

電力需要予測モデル*

大沢 悦治 内田 光穂 齊藤 観之助

1. 研究の目的
2. モデルの概要
 - 2.1 需要の分類
 - 2.2 モデルの基本構造
 - 2.3 観察データと加工データ
3. モデル
 - 3.1 変数の説明
 - 3.2 フローチャート
 - 3.3 モデル
4. モデルの特徴
 - 4.1 契約操業度の分析
 - 4.2 価格効果
 - 4.3 産業用電力
5. モデルの説明力テスト
 - 5.1 内挿テスト
 - 5.2 実績値と理論値の単相関分析
 - 5.3 GNP 相関との比較
 - 5.4 事後的予測
6. むすび
7. 付録：使用データ

1. 研究の目的

電力需要は経済成長に伴う産業用電力需要、あるいは消費水準の上昇による家庭用電力需要といった形で国民経済活動に強く依存している。電気事業にとって、外生的と考えられるこれら国民経済レベルの諸要因の変化に応じて、電力需要の適確な予測を行なうことは、設備計画を含む電力需給計画を作成するうえで重要なことである。この研究の最終的な目的は、国民経済モデルと電力需要予測モデルをリンクさせ、国民経済レベルにおける政策変数や外生変数の変化が電力需要に及ぼす影響を把握する予測実験を行なうことにある。

ところで、この研究目的を達成するためには、国民経済レベルの諸変数と関係づけられた電力需要構造を適確に把握するモデルを準備することが不可欠の作業となる。ここにとりまと

めた研究結果は、この準備作業である各契約種別、さらに産業別の電力需要構造を把握することを目的として構築されたモデルに関するものであり、いわばこの研究の中間報告書である。

2. モデルの概要

2.1 需要の分類

電力需要構造の特性を把握するという分析目的、さらにデータの利用可能性を考慮して、需要をつぎのように分類した。すなわち、電灯、業務用電力、小口電力、大口電力およびその他電力であり、このうち小口電力は契約電力が 50 kW 以上と未滿の 2 つに分割し、また産業用電力としての大口電力は、鉄鋼、化学、紙パルプ、機械、その他製造業および非製造業の 6 産業に分けている。したがって需要は 11 項目

* このモデルは、昭和 46 年における理論・計量経済学会に報告したものを修正してとりまとめたものである。

表 1 需要別契約操業度 (%)

年度	需要 業務用電力	小口電力		大口電力					
		50kW以上	50kW未満	鉄鋼	化学	紙パルプ	機械	その他 製造業	非製造業
35	22.8	24.5	8.3	44.7	62.6	60.0	33.6	52.8	50.0
36	22.0	24.2	8.1	48.5	64.6	60.7	33.7	53.8	50.9
37	22.1	23.6	7.7	41.1	59.3	61.6	30.9	51.5	50.7
38	21.8	23.3	7.5	44.8	64.7	64.7	33.1	52.1	50.6
39	21.8	23.3	7.4	46.4	65.5	62.2	33.9	52.0	49.0
40	21.8	23.8	7.4	45.7	65.4	60.2	33.0	52.0	44.4
41	22.4	24.3	7.6	50.3	68.6	62.1	36.3	54.9	45.1
42	23.1	24.2	7.7	52.3	68.9	61.0	39.1	56.3	45.8
43	22.8	23.7	7.5	53.5	66.7	56.7	39.5	55.9	45.4
44	23.8	23.4	7.7	55.1	66.0	55.3	39.9	55.8	46.4

に分類され、それぞれについて契約電力と販売電力量の2種類の需要が分析される。ただし、その他電力は外生変数として扱っている¹⁾。

2.2 モデルの基本構造

本モデル分析では、「契約電力が販売電力量を生み出す」という因果関係が成り立っており、契約電力は需要家の資本設備に依存し、販売電力量は、契約電力に応じた需要家の生産ないし生活活動水準に依存するという基本構造でモデルが構築されている。

モデル分析に契約電力と販売電力量の二種類の需要を導入したのはつぎの理由による。いま、契約電力を DW 、販売電力量を DH 、物理的時間を h とすると契約操業度 ρ は次式で定義される。

$$\rho = DH / (DW \times h)$$

このように定義される契約操業度は、各需要ごとにきわめて異なった値をとることが表1によって示されている。各需要の構造特性を把握するには、この契約操業度の違いを説明することが必要であり、したがって、本モデル分析では契約電力と販売電力量を別々に把握するプロセスを通して、契約操業度を説明することが試みられている。

一とくに、産業用電力としての大口電力につい

ては、つぎの理論モデルで示されるように契約操業度を明示的に導入した形でモデルが組み立てられている。

$$(1) \rho = DH / (DW \times h)$$

契約操業度定義式

$$(2) DW = f(K, \rho - i)$$

契約電力需要関数

$$(3) DH = f(DW, O_p)$$

販売電力量需要関数

ただし、追加した変数 K は需要家の資本設備、 O_p は需要家の生産量を示している。このように、一本の定義式と二本の構造方程式から成り、未知数 DW 、 DH 、 ρ の三個を解く三元連立方程式体系で、モデルの基本的構造は把握されている。

2.3 観察データと加工データ

理論モデルの実証作業において、本分析で対象とした観察データは以下のものである。観察期間は昭和35年度から昭和44年度の10年間で、四半期データを用いた。また需要は全て九電力会社合計の値である。

1) その他電力を外生変数としたのはつぎの理由による。すなわち、電力合計に占めるその他電力の比率は契約電力で見ると5%弱(昭和44年度末)と極めて小さく、しかもその中に含まれるものは臨時電力、特別深夜電力、農事用電力、建設工事用電力など多岐にわたっており、一本の関数で説明することは、困難であると考えられるからである。

