

博 士 論 文

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)-

横浜国立大学大学院
国際社会科学研究科

高 野 直 樹

Naoki TAKANO

2011 年 9 月
September 2011

目次

第1章	はじめに	4
第1節	問題の所在と研究の意義	4
第2節	研究史上の意義	8
第3節	NGNの特徴	9
第4節	本稿の構成	11
第2章	通信業の特徴と実証研究における先行研究	13
第1節	通信業の現状と問題点	13
1	収益面の特徴	13
2	費用面の特徴	13
3	市場構造の特徴	13
第2節	通信業の供給サイドの特性	14
第3節	通信業の需要サイドの特性	14
第4節	通信業の特性とNGN	15
第5節	通信業の実証研究における先行研究	15
1	需要分析(日本)	15
2	需要分析(海外)	17
3	供給分析(日本)	18
4	供給分析(海外)	20
第6節	第2章のまとめと本稿の独自性	21
第3章	次世代通信網(NGN)の需要分析	23
第1節	検討の背景	23
第2節	日本の通信市場	23
第3節	先行研究と本稿の位置づけ	25
第4節	コンジョイント分析	25
1	概要	25
2	属性の決定とプロフィール・デザイン	26
第5節	推定方法	27
1	条件付ロジット・モデル(CL)	27
2	最尤法(Maximum Likelihood Estimation, MLE)	28
第6節	本調査の概要	29

1 属性と水準の決定.....	29
2 プロファイル・デザインの作成と調査の実施.....	30
第7節 推定結果.....	35
1 推定結果.....	35
2 限界支払意思額.....	36
3 代替案の評価.....	36
4 実際のサービスとの比較.....	37
第8節 まとめと課題.....	37
補 アンケート調査の概要とバイアス.....	38
第4章 NTT 東日本の供給分析.....	42
第1節 仮説と検討の背景.....	42
第2節 NGN の特徴.....	43
第3節 競争の進展とブロードバンド環境の整備.....	45
第4節 通信業における競争政策.....	45
第5節 NGN における規制.....	48
第6節 NGN の費用構造.....	50
第7節 トランスログ型費用関数.....	51
第8節 総費用関数の定式化.....	52
第9節 第1の推計のデータ・セット.....	53
第10節 第1の推計の推計結果.....	57
第11節 第2の推計のデータ・セット.....	59
第12節 第2の推計の推計結果.....	61
第13節 推計結果の比較と理論的根拠.....	63
第14節 まとめと課題.....	65
第5章 要約と結論.....	67
第1節 本稿の要約.....	67
第2節 本稿の結論.....	74
第3節 今後の展望.....	76
参考文献.....	77

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。音声も、文章も、映像も、すべてをデジタル・データに置き換え、パケット通信を基本とした通信技術によって、セキュリティが高く、品質の安定した、信頼性の高い通信を行うとともに、プラットフォーム上にある様々なコンテンツやアプリケーションをネットワーク上で利用可能とする。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。NTT東日本・西日本は、2025年頃に加入電話からIP網へのマイグレーションを完了させると表明している(東日本電信電話・西日本電信電話(2010))。また、KDDIはNGNとしてのウルトラ3G構想を、ソフトバンクはIRIS・ULTINA構想を発表しており、我が国では複数のNGNの中から利用者が選択するように変化すると考えられる。

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。

日本では光ファイバーによるアクセス網(FTTH¹)が整備され、FTTHの世帯カバー率は90%(2008年9月)と世界一となった。なお、主要国のFTTHの世帯カバー率は、韓国が67%(2008年12月)、アメリカが13%(2009年3月)、フランスが11%(2009年4月)、ドイツが0.4%(2009年4月)、イギリスが0.0%(2009年4月)である(東日本電信電話・西日本電信電話(2010))。

しかし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

¹ Fiber To The Home: 光ファイバーによる加入者線

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)²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。

表 1-1 通信事業者数の推移

(社)	2000.4.1	2001.4.1	2002.4.1	2003.4.1	2004.3.31
第一種電気通信事業者	249	342	384	413	422
NTT など	3	3	3	3	3
KDD	1	-	-	-	-
NTTドコモなど	9	9	9	9	9
新第一種電気通信事業者	236	330	372	401	410
長距離・国際系	21	32	35	32	31
地域系	159	274	319	349	359
衛星系	5	5	5	6	7
移動体	51	19	13	14	13
携帯電話など ³	23	11	9	10	9
無線呼出し(専業)	19	3	2	2	1
PHS	9	5	2	2	2
第二種電気通信事業者	7,651	9,006	10,137	10,904	12,096
特別第二種電気通信事業者	101	113	112	115	113
一般第二種電気通信事業者	7,550	8,893	10,025	10,789	11,983
合計	7,900	9,348	10,521	11,317	12,518

	2004.4.1	2005.4.1	2006.4.1	2007.4.1
登録事業者 ⁴	299	312	315	324
届出事業者 ⁵	12,155	12,778	13,459	13,972
合計	12,454	13,090	13,774	14,296

(出所: 情報通信データブック 2008)

² http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/pdf/081225_20_bs1.pdf

³ 空港無線電話事業者、無線 LAN 事業者を含む。

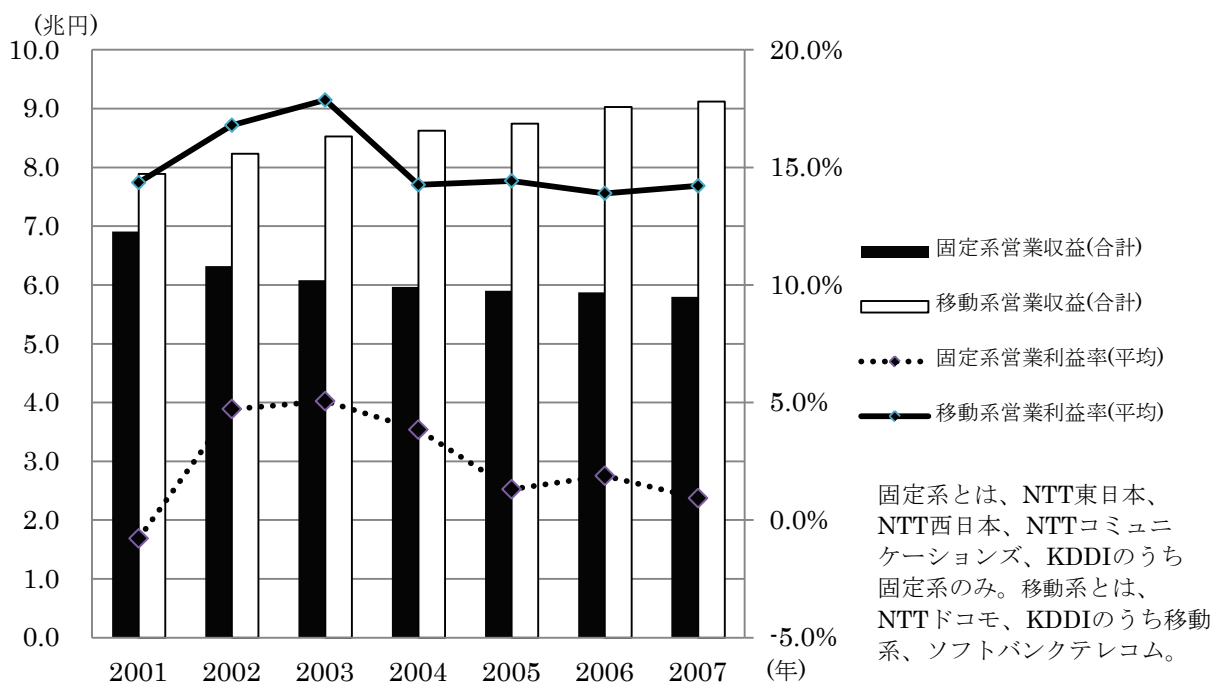
⁴ 2004 年の改正電気通信事業法が施行され、自営設備の有無に着目した第一種電気通信事業者と第二種電気通信事業者の区分が廃止され、登録か届出かのどちらかとなった。

⁵ 端末系伝送路設備が一つの市町村区にとどまり、同時に、中継伝送路設備が一つの都道府県内にとどまる事業を営むもの。

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。

表1-1は我が国の通信事業者数の推移を示している。ここから、通信業者は増加し続けて2007年4月現在では14,000社を超え、多数の事業者が独自の設備展開とサービス提供を行っていることがわかる。このように多様化した事業分野で多数の事業者が競争を行っているにもかかわらず、集約すればNTTグループ、KDDIグループ、ソフトバンク・グループの3つのグループが圧倒的に多くの営業収益を上げる寡占構造となっていることが我が国の通信業の第1の特徴である。

図1-1 主要な通信事業者の経営状況



(出所: 情報通信データブック2008をもとに作成)

総務省の『電気通信分野における競争状況の評価 2009』⁶によると、固定電話(加入電話、直収電話、CATV電話、0ABJ-IP電話)の市場集中度を示すハーフィンダール指数(HHI)⁷は6,951、ブロードバンド(ADSL⁸、FTTH、ケーブルインターネット)では3,048、うちFTTHでは5,836、移動体通信

⁶ http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban02_01000006.html

⁷ ハーフィンダール・ハーシュマン指数: Herfindahl-Hirschman Index は、市場の独占度合いを測定する指標の一つで各事業者が市場で有するシェアを自乗し、それを加算して算出する。

⁸ Asymmetric Digital Subscriber Line: ツイストペアケーブル通信線路(一般のアナログ電話回線)を使用する、上りと下りの速度が非対称な、高速デジタル有線通信技術、ならびに電気通信

(携帯電話・PHS)では3,461であるとしている。

この寡占構造ができた理由には、規制と競争政策によって人為的に作りだされたという側面と、通信業が持つ規模の経済性およびネットワークの外部性という産業構造上の側面の両方がある。

図 1-1 は主な通信事業者の経営状況を示している。ここからは、事業分野別では、移動体系の方が固定系よりも営業収益・営業利益率ともに高く、固定系での減収・減益を補うような構造になっていることがわかる。これが我が国の通信業の第 2 の特徴である。固定系では、加入電話が IP 電話や携帯電話に代替されているため、基本料もトラヒック(通信)収益も減少している。光アクセスの普及による増収があるが、加入電話の減少分と相殺するか、やや下回っている。移動体は、携帯電話がほぼ行き渡ったことによって営業収益の伸びは鈍化した。

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。そのために、NGN の潜在的な利用者に対してアンケート調査を行ってプール・データを蓄積し、コンジョイント分析によって NGN の加入要因分析を行うとともに、限界支払意思額と現実に提供されている NGN の料金を比較することで、今後さらに NGN が普及していくという推定結果を示す。

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。通信業の産業組織的な特徴、競争政策の変遷、NGN の会計的な費用構造、事業構造の変化など、通信業を取り巻く外的環境、通信事業者の内的環境、およびその変化を分析しつつ、NGN が導入された前後での NTT 東日本の総費用関数を推定し、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していることを示す。

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える。

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。需要分析では最新のアンケート調査により NGN 利用動向に関するデータを集計してコンジョイント分析によって推定し、現実の NGN のサービスと比較することで NGN の今後の需要を推定した。供給分析では、通信業の規制と競争政策のレビューと、NGN の費用構造の分析を踏まえつつ、2 つの異なる期間での総費用関数を推定し比較することで、NGN の登場前後で通信事業者の総費用関数が変化したことを指摘した。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ている。

役務。

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、160 名を対象に各 8 問の質問を行う Web アンケート調査を実施して 1,280(=160×8)のプール・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。

1.2 研究史上の意義

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。通信業の供給側における実証分析では、Evans and Heckman (1984)に代表されるように、米国の AT&T の分割(1984)前後の AT&T および地域電話会社の独占事業における自然独占性の検証が行われた。我が国でも Sueyoshi (1996)や浅井・根本(1998)など、NTT の民営化(1985)後の通信市場の自然独占性に疑問を呈する実証研究が多く存在し、結果として政策判断により通信業では多くの市場において競争原理を導入することにつながった。通信の垂直的な統合モデルである NGN が発展するとボトルネック独占が生じる可能性があり、本稿ではこれを問題設定の 1 つとしているが、通信業の今後の規制と競争を考察するにあたり、本稿を執筆した 2010 年の段階では分析に必要なデータがまだ少なく、NGN に関する供給側の実証研究はほとんど行われていない。そのため、本稿で先駆的に NGN を対象とした供給側の分析を行った点に研究史上の意義がある。

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。分析手法は環境経済学(栗山(2000))やネットワーク経済学(依田(2007))で多用されているコンジョイント分析を採用したため推定結果の信頼性が高いと考える。また、通信業の需要分析では依田(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。そのため、本稿は新規性がある。

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。本稿では、Seabra (1993)、中島・八田(1993)、Oniki et al. (1994)、Nadiri and Nandi (1996)、浅井・中村(1997)、Wilson and Zhou (1997)、浅井・根本(1998)、浅井・根本(2001)等の先行研究にならってトランスログ型費用関数によって NGN が導入された 2008 年前後の NTT 東日本の総費用関数を推定している。分析対象は 2005 年度から 2009 年度

にかけての公開されている各種サービスの契約数および財務データである。

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。通信業の実証分析における先行研究は、需要面か供給面かのどちらかに的を絞った研究がほとんどである。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。具体的には、需要分析ではアンケート調査を行ってプール・データを蓄積し、コンジョイント分析によって潜在的な利用者が支払っても良いと思う費用(限界支払意思額)と実際の費用を比較することで、NGNの普及が今後見込まれることを指摘するとともに、供給分析では通信業の規制と競争、NGNの費用構造を踏まえながら2つの異なる期間の総費用関数を推定し、比較することで、NGNが通信事業者に大きな影響を与え始めていることを指摘した。また、需要分析と供給分析を総合して、NGNが発展するにしたがって通信市場において利用者と通信事業者の両面に影響を及ぼしていくことを指摘した。

1.3 NGNの特徴

NGNの今までにない新しい特徴は、通信事業者が従来提供してきた通信サービスの信頼性・安定性と、インターネットが持つ柔軟性・経済性という、両方の長所を併せ持っている点である。

第1に品質の面では、NTT東日本が公表しているNGNにおけるQoS (Quality of Service: 品質確保) の概念を引用すれば、最大限の努力はするが品質の保証がないベストエフォートクラスと、品質確保型の優先クラスがあり、優先クラスはさらに3つのクラスに分かれている。優先クラスは、テレビ電話のような厳しいリアルタイム性が必要な通信や、片方向の映像配信のような緩やかなリアルタイム性が要求される通信のためのものである。QoS機能により、より安定した音声通話や高精細映像の配信が提供される。

第2にセキュリティ機能には、回線ごとに割り当てられた発信者IDをチェックし、なりすましを防止している。また、ネットワークの入り口で、なりすましや不正なアクセスをブロックする機能などがある。

第3に通信の信頼性の面では、NTT東日本のNGNでは、通信回線や通信装置の冗長化や、処理性能の高い大型装置の導入によるシンプルなネットワーク構成にすることなどで、高い信頼性のネットワークを実現している。また、特定のエリアに通信が集中した際のトラフィックコントロールや災害時等における重要通信の確保などにも取り組んでいる。

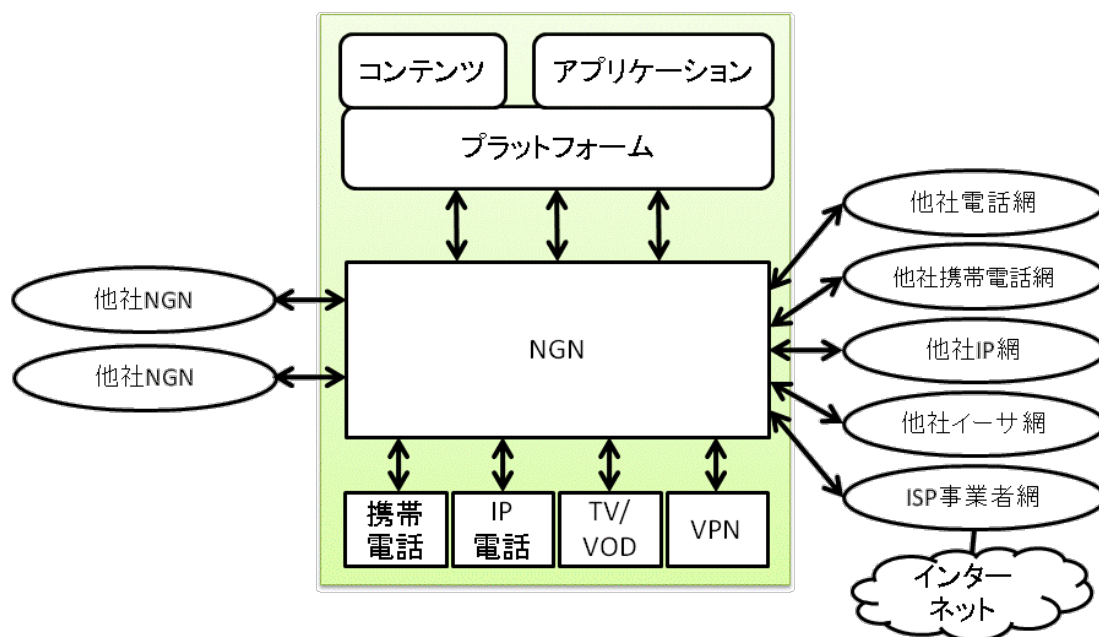
第4に他のネットワークやアプリケーションとのインターフェースの面では、新たなアプリケーションサービスを、誰もが自由に創造していけるよう、UNI (User-Network Interface)、NNI (Network-Network Interface)、SNI (Application Server-Network Interface)という3つのインターフェースを規定し、これらの仕様を公開している(NTT東日本⁹)。

NGNに統合された後の固定電話や携帯電話では、従来のサービスと同等以上の信頼性・安定性が求められるので、NGNには通信の品質保証やセキュリティが機能として組み込まれているが、

⁹ <http://www.ntt-east.co.jp/ngn/about/index.html>

これはネットワークのコントロールが行われないインターネットにおいて実現することは極めて困難である。通信事業者の通信網は、通話やデータ通信といったある限定された機能を提供するために設計・構築・運用されており、その意味で通信ネットワークは目的や機能によっていくつかに分断されているが、NGN では選択可能な多くの機能(通信品質、容量、セキュリティ等)と標準化されたインターフェースによって、インターネットのように柔軟で経済的なサービスを提供することが可能である。

図 1-2 NGN 概念図



ITU-T¹⁰によると、NGNの定義は次のようになっているが、解釈が事業者ごとに異なっており、様々なNGNが存在する。

A Next Generation Network (NGN) is a packet-based network able to provide services including telecommunication services and able to make use of multiple broadband, QoS-enabled transport technologies and in which service-related functions are independent from underlying transport-related technologies.

