

電気通信事業の市場構造と効率性分析

神戸大学大学院 経済学研究科

文 東洙 (ムン ドンス)

1 はじめに

日本と韓国の電気通信市場への参入許可の背景には、市場構造を競争的にすることで、個別企業の効率性を高めようとする規制目標があると言える。しかし、こうした参入の規制緩和以外に、この産業の競争をより激しくした要素があり、それは移動通信サービスである。移動通信ははじめ固定通信の補完的サービスとして導入されたが、無線通信技術の発展や、料金の急速な値下げ、多様なサービスの提供により、固定通信サービスに対して補完関係ではなく、代替関係となっていきつつある。このことは固定通信事業者にとっては、移動通信事業者が垂直的構造の補完関係から水平的構造の競争関係になると同時に、激しい競争にさらされるようになったことを意味する。従って、最近の電気通信産業における激しい競争的市場構造は、参入の規制緩和による新しい参入企業との競争要素と、さらに移動通信サービスとの補完関係から代替関係への変化による競争要素という、二つによると考えられる。

本研究は、このような考えに基づいて、激しい競争が行われている市場構造は果たして通信業者の効率性を向上させたのか否かを分析する。その際に、移動通信サービスと固定通信サービスとの代替関係を表すために、固定通信と移動通信サービスを同質財として扱い、一つの産業であることを仮定する。また、できる限りデータの不足問題を解決するために、日本と韓国についても同一産業であると仮定を拡張し、分析を試みる。

第2節では日本と韓国の電気通信市場の現状を簡略に述べる。第3節では効率性の分析方法と、電気通信事業者の効率性分析に関する先行研究について調べる。第4節では日本と韓国の電気通信事業者の推定資料について説明する。そして第5節ではまず、DEA(Data Envelopment Analysis)の効率性分析を行う。但し、本研究では日本と韓国の電気通信事業を共に分析するので整合的結果を得るために、DEAと同時にSFA(Stochastic Frontier Analysis)を行い、その結果を比較分析することにしたい。それで、6節ではSFAの効率性を分析し、SFAの結果をDEAの結果と比較する。第7節では分析の結果をまとめると

2 電気通信市場の現況

2.1 日本の現況¹

1952年、電話ネットワークの普及と国内電話サービスの提供を目的に日本電信電話公社が、53年には国際電話サービスを担う国際電気電信株式会社（KDD）が設立されて国内電話と国際電話市場を二分してきた。しかし、電気通信事業の技術進歩や非効率的経営により、1985年に日本電信電話公社から日本電信電話株式会社（NTT）に民営化されると同時に、電気通信市場は今までの独占市場から、競争市場へと構図が変わった。また、1985年の民営化の際の目的でもあったNTTの分離・分割は何回かの見直しを経て、96年度に日本電信電話株式会社を持株会社として、その傘下にNTT西日本、NTT東日本、NTTコミュニケーションズなどを置くことで決着され、99年に実施された。

長距離系とは日本で市外電話（県間通信）であり、85年のNTTの民営化とともに第2電電（DDI）、日本テレコム（JT）、テレウェイ（後でKDDI）がNCC（New Common Carrier）として、市場に参入した。一般的に、市外（長距離）電話市場は利益率が高いので、NCCの安定的収益は保証された。しかし、却って安定的収入が激しい競争を呼び起こし、料金の値下がりや収益率低下が続いている。最近では事業者に経営合理化や提携が求められている。また、国際系にも89年から日本国際通信（ITJ）、日本デジタル通信（IDC）が参入し、長距離系のように激しい競争が繰り広げられている。この市場にはKDD（2000年からKDDI）、NTT、日本テレコム以外に外国系企業も競争している。

1998年度を基準にすると、固定電話市場の売上高は約8兆円で対前年比1.8%減少したが、携帯電話市場の売上高は約6兆円で対前年比13.4%と伸び、高い成長を見せた。この移動通信市場では、NTTDocomoグループは約57%の市場シェアを占める一方、DDI-IDO（日本移動通信）、日本テレコムの三つのグループが競争を行っている。

86年から電力会社のサービス範囲を営業基盤とする電力系NCC、即ち、東京通信ネットワーク（TTNet）、大阪メディアポート（OMP）、中部テレコミュニケーション（CTC）、東北インテイリジェント通信（TOHKnet）、九州通信ネットワーク（QTNet）、四国情報通信ネットワーク（STNet）、北海道総合通信網（HOTnet）、北陸通信ネットワーク（HTNet）、沖縄通信ネットワーク（OTNet）²が参入した。電力系事業者は最初に、専用線市場を中心に営業を行ってきたが、最近、東京通信ネットワークを中心とする経営統合が進んでおり、98年からは市内電話サービスも開始した³

¹この小節は、中村芳兵（2000）の『通信サービス』と 総務省（2003）『情報通信白書、平成15年版』に多く載っている。

²98年参入。

³『通信サービス』の「電力系の通信会社」、p.178.

90年代後半から激しい競争により、この産業において経営統合や合併も頻繁に行われている。先ず、97年に日本テレコムが日本国際通信を、98年に日本高速通信（テレウェイ）をKDDが合併してから、2000年にはDDI、KDDとIDOが合併し、KDDIを発足させた。また電力系においても、東京電力、関西電力と中部電力の出資による持株会社が、東京通信ネットワーク、大阪メディアポート、中部テレコミュニケーションを2000年に統合した。

日本電気通信市場では競争の導入によりNCCの市場シェアが拡大された点も注目すべきである。固定通信による長距離通信（県間通信）の通信回数におけるNCCの比率は、97年度の37.3%から2001年度には49.8%となり、半分近くを占めるまでに増加している一方、地域通信（県内通信）の通信回数に占めるNCCの比率も、97年度の10.9%から2001年度には34.8%にまで増加している。国際通信の通信回数に占めるNCCの比率は、97年度の34.2%から2001年度には55.9%に増加し、初めて50%を超えた。2001年度はNCCの比率が対前年度比で9.9ポイント増加して⁴、急速に競争が進んでいる⁵。

2.2 韓国の現況⁶

韓国の電話ネットワークの普及や国内・国際電話サービスは、82年まで政府部署の一つである通信部により行われてきたが、ようやく82年12月に韓国電気通信公社（KT）の設立と同時に、この業務が移行された。しかし、通信市場の開放圧力と産業の競争力向上のために、1987年から民営化計画が立てられ、1999年に上場、2002年に政府の持ち分を全て売却することで長い民営化計画を完了した。KTの民営化計画と共に、電気通信市場の競争体制導入も段階的に進められ、91年に国際電話市場が、96年に市外電話にNCCが参入してきた。

長距離系（市外電話）には96年にディコム（Dacom）が、99年にオンセ通信（Onse）が参入し競争している。国際電話市場は91年に韓国において競争が、はじめて導入された市場で最近まで成長の勢いを見せているが、基幹通信業者と別定通信業者間の激しい競争にさらされている。市外通信業者としては国際電話事業者と同様である。市内電話においても、99年にハナロ通信（Hanaro）が参入し、KTと競争し始めた。

移動通信市場では、94年度に政府の政策により韓国電気通信公社の子会社であった、韓国移動通信サービス株式会社を引き受けたSKテレコムが、2002年度の加入者基準市場シェアで53%を占めている一方、固定通信の支配的事業者であるKTの韓国通信フリーテル（KTF、96年参入）は32%、LGテレコム（96年参入）は15%で両者を併せて47%の

⁴『情報通信白書、平成15年版』の第2章の第2節「電気通信事業」。

⁵しかし、対照的に移動通信においては、携帯電話の通信回数に占めるNCCの比率は、97年度の44.6%、98年度42%、99年度42%、2000年度37.1%、2001年度には35.8%まで縮小している。

⁶この小節は、韓国情報通信部（2003）の『電気通信年次報告書、2002年度版』に多く負っている。

市場シェアを占めている⁷。

韓国の場合は日本と違い、市場の競争は導入されたものの、既存の支配的事業者である KT の市場シェアが大きいし、あまり市場のシェアに変わりはない。市内電話では、KT と Hanaro が競争しているものの、2002 年の加入者基準で KT は 2255 万人で 96%，Onse は 94 万人で 4% の市場シェアで、殆ど独占市場である。また 2002 年度売上高基準にして、市外電話において KT は 84.8%，Dacom 10.8%，Onse 4.4% であり、国際電話においても KT が 43%，Dacom 27%，Onse 7% 等で、KT は移動系（移動通信）を除き全ての市場（固定通信）において支配的事業者である⁸。

2.3 固定通信から移動通信へ

日本と韓国の電気通信産業において共通する傾向は、電話サービスの需要パターンが固定通信から移動通信へと変わって行きつつあることである。図 1 のように、日本の固定通信と移動通信の契約数の推移を見ると、2000 年度に固定通信は 6196 万回線で足踏みか減少するのに対して、移動通信は 6678 万回線で成長が続いている。韓国では、99 年に固定通信加入者数⁹が 2058 万名でに対して、移動通信の加入者数は 2344 万名で、固定通信の加入者数を上回っている。

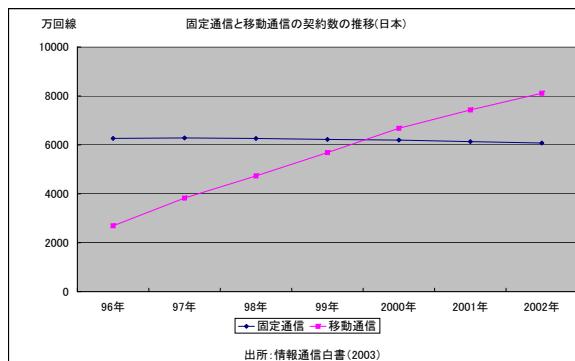


図 1: 固定・移動通信の契約数の推移(日本)

