

日本語表題：

ブロードバンドアクセス回線選択に関する移動と固定の代替性

英語表題：

Substitutability between mobile internet access and fixed broadband access

氏名：

中村彰宏

Akihiro Nakamura

要約：

本研究では、いわゆるラストワンマイルにおける、固定系インターネット回線接続と移動系インターネット回線接続の代替性に関して分析を行った。NGN時代においては、一定の帯域保障型コンテンツの提供やセキュリティの強化等のサービスが付加されるなど、従来型の固定系通信に対しても、一定の付加価値が想定される。本稿では、一定程度の帯域保障、セキュリティの強化等の（いずれか、あるいは両方）属性が付加された固定系インターネット回線、同様に同属性を付加した移動系インターネット回線、同属性のない従来型固定系回線、ブロードバンド回線を契約しない、という4選択肢のコンジョイント型のアンケートデータにより、消費者のラストワンマイル回線の代替性を検証した。分析の結果、移動系と固定系の間には強い代替性が示唆された。

In this study, an analysis for estimating substitutability between mobile broadband access and fixed broadband access was conducted based on my original survey data. In the empirical analysis, I take into accounts for QoS and security factors under NGN or 3.9G mobile internet access. The empirical result shows the strong substitutability between mobile broadband access and fixed broadband access. It also indicates that the mean WTPs for QoS and security on mobile internet access are higher than those on fixed internet access.

キーワード：

ラストワンマイル、競争政策、離散選択モデル、移動体通信、ブロードバンド

ブロードバンドアクセス回線選択に関する移動と固定の代替性¹

帝塚山大学経済学部 中村彰宏

I. 分析の背景と概要

通信技術が進歩する中で、FMC サービスの提供や、通信インフラを利用した放送サービスの提供などが行われ、移動・固定、通信・放送の市場の境界が希薄化しつつある。とりわけ、移動通信は、3G 方式から、3.5G を経て、3.9G 方式へと移行が進み、通信速度は固定ネットワークと遜色ないものとなり、競争市場における固定ネットワークとの関係は変化していくと考えられる。両回線の代替性が示されれば、現状の固定・携帯を別々の市場と捉えているいわゆるラストワンマイルの市場画定の見直しが必要となる。ラストワンマイル市場が競争的と捉えられれば、今後の規制の議論は（米国のように）いわゆるスペシャルマイルの議論へ推移していかなければならない。

本稿では、3.9G 時代における移動通信の市場画定の議論に基礎資料を提供することを目的に、NGN や 3.9G のインターネットアクセス回線を想定した WEB 消費者アンケート（コンジョイント型）を用いて、移動系ネットワークアクセスと固定系ネットワークアクセスの各特性に対する消費者選好を定量的に分析するとともに、移動ネットワークと固定ネットワークの代替関係を計測する。

分析の結果、移動系アクセスと固定系アクセスは代替的であること、セキュリティに対する効用は帯域保証に対する効用よりも大きいこと、両付加価値への効用は固定系よりも移動系に付加された場合の方が高いことなどが明らかとなった。

II. 先行研究

ブロードバンドアクセス回線選択の先行実証研究には Ida and Kuroda (2006)がある。帯域保証などネットワークニュートラリティに関する研究には実積(2010)等がある。移動通信・固定通信のアプリケーションレベルの便益評価の先行実証研究には Kondo et al.(2009)等がある。ただし、従来の研究には、移動系ブロードバンドと固定系ブロードバンドの回線選択の問題を検討した分析はない。本研究は、帯域保証やセキュリティの評価も織り込んで、移動系ブロードバンドと固定系ブロードバンドの回線選択の問題を実証的に分析している点で、従来の研究と異なっている。

III. 利用データ概要

本調査におけるコンジョイント分析の目的は、NGN で想定されている帯域保証・セキュリティという付加価値に対する効用の計測と、固定系と移動系のブロードバンドアクセス回線に関する代替性を実証的に明らかにすることである。こうした目的を達成するため、本調査におけるコンジョイント分析では、選択型の4プロファイル（「携帯型回線」「固定型回線 1」「固定型回線 2」「ブロードバンドを契約しない」）を提示した。各プロファイルにおける属性及びその水準は次のように設定した。なお、提示したプロファイル例を図 1 に示した。

