鉄道事業の市場特性分析と政策への示唆
－企業別・路線別の規模の経済性計測－

政府は鉄道経営の効率化と利用者保護との調和を目指して，鉄道事業に対する規制政策の基本的な枠組みを検討してきた．1998年には運輸政策審議会諮問16号への答申が出されたが，そこにおいては交通産業の成熟化，モード間競争の激化によって交通運輸分野における自然独占性が消失しつつあり，それ故に例えば鉄道事業においても政府規制（特に参入退出規制）の必要性が薄れていることが指摘されている．しかし，自然独占性の程度が，鉄道会社や路線によってどのように変化してきたのかについては，まだ十分な分析がなされていない．上記の答申にもある通り，自然独占性の濃淡によっては鉄道事業への規制は一律に行われるのではなく，各社ごとあるいは路線ごとに形成される市場の特性に応じて行われるべきとも考えられる．本研究は，企業別・路線別の規模の経済性を計測することで大手私鉄各社の直面する市場特性を客観的に把握し，もって現在進められている鉄道政策の方向性に対して評価・提言を行うことを目的としている．

キーワード　鉄道事業，規模の経済性，SCE

井口典夫
IGUCHI, Norio
経修　青山学院大学経営学部教授

高嶋裕一
TAKASHIMA, Yuichi
学博　岩手県立大学総合政策学部講師

1――研究の背景・目的

鉄道事業の効率化と利用者保護との調和を目指して，近年，鉄道政策の基本的枠組みに関する検討が精力的に行われている．1996年12月，国の行財政改革を巡る議論を受けて交通運輸分野における需給調整規制の原則廃止方針が発表されたのを皮切りに，翌年4月には運輸政策審議会に対して諮問「需給調整規制廃止に向けて必要となる環境整備方策」（諮問16号）が行われた．そして，1998年には同諮問に対する答申が総合部会，鉄道部会など各部会毎に出された．

それらの答申は，旧来の運輸政策の一大転換点の経過を辿ったものである．そこでは，需給調整規制廃止の背景として以下の根拠が挙げられている．即ち，(a)交通需要の拡大により規模の経済性が作用しにくい段階に達していること，(b)自家用交通の普及拡大が規制の有効性を減少させていること，の2点である．この傾向を受けて，今後はむしろ市場メカニズムを活用する中で所期の目的（鉄道事業の効率化等）がより良く達成される途を探るべき，との方向性が打ち出されている．

しかし，こうした検討の過程において，各交通運輸分野の実態が果たしてどこまでデータの裏付けをもって分析されたのか，という点については若干の疑問が残されている．例えば，経済学で明快に定義されているはずの規模の経済性が，わが国の鉄道各社においてどの程度まで失われつつあるのかについて，経年的に計測した事例を見出すことは困難である．

そこで本研究では，大手私鉄15社を対象に，まず企業別の規模の経済値を経年的に計測し，各社が直面する鉄道市場の総体としての特性変化を明らかにする．次に一部の企業については路線別にも規模の経済性を計測し，局所的な特性変化をも把握するように努める．最後に，以上の計測結果から，最近進められている鉄道事業に対する規制緩和策の意義と問題点について評価・言及することとしたい[注0)]．

2――先行研究のサーベイ

K.A.Small[1992]も指摘するように，交通運輸分野の効率性に関する費用面の研究は，大きく(a)会計的アプローチ[注1)]，(b)工学的アプローチ（エンジニアリング・モデル），(c)統計的アプローチ，の3つに分けられる．これらのうち，規模の経済性を実証する上で最も信頼度が高く，かつ適用事例の多いのが統計的アプローチである．ここでは，同アプローチに基づく欧米，日本の先行研究をサーベイし，これらの中で本研究がどのように位置付けられるのかを示す．

表－1は既往の文献等[注2)]から特に規模の経済性[注3)]の数値を抜き出してまとめたものである．いずれの研究もTranslog型の費用関数を仮定している．ここでは費用をC，産出量をyとして，規模の経済性の度合を示す数値（SCE値）を式(1)のように定義し[注4)]，それぞれの分析結果をこの尺度に換算して比較している．

■表—1　鉄道事業の規模の経済性（SCE値）に関する主要な先行研究

論文・文献等	分析の対象	費用の種類	分析の結果 (SCE 値)
Keeler(1974)	米国:都市間鉄道プール	総費用 (CT)	0.44
Harris(1977)	同上	同上	0.42
Viton(1980)	米国:各社別 (7 社/10 年間)	営業費 (CO)	−2.3〜0.5
Friedlaender and Spady(1981)	米国:都市間鉄道プール	総費用 (CT)	0.14
Caves, Christensen, Tretheway and Windle(1985)	同上	同上	0.43
R.Nakamura(1991)	日本:民鉄全社プール (約 300 社/1 年間)	営業費 (CO)	0.50
F.Mizutani(1994)	日本:民鉄・公営プール (30〜100 社/3 年間)	総費用 (CT)	0.61〜0.72
参考：井口・高嶋 (1998〜)	日本:民鉄各社別・各路線別 (大手私鉄 15 社/33〜36 年間)	総費用 (CT)	

$$\mathrm{SCE} = 1 - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y} \tag{1}$$

表—1より明らかなように，いずれの研究も単年度または短期間の複数企業のデータをプーリングし，鉄道産業全体として一本の費用関数とSCE値とを推計・計測したものである．結果として，殆どのケースにつき規模の経済性が確認されている．これらの研究については産業レベルの分析と位置付けられるため，鉄道各社の差異（経営形態，経営方針，ノウハウ，鉄道技術，需要動向等）が考慮されていないほか，計測期間が短く経年的な変化が把握できていない，などの問題点が残されている．

唯一の例外として，Viton（1980）は企業レベルの分析を行っており，ここでは鉄道会社によって規模の経済性に大きな差異のあることが明らかにされている．例えばニューヨークの鉄道（SCE＝−2.3）については規模の経済性が認められず，一方オハイオ（SCE＝0.5）では，都市間鉄道プールと同レベルのSCE値を得ている．いずれにせよ，中・長期にわたって計測する企業レベルの分析は，産業レベルの分析とは異なった知見をもたらすものと言えよう．

我々の研究は，この企業レベルの分析を日本の大手私鉄15社を対象として行い，更にいくつかの企業については路線レベルの分析にまで踏み込もうとするものである．企業レベルの分析が産業レベルのそれと異なる結果をもたらすのと同様に，路線レベルの分析も鉄道事業の実態について，より詳細な情報を与え得るものと期待できる．

