

情報通信ネットワークの変革期にある通信業の経済分析
—次世代通信網(NGN)の需要・供給に関する実証研究—

The economic analysis of the telecommunication industry
in the reform of information and telecommunications network:

-An empirical case study of demand and supply
in next generation network (NGN)-

NTT ビズリンク(株)経営企画部
担当部長

高野直樹

Naoki TAKANO

takano.desu@tenor.ocn.ne.jp

2012年3月
March 2012

第1章 はじめに

1.1 問題の所在と研究の意義

本稿は日本の通信業について、実証分析を中心とした経済分析を行うことを目的としている。

現在、我が国の通信業は情報通信ネットワークの変革期を迎えている。これまでの通信事業者の通信網は、固定電話網、携帯電話網、IP 網、広域イーサネット網などが物理的または論理的に別々のネットワークを形成して相互に接続されているが、これらの通信網が、インターネット・プロトコル(IP)技術によって統合されようとしている。この統合された通信事業者による新しいネットワークを次世代通信網 (NGN: Next Generation Network) と呼ぶ。NGN は 2006 年にイギリスにおいて世界で初めて導入され、日本でも 2008 年春に商用化が行われた。

問題の所在は次の 3 つの点にある。

第 1 に、NGN は技術的にもビジネス的にも新たなチャレンジであり、需要面・供給面の両方から情報通信市場を変貌させる潜在的な可能性を大いに持っているが、新たに統合されるネットワークである NGN は、通信の産業的な側面から見て、持続可能なものであるか否か、また、どのような価値を需要側と供給側にもたらすのかは、まだ明確ではない。FTTH を活用した NGN ならではのメリットやサービスは需要者にはあまり認知されておらず、需要者の福利厚生が高まったか否かはまだ不明である。利用者側がオール IP 化した通信ネットワークである NGN に魅力を感じ、NGN サービスへの加入契約や新たに必要となる端末や各種機器の購入をどれほど積極的に行うのかはよくわからない。また、供給業者である通信業者はネットワーク統合のために少なくとも短期的には新たな投資負担が必要になる上、高い利潤をもたらす電話収益の減少、施設数の伸びに比して収益が伸びない IP 系ネットワークのため、経営的に躍進しているとは言い難い。いずれにしても、2010 年現在、需給両面において NGN の魅力が存分に引き出されているとは言いがたいのが現状であろう。

第 2 に、固定系と移動系を IP 技術で統合する NGN が我が国で進展した場合に、供給側である通信事業者に対する、当局の規制と競争政策の制度設計の基礎となる数量的な裏付けは、まだほとんどない。総務省では『次世代ネットワークに係る接続ルールの在り方について』(2008)¹において NGN の接続料については、2009 年度は暫定的に決め、2010 年度以降は想定トラフィック比等のアクティビティを考慮するコストドライバに移行することを提言しているが、これは NGN が商用化されて間もなく、予測に必要なデータの蓄積が十分とは言えないためとしている。

第 3 に、NGN が当面の間は既存の通信ネットワークと併存する現状を考えると、NGN に内包された新しい技術の恩恵を十分に享受するためには、既存の通信産業構造についても再検討が必要と考えられる。通信業の産業構造上の特徴が、NGN の普及にどのような影響を及ぼし、需要側であるサービス利用者の福利厚生が NGN の普及とともにどう変化するのかは未知である。

¹ http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/pdf/081225_20_bs1.pdf

以上の3つの問題意識に基づき、本稿の第1の目的は、需要面の分析としてNGNの今後の普及を予測することである。第2の目的は、供給面の分析として、NGNを提供しているNTT東日本の費用構造がNGNのサービス提供開始前後で変化していることを分析することである。第3の目的は、以上の総合的な検討を踏まえて、需要面・供給面の分析から得られた結論を統合して考察し、日本の通信市場における最新の変化と今後の展望について言及することである。

本稿の独自性は、最も新しい通信形態の1つである次世代通信網(NGN)を先駆的に実証分析の対象とした点である。2010年の段階での先行研究ではブロードバンドまでであり、NGNを対象にしたものは見あたらず、本稿が初めてであると考えられる。

本稿の意義は、2010年9月時点で実証的なアプローチで需要分析と供給分析を行うことにより、2008年3月31日から商用提供が開始された助走期にある我が国のNGNの現状を需給両面から分析し、将来を展望したことにある。

本稿で基礎となっている理論的なフレームワークについては以下の通りである。まず需要分析では、NGNとその代替案の通信サービスの属性(月額費用、伝送速度、地デジ受信可否、セキュリティ)と水準からプロファイル・デザインを作成し、プール・データを蓄積する。これをコンジョイント分析によって分析し、月額費用や通信速度等の属性変数の推定を行うとともに、限界支払意思額の計測を行って、実際にNTT東日本から提供されているNGN(フレッツ光ネクスト)の月額費用との比較を行い、NGNの需要を分析し、将来を展望する。

次に供給分析ではNTT東日本の財務諸表データから得られる生産要素価格としての資本価格(実質減価償却費率)と労働価格(実質一人あたり人件費)およびNGN等の契約数をプールし、2財産出モデルで産出物をNGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツ、および加入電話としたトランスログ型費用関数によって、NGNが導入された前後のNTT東日本の総費用関数を推定し、比較する。

第2章 通信業の特徴と実証分析における先行研究

2.1 通信業の実証研究における先行研究

第2章では、通信業の産業組織論的な特徴と収益・費用の特徴を踏まえた上で、通信業、特にブロードバンド通信や携帯電話などの新サービスや新技術などが導入された場合において経済学的な立場からの実証分析について、先行研究をリサーチした。また、統合される側のネットワークである、固定電話、IP電話、携帯電話の需要・供給分析や、アクセス網としてのADSL、FTTHの需要・供給分析をサーベイした。

