

# 電力経済研究

No. 13

1978. 10.

- 
- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 紙・パルプ産業におけるエネルギー消費                                       | 熊倉 修……………( 1 )                   |
| 化学工業と電力需要<br>——価格効果をめぐって——                               | 浜田 宗雄……………( 21 )                 |
| <b>研究ノート</b>   |                                  |
| 電研マクロ・モデルによるシミュレーション<br>分析                               | 矢島 正之……………( 39 )                 |
| スペース・ミラー（仮称）による大量エネルギー<br>取得の可能性<br>——リチウム・ロケットの技術について—— | 高橋 實……………( 61 )                  |
| <b>海外出張報告</b>  |                                  |
| 最近における電気料金制度の動向  | 大澤 悦治……………( 73 )                 |
| 長期エネルギー需給の展望   | 小川 洋……………( 81 )                  |
| <b>研究抄録</b>  |                                  |
| 電源立地計画案作成手法の開発——必要性和<br>妥当性に基づく優先順位決定手法——                | 天野 博正……………( 85 )                 |
| 電力会社の従業員の仕事意識<br>——日独両国の比較——                             | 斎藤 統……………( 87 )<br>大森 賢二<br>野原 誠 |
| 沿岸漁業の構造変化<br>——愛知県南知多町師崎の調査報告——                          | 熊倉 修……………( 91 )<br>朝倉 タツ子        |
-

編集委員

内田	光穂	齋藤	雄志
加藤	芳夫	高橋	真砂子
川崎	和男	廿日出	芳郎
熊倉	修		

# 紙・パルプ産業におけるエネルギー消費

熊 倉 修

## 〔要 旨〕

本稿の目的は、紙・パルプ産業におけるエネルギー消費量の決定メカニズムを計量経済学的方法によって分析することである。紙・パルプ産業をパルプ、紙、板紙の3工程に分け、その生産量、製品価格、工程間および産業外との製品、原材料の流れ、工程別の電力消費量、産業全体としての自家発電量、購入電力量などの決定メカニズムを計量モデルに明示的に組み入れた。

サンプル期間（35年～50年）において、紙・パルプ産業の総エネルギー購入量/生産量は低下傾向を示した。

工程別の電力原単位は、高級紙の増加など製品構成の変化、公害防止投資の増加などの理由でこの期間わずかに上昇した。

自家発電量の増大は、購入電力量を相対的に減少させ、石油・石炭購入量を増加させたが、紙・パルプ産業の総エネルギー購入量を節約する効果を持った。

古紙回収率の変化、原材料輸入の構造変化などによるエネルギー消費への影響は、明示的に推計することはできなかったが、比較的小さいと考えられる。

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1. はじめに            | 3.1 生産関数, 原材料投入関数 |
| 2. 紙・パルプ産業の技術と産業構造 | 3.2 自家発電, エネルギー需要 |
| 2.1 エネルギー, 原材料消費   | 3.3 製品, 原材料の需給と価格 |
| 2.2 自家発電, 購入電力     | 3.4 恒等式           |
| 2.3 製品, 原材料の需給     | 4. モデルによる分析       |
| 2.4 生産技術と企業構造      | 4.1 モデルの説明力       |
| 3. モデルの構造          | 4.2 内挿シミュレーション    |

## 1. はじめに

本稿の目的は、紙・パルプ産業におけるエネルギー消費量の決定のメカニズムを計量経済学的方法によって分析することである。

産業におけるエネルギー消費量は、産業内の各工程の生産量と各工程のエネルギー原単位（エネルギー消費量/生産量）と2つの要素に分解できる。紙・パルプ産業における各工程の

生産量の決定と、生産技術、エネルギー消費技術の選択が経済的要因によってどのように規定されているかを分析する。

紙・パルプ産業の計量経済モデルを作成して、国民総生産、民間消費支出などのマクロ変数と、原材料価格、エネルギー価格などが与えられたときの、紙・パルプ産業の工程別生産量、工程別原材料投入量、製品別価格、エネルギー種類別消費量、自家発電量、購入電力量などの

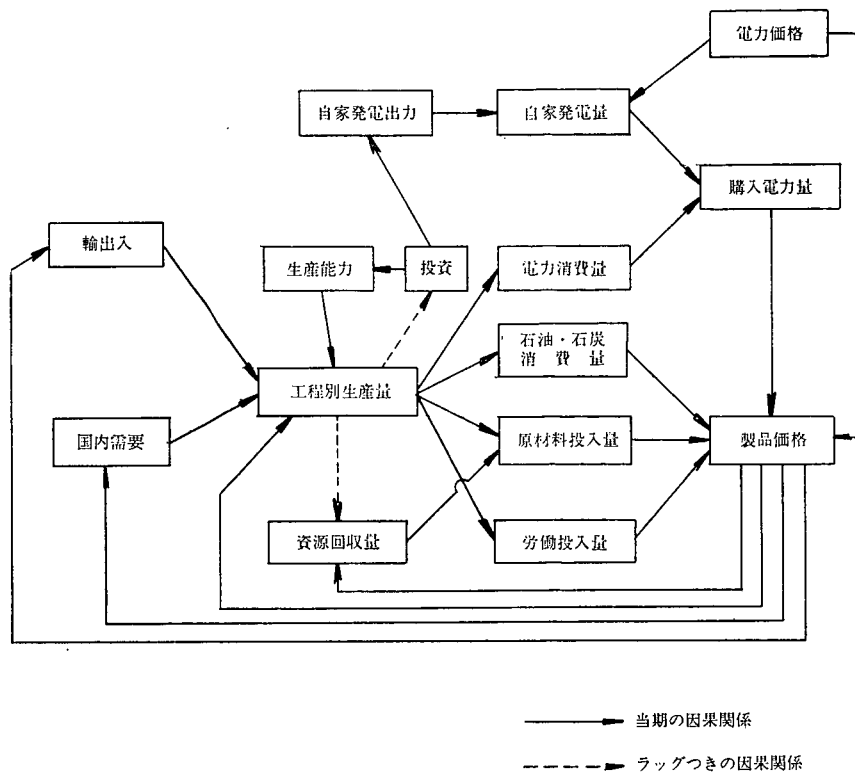


図 1-1 モデルの主要な因果関係

決定のメカニズムを定式化することを試みる。

モデルの基本的な構造は図 1-1 に示すとおりである。

モデルは次のような特徴をもっている。

(1) 紙・パルプ産業を、パルプ、紙、板紙の 3 つの工程に分けて、各工程の生産量、製品価格、設備投資などの決定メカニズムをモデル化する。

(2) 3 つの工程間および産業外との間の、製品、原材料の流れを明示的にモデルに組入れる。

(3) 工程別の電力消費量、自家発電設備規模および自家発電量、電力購入量、石油・石炭購入量など、紙・パルプ産業内部におけるエネルギーの消費形態および消費量、そしてエネルギー種類別購入量の決定メカニズムをモデル化

する。

以下、2 においてモデル作成のための前提となる、紙・パルプ産業における技術の特色、エネルギー消費の現状、産業構造の実態について概観し、モデルの現実的背景を明らかにしておく。3 以下において各関数の個別的検討、モデルの構造、シミュレーションの結果などについて述べていく。

## 2. 紙・パルプ産業の技術と産業構造

### 2.1 エネルギー、原材料消費

生産工程において直接消費されるエネルギー、原材料の消費量を、紙・パルプ産業の技術的特色との関連において見よう。

パルプ工程におけるエネルギー消費形態は、化学パルプと機械パルプとは基本的に異なっ

ている。化学パルプにおいてはチップを蒸解釜で蒸気によって蒸煮してパルプ化する。機械パルプでは、丸太材またはチップを機械的にパルプ化する。図 2-1 (1) はパルプの種類別に電力原単位と蒸気原単位の分布を示したものである。機械パルプ(GP, RGP)では蒸気消費量は0であり、電力が1,300 kWh/t~2,000 kWh/t消費される。一方化学パルプでは、電力と蒸気がともに消費されるが、その中で KP の蒸気の消費量をもっとも大きく電力消費量をもっとも小さくなっている。SCP, CGP は KP と機械パルプの中間に位置している。

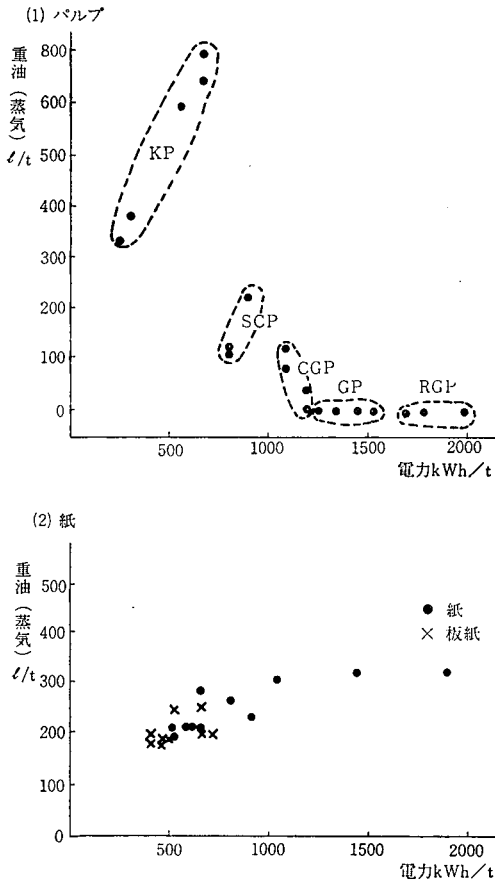


図 2-1 工程別電力原単位, 蒸気原単位  
42 年 12 月現在  
日本製紙連合会『紙・パルプ ハンドブック 1974』

抄紙工程では、動力用として電力を消費し、乾燥用として蒸気を主に使用しており、この消費形態は、製品の種類によって大きな差がない(図 2-1 (2))。つまり製品種類の変化によって、電力、蒸気の消費量の比率には大きな変化はもたらされない。ただし、製品種類によって電力、蒸気の消費量が補完的に(同方向に)変

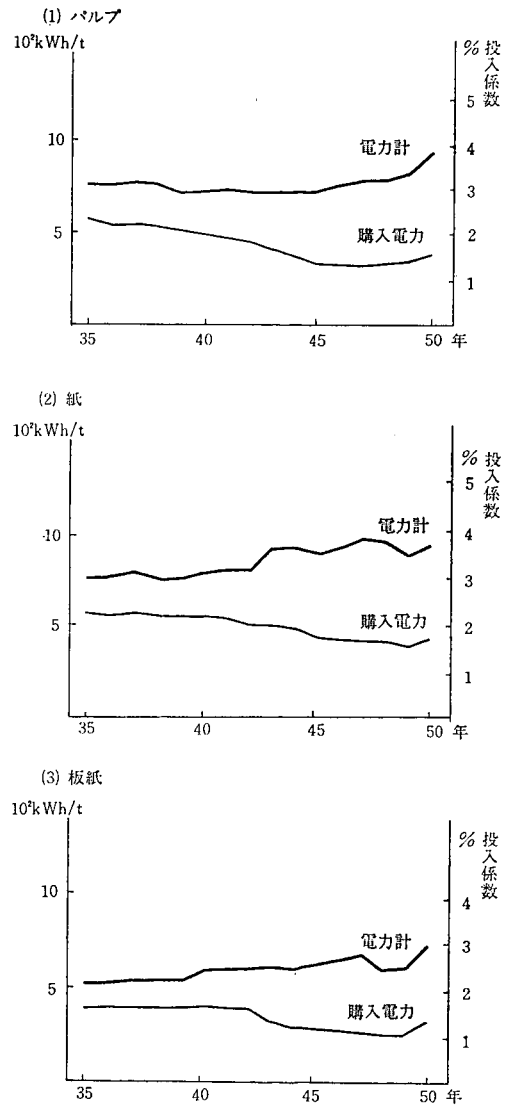


図 2-2 工程別電力原単位

投入係数は 45 年価格、自家発電価格は購入電力価格に等しいと仮定した。  
資料：通産省『紙・パルプ統計年報』

化する傾向がある。

現実の工程別のエネルギー消費量の変化は、製品別のエネルギー原単位（エネルギー消費量/生産量）の変化と製品別生産量の変化との複合的効果として現われる。図2-2は工程別の電力原単位（電力消費量/生産量）の推移を示したものである。3つの工程ともに、35年～50年の期間においては、電力原単位はわずかに上昇の傾向を示した。そしてこの電力原単位の上

昇は購入電力よりも自家発電力の増大によってまかなわれた。なお、紙・パルプ産業について工程別のエネルギー原単位の推移に関するデータの得られるのは電力についてのみである。石油・石炭など1次エネルギー消費量については、産業内部での2次エネルギーへの変換の問題などがあって、1次エネルギー消費量のうち自家発電用を除いた、生産工程で直接消費される部分を数量的に明らかにすることは困難であ

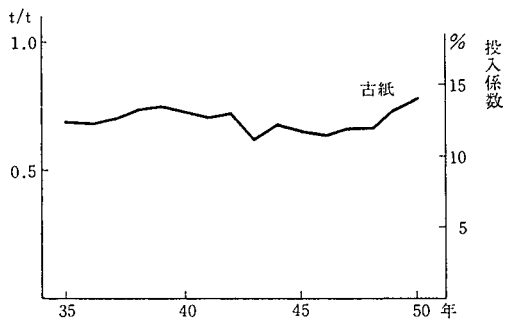
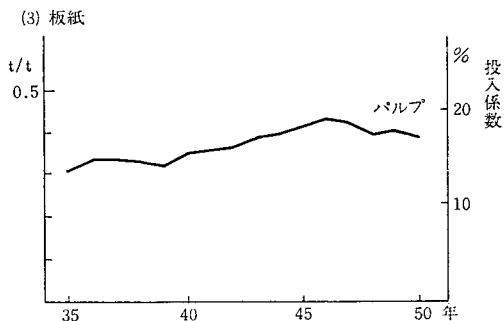
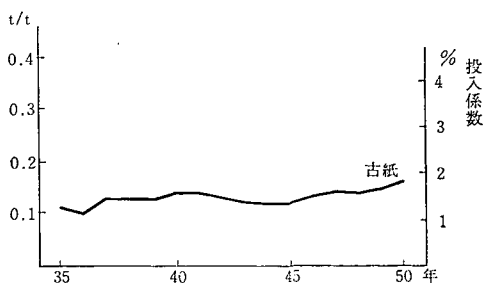
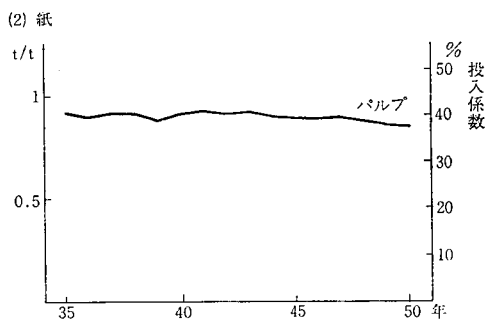
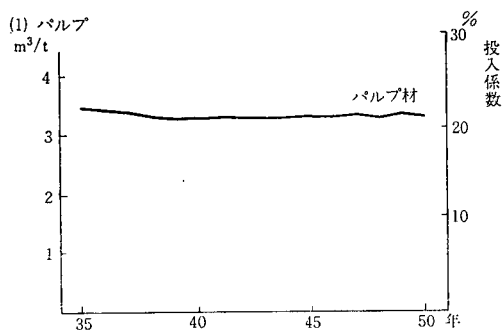


