

日本の第三世代携帯電話市場における政策・普及要因の分析

明松祐司¹

本稿は日本における第三世代（3G）携帯電話の普及要因を特定することが目的である。特に、電子支払を可能とした FeliCa やデータ・ローミング・サービス、音楽ダウンロードなどの付加価値サービスに焦点を当て、携帯電話市場の 90%を占める主要 3 社のパネルデータを用いて実証した。Arellano-Bond による動学パネル推定を用い、電気通信分野でのサービスの成長要因として挙げられるネットワーク効果、あるいは内生性の問題に対処した。推計の結果、iPhone 3G の発売、FeliCa、データ・ローミング、音楽ダウンロード、そして定額制料金の開始が 3G 携帯の普及に貢献したとの結果を得た。付加価値サービスの重要性を実証した本稿の結果は、次世代の携帯電話市場だけでなく、諸外国の 3G ネットワークの拡大にも貢献できるものである。

1. はじめに

1990 年代の中頃以降日本の携帯電話市場はめざましい発展を遂げている。2011 年 3 月末時点において、第三世代（3G）携帯電話の契約者数は 119.5 百万契約を超え、第二世代（2G）携帯電話は 1.2 百万契約に過ぎない。3G 携帯電話の普及率は 99%にのぼり、これは 3G が利用可能である国々の中でも、韓国と並んで高い水準であり、すでに市場は成熟段階にきているといえる。このような発展の背景には、データ通信サービスの利用が音声通話サービスをトラフィックの面などで超えたことから窺われるように、利用者は携帯電話を、インターネットを利用するための端末機として利用していることである。メール、SNS、ブログ、検索エンジン等の情報を獲得し発信するといったデータ通信サービスの恩恵のみでなく、FeliCa といった IC カードを搭載した携帯電話も登場し、その技術を用いた電子マネーによる商品の購入や列車や航空便の予約等にも携帯電話は用いられている。さらにこれらの背景には、周波数再編や 2G サービス終了の影響が考えられる。この意味において、日本の携帯電話市場は新時代に入ったとあってよい。

携帯電話を用いたデータ通信サービスが普及した背景は、2G の開始時期にまでさかのぼることができる。日本の 2G 携帯電話はそのサービス開始時点から、音声サービス以外にも様々な機能を兼ね備えていて、それが 3G 携帯電話にも受け継がれている。日本の携帯電話の発展経路は世界の他国とは異なったものとなり、一方では「ガラパゴス化」と呼ばれるように通信事業者や端末機器メーカーがグローバルスタンダードに後れをとるといった負の側面ももったといわれるが、その独自の市場構造からハイエンドな端末の開発競争が行われ、様々な付加価値サービスを可能とし、ユーザーのライフスタイルに大きな便益を与えたことには疑いの余地はない。

本稿は、このような携帯電話の付加価値サービス、あるいはその背景にある政策や

¹ 大阪大学大学院経済学研究科（日本学術振興会特別研究員）

規制緩和が、3Gの携帯電話の普及にどのように貢献したかを統計的に分析することを目的としている。特に分析の特徴としては、国際データを用いた携帯市場の実証分析を行った Madden and Coble-Neal (2004) や Datta and Agarwal (2004) に従って、動学パネルデータを活用していることが挙げられる。その内容として、まずネットワーク効果の導入がある。情報通信はネットワーク効果、あるいはネットワークの外部性が存在する典型的な分野である。携帯電話に加入する動機にはそのユーザー数、つまりネットワークの大きさが重要である。例えば、利用者が知人と同じ事業者を選択することによって、通話料が安くなるといった恩恵を受けることができる。その事業者のネットワークの大きさは、利用者の加入行動や事業者の選択の際に重要な要因となる。このネットワーク効果を、ラグ項（例えば前期の加入者数）として推計モデルに取り入れるのが動学モデルの考え方である。

本稿で動学パネルデータ分析を用いるもう一つの理由は、変数の内生性 (endogeneity) の問題である。実証分析では、説明変数と誤差項の相関により推定値に内生性バイアスがしばしば発生するが、推計に当たっては適切に対処されるべきものである。しかし、内生性に対処するために用いられる操作変数が、実際うまく機能しているかどうかを過剰識別検定などにより厳密に検証している研究は数少ない²。こうした内生性の対処にも動学モデルは有効であり、本稿では、動学パネルデータ分析の手法である Arellano-Bond 法を用いることによって、内生性を適切にコントロールした推定値を導出している。Arellano-Bond 法は、通常の変数に加え、外生変数や先決変数を用いて一般化積率法 (GMM: Generalized Method of Moments) によって推定する手法であり、Arellano and Bond (1991)、Arellano and Bover (1995) らによって開発されたものである。以上のように、ネットワーク効果と内生性問題を動学パネルデータ分析の手法を援用することによって、3G 携帯電話の普及要因を厳密に推定することが本稿の目的である。

本稿の構成は以下のとおりである。まず、第2章では日本の携帯電話市場および政策、先行研究を概観し、第3章では3G 携帯電話の普及要因の推定を行う。以上の推計結果を受けての考察、および政策的なインプリケーションは第4章で述べ、結論は第5章で与えられる。

2. 日本の携帯電話市場での競争と政策

2. 1. 日本の携帯電話市場の概要

1999年の携帯電話でインターネットが利用可能となってから、NTT ドコモ、au、

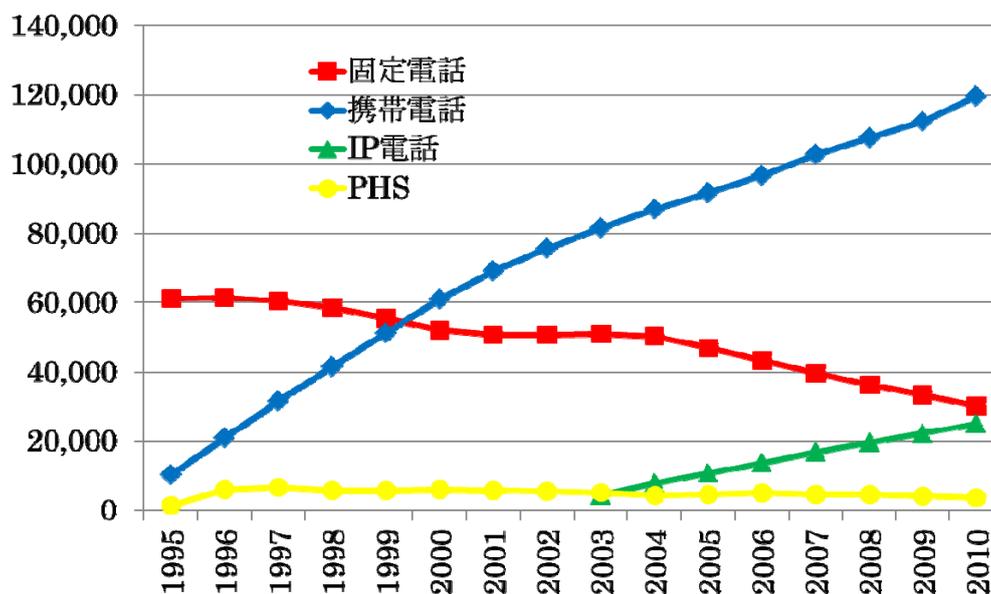
² その他の手法として、構造方程式モデル (SEM)、あるいは共分散構造分析があるが、これは経営学にて主に用いられている。Wu and Wang (2005) はモバイル・コマースにおけるイノベーションについて分析している。Bauer, Barnes, Reichardt and Neumann (2005) では SEM を用いてモバイル・マーケティングの分析を行っている。SEM 以外の事例として、例えば Nair, Chintagunta and Dubé (2004) は間接ネットワーク効果に着目した携帯情報端末 (PDA) の推定を行い、その性質やコンテンツが普及の主要な要因であることを実証している。さらに、Kim, Chan, and Gupta (2007) は Technology Adoption Model (TAM) を用いてモバイル・インターネットの選択について推定している。

ソフトバンクの3社が携帯電話市場での主要な事業者である。2011年3月時点において、携帯電話の契約者数は119.5百万契約であり、うちNTTドコモが48.5%のシェアを保有している。一方、au、ソフトバンクはそれぞれ27.6%、21.3%となっている³。

図1は情報通信分野におけるサービスの契約者数の推移を示している。固定電話の契約者数は1996年頃よりやや減少傾向であるのに対し、携帯電話の契約者数は急速に伸びてきているが、近年成熟状態に達し、その普及率の伸びはやや鈍化している。特に、近年の携帯市場の構造変化としては、従来の音声サービスの通信量に比してデータサービスのそれが上回ったことが挙げられる。これは、世界的にもみられる現象であり（Ericsson、2010）、例えばARPUで見ると、NTTドコモは2011年の終わりにはパケット通信量が音声通信量を超えると予想している（NTTドコモ、2011）。これに加えて、ICカード、デジタルテレビを搭載した端末が増えたことも大きな変化である。使用目的の例として、データ通信サービスの拡大で流行しているものは、特に現在の若年層に流行しているソーシャルゲーム、動画、あるいは音楽のダウンロードといったものが挙げられ、ICカードやデジタルテレビの搭載によって、モバイルテレビの視聴、おサイフケータイ、電車や航空便の予約といった付加価値サービスの利用も増加している（例えばFunk（2005）などを参照）。また、ホームページの作成といったモバイル・コンピューティングにも利用されている。