需要分析(日本)では、依田(2007)は、固定通信と移動体通信の間のロックイン効果を計量経済分析により考察した結果、①NTT東西会社の固定回線であるFTTHから、NTTドコモの携帯電話サービスである3Gへのロックイン効果は存在し、その大きさ(価値)は約600円である。②NTTドコモの携帯電話(3G)から、NTT東西会社のFTTHへのロックイン効果は存在し、その大きさは約

1,500 円である、という分析を行っている。

依田(2007)がブロードバンドや携帯電話を対象にした実証的な需要分析を行っているが、NGN に関する実証研究は行っていない。また依田(2008)では NGN の個別サービスについて利用意向調査を行なうにとどまっている。

需要分析(海外)では IP 電話の需要分析において Raina et al. (1998) が、加入電話は長距離(州際)電話や国際電話の市場において IP 電話に代替される可能性を示している。加入電話と IP 電話の代替性について調査したものとしては、Zubey et al. (2002) が価格、信頼性、音声品質等の属性が選択に与える影響についてコンジョイント分析を用いて分析している

供給分析(日本)でトランスログ型費用総関数を用いた推計では、中島・八田(1993)が NTT の 1985～1990 年の支社データを用いて規模の生産性を推計し、規模の経済性は 0.216 で有意であるとしている。同様にトランスログ型可変費用関数による分析としては、浅井・中村(1997)は、NTT の各地域通信事業部別の事業データを用い、全産出物の規模の生産性は短期で-0.133～0.889、長期で 0.058～0.069(有意でないものも含む)としている。浅井・根本(2001)は、事業データを用いて、1992-1997 年度の NTT 地域通信事業部を対象に非パラメトリックな方法と、トランスログ型総費用関数・トランスログ型可変費用関数という 2 種類の費用関数の推定によって、全要素生産性 (TFP)の計測を行ない、地域通信市場でも全国平均で年平均 4%を上回る技術進歩による費用の低下が生じていたことを指摘している。

供給分析(海外)では、トランスログ型費用関数を用いた供給分析は数多く存在しており、Shin and Ying (1992)が米国の地域通信会社 58 社の年次データから、米国の地域通信市場の劣加法性を棄却した。産出物をアメリカの地域通信と州際通信としたトランスログ型総費用関数によって、Nadiri and Nandi (1996)は 1935～1987 年のアメリカの通信業全体の需要と供給の分析を行っており、規模の経済性を長期では-0.319～0.258、短期では-0.486～-0.056 であるとしている。

第 3 章 次世代通信網(NGN)の需要分析

3.1 検討の背景

本章では我が国の通信市場の特質である通信サービスおよび通信事業者の多様性と、消費者の心理・行動パターンから NGN の需要を分析するため、仮説を「2010 年現在の NGN(フレッツ光ネクスト)はセキュリティの高さ、伝送速度の速さ、地デジの利用可能性から消費者に受け入れられ、今後の普及が見込まれる」と置き、これを検証したい。本調査では、栗山(2003)で使われているプログラム(CJ2)を用いた。

3.2 本調査の概要

3.2.1 属性と水準の決定

本調査では属性と水準を表 1 のように決定した。本調査では、NGN の商用サービスのうち、フレッツ光ネクストを分析の対象とする。求める変数は次のように定義する。

COST: 月額費用(単位: 千円)

SPEED: 伝送速度(単位: Mbps)

TV: 地デジの視聴の有無(ダミー変数)

SEC: セキュリティの高低

NTT: 提供する通信事業者が NTT 東日本・西日本であるか否か(ダミー変数)

表 1 属性と水準

	水準			
	50	100	200	1000
SPEED: 伝送速度 (Mbps)	50	100	200	1000
TV: 地上デジタル放送の受信可否	不可(0)		可(1)	
SEC: セキュリティの高さ	低い(1)	普通(2)	高い(3)	とても高い(4)
NTT: 通信事業者が NTT であるか否か	NTT グループのサービスではない(0)		NTT 東日本・西日本のサービスである(1)	
COST: 月額費用 (千円)	2	4	6	8

3.2.2 プロファイル・デザインの作成と調査の実施

1 人に対して 8 つの異なる質問を行なう。1 つの質問には 4 つの選択肢(プロファイル)があり、質問ごとに最も好ましいプロファイルを選択してもらう。直交計画法により、8 つの質問を 8 セット(a~h)作成し、各セット 20 人ずつ計 160 人に尋ねた。したがって、データの総数は $8 \times 8 \times 20 = 1,280$ となる。

インターネット調査会社に業務委託する方法を選択し、同社にモニター登録している会員約 425 万人からランダム・サンプリングし、Web 調査として実施した。

3.3 推定結果

表 2 に本調査の推定結果を示す。なお p 値の右側の***は 1%水準で有意であることを示している。係数は各属性変数の推定された値である。係数を見ると、COST の符号はマイナスなので月額費用が高くなると回答者の効用が低下してその選択肢を選択する確率が低下することを示している。

表 2 推定結果

	係数	t値	p値	
COST	-0.5879	-15.208	0.000	***
SPEED	0.0007	3.666	0.000	***
TV	1.0062	6.225	0.000	***
SEC	0.5081	7.494	0.000	***
NTT	0.5961	3.716	0.000	***
N	1280			
対数尤度	-1006.924			

限界支払意思額(MWTP)

