

インターネットの経済学：接続と価格^{*}

依 田 高 典^{**}

(京都大学大学院経済学研究科助教授)

1 . はじめに

今日の経済学の課題の一つに急速に発展するインターネットをどのように分析すればよいのかということが挙げられる。1990年代にはインターネットは世界経済の成長の牽引車となり、「ニューエコノミー論」が取りざたされた。しかし、2000年代に入り、IT産業の成長に翳りがみられるようになり、「ITバブル」が囁かれている。いずれにせよ、インターネットの普及とITの発展によって世界経済が急速に変貌しているのは確かであり、例えば米国商務省の1997年報告書も進化するデジタル・エコノミーとIT革命の社会経済的な影響を論じている。

さて、本論の課題は急速に変貌する経済構造をどの程度まで経済学的に分析することが可能か考察することである。勿論、インターネットを経済学的に分析するという途方もない作業は一個人の能力を超えるものであるが、幸いなことに過去10年間優秀な経済学者の手によって何度も試みられてきたことである。そこで、本論文では、今までの研究成果を包括的に概観し、それらの問題意識を基礎にしてインターネットの産業構造を分析するためのモデルの枠組みを提示することにしよう。

本論文は大きく分けて2部から構成されている。第1部は第2章から第4章までで、今までの研究成果を包括的にまとめている。第2部は第5章と数学的APPENDIXであり、本論文の独創的な貢献にあたる。第2章では、インターネットとは何かを論じ、その歴史、電話との相違、サービスの融合を解説している。第3章では、インターネットの料金と問題点を論じ、その制度と課題を明らかにしている。第4章では、インターネットの産業構造を論じ、接続形態と垂直統合を説明している。第5章では、インターネットをゲーム理論的にモデル分析している。特にそこでは、コンポ・モデルを用いて、1 wayモデルと2 wayモデルの統合化を試みている。第6章は今後の課題である。

^{*} 本論文はT. Ida and M. Ueda (2001) "The Interconnection and Pricing of the Internet," (presented by IDE JETRO, International Workshop of the "Information Technology (IT) From Hierarchical to Network Globalization," 4-5, December 2001, Chiba, Japan) を翻訳し、さらに加筆補修したものである。機会を与えてくださった大阪大学国際公共政策学科学士正次先生とご助力頂いたIDE JETROと京都大学大学院情報学研究科上田昌史氏に深く感謝します。

^{**} 1965年新潟県生まれ。89年京都大学経済学部卒業、95年京都大学大学院経済学研究科博士課程修了、博士(経済学)。甲南大学助教授を経て、2000年京都大学大学院経済学研究科助教授。その間イリノイ大学・ケンブリッジ大学客員研究員を経る。専門は産業経済学・公共政策。特にネットワーク産業の理論と実証の分析。主著は「ネットワーク・エコノミクス」(日本評論社2001年)。

2. インターネットとは何か

2.1 インターネットの歴史

インターネットとは、共通の通信プロトコルであるTCP/IPを介した世界的なコンピューター・ネットのネットのことであり、TCP/IPとは様々なプロトコルを用いるローカル・ネット間の相互処理を保証する共通言語である¹⁾。インターネットのエッセンスをまとめるならば、次の二つになる。一つは、多様なホスト・コンピューターを相互接続する分散処理型のプロトコルである。もう一つは、異種のコンピューターを異種のネットを通じてデータ交換できるようなソフトウェアとシステムの協定である²⁾。

インターネットの歴史を繙くと、1960年代後半に米国の国防省の一機関であるARPA (the Advanced Research Projects Administration) が大学やハイテク軍需産業との間をネットで結んだことが起源になっている。TCP/IPはこのARPANETのための標準プロトコルとして採用された。1980年代半ばになると、NSF (the National Science Foundation) がスーパー・コンピューターをつなぐためにNSFNETを作り、様々なサービスを提供するようになった。NSFNETもTCP/IPを採用し、またインターネットを発展させるためにバックボーンを構築していった。³⁾

日本におけるインターネットの歴史は、1984年JUNET (Japan UNIX/University Network) と呼ばれる3大学 (東大、慶大、東工大) の共同実験が開始され、1986年このネットがアメリカのCSNET (Computer Science Network) に接続されたことにさかのぼる。当時は専用線が高価だったので、1986年のCSNETとの接続は当初パケット従量課金が行われていたが、通信事故以降専用線に切り替えられた。1988年、WIDE (Widely Integrated Distributed Environment) プロジェクトが開始し、学術ネットと商用ネットが相互接続を開始した。この時、3大学のネットと10企業のネットが接続した。これが、日本でのInternetの開始といわれる。

巷では、インターネットにまつわる二つの誤解がある。第一は、インターネットは米国政府の補助によって発展してきたというもの。実際には1994年までにNSFが拠出した金額はインターネットの10%にも及ばず、民間のインフラ事業者やソフト事業者が拠出した金額よりもずっと少ない。第二は、インターネットは只であるというもの。インターネットの限界費用は統計的シェアリングという性質によってゼロに近いかもしれないが、輻輳時の社会的費用は大きい⁴⁾。

2.2 インターネットと電話の違い

インターネットと電話の違いについて、考察しよう。電話ネットの階層構造の特徴をあげると次のようになる。①ネット管理は集権化・統合化されている。②階層的接続によって中央交換局が幹線の帯域を保証している。③エンド・ユーザーまでの電気信号の電送は銅線で行われているが、ループ内や大口ユーザーに対しては光ファイバーを介して行われる。④インターフェースは電話機器を念頭において、データ交換は二次的な扱いである⁵⁾。

1) See MacKie Mason and Varian, 1997, p. 28.

2) See McGarty and McKnight, 2001, p. 47.

3) See MacKie Mason and Varian, 1997, p. 28.

4) See McKnight and Bailey, 1997, p. 4

5) See McGarty and McKnight, 2001, p. 51.

インターネットが既存の電話ネットとどのように異なるのかをまとめると次のようになる。多くのバックボーンと地域ネットのトラフィックは専用回線を流れている。だから、基本レベルでは、両者に相違はない。しかし、インターネットと電話の間には回線がどのように用いられるかに大きな相違がある。インターネットはコネクションレスなパケット交換を採用しているのに対して、電話はサーキット交換に基づいている⁶⁾。

サーキット交換は一つの呼を完了するためにラインをエンド・エンドで占有することに特徴があり、その間別の用途のためにラインを利用することが出来ない。サーキット交換の長所は、最大遅延の保証のようなQOSの提供にある。対して、パケット交換とは、コンピューターから送られるデータの流れがおよそ200バイトのパケットに分割されることに由来する。パケット交換の長所は統計的シェアリングにあり、ラインを「ファースト・カム・ファースト・サーブド」の原理で共有できる。しかし、ネットが混雑すると、パケットは送信が遅延したり、破棄されたりする⁷⁾。この問題は次章で取り上げたい。

2.3 インターネットを通じたサービスの融合

インターネットを通じて、コンピューターとデータ通信、コンテンツとコンジット、通信と放送のように、従来は別々に把握されていたサービスの融合が起き、新しい革新的サービスが生れている。そのような動きの中で、新しいタイプの新規参入や古い既存企業の組織変化に対応するために、新しいビジネス・モデル、新しいネット・サービス、そして新しい政策が求められている⁸⁾。

その中でも、インターネット電話は、伝統的な公衆電話網とIPベースのグローバル情報インフラの最も有望な融合サービスと位置づけられる⁹⁾。それでは、インターネット電話とは何か。狭義にとらえると、インターネットを用いた通話を可能にするIP電話のような第一世代システム、あるいはVoIPのような第二世代システムのことになる。より広義にとらえると、ケーブル、電話、無線その他の多様な物理的メディア上のマルチメディア・アプリケーションの総称のことと考えられる¹⁰⁾。

さらに、インターネット電話は大きく分けて次の3形態に分類できる。第一は、既存の末端電話機器の間だけにインターネット網を利用して、従来通りのPOTSを提供するものである。例えば、国際電話網やローカル・ループのバイパスがこれにあたる。第二は、既存の末端電話機器とコンピューターの間で電話網とインターネット網の共存を許す種類のものである。例えば、コンピューター電話やWeb情報への音声アクセスがこれにあたる。そして、第三は、インターネットに接続されたコンピューターの間で、パケット交換によって音声を伝達するものである。例えば、より一般的な動画サービスとしての遠隔コンファレンスや遠隔勤務がこれにあたる¹¹⁾。

もっともインターネット電話が広く普及するためには、次の5つの要件がクリアされなければならない。つまり、①QOSの保証、②高度サービスの価格設定、③信頼性の向上、④常時接続の実現、そして⑤どこでもつながるユビキタス社会の到来である。そのためには、インターネットの現行の課金制度とその問題点を考察しなければならないだろう¹²⁾。

6) See MacKie Mason and Varian, 1997, p. 33.

7) See MacKie Mason and Varian 1997, p. 33.

8) See McKnight, Lehr, and Clark, 2001, p. 4.

9) See Lehr, 2001, p. 93.

10) See McKnight, Lehr, and Clark, 2001, p. 3.

