頃より再び、コア数の増加により性能を向上している。

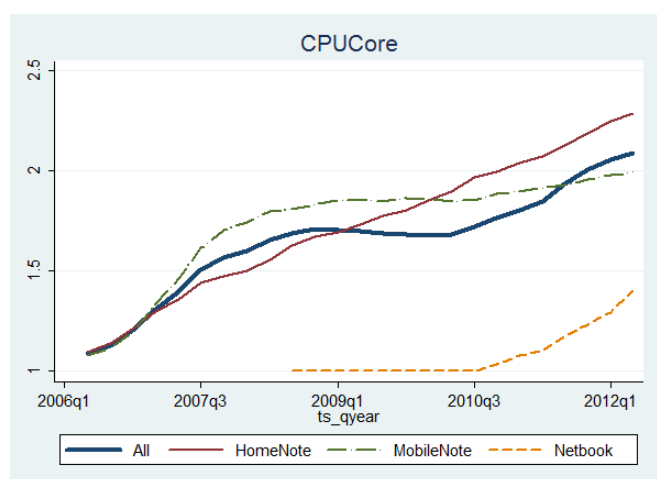
なお、2011年以降は、モバイルノートにおいて、低電圧版 CPU を使用する割合が低下している。これは、通常電圧版 CPU の省電力性が向上し、通常電圧版 CPU をモバイルノートに搭載するケースが増えていることが原因と考えられる。



グラフ 5 : CPU クロック周波数



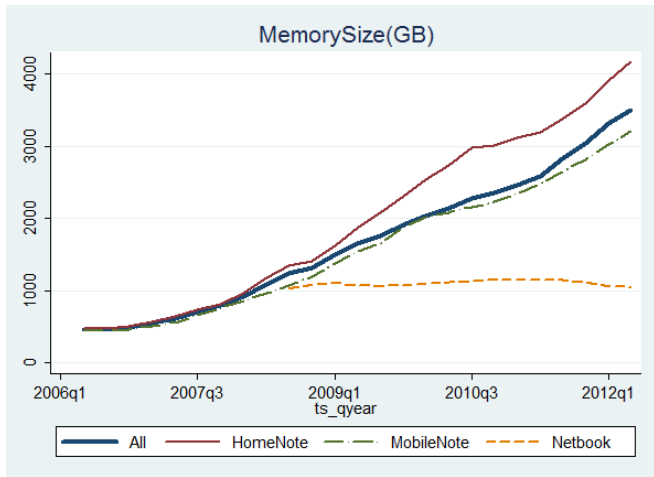
グラフ 7 : 低電圧版 CPU 採用率



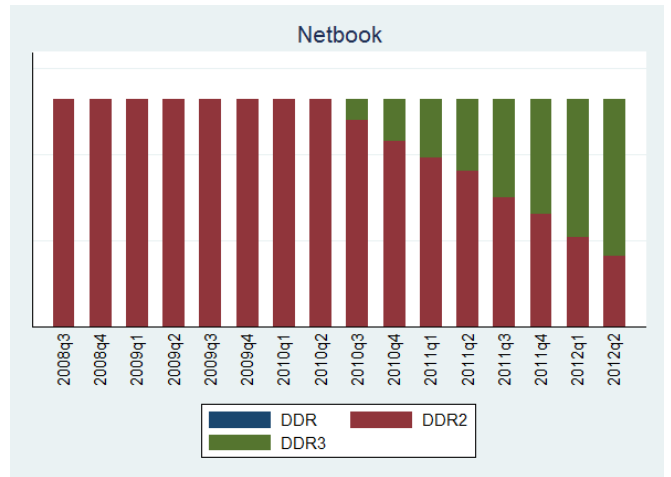
グラフ 6 : CPU コア数

メモリー

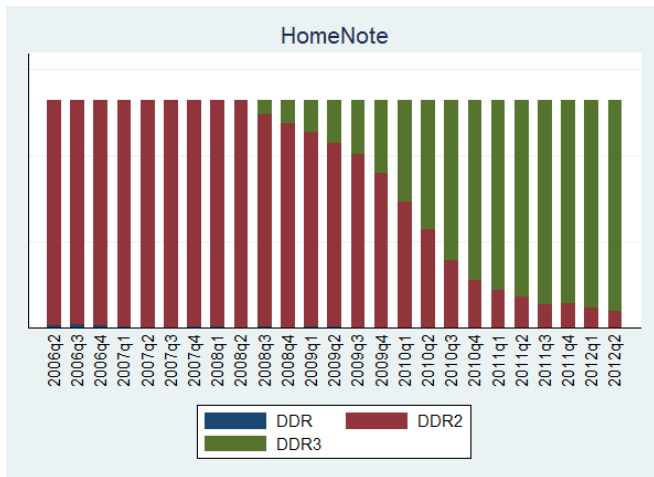
メモリーについては、ネットブック以外の機種では、全期間において増加傾向にある。2008年後半から導入された DDR3 メモリーは 2010/2011 年ごろにから DDR2 メモリーを抜き、普及が進んでいるが、モバイルノートへの普及は、ホームノートに比べてやや遅くなっている。



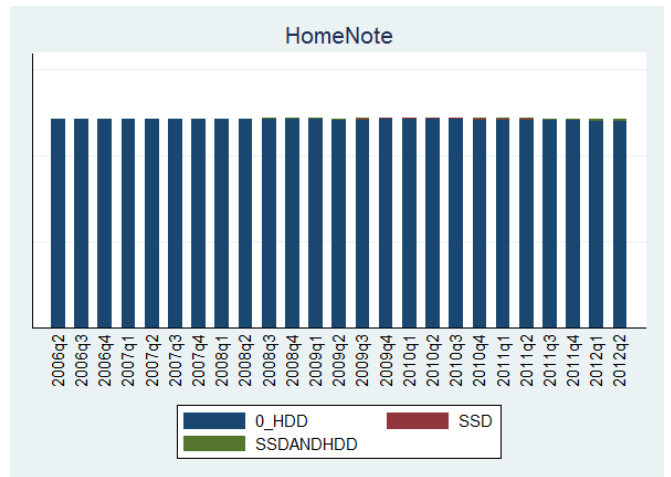
グラフ 8 : メモリー容量



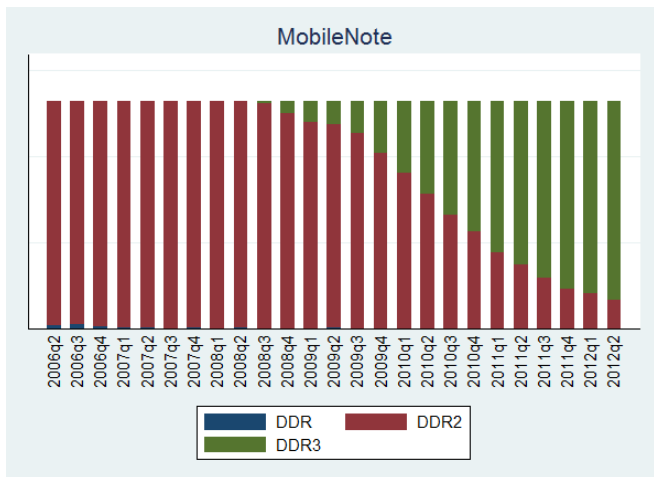
グラフ 11 : メモリー規格別割合



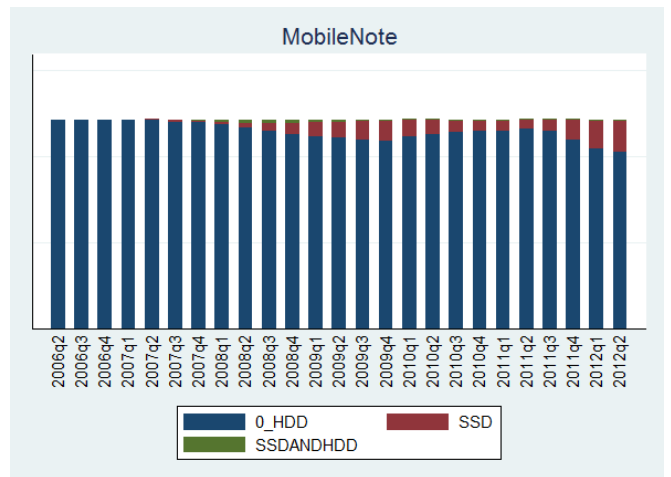
グラフ 9 : メモリー規格別割合



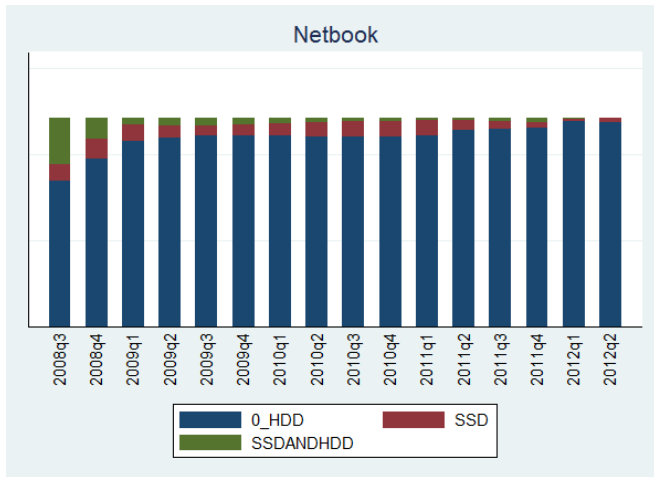
グラフ 12 : HDD/SSD の搭載割合



グラフ 10 : メモリー規格別割合



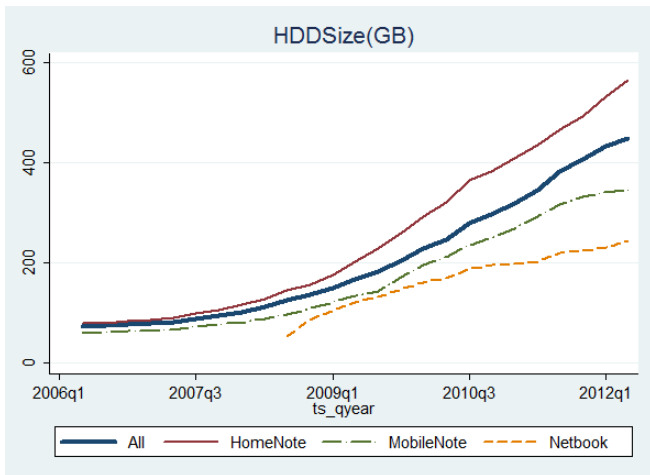
グラフ 13 : HDD/SSD の搭載割合



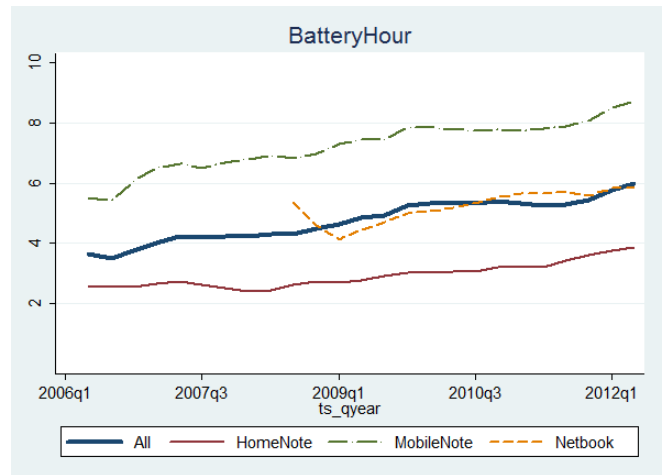
グラフ 14 : HDD/SSD の搭載割合

HDD・SSDともに、搭載容量は増加している。SSDについては、登場初期の期間で、サンプル数が極端に少ない期間があるため、各容量の中間値を示している。HDDの代わりにSSDを搭載した製品が2007年ごろから登場したが、SSDを採用した製品の普及速度はそれほど速くない。SSDを使用することで、処理速度の向上・軽量化・消費電力の低減を図れるが、容量あたりの単価が高いため、製品の価格が高くなり、搭載容量も抑える必要がある。そのため、SSDの採用はモバイルノートにほぼ限られ、ホームノートでは、ほとんど採用されていない。

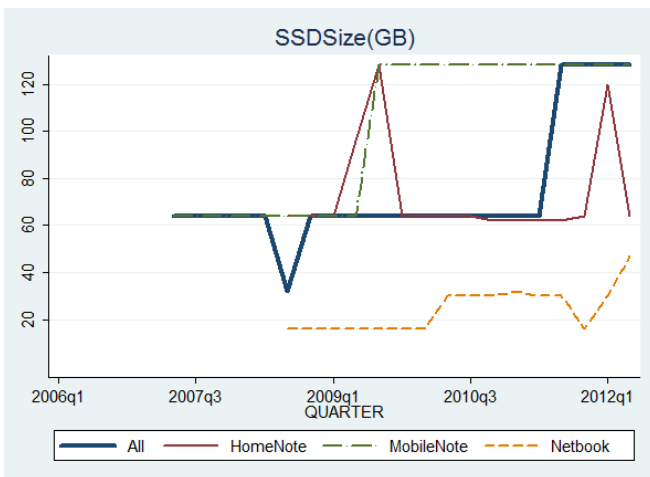
本体形状に関しては、どのタイプの製品も薄型化が進行している。特に、ネットブックではそれが顕著である。一方で、重量に関しては、軽量のネットブックの登場によって全体の平均が低下したものの、モバイルノートの重量は下げ止まっている。バッテリー稼働時間は、着実に増加している。画面サイズは微増しており、2009年頃からアスペクト比 16:9 のワイド画面が導入され、急速に普及した。全体的な傾向としては、薄く、画面サイズが大きなPCに移行しているが、重量はそれほど減少していない。技術進歩による、発熱量の低下やバッテリー密度の向上は、重量の軽量化ではなく、性能向上、画面サイズの大型化、薄さに振り分けられている。



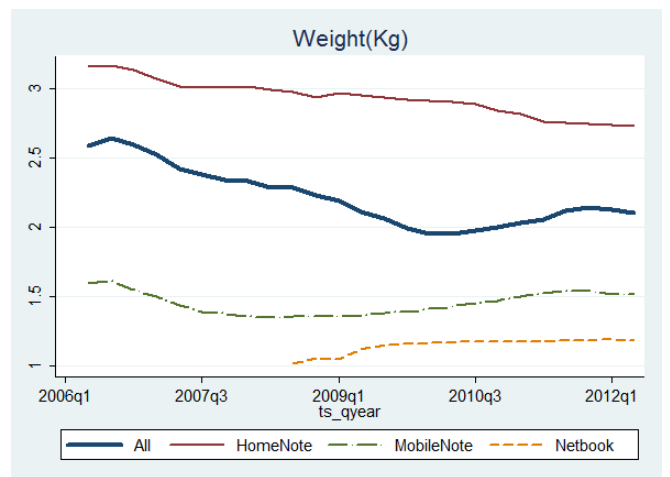
グラフ 15 : HDD 容量



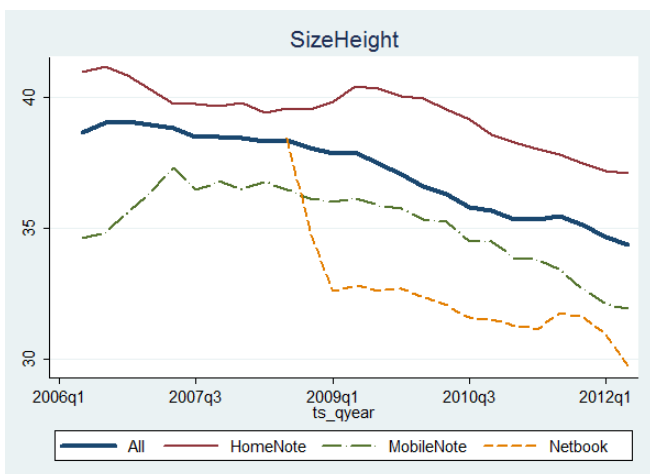
グラフ 18 : バッテリー稼働時間



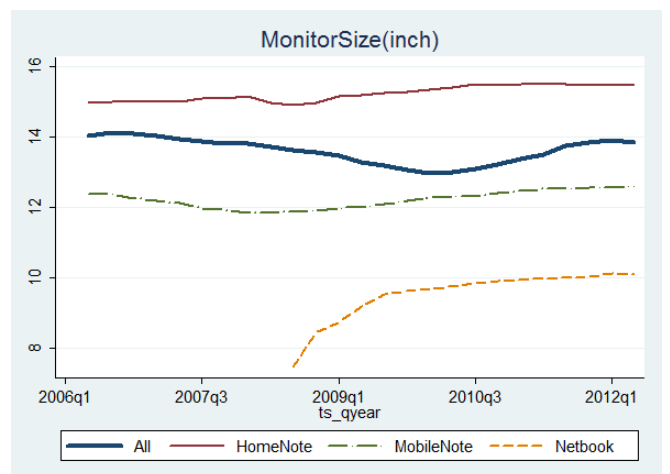
グラフ 16 : SSD 容量 (中間値)



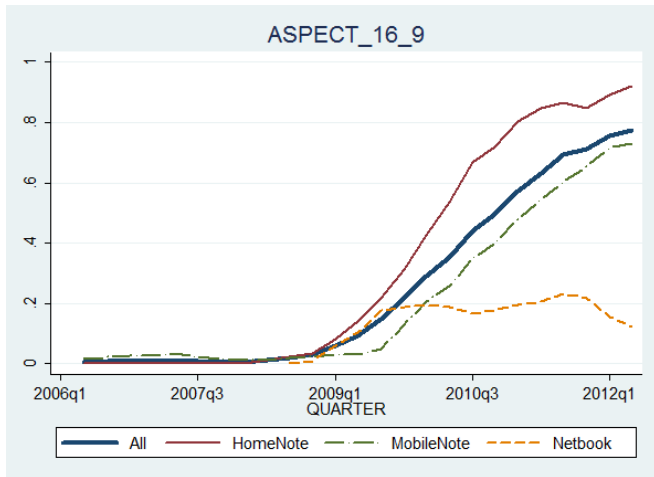
グラフ 19 : 重量



グラフ 17 : 高さ



グラフ 20 : モニターサイズ

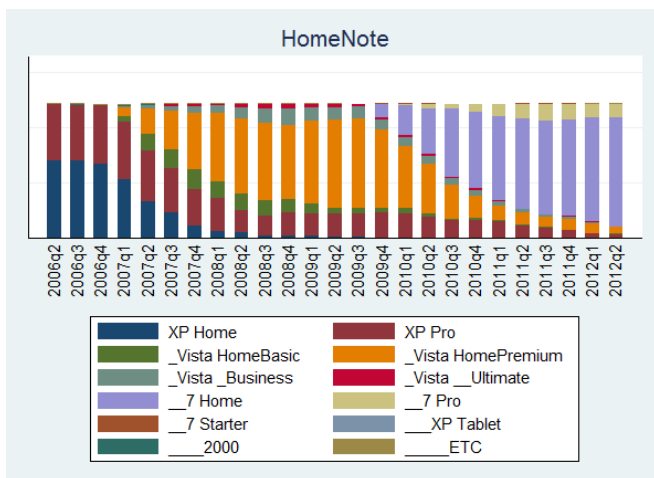


グラフ 21 : アスペクト比 16:9 モニター採用率

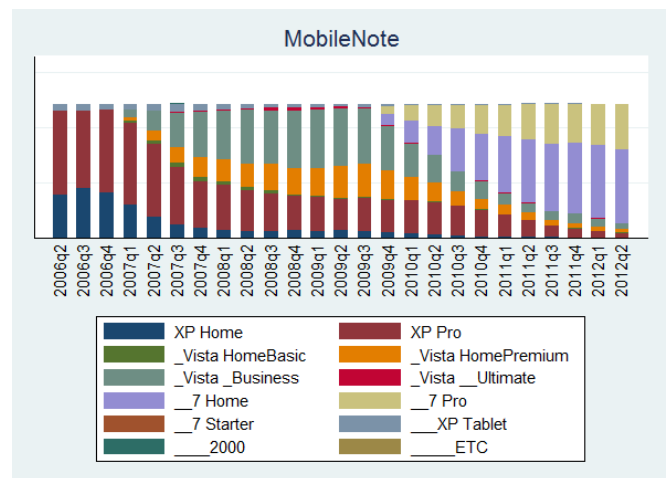
2.5 プリインストール OS

OS に関しては、ほぼすべての PC に Microsoft Windows が搭載されており、各バージョンの発売日 (Windows Vista は、2006 年 11 月、Windows7 は 2009 年 10 月) 以降、導入が進んでいる。どちらの新 OS も、年後半に発売されているので、実際にそれが導入された PC が発売されるのは、その翌年以降が中心となっている。新 OS の導入速度は、モバイルノートとホームノートで異なる 2 つの傾向が見られる。ホームノートのほうがモバイルノートに比べて、上位製品 (Professional や Business など) の割合が少ないが、新 OS の導入は若干早く行われる傾向が存在する。この傾向からは、モバイルノートがターゲットとする顧客層が法人に偏っていることが推測される。Windows の上位製品には、社内ネットワークで使用するための機能が複数搭載されているため、法人が下位製品 (Home Edition など) を導入する機会は小さく、また、法人が PC を導入するときには、最新 OS よりも期間が経過した旧導入に慎重であることも理由として考えられる。

