

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

| | | |
|-------|---------|----------------------|
| 研究代表者 | 渡 邊 直 樹 | 筑波大学大学院システム情報工学研究科講師 |
| 共同研究者 | 中 島 亮 | 筑波大学大学院人文社会科学研究科講師 |
| 〃 | 依 田 高 典 | 京都大学大学院経済学研究科教授 |

1 はじめに：販売報奨金制度と携帯電話端末価格

本稿（電気通信普及財団研究成果報告書）では、2002年から2006年までの期間に販売された携帯電話端末の属性を考慮した価格（Quality Adjusted Price、以後 QAP）指数を四半期ごと算出し、その経時的変化を市場全体のみならず、通信事業者（キャリア）ごとに分析を行う。それにより、動学的企業戦略に関するミクロ経済分析、特にゲーム理論の観点からの新たな分析の展開を促すことが本稿の目的である。

2007年半ば頃まで、日本の携帯電話サービスと携帯電話端末の間には特殊な商慣行に起因する料金体系の歪みが存在した。日本の携帯電話端末の価格は本来5万円程度であるが、店頭価格はその半分以下であり、古い機種の場合、新規契約者には1円で販売されることもあった。販売店が端末価格をこれほどまで大幅に値引きできたのは、NTT DoCoMo、au by KDDI、Vodafone/SoftBank といった通信事業者各社が新規契約あたり一定額の販売報奨金（インセンティブ）を販売店に支払ってきたからである。（この販売報奨金は、通信事業者がその契約者に対して提供する各種サービスの料金、特に通話料から回収され、そのため、日本の携帯電話の通話料は国際的にも割高となっていた。2008年3月末の総務省の調査では、2007年9月以降に各通信事業者が新料金体系を打ち出したことを反映して、調査地の一つである東京の通話料は前年比で平均3割ほど低下した。）

この販売報奨金制度は、インターネット接続（1999.2、NTT DoCoMo 提供開始）、写真つき電子メール（2000.11、J-フォン（現 SoftBank）提供開始）、第三代高速大容量通信（NTT DoCoMo、2001.5 試験サービス提供開始、2001.10 商用サービス提供開始）、着うた（2002.12、au by KDDI 提供開始）、パケット通信（2003.11、au by KDDI 提供開始）、着うたフル（2004.11、au by KDDI 提供開始）などの新サービスが相次いで登場した時期に高機能端末への買い換えを促進したという評価がある一方、各種サービスの実質的料金が契約者にとって不透明であり、特に、同じ端末を長期間使い続ける契約者から短期間で端末を買い換える契約者へ不当な内部相互補助が発生していると批判されてきた。こうした状況を踏まえ、2007年6月、監督省庁である総務省は販売報奨金制度廃止の意見を取りまとめ、各通信事業者は2008年度から、従来の料金制度と並行して、端末価格と通話料が明確に会計分離された料金制度を導入するものとした。これを受けて、各通信事業者は2007年9月から新しい料金体系を打ち出している。（従来の料金制度の完全な廃止は2010年度。）この政策は、サービスごとに分計された価格情報に基づいて消費者の選択の自由を拡大するものであり、消費者から概ね好意的に受け入れられた。携帯電話端末の価格設定はこのような制度変更の過渡期にあるからこそ、従来の料金制度における端末価格の一貫性のある経時的変化について計量的分析を行うことには意味があると言える。

分析方法として本稿ではヘドニック回帰分析を用い、機能などの属性を考慮した価格（Quality Adjusted Price、以後 QAP）指数を算出する。QAP 指数とは、財の価格とその品質や機能を反映した属性を関連づけるヘドニック関数を利用して測定された価格指数のことである。ヘドニック回帰分析は Griliches (1961) の実証研究と Rosen (1974) の理論研究などを契機として発展し、近年では、Pakes (2003) や Diewert (2003)、Triplett (2004) らによって再検討が行われている。この分析方法を適用することについて、Fehder et al. (2008) は、携帯電話端末市場は競争激しく、機能などの属性が端末価格に反映されており、近年の技術革新が著しいという点で QAP 指数の測定に適当な特徴を持っていることを指摘した。また、Yu and Prud'homme (2008) は QAP 指数の算出における諸問題について詳細な検討を行った。彼らは、長期に渡るデータをプールして時間ダミーを用いた場合、ヘドニック回帰分析における係数推定値が不安定となることを指摘する一方、分析期間ごとの時間ダミーを用いないヘドニック回帰分析に対してはサンプル数の制約に起因する非効率性を指摘した。そこで本稿では、これらの欠点を補う中間的アプローチである隣接期間ヘドニック回帰分析（隣接2期間ごとにデータをプールし、時間ダミーを用いる方法）によって QAP 指数を算出する。

本稿と並行して行われた理論的考察（Watanabe and Nakajima (2008)）では、ある支配的企業とそれに対抗する被支配的な2企業からなる寡占市場を考え、被支配的企業の QAP 設定に関する企業戦略を無限期間動

学モデルとして定式化し、ゲーム理論の観点から分析を行った。得られた主な命題は、幾つかの条件の下で、被支配的企業は QAP 引き下げをライバル企業と同時期には行わないという戦略を採用し、その結果、それら 2 企業の QAP のターンオーバー・サイクルが生成されることである。更に、各通信事業者の QAP は経時的に通減傾向を示すことも判った。以上の理論的帰結の裏づけとして、本稿の実証分析では、NTT DoCoMo が 2008 年第 2 四半期までシェア 50%以上を占める支配的企業であった日本の携帯電話端末市場において、au by KDDI と Vodafone/SoftBank の間に QAP 引き下げ時期のズレとそれらのターンオーバー・サイクルを見出した。また、自動車（新車）や PC、PDA などでは産業全体での QAP 通減傾向が既存の文献 (Griliches (1961)、Berndt et al. (1995)、Chwelos et al. (2008) など) において報告されてきたが、本稿では通信事業者ごとの通減傾向を見出した。産業全体での QAP 通減傾向は、独占企業の動学的 R&D の観点から Fishman and Rob (2002) が説明を与えている。しかし、寡占市場における動学的企業戦略という立場からは、これまで企業ごとの QAP 算出が行われてこなかったためか、理論的説明がなされないままであった。

本稿では、紙面の都合上、理論モデルに関する記述は行わない。しかし、本稿で示す実証研究がマイクロ経済理論及びゲーム理論研究者の関心を喚起し、携帯電話端末関連市場の分析にとどまらず、実際の産業の動向とデータに基づく「動学的企業戦略・産業構造の理論」の新たな展開の契機となることを祈念する。

次章以降の構成は以下の通りである。第 2 章では分析に使用したデータについて詳述する。各変量の説明や基礎統計量はここで記述される。第 3 章は QAP 算出のためのヘドニック回帰分析のモデルを特定する。第 4 章ではまず、既存の文献に倣い、全携帯電話端末について市場全体の推計結果を検討する。次に通信事業者ごとの推計結果を吟味する。第 5 章では QAP の推定結果について述べ、上述の動学的企業戦略に関する理論的結果の裏づけを示す。なお、本稿における推計結果の詳細は、紙面の都合上、割愛する。(それらは近日中に発行する予定の筑波大学大学院システム情報工学研究科社会システムマネジメント専攻のディスカッション・ペーパーとして閲覧できるようにしておく。)

2 分析に使用したデータ

本稿では、2002 年から 2006 年までに発売された携帯電話端末のほぼ全てにあたる 350 機種について価格と属性（性能および品質）に関する情報を収集し、ヘドニック回帰分析により属性の変化を考慮した価格指数の算出を行った。PDA（携帯情報端末）に電話としての音声機能を付加した、所謂スマートフォンと呼ばれる携帯端末機種については、本稿では分析の対象外とした。（それは、スマートフォンは通常、音声通話機能を主とする高機能携帯電話というよりも、情報端末機能を主とする製品として認識されるからである。）

携帯電話端末価格のデータソースとして、株式会社インプレスがインターネット上で運営する「ケータイ watch」ウェブサイトにおける「価格調査」コンテンツを利用した。この「価格調査」は、2000 年度後半以降に日本国内で発表されたほぼ全ての携帯電話端末について、東京および大阪の代表的な量販店における週ごとの店頭価格を提供しており、筆者らが知りうる限り、日本では最も広汎で長期間にわたるデータベースとなっている。本分析では、「価格調査」サイトに掲載された携帯端末価格データのうち、2002 年 1 月から 2006 年 12 月までの全 240 週の価格データを使用してヘドニック回帰分析を行っている。この際、「価格調査」サイトからは、携帯端末価格として新規購入価格および機種変更価格のいずれかの情報が利用可能であるが、本研究では新規購入価格から計算される携帯端末価格を用いて分析を行っている。

分析上注意すべき点として、以下の 2 点は重要である。まず、日本市場では、2007 年中頃までは通常、携帯端末は販売店で大幅に値引きして販売されていたことである。第 1 章でも触れたが、このような販売価格の値引きが可能であったのは、新規契約あたり一定金額が販売報奨金（インセンティブ）として通信事業者（キャリア）から販売店に支払われていたためである。この販売奨励金は顧客が支払った通話料などの利用料金から捻出されるものであった。このような日本市場の特殊事情から、携帯電話端末の価格指数を計算する際、端末価格のみをデータとして用いてヘドニック回帰分析を行うことは適切ではなく、携帯電話端末の原価は販売店での店頭価格に販売報奨金を追加したものに近くなる。そこで、本稿におけるヘドニック価格指数の計算では、携帯端末価格とは新規契約端末価格と販売報奨金の合計額で定義した。この際、携帯電話端末は 2 年間（24 ヶ月）使用されるものと仮定し、一月あたりの携帯端末への平均支払い価格を計算し、その値を携帯端末の価格としてヘドニック分析を行った。その理由は、平均的な携帯端末試用期間が 24 ヶ月前後という携帯電話業界の消費者利用動向調査結果を参考にした。（2007 年 9 月以降の新料金体系では、2 年間の端末所持がなされない場合、予め定められた解約金を契約者が通信事業者に支払うことが義務付けられていることが多い。）これが、重要な注意点の二つ目である。なお、分析に使用した各通信事業者の販売報奨金は四半期毎に公表される有価証券報告書に記載されるデータを用いた。

携帯電話の性能および品質といった属性データについては(1) 株式会社インプレスが運営する「ケータイ watch」ウェブサイトにおける「ケータイ新製品 SHOWCASE」コンテンツ、(2)「ケータイ白書 (2008 年度版)」および、(3) 株式会社 CELLANT の Mobyrent データベースを組み合わせることで、多様な属性情報を幅広く取得している。本分析で使用した携帯端末の属性については、表 1 にまとめている。また、以下のヘドニック回帰分析では携帯端末の属性として製造メーカーの情報も考慮している。各製造メーカーとその携帯端末におけるシェアは表 2 にまとめている。

