

電気事業の全要素生産性分析

伊藤 成康

はじめに

企業の経営効率ないしは活動成果を評価するうえで有用な判断材料を提供する数量指標は、これまで数多く提唱されてきたが、全要素生産性 (Total Factor Productivity: 以下、TFP と略記) 指数もその一例である。TFP 概念の応用範囲は広いが、規制産業や公共部門では、市場における企業間の競争が非効率の淘汰を促すという図式が必ずしも成り立たぬがゆえに、そのパフォーマンス評価に際しては、TFP や様々な効率性指標 (DEA により求められる指標等) の計測が試みられることが多い。そうした試みにおいては、TFP をはじめとする効率性指標の動向それ自体が関心事となることも少なくないが、たとえば、原価主義的価格設定を行っている企業については、収入シェアでウェイトづけされた企業の生産物価格の変化率が費用シェアでウェイトづけされた要素価格の変化率マイナス TFP 変化率に等しいという関係が成立することから、分析対象企業の生産物価格動向と TFP の動向を関連づけて検討する分析視角や、企業間の生産物価格差をコスト要因の格差と TFP 格差とに要因分解する試み等も注目されてよからう。

本稿では、わが国の電気事業を対象とした '70年代以降における TFP 指数の計測結果を紹介するが、その際、ほとんどの先行研究において採用されてきた Theil-Törnqvist 型の TFP 指数のみならず、これを時系列・横断面を統合した多重比較に適合する形に拡張した Caves, Christensen and Diewert 型の TFP 指数をも計測し、両者の比較検討を試みる。

1. TFP 指数 [1]

『平成9年版 経済白書』(第2章第2節)等のみ

いとう なりやす 武蔵大学 経済学部
〒176 練馬区豊玉上1-26-1

られるように、近年、わが国においても、エネルギー産業や電気通信産業、運輸業、金融業等を中心とした規制産業における TFP 指数の計測やその応用分析が活発に試みられるようになり、TFP の概念規定やもっともポピュラーな TFP 指数算式の1つである Theil-Törnqvist 指数 (以下、TT 指数と略記) 等についても広く知られるに至っている。

TT 指数は、次式のように表される。

$$(1) \ln(TFP_t/TFP_{t-1}) =$$

$$\frac{\sum_m (s_{m,t} + s_{m,t-1})}{2} \ln(y_{m,t}/y_{m,t-1}) - \frac{\sum_n (v_{n,t} + v_{n,t-1})}{2} \ln(x_{n,t}/x_{n,t-1})$$

(ここに、 TFP_t : t 期の TFP 指数、 $y_{m,t}$: 同第 m 生産物産出量、 $s_{m,t}$: 同第 m 生産物収入シェア、 $x_{n,t}$: 同第 n 生産要素投入量、 $v_{n,t}$: 同第 n 要素費用シェア)

これは、各生産物または生産要素の変化率を、比較2時点間の生産物収入シェアまたは生産要素コスト・シェアをウェイトとして加重平均し、総産出指数の変化率マイナス総投入指数の変化率という形で生産性指数の変化率を算出するものであり、直観的にも理解しやすい。さらに、Caves, Christensen and Diewert (1982a) は、生産技術がトランスログ距離関数 (transcendental logarithmic distance function) という一般的な関数型で表される場合には、前記の TT 指数が Malmquist (1953) の理論的生産性指数と一致することを示した。

ここで、企業の生産技術を表す投入距離関数 (input distance function) とは、ある生産ベクトル y を産出するために投入された生産要素ベクトル x の過剰または不足を1を臨界値とする実数により示す関数のことで、以下のように記述される。

$$(2) d(y,x) = \max\{\theta | (y,x/\theta) \in Y\}$$

(ここに、 Y は実現可能な産出・投入ベクトルの組全体からなる生産可能集合であり、デフレート因子 θ の最大値が存在するための正則条件が満たされるものと仮定する。)