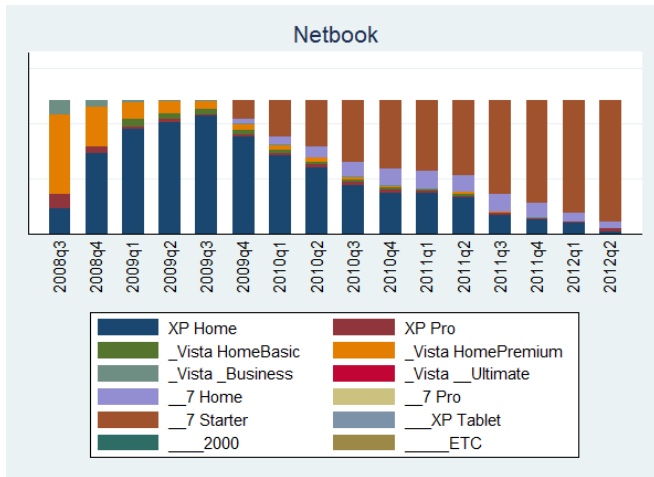
また、ネットブックでは、前半期間では Windows XP Home が、後半期間では、Windows7 Starter が多く採用されている。Windows7 Starter エディションは、ネットブックなどの安価な製品に搭載するためにマイクロソフトが投入したエディションである。



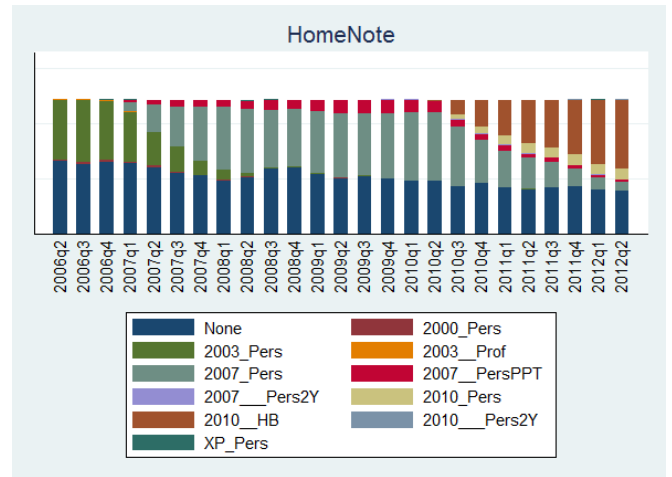
グラフ 22 : プリインストール OS



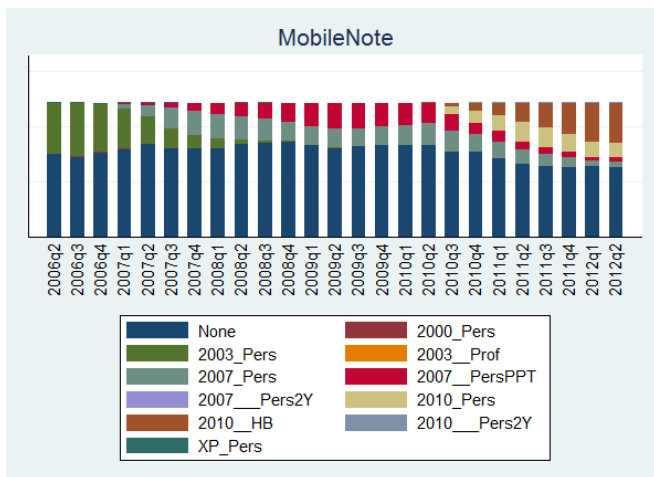
グラフ 23 : プリインストール OS



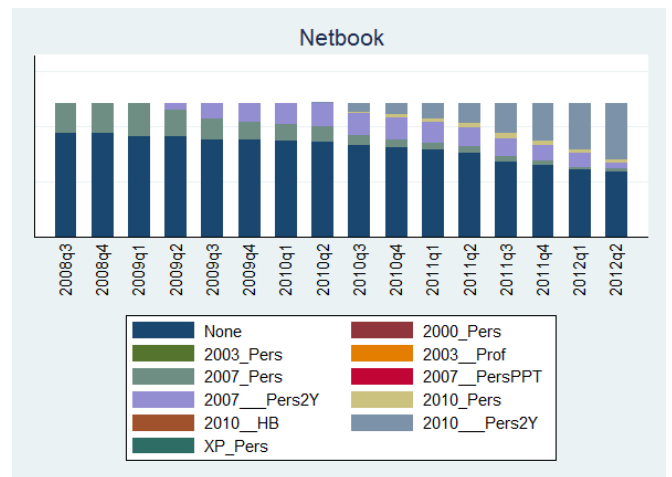
グラフ 24 : プリインストール OS



グラフ 26 : オフィスソフト



グラフ 25 : オフィスソフト



グラフ 27 : オフィスソフト

オフィスソフト

Microsoft Office がプリインストールされたモデルの割合は、ホームノートのほうが全般的に高い割合となっており、ホームノートでは、一貫して高まり続けている。また、モバイルノートでは、2008年ごろいったん減少した後再び高まっている。新バージョン登場からの普及速度は、わずかにホームノートのほうが早い。Officeのラインアップのメニュー数は、主に Word と Excel のみを含むパッケージ(2003/2007/2010 Personal)、これに加え PowerPoint を含むパッケージ(2003 Professional/2007 Personal with PowerPoint/2010 Home and Business)の2種類に分けられる。さらに、2007以降は、初回起動後2年間のみ使用可能な、2年間ライセンス版(Office 2007/2010)もラインアップされている。ネットブックに搭載されているオフィスの多くは、2年間ライセンス版であり、これらがモバイルノートの一部に観測されていることを除くと、モバイルノートのほうが、PowerPoint を搭載するエディションの割合が高い。この結果は、上記の OS において、モバイルノートが Windows の Professional エディションを搭載して法人向けの仕様が多いことと整合的である。

3. 仮説と推計モデル

3.1. 検証する仮説

品質調整済み価格の算定のためのヘドニック法の適用(欠落変数の把握の効果)、およびこれを利用して PC における技術進歩の源泉(イノベーションの方向と消費者の評価および完成品企業のイノベーションへの貢献)について、以下の仮説を検証する。これらについて筆者の知る限り、直接的な先行研究はない。

仮説1 従来計測されていなかった性能の相対評価変数の導入の効果

ヘドニック回帰分析の推計式において従来欠落しているが相対評価しか得られない性能変数を導入した場合、それと絶対評価の変数との相関がプラスであれば(製品間のクロスセクションで)、推計される技術進歩の程度は却って小さくなる。したがって、絶対評価変数の効果の計測はより正しく行われても、技術進歩の計測の観点からは望ましくない。しかし、両者の相関が負である場合には、相対評価であっても技術進歩の過小評価の傾向は是正される。

(証明)

以下の簡単なヘドニック回帰分析のモデルを考える。被説明変数は価格 (p)であり、各モデル毎、各時点毎にデータがある。最初の説明変数(z)はたとえば CPU のように客観的に能力が測定可能で時間を追って高まっていく変数(絶対評価のデータがある変数)、次の変数(x)は使いやすさのユーザー・レビューのように主観的な評価しかできない変数で、平均的には変化をしない相対評価の尺度 X (絶対評価の変数 x と以下の関係がある： $X = x - \lambda t$)しかデータが無い変数である。最後の変数(t)は時点であり、簡単のために 2 時点($t=0, 1$)を考える。この係数 δ が価格に対して行うべき品質調整の大きさ(=技術進歩の程度)を示す。最後の変数は誤差項である。

$$p = \beta_1 z + \beta_2 x - \delta t + \varepsilon \quad (1-1) \text{式}$$

問題はヘドニック回帰分析で、この δ が計測できるかである。実際に分析者が利用可能な尺度で(1-1)式を書き直すと

$$p = \beta_1 z + \beta_2 X - (\delta - \lambda)t + \varepsilon \quad (1-2) \text{式}$$

である。この式から明らかなように、 z と相対評価の変数 X しか利用できない場合、ヘドニック回帰分析で得られる技術進歩は $(\delta - \lambda)$ であり、 δ を下回ることになる。

ここで、相対評価の変数(X)が欠落している場合を考える。この場合、(1-2)式からわかるように、 β_1 の推計値と δ の推計値にバイアスが発生する。性能(z)が高い製品では性能 X も高いとすると(絶対評価の変数(z)と相対評価の変数(X)に正の相関)、絶対評価の変数(z)の係数 β_1 の推計値は、 X の欠落で大きくなる。(1-2)式の左辺には変化はないので、これに対応して $(\delta - \lambda)$ の推計値も大きくなる必要がある。したがって、絶対評価の変数(z)と相対評価の変数(X)に正の相関がある場合には、後者の変数を落とすことで、過小評価の傾向が是正される(ただし、過剰に大きくなる可能性もある)。

ただし、絶対評価の変数(z)と相対評価の変数(X)に負の相関がある場合には、相対評価の変数が欠落していることで、過小評価はさらに悪化する。この場合、相対評価の変数でも欠落変数を補うことが、技術進歩の測定の観点からも望ましい。

仮説2 イノベーションの方向と消費者の評価

企業は消費者がどのような方向の技術進歩を評価するかを見通しながら研究開発を行うので、他の条件を一定にして、消費者の評価が高まる方向でより技術進歩が早くなると予想される。その結果、品質調整済み価格を推計期間においてプールした場合とそうでない場合を比較した場合、後者の方が計測される技術進歩の程度は大きい。

(証明)

以下ではある期間の技術進歩が二つの期間に分けられるとして、それぞれの期間の技術進歩のベクター(CPUの能力の上昇の程度、メイン・メモリーの容量の拡大の程度など)を z_1 、 z_2 とし、期間合計を $z_{1+2} = z_1 + z_2$ とする。技術進歩の消費者による各期間の評価ベクターを A_1 、 A_2 とすると、期間全体の技術進歩の程度は以下で得られる。

$$T = A_1 z_1 + A_2 z_2 \quad (2-2) \text{式}$$

もし、この期間全体をプールして、消費者の評価ベクターを推計したとすると、それは二つの期間の平均値となる。

$$A_{pool} = (A_1 + A_2) / 2$$

プールしたデータによる技術進歩の推計値は

$$T_{pool} = A_{pool} z_{1+2} = (A_1 + A_2)(z_1 + z_2) / 2 \quad (2-3) \text{式}$$

二つの技術進歩の程度を比較すると

$$T - T_{pool} = (A_2 - A_1)(z_2 - z_1) / 2 \quad (2-4) \text{式}$$

もし、消費者の評価が高まる方向に技術進歩が加速すれば、 $(A_2 - A_1)$ と $(z_2 - z_1)$ の間には正の相関が発生する。したがって、隣接法による技術進歩の推計値が全期間推計の技術進歩の推計値を上回ることになる。

企業が消費者の求める方向に研究開発の舵を取っているとすれば、正の相関が発生すると予想される。以下の実証分析ではこれを検証する。これが大きい場合、長期間にわたる技術進歩の推計には隣接法が望ましいことを示す。

ヘドニック回帰分析に各企業の製品のシリーズのダミーを導入するによって、技術進歩の源泉をCPU、OSなど部品の性能向上に帰着できる部分と完成品メーカーが製品を更新することに帰着できる部分に分けることができる。これによって以下の仮説が検証できる。

仮説3 PCの技術進歩の源泉が部品に大きく移行している場合、新製品を導入することに伴う完成品企業自体の技術進歩への効果は減少する

CPUやOSに製品機能の統合が起きることによってこれらの基幹部品がより技術進歩の源泉となっている場合、シリーズを更新すること自体の技術進歩への貢献は相対的に小さくなる。その程度が大きい場合、シリーズの更新に伴って、シリーズ自体に体化される技術進歩(ただし、重量の削減などを除くノートPCの内部機能)の価値は低下する。この場合、ヘドニック回帰分析に製品のシリーズを導入するによって計測される技術

進歩の大きさは減少する。

3.2. 推計モデルと推計期間

様々な機能および性能の変化を考慮した品質調整済み価格を算定するために用いる手法として、ヘドニック法が存在する。この手法の詳しい理論的背景はおよび検証については、すでに他の論文等で行われているため、そちらに譲るが(Triplett (2004))、本稿で用いるモデルについて少し説明を行う。

この手法は、ある時点における製品の価格は、その製品を特徴付ける性能（機能）および価格が観測された時間によって構成されるという仮定に基づく。Griliches(1993)では、推計式のモデルのコントロール変数として、価格の計測時点(T:Time)、発売時点(V:Vintage)、発売日からの経過時間(A:Age)の3つを以下に組み合わせるべきかについて、影響を議論しているが、本稿では、これらのうち、TおよびAを用いて、下記の推計式で推計することとした⁴。

$$P_{ivat} = \alpha + T' \alpha_t + A' \alpha_a + X' \beta + u_{ivat}$$

P_{ivat} : 製品の平均価格の対数

T' : 価格の観測時点

α_t : 経過年数を固定した場合における品質調整済み価格

A' : 発売日からの経過時間

α_a : 時期を固定した場合における経過年数の影響

X' : 性能を表す変数

β : 性能の価格への影響

u_{ivat} : 誤差項

平均価格の信頼性は各製品が販売されている店舗数が多いと大きくなるので、店舗数でウェイトをつけて回帰分析を行った。ここで、回帰分析を行い、求めるべき品質調整価格は、 α_t の係数であり、平均価格が対数化されているために、基準時点の価格を1とすると、時期tの価格は、 e^{α_t} で表される。

なお、上記の推計式は、すべての変数の係数が推計期間を通じて一定であるという仮定にたてば、データをプールすることによって効率的な推計ができる。一方、Griliches(1993)では、隣接法 (Overlapping method) という方法も提案されている。これは、隣接期間、すなわち当月と翌月や当年と翌年など隣接する推計期間のデータに対して、当月に時間ダミー0、翌月に時間ダミー1を割り当て、その時間ダミーの係数を推計することにより、時間に変化による価格の変化を抽出する手法である。そしてこれらの推計をその期間分繰り返すことで、推計式の陳腐化を防ぎつつ品質調整済み価格を算定することが可能である。

3.3. 被説明変数および説明変数

被説明変数としての価格は、価格.comにおいて、店舗が提示した販売価格の毎月12日における平均価格を消費者物価指数により平準化した後、対数化したものを用いた。したがって、被説明変数は実質価格である。

⁴ $T \equiv V + A$ が成立するので、このうち2つの変数しか用いることはできない。

説明変数のうち、製品のスペックについては、価格.comに掲載されているものの中から、2節の表2に示す変数を使用した。性能を表す連続変数は、CPUコア数以外については、対数化して使用した。特定の機能を搭載しているか否かの情報は0-1のダミー変数とした。

また、複数の機能のうち1つを採用するものに関しては、カテゴリ変数として、一部簡略化を行った。

液晶画面については、インチ数及び総画素数を数値として用い、アスペクト比が16:9となっているもののみダミーを入れた。CPU・GPUについては、多数のモデルが存在するため、シリーズ別にグループ化したものに統合した。CPUのグループ化に当たっては、「Celeron」、「Core 2」などのシリーズ名に加え、コードネームごとに、モデルナンバーをもとに可能な限り世代ごとに分類できるように配慮した。一般的にCPUは、同じシリーズに属するCPUであっても、CPUアーキテクチャーが新しく変更されることがあり、その際にはクロックあたりの処理速度が向上する場合が多い。これらの変化を捕捉するためには、コードネームごとの分類が不可欠である。

さらに、CPUについては、同シリーズ内においても低電圧版とそれ以外の2種類がラインアップされており、性質が異なるので、CPU名から低電圧モデルを採用しているものについて、ダミーを追加した。

近年では、HDDに代わってSSDを搭載する機種が登場しているため、これらの機種を区別するためのダミー変数を追加して、HDDのみ搭載・SSDのみ搭載・HDDおよびSSDを搭載の3つに区分した。ディスクの容量については、数値を対数化して用いるために片方が非搭載の製品についても数値に1を足して用いた。

さらに、価格.comに登録されていないスペックデータのうち、bestgate.netに登録されているスペックがある場合には、bestgate.netのデータを参照して入力した。

このほか、製品が発売されてから、価格が観測されたまでの日数であるAGE変数および、価格観測日の月を示すダミー変数を追加した。(全期間推計のみ)

3.4. 欠落変数とコントロール変数

本分析においては、製品の性能を示すスペックデータが豊富に存在するものの、デザインなどの数値化が難しい性能が依然として存在し、欠落変数として存在している可能性がある。そこで、それらを補うべく、いくつかの変数を追加し、推計を行った。ノートPCは、製造企業ごとに、シリーズが区分されて販売されることが一般的である。シリーズ中には、類似した使用目的や外観、性能を持つ複数の製品が存在することが一般的である。そこで、これらの企業やシリーズをコントロール変数として追加することで、これらの欠落変数を補い、より正確なヘドニック関数を算出することを試みた。

A) 企業ダミーを用いて推計

この推計では、発売元の企業名をそれぞれダミーとして割り当て、推計を行った。

数値化できるほぼすべてのスペックを網羅しているが、製品のデザイン等について、重量・厚さ・液晶モニターのサイズ等の数値化できるデータ以外は、欠落変数となっている。

B) シリーズ・ダミーを用いた推計

この推計では、製品名をもとにして、全製品を主要メーカーごとに約175種類のシリーズに分類し、それらにシリーズ・ダミーを割り当てた。シリーズを分類し、これらの差異をダミー変数に吸収させることにより、

欠落変数を補い、シリーズの区分・変遷により、スペックとして数値に現れない技術進歩を捉えることが可能となる。

C) 企業及び製品外形寸法による推計

この推計では、発売元の企業名と製品サイズ（幅、奥行きおよび高さ）を組み合わせたダミー変数を用いて推計を行った。

ノート PC の重要な特徴の一つは、製品のデザインおよび寸法である。製品のデザインは一部の例外を除いて、シリーズごとに、毎回新しくデザインされることが多く、同一企業が発売した異なる製品の間で、その寸法が全く同じであることは少ない。そのため、これらの変数を組み合わせたダミー変数を用いて、製品シリーズ間の差異を吸収し、シリーズの更新を捉えることが可能である。また、B)の推計のために人為的に割り当てたシリーズ分類に比べ、客観的な分類ができる可能性が高い。

