

第1章 作業全般についての予備的考察

矢 島 昭

1. はじめに
2. 単純なモデル
3. 多部門のモデル
4. 技術変化と電力投入係数
5. 需要関数の計測
6. おわりに

1. はじめに

電気料金の変化が電力需要に及ぼす影響いかん、という問題に焦点をしばりながら、5年先くらいまでの電力需要を予測できるようなシステムを開発すること、これがわれわれの当面の目標である。

昭和49年度の電力需要は、再編成後 はじめて前年度比マイナスを記録した。これは経済活動の全般的な停滞、省エネルギー運動の効果、その反面で公害防除・冷房など、工業生産に直結しない需要の比重増大、その他いろいろな要因が、同方向に、あるいは逆方向に作用しあったことの結果だったことはいうまでもないが、これら諸要因とならんで、49年6月の電気料金的大幅改訂があった。料金値上げと料金体系の変化が、その後の電力需要にどんな影響を与えたのか、また将来同じような変化が再度おこった場合に予想される影響はどうか。

電気料金と電力需要との関係(今のところは、電気料金が需要に影響するという方向だけを考えることにする。つまり、当面、電気料金は「外生変数」として扱っておく。)をはっきりとらえるためには、電力需要を説明する方程式の右辺に、電気の価格が直接あるいは間接的に登

場して、価格の効果を他の説明要因の効果と切りはなして定量的に測定できるようなシステムを作らなければならない。電気の場合には、生産・消費のパターンも価格の決まり方も、ふつうの財とはいささか異なるし、したがって電力モデルというものは一般の財ないし産業に関するモデルとは違ったところがいくつか出てくるであろう。

そうはいうものの、われわれがここで設計するシステムは、その各部分を取り出してみれば、伝統的な経済理論と統計的手法とを結合した、おなじみのタイプの実証分析用装置であることに変わりはない。5年先という目標からすれば(これが20年先というのなら、モデルの基本的な考え方が自からちがってくるのだが)、電力需要を規定する基本的な諸関係に急激な構造変化を仮定しなくともよいだろうし、したがって、生産・所得と価格の相互依存関係を中心とする経済メカニズムが従来と大差なく機能することを前提としてモデルを作ってよいだろう、というのがわれわれの認識だった。

われわれが設計する需要予測システムの特徴は、おそらくその「総合性」と「斉合性」とに求められるだろう。電力需要の決定式は「一本釣り」方程式としてではなく、経済全体を説明

する計量経済モデルの枠組みの中の然るべき場所に組み込まれている。つまり、所得・生産・分配の変化や産業構成・相対価格の変化をとりあつかう総合的なフィードバック機構の一部を構成するものとして作られている。システムの内容は以下の通りである。

まず、「中期モデル」を開発して、セミ・マクロのベースでの経済活動の動向を把握する。それからモデルによるシミュレーション実験を通じて、電力需要想定作業の前提となる代替的な諸条件を評価するのに必要な定量的情報を提供する。中期モデルからえられる定量的情報は、斉合的な与件変数として、他の各モデルに入力される。

今回の作業の中でとくに重視した点は、電気料金が電力需要に与える影響の計測である。料金変化の直接効果は、電力需要の価格弾力性を需要種別および産業別に測定し、さらに弾力性が価格の水準により、また長期か短期かによって異なる点を考慮して分析した。さらに、現行の料金体系における各ブロック料金単価と使用量分布の関係という観点から、電灯需要のモデル化を試みた。

単一方程式によって計測された電力需要の価格弾力性はそれほど大きな値ではないが、だからといって、電気料金の変化が電力需要に及ぼす影響は小さいと速断するわけにはいかない。電気料金の変化は生産物価格の変化を誘発するし、その結果、国内市場では相対価格の変化を通じて代替生産物の需要が変わり、また国際市場では、国際競争力の変化によりその生産物の輸出入量は変化するであろう。こうした国内生産物の構成変化は、いうまでもなく電力需要の変化に直結する。

以上のようなプロセスを把握するため、主要

な電力消費産業について、「産業モデル」を構築した。産業モデルは、その産業の生産・需要条件の特性をよくあらわすような構造をもち、マクロモデルと連動することによって、生産・価格および電力消費量の子測値を提供する。

電力需要種別に行なった標本調査の目的は、最近における電力需要の著しい変化の実態を把握して、過去のデータの分析からえられた計量モデルのパラメータを補完し修正するのに役立つであろうという点にあった。つまり、統計データがないか、あるいは従来あるデータから計量化することが難しいような部分をサポートする資料を手に入れるためである。公害防除・冷房需要の実態、電力節約キャンペーンの効果とその定着度、各種エネルギー価格に対する消費者の評価、消費者意識と電力需要変化との関係などについて、この調査から多くの情報がえられた。

