

電 気 事 業 の 生 産 性 分 析

富 田 輝 博

Total Factor Productivity Analysis of Japanese Electric Power Industry

Teruhiro Tomita

This paper analyzes the productivity of the electric power industry in Japan. I use total factor productivity (TFP) analysis, induced by translog cost function. First, the paper presents the model of TFP, after introduction.

In section 3, I show the results of estimation which was conducted by TSP econometric programs. The performance of electric utilities is not so good during 1978~1987, because all utilities except TEPCO are minus or zero productivity growth.

The sources of productivity growth are constructed by two factors : economies of scale and technical change. Electric utilities have a little scale economies but have no or minus rate of technical change in average, because of existence of X inefficiency and lack of R & D investment. Accordingly, these results may suggest the needs of restructuring for Japanese electric power industry and/or a regulatory reform from rate of return to price-cap regulation.

1. はじめに

本論文では電気事業の経営効率と規制の問題を次の3つの点から分析することを目的とする。

- (1) 電気事業の自然独占の根拠となっている規模の経済性が企業レベルで現在も存在するのか。
- (2) 企業の経営効率を表す指標である総要素生産性が最近どのように変化してきたか。
- (3) 総要素生産性の成長率を規定する要因を規模の経済性と技術変化に分解し、各要因の生産性に対する貢献度がどのくらいか。

このような問題設定を行う根拠は、最近における電気事業に対する規制の再検討が背景となっている。参入規制に関しては、コジェネレーション（熱電併給発電）分野において、石油、ガス会社の参入が活発となり、電力会社との競争が局所的に行なわれている。また、太陽光、風力など小規模分散型発電の規制緩和も段階的に進められている。

技術革新による参入規制の緩和という状況下で、規模の経済性がもはや存在しないとすれば、自然独占の根拠は失われることとなる。いくつかの実証研究によれば、発電部門における規模の経済性はすでに限界に達しているか、あるいは消滅している¹⁾と報告されている¹⁾。そこで、発

電、輸送を含めた企業全体レベルでの規模の経済性はいまもなお存在するのか、について明らかにしたいというのが第一の目的である。

料金規制に関しては、わが国では報酬率規制が行なわれている。この方式では料金は次のように決定される。生産にかかる総費用に適正な報酬を加えた額を総括原価と呼び、この額を想定需要電力量で割ったものを平均単価（料金水準）とする。適正報酬は真実かつ有効な電気事業資産に適正報酬率をかけて求められるが、この報酬率が規制されている（報酬率は1988年までは8%、現在7.2%）。この方式は、原価積み上げ方式に比べ効率化へのインセンティブが働くものの、Averch-Johnson 効果（投資過剰）など経済効率上の問題が指摘されており、規制の見直しあるいはこれに代わるプライス・キャップ（価格上限）規制の理論的検討が行われている。

プライス・キャップ規制は、Littlechild 教授が英国の British Telecom（電気通信事業）に導入し、次いで米国 ATT でも一部採用されている方式である。この方式は RPI-X という公式にしたがって料金が規制される。RPI とは消費者物価指数、X は生産性であり、インフレ分から生産性の向上分を控除した範囲内で事業者が料金を自由に改定できる。したがって、事業者にとっては、生産性向上のインセンティブが働くとともに、規制者にとっては、料金値上げのための公聴会を開いたり、申請内容を査定、審査するという膨大な作業から解放され、Williamson のいう governance cost（規制費用）も節約される。

1990年より民営化実施中の英国の電気事業でもこの方式を採用している。ただし、公式は若干異なり、RPI-X+Y となっており、Y は燃料費の調整条項である。この方式の問題点は、価格が上限にはりつく傾向があることと生産性をどのように測定し、いかなる値を採用するかである。従って、生産性の決定に当たっては、過去の実証分析が必要となる。この方式はインセンティブ規制の観点から報酬率規制より望ましい方式とされ、将来わが国でも採用される可能性がある。そこで、その基礎作業として、電気事業の生産性を測定する意義があるといえよう。

現行の9電力体制は地域的に独占とはいえ、各社が互いにヤードスティック競争を行うことにより経営効率の向上を狙った制度であるはずである。しかし、その本来の狙いどおり望ましい成果を挙げているかどうか検討の必要がある。電気事業の技術的効率は世界的にみてもかなり高い。たとえば、熱効率、電力損失率、停電率、事故率などどの指標をとっても引けを取らない。しかし、料金も諸外国と比較して高い事を考えると、真に経営効率が望ましい成果を挙げているのか、あるいは Leibenstein のいう X 非効率が存在するのか、検討に値するといえよう。