SPEED	0.0011649
TV	1.7114421
SEC	0.8641589
NTT	1.0138958

その他の属性の符号は予想通りすべてプラスであり、①伝送速度(SPEED)が増大すること、②地デジの受信(TV)ができること、③セキュリティ(SEC)が上昇すること、④NTT 東日本・西日本が提供事業者であること(NTT)によって、それぞれ効用が上昇し、その選択肢の選択確率が高くなることを示している。t値はいずれも3以上と高く、有意水準を示すp値はいずれも1%水準で有意であった。IIA (Independent of Irrelevant Alternatives) 条件の成立を調べるためにハウスマン検定 (Hausman test) を行ってハウスマン統計量を調べたところ、 $\chi^2=0.000$ であり、IIA 仮定は棄却されず、IIA 条件が成立していることがわかった。

3.4 限界支払意思額

限界支払意思額 (Marginal Willingness To Pay: MWTP) は、各属性が1単位増加したときの支払意思額に相当し、個人が通信サービスのどの機能を高く評価しているかを検証するものである。MWTPは各属性の推定した係数を貨幣属性(基本料金)の係数で除すことで求められる。

伝送速度(SPEED)の単位は本調査では1Mbpsなので、1Mbps伝送速度が高まるとMWTPは1.16円となる。同様に、地デジ視聴(TV)が可能であることに対しては1,711.4円、セキュリティ(SEC)のレベルが一段上がることに対しては864.1円である。

NTT東日本・西日本によってサービス提供されること(NTT)に対しては1,013円となるが、多数の通信事業者が存在し、また増加する中で、消費者がNTT東日本・西日本によってNGN(フレッツ光ネクスト)が提供されることに大きな価値を感じていることを示している。

3.5 代替案の評価

限界支払意思額を利用して、代替案の水準に限界支払意思額をかけて総和をとることで、代替案別の貨幣価値を算出することができる。NTT東日本・西日本で実際にサービスが提供されているNGN(フレッツ光ネクスト)を代替案と見なして表3のように限界支払意思額を算出する。ここでは、NTT東日本のNGN(フレッツ光ネクスト)を例にとる。

実際の月額費用はマンションタイプで2,500~4,400円(世帯数と配線方式(光・VDSL・LAN)各方

式)によって異なる)、戸建てタイプで 5,200 円であるから、理論上の限界意思支払額である 6,416 円の方が高い。

表 3 実際のサービスに対する MWTP

	水準	MWTP	水準×MWTP
SPEED: 伝送速度 (Mbps)	200	0.0011649	0.2338
TV: 地上デジタル放送の受信可否	1	1.7114421	1.71144
SEC: セキュリティの高さ	4	0.8641589	3.45663
NTT: 通信事業者が NTT であるか否か	1	1.0138951	1.01389
合計			6.4157(千円)

第 4 章 NTT 東日本の供給分析

4.1 仮説と検討の背景

本章での仮説を「NGN 導入後において通信事業者 (NTT 東日本) の総費用関数は加入電話だけでなく、NGN と B フレッツからも顕著に影響を受けるように変化する」とし、マス向けの B to C サービスであり、NGN の中で最も契約数が多い NGN (フレッツ光ネクスト) の普及前後で産出物の異なる 2 つの総費用関数を比較することでこれを検証したい。

その第 1 の理由は、NGN(フレッツ光ネクスト)の契約数は 2010 年 3 月の段階では 164.2 万となったが、B フレッツは同時期に 753 万、加入電話の契約数は 1,639 万と大きいため、それぞれが NTT 東日本の主要な産出物であり、産出物が総費用関数に与える影響を定量的に分析することにより、供給側の市場特性を検討することができるからである。

総費用関数を推定する第 2 の理由は、費用最小化と利潤最大化問題が理論的に双対であることによる。理論上、利潤を最大化する最適生産量は費用を最小化して達成される生産量と一致するため、通信業の利潤は総費用関数からも推定することが可能である。

4.2 NGN の費用構造

NGN の設備は、①収容ルータ、②中継ルータ、③SIP サーバ、④ゲートウェイ(GW)・ルータ、⑤メディアゲートウェイ、⑥収容ルータ(SNI)、⑦網終端装置(VPN)、⑧網接続装置(ISP)、⑨伝送路で構成されている。この設備別原価は表 4 のように示されている。ルータ全体が NGN の原価に占める割合は 49.7%である。

表 4 NGN の設備別原価 (百万円)

設備 原 価	収容ルータ	中継ルータ	SIP サーバ	GW ルータ	メディア GW
	17,738	14,855	7,432	53	1,694
	収容ルータ (SNI)	網終端装置 (VPN)	網接続装置 (ISP)	伝送路	合計
	384	1,822	8,521	11,096	66,410

市販のルータのポート帯域とポート単価から関係式を推定したものとしては NTT 東日本『網使用料算定根拠』2011.1.25 があり、帯域とポートあたり価格の関係から関係式を推定すると、 $y = 83.426x^{0.43396}$ となり、帯域 10 倍ごとにコストは約 2.7 倍という費用逓減型のコスト構造となる。通信向けのコンピューター(ルータ・サーバー)とソフトウェアが設備の中心となるため費用逓減型のコスト構造を持つと推測できる(NTT 東日本『網使用料算定根拠』2011.1.25 より抜粋)。

4.3 総費用関数の定式化

公益事業の総費用関数に最も汎用的に利用されているフレキシブル関数である 2 財産出のケースのトランスログ型総費用関数によって、異なる期間の NTT 東日本の総費用関数の推定を試み、比較対照することで NGN(フレッツ光ネクスト) が供給側に与える影響を考察する。

具体的には、第 1 に NGN(フレッツ光ネクスト) が普及する前の NTT 東日本の総費用関数について、産出物を①加入電話の契約数と②B フレッツの契約数として推計する。

