

<新モデル紹介>

電研中期多部門計量経済モデルの構想

キーワード：中期多部門計量経済モデル，計量経済モデル，
LP モデル

井 澤 裕 司

〔要 旨〕

電力中央研究所では、既にエネルギー・経済間の相互作用を明示的に捉える日本経済の多部門計量モデル (KEO-DENKEN MODEL) を開発し、その成果を発表してきたが、現在、その基本構想およびモデル作成の過程で得られた経験とデータ・ベースを引き継ぎつつ、新たな「電研中期多部門計量モデル」の構築作業が進行中である。

本稿では、「電研中期多部門計量モデル」に引き継がれる KEO-DENKEN MODEL の基本構造を解説し、その問題点を整理しながら、「電研中期多部門計量モデル」の構想を示していくこととする。

- 1. 序
- 2. モデルの構成
 - 2.1 部門分割
 - 2.2 モデルの概略
- 3. 多部門計量経済サブモデルの構成
 - 3.1 供給ブロック
 - 3.2 分配ブロック
- 3.3 需要ブロック
- 3.4 需給均衡ブロック
- 4. 電力 LP サブモデルの構成
 - 4.1 LP モデルの基本構造
 - 4.2 運用モデルと投資モデル
- 5. 今後の課題
- 参考文献

1. 序

電力中央研究所では、既にエネルギー・経済間の相互作用を明示的に捉える多部門モデル (KEO-DENKEN MODEL) を開発し、その成果を発表してきたが¹⁾、作業の途上でいくつかの問題点が明らかとなり、モデルおよびデータの改良、改定作業等の必要性が生じてきた。このため我々は、現モデルの基本構想および作業の過程で得られた経験とデータ・ベースを引き継ぎつつ、新たに「電研中期多部門計

量モデル」の構築作業を継続中である。

本稿では、以上の経緯を踏まえ、新モデルに引き継がれる KEO-DENKEN MODEL の基本構造を解説し、その問題点を整理していくことによって、この「電研中期多部門計量モデル」の構想を示していくことにしたい。

1) 詳細については、文献 [2], [3], [4], [5] を参照されたい。以後の作業で変更された主な点は以下の通りである： ①労働関係のデータを全面的に改良したこと；②電力サブモデルの目的関数を、発電コストから総電力供給コストに改めたこと；③多部門計量経済サブモデルに投資調整関数を導入したこと。

表 2.1 部門分割

電研モデル	経済企画庁 60 部門産業分類
1. 農林水産・鉱業	01. 一般作物, 02. 工芸作物, 03. 繊維用畜産, 04. その他畜産, 05. 林業, 06. 水産業, 08. 鉄鉱石, 09. 非鉄金属鉱石, 11. その他鉱業
2. 建設業	43. 住宅, 44. 非住宅, 45. 公共土木, 46. その他の土木
3. 軽工業	12. 屠殺・肉醸農品, 13. 水産食品, 14. 精穀製粉, 15. その他食料品, 16. 飲料, 17. 煙草, 18. 天然繊維紡績, 19. 化学繊維紡績, 20. 織物・その他繊維製品, 21. 身廻品, 22. 製材木製品, 23. 家具, 24. 紙パルプ, 25. 印刷出版, 26. 皮革, 27. ゴム製品, 42. その他製造
4. 化学・窯業	28. 基礎化学薬品・中間化学製品, 29. 油脂・最終化学製品, 32. 窯業・土石
5. 鉄鋼・非鉄	33. 鉄鋼一次製品, 34. 斧延・鋼材・鋳鉄, 35. 非鉄金属一次製品
6. 機械	36. 金属製品, 37. 一般機械, 38. 電気機械, 39. 自動車, 40. その他輸送用機械, 41. 精密機械
7. サービス業	49. 水道衛生, 50. 商業, 51. 不動産, 52. 鉄道, 53. 道路輸送, 54. その他運輸, 55. 通信, 56. 金融・保険, 57. 公務, 58. 公共サービス, 59. その他サービス, 60. 分類不明
8. 石炭	07. 石炭, 31. 石炭製品
9. 石油・ガス	10. 原油・天然ガス, 30. 石油製品, 48. ガス
10. 電力	47. 電力

