

アンケートデータを用いた日本における携帯電話サービスの普及に関する研究

A Study on Diffusion of Cell Phone Market in Japan Using Questionnaire data

○藤田宏介

Kousuke Fujita
東京大学

The University of Tokyo
fujita@race.u-tokyo.ac.jp

竹中毅

Takeshi Takenaka
産業技術総合研究所

National Institute of Advanced
Industrial Science and Technology
takenaka-t@aist.go.jp

西野成昭

Nariaki Nishino
東京大学

The University of Tokyo
nishino@race.u-tokyo.ac.jp

上田完次

Kanji Ueda
産業技術総合研究所

National Institute of Advanced
Industrial Science and Technology
k-ueda@aist.go.jp

浅間一

Hajime Asama
東京大学

The University of Tokyo
asama@race.u-tokyo.ac.jp

Abstract: 本研究の目的は、消費者のもつ多様性と製品・サービス市場内での社会的相互作用により発現する普及のメカニズムを明らかにすることである。日本の携帯電話産業に焦点を当て、サービスの利用に関するアンケートを実施、この結果を消費者のパラメータとして用いて、エージェントベースの市場モデルを構築した。市場の特性としてのネットワーク外部性と乗り換えコストを考慮した際に、市場に与える影響について検証を行った。

1 はじめに

近年消費者の嗜好の多様化が指摘されつつも、世界のネットワーク化、グローバル化に伴い、市場においてはパソコンのOSに代表されるデファクトスタンダードや、携帯音楽プレイヤーの市場にみられる iPod による Winner-Take-All 現象 [1] といったものがみられる。このような現象が起きる要因として、製品やサービスの価値が単にその機能で決まるのではなく、ネットワーク外部性といった社会的要因を考慮しなければいけない点が挙げられる。

ネットワーク外部性とは消費者が製品から得る効用が同じ製品を利用している消費者の数によって増加することである [2]。ネットワーク外部性は情報交換をできる物理的なネットワークに接続している数によって効用が定まる直接的ネットワーク外部性や補完財の消費との相互依存関係によって生じる間接的ネットワーク外部性 [3] の性質が指摘されている [2]。さらに携帯電話サービスのような市場ではこれらとはまた違ったネットワーク外部性が指摘されている [4]。この産業では、2つの異なるネットワーク間の料金が高く設定され、同一ネットワーク内の料金が安く設定される。すなわち、規模の大きい事業会社の方が同一ネットワーク内のサービスを受ける便益があがるため、消費者にとって魅力的なものとなるとされている。

情報技術の普及に関しては、アンケートを利用してその要因を分析する研究がなされている [5][6]。ここでは情報技術の採用の意思決定に関する仮説を形成し、これらの因果関係モデルを構築し、アンケートを行ってその妥当性を検証している。Lopez-Nicolas らは情報技術の普及に関して、他人が自分に対して情報サービスをどの程度使っているかと思っているかという社会的影響の重要性を指摘

している [6]。一方、これらのモデルは様々な要因間の因果関係を知ることはできるが、普及プロセスにおいてこれらの要因がどのような影響を与えているのかを解明することができない。

エージェントベースシミュレーションは個人の嗜好の多様性や、インタラクションを考慮することができるため、サービス普及のプロセスを明らかにするためには有効な手法である [7]。関連研究として例えば Janssen らはエージェント間のインタラクションと製品特性を考慮して、様々な製品市場のダイナミクスを検証している [8]。Beck らは技術普及の際の直接的ネットワークと間接的ネットワークの与える影響について検証している [9]。川村らはネットワーク構造を考慮した場合のネットワーク外部性が購買行動に与える影響について検証している [10]。これらの研究では購買行動に対して、ネットワーク外部性が与える様々な影響に着目しているが、より現実社会における消費者の意思決定に着目し、総合的な消費者モデルの構築が必要であると考えられる。

竹中らはアンケートデータを用いて、サービスに関する重要な構成要素を分析し、そのデータを用いてサービスに対する要求を総合的に扱った消費者モデルを構築して、サービスの普及パターンについて検証してきた [11][12]。消費者のサービスに対する潜在的な要求量から支払い意思額を決定するモデル [11] とサービスの各構成要素に対する効用値を求め、その総和が閾値を超えた際に利用の意思決定をするモデル [12] の2つのモデルを構築してきた。本稿ではこの後者のモデルを用いて、携帯電話サービス市場に着目し、市場の特性として見られるネットワーク外部性と乗り換えコストが普及に与える影響について、より詳細に検証を行う。

