

# 携帯電話によるインターネット利用 プラットフォームの計量分析

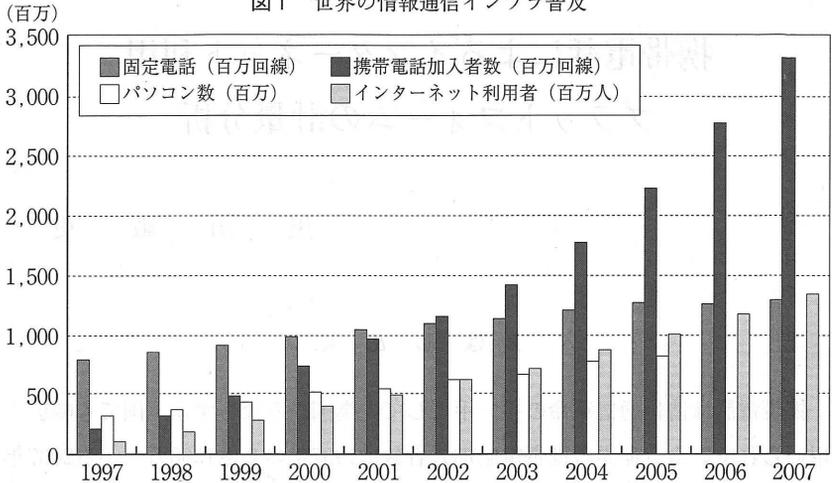
黒 田 敏 史

## I は じ め に

携帯電話は情報通信革命の担い手として先進国のみならず途上国でも幅広く用いられている。世界の携帯電話加入者数は1997年の2億1500万人から2007年には33億500万人まで増加している。この増加率は固定電話やインターネットを遙かに上回っており、携帯電話加入者数は2002年に固定電話加入者数を上回り、2007年末時点では固定電話の2.58倍に達している。また、情報通信革命のもう一方の担い手であるインターネット、パソコンに関しては、インターネットは1997年の1億1700万人から13億4400万と約10倍であり携帯電話ほどには利用が広がっておらず、パソコンに至っては1997年の3億2500万台から2005年の8億800万台と2倍程度にしか成長していない。この10年の間、世界で最も広く普及した情報通信インフラは携帯電話であった。

情報通信革命が話題となっていた頃よりインターネットやパソコンの普及が経済成長に与える影響についての研究は行われていたものの、携帯電話の普及が経済成長に果たす役割についての分析は少ない。携帯電話は電波が届く場所であれば即座に音声通話をすることが可能になるため、即時に情報のやりとりをすることができるほか、ショートメッセージサービス（SMS）を利用した決済等の金融サービスも提供されるようになってきている。Thompson and Garbacz [2007] は固定電話、携帯電話、インターネットそれぞれが生産の非効率性に与える影響について分析をしており、情報通信技術は特に途上国において

図1 世界の情報通信インフラ普及



出典：ITU。

生産の非効率性を低下させる働きを持つとしている。また、Waverman, Meschi and Fuss [2005] は携帯電話の普及率の差が途上国間の経済成長率の差を一定程度説明することを明らかにしている。また、Jensen [2007] はインドのケララ州で漁民と販売者に携帯電話が普及したことで、市場間での価格の不均一が減少し、収穫が破棄される量がほぼ0になり、消費者・生産者共に効用が上昇した事を明らかにしている。

日本の携帯電話では人口の7割が携帯電話からのインターネットアクセスを利用しているものの、途上国での携帯電話からのインターネット利用はごく僅かである。ITUの資料によれば2007年のアジア地域の携帯電話からのインターネット利用率はタイで10%程度であり、中国で6%程度、その他の国々ではそれ以下の利用率となっている<sup>1)</sup>。携帯電話を通じたインターネットの利用について分析した論文は存在しないが、インターネットは現在固定通信網を経

1) 韓国では日本のように高性能な携帯電話端末が普及し、携帯電話からのインターネット利用率も高いとされている。

由した利用にほぼ限定されているのに対し、携帯電話を通じてインターネットの利用が可能となることで、音声通話のみの携帯電話利用よりも経済成長への寄与が拡大する可能性がある。本論文では、携帯電話によるインターネット利用に関する消費者の需要関数と、携帯電話向けインターネットサービス事業者の参入の間に生じた相互作用の推定を通じ、携帯電話によるインターネット利用プラットフォームの需要分析を行う。

以下では情報通信技術が経済成長に与える影響についての先行研究をレビューし、携帯電話とインターネットの普及が経済成長へ与える影響について整理する。その後、日本の携帯電話によるインターネット利用プラットフォーム需要の推定を行う。

## II 情報通信インフラと経済成長

情報通信インフラと経済成長についての分析の多くは Solow [1957] の成長会計分析によるものであり、情報通信技術の経済成長へ与える効果が検出されないというソロー・パラドックスの解決に向けた資本ストック推計の精緻化に多くの労力が割かれた。Jorgenson [2005] は情報通信投資が G7 諸国の 1995 年以降の経済成長に与えた影響について TFP 推計によって分析するアプローチの包括的なレビューを行っている。また、Roller and Waverman [2001] は情報通信インフラが経済成長に与える経路について、投資そのものが GDP を押し上げる効果と、情報通信インフラの普及が生産性を向上させる効果の両方が存在することを指摘している。そうした要素を分解するため、マクロ生産関数と情報通信インフラ市場の需要関数、供給関数、投資関数からなるマクロ構造モデルを同時推定するアプローチを提唱している。OECD 諸国のデータを用いた推計の結果、投資そのものの効果よりもインフラの普及が生産性を向上させる効果の方がより重要な影響を持っており、特に普及がユニバーサルサービスに近い水準に近づくことで IT インフラの持つ効果はより高くなることを明らかにしている。また、Thompson and Garbacz [2007] はマクロ生産関数

