

2012 年度 卒業論文

スマートフォン端末の価格と需要の分析

慶應義塾大学 経済学部
石橋孝次研究会 第13期生

鈴木 実可子

はしがき

「スマートフォン元年」と言われた 2010 年、それまで iPhone だけが認知されていたスマートフォンの世界に、Google がその対抗馬となる Android OS を誕生させた。Android OS は Google が無償で提供するオープンソースな OS であり、開発メーカーが自由に独自の機能を付けてオリジナル色を打ち出すことができる。さらに同年年末には Microsoft の Windows Phone も登場し、消費者の選択肢は格段に広がった。2012 年のスマートフォンの国内普及率は 18.0%¹であるが、これは 2011 年の調査からほぼ 2 倍に拡大しており、スマートフォン市場は今もなお急速な成長を遂げている。

私が初めてスマートフォンを購入したのは 2011 年 12 月、就職活動を始めた時期であった。外出先でも説明会やセミナーの予約ができるということと、地図アプリを利用して慣れない土地でも迷わずに目的地にたどり着けるという点に魅力を感じ購入するに至ったのであるが、実際に機種を選ぼうとすると非常に多くの選択肢があることに驚いた。OS は iPhone がいいのか、Android がいいのか？ガラケーで使い慣れている赤外線機能は付いていなくても不便ではないのか？防水機能は必要なのか？快適にネットができるのはどの端末か？サクサクスムーズに動くのは？元々あまり電子機器に詳しくない私にとっては、非常に難しい選択であったことを今でも覚えている。これだけ多くの種類・機能があるスマートフォンを、消費者は何を基準に選んでいるのだろうか。いったいどの機能に魅力を感じ、どの機能を重要視して選んでいるのだろうか。こう疑問に思ったのが、今回のテーマを研究しようと思ったきっかけである。

本稿では、価格に影響を与える要因を分析する「ヘドニック・アプローチ」と、需要関数を推定し需要に影響を与える要因を明らかにする「BLP モデル」を用いて、これらの疑問を明らかにしていきたい。

¹ 日経 BP コンサルティング調べ。

目次

序章	1
第1章 スマートフォン市場の現状分析	3
1.1 スマートフォンとは	3
1.1.1 スマートフォンの歴史	3
1.1.2 スマートフォンの定義	6
1.2 国内スマートフォン市場の現状	6
1.2.1 OS別のシェア	6
1.2.2 キャリア別のシェア	7
1.3 消費者が重視しているスマートフォンの機能	8
第2章 ヘドニック・アプローチによる価格分析	11
2.1 ヘドニック・アプローチの理論的基礎付け	11
2.2 先行研究の紹介	13
2.2.1 日本の先行研究	13
2.2.2 ドイツの先行研究	19
2.3 実証分析	21
2.3.1 データについて	21
2.3.2 各機能の変遷	25
2.3.3 モデルと推定結果	27
第3章 BLPモデルによる需要関数の推定	31
3.1 BLPモデルについて	31
3.1.1 モデルの設定	31
3.1.2 入れ子ロジットモデル	34
3.1.3 操作変数法	35
3.2 先行研究の紹介	36
3.3 実証分析	38
3.3.1 データについて	38
3.3.2 モデルと推定結果	40

第 4 章 結論 43

参考文献 45

序章

2008年7月に米アップル社の iPhone3G が日本で発売されたのをきっかけに、スマートフォンの存在が日本国内でも認知されるようになり、スマートフォンブームが巻き起こった。同年に Google はオープンソースのスマートフォン用 OS である Android を発表し、メーカー各社が本格的にスマートフォン開発に注力し始めることとなった。携帯電話の国内出荷台数に占めるスマートフォンの割合は、2010年4-6月にはたったの4.1%であったが、2012年10月には62.4%まで上昇しており、フィーチャーフォンの出荷台数を上回っている状態である。各携帯電話会社が発売する端末のラインナップも、フィーチャーフォンよりスマートフォンの方が圧倒的に多くなっている。スマートフォン市場は現在急速な成長を遂げているのである。

スマートフォンの機能は一般的な携帯電話の機能である音声通話機能やメール機能にとどまらない。パソコンの代わりとしてインターネットを楽しむこともできるし、iPod のようなポータブル音楽プレーヤーとしても利用できる。様々なアプリを追加すれば、メモ帳や地図、ゲームとしての利用も可能である。デジタルカメラの代わりとして利用する人も少なくない。最近ではスマートフォンと連動した家電製品である「スマート家電」が電気機器メーカーから発売され話題を呼んでいる。

このように従来の携帯電話の枠を超えた様々な機能を持つスマートフォンであるが、スマートフォンの機能に注目した論文は少ない。例えば、ヘドニック・アプローチを用いて携帯電話の機能分析を行った日本の論文には藤原(2005)や渡邊(2008)などがあるが、これらの論文が対象とする携帯電話はフィーチャーフォンが中心であり、スマートフォン端末については除外しているものもある。フィーチャーフォンとスマートフォンは電話やメールなどの基本的な機能は共通しているものの、スマートフォンのそもそもの定義が「インターネットができる携帯電話」であることからわかるように、利用目的が異なる部分もある。そのため、消費者に求められる機能や性能も別物であるはずだが、それらを区別することなく「携帯電話」としてまとめて分析しているものが多いのが現状である。そこで、スマートフォンをあえて携帯電話という括りから外し、1つの市場として分析することで新しい発見があるのではないかと考える。

BLPモデルを用いた需要関数の推定に関しては、携帯電話の加入者数に注目したものは存在するが、端末の機能に注目した論文はあまり見られない。スマートフォンを含む携帯電話がネットワーク外部性を持つことは間違いないが、それぞれの端末が持

つ機能によって製品差別化されている点も無視してはならない。そこで本稿では、スマートフォンの機能や性能といった特性を説明変数にして需要関数の推定を試みる。

本稿の目的は、スマートフォン端末の価格と需要に影響を与える特性を分析し、消費者がどのように端末を選択しているかを考察することで、消費者に求められている機能を明らかにすることである。本章に続く本稿の構成は次の通りである。第1章ではスマートフォンが誕生してから現在に至るまでの歴史を概観しスマートフォンの定義について述べた後、スマートフォン市場の現状について、OSのシェアとキャリアのシェアという2つの側面から述べる。そして第2章・第3章への導入として、消費者が重視しているスマートフォンの機能について、「スマートフォン利用動向調査報告書2012」のアンケート結果を用いて考察する。第2章ではヘドニック・アプローチを用いてスマートフォン端末の価格分析を行うため、ヘドニック・アプローチの理論的基礎付けを行い、ヘドニック・アプローチを用いて携帯電話の価格分析を行った先行研究を2本紹介する。そして実際に国内のスマートフォン端末の価格と品質特性のデータを用いて実証分析を行い、スマートフォン端末の価格に影響を及ぼす要因を明らかにする。第3章ではBLPモデルを用いてスマートフォン端末の需要関数の推定を行うため、需要関数を推定するためのモデルであるBLPモデルについて説明し、BLPモデルを用いてパソコンの需要関数の推定を行った先行研究を紹介する。そして実際の機種別シェアのデータを用いて需要関数の推定を行い、スマートフォン端末の需要に影響を及ぼす要因を明らかにする。第4章では本稿の総括を行う。

第1章 スマートフォン市場の現状分析

第1章では、スマートフォン市場の歴史・現状について概説する。1.1では、スマートフォンが誕生してから現在に至るまでの歴史を概観し、スマートフォンの定義について述べる。1.2では、市場シェア等のデータを用いて国内スマートフォン市場の現状を明らかにする。1.3では第2章・第3章の導入として、消費者が重視しているスマートフォンの機能についてアンケートデータを用いて分析する。

1.1 スマートフォンとは

1.1.1 スマートフォンの歴史

スマートフォンは携帯電話から発展したものだと思われがちだが、実際は電子手帳のような携帯型機器から発展したものである。1990年代にPDAという携帯機器が大流行した。これは高性能な電子手帳のようなもので、主に個人情報管理やスケジュール管理に用いられた。このPDAが発展してデータ通信機能を持つようになり、パソコンを介することなく屋外から単独で電子メールの送受信ができるようになると、これに屋外での音声通話機能を加えて欲しいとの要望が高まった。これを受けて通話機能を持ったPDAとして誕生したのが、2002年にヨーロッパで発売されたノキアの9200シリーズである。福多(2011)はこの9200シリーズが最初のスマートフォンであると述べている。この端末は本体が開ける構造になっており、内側にQWERTY配列のキーボードと4.5インチディスプレイが装備されていた。一方、松村(2010)は、2002年にカナダのRIMが発売したBlackBerry 6210が最初のスマートフォンであるとしている。この端末もインターネットメールやウェブブラウザの機能を盛り込んでおり、メールを打ちやすいようにQWERTY配列のキーボードを備えていて、初期のスマートフォンのデザインを構築した。これ以降ヨーロッパでは、ノキアやソニー・エリクソンといったメーカーを中心にスマートフォンが数多く登場することになり、2005年にはDanger社がSidekickを開発した。インターネット接続機能・インターネットメール・ウェブブラウザに加え、AIMやMSN Messenger(それぞれAOLとマイクロソフトが提供するチャットサービス)が搭載され、インターネット上でのコミュニケーションを重要視する若者に急速に広まった。

スマートフォンが初めて日本に上陸したのは2004年であると言われており、当時のポータブルフォン(現ソフトバンクモバイル)が発売したノキアのV702NKという端末である。見た目は通常の携帯電話と同じようなものであったが、インターネットに接

続き、電子メールの送受信が可能で、パソコンと接続して PDA 機能が利用するデータのやりとりが可能であった。さらに翌 2005 年には、ドコモからモトローラの M1000 が発売された。この端末は現在の iPhone のように全面の大半がタッチパネルになっており、パソコン用ウェブブラウザとして定評のある Opera を搭載していた。またワードやエクセルといったマイクロソフトのオフィス系ソフトのデータを閲覧できるビューアソフトを標準装備していた。形や操作方法から考えれば、この M1000 が現在のスマートフォンの直接の祖先であると言える。この 2 機種に共通していることは、どちらも海外のメーカーが開発した製品であるということと、企業ユーザー向けの端末であるということであり、この時点では日本にスマートフォンが定着したとは言えない状況であった。

初期のスマートフォンは主にヨーロッパのメーカーが中心となって発展してきたが、2005 年末に、ヨーロッパ勢に機能・性能ともに肩を並べることができる国産スマートフォンが登場する。それがウィルコム製の W-ZERO3 である。OS にはマイクロソフトの Windows Mobile が採用され、マイクロソフト系ソフトで作られたデータを閲覧だけでなく編集作業も可能となっており、Windows パソコンとの高い親和性を持っていたため、日本で最初に一般ユーザーにその存在を認識されたスマートフォンであると言える。W-ZERO3 のヒットで一般ユーザーにもスマートフォンという機器の存在が認知されるようになると、キャリア各社もスマートフォンを端末ラインナップに加えるようになる。2006 年後半には、台湾のメーカーである HTC が Windows Mobile 搭載端末をドコモとソフトバンクから発売し、2008 年には「Touch Pro」がドコモ・ソフトバンク・au から発売された。またカナダのメーカーである RIM も「BlackBerry シリーズ」の個人向けの販売を 2008 年に始めている。これらのスマートフォンはヘビーモバイル中心ではあるものの「使えるスマートフォン」として受け入れられ、日本にスマートフォンが根付く下地を作ったといえる。

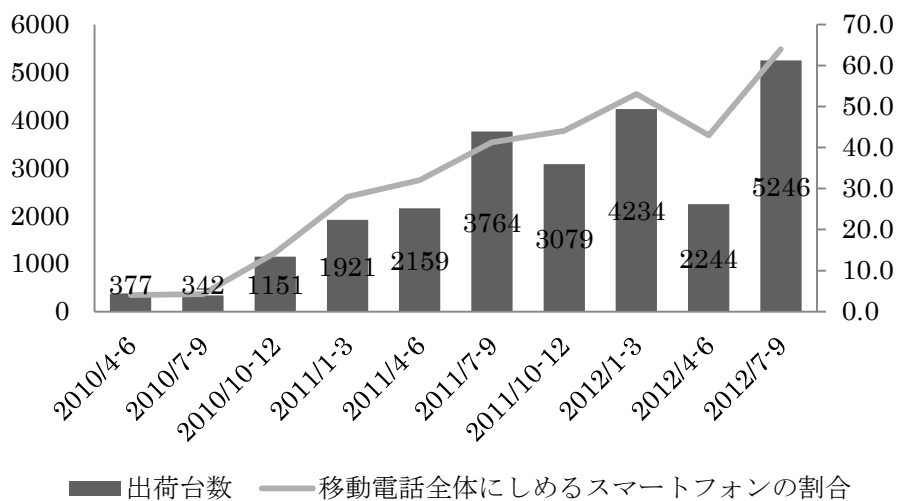
2007 年 6 月には、アメリカでアップル社の iPhone が発売された。初代 iPhone は通信方式が日本のケータイと異なっていたため日本で発売されることはなかったが、2008 年 7 月に 2 代目 iPhone に当たる iPhone3G が日本で発売され、スマートフォンブームを巻き起こした。その要因として、iPhone の魅力が既存のスマートフォンユーザーだけでなく一般の消費者にも伝わりやすいものであったことが挙げられる。日本では 2001 年に発売された iPod がポータブル音楽プレーヤーとして不動の地位を得ており、2007 年 9 月には iPhone からケータイ機能を省いた iPod touch が発売されていたため、一般消費者も「iPhone=iPod touch にケータイ機能を搭載したもの」とい

うイメージがしやすかったのである。以降 iPhone は 2009 年 6 月に 3 代目の iPhone3GS、2010 年 6 月に 4 代目の iPhone4、2011 年 10 月に 5 代目の iPhone4S、2012 年 9 月に 6 代目の iPhone5 が発売される。