図 2-3 工程別原材料原単位

投入係数は 45 年価格。

資料：図 2-2 に同じ。

る。45年価格で、石油・石炭購入量/紙・パルプ生産量を算出すると、35年の3.9%から50年の3.4%へとわずかに低下している<sup>1)</sup>。

次に工程別原材料消費量について見よう。図2-3は、パルプ工程についてパルプ材、紙工程と板紙工程についてパルプと古紙の投入原単位を示したものである。紙、板紙の原料として、古紙とパルプはかなり代替的である。そこで、紙、板紙工程についてパルプと古紙の和をとるならば、これらの工程の原料投入原単位は安定的に推移しているといえよう。またパルプ工程におけるパルプ材投入原単位は非常に安定的である。

このように現実のエネルギー、原材料投入原単位はこの期間かなり安定的に推移して来た。しかし、たとえば電力消費をとって見ても、結果として見られた原単位の安定性は、規模拡大などともなう製品別原単位の低下傾向、高級紙生産量の増大など品種別生産量構成比の変化、40年代末からの公害防止投資の増大ともなう原単位の上昇など、さまざまな要因の複合的結果なのである。したがって技術的な意味で各工程におけるエネルギー、原材料の投入原単位が安定的であったことということを意味しない。

## 2.2 自家発電，購入電力

紙・パルプ産業全体として見れば、各工程において直接消費される1次、2次エネルギーの量は、紙・パルプ産業の1次、2次エネルギーの購入量に等しくはならない。紙・パルプ産業はその購入した1次エネルギー（石油、石炭）の一部は直接熱源として生産工程で消費するが、他の一部は、それによって自家発電を行ない2次エネルギー（電力）として消費するのである。したがって、紙・パルプ産業の1次、2

次エネルギーの購入量は、生産工程における1次、2次エネルギーの消費量と自家発電量という2つの要素によって決まる。

図2-4は、紙・パルプ産業全体の購入エネルギー量の推移を示したものである。40年以降に、石油、石炭購入量の伸びが購入電力量の伸びを上まわっており、紙・パルプ産業の購入エネルギー量に占める石油、石炭の比重が増大している。このような石油、石炭購入量の増大の主要な理由が自家発電の増大であると考えられることができる。

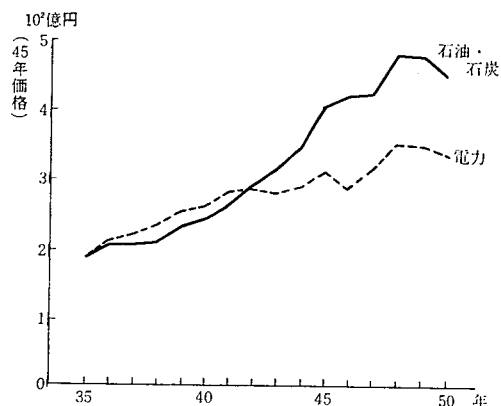


図 2-4 紙・パルプ産業計購入エネルギー量  
資料：図 2-2 に同じ。

紙・パルプ産業における自家発電設備の認可出力と自家発電量の推移を図2-5に示した<sup>2)</sup>。40年代に入ってから自家発電の認可出力、発電量ともに急速に増大した。

紙・パルプ産業における自家発電は次のような特徴を持っている。自家発電はプロセス蒸気を利用して行なわれることが一般的であり、自

- 1) 紙・パルプ産業全体として、総エネルギー購入量(45年価格)/生産量(45年価格)の推移を見ると、35年の7.8%から50年の6.0%へと低下している。
- 2) 紙・パルプ産業における自家発電は、大部分が火力発電によって行なわれている。自家発電認可出力合計に占める火力発電認可出力のウエイトは、昭和38年84.2%、49年96.3%であった。通産省『紙・パルプ工業設備調査報告書』38年版、48年版。

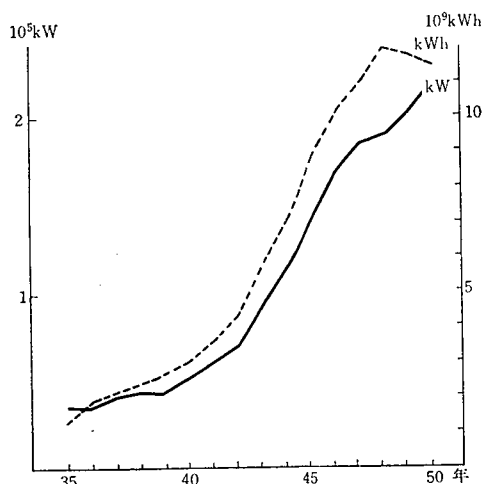


図 2-5 紙・パルプ産業計自家発電認可出力、発電量

資料：本文参照 (p. 12)。

自家発電におけるエネルギー消費は、生産工程におけるエネルギー消費と結びついている。自家発電は工場全体としての省エネルギーに役立つ。またボイラーによって廃液処理を行なう場合も多く、自家発電は廃棄物処理という要請にも対応したものである<sup>3)</sup>。自家発電の上記のような増大は、このような紙・パルプ産業における自家発電のメリットを背景としてもたらされたのである。

紙・パルプ産業における自家発電量の総電力消費量に占めるウエイトは、50年には58%にまで上昇した。30年代後半から紙・パルプ産業の自家発電に対する依存度は急速に高まって来たのである。図2-6は、紙・パルプ産業の購入電力負荷率と自家発電施設利用率の推移を示したものである。購入電力負荷率が低下傾向にあるのに対して、自家発電施設利用率は少なくとも48年までは上昇傾向を示している。前述した紙・パルプ産業の自家発電の特徴を背景として、自家発電をベースとして購入電力で負荷変動を補給するという運転方式<sup>4)</sup>が一般的とな

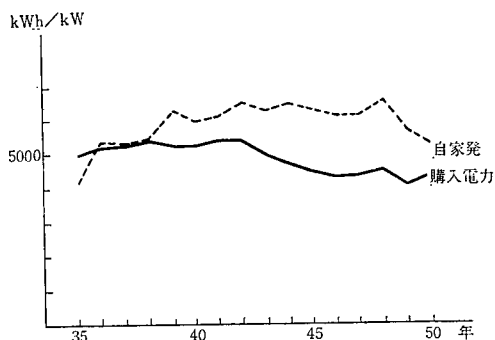


図 2-6 紙・パルプ産業計購入電力負荷率、自家発電施設利用率

資料：図2-5および電事連『電気事業便覧』

ったといえよう。

これらのことから、紙・パルプ産業における自家発電量の増大傾向は、単に自家発電コストと購入電力コストとの比較あるいは1次エネルギー、2次エネルギーの相対価格のみによって説明するだけでは不十分であり、産業（工場）全体の生産技術やエネルギー消費技術との関連で見なければならない。

### 2.3 製品、原材料の需給

紙、板紙の需要量はGNPとの相関が高いといわれている。紙の国内需要は38年～48年に1.96倍に増加し、板紙の国内需要は同じ期間に2.39倍に増加した。後述するように、紙、板紙の需要関数は、鉱工業生産指数、個人消費支出を説明変数として推定された。

一方、紙、板紙という製品段階での輸出入は少ない。この期間において、紙、板紙の輸出量は国内生産量の3%前後の水準にとどまっており、輸入量も図2-7に示すように低い水準を推移している。すなわち、紙・パルプ産業の最終

3) 49年には、紙・パルプ産業のボイラーの総蒸気発生能力に占める廃液燃焼ボイラーの蒸気発生能力のウエイトは19.3%であった。通産省『49年紙・パルプ工業設備調査報告書』p. 9。

4) [?] p. 153



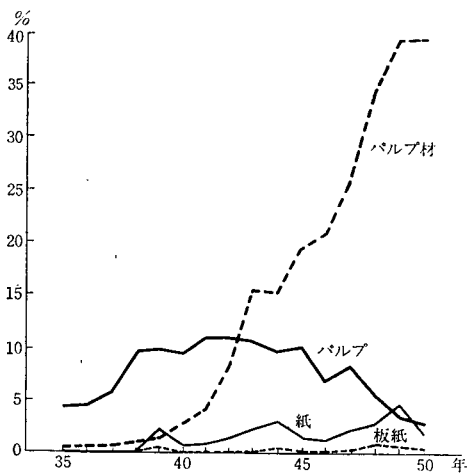


図 2-7 紙・パルプ産業、製品および原材料の輸入依存度

輸入依存度：輸入量/国内消費量  
資料：図 2-2 に同じ。

製品（紙、板紙）の生産は国内需要の増加に対応して増加して来たのである。

しかし原材料の需給関係については、この期間に次のような変化が見られた。図 2-7 に示したパルプとパルプ材の輸入依存度の推移を見ると、パルプの輸入依存度が 30 年代後半に 10% 前後の水準に達し、その後 45 年ごろから低下傾向を示しているのに対して、パルプ材の輸入依存度は 40 年代に入ってから急速に上昇して、50 年には 40% をこえた。国内木材資源の制約から、紙・パルプ産業の原材料の輸入依存度は、生産量の増大とともに高まって来たのであるが、それとともに輸入原材料の構成も変化して来たのである。中間原材料であるパルプを輸入するよりもパルプ材を輸入して国内でパルプ、紙の生産を行なうという傾向が強まっている。

次に、古紙は製紙原料としてパルプとともに重要な地位を占めている。また古紙の回収、再利用は省資源の観点からも重要である。紙、板紙生産の原材料としての古紙とパルプの比率

は、紙生産においては、35 年 1:6.7、50 年 1:4.9、板紙生産においては、35 年 1:0.4、50 年 1:0.6 であった。古紙は板紙、薄葉紙など従来からの用途の他に、さまざまな種類の紙の生産に使用されるようになって来ている。

一方古紙の供給は、輸入（古紙消費量の 1% 前後が輸入である）を除けば回収に依存している。古紙の回収率は、日本において諸外国に比べてかなり高い水準にある。これは技術的に可能な回収率から見ても高い水準にあり、またそれは長期的に安定的に推移している（図 2-8）。古紙回収率を現在の水準から大幅にひき上げるのは困難な状況にある。

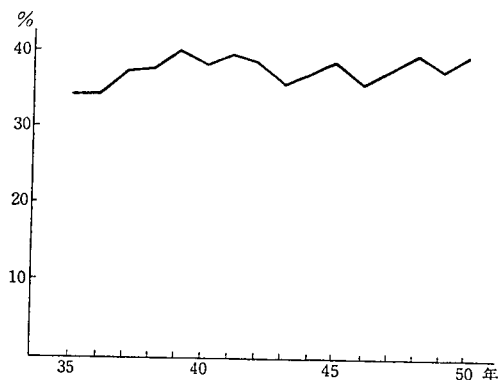


図 2-8 古紙回収率

古紙回収量/紙・板紙国内消費量  
資料：図 2-2 に同じ。

しかし古紙処理はパルプ設備にくらべて設備投資負担においてきわめて低廉であり、また資源の有効利用の面からも古紙利用の必要性は高まっている<sup>5)</sup>。

このような紙・パルプ産業をめぐる原材料、製品の流れの中で、紙・パルプ産業の平均的企業は、パルプ工程と抄紙工程の両方をカバーしている。表 2-1 はパルプ生産量の用途別構成比を示したものである。45 年には、国内のパル

5) [3], p. 52

表 2-1 パルプ生産量の用途別構成  
(45年)

		生産量 (1,000 t)	構成比(%)
同一工場消費	紙用	1,620	29.2
	板紙用	1,584	28.7
自社他工場向		717	12.9
市販用		1,621	29.2
		5,542	100.0

資料：図 2-2 に同じ。

パルプ生産量のうち同一工場で紙または板紙生産用に消費される量は 57.9% に達しており、これに自社他工場向けの 12.9% を加えると、パルプ生産量の約 70% が同一企業内の抄紙工程において消費されていることになる。

## 2.4 生産技術と企業構造

産業において現実に採用されている技術は、一定の技術的条件の下で企業が行なった経済的選択の結果である。したがって生産技術の選択は企業の規模や投資行動のあり方などによって規定されることになる。パルプ一紙一貫メーカーである大企業と和紙、薄葉紙、板紙などの分野における小企業とが並存するという企業構造は、紙・パルプ産業全体としての技術進歩を次のような点で制約するであろう。

第 1 に、小企業が多数存在するという企業構造は、資金面の制約などから、産業全体としての技術革新を制約することになる。産業自体の技術的特性によるところが大きいのであるが、紙・パルプ産業の生産技術の進歩は、産業全体として見ると従来の技術の部分的な改良（大型化、省力化）という形で行なわれて来た。表 2-2 は、紙・パルプ産業の各工程の機械、設備の運転開始年別基（台）数を示したものであるが、これからもわかるように、現在においても最新の機械、設備とともに古い機械、設備が多数運転されているのである。

表 2-2 パルプ製造設備、抄紙機運転開始年別基  
(台) 数

(49年4月30日現在)

	明治	大正	昭和							
			1~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~49	
化学パルプ		3	16	6	48	97	52	91	34	
機械パルプ		4	10	7	24	37	28	86	18	
抄紙機	13	26	68	74	158	247	371	418	218	

資料：『昭和 49 年 紙・パルプ工業設備調査報告書』

またこのような企業構造は、自家発電施設の導入などの技術革新に対する制約となる。自家発電が購入電力より有利であるためには一定規模以上の発電規模が必要である。30 年代後半から続いた自家発電施設の急増によって、自家発電のスケール・メリットを有する企業における自家発電施設の設置は一巡したと思われる。つまり産業全体としての自家発電比率の増大は、このような経済的要因から限界に近づいていると考えることができる。

## 3. モデルの構造

### 3.1 生産関数、原材料投入関数

資本設備、労働、原材料などの生産要素の投入量と生産量との関係を、前述した現実の工程別の投入係数の推移などから、次のようなものであると想定する。

すなわち、各工程において直接消費される原材料およびエネルギーの量は、それぞれ各工程の生産量との間に固定的な関係を持っている。いいかえれば、原材料とエネルギーの投入量は、これら相互間においても、また資本、労働との間においても、代替または補完の関係ではなくそれぞれ独立に決まる。一方、資本と労働の投入量については、一般に想定されているように相互に代替的であると考える。