D) ユーザーの評価を説明変数に加えて推計

価格.com に掲載されていたユーザー・レビューのうち、製品のスペックに現れにくいデザイン（見た目のよさ、質感）・使いやすさ（機能性、キーボードやパッドの使いやすさ）・液晶（液晶画面の品質）の 3 項目を使用した推計を A)～C)に併せて行った。レビューは、ユーザーが各項目について 1～5 の 5 段階評価で評価したものを数値化して使用した。

3.5. 推計期間

回帰分析は(1)全期間推計、(2)隣接法による推計の 2 つを行う。

(1)全期間推計では、2006 年 6 月～2012 年 5 月までの全期間のデータをプールして、1 つのモデルで推計する方法である。各月ごとにダミーを入れることで、最初の期間と比較した価格変化を捉えることができる。

(2)隣接月による推計では、隣り合う 2 セットの月次データを用いて、最初の月にダミー 0 を、次の月にダミー 1 を割り当て、そのダミーの係数を 1 ヶ月の価格変化率であると考え、これをつなぎ合わせることで指数を作成することができる。消費者物価指数のうち、パソコンとデジタルカメラの指数作成においては、隣接月による推計が使用されている。

4. 推計結果と仮説の分析

4.1. 推計結果

回帰分析の結果は、表 5 の通りである。被説明変数は、平均価格（消費者物価指数の変動分を除去した上で対数化）であり、ホームノート・モバイルノート・ネットブックそれぞれについて、説明変数にユーザー・レビューの変数を入れたものと入れないものそれぞれを並べて記した。なお、すでに述べたように、少数の店舗に売れ残り、市価とはかけ離れた値段を付して掲載している店舗の影響を小さくするため、重回帰分析に当たっては、各製品・販売時点における販売店舗数で重みづけを行っている。

表 5

カテゴリ名 (括弧内は基準)	変数名	ホームノート				モバイルノート				ネットブック			
		レビュー無		レビュー有		レビュー無		レビュー有		レビュー無		レビュー有	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
	CPUFreq(Ghz)	0.504	99.7	0.503	75.2	0.294	119.2	0.27	89.3	0.232	20.0	0.134	10.5
	MemorySize(GB)	0.0949	97.2	0.0917	85.9	0.056	47.5	0.0614	44.2	-0.00557	-1.1	0.00377	0.6
	HDDSize(GB)	0.131	100.7	0.143	91.7	0.0198	14.5	0.0437	27.9	0.132	41.1	0.135	41.1
	SSDSize(GB)	0.431	28.6	0.835	65.8	-0.0743	-12.3	-0.0342	-6.0	0.0324	4.9	0.0272	3.9
	BatteryHour	-0.00558	-6.4	-0.00466	-4.6	0.0311	24.6	0.0314	21.5	0.0784	44.1	0.0951	48.0
	MonitorSize(inch)	-0.351	-37.0	-0.0471	-4.2	0.194	33.1	0.144	22.3	0.151	10.8	0.285	17.9
	Height	-0.218	-60.6	-0.273	-68.7	-0.0609	-18.8	-0.0111	-3.3	-0.0244	-6.4	-0.00212	-0.5
	Weight(Kg)	0.329	80.0	0.299	63.8	-0.193	-48.1	-0.356	-80.3	-0.131	-12.5	-0.256	-21.9
	MonitorPixel(ALL)	0.215	122.6	0.195	91.1	0.00627	2.9	0.0776	27.7	0.179	45.2	0.175	37.3
	3D	0.0687	26.3	0.077	29.7	.	.	.	.	.	.	.	.
	Bluetooth	0.0967	118.0	0.0864	88.5	0.0594	58.2	0.0529	45.5	0.0411	38.2	0.035	28.0
	DigitalTV	0.0962	112.0	0.104	105.1	0.0701	36.1	0.0501	26.0	0.099	28.1	0.113	29.1
	Oneseg	-0.000693	-0.4	-0.0554	-23.2	0.0495	21.1	0.0435	19.3	-0.0498	-12.8	-0.0651	-13.8
	Modem	0.0594	62.7	0.0434	37.2	-0.00112	-1.0	0.00114	0.8	.	.	.	.
	OpticalSound	0.0196	21.9	0.00725	6.8	-0.12	-38.6	-0.104	-35.3	0.154	22.8	0.189	26.4
	Tenkey	-0.00793	-8.8	0.0142	14.0	-0.0204	-6.9	-0.0542	-12.9	.	.	.	.
	Webcamera	-0.0137	-18.1	-0.0112	-13.5	-0.000258	-0.2	-0.0335	-23.4	0.00433	1.8	0.0201	6.2
	ESATA	-0.0122	-15.6	-0.0128	-14.0	0.0476	27.4	0.0112	4.9	.	.	.	.
	HDMI	-0.0521	-59.4	-0.0097	-9.3	-0.0651	-50.8	-0.0457	-31.3	0.0115	2.4	-0.0037	-0.7
	IEEE1394	0.00118	1.6	-0.00758	-8.1	-0.0262	-22.5	-0.00634	-4.7	.	.	.	.
	USB3.0	0.029	27.5	0.029	26.1	0.102	60.6	0.0358	19.7	-0.0338	-6.4	0.0104	2.0
	Bpccard	0.0266	28.1	0.0239	20.8	-0.0589	-44.0	-0.077	-45.3	.	.	.	.
	WirelessLAN	0.0851	39.4	0.247	79.6	-0.000248	-0.2	0.00692	1.5	.	.	.	.
	Emobile	.	.	.	.	.	.	.	.	0.182	55.8	0.181	52.9
	FOMA	0.371	39.0	0.339	26.3	0.169	51.8	.	.	-0.0947	-11.1	-0.107	-11.4
	WIMAX	0.0657	24.3	0.102	17.0	0.0226	18.7	0.0571	37.8	0.06	52.5	0.0526	38.5
	LowVoltageCPU	0.283	61.4	0.268	39.7	0.107	70.1	0.0861	45.1	.	.	.	.
	Baspct169	-0.0216	-18.7	-0.0215	-15.3	-0.0793	-52.3	-0.0531	-32.0	-0.0235	-13.6	-0.00892	-4.6
CPUCore (1-core)	2-core	0.00532	2.2	0.0672	25.5	0.0944	75.6	0.113	77.9	0.0722	35.0	0.0652	30.2
	3-core	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4-core	0.303	60.5	0.376	59.1	0.317	52.7	0.409	73.6	.	.	.	.
CPUName (Celeron-dothan) (Netbook:Atom Z)	AMD	0.212	30.7	0.187	26.8	-0.0647	-9.8	-0.178	-24.2	.	.	.	.
	Athlon	0.0344	8.6	0.0312	7.3	-0.0476	-5.6	0.0714	8.0	.	.	.	.
	Atom	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-0.08	-10.4
	Atom N	.	.	.	.	.	.	.	.	-0.0835	-17.2	-0.176	-41.2
	Atom Z	.	.	.	.	.	.	.	.	0.131	19.7	.	.
	C7	.	.	.	.	.	.	-0.619	-53.4	.	.	.	.
	Celeron D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Celeron-banias	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Celeron-yonah	0.0459	22.7	0.0751	39.8	-0.014	-3.2	-0.0463	-10.6	.	.	.	.
	Celeron-merom	0.0684	27.1	0.12	46.2	-0.147	-27.9	-0.155	-28.1	.	.	.	.
	Celeron-penryn	0.0752	22.8	0.0945	25.5	-0.189	-35.5	-0.244	-41.9	.	.	.	.
	Celeron-arran	0.219	54.1	0.138	29.6	-0.163	-27.7	-0.221	-33.7	.	.	.	.
	Celeron-sandy	0.441	86.1	0.46	72.6	-0.0904	-11.9	-0.113	-13.8	.	.	.	.
	Celeron-other	-0.0846	-0.5	0.1	4.9	-0.347	-18.8	-0.225	-23.0	.	.	.	.

	Core 2-merom	0.225	70.4	0.194	57.7	0.0146	3.1	-0.0323	-6.5											
	Core 2-penryn	0.183	52.5	0.139	36.9	0.00222	0.4	-0.0706	-12.6											
	Core 2-Other					0.107	16.6	0.00663	0.9											
	Core i3-arran	0.194	53.0	0.136	32.6	-0.0813	-14.4	-0.113	-17.7											
	Core i3-sandy	0.362	83.0	0.298	60.7	-0.000727	-0.1	-0.0397	-5.9											
	Core i5-arran	0.197	52.9	0.138	32.8	0.0437	7.8	-0.011	-1.7											
	Core i5-sandy	0.32	76.5	0.295	63.6	0.0899	14.9	0.0583	8.6											
	Core i7-arran	0.238	42.7	0.186	27.1	0.162	27.4	0.094	13.6											
	Core i7-sandy	0.184	33.3	0.144	21.6	0.0715	10.5	0.0555	7.7											
	Core i7-ivy	0.433	26.7	0.783	56.7															
	Core-3yonah	0.162	53.8	0.0987	32.4	-0.013	-3.0	-0.0557	-12.6											
	Geode																			
	Intel-other					-0.328	-37.7	-0.525	-56.9											
	Pentium 4																			
	Pentium-2dothan	0.00605	2.3	0.000208	0.1	0.0436	9.9	-0.00962	-2.2											
	Pentium-4merom	0.339	44.7																	
	Pentium-6arran	0.195	49.2	0.142	31.5	-0.224	-37.5	-0.282	-42.0											
	Pentium-7sandy	0.299	67.8	0.268	54.1															
	Pentium-other					-0.127	-16.7	-0.158	-21.4											
	Sempron	-0.0274	-10.4	-0.0103	-3.9	-0.0693	-7.4													
	Turion	0.0745	22.7	0.0384	11.1	0.104	11.7	0.211	22.7											
	V	-0.104	-15.3	-0.086	-11.4															
GPUName (Intel)	AMD	0.0933	35.5	0.0846	27.5	-0.29	-41.6	-0.439	-61.1											
	GeForce	0.107	111.2	0.103	99.4	-0.00555	-3.1	0.0189	9.9											
	MOBILITY Fire	0.422	113.1	0.375	86.1															
	Other	0.0223	9.0	0.0816	22.9	0.0377	14.1	0.0552	14.3	0.0438	13.7	0.07	18.5							
	Quadro	0.453	89.7	0.426	43.8															
	Radeon	0.0428	44.3	0.0456	38.5	-0.122	-57.1	-0.0687	-29.5											
	S3																			
	SiS																			
	VIA	0.0252	9.5	-0.00791	-1.4															
LAN (None)	1000BASE	-0.0367	-10.4	0.0357	9.8	0.0381	9.7	-0.0158	-4.5	0.015	2.9	0.0304	5.1							
	100BASE	-0.0494	-14.2	0.0349	9.7	-0.0639	-16.3	-0.0864	-24.5	-0.0643	-17.3	-0.0641	-14.7							
OptStyMemor y (DDR)	DDR2	0.246	9.7	-0.00549	-3.8	0.115	0.9	0.447	6.7	-0.0292	-18.1	-0.0283	-15.2							
	DDR3	0.28	11.0			0.128	0.9	0.461	6.9											
OptSty le (None)	外付け					-0.00181	-0.3	-0.0734	-8.6											
	内蔵	0.0596	8.4	-0.0394	-5.0	-0.186	-25.8	-0.168	-17.6	0.0386	9.3	0.0779	15.1							
OpticalDrive (None)	BD-COMBO	-0.0637	-13.5	-0.0482	-9.9															
	BD-R	-0.0879	-19.6	-0.0772	-16.5	0.442	57.3	0.491	48.6											
	CD	-0.196	-31.0	-0.098	-11.0	0.327	40.8	0.319	31.1											
	DVD+-R	-0.187	-41.2	-0.172	-36.5	0.284	39.3	0.313	32.7	0.0337	7.5	0.0255	4.5							
	DVD-COMBO	-0.23	-46.5	-0.223	-39.2	0.285	40.4	0.296	32.3											
	DVD-ROM	-0.205	-26.7	-0.211	-21.7	0.318	43.1	0.321	32.0											
	HDDVD	-0.133	-25.5	-0.117	-21.1															
OS (Windows XP Home)	Win XP Pro	0.343	141.7	0.322	93.8	0.0913	39.1	0.124	42.4	0.439	42.5	0.438	19.8							
	Win Vista HomeBasic	0.0682	30.0	0.032	10.3	-0.0563	-19.1	-0.00121	-0.3	0.0516	15.0	0.0583	14.3							
	Win Vista HomePremium	0.0786	35.8	0.0461	15.0	-0.0264	-11.2	0.0184	5.6	0.246	62.4	0.274	52.5							
	Win Vista Business	0.348	106.1	0.326	62.3	0.0763	29.6	0.124	33.7	0.436	41.3									
	Win Vista Ultimate	0.391	72.5	0.275	29.9	0.293	57.1	0.269	35.3											

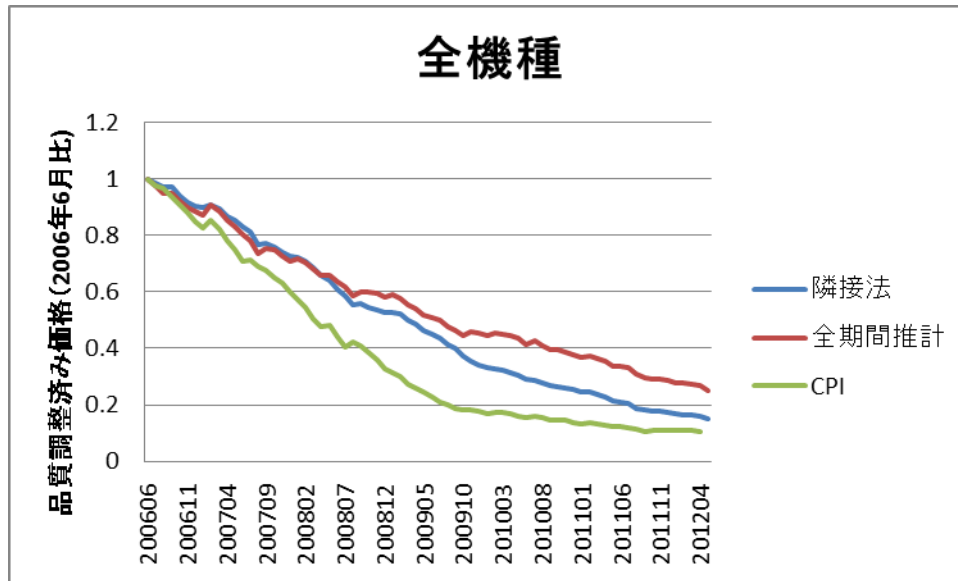
	Win 7 Home	0.108	41.1	0.136	36.0	-0.198	-69.2	-0.139	-31.9	0.207	34.2	0.174	26.0
	Win 7 Pro	0.493	149.3	0.57	69.8	0.0231	7.7	0.0425	9.1	.	.	.	.
	Win 7 Starter	.	.	.	.	.	.	.	.	0.0413	20.4	0.0246	11.1
	Win XP Tablet	0.0066	0.0	-0.61	-6.3	0.147	32.8	0.154	19.8	.	.	.	.
	Win 2000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Other OS	-0.0202	-8.6	-0.0436	-16.4	.	.	.	.	.	.	.	.
Office (None)	2000 Personal	0.0976	31.2	.	.	0.125	37.3	.	.	.	.	.	.
	2003 Personal	0.0945	57.5	0.0395	20.0	0.0808	48.9	0.116	55.1	.	.	.	.
	2003 Professional	-0.119	-4.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2007 Personal	0.131	130.4	0.138	93.3	0.103	108.1	0.126	103.6	0.201	114.7	0.196	87.3
	2007 Personal with PPT	0.24	180.0	0.246	124.4	0.0898	90.2	0.0958	75.8	.	.	.	.
	2007 Personal 2Year	0.152	14.3	0.015	1.6	.	.	.	.	0.162	153.5	0.167	125.1
	2010 Personal	0.3	167.2	0.32	120.7	0.154	115.9	0.187	116.9	0.065	20.2	0.0634	13.8
	2010 HomeBusiness	0.198	146.8	0.227	144.3	0.118	105.3	0.138	111.9	.	.	.	.
	2010 Personal 2Year	.	.	.	.	0.209	28.9	0.278	37.7	0.121	83.0	0.114	67.2
	XP Personal
Type (Notebook)	Convertible	0.203	44.2	0.273	26.2	0.288	108.7	0.337	110.8	0.215	65.0	0.25	67.9
	Tablet	.	.	.	.	0.445	94.2	.	.	0.219	54.9	.	.
HDD or SSD (HDD)	SSD	-0.493	-8.0	-2.877	-44.0	0.691	26.3	0.603	23.6	0.539	19.0	0.591	19.2
	SSDANDHDD	-1.597	-24.0	-3.222	-60.2	0.657	28.2	0.471	23.4	-0.017	-0.9	0.0116	0.6
Time (20060612) (Netbook:20081012)	20060712	-0.0354	-12.2	-0.0373	-15.1	-0.00638	-1.9	-0.0081	-2.5	.	.	.	.
	20060812	-0.0627	-21.5	-0.0722	-29.4	-0.0225	-6.6	-0.0281	-8.6	.	.	.	.
	20060912	-0.071	-25.5	-0.072	-27.8	-0.0163	-5.0	-0.0271	-9.0	.	.	.	.
	20061012	-0.109	-40.5	-0.109	-44.2	-0.0399	-12.7	-0.0603	-21.0	.	.	.	.
	20061112	-0.134	-48.2	-0.147	-55.9	-0.0501	-16.0	-0.075	-25.6	.	.	.	.
	20061212	-0.16	-57.2	-0.174	-67.5	-0.0621	-19.9	-0.0822	-27.9	.	.	.	.
	20070112	-0.176	-58.9	-0.197	-68.3	-0.0738	-22.5	-0.0964	-30.2	.	.	.	.
	20070212	-0.171	-59.5	-0.201	-66.5	-0.0394	-12.7	-0.0463	-13.9	.	.	.	.
	20070312	-0.207	-69.4	-0.247	-76.3	-0.04	-13.2	-0.0488	-14.9	.	.	.	.
	20070412	-0.259	-82.5	-0.307	-88.1	-0.0473	-14.8	-0.0625	-18.5	.	.	.	.
	20070512	-0.282	-89.2	-0.334	-94.4	-0.0534	-15.8	-0.078	-21.5	.	.	.	.
	20070612	-0.314	-100.2	-0.365	-103.2	-0.087	-25.4	-0.118	-32.0	.	.	.	.
	20070712	-0.342	-107.3	-0.394	-108.6	-0.116	-33.5	-0.155	-40.5	.	.	.	.
	20070812	-0.401	-120.8	-0.458	-119.6	-0.157	-42.3	-0.202	-48.9	.	.	.	.
	20070912	-0.384	-111.4	-0.441	-113.3	-0.146	-39.7	-0.186	-45.7	.	.	.	.
	20071012	-0.384	-113.0	-0.451	-117.8	-0.152	-41.9	-0.182	-45.7	.	.	.	.
	20071112	-0.42	-124.1	-0.487	-128.3	-0.173	-47.1	-0.207	-50.0	.	.	.	.
	20071212	-0.446	-130.7	-0.518	-134.4	-0.189	-52.2	-0.221	-53.1	.	.	.	.
	20080112	-0.453	-133.1	-0.511	-131.6	-0.186	-51.7	-0.211	-51.0	.	.	.	.
	20080212	-0.478	-143.3	-0.541	-141.4	-0.19	-52.9	-0.222	-54.9	.	.	.	.
	20080312	-0.517	-154.6	-0.587	-151.7	-0.208	-57.5	-0.235	-57.1	.	.	.	.
	20080412	-0.57	-160.9	-0.645	-157.0	-0.227	-60.4	-0.25	-58.2	.	.	.	.
	20080512	-0.572	-162.4	-0.643	-157.3	-0.24	-64.5	-0.269	-64.6	.	.	.	.
	20080612	-0.621	-172.7	-0.697	-166.9	-0.262	-72.0	-0.301	-72.0	.	.	.	.
	20080712	-0.66	-178.7	-0.741	-171.5	-0.274	-73.6	-0.315	-73.5	0.022	5.1	0.0117	1.9
	20080812	-0.706	-185.1	-0.804	-178.3	-0.295	-77.4	-0.352	-79.2	0.00308	0.8	-0.000215	0.0
	20080912	-0.689	-179.6	-0.788	-170.4	-0.28	-73.6	-0.329	-72.9	0.00755	2.3	0.00133	0.3
20081012	-0.688	-179.8	-0.782	-167.3	-0.306	-79.3	-0.362	-79.8	.	.	.	.
20081112	-0.7	-180.3	-0.8	-170.1	-0.314	-81.9	-0.368	-81.0	0.00939	2.4	0.0175	3.4	