日本で初めて iPhone が発売された 2008 年、グーグルは Android と呼ばれるオープンなスマートフォン向け OS を公開した。Android はオープンソースのポリシーに従っているため、どのメーカーにも無償で提供される。そのため Android ケータイはマルチキャリア、マルチメーカーから多様な機種が発売されており、Android 用のアプリケーションも自由に作ることができる。日本で初めて登場した Android 搭載スマートフォンは 2009 年 7 月に発売されたドコモの HT-03A であったが、実際に Android 搭載のスマートフォンが iPhone の対抗馬になるという可能性を見せたのは、2010 年 4 月にドコモが発売した SO-01B（通称エクスペリア）である。既存のドコモケータイユーザーの中にはキャリアを乗り換えたくない、またはキャリア 2 社と契約したくないといった理由で iPhone に手を出せなかった人も多く、エクスペリアはドコモのスマートフォンとしては異例の大ヒットとなった。日本にも iPhone 以外のスマートフォンに対するニーズが高まっていることを証明することとなり、これ以降キャリア各社から Android 搭載スマートフォン開発に関するニュースが増え、2010 年末から 2011 年にかけての Android ラッシュにつながった。

図 1-1 は、スマートフォンの国内出荷台数の推移と、携帯電話全体に占めるスマートフォンの割合を表している。

図 1-1 スマートフォン国内出荷台数



出所：JEITA 電子情報技術産業協会ホームページより作成

2010年第3四半期から2010年第4四半期の伸びは、各キャリアがスマートフォンに本格的に注力しラインナップを拡大し始めたこと、海外端末メーカーだけでなく国内端末メーカーも積極的にスマートフォン端末を提供し始めたことなどが理由として挙げられる。移動電話全体に占めるスマートフォンの割合は、2012年第1四半期に過半数を越え、2012年第3四半期には63.9%となっている。

1.1.2 スマートフォンの定義

海外でスマートフォンが話題になり始めた2005年頃、スマートフォンの定義は「インターネットのメールの読み書きやウェブページの閲覧ができる携帯電話」であった。しかしこの定義に従えば、当時の日本の携帯電話はすべてスマートフォンということになる。なぜなら、日本では1999年の時点でiモードをはじめとする携帯電話向けネットワーク接続サービスがすべての新機種に搭載されていたからである。福多(2011)では、以下の特徴を持つ携帯電話がスマートフォンであると定義している。

- (1) OSとアプリケーションが明確に分離された構造を持っており、単独でインターネットに接続できる多機能ケータイ
- (2) 音声通話機能もある
- (3) アプリケーションの追加により機能を追加できる
- (4) パソコンとの連携も可能
- (5) 一般的なケータイより解像度が高くサイズが大きい画面と、操作しやすい日本語入力環境を装備している。

本論ではこの定義に従いスマートフォンとスマートフォン以外の携帯電話(通称ガラケー・フィーチャーフォン)を区別することとする。

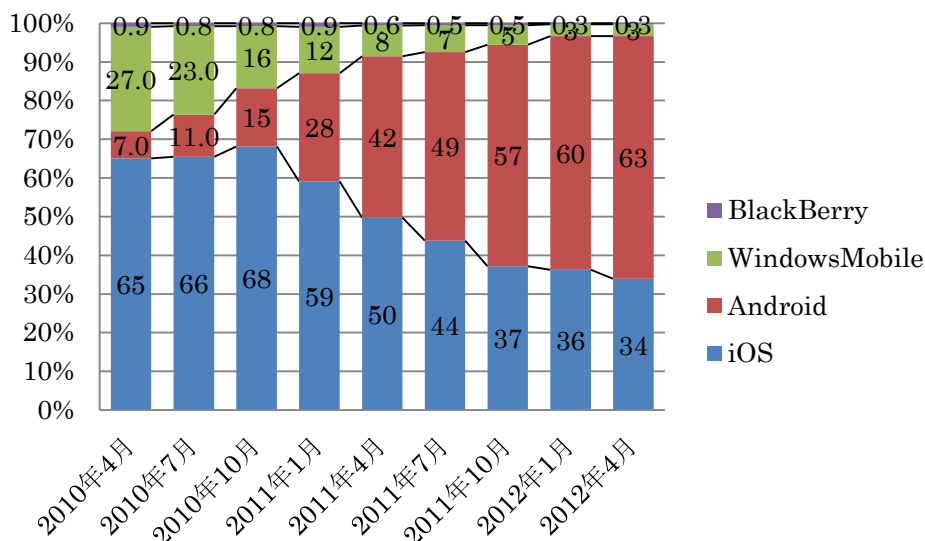
1.2 国内スマートフォン市場の現状

1.2.1 OS別のシェア

現在日本で発売されているスマートフォンのOSは、Googleが開発しているAndroid・アップルのiPhoneに搭載されているiOS・MicrosoftのWindows Mobile・RIMのBlackBerryシリーズに搭載されているBlackBerry OSの4つに分類できる。かつて世界シェアトップだったSymbian OSを搭載した機種も日本で発売されたが、スマートフォン向けの採用は2011年に事実上停止された。図1-2はOS別のシェアの推移を表している。2010年10月にiPhoneのシェアが68%まで達したが、その後はAndroidが急速にシェアを拡大し、2012年4月にはAndroidがiPhoneの2倍近くま

でシェアを拡大した。2012年4月の国内OSシェア1位はAndroid(63%)、2位はiOS(34%)、3位はWindows Mobile(3%)、4位がBlackBerry(0.3%)であり、AndroidとiOSの2強状態となっている。

図 1-2 OS 別のシェア

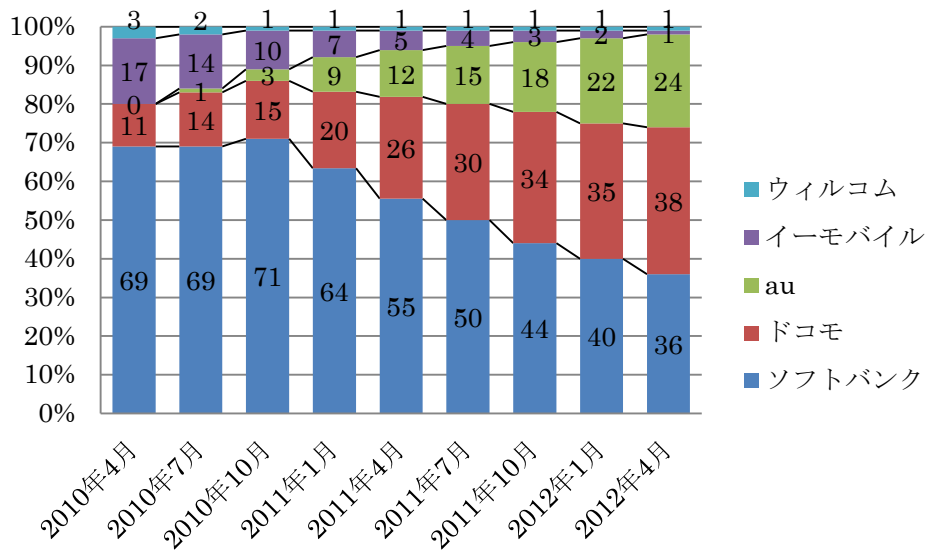


出所：ナビリサーチ

1.2.2 キャリア別のシェア

図 1-3 はキャリア別シェアの推移を表している。現在、スマートフォンユーザーが利用できる通信サービス会社は5つで、1位がドコモ(38%)、2位がソフトバンク(36%)、3位がau(24%)、4位がイーモバイル(1%)、同じく4位がウィルコム(1%)となっている。2010年にはiPhoneがソフトバンクからしか発売されていなかったため、ソフトバンクのシェアが圧倒的であった。2011年10月に発売されたiPhone4Sはソフトバンク・auの2社から発売され、auのシェアを伸ばす一因となっている。ドコモからはiPhoneは発売されていないが、XperiaやGalaxyなど人気のAndroidケータイを武器にシェアを伸ばし、2012年第2四半期に初めてソフトバンクを抜いて1位となった。

図 1-3 キャリア別のシェア



出所：ナビリサーチ

1.3 消費者が重視しているスマートフォンの機能

本節では、「スマートフォン利用動向調査報告書 2012」のアンケート結果を元に、消費者が重視しているスマートフォンの機能について分析する。図 1-4 は、「消費者が現在利用している機種を購入する際に重視した項目」と、「今後購入の際に重視したい項目」を比較したものである。

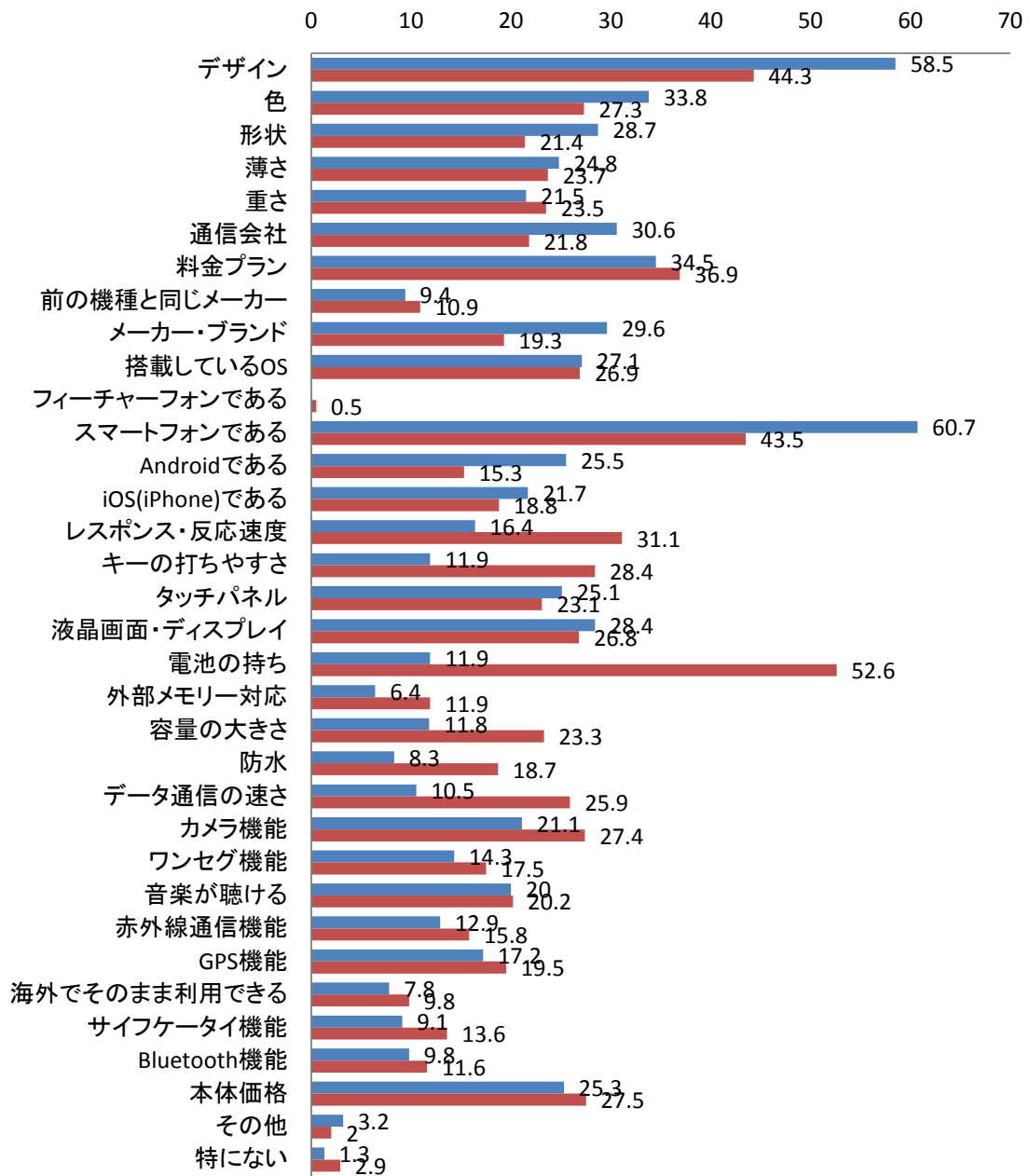
まず「消費者が現在利用している機種を購入する際に重視した項目」を見ると、「スマートフォンである」ことを重視した消費者が 60.7%で最も高くなっており、従来のフィーチャーフォンではなくスマートフォンであるということ自体が消費者にとって重要であったことがわかる。次に重視した消費者が多かった項目は、「デザイン」(58.5%)、「料金プラン」(34.5%)、「色」(33.8%)、「通信会社」(30.6%)、「メーカー・ブランド」(29.6%)、「形状」(28.7%)、「液晶画面・ディスプレイ」(28.4%)、「搭載している OS」(27.1%)、「Android である」(25.5%) と続く。この結果から、スマートフォンの細かい機能や性能ではなく、色や形状などのデザインや、メーカー・キャリア・OS・ブランドといったおおまかな分類でスマートフォンを選択した消費者が多かったとすることができる。

続いて、「今後購入の際に重視したい項目」を見ると、「電池の持ち」(52.6%) が最も高くなっている。これは、フィーチャーフォンと比べスマートフォンの電池の持ちが悪いことに不満を持つ消費者が非常に多いことを表している。「電池の持ち」に続く

て高い項目は、「デザイン」(44.3%)、「スマートフォンである」(43.5%)、「料金プラン」(36.9%)、「レスポンス・反応速度」(31.1%)、「キーの打ちやすさ」(28.4%)、「本体価格」(27.5%)、「カメラ機能」(27.4%)、「色」(27.3%)、「搭載している OS」(26.9%)と続く。多くの項目は「消費者が現在利用している機種を購入する際に重視した項目」と一致しているが、「レスポンス・反応速度」、「キーの打ちやすさ」、「カメラ機能」を重視するという消費者の割合が高くなっていることがわかる。