モデルの各部分についての詳細は、次章以下で説明するが、それに先立って本章では、今回実施した作業全般について、若干の予備的考察を行なっておきたい。

2. 単純なモデル

考え方のスジを整理するためになるべく単純そうな電力需要モデルから出発しよう。

これまでよく使われてきた需要想定方式のうちで、いちばん気楽なやり方は、電力需要（とりあえず、kWhであらわしておく）を実質GNPの関数と考え、かつ実質GNPは外生変数とする（成長率を年率8%と仮定するとか、政府の見通しや計画の数字を鵜呑みにするとかの方法によって）という、まさに典型的な一本釣り方式である。

昭和26年度の実質GNP（45年価格表示）は12.6兆円、電力消費量（電力会社と自家発

の合計)は368億 kWh,したがって、当時は GNP 1,000円を生産するのに約2.9kWhの電力を使った。これが49年度には GNP が90.3兆円,電力消費が4,159億,つまり GNP の「電力原単位」は約4.9kWhまで増加している。このことからみて、「GNP 電力原単位一定」という最も単純にして素朴な仮定は当てはまらず、むしろ「原単位のトレンド的上昇」ないし「GNP に関する電力需要の弾力性は1.0を上まわる」という関係式の方がよさそうである。事実、両者の間に対数線型の回帰式をあてはめて計算した GNP 弾力性は、1.1~1.2の範囲でかなり安定していることが知られている。

GNP というのは、一国の経済規模を示すひとつの便利なマクロ的尺度であり、GNP 単位当りのエネルギー消費量とか電力消費量とかいった種類の指標が、とくに国際比較などを試みる場合に、生活水準とか産業構造をそこはかとなく示すためによく使われる。需要想定やエネルギー・バランスの作成にも、一種の物量の関係であるこの弾力性が、前述のように実質 GNP を所与として、時に機械的に適用される。「実質 GNP と電力需要との間になぜ安定的な関係が見出されると期待できるのか」という疑問など湧く余地がないほど、「GNP 弾力性」は一般常識になってしまっている。

ところが、なぜ GNP がよいのか、よく考えてみるとなかなか難しい質問なのである。GNP は、資本減耗を含んだ粗生産であるという意味では、純生産である国民所得と区別されるが、「総産出額ないし総売上高から中間投入分を差し引いた付加価値額」という国民所得概念としてとらえれば、純産出である。これに対して、電力需要量というのは各産業が中間投入(原材

料)として使用した電力と、家計部門が最終的に消費した電気との合計であるにすぎず、国民所得的な概念でも純産出でもない。われわれが GNP を何かの説明変数として使うときには、国民所得体系の枠内で構成された経済モデルを念頭においているのであり、そこでは GNP が他の、やはり国民所得的なという意味で純の諸変数によって定義されている。

家計部門の電気の消費にかぎれば、それを国民所得ベースのモデルに組み込むことに何等問題はない。家計消費は最終需要の一項目であり、それは付加価値の一項目である個人所得の処分として取りあつかうことができる。そして家計が消費する各財の需要量は、消費者行動に関する経済理論の教えるところによると、家計の所得と相対価格とにより決定される。これは、「消費者はその家計予算制約の下で各財の消費からえられる総効用を極大化するように行動する」という命題から出てくるわけで、電気の消費の場合も同じことである。(実は、電気の場合に、ここで一般論として「価格」という変数がどういうものになるか、という問題を解決しないと、需要曲線は簡単に出せないのであるが、この点は後にふれる。)

家庭用の電気の需要曲線の形をどのように特定化するかという問題は後で考えることにして、とりあえずわれわれは、最初の単純モデルの式の左辺を、電灯と電力とに分けることにしよう。実際の供給規程や電力統計では、電灯=家庭用、電力=産業用という対応関係は、厳密にはみだされないが、考え方としてはこの分け方でよいであろう。そうすると残る問題は、そもそも国民所得概念から除かれている中間投入物である産業用電力需要を、付加価値=GNP で説明することの経済学的意味、である。

中間投入財に対する需要関数は、家計の場合の「効用関数」を企業の「生産関数」におきかえて、これに企業の最適化行動原理を適用して導出される。企業がある技術的条件の下で生産活動にともなう費用を極小化しようとする場合の、投入財の最適な組み合わせは、「費用関数」を制約条件として生産関数を各財の投入量について微分したものをゼロと置くという、これまたミクロ経済学の教科書で毎度おなじみの手続きを踏んで求めることができる。あるいは、費用関数が必要な性質をそなえている場合には、生産と費用との「双対」関係を利用して、「費用関数を投入財の価格について微分したものを当該財の投入量に等しいと置く」という、より直接的で計算のラクな手続きによって求めることができる。そして、この手続きから誘導される電力なら電力の需要量というものは、電力価格と労働価格（賃金）、電力価格と資本価格（たとえば利子率）、電力価格と石油価格、等々の比率としてあらわされる各生産要素ならびに中間投入財の価格と、総産出（売上高）との関数（この関数の形は技術水準によって変化する）としてあらわされる¹⁾。