2 サービス市場モデル

竹中らは携帯電話の利用実態や、日常の購買行動に関するアンケート調査を実施し、携帯電話サービスに対して消費者がもつ要求に関して明らかにした [12]。さらにこの分析結果に基づいて、市場モデルの構築を行った。本稿ではこのモデルを用いて普及現象の検証を行う。日本国内における携帯電話サービス市場には主に、docomo, au, Softbank の3社のプロバイダが存在し、2008年7月時で、この3社でそれぞれ51.6%, 29.1%, 18.6%と市場全体の99.6%のシェアを占めている [13]。市場モデル内ではこれらのプロバイダとこの利用者を仮想的にモデル化する。

このモデルは1000人の消費者エージェントと3人のサービス提供者エージェントから構成される。消費者エージェントはそれぞれアンケートの回答者と対応している。提供者エージェントは日本の市場にいる提供者を記述しており、仮想的にそれぞれ "A", "B", "C" と表す。このモデル内で、それぞれの提供者は一つのサービスを提供できると仮定する。よって市場には3つのサービスが存在する。

消費者エージェントと提供者エージェントの意思決定は以下の手順で行われる。

1. 提供者エージェントがどのサービスを市場に提供するのか決める (サービスの機能を決める)。
2. 消費者エージェントがそれぞれのサービスに対する期待効用を計算する。
3. 消費者エージェントは期待効用の一番大きいサービスを選び、それが自分のもつ閾値を超えていたならば、そのサービスを利用する意思決定を行う。

s_j を提供者 j によって提供されるサービスとする。サービスは2種類の機能からなる。

$$f_{j1} \in F_1 \quad F_1 = \{f | \underline{f}_1 \leq f \leq \bar{f}_1\} \quad (1)$$

$$f_{j2} \in F_2 \quad F_2 = \{f | \underline{f}_2 \leq f \leq \bar{f}_2\} \quad (2)$$

f_{j1} はカメラやGPSのような携帯電話に付随する機能を表している。 f_{j2} は通話やメールといった携帯電話の基本的なコミュニケーションサービスを表している。提供者エージェント $j (j \in \{A, B, C\})$ は f_{j1}, f_{j2} を決めることで、サービスの機能を決定する。このモデル内では価格は明示的に扱わないこととする。

消費者エージェント $i (i \in \{1, 2, \dots, 1000\})$ は初期状態でサービス $s_j^0 (s_j^0 \in \{s_A, s_B, s_C\})$ を利用しており、自身の要求量 $D_i = (d_{i1}, d_{i2})$ を持っているとして仮定する。

$$d_{i1} \in D_1 \equiv \{d | \underline{d}_1 \leq d \leq \bar{d}_1\} \quad (3)$$

$$d_{i2} \in D_2 \equiv \{d | \underline{d}_2 \leq d \leq \bar{d}_2\} \quad (4)$$

d_{i1}, d_{i2} はそれぞれ f_{j1}, f_{j2} に対する要求量を表している。消費者のサービスに対する期待効用は以下の式によって求める。

$$E_i(s_j) = \alpha \left\{ \begin{aligned} &w_1(1 - |f_{j1} - d_{i1}|) \\ &+ w_2(1 - |f_{j2} - d_{i2}|) \\ &+ w_3 m(s_j)/1000 \end{aligned} \right\} - K \quad (5)$$

このとき以下の条件を満たす。

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1 \quad (6)$$

$m(s_j)$ はサービス s_j を利用している人数を表している。 $1 - |f_{jn} - d_{in}| (n = 1, 2)$ はサービスの機能が消費者 i のもつ個人の要求量にどれだけ一致しているかを示している。この式は以前 Jager [14] がモデル化したものに基づいている。

$m(s_j)/1000$ はネットワーク外部性を表している。モデル内で、消費者は各提供者の利用人数を知ることができ、この利用人数に基づいてネットワーク外部性の評価を行う。

K は乗り換えコストを表している。消費者が初期状態からサービス提供者を変更する場合には乗り換えコストが生じる。

$$K = \begin{cases} 0 & (s_j = s_j^0) \\ b(const.) & (s_j \neq s_j^0) \end{cases} \quad (7)$$