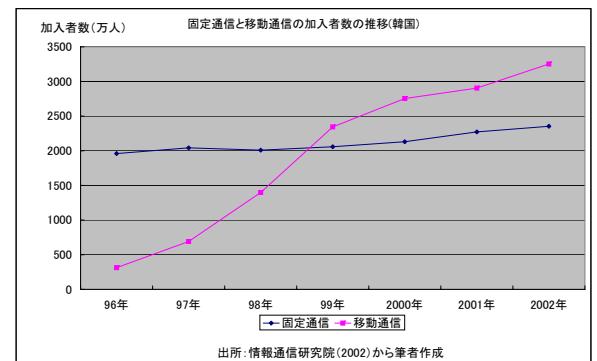


図 2: 固定・移動通信の加入者数の推移(韓国)

また、電気通信メディアの利用状況を示す図 3 からも分かるように、日本では固定から固定への電話サービスは 96 年度に 75.6% で圧倒的に多かったが、2001 年度には、58.1% まで

⁷ しかし、このような市場シェアは韓国政府が移動通信において非対称規制、即ち、SK に対して一定の市場シェアを超えないように規制を行ったことによる影響が強い。

⁸ 『情報通信年次報告書、2002 年度』

⁹ 韓国では日本の契約数に一致するデータがなかったので、対応するデータとして加入者数を使った。この加入者数は市内電話加入者数である。

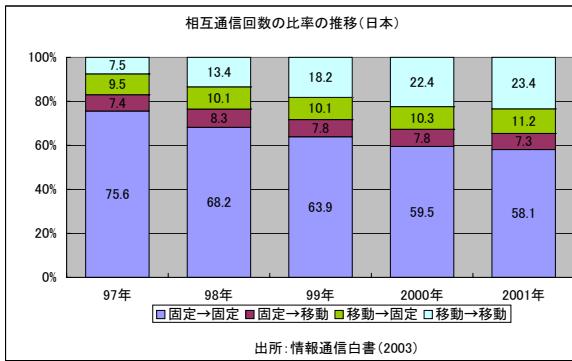


図 3: 相互通信回数の比率の推移 (日本)

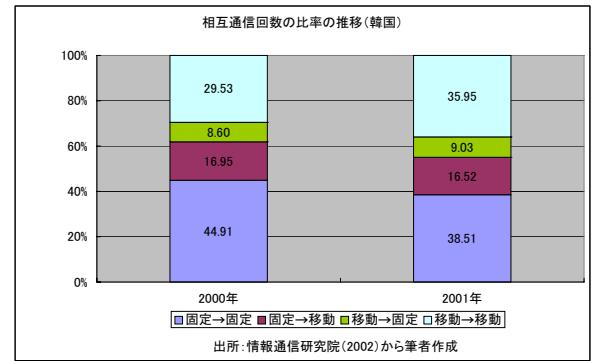


図 4: 相互通信回数の比率の推移 (韓国)

減りつつあるのに対して、移動から移動への電話サービスは年々増加する趨勢である。こうした事情は図 4 の韓国においても同様である。こうした傾向に照らしてみると、移動通信は固定通信の補完的サービスというより、代替的サービスとなりつつあるといえる。

3 効率性分析方法

3.1 DEA と SFA

技術と配分効率性を推計する方法としては、パラメトリック方法とノンパラメトリック方法がある。パラメトリック方法には、費用関数あるいは生産関数を用いて非効率性がある確率分布に従って起きると仮定する SFA (Stochastic Frontier Approach) がある。ノンパラメトリック方法には、関数型を仮定せずに与えられたデータにより効率的フロンティアを作り、個別比較対象のフロンティアまでの距離を測る方法を用いて、相対的に効率性を比較する DEA (Data Envelopment Analysis) がある。

DEA は線形計画法という数学的方法により行われる。特に Farrell (1957) が定義した技術や配分効率性の概念と一致する。また、Ross and Ruzzler (2000) によると、規制企業において得られる効率性には、効率的状態を表すフロンティアのシフト (技術進歩) と、フロンティア上にない企業のフロンティア上への接近 (効率性改善) の二つがあり、これらを区別するのが大事であると指摘した。DEA によるマルムキスト指数を求める¹⁰と、全要素生産性と違い、企業の効率性の改善 (フロンティアへの接近) による生産性上昇と産業の技術進歩 (フロンティアのシフト) による生産性上昇とが区別できるという長所がある。

¹⁰マルムキスト指数はフロンティアまでの距離関数を利用して定義される。その距離関数の測定には幾つかの方法があるが、DEA の線形計画法も距離関数を求める方法の一つである。

生産あるいは費用の決定論的フロンティア・アプローチにおいては、企業の生産や費用は統制不能の確率的ショックによる影響を受ける一方、企業内部の統制可能な要素である経営努力や労働生産性などによる非効率性には影響を受けていない。しかし、個別企業は現実的にそうした要素に影響を受けており、これを分析に取り入れるために、ショックによる確率的搅乱を表す項と、個別企業の非効率を表す確率分布項に分ける確率論的フロンティア・アプローチを導入した。こうした方法の短所は、非効率性が半正規、切断、指数、ガンマ分布などに従うと仮定する際に、非効率性がそのような確率分布に従うという客観的事実よりも、計算上の便利のために導入されたことがある。また、費用の非効率性については、いわゆる「グリーンの問題」¹¹のような推定上の問題が存在する。それにもかかわらず、SFA には DEA のように数学的計算にはない、統計的推定により統計的信頼性のある分析ができるという長所がある。

3.2 先行研究

日本の場合、DEA を利用した研究は主に Sueyoshi (1996, 1997, 1998) によって行われた。Sueyoshi (1996) は、NTT の費用関数推定に際して、推定方法によるバイアスを避けるために DEA や SFA を含む 8 つの方法を試みる一方、95 年に論議された NTT の分離・分割についての三つのシナリオ¹²について、それぞれのシナリオに対応する費用の劣加法性テストを行った。そして、三つのシナリオのいずれも分離・分割による費用の劣加法性は存在しないので、NTT の費用は増加するという結論を出した。従って、NTT の分離・分割は分離・分割により通信料金が引き下がるという予想とは違い値上げをする可能性があると指摘し、政策の見直しや NTT の経営努力を喚起させた。Sueyoshi (1998) は、一般的に公企業が私企業より非効率的であるという所有権 (Property Right) 理論の認識から、NTT の民営化以前と以後の効率性と成長指数を DEA を利用して分析した。彼の分析結果は NTT の民営化は生産性増加には寄与したが、価格が規制当局により決められる制度であるため、効率的費用管理はできなかったということであった。結局、企業の成果と組織の行動 (Corporate Behavior) は単なる所有権によっては決定されないし、特に組織の行動は組織を巡る環境 (規制と規制緩和) と、組織のクライアント (政府と他企業) のような外部的要素の影響を受けるので、NTT の民営化が成功するためには、より高い裁量権を与えるべきであると提案した。Sueyoshi (1997) では、DEA と関連して 8 つの効率性概念を定

¹¹ これは費用関数と要素シェア方程式を同時推定する際に、非効率性を表す確率項間に相関関係がない、という仮定が維持できなくなる推定上の問題で、William H. Greene がはじめて指摘した。

¹² 分離・分割の三つのシナリオとは、地域的分離・分割として第 1 に NTT を東京とその以外の地域に分けるか、第 2 に Japan National Railways のように地域的に分ける案である。第 3 はサービス内容による分離・分割で長距離と地域電話サービスに分ける案であった。

義し，その応用において NTT に規模の経済性があることを見出した。

92-97 年までの NTT の地域事業部制に関するパネルデータが存在するので，浅井・根本（1999）は地域事業部の費用効率性分析を行い，地域事業部の非効率性は配分効率性よりも技術効率性によるものであり，地域間の効率性格差は一人当たり市内線路設備額による影響を受けることを，分析から得た非効率性の値に関する回帰分析を通じて発見した。また，浅井・根本（2000）では効率性と生産性分析を行い，効率性が相対的に高い地域事業部は生産性の伸びも高いが，効率性が低い地域事業部では生産性の伸びが低いという結果を得た。

アメリカにおいては，Majumdar（1995）が DEA を用いて独占から競争の時期へと変わった，1973 年から 1987 年までの期間を四つに分けて，地域通信会社の（X-効率性の概念に即して）¹³効率性を分析し，費用最小化と産出最大化¹⁴の能力が向上されたという結果を得ると同時に，政策分析において DEA の有効性を論じた。

Uri（2001a）はアメリカ通信産業において，規制企業の効率性を向上させるために導入された，インセンティブ規制（特にプライスキャップ制度）が実際に通信会社の効率性を向上させたのかを，1985 年から 1998 にかけての州別データで DEA を行った。彼の結果において，技術効率性は 85-93 年まで不明瞭であるが，93 年以後からは確実に上昇した。それと共に配分効率性は 85 年から上昇したので，インセンティブ規制が市内通信事業者（Local Exchange Carriers:LECs）に有意な効率性向上を与えたと結論付けた。また，Uri（2001b）では，四つの産出と六つの投入要素を用いて市内通信事業者の技術効率性と規模の効率性の分析を行った。DEA で彼は一般的に技術効率性や規模の効率性に大体は有意な結果を得たが，幾つかの事業者の有意ではない結果を補完するために SFA も行った。しかし，SFA ではインセンティブ規制が技術効率性を向上させるととは確信できないという結果を得た¹⁵。