これは、いわゆる Debreu-Farrell の技術非効率性指標の逆数に相当するもので、本誌でもおなじみの包絡分析法 DEA (刀根(1993)) 等により、その推計が試みられている。投入距離関数と同様に、産出距離関数 (output distance function) が、 $D(y, x) = \min\{\theta | (y/\theta, x) \in Y\}$ として定義され、これに対応する生産性指数を考えることもできる。

次に、2組の企業もしくは2時点 s, t 間の一対比較を念頭において、 t における産出・投入の組 (y^t, x^t) を s の技術 Y^s を参照基準として評価した投入距離関数を

$$(3) \quad d^s(y^t, x^t) = \max\{\theta | (y^t, x^t/\theta) \in Y^s\}$$

と表す。

このとき、Malmquist の理論的全要素生産性指数 $\tau^{t,s}$ (t ベース)、および $\tau_{t,s}$ (s ベース) は、それぞれ

$$(4) \quad \tau^{t,s} = d^t(y^s, x^s) / d^t(y^t, x^t)$$

$$(5) \quad \tau_{t,s} = d^s(y^s, x^s) / d^s(y^t, x^t)$$

と定義される。議論を簡単化するため、いずれの比較対象についても生産非効率性は生じていない、すなわち $d^t(y^t, x^t) = d^s(y^s, x^s) = 1$ と仮定した上で、 $\tau^{t,s} > 1$ なる事実が何を意味するかについて考察してみよう (この仮定は、経済指数論的アプローチと DEA の発想の違いを示す1つの要素である)。仮定から $d^t(y^s, x^s) > 1$ となり、 s の技術では $(y^s, x^s / d^t(y^s, x^s)) \notin Y^s$ となって、 y^s を得るのに投入水準 $x^s / d^t(y^s, x^s)$ では不足が生じるのに対し、 t では、 $(y^s, x^s / d^t(y^s, x^s)) \in Y^t$ となることから、そうした不足は生じない。このような意味で、 $\tau^{t,s} > 1$ ならば、 s よりも t の方が高い生産性を示しているものと解釈される。逆に、 $\tau^{t,s} < 1$ ではどうか? この場合 $d^t(y^s, x^s) < 1$ となり、 s では (y^s, x^s) が実現可能な組み合わせとなるのに対し、 t では $(y^s, x^s) \notin Y^t$ となって、 $\tau^{t,s} < 1$ ならば t よりも s の方が高い生産性を示すものと解釈することができる。 $\tau_{t,s}$ の解釈についても同様である。

このように、Malmquist の理論的全要素生産性指数の概念は、当初から基数的な指標たらしめとして提唱されたものというより、ある産出・投入ベクトルの包含の如何に基づく、2つの生産技術間の優越関係を表したものと解釈するのが穏当であろう。しかし、それゆえ、2つの生産技術に関する Malmquist の優越関係は、参照基準として採用される産出・投入ベクトルへの依存性から、生産技術の優劣に関する大域的な順序関係を与えるものではないことにも留意すべきである。

Caves, Christensen and Diewert (1982a) の貢献は、投入距離関数 $d^t(y, x)$ が

$$(6) \quad \ln d^t(y, x) = \alpha_{0t} + \sum_n \beta_{n,t} \ln x_n \\ + 1/2 \sum_{n,k} \beta_{nk,t} \ln x_n \ln x_k + \sum_m \alpha_{m,t} \ln y_m \\ + 1/2 \sum_{m,l} \alpha_{ml,t} \ln y_m \ln y_l + \sum_{n,m} \gamma_{mn,t} \ln y_m \ln x_n$$

(ただし、 $\beta_{nk,t} = \beta_{kn,t}, \alpha_{ml,t} = \alpha_{lm,t}$ for all n, k, m, l, t を仮定する)

