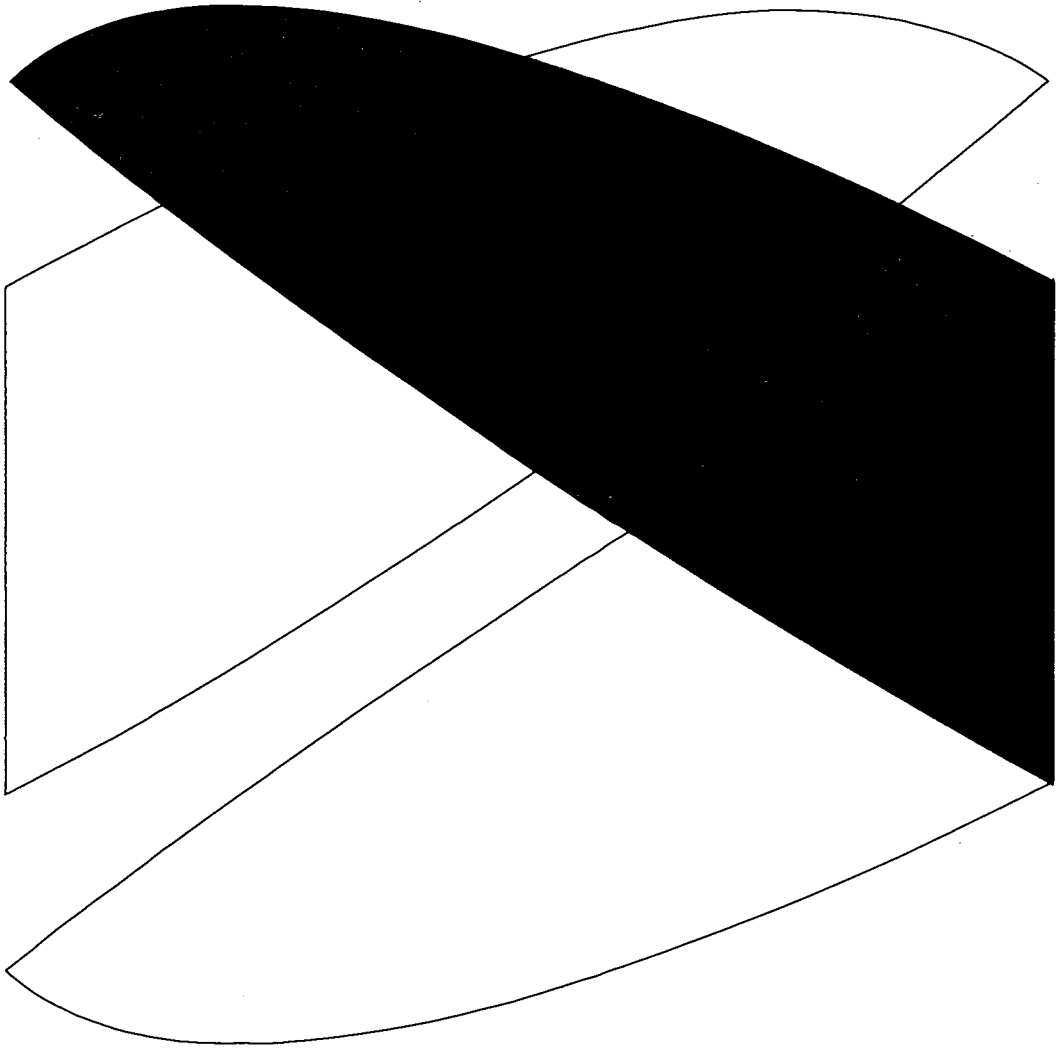


ISSN 0387-0782

電力經濟研究



No.27

1990.3

財団法人 電力中央研究所

經濟研究所

編集委員

内田	光穂	熊倉	修
若谷	佳史	矢島	昭

目 次

中期経済予測システムの開発と応用	1
第1部 モデルの構成	3
1章 世界エネルギーモデル	熊倉 修 5
2章 多部門モデル	服部 恒明 17 櫻井 紀久 中馬 正博
3章 エネルギー間競合モデル	永田 豊 31 熊倉 修 藤井 美文 松川 勇
第2部 予測とシミュレーション	53
4章 21世紀初頭に至るエネルギー・経済の展望	服部 恒明 55 熊倉 修 櫻井 紀久 永田 豊 大河原 透
5章 原子力発電の停止の影響に関するシミュレーション	矢島 正之 75 熊倉 修 櫻井 紀久 永田 豊 服部 恒明
6章 CO ₂ 発生量抑制ケース	山地 憲治 85 永田 豊 櫻井 紀久 服部 恒明

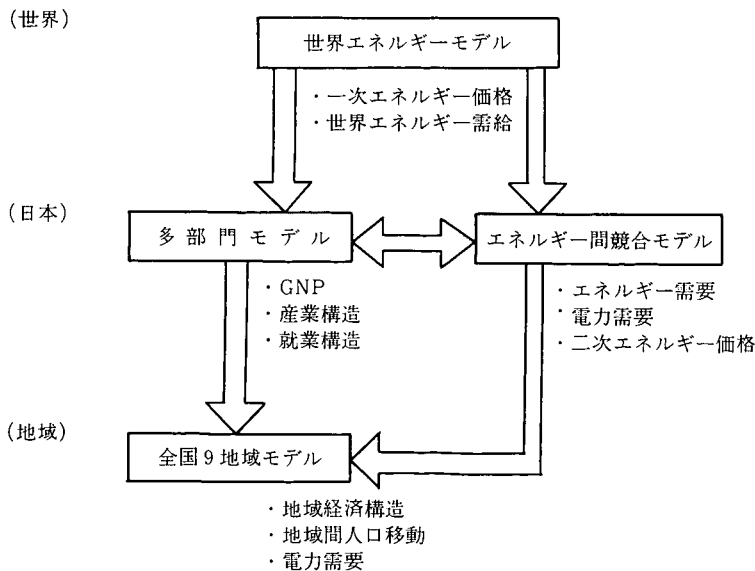
中期経済予測システムの開発と応用

はじめに

経済予測には大雑把に言って、2つの方法がある。1つは“積み上げ法”である。これはさまざまな個別情報を収集して、先行きを読む方法である。これにより、現場に密着した情報を予測に反映させることが可能となるが、しばしば大局を見失う危険がある。また、前提条件の変化に対応した整合的な予測を行うことが苦手という欠陥をもっている。

いま1つは“計量経済学的手法”である。これは現実の複雑な経済の動きをモデル化して論理的に分析し、予測することを可能にする有力な道具立てである。いろいろな前提条件の変化が経済にどのような影響を及ぼすかといった難

問にたちどころに回答してくれる、という情報化時代にふさわしい機能を備えている。ただ予測を実践する立場からすると、前提条件の想定がなかなか難しい。例えば、日本経済の先行きを予測するためには、世界経済や原油価格の動向を押さえる必要がある。この難問に答えるためには、こういった主要な前提条件もモデルの中で予測できるようにすればよい。つまり、モデル予測の与件となる外生変数をできるだけ少なくするよう工夫をこらす必要がでてくる。この解決策は必然的にモデルのサイズを大型化するという難点をもつ。モデルの作成には、データの収集、方程式の推定、シミュレーションなど一連の作業を必要とするが、経験則によると、作業量と計算時間はモデルの大きさの2乗



中期経済予測システムの概要

に比例して増大する。

以上述べたように、積み上げ法にも計量モデルにも一長一短があるが、5～15年という中期的経済展望を行う場合には、計量モデルに一日の長があることは過去の経験から明らかである。我々はモデル・システムの大型化に伴う困難を克服するため、さまざまな新しいソフトウェアを準備した。例えばデータの入力の自動化、機械化など極力人手の介入を排除し、インプット・ミスが発生を最小限に減らすと同時に作業効率の大幅向上を達成した。

さて、当所の中期経済予測システムは、図に示すように、4つの計量経済モデルの集合体として構成されている。

それぞれのモデルの下に示した項目は、それぞれのモデルから計算される主要な経済変数である。そして、モデルから計算された経済変数は矢印の方向に向かって流れていく。例えば、世界エネルギーモデルで計算された原油価格や石炭価格などのエネルギー価格が多部門モデルのインプットとして使われるというように。

本編は当所で開発した中期経済予測システムの概要とモデルシステムによるシミュレーション結果を取りまとめたものである。第Ⅰ部では、予測システムを構成する各モデルの理論構成と実証モデルが概説されている*。第Ⅱ部ではこのシステムを全体として動かしたいわゆるシミュレーション結果が紹介されている。

本予測システムの開発に参加したメンバーは

下記の通りである。

中期経済予測システム

開発プロジェクトチーム

主査 内田光穂

副主査 矢島正之

世界エネルギーモデル： 熊倉 修

多部門モデル：

服部恒明，櫻井紀久，中馬正博

エネルギー間競合モデル：

藤井美文，永田 豊，熊倉 修，松川 勇

全国9地域モデル：

大河原透，小野島智子，松川 勇

大規模計量モデル用システム： 松井正一

本編のうち第Ⅱ部で紹介する予測とシミュレーション実験の結果は、上記メンバーによる共同作業の成果である。

計量モデルは実際の運用と絶えざるメンテナンスによって改良を加える必要がある。本システムは当所の永年にわたるモデル開発の経験とノウハウを活用して作成されたものであるが、なお改良の余地は多く残されている。読者諸賢の建設的コメントを期待しつつ筆をおく。

内 田 光 穂

*) 全国9地域モデルについては電力経済研究 No. 25, 63年9月(大河原透ほか)を参照。

第1部 モデルの構成

1章 世界エネルギーモデル

熊 倉 修

1. はじめに
 2. モデルの基本構造
 3. OECD 7か国国別モデル
 - 3.1 エネルギー価格, 需要, 国内総生産
 - 3.2 エネルギー最終消費量
 - 3.3 エネルギー転換と一次エネルギー供給量
 - 3.4 エネルギー価格
 4. その他の地域のエネルギー需給と世界エネルギー市場
 5. おわりに
- 付録 方程式体系とデータ
- 1) データ
 - 2) 変数表
 - 3) 方程式体系

1. はじめに

第一次石油危機以後, エネルギー価格は大きな変動を経験してきた。1970年代から80年代まで続いたエネルギー高価格は, 次第にエネルギーの需要抑制と供給促進効果を現し, 1980年代前半には世界のエネルギー需要は一転して軟調となった。石油価格は一時は10ドル/バレルを下まわる水準にまで低下し, 最近までこうした軟調な市場が続いた。しかし, 安定的なエネルギーが続いたことにより, 現在では石油需要は急増に転じ, 世界の石油需要は一転して逼迫化に向かい, 近い将来に石油価格が急騰する可能性も現れてきた。こうしたエネルギー需給と価格の変動のメカニズムを明らかにすることは, 今後の動向を展望するためにも必要である。このモデルは, こうした問題を解明することを目的として, 世界のエネルギー需給, エネルギー価格, 各国の研究成長率などの相互依存

関係を, 計量経済学の方法をもちいてモデル化したものである。

モデルは, コンパクトだが, 世界全体のエネルギー需給量とそれを決定する主要な経済的要因を明示的に組み込んだものとなっており, このモデルによって, OPECの石油供給が世界の石油需給と価格の決定におよぼす影響, 石油の需給, 価格と石炭など石油代替エネルギーの需給, 価格の相互依存関係, エネルギー需給と経済成長率との関係など, 世界のエネルギー需給をめぐるさまざまな問題を分析することができる。

2. モデルの基本構造¹⁾

モデルの基本構造は, 図1に示すようなものである。エネルギー需要側では, 世界の国別または地域別のエネルギー需要量が価格, 国内総

1) 詳しくは, 熊倉 修「世界エネルギー需要モデル I モデルの構成」, 電力中央研究所研究報告, 585006, 1985.

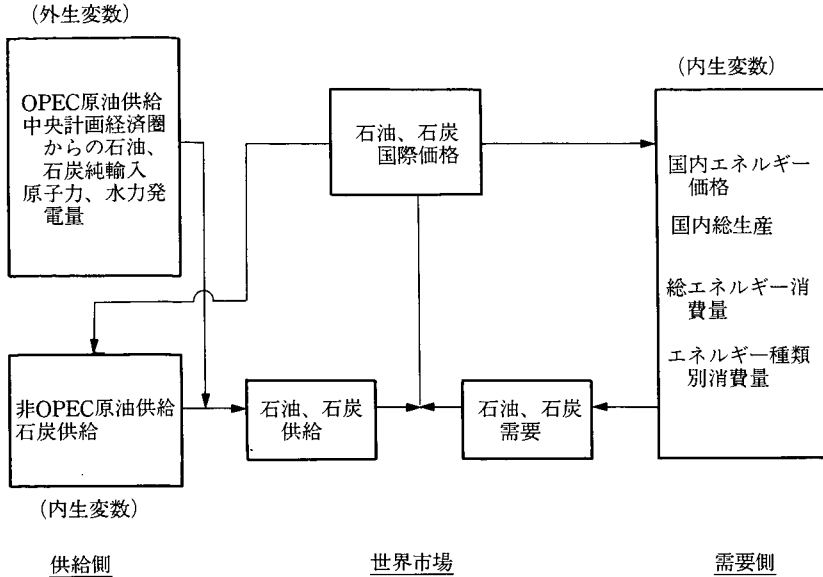


図1 世界エネルギーモデルの基本構造

生産などの経済的要因によって決定される。同時に、国別、地域別のエネルギー供給量が国際価格などに対応してきまる。そして、石油と石炭については、世界全体の需要量、供給量が集計され、世界市場の均衡化メカニズムを通じて調整され、それぞれの均衡価格と需要、供給量が同時に決定される。

表1に、モデルの地域区分とエネルギーの扱いを示す。世界のエネルギー需給の過半をしめている OECD 7か国（日本、アメリカ、カナダ、フランス、西ドイツ、イタリア、イギリス）については、国別に詳細なエネルギー需給モデルが作成されている。これらの国については、石油、石炭、天然ガス、電力などのエネルギー種類別に、一次エネルギー供給量、転換量、最終消費量と国内価格が、国際エネルギー価格、為替レート、国内総生産などを説明変数として決定される。7か国国別モデルは、1) 国内総生産、エネルギー価格、総エネルギー需要量などのマクロ的な相互依存関係をモデル化したブ

ロック、2) 石油、石炭、ガス、電力などの種類別エネルギー最終消費量を決定するブロック、3) エネルギー転換量と一次エネルギー供給量を決定するブロック、4) 国際エネルギー価格から国内エネルギー価格が決定されるブロックからなる。このうち 2)、3) のブロックは、エネルギー最終消費と電力部門の火力発電燃料消費量の決定にトランス・ログ型関数をもちいるなど詳細なモデルが作成されており、エネルギー種類別に最終消費量、エネルギー転換量、一次エネルギー供給量を、その自己価格および代替エネルギー価格に対応して決定できるようになっている。

OECD 7か国以外の諸国については、7か国以外の OECD 諸国、発展途上国などに地域区分され、地域別に石油、石炭の需要、供給量が、国際価格などを説明変数として決定される。

モデルでは、世界のエネルギー需給のうち、OPEC の石油供給量、世界の原子力、水力発

表 1 モデルにおける地域区分とエネルギーのあつかい

	石油			石炭			ガス			電力		
	生産	需要		生産	需要		生産	需要		火力	需要	
		1次	最終消費		1次	最終消費		1次	最終消費		原子力	水力
OECD 7												
日本	*	○	○	*	○	○	*	○	○	○	*	○
アメリカ	○	○	○	○	○	○	*	○	○	○	*	○
カナダ	*	○	○	*	○	○	*	○	○	○	*	○
フランス	*	○	○	*	○	○	*	○	○	○	*	○
西ドイツ	*	○	○	○	○	○	*	○	○	○	*	○
イタリア	*	○	○	*	○	○	*	○	○	○	*	○
イギリス	○	○	○	○	○	○	*	○	○	○	*	○
その他先進国	○	○	×	○	○	×	*	×	×	×	×	×
オーストラリア (石炭について別掲)				○	×	×						
南アフリカ (石炭について別掲)				○	×	×						
OPEC 13	○or*	*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
その他途上国	○	○	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×
中央計画経済諸国		*	×		*	×		×	×		×	×
		純輸出			純輸出							

○；内生変数
*；外生変数
×；モデルではあつかわない

電量、中央計画経済圏からの石油、石炭純輸入などが外生変数となっており、これらが与えられると、モデルの内生変数である国別、地域別のエネルギー需給量、国際および国際価格、国内総生産などが決定される。

3. OECD 7 か国国別モデル

国別モデルの構造は、図 2 に示すようになっている。以下、各部分について順次述べていく。

3.1 エネルギー需要、需要、国内総生産のマクロ的關係

OECD 7 か国国別モデルでは、エネルギー価格がマクロ経済と総エネルギー需要におよぼす影響が、次の 3 つの関数によってモデル化されている。

実質国内総生産

$$GDP=f(PES/PG, TIME)$$

国内一般物価

$$PG=f(PES, PG_{-1})$$

エネルギー最終消費量

$$QES=f(PES/PG, GDP)$$

ここで、GDP は実質国内総生産、PG は国内一般物価、QES はエネルギー最終消費量、PES は最終消費エネルギーの総合価格指数、TIME は時間である。

第 1 式では、エネルギー価格の上昇が、生産要素価格の上昇によるコスト上昇効果と、エネルギー輸入額増加によるデフレ効果とを通じて国内総生産にたいしてマイナスの影響をもたらすことが想定されている。第 2 式は、国内一般物価が輸入エネルギー価格によって影響されることを示し、第 3 式は総エネルギー需要量（最終エネルギー消費計）が、国内総生産と実質エネルギー価格によって決まることを示している。

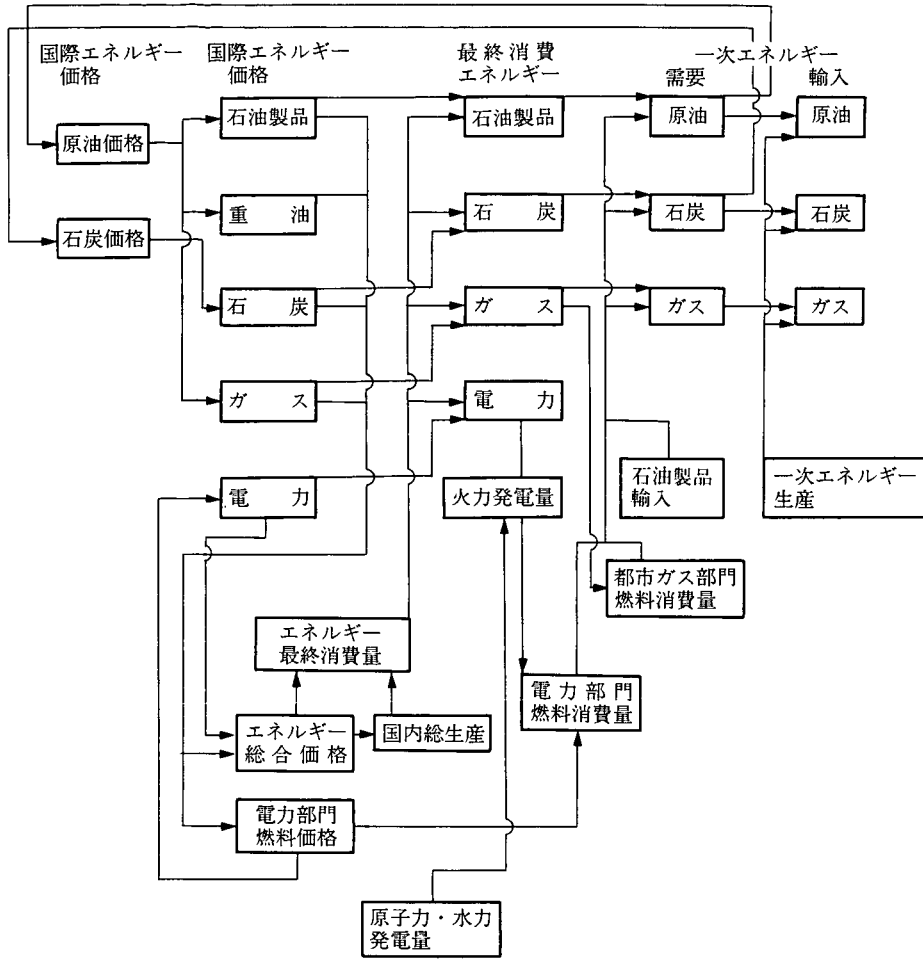


図 2 OECD 7 国国別モデルの構造

3.2 エネルギー種類別最終消費量の決定

エネルギー最終消費量は、シェア関数によって石油、石炭、天然ガス、電力の4つのエネルギー種類に分解される。

エネルギー種類別シェア

$$S_i = f(P_i)$$

エネルギー種類別需要量

$$D_i = S_i \cdot PES \cdot QES / P_i$$

また次式によって最終消費エネルギー総合価格指数が、各エネルギー価格から決定される。

最終消費エネルギー価格

$$PES = f(P_i)$$

モデルでは、これら2つの関数は、石油、石炭、天然ガス、電力の4つのエネルギーをインプットするつぎのようなトランス・ログ型関数によって指定されている。

$$\begin{aligned} \ln PES &= a_0 + \sum \alpha_{i,k} \cdot D_{i,k} \\ &+ 1/2 \sum \beta_{i,j} \cdot \ln P_i \cdot \ln P_j \\ &+ g \cdot \sum \ln P_i \cdot S_{i-1} + \sum b_{i,t} \cdot \ln P_i \cdot TIME \\ S_i &= \sum \alpha_{i,k} \cdot D_k + \sum \beta_{i,j} \cdot \ln P_j \\ &+ g \cdot S_{i-1} + \sum b_{i,t} \cdot TIME \end{aligned}$$

ここで、 P_i, P_j は、各エネルギーの国内価

格, S_i はエネルギー最終消費額にしめる各エネルギー消費額のシェア, $D_{i,k}$ は国別ダミー, 添字 i, j は, 1=石油製品, 2=石炭, 3=天然ガス, 4=電力, k は, 1=日本, 2=アメリカ, 3=カナダ, 4=フランス, 5=西ドイツ, 6=イタリア, 7=イギリスである。

3.3 エネルギー転換と一次エネルギー需要量

電力部門については, つぎのモデルが作成されている。

火力発電電力量

$$ELT = DEL - ELN - ELH$$

燃料消費量

$$FEL = f(ELT)$$

燃料種類別シェア

$$SEL_i = f(P_i)$$

燃料種類別消費量

$$FEL_i = SEL_i * PFEL * FEL / P_i$$

電力部門燃料総合価格指数

$$PFEL = f(P_i)$$

ここで, ELT は火力発電電力量, ELN は原子力発電量, ELH は水力発電量, FEL は燃料消費量, SEL_i は燃料種類消費シェア, P_i は燃料種類別価格, $PFEL$ は電力部門燃料総合価格指数, 添字 i は石油, 石炭, 天然ガスをあらわす。

第1式で, 電力最終消費量から原子力発電量と水力発電量を差し引いて火力発電量が決定される。この火力発電量から, 化石燃料消費量がきまり(第2式), 燃料種類別シェア関数によってそれが燃料種類別消費量に配分される(第3, 第4式)。なお, 燃料総合価格指数(第5式)とシェア関数は, 石油, 石炭, 天然ガスをインプットするトランス・ログ型関数によって推定されている。

石油精製部門, 都市ガス部門については, 転換ロスがないものと仮定し, つぎのような単純化をおこなっている。石油精製部門では, 石油製品最終消費量から石油製品純輸入量を差し引いた量を精製する(同量の原油を投入する)。都市ガス部門では, ガス最終消費量と電力部門ガス消費量の合計とを, 石油, 石炭, 天然ガスを原料として製造する(各原料投入量比率は国別に外生的に与える)。以上の各関数によって, エネルギー種類別最終消費量, エネルギー転換量, 一次エネルギー供給量が決定される。

1次エネルギーの生産については, アメリカ, イギリスの石油, アメリカ, カナダ, 西ドイツ, イギリスの石炭など主要な供給国については, 国別に, その価格を説明変数とする供給関数を推定している。その他は外生変数としている。

3.4 エネルギー価格

石油製品, 石炭・石炭製品, 都市ガスの国内価格は, 輸入エネルギー価格によって決まり, 電力価格は電力部門燃料価格と総発電量にあめる火力発電量のシェアによって決まる(ここでは, 原子力, 水力のシェアが低下し, 火力発電のシェアが高まると電力価格が上昇するという関係が想定されている)。

化石燃料国内価格

$$PE_i = f(POW \text{ or } PCW, EXR)$$

電力価格

$$PE_4 = f(PEL, ELT/DEL)$$

ここで, PE は, 国内エネルギー価格, POW は国際石油価格, PCW は国際石炭価格, DEL は電力最終消費量, EXR は為レート, 添字 i は, 1=石油製品, 2=石炭, 石炭製品, 3=都市ガス, 4=電力である。

4. その他の地域のエネルギー需要と世界市場

OECD 7か国以外の先進国、発展途上国については、表1に示した地域区分によって、石油、石炭の需要関数と供給関数とが推定される。

以上から決定される、世界各国、各地域の石油、石炭の需要量、供給量が集計され、世界全体として均等化される。下記の格式によって、世界市場を均衡させる国別、地域別の需要量、供給量と国際価格とが決定される。

世界石油需要

$$DOT = \sum DO_i + DIO$$

世界石炭需要

$$DCT = \sum DC_i + DIC$$

世界石油供給

$$PROT = \sum PRO_i + NMOCP$$

世界石炭供給

$$PRCT = \sum PRC_i + NMCCP$$

石油需給均衡

$$DOT = PROT$$

石炭需給均衡

$$DCT = PRCT$$

ここで、 DOT は自由世界需要、 DCT は自由世界石炭需要、 DO_i は国別、地域別石油需要、 DC_i は国別、地域別石炭需要、 DIO は世界の石油在庫純増、 DIC は世界の石炭在庫純増、 $PROT$ は自由世界石油生産量、 $PRCT$ は自由世界石炭生産量、 PRO_i は国別、地域別石油生産量、 PRC_i は国別石炭生産量、 $NMOCP$ は中央計画経済圏からの石油純輸入、 $NMCCP$ は中央計画経済圏からの石炭純輸入である。添字 i は地域または国をあらわす。

第1、2式により自由世界の国別または地域別の石油、石炭需要量が集計され、第3、4式で国別、地域別の供給量が集計される。そして、第5、6式によってこれらの需給が均等化され、モデル全体を解くことによって、国別、地域別のエネルギー需給量とそれぞれの均衡価格とが決定される。

5. おわりに

このモデルの特徴は、コンパクトな構造のなかに、石油、石炭などエネルギー種類別の世界的な需給と価格を決定するおもな要因を組み込み、それらの相互依存関係を明示的にモデル化した点にある。モデルは、その単純化のために、我々の関心のすべてにたいして応えられるわけではない。またたとえばエネルギー供給に関して、資本ストックと投資とが明示的に組み込まれていないため、エネルギー供給の価格にたいする長期的な反応が過小に推定されていると考えられるなど、モデルの説明力には限界がある。しかし、こうした限界にもかかわらず、このモデルを用いて、世界のエネルギー需給と価格との関係についてさまざまな観点からシミュレーション分析をおこなうことができる。

以下に、これまでにおこなったシミュレーション分析の概略を示す事によって、モデルの構造と特性についてのこれまでの叙述を補完し、むすびにかえたい²⁾。

・OPEC 石油供給と石油価格

モデルでは、OPEC は世界の石油需給や価

2) 熊倉 修「世界エネルギー需給の構造分析」、エネルギー・資源、1986年1月。熊倉 修「原子力開発と化石燃料価格」、エネルギー・資源、1990年3月。

Osamu Kumakura, Long-Term Prospects of the World Oil Market—Experiment With the CRIEPI World Energy Model—, CRIEPI REPORT EY 87003, 1987.

格の動向とは独立にその供給量を設定することができる。OPEC の供給量が増加すると、世界の石油需給が軟化し価格は低下し、逆の場合は逆となる。OPEC の石油供給量について、生産枠を緩める場合、生産調整を強化して生産縮小する場合など、いくつかのケースを設定してその場合の石油価格への影響をあきらかにした。

- ・エネルギー価格とエネルギー総需要，エネルギー間代替

石油価格の上昇は、一方で総エネルギー需要の減少をもたらすとともに、エネルギー間の代替を誘導し、石炭、天然ガスなど他のエネルギー需要を増加させる。OPEC 石油供給量の減少などによる石油価格の上昇が、石油その他のエネルギー需要にどのような影響をおよぼすかを数量的にあきらかにした。

- ・世界のエネルギー需給と価格との循環的關係

第一次石油危機以後の石油価格とエネルギー需給との関係に関するシミュレーション分析をおこない、エネルギー価格の上昇が、各国の経済とエネルギー需給にどのような影響をもたらしたかをあきらかにした。これをつうじて、第一次石油危機以後現在までのエネルギー価格の循環的変動を、価格に対するエネルギーの需要、供給の調整過程によって説明することができた。そしてこれまでのエネルギー需給構造が今後も維持されるならば、こうした循環的変動は今後もおこるであろうことが明らかになった。

- ・原子力開発と化石燃料価格

モデルの外生変数である OPEC 7 か国の原子力発電量を変化させてシミュレーションをおこない、原子力発電が世界の化石燃料の需給と価格にどのような影響を及ぼすかを明らかにした（後述）。

付録 方程式体系とデータ

1) データ

- ・エネルギー種類別（石油、石炭、ガス、電力）、一次エネルギー供給、エネルギー転換、最終消費量
国連、World Energy Statistics
火力発電燃料別消費量；各国統計（海外電力調査会、海外電力統計）
- ・国内総生産、GDP デフレーター
OECD
- ・為替レート
IMF, International Financial Statistics
- ・国際エネルギー価格
石油価格；Platt's Oilgram, その他
石炭価格；OECD, Energy Prices and Taxes, その他
- ・国内エネルギー価格
日銀、国際比較統計、その他

2) 変数表

(1) 内生変数

<i>GDP</i>	; 実質国内総生産	1980年価格, 10億 USドル
<i>PG</i>	; 国内一般物価	1980年 = 1.0
<i>QES</i>	; エネルギー最終消費計	1980年価格, 10億 USドル
<i>S1</i>	; 石油消費比率	
<i>S2</i>	; 油消費比率	
<i>S3</i>	; ガス消費比率	
<i>S4</i>	; 電力消費比率	
<i>DO</i>	; 石油最終消費量	石炭換算, 百万トン
<i>DC</i>	; 石炭最終消費量	石炭換算, 百万トン
<i>DG</i>	; ガス最終消費量	石炭換算, 百万トン
<i>DEL</i>	; 電力消費量	石炭換算, 百万トン
<i>PES</i>	; 最終消費エネルギー価格指数	1980年アメリカ石油製品価格 = 1.0
<i>ELT</i>	; 火力発電電力量	石炭換算, 百万トン
<i>FEL</i>	; 電力部門燃料消費量	石炭換算, 百万トン
<i>SE1</i>	; 電力部門石油消費比率	
<i>SE2</i>	; 電力部門石炭消費比率	
<i>SE3</i>	; 電力部門ガス消費比率	
<i>FOEL</i>	; 電力部門石油消費量	石炭換算, 百万トン
<i>FCEL</i>	; 電力部門石炭消費量	石炭換算, 百万トン
<i>FGEL</i>	; 電力部門ガス消費量	石炭換算, 百万トン
<i>SPP</i>	; 石油製品国内供給量	石炭換算, 百万トン
<i>SO</i>	; 石油国内需要量	石炭換算, 百万トン
<i>SC</i>	; 石炭国内需要量	石炭換算, 百万トン
<i>SG</i>	; ガス国内需要量	石炭換算, 百万トン
<i>PFEL</i>	; 電力部門燃料価格指数	1980年アメリカ石油製品価格 = 1.0
<i>PE1</i>	; 石油製品価格指数	1980年アメリカ石油製品価格 = 1.0
<i>PE11</i>	; 重油価格指数	1980年アメリカ石油製品価格 = 1.0
<i>PE2</i>	; 石炭・石炭製品価格指数	1980年アメリカ石油製品価格 = 1.0
<i>PE3</i>	; ガス価格指数	1980年アメリカ石油製品価格 = 1.0
<i>PE4</i>	; 電力価格指数	1980年アメリカ石油製品価格 = 1.0
<i>SO</i>	; 原油国内供給量	石炭換算, 百万トン
<i>SC</i>	; 炭国内供給量	石炭換算, 百万トン
<i>SG</i>	; ガス国内供給量	石炭換算, 百万トン

<i>PRO</i>	; 原油国内生産量	石炭換算, 百万トン
<i>PRC</i>	; 石炭国内生産量	石炭換算, 百万トン
<i>NMO</i>	; 原油純輸入量	石炭換算, 百万トン
<i>NMC</i>	; 石炭純輸入量	石炭換算, 百万トン
<i>NMG</i>	; ガス純輸入量	石炭換算, 百万トン
<i>TG</i>	; 都市ガス製造部門石油消費量	石炭換算, 百万トン
<i>POW</i>	; 石油国際価格	US ドル/バーレル
<i>PCW</i>	; 石炭国際価格	US ドル/トン
<i>DOT</i>	; 自由世界石油需要量	石炭換算, 百万トン
<i>PROT</i>	; 自由世界石油供給量	石炭換算, 百万トン
<i>DCT</i>	; 自由世界石炭需要量	石炭換算, 百万トン
<i>PRCT</i>	; 自由世界石炭供給量	石炭換算, 百万トン

(2) 外生変数

\overline{PROOP}	; OPEC 原油生産量	石炭換算, 百万トン
\overline{ELN}	; 原子力発電電力量	石炭換算, 百万トン
\overline{ELH}	; 水力発電電力量	石炭換算, 百万トン
\overline{PRG}	; ガス国内生産量	石炭換算, 百万トン
\overline{MNPP}	; 石油製品純輸入量	石炭換算, 百万トン
\overline{NMOCP}	; 中央計画経済諸国からの石油純輸入量	石炭換算, 百万トン
\overline{NMCCP}	; 中央計画経済諸国からの石炭純輸入量	石炭換算, 百万トン
\overline{DIO}	; 世界原油在庫純増	石炭換算, 百万トン
\overline{DIC}	; 世界石炭在庫純増	石炭換算, 百万トン
\overline{EXR}	; 為替レート	石炭換算, 百万トン
\overline{TIME}	; 時間	各国通貨単位/US ドル

3) モデル

(1) OPEC 7 か国国別モデル

実質国内総生産など

実質国内総生産

$$\ln GDP = a + b \cdot \ln(PES/PG) + c \cdot \overline{TIME}$$

国内一般物価

$$\ln PG = a + b \cdot \ln PES + c \cdot \ln PG_{-1}$$

エネルギー最終消費

エネルギー最終消費計

$$\ln QES = a + b \cdot \ln GDP + c \cdot \ln(PES/PG)$$

最終消費エネルギー価格

$$\ln PES = a_0 + \sum b_i \cdot \ln PE_i + \frac{1}{2} \sum \sum b_{ij} \cdot \ln PE_i \cdot \ln PE_j \\ + \sum b_{it} \cdot \ln PE_i \cdot \overline{TIME} + \sum c \cdot \ln PE_i \cdot S_{i,-1}$$

石油消費比率

$$S1 = 1 - S2 - S3 - S4$$

石炭消費比率

$$S2 = a_2 + \sum b_j \cdot PE_j + b_{2t} \cdot \ln PE2 + c \cdot S2_{,-1}$$

ガス消費比率

$$S3 = a_3 + \sum b_j \cdot PE_j + b_{3t} \cdot \ln PE3 + c \cdot S3_{,-1}$$

電力消費比率

$$S4 = a_4 + \sum b_j \cdot PE_j + b_{4t} \cdot \ln PE4 + c \cdot S4_{,-1}$$

石油最終消費量

$$DO = S1 \cdot PES \cdot QES / PE1$$

石炭最終消費量

$$DC = S2 \cdot PES \cdot QES / PE2$$

ガス最終消費量

$$DG = S3 \cdot PES \cdot QES / PE3$$

電力最終消費量

$$DEL = S4 \cdot PES \cdot QES / PE4$$

電力部門

火力発電電力部門

$$ELT = DEL - \overline{ELN} - \overline{ELH}$$

電力部門燃料消費量

$$\ln FEL = a + (b + c \cdot \overline{TIME}) \cdot \ln ELT$$

電力部門石油消費比率

$$SE1 = 1 - SE2 - SE3$$

電力部門石炭消費比率

$$SE2 = a_2 + \sum b_j \cdot \ln PE_j + b_{2t} \cdot \ln PE2 + c \cdot SE2_{,-1}$$