経済企画庁物価局編（1998）の場合，日本電気通信産業の全般的な企業を対象に SFA を行い，地域通信市場と国際通信市場では新規参入者の効率性が高く，長距離市場ではその格差が小さいという結果を得た。また，費用非効率性の要因として，稼働率とハーフィンダール指数を説明変数とする回帰分析を行った結果，稼働率が上がると費用非効率は下がる一方，競争の進展を表す代理変数としてのハーフィンダール指数が上がる¹⁶と，費用非

¹³Leibenstein and Maital(1992) は DEA での相対的効率性が，X-効率性を完全ではないが，近似的に表す一つの方法であると論じた。

¹⁴Majumdar（1995）は DEA によって，与えられた投入要素で最大生産可能な効率性を（Input-Oriented）分析している。そして，産出として地域通話数（Total number of local calls）と長距離通話数（Total number of toll calls）を，投入要素として，維持・償却費用，電話や一般事務費用とその他費用を，利用した分析を費用最小モデルとした。一方，産出は同じであるが，投入要素として，交換機数，総回線数と雇用者数を利用した分析が産出最大モデルである。

¹⁵結局，この結果が整合的であるか否かは比較研究の不足で決定できなかった。

¹⁶ハーフィンダール指数は市場シェア s_i の二乗合， $\sum_i s_i^2$ で表す。ハーフィンダール指数は市場シェアの分散による影響を受け，市場シェアの分散が大きいほど，即ち，支配的事業者がある場合，1 に近い。競争の市場では市場シェアが大体に同じであれば分散も小さいので 0 に近くなる。言い換えればハーフィンダール指数

効率性も上がるという分析結果で、これから競争の不十分さによる非効率性が非常に大きいと結論付けた。

4 分析資料

この節では、DEA と SFA のために使われる資料について述べる。効率性分析のために産業の各企業ごとのパネルデータが望ましい。しかし、現実的に市場参入期間の短さや事業者数の少なさにより、日本と韓国の電気通信産業で得られるパネルデータは不十分である。従って、日本と韓国両方の電気通信産業の、利用可能なデータを有する企業を一つの産業の企業としてまとめ、パネルデータを構築する方法を試みる¹⁷。日本では 96-2001 年までの『有価証券報告書』を、韓国では 99-2002 年までの『事業報告書』のデータを使う。それにも関わらず激しい電気通信産業の合併などによりデータの連続性問題が生じる。例えば、NTT の場合 99 年から NTT 持株会社の傘下で西・東 NTT・NTT コミュニケーションズに分離され、99 年以後の費用情報を得るのが難しくなった。類似の問題は韓国でも同じである。しかし、DEA と SFA の両方の分析を行うことで、このような問題点から生じる結果の整合性を試す。

推定資料は生産の技術効率性分析であるので、生産物とその投入要素である、労働、資本、原材料について以下のように求める。

- 資本ストックは $K_t = (1 - \theta)K_{t-1} + I_t$ の関係式による。 θ は減価償却率で各有形固定資産項目別の減価償却費を期首の有形固定資産項目別金額で除したものであり、各企業のデータが利用可能時点の期初の帳簿価格を基準として計算することで純資本ストックを利用する。一方、資本ストックの集計には、資本ストックの各構成項目別にウェイトを置き、集計する Törnquist 指数方法が望ましいが、その場合、各構成項目の価格情報が必要となるので、日本と韓国においてデータの制限上の問題で、各構成項目別に資本ストックの系列を作り、その後単純合計したものを使う。有形固定資産の項目は機械及び装置・車両及び船舶工具・器具及び備品・土地である。
- 投資 (I_t) は電気通信事業固定資産の年度変化額に減価償却額を足したものを資本財価格指数¹⁸で実質化する。
- 生産物は営業収益とし、GNP デフレータ¹⁹で実質化する。営業収益は日本と韓国と

が 1 であれば独占を、0 であれば完全競争を意味する。

¹⁷ 異種の通信サービス（市内、市外、国際電話）を行っている通信事業者を一つの産業としてみなしてパネルデータを作成した方法は、経済企画庁物価局編（1998）でも取られた方法である。

¹⁸ 日本と韓国ともに 95 年に基準化。

¹⁹ 日本と韓国ともに 95 年に基準化。

もに電話収益以外に専用線収益などを含んでいる。

- 労働は従業員数を利用したが、両国ともに契約職は除外した²⁰。
- 原材料は一般的に営業費用の中で、経費と業務委託費を合計した物件費を利用し、GNP デフレータで実質化する。しかし、日本と違い韓国の資料は事業報告書である関係で、営業費用の明細が日本より細かく分類されているし、日本の経費と業務委託費に対応する項目がなかったので、できる限り、その概念に対応する項目だけを取り出し、合計したものを利用する。その項目は交通費、通信費、電力水道料、燃料維持費、消耗品費、印刷費、車両維持費、運送費、広告費、調査分析費等である。
- こうしたデータを日本と韓国間の比較のために、各年度の平均為替レートをもって日本円建てに直した。
- 最後に、NTT のデータは 99 年を期して分離されたので、その後の有価証券報告書には NTT 持株会社の会計情報しか載っていないので、99 年以前のデータと連続性がない。しかし、後ほど分かるように、NTT は日本と韓国の電気通信産業の分析において非常に重要な事業者であるので、分析に影響を与えると考えられる。従って、できる限りの情報をを利用して固定電話事業中心の 99 年以後のデータを作成した。まず、生産物である営業収益は有価証券報告書にある、NTT 西日本、NTT 東日本及び NTT コミュニケーションズの役務別損益明細表の中で、音声伝送、データ転送と専用線サービスの収益を合計したものを利用し、NTT 通信事業の支援を行う、NTT データは除外した。従業員も NTT 西日本、NTT 東日本及び NTT コミュニケーションズの三社の合計の人数を使う。

問題となるのは資本ストックと物件費である。資本ストックは NTT 西日本、NTT 東日本及び NTT コミュニケーションズの各々の有形固定資産明細表のデータがないし、物件費も各企業の営業費用明細書がないので、求められない。従って、本研究では、NTT については、資本ストックと物件費が、各々の帳簿資本ストックと営業費用について一定の割合の関係にあると仮定する。まず、資本ストックは 99 年以前までのデータから作り上げた純資本ストックと帳簿上（会計基準）の資本ストック間との比を計算し（3 年間、0.95, 0.93, 0.93 で平均的に 0.936），99 年からは NTT 西日本、NTT 東日本及び NTT コミュニケーションズの帳簿資本ストックに、この比で

²⁰しかし、日本と韓国一部の事業者では、大体多く（例えば、日本テレコムは大体に従業員の 3 割弱）の数の契約職を雇っていた。生産要素としての概念に基づけば契約職も従業員に入れるべきであるが、彼らについては賃金などの正確なデータがないので、他のデータとの整合性のために除外した。しかし、これの補完が必要であろう。

分けたものを純資本ストックとして使う。そして、物件費も過去の営業費用の中で物件費が占める割合を計算し（3年間、0.3, 0.34, 0.37で平均的に0.34），三社の営業費用合計から物件費を求めた。

こうして得られたデータに基づいて、図5は日本と韓国の電気通信事業者を同一の産業に所属するものとして扱った場合の、特に1999年度の営業収益シェアである。図を見ると分かるように、NTTの営業収益シェアが99年度に58%を超えており、市場支配的事業者であるといえる。日本のNTTに対応する、韓国の固定通信事業者であるKTは7.47%であり、韓国の支配的事業者でありながらも、NTTとその規模の差が大きいことを表している。NTTに続く事業者は移動通信事業者NTT Docomoであり、移動通信のDocomo系列の営業収益シェア合計は21%を超えており、これに対応する韓国の移動通信事業者はSK（3.34%）とKTF（1.76%）で、この事業者らの営業収益シェア合計は5.1%であって、KTの市場シェアと比べてもそれほど小さくないので移動通信の成長を表している。NCC（New Common Carrier）である電力系の事業者（東京通信ネットワーク、大阪メディアポート、中部テレコミュニケーション、東北インテリジェント通信、九州通信ネットワーク²¹）や日本テレコム、DDIの営業収益シェアは小さいし、その傾向は韓国においても日本のそれらに対応するDacom、Hanaro、Onseの小さい営業収益シェアに表されている。

しかし、図6の2001度の営業収益シェア²²をみると、NTTの営業収益シェアは1999年と比べて12%以上減少し、変わりに他事業者の営業収益シェアが増加した。特に、移動通信事業者であるNTT Docomoをはじめとする移動通信事業者の営業収益シェアは日本だけでも24.02%であり、やはり増加した韓国の移動通信業者（SKの4.57%，KTFの3.28%）と、合計すると32%弱であって、移動通信の普及の進み具合と固定電話の低迷を表している。また、日本の電力系や日本と韓国の国内・国際系NCCの市場シェアの伸びはあまり見られなかった。こうした傾向は営業収益のシェアだけではなく、資本ストック及び他投入要素においても類似であった。

5 Data Envelopment Analysis

5.1 DEAの技術効率性

DEAは分析対象に対して相対的な比較をすることで、効率性に関して絶対的基準が無い場合にはいい方法である。しかし、実際には効率性が悪いにも関わらず、比較対象中で一番