最後に、「消費者が現在利用している機種を購入する際に重視した項目」と「今後購入の際に重視したい項目」を比較する。この結果から、消費者が実際にスマートフォンを使用したことで重要であることに気付く機能や、反対にあまり重要ではないと考えられるようになった機能を考察することができる。後者が前者より高くなった項目は、「電池の持ち」(+40.7 ポイント)、「キーの打ちやすさ」(+16.5 ポイント)、「データ通信の速さ」(+15.4 ポイント)、「レスポンス・反応速度」(+14.7 ポイント)、「容量の大きさ」(+11.5 ポイント)等である。反対に後者が前者よりも低くなった項目は、「スマートフォンである」(-17.2 ポイント)、「デザイン」(-14.2 ポイント)、「メーカー・ブランド」(-10.3 ポイント)、「Android である」(-10.2 ポイント)、「通信会社」(-8.8 ポイント)等である。つまり、おおまかな分類によって機種を選択する消費者は減り、操作の快適性に関わるようなより細かい機能や性能を重視したいという消費者が増えたことがわかる。

図 1-4 消費者が重視している項目



■ 現在利用している機種を購入する際に重視した項目 ■ 今後購入の際に重視したい項目

出所：スマートフォン利用動向調査報告書 2012

第2章 ヘドニック・アプローチによる価格分析

第2章では、ヘドニック・アプローチによるスマートフォンの価格分析を行う。2.1では Rosen (1974) と白塚 (1997) を参考にヘドニック・アプローチの理論的基礎付けを行い、2.2ではヘドニック・アプローチを用いて携帯電話の価格分析を行った先行研究を2本紹介する。2.3では、2.2で紹介した先行研究を参考に、日本のスマートフォン端末の価格分析を行う。

2.1 ヘドニック・アプローチの理論的基礎付け

ヘドニック・アプローチの考え方は、財・サービスの価格が、その商品の機能・性能をもたらす各種の「特性」の合成であるとする考え方である。本節ではヘドニック・アプローチの理論的基礎付けとして、諸特性に関する需要・供給の市場均衡価格曲線としてヘドニック関数が導出されることを示した Rosen (1974) の理論を、白塚 (1997) を参考にしながら紹介する。

n 次元の諸特性ベクトル $\mathbf{z} = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ により品質が表現される差別化された製品群を考える。この市場において、ある特性 \mathbf{z} を有する製品について実際に観察される価格から、諸特性と価格を結び付けるヘドニック関数 $p(\mathbf{z}) = p(z_1, z_2, \dots, z_n)$ が導かれる。ただし、この製品群には十分に多数の製品が存在し、諸特性の選択が連続的に可能であると仮定する。

まず、消費者の効用最大化行動を考える。ある消費者の消費する諸特性ベクトルを \mathbf{z} 、価値尺度財を x とすると、この消費者の効用関数は $U(\mathbf{z}, x)$ と表現される。また、予算制約は消費者の所得 y に対して $y = p(\mathbf{z}) + x$ と定義される。ここで、消費者がプライステーカーとして行動すると仮定すると、その合理的行動は次のように定式化される。

$$\max_{\mathbf{z}} U(\mathbf{z}, x) \quad \text{s.t.} \quad y = p(\mathbf{z}) + x$$

最大化のための一階の条件は、

$$p_z = \frac{U_z(\mathbf{z}, y - p(\mathbf{z}))}{U_x(\mathbf{z}, y - p(\mathbf{z}))}$$

となる。ここで、 p_z, U_z, U_x は、それぞれ一階の偏導関数を意味している。

次に、消費者の効用水準 u の下での買値関数を $\theta(\mathbf{z}; u, y)$ とすると、

$$U(\mathbf{z}, y - \theta) = u \tag{2.1}$$

が成立している。さらに(2.1)式を微分することにより、

$$\theta_{z_i} = U_{z_i} / U_x > 0,$$

$$\theta_{z_i z_i} = (U_{z_i z_i}^2 U_{z_i z_i} - 2U_{z_i} U_x U_{z_i x} + U_x^2 U_{xx}) / U_x^3 < 0$$

が得られる。これは、買値関数は増加関数かつ凹関数であることを示している。

買値関数 $\theta(\mathbf{z}; u, y)$ は所与の効用水準と所得の下で特性ベクトル \mathbf{z} を獲得するために喜んで支出する金額を示しており、一方、消費者からみたヘドニック関数 $p(\mathbf{z})$ は、消費者が市場において最低限支払わなければならない金額を意味している。従って、消費者の効用は買値関数とヘドニック関数の接点において最大化されている。すなわち、消費者の最適化行動の結果、

$$\theta(\mathbf{z}^*; u^*, y) = p(\mathbf{z}^*)$$

$$\theta_z(\mathbf{z}^*; u^*, y) = p_z(\mathbf{z}^*)$$

が満たされることになり、ヘドニック関数は消費者の買値関数の包絡線とみることができる。

次に、企業の利潤最大化行動は、通常のケースとやや異なり、生産者 M のほか生産する製品の特性ベクトル \mathbf{z} についても意思決定を行う。すなわち、企業の費用関数は $C(M, \mathbf{z})$ と書くことができる。ここで、企業もプライステーカーとして行動するため、その利潤最大化行動は

$$\max_{z, M} \pi = p(\mathbf{z})M - C(M, \mathbf{z})$$

と定式化される。従って、利潤最大化のための一階の条件は、

$$p_z = C_z(M, \mathbf{z})$$

$$p(\mathbf{z}) = C_M(M, \mathbf{z})$$

となる。ここで、消費者の場合と同様、売値関数 $\phi(\mathbf{z}, \pi)$ を想定すると、

$$\pi = M\phi - C(M, \mathbf{z})$$

が成り立つ。これを \mathbf{z}, π で微分すると、

$$\phi_z = C_z / M > 0, \phi_\pi = 1 / M > 0$$

が得られ、売値関数は増加関数かつ凸関数であることがわかる。

売値関数は、企業が製品を販売してもよいと考える最低限の価格であり、また企業からみたヘドニック関数は、市場において企業へ支払われる最高価格を意味している。従って、企業の均衡においては、

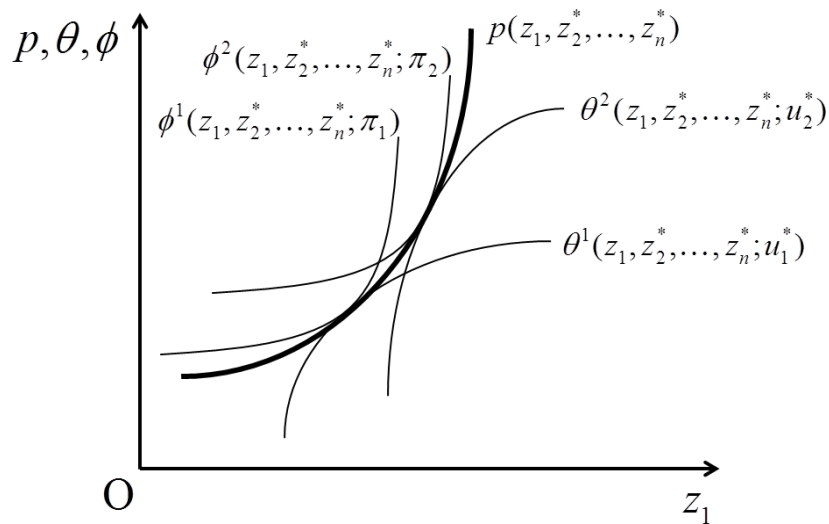
$$p(\mathbf{z}^*) = \phi(\mathbf{z}^*, \pi^*)$$

$$p_z(\mathbf{z}^*) = \phi_z(\mathbf{z}^*, \pi^*)$$

が成り立ち、ヘドニック関数は企業の売値関数の包絡線とみることができる。

この結果、市場均衡においては図 2-1 に示した通り売り手と買い手が完全にマッチングし、消費者の買値関数と企業の売値関数が市場を均衡させるヘドニック関数を挟んで接しており、ヘドニック関数は消費者の売値関数と企業の買値関数の両方の包絡線とみることができる。従って、ヘドニック関数は消費者の選好や企業の生産技術といった個別経済主体の情報を反映しているわけではなく、市場において観察される価格と諸特性の関係を示しているに過ぎないと理解できる。

図 2-1 市場の均衡



出所：Rosen (1974) より作成

2.2 先行研究の紹介

本節では、ヘドニック・アプローチを用いて携帯電話の価格分析を行った先行研究を 2 本紹介する。2.2.1 では、日本の先行研究である藤原 (2005) を紹介し、2.2.2 ではドイツの先行研究である Dewenter *et al.* (2007) を紹介する。この 2 本の論文はどちらもヘドニック・アプローチを用いているが、分析の目的が異なるため、推計方法にも若干の違いが見られる。

2.2.1 日本の先行研究

ヘドニック価格分析により携帯電話の機能評価を行った藤原 (2005) を紹介する。この論文では、2002 年 4 月から 2005 年 3 月までの 3 年間のデータを分析し、携帯電話の機能や品質が、技術進歩や事業者の戦略に伴ってどのように変化してきたかを明

らかにすることを目的としている。分析の対象となる 2002 年 4 月から 2005 年 3 月は、各社のカメラ付き携帯電話が発売され、第 3 世代携帯電話の普及、テレビ電話、メガピクセルカメラ、着うた、PC サイト閲覧と、次々に新機能が搭載されていった時期である。この期間の携帯電話の機能や品質がどのように変化したかについて、ヘドニック法を用いて、個々の機能や品質の商品価格に占めるウェイトを推計することにより分析したものである。

携帯電話端末の価格データおよび品質特性のデータは、2000 年後半から携帯電話の店頭価格と新製品情報を詳細に提供している(株)インプレス社の「ケータイ Watch」サイトの「価格調査」、「ケータイ新製品 SHOW CASE」を利用している。データは 2002 年 4 月から 2005 年 3 月の 3 年分を使う。店頭価格データは代表的な機種種の東京、大阪の量販店における週次のデータであるが、携帯電話の機能や品質の特性を分析することが主眼であるため、店頭価格が 5 万円を越える機種は対象外とし、後継機が発売された後のデータも対象外としている。また、新規購入の価格のみで、機種変更のデータは含まれていない。さらに、販売奨励金²の情報が入手可能であった NTT ドコモと au/KDDI の 2 社の店頭価格データのみで分析を行った。これらにより、対象データは全部で 11,655 件となっている。携帯電話の価格を説明する品質特性は、表 2-2 にあげたものを採用している。

藤原 (2005) では、対象期間に発売された携帯電話 204 機種種の性能指標の平均値を発売開始時期 (半期) ごとに示し、機能や品質の変化を考察している。本稿では細かな内容については割愛するが、赤外線、GPS、テレビ電話は携帯電話会社により採用の度合いが異なり、他の機能については着実に向上しているとまとめている。

推計式は以下のとおりである。

$$P_t = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{jt} + \sum_{k=1}^T \delta_k d_{kt} + u_t$$

P_t は t 期における端末価格 + 販売奨励金、 x_{jt} は t 期における第 j 番目の特性、 d_{kt} は t 期における時間ダミー (四半期)、 u_t は t 期における誤差項である。品質が価格に与える

² 販売奨励金とは、携帯電話や通信回線の契約が成約した際に、通信事業者から販売代理店に支払われるリベートの一種。通常は、携帯電話機やパソコンを割引販売するための原資として使われ、本来 4 万～7 万円程度の原価で製造される携帯電話が、販売奨励金の一部を充填することにより低価格で売られることが多かった。携帯電話の普及に伴いそのビジネスモデルに様々な問題が生まれ、総務省は 2007 年 6 月に販売奨励金制度を段階的に廃止するの方針を打ち出し、各社に指導を行った。各社では、端末の価格と通信料を明確に分けた新料金プランと、既存の販売奨励金を含んだプランを併存させ、消費者側で選択するという形にビジネスモデルを変更している。

インパクトを推計することが目的であるため、推計パラメータの解釈が最も容易な線形結合の形を採用している。

表 2-2 携帯電話における価格を説明する品質特性

品質特性	単位	説明
データ転送速度	Kbps	モバイル・インターネットや eメールのデータ転送速度（下り）
ディスプレイサイズ	インチ	端末のメインディスプレイのサイズ
有効画素数	万画素	内蔵カメラの有効画素数
着メロ和音	和音数	再生できる着信音の和音数
着うた	あり/なし	「着うた」が利用可能か否か
外部メモリ	あり/なし	外部メモリ利用可能か否か
赤外線	あり/なし	赤外線によるデータ交換が可能か否か
GPS	あり/なし	GPS 機能が利用可能か否か
テレビ電話	あり/なし	テレビ電話が利用可能か否か
アプリケーション	あり/なし	ゲームなどアプリケーション (java, BREW) に対応しているか
その他価格に影響のある可能性がある項目		
販売時期（四半期）	1 or 0	2002Q2～2005Q1 の四半期ダミー変数
発売経過日数	日数	端末発売開始からの日数。日数が経過するほど価格が低下する。
店舗	東京/大阪	店頭価格の調査は東京、大阪の量販店
通信事業者		NTT ドコモ、au/KDDI
端末メーカー		端末製造会社

出所：藤原（2005）より作成

推計結果をまとめたものが表 2-3 である。機能や品質の評価は時間とともに変化が大きいため、分析データを 1 年単位にくくり、さらに半年ずつ重ねて 5 つの期間に分けて回帰分析を行うことで、変化をより連続的に捉えている。通年度および各年度とも調整済決定係数の値は 0.7 を超えており、比較的当てはまりのよいモデルであると言える。ここでは、スマートフォンにも関係の深い特性である「データ転送速度」、「デ

ディスプレイサイズ」、「有効画素数」、「外部メモリ」、「GPS」、「発売経過日数」、「通信事業者」、「端末メーカー」の結果について述べる。

(i) データ転送速度

データ転送速度は全期間を通して正で有意の値を示しているが、2002Q2-2003Q1の35.1から2004Q2-2005Q1の1.7まで価値が定価している。その要因として、着うた、GPS、テレビ電話のウエイトは増加傾向にあるため、データ転送速度という基本要素から具体的なサービス要素に価値が分解されたと考えるのが妥当である。