電力部門ガス消費比率

$$SE3 = a_3 + \sum b_j \cdot \ln PE_j + b_{3t} \cdot \ln PE3 + c \cdot SE3_{,-1}$$

電力部門燃料価格

$$\ln PFEL = a_0 + \sum b_i \cdot PE_i + \frac{1}{2} \sum \sum b_{ij} \cdot \ln PE_i \cdot \ln PE_j \\ + \sum b_{it} \cdot \ln PE_i \cdot \overline{TIME} + \sum c \cdot \ln PE_i \cdot SE_{i,-1}$$

電力部門石油消費量

$$FOEL = SE1 \cdot PFEL \cdot FEL / PE11$$

電力部門石炭消費量

$$PCEL=SE2 \cdot PFEL \cdot FEL/PE2$$

電力部門ガス消費量

$$FGEL=SE3 \cdot PFEL \cdot FEL/PE3$$

一次エネルギー需給

石油生産

$$\ln PRO=a+b \cdot \ln POW+c \cdot \ln PRO_{-1}$$

石炭生産

$$\ln PRO=a+b \cdot \ln PCW+c \cdot \ln PRC_{-1}$$

石油製品国内需要量

$$SPP=DO+FOEL+TG$$

原油国内需要量

$$SO=SPP-\overline{NMPP}$$

原油輸入量

$$NMO=SO-PRO$$

石炭国内需要量

$$SC=DC+FCEL$$

石炭輸入量

$$NMC=SC-PRC$$

ガス国内需要量

$$SG=DG+FGEL$$

都市ガス部門石油消費量

$$\ln TG=a_1+a_2 \cdot \ln DG$$

ガス輸入量

$$NMG=SG-PRG-TG$$

石油製品価格

$$\ln PE1=a_1+a_2 \cdot \ln POW \cdot \overline{EXR}$$

重油価格

$$\ln PE11=a_1+a_2 \cdot \ln POW \cdot \overline{EXR}$$

石炭・石炭製品価格

$$\ln PE2=a_1+a_2 \cdot \ln PCW \cdot \overline{EXR}$$

ガス価格

$$\ln PE3=a_1+a_2 \cdot \ln POW \cdot \overline{EXR}$$

電力価格

$$\ln PE4=a_1+a_2 \cdot (ELT/DEL) \cdot \ln PFEL$$

(2) 世界エネルギー市場

i ; 1=日本, 2=アメリカ, 3=カナダ, 4=フランス, 5=西ドイツ, 6=イタリア, 7=イギリス, 8=その他, 9=OPEC 諸国, 10=その他途上国

エネルギー需給

石油生産

$$\ln PRO_i = a + b \cdot \ln POW + c \cdot \ln PRO_{i,-1} \quad (i=8\sim 10)$$

石炭生産

$$\ln PRC_i = a + b \cdot \ln PCW + c \cdot \ln PRC_{i,-1} \quad (i=8\sim 10)$$

石油需要

$$\ln DO_i = a + b \cdot \ln POW + c \cdot \ln DO_{i,-1} \quad (i=8\sim 10)$$

石炭需要

$$\ln DC_i = a + b \cdot \ln PCW + c \cdot \ln DC_{i,-1} \quad (i=8\sim 10)$$

($i=1\sim 7$ については, 各国モデルにより決定)

世界エネルギー市場

世界石油需要

$$DOT = \sum DO_i + \overline{DIO}$$

世界石油供給

$$PROT = \sum PRO_i + \overline{NMOCP} + \overline{PROOP}$$

石油需給均衡

$$DOT = PROT$$

世界石炭需要

$$DCT = \sum DC_i + \overline{DIC}$$

世界石炭供給

$$PRCT = \sum PRC_i + \overline{NMCCP}$$

石炭需給均衡

$$DCT = PRCT$$

(くまくら おさむ
経済部 エネルギー研究室)

2章 多部門モデル

服部恒明 櫻井紀久
中馬正博

1. はじめに
2. モデルの選択
3. データの開発
4. パイロット・モデルの開発
5. モデル改良の視点
6. 多部門モデル '89 の開発
7. 多部門モデル '89 のテスト
8. むすび

1. はじめに

当所では、21世紀初頭までの国内外経済環境の変化を的確に分析・予測するために、「中期経済予測システム」の開発を推進してきた。

このシステムは、「世界エネルギーモデル」、「多部門モデル」、「全国9地域モデル」、「エネルギー間競合モデル」の四つのモデルから構成されている。そのうち、わが国の経済成長や産業構造を分析・予測するための道具立てが「多部門モデル」である。当所では、昭和62年度までに、データ利用の制約などいくつかの困難を克服して、その原型ともいえる「パイロット・モデル」を開発し、ひとまず多部門モデルの実用化のメドをたてた。

しかし、パイロット・モデルにはなお不十分な点があり、本格的な予測を実施するには、モデルの改良・拡充が必要であった。基本的な問題の一つは、シミュレーション分析がうまく作動するように改良すること、いま一つは、産業構造変化が激しい時代の要請に応えるために、

産業部門数を8部門から30部門以上に拡大することであった。

このような課題の下で、物価・賃金・雇用ブロックと産業構造（生産決定）ブロックを中心に拡充を図り、本格的予測に活用できる新モデル（多部門モデル'89）を構築した。

本稿では、この数年間のモデルの開発の成果を要約的に示したあと、新モデルを中心にモデルの特徴や構造などについて報告する^{1) 2)}。

2. モデルの選択

多部門実証モデルに関する、わが国における先行業績は、データの利用制約などもあって、

1) 本研究の推進に際しては、建元正弘大阪大学名誉教授よりご指導を賜った。また、モデルで最も重要な産業連関システムの開発・拡充には、松江由美子帝京大学講師より多大なご協力を頂いた。RAS法のシステム化には金子敬生広島経済大学教授のご協力を賜った。支援システムの開発は当所情報システム部の松井正一主査研究員が行った。記して謝意を表したい。もちろん、ありうべき誤りは筆者がその責を負うものである。

2) 本稿の概要は、平成元年4月7日開催の「第21回マクロ計量モデル研究会議」（於：関西経済研究センター）で報告された。本稿の詳細については、文献〔2〕～〔7〕を参照されたい。

一般的なケインジアン・タイプのモデルと比べるとごく少数しか存在しない。その中で、優れた先行業績としては、KEO モデル、斉藤モデル、木下モデル、宍戸モデル、経済審議会計量委員会モデルなどをあげることができる。また、モデルのタイプとしては、計量委員会の区別によれば、一般均衡型と不均衡型の大別して二つあり、さらには、モデルの開発の目的からみても政府の計画立案のための計画型モデルもあれば、現実経済をありのまま捉えて分析するという予測用モデルもある。

今回、われわれが開発したモデルの「ひな型」としては、不均衡動学タイプの計量委員会第7次報告のモデルに求めた。これを選択した理由としては、①SNA データが昭和53年に開発され、国民所得、産業連関等の総合的なデータが不十分ながらも利用できるようになったこと、②予測用モデルとして最も重要な点として、SNA 型不均衡動学モデルが、現実経済を忠実に追跡できる可能性が高いと考えられること、③当所の中長期予測における説明事項、たとえば技術革新、情報化の影響についての説明などに対応した経済諸変数の導入が比較的容易であること、④エネルギー・電力需要モデルや地域経済モデルなど他のモデルとリンクすることが比較的容易であること、などが挙げられる。

3. データの開発

しかしながら、この計量委員会モデルはもちろんのこと、他のいくつかのタイプの多部門モデルも同様に、民間研究調査機関における多部門モデルの開発には大きな障害がある。すなわち、必要なデータ、具体的には時系列産業連関表とその関連データが利用できないということ

である。裏返せば、多部門モデルの開発には、国民所得、産業連関表等に関する総合的な時系列データを開発することが第一に必要なことになる。しかし、これには、膨大な「金」、「人」、「時間」、もっと根本的には、官庁の担当者以外には知り得ようもない「データ作成に関するノウハウ」が必要である。特定機関でしか作成・利用されないようなデータ（内部資料）を使用すれば、モデルの運用や分析などの点で当所の独自性が失われる恐れもある。

そこで、今回のモデルの開発に際しては、①スタンスとしては計量委員会モデルを「ひな型」として求めるが、あくまで参考にとどめること、②データ面ではいわゆる内部資料ではなく公表データを使用する、という方針をとった。

経済企画庁のSNA に表章されている、いわゆるSNA 産業連関表は、多部門モデルを構築する上では全く不十分である。第一、マトリックス表示の産出額、および産業と商品の間の関係を示すU表、V表等の基本的な時系列データすら公表されていない。そこで、モデル開発の突破口として、SNA データのほか、マトリックス表示の産業連関表については、通産省公表の作表を活用することにしたわけである。

しかし、この表も実質ベースでは時系列データが存在しないので、以下のような簡便法で時系列表を作成した。すなわち、昭和45～60年間のデータとして、45、50、55年の基準年については45～50～55年の三時点間の接続産業連関表を、そしてこれと接続が可能な昭和58、59、60年については延長表を使用し、あとの中間年についてはRAS法を活用して推計し、16年間の時系列データを作成したわけである。

投入係数の予測方法はいくつかあるが、われわれは、RAS 法、RECRAS 法、ラグランジェ未定係数法、2 段階 RAS=ラグランジェ未定係数法 (TSRL 法)、および 2 段階 REC RAS=ラグランジェ未定係数法をシステム化した。そして、最終的には各手法の予測誤差を計算しそれが最も小さかった TSRL 法を使用した。

このように中間年を RAS 法で接続する方法は、もちろん簡便法であるが、年々の経済変動を重視するという短期予測ではなく、トレンドを重視する中長期予測用のモデルの開発にとっては、むしろ有益な方法であるとも言える。その最大の理由は、中長期予測を行う場合には、通常、産業構造 (産業連関表) の予測には RAS 法などのトレンド手法がよく使用され、したがって、年々のランダムな変動はもともと分析の対象から除外されているためである。もっとも各年の延長表から時系列表を推計することが望ましいわけであるから、将来的にはこの方法も検討に値する。

4. パイロット・モデルの開発

モデルの「ひな型」を経済審議会モデルに求めるとしても、SNA 産業連関表の最も重要なデータが公表されていないので、それを修正した理論モデルを新たに考案する必要がある。

パイロット・モデルは、SNA データと通産省産業連関表 (I/O) データを活用できるように工夫されたもので、基本的にはマクロ経済ブロックと産業連関ブロックが連動するタイプのモデルである。ここでは、生産、分配、支出という経済循環における三つの基本的な側面が映し出され、それらの間の相互依存関係が明示化される。モデルの全体像は後述するとして、こ

こでは最も基本的なフレーム・ワークを提示する。

公表データの制約下で SNA 型の多部門モデルの構築を可能にするため、以下に示すように、①商品別最終需要、②付加価値形成、③生産決定、④価格の四つのブロックについて、基本的な定義的関係式を設定した。これらが多部門モデルの中枢を形成する。

1) 商品別最終需要ブロック：

まず、最終需要 (支出) は項目別、商品別に決定され、次のように定式化される。

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad V' &= \sum_i V'_i \\ &= \sum_i C'_i + \sum_i I'_i + \sum_i E'_i - \sum_i M'_i \\ &= C' + I' + E' - M' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad V &= \sum_i V_i \\ &= \sum_i C_i + \sum_i I_i + \sum_i E_i - \sum_i M_i \\ &= \sum_i \gamma_{1i} C + \sum_i \gamma_{2i} I + \sum_i \gamma_{3i} E \\ &\quad - \sum_i \gamma_{4i} M \\ &= C + I + E - M \end{aligned}$$

$$\textcircled{3} \quad P = V' / V$$

ここで、 $V = \text{GNP}$ 、 $C = \text{消費}$ (モデルでは民間と政府に区別)、 $I = \text{投資}$ (同)、 $E = \text{輸出}$ 、 $M = \text{輸入}$ 、 $P = \text{GNP}$ デフレーター、 $\gamma = \text{数量コンバクター}$ を示す。また、添字 i は商品、添字 $'$ は名目値、その他は実質値を示す。

このブロックは、モデルでは生産決定ブロックに統合される。また、データは前述の簡略型の産業連関表が適用される。

2) 付加価値形成ブロック：

付加価値は産業別に形成される。

$$\textcircled{4} \quad GD'_i = XI'_i - ID'_i$$

$$\textcircled{5} \quad GD_i = XI_i - ID_i$$

$$\textcircled{6} \quad PGD_i = GD'_i / GD_i$$

$$\textcircled{7} \quad ID_i = RID_i \cdot XI_i$$

$$\textcircled{8} \quad ID'_i = PID_i \cdot ID_i$$

ここで、 GD =付加価値（産業別）、 XI =産出額（同）、 ID =中間投入（同）、 RID =中間投入比率、 PGD =国内総生産デフレータ（同）、 PID =中間投入デフレータ（同）である。このブロックには SNA データが適用される。

3) 生産決定ブロック：

産業別商品投入表（U表）の時系列データが得られないため、商品需給バランスは、簡略型の時系列産業連関表（商品ベース）において満たされるように設定される。

$$\textcircled{9} \quad XZ_i = \sum_j a_{ij} \cdot XC_j + C_i + I_i + E_i$$

ここで、 XZ =商品別国内総供給（I/O ベース）、 XC =商品別国内生産額（同）、 a =投入係数（同）である。

一方、産業別国内産出額は生産が必要に等しく決定されるという仮定の下に、総需要を産業別に変換して求められる。

$$\textcircled{10} \quad XI_i = RXIC_i \cdot XC_i$$

ここで、 $RXIC$ =商品産業変換比率である。この比率は産業別産出係数、統計上の不突合、輸入税率の影響を全て含むものである。このブロックには簡略型の時系列産業連関表が適用される。

4) 価格ブロック：

産業別価格がフル・コスト原理に基づき決定されるとすれば、まず、産業別費用価格は

$$\textcircled{11} \quad PX\#_j = (\sum_i UM_{ij} \cdot XI_i \cdot PS_i + YEW_j + DEP_j + TISB_j) / XI_j$$

となる。ここで、 $PX\#$ =産業別費用価格、 PS =商品別国内需要価格、 YEW =産業別人件費、 DEP =産業別固定資本減耗、 $TISB$ =産業別純間接税（間接税－補助金）である。右辺は中間投入額、人件費、固定資本減耗、純間接税といった利潤以外の支払額の合計を実質産出額で割ったもので、生産物一単位当たりのコストを示

す。ここで、データ利用の制約によって、 PS のかわりに PX で代理する。

そして産業別産出価格は

$$\textcircled{12} \quad PXI_i = f(PX\#_i, GAP_i)$$

で表わされる。ここで、 GAP は産業別ギャップ率である。

最終需要デフレータについては、たとえば、消費デフレータは、

$$\textcircled{13} \quad PC\# = \sum \beta_{ei} \cdot PXI_i$$

$$\textcircled{14} \quad PC = f(PC\#, SFT_e)$$

となる。ここで、 $PC\#$ =消費デフレータ（システム値）、 β_e =消費コンバーター（基準時点固定）、 SFT_e =シフト変数である。シフト変数はコンバーターが基準時固定であること、商品別国内需要者価格のかわりに産業別産出デフレータを用いたこと、などによる経年的なバイアスを修正するための変数である。

価格ブロックでは SNA データが適用され、「商品別」ではなく「産業別」の価格が主軸的に活用される。従って、商品ベースの産業連関表の名目値は作成されない。

もちろん、以上の修正はデータが利用できないために行うものである。理論的な整合性に欠けることは確かであるが、それ以上にモデルの開発による分析上のメリットのほうが、はるかに大きいと言える。

5. モデル改良の視点

5.1 パイロット・モデルの問題点

パイロット・モデルはマクロ経済ブロックと産業構造ブロックを簡便法（誘発係数方式）でリンクしており、したがって、生産－分配－支出という経済の基本的な三つの循環過程を把握できる体系になっている。パイロット・モデルの開発で多部門モデルの実用化のメドはたった

が、モデルにはいくつかの問題点があり、それを克服することが緊要の課題となっていた。

主要な問題点を要約すると次のようになる。

(1) シミュレーション分析について

特定の外生変数の影響を計測するためのシミュレーション分析では、以下のように期待通りの(理論的な)結果が得られていない。

- ① 公共投資拡大：公共投資拡大で物価が期待される方向とは逆に低下し、そのため実質 GNP の増加(乗数)が大きくなりすぎること。
- ② 円高：円高で実質 GNP が当初から数期間は期待される方向とは逆にかんりの増加を示し、失業率も逆に低下すること。
- ③ 原油価格上昇：原油価格上昇(ドル建て)で物価が当初から数期間は逆に低下する一方で、実質 GNP にトレンド的な減少傾向が現われること。

(2) 産業連関システムについて

モデルの産業構造ブロックを支える産業連関システムについては次の点がある。

- ① 生産決定方式：産業構造ブロックについては、誘発係数(外生変数)を使用するという簡便法を採用していたが、これではマクロ経済ブロックと産業構造ブロックとの間で輸入額が一致するという斉合性は保持できないこと。さらには、この方法ではマトリックス表示の産業連関表が作成できないため、産業構造の全体像を明らかにするには不十分であること。
- ② 産業部門数：産業部門数は8部門(素材、機械等)で、産業構造の変化を分析・予測する上で部門数の拡大が必要であること。情報化・サービス化などの近年の重要な変化を捉えるには、産業は少なくとも30

部門以上が望ましいと考えられる。

5.2 問題点の解明

以上の問題点の発生メカニズムは、各種のテストによって次のようなものであることが明らかになった。

まず、公共投資拡大で物価が低下するのは、価格ブロックに問題があると考えられる。一般的なモデルにおいては、公共投資拡大のシミュレーション分析では、需給タイト化の影響をうけて価格が上昇する。パイロット・モデルで価格が低下した原因の一つは、推定式に年次データが使用されているため、価格波及における複雑なラグ構造が十分捉えられていないこと、もう一つは、需給要因としてギャップ率の調整作用が弱いことである。

次に、円高のシミュレーション分析がうまくいかなかったのは、生産の決定方式に問題があると考えられる。パイロット・モデルでは生産額の決定には、簡便法である誘発係数方式が採用されており、産業別生産額は誘発係数と最終需要の積(線形結合)として計算されていた。このうち最終需要はもちろんマクロ経済ブロックで計算されるものであるが、誘発係数は逆行列係数、輸入係数、最終需要品目構成の積として、別途の産業連関システムを使って計算されたもので、モデルでは外生変数として設定されていた。したがって、円高で価格効果を通じて輸入係数が大きく上昇する場合は、この効果がモデルで把握されないために、その分国内生産額の減少分が少なくなり、それだけ国内経済へのデフレ効果が弱まることになる。そのため、円高メリットとしての物価下落に伴う消費の増加の効果が相対的に大きくなりすぎて、一般のモデルとは逆に実質 GNP が増加したわけである。

5.3 拡充の方向

以上の点を踏まえて、物価・賃金・雇用ブロックと産業構造ブロックを中心にパイロット・モデルの拡充を図った。その具体的な研究作業は以下のように集約される。

- ① マクロ経済ブロックに関して、物価、賃金、雇用の各小ブロックを関数の推定などを通じて改良すること、
- ② マクロ経済ブロックと産業構造ブロックを完全な形でリンク（接合）すること、
- ③ 産業部門数の拡大を行い、これに対応する産業連関表（例えば 54 部門表）を作成すること、
- ④ 拡大された産業連関表を最大 24 部門しか公表されていない SNA 統計（国民経済計算データ）にリンクするために、（可能なら汎用型の）産業連関表の集計プログラムを開発すること、
- ⑤ モデルを中期予測作業に活用するために、外挿期間における各年の産業連関表を効率的に作成するプログラムを開発すること、

などである。

これらのうち、①、②は、前述のシミュレーション分析の不備を改善する上で、そして③～⑤は、時代の変化に対応できるようにモデルの分析力や操作性を高めるために必要なことである。②について付言すれば、産業構造ブロックについて、従来の誘発係数による簡便法にかえて、産業連関の産出高決定等の基本システムをモデルに導入し、これとマクロ経済ブロックとリンクする方法を開発することである。

6. 多部門モデル '89 の開発

モデルの本格的実用化を図るため、以上の点

を中心にパイロット・モデルに抜本的改良を加えて、「多部門モデル '89 年版」を開発した。この新モデルの特徴は次の通りである。

6.1 リンク・システムの導入

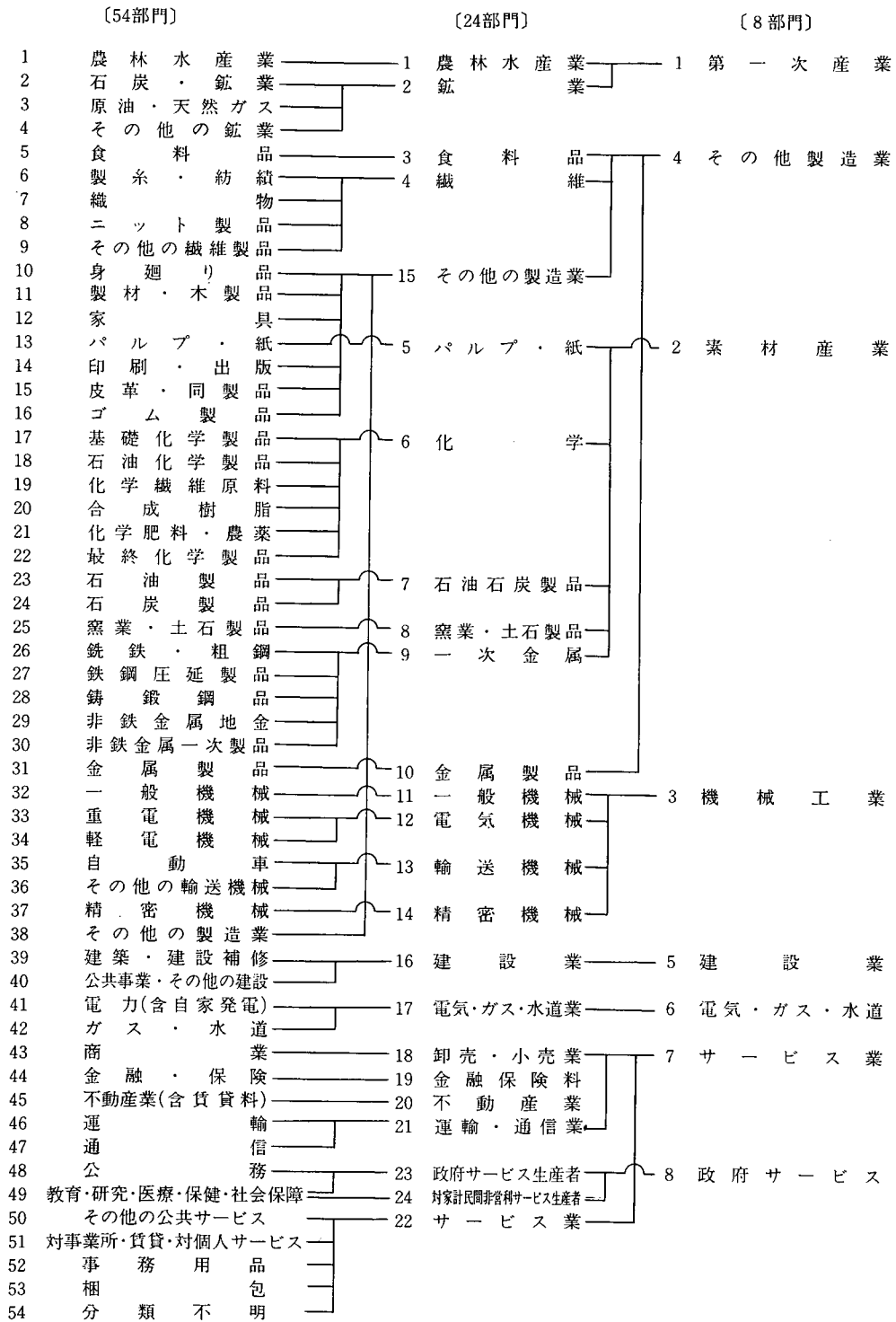
パイロット・モデルにおける産業構造ブロックは、誘発係数と項目別最終需要額から生産誘発額を算出するようになっていた。その誘発係数は、ベースとなる最終需要額とそれに見合った輸入額（実績のある所は実績値）から予め算出される輸入係数に基づいて、モデルの計算とは独立に TSS 処理型・産業連関システムを利用して求められ、モデルでは外生変数として設定されていた。

そこで、産業構造ブロックに抜本的な拡充を図り、新たに「多部門モデル '89」を開発した。端的にいえば、上記の産業連関の産出高決定システムおよび部門統合システムをモデルに馴染むように改良して、これを産業構造ブロックとして多部門モデルに組み込んだわけである。

これにより産業構造ブロックは、逆行列計算、誘発額計算、輸入係数の収束計算、部門統合、各種表作成等の処理を 5 4 部門レベルで実行する BATCH 処理型・産業連関システムへと格段と拡充された³⁾。BATCH 処理型システムの導入により、当所で開発されたモデル支援システム（文献 [8]）の活用が可能となり、マクロ経済ブロックの計算システムと産業連関システムがサブルーチン化され、両者の完全リンクが達成された。そのお陰で輸入係数は、前述のような輸入額の不一致が生じないよ

3) もちろん当所がこれまでに開発・整備してきた TSS 処理型・産業連関システムは、逆行列計算から部門統合、輸入係数収束計算までの一連の処理を行うことができる（文献 [2]）。今回はこれを改良してモデルに組み込んだわけである。

表 1 多部門モデルにおける産業分類



うに、システムの中で自動調整されるようになったのである⁴⁾。

6.2 産業部門の拡大

リンク・システムの導入の際、産業部門数を8部門から54部門にまで拡大し、一方で、部門統合システムを新たに開発した。これによって、産業連関表は、54, 23, 8部門表が同時に計算されるようになった。産業部門の分類は表1にある通りである。

6.3 産業構造分析支援システムの拡充

以上のような多部門モデルの拡充に伴い、産業連関表に関連した膨大なアウトプットを管理・編集し、分析者にとって解釈しやすい計算環境を整備する必要が生じ、そのために分析支援システムを拡充した。その内容は次の通りである。

- ① 産業構造に関する各種変数の時系列変化をみるための一般的な要約表（額、平均成長率）の出力
- ② シミュレーション分析用の比較表（差分、乖離率）の出力
- ③ 各部門統合段階における生産や最終需要などの変数の部門別シェアおよび部門別寄与度表の出力
- ④ 産業別生産構造の変化を需要要因別にみるための生産成長の要因分析表の出力

6.4 モデルの機能の強化

多部門モデルの機能は、以上のようなシステムの大幅な拡充によって、従来より次の4点で著しく改善されている。

- (1) 産業構造の全体像を明らかにできること：

産業連関の産出高決定システムがモデルに組み込まれており、産業間における財の取引関係（投入産出構造）や、消費などの最終需要項目

についても、通常の産業連関表と同じ形式のマトリックス（供給部門×需要部門）で表示できる。これによって、産業構造の全体像について数量的な把握ができる⁵⁾。

- (2) 複数の産業部門の統合表を同時に作成できること：

部門統合機能を利用して、予め指定した方式により複数の統合表を同時に作成することができる。したがって、部門統合の方法を工夫すれば、情報化、サービス化等の動きを明示的に捉えることも可能である。現在は、54, 23, 8部門の各表が出力できる。

- (3) 輸入額を整合的に決定できること：

異種モデルを統合するモデル支援システム（当所開発）によって、マクロ経済ブロックと産業構造ブロックが整合的にリンク（接合）されており、輸入額は両ブロック間で整合的に求まる。このため、為替レートや原油価格などの影響について、モデルが現実経済の動きをよくとらえるようになった。

- (4) 産業構造の時系列分析が可能であること：

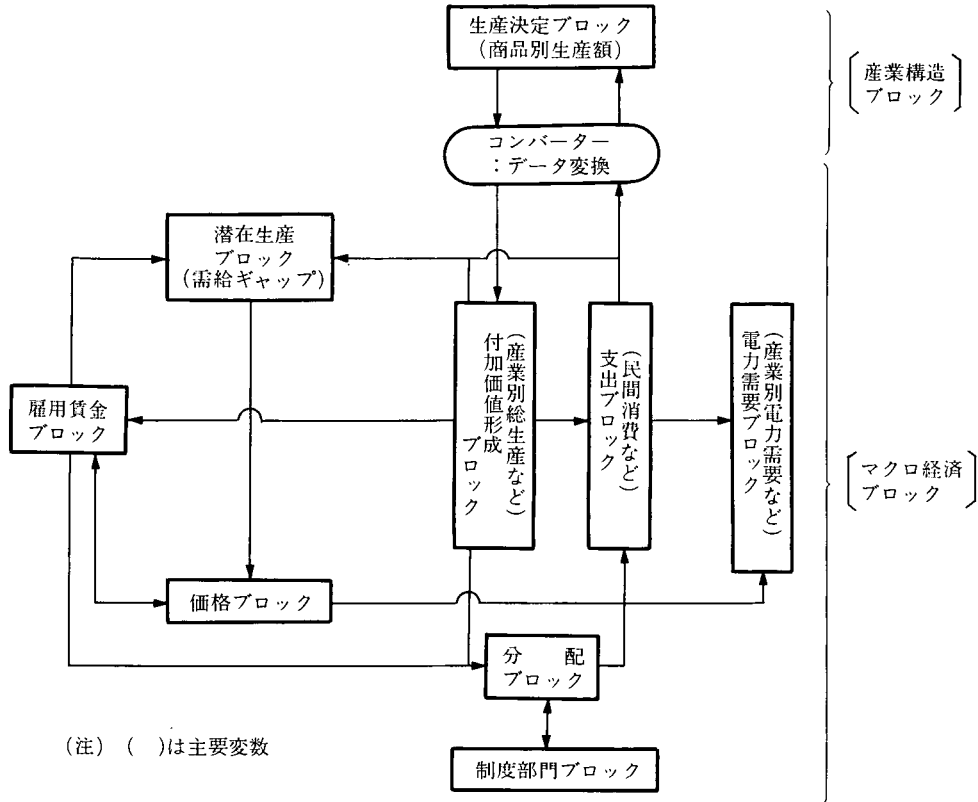
産業構造分析支援システムの拡充によって、産業構造の時系列変化の要約表、シミュレーション分析の比較表、部門別寄与度表、産業構造変化の要因分析表などが出力される。これによって、さまざまな産業構造の時系列分析が行える⁶⁾。

4) 詳細は文献〔7〕第4章を参照のこと。

5) 本モデルの長所の一つは、経済展望の際、RAS法等を使用して中長期的な産業構造の変化を予測分析することができることである。

6) これまで世界銀行を中心として、さまざまな成長要因分析手法が開発されている。この分解方式は、その中でも最もシンプルなもので、Nishimizu-Robinson方式による。生産分解の基本式は、通常の生産物の需給均衡式から次式のように変換される。

$$\Delta X = (I - M_{i-1}) \Delta D + (I - M_{i-1}) \Delta W \\ + \Delta E + \Delta (I - M) (D_{i+1} + W_{i+1})$$



(注) ()は主要変数

図 1 多部門モデルのフローチャート

6.5 モデルの構造

多部門モデルは、全体で 1,000~2,000 個の経済変数を決定する大型モデルである。ブロック別では、支出、雇用・賃金、価格、生産決定、付加価値、潜在生産、電力需要、制度部門(家計、法人、一般政府)の約 10 ブロックから成る。

モデルの基本構造を図 1 のフロー・チャートに示す⁷⁾。まず、支出ブロックを出発点として、民間消費や民間設備投資などの項目別最終需要が決定されると、これが生産決定ブロックに入る。そこでは多部門モデルの中枢を占める産業関連の産出高決定モデルから商品別最終需要が決まり、次いで、商品別の生産額(I/O ベース)が決定される。その際、まず、54 部門表

が決定され、次に 23 部門、8 部門の各表(マトリックス)が計算される。この生産額は 8 部門表を通じて、再びコンバーターを介して、産業連関表(I/O)ベースから SNA ベースに、また商品ベースから産業ベースに変換されて付加価値形成ブロックに入る。そこで、産出額、中間投入額、および国内総生産が産業別に決定される。

一方、価格の決定はやや複雑である。多部門モデルのもう一つの中枢を占める価格ブロックでは、マーク・アップ方式にギャップ率の影響

ここで、 X =生産ベクトル、 M =輸入係数の対角行列、 D =国内需要(消費、投資、政府支出)、 W =中間需要ベクトル、 E =輸出ベクトル、 Y で与えられる。詳しくは文献[9] 300~301 ページ参照。

7) 前掲①~④式を参照のこと。

が考慮されて各産業の産出価格が決定される。その際、算定のベースとなる各産業の費用（要求価格）は、人件費（賃金×就業者数）、中間投入額（中間投入デフレータ×中間投入量）、固定資本減耗を合計した総費用を生産物1単位当りに換算したときの指数として計算される。中間投入デフレータは国産品と輸入品に区別され、それぞれ各産業毎の投入構成比をウエイトとして加重計算して求められる。これによって、各産業の生産者価格は産業間の財の取引関係が陽表化されて決定されることになる。次に、消費者物価、投資財デフレータなどの最終需要デフレータが、産業別産出価格から決定される。

次いで、価格ブロックは雇用・賃金ブロックや支出ブロックに波及する。雇用・賃金ブロックでは、まず賃金はフィリップス＝リップシー型関数によって失業率と消費者物価から決定される。産業によっては労働生産性要因が導入される。また、各産業の就業者数・雇用者数は利潤極大化の下に生産関数から誘導された労働需要関数から決定される。雇用・賃金ブロックは主として分配・制度部門ブロックに波及する。雇用者数と賃金から雇用者所得が決定される。これが法人企業所得に波及する。

一方で、就業者数は支出ブロックで決定される民間資本ストックなどととも、産業別の潜在生産を決定する。潜在生産ブロックでは、潜在生産と現実生産（産出額）との差から需給ギャップ率が計算される。これは一方では前述の価格ブロックに入り、価格メカニズムを通じて需給調整の上で大きな役割を果たす。すなわち、現実経済の動きに即して、需給ギャップが景気の不況を反映して拡大すると価格が下落し、好況を反映して縮小すると価格が上昇する

というメカニズムがこれとらえられている。

そうすると、たとえば不況で需給ギャップが拡大し価格が下がると、家計や企業の実質所得が上昇して、この効果から支出（需要）と生産の増大がもたらされて、当初の需給の不均衡が改善され経済全体が調整されることになる。このような現実経済における需給調整のメカニズムを組込んだものを不均衡動学型モデルという。

制度部門ブロックでは雇用者所得のほか、家計、法人（非金融企業＋金融機関）、一般政府、対家計民間非営利団体の4つの制度部門の勘定項目が決定される。利子所得や配当などの財産所得、租税、社会保障移転など、各部門間の移転（再分配）項目が決定される。これによって、各制度部門の貯蓄投資バランスが明らかにされる。貯蓄投資バランスは統計上の不突合を別にすれば資金過不足と一致する。

分配・制度部門ブロックは、家計可処分所得などを通じて、民間消費などからなる出発点としての支出ブロックに波及する。

電力需要ブロックでは、産業別産出額、資本ストック、民間消費、電気料金の相対価格などから、契約種別ごとに電力需要および契約電力が決定される。ただし、電力需要をより詳細に分析する場合は、「エネルギー間競合モデル」を多部門モデルと整合的に活用することになっている⁸⁾。

