

06 年度石橋研究会卒業論文

「電気通信業界の構造的変化とアクセス料金設定」

石橋研究会 第7期生

古川嘉徳

はしがき

数年前に起こった欧米を中心とした IT バブルの崩壊は記憶に新しい。しかし、IT バブル当時の日本では、IT 産業の活況は米国を中心とする外需主導によりもたらされたものだったため、その崩壊は欧米のように大きな IT 産業への投資の停滞にはつながらなかった。むしろ、日本国内の IT 関連の需要は IT バブルの崩壊後の 2002 年頃から増大しており、そこから本当の意味で日本の IT 化が進み、今や世界屈指の IT 先進国となるに至った。実際、経済や生活の中に IT というものが根付いてきたのは紛れもない事実である。そして、その普及がこれからも進んでいくであろうことは総務省が 2001 年に世界最先端の IT 国家を目指すという「e-Japan 戦略」、2005 年に世界最先端の ICT 国家として先導することを目標に掲げる「u-Japan 政策」を打ち出し、2010 年に全国電話網の IP（インターネット・プロトコル）化のメドをつけるという発表をしたという流れからも分かるように確実視されている。

しかしながら、ただ単に「IT」といったときにそれが指し示す分野は広範である。パソコンやデジカメなどの端末であるデジタル情報家電からブロードバンド通信サービス、そして今やそれに立地したアプリケーションを提供する事業までも IT と呼ぶ。中でもブロードバンド通信サービスの分野は、経済活動自体を支える基盤としての大きな役割を担うようになってきた。IT 化の過渡期である現在だからこそ、情報通信の基盤であるブロードバンド通信産業の発展は今後の IT 産業が日本経済全体を牽引できるか否かに大きな影響を与えかねない。にもかかわらず、電気通信産業は産業自体の特異性や政府規制などの難しい問題を内包している。何がブロードバンド通信の分野の発展において重要なのか、またどのような規制が適当なのかを考えることの重要性が高まっているのではないだろうか。

そこで、この論文では電気通信業界の発展とそれに付随してでてくるアクセス料金設定の問題に焦点を当てた分析を行う。第 1 章では電気通信産業のビジネスモデルの変化とインターネット技術の説明、日本における実際の業界の状況をみて、第 2 章ではアクセス料金についての説明を加える。その後、第 3 章では両方向のアクセスに加え、発信者支払いの条件を加えたアクセス料金設定の問題を考察し、第 4 章ではネットワークの中立性とアクセス料金の関係を説明する。それをふまえて第 5 章ではインターネットを用いた通信におけるアクセス料金設定の今後という将来重要になるであろう部分に焦点をあてて論じ、第 6 章で結論を述べる。

目次

序章	1
第1章 電気通信業界における変化と日本の現状	3
1.1 電気通信業界における構造的変化	3
1.2 インターネットを用いた通信の仕組み	5
1.3 日本の電気通信業界の現状	6
第2章 電気通信業界におけるアクセス料金とその重要性	8
2.1 電気通信業界におけるアクセス料金	8
2.2 2種類のアクセスの形態	8
2.3 まとめ	9
第3章 両方向のアクセス料金の問題	10
3.1 アクセス料金を通じた規制	10
3.2 両方向のアクセスにおける共謀促進的な要素としてのアクセス料金	10
3.3 高いアクセス料金が共謀を円滑にしない可能性	12
3.4 まとめ	13
第4章 ネットワークの中立性とアクセス料金	14
4.1 ネットワークの中立性に関する議論	14
4.2 ネットワークの中立性とアクセス料金設定	15
4.3 日本におけるネットワーク中立性をめぐる動向	16
4.4 まとめ	17
第5章 インターネットにおけるアクセス料金の今後	18
5.1 off-net-cost pricing principle	18
5.2 off-net-cost pricing principle の条件の拡張	22
5.3 需要が価格に対して弾力的である場合のアクセス料金設定	24
5.4 off-net-cost pricing principle の修正	27
5.5 マイクロペイメント（小額課金）のアクセス料金設定への影響	35

5.6	まとめ	37
第 6 章	結論	38
参考文献		39

序章

始めに電気通信業界の変遷について簡単にまとめておく。そもそも電気通信業界とは、主に固定電話・携帯電話・ブロードバンド通信の設備からコンテンツにいたるまでのサービス提供を行い、それにより利潤をあげる産業である。ただし、この形態が確立されたのは 1990 年代のことで、それ以前は固定電話に関する業務に特化していたといってもいい。技術進歩によって 1980 年代から広がりを見せた移動通信とブロードバンド通信は、1990 年代には一般家庭にも普及するとともに産業内の事業として大きな一角を占めるに至った。むしろ現在では固定電話のシェアは携帯電話とブロードバンド通信に付随するサービスである IP 電話に奪われており、消滅とまでは行かないまでも事業のメインとしては成り立たなくなっている。それにともなって、競争の形態も以前のような固定電話事業内の長距離通信や地域通信まで含めた新型電話サービスでの競争から、携帯電話の顧客争奪戦やインターネット接続サービスでの競争からコンテンツ分野での競争まで多岐に渡ってきた。商取引のツールとしても定着した電気通信技術の重要性は高まる一方だが、その情報通信の分野の市場が多岐に渡ることで、実態把握が複雑化し、どの分野が今後の経済を牽引していく原動力になるかは不透明であるというのが現状である。しかしながら、高速・大容量で情報通信を行う必要性の高まりを考えると、ブロードバンド通信分野におけるそのニーズを満たすためのインフラ整備とそれに付随する法や料金体系の整備に関する議論が目下の最重要課題であるといえよう。

また、電気通信業界の特徴については以下のことがあげられる。急速な技術革新に加え、一部で競争がおこったことを原因としてサービス価格が下がり続けていること、通信サービスの提供において、通信ネットワークへの巨額な設備投資の必要により自然独占性が高い産業であること、また、その企業はユニバーサルサービスの提供責任を負うことである。実際、電気通信業界はネットワークを展開する大規模企業数社にぶら下がる形でコンテンツ提供などを行う多数の中小企業が存在するという形態になっており、市場原理にまかせたままでは社会厚生を損なう可能性を含む特異な市場である。世界的に見ても、電気通信業界には細かい法規制がなされており、政府規制の度合いは高い。しかしながら、技術進歩に法規制がマッチしない部分も少なくないことが現状であり、どの部分に規制が必要でどの部分には不必要なのかを見極めることが社会厚生最大化のためには重要であるといえるだろう。

ここで、インターネットでの情報通信の技術について簡単にふれておくことにする。

インターネットでの通信には、有線の場合、従来の銅線（メタル）網を用いる ISDN（総合デジタル通信網サービス）と ADSL（非対称デジタル加入者線）、次世代の主役に期待される光ファイバー網を用いた光通信の 3 つの方式がある。ISDN はインターネット黎明期に普及、ダイヤルアップ接続を行い料金は従量制をとることが多かった。ADSL は高速・常時接続・定額料金制で接続可能なことを強みに 2001 年頃から爆発的に普及した、情報の受け取り速度に優れ、発信速度は多少弱い。光通信は常時接続・定額料金制で接続可能という利点は維持しつつ、さらに高速での情報速度を実現し、情報の受け取りと発信の速度に差がないという特徴がある。現在は光通信への加入が目立っており、これから高速・大容量の利点を生かした映像配信の本格的な時代に突入するにつれてさらに一般化するものと予測される。また、無線の場合、携帯電話での接続や公衆無線 LAN での接続がある。両者とも、使う側の手軽さという面では有線を上回るものの、速度・容量の問題、採算の問題をクリアできるか今後の動向が注目される。

ブロードバンド通信の分野は高速・大容量という次世代のステップに入った。技術的には実現に関して大きな問題はなく、社会に対しても実現がなされることによって計り知れない効用を生むことになるだろう。しかしながら、その整備を進める電気通信業者にとってそれを実現しやすい環境にあるのかという問題が残る。整備を行うインセンティブが発生するような法体系になっているかなど、整備し維持することが企業にとって不利益になるのであれば次世代通信への移行は進まないであろう。この論文ではその点に着目し、現実と照らし合わせて社会厚生最大化のための電気通信業界のあるべき姿を考える。

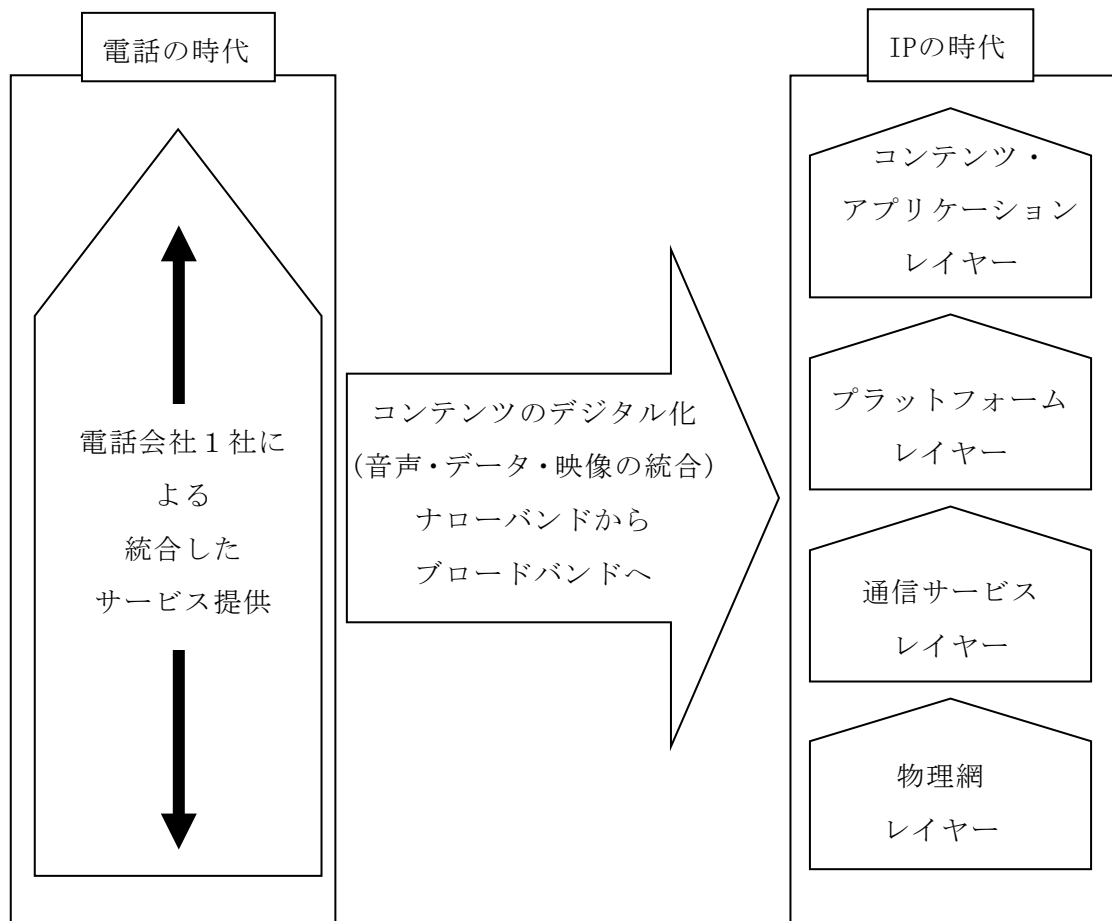
第1章 電気通信業界における変化と日本の現状

ここ数十年ほどの期間でみたとき、電気通信業界ほど大きな変革を迫られている業界はないといってもいいかもしれない。ブロードバンドの時代になって固定電話主体のビジネスモデルはインターネット中心へと転換を余儀なくされている。まずは、電気通信業界における構造的変化とインターネット技術について、その後にそれをふまえた日本の現状について紹介することとする。

1.1 電気通信業界における構造的変化

通信産業のIT化以前（電話の時代）とIT化以後（IPの時代）の構造上の大きな違いは、情報通信技術の向上を背景とした新事業領域の形成である。その分類に関しては総務省のレイヤー（層）型競争モデル（図1-1）を用いる。

図1-1 レイヤー型競争モデル



出所：総務省（2006）

電話やナローバンドを中心とした情報通信の時代は電話会社1社による統合したサービス提供が行われていた。しかし、IPの時代となり高速・大容量の情報のやりとりが可能になったブロードバンドの時代になってからは、その通信技術に立地する形で新規事業領域が生まれ、レイヤー化が進んだ。

各レイヤーは(1)物理網レイヤー、(2)通信サービスレイヤー、(3)プラットフォームレイヤー、(4)コンテンツ・アプリケーションレイヤーと分類され、以下でレイヤーごとの説明を加える。