NGN と既存の通信網は当分の間は併存し、最終的には NGN に発展的に統合される見込みであるが、その間は相互に接続する。また、各国の通信事業者ごとに NGN は存在するので、国内外で複数の NGN どうしが相互に接続する。NGN とインターネットは直接または ISP 事業者を通じて接続され、併存する。

¹⁰ International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector : 国際電気通信連合 電気通信標準化部門

IPとはコンピューター・ネットワークそのものであり、NGNによってネットワークとコンピューターとの結びつきがますます緊密なものとなって、一層の情報化が進み、需要側である個人ユーザや法人ユーザの福利厚生が高まることが期待されている。また、複数のネットワークを統合することによって供給側である通信事業者の設備投資コストと運用コストがともに減少するはずなので、より安価な費用でより高度なネットワーク・サービスが提供できるようになる上、プラットフォーム、アプリケーション、放送などと通信との融合がさらに進み、ユビキタス¹¹的でより安全・安心なソリューションが提供できるようになると期待されている。

図 1-2 は NGN の概念を示している。ここからは NGN が他社の NGN と相互接続されること、既存の携帯電話網、IP 電話網、TV・VOD (Video On Demand)、VPN (Virtual Private Network) 網などと相互接続されること、プラットフォーム、コンテンツ、アプリケーションと接続されること、他社の電話網、携帯電話網等と相互接続されることがわかる。

NTT東日本のNGNのロードマップ¹²によれば、2007年度末にNGN(フレッツ光ネクストとビジネスイーサワイド)の商用提供が開始され、2008年度に主要都市へ展開、NGN(フレッツ光ネクスト)は2009年度には現行の光アクセスサービス(Bフレッツ等)提供エリア全域に拡大されるとしている。なおNGN(フレッツ光ネクスト)の提供エリアが2010年3月に既存の光サービス提供地域にまで広がるとあったが、その後、2011年3月までに変更になった。

NTT東日本が提供するNGNサービスの種類¹³は次の通りである。光ブロードバンド・サービスであるフレッツ光ネクスト(戸建て向け・集合住宅向け・企業向け)、0AB-J IP電話・テレビ電話であるひかり電話とひかり電話オフィスタイプ、セキュリティ対策サービスであるフレッツ・ウイルスクリアv6、イーサネットサービスであるビジネスイーサワイド、VPNサービスであるフレッツ・VPNゲートとフレッツ・VPNワイド、コンテンツ配信向けサービスであるフレッツキャストと地上デジタル放送IP再送信事業者向けサービスである。

NGNとして提供される通信サービスが一般消費者向けから企業向けまで、またさまざまな通信レイヤで、幅広く展開されていることがわかる。

1.4 本稿の構成

第1章では、本稿の背景となる問題意識について説明し、各章で分析する対象と内容を示す。

第2章では、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するとともに、本稿の位置づけを明示する。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する。

第3章では、需要側のNGNへの需要分析について検討する。NGNと既存の通信網との併存

¹¹ それは何であるかを意識させず(見えない)、しかも「いつでも、どこでも、だれでも」が恩恵を受けることができるインターフェース、環境、技術のこと。

¹² <http://www.ntt-east.co.jp/ngn/about/2nd.html#area>

¹³ <http://www.ntt-east.co.jp/ngn/about/2nd.html#area>

が当面続くと考え、NGNの登場によって、NGNを含めた固定・移動帯通信網がどのような市場形態に変化・発展していくのかを需要者の行動を通じて検討することができる。

具体的には、NGN(フレッツ光ネクスト)と既存のネットワーク・サービスを比較して①月額料金、②通信速度、③地デジの視聴可否、④セキュリティ・レベル、⑤通信事業者などの属性と水準からアンケートによってプール・データを蓄積して、コンジョイント分析により需要側の選択行動を分析する。限界支払意思額を算出し、実際のNGN(フレッツ光ネクスト)と比較して、NGNの市場を展望する。

第4章では、実証分析での仮説を明確にするために、通信業の収益・費用、市場構造について、経済的な特徴を整理する。通信業は人為的に市場が分割されている上、許認可制度がある寡占市場になっている。NGNが導入された後も制度的な制約¹⁴が残り、通信事業者の費用・利潤に影響を与えると考えられる。さらに、電話からブロードバンドへ、音声通話からデータ通信へ、分散・並列型ネットワークから統合型ネットワーク(NGN)へと、技術や市場が変化する中で、通信業の構造上の特性、経営上の特性などが通信業の費用構造に影響を与える要因を有価証券報告書等から実証的に分析し、トランスログ型費用関数を用いて総費用関数の推計を行う。

通信事業者の総費用関数(TC)の説明変数として考えられるのは、産出物(Y)としてのNGN等の契約数、生産要素価格としての一人あたりの実質人件費(P_L)と実質減価償却費率(P_K)であり、NGN導入前後の通信事業者の総費用関数を推計する。

第5章では、本稿の分析で得られた結論を要約し、今後の課題に言及する。

¹⁴ 特定の地域の同種の伝送路設備の電気通信回線の数のうちに占める割合が大きい「指定電気通信設備」に指定された設備は、他の電気通信事業者への開放が義務付けられる(いわゆる「ドミナント規制」)。具体的には相互接続時の技術的条件やアクセス・チャージ等を定めた接続約款を作成し、総務大臣の認可を得なければならない。

第2章 通信業の特徴と実証分析における先行研究

2.1 通信業の現状と問題点

実証分析での仮説を明確にするために、通信業の収益・費用、市場構造について、経済学的な特徴を整理したい。

2.1.1 収益面の特徴

通信事業者の収益は、サービス(役務)ごとに、固定音声関連収益、移動音声関連収益、IP系・パケット通信収益、通信端末機器販売収益などに分けることができる。また、システムインテグレーション収益など、附帯的なサービスの提供による収益もある。

固定音声関連収益に含まれるものは、加入電話、ISDN、専用線等からの収益である。移動音声関連収益は携帯電話の音声やデータ通信からの収益である。IP系・パケット収益には、光アクセス、ブロードバンド・サービスなどが含まれる。

役務はサービスの種別を示すだけでなく、料金を算定する際の枠組みという意味もある。そのため、通信事業者は役務ごとに収支を計算し、料金を算定する必要があった。以前は、役務を越えた料金は設定できなかったが、料金の届け出制導入などの規制緩和により、競争的分野に関してはこうした制限はなくなった。

2.1.2 費用面の特徴

費用面では、サービスに対応する直接原価的な性格のサービス原価があるが、役務別に開示されることはあまりなく、したがってサービスごとの収支をみるのは困難である。共通的な営業費には、人件費と作業委託費が多くを占めており、特に営業面では労働集約的な側面もある。また、減価償却費も費用の大きな割合を占め、設備産業的な側面が伺える。

2.1.3 市場構造の特徴

通信市場が音声中心であったときは、市内・県内・県間・国際、音声とデータ、固定と移動といった区分に分けられていたが、技術の発展、特にインターネットに代表されるIP技術によって、従来の区分は実質的に消滅しつつある。このため、IP化によって通信業の特徴であった①距離に対する課金、②時間に対する課金、③伝送速度に対する課金の根拠が崩れた。

代わりに、端末、物理網、通信、プラットフォーム、コンテンツ、アプリケーションといったレイヤごとの垂直的な競争や統合が、従来の伝統的な通信業の枠組みを超えて行われつつあるのが特徴で、

新たなビジネスモデルやサービスが生まれている。

2.2 通信業の供給サイドの特性

伝統的な産業組織論における通信業の供給サイドの特性の第 1 は、規模の経済とそこから派生する自然独占性である。自然独占性がある場合、規模に関して収穫逓増となる。大規模な資本設備を必要とする産業では、大量生産すればするほど限界費用と平均費用が減少し、費用逓減となって、生産効率が高まる。

著しい規模の経済が存在する場合、政策的に参入企業を制限して規模の経済による利潤を社会に還元する一方で、私的独占による資源配分の歪みを料金等の規制で排除すべきものとされてきた。我が国の加入電話に対する規制はこの例にあたる。

第 2 の特性は、範囲の経済性である。複数の財・サービスを生産する場合の自然独占性である範囲の経済性は、費用関数の劣加法性¹⁵の有無によって判定される。1 社が複数の財・サービスを生産したときの費用が、複数の企業が 1 つの財・サービスを別々に生産するときの費用の総和よりも少ないとき、範囲の経済性があることになる。範囲の経済の要因としては、共通費用の存在があげられる。

第 3 の特性は、ボトルネック独占である。ボトルネック独占とは、自然独占性を有する通信業のサービスを提供するにあたって必要不可欠な設備を独占的に所有することであり、加入電話の市内網などがこれにあたる。

ボトルネック独占の場合、規模の経済と範囲の経済が働くので複数の企業が設備を所有するよりも全体では費用節約的になる。しかし、他の企業は自己のサービスを提供するときに必ずボトルネック独占をしている企業の設備にアクセスしなくてはならないため、ボトルネック独占をしている企業は大きな市場支配力を持つ。

2.3 通信業の需要サイドの特性

通信業の需要サイドの特性の第 1 は、ネットワークの外部性である。これは、需要サイドの消費決定が、互換可能なネットワークの規模の大小を通じて、消費者相互の選好に直接的影響を与えるような技術的外部性のことである。

例えば、電話の加入者は 1, 2, 3, 4・・・n と増えるが、通信可能な相手は 0, 2, 6, 12・・・n(n-1) と増える。加入者が 1 増えると追加して通信可能な相手が 2n となるので、加入者の増大により、加入者が受ける効用は増大していく。しかし、加入者自身は加入者数を操作できないので、加入者の効用は外部効果の影響を受けていることになる。

¹⁵ 複数の産出物を複数の企業が生産するよりも、単一の企業が生産する方が安い場合、費用曲線は劣加法性をもつという。規模の経済と範囲の経済を一度に含む概念。費用関数では、 $C(y1) + C(y2) \geq C(y1, y2)$ となる。

第2の特性は、閾値 (threshold) の存在である。閾値は経験的によく知られていることであるが、ある一定の加入数(閾値)を超えると、その後も加入数は伸び、加入者の効用が増大していくが、閾値を下回ると加入数は伸びないというものである。理論的には、加入コストよりネットワークから受ける効用が高い点(閾値)では、期待均衡が不安定的になり、普及率が高まっていった、再びコストと効用が一致する点で再び均衡し、安定的となる。逆の場合は、普及率 0 の均衡点に向かう。その意味で閾値は分水嶺の役目を果たしている。

2.4 通信業の特性と NGN

産業組織論から見た理論的研究と NGN との関係では、特に供給側のボトルネック独占が重要である。それは、NGN が垂直統合的なモデルであり、今後 NGN の契約数が増大して寡占市場となった場合に、例えばアクセス網やアプリケーションの提供などにおいて、ボトルネック独占となる可能性があるからである。NTT 東日本・西日本の NGN の場合は、アクセス網は光ファイバーに限定されており、この光加入者線がボトルネックとなっていることが指摘されている。

ボトルネック独占の競争阻害効果を排除するためにアクセス・チャージ¹⁶ が設定される。アクセス・チャージとは「ボトルネック独占設備にアクセスする際に支払わなければならない接続料金」である。NTT 東日本・西日本の NGN にはアクセス・チャージが設定されているが、算定に必要なデータが十分ではないため、2009 年度は暫定的な算定を行い、2010 年度以降に変更が加えられることになっている。アクセス・チャージの上限は、単独採算費用で、アクセス企業が新しいボトルネック設備を構築するのに必要なすべての費用を考慮した水準である。アクセス・チャージの下限は、増分費用で、ボトルネック設備を構築するのにかかった費用をアクセス企業は一切負担せず、アクセス時に発生する追加的な費用だけを考慮した水準である。

2.5 通信業の実証研究における先行研究

2.5.1 需要分析(日本)

通信業の実証分析のうち、供給側からの分析は数多く存在するのに比べて、需要側からの分析は、当初はデータの取得が困難であるため、我が国では多くの研究が蓄積しているとは言えなかった。

¹⁶ アクセス・チャージの金額は、通常、電気通信事業者間の相互接続協定書の中で個別に定められ、その金額は非公開とされるのが原則であるが、日本では 2001 年に電気通信事業法を改正し、一定の地域内で一定以上の市場シェアを持つ事業者に対し、相互接続のための条件や料金等を定めた接続約款を作成・公開し、総務大臣の認可を得なければいけないこととしている(いわゆる「ドミナント規制」)。

1990年度のNTTの加入電話の通話時間と通話距離から、三友(1995)はマクロベース・モデルに基づく通話需要関数の推定を行い、加入電話の価格弾力性が-0.88から-1.85であるとしている。また、同質でない利用者を前提としたマイクロベース・モデルでも通話需要関数の推定を行い、加入電話の距離と料金の弾力性は-1.56であるとした。

本稿と同様にアンケート調査をもとにした実証分析としては、中村(2002)は、日本の長距離電話市場において、①県間通話の通話需要関数、②県内市外通話の通話需要関数、③MA内平均通話時間を考慮した県間通話の通話需要関数の計測を、電気通信事業法報告規則に基づいて総務省(旧郵政省)に提出されたトラフィックデータから求めた。その結果、加入電話間の長距離通話市場においては相互接続環境の違いにより、NTTと新規参入事業者であるNCC(New Common Carrier)の競争状態に差があったこと、加入電話間の長距離通話の価格弾力性は非弾力的であること、インターネットなど新しい情報通信メディアが加入電話間通話に影響を与えている点ことを結論としてあげている。また、通話需要関数の推定からは、支出弾力性がほぼ1であること、NTTの加入電話サービスの自己価格弾力性がかなり低いことを指摘している。

2000年代中頃からインターネット等によるアンケート調査の普及によって推定がより容易となったため、多くの先行研究が生まれた。

依田(2007)は、固定通信と移動体通信の間のロックイン効果¹⁷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3G¹⁸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。

データは、2005年11月に京都大学と総務省が行ったアンケート調査(調査会社によるWebアンケート)で、回答者のうち移動体通信(携帯またはPHS)を利用している人から、ランダム・サンプリングにより、2,303名を抽出している。

推定モデルでは、ロックイン効果をNTTドコモの3Gの選択確率に対する、NTT東西会社のFTTH利用ダミー変数の係数として示しており、係数の推定値が正で統計的に有意ならば、ロックイン効果が存在するとした。被説明変数は、①NTT-3G、②KDDI-3G、③Vodafone-3Gの3つである。説明変数のうち非ランダムパラメーターは、①定数項、②基本料金、③ウェブ閲覧ダミー、④静止画送受信ダミー、⑤動画送受信ダミー、⑥テレビ電話ダミーとした。ミックスト・ロジット・モデルを使い、NTT東西のFTTH利用者につけたダミー変数のパラメーターが正規分布に従うように仮定した。

推定結果として、NTT 3Gの自己弾力性は1.3、KDDI 3G交叉弾力性は0.9、ボーダフォン3G

¹⁷ ここでは同じ事業者のサービスを利用することで利便性が高まり、利用者がその事業者に囲い込まれる現象と定義している。

¹⁸ 第3世代移動通信システム。世界共通の通話周波数(2GHz帯のみ)で、UIM(User Identity Module)カードを採用して電話番号を替えずに国際ローミングを可能にし、高速なデータ通信、テレビ電話などのマルチメディアを利用した各種のサービスなどを可能にした。日本では、FOMA、CDMA 1X(WIN)、Soft Bank 3Gなどが3Gに該当する。

交叉弾力性は0.9であった。そのため、3G サービスは事業者間で弾力的なので、潜在的には価格競争は機能し得ると結論づけている。

また、依田(2007)は、固定系ブロードバンド(ADSL、FTTH、CATV)について、2003年に京都大学と総務省がインターネットに接続している1,013世帯を対象にWebアンケートを行って799世帯から回答を得て、その結果に基づいて需要分析を行っている。需要代替性の分析から、ブロードバンド・サービスのADSLまたはCATVから、FTTHに移行することを示した。

また、需要側(消費者)の顕示選好データを用い、ロジット・モデルを使って、下記の条件付ロジット・モデルと4種類の入れ子ロジット・モデルを統計学的に比較した。その結果、需要の自己弾力性はADSLが約0.85、FTTHが約3.2、CATVが約2.5としており、ADSLの需要はあまり価格に左右されないが、FTTHとCATVは価格が下がれば需要が伸びることを示した。

先行研究の研究対象としてはブロードバンド通信が主であり、NGNの需要に関する研究は見当たらない。そのため、本稿はNGNを分析対象としている点で新規性があり、かつ、ブロードバンド通信の一翼を担うNGNは2000年代に主流となったブロードバンドの需要分析とも整合性があるという位置づけにある。

2.5.2 需要分析(海外)

海外では通信業の需要分析は数多く存在している。1980-1990年代は離散的選択モデルの発展とともに計量経済分析が行われた。

Kridel (1988)は、拡張的な地域通話サービス(Extended area service: EAS)への加入要因について、消費者が消費者余剰として得られる効用と、加入しようとしている通信サービス(EAS)の加入費用とを暗黙のうちに比較していると仮定し、消費者余剰と通話の需要量を測定した。その結果を用いて、様々な価格でのEASの普及度を予測している。

Madden et al. (1993)は、シドニー近郊の一般家庭での加入電話の需要について、料金体系と家計の社会的・人口的な変数が影響を与えていることを実証分析から指摘している。

IP電話の需要分析では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。

またZubey et al. (2002)は、加入電話とIP電話の代替性について調査し、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。ただし、IP電話は050で始まるIP電話と、03等の加入電話と同じ番号で始まるIP電話との比較などは行われていない。

諸外国では日本ほどブロードバンドが進展・普及していないため、ブロードバンドにおける研究はまだ少ないが、Madden and Simpson (1997)は離散的選択モデルによってオーストラリアの一般家庭におけるブロードバンドの加入要因分析を行い、家計の収益の高低、加入時の工事費用の高低、年齢、職業がブロードバンドへの加入を決める要因となっていることを指摘している。

ビジネス市場での実証研究では、Duffy-Deno (2003)が2000-2001年の四半期データを用いて

ビジネス市場におけるブロードバンドのアクセス網の需要について、価格に対しておおむね非弾力的であるが、小企業では価格に対する弾力性が高いと結論づけている。

2.5.3 供給分析(日本)

通信業の実証分析は、多くの国で独占事業となっていた通信が、米国に端を発した規制緩和によって、我が国の通信業において規制と競争がいかに行われるべきか、そして規制緩和の成果はどうかであったか、という点から NTT の民営化(1985)前後に多くの研究がなされた。この時点での研究対象は、固定(加入)電話が中心であった。

公開されているデータをもとにしたNTTの実証分析としては、橋木(1994)が電電公社からNTTに民営化された後にかけての 35 年間(1954-1989)についてトービンの q ¹⁹と資本稼働率²⁰がどのように変化したかを、(1)トランスログ型可変費用関数、(2)オイラー方程式、(3)シェア関数の 3 式を連立方程式体系と見なして推計結果を示している。年次時系列データは『日本電信電話公社監査報告書』『日本電信電話株式会社有価証券報告書』から取られている。

結論として、多くの期間においてトービンの q は 1 より小さく、資本稼働率も 1 を下回っていたので資本設備は過剰な状態にあったが、民営化以降はトービンの q は 1 より大きくなり、資本の過剰状態が解消されたので、電電公社の民営化は資本設備の最適化に貢献し、通信業の生産性が上昇したとしている。

寡占市場において生産される財の費用面での連関性という視点で清野(1993)は、同質でない 2 財を生産する企業の費用関数の考察から、2 財間に費用補完性が働く場合は社会的費用削減利益が生まれることを指摘した。通信業における市内通話と市外通話は互い補完的であると見なせるため、両者を総合的にまとめ上げたネットワークを構築した方が費用としては安価になることを示している。これは様々なネットワークを統合する NGN の、供給面からのメリットと共通している。

規制緩和によって独占市場から寡占市場へ変化した場合の供給者の供給戦略の変化について、三友(1995)は通信業における市場独占のもとで最適供給計画を導出するための非線形最適化モデルを定式化し、利潤最大化の場合と社会的便益最大化のそれぞれの条件に基づく最適二部料金体系とそれに準拠した最適供給計画を導出している。二部料金体系とは固定費を基本料金、限界費用を従量料金(通話料等)で徴収するもので、社会的便益は最大化され、供給者には赤字が発生しないという特徴を持つ。

次に競争的供給者が存在した場合において、既存の供給者の利潤最大化、社会的便益最大化、収支均衡制約付き社会便益最大化の 3 つの条件の下で最適供給計画を導出した。まず社会的便益最大化では競争的供給者が参入しても単位利用料金は単位供給費用に等しいため、社会的便益には変化がなく、従って政策的には意味を持たないとしている。次に収支均衡制約付き社