の非効率性が情報通信インフラの普及によって減少する事を明らかにしている。これら研究は情報通信インフラの経済成長に与える影響についての基本的な枠組みを提供しており、これらの枠組みに従った多くの研究が行われている。以下では発展途上国に関して携帯電話、インターネットの順に、それぞれの普及の要因についての研究、続いて経済成長に与えた要因についての分析について紹介を行う。

携帯電話の普及要因について途上国のデータを用いて分析した研究としては、Madden and Coble-Neal [2004] では56国、1995年から2000年のデータで動学需要モデルを推定し、固定と携帯の間に代替があること、価格弾力性は長期では5%と高いが所得弾力性は0.03%と低い事を明らかにしている。また、情報通信政策が携帯電話の普及に果たす役割について、Maiorano [2007] は独立規制当局の存在は携帯電話部門の成長に正の影響を持ち、携帯電話インフラの広がりは一入あたり所得を増加させる事を明らかにしているほか、Rouvinen [2006] は途上国と先進国どちらでも技術競争は普及を遅らせ、市場での競争は普及を早める事、そしてネットワーク効果はそれらよりも普及に重要な役割を果たす事を明らかにしている。

Luo, Rui, Luo and Zhu [2008] は中国の2000-2006年、31省のデータを用いて情報通信への投資が経済成長に与える影響を推定し、投資の限界効果は平均で2.376%であり、その他の社会インフラへの投資よりも効果が高い事、西部地域への投資はその他の地域への投資よりも効果が高い事を明らかにしている。また、Lam and Shiu [2008] はDEAによって中国の情報通信セクタの生産性を分析し、過剰雇用と長距離光ファイバへの過剰投資等の操業環境の違いによって地域間に生産性格差が生じており、東部地域の生産性は西部地域よりも高い事を明らかにしている。

携帯電話が経済成長にいかなる形で寄与するかについて、バングラディッシュのグラミンフォン創業者 Quadir は「繋がることは生産性だ」と論じており、貧しい人々と携帯電話に関する神話と真実として、電話の共有によって支

出を抑えられること、電話が無い人々はずでにコミュニケーションのために多くの支出を行っていること、所得増加が電話普及を促すのではなく電話普及が所得を増加させること、電話はお金持ちが使おうが貧しい人が使おうが利益が出ること、電話は識字率の低い発展途上国において特に重要なコミュニケーションの手段となる事等を論じている (Sullivan [2007], 訳は東方, 渡部 [2007] より)。Jensen [2007] はインドのケララ州の漁民の事例を通じて、電話が生産性を向上させるツールとして機能するメカニズムを明らかにしている。

途上国におけるインターネットの普及について分析した論文では、Oyelaran-Oyeyinka and Lal [2005] はサハラ以南アフリカの国々のデータを用いてインターネットと固定電話の普及とインフラへの投資からなる方程式体系を推定することで、コンピュータや電話回線の普及がインターネットの普及の前提条件であることを明らかにしている。また、Wallsten [2005] は途上国では44の発展途上国のデータから、インターネットに対して課されている規制は経済的な理由からではなく、情報に対する自由なアクセスをさせないために行われた規制、もしくは既存固定電話会社に対する配慮として策定されたものであり、こうした規制がインターネットの普及を妨げていると指摘している。Noh and Yoo [2008] はインターネットの普及は経済成長に正の影響を持つものの、ジニ係数との交差項は負であり、所得分配が不平等な国ではデジタルバイドが拡大することで経済成長に負の影響を与える事を明らかにしている。

インターネットによる経済成長への寄与へのメカニズムに関して Freund and Weinhold [2004] はインターネットによって国と国の間で取引を行う際の固定費が削減されることにより、国際貿易が促進される事を明らかにしている。また、Clarke and Wallsten [2006] はインターネットは途上国から先進国への輸出を促進するが、先進国から途上国への輸出には有意な影響がないことを明らかにしている。

これらの研究はインターネットの利用が経済成長への寄与するための幾つか

の条件を示しており、PCや識字等の制約がインターネットによる経済成長のメカニズムを妨げることがわかる。他方でインターネットアクセス付きの携帯電話端末は音声通話のみの端末よりも高価ではあるものの、パソコンよりも安価な価格で入手することが可能である。また、固定電話回線とは異なり海上のようなインフラが設置された箇所から離れた場所においても利用が可能であるため、投資額に対するサービス提供エリアの効率が良い。Sullivan [2007] はインドなどで固定電話回線のための銅線盗難に遭うことで電話が不通になる事件が多発しているのに対し、携帯電話インフラの場合は自らが利用するインフラを不通にしようとは考えないために盗難に遭うことは無かったとしている。これらの特徴などから携帯電話インフラは固定電話インフラよりも早くサービスが普及しており、携帯電話を通じたインターネットが可能になることで、固定通信網を用いたインターネットアクセスよりも途上国の経済成長に寄与しやすい可能性があると考えられる。

日本は携帯電話を利用したインターネットアクセスの利用率が世界で最も高いため、日本における携帯電話を利用したインターネットアクセスの利用の普及について分析することで、途上国における携帯電話を利用したインターネットアクセスの普及のための示唆を得ることができるとも考えられる。日本における携帯電話の普及に関する実証分析として、Okada and Hatta [1999] はネットワーク効果の影響を含めた AIDS モデルを開発し、1992年から1996年の日本のデータを用いた推定を行っており、携帯電話の加入数はインストールベースから優位な影響を受けること、価格弾力性は平均で  $-3.963$  である事を明らかにしている。また、Imi [2005] は1996年から1999年の日本のデータを用いて携帯電話の加入需要を料金、インターネットアクセスの有無、携帯電話の機能、料金プランの多様性、直接ネットワーク効果等に回帰し、価格弾力性は  $-1.29$  から  $-2.43$  程度であり、同期間においてネットワーク効果は有意ではないとしている。