(1) 物理網レイヤー

電気通信サービスを提供するための物理的設備で構成される機能であり、具体的にはネットワーク維持のための交換機やルーターなどをさす。

(2) 通信サービスレイヤー

コンテンツ・アプリケーションなどを媒介するための伝送サービスを提供するための機能であり、ADSLや光通信による固定インターネットサービスなどをさす。

(3) プラットフォームレイヤー

認証・課金、QoS (Quality of Service) 管理、著作権処理など、コンテンツ・アプリケーションを通信サービスレイヤーで円滑に流通させるための機能であり、ISP (インターネットサービス・プロバイダ) や課金決済市場、電子認証市場などをさす。

(4) コンテンツ・アプリケーションレイヤー

映像配信、音楽配信に代表されるようなブロードバンド通信の特性を生かしたデジタルコンテンツの提供や、e-コマースなどをさす。

電話の時代には技術上の限界から音声のやり取りが主だったため、(1)物理網レイヤー、(2)通信サービスレイヤーにわたるサービスのみを電気通信事業者一社が統合的に提供するビジネスモデルであった。しかし、ブロードバンド化・IP化の進展の中で従来の音声・データ・映像を「パケット」として統合した形式で通信することが可能となり、距離の概念もIPの特徴から次第に薄れてきた。これに伴い、(1)物理網レイヤー、(2)通信サービスレイヤーにおける従来のサービスごとの市場の水平的統合が進むことになった。

また、情報がデジタル化されてブロードバンド網を介して自由に流通する形態は、それを利用した(4)コンテンツ・アプリケーションレイヤーを生み出し、さらにその円滑な流通のための(3)プラットフォームレイヤーの創出と発展を促した。この

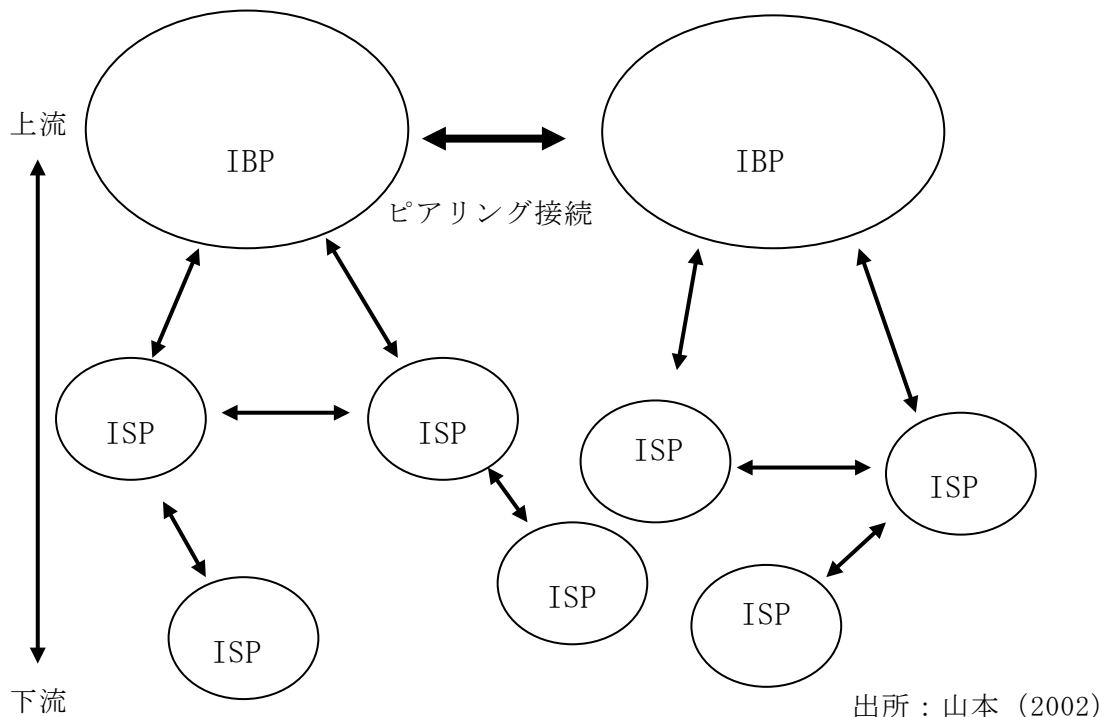
結果、従来の電気通信サービス（物理網レイヤー及び通信サービスレイヤー）の枠を超えてプラットフォームレイヤーやコンテンツ・アプリケーションレイヤーに至る統合的なサービス提供を行う垂直統合型ビジネスを電気通信事業者が行う場合が出てくるとともに、特定のレイヤーに特化して市場に参入を行うことが可能となってきた。

1.2 インターネットを用いた通信の仕組み

ここで簡単に技術的な面からインターネットを用いた通信の仕組みに関して説明を加える。

まず、インターネットの情報伝送サービスはどのようになっているかを簡単に説明する。世界規模ないし全国規模のIBP（インターネットバックボーン・プロバイダー）は、長距離光ファイバー網などでトラヒックを提供し、「ピアリング協定（peering agreement）」を結んで、多数のポイントで他のIBPと接続を行っている。IBPはISP（インターネットサービス・プロバイダー）からのトラヒックを集積し、それを長距離搬送する。簡略化した図にしたものが図1-2である。こうしたIBPに対し、ISPは伝送を含むさまざまなサービス提供に対し末端利用者（ダイヤルアップの消費者、コンテンツ提供者など）から料金を徴収している。

図1-2 インターネットの情報伝送サービスの仕組み



次に、インターネットの情報の流れを3人のプレイヤーにより簡単に説明する。一方の極に末端の利用者（家庭利用者、ビジネス利用者）がおり、彼らはさまざまな端末を通してインターネットにアクセスしている。また他方の極にウェブサイトがあり、それはe-コマースのようなサービスを提供するだけでなく、無料（ときに有料）の多種多様なコンテンツを提供している。この両者の間に仲介者が存在し、その一部は利用者にガイダンス、検索エンジン、ポータル・サイト、情報メディアなどを提供し、他はISP、IBPのように伝送サービスを提供している。

インターネットでの通信は構造上特有な部分もあるかもしれないが、「利用者が情報の発信と受信を行う」という構造に関しては固定通信、移動通信と同じである。例えば、インターネット上にHPを開設して宣伝等を行う場合は情報の発信にあたり、逆に誰かのHPを閲覧する場合は情報の受信にあたる。しかしながら、インターネット上での情報のやり取りは発信者と受信者の両方にインターネットの使用料金を課すという点で発信者負担を原則とする日本の固定電話、携帯電話とは異なる。これはインターネットでの通信では、発信した側と着信した側両方が効用を得ることができるため、発信者と受信者がそれぞれに負担を求めているためである。

情報の流れとしては以下のようなになる。情報を受信する受信者が発信者の加入するネットワーク内だった場合、発信者からの情報は発信者の加入するISPのネットワーク内で発信と受信が行われる。一方、受信する受信者が自分の加入するネットワーク外だった場合、当該ISP間でピアリングがなされていればその2業者間で情報のやり取りが行われる。しかし、当該ISP間でピアリングがなされていなければ、2業者がピアリングをしている他のISPに中継役をしてもらい、最短経路を通して受信者の下へ情報が到達するという流れになる。

1.3 日本の電気通信業界の現状

現在、日本の総合通信会社の勢力順位は1位：NTTグループ（売上高10兆8,058億円）、2位：KDDIグループ（売上高2兆9,200億円）、3位：ソフトバンクグループ（売上高8,370億円）となっており、グループを比較すると一強二弱という構図である。以下で簡単に3社の全体的な概要をみる。

1985年民営化され、1999年分割され現在に至るNTTグループは全国を網羅する現在固定電話の主流である銅線網を所有し、加えて電電公社時代に整備された電柱・管路を利用して効率的に次世代通信の主役と期待される光ファイバー網の全国的敷設を行い、全国の大部分を網羅する光ファイバー網を所有している。また、ラストワン

マイルと呼ばれる局舎と家庭を結ぶ市内通信網（アクセス網）は NTT の独占状態にある。固定通信分野では大部分で不動の一位、加えて、携帯電話のシェアは過半数以上を占めており、まさに通信業界のガリバーである。NTT グループの強みは業界唯一の全国を網羅する巨大インフラ設備の自社保有であるが、これは同時にユニバーサルサービスの提供という責務を負うということを示しており、また法律により安価に設備を開放する義務も負っている。

1998 年 DDI・KDD・IDO の合併により生まれた KDDI は au として携帯電話市場の第三世代（3G）においてドコモの六倍もの通信速度を達成し、それを強みに着々とその分野でのシェアを伸ばしている。固定電話においてはラストワンマイルを NTT グループに握られながらも、2004 年から「メタルプラス」という格安な固定電話サービスを始め、10%強のシェアを持っている。光通信においては、東京圏内に独自の光ファイバー網を持つ東京電力と包括提携を結び、シェアは小さいながらも NTT グループからのレンタルに頼らない光通信サービスの提供を行っている。日本で光ファイバー網を持つのは NTT グループの他には電力系の会社のみであり、ゆくゆくは全国の電力系の会社との提携を通じて NTT グループに頼らない光通信サービスの提供を行い、この分野での NTT グループの対立軸となることを目指している。

ソフトバンクは 2001 年に開始した ADSL（非対称デジタル加入者線）サービス「ヤフーBB」によって日本のインターネット料金体系に大幅な価格破壊をもたらすと同時に、日本のブロードバンド通信の急速な普及を促した。2004 年には日本テレコムを買収し固定電話サービス「おとくライン」を開始、2006 年にはボーダフォンを買収し携帯電話事業へ参入し、「第三の総合通信業者」となった。現在は ADSL の分野だけを見れば、ADSL を ISDN から光ファイバーへの移行期のつなぎとしか考えていなかった NTT グループ各社を上回り、約 35%のシェアを占めている。光通信に関しては NTT グループに課せられた設備開放義務を利用し、安価に光ファイバー網を借り入れている状態である。

第2章 電気通信業界におけるアクセス料金とその重要性

まず、「アクセス料金」という言葉がさす意味をはっきりさせておく。一般にはアクセス料金といったときに通信サービスの接続料金をさすこともあるが、この論文では事業者間接続料金をさすものとする。アクセス料金設定はネットワーク産業における競争に付随する問題である。特にネットワーク外部性の存在する場合においてはその取り扱い如何では社会厚生を損ねることにつながる恐れもある。今章ではアクセス料金の重要性について論議する。

2.1 電気通信業界におけるアクセス料金

電気通信産業は日本の歴史を例にとるならば、その始まりにおいては電気通信サービス提供のための設備投資の大きさやその品質維持の観点から国営産業であった。電電公社が1985年の民営化されると同時に電気通信事業は自由化され、現在では複数の電気通信事業者が存在する。当初は国営一社での産業運営だったため問題はなかったが、複数の事業者が現れるにつれて相互のネットワークに互換性を持たせる必要が出てきた。そこで問題となるのが複数ネットワークに渡る形での通信におけるアクセス料金である。特に電話時代には発信者支払いの原則が適用されていたのでアクセス料金の設定には注意が払われ、政府の規制によってその額が決定されていた。インターネット時代の現在ではその慣例からアクセス料金について目にすることは少なくなったが、これはアクセス料金がなくなったからではなく、アクセス料金をゼロに設定している場合が多いからである。

また、情報通信産業において、ネットワーク設備の構築や維持には多大なコストを必要とする。そのため、分野にもよるが設備ベースでの参入が起こる場合は少なく、新規参入事業者は多かれ少なかれアンバンドリングベースな部分を抱える場合がほとんどである。参入時の設備の問題において、フルカバレッジを目指す事業者は特に新規参入において稀である。そのような状況からも事業者は相互接続の必要性とアクセス料金設定に迫られる。

2.2 2種類のアクセスの形態

通信業界のアクセスにおいては、片方向のアクセスと両方向のアクセスが存在するという特徴がある。

片方向のアクセスの例としては、固定電話を用いた通話があげられる。日本では

NTT グループは長距離通信サービスの際に必要となる銅線の地域・長距離通信網両方を所有するが、KDDI グループは長距離通信網しか持たない。これにより、長距離通信サービスを行う際に NTT グループは他社に接続することなくサービスが行えるが、KDDI グループは地域通信網の部分は必ず NTT グループにアクセスしなければならないことになるという事例がある。

両方向のアクセスの例としては、携帯電話を用いた通話の例があげられる。移動通信サービスにおいて NTT ドコモと au のユーザー同士が通話する場合には、それぞれが独立した移動通信網を持っているため、どちらからの発信であっても発信者側の事業者が受信者側の事業者にアクセスしなければならないという事例がある。