3——分析モデルとデータ

3.1 企業レベルの分析

3.1.1 分析モデル

鉄道事業に対する需給調整規制の根拠として従来から主張されてきたのは，自然独占性とりわけ規模の経済性の存在であった．従って，需給調整規制撤廃後のきめ細かい政策立案の前提として，規模の経済性の消失の程度を把握することが必要となる．ここでは，式(2)によって定義される指標（SCE値）をもとに，規模の経済性の有無を判定することにする．ただし，ここでCTは総費用であり，y_0は産出量（いずれもスカラー量）である．

$$\mathrm{SCE} = 1 - \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_0} \tag{2}$$

分析の手順としては，まず費用関数（lnCT）を推定し，そのパラメータを用いてSCE値を算出する．次に，SCE値の水準と変化率に応じて鉄道各社を分類する．

ここで費用関数については企業単位で設定することとし，その形状は以下のTranslog型を採用する．なお，式中の$\boldsymbol{w}$は投入物の価格ベクトルである[注5)注6)]．

$$\begin{aligned} \ln CT &= \alpha_0 + \beta_0 \ln y_0 + \frac{1}{2}\gamma_{00}(\ln y_0)^2 \\ &+ (\ln y_0)\boldsymbol{e}' \ln \boldsymbol{w} + \boldsymbol{g}' \ln \boldsymbol{w} \\ &+ \frac{1}{2} \ln \boldsymbol{w}' \boldsymbol{H} \ln \boldsymbol{w} \end{aligned} \tag{3}$$

これを式(2)に当てはめると，SCE値は以下のように表現できる．

$$\begin{aligned} \mathrm{SCE} &= 1 - \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_0} \\ &= 1 - \beta_0 - \gamma_{00} \ln y_0 - \boldsymbol{e}' \ln \boldsymbol{w} \end{aligned} \tag{4}$$

3.1.2 データの作成方法

1961年から1994年までの33年間における会社別財務データを採用した．

従来より，鉄道事業の産出量の単位としては，一般に輸送量が用いられてきた．具体的には輸送人員，輸送トン数もしくは人キロ数，トンキロ数などが使用されてきた．この数値はその時々の景気動向や沿線の開発状況を反映している．しかし，輸送量の変化に伴って費用の変化が直ちに発生するわけではない．費用関数もしくは生産関数における産出量の水準としては，むしろ輸送力の方が適当であろう．

本研究では，輸送量と輸送力を区別し，後者を産出量の単位として考えることとする．即ち，費用関数として以下のようなものを想定する．

$$\begin{aligned} \ln CT &= G(\ln y_S, \ln \boldsymbol{w}) \\ c_g &= y_D / y_S \end{aligned} \qquad (5)$$

ただし，y_S ；輸送力（サービス供給量）

y_D ；輸送量（サービス需要量）

$\boldsymbol{w}$ ；投入物価格ベクトル

c_g ；混雑率

例えば設備投資のうちの輸送力増強工事は，まずはy_Sを増加させ，c_gを低下させる．仮にy_Dが増加したとしても，とりあえずはc_gの増加によって吸収されるため，直ちにCTの増加にはつながらない．従って費用関数の推定精度を確保するためには，y_S を用いることが必要になってくる．この結果として求まるSCE値は，市場の需給均衡を前提としつつも，需要要因よりは供給要因の方をより敏感に反映した指標と解釈される．y_S として用いるべきデータとしては，車両走行キロ数などが想定されよう．

一方，総費用（CT）及びコストシェア（S_i）については，鉄道統計年報各年版から財務データを取得し，これを表―2に従って整理することで求まる．具体的には，CTは$C_1+C_2+C_3$をGDEデフレータで実質化することによって，またS_iはC_iの比から計算できる．なお，表―2においてa，b，c，dはそれぞれ人件費，修繕費，修繕費を除く経費，減価償却費を意味している．

■表―2　費用データ

項目	労働費用 C_1	資本費用 C_2	原材料費用 C_3
線路保存費	a	b	c
電路保存費	a	b	c
車両保存費	a	b	c
運転費	a		c
運輸費	a	b	c
保守管理費	a		c
輸送管理費	a		c
旅客誘致費	a	b	c
厚生福利施設費	a	b	c
一般管理費	a	b	c
減価償却費		d	

ここで投入要素価格w_iについては，以下の手順でデータを作成した．まず，労働価格（w_1）については，上で求めた労働費用を労働投入量で除し，更に民間最終消費支出デフレータで実質化した．労働投入量としては期末職員数を採用する．資本価格（w_2）については，資本費用を資本ストックで除し，民間企業設備投資デフレータで実質化した．資本ストックは，土地，建物・受託施設，線路設備・建設仮勘定，機器・工作物，車両，無形固定資産に関する投資額をBY（Benchmark Year）法で積み上げることにより求めた．計算方法は表―3の通りである．原材料価格（w_3）については，原材料費用を原材料投入量で除し，輸入等デフレータで実質化した．原材料投入量は作業量に比例すると想定し，全路線の走行キロデータで代用することとした．

■表―3　資本ストックの計算方法

	投入資本項目	備考
1	土地	
2	建物＋受託施設	BY 法 (減耗率=0.10)
3	構築物＋建設仮勘定	BY 法 (減耗率=0.10)
4	機器＋工作物	BY 法 (減耗率=0.10)
5	車両	BY 法 (減耗率=0.10)
6	無形固定資産	BY 法 (減耗率=0.05)

3.2 路線レベルの分析

3.2.1 複数生産における規模の経済性

多くの鉄道会社は複数の路線を抱えており，路線毎に費用の特性，旅客の動向，モータリゼーションや競合路線の影響度などが異なっている．従って，自然独占性の度合も路線によって異なるものと考えるべきだろう．しかし，費用関数を計測するための財務データは路線別に整備されているわけではなく，あくまでも企業単位で整備されているものである．また，仮に費用を路線毎に配賦することが可能だとしても，路線間で経営資源の融通があるとするならば，適当ではない．この難点を解決するために，本研究では路線別の産出量を複数生産物（multi-product）と解釈して分析することとした．

規模の経済性の概念は，規模に従って平均費用が逓減することとして理解することもできるし，規模に従って収穫が逓増することと理解することもできる．前者は費用関数を基礎とする概念であり，後者は生産関数からのアプローチであるが，両者は結局は同じことを意味している．以下では参考文献7）9）18）を基に，複数生産物における規模の経済性の考え方を略述する．そのために，改めて