以上のように、多部門モデルではマクロ経済と産業構造との間の相互依存関係が陽表化されており、産業構造は、商品（産業）間の財の取引関係や最終需要の商品別構成などが、産業連

8) 後述するように、今回実施した21世紀初頭に至る中期エネルギー・経済展望では、「エネルギー間競合モデル」を活用し、電力を含むエネルギー間の競合関係についての詳細な分析を行っている。

関表（マトリックス）によって、数量的に把握される。もちろん、投入産出構造（投入係数）は外生変数として設定されているが、固定ではなく経年的に変化する。さらには、制度部門勘定体系も組み込まれており、再分配構造や貯蓄投資バランスが明示化される。また、電力需要についてもやや簡略化されてはいるが需要構造が明らかにされる。

6.6 ブロックと主要変数

多部門モデルの経済変数は 1,000~2,000 個にも及び、電気事業経営にとって基本的な経済情報を提供できる。各ブロックで決定される主要な変数は次の通りである。

- ・支出ブロック：民間消費、民間設備投資などの最終需要が決定される。
- ・雇用・賃金ブロック：就業者数（産業別）、賃金（同）などが決定される。ここで就業構造が明らかにされる。
- ・価格ブロック：産出価格（産業別）等の生産段階での価格、および消費者物価等の販売段階での価格（最終需要デフレーター）が決定される。
- ・付加価値形成ブロック：産出額（産業別）、中間投入（同）、総生産（同）。このブロッ

クは産出額から中間投入（原材料）を控除したものが総生産（付加価値）であるという、定義的關係から決定される。

- ・潜在生産ブロック：生産関数によって、潜在生産（産業別）が決定される。これと産出額の比率から財の需給状態を示すギャップ率が決まる。
- ・電力需要ブロック：電灯、業務用電力、産業用電力（産業別）の契約種別毎の電力需要と契約電力等が決定される。
- ・制度部門ブロック：制度部門別の貯蓄投資差額、資金過不足等（制度部門は家計、法人、政府）が決まる。
- ・生産決定ブロック：商品別生産額（産業連関表ベース）など。54, 23, 8 部門の各表が計算され、生産活動の産業間の相互依存関係を示す産業構造が明らかにされる。

7. 多部門モデル'89 のテスト

次に、多部門モデル'89 に関するテストの結果を示す。

7.1 最終テスト

今回の改良では、産業構造ブロックが抜本的に改良され、輸入係数の調整過程が加えられる

表 2 最終テストの結果

国内総生産：名目	2.05	産出デフレーター	0.84	産出額：一次産業	3.26
国民総生産：名目	2.04	卸売物価	2.39	産出額：素材	3.52
国民総生産	2.21	消費者物価	0.77	産出額：機械	3.83
民間消費	0.99	賃金率	1.43	産出額：その他製造	2.67
民間設備投資	5.85	失業率	6.43	産出額：建設	2.13
輸出等	6.59	雇用者所得	1.40	産出額：電ガ水	2.89
輸入等	5.58	就業者総数	1.43	産出額：サービス	2.05
GNP デフレーター	0.86	産出額：合計	2.43	産出額：政府	4.01

注 1) 上表は相対平均絶対誤差 (RMAE) を示す。単位%。'75~'85 年間

$$RMAE = (\sum | \hat{Y} - Y | / n) / (\sum Y / n)$$

Y：実績値、 \hat{Y} ：予測値、n：期間数

2) 金額表示のもので名目以外は実質値である。

など、モデルのフィードバックもかなり複雑化したため、モデルの誤差が拡大することも十分予想された。しかし、表2にみるように、モデルの実績追跡力（'75～'85年間）は良好であり、予測モデルとして十分活用できるといえる。

支出項目については、輸出、輸入、民間設備投資など、従来より若干誤差率が拡大したものも認められるが、実質GNPは2%、民間消費は1%、GNPデフレータも0.8%の誤差率にとどまっており、全体としては良好な結果を示している。変動の激しい産業別の産出額についても、2～4%の誤差率に収まっている。時系列的な誤差の推移についても、図示は省略するが、ほぼ良好な動きを示しており、誤差の拡大傾向が認められる項目はほとんどない。

7.2 シミュレーション・テスト

外生的な経済環境の変化の影響を捉えるシミュレーション・テスト（'80～'85年間）の結果は次の通りである。いずれのケースでも経済理論的にみて妥当な結果が得られており、シミュレーション分析のパフォーマンス（性能）は大幅に改善されている。

ただし、いずれのケースも'75～'85年の6年間におけるサステインド・チェンジ（持続的変化）による影響分析を示している。

各シミュレーション分析のうち、実質GNPなど4項目の経済変数を代表例として図2に示す。

（1）公共投資拡大ケース

公共投資拡大ケースは、上記期間において名目的固定資本形成が各年1兆円、その構成項目である名目一般政府固定資本形成が同6千億円、それぞれ標準ケースに比べて増加する場合の影響を計測する。

公共投資の拡大によって、経済拡大効果は徐々に波及していき、国内諸物価も需給の逼迫化への動きを反映して上昇する。例えば、波及効果が概ね一巡する3期目をみると、実質GNPは対標準ケース比で0.7%、1兆4千億円、名目GNPは0.7%、1兆9千億円、それぞれ増加している。これより、名目投資乗数は1.9（1.9兆/1兆）と計算される。個人消費は0.1%、民間設備投資も0.8%の増加を示している。一方、消費者物価は0.2%上昇し、また、失業率は0.02%ポイント低下している。

（2）円高ケース

円高ケースは、円建て為替レートが10%下落（ドル建てで11%上昇）するとともに、ドル建て先進国工業製品価格が6%上昇すると想定したときの影響を計測する。

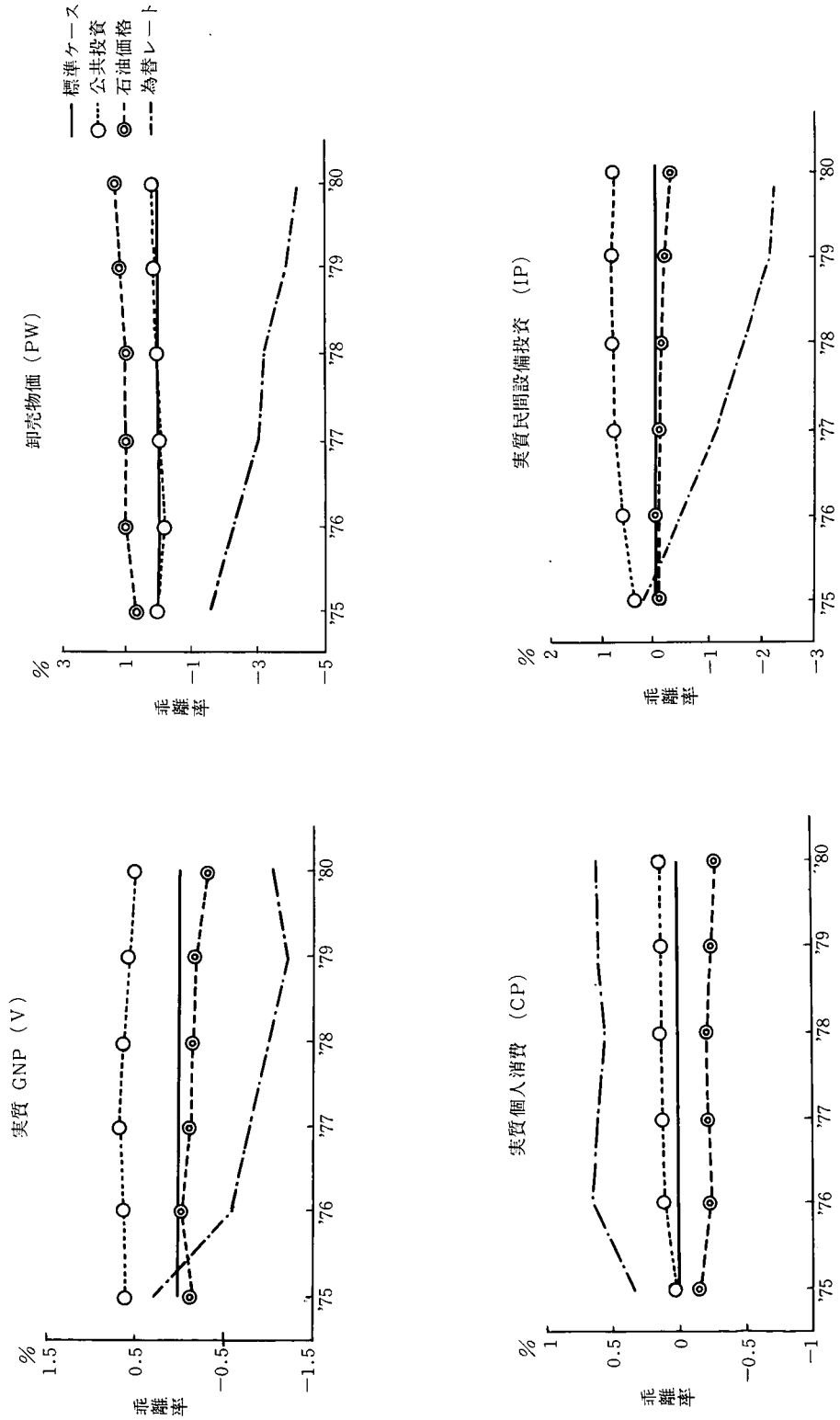
為替レートの円高によって、輸出の減少に伴うデフレ効果が浸透していき、一方で、国内諸物価は輸入コストの低下をうけて下落していく。同様に、3期目をみると実質GNPは0.8%減少し、消費者物価は2.3%下落している。個人消費は物価下落に伴う円高メリットで0.6%増加しているが、民間設備投資はデフレ効果をうけて1.2%減少している。

ただし、実質GNPは1期目はむしろ微増を示しているが、これは主として円高の影響が輸出・輸入に及ぶまでのラグ（遅れ）が、消費など国内需要に及ぶまでのラグに比べて長いためと考えられる。しかし、この点は年次モデルではよく起こることであるが、各変数のラグ構造をきめ細かく設定すれば改善できるであろう。

（3）原油価格上昇ケース

原油価格上昇ケースは、原油入着価格（ドル建て指数）が10%、原油を含む第一次産業の

図2 シミュレーション・テストの結果



輸入価格(同)が6%それぞれ上昇すると想定した場合の影響を示す。

原油価格の10%の上昇によって、国内諸物価は次第に上昇し、それに伴うデフレ効果が現われる。同様に、3期目では実質GNPは0.2%、個人消費は0.2%、民間設備投資は0.1%それぞれ減少し、一方で、消費者物価は0.7%上昇している。

8. むすび

多部門モデル開発のスケジュールでは、まず最初に、モデルの理論的構成とデータの開発を行い、次に骨組みとなるパイロット・モデルを開発し、さらに、これを拡充して予測に活用できる本格的なモデルを開発するという段階的な手順になっていた。

昭和62年度までに開発したパイロット・モデルを抜本的に改良したのが、「多部門モデル'89」である。これは、より高度で実用性の高いモデルであり、産業構造の全体像を明らかにすることができるうえに、産業部門数も8部門から54部門に拡大されており、予測力や分析力にも優れていることなどの長所をもち、産業構造変化の激しいこれからの時代の予測・分析に役立つと期待できる。この開発によって本格的な中期経済予測の実施が可能になった。

最後に、多部門モデルの一層の高度化を図るためには、次の課題に取り組む必要がある。

① 多部門モデルの計算時間を短縮するようにシステムを改良すること。

② 産業構造ブロックにおける輸入の決定方式を改良すること。

③ 民間消費や設備投資を類別または機能別に分割すること。

④ 輸出・輸入を地域別または商品別に分割

すること。

以上のためには、産業連関表におけるコンパターの作成やシステムの一層の改良が必要になる。順次、モデルの拡充を図ってきたい。

【参考文献】

- [1] 経済審議会計量委員会編『計量委員会第7次報告一中・長期経済分析のための多部門計量モデル』大蔵省印刷局, 1979年
- [2] 服部恒明, 櫻井紀久「多部門計量モデルの開発 その1 基本構想とデータ開発」『電力中央研究所報告』, No. Y 88006, 電力中央研究所, 1988年
- [3] 服部恒明「多部門計量モデルの開発 その2 モデルの理論的構成」『電力中央研究所報告』, No. Y 88007, 同上, 1988年
- [4] 服部恒明, 櫻井紀久, 中西泰夫, 伊藤成康, 井上義明「多部門計量モデルの開発 その3 パイロット・モデルの推定」『電力中央研究所報告』, No. Y 88008, 同上, 1988年
- [5] 服部恒明, 櫻井紀久, 中西泰夫, 井上義明「多部門計量モデルの開発 その4 パイロット・モデルの特性」『電力中央研究所報告』, No. Y 88009, 同上, 1988年
- [6] 服部恒明, 櫻井紀久, 中西泰夫「多部門計量モデルの開発」『電力経済研究』, No. 25, 同上, 1988年
- [7] 服部恒明, 中馬正博「多部門モデル'89の開発」『電力中央研究所報告』, No. Y 89004, 同上, 1989年
- [8] 松井正一「大規模経済予測モデルのための分析支援システムの開発(I)」『電力中央研究所報告』, No. Y 87011, 同上, 1988年
- [9] Nishimizu, M. and Robinson, S., Productivity Growth in Manufacturing, in H. Chenery, S. Robinson and M. Syrquin, *Industrialization and Growth: A Comparative Study*, Oxford University Press, 1986年

(はっとり つねあき
さくらい のりひさ
ちゅうま まさひろ
経済部 経営研究室)

3章 エネルギー間競合モデル

永 田 豊 熊 倉 修
藤 井 美 文 松 川 勇

- 1. はじめに
- 2. モデルの全体構造
- 3. データ
- 4. 部門別エネルギー需要モデル
 - 4.1 産業部門
 - 4.2 業務部門
 - 4.3 家庭部門
 - 4.4 運輸部門
- 5. エネルギー価格モデル
 - 5.1 石油価格モデル
 - 5.2 電力価格モデル
 - 5.3 ガス価格モデル
- 6. おわりに
- 参考文献

1. はじめに

わが国におけるエネルギー需要には近年新たな動向が現れている。総エネルギー需要量は第一次石油危機以後の高エネルギー価格のもとで低迷していたが、1986年の石油価格の低落を境として増加に転じている。エネルギー需要の今後の動向を展望するためには、現在のこうした増加傾向が今後も続くのかどうかを明らかにすることが必要である。

一方エネルギー種類別需要についても、第一次石油危機以後その構成は大きく変化してきた。石油価格の上昇とともに石油消費シェアは低下し電力、石炭、天然ガスなどが増加しエネルギー源の多様化が進んできた。そしてこうした動きの背景には、石油価格の上昇とともに各エネルギー間の相対価格が変化してきたことだけでなく、エネルギー需要の各分野においてエネルギー間の競合関係を激化させる新たな要

因が現れてきたことをあげることができる。

近年エネルギー間競合が激化してきたことの影響には、つぎのような要因があるといえよう。

- (1) エネルギー消費の分野で多くの新技術の開発、普及が進んでおり、各分野において、これまで利用されなかったエネルギー種類が、これまで消費されてきたエネルギーに対して技術的、コスト的に競合可能となってきた。
- (2) エネルギー供給面においても、近年の総エネルギー需要量の停滞もあって、各エネルギー供給産業はその需要を拡大するためには他のエネルギー供給産業と市場において競合せざるをえなくなってきた。
- (3) 世界的な傾向として、エネルギー市場、エネルギー産業に対する規制緩和の進展がある。この結果、エネルギー産業間の競争を促進し、各エネルギーが競争的な価

格で需要者に供給されるようになってきた。

今後のエネルギー種類別需要の動向は、こうした要因が今後どのように進展するかによって大きく左右される手あろう。

そこでエネルギー需要の今後の動向を、特にエネルギー間の競合関係に着目し、その中で上に示した諸要因との関係に重点を置いて分析、展望するためにエネルギー間競合モデル (Inter-Fuel Competition Model) を開発した。このモデルは、産業・業務・家庭・運輸など各エネルギー最終消費部門におけるエネルギー間競合のメカニズムに重点をおいた多部門エネルギー需要モデルであり、当所の中期経済予測システムの一部を構成している。

まずモデルの全体構造およびしようしたデータについての説明を行ったあとで、部門別エネルギー需要モデルとエネルギー価格モデルの構造について個別に説明する。

2. モデルの全体構造

エネルギー間競合モデルは、世界エネルギーモデルから一次エネルギーの国際価格を、中期多部門モデルから産業別生産額などを受取り、それらを説明変数として最終エネルギー消費量、一次エネルギー供給量、エネルギー転換量、国内エネルギー価格および CO₂ 排出量を決定する。

モデルは、約 500 本の方程式からなる計量経済モデルである。モデルの基本的な構造を図 1 に、産業分類などを表 1 に示す。モデルは、エネルギー供給量と価格を決定するエネルギー転換部門と、エネルギー最終消費部門の 2 つの部分から構成される。まずエネルギー転換部門においては、国内エネルギー価格が決定される。電力、石油精製、都市ガスの 3 つの部門について、価格メカニズムをモデル化した。国内エネルギー価格は、基本的には輸入エネルギー価格

表 1 産業分類など

産業分類	エネルギー種類	用途	輸送手段
産業部門	石炭	冷房	乗用車
農林水産業	コークス	暖房	トラック
鉱業	原油	給油	鉄道
建設業	石油製品	厨房	航空
製造業	軽質油	動力・その他	船舶
食品	ガソリン		
繊維	ナフサ	旅客	
紙・パルプ	中質油	貨物	
化学	ジェット燃料油		
窯業・土石	軽油		
鉄鋼	灯油		
非鉄金属	A重油		
金属機械	重質油		
その他製造	B重油		
業務部門	C重油		
家庭部門	その他油		
運輸部門	L P G		
非エネルギー消費	天然ガス		
	都市ガス		
	電力		
	購入電力		
	自家発		

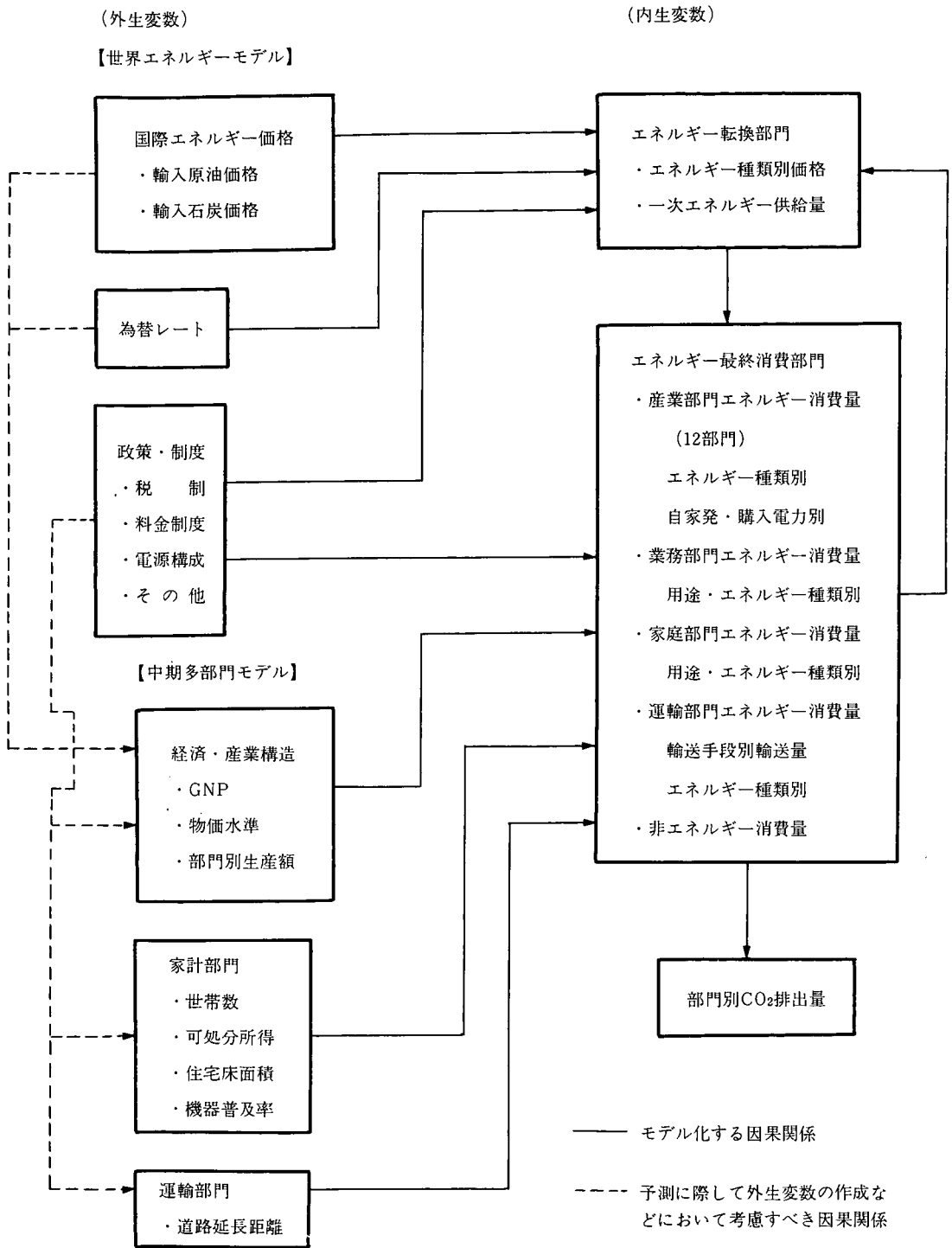


図 1 エネルギー間競合モデルの全体構造

によって規定されているといえようが、それとともに、国内のエネルギー需給関係、エネルギー転換産業のコスト構造などが影響を及ぼす。さらに規制緩和の進展とともに、今後の価格動向に大きな影響を及ぼす要因と思われる、料金制度、税制などの要因がモデルに組み込まれている。

つぎに最終消費部門においては、部門別、エネルギー種類別、さらに民生部門については用途別のエネルギー需要が決定される。需要モデルの第一の特徴は、部門分類、エネルギー種類、用途分類および輸送手段分類を、データが入手可能な限り細分割していることである。特にこのモデルにおいて、民生部門のエネルギー需要量を、業務、家庭の2部門に分割し、さらに用と別、エネルギー種類別に分割しているのは、現状では最大限の細分化である。モデルはエネルギー需要を2段階で決定する。先ず部門別の総エネルギー需要量（または用途別総エネルギー需要量）が、部門別の生産額（または所得）、エネルギー価格および各部門のエネルギー消費形態（の変化）を表す変数とによって決定される。次に総エネルギー消費量に占めるエネルギー種類別の相対価格を説明変数とするシェア関数によって決定される。

なお、このモデルは、最終消費エネルギー需要とその構造変化（石油製品種類別需要量など）が、転換部門の供給コストにフィードバックされるようになっているので、エネルギー転換部門の供給コスト（価格）とエネルギー最終消費量、エネルギー転換量、一次エネルギー供給量とが同時に決定されるようになっている。これによって、エネルギー需要の構造と国内エネルギー価格との相互依存関係を分析することができる。

また、エネルギー転換部門、最終消費部門のCO₂排出量を計算するためのモジュールが付加されており、エネルギー価格、税制や産業構造などの変化によって、産業別、エネルギー種類別のCO₂排出量がどのような影響を受けるかを明らかにすることができる。

3. データ

エネルギー間競争モデルで使用したデータは次の通りである。

（内生変数）

1) 最終エネルギー消費量

- ・産業部門、運輸部門

日本エネルギー経済研究所、エネルギー・バランス表

- ・業務部門

日本エネルギー経済研究所によるエネルギー種類別、用途別需要の推計

- ・家庭部門

住環境計画経済研究所、家庭部門エネルギー消費統計

2) エネルギー転換量

日本エネルギー経済研究所、エネルギー・バランス表

3) エネルギー価格

- ・石油製品、LPG、石炭価格

日銀物価統計、総務庁消費者指数統計、日本貿易月報

- ・電力、都市ガス価格

総合単価（売上額／販売量）を算出（電気事業便覧、ガス事業統計）

（外生変数）

- ・石油輸入価格、石炭輸入価格

日本貿易月報

- ・GNP、産業別生産額、家計可処分所得

経済企画庁国民所得統計

- ・世帯数
住民基本台帳
- ・受託床面積, エネルギー利用機器普及率
総務庁住宅統計調査, 経済企画庁家計消費の動向 (住環境計画研究所作成)
- ・運輸部門輸送需要, 道路延長距離
運輸経済統計要覧
- ・電源構成
電気事業便覧
電源開発の概要

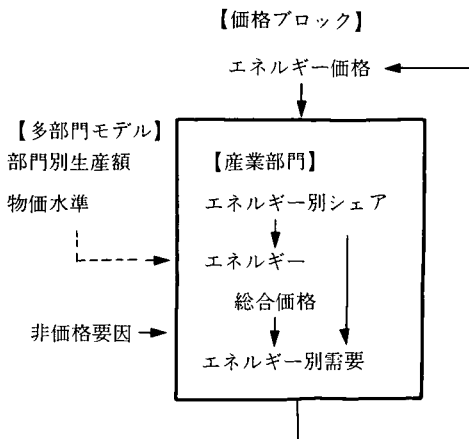


図 2 産業部門のフローチャート

4. 部門別エネルギー需要モデル

4.1 産業部門

産業部門モデルは, 12 部門に分割された各部門別に推計されたシェア関数と需要関数とから成り立っている。燃料別需要推計の手順は図 2 に示す通りであり, まず部門毎のシェアが決定され, これから得られる部門別エネルギー価格を用いて需要が決定される。需要関数は, エネルギーが他の生産要素と弱分離可能であると仮定して得られる派生需要関数に動学的要素を

導入したシンプルな形式をしている。またこのモデルには, 部門毎に特徴的なエネルギー消費技術や燃料選択の制約を可能な限り反映する工夫が成されている。説明変数としては, 実質生産額, エネルギー価格, および技術進歩などの非価格要因を表す変数が用いられている。

例えば図 3 に示す化学工業の例では, エネルギー利用の用途を原料用(原油, ナフサ, LPG, 天然ガス)と加熱炉用, ボイラー用等に分け, 原料用燃料の選択は原油, ナフサ, LPG, LNG

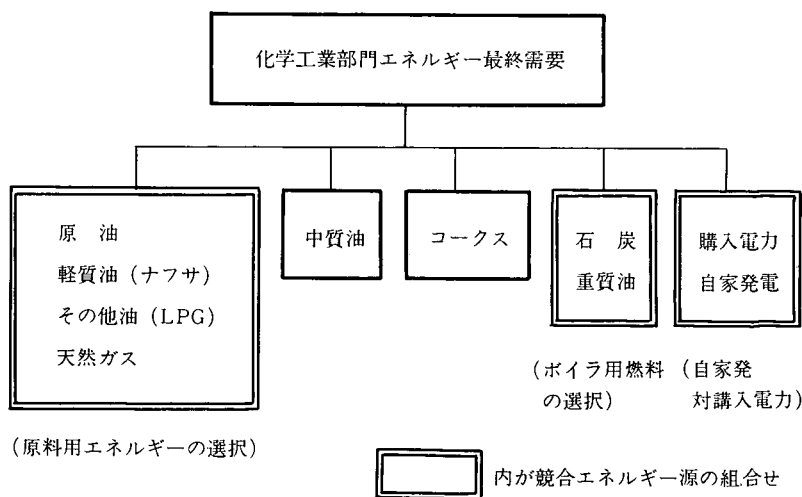


図 3 化学工業における競合エネルギー源の階層化事例

の4燃料に限定されるといったように、燃料選択の階層を作成して、競争エネルギー源の相対シェアをモデル化する。

(モデルおよび推定結果)

1) エネルギー別シェア

エネルギー別シェアの推定には次の2つのタイプの式を採用する。ここで部門別総合エネルギー価格は、各エネルギーの価格を部門別消費量をウエイトにして、荷重平均したパーシェ価格指数として表される。

$$\left[\begin{array}{l} E_i : i \text{ 部門エネルギー最終需要} \\ E_{ij} : i \text{ 部門, } j \text{ エネルギー需要} \\ P_i : i \text{ 部門総合エネルギー価格指数} \\ P_j : j \text{ エネルギー価格指数} \end{array} \right]$$

A. 部門別計に対するシェア

$$\ln(E_{ij}/E_i) = C + a_1 * \ln(P_j/P_i) + a_2 * \ln(E_{ij}^{-1}/E_i^{-1})$$

B. 競争エネルギー間の相互シェア

$$\ln(E_{ij}/E_{ij}') = C + a_1 * \ln(P_j/P_j') + a_2 * \ln(E_{ij}^{-1}/E_{ij}'^{-1})$$

(-1 は一期前の系列を表す。)

なお、自家発電に関しては次の2点に留意する。

- ・価格は自家発電に最も使用していると思われるエネルギーと電力の相対価格を用いる。
- ・排熱回収による自家発電の割合が大きい部門については説明変数に消費原単位を加えるなどの工夫をする。

表 2 部門別エネルギーシェア関数の推計結果

部門	エネルギー源 (式)	価格弾性値 (競争エネルギー源)	ラグ付き従属変数	ダミー (期間) その他
農林水	Ⓐ中質油	-0.9834 (重質油)	0.9721	—
	Ⓐ重質油	-0.9716 (中質油)	0.9724	—
	Ⓐ電力	-0.0741 (重質油)	0.3485	-0.1725 (80)
鉱業	Ⓐ中質油	-0.2971 (重質油)	0.8984	—
	Ⓐ電力	-0.1972 (重質油)	0.9133	-0.1302 (74-86)
	Ⓐ自家発	-0.0835 (重質油)	0.7543	—
建設業	Ⓐ中質油	-0.2971 (重質油)	0.8984	—
	Ⓐ重質油	—	—	-0.2010 (タイムトレンド)
	Ⓐ電力	-0.2999 (重質油)	0.3994	0.5224 (77)
食料品	Ⓐ軽質油	-0.1663 (総平均)	0.8374	—
	Ⓐ中質油	-0.6891 (重質油)	0.6714	—
	Ⓐ重質油	-0.4855 (中質油)	0.8048	—
	1)電力	—	0.6628	0.0366 (タイムトレンド)
	Ⓐ自家発	-0.1221 (重質油)	0.8370	—
繊維	Ⓐ中質油	-0.0155 (総平均)	0.9765	—
	Ⓐ電力	-0.0046 (中質油)	0.9997	0.1359 (80)
紙パルプ	Ⓐ石炭	-1.4330 (総平均)	0.6193	0.7308 (81-86)
	Ⓐ中質油	-0.3024 (石炭)	0.6558	0.3515 (74)
	Ⓐ重質油	-0.9044 (石炭)	0.7955	0.5884 (81-86)
	Ⓐ電力	-0.1042 (重質油)	0.8737	—
	Ⓐ自家発	-0.1151 (重質油)	0.5226	0.2109 (石炭+重油)
化学	Ⓐ石炭	-0.6964 (重質油)	0.6132	0.9303 (83-86)
	Ⓐコークス	-0.2338 (総平均)	0.4844	-0.4702 (77)
	Ⓐ重質油	-0.2499 (石炭)	0.9289	-1.4818 (原単位)
	Ⓐ原料	-0.0885 (総合)	0.8780	—
	ⒶLPG	-0.0915 (軽質油)	0.8080	—
	ⒶLNG	-0.0583 (軽質油)	0.8538	0.2413 (75)

化学	㊦中質油	-0.4379 (総平均)	0.6621	—
	㊦電力	-0.1397 (重質油)	0.6319	—
	㊦自家発	-0.1941 (重質油)	0.6454	—
窯業 土石	㊦石炭	-0.4141 (重質油)	0.5149	2.2040 (80-86)
	㊦コークス	-0.0988 (総平均)	0.4027	-0.4758 (76-78)
	㊦中質油	-0.3626 (石炭)	0.6919	—
	㊦重質油	-0.4483 (石炭)	0.9172	-0.5443 (81)
	㊦電力	-0.1141 (総平均)	0.8254	0.1072 (83)
	㊦自家発	-0.2240 (石炭)	0.0799	-0.9614 (原単位)
鉄 鋼	㊦石炭+コークス	-0.5353 (総平均)	0.3440	—
	㊦コークス	-0.5336 (総平均)	0.3410	—
	㊦石油	-0.7140 (総平均)	0.6439	—
	㊦中質油	-2.5938 (重質油)	0.8294	—
	㊦重質油	-1.1950 (中質油)	0.7383	—
		-1.0204 (LPG)		
	㊦LPG	-0.5139 (総平均)	0.4785	0.1276 (78)
	㊦電力	-0.0827 (石炭)	0.9342	—
	㊦自家発	-0.2729 (総平均)	0.5693	0.4741 (石炭+コークス)
非鉄 金属	㊦コークス	-0.2630 (中質油)	0.8416	—
	㊦中質油	-0.0915 (コークス)	0.8797	—
	㊦重質油	-0.1488 (コークス)	0.5529	-0.3429 (77)
	㊦電力	-0.0528 (総平均)	0.3795	0.0892 (77)
	㊦自家発	-0.0162 (中質油)	0.7368	0.1714 (原単位)
金属・ 機械	㊦コークス	-0.0556 (中質油)	0.8839	—
	㊦中質油	-0.0630 (コークス)	0.6316	—
		-0.3777 (重質油)		
	㊦重質油	-0.1982 (コークス)	0.9381	0.4467 (81)
	㊦電力	-0.1216 (中質油)	0.9406	-0.2363 (81)
そ の 他 製 造 業	㊦石炭	-2.0018 (コークス)	0.7569	—
	㊦コークス	-0.9843 (石炭)	0.4788	—
		-0.2503 (中質油)		
	㊦中質油	-0.1019 (LPG)	0.6390	0.3283 (81)
	㊦LPG	-0.0730 (中質油)	0.4784	-0.1458 (81)
	㊦LNG	-0.7294 (都市ガス)	0.8132	—
	2)都市ガス	-0.7629 (中質油)	0.5640	0.8002 (生産額)
	㊦電力	-0.2373 (LPG)		-0.4485 (74)
	㊦自家発	-0.3008 (都市ガス)		
	-0.0873 (重質油)		—	

1) 上限を 0.6 に設定

2) バランス表では都市ガスはその他製造業に一括計上されているので、製造業全体の需要として独立に推定

2) 部門別エネルギー最終需要

部門別エネルギー最終需要の推定には部門別消費原単位の推定式を採用する。これはエネルギーが弱分離可能であるとした CES 型生産関数に 1 階の条件を適用して得られる派生需要関数に動学的要素を導入した関数であり、タイムトレンドは部門内の技術進歩変化による省エネの進展を表すシフトパラメータである。

$$\left[\begin{array}{l} X_i : i \text{ 部門実質産出額} \\ TIME : \text{タイムトレンド} \\ WPI : \text{卸売物価指数} \end{array} \right]$$

$$\ln(E_i/X_i) = C + a_1 \cdot \ln(P_i/WPI) + a_2 \cdot \ln(E_i^{-1}/X_i^{-1}) + a_3 \cdot TIME$$