また、次章以降で詳しく説明を加えるが、現実に沿って両方向のアクセスを考える場合には料金を支払う対象の違いによって区別をした方がいい。例えば、日本では携帯電話を用いた通話とインターネットを用いたブロードバンド通信において、前者には発信者支払いの原則があるが、後者にはそれがない。この違いがアクセス料金設定の問題をより複雑にする。

2.3 まとめ

アクセス料金設定の問題は電気通信産業に競争が起こったときから生まれたといってもいいかもしれない。競争が生まれた後、業界のメインは固定電話から携帯電話とブロードバンド通信へと移行し、まだまだその過渡期といってもよい状態である。また、その速い速度での大きな変革の波をうけて業界では法整備などでほころびが出始めている部分が存在する。そのような分野では慣例にのっとってアクセス料金が設定されていたり、そもそもアクセス料金について考えられていなかったりする現状があり、見直さねばならない部分がある。そのためにも、基本的なアクセス料金設定の仕組みについて考察する必要があると考えるため、次章以降でアクセス料金設定の問題を経済学的な考察を加える。

第3章 発信者支払い時の両方向のアクセス料金設定

アクセス料金設定の問題において、片方向のアクセスという事例は電気通信産業の中心事業が固定電話から移動通信・ブロードバンド通信に移り変わろうとしている現在では前時代的なものとなっており、現在の状況にあった事例を分析するには両方向のアクセスを考えるべきである。本章では両方向のアクセスの事例に発信者支払いの原則という条件が加わった場合のアクセス料金設定の問題に関して行った経済学的分析を紹介することにする。

3.1 アクセス料金を通じた規制

両方向のアクセスの事例に発信者支払いの原則という条件が加わる場合は日本における携帯電話での通話の例を考えると分かりやすい。

事業者同士にアクセス料金の設定を事業者同士に任せた場合、不均衡が生まれてしまうことがある。これを是正し、競争の調和のとれた発展を導くためにアクセス料金に対する規制の必要性が出てくる。今回は、2 ネットワーク間での両方向のアクセスにおけるアクセス料金が共謀のための道具として使われてしまう可能性についての経済学的分析を Laffont and Tirole (2002) のモデルを用いて行う。

3.2 両方向のアクセスにおける共謀促進的な要素としてのアクセス料金

まず、単純化のために(1)互恵的なアクセス料金設定、(2)バランスした通話パターンという2つの仮定をおく。つまり、(1)より規制当局及び産業の各々にとって最も好ましいアクセス料金水準を検討し、(2)よりあるネットワークから開始しもう一方のネットワークで終了する会話の割合は、後者のネットワークの市場シェアに比例するとする。

次に以下のようにモデルを構築する。2つのフルカバレッジなネットワークが存在し、顧客あたり固定費用が f であるとする。費用構造は、自らのネット内での通話時には事業者は通話元と接続先のエンド双方で限界費用 c_0 を負担し、 c_1 はその間の限界費用であり、通話の総限界費用は $c = 2c_0 + c_1$ であり、ネット外通話の場合は発信元から接続地点までの転送になるので限界費用 $c_0 + c_1$ に加え、アクセス料金 a を負担するために通話の想定限界費用は $c_0 + c_1 + a = c + a - c_0$ である。ここで、 α_j をネットワーク j のシェアとすると、発信量と着信量は最終的に等しくなるというバランスした通話パターンの仮定により、ネットワーク i から発信する通話のうち α_j の部分はネット

外通話であることになるので、ネットワーク i にとっての通話の限界費用は $c + \alpha_j(a - c_0)$ と表せる。料金体系は以下ようになる。企業は発信を行った顧客に対してのみ線形小売価格を課金するとし、 p_i を事業者 i の小売価格、つまりネットワーク i と契約し、発信を行った消費者が支払う限界的な通話料であるとする。また、 q_i は事業者 i の選択する消費者の需要である。また、可変需要はネットワーク間の選考とは無関係で、 η は料金に関するこうした可変消費の弾力性である。加えて、 σ をネットの消費者余剰における 1 単位の増加に対する企業 i の市場シェアの反応度である。ここで、1 単位の料金引き下げがネットの消費者余剰において消費量 q_i に等しい増加をもたらすから、 $\frac{\partial \alpha_i}{\partial p_i} = -\sigma \cdot q_i$ である。最後に、ネットワーク i のアクセスに関する余剰（ないし損失）は $A_i \equiv \alpha_i \alpha_j (q_j - q_i)(a - c_0)$ 、もちろん $A_1 + A_2 = 0$ が成り立つとする。

上記の 2 ネットワークのモデルを活用し、小売価格競争に対してアクセス料金がどのような影響を与えるかを分析する。

ネットワーク i の利潤は、

$$\pi_i = \alpha_i \{ [p_j - c - \alpha_j(a - c_0)]q(p_j) - f \} + \alpha_i \cdot \alpha_j(a - c_0)q(p_j) \quad (3.1)$$

ここで、個々の消費者についての小売利潤を

$$\pi(p_i) \equiv (p_i - c) \cdot q(p_i) - f$$

アクセス収益を、

$$A_i(p_i, p_j) \equiv \alpha_i(p_i, p_j) \{ [1 - \alpha_i(p_i, p_j)](a - c_0)[q(p_j) - q(p_i)] \}$$

としたとき、(3.1)式は次のように書き換えることができる。

$$\pi_i = \alpha_i(p_i, p_j)\pi(p_i) + A_i(p_i, p_j)$$

よって、料金 p^* での対称均衡の 1 階の条件は次のようになる。

$$\frac{p^* - \left(c + \frac{a - c_0}{2} \right)}{p^*} = \frac{1}{\eta} \cdot [1 - 2\sigma \cdot \pi(p^*)]$$

これは増加関数 $p^*(a)$ を定義している。従って、 a を引き上げることで、企業は均衡が存在する場合には均衡価格を引き上げることができる。実際のところ、 a が c_0 に近い場合には均衡が存在し、かつ一意であることが示される。以上よりこの場合、互恵的アクセス料金の引き上げは、競争事業者の想定コストを引き上げることで、小売段階での共謀を促進することが分かる。

3.3 高いアクセス料金が共謀を円滑にしない可能性

3.2 に示されたように互恵的なアクセス料金設定、かつバランスした通話パターンという二つの仮定の下では、アクセス料金の引き上げにより競争事業者が小売段階での共謀体制を円滑にする可能性がある。しかし、これに対して政府のアクセス料金規制ではなく、料金体系の変更などにより高いアクセス料金が共謀を円滑にしない可能性があることを簡単に紹介しておく。

(1) 逸脱の可能性

対照的な均衡の状態ではネットワークは市場を分け合い、さらにネットワークへのインフローとアウトフローがバランスしているため、純額でアクセス料金を相互に支払うことはない。仮にネットワークの代替性が非常に大きければ、一方のネットワークがほんのわずか価格を引き下げることで市場シェアを独占することができる。加えて、市場シェアを独占することによりアクセス赤字を被ることもなくなる。つまり、共謀を維持するために非常に高いアクセス料金が必要なときこそ、ネット外通話の割合を大幅に減らすためにはネットワークは価格をほんのわずか引き下げるだけである。

(2) 非線形料金

例えばネットワークが月額の基本料金と分あたりの通話料という二部料金を提供すると考える。消費者の可変需要量を事業者が知っており、それらが全ての消費者について同一とした場合、通常二部料金について得られる結果は、企業の最適価格設定は従量料金を限界水準設定とし、消費者余剰を固定料金部分を通じて引き出すというものである。従量料金を限界水準設定にするという結果だけであれば、アクセス料金を通じた相互コスト引き上げ効果はここでも一般的であるように思えるが、事業者同士は固定料金部分で競争を行うことになるため共謀を行うことはできなくなる。

(3) 着信ベースの料金差別

顧客が自らの契約するネットワーク内の相手に発信するか、ネットワーク外の相手に発信するかによって料金を変えることが許される場合を考える。アクセス料金の赤字はネット外への通話によって発生するから、この場合ネットワークはアクセス赤字を増やさずにネット内での通話料金を引き下げることで市場シェアを構築することができる。よってネットワークはネット内での通話料の面で競争することになり、共謀は成功しない。

(4) 受信補助金

高いアクセス料金が設定される場合、ネットワークにとってネット外から自らのネットワークへの着信する通話料の増加が利潤に与える影響は大きくなる。このような

場合、受信側の顧客を獲得するためにネットワークが受信に補助金をだすという方法を取るということが考えられる。しかし、これにより受信側の顧客を激しく争奪しあうという競争が起こった場合、結果としてアクセス料金のプレミアムは通話受信者に内部化されてしまいなくなるため、共謀の意味はなくなる。

3.4 まとめ

このように、発信者支払いを義務付けた場合、アクセス料金の設定を市場に任せたら、アクセス料金を社会的最適な数値より高く設定することで共謀を促進してしまう可能性を含む。それに対する対策として、政府による規制の他にも料金体系の変更などにより共謀の可能性を減らすという方法が考えられる。

第4章 ネットワークの中立性とアクセス料金

今章では発信者支払いの原則がない場合のアクセス料金（日本におけるインターネットにおいてのアクセス料金）に関する考察を行う前に、これからの通信業界の中核を担うであろうブロードバンド通信において適切なアクセス料金設定の問題を議論することがどのような意味を持つのかを示すことにする。

4.1 ネットワークの中立性に関する議論

電気通信業界の舞台は固定電話中心の時代から、携帯電話とブロードバンド通信中心の時代へと移り変わった。それに伴い、1章で見たように新事業領域の創出などによりレイヤー化が進み、垂直統合型のビジネスモデルをとるようになってきた。これは固定電話時代には電話会社1社による統合したサービスの提供が行われる状況から、これにコンテンツプロバイダなどIP網を利用して事業展開を行う関係事業者を加えて複数の事業者によりエンドユーザーにサービスが提供されるという状況に構造変化したことを意味する。これをうけて近年、議論の余地ありとされているのがネットワークの中立性（network neutrality）である。

総務省のIP化の進展に対応した競争ルールのあり方についての懇談会（2006）では以下の原則がネットワーク中立性の観点から確保されなければならないとしている。それは、(1)利用者がIP網を柔軟に利用してコンテンツ・アプリケーションレイヤーに自由にアクセス可能であること、(2)利用者が技術基準に合致した端末をIP網に自由に接続し、端末間の通信を柔軟に行うことが可能であること、(3)利用者が通信レイヤーおよびプラットフォームレイヤーを適正な対価で公平に利用可能であることの3点である。ただし、この場合の利用者とはエンドユーザーだけではなく、コンテンツプロバイダなどIP網を利用して事業展開を行う関係事業者もこれに含まれる。

以上を考えると、ネットワークの中立性は2点に分けられる。通信レイヤー（物理網レイヤー及び通信サービスレイヤー）がその上位レイヤー及び下位レイヤーに対して公正なアクセスを可能にするという「ネットワーク利用の公平性」と、通信網を増強する際のコストをどのように公平に負担するかという「ネットワークのコスト負担の公平性」である。前者は具体的には今後、セキュリティなどのサービス制御機能をネットワーク側に実装するであろうネットワークの方向性を考えたときに通信レイヤーの他レイヤーに対する中立性の問題をいかに解決するかということにつながる。後者は、今後ますますネットワークのトラフィックが急速に増えていくと予想されるが、

それに伴うコスト負担の問題を以下に解決するのかということにつながる。

4.2 ネットワークの中立性とアクセス料金設定

アクセス料金設定の問題と密接な関係にあるのは「ネットワーク利用の公平性」と「ネットワークのコスト負担の公平性」という 2 つのネットワークの中立性のうち、「ネットワークコスト負担の公平性」である。

それを説明する前に、「ネットワークのコスト負担の公平性」という観点から現在のブロードバンド通信をとりまくの環境を考えたときに具体的にどのような問題が生じてきているかを説明する必要があるだろう。現在では P2P 通信によるファイル交換の急増をはじめとする社会・経済活動におけるインターネット利用の本格化、ブロードバンド基盤の整備が進んだことによる音楽・映像コンテンツのようなリッチコンテンツの流通の急速な拡大を背景にしてパケット通信量が加速的に増加している。このため、ISP が設備増強に迫られる状況も出てきているが、一章で見たようにインターネットの構造はピアリングという方式をとっているため、他の ISP 間でのやりとりを仲介におけるトラフィック負担の割合が大きく、設備投資にみあった利益が得られないというケースも発生している。これを解決するために公正なコストシェアリングのルールが必要とされているというのが「ネットワークのコスト負担の公平性」の議論の原因である。しかし、現在の垂直統合型ビジネスモデルにおいては機能がモジュール化され、それがさまざまに組み合わせたりサービスとしてエンドユーザーに提供されているが、IP 網においては情報の送信時には自律的に最適な経路選択が行われているため、各パケット流通量の正確な把握は難しく、誰がどれだけ通信網を増強する際のコストを負担したらよいか判断することは簡単ではない。