総産出の増加につれて、投入の規模が比例的に拡大するという、それほど無理のない仮定をおくと、各財に対する需要の水準は、価格変化に対応してある財が他の財にどれほど代替されるかを示す「代替弾力性」の値に依存することになる。ところで、付加価値は、労働のとり分と資本のとり分との和として定義される一種の合成指標である。生産関数の論脈の中で、付加価値＝GNP が意味をもつためには、付加価値が資本と労働だけの関数として「グループ分けできる」ことが確認されなければならない。言いかえると、「資本と労働の技術的な代替関係

が、各中間財の投入水準と独立である」という特殊な条件が満足されている必要がある。

生産関数あるいは費用関数の性質に関する議論がここでの目的ではないから、詳しいことは省略するが、われわれの最も単純なモデル、たとえば「GNP 電力原単位」も、こうした特殊な条件がみたされる場合に初めて、企業の費用極小化行動の結果として、全部の投入財（労働と資本を含む）の価格と技術水準との関数という形で導出されて、経済学的な斉合性をもった概念となりうるのだ、という点に注意すべきであろう²⁾。そしてこの「分割可能性」の仮定が実際にみたされるかどうかは、統計的な検証を要する、しかも必要なデータという観点からはかなり厄介な問題なのである。

さて、これまでのところで、ある技術水準の下での産業用電力需要を求める式の右辺には、総産出（特殊な場合にのみ GNP）と相対価格が出てくることがわかった。前述の単純モデルのように、価格変数が現われない場合というのは、相対価格にほとんど変化がないか、あるいは相対価格が変化しても需要量にほとんど変化が見られないほど代替の弾力性が小さいか、のどちらかである。電気の価格は、一般の財の価格とちがって、市場の需給条件を敏感に反映して上ったり下ったりするという性質のものではないが、相対価格としてみれば（相手の価格が動くから）かなり変化しているはずである。後の章で、適当な理論モデルにもとづいて適当な形の電力相対価格指標を作って、価格弾力性を推定した結果が詳しく吟味される。

3. 多部門のモデル

前節で、最初の単純モデルの左辺（被説明変数）を電灯と電力に分けた。そして電灯需要は

家計の所得と諸価格の関数として、電力需要は産業の総産出、諸価格、および時系列としてとらえる場合には技術水準の関数として、決定されると考えた。

しかし、これだけでは「常識的な」GNP方式を、大して変りばえしない別の常識的な方式で置き換えただけである。時系列データにもとづいて、電灯・電力別に回帰方程式がうまく推定できたとしても、それで血のかよった予測システムができ上るわけでは全くない。方程式の右辺のいくつかの集計量について、その具体的な内容構成はなにか、その内容構成が観測期間中と将来とで不変なのか変化するのか、推定された（平均的な）パラメータの値とその経済的解釈は将来も変らないのか等々、多くのノウハウがえられるのでなければ、回帰式は単なる「曲線の当てはめ」の域を出ないし、また、右辺の説明変数の将来動向に関して、ある程度なっとくの行く説明が与えられるのでなければ、当初の一本釣り方程式と大差ないものに終わってしまうだろう。

われわれの次の仕事は、したがって、集計的な単純モデルを、然るべきレベルまで細分化し、各々のパラメータにより具体的な意味（たとえば産業の特性をあらわすものとしての）を与え、さらに右辺の諸説明変数を「内生化」して、モデルを実用に耐える独立システムにまで拡充することである。ただし、独立システムといっても、ボタンをひとつ押すだけで予測値が無条件に出てくるような仕掛けという意味では毛頭ない。電力需要予測も経済予測であるかぎり、何年か先の値をただ一点として予測することに憂き身をやつしても仕方がない。われわれは、大筋というか、将来の経済動向の方向はわかる。その方向に進んだときに遭遇するである

う各種の制約条件もだいたい見当がつく。ある制約の下で実現しうるいくつかの選択可能な経済像について、かなり客観的な評価を下すこともできる。これらは結局、すべて政策的な意志決定に至るプロセスであって、モデルによる予測というものは、このプロセスを能率よくかつ正確に遂行するために必要な情報を、それぞれの情報量を明示した形で提供する役割を果すのである。

モデルの細分化の次のステップとして、産業用電力需要関数の左辺を、大口、小口、業務用に分けよう。このうち業務用は、主としてサービス産業部門（その定義と産出額の測り方には大変に問題があるけれども）の活動に対応する需要である。産業別統計があるのは大口電力だけであり、小口電力は、業種ばかりでなく企業の経営規模という観点からも大口電力と区別されることは想像されても、データがないから詳しい統計的分析はできない。したがって、実際の作業でわれわれが分析対象としたのは、主として大口電力である。

産業の生産活動に投入される電力は、もちろん電気事業者からの買電のほか、自家発電を含んでおり、企業は両供給源の費用と供給パターンをにらみながら、部分的な最適化を行なっている。技術的な電力原単位を単一の要因としてとりあげる場合、歴史的に自家発電のウェイトが高い産業については、九電力の数字だけを使って計算したのでは斉合的な結果はえられない。しかし、自家発電に関する統計は、大口電力統計ほど細かに調査がないし、また産業側の統計が電力統計と比較可能でない場合がしばしばある。

