

F. M. フィッシャー, C. ケーセン共著

## 『計量経済学の一研究：

## アメリカ合衆国における電力需要』

地主重美

### 1. はじめに

計量経済学の実証分析には、ある特定の経済問題を解明するというところに重点をおいたものと、特定の経済問題を扱いはするが主たる関心はむしろ分析方法や新しい分析用具のテストにしているものがある。本書はむしろ後者に属しているといつてよい。共分散分析法や、時系列データと横断面データのリンク等はその1つである。

電力の使用はある種の電気機器の使用と補完関係に立っているため、電力需要を分析するには電気機器のストックの変動およびその使用度を決定する要因を明らかにしなければならない。電気機器への需要関数が重要な役割を果すのはこのためである。ところが電気機器の需要関数は耐久財需要分析のひとつとして、最近めざましい発展をみた研究分野であり、本書はその成果をとりいれ、さらに現実のデータについてその検討を試みている。

(1) 共分散分析についてはたとえば Mood, A. M.; *Introduction to the Theory of Statistics*, 1950, pp. 350—358.

(2) cf. Kuh, E.; The Validity of Cross-Sectionally Estimated Behavior Equations in Time-Series Application, *Econometrica* (April, 1959)

(3) 代表的なものに

Stone, J. R. & Rowe, D. A.; The Market Demand for Durable Goods, *Econometrica* (July, 1957)

Harberger, A. C. (ed.); *The Demand for Durable Goods*, 1960.

Dernberg, T. F. et al; *Studies in Household Economic Behavior*, 1958.

1945—57年のアメリカ経済の電力需要を対象にし、家庭用需要と、産業用需要に分ける。前者はさらに短期と長期に、後者は技術不変と技術可変に分かたれている。

## 2. 家庭電力需要

家庭の電力需要は家庭の保有する各種の電気器機の用役に対する需要からひきだされる。すなわち

$$D_t = \sum_i K_{it} W_{it} \quad (1.1.1)$$

$D_t$ ;  $t$  期の全家庭用電力需要量 (KWH)

$W_{it}$ ;  $t$  期の  $i$  電気製品の全家庭保有量

$K_{it}$ ;  $t$  期の  $W_{it}$  の使用度 (KWH)

短期的には電気器機のストックがコンスタントと考えられるから、 $D$  を決定するのは  $K$  であり、したがって  $K$  の決定因子を明らかにしなければならない。これは

$$K_{it} = A_i P_t^{\alpha_i} Y_t^{\beta_i} \quad (1.1.3)$$

$P_t$ ; 家庭用電力の 1 KWH 当り平均料金 (実質)

$Y_t$ ; 1 人当り個人所得 (実質)

いま 1 時間の正常使用 KWH を単位として尺度変数を行うと

$$K_{it} = B_i P_t^{\alpha_i} Y_t^{\beta_i} \quad (1.1.6)$$

また  $W$  も同様に尺度変数して (1.1.6) を (1.1.1) に代入すれば

$$D_t = \sum_{i=1}^n B_i P_t^{\alpha_i} Y_t^{\beta_i} \quad (1.1.7)$$

$i$  電気製品の使用度を時間に関して平均すれば (1.1.6), (1.1.7) は

$$C_i = B_i \bar{P}^{\alpha_i} \bar{Y}^{\beta_i} \quad (1.1.10)$$

$$D_t = \sum_{i=1}^n C_i (P_t/\bar{P})^{\alpha_i} (Y_t/\bar{Y})^{\beta_i} W_{it} \quad (1.1.12)$$