インターネットアクセスが可能な携帯電話端末は価格が高くなる他、画面の

大きさなどの制約から携帯電話向けのインターネットサイトが必要とされる。他方で、携帯電話向けインターネットサイトは携帯電話からのインターネット利用者が増加しなければ開設されないであろう。携帯電話によるインターネットアクセスの普及のためにはこうした鶏と卵問題を解決する必要がある、利用者と携帯電話向けサイト事業者の間に生じる間接ネットワーク効果に着目した分析が有益となる。次節では間接ネットワーク効果を有効に機能させるための携帯電話事業者の役割を考慮した Two-Sided Market に関する実証モデルの導出を行う。

### III 携帯電話によるインターネット利用プラットフォームの需要モデル

本節では間接ネットワーク効果を考慮した日本の携帯電話市場における携帯電話利用者の需要関数と、携帯電話向けインターネットサイト事業者の供給に関する需給同時決定モデルからなる Two-Sided Market に関する実証モデルの導出を行う。携帯電話市場は携帯電話事業者が携帯電話のユーザに対して通話やデータ通信サービスを提供する一方、コンテンツ事業者に対してコンテンツ配信プラットフォームを提供し、課金代行手数料を得ている。Rochet and Tirole [2006] では一つのプラットフォームに属する顧客が複数のグループに分割可能であり、これら顧客グループの間にネットワーク効果が働くような市場のことを Multi-Sided market と呼んでおり、2つのタイプの特特殊型を Two-Sided market と呼んでいる。Multi-Sided market では、価格弾力性に応じて一方の顧客から他方の顧客に対しての移転を伴うような価格設定を行うことで、移転を伴わない価格付けを行った場合よりもプラットフォームに属する顧客数を増加させることが可能である。

モデルのプレイヤーは、プラットフォーム提供者としての携帯電話事業者、コンテンツ供給者、携帯電話サービスの消費者である。消費者は Love of Variety を有しており、プラットフォームに参加するための料金と、プラットフォームに加入した際に利用可能なコンテンツの多様性から得られる効用を比

較してどのプラットフォームに加入するか、もしくは加入しないかを選択する。プラットフォームに加入する消費者数が増大すれば、コンテンツ市場の規模が拡大するため、存続可能なコンテンツ事業者数が増加する。消費者とコンテンツ事業者の間には間接ネットワーク効果が働くため、携帯電話事業者はコンテンツ事業者に対して固定費を削減するような補助を行うと同時に、プラットフォーム提供事業者としてコンテンツ事業者に対し決済代行サービスを提供し、コンテンツの売り上げから手数料をとることとする。

まず、Love of Variety を有する消費者需要から、消費者の効用がプラットフォームに供給されているコンテンツ数に依存することを示した後、コンテンツ数が消費者の加入数に依存すること、そして携帯電話事業者による補助と課金代行手数料がコンテンツ数と消費者数の関係を表す係数に影響を与えることを示す。その後、プラットフォームに加入した際に得られる間接効用から、消費者の携帯電話事業者の選択行動を導く。

### 1 コンテンツ市場の均衡

プラットフォーム  $j$  に加入する消費者がコンテンツから得られる部分効用(下位効用)を  $X$  とおく。このとき、コンテンツ  $i$  価格を  $p_{ci}$ 、コンテンツ  $i$  の消費量を  $x_i$ 、コンテンツ間の代替性を  $\rho$  ( $0 < \rho < 1$ ) とおくと、プラットフォーム  $j$  において提供されているコンテンツ数を  $N_i$  する。消費者のコンテンツへの支出額を  $E_X$  とおく。 $E_X$  を所与としてコンテンツから得られる効用を最大化する問題を考える。

$$\begin{aligned} \max X_j &= \left[ \sum_{i=1}^{N_j} x_i^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} \\ \text{s. t. } E_X &= \sum_{i=1}^{N_j} p_{ci} x_i \end{aligned} \quad (1.1)$$

ラグランジュ常数を  $\lambda$  とおくと、利潤最大化の1階条件より各コンテンツの消費量は  $x_i = (p_{ci} \lambda)^{\frac{1}{\rho-1}} / X$ 。消費量を予算制約に代入して  $E_X = \lambda^{\frac{1}{\rho-1}} \sum_{i=1}^{N_j} p_{ci}^{\frac{1}{\rho-1}} / X$ 。これらを用いて  $\lambda$  を消去すると、 $X_i = p_{ci}^{\frac{1}{\rho-1}} E_X / \sum_{i=1}^{N_j} p_{ci}^{\frac{1}{\rho-1}}$ 。両辺を  $\rho$  乗して  $i$  について集計すると、 $E_X = (\sum_{i=1}^{N_j} x_i^\rho)^{\frac{1}{\rho}} (\sum_{i=1}^{N_j} p_{ci}^{\frac{\rho-1}{\rho}})^{\frac{1}{\rho}} = X (\sum_{i=1}^{N_j} p_{ci}^{\frac{\rho-1}{\rho}})^{\frac{\rho-1}{\rho}}$  を得る。ここで、 $\rho$