まずシェア関数の計測結果からは、燃料種類によって価格弾性や調整時間の影響（ラグ付き従属変数のパラメータは 1 に近いほど調整時間

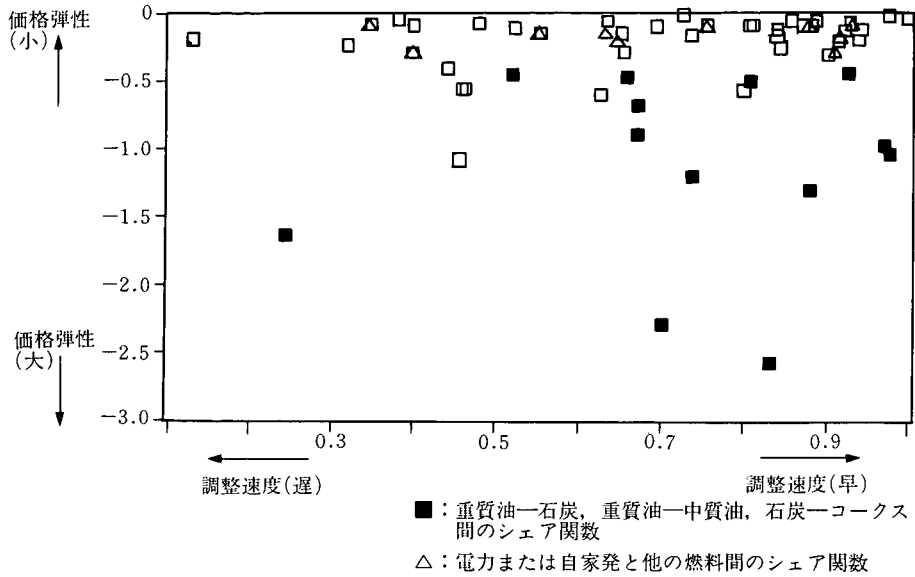


図 4 2 燃料間の代替にみる価格弾性と調整速度との関係

が短くゼロに近いほど調整時間が長いことを示している)が大きく異なることがわかる。

図 4 は、表 2 に示すシェア関数の計測で得られた価格弾性と調整係数の関係を示したものであるが、図にみるように、重質油と中質油、あるいは重質油と石炭といった加熱用やボイラー用の重質油をめぐる大量消費型の燃料間での価格競争が大きく、さきに述べたように脱石油と省エネルギーの双方が重質油を中心に生じてきたことがわかる。これに対して電力をめぐる燃料間代替に見る価格競争は小さく、近年の自家発電の増大に関しても価格弾性は決して大きいものではない。また化学工業などで見られる原料用の燃料に関しても価格によるシェア変化への影響は比較的小さい。

我々の関心の一つであるガスと電力間の競争に関しては、わずかにその他産業において競争関係が計測されているが、エネルギーバランス表では製造業全体のガス需要がこの部門に一括して計上されているなどの問題があり、充分満

足できる分析にはなっていない。更なる分析には、部門別の購入価格に基づく推計が必要である。

一方、産業別の需要関数は、表 3 に示すようにすべてエネルギー原単位を用いた方法で需要関数を推計している。

表中には示していないが、部門別の需要を相対価格と生産および調整係数(ラグ付期変数)で計測した結果からは、図 5 のような価格弾性と調整係数の関数が得られる。図からは、素材産業のエネルギー需要はエネルギー価格に対して大きな影響を受けるものの、価格変動に対する調整時間は長いのにに対し、機械をのぞく加工組立やそれ以外の軽工業は、価格弾性は小さいものの調整時間は短期であることがわかる。

この説明としては、素材産業はエネルギー多消費産業であるため価格変動に対しては敏感である反面、一般に資本設備が大型であるため燃料転換に対して調整時間をようすと考えるのが妥当であろう。これに対し、加工組立産業や

表 3 部門別エネルギー最終需要関数の推計結果

産業部門	価格弾性値		ラグ付き 従属変数	タイム トレンド	ダミー (期間)
	短期	長期			
農林水産業	-0.0439	-0.1164	0.6228	0.6174	—
鉱業	-0.2552	-0.5189	0.5134	—	0.2956 (75)
建設業	-0.2150	-0.3052	0.2957	—	0.3075 (84-86)
製造業					
食料品	-0.1503	-0.4319	0.6520	—	0.1543 (81)
繊維	-0.1458	-0.2888	0.4952	—	0.1522 (81)
					-0.1814 (84-86)
紙パルプ	-0.2229	-0.5112	0.5640	-0.0072	—
化学	-0.1217	-0.4746	0.7435	-0.0055	—
窯業土石	-0.1187	-0.2791	0.5746	-0.0044	-0.1319 (83-86)
鉄鋼	-0.1884	-1.1024	0.8291	-0.0042	—
非鉄金属	-0.5593	-1.0742	0.4793	-0.0052	0.1265 (80)
金属機械	-0.1643	-0.9315	0.8236	—	—
その他	—	—	0.6351	—	0.0986 (84)

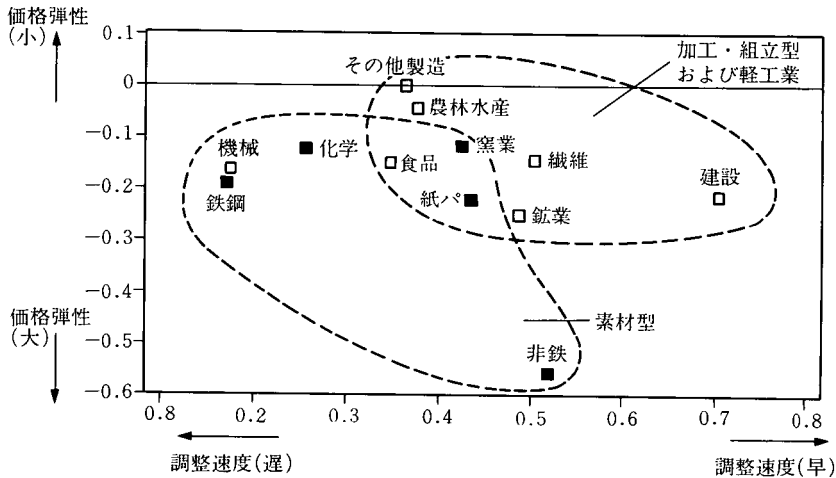


図 5 産業部門のエネルギー需要関数に見る価格弾性と調整速度との関係

軽工業では、価格弾性の比較的小さな電力の比率が高いため全体としての価格弾性は小さいものの、設備が小さくまたそのライフサイクルも短いため、価格変動に対する調整速度は早いと言える。

産業各部門の需要関数、シェア関数のパラメータの計測結果をもとに、部門別のエネルギー需要とシェア変動の特徴をまとめたものが表4である。表からは、プロダクトミックスの変化や廃熱回収装置などの大規模な設備投資を通じ

た省エネルギー対策などによって、各部門ともエネルギー需要は価格に対して敏感であるとともに、シェア変化においても、特に重質石油の大幅な減少とこれの石炭や軽質油への転換などによって競合が大きいものとなっている。

以上のように、観測期間の1970~1985年に産業部門のエネルギー需要はきわめてドラスティックな変化を経験してきた。この期間は2度にわたる価格の大幅な上昇局面の中で、企業が製品の高付加価値化や設備の大幅な省エネルギー

表 4 産業部門におけるエネルギー間競争と需要のまとめ

	需 要 関 数	シ ェ ア 関 数
1. 農林水産業	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船用(重質油)燃料は価格弾性大 ・プロダクトミックス変化は省エネに作用 	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船用重質油の省エネルギー化により見かけ上の軽質化が進展
2. 鉱業	<ul style="list-style-type: none"> ・需要の価格弾性は極めて大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料の軽質化はトレンド
3. 建設	<ul style="list-style-type: none"> ・プロダクトミックス変化は大幅に省エネルギーに作用 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境対策上燃料の軽質化がトレンド(重質油の減少に伴う見かけ上の軽質化) ・電力シェアは跛行的
4. 食品	<ul style="list-style-type: none"> ・レトルト食品等加工度の高い部門の比重増大により、産業の高度化(プロダクトミックスの変化)はエネルギー増に作用 	<ul style="list-style-type: none"> ・電力シフトが進むとともに環境への対応として軽質化が進展 ・自家発電は廃熱回収導入と対買電価格比で決定 ・整理染色の重質油の減少
5. 繊維	<ul style="list-style-type: none"> ・整理染色の省エネや原材料加工の海外移転(プロダクトミックス変化)による影響大 	
6. 紙パ	<ul style="list-style-type: none"> ・第2次危機後省エネが大幅に進展 ・廃熱回収装置の導入及びプロダクトミックス変化は省エネに影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラ用石炭、重油の競争は激しい ・電力は廃熱回収=自家発電によって増大
7. 化学	<ul style="list-style-type: none"> ・エチレンの輸入販売やファインケミカル部門の比重大によるプロダクトミックス変化の影響が極めて大(省エネ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・原料(LPG, 天然ガス, ナフサ, 原油)間での競争より燃料(石炭, 重質油)間での価格弾性大 ・自家発電シェアは省エネと相関
8. 窯業土石	<ul style="list-style-type: none"> ・価格弾性は比較的大 ・廃熱回収は進展(省エネ) ・ファインセラミックなどへのシフトによりプロダクトミックス変化は省エネに作用 	<ul style="list-style-type: none"> ・石炭と重質油との価格弾性大 ・電力需要はセメント部門の前処理(ボールミル)のため石炭と補完 ・自家発電は廃熱回収の影響大
9. 鉄鋼	<ul style="list-style-type: none"> ・連铸比向上、炉頂圧発電導入などによる大幅な省エネ(2次加工比率の上昇は増エネ) ・プロダクトミックスの変化も省エネに作用 	<ul style="list-style-type: none"> ・コークス、重油間の競争は大 ・重質油、中質油、その他油間での価格競争は極めて大きい ・電力比率は省エネルギー、電炉の比率、自家発電の競争に影響を受ける。
10. 非鉄	<ul style="list-style-type: none"> ・アルミ精錬の浮沈による影響(跛行的)が支配的 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルミ精錬の停滞により電力シェアは低下 ・重質油は環境問題から軽質油にシフト ・自家発電もアルミの影響を受け停滞
11. 機械	<ul style="list-style-type: none"> ・調整期間は短い ・プロダクトミックス変化は省エネルギーに大きな影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境規制により燃料の軽質化進展 ・電力シフトは趨勢
12. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー原単位は上昇(エネバラデータのモデル化による誤差が“その他”部門に影響) 	

一化等を通じて歴史的にも最もエネルギーへの対応を重視した時代であった。したがって、例えば燃料価格に対する弾性ひとつをとっても過去のどの時代に対してもその値は敏感な結果を表しているものといえよう。

4.2 業務部門

業務部門エネルギー需要決定の手順を図6に示す。業務部門エネルギー需要は、1) 各用途におけるエネルギーシェアの決定、2) 用途別の総エネルギー需要の決定の2段階プロセスを経て決定される。エネルギー間の競争を分析す

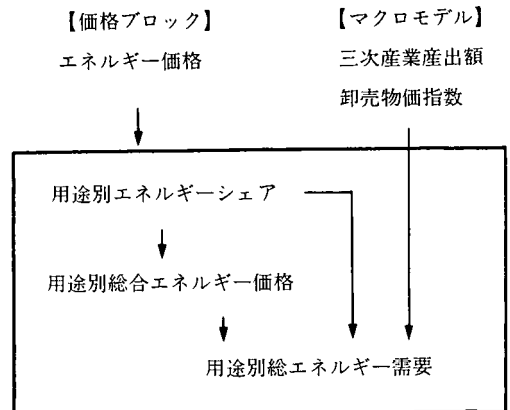


図 6 業務部門のフローチャート

る場合には、用途によって実際に使われるエネルギーの種類が異なるため、用途別に分析する方法が望ましい。このため暖房、冷房、給湯、厨房、動力・その他の5用途に区分して分析している。各用途の総エネルギー需要の決定においては、電気、ガス、水道を除いた第三次産業の産出額および用途別総合エネルギー価格を説明変数に用いている。用途別総合エネルギー価格は、価格ブロックで決定される各エネルギー価格および第一段階で決定される用途別エネルギーシェアによって、内生的に決定される。

(モデルおよび推定結果)

推定結果を表5～6に示す。

1) 用途別エネルギーシェア

用途別エネルギーシェアの推計には次の式を採用した。

a. 暖房、給湯：

$$\ln S_{ki} = a + b \cdot \ln S_{ki}^{-1} + c \cdot \ln(P_i / p_j)$$

S_{ki} ：エネルギーシェア

P_i ：エネルギー価格（競合するエネルギー

源の相対価格)

b. 冷房：

$$\ln((0.3 - S_{ki}) / S_{ki}) = a$$

$$+ b \cdot \ln((0.3 - S_{ki}^{-1}) / S_{ki}^{-1})$$

$$+ c \cdot \ln(P_i / P_j) + d \cdot \ln S_{hga}$$

S_{hga} ：暖房におけるガスシェア（冷暖房兼用装置を考慮して）

※都市ガスのシェアの上限を30%としたロジスティック関数線

c. 厨房：

$$\ln(S_{ki} / (1 - S_{ki})) = a + b \cdot S_{ki}^{-1} + c \cdot P_i / P_j$$

2) 用途別総エネルギー需要

用途別総エネルギー需要は、次の式から決定される。これまで増加の著しい動力・その他用の需要については、エネルギー価格がほとんど有意性を示さないため外生とし、所得弾性が通減していくものと想定した。

a. 暖房、冷房、給湯：

$$\ln E_k = a + b \cdot \ln E_k^{-1} + c \cdot \ln(P_k / WPI) + d \cdot \ln X$$

表5 シェア関数推定結果

(* はロジット, ** はロジスティック関数)

	ラグ付き従属変数	価格弾性値 (競合エネルギー源)	タミー (期間) その他
暖房：電力	0.776	-0.240 (石油)	-0.245 (78)
ガス	0.634	-0.149 (")	
石炭	0.651	-0.592 (")	
石油	0.873	-0.059 (ガス)	
**冷房：ガス	0.680	-7.099 (電力)	4.117 (暖房ガスシェア)
給湯：石油	0.888	-0.072 (ガス)	-0.190 (79)
ガス	0.675	-0.169 (石油)	
石炭	0.440	-0.249 (")	
*厨房：ガス	5.725	-0.531 (石炭)	-0.779 (73)
			0.800 (73)

表6 総エネルギー需要推定結果

	ラグ付き従属変数	価格	産出額	R ²
暖房用需要	0.350	-0.240	0.450	0.555
冷房用 "	0.332	-0.181	0.617	0.818
給湯用 "	0.544	-0.152	0.133	0.838
厨房用 "	0.209	-0.389	—	0.800

E_k : エネルギー需要

P_k : 総エネルギー価格, $P_k = \sum P_i * S_{ki}$

WPI : 卸売物価指数

X : 第三次産業実質産出額

b. 厨房 :

$$\ln(E_k/X) = a + b * \ln(E_k/X)^{-1} + c * \ln(P_k/WPI)$$

c. その他 :

$$\ln E_k = a + b * \ln E_k^{-1} + c * \ln(P_k/WPI) + d * \ln X$$

価格に関する符号条件はすべての式において満足された。総エネルギー需要関数における価格の長期弾力性は概ね 0.2~0.4 であった。用途別では、暖房における長期価格弾力性が 0.37 と比較的高い。

シェア関数については、用途およびエネルギーによって長期価格弾力性にかなりの差が見られた。弾力的な結果が得られたのは暖房におけ

る電力および石炭であり、それぞれ 1.04, 1.69 と高い値を示した。一方、石油については暖房および給湯における長期価格弾力性がそれぞれ 0.43, 0.64 であり、比較的低い値を示している。

4.3 家庭部門

家庭部門モデルの構造は業務部門と同様である。ここではエネルギー消費量を世帯当り消費量と世帯数に分解して説明し、世帯当りエネルギー消費量は図7に示すように用途別の総エネルギー需要量と、それぞれの用途についてのエネルギー種類別シェアとの二段階で決定される。こうして得られた世帯当り消費量と、世帯数とから家庭部門総消費量を算出する。ここでは説明変数として、家計可処分所得、家庭部門の購入エネルギー価格のほか、機器保有率、住宅床面積、気象条件などを説明変数に加えた。

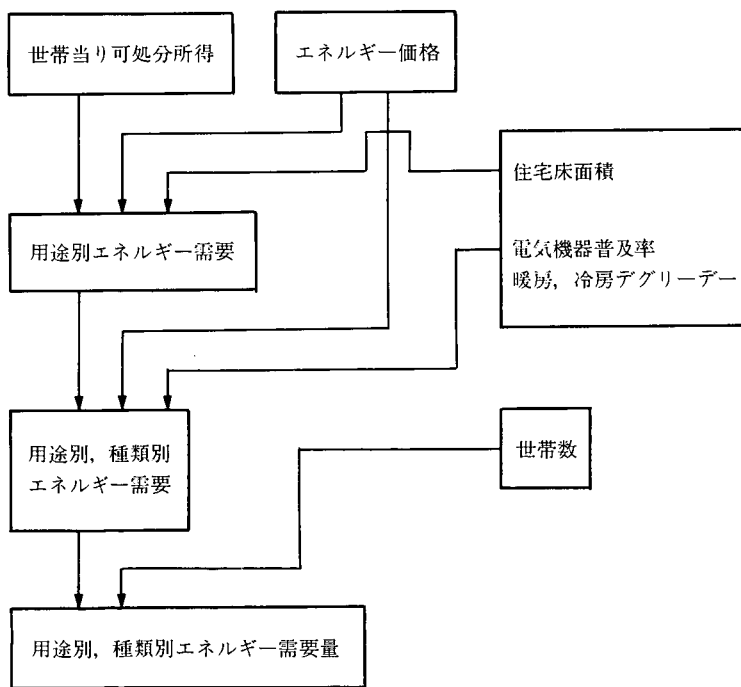


図7 家庭部門のフローチャート

(モデルおよび推定結果)

NH : 世帯数

E_i : 世帯当りエネルギー消費量

S_{ij} : 世帯当り用途別エネルギー種類別シェア

PTT : 家庭用エネルギー総合価格指数

P_j : エネルギー種類別価格

CPI : 消費者物価指数

DI : 可処分所得

i : 用途

j : エネルギー種類

用途別エネルギー需要関数のうち暖房用と厨房用のフィットが悪く、改善が必要である。シェア関数については、エネルギーの種類が多く今後もエネルギー間競争が激化すると思われる

暖房用、給湯用については主要なエネルギーについて説明変数にエネルギー相対価格を組み込んだ。推定されたパラメータは暖房用において給湯用、その他用よりも大きく推定されており、暖房用において価格変化によるエネルギー種類のシェアへの影響が大きいことが示されている。

4.4 運輸部門

運輸部門は、輸送手段別には自動車、鉄道、船舶、航空、また、種類別には貨物、旅客の各部門からそれぞれ構成される。産業部門などと比較して、部門内における燃料間の競争があまりみられないことが特徴である。まず、輸送手段別及び旅客・貨物別に輸送需要が決定され、次に、輸送需要及び燃料価格によってエネルギ

表 7 家庭部門エネルギー需要モデル推定結果

1) 世帯当り用途別エネルギー需要量 (対数線形)

	ラグ付き従属変数	エネルギー価格	その他	R^2
暖房用	0.2552	-0.3888	可処分所得 0.2947 暖房デグリデー 0.000607	0.594
冷房用		-2.0559	冷房デグリデー 0.00471	0.927
給湯用 (線形)	0.6881	-199.94	可処分所得 0.05729	0.954
厨房用	0.8596	-0.2468		0.541
その他用	0.2566	-0.0909	住宅床面積 1.6104 ダミー* -0.06722	0.975

* : 1974 年=1

2) エネルギー種類別シェア関数

	ラグ付き従属変数	エネルギー価格	その他	R^2
暖房用 電力 (需要量)		-1.5773	暖房用需要 2.4511 ダミー* 0.3642	0.472
都市ガス	0.6817	-2.5890	ダミー* 0.6741	0.513
LPG	0.3169	-1.2572		0.365
その他 給湯用			時間 -0.1323	0.787
LPG	0.3538	-0.7800	ダミー* 0.0818	0.933
電力	0.6504	-0.6562	ダミー* 0.0801	0.946
灯油		-0.0977		0.230
厨房用 LPG			時間 0.0146	0.979
その他用 電力	0.6110	-0.0223	ダミー* -0.028	0.923

* : 1974 年=1

一需要が決定される。エネルギー間の競合は、輸送需要をめぐる輸送手段間の競合を通じて間接的に扱われており、他の部門のように明示的には取り上げていない。輸送手段別、旅客・貨物別にそれぞれ以下のエネルギー需要を取り扱っている。

	旅客	貨物
自動車	ガソリン, 軽油, LPG	ガソリン, 軽油
鉄道		電力, 石油
航空		石油
船舶		石油

(モデルおよび推定結果)

・航空, 船舶

航空及び船舶のエネルギー需要については、石油製品合計を取り扱うこととし、航空については国内総生産、船舶については主要なエネルギーの実質価格と前期の水準によってそれぞれ説明した。

(航空, 石油)

$$\ln E = a + b \cdot \ln GDP$$

(船舶, 石油)

$$\ln E = a + b \cdot \ln E^{-1} + c \cdot \ln(P/WPI)$$

E : エネルギー需要

GDP : 実質国内総生産

P : エネルギー価格

WPI : 卸売物価指数

・鉄道旅客

鉄道の旅客部門は電力と石油に区分される。電力需要は前期の水準と国内総生産によって、また、石油需要は前期の水準と石油価格によってそれぞれ説明した。

(石油)

$$\ln E = a + b \cdot \ln E^{-1} + c \cdot \ln P$$

(電力)

$$\ln E = a + b \cdot \ln E^{-1} + c \cdot \ln GDP$$

・自動車旅客

自動車の旅客部門については、ガソリン、軽油、LPGの三種類を取り上げた。これらの需要については、前期の水準及びエネルギー価格によって決定した。

(ガソリン, 軽油)

$$\ln E = a + b \cdot \ln E^{-1} + c \cdot \ln P + d \cdot \ln NINKC$$

NINKC : 自動車旅客人キロ

(LPG)

$$\ln E = a + b \cdot \ln E^{-1} + c \cdot \ln P$$

(人キロ)

$$\ln NINKC = a + b \cdot \ln GDP + c \cdot \ln ROAD$$

ROAD : 高速道路延長

・自動車及び鉄道貨物輸送

陸上貨物輸送については、トラックと鉄道の競合を明示的に取り扱った。まず、貨物輸送に対する需要を前期の水準及び国内総生産によって決定した。次に、自動車貨物の需要シェア(トンキロシェア)を、鉄道貨物に対するサービスの相対価格及びタイムトレンドによって決定した。鉄道貨物需要は、貨物全体と自動車貨物に対する需要によって決定される。最後に、各輸送手段におけるエネルギー需要を、前期の水準、エネルギー価格、貨物輸送需要によって決定した。

(陸上貨物輸送全体トンキロ)

$$\ln TONKT = a + b \cdot \ln TONKT^{-1} + c \cdot \ln GDP$$

TONKT : 陸上貨物輸送全体トンキロ

(自動車貨物トンキロシェア)

$$\ln(STONKC / (1 - STONKC))$$

$$= a + b \cdot RRFCCR + c \cdot TIME$$

STONKC : 自動車貨物トンキロシェア

RRFCCR : 自動車/鉄道平均貨物輸送

収入比率

(鉄道貨物エネルギー需要, 石油)

$$\ln E = a + b \cdot \ln TONKR$$

TONKR : 鉄道貨物トンキロ

(鉄道貨物エネルギー需要, 電力)

$$\ln E = a + b \cdot \ln E^{-1} + c \cdot \ln TONKR$$

(自動車輸送エネルギー需要, ガソリン)

$$\ln(E/TONKC) = a + b \cdot \ln(E^{-1}/TONKC^{-1}) + c \cdot TIME$$

TONKC : 自動車貨物トンキロ

(自動車輸送エネルギー需要, 軽油)

$$\ln E = a + b \cdot \ln E^{-1} + c \cdot \ln P + d \cdot \ln TONKC$$

主要な推定結果を表 8 に示す。価格の符号条件は、すべての式において満足された。また、エネルギー需要における価格の長期弾力性は、部門によって大きく異なる結果となった。たとえば、軽油の価格の長期弾力性をみると、自動車の貨物部門では 2.0 であったが、自動車の旅客部門では、0.15 と低いことがわかる。

5. エネルギー価格モデル

5.1 石油価格モデル

石油精製部門における製品価格決定は、図 8 に示すように全製品平均出荷価格関数と、全製品平均価格を製品別に配分する製品別価格関数

表 8 エネルギー需要関数推定結果

	ラグ付き従属変数	エネルギー価格	決定係数
船 船 石油	0.685	-0.140	0.876
鉄道旅客 石油	0.626	-0.144	0.905
自動車貨物 軽油	0.951	-0.113	0.975
自動車旅客 ガソリン	0.653	-0.149	0.992
	軽油	0.592	-0.058
	LPG	0.734	-0.354

- ・自動車貨物トンキロシェア関数
平均収入比の係数 : -0.0905
決定係数 : 0.963
- ・陸上貨物輸送トンキロ関数
ラグ付き従属変数の係数 : 0.771
GDP の係数 : 0.115
決定係数 : 0.804

とによって 2 段階で決定される。全製品平均出荷価格は、精製コストに最も大きな影響を及ぼすと思われる原油購入価格と製品構成（軽質油のシェアなど）によって決定される。ここでは製品別構成とコストとの関係、すなわち製品が軽質化すると単位当たり精製コストが上昇し、平均出荷価格は上昇するという関係が想定されている。そして全製品平均出荷価格から、製品別の卸売、または小売価格を決定する。この製品別価格決定式には、揮発油税などの製品別消費税額、および製品別の需給関係がさらに説明変数として含まれる。

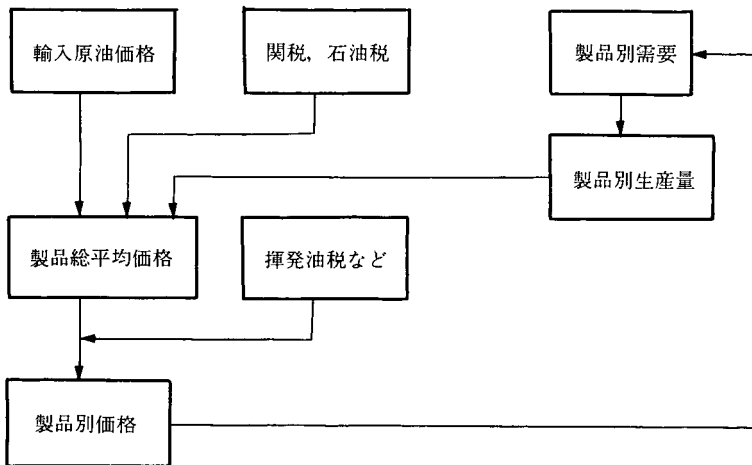


図 8 石油価格モデルの構造

表 9 製品別価格関数の推定結果 (線形)

	全製品平均 出荷価格	製品需要 増加率	税 額	ダミー (1974年以降0)	R ²
小売価格					
ガソリン	1.0455		0.3423	25541	0.980
灯 油	1.2667	31152			0.982
卸売価格					
軽 油	1.2267	26784			0.994
A 重油	1.2192	21555			0.990
B 重油	0.9491	23291			0.981
C 重油	0.8293			-4333	0.994

(モデルおよび推定結果)

推定結果を表9に示す。全製品平均出荷価格には、説明変数として重質油比率がマイナスのパラメータを持っており、重質油の比率が高まると精製マージンが低下するという関係が組み込まれた。製品別価格関数には精製コストを反映した全製品平均出荷価格のほか、石油製品税率または国内製品別需要の変化率が組み込まれた。この2つの変数を1つの関数に同時に組み込むことは困難であるため、税率が高いガソリンと軽油の価格関数に税率を含め、その他の関数には製品別需要変化率を含めた。

・全製品平均出荷価格

$$PPAV/WPI = 374.52 + 0.6748 \cdot PIN/WPI$$

(5.0) (11.0)

$$+ 0.3843 \cdot PIN(-1)/WPI(-1)$$

(4.2)

$$- 410.9 \cdot (HORF/TLRF)$$

(-3.3)

$$s = 19.18 \quad R^2 = 0.989 \quad D.W. = 1.96$$

PPAV : 全製品平均出荷価格

PIN : 原油輸入価格 (税込)

HORF : 重質油精製量

TLRF : 石油精製量

5.2 電力価格モデル

電気事業は、電力供給の有する自然独占という特性に鑑みて公益事業として位置づけられるとともに、その料金は原価主義に基づいて設定

されている。

そのコストは、まず需要家の負荷パターンや送配電コストに応じて大きく異なるため、料金は大きく電灯、電力といったキロワットや電圧に応じた契約種別の設定がなされている。モデルにおいては、これらの契約種別に分類された需要家の料金への反応をトレースするため、現行の原価主義に基づく料金設定手順を可能な限り明示的に取り入れることを試みている。

また、電力コストは設備容量や電源構成によっても大きく異なるため、電力価格の決定にはこれらの要因を含める必要がある。しかし、これらの要因のうち電源計画は国家の政策によって大きな影響を受け、必ずしも供給コストを最小化するという観点からだけでは、決定されていない。

以上の点を考慮し、電力価格モデルでは、図9に示すように、政策的に決定される電源構成と輸入エネルギー価格は外生変数として、契約種別の料金が決定される手順を次のように組み込んでいる。モデルではまず電源種類毎の設備容量から決まる固定費や燃料費から総括原価を算定し、これをもとに契約種別のサービス料金が決定される。ここでは、費用項目を細分化することにより、電源構成における原子力のシェアの増大に伴う燃料費の低減と資本費の増大といった相反関係が明示的に取り扱われる。また

主として大口の産業部門を需要家とする動力電力料金に関しては、このカテゴリーの中でも相対的に安価な電力を購入している素材産業の構

成変化がこの料金に及ぼす影響が大きいことから、このことが明示的にモデルに含まれている。

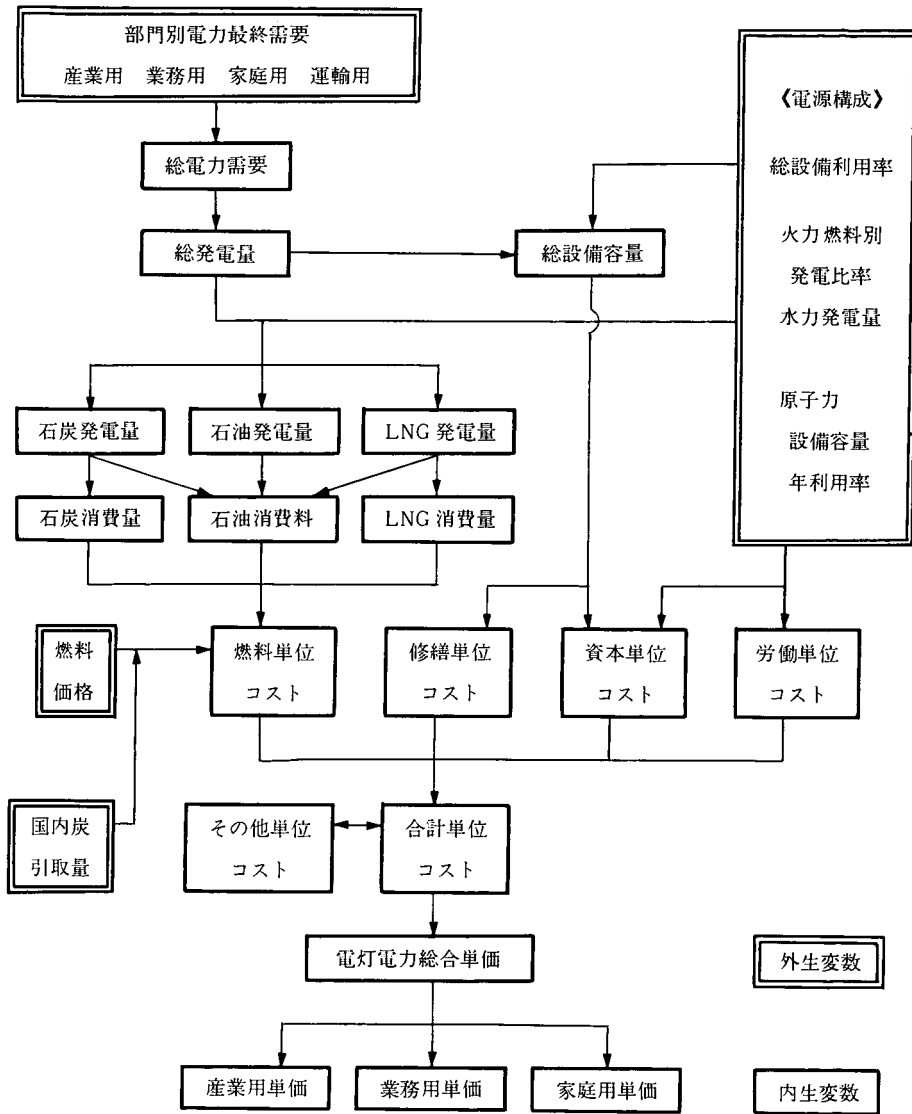


図 9 電力価格モデルの構造

(モデルおよび推定結果)

WPI : 総合卸売物価指数

WPICL : 石炭卸売物価指数

CIFCR : 原油輸入 CIF 価格

CIFNG : LNG 輸入 CIF 価格

EPFD : 購入電力最終需要

HELND : 水力発電量

SELNU : 原子力設備容量

NUUR : 原子力年利用率

TLUR : 総設備利用率

SHOL : 石油火力発電量シェア

SHNG : LNG 火力発電量シェア

SOLCL : 石炭火力石油 kcal シェア

SOLNG : LNG 火力石油 kcal シェア

SCKOL : 石油火力コークス kcal シェア

SCROL : 石油原油 kcal シェア

SHOOL : 石油重油 kcal シェア

YEAR : 西暦下二桁

総発電電力量

$$HTL = 1.1403 \cdot EPFD$$

(349.2)

$$SER = 5694.6 \quad R^2 = 0.996 \quad D.W. = 2.00$$

←EPFD の係数は送配電ロス分とデータ間の接続(年→年度)に伴う増加分を表す

石炭火力消費熱量

$$CLTH = 2.6954 \cdot (HTL \cdot SHCL)$$

(203.7)

$$SER = 2155.2 \quad R^2 = 0.998 \quad D.W. = 0.47$$

←HTL・SHCL の係数は燃料消費率(熱効率の逆数)

石油火力消費熱量

$$OLTH = -1794.1 + 2.7035 \cdot (HTL \cdot SHOL)$$

(-4.1) (121.9)

$$SER = 3838.4 \quad R^2 = 0.999 \quad D.W. = 0.53$$

←マイナスの定数項は設備の老朽化と利用率低下に伴う効率の低下傾向を表す

LNG 火力消費熱量

$$NGTH = 2.6210 \cdot (HTL \cdot SHNG)$$

(871.4)

$$SER = 876.3 \quad R^2 = 0.999 \quad D.W. = 0.48$$

燃料単位コスト

$$UCFU = 0.48610 + 1.1718 \cdot UCTH$$

(3.7) (20.9)

$$-0.10929 \cdot UCFU(-1)$$

(-2.2)

$$SER = 0.236 \quad R^2 = 0.991 \quad D.W. = 2.27$$

←一期前の係数は燃料価格変動に対応した在庫調整を表す

労働単位コスト

$$UCLA = -1.6487 - 0.39076 \cdot TLUR$$

(-2.7) (-0.6)

$$+0.042021 \cdot YEAR + 0.34940 \cdot D7486$$

(10.2) (7.8)

$$SER = 0.031 \quad R^2 = 0.993 \quad D.W. = 1.67$$

←労働生産性の代理変数として TLUR を用いる

資本単位コスト

$$\begin{aligned}
 UCCA &= \text{EXP}(5.6820 - 0.79442 \cdot (\text{STL} \cdot \text{WPI}/100)) \\
 &\quad (3.7) \quad (-4.0) \\
 &+ 0.46656 \cdot \text{LOG}(\text{SELNU} \cdot \text{WPI}/100) \\
 &\quad (5.7) \\
 &+ 0.27972 \cdot \text{UCOT}(-1) + 0.40563 \cdot \text{D8086} \\
 &\quad (3.7) \quad (8.2) \\
 \text{SER} &= 0.049 \quad R^2 = 0.989 \quad \text{D.W.} = 2.34
 \end{aligned}$$

←総設備容量に関して規模の経済性が存在するが、原子力設備の増加は UCCA の上昇を招く

修繕単位コスト

$$\begin{aligned}
 \text{UCRP} &= 0.22948 + 0.57157\text{E}-5 \cdot (\text{STL} \cdot \text{WPIF}/100) \\
 &\quad (1.4) \quad (1.5) \\
 &+ 0.40315 \cdot \text{UCRP}(-1) + 0.21368 \cdot \text{D8086} \\
 &\quad (3.7) \quad (1.0) \\
 \text{SER} &= 0.623 \quad R^2 = 0.902 \quad \text{D.W.} = 1.40
 \end{aligned}$$