単一生産物の場合の費用関数から規模の経済性を示す指標を導出し，次に複数生産物の場合の生産関数から同様の指標を導出し，両者を比較検討することとする．

平均費用が産出量の増大につれて減少する状態は，以下のように表現される．

$$\frac{\partial}{\partial y_0}\left(\frac{CT}{y_0}\right)=\frac{CT}{y_0^2}\left(\frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_0}-1\right)<0 \qquad (6)$$

ただしy_0は単一生産物，CTは総費用である．ここで指標SCEを以下のように定めると，この値の符号によって規模の経済の有無を判断できることが分かる．即ち，正であれば規模の経済性が存在し，負であれば存在しないことを示す．

$$\mathrm{SCE}=1-\frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_0} \qquad (7)$$

次に複数生産物の場合を考察する．今，ある鉄道会社の路線別産出量を$y_1,\cdots,y_m$，投入物量を$x_1,\cdots,x_n$として，生産関数が以下のように記述されるものとする[注7)]．

$$F(\ln y_1,\cdots,\ln y_m,\ln x_1,\cdots,\ln x_n)=1 \qquad (8)$$

これを全微分して，

$$\sum_{j=1}^{m}F_{y_j}d\ln y_j+\sum_{i=1}^{n}F_{x_i}d\ln x_i=0 \qquad (9)$$

規模に対する収穫（RTS）は，全投入物を一律に増加させた場合（全てのiについて$d\ln x_i=d\ln x=const.$）の産出の増加率で示される．ここで全てのjについても同様に$d\ln y_j=d\ln y$と置けるものとすると，

$$\mathrm{RTS}=\frac{d\ln y}{d\ln x}=-\frac{\sum F_{x_i}}{\sum F_{y_j}} \qquad (10)$$

生産関数Fと産出，投入物価格を所与として費用最小化を図ると費用関数CTが得られるが，このCTとFの間には，以下のような関係が成立する．

$$\frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_j}=-\frac{F_{y_j}}{\sum F_{x_i}} \qquad (11)$$

従って，RTSは費用関数を用いて以下のように記述される．

$$\mathrm{RTS}=\left(\sum_{j=1}^{m}\frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_j}\right)^{-1} \qquad (12)$$

路線別の規模に対する収穫は，他の路線の産出量の変化をゼロと置くことによって得られるはずである．即ち，

$$\mathrm{RTS}_i=\left(\frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i}\right)^{-1} \qquad (13)$$

ところで，本来ならば費用関数は生産量に対して単調非減少関数であることから，RTSは常に正の有限量でなければならない．しかし，推定結果の精度によっては，$\partial \ln CT/\partial \ln y_i$が正から負に変化することも考えられる．この時，RTSは正の無限大から負の無限大に変化し，その推移を読み取ることが困難になる．これを考慮して，本研究では以下の指標SCEによって規模の経済性を測定する．

$$\mathrm{SCE}=1-\sum_i\frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i} \qquad (14)$$

これは結果として，費用関数アプローチから求めた単一生産物のSCE値と，モデルとしてはほぼ同じ構造を持つものであることが理解できる．

3.2.2 基本的な分析モデル

ある鉄道会社が複数の路線を運営していると考える．データは時系列で取得されており，走行キロデータは路線別に計測されているが，財務データは企業単位でしか得ることができない．鉄道各社間のクロスセクション・データではないので，営業キロ数にはそれほどの変動が見られない[注8)]．そのため，モデルにはネットワーク規模を組み込む必要はないものと考え，上記の式（14）をそのまま用いることとする．

ここで，推定すべき費用関数をTranslog型で記述すると，以下のようになる．

$$\begin{aligned}\ln CT &= \alpha_0+\boldsymbol{\beta}'\ln \boldsymbol{y}+\frac{1}{2}\ln \boldsymbol{y}'\boldsymbol{\Gamma}\ln \boldsymbol{y}\\ &+ \ln \boldsymbol{y}'\boldsymbol{E}\ln \boldsymbol{w}+\boldsymbol{g}'\ln \boldsymbol{w}\\ &+ \frac{1}{2}\ln \boldsymbol{w}'\boldsymbol{H}\ln \boldsymbol{w}\end{aligned} \qquad (15)$$

ただし，$\boldsymbol{y}$は産出量ベクトル，$\boldsymbol{w}$は投入物の価格ベクトルである．

ここで一般性を損なうことなく$\boldsymbol{\Gamma}$，$\boldsymbol{H}$について対称性を仮定することができる．また，投入物価格に対する1次同次性を仮定すれば，以下のような制約を加えることができる．

$$\begin{gathered}\sum_{i=1}^{3}g_i=1\\ \text{すべての } j \text{について，}\ \sum_{i=1}^{3}h_{ij}=0\\ \text{すべての } i \text{について，}\ \sum_{j=1}^{3}e_{ij}=0\end{gathered} \qquad (16)$$

またShepherdのレンマに従って，以下の制約を加える．ただし，S_iは労働，資本，原材料のそれぞれに対するコストシェアである．

$$S_i = \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln w_i} = g_i + \sum_{j=1}^{3} h_{ij} \ln w_j + \sum_{i=1}^{m} e_{ij} \ln y_i \quad (17)$$

路線別及び全線（企業別）の規模の経済性を示す指標SCE値は，上記の定式化のもとで以下のようになる．

$$\begin{aligned} \mathrm{SCE}_i &= 1 - \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i} \\ &= 1 - \beta_i - \sum_{j=1}^{m} \gamma_{ij} \ln y_j \\ &\quad - \sum_{j=1}^{3} e_{ij} \ln w_j \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \mathrm{SCE} &= 1 - \sum_{i=1}^{m} \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i} \\ &= 1 - \sum_{i=1}^{m} \beta_i - \sum_{j=1}^{m} \left(\sum_{i=1}^{m} \gamma_{ij} \right) \ln y_j \\ &\quad - \sum_{j=1}^{3} \left(\sum_{i=1}^{m} e_{ij} \right) \ln w_j \end{aligned} \quad (19)$$