そこで、モデルでは、各工程の生産量、原材

料投入量などの決定のメカニズムを次のようにした。C：工程別生産能力，K：工程別設備粗ストック，L：工程別従事者数，O：工程別生産量，J：工程別在庫ストック，RM：工程別原料消費量，PRM：原料価格，EL：工程別電力消費量，PEL：電力価格とし、添字*i*で工程を示す（1：パルプ，2：紙，3：板紙，4：間接部門）。

$$C_i = F(K_i, L_i)$$

$$O_i = F(C_i, J_i/O_{i-1})$$

$$RM_i = F(O_i, PRM_i)$$

$$EL_i = F(O_i, PEL)$$

各工程の生産能力は、各工程の資本と労働によって決まり、生産量は生産能力と製品需給関係の代理変数である前期の在庫水準とによって決定される。原材料投入量と電力消費量は、各工程の生産量と原材料および電力の価格とによって決まる（石油・石炭については自家発電用と工程用との分離が困難であることから、後に石油・石炭購入量全体として扱う）。

データは、パルプ、紙、板紙の3工程について、生産量、在庫量（ともに物量表示）、従事者数、原材料投入量（パルプ工程：パルプ材、紙工程：パルプ、板紙工程：パルプおよび古紙、すべて物量表示）、電力消費量（kWh）を通産省『生産動態統計』からとった。

資本については、『紙・パルプ工業設備の現況』（34年、通産省）のパルプ、紙、板紙別生産設備総価額をベンチ・マークとして、『主要産業の設備投資計画』（通産省）の工程別投資実績を積上げて粗設備資本ストック（45年価格）を推計した。設備の除却率は各工程とも1.5%とした。

生産能力関数は、一次同次のコブ・ダグラス型生産関数として、次の推定結果が得られた。

推定期間は35年～50年の16年間である。

$$\ln(C_1/L_1) = 0.947840 + 0.800287 \ln$$

$$(27.5)$$

$$(K_1/L_1) \dots (1)$$

$$\bar{S} = 0.065 \quad \bar{R}^2 = 0.980 \quad D - W = 1.075$$

$$\ln(C_2/L_2) = -0.541230 + 0.515897 \ln$$

$$(30.5)$$

$$(K_2/L_2) \dots (2)$$

$$\bar{S} = 0.037 \quad \bar{R}^2 = 0.984 \quad D - W = 1.021$$

$$\ln(C_3/L_3) = 0.754573 + 0.678925 \ln$$

$$(28.3)$$

$$(K_3/L_3) \dots (3)$$

$$\bar{S} = 0.051 \quad \bar{R}^2 = 0.982 \quad D - W = 1.630$$

コブ・ダグラス型生産関数においては、生産要素間の代替の弾力性が1である。このことは、生産者は与えられた技術（生産関数）の下で、生産要素の価格に対応して、生産要素（資本、労働）の組合せを変更することができることを意味している。

一方、モデルにおいては各工程で直接消費されるエネルギー、原材料の量については、各工程における資本、労働の投入量によって決まるのではなく、各工程との生産量との関係において技術的に固定的に決定されると考えている。そこで各工程のエネルギー、原材料投入関数を、各工程の生産量とエネルギー、原材料の価格を説明変数として次のように推定した。価格が説明変数として有意に推定されたのは、紙工程における電力投入関数のみであった。エネルギー、原材料価格の変化が各工程におけるその投入量に直接に影響をおよぼす度合は非常に小さいといえよう。

電力投入関数

$$\ln EL_1 = -0.24969 + 0.995655 \ln O_1 \dots (4)$$

$$(19.6)$$

$$\bar{S} = 0.073 \quad \bar{R}^2 = 0.962 \quad D - W = 0.435$$

$$\ln EL_2 = -2.58853 + 1.29522 \ln O_2 \quad (33.8)$$

$$-0.0794371 \ln PEL \dots \dots \dots (5)$$

(1.5)

$$\bar{S} = 0.042 \quad \bar{R}^2 = 0.991 \quad D - W = 1.823$$

$$\ln EL_3 = -1.76211 + 1.15481 \ln O_3 \quad \dots \dots (6)$$

(37.7)

$$\bar{S} = 0.056 \quad \bar{R}^2 = 0.990 \quad D - W = 1.636$$

原材料投入関数

$$\ln RM_1 = 1.61786 + 0.951353 \ln O_1 \quad \dots \dots (7)$$

(70.4)

$$\bar{S} = 0.019 \quad \bar{R}^2 = 0.997 \quad D - W = 0.265$$

$$\ln RM_3 = 0.274672 + 0.956772 \ln O_2 \quad \dots \dots (8)$$

(74.4)

$$\bar{S} = 0.018 \quad \bar{R}^2 = 0.997 \quad D - W = 0.616$$

$$\ln(RM_3 + KOSI) = 1.52061 + 1.00723 \ln O_3 \quad (86.8)$$

\dots \dots \dots (9)

$$\bar{S} = 0.021 \quad \bar{R}^2 = 0.998 \quad D - W = 1.256$$

なお、*KOSI* は板紙工程に対する古紙投入量である。

次にモデルでは生産能力を決定する資本設備の量（したがって投資額）と労働の投入量について、次のような関数を考えた。

投資については基本的には加速度原理型の投資関数である。各期の投資額は前期の投資額と生産量の増加分（前期の生産量－前々期の生産量）とによって説明される。 $I_i$  を工程別投資額（45年価格）とする。

$$I_1 = 32.2146 + 0.746501 \cdot I_{1,-1} + 0.052301 \cdot (O_{1,-1} - O_{2,-2}) \quad \dots \dots (10)$$

(3.9) \quad (1.2)

$$\bar{S} = 49.2 \quad \bar{R}^2 = 0.534 \quad D - W = 1.287$$

$$I_2 = 36.4732 + 0.700415 \cdot I_{2,-1} + 0.138372 \cdot (O_{2,-1} - O_{2,-2}) \quad \dots \dots (11)$$

(5.5) \quad (2.6)

$$\bar{S} = 51.7 \quad \bar{R}^2 = 0.741 \quad D - W = 1.248$$

$$I_3 = 25.1824 + 0.813155 \cdot I_{3,-1} + 0.00743252 \cdot (O_{3,-1} - O_{3,-2}) \quad \dots \dots (12)$$

(6.1) \quad (0.5)

$$\bar{S} = 30.6 \quad \bar{R}^2 = 0.716 \quad D - W = 1.353$$

間接部門の投資額は生産工程への投資額と一定の関係を維持すると考えて、次の関係式を考えた。

$$I_4 = -9.99794 + 0.255831 \cdot (I_1 + I_2 + I_3) \quad \dots \dots (13)$$

(4.8)

$$\bar{S} = 41.9 \quad \bar{R}^2 = 0.588 \quad D - W = 1.055$$

労働力は3つの生産工程に対してそれぞれ投入される。各工程の労働投入量は、各工程の生産量と紙・パルプ産業の賃金水準を説明変数として次の関数によって決定される。*LP*: 紙パルプ産業計従事者数、*WP*: 紙・パルプ産業賃金指数とする。

$$\ln L_2 = 8.93537 + 0.356795 \ln O_2 \quad (4.1)$$

$$-0.25049 \ln WP \quad \dots \dots (14)$$

(5.2)

$$\bar{S} = 0.034 \quad \bar{R}^2 = 0.690 \quad D - W = 1.142$$

$$\ln L_3 = 7.29989 + 0.431881 \ln O_3 \quad (4.4)$$

$$-0.215000 \ln WP \quad \dots \dots (15)$$

(2.9)

$$\bar{S} = 0.066 \quad \bar{R}^2 = 0.646 \quad D - W = 0.734$$

$$\ln LP = 9.24488 + 0.230142 \ln OP \quad (3.3)$$

$$-0.211198 \ln WP \quad \dots \dots (16)$$

(5.0)

$$\bar{S} = 0.033 \quad \bar{R}^2 = 0.740 \quad D - W = 1.005$$

なお、紙・パルプ産業の賃金は製造業の賃金と強い相関関係にあるので、紙・パルプ産業の賃金決定式として次の関数を推定した。*WM*: 製造業賃金指数とする。

$$\ln WP = -0.0761974 + 1.02595 \ln WM \quad (45.0)$$

\dots \dots \dots (17)

$$\bar{S} = 0.054 \quad \bar{R}^2 = 0.993 \quad D - W = 0.926$$

ところで、前述したように工程別の原材料、エネルギー消費量は、工程別生産量との間に固定的関係を有する。しかし産業全体として見る

と、資本、原材料消費量、エネルギー消費量の間には代替的關係を見ることができる。ここでは紙・パルプ産業全体の資本・労働投入量とエネルギー総消費量（購入電力、石油、石炭購入量の合計）との間の代替、補完関係について見よう。図3-1は、35年～50年における紙・パ

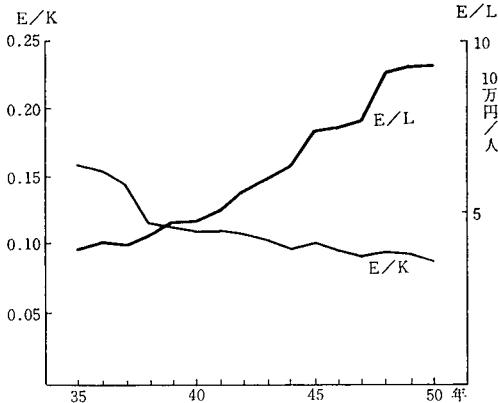


図 3-1 紙・パルプ産業の E/K, E/L の推移 (45年価格)

ルプ産業全体の E/K（粗資本ストック 単位当り総エネルギー消費量）と E/L（従事者 1 人当り総エネルギー消費量）の推移を示したものである。この期間の投資は労働の資本装備率を高めて、資本によって労働に代替する方向を持っていたのであるが、このことが同時に従事者 1 人当りの総エネルギー消費量の増大をもたらした。35 年～50 年の期間に従事者 1 人当り総エネルギー消費量は約 2 倍に増加した。しかし資本単位当りエネルギー消費量はこれとは逆に低下傾向を示している。つまり資本設備の増加はそれと並行的に総エネルギー消費量の増加をもたらしたのではなく、したがって総エネルギー消費量の増加率は資本設備の増加率を下まわったのである。

### 3.2 自家発電, エネルギー需要

前述したように、各工程における電力消費

量、石油・石炭消費量は、各工程の生産量に対応して技術的に決まる。一方、紙・パルプ産業全体としてのエネルギー種類の購入量は、産業内部で行なわれるエネルギー変換量（自家発電量）に依存して決まる。

したがって紙・パルプ産業のエネルギー需要は、各工程の生産量とエネルギー原単位および自家発電量とによって決定される。そして自家発電量は、短期的および長期的に次のような要因によって決定されると考えた。短期的（自家発電設備が不変）には、産業は購入電力価格と 1 次エネルギー価格（または自家発電コスト）の相対価格の変化に対応して、自家発電設備の利用率を変化させ、自家発電量を変化させる。長期的には、購入電力価格と自家発電コストの相対価格の変化に対応して、自家発電設備量を変化させることによって自家発電量を変化させる。

モデルにおいては、各工程における電力消費量、自家発電量、購入エネルギー量の決定メカニズムを次のように想定した。ELA: 購入電力量, ELB: 自家発電量, KWB: 自家発電最大認可出力, EP: 1 次エネルギー購入量, PEP: 1 次エネルギー価格とする。

$$EL_i = F(O_i, PEL)$$

$$ELA = \sum EL_i - ELB$$

$$ELB = F(KWB, PEL/PEP)$$

$$\Delta KWB = F(I_i, PEL/PEP)$$

$$KWB = KWB_{-1} + \Delta KWB$$

$$EP = F(\sum O_i, ELB)$$

すなわち、各工程の生産量に対応して各工程で消費される電力消費量が決まり、各工程の電力消費量の合計から自家発電量を差引いた残りが購入電力量となる。一方、自家発電量は、自家発電設備量と（購入電力価格/1 次エネルギー

一価格)とによって決まり、自家発電設備量の変化は、紙・パルプ産業全体の間接部門設備投資額と(購入電力価格/1次エネルギー価格)とによって決まる。そして1次エネルギー購入量は、各工程の生産量合計と自家発電量とによって決まる。

使用した統計は、自家発電設備量(自家発電最大認可出力)以外はすべて生産動態統計によった。自家発電の最大認可出力は通産省『昭和38年、紙・パルプ工業設備調査報告書』から得られる38年の自家発電最大認可出力をベンチ・マークとして、通産省『電気事業要覧』各年版の発電設備発電出力の増減をこれに加減して推計した。

紙・パルプ産業計の自家発電量決定式、自家発電認可出力(増減)決定式、石油・石炭消費量(購入量)決定式は次のように推定された。  
 $OP$ : 紙・パルプ計生産額,  $PEP$ : 石油価格指数とする。

自家発電量

$$\ln ELB = 3.60361 + 1.05749 \ln KWB \quad (54.5) \\ + 0.654740 \ln(PEL/PEP) \dots\dots(18) \\ (6.5)$$

$$\bar{S} = 0.051 \quad \bar{R}^2 = 0.995 \quad D-W = 2.193$$

自家発電認可出力<sup>2)</sup>

$$\ln AKWB = 12.6115 + 3.36871 \ln I_{4,-1} \quad (5.0) \\ + 7.30037 \ln(PEL/PEP) \dots\dots(19) \\ (2.8)$$

$$\bar{S} = 0.14 \quad \bar{R}^2 = 0.688 \quad D-W = 2.226$$

石油・石炭消費量

$$\ln EP = 2.42374 + 0.456629 \ln OP \quad (6.2) \\ + 0.240380 \ln KWB \dots\dots\dots(20) \\ (5.8)$$

$$\bar{S} = 0.025 \quad \bar{R}^2 = 0.995 \quad D-W = 2.216$$

これらの推定結果は、はじめに述べた紙・パ

ルプ産業におけるエネルギー消費の決定メカニズムをどのように反映しているであろうか。図3-2は、自家発電比率の変化がエネルギー投入係数(エネルギー投入価額/生産額, 45年価格)にどのような影響をおよぼすかを示したものである。図3-2(1)は、上記の自家発電量決定式と石油・石炭消費量決定式における $OP$ を48年の実績値に固定し、自家発電認可出力(し