表 1 : 分析に使用した携帯電話端末の属性

| 変数名 | 単位 | 説明 |
|--------------|--------------|----------------|
| trans_speed | (kbps) | 通信速度 |
| pixel | (mega pixel) | カメラ画素数 |
| resolution | (mega pixel) | 画面解像度 |
| talk_time | (min) | 連続通話時間 |
| waon | 離散変量 | 着メロ和音数 |
| age | 離散変数 | 発売からの経過四半期 |
| g3 | ダミー変数 | 第3世代携帯 |
| apri | ダミー変数 | アプリ対応 |
| uta | ダミー変数 | 着うた対応 |
| uta_ful | ダミー変数 | 着うたフル対応 |
| flash | ダミー変数 | FLASH 対応 |
| qr | ダミー変数 | QR コード対応 |
| felica | ダミー変数 | Felica 対応 |
| full_browser | ダミー変数 | フルブラウザ対応 |
| suica | ダミー変数 | モバイル Suica 対応 |
| gps | ダミー変数 | GPS 対応 |
| deco_mail | ダミー変数 | デコメール対応 |
| movie | ダミー変数 | 動画対応 |
| music | ダミー変数 | 音楽対応 |
| radio | ダミー変数 | FM ラジオ付き |
| tv | ダミー変数 | テレビ対応 |
| site | ダミー変数 | 量販店の所在: 東京 = 1 |

表2：携帯電話端末製造メーカーとサンプルに占めるシェア

| メーカー名 | シェア(パーセント) |
|--------------|------------|
| CASIO | 3.55 |
| DENSO | 0.19 |
| FUJITSU | 8.93 |
| HITACHI | 3.06 |
| JRC | 0.47 |
| KENWOOD | 0.31 |
| KOKUSAI | 0.11 |
| KYOCERA | 4.06 |
| LG | 0.29 |
| MINIBITS | 7.96 |
| Motorola | 0.33 |
| NEC | 11.86 |
| NOKIA | 1.38 |
| PANTECH | 0.7 |
| Panasonic | 9.8 |
| Pioneer | 0.02 |
| SAMSUNG | 0.49 |
| SANYO | 11.52 |
| SHARP | 14.09 |
| SONY | 0.88 |
| SonyEricsson | 7.94 |
| TOSHIBA | 12.06 |

2-1 記述統計量

図1には全通信事業者をプールしたサンプルについて平均携帯端末価格の四半期毎の推移を、図2には通信事業者別(NTT DoCoMo、au by KDDI、Vodafone/SoftBank)の平均携帯端末価格の四半期毎の推移を示した。図1には、対象期間となる2002年から2006年の5年間で携帯端末の平均価格は大きく変化しており、一月あたりの携帯端末平均価格は300円以上の変動があったことが示されている。また、携帯端末の機能や性能の変化を全く考慮しないならば、携帯端末価格の時系列的な変動は大きく、決して単調に推移したわけではないことが判る。例えば、2003年第3四半期を底として、2005年第1四半期まで上昇傾向にある。この時期は丁度、第二世代から第三世代への移行期にあたり、第三世代対応端末への買い替えのため、携帯電話端末の価格が上昇したことを示す。

図1：携帯電話端末平均価格の推移（縦軸の単位は円）

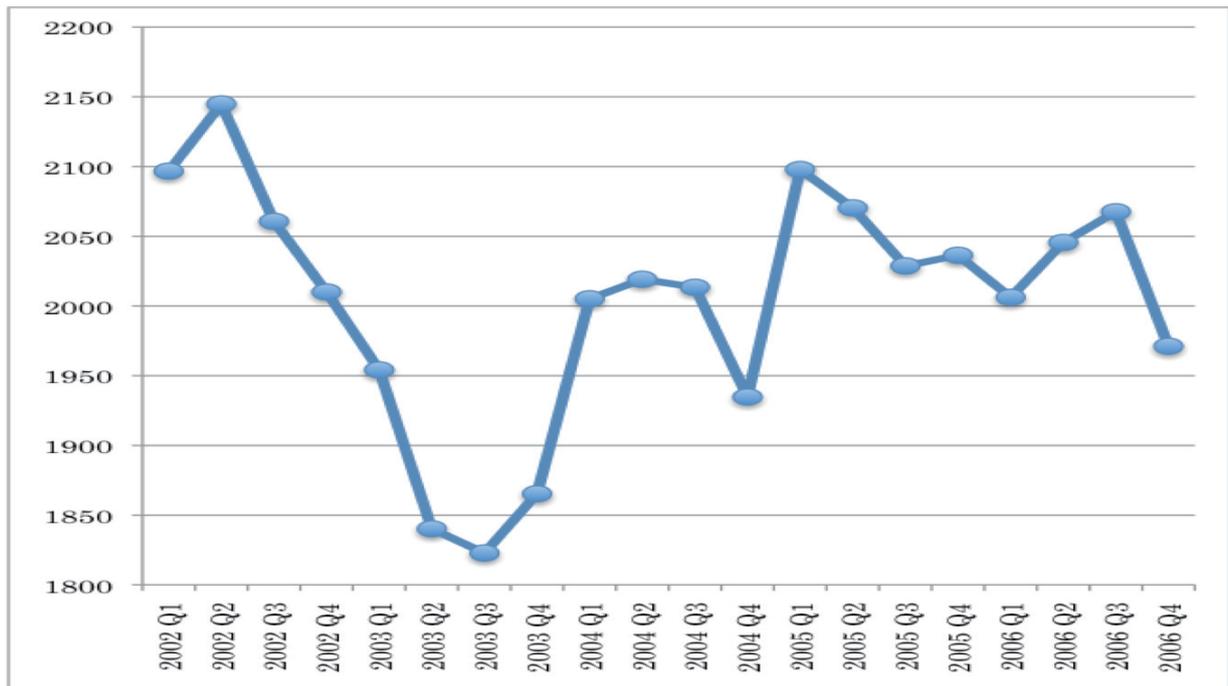
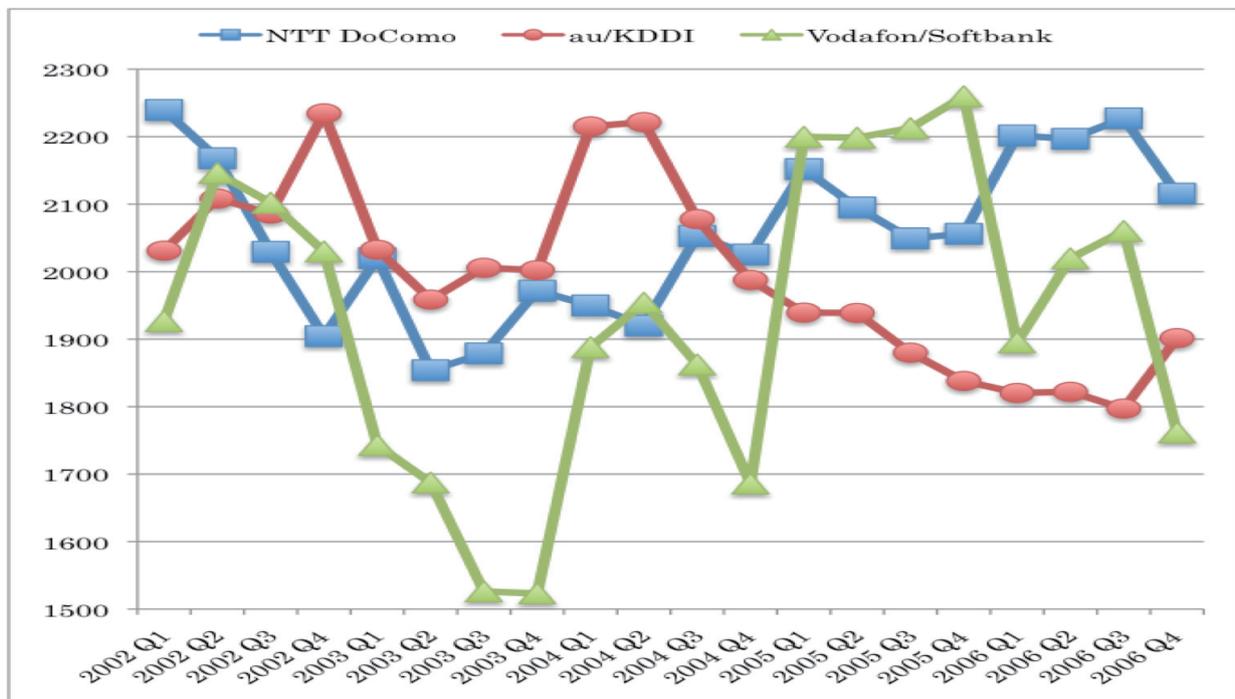


図2：各通信事業者の携帯電話端末平均価格の推移（縦軸の単位は円）



一方、図2からは、携帯端末価格を各携帯事業者の間で比較すれば、その相対的な値段の高低は固定的なものではないことが判る。一般的な傾向として、2002年から2003年後半、あるいは2004年前半までは、平均携帯端末価格の下落傾向がすべての通信事業者に見て取れるが、それ以降は各通信事業者に共通する携帯端末の変動パターンは見られない。まず、NTT DoCoMoの携帯電話端末は分析期間の初期と後期で他の通信事業者の携帯端末に比べて高くなっている。このことは、NTT DoCoMoの端末は元々高価であったが、2003年から2004年前半にかけて第二世代から第三世代への移行が難航し、端末価格はその間低下したが、2004年以降は順調に進んだ第三世代への移行により、端末価格が上昇に転じたことを示している。次に、au by KDDIの携帯端末は、他の通信事業者の携帯に比べて2003年から2005年にかけて相対的に高価であったが、2006年以降は逆に相対的に安価な携帯端末となっている。これは、au by KDDIが2003年以降、他社に先駆けて第三世代への移行に積極的に行い、着うたなどの音楽配信サービスの開始を歓迎した消費者が第三世代対応機種への買い替えに応じたことにより、端末価格が高止まりしたことを反映している。最後に、Vodafone/SoftBankの携帯端末については、価格変動の幅の大きさが特徴として挙げられる。特に2003年後半および2004年前半の携帯端末価格の下落時において最も携帯端末価格の値下げをおこなったのはVodafone/SoftBankであったことが判る。これは、第三世代への移行に慎重であったVodafoneの端末価格は下がり続けたものの、2005年にVodafoneを買収したSoftBankが第三世代対応の通信ネットワークに対する積極的投資を行い、端末の高機能・高付加価値化が進める中であっても、シェア拡大目的で端末価格の引き下げを行ってきたためである。

図3及び図4は携帯端末価格の標準偏差と変動係数の四半期ごとの推移をそれぞれ示している。これらの図から、2003年以降に携帯電話端末間で価格の散らばりが増大していることが判った。(2003年は第三世代への移行が本格的に始まり、低価格・低機能の第二世代対応機種と高機能・高価格の第三世代対応機種の二分化が顕著になりつつある時期である。)しかし、平均端末価格の推移と同様、携帯価格の分散の増加の度合いは単調ではなく、四半期ごとに大きな変動があることが判る。各年度第4四半期に標準偏差が低下するのは、年末セールスによる在庫売り切り競争によるものである可能性が高い(表3参照)。