²¹図では紙面の関係で、この事業者の社名を各々、東京通信、大阪メディア、中部テレコミュ、東北通信、九州通信と略した。

²²DDIの10.96%はKDDとの合併による結果である。

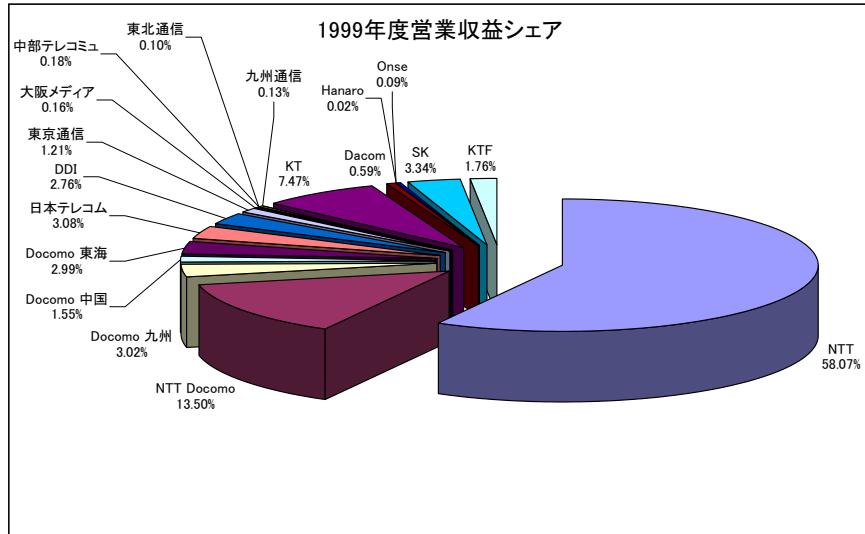


図 5: 1999 年度営業収益シェア

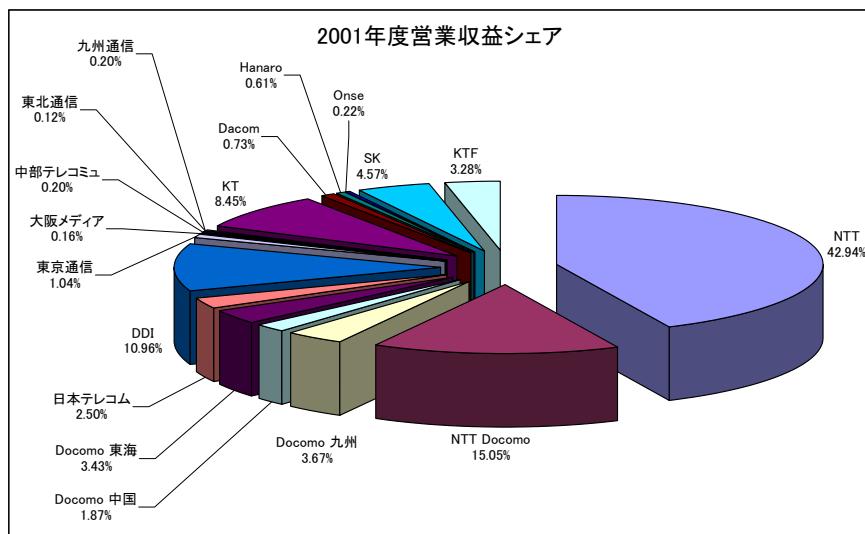


図 6: 2001 年度営業収益シェア

の成果を上げていることで DEA では効率的である，と判断されることに注意しなければならない²³．

相対的比較をするために，まず，与えられた事業体のデータに基づき推定された効率的フロンティアから分析対象までの距離を測るという過程が要る．それは次の数学的问题として定式化される．

各々 N の企業は K 個の投入と M 個の产出を生産している． i 番目事業体の投入と产出を各々の x_i と y_i とする．一般的に多投入・多生産の場合，効率性とは簡単に投入要素と产出を 1 つの指數としてまとめて，その比率を比べればよい．しかし，線形の指數化，例えは $X = \sum_{k=1}^K v_{ik} x_{ik}$ の場合，ウェイト v_{ik} などをどのように定めればよいかの問題が生じる．そして，その 1 つの方法として，次のように考えることができる．

$$\begin{aligned} \max_{u,v} \quad & \frac{u'y_i}{v'x_i} \\ \text{s.t.} \quad & \frac{u'y_j}{v'x_j} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N \\ & u, v \geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

これは各事業体 (Decision Making Unit:DMU) のデータによって作られた効率的フロンティア制約下で i 番目の事業体の効率性を最大化させる v_i と u_i を選ぶ問題である．但し， x_i, y_i は i 番目の事業体の投入と产出に関するの $K \times 1$ と $M \times 1$ の列ベクトルである．しかし，この問題は各事業体の数だけ，こうした問題を解かなければならないので，計算の簡単化のために，まず，

$$\begin{aligned} \max_{\mu,\nu} \quad & \mu'y_i \\ \text{s.t.} \quad & \nu'x_i = 1 \\ & \mu'y_j - \nu'x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N \\ & \mu, \nu \geq 0 \end{aligned} \tag{2}$$

とする．これによって最初の分数計画法は線形計画法に変わり，また線形計画法の双対性により

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\ \text{s.t.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{3}$$

²³Rossi and Ruzzier (2000)

と変えることができ、線形計画法で解く場合より制約の数を減らすことができる。そして、ここで θ は効率性を表すものである。但し、 θ はスカラー、 λ は $N \times 1$ のベクトル、 X は $K \times N$ の投入行列、 Y は $M \times N$ の産出行列である。

もう一つ、DEAにおいては規模に関する収穫一定 (Constant Return to Scale:CRS または CCR モデル) と収穫可変 (Variable Return to Scale:VRS または BCC モデル) が仮定できる。規模に関する収穫一定は事業体が長期均衡 (全ての事業体が最適規模で生産活動を行う意味で) 下にある場合に適切である。しかし、不完全競争、資金制約等により最適規模下で生産活動を行うことができない場合には収穫一定の仮定は不適切であり、各投入水準において生産規模の違いが予想されるので、収穫可変モデルが適切であろう²⁴。そして最適規模の収穫一定下の効率性と最適規模ではない収穫可変下での効率性の比が規模の差による効率性、即ち、規模の効率性 (Scale of Efficiency) となる。

収穫可変 (VRS) モデルは、(3) 式に凸性条件 (Convexity Constraint) である $N'\lambda = 1$ (N (事業体数) は要素が 1 である $N \times 1$ ベクトルである。) を加えることで求められる。

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta \\
 \text{s.t. } & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & N'\lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{4}$$

5.2 分析結果

分析にあたっては、固定と移動通信の技術構造だけでなく、韓国と日本の電気通信産業の技術構造も同一であるという仮定を置いた。データとして使われる電気通信事業者は国内・国際系及び移動系をはじめ、日本では電力系も含んでいるので、実際にこのような事業者らの技術が同一であるというのは非常に強い仮定である。しかし、移動通信が固定通信と代替関係にあれば、同一産業として見なせるだろう。

まずは CRS (規模に関する収穫一定) 下での技術効率性を表 1 で示す²⁵。この表は年毎に規模一定の技術効率性を測ったものである。このデータの構造からみると、98 年までは移動通信事業者は 2 社 (NTT Docomo, SK) しか存在しないし、電気通信産業に支配的事業者である NTT, KT 以外に規制緩和により新たに参入した NCC (KDD, 日本テレコム, DDI, Dacom) の事業者が存在している。従って、この期間の電気通信事業者の効率性は、

²⁴Coelli(1996b)

²⁵本分析は Coelli の DEAP (Version 2.1) で行った。

CRS の技術効率性

| | | 96 年 | 97 年 | 98 年 | 99 年 | 2000 年 | 2001 年 | 2002 年 | 平均 | 分散 |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 国内， 国際系 | NTT | 0.765 | 0.651 | 0.812 | 0.448 | 0.640 | 0.690 | | 0.668 | 0.116 |
| | KDD | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.566 | | | | 0.892 | 0.188 |
| | 日本テレコム | 1.000 | 1.000 | 0.992 | 0.796 | 0.739 | 0.576 | | 0.851 | 0.161 |
| | DDI | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.878 | 0.665 | 0.717 | | 0.877 | 0.139 |
| | KT | | | 0.884 | 0.390 | 0.638 | 0.619 | 1.000 | 0.706 | 0.215 |
| | Dacom | | | 0.683 | 0.406 | 0.475 | 0.549 | 0.790 | 0.581 | 0.139 |
| | Hanaro | | | | 0.040 | 0.183 | 0.605 | 0.737 | 0.391 | 0.288 |
| | Onse | | | | 0.765 | 0.521 | 0.748 | 0.930 | 0.741 | 0.146 |
| 電力系 | 東京通信 | 0.748 | 0.640 | 0.908 | 0.576 | 0.569 | 0.572 | | 0.669 | 0.124 |
| | 大阪メディア | 0.725 | 0.860 | 0.847 | 0.462 | 0.867 | 0.804 | | 0.761 | 0.142 |
| | 中部テレコミュ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.582 | 0.945 | 1.000 | | 0.921 | 0.153 |
| | 東北通信 | 0.472 | 0.700 | 1.000 | 0.531 | 1.000 | 1.000 | | 0.784 | 0.227 |
| | 九州通信 | 1.000 | 1.000 | 0.926 | 0.413 | 0.622 | 0.605 | | 0.761 | 0.226 |
| 移動系 | NTT Docomo | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.953 | | 0.988 | 0.020 |
| | Docomo 九州 | | | | 1.000 | 0.998 | 0.955 | | 0.984 | 0.021 |
| | Docomo 中国 | | | | 0.925 | 0.923 | 0.956 | | 0.935 | 0.015 |
| | Docomo 東海 | | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 |
| | SK | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 |
| | KTF | | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 |