上記のモデルを「飽和モデル」と呼ぶ[注9)]．これを出発点としての基本的な分析モデルとし，以後，制約を加えることによって他の代替モデルを構築することとしたい．

3.2.3 モデルのバリエーション

飽和モデルにおいては，路線別の産出量の間の相関が高いために，多重共線性が生じて推定精度が低くなる可能性がある．そこで，飽和モデルに対して何らかの制約条件を加えることにより，推定結果を改善する試みが必要となる．ここでは，新たに2種類の代替モデルを提示するが，実証においてはこの3つの中で推定精度の最も良好なモデルを採用することになる．

(1) 連結モデル

費用関数が非連結性を満たさない場合を考える．即ち，全線の費用関数が路線毎の単純な費用関数の線形和で表現できるものとし，これを「連結モデル」と呼ぶ．簡単に飽和モデルとの違いを示すと，以下のようになる[注10)]．

$$\begin{aligned} &\text{飽和モデル：} \ CT = f(y_1, y_2, \cdots, y_n) \\ &\text{連結モデル：} \ CT = k_1 f_1(y_1) + k_2 f_2(y_2) \\ &\qquad\qquad + \cdots + k_n f_n(y_n) \end{aligned} \quad (20)$$

この時，全線（企業別）の費用関数は式（15）と同一の形式で表現できる．ただし，対称行列$\boldsymbol{\Gamma}$は対角行列である．連結モデルに対応する路線別及び全線（企業別）の規模の経済性は以下のように表現できる．

$$\mathrm{SCE}_i = 1 - \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i} = 1 - \beta_i - \gamma_{ii} \ln y_i - \sum_{j=1}^{3} e_{ij} \ln w_j \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \mathrm{SCE} &= 1 - \sum_{i=1}^{m} \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i} \\ &= 1 - \sum_{i=1}^{m} \beta_i - \sum_{i=1}^{m} \gamma_{ii} \ln y_i \\ &\quad - \sum_{j=1}^{3} \left(\sum_{i=1}^{m} e_{ij} \right) \ln w_j \end{aligned} \quad (22)$$

(2) 非可分モデル

費用関数が可分性を満たさない場合を考える．即ち，各路線の産出量を単一の産出量（$y_0 = y_1 + \cdots + y_m$）にまとめ上げることができるものとし，これを「非可分モデル」と呼ぶ．簡単に飽和モデルとの違いを示すと，以下のようになる．

$$\begin{aligned} &\text{飽和モデル：} \ CT = f(y_1, y_2, \cdots, y_n) \\ &\text{非可分モデル：} \ CT = f(y_1 + y_2 + \cdots + y_n) \\ &\qquad\qquad = f(y_0) \end{aligned} \quad (23)$$

全線（企業別）の費用関数は具体的には以下のように表現できるが，このモデルは実は3.1.1の企業単位の分析モデルの（3）式と同じものである．

$$\begin{aligned} \ln CT &= \alpha_0 + \beta_0 \ln y_0 + \frac{1}{2} \gamma_{00} (\ln y_0)^2 \\ &+ (\ln y_0) \boldsymbol{e}' \ln \boldsymbol{w} + \boldsymbol{g}' \ln \boldsymbol{w} \\ &+ \frac{1}{2} \ln \boldsymbol{w}' \boldsymbol{H} \ln \boldsymbol{w} \end{aligned} \quad (24)$$

非可分モデルにおける路線別及び全線（企業別）の規模の経済性は以下のように表現できる．

$$\begin{aligned} \mathrm{SCE}_i &= 1 - \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i} \\ &= 1 - \frac{y_i}{y_0} \left(\beta_0 + \gamma_{00} \ln y_0 + \sum_{j=1}^{3} e_j \ln w_j \right) \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \mathrm{SCE} &= 1 - \sum_{i=1}^{m} \frac{\partial \ln CT}{\partial \ln y_i} \\ &= 1 - \beta_0 - \gamma_{00} \ln y_0 - \sum_{j=1}^{3} e_j \ln w_j \end{aligned} \quad (26)$$

3.2.4 データの作成方法

費用については会社別に，産出量については路線別に，1961年から1997年までの36年間におけるデータを採用した．

データの作成方法については，企業レベルの分析(3.1.2)と大差はない．ただし問題は，各社の相互につながる路線をどのように区分するかという点である．ここでは一例として東武鉄道のケースを紹介したい．

東武鉄道の路線は，概略して伊勢崎線・野田線・東上線の3つに区分できる．それぞれの路線について旅客輸送と貨物輸送の区別があり，従って本来は6系列の産出物が存在すると解釈できる．しかし，路線別の貨物輸送のデータが入手できなかったため，貨物輸送は路線に分けることができない．また，後で見るように貨物輸送のシェアは大きくないため，本研究では貨物輸送を無視することとする[注11)]．以下，旅客面での走行キロ数として，伊勢崎線・野田線・東上線の分を y_1・y_2・y_3 で表示する．

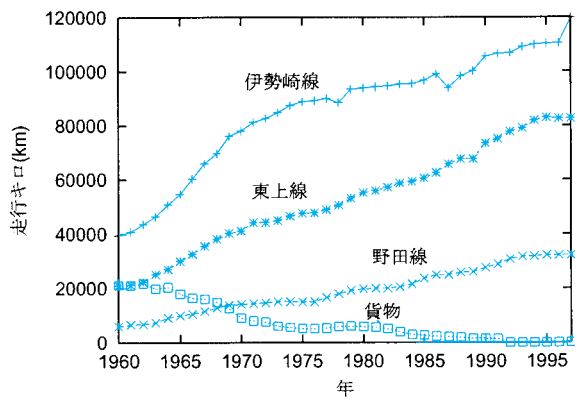
基本となるデータは鉄道統計年報の各年版から取得できるが，東武鉄道の場合はある年度以前のデータは全線一括で掲載され，路線別のデータが得られない．このような場合には，都市交通年報から路線別のデータをとり，これを鉄道統計年報のデータに接続するように加工する必要がある．ただし，都市交通年報に記載されているのは首都圏のみであり，地方の支線部分が含まれていないために，そのままでは利用できない．そこで，以下の手順に示す加工を行った．

(a) 鉄道統計年報と都市交通年報との重複部分を用いて単回帰を行う．ただし，バブル経済崩壊以後のデータは両者の乖離が著しいために除外する．

(b) 推定された回帰式から初期のデータを延長して計算する．

(c) 上で得られた系列の各路線の合計が，鉄道統計年報のデータに一致するように調整する．具体的には推定された路線別のシェアを正しいと仮定して，これと鉄道統計年報の全路線のデータから最終的な路線別データを得る．