その他の単位コスト

$$\begin{aligned}
 \text{UCOT} &= -0.20777 + 0.10761 \cdot \text{UCTL} \\
 &\quad (-0.6) \quad (2.8) \\
 &+ 0.54726 \cdot \text{UCOT}(-1) - 0.91372 \cdot \text{D79} \\
 &\quad (3.1) \quad (1.9) \\
 \text{SER} &= 0.460 \quad R^2 = 0.900 \quad \text{D.W.} = 1.53
 \end{aligned}$$

←UCOT は UCTL 中のシェアという形式で表す

電灯電力総合単価

$$\begin{aligned}
 \text{PELTL} &= 1.1135 \cdot (\text{UCTL}) \\
 &\quad (270.2) \\
 \text{SER} &= 0.261 \quad R^2 = 0.999 \quad \text{D.W.} = 2.31
 \end{aligned}$$

←係数の1より大きい部分は事業利益と考えられる

電灯単価

$$\begin{aligned}
 \text{PELDT} &= 4.7957 + 1.0074 \cdot \text{PELTL} \\
 &\quad (19.8) \quad (70.8) \\
 \text{SER} &= 0.396 \quad R^2 = 0.997 \quad \text{D.W.} = 0.53
 \end{aligned}$$

←プラスの定数項は電灯需要のシェアの増大による電灯単価と電力単価の接近を表す

電力単価

$$\begin{aligned}
 \text{PELDR} &= -1.1694 + 0.97746 \cdot \text{PELTL} \\
 &\quad (-21.3) \quad (30.3) \\
 \text{SER} &= 0.089 \quad R^2 = 0.999 \quad \text{D.W.} = 0.70
 \end{aligned}$$

業務用電力単価

$$\begin{aligned}
 \text{PELCM} &= 1.2940 \cdot \text{PELTL} \\
 &\quad (278.4) \\
 \text{SER} &= 0.327 \quad R^2 = 0.999 \quad \text{D.W.} = 0.52
 \end{aligned}$$

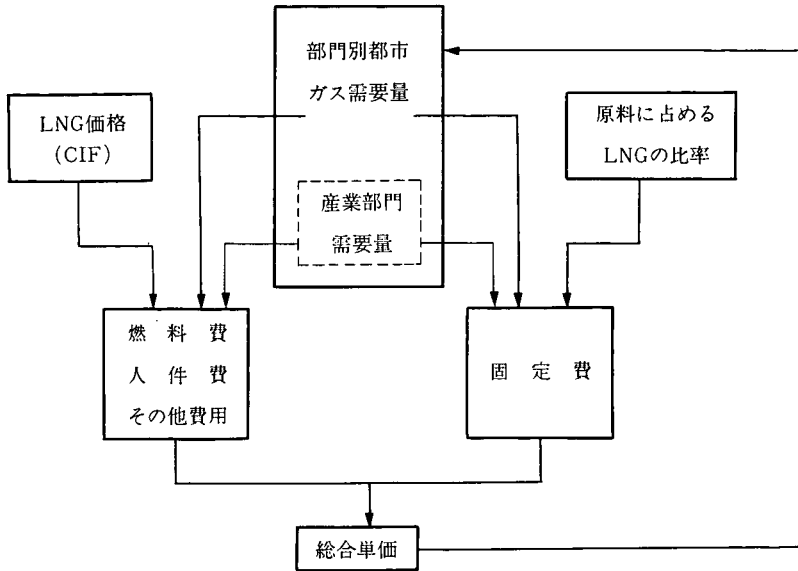


図 10 都市ガス価格モデルのフローチャート

5.3 ガス価格モデル

ガス供給部門の料金も原価主義に基づいているが、その設定は電力に較べて弾力的である。特に、産業用都市ガスはその導入に政策的な誘導が図られており、料金設定も個別需要家ごとに決められている。

ガス製造コストに関しては、製造方法が石炭の乾留、石油の接触分解、LNG の気化と進歩してよりシンプルになった結果、資本費の比率が小さくなるとともに、供給エリアの拡大による規模の経済性が働く結果となっている。

以上から、ガス価格モデルの構成は、図 10 に示すように費用を固定費と変動費に分け、前者を需要規模と LNG 比率、及び産業用 LNG 比率で説明し、後者を輸入 LNG 価格、需要量、LNG 比率で説明する極めてシンプルなモデルである。

(モデルおよび推定結果)

モデル及びその推定結果は以下のように示される。まず都市ガス原料としての LNG は今

後ともマーケット、ペネトレーションで見られる時間軸に対して S 字型の増大をする (1 式) とともに、LNG の転換ロスがほとんど無視できる (むしろ冷熱発電によってプラスになる) ため、都市ガスの転換効率 (1 次供給量と最終需要量の比は、LNG 比率の増大にともなって改善される (2 式))。

ガス製造原価 (単位当り) のうち、変動費では今後とも規模の経済が働く (3 式) とともに、固定費においては産業用 LNG の増大が固定費を引き下げることになる (4 式)。

また、都市ガス事業の経営多角化などによるガス販売以外の製造コストの影響を受けない付帯事業収入 (機器販売をはじめガス事業によっては極めて多様な事業展開を開始している) の影響もあって、都市ガスの単価は業務、家庭とも製造コストアップの影響は、電力などに比べて、小さいといえる (5, 6 式)。

(推定結果)

・都市ガス原料用 LNG シェア

$$\begin{aligned} \text{SNGTG} &= 1 / (1 + \text{EXP}(-\text{RNGTG})) \\ &= 1 / (1 + \text{EXP}(0.13053 \\ &\quad + 0.94853 * \text{RNGTG}(-1)) \quad (1) \end{aligned}$$

・都市ガス1次供給量

$$\begin{aligned} \text{TLTG} &= 1517 + 1.005 * \text{TLFD} \\ &\quad - 1526.6 * \text{SNGTG} \quad (2) \end{aligned}$$

・都市ガス単位当り変動費

$$\begin{aligned} \text{GCFTG} &= \text{EXP}(3.9573 + 0.4475 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{SNGTG}) + 0.3413 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{CIFNG}) - 2.8011 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{TGFD}) \quad (3) \end{aligned}$$

・都市ガス単位当り固定費

$$\begin{aligned} \text{GCSTG} &= \text{EXP}(2.5442 + 0.71559 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{SNGTG}) - 0.26659 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{TGTL}/\text{TGFD}) + 0.64424 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{TGFD}) - 0.060279 \\ &\quad * \text{YEAR} \quad (4) \end{aligned}$$

・業務用都市ガス価格指数

$$\begin{aligned} \text{ITGWP} &= \text{EXP}(0.06233 + 0.62034 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{GCFTG} + \text{GCGTG}) \\ &\quad + 0.23323 * \text{LOG}(\text{ITGWP}(-1)) \\ &\quad + 0.36224 * \text{D8086} \quad (5) \end{aligned}$$

・家庭用都市ガス価格指数

$$\begin{aligned} \text{ITGCP} &= \text{PTGCP} / 14741 * 100 \\ &= (\text{EXP}(3.3629 + 0.83354 \\ &\quad * \text{LOG}(\text{GCFTG} + \text{GCSTG}) \\ &\quad + 0.19569 * \text{LOG}(\text{ITGWP}(-1)) \\ &\quad + 0.11058 * \text{D8086}) / 14741 * 100 \quad (6) \end{aligned}$$

SNGTG : 都市ガス燃料に占める LNG の
シェア

RNGTG : 都市ガス燃料に占める LNG の
ロジット値

TLTG : 都市ガス1次供給量

TGFD : 都市ガス最終需要量

GCFTG : 都市ガス単位当りの変動費

GCSTG : 都市ガス単位当りの固定費

GIFNG : LNG の輸入 CIF 価格指数

TGTL : 産業用 LNG (最終需要量)

ITGWP : 業務用都市ガス価格指数

ITGCP : 家庭用都市ガス価格指数

PTGCP : 家庭用都市ガス価格

6. おわりに

本研究では、最終消費部門の部門別、エネルギー種類別（一部はさらに用途別）需要と、転換部門の投入、算出量を、現在データの入手可能な限り細かく分割し、その決定メカニズムをモデル化することができた。推定された個々の関数の説明力と、モデル全体のパフォーマンスはかなり良好である。

またモデルでは、国内エネルギー価格の決定に、エネルギー転換産業のコスト構造、税制、国内エネルギー需給関係など明示的に組み入れたモデルを作成したこと、自家発の動向を説明する変数として、産業別エネルギー需要関数にエネルギー消費原単位を組み入れたことなど、これまでの同種のモデルと比べて新しい工夫がなされており、これらによって、モデルの有用性が高まったと考えている。

以下、モデルの一層の高度化を図るための課題について、述べて、結びとしたい。

- ・今回のモデルでは、一つの消費部門内では同じエネルギー価格を想定したが、実際は同一産業内でさえ規模の違いなどにより需要家ごとにエネルギー価格は異なっており、特に産業部門内でその差が大きいのと思われる。
- ・エネルギー需要の重要な決定要因であるエネルギー消費技術と技術進歩、および環境規制などの非価格要因とエネルギー需要の関わり

がこのモデルに十分に組み込まれているとはいえない。例えば、産業部門特にエネルギー多消費産業における生産プロセスの技術革新とそれに伴うエネルギー消費構造の変化や、業務部門におけるコジェネレーションの進展などをもって明示的にモデルに組み込む必要がある。

- ・データの制約もあり、長期的なトレンドである高齢化、情報化、家庭部門におけるライフスタイルの変化などがエネルギー需要に及ぼす影響がモデル化できなかった。

これらの問題に対処するためには、より厳密なエネルギー価格の取り扱いやエネルギー消費技術をある程度明示的に組み入れた構造にすることと、データの制約等でモデル化できない要因は別途分析して大枠をつかんだ上でその結果をモデルに反映することが最も重要であると思われる。

参考文献

- [1] Kumakura, O., Y. Nagata, Y. Fujii, and I. Matsukawa : Developing the Inter-Fuel Competition Model : And Analysis of the Structural Changes of Energy Demand-Supply in Japan, CRIEPI Report EY89001 (1989)
- [2] Nagata, Y., O. Kumakura, Y. Fujii, and I. Matsukawa : Modeling Inter-Fuel Competition in Japan, IFAC/IFORS/IAEE International Symposium on Energy Systems, Management and Economics (1989)

(両文献とも本論文全般にわたって参照)

(ながた ゆたか
くまくら おさむ
ふじい よしふみ
まつかわ いさむ
経済部 エネルギー研究室)

第2部 予測とシミュレーション

4章 21世紀初頭に至るエネルギー・経済の展望

服部 恒明 熊倉 修
櫻井 紀久 永田 豊
大河原 透

1. はじめに
2. 世界エネルギー需給の動向
 - (1) 予測のポイント
 - (2) 前提条件
 - (3) 予測結果
3. 産業構造の変化と日本経済
 - (1) 予測のポイント
 - (2) 前提条件
 - (3) 予測結果
4. エネルギー間競争
 - (1) 予測のポイント
 - (2) 前提条件
 - (3) 予測結果
5. 地域経済の構造変化
 - (1) 予測のポイント
 - (2) 前提条件
 - (3) 予測結果
6. おわりに

1. はじめに

21世紀を間近に控えて、世界的なエネルギー需要の増勢、経済構造調整の進展、エネルギー間競争の激化、都市集中化など、国内外のエネルギー・経済情勢は大きな変貌を遂げようとしている。

「中期経済予測システム」(FORECAST 21)を活用すると、21世紀初頭に至るエネルギー・経済の標準予測は勿論のこと、原油価格、為替レート、料金改定、電力投資、原子力発電ストップ、CO₂規制などの経済・エネルギーに及ぼす影響についても分析が可能である。

当所ではこの程、本システムを用いて2005年に至るエネルギー・経済展望を行った。以下にその概要を報告する。もとより、将来動向については多様なシナリオが描けるが、国際エネ

ルギー動向の重要性を踏まえ、ここでは最も可能性の高い「標準ケース」と、これと対比的なOPECの石油供給削減に伴う「エネルギー高価格ケース」の二つをとりあげる。

2. 世界エネルギー需給の動向

(1) 予測のポイント

世界のエネルギー動向は、石油危機による石油高価格期から、1986年の石油価格暴落後の低価格期への移行とともに、その基調に変化が現れてきている。世界のエネルギー需要とりわ

注) 本稿は、平成元年11月22日に開催された当所の経営部門発表会「エネルギー・経済の中期展望」の内容(予稿集)を要約したものである。なお、今回の中期展望は、当所経済研の「中期経済予測システムによる予測と分析」プロジェクト・チームが担当した。内田光穂経済部長、矢島正之経営研究室長より総括的なご指導を賜った。また、藤井美文(エネルギー研究室)、松川勇(同)、小野島智子(社会環境研究室)の各研究員よりご協力を頂いた。記して謝意を表したい。

け石油需要は、石油価格が低下しはじめた82、3年頃から次第に増勢を強め、とくに88年には近年にない高い伸びを示した。現在の高い需要増加率が続かならば、世界の石油需給は急速に逼迫化に向い、価格も近い将来上昇に転じる可能性がある。こうした中で、

- ・今後21世紀初頭まで、世界の石油需給バランスはどうなっていくのか？
- ・石油価格はいつ頃反騰しどの程度まで上昇するのか？
- ・石油はいつまでエネルギーの首座を占めるのか？
- ・OPECによる供給削減は石油価格にどう影響するのか？

——などを説明することが、「世界エネルギーモデル」による予測のポイントである。

(2) 前提条件

世界の石油需要は現在の比較的安定した価格のもとでは、今後も比較的高い伸び率で増加し続け、OPEC(石油輸出国機構)への石油需要も高まると予想される。世界の石油価格の動向は、今後とも基本的にはOPECを中心とした需給の状態によって決まるとみられる。このため、需要の伸びに対して供給がどうなるか、つまりは、OPECの石油生産戦略のあり方によって価格動向は大きく左右されるであろう。

こうした状況のもとで、OPECが当面とるであろう石油生産戦略について、2つのケースを想定することができる。

第一は、サウジアラビアなど穏健派が今後も引き続き主導権をとり、OPECは生産を増加させて安定的な価格を志向するとみる「標準ケース」である。この場合、OPECは対OPEC石油需要の増加に対応して、その生産を95年に2,500万バレル/日、2000年に2,800万バ

レル/日、2005年には生産能力の限界に近い2,850万バレル/日と増加させていく。

第二は、生産余力が小さく生産抑制への要求が強いアルジェリア、リビアなどの強硬派の主導の下で、OPECは石油生産を抑制し、高価格路線に転換するとみる「エネルギー高価格ケース」である。この場合、OPECは生産を95年には2,300万バレル/日、2000年には2,500万バレル/日に抑制すると想定される。

以上のうち蓋然性(確率)は標準ケースのほうが高いが、エネルギー高価格ケースの可能性も無視できないと考えられる。

(3) 予測結果

【標準ケース】

まず標準ケースについては、自由世界の一次エネルギー需要は、85年の47億toe(石油換算トン)から2005年には66億toeに達し、第一次石油ショック後の74~88年の年率1.6%をわずかながら上回る1.7%の伸び率で増加すると見込まれる(表1)。地域別では先進国の伸び率は1.5%、発展途上国は人口の増加や経済成長の高い伸びを反映して先進国を上回る2.2%で推移しよう。

このうち石油需要は、当面は安定的な石油価格が続くこともあって、74~88年の年率0.4%から、85~2005年には1.2%へと伸び率が高まる。石油は、2005年時点においても、自由世界の総エネルギー需要の42%(85年、46%)を占めると予想され、依然として世界エネルギー市場を左右する最も重要なエネルギー源であり続ける。エネルギー種類別の構成を見ると、2005年においても石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料が、自由世界の総エネルギー需要量の83%を占める。原子力発電は、85~2005年に各エネルギーのなかで最も高い年率3.9%で

表 1 世界一次エネルギー需要 (標準ケース) (百万 toe)

	1985 実績	1990	2000	2005	1985~2005
自由世界					%
先進国					
石油	1,600.3	1,748.6	1,896.2	1,958.2	1.0
石炭	862.9	934.7	1,080.1	1,164.4	1.5
天然ガス	750.9	870.8	994.2	1,054.2	1.7
原子力	280.2	377.7	494.1	558.4	3.5
水力	225.7	248.2	286.3	305.5	1.5
計	3,720.0	4,180.1	4,750.9	5,040.7	1.5
途上国					
石油	569.0	601.4	727.5	791.5	1.7
石炭	157.4	177.4	232.2	268.3	2.7
天然ガス	140.0	166.0	198.8	215.9	2.2
原子力	19.8	29.6	59.3	81.5	7.3
水力	119.3	137.3	169.5	186.5	2.3
計	1,005.5	1,111.8	1,387.3	1,543.7	2.2
計					
石油	2,169.3	2,350.0	2,623.7	2,749.7	1.2
石炭	1,018.9	1,112.1	1,312.3	1,432.7	1.7
天然ガス	888.9	1,036.9	1,193.0	1,270.1	1.8
原子力	300.1	407.4	553.4	639.9	3.9
水力	345.3	385.6	455.8	492.0	1.8
計	4,722.5	5,291.9	6,138.2	6,584.4	1.7
中央計画経済圏					
石油	658.1	738.8	839.6	888.1	1.5
石炭	1,044.4	1,151.1	1,348.0	1,459.5	1.7
天然ガス	566.3	665.2	780.9	839.7	2.0
原子力	53.5	91.7	146.8	182.0	6.3
水力	99.5	100.8	148.4	172.2	2.8
計	2,421.7	2,747.7	3,263.8	3,541.4	1.9
世界計					
石油	2,827.3	3,088.8	3,463.4	3,637.8	1.3
石炭	2,063.3	2,263.2	2,660.3	2,892.2	1.7
天然ガス	1,455.2	1,702.1	1,973.9	2,109.8	1.9
原子力	353.6	490.1	700.2	821.9	4.3
水力	444.9	486.4	604.2	664.2	2.0
計	7,144.3	8,039.6	9,401.9	10,125.8	1.8

増加し、そのウエイトを 85 年の 6.4% から、2005 年には 9.8% に高める。

こうした石油需要の増加とともに、90 年台半ばには OPEC の余剰供給能力は縮小し、世界の石油市場が逼迫化に向かうため、石油価格は上昇率を高める。石油価格は、90 年の 1 バレル当り 18.5 ドルから、95 年 22.8 ドル、2000 年 30.0 ドル、2005 年には 42.3 ドルにまで上昇すると予想される (図 1)。また、石油価格の上昇とともに、石炭価格も上昇し始め、

90 年の 1 トン当り 43.1 ドルから 2005 年には 85.4 ドルに達する。

一方、石油供給側をみると、80 年代後半からの低い石油価格の影響が尾を引き、非 OPEC の供給は 90 年代後半までわずかながら減少していくが、OPEC の生産は増加するため、OPEC の自由世界石油総生産量に占めるウエイトは 85 年の 39% から 2000 年には 54% にまで上昇する (表 2)。しかし、石油価格が 30 ドルに達する 2000 年頃から非 OPEC の生産も

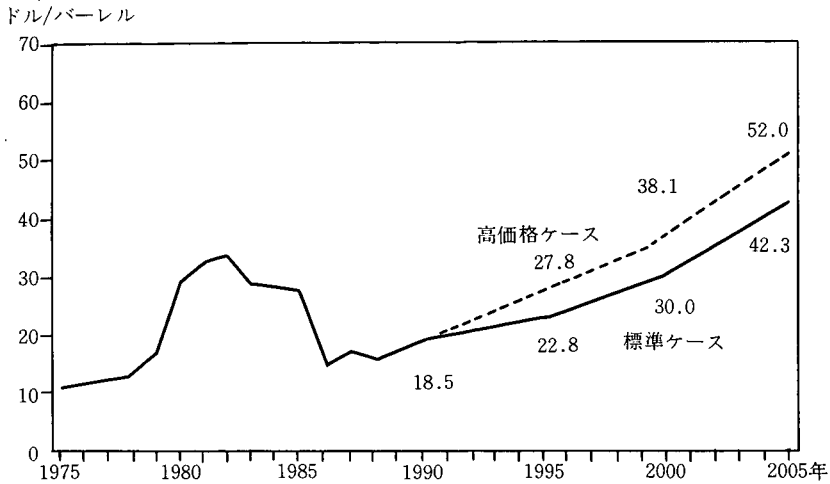


図1 石油価格 (アラビアンライト)

表2 自由世界石油需給 (標準ケース) (百万 toe)

	1985 実績	1990	2000	2005
需 要				
OECD 主要7か国	1,364.5	1,492.8	1,615.9	1,667.7
その他の先進国	235.8	255.8	280.3	290.5
発 展 途 上 国	569.0	601.4	727.5	791.5
計	2,169.3	2,350.0	2,623.7	2,749.7
供 給				
非 OPEC 諸国	1,245.5	1,184.1	1,175.7	1,302.7
OPEC 諸国	787.8	1,047.1	1,396.2	1,421.1
中央計画経済圏からの純輸	87.3	103.7	51.8	25.9
計	2,120.7	2,334.9	2,623.7	2,749.7
在庫変動および統計上の誤差	48.6	15.1	0.0	0.0

増加に転じるため、その後は OPEC のウエイ
トは 50% 強の水準で推移することになる。

【エネルギー高価格ケース】

エネルギー高価格ケースでは、石油供給の抑
制による需給の逼迫化を背景に、石油価格は
90 年の 18.5 ドル/バーレルから年平均 8.5%
で上昇し 95 年には 27.8 ドル/バーレルにまで
達し、石油高価格時代に突入する。その後は、
石油高価格による需要の抑制と一方では供給促
進の効果が現われ需給がやや緩和し、価格の上
昇テンポは標準ケースよりも鈍化するものの、
2005 年には標準ケースより 10 ドル高い 52 ド

ル/バーレルに達しよう (図1)。

石油価格の上昇とともに石炭価格も上昇し、
2005 年には標準ケースを 4.6 ドル上回る 90.0
ドル/トンになろう。

また、高価格ケースでは、OECD 7 か国合
計の国内総生産は、デフレ効果をうけて 2005
年には標準ケースよりも 0.4%、また自由世界
の総エネルギー需要は 1.6% それぞれ縮小する
(表3)。

一方、エネルギー価格の上昇は、長期的には
非 OPEC の化石燃料の生産を増加させ、2005
年には、非 OPEC 供給は 1.0 億 toe 増加し 1

表 3 標準ケースと高価格ケースとの比較 (2005年)

	標準ケース	高価格ケース		
		標準ケースとの差		
石油価格 (ドル/バレル)	42.3	52.0	9.7	22.9%
石炭価格 (ドル/トン)	85.4	90.0	4.6	5.1
自由世界一次エネルギー需要				
石油 (百万 toe)	2,749.7	2,673.6	-77.1	-2.8
石炭	1,432.7	1,460.1	27.4	1.0
天然ガス	1,270.1	1,214.5	-55.6	-4.4
原子力	639.9	639.9	0.0	0.0
水力	492.0	492.0	0.0	0.0
計	6,584.4	6,480.1	-104.3	-1.6
自由世界石油供給				
非 OPEC 諸国 (百万 toe)	1,302.7	1,401.1	98.4	7.6
OPEC 諸国	1,421.1	1,246.6	-174.5	-12.3
中央計画経済圏からの純輸入	25.9	25.9	0.0	0.0
計	2,749.7	2,673.6	-76.1	-2.8
OECD 7 か国国内総生産 (10 億ドル)	12,946.0	12,895.0	-50.1	-0.4

4.1 億 toe となる。反面、OPEC の生産は 1.7 億 toe 減少し 12.5 億 toe となる。この結果、標準ケースにおける OPEC と非 OPEC の生産量の順位が逆転し、自由世界の石油生産に占める OPEC 生産のシェアは、非 OPEC より約 6 ポイント低い 47% にまで低下する。

OPEC の高価格政策は長期的には、OPEC の生産の比重を低下させる効果をもつといえるわけである。

3. 産業構造の変化と日本経済

(1) 予測のポイント

日本経済は急激な円高ショックを乗り越え、現在「新しいざなぎ景気」とも言われる好況下にある。近年の景気の足取りは、従来の外需主導型から一転して旺盛な個人消費や設備投資に支えられた典型的な内需主導型であり、「前川レポート」で唱われた経済構造の転換は着実に進展しているといえそうだ。そうした中で、情報化など技術革新の胎動、人口の高齢化、経済社会の成熟化といった経済の基本的潮流があり、一方では、社会資本の充実を初め、規制緩和や

内外価格差の縮小、労働時間の短縮といった国民生活の豊かさを実現するための政策に大きな期待が寄せられている。

こうした状況を踏まえて、21 世紀初頭までの日本経済の成長経路や産業構造に関してシミュレートしてみる。

- ・ 内需主導型成長は本当に定着するのか？
- ・ 21 世紀初頭の産業構造の姿は？
- ・ サービス化や情報化は経済にどう影響するのか？
- ・ 石油価格上昇の影響は？

——などが「多部門モデル」での予測のポイントである。

(2) 前提条件

まず、原油価格は世界エネルギーモデルの予測値が前提条件として与えられる（標準ケースでは 2000 年で 1 バレル当たり 30 ドル、2005 年では 42 ドル、エネルギー高価格ケースでは 2000 年で 38 ドル、2005 年では 52 ドル）。

その他の主要な前提条件としては、為替レートは、わが国の経常収支の黒字累積や内外インフレ率格差等から今後も徐々に円高が進展し、

95年に1ドル113円、2000年で100円、2005年で90円程度になるとみる。財政支出は、景気の抑制要因にならないように配慮され、88～2005年間で年率5.7%増と名目GNP並みの伸びが確保される。労働力人口は、人口動向に対応して90年代後半から鈍化するが、同期間平均では0.85%の増加。労働時間については、「前川リポート」の目標に従い、現在の2,100時間から2000年で1,800時間、2005年で1,750時間程度（製造業）になると想定した。

(3) 予測結果

【標準ケース】

標準ケースの予測結果は次の通りである。

a. マクロ経済動向

① 実質GNPは、物価の安定やリストラクチャリング（企業の再構築）、生活の質の向上などを背景に、民間設備投資や民間消費などの国内需要が堅調に伸び、内需主導型成長パタ

ーンが定着しよう。実質経済成長率は88～2005年まで年率3.7%の伸びで、そのうち内需の寄与度は3.9%、外需（輸出マイナス輸入）はマイナス0.2%と見込まれる（表4）。

② 物価の動向は、生産性の着実な上昇のほか、原油など輸入財（ドル建て）の価格上昇を円高の進展が相殺するため、2000年までは全体的に安定した動きをみせよう。しかし、2000年以降はエネルギー価格の急上昇や、労働需給の逼迫化による賃金の上昇などが重なりインフレ傾向を見せ始める。消費者物価は、85～2000年間では年率2.0%で推移するが、2000年以降は3.0%にまで上昇する。

③ 経常収支は、88年には835億ドル（10.7兆円、対GNP比3.2%）という巨額の黒字を記録し貿易摩擦を激化させたが、輸入の増加や原油価格の急上昇などから、90年代後半から縮小傾向を強め、2005年ではほぼ均衡する見

表4 マクロ経済の展望（標準ケース）

(兆円, %)

	1985年 (実績)	2000年	2005年	2000/1985	2005/1985
名目GNP	317.4	732.4	965.9	5.7	5.7
実質GNP	291.8	524.4	611.5	4.0	3.8
国内需要	279.4	538.1	632.5	4.5	4.2
民間消費	162.3	288.0	332.4	3.9	3.7
民間住宅	14.0	29.6	33.3	5.1	4.4
民間設備	52.4	132.3	163.5	6.4	5.9
政府投資	21.0	42.9	50.8	4.9	4.5
輸出等	55.3	109.1	126.6	4.6	4.2
輸入等	42.8	122.7	147.6	7.3	6.4
経常収支(億ドル)	491.7	406.7	-10.2	-	-
実質産出額	661.8	1,176.2	1,394.7	3.9	3.8
素材産業	100.8	122.1	127.5	1.3	1.2
機械工業	125.6	279.7	347.7	5.5	5.2
サービス業	218.8	423.4	505.0	4.5	4.3
卸売物価(80年=100)	99.5	106.8	120.1	0.5	0.9
消費者物価(80年=100)	114.4	153.0	177.2	2.0	2.2
賃金(万円/人)	372.2	654.2	808.3	3.8	4.0
家計可処分所得	216.8	481.2	642.5	5.5	5.6
失業率(%)	2.6	2.6	2.3	-	-

通しである。

④ 家計の可処分所得は、ほぼ GNP 並みに伸び、85～2005 年間で名目 5.6% (実質 3.5%) で推移しよう。内需の柱である消費は、高齢化や労働時間の短縮などの影響による消費性向の上昇で所得の伸びを上回り、貯蓄率は 85 年の 16% から 2005 年には 13% にまで低下していこう。消費の内訳は、所得の向上や余暇の増加に伴う消費の高度化・多様化で、食料品、衣類などの基礎的消費のシェアは下がり、レジャー、教育・医療・健康サービスなどのサービスへの支出のウエイトが高まる (図 2)。

⑤ 一人当り名目 GNP は、88 年には 2 万ドルを越えアメリカを追い抜き世界一となったが、今後も順調に伸び 2005 年には 8 万ドルに達しよう。しかし、住宅・土地問題などに抜本対策が講じられなければ、国民生活がすべての

分野で欧米並みの水準に達するとは言い難い。

b. 産業構造の変化

① 実質国内産出額は、85～2005 年間で約 2.1 倍の伸びが見込まれる (図 3)。産業別では、第一次産業 (農林水産・鉱業) は食生活の充足や、規制緩和による輸入増大などから 0.9 倍とむしろ減少しよう。素材産業も円高による海外競争力の喪失や省資源技術の発達などを反映して、1.3 倍の伸びにとどまろう。反面、機械工業はエレクトロニクスなどの技術力を駆使した新製品開発や需要開発を通じて生産拡大を図り、2.8 倍と最も高い伸びが期待される。サービス業もライフスタイルの多様化・高度化やレジャーなどのサービス需要の増加などを反映して、2.5 倍と平均よりも高い伸びで拡大しよう。また、建設業も社会資本の充実、ビル需要や情報関連施設向けなどを中心に 2.2 倍の堅

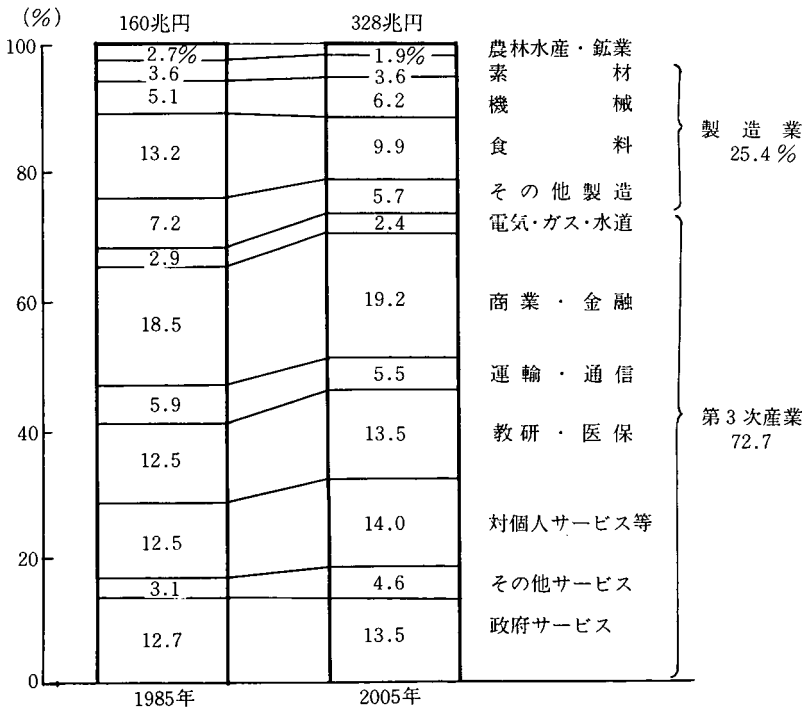


図 2 消費構造の変化
(I/O 実質ベース消費構成比)

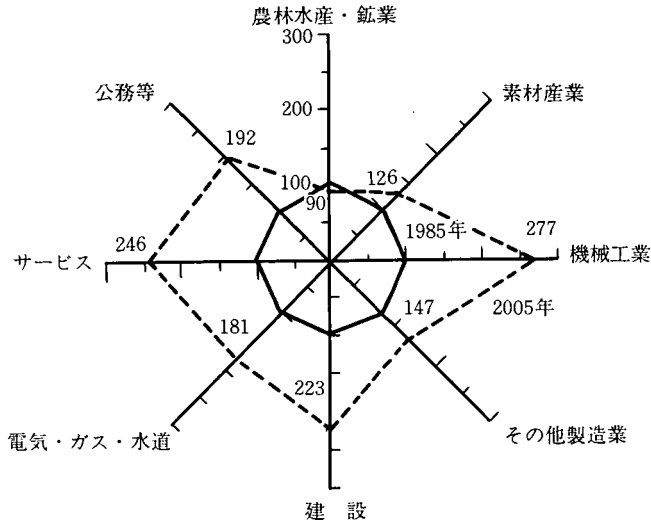


図3 産業別生産動向

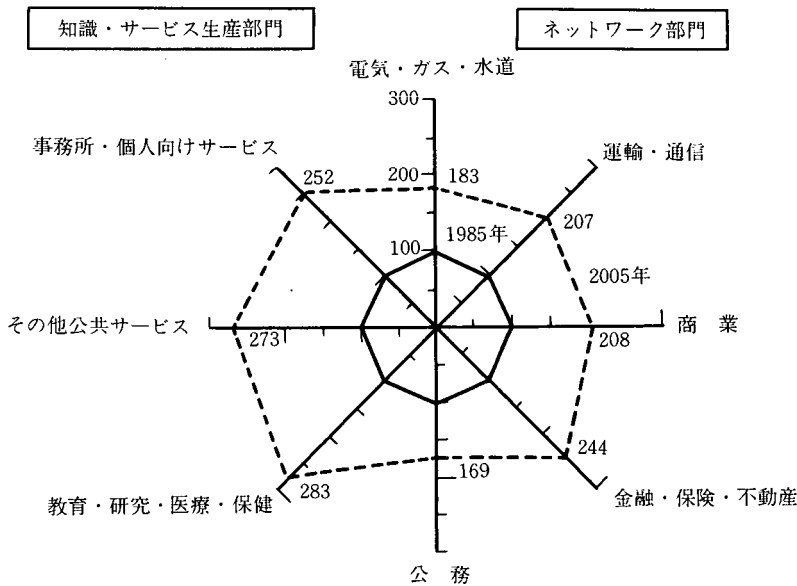


図4 情報化・知識集約化の進展

調な伸びが予想される。

② とりわけ、第三次産業は製造部門との相互連関を通じて、情報化・知識集約化に大きく貢献すると期待されるが、とくに今後大きな伸びが予想されるのは「知識・サービス生産部門」である(図4)。なかでも、教育・研究や

医療・健康・福祉といったサービスは、研究開発、各種教育サービスへの需要の増加、高齢化社会に伴う健康への関心の高まりなどを反映して、2005年の生産額は85年と比べ2.8倍の躍進をみせよう。また、事業所・個人向けサービスも経済社会の情報化・成熟化や、家計部門