2007年の3月には、イーモバイルが第4の事業者として3G市場に参入し、現在2.35百万の契約者数を持っている。また同時に、モバイル・ブロードバンドと呼ばれるWiMAXが開始され、2事業者が携帯市場に参入した。

図1：電気通信サービスの契約者数の推移

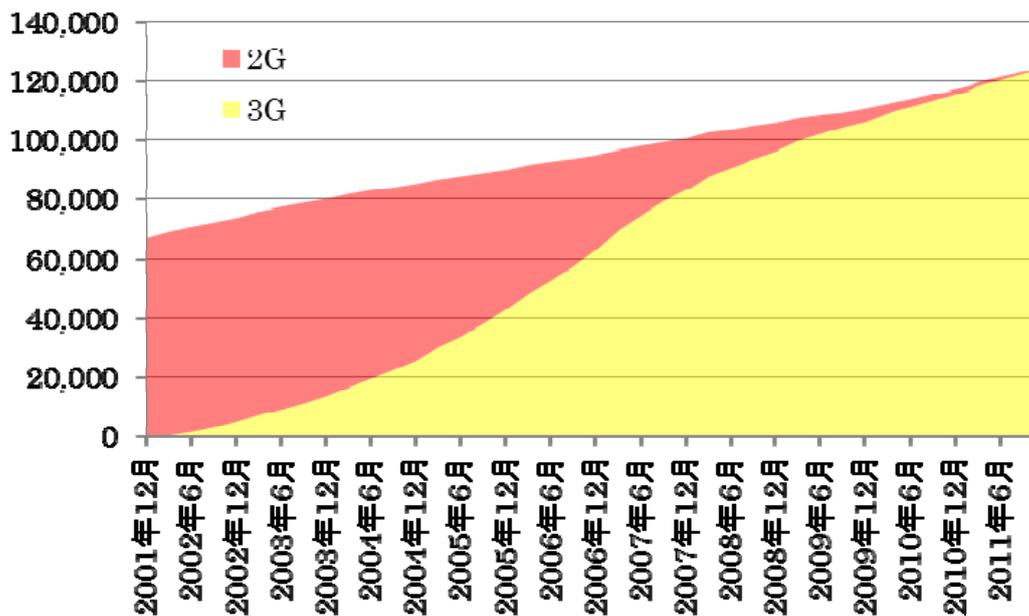


出典：情報通信白書（総務省）より筆者作成。

³ DDI セルラーグループは2000年11月に社名を「au」と変え、またJ-Phoneは2003年10月に社名を「ボーダフォン」、2006年に「ソフトバンク」と変容している。本稿では、便宜上前者を「au」、後者を「ソフトバンク」と共通に表記する。

携帯電話市場のみに着目し、2Gと3Gのシェアを示したのが図2である。2001年5月に3Gが開始してから、ほぼ鈍化をみせることなく2Gから3Gへの移行が進んでいることが明らかである。これは、後述する端末売切り制や販売奨励金の採用によって、日本では携帯端末のライフサイクルが短いことが特徴であり、利用者は携帯端末を更新するからであると考えられる。

図2：日本の携帯電話市場



出典：電気通信事業者協会ホームページ資料より筆者作成。

一方、3G携帯は各国で普及率に大きな開きが依然みられる。この状況について、例えば Dippon (2010) は、『何故たった2ヶ国のみ、つまり日本と韓国のみで3Gの契約者数が2Gの契約者数を超えているのか。あるいは、米国、英国、ドイツといった先進国では何故3G携帯の普及率が低いのか』との問題を提起している。表1の各国の3G普及率から、日本と韓国が明らかに突出してことが分かる。本稿もこの問題へ一つの回答を与えるものである。日本で3G携帯電話の普及が成功した背景には、以下のような2つのステップが考えられる。第一のステップは技術革新である。3G携帯電話の技術的な特徴として、高速通信(HSDPA、広帯域サービス)が挙げられるが、このような特性は利用者に大きな利便性をもたらしている。しかしながら、携帯電話の普及にとり重要であるのは、この技術を基盤として3G携帯電話を用いて、物品、航空券、列車の予約・支払いを行う電子支払(m-commerce, m-payment)、音楽ダウンロード、テレビの視聴といった各種のモバイル・エンターテインメント(e-entertainment)のサービスが可能になったことである。これが第二のステップである。これらの理由はiPhoneを例にとると容易に理解できる。iPhoneを代表とするスマートフォンの発売は、携帯市場の普及に新たな側面を加えた重要な項目であるが、

その販売当初は日本の iPhone 利用者の多くは 3G 携帯電話を別途所持していた。これは iPhone では上記のサービスが提供されていなかったためである。現在では、スマートフォンでも従来の 3G 携帯電話と同様のサービスが利用可能となりつつあるが、多様な付加価値サービスが市場に与えたインパクトは無視できない。3G 携帯電話の付加価値サービスについては表 2 に要約した⁴。

表 1 : 3G 携帯電話の普及率

| 順位 | 国 | 普及率 | 順位 | 国 | 普及率 |
|----|-----------------|--------|----|-------------------------|-------|
| 1 | South Korea | 100.0% | 24 | Germany | 12.1% |
| 2 | Japan | 88.6% | 25 | France | 11.1% |
| 3 | United States | 59.6% | 26 | Vietnam | 10.6% |
| 4 | Canada | 56.7% | 27 | Slovene | 9.2% |
| 5 | New Zealand | 49.2% | 28 | Indonesia | 8.9% |
| 6 | Australia | 33.8% | 29 | The Republic of Georgia | 8.6% |
| 7 | Singapore | 30.0% | 30 | Greece | 6.8% |
| 8 | Italy | 26.9% | 31 | Slovakia | 5.0% |
| 9 | Portugal | 24.5% | 32 | Latvia | 4.7% |
| 10 | Sweden | 24.3% | 33 | Belgium | 4.2% |
| 11 | Norway | 23.5% | 34 | Romania | 4.2% |
| 12 | Spain | 22.3% | 35 | Malaysia | 3.7% |
| 13 | Austria | 21.5% | 36 | Estonia | 3.2% |
| 14 | India | 21.3% | 37 | Hungary | 2.5% |
| 15 | Hong Kong | 21.2% | 38 | Tadzhikistan | 2.5% |
| 16 | Finland | 21.2% | 39 | Czech republic | 2.2% |
| 17 | Thailand | 18.2% | 40 | Poland | 2.0% |
| 18 | United Kingdom | 17.3% | 41 | Croatia | 1.7% |
| 19 | Ireland | 16.8% | 42 | The Philippines | 1.5% |
| 20 | Switzerland | 15.6% | 43 | Bulgaria | 0.5% |
| 21 | Taiwan | 15.0% | 44 | Lithuania | 0.4% |
| 22 | The Netherlands | 14.3% | 45 | Serb | 0.3% |
| 23 | Denmark | 12.3% | 46 | Ukraine | 0.2% |

出典 : TeleGeography (2010)

⁴ 本稿では以下挙げる付加価値サービスを 3G 携帯電話の普及要因として扱うが、これらは 3G 携帯電話の普及のみに効果があるものと、携帯電話市場全体に効果があるものとに分ける必要がある。しかしながら、3G 携帯電話が日本の市場を占めているため、これらを識別することは困難である。従って、3G 携帯電話への普及に影響を与えていると十分に予測できる要因を本稿では取り上げる。

表 2：3G 携帯電話に関連する付加価値サービスなど

| | 事業者 | サービス | サービス開始時期※ |
|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| FeliCa | 全て | FeliCa の開始 | 2004 年 6 月 (NTT ドコモ) |
| ワンセグ | 全て | モバイル TV の開始 | 2006 年 5 月 (au) |
| データ・ローミング | 全て | パケットローミング の開始 | 2004 年 12 月 (NTT ドコモ) |
| 音楽ダウンロード | 全て | フル音楽のダウン ロードサービス開始 | 2004 年 10 月 (au) |
| 2in1 (ダブルナンバー) | NTT ドコモ ソフトバンク | 1 端末 2 契約 サービスの開始 | 2007 年 5 月 (NTT ドコモ) |
| 定額制料金 | 全て | 定額制プランの開始 | 2003 年 11 月 (au) |
| iPhone | ソフトバンク au | iPhone の発売開始 | 2007 年 1 月 (ソフトバンク) |