11) See Clark, 2001, p. 18.

12) See Clark, 2001, p. 23.

3. インターネットの料金制度と問題点

3.1 インターネットの料金制度

インターネットの費用の主要な3要素には、①ネットへの接続費用、②ネットの容量を拡張するための費用、③輻輳時に発生する社会的費用がある¹³⁾。したがって、インターネットの料金制度を設計するには、上の費用の3要素をカバーできるものでなければならない。現在の代表的なインターネットの料金の考え方には次のようなものがある¹⁴⁾。

- ①定額料金：利用者は接続時に料金を払うだけで、あとは一切課金がかからない仕組み。
- ②従量料金：利用者は接続時の料金を支払うだけでなく、送受信の情報量に応じて金額を支払う仕組み。この課金は輻輳時の送受信の費用がゼロではないことを反映している。
- ③取引ベースの料金：送受信の情報量ベースではなくて、取引の属性によって決定される料金。

複雑なインターネットにおける最も簡単な課金制度は、接続費用を定額料金だけで徴収するというものである¹⁵⁾。実際、インターネットの歴史を振り返ると、定額料金はインターネットの普及期にそれなりにうまく機能してきたと言える。定額料金の長所には次のようなものがある。①予測可能な料金は、ユーザーのみならず事業者にとっても、リスクを減らす。②定額料金は利用を促進させ、限界費用がゼロならば、事業者の収支均等のもとで社会厚生を最大化させる。③定額料金は課金に伴う様々な管理費用を避けることが出来る。しかし、インターネットが十分に広く普及した現在、インターネットは新しい問題に直面しており、簡単な定額料金だけでは対処できなくなっている¹⁶⁾。

3.2 インターネット料金の課題

競争的な環境、乱立するサービス、多様な伝送速度の混在、サービスの融合等が複雑に絡み合っており、インターネットでは「ネット課金のジレンマ」が起きている。ジレンマとは、要するに処理が分散化されたネットの接続を誰がどのように課金すればよいかという問題である。分散したコンピューターを相互接続することがインターネットそのものであるから、ネット課金のジレンマとはインターネットの本質に根ざしている¹⁷⁾。

インターネットが抱える問題の一つに、多様な顧客に多様なQOSを保証することがある。単純な定額料金では、QOSの差別化ができない。一般に、インターネットのQOSは4つのカテゴリーに分けられる¹⁸⁾。

Category 1：帯域の下限保証はないが、上限は存在する

Category 2：帯域の上限も下限もないが、輻輳は発生する

Category 3：ある程度の平均帯域を保証する

Category 4：帯域を完全に保証する

ユーザーの多様なサービスのニーズを特定し、それに応じてQOSを保証できるような新しい明確なメ

13) See MacKie Mason and Varian, 1997, p. 39.

14) See McKnight and Bailey, 1997, p. 13.

15) See Anania and Solomon, 1997, p. 93.

16) See Clark, 1997, p. 230.

17) See Anania and Solomon, 1997, p. 93.

18) See Sharifi, 2001, p. 309.

カニズムを作り、異なる多元的な価格を設定する方が望ましくなっている¹⁹⁾。例えば、多元的な価格設定とは、料金は原則的に観察可能な属性あるいはユーザーのタイプに応じて設定されるべきであるという考え方に基づいている。考えられる属性には次のようなものがある²⁰⁾。

- ①アクセス：ユーザーが実際にネットに接続しているかどうか。
- ②容量：ユーザーが実際に情報を転送できる容量の上限。
- ③情報量：ユーザーが実際に送受信した情報量。
- ④優先順位：輻輳時に他のユーザーよりも優先される権利。

とりわけ、インターネットの課金で最も重要な問題は、どのように輻輳をコントロールするかということである。ネットの容量に達すると、ユーザーの追加的な送受信がパケットの遅延や破棄を引き起こし、その結果として社会的な費用が発生する。この輻輳時の費用を市場に内部化するために、「スマート・マーケット」と呼ばれる瞬時のオークション型の混雑料金が提唱されている。その場合、パケットはユーザーがどの程度遅延のない送受信に価値を付けるかに基づいて優先順位が付けられる。そのためには、ユーザーは瞬時のサービスに対してどれだけの支払意志を持っているのかを明示したビッドをパケットに割り当てておく必要がある。輻輳経路では、このビッドに応じて、パケットが順序づけられる。もしも混雑料金の収入がネット容量の増設に投資されるならば、容量は限界価値が限界費用と等しくなるところまで拡張されるだろう²¹⁾。

さらに、経済学者の中には、ネット接続の精算制度がインターネットにも必要だと考える人がいる。現在のインターネットの接続では、精算制度は採用されていない。実際には、ネットの利用はいつも対称的とは限らず、他ネット・プロバイダーの容量拡張のための投資にフリーライドしようとする機会主義者が増えていくように思われる。この問題を考えるためには、インターネットの産業構造を考え、それにまつわる接続問題を検討しなければならないだろう²²⁾。

4．インターネットの産業構造と接続問題

4.1 インターネットの産業構造

インターネットはネットのネットであり、大小様々なネットの集まりである。インターネットの構造は簡単に言ってしまうと、相互接続・中継伝送・地域アクセスから成り立つ²³⁾。接続問題を考える上で、3つの形態が考えられる。まず、大手ネット間の接続、次いで、大手ネットと中小ネット間の接続、最後にネットとエンド・ユーザー間の接続がある。接続料金体系を見る上では、地域、運営主体、Tier（層）の3つの視点で考察する必要がある。まず、地域だが、合衆国と非合衆国に分けられる。合衆国向けのインターネット通信線は、現在のところ、完全に非合衆国によって負担される。よって、対合衆国回線は、国際電話のような精算ルールはなく、合衆国からのアクセスに関しては料金がかからない。次いで、ネットの運営主体だが、民間営利団体と学術機関等に分けられる。前者では、完全に自由契約でネット相互接続が行われている。一方、後者では、比較的単純な形で相互接続をはかっている。最後に、Tier（層）であ

19) See Clark, 1997, p. 248.

20) See Crawford, 1997, p. 387.

21) See MacKie Mason and Varian 1997, p. 46.

22) See MacKie Mason and Varian, 1997, p. 58.

23) See MacKie Mason and Varian, 1997, p. 30.

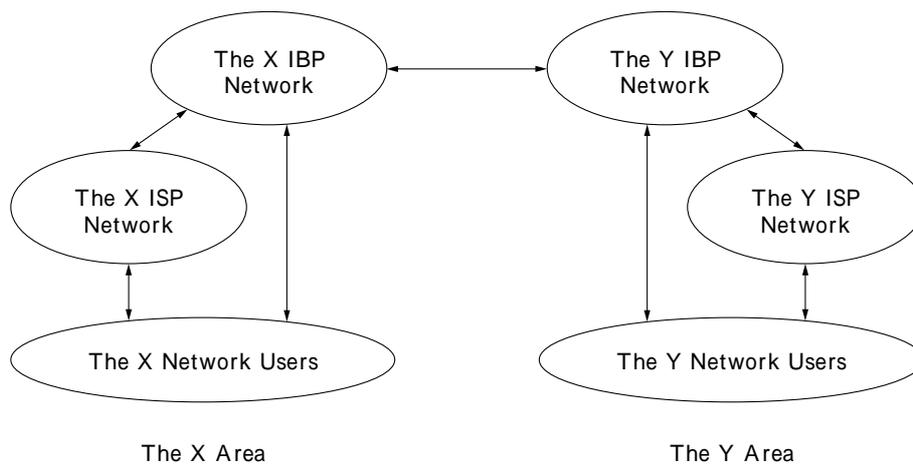
るが、両者の間にはIX (Internet Exchange) が置かれている。Tier1のIXP (Internet Exchange Point) を持つ事業者間は、相互に無料で接続している。一方、中小のISP (Internet Service Provider) やCATVなどの一般消費者向けインターネット接続業者は、IBP (Internet Backbone Provider) に接続料金を支払い、インターネットに接続している。

変貌するインターネットの産業構造に対して、次のような楽観主義的見解が存在する。異なったサービスのレイヤー間で、開放的なインターフェースを介して接続されるインターネットの設計は、自ずと新しい産業構造を生み出している。つまり、基本階層のサービス提供者がWebホストのような高次階層のサービスを提供する際に、もはや競争的優位を持つことはない。電話の時代の産業構造は、物理設備の提供がより高次の電話サービスの提供そのものと結びついていた。しかし、現在では地域通信事業者の役割は変化してきている。彼らは地域通信サービスと一緒にインターネット・サービスも提供しているものの、インターネット電話を提供する際に決定的な有利性を持っているわけではない。しかし、インターネットの発展の曲がり角にあたる現在ではこのような楽観主義は必ずしもあたっていない²⁴⁾。何故なら事業者の垂直統合とそれに伴う淘汰が目立ってきているからである。

4.2 インターネット事業者の垂直統合

ISPの主要なタイプには次の二つがある。一つは、小売レベルでエンド・ユーザーに接続サービスを提供するISPであり、もう一つは卸レベルで伝送サービスを提供するIBPである。アクセス系のISPはバックボーンを提供するIBPに接続し、そこからインターネット網につながるようになっている。バックボーンを提供するIBPはNAP (Network Access Point) で他のIBPと相互接続している²⁵⁾。実際には、小売レベルの接続サービスを提供するISPには、非常に小規模なものからバックボーンの伝送事業を兼ねる国レベルの大きいものまで、多様な種類の事業者が存在する。ISPの参入費用は概して低いので、活発な参入・退出があり、競争は極めて激しい²⁶⁾。また、卸売りレベルの伝送サービスを提供するIBPは、ISPから見れば上流の部門ということになる。實際上、多くのIBPは下流部門のISPを垂直統合している²⁷⁾。図1は以上

図1 インターネット・トポロジー



24) See Clark, 2001, p. 39.

