

# 第1部 モデルの構成

# 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 CO<sub>2</sub> 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		

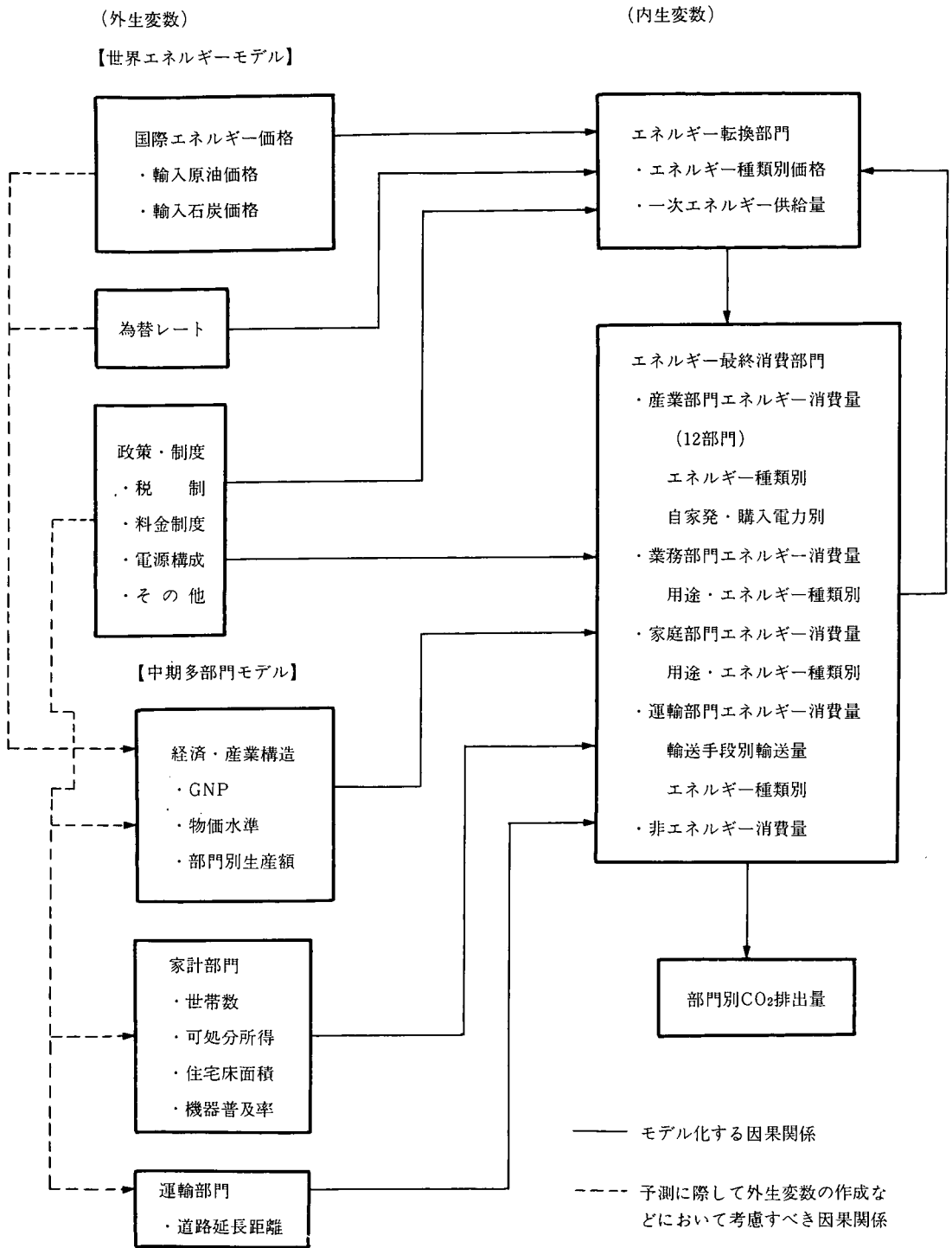


図 1 エネルギー間競合モデルの全体構造

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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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