(1.1.12) 式はまずデータの点がきわめて不便な式であり、全家庭電力需

要を知ることが当面の目的であるから次のような第一近似を試みる。

$$D_t = C(P_t/P)^\alpha (Y_t/\bar{Y})^\beta \sum_i W_{it} \quad (1.1.13)$$

(1.1.12) と (1.1.13) の比較から  $C$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  はそれぞれ  $(W_{it}, Y_t, P_t, \alpha_i, \beta_i)$ ,  $(W_{it}, Y_i, C_i, \beta_i)$ , および  $(W_{it}, Y_i, C_i, \alpha_i)$  の加重平均であることがわかる。さらに  $C_i$  の代り  $C$  をとつたことは電気器機の保有量の構成が不変と仮定していることにひとしい。さて (1.1.13) の対数をとると推定式は

$$D'_t = A' + \alpha P'_t + \beta Y'_t + W'_t + u_t \quad (1.2.1)$$

ところがこの時系列データは系列相関の危険があり、その上、 $P'_t$ ,  $Y'_t$  にも高い相関の可能性があるため線型重合の問題をはらんでいるかもしれない。これらの統計上の難点を回避するために対数値の第1開差をとることにする。

$$\Delta D'_t = \alpha \Delta P'_t + \beta \Delta Y'_t + k + u'_t \quad (1.2.1)'$$

over time にはもちろん保有する電気器機の構成が変り、したがって (1.2.1) ないし (1.2.1)' を短期需要の推定式とすることはできない。なぜならば  $C$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  が  $W_{it}$  を加重として含んでいるため、(1.1.13) 式を近似式として選ぶことができないからである。しかし、電気器機の構成の変化が主として電気器機の保有量の保有によってきまり、また後者は大体指數的に増加するならば、対数の第1開差をとることによってこの部分は定数項  $k$  に吸収されてしまう。さて、(1.2.1)' を各州について推定すれば次のような興味ある結果が生れる。 $k$  したがってまた（これを年成長率で表わした）年独立成長率と推定式の重相関係数の間には関係があり、成長率が小さなときに重相関係数は大きく、逆の場合は逆である。これは上にのべたように  $k$ , したがってまた年独立成長率の主要な内容は電気機器の保有量増加率であり、さらにこの場合には保有量構成にも大きな影響を与えるため、近似式 (1.1.13) がモデルとして不適當になるためである。さて、総人口に対する都市人口の割合を都市化の指標にとり、これと所得弾力性  $\beta$  との関係を見ると、都市化の度合が高ければ高いほど所得弾力性も大きいという傾向が見られる。この

点をさらに立入って検べるために各州を都市化の程度にしたがって順序づけ、いくつかの等質的なグループに分割する。したがって分割された各グループについての電力需要の分析が、個々の州の分析よりも一層多くの経済的なインプリケーションを提供するものと期待されているのである。ところでいかなるグループ分けが適切かは、そのグループの Homogeneity をテストすることによって達せられ、これに用いられるのが共分散分析である。本書 39ページ—50ページにはこの分析結果がのべられている。ただし手続についてはふれていないのでこれを簡単に註記しておこう。まず47州を都市化の順位によって A, B, C, D, E, F のグループに分ける。検定は次の3つである。

- ① 検定されるグループに属する州の回帰式の総合的な Homogeneity の検定
- ② 上のグループの回帰式における  $\alpha$  および  $\beta$  の Homogeneity 検定
- ③ ②の検定で Homogeneity 仮説が撰択されたとき、上のグループの回帰式における  $k$  の Homogeneity 検定

まず (1.2.1)' を次のようにかき直す。

$$y_t = k + \alpha x_{1t} + \beta x_{2t} + u'_t \quad (1.2.1)''$$

最初に A グループ (8州がこれに属す) をテストする。原資料は1945—57年の時系列であるが、(1.2.1)'' の変数は対数第1開差であるから各州の標本は12個ではなく11個である。そこで次のような共分散分析表を用意する。この計算から、上の3つの検定は F 検定量を用いて行われる。