というトランスログ関数で表されるとき、企業の利潤最大化 (費用最小化)、および、一連の緩い仮定の下で、

$$(7) \quad (\ln \tau^{t,s} + \ln \tau_{t,s}) / 2 \\ = \sum_m (s_{m,t} + s_{m,s}) / 2 \cdot \ln (y_{m,t} / y_{m,s}) \\ = \sum_m (v_{m,t} + v_{m,s}) / 2 \cdot \ln (x_{m,t} / x_{m,s}) + \text{残余項}$$

(残余項は限界的な規模の経済性が1に近づくとき同じオーダーで1に近づく)

という関係が導かれることを示した点にある。ここで、(7)式右辺から残余項を除いたものは、(1)式を一般化した形の TT 生産性指数に他ならない。

任意に与えられた一般的な目的関数に対し、当初の最適化問題の適切な摂動問題 (relaxation) を誘導し、解析的な意味で良い近似を与える関数のクラスを伸縮的 (flexible) な関数族というが、トランスログ関数は伸縮的関数の代表例として知られており、それゆえ、上記の結果に鑑みれば、TT 生産性指数は、企業の生産技術に関する情報が不十分な場合、すなわちあてはめを行うべきモデルの型が明確ではない場合でも、その使用が正当化される根拠を持った優れた (superlative) TFP 指数とすることができる。ただし、伸縮的な関数型の例はトランスログ関数以外にも多数知られており、たとえば、次数 r の2次平均 (quadratic mean of order r) 型関数もその1つであるが、これを生産関数や距離関数等の母関数として想定した場合には、上記の Caves, Christensen and Diewert の結果とアナログな、一般化 Fisher 型 TFP 指数と Malmquist 指数の対応関係が導かれることになる (Diewert (1976))。また、Färe and Grosskopf (1992) は、投入・産出価格に関する一定の仮定の下で、距離関数の関数型の如何によらず、Fisher 型 TFP 指数が Malmquist 指数に一致することを示している。ここで、Fisher 型 TFP 指数とは次式のように表される指数である。

$$(8) \quad \ln (TFP_t / TFP_{t-1}) \\ = 1/2 \{ \ln (\sum_m s_{m,t-1} (y_{m,t} / y_{m,t-1})) - \ln (\sum_m s_{m,t} (y_{m,t-1} / y_{m,t})) \} \\ - 1/2 \{ \ln (\sum_n v_{n,t-1} (x_{n,t} / x_{n,t-1})) - \ln (\sum_n v_{n,t} (x_{n,t-1} / x_{n,t})) \}$$

伊藤(1997)は、個別生産物ないしは個別生産要素の変化率があまり大きくない場合においては、Fisher指数とTT指数が極めて近似した値を取ることを例証している。

ここで留意すべきは、企業の生産技術を描写するモデルとして、トランスログ型距離関数等、伸縮的母関数を想定すれば、これに対応するMalmquist生産性指数が(7)式のように陽表的に求められるということであって、母関数のパラメータに関する情報は指数を計測するうえで必要ない。その意味で、superlativeな経済指数を用いた効率性の計測法はノン・パラメトリックな接近法の1つとして理解されている。これに対し、同じくノン・パラメトリックな効率性指標の代表的計測手法であるDEAでは、母関数の関数型すら特定化しない(半面、区分線形な技術を前提とする)ばかりか、観察された投入・産出データが効率フロンティア上に位置することを要求しないという特徴がある。

以上、本節ではTT指数の経済理論的な背景を中心に解説してきたが、次節では、わが国の電気事業を分析対象として取り上げ、TT指数の計測を試みる。

2. 電気事業におけるTFP指数の計測結果

前節の分析枠組みに沿ってTFP指数の計測を行うためには、考察対象となる生産物と生産要素の区分を特定化したのち、各々の数量・価格データを用意する必要がある。本稿では、大略、以下のような形でデータ系列を作成した。