2. モデルの構成²⁾

本モデルは、エネルギー（特に電力）と経済との相互作用メカニズムを明示的に分析するための日本経済の多部門一般均衡年次モデルであり、非エネルギー部門の行動を自律的に捉える「多部門計量経済サブモデル」と、電力部門の最適電源構成および最適電源運用を決定する「電力線形計画サブモデル」（以下、「線形計画」を“LP”と略記する）の二つのサブモデルよりなる。

2.1 部門分割

本モデルは 10 部門より成り、経済企画庁産業連関表との部門対応は表 2.1 に示す通りである。ここで第 1 ~ 7 部門は非エネルギー部門であり、多部門計量経済サブモデルにより取り扱われる。第 8 ~ 10 部門はエネルギー部門であるが、第 10 部門の電力は電力 LP サブモデルにより取り扱われる。第 8, 9 部門の石油、石炭は当面外生的に取り扱うが、後々プロモスモデルによって内生化することを考慮し独立の部門

として扱っている。

2.2 モデルの概略

モデルの概略、および多部門計量経済サブモデルと電力 LP サブモデルとの間の変数のやりとりを図 2.1 に示す。まず多部門計量経済サブモデルは電力 LP サブモデルより与えられた電力価格および電力投資額をもとに非エネルギー部門の電力需要量と投資財デフレータを決定し、それらを電力 LP サブモデルへ送り返す。電力 LP サブモデルでは多部門計量経済サブモデルより送られた電力需要量と投資財デフレータに見合う電力価格と電力投資額を決定し、再び多部門計量経済サブモデルへ送り返し、これら 4 つの変数、すなわち、総電力需要量、投資財デフレータ、電力価格、および電力投資額の均衡値が得られるまで二つのサブモデル間で上記のやりとりが繰り返される。以上のサブモデル間の相互関係は産業連関表のイメージで捉えると理解しやすいので、図 2.2 に簡略化した産