※サービス開始時期は、最も早く開始した事業者のものをとった。

出典：各事業者ホームページ、電気通信事業者協会（2010）。

既存の 2G などのネットワークと比較して、3G ネットワークの特徴は（i）通信速度、高品質、（ii）世界標準、（iii）インターネットへの接続性、（iv）広帯域の利用などが挙げられる。これらの技術は表 2 に挙げたように様々な付加価値サービスの提供を可能とし、利用者へ便益をもたらしている。以下では表 2 で挙げられているいくつかのサービスについて要約する。

（a）FeliCa はソニーによって開発された非接触式 IC カード技術の一種である。携帯電話に FeliCa を搭載することにより、携帯端末はいわゆる「おサイフケータイ」となった（Yamauchi, Chen, and Wei; 2006）。FeliCa は同様に列車や航空便のチケットとしても利用可能であり、都市部では既存のチケットを駆逐するほどにまで広く用いられている。

（b）ワンセグは、地上波デジタル放送サービスにより可能となったモバイル TV サービスである。テレビの地上デジタル化に伴い、テレビを通じてのデータ通信の重要性も高まっており、手軽に利用できるモバイル TV サービスは新たなビジネスモデルとして期待されている（Yamauchi, Chen, and Wei; 2006）。

（c）ローミング・サービスは音声のみならず、近年ではデータ通信についても国際的にサービスが提供されている。グローバル化した社会経済環境のもとでは、携帯電話を用いて気軽に海外と通信できる意義は大きい（Ida and Kuroda, 2009）。

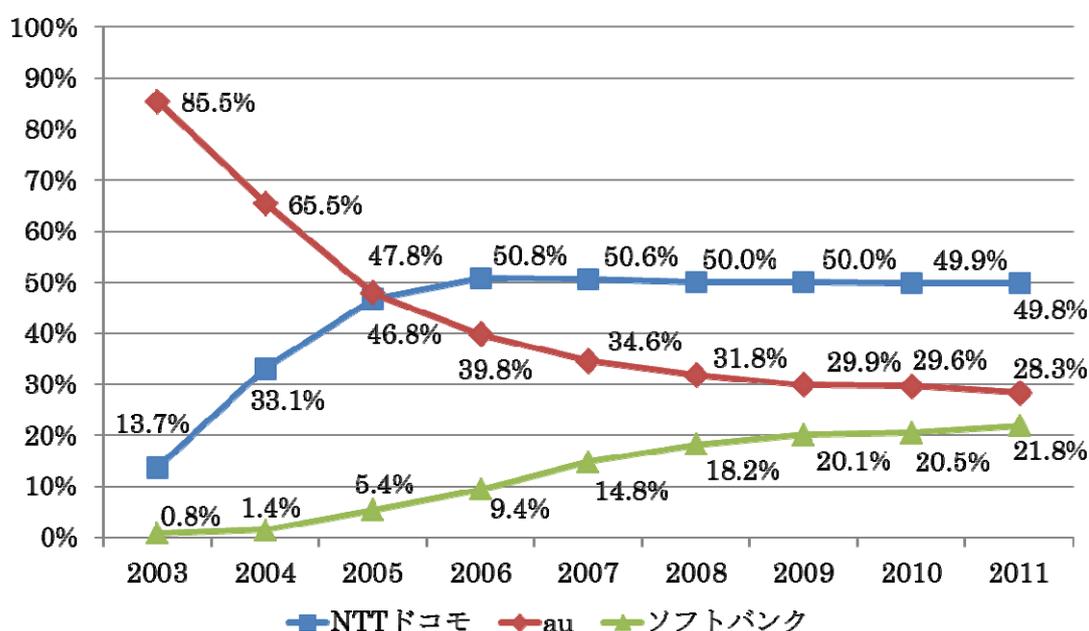
（d）音楽データは、2G 携帯電話ではデータ通信が低速であったため、曲の一部のみがダウンロード可能であった。しかし、3G 携帯電話では MP3 といったデータ通信を用いて高品質の音楽を扱うことができるようになり、音楽ダウンロードはモバイ

ル・エンターテインメントの最も大きなサービスとなった。au は「着うた」を 2002 年に開始し、その後「着うたフル」のサービスにより、楽曲全体をいつでもどこでもダウンロードすることが可能となった (Takeishi and Lee, 2005)。3G 携帯端末は音楽プレーヤーとして機能しており、携帯市場の発展のみならず、CD の売上減少などの影響も与えている。

(e) 「2in1」 (あるいは「ダブルナンバー」) は一つの端末で 2 つの契約を同時に可能とするサービスである。つまり、電話番号やメールアドレスを 2 つずつ保有し、通信相手や内容によって電話番号を使い分けることができる (電気通信事業者協会 2010)。

図 3 は 3G 携帯電話を提供する主要 3 事業者のマーケットシェアの推移である。注目すべきは、2003 年時点では、NTT ドコモのマーケットシェアは 13.7%、au は 85.5%、ソフトバンクは 0.8%であったのに対し、2008 年には NTT ドコモは 50%にまで上昇した。au が当初高いマーケットシェアを保有していた理由は、au のみ他社との通信規格が異なっており、厳密には 2G 携帯電話に類似した 2.5G 携帯電話とも呼ぶべき 800MHz のサービスを提供していたからである。つまり、au は 2G 携帯電話に用いる 800MHz のネットワークや基地局を 3G サービスでも使用できたことから、当初から高い 2G から 3G への移行率を得られたと言ってよい (Ishii, 2004)。対照的に、NTT ドコモは 3G のサービス開始に際し、新規に W-CDMA のネットワークを構築し、基地局等の整備を行う必要があった。さらには、マーケティングの手法も異なっていた。つまり、au は当初は人口密集地区でのサービス提供に力を入れていたが、NTT ドコモは国内のあらゆる地域でのサービス提供を目指していた。以上の要因が、NTT ドコモが当初 au に後れをとる結果となったといわれている。携帯電話市場は当初から事業者競争により市場の活性化や発展が図られ、携帯電話各社は競って新しいサービスや各種の割引料金体系を提示してきた。特に、後発のソフトバンクは、ソフトバンクのユーザー間では通話料は無料といった注目すべき価格戦略を提供した。事業者のマーケットシェアはこのように市場競争により推移しているといつてよい。

図3：主要3事業者間の3G携帯電話契約者数のシェア



出典：事業者ホームページ、電気通信事業者協会ホームページ資料より筆者作成。

2. 2. 携帯電話市場における政策

表3に携帯市場の規制緩和、あるいは政策が要約されている。この中で最も重要とされる項目は、1994年に制定された端末売切り制、さらには1996年の携帯料金の事前届出制であろう。前者は携帯端末を貸し出しではなく、販売することを可能とし、販売奨励金制度も相まって様々な型の携帯端末の開発や販売がなされた。後者は料金規制が撤廃され、新しい加入料金システムの導入によって、事業者各々が自社の料金を決めることを可能とした。Iimi (2005) は、こうした料金競争は携帯電話の加入行動に有意な影響を与えているとの結果を得ている。

図1によると、1990年代に急速に携帯電話が普及しているが、上記のような政策や規制緩和が2Gの普及に貢献し、それが2Gから3Gへのいわばマイグレーションを促進したと考えられ、間接的に政策、規制緩和が3Gの普及にも貢献したと考えることは自然であろう。特に、端末料金が無料であったことから、携帯電話の買い換え需要が常に高水準にあったことも大きい。

3G携帯電話に関連する政策については、その主要なものを同じく表3で要約した。この中で競争を促進する目的で制定されたものとして重要であるのは、モバイルナンバーポータビリティ (Mobile Number Portability: MNP) とモバイルアドレスポータビリティ (Mobile Address Portability: MAP) が挙げられる。MNPは、利用者が契約する事業者を変更する際に、それまで利用していた電話番号 (メールアドレス) を、あたらしい事業者と契約した後でも用いることができるサービスである。これにより利用者は契約する事業者をより変更しやすくなるため、市場競争を促進するものである。これは利用者の事業者変更のみに影響を与えるので、全体の携帯市場の拡大には

それほど寄与しないが、各社の料金競争などに影響するため、間接的に影響を与えるものと考えられる。実際 Abu (2010) では、MNP は各事業者の契約者数の増減には影響するが、全体としての契約者数には影響を与えないと指摘している。また、Nakamura (2010) は様々なポータビリティの潜在的需要を分析している。