(1) 生産物

生産物データについては、用途別(需要家別)の販売電力量と関連データを適切な集計度で区分するのが理想であり、例えば、電灯、大口、小口、業務用電力、その他、といった需要種別に対応する区分を行うのが一般的である。これらのデータは、『有価証券報告書』や『電気事業便覧』等の事業統計を掲載した年報類から収集することが可能であるが、本稿では、簡単化のため、上記の諸項目を和集計した販売電力量を電気事業の生産物データとして取り扱う。もとより、ディビジア集計した総生産指数の時系列的な動きと販売電力量の動きには微妙な違いが看取される可能性があるため、この点の改善は今後の課題としたい。

(2) 生産要素

次に、生産要素については、労働、燃料、資本、購入電力、その他、といった4ないし5区分を採用する

のが一般的だが、ここでは、購入電力とその他項目を除いた3区分を採用することにした。捨象された2項目の総費用に占める割合は比較的小さいものと判断されぬでもないが、計測結果にバイアスをもたらす潜在因子であることには違いない。この点の改善も今後の課題である。

以下、生産要素各データ系列の作成手順について概要を示す。

① 労働

簡単化のため、ここでは電力各社の従業員数と人件費データを用いる。

② 燃料

汽力発電用燃料消費実績については、燃料種別に消費量・発熱量、重油換算消費量、等々の仔細にわたるデータが利用可能であり、原子力発電用燃料消費実績についても諸種のデータが利用可能である。ただし、原子力発電用の核燃料については、利用形態が資本ストック的であるため、あえて汽力発電用燃料消費と集計するよりは、資本の一部として取り扱った方が適切だとの見解が一般的である。本稿でもこの考え方を踏襲するが、燃料種別に消費実績と燃料費データを収集するのではなく、重油換算燃料消費実績と燃料費(合計)データを用いることとする。

③ 資本

今回の電気事業におけるTFP指数の推計に当たっては、以下に示す手順に従って資本設備の能力指数を推計し、これを資本ストックの代用変数とすることにした。すなわち、発電部門:認可最大出力、送電部門:架空送電線路亘長、変電部門:変電所出力、配電部門:架空配電線路亘長、といった設備能力指標を、各部門の設備コスト・シェアをウェイトとしてディビジア集計(TT指数を構成)し、総合の設備能力指数とする。これが一法である。

別法として、水力、火力、原子力、送電、変電、配電の6部門、もしくは、発電、送電、変電、配電の4部門の設備能力指標を、労働、燃料といった生産要素と同列に扱うアプローチも有用である。本稿では、諸般の事情から、この最後の方法を採用することにした。

また、資本費データとしては、減価償却費、支払利息、修繕費の合計を用いている。

以上のデータに関する準備の下、前節に掲げた手順に基づいて、1971年から1995年までの25年間にわたる電気事業9社のTFP指数(TT指数)の計測を行った結果を表2.1に示す。

表 2.1 電気事業における TFP 指数の推移 (各社1971年度=100)

年度	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州
71	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
72	101.23	100.60	102.14	100.47	95.23	103.72	100.94	112.55	106.08
73	106.23	99.09	104.52	100.60	97.29	99.20	103.64	110.17	111.62
74	111.04	103.15	104.99	102.15	91.27	101.02	111.92	111.13	111.49
75	113.42	102.88	102.70	104.76	92.34	103.54	113.38	109.33	122.29
76	117.26	109.42	105.62	106.44	94.04	107.45	111.33	110.30	124.87
77	117.49	105.14	103.04	103.11	85.68	103.57	106.68	117.84	126.58
78	118.57	110.94	111.66	106.37	95.65	106.97	108.19	116.60	128.18
79	120.36	117.02	115.09	110.33	99.52	109.50	109.66	123.84	130.54
80	114.12	107.22	115.11	111.68	101.89	117.23	110.25	125.00	139.34
81	117.90	110.39	115.38	108.65	97.13	116.02	114.56	131.31	141.04
82	113.48	109.12	117.03	109.84	95.32	117.45	111.43	143.90	145.81
83	112.67	109.18	122.54	109.21	101.96	123.42	120.84	141.46	151.24
84	113.24	110.98	125.47	107.75	106.60	123.88	123.61	138.72	161.48
85	108.76	116.90	130.26	110.51	102.51	133.91	125.23	140.30	169.18
86	106.69	117.54	130.39	110.11	106.06	131.02	116.37	133.95	167.80
87	106.76	119.45	133.85	116.27	108.10	133.07	116.41	138.86	171.76
88	111.70	122.26	137.07	119.18	118.09	133.43	119.37	141.98	173.49
89	120.60	124.74	140.24	122.87	117.46	138.45	127.39	144.53	177.58
90	127.93	128.70	147.19	123.96	116.14	139.18	134.21	152.55	188.79
91	129.31	132.50	149.23	127.08	113.45	139.67	135.89	150.89	190.17
92	132.74	133.30	147.71	125.18	109.38	139.30	131.86	149.35	188.39
93	132.05	131.76	149.17	123.83	106.31	141.41	133.68	148.33	189.31
94	139.46	133.86	154.44	125.66	103.73	144.35	137.39	148.22	195.70
95	144.89	135.95	159.46	127.96	104.22	145.79	136.25	153.84	200.43