(ii) ディスプレイサイズ

2002年から2003年までは13,400~22,121と正で有意かつ増加傾向であった。すなわち、ディスプレイサイズが0.1インチ大きくなると1,300円から2,200円程度価格が上がることを示している。しかし、2003Q4以降は有意な値を示していない。これは、この時期からはディスプレイサイズの競争ではなく、ディスプレイの表示密度や色数などが競争要因となったためであると推察される。

(iii) 有効画素数

有効画素数は、2002Q2-2003Q1が187.5、2004Q2-2005Q1が19.4と、いずれの期間でも正で有意な値を示しているが時系列に減少している。これは、メガピクセル化が進んだため、もはやカメラ機能は当たり前となり、価格への影響が小さくなっていると考えられる。

(iv) 外部メモリ

外部メモリについては、2002年から2003年にかけては搭載されている機種も10%程度と限られていたため、有意な値となっていない。2003年の下半期以降は正で有意な値を示しており、現在では価格に一定の影響を与えていると考えられる。2004Q2-2005Q1の期間では、外部メモリ搭載機はそうでない端末より2,530円の価格上昇が見込まれる。

(v) GPS

GPS機能は、2002Q2-2003Q1では1,768円、2004Q2-2005Q1は2,693円と、いずれの期間を通じても正で有意な値を示している。やや上昇傾向にあるが、au/KDDI

以外ではほとんど搭載機種がないので、今後搭載機種が増えればさらに評価が高くなると推定される。

(vi) 発売経過日数

発売経過日数は、発売開始日以降、1日を経るごとに低下する金額を示している。調査期間が現在に近づくほど低下率が上がっており、これは端末の投入サイクルが短くなっていることを示すものと考えられる。

(vii) 通信事業者

「au/KDDI」のパラメータは携帯電話会社自体による端末価格への影響を見るために、NTTドコモを基準としてau/KDDIとの差額を表している。2002Q2-2003Q1ではau/KDDIが安く、2004Q2-2005Q1では逆にau/KDDIが高くなっている。しかし、2002Q4-2003Q3の値は有意ではなく、全期間を通じて変動も大きいので、このまま評価することはできない。本来このパラメータは個別の機能や品質では説明できないブランド価値を表すものであるが、モデルのパラメータの不足に起因するのか、安定した結果を得られていない。

(viii) 端末メーカー

端末製造メーカーについては、通信事業者のパラメータと同様に安定していないメーカーが多く、一定の評価を下すことは難しい。その中でもカシオと三洋は着実にパラメータ値を上昇させており、消費者の支持を得ていると考えられる。

表 2-3 推計結果

説明変数	通年度 (2002Q2- 2005Q1)	2002Q2- 2003Q1	2002Q4- 2003Q3	2003Q2- 2004Q1	2003Q4- 2004Q3	2004Q2- 2005Q1
調整済決定係数	0.7357	0.7646	0.8090	0.8506	0.7909	0.7692
(定数)	33822.10**	27821.33**	-7479.44**	-13998.07**	35588.18**	35369.81**
発売経過日数	-30.89**	-28.72**	-22.32**	-21.68**	-30.48**	-32.81**
店舗 (大阪)	-1473.31**	-3651.39**	-2401.55**	-1163.67**	-114.09	452.09**
au/KDDI	-1264.15**	-3030.29**	-974.95	10571.17**	1510.31*	4491.97**
データ転送速度	1.73**	35.11**	37.42**	6.01**	2.62**	1.71**
ディスプレイサイズ	10063.28**	13400.69**	19559.07**	22121.43**	-60.57	244.82
有効画素数	7.81**	187.47**	71.28**	56.68**	17.41**	19.35**
外部メモリ	1163.26**	-819.59	-514.24	-1607.63**	3711.37**	2530.96**
アプリケーション	4626.76**	4414.68**	3436.66**	4709.10**	5721.01**	3105.83**
着うた	6130.34**	1210.90*	8815.95**	3187.25**	4644.44**	651.95
GPS	2719.99**	1768.29**	1153.13**	689.77**	2058.12**	2693.16**
テレビ電話	12130.15**	9565.20**	2638.82**	9803.20**	10807.47**	16742.28**
ソニー	基準					
富士通	-2925.73**	-3311.45**	1.17	2885.37**	-22.43	-417.50
東芝	-916.74**	-4988.10**	-3449.43**	-4445.79**	-2.35	648.03
三菱	-3585.93**	-4895.71**	-3581.73**	2431.51**	-2966.12**	-2790.82**
カシオ	2381.11**	-5250.75**	-4217.39**	-3612.00**	2430.40**	3977.33**
パナソニック	-3056.82**	-844.47**	83.71	-79.61	-2078.03**	-1278.48**
サンヨー	3802.32**	-4516.02**	777.29	1832.75**	7208.59**	7555.23**
鳥取三洋	2285.43**	-1504.15**	-1857.29**	-430.37	3590.69**	5034.44**
日立	796.04**	388.63	-1276.73*	-1128.56**	1847.57**	-546.98
京セラ	1493.67**	-1663.27**	1250.70**	-1248.99**	2104.03**	1996.60**
NEC	-2234.02**	-3094.43**	-1279.03**	487.23	-1351.71**	-684.27
シャープ	-3125.07**	-5835.64**	-2568.29**	-3519.56**	-1430.05**	-1548.66**
2002Q2	基準	基準				
2002Q3	-1554.80**	-2053.08**				
2002Q4	-5438.64**	-6708.75**	13920.98**			
2003Q1	-6092.30**	-8206.93**	12096.27**			
2003Q2	-14976.95**		2196.22**	1752.83**		
2003Q3	-15858.58**		基準	-730.64**		
2003Q4	-15735.45**			-3692.92**	-329.03	
2004Q1	-17315.52**			基準	-2244.15	
2004Q2	-15187.12**				-556.89	2002.54**
2004Q3	-15398.77**				基準	1427.36**
2004Q4	-16870.40**					20.46
2005Q1	-16851.62**					基準

(注) *は 5%, **は 1%の水準で有意であることを表す。

出所：藤原 (2005) より作成

2.2.2 ドイツの先行研究

続いて、ヘドニック・アプローチを用いてドイツの携帯電話の価格分析を行った Dewenter *et al.* (2007) を紹介する。この論文では、ドイツで 1998 年 5 月から 2003 年 11 月にかけて、25 社のメーカーにより発売された携帯電話 302 機種 of データを利用している。

被説明変数である価格 (PRICE) には、その携帯電話端末が市場に登場した日の小売価格を用いている。説明変数は以下を使用する。まず、時間の経過による端末価格の低下を考慮するため、その端末が発売された月と 2003 年 12 月との間の月数 (AGE) を用いる。例えば、2001 年 12 月に発売された端末の AGE は 24、2003 年 11 月に発売された端末の AGE は 1 となる。その他、端末の重さ (WEIGHT)、SAR で計った放射線量 (RADI)³、体積 (VOL)、連続通話時間 (DURA)、着メロ和音数 (RING)、特定の機能を持っているかどうかのダミー変数として WAP、MMS、MP3、Bluetooth (BLUE)、そして 25 個のメーカーダミーを用いている。

回帰式に線形、片対数線形、両対数線形のどれを用いるかについては、ラムゼイテストにより両対数線形が最も当てはまりが良いことが示された。回帰には pooled OLS を用いる。結果の頑健性を確かめるため、4 つのモデル I-IV で推計する。

表 2-4 は推計結果である。説明変数として連続通話時間を重さで割ったものを加えているのは、連続通話時間が長いほどバッテリーが重くなる傾向があり、端末全体の重さも重くなるからである。この結果によると、端末の体積 (VOL) は携帯電話の価格に負の影響を与えているが、すべてのモデルで有意になっているわけではない。端末が発売されてからの期間を表す AGE がすべてのモデルで有意になっていることから、時間の経過と共に、技術的な進歩により携帯電話の価格が低下していることがわかる。つまり、同じ特性を持つ端末であっても、市場に登場した時期が早いほど価格が高くなっていったと言える。放射線量 (RADI) は有意な値を示しておらず、消費者が携帯電話の放射線量をあまり気にしていないことがわかる。グラム当たりの連続通話時間 (DURA/WEIGHT) と着メロ和音数 (RING) は価格に正の影響を与えている。WAP、Bluetooth (BLUE)、MP3、MMS の機能があることも携帯電話の価格を引き上げていると考えられ、モデル I の結果によると MP3 の価格が最も高くなっている。

表 2-5 は、モデル I の推計結果から計算された各特性のヘドニック価格とブランド

³ 「ケータイ電磁波レポート」によると、SAR とは、単位質量の組織に単位時間に吸収されるエネルギー量のこと。人体がある電波を発する機器から、一定時間にどのくらいのエネルギーを受けたのかがわかる。値が大きいほど人体への影響が大きい。

プレミアムをまとめたものである。LG、Motorola、Nokia、Samsung のブランドプレミアムは、それぞれのメーカーが製造した端末の価格と他のサンプルの平均価格との差を表しており、消費者がこれらのメーカーが製造したブランドに価値を見出していることがわかる。

表 2-4 推計結果

変数/モデル	I	II	III	IV
定数項	6.4211***(3.56)	7.1164***(4.81)	6.5567***(5.14)	0.1670 (4.86)
ln_VOL	-0.1914 (-1.21)	-0.2350**(-2.00)	-0.1520 (-1.47)	-0.1937* (-1.90)
ln_AGE	0.2243** (4.65)	0.1647***(3.90)	0.1796***(4.77)	—
ln_RADI	-0.0349 (-0.44)	-0.0574 (-0.70)	—	—
ln_(DURA/WEIGHT)	0.4116** (2.19)	—	—	—
ln_RING	0.1704** (2.21)	0.1892** (2.45)	0.1664** (2.15)	—
WAP	0.0626 (0.86)	0.1547* (1.95)	0.1970***(2.78)	0.1782** (2.53)
BLUE	0.6396***(5.39)	0.3998***(3.56)	0.3107***(2.75)	0.3022***(2.82)
MP3	0.6798***(6.10)	0.3936***(2.62)	0.3116** (2.20)	0.3432** (2.48)
MMS	0.3830***(3.93)	0.2557** (2.53)	0.2713***(2.89)	0.3006***(3.48)
Firm dummies	Yes	Yes	Yes	Yes
サンプル数	174	203	254	283
修正済み決定係数	0.57	0.50	0.44	0.43
Ramsey RESET Prob.	1.00(0.39)	4.51(0.00)	3.72(0.01)	3.75(0.01)

(注) ()内はロバスト修正済みの t 値。

*は 10%,**は 5%,***は 1%の水準で有意であることを表す。

出所 : Dewenter *et al.* (2007)

表 2-5 ヘドニック価格とブランドプレミアム

特性	ヘドニック価格 (単位: eurocent)
Volume (in ccm)	-0.59
Age (in months)	7.76
Battery duration/weight	147.65
Ringtones	1.87
Bluetooth	193.24
MP3	205.38
MMS	115.71
LG	171.76
Motorola	101.39
Nokia	57.80
Samsung	105.41

出所: Dewenter *et al.* (2007)

2.3 実証分析

本節では、2.2 で紹介した先行研究を参考に、ヘドニック・アプローチを用いて国内で発売されたスマートフォンの価格分析を行う。

2.3.1 データについて

2005年7月から2012年11月にかけて国内で発売されたスマートフォン200機種
のデータを収集した。被説明変数となる価格のデータは、「スマートフォン Watch」
サイトの「価格調査」を利用した。このサイトでは、2000年以降に国内で発売された
携帯電話の店頭価格がおよそ1週間おきに公表されている。本論ではスマートフォン
端末が初めて店頭に出場した週の新規一括払いの価格を利用しており、機種変更の価
格や分割払いの価格は利用していない。説明変数となる特性のデータは、「スマホ白書
2012」の「国内発売スマートフォン機能一覧」と、各携帯会社のホームページやカタ
ログを利用して収集した。収集した品質特性のデータは、連続待受時間(時間)、連続
通話時間(分)、厚さ(mm)、重さ(g)、ディスプレイサイズ(インチ)、カメラ有効
画素数(万画素)、データフォルダ容量(GB)、CPUクロック数(GHz)、デュアルコ
アダミー、クアッドコアダミー、下りのデータ通信速度(Mbps)、タッチ対応、外部

メモリ対応、キーボード、赤外線、防水、ワンセグ、FeliCa、GPS、Bluetooth である。連続待受時間と連続通話時間は、端末の電池の持ちの良さを表す指標としても考えられる。カメラ有効画素数は、メインカメラの有効画素数を採用しており、サブカメラの有効画素数については考慮していない。データフォルダ容量は、1GB=1024MBとして計算した。CPU クロック数は処理速度を表す指標であり、1GHz=1000MHzとして計算した。デュアルコアダミーとクアッドコアダミーは CPU がいくつ搭載されているかを表しており、シングルコアよりデュアルコアの方が、デュアルコアよりシングルコアの方が処理速度は速い。データ通信速度は、データ受信時の最大速度であり、1Mbps=1024kbpsとして計算している。タッチ対応は、メインディスプレイがタッチ対応かどうかのダミー変数で、外部メモリ対応は、本体データフォルダの他に sd カード等の外部メモリが利用可能かどうかのダミー変数である。キーボードは、テンキーやフルキーなど物理的なキーボードの有無を表すダミー変数である。赤外線、防水、ワンセグ、FeliCa、GPS、Bluetooth はそれぞれの機能が搭載されているかどうかのダミー変数である。FeliCa は非接触 IC チップのことで、これが搭載されているとその端末がおサイフケータイ機能を持っているということになる。また、品質特性の他に価格に影響がある可能性がある項目として、カラーバリエーション、月齢、販売時期ダミー、キャリアダミー、端末メーカーダミー、OS ダミーを用意した。カラーバリエーションは端末のカラーバリエーションの個数である。カラーバリエーションを増やすと製造コストが割高になると考えられ、供給側が力を入れて販売したい機種であると考えられるため採用した。月齢は、端末が発売されてから 2012 年 12 月までの間の月数であり、端末の年齢のようなものとも考えることもできる。例えば、2005 年 7 月に発売された M1000 の月齢は 89 であり、2012 年 11 月に発売された端末の月齢は 1 となる。この説明変数の係数により、全く同じ性能を持った端末が、初期と現在で同じ価格なのか、あるいは技術進歩などにより現在の方が安く生産されているのかなどがわかる。販売時期ダミーは、端末が発売された年によるダミー変数で、2005 年～2012 年の 8 種類である。キャリアダミーは au、NTT ドコモ、ソフトバンク、ウィルコム、イーモバイルの 5 つで、端末メーカーダミーはアップル、カシオ、DELL、富士通、富士通東芝、HTC、ファーウェイ、京セラ、LG 電子、モトローラ、NEC、ノキア、パナソニック、パンテック、RIM、サムスン電子、シャープ、ソニー・エリクソン、東芝、ZTE の 20 種類、OS ダミーは Android、iOS、windows、BlackBerry、Symbian の 5 つである。表 2-6 は品質特性のデータとカラーバリエーション、月齢の基本統計量を示しており、表 2-7 はメーカー・キャリア・OS・販売年ごとのサンプル