コンテンツの価格指数  $p_X$  を  $p_X = (\sum_{N_j} p_{ci} \frac{\rho}{\rho-1})^{\frac{\rho-1}{\rho}}$  とおく。コンテンツ事業者間の対称性を仮定し、 $p_{ci} = p_c$  とおくと、 $p_X = N_j^{\frac{\rho}{\rho-1}} p_c$ 。よって、一人あたりの各コンテンツの消費量（需要関数）は、

$$x_i = p_c^{\frac{1}{\rho-1}} p_X^{\frac{-\rho}{\rho-1}} E_X \quad (1.2)$$

となり、手数料は各コンテンツの消費量に影響を与えない事がわかる。

次に、コンテンツ事業者の供給側の均衡を考える。コンテンツ事業者は通信事業者へコンテンツ売り上げの一定割合  $t$  を手数料として支払い、携帯電話事業者からの補助金  $T$  を所与として利潤最大化を行う。利潤関数は、

$$\pi = p_c(1-t)x_i - C(x_i) + T \quad (1.3)$$

となる。

コンテンツの制作には固定費用  $\alpha$  と 1 単位当たりの費用  $\beta$  がかかるとすると、 $C(x) = \alpha + \beta x$  である。利潤最大化の 1 階条件より、コンテンツ価格は

$$p^* = \frac{\beta}{(1-t)\rho} \quad (1.4)$$

となる。

自由参入条件下では利潤が 0 になるまで参入が起こるので、均衡において各企業の利潤は 0 となる。均衡価格の元、利潤が 0 となる各企業の生産量は、

$$0 = \frac{\beta}{(1-t)\rho} (1-t)x - (\alpha + \beta x) \text{ を満たす } x \text{ だから、}$$

$$x^* = \frac{\alpha}{\beta} \left( \frac{\rho}{1-\rho} \right) \quad (1.5)$$

となる。

市場均衡条件から、

$$N_j^* = \frac{(1-t)}{\alpha - T} (1-\rho) n_j E_X \quad (1.6)$$

となる。以下では(1.6)をコンテンツ参入方程式と呼び、コンテンツ事業者の

行動についての推定を行う際に利用する式とする。コンテンツ参入方程式は加入者数、補助金の増加関数、手数料の減少関数となる。また、加入者数とコンテンツ数は比例関係となり、係数は消費者の多様性への選好が一定なのであれば、補助金や手数料水準によって変化することになる。また、以下で示すように右辺の加入者数  $n_j$  はコンテンツ数の関数であるため、推定には操作変数推定を必要とする。

## 2 Love of Variety の元での携帯電話需要

コンテンツから得られる効用は、

$$X_j = \left[ \sum_1^{N_j} x_f \right]^\rho \quad (1.7)$$

であり、コンテンツの対称性から消費者は各コンテンツを同量  $x$  だけ消費するので、

$$X_j = (N_j x^\rho)^\rho = N_j^\rho x = N_j^\rho p_c N_c^{-\frac{1}{\rho}} p_x N_j^{\rho-1} E_x = N_j^{\rho-1} p_c^{-1} E_x \quad (1.8)$$

となる。従って、Love of Variety を仮定した場合、コンテンツ数の増加が効用に与える影響は線形には限らない ( $0 < 1/\rho - 1 < \infty$ )。そこで、コンテンツ数の対数が効用関数に含めることとする<sup>2)</sup>。

消費者  $i$  はコンテンツから得られる効用の対数とプラットフォーム加入の際に支払う料金を考慮して加入プラットフォームを選択すると仮定し、プラットフォーム  $j$  に加入することによって得られる効用

$$U_{ij} = \alpha_j + \beta_p p_a + \beta_{N_j} \log N_j + \varepsilon_{ji} + \xi_j = V_{ij} + \xi_j \quad (1.9)$$

を最大にするプラットフォームを選択すると仮定する。また、携帯電話に加入しないときの効用  $V_0$  を 0 に基準化を行う。 $\varepsilon_i$  は分析者に観察不可能な消費者

2) Iimi [2005] では携帯電話の加入需要に直接ネットワーク効果が与える影響を、電話回線数の対数を用いて推定を行っている。

の属性であり、選択肢間で独立で同一の極値分布であるとする。このとき、消費者  $i$  が選択肢  $j$  を選ぶ確立  $P_{ij}$  は、

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_k \exp(V_{ik})} \quad (1.10)$$

となる。

このとき、Berry [1994] に従い(1.10)式の両辺の対数を取り、未加入の対数確率を引くことで、

$$\log(P_j) - \log(P_0) = \alpha_j + \beta_p p_{aj} + \beta_{Nj} \log N_j + \xi_j \quad (1.11)$$

を得る。 $P_j$  は選択肢  $j$  の選択確率、 $P_0$  は携帯電話を利用しない人の選択確率である。以下では(1.11)式を携帯電話加入需要方程式と呼ぶ。推定においては代表的個人の選択確率の不偏推定量である加入率を利用する。また、推定にあたっては Logit モデルの IIA の制約を携帯電話加入の選択肢の間で誤差項に相関を認めることで緩和した Nested Logit モデルの推定も行う。Nested Logit モデルの場合、右辺に選択肢  $j$  の含まれるグループ  $k$  の選択肢を選んだ条件の下で、選択肢  $j$  が選ばれる確率 (within のシェア) の対数が含まれる式を推定することになる。Within のシェアの対数の係数は携帯電話を利用する選択肢の誤差項の相関の大きさを表し、係数が 1 を超えると効用の増加が選択確率を下げることになるため、効用最大化行動との整合性が失われる。また、0 未満の場合にはパラメータの値によっては整合性が失われることが知られている (Train [2003])。