20081212	-0.72-181.1	-0.82-168.9	-0.328-83.3	-0.392-83.8	0.0068	1.8	0.00336	0.7				
20090112	-0.692-171.3	-0.782-160.0	-0.35-86.3	-0.404-84.3	-0.00386	-1.0	-0.0158	-3.1				
20090212	-0.722-179.3	-0.811-166.2	-0.338-82.9	-0.4-82.9	-0.0335	-9.2	-0.0466	-9.8				
20090312	-0.771-187.9	-0.867-174.6	-0.351-85.1	-0.427-86.3	-0.0895	-22.3	-0.0987	-19.8				
20090412	-0.793-183.4	-0.906-170.1	-0.339-79.9	-0.412-77.1	-0.119	-29.5	-0.13	-25.4				
20090512	-0.831-197.3	-0.931-179.6	-0.392-89.8	-0.48-87.9	-0.152	-38.7	-0.16	-31.9				
20090612	-0.866-205.5	-0.972-189.1	-0.411-92.8	-0.495-91.8	-0.16	-42.7	-0.163	-33.4				
20090712	-0.902-210.6	-1.007-192.6	-0.42-93.0	-0.498-90.3	-0.17	-43.0	-0.171	-33.5				
20090812	-0.948-207.4	-1.061-192.2	-0.45-95.1	-0.531-90.9	-0.213	-55.9	-0.216	-43.9				
20090912	-0.981-209.4	-1.099-193.5	-0.458-95.2	-0.536-92.2	-0.243	-62.7	-0.246	-49.2				
20091012	-1.046-219.2	-1.17-201.9	-0.49-91.4	-0.568-90.4	-0.28	-68.7	-0.282	-54.5				
20091112	-0.99-209.3	-1.129-189.0	-0.482-101.5	-0.552-93.2	-0.262	-63.0	-0.272	-51.6				
20091212	-1.019-214.2	-1.161-193.0	-0.498-102.7	-0.57-94.0	-0.272	-62.9	-0.283	-51.8				
20100112	-1.039-215.6	-1.195-194.2	-0.502-102.5	-0.583-94.7	-0.281	-63.1	-0.279	-49.5				
20100212	-0.984-205.7	-1.129-183.0	-0.495-101.3	-0.585-94.5	-0.282	-64.3	-0.275	-49.0				
20100312	-0.986-207.4	-1.132-184.6	-0.491-101.6	-0.581-94.2	-0.306	-68.5	-0.294	-52.0				
20100412	-1.019-208.9	-1.175-185.9	-0.497-100.1	-0.578-90.8	-0.309	-67.2	-0.293	-50.5				
20100512	-1.036-209.8	-1.2-187.2	-0.512-100.4	-0.601-91.6	-0.327	-69.6	-0.304	-51.0				
20100612	-1.103-217.1	-1.271-193.1	-0.534-105.1	-0.623-93.8	-0.346	-70.8	-0.319	-52.1				
20100712	-1.046-213.7	-1.211-188.6	-0.533-108.3	-0.623-98.3	-0.339	-68.6	-0.317	-52.1				
20100812	-1.102-221.9	-1.263-194.4	-0.55-110.1	-0.646-100.6	-0.365	-72.6	-0.338	-55.1				
20100912	-1.14-225.5	-1.306-196.4	-0.566-110.4	-0.662-99.9	-0.402	-77.9	-0.373	-60.1				
20101012	-1.132-218.9	-1.298-192.1	-0.566-110.2	-0.662-100.5	-0.416	-78.4	-0.394	-61.7				
20101112	-1.149-225.3	-1.318-197.3	-0.58-114.2	-0.679-104.0	-0.45	-84.8	-0.428	-67.3				
20101212	-1.172-226.0	-1.359-199.9	-0.581-113.3	-0.69-104.1	-0.458	-84.0	-0.437	-67.7				
20110112	-1.215-231.3	-1.404-202.6	-0.599-116.6	-0.71-107.0	-0.456	-80.6	-0.436	-65.5				
20110212	-1.224-233.2	-1.398-202.0	-0.605-116.8	-0.706-105.8	-0.482	-82.9	-0.459	-66.9				
20110312	-1.252-236.8	-1.435-206.9	-0.623-118.6	-0.732-108.5	-0.499	-82.7	-0.476	-67.6				
20110412	-1.289-240.5	-1.484-210.2	-0.617-114.1	-0.715-104.0	-0.518	-77.7	-0.491	-65.5				
20110512	-1.369-249.3	-1.576-218.5	-0.643-116.1	-0.737-105.1	-0.534	-78.4	-0.505	-66.2				
20110612	-1.362-245.7	-1.559-215.5	-0.664-119.7	-0.772-110.1	-0.534	-82.4	-0.507	-70.1				
20110712	-1.377-249.6	-1.577-218.6	-0.682-123.1	-0.79-113.3	-0.583	-94.0	-0.559	-79.3				
20110812	-1.466-263.0	-1.676-230.5	-0.722-127.5	-0.829-117.8	-0.648	-104.6	-0.62	-88.0				
20110912	-1.52-266.1	-1.738-233.5	-0.744-130.5	-0.849-118.7	-0.68	-104.6	-0.649	-88.7				
20111012	-1.507-257.8	-1.722-226.5	-0.801-138.3	-0.912-127.4	-0.675	-107.2	-0.642	-89.0				
20111112	-1.498-259.9	-1.71-228.6	-0.815-140.5	-0.929-129.7	-0.715	-111.2	-0.681	-93.1				
20111212	-1.527-261.0	-1.75-232.1	-0.811-137.5	-0.923-127.7	-0.742	-110.0	-0.706	-93.5				
20120112	-1.567-263.9	-1.796-235.1	-0.823-137.4	-0.938-128.2	-0.774	-110.0	-0.734	-94.2				
20120212	-1.566-257.7	-1.796-229.8	-0.842-143.1	-0.95-130.1	-0.798	-102.2	-0.761	-89.7				
20120312	-1.594-266.4	-1.83-237.4	-0.83-141.5	-0.935-128.0	-0.743	-98.5	-0.702	-86.9				
20120412	-1.633-270.1	-1.876-241.3	-0.834-141.1	-0.933-126.1	-0.734	-101.7	-0.697	-88.1				
20120512	-1.699-281.6	-1.948-251.3	-0.874-146.2	-0.971-130.9	-0.751	-105.1	-0.717	-90.0				
AGE	0.000567	163.0	0.000667	144.6	0.000213	57.4	0.000225	51.0	0.000469	82.9	0.000418	67.9
ASUS	-0.204	-87.5	-0.214	-83.0	-0.262	-105.7	-0.233	-90.7	-0.255	-113.6	-0.262	-105.6
Acer	-0.303	-169.5	-0.27	-122.0	-0.313	-111.1	-0.263	-92.7	-0.344	-135.2	-0.325	-117.1
DELL
Everex	-0.697	-66.5
GIGABYTE	-0.0909	-4.6	.	.	-0.263	-6.8	.	.
Gateway	-0.213	-68.0	-0.196	-65.1	-0.274	-45.2	-0.171	-26.6	-0.263	-47.4	-0.278	-41.8

HP	-0.241	-83.3	-0.165	-41.3	-0.157	-36.4	-0.0694	-9.2	-0.166	-24.8	-0.164	-16.5
HTC												
Lenovo	-0.258	-130.4	-0.291	-123.0	-0.173	-91.5	-0.132	-57.3	-0.265	-165.2	-0.261	-140.5
MSI	-0.219	-63.0	-0.302	-80.6	-0.479	-112.8	-0.391	-85.6	-0.243	-111.5	-0.245	-97.2
ONKYO	-0.153	-62.2	-0.169	-46.3	-0.222	-83.9	-0.217	-69.9	-0.141	-44.1	-0.167	-46.8
PBJ												
SONY	-0.117	-84.2	-0.0999	-62.6	-0.00506	-2.5	-0.0221	-9.8	-0.0191	-9.2	-0.0186	-6.7
SOTEC	-0.117	-47.4	-0.0762	-19.8	-0.206	-35.2	-0.126	-18.5				
Yukyung									-0.134	-17.2	-0.172	-18.7
eMachines	-0.437	-164.7	-0.383	-124.5								
シャープ	0.0498	22.4	0.056	23.1	-0.221	-32.9	-0.201	-25.9	0.216	52.2	0.243	47.0
トライジェム					-0.5	-12.5	-0.575	-14.8	-0.00606	-0.5	0.00411	0.3
パナソニック	0.453	102.1	0.508	43.3	0.0926	43.6	0.0645	27.5	0.552	39.3		
工人舎	0.12	9.9			-0.203	-24.6	-0.00535	-0.6	-0.245	-59.7	-0.279	-61.4
東芝	-0.0337	-33.1	-0.0427	-37.2	-0.0374	-18.0	-0.0307	-12.2	-0.00723	-5.0	-0.000542	-0.3
日立	-0.0179	-6.9	-0.0184	-6.2								
富士通	-0.0244	-28.6	-0.0296	-31.6	-0.0765	-45.1	-0.0587	-30.5	-0.058	-34.6	-0.0464	-22.1
RATING_DEGISN			0.0149	24.8			0.00834	15.1			0.0147	13.0
RATING_USERFRIENDLY			0.00252	4.7			0.0223	36.8			0.0146	15.8
RATING_DISPLAY			0.0105	21.8			0.00543	9.8			-0.0143	-15.2
Constant	8.598	207.1	8.282	225.3	11.08	79.1	9.511	124.8	7.755	115.0	7.401	97.4
Observations	520955		373839		379318		237162		108029		86613	
R-squared	0.857		0.878		0.893		0.922		0.918		0.9	
Adjusted R-squared	0.857		0.878		0.893		0.922		0.918		0.9	

価格比較サイトデータの検証のために、まず消費者物価指数(CPI)によるノートパソコンの価格動向と比較する。CPIの値は、総務省統計局が発表する消費者物価指数の算定の基礎となる品目別価格指数のうち、ノートパソコンに関するデータについて、2006年6月を基準として算出している。消費者物価指数の算定においても、ノートパソコン・デスクトップパソコン・デジタルカメラについては、品質調整にヘドニック法を用いて指数を算出している。以下の比較は、データの比較とヘドニック法の比較を同時に行っていることになっている。

消費者物価指数による価格の動向は、以下の図に示すように、本研究による推計と同じ大幅な下落傾向であるが、消費者物価指数の下落幅がより大きい。消費者物価指数の算定では、隣接月によるヘドニック法で算定している点は同じであるものの、説明変数に使用する変数を簡略化し、絞り込んだものを用いているものが多いことや、価格データとしてPOSデータを使用しているなどの相違点が存在する。POSデータと比較して、新しいPCの機種の価格が価格ドットコムに反映されるには時間を要するために、初期の価格低下が反映されていない等の制約があるが、反面今回の研究で利用したデータの方がより広汎に技術進歩を把握している。両者の差の原因の解明は今後の課題であるが、価格ドットコムに基本的な欠陥はないことを両者の比較は示唆している。



グラフ 28：全機種（ホーム・モバイル・ネットブックを含む）の品質調整済み価格の推移

4.2. 性能が価格に与える影響

推計結果のうち、各種性能および機能の係数は、その性能により製品価格にどのような影響を与えたのかを表している。符号が正かつ有意であれば、価格に正の影響を与え、当該性能向上及び機能の実装により価格が高くなることを示す。以下では、主要な性能の変化が価格にどのような影響を与えたのかについて論じる。

CPU

CPU クロック周波数およびコア数に関しては、ホームノート、モバイルノートおよびネットブックいずれの分類においても、係数の符号が正かつ有意となっており、性能が高いほど価格が高い。さらに、低電圧版 CPU を採用しているモデルの価格も高い。シリーズごとの価格については、Celeron(Dothan コア)を基準として、Core2 などの上位モデルおよび、Core i7 などの高性能モデルの価格が高くなっているものの、モバイルノートでは、符号条件を満たしていない係数や有意でない結果などが一部あり、一貫性に欠ける面もある。CPU は、クロック周波数だけでなく、コア数・アーキテクチャーなどが性能に影響するため、これらの変数の組み合わせだけでは計測が困難である。そこで、CPU のベンチマークデータを用いて CPU の性能が価格にどのように影響したかについて分析を行った。この分析の詳細は、付録の動学的考察の CPU の分析において記載している。

メモリー

メモリーサイズに関しては、いずれの分類においても、係数が正となっており、容量が大きい製品の価格が高い。メモリーの規格に関しては、一定した法則が存在せず、有意性が低い結果も多いため、価格への影響は見いだせなかった。

HDD および SSD

HDD および SSD は、いずれか片方のみ搭載しているモデルが多いため、HDD のみ・SSD のみ・HDD/SSD

を双方搭載しているモデルを区分するための HDD/SSD 搭載ダミーを設けて推計しているため、単純に HDD/SSD 容量の係数のみで比較することができない。これに関しては、付録の動学的考察の欄で議論する。

液晶画面

液晶画面については、画素数の係数が正となっているが、画面サイズに関しては、ホームノートが負でモバイルノート、ネットブックが正となっている。すでに大型の画面を採用しているホームノートでは、小型の画面が消費者の WTP を高め、また、モバイルノートやネットブックでは、大型の画面が消費者の WTP を高めると考えられる。また、供給面から考えると、重量に制限に少ないホームノートでは、安価な大型液晶パネルを使用できる半面、薄型、軽量かつ省電力を実現する必要のあるモバイルノートでは、大型の液晶パネルが高価となることも原因として考えられる。

製品の携帯性に関する項目

製品の厚さに関しては、すべての分類において、係数が負となっている。これは、薄い製品の価格が高いことを意味する。ただし、レビューを含めた推計では、その有意性が一部低下しており、薄さがユーザー・レビューの「デザイン」の項目に含まれている可能性がある。一方、バッテリー稼働時間と重量に関しては、モバイルノートでは稼働時間と重量との係数がそれぞれ正と負であり、軽量で長時間稼働可能な機種の高価格が高いが、それ以外の分類では、符号条件を満たしていない。これらの結果より、薄さ以外の携帯性に関する指標は、ホームノートやネットブックではそれほど大きな影響を与えていないが、モバイルノートでは価格に大きな影響を与えていることを意味する。

搭載 OS

プリインストール OS に関しては、Windows XP Home Edition 基準として、各 OS の価格を相対的に算出している。

オフィスソフト

オフィスソフトに関しては、基準であるオフィス非搭載モデルに比べて、サンプル数の少ない Office2003 Professional 以外はすべて係数が正かつ有意であり、Office がプリインストールされているモデルの価格が高い結果が得られた。エディション・バージョン別の推計では、まず、Microsoft Office のうち、主に Word と Excel のみを搭載する Personal エディションでは、ネットブック以外においては、2010Personal > 2007 Personal > 2003 Personal の順に高くなっている。また、PowerPoint を含むエディションでは、ホームノートでは、2007 Personal with PPT > 2010 Home and Business > 2003 Professional の順に高く、モバイルノートでは、2010 Home and Business > 2007 Personal with PPT の順に高くなっている。なお、ネットブックでは、2年間ライセンス版が通常版より高いなど適切な結果が得られていない。

推計結果においては、すべての数値が一貫しているわけではないものの、全体的な傾向として、新しいバージョンの価格が高くなっている。特に、2003 に比べてその後のバージョンの価格が高くなっている。

ところで、オフィスソフトは、PC にバンドルされて販売されるほかに、パッケージ販売も存在しており、その通常版店頭価格（発売時の価格）は、以下の表 6：パッケージ版 Office の発売時価格に示す通りであっ

た。

2003		Professional 59,800 円	Standard 45,800 円	Personal 44,800 円
2007	Ultimate 89,040 円	Professional 62,790 円	Standard 55,440 円	Personal 47,040 円
2010		Professional 59,800 円	Home and Business 34,800 円	Personal 29,800 円

表 6：パッケージ版 Office の発売時価格

出典：

<http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2003/08/26/247.html>

<http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2006/10/26/13747.html>

<http://trendy.nikkeibp.co.jp/article/pickup/20100422/1031588/>

パッケージ版とバンドル版の内容は異なるため、一概に比較することはできないものの、2010 のバージョンでは、パッケージ版の価格は、値下げがなされている。新バージョンのパッケージ版価格が値下げされる中で、先のバンドル版の PC 価格に与える正の影響がより大きくなっている傾向は、オフィスのプリインストールによる消費者の WTP がより増加していることが推測される。

価格に負の影響を与える性能および機能

6 年間の推計結果によれば、(CPU 速度の向上や大容量メモリーの実装など) 性能向上は価格に対して正の影響を与え、USB3.0 や Office の搭載など特定の機能が実装されていることも、価格に対して正の影響を与えている。一方、いくつかの機能は、実装されていることにより価格を引き下げる効果を与えているものが存在する。このような状況が起きる背景として考えられる原因は以下の 2 つである。

1. 新機能の満足度が低く、WTP を低下させるが、機能の搭載により製造原価の低減が可能
2. 機能を普及させるため、あえて低価格での販売を行う戦略

このような状況が観測されたのは、以下の機能である。

▼アスペクト比 16：9 の液晶モニター

アスペクト比が 16：9 の製品の係数が負となっている。どの分類においても、16：9 のアスペクト比のワイドモニタの価格が低いことは一貫しており、主な原因としては、供給側の都合により、コストの安い 16：9 比の液晶パネルが安価に供給されていることが考えられる。

▼ウェブカメラ

ウェブカメラについては、ネットブック以外の推計での係数が負になっている。この原因は不明であるが、ウェブカメラの採用率は、国内メーカーと海外メーカーで異なっており（海外メーカーの採用率が高い）、国内メーカーの製品が高価格なことを代理している可能性がある。

▼HDMI 端子

HDMI 端子については、係数が負になっている。HDMI 端子は、先にも述べたように、近年新しく導入され、普及が進んでいる機能であるが、一貫して価格に負の影響を与えている。これの詳細な理由は不明であるものの、一つの可能性としては、HDMI 端子が従来のアナログ D-sub 端子の代替として搭載されている場合に、消費者の満足度を下げている可能性が存在する。D-sub 端子は、古い規格であるものの、現在においても、プロジェクターとの接続を中心に多く使用されており、これが省略されたことによる悪影響が考えられる。しかし、本データセット中に D-sub 端子搭載の有無が存在していないため、これは今後新たにデータを追加したのちに再度分析を行う必要がある。