企業の経営効率あるいは成果を測る尺度として生産性指標がある。生産性に関しては労働生産性、資本生産性などが従来用いられている。しかし、生産要素のうちの労働ないし資本という単一のインプットで生産性を図るのは問題がある。つまり、労働生産性が上昇していても、資本生産性が下落している場合、企業の成果としては判定できない。そこで、すべての生産要素を同時に考慮可能な総要素生産性が用いられる。以下ではまず分析に用いるモデルを述べておこう。

2. 生産性分析のためのモデル

企業は総生産費を最小化すると仮定すると、費用関数は一般的に次のように表される。

$$C=G(P_L, P_K, P_F, Q, T) \quad (1)$$

ここで、

C : 生産費

P_L : 労働価格

p_K : 資本価格

p_F : 燃料価格

Q : 生産量

T : 時間

である。費用関数(1)を時間に関して対数微分すると、総費用の成長率は次の成長要因に分解される²⁾。

$$\begin{aligned} \frac{d\ln C}{dT} &= \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_L} \frac{d\ln p_L}{dT} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_K} \frac{d\ln p_K}{dT} + \\ &\quad \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_F} \frac{d\ln p_F}{dT} + \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q} \frac{d\ln Q}{dT} + \frac{\partial \ln C}{\partial T} \end{aligned} \quad (2)$$

すなわち、総費用の成長率は、費用弾力性でウェイト付けしたインプット価格の成長率、規模でウェイト付けした生産量の成長率、技術変化による費用削減率の三者から構成される。

Shephard の lemma を(2)式に適用すれば、

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_i} = \frac{p_i X_i}{C} = v_i \quad (i=L, K, F) \quad (3)$$

となり、各インプット価格に関する費用の弾力性は総費用に占める各インプットのシェア (v_i) を表している。生産量に関する費用の弾力性 (v_Q) は規模の経済性を表している。

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q} = v_Q \quad (4)$$

もし v_Q が 1 に等しければ、規模に関して収穫一定である。 v_Q が 1 より小さければ規模の経済性があり、大きければ規模の不経済がある。技術変化率 (v_T) は時間に関する費用の偏微分で表される。

$$\frac{\partial \ln C}{\partial T} = v_T \quad (5)$$

(4)、(5)式より、総費用の変化 W は次のように表される。

$$\begin{aligned} W &= \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q} \frac{d\ln Q}{dT} + \frac{\partial \ln C}{\partial T} \\ &= v_Q \frac{d\ln Q}{dT} - v_T \end{aligned} \quad (6)$$

ここで、

$$W \equiv \frac{d\ln C}{dT} - \left(v_L \frac{d\ln p_L}{dT} + v_K \frac{d\ln p_K}{dT} + v_F \frac{d\ln p_F}{dT} \right)$$

である。インプット価格一定の下での総費用の変化 W は、規模の経済性と技術変化が生産物成長におよぼす貢献度の和で表され、この W はデビジア指数と呼ばれる。

W を測定するためには、(1)式の費用関数の二次近似を行ない、次のようなトランスログ費用関数を用いる。

$$\begin{aligned} \ln C &= \alpha + \sum \beta_i \ln p_i + \beta_Q \ln Q + \beta_T T \\ &\quad + 0.5 \sum \sum \gamma_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum \gamma_{iq} \ln p_i \ln Q \\ &\quad + \sum \gamma_{iT} \ln p_i T + 0.5 \gamma_{QQ} (\ln Q)^2 \\ &\quad + \gamma_{QT} \ln Q T + 0.5 \gamma_{TT} T^2 \end{aligned} \quad (7)$$

(7)式を投入価格に関して微分し, Shephard の lemma を適用すると, 次式が得られる。

$$v_i = \beta_i + \sum \gamma_{ij} \ln p_j + \gamma_{iQ} \ln Q + \gamma_{iT} T \quad (i, j=K, L, F) \quad (8)$$

(7)式を生産量, 時間に関して微分し, (4), (5)式を用いると, (9), (10)式が得られる。

$$v_Q = \beta_Q + \sum \gamma_{iQ} + \sum \gamma_{iQ} \ln p_i + \gamma_{QQ} \ln Q + \gamma_{QT} T \quad (9)$$

$$-v_T = \beta_T + \sum \gamma_{iT} + \sum \gamma_{iT} \ln p_i + \gamma_{QT} \ln Q + \gamma_{TT} T \quad (10)$$

(9), (10)式を(6)式に代入すると, W に関する次式が求められる。

$$W = (\beta_Q + \sum \gamma_{iQ} \ln p_i + \gamma_{QQ} \ln Q + \gamma_{QT} T) \frac{d \ln Q}{dT} \\ + (\beta_T + \sum \gamma_{iT} \ln p_i + \gamma_{QT} \ln Q + \gamma_{TT} T) \quad (11)$$