また加工データはつぎに示されるような方法で作成した。

2.3.1 電灯の契約電力

電灯を1つにまとめるとその契約電力のデータは存在しない。そこで、本分析では電灯を(i)大口電灯、(ii)定額電灯、(iii)従量電灯に分類し、それぞれの契約電力の合計を電灯の契約電力とした。(i)の大口電灯についてはデータが存在するので、それを利用した。(ii)の定額電灯については、「電力需要の概要」(通産省編)による各社別の需要想定原単位を利用してつぎのような操作を行なった。いま、九社別定額電灯一灯当たり平均 kW を w_i 、九社別定額電灯灯数を l_i とする。全国平均の定額電灯一灯当たり平均 kW を W とし、 W を下式で示されるように全国総灯数に占める各社の灯数による w_i の加重平均として求める。

$$W = \sum_{i=1}^9 \frac{l_i}{L} w_i$$

ただし $L = \sum_{i=1}^9 l_i$ で、定額電灯全国総灯数である。したがって定額電灯の契約電力は W と L の積として求めることができる。

(iii)の従量電灯については、会社別に契約方法が異なるという困難な問題がある。まず、アンペア契約制をとっている会社について、 j 社の p アンペアの需要家数 D_j^p から、アンペア契約制をとっている会社を合計した p アンペアの需要家総数を $\sum_j D_j^p$ として求める。こうして求めた $\sum_j D_j^p$ から各アンペアに分布する需要家の構成比 d^p をつぎのようにして求める。

$$d^p = \frac{\sum_j D_j^p}{\sum_p \sum_j D_j^p}$$

アンペア契約制をとっていない会社については、各需要家は先に計算した構成比 d^p と同じように分布すると仮定して、総需要家数を d^p に従って各アンペアに配分する。以上の手順で得た各アンペアに分布する需要家数にそれぞれ対応したアンペアを乗じ、その全国合計を求め、最後に $1 \text{ kW} = 10 \text{ A}$ の換算率で kW に直し、これを従量電灯の契約電力とする。

2.3.2 家庭電化指標

電灯需要家の電力使用設備を代理する変数として家庭電化指標をつぎのようにして作成した。すなわち、家庭電気製品について9品目(電気釜、冷蔵庫、アイロン、電気こたつ、扇風機、洗濯機、電気掃除機、テレビ、家庭用ルームクーラー)を選び、それぞれの世帯当り普及率を各容量によって加重平均し、家庭電化指標とした。ただし、これは年度ベースのデータである。

2.3.3 ビル化率指標

業務用電力需要の大半を占めると考えられるビルの需要を追跡する変数として、以下の手順によってビル化率指標を作成した。「建築統計年報」(建設省編)の着工建築物構造別総括表から、着工建築物総床面積に占める鉄骨鉄筋コンクリート造り、鉄筋コンクリート造り、および鉄骨造りの建築物の床面積の割合を求め、これをビル化率指標とした。これによって、大型化、高層化を伴うビルの建設活動を追跡することを試みている。これもまた年度ベースのデータである。

3. モデル

3.1 変数の説明

内生変数

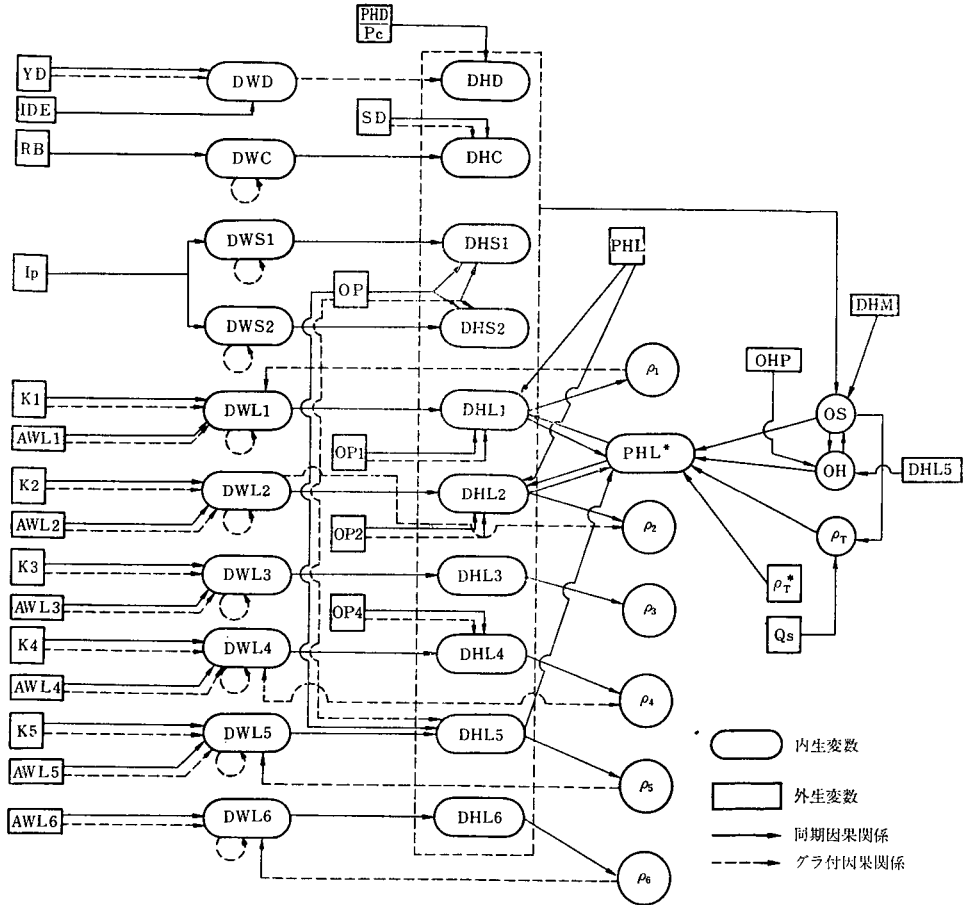
<i>DWD</i>	電灯契約電力	10 ⁸ kW
<i>DHW</i>	電灯販売電力量	10 ⁶ kWh
<i>DWC</i>	業務用電力契約電力	10 ⁸ kW
<i>DHC</i>	業務用電力販売電力量	10 ⁶ kWh
<i>DWS_j</i>	小口電力契約電力	(<i>j</i> =1: 50 kW 未満 2: 50 kW 以上) 10 ⁸ kW
<i>DHS_j</i>	小口電力販売電力量	(" ") 10 ⁶ kWh
<i>DWL_i</i>	大口電力契約電力	(<i>i</i> =1: 鉄鋼 2: 化学 3: 紙パルプ 4: 機械 5: その他製造業 6: 非製造業) 10 ⁸ kW
<i>DHL_i</i>	大口電力販売電力量	(" ") 10 ⁶ kWh
<i>OH</i>	水力発電電力量	10 ⁶ kWh
<i>ρ_t</i>	火力発電設備稼働率	
<i>ρ_i</i>	大口電力契約操業度	(<i>i</i> =1: 鉄鋼 2: 化学 3: 紙パルプ 4: 機械 5: その他製造業 6: 非製造業)
<i>PHL*</i>	大口電力特約料金	円/kWh
<i>OS</i>	火力発電電力量	10 ⁶ kWh