いま一つの主要な政策として、SIM ロックが挙げられる。通常、携帯電話は利用者の情報が記録された SIM カードを端末に挿入することによって利用可能となるため、SIM カードさえあれば端末は自由に選択することが可能である。しかし、これが一つの端末にロックされており、他の端末で利用できないのが SIM ロックと呼ばれる仕組みである。SIM ロックを解除することは、端末メーカー間の競争を促進すると考えられ、海外では広く実施されている。欧州では SIM ロックの解除を義務付けている国があるが、米国ではこのような規制はない。後述するように、日本のように通信事業者が多様なコンテンツやその他のサービスを提供している垂直統合型のビジネスモデルを採用している場合、この政策を導入することは困難である。日本の携帯市場がガラパゴス化した理由の一つとして、この SIM ロックが一つの要因と考えられている。しかしながら、日本も SIM ロック解除の方向に向かっており、総務省にて、2010 年 4 月に通信事業者や携帯電話メーカーと SIM ロックについて解除することで基本的に合意した。そして NTT ドコモが 2011 年 4 月以降の出荷される全ての端末について、SIM ロックを解除可能な機能を取り込んでいる。一方、au は 2011 年 12 月時点では機能として取り込んでおらず、ソフトバンクについても 2 機種のみを対象となっている⁵。

次世代携帯市場の政策の在り方として、総務省による「モバイルビジネス活性化プラン」にもみられるように、2000 年代半ばから 3G 携帯市場も成熟段階に入中、市場の拡大が見込めないこと、あるいは公平な料金負担の在り方の議論から、通信に係る販売奨励金と端末に係る販売奨励金との会計整理の明確化を実施するといった新たな動きをみせている。

⁵ au については、NTT ドコモやソフトバンクの方式 (W-CDMA) の方式とは異なるため (au は CDMA2000 1x)、SIM ロック解除の恩恵が小さいという事情もあると考えられる。

表3：携帯市場における主な規制緩和・政策

| 時期 | 内容 |
|----------|--|
| 1993年3月 | 2Gサービス開始。 |
| 1994年4月 | 端末売切り制の導入。 1.5GHz帯が2社（東京デジタルホン、ツーカーホン関西）に割当、それぞれサービス開始。 |
| 1996年12月 | 料金事前届出制の承認。 |
| 1999年1月 | 携帯電話番号の11桁システムの導入。 |
| 2001年5月 | 3Gサービス開始。 |
| 2002年6月 | MVNOのガイドライン制定。 |
| 2005年11月 | イーモバイルが1.7GHz帯のライセンスを取得、携帯市場に参入することが決定（実際の参入は2007年）。 |
| 2006年10月 | モバイルナンバーポータビリティ（MNP）の開始。 |
| 2007年9月 | モバイルビジネス活性化プランの公表。 |

出典：電気通信事業者協会（2010）、総務省（2002、2007）より筆者作成。

2. 3. 携帯電話市場における先行研究

携帯電話市場の普及モデルの分析は、Ahn and Lee（1999）による1998年のITUの64ヶ国のデータを用いた事例が最初である。彼らは固定電話と携帯電話の間の補完性、つまり、携帯電話の契約率が固定電話の契約者数と相関していることを示した。Gruber（2001）は1984～1997年の15ヶ国の欧州の国について、非線形動学パネルデータ推定により携帯電話の普及要因を分析している。携帯電話と固定電話の代替性についてはMadden and Coble-Neal（2004）が1994～2000年のITUのデータから動学パネルデータ推定を用いて実証している。彼らは多くの国で携帯電話が固定電話の代替的な役割を果たしていることを論じている⁶。これらの先行研究では主に携帯電話と固定電話の関係性について着目されているが、携帯電話の普及要因について推定した事例としては、地理的な要因や所得水準で説明したBaliamoune-Lutz（2003）、あるいは所得水準のみで説明したRouvinen（2004）、社会文化的属性やインターネット、情報通信の利用を用いたKamssu（2003）、国家の産業構造や価格スキーム、利用可能性に着目したKshetri and Cheung（2002）、Minges（1999）などが挙げられる。Kim（2005）はコンジョイント分析を用いて、韓国におけるIMT-2000の携帯電話の選好を実証し⁷、その中でビデオ電話、国際ローミング、モバイルのマルチメディア・インターネットのという3つの主要なサービスの提供により携帯市場は発展していることを特定化した。

一方、日本の携帯電話市場の実証研究については、Iimi（2005）による1996～1999

⁶ 携帯電話市場の初期の時点では、Ahn and Lee（1999）で実証されたように、携帯電話と固定電話は補完的な関係がみられた。当時は、携帯電話の料金が固定電話のそれよりもはるかに高額であり、それ故に利用者は携帯電話を外出中に利用し、固定電話を在宅時に利用するという使い分けがあったとされる。現在の携帯電話の利用料金は大幅に下がり、固定電話の必要性が低まっている。この意味において、携帯電話は後のMadden and Coble-Neal（2004）が証明したように代替的な関係にあるといえる。

⁷ IMT-2000はITUによって定められた3G携帯電話の標準的な通信規格である。

年のデータを用いた需要分析がその最初である。当該研究では入れ子ロジットモデルを用いて、音声サービスに関する各事業者の割引サービスに基づく 2G 携帯電話普及への影響を分析している。そこでは (a) 価格、(b) 各事業者の製品差別化、(c) ネットワークの外部性が携帯電話の需要を促進する要因として特定されている。3G サービスの開始後の研究として、Ida and Kuroda (2009) による日本の携帯電話市場の需要を混合ロジットモデルで推定した事例が挙げられ、そこでは総務省の調査に基づいたデータにより、2G と 3G の代替性を中心に推定し、NTT ドコモの 3G が 2G と代替的であるのに対し、その他の事業者はそうでないとの結果を得ている。また、2G と 3G の価格弾力性は変わらないとの結果も得ている。MNP あるいは MAP については、Nakamura (2010) が様々なポータビリティの潜在的需要を推定している。黒田 (2010a) では、本稿で扱うデータと同じ電気通信事業者協会の各事業者の加入者データを用い、両面性市場 (two sided market) に基づいた政策効果を検証し、MNP の導入によってコンテンツ数が増加し、利用者に恩恵をもたらしたとの結果を得ている⁸。

これら先行研究の内容を踏まえ、本稿では 3G 携帯電話の普及要因の実証分析を行い、日本での 4G といった次世代の携帯市場や 3G 途上国の政策についての示唆を与える。

3. 第三世代携帯電話の普及要因の推定

3. 1. 推定手法とデータ

ここでは推定モデルの定式化と推定を行う。推定モデルの構築に際しては、ネットワークへの加入モデルを導入した Economides and Himmelberg (1995)、さらにはそれを応用した Madden and Coble-Neal (2001) に従って次のように定式化した⁹。つまり、(1) ラグ項を加味しない (ネットワーク効果、あるいは動学的性質を反映していない)、および、(2) ラグ項を加え、ネットワーク効果を考慮する、これら 2 つのモデルを定式化した。(1) は固定効果モデル (LSDV) や変量効果モデル (GLS) によって推定し、ハウスマン検定等でモデルの選択を行い、(2) については、Madden and Coble-Neal (2001) に従い、1 階の差分方程式体型によって推定する後述の Arellano-Bond 法を利用した。

$$\log N_{3G,it} = \alpha_0 + \beta \log P_{it} + \gamma \log Y_t + \delta \log N_{2G,it} + \varepsilon D_{it} + \lambda_i + u_{it} \quad (1)$$

$$\log N_{3G,it} = \alpha_0 + \beta \log P_{it} + \gamma \log Y_t + \delta \log N_{2G,it} + \varepsilon D_{it} + \phi \log N_{3G,i,t-1} + \mu_i + v_{it} \quad (2)$$

ここで、 $N_{3G, it}$ は 3G の契約者数、 P_{it} は価格 (月額利用料金)、 Y_t は所得、 $N_{2G, it}$

⁸ 両面性市場モデルとは、例えば放送分野では、放送局は無料で視聴者に番組を提供しているのに対し、その制作料を広告モデルによって回収するといった二つの側面を持つ市場を分析するモデルである。携帯電話市場では、通信事業者は利用者からの通信料金、コンテンツ事業者から通信事業者に対して支払われる料金の二種類の側面を持ち合わせている性質から、両面性市場モデルが適用されるのである。

⁹ 理論モデルの詳細については、Economides and Himmelberg (1995)、Madden and Coble-Neal (2001)、Akematsu, Shinohara and Tsuji (2012) を参照。

は 2G の契約者数、 D_{it} は普及要因を示す変数である¹⁰。分析に用いるデータの期間は、各事業者が 3G サービスを提供開始した時点より、2010 年の 3 月末までとした。本稿は NTT ドコモとソフトバンクの提供する W-CDMA、au の提供する CDMA 1X を 3G の技術と定義する。携帯の加入者数のデータは電気通信事業者協会のホームページに公開されており、これを用いた。料金指標については、日本では包括的な統計は存在せず、いくつかの先行研究で用いられている ARPU を代理変数として、音声サービスの ARPU を MOU (月当り利用時間) で基準化したものに、パケット ARPU を合算して利用した (例えば、黒田 (2010b) など)¹¹。ARPU と MOU は各社のホームページの IR 情報に公開されているが、ソフトバンクの MOU のみ一部が公開されていなかったため、データが存在しない箇所については推定したものをを用いた¹²。所得の代理変数には内閣府で公開されている実質 GDP を用い、これを月次に平滑化して利用した。これら契約者数や料金、所得は推定の際に対数化している。3G 携帯電話の普及要因については、電気通信事業者協会の年次報告書より選択した。これら普及要因となるサービス、イベントに関してはダミー変数として用いている。その他の普及要因については、各社の報道資料などから取った。変数の記述統計量は表 4 に示した。