2) 前モデルの基本的な構造については文献 [2], [5] を参照されたい。

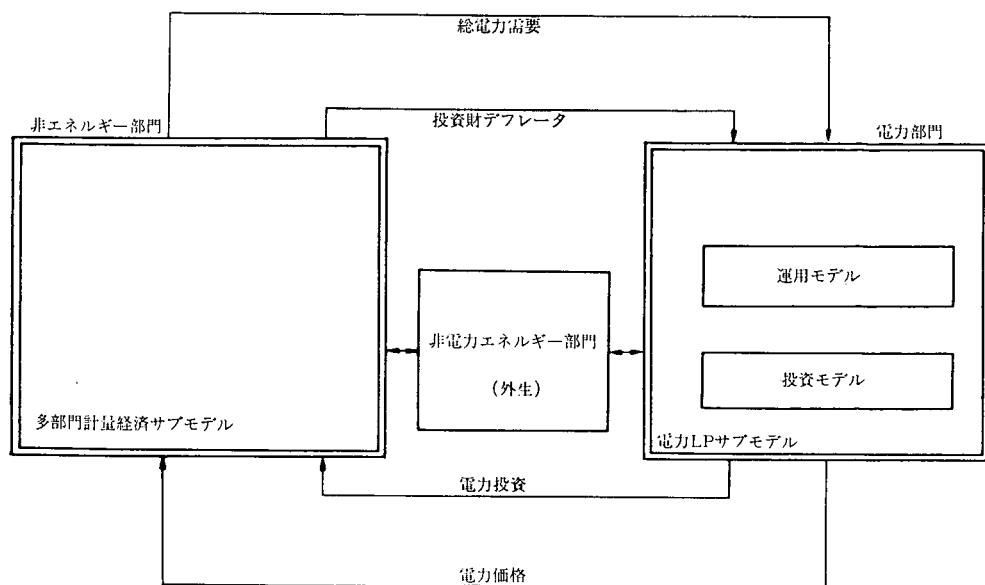


図 2.1 モデルの概要

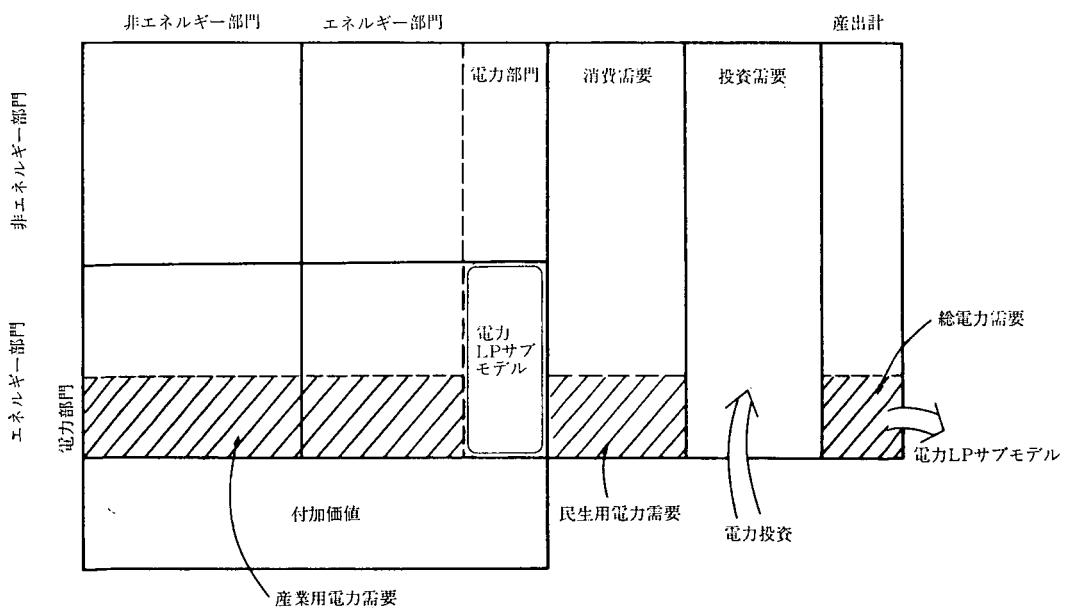


図 2.2 モデルの I/O 概念図

業連関表によってモデルの全体像を示しておくこととする。

3. 多部門計量経済サブモデルの構成³⁾

多部門計量経済サブモデルの概略を図3.1に示す。多部門計量経済サブモデルは説明の便宜上、次の4つのブロックに分けることができる。

- ① 供給ブロック
- ② 分配ブロック
- ③ 需要ブロック
- ④ 需給均衡ブロック

以下では順次各ブロックについて、実際の計算手順に沿いながら説明していくことにしよう。

3.1 供給ブロック

このブロックでは、部門別労働需要および財

- ・サービスの短期供給を行い、部門別賃金・供給価格の一般均衡解を求める。

<生産関数>

本モデルの生産関数は、

- 産出量と資本・労働との関係については、伝統的 Cobb-Douglas 型、
- 非エネルギー中間投入は、Leontief 型固定係数
- エネルギー投入は、資本ストックの指數関数