外生変数

<i>DHM</i>	その他電力販売電力量	10 ⁶ kWh
<i>Y_{DROR}</i>	過去1年の実質可処分所得	10 ⁹ 円 (昭和40年基準)
<i>IDE</i>	家庭電化指数	%
<i>PHD</i>	電灯電力量料金	円/kWh
<i>PC</i>	消費者物価指数	(昭和40年基準)
<i>RB</i>	ビル化率指標	
<i>I_p</i>	民間設備投資 (実質)	10 ⁹ 円 (昭和40年基準)
<i>O_p</i>	生産指数	(昭和40年基準)
<i>O_{pt}</i>	産業別生産指数	(<i>i</i> =1: 鉄鋼 2: 化学 3: 紙パルプ 4: 機械) 昭和 40年基準
<i>K_i</i>	産業別固定資本	(<i>i</i> =1: 鉄鋼 2: 化学 3: 紙パルプ 4: 機械 5: その他製造業 6: 非製造業) 10 ⁹ 円
<i>AWL_i</i>	産業別自家発電設備	(<i>i</i> =1: 鉄鋼 2: 化学 3: 紙パルプ 4: 機械 5: その他製造業 6: 非製造業) 10 ⁸ kW
<i>OHP</i>	水力可能発電電力量	10 ⁶ kWh
<i>ρ_r*</i>	火力発電設備最適稼働率	
<i>Q_s</i>	火力発電設備	10 ⁸ kW
<i>PHL</i>	大口電力一般料金	円/kWh
<i>SD</i>	デパート売上高	10 ⁹ 円
<i>h</i>	物理的時間	時間

BHO	他社受電	10 ⁶ kWh
LOS	損失電力量	10 ⁶ kWh
Q _r	四半期ダミー	(τ:1 第1四半期=1 τ:2 第2四半期=1 τ:3 第3四半期=1)
DHL5'	アルミへの販売電力量	10 ⁶ kWh

3.2 フローチャート



3.3 モデル

ただし、 S は標準偏差、 \bar{R}^2 は自由度修正後の決定係数、 $D-W$ はダービンワトソン比でありパラメータ下カッコ内の数値は T -Value を示す。

(1) 電灯契約電力

$$\log DWD = 4.34536 + 0.89534 \log Y_{DTR} + 0.26648 \log IDE$$

(11.2015) (4.3656)

$$S = 0.0012668, \bar{R}^2 = 0.988, D-W = 1.522$$

(2) 電灯販売力電量

$$\log DHD = 0.454848 + 1.02401 \log DWD_{-1} - 0.415483 \log PHD/P_c$$

(10.5843) (-1.8933)

$$-0.208342 Q_1 - 0.195461 Q_2 - 0.158176 Q_3$$

(-12.5221) (-11.7157) (-9.5550)

$$S = 0.037002, \bar{R}^2 = 0.992, D-W = 1.148$$

(3) 業務用電力契約電力

$$\log DWC = 0.807354 + 0.942078 \log DWC_{-4} + 0.224576 \log RB$$

(86.1731) (4.5000)

$$S = 0.017618, \bar{R}^2 = 0.999, D-W = 1.196$$

(4) 業務用電力販売電力量

$$\log DHC = -0.71776 + 1.017031 \log DWC + 0.2961121 \log SD/SD_{-1}$$

(127.13) (2.74)

$$-0.313447 Q_1 - 0.0114503 Q_2 - 0.219986 Q_3$$

(-5.48) (-0.20) (-2.49)

$$S = 0.0257, \bar{R}^2 = 0.978, D-W = 1.551$$

(5) 小口電力契約電力 (50 kW 未満)

$$\log DWS1 = 0.514007 + 0.918231 \log DWS1_{-4} + 0.0462267 \log I_p$$

(77.1199) (5.1378)

$$S = 0.0078066, \bar{R}^2 = 0.999, D-W = 1.518$$

(6) 小口電力契約電力 (50 kW 以上)

$$\log DWS2 = 0.758095 + 0.779241 \log DWS2_{-4} + 0.176869 \log I_p$$

(36.9624) (9.7090)

$$S = 0.016121, \bar{R}^2 = 0.998, D-W = 1.104$$

(7) 小口電力販売電力量 (50 kW 未満)