図3：携帯電話端末価格の標準偏差の推移

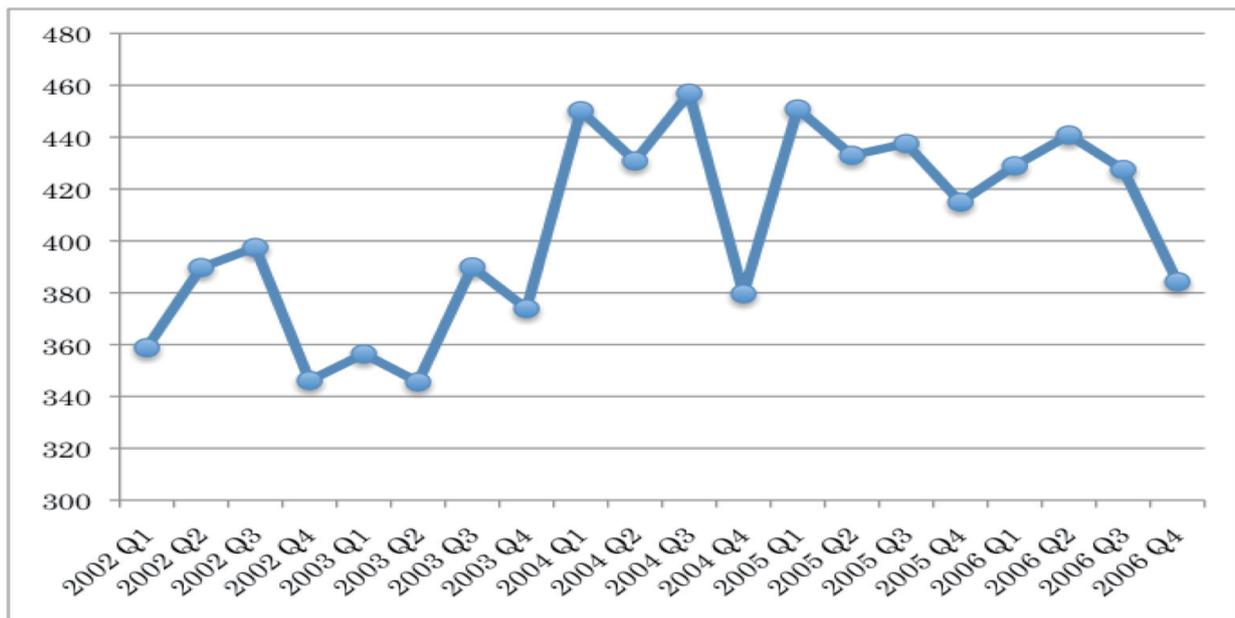
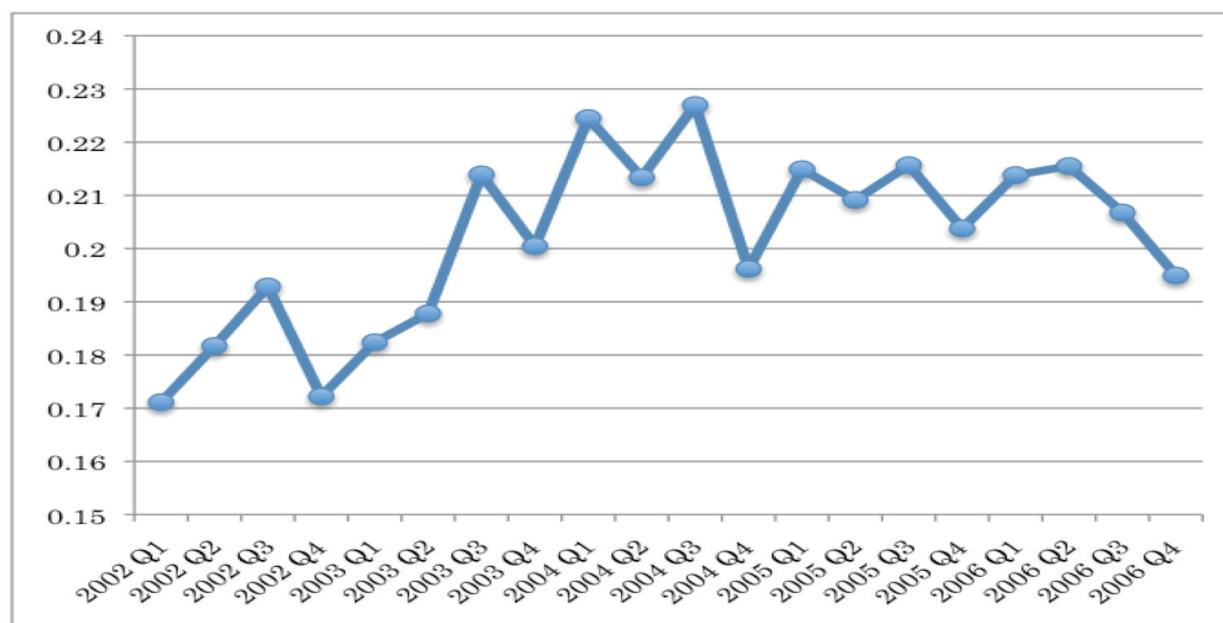


図4：携帯電話端末価格の変動係数の推移



以下、代表的な携帯端末の性能および品質について推移を見ていく。(表1記載のもののうち、flashとqrは紙面の都合で割愛した。)

● データ通信速度(trans_speed)は分析期間を通じて単調に上昇していることがわかる。具体的には、携帯端末の通信速度は2002年前半の約50kbpsから2006年後半の約750kbpsと、5年で約15倍に向上している。このような通信速度の向上は、この時期に携帯電話が第二世代から第三世代にシフトしていったことに歩調をあわせていると考えられる。2004年以降、データの通信速度は急速に伸びていることが判明したが、これはこの時期にNTT DoCoMoから第三世代携帯FOMA900シリーズの販売が開始され、本格的に第三世代携帯への移行が行われたことと符合する。

● 携帯搭載カメラの画素数(pixel)に関しても分析期間において単調な増加傾向が見てとれる。2002年前半では3メガに満たなかった携帯搭載カメラの画素数であるが、2004年には100メガを超え、2006年後半では、約170メガと50倍以上の性能の向上が観察されている。しかし、2006年以降は画素数の上昇は鈍化する傾向にある。

● 携帯端末画面の解像度(resolution)も、液晶技術の進歩にともない、2002年以降一貫した性能の向上が観察されている。しかし、2005年以降は、その上昇トレンドには鈍化傾向が見られる。

● 連続通話時間(talk_time)に関して言えば、2002年にかけて通話時間がやや減少したものの、2003年度以降は、ゆるやかに増大している。2002年から2006年の5年間には、およそ30分程度通話時間が拡大している。なお、2002年の通話時間の下降トレンドはこの時期発売されたNTT DoCoMoの初期第三世代携帯端末の電力使用量が大きく、それに伴い、通話時間も減少したことが原因であると考えられる。

● 着メロ和音数(waon)についても2002年前半の約20和音から2006年後半の約80和音と、4倍近い性能の向上が観察されている。

● 第三世代携帯についてのダミー変数(g3)から、分析期間中に生じた第二世代携帯から第三世代携帯への移行を見ることができる。これによれば、2002年当初、約1割の対応率であった第三世代携帯は5年後の2006年末には7割近い水準にまで達していることが判る。特に2002年から2003年において第三世代携帯の増加

率が著しい。これは au by KDDI が 2002 年春以降に発売する全携帯は、すべて第三代携帯となっていることに起因する。

● アプリ対応(apri)の携帯比率は、ほぼ単調に増大している。携帯電話のアプリ対応自体はそれほど新しい技術ではなく、2002 年前半においても半数を超える携帯端末で利用可能であった。そのような携帯アプリの標準搭載化は分析期間で更に進み、2006 年後半においては、90%以上の携帯端末で利用可能となっている。

● 着うた(uta)、及び、着うたフル(uta_full)は、携帯電話の着信音を楽曲にする音楽配信サービスであり、2002 年後半期に au by KDDI の携帯端末で開始された。当初は一部の au by KDDI の携帯のみが対応可能であったが、サービスの爆発的なヒットにより、他の通信事業者もサービスを開始することで、着うたおよび着うたフルの携帯の搭載率は分析期間中に飛躍的に増大している。例えばサービス開始時の 2002 年後半には数パーセントの対応率であったが、2006 年の後半には着うたで 90%、着うたフルで 40%を超える対応率となっている。

● フェリカ携帯(felica)とはソニーが開発した非接触 IC チップである Felica を搭載した携帯であり、モバイルスイカ(suica)携帯とは、その Felica を利用し、主に交通機関の乗車カードや電子マネー機能を搭載した携帯である。サービス開始時期はフェリカは 2004 年後半、スイカは 2005 年後半と比較的最近であるが、2、3 年の比較的短い時期に急速に普及した。2006 年後半では約 3 割の携帯がフェリカおよびスイカ携帯となっている。

● フルブラウザ携帯(full_browser)も、フェリカ、および、スイカと同様、最近になって導入された機能である。フルブラウザ携帯とは PC 向けに設定されたウェブサイトを閲覧できる機能を備えた携帯端末のことをいう。携帯電話通信速度の向上に伴い、2005 年前半になって初めて導入された機能であるが、約 2 年間でおよそ 3 割の携帯端末に導入されるようになっている。

● GPS 機能(gps)については、比較的早い時期から携帯電話端末に搭載されているが、他の機能にくらべて搭載比率の伸びは緩いものとなっている。2002 年から 2006 年の 5 年間で携帯電話への搭載率は漸く 3 割を超える程度になったにすぎない。この原因として、分析対象期間において au by KDDI の携帯端末には GPS 機能がほぼ搭載されているものの、他 2 社の携帯端末にはほとんど搭載されていなかったことが挙げられる。

● デコメール(deco_mail)とは、メール本文の編集・表示を cHTML 対応することにより、文字に着色したり、メールに文字以外の静止画像やアニメーション画像を利用することをできるようにした携帯電話のサービスである。2004 年後半期に NTT DoCoMo 携帯端末向けにサービスが開始され、現在では約 4 割の携帯が搭載する機能である。当初は NTT DoCoMo 携帯端末でのみ利用が可能であったが、2006 年後期から au by KDDI 携帯端末でも利用が開始され、それ以降、急速に携帯端末に搭載されるようになっている。

● 動画対応(movie)、音楽対応(music)機能については、2002 年初期から携帯端末に搭載されているが、その普及の進み方は異なっていることが明らかになっている。動画対応機能については 2002 年以降、着実に普及が拡大しているものの、音楽対応機能の携帯電話への搭載が急激に普及したのは 2004 年以降となっている。このように音楽対応機能の携帯端末の普及が遅れた原因として、携帯端末向けの音楽配信システムの整備が 2004 年まで行われていなかったことがあげられる。2004 年からは「着うたフル」サービスが au by KDDI 携帯端末で開始され、2005 年に Vodafone/SoftBank 携帯端末で、更に、2006 年に NTT DoCoMo 携帯端末で「着うたフル」サービスが開始されたが、音楽対応機能携帯の急激な普及は、このような音楽配信サービスの本格化と軌を一にしている。