これをみると、1971年度以降の25年間における電力各社の TFP 年平均成長率は、北陸電力と九州電力を除いて、1~2%の範囲に集中している（北海道：1.56%，東北：1.29%，東京：1.96%，中部：1.03%，北陸：0.17%，関西：1.58%，中国：1.30%，四国：1.81%，九州：2.94%）。冒頭に引用した『平成9年版 経済白書』第2章の分析によれば、この間のわが国における全産業平均の TFP 年平均上昇率は2~3%程度であり、最近10年における航空産業のそれは1.6%ということであるから、電気事業の生産性上昇率が他産業に比していちじるしく低いという主張を展開することはできない。各社における年々の TFP 変動パターンは区々であるが、概して安定的に TFP の成長を記録しているグループ（東京、関西、九州）、石油危機や円高不況の影響で電力需要が伸び悩んだことを受けて一時 TFP のマイナス成長に陥るも期間全体を通して堅調な TFP 成長を記録したグループ（東北、中部、中国）、その他3社、という具合に類型化することができよう。ここで、合理的な解釈が困難なのは、北陸電力の90年以降における TFP の停滞傾向である。同社に対する電力需要は着実な伸びを示して

いる一方で、これを上回る生産要素投入の伸びが実現した結果、本稿におけるような TFP の計測結果がもたらされたとする理解も不自然ではないが、ここでの資本ストック・データの作成法が同社のパフォーマンスを過小評価するバイアスを持っている疑いは否定できない。ある時期を境に、設備の物的な生産能力と会計上の残価額に乖離が生じた場合、このようなことが起こり得る。また、先にも触れたとおり、購入電力の捨象の影響も懸念材料の1つである。

上記の点以外にも留意すべき事柄は存在するが、そもそも電力各社の生産性の変動パターンがなぜこのようなものとなったのかについての説明は、各社ごとにその経営環境を映し出す適切な指標を添えて周到に展開する必要がある。本稿では、この点にまで立ち入る余裕がないため、機会を改め TFP 変動の要因分析を試みることにしたい。

3. TFP の多重比較

本節では、経済指標の国際比較等を典型例とする、多重比較を行う際に必要とされる推移律ないしは循環性条件を充足すべく修正された superlative な指数に

準拠する TFP 指数を導入し、わが国の電気事業に適用した当該指数の計測結果を紹介する。

まず、比較対象が T 個あったとすれば、一対比較の指数は T 次の正方行列に集約することができるが、原指数の対数変換値を第 ij 要素としてもつ正方行列を $\Gamma = [\Gamma_{ij}]$ で表す。比率尺度たる経済指数の対数変換を要素とする正方行列は歪対称でもあることに注意しよう。このとき、推移律は

$$(9) \Gamma_{ij} + \Gamma_{jk} = \Gamma_{ik} \text{ for all } i, j, k$$

と表されるが、本稿の第 2 節に示した一対比較に基づく原指数が (9) 式を充足するか否かは自明ではない。そこで、原指数行列 Γ を推移律 (9) を満たす行列 Γ^* で最小自乗近似することにしよう。