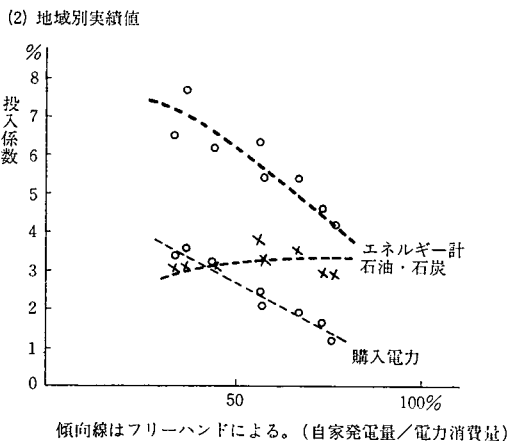
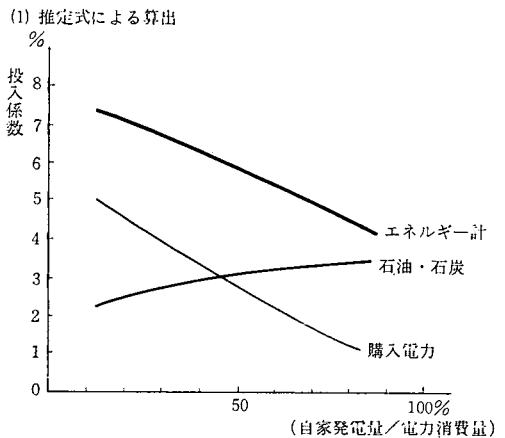


図 3-2 自家発比率とエネルギー投入係数の関係  
 資料: 図 2-2 に同じ。

2) 次のような線型の関数も推定したが、シミュレーションには本文中の式を使った。

$$\Delta KWB = -333.916 + 0.796078 I_{4,-1} \quad (3.2) \\ + 10307.4(PEL/PEP) \quad (2.7)$$

$$\bar{S} = 63.33 \quad \bar{R}^2 = 0.510 \quad D-W = 1.255$$

たがって自家発電比率)を変化させた時に、*EP* (石油・石炭消費量), *ELB* (自家発電量), およびこの2つの合計量がどのように変化するかをそれぞれの投入係数によって示したものである。これによると自家発電設備(したがって自家発電量)の増大は、石油・石炭消費量を増大させるが、他方、購入電力量を減少させるので、総エネルギー購入量としては減少をもたらすことがわかる。図によると自家発電比率の10%の上昇は、総エネルギー購入量を約17%減少させるのである。

図3-2-(2)は、同じ観点から通産局別に48年のエネルギー投入係数と自家発電比率の実績値をプロットしたものである。自家発電比率と投入係数との関係は、図3-2-(1)の推定式による算出結果とかなり近似していることがわかる。

3.3 製品, 原材料の需給と価格

紙・パルプ産業における製品, 原材料の流れ(マテリアル・フロー)のうち重要であると思われるフローをとり出してモデル化した。すなわち、原材料については、パルプ材, パルプおよび古紙, 最終製品については紙, 板紙をとり、図3-3に示すマテリアル・フローをモデルに組入れた。

以下、最終製品需要から始まって原材料の流

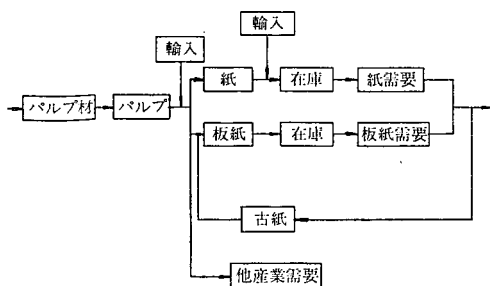


図 3-3 紙・パルプ産業におけるマテリアル・フロー

れをさかのぼっていく形で、順次推定結果をのべていく。なお3つの工程における原材料消費量については3.1で述べたので省略する。

(i) 製品需要

紙と板紙の国内需要量は、それぞれ外生変数としての個人消費支出、鉱工業生産指数とそれぞれの製品価格によって決まる。*CP*: 実質個人消費支出, *IIP*: 鉱工業生産指数, *O<sub>i</sub>D*: 製品別国内需要量, *P<sub>i</sub>*: 製品別価格指数とする。

紙国内需要

$$\ln O_2D = -0.927431 + 0.978204 \ln CP \quad (25.0) \\ -0.117156 \ln P_2 \dots\dots\dots (21) \\ (1.6)$$

$$\bar{S} = 0.039 \quad \bar{R}^2 = 0.988 \quad D - W = 2.010$$

板紙国内需要

$$\ln O_3D = 4.65658 + 0.951363 \ln IIP \quad (26.5) \\ -0.0790159 \ln P_3 \dots\dots\dots (22) \\ (1.0)$$

$$\bar{S} = 0.050 \quad \bar{R}^2 = 0.989 \quad D - W = 0.937$$

なお厳密に言えば、紙・パルプ産業の生産活動と鉱工業生産指数などのマクロ的な経済量とは相互に独立ではない。したがってここでの製品需要関数の推定式は暫定的なものである。

(ii) 紙, 板紙供給量

紙, 板紙の生産量は、各工程の生産能力と製品需給関係の代理変数である前期の製品在庫率によってきまる。*J<sub>i</sub>*: 製品別在庫量とする。

紙生産量

$$\ln O_2 = -3.67883 + 1.35640 \ln C_2 \quad (30.2) \\ -0.134219 \ln (J_2/O_2)_{-1} \dots\dots\dots (23) \\ (2.5)$$

$$\bar{S} = 0.044 \quad \bar{R}^2 = 0.985 \quad D - W = 1.805$$

板紙生産量

$$\ln O_3 = -1.33992 + 1.07124 \ln C_3 \quad (21.3) \\ -0.137118 \ln (J_3/O_3)_{-1} \dots\dots\dots (24) \\ (2.8)$$

$$\bar{S}=0.085 \quad \bar{R}^2=0.968 \quad D-W=1.435$$

紙の供給に関しては国内生産の他に、輸入をモデルに組み入れている。 $M_2$ : 紙輸入量,  $P_2M$ : 紙輸入価格とする。

$$\ln M_2 = -24.5659 + 2.63224 \ln O_2 D \quad (4.7)$$

$$-2.39139 \ln(P_2M/P_2) \dots \dots \dots (25)$$

(5.8)

$$\bar{S}=0.53 \quad \bar{R}^2=0.932 \quad D-W=2.661$$

紙と板紙の需給は、製品価格と前期の在庫率を媒介として調整されることになる。

(iii) パルプ, 古紙の需要, 供給

紙, 板紙工程の原料であるパルプ, 古紙の投入量決定式については3.1で述べた。パルプの需要としてはこの他に繊維産業による需要がある。 $RMS$ : 繊維産業によるパルプ需要量,  $IPS$ : 繊維産業生産指数とすると、繊維産業によるパルプ需要量は次の式によって決定される。

$$\ln RMS = 2.86931 + 0.855821 \ln IPS \quad (6.4)$$

$$-0.0569882 \cdot T \dots \dots \dots (26)$$

(6.7)

$$\bar{S}=0.048 \quad \bar{R}^2=0.742 \quad D-W=1.080$$

パルプおよび古紙の需要量は、紙用, 板紙用, 繊維用需要から成るわけであるが、一方, 供給については、パルプ国内生産量, パルプ輸入量, 古紙供給量の3つを考える。

パルプの生産量はパルプ工程の生産能力と紙, 板紙という製品段階の在庫率とによって決定されると考えた。

$$\ln O_1 = -3.32774 + 1.27005 \ln C_1 \quad (15.0)$$

$$-0.211203 \ln(J_2 + J_3) / (O_2 + O_3)_{-1} \quad (2.3)$$

\dots \dots \dots (27)

$$\bar{S}=0.093 \quad \bar{R}^2=0.937 \quad D-W=1.133$$

古紙回収量 (=古紙消費量) は、前期の紙, 板紙生産量と古紙とパルプの相対価格によって

決まる。 $PKOSI$ : 古紙価格とする。

$$\ln KOSI = -0.719599 + 1.02486 \ln(O_2 + O_3)_{-1} + 0.195487 \ln(PKOSI/P_1) \quad (4.8)$$

\dots \dots \dots (28)

$$\bar{S}=0.056 \quad \bar{R}^2=0.984 \quad D-W=1.917$$

そしてパルプの輸入量は、パルプの国内需要量と(パルプ国内生産量+古紙供給量)の差として定義する。

(iv) 価格

これまでに述べて来た製品, 原材料の需要, 供給は、製品, 原材料の価格や在庫率などを通じて調整される。モデルでは、パルプ, 紙, 板紙, 古紙の価格が内生的に決定されるようになっている。

パルプ, 紙, 板紙の価格については、製品単当たりコストと製品需給関係とを説明変数とするコスト・マークアップ型の関数を推定した<sup>3)</sup>。

パルプ価格

$$\ln P_1 = 2.47201 + 0.659850 \ln[(RM_1 \cdot PRM \cdot 0.06 + EL_1 \cdot PEL + 0.36 \cdot EP \cdot PEP + L_1 \cdot WP \cdot 8.779) / O_1] \dots \dots (29)$$

$$\bar{S}=0.12 \quad \bar{R}^2=0.714 \quad D-W=2.130$$

紙価格

$$\ln P_2 = 0.218783 + 0.740169 \ln[(RM_2 \cdot P_2 \cdot 0.438 + EL_2 \cdot PEL + 0.39 \cdot E_2 \cdot PEP + LP \cdot WP \cdot 8.779) / O_2] \dots \dots (30)$$

(2.5)

$$\bar{S}=0.082 \quad \bar{R}^2=0.847 \quad D-W=2.495$$

板紙価格

$$\ln P_3 = 0.931364 + 0.642364 \ln[(RM_3 \cdot P_1 + KOSI \cdot PKOSI + EL_3 \cdot PEL + 0.25 \cdot EP \cdot PEP + L_3 \cdot WP \cdot 8.779) / O_3] + 0.163201 \ln O_3 D \quad (31)$$

(2.0)



$$\bar{S}=0.13 \quad \bar{R}^2=0.675 \quad D-W=2.390$$

古紙価格については、製紙原料の需要が増大すれば古紙需給も逼迫して古紙のパルプに対する相対価格が上昇するという関係を想定して次の式を推定した。

$$\ln(PKOSI/P_1) = -21.3903 + 2.38694 \ln O_1 D - 0.214197 \cdot T \quad (2.4) \quad (32)$$

$$\bar{S}=0.31 \quad \bar{R}^2=0.349 \quad D-W=1.781$$

### 3.4 恒等式

モデルは、これまでに述べた 32 本の構造方程式と、次に示す 12 本の恒等式からなる。

パルプ工程設備資本ストック

$$K_1 = K_{1,-1} + I_1 - 0.015 K_{1,-1} \quad (33)$$

紙工程設備資本ストック

$$K_2 = K_{2,-1} + I_2 - 0.015 K_{2,-1} \quad (34)$$

板紙工程設備資本ストック

$$K_3 = K_{3,-1} + I_3 - 0.015 K_{3,-1} \quad (35)$$

間接部門設備資本ストック

$$K_4 = K_{4,-1} + I_4 - 0.015 K_{4,-1} \quad (36)$$

パルプ需要量

$$O_1 D = RM_2 + RM_3 + RMS \quad (37)$$

パルプ輸入量

$$M_1 = O_1 D - O_1 \quad (38)$$

紙在庫ストック

$$J_2 = J_{2,-1} + O_2 - O_2 D + M_2 \quad (39)$$

板紙在庫ストック

$$J_3 = J_{3,-1} + O_3 - O_3 D \quad (40)$$

紙・パルプ計生産量

$$OP = 43.79 \cdot O_1 + 82.43 \cdot O_2 + 48.61 \cdot O_3 \quad (41)$$

パルプ工程労働需要

$$L_1 = LP - L_2 - L_3 \quad (42)$$

紙・パルプ計購入電力量

$$ELA = EL_1 + EL_2 + EL_3 - ELB \quad (43)$$

自家発電設備  $kWB$

$$kWB = kWB_{-1} + \Delta kWB \quad (44)$$

## 4. モデルによる分析

### 4.1 モデルの説明力

モデルの説明力をみるために、推定期間(35年~50年)についてモデルを解いて、その計算値と実績値を比較する。ここでは 44 の内生変数のうち、例として紙・パルプ産業計の生産

3) シミュレーションには本文中の推定式を使ったが、この他に下記の式が推定された。

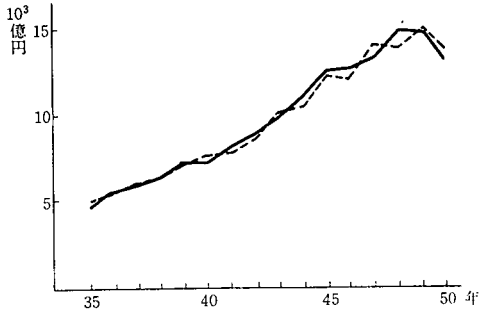
製品	const.	$\ln(TCOST)$	$\ln(RMCOST)$	$\ln(WCOST)$	$\ln(J/O)_{-1}$	$\bar{S}$	$R^2$	$D-W$
パルプ	3.11026		0.322121 (2.1)	0.582628 (2.4)		0.10	0.772	2.630
紙	-0.336528	1.06176 (8.7)			-0.261132 (2.4)	0.083	0.843	1.395
	0.997204		0.464338 (4.5)	0.547843 (7.2)	-0.264059 (4.1)	0.048	0.948	1.398
	1.02722	0.912776 (7.6)				0.095	0.791	2.134
板紙	1.05924	0.907914 (5.0)			-0.0818887 (1.0)	0.14	0.608	2.349
	2.54367		0.0996523 (0.6)	0.756752 (5.5)	-0.161121 (3.1)	0.082	0.861	1.414
	1.53491	0.856159 (4.9)				0.14	0.609	2.374