第 2 に、NGN(フレッツ光ネクスト) が普及し始めた後の NTT 東日本の総費用関数について、産出物を①加入電話の契約数と②NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数の合計として推計する。

第 2 の推計においては、産出物としての NGN(フレッツ光ネクスト) が 2008 年 3 月 31 日に販売が開始されたため、上記のトランスログ型総費用関数ではパラメーターの数に比して契約数のデータは十分に蓄積されておらず、NGN(フレッツ光ネクスト) のみでは推定ができない。そこで、産出物に B フレッツの契約数を代替財と見なして合算した。

総費用を TC、生産要素を労働価格 P_L (実質一人あたり人件費)、資本価格(実質減価償却费率) P_K とし、産出物 Y_1 と Y_2 とすると、総費用関数は、次のように表される。

$$TC = f(P_L, P_K, Y_1, Y_2)$$

要素価格に関する一次同次および対称性の制約を課し、対数の 2 次の項までのテーラー近似をとると、トランスログ型総費用関数は次のように表される。

$$\ln TC = \alpha_0 + \alpha_{Y1} \ln Y_1 + \alpha_{Y2} \ln Y_2 + \alpha_L \ln P_L + \alpha_K \ln P_K$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{2} \beta_{Y_1 Y_1} (\ln Y_1)^2 + \beta_{Y_1 Y_2} \ln Y_1 \ln Y_2 \\
& + \frac{1}{2} \beta_{Y_2 Y_2} (\ln Y_2)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{LL} (\ln P_L)^2 \\
& + \gamma_{LK} \ln P_L \ln P_K + \frac{1}{2} \gamma_{KK} (\ln P_K)^2 \\
& + \delta_{LY_1} \ln P_L \ln Y_1 + \delta_{LY_2} \ln P_L \ln Y_2 \\
& + \delta_{KY_1} \ln P_K \ln Y_1 + \delta_{KY_2} \ln P_K \ln Y_2
\end{aligned}$$

4.4 第1の推計のデータ・セット

第1の総費用関数の推定期間はBフレッツの普及がピークに近く、NGN(フレッツ光ネクスト)がスタート期にある2003年第3四半期から2008年第3四半期の21期とした。

・生産要素価格: P_L : 労働価格、 P_K : 資本価格

$$P_L = \text{一人あたり人件費}^2 \div \text{国内企業物価指数}$$

$$\text{一人あたり人件費} = \text{四半期ごとの人件費額}^3 \div \text{四半期末従業員数}$$

表5 人件費と従業員数

	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度
人件費(百万円)	163,300	123,400	109,900	116,000	127,400
従業員数(年度末・人)	8,150	6,500	5,850	5,750	5,850
P_L : 実質一人あたり 人件費(百万円)	15.85509	16.93292	17.16517	18.59296	21.39954

$$P_K = \text{減価償却費率}^4 \div \text{国内企業物価指数}$$

$$\text{減価償却費率} = \text{四半期ごとの減価償却費} \div \text{期首の電気通信固定資産}$$

² 一人あたり人件費は、より多くの産出物を生産できる質の高い労働者が増加すると上昇し、質が下がると下降すると考えられるため、人件費を生産要素価格として示す指標として採用した。

³ 人件費に含まれるは正社員のみであり、業務委託は業務委託費用として別に計上される。

⁴ 減価償却費率は、より多くの産出を行うための設備投資が新規に行われると上昇し、償却期間が終了すると減少するため、設備投資を生産要素価格として示す指標として採用した。

表 6 減価償却費と電気通信固定資産

	2005 年度	2006 年度	2007 年度	2008 年度	2009 年度
減価償却費 (百万円)	446,314	412,507	418,168	411,933	396,156
電気通信固定資産 (百万円・期首)	3,167,431	3,073,880	3,058,183	3,024,150	2,944,272

・産出物: Y_1, Y_2

産出物 Y_1 を加入電話の契約数とする。

産出物 Y_2 を B フレッツの契約数の合計とする。

表 7 各サービスの契約数

契約数	2006 年 3 月	2007 年 3 月	2008 年 3 月	2009 年 3 月	2010 年 3 月
加入電話	23,109,000	21,392,097	19,565,734	17,982,574	16,339,679
NGN(フレッツ光ネクスト)	0	0	0	348,000	1,642,000
B フレッツ	1,889,000	3,339,000	4,963,000	5,943,000	5,981,000

・総費用: TC

電気通信事業営業損益の営業費用の合計である。電気通信事業営業損益には、音声伝送、データ伝送、専用線、電報等の電気通信事業の損益が含まれる。通信機器の販売、受託業務、コンサルティング等の附帯事業営業損益の営業費用は含まれていない。

表 8 電気通信事業営業損益の営業費用

	2005 年度	2006 年度	2007 年度	2008 年度	2009 年度	
電気通信事業営業損益の 営業費用: TC (百万円)	1,898,156	1,846,447	1,827,280	1,789,250	1,746,500	
(主な内訳)	営業費	496,855	510,438	511,430	493,199	482,563
	施設保全費	490,717	481,998	470,589	455,647	438,855
	減価償却費	446,314	412,507	418,168	411,933	396,156
	管理費	127,402	117,226	109,778	112,595	116,735
	共通費	109,950	101,707	95,845	95,863	94,395
(参考)	人件費	163,300	123,400	109,900	116,000	127,400

4.5 第1の推計の推計結果

第1の推計である、推定期間が2003年第3四半期から2008年第3四半期の、産出物 Y_1 が加入電話の契約数、産出物 Y_2 がBフレッツの契約数の合計である場合の推定結果を表9に示す。

表9 推定結果(2003年Q3~2008年Q3)