以上でトランスログ費用関数「(7)式」, コストシェア関数「(8)式」, デビジア指数関数「(11)式」の3式によるモデルが揃った。ただし, モデルのパラメータは同次性 (12-1) 式と二階偏微分についての対称性 (12-2) 式の要請を満たすために次の制約条件が課せられる。

$$\left. \begin{aligned} \sum \beta_i &= 1 \\ \sum \gamma_{ij} &= \sum \gamma_{iQ} = \sum \gamma_{iT} = 0 \quad (j, i=K, L, F) \end{aligned} \right\} \quad (12-1)$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad (12-2)$$

生産効率の尺度としての生産性は通常, 集計された生産要素当りの生産量で表される。これはすべての生産要素を考慮した生産性, すなわち, 総要素生産性 (total factor productivity) である。以下では dual approach を用いて総要素生産性の成長率 v_G を次のように表す³⁾。

$$v_G = - \left(\frac{d \ln C}{dT} - \frac{d \ln Q}{dT} \right) + \sum v_i \frac{d \ln p_i}{dT} \quad (13)$$

いま, (1)式を時間 t 微分すると,

$$\frac{d \ln C}{dT} = \sum v_i \frac{d \ln p_i}{dT} + v_Q \frac{d \ln Q}{dT} - v_T \quad (14)$$

となり, (14)式を(13)式に代入すると,

$$v_G = (1 - v_Q) \frac{d \ln Q}{dT} + v_T \quad (15)$$

を得る。(15)式の第1項は規模の経済性の尺度であり, v_T は技術変化を示す項目である。従って, 総要素生産性は規模の経済性と技術変化の和に分解される。

以上でモデル推計のための理論式は揃った。しかし, 実際にモデルを推計するために, 各式を離散近似する必要がある。そこで(6)式の W を T-1 期と T 期との二時点間の離散データで表すと,

$$\bar{W} \equiv [\ln C(T) - \ln C(T-1)] - \sum \bar{v}_i [\ln p_i(T) - \ln p_i(T-1)] \quad (16)$$

となる。ここで, W に二次近似のレンマを適用すると, W は次式のように表される⁴⁾。

$$\bar{W} = \bar{v}_Q [\ln Q(T) - \ln Q(T-1)] - \bar{v}_T \quad (17)$$

同様に, (7), (8), (9), (10)式にも二次近似を行うと,

$$\begin{aligned} \overline{\ln C} &= \alpha + \sum \beta_i \overline{\ln p_i} + \beta_Q \overline{\ln Q} + \beta_T \overline{T} \\ &+ 0.5 \sum \sum \gamma_{ij} \overline{\ln p_i \ln p_j} + \sum \gamma_{iQ} \overline{\ln p_i \ln Q} \\ &+ \sum \gamma_{iT} \overline{\ln p_i T} + 0.5 \gamma_{QQ} \overline{\ln Q^2} \\ &+ \gamma_{QT} \overline{\ln Q T} + 0.5 \gamma_{TT} \overline{T^2} \end{aligned} \quad (18)$$

$$v_i = \beta_i + \sum \gamma_{ij} \overline{\ln p_j} + \gamma_{iQ} \overline{\ln Q} + \gamma_{iT} \overline{T} \quad (i, j=K, L, F) \quad (19)$$

$$v_Q = \beta_Q + \sum \gamma_{iQ} \overline{\ln p_i} + \gamma_{QQ} \overline{\ln Q} + \gamma_{QT} \overline{T} \quad (20)$$

$$-v_T = \beta_T + \sum \gamma_{iT} \overline{\ln p_i} + \gamma_{QT} \overline{\ln Q} + \gamma_{TT} \overline{T} \quad (21)$$

となる。(17式)に(20), (21)式を代入すると、次式が得られる。

$$W = (\beta_Q + \sum \gamma_{iQ} \overline{\ln p_i} + \gamma_{QQ} \overline{\ln Q} + \gamma_{QT} \overline{T}) [\ln Q(T) - \ln Q(T-1)] \\ + (\beta_T + \sum \gamma_{iT} \overline{\ln p_i} + \gamma_{QT} \overline{\ln Q} + \gamma_{TT} \overline{T}) \quad (22)$$

(22)式のWはTörnqvist指数である。ここで、一の付いた変数はすべて各変数のT期とT-1期の平均値である。また、(19式で、コストシェアの合計は1となるため、K, F, Lのうち1本(ここではL)は推定式から除外し、 $v_K, v_F, W, \ln C$ の4本の方程式体系を同時推定する。推定の方法は完全情報最尤推定法を用いる。同時推定の方法として、ZellnerのSUR推定法があるが、これは、 v_i のうちどの変数を落とすかが推定結果に影響を及ぼすので採用しない。