すなわち、 Γ^* が歪対称で推移律を満たすことから、 $\Gamma^*_{ij} = \gamma_i - \gamma_j$ の形に表されることに注意して

$$(10) \Gamma^* = \gamma' \iota - \iota \gamma'$$

(ここに、 ι はすべての座標成分が 1 となるベクトル) なる関係式を得、それゆえ

$$(11) \Gamma = \Gamma^* + U \text{ (} U \text{ は残差行列)}$$

を得る。ここで、 Γ^* の歪対称性を利用して、所期の問題を、フロベニウス・ノルムの 2 乗

$$(12) \text{tr}(U'U) = \text{tr}(\Gamma\Gamma') + 4\iota'\Gamma\gamma - 2(\gamma'\iota)^2 + 2T\gamma'\gamma$$

を ($\text{tr}(\cdot)$ はトレース演算)、基準化の条件

$$(13) \gamma'\iota = 0$$

の下で最小化するという問題に還元する。すると、

(12) を γ について微分して

$$(14) \gamma = (1/T)\Gamma\iota$$

を得る。これを (10) 式に代入し、 Γ の歪対称性と合わせて

$$(15) \Gamma^*_{ij} = (1/T)\sum_k(\Gamma_{ik} + \Gamma_{kj})$$

が導かれる。結局、

$$(16) \ln TFP_{ij} = \sum_k(s_{ki} + s^*_{ik})/2 \cdot \ln(y_{ki}/y^*_{ik}) - \sum_h(v_{hi} + v^*_{ih})/2 \cdot \ln(x_{hi}/x^*_{ih}) + \sum_k(s_{kj} + s^*_{jk})/2 \cdot \ln(y_{kj}/y^*_{jk}) - \sum_h(v_{hj} + v^*_{jh})/2 \cdot \ln(x_{hj}/x^*_{jh})$$

$$\text{(ここに、} y^*_{ik} = \exp\{\sum_l \ln y_{kl}/T\}, x^*_{ih} = \exp\{\sum_l \ln x_{hl}/T\}, s^*_{ik} = \sum_l s_{kl}/T, v^*_{ih} = \sum_l v_{hl}/T)$$

なる多重比較のための TT 型 TFP 指数を得る。

推移律を満たす経済指数の構築を目的として最小距離法の考え方を導入したのは、Eltetö, Köves, Szulc らであるが (購買力平価指数の構築)、本節で紹介した見通しの良い定式化を与えたのは Kloek

and Theil (1965) である (消費の国際比較)。そして、Caves, Christensen and Diewert (1982b) が、Malmquist-Theil-Törnqvist 指数を (16) 式のような形に修正することを提唱した。

じつは、こうした比率尺度を原データとする一対比較行列を推移律を満たす行列で近似しようとするアイデアは最小距離法以外にも存在して (フロベニウス・ベクトル法、行幾何平均法等)、階層分析法 AHP や購買力平価推計のための van Yzeren 法をはじめ、OR・経済学関連分野で (おそらく独立に) さまざまな応用が試みられている。紙幅の都合上、ここでは優れた参考文献 Funke, Lampe and Olt (1993) の紹介にとどめるが、各種の整合的指数のクセをより正確に把握しておくことは重要である。

さて、最後に、前節の TT 指数を計算するために用いたデータを利用して、電気事業の TFP 多重比較のための指数 (16) を求めてみよう。その計測結果 (東京電力の 1971 年度の値を 100 とする) を表 3.1 および図 3.1 に掲げる。