このようにして得られた路線別の走行キロデータを示したものが図―1である．



■図―1　輸送力（走行キロ）の推移（東武）

4――分析結果と考察

4.1 企業レベルの分析

4.1.1 費用関数の推定結果

まず大手私鉄15社（東武，西武，京成，京王，東急，小田急，京急，相鉄，名鉄，近鉄，南海，京阪，阪急，阪神，西鉄）を対象に，企業単位で費用関数の推定を行った．結果は巻末の付表―1に示す通りである[注12)]．

あてはまりは阪神，西鉄を除いてほぼ良好である（ただし，DW比は全ての結果について自己相関のあることを示している[注13)]）．阪神と西鉄の場合，計算が収束せず，そのため決定係数が正確に計算されていない．その原因として，これらの会社の財務データに何らかの問題があるか，もしくは費用関数が時間的に変化していることが想定される．前者の場合ならば説明変数，被説明変数のいずれかが異常値を含んでいるか，もしくは変数間の相関が高いために多重共線性を起こしてしまっていることが考えられる．これらの可能性については今後個別に検討しなければならない．

4.1.2 企業別SCE値の推移

企業レベルの分析の結果を総括すると，表―4のようになる．これはSCE値の水準と変化の傾向に基づいて，大手私鉄各社を位置付け，比較したものである．

表―4によれば，まず大手私鉄全体としては概ねSCE値は正であり，各社とも引続き費用逓減局面で生産を行っているものと解釈される．その点では，規模の経済性が消失しているとの説は正確性を欠いている．ただし，近年SCE値が横這いもしくは下降局面にある企業が少なくない，という点には注意を要する．

■表―4　SCE値に基づく大手私鉄各社の比較

規模の経済性 (1994 年度)	変化の方向性 (1962 年度–1994 年度)		
	上昇	横這い	下降
あり	京成 (1.2) 近鉄 (0.7) 京王 (0.6)	東武 (1.0) 京阪 (0.9) 小田急 (0.7) 京急 (0.6) 南海 (0.3)	阪急 (0.6) 西武 (0.3) 相鉄 (0.2) 名鉄 (0.1) 東急 (0.0)

注）括弧内の数字は各社のSCE値（1994年度）を示す．
なお，推定に失敗した阪神と西鉄は含まれていない．

4.2 路線レベルの分析

4.2.1 費用関数の推定結果

ここでの分析の対象は，企業別のSCE値の計測結果（表―4）をベースに選択した東武・東急・京成の3社（8路線）である．前述の3種類のモデルに従って，それぞれの費用関数を推定した結果は巻末の付表―2のようになった．

上記のほか，パラメータ推定値をも勘案して総合的に判断したところ，3種類のモデルの中では連結モデルのあてはまりが比較的良好であった．そこで，以下では連結モデルの結果をベースに検討を進めていくこととする．

4.2.2 路線別SCE値の推移

ここでは連結モデルに基づく費用の推定値と路線別SCE値の推移について紹介する．

(1) 東武鉄道のケース

東武の場合，図―2のような結果となった．

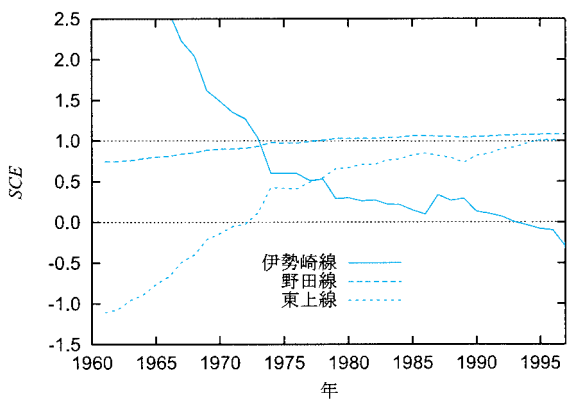
これによれば，明らかに規模の経済性の有無は路線によって異なっている．伊勢崎線は急速に規模の経済性が消失している．野田線についてはSCE値が次第に上昇している．東上線については，伊勢崎線の結果とSCE＝0.5を中心に上下にほぼ対称となっている．

伊勢崎線と東上線の結果が対称に見えるのは，偶然的な結果である．SCEの算式は定数項，産出量に関する項，投入価格に関する項から成る．このうち産出量に関する項のパラメータは対称行列であるが，他の飽和モデルでもほぼ同じ結果を得ていることから，この部分があまり重要でないということになる．従って，路線別のSCE値の挙動を決定するのは投入価格に関する項であると考えられる．しかし，この項に係わるパラメータは価格に関する一次同次性の制約がかかっているだけであり，対称行列というわけではない．故に，伊勢崎線と東上線は現実的に市場特性が異なっていると判断できる．

(2) 東急電鉄のケース

東急の場合，図―3のような結果になった．

これによれば，目蒲線・池上線の1980年代末における



■図―2　路線別SCE値の推移（東武）

ギャップを除き，各路線とも緩やかに減少している．

このギャップについては，目蒲線の産出量による影響が大きいものと予想される．具体的には，車両編成を3両から4両に切り替えたために車両走行キロが増加したのであるが，車両性能もこの時点に向上したことにより，この変化が費用にそれほど影響を及ぼさなかったためと考えられる．

(3) 京成電鉄のケース

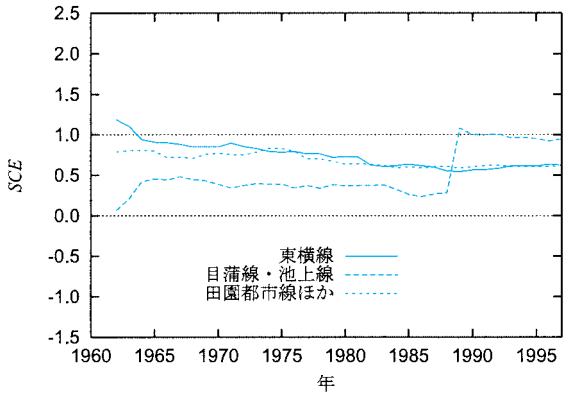
京成の場合，図―4のような結果になった．

これによれば，2路線とも増加傾向にあり，いずれも明確な形で規模の経済性が確認された．

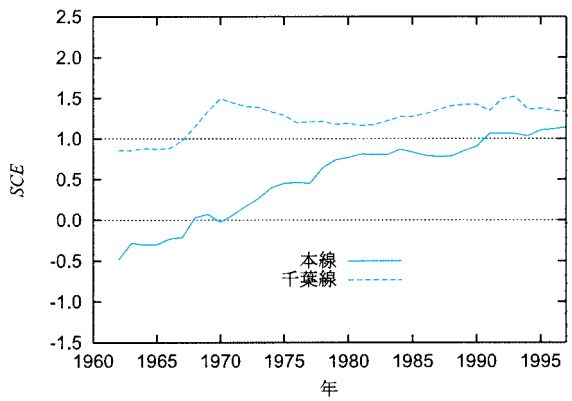
ところで，1970年代前半に費用の推定値と実績値との間に顕著な乖離が観察される．これは，同時期の資本価格の急騰によるものと判断できる．資本費用はこの期間にそれほど著しい変化は示しておらず，従って資本ストック，とりわけ有形固定資産の帳簿価額の純減が大きく影響している．別途，固定資産の減少の原因を明らかにする必要があろう．