表 1: 日韓同一産業 : CRS の結果

規制緩和によって市場に参入した事業者らの相対的効率性として説明できる。この期間の技術効率性を見ると、国内・国際系の NCC の技術効率性は NTT より高いし、日本の電力系の NCC においても 96 年では NTT と同じか、小さい効率性を表したもの、年々上昇して 98 年には NTT より高い効率性を表した。この結果は経済企画庁物価局編（1998）の新規事業者の効率性が高いという結果と一致する。

そして 99-2001 年では、移動通信事業者（Docomo 中国、Docomo 九州、Docomo 東海、KTF）が増えているし、この事業者らは固定通信事業者にとって移動通信が固定通信の代替財であれば競争者であり、この期間の効率性は規制緩和と移動通信の代替関係による競争の効果として考えられる。

99 年の結果から分かるように、移動系と国内・国際（電力系を含めて）の効率性には大きな差がある。これは移動系が国内・国際系と比べて非常に優れた成果を出していることを意味するが、このことから、もし移動通信と固定通信間に代替関係がある場合、主に固定通信市場に参入した NCC の効率性が低下する可能性を表す。そして、支配的事業者である NTT や KT の効率性は 99 年では低かったものの、年々効率性を回復する（NTT:0.45

0.64 0.69, KT:0.39 0.64 0.62）のに対して、NCC の効率性の回復はあまり見られなかった。

一方、韓国の技術効率性は全般的に日本に比べて低い。また、韓国では NCC の効率性は KT に比べて、それほど高くないし、2002 年には却って移動系を除いて KT が一番効率性が高い。このことは韓国の電気通信産業の現況でも述べたように、まだ固定通信分野において支配的事業者である KT に比べて、資金調達やネットワーク拡充に苦労している NCC の現況を表していると考えられる。

VRS（規模に関する収穫可変）の結果は表 5.2 である。VRS に関する結果を見ると、CRS の効率性の値より全般的に高い効率性を表した。しかし、VRS でも 99 年からの移動系は殆どが 1 に近い効率性を表し、国内・国際系に比べて相対的良い効率性を見せた。国内・国際系、電力系には CRS の結果と大きな変化はなかったが、大きな違いは NTT の効率性が高いことであった。このことは DEA についてよく知られている短所として、標本の数（企業の数）が小さい場合は、変数の数（産出と投入要素の合計）の影響を受けやすいという結果を反映するものであると考えられる²⁶。

従って、次節では、本節の DEA の結果が移動通信と固定通信を同一構造として仮定したことと、データ数の不足によるものなのかについて、結果の整合性を調べるために SFA

²⁶ 正確には変数の数に対する標本の数の比が増加するにつれ、各企業に対する効率性の分別力が落ちる。この理由は簡単に言えば、事業体の数が少ないと、効率的フロンティアを作る次元が少くなり、代わりに比較対象の企業が効率的フロンティアに入る可能性が高くなるからである。特に、このような問題は収穫不变モデル（CRS）より、収穫可変モデル（VRS）において注意すべき点である。

VRS の技術効率性

| | | 96 年 | 97 年 | 98 年 | 99 年 | 2000 年 | 2001 年 | 2002 年 | 平均 | 分散 |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 国内， 国際系 | NTT | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 |
| | KDD | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.729 | | | | 0.932 | 0.117 |
| | 日本テレコム | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.825 | 0.807 | 0.577 | | 0.868 | 0.154 |
| | DDI | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.905 | 0.880 | 0.893 | | 0.946 | 0.054 |
| | KT | | | 1.000 | 0.828 | 0.921 | 0.834 | 1.000 | 0.917 | 0.076 |
| | Dacom | | | 0.979 | 0.421 | 0.541 | 0.655 | 1.000 | 0.719 | 0.233 |
| | Hanaro | | | | 0.589 | 0.258 | 0.731 | 0.899 | 0.619 | 0.236 |
| | Onse | | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 |
| 電力系 | 東京通信 | 0.771 | 0.646 | 0.910 | 0.596 | 0.588 | 0.573 | | 0.681 | 0.122 |
| | 大阪メディア | 0.726 | 0.876 | 0.860 | 0.695 | 0.905 | 0.809 | | 0.812 | 0.078 |
| | 中部テレコミュ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.843 | 1.000 | 1.000 | | 0.974 | 0.059 |
| | 東北通信 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 |
| | 九州通信 | 1.000 | 1.000 | 0.994 | 0.696 | 0.727 | 0.662 | | 0.847 | 0.153 |
| 移動系 | NTT Docomo | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 |
| | Docomo 九州 | | | | 1.000 | 1.000 | 0.959 | | 0.986 | 0.019 |
| | Docomo 中国 | | | | 0.997 | 0.989 | 1.000 | | 0.995 | 0.005 |
| | Docomo 東海 | | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 |
| | SK | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 |
| | KTF | | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.000 |

表 2: 日韓同一産業：VRS の結果

を行い，その結果を DEA の結果と比較することにしたい。

6 Stochastic Frontier Analysis

6.1 SFA の技術効率性

この節では，確率論的フロンティア分析を利用して日韓電気通信産業の効率性分析を行う。また，この分析は第5節で行った DEA の結果に関する強健性を試すための分析でもあるので，生産関数を利用する。

電気通信事業者は， Y が産出ベクトル， K, L, M が資本ストック，労働，原材料である， $Y = F(K, L, M)$ の生産技術を有する。しかし，企業のこうした生産技術は企業が統制できない外部の技術に関するショック v と，企業が統制できる内部の技術的非効率性 u による影響を受ける。それは

$$Y = F(K, L, M) + v - u \quad (5)$$

のように表され²⁷， v は $iid N(0, \sigma_v^2)$ の正規分布と仮定される。しかし， u は非効率性に対応できる任意の確率分布でありながら，理論的整合性のために $u > 0$ の範囲を有する²⁸と仮定される。もう一つの分析上で必要な仮定は， v と u は互いに確率独立であり，回帰変数に対しても独立であるということである。独立性の仮定により，SFA では v と u の同時確率分布から， $\epsilon = v - u$ のように確率変数変換を行い， ϵ だけの確率分布を導き出して分析を進める。従って，もし v が正規分布， u が切断正規分布の $N^+(0, \sigma_u^2)$ であると仮定すると，

$$\begin{aligned} f(\epsilon) &= \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{\epsilon + \mu}{\sigma}\right) \Phi\left(\frac{\mu}{\sigma\lambda} - \frac{\epsilon\lambda}{\mu}\right) \left[\Phi\left(\frac{\mu}{\sigma_u}\right)\right]^{-1} \\ E(\epsilon) &= -\frac{\mu a}{2} - \frac{\sigma_u a}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{\sigma_u}\right)^2\right] \\ V(\epsilon) &= \mu^2 \frac{a}{2} \left(1 - \frac{a}{2}\right) \frac{a}{2} \left(\frac{\pi - a}{\pi}\right) \sigma_u^2 + \sigma_v^2 \end{aligned}$$

で表される ϵ の確率密度関数を得る。但し， $\sigma = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{\frac{1}{2}}$ ， $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$ ， $a = \Phi(\mu/\sigma_u)^{-1}$ であり， Φ は標準正規累積分布， ϕ は標準正規密度関数である。結果的にこの ϵ の確率密度関数をもってパラメータの推定を行う一方，また $\epsilon = v - u$ の関係から， ϵ を条件付きとす

²⁷厳密には(5)式の産出と投入要素は対数ログを取っている。すなわち，実際には $y = f(k, l, m) \exp^{(v-u)}$ の定式化に従い，非効率性により産出が指数的に減少する。

²⁸ $u < 0$ の範囲でも成立するとすれば，産出が生産関数を超えて生産できることとなるので，与えられた投入要素に対して最大生産を表すという生産関数の定義と矛盾する。

る u の確率密度関数が求められる。その確率密度関数から条件付きの平均、即ち、 $E(u|\epsilon)$ が得られ、技術効率性が計算できる。

生産関数としてはトランスログ関数を用いることで、

$$\begin{aligned} \ln Y &= \beta_0 + \beta_L \ln L + \beta_K \ln K + \beta_M \ln M \\ &+ \frac{1}{2}(\beta_{LL} \ln L^2 + \beta_{KK} \ln K^2 + \beta_{MM} \ln M^2) \\ &+ \beta_{LK} \ln L \ln K + \beta_{LM} \ln L \ln M + \beta_{KM} \ln K \ln M + \epsilon \end{aligned} \quad (6)$$

が導かれる。但し、 Y, K, L と M はそれぞれ、営業収益、資本ストック、労働、原材料を表す。

ところが、こうした結果を DEA と比較するには短所がある。2 節で少し言及したように、先ず第 1 に DEA は計量モデル分析のように生産や費用に関する関数型を仮定せず、データから作り上げた、効率性に関するフロンティアにより計算される。第 2 に SFA は確率分布を利用する計量分析であり、DEA は線形計画法による計算問題である。従って、二つの結果が一致する保証はないが、できる限り、DEA の結果の強健性を試すために、幾つかのモデルを検討することにする。但し、本章の分析では DEA で問題となった同一技術構造の仮定の妥当性を検討するために、直接的に同一技術構造の仮説検証を行うのではなく、固定通信と移動通信間に技術効率性に違いがあるか否かを二つの方法をもって調べる。