- ・ 携帯回線 1 契約で複数機器に同時接続 : 可能、不可能
- ・ 30Mbps の帯域保証 : あり、なし

- ・ 盗聴・なりすまし防止機能 : あり、なし
- ・ 月額利用料金（定額） : 2500 円から 5500 円

図 1：コンジョイント設問の例

上記の各属性水準の全ての組み合わせを調査することは不可能であるため、直行計画法により調査プロファイルの絞込みを行ったⁱⁱ。今回の直行計画法による絞込みでは、交互作用を考慮しつつ 35 プロファイルに縮小し、各回答者にそれぞれ 5 設問ずつ回答させた（7 ブロック）。

各設問では、帯域保証・セキュリティの両オプションが付かない（従来型を想定した）固定回線、2 つのうちいずれかまたは両方が付加される（NGN を想定した）固定回線、両オプションが付かない、いずれか 1 つ、両方付加のバリエーションがある携帯回線、に加え、ブロードバンドを契約しないという 4 つのプロファイルを提示した。そのうえで固定 2 回線、契約しないという 2 パターンを除き、携帯と固定両方など複数、あるいは 1 プロファイルを選択させることとした。複数選択型であれば、例えば、価格低下に伴い固定・携帯両回線を契約するなどの傾向が観察されれば、両回線の補完性が示される。本調査では、複数選択型にすることにより、両回線に関して代替・補完の両可能性を包含する形でのデータ収集を行っている。

IV. 推計モデル

本稿のコンジョイント分析では、各消費者間の選好が分散していると考えられることから、Mixed Logit (ML) Model で分析を行うこととしたⁱⁱⁱ。ML Model では、各消費者の選好を表すパラメーターが確率分布すると考える。パラメーターの分布は未知であるため一般的にはパラメトリックな確率分布を仮定して分布関数のパラメーターについて推計を行う。

本稿の確率効用関数（消費者 n が選択肢 j を選んだ場合）は次式の線形モデルを定義した。なお、各パラメーターの定義及び、想定した分布については表 1 を参照されたい。

$$\begin{aligned}
 U_{ijt} = & \beta_{i,DFIX} DFIX_{ijt} + \beta_{i,DMOB} DMOB_{ijt} + \beta_{i,MODE2} MODE2_{ijt} \\
 & + \beta_{i,HOSHOF} HOSHOF_{ijt} + \beta_{i,HOSHOM} HOSHOM_{ijt} + \beta_{i,SECF} SECF_{ijt} + \beta_{i,SECM} SECM_{ijt} \\
 & + \beta_{i,MDUAL} MDUAL_{ijt} + \beta_{PRICE} PRICE_{ijt} + \varepsilon_{ijt}
 \end{aligned}$$

表 1：推計に用いた変数の定義

ML Model の推計アプローチはクラシカルアプローチである Maximum Simulated Likelihood Approach をとることとした。なお、前述のとおり、今回の調査ではコンジョイント分析用の設問を各回答者に 5 問ずつ行っているため、 β_n については、同一回答者は同一の β_n を持つとしてパネルデータ推計の手法を用いて ML Model の推計を行った。

V. 推計結果

本節では、上述の分析モデルの推計結果と推計結果を利用した考察について報告する。

1) 推計結果

上述の推計モデルの推計結果は表 2 のとおりである^{iv}。また、本稿では通常のConditional Logit (CL) Modelの推計結果も併せて示した。

表 2：推計結果（左：CL、右：ML）

両推計結果を見ると全てのパラメーター推計値が期待される符号条件を満たし、かつ統計的に有意に 0 と異なるという結果となっている。また、ML モデルの推計結果は、各パラメーターの分散が有意に 0 と異なっていること示している。この結果は、消費者間で選好が異なることを示唆しており、ML モデルによる消費者行動の記述が望ましいと考えられる。

2) 支払意思額の推計

本分析では、月額料金割引額という形で金銭評価変数を挿入して推計を行っている。当該変数を用いて各契約会社変更に対する支払意思額を計算した（表 3）。

表 3：支払意思額

表 3 を見ると、2 回線契約ダミーが携帯回線契約の効用の絶対値よりも大きくなっているが、検定するとその差異は 0 と有意に異ならないという結果となった(p 値:11%)。このことから、2 回線持つ意味はほとんどない人も多いことがわかる。また、携帯で複数接続できるとオプション無しでも、携帯と固定はほぼ同じ効用水準を達成できることが分かり、ある程度回線速度が出れば (30Mbps 帯域保証) 携帯 (複数接続) の効用が固定回線の効用を上回ることが示されている (固定オプション無し(6,761 円) < 携帯で帯域保証 (6,549+565=7,114 円))。なお、帯域保証・セキュリティのオプションについてはいずれも携帯回線への付加の方が、固定回線への付加よりも高い値となっている。