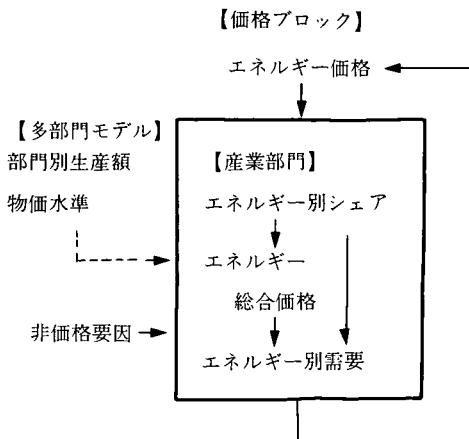


図 2 産業部門のフローチャート

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

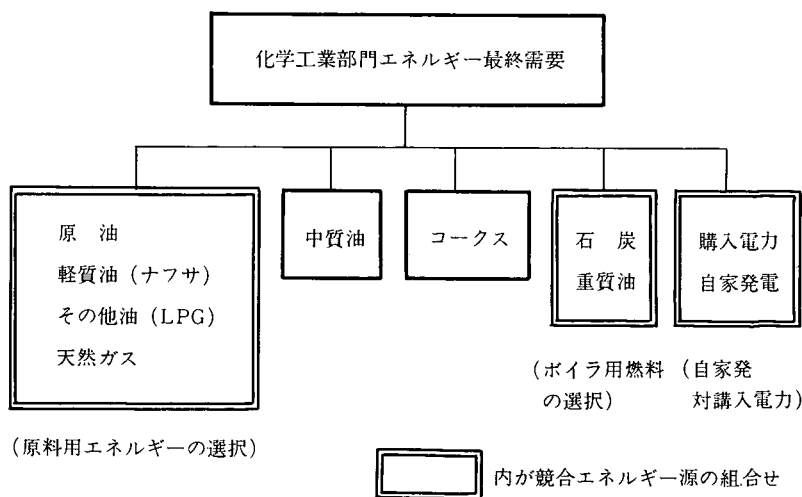


図 3 化学工業における競合エネルギー源の階層化事例

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

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

(-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	㊦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	—
鋼	㊦LPG	-1.0204 (LPG)	—	—
	㊦電力	-0.5139 (総平均)	0.4785	0.1276 (78)
	㊦自家発	-0.0827 (石炭)	0.9342	—
非鉄 金属	㊦コークス	-0.2729 (総平均)	0.5693	0.4741 (石炭+コークス)
	㊦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)
金属・ 機械	㊦自家発	-0.0162 (中質油)	0.7368	0.1714 (原単位)
	㊦コークス	-0.0556 (中質油)	0.8839	—
	㊦中質油	-0.0630 (コークス)	0.6316	—
	㊦重質油	-0.3777 (重質油)	—	—
その他 製造 業	㊦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)
	㊦石炭	-2.0018 (コークス)	0.7569	—
	㊦コークス	-0.9843 (石炭)	0.4788	—
	㊦中質油	-0.2503 (中質油)	—	—
	㊦LPG	-0.1019 (LPG)	0.6390	0.3283 (81)
	㊦LNG	-0.0730 (中質油)	0.4784	-0.1458 (81)
	2)都市ガス	-0.7294 (都市ガス)	0.8132	—
	㊦電力	-0.7629 (中質油)	0.5640	0.8002 (生産額)
㊦自家発	-0.2373 (LPG)	—	-0.4485 (74)	
	㊦自家発	-0.3008 (都市ガス)	—	—
	㊦重質油	-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



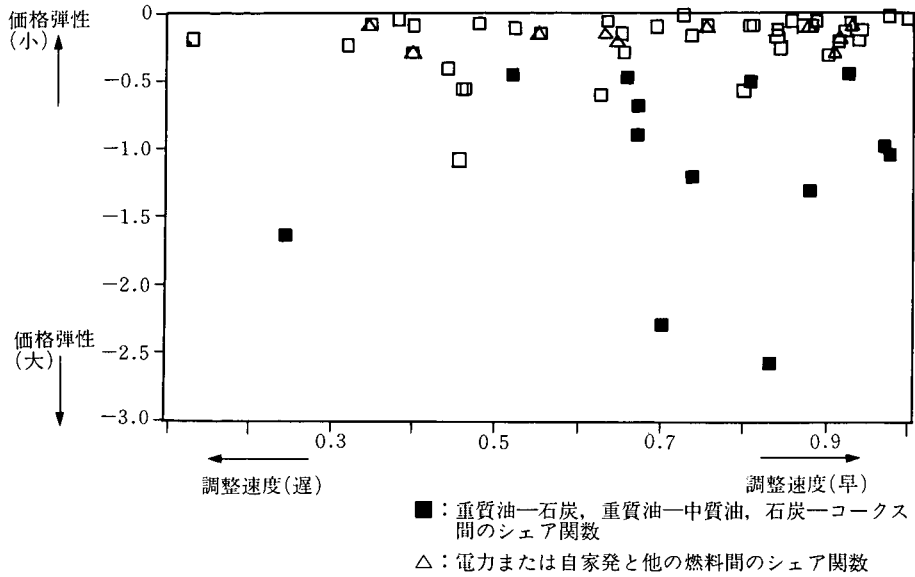


図 4 2 燃料間の代替にみる価格弾性と調整速度との関係

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)