パラメーター	項	推定値	標準誤差	t値	p値
α_0	定数項	9213.398	3319.319	2.775689	0.0322
α_{Y1}	$\ln Y_1$	-864.965	344.1937	-2.51302	0.0457
α_{Y2}	$\ln Y_2$	-15.4378	34.25626	-0.45066	0.6681
α_L	$\ln P_L$	-757.232	160.3387	-4.7227	0.0032
α_K	$\ln P_K$	719.048	352.2257	2.041441	0.0873
β_{Y1Y1}	$(\ln Y_1)^2$	40.57943	17.97959	2.256972	0.0648
β_{Y1Y2}	$\ln Y_1 \ln Y_2$	1.034133	1.738157	0.594959	0.5736
β_{Y2Y2}	$(\ln Y_2)^2$	0.073233	0.135699	0.539672	0.6089
γ_{LL}	$(\ln P_L)^2$	4.570406	1.827876	2.500392	0.0465
γ_{LK}	$\ln P_L \ln P_K$	-31.1273	7.073917	-4.40029	0.0046
γ_{KK}	$(\ln P_K)^2$	44.6039	45.52547	0.979757	0.3650
δ_{LY1}	$\ln P_L \ln Y_1$	36.83559	7.921001	4.65037	0.0035
δ_{LY2}	$\ln P_L \ln Y_2$	1.539516	0.568252	2.709212	0.0351
δ_{KY1}	$\ln P_K \ln Y_1$	-32.3211	13.09189	-2.46879	0.0485
δ_{KY2}	$\ln P_K \ln Y_2$	1.62473	1.305577	1.244454	0.2597

修正済み決定係数 0.959277

対数尤度 70.13620

$\ln Y_1$ (加入電話の契約数)にかかるパラメーター α_{Y1} は負に有意(5%水準)であるが、 $(\ln Y_1)^2$ にかかるパラメーター β_{Y1Y1} は正に有意(10%水準)である。 β_{Y1Y1} を2次項の係数、 α_{Y1} を1次項の係数とした2次関数であるとする、極値は次のように求められる。

$$f(x) = \beta_{Y1Y1}x^2 + \alpha_{Y1}x + c$$

$$f'(x) = 2\beta_{Y1Y1}x + \alpha_{Y1} = 0$$

$$x = -\frac{\alpha_{Y1}}{2\beta_{Y1Y1}} = -\frac{-864.965}{2 \times 40.57943} = 10.6576$$

$$\log_e y = 10.6576$$

$$y = e^{10.6576} = 42,514.48$$

加入電話の契約数は、2003年第3四半期に25,232,787契約、2008年第3四半期に18,378,364契約であるから、下に凸の2次関数の極値の右側にある。そのため、推定期間のいずれの時期においても加入電話 Y_1 は TC を増加させていることがわかる。

もう一つの産出物である B フレッツに関しては、1次項(α_{Y2})・2次項(β_{Y2Y2})ともに有意ではなく、B フレッツの契約数の増減は総費用関数には影響を与えとも与えないとも言えない。

$\ln P_L$ (労働価格)にかかるパラメーター α_L は負に有意(1%水準)であるが、2次項である $(\ln P_L)^2$ のパラメーター γ_{LL} は正に有意(5%水準)である。推定期間(2003Q3~2008Q3)内の実質一人あたり人件費(年)は343~463万なので下に凸の2次曲線の極値の左側にあることになり、 P_L (実質一人あたり人件費)は総費用を減少させることになる。

資本価格(実質減価償却費率) $\ln P_K$ のパラメーター α_K は正に有意(10%水準)であり、資本価格(実質減価償却費率)が上昇すれば総費用が上昇する。

4.6 第2の推計のデータ・セット

第2の総費用関数の推計の推定期間は2005年第2四半期から2009年第4四半期の19期とした。データが欠損している場合は、前後の期の中間値をとった。

・生産要素価格: P_L : 労働価格、 P_K : 資本価格

$$P_L = \text{一人あたり人件費} \div \text{国内企業物価指数}$$

$$\text{一人あたり人件費} = \text{四半期ごとの人件費額} \div \text{四半期末従業員数}$$

$$P_K = \text{減価償却費率}^5 \div \text{国内企業物価指数}$$

$$\text{減価償却費率} = \text{四半期ごとの減価償却費} \div \text{期首の電気通信固定資産}$$

・産出物: Y_1, Y_2

産出物 Y_1 を加入電話の契約数とする。

産出物 Y_2 を NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数の合計とする。

⁵ 減価償却費率は、より多くの産出を行うための設備投資が新規に行われると上昇し、償却期間が終了すると減少するため、設備投資を生産要素価格として示す指標として採用した。

産出物 Y_1 が加入電話の契約数、産出物 Y_2 が NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数の合計である場合の推定結果を示す。

表 10 推定結果 (2005 年 Q2～2009 年 Q4)