総務省では解決のために検討すべき重要な項目として帯域別料金の妥当性をあげている。ここで帯域とは周波数のことで、データ通信は搬送に使う電波や電気信号の周波数の範囲が広ければ広いほど転送速度が向上する。つまり、ネットワークの帯域を大きく占有し、速い通信速度による効用を享受しているヘビーユーザーによりその他のユーザーについて十分な帯域が確保されないのであれば、利用する帯域に応じて料金に差異を設ける帯域別料金を設定するというアプローチ（又は最低帯域保証型のサービスメニューを設けて追加料金を徴収するというアプローチ）である。このアプローチは非常に有効であるように思えるが、通信事業者が利用者から徴収した追加的料金（収入）が、真に原因となった通信網の増強に当てられるのかどうかという点について検証が必要となる。すなわち、通信網の増強は、単にインターネットへのアク

セスを提供する通信事業者においてのみ実施されるべきものではなく、IP 網においては、これに連なる複数の ISP などにおいても設備増強が必要となる。このため、ISP 間の市場競争が健全に機能しており、事業者間精算が円滑に行われていることが必要とされ、ここにおいて社会的最適なアクセス料金設定の問題が重要となる。

4.3 日本におけるネットワーク中立性をめぐる動向

NTT 持ち株会社の和田社長は 2006 年 1 月 17 日に行われた定例記者会見で、「映像などが大量にネットワークに溢れ、ネットワーク拡充の設備投資が必要ならばそれに対するリターンをどう確保できるのか、きたるべき NGN(Next Generation Network) 時代に向けて、大きな課題として議論しなければいけない」という趣旨の発言を通じて、いわゆるインフラただ乗りを批判した。

GyaO や You Tube、skype に代表されるようなリッチコンテンツを配信するコンテンツプロバイダによる大量の通信トラフィックが、IP 網においてピアリングというインターネットの構造ゆえにエンドだけでなく、中継の ISP の負担までも増大させている。しかし、コンテンツプロバイダは彼らの通信トラフィックのために中継をすることになる ISP が設備増強をせまられたとしても自らの加入する ISP に使用料金を支払うだけである。このような点から、コンテンツプロバイダは通信事業者が構築したネットワークにフリーライドしていると指摘するのがインフラただ乗り論であり、まさに「ネットワークのコスト負担の公平性」に関する議論である。

コンテンツプロバイダ側としては高速インフラとして存在するブロードバンドの普及は良質のコンテンツによって後押しされているのだからむしろフリーライドしているのは通信事業者側であるという反論や、そもそもこの点を指摘したら何のための高速インフラなのかということになるという反論もある。また、基本的に通信業界は受益者負担が基本であるから、コンテンツによる効用を享受するエンドユーザーにコスト負担を求めるべきだという意見もある。

しかしながら、NTT の和田社長の発言は単にインフラただ乗りの問題を議論することを提案しただけでなく、別の背景がある。価格競争の進展により ISP がエンドユーザーから拡充の設備投資を負担してもらうことが難しいという現状もあるが、発言の最も大きな背景は NTT の NGN への移行である。

NGN への移行とは NTT の 2010 年をメドにした電話網の IP 化をさす。固定電話が IP 電話として IP 網上でサービスとして展開され、今まで IP 網上でサービスが展開されてきた移動通信とブロードバンド通信や無線 LAN に加わることで、各サービス

の連携を強化し、さらにこれを機会にセキュリティ機能などネットワークとしての機能を向上させる。これにより、IP 網上で提供できるサービスの幅が大きく広がり、現在では提供不可能な、いわゆる次世代サービスの提供という可能性を秘めている。しかしながら、NGN の持つポテンシャルを生かすような次世代サービスの提供には当然ながら今までより大きな通信トラフィックを必要とすると予想され、さらなるネットワーク全体の通信トラフィックの増加を招くと考えられる。つまり、NGN へ以降し、それにより次世代サービスを提供する時代に突入したとしても、コスト負担の中立性の原則が守られなければ、ネットワークの拡充がうまく行われず、一部の事業者が大容量を消費してしまうなどしてネットワーク全体に不利益を与える可能性があるのだ。

以上のような背景から NTT の和田社長はインフラただ乗りに関する議論が急務であるという発言をしたわけであるが、これは NTT に限った話ではない。そもそも、電話網の IP 化は KDDI やソフトバンクの方が先んじており、NTT より先に IP 化を終わらせる予定である。規模の大きさから NTT の NGN への移行が話題となっているが、他の総合通信事業者も進むべき方向性は同じであるため、このインフラただ乗りの問題は NTT だけでなく通信業界全体の問題であるといってもよい。

4.4 まとめ

世界に目を向けても電話網の IP 化に踏み切っているのは英の BT と韓国の KT くらいであるため、NGN への移行がどの程度の意義を持つのか正確に評価することは難しいが、NGN への移行による次世代サービスの提供がうまくいけば新事業の創出や企業の効率化につながり、日本経済にとっての大きなプラスになるのではないかと期待されている。そのためには「ネットワークのコスト負担の公平性」の問題は非常に重要であり、その公平性の問題を解決する上でインターネットにおける適切なアクセス料金設定の議論も同時に重要となるのだ。

第5章 インターネットにおけるアクセス料金設定の今後

3章では両方向のアクセスに関して発信者支払いの原則が適用される場合のアクセス料金設定の問題に関して考察した。今章では、両方向のアクセスの中で発信者支払いの原則が適用されない場合、具体的にはインターネットに関してのアクセス料金設定の問題について考察することにする。インターネットにおける適切なアクセス料金設定、具体的にはISP間接続料金設定の問題は前章に示したようにネットワークのコスト負担の公平性の問題を解決する上で議論不可避な問題である。今章ではその問題についての経済学的分析を紹介する。

5.1 Off-net-cost pricing principle

今節では、ブロードバンド通信の基本的構造をモデル化し分析する。

まず、2ネットワークのみ存在、かつ消費者が発信者と受信者の2種類に大別できるという簡略化されたモデルを考える。ここでは、このモデルでのBertrand競争における均衡時の料金設定が一方のネットワークが完全にもう一方のネットワークとのやり取りのみに終始する場合のそれぞれの限界費用を基にして構築されるという原理、Off-net-cost pricing principle (Laffont, Marcus, Rey, and Tirole (2001)) を紹介する。

以下のように基本モデルを構築する。2つのフルカバレッジなネットワークがあり、ネットワーク1を運営する事業者1、ネットワーク2を運営する事業者2が存在するとする。消費者は受信のみを行うconsumerと発信のみを行うwebsiteの2種類のみが存在し、それぞれの総数は1、また、ネットワーク i ($i=1,2$ 、以下同様)内のconsumer(受信者)のシェアは α_i 、website(発信者)のシェアを $\bar{\alpha}_i$ で表されるものとする。2種類の消費者は利用料金以上の効用 v, \bar{v} が得られる限り、必ずどちらかのネットワークに所属すると仮定し(つまり、 $v \geq c_i - a, \bar{v} \geq c_o + a$ であれば、必ず $\alpha_1 + \alpha_2 = 1, \bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 = 1$ が成り立つ)、情報の発信量と受信量は等しく、対照的な消費者が存在するとする。

また、費用構造、料金体系は以下のように設定する。事業者のネットワーク維持のためなどの固定費用は0、つまり発生しない。それぞれの事業者は、自らのネットワーク内(on-net)での送受信については限界的に $c = c_o + c_i$ のコストがかかり、自らのネットワーク外(off-net)への送信には限界的に $c_o + a$ 、自らのネットワーク外

(off-net) からの受信については限界的に $c_i - a$ のコストがかかるとする。(ただし、 a は他のネットワークへの接続時にかかるアクセス料金である。) ネットワーク i 内の consumer (受信者) は事業者 i に対し限界的に p_i 、ネットワーク i 内の website (発信者) は事業者 i に対し限界的に \bar{p}_i の料金支払いを課される。ネットワーク i 内の consumer (受信者) は on-net のやり取りか off-net のやり取りかにかかわらず、限界的に v の効用を得ることができ、ネットワーク i 内の website (発信者) は on-net に off-net かかわらず、限界的に \bar{v} の効用を得ることができるとする。(ただし、 $v + \bar{v} > c$)

ゲームの流れは以下ようになる。まず、双方の話し合い、もしくは規制によりアクセス料金 a が決定される。次に、事業者が利用料金 p_i 、 \bar{p}_i を決定する。最後に、consumer (受信者) と website (発信者) が所属するネットワークを選択する。

では実際に Off - net - cost pricing principle についてみていく。まず、以下の命題があげられる。

命題

$v \geq c_i - a, \bar{v} \geq c_o + a$ のもとでは、

$$p_1 = p_2 = p^* = c_i - a, \quad \bar{p}_1 = \bar{p}_2 = \bar{p}^* = c_o + a, \quad \pi_1 = \pi_2 = \pi^* = 0$$

という唯一の Bertrand 均衡が存在する。

この料金設定はネットワークが完全に off - net である場合のそれぞれの限界費用と等しい。

証明

Bertrand 競争では事業者がゼロ利潤となるところで均衡し、総余剰は最大化される。事業者 i の利潤を考えると、

$$\pi_i = \alpha_i \bar{\alpha}_i (p_i + \bar{p}_i - c) + \alpha_i \bar{\alpha}_j (p_i - (c_i - a)) + \alpha_j \bar{\alpha}_i (\bar{p}_i - (c_o + a))$$

$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 = 1, \bar{\alpha} = \bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 = 1$ であるから、

$$\pi_i = \alpha_i (p_i - (c_i - a)) + \bar{\alpha}_i (\bar{p}_i - (c_o + a)) \quad (5.1)$$

よって、Bertrand 均衡においての利用料金 p_i と \bar{p}_i は上記の π_i を 0 とするように定まる。

ここで、相手の消費者を奪う場合の機会費用を考える。

- ① 相手の consumer (受信者) を奪う場合相手の website (発信者) を奪う場合
- ①相手の consumer (受信者) を奪う場合 相手側のネットワークに立地している

consumer (受信者) を自分のネットワークに乗り換えさせるときの限界的な機会費用を求めるとき、以下の 2 種類の費用変化を考慮しなければならない。

- i. 相手側のネットワーク上の website(発信者)からの発信をこの consumer (受信者) が受信するときに自分のネットワークにかかる費用の変化
- ii. 自分側のネットワーク上の website(発信者)からの発信をこの consumer (受信者) が受信するときに自分のネットワークにかかる費用の変化

i の場合は以下のようになる。

問題となる consumer (受信者) が相手側のネットワークに所属しているときは、相手側のネットワーク上の website (発信者) からの発信は相手側のネットワーク内で発受信の処理がされる。このため、自分のネットワークには費用は発生しないから限界費用は 0。

問題となる consumer (受信者) が自分側のネットワークに移ってきたときは、相手側のネットワーク上の website (発信者) からの発信は自分側のネットワーク内で受信処理のみすることになる。このため、自分のネットワークには受信に必要な費用と相手側からのアクセス料金収入のみ発生するから限界費用は $c_t - a$ 。

以上より、限界的な機会費用は $(c_t - a) - 0 = c_t - a$

ii の場合は以下のようになる。

問題となる consumer (受信者) が相手側のネットワークに所属しているときは、自分側のネットワーク上の website (発信者) からの発信は相手側のネットワーク内で受信される。このため、自分のネットワークには発信に必要な費用と相手側へのアクセス料金支払いのみ発生するから限界費用は $c_o + a$ 。

問題となる consumer (受信者) が自分側のネットワークに移ってきたときは、自分側のネットワーク上の website (発信者) からの発信は自分側のネットワーク内で発受信の処理がされることになる。このため、自分のネットワークには送信と受信に必要な費用のみ発生するから限界費用は $c = c_o + c_t$ 。

以上より、限界的な機会費用は $(c_o + c_t) - (c_o + a) = c_t - a$

i と ii の場合の限界的な機会費用が等しくなるので、相手の consumer (受信者) を奪う場合の限界的な機会費用は $c_t - a$ である。

②相手の website (発信者) を奪う場合

①の場合と同様に 2 種類の費用変化を考慮しなければならない。

- i. この website（発信者）が相手側のネットワーク上の consumer（受信者）へ発信を行うときに自分のネットワークにかかる費用の変化
- ii. この website（発信者）が自分側のネットワーク上の consumer（受信者）へ発信を行うときに自分のネットワークにかかる費用の変化

i の場合は以下のようになる。

問題となる website（発信者）が相手側のネットワークに所属しているときは、相手側のネットワーク上の consumer（受信者）への発信は相手側のネットワーク内で発受信の処理がされる。このため、自分のネットワークには費用は発生しないから限界費用は 0。