$$\log DHS1 = -0.975006 + 0.906116 \log DWS1 + 1.05165 \log OP/OP_{-1}$$

(46.18) (4.15)

$$+0.0229763 Q_1 + 0.160992 Q_2 + 0.0591807 Q_3$$

(1.35) (9.04) (3.30)

$$S = 0.0344, \bar{R}^2 = 0.984, D-W = 1.487$$

(8) 小口電力販売電力量 (50 kW 以上)

$$\log DHS2 = -0.380499 + 0.967146 \log DWS2 + 0.675400 \log OP/OP_{-1}$$

(91.42) (4.28)

$$+0.0327340 Q_1 + 0.0545088 Q_2 + 0.0575858 Q_3$$

(3.09) (4.91) (5.15)

$$S = 0.0214, \bar{R}^2 = 0.995, D-W = 0.635$$

(9) 鉄鋼の契約電力

$$\log(AWL1 + DWL1) = 0.752552 + 0.8792021 \log(AWL1 + DWL1)_{-4}$$

(14.34)

$$+0.210120 \log K1/K1_{-4} + 0.519323 \log \sum_1^4 \rho_{1-t}$$

(2.25) (4.35)

$$S=0.0338, \bar{R}^2=0.979, D-W=0.415$$

(10) 化学の契約電力

$$\log(AWL2+DWL2) = -0.167079 + 0.991468 \log(AWL2+DWL2)_{-4} \quad (24.92)$$

$$+ 0.274088 \log K2/K2_{-4} + 0.282714 \log \sum_1^4 \rho_{2,-4} \quad (2.85) \quad (1.59)$$

$$S=0.0320, \bar{R}^2=0.982, D-W=0.882$$

(11) 紙パルプの契約電力

$$\log(AWL3+DWL3) = -0.207285 + 1.03451 \log(AWL3+DWL3)_{-4} \quad (40.47)$$

$$+ 0.304151 \log K3/K3_{-4} \quad (3.33)$$

$$S=0.0353, \bar{R}^2=0.981, D-W=0.453$$

(12) 機械の契約電力

$$\log(AWL4+DWL4) = 1.82886 + 0.872953 \log(AWL4+DWL4)_{-4} \quad (39.00)$$

$$+ 0.0965328 \log K4/K4_{-4} + 0.724518 \log \rho_{4,-4} \quad (2.41) \quad (10.19)$$

$$S=0.0230, \bar{R}^2=0.995, D-W=1.219$$

(13) その他製造業契約電力

$$\log(AWL5+DWL5) = -0.759594 + 1.09991 \log(AWL5+DWL5)_{-4} \quad (42.03)$$

$$+ 0.553333 \log K5/K5_{-4} + 0.137977 \log \rho_{5,-4} \quad (6.08) \quad (1.18)$$

$$S=0.0234, \bar{R}^2=0.994, D-W=0.474$$

(14) 非製造業契約電力

$$\log(AWL6+DWL6) = 0.143977 + 1.01230 \log(AWL6+DWL6)_{-4} + 0.225299 \rho_{6,-4} \quad (23.56) \quad (1.32)$$

$$S=0.0388, \bar{R}^2=0.974, D-W=0.445$$

(15) 鉄鋼への販売電力量

$$\log DHL1 = -3.06087 + 1.33287 \log DWL1 + 0.855515 \log PHL/PHL^* \quad (38.68) \quad (4.14)$$

$$+ 0.430512 \log OP1/OP1_{-4} \quad (6.09)$$

$$S=0.0488, \bar{R}^2=0.976, D-W=1.032$$

(16) 化学への販売電力量

$$\log DHL2 = -1.33538 + 1.15905 \log DWL2 + 1.17697 \log PHL/PHL^* \quad (26.74) \quad (5.44)$$

$$+ 0.419704 \log OP2/OP2_{-4} \quad (1.51)$$

$$S=0.0516, \bar{R}^2=0.949, D-W=1.381$$

(17) 紙パルプへの販売電力量

$$\log DHL3=1.30105+0.885387 \log DWL3$$

(20.32)

$$S=0.0468, \bar{R}^2=0.917, D-W=0.730$$

(18) 機械への販売電力量

$$\log DHL4=-1.94495+1.21029 \log DWL4+0.495297 \log OP4/OP4$$

(89.06) (10.66)

$$S=0.0287, \bar{R}^2=0.995, D-W=1.446$$

(19) その他製造業への販売電力量

$$\log DHL5=-0.509511+1.07630 \log DWL5+0.319532 \log OP/OP$$

(71.03) (4.15)

$$S=0.02912, \bar{R}^2=0.992, D-W=1.538$$

(20) 非製造業への販売電力量

$$\log DHL7=1.31669+0.840353 \log DWL7$$

(31.53)

$$S=0.0456, \bar{R}^2=0.962, D-W=1.378$$

(21) 大口電力特約料金

$$\log PHL/PHL^*=0.251578+0.0472930 \log \rho_T^*/\rho_T+0.0108070 \log OH/OS$$

(3.1548) (2.9044)

$$+0.0731336 Q_1+0.0372113 Q_2+0.0141341 Q_3$$

(11.3795) (7.4088) (3.2894)

$$S=0.0095555, \bar{R}^2=0.940, D-W=1.040$$

(22) 水力発電電力量

$$\log OH=0.719630+0.917563 \log OHP+0.00240523 \times OH/OS$$

(25.5818) (1.1279)