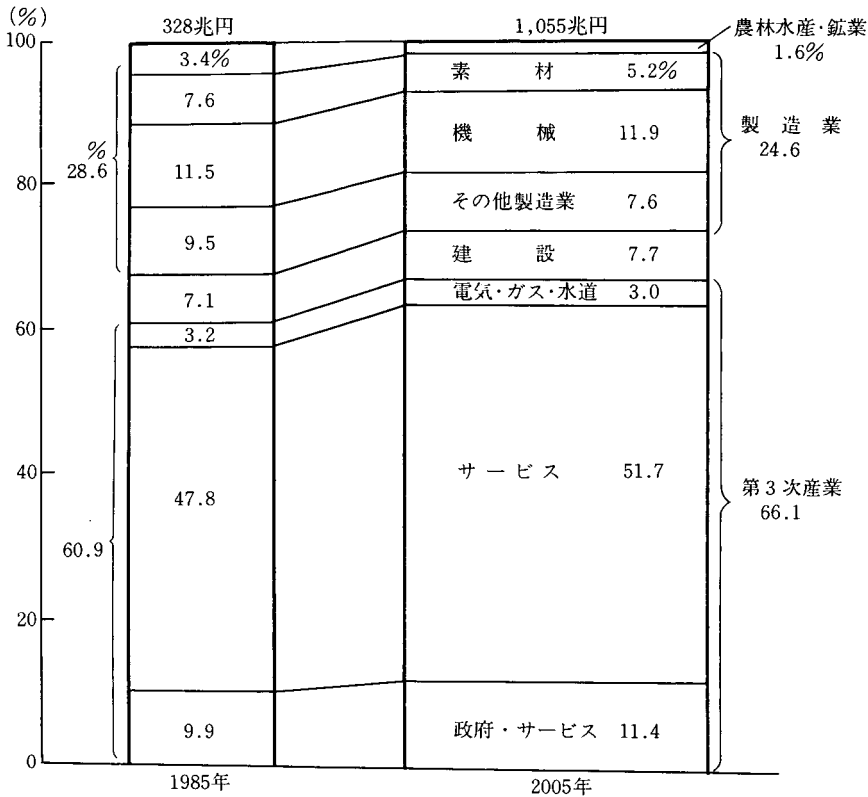


図5 産業構造の展望
(名目国内総生産構成比)

における「選択的消費」の高まりなどから、2005年には2.5倍の増加が見込まれる。

一方、電気・ガス・水道、運輸・通信、商業などの「ネットワーク部門」は、競争と知識集約化を通じて効率化が図られるが、量的には金融など一部を除き、概ね経済全体と歩調を合わせた伸びにとどまろう。

③ 名目国内総生産 (GDP) は、2005年には85年と比べ約3.2倍の1,055兆円にまで増加する(図5)。その産業別構成比は、製造業が85年の29%から2005年には25%へと減少する反面、第三次産業は61%から66%へと拡大し、経済のサービス化が進展する。

④ 就業構造は産業構造の変化を反映してドラスチックな変化をみせる。就業者数は2005

年で7,178万人となり、87年と比べて935万人増加するが、第1次産業では324万人、素材産業では23万人それぞれ減少しよう。反面、機械工業は182万人、第三次産業は1,048万人それぞれ増加しよう(図6)。総じて生産活動の活発な業種や賃金上昇率の高い産業で就業構造のウエイトが高まるわけである。

雇用のミスマッチなどの構造的要因により、失業率は上昇圧力を受けるものの、一方で3~4%の経済成長の下で労働需要が順調に増えるため、2000年以降は労働力不足が懸念され、失業率も2%台前半にまで低下しよう。

【エネルギー高価格ケース】

エネルギー高価格ケースでは、原油価格の上昇(2000年で1バーレル当り38ドル、2005年

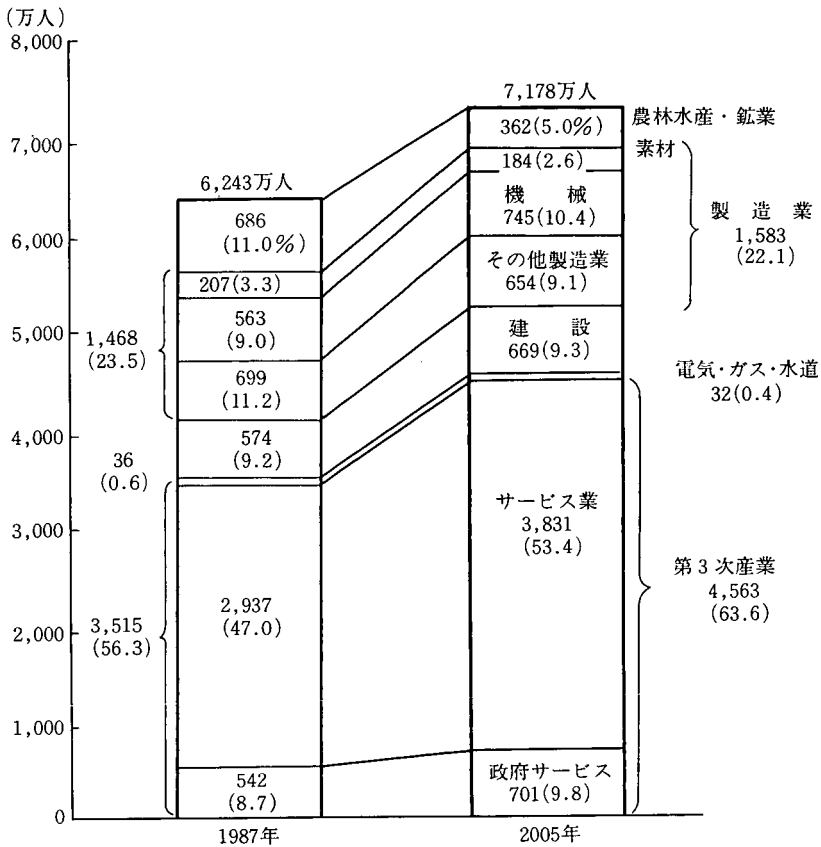


図 6 就業構造の展望

では 52 ドル) のほか、これと関連の深い前提条件がいくつか与えられる(世界貿易の鈍化や円レートの下落など)。予測結果は次の通りである(表 5)。

① 実質 GNP は、物価の上昇で民間消費などの内需が減少するものの、円高のテンポが鈍りその分輸出が伸びるため、標準ケースに比べ 2000 年で 0.7%、2005 年で 0.5% の低下にとどまる。原油価格の変動が我が国経済に及ぼす影響は次第に小さくなる。

② 原油価格の上昇に加えて円高のテンポが鈍り、輸入コストが増えるため、90 年台半ばから物価の上昇率が高まる。消費者物価は 2000 年では標準ケースより 3.4% 高、2005 年では

2.7% 高にとどまり、石油ショック時のような本格的なインフレは生じない。

③ 経常収入は、原油等の輸入原材料価格が上昇するため、黒字幅の縮小テンポが速くなり、2000 年には 124 億ドルまで減じ、2005 年には 438 億ドルの赤字に転じる。

④ 生産動向については、価格の上昇が著しい素材産業が最も落込みが大きく、標準ケースと比べて 2000 年に 1.0%、2005 年には 0.6% 減少する。一方、機械工業は国内景気の下落の影響をうけるが、当初は円安による輸出増加の効果がでるため、2000 年で 0.6%、2005 年で 0.5% の減少にとどまる。

表 5 代替ケースと標準ケースとの比較
(%)

	エネルギー高価格ケース	
	2000年	2005年
実質GNP	-0.72	-0.48
民間消費	-1.19	-0.96
民間住宅	-1.88	-1.05
民間設備	-0.65	-0.52
輸出入	-0.41	-0.6
輸	-2.76	-2.67
経常収支	125	-438
卸売物価	4.72	3.84
消費者物価	3.44	2.68
実質国内生産	-0.78	-0.53
素材	-0.97	-0.63
機械	-0.61	-0.45
サービス	-0.78	-0.53
原油価格	26.92	22.84
為替レート	103.1	92.8

注) 経常収支(億ドル)、為替レート(円/ドル)は水準、その他は標準ケースに対する乖離率。

4. エネルギー間競争

(1) 予測のポイント

わが国のエネルギー需要をめぐる情勢は一変した。第二次オイルショック以降ほぼ横ばいで推移してきたエネルギー需要が87年以降は増加を続け、GNP弾性値も1近辺の高い水準で推移している。

このエネルギー需要の増勢がはたして一過性のものか、それとも長期に渡る構造的なものなのか? その解明はエネルギー供給計画を策定する上でも緊要の課題となっている。

また、エネルギー間競争の激化、地球規模の環境問題など、今後のエネルギー需給に影響を与える新たな要因も現われてきた。

こうした情勢を踏まえ、2005年までのわが国のエネルギー需給動向を見通してみる。

・エネルギー・電力需要は今後も増加傾向をた

どるのか?

- ・エネルギー/GNP弾性値の水準はどの程度か?
- ・エネルギー間競争は今後どの分野でどのように進展するのか?
- ・CO₂排出量はどの部門でどれだけ増加するのか?
- ・石油価格上昇の影響はどうか?

——などが「エネルギー間競争モデル」での予測のポイントである。

(2) 前提条件

世界エネルギーモデルより原油、LNGなどの国際エネルギー価格が、多部門モデルより我が国の経済成長率や産業別生産額などが、前提条件としてエネルギー間競争モデルに与えられる。

(3) 予測結果

【標準ケース】

標準ケースの予測結果は次の通りである。

a. 一次供給ベース

エネルギー需要は、経済の安定成長や省エネルギーの鈍化などから、一次供給ベースでは、2005年まで年率2.1%の比較的高い伸びを示し、同年では原油換算6.62億klに達しよう(図7)。同期間のエネルギーGNP弾性値も0.57で、前回政府見通しの0.40を大きく上回る(表6)。

原油など化石燃料価格の当面の低位安定や、原子力開発計画の下方修正などから脱石油化も大幅に遅れるとみられ、一次エネルギー供給に占める石油のシェアは、2005年で48%と政府見通しを6ポイント上回る見通しである(図8)。

b. 最終消費ベース

最終消費ベースでも88~2000年間で年率

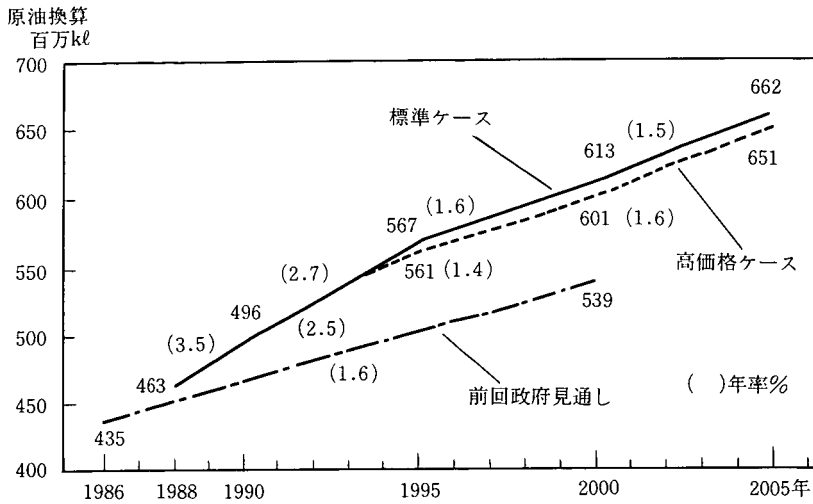


図7 一次エネルギー供給

表6 主要計算結果

		1986年 (実績)	1988年 (推定実績)	2000年	2005年	1988/86 (%/年)	2000/88 (%/年)	2005/00 (%/年)	2005/88 (%/年)
標準 ケース	一次エネルギー供給 (原油換算百万 kl)	420.3	462.8	612.9	661.6	4.94	2.37	1.54	2.12
	最終エネルギー消費 (")	286.9	314.2	401.8	427.2	4.65	2.07	1.24	1.82
	産業部門	136.0	153.6	186.2	186.1	6.25	1.62	-0.01	1.14
	業務部門	33.8	38.2	58.2	68.0	6.39	3.57	3.16	3.45
	家庭部門	40.5	43.0	57.6	63.8	2.97	2.47	2.07	2.35
	運輸部門	68.6	71.0	89.5	98.3	1.72	1.95	1.89	1.93
	総電力需要 (億 kWh)	5,871	6,450	9,184	10,352	4.82	2.99	2.42	2.82
	電気事業	5,326	5,808	8,419	9,614	4.43	3.14	2.69	3.01
	自家発電	545	642	765	738	8.60	1.47	-0.73	0.82
	実質 GNP (80年価格, 兆円)	299.0	330.1	524.4	611.5	5.07	3.93	3.12	3.69
	一次供給/GNP 弾性値					0.97	0.60	0.49	0.57
	電力/GNP 弾性値 (総需要)					0.95	0.76	0.78	0.76
	" (電気事業)					0.87	0.80	0.86	0.82
高 価 格 ケ ー ス	一次エネルギー供給 (原油換算百万 kl)			601.0	651.1		2.20	1.62	2.03
	最終エネルギー消費 (")			391.9	417.3		1.86	1.26	1.68
	産業部門			179.8	179.9		1.32	0.01	0.93
	業務部門			57.0	666.8		3.39	3.23	3.34
	家庭部門			56.4	62.5		2.30	3.07	2.23
	運輸部門			88.5	97.2		1.86	1.88	1.87
	総電力需要 (億 kWh)			9,134	10,355		2.94	2.54	2.82
	電気事業			8,399	9,638		3.12	2.79	3.02
	自家発電			735	717		1.13	-0.48	0.65
	実質 GNP (80年価格, 兆円)			520.6	608.6		3.87	3.17	3.66
	一次供給/GNP 弾性値						0.57	0.51	0.55
	電力/GNP 弾性値 (総需要)						0.76	0.80	0.77
	" (電気事業)						0.81	0.88	0.83

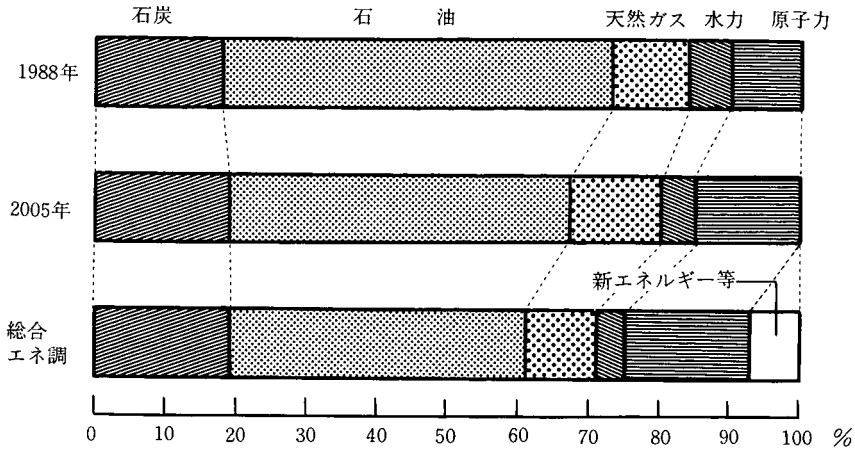


図 8 一次供給エネルギー別構成比

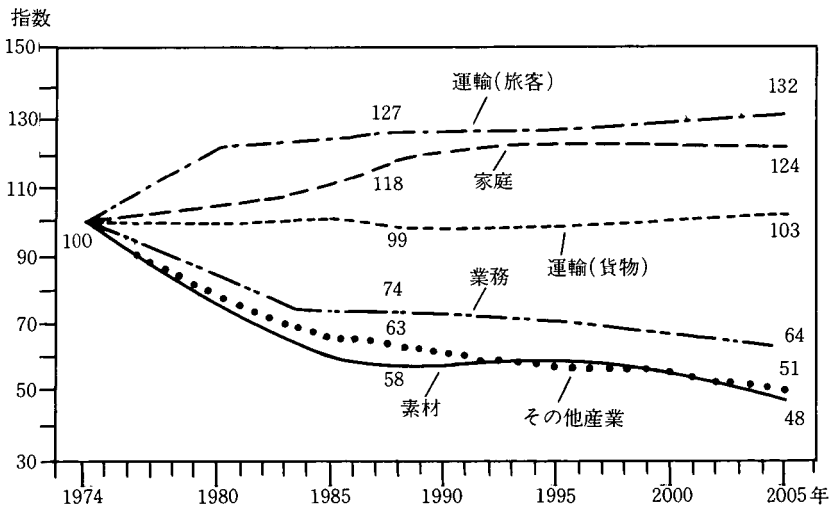


図 9 部門別エネルギー消費原単位 (1974年=100)

1.8%の増勢が見込まれる(表6)。部門別では産業が1.1%、業務が3.5%、家庭が2.4%、運輸が1.9%で、とくに第一次石油ショック以降減少ないしは横ばいで推移してきた産業部門の回復が全体の増加に寄与するところが大きい。

これはエネルギー価格の低位安定のもとで、産業、業務両部門において省エネルギーが鈍化

することがその主因である(図9)。そのほか、所得水準の向上やエネルギー価格の低位安定により、家庭、運輸両部門のエネルギー消費原単位が上昇することも、エネルギー需要の増加に大きく寄与している。

エネルギー源別では、価格上昇率が相対的に低い都市ガス、電力の伸びがそれぞれ4.3%、2.8%と全体より高い伸びを示し、民生部門の

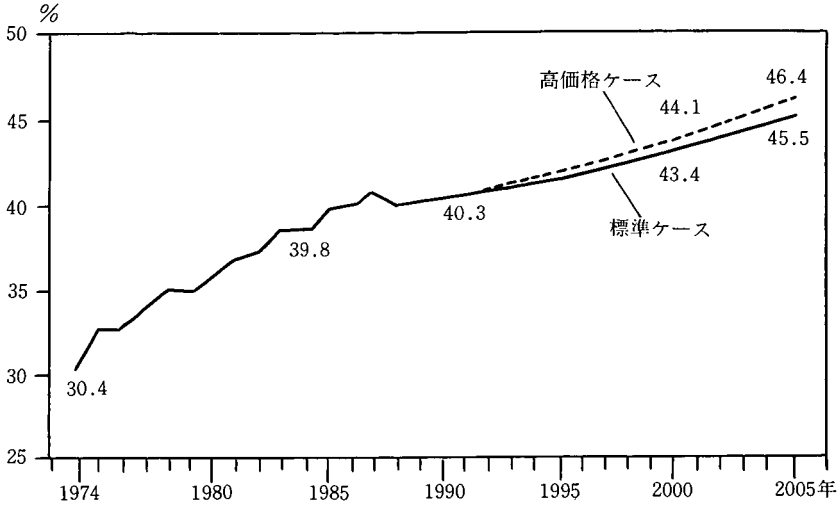


図 10 電力化率（一次供給ベース）

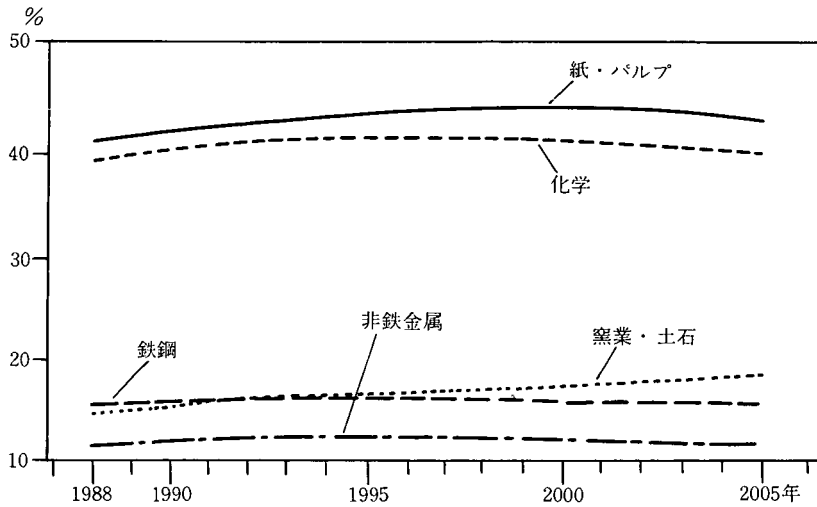


図 11 素材産業における自家発シェア

比重が高まるとともに、都市ガス・電力シフトが今後も進展する。とくに都市ガス・電力の石油に対する相対価格が一段と低下する 2000 年以降ではこの傾向が加速する。この結果、電力化率（一次ベース）は 85 年の 39.8% から 2005 年には 45.5% にまで高まろう（図 10）。

電力需要（電気事業）は、88 年から 2000 年までは年率 3.1%，2000 年以降は同 2.7% で増

加し、2000 年で 8,419 億 kWh，2005 年には 9,614 億 kWh に達しよう（表 6）。2000 年までの対 GNP 弾性値は 0.80 で推移すると見込まれる。これに対応する設備容量は、2000 年で 2 億 3,500 万 kW，2005 年で 2 億 6,300 万 kW となるが、これは平成元年度電力設備計画の想定値を大幅に上回るものである。

c. エネルギー間競合の分野

エネルギー間競争は、これまで製造業では紙・パルプ、窯業・土石、化学、鉄鋼といったエネルギー多消費型産業において、また、民生部門では暖房、給湯といった多種のエネルギーが使用される用途で激しかったが、今後もこの傾向は続くであろう。

産業部門では、主にボイラ用の燃料として石油に比べ相対的に価格の安い石炭が大幅に増加し、また、直接加熱用の LNG の普及に伴い都市ガスの増加が顕著になろう。

自家発電は、近年安価なエネルギー価格を背景に著しく増加しているが、90 年台後半からエネルギー価格の上昇とこれに伴う産業構造調整の加速を反映して減少傾向をたどろう (図 11)。

業務部門では、相対的に価格の安い都市ガスが各用途でシェアを増やし、とくに吸収式冷凍器・コージェネ (熱電併給) の普及による冷房用の伸びが著しい。電力は需要の 80% 以上を占める動力・その他用の堅調な伸びに支えられ、2005 年には現在の 2 倍以上に増大するが、他のエネルギーと競争する用途ではむしろシェアを奪われ、転換分はマイナスに転じる。

家庭部門では、暖房用、厨房用における都市

ガスの伸びが著しい。これは、都市ガスの価格の上昇率が灯油・LPG などに比べて低い上に、都市ガスが利便性・快適性に優れていることなどによるものである。

d. CO₂ 排出量

エネルギー需要の増勢をうけ、CO₂ 排出量も着実に増加し、2000 年で炭素換算 3.40 億トン、2005 年で 3.59 億トンと見込まれ、88～2005 年間では 37% の増加となる (表 7)。したがって、89 年 11 月のノルドベイク宣言に沿って、仮に、2000 年で 88 年実績に凍結するためには、2000 年時点で 23% の排出量を削減しなければならない。

部門別の排出構成比は、素材産業における低成長と省エネルギー、社会全体の電力化の進展、電力部門の石炭火力の増加などを反映して、産業部門が 2005 年には 88 年より 6 ポイント減少して 34% にまで低下するのに対し、電気事業が結果的には 5 ポイント増加して 31% まで上昇するであろう。このため、CO₂ 排出量の削減に対する電気事業の役割はますます大きくなると予想される。

【エネルギー高価格ケース】

表 7 部門別 CO₂ 排出量 (炭素換算百万トン)

	標準ケース			高価格ケース	
	1988 年 (実績)	2000 年	2005 年	2005 年	標準ケース との差
排 出 量					%
産 業 部 門	104.8	128.6	120.6	115.2	-4.5
業 務 部 門	18.2	25.3	28.5	27.7	-2.8
家 庭 部 門	20.7	25.9	27.5	26.6	-3.3
運 輸 部 門	51.6	65.2	71.6	70.8	-1.1
電 気 事 業	66.4	95.0	110.8	113.4	+2.3
合 計	261.7	339.9	359.0	353.8	-1.4
構 成 比	%	%	%	%	
産 業 部 門	40.0	37.8	33.6	32.6	
業 務 部 門	7.0	7.4	7.9	7.8	
家 庭 部 門	7.9	7.6	7.7	7.5	
運 輸 部 門	19.7	19.2	19.9	20.0	
電 気 事 業	25.4	27.9	30.9	32.1	

表 8 エネルギー高価格の影響
(最終消費部門, 2005年)

	需要	価格	弾性値
最終消費部門計	-2.32%	9.53%	0.24
産業部門	-3.33	10.37	0.32
業務部門	-1.76	8.09	0.22
家庭部門	-1.98	7.25	0.27
運輸部門	-1.10	10.21	0.11

エネルギー高価格ケースの予測結果は次の通りである。

エネルギー需要は、一次供給ベースで標準ケースと比べて 2005 年には 0.1 億 kl (1.6%) 減少する。GNP 原単位も 0.55 まで低下する(表 6, 図 7)。

最終消費ベースでは、2005 年における部門平均の価格上昇率が 9.5%、価格弾性値が 0.24 である(表 8)。部門全体の需要は 2.3% 減少するがこれを二つの要因でみると、部門別では、各部門のエネルギー価格の上昇率と価格弾性値の違いを反映して、エネルギー高価格の影響にバラツキがでる。とりわけ、価格上昇率が 10.4% と最も高く、価格弾性値も 0.32 と最も大きい産業部門のエネルギー需要が 3.3% 減

表 9 エネルギー高価格の影響
(エネルギー転換部門, 2005年)

	投入燃料価格	製品価格	弾性値
石油精製	23.58%	17.24%	0.73
コークス製造	8.69	6.29	0.72
都市ガス製造	24.73	5.73	0.23
電気事業	19.30	5.05	0.26

と最も減少する。運輸部門は産業部門と同様に価格上昇率が 10.2% と高いが、価格弾性値が 0.11 と低いため、需要の減少幅は 1.1% 減と各部門のなかでは最も小さい。

二次エネルギー価格の上昇幅は、各エネルギー転換部門の費用構造や投入価格の上昇率の大きさを反映して、石油製品が 17.2%、コークス 6.3%、都市ガス 5.7%、電力 5.1% となり、種別間で価格上昇率に違いがでる(表 9)。製品価格の投入燃料価格の変動に対する弾性値をみると、固定費のウエイトの高い都市ガスと電力が 0.2~0.3 であるのに対して、燃料費のウエイトの高い石油製品とコークスは 0.7 以上にも達している。

エネルギー源別の需要の変化は、これらの相

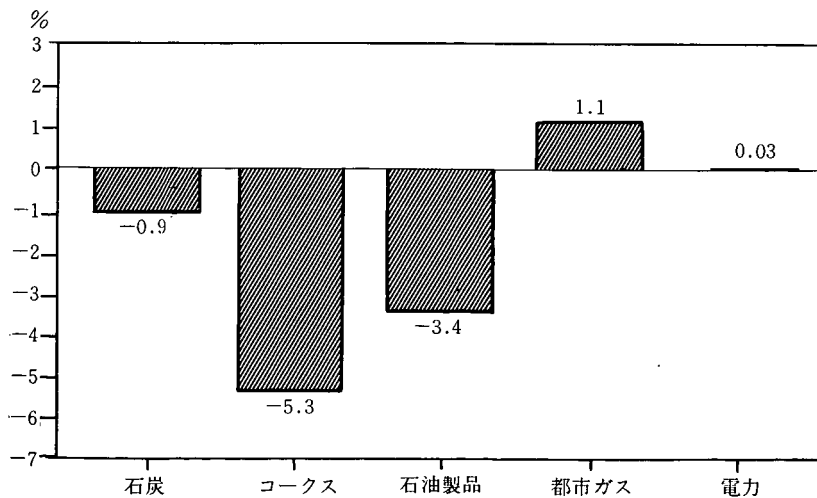


図 12 エネルギー源別需要の変化
(対標準ケース, 2005年)

対価格の変化とエネルギー間代替の容易さを反映し、コークス (5.3% 減)、石油製品 (3.4% 減) の減少が大きいのに対して、石炭は微減 (0.9% 減)、都市ガス (1.1% 増) と電力 (0.03% 増) ではむしろ増加する (図 12)。この結果、2005 年における電力化率 (一次ベース) は標準ケースを 0.9 ポイント上回る 46.4% となる (図 10)。

都市ガスは電力より価格上昇率が大きいにもかかわらず、電力より需要が増加するが、これは産業部門と業務部門において他のエネルギーから都市ガスへの転換分が多いこと、加えて、電力の大部分が他に代替の効かない照明・動力用に消費されており、電力が都市ガスほど増加しないためである。

CO₂ 排出量は、標準ケースと比べて、2000 年で炭素換算 0.74 億トン、2005 年で 0.61 億トン減少するが、経済全体の電力化が進み、また、石炭火力のウエイトも高まるなどのため、電気事業からの CO₂ 排出量は逆に 0.03 億トン増加し、排出シェアも 1 ポイント程度高ま

る。

原油価格の上昇は、環境問題からも電気事業の負担を重くするといえる。

5. 地域経済の構造変化

(1) 予測のポイント

大型景気の到来によって、各地域の経済成長率も嵩あげされ、数年前の円高不況下で構造調整に苦しんだ地域経済も難局を脱出したかに見える。しかし、その一方で経済の情報化・国際化が進展する中で、東京圏への経済活動の集中が進み、生産や所得の地域格差が拡がりつつある。このような現状のもとで、東京圏と地方圏の成長力格差による様々な歪みをいかに是正していくかという中長期的な課題が残されている。

- ・首都圏への一極集中はいつまで続くのか?
- ・地域間の跛行性はどうなるのか?
- ・人口の地域構造はどうなるのか?
- ・石油価格上昇の影響はどうか?

——などが「全国9地域モデル」での予測の

表 10 実質総生産額の推移

(兆円 カッコ内は年平均成長率%)

	1985	1990	1995	2000	2005	2000/1985	2005/1985
北海道	11.8 (0.66)	14.1 (3.69)	16.0 (2.48)	17.6 (1.90)	19.1 (1.63)	(2.69)	(2.42)
東北	25.2 (3.19)	31.2 (4.40)	39.5 (4.80)	49.2 (4.50)	61.3 (4.50)	(4.57)	(4.55)
関東	112.8 (5.26)	145.4 (5.21)	187.8 (5.25)	235.7 (4.65)	285.5 (3.92)	(5.04)	(4.76)
北陸	7.3 (2.77)	8.7 (3.36)	9.9 (2.79)	11.1 (2.22)	12.2 (1.85)	(2.79)	(2.55)
中部	44.5 (4.75)	52.9 (3.53)	64.0 (3.88)	76.0 (3.50)	88.1 (2.99)	(3.64)	(3.47)
関西	54.6 (3.13)	65.8 (3.81)	77.6 (3.36)	89.7 (2.94)	100.7 (2.34)	(3.37)	(3.11)
中国	18.6 (3.26)	22.4 (3.85)	36.4 (3.31)	30.3 (2.79)	34.5 (2.63)	(3.32)	(3.14)
四国	8.2 (1.80)	9.8 (3.60)	11.5 (3.11)	13.2 (2.80)	15.0 (2.69)	(3.17)	(3.05)
九州	29.0 (2.63)	34.0 (3.28)	39.8 (3.19)	46.1 (3.00)	54.0 (3.18)	(3.16)	(3.16)
全国計	311.9 (3.91)	384.4 (4.27)	472.5 (4.21)	568.8 (3.78)	670.3 (3.34)	(4.09)	(3.90)

ポイントである。

(2) 前提条件

日本経済全体の動向やエネルギー価格等に関する情報は、多部門モデルとエネルギー間競争モデルから受け取り、これらを前提条件として「全国9地域モデル」に与える。

(3) 予測結果

【標準ケース】

標準ケースの予測結果は次の通りである。

a. 生産額

実質総生産額の年平均成長率は、85～2005年間で関東が4.8%と最も高く、全国に占める総生産額のシェアも36%から43%にまで拡大する(表10)。次いで、東北が4.6%の成長で、シェアを1ポイント高める。他地域は軒なみシェアが低下する。つまり、予測期間内では関東への一極集中傾向が基本的には持続するといえる。

関東好調の背景には、第3次産業の群を抜く成長と、製造業および建設業の全国平均を上回る成長がある。これに対し、成長率が低い地域は2%台半ばの北海道と北陸、中位の3%程

度は関西から西の地域群、さらに3%台半ばに中部が位置する。

ところで、10年ごとに期間を区切って地域経済の成長をみると、東北および中部以西の地域と関東の成長率の格差は、90年代後半からは着実に縮む傾向にあり、東北ではむしろ関東を上回る成長となっている。このことは関東の独歩高の成長がいつまでも続かないことを示唆している。

b. 人口

人口増加率は85～2005年間で年率0.5%程度で、2005年には9地域の総人口は1億3,430万人となるが、純流入人口がプラスとなる地域は関東のみである。関東以外の地域間の経済格差の拡がりかほとんどないため、それらの地域間での人口移動は減少するが、関東との格差は拡大するため、関東への流入が続くという構図になっている。

関東では、85年の3,760万人が2005年では4,550万人にまで増加する。その内訳は自然増が440万人、社会増が350万人である。他の8地域は人口の純流出となるが、自然増が社会

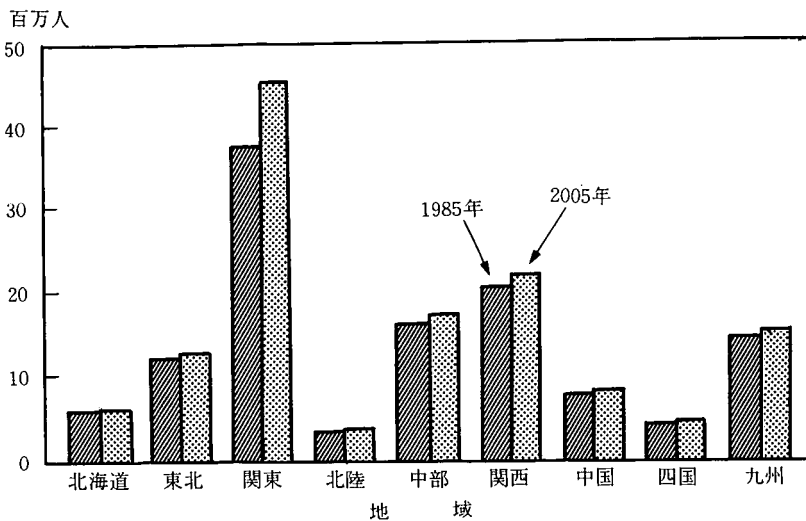


図13 人口水準の変化

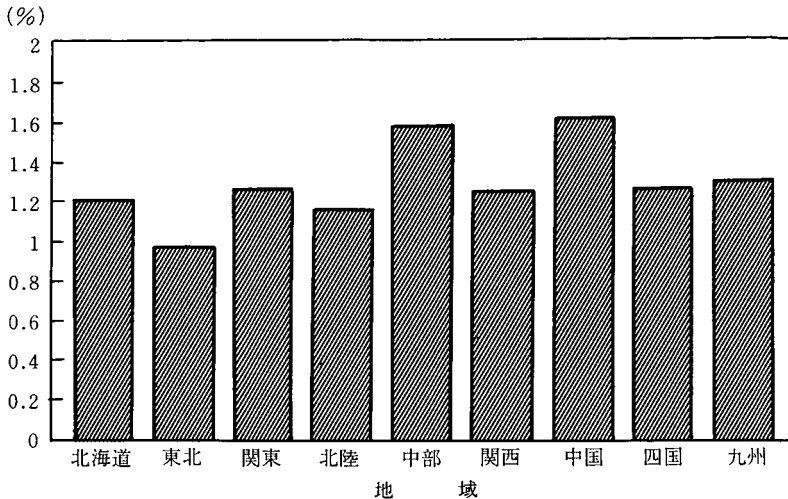


図 14 エネルギー高価格ケース
(地域別総生産減少率 2000年時点)

減を上回るため、2005年までに人口の水準が現在を下回る地域はない(図 13)。

【エネルギー高価格ケース】

エネルギー価格の上昇が地域に及ぼす影響を2000年時点で見ると、総生産額の減少率が最も大きいのは中国と中部であり約1.6%の減少となる。これは、中国では素材産業のシェアが減少傾向にあるとはいえなお高いこと、また中部では製造業全体のシェアが高いことなどのためである。東北への影響は比較的軽微で1%程度の減少にとどまる。他の地域はその中間に位置する(図 14)。

6. おわりに

当初が独自に開発した「中期経済予測システム」(FORECAST 21)を活用して、21世紀初

頭に至るエネルギー・経済展望を行った。今後は、経済社会の国際化の進展や、環境問題への対応強化など、内外情勢の変化に適切に応えるため、予測のフォローアップを行うとともに、各種のシミュレーション分析を行う予定である。