これをみると、1971 年度以降の 25 年間における電力各社の TFP 年平均成長率は、北海道電力のケースを除いて、前節の TT 指数より若干低めに推計されるようである (北海道: 1.64%, 東北: 1.08%, 東京: 1.94%, 中部: 1.03%, 北陸: -0.35%, 関西: 1.03%, 中国: 0.95%, 四国: 1.19%, 九州: 2.16%)。TFP の年平均成長率の推計が目的ならば、おそらくは前節の連鎖型 TT 指数を用いた方がより適切であろうが、同指数が各社の TFP 水準の横断的比較には適さないものであるのに対し、この Caves et al. による多重比較指数が興味深いのは、時系列、クロス・セクションを統合した TFP 水準の整合的比較を可能にしている点である。データの信頼性の問題もあり、ここではランキング評価的なコメントは差し控えるが、各社の電気料金水準の差と経営効率の差を関連づけて分析しようとするならば、本節に示したような多重比較に適した効率性指標の計測は不可避の課題となることを強調しておきたい。

以上、駆け足ではあるが、規制産業の効率性評価の一尺度たる TFP の概念と計測法について紹介してきた。本稿が多くの不備をかかえていることは筆者自身が強く自覚するところであるが、読者が規制緩和の効果をも的確に把握するためのモノサシについて考察される際の縁となれば幸いである。

表 3.1 電気事業における TFP 多重比較指数の推移 (東京電力1971年度=100)

年度	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州
71	71.31	89.23	100.00	95.29	135.57	107.03	95.19	78.75	72.20
72	71.54	89.32	101.67	94.97	127.00	110.86	94.63	87.67	76.17
73	74.12	87.43	101.05	92.43	129.31	103.35	96.70	83.75	78.56
74	78.32	90.79	97.69	89.31	122.09	100.86	101.75	82.52	78.07
75	81.05	91.12	95.71	91.46	122.92	103.17	103.32	81.24	83.58
76	83.04	97.05	99.10	94.25	126.08	107.53	102.47	82.19	86.02
77	83.75	93.09	98.12	92.26	115.79	104.15	98.54	86.71	87.72
78	83.56	97.96	107.96	96.26	127.89	107.78	101.19	85.92	88.62
79	85.20	103.38	109.13	97.74	134.43	109.35	100.55	91.10	89.66
80	81.05	94.67	108.18	97.19	137.73	116.10	99.67	91.77	93.50
81	83.72	95.82	108.56	94.33	129.94	115.27	102.30	94.41	94.71
82	80.44	95.01	109.76	95.10	127.72	116.06	99.61	101.38	97.27
83	79.80	95.33	116.20	96.01	134.82	121.68	107.14	98.89	100.26
84	80.47	97.20	119.51	95.63	140.20	121.31	109.72	97.05	105.91
85	78.04	102.00	124.31	98.76	134.77	129.54	111.22	97.91	109.58
86	76.52	100.71	127.11	102.51	133.86	124.22	102.95	91.80	104.98
87	76.17	102.16	130.69	108.14	135.87	126.50	102.55	95.15	107.19
88	79.82	104.00	134.42	111.04	150.12	125.89	104.92	96.55	106.35
89	87.60	106.30	135.79	113.96	147.61	131.41	112.86	98.25	108.38
90	93.08	109.39	141.95	114.01	144.60	131.72	118.37	103.67	115.19
91	94.97	112.11	144.61	118.03	139.72	132.02	119.38	102.16	115.29
92	97.32	112.87	144.06	117.04	132.30	131.61	115.30	101.09	113.37
93	95.97	111.57	147.10	117.41	131.89	133.34	117.91	100.07	114.76
94	101.14	113.10	151.88	118.27	124.46	134.19	119.35	100.23	117.23
95	105.32	115.59	158.57	121.74	124.60	136.92	119.46	104.50	120.66