25) See McKnight and Leida, 2001, p. 195.

26) See Lehr, 2001, p. 103.

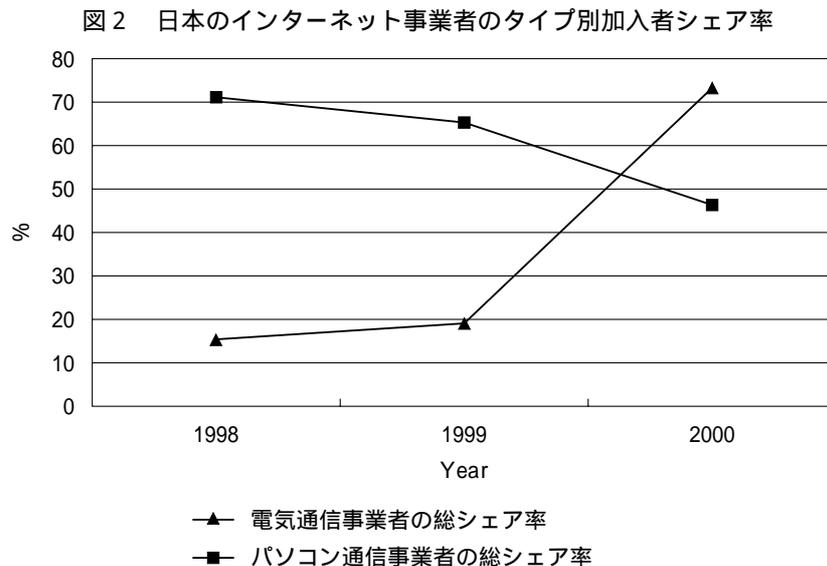
27) See Lehr, 2001, p. 106.

の議論をまとめたものである。

そこで、インターネットの垂直統合の特徴をつぎのようにまとめることが出来る。①インターネットにおける垂直統合の誘因は極めて強い。②伝送サービスを提供する卸レベルの事業者の未来の収益性は高まっている。③上流部門が下流部門を垂直統合する下向き合併は、その逆の上向き合併よりも盛んである。④インターネット事業者は接続や伝送のサービスに留まらず、コンテンツ・サービスにまで進出していく。⑤設備ベースの事業者もインターネット・サービスに進出していく²⁸⁾。こうした垂直統合化の産業構造を分析するために、ゲーム理論的な産業組織論を用いるのが有効だと思われる。モデル分析は次章にて行われる。

4.3 日本のインターネット事業者

モデル分析に移る前に、日本のインターネット事業者の状況を簡単に解説しよう²⁹⁾。まず、インターネット事業者の業態であるが、かつては自前の電気通信設備を持たないパソコン通信事業者の加入者数が多かったが、近年自前の電気通信設備を持つ電気通信事業者の加入者数が急増している。図2には1998年から2000年までのインターネット事業者のタイプ別の加入者シェア率が掲載されている³⁰⁾。電気通信事業者がパソコン通信事業者の加入者数シェアを奪ってきたことが判る。これは近年インターネット事業者の数が急増し、サービスや料金割引の競争が激しくなり、従来のパソコン通信事業者は次第に競争力を失ってきたからである。



また、図3に電気通信事業者の加入者シェアの内訳が掲載されている。電気通信事業者の中でNTTグループの占める市場シェアは依然として高く、その他の通信事業者の加入者数に迫るほどの加入者を持っている。これは世界最大の電話会社のブランドがインターネット事業者としての競争力にプラスの効果を発揮しているものと思われる。さらに、近年では外資系の通信事業者が急速に加入者数を伸ばしつつある。日本テレコムが外資系の会社を買収されたことから、この傾向は今後も一層強まるだろう。2001年か

28) See Lehr, 2001, p. 109.

29) 数字はインプレス社の調査した「インターネット白書」から採られている。ただし、この種類の調査はデータの抽出の仕方に大きく依存することに注意されたい。

30) 調査が複数回答が可能のために、総計が100%を越えるようになっている。

らはADSLやFTTHのようなブロードバンド・サービスが本格的に提供されるようになり、電気通信設備を持つ会社と持たない会社間の競争力格差は大きくなるものと思われる。図4には2001年9月現在のADSL事業者の加入者数が掲載されている。NTTグループがADSLサービスの約60%の市場シェアを獲得しており、この分野でも依然として支配的な地位を占めている。以上から、日本のインターネット産業が依然として寡占的産業構造を持っており、また垂直統合事業者の優位性が存在することが確認された。

図3 日本の電気通信事業者の加入者シェア率

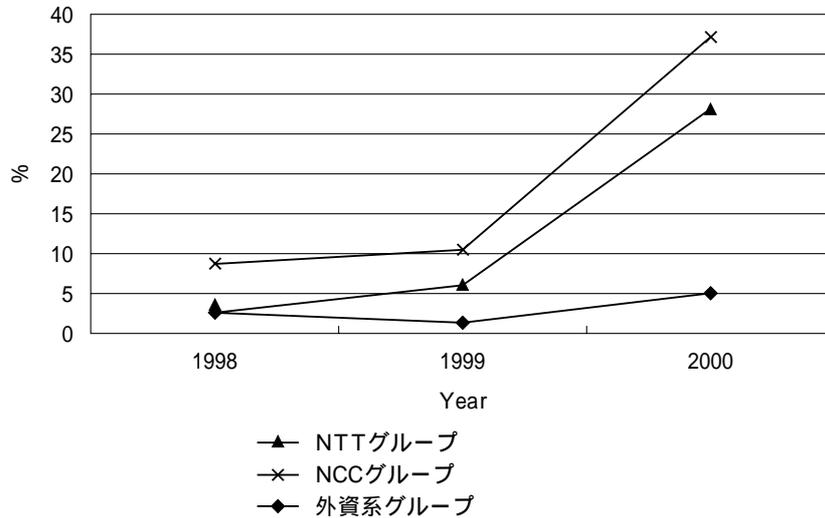
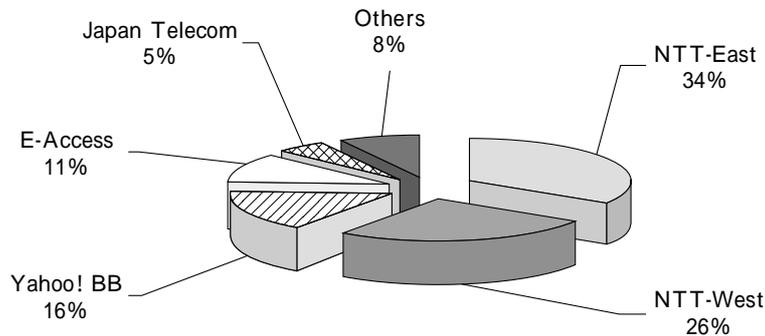


図4 ADSLの事業者別シェア率 (2001年現在)



5. インターネットのモデル分析

5.1 1 wayモデルと2 wayモデル

1 way接続とは、一つの会社が別の会社に接続を必要とするが、その反対は成り立たないようなネット構造を表す。例えば、エンド・ユーザーに小売レベルの接続サービスを提供するISPには、ISP単体の事業者とIBPも兼ねる事業者がある。前者はIBPから卸レベルの転送サービスを受けなければ、エンド・ユーザーに最終サービスを提供できない³¹⁾。他方で、後者は自らエンド・ユーザーにワンストップ・サービスを提供することが出来る。

2 way接続とは、発信するユーザーがそれぞれ異なるローカル・ネットに属し、それぞれの事業者は他

31) See Laffont and Tirole, 2000, p. 6.