また、AI(人口知能)の活用や、内容の表示機能の充実など、システムの改良も行っていくきたい。

はっとり	つねあき
経済部	経営研究室
くまくら	おさむ
経済部	エネルギー研究室
さくらい	のりひさ
経済部	経営研究室
ながた	ゆたか
経済部	エネルギー研究室
おおかわら	とおる
経済部	社会環境研究室

5章 原子力発電の停止の影響に関する シミュレーション

矢島正之 熊倉修
櫻井紀久 永田豊
服部恒明

1. はじめに
2. 世界へのインパクト
3. 日本へのインパクト
- 3.1 エネルギー
- 3.2 日本経済
4. おわりに

1. はじめに

本章では、原子力発電の停止が石油、LNG、石炭などの一次エネルギー価格やわが国のエネルギー・経済動向に及ぼす影響を中期経済予測システムを用いて分析する。

シミュレーションは、OECD 7か国（日本、アメリカ、カナダ、フランス、西ドイツ、イタリア、イギリス）の原子力発電を停止する場合を想定し、停止の過程について次の2ケースを設定した。

- ① 原子力即時停止ケース：OECD 7か国の原子力発電を、1990年に半減、1991年に全廃する。
- ② 原子力段階的停止ケース：OECD 7か国の原子力発電を、1990年以降直線的に減少させていき、2000年には全廃する。

シミュレーションに用いるのは、世界エネルギーモデル、エネルギー間競合モデルそれに多部門モデルである。シミュレーションに際して

のこれらモデル間のインプット、アウトプットの関係は概略つぎの通りである。まず原子力発電の減少により、火力発電が増加し、化石燃料に対する需要が増加する。この結果、化石燃料の価格が上昇し（世界エネルギーモデル）、わが国の輸入化石燃料価格が上昇する。また、わが国においても原子力発電から火力発電へのシフトが生じるため、化石燃料輸入量は増大する。化石燃料価格の上昇と輸入量の増大はわが国経済にデフレ効果を及ぼすことになる（多部門モデル）。一方、化石燃料価格の上昇は二次エネルギー価格の相対的な変化を通じてわが国のエネルギー間競合に影響を与える（エネルギー間競合モデル）。

2. 世界へのインパクト

原子力発電停止の世界へのインパクトは、世界エネルギーモデルでは、図1に示すような過程を通して波及していく。原子力発電の廃止にともない、電力部門では、短期的には既存の火

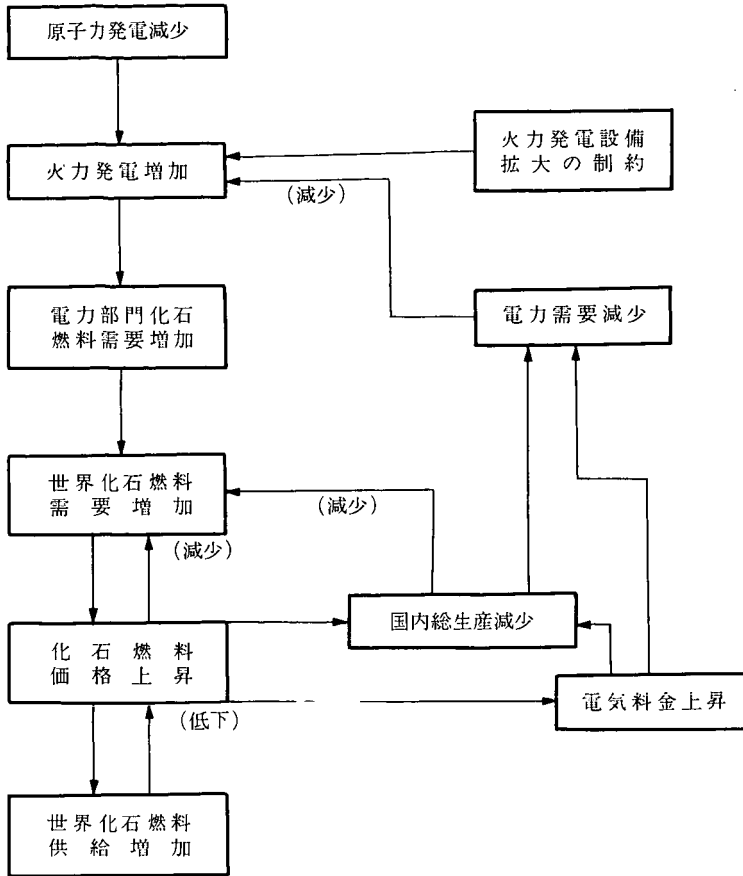


図1 原子力停止の世界エネルギー需給に及ぼす影響

力発電設備の設備利用率の上昇、長期的にはその増設によって発電量を増加させる。ただし、モデルでは各年の火力発電量の増加率に制約を課して、火力発電の増加に対する現実の制約を反映させている。また、火力発電増加分の燃料については、石油と天然ガスを2:1の比率で消費すると仮定した。現実にはOECD7か国の総発電量のうち41%が石炭、8%が石油、10%が天然ガスによって発電されているが、ここでは、地球温暖化対策として、今後石炭の消費が抑制される可能性があることを考慮し、燃料消費が石油と天然ガスに向かうものとした。

電力部門の化石燃料需要の増加は、世界の化石燃料需要を増加させ、化石燃料価格、さらに電力価格を上昇させる。また、化石燃料価格、電力価格の上昇は、経済成長にマイナスの効果を及ぼす。価格の上昇は、一方では国内総生産の減少とあいまって、エネルギーの需要を抑制するが、他方では、供給を増加させる効果をもつ。モデルでは、こうした過程を通して、化石燃料と電力について、需給を均衡させる価格が決定される。

図2は、原子力即時停止ケースと段階的停止ケースの2005年までの石油価格の動きを示したものである。この2つのケースを比較する

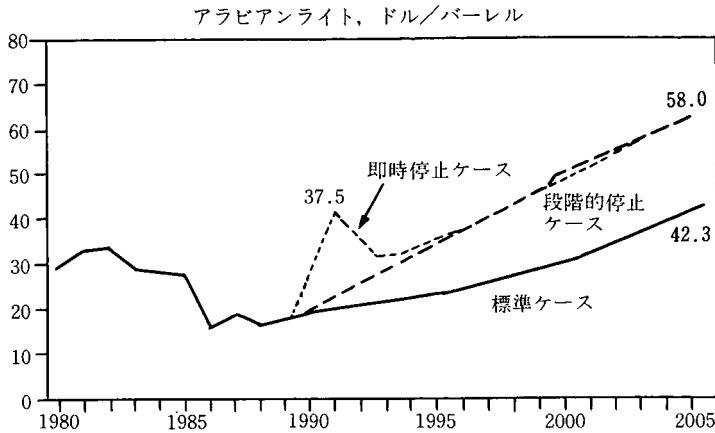


図 2 石油価格

と、長期的には同様の影響を及ぼすことがわかる。しかし、即時停止ケースにおいては、短期的には、すなわち原子力を減少させていく 1990～91 年とその後 2～3 年間は価格への影響は大きく、エネルギー価格、経済活動、エネルギー需給などは多大の影響を受けることになる。

以下では、原子力停止の短期的な影響について、即時停止ケースにより、また長期的影響を段階的停止ケースによって見ることにする。

即時停止ケースにおける石油価格の動向を見ると、1990 年には 31.3 ドル/バーレル、1991 年 37.5 ドルと急騰する（以下表 1 参照）。しかしその後は価格上昇にともなう需要抑制効果と増産効果とが現れて、1992 年には 29.1 ドルまで低下し、その後標準ケースを数ドル上まわる水準で推移する。

原子力発電を急減させるこのケースでは、原子力発電の減少を、火力発電によってすべてカバーすることができず供給力不足が生じ、OECD 7 か国の総発電量は前年の水準を下まわる。1990、1991 年とも原子力の減少分（1991 年には 1.5 兆 kWh、石油換算 3.7 億トン）のうちほぼ 2/3 が火力発電によってカバーされる

が、残りの 1/3 の分の供給力の減少がもたらされる。この結果、OECD 7 か国の総発電量は、標準ケースに比べて 1990 年には 5.4%、1991 年には 9.2% 減少する。また、1992 年には電力価格の急騰による電力需要の抑制効果が大きく現れ、総発電量は標準ケースに比べて 9.7% 減少することになる。しかしその後は電力需要は回復し、標準ケースとほぼ同じ伸び率で増加していく。OECD 7 か国の国内総生産への影響は、1991 年に最も大きくなり、標準ケースの水準を 1.2% 下まわる。しかし、その後は成長率は標準ケースの水準に回復し、各年標準ケースを 1% 下まわる水準で推移する。

自由世界の石油需要への影響をみると、1991、92 年には標準ケースを 7.3% 上まわるが、その後は高価格による需要抑制効果が現れ、標準ケースからの乖離は縮小していく。

次に原子力段階的停止ケースにより、長期的な影響を見よう（表 2）。このケースでは、原子力発電停止の影響は、2005 年まで徐々に大きくなっていき、石油価格は 1995 年には、標準ケースを 7 ドル上まわる 29.4 ドルにとどまるが、2005 年には、標準ケースを 16 ドル上ま

表 1 標準ケースと原子力即時停止ケースとの比較

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
標準ケース						
石油価格 ドル/バーレル	16.7	18.5	19.5	20.5	21.2	22.0
石炭価格 ドル/トン	40.8	43.1	45.5	47.7	49.0	50.8
OECD7 各国						
総発電量 10 億 kWh	5,080.3	5,209.7	5,312.6	5,409.1	5,497.1	5,599.4
原子力発電量	1,269.0	1,353.9	1,388.2	1,422.0	1,456.3	1,490.3
国内総生産 10 億ドル	8,698.2	8,921.8	9,146.7	9,377.0	9,615.9	9,861.4
自由世界化石燃料需要量						
石油 百万 toe	2,314.9	2,328.5	2,356.1	2,383.5	2,415.6	2,448.2
石炭	1,089.6	1,110.6	1,094.7	1,113.0	1,130.1	1,147.9
天然ガス	1,037.5	1,032.9	1,044.7	1,056.6	1,072.6	1,089.1
計	4,442.0	4,471.9	4,495.5	4,553.1	4,618.3	4,685.2
原子力即時停止ケース						
石油価格 ドル/バーレル	16.7 (0.0)	31.3 (69.2)	37.5 (92.3)	29.1 (42.0)	28.7 (35.4)	29.8 (35.5)
石炭価格 ドル/トン	40.8 (0.0)	51.7 (20.0)	61.8 (35.8)	50.6 (6.1)	52.2 (6.5)	55.4 (9.1)
OECD7 各国						
総発電量 10 億 kWh	5,080.3 (0.0)	4,930.0 (5.4)	4,826.0 (-9.2)	4,886.6 (-9.7)	5,131.1 (-6.7)	5,251.7 (-6.2)
原子力発電量	1,269.0 (0.0)	634.7 (-53.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
国内総生産 10 億ドル	8,698.2 (0.0)	8,861.7 (-0.7)	9,037.1 (-1.2)	9,278.7 (-1.0)	9,533.1 (-0.9)	9,782.0 (-0.8)
自由世界化石燃料需要量						
石油 百万 toe	2,314.0 (0.0)	2,409.8 (3.5)	2,528.9 (7.3)	2,558.4 (7.3)	2,577.4 (6.7)	2,577.0 (5.3)
石炭	1,089.6 (0.0)	1,036.6 (0.4)	1,111.2 (1.5)	1,114.3 (0.1)	1,129.9 (0.0)	1,148.4 (0.0)
天然ガス	1,037.5 (0.0)	1,036.6 (0.4)	1,094.0 (4.7)	1,138.0 (7.7)	1,153.0 (7.5)	1,160.6 (6.6)
計	4,442.0 (0.0)	4,564.2 (2.1)	4,734.1 (5.3)	4,810.7 (5.7)	4,860.4 (5.2)	4,886.1 (4.3)

注) () 内は対標準ケース比(%)

表 2 原子力段階的停止と標準ケースとの比較 (2005 年)

	標準ケース	原子力即時停止ケース 標準ケースとの差	
石油価格 ドル/バーレル	42.3	58.0	+15.7 (37.1)
石炭価格 ドル/トン	85.4	94.7	+9.3 (10.9)
自由世界化石燃料需要量			
石油 百万 toe	2,749	2,945	+196 (7.1)
石炭	1,433	1,437	+4 (0.3)
天然ガス	1,270	1,355	+85 (6.7)
計	5,452	5,737	+285 (5.2)
うち発展途上国	1,292	1,267	-25 (-1.9)
OECD7 各国			
総発電量 10 億 kWh	6,792	6,157	-635 (-9.3)
原子力発電量	1,951	0	-1,951 (-)
国内総生産 10 億ドル	12,946	12,822	-124 (-1.0)

注) () 内は対標準ケース(%)

わる 58 ドルとなる。OECD 7 か国の総発電電力量は、標準ケースの年率 1.8% の伸びが 1.2% に低下し、2005 年には標準ケースを 9% 下まわる 6.2 兆 kWh となる。自由世界の石油需要量も同様に、次第に標準ケースとの差をひろげ、2005 年には標準ケースを 7% 上まわる 29.5 億 toe になる。また、7 か国の国内総生産は、2005 年には標準ケースを 1.0% (1.2 千億ドル) 下まわる。

3. 日本へのインパクト

3.1 エネルギー

つぎに、原子力停止のわが国のエネルギー需給と価格に及ぼす影響をエネルギー間競争モデルを用いて見ることにする。図 3 に示すように、世界エネルギーモデルからインプットされる一次エネルギーの国際価格上昇は、その国内価格上昇、二次エネルギー価格上昇と波及していく。電力価格は原子力から火力発電へのシフトによる新設火力の建設や高騰した化石燃料への代替によって上昇する。二次エネルギー価格の上昇は多部門モデルにインプットされ部門別生産の減少をもたらす。この結果、価格、生産両面から部門別エネルギー需要は減少する。部門別エネルギー需要の減少は、二次エネルギー

価格の相対的な変化を通じて、需要種別エネルギー消費の変化をもたらすことになる。このようにして減少した二次エネルギーの需要は価格の上昇を抑制する方向に作用する。

一次エネルギー供給についてみると、標準ケースからの減少率は 2000 年で 3.7%、2005 年で 4.3% である (図 4)。短期的に即時停止ケースの方が影響が大きい、2000 年以降は両ケースともほぼ等しくなる。

2005 年時点の二次エネルギー価格は標準ケースに比べ、石油製品、コークス、都市ガス、電力の順でそれぞれ 15.5、11.4、14.5、25.9% 高となり、電力価格の上昇率が最も大きい。これは現在稼働中の原子力発電所の大部分が未償却であり、段階的に停止した場合でも償却されないまま停止される設備が存在することと、その代替電源として火力発電所の建設を追加し高騰した燃料を使用することの影響による。

電力需要は 2005 年において標準ケースより 6.6% 減 (自家発を含む) となり、電力価格の高騰を反映し最終消費全体の 4.2% 減より減少幅は大きくなる (図 5)。内訳では電気事業が 6.5%、自家発が 7.6% の減少で全体としては自家発のシェアが低下するが、これは業務・家庭部門など自家発との競合がない部門での減少

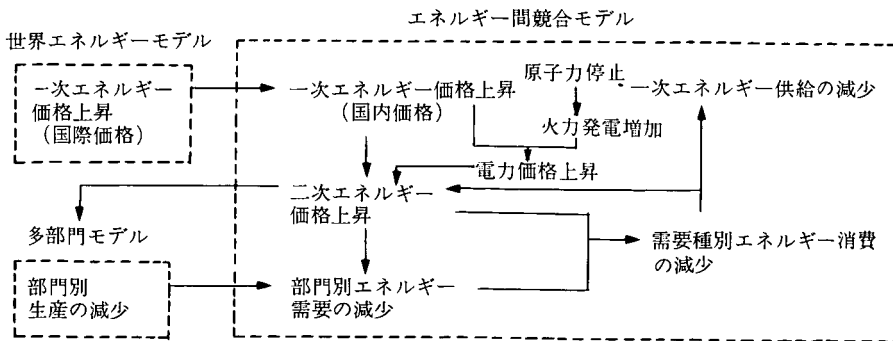


図 3 原子力停止のエネルギー間競争に及ぼす影響

(原油換算百万kl)

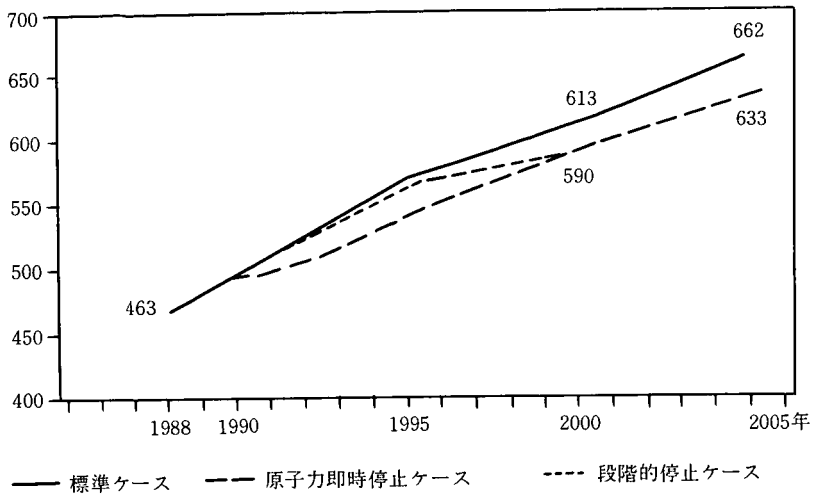


図4 一次エネルギー供給

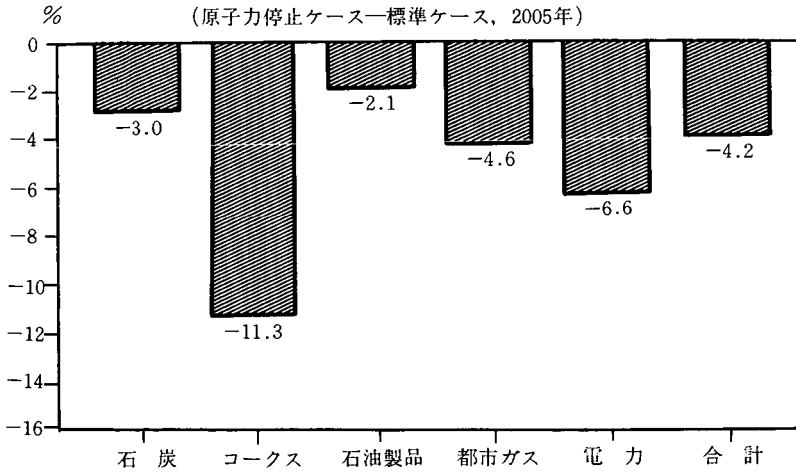


図5 最終エネルギー消費の変化

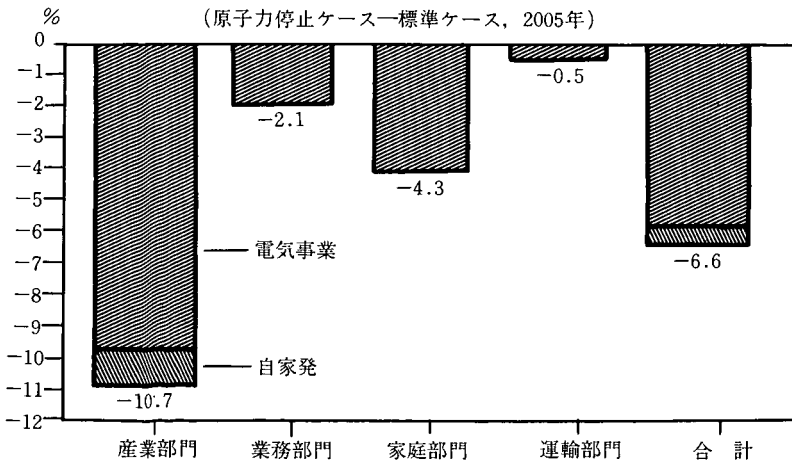


図6 部門別電力需要の変化

幅が相対的に小さいことによる（図6）。産業部門では電力需要合計が10.7%減となるのに対し、電気事業向けの需要は11.1%減となり、標準ケースと比べて自家発のシェアの低下は若干回復する。業務部門では量的にはわずかであるが他のエネルギーと競合する用途でのシェアの減少がいっそう進み、家庭部門においては標準ケースでシェアを維持していた給湯用などで他のエネルギーにシェアを奪われてしまう。

注目すべきは、環境への負荷の増加である。CO₂ 排出量は2005年時点で炭素換算4.09億トンで、標準ケースから14%、1988年実績から50%以上の増加となる。電気事業が排出するCO₂の増加は著しく、2005年で標準ケースの46%増となり、全体に占めるシェアは40%に達する。

3.2 日本経済

最後に、原子力発電の停止が日本経済に及ぼす影響を多部門モデルでシミュレーションしてみよう。

原子力発電停止による日本経済への波及の経路は図7に示されている。まず、価格面の影響として、原子力発電の停止は火力発電へのシフトをもたらす、世界の化石燃料市場の需給は逼

迫するため、エネルギー価格は上昇する（世界エネルギーモデルよりインプットされる）。数量面では、原子力から石油・天然ガスへの燃料シフトに伴い、わが国への化石燃料輸入量が増加する（エネルギー間競合モデルとの連動シミュレーションにより求まる）。また、他の影響として、エネルギー価格上昇による世界的なスタグフレーション傾向、電気料金の上昇、経常収支の悪化等による円レート下落なども生じ、これらの影響も考慮に入れシミュレーションする。

計算結果の要約は表3に示す通りである。以下では、即時停止ケースで原子力停止の短期的影響を分析し、段階的停止ケースではその長期的影響をみることにする。

まず、即時停止ケースであるが、物価への影響をみると、エネルギー価格の急騰や円レートの減価により、1年目の1990年に卸売物価は標準ケースと比べて3.2%、消費者物価は同1.2%上昇、2年目にはそれぞれ3.3%、1.7%と上昇し、インフレが一挙に加速する。また、化石燃料輸入額は、名目ベースで1990年3.9兆円、1991年には5.7兆円に膨れ上がる。

実質GNPは、こうした輸入インフレの発

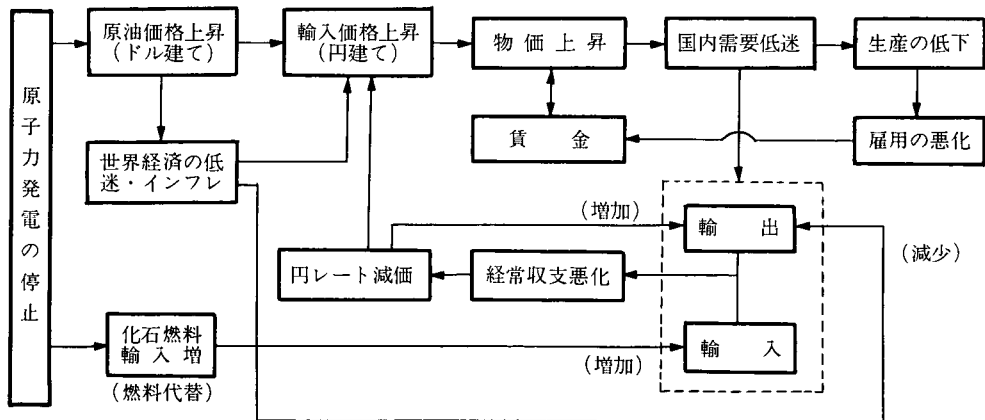


図7 原子力停止のマクロ経済への影響

表 3 原子力発電停止の経済的影響 (%)

年	即時停止ケース			段階的停止ケース	
	1990	1991	1992	1995	2005
実質 GNP	-0.9	-1.5	-1.7	-0.5	-1.0
民間消費	-0.5	-1.2	-1.4	-0.8	-1.9
民間住宅	-1.1	-2.4	-2.7	-1.4	-2.4
民間設備	-0.5	-1.2	-1.7	-0.5	-1.2
輸出入	-0.2	-2.0	-4.1	1.6	3.0
	0.9	-2.1	-4.3	-0.3	-1.3
経常収支	-523	-678	-366	-347	-839
卸売物価	3.1	6.4	6.0	3.2	7.0
消費者物価	1.1	2.8	3.4	2.0	4.6
実質国内生産	-1.0	-1.6	-1.8	-0.6	-1.2
素材	-2.4	-2.4	-2.6	-1.3	-1.7
機械	-0.7	-1.7	-2.5	0.0	-0.3
サービス	-0.8	-1.3	-1.5	-0.6	-1.3
エネルギー輸入増加 (実質, 兆円)	0.91	1.36	1.36	1.67	3.11

注) 経常収支(億ドル)は標準ケースに対する差, その他は乖離率。

生や海外への所得移転の急増, さらに世界的な不況による輸出の減少によって大きく下落し, 標準ケース比で 1990 年に 0.9% 減少, 1992 年には 1.7% 減と減少幅が累積し, 4 年目の 1994 年には最大 9.4 兆円, 2.2% 減になる。これを成長率でみると, 1 年目に最大 0.9% 下落, 2 年目に 0.6%, 3 年目には 0.3% と減少幅が縮小するが, 1989~94 年間では年平均 0.5% 成長率が下がることになる。内需では, 住宅投資や民間設備投資の減少幅が大きい。

経常収支は, エネルギーの輸入金額の増加等による名目輸入の増加と世界的な不況の影響を受けた輸出の減少とによって黒字は急激に減少に向かい, 1990 年は標準ケース比で約 520 億ドルも急減し, 6 年目の 1995 年には赤字に転化する。

産業別の生産では, エネルギー集約度が高い素材産業が最も減少幅が大きい。標準ケース比では, 1 年目は素材が 2.4% 減, 機械が 0.7% 減であるが, 4 年目には素材が 2.6% 減, 機

械が 2.5% と減少幅が増す。

つぎに, 段階的停止ケースにより, 長期的影響をみることにする。これまでに述べた短期的分析と比べて, 長期において大きく異なるのは輸出の動きである。輸出は, 短期では標準ケース比で 1990 年には 0.2% 減, 1992 年には最大 4.1% 減少し, 景気の低下要因になるが, 長期では円安による拡張効果により, 2005 年では標準ケース比で 3.0% の増加となり, 国内の景気下落を緩和する。その結果, 実質 GNP は 2005 年では標準ケース比で 6.3 兆円, 約 1.0% の減少, 成長率でも 1989~2005 年間で 0.05 ポイントの低下にとどまる。一方, 内需は, 2005 年で合計 12 兆円, 1.9% 減少するが, そのうち民間消費, 住宅投資の減少幅が大きい。輸入は名目ベースでは大幅増となるものの内需の低下に伴って実質では 1.3% 減少する。

物価は, 2005 年に卸売物価が 7.0%, 消費者物価で 4.6% 上昇しインフレ傾向が続く。1989~2005 年間でみると, 消費者物価上昇率

は2.7% となり標準ケースに比べて0.3ポイントの上昇。また、経常収支はエネルギー輸入の増加で名目ベースの輸入が著しく増加するため黒字は大幅に減少し、1990年代末には赤字となる。

産業別生産では、素材産業の減少が大きく、2005年で1.7%、機械工業では輸出増が内需低下を補うため減少幅は小さく、0.3%の減少にとどまる。

4. おわりに

これまでに、原子力発電の停止が世界の一次エネルギー需給やわが国のエネルギー・経済動向に及ぼす影響を見てきた。即時停止ケースと

段階的停止ケースとではその影響は長期的には似たようなものとなるが、短期的には大きく異なることがわかった。

即時停止ケースにおける短期的な影響を1991年で見ると、原油価格は標準ケースの19.5ドル/バレルから37.5ドル/バレルにまで急騰、わが国の卸売物価も標準ケースと比べて3.3%急伸する。実質GNPは標準ケース比で1.5%減少し、5兆円規模での国民経済的な損失を蒙ることになる。これらのことから、原子発電停止の世界および日本のエネルギー需給や日本のマクロ経済に及ぼすインパクトは非常に大きいと言えるだろう。

やじま	まさゆき
経済部	経営研究室
くまくら	おさむ
経済部	エネルギー研究室
さくらい	のりひさ
経済部	経営研究室
ながた	ゆたか
経済部	エネルギー研究室
はっとり	つねあき
経済部	経営研究室

6章 CO₂ 発生量抑制ケース

山 地 憲 治 永 田 豊
櫻 井 紀 久 服 部 恒 明

- 1. CO₂ 発生量規制の動き
- 2. CO₂ 発生量と経済成長
 - 2.1 基本式
 - 2.2 CO₂ 発生量を一定にする条件
- 3. CO₂ 課徴金の効果とコスト
 - 3.1 標準ケース予測における CO₂ 発生量
 - 3.2 CO₂ 課徴金の導入とその効果
 - 3.3 CO₂ 課徴金の国民経済へのインパクト
- 4. おわりに
- 参考文献

1. CO₂ 発生量規制の動き

地球温暖化をもたらす温室効果ガスは種々あるが、中でも CO₂ は全効果の約半分を分担する主犯であるとされている。産業革命以来大気中の CO₂ 濃度が増加し続けていることは事実であり、森林破壊からの発生量や海洋の吸収能力など不明な点が多いものの、大気中 CO₂ 濃度増加の主たる原因は化石燃料の燃焼であろうとされている。

2005年までに20%削減するという提言をした1988年6月のトロント会議以来、国際政治動向はCO₂発生量規制へ向けて急速に動き始めている。1989年11月には、遅くとも2000年までに先進国のCO₂発生量を凍結することをうたったノルトヴェイク宣言が出された。CO₂抑制を地球全体として実現するために、種々の技術的対策に加えて、啓蒙・教育、技術移転、資金援助、法的措置、経済的措置など様々な制度的方策が真剣に検討されている。

ここでは、CO₂ 課徴金という経済措置によってわが国のCO₂ 発生量を抑制する方策について、中期経済予測システムを用いて、その効果と国民経済的成本を試算した結果を報告する。

2. CO₂ 発生量と経済成長

2.1 基本式

CO₂ 発生量と経済成長を結び付ける次のような簡単な関係式を考える¹⁾。

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= (\text{CO}_2 / \text{エネルギー}) \\ &\quad \times (\text{エネルギー} / \text{GNP}) \times \text{GNP} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 $X = \text{CO}_2 / \text{エネルギー}$ 、 $Y = \text{エネルギー} / \text{GNP}$ とすると、 X はエネルギー供給の炭素依存性つまりエネルギー源転換の効果、 Y はエネルギーの利用効率つまり省エネルギーの指標となる。(1)式から次式が得られる。

1) ここでは、化石燃料の燃焼によるCO₂発生のみを考慮している。

$$d(\text{CO}_2)/\text{CO}_2 = dX/X + dY/Y + d(\text{GNP})/\text{GNP} \quad (2)$$

これらの式によって、エネルギーの効率改善と脱炭素化を媒介として、CO₂発生量と経済成長の関係を描くことができる。

表1は1973年と1986年の統計値から、(1)、(2)式の各項を算定した結果である。表1は1973年の第一次石油危機後、先進国において目覚ましい省エネルギーと脱炭素化が実現されたことを示している。しかし同時に、エネルギーの利用効率、炭素依存度とも各国間のバラツキは大きく、多くの発展途上国では石油危機後もエネルギー効率は低下していること、計画経済圏のエネルギー効率の悪さ、ポーランド、中国、東独など石炭資源国ではエネルギーの炭素依存度は高い値のまま止まっていること

も示されている。

2.2 CO₂発生量を一定にする条件

茅ら⁽¹⁾は、エネルギー利用効率Yの改善率と炭素依存度Xの低減率について、グローバルなスケールで長期的に実現可能な値を各々、 $dY/Y = -1.0\%/年$ 、 $dX/X = -1.0\%/年$ ²⁾と設定して議論を展開している。この仮定のもとでは、例えば、年率3%の世界経済の成長を行うと、(2)式からCO₂発生量は年率1.0%で増加することになる。

このような成長率の組合せが標準予測として成立するとして、次にCO₂発生量を一定量に保つための条件を考える。(2)式から明らかに

2) dX/X については、 $-0.4\%/年$ の場合についても検討されている。

表1 主要国のCO₂/エネルギー/GDP特性

		式(1)の特性値 (1986/1973年)				式(2)の特性値 (%/年)			
		CO ₂ 発生量 (10 ⁶ t-C)	X= CO ₂ /エネルギー (t-C/TOE)	Y= エネルギー/GDP (TOE/10 ⁹ \$)	GDP (10 ⁹ \$ (1980))	d(CO ₂)/CO ₂	dX/X	dY/Y	d(GDP)/GDP
OECD諸国	米	1243/1256	0.691/0.714	0.571/0.757	3151/2324	-0.08	-0.25	-2.15	2.37
	カナダ	110.1/101.2	0.470/0.566	0.755/0.876	309.9/204.1	0.65	-1.42	-1.14	3.26
	オーストラリア	59.20/46.43	0.763/0.780	0.604/0.652	128.5/91.32	1.89	-0.17	-0.59	2.66
	英	155.2/180.3	0.752/0.817	0.340/0.441	607.5/501.2	-1.15	-0.64	-1.98	1.49
	西独	196.2/217.5	0.725/0.817	0.306/0.380	885.1/699.9	-0.79	-0.91	-1.65	1.82
	仏	104.0/135.6	0.518/0.755	0.275/0.324	730.0/554.0	-2.02	-2.86	-1.25	2.14
	スウェーデン	17.31/24.29	0.313/0.514	0.403/0.431	137.3/109.8	-2.57	-3.74	-0.52	1.73
	日本	256.1/266.3	0.693/0.786	0.281/0.413	1314/819.8	-0.30	-0.96	-2.92	3.70
発展途上国	韓国	47.04/18.87	0.781/0.860	0.651/0.636	92.53/34.48	7.28	-0.74	0.18	7.89
	インド	122.3/59.12	0.829/0.829	0.626/0.539	235.8/132.4	5.75	0.00	1.16	4.54
	メキシコ	72.10/33.45	0.719/0.707	0.516/0.393	194.4/120.5	6.09	0.13	2.12	3.75
	ナイジェリア	9.656/2.539	0.710/0.699	0.626/0.175	21.72/20.75	10.82	0.12	10.30	0.35
計画経済圏	中国	518.2/248.6	0.913/0.920	1.364/1.642	416.3/164.7	5.81	-0.06	-1.42	7.39
	ソ連	938.0/673.9	0.709/0.787	1.328/—	995.6/—	2.58	-0.80	—	—
	東独	87.68/71.36	0.893/0.940	0.696/—	140.9/—	1.60	-0.39	—	—
	ポーランド	120.7/86.44	0.933/0.943	0.737/—	175.5/—	2.60	-0.08	—	—

データ出所:

エネルギーは、OECD諸国はIEA/OECD "Energy Balances", その他はIEA/OECD(1989) "World Energy Statistics and Balances".