● FM ラジオ機能(radio)については au by KDDI の携帯端末で 2003 年後半期に初めて搭載された。その後、Vodafone/SoftBank の携帯端末で 2004 年後半期に導入され、NTT DoCoMo の携帯端末では 2006 年前半期になって初めて搭載されている。このように FM ラジオ機能の搭載について各通信事業者で対応が分かれたため、2006 年後半期において全携帯機種の中の四分の一の携帯機種に搭載されているにすぎない。

● テレビ機能 (tv)については2002年前半という比較的早い時期にNTT DoCoMoの携帯端末に搭載された機能である。しかし、au by KDDI及びVodafone/SoftBankの携帯端末には標準搭載が見送られたため、全携帯端末に対する普及率はやや低く、2006年後半期において約6割に達するにすぎない。

3 分析モデル：ヘドニック回帰分析

本稿では、携帯電話の品質および機能の変化を考慮に入れた属性調整済み価格 (QAP) 指数を計算する際に、ヘドニック回帰分析を用いる。通常、ヘドニック回帰分析のモデルは、携帯端末 i の t 期における価格の対数 $\log(P_{it})$ をその携帯端末価格の属性で関連づけた以下の方程式で与えられる。

$$\log(P_{it}) = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_{ki} \log(X_{ki}) + \sum_{l=1}^L \beta_{2l} Z_{li} + \sum_{m=1}^M \gamma_m W_{mit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

ここで X_{ki} は携帯端末 i の連続変量の属性変数であり、 Z_{li} は携帯端末 i の質的変量の属性変数を表している。ただし、 X_{ki} と Z_{li} は時間を通じて不変の属性 (または品質) を表しているものとする。また、 W_{mit} は携帯端末 i の時間を通じて変化する変数であるとする。ここで属性に対する係数 β_{1k} 及び β_{2l} は属性の暗黙価格 (implicit price) と呼ばれ、その属性を一単位変化させたときの端末価格の変化として解釈される。本分析では、先行研究に従い、ヘドニック回帰分析の関数型としては連続変量については両対数型を用い、質的変量については片対数型を用いることにする。 W_{mit} は、その内訳が質的変量である発売からの経過年数 (age) と調査地ダミー (site) のみなので、対数を取っていない。

上記の価格を属性に関連づける回帰式 (1) をベースとして、QAP 指数を計算するため、時間ダミーを加えた定式化を行った。本稿では四半期ごとの価格変化を計測するため、 D_q で表される四半期時間ダミーを回帰分析に追加した。よって分析に用いるヘドニック回帰式は以下のように定式化される。

$$\log(P_{it}) = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_{ki} \log(X_{ki}) + \sum_{l=1}^L \beta_{2l} Z_{li} + \sum_{m=1}^M \gamma_m W_{mit} + \sum_{q=1}^Q \delta_q D_q + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

ここで、四半期時間ダミー変数 D_q は以下のように定義される。

$$D_q = 1 \quad \dots \text{もし期間 } t \text{ が } q \text{ 番目の四半期に属するとき}$$

$$0 \quad \dots \text{それ以外}$$

この時、時間ダミー変数の係数の指数値である $\exp(D_q)$ は品質および機能の変化を考慮した際の基準年からの第 q 四半期までの価格の変化を表しているものと解釈できる。方程式 (2) のように時間ダミーを用いたヘドニック回帰モデルは時間ダミーモデルと呼ばれている。分析では2002年第1四半期を基準年に2002年第2四半期から2006年第4四半期の期間について合計 $Q=19$ の四半期ダミーを定義した。

先行研究では、時間ダミーモデルを用いて属性調整済み価格指数を直接計算する際に、推定方程式のパラメータの安定性について議論が行われてきた。すなわち、時間ダミーモデルによるヘドニック回帰分析では通常、複数期間のデータをプールして回帰式を推定するが、この際、財の属性に関連するパラメータが推定期間で不変であるという仮定が必要となる。しかしながら、その仮定の妥当性について疑問が呈されてきた。従って、本稿では時間ダミーモデルのパラメータの安定性に関する仮定を最低限度に弱めた隣接期間モデルと呼ばれる推定方法を用いた。隣接期間モデルとは、時間ダミーモデルの一種であり、データをプールする期間を隣接する二期間に限定した時間ダミーモデルである。いま仮に、推定に使用する期間が $S+1$ 個の四半期 $[q_0, q_1, \dots, q_S]$ に分割されると仮定する。ここで q_s は第 s 四半期を q 表すものとする。この分割された四半期のうち隣接する二つの四半期をプールした期間 $[q_s, q_{s+1}]$ について、次のような方程式を考える。

$$\log(P_{it}) = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_{ki} \log(X_{ki}) + \sum_{l=1}^L \beta_{2l} Z_{li} + \sum_{m=1}^M \gamma_m W_{mit} + \delta_{q_{s+1}} D_{q_{s+1}} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

ここで $D_{\{q_{s+1}\}}$ は第 q_{s+1} 四半期に対して定義される時間ダミーである。隣接2期間モデルではデータのプーリングの期間が可能な限り短く設定されており、プールされた期間におけるパラメータの安定性の仮定は最小限度と考えることができる。

4 推定結果の吟味

4-1 全携帯電話端末について

隣接回帰モデルでは2002年第1四半期から2006年第4四半期までの隣接2四半期を各々プールして推定を行うため、合計19本の回帰式の推定を行った。ここで、時間を通じて変化する属性 W_{it} については、発売から経過した期間(四半期)を表す変数 age 、携帯端末価格の調査地を表すダミー変数 $site$ を回帰式に加えて分析を行った。また、回帰式には製造メーカーのダミー変数が含まれるが、表示スペースの関係上、これらのダミー変数の係数の推定値については省略した。自由度修正済み決定係数は全てのプール期間で0.60から0.95であり、総じて当てはまりは良好であると言える。ただし、モデルの当てはまりは、初期の期間のものほど良好であり、時間が経過するにつれてモデルの当てはまりが減少する傾向にあることが判った。従って、分析期間後期においてはモデルで選択した属性(あるいは機能や品質)の説明力が低下していることが示唆され、この期間の推定結果の解釈には注意が必要である。分析期間後期でのモデルの説明力の低下要因については、通信事業者別の推定結果を解釈する際に再び検討する。以下では、携帯端末の連続変量が価格に与える影響について評価を行う。

まず、通信速度(対数値)は2002年から2004年までの全ての推定結果において携帯端末価格に有意に正の影響を与えていることが明らかになった。しかし、2005年以降は通信速度が価格に与える影響力は有意ではないか、有意であっても影響力を示す係数の符号が不安定なものとなっている。この通信速度の価格に対する影響力を詳細に検討するために、図5では推定された通信速度の係数、即ち、通信速度の暗黙価格を隣接回帰の各プール期間についてプロットした。この図5からも明らかなように、携帯端末の価格に与える影響力は期間を追うごとに低下している。この原因として、通信速度という価格を構成する基本要素が、時間が経過するにつれて、それと密接に関連している他の属性要素に代替している可能性が指摘できる。即ち、2005年以降、着うたフルなどによる音楽配信機能が本格化しているが、このような機能は通信速度と強い相関がある。よって、それまで、通信速度として価格に反映されている要因が、分析後期では、音楽配信などの通信速度の代替となる属性要素に分解されたと考えることができる。実際、後ほど見るように、音楽配信機能は2005年以降、有意に価格に正の影響を与えている。

図5：通信速度が価格に与える影響（縦軸の数値は推定された係数値）

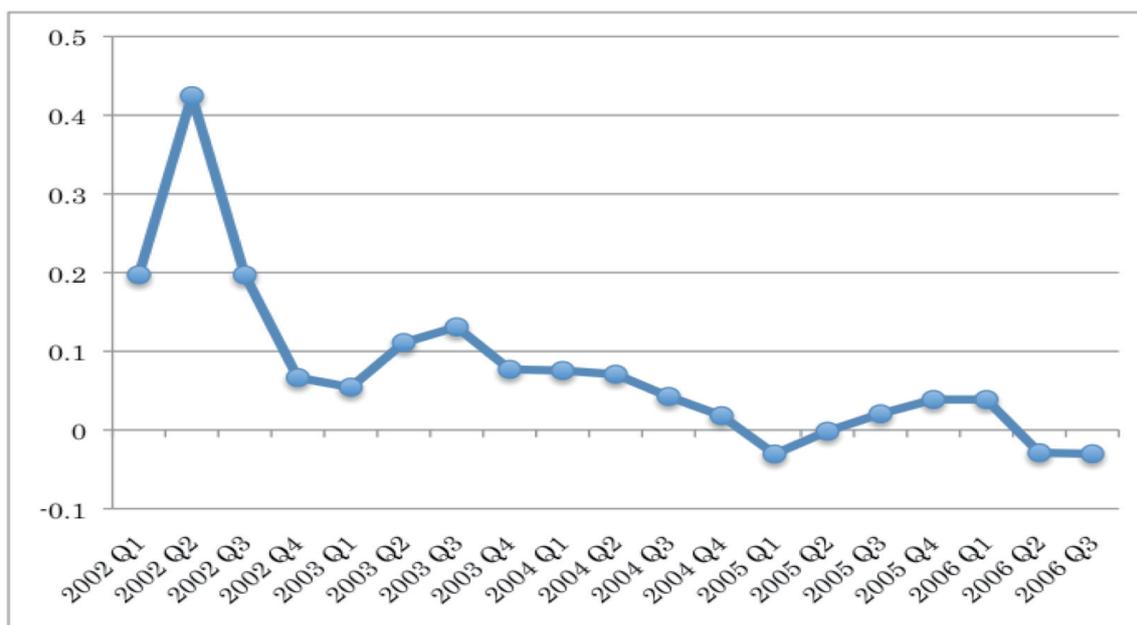
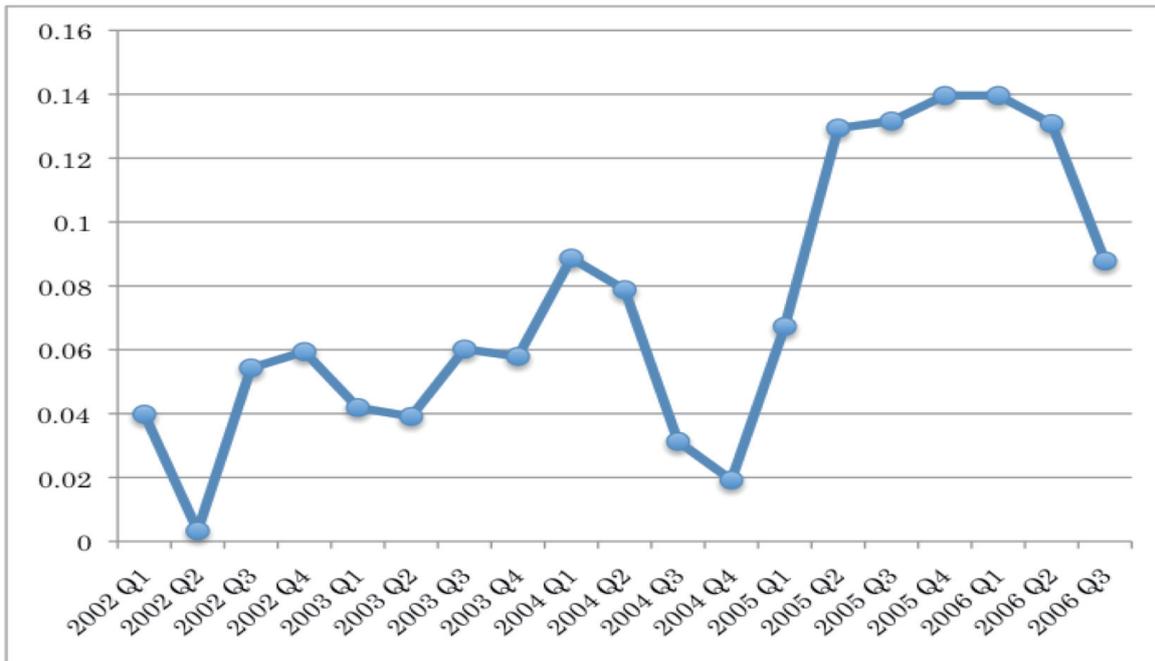