4.2.3 まとめ

以上の分析結果から，規模の経済性（SCE値）については，同じ鉄道会社でも路線によって全く異なる傾向となる場合のあり得ることが明らかとなった．分析レベルを路線単位にまでブレークダウンすることで，各社の抱



■図―3　路線別SCE値の推移（東急）



■図―4　路線別SCE 値の推移（京成）

える鉄道市場の局所的な情報の提供までが可能になったと言えよう.

ここで改めて3社8路線の規模の経済性について, 簡単にまとめておきたい. まず東武の場合, 伊勢崎線の規模の経済性は消失傾向にあるが, 野田線は徐々に増加しており, 東上線は急速に増加している. 東上線は首都圏近郊を結ぶ通勤の足として一層の輸送力増強を求められているのに対して, 伊勢崎線は日光線など多くの支線において自動車交通などとの競争に晒されている. 恐らくこうした需要要因に規定される特質の違いが, SCE値の動きに反映しているのであろう.

一方, 東急の路線別の規模の経済性においては, 1980年代末の大きな変化のために, 目蒲線・池上線が他路線とは異なった状況を呈しており, 判断が難しい. 東横線や田園都市線については, ほぼ同様に1.0から0.5へと緩やかに減少している. これらについては規模の経済性が依然として存在しているものと見なせよう.

最後の京成の場合は, 本線, 千葉線とも比較的明確な形で規模の経済性が確認されている.

なお, 分析上の主な課題としては, 次の2点が挙げられる.

(a) 系列相関の問題

ほとんどの結果においてDW比が小さくなった. その原因を別途明らかにすると同時に, 原因に応じてモデルに変更等を加える必要があろう.

(b) 路線の組み合わせの問題

東急電鉄の分析では路線の数が多かったため, 便宜的に複数の路線を幾つかのグループに統合したが, これが適切なものであったかどうか検討する必要がある. 異なった組み合わせ(全く統合しない場合も含む)による推定を試みるとともに, 最も適当な組み合わせを探索するための客観的な指標を考案すべきである. このような指標があれば, 市場の識別を自動的に行うことができるようになり, 更には全路線が単一の市場を形成しているかどうかを判定できるようになる. これは飽和モデルと非可分モデルのどちらが適切であるかを判定するということでもある.

5――結論・提言

本研究全体を通じての結論を得るために, 企業レベルの分析と路線レベルの分析による結果をそれぞれ合わせて, 表―5のような形でまとめてみた.

先に求めた表―4とこの表―5などから, 本研究の結論については, 簡単に次の項目にまとめられよう.

(a) 大手私鉄15社に対して企業別にSCE値を求めたところ, 推定に失敗した2社を除いて, 概ね正の値が得られた. この結果より, 各社は引続き費用逓減局面で生産を行っていることが確認された.

(b) 産出物データが各路線別に与えられていれば, 財務データが路線別に得られない場合でも, SCE値を路線別に計測できることが明らかになった. 即ち, 路線別の産出量を複数生産物と解釈することにより, 企業レベルの分析と整合性のある分析を路線レベルにて行うことが可能となった.

(c) 大手私鉄3社8路線に対する分析の結果, 路線別SCE値で説明される市場特性と企業別SCE値によるそれとは, 必ずしも一致しないことが確認された. 特に東武鉄道の場合がこれに当たる. 多様な地域に路線を保有する鉄道会社については, 路線レベルの分析が重要である.

(d) 鉄道市場の特性を路線レベルにおいて把握できるようになれば, 地域毎に行政の対応(需給調整廃止後の公的介入の在り方)を検討する際の貴重な情

■表―5　SCE値に基づく大手私鉄3社8路線の比較

規模の経済性 (1997年度)	変化の方向性 (1962年度－1997年度)		
	上昇	横這い	下降
あり	京成千葉線 (1.3) 京成全線 (1.2) 京成本線 (1.2) 東武東上線 (1.0)	東武野田線 (1.1) 東武全線 (1.0)	東急目蒲線・池上線 (0.9) 東急東横線 (0.6) 東急田園都市線他 (0.6) 東急全線 (0.0)
なし			東武伊勢崎線 (−0.3)

注) 括弧内の数字は各社各路線のSCE値(1997年度)を示す.
なお, 路線レベルのSCE値は, 連結モデルに基づいて計測されたものである.

報となろう．政府規制の必要度や，場合によっては企業・路線の水平分割の可能性についても言及できるかもしれない．

(e)しかし，鉄道市場の特性は今回求めたSCE値（主に供給要因を代表）だけでなく，需要要因や他の自然独占要因（技術・制度など諸環境）からも規定される．現実には，後者の方がより支配的とも推察されるため，本分析結果の政策への活用には十分な節度と慎重さが求められる．

ここで，上記の結論を受けて，最近の鉄道政策について評価・コメントを行ってみたい．まず，大手私鉄全体として概ねSCE>0になったことより，各社は現在も引続き費用逓減局面で生産を行っている．その意味では規模の経済性（主に供給要因）の消失の観点から需給調整規制を廃止するという論理は，大手私鉄の場合，正確性を欠いている．従って，この場合の規制廃止の論理は，もう一方の需要要因，即ち自家用交通など他モードとの競合の進展による規制効果の消失に求められるべきであろう．改めて，各路線別の計測結果を見ると，同じ企業体でありながらも路線によってSCE値に大きな差異，とりわけSCE値が負となるケースが観察される．共通の経営方針の下で全体の生産を行っている以上，これは供給要因というよりも，やはり局所的な需要要因によるものと推察されよう．ここで，費用をかける割には走行キロ数が伸びない路線を抱える企業の場合，これまで自家用交通等へ逸走する需要への対抗手段（例えば当該路線からの撤退）を持ち合わせていなかったことが，現実経営の問題として浮かび上がってくる．その意味で，現在，政府当局で行われている一連の規制緩和が，その主たる狙いとは別に，実態として参入や料金よりも退出規制において顕著に進みつつあることは極めて自然なことと言えよう．