CO₂は上記エネルギーデータから、石油0.807、石炭0.996、ガス0.574 (t-C/TOE)のCO₂発生原単位を用いて算定。

GDPは、IMF "International Financial Statistics"より、各国通貨による1980年価格の実質GDP(但し、米、西独はGDPをGNPデフレーターで補正、また中国は1980年価格のNational Income)を、1980年の交換率で米ドルに変換。但し、計画経済圏の1986年の値はCIA推計(共同通信社「世界年鑑」(1989))による。

$$dX/X + dY/Y + d(\text{GNP})/\text{GNP} = 0 \quad (3)$$

がその条件であるが、(3)式を満足する解はこのままでは一意には決まらない。標準予測で仮定した dX/X , dY/Y の値が絶対変更できないものであれば³⁾、GNP の成長率は2%/年に低下せざるを得ないが、経済成長を損なうことなくエネルギー効率の改善率を2%/年にすることができるなら年率3%の経済成長を維持することも可能となる。一般には、X, Y, GNP を独立に変化させることはできない。以下、中期経済予測システムによって X, Y, GNP の関連を考慮して解析した結果を紹介する。

3. CO₂ 課徴金の効果とコスト

3.1 標準ケース予測における CO₂ 発生量

1989年11月に発表された電力中央研究所のエネルギー・経済の中期展望⁽²⁾によれば、1988年から2005年まで、わが国のGNPと一次エネルギー所要量は各々平均伸率、3.7%/年、2.1%/年で増大し、2005年の実質GNPは約610兆円(1980年価格)、一次エネルギーも約610百万TOE(石油換算トン)に達する。このとき、CO₂発生量は図1に示すように、

1988年の288百万トン(炭素重量、以下CO₂は炭素重量で量る)から約34%増大して2005年には385百万トンになる。なお、この算定に当たって、各種燃料からのCO₂発生原単位は表2の値を用いた。

表2 各種燃料からのCO₂発生原単位

燃 料		発生原単位 (kg-C/Gcal)
固 体	石 炭	100
	コ ー ク ス	120
液 体	石 油 ^{*)}	80
	L P G	70
気 体	天 然 ガ ス	57
	高 炉 ガ ス	300
	コークス炉ガス	56
	製油所ガス	62

*) ナフサはすべて化学原料用に使用されると仮定してCO₂発生量の計算から除外した。

3.2 CO₂ 課徴金の導入とその効果

2005年のCO₂発生量を1988年と同水準に抑制することを目的として、CO₂課徴金を導入する。CO₂抑制効果を維持するために、課

3) dY/Y については、数10年以上の長期的な統計の評価によって、技術進歩の長期トレンドとして一定の値を持つとする見解がある。 dX/X については原子力開発などの政策によって大きく変わりうる。文献(1)の設定もこの様な見解に基づいている。

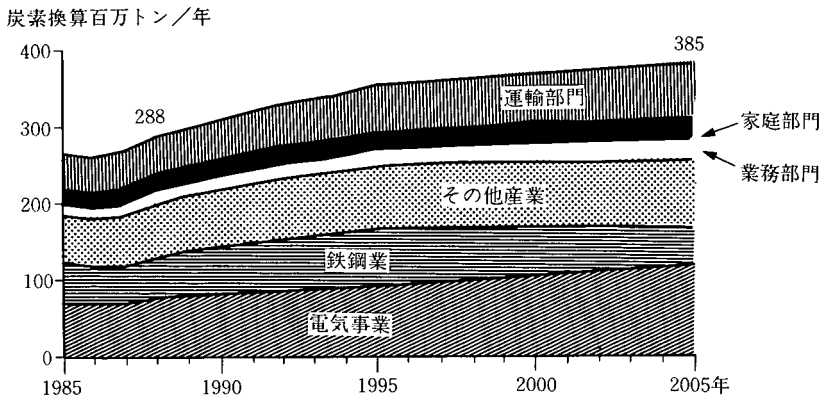
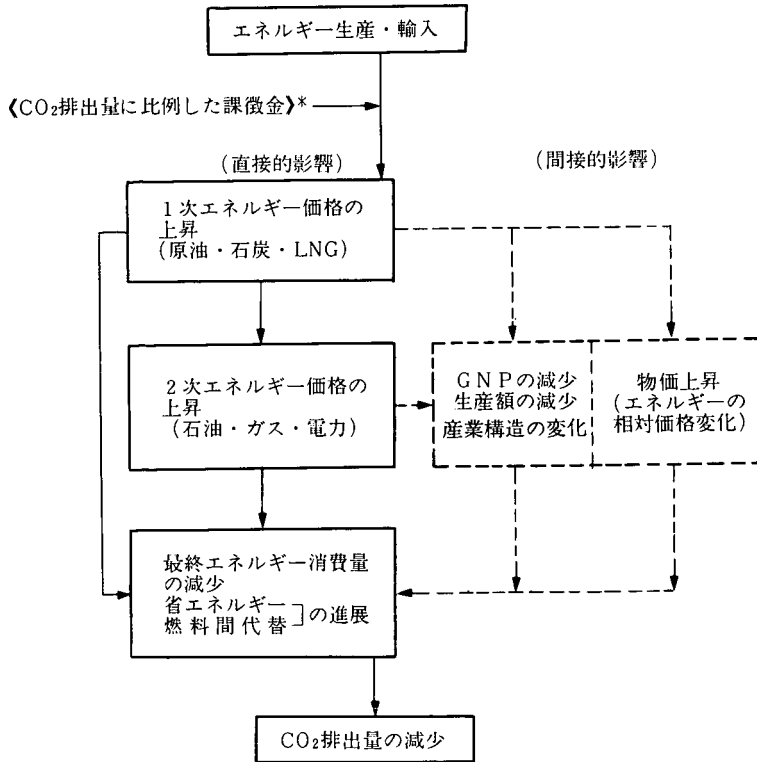


図1 標準ケース予測におけるCO₂発生量



＊1990年にCO₂排出量1トン(炭素換算)につき
4,000円の課徴金を導入し、これを2005年まで
毎年4,000円ずつ上昇させる。なお、課徴金収
入は日本経済に還流しないと仮定する。

図2 CO₂ 課徴金の影響

徴金の導入の仕方は、1990年に導入を開始し、その後課徴金の水準を漸次増大するものとした。図2に示すように、課徴金は一次エネルギー源に対してそのCO₂排出量に比例して課すこととした。

同図に示されているように、課徴金導入の効果は直接的影響と間接的影響に大別される。直接的影響は、課徴金の導入によるエネルギー価格の上昇に伴う、省エネルギーの促進効果とCO₂発生量の大きい石炭などから天然ガスや原子力などCO₂発生が少ないか全く出さないエネルギーへの代替効果によってもたらされ

る。間接的影響には、エネルギー価格の上昇に伴う生産の減少と、一般の物価上昇によってエネルギー価格の上昇が相対的に緩和される効果という相反する2面がある。エネルギー間競争モデルと中期多部門モデルを連動させたシミュレーション解析⁴⁾によって、これら直接および間接的影響が評価される。

4) 直接的影響はエネルギー間競争モデルで、間接的影響は中期多部門モデルで分析する。両者のインターフェイスは、標準ケースの経済活動条件の下で、まずエネルギー間競争モデルにより課徴金による2次エネルギー価格の変化を算定して中期多部門モデルにインプットし、次にそこから得られた経済活動条件の変化をエネルギー間競争モデルにフィードバックするという方法をとった。

導入する課徴金の水準について幾つかのシミュレーション実験を行った結果、2005年のCO₂発生量を1988年水準に維持するためには、1990年にCO₂排出量1トン（炭素換算）につき4,000円の課徴金を導入し、これを2005年まで毎年4,000円ずつ上昇させればよいことがわかった。この課徴金の加算によって、円建ての輸入原油価格は図3のように、2005年

において課徴金なしの場合に比較して3倍近くまで上昇することになる。そして、2005年のCO₂発生量は図4のように約290百万トンとほぼ1988年の水準に抑制される。

CO₂課徴金の効果を、前節で述べたエネルギーの炭素依存度Xと効率YおよびGNPの相互関連の点から整理すると図5を得る。つまり、標準ケースの予測では、1988年から2005

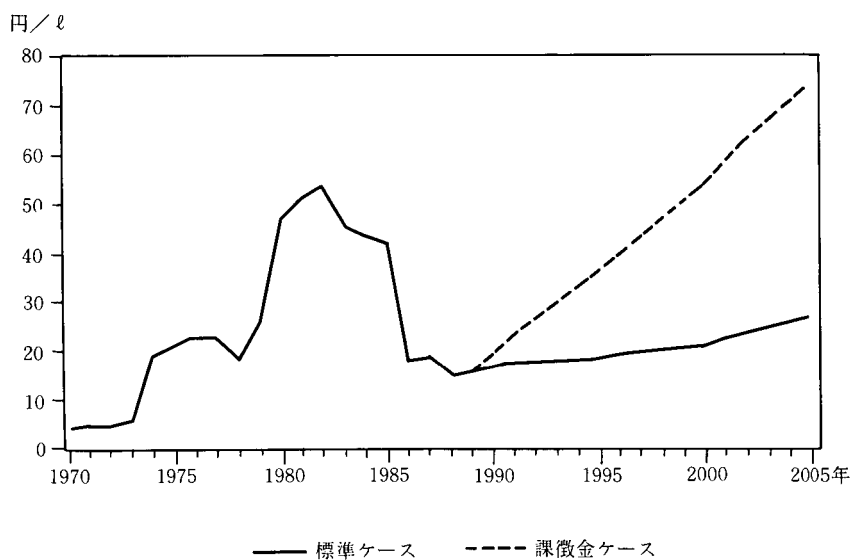


図3 原油輸入CIF価格(名目)

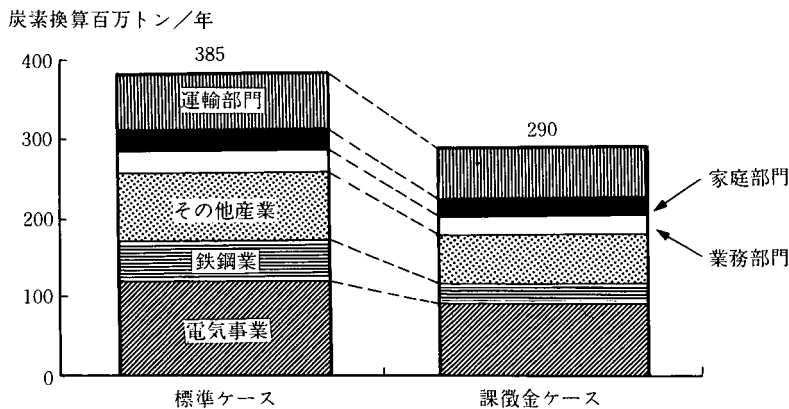


図4 2005年のCO₂発生量

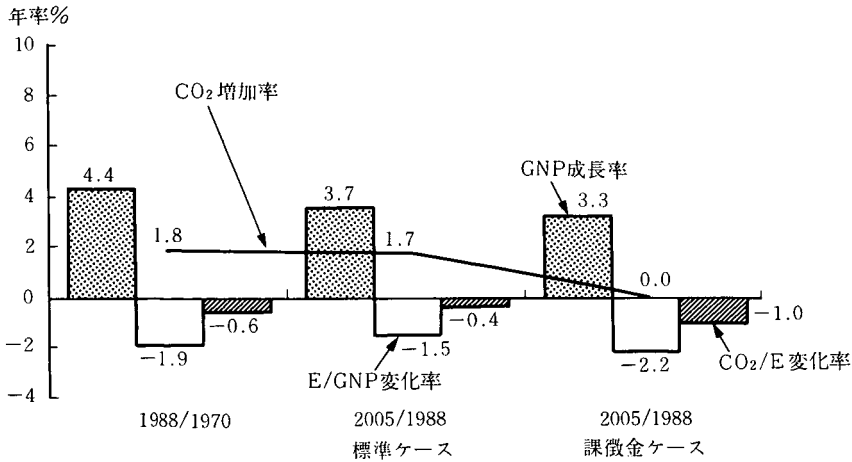


図 5 エネルギーおよび経済の主要指標 (1970~2005 年)

年の間のこれら 3 指標の変化率が, GNP : 3.7%/年, dX/X : -0.4%/年, dY/Y : -1.5%/年であり, その結果, CO₂ 発生量は年率 1.7% で増大したのであるが, CO₂ 課徴金の導入により, エネルギーの脱炭素化と効率化は各々, dX/X : -1.0%/年, dY/Y : -2.2%/年と, 石油危機を挟む 1970 年~1988 年の実績を上回る速度で進展し, GNP 成長率は 0.4%/年マイナスの 3.3%/年となって, CO₂ 発生量が一定化されている。

なお, 今回のシミュレーション解析では課徴金収入はわが国経済に還流しないと仮定している。つまり, 輸入エネルギー価格の値上がりと同様に, 今回の課徴金シミュレーションによるエネルギー価格の上昇は, 相対価格の上昇によって当該エネルギーの節約をもたらすのみならず, 値上がり相当分だけ日本経済から購買力を奪って経済活動の水準を直接的に縮小させている。課徴金による輸入エネルギー価格の上昇分は, 今回のシミュレーションでは海外に流出するとしているが, これを政府収入として計上する場合の効果をまず検討する必要がある。ま

た, 課徴金収入をどのように活用するかは, 所得税などの減税によって相殺する場合を含めて, 省エネルギー機器の導入促進のための補助金等の具体的な政策の選択にかかわることであり, 今後検討すべき重要課題である。

3.3 CO₂ 課徴金の国民経済へのインパクト

前述のように, 課徴金を導入して CO₂ 発生量を一定化させることにより, 実質 GNP の成長率は 0.4%/年低下する。この GNP 成長率の低下は小さいように感じられるかも知れないが, 表 3 に示すように, 2005 年の実質 GNP を, 36 兆円 (1980 年価格), 6% も減少させ

表 3 CO₂ 発生量一定化方策としての課徴金のコスト

A) GNP 成長率 (2005/1988)	: 年率 0.4% 減
B) 2005 年の実質* GNP	: 36 兆円減 (6% 減)
C) 1988~2005 年の累積 実質* GNP	: 320 兆円減
D) 課徴金の累積収入 (WPI で実質化*)	: 110 兆円
E) 2005 年の CO ₂ 削減量	: 9500 万トンC
F) 1988~2005 年の累積 CO ₂ 削減量	: 9 億 3000 万トンC
G) CO ₂ 削減単価	
B/E	: 38 万円/トンC
C/F	: 34 万円/トンC

* 1980 年円

ることになる。同じく表3に示されているように、2005年までの累積のGNP減少額は320兆円にも達する。

この様な国民経済上のコストを、削減されたCO₂量当たりの単価として示すと、炭素1トン当たり30数万円と言うことになる(表3のG)項参照。

CO₂を削減する手段は、ここで検討した課徴金以外にも数多く存在する。例えば植林によって大気中のCO₂を除去することも考えられる。文献⁽³⁾によると、1ヘクタールの植林で毎年6~10トンの炭素が削減できる。この効果は森林が成長する数十年間持続する。また、植林のコストは、発展途上国ではヘクタール当たり10万円程度と言われている⁵⁾。したがって、単純に計算すると、炭素削減1トン当たりのコストは1万円を十分下回ることになる。もっとも、安いコストで植林できる場所は限られているだろうから、CO₂削減を植林だけで達成しようとするのは賢明ではない。

より広い視点から見るとこの様に桁違いに安い単価によるCO₂削減の手段が存在するという事は、少なくとも、課徴金は最初に取りべきCO₂削減手段ではないことを意味している。わが国のエネルギー経済の条件の下では、課徴金による価格シグナルのみに依存して

5) 植林のコストは、わが国の紙・パルプ産業が東南アジアで手掛けた事例についてのヒアリングや、新聞等に記載された他の事例(1989年8月17日日経新聞朝刊のインドネシアの熱帯雨林保護の記事など)に基づいている。

CO₂発生量の現状凍結を行うことは、あまりにも国民経済的損失が大きく、効率的な政策とは言いがたい。

4. おわりに

地球温暖化問題に関する科学的知見にはまだまだ大きな不確実性がある。しかし、気候変化が明らかに予見できるようになってから対策行動を起こしたのでは遅すぎる。我々は不確実性の下での意思決定を迫られている。誤った判断による対策の実施が温暖化そのものよりも大きな損失をもたらす恐れもある。CO₂以外の温室効果ガスもふくめて対策は幅広く考慮すべきであるし、また、防止対策だけでなく温暖化する地球に適応するための対策も検討されねばならない。今おこなうべきことは、一方的なCO₂削減ではなく、科学的知見に基づいた、地球的視点からの合理的で柔軟な対応である。

参考文献

- [1] Y. Kaya, K. Yamaji, and R. Matsuhashi: "A Grand Strategy for Global Warming," Tokyo Conference on the Global Environment and Human Response toward Sustainable Development, Sept. 1989
- [2] 平成元年度電力中央研究所研究発表会—経営部門—予稿集, 1989
- [3] 新田義孝: 「省エネルギーによるグローバルなCO₂排出削減と緑化によるCO₂吸収の推定」, 燃料協会誌, 10月号, 1989

(やまじ けんじ
ながた ゆたか
経済部 エネルギー研究室
さくらい のりひさ
はっとり つねあき
経済部 経営研究室)

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・斉藤(観)</p> <p>大澤・内田・富田</p> <p>本間・高橋(和)・瀬尾</p> <p>川 崎 和 夫</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>人間環境システムの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>斉 藤 隆 義</p> <p>斉 藤 雄 志</p> <p>資 料 室</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>高 橋 實</p> <p>矢 島 昭</p> <p>斉藤(観)・熊倉・阿波田 斉 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 真 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・スタディー—</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・廿日田</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 夫</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.
Mo. 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.

	<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) ユニペデ電気料金会議 (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</p>	<p>富田輝博 森清 堯 斎藤観之助 植木滋之 矢島 昭 斎藤観之助 荒井泰男</p>	
<p>No. 9</p>	<p>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>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>	<p>50. 9.</p>
<p>No. 10</p>	<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>	<p>51. 10.</p>
<p>No. 11</p>	<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>	<p>52. 3.</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——	小 倉 静 雄	
No. 12	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原価の考察	高 橋 實	52. 9.
	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	根 本 和 泰	
	(研究ノート) 投資の乗数効果	矢 島 昭	
	(研究抄録) Cater 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	
	組合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	大 山 達 雄	
No. 13	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	
	紙・パルプ産業におけるエネルギー消費	熊 倉 修	53. 10.
	化学工業と電力——需要価格効果をめぐって——	浜 田 宗 雄	
	(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	矢 島 正 之	
	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——	高 橋 實	
	(海外出張報告) 最近における電気料金制度の動向	大 澤 悦 治	
	長期エネルギー需要の展望	小 川 洋	
	(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——	天 野 博 正	
	電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——	斎藤 統・大森賢二 野原 誠	
No. 14	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	
	長期限界費用の計測と電気料金問題	西野義彦・富田輝博 大山達雄	54. 11.
	電力施設のための景観アセスメント手法	若 谷 佳 史	
	(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	矢 島 正 之	
	(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	本 間 尚 雄	
	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	
	西ドイツの原子力発電訴訟	斎 藤 統	
	日本経済の長期成長モデル	阿 波 田 禾 積	
	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	
	評価関数の開発と評価システムの設計	天野博正・若谷佳史	
	評価手法の信頼性に関する研究	若 谷 佳 史	
No. 15	核燃料サイクルの動特性について	山 地 憲 治	55. 5.
	石油価格モデル —その1—	佐和隆光・荒井泰男	
	沖合漁業における漁業労働関係の実体	三 辺 夏 雄	
	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——	熊 倉 修	
	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——	斎 藤 観 之 助	

<p>No. 16</p> <p>発電所の景観評価</p> <p>発電所立地と地元への対応策 —地元漁労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</p> <p>若谷佳史・山中芳朗</p> <p>荒井泰男・斎藤観之助</p> <p>植木滋之・牧野文夫</p> <p>内山洋司</p> <p>伊藤成康</p>	<p>57. 5.</p>
<p>No. 17</p> <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>原油値下がりによる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</p> <p>内山洋司・斎藤雄志</p> <p>熊倉修</p> <p>服部常晃・伊藤成康</p> <p>廿日出芳郎</p> <p>矢島正之・牧野文夫</p> <p>西野義彦・植木滋之 牧野文夫</p> <p>井澤裕司</p>	<p>58. 7.</p>
<p>No. 18</p> <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>服部常晃・桜井紀久</p> <p>小野賢治・森清 堯</p> <p>大河原透・中馬正博</p> <p>高橋真砂子</p> <p>内山洋司</p> <p>山地憲治・松村哲夫</p> <p>斎藤雄志・大庭靖男 七原俊也・伊藤浩吉</p> <p>井澤裕司</p>	<p>60. 1.</p>
<p>No. 19</p> <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>熊倉修</p> <p>浅野浩志</p> <p>関口博正</p> <p>山本公夫・若谷佳史</p> <p>小野賢治・大屋隆生</p> <p>若谷佳史・山本公夫 山中芳朗</p>	<p>60. 7.</p>

	電気事業の設備投資と資金調達 〈新モデル紹介〉 中期電力需要予測モデル	富田輝博・牧野文夫 阿波田禾積・服部常晃 桜井紀久	
No. 20	情報化と産業構造の変化 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 〈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	阿波田 禾 積 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 廿日出芳郎・関口博 正	61. 1.
No. 21	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— 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	服部常晃・桜井紀久 伊 藤 成 康 小 野 賢 治 山 地 憲 治	61. 7.
No. 22	住宅用太陽光発電の経済評価 産業用需要家のプロセスモデルの開発 —鉄鋼業の事例— エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析 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—	西 野 義 彦 山地憲治・浅野浩志 佐賀井重雄 小 野 賢 治 大河原 透	62. 1.
No. 23	我が国製造業の生産調整の影響 —鉄鋼、自動車、軽電機機械の事例研究— 金融自由化と企業財務 使用済燃料貯蔵技術の経済性比較 各種石炭ガス化複合発電の経済性 —建設費と発電効率の比較検討— エネルギーサービスに関わる生活者の意識多様化の分析	服部恒明・桜井紀久 大 林 守 山地憲治・長野浩司 三枝利有 内 山 洋 司 小野賢治・森清 堯	62. 9.
No. 24	火力発電所のシステム熱効率評価 電気事業における限界費用と料金形成 季時別料金制下における重電機製造業の電力需要調整の 評価 電力貯蔵技術の経済性比較 海中における圧縮空気貯蔵システム 電力貯蔵技術による負荷追従に関する経済効果 —ダイナミックオペレーティングコストの分析— エネルギー消費技術構造と燃料選択の要因分析	永田 豊・内山洋司 伊藤成康・中西泰夫 浅野浩志・佐賀井重雄 山地憲治 内山浩司・清野圭子 内山洋司・吉崎喜郎 清野圭子・内山洋司 藤 井 美 文	63. 1.
No. 25	多部門計量モデルの開発	服部恒明・桜井紀久 中西泰夫	63. 9.

<p>No. 26</p>	<p>全国9地域計量経済モデルの開発 ——プロトタイプモデルの構造——</p> <p>電気事業における競争導入と規制緩和</p> <p>電気事業の経営多角化に関する制度上の分析と経営学的考察——他の公益事業との比較検討——</p> <p>産業のリストラクチャリングと日本経済の展望</p> <p>料金による電気の使用時間帯の誘導 ——プロセスモデルによる解析</p> <p>需要家における電力の品質と価格の選択に関する分析</p> <p>電気事業の都市開発への参画</p> <p>燃料サイクル最適化モデルの構造と最適解の特性</p>	<p>大河原透・松川 勇 小野島智子</p> <p>西 野 義 彦</p> <p>井口典夫・蟻生俊夫</p> <p>服部恒明・矢島正之 渡辺尚史・真殿誠志</p> <p>山地憲治・佐賀井重雄</p> <p>藤井美文・小野島智子 松川勇</p> <p>井口典夫</p> <p>長野浩司・山地憲治</p>	<p>平成 元. 1.</p>
<p>No. 27</p>	<p>本 号</p>		<p>2. 3.</p>

情報処理研究 (昭和59年2月~平成2年3月)

<p>No. 12</p>	<p>特集 オフィスオートメーション</p> <p>オフィスオートメーションとその問題点</p> <p>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</p> <p>技術計算サポートシステム</p> <p>ソフトウェア仕様書体系の調査・評価</p> <p>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</p> <p>若林 剛・森清 堯 鈴木道夫・原田 実</p>	<p>59. 2.</p>
<p>No. 13</p>	<p>研究報告</p> <p>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</p>	<p>高橋 誠・松井正一 原 田 実</p> <p>松井正一・高橋 誠 森清 堯</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</p>	<p>60. 3.</p>

No. 14	<p>プログラム自動生成システム ARIES/Iの開発</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 —意思決定支援システムパイロットモデルの開発—</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>原田 実・篠原靖志 鈴木道夫</p> <p>阿波田 禾 積</p> <p>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>	61. 6.
No. 15	<p>研究報告</p> <p>日替情報提供システム NEWS の開発 —高度経営情報システム DEMANDS の高度化—</p> <p>計量経済モデルシミュレーションシステムの開発</p> <p>OA機器を利用した動画作成システム</p> <p>知識整理支援システム CONSIST</p> <p>ソフトウェア開発スケジュール管理システム SWIFT —開発工数・期間予測, スケジュール作成, 進捗管理 システムの開発—</p>	<p>松井正一・佐賀井重雄 森清 堯</p> <p>松 井 正 一</p> <p>高橋 誠・松井正一 大屋隆生</p> <p>篠 原 靖 志</p> <p>高 橋 光 裕</p>	62. 9.
No. 16	<p>だより</p> <p>アメリカの最新AI事情 —AAAI・87に参加して—</p> <p>研究報告</p> <p>プレゼンテーションシステムの開発</p> <p>ロードマネジメントのための負荷分析システムの開発</p> <p>数式処理システムの技術計算での活用事例</p> <p>知識獲得のための機械学習</p> <p>業務処理システムの進化とシステム資源の新管理方式</p> <p>自動プログラミングのためのファイル処理の定式化</p> <p>情報システム部だより</p> <p>人工知能研究の最新の動向</p> <p>知識型意思決定支援システムの動向</p>	<p>鈴 木 道 夫</p> <p>大 屋 隆 生</p> <p>小 野 賢 治</p> <p>松井正一・中村秀治 寺野隆雄・篠原靖志</p> <p>篠原靖志・矢沢利弘</p> <p>坂 内 広 蔵</p> <p>二方厚志・原田 実</p> <p>寺 野 隆 雄</p> <p>松 井 正 一</p>	63. 9.

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 ——必要性和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ニ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ニ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 DNUS	寺野隆雄・坂内広蔵 鈴木道夫	56. 11.
581009	デジジョン・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・阿波田禾積 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生の動向——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.
	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.
580119	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 —景観評価手法(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・斎藤雄志	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—	若生佳史・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	内田光徳・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 松村賢治・田中廣平 岩井詔二・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問題	吉 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 ゲーミング・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	信国真載・福地崇生 竹中 治・小口登良 斎藤観之助・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 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—	山地 憲治 小野賢治	60. 5. 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) の構成〕	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 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・寺野隆生	61. 6.
Y86001	地域振興に係わる制約とその打開策 —地域振興の構成要素と成功の要件—	山中芳朗・井口典夫	62. 9.
Y86003	知識整理支援システム CONSIST の開発	篠 原 靖 志	62. 8.
Y86004	全国9地域計量経済モデルの開発 その1 人口ブロックの定式化	松川 勇・大河原 透	62. 6.
Y86005	東北地域計量経済モデルの開発	中 馬 正 博	62. 4.
Y87001	配電設備の景観設計—街路空間の快適性と配電設備のデザイン—	山下 葉・若谷佳史 山本公夫	62. 6.
Y87002	計量経済モデルシミュレーションシステムの開発	松 井 正 一	62. 7.
Y87003	数式処理システムの技術計算での活用 —構造解析分野を中心として—	松井正一・寺野隆雄 篠原靖志・中村秀治	63. 3.
Y87004	エネルギーサービスに関する生活者の意識・ニーズ	小野賢治・森清 堯	62. 7.
Y87005	配電設備の景観設計—配電線地中化にともなう柱上設置機器のデザイン—	山下 葉・若谷佳史 山本公夫	62. 9.
調査Y87006	サウジアラビアの石油政策と石油市場	廿日出 芳 郎	63. 3.
Y87007	配電設備の景観設計—効果測定手法の開発—	山本公夫・山下 葉 若谷佳史	63. 3.
Y87008	電気事業の経営多角化の方向性 —他の公益事業制度との比較検討—	井 口 典 夫	63. 3.
Y87009	火力発電所のシステム熱効率分析—複合発電の導入効果について—	永田 豊・内山洋司	63. 6.
Y87010	配電設備のデザイン	山下 葉・山本公夫	63. 5.
Y87011	大規模経済予測モデルのための分析支援システムの開発 (1) —システム設計と基本機能の開発—	松 井 正 一	63. 3.
Y87012	原子力発電所の異常事象再発防止のコンサルテーションシステム「CSPAR」のインターフェースの開発	篠原靖志・寺野隆雄 西山琢也	63. 3.
Y87013	欠番		
Y87014	ソフトウェア自動設計システムの開発 (2) —設計自動化方式の開発とファイル処理モデル化—	原田 実・二方厚志	63. 3.

	Y 87015	電力カードシステムのコンセプト開発と市場性の評価	小野賢治・森清 堯 山中芳朗	63. 4.
調査	Y 87016	知識獲得のための機械学習	篠原靖志・矢沢利弘	63. 5.
	Y 87017	電気事業における規模の経済性	中西泰夫・伊藤成康	63. 7.
	Y 87018	全国9地域計量経済モデルの開発その2 製造業投資ブロックの定式化	大河原 透	63. 5.
	Y 87019	全国9地域計量経済モデルの開発その3 労働ブロックの定式化	松 川 勇	63. 6.
	Y 87020	全国9地域計量経済モデルの開発その4 非製造業生産ブロックと支出ブロックの定式化	小野島 智 子	63. 5.
	Y 88001	ロードマネジメントのための負荷分析システムの開発	小野賢治・佐賀井重雄	63. 6.
	Y 88002	燃料サイクル最適化モデルの開発—高速増殖炉実用化条件の解析—	山地憲治・長野浩司	63. 8.
	Y 88003	エキスパートシステム開発ツールの評価体系	寺 野 隆 雄	63. 8.
	Y 88004	会議・発表支援システムの開発 —経営情報システムにおける効果的なプレゼンテーション—	大屋隆生・篠原靖志 矢沢利弘	63.10.
	Y 88005	発展途上国の経済エネルギータイの事例—	熊 倉 修	63. 7.
	Y 88006	多部門計量モデルの開発 その1 基本構想とデータ開発	服部恒明・桜井紀久 中西泰夫	63. 9.
	Y 88007	多部門計量モデルの開発 その2 モデルの理論的構成	服部恒明	63. 9.
	Y 88008	多部門計量モデルの開発 その3 パイロット・モデルの推定	服部恒明・桜井紀久 中西泰夫・伊藤成康 井上義朗	63. 9.
	Y 88009	多部門計量モデルの開発 その4 パイロット・モデルの特性	服部恒明・桜井紀久 中西泰夫・井上義朗	63. 9.
	Y 88010	重電機製造プロセスモデルの開発 (I) —季時別料金制下の電力需要調整の評価—	浅野浩志・佐賀井重雄	63. 8.
調査	Y 88011	ダイナミック・オペレーティング・コスト研究の現状と課題	清 野 圭 子	63.10.
	Y 88012	夜間の都市公共空間の快適性評価	山下 葉・山本公夫	63.10.
	Y 88013	重電機プロセスモデルの開発 (II) —PROMHEM システムの構成と利用法	佐賀井重雄・浅野浩志	63. 9.
調査	88014	エネルギー情勢と電力技術開発の変遷 —1970年代石油危機を振り返る—	内 山 洋 司	63.11.
	Y 88015	電気事業に特有な属性を考慮した費用分析 —ヘドニックコストモデルによるアプローチ	中西泰夫・瀬尾英生	平成 元. 3.
	Y 88016	知識型経営情報システムの開発 (I) —短期経済動向予測結果の要約システム—	松井正一	元. 3.
	Y 88017	街路空間デザインと配電設備の地中化	山下 葉・山本公夫	元. 3.
	Y 88018	全国9地域計量経済モデルの開発 その5 製造業生産ブロック	大河原透	元. 4.
	Y 88019	全国9地域計量経済モデルの開発 その6 電力需要ブロック	大河原透・小野島智子 松川 勇	元. 4
	Y 88021	知識整理支援システム CONSIST の適用と評価 —地域振興調査事例の詳細分析への適用—	篠原靖志・山中芳朗	元. 3.
	Y 88022	地域振興の要件と発展段階 —知識整理支援システムによる主要事例の詳細分析—	山中芳朗・蟻生俊生 篠原靖志	元. 4.

Y 88023	都市公共照明のデザイン —照明のデザインと効果—	山本公夫	元. 12.
Y 88024	電気器具購入相談システムの開発	寺野隆雄・鈴木道夫 小野田崇	元. 3.
Y 88025	電力カードによる新市場開拓	小野賢治・桑畑暁生 高橋 誠・荒井泰男	元. 3.
Y 89001	ソフトウェア自動設計システムの開発 (II) —詳細設計自動化システム ADDS の開発—	二方厚志	元. 4.
Y 89002	送変電施設の景観予測手法	山本公夫・若谷佳史	元. 6.
Y 89003	電気事業の経営多角化の方向性 —多角化先進企業に対する事例分析—	蟻生俊夫・井口典夫	元. 10.
Y 89004	多部門モデル '89 の開発	服部恒明・中馬正博	元. 9.
Y 89005	電力品質と価格に対する需要家の選択 —大型コンピュータユーザのバックアップ電源の選択 行動分析—	藤井美文・松川 勇	2. 3.
調査 Y 89006	設備図面入力のための図面認識技術の現状調査	矢澤利弘・中島慶人	2. 3.

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 RIPOT

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	Tuneaki 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 Sytem Configuration Management—Maintenance Support Facility MSF—	Kozo Bannai Michio Suzuki Tokao 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 Huru-kawa	61. 6.
E 586003	Quality Assurance Guidelines for Large Scientific Programs	M. Takahashi S. Matsui T. Terano T. Morikiyo	61. 6.
EY86004	Dynamic Analysis of Time-of-Use Rates for Electricity : Optimal Pricing and Investment under Welfare Maximization	H. Asano, Y. Kaya	61. 8.
EY86005	Historical Change in Energy Use in Japan	M. Uchida, Y. Fujii	61. 12.
EY86006	Proceedings of the Second CRIEPI-EPRI Workshop on Energy Analysis, Tokyo, Japan, September 24-26, 1986	Edited by M. Uchida, W. M. Smith and K. Yamaji	62. 1.
EY86007	Methods of Market Research Data Analysis for Electric Utilities	Kenji Ono	62. 1.
EY86008	Development of Workstation for DENKEN Management Decision Support System (DEMANDS)	S. Matsui and Y. Sinohara	62. 1.
EY87001	Electric Utility Management: Lessons from ASEAN and Northeast Asia	Edited by A. Kadir, Y. H. Kim and M. Uchida	63. 2.
EY87002	Microscopic Analysis of Industrial Customers Response to Time-of-Use Rates: Case Studies for an Integrated Steel Mill and a Heavy Electrical Apparatus Works	H. Asano S. Sagai K. Yamaji	63. 3.
EY87003	Long-Term Prospects of the World Oil Market —Experiments with the CRIEPI World Energy Model	Osamu Kumakura	63. 3.
EY89001	Developing the Inter-Fuel Competition Model —And Analysis on the Structural Changes of Energy Demand-supply in Japan	O. Kumakura Y. Nagata Y. Fujii I. Matsukawa	平成 元. 9.
EY89002	Static Equilibrium Model and Optimal Capital Stock	Y. Nakanishi S. Madono	元. 9.
EY89003	Overview of U. S. Electric Utility Experience with Real-Time Pricing	Hiroshi Asano	元. 12.
EY89004	Economic Analysis of the Energy Storage Technologies in the Electric Generation Mix	Y. Uchiyama Y. matsukawa	元. 9.
EY89005	Sectoral Analysis of Energy Substitution in Japanese Manufacturing Industries Based on Purchase Prices	Y. Fujii I. Matsukawa	元. 9
EY89006	Long-Range Optimal Strategy of Plutonium Utilization	K. Yamaji K. Nagano	元. 9.

電力経済研究 No.27

1990年3月31日 印刷発行

発行所 財団法人 電力中央研究所
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

1100 印刷：藤本総合印刷株式会社

中期経済予測システムの開発と応用		1
第1部 モデルの構成		3
1章 世界エネルギーモデル	熊倉 修	5
2章 多部門モデル	服部 恒明 櫻井 紀久 中馬 正博	17
3章 エネルギー間競合モデル	永田 豊 熊倉 修 藤井 美文 松川 勇	31
第2部 予測とシミュレーション		53
4章 21世紀初頭に至るエネルギー・経済の展望	服部 恒明 熊倉 修 櫻井 紀久 永田 豊 大河原 透	55
5章 原子力発電の停止の影響に関するシミュレーション	矢島 正之 熊倉 修 櫻井 紀久 永田 豊 服部 恒明	75
6章 CO ₂ 発生量抑制ケース	山地 憲治 永田 豊 櫻井 紀久 服部 恒明	85