ここで統計資料に言及したついでに、われわれが今回の作業で扱った統計データについて触れておくと、大口統計についても、産業分類や

カバレイジのちがいが、時系列としての不連続性など、電力統計と産業統計の間の不一致が少なくない。電力に関する統計は、量的には十分存在するようであるが、系列としての斉合性や一貫性という点になると、これまでに組織的な計量分析に耐えられるほど徹底的に数字を洗われたことがなかったという感じがある。今回の作業の副産物として、かなり細かく吟味された電力関係データがわれわれの手元に蓄積されたが、これはその作業に投入したマンアワーで評価すると、相当に高いものについている。

さて、われわれの方程式の右辺は、大口電力の主たる需要家を鉱工業部門とみなし、農林水産業と前述のサービス業とを別掲すると、伝統的な一次二次三次という分類に近い分け方になる。これに加えて、後に電力の供給コストの決定機構をモデルに導入する時のことを考えて、建設業をあらかじめ特掲して、全部で4部門とする。推定されるパラメータ（たとえば価格弾力性）の意味づけにとまらぬ曖昧さは、たとえば工業部門を重工業（ないし電力多消費的な部門）と軽工業（電力少消費的な部門）、標準産業分類の中・小分類、さらに個別品目へと細分化するにつれて減少するだろうが、モデルの作成と操作に必要な作業量と統計的な困難さとは加速度的に増大する。4部門という分割水準は、われわれの目的にとってはおそらく最小の部門数である。それでも、各部門の生産と価格とを内生変数として斉合的に決定するために、最終需要、輸入、付加価値、中間投入、要素投入等の決定を含む約150本の方程式から成るモデルを用意しなければならなかった⁹⁾。

第2章で説明する「中期モデル」がわれわれの暫定的な試算結果である。このモデルのひとつの中核は部門別生産関数と、それによる生産

要素需要の誘導機構（前にのべた企業の最適化行動の仮定にもとづく）であり、もうひとつの中核は、ケインズ型の有効需要決定機構である。中期モデルは、拡張されたわれわれの電力需要モデルの「コントロール・トータルズ」を提供するものと理解できる。また後にシステム全体が完結する段階になったときに、電力モデルからアウトプットされる需給や価格の変化を、マクロ経済の場面にフィードバックする経路を確保している。ただし当面は電気料金などは外生変数である。

もちろん、われわれの目的からして、工業部門の需要はもっと詳しく調べたいのであるが、産業部門数をこれ以上増やしてフル・モデルを組むとなると大変なので、適当な簡便法を使わなければならない。われわれがここで採用した手続きは次のようなものである。まず電力多消費的ないくつかの産業（鉄、非鉄、化学、紙パ、窯業、機械など）について、ブロック化された小型の「産業モデル」を作成する。産業の特性、技術条件、国際競争力など、定量的にモデル化できるものはモデル化し、そうでないものは定性的な情報として整理しておく。そして、これら特定産業とその他産業とのリンク、およびその他産業どうしのリンクには、産業連関表を局所的に利用して穴埋めする。マクロ的情報を産業別に組みかえる場合、しばしば産業連関表の諸係数表をコンバーターとしてマクロモデルに連結し、拡大された産業連関モデルを構築するという方法がとられるが、われわれはその代りにいわば「手動式」連結を選んだわけである。周知の通り、産業連関表は代替の弾力性がゼロである生産関数の特殊型であり、ふつうの産業連関モデルでは需要は需要（最終需要は外生変数）、価格は価格（付加価値率は外生

変数)であって、両方一度には解けない。われわれの産業モデルは、特定産業についてだけ、産業連関表のタテ列(費用=投入構造)とヨコ行(需給=配分構造)とをともに定式化したもの、と言えるだろう。こういう方式をとったのは、モデルをかなり不完全な情報しかえられない予測作業に使う場合、行列表示でピシッときめてしまわずに、前述のコントロール・トータルの枠内である程度動けるよう、自由度を残しておく方が安全だという、これは専ら経験から来る判断にしたがった選択である。

4. 技術変化と電力投入係数

産業連関表は、特定年次について作成される産業別生産関数で、その投入係数は、すべての価格指数を1とおいた中間財投入比率を示す。つまり、その時点では、金額表示の投入係数を一種の物量表示の技術係数と読むことができる。そして静態的な分析では、前述のように投入係数は一定と仮定される。

実際、十分に細分化された投入表を考えれば、短期的には技術の状態は一定であり、投入要素の価格が変化したからといって、企業は即座に物的原単位を変えるわけにはいかない、と仮定するのが自然である。しかし、時間の経過とともに、旧技術の枠内でも、相対価格の変化に対応して若干の原単位変化は起るであろうし、またより有利な生産方法に転換するための設備投資がタイムラグをもって進行し、「平均的」生産プロセス、したがって投入構造は徐々に変化するであろう。