$TCOST$  ; 単位当り原材料, エネルギー, 賃金コスト

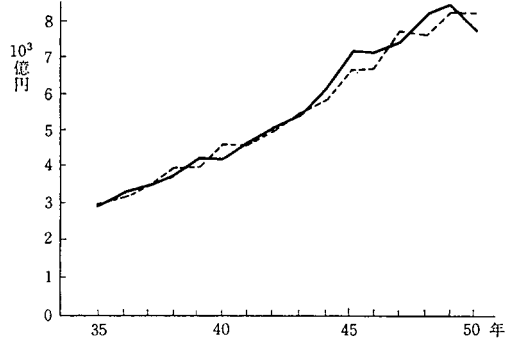
$RMCOST$  ; 単位当り原材料, エネルギーコスト

$WCOST$  ; 単位当り賃金コスト

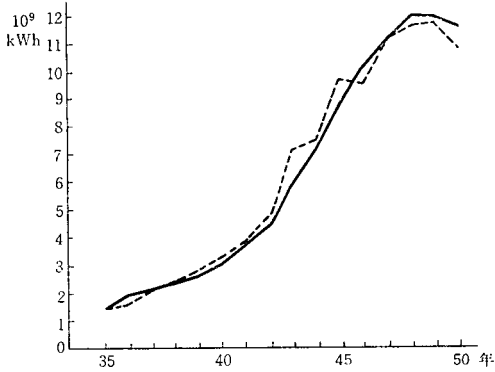
(1) 紙パルプ産業計生産額



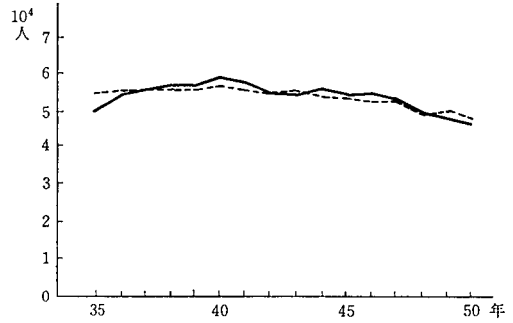
(5) 紙生産量



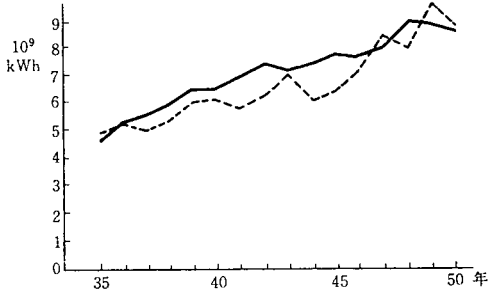
(2) 自家発電量



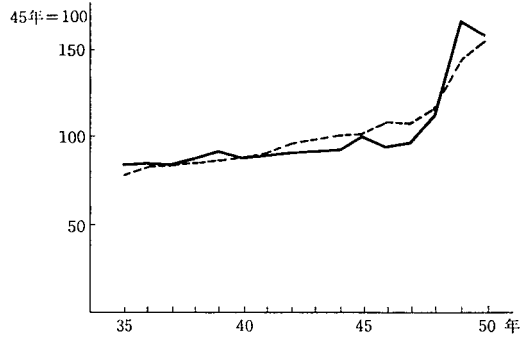
(6) 紙工程従事者数



(3) 購入電力量



(7) 紙価格



(4) 石油・石炭消費量

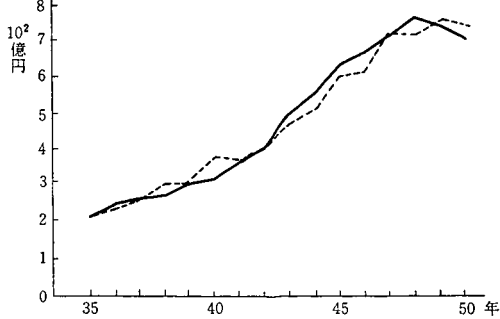


図 4-1 ファイナルテストの結果

額、自家発電量、購入電力量、石油・石炭消費量、紙生産工程について紙生産量、紙価格、紙工程従事者数を図示した（図 4-1（1）～（7）、実線：実績値、点線：計算値）。

これらのグラフからもわかるように、紙・パルプ産業計の購入電力量などにおいて実績値と計算値との乖離が大きく、モデルの説明力には問題が残されている。購入電力量の説明力に関していえば、各部門の設備投資関数、供給関数などの誤差が影響していると思われる。

次に外生変数と内生変数の1部については51年、52年のデータが得られるので、51年、52年の外生変数の実績値を使って、内生変数を解いてみた。内生変数のうち実績値の得られるものについて計算値と比較して示したのが表4-1である。これによると、52年の数値は、板

表 4-1 51年、52年の事後予測

	50	51	52
パルプ生産 (10 <sup>3</sup> t)	8,630	9,518	9,437
紙生産 (10 <sup>3</sup> t)	8,944	10,214	9,652
板紙生産 (10 <sup>3</sup> t)	7,711	8,631	8,759
パルプ電力消費 (10 <sup>6</sup> kWh)	8,209	8,785	8,942
紙電力消費 (10 <sup>6</sup> kWh)	5,890	6,763	6,943
板紙電力消費 (10 <sup>6</sup> kWh)	6,122	6,475	5,872
自家発電量 (10 <sup>6</sup> kWh)	8,305	8,952	9,353
購入電力量 (10 <sup>6</sup> kWh)	6,679	7,645	7,225
石油・石炭消費量 (10万円)	7,123	7,925	8,159
パルプ価格 (45年=100)	7,446	8,041	8,164
紙価格 (45年=100)	4,524	4,931	4,941
板紙価格 (45年=100)	4,054	4,325	3,864
	11,515	12,276	12,678
	10,656	11,206	11,919
	8,442	9,553	9,776
	7,541	8,805	7,333
	4,498	4,700	4,681
	4,469	4,665	4,617
	193.2	193.6	170.2
	152.0	150.4	149.9
	158.7	160.8	177.7
	154.0	156.6	157.7
	142.2	146.6	171.2
	116.0	129.2	121.2

上段 実績値  
下段 推定値

紙生産が過少に、パルプ工程、板紙工程の電力消費量と購入電力量も過少に推定されており、また製品価格の予測が非常に悪いことがわかる。モデルの構造上考えられる理由は、電力消費関数が40年代末以降過少推定となっていること、製品の需給および価格決定メカニズムが十分にモデルに反映されていないことなどである。またモデルは全般的に40年代末以降の構造変化を説明しきれていない。

#### 4.2 内挿シミュレーション

モデルの推定期間において、外生変数が実績値と異なった値をとった場合、内生変数がどのように変化するかを、次の3つのケースについて計算した。

ケース 1. 41年以降、鉱工業生産指数、個人消費支出が実績値より10%上まわった場合：紙・パルプ産業の最終製品の需要は、鉱工業生産指数と個人消費支出とによって決定される。この2つの外生変数が変化して、紙、板紙の需要が増大した場合の、紙・パルプ産業全体への影響をしらべる。

ケース 2. 41年以降、パルプ材価格、1次エネルギー価格、購入電力価格が実績値を10%上まわった場合：紙・パルプ産業が外部から購入する原材料とエネルギーであるパルプ材、1次エネルギー、購入電力の価格が上昇した場合に、生産コストあるいはエネルギー需要がどのように変化し、またその影響が産業全体にどのように波及するか。

ケース 3. 1次エネルギー価格が41年以降実績を10%上まわり、電力価格がそれより1年おくらせて42年以降実績を上まわった場合：電力価格上昇のタイミングはエネルギー需要にどのような影響を及ぼすか。

表4-2は、主要な変数について計算値と実績

表 4-2 内挿シミュレーションの結果

(1) 41年以降 IIP, CP 10% アップ

(2) 41年以降 PRM, PEP, PEL, 10% アップ

	41年～45年	46年～50年
パルプ投資	10.2	-0.5
紙投資	17.9	2.9
板紙投資	1.6	0.9
間接部門投資	12.6	1.4
パルプ生産能力	0.8	1.2
紙生産能力	3.4	4.8
板紙生産能力	1.4	2.1
パルプ生産量	6.4	9.3
紙生産量	8.9	10.2
板紙生産量	8.6	11.4
パルプ従事者数	-3.3	-4.6
紙従事者数	3.0	3.5
板紙従事者数	3.6	4.7
パルプ電力消費量	6.4	9.3
紙電力消費量	11.7	13.6
板紙電力消費量	10.0	13.2
紙・パルプ計電力消費量	9.4	12.0
自家発電認可出力	22.7	34.1
自家発電量	24.0	36.5
購入電力量	-5.8	-22.6
石油、石炭消費量	7.9	12.2
パルプ価格	-1.0	-1.8
紙価格	0.0	-0.9
板紙価格	2.2	2.8
古紙価格	17.7	20.3
古紙回収量	11.4	12.2
紙国内需要量	9.8	9.9
板紙国内需要量	9.4	9.3
パルプ輸入量	9.7	10.1
紙輸入量	27.0	25.5

	41年～45年	46年～50年
パルプ投資	-0.3	-0.4
紙投資	-0.8	-0.6
板紙投資	0.0	0.0
間接部門投資	-0.6	-0.4
パルプ生産能力	-0.1	-0.2
紙生産能力	-0.2	-0.3
板紙生産能力	0.0	0.0
パルプ生産量	-0.8	-0.8
紙生産量	-0.7	-0.6
板紙生産量	-0.2	-0.2
パルプ従事者数	0.1	0.1
紙従事者数	-0.2	-0.2
板紙従事者数	-0.1	-0.1
パルプ電力消費量	-0.2	-0.2
紙電力消費量	-1.7	-1.5
板紙電力消費量	-0.2	-0.3
紙・パルプ計電力消費量	-0.7	-0.7
自家発電認可出力	-0.8	-1.7
自家発電量	-0.8	-1.8
購入電力量	-1.2	0.3
石油、石炭消費量	-0.4	-0.7
パルプ価格	6.0	6.1
紙価格	4.0	4.1
板紙価格	2.9	3.0
古紙価格	3.9	4.2
古紙回収量	0.5	0.4
紙国内需要量	-0.4	-0.4
板紙国内需要量	-0.2	-0.2
パルプ輸入量	-0.9	-0.7
紙輸入量	8.5	8.5

値の差を41年～45年、46年～50年の各5年間の平均値によって示したものである。これらのシミュレーションの結果を以下に要約する。

ケース 1. 紙、板紙の国内需要量は10%弱の増加を示し、これにともなって各工程の生産量とパルプ、紙輸入量が増大する。エネルギー需要量は電力、1次エネルギーともに増加する。しかし自家発電設備が大幅に増大するために購入電力量は逆に減少する。

ケース 2. 原材料とエネルギー価格が10%上昇すると、パルプ価格は約6%、紙価格は約4%、板紙価格は約3%上昇する。これにともなって紙、板紙の国内需要量が減少し、生産量

が減少する。また紙の輸入量が大幅(8.5%)に増加し、パルプ輸入量が1%弱減少する。したがってエネルギー総消費量は減少する。しかしエネルギー種類別購入量の構成比はほとんど変化しない。

ケース 3. 製品価格上昇にともなう製品国内需要、生産量の変化はケース2とほぼ同様である。しかし1次エネルギーの相対価格の1時的な上昇は、自家発電設備の増加率を低下させ、長期的に自家発電量の減少(41年～45年10.3%、46年～50年5.7%)、購入電力量の増大(41年～45年8.3%、46年～50年5.7%)という効果をもたらす。

(3) 41 年以後 PEP 10%, 42 年以後 PEL 10% アップ

	41年~45年	46年~50年
パ ル プ 投 資	-0.3	-0.2
紙 投 資	-0.5	-0.3
板 紙 投 資	0.0	0.0
間 接 部 門 投 資	-0.4	-0.2
パ ル プ 生 産 能 力	0.0	-0.1
紙 生 産 能 力	-0.1	-0.2
板 紙 生 産 能 力	0.0	0.0
パ ル プ 生 産 量	-0.4	-0.4
紙 生 産 量	-0.4	-0.4
板 紙 生 産 量	-0.1	-0.2
パ ル プ 従 事 者 数	0.1	0.1
紙 従 事 者 数	-0.1	-0.1
板 紙 従 事 者 数	-0.4	-0.4
パ ル プ 電 力 消 費 量	-0.4	-0.4
紙 電 力 消 費 量	-1.8	-1.9
板 紙 電 力 消 費 量	-0.1	-0.2
紙・パルプ計電力消費量	-0.8	-1.0
自家発電認可出力	-8.6	-5.4
自 家 発 電 量	-10.3	-5.7
購 入 電 力 量	8.3	5.7
石 油, 石 炭 消 費 量	-2.4	-1.5
パ ル プ 価 格	1.9	2.1
紙 価 格	2.4	2.9
板 紙 価 格	2.0	2.4
古 紙 価 格	1.0	1.2
古 紙 回 収 量	0.0	0.0
紙 国 内 需 要 量	-0.4	-0.4
板 紙 国 内 需 要 量	-0.3	-0.3
パ ル プ 輸 入 量	-0.5	0.4
紙 輸 入 量	3.3	5.5

これらのシミュレーションの結果は、生産量の急激な増大、原材料輸入構成の変化、自家発

電設備の急激な増大などの見られたいわゆる高度成長期の紙・パルプ産業のビヘイヴィアを前提としたものである。したがって、国内需要の停滞、稼働率の低下、公害防止投資の増大ともなうエネルギー原単位の上昇など 40 年代後半以降に現われた状況を十分に反映したものはなっていない。

参 考 文 献

- [1] 渡部経彦・辻村江太郎監修『日本産業の計量分析』日本経済新聞社, 1969 年
- [2] 産業構造調査会『産業構造調査会 部会 報告』1963 年
- [3] 産業構造審議会『70 年代における紙・パルプ産業のあり方—紙・パルプ部会答申—』1972年 10 月
- [4] 大川健治編著『紙・パルプ業界』教育社, 1975 年
- [5] 東洋経済新報社編著『紙・パルプの実際知識』1974 年
- [6] 村井 操・中西 篤『製紙工学』工学図書, 1964 年
- [7] 日本電気協会自家発電調査委員会『わが国自家発電の現状と課題』1966 年
- [8] 通産省『紙・パルプ工業設備調査報告書』38 年, 44 年, 49 年

(くまくら おさむ  
電力経済研究部  
電気事業経済研究室)



# 化学工業と電力需要

## ——価格効果をめぐって——

浜 田 宗 雄

### 〔要 旨〕

化学工業の電力需要を検討する一つの試みとして、電力料金の価格効果をとりあげる。化学工業の長期需要関数から直接的価格効果を検出することはなかなか困難なことであるとされている。そこで、統計的に有意な価格弾性値を求め得ない原因をさぐると共に、化学工業固有の電力需要行動を検討することが本稿の意図するところである。

まず、電力サイドからみた、化学工業にかかわる諸指標を検討し、次の4つの要因を抽出した。すなわち、(1)業種差、(2)料金格差、(3)計測期間のずれ、(4)「九電力からの買電」と「その他電力(自家発電)」の分割、である。検討対象期間は、昭和36~49年度である。

上記の4要因を考慮して、価格弾性値の計測を行ない、統計的にある程度有意としてみとらえられた値の分布を比較検討した結果は次の通り。「化学工業計」に関する電力料金の価格効果はゼロとみなし得ないが、統計的に有意なレベルでの検出は困難である。このような結果をもたらした原因は大別すると次の2つに由来すると思われる。第1に、検証対象期間における化学工業の業種別の電力需要構造の変化である。当該期間における化学工業の生産構造の変化は「石油化学化」としてとらえることが出来る。これを可能にしたのは廉価にして大量に利用しうる原料(石油製品)の採用であり、これによって、従来法からの製法転換や新製品の開発があり、化学工業は他の素材産業の市場にまで進出した。この生産構造の変化が電力需要構造にも反映し、電力を原料とする歴史的に電力多消費型の業種のウエイトは、電力を動力その他のユーティリティとして利用する業種のウエイトに比して低下した。このような急速な構成変化が、「化学工業計」における価格効果の検出を困難なものとしている。この点は、期間別価格弾性値の比較から明らかとなった。