として定式化されている。但し、エネルギー投入についてはシミュレーションに応じて適宜 Leontief 型固定係数として取り扱うことができる。

<供給関数>

上記生産関数のもとでなんらかの想定需要関数（本モデルでは線形支出体系で定式化されている）を設定すれば、完全競争市場を仮定しな

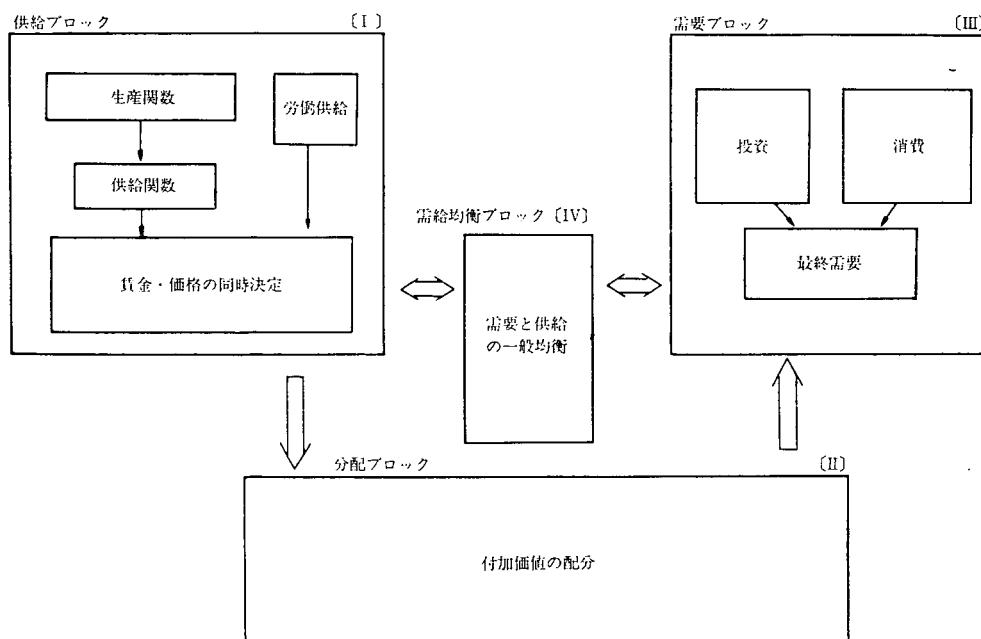


図 3.1 多部門計量経済モデルのフロー図

3) 多部門計量経済サブモデルの基本理念や理論的な詳細については文献〔1〕が参考になろう。

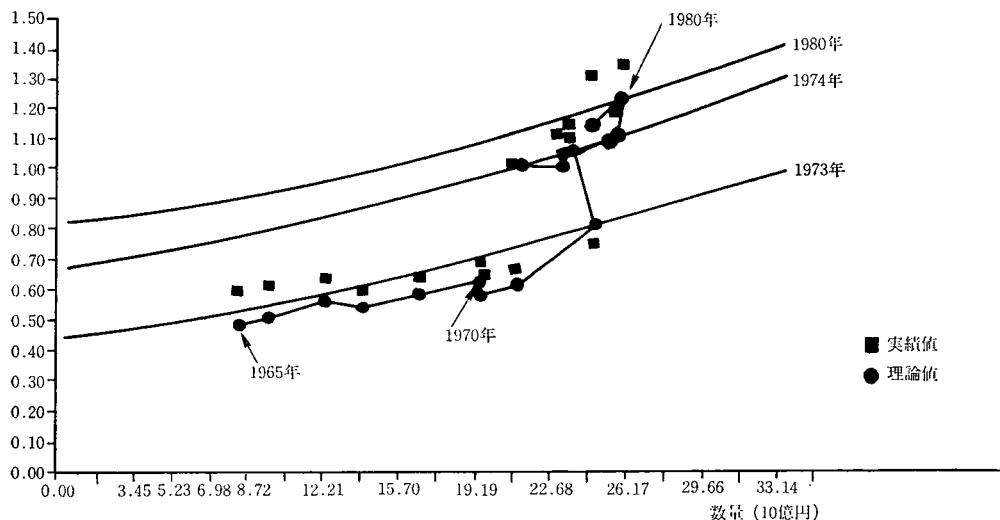


図 3.2 実測された第 5 部門供給シェジュール

くとも利潤極大原理から部門別の供給関数を理論的に導出することができる。実測されたパラメータを用いて描いた供給関数の例を図 3.2 に示そう。ここでは、第一次石油危機以前および第一～二次石油危機間、第二次石油危機以後の 3 つの期間で供給関数のシフトがあったことが明瞭に示されている。

<労働需要>

農林水産部門（第 1 部門）に就業機会を持つ労働力が工業部門に流入していく過程を明示的に取り入れたルイス型経済発展図式を採用し、農工間の労働配分が限界生産力命題により決定される。

<賃金・価格の同時決定>

ところで以上のように決定される各部門の賃金と価格は供給方程式を通じて相互に依存していることに注意されねばならない。すなわち、各部門の賃金と価格が均衡するためには全ての部門で同時に決定されることが必要である。このため、本モデルではこれらの賃金と価格は賃金・価格決定式に、平均賃金および第 1 部門付