図6：付属カメラの画素数が価格に与える影響（縦軸の数値は推定された係数値）



次に、付属カメラの画素数（対数値）は、ほぼ全ての回帰結果で携帯端末価格に有意に正の影響を与えることが明らかになった。従って、付属カメラが高画素化すればするほど価格は上昇するということになる。推定値では、2002 年前半において、およそ 0.03 の弾力性が 2006 年前半には 0.14 まで上昇している。興味深いことに、推定結果から、カメラの画素数が価格上昇に寄与する弾力性は期間を経るにつれ上昇することが明らかにされている。この関係については、付属カメラの画素数の暗黙価格を各隣接回帰のプール期間についてプロットした図6からも明らかである。ところが、カメラ画素数の上昇が鈍化に転じる 2006 年後半以降については、カメラの画素数が価格に与える影響は一転して減少していることが判った。この推定結果の解釈として、2006 年前半までは、付属カメラの画素数は、携帯端末価格を決定する主要な競争要因あり、各メーカーの熾烈な性能競争がみられたものの、2006 年後半以降、画素数が 100 メガを超え、高画素化の技術競争が一段落した後は、カメラの画素数ではなく、画質や手ブレ防止などの機能が価格の競争要因となった可能性がある。

一方、推定結果から、画面の解像度（対数値）が、携帯電話端末価格に与える影響力は時として有意ではあるものの、その影響力の方向性は安定しておらず、価格に与える属性要因として経済学的に意味を持った解釈は出来なかった。通話時間（対数値）が価格に与える要因については、2003 年第 3 四半期・第 4 四半期の推定結果までは正の影響力が観察されるが、それ以降は負の影響力が観察されている。このことより、当初は通話時間の長さ、すなわち、端末バッテリーの性能が、携帯価格の主要な決定要因であったが、時間が経過し、携帯電話端末に関連する技術の進歩によって、分析対象期間後半においては、バッテリーの性能の差が、端末の価格差別をもたらす要因ではなくなっていることを示している。

質的変量及びダミー変数で表される携帯電話端末の属性に関していえば、回帰式の推定結果からこれらの属性が価格に与える影響力は期間を通じて一定ではないことが示されている。推定結果から、特に、アプリ対応(apri)、フェリカ対応(felica)、スイカ対応 (suica)、フルブラウザ対応(full_browser)の各属性については、導入された当初は価格に有意に正の影響を与えているが、時間が経過するにつれて、その携帯端末価格に対する影響力が弱まっていく傾向が観察されている。また、GPS 機能(gps)、および、音楽機能(music)については、分析対象期間の後半になって価格に正の影響を与えていることが観察されている。一方で、和音数(waon)、第三世代携帯(g3)、着うた(uta)、着うたフル(uta_ful)、フラッシュ(flash)、QR コード(qr)、デコメール(deco_mail)、動画機能(movie)の各属性については、携帯価格との間の明確な関係を見出すことができなかった。

携帯価格の直接的な属性でない変数が携帯価格に与える影響についていえば、まず、発売からの経過期間を表す変数(age)の係数の推定結果は、すべての期間で有意に負となっており、このことから、携帯端末が旧

式になればなるほど、価格が低下するという予想通りの結果が得られている。推定結果から、携帯端末が発売から3ヶ月（1四半期）経過すると、支払い価格はおよそ4%から10%程度低下することが明らかになった。次に、大阪と東京の販売価格の差を表す変数(site)の係数の推定値をみると、分析対象期間の後半である2008年後半以降は、有意に負となっていることが明らかにされている。このことから、該当期間においては、東京では、大阪に比べて携帯電話が安値で売られていたことを意味している。

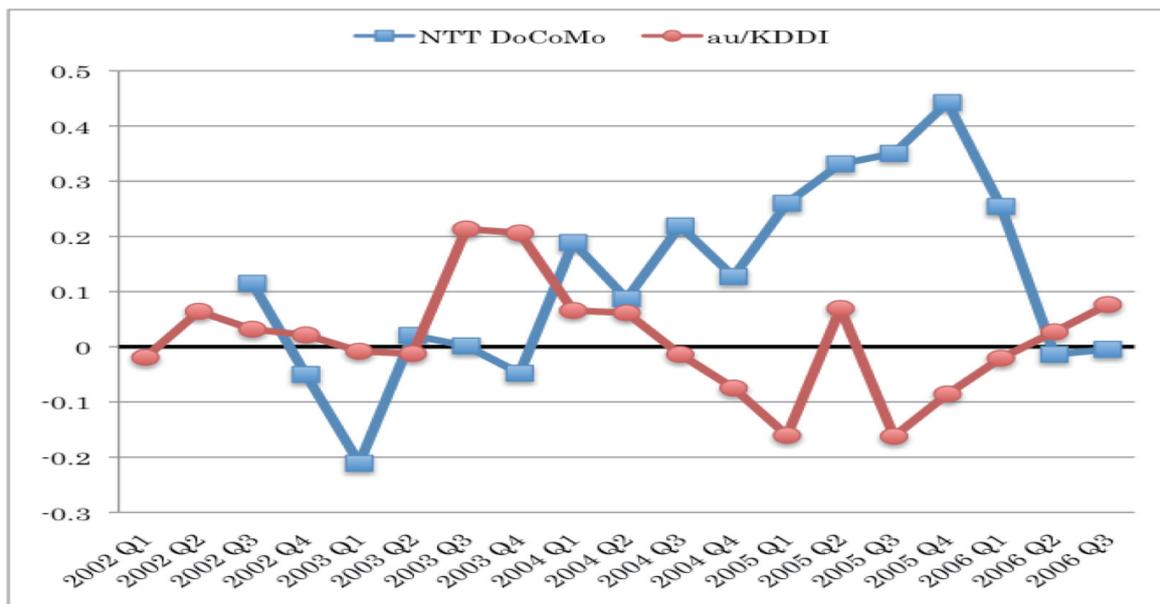
最後に、時間ダミー変数の推定結果について以下のような推定結果が得られた。即ち、2003年第4四半期・2004年第1四半期をプールした推定結果を除く全ての推定結果において、1%有意水準で価格に負の影響を与えている。よって、携帯電話の属性の変化を除去した価格は時間を通じて低下していることが判った。この携帯端末価格の低下傾向については属性調整済み価格（QAP）の計算の際に詳しく論じる。

4-2 通信事業者別

上記の分析では、全ての通信事業者の携帯電話端末をプールしてヘドニック回帰分析を行った。以下では、同じ定式化を用いて、通信事業者別に分析を行った。ここでは通信事業者別の回帰結果において多くの変数、特に、ダミー変数の推定値が欠落している。その理由として、通信事業者により、属性の採用の度合いが大きく異なるために、回帰に必要な変数値の変動が得られなことが挙げられる。即ち、通信事業者間では、属性の値が大きく異なっているものの、一つの通信事業者内では、(1)分析対象初期においては、その通信事業者の携帯端末には、全く対象となる属性が導入されていない、または、(2)分析対象後期においては、対象となる属性の導入が進んでいるものの、同一通信事業者の携帯端末間で、属性の値に殆ど差異が見られないということが生じているためである。なお、以下の推定においては、au by KDDI の2002年第1四半期から2002年第3四半期に販売された携帯端末についてpixel情報が得られなかったため、変数から除外した。通信事業者別に回帰した推定結果に関して、各変数の係数の推定値は、全機種でプールした場合の推定値とほぼ同様なものを得られたが、興味深いことに、NTT DoCoMo の携帯端末と au by KDDI の携帯端末の回帰分析結果において、幾つかの点で対照的な推定結果が得られている。

まず、自由度修正済み決定係数でみたモデルの適合度については、NTT DoCoMo の端末を対象にした回帰分析で良く(0.66から0.89)、一方で、au by KDDI の端末を対象にした回帰分析で悪い結果(0.48から0.88)となっている。特に、分析対象期間の後半である2004年以降、二つのサンプル間で当てはまりの乖離が大きくなり、NTT DoCoMo の端末を対象とした回帰ではモデルの当てはまりは比較的良いものの、au by KDDI の端末を対象とした回帰では、その期間において、モデルの当てはまりは時間とともに悪化する結果となっている。

図7：通信速度が価格に与える影響（縦軸は係数値）



次に、NTT DoCoMo の端末においては、通信速度が価格に与える正の影響が推定結果に一貫して現れているが、au by KDDI の端末については、そのような通信速度と価格の正の相関は必ずしも強くない。図7に、通信速度の暗黙価格を各隣接回帰のプール期間について、通信事業者別にプロットした結果を示している。この図で明らかなように、2006年を除き、NTT DoCoMo の携帯電話端末では通信速度が価格に与える影響は年々増加する一方で、au by KDDI の携帯電話端末では、通信速度が価格に与える影響力は殆どの期間で統計的に有意ではないことが明らかになっている。

これらの推定結果が意味することは、NTT DoCoMo の携帯端末については、消費者は通信速度等の携帯電話端末の基本的な属性に応じて、価格を支払っていると考えることができるが、一方で、au by KDDI の携帯端末については、特に2004年以降、消費者はこれらの携帯端末の基本的な構成要素と考えられてきた属性を反映した価格を支払っているわけではないということになる。

消費者が au by KDDI の携帯電話端末に支払う価格の構成要素が、分析期間後半において、基本的な携帯端末属性では直接に説明されなくなっている理由として以下の二つの点を挙げるができる。第一に、消費者の au by KDDI の携帯端末に対する価格評価は、これまでの定式化で用いた属性とは別の要因で説明されている可能性がある。よって au by KDDI の携帯端末に関して言えば、本分析のヘドニック回帰式は価格の重要な構成要素を除外しているかも知れない。例えば、上記のヘドニック回帰分析の定式化には加えられていない要因として「携帯端末のデザイン」がある。au by KDDI は、同社の第三世代の端末である CDMA2000 1X 方式の携帯端末を本格的に普及させる際、他のメーカーで活躍していた工業デザイナーを引き抜き、製造メーカーと協力して魅力的なデザインの携帯端末の開発に力をいれ、「端末デザインがよい au by KDDI」というイメージを作り出すことに成功した。消費者はこうした「端末のデザインの良さ」といった要素に評価し、それにより価格を支払っている可能性を否定できないだろう。

