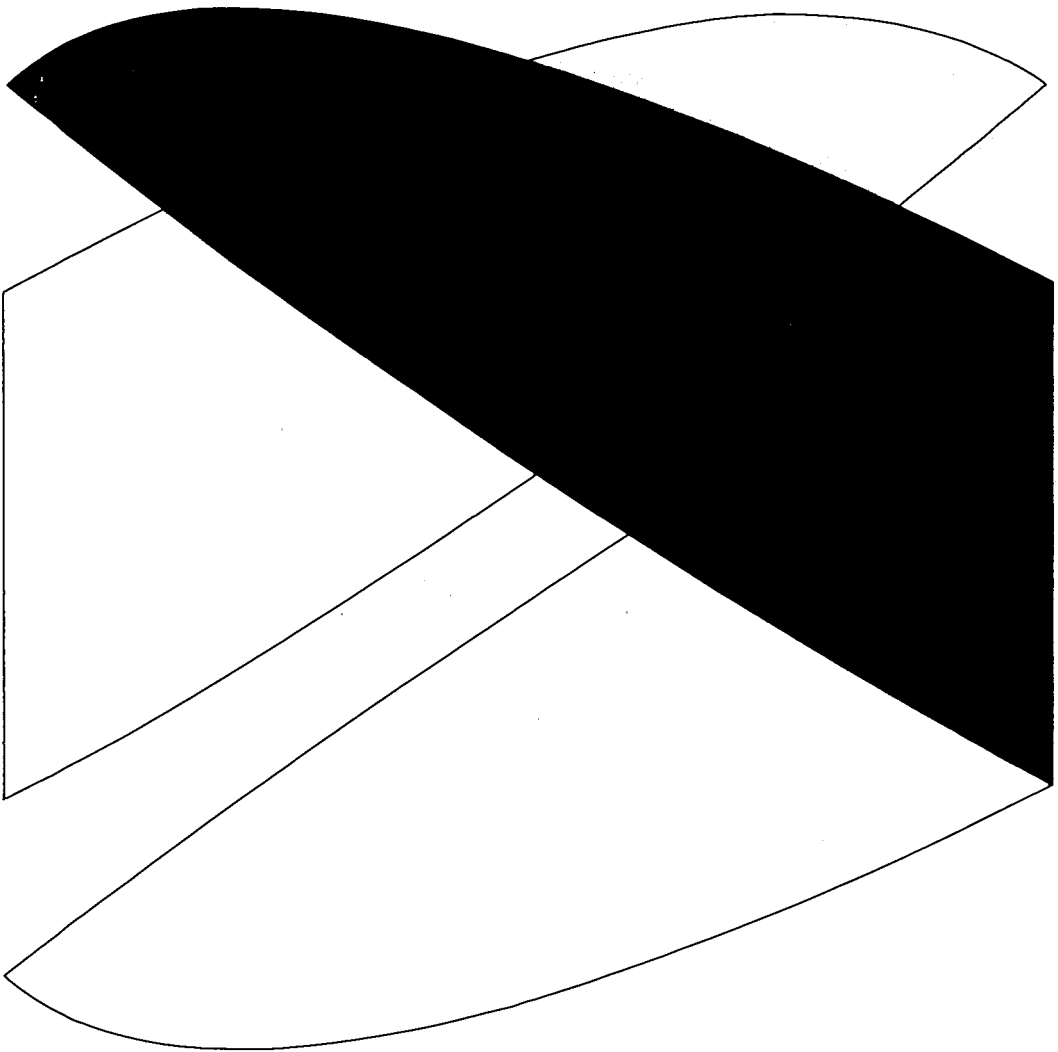


ISSN 0387-0782

電力經濟研究



No. 22

1987.1

財団法人 電力中央研究所

經濟研究所

編集委員

伊藤 成康 内田 光穂
若谷 佳史 矢島 昭

目 次

住宅用太陽光発電の経済評価	西野 義彦	1
産業用需要家のプロセスモデルの開発		
——鉄鋼業の事例——	山地 憲治 浅野 浩志 佐賀井重雄	17
エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析	小野 賢治	37
全国9地域計量経済モデルの開発	大河原 透	51

住宅用太陽光発電の経済評価

キーワード：太陽光発電，日射量，日負荷曲線，
季時別料金制，余剰電力

西野 義彦

〔要旨〕

太陽光発電は、燃料を必要とせず、無尽蔵でクリーンという特長を備えている。現段階では、まだコスト面でかなり割高であるが、近い将来、技術革新や量産効果によりコスト低下がはかられ、広範囲に普及する可能性は十分ある。

本稿は、導入可能量としてはもっとも大きいと期待されている住宅用の太陽光発電について、様々な条件変化を考慮しながら多面的に経済評価を試みたものである。主な分析結果は以下の通り。

- (1) 太陽光発電システムの設備単価が kW 当たり 20 万円では、1 kW 以下の設備規模でわずかにメリットが生ずる程度であり、バッテリーの併設はあまり有利でない。
- (2) バッテリーの併設が相対的に有利となるためには、太陽光発電システムの単価が kW 当たり 10 万円程度にまで低下する必要がある、そのときの最適設備規模は、およそ 2 kW である。
- (3) 住宅用太陽光発電のブレークイーブン建設コストは、もっとも有利な条件 (1 kW 規模で、1 日分相当のバッテリー併設) のもとで、kW 当たりおよそ 20 万円である。
- (4) 1 日分相当のバッテリーを併設し、3 kW 程度の太陽光発電を設置する場合、使用電力量に占める購入電力量の割合は 40% に低下する。
- (5) 季時別料金制の採用は、太陽光発電の導入を有利にする方向に作用するが、その効果は、ブレークイーブン建設コストでみると、約 4 万円ほど引き上げることに相当する。

1. はじめに
2. 経済評価のための基本的フレームワーク
 - 2.1 評価システム
 - 2.2 本稿の構成
3. 太陽光発電の発電特性と住宅用需要家の負荷パターン
 - 3.1 太陽光発電の発電パターン
 - 3.2 住宅用需要家の負荷パターン
4. 前提条件と条件変化シミュレーション
 - 4.1 シミュレーション計算の前提
 - 4.2 その他の前提条件
5. 太陽光発電およびバッテリーの最適規模
 - 5.1 太陽光発電の最適規模
 - 5.2 バッテリーの最適容量
6. ブレークイーブン建設コスト
7. 購入電力量および買電パターンの変化
 - 7.1 購入電力量の変化
 - 7.2 買電パターンの変化
8. 季時別料金制の採用
 - 8.1 太陽光発電の最適規模
 - 8.2 ブレークイーブン建設コスト
9. 余剰電力の販売
 - 9.1 太陽光発電の最適規模
 - 9.2 ブレークイーブン建設コスト
10. むすび

1. はじめに

太陽光発電は、燃料を必要とせず、無尽蔵でクリーンという特長を備えているばかりでなく、発電設備としても安全性が高く、メンテナンスもフリーに近いという利点を持っている。しかし反面、その発電は太陽の日射に左右され、天候による出力変動が激しい上に、単位面積当たりのエネルギー密度が薄いという欠点がある。現在まだその発電コストは、相当に割高であるが、将来、技術革新や量産効果によりコストが低下してくると広範な分野に導入・普及する可能性が十分ある。

本稿は、将来の導入可能量がもっとも大きいと期待される住宅用太陽光発電について、その経済評価に関する独自の評価システムを構築するとともに、具体的データを適用して、様々な条件変化に関するシミュレーション分析を試みた結果を提示する。

2. 経済評価のための基本的フレームワーク

電気事業用として太陽光発電が導入される場合には、一般に、大電力系統網をバックに分散配置され、連系・運用される形をとる。この場合の経済評価は、太陽光発電の導入によってもたらされる系統全体での費用節減額によって示されるのが通例である。

ところで、需要家サイドに太陽光発電が導入される場合については、電気事業用と同じ方法で評価することは、必ずしも適切ではない。むしろこの場合は、その需要家が電気事業に支払っていた電気料金の節減額によって評価する方が適当であり、これが経済評価に当たったこのでの基本的立場である。

2.1 評価システム

需要家サイドで太陽光発電を導入するケースについてのここでの評価システムは、概略以下の通りである。

- (1) まず太陽光発電システムの技術特性と日射量等のデータから、太陽光発電の年間における時間別発電量を求める。
- (2) 太陽光発電の年間における時間別発電量と需要家の年間における時間別負荷パターンから、設置されるべき太陽光発電およびバッテリーの規模、および時間別購入電力量を求める。ただし、この段階では、太陽光発電およびバッテリーの最適な規模は、直ちには決定されない。
- (3) 時間別購入電力量と時間別料金単価から、年間における支払電気料金額を求め、太陽光発電を設置しなかった場合の支払電気料金額との比較から、年間における支払電気料金節減額を求める。余剰電力が発生し、これを電気事業に売却することが可能な場合には、その年間販売額を電気料金節減額に加算する。これが、太陽光発電の設置に伴う年間粗経済価値ということになる。
- (4) この年間粗経済価値から、太陽光発電およびバッテリーの設置に伴う年間総経費を差し引いたものが、太陽光発電の設置による年間純経済価値となる。
- (5) この年間純経済価値が最大となるときの太陽光発電ならびにバッテリーの規模が、それぞれの最適規模となる。これは、日射量データおよび需要家の日負荷パターンのほか、それぞれの設備単価および電気料金制といった要因に大きく依存している。

以上のように、この評価システムでは、日射量データ、太陽光発電の発電効率、需要家の日負荷曲線、太陽光発電ならびにバッテリーの単位建設コスト、電気料金制等が外生要件として与えられると、時間別購入電力量や支払電気料金の年間節減額が得られる。またさらに、この支払電気料金の年間節減額から、設備コスト等より得られる年間総経費を差し引くと、太陽光発電の設置に伴う年間純経済価値が得られ、この年間純経済価値が最大となるときに太陽光発電ならびにバッテリーの規模を求めると、与えられた外生条件のもとでの最適規模が得られる

というフレームワークになっている。

この評価システムの利点は、様々な条件変化、たとえば種々の需要家タイプ、日射条件の異なる地域への適用、電気料金体系の変更、太陽光発電システムやバッテリーのコスト変化等に対しても、容易にシミュレーション分析が可能であり、多くの有用な情報を得ることができる点にある。

2.2 本稿の構成

以下では、第3章でまず特定地域を対象に、太陽光発電の年間における発電パターンと住宅用需要家の負荷パターンとの関係を考察する。

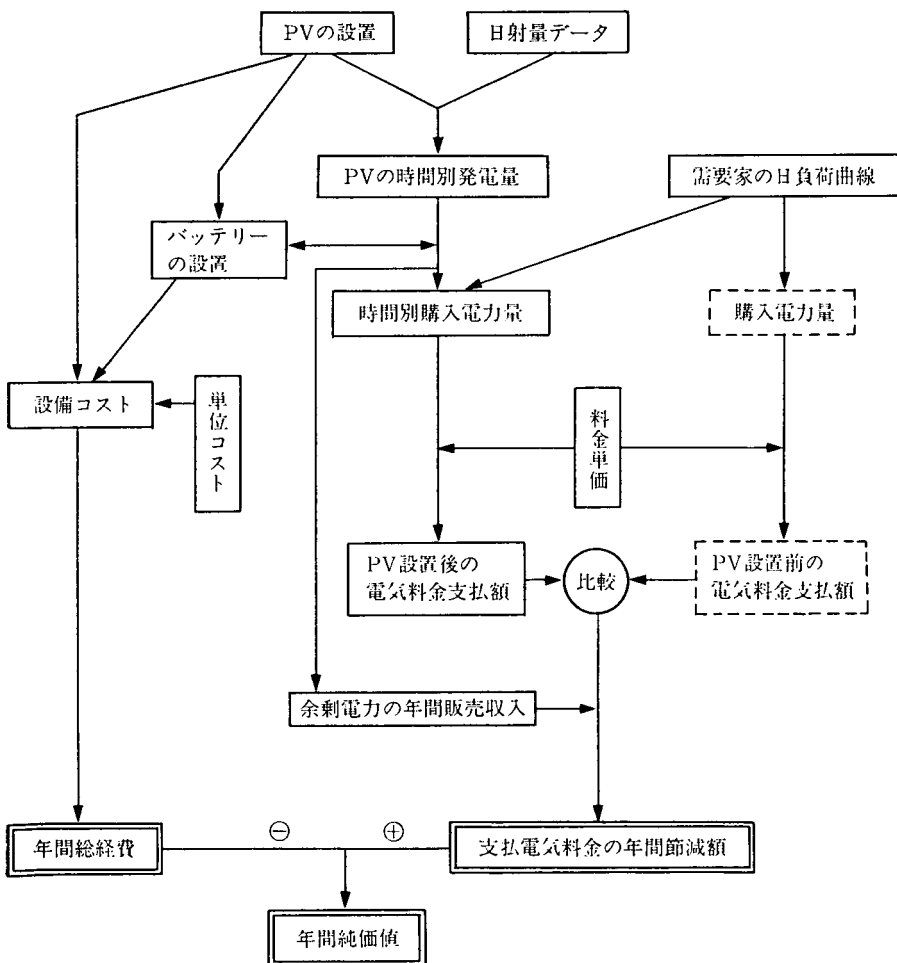


図 2.1 需要家が設置する太陽光発電 (PV) の経済評価システム

この問題は、住宅用需要家が太陽光発電を設置する場合の経済評価を論ずるに当たって、考慮しなければならないもっとも基本的な事項である。

第4章では、ここでの評価システムを用いて、様々なシミュレーション分析を展開する場合の前提条件ならびに条件変化の可能範囲、インプットデータの意味合い等を明らかにする。

第5章は、このようなシミュレーション分析を通じて、住宅用需要家が太陽光発電を設置する場合の最適な設備規模、およびこれに付随して設置すべきバッテリーの容量を検討する。これらは、様々な外生条件の組み合わせによって、かなり異なった値をとる。とくに、建設コストや料金制によって大きな影響を受ける。

第6章では、住宅用需要家において太陽光発電が導入可能となる経済的条件、つまりブレークイーブン建設コストを算定し、様々な外生条件と導入可能な経済的条件との関係を明らかにする。また、太陽光発電の導入規模とブレークイーブン建設コストとの関係から、建設コストの低下により太陽光発電の導入量がどのように変化して行くことになるかに言及する。

第7章は、太陽光発電の設置により、住宅用需要家の電気事業からの購入電力量や買電パターンがどのように変化することになるか、とくに太陽光発電の設置規模やバッテリー容量によって、買電パターンの変化にどのような差異が生ずるかを検討する。これは、電気事業にとって、設備の建設・運用や販売政策の観点で重要な意味を持つ。

第8章では、季時別料金制を採用した場合、太陽光発電の導入条件がどのように変わるかを分析し、第9章では、余剰電力が電気事業に引き取られる場合の販売価格が、太陽光発電の経

済評価にどのような影響を与えるか検討する。

3. 太陽光発電の発電特性と住宅用需要家の負荷パターン

需要家サイドに設置される太陽光発電の経済評価に当たって、もっとも基本的な要素項目は、日射量データと需要家の負荷パターンであることはすでに述べた。日本全体をみた場合、これらのパターンは、北の北海道から南の沖縄まで、地域によってかなり異なっており、また季節によっても相当違った形を示していることは確かである¹⁾。ここでは、代表的な地点（東京）を対象に取り上げ、日射量に基づく太陽光発電の出力と住宅用需要家の負荷が、具体的にどのようなパターンをとっており、またどのような対応関係にあるかをみることにする。

3.1 太陽光発電の発電パターン

太陽光発電の年間における出力パターンは、基本的には日射量のパターンに依存している。ここでは、その基礎データとして「標準気象データ」²⁾を用い、太陽光発電の年間における時間ごとの出力を算定している。

ここで用いた気象データ（東京）によると、年間の傾斜面日射量は $1,302 \text{ kWh/m}^2$ であり、季節ごとの1日の平均日射量は、春（3～6月）3.96、夏（7～9月）3.78、秋（10～11月）2.82、冬（12～2月）3.33となっている。

気象データから太陽光発電の年間における時間ごと（8,760時間）の出力を算出する手順は、

1) 新エネルギー総合開発機構「太陽光発電の価値評価に関する調査研究（Ⅱ）」1986年3月。
2) 「標準気象データ」は、過去の10年間（今回用いたデータは1971～1980）における実際の気象データから、標準的と思われるデータを月ごとに選び、12カ月つなぎ合わせたもので、日射量のほか気温や風速等が、時間ごとに収録されている。

以下の通りである³⁾。

- (1) まず標準気象データから、年間における時間ごとの傾斜面日射量を求める。
- (2) これと気温や風速データ、および太陽電池技術特性パラメータから、太陽電池アレイの時間ごとの出力を算出する。
- (3) この太陽電池アレイの時間ごとの出力に、所定の運転制御方式およびインバータ効率を適用して、交流での出力を求める。

以上のような方法によって算出された太陽光発電の年間出力（発生電力量）は、1kWp 当たり 1,102 kWh であり、年間の設備利用率は 12.6% である。また、季節ごとの平均的な時間別出力は表 3.1 に示すようなパターンをとっている。

これをみると、年間において太陽光発電の 1

表 3.1 太陽光発電の時間別発生電力量
(単位: kWh)

時刻	春	夏	秋	冬
1				
2				
3				
4				
5				
6	0.02	0.01		
7	0.09	0.08	0.02	
8	0.20	0.19	0.16	0.13
9	0.32	0.31	0.30	0.32
10	0.43	0.39	0.37	0.45
11	0.48	0.44	0.39	0.51
12	0.50	0.45	0.40	0.52
13	0.47	0.42	0.35	0.49
14	0.38	0.33	0.25	0.37
15	0.26	0.23	0.11	0.20
16	0.14	0.12	0.01	0.05
17	0.04	0.04		
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
合計	3.33	3.01	2.36	3.04

日の発生電力量は、一番大きいのは春季で 3.33 kWh/kWp であり、もっとも小さいのは秋季の 2.36 kWh/kWp である。この関係は、日射量の大きさとほぼ比例しているが、その中間にある夏季と冬季では、日射量と発生電力量とで相対的大きさが逆転している。日射量では、夏季の方が冬季よりも大きい、太陽光発電の発生電力量では、夏季より冬季の方が大きくなっている。これは、温度が上昇するにしたがって太陽電池の発電効率が低下することによる。

3.2 住宅用需要家の負荷パターン

住宅用需要家の 1 日の使用電力量および時間別負荷パターンは、地域や季節によって異なっているばかりでなく、個々の需要家によっても大きく異なっている。ここでは、年間を、夏季、冬季、中間季（春、秋）の三つに分け、分析の対象となっている東京地区を取り上げて、標準的と思われるパターンを設定した。

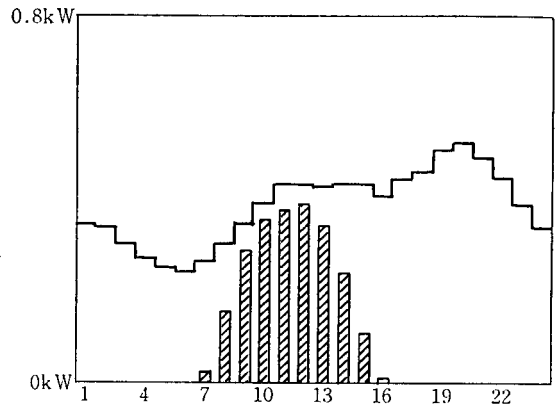
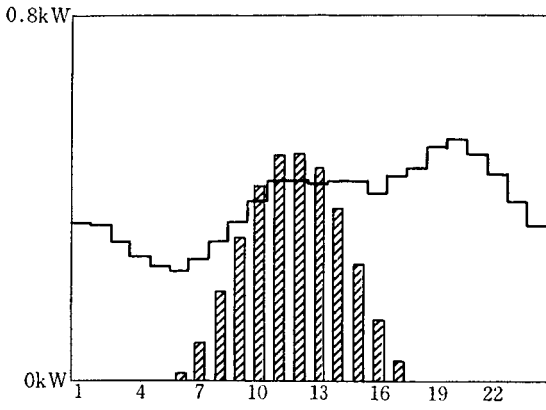
住宅用需要家の 1 日の使用電力量については、東京電力における 59~60 年度の従量電灯（甲・乙）実績から、季節ごとにその平均値を求め、さらに将来において太陽光発電を設置する需要家は、この平均値よりも使用電力量がかなり大きいであろうという想定のもとに、この数値の 1.5 倍の値を用いることにした。

モデル負荷パターンの設定については、この種の公表データが存在しないため、送電端の負荷パターンやヒアリング等の様々な情報をベースに、季節ごとに作成した。したがって、この日負荷パターンは、サンプリング等の統計的処理によって得られたものではなく、あくまでも具体的イメージを与えるためのモデルパターン

3) この導出に関する方法論の詳細は、滝川・武田「地域気象条件を考慮した太陽光発電・運転特性評価方式」（電力中央研究所報告 研究報告: 183044, 1985年1月）を参照されたい。

春 季

秋 季

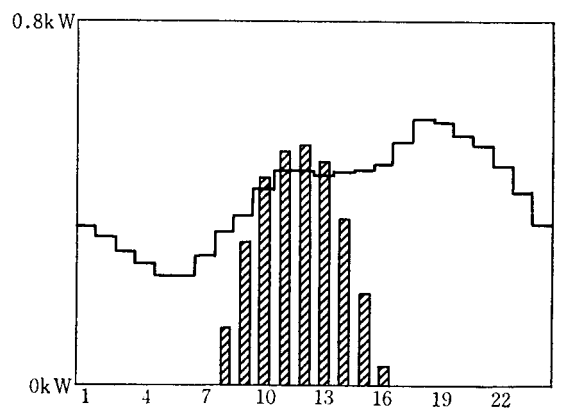
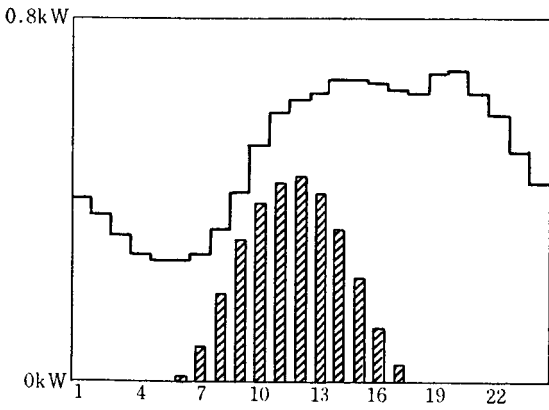


(PV出力3.33, 日負荷9.37kWh)

(PV出力2.36, 日負荷9.37kWh)

夏 季

冬 季



(PV出力3.01, 日負荷12.04kWh)

(PV出力3.04, 日負荷9.95kWh)

図 3.1 PV 出力と日負荷曲線

である。

図 3.1 は、季節ごとの日負荷曲線を太陽光発電 1 kW の時間別出力との比較で示したものである。これをみると、太陽光発電の規模が 1 kW 程度の場合は、その時間別出力が平均的には日負荷の中に大方埋もれた形をしている。しかし実際には、太陽光発電の時間別出力は、0~1 kW の範囲ではほぼ一様に分布しており、日負荷曲線の方も、この平均値を中心に相当の幅でランダムに分布しているので、1 kW 容量の太陽光発電を設置する場合でも、時間ごとにはかなりの過不足が生じることになる。

1 日の使用電力量と太陽光発電の発生電力量とを比較し、1 日の消費量が太陽光発電の何 kW に相当するかをみると、表 3.2 に示すように、春季が 2.8、夏季が 4.0、秋季が 3.9、冬季が 3.3 となっており、余剰電力の売電が制度的に認められていない場合には、バッテリーを設置しても、太陽光発電の容量は 4 kW 程度が設置されるべき最大規模であることがわかる。

表 3.2 電力使用量と PV 発電量

	春	夏	秋	冬
(1) 電力使用量 (kWh)	9.4	12.0	9.4	9.9
(2) PV 発電量 (kWh/kWp)	3.3	3.0	2.4	3.0
(1)/(2)	2.8	4.0	3.9	3.3

4. 前提条件と条件変化シミュレーション

需要家が設置する太陽光発電の経済性は、日射量に基づく太陽光発電の発電特性と需要家の負荷パターンに大きく影響されることはすでに述べてきた通りであるが、それ以外の要因も、少なからずその経済評価に影響を与えている。また、様々な条件の組み合わせおよびその変化

が、かなり異なった結果をもたらすことも確かである。そこで、以下では、ここで採用している前提条件および条件変化シミュレーションについて明らかにしておこう。

4.1 シミュレーション計算の前提

(1) 太陽光発電 (PV)

設備単価 10万円, 15万円,
20万円/kW

年経費率 13%

(2) バッテリー (BT)

設備単価 1万円, 2万円/kWh

年経費率 13%

充放電効率 80%

放電限界 40%

容量 0, 1日, 2日 (設置される PV の発電量を基準)

(3) 電気料金

購入電力料金 現行料金, 季時別料金
余剰電力の売 0, 20%, 40% (購入電価格 料金を基準)

4.2 その他の前提条件

① バッテリーの充電は、PV の発電と電力系統からの買電による場合とが考えられるが、ここでは単純化して、PV からのみ充電が行われるものと考えた。図に示すと、次のようになる。

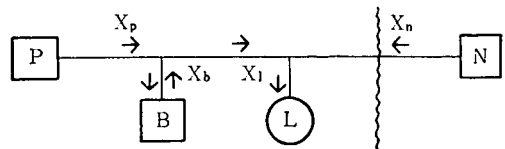


図 4.1 バッテリーの運用システム

P = PV

B = バッテリー

L = 需要家の負荷

N=電力系統

一般型としては、以下の式で表わされる。

$$X_l = X_p + X_b + X_n$$

PV の発電が需要家の負荷を上回る場合 ($X_l < X_p$) には、電力系統からの買電を零 ($X_n = 0$) とし、バッテリーの充電が行われる ($X_b < 0$)。

- ② 設置すべきバッテリーの容量は、望ましい PV の規模と本来相互依存的に決定されるものであるが、ここでは設置される PV の発電量 (kWh) を基準に、その何日分に相当するかでその容量を表わし、0～2日分の間の値をとることとした。
- ③ 支払電気料金の年間節減額によって、設置された太陽光発電の価値を評価するという立場からすれば、購入電力の料金単価およびその時間別パターンは、太陽光発電の経済評価にとってきわめて重要な項目である。ここでは、現行料金制のほかに、比較評価のために季時別料金制を取り上げた。太陽光発電の時間別発電パターンは、一般に電力負荷がピークを示す昼間にピークがあり、季時別料金制の採用は太陽光発電の導入の価値を高める方向に作用するものと考えられる。今回推計に用いた現行料金および季時別料金を、表 4.1 に示す。

表 4.1 現行料金制と季時別料金制

(単位: 円/kWh)

時刻	現行料金制	季時別料金制			
	年間	春	夏	秋	冬
0～6	29.0	17.0	17.0	17.0	17.0
6～8	29.0	28.0	28.0	28.0	28.0
8～9	29.0	28.0	34.0	28.0	28.0
9～10	29.0	34.0	34.0	34.0	34.0
10～17	29.0	34.0	40.0	34.0	34.0
17～19	29.0	28.0	34.0	28.0	34.0
19～23	29.0	28.0	28.0	28.0	28.0
23～24	29.0	17.0	17.0	17.0	17.0

- ④ 余剰電力の電力会社への売電については、現行制度のもとでは、特段の規定がなく当事者間の自由取引となっているが、有償の場合、時間ごとの購入料金を基準として、その 20%、40% のレベルの売電価格を計算に用いることにした。
- ⑤ シミュレーション計算に用いた住宅用需要家の時間別負荷パターンは、図 3.1 に示した通りであるが、実際には、個々の需要家は毎日、図に示したようなパターンをきちんととっているというわけではない。ここでは、需要家のこのようなランダムな行動を考慮し、平均値のまわりに $4\sigma = \frac{\mu}{2}$ (μ : 平均値) の幅で正規分布しているものと仮定した。このように仮定することにより、シミュレーション計算におけるバッテリー併設の効果を、実際の場合に近づけるよう配慮した。

5. 太陽光発電およびバッテリーの最適規模

5.1 太陽光発電の最適規模

設置すべき太陽光発電の規模は、需要家の需要規模が一定であっても、太陽光発電の設備単価、併設されるバッテリーの容量や単価、その他の外生条件等によって大きく変わってくる。

図 5.1 および 5.2 は、設置する太陽光発電の規模を変えていったとき、支払電気料金の年間純節減額がどのように変化して行くかをみたものである。バッテリーを併設しない場合は、図 5.1 にみられるように、太陽光発電の設備単価が 20 万円のと看、PV 規模が 1 kW 以下のところでわずかに純節減額が生じる程度である。15 万円から 10 万円へと単価が次第に低下するにしたがって、純節減額が全体的に増大して行くこ

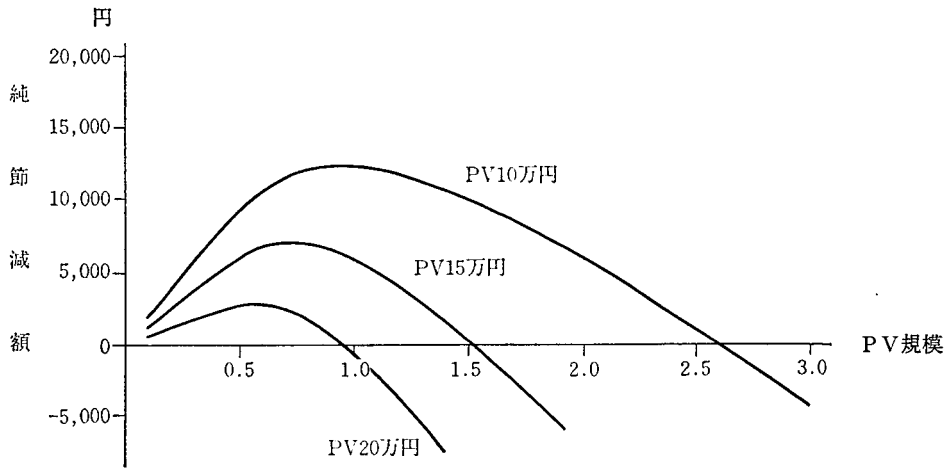


図 5.1 太陽光発電の設置規模と支払電気料金年間純節減額の変化(1)
(バッテリーを設置しないケース)