数と平均価格をまとめたものである。

表 2-6 基本統計量

変数	標本数	平均	標準偏差	最小値	最大値
価格 (円)	195	57766.56	17645.04	17472	93120
連続待受時間 (時間)	200	373.27	147.44	120	1450
連続通話時間 (分)	200	393.01	158.35	90	1200
厚さ (mm)	200	12.14	3.64	6.7	26
重さ (g)	200	138.83	33.56	95	382
ディスプレイサイズ (インチ)	199	3.86	0.72	2.4	7
カメラ有効画素数 (万画素)	200	711.10	348.08	0	1610
データフォルダ容量 (GB)	196	8.28	12.69	0.0186	64
CPU クロック数 (GHz)	198	1.06	0.36	0.168	1.6
デュアルコア	200	0.36	0.48	0	1
クアッドコア	200	0.03	0.16	0	1
データ通信速度 (Mbps)	195	22.41	26.20	0.375	100
タッチ対応	200	0.95	0.23	0	1
外部メモリ対応	200	0.87	0.34	0	1
キーボード	200	0.23	0.42	0	1
赤外線	200	0.52	0.50	0	1
防水	200	0.37	0.48	0	1
ワンセグ	200	0.48	0.50	0	1
FeliCa	200	0.48	0.50	0	1
GPS	200	0.92	0.28	0	1
Bluetooth	200	0.98	0.14	0	1
カラバリエーション	200	2.24	1.18	1	8
月齢	200	20.42	18.82	1	89

表 2-7 メーカー・キャリア・OS・発売年別サンプル数と平均価格

	サンプル数	平均価格		サンプル数	平均価格
メーカー			キャリア		
アップル	18	64,590	au	49	65,417
カシオ	2	77,070	イー・モバイル	12	47,592
DELL	2	83,520	NTT ドコモ	77	51,705
富士通	17	57,918	ソフトバンク	55	62,729
富士通東芝	1	31,416	ウィルコム	7	49,737
HTC	22	56,703	OS		
ファーウェイ	8	38,990	android	143	58,874
京セラ	5	58,344	BlackBerry	6	41,790
LG 電子	9	60,255	iOS	18	64,590
モトローラ	4	49,298	windows	30	51,651
NEC	7	56,767	Symbian	3	52,590
ノキア	2	55,200	発売年		
パナソニック	10	60,876	2005 年	2	44,890
パンテック	3	56,840	2006 年	5	35,292
RIM	6	41,790	2007 年	4	31,280
サムスン電子	13	54,519	2008 年	15	62,839
シャープ	47	62,499	2009 年	8	60,561
ソニー・エリクソン	12	55,144	2010 年	24	46,649
東芝	9	58,474	2011 年	69	57,198
ZTE	3	28,320	2012 年	73	62,861
			計	200	57,767

2.3.2 各機能の変遷

ここでは、各品質特性の平均値を年別に比較することにより、スマートフォンの機能・性能がどのように変化したかを把握する。表 2-8 は、それぞれの品質特性の平均値を年別にまとめたものである。尚、ダミー変数で表される特性については、その年に発売されたスマートフォン端末のうちその機能を搭載している端末の割合を表している。

連続待受時間は 2011 年にやや減少したものの、分析期間を通してゆるやかに増加している。これはスマートフォンの電池の持ちが年々良くなっていることを表しているが、2011 年の減少はスマートフォンの電力使用量に電池容量が追いつかなかったことが原因とも考えられ、これが消費者の「スマートフォンは電池の持ちが悪い」という不満につながったとも考えられる。連続通話時間は 2008 年に一度減少し、それ以降は増加傾向にある。2008 年以降の 5 年間で連続通話時間が 3 時間以上伸びていることがわかる。厚さは 2005 年から 2009 年にかけて減少傾向が見られるが、2009 年以降は大きな変化は見られず、現在は 12mm 程度の厚さに落ち着いていると考えられる。重さは 2007 年以降ほぼ横ばいの状態で明らかな減少傾向は見られない。これはメーカーがスマートフォンの重さを軽くすることに力を入れていないことを表していると考えられる。ディスプレイサイズは 2009 年以降増加傾向にある。特に 2012 年には NTT ドコモから発売された 4.8 インチディスプレイ搭載の「Galaxy S III」が人気を集めていたこともあり、今後も画面の大きなスマートフォンが主流になっていくと考えられる。カメラ有効画素数は 2007 年以降急激に上昇しており、スマートフォンをカメラとして利用する消費者の需要が伺える。データフォルダ容量は分析期間を通して増加傾向にあり、2005 年と 2012 年では約 180 倍もの違いが見られる。これはスマートフォンで音楽を聴いたり写真や動画を管理する消費者が多いことを表していると考えられ、スマートフォンが電話としてだけでなくファイルを管理する小さなパソコンとして利用されていることを表していると言える。CPU クロック数は分析期間を通して単調に増加しており、スマートフォンの処理速度が順調に速くなっていることがわかる。同様にデータ通信速度も増加傾向にあり、特に 2012 年には LTE に対応した端末が数多く発売されたこともあり大幅な伸びを見せている。カラーバリエーションは分析期間を通じて大きな変化は見られず、平均して 1~3 色のバリエーションで商品が展開されている。デュアルコア CPU を搭載した端末は 2011 年に登場し、2012 年には 7 割の端末に搭載されている。クアッドコア CPU を搭載した端末の割合は 7% と低いですが、スマートフォンの処理速度が 2011 年以降速くなっていることは伺える。

タッチ対応は 2009 年までは 8 割程度の端末にしか当てはまらなかったが、2010 年以降はほぼ 100%の端末がタッチ対応となっており、スマートフォンは画面を手で触って操作するタイプが主流になっている。外部メモリ対応端末は 2008 年以降に若干の増加傾向にあるものの、1 割程度の端末は外部メモリに対応していない状態が続いている。キーボードはテンキーやフルキーなどの物理キーボードが付いているかどうかを表すものであるが、これは 2007 年以降減少傾向にあり、2012 年にはたった 3%の端末にしか物理キーボードは付いていなかった。ガラケーを使っている消費者が多かった時期には、スマートフォンに変えることのスイッチングコストを抑えるためにタッチ対応の画面とテンキーを両方搭載した端末も見られたが、現在ではほぼすべての端末が画面だけで操作するタイプになっていると言える。赤外線機能の搭載率は分析期間を通して安定していないが、現在は約 6 割の端末が赤外線機能を搭載していることがわかる。iPhone には赤外線機能が搭載されておらず、スマートフォンは様々なアプリを利用してデータを交換することも可能であるが、現在も赤外線機能には一定の需要があることが伺える。防水機能が初めてスマートフォンに搭載されたのは 2010 年であるが、それ以降は増加傾向にあり、2012 年には約 7 割の端末が防水機能を搭載している。ワンセグ機能、FeliCa 機能はともに 2010 年以降に増加している。これらの機能も iPhone には搭載されていないため、Android 端末が 2010 年以降に続々と発売されたことと大きな関係があると考えられる。GPS 機能は 2009 年から、Bluetooth 機能は 2008 年から搭載率が 100%となっており、これらの機能は現在では標準的に搭載されているものであることがわかる。

表 2-8 各品質特性の年別平均値

機能(単位)\年	通年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
サンプル数	200	2	5	4	15	8	24	69	73
連続待受時間(時間)	373	210	273	272	284	306	403	372	407
連続通話時間(分)	393	200	320	394	260	258	346	384	469
厚さ(mm)	12.1	23.8	22.1	16.8	16.2	12.9	12.7	12.0	9.9
重さ(g)	139	194	177	155	136	131	157	137	131
ディスプレイサイズ(インチ)	3.9	3.3	3.0	2.8	2.8	3.3	3.9	3.9	4.2
カメラ有効画素数(万画素)	711	132	133	132	270	300	565	792	905
データフォルダ容量(GB)	8.28	0.07	0.15	0.12	5.40	6.35	4.00	6.91	12.70
CPU クロック(GHz)	1.06	0.29	0.41	0.48	0.46	0.68	0.91	1.07	1.33
データ通信速度(Mbps)	22.4	0.4	1.3	2.1	4.1	6.0	5.8	14.3	42.9
カラーバリエーション(個)	2.2	2.5	1.6	1.8	1.7	1.6	1.8	2.4	2.6
デュアルコア(%)	36	0	0	0	0	0	0	28	71
クアッドコア(%)	3	0	0	0	0	0	0	0	7
タッチ対応(%)	94	100	80	50	80	75	92	99	100
外部メモリ対応(%)	87	100	80	100	67	75	92	88	88
キーボード(%)	23	50	100	100	67	38	29	19	3
赤外線(%)	51	0	20	75	20	0	29	59	64
防水(%)	37	0	0	0	0	0	4	33	67
ワンセグ(%)	48	0	0	0	7	0	25	55	70
FeliCa(%)	48	0	0	0	0	0	17	54	75
GPS(%)	92	0	0	0	60	100	100	100	100
Bluetooth(%)	98	50	60	75	100	100	100	100	100

2.3.3 モデルと推定結果

推定のモデルは、以下の線形結合の形を採用する。

$$P_t = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j x_{jt} + u_t$$

P_t は t 期における端末価格、 x_{jt} は t 期における第 j 番目の特性、 u_t は t 期における誤差項である。これにメーカーダミーを加えたもの・キャリアダミーを加えたもの・OS

ダミーを加えたものをそれぞれ推計し結果を比較したところ、メーカーダミー・キャリアダミーを加えると決定係数と修正済決定係数がともに上昇するのに対し、OSダミーを加えた場合は修正済決定係数が減少したため、OSダミーを加えることは回帰式の説明力を上げることに繋がっていないことがわかった。よって、端末が搭載しているOSは端末の価格に影響を与えていないと言える。これを受けて、今回は説明変数にメーカーダミーとキャリアダミーを加えた回帰式の結果を紹介することとする。

説明変数には2.3.1で紹介した品質特性を用いるが、タッチ対応・GPS・Bluetoothの機能はサンプルとなった端末の9割以上に搭載されているため、重要な変数ではないと判断し説明変数から除外している。時間の経過に伴う価格の低下を考慮する変数としては、年次ダミーは用いずに発売からの経過月数（月齢）を用いる。デュアルコアダミーとクアッドコアダミーは、別の変数として加えると係数の解釈が難しいため、まとめて「デュアルコア or クアッドコアダミー」とした。メーカーダミーはシャープを基準、キャリアダミーはドコモを基準としている。

表2-9は推計結果である。モデルⅠはタッチ対応・GPS・Bluetooth以外のすべての品質特性を説明変数に含んだモデルの結果である。ただしこのモデルではVIFの最大値が12.25と高いため、多重共線性が発生していると考えられる。そこで、ディスプレイサイズと相関の高い厚さ・重さと、現在ではほとんどの機種に搭載されていない物理キーボードを説明変数から除外したものがモデルⅡである。2.3.2において、近年のスマートフォンは厚さと重さに減少傾向がないことが明らかになり、また物理キーボードに関しても装備されている端末が非常に少なくなっているため、これらはスマートフォンの製品差別化に重要な役割を果たしていないと考えて差し支えないと判断した。モデルⅡではVIFの最大値が6.25となっており、多重共線性がモデルⅠよりも緩和されている。今回はこのモデルⅡの結果を考察する。

品質特性の変数の中で有意な結果になっているのは、連続通話時間、ディスプレイサイズ、カメラ有効画素数、データフォルダ容量、CPUクロック数、データ通信速度、FeliCa、月齢である。この中で唯一係数の符号が予想と反対になったのが連続通話時間であり、連続通話時間が1分長くなると端末価格が36円下がるという結果になった。一方、連続待受時間は有意な値になっていないため、電池の持ちが良いと価格が下がるという解釈はできない。この結果は、消費者がスマートフォンの通話機能をあまり重視していないということを表すものと考えられる。ディスプレイサイズは、1インチ大きくなると8,872円価格が上がる。藤原（2005）では2003Q4以降ディスプレイサイズが価格に対する影響力を失っているとしているが、スマートフォンは画面を直