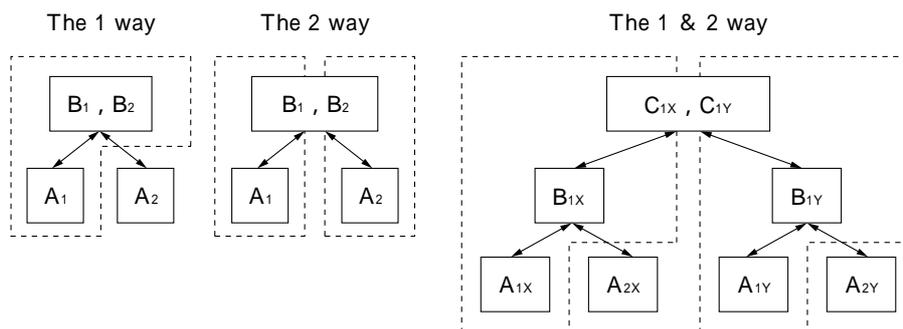
事業者から着信のための接続を購入しなければならないようなネット構造を表す³²⁾。例えば、IBP同士の接続において、一方のネットのユーザーと他方のネットのユーザーがデータを交換するためには、接続点を通じて相互接続していなければならない。

簡単なコンポ・モデルを用いて、1 wayと2 wayを考察するのが有益であろう。コンポ・モデルとは、補完的なコンポが形成するシステムの分析である³³⁾。基本的コンピューターのコンポは補完的なモニターのコンポなしでは何の効用も生まない。つまり、コンピューター・システムは、コンピューターとモニターの二つの構成要素から成り立っている。コンポ・モデルがはじめて紹介されたのは、Matutes and Regibeau (1988) とEconomides (1989) においてである。

まず、1 wayモデルから解説する。コンポには2つのレベルがあり、AとBとする。例えば、AをISPからエンド・ユーザーへの接続サービス、BをIBPとISPの間の転送サービスと考える。コンポは2種類あり、 A_1, A_2, B_1, B_2 で表す。1 wayとは、事業者には一つのレベルを独占する支配的事業者と部分的参入事業者の2つがある場合である。支配的事業者は A_1, B_1, B_2 を提供し、参入事業者は A_2 のみを提供する。例えば、支配的事業者はISPも兼ねるIBP、部分的参入事業者はISPと考えられる。消費者はコンポAを二つの事業者から選べるが、コンポBは支配的事業者からしか選べない。従って、最終財としてのシステムには $A_1B_1 (= A_1B_2), A_2B_1 (= A_2B_2)$ の2種類があり、企業1は A_1, B_1 の価格設定を、企業2は A_2 の価格設定をする。図5左は以上の議論をまとめている。

次に、2 wayモデルを解説しよう。ここでは、支配的な事業者は存在せず、 A_1, B_1 を提供する事業者1と A_2, B_2 を提供する事業者2がいると仮定する。例えば、AはIBPとISPの間の転送サービス、BはIBP間の相互接続サービスと考えられる。各コンポは2種類あり、 A_1, A_2, B_1, B_2 で表す。コンポBは2企業間で互換性があり、 B_1 は A_1 のみならず A_2 とも組み合わせ可能で、システム A_1B_1, A_2B_1 を構成できる。 B_2 も A_2 のみならず A_1 とも組み合わせ可能で、システム A_1B_2, A_2B_2 を構成できる。これがコンポ・モデルにおける2 wayの定義である。最終財としてのシステムには $A_1B_1, A_1B_2, A_2B_1, A_2B_2$ の4種類あり、企業1は A_1, B_1 の価格設定を、企業2は A_2, B_2 の価格設定をする。図5中央は以上の議論をまとめている。

図5 接続のコンポ・モデル



5.2 1 wayと2 wayの分析結果

1wayと2wayの分析結果を考察しよう。モデルの詳細は数学的APPENDIXに解説され、その計算結果は表1と表2に掲載されている。ここでは、主要な結論を判りやすく要約しよう。

まず、1 wayモデルから始める。支配的事業者の A_1 の価格は参入事業者の A_2 の価格より低廉であるた

32) See Laffont and Tirole, 2000, p. 8.

33) See Shy, 2001, p. 36.

めに、支配的事業者のシステム需要の方が参入事業者のシステム需要よりも大きい。これはコンポを垂直統合して供給する際、システムの需要を考慮して、コンポの価格を設定できる強みである³⁴⁾。

次に、2 wayモデルについて述べる。対称的な垂直統合事業者が競争するために、二つの事業者が設定するすべてのコンポの価格は同一である。そのために、すべてのシステムの価格も同一であり、システム需要も対称的である。これはどちらか一方が強みを持っていないことを反映している³⁵⁾。

最後に、1 wayモデルと2 wayモデルを比較しよう³⁶⁾。1 wayではコンポBのレベルで競争が働かないためにコンポBの価格が高い。他方で、2 wayではコンポBのレベルでも競争が働くために、コンポBの価格が低い³⁷⁾。この効果は他の価格の効果をはるかに上回っている。その結果、2 wayの総需要が1 wayの総需要を上回るので、2 wayの社会厚生の方が1 wayの社会厚生よりも高い³⁸⁾。

何故2 wayの方が1 wayよりも社会厚生が高いのだろうか。これには2つの理由が考えられる。一つは垂直的外部性の内部化である。つまり、垂直統合事業者はコンポの売れ行きではなく、システムの売れ行きを考慮して価格設定できるからである。言い換えれば、2 wayは二重マージンによってシステム価格が上昇し、システム需要と社会厚生が低下することを避けることが出来る。もう一つは水平的代替効果の作用である。つまり、コンポを独占的に所有する企業が存在しないために、システム間の価格競争がより有効に働き、システム需要が喚起されるからである。

5.3 1 wayモデルと2 wayモデルの統合

実際のインターネットのトポロジは、ローカルな1 wayとグローバルな2 wayの統合になっている。コンポには、3つのレベルがありA、B、Cとする。例えば、AをISPからエンド・ユーザーへの接続サービス、BをIBPとISPの間の転送サービス、CをIBP間の相互接続サービスと考える。各コンポは2種類あり、 A_{ij} 、 B_{ij} 、 C_{ij} ($i = 1, 2$; $j = X, Y$)で表す。一方で支配的な事業者1 Xが $A_{1x}/B_{1x}/C_{1x}$ の3コンポを所有し、新規参入企業2 Xが A_{2x} の1コンポだけを所有し、他方で支配的な事業者1 Yが $A_{1y}/B_{1y}/C_{1y}$ の3コンポを所有し、新規参入企業2 Yが A_{2y} の1コンポだけを所有する。図5右は以上の議論をまとめている。

1 way/2 wayモデルをゲーム理論的に分析する際、2種類の定式が可能である。第一の定式化は同時ゲームである。つまり、1 wayと2 wayが同時に決定されるというモデルである。この同時ゲームを発展させることが出来る。ここでは、それぞれの支配的事業者が地域を越えて参入企業を合併するようなモデルを考える。以上のモデルを解説しよう。

(1) 1 way/2 way同時モデル

企業1 Xと1 Yがそれぞれ $A_{1x}/B_{1x}/C_{1x}$ と $A_{1y}/B_{1y}/C_{1y}$ の価格を決定し、他方で新規参入企業2 Xと2 Yがそれぞれ A_{2x} と A_{2y} の価格を同時に決定する。

(2) 相互参入を考慮に入れた1 way/2 way同時モデル

企業1 Xは企業2 Yを合併し、企業1 Yは企業2 Xを合併する。企業1 Xと1 Yがそれぞれ $A_{1x}/B_{1x}/C_{1x}/A_{2y}$

34) 詳細は補題1.1を参照。

35) 詳細は補題1.2を参照。

36) 価格が限界費用よりも高いので、生産高が社会的にみて過小な状態にある。従って、システムの総需要を一つの社会厚生指標とみなすことが可能である。総需要が大きければ大きいほど、社会厚生は高いと考えられる。

37) 詳細は補題1.3を参照。

38) 詳細は命題1を参照。

と $A_{1y}/B_{1y}/C_{1y}/A_{2x}$ の価格を同時に決定する。

第二の定式化は逐次ゲームである。つまり、1 way と 2 way が順番に決定されるモデルである。さらに、逐次手番ゲームは 2 種類の定式がある。第一は、第 1 期に 1 way が決定され、第 2 期に 2 way モデルが決定されるというもの。第二は、第 1 期に 2 way が決定され、第 2 期に 1 way が決定されるというもの。前者のモデルではローカルなネット構造が先行して決定され、後者のモデルではグローバルなネット構造が先行して決定される。いずれにせよ、同時モデルと逐次モデル、1 way と 2 way の順番、どちらのモデルが現実的であるかをアドホックに決定することはできないので、両方考察し、その上で両者の均衡の違いを比較してみよう。

(3) 1 way 1st / 2 way 2ndモデル

第 1 期では 1 way の価格決定を考え、企業 1 X と 1 Y がそれぞれ A_{1x}/B_{1x} と A_{1y}/B_{1y} の価格を決定し、他方で新規参入企業 2 X と 2 Y がそれぞれ A_{2x} と A_{2y} の価格を決定する。第 2 期では 2 way の価格決定を考え、企業 1 X と企業 1 Y がそれぞれ C_{1x} と C_{1y} の価格を決定する。

(4) 2 way 1st / 1 way 2ndモデル

第 1 期では 2 way の価格決定を考え、企業 1 X と企業 1 Y がそれぞれ C_{1x} と C_{1y} の価格を決定する。第 2 期では 1 way の価格決定を考え、企業 1 X と 1 Y がそれぞれ A_{1x}/B_{1x} と A_{1y}/B_{1y} の価格を決定し、他方で新規参入企業 2 X と 2 Y がそれぞれ A_{2x} と A_{2y} の価格を決定する。