3) 固定・携帯回線の代替性

固定・携帯回線の代替性に関しては、交差弾力性の値から考察することとした。具体的には、NGN/3.9G 時代を想定し、固定回線を 5000 円、帯域保証・セキュリティを+500 円、携帯回線を (両オプション+複数同時接続可能な条件下で) 5000 円とした。この状態から、固定回線のベース価格を 500 円ずつ下げた際の携帯回線加入者の推移から交差価格弾力性を推計した。推計の結果、5000 円から 4500 円の価格変化(10%)により携帯回線加入者が 21%減少したため交差価格弾力性は 2.1 と代替性を示す結果となった。同様に 4000 円から 3500 円への価格変化の際の交差価格弾力性は 2 となり、同様の結果となった。

VI. 総括

本稿では、NGN/3.9G 時代の通信市場を想定して、固定ブロードバンド回線と携帯ブロードバンド回線の代替性について実証的に検証した。分析の結果、移動系アクセスと固定系アクセスは代替的であること、セキュリティに対する効用は帯域保障に対する効用よりも大きいこと、両付加価値への効用は固定系よりも移動系に付加された場合の方が高いことなどが明らかとなった。

両回線の代替性が示されたことにより、現状の固定・携帯を別々の市場ととらえているいわゆるラストワンマイルの市場画定は見直しが必要といえよう。ラストワンマイルが競争的にとらえられれば、今後の市場規制の議論は（米国のように）いわゆるスペシャルマイルの議論へ推移していこう。

<参考文献>

Hensher D.A., J.M. Rose, and W. H. Greene. (2005) Applied choice analysis: A primer. Cambridge University Press
 Ida, T. and T. Kuroda. (2006) “Discrete choice analysis of demand for broadband in Japan.” Journal of Regulatory Economics, 29 (1), 5-22.
 実積寿也 (2010) 「ネットワーク中立性問題と事業者の役割」、Nextcom, 1, 40-49.
 Kondo, M., A. Nakamura, and H. Mitomo (2009) “Quantifying the benefits of the Internet and its applications.” Keio Communication Review, 31, 37-50.
 Train, K.E. (2003) Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press

<図表>

仮に、光回線やADSLのような高速インターネット接続が可能な「携帯型インターネット回線・接続機器(※下図参照)」が、次に挙げるようなさまざまな条件で発売されたと想定してください。

【組み合わせ条件】

- ・1契約で複数台のパソコンで同時利用が可能か
- ・どんな環境でも常に30Mbps程度(※)の回線速度が保証されるか
- ・盗聴を防止する機能があるか
- ・それぞれの月額利用料金(定額)

※30Mbps保証があれば、ハイビジョン動画を2チャンネル同時に視聴しても途切れることなく再生でき、オンラインゲームも遅れたりせず問題なく利用可能です。

上記に提示した条件の組み合わせを考慮して、あなたが契約したいインターネット回線サービスを以下の4選択肢の中からお選びください
 注「固定回線と携帯回線」など、複数回線を同時に契約したい場合は、複数の回線を選択してください。

	(1)	(2)	(3)	(4)
	携帯型インターネット回線 (屋内外で利用可) (契約速度100Mbps)	固定インターネット回線 (契約速度1Gbps)	固定インターネット回線 (契約速度1Gbps)	ブロードバンド契約をしない
1契約で複数台パソコンへの接続	複数同時利用可	複数同時利用可	複数同時利用可	
回線速度の保証	30Mbps保証あり※	30Mbps保証あり※	-	-
盗聴防止機能	×	盗聴防止あり		
月額利用料金(定額)	3200円/月	3000円/月	3500円/月	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