接触って操作するということもあり、価格への影響は大きいと言える。カメラ有効画素数については、1万画素上がると価格が20円上がる。カメラ有効画素数の平均は711万画素であるため、100万画素上がると1,966円上昇すると解釈する方がわかりやすい。データフォルダ容量に関しては、1GB大きくなると241円価格が上昇する。一方、外部メモリ対応ダミーは有意な結果とならなかった。消費者はsdカードなどの外部メモリを利用するよりも、本体の容量が大きいものを選びその範囲内でデータを管理する傾向があると考えられる。CPUクロック数は、1GHz上がると価格は11,632円上昇する。実際にはCPUクロック数は1Ghzか1.5GHzの端末が多いので、その違いが5,816円ほどの価格の差につながっていると考えられる。デュアルコア or クアッドコアダミーが有意な値にならなかったのは意外であったが、サンプルの中で当てはまる端末が少ないことも理由の1つと考えられる。データ通信速度については、1Mbps速くなると95円価格が上昇するという結果になっている。現在NTTドコモから発売されている端末は最大で100Mbpsであり、auから発売されている端末は最大で75Mbpsであるため、この間に2,375円の価値の差があると解釈できる。FeliCa機能を搭載している端末はそうでない端末よりも10,284円価格が高く、おサイフケータイ機能が10,284円の価値を持っているという結果になった。日本で誕生し、iPhoneに搭載されることのない赤外線・ワンセグ・おサイフケータイ機能の中では、このおサイフケータイ機能（FeliCa）のみが有意であり、赤外線・ワンセグ機能は有意な結果が得られなかった。月齢の係数も有意であり、同じ機能を持っていても2011年に発売された端末より2012年に発売された端末の価格の方が417円安くなるという結果になった。メーカーダミーについては、富士通東芝、ZTE、ファーウェイが負に有意であり、カシオのみ正に有意な結果となった。ただし、富士通東芝、ZTE、カシオはサンプル数が少ないため、この結果をそのまま消費者の評価と解釈するのは難しい。最後にキャリアダミーであるが、NTTドコモを基準とすると、どのキャリアも1%水準以上で正に有意な結果となっている。これは同じ性能のスマートフォンでもNTTドコモから発売されている端末は割安であることを表していると考えられる。

以上の結果は、1.3における「キーの打ちやすさ」、「データ通信の速さ」、「レスポンス・反応速度」、「容量の大きさ」など操作の快適性に関わるような機能や性能を重視したいという消費者が増えているという結果と概ね合致していると言える。

表 2-9 推計結果

	モデル I		モデル II	
サンプル数	188		188	
修正済決定係数	0.5579		0.5638	
VIF	Max=12.25,Mean=3.5		Max=6.25,Mean=2.7	
(定数項)	-19229.00	(-1.12)	-12730.98	(-1.00)
連続待受時間 (時間)	16.76	(1.25)	14.46	(1.03)
連続通話時間 (分)	-35.08*	(-2.35)	-35.56*	(-2.44)
厚さ (mm)	526.88	(0.57)	-----	-----
重さ (g)	-39.45	(-0.49)	-----	-----
ディスプレイサイズ (インチ)	10106.91*	(2.37)	8871.96**	(2.97)
カメラ有効画素数 (万画素)	19.10***	(4.08)	19.66***	(4.50)
データフォルダ容量 (GB)	241.31*	(2.44)	241.28*	(2.47)
CPU クロック (GHz)	11590.98*	(2.53)	11632.20**	(2.61)
デュアルコア or クアッドコア	-1998.73	(-0.63)	-2492.18	(-0.83)
データ通信速度 (Mbps)	84.74	(1.77)	95.23*	(2.29)
外部メモリ対応	-5905.26	(-1.44)	-6140.78	(-1.57)
キーボード	-2809.19	(-0.59)	-----	-----
赤外線	-2686.11	(-0.68)	-3248.44	(-0.84)
防水	-2528.25	(-0.79)	-2427.21	(-0.77)
ワンセグ	2836.41	(0.82)	3245.68	(0.98)
FeliCa	10494.44*	(2.39)	10284.07*	(2.29)
カラーバリエーション	-1866.89	(-1.72)	-1832.48	(-1.74)
月齢	416.84*	(2.57)	417.25**	(2.76)
モトローラ	-3827.70	(-0.31)	-3760.08	(-0.31)
RIM	20966.75*	(2.00)	17736.98	(1.92)
HTC	3519.76	(0.52)	2579.55	(0.42)
ノキア	5901.94	(0.80)	6881.24	(0.95)
東芝	-980.45	(-0.17)	-2054.94	(-0.37)
富士通	-4910.22	(-1.47)	-5014.68	(-1.60)
アップル	2714.05	(0.36)	966.86	(0.14)
サムスン電子	1445.46	(0.25)	150.89	(0.03)
ソニー・エリクソン	-184.06	(-0.05)	294.53	(0.08)
富士通東芝	-30758.58***	(-6.57)	-31314.49***	(-7.95)
DELL	16681.41	(1.47)	14961.76	(1.53)
パンテック	5197.59	(1.04)	5872.91	(1.08)
ZTE	-19434.00**	(-3.27)	-19404.76**	(-3.27)
ファーウェイ	-15114.54	(-1.88)	-15631.30*	(-2.05)
LG 電子	4788.18	(1.04)	3724.50	(0.84)
NEC	1398.89	(0.34)	1048.17	(0.27)
カシオ	18043.69***	(4.11)	18673.07***	(5.33)
パナソニック	1201.46	(0.27)	1486.74	(0.33)
京セラ	-404.90	(-0.06)	-327.66	(-0.05)
ソフトバンク	20151.09***	(5.93)	20215.96***	(5.91)
au	18750.52***	(4.68)	18393.68***	(4.46)
ウィルコム	41352.39***	(6.48)	40610.02***	(6.54)
イーモバイル	22965.72**	(3.21)	22884.57**	(3.34)

(注) ()内はロバスト修正済みの t 値。

***は 0.1%,**は 1%,*は 5%の水準で有意であることを表す。

第3章 BLPモデルによる需要関数の推定

第3章では、BLPモデルを用いてスマートフォンの需要関数の推定を行い、スマートフォンの需要に影響を与える要因を明らかにする。3.1ではNevo(2000)と北野(2012)を参考にBLPモデルについて概説し、3.2ではBLPモデルを用いてパソコンの需要関数の推定を行ったGoeree(2008)を紹介する。3.3では、国内スマートフォン市場における機種別シェアのデータを用いて、需要関数の推定を行う。

3.1 BLPモデルについて

本節では、Nevo(2000)と北野(2012)を参考に、BLPモデルについて概説する。BLPモデルとは、Berry, Levinsohn and Pakes(1995)の名にちなんだ需要関数の推定方法であり、マーケットレベルのデータを用いて製品差別化された市場の需要関数を推定することができる。製品差別化された市場の需要関数を推定するには、製品数が増えるため非常に多くのパラメーターを推定する必要があり、また消費者の選好の異質性を考慮しなければならないという問題点がある。BLPモデルは(1)マーケットレベルの価格と数量のデータのみで推定可能であり、(2)価格の内生性を扱うことができ、(3)より現実的な需要の弾力性を推計できるという点において優れたモデルであるといえる。

3.1.1 モデルの設定

市場 $t=1, \dots, T$ それぞれに、消費者 $i=1, \dots, I_t$ が存在すると仮定する。各市場には J 個の製品があり、総販売量、平均価格、製品の特性を観察することができるとする。市場の定義は、データの構造によって異なる。

消費者 i が市場 t の製品 j を消費することによって得られる間接効用は $U(x_{jt}, \xi_{jt}, p_{jt}, \tau_i; \theta)$ と定義される。 x_{jt} は観察可能な製品特性、 ξ_{jt} は観察不可能な製品特性、 p_{jt} は価格、 τ_i は消費者それぞれの属性、 θ は未知のパラメーターである。この間接効用を定式化すると以下ようになる。

$$u_{ijt} = \alpha_i(y_i - p_{jt}) + x_{jt}\beta_i + \xi_{jt} + \varepsilon_{ijt}, \quad (3.1)$$
$$i = 1, \dots, I_t, \quad j = 1, \dots, J, \quad t = 1, \dots, T.$$

y_i は消費者 i の所得、 p_{jt} は市場 t における製品 j の価格、 x_{jt} は製品 j の観察可能な特性ベクトル、 ξ_{jt} は観察不可能な製品特性、 ε_{ijt} は攪乱項である。 ε_{ijt} はタイプI極値分布に従うと仮定する。また、 α_i は消費者 i の所得の限界効用、 β_i は消費者 i の選好ベ

クトルである。

次に、消費者の選好の異質性を、消費者の属性 τ_i として表す。これは(3.1)式において β_i で表されている部分である。消費者の属性は、観察可能な D_i と観察不可能な v_i という 2 つの要素からなるとする。 D_i は人口統計のデータであり、例としては所得、年齢、家族数、人種、教育などがある。観察不可能な要素 v_i の例としては、犬を飼っているかどうかなどが当てはまる。これは自動車を買うかどうかの意思決定においては重要な特性であるが、どんなに細かい調査データにも記されていないと考えられるからである。これらを定式化すると、以下のようになる。

$$\begin{pmatrix} \alpha_i \\ \beta_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} + \Pi D_i + \Sigma v_i, \quad v_i \sim P_v^*(v), \quad D_i \sim \hat{P}_D^*(D) \quad (3.2)$$

α 、 β は各消費者のパラメーター α_i と β_i の平均値である。 D_i は消費者 i の観察可能な属性ベクトルで、分布 $\hat{P}_D^*(D)$ に従うとする。 v_i はその他の観察不可能な属性ベクトルで、分布 $P_v^*(v)$ に従うとする。 Π と Σ は係数ベクトルである。

ここで、消費者には市場 $1, \dots, T$ のどの製品も購入せずに、外部財を購入するという選択肢があるとすると、外部財の購入による間接効用は以下のように表せる。

$$u_{i0t} = \alpha_i y_i + \xi_{0t} + \pi_0 D_i + \sigma_0 v_{i0} + \varepsilon_{i0t}$$

ξ_{0t} は外部財からの平均効用を表している。 $\xi_{0t} = \pi_0 = \sigma_0 = 0$ とし、 $\alpha_i y_i$ もすべての製品において共通なため考えないことにすると、外部財からの間接効用はゼロとなる。

以上のモデルのパラメーターすべてを含むベクトルを $\theta = (\theta_1, \theta_2)$ とする。

$\theta_1 = (\alpha, \beta)$ は(3.2)式において消費者すべてに共通のパラメーターであり、 $\theta_2 = (\Pi, \Sigma)$ は消費者ごとに異なるパラメーターである。これらを用いて(3.1)式と(3.2)式を組み合わせると、以下のようになる。

$$\begin{aligned} u_{ijt} &= \alpha_i y_i + \delta_{jt}(x_{jt}, p_{jt}, \xi_{jt}; \theta_1) + \mu_{ijt}(x_{jt}, p_{jt}, v_i, D_i; \theta_2) + \varepsilon_{ijt}, \\ \delta_{jt} &= x_{jt} \beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt}, \quad \mu_{ijt} = [-p_{jt}, x_{jt}] (\Pi D_i + \Sigma v_i). \end{aligned}$$

間接効用は 3 つないし 4 つの項に分けることができた。第 1 項の $\alpha_i y_i$ は前述の通りすべての製品に共通なため考えないこととする。第 2 項の δ_{jt} はすべての消費者に共通の平均効用である。第 3 項と第 4 項の $\mu_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$ は攪乱項である。

消費者は最も効用の高い製品を 1 つ購入するとする。このモデルでは、各消費者はベクトル $(D_i, v_i, \varepsilon_{i0t}, \dots, \varepsilon_{ijt})$ で定義されており、これにより製品 j を購入する消費者の属性を表すことになる。これを定式化すると、

$$A_{jt}(x_t, p_t, \delta_t; \theta_2) = \{(D_i, v_i, \varepsilon_{i0t}, \dots, \varepsilon_{ilt}) \mid u_{ijt} \geq u_{ilt} \quad \forall l = 0, 1, \dots, J\}$$

となる。 $x_t = (x_{1t}, \dots, x_{jt})'$, $p_t = (p_{1t}, \dots, p_{jt})'$, $\delta_t = (\delta_{1t}, \dots, \delta_{jt})'$ はそれぞれすべての製

品の観察可能な特性、価格、平均効用である。 A_{jt} は市場 t の製品 j を購入する消費者を表している。製品 j のマーケットシェアは A_{jt} に属する消費者の集合を積分したものとなり、

$$\begin{aligned} s_{jt}(x_t, p_t, \delta_t; \theta_2) &= \int_{A_{jt}} dP^*(D, v, \varepsilon) \\ &= \int_{A_{jt}} dP^*(\varepsilon | D, v) dP^*(v | D) dP_D^*(D) \\ &= \int_{A_{jt}} dP_\varepsilon^*(\varepsilon) dP_v^*(v) d\hat{P}_D^*(D). \end{aligned} \quad (3.3)$$

となる。よって、各製品のマーケットシェアは、製品特性、価格、未知のパラメータ一の関数として表せることがわかる。(3.3)式から、市場 t における製品 j のマーケットシェアを

$$s_{jt} = \frac{\exp(x_{jt}\beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt})}{1 + \sum_{k=1}^J \exp(x_{kt}\beta - \alpha p_{kt} + \xi_{kt})} \quad (3.4)$$

と定義する。このとき、製品 j の需要関数は、

$$q_{jt} = M_t \cdot s_{jt}$$

となる。ここで、 M_t は市場 t に存在する消費者の総数で、市場規模と呼ばれる。ここで定義される消費者は潜在的な消費者であり、財を購入しない（外部財を購入する）という選択をした者も含まれる。市場規模をどのように定義するかは対象とする産業によって異なり、Berry, Levinsohn and Pakes (1995) は自動車市場の分析において家計数を市場規模としている。(3.4)式より、需要の自己価格弾力性と交差価格弾力性は、

$$\eta_{jkt} = \frac{\partial s_{jt} p_{kt}}{\partial p_{kt} s_{jt}} = \begin{cases} -\alpha p_{jt} (1 - s_{jt}) & \text{if } j = k, \\ \alpha p_{kt} s_{kt} & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3.5)$$

となる。以上で示されたように、自己価格弾力性と交差価格弾力性と導出するのに必要なパラメータは α のみとなる。パラメータの数が減るということは、それだけ財の代替関係について強い制約を課していることになる。このことから生じる無関係な選択肢からの独立性 (IIA) の問題については 3.1.2 で述べる。

需要関数の推定式は、Berry (1994) で示されているように、それぞれの財と外部財のシェアの比を対数変換することで導出することができる。つまり、(3.4)式より、

$$\ln(s_{jt}) - \ln(s_{0t}) = x_{jt}\beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt} \quad (3.6)$$