$$\times \log(DHL1+DHL2+DHL5')$$

$$S=0.038964, \bar{R}^2=0.959, D-W=1.630$$

(23) 火力発電設備稼働率定義式

$$\rho_T=(DHD+DHC+DHS1+DHS2+\sum_{i=1}^7 DHL_i+DHM-BHO+LOS-OH)/(O_s \times h)$$

(24) 鉄鋼の契約操業度定義式

$$\rho_1=DHL1/(DWL1 \times h)$$

(25) 化学の契約操業度定義式

$$\rho_2=DHL2/(DWL2 \times h)$$

(26) 紙パルプの契約操業度定義式

$$\rho_3=DHL3/(DWL3 \times h)$$

(27) 機械の契約操業度定義式

$$\rho_4 = DHLA / (DWLA \times h)$$

(28) その他製造業契約操業度定義式

$$\rho_5 = DHL5 / (DWL5 \times h)$$

(29) 非製造業契約操業度定義式

$$\rho_6 = DHL6 / (DWL6 \times h)$$

(30) 火力発電電力量定義式

$$OS = DHD + DHC + DHS1 + DHS2 + \sum_{i=1}^6 DHL_i + DHM - BHO + LOS - OH$$

4. モデルの特徴

第3章に示されたモデルは、いくつかのユニークな点をもっている。この章では、電力需要分析に関する先行業績を考慮しながらこのモデルの特徴を挙げてみる。

4.1 契約操業度の分析

電力需要に関する計量分析の先行業績はいくつか散見されるが、これらのほとんどは販売電力量（キロワット・アワー）についての分析であり²⁾、契約電力についてのモデル分析はほぼ皆無といってよからう。

本モデルでは、第2章で述べたように契約操業度の概念が背景にあり、契約電力も直接に把握されるようになってきている。契約電力を分析対象とすることは、さらにつぎの点についても有効であろう。すなわち、在庫調整の不可能な電力については、生産設備（発電設備）能力と直接に関係をもつのは契約電力であり、電力の供給設備計画において契約電力を把握することはきわめて重要な課題となる³⁾。

契約操業度の分析は、とくに産業用電力についてつぎの点に注目することが必要である。それは契約電力の変化によって生起するモデルを通しての波及効果に関するものである。第2章で示した産業用電力の理論モデルはつぎのように書き換えて表わされる。

(1) $\rho = DH(DW \times h)$ 契約操業度定義式

(2)' $\log DW = \alpha_1 + \beta_1 \log \rho_{-t} + \gamma_1 \log K$
契約電力需要関数

(3)' $\log DH = \alpha_2 + \beta_2 \log DW + \gamma_2 \log O_p$
販売電力量需要関数

ところで(1)式の契約操業度定義式にしたがって(3)'式の販売電力量需要関数を変形すると

$$(3)'' \log \rho = \alpha_2' + (\beta_2 - 1) \log DW + \gamma_2 \log O_p$$

となる。いま、自家発電設備の変化⁴⁾、あるいは需要家の資本設備の変化といった外生的変化によって契約電力に変化が生じたとする。この変化は(3)''の変形式を通して契約操業度に波及し、さらに(2)'式を通して、ラグを伴って契約電力にフィードバックする。したがって、契

2) 電力需要の先行業績としてつぎの2つを挙げておく。
(1) Fisher, F. M., and Kaysen, C. A Study in Econometrics: The Demand for Electricity in the United States, North-Holland, 1962

(2) Houthakker, H. S., "Some Calculation on Electricity Consumption in Great Britain", Journal of the Royal Statistical Society, vol. 114 Part III

3) 筆者らは、本モデルには直接扱われていない最大電力(三日)に対する電灯および電力の契約電力の影響度について分析してつぎの結果を得ている。

$$\log PK = -0.351546 + 0.477407 \log DWD$$

$$(2.43)$$

$$+ 0.530272 \log DWEP$$

$$(2.48)$$

$$S = 0.0506, R^2 = 0.974, D-W = 1.848$$

ただし PK は三日最大電力, DWD は電灯契約電力 DWEP は電力の契約電力計である。

4) 自家発電設備と九電力会社に対する需要の関係は後で詳述される。

約電力の変化がモデル全体に与える動学的な波及効果は(3)式第2項で示されるようにパラメータ β_2 が1より大きいか、小さいか、あるいは等しいかに依存していることが分かる。

4.2 価格効果

電力需要の計量分析で価格効果を考慮した業績はほとんど見あたらない。それは、一つには電力の料金制度がきわめて複雑であり、会社別に異なっているため、計量分析に使用できる価格データを作ることが困難であることが理由に挙げられるであろう。さらに電力の料金がオーバータイムには、際立った変化が見られず、需要が他の決定要因に強く依存するところが大きいということも考えられる。

本モデルでは、電力の価格も他の財との相対価格の形では変化しているという考えに立ち⁵⁾、一部の要需関数に価格効果を入れるを試みた。(電灯および大口電力のうち鉄鋼と化学の販売電力量需要関数を参照)⁶⁾

4.3 産業用電力

産業用電力としての大口電力を産業別に分類して分析したことは本モデルの大きな特徴である。ところで、産業構造は長期的に見れば大きな変動をする。のみならず、短期的には景気変動の過程で各産業の生産活動は異なったパターンを示す。それにつれて電力需要も変化する。このような点を考慮することなしには適確な電力需要予測を行なうことはできない。産業別需要のモデルを構築した理由はここにある。以下つぎの2点を産業分類による特徴として挙げる。

4.3.1 自家発との関係

大口電力の需要家はかなり自家発設備を備えており、自家発電自家消費を電力会社からの買電と併せて行動している。したがって大口電力

の需要を分析する時、自家発の存在を無視するわけにはいかない。本モデルでは、自家発は外生変数として扱っているが、買電との関係は契約電力需要関数の中でつぎのように把握されている。すなわち、(産業全体に必要な電力) = (契約電力) + (自家発設備) という形で各産業に必要な電力を決め、それを自家発と契約電力に配分するようになっている。