現実の産業連関表は、程度の差こそあれ、ある統合原則にしたがって部門統合された集計表である。したがって、個々の生産プロセスに変化がなくとも、各商品ないし産業の生産高が需

給関係によって変れば、平均としての投入係数は年々変化せざるをえない。これがいわゆる「プロダクト・ミックス」変化の効果である。同様に、ある産業部門について時系列データから推定される(多かれ少かれ平均的な)電力需要の「生産弾力性」の値は、標本期間中の技術変化のみならず、その部門内で起ったプロダクト・ミックスの変化をも反映したものになりがちである。

わが国では、昭和26年以来、5年おきに産業連関表が作られ、最近時点についても昭和48年・49年表(中間年次の表)が比較的早く利用できるようになっている。また5年おきの「本表」も、昭和45年価格表示の連結表に組み替えられても公表されている。そして、各年次の表を時系列として60部門あるいは160部門で比較してみると、投入係数にはかなりの変化がみられるのである。たとえば電力部門の投入係数については、水火比率、石油火力比率、火力熱効率などの歴史的な推移から予想される通りの変化が観察されるし、各産業の電力消費については、たとえばア系肥料の水素源転換、電解炉の効率向上、繊維・機械部門における自動化、公害防除設備の増加、第三次産業における冷房設備の普及、その他種々雑多な電力消費増減要因が作用した結果が、産業ごとに必ずしも方向の一律でない電力投入係数の変化としてあらわれている。

われわれは、やや漠然とした認識として、昭和30年代から40年代を通じてあるものは急激に、またあるものは徐々に起った電力節約的技術変化は、40年代後半までにかかなり飽和点に近いところまで来てしまったのではないかと考えていた。電力価格が将来他のエネルギー価格に比べて相対的に安くなる場合が想定しうるな

ら、熱源やガス源の再転換が起りうるだろうし、従来から電力使用的な傾向を示してきた部門ではそれがさらに促進されるだろう。電力が割高になる場合にその逆が言えるだろうか。小規模な変化、たとえば操作性を多少犠牲にして鉄鋼の加熱炉をガス熱源に変える、というような可能性は残るかもしれないし、セメントの場合でいえば、SPキルンへの移行が加速されるといったプロセス転換が進むかもしれない。しかし、すべての商品について調べたとして、電力の総需要が大幅に減るほどの技術的な可能性がどれだけ残されているだろうか。

電力と労働との代替関係についていえば、過去に観察されたのは、例えば組立・加工型の工業が賃金率の上昇に自動化で対処するというパターンだったろう。しかし、自動化は労働費用の増加ばかりが動機だったのではなく、標準化、連続化による品質管理面での向上など、質的な要請に応えるためでもあった。この種の電力多消費化は、おそらく不可逆的な変化であろう。一例として、NC旋盤はふつうの旋盤の2倍も電力を食うといわれるけれども、電力価格が上昇したという理由でこの設備が減少するだろうか。一般的な議論として、動力その他広い意味でのプロセス・コントロール用の電力が相対的に高くなったからといって、再び労働への代替が起るとはまず考えられまい。

石油危機後のエネルギー節約キャンペーンを通じて、工場や事務所の照明など、生産活動には直接影響しない部分での節約は当然あった。そればかりか、生産プロセス内での電力消費も若干は節約できたというケースもまれではなかったという。われわれの仮定とちがって、企業の電力需要が電力価格の上昇について、まだ弾力的（他のエネルギーあるいは生産要素に代替

可能）だったのか、あるいは生産プロセスにムダがあった（技術的な有効フロンティアの内側にいた）ことに企業が（電力価格が大幅に上って）はじめて気づいたのか、そのへんのところがよくわからないのだが、少くとも短期的には、企業ベースの電力投入係数は低下する余地があったようである。

しかし、ごく短期的にはともかく、もう少し長い眼で見たときには、電力価格の変化が電力需要に及ぼす影響は、電力投入係数の直接的変化よりも、むしろ前述のプロダクト・ミックスないし産業構成の変化を通じて現われるだろう、というのがわれわれの考え方である⁴⁾。電力費の大幅増加が製品価格に転嫁されれば、その商品の需要は価格弾力性を通じて減少し（あるいは輸入品への代替が起って）、国内生産が減り、その結果として電力需要が減る。とくに、輸出依存度が高く、国際的な価格競争力がギリギリの線にあるような産業では、この「間接効果」が大きいだろう。短期的に需要が低調で、電力費の増加を価格に転嫁できない場面では、企業は「プラント・ミックス」の変化、つまり限界的工場の操業を停止するという形で需要減に対応するであろう。長期的には「省エネルギー型産業構造」への転換はエネルギー費用の高い産業が競争力を失って輸入あるいは海外立地にその供給を依存するように変化した結果として実現される。