となる。被説明変数である $\ln(s_{jt}) - \ln(s_{0t})$ は観察されるデータから計算可能であるので、観察できない品質、需要のショックを示す ξ_{jt} を誤差項とすれば、(3.6)式は通常の線形の回帰式の構造を持つことがわかる。ただし、(3.6)式を最小二乗法で推定するこ

とはできない。なぜなら、観察できない品質、需要のショックは価格と相関を持つことが考えられるため、内生性の問題が生じていると考えられるからである。よって操作変数を用いた推定を行う必要があるが、需要関数の推定の際に用いられる操作変数の候補については 3.1.3 で詳しく述べる。

3.1.2 入れ子ロジットモデル

(3.5)の価格弾力性の計算式が示すように、ロジットモデルでは財の代替関係について非常に強い制約がかかっている。(3.4)式から適当な 2 財 j, l のシェアの比率を考えると、

$$\frac{s_{jt}}{s_{lt}} = \frac{\exp(x_{jt}\beta - \alpha p_{jt} + \xi_{jt})}{\exp(x_{lt}\beta - \alpha p_{lt} + \xi_{lt})} = \frac{\exp \delta_{jt}}{\exp \delta_{lt}}$$

となる。この式は、財 j と l のシェアの比はこの 2 つの財の平均効用、つまり品質、価格に依存して定まることを意味している。従って、財 j, l 以外の財 r の価格や品質が変わっても、これら 2 つの財のシェアの比は変化しない。このような性質は、無関係な選択肢からの独立性 (IIA) として知られる。IIA の問題があると、対象とする産業によってはロジットモデルを用いた需要関数の定式化には問題がある。そこで本節ではこの IIA の性質を緩和する方法である入れ子ロジットモデルを紹介する。

入れ子ロジットモデルを用いる場合、まず財をいくつかのグループに分割する。財間の交差価格弾力性は、それらの財が所属しているグループに依存して定まる構造を持つ。(3.1)式において ε_{ijt} が一般化極値分布に従うと仮定すると、財 j の選択確率は以下のように導出される。

$$s_{jt} = s_{jt/g(j)} s_{g(j)t} \quad (3.7)$$

ここで、 $s_{jt/g(j)}$ はグループ $g(j)$ を選んだときの財 j の条件付き選択確率、すなわちグループ $g(j)$ 内での財 j のシェアを表す。また、 $s_{g(j)t}$ はグループ $g(j)$ が選択される確率、すなわちグループ $g(j)$ に所属する財すべてのシェアの合計を表している。これらはそれぞれ、

$$s_{jt/g(j)} = \frac{\exp \delta_{jt} / \lambda}{\sum_{l \in g(j)} \exp \delta_{lt} / \lambda} = \frac{\exp \delta_{jt} / \lambda}{\exp I_{g(j)t}} \quad (3.8)$$

$$s_{g(j)t} = \frac{\exp \lambda I_{g(j)t}}{1 + \sum_{g \in G} \exp \lambda I_{gt}} \quad (3.9)$$

となる。なお、

$$I_{gt} = \ln \left(\sum_{l \in g} \exp \delta_{lt} / \lambda \right)$$

であり、これはグループ g を選んだときに得られる平均効用に対応している。入れ子ロジットモデルが効用最大化問題と整合的となるには、 λ は 0 から 1 の間をとる必要がある。特に、 $\lambda = 1$ の場合には入れ子ロジットモデルは通常のロジットモデルに一致し、所属するグループの違いが代替関係に影響を及ぼすことはなくなる。一方、 $0 < \lambda < 1$ のとき、財の代替関係は所属するグループに依存する。特に $\lambda \rightarrow 0$ のとき、グループ間の財の代替は行われな一方、グループ内の財の代替関係は完全代替に近づく。

ロジットモデル同様、入れ子ロジットモデルの推定式は、各財のシェアと外部財のシェアの比から導出することができる。外部財は単独でグループを構成しているため、

$$s_{0t} = \frac{1}{1 + \sum_{g \in G} \exp \lambda I_{gt}}$$

となることを用いると、(3.7)、(3.8)、(3.9)式より、

$$\begin{aligned} \ln(s_{jt}) - \ln(s_{0t}) &= \delta_{jt} + (1 - \lambda) \ln(s_{jt/g(j)}) \\ &= x_{jt} \beta - \alpha p_{jt} + (1 - \lambda) \ln(s_{jt/g(j)}) + \xi_{jt} \end{aligned}$$

が得られる。ロジットモデル同様、被説明変数となる $\ln(s_{jt}) - \ln(s_{0t})$ はデータから計算できるので、 ξ_{jt} を誤差項とする推定式が得られる。ロジットモデルとの違いは右辺に $(1 - \lambda) \ln(s_{jt/g(j)})$ が含まれている点である。推定では $\ln(s_{jt/g(j)})$ の係数として $1 - \lambda$ の推定を行うことが可能であり、効用最大化問題と整合的であるか否かについては、その係数が 0 から 1 の間を取っているかを検定することで可能となる。なお、Berry (1994) では $\sigma \equiv 1 - \lambda$ として定式化されており、条件付きシェアの係数は σ となっている。ただし、グループ $g(j)$ 内の財 j のシェアを表す $s_{jt/g(j)}$ と全体のシェアを表す s_{jt} は互いに相関し合っているため、 $\ln(s_{jt/g(j)})$ は内生変数となる。よって入れ子ロジットモデルでは価格 p_{jt} に加えて $\ln(s_{jt/g(j)})$ を内生変数として操作変数を用いた推定を行う必要がある。これについては 3.1.3 で述べる。

3.1.3 操作変数法

ロジットモデルや入れ子ロジットモデルでは、 ξ_{jt} を誤差項とした線形の回帰式として表現できることを示した。しかし、観察できない品質、需要のショックを表す ξ_{jt} は価格と正の相関を持つと考えられるため、最小二乗法を用いることができない。よって、内生変数である価格に対して操作変数を用いて推定する必要がある。さらに入れ

子ロジットモデルの場合、観察不可能な品質 ξ_{jt} が正であれば当然 $s_{jt/g(f)}$ も高くなる
と考えられるため、 $s_{jt/g(f)}$ も内生変数となる。

操作変数は、内生変数と相関を持ち、観察できない品質、需要のショックとは相関
を持たないという 2 つの性質を満たす必要がある。Berry, Levinsohn and Pakes
(1995) では、観察不可能な品質 ξ_{jt} は観察可能な品質 x_{jt} と相関を持たない、つまり

$$E[\xi_j | x_{1t}, \dots, x_{jt}] = 0 \quad (3.10)$$

と仮定し、需要関数の識別を試みている。この仮定の下では、適当に財の品質に係る
変数を組み合わせることで、様々な形で財 j の価格の操作変数を構築することができ
る。Berry, Levinsohn and Pakes (1995) は、財 j を生産する企業 f の生産するその
他の財の品質の合計と、その企業以外の企業が生産する財の品質の合計が(3.10)式の
仮定の下で望ましい操作変数となることを示している。入れ子ロジットモデルにおい
てはグループ内シェア $s_{jt/g(f)}$ も内生変数となるが、この場合も(3.10)式の仮定の下で
同様に操作変数を構築できる。ただし、入れ子ロジットモデルの場合、それぞれの財
が所属するグループに依存した形で操作変数が定義される。

3.2 先行研究の紹介

ここでは BLP モデルを利用してパソコンの需要関数を推定した Goeree (2008) を
紹介する。この論文では、1996 年から 1998 年にかけてアメリカで販売されたパソコ
ンの販売台数と売上高の四半期データを用いて需要関数の推定を行っている。パソコ
ンの販売先は一般家庭、企業、教育機関、政府に分けられるが、ここでは消費者の購
入行動を分析するのが目的であるため、一般家庭に販売された台数のデータを用いて
推定する。一般家庭市場はパソコンの売上高全体のうち 30%以上を占める。分析の対
象となるパソコンは 15 の企業 (Acer, Apple, Compaq, Dell, Getway,
Hewlett-Packard, IBM, Micron, NEC, Packard-Bell, AST, AT&T/NCR, DEC, Epson,
Texas Instruments) によって生産されたもので、これは一般家庭に販売されたパソ
コンの売上高のうち約 85%を占めている。サンプルは 723 種類のパソコンからなり、
2 年間の四半期データであるためサンプル数は 2,112 となる。説明変数となるパソコ
ンの特性には、メーカー、形 (デスクトップかラップトップか)、CPU のタイプ (例：
Pentium II)、CPU のスピードという 4 つを用いる。また市場規模にはアメリカの世
帯数を用いている。

表 3-1 は、 $\ln(s_j) - \ln(s_0)$ を被説明変数とし、価格、パソコンの特性、メーカーを説
明変数として推定した結果を表している。(i),(ii)は OLS 推定、(iii),(iv)は操作変数法

(IV)を用いた推定結果であり、(i),(iii)はメーカーダミーを含まない回帰式、(ii),(iv)はメーカーダミーを含む回帰式の結果である。(iii)と(iv)の操作変数には、製品 j を生産した企業 f が生産した他の製品の特性の合計、企業 f 以外の企業が生産した製品の特性の合計、企業 f が生産する製品数、企業 f 以外が生産する製品数を用いている。

表 3-1 推定結果

変数\モデル	(i)OLS	(ii)OLS	(iii)IV	(iv)IV
Price	-0.05* (0.04)	-0.04* (0.04)	-0.71** (0.13)	-1.07** (0.17)
CPU Speed	0.16** (0.08)	0.17** (0.08)	0.07 (0.08)	0.06 (0.08)
Pentium	-0.36** (0.09)	0.04 (0.14)	-0.68** (0.11)	-0.85** (0.19)
Laptop	-1.27** (0.09)	-1.25** (0.09)	1.99** (0.16)	2.35** (0.20)
Acer		1.64** (0.16)		1.65** (0.17)
Apple		1.81** (0.20)		0.62** (0.29)
Compaq		1.77** (0.16)		1.72** (0.17)
Dell		0.72** (0.16)		0.43** (0.17)
Gateway		1.98** (0.17)		1.43** (0.21)
HP		-0.13 (0.17)		-0.26* (0.18)
IBM		1.01** (0.16)		0.64** (0.19)
Micron		0.55** (0.17)		-0.71** (0.28)
Pbell		2.24** (0.17)		2.18** (0.19)
Constant	-12.64** (0.89)	-13.83** (0.89)	-12.83** (0.90)	-13.99** (0.90)
Adjusted R2	0.13	0.30	0.42	0.53
F-statistic			126.47	112.7
Prob>F			0.00	0.00

(注) 0内はロバスト修正済みの標準誤差。

**は t 値 >2 , *は t 値 >1 であることを表す。

出所：Goeree (2008) TABLE D.III より作成

価格の係数はどのモデルでも負に有意であり、価格が上昇すると需要が減少するという一般的な需要関数の形に当てはまっている。CPUスピードの係数はOLSでは正に有意だがIVでは有意になっていない。またLaptopダミーの係数はOLSでは負に有意なのに対しIVでは正に有意となっており、OLSとIVの結果の違いが表れていることがわかる。ただしメーカーダミーの係数はOLSとIVで大きな違いは表れていない。

これを受けて、次節の実証分析でも最小二乗法と操作変数法の2つの推定方法で需要関数を推定する。操作変数についてもこの先行研究を参考にする。

3.3 実証分析

3.2で紹介した先行研究を参考に、国内で発売されたスマートフォンの需要関数の推定を行う。

3.3.1 データについて

需要関数の推定に必要なデータは、スマートフォンの機種別販売台数、価格、特性のデータである。今回は機種別販売台数のデータが手に入らなかったため、スマートフォンの出荷台数と機種別シェアのデータから販売台数を算出することとした。出荷台数のデータは「JEITA 電子情報技術産業協会」ホームページの、「移動電話国内出荷台数実績」に公表されているものを用いる。機種別シェアのデータには、「BCN ランキング」サイトの「イチ押しランキング」で発表されているデータを利用する。このサイトでは、2010年1月から2012年11月にかけて、携帯電話の人気上位10機種のシェアと、主要3キャリア（NTTドコモ・ソフトバンク・au）内での人気上位10機種のシェアが公表されている。2011年1月から2011年9月においては、キャリア内でのシェアは公表されておらず、携帯電話全体での上位10機種のシェアのみ公表されている。また、携帯電話全体のうちスマートフォンのシェアも発表されているため、これらを利用することで各機種のスマートフォン市場でのシェアを計算することができる。しかし、市場の100%分のシェアを把握することはできず、また途中の3ヶ月分は記事が発表されておらずデータが欠損しているため、手に入ったデータについては表3-2にまとめている。最も低い月は2011年9月の53.8%、最も高い月は2011年10月の96.2%で、平均は80.8%である。価格のデータは、2.3で利用した「スマートフォン Watch」サイトの「価格調査」を引き続き利用する。2.3では、その機種が初めて市場に登場した週の価格を利用したが、今回はシェアの月次データを利用する

ため、価格のデータには毎月の最終週に発表されたものを用いる。特性のデータについても、2.3 で利用したものを引き続き利用する。表 3-3 は基本統計量である。

表 3-2 手に入ったシェアのデータの合計 (%)

2012 年											
10 月	9 月	8 月	7 月	6 月	5 月	4 月	3 月	2 月	1 月		
76.2	73.3	72.2	68.9	75.9	76.3	74.7	83.0				75.9
2011 年											
12 月	11 月	10 月	9 月	8 月	7 月	6 月	5 月	4 月	3 月	2 月	1 月
91.8	89.0	96.2	53.8		77.6		86.0	90.6	92.5	94.5	87.7