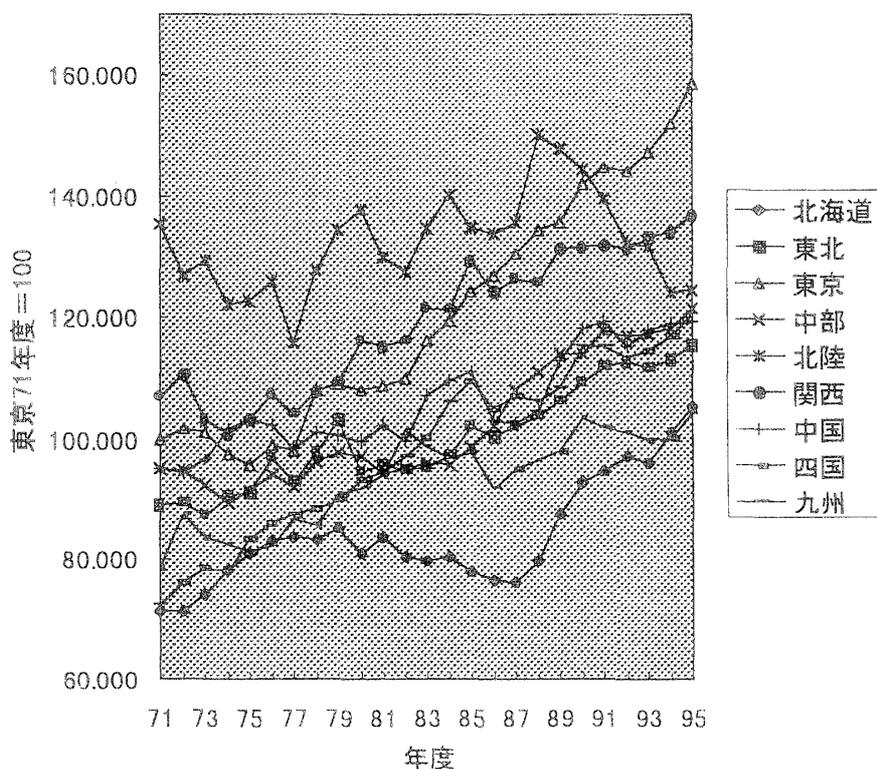


図3.1 TFP 多重比較

注

*) 本研究は、社会経済生産性本部の平成6年度生産性研究助成を受けた研究プロジェクトの一部である。また、電気事業の経営データの収集に際しては、日本リサーチ総合研究所の鹿野一男氏に多大なるご協力を頂いた。社会経済生産性本部の方々と鹿野氏には衷心より感謝申し上げたい。

1) 以下、第1節では、旧稿 [7] pp.5-6の一部を修正加筆の上、利用している。

参考文献

- [1] Caves,D.,L.Christensen and W.E.Diewert(1982a), "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity,"*Econometrica* 50, pp.1394-1414.
- [2] ____ (1982b),"Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity using Superlative Index Numbers,"*Economic Journal* 92,pp.73-86.
- [3] Diewert,W.E.(1976),"Exact and Superlative Index Numbers,"*Journal of Econometrics* 4, pp. 115-145.
- [4] Färe,R. and S.Grosskopf(1992),"Malmquist Productivity Indexes and Fisher Ideal Indexes,"*Economic Journal* 102, pp. 158-160.
- [5] Funke,H.,K.Lampe and B.Olt(1993),"How to Achieve Consistent Paired Ratio Comparisons," in W.E.Diewert, K. Spreman and F.Stehling (eds.), *Mathematical Modeling in Economics ; Essays in honor of Wolfgang Eichhorn*, Springer Verlag.
- [6] Malmquist,S.(1953),"Index Numbers and Indifference Surfaces,"*Trabajos de Estadística* 4, pp.209-242
- [7] 伊藤成康・今川拓郎(1993)「わが国における電気通信産業の生産性分析」『郵政研究レビュー』第4号 郵政省郵政研究所
- [8] 伊藤成康(1997)「規制産業の全要素生産性に関する一考察 一電気事業における事例一」『武蔵大学論集』近刊
- [9] 内田光穂・伊藤成康・関口博正(1984)『生産性の計測と国際比較の方法』電力中央研究所
- [10] 刀根薫(1993)『経営効率性の測定と改善』日科技連
- [11] 経済企画庁(1997)『平成9年版 経済白書』大蔵省印刷局