単一方程式で見たとき、価格に関する電力需要の偏弾力性の推定値が小さく出ていても、料金変化の幅が大きく、しかも上述の間接的効果が大きい場合には、仕上りとしての電力需要はかなり変化しうる。この点に関して、第3章のアルミニウム産業の試算例をみれば、われわれがなぜわざわざ産業モデルという連立方程式

体系を作成したかが明らかになると思う。

今のところ、第3章で説明する産業モデルはそれぞれ試作品の域を出ないし、また各モデルの入口と出口、つまりモノと技術との流れからみて近隣に位置する他産業との接点に当る部分を整備拡充する必要がある。

5. 需要関数の計測

実際に電力の需要関数を計測する段になると、電力の「需要」や「価格」の指標としてなにをとるのかという、これまで棚上げにしてきた問題をまず処理してかからなければならぬ。

「需要」は、当初から一応 kWh で測られているものと仮定してきた。しかし、われわれにとって kW も重要な関心事である。考え方としては、kW、たとえば「契約電力」を家計の電気器具保有の水準や企業の生産設備資本といった「ストック量」をあらわす変数と関係づけ、kWh の方は、これらの設備を稼動することによって実現される生産水準と関係づける、というのが自然であろう。経済成長や景気変動の過程で器具や設備資本の保有水準を、ある「望ましいレベル」に合うように調整するには時間がかかるし、また調整のスピードも、ものによってちがう。したがって、われわれは、需要関数をアワーと契約電力、即時的変化と時間おくれをもつ変化、短期的な弾力性と長期的な弾力性というように、性質のちがった要因を識別できるような形で計測しなければならない。第4、第5章の試算は、こうした点のある程度考慮して行なわれている。

さらに、季節的な要素（たとえば、気温の影響、特約電力需要）をどう扱うか、また負荷曲線をどこまで明示的に分析するかという、電力

需要に特有の問題がある。とくに後の問題は、今回の実証分析ではとり扱うに至らなかったが、ひとつのクリティカルな論点である。われわれの中期モデルや産業モデルは、その性格から年次モデルとして作られているし、その他の説明変数も四半期計数どまりである場合が多いけれども、それはそれとしてできる範囲内で負荷率の将来動向を料金構造と関係づけてモデルに組み込むことにしたい。

電力の「価格」については、考えなければならぬ点が多くある。ふつうに使われるのは需要種別の「仕上り単価」であるが、これは平均価格であって、2部料金制、ブロック料金制の下では需要＝供給量とともに変化する。通常の財の場合には、需要関数に入る価格は所与であり、その価格のもとで消費者は効用極大化行動をする。そして、価格水準を適当に動かしてそれぞれの価格水準に対応する需要量をプロットすると需要曲線が描けるわけである。ところが電気の場合、与えられているのは価格水準でなく価格のきまり方（料金表）だけである。完全な2部料金制ならば、仕上り単価でなくアワー料金をとれば、これは一定の「限界価格」として使える。実際には基本料金も供給量の関数だし、アワー料金も逦増・逦減制があって消費量に応じて動く。したがって、限界価格ないし「代表的需要家の支払う価格」というものを定義するのはなかなか難しいのである⁵⁾。

また、電気の価格を相対価格で表示するとき、比較の対象としてなにを選ぶか、という問題がある。理論モデルでは、他のすべての財の価格が登場するのだが、計測される実用モデルでは、もちろん代表的な代替財の価格だけが選ばれる。ところが日本の場合には、一次エネルギーの大半は輸入石油だし、電力や都市ガス

も殆ど石油から作るのが現状だから、代替エネルギー価格といっても結局は輸入石油価格に還元されてしまう。したがって、灯油・重油や都市ガスとの相対価格をとっても、アメリカの計測例における天然ガス価格ほどには、代替財としての意味が明確でない、という難点がある。

次に、電気料金水準の高い低いによって、需要の価格弾力性に差があるかどうか。同様に、所得水準の高低と需要の所得弾力性との関係はどうか。さらに価格水準と所得水準との交絡効果いかに、等について、キメ細かい分析が要求されるであろう。弾力性という概念はいわば「近傍」において成立する概念であり、変化分の分母となる価格なり所得なりの水準が、標本値と大きく離れた場合に、既にえられている弾力性の推定値を機械的に適用して答えを出すことは危険である。将来再度にわたって大幅な料金改訂が行なわれた場合、消費者の反応は昭和49年当時と比例的であるかどうか。また、ブロック逓増制の効果として期待されている需要変化が、どんな条件の下で実現するのか、ブロック料金水準と使用量分布との関係に弾力性の変化がどう影響するか等々、実際の料金表と事業収支に関する複雑な問題がいくらかもある。第6、第7章でこのへんの問題を検討する。