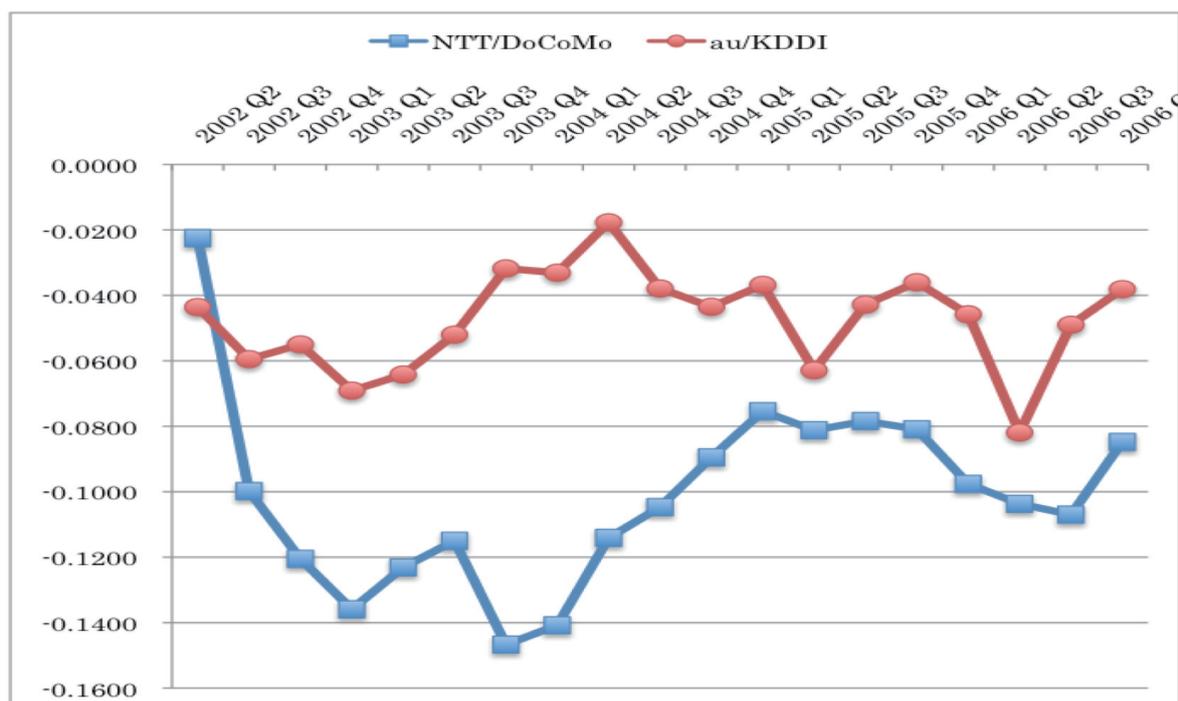
第二に、au by KDDI の複雑な携帯電話の販売戦略（後述）により、携帯端末価格が付随する属性の原価コストを直接的に反映していない可能性がある。Pakes (2003) が指摘するように、寡占的な産業構造のもとではヘドニック価格関数は限界費用の期待値とマークアップの期待値に分解してあらわすことができる。ここでマークアップは当該および競合する製品に対する消費者の選好の分布に依存するために、財属性とマークアップの関係は複雑なものになると予想される。従って、このマークアップの影響を考慮するならば、au by KDDI の携帯端末価格の決定は属性の原価コストから導かれるものとは乖離して決定される可能性がある。

au by KDDI は同社の cdmaOne 方式による第二世代の携帯端末における普及の失敗を生かし、第三世代の CDMA2000 1X 方式ではコンテンツおよびサービスの多様化を重視し、徹底的に顧客を囲い込む戦略を採るようになったと言われている。例えば、au by KDDI は学生ユーザの基本使用量と通話料が最大 50%安くなる「ガク割」を導入し、若年ユーザの早期囲い込みに成功した。更に、パケット通信定額制を導入し、音楽配信などデータ通信を頻繁に利用するヘビーユーザの囲い込みにも先鞭をつけた。このような販売戦略が第三世代対応端末が普及した 2004 年頃から主流となった結果、au by KDDI の端末価格は属性の費用構造だけでは決定されず、顧客の多様な選好を考慮に入れたマークアップベースの価格設定がなされてきたと考えられる。

最後に、NTT DoCoMo と au by KDDI の携帯端末の価格決定要因の差として、発売からの経過期間 (age) が価格に与える影響の違いを挙げるができる。両通信事業者の端末についても、発売開始から時間が経過することで販売価格が低下する推定結果となっているが、NTT DoCoMo の端末が最も価格の低下率が大きく、au by KDDI の端末は最も価格の低下率が小さい。このような傾向は、各隣接回帰のプール期間毎に age の推定された係数を描いた図8からも明らかになっている。即ち、au by KDDI と NTT DoCoMo の携帯端末を比較した時に、前者に比べて後者のほうが、新機種が発売されたときの価格低下が大きく、結果的に、NTT DoCoMo の端末の投入サイクルが短いことを示す結果となっている。

本節の最後に、各通信事業者の端末について、その特徴を記しておく。まず、NTT DoCoMo の携帯端末では、音楽対応機能は価格に対して正の影響を与えていることが判った。この正の影響力は、その音楽機能が端末に導入開始された 2004 年後期から 2006 年後期までの全ての期間で統計的に有意な結果が観察されており、安定的な結果であると言える。一方、au by KDDI の携帯端末では、音楽機能は一部の機関において価格に対して正の影響を与えているものの、その符号については安定的ではない。この推定結果は「音楽に強い au by KDDI」という一般に考えられている印象とは一致しないように見える。しかし、価格決定が原価コストだけではなく、消費者の選好の分布に基づいたマークアップによっても決定されていると考えるヘドニック分析の理論に照合すれば、「音楽機能搭載」という属性のコストだけが端末価格に影響を与えるわけではないことは明らかである。むしろ、au by KDDI の音楽配信サービスにおける強みは、垂直統合ビジネスモデルに裏付けられた有料コンテンツの統合能力にあるといえるだろう。よって、au by KDDI の端末の価格設定には、同社の「携帯音楽ビジネス」の展開についての複雑な販売戦略が影響を与えている可能性があると言える。

図8：発売からの経過期間（age）が価格に与える影響の比較（縦軸は係数値）



次に、FM ラジオ機能については au by KDDI の携帯端末では、機能導入当初は大きな価格プレミアムが見られ、価格を押し上げる要因として働いていたが、時間が経過するにつれて価格に対する影響力は急速に低下したことが推定結果から明らかになっている。一方、Vodafone/SoftBank の携帯端末では、FM ラジオ機能は殆どの期間で価格に対しての影響力が観察されており、Vodafone/SoftBank 携帯端末では FM ラジオ機能への価格プレミアムが存在することが明らかにされている。一方、NTT DoCoMo の携帯端末では、2006 年後半期において、FM ラジオ機能が価格に正の影響を表すことが示されている。しかし、FM ラジオ機能が NTT DoCoMo の携帯端末に導入された時期はかなり遅く、その後も、持続的に価格プレミアムをもたらすかどうかについては、分析対象期間以降のデータを追加して判断する必要がある。

最後に、Vodafone/SoftBank の携帯端末では、多くの期間で site 変数の係数値が有意であり、東京と大阪で販売価格に明確な差があることが明らかになった。全体的な傾向として、Vodafone/SoftBank の携帯電話端末は、大阪よりも東京で高値で販売されていたことが推定結果より示されている。

4-3 販売数量でウェイトづけたヘドニック回帰分析

これまでに示した携帯電話端末に対するヘドニック回帰分析では、推定の標本単位は各携帯電話端末の機種であり、機種ごとの販売量の差異を考慮したものではない。先行研究では、ヘドニック回帰分析の一つのアプローチとして、分析の各標本単位を「機種(model)」とするのではなく、実際の「販売取引(transaction)」とするべきだという議論がある。(詳しい議論は Diewert (2003) や Triplett (2004) を参照せよ。) このような立場のからは、各機種の価格はその経済的重要性、即ち、販売量で重み付けた回帰分析を行うことでヘドニック回帰分析の「代表性(representativeness)」が保たれるとされている。(計量経済学上の問題点として、ヘドニック回帰分析において重み付き回帰による推定は分散不均一性を解決するために使用されることもある。しかし、そのようなヘドニック回帰分析の分散不均一性の問題は価格データがグループ化されている時、例えば、scanner data から得られた各販売店価格の平均値を財の価格として使用する時などに問題となるのであって、本分析のように、価格データがグループ化されていない時には分散不均一性は問題とはならない。(この点についての詳細は Triplett (2004) を参照せよ。)

実際、携帯電話端末の「代表性」を考慮して販売取引(transaction)を標本単位とするヘドニック回帰モデルの推定を行った。(ただし、携帯端末ごとの販売量のデータを入手することができなかったため、その代理変数として、携帯電話製造メーカー別の販売シェアデータから計算された携帯端末のメーカー別の販売量を

ウェイトとし、重み付き最小二乗法によりヘドニック回帰式を再推定した。なお、メーカー別の四半期ごとの販売シェアについては、株式会社 MM 総研が提供する「国内携帯端末出荷概況調査」から得られるデータを使用した。）当然、メーカーごとに集計された携帯端末の販売数は携帯電話端末それぞれの販売数とは一致しないため、代表性の問題は完全には解決されていない。（ここでは、メーカー内の端末の販売量の分布は一様であると仮定することに等しい。よって、その推定結果は販売量のウェイトを用いて代表性をある程度考慮した時に推定結果がどれぐらい影響を受けるかという推定値の感応性について考察したものと解釈される。

重み付け回帰による推定結果を販売量で重み付けない回帰式の推定結果と比較すると、各属性の推定値の結果に大きな質的变化は観察されていないことが判った。従って、これらの分析結果から、携帯電話端末の販売量を考慮したとしても、前節で得られた議論はほぼ当てはまると結論づけることができる。一方でヘドニック分析に関する最近の文献では、上述のように、ヘドニック回帰分析の各標本は「販売数(transaction)」ではなく、個々の「機種(model)」であるべきとの指摘がなされている。特に、Triplett (2004)は、ヘドニック回帰分析は、財の特性に対する消費者の需要を推定するのではなく、消費者が直面する財の特性と財価格のフロンティアを推定するものであるため、財ごとの販売量によって標本の「代表性」を調整することは、ヘドニック回帰分析の本来の目的には合致しないと指摘している。そこで、本分析の重み付け回帰結果で得られた「代表性」の調整からは大きく影響を受けない、という推定結果からも考慮して、以下では、販売量で重み付けないヘドニック回帰分析結果に基づいて QAP 指数を計算することにする。