表 3-3 基本統計量

変数	標本数	平均	標準偏差	最小値	最大値
価格 (円)	306	57361.39	15103.09	4800	83520
連続待受時間 (時間)	306	339.67	112.62	200	640
連続通話時間 (分)	306	425.69	90.74	230	670
ディスプレイサイズ (インチ)	306	4.02	0.45	3	5
カメラ有効画素数 (万画素)	306	899.64	246.82	490	1610
データフォルダ容量 (GB)	306	17.39	19.06	0.29	64
CPU クロック数 (GHz)	306	1.14	0.27	0.8	1.5
デュアルコア	306	0.66	0.47	0	1
クアッドコア	306	0.03	0.16	0	1
データ通信速度 (Mbps)	306	24.74	25.12	3.1	75
タッチ対応	306	1	0	1	1
外部メモリ対応	306	0.70	0.46	0	1
赤外線	306	0.53	0.50	0	1
防水	306	0.39	0.49	0	1
ワンセグ	306	0.56	0.50	0	1
FeliCa	306	0.54	0.50	0	1
GPS	306	1	0	0	1
Bluetooth	306	1	0	0	1
カラバリエーション	306	2.62	1.08	1	8

3.3.2 モデルと推定結果

推計する需要関数は以下の通りである。

$$\ln(s_j) - \ln(s_0) = \alpha p_j + \sum_j x_j \beta + \sigma \ln(s_{j/g(j)}) + \xi_j$$

s_0 は外部財のシェアであり、市場規模には携帯電話出荷台数を用いている。 x_j は製品特性であり、2.3.3 の推定結果のモデルⅡ で用いたものを引き続き用いている。先行研究では製品特性にメーカーダミーも含めていたが、メーカーダミーを含めたモデルで推計したところ価格の係数が有意ではなくなり、需要関数としてふさわしくない結果となった。その理由として、シェア上位にランクインする端末に偏りがあることなどが考えられる。今回は推定モデルにメーカーダミーを含めず、機能やスペックに関する変数のみ用いることとする。 $s_{j/g(j)}$ は製品 j のグループ内シェアである。入れ子構造に関しては、初めにキャリアを選択し、次にそのキャリア内でモデルを選択すると想定した。よって $s_{j/g(j)}$ には、NTT ドコモ、au、ソフトバンクの各キャリア内での製品 j のシェアを用いている。推計は最小二乗法（OLS）と操作変数を用いた二段階最小二乗法（2SLS）の 2 種類を行った。操作変数は先行研究に倣い、製品 j と同じグループに属する製品 j 以外の製品の特性の合計、製品 j と違うグループに属する製品の特性の合計、製品 j と同じグループに属する製品の数、製品 j と違うグループに属する製品の数を用いた。

表 3-4 は推定結果である。OLS、2SLS とともに価格の係数が負に有意であり、需要関数としてふさわしい形になっている。ただし係数自体は非常に小さく、端末の価格が上がっても端末の需要には大きな影響がないと言える。グループ内シェアの係数は 0.1%水準で有意であり、0.86 程度となっている。これはグループ内の代替関係が強いことを意味しており、本稿で想定した入れ子構造の当てはまりが良かったことがわかる。決定係数は OLS の方が高く、有意な変数も OLS の方が多かった。価格やグループ内シェアは内生変数であるため理論的には 2SLS の方がふさわしいが、2SLS の結果が必ずしも現実の需要関数に近いとは言い切れない。

OLS の推定結果で統計的に有意であった製品特性の変数は、連続待受時間、連続通話時間、CPU クロック、デュアルコア or クアッドコアダミー、外部メモリ、防水、FeliCa である。このうち正に有意な変数は連続待受時間、CPU クロック、デュアルコア or クアッドコアダミー、FeliCa の 4 つである。連続待受時間は電池の持ちを表す指標であり、電池の持ちの良さが需要に正の影響を与えていることがわかった。CPU クロックとデュアルコア or クアッドコアダミーは端末の処理速度を表す指標であり、

操作のサクサク度が需要に影響を与えていることがわかる。FeliCa は価格分析においても正に有意であり、メーカー側も消費者側も一定の価値を見出していることが明らかになった。一方、係数が負で有意な変数は連続通話時間、外部メモリ、防水である。連続通話時間に関しては価格分析においても負に有意な結果となっていたが、需要にもマイナスの影響を与えていることがわかった。外部メモリと防水機能が負に有意な結果となったのは意外であるが、これらは iPhone に搭載されていない機能であるため、毎月人気機種ランキングの上位を占める iPhone に搭載されていないということがこれらの機能の需要を低く見積もる結果につながったと考えられる。

2SLS の結果は OLS の結果よりも有意な変数が減っているが、有意な変数の符号が逆になるなどの大きな違いは見られない。CPU クロックと FeliCa が正に有意であることと、外部メモリ、防水が負に有意であることは OLS の結果と一致している。

表 3-4 推定結果

	OLS	2SLS
サンプル数	306	306
修正済決定係数	0.7457	0.6509
定数項	-5.7258*** (-10.32)	-5.6338*** (-7.38)
価格	-5.753e-06* (-1.92)	-3.288e-05* (-2.47)
連続待受時間	0.0017*** (4.19)	0.0010 (1.65)
連続通話時間	-0.0017*** (-3.87)	-0.0006 (-0.69)
ディスプレイサイズ	0.1938 (1.32)	0.3232 (1.75)
カメラ有効画素数	0.0000 (0.25)	0.0006 (1.70)
データフォルダ容量	-0.0025 (-1.05)	0.0068 (1.40)
CPU クロック	0.5779** (2.47)	0.5675* (2.21)
デュアルコア or クアッドコア	0.2321* (2.35)	0.1485 (1.10)
データ通信速度	0.0016 (0.88)	0.0039 (1.64)
外部メモリ	-0.9583*** (-4.70)	-0.9471*** (-3.47)
赤外線	-0.2598 (-1.56)	-0.1240 (-0.63)
防水	-0.2996** (-2.93)	-0.3131** (-2.26)
ワンセグ	0.0120 (0.11)	0.1729 (0.94)
FeliCa	0.7156*** (4.62)	0.7140** (3.80)
カラーバリエーション	0.0285 (0.90)	-0.0273 (-0.55)
$\log(s_{j/g(j)})$	0.8586*** (26.01)	0.8694*** (20.06)

(注) 0内はロバスト修正済みの t 値。

***は 0.1%,**は 1%,*は 5%の水準で有意であることを表す。

第4章 結論

本稿では、消費者がどのようにスマートフォン端末を選択しているかを明らかにすることを目的として、スマートフォン端末の価格と需要に影響を与える特性を、ヘドニック・アプローチと BLP モデルを用いた需要関数の推定という 2 つの方法で分析した。

第 1 章ではスマートフォン市場の現状分析を行った。消費者が重視している機能の分析では、初めはデザインやメーカー・キャリア・OS・ブランドといったおおまかな分類でスマートフォンを選択していた消費者が多かったのに対し、今後は電池の持ちやキーの打ちやすさ、データ通信の速さ、レスポンス・反応速度、容量の大きさといった、より操作の快適性に関わるような細かい機能や性能を重視したいという消費者が増えていることがわかった。

第 2 章ではヘドニック・アプローチを用いてスマートフォン端末の価格分析を行った。国内で発売されたスマートフォン 200 機種の高品質特性のデータを用いて機能の変遷を分析したところ、厚さや重さなど近年ほぼ変化していない特性があることがわかり、GPS や Bluetooth は数年前から標準的に搭載されている機能であることもわかった。一方、連続待受時間、カメラ有効画素数、データフォルダ容量、CPU クロック、データ通信速度は分析期間を通して大幅に増加していることが明らかとなった。スマートフォンの価格に影響を与えている特性は、連続通話時間、ディスプレイサイズ、カメラ有効画素数、データフォルダ容量、CPU クロック数、データ通信速度、FeliCa、月齢であり、連続通話時間を除く変数はすべて価格に正の影響を及ぼしていた。価格に影響を与える特性は、機能の変遷においても増加傾向にあった特性であり、消費者が重視したいと答えていた項目とも概ね一致していた。従って、端末メーカーは消費者の重視している機能を的確にとらえ、その機能の性能をより良くするために特に費用をかけて開発し製品を生産しているということが言える。また月齢の係数が正に有意であったことから、技術の進歩により全く同じ性能の製品を安く生産することが可能になっていることが示された。

第 3 章では BLP モデルを用いて需要関数の推定を行った。スマートフォン端末の需要に影響を及ぼしている特性は、連続待受時間、連続通話時間、CPU クロック、デュアルコア or クアッドコアダミー、外部メモリ、防水、FeliCa であり、このうち連続待受時間、CPU クロック、デュアルコア or クアッドコアダミー、FeliCa は需要に正の影響を与えていた。よって、電池の持ちがいいこと、処理速度が速いこと、おサ

イフケータイ機能が消費者に求められているということになる。この結果は、第1章・第2章の結果に沿ってはいるものの、需要に影響を与えている特性は意外にも少なかった。これは、機種別シェアのデータがすべて手に入らず人気上位機種のみで推定を行ったというデータ上の制約が原因であったことも考えられるが、メーカーが力を入れて開発している機能が消費者の需要に反映されていないことを表しているとも言える。

メーカーは費用をかけてより性能の良い端末を開発し、それは消費者の重視する機能と一致している。しかしその成果が需要に表れていない理由には、消費者が細かい性能を比較検討して端末を選んでいるのではなく、キャリアやOSといったブランドに大きく影響されていることが考えられる。スマートフォンの性能が進化し、生活の中で担う役割が増えるほど、消費者は細かい性能を把握しきれなくなっているのではないか。メーカーや通信事業者は、個々のスマートフォンが持つ特長を消費者によりわかりやすくアピールすることが求められる。それにより消費者も自分のニーズに合ったスマートフォンを選択することができ、より賢く利用することができるはずである。

参考文献

- インプレス R&D インターネットメディア総合研究所 (2011),「スマートフォン利用動向調査報告書 2012」 インプレス R&D.
- インプレス R&D インターネットメディア総合研究所 (2012),「スマホ白書 2012」 インプレスジャパン.
- 北野泰樹 (2012),「需要関数の推定—CPRC ハンドブックシリーズ No.3—」 CPRC Discussion Paper Series.
- 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.
- 福多利夫 (2011),「スマートフォン戦争」 毎日コミュニケーションズ.
- 藤原正弘 (2005),「ヘドニック価格分析による携帯電話の機能評価」KDDI 総研 R&A.
- 松村太郎 (2010),「スマートフォン新時代——賢いケータイが社会を変える」 NTT 出版.
- 渡邊直樹 (2008),「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.
- Berry, S., (1994), “Estimating Discrete Choice Models of Product Differentiation,” *Rand Journal of Economics*, **25**, 242-262
- Berry, S., Levinsohn, J., Pakes, A., (1999), “Voluntary Export Restraints on Automobiles: Evaluating a Trade Policy,” *American Economic Review*, **89**, 400-430.
- Dewenter, R., J. Haucap, R. Luther and P. Rotzel, (2007), “Hedonic Prices in the German Market for Mobile Phones,” *Telecommunications Policy*, **31**, 4-13.
- Goeree, M. S., (2008), “Limited Information and Advertising in the U.S. Personal Computer Industry,” *Econometrica*, Vol. 76, No. 5, 1017-1074
- Nevo, Aviv., (2000), “A Practitioner’s Guide to Estimation of Random-Coefficients Logit Models of Demand,” *Journal of Economics and Management Strategy*, Winter 2000, v.9, iss 4, 513-548.
- Rosen, S., (1974), “Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition,” *Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 1, 34-55.
- アップルホームページ <http://www.apple.com/jp/>
- ケータイ電磁波レポート <http://ktai-denjiha.boj.jp/index.html>

スマートフォン Watch <http://www.watch.impress.co.jp/smartphone/>
電気通信事業者協会 <http://www.tca.or.jp/index.html>
ナビリサーチ <http://www.research.nttnavi.co.jp/>
au ホームページ <http://www.au.kddi.com/>
BCN ランキング <http://bcnranking.jp/>
JEITA 電子情報技術産業協会ホームページ <http://www.jeita.or.jp/japanese/>
kotobank.jp <http://kotobank.jp/>
NTT ドコモホームページ <http://www.nttdocomo.co.jp/>
SoftBank ホームページ <http://mb.softbank.jp/mb/customer.html>

あとがき

私は高校生のおときからレポートや論文といった類のものが苦手であった。高校で選択科目を選ぶときも、大学で履修科目を選ぶときも、できるだけレポートではなく試験で成績がつく科目を選ぶようにしていた。石橋孝次研究会に入ったのも、2年生のときに受けた石橋教授の授業がわかりやすく、試験を受けるのが楽しかったからである。そんな私にとって、自ら文献を探して知識をインプットし 40 ページを越える論文を書くことは非常に厳しい試練であった。せめてモチベーションを保てるように身近なものをテーマにしようという理由でスマートフォンに目をつけた。スマートフォンに関する知識が元々あったわけではないが、興味はありもっと詳しくなりたいという思いはあったため、スマートフォンをテーマに選んだのは正解であったと思う。新しい知識を得るたびに、勉強することの楽しさを感じていた。

しかし、スマートフォン市場は新しい市場であるため、先行研究の少なさには困ることが多かった。自分のやりたい分析を先行研究がないために諦めたこともあった。卒業論文を書かなくても卒業はできるという事実が何度も頭をよぎり、途中で投げ出しそうになったこともあった。しかし、自分の身の丈にあった論文を書けばいいのだということに気づいた瞬間、ふっと気持ちが楽になった。興味があることを、自分にできる範囲で、自分にしかないこだわりを持って研究することが卒業論文の醍醐味であると思う。論文が完成した今、自分の論文に愛着を持ってることがとても嬉しい。これはきっと自分にしか書けないものを書いたという達成感から来るものだと思う。

この半年間、何度も諦めそうになりながらも最後まで書き上げることができたのは、周囲の人々の協力があったからである。論文が行き詰まるたびに新しい道筋を提示してくれた同期生、まとまりのない発表にもしっかりと耳を傾け的確な助言をしてくれた優秀な3年生、そして2年間熱心な指導をして下さった石橋教授にこの場を借りて心より感謝の意を表したい。