使用データについて以下に説明しておこう。資本費は減価償却費、支払利息、修繕費、諸税などから構成されるが、データは売上原価に営業外費用を加え、人件費を控除して作成した。燃料費は汽力燃料費と核燃料減損費の合計である。人件費は労務費、販売・一般管理費のうちの給与手当退職金、役員給与退職金の合計である。以上の名目値を、資本費は卸売り物価指数、燃料費は鉱物性燃料物価指数、人件費は製造業賃金指数でそれぞれ実質化した。この3者を合計したものが実質総費用である。

次に、投入価格については、資本価格は実質資本費を資本ストックの代理変数としての最大電力で除した。燃料価格は実質燃料費を火力発電電力量と原子力発電電力量の合計で割ることによって求めた。労働価格は実質人件費を従業員数で割って求めた。生産については総発電電力量を用いた。なお財務諸表に関するデータは9電力会社有価証券報告書(東洋経済新報社による財務データベース)を利用し、物量などに関するデータは電気事業便覧の各年版を使用した。推定のための計量経済プログラムはTSP(V4.0)を用いた。

3. 推 定 結 果

モデルの推定結果は表1のとおりである。推定したパラメータ21個のうち6個は(12)式の制約条件から導出されたものである。t値、符号条件から見ると係数の信頼性は高いといえよう。そこで、これらのパラメータをもとに、規模の経済性と技術変化を推定しよう。

規模の経済性は(20)式から求められる。しかし、生産が収穫一定の下で行なわれていれば、規模の経済性は要素投入価格、生産量、時間の関数にはならず、規模の弾力性は1になってしまう。そこで、以下のようなパラメータに関する制約条件を帰無仮説として検討する必要がある。

$$\beta_Q = 1 \quad (23-1)$$

$$\gamma_{KQ} = \gamma_{LQ} = \gamma_{QQ} = \gamma_{QT} = 0 \quad (23-2)$$

規模に関して収穫一定の条件が(23-1)式であり、homogeneity条件は(23-2)式である。尤度比検討を行った結果は表2のとおりである。

尤度比の値からみて何れも0.5%水準で仮説を棄却できる。従って、規模に関して収穫一定およびhomogeneity条件は何れも棄却される⁵⁾。

1978年から87年までの平均の規模弾力性は0.88から1.14までにわたっており、東京、中部、関西の3社が1以下、残り6社が1以上となっている(表3)。従って、中央の3社は規模の経済性が存在するが、それ以外の6社には存在しないことを示している。Gollop-Robertsによれば、1958~1975年の規模弾力性は0.68~0.90となっており、米国ではこの期間中規模の経済性が見られた。

表1 モデルの推定結果

PARAMETER	ESTIMATE	T-VALUE
α_0	8.82330	57.810
β_K	0.50536	27.584
β_F	0.29150	12.245
β_L	0.20313	—
β_Q	1.44810	18.022
β_T	0.06933	5.3151
γ_{KK}	0.15004	12.928
γ_{KF}	-0.13663	-10.081
γ_{KL}	-0.01342	—
γ_{KQ}	-0.02038	-5.4417
γ_{KT}	0.01419	6.8520
γ_{FL}	0.01869	—
γ_{FF}	0.11794	6.6467
γ_{FQ}	0.04397	9.0077
γ_{FT}	-0.01420	-5.3580
γ_{LL}	-0.00527	—
γ_{LQ}	-0.02359	—
γ_{LT}	0.00001	—
γ_{QQ}	-0.09875	-4.5475
γ_{QT}	-0.01392	-5.0387

表2 尤度比検定

	対数尤度	尤度比
制約条件無し	668.566	—
制約条件つき	599.278	138.575

表3 規模弾力性の平均値

会社名	規模弾力性
東京電力	0.87876
中部電力	0.95855
関西電力	0.92401
中国電力	1.05041
北陸電力	1.13645
東北電力	1.02787
四国電力	1.07979
九州電力	1.00847
北海道電力	1.09137

表1のパラメータから規模弾力性におよぼす影響を見よう。価格効果は γ_{KQ} 、 γ_{FQ} 、 γ_{LQ} で測定され、産出、時間効果はそれぞれ、 γ_{QQ} 、 γ_{QT} で測定される。 γ_{KQ} 、 γ_{LQ} は負、 γ_{FQ} は正で何れも99%水準で有意である。符号条件が正ならば、対応する変数の増加は規模の経済性を低

め、負ならば高める。従って、資本価格と労働価格の増加は規模の経済性を高め、燃料価格の増加は規模の経済性を低める。

規模弾力性は時系列的にみると、第二次石油危機を反映して1978年から1980年にかけての値は、東京電力、関西電力を除く各社は1以上となっている。しかし、1985年から1987年にかけて1以下となった会社は中部、中国、東北、九州と、この間の燃料費の大幅な下落に伴う経営効率の改善が顕著であり、 γ_{FQ} の正の効果が現われているといえよう。