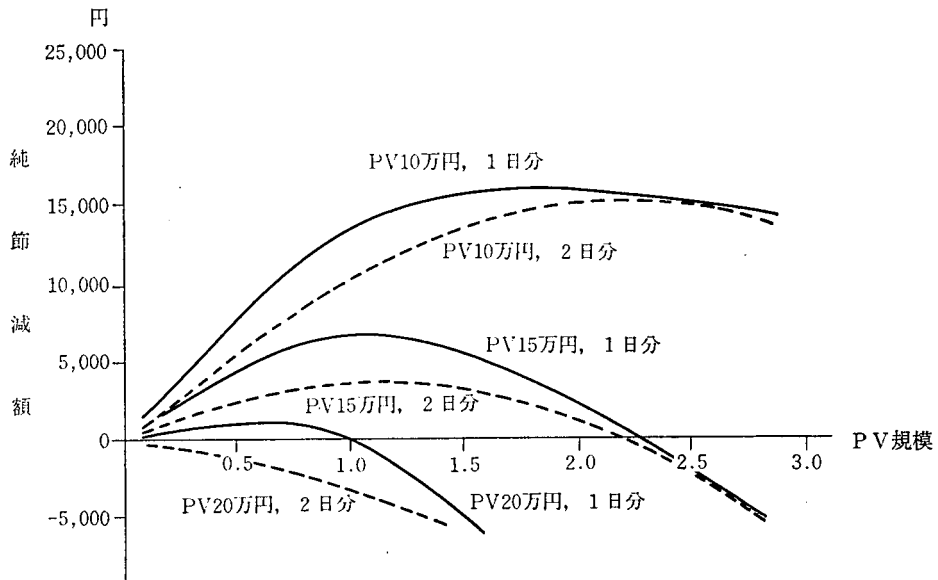


図 5.2 太陽光発電の設置規模と支払電気料金年間純節減額の変化(2)
(バッテリーを設置するケース)

とになるが、その増大の仕方は、ピークが右へシフトするような形で展開している。言い替えれば、太陽光発電の設備単価が20万円から10万円へと次第に低下してくると、設置すべき太陽光発電の規模は増大して行き、採算ベースにのる範囲も、たとえば単価10万円では2.5kW程度にまで拡大して行くということである。

図5.2は、バッテリーを併設した場合であるが、その容量を1日分と2日分について示したものである。ここではバッテリーの単価を1万円/kWhと考えており、2万円および3万円と高くなった場合については、ここではとくに示していないが、この曲線が下方へシフトして行くものと考えればよい。バッテリーを併設する

場合も、太陽光発電の単価と支払電気料金純節減額との関係は、バッテリーを設置しない場合とほぼ同じように、太陽光発電の設備単価が低下するにしたがって、設置すべき太陽光発電の規模は増大して行くことがわかる。

5.2 バッテリーの最適容量

併設すべきバッテリーの容量は、太陽光発電やバッテリーの設備単価、採用されている料金制等に大きく依存して決定される。すなわち、表5.1をみてもわかるように、太陽光発電の設備単価がkW当たり15万円以上の場合は、たとえバッテリー単価が1万円/kWh程度に低下したとしても、バッテリーを併設することはメリットがなく、とくに太陽光発電の単価が20万円を超えるような状況では、バッテリーの併設は全く不利ということになる。

表 5.1 PV の最適規模 (1)

(単位: kW)

バッテリー容量	P V 単 価			(参考) 5万円
	10万円	15万円	20万円	
なし	0.9 (12,360)	0.7 (7,051)	0.6 (2,865)	1.4 (19,706)
1日分	1.9 (15,947)	1.1 (6,776)	0.7 (1,126)	4.1 (36,446)
2日分	2.4 (15,924)	1.2 (3,451)	0.0 (—)	3.2 (33,509)

(注) (1) 下段()の数字は支払料金年間純節減額(単位:円)。

(2) 現行料金制, 余剰電力の売電価格=0。

(3) バッテリー単価は1万円/kWh。

バッテリーの併設が有利となるためには、現行料金制のもとでは、太陽光発電の設備単価が10万円/kW程度にまで低下する必要がある、しかもバッテリー単価が1万円/kWhを下回らないかぎり、設置すべきバッテリーの容量も、設置された太陽光発電設備の1日分の発電量相当の規模が適当であるということになる。2日以上分のバッテリー容量では、その設備費の負担増と、発電と負荷の調整機能の増大から得ら

れるメリット増との比較からみて、1日分を設置する場合より有利とはならない。

6. ブレークイーブン建設コスト

住宅用需要家が設置する太陽光発電システムのブレークイーブン建設コストは、併設するバッテリーの容量と単価、採用されている料金制等の諸条件によって異なった値をとるばかりでなく、設置される太陽光発電の規模によってもかなりの差異がみられる。

表6.1は、設置される太陽光発電の規模によって、そのブレークイーブン建設コストがどのように変わるかを示している。これによると、バッテリーの設置がどうであろうと、ブレークイーブン建設コストは、規模が2~3kWの場合より1kWの場合の方が有利であり、もっと

表 6.1 PV のブレークイーブン建設コスト (1)

(単位: 万円)

バッテリー容量	P V の 規 模		
	1kW	2kW	3kW
なし	19.5	12.3	8.9
1日分 1万円	20.2	16.1	13.7
2万円	17.2	13.1	10.6
2日分 1万円	17.6	15.8	13.6
2万円	11.6	9.8	7.5

(注) (1) バッテリー単価は1万円, 2万円/kWh。

(2) 現行料金制, 余剰電力の売電価格=0。

も有利なものは、1日分相当のバッテリーを併設するケースであって、その値はおよそ20万円程度である。3kW容量のバッテリーを併設しようとする場合には、太陽光発電の建設コストが13万円程度にまで低下する必要がある。このことは、太陽光発電のシステムコストがかりに20万円程度にまで低下してきても、1需要家当たり1kW程度の小規模のものが採算ベースにのるだけであって、それよりも大きな規模の太陽光発電を、バッテリーを併設しながら

設置しようとするには、kW 当たり 10 万円程度にならなければペイしないことを意味している。したがって、1kW 規模の太陽光発電が経済的に導入可能となっても、3kW 規模のものが、同様の単価で導入可能となるとは限らない。

7. 購入電力量および買電パターンの変化

7.1 購入電力量の変化

太陽光発電の設置により、需要家の年間における購入電力量は減少することになるが、その減少の程度は、設置される太陽光発電の規模および併設されるバッテリーの容量によって異なる。

表 7.1 は、設置される太陽光発電の規模にしたがって、年間の使用電力量に占める購入電力量の割合（＝購入電力比率）および太陽光発電の発電量に対する余剰電力量の割合（＝余剰電力比率）がどのように変化して行くかを、併設されるバッテリーの容量との関係で示したものである。これをみると、バッテリーを併設しない場合には、太陽光発電の設置規模を高めて行くと、余剰電力比率は急テンポに高まって行くが、購入電力比率はそれほど減少せず、60%以

下には低下しない。ところが、バッテリーを併設する場合には、たとえそれが 1 日分程度の容量であっても、使用電力量に占める購入電力量の割合は、太陽光発電の規模の拡大につれて、急速に低下し、3kW 程度の太陽光発電を設置する場合でも、購入電力比率は 40% にまで低下することがわかる。この場合、太陽光発電の発生電力量のうち余剰電力となる割合は、24% 程度であり、残りはすべて自家消費される。

2 日分の容量のバッテリーを設置する場合には、設置する太陽光発電の規模が 2kW 程度では、年間を通じてほとんど余剰電力が発生せず自家消費されることになり、購入電力の方は逆に半減するという結果となる。

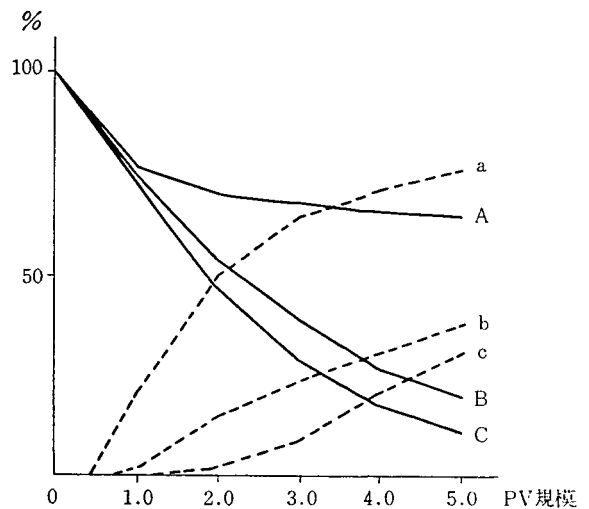


図 7.1 PV 規模と購入電力比率との関係

表 7.1 購入電力量および余剰電力量の変化

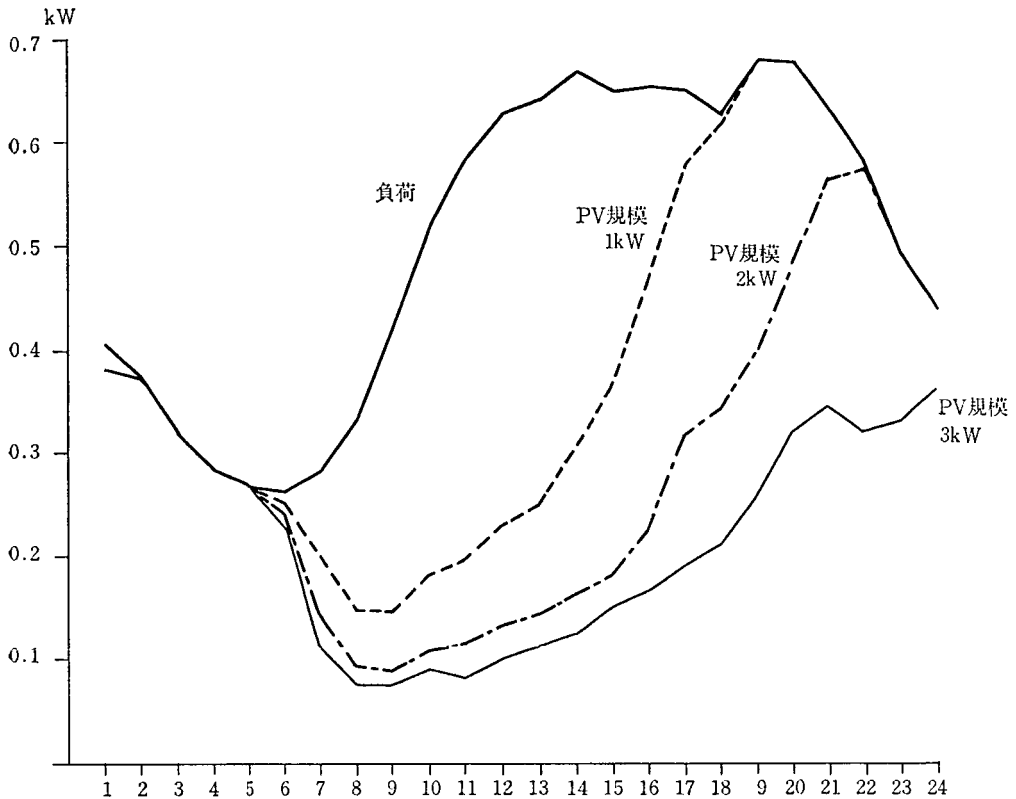
PVの規模	BT=0		BT=1日分		BT=2日分	
	購入電力比率 A	余剰電力比率 a	購入電力比率 B	余剰電力比率 b	購入電力比率 C	余剰電力比率 c
1kW	0.76	0.21	0.74	0.02	0.72	0.0
2kW	0.70	0.50	0.54	0.15	0.47	0.02
3kW	0.68	0.64	0.40	0.24	0.29	0.09
4kW	0.66	0.71	0.27	0.31	0.18	0.21
5kW	0.65	0.76	0.20	0.38	0.11	0.31

(注) (1) 購入電力比率 = $\frac{\text{年間購入電力量}}{\text{年間使用電力量}}$
 (2) 余剰電力比率 = $\frac{\text{年間余剰電力量}}{\text{年間PV発電量}}$

7.2 買電パターンの変化

太陽光発電およびバッテリーの設置は、年間の購入電力量を減少させるばかりでなく、1日における購入電力（＝買電）のパターンを大きく変化させる。

バッテリーを併設しない場合は、若干のランダムな変動が発電と負荷の双方にあるとしても、需要家の負荷パターンから太陽光発電の発



(注) (1) 夏季のパターン。
 (2) バッテリー容量は1日分。

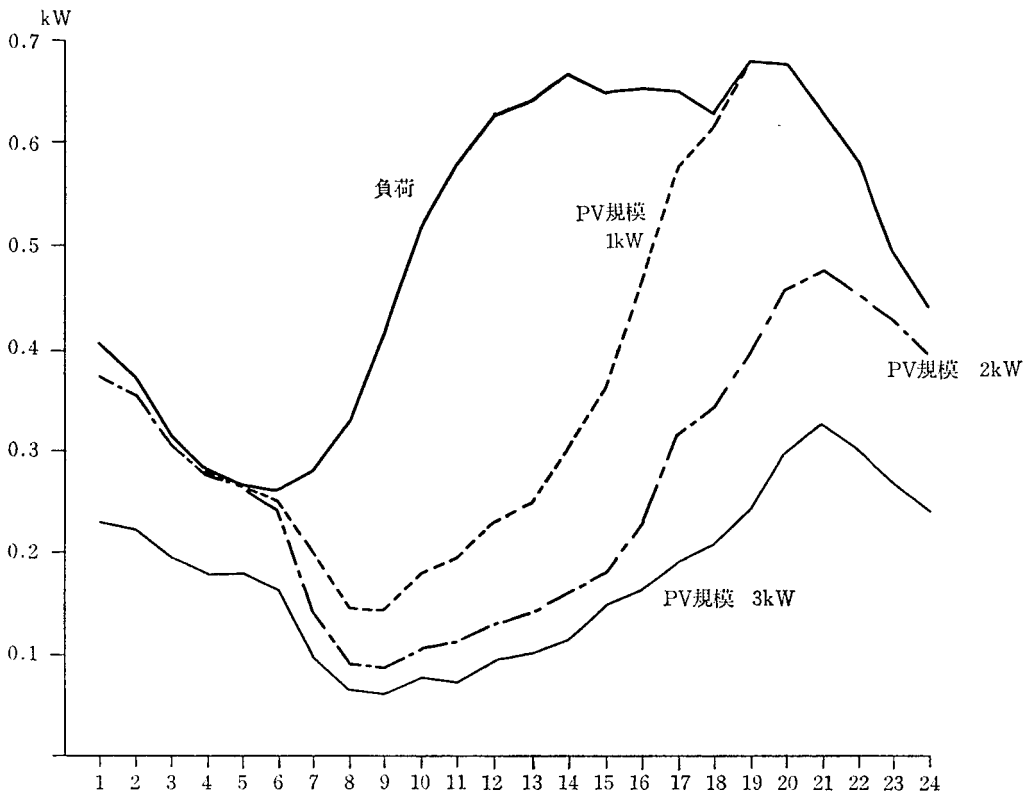
図 7.2 PV 規模別買電パターンの変化 (1)

電パターンを、時間ごとに控除したものが、買電のパターンとなる。しかしバッテリーを併設した場合は、時間ごとの電力の過不足がある程度調整され、設置される太陽光発電の規模が大きくなれば、昼間におけるバッテリーの充電分が日没後の消費に回されるという形をとる。

併設するバッテリーの容量が1日分で、太陽光発電の規模が1kWから3kWへと拡大したとき、買電パターンがどのように変化して行くかを、夏季について示したのが、図7.2である。これをみると、太陽光発電が1kW程度の場合は、日射の時間帯において、時間ごとの発電量に相応した買電の減少がみられ、夜間には全量負荷に即した買電がなされている。しかし

2kWになると、1kWの場合に比べて買電の減少が日没後の数時間に及び、22時以降、負荷に即した買電となる。3kWの場合には、さらにこの傾向が深夜にまで及び、負荷に即した買電は、午前1時から5時までの4時間というパターンになっている。

2日分の容量のバッテリーが設置された場合が図7.3に示される。そこでの特徴は、太陽光発電の規模が1kW程度では、バッテリー容量が1日分の場合とほとんど変わらないが、3kW程度になると、深夜の時間帯においても、バッテリーの放電によってまかなうケースがかなり生じ、買電が相当減少するという結果が得られている。



(注) (1) 夏季のパターン。
 (2) バッテリー容量は2日分。

図 7.3 PV 規模別買電パターンの変化 (2)

8. 季時別料金制の採用

8.1 太陽光発電の最適規模

現行料金制に替えて季時制料金制が採用された場合は、図 8.1 に示すように、全般的に支払電気料金年間純節減額が上昇し、PV の最適規模も、現行料金制の場合と比べて一般に大きくなっている。図 8.1 は、バッテリーの容量が1日分で、単価が1万円の場合について示しているが、バッテリーを併設しない場合や容量が2日分となった場合についても、同じようなパターンの結果が得られている。

表 8.1 は、それぞれのケースについて、季時別料金制を採用した場合の設置すべき太陽光発

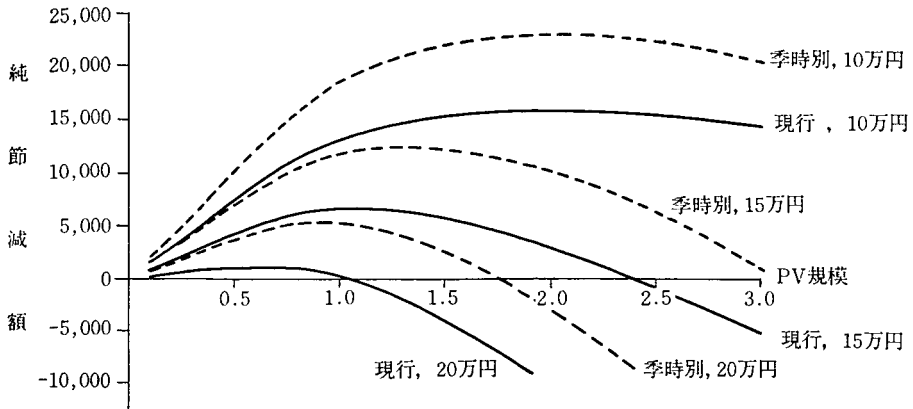
表 8.1 PV の最適規模 (2)

(単位: kW)

バッテリー容量	P V 単価		
	10万円	15万円	20万円
なし	1.0 (16,724)	0.8 (10,816)	0.7 (6,045)
1日分	2.1 (23,171)	1.3 (12,610)	0.9 (5,379)
2日分	2.1 (20,636)	1.4 (9,465)	0.8 (2,214)

(注) (1) 下段 () の数字は支払電気料金年間純節減額 (単位: 円)。
 (2) 季時別料金制, 余剰電力の売電価格=0。
 (3) バッテリー単価は1万円/kWh。

電の規模を示している。表 5.1 と対比すれば、現行料金制に替えて季時別料金制を採用したときの効果がどの程度であるかがわかる。季時別料金制の場合は、太陽光発電の設備単価が kW



(注) (1) バッテリーの容量は1日分、単価は1万円。
 (2) PVの単価は10万円、15万円、20万円。

図 8.1 現行料金制と季時別料金制の比較

当たり 15 万円程度でも、バッテリーの単価が 1 万円/kWh なら、バッテリーを併設しない場合より 1 日分程度の容量を併設した方が有利となる。また、太陽光発電の設備単価が 20 万円、バッテリーを併設するケースについてもメリットが生じてきている。

8.2 ブレークイーブン建設コスト

季時別料金制の採用は、太陽光発電の導入を有利にする方向に作用するが、表 8.1 をみてもわかるように、2~3kW の規模よりも 1kW 程度でかつバッテリーを併設するケースがもっとも効果が大きく、現行料金制の場合に比べて、4 万円程度ブレークイーブン建設コストが高くなっている。もっとも有利なケースは、太陽光発電の規模が 1kW、併設されるバッテリ

ー容量が 1 日分で、そのときのブレークイーブン建設コストはおよそ 24 万円である。

9. 余剰電力の販売

9.1 太陽光発電の最適規模

太陽光発電からの発生電力が需要家の負荷を上回るときは、バッテリーに充電されるが、その容量を超えた分は余剰電力として電力会社等に引き取ってもらうことになる。これまでの議論では、この余剰電力は無償で引き取られるものとして取扱ってきた。しかしもしかりに、これが有償で取引されるとしたら、設置されるべき太陽光発電の規模ならびにバッテリーの容量も変わってくる。

余剰電力の販売価格を、その同じ時間の購入電力価格の 20% および 40% として、様々なケースについて支払電気料金年間純節減額を計算し、設置すべき太陽光発電の規模を求めてみたのが、表 9.1 である。これをみると、

①すべてのケースについて、売電価格 = 0 の場合に比べて支払電気料金年間純節減額が増大しているばかりでなく、PV の最適規模も同様に大きくなっている。

表 8.2 PV のブレークイーブン建設コスト(2)
 (単位: 万円)

バッテリー容量	P V の 規 模		
	1kW	2kW	3kW
なし	22.9	14.4	10.5
1日分 1万円	24.1	18.9	15.3
2万円	21.1	15.9	12.2
2日分 1万円	21.6	17.9	14.3
2万円	15.6	11.9	8.3

表 9.1 PV の最適規模 (3)

(単位: kW)

バッテリー容量	現行料金制 (PV単価)			季時別料金制 (PV単価)		
	10万円	15万円	20万円	10万円	15万円	20万円
なし						
売電価格20%	1.2 (13.9)	0.8 (7.5)	0.6 (3.0)	1.5 (19.4)	1.0 (11.8)	0.7 (6.4)
売電価格40%	5.0* (21.5)	1.0 (8.5)	0.7 (3.2)	5.0* (36.3)	1.4 (13.9)	0.8 (7.0)
1日分						
売電価格20%	3.2 (19.0)	1.2 (7.0)	0.7 (1.1)	2.6 (26.5)	1.5 (13.4)	1.0 (5.5)
売電価格40%	4.5 (26.6)	1.4 (7.5)	0.7 (1.1)	5.0* (33.2)	2.0 (14.9)	1.0 (5.7)
2日分						
売電価格20%	2.6 (16.5)	1.2 (3.5)	0.0 (-)	2.3 (21.0)	1.4 (9.5)	0.8 (2.2)
売電価格40%	2.9 (17.6)	1.2 (3.5)	0.0 (-)	2.5 (21.6)	1.5 (9.5)	0.8 (2.2)

(注) (1) 下段 () の数字は支払電気料金年間純節減額 (単位: 1,000円)。

(2) バッテリー単価は1万円/kWh。

(3) *印は, PV の最適規模が 5kW を超えるケース。

②売電価格=40% のとき, PV 単価が 10 万円程度に低下すると, PV 規模が 5kW 以上でも十分有利となる。この場合, バッテリーを併設しないか併設しても 1日分程度の容量がとくに有利である。このことは, 自家消費による支払料金の節減より, むしろ売電によって PV の発電が十分ペイすることを意味している。

③売電価格=20% の場合, 10 万円の PV 単価では, 1日分程度の容量のバッテリーを併設することが, もっとも有利となる。PV 単価が

15 万円では, バッテリーを併設しない場合と同程度であるが, 季時別料金制のもとでは 1日分のバッテリーを併設する方が有利となる。

9.2 ブレークイーブン建設コスト

余剰電力の販売にプラスの価格が与えられることによって, PV のブレークイーブン建設コストがどのようになるかを示したのが, 表 9.2 である。この場合も, さきに見てきた売電価格=0 の場合と同様に, ブレークイーブン建設コストが高いのは, PV が 1kW 程度のときであ

表 9.2 PV のブレークイーブン建設コスト (3)

(単位: 万円)

バッテリー容量	現行料金制 (PVの規模)			季時別料金制 (PVの規模)		
	1kW	2kW	3kW	1kW	2kW	3kW
なし						
売電価格20%	20.5	14.7	12.1	24.0	17.3	14.1
売電価格40%	21.5	17.2	15.2	25.2	20.2	17.8
1日分						
売電価格20%	20.3	16.9	14.8	24.2	19.8	16.7
売電価格40%	20.4	17.6	16.1	24.4	20.7	18.1
2日分						
売電価格20%	17.6	15.9	14.0	21.6	18.0	14.9
売電価格40%	17.6	16.0	14.5	21.6	18.1	15.5

(注) (1) バッテリー単価は1万円/kWh。

り、売電価格=0のケースと比べブレークイーブン建設コストに大きな変化がみられない。これは、余剰電力の発生量がそれほど多くはないためである。しかし3kW程度のPV規模の場合は、1kWの場合に比べ、どのケースもブレークイーブン建設コストの水準は低いが、売電価格=0の場合よりも売電価格が20~40%と上昇するにつれて、ブレークイーブン建設コストが相対的に引き上げられているのが特徴である。

10. す び む

今回、住宅用需要家が設置する太陽光発電について、様々な条件変化を考慮したシミュレーション分析を行い、その経済評価を多面的に試みた。その主な結果を整理すると、以下の通りである。

- ① 設置すべき太陽光発電の規模は、たとえ需要家の需要規模が不変であっても、太陽光発電の設備単価、併設されるバッテリーの容量や単価、電気料金制、余剰電力の取り扱い、等によって大きく変わってくる。
- ② 太陽光発電の設備単価がkW当たり20万円では、太陽光発電の規模が1kW以下のところでわずかに純価値が生ずる程度であり、バッテリーの併設はあまりメリットがない。
- ③ バッテリーの併設がバッテリーなしの場合より相対的に有利となるためには、太陽光発電の設備単価がkW当たり10万円程度にまで低下する必要がある。このときの太陽光発電の最適規模は、およそ2kWである。

- ④ 併設すべきバッテリーの容量は、バッテリー単価が1万円/kWhを下回らないかぎり、その規模は設置された太陽光発電の発生電力量1日分相当が適当である。
- ⑤ 太陽光発電のブレークイーブン建設コストは、もっとも有利な条件(1kW規模で、1日分相当のバッテリー併設)のもとで、kW当たりおよそ20万円である。
- ⑥ 1日分容量のバッテリーを併設し、3kW程度の太陽光発電を設置する場合、使用電力量に占める購入電力量の割合は40%に低下する。この場合の時間別買電パターンは、夏季でも深夜の負荷より昼間の負荷の方が低い形となる。
- ⑦ 季時別料金制の採用は、太陽光発電の導入を有利にするが、もっとも有利な条件下(1kW規模で、1日分相当のバッテリー併設)で、そのブレークイーブン建設コストは約4万円ほど引き上げられる。
- ⑧ 太陽光発電からの余剰電力が有償で引き取られる場合には、全般的に太陽光発電の導入を有利にするが、その場合1kW規模よりむしろ2~3kWのように規模の大きいケースの方が、相対的に大きなメリットを受ける。

参 考 文 献

- [1] 新エネルギー総合開発機構「太陽光発電の価値評価に関する調査研究(II)」1986年3月。
- [2] 滝川清・武田行弘「地域気象条件を考慮した太陽光発電・運転特性評価方式」電力中央研究所報告 研究報告:183044, 1985年1月。

(にし の よしひこ)
経済研究所

産業用需要家のプロセスモデルの開発

—鉄鋼業の事例—*

キーワード：ロードマネジメント，季時別料金制，
プロセスモデル，高炉一貫製鉄所，電
力負荷特性

山 地 憲 治 浅 野 浩 志
佐 賀 井 重 雄

〔要 旨〕

高炉一貫製鉄所を対象として生産プロセスに基づいた最適化型の需要家行動モデルを開発し，季時別料金制などの料金構造に対する電力負荷の反応を解析した。目的は料金構造の持つロードマネジメント効果をマイクロレベルで明らかにすることである。

生産工程を表す 13 のプロセスについて，物質フローとエネルギー需給を稼働率の線形関数で表現し，線形計画法を適用して生産コストを最小化する最適操業計画を求めた。外生条件として与える電気料金構造を変化させ，それに対する最適操業計画を通して，製鉄所が外部から購入する電力の負荷パターンへの影響を評価した。

ケーススタディの結果，料金構造に対応した操業時間帯の移行および需要家が所有するエネルギー貯蔵装置の最適運用等の反応が明らかにされた。また，季時別料金制の下では，需要家の最適行動により需要家自身のコストが減少するだけでなく，電気事業にとっても，系統全体の需要の谷間である夜間に負荷が誘導されるというメリットが生じることを定量的に示した。

1. はじめに
2. 高炉一貫製鉄所プロセスの概要
 - 2.1 製造工程，物質フロー
 - 2.2 エネルギー・電力需給
3. モデルの構造
 - 3.1 モデルの概要と前提
 - 3.2 変数および入力パラメータ
 - 3.3 制約条件
 - 3.4 目的関数
4. 需要家の行動分析
 - 4.1 入力データ
 - 4.2 計算ケースと結果
 - 4.3 季時別料金制の効果
 - 4.4 操業計画最適化の効果
5. 結語

* 本研究に当たっては，電力中央研究所内にプロセス負荷モデル研究会を設置した。主査の東京大学工学部茅陽一教授をはじめ同研究会のメンバーから有益なコメントを頂いた。また，データの作成に際しては新日本製鉄

(株)朝倉友美，佐藤修一両氏の全面的な協力を，モデル計算作業においては東京大学大学院山岡博氏の協力を得た。ここに深甚の謝意を表す。

1. はじめに

電力需要を積極的に望ましい方向へ誘導するロードマネジメントが、新しい電力経営方策の一つとして注目されている。なかでも、適切に設計された料金制度によるロードマネジメントは、需要家の自発的な調整によって、供給側の観点だけでなく需要側にとっても望ましい負荷パターンを創成できるという点で優れている。ロードマネジメントを効果的に実施するためには、需要家の負荷特性をプロセス・機器というミクロレベルで把握し、需要家が料金構造にいかに対応するかを予測する必要がある。

本研究の目的は、電力消費形態が技術的要因と密接に結びついている産業用電力需要の料金制度に対する反応を、生産プロセスに基づいた需要家行動モデルにより予測することである¹⁾。今回は、最初の事例研究として、季時別料金制に対する高炉一貫製鉄所の反応についての検討結果を報告する。

米国電力研究所 (EPRI) では既に同様の目的でソーダ工業およびセメント工業のプラントレベルでの需要家モデルを開発済みであるが、それは季時別料金制下での対応策を予め用意し、その中から選択するシミュレーション型モデルである^[1]。

本報告における需要家行動モデルは線形計画法を適用して最適化型モデルとして定式化する。すなわち、代表的な製鉄所を対象として、基本製造工程およびエネルギー・電力消費構造を表す生産プロセスのモデルを作成し、人件費や電気料金構造等の投入要素価格の条件下で、所与の製品出荷量を最小コストで生産する最適操業計画を求める。計画期間は1週間ないし1箇月の短期間としている。仮定する電気料金構

造を変化させて、それに対する需要家の最適操業計画を介して、どのように電力負荷パターンが影響されるかを検討する。また、このモデルをシミュレーションモデルとして用いて、様々な操業計画による電力負荷への影響を解析することもできる。