推定方法として、本稿では Arellano-Bond 法による動学推定を採用した。動学推定を用いる理由は、ネットワーク効果がある程度考慮できる点にある。本来、当該手法は主体 N が数多く、時間 T が短いパネルデータについてデザインされた手法である。本稿の主体は事業者 3 社であり、この点において Arellano-Bond 法はかならずしも信頼できる推定値であるとは限らない。本稿では、特に推定値の精密性といったよりも符号条件や有意性に関心があるため、少なくとも回帰分析における内生性をコントロールできる手法としてこの手法を採用した。しかし、これらの問題や推定値の頑健性を考慮して、通常のパネルデータ推定やパネルデータ操作変数推定も参考として推定

¹⁰ 本稿では、普及要因である付加価値サービスの変数をダミー変数として用いている。本来、各サービスの利用者数を用いるのが自然であるが、ほとんどの端末について付加価値サービスが備え付けられており、サービスの実際の利用者と 3G 携帯の普及との因果関係を特定化することは困難である。また、利用者数の変数を用いない理由として、各サービスの利用者の相関が高いことが挙げられる。本稿の目的はサービス導入におけるインパクトの推定であり、この意味でダミー変数の利用が適切であると考えられる。

¹¹ 適切な料金指標は、定額制や様々な割引サービスを考慮に入れて作成すべきである。厳密な手法については北野、齋藤、大橋 (2010) などを参照されたい。日本でも統一的な料金指標が存在しないように、これは極めて複雑な問題であり、本稿ではより簡潔なものを用いている。

¹² ソフトバンク以外の事業者は分析期間中の MOU を全て公開しているが、2007 年度のソフトバンクの MOU が公開されていなかったため、黒田 (2010b) に倣い、総務省の公表する携帯電話発の総トラフィックを補正した値から、ドコモと KDDI の加入者数と MOU から算出したトラフィックを控除し、それをソフトバンクの加入者数で除したものをソフトバンクの MOU とした。

した¹³。本稿では、GDP や普及要因を示すダミー変数などを外生とみなし、2G 加入者数と価格を内生変数としている。操作変数については、3G 契約者数には直接的に影響を与えない技術的要因、つまり HSDPA や IP ネットワーク、IP 電話、広帯域サービスの開始を操作変数として用いた¹⁴。

表 4：記述統計量

| 変数 | 観測数 | 平均 | 標準偏差 | 最小値 | 最大値 |
|----------------|-----|---------|--------|---------|---------|
| 3G 契約者数 (対数値) | 286 | 15.6325 | 2.1541 | 7.0901 | 17.7896 |
| 2G 契約者数 (対数値) | 286 | 15.5478 | 1.5505 | 12.4184 | 17.6089 |
| 価格 (対数値) | 286 | 3.7241 | 0.1366 | 3.3210 | 3.9155 |
| GDP (対数値) | 286 | 13.1896 | 0.0346 | 13.1211 | 13.2453 |
| iPhone | 286 | 0.0734 | 0.2613 | 0 | 1 |
| FeliCa | 286 | 0.6189 | 0.4865 | 0 | 1 |
| ワンセグ | 286 | 0.5140 | 0.5007 | 0 | 1 |
| データ・ローミング | 286 | 0.8427 | 0.3648 | 0 | 1 |
| 音楽ダウンロード | 286 | 0.6154 | 0.4874 | 0 | 1 |
| 2in1 (ダブルナンバー) | 286 | 0.1958 | 0.3975 | 0 | 1 |
| 定額制料金 | 286 | 0.7448 | 0.4368 | 0 | 1 |

出典：筆者作成。

本稿の市場全体の推定では、端末売切り制や料金事前届出制の導入、MNP の効果については検証していない。前者の 2 点については本稿が対象とするデータの範囲外であり、直接的に効果を推定することが困難であるため、分析の対象外とした。後者については、Abu (2010) による日本の携帯電話市場の推定では非有意な結果が得られており、本稿の分析においても有意な効果が得られなかったため、推定から除外した¹⁵。

また、市場全体の推定に加え、各社の時系列データでの分析も補足的に実施した。これによって、市場全体ではみることのできない MNP の効果や、要因の違いを知る

¹³ Arellano-Bond 法の特徴の一つとして、推定値が過小に評価される傾向にある。本稿のケースでも、各変数の符号条件や有意性は他の手法とほぼ共通的な結果であるが、推定値の絶対値はこの傾向のとおり過小に推定されている。

¹⁴ 操作変数としての妥当性について、事前に参加者数を技術によって回帰し、それぞれが有意ではなかったことを確認している。この結果は Abu (2010) などで得られたものとも整合的である。定性的な妥当性としては、操作変数として用いられる技術は経験財であるため、加入後の利用には影響を与えるが、加入の意志決定には影響を与えることはない一方、これらの技術の導入には事業者のコストがかかるため、価格等の内生変数と相関することが考えられる。また、推定データは各事業者の集計データに基づくため、操作変数の候補としてはマクロ変数も挙げることができる。しかしながら、本稿の推定では過剰識別検定を満たすことができなかつたため、技術的要因を操作変数として使用している。

¹⁵ Haucap (2003) は、電話番号は利用者にとって価値のある資産であり、番号ポータビリティは電話番号への投資を増加させる効果があると論じている。従って、MNP は電話番号という価値のある資産の流動性を高め、これが加入者数を増加させるとも考えられる。本稿では MNP の効果が非有意であった理由により当該変数を除去しており、恣意的な除外ではないことを明記しておく。

ことが可能である。しかしながら、個別事業者の分析では、サンプル数の減少や時系列分析に付随するトレンド効果により、説明変数間の相関が高くなるといった問題が顕著になる。事業者別推定では、ネットワーク効果については考慮せず、普及要因のみに対象を絞って分析を行った。つまり、下記のようにモデルを定式化した。

$$\log N_{3G,t} = \alpha_0 + \beta \log P_t + \gamma \log Y_t + \varepsilon D_t + u_t \quad (3)$$

推定には、価格の内生性を考慮した操作変数推定を用いた。なお、操作変数等は市場全体の分析と同じものを利用した。

3. 2. 推定結果

表5に市場全体の推定結果、表6に各社の推定結果が示されている。まず市場全体の推定結果から、操作変数を用いないパネルデータ推定（LSDV：最小二乗ダミー変数モデルと変量効果 GLS モデル）とパネルデータ操作変数推定ともに、F 検定とハウスマン検定の結果から、最終的に固定効果モデルが選ばれている。固定効果モデルの結果では価格と GDP は符号条件を有意に満たしている。価格の弾性値はそれぞれ -5.66、-14.17 と弾力的である。2G 加入者数の符号は負であり、明らかに 2G と 3G の間での代替関係が示されている。代替の弾力性はそれぞれ -0.37、-0.91、そして Arellano-Bond 法では -0.02 と弾力的ではない。その理由として、図2を用いると次のように考えられる。2G と 3G との代替の弾力性は、3G の成長曲線の接線の傾きと両者の契約とが関係している。3G の伸び率は 2002 年から 2005 年の 4 年は大きく、他方 2005 年以上の 6 年間では伸び率は鈍化している。さらに契約数も前者の期間では圧倒的に 2G が大きい。従って、代替の弾力性は前者で大きく後方で小さいといえよう。しかし、分析期間は後者の方が長いため、全体としては小さい弾性値を示したものと考えられる。本モデルでは、年ごとの弾力性は導出されないため、今後検討の必要はあろう。更には、Ida and Kuroda (2009) においても、個表データと集計データという違いはあるものの、2G と 3G の代替の弾力性は 0.5 以下であるとの結果を得ており、整合的である¹⁶。

普及要因や付加価値サービスを示すダミー変数については、LSDV モデルでは、FeliCa、データ・ローミング、音楽ダウンロード、定額制、iPhone の発売が正に有意な結果となっており、ワンセグや 2in1（ダブルナンバー）は負に有意な結果となり、後者は仮説を満たしていない。従って、これら 2 つのサービスは 3G 携帯電話の普及に貢献していない。一方で、固定効果操作変数推定ではいくつかの変数が非有意となったが、データ・ローミング、音楽ダウンロード、定額制のサービスについては共通に正に有意な結果となった。最後に、Arellano-Bond 法による動学推定の結果をみると、AR テストと Sargan-Hansen の過剰識別検定の結果から、当該手法において重要な二階の系列相関、あるいは識別性の問題についてはいずれも非有意な結果となり、