パラメーター	項	推定値	標準誤差	t値	p値
α_0	定数項	7492.182	1958.931	3.824627	0.0187
α_{Y1}	$\ln Y_1$	-579.928	192.1079	-3.01876	0.0392
α_{Y2}	$\ln Y_2$	123.8608	50.00568	2.476934	0.0684
α_L	$\ln P_L$	-751.08	124.9741	-6.00988	0.0039
α_K	$\ln P_K$	1753.74	232.2846	7.549964	0.0016
β_{Y1Y1}	$(\ln Y_1)^2$	20.14869	9.669259	2.083789	0.1056
β_{Y1Y2}	$\ln Y_1 \ln Y_2$	-8.14128	2.810395	-2.89685	0.0443
β_{Y2Y2}	$(\ln Y_2)^2$	-2.80774	0.731146	-3.84019	0.0185
γ_{LL}	$(\ln P_L)^2$	29.68783	4.496345	6.602659	0.0027
γ_{LK}	$\ln P_L \ln P_K$	-20.3997	7.235183	-2.81952	0.0479
γ_{KK}	$(\ln P_K)^2$	-15.0791	18.40095	-0.81948	0.4585
δ_{LY1}	$\ln P_L \ln Y_1$	36.4717	6.344601	5.748462	0.0045
δ_{LY2}	$\ln P_L \ln Y_2$	1.502496	1.200974	1.251065	0.2791
δ_{KY1}	$\ln P_K \ln Y_1$	-91.2311	12.72833	-7.16756	0.0020
δ_{KY2}	$\ln P_K \ln Y_2$	-15.7782	3.591631	-4.39306	0.0118

修正済み決定係数 0.990272

対数尤度 80.86668

4.7 第 2 の推計の推計結果

産出物である NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数の合計の 1 次項 $\ln Y_2$ にかかるパラメーター α_{Y2} は正に有意(10%水準)であるが、NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数の合計の 2 次項 $(\ln Y_2)^2$ にかかるパラメーター β_{Y2Y2} は負に有意(10%水準)である。NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数の合計は、いずれの期間においても極値である 37.9 億よりも低いので、上に凸の 2 次関数の極値の左側にあることになり、NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数の合計 Y_2 は TC を増加させ、しかも費用逓減であることがわかる。これは処理能力の向上とともに費用逓減の性格を持つルータが設備の大半を占める NGN の費用構造分析とも合致する。

加入電話($\ln Y_1$)にかかるパラメーター α_{Y1} は負に有意(5%水準)、 $(\ln Y_1)^2$ にかかるパラメーター β_{Y1Y1} はわずかに 10%水準を下回るが正の方向である。加入電話の契約数は、推定期間のいずれの時期においても極値である 177.8 万契約より多いため、下に凸の 2 次関数の極値の右側にある

ことになり、加入電話 Y_1 は総費用を増加させていることがわかる。

労働価格である $\ln P_L$ にかかるパラメーター α_L は負に有意(5%水準)であるが、 $(\ln P_L)^2$ のパラメーター γ_{LL} は正に有意(5%水準)である。 γ_{LL} を2次項の係数、 α_L を1次項の係数とした2次関数とすると、極値は311,638.7676(百万円)である。推定期間(2005Q2～2009Q4)内の実質一人あたり人件費(年)は1,585～2,139万円なので下に凸の2次曲線の極値の左側にあることになり、 P_L (実質一人あたり人件費)は総費用を減少させることになる。

資本価格(実質減価償却費率)である $\ln P_K$ のパラメーター γ_{LL} は正に有意(1%水準)であり、資本価格(実質減価償却費率)の上昇は総費用を増加させることが示されている。

4.8 推計結果の比較と理論的根拠

第1の推計と第2の推計を比較すると、次の整理できる。有意性の*は10%水準、**は5%水準、***は1%水準を示す。 Y_1 は第1の推計・第2推計とも加入電話の契約数、 Y_2 は、第1の推計がBフレッツの契約数、第2の推計がNGNとBフレッツの契約数の合計である。 P_L は実質一人あたり人件費、 P_K は実質減価償却費率である。

表 11 推計結果の比較

推計	期間	項	推定	Y_1	Y_2	P_L	P_K
第1の推計	2003Q3 ～ 2008Q3	1次項	有意性 推定値	負に有意** -864.965	有意でない -15.4378	負に有意*** -757.232	正に有意* 719.048
		2次項	有意性 推定値	正に有意* 40.57943	有意でない 0.073233	正に有意** 4.570406	有意でない 44.6039
第2の推計	2005Q2 ～ 2009Q4	1次項	有意性 推定値	負に有意** -579.928	正に有意* 123.8608	負に有意*** -751.08	正に有意*** 1753.74
		2次項	有意性 推定値	ほぼ正に有意 20.14869	負に有意* -2.80774	正に有意*** 29.68783	有意でない -15.0791

第1の推計と第2の推計を比較すると、次のようになる。

- ・産出物では、第1の推計では加入電話の契約数の増加のみが総費用を増加させている。第2の推計では有意性はやや劣るが加入電話が総費用を増加させるとともに、NGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの契約数の合計が総費用を増加させている。
- ・生産要素価格のうち労働価格(実質一人あたり人件費)は、第1の推計でも第2の推計でも総費用を減少させている。
- ・資本価格(実質減価償却費率)は、第1の推計でも第2の推計でも総費用を増加させる。

これらの結果が導かれた理論的根拠としては、第1に加入電話の契約数の減少とともにNGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの契約数が増加し、NGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの契約数がNTT東日本の総費用関数に影響を与えるように変化したことが考えられる。

第2に、Bフレッツの契約数のみではNTT東日本の総費用関数に影響を与えとも与えないとも言えないが、NGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの契約数の合計ではNTT東日本の総費用関数に影響を与えるように変化している点からは、BフレッツとNGN(フレッツ光ネクスト)がともに独立したネットワークであり、両方を別々に構築したことから費用が増加し、NGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの契約数を合計すると、総費用に有意な影響を与えるようになったと考えられる。

第3に、第2の推計においてNGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの契約数の合計(Y_2)において、費用逡減的になる理由として考えられるのは、第1にNGNの設備のうち金額ベースで49.7%がルータであり、ルータは費用逡減型のコスト構造を持つからである。第2にNGN(フレッツ光ネクスト)を普及させるにあたって必要となる単位あたりの営業費用が、Bフレッツの普及に要した単位あたりの営業費用よりもより効率的になったことが考えられる。