▼光学ドライブ

光学ドライブに関しては、ドライブタイプダミー（未実装、外付け、内蔵）および、ドライブ機能ダミー（未実装、ブルーレイドライブ、DVD ドライブ、DVD-ROM ドライブ...）の 2 つのダミー変数を用いて推計している。モバイルノートにおいては、ドライブタイプダミーの係数は負となっているが、ドライブ機能ダミーは正となっており、これらの 2 つの変数を合計したものが各ドライブの価格となる。これによれば、外付けの BD-R ドライブを採用した製品の価格が最も高く、なにも付属していない製品の価格が最も低い。一方、ホームノートにおいては、なにも付属していない製品の価格が一番高い。ホームノートに区分される製品のうち、光学ドライブ未付属のモデル数は非常に少ない。このような条件を満たす製品は、主に、Lenovo ThinkPad T40 シリーズおよび、Panasonic TOUGHBOOK シリーズであった。後者のシリーズは、日常用途ではなく、工事現場等で使用される特殊なモデルであり、特に頑丈であるという性能がここに混入したことによって生じたと考えられる。

▼PC カード

PC カードスロットは、ホームノートでは、価格に正の影響を与えているが、モバイルノートでは負の影響を与えている。PC カードスロットは古い規格であるうえに、スロットを装備するためには、製品の薄さを犠牲にしなければならないことが原因と考えられる。

4.3. 従来計測されていなかった性能の相対評価変数の導入の効果(仮説 1 の分析)

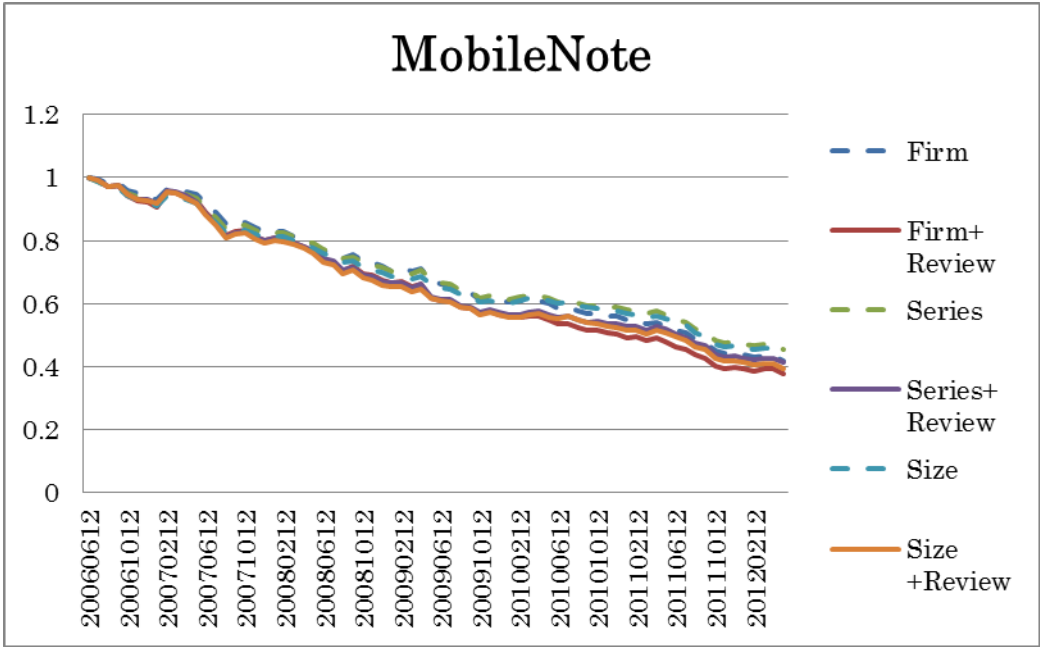
上記の回帰分析より得られた品質調整済み価格の推移を、2.2kg 未満のモバイルノート（グラフ 29：モバイルノートの品質調整済み価格）、2.2kg 以上のホームノート（グラフ 30：ホームノートの品質調整済み価格）およびネットブック（グラフ 31：ネットブックの品質調整済み価格）に分類して、それぞれ以下のグラフに示した。品質調整済み価格は、自然対数に上記回帰分析の Time 変数をべき乗したものとなる。それぞれにおいて、企業ダミー(*firm*)、企業ダミー+レビュー、シリーズ・ダミー(*Series*)、シリーズ・ダミー+レビュー、外形寸法ダミー(*size*)、外形寸法ダミー+レビューを導入した場合の 6 種類のケースを示している。

従来計測されていなかった性能の相対評価変数の導入の効果进行分析するために、以下では企業ダミー、企業ダミー+レビューの推計結果を比較する。レビューには「デザイン」、「使いやすさ」および「液晶画面の質」のユーザー評価がある。各レビュー評価変数の係数は、正かつ有意となり（ネットブックの推計を除く）、ユーザー評価の高い製品の価格が高いことが判明した。また、各製品についてのユーザー評価（平均値）の推移

を付録のグラフ 45 から 47 に示した。ネットブック以外の製品において、3つの評価指標は微増となっており、ユーザー評価の平均値はほぼ一定である。

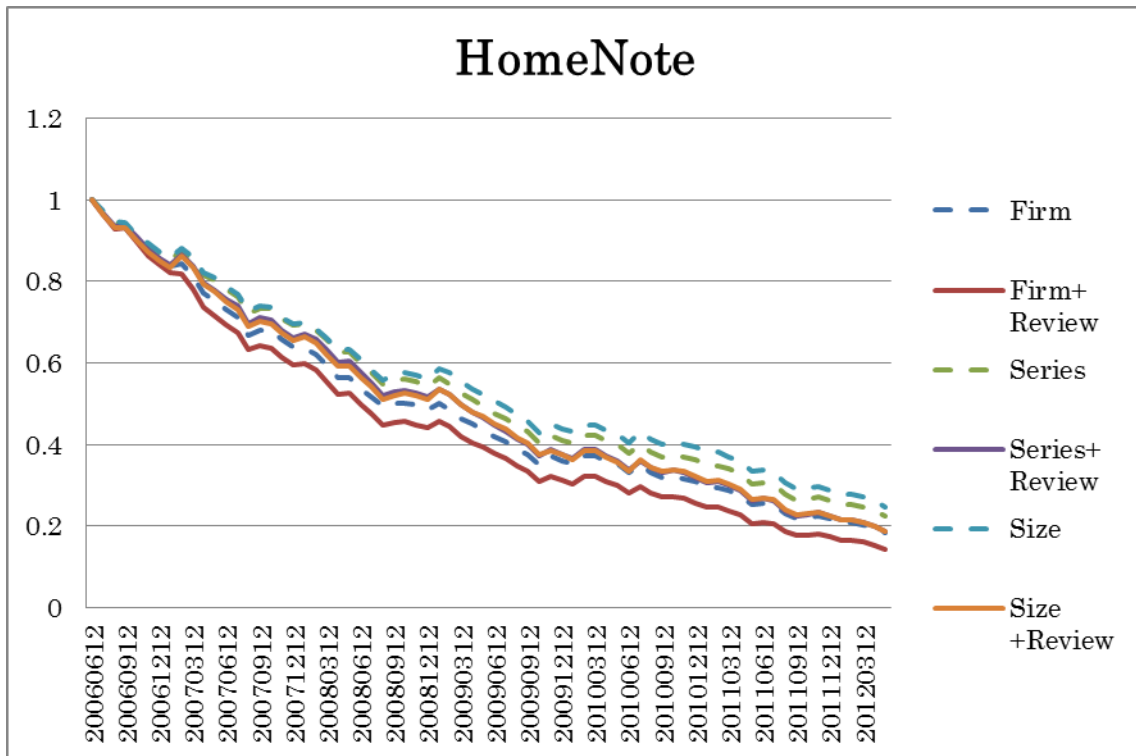
これらを追加したことにより、ネットブック以外の製品において、品質調整済み価格の下落率が大きくなった(以下の図で”Firm”と”Firm+Review”を比較)。この差は統計的にも高度に有意である⁵。欠落変数を導入することで、過小評価されていた性能向上による効果が正しく反映されることによって、品質調整済み価格が下落する効果が得られることを示している。推計結果によれば、ユーザー評価の変数を導入することで、コア数の増加効果などがより大きくなっている。

したがって、仮説 1 が示唆するように、欠落している性能変数をそれが相対評価の変数であっても、導入することで、技術進歩の過小評価を改善できる場合も存在する。

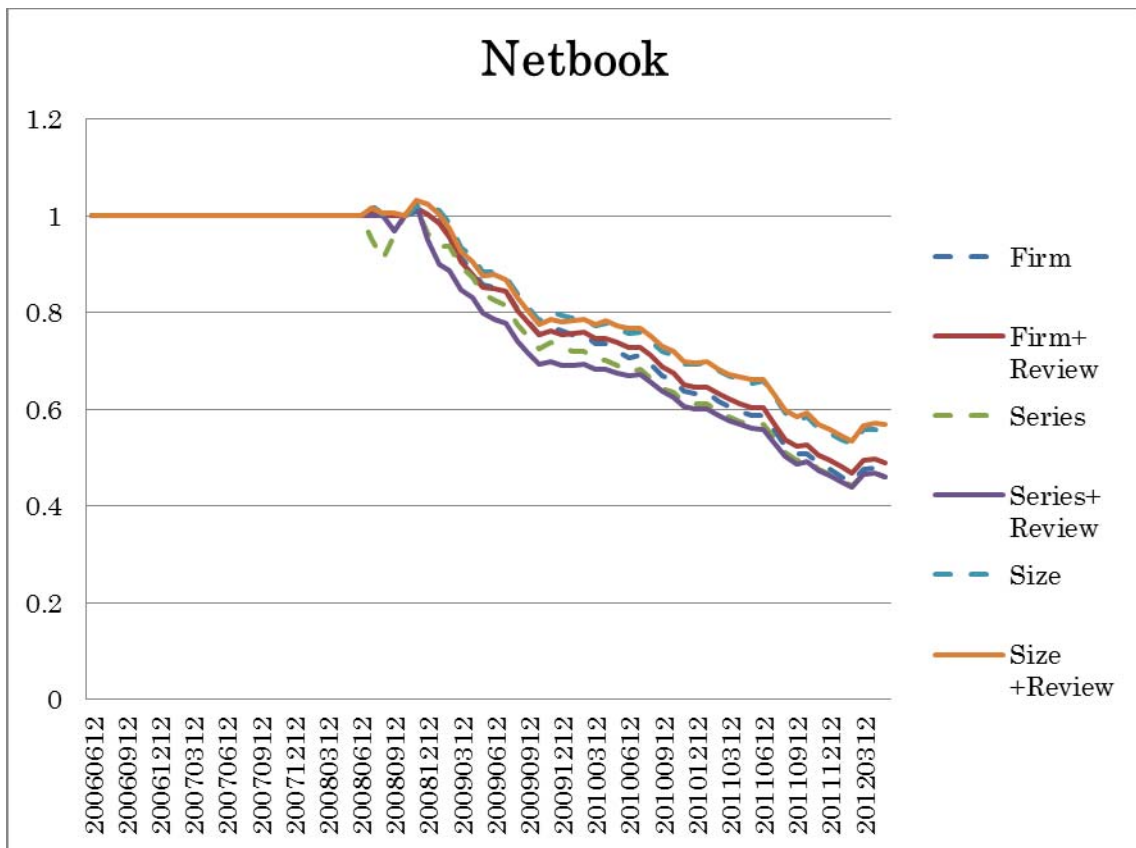


グラフ 29 : モバイルノートの品質調整済み価格

⁵ 推計結果の表 5 において、2012 の 5 月 12 日時点での、価格差を比較すると、ホームノートでは $\chi^2(1)$ は約 1700、モバイルでも $\chi^2(1)$ は約 400 であり、差は高度に有意である。表 5 が示すように、時間ダミーの推計値は t 値が非常に大きく(標準偏差が小さい)、小さな差でも有意である。以下の推計にも共通する。



グラフ 30：ホームノートの品質調整済み価格



グラフ 31：ネットブックの品質調整済み価格

4.4. 消費者の評価とプロダクト・イノベーションの方向：全期間推計と隣接法の比較から（仮説2の分析）

全期間推計と隣接法による推計結果を比較するため、すべての機種についての品質調整済み価格を(1)全期間推計、(2)隣接法の2つのモデルにより算出した結果は4.1節のグラフ28：全機種（ホーム・モバイル・ネットブックを含む）の品質調整済み価格の推移に示されている。

その結果、仮説2と整合的に、2006年6月比の品質調整済み価格は、モデル1（全期間推計）>モデル2（隣接法）となっている。隣接法で推計したモデル2の結果が低いのは、全期間同一の推計式を用いるモデル1に比べて、各時点での推計式を用いるため、消費者にとっての便益を高める方向での性能向上効果が大きい分野において技術進歩が起きていることがより大きく評価されるからである。したがって、技術進歩を正しく評価するには、隣接法によって品質調整価格を計測することが重要であることが示唆される。

4.5. 製品更新による技術革新への完成品メーカーの貢献（仮説3の分析）

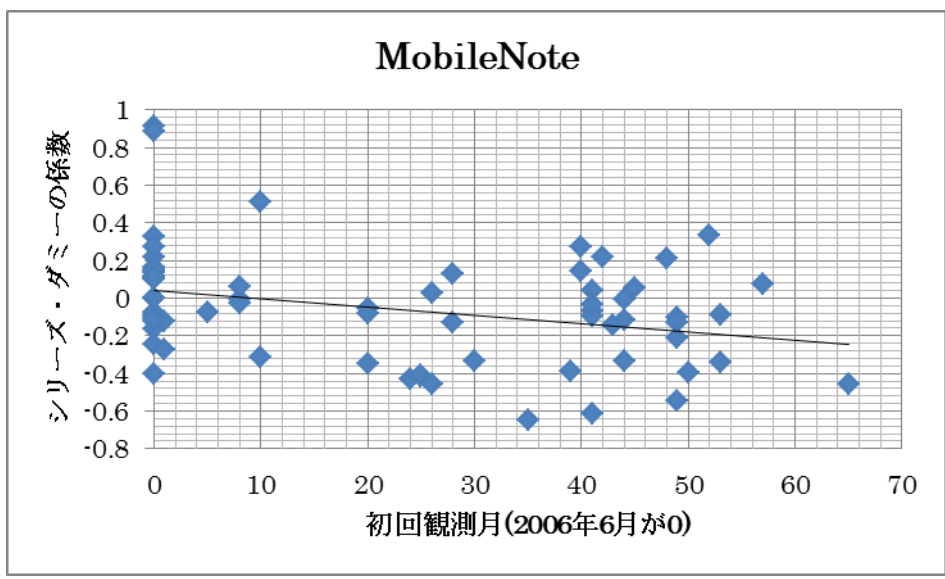
4.1節のグラフでは、シリーズ・ダミーおよびそれをさらに詳細にした外形寸法ダミーを導入した結果を示している。仮説3が示唆するように、OS、CPUなどの基幹部品の機能が拡張する結果、製品更新によるノートPCの内部機能（バッテリー稼働時間、重量、厚さなどの改善は除く）の進歩への完成品メーカーの貢献が減少している場合、企業ダミーのみを用いた場合と比較して、品質調整済み価格の下落は小さくなる。実際、図が示すように、ネットブック以外の製品では、シリーズ・ダミーの導入によって価格の下落幅は減少している（統計的に高度に有意である⁶）。同様に、外形寸法ダミー(size)の導入も同様の効果をもたらしている。

製品シリーズや外形寸法の変化、すなわち企業が行ったモデルチェンジ自体により、消費者の便益が向上するのであれば、シリーズ・ダミーや外形寸法ダミーを用いて算出した品質調整済み価格が、企業ダミーを用いて算出した場合に比べて、低く算出されなければならない。しかし、実際には、高く算出されている。これは、モデルチェンジによる製品全体の品質向上（=品質調整済み価格の下落）に比べ、ヘドニック回帰式にすでに導入されているスペックの向上（ただし、これにはバッテリー稼働時間、重量、厚さなどメーカーに努力も反映される機能を含む）による品質向上の方が大きいことを意味する。PCの完成品メーカーに帰着されるPCの内部機能の技術進歩は絶対的にも減少していることを示唆している。

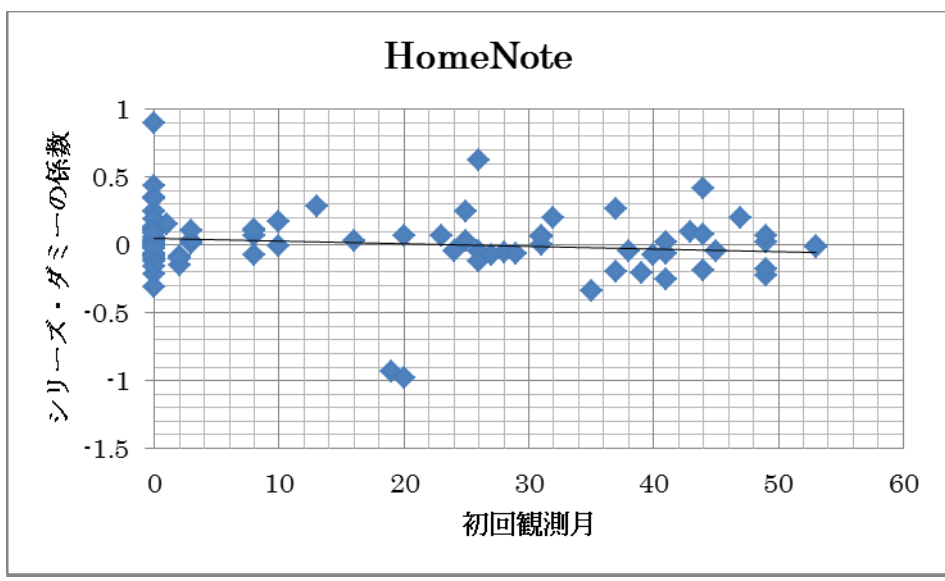
これを直接的に確認するため、シリーズ・ダミーの増加が起きているのかについて回帰分析を行った。シリーズ名は、6年間にわたって使用されているものと、期間の途中から登場したものが存在する。各シリーズのシリーズ・ダミーの大きさとシリーズの登場月の関係をグラフ32：モバイルノートのシリーズ・ダミーと初回観測月の関係・グラフ33：モバイルノートのシリーズ・ダミーと初回観測月の関係に示した。また、3.4節におけるB)シリーズ・ダミーを用いた推計で求められた各シリーズ・ダミーの係数を被説明変数、そのシリーズの初回観測月（2006年6月を0とする）を説明変数、さらに、当該シリーズに属する製品数を重みとした単回帰分析を行った。その結果を表7：シリーズ・ダミーの回帰分析結果(A/C列)に示す。初回観測月の係数がホームノートで-0.0034 ($t=-58.66$)、モバイルノートで-0.0045 ($t=-57.33$)となり、後に登場したシリーズのシリーズ・ダミーが初期に登場したシリーズのシリーズ・ダミーに比べて平均的に小さいことが判明した。重みづけをせずに行った回帰分析(表7：シリーズ・ダミーの回帰分析結果(B/D列))においても、有意性の低

⁶企業ダミー+レビューでの推計と、シリーズ・ダミー+レビューでの推計による2012の5月12日時点での、価格差を比較すると、ホームノートでは $\chi^2(1)$ は約3100、モバイルでも $\chi^2(1)$ は約300であり、差は高度に有意である。