5 QAP の推定結果

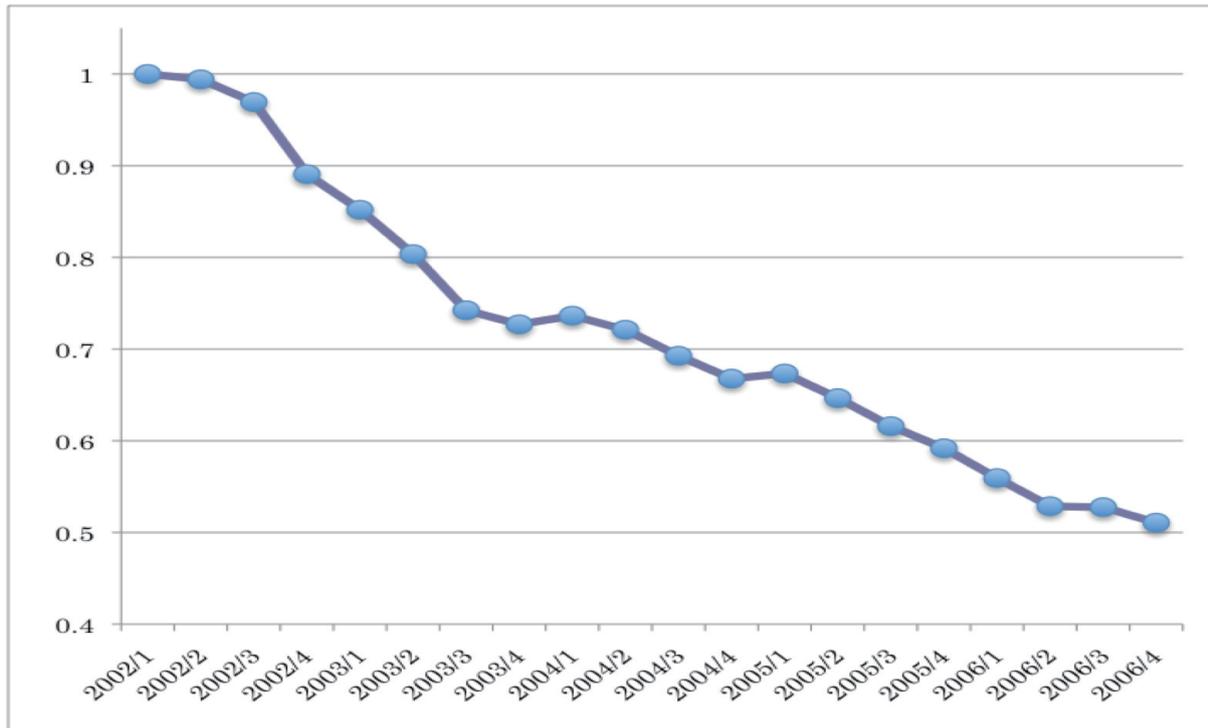
既に述べたように、ヘドニック回帰分析における時間ダミーの係数値は、基準年からダミー変数が対象とする期間までの属性の変化を考慮した財価格の変化を表している。隣接期間モデルについても、時間ダミーモデルの場合と同様に、モデルから得られるパラメータの指数値 $\exp(\delta_{q_{s+1}})$ は、第 q_s 四半期を基準として、次の第 q_{s+1} 四半期の間に生じた価格変化と解釈することができる。ただし、隣接期間モデルは、その回帰式の構成上、隣接する四半期 $[q_s, q_{s+1}]$ における価格変化しか計測することができないため、任意の四半期間 $[q_0, q_\tau]$ における価格変化を計測するためには、隣接期間モデルを全ての隣接する四半期ペア $[q_s, q_{s+1}]$ ($s=0, 1, \dots, \tau-1$) について繰り返し推定し、得られた各回帰式の係数値から属性調整済み価格指数を計算することが必要となる。即ち、 q_0 を基準四半期とする q_τ 四半期の QAP 指数の推定値は以下の式によって得られる。

$$QAPI_\tau = \prod_{s=0}^{\tau-1} \exp(\bar{\delta}_{q_{s+1}}) \quad (4)$$

ここで、 $\bar{\delta}_{q_{s+1}}$ は $\delta_{q_{s+1}}$ の推定値である。

(4)式によって計算した 2002 年第 1 四半期から 2006 年第 4 四半期までの期間における QAP 指数 $QAPI_\tau$ を図 9 に示している。図からも明らかなように携帯電話端末の QAP 指数は 2002 年第 1 四半期以降、2006 年第 4 四半期までの約 5 年間にわたり、一貫して単調に減少していることがわかる。これは、店頭価格に基づいた携帯電話価格の平均価格が大きく変動したと対照的な結果となっている。図 9 から特に 2004 年を境に端末価格の下落率に差があることが見て取れる。携帯端末の価格は 2002 年第 1 四半期の水準から 2004 年第 1 四半期までの 2 年間に、おおよそ 3 割程度下落し、この時期に携帯端末の性能や品質の向上が著しかったことが明らかになった。推定結果からは、最終的に携帯端末の価格は約 5 年間で基準年である 2002 年におけるそれのおよそ半分になったことも示されている。また、2003 年第 3 四半期から 2004 年第 2 四半期まで、QAP 指数の下落に停滞が見られる一方、2004 年第 3 四半期以降の QAP 指数は再び持続的な下落傾向を示している。これは、第三世代への移行期間における携帯電話端末の高機能化と価格上昇について、我々の分析に用いた変数だけでは説明しきれない部分が残っている可能性を示している。

図 9：QAP 指数の推定結果（全携帯電話端末）



一方、通信事業者ごとの QAP の推移を観察するために、NTT DoCoMo、au by KDDI、Vodafone/SoftBank の各通信事業者についての属性調整済み携帯端末の価格指数の推定結果を図 10 に示している。但し、図 10 に示された QAP 指数は、基準四半期(2002 年第 1 四半期)における携帯端末の価格を、全ての通信事業者で 1 と基準化した後の相対価格の推移であるため、同一通信事業者内の携帯端末価格の推移を観察するには適しているが、複数通信事業者間の価格の推移を比較する目的には適さない。そこで、基準時点の通信事業者の価格の違いを考慮した携帯電話端末の予測価格についても同様に計算した。この結果は図 11 に示されている。具体的には、この指数化されない形での QAP は各通信事業者 k について以下の公式で与えられる。

$$QAP_{\tau}^k = \bar{p}_0^{-k} \prod_{s=0}^{\tau-1} \exp(\bar{\delta}_{q_{\{s+1\}}}^k) \quad (5)$$

ここで \bar{p}_0^{-k} は通信事業者 k の基準四半期における携帯端末の平均価格であり、 $\bar{\delta}_{q_t}^k$ はヘドニック回帰推定式における通信事業者 k の q_t 四半期の時間ダミーの係数の推定値である。

推定結果からは、各通信事業者の端末で価格の下落率には大きな差があることが明らかになっている。図 10 より au by KDDI および Vodafone/Softbank の携帯端末の価格の下落率は NTT DoCoMo の携帯端末の価格の下落率にくらべて著しく大きいことがわかる。具体的には、2002 年以降約 5 年間で au by KDDI 及び Vodafone/Softbank の端末は約 6 割近く下落したのに対して、NTT DoCoMo の携帯端末の価格の下落率は約 3 割に止まり、事業者間の端末価格の下落率には 2 倍近い差があることが判る。

au by KDDI 及び Vodafone/SoftBank の間で QAP の推移を詳しく見ていくと、5 年間の最終的な下落幅は殆ど同じであるものの、図 11 より、その下落のタイミングにはズレがあり、QAP のターンオーバー・サイクルが見てとれる。(タイミングのズレを明確にするために、トレンドの影響を除去した QAP を図 12 に示しておく。) これらの結果は、第 1 章で述べた動学的企業戦略に関する Watanabe and Nakajima (2008) による理論的結果の裏づけとなっている。au by KDDI の携帯端末の下落率はほぼ一貫しているものの、Vodafone/SoftBank の携帯端末は分析期間の初期(2002 年第 1 四半期から 2003 年第 1 四半期)と後期 (2006 年第 1 四半期から 2006 年第 4 四半期)に急激な価格の下落が観察されている。

図 10 : QAP 指数の推定結果 (相対値)