5.4 1 way と 2 way の統合の分析結果

1 way と 2 way の統合の分析結果を考察しよう。モデルの詳細は数学的 APPENDIX に解説され、その計算結果は表 3 表 6 に掲載されている。ここでは、主要な結論を判りやすく要約しよう。

まず、1 way / 2 way 同時モデルを取り上げ、地域間の相互参入の有無によって均衡がどう変化するかを分析する。第一の興味は、参入事業者の A_{2x} と A_{2y} の価格は合併によってどう変化するかである。直感的には、合併によって事業者数が減少するわけであるから、合併されたコンポの価格は上昇しそうである。しかし、結果は逆である。支配的事業者の相互参入の結果、合併されたコンポの価格 A_{2x} と A_{2y} は低下するのである³⁹⁾。それ故、相互参入のある場合の総需要が相互参入のない場合の総需要を上回る⁴⁰⁾ので、相互参入のある場合の社会厚生の方が相互参入のない場合の社会厚生よりも高い⁴⁰⁾。

次に、1 way / 2 way 同時モデルと 1 way / 2 way 逐次モデルを比較しよう。同時モデルを基準に考えると、1 way 1st / 2 way 2ndモデルでは第 1 期に決定される 1 way の諸価格は上昇し、第 2 期に決定される 2 way の諸価格は低下する⁴¹⁾。他方で、2 way 1st / 1 way 2ndモデルでは第 1 期に決定される 2 way の諸価格は上昇し、第 2 期に決定される 1 way の諸価格は低下する⁴²⁾。従って、これらの逐次モデルでは、先に決まる価格は上昇し、後に決まる価格は低下すると考えられる。さらに、1 way / 2 way 同時モデルの総需要が 1 way / 2 way 逐次モデルの総需要を上回る⁴³⁾ので、1 way / 2 way 同時モデルの社会厚生の方が 1 way / 2 way 逐次モデルの社会厚生よりも高い⁴³⁾。

39) 詳細は補題 2 を参照。

40) 詳細は命題 2 を参照。

41) 詳細は補題 3 を参照。

42) 詳細は補題 4 を参照。

43) 詳細は命題 3 と命題 4 を参照。

最後に、1 way 1st/2 way 2ndモデルと2 way 1st/1 way 2ndモデルを比較しよう。ここでも、先に決まる価格は上昇し、後に決まる価格は低下する事実が観察される⁴⁴⁾。さらに、2 way 1st/1 way 2ndモデルの総需要が1 way 1st/2 way 2ndモデルの総需要を上回るので、2 way 1st/1 way 2ndモデルの社会厚生の方が1 way 1st/2 way 2ndモデルの社会厚生よりも高い⁴⁵⁾。この結果から言えることは、地域ボトルネックは先に決まるよりも、後に決まった方が社会的に望ましい。言い換えれば、バックボーンの相互接続は後に決まるよりも先に決まる方が社会的に望ましい。

6. 課題

本論文において、変貌するインターネットを経済学的にどの程度まで分析可能か論じた。先ず、広く先行研究を概説し、インターネットの抱える経済学的な問題を整理した。インターネットはどのように電話と異なるのか。インターネットの料金はどのような問題に直面しているのか。インターネットの産業構造は垂直的にどのようになっているのか。そして、それらの問題意識を踏まえて、ゲーム理論的な産業組織論からモデル分析を行った。特に、コンポ・モデルを用いて、1 wayと2 wayの統合化を試みた。以上を踏まえて、インターネットを経済学的に分析することは十分に可能であるし、興味ある理論的命題も得られた。

しかし、こうして得られた結論をどのように政策的に活かしていくべきかという問題は今後の課題として残されている。現在直面するインターネットの政策的課題は、進行しつつある電話産業の衰退と分解に歯止めをかけようとする既存企業の動きに目を光らせ、価格や費用回収のような経済的問題から安全性や消費者保護の社会的問題へ政策目標を転換することであると指摘されている⁴⁶⁾。

また、規制の電話サービスと自由競争の情報サービスを区別することが米国1996年電気通信法の中核であったわけだが、この区別は伝統的な電話ネットに根ざしたものであり、IPの世界ではもはや妥当しない。古い規制と新しい競争を調和させる枠組みが必要であるとも指摘されている⁴⁷⁾。とりわけ、米国1996年電気通信法が意図に反して持つ者と持たざる者のデジタル・デバイドを拡大させているとの指摘もある⁴⁸⁾。

以上のような困難な政策的課題に答え、未来の制度設計を行うことは、過去から現在までに起こったことを整理し、それを理論的に分析すること以上にはるかに難しいことである。これらの課題は経済学者に課せられた共通の課題であろう。

数学的APPENDIX

MA1 1 wayモデルと2 wayモデル

2つのレベル(A, B)で、2種類のコンポ $[A_1, A_2; B_1, B_2]$ が存在すると仮定する。コンポの組み合わせをシステムと呼ぶ。システム $[A_1B_1, A_1B_2, A_2B_1, A_2B_2]$ とする。コンポA₁の価格をP₁、コン

44) 詳細は補題5を参照。

45) 詳細は命題5を参照。

46) see Clark, 2001, p. 40.

47) see Weinberg, 2000, p. 352.

48) see Hoffman and Novak, 2000, p. 256.

が B_j の価格を Q_j とすると、システム $A_i B_j$ の価格 S_{ij} は各コンポの価格の和で表される。

$$S_{ij} = P_i + Q_j; i, j = 1, 2$$

各システム $A_i B_j$ の需要曲線 D_{ij} は、対称的線形を想定する。価格の需要に対する自己効果を b 、交叉効果を c, d, e で表す。

$$D_{11} = a - bS_{11} + cS_{12} + dS_{21} + eS_{22}$$

$$D_{12} = a - bS_{12} + cS_{11} + dS_{22} + eS_{21}$$

$$D_{21} = a - bS_{21} + cS_{22} + dS_{11} + eS_{12}$$

$$D_{22} = a - bS_{22} + cS_{21} + dS_{12} + eS_{11}$$

各コンポの需要関数は以下のように与えられる。例えば、コンポ A_1 の需要はシステム $A_1 B_1$ と $A_1 B_2$ の需要の和で表される。

$$D_{A1} = D_{11} + D_{12}; D_{A2} = D_{21} + D_{22}; D_{B1} = D_{11} + D_{21}; D_{B2} = D_{12} + D_{22}$$

分析を単純化するために以下の仮定を置く。

- ・各システムの需要の価格交叉効果一定の仮定： $c = d = e$
- ・価格や生産量が非負の仮定： $b > 3c > 0$
- ・生産の限界費用ゼロの仮定
- ・さらに、全てのパラメーターを b で基準化し、 $b = 1$ とおく。

(1) 1 wayモデル

1 wayモデル（1wで略記）とは、コンポ A_1, B_1, B_2 を企業1が生産し、 A_2 のみを企業2が生産する。利潤関数 π_1, π_2 は次のように与えられる。

$$\pi_1 = P_1 D_{A1} + Q_1 D_{B1} + Q_2 D_{B2}; \pi_2 = P_2 D_{A2}$$

利潤関数 π_1 と π_2 をそれぞれ価格 $P_1/Q_1/Q_2$ と P_2 で微分し、最適化の一次条件を求めることが出来る。1 wayモデルの各均衡値の計算結果は表1に掲載されている。

(2) 2 wayモデル

2 wayモデル（2wで略記）とは、コンポ A_1 と B_1 を企業1が生産し、 A_2 と B_2 を企業2が生産する。利潤関数 π_1 と π_2 は次のように与えられる。

$$\pi_1 = P_1 D_{A1} + Q_1 D_{B1}; \pi_2 = P_2 D_{A2} + Q_2 D_{B2}$$

利潤関数 π_1 と π_2 をそれぞれ価格 P_1/Q_1 と Q_2/P_2 で微分することによって最適化のための一次条件が求まる。2 wayモデルの各均衡値の計算結果は表2に掲載されている。

以上の表1と表2から明らかになる主要な結論を次のようにまとめることが出来る。

補題1.1 1wのコンポ価格： $P_1^{1w} = P_2^{1w} / 2, Q_1^{1w} = Q_2^{1w}$

補題1.2 2wのコンポ価格： $P_1^{2w} = P_2^{2w} = Q_1^{2w} = Q_2^{2w}$

補題1.3 1wと2wのコンポ価格の比較： $P_1^{1w} < P_1^{2w}, P_2^{1w} (< >) P_2^{2w} c (> >) 0.091, Q_1^{1w} = Q_2^{1w} > Q_1^{2w} = Q_2^{2w}$

命題1 1wと2wの総生産量の比較： $D_{ij}^{1w} < D_{ij}^{2w}$

MA2 1 wayモデルと2 wayモデルの統合

3つのレベル（A, B, C）と2種類の地域 x と y がある。各地域に2種類のコンポ $[A_{ij}; B_{ij}; C_{ij}] (i = 1, 2; j = x, y)$ が存在する。地域的制約のために、地域 x に住む消費者は地域 y の A_{iy} と B_{iy} を選択できない