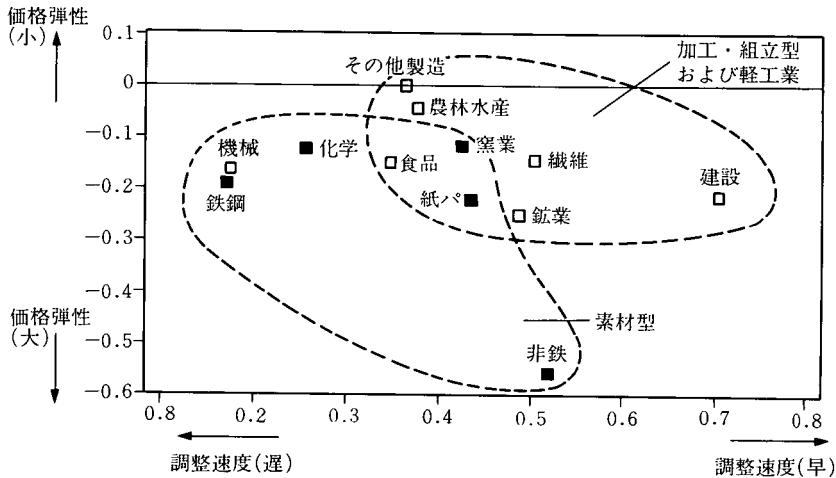


図 5 産業部門のエネルギー需要関数に見る価格弾性と調整速度との関係

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"> <li>・漁船用(重質油)燃料は価格弾性大</li> <li>・プロダクトミックス変化は省エネに作用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
2. 鉱業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・需要の価格弾性は極めて大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料の軽質化はトレンド</li> </ul>
3. 建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロダクトミックス変化は大幅に省エネルギーに作用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・電力シェアは跛行的</li> </ul>
4. 食品	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・自家発電は廃熱回収導入と対買電価格比で決定</li> <li>・整理染色の重質油の減少</li> </ul>
5. 繊維	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	
6. 紙パ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第2次危機後省エネが大幅に進展</li> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイラ用石炭、重油の競争は激しい</li> <li>・電力は廃熱回収=自家発電によって増大</li> </ul>
7. 化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・自家発電シェアは省エネと相関</li> </ul>
8. 窯業土石	<ul style="list-style-type: none"> <li>・価格弾性は比較的大</li> <li>・廃熱回収は進展(省エネ)</li> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石炭と重質油との価格弾性大</li> <li>・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</li> <li>・自家発電は廃熱回収の影響大</li> </ul>
9. 鉄鋼	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・プロダクトミックスの変化も省エネに作用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コークス、重油間の競争は大</li> <li>・重質油、中質油、その他油間での価格競争は極めて大きい</li> <li>・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。</li> </ul>
10. 非鉄	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アルミ精錬の浮沈による影響(跛行的)が支配的</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アルミ精錬の停滞により電力シェアは低下</li> <li>・重質油は環境問題から軽質油にシフト</li> <li>・自家発電もアルミの影響を受け停滞</li> </ul>
11. 機械	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調整期間は短い</li> <li>・プロダクトミックス変化は省エネルギーに大きな影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境規制により燃料の軽質化進展</li> <li>・電力シフトは趨勢</li> </ul>
12. その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> </ul>	

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

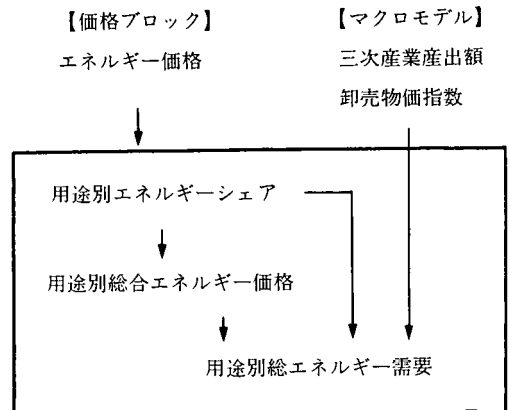


図 6 業務部門のフローチャート

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)	ダミー(期間) その他
暖房：電力	0.776	-0.240 (石油)	
ガス	0.634	-0.149 ( " )	-0.245 (78)
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)	
ガス	0.675	-0.169 (石油)	-0.190 (79)
石炭	0.440	-0.249 ( " )	-0.779 (73)
*厨房：ガス	5.725	-0.531 (石炭)	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 <sup>2</sup>
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。