次に技術変化についてみよう。表4に示すように、技術変化率は東京電力を除く各社ともマイナスとなっている。東電も0.1%と極めて小さく、しかも1986、87年にはマイナスとなっている。Gollop-Robertsによれば米国では第一次石油危機までは技術変化率はプラスであったが、危機後はほとんどの会社がマイナスとなっている。

表4 技術変化率の平均値

会社名	技術変化率
東京電力	0.00141
中部電力	-0.00190
関西電力	-0.00325
中国電力	-0.01832
北陸電力	-0.02641
東北電力	-0.01492
四国電力	-0.02742
九州電力	-0.01688
北海道電力	-0.02977

表1のパラメータをみると、生産、時間に関する係数 γ_{QT} 、 γ_{TT} は、前者が99%有意で符号はマイナスなのに対して、後者は係数の値もほぼ0に近く有意でない。 γ_{QT} が負であるから生産規模が大なるほど費用削減効果が大であることを示しており、これはSchumpeter仮説を支持するものである。価格効果は γ_{KT} 、 γ_{FT} 、 γ_{LT} によって測定される。資本価格が正、燃料価格が負でも何れも99%水準で有意であり、労働価格はほぼ0に近く中立という結果である。資本価格が正であるから資本使用的技術変化、燃料価格が負であるから燃料節約的技術変化が行なわれたと解釈される。

最後に総要素生産性を測定し、これを規模要因と技術変化要因に分散し各要因の貢献度を推定しよう。(15)式の離散近似式は次のとおりである。

$$\bar{v}_G = (1 - v_Q) \frac{d \ln Q}{dT} + v_T \quad (24)$$

(24)式に基づき、表1のパラメータを用いて総要素生産性を推定した結果が表5である。1979年から1987年までの平均の総要素生産性は東京、中部を除きすべてマイナスである。プラスの二社も0か0.9%と極めて小さい。特に地方の規模の小さい会社ほど、総要素生産性はマイナス2~3%と悪化している。そこで、その要因を規模と技術変化に分解して探ってみよう。

規模の経済性は東北、四国、九州、北海道以外は正であるが、何れも0.001から0.007と極めて小さい。負の各社も-0.0004から-0.0005と0に近い。しかしすでに見たように、規模に関して収穫は一定ではないから、規模の経済性あるいは不経済性は存在している。また、技術変化につ

表5 総要素生産性の平均成長率とその貢献要因

会社名	総要素生産性	規模の経済性	技術変化
東京電力	0.00860	0.00719	0.00141
中部電力	0.00001	0.00191	-0.00190
関西電力	-0.00073	0.00252	-0.00325
中国電力	-0.01687	0.00145	-0.01832
北陸電力	-0.02526	0.00115	-0.02641
東北電力	-0.01619	-0.00126	-0.01492
四国電力	-0.02935	-0.00194	-0.02742
九州電力	-0.01653	-0.00035	-0.01688
北海道電力	-0.03479	-0.00502	-0.02977
9社平均	-0.01456	0.00071	-0.01527

いては、東電を除き各社ともマイナス成長となっている。特に地方の規模の小さい企業の成長率が-2%から-3%と大きいことが目立つ。これが結局総要素生産性の成長率が負となっている原因と考えられる。当該期間における9電力の平均の総要素生産性はマイナス1.46%で、規模の経済性が0.07%と若干貢献するものの、技術変化はマイナス1.53%と成長の阻害要因となっているといえよう。

以上は、1978~87年の平均で見た結果である。これを1978~84年と85~87年の二つの期間に分けてみると、次のような興味深い事実が浮かび上がってくる。すなわち、表6に示すように、最近3年間では、北陸、四国、北海道の小規模3社を除き、規模弾力性は1以下である。しかもそれ以前と比較すると、いずれの企業も弾力性は傾向的に少しずつ小さくなってきている。従って、第二次石油危機以降、消滅ないし消滅しかかっていた規模の経済性が、近年また復活、あるいは経済性がより大になっているとみてよいであろう。しかし総要素生産性は、規模弾力性低下による規模の経済性改善の効果が若干見られるものの、それを上回る技術変化率のマイナスが大きく作用し、東京電力以外いずれの企業も最近3年間むしろ停滞ないし後退の傾向を示している。規模の経済性があった中央3社のうちの中部と関西の2社も、総要素生産性では、最近2年間マイナス成長である。したがって、この推定結果より、近年、東京電力と他の8社との経営格差はますます拡大している、という推論がなりたつであろう(表6参照)。