いが、 C_{ij} は選択できるものと仮定する。単純化のために、 $B_{ij} = B_{2j}$ と $C_{ij} = C_{2j}$ と仮定しよう。コンポの組み合わせをシステムと呼ぶ。システム $[A_{1x}B_{1x}C_{1x}, A_{1x}B_{1x}C_{1y}, A_{2x}B_{1x}C_{1x}, A_{2x}B_{1x}C_{1y}, A_{1y}B_{1y}C_{1y}, A_{1y}B_{1y}C_{1x}, A_{2y}B_{1y}C_{1y}, A_{2y}B_{1y}C_{1x}]$ とする。コンポ A_{ij} の価格を P_{ij} 、コンポ B_{ij} の価格を Q_{ij} 、コンポ C_{ij} の価格を R_{ij} とすると、システム $A_{ij}B_{ij}C_{ij}$ の価格 S_{ijijij} は各コンポの価格の和で表される。

$$S_{ijijij} = P_{ij} + Q_{ij} + R_{ij}$$

各システム $A_{ij}B_{ij}C_{ij}$ の需要曲線 D_{ijijij} は、対称的線形を想定する。価格の需要に対する自己効果を b 、交叉効果を c, d, e で表す。

$$D_{1x1x1x} = a - bS_{1x1x1x} + cS_{2x1x1x} + dS_{1x1x1y} + eS_{2x1x1y}$$

$$D_{1x1x1y} = a - bS_{1x1x1y} + cS_{1x1x1x} + dS_{2x1x1x} + eS_{2x1x1y}$$

$$D_{2x1x1x} = a - bS_{2x1x1x} + cS_{1x1x1x} + dS_{1x1x1y} + eS_{2x1x1y}$$

$$D_{2x1x1y} = a - bS_{2x1x1y} + cS_{1x1x1x} + dS_{2x1x1x} + eS_{1x1x1y}$$

$$D_{1y1y1y} = a - bS_{1y1y1y} + cS_{1y1y1x} + dS_{2y1y1x} + eS_{2y1y1y}$$

$$D_{1y1y1x} = a - bS_{1y1y1x} + cS_{2y1y1x} + dS_{1y1y1y} + eS_{2y1y1y}$$

$$D_{2y1y1y} = a - bS_{2y1y1y} + cS_{1y1y1x} + dS_{2y1y1x} + eS_{1y1y1y}$$

$$D_{2y1y1x} = a - bS_{2y1y1x} + cS_{1y1y1x} + dS_{1y1y1y} + eS_{2y1y1y}$$

各コンポの需要関数は以下のように与えられる。例えば、コンポ D_{A1x} の需要はシステム $A_{1x}B_{1x}C_{1x}$ と $A_{1x}B_{1x}C_{1y}$ の需要の和で表される。

$$D_{A1x} = D_{1x1x1x} + D_{1x1x1y}$$

$$D_{A2x} = D_{2x1x1x} + D_{2x1x1y}$$

$$D_{B1x} = D_{1x1x1x} + D_{1x1x1y} + D_{2x1x1x} + D_{2x1x1y}$$

$$D_{C1x} = D_{1x1x1x} + D_{2x1x1x} + D_{1y1y1x} + D_{2y1y1x}$$

$$D_{A1y} = D_{1y1y1y} + D_{1y1y1x}$$

$$D_{A2y} = D_{2y1y1y} + D_{2y1y1x}$$

$$D_{B1y} = D_{1y1y1y} + D_{1y1y1x} + D_{2y1y1y} + D_{2y1y1x}$$

$$D_{C1y} = D_{1y1y1y} + D_{2y1y1y} + D_{1x1x1y} + D_{2x1x1y}$$

分析を単純化するために 1 wayモデルと 2 wayモデルと同様の仮定を置く。

(1) 1 way/ 2 way同時モデル

1 way/ 2 way同時モデル (1 / 2 wで略記) とは、コンポ A_{1x}, B_{1x}, C_{1x} を企業 1 Xが生産し、 A_{2x} のみを企業 2 Xが生産する。同様にコンポ A_{1y}, B_{1y}, C_{1y} を企業 1 Yが生産し、 A_{2y} のみを企業 2 Yが生産する。利潤関数 $\pi_{1x}, \pi_{2x}, \pi_{1y}, \pi_{2y}$ は次のように与えられる。

$$\pi_{1x} = P_{1x}D_{A1x} + Q_{1x}D_{B1x} + R_{1x}D_{C1x}; \quad \pi_{2x} = P_{2x}D_{A2x}$$

$$\pi_{1y} = P_{1y}D_{A1y} + Q_{1y}D_{B1y} + R_{1y}D_{C1y}; \quad \pi_{2y} = P_{2y}D_{A2y}$$

利潤関数 $\pi_{1x}, \pi_{2x}, \pi_{1y}, \pi_{2y}$ をそれぞれ同時に価格 $P_{1x}/Q_{1x}/R_{1x}, P_{2x}/Q_{1y}/R_{1y}, P_{2y}$ で微分し、最適化の一次条件を求めることが出来る。1 way/ 2 way同時モデルの各均衡値の計算結果は表 3 に掲載されている。

(2) 相互参入を考慮に入れた 1 way/ 2 way同時モデル

1 way/ 2 way同時モデルを発展させ、企業 1 Xが企業 2 Yを合併し、企業 1 Yが企業 2 Xを合併するよ

うな地域間の相互参入を考慮に入れる。相互参入を考慮に入れた 1 way / 2 way 同時モデル (1 / 2 w + で略記) とは、コンポ A_{1x}, B_{1x}, C_{1x}, A_{2y} を企業 1 X が生産し、コンポ A_{1y}, B_{1y}, C_{1y}, A_{2x} を企業 1 Y が生産する。利潤関数 π_{1x}, π_{1y} は次のように与えられる。

$$\begin{aligned} \pi_{1x} &= P_{1x}D_{A1x} + Q_{1x}D_{B1x} + Q_{2x}D_{C1x} + P_{2y}D_{A2y} \\ \pi_{1y} &= P_{1y}D_{A1y} + Q_{1y}D_{B1y} + Q_{2y}D_{C1y} + P_{2x}D_{A2x} \end{aligned}$$

利潤関数 π_{1x}, π_{1y} をそれぞれ同時に価格 P_{1x}/Q_{1x}/R_{1x}/P_{2y}, P_{1y}/Q_{1y}/R_{1y}/P_{2x} で微分し、最適化の一次条件を求めることが出来る。相互参入を考慮に入れた 1 way / 2 way 同時モデルの各均衡値の計算結果は表 4 に掲載されている。

(3) 1 way 1 st / 2 way 2 nd モデル

第 1 期に 1 way が決まり、第 2 期に 2 way が決まる逐次モデル (1 - > 2 w で略記) を考える。コンポの所有形態と利潤関数は 1 way / 2 way 同時モデルと同じである。利潤関数 π_{1x}, π_{2x}, π_{1y}, π_{2y} を第 1 期に価格 P_{1x}/Q_{1x}, P_{2x}, P_{1y}/Q_{1y}, P_{2y} で微分し、第 2 期に価格 R_{1x}, R_{1y} で微分し最適化の一次条件を求めることが出来る。モデルは後ろ向き帰納法によって解かれる。1 way 1 st / 2 way 2 nd モデルの各均衡値の計算結果は表 5 に掲載されている。

(4) 2 way 1 st / 1 way 2 nd モデル

第 1 期に 2 way が決まり、第 2 期に 1 way が決まる逐次モデル (2 - > 1 w で略記) を考える。コンポの所有形態と利潤関数は 1 way / 2 way 同時モデルと同じである。利潤関数 π_{1x}, π_{2x}, π_{1y}, π_{2y} を第 1 期に価格 R_{1x}, R_{1y} で微分し、第 2 期に価格 P_{1x}/Q_{1x}, P_{2x}, P_{1y}/Q_{1y}, P_{2y} で微分し最適化の一次条件を求めることが出来る。モデルは後ろ向き帰納法によって解かれる。2 way 1 st / 1 way 2 nd モデルの各均衡値の計算結果は表 6 に掲載されている。

表 3 6 から明らかになる主要な結論を次のようにまとめることが出来る。

補題 2 1 / 2 w と 1 / 2 w + のコンポ価格の比較： $P_{1x}^{1/2w} = P_{1y}^{1/2w} > P_{1x}^{1/2w+} = P_{1y}^{1/2w+}$, $P_{2x}^{1/2w} = P_{2y}^{1/2w} > P_{2x}^{1/2w+} = P_{2y}^{1/2w+}$,
 $Q_{1x}^{1/2w} = Q_{1y}^{1/2w} < Q_{1x}^{1/2w+} = Q_{1y}^{1/2w+}$, $R_{1x}^{1/2w} = R_{1y}^{1/2w} > R_{1x}^{1/2w+} = R_{1y}^{1/2w+}$