消費者は全部のサービスに対して、期待効用を算出して、サービスを選択し、効用 U_i を得る。

$$U_i = \begin{cases} E_i^{MAX} & (E_i^{MAX} > T_i) \\ T_i & (E_i^{MAX} \leq T_i) \end{cases} \quad (8)$$

E_i^{MAX} は期待効用の中の最大値を表している。 T_i は消費者のもつ閾値を表しており、閾値は初期状態で利用しているサービスの効用であるとする。すなわち、消費者エージェントは初期状態より満足度の高いサービスが得られる場合に新しいサービスを利用する意思決定を行う。閾値を超えなかった場合には初期状態で利用しているサービスを利用し続けるとする。

アンケートの回答結果を用いて、消費者エージェントの要求量 D_i を決定する。アンケートにおけるよく利用する機能に関する質問項目から d_{i1} を以下の値で決定した。

$$d_{i1} \in D_1 \equiv \{d | 0 \leq d \leq 5\}$$

d_{i2} は携帯電話における通話やメールの利用頻度に関する質問項目から以下の値に決定した。

$$d_{i2} \in D_2 \equiv \{d | 0 \leq d \leq 5\}$$

Fig.1 は初期状態における、提供者ごとに利用している消費者のもつ要求量の分布を示したものである。A, B, C それぞれを初期状態で利用している消費者の数は順に501人、424人、75人である。

同時に、各サービスの機能を以下の値で設定するものとする。

$$F_1 = \{f | 0 \leq f \leq 5\}$$

$$F_2 = \{f | 0 \leq f \leq 5\}$$

同様に消費者の閾値も、現在利用している携帯電話事業者への満足度に関する質問項目を用いて2種類の値を設定した。満足度の高い者を $T_i = 0.62$ (計824人)、該当しなかった者を $T_i = 0.42$ (計176人)とした。この閾値の設定はさまざまな値で実験を行い、消費者のうち約半数が新しいサービスを利用する行動をとる値として設定を行った。

3 マルチエージェントシミュレーションによる普及現象の検証

3.1 実験設定

本稿では市場における乗り換えコストの与える影響と、消費者間の相互作用としてのネットワーク外部性の影響を検

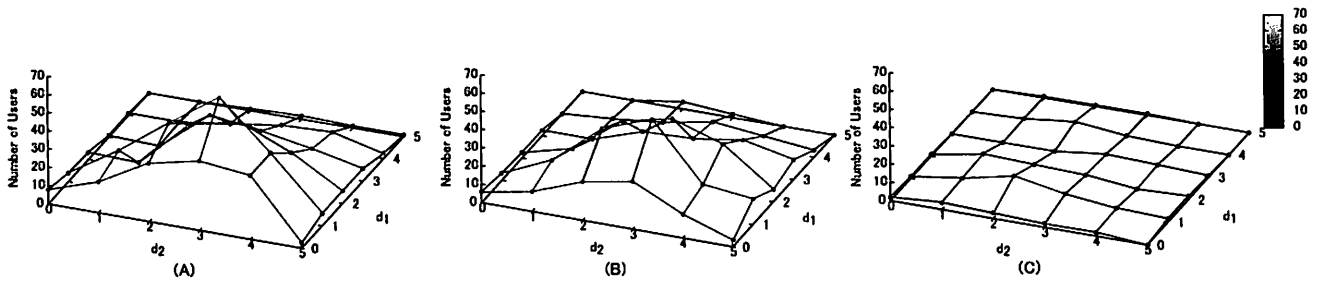


Fig. 1: Distributions of consumer's demand

証する。まず、乗り換えコストに関しては b ($0 < b \leq 0.1$) を 0.01 ずつ変化させる。ネットワーク外部性に関しては、 $w_1 = w_2$ および (6) 式の条件下で、 w_3 ($0 \leq w_3 \leq 0.2$) の値を 0.05 ずつ変化させる。

今回、提供者が提供するサービスの機能に関しては、取り得る組み合わせを全探索した。その中で、消費者の総余剰が最大となるもの、すなわち、消費者にとって一番望ましいサービスの機能の組み合わせを提供者は市場に提供するとした。このときの各提供者の市場での利用人数および消費者が得る効用に関して考察を行う。