4. む す び

「はじめに」で述べた問題に対する回答をまとめておこう。

第一に、電気事業における企業レベルでの規模の経済性は、1979~87年の期間においては、中央3社のみにおいて存在する。しかし、1985~87年の期間においては、いずれの会社も、その前の期間と比べて規模の経済性は改善され、東北、中国、九州の各電力会社にも経済性が現れる。9社平均でみると、規模弾力性は前期の1.050から後期0.987へと低下し、規模の不経済性から経済性へと明確に転換していることが読み取れる。

第二に、電力9社平均の総要素生産性は9年間の平均成長率でみると、-1.46%となっている。しかも問題なのは、79~84年と85~87年の期間で比較すると、前期の-1.42%から後期-1.62%へと生産性成長率が悪化している点である。

表6 各社別総要素生産性の推移

1 東京電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	0.00381	0.00158	0.00222	0.06608	0.96034
80	0.00267	0.00391	-0.00123	0.00166	0.95037
81	0.00640	0.00274	0.00365	0.03980	0.93136
82	0.00853	0.00384	0.00469	0.05219	0.91094
83	0.00878	0.00321	0.00558	0.03289	0.88690
84	0.01213	0.00188	0.01026	0.02535	0.86018
85	0.01259	0.00140	0.01119	0.06110	0.83365
86	0.00359	-0.00214	0.00573	0.03128	0.80200
87	0.01889	-0.00374	0.02263	0.06921	0.77307
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	0.00860	0.00527	0.00267	0.01889	
VT	0.00141	0.00266	-0.00374	0.00391	
VSS	0.00719	0.00692	-0.00123	0.02263	
W	0.04217	0.02207	0.00166	0.06921	
VS	0.87876	0.06623	0.77307	0.96034	

2 中部電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.00470	-0.00279	-0.00191	0.02635	1.03358
80	0.00113	0.00065	0.00048	0.00179	1.02375
81	-0.00033	-0.00016	-0.00017	0.05787	1.00498
82	-0.00002	0.00007	-0.00009	-0.00656	0.98948
83	0.00226	-0.00044	0.00270	0.07503	0.96642
84	0.00359	-0.00013	0.00373	0.04746	0.94174
85	0.00285	0.00021	0.00265	0.00590	0.92148
86	-0.00445	-0.00524	0.00079	0.01105	0.89798
87	-0.00022	-0.00921	0.00899	0.07522	0.85755
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	0.00001	0.00295	-0.00470	0.00359	
VT	-0.00190	0.00333	-0.00921	0.00065	
VSS	0.00191	0.00318	-0.00191	0.00899	
W	0.03268	0.03197	-0.00656	0.07522	
VS	0.95855	0.06113	0.85755	1.03358	

3 関西電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.00248	-0.00234	-0.00014	0.04407	1.00392
80	-0.00059	-0.00055	-0.00004	-0.00847	0.99195
81	-0.00099	-0.00250	0.00150	0.02705	0.96896
82	-0.00213	-0.00208	-0.00005	0.03461	0.95088
83	0.00336	-0.00224	0.00560	0.02861	0.92920
84	0.00258	-0.00197	0.00454	0.08505	0.90568
85	0.00335	-0.00267	0.00602	0.02911	0.88140
86	-0.00925	-0.00654	-0.00271	0.00044	0.85337
87	-0.00039	-0.00835	0.00796	0.04390	0.83070
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	-0.00073	0.00391	-0.00925	0.00336	
VT	-0.00325	0.00250	-0.00835	-0.00055	
VSS	0.00252	0.00361	-0.00271	0.00796	
W	0.03160	0.02639	-0.00847	0.08505	
VS	0.92401	0.06085	0.83070	1.00392	

表6 各社別総要素生産性の推移 (続き)

4 中国電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.02092	-0.01415	-0.00676	0.06107	1.10845
80	-0.00503	-0.01102	0.00599	-0.04838	1.10301
81	-0.00563	-0.01437	0.00875	-0.00813	1.09174
82	-0.01605	-0.01590	-0.00015	0.00677	1.07749
83	-0.01415	-0.01782	0.00367	-0.03617	1.05857
84	-0.02104	-0.01988	-0.00116	0.00598	1.03863
85	-0.02147	-0.02109	-0.00037	-0.00302	1.01742
86	-0.02482	-0.02474	-0.00008	0.09564	0.99187
87	-0.02273	-0.02587	0.00314	0.03625	0.96651
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	-0.01687	0.00731	-0.02482	-0.00503	
VT	-0.01832	0.00501	-0.02587	-0.01102	
VSS	0.00145	0.00453	-0.00676	0.00875	
W	0.01167	0.04586	-0.04838	0.09564	
VS	1.05041	0.05042	0.96651	1.10845	