2. 高炉一貫製鉄所プロセスの概要

2.1 製造工程、物質フロー

高炉一貫製鉄所における各種鉄鋼製品の製造工程は原料からスラブ、ブルームと呼ばれる中間製品を製造する上流部門とそこから最終製品に成型加工する下流部門の二つに大きく分けられる (図 2.1 参照)。

上流部門の主要プロセスは焼結工場 (原料工場)、コークス炉、高炉、製鋼工場である。また、下流部門は次の三つの系列に分けられ：1) ブルームから大型形鋼および線材に圧延加工する系列、2) スラブから厚板、さらに厚板から UO 鋼管に加工する系列、3) スラブから熱延コイルを介して各種鋼管、およびさらに冷延コイルを介してメッキ鋼板に至る系列。

なお、これら主要製造工程の間には中間製品を一時蓄えておくバッファがある。また、酸素生産、蒸気生産等の支援プラントが存在する。

2.2 エネルギー・電力需給

1973 年の石油危機以来、省エネルギー努力の成果は著しいが、鉄鋼業のエネルギー消費は依然として莫大であり、年間の粗鋼生産が500万トンを超えるような大規模な高炉一貫製鉄所

1) 家庭用需要の負荷変動は保有機器や住居の大きさなど技術的要因のみならず生活習慣や気象要因など不規則であったり、説明しにくい要因による影響も大きい。そのため家庭用需要家の負荷分析には統計解析的なアプローチがとられることが多い。

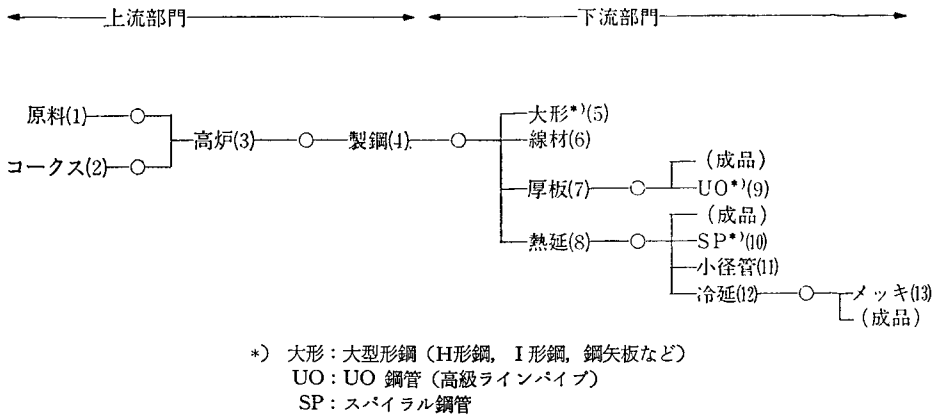


図 2.1 高炉一貫製鉄所の製造工程（○はバッファの位置を表す）

は 1 工場 で日本の全エネルギーの 1% 弱を使用している。

高炉一貫製鉄所のエネルギー供給源は、そのほとんどが石炭に基づいている。石炭は鉄鉱石の還元剤として使用されるコークスの原料であるが、乾溜される際にコークス炉ガス (COG) を発生する。また、コークスは高炉での使用工程において高炉ガス (BFG) を副生する。さらに、転炉においては製鋼中に転炉ガス (LDG) を副生する。これら副生ガスは製鉄所内の各種加熱用エネルギーとして半分強が利用され、残りの大部分は発電所（自家発電あるいは共同火力）に投入されて電力に変換されるのが通例である。また、原料工場、コークス炉、高炉からそれぞれエネルギー回収設備を通じて電力を得ることができる。なお、以前は高炉への吹込み等石油が補助燃料として用いられていたが、石油危機後の省石油努力により最近では石油はほとんど使われていない。

エネルギー消費量を工程別にみると、コークスに含まれるエネルギーも算入すると高炉を中心とする上流部門に集中しているが、加熱用のガスについては熱延プロセスの消費量も相当大きく、また、電力消費は上流の各部門に加え

て、冷延、熱延の各プロセス、および酸素製造等の支援プラントにおいても大きい。

副生ガスに含まれるエネルギーは、製鉄所の全所要エネルギー（但し、原材料としてコークスに含まれるものを除く）にはほぼ匹敵する。しかし、エネルギーの発生と消費の間には時間的なずれがある。ガスホルダーによる副生ガスの貯蔵、および共同火力が設立されている場合にはそれとのガス販売/電力購入、を通じてエネルギー需給のずれを調整している。

3. モデルの構造

プロセスモデルの定式化の詳細は付録に記す。

3.1 モデルの概要と前提

モデル化の対象とした高炉一貫製鉄所の構成に基づき、図 3.1 に示すような基本構造を持つ最適化モデルを開発した。モデルの中核は生産プロセス部分であり、原材料、中間製品および最終製品の投入・産出を表わす物質フローと副生ガスおよび電力のエネルギー需給によって表現されている（図 3.2 参照）。これら物質フローとエネルギー需給は、操業計画の時間単位である 1 ペリオド（今回は 8 時間に設定）毎にバ

外生変数：

最終製品出荷量

投入要素価格（季別料金等）



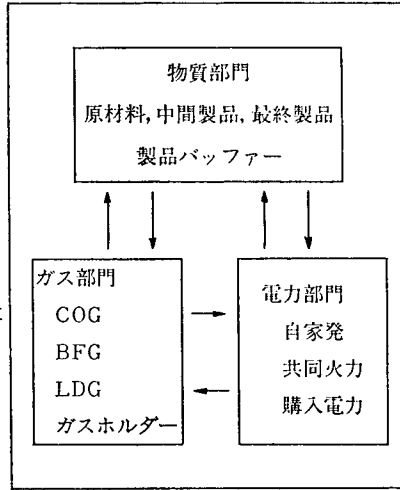
制御変数：

各プロセスの稼働率

副生ガス運用

製品バッファの初期貯蔵量

ガスホルダーの初期貯蔵量



出力：

物質フロー

ガスフロー

電力フロー

総生産コスト



図 3.1 モデルの概要

ランスするように制約される。

生産工程は図 2.1 に示されている上流部門 4 プロセス、下流部門 9 プロセスの合計 13 プロセスをすべて分離して表現した。バッファ容量も同図に示されている 7 箇所を設定した。中間製品の中にはバッファでの長期貯蔵による冷却を避けねばならないものもあるので、それらについては、バッファ出口側プロセスの使用量の一定割合以上は必ず同一ペリオド中に直前の上流プロセスで生産されねばならないとするホットチャージ比率制約を設けた。

また、生産物質のプロセス内における滞在時間およびプロセス間の移動時間についても考慮する必要がある。本モデルでは高炉における溶銑の滞在時間は約 1/2 ペリオドと仮定し、今期の出銑量は前期と今期の稼働率の平均に比例するとしている。他のプロセスの滞在時間および移動時間は無視されている。

送風、酸素、水道、蒸気等の工程は、中間製

品、最終製品の生産に直接携わらないが、エネルギーバランス上考慮する必要がある。これら支援工場は関連性の強い上流プロセスの稼働状況に合わせて運転されるとしてモデル化した。すなわち、送風工程は高炉プロセスの内に含め、蒸気、酸素および水道工程の電力/ガス使用量は製鋼プロセスに連動する支援プロセスとして一括して表現した。

副生ガスのバランスは COG, BFG, LDG の 3 種を分離して扱い、各々にガスホルダー容量を考慮した。電力供給は、焼結鉍クーラー排熱回収 (ORCS)、コークス乾式消火 (CDQ)、高炉炉頂圧回収発電 (TRT) の 3 種の自家発電設備と余剰副生ガスによる発電、および一般電気事業者からの購入によって行われるとした。モデル化の対象とした製鉄所では共同火力会社が設立されており、製鉄所が共同火力から購入する電力は共同火力へ販売する副生ガスと時間的には勿論エネルギー量としても一対一対応して

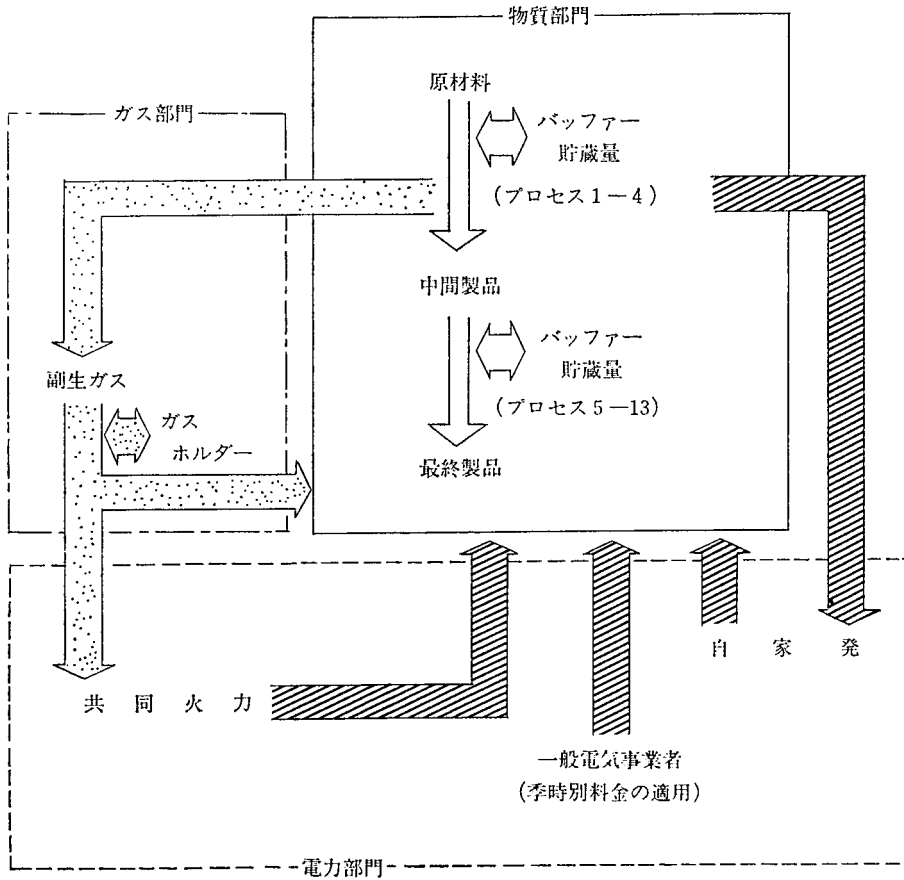


図 3.2 モデルにおける物質フローとエネルギーフロー

いる訳ではなく、またガスと電気の単価は取り引き量等に応じて変化する契約になっている。しかし、ここではモデルの簡略化のため、共同火力へ販売した副生ガスは同一ペリオド中に全量電気に変換されて製鉄所に還流するものとし、共同火力との取り引きにおけるガスと電気の単価は各々一定とした。

操業計画の最適化は、計画期間中の各ペリオドにおける 13 の各生産プロセスの稼働率および 3 種の副生ガスの運用（生産プロセスの稼働率によって、副生ガス生産量とプロセスでの使用量は定まるので、ここでいうガス運用とは、残った余剰ガスを共同火力へ販売して電力に変換するか、ガスホルダーに蓄えるか、あるいはは

放散するかを選択を意味する）の決定によって行われる。これらは線形計画法により計画期間中の生産コストを最小化するように決定される。なお、ガスホルダーと生産プロセスのバッファーにおける貯蔵量については、計画期間の初期と終端で一致するという制約を課し、初期貯蔵量は最適化により求めるようにしている。

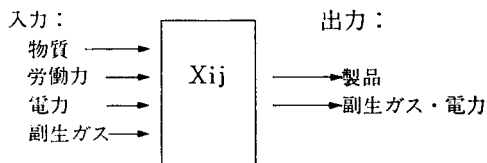
主要な外生変数は、計画期間全体で生産すべき最終製品出荷量、一般電気事業者からの購入電力の料金構造（ここで季特別料金制が考慮される）、共同火力との取り引き条件、および労働時間帯別の賃金率である。

モデル計算の結果として、最適操業計画とともに、最小化された生産コストの内訳、バッ

ァー貯蔵量の変化、およびペリオド毎のエネルギー需給の内訳が出力される。エネルギー需給の内訳から一電気事業者に対する負荷パターンを得ることができる。

3.2 変数および入力パラメータ

線形計画法を適用するために、図 3.3 に示したように、各プロセスの入出力量 (Y_{ij} : i -ペリオド, j -プロセス) は稼働率 (X_{ij}) の線形関数 ($Y_{ij} = A_j + B_j X_{ij}$) として表す。入力としては、上流プロセスからの原材料、中間製品の他に労働力、電力、副生ガスが必要である。出力は、一般にはそのプロセスの製品であるが、上流部門の各プロセスについては副生ガス (コークス炉, 高炉, 製鋼) あるいは自家発電設備による電力生産 (原料プロセス, コークス炉, 高炉) が伴う。



入出力量の線形性:

$$Y_{ij} = A_j + B_j X_{ij}$$

Y_{ij} : 第 i -ペリオドにおける j -プロセスの入出力量

X_{ij} : 第 i -ペリオドにおける j -プロセスの稼働率

図 3.3 各プロセスの入出力関係

各プロセスの特性を表す線形関数の係数 A_j , B_j (以下, 原単位と呼ぶ) は, 対象とした製鉄所の稼働実績から回帰分析により求めた。固定成分 A_j を考慮したのは労働力投入と電力投入だけであり, 他の入出力要素はプロセスの稼働率に比例するとした。

主要な制御変数は以下の通りである。

- 1) 各ペリオドにおける各プロセスの稼働率
- 2) 各ペリオドにおける共同火力向けガス販売量
- 3) 各ペリオド末期のガスホルダー貯蔵量

4) ガスホルダーおよび製品バッファの初期貯蔵量

なお, 各ペリオドにおける各プロセスの製品生産量, 購入電力量, ガス消費量, 労働力所要量, ガス放散量などは上記制御変数に従属して決定される。

今回のモデルにおいては以下に掲げる値は外生的に与えられている。

- 1) 計画期間における最終製品出荷量
- 2) 購入電力料金体系, 但し, 時間帯別の従量料金のみ考慮する。
- 3) 労働時間帯別賃金率
- 4) ガスホルダー容量
- 5) 製品バッファ容量
- 6) ホットチャージ比率
- 7) 共同火力との取引条件

今後のモデル改良においては, ガスホルダー容量等は設備投資コストを考慮することで最適化の対象とすることもできよう。

入力パラメータの主要なものは, 以下の通りである。

- 1) 各プロセスの一ペリオド当たりの生産能力
- 2) 電力生産原単位
- 3) 電力消費原単位
- 4) ガス生産原単位
- 5) ガス消費原単位
- 6) 労働原単位
- 7) 共同火力発電効率

3.3 制約条件

変数の定義に関するもの以外, モデルで考慮されている主要な制約条件は次の 4 種類である。

- 1) 物質バランス: 計画期間内に所与の出荷量を満たす生産を行うこと, 各ペリオドにおい

て中間製品生産プロセスからバッファを経由して中間製品消費プロセスへ物質が流れるときの収支がバッファ容量の範囲内に収ること、バッファにおいて製品貯蔵量が計画期間の初期と終端で一致すること、ホットチャージ比率制約を満たすこと。

2) 電力バランス：各ペリオドにおける製鉄所全体での電力需要が自家発電力、共同火力電力、購入電力の合計量と一致すること。

3) ガスバランス：各ペリオドにおいて次の制約条件を満たすこと： $0 \leq (\text{ガス発生量} + \text{前ペリオド末期のガスホルダー貯蔵量}) - (\text{ガス消費量} + \text{共同火力向けガス販売量} + \text{ガス放散量}) \leq \text{ガスホルダー最大貯蔵容量}$

4) 高炉、製鋼プロセスの稼働率は一定とする。

3.4 目的関数

計画期間としては1週間ないしは1箇月を考察するので、最小化すべき目的関数は短期の運転コストであり、具体的には人件費、エネルギーコスト（購入電力コスト+共同火力電力コスト-余剰副生ガス売上）および中間製品の在庫コストの計画期間中の総合計とした。

4. 需要家の行動分析

今回はモデルの有効性を試験する意味で予備的に計画期間を一週間として幾つかのケースについて最適操業計画を求めた。一週間を平日（月～金曜日）、土曜日、日曜日に分け、また、一日を第1シフト（7時～15時）、第2シフト（15時～23時）、第3シフト（23時～7時）に分ける（表 4.1 参照）。

4.1 入力データ

主な外生条件と入力パラメータは対象とした製鉄所の協力を得て以下のように設定した。

表 4.1 PERIOD 番号と時間帯対応表

PERIOD	曜日	時間
1	金	7~15
2		15~23
3		23~ 7/土
4	土	7~15
5		15~23
6		23~ 7/日
7	日	7~15
8		15~23
9		23~ 7/月
10	月	7~15
11		15~23
12		23~ 7/火
13	火	7~15
14		15~23
15		23~ 7/水
16	水	7~15
17		15~23
18		23~ 7/木
19	木	7~15
20		15~23
21		23~ 7/金

外生条件

1) 各プロセスの中間・最終製品出荷量：物質フロー図（図 2.1 参照）にしたがって、計画期間にわたる最終製品出荷量からプロセス別の中間・最終製品出荷量を割り当てた、但し、歩留まりは 100% とした。

2) 購入電力料金：対象とした製鉄所が契約している需給調整契約を参考に曜日別・ペリオド別に季時別料金を設定した（表 4.2）。比較の

表 4.2 購入電力の料金体系

（単位：円/kWh）

	季時別料金			均一料金
	月～金曜日	土曜日	日曜日	
第1シフト (7~15時)	12.10	10.67	6.65	12.10
第2シフト (15~23時)	11.89	10.67	6.65	12.10
第3シフト (23~7時)	5.33	5.33	4.66	12.10

ために用いる使用時間帯によらず一定の均一料金としては特別高圧電力契約の料金を参考に設定した。なお、基本料金は季時別料金制と均一料金制で等しいと仮定し、従量料金のみをコスト計算の対象とした。

3) 労働時間帯別賃金率：平日の第1シフトの賃金率を1とし相対値で表したとき、第2シフト：1.05、第3シフト：1.32、土曜日・日曜日の第1シフト：1.10、第2シフト：1.15、第3シフト：1.43とした。

4) ガスホルダー容量：対象とした製鉄所の現有設備に基づきガス種別に設定した。COGのガスホルダー容量は熱量ベースでBFG、LDGに比べて約10倍である。

5) 製品バッファー容量：加熱プロセスの省エネルギーの観点から上流部門では小さく、下流部門では大きく設定した。なお、今回は簡単化のため中間製品の在庫コストは考慮しない。

6) ホットチャージ比率：圧延・加工のため再加熱を要するプロセスには次のようなホットチャージ比率を与えた。大形：65%、厚板：71%、熱延：71%。

7) 共同火力取引条件：実績に基づきガス販売単価および電力購入単価を設定した。

入力パラメータ

1) 各プロセスの生産能力：定期点検・補修を考慮した月次生産能力から一ペリオド当たりの生産能力に換算した。

2) 電力生産原単位：3種類の自家発電設備の発電容量に基づき設定した。

3) 電力消費原単位：各プロセスの稼働実績（1年分の月次データ）から回帰分析により求めた。

4) ガス生産原単位：各プロセスの稼働実績（1年分の月次データ）から回帰分析により求

めた。

5) ガス消費原単位：各プロセスの稼働実績（1年分の月次データ）から回帰分析により求めた。

6) 労働原単位：上流部門はすべて固定要員、下流部門は半分が固定要員と仮定した。

7) 共同火力発電熱効率：実績に基づき設定した。

4.2 計算ケースと結果

季時別料金制の効果と操業計画最適化の効果を検討するために次の3ケースについて計算した。

最適・季時ケース：季時別料金制のもとで操業計画を最適化する。

最適・特高ケース：均一料金制（特別高圧契約並み）のもとで操業計画を最適化する。

均等・季時ケース：季時別料金制のもとで全ペリオドにわたって均等稼働率でプロセスの運転を行う。但し、副生ガスの運用は最適化する。

図4.1、4.2に最適・季時ケースおよび最適・特高ケース、それぞれの最適操業計画における各プロセスの稼働状況を示す。上流部門の4プロセスおよびUO（UO鋼管）プロセスとSP（スパイラル鋼管）プロセスでは生産要求を満たすために全期間ほぼフル稼働しなければならないので最適化の余地は少ない。このようなプロセスで稼働率を落とすのは賃金率の最も高い休日夜間である。

図4.3に均等・季時ケースにおける各プロセスの稼働状況を示す。各プロセスの平均的な稼働水準がわかる。

図4.4に各製品バッファー貯蔵量のケース間比較を示す。一般にランニングストックが尽きて下流工程の操業に支障がきたさないように上

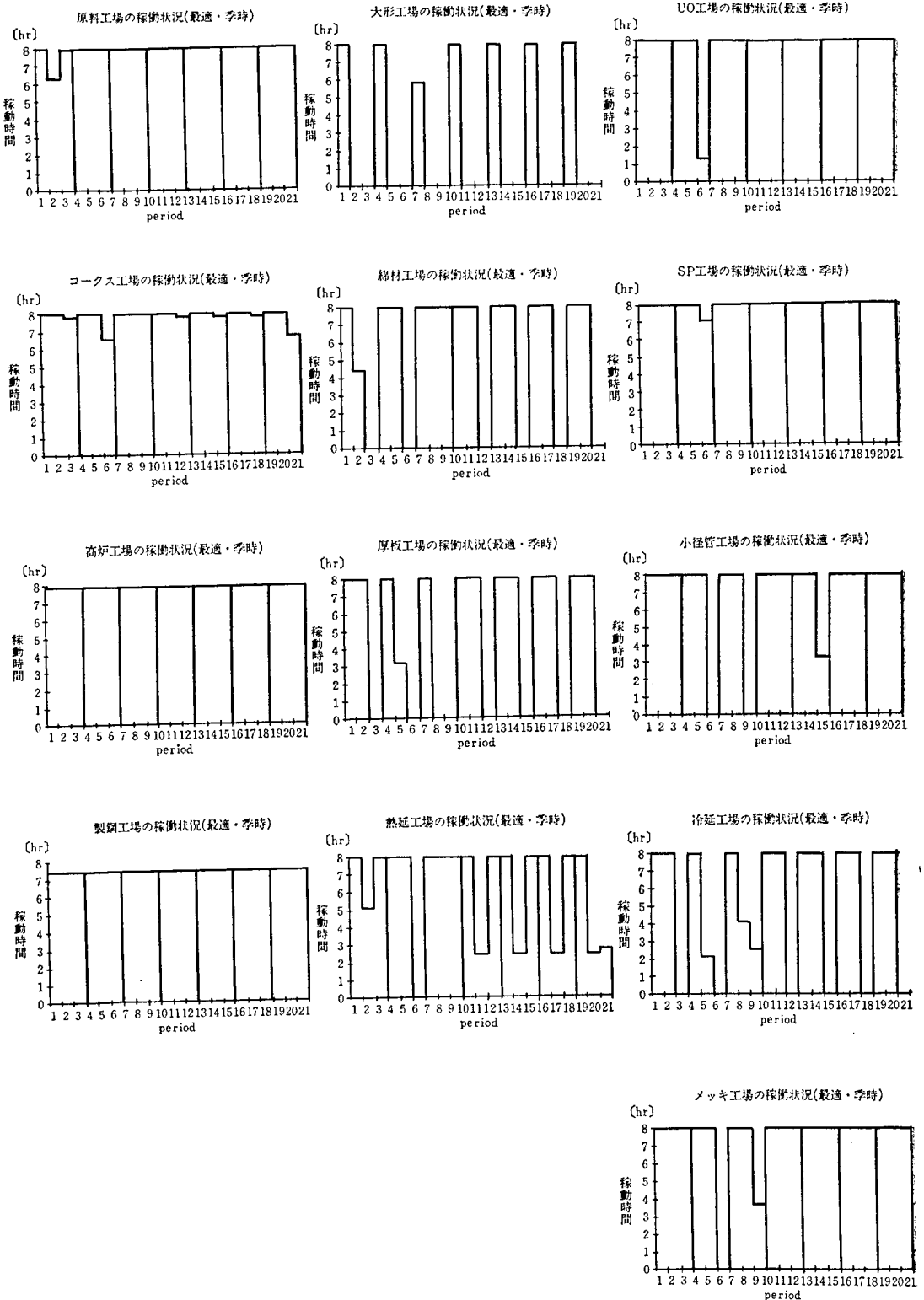


図 4.1 最適操業計画における各プロセスの稼働率 (最適・季時ケース)

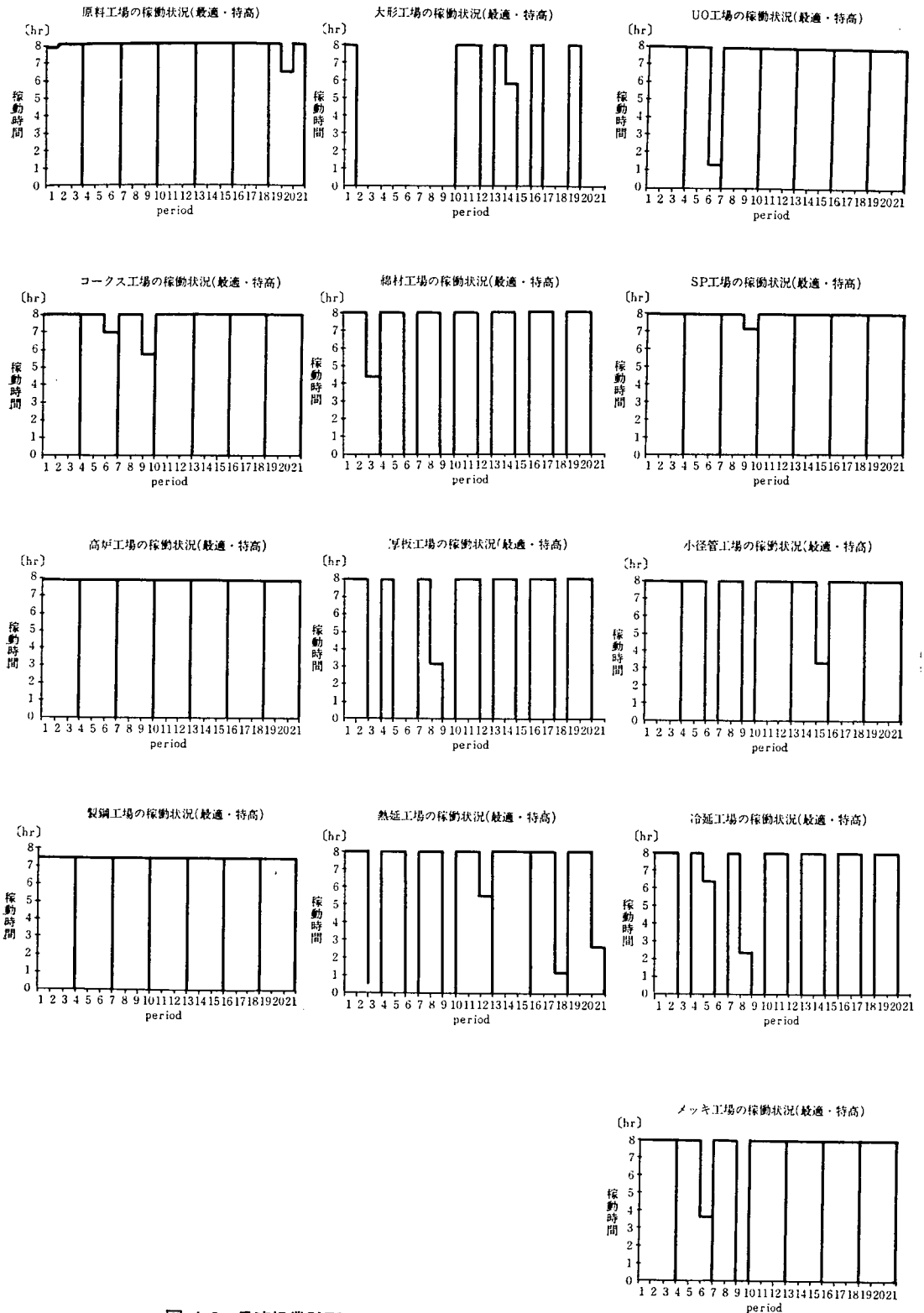


図 4.2 最適操業計画における各プロセスの稼働率(最適・特高ケース)

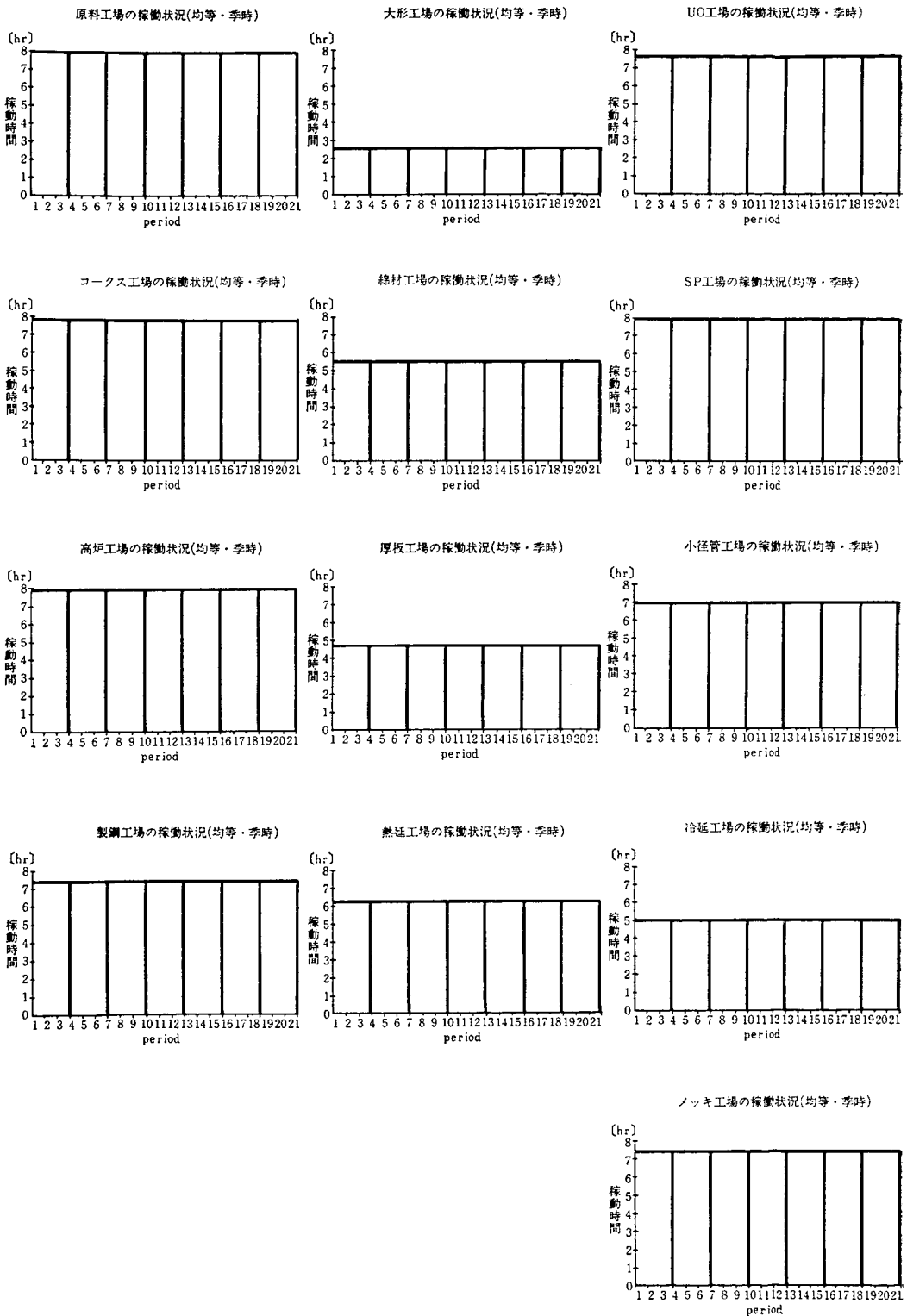


図 4.3 均等操業計画における各プロセスの稼働率 (均等・季時ケース)