3.2 実験結果

Fig.2 は 2 つの変数をそれぞれ変化させた場合の、各提供者の利用人数を示している。まず $w_3 = 0$ の場合の乗り換えコストが与える影響について検証する。乗り換えコストが小さい場合には、A と B の利用人数が減少し、C の利用人数が増加する。乗り換えコストが大きい場合には、初期状態の利用人数に近づく。乗り換えコストによって、初期状態で利用している利用者を取り囲む働きが生じると考えられる。

次に $b = 0$ の場合のネットワーク外部性の影響の変化による市場の利用人数の変化について検証する。A の利用人数はネットワーク外部性が強く働く場合には利用人数が増加する。B の利用人数は $w_3 = 0.15$ の際には若干増加するが、それ以上強くネットワーク外部性が働く場合には A を利用する人数が増加するために、B の利用人数が減少している。C に関しては、ネットワーク外部性の影響が小さい場合には初期状態よりは利用人数が増加するが、影響が大きい場合には利用人数が減少している。以上より、ネットワーク外部性の影響によって、利用人数の大きい提供者のサービスを利用する傾向を生み出していることがわかる。ただし、ネットワーク外部性の影響が小さい場合には B や C といった 2 番目、3 番目の提供者のサービスが嗜好にあって使われる場合があるが、強く働く場合には A のような最大手の提供者によって利用者奪われていく可能性がある。

次に 2 つの変数を同時に変化させた場合の利用人数の変化について考察する。A に関しては、図の中央付近で最大値を示しており、乗り換えコストとネットワーク外部性が同時にある一定程度考慮された場合に利用人数が最大になることが示されている。一方、B に関しては A と逆の推移を示している。C に関してはネットワーク外部性と乗り換えコストが考慮されない場合に最大となり、これらの影響を考慮した場合には人数は減少する。また、これらの影響が強く考慮される場合には、初期値と比較して利用人数の変化がほとんど見られず、ほとんどの消費者が利用する提供者を変更していないといえる。

Table 1: A result of users ($b = 0.04, w_3 = 0.05$)

提供者	利用人数	(初期値比)
A	496	(-5)
B	410	(-14)
C	94	(+19)

Table 1 は $b = 0.04, w_3 = 0.05$ における各提供者の利用人数を示している。実社会においても、アンケートを実施した 2008 年 8 月以降、2009 年 1 月時点でシェアの大きい 2 社はシェアが減少し、3 番手のプロバイダはシェアを伸ばしている。つまり、ネットワーク外部性と乗り換えコストを両方考慮した際 ($b = 0.04, w_3 = 0.05$) に現実に近い現象が再現されたといえる。

Fig. 3 は消費者の効用の総和を示している。消費者の効用はネットワーク外部性および乗り換えコストを考慮しない場合に最大となり、これらの影響が大きくなるに従って減少している。すなわち、これらの特性は消費者にとっては好ましくない影響を与えている可能性が示唆された。