下はあるものの、係数が負になる傾向が見られた。これらの結果は、我々がスペックとして把握した性能向上分を除外すると、後に登場したシリーズの価値が低下していることを意味し、シリーズ更新がPCの技術進歩(内部機能)へのメーカー自身の貢献拡大とは結びつかない状況となっていることを明らかにしている。



グラフ 32 : モバイルノートのシリーズ・ダミーと初回観測月の関係



グラフ 33 : モバイルノートのシリーズ・ダミーと初回観測月の関係

	Mobile: 製品数で重み付け (A)	Mobile: 係数のみ(B)	Home: 製品数で重み付け (C)	Home: 係数のみ(D)
初回観測月	-0.00454*** (-57.33)	-0.00443** (-2.75)	-0.00346*** (-58.66)	-0.00185 (-1.33)
定数	-0.0391*** (-22.76)	0.0425 -0.87	0.103*** -81.59	0.0471 -1.37
観測数	39229	69	38810	88
R2	0.077	0.101	0.081	0.02

表 7：シリーズ・ダミーの回帰分析結果

5. 結論と今後の課題

本稿では、2006年～2012年の期間における、ノートパソコンの技術進歩(以下では品質向上)とその源泉について、価格比較サイトにおけるデータから新たなパネルデータを構築し、ヘドニック法による分析を行った。ヘドニック法による品質調整済み価格動向(=名目価格変化率-技術進歩率(品質上昇率))の計測は、プロダクト・イノベーションの源泉を明らかにする上で非常に重要な道具であるが、他方で欠落変数が重要な影響を与え得ることが従来から指摘されてきた(Triplett (2004))。本研究では、ユーザー・レビューや製品のシリーズ情報などによって欠落変数を補足することが、技術進歩の計測にどのような影響を与えるか分析するとともに、ノートパソコンをホームノート、モバイルノートおよびネットブックに分けて、技術進歩の方向やその源泉の分析を行った。分析の結果、以下が明らかになった。

- ・価格比較サイトデータに基づくヘドニック法による推計結果は、その大半が合理的な結果となっており(アスペクト比16:9の液晶モニターの導入は品質への影響が負であることが計測されたが、それによる製造コストの削減で説明されると考えられる)、またその結果得られた調整済み価格動向の動向は、ノートパソコンの消費者物価指数の動向とも整合的である。予想されるように、パソコンの種類によって、品質向上への消費者から見た効果が大きい性能が異なり、技術進歩の方向も異なっていることも確認された。

- ・ヘドニック回帰分析の推計において従来欠落しているが、相対評価しか得られない性能変数を導入した場合、それと絶対評価の変数との相関(製品間のクロスセクション)がプラスであれば、推計される技術進歩の程度は小さくなる。しかし、両者の相関が負である場合には、技術進歩の過小評価の傾向は是正される。PCのデータでは、デザインや使い勝手などに関するユーザーの評価データを新たに加えることは後者の効果をもたらすことが示された。

- ・企業は消費者がどのような方向の技術進歩を評価するかを見通しながら研究開発を行うので、消費者の評価が高まる方向でより技術進歩が早く、その結果、全期間推計と隣接法を比較した場合、後者の方が計測される技術進歩の程度は大きいと予想される。この予想も支持された。

- ・CPUやOSに製品機能の統合が起きることによってこれらの基幹部品が技術進歩の源泉としてより重要になると、イノベーションの担い手としての完成品メーカーの重要性が低下する。その低下が大きい場合、完成品メーカーのシリーズの更新に伴って、シリーズに体化される技術進歩(重量削減などを除く、内部機能の向上による進歩)の価値は低下し、また同時にヘドニック回帰分析に製品のシリーズを導入することによって、導

入しない場合と比較して、計測される技術進歩の大きさは減少することが予想される。これらの予想も支持された。ただし、完成品メーカーはノート PC のバッテリー稼働時間の長期化、重量の削減、小型化でも PC の品質向上に貢献しており、こうした点で重要性が低下しているわけではない。付録に示すように、ノートパソコンの種類に依存するが、これらの価値が高まっている場合も多い。

以上の結果は価格比較サイトデータに基づくヘドニック法によって多くの研究課題に取り組むことができることを示唆している。

今後の研究課題は多いが、特に本稿で取り上げたテーマに関連したデータの改善について以下が指摘できる。

- ・今回入手できたスペックデータは、かなり詳細なものであったが、デザインなど数値化できない性能が依然として欠落変数として存在する可能性がある。また、HDMI 端子に対する D-sub 端子の実装データが存在しないなど、データ不足の問題点も一部残った。

- ・価格比較サイト上には、発売後、長い期間を経過してもそのまま高い価格で掲載され続ける製品が一部存在し、ミスマーケティングの問題が発生している可能性がある。これを完全に排除するためには、各時点ごとの販売量データが必要である(我々は販売店舗数で重みを付けた回帰分析によってこの問題の影響を排除している)。

- ・ネットブックに分類した製品についての分析は、符号条件を満たさない結果が複数存在し、正しいモデルによって推計が行われていない可能性がある。

- ・プリインストール・ソフトウェアの影響のうち、OS については、原則としてすべての製品に OS がバンドルされているため、基準となる OS の選択が難しい。また、バンドル・非バンドルによる影響を調べるためには、ソフトウェアを単体購入した場合の時系列価格データの一層の整備も必要である。

- ・動学的考察については、性能の価格に対する影響の変化が非線形である可能性を考慮した分析を行う必要がある。

- ・技術進歩の影響を分析するためには、6 年ではなくより長期のデータを分析する必要がある。

- ・より詳細な技術進歩を分析するためには、PC を構成する主な部品 (CPU・メモリー・HDD など) の単体価格の推移と比較した分析を行う必要があり、そのための価格データを収集する必要がある。

参考文献・資料

- ・ Berndt, E. R. and Z. Griliches (1993). Price Indexes for Microcomputers: An Exploratory Study, in: Murray F. Foss, Marilyn Manser and Allan H. Young (eds.), Price Measurements and Their Uses, National Bureau of Economic Research Studies in Income and Wealth, Vol. 57. Chicago, IL: University of Chicago Press, pp. 63-93.
- ・ Pakes, Ariel (2003), “A Reconsideration of Hedonic Price Indexes with an Application to PCs”, American Economic Review, 93(5) (December), pp. 1578-96. ・
- ・ Triplett J. (2004) *HANDBOOK ON HEDONIC INDEXES AND QUALITY ADJUSTMENTS IN PRICE INDEXES SPECIAL APPLICATION TO INFORMATION TECHNOLOGY PRODUCTS*, STI WORKING PAPER.OECD
- ・ White, Alan G., Jaison R. Abel, Ernst R. Berndt and Cory W. Monroe (2004), “Hedonic Price Indexes for Personal Computer Operating Systems and Productivity Suites”, NBER working paper no. 10427, April, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research
- ・ Wyckoff, Andrew W. (1995), “The Impact of Computer Prices on International Comparisons of Labour Productivity”, *Economics of Innovation and New Technology*, 3(3-4), pp. 277-93
- ・ 白塚重典 (1994) 「物価指数に与える品質変化の影響。—ヘドニック・アプローチの適用による。品質調整済みパソコン物価指数の推計—」 『金融研究』第13巻第4号、日本銀行金融研究所
- ・ 白塚重典 (1997) 「ヘドニック・アプローチによる品質変化の捕捉 — 理論的枠組みと実証研究への適用—」 IMES Discussion Paper Series 97-J-6、日本銀行金融研究所
- ・ 清水誠、永井恵子 (2006) 「CPIに関する取り組み 2005~06(3)-ヘドニック法について-」、統計、11月号、74-80
- ・ 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」、日本銀行ワーキングペーパーシリーズ 2005 年 1 月、日本銀行
- ・ 渡邊直樹 (2006) 「日本の携帯電話端末価格についてのヘドニック回帰分析:QAP 指数と動学的企業戦略」、電気通信普及財団研究成果報告書
- ・ 「価格.com」 <http://www.kakaku.com/>
- ・ 「Bestgate.net」 <http://www.bestgate.net/>

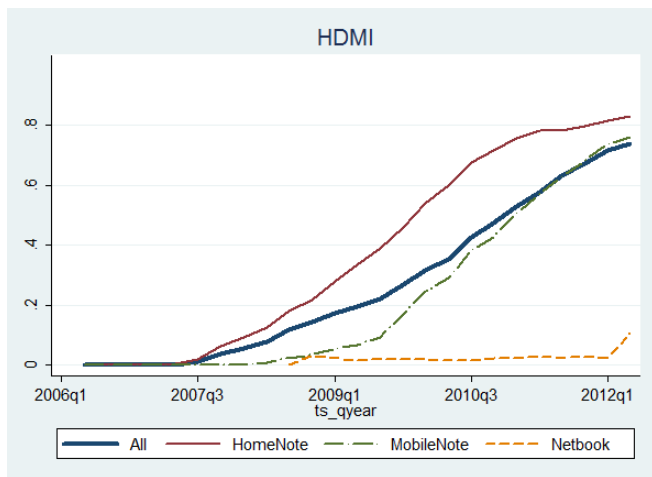
付録

1. データの付録

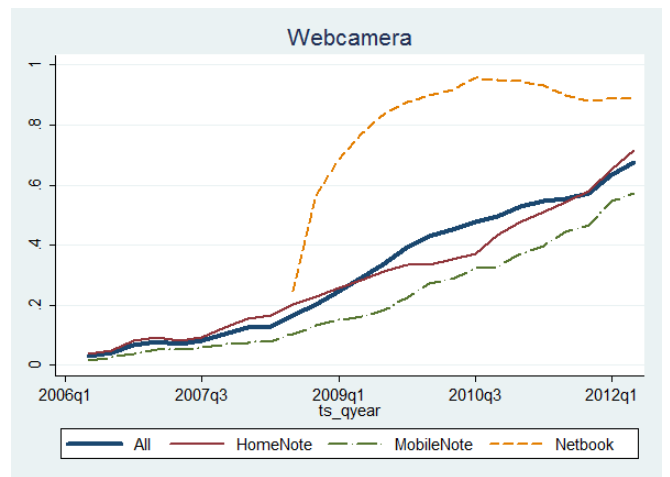
主要機能以外のその他の機能搭載状況

PC に搭載される各種機能のうち、価格.com のデータベースに登録されているものの搭載状況について、集計したデータを示す。以下のグラフは、四半期ごとに発売されたモデルにおける、各機能の搭載率である。

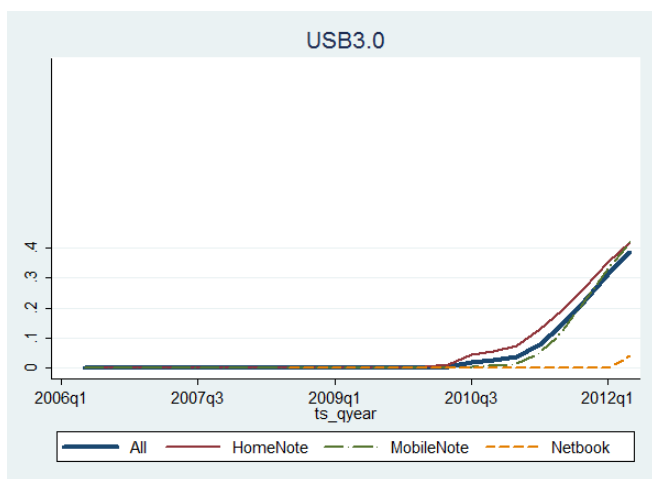
まず、近年普及が進行している機能は、HDMI 端子、USB3.0、ウェブカメラ、WIMAX 通信機能、無線 LAN 機能、テンキーである。このうち、無線 LAN 機能は、ほとんどの機種に搭載されており、ほぼ標準装備となっている。テンキーはアスペクト比 16 : 9 のモニターを搭載するホームノートの約半数に搭載されており、横長の画面を採用したことによる空きスペースに装備されている。