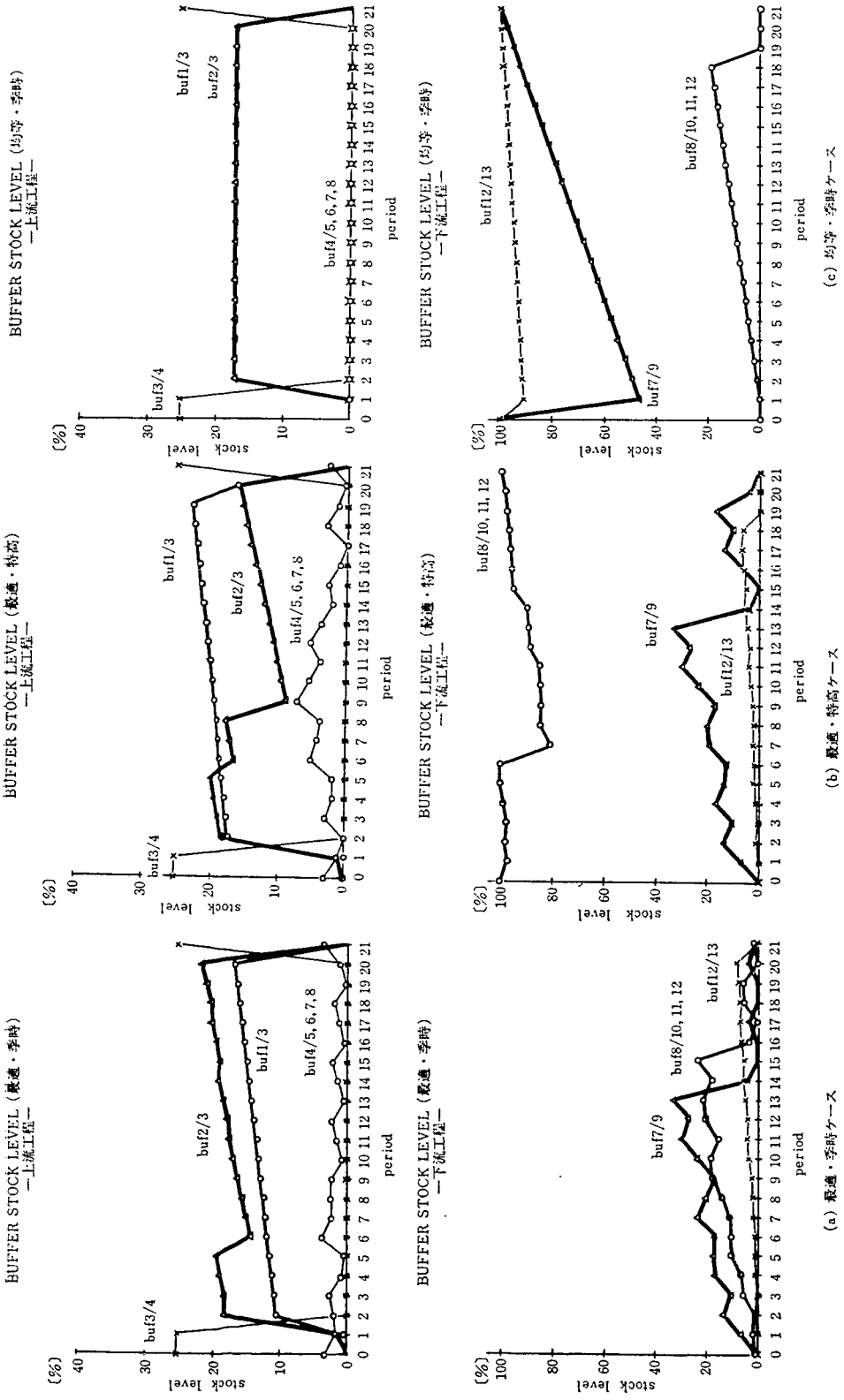


図 4.4 製品バッファ貯蔵量の変化

注) buf i_1/i_2 は第 i_1 プロセスと第 i_2 プロセスの間のバッファを意味する

流工程では早期に貯蔵量を増やしている。熱延プロセスの製品バッファー水準 (buf 8/10, 11, 12) は最適・季時ケースと最適・特高ケースで顕著に異なるパターンを示している。

図 4.5 に各ケースにおける 3 種類のガスホルダー貯蔵量の変化を示す。今回の各ケースではガスホルダーの最適運用の結果、ガス放散は生じていない。最適・季時ケースにおいては季時別料金制の料金構造を反映して日間運用に近いパターンがみられる。

また、図 4.6 に電力供給構成の変化を示す。各ケースで購入時間帯は変化しているが、購入電力の総計は、いずれのケースでも等しく総電力使用量の約 5%ほどである。

表 4.3 は、各ケースについて最小化された一週間の総生産コストの内訳を示している。

4.3 季時別料金制の効果

最適・季時ケースを最適・特高ケースと比較することで、需要家の最適行動を介しての季時別料金制の効果を解析できる。図 4.2 および 4.3 に示される両ケースの最適操業計画を比較すると、季時別料金制下では夜間操業が多くなっていることがわかる。この様子は製鉄所全体の稼働状況を表している総使用電力量の変化 (図 4.6 参照) からも見取れる。但し、ガスホルダー貯蔵を利用して購入電力を夜間へ移行すると同時に操業を昼間へ移行しているため、労働条件の変化を伴う夜間操業率の上昇は購入電力の夜間シフトほどは大きくない。

図 4.6 にみられるように、均一料金制から季時別料金制にすると購入電力量は不変 (ガス放散がないため) のままで昼間から夜間にすべての購入負荷がシフトしている。需要家にとって均一料金制と季時別料金制とではどちらが有利かを解析するためには、均一料金制下で最適化

されている負荷パターンを変えなければ購入電力費総額は変化しないような季時別料金制の料金構造を設定して比較する必要がある。今回の両ケースの電気料金はそのような制約を満たしていないので両ケースのコストの比較には注意を要する。最適・特高ケースにおいて人件費が若干小さくなっているのは、電気料金は一定なので、賃金率の時間変化を利用してコスト低下を図るという最適化の結果であろう。この人件費低減がそれほど大きくないのは固定要員の割合が大きいためである。

なお、本モデルによる予備計算として一日の操業パターンを解析した結果から、次のことが知られている。1) ガスホルダーを利用しない場合、操業を夜間にシフトすると人件費は増大するが季時別料金制下では購入電力費の減少の方が大きく総コストは低下する。2) ガスホルダーを活用すれば、操業を昼間にシフトさせ同時に購入電力を夜間に移行することが可能であり、ガスホルダー容量の限度内ではこれですらに運転コストを減少できる^[2]。

4.4 操業計画最適化の効果

各生産プロセスの操業最適化の効果をみるには、最適・季時ケースと均等・季時ケースを比較すればよい。図 4.4 に示されるように全プロセスを全期間均等に運転しても、ガスホルダーを最適に運用すること (図 4.5 参照) によって購入電力をすべて夜間に移行することができる。最適操業の場合には、ガスホルダー容量は購入電力の移行だけでなく、操業の昼間シフトに対応するための副生ガス貯蔵にも利用されるが、均等操業の場合には、ガスホルダーは購入電力をできるだけ単価の安い時間帯 (夜間、特に日曜夜間) に移行することを単一の目的として運用されることになる。したがって、均等操

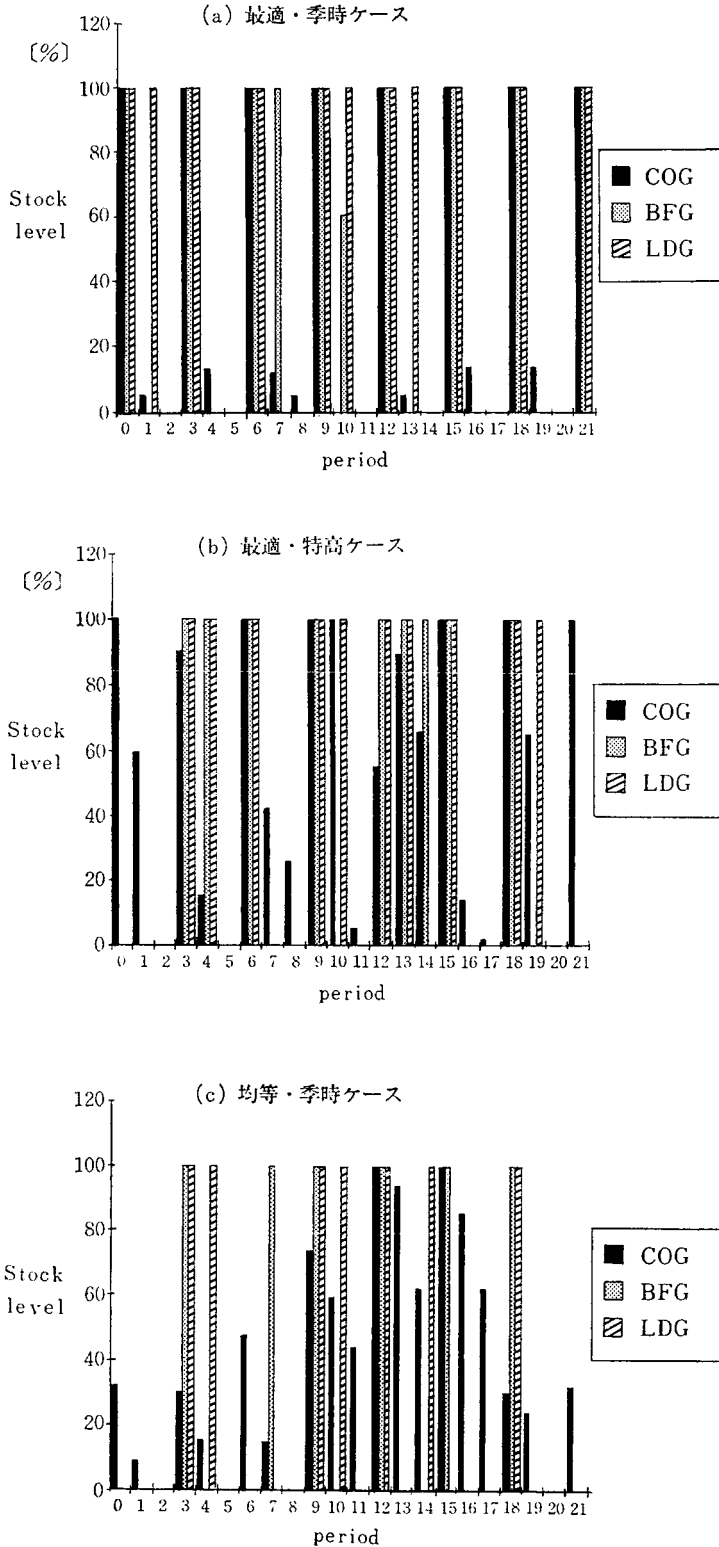


図 4.5 ガスホルダー貯蔵量の変化

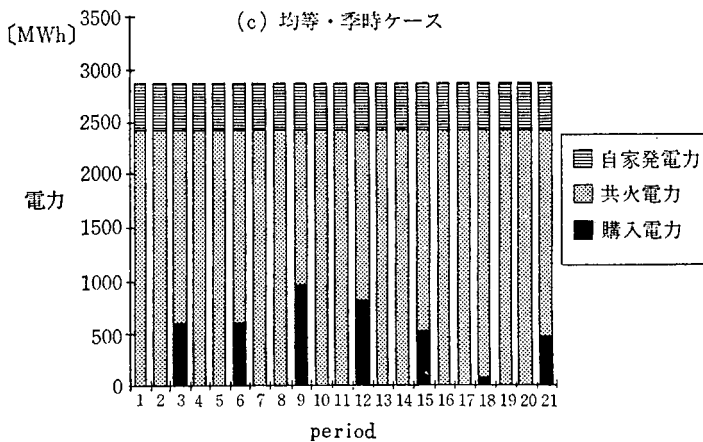
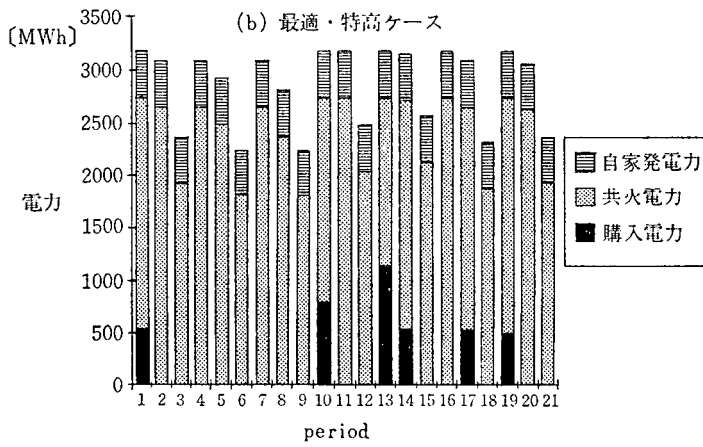
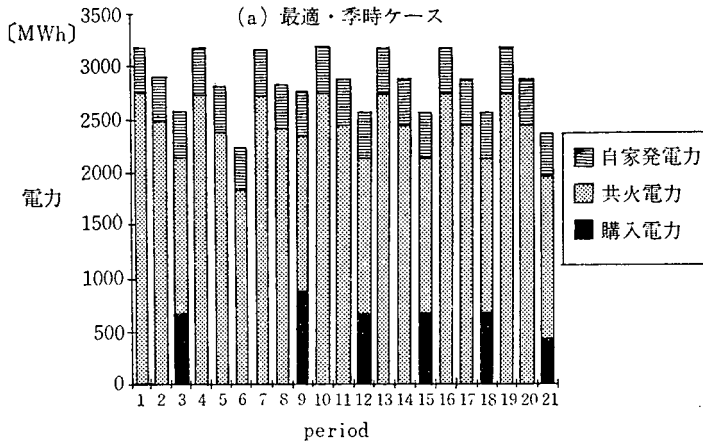


図 4.6 電力供給構成の変化

業の方が購入電力費は若干安くすることができ
る（表 4.3 参照）。なお、人件費については当
然ながら均等操業すると高くなる。

表 4.3 各ケースの運転コストの内訳

ケース	最適・季時	最適・特高	均等・季時
購入電力費	6.41	14.97	6.40
共火純支出	28.08	28.08	28.08
人件費	65.51	65.36	66.33
総コスト	100.00	108.41	100.80

（注）最適・季時ケースの総コストを 100 とした相対値
[%] で示す。
共火純支出＝共火電力購入費－ガス販売収入

5. 結 語

最適化型のプロセスモデルを開発し、高炉一貫製鉄所をケーススタディの対象として電気料金構造に対する負荷の反応評価を試みた。本モデルは従来明確でなかった次のようなプロセスレベルでの需要家の反応とその結果を明らかにした。

- プロセス間の物質・エネルギーのフローとストックに関する制約のもとでの操業時間帯の移行可能性とそれによるコスト低減効果
- 賃金率と電力コスト単価の相反する時間帯

変化を調整するためのエネルギー貯蔵設備の最適運用とその効果

また、季時別料金制下では以上のような需要家の最適行動により、需要家自身のコストが減少するだけでなく、電気事業にとっても、系統全体の需要の谷間（夜間、特に日曜夜間）に負荷が誘導されるというメリットが生じることを定量的に示した。

今後は本モデルの改良を続けると同時に、今回試みたアプローチを鉄鋼業以外の化学工業、機械製造業等へ応用してモデルの適用可能性を拡げる努力を行う予定である。

参考文献

- [1] EPRI EA-4206: "Commercial and Industrial Response to Time-of-Use Rates: Methodology and Case Studies," (1985)
- [2] Yamaji, K., H. Asano, and S. Sagai: "A Process Model for Industrial Response to Time-of-Use Rates: Case Study for the Iron and Steel Industry," Proceedings of the 2nd CRIEPI-EPRI Workshop on Energy Analysis, Sept. 24-26, 1986 (in printing)

付録 鉄鋼業プロセス負荷モデルの定式化

以下に鉄鋼業プロセス負荷モデル "PROM IS" (Process Load Model for the Iron and Steel Industry) の定式化の詳細を記す。

A.1 変数およびパラメータ

1) 制御変数

- ① x_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセスの稼働時間 $1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq N$

M : 計画期間中の全ペリオド数,
 T : ペリオド幅, N : プロセス数
 $0 \leq x_{ij} \leq X_{ij} \leq T$ (A.1)

- ② PP_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセスの最終製品生産量（中間製品の一部分が最終製品になるプロセスについて）
 $0 \leq PP_{ij}$ (A.2)

- ③ GSC_{ik} : 第 i ペリオドにおける共同火力
向け k -ガス販売量 $k=COG,$
 BFG, LDG

$$0 \leq GSC_{ik} \quad (A.3)$$

- ④ GS_{ik} : 第 i ペリオドにおける k -ガスホ
ルダーの貯蔵量

$$0 \leq GS_{ik} \leq GS_k^{max} \quad (A.4)$$

- ⑤ MS_0^h : h バッファの初期貯蔵量
- ⑥ GS_0^k : k -ガスホルダーの初期貯蔵量

2) その他の内生変数

- ① MP_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセス
の中間製品生産 ($=p_i x_{ij}$)
- ② MI_{ik} : 第 i ペリオドにおける k プロセス
の中間製品消費 ($=p_k x_{ik}$)
- ③ MS_i^h : 第 i ペリオドにおける h バッファ
の貯蔵量
- ④ ES_i : 第 i ペリオドにおける自家発電電
力量 ($= \sum_{j \in G^e} l_j^e x_{ij}$)
- ⑤ ESC_i : 第 i ペリオドにおける共同火力か
らの購入電力量
($= \sum_k eff_k GSC_{ik}$)

- ⑥ EP_i : 第 i ペリオドにおける一般電気事
業者からの購入電力量

$$0 \leq EP_i \quad (A.5)$$

- ⑦ E_i : 第 i ペリオドにおける総電力使用
量 ($= \sum_i (a_j^e + b_j^e x_{ij})$)

- ⑧ GG_{ik} : 第 i ペリオドにおける k -ガス生
産量 ($= \sum_{j \in G_k^g} l_{jk}^g x_{ij}$)

- ⑨ G_{ik} : 第 i ペリオドにおける k -ガス総
使用量 ($= \sum_j b_{jk}^g x_{ij}$)

- ⑩ GR_{ik} : 第 i ペリオドにおける k -ガス放
散量

$$0 \leq GR_{ik} \quad (A.6)$$

- ⑪ L_{ij} : 第 i ペリオドにおける労働力所要
量 ($= A_j + B_{ij} x_{ij}$)

3) 外生変数

- ① P_j : j プロセスの計画期間生産量
- ② PP_j : j プロセスの計画期間生産量 (中
間製品の一部分が最終製品にもなる
プロセスについて)
- ③ $e0_i$: 第 i ペリオドにおける購入電力単
価
- ④ w_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセス
の労働単価
- ⑤ GS_k^{max} : k -ガスホルダーの容量
- ⑥ MS_{max}^h : h バッファの容量
- ⑦ gc_{ik} : 第 i ペリオドにおける共同火力向
けガス販売単価
- ⑧ ec_i : 第 i ペリオドにおける共同火力電
力単価
- ⑨ r_j : j プロセスのホットチャージ比率

4) 入力パラメータ

- ① X_{ij} : 第 i ペリオドにおける定期点検・
補修を考慮した j プロセスの稼働
時間
- ② p_j : j プロセスの生産能力
- ③ l_i^e : j プロセスの電力生産原単位
- ④ a_j^e : j プロセスの電力消費原単位 (固
定分)
- ⑤ b_j^e : j プロセスの電力消費原単位 (比
例分)
- ⑥ l_{jk}^g : j プロセスの k -ガス生産原単位
- ⑦ a_{jk}^g : j プロセスの k -ガス消費原単位
(固定分)
- ⑧ b_{jk}^g : j プロセスの k -ガス消費原単位
(比例分)
- ⑨ A_j : j プロセスの労働原単位 (固定分)
- ⑩ B_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセス

の労働原単位（比例分）

- ⑪ sc^h : h バッファーにおける在庫コスト係数
- ⑫ F : ec_i 中の固定費係数
- ⑬ G : ec_i 中の可変費係数
- ⑭ eff_k : 共同火力の k -ガス発電効率

A.2 制約条件

1) 物質バランス

$$P_j = \sum_{j \in G_1^p} p_j x_{ij} : \text{計画期間における } j \text{ プロセスの生産量} \quad (\text{A.7})$$

G_1^p : 最終製品生産のプロセスの集合

$$PP_j = \sum_{j \in G_2^p} PP_{ij} \quad (\text{A.8})$$

G_2^p : 中間製品が最終製品にもなるプロセスの集合（例えば、熱延プロセスなど）

$$0 \leq \sum_{j \in H_i^h} MP_{ij} - \sum_{k \in H_0^h} MI_{ik} + MS_i^h = MS_{i+1}^h \leq MS_{\max}^h \quad (\text{A.9})$$

: 中間製品生産プロセスの集合 H_i^h から h バッファーを経由して中間製品消費プロセスの集合 H_0^h へ物質が流れる時のバランス

$$\sum_{j \in H_i^h} MP_{ij}^h \geq \sum_{k \in H_0^h} r_k MI_{ik}^h \quad (\text{A.10})$$

: ホットチャージの条件

$$-d \leq \sum_i \sum_j (MP_{ij} - MI_{ij}) \leq d \quad (\text{A.11})$$

: 中間製品全体のバランス

ただし, $0 \leq d \leq \min MS_0^h$

$1 \leq i \leq M-1, 1 \leq h \leq H$

H : バッファーの数

MS_i^h : 第 i ペリオドにおける h バッファーの貯蔵量

MP_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセスの中間製品生産

MI_{ik} : 第 i ペリオドにおける k プロセスの中間製品消費

MS_{\max}^h : バッファー h の容量

H_i^h : バッファー h と接続する中間製品生産プロセスの集合

H_0^h : バッファー h と接続する中間製品消費プロセスの集合

r_j : j プロセスのホットチャージ比率 ($0 < r_j < 1$)

●高炉プロセスに関しては、中間製品の生産、ガス生産および自家発電等は前期と今期の稼働率の平均 ($(x_{i-1} + x_{ij})/2$) に比例するものとする。

2) 電力量バランス

$$E_i = EP_i + ES_i + ESC_i \quad (\text{A.12})$$

: 第 i ペリオドにおける電力バランス
 $1 \leq i \leq M$

E_i : 第 i ペリオドにおける総電力使用量

ES_i : 第 i ペリオドにおける自家発電電力量

ESC_i : 第 i ペリオドにおける共同火力からの購入電力量

G^e : 自家発電設備を持つプロセスの集合

eff_k : 共同火力の k -ガス発電効率

a_i^e : j プロセスの電力消費原単位（固定分）

b_i^e : j プロセスの電力消費原単位（比例分）

l_i^e : j プロセスの電力生産費原単位

$$E_i = \sum_j (a_i^e + b_i^e x_{ij}) \quad (\text{A.13})$$

$$ES_i = \sum_{j \in G^e} l_i^e x_{ij} \quad (\text{A.14})$$

$$ESC_i = \sum_k eff_k GSC_{ik} \quad (\text{A.15})$$

3) ガス量バランス

$$0 \leq GS_{ik} + GG_{ik} - G_{ik} - GSC_{ik} - GR_{ik} \\ = GS_{i+1,k} \leq GS_k^{\max} \quad (A.16)$$

: ガスホルダーにおけるバランス

$$1 \leq i \leq M, 1 \leq k \leq K$$

K : ガスの種類数 (=3)

GS_{ik} : 第 i ペリオドにおける k -ガスホルダーの貯蔵量

G_{ik} : 第 i ペリオドにおける k -ガス総使用量

GG_{ik} : 第 i ペリオドにおける k -ガス生産量

GS_k^{\max} : k -ガスホルダーの容量

G_k^g : k -ガスを生産するプロセスの集合

b_{ik}^g : j プロセスの k -ガス消費原単位 (比例分)

l_{ik}^h : j プロセスの k -ガス生産原単位

$$G_{ik} = \sum_i (b_{ik}^g x_{ij}) \quad (A.17)$$

$$GG_{ik} = \sum_{i \in G_k^g} l_{ik}^g x_{ij} \quad (A.18)$$

4) その他の制約式

$$x_{i3} = P_3 / MT \quad (A.19)$$

: 高炉の稼働率は一定。

$$x_{i4} = P_4 / MT \quad (A.20)$$

: 製鋼プロセスの稼働率は一定。

A.3 目的関数

$$C = \sum_i \{ \sum_j w_{ij} (A_j + B_{ij} x_{ij}) + ec_i ESC_i \\ + e0_i EP_i - \sum_k gc_{ik} GSC_{ik} + \sum_h sc^h MS_i^h \} \\ \rightarrow \min \quad (A.21)$$

A_j : j プロセスの労働原単位 (固定分)

B_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセスの労働原単位 (比例分)

w_{ij} : 第 i ペリオドにおける j プロセスの労働単価

$e0_i$: 第 i ペリオドにおける購入電力単価

ec_i : 第 i ペリオドにおける共同火力電力単価

gc_{ik} : 第 i ペリオドにおける共同火力向けガス販売単価

sc^h : h バッファーにおける在庫コスト係数

F : ec_i 中の固定費分

G : ec_i 中の gc_{ik} に対する比例分

$$ec_i = F + G \sum_k gc_{ik} \quad (A.22)$$

やまじ けんじ
あさの ひろし
経済部エネルギー研究室
さがい しげお
情報システム部経営情報研究室

エネルギーサービスに関する 生活者の意識構造の分析

キーワード需要家ニーズ, アンケート調査,
マーケティング, 多変量解析

小野賢治

〔要旨〕

本研究では、生活者の意識やニーズを探るために有効な方法を検討することを目的とし、昭和59年度に首都圏で行われたアンケート調査の分析を試みた。主たる結果は、

- (1) 数量化I類において、多重共線性の診断とアイテムの説明力の評価のための方法の提案
- (2) 生活者がもつエネルギーのイメージを比較するためには、顔グラフや、因子分析による各エネルギーの位置づけが有効であること
- (3) 電気や電力会社に対する意識をライフスタイルの重視度で説明する方法の提案などである。

1. はじめに
2. アンケート調査の概要
3. 電気に対する意識の分析
 - 3.1 「電気のイメージ」の構造分析
 - 3.2 「電気のイメージ」に影響する属性
 - 3.3 「電気の価格感」に影響する属性
 - 3.4 分析結果の活用
4. 各エネルギーの位置づけ
 - 4.1 顔グラフによるエネルギーのイメージの比較
 - 4.2 因子分析によるエネルギーの位置づけ
5. ライフスタイルからみた生活者の意識
 - 5.1 ライフスタイルの抽出
 - 5.2 ライフスタイル別の生活者の意識の特徴
6. 今後の課題

1. はじめに

我が国は、技術革新、国際化、高齢化などの社会変容とともに、情報を高度に利用する時代すなわち高度情報化社会に急速に向かいつつある。こうした変化の過程において社会や人々の意識の変化が進むとともに、産業間の競争の激化などを通じて産業構造も大きく変化していくものと予想される。

電気事業も、こうした新しい時代に対応して

いくため、社会や生活者の意識やニーズの変化をいち早く知り、これに応えるサービスをきめ細かく開発していく必要がある。

生活者の意識の実態を調査するためにはアンケート調査が有効である。本報告では、首都圏で行われたアンケート調査のデータを用いて、生活者の意識の構造や、生活者がもっているニーズを把握するためには、いかなる分析方法を用いればよいか、また、分析における問題点とその解決策等について検討する。

2. アンケート調査の概要

本研究でデータとして用いたアンケート調査の概要は以下の通である。

実施時期：昭和 60 年 2 月

実施場所：首都圏の 4 地域（武蔵野市，高島平，厚木，平塚）

サンプル数：330

サンプリング方法：住民基本台帳を用いた層別なしの 2 段・系統抽出

質問の方法：アンケート票の留置法

尚，アンケートの調査票に関しては掲載を省略する（詳しくは〔1〕を参照のこと）。

3. 電気に対する意識の分析

生活者が電気を利用することによって得られる満足度を高めるために，電力会社として何をなすべきかを探るためには，生活者が電気や電力会社に対して持っている意識や満足度が何によって影響されるかを分析することが必要である。そこで本章では，アンケート調査の中で，生活者の電気に対する意識や満足度を表わす項目を基準変数とし，生活者の属性（性別，年齢，職業など）を説明変数とする分析を行い，これらの項目群の関連のようすを探ることにする。

3.1 「電気イメージ」の構造分析

アンケート調査の中に，電気，ガス（都市ガス，プロパンガス），石油（灯油）についてのイメージをたずねる質問がある。イメージの項目は「便利である」，「快適である」等の 7 つである。このうち，電気についてのイメージをより理解しやすい形に要約するために，因子分析を適用した。

この質問の回答は 5 段階評価（「そう思う」「まあそう思う」「どちらともいえない」「あまりそう思わない」「そう思わない」）で与えられるので，これらにそのまま 1 から 5 の自然数を割り当てて分析を行った。因子分析の手法は，主因子法（共通性の推定値は重相関係数の平方）及びバリマックス回転を用いた。