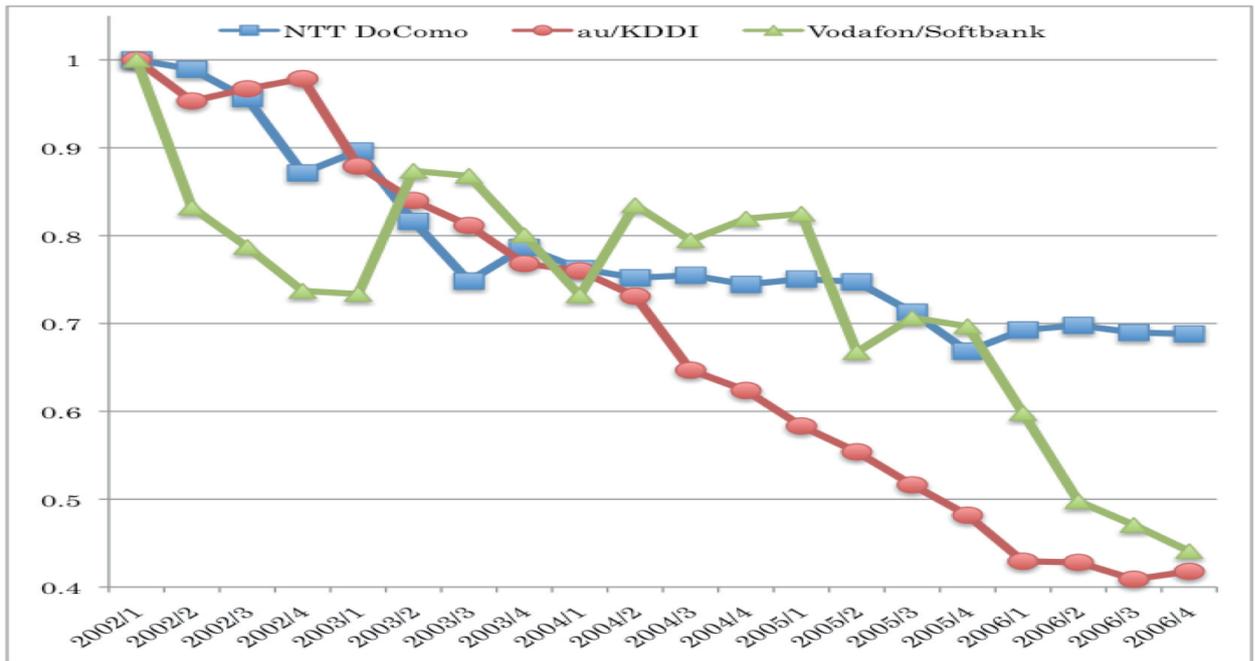
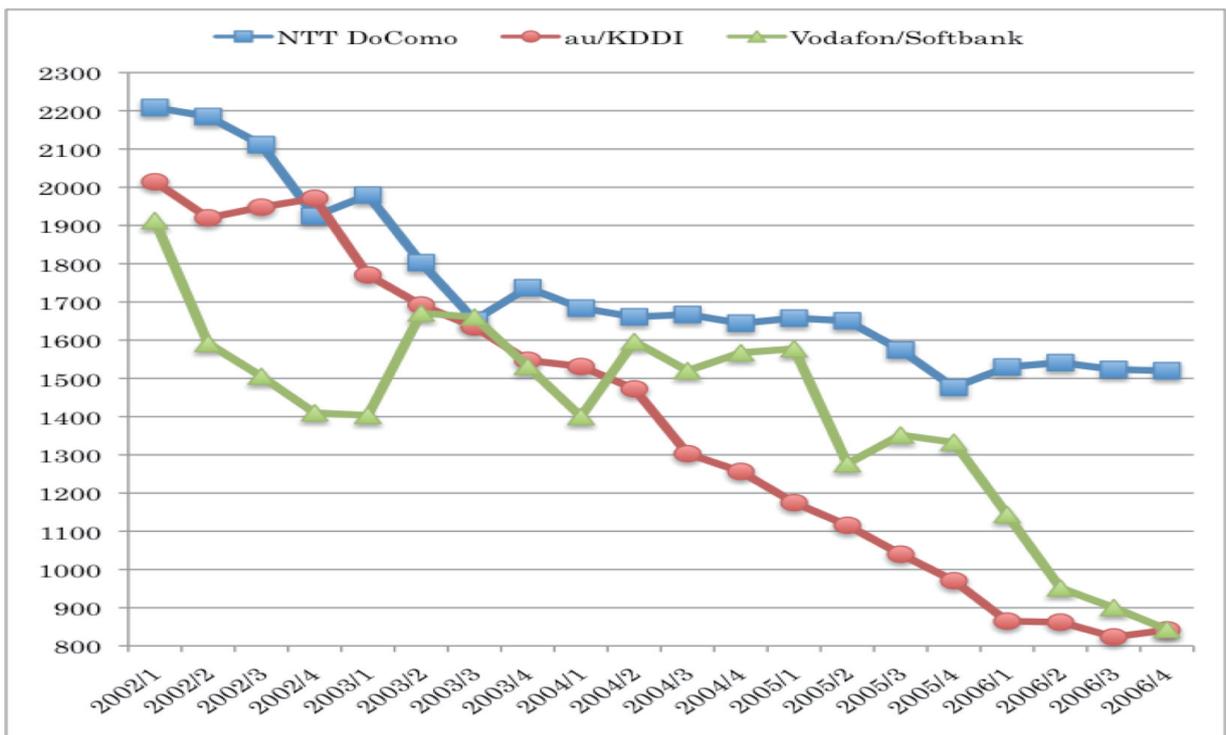
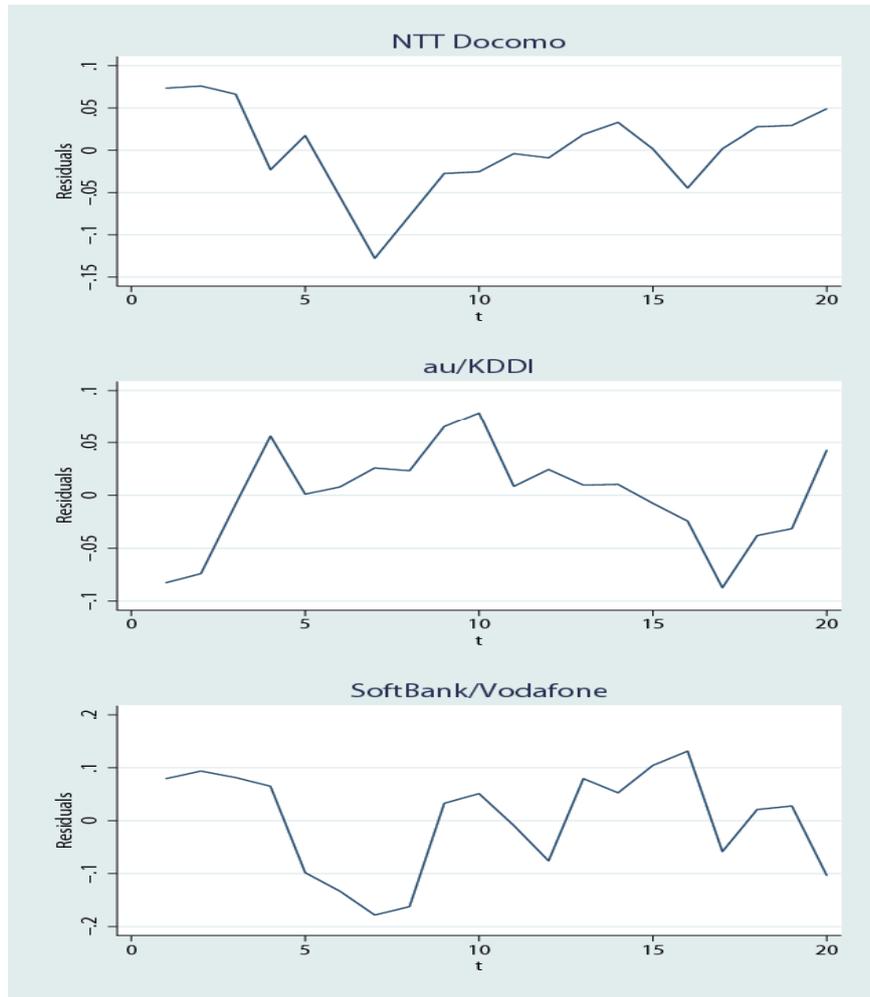


図 11 : QAP 指数の推定結果 (絶対値)



また、図 11 から、携帯電話端末の（機能や品質などの）属性の差を考慮すると、NTT DoCoMo の携帯端末は、他の二つの通信事業者の携帯端末と比べて、高価な携帯となっており、au by KDDI や Vodafone/SoftBank の端末の QAP とのギャップは、2003 年以降、増大していることが明らかになった。

図 1 2 : トレンド除去済み QAP の推定結果



最後に、本稿の QAP 指数の推定結果に基づいて、動学的企業戦略に関するミクロ経済分析、特にゲーム理論的観点からの分析へのフィードバックを与える。Watanabe and Nakajima (2008)は、産業における支配的企業 (NTT DoCoMo) の QAP 遞減を所与として、QAP の下落には一定のコストがかかる場合でも、被支配的 2 社 (au by KDDI と Vodafone/SoftBank) の QAP 遞減傾向、それらの引き下げ時期のズレとターンオーバー・サイクルの生成を理論的に予見した。彼らの理論モデルの枠組みでは、支配的企業と被支配的企業の間に収益やシェアなどで大きな格差が存在する場合、長期的にはどの企業も QAP を引き下げようとはしないことがナッシュ均衡となりうる。つまり、収益やシェアなどにおいて、支配的企業は被支配的企業が近い将来、自社を脅かすことが予期される場合にのみコストを支払ってでも QAP を引き下げ、本格的な顧客獲得努力を開始する戦略を取る一方、被支配的企業は、たとえ QAP を引き下げたとしても支配的企業の上記戦略に基づく対抗措置により支配的企業を上回る収益やシェアを獲得することが非常に困難なので、コストを支払ってまで QAP を引き下げようとはしないのである。しかし、独占的企業の動学的 R&D という観点からは QAP 遞減傾向が理論的にも既に説明されている (Fishman and Rob (2002))。よって、支配的企業の QAP 遞減傾向を動学的 R&D という観点から所与としうるならば、被支配的企業 2 社の QAP 遞減傾向だけでなく、それらの引き下げ時期のズレとターンオーバー・サイクルの生成を導くことが出来る。このように、ライバル企業同士の戦

略的相互関係によっても、QAP 遞減傾向を説明可能であることを Watanabe and Nakajima は示したのである。一方、図 1 1 より、日本の携帯電話端末市場において圧倒的なシェアを誇る NTT DoCoMo の QAP 指数の顕著な高さとその経時的変化は、被支配的企業である au by KDDI と Vodafone/SoftBank の QAP 引き下げの影響を受けていないように見える。このことは、NTT DoCoMo の QAP 遞減傾向は動学的 R&D の観点から説明すべきものであることを示唆している。今後は、動学的 R&D、ライバル企業同士の戦略的相互関係を組み合わせた理論モデルによって、QAP 遞減傾向の説明だけでなく、より豊かな内容を持つ動学的企業戦略に関するマイクロ経済分析がなされることが期待される。

(謝辞)本稿の元となる研究において、許延さん、余瑞武さん、中俣博之さんにデータ収集作業などをお手いいただいた。記して感謝する。

【参考文献】

- Berndt, E. R., Z. Griliches and N. G. Rappaport (1995) ``Econometric Estimates of Price Indexes for Personal Computers in the 1990's," *Journal of Econometrics* 68, 243-268.
- Chwelos, P. D., Berndt E. R. and Cockburn I. M. (2008) ``Faster, Smaller, Cheaper: a Hedonic Price Analysis of PDAs," *Applied Economics*, forthcoming.
- Diewert, W. E. (2003), ``Hedonic Regressions: a Review of Some Unresolved Issues," mimeo, Department of Economics, University of British Columbia.
- Fehder, D. C., E. Nelling and J. Trester (2008) ``Innovation and Price: the Case of Digital Cameras," *Applied Economics*, forthcoming.
- Fishman, A. and R. Rob (2002) ``Product Innovations and Quality-Adjusted Prices," *Economics letters* 77, 393-398
- Griliches, Z. (1961) ``Hedonic Price Indexes for Automobiles: an Econometric Analysis of Quality Change," In: NBER (Eds.), *The Price Statistics of the Federal Government*. New York: NBER, 173-196.
- Pakes, A. (2003) ``A Reconsideration of Hedonic Price Indexes with an Application to PC's," *American Economic Review* 93, 1578-1596.
- Rosen, S. (1974) ``Hedonic Prices and Implicit Markets," *Journal of Political Economy* 82, 34-55.
- Triplet, J. (2004) ``Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price indexes: Special Application to Information Technology Products," OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2004/9, OECD Directorate for Science, Technology and Industry.
- Yu, K. and M. Prud'homme (2008) ``Econometric Issues in Hedonic Price Indices: the Case of Internet Service Providers," *Applied Economics*, forthcoming.
- Watanabe, N. and R. Nakajima (2008) ``Turnover Cycle of Quality Adjusted Prices: Theory and Evidence from Japanese Mobile Phone Handsets," mimeo. University of Tsukuba

〈発 表 資 料〉

| 題 名 | 掲載誌・学会名等 | 発表年月 |
|--|---|----------------|
| Turnover Cycle of Quality Adjusted Prices: Theory and Evidence from Japanese Mobile Phone Handsets | Decentralization Conference (Japan: 本稿の英語版フル・ペーパーとともに、近日中に査読付き国際専門誌に投稿を予定) | 2008年9月13日(予定) |
| | | |
| | | |
| | | |