¹⁹ 株式市場で評価された企業の価値を資本の再取得価格で割った値。 q が 1 より小さい場合、市場が評価している企業の価値は現存の資本ストックの価値よりも小さい。

²⁰ 資本稼働率=資本装備率(=従業員一人あたりの有形固定資産)÷(従業員数+役員数)

会便益最大化では利潤最大化に比べて利潤のマージンは少ないものの、単位利用料金は単位供給費用よりも高く設定されるとした。結果として、利潤最大化規準に基づく供給計画に近いものとなり、競争的供給者の存在により既存の供給戦略が大きく変わることを示している。

その後、民営化された NTT の財務諸表を用いて費用関数を導出するなどして、電話市場の自然独占性に疑問を投げかけ、規制緩和を後押しする論文が多く存在した。政策判断としては競争を導入することになり、1985 年以降、長距離通信市場や移動体通信市場を中心に競争メカニズムが機能し始め、規制緩和の成果を測定する論文が増えた。

中島・八田(1993)は、NTT の 1985～1990 年の支社データを用いて、産出物を加入電話、専用線等としたトランスログ型費用総関数から規模の生産性を推計し、規模の経済性は 0.216 で有意であると示している。

トランスログ型可変費用関数による分析としては、Oniki et al. (1994)が NTT の 1958～1987 年の全社時系列データを用いて全要素生産性の推計している。それによると、1958～1987 年の全要素生産性の平均増分は 3.4% であるが、1982～1987 年に限ると 5.12% であり、その原因の多くが 1985 年の電電公社の民営化による生産性向上の成果であるとしている。

トランスログ型費用関数を含む 8 つの異なる方法で NTT の費用関数を推定した論文には Sueyoshi (1996)があり、1953～1992 年の全社時系列データを分析したところ、2 財産出モデルにおいて範囲の経済性を示す費用の劣加法性は認められるが、自然独占性は認められないとしている。ただし、推定方法によって劣加法性に関する結論は異なっている。

浅井・中村(1997)は、1992 年度から 1995 年度の NTT の各地域通信事業部(全 11・当時)別の事業データを用い、トランスログ型可変費用関数の推定から求めている。産出物は電話通話分数のみであり、当時の技術的な進歩であるデジタル化率に着目したものであった。全産出物の規模の生産性²¹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。範囲の経済性²²と劣加法性はどちらも推定されていない。

浅井・根本(1998)は、1992-1996 年度の NTT の各地域通信事業部(全 11・当時)別の技術効率性、配分効率性、総効率性(=配分効率性×技術効率性)を、トランスログ型総費用関数の推定から求めた。結論として、技術効率性は東京、関東、東海、関西の各地域通信事業本部が高いこと、配分効率性は東京、関東、関西で相対的に高いが他の地域もすべて改善していること、総効率性は東京、関東が高く、次いで関西と東海が高いことを示した。そのため、ヤードスティック競争²³を行うための仕組みとして導入された NTT の各地域通信事業部の一部やある一定の期間で効率性は改善されているものの、全国すべての地域通信事業部の効率性が、すべての時系列で改善が見られたとは言えない、と結論づけている。また、自然独占性の根拠となる劣加法性は棄却されており、当時は独占的と言われていた地域通信市場での費用効率からは、競争的な政策が支持されること

²¹ 全産出物の規模の生産性は $1 - \delta CY / \delta YC$ としている。

²² 1 つの企業が 2 つ以上のサービスを生産することにより、別々の企業が単一のサービスを生産する場合より投入資源が節約されることをいう。

²³ 公益事業の規制方法であるインセンティブ規制の一つで、料金査定の際に他企業のコスト情報を査定の基準として活用するもの。

を示唆している。

浅井・根本(2001)は、事業データ²⁴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²⁵(TFP)の計測を行っている。その結果、長距離通信市場に比べて技術進歩が生じにくいと考えられていた地域通信市場でも、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。

全要素生産性はプライス・キャップ規制²⁶のX値(生産性変化率)としても利用されており、日本では2000年10月からプライス・キャップ規制に基づく価格規制がNTT東日本・西日本の電話、ISDN、専用線料金に導入された。最初の改訂が2003年10月に実施され、上限料金を定める方式などが見直されている。

NTT法が改正されてNTTが1999年に再編成され、市場環境が競争的に変化すると、論文数は減少し、近年ではあまり見られなくなった。

再編後(1999年以降)のNTTグループを対象にした実証分析では、竹村・他(2009)がある。NTTの公開されている財務データからパネルデータを作成し、確率論的フロンティアモデルを用いて分析して、有形固定資産、無形固定資産、従業員数が経常収益ベースの純付加価値に対して正の経済効果を持ち、規模の経済が存在することを示している。また、NTTグループの技術的効率性は比較的高く、会社間の差はあまりないことを指摘している。

こうした先行研究の流れを受けて、本稿では2008年3月31日からNGNを提供しはじめたNTT東日本に新たにスポットを当てた点で独自性があり、NGNに限らず通信事業者の実証研究が少なくなった中で、本稿は通信業の実証分析としては最新の研究としての意義があると考えられる。

2.5.4 供給分析(海外)

この分野の研究はマイクロ経済学の応用として、通信業の生産・販売が市場で効率的に行われているかを検証・評価し、もし効率的でないならばこれを改善するための政策を検討するという性格を持っている。特に自由市場経済に対する信頼が厚いアメリカでは、反トラスト政策と密接な関わりもちながら発展し、体系化されている。

Baumol (1982)および Baumol, Panzer and Willig (1982)によって、自然独占性がある産業であっても、市場が参入退出の自由があり、必要な資本設備を自在に調達・売却できるコンテストブル市場であれば、潜在的な競争が起こり、独占企業でも超過利潤を得ることができず、最適な資源配分が行われるとするコンテストビリティ理論が提唱された。これは従来の政府による規制に対する批判であるとともに、既存企業と潜在的な新規参入企業とのゲーム理論的な考察でもあった。

²⁴ 『NTT 事業部財産目録及び損益計算書及び事業部役務別損益計算書』『NTT 有価証券報告書』等

²⁵ Total Factor Productivity

²⁶ インセンティブ規制である料金上限規制の一種。提供するサービスをいくつかに分類し、それぞれの区分ごとに収益の上限(プライス・キャップ)だけを規制する方式。

実証分析の面では、アメリカでは 1980 年代から AT&T (The American Telephone & Telegraph Company) 分割後の地域会社や参入規制のあった携帯電話市場において、劣加法性の棄却や収穫逓減の存在などから、当局の規制の根拠に疑問を投げかける論文が次第に増え、規制緩和の原動力の 1 つとなった。

そのような流れの中で、Shin and Ying (1992)は、米国の地域通信会社²⁷58社の1947-1977年の年次データを用いて、トランスログ型総費用関数によって費用関数を推定している。産出物は電話回線数、ローカル(域内)通話、長距離通話であり、技術進歩としては電子交換機の回線数比率とタイムトレンドをあげている。米国の地域通信市場の劣加法性を棄却しており、米国の通信会社の地域独占を解消し、この市場への参入許可と競争の強化を示唆している。

Mckenzie and Small (1997)は、米国の移動体通信会社 5 社²⁸の 1993-1995 年の事業データを用いて、コンポジット総費用関数から費用関数を推定している。産出物は移動体通信サービス指数(収益と加入数)であり、全産出物の規模の経済性を $-0.001 \sim 0.015$ (有意性不明)としている。劣加法性は推定していないが、調査対象の 5 社のうち、4 社では収穫逓減が、1 社では収穫一定が観測されたため、米国の移動体通信市場での政府規制による寡占市場は正当化できないとした。

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、Seabra (1993)は独占企業であったポルトガルの電話会社の 1950~1979 年の年次データを用いて、加入電話等を産出物としたトランスログ型総費用関数を導出した結果、規模の経済性を 0.495 で有意であるとし、さらに範囲の経済性が認められて劣加法的な十分条件を満たすとしている。

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 $-0.319 \sim 0.258$ 、短期では $-0.486 \sim -0.056$ であるとしている。

Wilson and Zhou (1997) は、アメリカの地域電話会社 66 社の 1988~1994 年における通信の利用回数と加入者回線数を産出物とし、技術進歩を電子交換機比率においた推計を行い、規模の経済性が 0.18 であるとしている。ただし有意性は不明である。

2.6 第 2 章のまとめと本稿の独自性

本稿では、通信業の供給と需要に関する諸問題を扱った実証論文を中心に概観してきた。

既存研究を総括的に評価すると、第 1 に供給面での研究では、多くの実証分析が加入電話を対象として主に 1980 年代に行われたが、特に 1999 年の NTT 再編と競争環境の整備による市場環境の変化により、規制緩和や NTT 分割の是非を問う意味が薄れたため、論文数が減った。

また、研究対象は技術の進展とともに加入電話から IP 電話、携帯電話、ブロードバンド等に移ったが、加入電話とは異なって IP 電話、携帯電話、ブロードバンド等は役務別収支等を公開する義務が通信事業者に課されていないことから、研究者が入手できるデータの量と質が減り、供給面で

²⁷ Local Exchange Carriers (LECs)

²⁸ McCaw, US Cellular, Comm Net, Contel, Vanguard.

の実証的な研究が近年多く蓄積されているとは言えなくなった。

そのような先行研究の流れの中で、本稿では NTT 東日本が IR 情報の一環として公開している財務データから投入要素を計算し、NGN(フレッツ光ネクスト)、B フレッツ、加入電話を産出物とした2財産出のトランスログ型総費用関数を用いて供給側である通信事業者の総費用関数の分析を行なう。IR 情報から得られる限られた情報の中ではあるが、最新の通信ネットワークである NGN の進展を規制と競争および NGN の費用構造を踏まえながら、通信事業者の費用構造の変化によって分析しようとした点で独自性がある。

第2に需要面での実証研究では、供給面での実証研究とは対照的に、需要者のデータを取得する手段が郵便や面接等に限られていたために、論文数は限られていた。しかし、Web 調査により需要側である特に一般ユーザからのデータの取得が容易になった 2000 年頃から研究数が増加した。分析手法は離散的選択分析が中心であり、ロジット・モデルやコンジョイント分析が用いられるようになって、その分析手法はなおも技術革新が続いている。

本稿では、Web 調査を行って一般の需要者の NGN を含む通信サービスに対する選好データを蓄積し、コンジョイント分析の手法を使って限界支払意思額を算出して実際の NGN サービスと比較し、需要面から見た NGN の将来を展望した。NGN に関する需要分析は既存研究にはほとんどないという点で本稿は画期的であり、独自性がある。

対象を限定した上での展望であったため、各節ごとに紹介した論文数は必ずしも多くないが、多面的な角度から実証分析が必要な分野であり、また近年多くの研究が生産されている状況がわかる。

日本においてはデータの制約も相まって包括的な検討が行うことが困難な反面、通信業の大きな変革期を迎えた現在、分析の必要性が強く望まれる分野となっている。

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うち、一般個人市場において新たな市場を形成しつつある次世代通信網 (Next Generation Network: NGN) の需要をコンジョイント分析によって明らかにして、NGN の今後の発展について展望する。

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。フレッツ光ネクストとは NTT 東日本・西日本が提供する NGN サービスの 1 つである。

現在の日本の通信市場は、NGN による既存の通信網の統合という大きな変革期を迎えている。NGN とは、既存の固定(加入)電話網、データ通信網、携帯電話網等を IP (Internet Protocol) によって統合するものであり、電話網の信頼性・安定性と IP 網の柔軟性・経済性等を併せ持った次世代の通信網である。NGN は 2006 年にイギリスの BT (British Telecom) によって初めて導入された。2008 年には日本でも商用化され、2010 年 8 月現在では NTT 東日本・西日本が、B to C のサービスであるフレッツ光ネクストの他に、ひかり電話、ビジネスイーサワイド、フレッツ VPN ゲート、フレッツキャストなどの NGN サービスを提供している。

現在のところは既存の通信網と並立しながらも、いずれは電話網、データ網、携帯電話網等を包含していくと考えられる NGN の普及と成熟は、既存網にもインパクトを与えながら、通信市場の構造を大きく変化させる可能性がある。従って、需要側である世帯の加入や利用の決定要因に焦点を当てて検討することが、通信事業者の競争の結果として近い将来どのような市場形態に発展していくのか分析するために必要になるのである。

NGN の市場は発展段階にあるため、多くの人が NGN を利用しているわけではない。したがって、個人が実際に利用しているサービスをデータとする顕示選好法 (RP: Revealed Preferences) によって、個人の選好を計測するのは困難である。そのため、表明選好法 (SP: Stated Preferences) であるコンジョイント分析 (conjoint analysis) を用いて、NGN の需要分析を行いたい。

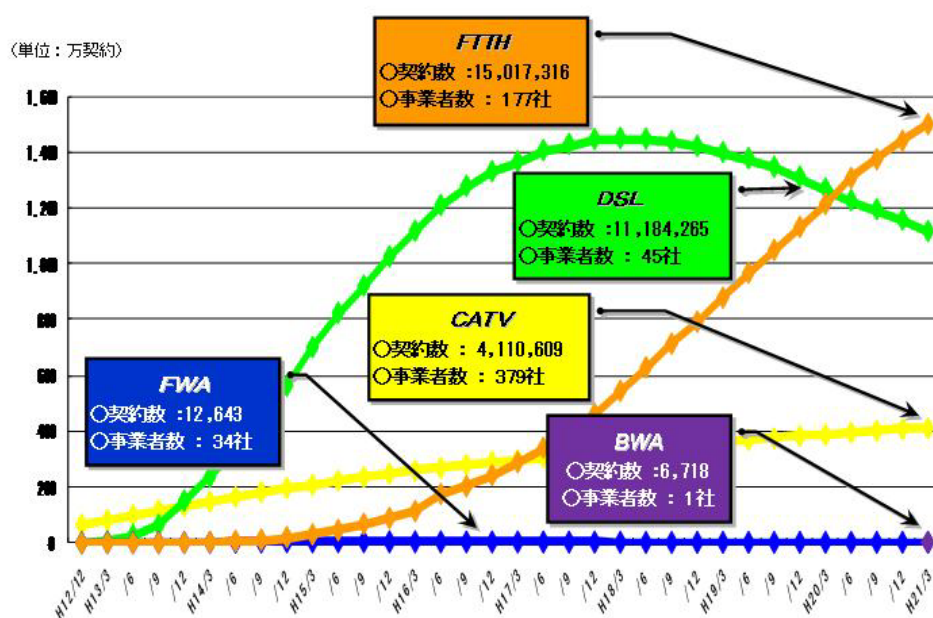
3.2 日本の通信市場

表 3-1 はブロードバンド・サービスの契約数を示している。ここから日本の通信市場を概観すると、固定系のブロードバンド通信では、FTTH (Fiber To The Home) が DSL (Digital Subscriber Line) を契約数で追い抜いて基幹的なアクセス網となりつつあることがわかる。2010 年 3 月現在での

FTTH普及率²⁹は全国平均で28.7%、契約数は15,017,316となった。都道府県別の普及率では滋賀県が42.5%、東京都が41.9%、京都府が37.4%、大阪府が35.5%、神奈川県が35.5%となっている。

また、FTTH普及までの時限的な技術と見られていたADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)は需要側から見て安価なブロードバンド通信として普及し、FTTHに押されて減少傾向にはあるが、いまだに多くの加入者が存在していることがわかる。上り・下りの通信速度が異なるADSLと、上り・下りの通信速度が同じであるDSLを合算したDSL全体では普及率は全国平均で21.4%、契約数は11,184,265である。都道府県別の普及率では静岡県が31.0%、茨城県が26.8%、新潟県が26.8%、群馬県が25.2%、山形県が25.2%となっている(2010.6.19総務省報道資料)。

表 3-1 ブロードバンド・サービスの契約数



(2010.6.19 総務省報道資料)

携帯電話の個人への浸透・定着と、FTTHとADSLで実用化された安価なIP電話の普及により、加入電話は減少の一途をたどっている。

無線系ブロードバンドでは、3G³⁰の携帯端末を使ったブロードバンド通信が主流となり、さらにWiMAX³¹などの新しい無線通信が登場している。FWA (Fixed Wireless Access) およびBWA

²⁹ 総務省報道発表資料(2010.6.19)

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/14885.html

³⁰ 国際電気通信連合(ITU-T)の定めるIMT-2000規格に準拠した通信システムで下り最大7.2Mbps。

³¹ Worldwide Interoperability for Microwave Access: 下り最大40Mbps,上り最大10Mbps。

(Broadband Wireless Access) とは無線による加入者系データサービスであり、光ファイバーによらない加入者系通信網の末端部分を担うもので、人口密度の低い地域での効率的なブロードバンド提供手段である。

通信事業者は増えつつあり、サービスの種類の増加と相まって、利用者から見た選択の多様性は増している。このような通信市場の環境変化を反映しつつ、NGN(フレッツ光ネクスト)の加入者数も年々増加し、2010年3月には164.2万となっている。

3.3 先行研究と本稿の位置づけ

本稿は最も新しい通信形態であるNGNを研究対象とした点で新規性があると考えられる。分析手法はコンジョイント分析を用いており、栗山(2000)、栗山(2003)および依田(2007)で用いられた分析手法を応用した。

依田(2007)では、需要側の表明選好(SP)データを用い、同じ母集団をFTTHが利用可能な(加入可能な区域に住む)グループと、利用不可能なグループに分けて、コンジョイント分析を行っている。分析の結果、FTTH利用不可能なグループの方が、通信速度に対してより高い支払意思額(WTP: Willingness To Pay)を持つと結論づけている。

本稿では依田(2007)で採用されている分析手法の1つであるコンジョイント分析を用いるが、依田(2007)ではNGNに関する分析は行われておらず、NGNについての分析は本稿が先駆であり、本稿の新規性があると考えられる。

3.4 コンジョイント分析

3.4.1 概要

コンジョイント分析は、1960年代に計量心理学の分野で誕生し、その後はマーケティングでの市場調査を中心に発展してきた調査手法である。1990年代後半から経済学の分野でも応用され、環境経済学では鷺田(1999)、栗山・石井(1999)、栗山(2000)などが、ネットワーク経済学では依田(2007)がコンジョイント分析を用いた研究を行っている。

本稿では、栗山(2000)のコンジョイント分析における調査設計法、推定方法、便益の計測法を取り入れた。また、依田(2007)はIP電話と加入電話の代替性を検討するためにコンジョイント分析を採用しているため、質問における選択肢の設定方法等を参考にした。実際の分析では、栗山(2003)で採用されている推計方法であるCJ2を用いてコンジョイント分析を行った。

コンジョイント分析は、複数の選択肢集合に対する選好を回答者に繰り返し尋ねることで、評価対象を構成する属性ごとにその価値を評価することが可能であり、プロフィールと回答結果の関係を統計的に推定することで、属性単位の価値を評価できる。コンジョイント分析では財をさまざまな属性の束(プロフィール)から成り立っていると見なす。

例えば、通信サービスについて評価する場合を考えると、初期費用、月額費用、伝送速度、セキュリティ、地上デジタルTV放送の利用可否、信頼性、通信会社のブランド、キャンペーン、アプリケーションの有無や質など、様々な属性が考えられる。

表 3-1 コンジョイント分析の質問例

	サービス A	サービス B	サービス C	サービス D	サービス E
初期費用	10,000 円	10,000 円	2,600 円	35,000 円	3,800 円
月額費用	5,200 円	5,200 円	2,850 円	20,000 円	3,600 円
伝送速度	200Mbps	100Mbps	50Mbps	1,000Mbps	50Mbps
セキュリティ	とても高い	高い	普通	高い	低い
地デジ視聴	可	可	不可	不可	可