問題となる website（発信者）が自分側のネットワークに移ってきたときは、相手側のネットワーク上の consumer（受信者）への発信は自分側のネットワークでは発信の処理のみすることになる。このため、自分のネットワークには発信に必要な費用と相手側へのアクセス料金支払いのみ発生するから限界費用は $c_o + a$ 。

以上より、限界的な機会費用は $(c_o + a) - 0 = c_o + a$

ii の場合は以下のようになる。

問題となる website（発信者）が相手側のネットワークに所属しているときは、自分側のネットワーク上の consumer（受信者）への発信は自分側のネットワーク内では受信の処理のみすることになる。このため、自分のネットワークには受信に必要な費用と相手側からのアクセス料金収入のみ発生するから限界費用は $c_t - a$ 。

問題となる website（発信者）が自分側のネットワークに移ってきたときは、自分側のネットワーク上の consumer（受信者）への発信は自分側のネットワーク内で発受信の処理がされる。このため、自分のネットワークには送信と受信に必要な費用のみ発生するから限界費用は $c = c_o + c_t$ 。

以上より、限界的な機会費用は $(c_o + c_t) - (c_t - a) = c_o + a$

i と ii の場合の限界的な機会費用が等しくなるので、相手の website（発信者）を奪う場合の限界的な機会費用は $c_o + a$ である。

他のネットワークから消費者を略奪する場合の限界的な機会費用を考慮すると、それぞれの消費者に対する限界的な料金設定は $p_i \leq c_t - a$, $\bar{p}_i \leq c_o + a$ を満たさねばな

らない。

以上と(5.1)式を考慮すると、 $\pi_i = 0$ となるための唯一の料金設定は $p_i = c_i - a$, $\bar{p}_i = c_o + a$ となる。

ここで、総余剰は $W = \sum_i \alpha_i \bar{\alpha} (v - p_i) + \sum_i \bar{\alpha}_i \alpha (\bar{v} - \bar{p}_i) + \sum_i \pi_i$ で表されるから、このとき、 $W = v + \bar{v} - c$ となる。これは、ネットワーク間でアクセス料金が存在しても、需要が非弾力的ならばアクセス料金はネットワークを運営する事業者の料金設定に影響を及ぼさず、発信・受信者間の料金の負担割合にのみに影響を及ぼすということを示している。ただし、前章でみたように着信者負担が存在しない場合はアクセス料金の存在が総余剰に影響を及ぼし、結果共謀を促進する場合がある。

これは今章の始めに述べたアクセス料金をゼロに設定している現在の状況を補強する結果である。しかしながら、今回の結果はあくまで限定的な条件のもとでのものであり、次節以降で条件を現実近づけることでこの結果がどう変化するかをみていくことにする。

5.2 off - net - cost pricing principle の条件の拡張

off - net - cost pricing principle は完全競争下でのさまざまな拡張にも対応しうる。今回は (1) ネットワークを複数にした場合、(2) 消費者一人が発着信両方を行う場合、(3) website (発信者) が複数のネットワークに立地することを許可する場合、(4) サービスのクオリティの問題、(5) 消費者によって発信着信のコストが異なる場合、(6) すでに確定定期契約などの基盤が存在する場合、という六種類の拡張においても off - net - cost pricing principle が有効であることを確認する。ただし、基本モデルおよび、off - net - cost pricing principle の証明の仕方は追加説明がない限り、5.1 で用いたものと同じとする。

(1) ネットワークを複数にした場合

ネットワーク運営事業者が n 企業存在する場合 (ただし、 $n \geq 2$) を考える。

5.1 より、ネットワーク運営事業者が 2 企業の場合、企業 i の利潤関数は

$$\pi_i = \alpha_i \bar{\alpha}_i (p_i + \bar{p}_i - c) + \alpha_i \bar{\alpha}_j (p_i - (c_i - a)) + \alpha_j \bar{\alpha}_i (\bar{p}_i - (c_o + a))$$

ネットワーク運営事業者が n 企業の場合でも、上記の利潤関数の $\alpha_j, \bar{\alpha}_j$ の部分を

$\sum_{j \neq i} \alpha_j, \sum_{j \neq i} \bar{\alpha}_j$ で置き換えて考えることにより、この場合も off - net - cost pricing

principle が有効であることが分かる。

(2) 消費者一人が発着信両方を行う場合

ネットワーク i に所属しているある消費者の受信量を x 、発信量を y としたとき、ネットワーク i の運営事業者がその消費者に対して、

$$T_i(x, y) = (c_i - a)x + (c_o + a)y$$

という、消費者の発着信量に連動させた料金体系を課す条件を加えることで、この場合も off - net - cost pricing principle が有効であることが分かる。

(3) website（発信者）が複数のネットワークに立地することを許可する場合

ネットワーク運営事業者が website（発信者）に対して $\bar{p}^* = c_o + a$ という競争的な料金を課す限り、website（発信者）は複数のネットワークに立地することによって以前よりも利益を増加させることも減少させることもできないため、この場合も off - net - cost pricing principle が有効である。

(4) サービスのクオリティの問題

サービスのクオリティの問題がコストとアクセス料金に帰着する限りであれば、off - net - cost pricing principle は依然として有効である。

(5) 消費者によって発信着信のコストが異なる場合

消費者の住んでいる場所などを原因として消費者によって発信着信時にネットワーク運営事業者にかかるコストが異なる場合、 K タイプの消費者がいるとすると、タイプ k の消費者は発信時に c_o^k 、受信時に c_i^k というコストがかかると設定すればよい。（ただし、 $k = 1, \dots, K$ ）これに応じてネットワーク運営事業者が消費者ごとに差別料金を課す限りは off - net - cost pricing principle が有効である。

(6) すでに確定定期契約などの基盤が存在する場合

ネットワーク運営事業者 i は consumer（受信者）に対して $\hat{\alpha}_i$ 、website（発信者）に対して $\hat{\alpha}_i$ というシェアの事前の長期契約を行っており、それぞれに課す料金を \hat{p}_i, \hat{p}_i と決定していたとすると、ネットワーク運営事業者 i の利潤関数は、

$$\pi_i = \alpha_i [p_i - (c_i - a)] + \bar{\alpha}_i [\bar{p}_i - (c_o + a)] + \hat{\alpha}_i [\hat{p}_i - (c_i - a)] + \hat{\alpha}_i [\hat{p}_i - (c_o + a)]$$

となり、このときも事前に契約を行っていない消費者に関しての均衡価格は結果的に変わらず、off - net のコストと等しくなる。

5.3 需要が価格に対して弾力的である場合のアクセス料金設定

5.1 では需要が価格に対して弾力的ではない場合についてのインターネットにおけるアクセス料金のモデルを紹介した。今節では需要が価格に対して弾力的であるという条件を加えてラムゼイ価格体系、つまり、企業が総費用を回収可能であることを制約にして総余剰を最大化するような価格体系を満たすようなアクセス料金設定のために満たさねばならない条件について紹介する。

5.1 の基本モデルを引き続き用いる。このモデルをネットワーク全体の視点からみて、さらに需要が価格に対して弾力的であるという条件を加えるために以下のような仮定をする。ある consumer (受信者) 1 人あたりが得られる効用 v に関して、 v が consumer (受信者) 各人によって異なるとき、 $F(v)$ は効用 v 以下を得られる consumer (受信者) の全 consumer (受信者) に占める割合であるとする。同様に website (発信者) 1 人の効用 \bar{v} に関して $\bar{F}(\bar{v})$ を定めると、料金以上の効用を得られるときのみそれぞれの消費者は契約を行うから、各消費者の総数を 1 と考えたとき、それぞれの需要 $D(p)$, $\bar{D}(\bar{p})$ は、 $q = D(p) = 1 - F(p)$, $\bar{q} = \bar{D}(\bar{p}) = 1 - \bar{F}(\bar{p})$ と表される。さらに、それぞれの純粋な余剰 $S(p)$, $\bar{S}(\bar{p})$ は、

$$S(p) = \int_p^{+\infty} (v - p) dF(v), \quad \bar{S}(\bar{p}) = \int_{\bar{p}}^{+\infty} (\bar{v} - \bar{p}) d\bar{F}(\bar{v})$$

で表される。このとき、次の命題が成り立つ。

命題

consumer (受信者) と website (発信者) の需要が価格に対して弾力的であるとき、ファーストベストの価格は

$$p^{FB} + \bar{p}^{FB} = c - \frac{S(p^{FB})}{D(p^{FB})} = c - \frac{\bar{S}(\bar{p}^{FB})}{\bar{D}(\bar{p}^{FB})} \quad \text{という条件を満たし、}$$

ラムゼイ価格 (セカンドベストの価格) とそのときのアクセス料金は

$$p^{SB} = c_t - a^{SB}, \quad \bar{p}^{SB} = c_0 + a^{SB}, \quad \frac{S(p^{SB})}{D'(p^{SB})} = \frac{\bar{S}(\bar{p}^{SB})}{\bar{D}'(\bar{p}^{SB})} \quad \text{という条件を満たす。}$$

証明

総余剰は consumer (受信者) と website (発信者) 間の外部性を考慮して、

$$W = S(p)\bar{D}(\bar{p}) + D(p)\bar{S}(\bar{p}) + (p + \bar{p} - c)D(p)\bar{D}(\bar{p})$$

で表されるので、ファーストベストの条件を求めるために総余剰の最大化を考えることで以下の式を得る。

$$p^{FB} + \bar{p}^{FB} = c - \frac{S(p^{FB})}{D(p^{FB})} = c - \frac{\bar{S}(\bar{p}^{FB})}{\bar{D}(\bar{p}^{FB})}$$

ラムゼイ価格は企業の予算制約のもとでの総余剰最大化である。この場合、企業の予算制約は $(p + \bar{p} - c)D(p)\bar{D}(\bar{p}) \geq 0$ で表されるので、 $p + \bar{p} = c$ であることに注意しながらラグランジュ未定乗数法を用いて解くと、

$$-\lambda = D'(p^{SB})\bar{S}(\bar{p}^{SB}) = \bar{D}'(\bar{p}^{SB})S(p^{SB})$$

を得る。これを变形することと $p + \bar{p} = c$ であることからラムゼイ価格とそのときのアクセス料金についての制約 $\frac{S(p^{SB})}{D'(p^{SB})} = \frac{\bar{S}(\bar{p}^{SB})}{\bar{D}'(\bar{p}^{SB})}$ が求められる。

上記の命題をさらに詳しく考察する。

5.3 では弾力性の概念を導入したため、2種類の消費者の間に正の外部性が発生する。仮に、website (発信者) の総数が1単位増加したときに、consumer (受信者) 全体

の余剰が $S + pD$ となるとすると、consumer (受信者) 1単位あたりに対して $p + \frac{S}{D}$ の

余剰を生むことになる。よって、 $v^e \equiv p + \frac{S}{D}$ とすると、website (発信者) へのファ

ーストベストでの料金設定にあたり $\bar{p} = c - v^e$ とすべきである。consumer (受信者) の総数が一単位当たり増加するときの website (発信者) への影響も同様に考えて、

$\bar{v}^e \equiv \bar{p} + \frac{\bar{S}}{\bar{D}}$ とすると、consumer (受信者) へのファーストベストでの料金設定は

$p = c - \bar{v}^e$ とするべきである。これは要するに、完全競争において外部性が存在しない場合は $p = c - \bar{p}$, $\bar{p} = c - p$ という料金設定を行っていたが、外部性による影響 (こ

の例では $\frac{S}{D}$, $\frac{\bar{S}}{\bar{D}}$ で表される部分) がある場合はそれを料金設定に組み込まねばならない

ということである。この結果、 $v^e > p$, $\bar{v}^e > \bar{p}$ であるため、 $p + \bar{p} < c$ となり、社会的に最適となるためには政府がネットワークを運営する企業に命題に示されたように

$c - (p + \bar{p}) = \frac{S(p)}{D(p)} = \frac{\bar{S}(\bar{p})}{\bar{D}(\bar{p})}$ を満たす補助金を支払わなければならない。これは、

consumer (受信者) と website (発信者) それぞれの外部性の影響の大きさが等しく

なるところが社会的に最適であることを示している。

一方、ラムゼイ価格下では $p + \bar{p} < c$ となる価格設定は不可能なので、外部性の影響を各消費者の需要の価格弾力性に関係付けて考える。consumer (受信者) と website (発信者) の需要の価格弾力性をそれぞれ $\eta, \bar{\eta}$ とすると、外部性の影響を考慮した場合、逆弾力性ルールから

$$\frac{p + (c - \bar{v}^e)}{p} = \frac{\lambda}{\eta}, \quad \frac{\bar{p} + (c - v^e)}{\bar{p}} = \frac{\lambda}{\bar{\eta}}$$