第4に、通常のコスト関数と異なり、労働価格(実質一人あたり人件費)の増加が総費用を減少させる理由としては、フロント業務を中心とした業務委託化の進展が考えられる。その構造としては2段階あり、第1段階として、NTT東日本ではトレンド的に子会社へフロント業務(注文受付、設備オペレーション、SOHO販売、設備保守・運営・故障修理等)を業務委託しているため、人件費が減少し、業務委託費が増加するが、同程度に期待し要求する程度の業務であれば業務委託費の方が人件費よりも安いので総費用は減少する。第2段階として、NTT東日本本体には企画・戦略、設備構築・管理、サービス開発、法人営業等が残るため、労務費が高い管理職等の割合が高くなり、 P_L (実質一人あたり人件費)は増加するが、これらの業務の一部を切り出して業務委託にすることによって、さらに人件費が減少し、業務委託費が増える。

第5章 要約と結論

5.1 本稿の要約

本稿の需要分析と供給分析、および通信業の産業構造、規制と競争政策、費用構造を踏まえると、次のような理論的解釈が得られる。

1. 架空の通信サービスの属性とそれぞれの水準から最も好ましい選択肢を選択してもらうため、一般ユーザ160名を対象としたWebアンケート調査を行った。コンジョイント分析を行った結果からは、NTT東日本が提供している2010年現在のNGN(フレッツ光ネクスト)の月額費用は、潜在顧客が受け入れる水準での月額費用(限界支払意思額)よりも低いことが本研究により初めてわかった。

2. NTT 東日本の NGN(フレッツ光ネクスト)と B フレッツの契約数の合計を産出物とし、生産要素のうち労働価格を一人あたり実質人件費、資本価格を実質減価償却費率とした2財産出のトランスログ型総費用関数から得られた結論は、第1にフレッツ光ネクストと B フレッツの契約数の合計の増加は NTT 東日本の総費用を費用逡減的に増加させること、および加入電話の契約数の増加も総費用を増加させること、第2にフロント業務一般の業務委託化によって残された企画・戦略等の業務に携わる組織の実質一人あたり人件費の上昇をもたらすが、増加する業務委託費額よりも減少する人件費額の方が大きいので、総費用を減少させること、第3に資本価格である実質減価償却費率の増大は総費用を増加させることである。
3. NGN が登場する以前を中心とした NGN を産出物に含まない NTT 東日本の総費用関数では、産出物の総費用に対する影響は加入電話に限られていたが、NGN の登場以降に NGN と B フレッツの契約数の合計も、加入電話とともに NTT 東日本の総費用関数に影響を与えるように変化した。
4. アンケート調査をもとにしたコンジョイント分析による需要分析では NGN(フレッツ光ネクスト)の市場価格は消費者の限界支払意思額を下回っているために需要が今後増加することが予想されることから、NTT 東日本の NGN(フレッツ光ネクスト)は今後の普及が見込まれる。また、供給分析で得られた結論では、NGN(フレッツ光ネクスト)と B フレッツの契約数の合計の増加が総費用に影響を与えるように変化しており、また、費用逡減となるルータが費用の 49.7%を占める NGN の費用逡減的な構造からは、NGN(フレッツ光ネクスト)をより多く獲得してさらに費用を逡減させようというインセンティブが NTT 東日本に働くと推定される。そのため、NGN(フレッツ光ネクスト)は NTT 東日本の総費用関数の主要な産出物の1つになって長期的により大きな影響を与えてはじめてとともに、NGN という新たな需要を創造するので、需給両面から通信市場を変化させていくと考えられる。
5. 本稿の意義は、2010年9月時点で実証的なアプローチで需要分析と供給分析を行うことにより、助走期にある我が国の NGN の現状を需給両面から分析し、将来を展望したことにある。需要分析と供給分析とを総合的に行うことによるファクト・ファインディングとして、需要面では NGN の普及が見込まれること、供給面では通信事業者の総費用関数が構造的に変化することを通じて、我が国の通信市場が変化しつつあるということを指摘した。
6. 本稿の研究史上の意義は、第1に NGN を分析対象にした先駆的な実証研究であることである。第2に、本稿の需要分析では2010年8月に Web アンケートを実施して最新のオリジナルなデータを分析し、推定結果を出している点に意義がある。第3に、本稿の供給分析では確立された分析手法によって最新のデータを分析して最新の研究成果を出している点で意義があ

る。第 4 に、需要と供給の両面から実証的にアプローチしている点である。本稿では同時期に需給両面から実証的にアプローチを行ったため、2010 年の段階での NGN の需給両面での影響をより正確に分析することができる点で意義がある。

5.2 今後の展望

通信業においては、現在のところ伝送路別にサービス内容が棲み分けされていると言えるが、本稿で詳述した NGN の普及と浸透はそうした境界を消失させる方向に導くと考えられ、究極的には「すべてを伝送する 1 つの通信網」が達成される可能性もある。しかし現在まで加入電話や携帯電話、データ網が果たしてきた役割を考えると通信の固有の要素が依然として維持される可能性も考えられるし、仮に「すべてを伝送する 1 つの通信網」が達成されたとしてもまだ先の話であろう。NGN はその意味で助走段階にあると考えられる。

今後、消費者の限界支払意思額よりも実際の提供価格が低い NGN(フレッツ光ネクスト)の契約数が増加するとともに、NTT 東日本の総費用関数に影響を与えるように我が国の通信市場が需給両面から変化する可能性が大きいことが本稿の分析で明らかになった。