質問: あなたはどのサービスが最も好ましいと思いますか。1 つを選んでください。

表 3-1 はコンジョイント分析の質問例を示している。サービス A～E という複数の選択肢が回答者に提示され、回答者は最も好ましい選択肢を選択する。提示された選択肢の内容と回答データとの関係を統計的に分析することで、選択肢を構成する属性単位で価値を評価する。選択肢を選択する方法は、消費者が店頭で複数の商品の中から購入商品を選択する行動に近く、回答しやすいという利点がある。

データから価値を推定するためには、条件付ロジット・モデル (conditional logit, CL) と呼ばれる離散選択モデルを用いるが、対数尤度関数³² (log-likelihood function) と呼ばれる関数を最大化する必要があるため、CLに対応する特殊な統計アプリケーションを用いるか、自分でプログラミングを行う必要がある。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。

3.4.2 属性の決定とプロフィール・デザイン

コンジョイント分析は、まず評価対象を構成する属性を決定する。また、各属性にはいくつかの水準が設けられる。属性と水準が決まったら、各属性の組み合わせでプロフィールと呼ばれるカードを作成する。ここではプロフィールは消費者に提供される通信サービスに相当する。プロフィール・デザインでは一般に直交配列表を用いる。

表 3-2 は 3 属性、2 水準の場合の直交配列の一例を示している。例えば、プロフィール②の場合、属性Aは水準 1、属性B は水準 2、属性 3 は水準 2 を組み合わせて作られることを意味している。直交配列を用いると各属性間の相関が 0 となり、推定時に多重共線性³³が生じることを回避できる

³² ある前提条件に従って結果が出現する場合に、逆に観察結果からみて前提条件を推測する尤もらしさを表す数値を、関数として捉えたものが尤度関数である。尤度関数の対数をとったものが対数尤度関数である。

³³ 独立変数間に非常に強い相関があったり、一次従属な変数関係がある場合には、解析が不可

という利点がある。

表 3-2 直交配列の例

L ₄ (2 ³)			
プロファイル	属性 A	属性 B	属性 C
①	1	1	1
②	1	2	2
③	2	1	2
④	2	2	1

選択型コンジョイントの場合は、複数のプロファイルを回答者に提示して、最も好ましいものを選択してもらう。表 3-3 は質問例を示している。この場合は 4 つの選択肢から 1 つを選んでもらう形式である。

表 3-3 直交配列を用いた質問例

L ₄ (2 ³)			
プロファイル	伝送速度	月額費用	地デジ
①	100Mbps	6,000 円	○
②	100Mbps	3,400 円	×
③	50Mbps	6,000 円	×
④	50Mbps	3,400 円	○

質問: あなたはどのサービス(プロファイル)が最も好ましいと思いますか。1 つを選んでください。

3.5 推定方法

3.5.1 条件付ロジット・モデル(CL)

コンジョイント分析は、CLを用いて推定を行う。CLは最も基本的な離散選択モデルである(Train 2009 Ch.3)。離散選択モデルは効用理論に基づくものであり、消費者行動の様々な側面を分析することが可能である。

CLでは選択者が観察できない(unobserved)誤差項が独立で同一に分布する極値分布(independently, identically distributed (IID), extreme value(EV))であると仮定する。

能であったり、たとえ結果が求まったとしてもその信頼性は低い。このような場合に多重共線性があると言われる。

選択者nが選択肢jを選択するとき、観察できない誤差項の密度関数 (density for each unobserved component of utility) と分布関数 (cumulative distribution) は次のようになる。

$$(1) f(\varepsilon_{nj}) = e^{-\varepsilon_{nj}} e^{-e^{-\varepsilon_{nj}}}$$

$$(2) F(\varepsilon_{nj}) = e^{-e^{-\varepsilon_{nj}}}$$

2つのEVはロジスティック分布 (logistic distribution) によって与えられる。すなわち、 ε_{nj} と ε_{ni} がIIDのEVであるならば、EV分布の差 $\varepsilon_{nji}^* = \varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni}$ はロジスティック分布である、

$$(3) F(\varepsilon_{nji}^*) = \frac{e^{\varepsilon_{nji}^*}}{1 + e^{\varepsilon_{nji}^*}}$$

に従う。そのため、CLの選択確率は、次のように書ける(Train 2009: 34-36)。

$$(4) P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}}$$

すなわち、分子は選んだ選択肢から得られる効用、分母は選択肢それぞれから得られる効用の合計である。

3.5.2 最尤法(Maximum Likelihood Estimation, MLE)

最尤法は与えられたデータの確率分布の母数について推測し、データを確率的に最もよく説明する推定値を見つけるために用いられる方法である。一般に対数尤度関数は非線形なので、最適解を直ちに求めることが困難であり、試行錯誤によって最適解を求めることになる。n番目の人が選択肢iを選ぶ確率を

$$(5) \prod_i (P_{ni})^{y_{ni}}$$

とする。 $y_{ni} = 1$ ならばn番目の人は選択肢iを選んでおり、 $y_{ni} = 0$ ならばどの選択肢も選んでいないことを示している。他人の意思決定から独立したN人が選択肢iを選ぶ確率を

$$(6) L(\beta) = \prod_{n=1}^N \prod_i (P_{ni})^{y_{ni}}$$

とする。これが尤度関数 (likelihood function) であり、 β はベクトルを含むパラメーターである。対数尤度関数 (log-likelihood function) は、

$$(7) LL(\beta) = \sum_{n=1}^N \sum y_{ni} \ln P_{ni}$$

と書ける。

推定量は7式を最大化する β の値である。そのためには、尤度関数の最大値においてそれぞれのパラメーターがゼロになるように微分すればよく、そのときの式は次のように書ける(Train 2009: 60-61)。

$$(8) \frac{dLL(\beta)}{d\beta} = 0$$

3.6 本調査の概要

3.6.1 属性と水準の決定

本調査では属性と水準を表 3-4 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。フレッツ光ネクストを分析する理由は、①B フレッツ等の FTTHと比較対照しやすいこと、②フレッツ光ネクストはNGNの中で最も普及しているサービスであり、認知度が最も高いため、アンケート調査で回答者が回答しやすいことからである。

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 3-4 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: セキュリティの高低	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

インターネットに接続するデータ回線の伝送速度(SPEED)は、ADSL の代表的なものでは 50Mbps、光ファイバー(B フレッツ等)では 100Mbps、NGN(フレッツ光ネクスト)では 200Mbps である。1,000Mbps (1Gbps)は企業向けデータ回線等で実用化されている速度であるため、このような水準に設定した。

地デジ提供の有無(TV)はダミー変数であり、あり(1)、なし(0)の二択とした。地上デジタル放送(地デジ)の視聴が通信のオプションサービスとして提供されるのは、一般家庭向けの FTTH(B フレッツ等)と NGN(フレッツ光ネクスト)である。通信回線で地デジを視聴するには、圧縮方式や伝送方式にもよるが通常は 6Mbps 以上の程度の安定した伝送速度が必要である。しかし、ADSL は伝送速度が通信事業者から加入者宅までの距離や加入者線の状況等により大きく変動するため、ADSL による地デジ提供は行われていない。また、企業向け回線ではデータ通信を圧迫することを防ぐため、また、一般に企業では地デジの需要が少ないため、通常、地デジは提供されていない。

セキュリティの高さ(SEC)は、なりすましの可能性の大小やコンピューターウイルスに対する脆弱性などを抽象的なレベルに置き換え、とても高い(4)、高い(3)、普通(2)、低い(1)とした。NGN(フレッツ光ネクスト)では、回線ごとに割り当てられた発信者 ID をチェックし、なりすましを防止している。また、ネットワークの入り口で、なりすましや不正なアクセスをブロックする機能などを具備している。そのため、NGN(フレッツ光ネクスト)のセキュリティは「とても高い」というカテゴリになる。

なお、セキュリティ機能を高めるためにウイルス・チェックを行うソフトウェアを PC 等の端末にインストールすることがあるが、NGN はネットワーク側の機能として発信者 ID のチェックによるなりすまし防止機能等を持っており、同じセキュリティ機能であっても両者は全く異なるものである。

通信事業者(NTT)はダミー変数であり、2010年8月現在で商用のNGNを提供しているのが日本ではNTT 東日本・西日本のみであることから、NTT 東日本・西日本が提供する通信サービスか(1)、NTT グループ以外が提供する通信サービスか(0)の二択とした。これは、消費者のブランド選好を計測するための質問である。

月額費用は、2,000 円(2)、4,000 円(4)、6,000 円(6)、8,000 円(8)とした。その理由は NGN(フレッツ光ネクスト)の代表的なマンション向けサービスの月額費用は 3,400 円、戸建て向けで 5,200 円であり、その前後の値を 2,000 円刻みで常識的な範囲で選択肢に配置した。

NGN(フレッツ光ネクスト)の代表的な各プロファイルの水準は、マンション向けプラン 2(16 世帯以上)・光配線方式の場合、伝送速度 200Mbps、地デジ受信可、セキュリティはとても高い、事業者は NTT 東日本・西日本、月額費用は 3,400 円である。

3.6.2 プロファイル・デザインの作成と調査の実施

本調査ではプロファイル・デザインを表 3-5 のように策定した。

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。4 つの選択肢のうち、最後の選択肢はすべて

同じであり、NGN(フレッツ光ネクスト)の代表的な月額費用³⁴、伝送速度、地デジ受信可否、セキュリティとし、他の選択肢との比較対照を試みた。具体的には次のような質問をした。これは表 3-5 の Ver. aのうち、カード 1～8 を例として示している。

質問 1 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 2,000 円で、通信速度 100Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは低く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 6,000 円で、通信速度 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは普通で、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 2,000 円で、通信速度 50Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルはとても高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
4. 月額料金 3,400 円で、通信速度 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高く、NTT 東日本・西日本のサービスである。

質問 2 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 4,000 円で、通信速度 50Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高い、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 4,000 円で、通信速度 1,000Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは低い、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 8,000 円で、通信速度 1,000Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは普通、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
4. 月額料金 3,400 円で、通信速度 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高い、NTT 東日本・西日本のサービスである。

質問 3 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 8,000 円で、通信速度 1,000Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルはとても高い、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 4,000 円で、通信速度 100Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは普通、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 6,000 円で、通信速度 1,000Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは高い、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。

³⁴ NTT 東日本のフレッツ光ネクストの、マンション向けプラン 2(16 世帯以上)・光配線方式の月額利用料は 3,400 円(税抜)である。

4. 月額料金 3,400 円で、通信速度 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高い、NTT 東日本・西日本のサービスである。

質問 4 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 2,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは低く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 6,000 円で、通信速度は 50Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 4,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは普通で、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
4. 月額料金 3,400 円で、通信速度は 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高く、NTT 東日本・西日本のサービスである。

質問 5 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 2,000 円で、通信速度は 200Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 8,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは低く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 8,000 円で、通信速度は 50Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
4. 月額料金 3,400 円で、通信速度は 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高く、NTT 東日本・西日本のサービスである。

質問 6 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 2,000 円で、通信速度は 50Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは普通で、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 6,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは普通で、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 4,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルはとても高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
4. 月額料金 3,400 円で、通信速度は 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとても高く、NTT 東日本・西日本のサービスである。

質問 7 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 4,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 6,000 円で、通信速度は 50Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとて高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 6,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは低く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
4. 月額料金 3,400 円で、通信速度は 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとて高く、NTT 東日本・西日本のサービスである。

質問 8 次のうち、どの通信サービスが最も魅力的ですか。1 つだけ選んで下さい。

1. 月額料金 4,000 円で、通信速度は 100Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは低く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
2. 月額料金 2,000 円で、通信速度は 50Mbps、地デジ視聴ができない。セキュリティ・レベルは高く、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
3. 月額料金 4,000 円で、通信速度は 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルは普通で、NTT グループ以外の通信会社のサービスである。
4. 月額料金 3,400 円で、通信速度は 200Mbps、地デジ視聴ができる。セキュリティ・レベルはとて高く、NTT 東日本・西日本のサービスである。

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。

調査方法には、電話調査、郵送調査、面接調査、インターネットを利用した Web 調査などがある。コンジョイント分析では複雑なプロフィールを回答者に提示する必要があるので電話調査は困難である。郵送調査ではコンジョイント分析の質問が複雑であり回答に時間を要するため、回収率が低くなる恐れがあった。面接調査の回収率は高いが、調査費用が高額となる。

そのため、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。調査概要は補として別に示した。

表 3-5 プロファイル・デザイン

#	Ver.	カード	選択肢1				選択肢2				選択肢3				選択肢4(すべて同じ)							
			C.1	SPEED 1	TV 1	SEC 1	NTT 1	C.2	SPEED 2	TV 2	SEC 2	NTT 2	C.3	SPEED 3	TV 3	SEC 3	NTT 3	C.4	SPEED 4	TV 4	SEC 4	NTT 4
1	a	1	2	100	1	1	0	6	200	1	2	0	2	50	0	4	0	3.4	200	1	4	1
2	a	2	4	50	1	4	0	4	1000	0	1	0	8	1000	1	2	0	3.4	200	1	4	1
3	a	3	8	1000	0	4	0	4	100	1	2	0	6	1000	0	3	0	3.4	200	1	4	1
4	a	4	2	1000	0	1	0	6	50	1	4	0	4	1000	0	2	0	3.4	200	1	4	1
5	a	5	2	200	0	3	0	8	100	1	1	0	8	50	1	3	0	3.4	200	1	4	1
6	a	6	2	50	0	2	0	6	1000	1	2	0	4	100	0	4	0	3.4	200	1	4	1
7	a	7	4	1000	0	3	0	6	50	1	4	0	6	100	0	1	0	3.4	200	1	4	1
8	a	8	4	100	0	1	0	2	50	0	3	0	4	200	1	2	0	3.4	200	1	4	1
9	b	1	8	100	1	3	0	2	1000	0	1	0	8	1000	1	1	0	3.4	200	1	4	1
10	b	2	2	1000	0	4	0	8	200	1	1	0	2	50	1	1	0	3.4	200	1	4	1
11	b	3	2	50	1	4	0	2	1000	0	3	0	4	200	1	1	0	3.4	200	1	4	1
12	b	4	8	1000	1	1	0	8	1000	0	3	0	6	50	1	2	0	3.4	200	1	4	1
13	b	5	6	1000	1	1	0	4	50	0	4	0	8	100	1	4	0	3.4	200	1	4	1
14	b	6	6	1000	0	4	0	4	100	1	1	0	8	100	0	3	0	3.4	200	1	4	1
15	b	7	8	100	1	1	0	8	1000	0	1	0	8	200	1	2	0	3.4	200	1	4	1
16	b	8	2	50	0	3	0	8	1000	0	1	0	4	1000	1	1	0	3.4	200	1	4	1
17	c	1	2	1000	1	2	0	2	50	0	4	0	8	1000	1	4	0	3.4	200	1	4	1
18	c	2	8	100	1	2	0	8	200	1	1	0	6	1000	0	4	0	3.4	200	1	4	1
19	c	3	2	1000	1	1	0	8	100	0	4	0	8	50	1	3	0	3.4	200	1	4	1
20	c	4	2	200	0	4	0	8	50	1	2	0	6	100	1	1	0	3.4	200	1	4	1
21	c	5	6	50	0	4	0	2	200	1	1	0	8	1000	1	3	0	3.4	200	1	4	1
22	c	6	4	100	0	4	0	6	100	1	1	0	4	1000	1	2	0	3.4	200	1	4	1
23	c	7	2	100	1	4	0	4	1000	0	2	0	6	200	0	1	0	3.4	200	1	4	1
24	c	8	8	50	1	4	0	4	1000	1	1	0	8	50	0	3	0	3.4	200	1	4	1
25	d	1	2	200	0	4	0	6	1000	1	1	0	2	50	1	1	0	3.4	200	1	4	1
26	d	2	8	50	0	4	0	4	200	1	1	0	8	200	0	3	0	3.4	200	1	4	1
27	d	3	2	50	1	3	0	2	100	0	2	0	6	200	1	3	0	3.4	200	1	4	1
28	d	4	2	50	1	4	0	8	100	1	4	0	6	1000	0	2	0	3.4	200	1	4	1
29	d	5	6	100	1	3	0	2	1000	0	3	0	8	200	0	4	0	3.4	200	1	4	1
30	d	6	2	200	0	1	0	8	50	0	3	0	6	50	1	3	0	3.4	200	1	4	1
31	d	7	8	100	0	1	0	2	50	1	3	0	6	200	0	4	0	3.4	200	1	4	1
32	d	8	8	1000	0	4	0	8	50	0	4	0	2	50	1	2	0	3.4	200	1	4	1
33	e	1	8	100	0	1	1	8	50	0	2	1	4	1000	1	3	0	3.4	200	1	4	1
34	e	2	2	50	1	1	1	8	100	1	4	1	2	1000	0	4	1	3.4	200	1	4	1
35	e	3	2	50	1	1	1	6	1000	0	4	1	6	1000	1	4	0	3.4	200	1	4	1
36	e	4	8	1000	0	3	1	8	100	1	1	1	2	50	0	4	0	3.4	200	1	4	1
37	e	5	6	1000	1	1	1	8	100	0	4	1	4	50	0	4	0	3.4	200	1	4	1
38	e	6	6	1000	1	1	1	4	50	0	4	1	6	1000	1	4	0	3.4	200	1	4	1
39	e	7	8	1000	0	1	1	2	1000	1	3	0	8	50	0	3	1	3.4	200	1	4	1
40	e	8	8	100	0	3	1	2	1000	1	2	0	8	100	0	4	0	3.4	200	1	4	1
41	f	1	8	50	1	4	0	8	1000	1	1	0	8	1000	0	4	0	3.4	200	1	4	1
42	f	2	2	1000	1	4	0	8	1000	1	2	1	6	50	0	4	1	3.4	200	1	4	1
43	f	3	8	1000	1	4	1	2	50	0	1	1	2	1000	1	1	0	3.4	200	1	4	1
44	f	4	4	1000	1	4	0	8	50	1	2	1	4	50	0	1	1	3.4	200	1	4	1
45	f	5	2	100	0	1	1	4	1000	0	4	0	8	50	1	3	1	3.4	200	1	4	1
46	f	6	8	200	0	4	1	2	200	1	1	0	8	50	1	3	0	3.4	200	1	4	1
47	f	7	8	1000	0	2	1	8	200	0	4	0	2	50	1	3	0	3.4	200	1	4	1
48	f	8	4	50	1	1	1	4	1000	0	4	1	8	50	1	4	1	3.4	200	1	4	1
49	g	1	2	50	0	1	1	8	1000	1	1	1	2	1000	1	4	0	3.4	200	1	4	1
50	g	2	2	1000	0	1	1	4	50	1	4	0	8	1000	1	4	0	3.4	200	1	4	1
51	g	3	2	1000	1	1	1	4	50	0	4	1	8	1000	0	4	1	3.4	200	1	4	1
52	g	4	2	50	1	3	0	8	100	0	4	1	4	1000	0	1	1	3.4	200	1	4	1
53	g	5	6	1000	0	1	1	6	50	1	4	0	8	1000	1	2	0	3.4	200	1	4	1
54	g	6	8	50	1	1	1	8	50	0	3	1	4	1000	1	4	0	3.4	200	1	4	1
55	g	7	2	50	0	4	1	4	1000	1	1	1	8	1000	1	4	1	3.4	200	1	4	1
56	g	8	2	1000	0	4	0	8	1000	1	1	1	8	50	0	4	1	3.4	200	1	4	1
57	h	1	8	50	1	4	1	2	1000	1	1	0	2	1000	0	4	0	3.4	200	1	4	1
58	h	2	6	50	1	4	0	2	100	0	4	0	2	200	0	1	1	3.4	200	1	4	1
59	h	3	8	1000	0	3	1	4	1000	1	1	0	8	50	1	4	0	3.4	200	1	4	1
60	h	4	6	50	1	1	1	4	1000	0	4	0	8	1000	1	3	0	3.4	200	1	4	1
61	h	5	2	1000	0	3	0	8	50	1	2	1	8	200	1	1	0	3.4	200	1	4	1
62	h	6	4	50	1	1	1	8	200	1	4	0	6	1000	0	4	1	3.4	200	1	4	1
63	h	7	8	50	1	3	1	8	200	0	1	1	4	1000	0	3	0	3.4	200	1	4	1
64	h	8	8	1000	1	3	1	2	50	0	4	1	2	1000	1	2	0	3.4	200	1	4	1