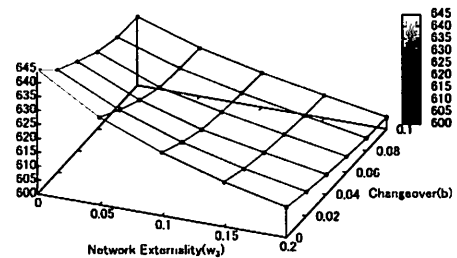


Fig. 3: Consumers' utility

4 終わりに

本稿では、アンケートデータを用いて携帯電話サービス市場における消費者の要求をもとに構築した市場モデルを用いて、ネットワーク外部性および乗り換えコストを考

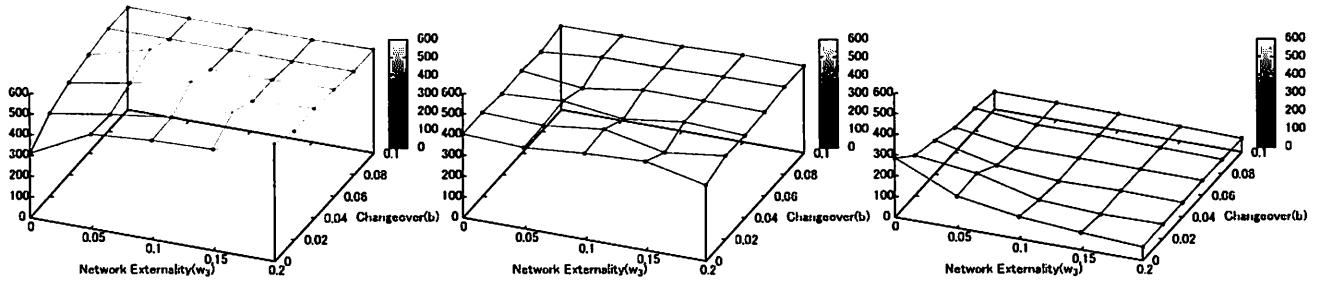


Fig. 2: Comparison of the number of users

慮した場合の、これらが普及に与える影響に関して検証を行った。

シミュレーション結果より、ネットワーク外部性によって現状シェアの大きい企業に対してより便益をもたらすこと、乗り換えコストによって現状の利用者の囲い込みを行う作用が働くことが示唆された。また、実際の市場においても見られるこれらの特性を考慮することによってモデル内においても、現実の市場に近い現象を観察することができた。

以上の実験結果より、現在市場でシェアを多く獲得している企業にとっては、ネットワーク外部性や乗り換えコストといった特性を戦略としてうまく用いることによってより利用者を多くできる可能性が示唆される。一方、現在シェアの小さい企業にとってはこれらの特性はあまり好ましくないものといえるだろう。消費者にとっても同様に効用が減少している可能性が示唆された。

本稿のモデルでは、消費者の意思決定に関して、ネットワーク外部性や乗り換えコストの影響をトップダウンに考慮してきた。実社会においては消費者間の個々のインタラクションも意思決定に大きな影響を与えており、今後はこれらのインタラクションを考慮したモデル化を検討していきたい。

参考文献

- [1] 山本仁志, 岡田勇: 音楽ソフト市場における消費者選択の多様性に対する情報チャネル効果: Winner-Take-All 現象への Agent-Based Approach, 経営情報学会誌, Vol.11, No.3, pp.37-54, 2002.
- [2] M. L. Katz and C. Shapiro: NETWORK EXTERNALITIES, COMPETITION, AND COMPATIBILITY, American Economic Review, vol. 75, pp. 424-440, 1985.
- [3] J. Church and N. Gandal: NETWORK EFFECTS, SOFTWARE PROVISION, AND STANDARDIZATION, Journal of Industrial Economics, vol. 40, pp. 85-103, 1992.
- [4] M. Z. Shi, J. W. Chiang, and B. D. Rhee: Price competition with reduced consumer switching costs: the case of "wireless number portability" in the cellular phone industry, Management Science, vol. 52, pp. 27-38, 2006.
- [5] F. D. Davis, Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology, Mis Quarterly, vol. 13, pp. 319-340, 1989.
- [6] C. Lopez-Nicolas, F. J. Molina-Castillo, and H. Bouwman: An assessment of advanced mobile services acceptance: Contributions from TAM and diffusion theory models, Information & Management, vol. 45, pp. 359-364, 2008.
- [7] H. Rahmandad and J. Sterman: Heterogeneity and network structure in the dynamics of diffusion: Comparing agent-based and differential equation models, Management Science, vol. 54, pp. 998-1014, 2008.
- [8] M. A. Janssen and W. Jager: Fashions, habits and changing preferences: Simulation of psychological factors affecting market dynamics, Journal of Economic Psychology, vol. 22, pp. 745-772, 2001.
- [9] R. Beck, D. Beimborn, T. Weitzel, and W. Konig: Network effects as drivers of individual technology adoption: Analyzing adoption and diffusion of mobile communication services, Information Systems Frontiers, vol. 10, pp. 415-429, 2008.
- [10] 川村秀憲, 大内東: ネットワーク外部性の働く製品市場のモデル化とプレゼント戦略の評価, 日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, Vol.48, pp. 48-65, 2005.
- [11] K. Ueda, T. Takenaka, and K. Fujita: Toward value co-creation in manufacturing and servicing, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, vol. 1, pp. 53-58, 2008.
- [12] T. Takenaka, K. Fujita, N. Nishino, T. Ishigaki, Y. Motomura: Transdisciplinary approach to service design based on consumer's value and decision making, International Journal of Organizational and Collective Intelligence, Vol.1, No.1, (2009) (in press)
- [13] 電気通信事業者協会: 携帯電話・PHS 契約数, <http://www.tca.or.jp/database/index.html>
- [14] W. Jager: "The four P's in social simulation, a perspective on how marketing could benefit from the use of social simulation," Journal of Business Research, vol. 60, pp. 868-875, 2007.