バリマックス回転を行った後の因子負荷量の配置パターンを示したものが図 3.1 である。この図から，各因子は次のように解釈できる。

第 1 因子…… 便利性，快適性（ベネフィット的側面）

第 2 因子…… 経済性，省エネルギー性（コスト的側面）

3.2 「電気イメージ」に影響する属性

常識的に考えると，回答者の年齢，性別，職業といったいわゆるデモグラフィック属性によって，電気に対するイメージがかなり左右され

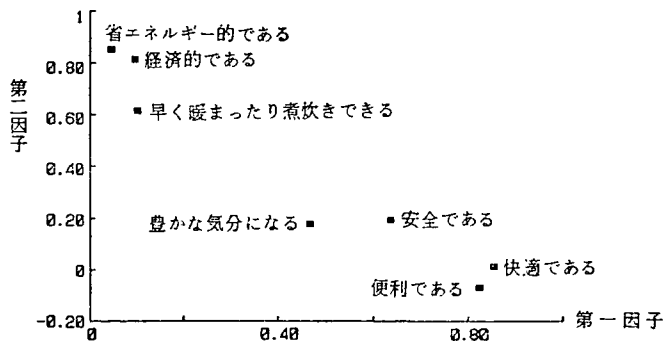


図 3.1 バリマックス回転を行った後の因子負荷量

性別	男 女	0.009 0.009
年齢	20~24才	0.154
	25~29才	0.021
	30~34才	0.013
	35~39才	0.020
	40~44才	0.017
	45~49才	0.026
職業	50~54才	0.055
	55~59才	0.079
	60才以上	0.020
	自由業	0.025
	会社・団体役員	0.013
	会社員・公務員・団体職員	0.015
最終学歴	主婦(専業主婦)	0.026
	主婦(仕事あり)	0.206
	学生	0.063
	中学生	0.005
	高校生	0.016
	専門学校・各種学校	0.011
住居形態	短大・専攻校	0.006
	大学卒	0.040
	戸建住宅	0.021
	賃貸マンション	0.076
	会社・公団・公営住宅	0.172
	一戸建て	0.036
家族構成	民間賃貸マンション	0.052
	民間アパート	0.047
	会社の寮・社宅	0.072
	夫婦	0.045
	夫婦・子供なし	0.019
	夫婦・小学生の子供	0.023
世帯年収	夫婦・小学生の子供	0.009
	夫婦・小学生の子供	0.009
	夫婦・小学生の子供	0.039
	夫婦・子供が既婚・結婚	0.045
	夫婦・子供が既婚	0.028
	300万円	0.012
地域	400万円	0.010
	500万円	0.008
	600万円	0.012
	700万円	0.013
	800万円以上	0.018
	高崎市	0.170
鹿児島	0.022	
平均	0.026	

← 20~24才

← 学生

← 会社・公団・公営住宅

← 高島平

0.01 0.02 0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.1 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.2

図 3.2 プートストラップ法によるカテゴリースコアの分散の指定値

るのではないかとと思われる。そこで、3.1 節で抽出した「電気のイメージ」の2因子、および電気の価格感（電気料金について、「高いと思う」「やや高いと思う」「まあこんなもの」「まあ安いと思う」「安いと思う」の中から選んで回答するもの）についての反応を、回答者の属性（性別、年齢、職業、地域など）で説明する分析を行った。分析手法としては林の数量化理論第I類〔2〕を用いた。

通常の数量化I類の分析においては、各カテゴリ（この場合は「男性」「20～24歳」など）が基準変数の変動にどのようにかかわっているかをカテゴリスコア（回帰係数に相当する）で調べ、各アイテム（この場合は「性別」「年齢」など）が基準変数に及ぼす影響の大きさをアイテムレンジ（各アイテム中のカテゴリスコアの最大値と最小値の差）と偏相関係数（他のすべてのアイテムが説明変数になっている時、そのアイテムを加えたことによる回帰変動平方和の増加分を、誤差変動平方和で割って基準化した

もの）で評価することが勧められている〔2〕。

しかし、この分析の場合、説明変数であるアイテムが互いに独立ではない（2つのアイテム間のクロス集計表において独立モデルが棄却される）ために、説明変数間に多重共線性が生じ、カテゴリスコアの値が不安定になっている。実際、このカテゴリスコアの分散をブートストラップ法〔3〕によって評価すると（図3.2参照）、非常に大きな分散をもつカテゴリが存在することが判明した。

そこでここでは、各アイテムが基準変数に及ぼす影響の大きさを評価するためにアイテムレンジは用いず、そのアイテムのみを説明変数とした時のF値と、偏相関係数を用いることにした。

図3.3、3.4は各因子スコアを基準変数としたときの、各アイテムについての偏相関係数とF値の大きさをグラフに表したものである。これらの図から、「便利・快適」なイメージに最も大きく影響する属性は「地域」であり、「経

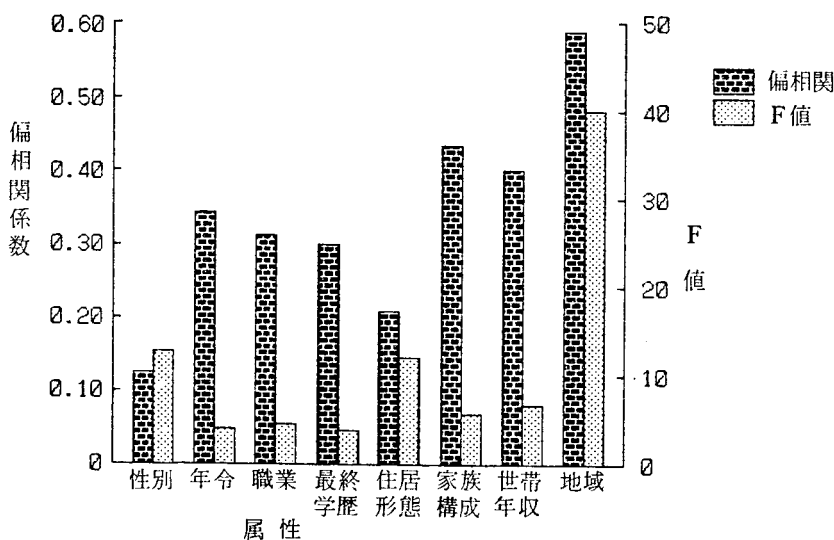


図 3.3 電気の便利・快適なイメージについての各アイテムの偏相関係数とF値

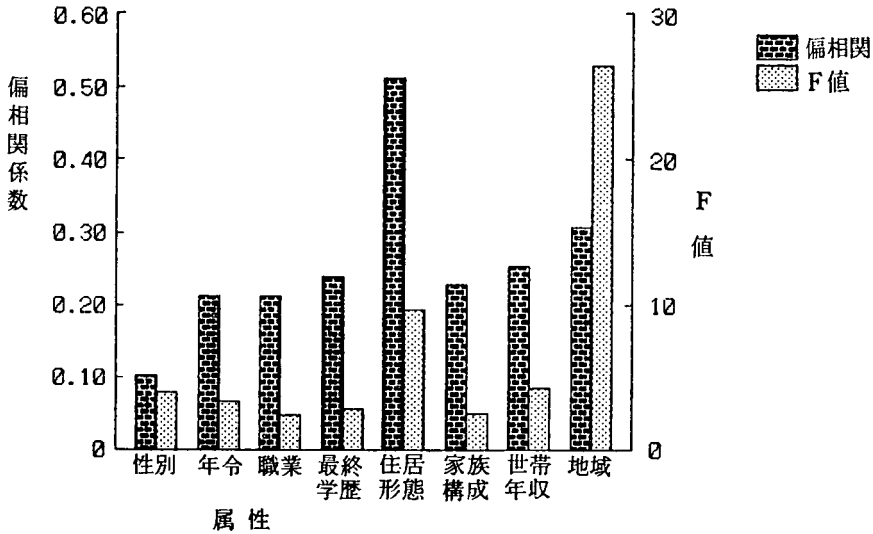


図 3.4 電気の経済的・省エネルギー的なイメージについての各アイテムの偏相関係数とF値

「経済的・省エネルギー的」なイメージに最も大きく影響する属性は「住居形態」であることが読みとれる。ところで、表 3.1 からわかるように、「地域」と「住居形態」は関連が強く、各々の回帰変動平方和にはかなりの共通部分が含まれている。2つのグラフにおいて、「地域」と「住居形態」のF値がいずれも大きいのは、

上の理由によるものである。

表 3.1 「公社・公団・公営住宅」と「高島平」に関するクロス集計表

住居形態 \ 地域	高島平	その他
	公社・公団・公営住宅	83
その他	0	245

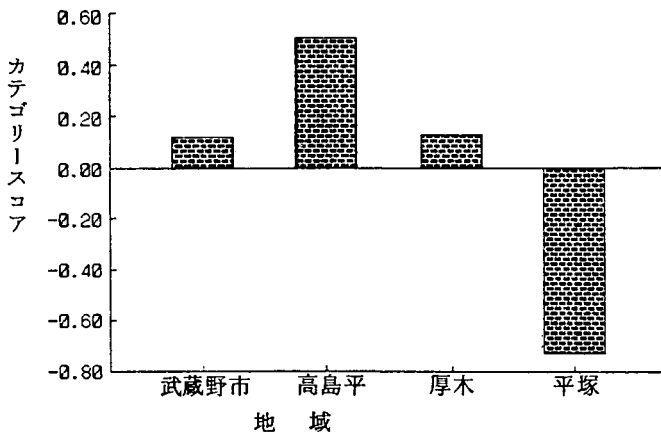


図 3.5 電気の便利・快適なイメージの「地域」についてのカテゴリースコア（「住居形態」を除く属性による数量化I類。値が大きいほどよいイメージに貢献する）

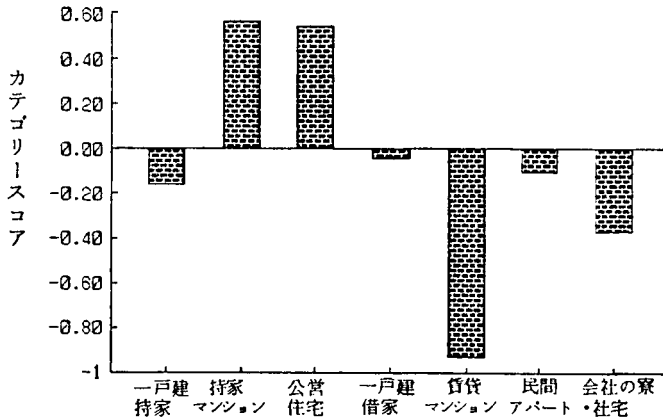


図 3.6 電気の経済的・省エネルギー的なイメージの「住居形態」についてのカテゴリースコア（「地域」を除く属性による数量化 I 類。値が大きいほどよいイメージに貢献する）

図 3.5 は電気の「便利・快適」なイメージが「地域」によってどのような影響を受けているかを示し、一方、図 3.6 は電気の「経済的・省エネルギー的な」イメージが「住居形態」によってどう影響されているかを示したものである。「便利・快適」なイメージがよいのは「高島平」であり、「経済的・省エネルギー的」イメージがよいのは「公営住宅」と「持家マンション」である。実は、表 3.1 にあるように、「高島平」に住む回答者はすべて「公営住宅」に住んでおり、その逆も 2 人の例外があるだけである。すなわち、ここでの「公営住宅」に住む回答者と「高島平」に住む回答者はほぼ同一の集団であると考えてよい。とういことは、公営住宅入居者（ほとんどが高島平）の電気についてのイメージは「便利・快適」面においても「経済性・省エネルギー性」の面においても非常によいという観測ができる。また、図 3.6 にみられるように、電気の「経済的・省エネルギー的」なイメージが、同じマンション入居者でも「持家」か「賃貸」かで大きく違っているのは興味深い点である。

3.3 「電気の価格感」に影響する属性

次に、基準変数として、電気の価格感に対する反応をとった場合の結果を示す。図 3.7 は各アイテムについての偏相関係数と F 値である。偏相関でみると、「年齢」の影響が最も大きい。

図 3.8 は「年齢」についてのカテゴリースコアの値を表わしたものである。ただし、この場合の分析においては、多重共線性をさけるために「職業」を説明変数からはずしている。全体的に、中年令層が安いイメージをもっており、若年層と高年令層は、より高いイメージを持っている。

3.4 分析結果の活用

この分析の結果を、電気についてのイメージを向上させるためのマーケティング戦略を考える際に、次のように役立てられるのではないかと思われる。

- ・電気に対する意識と関連の深い属性について、その関連のメカニズムを探り、その結果をマーケティング戦略の参考にする。例えば、3.2 の分析結果を用いるならば、「なぜ公営住宅入居者の電気に対するイメージがよ

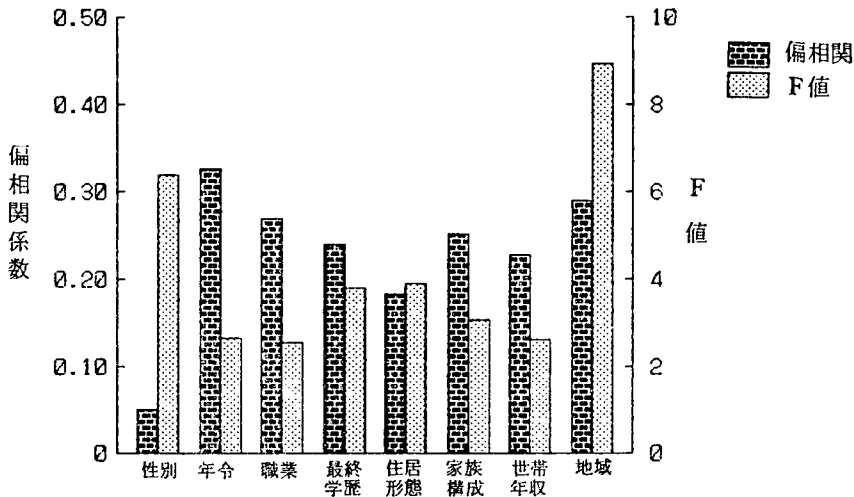


図 3.7 電気の価格感についての各アイテムの偏相関係数とF値

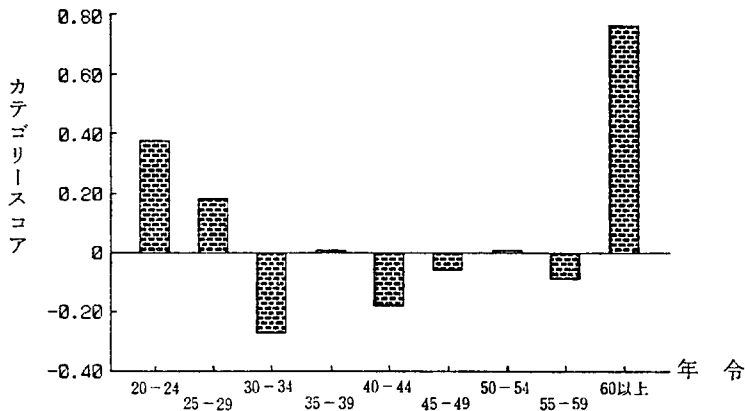


図 3.8 電気の価格感の「年齢」についてのカテゴリースコア（「職業」を除く属性による数量化Ⅰ類。値が小さいほど安いイメージに貢献する）

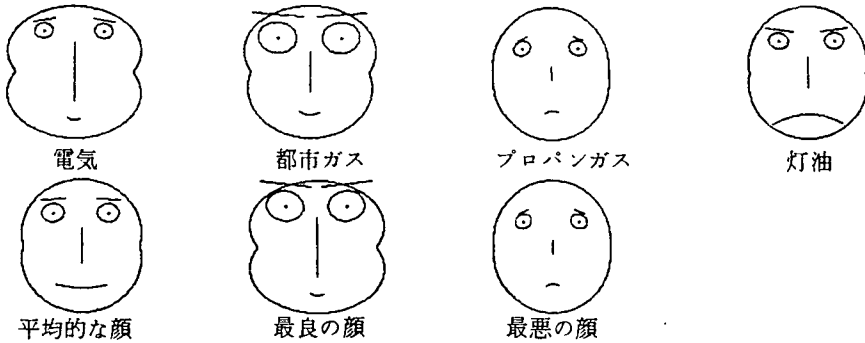
いのか」を考える。

- ・同じく関連の深い属性について、その属性をもとにして生活者をグループ分けして、マーケティング戦略のターゲットを特定化する手助けとする。例えば、3.3 の分析結果を用いるならば、特に高令者層に向けて、「電気を上手に使えばこんなに安いものですよ」とい

うことをアピールする。

4. 各エネルギーの位置づけ

本章では、アンケート調査のデータをもとに、生活者の意識の中にある電気エネルギーの「位置づけ」を探り、電気がガスや灯油と競合している市場においてシェアを拡大するために



顔の上半分のふくらみは便利性，下半分は豊かな気分をあらわす。目がきりりとしているほど経済性の，眉が長いほど省エネルギー性の評価が高い。鼻の長さは安全性，口の形は快適性に対応する。目が大きい程速く暖まったり煮炊きできると感じている。

図 4.1 エネルギーのイメージの顔グラフによる表示

何をなすべきかを考える際に有用な情報を提供するための分析方法について検討する。

4.1 顔グラフによるエネルギーのイメージの比較

ここでは、統計学者チャーノフが提唱した「顔グラフ」〔4〕を用い、回答者の意識の中にある各エネルギーのイメージの比較を試みた。

図 4.1 は、各エネルギーについての、各イメージの評価値の平均値を顔グラフに表わしたものである。

この図では、ふくよかで、りりしい表情をしている程評価が高く、細く、泣き顔に近い程評価が低くなっている。この図をみると、次のような特徴が観察される。

- ・電気のイメージを平均と比べると、目と眉に対応する評価（「経済性」、「省エネルギー性」、「早い暖・煮炊き」）がやや低いがその他の評価は高い。特に、顔のふくよかさ（「便利性」、「豊かな気分」）が顕著である。
- ・プロパンガスはすべての評価が低く、最悪の顔と同じになっている。
- ・電気と都市ガスを比べると、目と眉に対応す

る評価（「経済性」、「省エネルギー性」、「早い暖・煮炊き」）の差が大きいことがわかる。

このように顔グラフを用いることによって、多次元の特徴をもつ個体間の比較を視覚的に、かつ直観に訴える形で行うことができる。

4.2 因子分析によるエネルギーの位置づけ

ここでは、マーケティングにおけるブランド・ポジショニング〔5〕と同様の手法を用いて各エネルギーのイメージによる位置づけを行うことにする。

まず、各エネルギーに対するイメージ（3.1 で用いた質問項目）についての回答を用い、各回答者の各エネルギーについての回答をそれぞれ 1 ケースとみなして、3.1 と同様の方法で因子分析を行った（ただしプロパンガスを利用している回答者は分析対象から除外した）。図 4.2 は、抽出された 2 因子についての、各項目の因子負荷量の値をプロットしたものである。因子負荷量の布置は電気の場合についてのみの場合（図 3.1）とほとんど変わらない。そこでここでも、第 1 因子（水平軸）を「便利性・快適性」、第 2 因子（垂直軸）を「経済性・省エネルギー性」と名付けることにする。

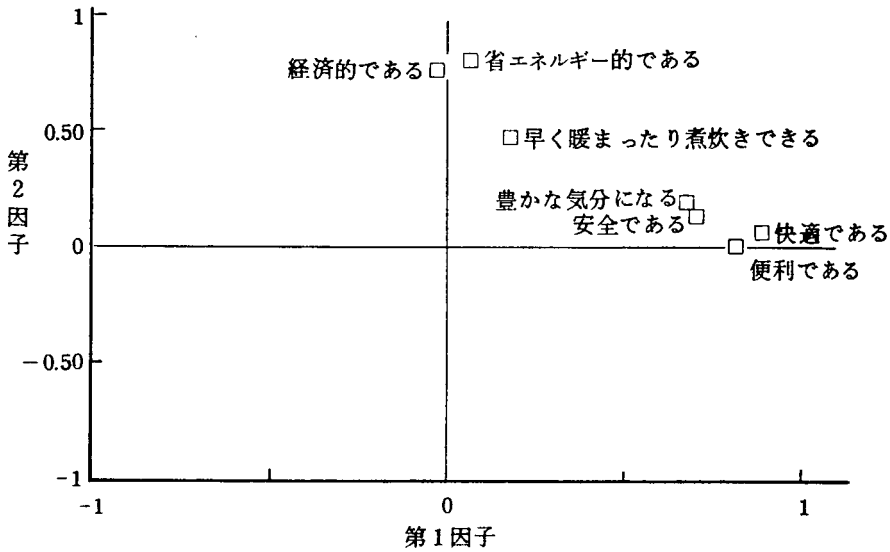


図 4.2 エネルギーの各イメージ項目の因子負荷量

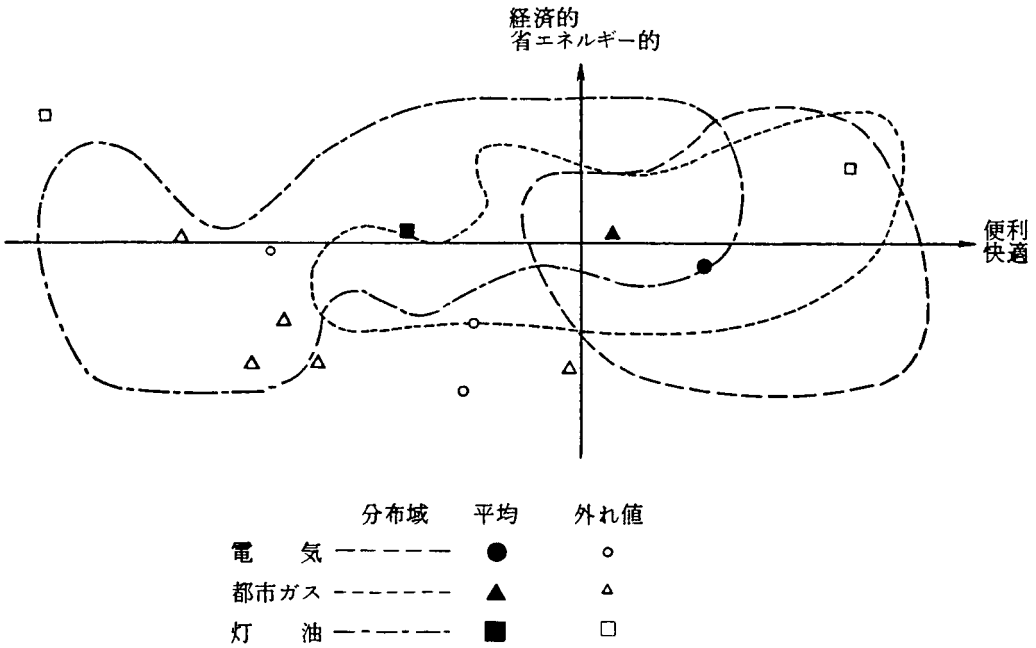


図 4.3 各エネルギーごとの因子得点の分布

次に、各エネルギーのイメージに対する回答者の評価をみるために、各ケースに与えられた因子得点の、各エネルギーについての分布のようすを見ることにする。図 4.3は、その大まか

な分布のようすを图示したものである。この図から以下のことがいえる。

・平均値と比較すると、電気は「経済性・省エネルギー性」ではやや劣るが、「便利性・快

適性」に対する評価は高い。

- ・分布の形を比較すると、「経済性・省エネルギー性」の評価のバラツキは各エネルギーであまり差がないが、「便利性・快適性」のバラツキは大きく異っている。
- ・電気と都市ガスを比較すると、都市ガスの「便利性・快適性」をかなり低く評価している回答者がいることが、都市ガスの「便利性・快適性」の平均値が電気より低くなる原因となっている。また、電気の「便利性・快適性」でかなり高い評価をしていながら、「経済性・省エネルギー性」でかなり低い評価をしている回答者がいる（図の「電気」の分布の右下部分）。

この結果は次のように活用できる。図 4.3 の場合、分布がより右上の部分にあるほうがよいことになる。電気については、分布がより上の方に位置する。すなわち、「経済的・省エネルギー的」なイメージをよりよくすることが大切であると考えられる。特に、電気についての分布で下の方に位置している回答者はどのような特性を持っているかを調べることによって、ターゲットをしぼったイメージアップのための戦略が立てやすくなるのではないと思われる。

5. ライフスタイルからみた生活者の意識

本章では、アンケート調査のデータをもとにして、生活者の典型的なライフスタイルを抽出し、生活者の電気や電力会社についての意識がそれらのライフスタイルとどのように関わっているかを探るための分析手法について論じる。

5.1 ライフスタイルの抽出

まず、アンケート調査データをもとにして、生活者の持つ典型的な「ライフスタイル」を抽

出することを試みる。

アンケートの質問群中に、生活者が持つさまざまな願望（「若さを保ちたい」、「個性を育てたいなど）について、回答者が持っている願望を任意の数だけ選択する質問がある。そこで、これらの項目に対する回答者の反応をもとにして、これらの項目を互いに関連の強いいくつかのグループに分けることを考える。

個体や変量をその相互の関連性にしたがっていくつかのグループに分ける方法としてクラスター分析がある。ここでは、変量間の相関係数を利用する「変量の階層的クラスター分析」をこのデータに適用することにした。

この場合、任意の2項目間の関連は、 2×2 の分割表であられる。この分割表から計算される2項目間の関連の尺度としては、いくつかのものが提案されている（〔6〕）。ここでは、それらのうちからユールの関連係数、四分点相関係数（通常のピアソン積率相関係数）、テトラコリック相関係数（背後に正規分布を仮定）という3つの尺度をとりあげ、各々の尺度を連続変量における相関係数に相当するものとしてクラスター分析を行った。そして、上の3つの尺度による結果を総合して最終的な項目の分類を決定した。表 5.1 は分類の結果と、各グループ中の項目間の関連の大きさを示したものである。

5.2 ライフスタイル別の生活者の意識の特徴

前節では、生活者の日常生活における願望や希望から7つのライフスタイルを抽出した。通常マーケティングで行われるライフスタイルによるセグメンテーションは、回答者をクラスタリング等でいくつかのグループに分類し、各グループごとにそこに属する回答者の意識などを

表 5.1 変量のクラスタリングによるライフスタイルの抽出

	<テトラコリック相関係数>			
若さ・美しさ	3	4		
3 美しくありたい	1	0.726		
4 若さを保ちたい		1		
独自性	2	7	17	19
2 個性を育てたい	1	0.582	0.221	0.478
7 専門性を身につけたい		1	0.401	0.374
17 思いきって気分転換したい			1	0.270
19 創造を楽しみたい				1
老後・健康	10	14	15	
10 生活に緑が欲しい	1	0.225	0.370	
14 安定した老後をすごしたい		1	0.445	
15 自分なりの健康法を身につけたい			1	
環境	6	8	20	
6 遠いところへ出かけたい	1	0.487	0.489	
8 おいしい空気を吸いたい		1	0.610	
20 良い環境に住みたい			1	
家庭・育児	9	13		
9 よい家庭をつくりたい	1	0.552		
13 子供を立派に育てたい		1		
自由・娯楽	12	16		
12 レジャーを楽しみたい	1	0.538		
16 自由な時間が欲しい		1		
空間	5	11		
5 広い空間が欲しい	1	0.445		
11 狭いスペースをうまく使いたい		1		

(注) 各項目の先頭の数字は、アンケートの質問票における番号をあらわす。

□の中の語は各クラスターに与えられた名称である。

探るものであるが、ここでは、回答者の各々が、各ライフスタイルをどれだけ重視しているかという尺度を持っていると仮定し、この「ライフスタイルの重視度」をあらゆる尺度として、各回答者が表 5.1 の表の各グループの項目の中で印をつけた（反応した）項目の数を用いる。そして、これらの「ライフスタイルの重視度」を要因変数（説明変数）とし、電気イメージや電力会社についての意識等を基準変数とする分析を行うことにした。分析手法として

は、回場分析と判別分析（線形判別関数、ステップワイズ変数選択）及び相関係数による分析を用いた。

表 5.2 は、これら一連の分析結果をまとめたものである。表の中の「典型的な生活像」とは、各ライフスタイルについてライフスタイル重視度の平均が比較的高いデモグラフィック属性を挙げたものである。また、「電気に対する意識（ニーズ）の特徴」は、電気のイメージ、価格感、電力会社についての意識・意見についての

表 5.2 各ライフスタイルの特徴と望んでいるサービス

ライフスタイル	典型的な生活者像	電気に対する意識（ニーズ）の特徴	電力会社に望んでいるサービス
若さ・美しさ	<ul style="list-style-type: none"> ・若年層～中年層の女性 ・主婦(仕事有り) 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気に対して、「便利・快適」というイメージをより強く持っている。 ・多少費用を負担しても、安全性や快適性を維持する事が大切であると考えている。 ・電力会社にあまり親しみを持っていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報サービス（CATV, 地域情報等） ・文化・スポーツ施設などの建設・開放
自由・娯楽	<ul style="list-style-type: none"> ・男性若年層 ・学生 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性・快適性を維持するために、多少費用を自己負担することにあまり抵抗を感じていない。 ・電力会社に対しては、費用をかけても地域に貢献すべきであると考えている。 ・電力会社は生活や地域にあまり貢献していないと感じている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・文化・スポーツ施設などの建設・開放
家庭・育児	<ul style="list-style-type: none"> ・若年層～中年層の女性 ・主婦 ・男性中年層 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気料金ははやや安いと感じている。 ・安全性、快適性のための費用を利用者が負担するのはやむをえないと考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・公園の建設や緑化運動の促進 ・身障者や老人家族への特別料金の設定
空間	<ul style="list-style-type: none"> ・賃貸の集合住宅入居者 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気に対して、「経済的・省エネルギー的」というイメージをより強く持っている。 ・電気料金は安いと感じている。 ・電力会社に対しては、費用をかけても地域に貢献すべきであると考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・文化・スポーツ施設などの建設・開放
独自性	<ul style="list-style-type: none"> ・若年層(20歳代) ・学生 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気に対する「便利・快適」というイメージや、電力会社に対する評価が非常に低い。 ・地域に貢献するよりも、安定供給に専念すべきと考える傾向が強い。 	
老後・健康	<ul style="list-style-type: none"> ・高齢層(55歳以上) 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気はあまり経済的・省エネルギー的でないと思っている。 ・安全性・快適性を多少犠牲にしても、余計な出費を嫌がる傾向が非常に強い。 ・地域に貢献するよりも、安定供給に専念すべきと考える傾向が強い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・身障者や老人家族への特別料金の設定
環境	<ul style="list-style-type: none"> ・20歳代男性 ・自営業 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気はあまり経済的・省エネルギー的でないと思っている。 ・電気料金は高いと感じている。 ・安全性、快適性のための費用を利用者が負担する必要はないと考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・住みよいまちづくり ・公園の建設や緑化運動の促進 ・身障者や老人家族への特別料金の設定