ところで、表2の各産業別自家発構成比で分かるように、自家発設備の保有状況は産業別に異なっており⁷⁾、本モデルのように産業別に分析することにより産業別の特徴を把握することができる。

表2 産業別自家発構成比率 (%)

産業		年度別		
		昭 35	昭 40	昭 44
鉄	鋼	16.1	16.1	17.2
化	学	21.1	26.3	31.4
紙	パルプ	27.3	30.8	44.2
機	械	0.5	0.3	0.2
その他製造業		31.6	30.1	29.3
非製造業		25.5	22.8	19.6

$$\text{自家発構成比率} = \frac{\text{自家発設備}}{\text{自家発設備} + \text{契約電力}}$$

4.3.2 特約産業と一般産業

大口電力には契約の仕方によって特約と一般の二種類が存在し、電力の使用条件はもちろん、料金も異なっている。需要家のうちには、一般契約と特約契約とを併用する場合も多く、

5) 筆者らは、電力需要分析の別の研究において、電灯に対する都市ガス、業務用電力に対するB重油といった形で競合エネルギーとの相対価格の分析を行なった。詳しくは「戦後電気事業史」戦後電気事業史編集委員会、1972年、経済往来社発行の第9章を参照されたい。

6) 電灯の販売電力量料金は9社の販売電力量料金をそれぞれの販売電力量で加重平均したものであり、大口電力の販売電力量料金は「電気事業会計報告書」の料金収入のデータから取ったものである。

7) 自家発の設備形態は、長期の経過年次をもつ水力発電、あるいは余熱利用といった形で生産工程に密着した汽力発電など産業によって異なっている。「わが国自家発電の現状と課題」、自家発電調査委員会編、1966年、日本電気協会、発行に、この点は詳述されている。

厳密に特約産業と一般産業に分類すると、それぞれに対応した生産指数、資本設備といった電力指標以外のデータを齊合的に利用することが困難になってくる。本モデル分析ではこのデータの利用可能性を考慮して、各産業別にみて、特約の占める割合の高い鉄鋼、化学、アルミ⁸⁾の3産業を特約産業、残りを一般産業として近似的に分類している。

特約産業と一般産業を分類して、その特性を把握するために、産業用電力としての大口電力の理論モデルはつぎのように拡張、修正して実証分析されている。

第一に、特約産業としての鉄鋼、化学の販売電力量需要関数に特約と一般の電力量料金が相対価格の形で付加される。これは特約産業の需要家の一般電力と特約電力に対する選択行動を表わしたものである⁹⁾。(15式, 16式参照)

第二には、特約の電力量料金決定式の追加である。特約電力の電力量料金はつぎの形で決定される。すなわち、(i)オフピーク時の火力発電設備稼働率を最適稼働水準に維持するために低廉な電力を提供する。(ii)変動費がゼロに近い水力発電による低コストの余剰電力を提供する。本モデルでは、これらを火力発電設備の実績稼働率と最適稼働率の乖離率と水火比率の変数で説明している。(21式参照)

最後の点は、水力発電電力量決定式である。水力発電電力量はつぎの理由により、特約の電力量需要によって直接の影響を受けている。水力発電電力量は基本的には可能発電電力量(天候などの自然的要因に依存している)によって決定されるが、電気事業にとっては特約需要を通じてある程度調整が可能であり、したがって水力発電電力量は特約需要の大きさに依存して調整されている。(22式参照)

以上の3点が特約産業の特性としてモデルに導入されたことにより、本モデル中、化学、鉄鋼への販売電力量、大口特約電力量料金、水力発電電力量、火力発電電力量、および火力発電設備稼働率は同時決定の体系となっている。

5. モデルの説明力テスト

本モデルは、構造方程式22本、定義式8本の合計30本から成る非線型連立方程式体系で表わされている。本モデルの説明力、動学的な安定性を調べるためにつぎで示されるようなテストを行なった。

5.1 内挿テスト

34個の外生変数および先決内生変数(最大ラグ4期)を初期値として与え、昭和35年度から昭和44年度までの観察期間10年間に關して、最終法による内挿テストを行なった。その結果は、成績表表3に示されている。なお誤差率はつぎの式で表わされる年度平均誤差率である。

$$\text{誤差率} = \frac{|\text{実績値年度平均値} - \text{理論値年度平均値}|}{\text{実績値年度平均値}}$$

年度別にみて、誤差率10%を越えるものはわずかであり、一般的に言ってかなりの説明力があると判断される。

5.2 実績値と理論値の単相関分析

モデルの説明力テストとして、第2に、本モデルから得られる総需要電力量の理論値(DH EST)と実績値(DH ACT)について単相関分析を行なった。理論値はつぎの定義式で示され

8) アルミ産業は、本モデルの中ではその他製造業に含まれているが、独立してアルミ産業を見る時は外生変数として扱っている。(22式を参照)

9) 時間的に制限された特約電力を選択するときの需要家の機会費用を規定するものは、電力以外の生産要素(例えば労働力)の確保といった形での生産設備の稼働率調整に関する費用と考えられる。

表 3 最終テスト成績表

(カッコ内は変数の数)