第2に、「九電力からの買電」と「自家発電」に関する価格弾性値の比較である。自家発電比率の上昇と共に、「化学工業計」の価格効果は統計的有意性を失なってゆく。両者の関係は完全に代替関係にあるとは言いきれないが、導入が有利となる生産規模に成長した需要家はコスト対策の一環として、保安用も含めて、廉価な熱源による広義の自家発電ベースに転換している。この典型的業種は、「ソーダ工業」と「有機(石化)化学」である。両業種は操業方式と料金制度の利用法の差異において対照的であるが、昭和45年度以降においては、自家発電比率が非常に高い点で共通性がある。しかし「九電力からの買電」と「自家発電」に関する価格弾性値の比較から、前者は「買電」に対し価格調整的であり、後者は非調整的傾向にあるとみられる。「買電」と「自家発電」とは完全な代替関係にあるとは言いがたいが、両者の価格効果間での相殺関係が九電力料金ベースでの価格効果を検出しにくくしている面があると考えられる。

1. 問題の背景と検証モデル
  - 1.1 問題の所在とその背景
  - 1.2 検証モデルと使用データ
2. 計測結果とその検討
  - 2.1 価格弾性値
  - 2.2 配分関数
  - 2.3 計測結果のまとめ

## 1. 問題の背景と検証モデル

### 1.1 問題の所在とその背景

資源の乏しいわが国の化学工業は、常に安価なエネルギー・資源を原料として求めつつ発展して来た産業である。歴史的にみると電力、廃ガス、木材、石炭、石油等々をそれぞれの時代の要請と相俟って、原料として利用する技術開発が行なわれたことも事実である。電力需要サイドから、化学工業をみたとき、電力多消費産業の一つであることは衆知のところであろう。しかし、化学工業と電力需要の関係は、化学工業の生産構造の変化と共に、ここ 20 年の間にかなり変化していることも事実である。この間の関係を総合的に検討した研究成果は少ない。とくに、化学工業製品のマテリアル・フローを前提した分析は三井グループの成果<sup>1)</sup>が数少ない研究成果の一つであろう。

筆者は、先に昭和 35 年～49 年度の期間について、業種別・工程別を念頭においた「化学工業の電力需要モデル」<sup>2)</sup>の作成を試みた。その際当該産業の生産構造の変化を化学工業の石油化学化としてとらえることとし、当該産業の構成業種を次の 5 業種からなるものとして扱うこととした。

- (1) アンモニア・同誘導品
- (2) カーバイト・石灰窒素
- (3) ソーダ工業製品
- (4) 有機(石化)化学製品
- (5) 無機・その他化学製品

この 5 業種間に「有機(石化)化学製品」業種を主軸とし、他の 4 業種との間に業種別・工程別関係を設定することにした。データ制約等から上記モデルは単純なものであるが、この作業によって明らかとなった点は次の如く要約し

うる。

(1) 化学工業の生産構造は昭和 35 年～49 年の 15 年間に於いて石油化学工業の合成法を中心に变化し、既存の化学製品の製造法の転換、鉄鋼製品、繊維製品、ゴム製品、木材製品等々の素材産業の市場へも進出し、安定かつ大量の供給力をメリットとして新しい市場を次々と獲得していった。

(2) 上記のような発展を可能にしたのは、廉価にして大量に確保しえた原料(石油製品)と石油製品の技術的処理の容易さ、さらに大量生産による製品価格の低下に帰すであろう。

(3) 業種別にみると、「アンモニア」は原料を石油製品に転換し、「カーバイト」は、塩化ビニールの製法転換で製品需要が減少した。「ソーダ工業製品」は広範囲の需要をもつが、とりわけ「有機(石化)化学製品」の補助原料としての位置にあって生産量を伸ばしている。

(4) 石油化学化の一巡が終りかかった昭和 45 年以後、環境問題の激化が表面化すると共に原料の高価格化が始まり、石油ショックによって当該産業はコスト面と環境面の制約から製品の価格対策が大きな問題となり、省エネ対策とコスト・ダウン対策をふまえた新しい生産構造の模索時代に入った。

(5) 電力需要面にも当然、生産構造の変化の影響を反映し、歴史的に電力多消費業種のうち、「アンモニア」、「カーバイト」については電力需要量は減退し、化学工業全体としての電

1) 三井東洋化学グループの作業の概要は次の論文を参照されたい。

(1) 「石油高騰化の化学工業への影響」(化学経済 '74.6)

(2) 「安定福祉経済化の化学工業」(化学経済 '74.9)

三井多目的産業連関分析委員会による産業連関分析による需給予測に関しては、次のレポートを参照されたい。

「1980/1985 産業連関分析」('77.3)

2) 拙稿「化学工業における電力需要モデル」(内部資料 No. 133, '76.5)



力の生産原単位は低下傾向を示す。

上記のモデルでは、検討すべき余地を多く残しており、電力需要セクターもその一つである。その後、電力データの改訂数字が発表されたのを機会に、同セクターの改良を意図して電力需要関数の検討を行なった。本稿はその作業にかかわるもので、検討のねらいは次の2点にある。

(1) 化学工業は既述の如く電力多消費産業であるが、化学工業計について電力需要関数を年次データで計測するとき、電力料金の直接効果を検出することが困難である点を色々の角度から比較検討すること。

(2) 電力需要量を構成するのは「九電力か

らの買電」と「その他電力（以後、自家発等と呼ぶ）」とであるが、化学工業における自家発等比率の伸びが著しく大きいところから、両者間の配分がどのようなメカニズムによるものかを検討すること。

上記の課題の検討要因を抽出するため、少し化学工業と電力需要にかかわる諸指標をみておこう。

歴史的に電力多消費型業種と言われた、(1)アンモニア・同誘導品、(2)カーバイド・石灰窒素、(3)ソーダ工業製品の三業種計と(4)有機(石化)化学製品、(5)無機・その他化学製品の二業種計のそれぞれの電力使用量を化学工業計に対する百分比で示したのが第1.1表で

第1.1表 業種別電力需要構成比(電事連データ)

年 度	アンモニア・同誘導品		カーバイド・石灰窒素		ソーダ工業製品		小 計		有機(石化)化学製品		無機・その他化学製品		小 計	
	上段	下段	上段	下段	上段	下段	上段	下段	上段	下段	上段	下段	上段	下段
昭36	31.3	28.6	30.2	32.5	15.0	16.8	76.5	77.9	3.4	3.3	20.1	18.7	23.5	22.1
37	29.5	26.7	28.1	29.9	15.0	17.6	72.5	74.2	6.0	5.9	21.4	19.9	27.4	25.8
38	29.0	26.4	28.4	29.7	14.1	16.9	71.5	73.0	7.6	7.8	20.9	18.7	28.5	26.5
39	28.3	26.1	27.8	28.3	13.5	17.6	69.6	72.0	10.1	10.0	20.3	18.0	30.4	28.0
40	29.1	26.4	25.0	26.1	13.3	17.1	67.4	69.6	11.7	12.0	20.9	18.2	32.6	30.4
41	27.8	25.0	24.0	24.8	14.0	18.0	65.9	67.8	12.6	13.6	21.6	18.6	34.2	32.2
42	25.3	23.0	24.1	24.1	15.2	19.1	64.6	66.2	14.4	15.2	21.1	18.6	35.5	33.8
43	22.5	20.9	23.2	22.7	15.8	20.3	61.5	63.2	16.0	16.8	22.5	19.4	38.5	36.2
44	19.9	19.1	21.8	20.5	18.5	22.4	60.1	62.0	16.9	18.8	23.0	19.1	39.9	37.9
45	15.5	14.9	20.8	18.4	20.5	23.4	56.8	56.7	17.1	23.2	26.1	20.1	43.2	43.3
46	13.4	11.5	10.4	9.4	23.2	26.5	47.0	47.7	20.6	28.2	32.5	24.4	53.1	52.6
47	12.2	10.4	8.4	7.8	22.8	27.2	43.4	45.4	22.1	29.3	34.5	25.3	56.6	54.6
48	10.8	9.9	9.1	7.7	22.6	26.8	42.5	44.4	22.3	29.4	35.3	26.2	57.6	55.6
49	10.6	9.8	10.1	8.7	21.9	26.8	42.6	45.3	22.3	28.5	35.1	24.1	57.4	52.6
50	11.1	9.6	9.4	8.3	21.3	26.6	41.8	44.5	23.3	28.5	34.9	26.9	58.2	55.4

上段 9電力からの買電量

下段 全電力需要量

ある。同表からおおざっぱに言うと、上記のシェアは昭和 36～39 年の期間では 75 : 25, 昭和 40～44 年の期間は 65 : 35, 昭和 45～50 年では 45 : 55 と見ることが出来る。歴史的に電力多消費型業種と呼ばれた前者が電力を原料として利用して来たのに反し、後者はもっぱら、動力用その他のユーティリティとして使用する業種であり、化学工業における電力利用の形態が変化するに従い、当該産業に及ぼす電力料金の影響も変って来ることは当然であろう。化学工業は装置産業の特徴である大型化による利益を追求し、この結果は電力の生産原単位の低下をもたらししている。

さらに経済的合理性を押し進め、関連産業や関連業種の地理的集中（コンビナートの形成）による利益を求める一方、電力需要に関しても、熱の多目的利用も含めて、自家発、共同自家発、共同火力へと電源を九電力以外の系統に求める方向が出て来た。第 1.2 表は「総電力使用量」に占める「その他電力使用量（自家発等）」の比率であるが、化学工業計でみても、経年的に同比率は増加し、昭和 46 年以降になる

と 40% 台になっている。さらに、昭和 46 年以降 50% 台の比率を示す業種が「ソーダ工業」、「有機（石化）化学」の二業種も存在する。最も低い比率を示す「無機・その他化学」においても昭和 46 年以降は 20% 台を示している。電力需要を検討するにあたっては、これらの傾向を無視することは出来ない。

電力料金の価格効果を検討するために、もう一つ考慮しておく必要のある点は、電力料金の業種別格差の存在する点である。第 1.3 表は「九電力からの買電分」についての業種別実績単価を電力総合単価で除した指標である。この指標は二つの視点からみる必要がある。一つは業種間格差という視点である。これによると、既述した電力多消費型 3 業種と他の 2 業種とでは明らかに格差がみられる。業種毎にそれぞれ歴史的経緯が電力会社との契約上にあると思われるが、さらに、連続操業を主体とするか、バッチ処理を主体とするかの違いにより、特約等の廉価な電力の利用可能性の有無の差から平均買電料金の格差がもたらされる。もう一つの視点は格差の時系列的変化をみることである。第

第 1.2 表 自家発等対全需要量比率

年 度	アンモニア・ 同誘導品	カーバイド・ 石灰窒素	ソーダ 工業製品	有 (石化) 機 化学製品	無 機・ その他 化学製品	化 工 業 計
昭36	5.4	19.7	22.5	9.6	6.8	13.3
37	5.5	19.4	26.7	11.8	7.5	14.2
38	9.1	20.9	33.1	18.8	7.4	17.1
39	11.3	19.4	37.2	17.3	7.7	18.1
40	12.4	24.0	38.5	23.5	9.3	20.7
41	13.7	24.8	39.7	28.0	10.2	22.4
42	15.7	23.1	38.7	27.2	12.3	23.0
43	21.4	25.1	43.1	30.5	15.3	27.0
44	26.3	24.5	41.5	36.5	14.8	29.0
45	31.8	26.1	42.5	51.7	14.9	34.5
46	31.1	35.1	48.4	56.8	21.4	41.0
47	34.5	39.9	53.3	58.0	23.9	44.3
48	37.9	32.5	52.0	57.0	23.5	43.1
49	37.0	32.6	52.6	54.8	24.7	42.1
50	32.6	34.1	53.3	47.6	24.4	41.7

第 1.3 表 電力料金格差 (電力料金平均単価=100)

年 度	アンモニア・ 同誘導品	カーバイド・ 石灰窒素	ソーダ 工業製品	有 機 (石化) 化学製品	無 機・他 化学製品	化 工 業 計
昭36	68.91	71.71	89.36	96.36	96.36	79.22
37	70.03	68.66	88.28	97.55	97.55	79.87
38	71.70	70.62	89.49	97.84	97.84	81.13
39	72.39	71.58	90.62	99.20	99.20	82.57
40	71.50	70.18	88.13	99.74	99.74	79.42
41	72.03	70.18	87.34	97.10	97.10	82.06
42	73.82	71.73	86.13	96.86	96.86	83.25
43	74.09	71.76	84.97	96.63	96.63	83.68
44	74.74	70.88	83.51	94.59	98.20	84.28
45	73.98	71.68	83.16	95.15	98.21	85.20
46	70.35	70.10	80.90	93.47	98.24	86.68
47	71.93	67.92	79.95	91.73	98.75	89.22
48	73.14	68.59	81.06	90.65	98.56	87.29
49	84.33	75.26	86.53	94.30	99.48	91.45

1.3 表からはこの視点からの傾向を一義的には見出し得ない。ただ、化学工業計については、格差縮小の傾向を示しているが、これは既述の業種別電力使用量構成比で明らかのように、化学工業計に占める低料金業種のウェイトの低下によってもたらされたものである。

さらに電力需要における需要家の「九電力分」と「自家発電」別の利用形態を考えておく必要がある。

第 1.4 表 需要家の類別

需 要 家	九電力分	自家発電
需 要 家 (1)	○	—
需 要 家 (2)	○	○
需 要 家 (3)	—	○

第 1.4 表は需要家を類別したものであるが、第 1 の需要家は九電力分の電力供給にのみ依存するグループであり、「自家発電」の利用が出来ない。第 2 の需要家は、「九電力分」と「自家発電」との二系統受電を利用出来るグループである。第 3 の需要家は「自家発電」のみを利用するグループである。われわれが、利用する統計データは電力会社の業務統計にその基礎を置くため、第 3 の需要家は省かれているとみるべ

きであろう。第 1 の需要家は、第 1.2 表から明らかのように漸次減少して、第 2 の需要家グループが主力となっているのが現状であると思われる。しかしながら、「九電力分」と「自家発電」の二系統受電が利用可能な需要家層は、ある一定以上の生産規模に達したものであろう。多目的利用の利益を享受するためであれ、広義の自家発電設備の導入は採算上の利益を得ることが前提であるからである。もちろん立地条件から「自家発電」の利益を得られるという小規模需要家も無いとは言えまい。しかし、これら小規模需要家は第 3 の需要家に属するであろう。自家発電設備を保有してない多くの小規模需要家は第 1 の需要家グループに属すことであろう。