また、携帯電話価格は市場の需給の要因によって変化するため、内生変数であると考えられる。また、コンテンツ数も(1.6)式より加入者数の関数であるため、内生変数となる。さらに、within のシェアも内生変数である。従って、これら変数に対応した操作変数を用いることとする。

## IV データ

分析に利用したデータは各種公表統計によって得られた2002年4月から2008年9月末までのデータである。分析の対象とした携帯電話サービスは、NTTドコモ、KDDI (au ブランドと Tu-Ka ブランドの合計)、ソフトバンクである。ソフトバンクは前身である J-Phone、Vodafone と同一の事業者として取り扱った。2007年に参入したイー・モバイルは除外することとした。

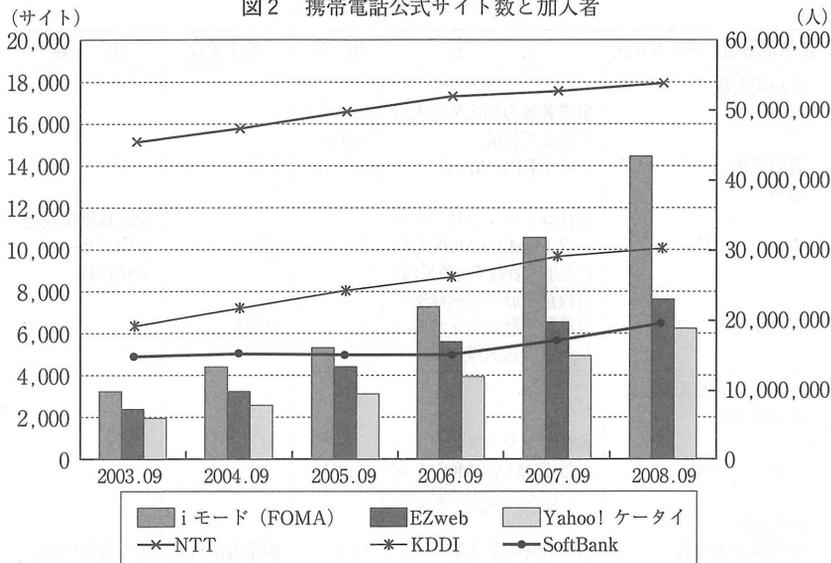
被説明変数となる事業者のシェアは、電気通信事業者協会 (TCA) が毎月公開する加入者数のデータを用いた。また、料金については事業者の公表する月次の加入者一人あたりの音声売り上げ (音声 ARPU: Average Revenue Per User) を一人あたり月間通話分数 (MOU: Minutes Of Usage) で除した値を用いた。ソフトバンク以外の事業者は分析期間中の MOU を全て公開していたが、2007年度のソフトバンクの MOU が公開されていなかったため、総務省の公表する携帯電話発の総トラフィックを補正した値からドコモと KDDI の加入者数と MOU から算出したトラフィックを引き、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<sup>3)</sup>。各事業者の公式サイト数については、NTT ドコモは2001年度から毎月の公式サイト数を公表しているため、それを用いた<sup>4)</sup>。KDDI は2002年以降四半期毎の公式サイト数を公表しているため、それを用いた。ソフトバンクは総務省の競争評価において公表された2003年、2004年、2005年のデータ、ならびに2006年3月より公開されている毎月の公式サイト数のデータを用いた。図2は各社の公式サイト数、ならびに加入者数をプロットした図である。

携帯電話加入需要方程式、コンテンツ参入方程式それぞれについて内生性の

3) 2006年度以前の3事業者の MOU に加入者を乗じた値と総務省の総発信トラフィックの値が一致しなかったため、事業者 MOU から算出された総発信トラフィックと総務省の総発信トラフィックの比率を用いて2007年度の総発信トラフィックを補正した。

4) NTT ドコモ公表データでは MOVA 向けと FOMA 向けが個別に掲載されていたため、加入者数で加重平均した値を NTT ドコモの公式サイト数とした。

図2 携帯電話公式サイト数と加入者



出典：総務省「電気通信事業分野における競争状況の評価2007」と TCA より筆者作成。

問題を解消するために操作変数を用いる必要がある。携帯電話加入需要方程式に関しては、携帯電話やコンテンツの費用に影響を持つが、消費者の需要に含まれないと考えられる変数として、日本銀行の企業向けサービス物価指数から地価、受注ソフトウェア、専用線の価格指数を用いる事とした。また、コンテンツ参入方程式に関しては、消費者の携帯電話加入に影響を与えるが、コンテンツ参入に影響しない変数として、消費者物価指数より固定電話の価格指数を用いることとした。また、これらの交差項、2次項も用いた。各事業者の加入者数各変数の入手源と定義をまとめると、以下の表1の通りとなる。また、表2、表3にそれぞれ記述統計、相関係数を掲載した。

## V 推定結果

本節では携帯電話加入需要方程式と、コンテンツ参入方程式の推定結果について述べる。推定においては、3SLS を用いて2つの方程式の推定を行った。

表 1 変数の定義と出典

携帯電話加入需要方程式	定 義	出 典	操作変数	出 典
被説明変数 シェア	事業者毎の加入数を人口 で除して作成	TCA/人 口推計	地価	企業物価指数企 業向けサービス 価格指数
説明変数 価格	音声 ARPU/MOU	各社 IR		
コンテンツ数	各社コンテンツ数 (ドコ モは FOMA+MOVA 向 けを加入者数で加重平均) 当該選択肢の選択確率/ 当該選択肢の含まれるゲ ループの選択確率	各社 IR	受注ソフト	
Within のシェア			専用線	
コンテンツ参入方程式 被説明変数				
コンテンツ数	各社コンテンツ数 (ドコ モは FOMA+MOVA 向 けを加入者数で加重平均)	各社 IR		
説明変数 携帯電話加入数	事業者毎の加入数	TCA	固定電話料金	消費者物価指数