命題 2 1 / 2 w と 1 / 2 w + の総生産量の比較： $D^{1/2w} < D^{1/2w+}$

補題 3 1 / 2 w と 1 - > 2 w のコンポ価格の比較： $P_{1x}^{1/2w} = P_{1y}^{1/2w} < P_{1x}^{1->2w} = P_{1y}^{1->2w}$, $P_{2x}^{1/2w} = P_{2y}^{1/2w} < P_{2x}^{1->2w} = P_{2y}^{1->2w}$,
 $Q_{1x}^{1/2w} = Q_{1y}^{1/2w} < Q_{1x}^{1->2w} = Q_{1y}^{1->2w}$, $R_{1x}^{1/2w} = R_{1y}^{1/2w} > R_{1x}^{1->2w} = R_{1y}^{1->2w}$

命題 3 1 / 2 w と 1 - > 2 w の総生産量の比較： $D^{1/2w} > D^{1->2w}$

補題 4 1 / 2 w と 2 - > 1 w のコンポ価格の比較： $P_{1x}^{1/2w} = P_{1y}^{1/2w} > P_{1x}^{2->1w} = P_{1y}^{2->1w}$, $P_{2x}^{1/2w} = P_{2y}^{1/2w} > P_{2x}^{2->1w} = P_{2y}^{2->1w}$,
 $Q_{1x}^{1/2w} = Q_{1y}^{1/2w} > Q_{1x}^{2->1w} = Q_{1y}^{2->1w}$, $R_{1x}^{1/2w} = R_{1y}^{1/2w} < R_{1x}^{2->1w} = R_{1y}^{2->1w}$

命題 4 1 / 2 w と 2 - > 1 w の総生産量の比較： $D^{1/2w} > D^{2->1w}$

補題 5 1 - > 2 w と 2 - > 1 w のコンポ価格の比較： $P_{1x}^{1->2w} = P_{1y}^{1->2w} > P_{1x}^{2->1w} = P_{1y}^{2->1w}$, $P_{2x}^{1->2w} = P_{2y}^{1->2w} > P_{2x}^{2->1w} = P_{2y}^{2->1w}$,
 $Q_{1x}^{1->2w} = Q_{1y}^{1->2w} > Q_{1x}^{2->1w} = Q_{1y}^{2->1w}$, $R_{1x}^{1->2w} = R_{1y}^{1->2w} < R_{1x}^{2->1w} = R_{1y}^{2->1w}$

命題 5 1 - > 2 w と 2 - > 1 w の総生産量の比較： $D^{1->2w} < D^{2->1w}$

表1 1 wayモデルの計算結果 (1 w)

コンポ価格	$P_1^{1w} = \frac{a}{6 - 6c}$	$P_2^{1w} = \frac{a}{3 - 3c}$	$Q_1^{1w} = \frac{a}{3 - 12c + 9c^2}$	$Q_2^{1w} = \frac{a}{3 - 12c + 9c^2}$
システム価格	$S_{11}^{1w} = \frac{a}{2 - 6c}$	$S_{12}^{1w} = \frac{a}{2 - 6c}$	$S_{21}^{1w} = \frac{a(2 - 3c)}{3(1 - 4c + 3c^2)}$	$S_{22}^{1w} = \frac{a(2 - 3c)}{3(1 - 4c + 3c^2)}$
システム需要	$D_{11}^{1w} = \frac{a(-3 + c)}{6(-1 + c)}$	$D_{12}^{1w} = \frac{a(-3 + c)}{6(-1 + c)}$	$D_{21}^{1w} = \frac{a}{3}$	$D_{22}^{1w} = \frac{a}{3}$

システム総需要： $D^{1w} = \frac{a(-5 + 3c)}{3(-1 + c)}$

表2 2 wayモデルの計算結果 (2 w)

コンポ価格	$P_1^{2w} = \frac{2a}{7 - 17c}$	$P_2^{2w} = \frac{2a}{7 - 17c}$	$Q_1^{2w} = \frac{2a}{7 - 17c}$	$Q_2^{2w} = \frac{2a}{7 - 17c}$
システム価格	$S_{11}^{2w} = \frac{4a}{7 - 17c}$	$S_{12}^{2w} = \frac{4a}{7 - 17c}$	$S_{21}^{2w} = \frac{4a}{7 - 17c}$	$S_{22}^{2w} = \frac{4a}{7 - 17c}$
システム需要	$D_{11}^{2w} = \frac{a(-3 + 5c)}{-7 + 17c}$	$D_{12}^{2w} = \frac{a(-3 + 5c)}{-7 + 17c}$	$D_{21}^{2w} = \frac{a(-3 + 5c)}{-7 + 17c}$	$D_{22}^{2w} = \frac{a(-3 + 5c)}{-7 + 17c}$

システム総需要： $D^{2w} = \frac{4a(-3 + 5c)}{-7 + 17c}$

表3 1 way / 2 way同時モデルの計算結果 (1 / 2 w)

コンポ価格	$P_{1x}^{1/2w} = P_{1y}^{1/2w} = \frac{a(6 - 2c)}{41 - 66c + 21c^2}$	$P_{2x}^{1/2w} = P_{2y}^{1/2w} = \frac{4a(3 - c)}{41 - 66c + 21c^2}$	$Q_{1x}^{1/2w} = Q_{1y}^{1/2w} = \frac{a(7 + 14c - 9c^2)}{(1 - 3c)(41 - 66c + 21c^2)}$	$R_{1x}^{1/2w} = R_{1y}^{1/2w} = \frac{2a(5 - 3c)}{41 - 66c + 21c^2}$
システム価格	$S_{1x1x}^{1/2w} = S_{1y1y}^{1/2w} = \frac{a(-23 + 42c - 15c^2)}{(-1 + 3c)(41 - 66c + 21c^2)}$	$S_{1x1y}^{1/2w} = S_{1y1x}^{1/2w} = \frac{a(-23 + 42c - 15c^2)}{(-1 + 3c)(41 - 66c + 21c^2)}$	$S_{2x1x}^{1/2w} = S_{2y1y}^{1/2w} = \frac{a(-29 + 62c - 21c^2)}{(-1 + 3c)(41 - 66c + 21c^2)}$	$S_{2x1y}^{1/2w} = S_{2y1x}^{1/2w} = \frac{a(-29 + 62c - 21c^2)}{(-1 + 3c)(41 - 66c + 21c^2)}$
システム需要	$D_{1x1x}^{1/2w} = D_{1y1y}^{1/2w} = \frac{2a(-3 + c)}{41 - 66c + 21c^2}$	$D_{1x1y}^{1/2w} = D_{1y1x}^{1/2w} = \frac{2a(-3 + c)}{41 - 66c + 21c^2}$	$D_{2x1x}^{1/2w} = D_{2y1y}^{1/2w} = \frac{4a(-3 + c)(-1 + c)}{41 - 66c + 21c^2}$	$D_{2x1y}^{1/2w} = D_{2y1x}^{1/2w} = \frac{4a(-3 + c)(-1 + c)}{41 - 66c + 21c^2}$

システム総需要： $D^{1/2w} = \frac{8a(-3 + c)(-5 + 3c)}{41 - 66c + 21c^2}$

表4 相互参入を考慮に入れた 1 way / 2 way同時モデルの計算結果 (1 / 2 w +)

コンポ価格	$P_{1x}^{1/2w+} = P_{1y}^{1/2w+} = \frac{4a}{33 - 51c}$	$P_{2x}^{1/2w+} = P_{2y}^{1/2w+} = \frac{8a}{33 - 51c}$	$Q_{1x}^{1/2w+} = Q_{1y}^{1/2w+} = \frac{8a}{33 - 150c + 153c^2}$	$R_{1x}^{1/2w+} = R_{1y}^{1/2w+} = \frac{2a}{11 - 17c}$
システム価格	$S_{1x1x}^{1/2w+} = S_{1y1y}^{1/2w+} = \frac{2a(-3 + 5c)}{(-1 + 3c)(-11 + 17c)}$	$S_{1x1y}^{1/2w+} = S_{1y1x}^{1/2w+} = \frac{2a(-3 + 5c)}{(-1 + 3c)(-11 + 17c)}$	$S_{2x1x}^{1/2w+} = S_{2y1y}^{1/2w+} = \frac{2a(-11 + 21c)}{3(-1 + 3c)(-11 + 17c)}$	$S_{2x1y}^{1/2w+} = S_{2y1x}^{1/2w+} = \frac{2a(-11 + 21c)}{3(-1 + 3c)(-11 + 17c)}$
システム需要	$D_{1x1x}^{1/2w+} = D_{1y1y}^{1/2w+} = \frac{a(-15 + 13c)}{3(-11 + 17c)}$	$D_{1x1y}^{1/2w+} = D_{1y1x}^{1/2w+} = \frac{a(-15 + 13c)}{3(-11 + 17c)}$	$D_{2x1x}^{1/2w+} = D_{2y1y}^{1/2w+} = \frac{a}{3}$	$D_{2x1y}^{1/2w+} = D_{2y1x}^{1/2w+} = \frac{a}{3}$

システム総需要： $D^{1/2w+} = \frac{8a(-13 + 15c)}{3(-11 + 17c)}$

表5 1 way 1st/ 2 way 2ndモデルの計算結果 (1 - > 2 w)