3.7 推定結果

3.7.1 推定結果

表 3-6 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。

表 3-6 推定結果

	係数	t値	p値		限界支払意志額(MWTP)	
COST	-0.5879	-15.208	0.000	***	SPEED	0.0011649
SPEED	0.0007	3.666	0.000	***	TV	1.7114421
TV	1.0062	6.225	0.000	***	SEC	0.8641589
SEC	0.5081	7.494	0.000	***	NTT	1.0138958
NTT	0.5961	3.716	0.000	***		
N	1280					
対数尤度	-1006.924					

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。

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。

プール・データの中には、すべての質問においてある 1 つの選択肢のみを選択する、非相補型と呼ばれる回答が少数見られた。これは、属性間の代替性が考慮されず、ある属性だけを見て決めてしまうものである。

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。

ハウスマン統計量はカイ 2 乗(χ^2)分布に従うものであり、ハウスマン統計量が χ^2 臨界値よりも大きければ、IIA 条件は成立しない。

IIA 条件とは、選択確率の比率が他のいかなる選択肢にも影響を受けず、一定であることであり、説明変数と誤差項が相関していないことである。例えば、任意の 2 つの選択肢の中から 1 つの選択肢を選ぶ確率は、その 2 つの選択肢を含む集合が変わっても変化しないという仮定であり、無関係

な代替案からの独立性である。IIA 特性のためにロジット・モデルでは、類似性が高い選択肢の選択確率を過大評価し、それ以外の選択肢は過小評価してしまうという問題点があるが、本稿の推定ではこの問題は発生しない。なお、IIA 条件が成立しない場合は、入れ子ロジットやミックストロジットを使うことが考えられる。

3.7.2 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。本調査の場合、月額費用の単位が 1,000 円なので、MWTP も 1,000 円単位となる。ただし、地デジの視聴可否(TV)と NTT 東日本・西日本がサービスを提供するか否か(NTT)はともにダミー変数である。

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。

まず、消費者は地デジの視聴(TV)ができることを相当高く評価している。セキュリティへの評価は地デジの半分程度であり、魅力的なアプリケーション(地デジ)の方が通信の基本的な属性の 1 つであるセキュリティの段階的な確保よりも高く評価された。

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。このように、コンジョイント分析を用いると、評価対象を属性単位で評価することができる。

ただし、本稿の調査では回答者のうちどれだけが NTT 東日本・西日本のユーザであるか否かは不明である。そのため、バイアスがかかっている場合には、結果に影響する可能性があると思われる。また、回答者のその他の属性(性別・年齢・婚姻・居住地)などにもバイアスやランダム誤差項が含まれている可能性があり、CL の短所として指摘されている(栗山(2000))。

伝送速度は通信の基本的な属性であり、かつ数値に明確に表しやすいものであるが、例えば 100Mbps 増速するのに約 116 円の MWTP であるのは、伝送速度に対する消費者の評価が予想以上に低いことを示している。

3.7.3 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。

例えば、架空のサービスとして、表 3-7 のように伝送速度 500Mbps、地デジ受信可、セキュリティは普通、NTT グループ以外の通信事業者が提供する、と考えると、MWTP に基づく月額費用は約

4,017 円となる。

表 3-7 代替案の評価例

	水準	MWTP	水準×MWTP
SPEED: 伝送速度 (Mbps)	500	0.0011649	0.58245
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	2	0.8641589	1.72832
NTT: 通信事業者が NTT であるか否か	0	1.0138951	0
合計			4.0167(千円)

3.7.4 実際のサービスとの比較

次に、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 3-8 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。その理由としては、NTT 東日本・西日本では低価格戦略をとって市場への浸透を図っていること、特にマンション等の共同住宅への普及を狙っていることが考えられる。また、通信設備を共用できる部分が多い共同住宅向けの方が戸建て住宅向けよりも設置コストが安く、提供価格を安価に抑えることができるのも理由の1つである。

表 3-8 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)

3.8 まとめと課題

本稿での NGN(フレッツ光ネクスト)の需要分析について理論的な解釈をまとめる。

1. 仮説である「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」は正しいことがわかった。ただし、月額費用が上昇すれば当然のことながら、NGNの需要は減少する。

2. 1の理由は、第1にコンジョイント分析の選択結果から、伝送速度が高まること、地デジの視聴が可能になること、セキュリティが高まること、NTT東日本・西日本が提供するサービスであることによってNGN(フレッツ光ネクスト)の需要は高まるが、月額費用が増加するとNGN(フレッツ光ネクスト)に対する需要は減少することが判明したからである。第2に、本稿で推定した限界支払意思額と、NTT東日本・西日本が実際に提供するNGN(フレッツ光ネクスト)月額費用を比較すると、本稿で推定した限界支払意思額の方が高いからである。したがって、NGN(フレッツ光ネクスト)は属性面・価格面から消費者に受け入れられると考えられる。
3. 限界支払意思額を測定したところ、地デジの利用可能性と通信事業者に対する評価が高く、通信の基本的属性であるセキュリティと伝送速度に対する評価は低い。
4. 通信事業者は、地デジの利用可否、伝送速度、セキュリティの水準を調整することにより、より魅力的なNGN(フレッツ光ネクスト)を顧客に提供できる。したがって、特に上記2からNGN(フレッツ光ネクスト)は価格面からは市場に受け入れられ、NGN(フレッツ光ネクスト)の普及がこれからさらに進むものと考えられる。その際のサービス特性として、地デジの視聴を可とし、伝送速度とセキュリティのレベルを高めることによって、通信事業者は顧客により魅力的なNGN(フレッツ光ネクスト)を提供できるであろう。通信事業者は需要者が望むサービスを開発することにより、より多くの顧客を獲得し、利潤を得ることができる。

課題としては、Webアンケートの回答者の属性と、一般消費者の属性との間に若干の差があると考えられ、これを調査前に補正できなかったことである。具体的には、利用しているインターネット回線において本Web調査ではFTTHを利用する割合(「B フレッツ等の光ファイバー」と「NGN(フレッツ光ネクスト)」の合計)が51.3%に達しているが、総務省の報道資料では2010年3月現在のFTTH普及率は全国平均で28.7%であり、差が見られる。これはWebアンケートを行う調査会社に登録している人から回答者をランダムに選んだ結果であるが、母集団がインターネット通信に関して先進的であり、FTTHを導入している率が高いものと推定される。これは予備調査を行ってFTTHを要する人の割合をFTTH普及率と同じにすることで解決できる。男女比や都道府県別の居住地など他の属性についても予備調査によって補正することが可能であるので、今後の課題としたい。

補 アンケート調査の概要とバイアス

利用したデータは、調査会社にWebアンケートを業務委託することによって取得した。調査概要

に関しては以下の通りである。調査対象のプロフィールを表 3-9～3-13 に示す。

調査会社に登録されているモニター数(回答者予備軍)は約 425 万人であり、その中から 160 人をランダム・サンプリングしたものであるため、一定の一般性・客観性は確保できていると考えられる。モニターはインターネットに接続されていることが条件となっているため、インターネットに接続されていない世帯はモニターから除外されているが、インターネットの世帯普及率は総務省によると 2010 年 3 月末現在で 92.7%³⁵であり、この点からもバイアスの存在は少ないと考えられる。

- ・調査地域 : 全国
- ・調査対象 : インターネットに接続されている個人をランダム・サンプリング
- ・調査方法 : 調査会社による Web アンケート調査
- ・調査対象日 : 2010 年 8 月 9 日～11 日
- ・実施機関 : ネットマイル社に業務委託した。
- ・調査数 : 160 人×8 問=1,280 データ
- ・予備調査 : なし
- ・費用 : 個人負担
- ・データの著作権: 高野直樹に帰属する。

表 3-9 調査対象のプロフィール(性別)

年齢	男性	女性	総計	比率
20 代	1	2	3	1.9%
30 代	5	5	10	6.3%
40 代	30	26	56	35.0%
50 代	31	21	52	32.5%
60 代	21	9	30	18.8%
60 代以上	6	3	9	5.6%
合計	94	66	160	100.0%
比率	58.8%	41.2%	100.0%	

表 3-10 調査対象のプロフィール(婚姻)

婚姻	男性	女性	総計	比率
未婚	35	22	57	35.6%
既婚	59	44	103	64.4%
合計	94	66	160	100.0%

³⁵ 総務省「利用動向調査」

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin01.html>

比率	58.8%	41.2%	100.0%	
----	-------	-------	--------	--

表 3-11 調査対象のプロフィール(居住地)

居住地	男性	女性	総計	比率
北海道	2	4	6	3.8%
岩手県	2	1	3	1.9%
宮城県	2	2	4	2.5%
山形県	1		1	0.6%
福島県	3		3	1.9%
茨城県	1		1	0.6%
栃木県	1		1	0.6%
群馬県	1		1	0.6%
埼玉県	4	1	5	3.1%
東京都	14	11	25	15.6%
千葉県	9	4	13	8.1%
神奈川県	17	12	29	18.1%
新潟県	1		1	0.6%
富山県	1		1	0.6%
石川県	2	1	3	1.9%
福井県	2		2	1.3%
長野県	1	2	3	1.9%
岐阜県	2		2	1.3%
静岡県	1	2	3	1.9%
愛知県	6	7	13	8.1%
三重県		2	2	1.3%
滋賀県	1	1	2	1.3%
京都府		1	1	0.6%
大阪府	7	2	9	5.6%
兵庫県	1	4	5	3.1%
奈良県	2		2	1.3%
鳥取県		1	1	0.6%
岡山県	2		2	1.3%
広島県	1	2	3	1.9%
徳島県	1		1	0.6%

香川県	2	1	3	1.9%
愛媛県	1	1	2	1.3%
高知県	1		1	0.6%
福岡県	1	1	2	1.3%
熊本県		1	1	0.6%
鹿児島県		1	1	0.6%
沖縄県	1	1	2	1.3%
合計	94	66	160	100.0%
比率	58.8%	41.2%	100.0%	

表 3-12 調査対象のプロフィール(住居形態)

住居形態	男性	女性	総計	比率
戸建て	53	35	88	55.0%
共同住宅	41	31	72	45.0%
合計	94	66	160	100.0%
比率	58.8%	41.2%	100.0%	

表 3-13 調査対象のプロフィール(利用中のインターネット回線)

利用中のインターネット回線	男性	女性	総計	比率
B フレッツ等の光ファイバー	37	27	64	40.0%
NGN(フレッツ光ネクスト)	9	9	18	11.3%
ADSL	27	8	35	21.9%
CATV	15	15	30	18.8%
その他	6	7	13	8.1%
合計	94	66	160	100.0%
比率	58.8%	41.2%	100.0%	

第4章 NTT 東日本の供給分析

4.1 仮説と検討の背景

本章では、我が国の通信市場の現状や通信業の産業組織論的な特徴を踏まえ、NGN(Next Generation Network)の進展にあたってどのような政策を選択することが適当であるのかの議論の前提となる市場特性の検討を行う。そのために、背景として現実の世界で起こっている①我が国の通信業における競争政策の変遷、②NGN に対する規制、③会計的な NGN の費用構造の分析、④NTT 東日本の事業構造の変化といった現実の変化を踏まえながら、NGN の提供事業者である NTT 東日本の総費用関数を NGN 導入前後で推定・比較し、費用効率の側面から NGN の導入のインパクトを定量的に検討する。

電話からブロードバンドへ、音声通話からデータ通信へ、分散・並列型ネットワークから統合型ネットワークへと、技術や市場が変化する中で、NGN を導入し始めた通信業の総費用関数に影響を与える要因を有価証券報告書等の事業データから実証的に分析し、モデルを構築して総費用関数の推計を行いたい。

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。

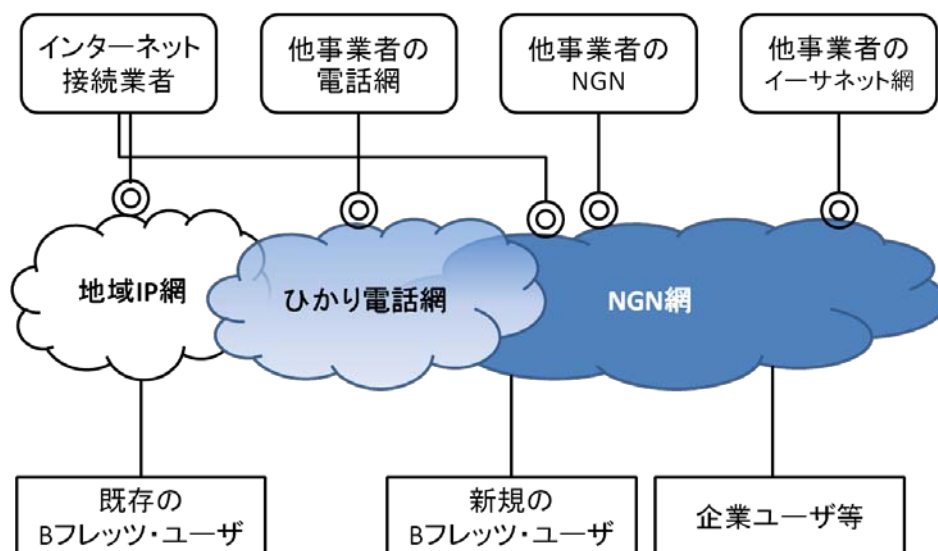
その第 1 の理由は、NGN(フレッツ光ネクスト)の契約数は 2010 年 3 月の段階では 164.2 万となったが、B フレッツは同時期に 753 万、加入電話の契約数は 1,639 万と大きいため、それぞれが NTT 東日本の主要な産出物であり、産出物が総費用関数に与える影響を定量的に分析することにより、供給側の市場特性を検討することができるからである。

図 4-1 は NGN と B フレッツ(地域 IP 網)の網構成を示している。既存の B フレッツ契約者は光加入者線 (FTTH) を通じて地域 IP 網に接続されてデータ通信を行うとともに、ひかり電話網とも接続されて IP 電話機能を利用する。新規の B フレッツ・ユーザと企業ユーザは原則として NGN 網に收容されてデータ通信を行うとともに、ひかり電話網を通じて IP 電話を利用する。インターネットの利用にはインターネット接続事業者 (ISP: Internet Service Provider) に接続されるが、これは地域 IP 網と NGN 網の両方に接続のインターフェースがある。ひかり電話から KDDI やソフトバンク等の他社の電話網に電話を接続するためのインターフェースはひかり電話網に、他社の NGN およびイーサネット網に接続するインターフェースは NGN 網に存在する。

規制と競争の側面からは、NGN が導入された後も制度的な制約が残り、通信事業者に影響を与え続けると考えられる。しかし、総務省の『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)において NGN の接続料を検討するにあたり、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としているなど、当局の規制や競争政策の検討に必要な実

証分析は2011年の段階ではほとんど蓄積されていないといつてよい。そのため、本稿のような実証的な供給分析を行う意義がある。

図 4-1 NGN 網と B フレッツ網



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。また、生産関数の推定に必要なデータが困難であるのに対して、契約数や費用などのデータは比較的容易に集めることができる点が多い。このため、通信業の実証分析とどまらず、銀行業等の実証分析でも広く一般的に分析手法として総費用関数の推定が採用されている。

推定にあたっては、橘木(1994)、中島・八田(1993)、Oniki et al. (1994)、Sueyoshi (1996)、浅井・中村(1997)、浅井・根本(1998)等の先行研究にならい、 Y (産出物) $\neq 0$ を前提とするトランスログ型総費用関数で推定する。トランスログ型関数は、その特殊型としてコブ・ダグラス型などを含む、一般的な関数形である。トランスログ型総費用関数の特徴は、生産要素間の代替の弾力性及び価格弾力性が制約されることなく、フレキシブルな関数であることである。

本稿では NTT 東日本を分析対象とするが、その理由は(1)我が国では NGN の提供が NTT 東日本・西日本のみで行われていること、(2) NGN の契約数等の IR (Investor Relations) 活動が NTT 東日本では積極的に行われ、情報開示が進んでいることからである。

4.2 NGN の特徴

NGN とは従来の回線交換網が持つ高い信頼性と、IP 網が持つ柔軟性の両立の両立を基本理念として通信事業者が構築・管理する通信網であり、我が国では NTT 東日本・西日本が 2008 年 3

月から商用提供を開始している。近年の IP 技術の進展により、加入電話から IP 網への移行が進行する中で、NGN は我が国の基幹的な通信網になることが想定される。NTT 東日本・西日本の NGN は「IP 通信網」と「LAN 型通信網(イーサネット)」の 2 つのネットワークから構成されている。

表 4-1 は NGN のサービスと主な設備を示している。IP 通信網は、契約者を収容する収容ルータ、中継ルータ、ルータ間を結ぶ中継回線、伝送装置、帯域制御等を行う SIP³⁶(Session Initiation Protocol: セッション制御) サーバなどから構成され、フレッツサービスと IP 電話サービスを提供している。

フレッツサービスは、地域 IP 網で提供している B フレッツ相当のブロードバンド・サービスやコンテンツ配信向けサービスに加えて、NGN 固有の QoS (Quality of Service) サービスとして、IPv6 によるユニキャスト通信や地上デジタル放送の再送信向けマルチキャスト通信等を提供する。

IP 電話サービスは、ひかり電話網で提供している標準品質の電話サービスに加えて、NGN 固有のサービスである高品質電話(7 kHz)や標準テレビ品質またはハイビジョン品質のテレビ電話を提供するものである。

表 4-1 NGN のサービスと設備

	種類	提供サービス	主な設備
NGN (NTT 東日本・西日本)	IP 通信網	フレッツ	収容ルータ、中継ルータ、中継回線、伝送装置、SIP サーバ
		IP 電話	
	LAN 型通信網	イーサネット	収容スイッチ、中継スイッチ、中継回線

NGN の料金水準としては、ベストエフォートまたは標準品質でのひかり電話・テレビ電話は従来と同程度、それ以外の QoS サービスについては利用しやすい料金を設定している。

NGN の IP 通信網へのアクセス回線としては光ファイバーのみを想定しているため、NGN の IP 通信網で提供されているサービスを利用するには FTTH ユーザになる必要があるが、NGN の IP 通信網の収容ルータに収容されるのは NGN の IP 通信網がサービス展開している地域における新規の FTTH ユーザであって、既存の FTTH ユーザが NGN の IP 通信網固有のサービスを利用するためには NGN の IP 通信網への収容替えが必要になる。

LAN 型通信網は、収容スイッチ、中継スイッチ、およびスイッチ間をつなぐ中継回線から構成される。現行のイーサネットと同様に最大 1Gbps のイーサネットサービスを提供する。LAN 型通信網へのアクセス回線は光ファイバーのみであり、IP 通信網と同様に LAN 型通信網の収容スイッチに収容されるのは NGN イーサネットサービスが提供されている新規のユーザである。既存のイーサネットユーザが LAN 型通信網を利用するには LAN 型通信網の収容スイッチに回線の収容替えを行う必要がある。

³⁶ 2 つ以上のクライアント間でセッションを確立するための通信プロトコルで、IP 電話などのセッションの開始、変更、終了などの操作を行うことができる。

4.3 競争の進展とブロードバンド環境の整備

インターネットサービス普及の初期段階では、電話回線を使って ISP のアクセスポイントに接続するダイヤルアップ方式が主流であり、料金はアクセスポイントまでの距離と利用量に応じて従量制で課金していた。その後、NTT 東日本・西日本では、交換機から電話ネットワークを経由せずに、新たに構築した IP ネットワークから各 ISP に接続することにより、1999 年に ISDN 回線を使ってインターネットに接続するサービスにおいて月額 8,000 円の完全定額制を実現した。