¹⁶ Ida and Kuroda (2009) の分析では、携帯電話に加入しないという選択肢を持たない状態での代替、すなわち未加入への代替を考慮しない代替率である。弾力性の比較の際には、本論文で考慮されている携帯電話への未加入という代替行動をも考慮する必要がある。

用いた手法が適切に機能していることを示している。価格と GDP は符号条件を有意に満たす結果となった。Arellano-Bond 法による推定値の特徴として、係数が過小になると指摘されているが、実際推定結果をみると、これまでの推定値よりも低い値を示している。この意味では、真の価格弾力性の値は、通常の操作変数推定などの値がより近いと考えられる。普及要因の変数については、FeliCa、データ・ローミング、音楽ダウンロード、定額制、iPhone の発売が 3G 携帯電話の普及に貢献したとの結果を得た。内生性や変数のラグ効果の影響を考慮しても、推定値が若干異なるものの、概ね他の手法と整合的な結果が得られたといえよう。

表 5：推定結果 1

| | LSDV モデル (非操作変数推定) | | | 固定効果モデル (操作変数推定) | | | Arellano-Bond 法 (動学推定) | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------|-----|----------------------------------|----------|-----|-----------------------------|----------|-----|
| | 係数 | 標準 誤差 | ※ | 係数 | 標準 誤差 | ※ | 係数 | 標準 誤差 | ※ |
| 2G 契約者数 | -0.37 | 0.11 | *** | -0.91 | 0.18 | *** | -0.02 | 0.01 | * |
| 価格 | -5.66 | 1.10 | *** | -14.17 | 3.25 | *** | -0.24 | 0.15 | * |
| GDP | 20.40 | 2.35 | *** | 19.92 | 4.70 | *** | 0.74 | 0.34 | ** |
| iPhone | 0.86 | 0.24 | *** | -0.26 | 0.39 | | 0.14 | 0.03 | *** |
| FeliCa | 0.64 | 0.23 | *** | 0.26 | 0.23 | | 0.11 | 0.03 | *** |
| ワンセグ | -0.45 | 0.18 | ** | 0.22 | 0.25 | | -0.01 | 0.02 | |
| データ・ローミング | 1.97 | 0.18 | *** | 1.55 | 0.23 | *** | 0.31 | 0.03 | *** |
| 音楽ダウンロード | 1.06 | 0.16 | *** | 0.65 | 0.19 | *** | 0.18 | 0.02 | *** |
| 2in1 (ダブルナンバー) | -0.73 | 0.19 | *** | 0.29 | 0.35 | | -0.08 | 0.02 | *** |
| 定額制料金 | 0.66 | 0.23 | *** | 1.20 | 0.24 | *** | 0.10 | 0.03 | *** |
| 3G 契約者数(t-1) | | - | | | - | | 0.85 | 0.01 | *** |
| 定数項 | -229.5 | 29.98 | *** | -211.3 | 50.23 | *** | -6.63 | 4.23 | |
| 観測数 | 277 | | | 277 | | | 277 | | |
| グループ内決定係数 | 0.9499 | | | 0.9031 | | | - | | |
| グループ間決定係数 | 0.3371 | | | 0.9725 | | | - | | |
| 決定係数 | 0.4381 | | | 0.1304 | | | - | | |
| F 検定 | F(2, 185) = 124.83*** | | | F(2, 269) = 55.60*** | | | - | | |
| ハウスマン検定 | Chi ² (10) = 285.31*** | | | Chi ² (10) = 90.32*** | | | - | | |
| AR (1) 検定 | | | | | | | z = 4.19*** | | |
| AR (2) 検定 | | | | | | | z = 0.99 | | |
| 過剰識別検定 (Sargan-Hansen 統計量) | | | | | | | Chi ² (2) = 2.18 | | |

※***1%以下、**5%以下、*10%以下の有意水準を示す。

出典：筆者作成。

表 6：推定結果 2（操作変数推定）

| | NTT ドコモ | | | au | | | ソフトバンク | | |
|---------------|---------|----------|-----|--------|----------|-----|---------|----------|-----|
| | 係数 | 標準 誤差 | ※ | 係数 | 標準 誤差 | ※ | 係数 | 標準 誤差 | ※ |
| 価格 | -5.58 | 1.91 | *** | -1.14 | 0.52 | ** | -2.14 | 0.45 | *** |
| GDP | 13.11 | 3.98 | *** | 2.59 | 1.45 | * | 9.33 | 2.50 | *** |
| MNP | -0.04 | 0.32 | | 0.20 | 0.08 | ** | 0.20 | 0.18 | |
| iPhone | | - | | | - | | 0.47 | 0.22 | ** |
| FeliCa | 0.87 | 0.27 | *** | 0.08 | 0.13 | | 0.64 | 0.16 | *** |
| ワンセグ | 0.47 | 0.37 | | 0.11 | 0.13 | | 0.14 | 0.18 | |
| データ・ローミング | 2.21 | 0.22 | *** | 0.36 | 0.10 | *** | | - | |
| 音楽ダウンロード | 0.01 | 0.43 | | 0.16 | 0.11 | | 1.82 | 0.13 | *** |
| 2in1（ダブルナンバー） | 0.10 | 0.24 | | | - | | | - | |
| 定額制料金 | 0.78 | 0.29 | *** | 1.19 | 0.09 | *** | | - | |
| 定数項 | -139.06 | 46.94 | *** | -14.86 | 17.71 | | -102.78 | 33.33 | *** |
| 観測数 | 102 | | | 92 | | | 84 | | |
| 自由度調整済 R2 | 0.9112 | | | 0.8592 | | | 0.8992 | | |

※***1%以下、**5%以下、*10%以下の有意水準を示す。

出典：筆者作成。

各社の推定結果をみると、いくつかの変数は推定から除外したが、価格と GDP は符号条件を有意に満たしている。それぞれの価格弾力性の値は NTT ドコモが-5.58、au が-1.14、ソフトバンクが-2.14 と弾力的である。固定通信の場合、例えば明松（2008）では ADSL のケースで NTT 東西の価格弾力性が主要事業者の中で最も低く、Yahoo!BB（現ソフトバンク BB）のそれが最も弾力的であったとの結果を得ており、この点において固定通信と携帯通信の需要構造が異なっていることが示唆されている。各社の推定値をみると、NTT ドコモでは FeliCa（1%以下）、データ・ローミング（1%）、定額制料金（1%）が正に有意な結果となり、au が MNP（5%）、データ・ローミング（1%）、定額制料金（1%）が正に有意な結果となった。最後に、ソフトバンクでは iPhone（5%）、FeliCa（1%）、音楽ダウンロード（1%）が正に有意であった。

次章では、これらの結果を踏まえた考察を行う。

3. 3. 推定結果の考察

3. 3. 1. 付加価値サービス

前章で得られた結果は以下のように解釈できる。まず、FeliCa、データ・ローミング、あるいは音楽ダウンロードといったサービスは、3G 技術や携帯端末等の関連技術や携帯端末等の関連技術の進歩により可能となったものである。つまり、技術革新のみでは 3G 携帯電話の普及はなく、それに基づいた付加価値サービスの提供がより重要なのである¹⁷。上記 3 つの付加価値サービスについて詳細に見ると、まず FeliCa

¹⁷ もちろん、音楽ダウンロードといったサービスは 2G 技術でも一部は実現可能であり、2G 技術のみの時代にも提供されていたので、結果の解釈は慎重に行う必要がある。3G 携帯の購入が、その付加サービスを利用したいからか、あるいは携帯電話自体を持ちたい（主に通話機能のみ）かは、データからは区別できない。しかし本稿では、3G で利用可能な様々な付加サービスはすでに周知されており、それらのサービスの利用をしたいから 3G 端末を購入したと想定した。

は前述のように広く利用され、携帯端末を用いて代金を支払うユーザーが増加している。列車やバス、航空便といったサービスにも同じことがいえる。従って、この推定結果は現実と整合的である。ローミング・サービスについては、グローバル化が進む中、国際間ローミング・サービスの重要性は増しており、これが結果に表れているものと考えられる。最後に、音楽ダウンロードサービスについては、2Gの頃から携帯電話が音楽を聞くためのポータブル機器の役割を果たしていたが、音楽ダウンロードは大容量の通信を必要とし、実際にこのサービスが本格的に可能となったのは3G技術が始まってからである。その反面、ワンセグや2in1（ダブルナンバー）といったいくつかのサービスは3G携帯電話の普及に貢献していなかった。特にワンセグはその開始当初、大々的に周知広告されたが、結局的にはバッテリーの消費が激しいことや、携帯電話の主な利用者である若年層がそもそもテレビ自体を視聴しなくなったことから、このような結果になったと考えられる。また、2in1（ダブルナンバー）は1つの端末で2つの電話番号やメールアドレスを保有することができるサービスであるが、統計上、NTTドコモの当該サービスの利用者は1%にも満たない（電気通信事業者協会、2011）。