を満たすような価格設定を行う。このとき、消費者への価格設定は少なくともどちらか一方はファーストベストの価格設定よりは高くならねばならない。もし、consumer (受信者) の料金が上昇したとき、それは website (発信者) へ負の外部性をもたらし、website (発信者) の余剰を減らす、その値は $D'(p)\bar{S}(\bar{p})$ と一致する。同様に website (発信者) の料金が上昇したときを考えると、その負の外部性から consumer (受信者) は $\bar{D}'(\bar{p})S(p)$ だけ余剰を減らすこととなる。一方の料金を上昇させれば他方の余剰を減少させてしまうという関係の中で、社会的に最適となるのは余剰の損失が均衡する $D'(p)\bar{S}(\bar{p}) = \bar{D}'(\bar{p})S(p)$ というところである。

現在の ISP 間のアクセス料金はほとんどの場合ゼロに設定されている。これは通信料金をネットワークから効用を得たユーザーに負担してもらうことにすれば、この場合は発信した側と着信した側両方となり、着信した側は着信にかかったコストを負担することになる。この場合、事業者間のアクセス料金という概念自体がなくなる。(これを「bill and keep 方式」と呼ぶ。) この設定は従来、アクセス料金を負担する側だった発信者に有利に働くため、ネット上の情報量を増加させることが求められたインターネットの発展期には適当かもしれない。しかしながら、インターネットが広く浸透し、高速・大容量の次世代への移行のステップを踏み出した現在では、この設定は適当ではない。実際、事業者間でのアクセス料金の再設定という話題は定額制廃止という話題とともにしばしば議論されるようになってきた。

アクセス料金は消費者にとって、2 種類の消費者間での料金の負担割合を規定する役割を担うが、需要の価格弾力性が存在する場合、ラムゼイ価格体系を満たすためにはそれぞれの外部性による影響が均衡するような価格設定が求められる。つまり、それぞれの外部性による影響が均衡する価格になるようにアクセス料金を設定しなければ社会厚生を損なうことになるため、需要の価格弾力性が存在する場合にはアクセス料金設定の問題は社会厚生に影響を与えるということである。そして、現在では bill

and keep 方式のアクセス料金設定はその点から最適なものではないのではないかと考えられる。

5.4 off - net - cost pricing principle の修正

今節では off - net - cost pricing principle を拡張する上で修正を加えなければならぬ場合である、(1)ネットワーク事業者が市場支配力を持つ場合、(2)非対称なアクセス料金を設定する場合について紹介する。

(1) ネットワーク事業者が市場支配力を持つ場合

ネットワークを運営する側が異なったサービスをなど提供する場合、具体的には安定した帯域を提供することを保証するなどの方法で市場の中で消費者に対して多かれ少なかれ支配力を持つことができる場合を考える。つまり、ネットワークの運営事業者は帯域保証や遅延防止策などを行い、他の事業者と信頼性や品質の差を生むことで顧客に対して支配力をもてるとする。今回、ネットワークを運営する事業者は consumer (受信者) に対しては一律に同質的なサービスを提供するため支配力を持たないが、website (発信者) に対してのみ各事業者が異なった部分を含むサービスを提供することが可能なため、多かれ少なかれ支配力を持つと仮定する。

5.1、5.3 と同じ基本モデルを用いる。以上から、ある website (発信者) がネットワークに所属することを決め、ネットワーク運営事業者 1,2 のうちネットワーク運営事業者 i に所属することを決定したとき、その website (発信者) が得ることができる効用は $\bar{v}_i - \bar{p}_i \geq \max\{0, \bar{v}_j - \bar{p}_j\}$ (ただし $i \neq j = 1, 2$) という式が成り立つ。

また、ネットワーク 1,2 に関して、一方の事業者の消費者への料金値上げは外部性が働き、他方の事業者の需要を増加させるが、ネットワーク全体としての需要は値上げ前より減少してしまうとする。つまり、 $\frac{\partial \bar{D}_j}{\partial \bar{p}_i} > 0, \frac{\partial \bar{D}_i}{\partial \bar{p}_i} + \frac{\partial \bar{D}_j}{\partial \bar{p}_i} < 0$ (ただし $i \neq j = 1, 2$ 、以下同様) が成り立つ。

ここで、以下の 2 つの仮定を置く。

1 つ目は、 $\bar{D}_1(\bar{p}_1, \bar{p}_2) = \bar{D}_2(\bar{p}_2, \bar{p}_1)$ とする。それゆえ、 $\bar{G}(\bar{v})$ を $\bar{v} \equiv \max\{v_1, v_2\}$ の累計的な分布人数の全体に占める割合だとすると、 $\bar{D}(\bar{p}) \equiv \bar{D}_i(\bar{p}, \bar{p}) = \frac{[1 - \bar{G}(\bar{p})]}{2}$ を満た

し、かつ $\frac{\partial \bar{D}(\bar{p})}{\partial \bar{p}} < 0$ であるとする。

2つ目は、 $\bar{p} = \arg \max_{\bar{p}} (\bar{p}' - \bar{c}) \bar{D}_i(\bar{p}', \bar{p})$ (ただし $i=1,2$) とするとき、全ての \bar{c} について唯一の料金 $\bar{p}(\bar{c})$ が存在し、 $\bar{\pi}(\bar{c}) \equiv [\bar{p}(\bar{c}) - \bar{c}] \bar{D}[\bar{p}(\bar{c})]$ に関して $\frac{\partial \bar{\pi}(\bar{c})}{\partial \bar{c}} < 0$ が成り立つとする。

この場合、価格 \bar{p} と利潤 $\bar{\pi}$ は、2つのネットワークが存在するとき、それぞれを運営する事業者 1,2 が \bar{D}_1, \bar{D}_2 という website (発信者) の需要に直面し、website (発信者) 側のネットワーク運営にお互い限界的にコスト \bar{c} がかかるというコスト面での差異がない条件の下で競争する場合の均衡価格とそのときの利潤に等しくなる。以上より、一方の事業者の website (発信者) に対する料金値上げがネットワーク全体の website (発信者) の総数を減少させること、website (発信者) 側のネットワーク運営の限界費用の増加が均衡利潤の減少を招くことがわかる。

以上に示した仮定に加え、consumer (受信者) の需要が価格に対して非弾力的であるという条件の下では、以下の命題が成立することを証明する。

命題 1

consumer (受信者) の需要が価格に対して非弾力的であり、 $v \geq c_i - a$ であるとき、以下の条件を満たす唯一で対照的な均衡が存在する。

$$p_i = p^* = c_i - a, \quad \bar{p}_i = \bar{p}(c_0 + a), \quad \pi_i = \bar{\pi}(c_0 + a)$$

このとき、アクセス料金の上昇は均衡時の website (発信者) への料金を上昇させるが、website (発信者) の総数と均衡利潤を減少させる。ネットワーク運営事業者は $a_{\Pi} = c_i - v$ というできる限り低いアクセス料金を設定することを望み、このアクセス料金設定は consumer (受信者) から最大の余剰を引き出し、利益を生む website (発信者) 側に補助金を出すのと同じ効果をもたらす。つまり、consumer (受信者) の需要が価格に対して非弾力的な場合、アクセス料金はラムゼイ最適な条件に制約される。

証明

全体に占めるネットワーク i 内の consumer (受信者) のシェアを α_i とすると、ネットワーク運営事業者 i の利潤は次の式で表される。

$$\pi_i = \alpha_i (\bar{D}_1 + \bar{D}_2) [p_i - (c_i - a)] + \bar{D}_i [\bar{p}_i - (c_0 + a)]$$

ここで、consumer (受信者) の需要は価格に対して非弾力的だから、consumer (受信者) は料金が効用 v を越えない限りネットワークに必ず所属するから、その料金設

定が必要や website（発信者）の仕事に対して影響を与えることはない。それゆえ、ネットワーク運営事業者が価格競争を行うとき、consumer（受信者）の料金は $v \geq c_t - a$ を満たす $p_1 = p_2 = c_t - a$ で均衡する。

$p_1 = p_2 = c_t - a$ となるから、ネットワーク運営事業者 i の利潤は次のようにと書き直せる。

$$\pi_i = \bar{D}_i(\bar{p}_i, \bar{p}_j) [\bar{p}_i - (c_0 + a)]$$

この式と仮定より対称均衡である $\bar{p}_i = \bar{p}(c_0 + a)$ と $\pi_i = \bar{\pi}(c_0 + a)$ を導くことができる。

上記の命題をさらに詳しく考察する。

サービスにおける差異が website（発信者）側での価格競争を弱め、ネットワーク運営事業者が website（発信者）側で正の利益を創出することを可能にする。よって、website（発信者）に課される料金は off-net のコスト（自らのネットワーク外に送信するときのコスト）よりも高くなるが、料金と利潤はまるでネットワーク運営事業者同士のコストが off-net のコストに等しいという条件の下、website（発信者）側での競争を行っているように決定される。

ここでは consumer（受信者）の需要が価格に対して非弾力的だから、アクセス料金の低下は consumer（受信者）からより多くのレントを引き出すことにつながり、ネットワーク全体の余剰を増加させることができる。

この場合、ネットワーク運営事業者が consumer（受信者）の参加制約にあたる $v \geq c_t - a$ を満たす範囲で最も低いアクセス料金を設定することで consumer（受信者）からより多くのレントを引き出し、website（発信者）に対して補助金を出したのと同じ効果をもたらしより多くの website（発信者）をひきつけるようになるから、ネットワーク運営事業者の利潤最大化をするようなアクセス料金設定と社会的最適なアクセス料金設定は同義となる。

次に、ネットワーク運営事業者が website（発信者）にのみ支配力を持つという仮定はそのままで、そこに website（発信者）だけでなく、consumer（受信者）の需要も価格に対して弾力的であるという条件を加えた場合を考え、consumer（受信者）の需要を 5.3 と同じように $D(p) = 1 - F(p)$ で表すこととする。

ここで以下の 2 つの仮定をおくことで利潤関数をうまく機能させ、ネットワーク運営事業者が website（発信者）側で利益を生むために consumer（受信者）に対して損

失を生じさせる可能性を排除する。

$$\forall \bar{c}, \quad \bar{p}(\bar{c}) - \bar{c} < k \quad (\text{ただし、} k > 0) \quad (5.2)$$

$$\forall p, \quad D(p) + kD'(p) \geq 0 \quad (\text{ただし、} k > 0) \quad (5.3)$$

以上 2 つの仮定の下、ネットワーク運営事業者が website (発信者) にのみ支配力を持ち、website (発信者) と consumer (受信者) の需要がともに価格に対して弾力的であるという場合に以下の命題が成立することを確認する。

命題 2

consumer (受信者) の需要が価格に対して弾力的であり、(5.2)と(5.3)という仮定の下では、以下の条件を満たす唯一の対称均衡が存在する。

$$p_i = p^* = c_t - a, \quad \bar{p}_i = \bar{p}(c_0 + a), \quad \pi_i = \bar{\pi}(c_0 + a)D(c_t - a)$$

このとき、アクセス料金の上昇は website (発信者) へ課す料金の均衡価格を上昇させるため、その総数を減少させるが、consumer (受信者) へ課す料金の均衡価格を下げ、その総数を増加させる。

証明

もう一方のネットワーク運営事業者 j が $p_j = p = c_t - a$, $\bar{p}_j = \bar{p} = \bar{p}(c_0 + a)$ をとるときを考える。

このとき、ネットワーク運営事業者 i が consumer (受信者) へ課す料金 p_i を $p = c_t - a$ より大きくする場合、ネットワーク運営事業者 i の利潤は次のように表すことができる。

$$[\bar{p}_i - (c_t - a)]\bar{D}_i(\bar{p}_i, \bar{p})D(p)$$

よって、ネットワーク運営事業者 i は $\bar{\pi}(c_0 + a)D(c_t - a)$ より大きい利潤をあげることができない。

逆にネットワーク運営事業者 i が consumer (受信者) へ課す料金 p_i を $p = c_t - a$ より低く設定する場合、

$$\hat{\pi}_i(p_i, \bar{p}_i) = [p_i - (c_t - a)][\bar{D}_i(\bar{p}_i, \bar{p}) + \bar{D}_j(\bar{p}, \bar{p}_i)] + [\bar{p}_i - (c_0 + a)]\bar{D}_i(\bar{p}_i, \bar{p})$$