質問に対する回答を基準変数とし、回答者のライフスタイル重視度を説明変数とする分析を行った際に、有意な関係のあった項目を列挙したものである。さらに、「望んでいるサービス」は、電力会社に対して望んでいるサービスについての回答とライフスタイル重視度との相関を計算し、正で有意な関連のあった項目を列挙したものである。

このように分析結果を各ライフスタイルごとに整理することにより、多様化する生活者の意識やニーズの実態をうきぼりにすることができる。

6. 今後の課題

今後は以下の点についてさらに研究を進めていく必要がある。

- (1) 本研究の結果を踏まえて、サンプル数を増やし、全国的に本格的な調査を行うこと。
- (2) 「電気事業におけるマーケティング」の独自性を考慮した分析手法の開発。
- (3) 潜在構造分析、多次元尺度構成法、コ

ンジョイント分析などの、多次元データ解析手法の適用。

- (4) 適切な調査票の設計および調査方法の検討。
- (5) グループインタビューなどの質的調査との関係。

参考文献

- [1] 小野賢治(1986)「生活者の意識構造の分析手法～多様化する需要家ニーズの把握のために～」電力中央研究所研究報告, No. 585012
- [2] 駒沢 勉(1982)「数量化理論とデータ処理」朝倉書店
- [3] Efron, B. (1982), The Jackknife, The Bootstrap and Other Resampling Plans, Society for Industrial and Applied Mathematics.
- [4] 脇本和昌, 後藤昌司, 松原義弘(1979)「多変量グラフ解析法」朝倉書店
- [5] 博報堂マーケティング創造集団(編)(1983)「テクノ・マーケティング」日本能率協会
- [6] 安田三郎, 海野道郎(1977)「社会統計学」丸善

(おの けんじ
情報システム部
経営情報研究室)

全国 9 地域計量経済モデルの開発

——モデルの構想と基本構造——

キーワード：多地域計量経済モデル，中長期経済予測，
地域経済，産業構造，人口分布，電力需要

大河原 透

〔要 旨〕

電力中央研究所では，9 電力会社の供給管内とほぼ対応する全国 9 地域を対象に，各地域の経済構造・産業構造・就業構造・人口分布・電力需要など電気事業が経営戦略を策定するにあたり参考となる地域経済の諸指標に関する情報提供を目的として，昭和 61 年度より全国 9 地域計量経済モデルの開発に着手した。このモデルでは，マクロ経済の中長期の動向と整合的な地域経済が分析される。

本稿では，このモデル開発を着手するにあたり，我々が地域経済をどのように捉えているか，およびそのモデル化にいかなる考えを持っているかを明らかにした上で，モデルの基本構造及び開発戦略を論ずる。

- | | |
|---------------------|-------------|
| 1. はじめに | 3-3 生産ブロック |
| 2. 開発構想 | 3-4 支出ブロック |
| 2-1 基本姿勢 | 3-5 分配ブロック |
| 2-2 地域経済の特徴と地域経済モデル | 3-6 人口ブロック |
| 3. モデルの基本構造 | 3-7 電力ブロック |
| 3-1 地域の区分 | 4. モデルの開発戦略 |
| 3-2 モデルの概要 | 5. 結び |

1. はじめに

電気事業の存立基盤は地域にあり，その発展は地域の発展と不即不離のものである。したがって，電気事業の経営戦略を策定するに当たっては，日本経済のマクロ的動向はもとより，地域経済構造の変化についても的確に把握しておくことが重要である。電気事業では特に，将来の電力需要を的確に想定しそれに対応する設備計画を策定することが求められており，そのためには地域毎の経済実態の把握や経済予測を行

うことが必要不可欠となっている。そこで，当研究所では地域の産業構造と電力需要の想定に有用な情報を提供することを目的とし，9 電力会社の供給管内を対象とする地域計量経済モデルの開発に 61 年度より着手した。

このモデルでは，地域の産業構造や人口の 10 年程度の中期的見通しおよびそれらに対応する電力需要・電灯需要をも明らかにすることを目的としている。したがって，これは通常の地域計量経済モデルに電力需要等を分析する部門が付加されたものとなる。

これまで、当所では十数年来いくつもの地域計量経済モデルを開発してきたが、この全国9地域計量経済モデルは新たな構想の下で開発されるものであり、それを本稿で明らかにするとともに留意点や問題点の指摘も行う。本稿では、地域経済モデルの一般的な目的やスコープには立ち入らず、我々がこれから開発する電研全国9地域計量経済モデルの特徴や性格をクローズアップさせることを目的とするが、このことを通じ、日本において地域計量経済モデルを開発する際に問題となる点を明らかにすることも狙っている。

2. 開発構想

2-1 基本姿勢

我々は全国9つの地域を対象にし、各地域の経済構造・産業構造・電力需要構造を明らかにするために、斬新で実用的なモデルの開発を目指す。

本章は、開発構想に関するものであり、理念としての「べき論」が述べられる。地域経済分析の場合、「べき論」が作業の諸段階で通らないことも多い。それは、ひとつにはマクロ経済分析のアナロジーとしてモデルを作成する限りにおいては問題が生じないが、地域という空間的あるいは地理的なディメンジョンが一つ加わったことに伴う困難さに依るものである。これは地域間の現実的な繋がりをモデルに表現することの困難さともいえる。この点については本稿の議論を通じいくらかは明らかにできるものと考えている。地域というディメンジョンが加わったことに伴うモデルの構成上の困難さは、どちらかというとな概念的な困難さであるが、現実的あるいは実質的な困難さも指摘できる。それは、分析に必要な地域経済データが即座に利

用可能ではないという点である。つまり公的機関により公表されている地域経済データは非常に限定されている¹⁾。地域経済モデルの開発において、「データ8割、分析2割」という時間配分がよく言われ、分析に必要なデータを自前で推計する作業が必然的に伴う。そして分析に必要なデータが全て推計可能なわけではなく、「べき論」の完遂の挫折につながる。

我々の「べき論」は全て、「斬新な実用モデルの開発を目指す」という方針の中で生まれてきているものであり、モデル開発の実際を出来る限り「べき論」へ接近させるという態度で研究を進める。この姿勢は、これまで利用可能でなかった地域経済データの推計、たとえば製造業の地域別業種別資本ストックの推計問題等の中にも具現化されている。

さて、地域計量経済モデルの開発にあたり、最も重要だと思われる「べき論」は、少なくとも当所で開発されるモデルは恒久的にメンテナンスされるべきだというものである。既に述べたように、電気事業は地域産業であり、多くは地域のリーディングカンパニーであり、地域の発展に深く関わっている。電気事業は常に地域経済あるいは地域産業の将来動向をきちんと定量的に分析する道具だてを持つことが望ましい。にもかかわらず、電気事業のみならず、国でさえ全国の地域経済の動向を分析するモデルを継続的に持ったことはない。これは、マクロ経済を対象にした計量経済モデルが、ほぼ30年間、当所を含むいくつかの機関でバージョン・アップを経ながら保持されてきたことを想起すれば不思議なことでもある。ひとつには、定量的な地域分析に対する需要が少なかったことも

1) この問題については、大河原・松浦・中馬〔1〕及び大河原・上田〔2〕で論じるとともに、当所で開発した地域経済データの推計法を明らかにした。

あろう。だが、やはり時系列計量分析にのりような地域経済データが公的機関により供給されていないという事情が効いていると思われる。したがって、我々は分析に耐えられるような地域経済データベースを整備しつつ、メンテナンス可能な地域計量経済モデルの開発を目指すべきである。

もう一つ重要な「べき論」は、斬新な実用モデルを開発すべきというものである。斬新な実用モデルというものが語るコンテキストは時代によりまた開発者により変化し得る。実用も斬新も、時間・費用・人員などの制約の中で相対的に語られるものである。

我々が目指す斬新な実用モデルの中身とはと問われれば、実用とは9電力会社の需要想定等を行う際に有用な地域経済情報を生み出すようなモデルということである。斬新さで最も強調したい点は、マクロ計量経済モデルとの情報交換をはかりつつ地域モデルを動かす試みである。電力中央研究所としては、単に地域モデルを開発するという考えに立たず、「世界エネルギー需給の動向から地域経済動向までを一貫した体系として予測できるシステム」としての中長期経済予測システムプロジェクトの一つのモデルとして地域計量経済モデルを位置づけている。すなわち、地域-マクロモデル間の整合性の追求がなされる中で、地域モデルは開発される。もちろんモデルを構成する個々の構造方程式の特定化に際しても、経済理論の進展や成果を生かして行う、という経済学の実証研究の基本的な姿勢で、斬新なモデル開発に当たるのは言うまでもない。

恒久的にメンテナンスを加えるという基本方針と斬新な実用モデルを開発するという基本方針は密接不可分の関係にある。我々は63年

度を目途に全国9地域モデルを開発するが、それは第一次バージョンとして位置づけられるに過ぎない。電力需要等の想定に役立つ情報を提供するためには、モデルの継続的改訂が不可欠である。年が改まるたびに新しいデータが付け加えられるが、データの追加のみならず斬新なアイデアをも追加して、各年のモデル改訂を行うことが重要である。これを年ごとの小改訂とするならば、経済や社会の仕組の変化に対応し、少なくとも、5年に1度ぐらいはモデルの関発構想をも含めた大改訂が必要である。2つの基本方針を貫くことで、より有意義なモデルの構築が可能になる。つまり、一回限りのモデル開発で終わってはならない。以上では概念的なべき論が中心であったが、次節では、地域経済の在り様を議論する中で、電研全国9地域計量経済モデルで地域をどのように分析するかを明らかにする。

2-2 地域経済の特徴と地域経モデル

各地域は、歴史的・文化的・地理的条件等がそれぞれ異なっており、経済発展のあり方も一様でなく、地域固有の経済・産業構造を持っている。したがって、全国の視点から地域を見ると、地域間の過密・過疎の問題にみられるように、地域間にはある種のアンバランスが存在するという見方も成立する。これは国土開発計画の歴史を振り返っても、これまでは常に「均衡ある国土の開発」がキャッチフレーズとして用いられたことにも符合する。

地域経済の発展が一様でないという点にこそ、地域経済分析を行う意義がある。また、地域を積み上げたものがマクロ経済であるから、地域経済分析を通じて経済問題の本質が浮かび上がることに意義がある。

各地域が固有の経済・産業構造を持つという

点を理解することは重要であるが、地域固有の条件だけで地域経済が動かないのもまた事実である。日本経済ひいては世界経済という、地域の側では与件ともいえる経済環境の中で、地域はそれぞれが持つ特徴を生かしつつ、他地域との連関を持ちつつ経済活動を行っている。

このことは、自己完結的な枠組の中だけでは地域問題が語れないことに他ならず、地域経済の自律度が低いことを意味する。この地域経済の在り様は、各地域の中長期にわたる実用的な経済予測を行う作業の在り方に制約を付けずにはおかない。そのうち特に重要なことは、日本経済のマクロモデルとなんらかの繋がりを持つ多地域経済モデルの開発を行うという点である。マクロ経済モデルでは、地域というディメンションはないが、地域経済モデルかデータ等の制約から扱いきれないより広いスコープの経済問題を整合的に扱うことができる。たとえば、マクロ経済の分析では、実物の面で産業別にきめ細かい経済変数の相互依存関係を分析できるのみならず、金融や国際的な経済諸問題をも扱い得る。つまり、日本経済全体の中長期の予測に関しては、マクロ経済モデルを用いてシステムティックに扱うことができる。そのようなマクロモデルから得られる日本経済全体に関する情報を利用しつつ多地域経済モデルを開発することが肝要である。

マクロ経済モデルと明示的な繋がりを持たない地域経済モデルは、しばしばおかしな振舞を示すことがある。独立に地域計量経済モデルを作成する場合には、地域の特殊な事情が過度に反映されることが多々ある。このようなモデルで全国の全ての地域をカバーしたとしても、マクロモデルから出される日本経済の標準的な姿と大きく異なる地域経済像が出現しかねないと

いったことである。このことは、特に予測を行う場合に問題になる。

したがって、実用的な地域経済分析を行う観点からモデル作りを考えると、全国をカバーする多地域を対象に、マクロ経済モデルとの繋がりを意識して多地域計量経済モデルを開発するというに給びつく²⁾。これは、地域経済のと実際に、いくつもの地域の繋がりの中で営まれているということにも対応している。

多地域計量経済モデルとマクロモデルをなんらかの形でつなぐという試みは、少なくとも筆者の知る限り日本ではなされたことがない。経済企画庁や国土庁で開発された全国9地域計量モデル〔4〕、〔5〕は、多地域モデルであるが、マクロ経済モデルとの繋がりは明示的には意識されていないといて良い。ただし、マクロモデルと地域モデルの接合は、そもそも国民経済計算と県民経済計算の数値が一致せず、両統計がそれぞれ独自のトレンドを持っているといった問題等にみられるように概念的にも解決しなくてはならない問題が山積みされており、我々の前に必ずしも平坦な道が用意されているわけではない。

多地域経済モデルを開発するに際し、特に留意しなくてはならない点を2つ指摘しておこう。第1点はマクロ経済などの与件の変化に対する各地域の反応であり、第2点は地域間の繋がりに関することである。

各地域が直面する環境条件には、それ程大きな差異はないともいえる。だが、環境条件の変化に対して各地域は、必ずしも同等の反応を示

2) 計量経済モデルではないが、これまで我々は全国経済との整合を保つために、配分型のLPモデル(文献〔3〕)をこの10年間に3次にわたり開発してきた。LPモデルでは、規範的な分析がなされるのに対し、計量経済モデルでは規範性の介在する余地は少ない。このため、両モデルは補完的に用いることができよう。

すとは限らない。たとえば、石油危機にみられるようなドラスティックな費用・価格構造の変化は、日本の産業構造を大きく変化させたが、石油多消費型の産業を多く持つ地域の生産額の低下を余儀無くさせたように、地域産業へ異なった影響を及ぼしている。地域経済分析を行うにあたっては、どの地域でも共通して観測できる構造が、地域固有の事情（たとえば地域の資源賦存量や産業構成）により、どの程度影響されているかを定量的に明らかにすることが重要である。ある与件の変化に対し、各地域とも同一方向への調整がなされるとしても、その調整のスピードは異なるのが一般的で、その程度の差と要因を明らかにすることが求められている。特に、全国の9地域を同時に扱うといった多地域経済分析では、各地域が持つ普遍性と独自性、この2つを上手に取り込むことが望ましい。

各地域が持つ普遍性と独自性は、モデルでは構造方程式の特定化の差異、或いは同一の特定化がなされたとしてもパラメータの大きさの差異に顕れると考える。

次に多地域モデルにおける地域間の関連であるが、地域間では人間・資本・財貨の移動にみられるような交流、交絡、移動が存在する。また地域間では、たとえば企業誘致のような競争・競争関係が存在する。企業の設備投資・立地選択に際しては、いくつかの候補地域における費用が重要な要素になっていることは疑いのないことである。これらの例からも明らかのように、当該地域の事情のみで地域を説明することは不適切なこともある。しかし、モデルで地域間の交流・交絡・移動を完全に表現するのはデータ等の制約もあり困難なことである。たとえば、地域間の投入産出構造を表現した地域間産

業連関表は、5年間隔で、しかも最新データは5年以上の遅れをもってでしか発表されておらず、地域経済の時系列分析を行うためには適していない。また、その地域区分は我々のものと異なっているため、ただちに利用可能でない。一方、県民経済計算における移出・移入データは、「どこからどこへ」という形では作成されていないため、地域間の繋がり分析はできない。地域間の財を中心とする経済的繋がり分析するためには、必然的に運輸省の総流動調査や純流動調査などの重量ベースの統計に依拠することになり、金額ベースへの換算等の工夫が必要である。このような状況であるため、63年度までに開発する全国9地域計量経済モデルでは、人口移動・製造業の投資決定等については地域間の繋がりを導入するが、財の地域間移動については分析しない。

さらに、地域間の繋がり分析に際し、地域間の地理的繋がりモデルでどのように表現するかという問題が必ず付きまとう。地域間の地理的繋がり地域間距離で表すことがよくなされるが、これにもいくつかの問題が残る。そもそも地域間の距離をいかに定義するかということ自体が問題である。都市間であるならば、距離も定義・計測するのが比較的容易であろうが、全国を幾つかのブロックに区分した場合、空間的拡がりを持つ地域の距離をどのように定義するかが問題になる。仮に定義ができたとしても、モデルでどのような距離を用いるかという問題が生じる。物理距離なのか時間距離なのかといったことであり、モデルの目的に応じ選定すれば良い問題ではあるが、導入の仕方如何では構造方程式の特定化に大きな影響を与えることになる。なお、ここ数年来、福地により距離を多地域経済モデルに導入する試みがなされ

ている³⁾。地域間の地理的繋がりを明示的に扱う多地域計量経済モデルは、確かに興味深いものであり、我々も地域間の距離概念や地域間距離の計測方法について検討を加えてはいるが、解決しなくてはならない問題がいくつかあり、63年度までに開発するモデルでは明示的に地域間距離は導入しないことになろう。

3. モデルの基本構造

3-1 地域の区分

全国を対象にした多地域経済モデルの構築に際し、どのような地域区分を採用するかを決めなくてはならない。もちろん、地域区分は分析の目的に応じ設定されるべきものであるが、基礎データの利用可能性からの制約もあり、自由に地域区分を設定できるわけではない⁴⁾。

当所の地域経済分析では、全国を電力供給管内にはほぼ対応する9地域に分割する⁵⁾。9地域と県の対応を表1に示す。この地域区分は、地域経済分析を行うにあたり基礎となる資本ストック関連の基礎統計である昭和45年国富調査

表1 9地域の区分

地域区分	地域に含まれる都道府県
1. 北海道	北海道
2. 東北	青森県 岩手県 宮城県 秋田県 山形県 福島県 新潟県
3. 関東	茨城県 栃木県 群馬県 埼玉県 千葉県 東京都 神奈川県 山梨県
4. 北陸	富山県 石川県 福井県
5. 中部	長野県 岐阜県 静岡県 愛知県 三重県
6. 関西	滋賀県 京都府 大阪府 兵庫県 奈良県 和歌山県
7. 中国	鳥取県 島根県 岡山県 広島県 山口県
8. 四国	徳島県 香川県 愛媛県 高知県
9. 九州	福岡県 佐賀県 長崎県 熊本県 大分県 宮崎県 鹿児島県 沖縄県

で採用されているものであり、国土庁計画・調整局の9地域計量経済モデル(REM-V1)でも用いられており、全国を9分割する際に標準となるものである。

3-2 モデルの概要

我々が開発しようとしている地域計量モデルにおける、各サブブロック間の関係を概念的に図示したものが図1である。中央のマトリクスが、県民経済計算より得られたデータからなる地域経済の構造と循環を示した部分である。モデルでは、生産・支出・分配について取り扱うものの、取り扱い方の濃淡はもちろん存在する。研究の目的からも明らかのように、生産決定が如何になされるかについて特に精力的に分析を行う。なお、地域経済は開放性が高いため、生産の決定にあたっては需要積み上げ方式によるものは採用しない。また同じ理由により、県民経済計算で保たれている名目値での県内総生産と県内総支出のバランスは、モデルでは意識しない。

以下では、モデルの各サブブロックの構成を示そう。

3-3 生産ブロック

本節では、産業分割の考え方を議論した後に本モデルで採用される産業分割を示し、次に産業の生産決定について論ずる。

- 3) 地域間の距離を明示的に導入した理論モデルではFukuchi〔6〕があり、地域間の資源移動と経済成長を分析しているし、またその実証研究として福地〔7〕は、全国9地域を対象に各々内生変数9個から構成される簡潔な実証モデルを提示している。そこでは、地域間の距離として9中心都市間の国鉄の最短営業距離を用いている。
- 4) 基礎となる官庁統計の地域区分のなされかたは、各省庁で必ずしも同一でない。文献〔8〕は官庁統計の集計ベースとなる地方機関の管轄地域をまとめている。
- 5) この地域区分と9電力の供給地域の差異のうち大きなものは、静岡県（ほぼ富士川以东が東京電力の供給管内）、福井県（三方郡以西の嶺南地域が関西電力の供給管内）および沖縄県（沖縄電力の供給管内）である。詳細は電気事業便覧等を参照のこと。

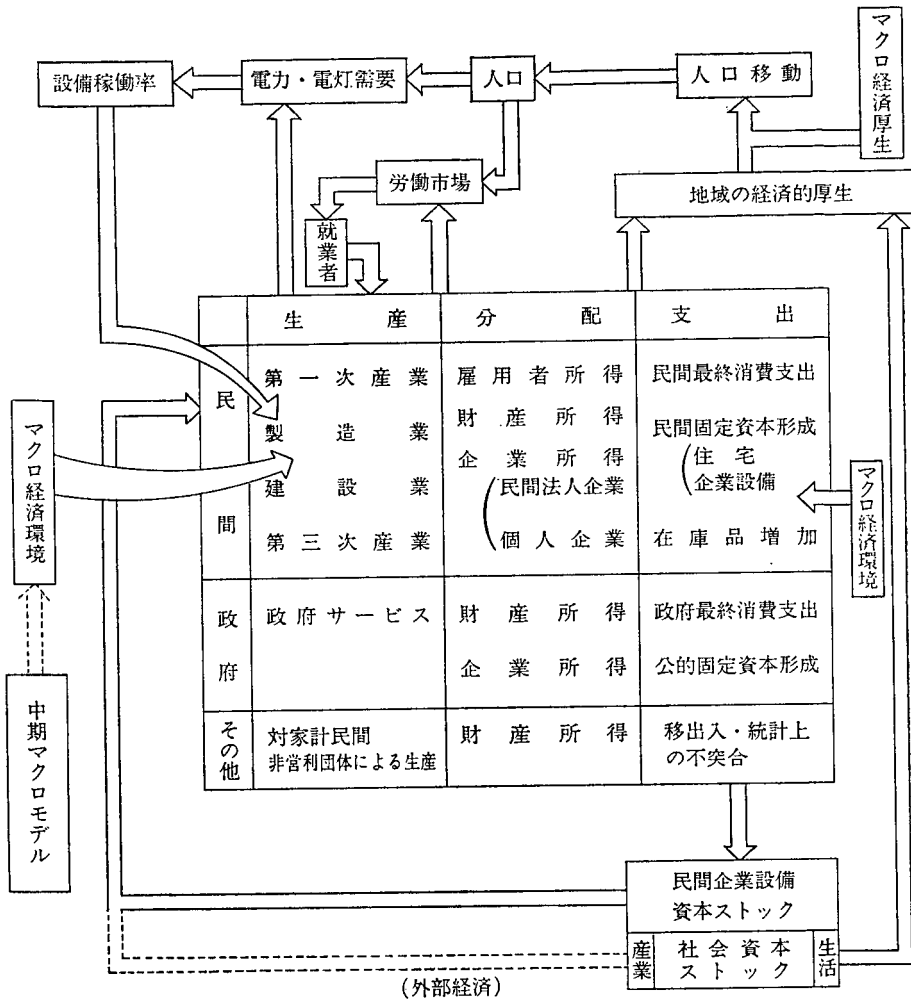


図 1 地域計量経済モデルの概要

(1) 産業分類

地域において産業の性格を論ずる場合、各産業の地域間競争上の特徴に基づきなされることがある。つまり、地域間競争に晒された産業(exposed industry)、競争から守られた産業(sheltered industry)という形で分けられる。またこれは、前者が全国を市場とする産業、後者は当該地域を主たる市場とする産業とするという観点から区分されているといっても良い。我々は、産業を分割するに当たり、製造業を典型的な exposed industry と考え、それ以外を

sheltered industry と考える。

産業分割は分析の目的に応じ適宜なされるが、我々は地域の電力需要の分析に焦点を絞るため、製造業の産業分割を細かく行うという方針をとる。県民経済計算では製造業は一つの産業に集計されているに過ぎないが、我々はそれを国民経済計算と同様の 13 産業に分割している。ただし、当面は 13 産業を生産物や生産プロセスの近似性などの観点から三つの産業(素材、加工組立、その他製造業)に集計したレベルでモデル構築を行う。モデルで用いられる産

表 2 モデルにおける産業分類

地域計量経済モデル産業分類		国民経済計算産業分類	
産 業	産業記号	産 業	
第 一 次 産 業	PRM	(1) 農林水産業 (2) 鉱 業	
第 二 次 産 業	素 材 産 業	MTR	(3) 紙・パルプ (4) 化 学 (5) 石油・石炭製品 (6) 窯業・土石製品 (7) 一 次 金 属
	加 工 組 立 産 業	ASB	(8) 一 般 機 械 (9) 輸 送 機 械 (10) 精 密 機 械 (11) 電 気 機 械
	そ の 他 製 造 業	OTH	(12) 食 料 品 (13) 織 維 (14) 金 属 製 品 (15) そ の 他 製 造 業
	建 設 業	CON	(16) 建 設 業
第 三 次 産 業	卸 小 売 業	WAR	(17) 卸 売 ・ 小 売
	サ ー ビ ス 業	FES	(18) 金 融 ・ 保 険 業 (19) 不 動 産 業 (20) サ ー ビ ス 業 (民間) (21) サ ー ビ ス 業 (政府) (22) 対 民 間 非 営 利 団 体 サ ー ビ ス
	公 務 ・ 公 益 事 業	GUT	(23) 電 気 ・ ガ ス ・ 水 道 (民間) (24) 電 気 ・ ガ ス ・ 水 道 (政府) (25) 運 輸 ・ 通 信 業 (26) 公 務

業分類と国民経済計算における産業分類の対応を表2に示す。この産業分類では、素材産業に電力多消費型の産業が編入されている点、金属製品製造業がその他製造業に組み込まれている点が特徴となっている⁶⁾。また、県民経済計算における新・旧統計の接続をはかるため、金融・保険・不動産業は基礎データでも分離されていない。三次産業を三つの産業に分けて取り扱うのは、当所の地域経済モデルとしては初めての試みであるが、経済のサービス化等の分析を行うために必要不可欠な産業分割であると考えられる。

なお、中長期経済予測システムプロジェクトで開発されるマクロの多部門モデルでは、地域モデルより細かい産業分類がなされており、地域モデルからはマクロモデルが参照可能となる。このことは、地域計量モデルでは予測等に

際し、全国大の産業動向がマクロモデルから得られることを意味する。

(2) 生産決定⁷⁾

① 製造業

製造業では、基本的には資本と労働の二つの生産要素を説明変数とする生産関数により生産額が決定される。製造業では、供給側からの生産決定を想定し、素材、加工組立、その他製造

6) 製造業を細分化するモデルでは、金属製品を加工組立産業に分類することがよくなされる。50年工業統計表で金属製品製造業を小分類にさかのぼり、従業者数の構成をみると、①建設用・建築用金属製品製造業(334)が約40%、金属打抜・被覆・彫刻業・熱処理業(335)が約25%、洋食器・刃物・手道具・金属類製造業(332)が約10%であり、②従業者規模19人以下の事業所の従業者シェアが約48%であることの2点が明らかとなった。このような性格は加工組立産業よりその他製造業に近いもので、金属製品をその他製造業に組み込んだ。

7) 生産額は県民経済計算では名目値のみしか公表されていないが、当所では表2の国民経済計算産業分類で示される産業の県別の実質値を推計しており、以下の議論は実質値ベースの生産額に関するものである。

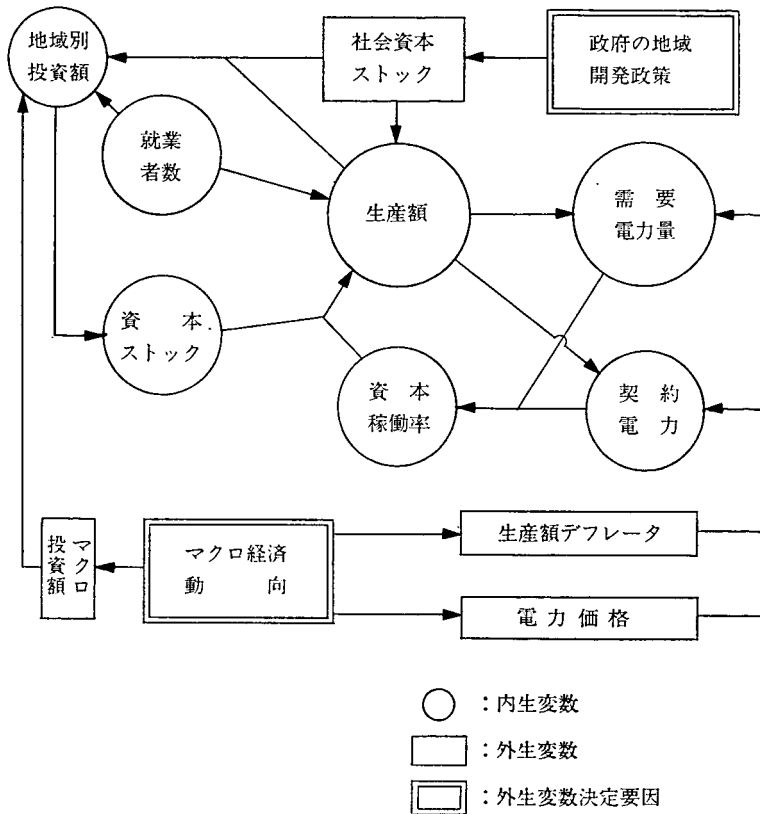


図2 製造業生産決定フローチャート

業について生産関数を推定する。

製造業の生産関数では、地域別・産業別に設備稼働率が導入され、地域における生産調整の在り方が明示的に分析されるのが、本モデルの特徴である。周知のように、地域別・産業別の稼働率は官庁統計等では存在しない。そこで、かつて当所のマクロモデルで契約電力量と需要電力量をもとに定義されたいわば「電研方式設備稼働率」を用いる⁸⁾。そして、この稼働率が地域およびマクロの経済変動を通じて調整されると考える。

また、地域における製造業生産関数の定式化に際しては、核となる資本、労働以外にも、産業基盤社会資本ストックや技術進歩などを説明変数として追加する試みもなされることになる

う。ただし、地域経済モデルでしばしば導入される生産における社会資本ストックの外部経済効果については議論が多々あり、導入するとしても、パラメータの大きさ等の妥当性の検討が必要なのはもちろんである。このことは、社会資本の果たす役割をどのように想定するかに関するものであり、単に生産関数の特定化の問題に留まらない。

ここで、当モデルにおける製造業の生産決定のなされ方を、他のブロックの変数とともに図

8) これは、電力の契約操業度であり、需要電力量を契約電力量で除すことにより定義される。各々が内生的に決定されるならば、それは内生変数となる。内田・阿波田・服部〔9〕参照のこと。