第 1 の需要家と第 2 の需要家を層別化して検討する必要があるわけであるが、本作業では第 1 の需要家が第 2 の需要家に参入するプロセスを検討する素材を求めるとどまらざるを得ない。もし「九電力分」と「自家発電」との電力が代替関係にあるならば、「九電力分」に対しては料金の価格弾力性値はマイナス、「自家発電」では九電力買電料金の価格弾力性値はプラスの値をとり、二者の総合である全需要量の価格

弾性値の符号は両者の総合指標としてそれぞれのウェイトの変化によって攪乱されることもありうる。

## 1.2 検証モデルと使用データ

本作業の一つのねらいである価格効果の検出のために用いるモデルは、さしたる工夫を凝らしたものではないが、次の3種のタイプのモデルを利用することにした。

(1) 第1のタイプは、説明変数に価格比と生産額を用いるもので一般型は次の如くである。

$$\ln E = \ln A + b_1 \ln O + b_2 \ln \frac{Pe}{P} + b_3 \ln X + b_4 D + \varepsilon$$

$E$  : 電力消費量

$O$  : 生産額

$Pe/P$  : 電力料金単価の価格比

$X$  : 技術変化指標

$D$  : ダミー変数 (昭和 36~44 年 : 0)  
(昭和 45~49 年 : 1)

問題は価格比に何を使うかである。基本的には、業種別電力料金単価を同業種の生産者製品価格と対比する ( $Pe(i)/Pc(i)$ ) 型のものが望ましいが、この型だけではなく他にも組み合わせを作って全般的動向を知ることにした。その理由は、データの不斉合の存在とサンプル数が少ないため得られた結果のチェックが必要と考えたからである。さらに、組み合わせを変えることは、それぞれの代替性の意味が異なるわけであり、統計実験的興味も存する。価格比の組み合わせは次の如くである。

- ①  $Pe(i)/Pc(i)$   $i$  : 業種別
- ②  $Pe(i)/\overline{PO}$   $\overline{PO}$  : C重油単価
- ③  $\overline{Pe}/\overline{PO}$   $\overline{Pe}$  : 大口電力平均単価
- ④  $Pe(i)/\overline{PW}$   $\overline{PW}$  : 総合卸売物価
- ⑤  $\overline{Pe}/\overline{PW}$   $Pe(i)$  : 業種別実績単価

$Pc(i)$  : 業種別生産者製品価格

推定される弾性値が統計的に有意でなくとも、これら価格比の組み合わせによって求められる推定値が同様の傾向を示せば、経済的に有意な推定値とみなそうと言うわけである。

(2) 第2のタイプは、説明変数 ( $O$ ) に代えて、稼働率 ( $R$ ) と生産規模 ( $K_{-1}$ ) を用いる。一般式は次のようになるが、

$$\ln E = \ln A + b_1 \ln R + b_2 \ln K_{-1} + b_3 \ln \frac{Pe}{P} + b_4 \ln X + b_5 D + \varepsilon$$

$K_{-1}$  には生産能力指数、稼働率 ( $R$ ) には  $O/K_{-1}$  の指数を採用する。このタイプを採用する理由は生産規模の変化と共に変動する電力量の規模効果を捨象したときの定常的生産効果を求める点にある。この場合においても価格比は、第一のタイプと同様のものについて計測する。

以上のものは、もっぱら生産量との対応で全電力需要量および九電力分の電力需要量を検討するためのものであるが、本作業の第二のねらいである自家発等の検討のためには、価格変数に買電価格比に代るものを利用する必要がある。出来るならば、自家発単価~共同火力単価の総合価格を利用したいところであるが、この種の系列は得られない。そこで、これらは火力発電が主力であるからC重油価格を代理変数とし、これとの価格比を使ってみることにする。これについても、以下の如く、いくつかの価格比の組み合わせを用意し、

- ①  $\overline{PO}/Pc(i)$
- ②  $\overline{PO}/\overline{Pe}$
- ③  $\overline{PO}/\overline{PW}$

前出のタイプ(1)とタイプ(2)の価格比を

とり替えたケースとして弾性値を計測する。

(3) 第三のタイプは需要関数ではなく、一定量の電力需要量が与えられたとき、「九電力からの買電」と「自家発電」の間で如何に配分されるかを調べるための配分関数である。一般型は次の如くである。

$$\ln E(j) = \ln A + b_1 \ln E + b_2 \ln K_{-1} + b_3 \ln \frac{Pe}{P} + b_4 D + \varepsilon$$

$E$  : 電力全使用量

$E(j)$   $j=1$  九電力買電  
 $j=2$  自家発電

ここに、生産規模変数を加えているのは、それぞれ業種の発展段階に応じて配分比に変化があるかも知れないので、これを調べるための指

標を得ることにある。価格比を導入する理由は、配分関数に価格効果が存在するかどうか、また、電力料金の変動に対してどちらがより調整的に働くかを見るためである。価格比は前出の組み合わせをここでもそのまま採用することにする。

なお、使用データと記号は第1.5表の通りである。

本作業で利用した統計データの問題点を指摘しておく必要がある。

(1) 電力需要量のデータとしては、日本電力調査委員会（以後、E.Iデータと呼ぶ）の製品ベースの統計と電気事業連合会（以後、電事連データと呼ぶ）の事業所ベースの統計とが利用可能であるが、E.Iデータの方が本作業には

第1.5表 記号と変数名

記号	変数名		備考
$E(i)$	業種別電力需要量計	10 <sup>6</sup> kWh	} 電事連・日本電力調査会編 「需要実績表(その1)」(S.50.11)
$E_1(i)$	九電力分)	"	
$E_2(i)$	(自家発電)	"	
$O(i)$	業種別生産額	S.45 固定価格	} 通産省統計調査部編 「化学工業統計年報」及び「工業統計表」から当所作成
$R(i)$	業種別稼働率指数	S.45=100	
$K(i)$	業種別生産能力指数	S.45=100	
$Pc(i)$	業種別生産者製品価格指数	S.45=100	
$Pe(i)$	業種別電力単価		当所作成
$\bar{P}_e$	大口電力単価		電事連編「電気事業便覧」
$\bar{P}\bar{O}$	C重油単価		} 日銀「卸売物価指数年報」及び「卸売物価統計年報」
$\bar{P}\bar{W}$	卸売物価指数(総合)	S.45=100	
$X_1$	技術変化指標(アンモニア)		} 通産省「化学工業統計年報」より作成
$X_2$	(カーバイド)		
$D$	ダミー変数 (S.36~44:0) (S.45~49:1)		
$i=1$	アンモニア・同誘導品		
$i=2$	カーバイド・石灰窒素		
$i=3$	ソーダ工業製品		
$i=4$	有機(石化)化学製品		
$i=5$	無機・その他化学製品		
$i=6$	化学工業計		

望ましいものである。しかし、「九電力からの買電」と「自家発電」とを区分した改訂統計は得られない。そこで電事連データをもっぱら使うわけであるが、利用可能な範囲で E. I データも参考系列としてとりあげることにした。問題点は電事連データが事業所ベースであるため、主製品の交替にもなって、他業種へ格付変更がなされることから生ずるギャップが存在することである。第2に石油化学という分類概念が明確でない。さらに、石油化学は過去の統計では昭和45年度頃から特掲されていたが、それ以前は「無機・その他化学」に含まれていたものを本改訂データでは昭和36年以降について分割を行なっている。しかし、「石油化学」と「無機・その他化学」の系列は、時系列的に断層があり、筆者はこの点の補正をよぎなくされた。これらの点が問題点である。

(2) 業種別電力料金単価は、電力需要量で料金収入を除いて求めた実績値ベースの平均単価である。当然、特約その他の低料金電力を利用しうる可能性の有無による相対的差異が料金格差をもたらす。これは第1.2表より明らかである。問題は電力需要量の場合と同様「石油化学」と「無機・その他化学」との分離に関し、問題を残しており、昭和43年以前は、「石油化学」と「無機・その他化学」とに同一料金を使わざるを得なかった。

(3) 生産関係指標として利用したのは生産額、生産者製品価格、稼働率指数および生産能力指数であるが、問題点は「石油化学」系列に対応する系列の初期4時点に関するものである。石油化学製品と他の方法で生産された同一製品が当該期間において分離が出来ないため、これらを含めた系列を使わざるを得なかった。このため、「有機(石化)化学」という呼称を用

いたわけである。このため、石油化学の電力需要量は生産系列に比して過小となっている。とくに、昭和40年以前においては、二系列の対応は良くない。これがまた、「無機・その他化学」に対しての斉合性をゆがめる結果をまねいているのは当然である。このような諸制約から「有機(石化)化学」および「無機・その他化学」の弾性値の扱いには注意しなければならない。

## 2. 計測結果とその検討

### 2.1 価格弾性値

既述の検証モデルによって、価格弾性値を推定するにあたり、推定期間を変えてみるという方法をとった。以下で全期間と呼ぶのは、昭和36~49年度の期間を対象とする。前期間と呼ぶのは昭和36~45年度、後期間は昭和40~49年度を対象期間とする。このような期間の扱いは、昭和45年度を境に化学工業の生産構造と成長のパターンに変化が見られること(前出「化学工業における電力需要モデル」参照)を考慮に入れてのことである。何分サンプル数が少ないため、推定統計量については一義的に取扱うのは問題がある。これを出来るだけ回避するために、同種の計測を価格比、期間、業種という組み合わせについて系統的に計測を行なうことによって、それぞれの推定統計量の分布をみながらそれらの傾向を求めようとする方法をとった。

第2.1表は、業種別の全電力使用量(九電力分+自家発電等の合計)について全期間を対象として求めた価格弾性値である。データは、E. I データと電事連データの二種を使用しているが、二種のデータはベースが異なるので、データの斉合性をチェックすることが出来る。同表か

第 2.1 表 価格弾性値 (1) (昭和 36~49 年度)

			$Pe(i)/Pc(i)$	$Pe(i)/\overline{PO}$	$\overline{Pe}/\overline{PO}$	$Pe(i)/\overline{PW}$	$\overline{Pe}/\overline{PW}$
E ・ I デ ー タ	(第 1.1 式~第 1.5 式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.4435				
	カーバイド・石灰窒素	2	-0.1796				-0.0903
	ソーダ工業製品	3	-0.2055			-0.1302	-0.1533
	有機(石化)化学製品	4					
	無機・その他化学製品	5				(-0.0813)	
	化学工業計	6				-0.1409	-0.1394
	(第 1.6 式~第 1.10 式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.5234				
	カーバイド・石灰窒素	2	-0.1662			-0.1569	-0.1816
	ソーダ工業製品	3	-0.1635			-0.1106	-0.1255
	有機(石化)化学製品	4					-0.5811
無機・その他化学製品	5				(-0.3048)		
化学工業計	6				-0.1686	-0.1571	
電 事 連 デ ー タ	(第 1.1 式~第 1.5 式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.7136			-0.6381	
	カーバイド・石灰窒素	2					-0.3474
	ソーダ工業製品	3	-0.1368			-0.1134	-0.1218
	有機(石化)化学製品	4					
	無機・その他化学製品	5				-0.4977	-0.1312
	化学工業計	6				-0.1438	
	(第 1.6 式~第 1.10 式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.6134				
	カーバイド・石灰窒素	2				-0.3341	-0.3335
	ソーダ工業製品	3	-0.1122	-0.0928	-0.0956	-0.0814	-0.0860
	有機(石化)化学製品	4					-0.4966
無機・その他化学製品	5	-0.2564			-0.3594	-0.3335	
化学工業計	6					-0.1468	

注) 本表以降で示す価格弾性値の  $t$  値は 1.0 以上のものを掲げてある。

ら明らかなことは、同一の価格比の型によっては、全業種について統計的に有意なレベルでの価格弾性値は求めえなかった。第 2 に、価格比の型が異なると得られる結果にも差があり、さらに、計測モデルの違いによっても多少の差が現われている。そこで、価格弾力性による業種別検討は、推定統計量の分布から得られる傾向値によらざるを得ない。E. I データによる価格弾性値は「アンモニア・同誘導品」、「カーバイド・石灰窒素」、「ソーダ工業」の三業種のみが  $Pe(i)/Pc(i)$  の価格比から求められ、他の業種は検出しえない。電事連データでは、 $Pe(i)/Pc(i)$  の型では、E. I データで求め得られた

「カーバイド・石灰窒素」が欠けて、その代りに「無機・その他化学」が検出されている。両データ共に、「化学工業計」は  $Pe(i)/Pc(i)$  型による価格弾性値は検出できなかった。また、 $Pe(i)/\overline{PO}$ 、 $\overline{Pe}/\overline{PO}$  の価格比の型では、「ソーダ工業」の一例を除けば、価格弾性値の検出は出来なかった。 $Pe(i)/Pc(i)$  の型で価格弾性値を検出しえなかった業種は、 $Pe(i)/\overline{PW}$ 、 $\overline{Pe}/\overline{PW}$  の型の価格比によって、価格弾性値を検出したのでそのおよその傾向を知ることが出来る。「化学工業計」については、統計的に有意なレベル以下の推定値であるが  $-0.14(Pe(i)/\overline{PW})$  という値を得た。問題は、上記のように

業種別の推定値が統一的に求められない原因である。共通して言えることは、使用データの不斉合で、とくに「カーバイド・石灰窒素」については、業種の格付変更にもなる断層が、電事連データに存在すること、第2は、「有機(石化)化学」、「無機・その他化学」については、生産関係指標と電力需要量データの初期において対応関係の不斉合がみられることである。

第2.2表にみられる業種別価格弾性値の特性を電事連データベースでみると、後半期に電力需要の減少をともなった「アンモニア・同誘導品」、逆に「石油化学化」を中心に電力需要の増加をもたらした「有機(石化)化学」とその誘導品を包括する「無機・その他化学」の価格

弾性値が相対的に大きく、「ソーダ工業製品」が最も小さい値を示している。そして、上記の需要減少業種と増加業種を包括する「化学工業計」は「ソーダ工業」に近い小さな価格弾性値となっている。これらの関係については、もう少し計測結果の検討を進めてからとりあげることにする。

第2.2表は、第2.1表の計測の対象期間を昭和40~49年度(後期)について行なったものである。第2.1表で見られた、 $Pe(i)/Pc(i)$ 型の価格比による価格弾性値の欠けが少なくなり、あらかたの業種の値を得ることが出来たが、電事連ベースの「カーバイド・石灰窒素」は相変わらず検出しえなかった。第2.1表の値と

第2.2表 価格弾性値(2)(昭和40~49年度)