とするとき、ネットワーク運営事業者 i の利潤は次のように表すことができる。

$$\pi_i(p_i, \bar{p}_i) = D_i(p_i)\hat{\pi}_i(p_i, \bar{p}_i)$$

この利潤関数の最大化問題を考えると、consumer (受信者) の損失は通信トラヒックの減少を招き、それゆえネットワーク全体の website (発信者) の総数を減らすから、ネットワーク運営事業者 i の利潤を最大化する $\bar{p}_i(p_i)$ は次の式を満たす。

$$\bar{p}_i(p_i) > \bar{p} = \bar{p}(c_o + a)$$

ここで、 $\bar{p}_i \geq \bar{p}$ であるから、

$$\bar{D}_i(\bar{p}_i, \bar{p}) + \bar{D}_j(\bar{p}, \bar{p}_i) \geq \bar{D}_j(\bar{p}, \bar{p}_i) \geq \bar{D}_j(\bar{p}, \bar{p}) = \bar{D}(\bar{p})$$

また、 $p_i \leq p$ より、

$$\hat{\pi}_i(p_i, \bar{p}_i(p_i)) \leq \hat{\pi}_i(p, \bar{p}_i(p)) = [\bar{p} - (c_o + a)]\bar{D}(\bar{p})$$

よって、包絡線定理を用いてネットワーク運営事業者 i の利潤が最大化されるときの p_i の与える影響について考えると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_i(p_i, \bar{p}_i(p_i))}{\partial p_i} &= D_i(p_i) [\bar{D}_i(\bar{p}_i(p_i), \bar{p}) + \bar{D}_j(\bar{p}, \bar{p}_i(p_i))] + D'(p_i) \hat{\pi}_i(p_i, \bar{p}_i(p_i)) \\ &\geq D_i(p_i) \bar{D}(\bar{p}) + D'(p_i) [\bar{p} - (c_o + a)] \bar{D}(\bar{p}) \end{aligned}$$

(5.2)式と(5.3)式という仮定より、 $p_i < c_i - a$ について $\frac{\partial \pi_i(p_i, \bar{p}_i(p_i))}{\partial p_i} \geq 0$ が保証され

ていることから、ネットワーク運営事業者は consumer (受信者) を優遇する料金設定を行ったとしても $\bar{\pi}(c_o + a)D(c_i - a)$ より大きい利潤をあげることはできない。

以上より、consumer (受信者) の需要が価格に対して弾力的であり、(5.2)と(5.3)という仮定の下では、 $p_i = p^* = c_i - a$, $\bar{p}_i = \bar{p}(c_o + a)$, $\pi_i = \bar{\pi}(c_o + a)D(c_i - a)$ という唯一の対称均衡が存在する。

上記の命題をさらに詳しく考察する。

均衡価格をみたとき、やはり、consumer (受信者) に対する料金では off - net - cost pricing principle は有効である。consumer (受信者) に対する料金はまさに off - net のコストに一致する。website (発信者) に対する料金は off - net のコストに一致しないが、off - net のコストを元にした寡占価格に一致する。

ここでさらに

$$0 < \bar{p}' < 1 \tag{5.4}$$

という仮定を置く。この仮定の下で、ネットワーク運営事業者は $-1 < \frac{\partial \bar{p}}{\partial p} = -\bar{p}' < 0$ と

するようにアクセス料金を調節する方法で料金 p, \bar{p} を変化させる。

ネットワーク運営事業者はネットワーク運営事業者の利潤の総和、

$$\Pi = (p + \bar{p} - c)D(p)\bar{D}(\bar{p})$$

を最大化するアクセス料金を選好する。このネットワーク運営事業者にとって最適なアクセス料金を設定することとは、料金 p, \bar{p} を設定する際の影響とのトレードオフと

なっており、以下の式を満たす。

$$\Pi' = \left(1 + \frac{\partial \bar{p}}{\partial p}\right) D(p) \bar{D}(\bar{p}) + (p + \bar{p} - c) \left[D'(p) \bar{D}(\bar{p}) + D(p) \bar{D}'(\bar{p}) \frac{\partial \bar{p}}{\partial p} \right] = 0$$

ここで、仮定より $-1 < \frac{\partial \bar{p}}{\partial p} < 0$ だから、 $1 + \frac{\partial \bar{p}}{\partial p} > 0$ である。もし、website（発信者）

から consumer（受信者）への通信コストを変化させ、ネットワーク運営事業者にとって競争的な consumer（受信者）の料金を上昇させたとき、それに対応して競争的でない website（発信者）側の料金は低くなるが、それは consumer（受信者）の料金の増分より小さくなる。そのため、ネットワーク運営事業者は利ざやを増加させるために website（発信者）側の料金を低くする。

では、ネットワーク運営事業者が選好するアクセス料金をとるときとラムゼイ価格体系を満たすようなアクセス料金をとるときを比較してみることにする。

consumer（受信者）と website（発信者）それぞれの余剰の平均を次のように表すとする。

$$v^e = \frac{\int_p^{+\infty} v \partial F(v)}{D(p)}, \quad \bar{v}^e = \frac{\int_p^{+\infty} \bar{v} \partial \bar{G}(\bar{v})}{\bar{D}(\bar{p})}$$

それを用いて、ラムゼイ価格体系を満たすときの総余剰は次の式で表せる。

$$\max_{\{p, \bar{p}\}} W = (v^e + \bar{v}^e - c) D(p) \bar{D}(\bar{p})$$

ここで、ネットワーク運営事業者が選好するアクセス料金をとときの総余剰について考えてみると次の式を得る。

$$\begin{aligned} W' &= (p + \bar{v}^e - c) D'(p) \bar{D}(\bar{p}) + (v^e + \bar{p} - c) D(p) \bar{D}'(\bar{p}) \frac{\partial \bar{p}}{\partial p} \\ &= \Pi' + \left(1 + \frac{\partial \bar{p}}{\partial p}\right) D(p) \bar{D}(\bar{p}) + (\bar{v}^e - \bar{p}) D'(p) \bar{D}(\bar{p}) + (v^e - p) D(p) \bar{D}'(\bar{p}) \frac{\partial \bar{p}}{\partial p} \end{aligned}$$

今、ネットワーク運営事業者が選好するアクセス料金をとるときには $\Pi' = 0$ となる。よって、上の式において

$$\left(1 + \frac{\partial \bar{p}}{\partial p}\right) D(p) \bar{D}(\bar{p})$$

という項は consumer（受信者）の料金を下げたときに増加する総余剰を表している。

また、上の式において

$$(\bar{v}^e - \bar{p})D'(p)\bar{D}(\bar{p}) + (v^e - p)D(p)\bar{D}'(\bar{p})\frac{\partial \bar{p}}{\partial p}$$

という項はネットワーク運営事業者は消費者余剰を完全に引き出し、事業者側の利益にすることはできないという事実を示している。

次にラムゼイ価格体系を満たすようなアクセス料金を a_{Π} として、それをとるときの総余剰を考えると以下の式を得る。

$$W' = \left(1 + \frac{\bar{v}^e - \bar{p}}{p + \bar{p} - c}\right) \left(1 + \frac{\partial \bar{p}}{\partial p}\right) D(p)\bar{D}(\bar{p}) + [(v^e - p) - (\bar{v}^e - \bar{p})]D(p)\bar{D}'(\bar{p})\frac{\partial \bar{p}}{\partial p}$$

以上より、次に示す命題 3 を得る。

命題 3

consumer (受信者) の需要が価格に対して弾力的であり、(5.3)式、(5.4)式、(5.5)式という仮定の下では、ネットワーク運営事業者が consumer (受信者) 側にさらなる利潤をもたらせるとき ($a = a_{\Pi}$ の場合に $v^e - p > \bar{v}^e - \bar{p}$ であるとき)、もしくは website (発信者) 側のコストをほとんど減らすことで利益を得ることができるとき ($\frac{\partial \bar{p}}{\partial p}$ が 0 に近いとき) はいつでも、ネットワーク

運営事業者が選好するアクセス料金は website (発信者) を優遇するために社会的最適な水準よりも低くなる。

(2) 非対称なアクセス料金を設定する場合

次に、5.1 と同様の 2 ネットワークが存在し、Bertrand 競争下にある場合のモデルを考える。このとき、ネットワーク運営事業者が非対称なアクセス料金を定めるときには純戦略の均衡は存在しないことを確認する。

ネットワーク運営事業者 i が自らのネットワーク外からの着信時に相手側ネットワークから支払われるアクセス料金を a_i (ただし、 $i=1,2$) と表記し、 $a_1 > a_2$ と仮定する。

この場合、まず、ネットワーク運営事業者 1 はネットワーク運営事業者 2 に比べ、consumer (受信者) と website (発信者) 両方の消費者に対して優位性を持つことがわかる。なぜなら、ネットワーク 1 に所属すれば受信時の料金は $p_1 = c_i - a_1$ 、発信時の料金は $\bar{p}_1 = c_o + a_2$ となるが、ネットワーク 2 に所属したときには受信時の料金は $p_2 = c_i - a_2$ 、発信時の料金は $\bar{p}_2 = c_o + a_1$ となるため、ネットワーク 1 に所属した方

がともに料金が安くなるからである。しかし、これは同時にネットワーク運営事業者 2 の相手の顧客を略奪するときの機会費用を増加させるという面も持つ。

また、ネットワーク運営事業者 1 は off-net のトラフィックを増加させるため、どちらか一方の消費者の獲得に特化し、逆にネットワーク運営事業者 2 は off-net のトラフィックを減らすように両方の消費者の獲得を行うインセンティブをそれぞれ持つ。

以上をふまえ、純戦略の均衡を考える。5.1 と同様に全ての消費者がネットワークに所属すると考えると、それぞれのシェアは $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 = 1$, $\bar{\alpha} = \bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 = 1$ となるから、ネットワーク運営事業者 i の利潤関数は、

$$\begin{aligned}\pi_i &= \alpha_i \bar{\alpha}_j (p_i + \bar{p}_i - c) + \alpha_i \bar{\alpha}_j [p_i - (c_i - a_i)] + \bar{\alpha}_j \alpha_i [\bar{p}_i - (c_o + a_j)] \\ &= \alpha_i [p_i - (c_i - a_i)] + \bar{\alpha}_i [\bar{p}_i - (c_o + a_j)] + \alpha_i \bar{\alpha}_i (a_j - a_i)\end{aligned}\quad (5.6)$$

また、Bertrand 競争を行うので均衡においてそれぞれの消費者に課す料金は、 $p_1 = p_2 = p$, $\bar{p}_1 = \bar{p}_2 = \bar{p}$ と表せるとする。

ここで、ネットワーク運営事業者 2 は p, \bar{p} の値を安くして全ての消費者を獲得することを目指すので、(5.6) より少なくとも $\pi_2 \geq p + \bar{p} - c$ が成り立たねばならない。

また、ネットワーク運営事業者 1 はどちらか一方に消費者だけを全て獲得することを目指すので、(5.6) より少なくとも $\pi_1 \geq \max\{p - (c_i - a_1), \bar{p} - (c_o + a_2)\}$ が成り立たねばならない。

しかしながら、両ネットワーク運営事業者の利潤の総和は $p + \bar{p} - c$ をこえることはできないため、以下の式が成り立つ。

$$p + \bar{p} - c \geq p + \bar{p} - c + \max\{p - (c_i - a_1), \bar{p} - (c_o + a_2)\}$$

これにより、 $p \leq c_i - a_1$, $\bar{p} \leq c_o + a_2$ でなければならないことが分かる。

よって、ネットワーク運営事業者 1 の利潤関数は以下の条件を満たす。

$$\pi_1 = \alpha_1 [p - (c_i - a_1)] + \bar{\alpha}_1 [\bar{p} - (c_o + a_2)] - \alpha_1 \bar{\alpha}_1 (a_1 - a_2) \leq -\alpha_1 \bar{\alpha}_1 (a_1 - a_2)$$

上記の条件を満たし、かつネットワーク運営事業者 1 の利潤が非負となるのは $\alpha_1 \bar{\alpha}_1 = 0$ のときだけであり、そのときネットワーク運営事業者 2 は少なくともどちらか一方の消費者を完全に獲得した状態である。

また、ネットワーク運営事業者 2 の利潤関数は以下の条件を満たす。

$$\pi_2 = \alpha_2 [p - (c_i - a_2)] + \bar{\alpha}_2 [\bar{p} - (c_o + a_1)] + \alpha_2 \bar{\alpha}_2 (a_1 - a_2) \leq (\alpha_2 \bar{\alpha}_2 - \alpha_2 - \bar{\alpha}_2)(a_1 - a_2)$$

上記の条件を満たし、かつネットワーク運営事業者 2 の利潤が非負となるのは $\alpha_2 = \bar{\alpha}_2 = 0$ となるときのみであるが、このときネットワーク運営事業者 1 の利潤は負になってしまうので矛盾する。