先ず、パネルデータに関する第 1 モデルは、Battese and Coelli (1992) の技術効率性に関する時間変化 (Time-Varying on Technology Efficiency) モデルである。彼らは確率分布に従う非効率性項 u_{it} が次のように

$$\begin{aligned} u_{it} &= \eta_{it} u_i = \exp[-\eta(t - T)] u_i \\ t &= 1, 2, \dots, T \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (7)$$

と変化し、 u_i は $N(\mu, \sigma_u^2)$ 分布からの非負部分の切断分布として仮定される。 η の符号に従って非効率性が技術進歩により時間とともに改善されるか、悪化されると仮定した。即ち、 $\eta > 0, \eta = 0, \eta < 0$ によって、それぞれ非効率性は減少、一定、増加することとなる。特に $\eta = 0$ である場合は、効率性は時間不变のモデルとなる。このモデルにおいて DEA の結果と整合性があるかどうかを確かめるために、DEA のように固定通信と移動通信が同一技術構造を有すると仮定して推定する一方、もう一つの方法として固定通信事業者のデータだけで推定を行い、その技術効率性を比較することとする。

第 2 のモデルは Kumbhaker, Ghosh, and McGuckin(1991) の、いわゆる、効率性に関する（外生的）決定要因 (Exogenous Influences on Efficiency) を分析する方法である。上の技術効率性に関する時間変化モデルは技術効率性が向上するか、減少するかは分かるが、

その理由については説明できない。しかし、決定要因分析はその要因は何かを探るために、非効率性と関係すると予想される要因と非効率性との関係をあらかじめ定式化²⁹し、その関係を SFA に取り組む方法である。本分析では、次のような関係を仮定する。

$$u_{it} = \alpha_0 + \alpha_H H_t + \alpha_M Mobile_i + \alpha_N Nation_i + \alpha_D Dominant_i + \alpha_t t + \xi_{it}$$

$$\xi_{it} \sim N(0, \sigma_\xi^2), \quad t = 1, 2, \dots, T \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

ここで、 H_t 、 $Mobile_i$ 、 $Nation_i$ 、 $Dominant_i$ と t は、それぞれ非効率性に対する決定要因として考えられる変数である。まず、 H_t はハーフィンダール指数³⁰である。一般的に市場が競争的になるほど、事業者の効率性は高くなると考えられる。 $Mobile_i$ は固定通信事業者の場合は 0 (NTT, DDI, 日本テレコム, 東京通信ネットワーク, 大阪メディアポート, 中部テレコミュニケーション, 東北インテイリジェント通信, 九州通信ネットワーク, KT, Dacom, Hanaro, Onse) で、移動通信事業者の場合は 1 (NTT Docomo, Docomo 九州, Docomo 中国, Docomo 東海, SK, KTF) である。このダミー変数は、DEA での技術効率性の結果において固定通信に対する移動通信の相対的効率性の良さが、DEA での事業体の数の少なさによる結果であるかどうかを確認するためである。

同様に、 $Nation_i$ は国家ダミー変数で、日本であれば 0、韓国であれば 1 である。このダミー変数は営業収益の市場シェアから分かるように、韓国と日本の電気通信産業の規模に差があるので、やはり韓国に対する日本電気通信産業の相対的効率性の良さが DEA の方法による結果であるか否かを識別するためである。 α_M (符号がマイナス) と α_N (符号がプラス) のパラメータが有意であれば、移動通信や日本電気通信産業の効率性の良さは必ずしも DEA による結果ではない、SFA とも整合的結果であると考えられる。 $Dominant_i$ は今回のデータにおいて、韓国や日本の両国ともに支配的事業者 (NTT, KT) と移動通信や固定通信を含む他事業者との規模の差が大きいので、規模の違いにより非効率性が違うと予想される。従って従業員 10000 名を基準に、その以上であれば 1 (KT, NTT)、以下であれば 0 であるとする従業員ダミーである。 t は電気通信産業は技術進歩が急速に行われているので技術進歩が技術非効率性を減少させると予想し、技術進歩の代理変数として時間を入れた。

推定資料は日本と韓国の電気通信事業者中 19 社の 96-2002 年までのアンバランスパネルデータ (標本の大きさは 92 個) で推定を行った。但し、時間変化モデルにおいて固定通信

²⁹ z_{it} を非効率性の決定要因、 α をその推定パラメータであるとすれば、 $u_{it} = g(z_{it}; \alpha) + \xi_{it}$ の関係を有すると仮定される。但し、 ξ_{it} は確率項である。この場合、 $u_{it} \geq 0$ の条件を満たす必要があり、 $g(z_{it}; \alpha) + \xi_{it} \geq 0$ を意味する。これを推定するために $g(z_{it}; \alpha) + \xi_{it} \geq 0$ になるように、 ξ_{it} の確率分布が定められなければならない。Battese and Coelli (1995) は $u_{it} = g(z_{it}; \alpha)$ が $u_{it} = \sum \alpha z_{it}$ の線形関係であり、 ξ_{it} が $N(0, \sigma_\xi^2)$ の分布であれば、 u_{it} は $N^+(\sum \alpha z_{it}, \sigma_u^2)$ の分布に従うことを明らかにした。

³⁰ 本分析では営業収益を基準として市場シェアを求めた。

事業者だけを推定する式では、13社に関する70個のアンバランスパネルデータで行った

6.2 推定結果

先ず、時間変化モデルから見ると、推定パラメータの結果は表3に、関連の技術効率性は表4と表5にまとめた³¹。

| 時間変化モデル | | | | | | | |
|----------------|----------|-------|--------------|--------------|----------|-------|--------------|
| 移動・固定通信の同一技術構造 | | | | 固定通信だけの技術構造 | | | |
| Parameter | Estimate | SE | t-statistics | Parameter | Estimate | SE | t-statistics |
| β_0 | -6.2877 | 3.531 | -1.781 | β_0 | -14.1561 | 4.347 | -3.256 |
| β_L | -0.2064 | 0.425 | -0.485 | β_L | -1.6464 | 0.601 | -2.741 |
| β_K | 1.2535 | 0.547 | 2.292 | β_K | 2.8396 | 0.749 | 3.792 |
| β_M | 1.1622 | 0.381 | 3.050 | β_M | 1.8129 | 0.466 | 3.891 |
| β_{LL} | 0.0011 | 0.006 | 0.190 | β_{LL} | -0.0009 | 0.007 | -0.119 |
| β_{KK} | -0.0015 | 0.003 | -0.523 | β_{KK} | -0.0013 | 0.003 | -0.516 |
| β_{MM} | 0.0005 | 0.004 | 0.142 | β_{MM} | 0.0019 | 0.005 | 0.357 |
| β_{LK} | -0.0318 | 0.045 | -0.713 | β_{LK} | -0.0591 | 0.054 | -1.097 |
| β_{LM} | 0.0763 | 0.055 | 1.384 | β_{LM} | 0.2407 | 0.069 | 3.495 |
| β_{KM} | -0.0841 | 0.043 | -1.959 | β_{KM} | -0.2260 | 0.058 | -3.902 |
| σ^2 | 0.5235 | 0.159 | 3.288 | σ^2 | 0.7385 | 0.486 | 1.518 |
| γ | 0.9134 | 0.035 | 26.085 | γ | 0.9557 | 0.032 | 29.584 |
| μ | -1.3830 | 0.608 | -2.276 | μ | -1.6802 | 0.967 | -1.737 |
| η | 0.1373 | 0.026 | 5.315 | η | 0.0781 | 0.055 | 1.425 |

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$$

$$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$$

表3: 時間変化モデルの推定パラメータ

このモデルにおいて、移動・固定通信の同一技術構造（日本と韓国の電気通信産業の技術構造も同一）とは、もし移動通信と固定通信間に代替関係があり、同質財として、競争し合う場合の技術構造と効率性を表す。反面、固定通信単独の推定は、移動通信と固定通信間に代替関係がない異質財であり、規制緩和による新しい参入事業者とだけで競争する場合の効率性として考えられる。結果として、両推定の η はプラスであるので、技術効率性が両モデル共に時間につれ、改善されることを意味する。しかし、その技術効率性間に図5.7のように差が存在した。効率性格差³²がマイナスとなるのは、規制緩和でのNCC間の競争による技術効率性より、移動通信・固定通信間の代替関係下での技術効率性が低

³¹本分析はCoelliのFRONTIER(Version 4.1)で行った。

³²効率性格差は、固定・移動通信の同一技術構造下での技術効率性から、固定技術（固定通信事業者）だけの技術効率性を引いた数値である。

時間変化モデル

移動・固定通信同一技術構造

| | 96年 | 97年 | 98年 | 99年 | 2000年 | 2001年 | 2002年 | 平均 | 分散 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NTT | 0.897 | 0.910 | 0.921 | 0.930 | 0.939 | 0.946 | | 0.924 | 0.017 |
| KDD | 0.870 | 0.885 | 0.899 | 0.911 | | | | 0.891 | 0.015 |
| 日本テレコム | 0.783 | 0.808 | 0.830 | 0.849 | 0.867 | 0.883 | | 0.837 | 0.034 |
| DDI | 0.855 | 0.872 | 0.887 | 0.901 | 0.913 | 0.923 | | 0.892 | 0.023 |
| 東京通信 | 0.600 | 0.640 | 0.677 | 0.712 | 0.743 | 0.772 | | 0.691 | 0.059 |
| 大阪メディア | 0.564 | 0.607 | 0.646 | 0.683 | 0.717 | 0.748 | | 0.661 | 0.063 |
| 中部テレコミュ | 0.777 | 0.802 | 0.825 | 0.845 | 0.863 | 0.879 | | 0.832 | 0.035 |
| 東北通信 | 0.788 | 0.812 | 0.833 | 0.853 | 0.870 | 0.885 | | 0.840 | 0.033 |
| 九州通信 | 0.746 | 0.774 | 0.799 | 0.822 | 0.843 | 0.861 | | 0.807 | 0.040 |
| KT | | | 0.448 | 0.496 | 0.542 | 0.586 | 0.628 | 0.540 | 0.064 |
| Dacom | | | 0.374 | 0.424 | 0.473 | 0.521 | 0.566 | 0.472 | 0.068 |
| Hanaro | | | | 0.181 | 0.225 | 0.273 | 0.322 | 0.250 | 0.053 |
| Onse | | | | 0.424 | 0.473 | 0.520 | 0.565 | 0.496 | 0.053 |