1999 年には NTT 東日本・西日本が月額 5,100 円で下り 512kbps の ADSL を提供、2000 年には下り 1.5Mbps の ADSL を月額 4,600 円で提供した。しかし、ソフトバンク・グループが Yahoo! BB を 2001 年に下り最大 8Mbps の速度で月額 3,017 円にて提供したことから競争が激化するとともに、通信速度も 12Mbps、24Mbps、40Mbps、47Mbps と高速化した。2010 年現在、NTT 東日本では 47Mbps のタイプであれば月額 2,800 円で提供されている。

このような ADSL による高速化・低廉化が進展する中、NTT 東日本・西日本は 2001 年に FTTH である「B フレッツ」を提供開始した。最大 10Mbps を複数でシェアするタイプでは月額 5,000 円 (ISP 料金含まず) であった。NTT グループ以外で FTTH に最も早く参入したのは USEN であり、2001 年に最大 100Mbps の戸建て向け FTTH を月額 6,100 円 (ISP 料金含まず) で提供した。また、東京電力はグループ会社である TNet を通じて ISP 料金込みで月額 9,000 円にて FTTH を提供した。このような競争環境の中、各社は料金の値下げに取り組み、2010 年現在では NTT 東日本では NGN (フレッツ光ネクスト) を、集合住宅向けには 2,500 円 (プラン 2・LAN 配線方式) で、戸建て向けには月額 5,200 円 (屋内配線利用料・回線終端装置利用料を含む) で提供している。

このようにブロードバンド環境は、料金は従量制から完全定額制へ、アクセス方式は電話から ISDN、ADSL、光へと大容量化している。またサービスメニューも単にインターネットに接続するだけでなく、IP 電話や映像配信まで多彩なサービス提供が可能となっている。NGN はこのような流れの中で固定系サービスの最先端をいくものであり、また第一種指定電気通信設備として政府の規制の対象でもあるため、本稿での分析対象とした。

4.4 通信業における競争政策

自然独占性とライフラインとしての必需性を主な理由として、日本の通信事業は許認可制を取っており、国内 (市内・県内・県間)、国際、移動体、データ通信などに分かれ、それぞれが人為的な寡占構造となっている。

制度的な制約は、市場構造を規定することを通じて通信事業者に大きな影響を与えていると同時に、参入規制などを通じて通信事業者の経営基盤を安定させるようになっている。また、構造的な規制の他に、料金の制限やサービス品質の維持などに代表される行動的な規制も存在する。

通信業における公益事業規制については、植草 (1991) が自然独占性を根拠とした政府による参

入・退出規制や、独占防止や資源配分効率化のための価格・投資規制などについて言及しているが、ある時期まで我が国の通信業は市場ごとの独占状態が続いていた。しかし、1981年の電気通信政策懇談会提言である『80年代の電気通信政策のあり方』において、電気通信業の活性化と多様なニーズへの対応を目的とした競争原理の導入がうたわれ、電電公社の民営化につながった。

1985年に電気通信事業法、日本電信電話株式会社(NTT)法等が施行され、我が国の通信業は自由競争の時代に入った。通信事業者は、自ら電気通信設備を持つ第一種電気通信事業者と、第一種事業者から設備を借りる第二種電気通信事業者に分けられた。第一種電気通信事業者の参入は許可制、料金は認可制であった。

1997年にNTT法が改正されるとともに、国内・国際の市場区分が撤廃され、参入・退出規制が廃止された。1998年には外資規制が撤廃となった。NTTは持株会社と地域会社2社(現・NTT東日本・西日本)は特殊会社、長距離会社(現・NTTコミュニケーションズ)は完全な民間会社となることが決まり、1999年にNTTの再編成が行われた。

その後、拡大基調にあったインターネット時代を展望し、公正な競争の促進を図る観点から、電気通信事業法とNTT法は2001年に改正された。改正の概要は下記の通りである。

① 非対称規制の整備

- ・ 第一種指定電気通信設備を設置する事業者(NTT 東日本・西日本)または第二種指定電気通信設備を設置する事業者(NTT ドコモ)の市場支配力を利用した反競争的行為を禁止するなどした。

② 卸電気通信役務制度の整備

- ・ 個別認可制から、契約約款の事前届出と個別契約の事後届出制に緩和した。

③ 電気通信事業紛争処理委員会の設置

④ ユニバーサル・サービス基金制度の整備

⑤ NTT 東日本・西日本の業務範囲の拡大(活用業務)

⑥ NTT 持株会社の外資規制の緩和等(外資制限 20%未満→1/3未満等)

競争政策が進む一方で、国民生活に不可欠なユニバーサル・サービス(基礎的電気通信役務)を提供する上で、NTT 東日本・西日本だけでその提供を維持することが困難になる恐れがあったため、ユニバーサル・サービスの確保にかかる費用を他の電気通信事業者も十分に負担する制度がユニバーサル・サービス制度で、2002年の改正電気通信事業法によって施行された。

ユニバーサル・サービスはOECDの1991年のレポートにおいて、①全国どこに住んでいても電話を利用できること、②誰でも経済的に電話を利用できること、③均質なサービスが受けられること、④料金の差別的取り扱いがないこと、と定義されている。

IP化・ブロードバンド化の進展に伴い、ネットワーク構造と市場構造の変化が進み、多様な事業展開を促進する仕組みへの転換が必要になり、2003年にはさらに電気通信事業法が改正され、競争の枠組みが抜本的に見直された。その概要は次の通りであり、2011年現在の電気通信市場

での規制と競争の基礎となっている。

① 一種・二種事業区分の廃止

- ・ 従来の電気通信事業法において、自ら回線設備を設定してサービスを提供する第一種電気通信事業者と、他社の回線を借り受けてサービスを提供する第二種電気通信事業者の事業区分を廃止した。

② 参入・退出規制の緩和

- ・ 従来、第一種電気通信事業者は総務大臣の認可が、第二種電気通信事業者のうち公専公接続等を行う特別第二種電気通信事業者は登録が、その他の第二種電気通信事業者は事前届出が必要とされていたが、大規模な回線設備を設置する事業は登録、その他は事前届出に緩和された。

③ 公益事業特権の認定制度

- ・ 道路占用にあたっての道路事業者の義務許可や他人の土地の使用権の設定等の公益事業特権は、第一種電気通信事業者の参入許可と一体として付与されていたが、公益事業特権を希望する事業者には事業の認定を行い、公益事業特権を付与することとした。

④ サービス提供条件の自由化(デタリフ化)と利用者保護ルールの整備

- ・ 第一種指定電気設備を設置する事業者が提供する役務のうち、指定電気通信役務は事前届出、指定電気通信役務のうち特定電気通信役務の料金はプライスカップ制を適用し、すべての事業者について基礎的役務に係る契約約款は届出制とされたが、それ以外のサービスは料金・契約約款作成義務が廃止され、相対契約が可能となった。

固定通信市場における接続ルールは 1997 年の電気通信事業法改正以降、部分的には見直しが行われたが、2011 年現在の現行制度でも引き続き①接続の応諾義務、②第一種指定電気設備制度が中心である。接続の応諾義務とは、一般ルールとしてすべての電気通信事業者は接続の請求を受けたときは原則としてこれに応じなければならないとするものである(電気通信事業法 32 条)。これは電気通信事業者のネットワークは公共性が高いものであり、事業者間の協議のみでは公共の利益にかなう接続が確保されない恐れがあるために設けられたものである。ただし、接続の請求を受けた電気通信事業者は応諾義務を負うだけであり、接続料をはじめとした接続条件の決定は事業者間協議に委ねられている。

表 4-2 固定通信業での接続ルール

接続ルール	① 接続の応諾義務	
	② 第一種指定電気設備制度	接続約款の作成・公表義務
		接続会計の整理・公表義務
		網機能提供計画の届出・公表義務

第一種指定電気通信設備制度はボトルネック設備に着目した特別な接続ルールであり、固定通信事業において都道府県ごとに加入者回線総数の 50%を超える規模の加入者回線を有する場合、これを第一種指定電気通信設備として指定し、当該設備を保有する事業者に対して追加的な接続ルールを適用している。第一種指定電気通信設備に指定されると、①接続約款の作成・公表義務、②接続会計の整理・公表義務、③網機能提供計画の届出・公表義務が課される。

4.5 NGN における規制

NTT 東日本・西日本が提供する NGN の接続ルールについては、2008 年 7 月に監督官庁である総務省の省令改正等が行われ、NGN とひかり電話網を第一種指定電気通信設備として指定するとともに、收容局接続機能等の 4 つの機能をアンバンドルした。その主な理由は、NGN と密接不可分な加入者線光ファイバーがボトルネック設備になるためである。加入電話ではマイライン制度により、例えば市内網は NTT 東日本・西日本を選択し、中継網(県間通信)は KDDI やソフトバンク等を選択できる。しかし、NGN に加入する場合は光アクセス網に加入しなければならず、光アクセス網から先は他社を選択することができない。

この規制によって NGN の費用は透明化・適正化が図られるとともに、他のサービス網の費用や営業費用などとの分計が行われるため、費用を抑制する方向に働くものと考えられるが、一方で NTT 東日本・西日本のダイナミックで戦略的な設備投資や研究活動が抑制されうるというリスクもある。

図 4-2 は NGN の設備と他社接続の構造を示しており、接続料金(アクセス・チャージ等)の算定の基礎となっている。NGN の設備は大きく分けて契約者を收容する收容ルータや NGN の各種サービスを提供するための網終端装置やゲートウェイ・ルータなどの固有設備と、中継ルータや伝送路など NGN の各種サービスで共用にて使用する共用設備に分かれており、それぞれに費用を計算し、他の事業者との接続料金を算出している。

第 1 に他の事業者との NTT 東日本における收容局での接続機能(收容局接続機能)がある。NGN の契約者は家庭・オフィス等から NTT 東日本の收容局内にある收容ルータまで光ファイバーで接続される。NTT 東日本の收容局 A からは中継ルータと伝送路を経由し、例えばインターネット接続ならば網終端装置を経て NTT 東日本とは別の ISP 事業者は NTT 東日本の收容局 B に接続され、そこからインターネットにつながる。

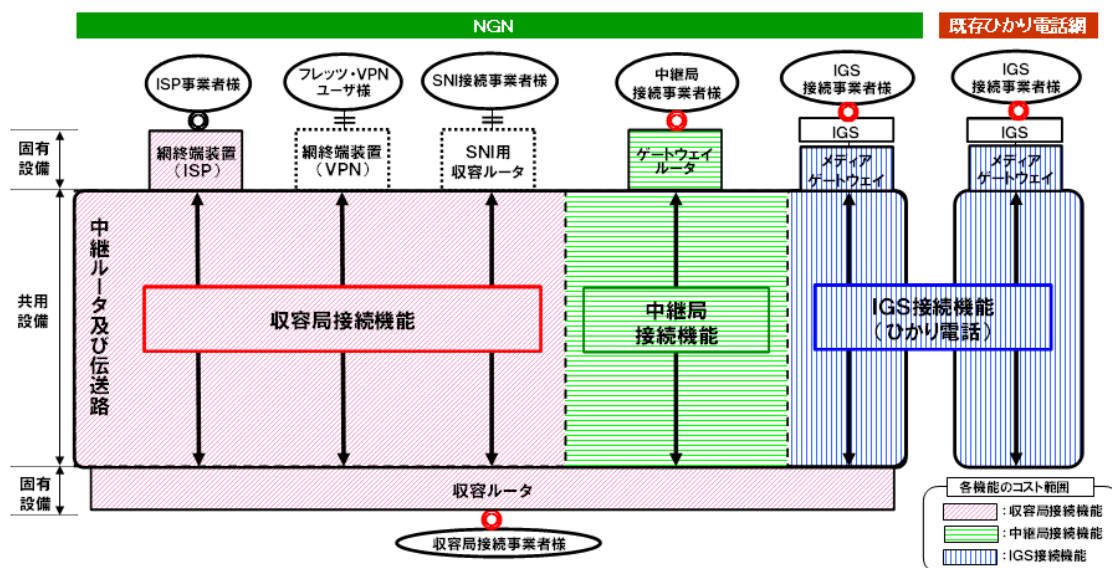
VPN (Virtual Private Network)も同様であり、收容局 C に收容された NGN ユーザの通信信号は、中継ルータと伝送路を伝わって網終端装置から VPN ユーザが收容される收容局 D にある NTT 東日本とは別の VPN 事業者の VPN 網に接続される。

SNI (Service Node Interface)とはサービスノード(節点)とアクセス網との間で規定されるインターフェースのことであり、ITU-T で標準化されている。SNI 事業者とはここでは NTT 東日本以外にアクセス網を提供する事業者のことであり、SNI 接続事業者とは NTT 東日本の收容局 E で SNI 用ル

ータによって NTT 東日本とは別の SNI 事業者のアクセス網(光ファイバー・ADSL 等)に接続される。

図 4-2 NGN の設備と他社接続の概念

- 収容局接続機能：他事業者様が自らのアクセス回線を当社の収容ルータに接続して NGN を利用する機能。
- 中継局接続機能：他事業者様が自らの IP 網を当社の中継局のゲートウェイルータ（関門ルータ）で接続して NGN を利用する機能。
- IGS 接続機能：固定電話や携帯電話など電話サービスを提供する事業者様が、自網を当社の関門交換機（IGS）に接続して NGN 又はひかり電話網を利用する機能。



(出所 NTT 東日本 2011.1.12 報道発表資料)

第 2 に中継局接続機能がある。これは NGN との接続を NTT 東日本の収容局ではなく、中継局（関門局）で行うものである。中継局での他の事業者との接続はゲートウェイ・ルータで行われる。ゲートウェイとはネットワーク A とネットワーク B をつなぐものであり、主たる役割は異なるネットワークのプロトコル変換である。

第 3 に IGS (Interconnection Gateway Switch) 接続機能がある。IGS とは関門交換機のことである。IGS は NTT 東日本のネットワークと他の通信事業者(例えば KDDI やソフトバンクなど)のネットワークを相互接続する際の責任分界点である POI (Point Of Interface)の前段に設置され、事業者間の料金の精算や保守の分担を明確にする機能とともに、発信者への課金をを行うために発信者識別番号(ID)や発信地域の MA (Message Area: 単位料金区域)の情報を送出する機能も持っている。

表 4-3 は NTT 東日本の NGN における 2011 年度の接続料金を示している。アクセス・チャージは①関門交換機接続ルーティング伝送機能(IGS 接続機能)、②一般中継局ルーティング伝送機能(中継局接続機能)、③一般収容局ルータ接続ルーティング伝送機能(収容局接続機能)に分けて、それぞれに必要なコストを積算し、公開されている。

表 4-3 NGN の接続料金

区 分		改 定 後 ^{※2 ※3}	現 行 料 金	改 定 率
関 門 交 換 機 接 続 ル ー ティ ン グ 伝 送 機 能 【IGS接続機能】	3分あたり ^{※1}	4.93 円	5.71 円	▲13.7%
一 般 中 継 局 ル ー タ 接 続 ル ー ティ ン グ 伝 送 機 能 【中継局接続機能】	1接続用ポート ごとに月額	5,458,333 円	6,347,962 円	▲14.0%
一 般 収 容 局 ル ー タ 接 続 ル ー ティ ン グ 伝 送 機 能 【収容局接続機能】	1収容ルータ装置 ごとに月額	1,610,655 円	2,167,778 円	▲25.7%

(出所 NTT 東日本 2011.1.12 報道発表資料)

4.6 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 4-4 のように示されている。

契約者を収容局で収容する収容ルータが最も大きなコストを占め、ついで収容局から他の収容局に中継する中継ルータに大きなコストがかかっている。特にルータの技術進歩は早く、税法上の法定耐用年数(通信設備は10年)よりも早い3～5年程度で交換されると考えられる。ルータ全体がNGNの原価に占める割合は49.7%である。

表 4-4 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、次のように計算されている。モデルはシスコシステムズ社のルータ装置「Cisco 7604」(2005年発売開始)で、冗長化構成を取ることができ、かつ10Gbpsのポートを搭載可能で、通信事業者や一般企業向けに広く使われていることからこの機種が選定されている。販売価格はシスコシステムズ製品の国内の大手代理店が公開している価格表に基づいている。

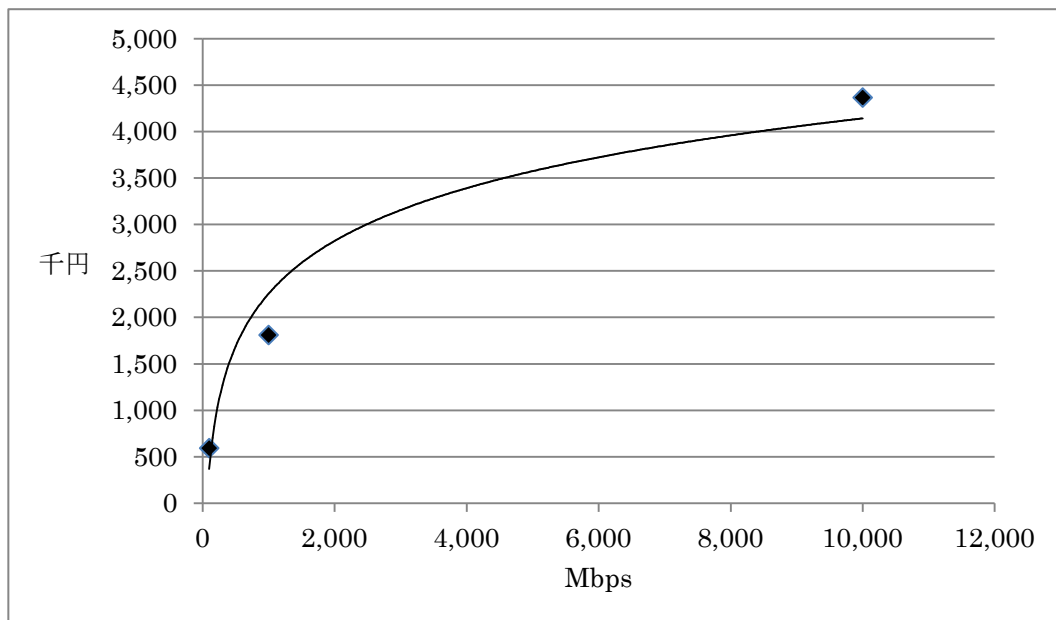
帯域とポートあたり価格の関係から関係式を推定すると、 $y = 83.426x^{0.43396}$ となり、帯域10倍ごとにコストは約2.7倍という費用逓減型のコスト構造となる。ルータは技術的な進歩が早く、交換されると間隔が狭いと推測されるので、費用逓減的なコスト構造はさらに強まると考えられる。

B フレッツは地域 IP 網で成り立っており、収容ルータ、中継ルータ、伝送路等で構成されている。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。ただし、B フレッツのコスト構造の中には光ファイバーで構成される加入者線光設備は含まれていない(NTT 東日本「網使用料算定根拠」2011.1.25 より抜粋)。

表 4-5 ルータの帯域とポートあたりの価格

ポート帯域	比率	ポート単価	比率
100 Mbps	1	591,646 円	1
1,000 Mbps	10	1,809,313 円	3.1
10,000 Mbps	100	4,365,000 円	7.4

図 4-3 ルータの帯域とポートあたり価格の関係式



4.7 トランスログ型関数

単一生産財のトランスログ型生産関数は、産出物 y 、生産要素 x_i 、時間 t のとき、一般的には次のように示される。

$$\log y = \alpha_0 + \sum \alpha_i \log x_i + \alpha_t \cdot t + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \log x_i \log x_j + \sum_i \beta_{it} \log x_i \cdot t + \frac{1}{2} \beta_{tt} \cdot t^2$$