エネルギー価格がこれほど大幅に変わったのはもちろん戦後初めてで、統計的な分析という観点からすると、これはいわば標本がひとつしかないような変化なのである。したがって、伝統的な時系列データ解析だけから、どの程度信頼できるパラメータが推定できるだろうか、という疑問が最初からわれわれの頭にあった。そこでわれわれは、電灯電力需要家を対象とする標本調査を実施することによって、こうした未経験の変化の実態を把握し、過去のデータを分析

することからえられるモデルのパラメータを補完・修正するのに役立つ情報を獲得したいと考えた。公害防除・冷房需要の実態、電力節約キャンペーンの効果とその定着度、各種エネルギー価格に対する消費者の評価、消費者意識と電力需要変化との関係などを標本調査し、調査表の集計結果と対象需要家の電力使用量の調査表とを合わせて解析することによって、計量モデルによる接近をサポートする定量的または定性的な材料が蓄積できるだろう。

昭和50年3月に2地域について実施した「電灯電力需要アンケート調査」および同年8月に1地域について実施した「大口電力需要アンケート調査」の結果が第8～11章に整理されている。

6. おわりに

以上がわれわれの50年度作業の対象となった部分である。次章以下で説明する今回の実証分析結果を、1つの斉合的体系に組み上げるためには、今後も産業用需要の部分を中心としてモデルを拡充する作業を続けることが必要である。さらに50年度には着手できなかったが、電力の供給側、つまり供給費用、料金決定についてのサブ・モデルをシステムに組み込まなければならない。ある与件の下で「需要決定モデル」から経済のマクロ的な活動水準、財と生産要素との需要と価格、および電力需要についての基準解（電気料金をひとまず所与として計算された）が与えられたとき、電力供給者はその需要をまかなう供給スケジュールを、費用極小となるように決めるわけである。この部分をモデル化するためには、燃料費、人件費、資本費等々の単位費用、水火原子力発電設備、送変配電設備等の保有量、その他多くの総括原価計算

諸元を決定するメカニズムを定式化し、さらに総費用をつぐなう事業収入を保証するような料金体系が選択されるメカニズムを定式化しなければならぬ。

電気の供給に関する長期限界費用の変化が制度的な時間おくれをともなって電気料金体系に反映され、電気料金の変化が経済の他の諸部門

の価格および需給に影響を及ぼす、というループが閉じられた時に、初めてわれわれのモデル体系は本当の意味で総合的な電力需給モデルとして完結する。これら残された作業は、昭和51年度以降の研究計画の一環として、現在進行中である。

- 1) 家庭用、産業用電力需要関数の計測例については、本誌8号(1975年7月)所収の斎藤観之助「電力需要の価格分析」および「同サーベイ」を参照。とくに産業用について教科書通りの derived demand function を推定したものとしては、「サーベイ」でも紹介されている Baxter と Rees の 1968年6月 *Economic Journal* の論文がある。

生産と費用の間の双対関係については、W. E. Diewert, "An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function", *Journal of Political Economy*, vol. 79 May/June 1971. を参照。ここでいう「一般化された」レオンチェフ・モデルとは、費用関数の形で次のように示される。

$$C(y; p) = h(y) \sum_j b_{ij} p_i^{1/2} p_j^{1/2},$$

$$p_i \geq 0, y \geq 0, b_{ij} = b_{ji} \geq 0$$

ただし y は実質産出、 p は価格のそれぞれ n 次ベクトル、 b_{ij} は n 次の非負対称行列。費用極小化をもたらす "input bundle" $x_i(y; p)$ は、 C を p_i について微分した

$$x_i(y; p) = \frac{\partial C}{\partial p_i}(y; p) = h(y) \sum_j b_{ij} p_j^{1/2} p_i^{-1/2}$$

であり、これは

$$h(y) = y, b_{ij} = 0 \text{ for } i \neq j$$

のとき

$$x_i(y; p) = b_{ii} y$$

すなわち、ふつうのレオンチェフ形の関数になる。

この型の費用関数によって代替弾力性を計測した実例としては、スウェーデンに関する R. W. Parks, "Price Responsiveness of Factor Utilization in Swedish Manufacturing, 1870~1950", *Review of Economics and Statistics*, May 1971. 費用関数の「もうひとつの」一般形については注2参照。

- 2) この論点については E. R. Berndt と D. O. Wood の論文 "An Economic Interpretation of the Energy-GNP Ratio" および P. K. Verleger, Jr. の論文 "The Relationship between Energy Demand and Economic Activity" とともに、M. S. Macrakis, ed., *Energy: Demand, Conservation, and Institutional Problems*, 1974 MIT Press 所収による。ここでいう「グループ分け」とは、費用関数 G が、たとえば部門を資本、労働、エネルギー、その他原材料の4部門に分けたとき

$$G = h(y) J(p_K, p_L, p_E, p_M)$$

$$= h(y) J_1(Q(p_K, p_L), p_E, p_M)$$

のように「2重ループ」の形に書けることをいう。

"separability" ないし "additivity" については、難しい論文が沢山ある。たとえば、E. R. Berndt and L. R. Christensen, "The Internal Structure of Functional Relationships: Separability, Substitution, and Aggregation", *Review of Economic Studies*, July 1973 およびその参考文献を見よ。