以上より最近の鉄道政策の転換は，規模の経済性の消失といった理論上の文脈ではなく，現実経営の視点から一定の評価がなされるべきものである．しかしながら，参入・料金に比較して退出の緩和が先行して進みつつある現在の姿は，本来の規制理論からすれば不安定かつ過渡的なものと言わざるを得ない．仮に規制緩和の流れの中で理論と実際を整合させるためには，将来的に規模の経済性の根源となっているインフラ部分を経営から切り離すことが求められよう．現在，新規路線には上下分離が適用されつつあるが，既存路線の割合が圧倒的に大きい以上，全路線において上下分離政策の実現が待たれるのである[注14]．とりわけ運営の非効率が指摘されて久しい既存の鉄道（例えば公営鉄道各社など）において，その国民経済的効果は決して小さくないものと思われるのである．

注

注0）本研究は，基本的に（財）運輸政策研究機構の研究予算（1998～1999年度）により実施したものである．ただし2000年度以降に行わざるを得なかった一部のシミュレーションについては，青山学院大学の予算等も活用させてもらった．ご協力をいただいた関係各機関および各位には，この場を借りて深く感謝する次第である．

注1）例えば，会計的アプローチでは，規模の経済性が一定であることが前提とされることが多く，そもそも規模の経済性計測の用途には適さない．

注2）原典については，すべて参考文献欄に紹介した．なお，こうした文献をサーベイしてとりまとめたものとしては，更に文献4），5）及び14）などもあるので，是非参照されたい．

注3）本研究の内容に合わせて，実際には密度の経済性，即ちネットワーク規模を固定した場合の産出量に関する弾性値を引用している．

注4）式（1）および（2）の導出過程は3.2.1を参照のこと．

注5）$\alpha_0, \beta_0, \gamma_{00}$ はスカラー形式のパラメータ，$\boldsymbol{e}', \boldsymbol{g}'$ は行ベクトル形式のパラメータ，$\boldsymbol{H}$ は行列形式のパラメータである．これ以降，通常のフォントでスカラー，ボールド・フォントの小文字でベクトル，ボールド・フォントの大文字で行列を示す．

注6）これらのパラメータが費用関数の一般的な条件を満たすかどうかは別途確認されなければならない．本研究の実証分析の場合，会計データをもとにしていることなどから，部分的には条件を逸脱する箇所が観察されたが，それぞれ全体としては「概ね」条件を満たしているものと判断した．ちなみに投入物価格に関する一次同次性についてだけは，モデルの中に最初から組み込まれており，事後的な検証の必要はない．これらの条件の詳細については文献1）及び3）を参照のこと．

注7）数式の操作性を考慮して，便宜的に全ての変数を対数変換して表示している．これによって一般性は損なわれない．

注8）ただし新規開業時には若干の変動が見られる．

注9）「飽和モデル」「連結モデル」「非可分モデル」という名称は筆者等が付けたものである．「飽和モデル」という用語は，統計モデルにおいてパラメータに制約が課せられていない場合に対して一般的に用いられている．従って「連結モデル」「非可分モデル」は「非飽和モデル」の一種ということになる．それぞれ「非連結性」（non-jointness）の不成立，「可分性」（separability）の不

■付表―1　費用関数の推定結果

	東武		西武		京成		京王		東急	
推定式	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比
lnC	0.9868	0.368	0.9655	0.287	0.9356	0.472	0.9943	0.737	0.9828	0.858
S_L	0.7426	0.318	0.7374	0.564	0.6885	0.573	0.7256	0.670	0.9268	0.795
S_K	0.7143	0.397	0.7177	0.537	0.8258	1.031	0.3347	0.429	0.9077	1.004
	小田急		京急		相鉄		名鉄		近鉄	
推定式	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比
lnC	0.9842	0.505	0.9806	0.726	0.9937	1.166	0.8610	0.389	0.9743	0.376
S_L	0.8332	0.476	0.7880	0.967	0.6119	0.399	0.6489	0.578	0.6590	0.629
S_K	0.6634	0.677	0.6333	0.478	0.3046	0.190	0.5919	0.557	0.4076	0.444
	南海		京阪		阪急		阪神		西鉄	
推定式	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比	$adjR^2$	DW 比
lnC	0.6748	0.205	0.9728	0.747	0.9684	0.486	0.1141	0.417	-2.2616	0.640
S_L	0.7240	0.636	0.7135	0.931	0.6271	0.573	0.7090	0.645	0.8713	0.269
S_K	0.2713	0.341	0.5131	1.212	0.6776	1.132	0.7338	0.962	0.8191	0.219

■付表―2　費用関数の推定結果

		東武		東急		京成	
モデル	推定式	adj R^2	DW 比	adj R^2	DW 比	adj R^2	DW 比
飽和	$\ln CT$	0.9836	1.202	0.9758	0.900	0.9379	0.616
	S_1	0.9242	1.273	0.9279	1.145	0.8970	1.397
	S_2	0.8960	1.131	0.9036	1.088	0.8666	1.313
連結	$\ln CT$	0.9860	1.167	0.9783	0.942	0.9411	0.547
	S_1	0.9247	1.256	0.9260	1.157	0.8957	1.392
	S_2	0.8960	1.129	0.9016	1.098	0.8666	1.318
非可分	$\ln CT$	0.9868	0.368	0.9828	0.858	0.9356	0.472
	S_1	0.7426	0.318	0.9268	0.795	0.6885	0.573
	S_2	0.7143	0.397	0.9077	1.004	0.8258	1.031

成立という制約が加えられており，その内容は本文に示す通りである．これらの制約は費用構造に関する仮説である．詳細は文献10)を参照のこと．

注10) 費用関数には産出量と投入要素価格が含まれてしかるべきであるが，「非連結性」の条件は産出量のみに関わるものであるため，数式では投入要素価格の表示を省略している．「非可分モデル」の場合も同様である．