加価値限界生産力決定式を含めた 15 本の連立方程式体系から解かれている。

3.2 分配ブロック

分配ブロックでは、供給ブロックで決定された賃金・価格を基に各経済主体ごとに付加価値の分配が決定される。

3.3 需要ブロック

需要ブロックでは、供給ブロックで決定された賃金・価格と分配ブロックで決定された所得とを与件として、費目別最終消費および各部門の民間投資が決定される。

<費目別個人消費支出>

個人の消費支出は電力・非電力の 2 品目に分割され、家計についてベルヌイ・ラプラス型効用関数を仮定した線形支出体系によって費目別の消費比率が決定される。

<部門別投資>

民間の部門別投資は過去の生産量により説明される企業家の予想産出量をもとに、コスト最小化原理によって上記生産関数から理論的に導出される。ただし本モデルでは、現実の経済で

は投資の調整に時間が必要とされることを考慮し、部門別の投資調整関数を設定している。

3.4 需給均衡ブロック

需給均衡ブロックでは、まず以上のように需要ブロックで決定された費目別需要量は、外生的に与えられるその他の需要項目とともに部門別最終需要量に変換される。そしてこれらが供給ブロックに初期値として与えられた値と比較され、需給均衡値となっているか否かがチェックされる。

もし均衡にない場合には、この初期値が改定され全部門が均衡するまで上記の手順が繰り返される。

4. 電力 LP サブモデルの構成

電力 LP サブモデルは電力価格と電力投資額を決定する。このために、所与の電力需要量に対して、電力供給コストが最小となるような電

源の運用と発電プラントの設備増加分を計算する LP モデルを内蔵している。電力 LP サブモデル全体の概略を図 4.1 に示しておこう。

4.1 LP モデルの基本構造

電力 LP サブモデルは説明の便宜上運用モデルと投資モデルの二つのモデルに分けることができるが、両者の基本構造は全く同一なので、まずこの共通の構造を解説し、その後に両者の相互関係を説明することにしよう。

本 LP モデルの目的は、所与の電力需要量に対して供給コストが最小となるように各方式別発電プラントのアクティビティの選択をおこなうことにある。ここで発電方式としては、一般水力および原子力、石炭、LNG、石油、揚水の 6 つを考える。最小化すべき最適化問題の目的関数は、