以上の結果より、必ずしも全ての付加価値サービスが常に携帯の利用者に受け入れられるとはかぎらない。各事業者はモバイルビジネスを拡大する際、どのような携帯のサービスが利用者のライフスタイルに根付くかを検討する必要がある。

3. 3. 2. 政策・競争

日本の携帯電話市場は、当初より競争的な環境にあり、3G携帯電話が登場しても追加的な競争政策はそれほど必要でなかったと考えられる。実際に総務省でも、固定電話やADSL市場とは対照的に携帯電話市場への介入は少ない。数少ない政策であるMNPは2006年10月に導入されたが、利用者が事業者間の契約の移行を容易にする効果を有するため、市場全体の拡大への影響は小さい一方、各事業者の契約者数には影響を与えるものである。推定結果によると、auはMNP導入後に契約者数を伸ばしたのに対し、NTTドコモ、ソフトバンクに対しては有意な影響を与えていない。もちろん情報量が相対的に少ない各社の時系列分析では、これが確定的な結果とはいえ、むしろ近年ではソフトバンクが市場シェアを継続的に拡大していることから、直近のデータのみでは結果が異なる可能性がある。定性的には、MNPのNTTドコモに対しての効果はあまり大きくないものと考えられる。つまり、NTTドコモは本来通信の主要事業者であるNTTブランドを有しており、その利用者はNTTのネットワークの安定性や価値を評価して契約していると考えられる。この点に関連して、MNPよりも、MAPの重要性がより大きいことが挙げられる。つまり、データの通信量が相対的に音声よりも大きくなっていく中、総務省（2007）の調査においても、多数の利用者がPCからのメール（55.0%）よりも携帯電話からのメール（59.5%）をより利用していることから裏付けられる。MAPはドメインの問題など、実施への課題は大きいものの、それがもたらす潜在的な効果は高い（Nakamura、2010）。

もう一つの政策的な考察として、端末開発や利用料金に関する事項が挙げられる。日本の携帯電話市場は、携帯事業者が端末の仕様を決め、これに基づいてNECやソ

ニーといった端末機器メーカーが製造を行い、それを携帯事業者が一括で買い取り、それを販売代理店から販売するというビジネスモデルが一般的である。これらの端末費は通信料金に上乗せされ、買い換えをあまり行わない利用者の相対的な負担が大きく、公平な料金負担の在り方が議論されてきた。やや古いが総務省の 2007 年の推計では、販売奨励金が端末一台につき約 4 万円、端末のライフサイクルが概ね 2 年であると結果が得られているが、この結果は当該システムがハイエンドな端末を低価格で供給し、短期間でモデルチェンジを行っていることを示している。しかしながら、携帯端末の技術・サービス革新が進む中で、既存の 2G 技術のみでは多様なサービスを次々と市場に送ることができなかつた。これも、日本では早期に 3G 携帯電話が普及した要因と考えられる。しかし、スマートフォンのような従来の日本型ではない端末の増加により、今後適正な競争政策について議論を進める必要がある。

4. おわりに

今日携帯電話は世界的にも広く普及し、ビジネスのあり方を変え、さらには経済や文化の変革をももたらしている。この現象は先進国特有のものでなく、途上国での生活水準の向上や経済成長にも結びついている。そのような中、携帯電話のさらなる進展、つまり携帯電話の 3G ネットワークへの移行は必要であるが、2G よりも 3G が普及している国は日本と韓国の 2ヶ国のみである。一方、アメリカやイギリス、ドイツといった先進国では、依然 3G の普及率は低い。このような状況が何故生じたかという疑問に対して、回答を与えることが本稿の目的であるが、得られた結果から、IP ネットワークや携帯端末の技術革新がそもそも最初に存在し、その技術に基づいたサービスの革新や多様化が普及に貢献したといえる。新しいサービスが普及するかどうかは、それが利用者の選好や必要性を満たすかに依存している。Funk (2007)によると、日本の携帯事業者はモバイル・インターネットの開始するに当たって解決すべき問題を、少額課金方式（サービスプロバイダがコンテンツプロバイダに代わり代金を収集する方式）を基礎とするエンターテインメント・コンテンツと、そのサービスを利用できるようにカスタマイズされた携帯端末などによって解決したが、欧州の携帯事業者は当初からビジネスユーザー向けの経営を意識し、少額課金方式やコンテンツサービスの導入に遅れをとったとの結論を得ている。日本における 3G 携帯電話の普及要因の背景として、一つの類似した事例が iPhone にみることができる。現在の日本では、若年層を中心に iPhone は普及してきているが、そのシェアは米国よりも低い水準である。この理由は簡単であり、iPhone には多数の機能が備え付けられているものの、モバイル・ペイメントのような機能を欠いている。従って、iPhone の利用者の中にはもう 1 台の 3G 携帯電話を、モバイル・ペイメントを利用するために所持しているといわれている。

最後に、政策面についていくつか言及すると、本稿は 3G の普及に関係する政策についてはあまり重要視していないが、携帯電話市場全体を概観するとそれは普及に大きく関与している。支配的事業者の NTT ドコモのマーケットシェアが 2011 年 3 月時点で 50%を下回っていること（図 3 参照）、また携帯料金が下がっている傾向にあることから、市場競争は機能しているといえる。しかしながら、周波数割当やそれに

関連する周波数オークション、異なる事業者間の通話における接続料の透明性、SIMロック解除、そして通信系の支配的事業者である NTT と NTT ドコモの関係性など、今後の政策課題は多い。これらはむしろ電気通信全体の根本的問題と関連していて、議論には更なる厳密な分析が必要であろう。

現在次世代の WiMAX や LTE といったネットワークが随時開始されてきており、またスマートフォンの利用者数が増加していて、携帯電話市場では新たな構造変化が始まったといってもよい。この変化は、携帯電話事業者でなく、グーグルやアップルといった別の産業分野に属する企業が引き起こしていて、これまでの i モードといった垂直的ビジネスモデルを脅かしている。日本の携帯電話事業者はこういった構造変化に適切に対応する経営戦略を構築する必要がある。本稿の分析はこのような分析には適切ではないが、他の先進国や途上国での 3G 携帯電話の普及へ有用な示唆を与えるであろう。

謝辞

本稿は Akematsu, Shinohara and Tsuji (2012)、Telecommunications Policy の論文に基づき、政策的内容を踏まえ加筆、修正したものである。共著者の兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科、辻正次教授、および KDDI、KDDI 総研の篠原聡兵衛氏より、本稿の単著での作成にご快諾を頂き、本稿の作成についても多大な指導、アドバイスを得た。また、38th Research Conference on Communication, Information and Internet Policy (TPRC 2010)、ITS Biennial Conference 2010、Regional European ITS Conference 2010、日本経済学会 2010 年秋季大会での報告において、参加者より多数の有益なコメントを得た。本稿はこれらの学会でのコメントを踏まえ、加筆、修正されたものである。最後に、匿名の 2 名の査読者からは、本稿の論旨の整理において多大なる有益な指摘を得た。ここに記して感謝申し上げたい。なお、本稿に関する誤字、誤謬などは、全て著者に帰する。

参考文献

- 1) [Abu 2010] Abu, S. T., Technological Innovations and 3G Mobile Phone Diffusion: Lessons Learned from Japan, *Telematics and Informatics*, Issue.4/Vol. 27, pp.418-432, Elsevier, 2010, USA
- 2) [Ahn and Lee 1999] Ahn, H. and Lee, M., An Econometric Analysis of the Demand for Access to Mobile Telephone Networks, *Information Economics and Policy*, Issue.3/Vol.11, pp.297-305, Elsevier, 1999, USA
- 3) [明松 2008] 明松祐司「ADSL 事業者のパネルデータを用いた普及要因の実証研究」、『平成 19 年情報通信学会年報』、pp.1-14、公益財団法人情報通信学会、2008
- 4) [Akematsu, Shinohara and Tsuji 2012] Akematsu, Y., Shinohara, S. and Tsuji, M., Empirical Analysis of Factors Promoting the Japanese 3G Mobile Phone, *Telecommunications Policy*, Issue.3/Vol.36, pp.175-186, Elsevier, 2012, USA
- 5) [Arellano and Bond 1991] Arellano, M. and Bond, S., Some Tests of

- Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations, *Review of Economic Studies*, Issue.2/Vol.58, pp.277–297, Institute for International Economic Studies, Stockholm University, 1991, Sweden
- 6) [Arellano and Bover 1995] Arellano, M. and Bover, O., Another Look at the Instrumental Variables Estimation of Error Components Models, *Journal of Econometrics*, Issue.1/Vol.68, pp.29–51, Elsevier, 1995
 - 7) [Baliamoune-Lutz 2003] Baliamoune-Lutz, M., An Analysis of the Determinants and Effects of ICT Diffusion in Developing Countries, *Information Technology for Development*, Issue.3/Vol.10, pp.151-169, University of Nebraska at Omaha College of Information Science & Technology, 2003, USA
 - 8) [Bauer, Barnes, Reichardt and Neumann 2005] Bauer, H. H., Barnes, S. J., Reichardt, T. and Neumann, M. M., Driving Consumer Acceptance of Mobile Marketing: a Theoretical Framework and Empirical Study, *Journal of Electronic Commerce Research*, Issue.3/Vol.6, pp.181-192, Information Systems Department, CSULB, 2005, USA
 - 9) [Datta and Agarwal 2004] Datta, A. and Agarwal, S., Telecommunications and Economic Growth: a Panel Data Approach, *Applied Economics*, Issue.15/Vol.36, pp.1649-1654, Taylor & Francis, 2004, UK
 - 10) [電気通信事業者協会 2011] 電気通信事業者協会「携帯電話／IP 接続サービス（携帯）／PHS／無線呼出し契約数」、社団法人電気通信事業者協会、1999-2011、<http://www.tca.or.jp/database/>（2012/3/20 最終アクセス）
 - 11) [電気通信事業者協会 2010] 電気通信事業者協会「テレコムデータブック 2010」、社団法人電気通信事業者協会、2010、<http://www.tca.or.jp/databook/index.html>（2012/3/20 最終アクセス）
 - 12) [Dippon 2010] Dippon, C., Is Faster Necessarily Better? Third Generation (3G) Take-up Rates and the Implications for Next Generation Services, *NERA research paper*, 2010, USA, http://www.nera.com/67_6802.htm（2011/3/20 最終アクセス）
 - 13) [Economides and Himmelberg 1999] Economides, N. and Himmelberg, C., Critical Mass and Network Evolution in Telecommunications, *In G. W. Brock (Eds.), Toward a competitive telecommunication industry*, pp.47-63, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1999, USA
 - 14) [Ericsson 2010] Ericsson, *Mobile Data Traffic Surpasses Voice*, 2010 (March 23), Sweden, <http://www.ericsson.com/thecompany/press/releases/2010/03/1396928>（2012/3/20 最終アクセス）
 - 15) [Funk 2005] Funk, J. L., The Future of the Mobile Phone Internet: an Analysis of Technological Trajectories and Lead Users in the Japanese Market,

- Technology in Society*, Issue.1/Vol.27, pp.69-83, Elsevier, 2005, USA
- 16) [Funk 2007] Funk, J. L., Solving the Startup Problem in Western Mobile Internet Markets, *Telecommunications Policy*, Issue.1/Vol.31, pp.14-30, Elsevier, 2007, USA
 - 17) [Gruber 2001] Gruber, H., Competition and Innovation: The Diffusion of Mobile Telecommunications in Central and Eastern Europe, *Information Economics and Policy*, Issue.1/Vol.13, pp.19-34, Elsevier, 2001, USA
 - 18) [Haucap 2003] Haucap, J., Telephone Number Allocation: A Property Rights Approach, *European Journal of Law and Economics*, No.2/Vo.15, pp.91-109, Springer, 2003, Germany
 - 19) [Ida and Kuroda 2009] Ida, T. and Kuroda, T., Discrete Choice Model Analysis of Mobile Telephone Service Demand in Japan, *Empirical Economics*, No.1/Vol.36, pp.65-80, Springer, 2009, Germany
 - 20) [Iimi 2005] Iimi, A., Estimating Demand for Cellular Phone Services in Japan, *Telecommunications Policy*, Issue.1/Vol.29, pp.3-23, Elsevier, 2005, USA
 - 21) [Ishii 2004] Ishii, K., Internet Use via Mobile Phone in Japan, *Telecommunications Policy*, Issue.1/Vol.28, pp.43-58, Elsevier, 2004, USA
 - 22) [Kamssu 2005] Kamssu, A. J., Global Connectivity thorough Wireless Network Technology: A Possible Solution for Poor Countries, *International Journal of Mobile Communications*, No.3/Vol.3, pp.249-262, Inderscience Publishers, 2005, Switzerland
 - 23) [Kim, Chan and Gupta 2007] Kim, H. W., Chan, H. C. and Gupta, S., Value-based Adoption of Mobile Internet: an Empirical Investigation, *Decision Support Systems*, Issue.1/Vol.43, pp.111-126, Elsevier, 2007, USA
 - 24) [Kim 2005] Kim, Y., Estimation of Consumer Preferences on New Telecommunications Services: IMT-2000 Service in Korea, *Information Economics and Policy*, Issue.1/Vol.17, pp.73-84, Elsevier, 2005, USA
 - 25) [Kshetri and Cheung 2002] Kshetri, N. and Cheung, M., What Factors are Driving China's Mobile Diffusion? *Electronic Markets*, Issue.1/Vol.12, pp.22-26, Information Systems Institute, University of Leipzig, 2002, Germany
 - 26) [黒田 2010a] 黒田敏史「両面市場モデルによる携帯電話コンテンツ配信プラットフォームの価格構造の分析」、『東京経済学会誌』、第 267 号、pp.171-189、東京経済大学、2010a
 - 27) [黒田 2010b] 黒田敏史「日本の携帯電話プラットフォームの構造モデル分析」、『公益事業研究』、第 3 巻 61 号、pp.1-11、公益事業学会、2010b
 - 28) [北野、齋藤、大橋 2010] 北野泰樹、齋藤経史、大橋弘「携帯電話におけるスイッチング・コストの定量分析—番号ポータビリティ制度の評価」、『日本経済研究』、第 63 巻、pp. 29-57、日本経済研究センター、2010
 - 29) [Madden and Coble-Neal 2001] Madden, G. and Coble-Neal, G., Internet Forecasting and the Economics of Networks, *In: Loomis, D.G., Taylor, L.D.*

- (Eds.), *Forecasting the Internet: Understanding the Data Communications Revolution*, pp.105-129, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2001, USA
- 30) [Madden and Coble-Neal 2004] Madden, G. and Coble-Neal, G., Economic Determinants of Global Mobile Telephony Growth, *Information Economics and Policy*, Issue.4/Vol.16, pp.519-537, Elsevier, 2004, USA
- 31) [Minges 1999] Minges, M., Mobile Cellular Communications in the Southern African Region, *Telecommunications Policy*, Issue.7-8/Vol.23, pp.585-593, Elsevier, 1999, USA
- 32) [Nair, Chintagunta and Dubé 2004] Nair, H., Chintagunta, P. and Dubé, J. P., Empirical Analysis of Indirect Network Effects in the Market for Personal Digital Assistants, *Quantitative Marketing and Economics*, No.1/Vol.2, pp.23-58, Springer, 2004, Germany
- 33) [Nakamura 2010] Nakamura, A., Changes in Consumers' Behavior When a Vertically Integrated Service is Separated -The Case of Japanese Mobile Phone Services-, *Economics Bulletin*, Issue.1/Vol.30, pp.437-449, Economics Bulletin, 2010, USA
- 34) [NTT ドコモ 2011] NTT ドコモ「決算短信（平成 23 年 3 月期）」、2011、http://www.nttdocomo.co.jp/corporate/ir/binary/pdf/library/earnings/earnings_release_fy2010_4q.pdf（2012/3/20 最終アクセス）
- 35) [Rouvinen 2006] Rouvinen, P., Diffusion of Digital Mobile Telephony: Are Developing Countries Different? *Telecommunications Policy*, Issue.1/Vol.30, pp.46-63, Elsevier, 2006, USA
- 36) [総務省 2002 2007] 総務省「情報通信白書」、2002-2010、<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/>（2012/3/20 最終アクセス）
- 37) 総務省「モバイルビジネス活性化プラン」、2007、http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/Releases/Telecommunications/pdf/news070921_2_ap.pdf（2012/3/20 最終アクセス）
- 38) [Takeishi and Lee 2005] Takeishi, A. and Lee, K. J., Mobile Music Business in Japan and Korea: Copyright Management Institutions as a Reverse Salient, *The Journal of Strategic Information Systems*, Issue.3/Vol.14, pp.291-306, Elsevier, 2005, USA
- 39) [TeleGeography 2010] TeleGeography, *GlobalComms database*, 2010, USA, <http://www.telegeography.com/research-services/globalcomms-database-service/>（2012/3/20 最終アクセス）
- 40) [Wu and Wang 2005] Wu, J. H. and Wang, S. C., What Drives Mobile Commerce? an Empirical Evaluation of the Revised Technology Acceptance Model, *Information & Management*, Issue.5/Vol.42, pp.719-720, Elsevier, 2005, USA
- 41) [Yamauchi, Chen and Wei 2006] Yamauchi, K., Chen, W. and Wei, D., An

Intensive Survey of 3G Mobile Phone Technologies and Applications in Japan,
*Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Computer and
Information Technology*, Seoul, 2006, Korea