5 北陸電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.03263	-0.02713	-0.00550	0.00920	1.19017
80	-0.02164	-0.02355	0.00191	-0.06444	1.18469
81	-0.01952	-0.02370	0.00418	0.12493	1.17220
82	-0.01741	-0.02353	0.00612	0.02391	1.16070
83	-0.02668	-0.02474	-0.00194	-0.01591	1.14382
84	-0.01593	-0.02502	0.00909	0.02731	1.13040
85	-0.04080	-0.02444	-0.01636	0.05494	1.10860
86	-0.01577	-0.03045	0.01468	-0.04889	1.07744
87	-0.03693	-0.03513	-0.00180	0.02817	1.06006
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	-0.02526	0.00948	-0.04080	-0.01577	
VT	-0.02641	0.00396	-0.03513	-0.02353	
VSS	0.00115	0.00901	-0.01636	0.01468	
W	0.01547	0.05642	-0.06444	0.12493	
VS	1.13645	0.04645	1.06006	1.19017	

6 東北電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.01847	-0.01459	-0.00388	0.00335	1.10231
80	-0.01583	-0.01016	-0.00567	0.10511	1.09216
81	-0.00995	-0.01169	0.00174	-0.01609	1.07214
82	-0.01240	-0.01316	0.00076	0.01928	1.05787
83	-0.01752	-0.01456	-0.00295	0.07056	1.03259
84	-0.01576	-0.01560	-0.00016	0.11338	1.00178
85	-0.01625	-0.01523	-0.00102	-0.00291	0.98448
86	-0.01955	-0.01881	-0.00075	-0.00956	0.96370
87	-0.01997	-0.02050	0.00053	0.01007	0.94382
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	-0.01619	0.00328	-0.01997	-0.00995	
VT	-0.01492	0.00323	-0.02050	-0.01016	
VSS	-0.00126	0.00242	-0.00567	0.00174	
W	0.03258	0.05022	-0.01609	0.11338	
VS	1.02787	0.05734	0.94382	1.10231	

表6 各社別総要素生産性の推移 (続き)

7 四国電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.03340	-0.02598	-0.00743	0.01305	1.15751
80	-0.02202	-0.02256	0.00054	-0.00095	1.14950
81	-0.02672	-0.02395	-0.00277	0.07692	1.12962
82	-0.02911	-0.02672	-0.00239	0.03822	1.10238
83	-0.03367	-0.02838	-0.00529	0.03015	1.07495
84	-0.02993	-0.02842	-0.00150	0.03734	1.05347
85	-0.02725	-0.02754	0.00029	-0.00503	1.03733
86	-0.02951	-0.03045	0.00094	-0.01382	1.01750
87	-0.03256	-0.03276	0.00019	0.00726	0.99584
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	-0.02935	0.00372	-0.03367	-0.02202	
VT	-0.02742	0.00312	-0.03276	-0.02256	
VSS	-0.00194	0.00288	-0.00743	0.00094	
W	0.02035	0.02827	-0.01382	0.07692	
VS	1.07979	0.05846	0.99584	1.15751	

8 九州電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.01798	-0.01316	-0.00482	0.04113	1.08451
80	-0.00728	-0.01084	0.00356	0.00833	1.07609
81	-0.01394	-0.01338	-0.00056	-0.02537	1.05851
82	-0.01289	-0.01438	0.00149	-0.01421	1.04207
83	-0.01797	-0.01639	-0.00159	0.04191	1.01699
84	-0.01755	-0.01815	0.00059	0.06458	0.98671
85	-0.01815	-0.01913	0.00098	0.08402	0.96379
86	-0.02219	-0.02237	0.00018	0.01475	0.93580
87	-0.02083	-0.02410	0.00327	0.01158	0.91178
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	-0.01653	0.00453	-0.02219	-0.00728	
VT	-0.01688	0.00445	-0.02410	-0.01084	
VSS	0.00035	0.00255	-0.00482	0.00356	
W	0.03083	0.03039	-0.01421	0.08402	
VS	1.00847	0.06241	0.91178	1.08451	

9 北海道電力					
	WW	VT	VSS	W	VS
79	-0.05272	-0.02901	-0.02371	0.10090	1.17711
80	-0.03911	-0.02641	-0.01270	0.10252	1.15266
81	-0.02674	-0.02873	0.00198	-0.02525	1.12884
82	-0.03412	-0.03114	-0.00298	0.03917	1.10820
83	-0.03485	-0.03176	-0.00309	0.07266	1.08712
84	-0.03083	-0.03063	-0.00019	0.01133	1.07215
85	-0.03495	-0.02979	-0.00516	0.11321	1.05048
86	-0.02891	-0.03025	0.00134	-0.01434	1.02963
87	-0.03091	-0.03024	-0.00067	-0.00010	1.01602
	MEAN	STD DEV	MINIMUM	MAXIMUM	
WW	-0.03479	0.00767	-0.05272	-0.02674	
VT	-0.02977	0.00158	-0.03176	-0.02641	
VSS	-0.00502	0.00828	-0.02371	0.00198	
W	0.04446	0.05420	-0.02525	0.11321	
VS	1.09137	0.05517	1.01602	1.17711	