$$\text{総供給コスト} = \text{発電コスト} + \text{送電コスト} + \text{配電コスト} + \text{変電コスト}$$

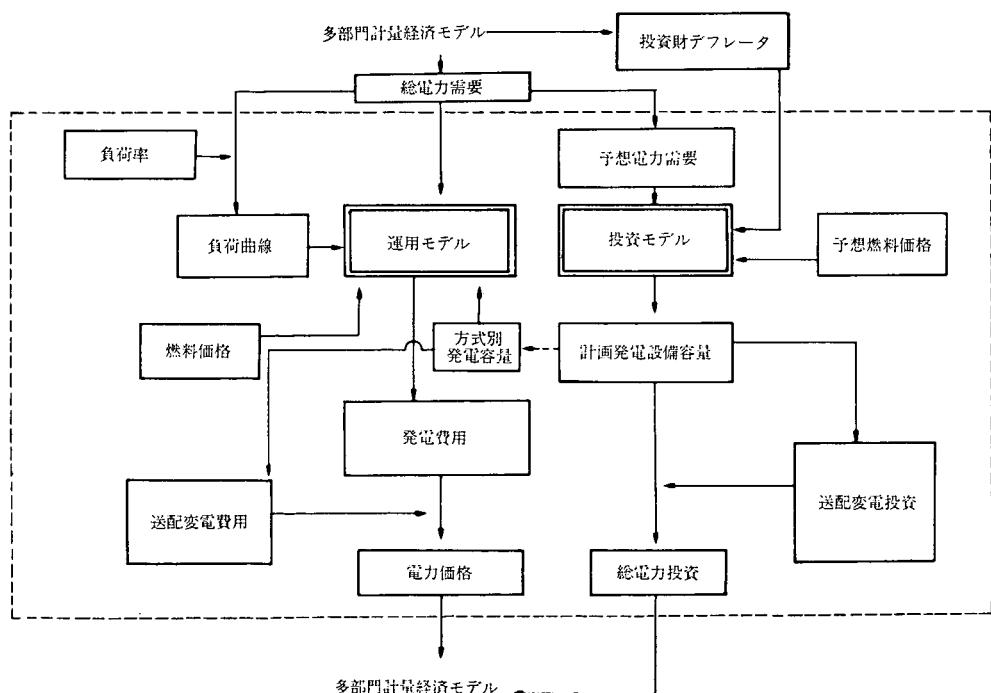


図 4.1 電力 LP モデルの概要

であり、主な制約としては以下のようなものを考える。

- ① 需要の充足
- ② ピーク時における発電容量の上限
- ③ 追加設備の建設上限
- ④ 揚水発電のエネルギー・バランス
- ⑤ 燃量消費量制約
- ⑥ 設備利用率の上限

<発電コスト一負荷配分>

発電コストを決定するためには、負荷曲線を設定することが必要であるが、本モデルでは多部門計量経済サブモデルより受け取った総電力需要量を基に負荷曲線を想定する。負荷曲線のモデル例を図 4.2 に示す。

<送電・配電・変電コスト>

送電・配電・変電コストは各々経験式により、総発電量および各方式別発電量の関数として決定される。

4.2 運用モデルと投資モデル

運用モデルと投資モデルとの相違点は、運用

モデルでは発電プラント容量を所与の制約の一つとして各発電プラントのアクティビティの選択が行なわれるのに対して、投資モデルでは発電プラント容量を可変としてアクティビティの最適な選択が行なわれる点にある。既存プラントと最適値との差が投資となるわけである。

<想定電力需要>

運用モデルでは多部門計量経済サブモデルより送られる当期の総電力需要量に対して計画を立てるのに対して、投資モデルでは将来の総電力需要量に対して計画を立てることになるが、この想定電力需要をどのように設定するかが問題となる。

本モデルでは想定電力需要を決定するために以下の仮定を置いている：

- ① プラント建設の期間は一律 5 年とし、投資は計画時点でまとめて行なわれる。すなわち、投資はまとめて計画の一時点での投下されるが、そのプラントが実際に稼働を開始するのは、その投資の 5 年後である。