ただし、地域でこの指標を用いる際には、自家発電比率等が地域により、また産業により相当異なるため、契約操業度のカバレッジの差異に留意すべきである。

示しておこう(図2)。

② 非製造業

非製造業の生産額の決定に際しては、通常の生産関数はいずれ、域内の需要により生産が決定されると想定する⁹⁾。したがって、域内の支出項目等を説明変数とする生産額形成関数と呼ぶことのできる関数を推定する。建設業では民間・政府の設備投資や住宅投資が、卸小売業では民間最終消費支出等が説明変数となろう。また、支出項目ばかりでなく他産業の生産額が説明変数になり得る。たとえばサービス業における対事業所サービスによる生産形成などは、その典型的な例であると考えられる。

3-4 支出ブロック

既に述べたように、当モデルでは支出項目全てを網羅するものではない。生産ブロックで用いられる支出項目のうち内生的に説明する必要のある変数、たとえば民間最終消費支出等の決定を取り上げる。したがって、域内総支出等の集計量は内生的には求まらないし、それがモデルで中心的な役割を果たすこともない。なお、支出ブロックも実質値で構成される。

(1) 民間最終消費関数

民間最終消費支出は支出項目で最も大きなシェアを占める。純移出の大きさにもよりシェアは異なるが、全国平均で全体の約5割を占める。マクロ経済でも、民間最終消費支出の動向が経済全体の浮沈を大きく左右しているが、それは地域でも同様である。

この関数はマクロ計量モデルで行われるものと同等のもので特定化される。たとえば、短期の調整型関数として定式化され、最適支出水準が県民所得(分配)で説明できるものと考えられる。特定化はマクロモデルのアナロジーでなされるが、この変数はマクロモデルでの使われ方

とは異なり、当地域モデルの中では三次産業の生産水準を決定するなどの役割を果たす。また、モデルにとっては「盲腸」であるが、光熱費などの目的別支出関数が参考式として推計されることになろう。

(2) 民間住宅投資関数

民間住宅投資は支出項目全体のシェアで見れば、4~10パーセントを占めるに過ぎないが、景気変動に大きな影響を及ぼしているのは周知のことである。当モデルでは、これは民間最終消費支出と同様に、建設業の生産額形成関数の説明変数となる。また、住宅投資は住宅投資本ストックを定義するためにも不可欠である。

民間住宅投資関数の特定化も、マクロモデルにおけるそれとはほぼ同様にされる。

(3) 民間設備投資関数

民間設備投資関数は製造業と非製造業を分離して行う。製造業および非製造業の投資額は、生産ブロックの建設業の生産額形成関数の説明変数として用いられる。また、製造業の投資額は生産能力として資本ストックに具現化される。

① 製造業設備投資関数

本論に入る前に、製造業設備投資データの特徴を説明しておこう。生産ブロックで述べたように製造業は13産業に分割されているが、当所で行った投資額・ストック額の地域別・産業別推計では、さらに細分化されており、15産業レベルでデータを推計している。この推計は、経済企画庁の全国を対象にした民間企業資本ストック統計の製造業15産業ごとのデータ

9) このように想定するのは、需要依存型の生産決定という経済学的な仮定ばかりでなく、非製造業では資本ストック推計で不可欠の地域別・産業別の設備投資額等の基礎統計が十分利用できないという現実的な制約があるためである。

を工業統計表の情報をもとに地域へ分割したものであり、マクロとの整合性が保たれる¹⁰⁾。

投資額・ストック額は経済成長経路に深く関わる変数であり、これを変数の地域・マクロ間の整合性は、マクロモデルと地域モデルの整合性を確保する上で是非とも必要になる。つまり、この整合性のとれた製造業の投資額・ストック額は、我々のモデルの中で重要な役割を果たす。この整合性が保持されなければ、たとえば地域で合計した資本ストック額がマクロより大きいといったことが生じ、地域全体の生産可能性集合がマクロより大きいといった事態に結びつき、マクロと地域の関係に齟齬をきたす恐れがある¹¹⁾。

マクロの投資額を産業別に地域へ配分したものが地域の投資額であるから、投資関数の推定にあたっては、この性質が保持されるような推定法を選定する必要がある。したがって、地域産業別の投資関数は、投資額シェアかシェアをロジット変換した変数を被説明変数とし、説明変数には生産額の対全国シェア、労働生産性の変化率、産業基盤社会資本ストックシェア等を用いる。つまり、生産規模、労働生産性、社会資本の整備水準等に関する当該地域及び他地域の状況を参照して、マクロの投資額は各地域へ配分されると想定する。このように特定化することのメリットの一つには、マクロの投資変動が地域に及ぼす影響部分を避けて通れる点にある。地域産業別の投資関数を額で推定することは一般的にマクロのそれよりも困難である。経年的変動が大きいためであるが、シェアで定式化することにより、その変動は押さえられる。このことを裏返してみれば、マクロ投資額が拡張・縮小したとき各地域の投資額が相似的に拡張・縮小する傾向を持つことを意味するが、こ

の点は説明変数の選択に工夫を加えることによりある程度は回避できると考えられる。

なお、推定は集計された製造業3産業を対象に行われる。

② 非製造業投資関数

これもデータの性質から議論しよう。非製造業の投資額は産業分割を持たない。これは非製造業では、地域別・産業別の投資を調査した統計が存在しないためである。県民経済計算の民間企業設備固定資本形成から、上述の県民経済計算とは別概念の地域別製造業投資額を除いた部分として非製造業の設備投資を定義する。だが、製造業の投資額は県民経済計算とは独立に求められている。残差で決まる非製造業の投資額、しかも整合性が怪しいものに問題がなからうはずはない。しかし、非製造業については資本ストック額を求めることはしないので、整合性の欠如した推計値でも、モデルへ悪影響をダイナミックに及ぼすことは少なそうで、弁解の余地はある。このデータを用いるのは、県民経済計算の上での固定資本形成をモデルに導入するという現実的な理由のみに依っている。

このような性格のため、非製造業の投資関数の特定化には、変数選択を含め格段の注意が必要である。また推定結果の解釈にあたっては、ある種の留意を置かなくてはならない。ただ

10) 地域の地域別資本ストックの推計に関しては大河原・松浦・中馬〔1〕参照のこと。ただし、61年度に経済企画庁のデータが、産業分類を含め55年価格に改訂されたため、当所の作業手順も少し変更されているが、基本的な考え方は不変である。

11) マクロと地域の関係は必ずしも単純ではない。たとえば、マクロの投資額が地域経済の実態とは独立に決定されるものとする。このとき、地域全体の供給能力の上限は常にマクロ側により制約されるが、投資の地域配分のされ方により地域の生産可能性集合(インプリシット)には、集計すればマクロのは変化する。ここにも、投資のパティークレイ問題は登場する。したがって、予測にあたっては、マクロ投資が固定されていても地域全体の生産可能性が一意的に決定されるわけではない点に留意する必要がある。

し、産業の集計の度合いが高いので、非製造業における生産額を核として、部分調整型の特定化で投資額をある程度説明することが可能と踏んでいる。

3-5 分配ブロック

県民経済計算が新 SNA 方式に変更されたことに伴い、税や移転の項目がなくなり、個人所得や個人可処分所得といった変数を定義することはできなくなっている。そのため、モデルでは、雇用者所得、個人財産所得、個人企業所得の合計をもって個人所得と定義する。ただし、モデルが完成する 63 年度までの途中段階では、雇用者所得や県民所得を個人所得の代理変数として用いることもある。

分配関連のデータは名目値であるが、モデル内の他ブロック、たとえば所得格差による人口移動等の分析では、県別の消費者物価指数等でデフレートして用いる。また、消費関数の説明変数として用いられるときは、民間最終消費デフレーターで実質化される。

なお、各関数の特定化に際しては、マクロモデルで伝統的に用いられてきた関数型が適応可能と考える。たとえば、雇用者所得関数は、産業の生産額（実質値）と名目的な雇用者所得の上昇に対応するだろう総支出デフレーターで特定化できよう。もし、賃金上昇のラグを考慮するならば、自己回帰の調整型で定式化することも可能である。

3-6 人口ブロック

概念の明快さからみても、人口ほど地域の成長・消沈を端的に表わしているものはない。また、人口は生産額や所得とともに地域計画策定に際し目標となる指標である。それは、ひとつには人口が社会資本等の整備計画を設定する上で基準となるためでもある。マクロモデルで

は、人口を内生的に決めることなど目的にもならないが、地域モデルでは人口は内生的に決めべき最も重要な変数である。

地域の人口は、出生・死亡という自然増減および他地域からの転入・他地域への転出という社会増減により変化する。自然増減は各地域の年齢階層別人口分布や出生力となる女性の存在といった要因によって影響されるが、経済的要因で地域差が出現すると考えなくとも良さそうである。他方、社会増減は経済格差や雇用機会格差によって生じていると考えられ、優れて地域経済モデル向きの問題である。したがって、これまで開発された地域計量経済モデルでは人口の社会増減つまり人口移動を扱う部門を持ったという点が良い。しかし、人口移動の分析が以下に述べる意味で整合的になされたことは無かったといえる。

i 地域から j 地域への地域間人口流入を SI_{ij} 、 i 地域から j 地域への地域間人口流出を SO_{ij} と表現し、 i 地域の人口流入、流出を SI_i 、 SO_i と表現するならば、

$$SI_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^9 SI_{ij}$$

$$SO_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^9 SO_{ij}$$

であり

$$SI_{ij} = SO_{ji}$$

である。 i 地域から j 地域への流出は、 j 地域にとっては i 地域からの流入であり、人口移動に関する全国大の整合性は、

$$\sum SI_i = \sum SO_i$$

で表わされる。整合性を保つためには地域間人口移動の推定が必要である。たとえば 9 地域では、 SI_{ij} 、($i=1, \dots, 9, j=1, \dots, 9; i \neq j$) の 72 個の変数を内生的に決めることが必要になる。だ

が、推定すべき式数が多く、地域間人口移動ではなく SI_i , SO_i を推定する方式を採用するモデルが多い。あるいは、地域ごとに純流入 ($SI_i - SO_i$) を推定する方式が採られることもあるが、ここでは流出、流入が同一の変数およびパラメータで決められ、非現実である。これらのモデルでは $\sum SI_i = \sum SO_i$ が成立せず、地域の人口はインコンシステントなものになる。

我々は、地域の人口移動を9地域間で移動元・移動先を明示的に取り扱うことにより、整合的な人口移動関数の推定にあたる。より詳細な考え方、構造方程式の特定化のなされ方、推定結果については、大河原・松川 [10] で示したので、参照されたい。

3-7 電力ブロック

本研究の目的に照しても、電力ブロックは生産ブロックなどとともに、モデルの核となるブロックである。モデルでは、電灯・電力需要と製造業を中心とする契約電力の構造を定量的に明らかにすることを狙っている。

全国を対象とした電力需要等の計量分析については、当所をはじめいくつもの研究があるが、地域を対象とした分析はほとんどない¹²⁾。

わが国で地域を対象にした電力需要の研究事例が少ない理由としては、エネルギー価格等の地域間格差が米国などと較べると少なく、地域分析を行う動機に欠けるといったことが指摘できよう。しかし、今後はエネルギー需要市場で、電力・ガス・石油間の競争は激化することが予想され、地域においてもエネルギー需要の構造分析が重要となる。当モデルでは、当面はエネルギー全般を取り上げず、電力需要の構造を部分均衡的に分析する。

分析の対象とする需要項目を表3に示す。電灯需要については所得や価格といった経済変数

表3 電力需要構成項目

	九 電 力 分		自家発分
(1)	電 灯		
(2)	業務用電力		
(3)	小 口 電 力		
(4)	大 口 電 力	1. 素 材	素 材
		2. 加 工	加 工
		3. その他	そ の 他
(5)	その他電力		

よりむしろ気温等の自然条件に左右されるといふ実証研究が多い。自然条件はダミー変数を導入することとし、経済要因も取り込んだかたちで電灯需要関数は定式化される。大口電力の素材、加工、その他はそれぞれ、製造業の3分割された産業を対象とし分析する。需要関数の特定化にあたっては、マクロにおける需要関数を推計した。阿波田・服部・桜井 [11] の定式化を参考にする。また、大口電力では契約電力についても推定する。これは製造業生産関数において、電力の契約操業度をもって稼働率の代理変数としているためである。

なお、製造業を中心とする産業用電力の分析では自家発電・共同火力等(以下自家発と略す)による電力供給も無視できない。わが国の産業用自家発電電力消費量は、産業全体の総電力消費量の約2割を占める。また地域によっては自家発に大きく依存している¹³⁾。このため地域分析では自家発の分析が特に重要となる。当然のことながら、購入電力と自家発電電力は補完的なものであるとともに競合もする¹⁴⁾。したがって、

12) 全国を対象としたものには、阿波田・服部・桜井 [11]、阿波田 [12]、服部 [13] などがある。また地域では、家計調査データをもとに家庭用エネルギー需要の電気・ガス・灯油間の代替関係を分析することを目的とした森 [14] がある。

13) たとえば、60年度の中国の例では、産業における購入電力比率が5割を下回った。

購入電力の需要のみを分析するのは不適切で、当モデルでは自家発分の電力需要および設備(kW)に関する産業別に構造方程式を推定し、内生的に説明する。

4. モデルの開発戦略

当然のことながら、モデル開発の実際は試行錯誤の積み重ねであり、現段階で多くを語ることはできない。ここでは、モデル開発とデータ開発の関係、構造方程式の推定の枠組みとなる基本的な考え方を示すに留める。

地域経済の実証研究においては、モデル開発とデータ開発は不可分の関係にあり、データ開発の良否がモデルの適否を決める重要な要素になっている。そのため、我々はデータ開発を重視しており、ここ数年来電研地域経済データベースの整備を図ってきている。それは、地域経済モデルの開発を支えている基盤である。データ開発にもモデル開発にも「終着駅」はなく、保持・更新・拡張の連続である。データ開発に区切りを付けるためには、モデル構造のイメージを予め明確化することが必要である。これにより開発すべきデータが限定される。我々は、部門ごとに始めから完成型に近い構造方程式の推定を予め想定し、それに対応するデータセットを開発する。イメージされたモデルに必要なデータセットは全て同時期に準備できるわけではないので、モデルのサブブロックの重要性により、データセットの準備を進め、データの揃った部門から構造推定に入る¹⁵⁾。

このことは、地域計量経済モデルの開発に当たりしばしば採用されてきた漸次的な拡張、つまりトイモデル、パイロットモデル、マスターモデルといったモデル開発を積み重ね、視野を拡げつつ細分化を図るという方式、を我々は採

用しないことを意味する。そのため、この度のモデルがその最終型で揃うまでには63年度まで時間を要することになる¹⁶⁾。

経済モデルを開発する場合、実質値の基準年をどのように設定するかが問題になることがある。特に、地域経済を対象としたときは実質値の系列が支出関連統計でしかなく、他の系列の実質化の問題ともども、考慮しなくてはならない問題となる。61年度までの県民経済計算の実質値は50年基準であるが、国民経済計算が既に55年基準に変更されていること、62年度には県民経済計算も55年基準となる。このため、当モデルの開発に用いられる地域経済データベースの基準年も、61年度より暫定的に55年基準としている。62年度には、県民経済計算の55年実質値に基づき、当データベースの基準改訂を行うが、このことにより61年度に推定した構造方程式のパラメータが大きく変化することはないと踏んでいる。

構造方程式の推定には、原則として昭和45

-
- 14) 60年度下期以降続いている円高に伴う輸出不振等の影響もあり、61年度上期の9社分の産業用大口電力需要は、対前年同期比4.3パーセントの低下を記録した。この低下は、生産の停滞によるものばかりでなく、円高・原油安の中での、自家発の増大にも依っている。このように購入電力と自家発の間にはトレードオフがある。
- 15) 61年度は、製造業を中心とする生産ブロック、人口ブロックから推定に入っている。たとえば、既にみた人口移動関数の推定にあたっては、最終的にモデルで採用される構造型つまり地域間の移動元・先を明示した構造方程式の推定をあらかじめ想定し、それに合せデータ開発を行っている。移動元・先が付かないデータ収集に較べるならば、その作業量は尨大であるが、全体的な効率はこのようにして確保されると考える。
- 16) もちろん、パイロットモデルからモデル開発に入ることも可能ではあるが、実用性という観点からは、不満が残るモデルになりかねない。10年以上にわたる当所地域計量経済モデルの開発の中で、多くのノウハウが蓄積されており、始めからパイロットモデルの開発に取り組み必然性が薄れてきたことにも依っている。これは、当所のみ事情ではなく、ここ数年来、国際的な拡がりの中で、いくつもの地域計量経済モデルのサーベイが行われており（〔15〕、〔16〕、〔17〕）、モデルの概念や実際が紹介されており、地域計量経済モデルへの参入障壁は低くなってきている。

年度以降の利用可能な年次データを用いる。県民経済計算のように、公表される最新データが既に3年前の実態を対象にしているものもあり、利用可能な最新データは必ずしも新しいわけではない。多くの構造方程式はプールドデータをもとに推定され、地域の差異は定数ダミーや係数ダミーで表現される。なお、データのプールのなされ方は、構造方程式により異なる場合もある。

構造方程式の推定に当っては、単純最小自乗法が用いられることになろう。しかし、構造方程式の特定化の特徴に応じ、非線型最小自乗法やあるブロック内での同時方程式推定が必要になる場合も考えられる。また、プールドデータを用いる場合、構造方程式の誤差はさまざまな要因により発生していると想定するのが自然であり、時間及び地域の差異による誤差項の分布を考慮した一般化最小自乗法（Time Series Cross Section Regression）を適用する場合もある。

5. 結 び

本稿では、電研全国9地域計量経済モデルの開発構想を示した。このモデルの性格は以下のように要約できるものである。

「9電力会社の供給地域にほぼ対応する全国9地域を対象に、マクロ経済の動向と整合的な地域の経済構造・産業構造の中長期予測を行うためのモデルであり、それはメンテナンス可能な地域経済データベースのもとで、バージョンアップを図りつつ恒久的に開発される。」

61年度はモデル開発の初年度ということでもあり、開発構想を中心に議論したが、実際のモデルの構造推定も既に進んでいる。それらの推定結果に関しては、別の機会に報告できるで

あろう。既に述べたが、地域計量経済モデルの開発では、「データ8割、分析2割」という経験則がある。モデルで用いられるデータのほとんど全ては整備を終えており、この意味においては当モデルの開発の先行きは明るいともいえる。しかし、地域計量経済モデルの開発は、マクロ計量経済モデルの開発と比較するならば、困難な問題が圧倒的に多い。

その一つとして、本論では敢て避けて通ったが、地域経済モデルで議論される中心的な課題として、地域開発の手段およびその評価問題がある。たとえば、現時点では整備新幹線建設に関する議論があるが、これは単に政治的な問題ではなく経済的な問題でもある。また、これは政策科学としての経済学の問題にもなる。少々長くなるが、館〔18〕の論評を引用しよう。

「新幹線の建設は、地域経済に与える開発効果を通して国民経済にプラスの効果をもたらすので、建設公債を発行して建設を行うべきだ」という意見がある。その論拠となっているのが三菱総合研究所の調査である。この調査は、ポテンシャルといった一般になじみの薄い言葉が使われているため、もっともらしく見えるが、要するに、新幹線が建設されると時間的な距離が短縮され、利便になるので、人口が流入して地域経済が発展、地域の所得、ひいては国民経済全体の所得が増大するというものである。しかし、時間距離が短縮されるとなぜその地域の人口が増加するのか、理論的に明らかでないだけでなく、現実に照らしてみても、交通が便利になった地域の人口が増大するという根拠は存在しない（宮城県では新幹線開通後、流入人口は逆に低下している）。

地域開発の手段としての新幹線建設問題を館のように整理することも出来ないわけではない

が、館は問題を一面的に捉え過ぎているように思われる。流入人口のみならず、工場立地の動向や観光客入込客数の推移などの指標から捉えることも重要であろう。さらに、この評価問題を、数値として現われたいくつかの指標で取り上げることよりも、それらの指標がどのようなメカニズムで出現するかを体系的に整理する道具、たとえば計量経済モデルによる分析が必要であろう。(新幹線の建設がないとしたなら流入人口の水準はどのくらいで減るかといったものの。)

以上の議論とも少し関連するが、政府投資の経済効果に例をとり、地域計量経済モデル固有の問題をもう一点指摘しよう。需要接近型のマクロ計量経済モデルの長年にわたる研究蓄積により、政府投資の乗数は、たとえば2前後などといったように、かなり定量的に明らかにされている。しかも、モデルに大きく依存することなしに、同一の期間では同じような乗数が観測されてきたといえよう。しかし地域計量経済モデルでは、政府投資の導入の仕方に関し共通の理解が成立していない。そのため、モデルが異なれば計測される効果も大きく異なるのが一般的である。また、政府投資の導入のなされかたがマクロモデルとは必ずしも同一ではないため、この比較が簡単にはできない。このことは、地域計量経済モデルの研究蓄積が少ないことを意味しているともいえる。マクロモデルと異なった導入の仕方採ったとしても、政府投資の地域経済に与える効果は、先験的に妥当なある一定範囲に入ることが望ましい。多くの研究者の多様なアイディアによるこの問題への接近により、地域経済モデルでも、「妥当なある一定範囲」を狭めることが重要であろう。

これらの例にも見られるように、地域計量経

済モデルの開発に当たっては、理論的にも、実証的に解明・解決しなくてはならない点が幾つもある。データの利用可能性はもちろん、複雑な交絡をもつ地域経済をいかにモデル化するなど、地域計量経済モデルは、制約の壁が高い中で開発される。当所における地域計量経済モデルの開発に際し、関係各位の暖かい心によるクールな批評・批判を切にお願いすることとし、本稿を終えることにする。

参考文献

- [1] 大河原透・松浦良紀・中馬正博「地域経済データの開発 その1 製造業資本ストック・社会資本ストックの推計」, 電力中央研究所 研究報告: 585003, 1985年8月。
- [2] 大河原透・上田廣「地域経済データの開発 その2 産業別就業者数の推計」, 電力中央研究所 研究報告: 585007, 1986年2月。
- [3] 電力中央研究所超長期エネルギー戦略研究会 経済専門部会「地域経済データの長期展望」, 電力中央研究所 研究報告: Z 83002, 1984年5月。
- [4] 福地崇生・安井正己・村松ひろみ・竹中治・安富正訓・山川博康・岡好江「全国地域計量モデルの研究」(経済企画庁経済研究所研究シリーズ第18号), 1967年10月, 大蔵省印刷局。
- [5] 国土庁計画・調整局計画課「全国総合開発計画のための全国地域計量経済モデル第1次報告」, 1980年7月, 国土庁。
- [6] Fukuchi, Takao, "Growth and Stability of Multiregional Economy", *International Economic Review*, Vol. 24, June, 1983.
- [7] 福地崇生「地域間資源移動の計量分析——日本経済9地域モデルによるシミュレーション分析」, 福地崇生・村上泰亮編『日本経済の展望と課題』, 1985年3月, 日本経済新聞社。
- [8] 建設省国土地理院編「日本国勢地図帳 地域計画アトラス; 国土の現況とその歩み」, 1984年, (財)日本地図センター。
- [9] 内田光徳・阿波田禾積・服部常晃「電研マクロモデル1980の構成」, 電力中央研究所 研

- 究報告：579005, 1985年3月。
- [10] 大河原透・松川勇「全国9地域計量経済モデルの開発(第1次中間報告)——地域間人口移動関数の推定」, 『第4回エネルギーシステム経済コンファレンス予稿集』, 1987年1月, エネルギー・資源研究会。
- [11] 阿波田禾積・服部常晃・桜井紀久「中期電力需要予測モデル」, 『電力経済研究』No. 19, 1985年7月, 電力中央研究所。
- [12] 阿波田禾積「電力需要の短期・長期弾力性について」, 『電力経済研究』No. 10, 1976年10月, 電力中央研究所。
- [13] 服部常晃「電灯需要の分析」, 『電力経済研究』No. 10, 1976年10月, 電力中央研究所。
- [14] 森俊介「家庭用エネルギー需要の用途・種類別分析」, 佐和隆光他『エネルギー需給の計量分析』(経済企画庁経済研究所研究シリーズ第40号), 1983年12月, 大蔵省印刷局。
- [15] Issaev, B., Nijkamp, P., Rietveld, P. and Snickars, F. Ed., “Multiregional Economic Modeling: Practice and Prospect”, 1982, North-Holland Publishing Co.
- [16] Nijkamp, P. and Rietveld, P. Ed., “Information Systems for Integrated Regional Planning: Practice and Prospect”, 1984, North-Holland Publishing Co.
- [17] Bolton, Roger, “Regional Econometric Models”, Journal of Regional Science, Vol. 25, No. 4 Nov, 1986.
- [18] 館龍一郎「大いなるムダの整備新幹線建設」, 1986年12月3日, 読売新聞朝刊。

(おおかわら とおる)
 経済部
 社会環境研究室

経済研究所既刊 論文・資料

電力経済研究

No. 1	<p>電研マクロ・モデル：1958. I ~1968. II</p> <p>電力需要予測モデル</p> <p>電気事業の企業モデル</p> <p>大規模広域利水計画</p> <p>(文献紹介) ラルフ・ターベイ：「電力供給の最適価格形成と最適投資」</p> <p>(資料紹介) 池島晃：「世界エネルギー需給予測図表および日本エネルギー需給予測図表」</p>	<p>内田・建元</p> <p>大澤・内田・斎藤(観)</p> <p>大澤・内田・富田 本間・高橋(和)・ 瀬尾</p> <p>川崎和男</p> <p>星野正三</p>	47. 8.
No. 2	<p>エネルギーと原子力 その1</p> <p>人間環境システム的一般理論をめざして</p> <p>数理計画法最近の話題</p> <p>過疎化過程の分析</p> <p>(研究ノート) アメリカ国際収支動向(1950~69)に関する研究ノート</p> <p>(文献紹介) セルジュ・クリストフ・コラム：最適公共料金</p> <p>米国「環境の質に関する委員会」第3回年次報告</p>	<p>高橋 實</p> <p>天野博正</p> <p>今野 浩</p> <p>根本・荒井・直井</p> <p>斎藤隆義</p> <p>斎藤雄志</p>	47. 12.
No. 3	<p>エネルギーと原子力 その2</p> <p>電研マクロ・モデル 1972</p> <p>全国四地域計量モデル</p> <p>あいまいな量の計測と処理をめぐる</p> <p>混合型整数計画法による発電所の最適建設計画の作成</p> <p>(研究ノート) 電気事業の企業モデルによるシミュレーション</p> <p>公益事業における価格形成と所得分配の公正</p> <p>(文献資料紹介) 発電所温排水の都市利用</p> <p>ベトナム共和国電力事情調査団報告書</p>	<p>資料室</p> <p>高橋 實</p> <p>矢島 昭</p> <p>斎藤(観)・熊倉・ 阿波田</p> <p>斎藤雄志</p> <p>小川・大山</p> <p>富田輝博</p> <p>富田輝博</p> <p>根本和泰</p> <p>川崎・三浦</p>	48. 7.
No. 4	<p>エネルギーと原子力 その3</p> <p>電力労働者の意識構造一判別分析による</p> <p>最適経済成長と環境問題</p> <p>過疎集落住民の「残留」と「移動」の意識構造</p> <p>(研究ノート) 企業の社会監査と外部報告</p> <p>公共経済学に関する若干の論文の検討</p> <p>(文献資料紹介) ロナルド・エル・ミーク：新しい電気 の卸供給料金</p>	<p>高橋 實</p> <p>大澤・小田島</p> <p>西野義彦</p> <p>根本和泰</p> <p>廿日出芳郎</p> <p>荒井泰男</p> <p>矢島正之</p>	48. 12.

No. 5	<p>特集 電源立地問題</p> <p>電源立地システムの設計方法—モデルビルディングの試み</p> <p>電源立地反対運動とその論理構造—内容分析と一対比較法による分析—</p> <p>(研究ノート) 電源立地のための新しい地点選定の方法</p> <p>広域環境調査についてのリモートセンシングの適用</p> <p>米国電気事業と電源立地問題—アンケート調査に関連して</p> <p>(文献資料紹介) D. H. マークス, G. H. ジルカ: 発電立地のためのスクリーニング・モデル—環境基準と立地点選定モデル</p> <p>S. シュナイダー: [i] 航空機と宇宙衛星からの環境のコントロール</p> <p>A. H. アルドレッド: [ii] 宇宙からの遠隔探査の世界参画</p> <p>W. A. フィッシャー: [iii] 遠隔探査の現状</p>	<p>天 野 博 正</p> <p>三辺・根本・斎藤(雄)</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>水 無 瀬 綱 一</p> <p>高 橋 眞 砂 子</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>水 無 瀬 綱 一</p>	49. 3.
No. 6	<p>エネルギーと原子力 その4</p> <p>大規模企業の経営理念—日独両国の電気事業経営者の経営理念</p> <p>投資の最適地域配分—関西地域におけるケース・スタディ—</p> <p>Determinants of Wage Inflation—A Disaggregated Model for UK: 1964-1971</p> <p>(研究ノート) 企業合併の評価モデル</p> <p>電源立地のパブリック・アクセプタンス—発電所イメージ調査結果</p> <p>(文献資料紹介) 米国「環境問題諮問委員会」第4回年次報告</p> <p>米国「環境問題諮問委員会」: エネルギーと環境—電力を中心として</p>	<p>高 橋 實</p> <p>斎藤(統)・大森・廿日出</p> <p>大澤・斎藤(観)・阿波田</p> <p>内 田 光 穂</p> <p>廿 日 出 芳 郎</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>資 料 室</p> <p>大 島 英 雄</p>	49. 9.
No. 7	<p>特集 エネルギー問題</p> <p>エネルギーと原子力 その5</p> <p>原油資源支配構造の変動と International Majors の新動向</p> <p>発電所熱利用システムの調査</p> <p>(文献資料紹介) N地域大型エネルギー基地計画調査—昭和47年度調査報告—</p> <p>N地域大型エネルギー基地計画調査—昭和48年度調査報告—</p>	<p>高 橋 實</p> <p>山田・廿日出・松井・古関</p> <p>水無瀬・平 野</p> <p>水 無 瀬 綱 一</p> <p>平 野 睦 弘</p>	50. 3.
No. 8	<p>特集 電気料金問題</p> <p>「電気料金問題特集号」に寄せて</p> <p>電気料金理論の新展開</p> <p>負荷曲線と電気料金</p> <p>新しい電気料金制度をめぐる諸問題</p>	<p>外 山 茂</p> <p>西 野 義 彦</p> <p>大澤悦治・佐久間孝</p> <p>大 澤 悦 治</p>	50. 7.