① 総合検定

$$F_1 = \frac{M+P}{H} \quad (21.64)$$

共分散分析表

州	自由度	$\Sigma x_1^2$	$\Sigma x_2^2$	$\Sigma x_1 y$	$\Sigma x_2 y$	$\Sigma x_1 x_2$	回帰 係数	回帰式からの偏差		
								自由度	$\frac{\Sigma y_2 - \hat{a} \Sigma x_1^2}{-b \Sigma x_2^2}$	平均 平方
a	10	.....	.....	.....	.....	.....		11-3	.....	...
b	10	.....	.....	.....	.....	.....		11-3	.....	...
⋮	⋮							⋮	⋮	⋮
h	10	.....	.....	.....	.....	.....		11-3	.....	...
Within 回帰係数								64 (8-1)×2	G J-G	H M
Common	80	$\Sigma \Sigma x_1^2$	$\Sigma \Sigma x_2^2$	$\Sigma \Sigma x_1 y$	$\Sigma \Sigma x_2 y$	$\Sigma \Sigma x_1 x_2$		78	J	L
Adj, Means	8-1							7	N-J	P
Total	88-1	$\Sigma x_1^2_T$	$\Sigma x_2^2_T$	$\Sigma x_1 y_T$	$\Sigma x_2 y_T$	$\Sigma x_1 x_2_T$		85	N	Q

②  $\alpha, \beta$  の検定

$$F_2 = \frac{M}{H} \quad (14, 64)$$

③ k の検定

$$F_2 = \frac{P}{H} \quad (7.64)$$

他方、全米47州の総合 Homogeneity 検定、および回帰係数の Homogeneity 検定統計量はそれぞれ  $F(138, 376)$ 、 $F(92, 376)$  である。計算結果では全米を1つにまとめるよりも上のように6グループに分けた方がよく、さらに各グループは3つの検定にほぼパスしているため、このグループ分けは適切とみてよい。さて、これによると、都市化の程度が最も高いAグループに属する諸州は  $\beta$  のランクが高く、Bグループ、Cグループにうつるにつれて  $\beta$  のランクも低くなる。これは都市化の度合いが高いAグループは相対的に富裕であり、電気製品も相対的に贅沢品的性格のものを買入れたり、その集約的使用もしたりする傾向がある。もっとも所得水準の高いこのグループでは旅行その他の外部活動が多く、家庭電力需要はかえって減退するように考えられるか

もしれない。しかし、これら富裕家計の外部活動はかなり低所得水準からはじまっているため総括的にみて都市化のすすんだ所得水準の高いAグループは所得弾力性も高い。他方、都市化の低いグループでは所得水準の上昇とともに急速に旅行その他の外部活動がふえて電力需要の減少を伴ない、さらにこれらのグループに属する郡部世帯では、所得が移住費用を提供してくれるため、移民の速度がはやまり、家庭電力需要はますます減退する傾向がある。したがって、都市化の程度の低いグループでは所得水準の上昇とともにむしろかえって電力需要の減退さえみられる。すなわち所得弾力性は絶対値こそ小さいがマイナスの値をもっている。また電力需要の価格弾力性はおしなべて小さいが、都市化のおくれているグループでは相対的に高く、都市化のすすんでいるグループではほとんど零に近い。これは前者では使用電気器機が電気洗濯機、電気掃除機のように主婦の労働と容易に代替できるものが多く、電力料金の変動によってこの代替が考慮されるためである。

次に家庭の電力に対する長期需要についてのべる。さきの(1・1・1)から長期需要は電気製品の保有量の変動をゆるした場合にはおける需要であるから、電気機器需要の決定要因をまづ明らかにしておかなければならない。ストックの需要についてこれまでしばしば登場した説明原理はいわゆるストック調整原理である。しかるにこの原理は、現存ストックと所望ストックに開離があったときにこれをうめるように行動するというのであるが、この場合当該経済主体が保有する現存ストックは零ではなく、したがって現存ストックにさらに追加するか、それを維持するか、または更新を一部または全部さしひかえるか、そのいずれかの行動をとるものと仮定されている。ところが電気製品の場合は、現在の保有者が追加需要するというよりも全く新規に需要するというのが一般であるため、ストック調整原理は適当でない。そこでフィッシャーは伝染病モデル(Contagious disease model)を提案する。あたかも伝染病のように、現在のストック保有者数は過去のストック保有者数、ストック保有に対して免疫になっている家計数、その他保有性向に影響