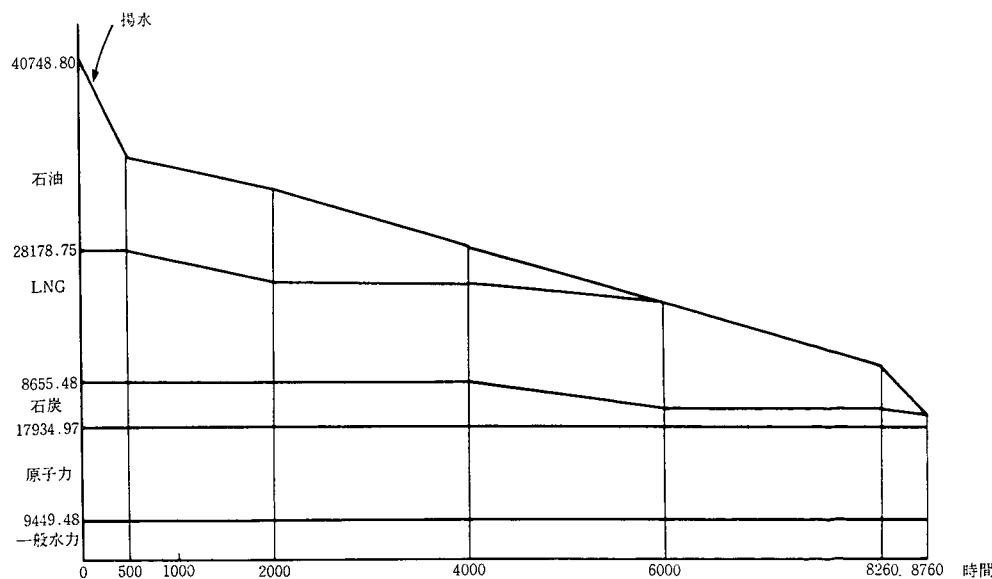


図 4.2 負荷曲線の計算例

② 計画に必要な5年先の想定需要は自己回帰型経験式による。

以上の運用モデルと投資モデルとの相互関係を図4.3に示しておこう。

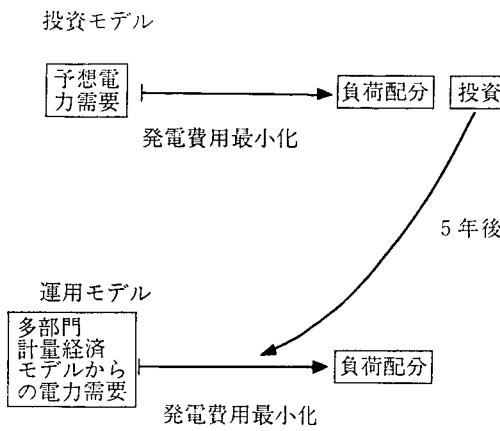


図4.3 LPモデルの相互関係

なお、ここで採用した電力需要の想定方式では、必ずしも事後的に予想値と結果が一致するわけではないので、シミュレーション結果の解析上問題を起こすことがある⁴⁾。両者が一致するまで計算を繰り返すのも一法ではあるが、今後の検討課題である。

5. 今後の課題

本モデルは既に稼働し若干のシミュレーションについても報告を行なったが⁵⁾、その結果については幾つかの点で未だ不満な面を残している。以下では、これらの検討課題および将来改良すべきモデルの若干の問題点を整理し、本稿の結びとすることにしたい。

<短期エネルギー間代替の可能性>

すでに述べたように本モデルの生産関数では、各エネルギー投入量が資本ストック量からのみ決定されるようになっている。このため、産業用エネルギー需要についてのエネルギー間

代替は資本ストック量の長期的な変化を通してのみ生じることになり、エネルギーの相対価格変化による短期的なエネルギー間代替の可能性が無視される結果となっている。価格効果によるエネルギー間代替の可能性を明示的に取り入れた生産関数としては、トランスログ関数や二段階CES関数等が知られているが、これらの関数型の導入について検討することが必要となるかもしれない。

<LP解の解釈と調整>

LPは不連続な解の選択を行なうため、時として解が非現実的な跳躍的な動きを示すことがある。これは最適化の過程における各制約式の役割を検討するための有益な情報を与えるものであるが、現実性という観点からは考慮の余地を残しており、得られた解に調整を施して用いることも考えられよう。

<部門別電力需要量と負荷曲線の形状>

現状では、負荷曲線が総電力需要量に対して設定されているため、産業構成の変化と負荷曲線の形状の変化とが直接的には結びついていない。このため、エネルギー・経済間の相互作用を明示的に捉えるというモデル本来の目的からすれば、産業構成の変化が負荷曲線の形状を変化させるようなメカニズムをモデルに導入することが検討されねばならないだろう。

参考文献

- [1] 辻村江太郎、黒田昌裕『日本経済の一般均衡分析』、筑摩書房、1974。
- [2] 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、中村二朗、井澤裕司、伊藤浩吉、木村繁「KEO—電研モデルの構成」、1984、電力中央研究所研究報告：583008。

4) 文献[5]参照。

5) 文献[4], [5]参照。

- [3] 同上「『KEO—電研モデル』のデーター作成について」, 1984, 電力中央研究所内部資料 No. 253。
- [4] 同上「『KEO—電研モデル』のテスト」, 1984, 電力中央研究所内部資料 No. 254。
- [5] Izawa, H., "KEO-DENKEN Model: An Analysis of Energy-Economy Interactions in Japan," Paper presented for EPRI-CRI

EPI Workshop on Energy Analysis, 1983,
(proceedings will appear in December
1984, from Electric Power Research Institute, CA., U. S. A.).

（いざわ ひろし
経済部
エネルギー研究室）