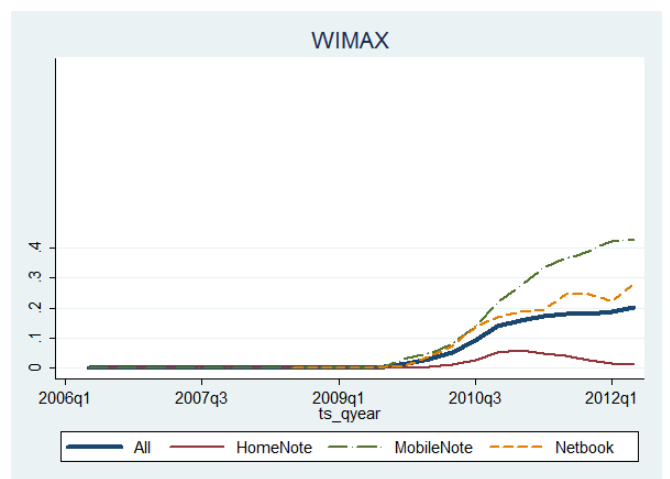
グラフ 34 : HDMI 搭載率



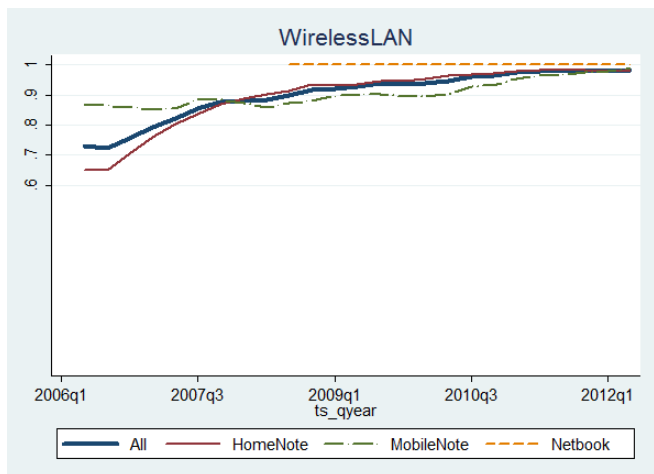
グラフ 36 : ウェブカメラ搭載率



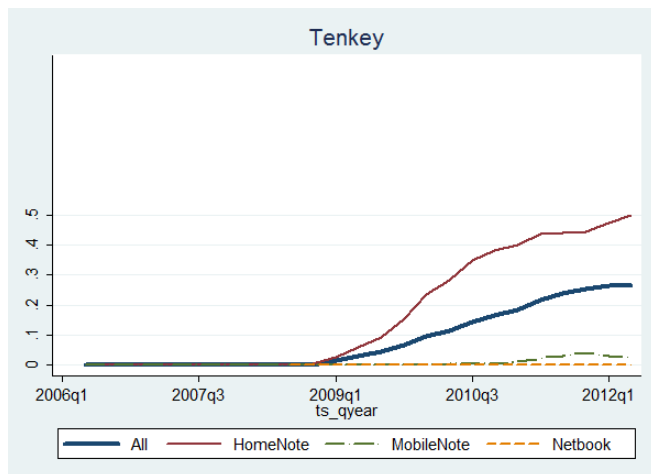
グラフ 35 : USB3.0 搭載率



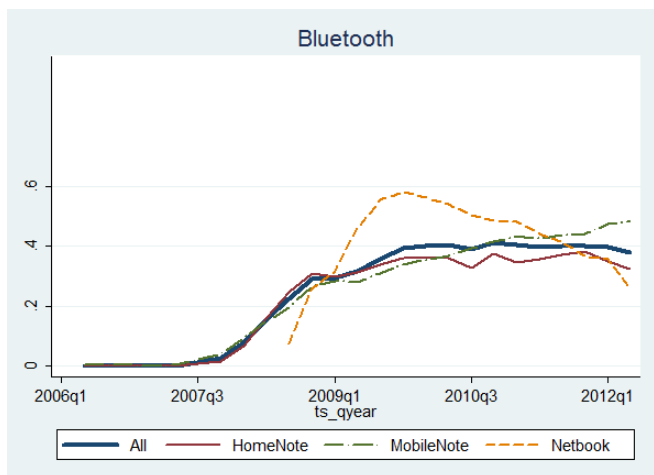
グラフ 37 : WIMAX 搭載率



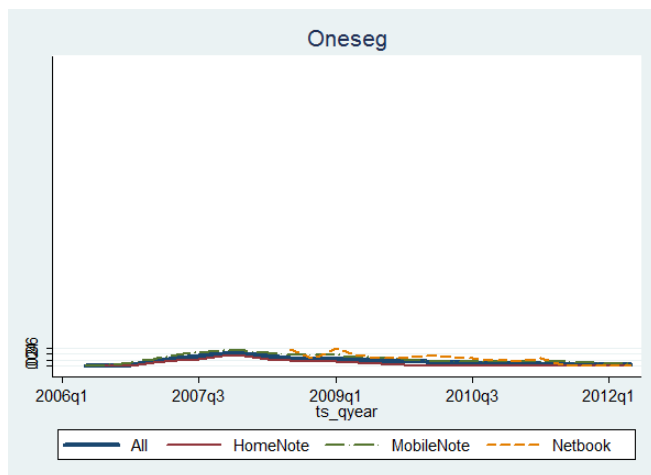
グラフ 38 : 無線 LAN 搭載率



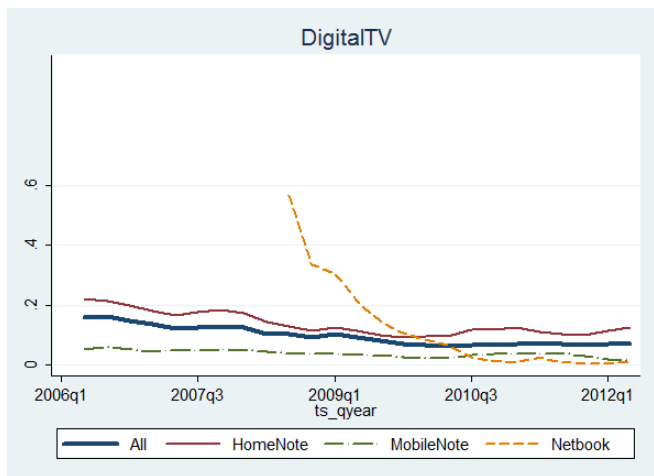
グラフ 39 : テンキー搭載率



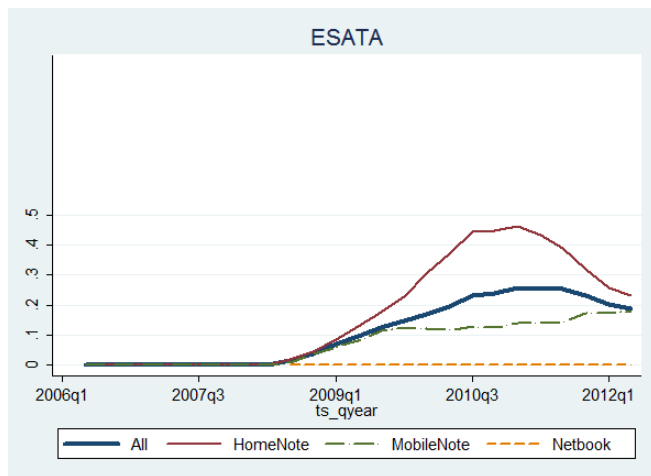
グラフ 40 : Bluetooth 搭載率



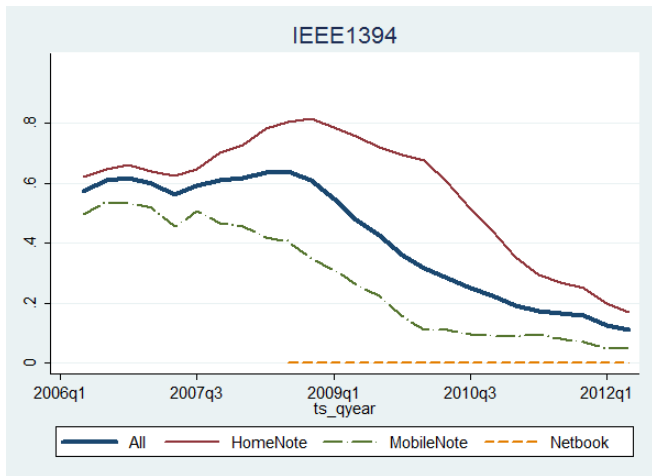
グラフ 42 : ワンセグ搭載率



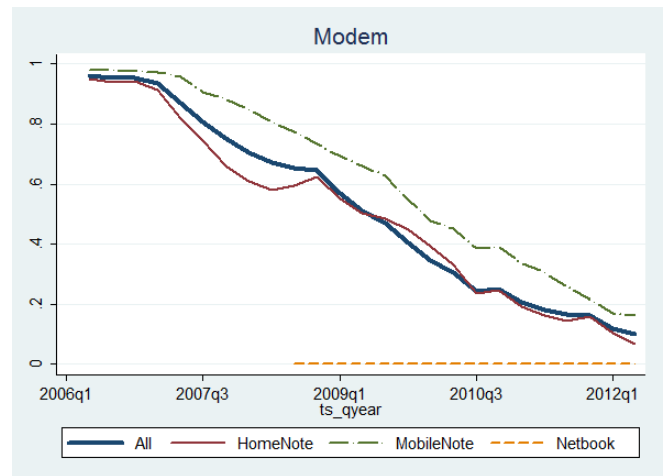
グラフ 41 : テレビ機能搭載率



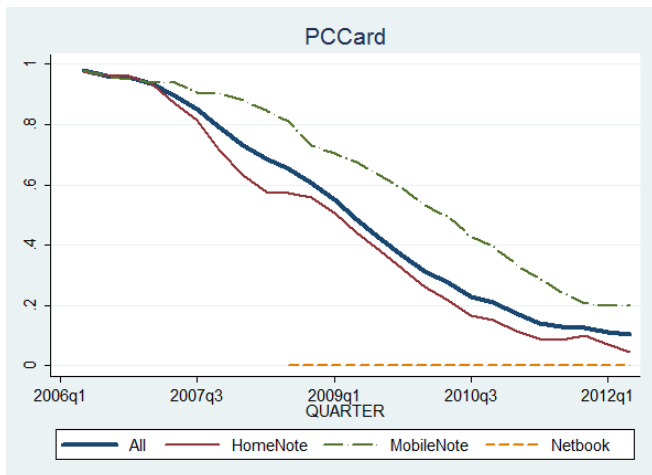
グラフ 43 : ESATA 端子搭載率



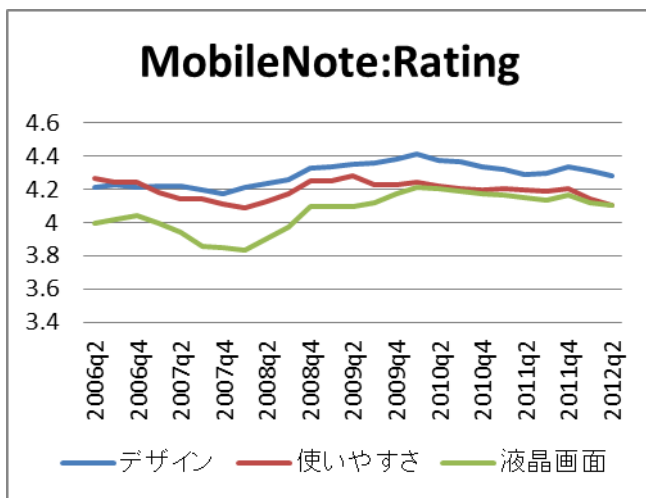
グラフ 44 : IEEE1394 端子搭載率



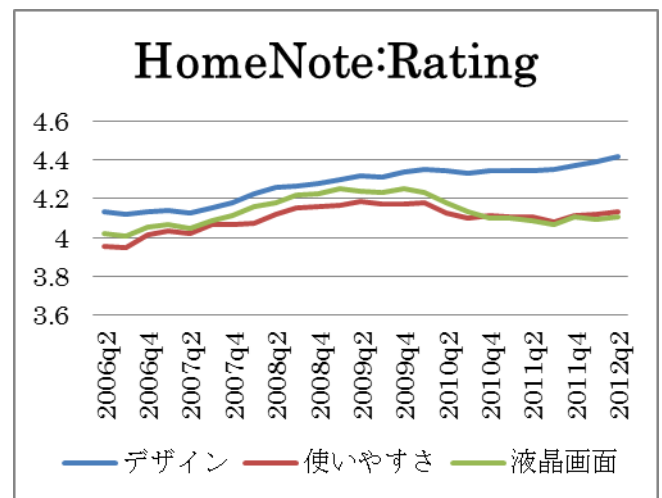
グラフ 46 : モデム搭載率



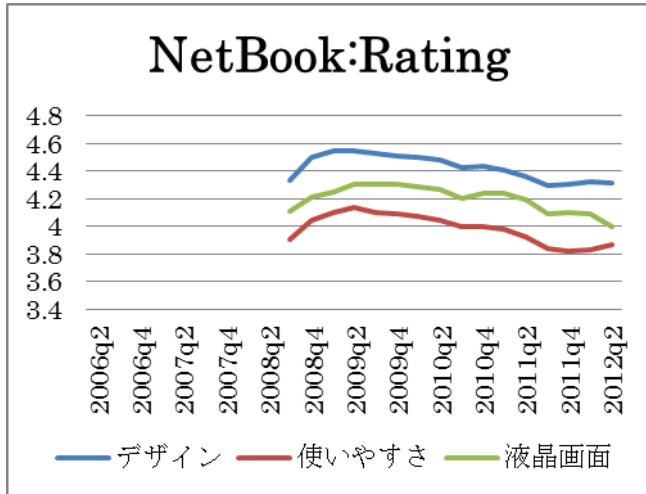
グラフ 45 : PC カードスロット搭載率



グラフ 47 : ユーザー評価の推移



グラフ 48 : ユーザー評価の推移



グラフ 49：ユーザー評価の推移

2. 動学的考察と CPU のベンチマークスコアによる分析

6年間を通して、各性能が価格に与えた影響の変化を調べるため、本文の 3-2 の B) の推計(製品のシリーズダミーを用いた推計)をもとに、各変数に時間との交差項を導入して推計を行った。各変数が価格へ与える影響がどのように変化したかをとらえるための推計である。時間との交差項にかかる符号を調べることで、その性能が価格へ与える影響が期間中に変化したかをとらえることができ、どの技術が消費者の便益を高めてきたのか、あるいは、パソコンを構成する部品を製造する企業のうち、どの企業が主要な影響を与えてきたのかについて分析することができる。

影響が非線形に生じていると考えられる場合には、B)の推計を半年ごとに 12 回行い、それぞれの結果における係数を比較することにより、影響変化を分析している。また、CPU の性能の指標として、ベンチマークスコアを利用した推計結果も示した。

推計結果

時間との交差項を追加した推計結果を表 8 に示した。CPU の性能を CPU 名(固定効果)、クロック周波数、コア数により推計したものを「CPU 名」の列に、後述するベンチマークスコアにより推計したものを「ベンチマーク」の列に記載した。

表 8

カテゴリー名 (括弧内は基準)	変数名	ホームノート				モバイルノート				ネットブック			
		CPU 名		ベンチマーク		CPU 名		ベンチマーク		CPU 名		ベンチマーク	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
	CPUFreq(GHz)	0.602	66.9			0.168	24.0			1.085	17.7		
	PassMarkScore			0.255	154.6			0.161	83.3			0.551	29.2
	MemorySize(GB)	0.0107	5.0	0.0176	8.4	0.0886	29.2	0.0785	26.8	-0.0113	-0.5	-0.0985	-4.1
	HDDSize(GB)	0.132	48.5	0.142	56.7	0.0413	12.3	0.0244	7.3	-0.176	-10.7	-0.166	-10.5
	SSDSize(GB)	-2.724	-12.5	-2.164	-8.9	-0.99	-69.6	-1.067	-77.1	-0.404	-8.2	-0.38	-7.7
	BatteryHour	0.00863	4.4	-0.00933	-5.5	-0.00148	-0.5	-0.0141	-5.1	0.00597	0.6	-0.00192	-0.2
	MonitorSize(inch)	-0.646	-31.3	-0.719	-39.6	0.156	12.4	0.264	20.6	1.039	13.3	0.479	6.3

Height	-0.207	-22.6	-0.173	-19.7	0.00665	1.0	-0.0169	-2.7	-0.305	-12.4	-0.702	-30.3
Weight(Kg)	0.295	32.6	0.335	40.7	-0.224	-23.5	-0.292	-30.5	-1.01	-20.1	-0.656	-13.3
MonitorPixel(ALL)	0.2	53.9	0.268	73.0	-0.0688	-14.9	-0.0988	-24.2	0.576	20.7	0.604	21.4
3D	0.212	31.3	0.236	30.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
Bluetooth	0.0927	33.4	0.119	44.9	-0.0446	-13.3	-0.048	-13.7	0.105	14.3	0.121	16.0
DigitalTV	0.14	81.3	0.143	82.2	0.0679	26.7	0.0493	20.1	0.15	6.3	0.146	6.6
Oneseg	-0.0908	-10.8	-0.106	-12.7	-0.0516	-17.9	-0.0143	-5.4	-0.237	-7.0	-0.206	-6.4
Modem	0.011	4.2	0.0137	5.4	-0.00828	-2.4	-0.0275	-8.1	0.	0.	0.	0.
OpticalSound	0.0285	12.6	0.00492	2.1	0.19	14.7	0.288	23.5	0.697	22.0	0.	0.
Tenkey	-0.0305	-17.1	-0.0263	-14.9	0.266	8.4	0.572	25.0	0.	0.	0.	0.
Webcamera	0.0641	33.7	0.0468	26.6	-0.0143	-4.4	-0.00965	-3.0	0.0857	4.9	0.0474	2.7
ESATA	0.0399	20.3	0.036	19.0	0.0278	8.5	0.0174	5.1	0.	0.	0.	0.
HDMI	-0.0304	-15.9	-0.0274	-14.7	0.121	28.1	0.0615	14.8	0.049	2.4	-0.0154	-0.7
IEEE1394	-0.0525	-23.6	-0.0367	-16.3	0.0827	29.5	0.0747	26.7	0.	0.	0.	0.
USB3.0	0.0789	33.1	0.0686	32.3	0.113	31.4	0.143	38.6	-0.147	-5.1	0.0664	2.3
Bpccard	-0.026	-8.7	-0.0551	-19.1	-0.0121	-2.6	0.064	14.1	0.	0.	0.	0.
WirelessLAN	0.13	25.3	0.13	25.5	0.00509	0.7	0.0421	6.0	0.	0.	0.	0.
Emobile	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.208	50.2	0.225	54.0	0.
FOMA	-0.181	-10.1	-0.294	-17.0	0.	0.	0.	-0.57	-30.7	-0.582	-32.9	0.
WIMAX	0.638	21.9	0.632	22.7	0.118	45.3	0.155	61.5	0.136	46.2	0.133	44.2
LowVoltageCPU	-0.272	-9.0	-0.418	-14.1	0.134	35.7	0.209	64.9	0.	0.	0.	0.
ASPECT_16_9	0.103	17.7	0.0632	11.8	-0.0789	-19.6	-0.0814	-22.5	-0.111	-8.1	0.00678	0.5
TIME*CPUFreq	-0.0036	-12.7			0.00271	16.1			-0.0194	-16.4		
TIME*PassMark			-0.00208	-52.0			0.00137	27.9			-0.00852	-27.0
TIME*MemorySize	0.00165	34.1	0.00168	35.6	-0.000532	-7.8	-0.000123	-1.9	-0.00172	-3.6	-0.000471	-0.9
TIME*HDDSize	0.0000362	0.5	0.000339	5.7	-0.000844	-11.3	-0.000585	-8.5	0.0062	19.8	0.00447	15.3
TIME*SSDSize	0.0525	15.7	0.0449	12.1	0.0189	72.9	0.0198	78.2	0.0132	11.3	0.0118	10.1
TIME*BattHour	-0.000222	-5.0	0.00024	5.9	0.00155	22.5	0.00215	31.4	0.00104	4.9	0.00204	9.3
TIME*MonSize	0.0156	26.6	0.015	28.4	-0.00276	-8.0	-0.00279	-8.0	-0.024	-13.2	-0.00707	-4.0
TIME*Height	-0.00229	-10.9	-0.00266	-12.8	0.000206	1.5	0.000327	2.6	0.00348	6.9	0.0116	24.3
TIME*Weight	0.00259	11.7	0.000944	4.6	-0.00192	-8.3	-0.00188	-8.3	0.0198	17.3	0.00661	6.0
TIME*MonPix	-0.000527	-4.7	-0.00165	-14.4	0.00463	34.3	0.0057	43.0	-0.0099	-14.8	-0.00903	-13.3
TIME*3D	-0.00807	-15.7	-0.00837	-14.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TIME*Bluetooth	-0.000154	-2.6	-0.000932	-16.3	0.00179	24.4	0.0018	23.9	-0.00147	-9.6	-0.00152	-9.8
TIME*DigitalTV	-0.00095	-19.5	-0.0012	-24.6	-0.000443	-5.1	-0.00084	-9.9	-0.000289	-0.5	0.000491	1.0
TIME*Oneseg	0.00353	4.3	0.00513	6.3	0.00385	23.8	0.00577	38.6	0.00416	4.7	0.00232	2.7
TIME*Modem	0.000389	3.8	0.000328	3.3	0.00103	9.4	0.00196	18.7	0.	0.	0.	0.
TIME*OptSound	-0.000453	-6.9	0.000943	1.4	-0.00537	-23.0	-0.00698	-31.9	-0.0138	-21.2	-0.0152	-23.7
TIME*Tenkey	0.00114	16.6	0.00111	16.7	-0.00784	-8.6	-0.015	-21.7	0.	0.	0.	0.
TIME*Webcam	-0.00165	-35.4	-0.00115	-26.6	0.000131	1.7	0.0000211	0.3	-0.00188	-5.1	-0.00073	-2.0
TIME*ESATA	-0.00235	-27.4	-0.00219	-28.0	0.000297	2.4	0.000000305	0.0	0.	0.	0.	0.
TIME*HDMI	0.000262	3.8	0.000613	9.4	-0.00489	-39.6	-0.00356	-30.8	-0.000166	-0.5	0.00162	4.6
TIME*IEEE1394	0.000867	14.2	0.000578	9.3	-0.00298	-32.4	-0.00256	-28.5	0.	0.	0.	0.
TIME*USB3.0	-0.00277	-22.0	-0.00125	-10.8	-0.0031	-16.4	-0.00541	-28.7	0.00834	7.3	-0.00147	-1.3
TBpccard	0.00224	16.1	0.00375	27.9	-0.00126	-10.5	-0.00273	-23.4	0.	0.	0.	0.
TIME*Wireless	0.00832	26.6	0.00739	23.7	0.00117	2.5	0.00014	0.3	0.145	14.4	0.108	10.4
TIME*Emobile	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-0.0014	-1.1	-0.00124	-1.0	0.
TIME*FOMA	0.00949	24.7	0.0099	26.6	0.	0.	0.	0.0285	19.4	0.0262	18.6	0.
TIME*WIMAX	-0.0274	-16.0	-0.0259	-16.0	-0.00409	-27.4	-0.0062	-45.0	-0.005	-26.1	-0.00486	-24.6

CPUCore (1-core)	TIME*LowVolt	0.0117	16.0	0.0117	16.6	-0.00105	-11.0	-0.00388	-54.4	0.	0.		
	TIME*ASPECT_16_9	-0.00278	-16.9	-0.00197	-13.1	-0.000102	-1.1	-0.000495	-5.5	0.00342	9.7	0.000823	2.4
	2-core	0.134	32.0			0.115	56.4			0.786	47.6		
	3-core	0.				0.				0.			
	4-core	0.704	46.3			-0.555	-7.4			0.			
CPUCore (1-core)	TIME*2-core	-0.00225	-18.7			0.000358	5.4			-0.0122	-44.9		
	TIME*3-core	0.				0.				0.			
	TIME*4-core	-0.00773	-31.0			0.0151	13.9			0.			
CPUName (Celeron-dotthan) (Netbook: Atom Z)	AMD	0.0629	7.3			-0.195	-24.1			0.			
	Athlon	-0.0199	-4.0			-0.0675	-6.7			0.			
	Atom	0.				0.				0.			
	Atom N	0.				0.				-0.0995	-15.3		
	Atom Z	0.				0.				0.0665	7.4		
	C7	0.				0.				0.			
	Celeron D	0.				0.				0.			
	Celeron-1banias	0.				0.				0.			
	Celeron-1banias	0.				0.				0.			
	Celeron-3yonah	0.0493	24.5			-0.00338	-0.7			0.			
	Celeron-4merom	0.0543	17.4			-0.128	-21.0			0.			
	Celeron-5penryn	-0.000417	-0.1			-0.234	-35.1			0.			
	Celeron-6arran	0.103	18.9			-0.187	-25.6			0.			
	Celeron-7sandy	0.299	32.3			-0.147	-15.6			0.			
	Celeron-other	0.166	8.7			-0.161	-16.6			0.			
	Core 2-4merom	0.123	30.8			-0.0139	-2.4			0.			
	Core 2-5penryn	0.0512	12.3			-0.0706	-11.0			0.			
	Core 2-Other	0.				0.0494	6.2			0.			
	Core i3-6arran	0.0997	22.5			-0.0831	-11.9			0.			
	Core i3-7sandy	0.186	32.2			-0.0509	-7.0			0.			
	Core i5-6arran	0.102	23.1			-0.00983	-1.4			0.			
	Core i5-7sandy	0.194	38.2			0.0528	7.2			0.			
	Core i7-6arran	0.134	20.3			0.0748	9.4			0.			
	Core i7-7sandy	0.107	16.1			0.0159	2.1			0.			
	Core i7-8ivy	0.948	66.8			0.				0.			
	Core-3yonah	0.0663	16.6			-0.00884	-1.7			0.			
	Geode	0.				0.				0.			
	Intel-other	0.				-0.447	-41.9			0.			
	Pentium 4	0.				0.				0.			
	Pentium-2dothan	0.0406	10.3			0.0291	5.8			0.			
	Pentium-4merom	0.				0.				0.			
	Pentium-6arran	0.0734	13.8			-0.23	-30.8			0.			
	Pentium-7sandy	0.142	22.9			0.				0.			
Pentium-other	0.				-0.103	-11.7			0.				
Sempron	-0.0411	-13.6			0.				0.				
Turion	0.00322	0.7			0.122	11.9			0.				
V	-0.279	-25.7			0.				0.				
ivybridge	0.				0.				0.				
GPUName (Intel)	AMD	0.0648	21.0	0.00174	0.9	-0.274	-33.2	-0.116	-55.2	0.		0.	
	GeForce	0.105	96.6	0.11	103.4	-0.00321	-1.4	0.0118	5.1	0.		0.794	24.9
	MOBILITY Fire	0.411	104.1	0.472	124.0	0.		0.		0.		0.	