$\beta_{ij} = \beta_{ji}$ の対称性は満たしているものとする。これは $y = y(x_i, t)$ とおき、 $\ln y = 0$, $\ln t = 0$ で 2 次の項まで

テーラー展開したものである。2階微分可能な任意の一般的関数の近似式と言える。

トランスログ型関数は関数として一般性を持つが、総費用関数とみなすためには、パラメーターについて制約条件がある。それは、①総費用関数が要素価格および産出量に対して非減少関数であること (monotonicity condition)、②生産要素価格について凹であること(concavity condition)、③要素価格に対して対称性 (symmetry condition) および(1次)同次性 (homogeneity condition)³⁷ を満たすことである。

4.8 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。その理由は第1に、NGN(フレッツ光ネクスト)とほぼ同等の用途(インターネットへのアクセス、IP電話等)で費用もほぼ同額であること、第2にNTT東日本ではNGN(フレッツ光ネクスト)が敷設可能な地域では原則、Bフレッツを販売せずにNGN(フレッツ光ネクスト)のみを販売していることから、NGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツは代替関係にあると考えられるからである。

2009年度のNTT東日本のサービス別収益³⁸を見ると、NGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの合計の収益(3,476億円)がNTT東日本全体の総収益(19,286億円)に占める割合は2009年度で18.0%、加入電話の基本料と通話料の合計が6,470億円(33.5%)、NTT東日本の加入電話へ接続するために他社が支払う加入電話の相互接続料1,011億円(5.2%)であり、NGN(フレッツ光ネクスト)、Bフレッツ、加入電話の3財が収益額ベースでNTT東日本の産出物に占める割合は合計で56.7%である。

残りの収益は、附帯営業収益(SI等)1,382億円(7.2%)、フレッツ・ADSLが651億円(3.4%)、高速デジタル伝送サービスが336億円(1.7%)、一般専用サービスが230億円(1.2%)、電報サービスが

³⁷ ある関数 $f(x, y)$ の独立変数をすべて m 倍したとき、その関数の値が m の1乗になれば、この関数は1次同次という。収穫一定。

³⁸ NTT東日本データブック http://www.ntt-east.co.jp/databook/2010/pdf/2010_03-06.pdf

206 億円(1.1%)、フレッツ・ISDN が 44 億円(0.2%)などとなっている。

なお 5 年前の 2004 年度の NTT 東日本の営業収益は 21,809 億円であり、サービス別収益では加入電話の基本料と通話料の合計が 10,940 億円(50.1%)、加入電話の相互接続料が 2,151 億円(9.9%)、B フレッツが 407 億円(1.9%)であり、B フレッツと加入電話の 2 財が収益額ベースで NTT 東日本の産出物に占める割合は 61.9%である。

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(実質減価償却費率) 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。

$$\begin{aligned} \ln TC = & \alpha_0 + \alpha_{Y1} \ln Y_1 + \alpha_{Y2} \ln Y_2 + \alpha_L \ln P_L + \alpha_K \ln P_K \\ & + \frac{1}{2} \beta_{Y1Y1} (\ln Y_1)^2 + \beta_{Y1Y2} \ln Y_1 \ln Y_2 \\ & + \frac{1}{2} \beta_{Y2Y2} (\ln Y_2)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{LL} (\ln P_L)^2 \\ & + \gamma_{LK} \ln P_L \ln P_K + \frac{1}{2} \gamma_{KK} (\ln P_K)^2 \\ & + \delta_{LY1} \ln P_L \ln Y_1 + \delta_{LY2} \ln P_L \ln Y_2 \\ & + \delta_{KY1} \ln P_K \ln Y_1 + \delta_{KY2} \ln P_K \ln Y_2 \end{aligned}$$

4.9 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。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

$$P_L = \text{一人あたり人件費}^{39} \div \text{国内企業物価指数}$$

$$\text{一人あたり人件費} = \text{四半期ごとの人件費額}^{40} \div \text{四半期末従業員数}$$

³⁹ 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。

人件費と従業員数はともに NTT 東日本の決算報告書・決算短信から抽出した。日本銀行の国内企業物価指数によって実質化した。

表 4-6 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

$$P_K = \text{減価償却費率}^{41} \div \text{国内企業物価指数}$$

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

減価償却費および電気通信固定資産は、ともに NTT 東日本の決算報告書・決算短信から抽出した。

日本銀行の国内企業物価指数によって実質化した。

表 4-7 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

⁴⁰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。NTT 東日本ではフロント業務一般(注文受付、設備オペレーション、SOHO 販売、整備保守・運営・故障修理等)を業務委託化することを継続して行っている。その結果、NTT 東日本本体には企画・戦略、設備構築・管理、サービス開発、法人営業等が残されるが、ここでは管理職等の人件費の高い社員が残る傾向にあるので、実質一人あたり人件費(P_L)は増加する。業務委託費は増加するがそれ以上に人件費が減少し、結果的に総費用が減少すると考えられる。

⁴¹ 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 を加入電話の契約数とする。

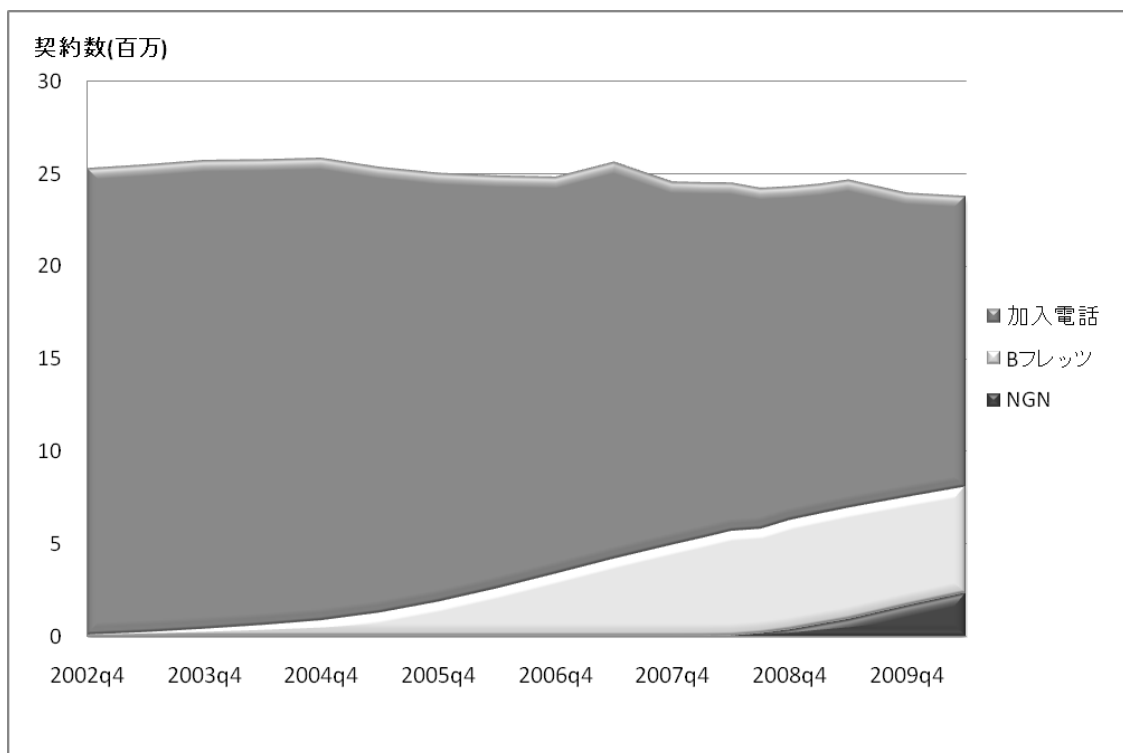
産出物 Y_2 を B フレッツの契約数の合計とする。

B フレッツおよび NGN(フレッツ光ネクスト) の契約数は NTT 東日本『ニュースリリース』(2010.8.23)⁴²と NTT 東日本『平成 21 年度(第 11 期)決算について』⁴³から抽出した。加入電話の契約数は『平成 21 年度電気通信役務契約等状況報告』等から抽出した。

表 4-8 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

図 4-4 各サービスの契約数



(NTT 東日本『平成 21 年度電気通信役務契約等状況報告』『ニュースリリース』等から作成)

表 4-8 は加入電話、NGN(フレッツ光ネクスト)、B フレッツの年度末ごとの各契約数を示している。

⁴² <http://www.ntt-east.co.jp/release/1008/100823a.html>

⁴³ http://www.ntt-east.co.jp/release/0911wrmv/twxg091109a_06.html

加入電話は毎期 10% 程度の純減が続いており、今後の予想でも減少が続く。これは主としてひかり電話などの IP 電話や携帯電話に代替されているからである。NTT 東日本・西日本合計でも減少傾向は鮮明であり、2 社合計で 2004 年に 5,961 万だった加入電話の契約者数は 2008 年には 4,843 万と 19% 減少している。今後、どこまで減少するかは不明であるが、一定数のユーザは残るものと考えられる。NTT 東日本・西日本は、2020 年頃から加入電話を IP 網へ移行させ、2025 年頃に移行を完了させることを予定している(東日本電信電話・西日本電信電話(2010))。

NGN(フレッツ光ネクスト) は現在のところ、毎半期ごとに 2 万、32.8 万、56.1 万、155.2 万と契約数が増加しており、タイムトレンドとも言えず、また急激な増加とも言えない状況である。これは、NGN(フレッツ光ネクスト) の代替財には、B フレッツのみならず、ADSL や CATV など多数存在するからであると考えられ、ある閾値を超えると爆発的に普及する性格の財ではないことが示唆される。

NTT 東日本・西日本では NGN(フレッツ光ネクスト) のエリアカバー率を引き上げ、2011 年 3 月にはほぼ既存の光エリアをカバーする予定であることを表明しており(東日本電信電話・西日本電信電話(2010))、今後は NGN(フレッツ光ネクスト) の契約数が B フレッツの代替としても伸びていくことが予想できる。

B フレッツの契約数は 2009 年 9 月末の 604.4 万がピークであり、その後は NGN(フレッツ光ネクスト) に代替されて微減となっている。これは NGN(フレッツ光ネクスト) が提供可能である地域では原則、B フレッツを販売せず、NGN(フレッツ光ネクスト) のみを販売しているために新規契約数が減少していることに加えて、他社への乗り換えや転居などによる解約があるからである。

・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。NTT 東日本の『平成 21 年度(第 11 期)決算について』等から抽出した。

表 4-9 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

4.10 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4-10に示す。

表4-10 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_I 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。 γ_{LL} を2次項の係数、 α_L を1次項の係数とした2次関数であるとすると、極値は次のように求められる。

$$f(x) = \gamma_{LL}x^2 + \alpha_L x + c$$

$$f'(x) = 2\gamma_{LL}x + \alpha_L = 0$$

$$x = -\frac{\alpha_L}{2\gamma_{LL}} = -\frac{-757.232}{2 \times 4.570406} = 82.8407$$

$$\log_e y = 82.8407$$

$$y = e^{82.8407} = 9.48 \times 10^{35}$$

この単位は百万円である。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。

以上のように、この期間の NTT 東日本の総費用関数は、産出物としての加入電話の契約数、生産要素価格としての労働価格(実質一人あたり人件費)と資本価格(実質減価償却費率)によって説明できることがわかる。

別所(2006)によれば、非線形関数の回帰分析における交差項(interaction term)とは、2つの説明

変数の相互作用であり、説明変数 X_1 の被説明変数 Y への効果の大きさが、他の説明変数 X_2 の値に依存することである。次の連続変数同士の交差項を含むモデルを考える。

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 (X_{1i} \cdot X_{2i}) + u_i$$

X_1 の変分 ΔX_1 が Y に与える効果 ΔY は

$$\Delta Y = (\beta_1 + \beta_3 X_2) \Delta X_1 \rightarrow \frac{\Delta Y}{\Delta X_1} = \beta_1 + \beta_3 X_2$$

同様に、 X_2 の変分 ΔX_2 が Y に与える効果 ΔY は

$$\Delta Y = (\beta_2 + \beta_3 X_1) \Delta X_2 \rightarrow \frac{\Delta Y}{\Delta X_2} = \beta_2 + \beta_3 X_1$$

このように、 β_3 は X_1 と X_2 がそれぞれ 1 単位ずつ増えたときに、各説明変数の直接的な効果以外の効果を示す。

例えば、ネット広告と TV 広告の交差項の係数が正に有意であれば、ネット広告の影響は、TV 広告が大きくなるほど強くなる(小さいほど弱くなる)ことを意味する。すなわち、ネット広告が持つ影響は TV 広告を行うことでより強くなると考えることができる(三橋(2009))。

逆に、例えば、キャッシュフローと企業規模の交差項の係数が負に有意であれば、キャッシュフローの影響は、企業規模が大きくなるほど弱くなる(小さいほど強くなる)ことを意味する。

さて、交差項である $\ln P_L \ln Y_1$ のパラメーター γ_{LY1} は正に有意(1%水準)であり、加入電話の契約数が TC に与える影響は、労働価格(実質一人あたり人件費)が大きいほど強くなることを示している。同様に、交差項である $\ln P_L \ln Y_2$ のパラメーター δ_{LY2} も正に有意(5%水準)であり、B フレッツの契約数が TC に与える影響は、労働価格(実質一人あたり人件費)が大きいほど強くなることを示している。

4.11 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

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

一人あたり人件費=四半期ごとの人件費額÷四半期末従業員数

人件費と従業員数はともに NTT 東日本の決算報告書・決算短信から抽出した。日本銀行の国内企業物価指数によって実質化した。

$P_K = \text{減価償却費率}^{44} \div \text{国内企業物価指数}$

減価償却費率=四半期ごとの減価償却費÷期首の電気通信固定資産

減価償却費および電気通信固定資産は、ともに NTT 東日本の決算報告書・決算短信から抽出した。

日本銀行の国内企業物価指数によって実質化した。

・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。

NGN(フレッツ光ネクスト) と B フレッツの契約数は NTT 東日本『ニュースリリース』(2010.8.23)と NTT 東日本『平成 21 年度(第 11 期)決算について』から抽出した。

加入電話の契約数は『平成 21 年度電気通信役務契約等状況報告』等から抽出した。

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。

44 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 4-11 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

4.12 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が一定数までは総費用を増加させることを示している。 β_{Y2Y2} を 2 次項の係数、 α_{Y2} 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。

$$f(x) = \beta_{Y2Y2}x^2 + \alpha_{Y2}x + c$$

$$f'(x) = 2\beta_{Y2Y2}x + \alpha_{Y2} = 0$$

$$x = -\frac{\alpha_{Y2}}{2\beta_{Y2Y2}} = -\frac{123.8608}{2 \times (-2.80774)} = 22.0570$$

$$\log_e y = 22.0570$$

$$y = e^{22.0570} = 3,795,188,814$$

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(表 4-4 と図 4-3 参照)。

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。 β_{Y1Y1} を2 次項の係数、 α_{Y1} を1 次項の係数とした2 次関数とすると、極値は次のように求められる。

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

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

$$x = -\frac{\alpha_{Y1}}{2\beta_{Y1Y1}} = -\frac{-579.928}{2 \times 20.14869} = 14.3912$$

$$\log_e y = 14.3912$$

$$y = e^{14.3912} = 1,778,356.178$$

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、極値は次のように求められる。

$$f(x) = \gamma_{LL}x^2 + \alpha_Lx + c$$

$$f'(x) = 2\gamma_{LL}x + \alpha_L = 0$$

$$x = -\frac{\alpha_L}{2\gamma_{LL}} = -\frac{-751.08}{2 \times 29.68783} = 12.6496$$

$$\log_e y = 12.6496$$

$$y = e^{12.6496} = 311,638.7676$$

この単位は百万円である。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るので、 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。

4.13 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 4-12 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。現実には加入電話は減少し、NGN(フレッツ光ネクスト)は増加、Bフレッツは微減であることから、今後、この傾向はますます顕著に表れてくると考えられる。

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。NGN(フレッツ光ネクスト)の契約数が増加するとともに、高価で小容量のルータが安価で大容量なルータに代替されることによって減価償却費が減少し、むしろ総費用を逡減させる方向に効いてくると考えられる。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。具体的にはBフレッツを普及させるときにはNTT東日本本体での直営営業が主流であったが、NGN(フレッツ光ネクスト)を普及させるときには代理店や業務委託による販売が主流となり、単位あたりの営業費用が減少したと推測される。

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。このような2段階のプロセスを経て、NTT東日本の P_L (実質一人あたり人件費)は増加するが、人件費額の減少額は業務委託費の増加額を上回るため、総費用を減少させるようになると考えられる。

4.14 まとめと課題

本稿では、我が国の通信業における規制と競争の経緯と現状をサーベイするとともに、NTT 東日本が公開している財務諸表および契約数からデータを抽出し、2 財産出モデルのトランスログ型総費用関数を用いて NTT 東日本の総費用関数を 2 つ推計して比較を行った。

総費用関数の推定を行うにあたり、総費用 (TC) を NTT 東日本全体の営業費用、生産要素のうち労働価格 (P_L) を実質一人あたり人件費、資本価格 (P_K) を実質減価償却費率とおいた。産出物は、2 財産出モデルでは第 1 に B フレッツおよび加入電話、第 2 に 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。

NGN が普及する以前の 2003～2008 年の、産出物を①加入電話と②B フレッツとした 2 財産出モデルの総費用関数の第 1 の推定から得られる結論は、第 1 に産出物では、加入電話の契約数の増加が総費用を上昇させること、第 2 に労働価格(実質一人あたり人件費)は増加するが、それはフロント業務一般の業務委託化によって企画・戦略等の業務に携わる人の実質一人あたり人件費が増加するからであり、業務委託費額は増加するが人件費額がそれ以上に減少して、総費用を減少させること、第 3 に資本価格(実質減価償却費率)の上昇は総費用を増加させることである。

次に、NGN の普及期を含む 2005～2009 年の、産出物を①加入電話と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た場合の第 2 の総費用関数の推定から得られる結論は、第 1 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費用逓減的であること、加入電話の契約数は総費用を増加させること、第 2 に労働価格(実質一人あたり人件費)は増加するが、それはフロント業務一般の業務委託化によって残った業務における実質一人あたり人件費は増加するためであり、業務委託費額は増加するが人件費額がそれ以上に減少して、総費用を減少させること、第 3 に資本価格(実質減価償却費率)の上昇は、総費用を増加させることである。そのため、NGN の普及以降に NTT 東日本の総費用関数が変化したことがわかった。

その結果、「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」とした仮説は正しいと結論づける。

本稿の推定結果、および NGN(フレッツ光ネクスト)の契約数が増加していること、B フレッツと NGN(フレッツ光ネクスト)が代替関係にあること、加入電話の契約数が減少していることを考えると、将来、NGN(フレッツ光ネクスト)は NTT 東日本の総費用関数にさらに大きな影響を与える可能性がある。今後、NGN が単に B フレッツの代替になるだけでなく、加入電話の代替になったり、データ通信網の代替となったりといった不連続な変化が幅広い範囲で起こった場合は、再度検証を行なう必要があると考えられる。

課題として、本稿ではデータの制約から、NGN そのものの影響を計測することができなかった。しかし、NGN の普及とともに四半期ごとの NGN の契約数、NGN の産出に用いられた生産要素が公表されることも想定されるので、今後の研究につながることを期待したい。本稿はテンタティブな研究であるが、本稿の推定結果を踏まえて、NGN の発展とともにデータが整備され、規模の経

済性・範囲の経済性の測定によるNGNの自然独占性の実証的計測を前提した、NGNの規制および競争政策の是非を問う議論に発展することが考えられる。特に、NGNとひかり電話網は第一種指定電気通信設備として規制を受けているが、本稿の議論を踏まえて、自然独占性の必要十分条件である費用の劣加法性を検証する必要があると考えられる。