WW：総要素生産性の成長率 VT：総要素生産性に対する技術変化率要因 VSS：総要素生産性に対する規模の経済性要因 W：Tocrnqvist 指数の成長率 VS：規模弾力性

第三に、総要素生産成長率に対する貢献度からみると、規模の経済性要因が前期の -0.01% から後期 0.25% へと生産性成長に若干寄与したものの、技術変化率要因が -1.37% から -1.85% へと悪化したことが大きく影響し、生産性のマイナス成長が進んだことである。

ここで取り上げた技術変化要因は、企業における経営者の能力、X非効率、R & D投資によるコストダウンなど広い意味の経営効率全般を示す指標と考えられる。従って、以上の推定結果は、電気事業の再構築ないしはプライス・キャップ規制の必要性を示唆するものであるかもしれない。88年の売上高に占める研究開発投資の割合を類似の公益事業間で比較すると、東京電力 1.6% 、東京ガス 2.1% 、NTT 3.7% と電力会社の研究開発投資比率は明らかに低い。金額でみても、NTTが88年2158億円、89年2383億円、90年2600億円と大幅に増加しているのに対して、東京電力は88年642億円、89年654億円、90年669億円と一桁少ない上に、その差はますます拡大している。

現行の体制のままでこの事態を改善するのならば、コージェネなど電気事業における一層の競争導入を図ることである。さらには、電気事業が通信事業などの新規事業へ積極的進出することにより企業家精神の体得や経営活性化を図り、X非効率の削減に努めることが必要であろう。また研究開発についてもメーカー任せにせず、積極的に、新技術開発に乗りだし、文字どおりシェムペータ効果を発揮する事が期待される。

注)

* 本稿脱稿後、Ansar [1990] を入手した。彼の問題意識および分析方法は本稿のそれに近い。同論文によると、1990年にカリフォルニア州公益事業委員会の料金審査において、小論でも用いたトランスログ費用関数による生産性分析を採用したとある。

- 1) 富田 [1988] 参照。
- 2) トランスログ費用関数による総要素生産性の展開については、Gollop-Roberts [1981], Gollop-Jorgenson [1980] に基づいている。米国電気事業への適用に関しては、Cowing-Small-Stevenson [1981], わが国製造業または金融業への適用に関しては、吉岡 [1989], 根岸 [1989] をそれぞれ参照。我が国電気事業の規模の経済性の計測に関しては、富田 [1989], 新庄・北坂 [1989] 参照。
- 3) Gollop-Jorgenson [1980] 根岸 [1989] 第2章参照。
- 4) Diewert [1981] 参照。
- 5) 尤度比検定については、森棟 [1985] 第10章参照。

参 考 文 献

- Ansar, J. [1990] "Multifactor Productivity Growth : Empirical Results for a Major United States Utility", *Journal of Regulatory Economics*, vol.2 no.3.
- Cowing, T. G. and Stevenson, R. E. (eds.) [1981] *Productivity Measurement in Regulated Industries*, Academic Press.
- Cowing, T. G., Small, J. and Stevenson, R. E. [1981] "Comparative Measures of Total Factor Productivity in the Regulated Sector : The Electric Utility Industry", in Cowing et al.
- Diewert, W. E. [1981] "The Theory of Total Factor Productivity in Regulated Industries", in Cowing et al.
- Gollop, F. M., and Jorgenson, D. W. [1980] "United States Productivity Growth by Industry, 1947-1973", in J. W. Kendrick and B. N. Vaccara, (eds.) *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, Studies in Income and Wealth, Univ. of Chicago Press.
- Gollop, F. M., and Roberts, M. J. [1981] "The Sources of Economic Growth in the U. S. Electric Power Industry", in Cowing et al.

- 新庄浩二, 北坂真一 [1989] 「電気事業における規模の経済性の計測」『エネルギー経済』第15巻第5号
- 根岸紳 [1989] 『技術進歩の計量分析』有斐閣
- 富田輝博 [1988] 「電気料金の概要と電気事業の規制緩和」『産業組織の変化と公益事業』工業開発研究所
- 富田輝博 [1989] 「電気料金規制に関する一考察——Ramsey 料金の電気事業への適用——」『規制緩和研究会報告書』日本地域開発センター
- 森棟公夫 [1985] 『経済モデルの推定と検定』共立出版
- 吉原完治 [1989] 『日本の製造業・金融業の生産性分析』東洋経済新報社