※ハイビジョン動画2チャンネル同時視聴やオンラインゲームが問題なく利用可能な程度

図1：コンジョイント設問の例

表1：推計に用いた変数の定義

変数名	説明	定義		パラメーター分布
		選択カード	契約なしカード	
DFIX	固定回線を選択	1 固定回線の場合 0 固定回線以外の場合	0	正規分布
DMOB	携帯回線を契約	1 携帯回線の場合 0 携帯回線以外の場合	0	正規分布
MODE2	固定・携帯両回線を選択	1 2 契約の場合 0 2 契約以外の場合	0	正規分布
HOSHOF	30Mbps 帯域保証 (固定回線)	1 帯域保証あり 0 帯域保障なし	0	正規分布
HOSHOM	30Mbps 帯域保証 (携帯回線)	1 帯域保証あり 0 帯域保障なし	0	正規分布
SECF	セキュリティ強化 (固定回線)	1 セキュリティ強化 0 オプション無し	0	正規分布
SECM	セキュリティ強化 (携帯回線)	1 セキュリティ強化 0 オプション無し	0	正規分布
MDUAL	携帯回線1契約で複数機器同時接続可能	1 可能な場合 0 不可能な場合	0	正規分布
PRICE	月額利用料金割引 (単位: 1000円)	2.5, 2.8, 3, 3.2, 3.5, .3.8, 4, 4.2, 4.5, 5, 5.5	0	分散無し

表 2：推計結果（左：CL、右：ML）

6選択肢	推計係数	P-value	Variable	Mean (b) of β	Standard Deviation of β
固定系定数項:DFIX	6.4868	(0.0000)	固定系定数項:DFIX	15.5308	(0.0000) 4.4943 (0.0000)
携帯系定数項:DMOB	5.6401	(0.0000)	携帯系定数項:DMOB	13.2591	(0.0000) 5.2658 (0.0000)
2回線契約ダミー:MODE2	-4.9588	(0.0000)	2回線契約ダミー:MODE2	-14.1783	(0.0000) 5.9745 (0.0000)
30Mbps帯域保障(固定):HOSHOF	0.4924	(0.0000)	30Mbps帯域保障(固定):HOSHOF	0.7515	(0.0000) 2.6304 (0.0000)
30Mbps帯域保障(携帯):HOSHOM	0.5368	(0.0000)	30Mbps帯域保障(携帯):HOSHOM	1.2978	(0.0000) 1.0083 (0.0000)
盗聴防止機能(固定):SECF	0.3672	(0.0000)	盗聴防止機能(固定):SECF	0.6043	(0.0000) 2.7203 (0.0000)
盗聴防止機能(携帯):SECM	0.4806	(0.0000)	盗聴防止機能(携帯):SECM	0.8427	(0.0000) 1.6579 (0.0000)
携帯複数接続:MDUAL	0.7203	(0.0000)	携帯複数接続:MDUAL	1.7845	(0.0000) 1.5650 (0.0000)
月額定額支払額:PRICE	-1.1514	(0.0000)	月額定額支払額:PRICE	-2.2970	(0.0000)
McFadden quasi R ² index	0.312		McFadden quasi R ² index	0.463	

カッコ内はP-value

表 3：支払意思額

Variable	WTP	WTP		
		固定	携帯(複数接続)	携帯(1接続)
固定系定数項:DFIX	¥6,761			
携帯系定数項:DMOB	¥5,772			
2回線契約ダミー:MODE2	¥-6,172			
30Mbps帯域保障(固定):HOSHOF	¥327			
30Mbps帯域保障(携帯):HOSHOM	¥565			
盗聴防止機能(固定):SECF	¥263			
盗聴防止機能(携帯):SECM	¥367			
携帯複数接続:MDUAL	¥777			
		オプション(帯域・セキュ)あり		
		¥7,351	¥7,481	¥6,704
		オプションなし		
		¥6,761	¥6,549	¥5,772

- ⁱ 本研究の一部は科学研究費補助金（課題番号 20683002）からの援助を受けている。本研究は、情報通信総合研究所の競争戦略研究会の研究成果の一部である。
- ⁱⁱ 直行計画法の詳細は Hensher et.al.(2005)等を参照されたい。本稿では、実験計画策定（プロファイルの絞込み）にあたり、SAS Institute Japan の JMP7 を用いて、主効果及び想定される交互作用を考慮した絞込みを行った。
- ⁱⁱⁱ ML Model の詳細については、例えば Train(2003)等を参照されたい。
- ^{iv} 本推計のサンプル数は 1341 人×各人 5 問の 6,705 サンプルである。