また、イギリスのBT (British Telecom) のNGNは普及が進まずに頓挫したが、その理由として推定できるのは、メタル回線で音声、データ、映像等のアプリケーションを同時に提供しようしたことによる技術的な困難性と、目標としたオペレーションコストの減少よりも過大となった設備投資コスト負担であると考えられる。そのため、BTでは次世代の加入者線光ファイバー網 (NGA: Next Generation Access) を敷設することに重点を置くように戦略を転換した。

しかし、我が国では加入者線光ファイバーの普及率が世界一であり、技術面でも最先端であるとともに調達コストも建設コストは低く抑えられて最適化されていると考えられるため、BTの失敗の二の轍は踏まず、このままNGNが普及・浸透する可能性が高い。

第5章 要約と結論

5.1 本稿の要約

本稿では、我が国通信業で黎明期にある NGN (Next Generation Network) に関する経済分析を、日本の制度的変遷、産業面および産業組織論での特徴、通信業の実証分析を中心とした先行研究を踏まえながら、供給面・需要面から実証的に行ってきた。

第1章では、本稿全体についての目的意識を解説するとともに、全体の構成と各章で分析しようとする問題内容について示した。

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、広域イーサネット網などが別々のネットワークを形成して相互接続されているが、これらの通信網が IP (Internet Protocol) 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)と呼ぶ。

問題の所在は、次の点である。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、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、NGN サービスへの加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事業者はネットワーク統合のために新たな投資負担が必要になるが、その影響や NGN の費用構造はどのようなものかは明らかになっていない。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、まだ少ない。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。

本稿の独自性は、最も新しい通信形態の1つである 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、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。需要分析では最新のアンケート調査により NGN 利用動向に関するデータを集計してコンジョイント分析によって推定し、現実の NGN のサービスと比較することで NGN の今後の需要を推定した。供給分析では、通信業の規制と競争政策のレビューと、NGN の費用構造の分析を踏まえつつ、2つの異なる期間での総費用関数を推定し比較することで、NGN の登場前後で通信事業者の総費用関数が変化したことを指摘した。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。

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。本稿を執筆した2010年の段階では分析に必要なデータがまだ少なく、NGNに関する供給側の実証研究はほとんど行われていない。そのため、本稿で先駆的にNGNを対象とした供給側の分析を行った点に研究史上の意義がある。

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。そのため、本稿は新規性がある。分析手法は環境経済学やネットワーク経済学で多用されているコンジョイント分析を採用したため推定結果の信頼性が高いと考える。

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。本稿では、トランスログ型費用関数によってNGNが導入された2008年前後のNTT東日本の総費用関数を推定している。分析対象は2005年度から2009年度にかけての公開されている各種サービスの契約数および財務データである。

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。需要分析と供給分析を総合して、NGNが発展するにしたがって通信市場において利用者と通信事業者の両面に影響を及ぼしていくことを指摘した。

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、三友(1995)は通話需要関数の推定を行い、加入電話の価格弾力性が-0.88から-1.85であるとしている。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。

需要分析(海外)では、Kridel (1988)は、拡張的な地域通話サービス (Extended area service: EAS) への加入要因について、様々な価格でのEASの普及度を予測している。シドニー近郊の一般家庭での加入電話の需要についてMadden et al. (1993) は、料金体系と家計の社会的・人口学的な変数が影響を与えていることを実証分析から指摘している。IP電話の需要分析では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)では、橘木(1994)が電電公社から NTT に民営化された後にかけての 35 年間(1954-1989)についてトービンの q と資本稼働率がどのように変化したかを示している。同質でない 2 財を生産する企業の費用関数の考察から、清野(1993)は 2 財間に費用補完性が働く場合は社会的費用削減利益が生まれることを指摘した。通信業における市場独占のもとで最適供給計画を導出するための非線形最適化モデルを定式化したものとしては、三友(1995)が最適二部料金体系とそれに準拠した最適供給計画を導出している。

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、から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費用総関数を用いた推計では、浅井・根本(1998)が 1992-1996 年度の NTT の各地域通信事業部別の技術効率性、配分効率性、総効率性(=配分効率性×技術効率性)について、総効率性は東京、関東が高く、次いで関西と東海が高いことを示した。トランスログ型可変費用関数による分析としては、Oniki et al. (1994)が NTT の 1958~1987 年の全社時系列データを用いて全要素生産性の推計し、その原因の多くが 1985 年の電電公社の民営化による生産性向上の成果であるとしている。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。トランスログ型費用関数を含む 8 つの異なる方法で NTT の費用関数を推定した論文には Sueyoshi (1996)があり、2 財産出モデルにおいて範囲の経済性を示す費用の劣加法性は認められるが、自然独占性は認められないとしている。

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)の計測を行っている。その結果、長距離通信市場に比べて技術進歩が生じにくいと考えられていた地域通信市場でも、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。再編後(1999 年以降)の NTT グループを対象にした実証分析では、竹村・他(2009)があり、NTT の公開されている財務データからパネルデータを作成し、確率論的フロンティアモデルを用いて分析して、規模の経済が存在することを示している。

供給分析(海外)では、Baumol (1982)および Baumol, Panzer and Willig (1982)によって、自然独占性がある産業であっても、コンテストブル市場であれば、潜在的な競争が起こり、独占企業でも超過利潤を得ることができず、最適な資源配分が行われるとするコンテストビリティ理論が提唱された。

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、Seabra (1993)はポルトガルの電話会社の年次データを用いて、加入電話等を産出物としたトランスログ型総費用関数を導出した結果、規模の経済性を 0.495 で有意であるとし、さらに範囲の経済性が認められて劣加法的な十分条件を満たすとしている。同様にトランスログ型総費用関数を用いた分析では、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。Mckenzie and Small (1997)は、米国の移動体通信会社 5 社の事業データを用いて、コンポジット総費用関数から費用関数を推定し、全産出物の規模の経済性を-0.001～0.015(有意性不明)としている。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。Wilson and Zhou (1997) は、アメリカの地域電話会社 66 社の 1988～1994 年における通信の利用回数と加入者回線数を産出物とし、技術進歩を電子交換機比率においた推計を行い、規模の経済性が 0.18 であるとしている。

第 3 章では、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、架空の通信サービスの属性(月額費用・通信速度・セキュリティ・地デジの視聴・提供する通信事業者)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。

本稿は最も新しい通信形態である NGN を研究対象とした点で新規性があると考ええる。分析手法にはコンジョイント分析を用いた。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し、表 5-1 のように属性と水準を定めた。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。

表 5-1 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

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)

本調査の推定結果を表 5-2 に示す。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。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。

表 5-2 推定結果

	係数	t値	p値		限界支払意志額(MWTP)	
COST	-0.5879	-15.208	0.000	***	SPEED	0.0011649
SPEED	0.0007	3.666	0.000	***	TV	1.7114421
TV	1.0062	6.225	0.000	***	SEC	0.8641589
SEC	0.5081	7.494	0.000	***	NTT	1.0138958
NTT	0.5961	3.716	0.000	***		
N	1280					
対数尤度	-1006.924					

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。

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。そのため、仮説である「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」は正しいことがわかった。

その理由は、第 1 にコンジョイント分析の選択結果から、伝送速度が高まること、地デジの視聴が可能になること、セキュリティが高まること、NTT 東日本・西日本が提供するサービスであることによって NGN(フレッツ光ネクスト)の需要は高まるが、月額費用が増加すると NGN(フレッツ光ネクスト)に対する需要は減少することが判明したからである。

第 2 に、本稿で推定した限界支払意思額 (MWTP: Marginal Willingness To Pay) と、NTT 東日本・西日本が実際に提供する NGN(フレッツ光ネクスト)月額費用を比較すると、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。したがって、NGN(フレッツ光ネクスト)は属性面・価格面から消費者に受け入れられると考えられる。

限界支払意思額を測定結果からは、地デジの利用可能性と通信事業者に対する評価が高く、通信の基本的属性であるセキュリティと伝送速度に対する評価は低いことが判明した。

通信事業者は、地デジの利用可否、伝送速度、セキュリティの水準を調整することにより、より魅力的な NGN(フレッツ光ネクスト)を顧客に提供できる。したがって、NGN(フレッツ光ネクスト)は価格

面からは市場に受け入れられ、NGN(フレッツ光ネクスト)の普及がこれからさらに進むものと考えられる。その際のサービス特性として、地デジの視聴を可とし、伝送速度とセキュリティのレベルを高めることによって、通信事業者は顧客により魅力的な NGN(フレッツ光ネクスト)を提供できるであろう。通信事業者は需要者が望むサービスを開発することにより、より多くの顧客を獲得し、利潤を得ることができる。

表 5-3 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 章では、供給分析の前提として我が国の通信業における規制と競争の現状を電電公社が民営化されてから 2010 年まで概観するとともに、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」と置き、次世代通信である NGN(フレッツ光ネクスト)が導入された前後の通信業(NTT 東日本)における総費用関数の推定を行った。

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 P_K (実質減価償却費率)とし、産出物 Y_1 と Y_2 とすると、費用関数は、次のように表される。

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

公益事業の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した。

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。2 財産出のトランスログ型費用関数の 2 つの推定の比較から得られた結論は、次の通りである。有意性の*は 10% 水準、**は 5% 水準、***は 1% 水準を示す。

表 5-4 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

1次項が負に有意で2次項が正に有意となった産出物および労働価格が総費用を増大させているか減少させているかの判定は、次のように考察した。例えば第2の推計において、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、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。 β_{Y2Y2} を2次項の係数、 α_{Y2} を1次項の係数とした2次関数であるとすると、極値は3,795,188,814となる。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、しかも費用逡減であることがわかる。同様に、第1の推計・第2の推計の Y_1 、 P_L についても極値を求め、現実の値が2次曲線のどの位置にあるかを推定した。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るが、第2の推計ではNGN(フレッツ光ネクスト)とBフレッツの契約数の合計数の増加は費用逡減的に総費用を増大させ、加入電話の契約数の増加は総費用を増大させている。
- ・第1の推計でも第2の推計でも、労働価格(実質一人あたり人件費)が増大するが総費用は減少している。
- ・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。現実には加入電話は減少し、NGN(フレッツ光ネクスト)は増加、Bフレッツは微減であることから、今後、この傾向はますます顕著に表れてくると考えられる。

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大し、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 の推計の 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ためであるからである。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がより効率的になったことが考えられる。具体的には B フレッツを普及させるときには NTT 東日本本体での直営営業が主流であったが、NGN(フレッツ光ネクスト) を普及させるときには代理店や業務委託による販売が中心となり、単位あたりの営業費用が減少したと推測される。

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にフロント業務(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、法人営業等が残るが、これらの業務では業務委託化したフロント業務一般よりも労務費が高い管理職等の割合が高いため、 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。このような 2 段階のプロセスを経て、NTT 東日本の P_L (実質一人あたり人件費)は増加するが、人件費額自体は減少し、総費用を減少させるようになると考えられる。

そのため、仮説であった「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」は正しいと結論づけた。

第 5 章では、本稿で得られた結論を要約し、今後の課題を整理した。

5.2 本稿の結論

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(月額費用・通信速度・セキュリティ・地デジの視聴・提供する通信事業者)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。その

ため、NGN(フレッツ光ネクスト)は我が国の基幹的なネットワークとして今後の普及と発展が見込まれる。ただし、月額費用が上昇すれば当然のことながら、NGN の需要は減少する。

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、処理能力の増大に伴って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、通信業の競争環境の変化、NGN に対する政府の規制、会計面から見た NGN の費用構造の分析といった現実の変化を踏まえながら、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。需要分析ではアンケート調査により NGN 利用動向に関するプール・データを蓄積してコンジョイント分析によって推定し、現実の NGN のサービスと比較することで NGN の今後の需要を推定した。供給分析では、通信業の規制と競争政策のレビューと、NGN の費用構造の分析を踏まえつつ、2つの異なる期間での総費用関数を推定し比較することで、NGN の登場前後で通信事業者の総費用関数が変化したことを指摘し

た。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。通信業の実証分析における先行研究は、需要面か供給面かのどちらかに的を絞った研究がほとんどである。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。

5.3 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・ロジット・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.
- 井手秀樹 (2004) 『直接規制政策』有斐閣ブックス 新庄浩二編 『産業組織論』 305-327.
- 植草 益 (1991) 『公的規制の経済学』 筑摩書房.
- 奥野・鈴木・南部編 (1993) 『シリーズ現代経済研究 5 日本の電気通信』 日本経済新聞社.
- 河村・実積・安藤 (2000) 『電話サービスの支出弾力性と価格弾力性の計測』 郵政研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズ、No.2000-4, 2000.05.
- 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.
- 栗山・石井 (1999) リサイクル商品の環境価値と市場競争力—コンジョイント分析による評価—、『環境科学会誌』, Vol. 12, No.1, pp.17-26
- 経済企画庁総合計画局編 (1986) 『規制緩和の経済的効果』 大蔵省印刷局.
- 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.
- 次世代ネットワーク研究会 (2008) 『よくわかる NGN』 NTT 出版.

- 情報通信総合研究所 (2007) 『情報通信データブック 2007』 NTT 出版.
- 情報通信総合研究所 (2008) 『情報通信データブック 2008』 NTT 出版.
- 情報通信総合研究所 (2009) 『情報通信データブック 2009』 NTT 出版.
- 情報通信総合研究所 (2009) 『情報通信アウトブック 2009』 NTT 出版.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 『電子・情報技術ロードマップ 2008』
- 総務省 (2005) 『2004 年度電気通信事業分野における競争状況の評価』 2005.7
- 総務省 (2006) 『新競争促進プログラム 2010』 2006.9
- 総務省 (2006) 『2005 年度電気通信事業分野における競争状況の評価』 2006.7
- 総務省 (2007) 『電気通信事業分野における競争状況の評価 2006』 2007.7
- 総務省 (2008) 『電気通信事業分野における競争状況の評価 2007』 2008.9
- 総務省 (2008) 『電気通信事業における会計制度概要』 2008.10
- 総務省 (2008) 『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』
- 総務省 (2010) 『電気通信分野における競争状況の評価 2009』 2010.8
- 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』
- 橋本俊詔 (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.
- 独立行政法人 農業工学研究所 (2004) 『表計算ソフトを利用した選択実験の計測手順』
むらづくりテクダス.
- 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.
- 南部鶴彦 (1986) 『テレコム・エコノミクス』 日本経済新聞社.
- 西日本電信電話 (2007) 『次世代ネットワークの接続ルールの在り方に関する当社意見』
- 日経コミュニケーション編 (2006) 『NTT 解体』 日経 BP 社.
- 林健太 (2007) 『ブロードバンドネットワークのプライシング:定額料金制 vs 従量料金
制』 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.
- 東日本電信電話 (2007) 『次世代ネットワークの接続ルールの在り方に関する当社意見』
- 東日本電信電話・西日本電信電話 (2010) 『PSTN のマイグレーションについて』
- 藤吉・一瀬 (2008) 『NGN が変えるネットワークの未来』 毎日コミュニケーションズ.

- 別所俊一郎 (2006) 『非線形関数の回帰(2)』 一橋大学.
- 三橋 平 (2009) 『回帰分析におけるインターアクション(交互作用)について』
慶応大学商学部.
- 三友仁志 (1995) 『通話の経済分析—外部性と料金の理論』 日本評論社.
- 三友仁志編著 (1998) 『マルチメディア経済』 文眞堂.
- 三友仁志編著 (1997) 『テレワーク社会』 NTT 出版.
- 宗像誠之 (2008) 『NTT の自縛』 日経 BP 社.
- 吉満雅文 (2006) 『KDDI の NGN 展開』 IPv6 Summit 2006.
- 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.
- 鷺田豊明 (1999) 『環境評価入門』 勁草書房.
- Averch, H. and L. L. Johnson (1962) “Behavior of the Firm under Regulatory Constraint,”
The American Economic Review, 52: 1053-69.
- Baumol, W. J. (1982) “Contestable Markets: An Uprising in the Theory of Industry Structure,”
The American Economic Review, 72: 1-15.
- Baumol, W. J., Panzer, J. C. and Willig, R. D. (1982) “Contestable Markets and the Theory of
Industrial Structure,” Harcourt Brace Jovanovich
- Brown, W. and I. Brown (2008) “Social Dimensions of Information and Communication
Technology Policy,” *International Federation for Information Processing (IFIP), Volume*
282: 109–123.
- Brown, W. and I. Brown (2008) “Next Generation ICT Policy in South Africa,” in IFIP International
Federation for Information Processing, Volume 282; *Social Dimensions of Information
and Communication Technology Policy*: 109–123.
- Burns, M.J. (2008) “Deploying, Hardening, and Benefiting from Next-Generation
Networks” *Bell Labs Technical Journal* 12 (4), 1–4.
- Duffy-Deno, K.T. (2003) “Business Demand for Broadband Access Capacity,” *Journal of
Regulatory Economics* 24: 359-372.
- 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.
- Fildes, R. (2002) “Telecommunications Demand Forecasting – a review,” Lancaster University.
- Forge, S., C Blackman, E Bohlin (2008) “Economic Impacts of Alternative Uses of
the Digital Dividend” *Intereconomics*, May/June 2008: 149-162
- 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.
- Leibenstein, H. (1966) “Allocative Efficiency vs. “X-Efficiency”,” The American Economic Review,

56: 392-415.

- Lorenz P., and P. Dini (Eds.). (2005) "A Study of Billing Schemes in an Experimental Next Generation Network," *ICN 2005, LNCS 3421*: 66–74.
- Madden, G. and Simpson, M. (1997) "Residential Broadband Subscription Demand: An Economic Analysis of Australian Choice Experiment Data," *Applied Economics* 29: 1073-1078.
- 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.
- Mikoczy, E., P. Podhradsky, I. Kotuliak, and J. Matejka (2007) "Experimental NGN Lab Testbed for Education and Research in Next Generation Network Technologies," *International Federation for Information Processing (IFIP), Volume 245, Personal Wireless Communications*: 174-183.
- 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.
- Rothenberg C.E. and A. Roos (2008) "A Review of Policy-Based Resource and Admission Control Functions in Evolving Access and Next Generation Networks," *Journal of Network and Systems Management*, Volume 16, Number 1: 14–45.
- Sato, C. E. Y., Hatakeyama, K., and Dergint, D. E. A (2006) "Managing Innovation and Capabilities in the Transition to the Telecommunications Next Generation Networks (NGN)," *XII ICIEOM - Fortaleza, CE, Brazil*, October 9 - 11, 2006
- Sato, C. E. Y. (2008) "Platform for Open Innovation and Integrated Solutions: the case of BT and its Next Generation Network (NGN)," *DRUID-DIME Academy Winter 2008 PhD Conference*
- 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.
- Smith, T. and T. LeBlanc (2008) "Bringing the promise of fiber to MDUs," *LIGHTWAVE*, August 2007: 27-33.
- Souza, J.N., A. Marshall, and J.W.K. James (2008) "Next-generation network and service management," *Ann. Telecommun.* 63: 135–136.

- Train, K. (2009) "Discrete Choice Methods with Simulation Second Edition", Cambridge University Press.
- Wilson, W. W. and Zhou, Y. (1997) "Costs, Productivity, and Firm Heterogeneity in Local Telephone Markets," *Journal of Regulatory Economics*, Volume 11, Number 3, 291-310.
- Yasuda, Y. (2008) "All-IP Based Ultra 3G Network/Service Development in a Competitive Market," *International Federation for Information Processing (IFIP) TestCom/FATES 2008, LNCS 5047*, 1-4.
- Zubey, M.L., Wagner, W., and Otto, J.R. (2002) "A Conjoint Analysis of Voice over IP Attributes," *Internet Research* 12.1: 7-15.