注11) Box-Cox変換を用いて貨物輸送を考慮した分析も試みたが，貨物輸送がゼロになった時点で生じる不整合を解消することができなかった．即ち，貨物輸送がゼロになる1992年時点で，規模の経済性を示す指標に急激な跳ね上がりが生じてしまった．この現象は，その時点でほとんど存在していない貨物輸送が原因であるという意味で，実体の無いものである．

注12) 頁数の制約のため，パラメータの推定値までを掲載することは出来なかった．詳細については，別途発行のITPS Report 20011を参照されたい．

注13) 本研究では，自己相関を除去するための処理を施していない．確かに残差に自己相関がある場合の回帰モデルは，モデルの検定上で決定係数の過大評価をもたらすという意味で望ましいものではない．しかし，形式的に自己相関を除去してしまうことは，何故自己相関が生じているのかについての新たな情報を与えないという側面もある．仮に，費用関数が時間的に変化することを無視しているために自己相関が生じたのだと確認できたならば，次なる課題として，まずモデルの改良から取り掛かることが好ましいであろう．

注14) ここで，自然独占の成立下でも潜在的な競争状態をつくり出すことによって既存事業体の経営効率性を高め得る，と説いたコンテスタビリティ理論を想起することも有益であろう．需給調整規制の廃止は，潜在的競争のための条件を満たすものとして評価することは可能であるが，これに加えて埋没費用をゼロに近付ける努力が必要である．上下分離政策は，そのための一手段として位置付けることができる．ただし，上下を完全に分離することが，必ずしも経営全体の効率化につながらないことも指摘しておきたい．特に下部を公的セクターが担当し，インフラ整備を一方的に進めてしまう場合は危険である．最近の不完備契約理論に基づく分析では，上部の経営主体に下部をコントロールさせる仕組みを一部でも残しておいた方が，全体として効率的であるとの結果が報告されている．

参考文献

1) 井口典夫，高嶋裕一，「鉄道事業の自然独占性と生産性の計測」，青山学院大学経営研究調査室Working Paper Series 1997-A-3，1997 Aug.

2) 運輸政策審議会総合部会，「交通運輸の直面する課題と需給調整規制廃止に向けての今後の行政の役割について」，平成10年6月9日

3) 衣笠達夫，『公益企業の費用構造－Contestable Market 理論による分析』，多賀出版，1995年9月，pp.85-115

4) ケネス・A・スモール，『都市交通の経済分析』，1999年，勁草書房

5) 中村清，「自然独占の民営化・規制緩和－鉄道部門における事例研究」，早稲田商学第359号，1994 年3月，pp.421-454

6) 水野勝之，『ディビジア指数』，創成社，1995年3月，pp.153-182

7) Caves D.W., Christensen L.R.,Tretheway M.W.and Windle R.I, " Network effect and the measurement of return to scale and density for US Railroads "in Daughety, A.F. ed. " Analytical Studies in Transport Economics ", Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1985, pp.97-120

8) Caves D.W., Christensen L.R. and Tretheway M.W., " Economies of density versus economies of scale : why trunk and local service airline costs differ ", Rand Journal of Economics,Vol.15, No.4, Winter 1984, pp.471-489

9) Caves D.W., Christensen L.R. and Swanson J.A.," Productivity growth, scale economies and capacity utilization in U.S. Railroads 1955 - 1974 ", American Economic Review,Vol.71,December 1981,pp.994-1002

10) Denny, M. and C.Pinto, " An Aggregate Model with Miltiproduct Technologies ," (Fuss, M. and D.L.McFadden ed., " Production Economics : A Dual Approach to Theory and Applications Volume II+Applications of the Theory of Production ", Amsterdam, North-Holland, 1978), pp.249-267

11) Friedlaender A.F. and R.H.Spady, Freight Transport Rehulation, MIT Press, Cambridge, MA, 1981

12) Harris R.G., " Economies of traffc density in the Rail Freight indusry ", The Bell Journal of Economics, Vol.8, No.2, 1991, pp.556-564

13) Keeler T.E., " Railroad costs, return to scale, and excess capacity ", The Review of Economics and Statistics, Vol.56, No.2, 1974, pp.201-208

14) Mizutani F., Japanese Urban Railways : a private-public comparison, Avebury, 1994, pp.182-183

15) Nakajima T.,M. Nakamura and K. Yoshioka, " An Index Number Method for Estimating Scale Economies and Technical Progress Using Time-series of Cross-section Data; Sources of Total Factor Productivity Growth for Japanese manufacturing, 1964-1988 ", The Japanese Economic Review, Vol.49, No.3, September 1998

16) Nakamura R., " Economies of Network and Scale for Japanese Private Railroad Firms ", Discussion Paper Series, I-25, The Association of Economics of Okayama University, November 1991

17) Norsworthy, J.R. and Jang,S.L., " Empirical Measurment and Analysis of Productivity and Technological Change ", 1992, North-Holland, pp.42-58

18) Samuelson, P.A., Foundations of Economic Analysis, Cambridge, Mass. 1947

19) Viton P.A., " On the economics of rapid-transit operations ", Transportation Research-A, Vol.14A,1980, pp.247-253

（原稿受付　2001年7月9日）

A Study on the Market Characteristics of the Railway Industry and Its Implications for Transport Policy
－A Measurement of Economies of Scale by Companies and by Routes－

By Norio IGUCHI and Yuichi TAKASHIMA

In recent years, the Ministry of Transport（MOT）has reviewed the framework of regulatory policies for the railway industry, so that the efficient management of railway companies may become consistent with the protection of benefits for passengers. In 1998, the Council for Transport Policy in MOT responded to deliberation No. 16; The guideline for the arrangement of conditions concerning abolition of the regulation of market entry in the transport industries. In this response,the Council argued that the characteristic of natural monopoly has been disappearing in the transport industries because of both the maturity of the market and the intensive competition among the various transport modes, and concluded that it becomes less necessary to regulate the market entry.

However, it is doubtful that the characteristic of natural monopoly are uniformly disappearing by companies or by routes. The railway companies should be respectively regulated according to the market characteristics formed around those companies or routes.

In this paper, we measure the economies of scale of the railway industry by companies and by routes. As a result of measurement, we evaluate the market characteristics surrounding each company quantitatively, and classify companies and routes based on their characteristics, and discuss implications for transport policy.

Key Words ; ***railway industry, economies of scale, SCE***

この号の目次へ　http://www.jterc.or.jp/kenkyusyo/product/tpsr/bn/no15.html