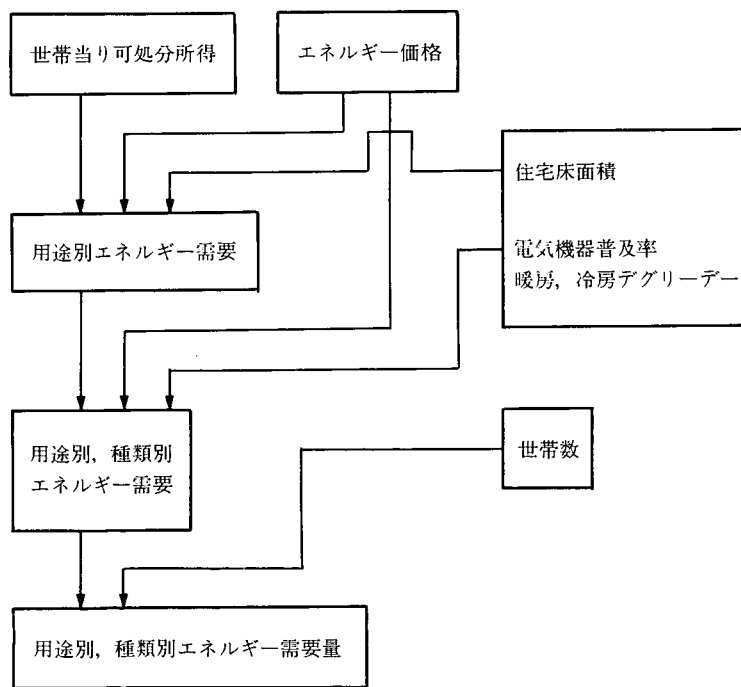


図7 家庭部門のフローチャート

(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。エネルギー間の競争は、輸送需要をめぐる輸送手段間の競争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争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	-0.058	0.855
	LPG	-0.354	0.766

- ・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。

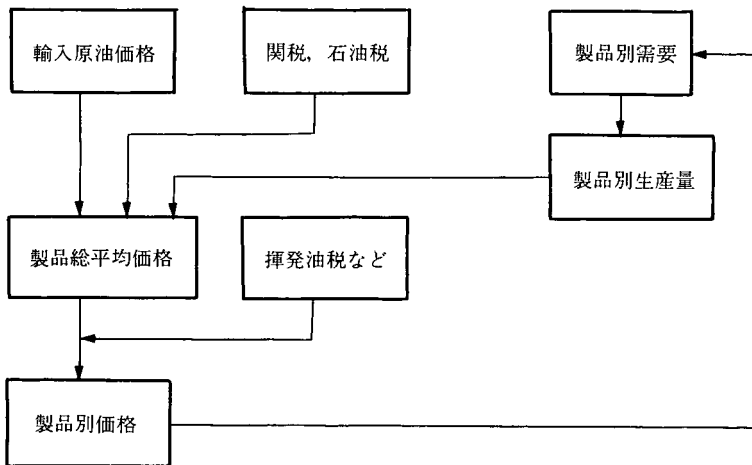


図 8 石油価格モデルの構造



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 <sup>2</sup>
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

$$\begin{aligned}
 PPAV/WPI &= 374.52 + 0.6748 \cdot PIN/WPI && (5.0) \quad (11.0) \\
 &+ 0.3843 \cdot PIN(-1)/WPI(-1) && (4.2) \\
 &- 410.9 \cdot (HORF/TLRF) && (-3.3)
 \end{aligned}$$