表 4: 同一技術構造下での技術効率性

時間変化モデル

固定通信単独

| | 96年 | 97年 | 98年 | 99年 | 2000年 | 2001年 | 2002年 | 平均 | 分散 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NTT | 0.886 | 0.894 | 0.902 | 0.909 | 0.915 | 0.921 | | 0.904 | 0.012 |
| KDD | 0.930 | 0.935 | 0.940 | 0.944 | | | | 0.937 | 0.005 |
| 日本テレコム | 0.874 | 0.882 | 0.891 | 0.898 | 0.905 | 0.912 | | 0.894 | 0.013 |
| DDI | 0.933 | 0.938 | 0.942 | 0.947 | 0.950 | 0.954 | | 0.944 | 0.007 |
| 東京通信 | 0.819 | 0.831 | 0.843 | 0.854 | 0.864 | 0.873 | | 0.847 | 0.018 |
| 大阪メディア | 0.636 | 0.658 | 0.679 | 0.699 | 0.718 | 0.736 | | 0.688 | 0.034 |
| 中部テレコミュ | 0.778 | 0.793 | 0.807 | 0.820 | 0.832 | 0.843 | | 0.812 | 0.022 |
| 東北通信 | 0.898 | 0.905 | 0.912 | 0.918 | 0.924 | 0.929 | | 0.915 | 0.011 |
| 九州通信 | 0.807 | 0.820 | 0.832 | 0.844 | 0.854 | 0.864 | | 0.837 | 0.020 |
| KT | | | 0.390 | 0.418 | 0.446 | 0.474 | 0.501 | 0.446 | 0.039 |
| Dacom | | | 0.419 | 0.448 | 0.475 | 0.503 | 0.529 | 0.475 | 0.039 |
| Hanaro | | | | 0.261 | 0.289 | 0.317 | 0.345 | 0.303 | 0.031 |
| Onse | | | | 0.534 | 0.559 | 0.584 | 0.608 | 0.571 | 0.028 |

表 5: 固定通信下での技術効率性

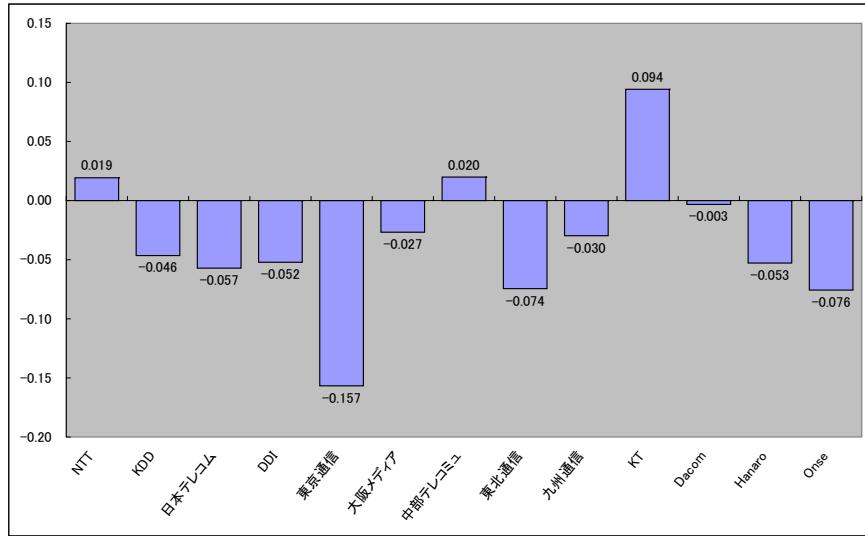


図 7: 効率性格差

いことを意味する。

図で見ると分かるように、マイナスの傾向は全般的に NCC から生じた。このことは、規制緩和により参入した NCC の場合、その事業の領域が主に固定通信に限られていたし、全国的ネットワークを有していない代わりに、一般的に多くの投資を必要としない長距離や専用線事業を行うケースが多い。従って、収益性が良い長距離や専用線事業においては、固定通信の既存事業者との競争において良い成果を出している。しかし、移動通信との競争になると、固定通信事業の需要から移動通信の需要への代替が生じ、収益性悪化の影響を受けて効率性が低くなると考えられる。一方、NTT や KT のように全国的ネットワークを保有している事業者の場合は、移動通信の増加が移動通信から固定通信へ、あるいは固定通信から移動通信へという、いずれの需要も独占しているので、その影響をあまり受けないと考えられる³³。言い換れば、支配的事業者にはまだ移動通信が代替関係にあるより、補完関係にあることを示唆する。但し、中部テレコミュニケーションズの効率性格差のプラスは NTT や KT とは違い、あまり移動通信に影響を受けない通信サービスを行っているためと考えられる。

次は外生要因モデルの推定結果を見る。先ず、ハフィンダール指数に関するパラメータ α_H (-0.513) は、符号がマイナスであり、市場が独占化される (1 に近くなる) ほど技術効

³³図 3 や図 4 から分かるように、移動通信間の通信回数が年々、増加しているが、固定通信から移動通信、移動通信から固定通信への通信は殆ど支配的事業者 NTT や KT による。

| 外生要因モデル | | | |
|--------------|----------|-------|--------------|
| Parameter | Estimate | SE | t-statistics |
| β_0 | -4.5804 | 1.160 | -3.948 |
| β_L | -0.1018 | 0.446 | -0.228 |
| β_K | 0.9979 | 0.284 | 3.512 |
| β_M | 1.1266 | 0.344 | 3.280 |
| β_{LL} | 0.0008 | 0.011 | 0.075 |
| β_{KK} | -0.0010 | 0.005 | -0.179 |
| β_{MM} | 0.0002 | 0.006 | 0.035 |
| β_{LK} | -0.0302 | 0.043 | -0.705 |
| β_{LM} | 0.0740 | 0.043 | 1.723 |
| β_{KM} | -0.0767 | 0.028 | -2.717 |
| α | 0.3094 | 0.660 | 0.469 |
| α_H | -0.5134 | 0.746 | -0.688 |
| α_M | -1.3603 | 0.178 | -7.638 |
| α_N | 1.7863 | 0.325 | 5.492 |
| α_D | -0.4584 | 0.210 | -2.185 |
| α_t | -0.1590 | 0.074 | -2.157 |
| σ^2 | 0.1306 | 0.019 | 6.847 |
| γ | 0.5115 | 0.054 | 9.492 |

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$$

$$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$$

表 6: 外生要因モデルの推定パラメータ

外生要因モデル

| | | 96年 | 97年 | 98年 | 99年 | 2000年 | 2001年 | 2002年 | 平均 | 分散 |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 国内、 国際系 | NTT | 0.931 | 0.941 | 0.937 | 0.944 | 0.951 | 0.953 | | 0.943 | 0.007 |
| | KDD | 0.899 | 0.917 | 0.895 | 0.901 | | | | 0.903 | 0.009 |
| | 日本テレコム | 0.869 | 0.904 | 0.905 | 0.917 | 0.923 | 0.925 | | 0.907 | 0.019 |
| | DDI | 0.906 | 0.899 | 0.903 | 0.931 | 0.916 | 0.933 | | 0.915 | 0.013 |
| | KT | | | 0.432 | 0.473 | 0.514 | 0.540 | 0.563 | 0.504 | 0.047 |
| | Dacom | | | 0.313 | 0.318 | 0.359 | 0.427 | 0.490 | 0.381 | 0.068 |
| | Hanaro | | | | 0.155 | 0.273 | 0.383 | 0.484 | 0.324 | 0.123 |
| | Onse | | | | 0.322 | 0.324 | 0.387 | 0.436 | 0.367 | 0.047 |
| 電力系 | 東京通信 | 0.852 | 0.872 | 0.899 | 0.890 | 0.906 | 0.919 | | 0.890 | 0.022 |
| | 大阪メディア | 0.848 | 0.882 | 0.889 | 0.914 | 0.923 | 0.933 | | 0.898 | 0.029 |
| | 中部テレコミュ | 0.893 | 0.914 | 0.916 | 0.929 | 0.935 | 0.943 | | 0.922 | 0.016 |
| | 東北通信 | 0.792 | 0.883 | 0.911 | 0.938 | 0.943 | 0.948 | | 0.903 | 0.054 |
| | 九州通信 | 0.907 | 0.916 | 0.904 | 0.888 | 0.917 | 0.919 | | 0.908 | 0.011 |
| 移動系 | NTT Docomo | | | 0.967 | 0.970 | 0.970 | 0.973 | | 0.970 | 0.002 |
| | Docomo 九州 | | | | 0.968 | 0.969 | 0.971 | | 0.970 | 0.001 |
| | Docomo 中国 | | | | 0.965 | 0.967 | 0.972 | | 0.968 | 0.003 |
| | Docomo 東海 | | | | 0.967 | 0.970 | 0.972 | | 0.970 | 0.002 |
| | SK | | | 0.705 | 0.697 | 0.837 | 0.896 | 0.903 | 0.808 | 0.090 |
| | KTF | | | | 0.945 | 0.921 | 0.932 | 0.879 | 0.919 | 0.025 |