表 2 記 述 統 計

Variable	平 均	標準偏差	最 小	最 大
料金	30.8351	6.54042	13.6192	39.8974
料金 * MNP	10.1654	12.9846	0	32.0144
公式サイト数	5314.53	2458.81	1284	13344.9
公式サイト数 * MNP	2945.74	3941.05	0	13344.9
加入者数(百万)	36.1748	15.0743	14.5911	53.937
加入者数(百万) * MNP	13.9176	19.9891	0	53.937
MNP	0.405797	0.492835	0	1

表 3 相 関 行 列

	料 金	料 金 * MNP	公式サイト数	公式サイト数 * MNP	加入者数	加入者数 * MNP	MNP
料金	1.000	-0.507	-0.357	-0.566	0.443	-0.400	-0.734
料金 * MNP	-0.507	1.000	0.705	0.914	0.049	0.915	0.951
公式サイト数	-0.357	0.705	1.000	0.877	0.489	0.864	0.656
公式サイト数 * MNP	-0.566	0.914	0.877	1.000	0.162	0.960	0.908
加入者数	0.443	0.049	0.489	0.162	1.000	0.291	-0.103
加入者数 * MNP	-0.400	0.915	0.864	0.960	0.291	1.000	0.846
MNP	-0.734	0.951	0.656	0.908	-0.103	0.846	1.000

また、コンテンツの加入需要に与える影響が事業者間で同一とした 3SLS (1)、事業者間でコンテンツの加入需要に与える影響が異なる 3SLS (2)、そして 2006年10月より導入されたモバイルナンバーポータビリティ制度 (MNP) が携帯電話加入需要、コンテンツ参入それぞれに与えた影響についてダミー変数を用いて分析を行った 3SLS (3) の推定を行った。全てのモデルにおいて選択肢間で誤差項が IID となる MNL と携帯電話を利用する選択肢の誤差項間に相関を認めた NL で推定を行った。推定の結果、NL の誤差項の相関の大きさを表すパラメータは有意に 1 を超える、もしくは 0 と異ならなかったため、MNL を用いることとした。3SLS (1) と 3SLS (2) の推定結果を用いて携帯電話加入需要方程式のパラメータ同一仮説に関する F 検定を行ったところ、パラメータ同一仮説は 1% 水準で棄却された。また、3SLS (1) と 3SLS (3) のコンテンツ参入式に関して MNP 前後のパラメータ同一仮説を検定したところ、こちらも 1% 水準で棄却された。よって、以下では 3SLS (3) 推定結果を用いることとする。

3SLS (3) における携帯電話加入需要方程式のパラメータは価格が負で有意であり、MNP ダミーと価格との交差項も負で有意であるため、MNP 後には価格係数が絶対値の意味で増加したことがわかる。従って、MNP の導入により価格に対する消費者の反応が高まり、競争が促進されたと言えよう。また、コンテンツの多様性が効用に与える影響については、NTT ドコモと KDDI が正で有意であり、ソフトバンクに関しては有意とはなっていない。また係数は KDDI の係数が一番大きく、次いで NTT ドコモ、ソフトバンクの順となっている。

コンテンツ参入式の推定結果を見てみると、それぞれの事業者に関して加入者数が正で有意となっており、大きい順にソフトバンク、KDDI、NTT ドコモとなっている。また、MNP ダミーと加入者数との交差項も正で有意になっており、大きい順に NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンクとなっている。

以下の表 3 は平均値周りで計算した加入需要の価格弾力性、ならびにコンテ

表4 推定結果

Model N=138	3SLS (1)		3SLS (2)		3SLS (3)	
	$\beta$	$t$	$\beta$	$t$	$\beta$	$t$
$y = \ln(S_j) - \ln(S_0)$						
NTT	-6.8424	-24.5560	-4.0344	-4.9120	-5.1020	-5.4620
KDDI	-7.2804	-27.2810	-7.1360	-12.1400	-8.3506	-12.5860
SB	-7.5500	-29.8480	-2.0682	-0.8540	-4.1611	-1.5880
料金	-0.0063	-2.8800	-0.0239	-3.0610	-0.0215	-2.5940
料金 * MNP					-0.0051	-5.8410
Log(公式サイト数)	0.8494	33.8230				
Log(公式サイト数) * NTT			0.5929	9.0320	0.7128	9.1090
Log(公式サイト数) * KDDI			0.9013	19.2200	1.0443	18.6860
Log(公式サイト数) * SoftBank			0.2414	0.9020	0.4924	1.6950
R-squared	0.9688		0.9769		0.9691	
Adjusted R-squared	0.9678		0.9758		0.9674	
	$\beta$	$t$	$\beta$	$t$	$\beta$	$t$
$y = \text{公式サイト数}$						
加入者数 * NTT	0.000125	28.3420	0.000126	28.4380	0.000093	33.7870
加入者数 * KDDI	0.000196	12.6720	0.000190	12.2300	0.000157	15.0110
加入者数 * SoftBank	0.000277	14.1810	0.000276	14.1320	0.000222	11.2070
加入者数 * NTT * MNP					0.000090	19.5110
加入者数 * KDDI * MNP					0.000073	4.6890
加入者数 * SoftBank * MNP					0.000072	3.1560
R-squared	0.3925		0.3931		0.8475	
Adjusted R-squared	0.3835		0.3842		0.8417	