誤差率 年度	3%以下	3%~5%	5%~10%	10%以上
昭和 35	DWC, DWS1, DWS2 DWL2, DWL4, DWL5 DHS2, DHL2, DHLA DHL6, PHL*, OH, ρ_7 ρ_4, ρ_5, ρ_6 (16)	DWD, DWL1, DWL6 DHD, DHC, DHS1 DHL3, DHL5, ρ_1 (9)	DWL3, DHL1, ρ_3 (3)	OS, ρ_T (2)
昭和 40	DWD, DWS1, DWS2 DWL2, DWL5, DHD DHC, DHS1, DHL2 OS, ρ_T , PHL*, OH, ρ_1 ρ_2, ρ_3, ρ_4 (17)	DWC, DHS2, DHLA DHL5, DHL6, ρ_5 (6)	DWL1, DWL3, DWL4 DWL6, DHL3, ρ_6 (6)	DHL1 (1)
昭和 44	DWD, DWC, DWS1 DWL1, DWL4, DWL5 DWL6, DHD, OS, ρ_T PHL*, ρ_1, ρ_4, ρ_6 (15)	DWS2, DWL2, DHC DHS1, DHS2, DHL1 DHL2, DHLA, DHL5 OH, ρ_2, ρ_6 (12)	DWL3, DHL3, DHL6 ρ_3 (4)	

るように、本モデルの各種需要の理論値と外生変数のその他電力との総合計である。

$$DHEST = DHD + DHC + \sum_{j=1}^2 DHS_j + \sum_{i=1}^6 DHL_i + \overline{DHM}$$

単相関分析の結果は

$$DHACT = 0.989544 DHEST$$

(368.64)

$$S = 628.6, \bar{R}^2 = 0.999, D-W = 1.710$$

となる。モデルが完全な説明力を持ち、理論値と実績値が一致すれば、パラメータと決定係数は1となるが、本モデルでは、それぞれ0.9895, 0.999 とかなり高い値を示し、説明力の高いことを表わしている。これをグラフに表わしたのが図1と図2である。図2は各期の理論値と実績値を1点で示したものであり、各点を結ぶ線が45度線に近いほど、説明力が高いことを示している。

5.3 GNP 相関との比較

従来、総需要電力量の予測の一つの方法とし

て GNP と相関させることがなされてきた。本モデルの理論値と GNP 相関の理論値を比較するために、まず総需要電力量と GNP との相関分析を行ない、つぎの結果を得た。

$$DHACT = 1392.70 + 4.47453 \text{ GNP}$$

(67.28)

$$+ 342.703 Q1 + 505.142 Q2$$

(-0.72) (1.07)

$$- 9196.65 Q3$$

(-18.86)

$$S = 1055.6, \bar{R}^2 = 0.992, D-W = 2.699$$

ただし、Q1, Q2, Q3 は四半期ダミーである。統計的な説明力は本モデルとほぼ同じであると考えられる。上式の理論値 ($DHEST'$) を求め、実績値と比較したグラフが図3と図4である。前掲の図2と図4を比較すると、観察期間の後半において、GNP 相関による理論値は実績値と乖離し、45度線からはずれる傾向が見られる。これは観察期間中に需要の季節パターンの変化が生じたことによるものであり、したがって GNP 単独での説明では、需要の季節パター