表 7: 外生要因モデルの技術効率性

率性は高くなることを意味するので、一般的に競争が効率性を高めることと整合的ではないが、統計的に有意ではなかった。

移動通信と固定通信間の技術効率性に差があることを意味する α_M (-1.3608) はマイナスで、移動通信事業者の方が固定通信事業者に比べて平均的に、より高い効率性を表している。この結果は DEA における移動通信事業者の技術効率性が高かったという結果と一致する。そして、日本と韓国の通信産業の効率性の差を表す α_N (1.7863) もプラスであり、DEA での日本通信産業の相対的な効率性の良さの結果と一致した。こうした日本の電気通信産業の良い成果は、韓国より市場の競争が激しいことから生じる差であると思われる。事業者の規模による効率性の差を表す α_D (-0.458) では規模の大きい事業者の方が効率性が高いことを示し、移動通信や固定通信において、ある程度規模の経済性があることを示唆した。そして、技術進歩による非効率性の影響を表す α_t (-0.159) はマイナスで電気通信産業の技術進歩は技術非効率性を改善する要因であることを表した。

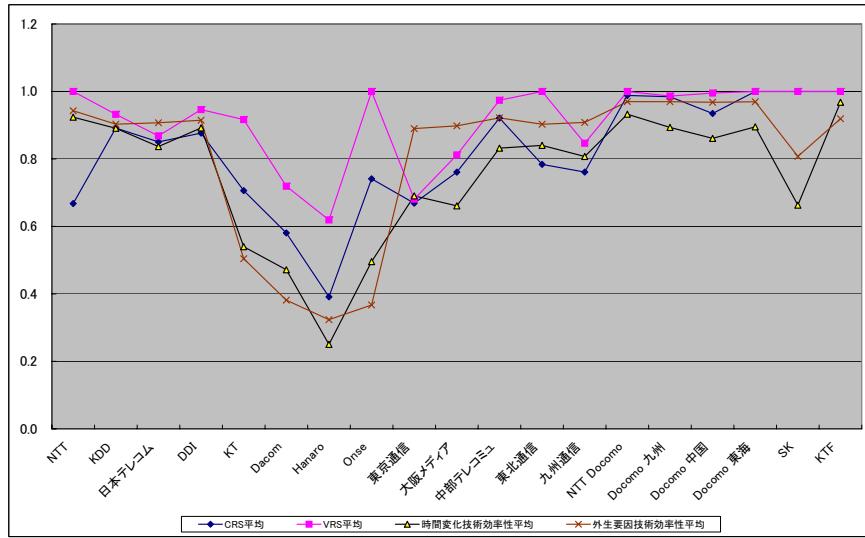


図 8: DEA と SFA モデルにおいて技術効率性比較

最後に、今までの DEA と SFA の結果に基づいて、どの分析の効率性の値が今回の分析において整合的であるかを比較する。DEA と SFA の技術効率性の結果の平均をとり、比較したのが図 8 である。これから分かるように、本章での分析において DEA の結果と SFA の結果は効率性の程度に差はあるが、その趨勢や傾向においては四つのモデルが類似の動きを見せた。一般的に DEA と SFA の結果が等しいという保証はないことを考えると、非常に安定的な結果である。その意味で今回の DEA と SFA のモデル分析から得られた結果

は，ある程度信頼できるものであると考えられる。

7 結論

本研究では，日本と韓国について，電気通信産業での市場競争の効果を技術効率性の観点から分析してきた。特に市場競争の原因を，規制緩和を背景に固定通信市場を中心に参入した NCC によるものと，これとは別に移動通信の固定通信に対する代替財化による競争とに区分した。この二つの競争による影響で，DEA の CRS 分析の技術効率性では，固定通信事業者中心の 96-98 年までの NCC の効率性が高いことから，規制緩和による固定通信の新しい事業者の参入は NCC の技術効率性を上げたと考えられるが，移動通信事業者を含む 99-2001 年の NCC の低い効率性は，もし固定通信と移動通信間が代替関係にあるとすれば，移動通信事業者との競争により NCC の効率性が下がったという可能性を示唆した。その理由は固定電話から移動通信への需要転換が全国的ネットワークを保有している NTT や KT より，保有していない NCC の需要から生じた可能性が高いことから予想される。

そして，こうした DEA の結果は，本分析で置かれた仮定やデータ不足によるバイアスがもたらすものか，一般的結果であるかを SFA を通じて確認した結果は，DEA の結果と一致した。また，非効率性の決定要因分析を通じて電気通信産業の技術非効率性は，競争の程度，技術進歩，規模の経済性に影響を受けることが確認できた。そして，韓国と日本との間においても技術非効率性に差があり，その差はまだ韓国においては競争導入の期間が短い関係で，競争の影響が波及されていないためであると判断される。

最後に，本分析での問題点を取り上げると，結果の整合性のための SFA において，非効率性に関するパラメータは有意であったものの，生産関数のパラメータがあまり有意ではなかったので，その辺の補完が要ると考えられる。また，固定通信と移動通信間の代替関係を明確に示す分析方法が必要であろう。

参考文献

- [1] 浅井澄子・根本二郎 (1998) 「地域通信事業の効率性計測」,『郵政研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズ』, No.1998-08 .
- [2] 浅井澄子・根本二郎 (1999) 「地域通信事業の効率性及び生産性の計測」,『郵政研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズ』, No.1999-03 .
- [3] 経済企画庁物価局編 (1998) 『電気通信業における競争と効率性』物価構造政策委員会, 電気通信料金に関する作業委員会報告 .
- [4] 中村芳兵 (2000) 『通信サービス』実務教育出版 .
- [5] 総務省 (2003) 『情報通信白書, 平成 15 年版』
- [6] 韓国情報通信政策研究院 (2002) 『基幹通信サービス』
- [7] 情報通信総合研究所編 (1999) 『情報通信ハンドブック, 2000 年度版』 情報通信総合研究所.
- [8] 韓国情報通信部 (2003) 『電気通信年次報告書, 2002 年度版』
- [9] Battese, G. E. and T. J. Coelli(1992)“ Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data:with Application to Paddy Farmer in India, ”*Journal of Productivity Analysis*, vol.3, pp.153-169.
- [10] Coelli, T. J.(1996a)“ A Guide to FRONTIER Version 4.1:A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation, ”*CEPA Working Papers*, No.7
- [11] Coelli, T. J.(1996b)“ A Guide to DEAP Version 2.1:A Data Envelopment Analysis(Computer)Program, ”*CEPA Working Papers*, No.8.
- [12] Fare, R., S. Grosskopf, M. Norris and Z. Zhang(1994)“ Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries, ”*American Economic Review*, vol.84, pp.66-83.
- [13] Greene, W. H.(1997)“ Frontier Production Functions, ”in M. H. Pesaran and P. Schmidt eds., *Handbook of Applied Econometrics, Volume2:Microeconomics*, Blackwell.

- [14] Hwang, C. J. and J. T. Liu(1994)“ Estimation of a Non-Neutral Stochastic Frontier Production Function, ”*Journal of Productivity Analysis*, vol.5, pp.171-180.
- [15] Kumbhakar, S. C. and C. A. K. Lovell(2000) *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press.
- [16] Kumbhaker, S. C., S. Ghosh and J. T. McGuckin(1991)“ A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in US Dairy Farms, ”*Journal of Business and Economic Statistics*, vol.9, pp.279-286.
- [17] Leibenstein, H. and S. Maital(1992)“ Empirical Estimation and Partitioning of X-Efficiency: A Data-Envelopment Approach, ”*American Economic Review(Papers and Proceeding)*, vol.82, pp.428-433.
- [18] Majumdar, S. K.(1995)“ X-Efficiency in Emerging Competitive Market:The Case of U.S. Telecommunication, ”*Journal of Economic Behavior and Organization*, vol.26, pp.129-144.
- [19] Rossi, M. A. and C. A. Ruzzier(2000)“ On the Regulatory Application of Efficiency Measures, ”*Utilities Policy*, vol.9, pp.81-92.
- [20] Sueyoshi, T.(1996)“ Divestiture of Nippon Telegraph and Telephone, ”*Management Science*, vol.42, pp.1326-1351.
- [21] Sueyoshi, T.(1997)“ Measuring Efficiencies and Returns to Scale of Nippon Telegraph & Telephone in Production and Cost Analysis, ”*Management Science*, vol.43, pp.779-795.
- [22] Sueyoshi, T.(1998)“ Privatization of Nippon Telegraph and Telephone:Was it a Good Policy Decision? ”*European Journal of Operational Research*, vol.107, pp.45-61.
- [23] Uri, N. D.(2001a)“ Technical Efficiency, Allocative Efficiency, and The Impact of Incentive Regulation in Telecommunications in The United States, ”*Structural Change and Economic Dynamics*, vol.12, pp.59-73.
- [24] Uri, N. D.(2001b)“ The Effect of Incentive Regulation on Productive Efficiency in Telecommunications, ”*Journal of Policy Modeling*, vol.23, pp.825-846.