コンテンツ弾力性であり、列方向が価格が変化する事業者、列方向が加入確率の変化率を表している。また、表4はMNP前後のコンテンツ数の加入者数弾力性である。加入需要方程式の価格弾力性は $x_j$ は選択肢 $j$ の価格、もしくは速度、 $s_j$ は選択肢 $j$ のシェアとすると、 $\epsilon_j = \beta_j x_j (1 - s_j)$ となる。コンテンツは対数を取っているため、 $\epsilon_j = \beta_j (1 - s_j)$ が弾力性となる。

加入需要方程式の価格弾力性は市場シェアを反映して、NTTドコモ、KDDI、ソフトバンクの順となっており、MNP後には弾力性が上昇している

表5 携帯電話加入需要弾力性

価格弾力性	NTT	KDDI	SoftBank	未加入
NTT	-0.44629	0.278231	0.278231	0.278231
KDDI	0.127786	-0.56059	0.127786	0.127786
SoftBank	0.079231	0.079231	-0.56589	0.079231
価格弾力性 (MNP 後)	NTT	KDDI	SoftBank	未加入
NTT	-0.5521	0.344198	0.344198	0.344198
KDDI	0.158083	-0.6935	0.158083	0.158083
SoftBank	0.098016	0.098016	-0.70006	0.098016
コンテンツ弾力性	NTT	KDDI	SoftBank	未加入
NTT	0.439083	-0.27374	-0.27374	-0.27374
KDDI	-0.19386	0.850459	-0.19386	-0.19386
SoftBank	-0.06047	-0.06047	0.43189	-0.06047

表6 コンテンツ参入弾力性

コンテンツの加入者数弾力性	NTT	KDDI	SoftBank
MNP 前	0.762145	0.870774	1.054382
MNP 後	1.494211	1.273692	1.395483

ことがわかる。また、コンテンツ弾力性は KDDI が最も大きく、NTT ドコモとソフトバンクはほぼ同一である。従って、KDDI は公式コンテンツによって加入者を大きく伸ばしてきたが、ソフトバンクは料金によって加入者を伸ばしてきたと言えよう。

携帯電話加入者数とコンテンツ数の係数は消費者の多様性に対する選好が一定であるならば、携帯電話事業者によるコンテンツ事業者への補助金の増加関数、携帯電話事業者による手数料の減少関数である。従って、消費者の選好に変化がなかったのであれば、手数料の値下げ、もしくはコンテンツ事業者への補助金の増加があったのではないかと考えられる<sup>5)</sup>。携帯電話の公式サイトは

5) 補助金の増加と任意の固定費用を削減するような施策の区別をすることができないため、当該期間において公式サイトの認定に関する基準の緩和のようなその他の固定費用が減少するようノ

事業者間の利用している技術の違いから互換性が無く、NTT ドコモ向けのコンテンツを KDDI やソフトバンクの携帯電話から利用することはできないため、携帯電話の公式サイトは他事業者との差別化要因となる。MNP によって顧客の離脱が予想される際に、携帯電話事業者はコンテンツ数を増加させることでライバルとの差別化要因を増大させるような対策、つまり MNP の導入による競争促進策の効果を削減するような戦略的行動を取っていた可能性が示唆される。

コンテンツ数の加入者弾力性に着目すれば、MNP 前で大きい順にソフトバンク、KDDI、NTT ドコモとなっていたが、MNP 後には NTT ドコモの弾力性が最も大きくなっており、次いでソフトバンク、KDDI という順に変化している。こうした行動が取られた背景をモデルの構造を踏まえて分析してみよう。

コンテンツ参入方程式における加入者数と MNP との交差項の係数は MNP 前後における加入者数とコンテンツ数との間の比例関係の係数の変化の大きさを表している。この変化は NTT ドコモが最も大きく、次いで KDDI、ソフトバンクであった。加入者数の係数は選好を一定とすれば補助金、手数料の関数となっているため、MNP 前後の係数の差の大きさはコンテンツへの補助金、もしくは手数料水準の変化の大きさを表している。係数の変化の大きさが NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンクの順になっているのは、MNP によって既存の顧客の大きい事業者はより多くの顧客を失うため、顧客を失わないようにするためのコンテンツ事業者へのより大きな補助金を出すことが合理的であるからであろう。

従って、政府による MNP 導入による競争促進の効果には、携帯電話の加入需要に関して弾力性を向上させた効果のみならず、携帯電話事業者が関連するコンテンツ市場への補助金を用いて MNP の効果を相殺するような行動を取ったことで、コンテンツ事業者もより低い固定費用で市場に参入できるよ

ゝな何らかの施策が取られたのかもしれない。

になったという副次的な効果も生じさせたと言える。

## VI 結 論

本論文では発展途上国においてインターネットや携帯電話などの情報通信技術の普及が経済成長に与える影響についてサーベイを行い、携帯電話によるインターネットの利用が固定通信網によるインターネット利用よりも有効な経済成長の道具となりうる可能性を指摘した。また、携帯電話による補助金や手数料を考慮した携帯電話プラットフォームの多面的市場の分析モデルを構築し、携帯電話加入需要方程式と、コンテンツ参入方程式の構造推定を行った。推定の結果、コンテンツと加入者との間には間接ネットワーク効果が機能しており、加入需要に与えるコンテンツの効果は事業者間で異なっていること、MNPの導入によってコンテンツ事業者に対して固定費を削減するような行動を取った事が明らかになった。