この一派の提唱する生産関数の一般形は、「Translog 生産関数」と呼ばれるもので、投入財と技術水準に関する対数2次形式であらわされる。

$$\ln V = \ln \alpha_0 + \alpha_A \ln A + \sum_i \alpha_i \ln X_i$$

$$+ \frac{1}{2} \gamma_{AA} (\ln A)^2 + \frac{1}{2} \sum_j \sum_i \gamma_{ij} \ln X_i \ln X_j$$

$$+ \sum_i \gamma_{iA} \ln X_i \ln A$$

ただし、 V は総産出、 X_i は i 財の投入、 A は技術水準をあらわす。これを実証分析に使ったものとして、Christensen, Jorgenson and L. J. Lau, "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", *Review of Economics and Statistics*, Feb. 1973, や Berndt and Christensen, "The Translog Function and the Substitution of Equipment, Structures, and Labor in U. S. Manufacturing 1929-68", *Journal of Econometrics* No. 1 (1973) がある。なお注3を参照。

- 3) 「中期モデル」は今回の需要想定システムの一部をなすとともに、従来から継続して行なわれている短期マクロモデルによる「短期経済動向分析」の作業でも、中期の展望を提供するために動かされている。したがって所得分配などの部分が比較的詳しく作られている訳である。

エネルギー予測用の多部門モデルとしては、1973年のフォード財団の Energy Policy Project に、当時 DRI にいた Jorgenson が、例によって Berndt, Christensen および Hudson と共同で提出したモデル ("U. S. energy resources and economic growth", Sept. 1973) が代表的なものである。これは、Jorgenson, ed., *Econometric Studies of U. S. Energy Policy*, 1976 North-Holland, Data Resources Series vol. 1 の第2章に "Tax Policy and Energy Conservation" として再録されている。このモデルは9部門(うち5部門がエネルギー部門)の投入産出、要素投入および最終需要を決定する産業連関モデルと、長期のマクロ成長モデルとで構成されている。産業連関モデルの中心部は Translog 生産関数で、資本、労働、エネルギー、その他原材料の4グループの各々についてサブ・モデルが作られている。各グループ間の代替関係はそれらグループの価格に依存してきまる。一方、エネルギー(石炭、原

油天然ガス、石油製品、電力、都市ガス)と原材料(農業、製造工業、運輸、通信、商業、サービス)の各グループ内での代替関係は、たとえば2種のエネルギー間の代替関係はエネルギー価格だけに依存し、その他原材料、資本、労働といった「グループ外」の価格とは無関係に決まる。つまりこれは“weak separability”を仮定したモデル設計である。

「産業連関モデル」の投入係数は、したがって相対価格の関数として内生化されている。セミ・マクロの長期モデルとしては、これは適切な方式であろう。実際にモデルを推定するに当っては、係数行列 γ_{ij} の対称性、恒等式制約、その他いろいろな理論的制約条件によって、推定すべきパラメータの数を減らす工夫がなされている。しかし、やはり推定にはこのプロジェクトのために特に産業別長期時系列(1929~1969年の年次データ)の開発が必要だった。

- 4) 産出価格を、国産品投入費用、輸入品投入費用および付加価値の各比率であらわすと、行列表示で

$$P = PA + P_m A_m + V$$

で、価格変化の産業間波及は逆行列 $(I - A)^{-1}$ を通じて生ずる。電力の場合には、その性質上常に輸入はゼロ ($a_{Bj}^0 = 0$) で、電気料金の上昇はすべて価格に転嫁される。しかし一般的には、 A と A_m がそれぞれ技術的

に固定されていることはない(非競争的輸入財の場合は別であるが)から、ある電力多消費的な産業 S の価格が電気料金の値上りによって $p_S \gg p_S^m$ になってしまうような時には、途中で輸入代替がおこり、極端な場合には国産 S 財への需要がなくなり ($a_{Sj} = 0$)、したがって産出もゼロ ($x_S = 0$) となることもありうる。そうなれば電力需要も $x_{ES} = 0$ 。産業 S が特掲されている表では、以上の変化は産出高 x_S の変化であって投入係数 a_{is} の変化ではない。しかし、産業 S が部門 R に統合されている表では、アクティビティ S の消滅は a_{Ri} , a_{Rj} の変化としてあらわされる。昭和45年以降について、「産出高のウェイト変化だけで平均的投入係数の変化を大部分説明できる」という仮定をテストした結果から見ると、160部門程度の細かさでは、 a_{ij} そのものの変化がまだ多く残ってしまうようである。こうした経験もあったので、産業モデルの基本的な設計方針として、生産プロセスをかなり細かく分けることにしたのである。

- 5) この点に関しては、当研究所の内部資料 No. 128 斎藤鏡之助「電力需要関数の推定に関するノート」昭和51年3月に問題提起がある。

(やじま あきら)
電力経済研究部