	Other	0.0637	14.8	0.058	13.3	0.0655	18.3	0.0465	13.5	0.0399	9.5	0.035	6.9
	Quadro	0.456	51.4	0.366	53.4	0.		0.		0.		0.	
	Radeon	0.0579	46.4	0.0457	39.6	-0.0734	-25.5	-0.0647	-25.3	0.		0.	
	S3	0.		0.		0.		0.		0.		0.	
	SiS	0.		0.		0.		0.		0.		0.	
	VIA	0.0122	2.2	0.0278	4.6	0.		0.		0.		0.	
LAN (None)	1000BASE	0.113	24.4	0.0643	14.0	-0.00638	-2.0	0.0127	3.9	0.0859	11.7	0.0965	12.7
	100BASE	0.105	22.9	0.0613	13.5	-0.0718	-22.1	-0.062	-19.2	-0.0158	-2.8	-0.0259	-4.5
Memor yType (DDR)	DDR2	-0.0255	-17.2	-0.000392	-0.3	0.426	7.5	0.572	12.5	0.		0.	
	DDR3	0.		0.		0.459	8.0	0.601	13.1	-0.00315	-1.6	0.0107	5.4
Optical Drives type (None)	外付け	0.		0.		-0.0301	-3.4	-0.0368	-4.1	0.		0.	
	内蔵	-0.0935	-12.8	-0.0733	-8.0	-0.169	-18.0	-0.236	-25.3	0.0794	10.2	0.0584	7.2
OpticalDrive (None)	BD-COMBO	-0.0234	-5.2	-0.0925	-18.6	0.		0.		0.		0.	
	BD-R	-0.0405	-9.4	-0.07	-14.8	0.46	46.4	0.519	52.9	0.		0.	
	CD	-0.157	-20.2	-0.196	-26.2	0.223	22.5	0.345	34.4	0.		0.	
	DVD+-R	-0.131	-30.0	-0.171	-35.3	0.31	33.1	0.386	41.4	0.0456	6.5	0.082	12.0
	DVD-COMBO	-0.196	-36.8	-0.216	-37.8	0.289	32.7	0.374	41.7	0.		0.	
	DVD-ROM	-0.157	-18.6	-0.179	-20.2	0.308	30.8	0.398	40.6	0.		0.	
	HDDVD	-0.0708	-13.1	-0.0912	-16.0	0.		0.		0.		0.	
Office (None)	2000 Personal	0.		0.		0.		0.		0.		0.	
	2003 Personal	0.0603	30.8	0.0444	21.8	0.0818	39.3	0.0492	23.5	0.		0.	
	2003 Professional	0.		0.		0.		0.		0.		0.	
	2007 Personal	0.135	95.7	0.127	88.9	0.117	94.4	0.104	78.7	0.192	79.6	0.202	86.1
	2007 Personal with PPT	0.239	122.6	0.226	114.8	0.0994	74.6	0.0981	73.5	0.		0.	
	2007 Personal 2Year	0.0151	2.0	0.0376	5.0	0.		0.		0.182	128.4	0.187	131.2
	2010 Personal	0.339	127.8	0.355	126.3	0.192	124.2	0.183	110.2	0.0456	8.2	0.0293	5.0
	2010 HomeBusiness	0.238	155.6	0.247	156.9	0.147	119.5	0.142	109.8	0.		0.	
	2010 Personal 2Year	0.		0.		0.312	43.1	0.291	40.2	0.144	77.1	0.142	77.4
	XP Personal	0.		0.		0.		0.		0.		0.	
	Win XP Pro	0.283	87.7	0.314	95.4	0.173	52.4	0.093	30.8	0.323	18.0	0.333	18.1
	OS (Windows XP Home)	Win Vista HomeBas	-0.025	-9.6	0.0064	2.4	0.0182	4.9	-0.00981	-2.9	0.0461	9.1	0.0495	9.4
Win Vista HomePrem		0.0243	9.3	0.0557	20.6	0.0308	10.0	-0.0259	-8.7	0.278	43.0	0.293	41.9
Win Vista Bus		0.251	47.6	0.241	46.5	0.151	42.8	0.0706	20.8	0.		0.	
Win Vista Ult		0.233	27.4	0.296	28.7	0.301	38.4	0.278	29.7	0.		0.	
Win 7 Home		0.135	44.1	0.153	50.9	-0.0813	-21.7	-0.188	-51.7	0.308	41.3	0.375	48.1
Win 7 Pro		0.531	69.6	0.647	87.0	0.076	20.1	-0.023	-6.4	0.		0.	
Win 7 Starter		0.		0.		0.		0.		0.0595	24.1	0.0725	29.5
Win XP Tablet		-0.616	-5.2	0.		0.188	25.9	0.172	22.8	0.		0.	
Win 2000		0.		0.		0.		0.		0.		0.	
Other OS		0.00502	2.0	-0.0149	-5.3	0.		0.		0.		0.	
Type (Noteb ook)	Convertible	0.234	23.9	0.213	22.0	0.334	99.3	0.352	98.3	0.165	37.0	0.202	46.1
	Tablet	0.		0.		0.		0.		0.		0.	
HDD or SSD (HDD)	SSD	16.42	14.8	14.03	11.3	5.143	82.1	5.416	85.7	0.841	4.5	0.758	4.0
	SSDANDHDD	12.65	14.6	10.43	10.7	3.06	38.8	3.49	44.9	2.029	13.1	2.028	13.1
HDD or SSD (HDD)	TIME*SSD	-0.284	-16.7	-0.248	-13.2	-0.0957	-76.6	-0.0981	-78.5	-0.0214	-4.9	-0.0249	-5.7
	TIME* SSDANDHDD	-0.234	-17.8	-0.204	-13.9	-0.0552	-42.2	-0.0619	-48.0	-0.0564	-15.0	-0.0541	-14.5
Firm (NEC)	ASUS	-0.193	-71.3	-0.22	-83.4	-0.265	-94.2	-0.253	-92.1	-0.224	-71.6	-0.252	-79.3
	Acer	-0.279	-119.4	-0.261	-111.4	-0.308	-103.9	-0.301	-92.5	-0.33	-112.3	-0.285	-100.2

DELL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.					
Everex	0.	0.	-0.624	-48.9	0.	0.	0.					
GIGABYTE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.					
Gateway	-0.203	-67.1	-0.202	-62.4	-0.158	-25.1	-0.131	-22.8	-0.268	-37.6	-0.256	-35.4
HP	-0.13	-32.2	-0.129	-31.0	-0.12	-16.7	-0.0778	-9.1	-0.159	-15.1	-0.162	-16.2
HTC	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
Lenovo	-0.259	-100.4	-0.249	-101.7	-0.174	-70.5	-0.143	-57.0	-0.245	-117.6	-0.255	-120.8
MSI	-0.255	-68.2	-0.233	-60.1	-0.381	-74.7	-0.357	-76.8	-0.216	-76.0	-0.221	-81.1
ONKYO	-0.162	-44.1	-0.149	-39.8	-0.204	-66.4	-0.154	-43.8	-0.174	-48.1	-0.179	-47.1
PBJ	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
SONY	-0.083	-46.2	-0.0711	-43.9	-0.0163	-6.2	-0.00858	-3.4	-0.0541	-17.5	-0.0887	-27.2
SOTEC	-0.0971	-22.8	-0.0963	-22.7	-0.421	-28.3	-0.572	-40.7	0.	0.	0.	0.
Yukyung	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-0.033	-3.1	-0.0000904	0.0	
eMachines	-0.386	-124.6	-0.356	-112.1	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
シャープ	0.057	22.3	0.0127	5.4	-0.153	-15.7	-0.116	-12.6	0.249	41.8	0.3	50.6
トライジェム	0.	0.	0.	0.	-0.469	-11.8	-0.201	-5.1	0.0213	1.7	0.0221	1.7
パナソニック	0.678	35.5	0.708	36.5	0.00556	2.0	0.0294	11.4	0.	0.	0.	0.
工人舎	0.	0.	0.	0.	-0.109	-11.6	0.0103	1.3	-0.257	-48.9	-0.242	-48.9
東芝	-0.0292	-20.9	-0.0223	-17.4	-0.0739	-26.7	-0.055	-20.3	-0.0137	-6.9	0.00962	4.8
日立	0.0545	14.9	0.0607	17.7	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
富士通	-0.0128	-10.7	-0.0125	-11.4	-0.0881	-40.1	-0.0958	-46.0	-0.0581	-25.0	-0.0619	-25.3
RATING_DEGISN	0.0224	22.3	0.0187	18.6	-0.00674	-6.1	-0.0135	-12.1	-0.126	-18.4	-0.133	-19.8
RATING_USERFRIENDLY	-0.0115	-12.2	-0.0104	-10.6	0.0104	8.4	0.00488	3.9	0.0521	13.0	0.0711	17.7
RATING_DISPLAY	-0.0107	-11.5	-0.0106	-11.5	0.0147	13.8	0.0228	21.1	0.0853	16.8	0.0993	20.1
TIME*RATING_DEGISN	-0.000264	-8.9	-0.000172	-5.8	0.000341	12.5	0.000618	22.7	0.00267	19.6	0.00234	17.6
TIME*RATING_USERFRIENDLY	0.000378	14.4	0.000387	14.9	0.00026	8.2	0.000351	11.1	-0.000666	-8.0	-0.000986	-11.9
TIME*RATING_DISPLAY	0.000578	23.3	0.000682	28.0	-0.000289	-10.9	-0.000542	-20.5	-0.0019	-19.0	-0.00203	-21.0
TIME	-0.0724	-39.6	-0.0453	-24.9	-0.0657	-36.2	-0.0938	-56.1	0.	0.	0.	0.
AGE	0.000597	121.7	0.000602	150.1	0.000184	41.0	0.000259	59.1	0.000493	77.9	0.00052	86.5
Constant	10.34	148.3	8.212	124.5	11.27	125.0	10.57	140.4	3.088	7.7	3.084	7.2
Observations	373839	366550	237162	232186	86613	84693						
R-squared	0.878	0.875	0.928	0.919	0.905	0.904						
Adj R-sq	0.878	0.875	0.928	0.919	0.905	0.904						

分析

各種性能や機能の有無による価格への影響がどのように変化したか観察するため、各種性能変数および機能ダミーと時間ダミーとの交差項を設け、その係数を分析した。交差項の時間ダミーは、各種性能および期間の最初から既に存在している機能については、2006年6月を0とし、期間の途中から新たに登場した機能については、初めてその機能を搭載した製品が登場した時期を0とした。具体的には、テンキー機能と時間の交差項については、2008年10月を0として、その後の経過月数を時間とみなす。

この時間との交差項をみることによって、時間の経過に伴って生じた影響の変化を計測することができる。

具体的には、交差項の符号が正である場合は、影響の変化率が正であり、その性能が1単位向上することによる価格の上昇率が時間の経過とともに増加することである。これは、消費者が製品の購入に当たり、その性能をより重視するようになったということを示す。一方、交差項の符号が負である場合は、その性能向上による価格の上昇率が低下しているということであり、消費者がその性能を重視しなくなってきたことを意味する。これらの符号をまとめたものが表9である。なお、網掛けで示した部分は、数値が小さければ小さいほど性能が高い変数であり、これらの符号は上記の定義と逆転する。

	HomeNote	MobileNote	NetBook
TIME*CPUFreq(Ghz)	—	+	—
TIME*PassMark	—	+	—
TIME*MemorySize(GB)	+	—	—
TIME*HDDSize(GB)		—	+
TIME*SSDSize(GB)	+	+	+
TIME*BatteryHour	—	+	+
TIME*MonitorSize(inch)	+	—	—
TIME*Height	—		+
TIME*Weight(Kg)	+	—	+
TIME*MonitorPixel(ALL)	—	+	—

表 9

CPU

ホームノートおよびネットブックに関しては、クロック周波数およびコア数と時間の交差項の符号が負となっており、CPUの速度およびコア数の価格への影響は小さくなってきている。一方、モバイルノートでは、周波数と時間の交差項の符号が正となっており、CPUのクロック周波数とコア数は価格により大きな影響を与えるようになっている。これは、CPUの性能が、発熱量や省電力性の問題が少ないホームノートでは、すでに成熟したものとなっており、これ以上の性能向上の必要性が少ないのに対し、モバイルノートでは、発熱量や省電力性の問題で搭載できるCPUの機能が低く、その性能向上の必要性が大きいことを示すものである。

本分析では、ベンチマークスコアを用いた分析も併せて行った。このベンチマークスコアは、PCに搭載する処理性能を数値化したものであり、この数値が高ければ高いほど処理速度が速いことを意味する。CPUごとのベンチマークデータは、PassMark Software(<http://www.cpubenchmark.net/>)が公開しているCPU Benchmarksのデータを用いた。これには多数のCPUベンチマークデータが公開されているが、すべてのCPUについてデータが存在していないため、各アーキテクチャーおよびCPUブランドごとにクロックあたりのベンチマークスコアを算定し、これに回帰分析により当てはめ、ほぼすべてのCPUについてベンチマークスコアの近似値を算出した。先の回帰分析における説明変数のうち、CPUクロック周波数、コア数、CPU名の変数をベンチマークスコアに置き換えたうえで、ベンチマークスコアと時間の交差項を用いて改めて分析を行った。

この推計結果は、係数は上の表8「PassMark」の列に示す通りであり、多くの係数に関する符号は最初の推計と一致した。また、説明力はほとんど低下していないので、ベンチマークスコアは、CPUの性能をよく把握していることが示唆される。そして、このベンチマークスコアと時間の交差項の係数は、先のクロック周

波数の係数と符号が一致しており、先ほどの結果と整合している。

メモリー容量

ホームノートのみ、時間の交差項が正となっており、容量の影響が増大している。これは、メモリーを多く必要とする場面がモバイルノートに比べ、ホームノートに多いことを示唆しており、グラフ 8:メモリー容量において、ホームノートのメモリー容量の平均値が大きく伸びていることは、このような消費者の要求に応じたものである可能性が高い。

HDD/SSD の容量

まず、ホームノートについてであるが、SSD 搭載モデルがほとんど存在しないため、この係数については議論しない。また、HDD 容量と時間の交差項は有意でないため、特に時系列の変化は見いだせない。一方、モバイルノートでは、HDD が負、SSD が正となっている。また、SSD 搭載ダミーの係数は、切片が正、時間との交差項が負となっている。SSD 搭載ダミーの係数は、容量にかかわらず SSD を搭載している製品の価格を示したものであるため、期間の初期では、SSD を搭載するだけで価格が高かったが、その影響が時間の経過とともに減少し、その後は、SSD の容量が増加することによる価格の上昇効果が高くなったことを意味する。

携帯性

パソコンの携帯性に関わる指標について、製品の厚さと時間の交差項は、ホームノートが負でモバイルノートは有意でない。これは、ホームノートにおいて、厚さが薄い製品の価格が時間を経るにしたがって、より高くなっていることがわかる。

さらに、重量と時間の交差項についてみると、ホームノートでは正、モバイルノートでは負となっている。モバイルノートでは、軽量の製品の価格が高くなってゆくことを示しているが、ホームノートでは、重量が大きい製品の価格が高いこととなり、符号条件を満たしていない。

バッテリー稼働時間と時間の交差項は、ホームノートでは符号が負、モバイルノートでは、正となっており、モバイルノートにおけるバッテリー稼働時間の重要性は増大している。

各種機能

これらの影響のうち、期間中に影響が変化する場合として、主に2つのパターンに区分される。まず、登場当初は価格に正の影響を与え、その後その影響が低下していくもの、つまり登場当初はその機能が製品価格を引き上げるが、その後下落するというパターンである。この場合、各機能の切片の係数が正で、機能と時間の交差項が負となる。これを便宜的にパターン1と定義する。

次に、パターン1とは逆に、登場当初は価格に負の影響を与え、その後正の影響に変化するパターンである。この場合は、機能の切片の係数が負で、機能と時間の交差項が正となる。これをパターン2と定義する。

パターン1は、新機能が消費者のWTPを引き上げるが、その後陳腐化などの影響により下がる場合や、技術の普及、改良により、製造原価が下がることなどによる。パターン2は、新機能が登場した当初、消費者の評価が得られなかったが、その後、技術の改良や、補完財の普及等により、消費者のWTPが引き上がる場合

などにみられる。

各機能の切片の符号および時間交差項の符号は、以下の表 10（初期の効果とその後の変化）に示すとおりである。「+→-」は、パターン 1 に属することを示し、登場当初価格が高く、その後下落したことを示す。また、「- → +」は、パターン 2 に属することを示す。なお、係数が有意でないものや、複数の推計で符号が異なるものが含まれる項目は空白としてある。

	ホームノート	モバイルノート	ネットブック
3D	+ → -		
Bluetooth	+ → -	- → +	+ → -
DigitalTV	+ → -	+ → -	
Oneseg	- → +	- → +	- → +
Modem	+ → +	- → +	
OpticalSound		+ → -	
Tenkey	- → +	+ → -	
Webcamera	+ → -		+ → -
ESATA	+ → -		
HDMI	- → +	+ → -	
IEEE1394	- → +	+ → -	
USB3.0	+ → -	+ → -	
Bpccard	- → +		
WirelessLAN	+ → +		
Emobile			
FOMA	- → +		- → +
WIMAX	+ → -	+ → -	+ → -
LowVoltageCPU	- → +	+ → -	
ASPECT_16_9	+ → -		

表 10 初期の効果とその後の変化

期間の途中で登場した新機能は、パターン 1 に属するものが多い。具体的には、テレビ機能、サウンド出力機能、USB3.0、ウェブカメラ機能などである。これらの価格変化は、消費者のうち WTP が高いイノベーター・アーリーアダプターが、これらの新機能への価値を高く評価した上で購入することにより、引き起こされるものと考えられる。USB3.0 などのように、時間とともに搭載率が上昇している機能は、その後順調に普及して幅広い消費者に対して販売されるようになり価格が低下したのと考えられる。しかし、テレビ機能などは、搭載率が横ばいに推移しており、その機能に対する消費者の WTP が低下したか、機能が陳腐化した可能性も考えられる。

一方、古くからある機能のうちいくつかは、パターン 2 に属する。特に、PC カードスロット、モバイルノートのモデム、ホームノートの IEEE1394 などに関しては、搭載率が低下する中でこの傾向となっており、少ないながらもこれらの機能を必要する一部顧客層がいることを暗示させる。また、モバイルノートの

Bluetooth や、ホームノートのテンキーなど、搭載率がある程度上昇する中でパターン 2 に属する機能は、登場当初消費者の評価が低いものの、時間の経過とともに、情報の非対称性の緩和や、補完的資産の充実などの理由により消費者の WTP を高めた可能性がある。通信機能については、Emobile と FOMA は、サンプル数が非常に少ない（搭載率は、Emobile:0.04%,FOMA:0.4%）ため、分析には適さないが、WIMAX が一定のサンプル数が得られた。WIMAX は、パターン 1 に属しており、初期のキャンペーン価格が安く設定されている傾向は見られず、USB3.0 などの新機能と同様の傾向となっている。

結論

同じ PC であっても、重量による分類（ホームノート、モバイルノートなど）により、以下のごとく、消費者から見た技術進歩への効果が大きい性能が異なる。(1)CPU・メモリーなどの基本性能が高いほど消費者は高く評価するが、2.2kg 以上のホームノートでは、特にクロック周波数の効果は近年鈍化している。(2)2.2kg 未満のモバイルノートでは、CPU の性能および省電力性・バッテリーの容量が向上することによる潜在的な性能向上分は、主に製品の薄型化に振り分けられており、CPU の性能向上を消費者は以前高く評価している。CPU は、クロック周波数等の分析に加え、ベンチマークの結果を用いた分析も行った結果、ベンチマーク指標は CPU の能力をよく把握していること、またその向上が価格に与える影響は、上記と整合的な結果が得られた。

プロダクト・イノベーションの方向については、各 PC の類型毎に、消費者の評価が高まる分野で加速する傾向にある。具体的には、モバイルノートでは、CPU 処理速度、重量、バッテリー稼働時間、モニター画素の高密度化などであり、ホームノートでは、メモリーサイズ、薄さなどの改善に対して、消費者の評価が高まっている。