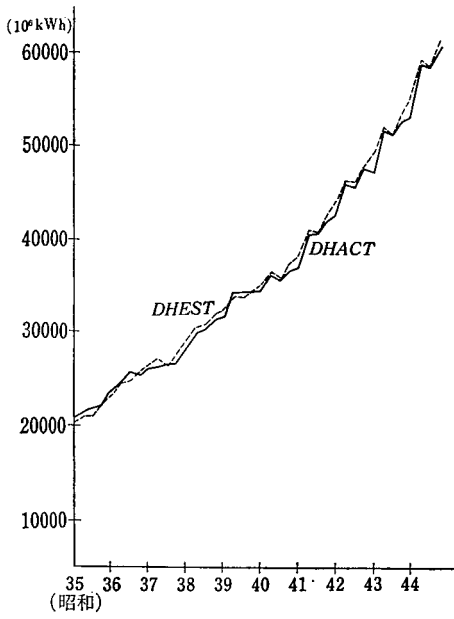


図 1

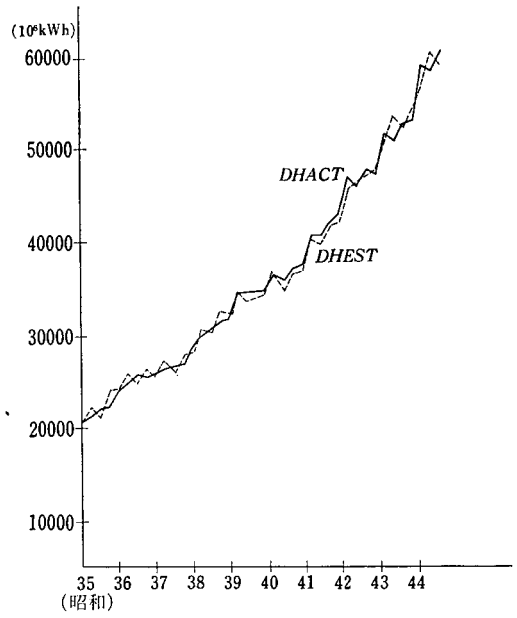


図 3

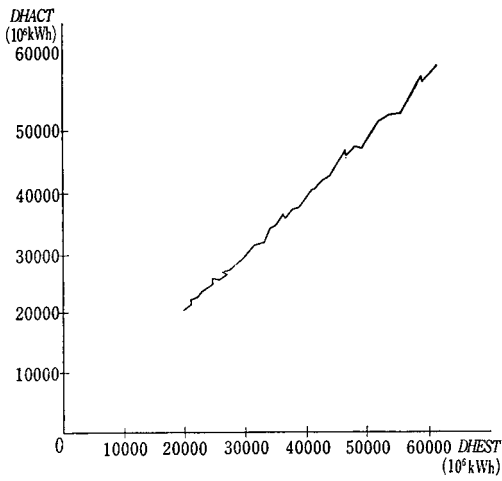


図 2

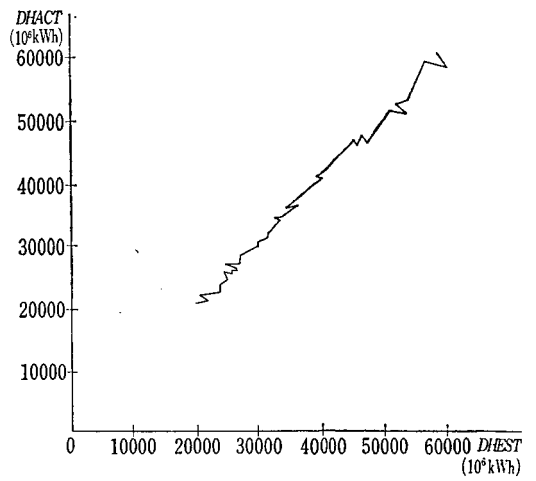


図 4

ン変化の追跡は困難になったと考えられる。

5.4 事後的予測

最後に本モデルの予測能力を調べるために、本モデルの観察期間の外にある昭和45年度各四半期について、先決内生変数および外生変数の実現値を与えて、事後的予測を行なった。結果は表4に示されている。表4の値は総需要電力量の形で示され、参考指標として実績値、GNP 相関による予測値およびそれぞれの誤差率が付加されている。本モデルの予測値と実績値の間に大きな乖離は見られず、ほぼ適確な予測が行なわれていると考えられる。ただし、第2四半期へのピークの移行の形として見られる季節パターンの変化に対する追跡能力が他の四半期より多少劣っており過小評価の傾向が見られるが、GNP 相関による予測よりは追跡力があると考えられる。

表4 昭和45年度予測値（総需要電力量）
10⁶ kWh

() 内数値は誤差率：%

	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
実績値	6,1072.8	67,710.7	65,128.0	65,964.6
本モデル	6,0843.6 (0.37)	65,999.6 (2.53)	63,818.5 (2.01)	66,677.6 (1.08)
GNPによる予測	61,114.7 (0.07)	64,599.8 (4.59)	63,998.4 (1.73)	64078.6 (2.86)

6. む す び

本モデルは契約操業度の概念を背景として、各契約種別、さらに産業別の電力需要構造の特徴を把握するために構築した。モデルの実証分析の段階で若干の修正は加えられたが、モデルの基礎となるいくつかの理論的要請は満たされ、当初の目的を果たすモデルが作成されたと考えられる。

ところで、最初に述べたように本モデル作成

作業はこの研究の最終目的を達成する上の必須の作業であり、したがってこれから先にいくつかの継続課題が残されている。最後にむすびとして、重要と考えられるつぎの2つの継続課題を挙げておく。

第一に、本モデルと国民経済モデルの結合の方法を考えなければならない。国民経済モデルとしては「電研マクロモデル」を考えているが、本モデルの産業別の電力需要関数に必要な外生変数（産業別生産指数、資本ストック）は「電研マクロモデル」から直接に得ることはできない。したがって、この点を解決するためには、別途にサブモデルとして産業別の生産関数および投資関数を準備するか、あるいは「電研マクロモデル」から得られる外生変数を産業別に配分するコンバータの役目を果たす統計式を準備するといった形でリンクの方法を考えなければならない。

第二の点は、第5章で述べた季節パターンの変化に対する処理の問題である。本モデルは予測の射程距離をほぼ2カ年（8四半期）と定めているが、モデルの観察期間の前半から後半に現われた季節パターン変化の追跡力に多少不安定な点が残されており、予測の段階では、なんらかの方法で季節調整を行なうことが必要となる可能性があると考えられる。

7. 付録：使用データ

- [1] 電力調査統計月報（通産省公益事業局編）
- [2] 電気事業会計報告書（同上）
- [3] 給電年報（中央給電連絡指令所編）
- [4] 電気事業便覧（電気事業連合会編）
- [5] 電源開発の概要（通産省公益事業局編）
- [6] 電気事業要覧（同上）

- [7] 電力需要の概要（同上）
 [8] 国民所得統計（経済企画庁編）
 [9] 法人企業統計季報（大蔵省証券局編）

- [10] 建築統計年報（建設省計画局編）
 [11] 鉱工業指数総覧（通産省調査統計部編）
 （電力経済研究部）

〈追 記〉

この論文について、従来の電力需要分析と異なり本モデルには契約電力がエクस्पlicitに導入されているが、その特色が分析結果に十分反映されていないというコメントをレフェリーからいただいた。この点に関して以下の補足説明を追加しておく。

電力需要構造の基本的な因果関係は、需要家はまず、各自の資本設備に応じて契約電力について契約を結び、その契約電力に従って電力を消費しているということである。この消費電力量は、景気変動の過程で異なった水準を示す需要家の生産活動に依存している。本文中の第2章モデルの基本構造で述べた「契約電力が販売電力量を生み出す」という表現はこの基本的な因果関係を指している。さらに、 $\rho = \frac{DH}{DW \times h}$ で定義される契約操業度がタイムラグを伴って契約電力にフィードバックしているというの

が本モデルの体系である。

また、第5章モデルの説明力テストで行なった GNP 相関との比較の真の意図は上記の因果関係に従った本モデルの説明力をチェックすることである。従来の GNP 相関による電力需要の予測分析では、最初に GNP 相関によって販売電力量を決め、つぎに負荷率を計算して、最終的に契約電力を決めるという、いわば因果関係を逆に迎えるという方法が多くとられてきた。ところが、本モデルでは、契約電力をエクस्पlicitに導入していることにより、因果関係に従って実際に「契約電力に生み出された販売電力量」を予測することが可能になるのである。この比較の結果、観察期間中に生じた販売電力量の季節パターンの変化に対して本モデルの説明力の方が優れていることが分った。