No. 9	<p>電気料金改定の波及効果 (研究ノート) 従量電灯におけるブロック料金算定モデルとシミュレーション (研究ノート) 電力需要の価格分析 (研究ノート) 電気事業個別原価計算の推移 (会議報告) ユニベデ電気料金会議 (1975年4月) (文献資料紹介) 電力需要の価格分析:サーベイ (文献資料紹介) 最近のフランスの電気料金制度について エネルギーと原子力 その6 2水槽式波力発電とその経済性 企業の価格政策と管理価格インフレーション (研究ノート) 電研マクロ・モデル改訂についての作業メモ (研究ノート) 環境権に関する覚書——環境権論の社会的背景の一側面—— (文献資料紹介) N地域大型エネルギー基地計画調査 (文献資料紹介) 電気事業関連年表</p>	<p>富田輝博 森清堯 斎藤靦之助 植木滋之 矢島昭 斎藤靦之助 荒井泰男 高橋實 本間尚雄 富田輝博 矢島昭 三辺夏雄 水無瀬綱一・天野博正 高橋和助</p>	50. 9.
No. 10	<p>特集 電力需要問題 「電力需要問題特集号」に寄せて 第1章 作業全般についての予備的考察 第2章 中期モデルとシミュレーション分析 第3章 産業モデルによる電力需要の分析 第4章 大口電力需要の産業別分析 第5章 電力需要の短期・長期の弾力性について 第6章 電灯需要の分析 第7章 従量電灯使用量分布に関する二、三の考察 第8章 アンケート調査および使用電力量調査の設計と実施 第9章 電灯需要のアンケート調査と使用量調査 第10章 小口電力アンケート調査:需要変動要因の分析 第11章 大口電力需要アンケート調査</p>	<p>大澤悦治 矢島昭 内田光穂 熊倉修・浜田宗雄 富田輝博 西野義彦 阿波田禾積 服部常晃 森清堯 荒井泰男 荒井泰男 植木滋之・横内靖博 阿波田禾積 植木滋之・横内靖博</p>	51. 10.
No. 11	<p>社会的紛争の基本的性質について 家庭用エネルギー需要の所得階層別分析 戦前の国際石油産業の構造と運営 送電線ルート選定モデル 電気料金変化の動学的波及分析 (海外出張報告) 主要先進国における原子力開発の最近の動向とパブリック・アクセプタンス</p>	<p>斎藤雄志 服部常晃 廿日出芳郎 天野博正・水無瀬綱一 西野義彦・富田輝博 根本和泰</p>	52. 3.

No. 12	<p>(文献資料紹介) 電気・ガス料金と低所得者層——英国の「電気・ガス料金作業部会」報告要旨——</p> <p>日本の電気事業における原子力発電の発電原価と火力発電の発電原価の考察</p> <p>新聞記事および雑誌論文における原子力発電の安全性論争の内容分析</p> <p>(研究ノート) 投資の乗数効果</p> <p>(研究抄録) Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面</p> <p>組み合わせ理論における一問題一部分ラテン方格の拡張可能性について—</p>	<p>小倉 静 雄</p> <p>高橋 實</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>矢 島 昭</p> <p>山田恒彦・廿日出芳郎・白石エリ子</p> <p>大 山 達 雄</p>	52. 9.
No. 13	<p>原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析</p> <p>紙・パルプ産業におけるエネルギー消費</p> <p>化学工業と電力——需要価格効果をめぐって——</p> <p>(研究ノート) 電研マクロ・モデルによるシミュレーション分析</p> <p>スペース・ミラー (仮称) による大量エネルギー取得の可能性——リチウム・ロケットの技術について——</p> <p>(海外出張報告) 最近における電気料金制度の動向</p> <p>長期エネルギー需給の展望</p> <p>(研究抄録) 電源立地計画案作成手法の開発——必要性と妥当性に基づく優先順位決定手法——</p>	<p>山 地 憲 治</p> <p>熊 倉 修</p> <p>浜 田 宗 雄</p> <p>矢 島 正 之</p> <p>高 橋 實</p> <p>大 澤 悦 治</p> <p>小 川 洋</p> <p>天 野 博 正</p>	53. 10.
No. 14	<p>電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——</p> <p>沿岸漁業の構造変化—愛知県南知多町師崎の調査報告—</p> <p>長期限界費用の計測と電気料金問題</p> <p>電力施設のための景観アセスメント手法</p> <p>(研究ノート) ドイツ・オーストリアにおける公企業研究の展開</p> <p>(研究抄録) 琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について</p>	<p>齋藤 統・大森賢二 野原 誠</p> <p>熊倉修・朝倉タツ子 西野義彦・富田輝博 大山達雄</p> <p>若 谷 佳 史</p> <p>矢 島 正 之</p> <p>本 間 尚 雄</p>	54. 11.
No. 15	<p>核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析</p> <p>西ドイツの原子力発電訴訟</p> <p>日本経済の長期成長モデル</p> <p>環境アセスメントの評価項目の特定方法について</p> <p>評価関数の開発と評価システムの設計</p> <p>評価手法の信頼性に関する研究</p> <p>核燃料サイクルの動特性について</p> <p>石油価格モデル —その1—</p> <p>沖合漁業における漁業労働関係の実態</p> <p>賦課金・補助金制度による水質保全——フランスの流域金融公社について——</p> <p>地域経済の長期分析——手法としての投資の最適地域配分論——</p>	<p>山 地 憲 治</p> <p>齋 藤 統</p> <p>阿 波 田 禾 積</p> <p>天 野 博 正</p> <p>天野博正・若谷佳史</p> <p>若 谷 佳 史</p> <p>山 地 憲 治</p> <p>佐和隆光・荒井泰男</p> <p>三 辺 夏 雄</p> <p>熊 倉 修</p> <p>齋 藤 観 之 助</p>	55. 5.

No. 16	<p>発電所の景観評価</p> <p>発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析—</p> <p>発電所立地に伴う地域社会経済の変化</p> <p>電力需要変動の要因分析</p> <p>(文献紹介) 新発電システムの比較研究と評価(要約)</p> <p>(文献紹介) 現代経済の病理を考える —L. C. サロー『ゼロ・サム社会』(岸本重陳訳)を 読んで—</p>	<p>若谷佳史・山本公夫 若谷佳史・山中芳朗 荒井泰男・斎藤観之助 植木滋之・牧野文夫 内山洋司 伊藤成康</p>	57. 5.
No. 17	<p>特集 エネルギー問題</p> <p>長期エネルギー需給展望の方法</p> <p>新エネルギー技術評価手法の体系化 —経済性評価手法の開発と石炭新発電方式への試算例—</p> <p>国際石油市場のモデル分析</p> <p>原油値下がりとの日本経済に及ぼす影響</p> <p>(海外情勢) 国際石油市場におけるOPEC</p> <p>(新モデル紹介) 原子力発電コストモデル</p> <p>(研究ノート) 停電コスト評価—最適供給信頼度レベルの決定—</p> <p>(研究ノート) 自然独占の理論と電気事業—火力発電の費用関数—</p>	<p>斎藤雄志 内山洋司・斎藤雄志 熊倉修 服部常晃・伊藤成康 廿日出芳郎 矢島正之・牧野文夫 西野義彦・植木滋之 牧野文夫</p>	58. 7.
No. 18	<p>所得階層別電灯需要の分析</p> <p>夏季電力需要の気象要因分析</p> <p>発電所立地の社会経済影響予測</p> <p>米国電気事業における公衆参加</p> <p>新発電技術の総合評価 —微粉炭火力と石炭ガス化複合発電の比較評価—</p> <p>軽水炉燃料高燃焼度化の経済性評価</p> <p>電力需要動向と電源構成</p> <p><新モデル紹介></p> <p>電研中期多部門計量経済モデルの構想</p>	<p>井澤裕司 服部常晃・桜井紀久 小野賢治・森清堯 大河原透・中馬正博 高橋眞砂子 内山洋司 山地憲治・松村哲夫 斎藤雄志・大庭靖男 七原俊也・伊藤浩吉</p>	60. 1.
No. 19	<p>フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として—</p> <p>ロードマネジメントとその費用便益分析</p> <p>主成分分析による財務指標総合化の試み —アメリカ電気事業への適用—</p> <p>発電所の景観設計手法</p> <p>電力需要分析のための新しいデータ解析手法</p> <p>河川景観の評価</p>	<p>井澤裕司 熊倉修 浅野浩志 関口博正 山本公夫・若谷佳史 小野賢治・大屋隆生 若谷佳史・山本公夫 山中芳朗</p>	60. 7.

No. 20	電気事業の設備投資と資金調達	富田輝博・牧野文夫	61. 1.
	<新モデル紹介> 中期電力需要予測モデル 情報化と産業構造の変化	阿波田禾積・服部常晃 桜井紀久 阿波田 禾 積	
	経済性、セキュリティ、リスクからみた我が国の最適電源構成の検討 水資源のエネルギー利用と河川環境管理 地域計量経済モデルの開発	内山洋司・高橋圭子 斎藤雄志 若谷佳史・山本公夫 山中芳朗 中 馬 正 博	
No. 21	<海外事情紹介> 経営面からみたアメリカ原子力発電不振の原因 差益還元のマクロ経済効果の計測 —マクロ・産業連関モデルの適用—	廿日出芳郎・関口博正 服部常晃・桜井紀久	61. 7.
	季時別料金制度の厚生経済分析：展望 負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例 √ 原子炉における燃料資源利用効率の考察	伊 藤 成 康 小 野 賢 治 山 地 憲 治	
No. 22	本 号		62. 1.

電力需要指標

四半期毎に発行 最新号 61年10月31日 発行 No. 100

情報処理研究 (昭和56年3月～昭和62年1月)

No. 10	講演：環境問題と数学モデル 生態系の数理モデル プランクトン拡散とパッチネス形成 (16 mm 映画) 動弾性波伝播の数値解法 流れの場の拡散現象の数値解析	近 藤 次 郎 三 村 昌 泰 池 田 勉 他 田 口 友 康 池 田 勉	56. 3.
	文献紹介：Kuhn-Tucker 点の感度分析	茂 原 一 洋	
No. 11	特集 メンテナンス・サポート・システム 電気事業情報処理システムのメンテナンス—中国電力におけるメンテナンス・サポート・システムの開発— (研究報告) 意思決定支援システムの計算機技術 テスト分析・選択システムの提案 原子力発電所におけるオンライン放射線被曝管理システムの性能予測評価 (調査報告) システム監査に関する調査報告	鈴木道夫・坂内広蔵 寺野隆雄 鈴木 道 夫 坂内広蔵・正木和子 寺 野 隆 雄 伊藤祐次郎・若林剛	57. 5.

<p>No. 12</p>	<p>特集 オフィスオートメーション オフィスオートメーションとその問題点 電気事業のオフィスオートメーション</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. OAの果たす役割 3. わが国のOA事例の現状 4. わが国OA技術の動向 5. 電気事業OAの現状と見通し 6. OA推進上の課題 <p>付 電力各社のOA化機器類導入概況</p> <p>研究報告 技術計算サポートシステム ソフトウェア仕様書体系の調査・評価 コンピュータ・システムの性能評価とチューニング方法について</p>	<p>寺野 寿 郎 若林 剛・森清 堯 鈴木道夫・原田 実</p> <p>高橋 誠・松井正一 原 田 実 松井正一・高橋 誠 森清 堯</p>	<p>59. 2.</p>
<p>No. 13</p>	<p>研究報告 経営経済データベース・分析システムの開発</p> <p>知識処理に基づくプラントの予防保全支援システムの開発</p> <p>大規模技術計算プログラムの品質管理 プログラム自動生成システム ARIES/I の開発</p>	<p>高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生</p> <p>寺野 隆 雄</p> <p>松井正一・高橋 誠 原田 実・篠原靖志 鈴木道夫</p>	<p>60. 3.</p>
<p>No. 14</p>	<p>高度情報化時代の電気事業経営環境 電気事業高度情報化の展望と課題</p> <p>高度経営情報システム DEMANDS 一意思決定支援システムパイロットモデルの開発一</p> <p>自動プログラミング・システム SPACE の開発</p> <p>エキスパート・システムにおける不確実な情報の扱い</p> <p>超高速計算システムの現状と利用方法</p>	<p>阿波田 禾 積 若林 剛・小暮 仁</p> <p>森清 堯・鈴木道夫 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志</p> <p>原 田 実</p> <p>寺野隆雄・篠原靖志 松井正一・中村秀治 磯田八郎・松浦真一</p> <p>大屋隆生・高橋 誠 松井正一</p>	<p>61. 6.</p>

電力中央研究所報告

✓576001	送電線ルート選定手法の開発 ——リモート・センシング技術の応用——	天野博正 水無瀬綱一 他	51. 11.
✓576002	電気料金変化の動学的波及分析	西野義彦 富田輝博 他	51. 11.
✓577001	Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面	山田恒彦・廿日出芳 郎・白石エリ子	52. 6.
✓577002	組み合わせ理論における一問題 ——部分ラテン方格の拡張可能性について——	大山達雄	52. 5.
✓577003	原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析	山地憲治	52. 7.
577004	電源立地計画案作成手法の開発 ——必要性と妥当性に基づく優先順位決定手法——	天野博正	52. 10.
577005	電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——	斎藤 統	53. 3.
577006	沿岸漁業の構造変化 ——愛知県南知多町師崎の調査報告——	熊倉 修 朝倉タツ子	53. 3.
✓578001	琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について	本間尚雄	53. 9.
✓578002	核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析	山地憲治	54. 3.
✓578003	環境アセスメントの評価項目の特定方法について	天野博正	54. 3.
✓578004	評価関数の開発と評価システムの設計——環境総合評価 システム開発の試み——	天野博正・若谷佳史	54. 3.
✓578005	電力施設のための景観アセスメント手法	若谷佳史	54. 3.
✓578006	評価関数の信頼性に関する研究——環境評価への適用を 目ざして——	若谷佳史	54. 3.
✓578007	日本経済の長期成長モデル——2部門成長モデル——	阿波田禾積	54. 6.
✓579001	電気事業における長期限界費用の計測	西野義彦・富田輝博 大山達雄	54. 7.
✓579002	西ドイツの原子力発電訴訟	斎藤 統	54. 6.
✓579003	フランスの原子力発電行政	斎藤 統	55. 3.
579004	Majors の米国における石炭支配の現状と展開	山田恒彦・廿日出芳郎 白石エリ子	55. 3.
579005	電研マクロモデル 1980 の構成	内田光穂・阿波田禾積 服部常晃	55. 3.
580001	エネルギー問題のモデル分析	大山達雄	55. 6.
580002	トリウムサイクルの核燃料サイクル解析	山地憲治	55. 7.
580003	電研マクロモデル 1980 の動学的特性	内田光穂・阿波田禾積 服部常晃・武藤博道	55. 12.
580004	Translog 型生産関数理論の電気事業への適用	熊倉 修・大山達雄	56. 3.
580005	核融合エネルギー技術の社会的評価——米国社会にお けるエネルギー・システムとしての有用性の検討——	根本和泰	56. 3.
580006	一変量時系列モデルによる電力需要分析	浜田宗雄・山田泰江	56. 3.
580007	国際石油市場のモデル分析 第 I 編：石油市場モデルの理論とモデルの構成	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.
580008	供給ショックの経済学：展望	伊藤成康	56. 3.

580010	国際石油市場のモデル分析 第Ⅱ編：原油輸入国のエネルギー需要構造と原油価格——原油需要モデルと原油価格シミュレーション——	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.
580011	電気事業資金問題の長期展望 中間報告(1)	富田輝博	56. 3.
581001	原子力施設のデコミッションングに関する法規制と資金調達 —西ドイツ—	矢島正之	56. 4.
581002	原子力施設のデコミッションングに関する法規制と資金調達 —フランス—	熊倉修	56. 4.
581003	為替レート決定に関する実証分析：展望	服部常晃	56. 4.
依頼581504	高速増殖炉の役割と実用化への課題	山地憲治	56. 4.
依頼581505	原子力発電所放射線管理システムの動作解析 ——TLD/IDステーションのシミュレーション——	寺野隆雄	56. 7.
581006	地域経済の長期分析 第Ⅱ編：地域配分モデルの体系とパラメータの推定	斎藤観之助	56. 9.
依頼581507	MSF プロジェクト報告書 第1分冊 大規模事務処理ソフトウェアのための保守管理支援システム—MSF	坂内広蔵・寺野隆雄 鈴木道夫	56. 11.
依頼581508	MSF プロジェクト報告書 第2分冊 データネーム統一化システム DNU S	寺野隆雄・坂内広蔵 鈴木道夫	56. 11.
581009	デンジョン・サポート・システムの概念と先駆的研究のかずかず	鈴木道夫	56. 11.
581010	昭和55年度電力需要停滞の分析	植木滋之・牧野文夫	56. 12.
581011	エネルギー収支分析の有効性	斎藤雄志	57. 3.
581012	ソフトウェア仕様書体系の調査・評価——設計管理システムの要件分析——	原田実	57. 3.
581013	長期エネルギー経済モデル ETA-MACRO の構成	斎藤雄志・阿波田禾實 内山洋司・長田紘一 伊藤浩吉	57. 3.
581014	国際石油市場とメジャーズの収益性の動向——1960年代を中心に——	廿日出芳郎	57. 3.
581015	原子力分野における多国間事業の組織	矢島正之	57. 3.
581016	国際石油市場のモデル分析 第Ⅲ編：OPEC 諸国の原油供給構造分析	斎藤観之助・佐和隆光 荒井泰男	57. 3.
581017	コンピュータ・システムの性能評価とチューニング方法について	松井正一・原田実 高橋誠・森清堯 若林剛	57. 3.
調査581018	ヨーロッパ電気事業における情報処理の動向	森清堯・原田孜	57. 3.
581019	水生微生物エコシステムにおける非線形拡散現象の数理と映像化—共同研究報告書—	赤崎俊夫・池田勉 石井仁司・宇敷重広 川崎広吉・黒住祥祐 佐久間紘一・高橋誠 田口友康・西浦廉政 藤井宏・細野雄三 三村昌泰・山口昌哉 米川和彦	57. 3.
依頼581520	河川維持流量の算定手法に関する研究 —景觀評価手法(その1)—	若谷佳史・山本公夫 山中芳朗	57. 3.
581021	日本経済の短期予測モデルの構成	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	57. 3.

582001	政策効果と原油価格上昇効果の分析 —マクロ・モデルによるシミュレーション実験—	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	57. 8.
582002	日本の火力発電の規模の経済性について	井澤裕司	57. 7.
582003	欧米主要国及び国際原子力機関 (IAEA) における原子 力施設の廃炉に関する調査研究 —法規制と資金調達を中心に—	平島鹿蔵	58. 1.
582004	アメリカ合衆国における減価償却制度の研究	”	58. 7.
582005	新エネルギー技術評価手法の体系化 I 新エネルギー技術の発電効率と建設費の推定方法 —石炭新発電プラントへの試算例—	内山洋司・斉藤雄志	57. 10.
調査582006	原子力における国際協力と共同開発事業	内山洋司	57. 11.
582007	わが国における停電コストの評価	西野義彦・植木滋之 牧野文夫	57. 12.
582008	業務別カナ漢字変換辞書の簡便な作成法 —効率的な日本語データ処理のために—	寺野隆雄	58. 5.
582009	移流拡散方程式のための有限要素法パッケージの開発	寺野隆雄・池田勉 松井正一	58. 6.
582010	自然風景地における送電線の景観的影響の評価	若谷佳史	58. 7.
582011	発電所の景観評価手法—定量的評価について—	若谷佳史・山本公夫 樋口忠彦	58. 7.
582012	発電所の景観デザイン手法—境界とアプローチのデザイン—	樋口忠彦・若谷佳史 山本公夫	58. 7.
582013	発電所立地と地元への対応策—地元漁協との立地交渉に 関するモデル分析— 第 I 編 立地交渉の事例分析	若谷佳史・山中芳朗	58. 8.
582014	分散型電源と電気事業—燃料電池導入の電気事業への影 響—	西野義彦・阿波田禾積 三辺夏雄・牧野文夫	58. 7.
582015	計量経済モデルによる発電所立地の地域経済への影響分 析	大河原透	58. 5.
582016	技術計算サポートシステムの設計	高橋誠・松井正一	58. 7.
582017	大型計算機網を利用したオフィスコンピュータの連系	坂内広蔵・森清堯 高橋誠・鈴木道夫	58. 7.
582018	データ管理を基礎とした業務処理システムの構築 —ある管理システムの構築・活用を例に—	坂内広蔵・鈴木道夫	58. 7.
582019	発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析— 第 II 編 ゲーミングシミュレーションモデルの構築と 適用例	若谷佳史・山中芳朗	58. 7.
582020	環境総合評価手法の開発 (その 1) —環境パラメータの測定方法とその地域代表性につい て—	若谷佳史・天野博正	58. 7.
582021	環境総合評価手法の開発 (その 2) —地域特性による個別評価の修正—	山中芳朗・天野博正	58. 7.
582022	環境総合評価手法の開発 (その 3) —評価項目評価視点の重要度算定—	若谷佳史・天野博正 山中芳朗	58. 7.
582023	環境総合評価手法の開発 (その 4) —総合評価基準の設定についての考察—	山本公夫・天野博正	58. 7.
582024	電気料金の国際比較	内田光穂・伊藤成康	58. 5.

	582025	発電所のレイアウト景観の評価	若谷佳史・山本公夫	58. 7.
	582026	新エネルギー技術評価手法の体系化Ⅱ 新エネルギー技術の発電コストと経済的開発価値 —石炭新発電方式への試算例—	内山洋司・斎藤雄志	58. 7.
	582027	原油値下がり日本の日本経済に及ぼす影響	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	58. 5.
	582028	欠 番		
	582029	電力需要の分析と予測 —変量時系列モデルによる接近—	浜田宗雄・山田泰江 近藤裕之	58. 7.
	583001	国際石油市場のモデル分析 第Ⅳ編：モデルの改良と原油需給構造分析	佐和隆光・久保雄志 斎藤観之助・荒井泰男 熊倉 修・谷口公一郎	58.10.
調査	583002	知識処理技術の動向	寺野隆雄・松井正一 原田 実・大屋隆生 鈴木道夫	59. 2.
	583003	夏季電力需要と気象要因	小野賢治・森清 堯	59. 4.
	583004	技術計算プログラムの動特性改善手法	松 井 正 一	59. 4.
	583005	OAのための業務分析—ある電力所の分析を例に—	鈴木道夫・森清 堯 松村健治・田中庸平 岩井昭二・水野秀昭 中野敏生・村山 始	59. 4.
	583006	河川景観の評価	若谷佳史・山本公夫	59. 8.
調査	583007	諸外国における原子力発電所の許認可手続き合理化に関する調査	矢 島 正 之	59. 4.
	583008	KEO-電研モデルの構成 —経済・エネルギーの相互依存分析—	尾崎 巖・黒田昌裕 吉岡完治・桜本 光 赤林由雄・大澤悦治 斎藤雄志・阿波田禾積 中村二郎・井澤裕司 伊藤浩吉・木村 繁	59. 4.
調査	583009	世界のエネルギー需給バランス—第 12 回世界エネルギー 会議コンサベーション委員会報告—	内 山 洋 司	59. 4.
	583010	核燃料サイクルコスト評価のための資金計画モデル	高橋 誠・矢島正之	59. 4.
	583011	大規模技術計算プログラムの品質管理	高橋 誠・松井正一 寺野隆雄・森清 堯	59. 4.
	583012	経営経済データベース・分析システムの開発	高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生	59. 4.
調査	583013	高度情報化社会の進展と電気事業の課題	古 川 裕 康	59. 3.
	583014	国際石油産業の変貌とその影響	廿日出芳郎・奥村皓一 松井和夫	59. 4.
	583015	原子力発電所の予防保全支援システムに対する知識処理 技術の適用	寺野隆雄・西山琢也 横尾 健	59. 5.
	583016	発電所立地と地元への対応策—地元漁協との立地交渉に 関するモデル分析— 第Ⅳ編 ゲームング・シミュレ ーション・システムの改良	若谷佳史・山中芳朗	59. 8.
	583017	発電所の景観設計手法 —景観対策の効果と海岸イメージ—	若谷佳史・山本公夫	59. 9.
	583018	部品合成によるプログラム自動生成へのアプローチ	原 田 実	59. 5.

583019	電源立地の経済社会環境影響評価モデルの開発	信国真哉・福地崇生 竹中 治・小口登良 斎藤親之助・山岸忠雄 山口 誠・大河原透 中馬正博・山中芳朗	59. 7.
583020	国際石油市場の構造分析	佐和隆光・久保雄志 熊倉 修	59. 5.
583021	フランスにおける原子力開発体制の形成	熊倉 修	59. 6.
584001	生産性の計測と国際比較の方法	内田光穂・伊藤成康 関口博正	59. 5.
584002	エネルギー需要構造の変化要因分析—石油危機後の停滞要因の解明—	服部 常晃	59. 8.
584003	カラーイメージデータ圧縮法の開発	松井正一	60. 4.
調査584004	ロードマネジメントとその費用便益分析 —米国における実施状況と研究の現状—	山地憲治・浅野浩志	60. 7.
584005	電力需要分析のための新しいデータ解析手法とその適用例	小野賢治・大屋隆生	60. 4.
584006	パターン指向型プログラム開発技法	原田 実	60. 5.
調査584007	超高速計算システムの現状と利用方法	大屋隆生・高橋 誠 松井正一	60. 4.
584008	機械翻訳システムの評価とその利用方式	寺野隆雄	60. 6.
584009	モジュール型原子炉の経済性	山地 憲治	60. 5.
調査584010	ロードマネジメントのための負荷研究 —米国における研究動向の現状—	小野賢治	60. 5.
584011	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (I) —設計の基本方針とシステム構成—	鈴木道夫・森清 堯 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584012	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (II) —経営経済情報提供システム—	森清 堯・鈴木道夫 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584013	夏季における電力負荷と気象	小野賢治・森清 堯	60. 4.
調査585001	フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として—	熊倉 修	60. 6.
調査585002	韓国電力公社の現状と将来について	西浦幸次	60. 6.
585003	地域経済データの開発 その1 製造業資本ストック・社会資本ストックの推計	大河原透・松浦良紀 中馬正博	60. 8.
585004	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) の構築〕	中馬正博・松浦良紀	60. 9.
585005	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) による予測シミュレーション〕	松浦良紀	60. 7.
585006	世界エネルギー需給モデル I モデルの構成	熊倉 修	60. 8.
585007	地域経済データの開発 その2 産業別就業者数の推計	大河原透・上田 廣	61. 1.
585008	電力施設の環境設計	若谷佳史・山本公夫	61. 1.
調査585009	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その1 —米国, カナダのエネルギー政策—	廿日出 芳郎	61. 4.

調査585010	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その2 —オーストラリアのエネルギー政策およびウランウム 資源開発・輸出政策—	高橋 真砂子	61. 4.
585011	自動プログラミング・システム SPACE の開発	原田 実・高橋光裕	61. 4.
585012	生活者の意識構造の分析手法 —多様化する需要化ニーズ把握のために—	小野 賢 治	61. 4.
585013	ダムゲートの寿命診断におけるエキスパートシステム技 術の適用と考察	寺野隆雄・篠原靖志 松井正一・中村秀治 松浦真一	61. 7.
585014	電力財務モデルの開発と応用	富田輝博・関口博正 牧野文夫	61. 6.
585015	高度経営情報システム (DEMANDS) における映像の 利用	大屋 隆 生	61.10.
585016	経営情報システムにおけるローカルエリアネットワー クの活用	篠原靖志・高橋 誠	61. 4.
585017	高度経営情報システム (DEMANDS) 用ワークステー ションの開発	松井正一・篠原靖志	61. 4.
585018	ARIES/I におけるプログラム生成法 —日本語要求仕様からの自動生成—	篠原靖志・原田 実	61. 4.
調査585020	負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例	小野 賢 治	61. 5.
585021	地元振興に係わる制約とその打開策—地域ニーズの実態 把握方法について—	山 中 芳 朗	61. 6.
585022	業務処理システムの進化過程の分析	坂 内 広 蔵	61.12.
585023	時間関係と因果関係を扱う推論方式の開発	篠原靖志・寺野隆雄	61. 6.

Z 83002	地域経済の長期展望	超長期エネルギー戦 略研究会経済専門部 会	59. 5.
Z 83005	電力需要構造と電力シフト	超長期エネルギー戦 略研究会エネルギー 専門部会	59. 8.

CRIEPI REPORT

E 576001	Dynamic Effects of the Change in Electricity Rates on Price System	Yoshihiko Nishino Teruhiro Tomita	52. 1.
E 577001	Residential Demand Modeling for Electricity	Tsuneaki Hattori	52. 9.
E 578001	An Analysis of the Fuel Utilization Efficiencies in Nuclear Reactor Systems	Kenji Yamaji	53. 9.
E 581001	Toward Realization of a Decision Support System —A Survey Note on the Concepts and Relating Researches—	Michio Suzuki	56. 9.
E 582001	Organization of Multinational Undertakings in the Field of Nuclear Fuel Cycle	Masayuki Yajima	58. 3.
E 583001	A Total Approach to a Solution for the Maintenance Problems through System Configuration Manage- ment —Maintenance Support Facility MSF—	Kozo Bannai Michio Suzuki Takao Terano	59. 2.

E 584001	KEO-DENKEN Model: An Analysis of Energy-Economy Interactions in Japan	Hiroshi Izawa	59. 12.
E 584002	Electric Power Demand and Electrification in Japan	Takeshi Saitoh Nariyasu Itoh	59. 12.
E 584003	A Multilateral Comparison of Total Factor Productivity among Japanese Utilities for 1964-1982	Nariyasu Itoh	59. 12.
E 584004	Load Leveling Efforts in Japanese Electric Utilities	Kenji Yamaji	59. 12.
E 584005	Applications of the Over/Under Model to a Japanese Electric Utility	Kenji Yamaji	59. 12.
E 585001	Potential Attractiveness of Modular Reactors	Kenji Yamaji	60. 12.
E 586001	A Specification Compiler for Business Application SPACE	Minoru Harada	61. 5.
E 586002	A View of an Advanced Information Society and the Related Issues for the Electric Power Industry	Hiroyasu Hurukawa	61. 6.
E 586003	Quality Assurance Guidelines for Large Scale Scientific Programs	M. Takhashi S. Matsui T. Terano T. Morikiyo	61. 6.
EY 86004	Dynamic Analysis of Time-of-Use Rates for Electricity: Optimal Pricing and Investment under Welfare Maximization	H. Asano, Y. Kaya	61. 8.

電力経済研究 No.22

1987年1月27日 印刷発行

発行所 財団 電力中央研究所
法人 経済研究所

東京都千代田区大手町1-6-1
大手町ビル

電話 東京(03)201-6601

1400 印刷：藤本綜合印刷株式会社

住宅用太陽光発電の経済評価 西野 義彦……………(1)

産業用需要家のプロセスモデルの開発 山地 憲治……………(17)
—— 鉄鋼業の事例 ——

浅野 浩志

佐賀井 重雄

エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析 小野 賢治……………(37)

全国9地域計量経済モデルの開発 大河原 透……………(51)