以上より、ネットワーク運営事業者が非対称なアクセス料金を定めるときには純戦

略の均衡は存在しないことが分かる。

5.5 マイクロペイメント（小額課金）のアクセス料金設定への影響

現実においても、website（発信者）が consumer（受信者）に対して自らのサイトから情報を得る場合には会員料金などを支払わせるということがある。今節では、website（発信者）が consumer（受信者）に支払い（マイクロペイメント）を求めることが可能である場合において、アクセス料金が価格や余剰に対して中立的になることを紹介する。

今回は、(1) ネットワーク運営事業者、website（発信者）ともに競争的な場合、(2) website（発信者）のサービスに対する需要が価格に対して弾力的である場合、(3) website（発信者）が競争的でない場合、(4) website（発信者）が商品やサービスを販売する場合、という4種類の場合に関して考える。

(1) ネットワーク運営事業者、website（発信者）ともに競争的な場合

5.1 と同様のモデルを考える。まず前提として、website（発信者）はマイクロペイメントを実行可能で、それにはコストがかからないとする。また、website（発信者）は競争的であるから、マイクロペイメントの価格は競争の結果として決まる。加えて、consumer（受信者）は全員がどこか1ヶ所の website（発信者）の情報を一単位だけダウンロードすると決まっているとする。

ゲームの流れは次のようになる。まず、アクセス料金を決めた後、ネットワーク運営事業者は消費者への料金 p_i, \bar{p}_i を決定する。それから、website（発信者）が事業者と契約し、自らのサイトから一単位ダウンロードされた場合のマイクロペイメント s を決定。最後に consumer（受信者）が事業者と契約し、website（発信者）を選ぶ。

ネットワーク運営事業者の利潤は以下ようになる。

$$\pi_i = \alpha_i [p_i - (c_i - a)] + \bar{\alpha}_i [\bar{p}_i - (c_o + a)]$$

ここで、website（発信者）は最も料金が安いネットワークと契約し、consumer（受信者）はネットワークからの料金 p_i に加え、website（発信者）へのマイクロペイメント s のために、合計 $p_i + s$ という金額を支払うことになり、これが最も安くなる事業者と契約するとする。すると、結果的に off-net-cost pricing principle がここでも有効となり、 $p_i = c_i - a, \bar{p}_i = c_o + a$ が成り立つ。

website（発信者）は価格競争を行うから、マイクロペイメント s は純粋な限界費用と等しくなる。website（発信者）が consumer（受信者）のサイトへの訪問で \bar{v} の効用を得るとすると、ネットワーク i と契約する website（発信者）は以下のようにマイ

クロペイメント s_i を定める。

$$s_i = \bar{p}_i - \bar{v} = c_o + a - \bar{v}$$

すると、全ての i において $p_i + s_i = c - \bar{v}$ となり、consumer (受信者) の支払う価格の総和はアクセス料金に中立的となる。

(2) website (発信者) のサービスに対する需要が価格に対して弾力的である場合

(1) の基本モデルを引き続き用いる。このとき、consumer (受信者) の需要は $q = D(p + s)$ と表せる。また、それぞれの消費者は最も安い料金の事業者を選択するとすると、トラヒックの量は $\hat{D} = D(\min\{p_1, p_2\} + \min\{\bar{p}_1, \bar{p}_2\} - \bar{v})$ となる。よって、ネットワーク運営事業者 i の利潤は以下のように表すことができる。

$$\pi_i = \alpha_i \hat{D}[p_i - (c_i - a)] + \bar{\alpha}_i \hat{D}[\bar{p}_i - (c_o + a)] \quad (5.7)$$

ここで、ネットワーク運営事業者は Bertrand 競争を行うため、やはり均衡価格は $p_i = c_i - a$, $\bar{p}_i = c_o + a$ となる。すると、トラヒックの量は以下のように表せる。

$$D(p + \bar{p} - \bar{v}) = (c - \bar{v})$$

よって、トラヒックの量はアクセス料金から独立していることが分かる。

(3) website (発信者) が競争的でない場合

website (発信者) がそれぞれが独自のタイプに分類され、それぞれを求める consumer (受信者) に対して独占的にふるまう場合を考える。議論の単純化のため、 $\bar{v} = 0$ とし、引き続きそれぞれの消費者は最も安い料金の事業者を選択するとする。よって、 $\bar{p} = \min\{\bar{p}_1, \bar{p}_2\}$, $p = \min\{p_1, p_2\}$ である。

それぞれの website (発信者) は利潤 $(s - \bar{p})D(p + s)$ を最大にするようにマイクロペイメント s を決定する。

ここで、consumer (受信者) の支払う価格の総和を $\hat{s} = p + s$ と表すとすると、website (発信者) の利潤は $(\hat{s} - p - \bar{p})D(\hat{s})$ と書き換えることができ、さらに、

$$s^M(x) = \arg \max_s (s - x)D(s)$$

とするとき、 $\hat{s} = p + s$ と $(\hat{s} - p - \bar{p})D(\hat{s})$ の最大化問題を考えて、

$$s = s^M(p + \bar{p}) - p$$

を得る。それゆえ、 $\hat{D} = D(s^M(p + \bar{p}))$ である。

よって、ここでもネットワーク運営事業者の利潤は(5.7)式であらわすことができる。

(ただし、 $\hat{D} = D(s^M(p + \bar{p}))$) 2 事業者で Bertrand 競争を行う結果、やはり均衡価格は $p_i = c_i - a$, $\bar{p}_i = c_o + a$ となる。

以上より、トラヒックの量とそれぞれの website (発信者) の利潤は、

$$D(s^M(c)), \quad \pi_w^M = (s^M(c) - c)D(s^M(c))$$

となり、これらはアクセス料金から独立である。また、consumer（受信者）の支払う価格の総和は $p + s = s^M(p + \bar{p})$ となり、これもまたアクセス料金から独立である。

(4) website（発信者）が商品やサービスを販売する場合

website（発信者）は商品をコスト C で生産し、サイト上で consumer（受信者）に対して P で販売するとする。ただし、consumer（受信者）が商品を購入する際には手続きなどのために q というトラフィックが発生する。ここで、consumer（受信者）の支払う価格の総和は $P + pq$ となるから、consumer（受信者）の需要を $D(P + pq)$ で表す。ここで $\hat{P} = P + pq$ とすると、website（発信者）の利潤は以下のようになる。

$$[P - C - \bar{p}q]D(P + pq) = [\hat{P} - C - (p + \bar{p})q]D(\hat{P})$$

ネットワーク運営事業者が競争的なきときは $p + \bar{p} = c$ となるから、均衡時のトラフィックはアクセス料金から独立である。また、5.4 のモデルのようにネットワーク運営事業者が競争的ではないとき、 $p + \bar{p}$ の値は c より大きくなるが、アクセス料金から独立している状態は維持される。

5.6 まとめ

発信者支払いの原則が適用されないインターネットにおけるアクセス料金設定を考えると、5.1において紹介した **off-net-cost pricing principle** を基本にするとアクセス料金が社会厚生に与える影響が理解しやすい。消費者が全員いずれかのネットワーク事業者と契約するならば、**off-net-cost pricing principle** よりネットワーク外部性がないためアクセス料金は社会厚生に影響しない。しかし、消費者の需要が価格に対して弾力的であるとき、ネットワーク外部性が生じるのでアクセス料金は社会厚生に影響する。また、現実近づけるため、そこにさまざまな条件が加わることでアクセス料金設定は複雑化する。特にネットワーク運営事業者が **website**（発信者）に対して支配力を持つとき、アクセス料金設定をネットワーク運営事業者にまかせれば社会的最適なアクセス料金は選択されない。このように、インターネットにおけるアクセス料金設定に関して政府介入が必要な面も示されたが、マイクロペイメントが存在する場合にはアクセス料金が総余剰最大化に影響を与えなくなるという内部化が可能であるという面も示された。

第6章 結論

電気通信業界は固定通信の時代から移動通信の出現、そしてブロードバンドの時代へと変化を経験してきた。しかし、現在のブロードバンドの時代への移行に関しては他の変化と一線を画す。なぜなら、ブロードバンドの時代への移行には1章でみたように電気通信業界の構造的変化を伴ったからである。しかしながら、どんな状況であれネットワーク産業では消費者間に加え、事業者間でのつながりによってより大きな余剰を生み出すという構造は変わらない。従って、今後もアクセス料金についての議論を行うことが重要であることは変わらないといえる。

この論文では、今後の電気通信業界のビジネスモデルの中心になるであろうインターネットにおいて、事業者間の円滑な清算が行われ、総余剰に悪影響を及ぼさないようにアクセス料金が設定されるためには何に留意すべきかを中心にみてきたが、結論としては以下のことがいえる。まず、特にインターネットを利用した広告などの分野でいえることであるが、ネットワーク運営事業者が情報発信する側に対して市場支配力を持つ場合にはアクセス料金設定において規制の必要性が高いということ。また、対称的なアクセス料金の設定を行わなければ純戦略の均衡が存在しないこと。そして、会員制のサイトや商品販売を行うサイトにおいての情報のやり取りにおいてはアクセス料金設定に関する規制の必要性は低いということである。

最後に、日本の電気通信業界について考えたとき以下のことがいえる。電電公社時代の独占体制から競争市場へと移行し、技術の発展により世界に先駆けて大きな変革を見せたが、これからのNGN時代への移行を控え、ネットワークのコスト負担の中立性という立場からも電気通信業界全体としてインターネットを用いた通信の分野でのアクセス料金設定についてさらに議論していかなければならない状況にある。

参考文献

- Laffont, Marcus, Rey, and Tirole, (2003), "Internet interconnection and the off-net-cost pricing principle," *The RAND Journal of Economics*, Vol.34, No.2, 370-390.
- Cave, Majumdar, and Ingo Vogelsang, (2002), "Handbook Of Telecommunications Economics Volume1 Structure, Regulation And Competition," *North - Holland*.
- 日経ニューメディア別冊, (2004), 「NTT が描く新世代事業ビジョン 新中期経営戦略の全貌」, 日経 BP 社.
- 株式会社情報通信総合研究所, (2005), 「情報通信アウトルック 2006 IT 大融合の時代」, NTT 出版.
- 日経コミュニケーション, (2005), 「光回線を巡る NTT、KDDI、ソフトバンクの野望 知られざる通信戦争の真実」, 日経 BP 社.
- 神崎正樹, (2006), 「NTT 民営化の功罪 巨人の『独占回帰』を問う」, B&T ブックス日刊工業新聞社.
- 山本哲三, (2002), 「アクセス料金 : OECD の理論と政策 (下)」, 郵政研究所月報, 46-70
- 藤井耕一郎, (2003), 「NTT を殺したのは誰だ! 能なし『IT 立国』の無残な敗戦」, 光文社.
- 山口一臣, (1994), 「アメリカ電気通信産業発展史」, 同文館.
- Eli Noam/Lawrence Lessing/Thomas W. Hazlett/Richard A. Epstein, (2005), 「テレコム・メルトダウン アメリカの通信政策は失敗だったのか」, NTT 出版.
- Jean-Jacques Laffont/Jean Tirole, (2002), 「テレコム産業における競争」, エコノミスト社.
- 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.
- Bridger M. Mitchell/Ingo Vogelsang, (1995), 「電気通信の経済学 理論と応用」, 文真堂.
- 日本電信電話 HP http://www.ntt.co.jp/index_f.html
- KDDI HP <http://www.kddi.com/>
- ソフトバンク HP <http://www.softbank.co.jp/>
- 総務省 HP <http://www.soumu.go.jp/>

あとがき

卒業後に自分の飛び込む業界を分析したいというのがこの論文のテーマを選んだきっかけだったが、この論文の作成を通じてこの業界が特に経済理論を通じた大局的な視点で分析することが要求される業界であると痛切に感じるようになった。そして、ネットワーク産業の特徴の1つであるアクセス料金というものに着目したが、アクセス料金設定の問題の移り変わりを分析することが業界の変遷を知ることにつながり、非常に興味深かった。

ただ、インターネットの分野を分析するにあたって、ISP間でのピアリングの実態や契約者の通信トラフィックに関するデータなど、安全性の面から企業側が情報をシャットダウンしている部分も多く、論文全体として現実分析が少ない形になってしまったのではないかという悔いも残る。今後はこの論文を作成する中で扱った理論が現実の中でどの程度通用するのかを検証していくのが課題であると思う。

今後もIT産業は加速度的に発達していくだろうが、それにつれさらにルールと規制の整備に対する重要性も増していく。日本が世界の電気通信業界を牽引できるか否かは、ルールと規制の整備にかかっているといても過言ではないだろう。卒業後は電気通信業界に身をおいて仕事をするようになるが、この論文を作成する中で学んだことを忘れずに行動し、業界だけでなく社会の利益になるよう心がけたい。