されやすい諸要因に依存している。さらに従来の耐久財需要の長期モデルと異なり、価格効果を綿密に分析する。さてこのモデルによると、電気機器のストック需要は次のように伝播する。

$$\frac{W_{it}}{W_{it-1}} = A_i \left( \frac{Y_t^E}{Y_{t-1}^E} \right)^{\eta_{i1}} Y_t^{\eta_{i2}} E_{it}^{\eta_{i3}} G_{it}^{\eta_{i4}} \left( \frac{H_t}{H_{t-1}} \right)^{\eta_{i5}} \left( \frac{F_t}{F_{t-1}} \right)^{\eta_{i6}} \\ \times M_t^{\eta_{i7}} P_t^{\eta_{i8}} \gamma_{it}^{\eta_{i9}} V_t^{\eta_{i10}} U_{it}$$

$Y_t^E$ ; t 期の正常所得

$E_{it}$ ; i 電気製品価格

$G_{it}$ ; i 電気製品の代替品（ガス製品）価格

$H_t$ ; 1 人当りの電力需用者数

$F_t$ ; 人口

$M_t$ ; t 期の平均結婚数

$Y_{it}$ ; i 電気製品の正常使用（時間当り消費電力量（KWH）

$V_t$ ; 平均ガス料金（正常使用 1 時間当り）

$U_{it}$ ; 攪乱項

推定の結果、価格の効果はきわめて小さい。ある電気製品の伝播が飽和点に達している都市化の進んだ地域では、モデルの重要な決定因子は経済的変数よりも人口や、結婚数等の demographic な変数である。他方、それが飽和点に達していない都市化のおくれている地域では、経済変数が決定因子としてはるかに重要である。さらに耐久財需要モデルでしばしば試みられる恒常（正常）所得仮説については否定的である。たしかに電気製品の購入決意に影響を与えるのは恒常所得であるが、現実の購入能力は現在所得である。

### 3. 産業用電力需要

産業用の電力需要は技術不変の場合と可変の場合で大きな相違がある。まず技術不変の場合からはじめる。産業用電力の需要にはその工場または事業所の生産活動水準にかかわらずほぼコンスタントな不変需要部分と、活動

水準にほぼ比例する比例需要部分とがある。さらに電力料金が活動水準や生産物構成に変化を考慮にいれて次のようなモデルを考える。

$$D'_{It} = K + \beta X'_{It} + \alpha P'_{It} + u_t \quad (4.2.3)'$$

ここで電金料金率の変動がとくに大きな影響をもつ。これは第1に生産費を変動させ、消費者の商品価格に影響することによって消費者による需要の代替をもたらす。第2に商品によって電力費の原価比率が異なるため生産上の代替をもたらす。これらは生産物（商品）構成を変化させ、電力需要を変えていく。とくに横断面分析でみた電力料金率の地域格差が生産物構成の地域間分布に与える影響は、時系列分析でみた電力料金率の一般的変動による全国的な調整効果よりも大きい。したがって、横断面資料による価格弾力性は産業用電力需要モデルにおける $\alpha$ の上限値を与える。これは料金率の地域格差は生産物構成の地域間調整をもたらすのに、一般的な料金率の変化は生産物、生産行程の一般的調整を必要とし、その効果には時間がかかり、さらには効果も小さい。これが時系列分析、横断面分析のリンクにまつわる難問である。しかしこの点を考慮してもなお産業用電力需要は高い価格弾力性を示している。

次に技術変化の場合を考える。ここでは電力投入係数の変化率を技術変化の指標と考える。さらに技術不変を仮定した価格弾力性の最大値はさきに推定されたから、別に計算された料金率の変化率から、料金率の変化による需要電力量が算定されるから、この分を控除して技術変化に伴う投入係数がえられ、したがってその変化率が求められるのである。これによると投入係数変化率と原価比率の間にさほど有意な順位相関はみとめられないが、原価比率の高い産業ほど投入係数の上昇率は小さいという傾向はみられる。しかし、総体的にみてその変化は小さく、電力需要に関して技術変化は中立的ないし、やや電力使用的である。

#### 4. む す び

電力需要の急速の増加を可能にするものは家計においては新しい電気製品の利用であり、産業にとっては十分に費用節減的ではあるが電力使用的な新しい生産工程、生産方法の出現である。革新が電力需要増大の最大の決定要因であるというのがその結論である。