本格的な NGN の普及を見据えた我が国の通信業における制度設計を考える上で、本稿のような分析は必要であり一定の意味を持つと考えられるが、反面、新しい分野であるためにデータや研究の蓄積がほとんどないのが現状である。今後、本稿が当該分野の研究への関心を喚起する 1 つのきっかけになれば幸いである。

◆参考文献

- 浅井澄子 (1997) 『電気通信事業の経済分析—米国の競争政策』 日本評論社.
- 浅井澄子 (1999) 『電気通信事業の経済分析—日米の比較分析[増補改訂版]』 日本評論社.
- 浅井澄子 (2001) 『情報通信の政策評価』 日本評論社.
- 浅井澄子・中村清 (1997) 「地域通信事業の費用構造分析」『公益事業研究』 48.3: 31-39.
- 浅井澄子・根本二郎 (1998) 「地域通信事業の自然独占性の検証」『日本経済研究』 37: 1-18.
- 浅井澄子・根本二郎 (2001) 「NTT 地域通信事業の生産性と技術進歩」『日本経済研究』 43: 1-17.
- 依田高典 (2001) 『ネットワーク・エコノミクス』 日本評論社.
- 依田高典 (2006) 「ブロードバンド・マイグレーションとロックイン効果」『公益事業研究』 2006.2 : 67-82.
- 依田高典 (2007) 『ブロードバンド・エコノミクス』 日本経済新聞社.
- 依田高典 (2008) 「NGN 利用意向の計量経済分析」『公益事業研究』 2008.45 : 69-79.
- 依田・黒田 (2004) 『日本のブロードバンド市場の離散的選択(入れ子ロジット)モデル分析』

総務省

- 依田・坂平 (2007) 『情報通信サービスの融合と相互依存性: 固定ブロードバンドと携帯電話』『公益事業研究』 2007.4 : 1-16.
- 依田・堀口 (2006) 『FTTH を活用した公共サービスの消費者便益の計測-ミックスト・ロジック・モデルを用いた地方と都市部の比較分析-』『公益事業研究』 2006.40 : 42-61.
- 植草 益 (1991) 『公的規制の経済学』 筑摩書房.
- 栗山浩一 (2000) 「コンジョイント分析」 大野栄治編著 『環境経済評価の実務』 勁草書房 : pp105-132.
- 栗山浩一 (2003) 『EXCEL でできるコンジョイント』 環境経済学ワーキングペーパー #0302、早稲田大学政治経済学部.
- 清野一治 (1993) 『規制と競争の経済学』 東京大学出版会.
- 黒田昌裕 (1984) 『実証経済学入門』 日本評論社.
- 高野直樹 (1997) 『通信業における規制緩和とNTT の経営分析』 青山国際ビジネス 紀要 第5号
- 高野直樹 (2011) 『次世代通信網(NGN)の需要分析』横浜国際社会科学研究所 第15巻第5号
- 竹村・江良・森脇・箴島 (2009) 『情報通信事業における生産性・効率性分析 -NTT グループの財務データを用いた分析』
- 橘木俊詔 (1994) 「電気通信事業における民営化の経済分析」 NTT 出版 『電気通信』 :80-105.
- 中島・八田 (1993) 「わが国の電気通信産業の経済分析」 『郵政研究レビュー』 第4号 : 20-40.
- 中村彰宏 (2002) 『加入電話間通話の通話需要分析』 郵政研究所月報 2002.4:pp116-135.
- 中村・実積・川村 (2007) 『加入需要行動を考慮した世帯の通話支出関数の推計』 情報通信政策研究プログラム.
- 林敏彦編 (1994) 『講座・公的規制と産業3 電気通信』 NTT 出版.
- 別所俊一郎 (2006) 『非線形関数の回帰(2)』 一橋大学.
- ラフォン・チロール (2003) 『テレコム産業における競争』 エコノミスト社.
- Evans, D. S. and Heckman, J. J. (1984) "A Test for Subadditivity of the Cost Function with an Application to the Bell System," *The American Economic Review*, Vol. 64, No.4, 615-623.
- Kridel, D.J. (1998) "A Customer Surplus Approach to Predicting Extended Area Service (EAS) Development and Stimulation Rates," *Information Economics and Policy*.3, 379-390.
- Madden, Gary G, Bloch, Harry and Hensher, David (1993) "Australian telephone network subscription and calling demands: evidence from a stated-preference experiment," *Information Economics and Policy* 5 (1993): 207-230.

- Mckenzie, D. J. and J. P. Small (1997) "Econometric Cost Structure Estimates for Cellular Telephony in the United States," *Journal of Regulatory Economics*. 12: 147-157.
- Nadiri, M. I., and Nandi, B. "The Changing Structure of Cost and Demand for the U.S. Telecommunications Industry," *NBER Working Papers*, number 5820.
- Oniki, H., Oum, T. H., Stevenson, R., and Zhang, Y. (1994) "The productivity effects of the liberalization of Japanese telecommunication policy," *Journal of Productivity Analysis*, Volume 5, Number 1, 63-79.
- Raina, J., Fildes, R. and Day, K. (1998) "Forecasting Internet Telephony," *OR Insight* 11.4: 11-21.
- Seabra, M. D. C. (1993) "Natural monopoly in Portuguese telecommunications," *Applied Economics*, 25, 489-494.
- Shin, R. T. and J. S. Ying (1992) "Unnatural Monopolies in Local Telephone," *RAND Journal of Economics*, Vol. 23, No. 2, Summer: 171-183.
- Train, K. (2009) "Discrete Choice Methods with Simulation Second Edition", Cambridge University Press.
- Zubey, M.L., Wagner, W., and Otto, J.R. (2002) "A Conjoint Analysis of Voice over IP Attributes," *Internet Research* 12.1: 7-15.