このことは途上国において携帯電話によるインターネット利用を促進するにあたって、公式サイト制度による互換性のないコンテンツが携帯電話事業者の顧客獲得のための道具となり、インターネット利用促進のインセンティブとなる一方、携帯電話の加入需要市場の競争状況によって携帯電話事業者の公式コンテンツに対する行動が変化する事が示唆される。MNPの導入は、加入者の価格弾力性を高めるのみならず、コンテンツ事業者への手数料の低下、もしくは補助金の増加を促し、コンテンツ事業者の参入を促すため、携帯電話のインターネット利用を促進することに寄与するだろう。ただし、携帯電話事業者間のコンテンツに互換性がある場合、携帯電話事業者による補助はスピルオーバーするため、MNPの導入が同様の効果を持つとは限らない。コンテンツ間に互換性が存在する場合の分析は今後の課題である。

## 参考文献

Berry, Steven T. 1994. "Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentia-

- tion," *RAND Journal of Economics* 25, no. 2, pp. 242-262.
- Clarke, George R. G., and Wallsten, Scott J. 2006. "Has the Internet Increased Trade? Developed and Developing Country Evidence," *Economic Inquiry*, v. 44, iss. 3, pp. 465-84.
- Freund, Caroline L., and Diana Weinhold. 2004. "The Effect of the Internet on International Trade," *Journal of International Economics* 62, no. 1, pp. 171-189.
- Iimi, Atsushi. 2005. "Estimating Demand for Cellular Phone Services in Japan," *Telecommunications Policy* 29, no. 1, pp. 3-23.
- Jensen, Robert. 2007. "The Digital Divide: Information (Technology), Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector," *Quarterly Journal of Economics* 122, no. 3, pp. 879-924.
- Jorgenson, Dale W. 2005. "Accounting for Growth in the Information Age," in Aghion, Philippe, and Steven N. Durlauf, eds. *Handbook of Economic Growth*. Volume 1A, Amsterdam: North-Holland.
- Lam, Pun-Lee., and Alice Shiu. 2008. "Productivity Analysis of the Telecommunications Sector in China," *Telecommunications Policy* 32, no. 8, pp. 559-571.
- Luo, Yuze., Minjie Rui, Laijun Luo, and Shanli Zhu. 2008. "Telecommunications Investment: Infrastructure, Network Effect and Regional Disequilibrium," *Economic Research Journal*, vol. 43, no. 6, pp. 61-72.
- Madden, Gary., and Grant Coble-Neal. 2004. "Economic Determinants of Global Mobile Telephony Growth," *Information Economics and Policy*, Volume 16, Issue 4, pp. 519-534.
- Maiorano, F. 2007. "Institutions and Telecommunications Infrastructure in Low and Middle-income Countries: The Case of Mobile Telephony," *Utilities Policy*, Volume 15, Issue 3, pp. 165-181.
- Noh, Yong-Hwan., and Kyeongwon Yoo. 2008. "Internet, Inequality and Growth," *Journal of Policy Modeling*, Volume 30, Issue 6, pp. 1005-1016.
- Okada, Yosuke., and Keiko Hatta. 1999. "The Interdependent Telecommunications Demand and Efficient Price Structure," *Journal of the Japanese and International Economies* 13, no. 4, pp. 311-335.
- Oyelaran-Oyeyinka, Banji., and Kaushalesh Lal. 2005. "Internet Diffusion in Sub-Saharan Africa: A Cross-country Analysis," *Telecommunications Policy*, Volume 29, Issue 7, pp. 507-527.
- Rochet, Jean-Charles., and Jean Tirole. 2006. "Two-Sided Markets: A Progress Report," *RAND Journal of Economics* 37, no. 3, pp. 645-667.

- Roller, Lars-Hendrik, and Leonard Waverman. 2001. "Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach," *American Economic Review* 91, no. 4, pp. 909-923.
- Rouvinen, Petri. 2006. "Diffusion of Digital Mobile Telephony: Are Developing Countries Different?," *Telecommunications Policy*, Volume 30, Issue 1, pp. 46-63.
- Solow, Robert M. 1957. "Technical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, Issue 3, pp. 312-320.
- Sullivan, Nicholas P. 2007. *You Can Hear Me Now: How Microloans and Cell Phones are Connecting the World's Poor to the Global Economy*, San Francisco: Jossey-Bass. (東方雅美・渡部典子訳. 2007. 『グラミンフォンという奇跡「つながり」から始まるグローバル経済の大転換』, 英治出版。)
- Thompson, Herbert G., Jr., and Christopher Garbacz. 2007. "Mobile, Fixed Line and Internet Service Effects on Global Productive Efficiency," *Information Economics and Policy* 19, no. 2, pp. 189-214.
- Train, Kenneth. 2003. *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press.
- Wallsten, Scott. 2005. "Regulation and Internet Use in Developing Countries," *Economic Development and Cultural Change*, v. 53, iss. 2, pp. 501-23.
- Waverman, Leonard, Meloria Meschi and Melvyn Fuss. 2005. "The Impact of Telecoms on Economic Growth in Developing Countries," *The Vodafone Policy Paper Series*, no. 3, pp. 10-23.

## 謝辞

本論文は科学研究費補助金・特別研究員奨励費（課題番号 19・5321）により得られた研究成果をもとに山本裕美教授の退官記念論集のため執筆されたものである。山本裕美教授には学部学生時代から数えて9年にわたって指導をしていただき、発展途上国の経済成長のための制度のもたらす重要性について多くの示唆を頂いた。経済制度の果たす役割を理論で分析し、実証分析によって示すことで、経済システムの理解を深め、経済成長への道筋を探るというアプローチは山本教授のアプローチを受け継いだものである。本論文は日本の情報通信政策に関わる実証分析であるが、本研究で得られた経済制度の分析は様々な国の情報通信政策に適用可能であろう。学生の身分ながらこのような貴重な場をお借りして論文を公表する機会を頂いた事に感謝する。