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

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。

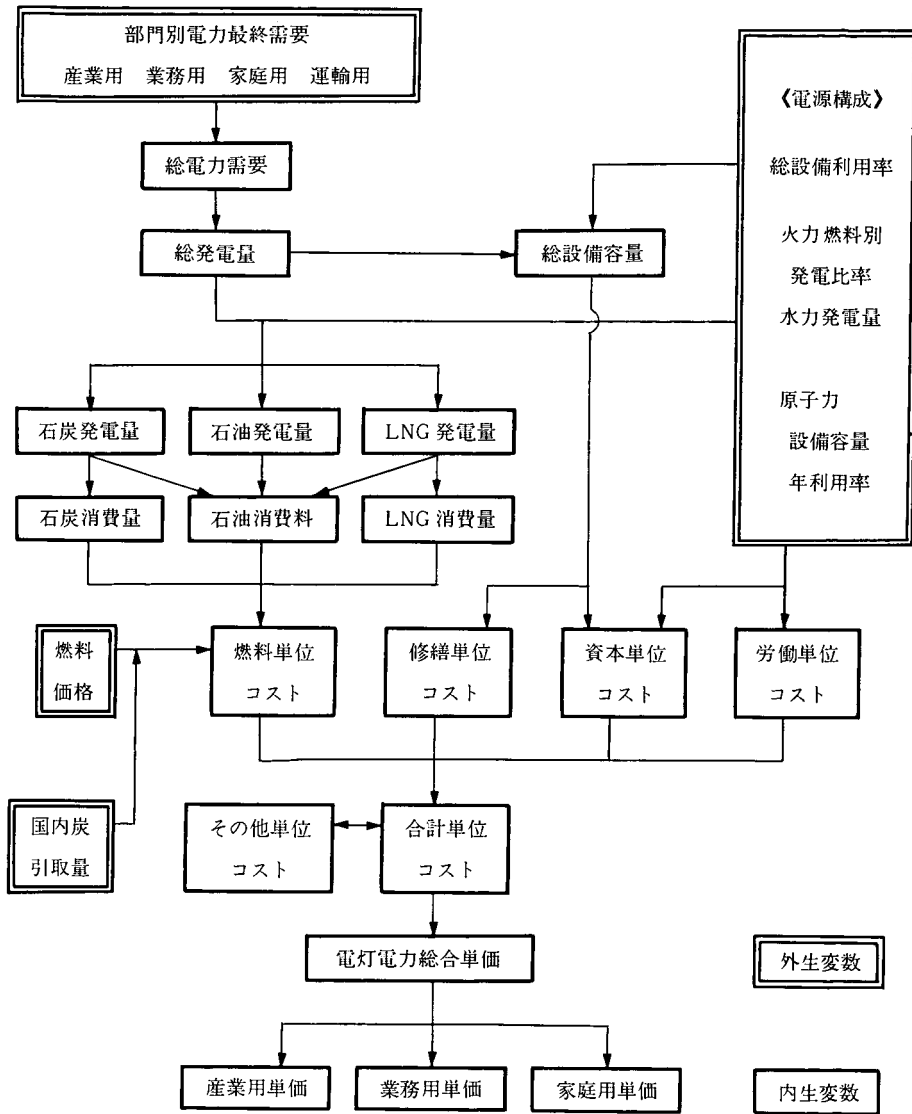


図 9 電力価格モデルの構造

(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

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

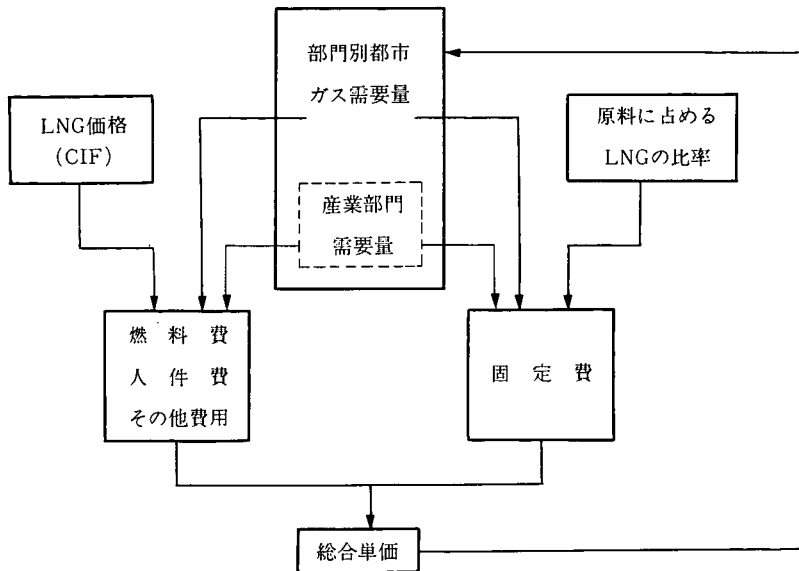


図 10 都市ガス価格モデルのフローチャート

### 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)