コンポ価格	$P_{1x}^{1->2w} = P_{1y}^{1->2w} = \frac{2\alpha(5 - 23c + 35c^2 - 15c^3 - 6c^4)}{64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5}$	$P_{2x}^{1->2w} = P_{2y}^{1->2w} = \frac{4\alpha(5 - 23c + 35c^2 - 15c^3 - 6c^4)}{64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5}$
	$Q_{1x}^{1->2w} = Q_{1y}^{1->2w} = \frac{\alpha(13 - 38c - 18c^2 + 162c^3 - 159c^4)}{(1 - 3c)(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$	$R_{1x}^{1->2w} = R_{1y}^{1->2w} = \frac{\alpha(-27 + 249c - 888c^2 + 1542c^3 - 1335c^4 + 513c^5 - 54c^6)}{2(1 - 2c)(1 - 1 + 3c)(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$
システム価格	$S_{1x1x1x}^{1->2w} = S_{1y1y1y}^{1->2w} = \frac{\alpha(73 - 423c + 878c^2 - 702c^3 + 81c^4 + 45c^5)}{2(-1 + 3c)(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$	$S_{1x1x1y}^{1->2w} = S_{1y1y1x}^{1->2w} = \frac{\alpha(73 - 423c + 878c^2 - 702c^3 + 81c^4 + 45c^5)}{2(-1 + 3c)(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$
	$S_{2x1x1x}^{1->2w} = S_{2y1y1y}^{1->2w} = \frac{\alpha(93 - 575c + 1294c^2 - 1182c^3 + 237c^4 + 117c^5)}{2(-1 + 3c)(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$	$S_{2x1x1y}^{1->2w} = S_{2y1y1x}^{1->2w} = \frac{\alpha(93 - 575c + 1294c^2 - 1182c^3 + 237c^4 + 117c^5)}{2(-1 + 3c)(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$
システム需要	$D_{1x1x1x}^{1->2w} = D_{1y1y1y}^{1->2w} = \frac{\alpha(-11 + 22c + c^2)(5 - 13c + 9c^2 + 3c^3)}{2(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$	$D_{1x1x1y}^{1->2w} = D_{1y1y1x}^{1->2w} = \frac{\alpha(-11 + 22c + c^2)(5 - 13c + 9c^2 + 3c^3)}{2(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$
	$D_{2x1x1x}^{1->2w} = D_{2y1y1y}^{1->2w} = \frac{\alpha(7 - 18c + 7c^2)(5 - 13c + 9c^2 + 3c^3)}{2(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$	$D_{2x1x1y}^{1->2w} = D_{2y1y1x}^{1->2w} = \frac{\alpha(7 - 18c + 7c^2)(5 - 13c + 9c^2 + 3c^3)}{2(64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5)}$

システム総需要：
$$D^{1->2w} = \frac{4\alpha(9 - 20c + 3c^2)(5 - 13c + 9c^2 + 3c^3)}{64 - 358c + 721c^2 - 567c^3 + 63c^4 + 45c^5}$$

表6 2 way 1st/ 1 way 2ndモデルの計算結果 (2 - > 1 w)

コンポ価格	$P_{1x}^{2->1w} = P_{1y}^{2->1w} = \frac{\alpha(-29 + 18c + 15c^2)}{12(1 - c)(-17 + 18c + 3c^2)}$	$P_{2x}^{2->1w} = P_{2y}^{2->1w} = \frac{\alpha(-29 + 18c + 15c^2)}{6(1 - c)(-17 + 18c + 3c^2)}$
	$Q_{1x}^{2->1w} = Q_{1y}^{2->1w} = \frac{\alpha(14 + 51c - 96c^2 + 27c^3)}{6(1 - 4c + 3c^2)(-17 + 18c + 3c^2)}$	$R_{1x}^{2->1w} = R_{1y}^{2->1w} = \frac{\alpha(5 - 3c)}{17 - 18c - 3c^2}$
システム価格	$S_{1x1x1x}^{2->1w} = S_{1y1y1y}^{2->1w} = \frac{\alpha(-39 + 54c - 3c^2)}{4(1 - 3c)(-17 + 18c + 3c^2)}$	$S_{1x1x1y}^{2->1w} = S_{1y1y1x}^{2->1w} = \frac{\alpha(-39 + 54c - 3c^2)}{4(1 - 3c)(-17 + 18c + 3c^2)}$
	$S_{2x1x1x}^{2->1w} = S_{2y1y1y}^{2->1w} = \frac{\alpha(-73 + 192c - 105c^2 - 18c^3)}{6(1 - 3c)(1 - c)(-17 + 18c + 3c^2)}$	$S_{2x1x1y}^{2->1w} = S_{2y1y1x}^{2->1w} = \frac{\alpha(-73 + 192c - 105c^2 - 18c^3)}{6(1 - 3c)(1 - c)(-17 + 18c + 3c^2)}$
システム需要	$D_{1x1x1x}^{2->1w} = D_{1y1y1y}^{2->1w} = \frac{\alpha(3 - c)(29 - 18c - 15c^2)}{12(1 - c)(-17 + 18c + 3c^2)}$	$D_{1x1x1y}^{2->1w} = D_{1y1y1x}^{2->1w} = \frac{\alpha(3 - c)(29 - 18c - 15c^2)}{12(1 - c)(-17 + 18c + 3c^2)}$
	$D_{2x1x1x}^{2->1w} = D_{2y1y1y}^{2->1w} = \frac{\alpha(-29 + 18c + 15c^2)}{6(-17 + 18c + 3c^2)}$	$D_{2x1x1y}^{2->1w} = D_{2y1y1x}^{2->1w} = \frac{\alpha(-29 + 18c + 15c^2)}{6(-17 + 18c + 3c^2)}$

システム総需要：
$$D^{2->1w} = \frac{\alpha(5 - 3c)(29 - 18c - 15c^2)}{3(1 - c)(-17 + 18c + 3c^2)}$$

[参考文献]

- Anania, L. and R.J. Solomon (1997) “ Flat The Minimalist Prices , ” in McKnight and Bailey (1997) 91 118.
- Brynjolfsson, E. and B. Kahin (2000) Understanding the Digital Economy, The MIT Press.
- Clark, D.D. (1997) “ Internet Cost Allocation and Pricing , ” in McKnight and Bailey (1997) 215 252.
- Clark, D.D. (2001) “ A Taxonomy of Internet Telephony Applications , ” in McKnight et al. (2001) 17 42.
- Crawford, D.W. (1997) “ Internet Services: A Market for Bandwidth or Communication ? ” in McKnight and Bailey (1997) 380 400.
- Economides, N. (1989) “ Desirability of compatibility in the absence of Network Externalities , ” American Economic Review 79: 1165 1181.
- Economides, N. and S.C. Salop (1992) “ Competition and Integration among Complements, and Network Market Structure , ” Journal of Industrial Economics XL: 105 123.
- Giovannetti, E. (2001) “ Interconnection, Differentiation and Bottlenecks in the Internet , ” Information Economics and Policy (forthcoming)
- Haltiwanger, J. and R.S. Jarmin (2000) “ Measuring the Digital Economy , ” in Brynjolfsson and Kahin (2000) 13 33.
- Hoffman, D.L. and T.P. Novak (2000) “ The Growing Digital Divide: Implications for an Open Research Agenda , ” in Brynjolfsson and Kahin (2000) 245 260.
- Laffont, J. J. and J. Tirole (2000) Competition in Telecommunications, The MIT Press.
- Lehr, W. (2001) “ Vertical Integration, Industry Structure, and Internet Telephony , ” in McKnight et al. (2001) 93 124.
- Mackie Mason, J.K. and H.R. Varian (1997) “ Economic FAQs about the Internet , ” in McKnight and Bailey (1997) 27 62.
- McGarty, T.P. and L.W. McKnight (2001) “ Virtually Global Telcos: International Internet Telephony Architectures , ” in McKnight et al. (2001) 43 91.
- McKnight, L.W. and J.P. Bailey (1997) Internet Economics, The MIT Press.
- McKnight, L.W. and J.P. Bailey (1997) “ An Introduction to Internet Economics , ” in McKnight and Bailey (1997) 3 24.
- McKnight, L.W., W. Lehr, and D.D. Clark (2001) Internet Telephony, The MIT Press.
- McKnight, L.W., W. Lehr, and D.D. Clark (2001) “ An Introduction to Internet Telephony , ” in McKnight et al. (2001) 1 13.
- McKnight, L.W. and B. Leida (2001) “ Internet Telephony Service Providers , ” in McKnight et al. (2001) 193 215.
- McKnight, L.W. and M.S. Shuster (2001) “ After the Web: Diffusion of Internet Media , ” in McKnight et al. (2001) 165 190.
- Matues, C. and P. Regibeau (1988) “ Mix and Match: Product Compatibility with out Network Externalities , ” Rand Journal of Economics 19: 221 234.
- Sarker, M. (1997) “ Internet Pricing: A Regulatory Imperative , ” in McKnight and Bailey (1997) 479

499.

Shy, O. (2001) *The Economics of Network Industries*, Cambridge Univ. Press.

Sharifi, H. (2001) "Internet Telephony Carrier Strategies," in McKnight et al. (2001) 303-323.

Weinberg, J. (2001) "Internet Telephony Regulation," in McKnight et al. (2001) 325-366.