			$Pe(i)/Pc(i)$	$Pe(i)/\overline{PO}$	$\overline{Pe}/\overline{PO}$	$Pe(i)/\overline{PW}$	$\overline{Pe}/\overline{PW}$
E ・ I デ ー タ	(第1.1式~第1.5式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.8668				
	カーバイド・石灰窒素	2	-0.5148			-0.1464	-0.1924
	ソーダ工業製品	3	-0.1584			-0.1308	-0.1432
	有機(石化)化学製品	4	-0.3840				
	無機・その他化学製品	5		-0.0633			
	化学工業計	6	-0.1889			-0.1362	-0.1485
	(第1.6式~第1.10式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.7353				
	カーバイド・石灰窒素	2	-0.5913			-0.2214	-0.2718
	ソーダ工業製品	3	-0.1352			-0.1105	-0.1166
	有機(石化)化学製品	4	-0.3413			-0.2059	-0.2260
無機・その他化学製品	5						
化学工業計	6						
電 事 連 デ ー タ	(第1.1式~第1.5式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-1.1108				
	カーバイド・石灰窒素	2				-0.3174	-0.4555
	ソーダ工業製品	3	-0.1354			-0.1091	-0.1175
	有機(石化)化学製品	4	-0.2565				-0.1661
	無機・その他化学製品	5	-0.2402			-0.1177	-0.1301
	化学工業計	6	-0.1718			-0.1341	-0.1434
	(第1.6式~第1.10式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.9050				
	カーバイド・石灰窒素	2				-0.4578	-0.6284
	ソーダ工業製品	3	-0.1094			-0.0902	-0.0926
	有機(石化)化学製品	4	-0.3034				-0.1998
無機・その他化学製品	5	-0.2944		-0.2719	-0.2775	-0.2851	
化学工業計	6					-0.2513	



第 2.2 表の値を比較して明らかなのは、第 2.1 表において後半電力需要が減少してこれにともなって価格弾性値の大きかった業種は本表で更に価格弾性値が増大している。これと反対に需要増加型で価格弾性値の大きかった「有機(石化)化学」は、弾性値が小さくなっていることである。「ソーダ工業」はわずかに減少傾向を示している程度であり、ほとんど変わらないとみてよいであろう。「無機・その他化学」は、価格比の型によって増加と減少の両方を示している。「化学工業計」は一応減少しているとみておこう。

第 2.2 表の計測結果が第 2.1 表のそれに比べて計測結果が容易に検出された点は前述のデー

タの対応の程度がよくなったことによると思われる。価格弾性値の変化方向に上記 2 つの分化が生じたのは、対象期間に占める変化の局面をとらえるウエイトが増加したためであろう。問題は E. I データと電事連データとで、価格弾性値が最も乖離するのは、「無機・その他化学」である。もし、格付変更等の処理として、同業種が他業種から単なるバスケットで、突合項目としての意味しかないということであれば、この業種に関する情報は余り重視してはならないであろう。しかし、石油化学の誘導品生産量の増加によって、当該業種の包括製品の構成が変化したことによる結果であるとみて、そのような点に重点を置くならば、今後さらに、成長す

第 2.3 表 価格弾性値 (3) (昭和 36~45 年度)

			$Pe(i)/Pc(i)$	$Pe(i)/\bar{P}O$	$\bar{P}e/\bar{P}O$	$Pe(i)/\bar{P}W$	$\bar{P}e/\bar{P}W$
E ・ I デ ー タ	(第 1.1 式~第 1.5 式) アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計	1	-0.6347	-0.8525	-0.4133	-0.5787	
		2		-0.4354			
		3	-0.3024				
		4					
		5					
		6					
	(第 1.6 式~第 1.10 式) アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計	1	-1.1078	(-0.9188)	-0.3887	-0.4234	-0.5646
		2					
		3	-0.6042	-0.4340			
		4					
		5		-0.4884			
		6		-0.3426			
電 事 連 デ ー タ	(第 1.1 式~第 1.5 式) アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計	1	-0.9704		-0.3024	-0.4134	
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
	(第 1.6 式~第 1.10 式) アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計	1	-0.7290	-0.2371	-0.2884	-0.2856	-0.5370
		2					
		3					
		4					
		5					
		6	-0.5188				

る業種として注目する必要がある。「化学工業計」については、第2.1表よりも有意差の低い推定値となっている。

第2.3表は対象期間を昭和36~45年度（前期）について計測した価格弾性値であるが、E.Iベース、電事連ベースの両方共に全業種について価格比を統一した形では求められていない。そこで、第2.1表、第2.2表のそれぞれの価格比による価格弾性値の傾向と対比を行ってみることにすると、(1)「アンモニア・同誘導品」、「カーバイド・石灰窒素」は、いずれも後期よりも小さな値をとっているが、「アンモニア・同誘導品」については全期の価格弾性値よりも前期の方が若干大き目の値となっている。これは、技術変化指標が前期には有効でなかったことによると思われる。（上昇型）

(2)「ソーダ工業」は全・後期に比して著しく大きい値を示しており、生産規模拡大と共に価格弾性値は縮小していく型である。（下降型）

(3)「無機・その他化学」は全・後期に比して価格弾性値は小さいとみられるが、必ずしも下降型とも看なしえないので一応横這いとみておこう。

(4)「化学工業計」の弾性値は全・後期に比べ著しく大きく $-0.5$ 程度とみられる。推定値もこの期間では統計的に有意である。

以上のように、三つの異なった期間をとって、それぞれの業種についてみると、それぞれ特徴のある価格弾性値が得られるが、何分サンプル数の少ない計測であるから、余り確定的なことは言えない。一応の傾向として、生産構造の変化が急速に起こった産業であるため、計測対象期間を決めるに困難な点があることと、データの斉合性に留意しないと当該産業の動向を

とらえることは出来ないことが明らかになったと思う。「化学工業計」の価格弾性値の時間的ずれにみられる統計的不安定化も上記のような包括業種の合成の結果に由来するわけであるから、構成業種の電力需要構造の変化が一定期間安定したところで計測すれば、統計的に有意な値を求め得られるであろう。

第2.4表は、昭和36~49年度（全期間）および昭和40~49年度（後期）を対象期間とし、被説明変数を「九電力からの買電分」として、価格弾性値を求めた結果である。計測結果は「全電力需要量」に対して計測したものに比して全般的に欠けが多くなっている。

全期と後期との値を業種別に比較してみると、傾向的には第2.2表と同様とみられる。個別業種のうち特徴的なのは、「ソーダ工業」の価格弾性値が全需要量のケースに比べて大きくなっている。第2に、「無機・その他化学」、「有機（石化）化学」は全需要量のケースと比較すると価格弾性値が小さくかつ全・後期の間で縮小の傾向がみられる。第3に「化学工業計」については、全需要量のケースでみられたよりも本ケースの方が全・後期間の価格弾性値は縮小している。

本来、電力平均単価は、九電力からの買電に対する指標である。この点での対応は望ましいものであるが、生産関係指標との対応は全需要量であることからして、「全需要量」と「九電力からの買電」との間に対応の乖離があるため、このような計測値の差が生じたとみられる。第1.1表および第1.2表から明らかのように、当該産業の電力は「九電力からの買電」と「自家発等」との間で経年的にみると後者の「自家発等」の利用比率が著しく増加している点を考慮すれば、上記二者の乖離は明らかで、この

第2.4表 価格弾性値(4)

		$Pe(i)/Pc(i)$	$Pe(i)/PO$	$\overline{Pe}/\overline{PO}$	$Pe(i)/PW$	$\overline{Pe}/\overline{PW}$	
電 車 連 ( 九 電 力 分 配 デ ータ	(第1.1式~第1.5式)			(昭和36~49年度)			
	アンモニア・同誘導品	1	-0.7500				
	カーバイド・石灰窒素	2					
	ソーダ工業製品	3	-0.2703		-0.2680	-0.3190	
	有機(石化)化学製品	4					
	無機・その他化学製品	5					
	化学工業計	6			-0.1548	-0.1596	
	(第1.6式~第1.10式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.5234				
	カーバイド・石灰窒素	2	-0.3847		-0.3855	-0.4968	
	ソーダ工業製品	3			-0.1052	-0.1331	
	有機(石化)化学製品	4					
	無機・その他化学製品	5			-0.1127	-0.0967	
	化学工業計	6					
	(第1.1式~第1.5式)				(昭和40~49年度)		
	アンモニア・同誘導品	1	-0.9265				
	カーバイド・石灰窒素	2					
	ソーダ工業製品	3	-0.2783			-0.2905	-0.4665
	有機(石化)化学製品	4				-0.3329	
	無機・その他化学製品	5			-0.0687		
	化学工業計	6	-0.2293		-0.1298		
	(第1.6式~第1.10式)						
	アンモニア・同誘導品	1	-0.8583				
	カーバイド・石灰窒素	2				-0.6265	-0.8554
ソーダ工業製品	3						
有機(石化)化学製品	4			-0.1874			
無機・その他化学製品	5						
化学工業計	6						

点から「全需要量」と「九電力からの買電分」によって求められる弾性値の差を説明しうる。この点を加味して第2.4表の結果をみると、自家発電対全需要量比率(以下自家発電比率と呼ぶ)の伸び率の大きい「有機(石化)化学」では「九電力からの買電」に関する価格弾性値は全期では検出しえないが、後期では $-0.18$  ( $\overline{Pe}/\overline{PO}$ )と一応、有意なレベルで検出しえた。自家発電比率の伸びの最も小さい「ソーダ工業」は、全需要量のケースの値に比べ価格弾性値が大きくなっている(ただし自家発電比率自体は最も高い業種である)。このことから、一つの仮説として、「ソーダ工業」では、「買電」において価格調整的役割をもち、「有機(石化)

化学」は「買電」に関しては価格調整的機能が少ないとみられる。これは、「全需要量」の価格弾性値と「九電力からの買電分」の価格弾性値の差違に基づいた推論である。しかし、これらのことを確かめるためには、さらに、「自家発電」に関する価格弾性値の検討を必要とする。

第2.5表は、「自家発電」を被説明変数とする計測結果である。「自家発電」の供給価格のデータはないので、既述のごとく代理変数としてC重油価格を採用している。同表においても、「アンモニア・同誘導品」、「カーバイド・石灰窒素」が大きな価格弾性値を示すが、第2のタイプのモデルによる計測結果では上記二業種は全・後期間で減少を示している。当該二業

第2.5表 価格弾性値(5)

		$\overline{PO}/Pc(i)$	$\overline{PO}/\overline{Pe}$	$\overline{PO}/\overline{PW}$	$\overline{PO}/Pc(i)$	$\overline{PO}/\overline{Pe}$	$\overline{PO}/\overline{PW}$	
電 事 連 ( 自 家 発 等)	(第1.1式~第1.5式)	(昭和36~49年度)			(昭和40~49年度)			
	アンモニア・同誘導品	1	-1.7317	-2.1654	-1.1395	-1.7549	-2.2189	-0.9587
	カーバイド・石灰窒素	2		-1.5408	-0.6561	-0.8467	-1.1494	-0.2560
	ソーダ工業製品	3	-0.4790					
	有機(石化)化学製品	4	-1.8656	-1.1630	-0.5267	-0.9883	-0.2904	-0.2063
	無機・その他化学製品	5						
	化学工業計	6	-0.4855	-0.4490	-0.4051	-0.1307	-0.1714	-0.1036
	(第1.6式~第1.10式)							
	アンモニア・同誘導品	1	-1.7101	-2.1649	-1.8774	-0.8866	-1.7404	-0.5919
	カーバイド・石灰窒素	2		-1.7299	-0.9417	-1.0522	-1.4303	-0.3864
	ソーダ工業製品	3		-0.5652	-0.2539	-0.0629		
	有機(石化)化学製品	4	-1.5893	-2.4138	-1.1521	-0.6745	-1.2409	-0.4151
	無機・その他化学製品	5						
	化学工業計	6	-0.5223	-0.6485	-0.3708	-0.2400	-0.4174	-0.1613
	(第2.1式~第2.3式)							
	アンモニア・同誘導品	1		-1.4248	-0.9671			
	カーバイド・石灰窒素	2	-1.2968	-1.0682	-1.1900	-0.9367	-0.6207	-1.0796
	ソーダ工業製品	3		-0.6758	-0.4788			
有機(石化)化学製品	4				-0.1159	-0.1725	-0.0841	
無機・その他化学製品	5							
化学工業計	6	-0.1643			-0.2989		-0.2451	

種の自家発等比率の上昇と関係がありそうである。第2は「ソーダ工業」であるが、全期では-0.4~-0.5程度の価格弾性値を示していたものが、後期では-0.06という他業種との相対値で見れば、ゼロに近い値に下降している。これに対し「有機(石化)化学」は全期に比べ後期は価格弾性値が、半減しているとはいえ、-0.5程度の値を示し、「ソーダ工業」に比すれば、相当大きな値である。「ソーダ工業」が買電調整型、「有機(石化)化学」を買電非調整型と先にみたが、上記の結果は一応、この関係を裏付けるものとみられる。

第3に「無機・その他化学」であるが、当該業種については、全・後期共に価格弾性値の検出は出来なかった。しかし、全需要量での価格弾性値は「買電分」に対する値より大であり、全・前・後期を通しほとんど変化の小さい値を示している。この業種は少なくとも上述の2つ

のパターンによってグループ化することの出来ない第3のパターンであるとしなければならない。もし、電力原単位が小さく、価格弾性値はゼロに近い業種であり、従来検出された値は、ミカケ上の推定値であるということであれば、問題はないのであるが、この点については改めて検討を加える必要がある。「化学工業計」については全・後期の間では価格弾性値は下降を示し、後期の値は統計的には有意差が落ちる。

## 2.2 配分関数

第2.6表は、全需要量が与えられたとき「九電力からの買電分」と「自家発等」との間で配分される電力量に価格メカニズムが働くかどうかをみるために行なった価格弾性値の検出にかかわるものである。「買電分」に関しては、「アンモニア・同誘導品」、「カーバイド・石灰窒素」、「ソーダ工業」が、全・後期について価格弾性値を検出しえた業種で、他の業種は検出し

第 2.6 表 価格弾性値 (6)

			$Pe(i)/Pc(i)$	$Pe(i)/\bar{P}O$	$\bar{P}e/\bar{P}O$	$Pe(i)/\bar{P}W$	$\bar{P}e/\bar{P}W$	
電 事 連 ( 九 電 力 分)	第 2.1 式～ アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計		(昭和36～49年度)					
		1	-0.4413	-0.6226				
		2	-0.3427	-0.5175	-0.4073			
		3	-0.1665				-0.1866	
		4						
		5						
	6	-0.1373						
	第 2.1 式～ アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計		(昭和40～49年度)					
		1	-0.4026	-1.0491				
		2	-0.4364	-0.5554	-0.3929			
		3					-0.1804	
		4						
6		-0.2234						
			$\bar{P}O/Pc(i)$	$\bar{P}O/\bar{P}e$	$\bar{P}O/\bar{P}W$	$\bar{P}O/Pc(i)$	$\bar{P}O/\bar{P}e$	$\bar{P}O/\bar{P}W$
電 事 連 ( 自 家 発 等)	第 2.1 式～ アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計		(昭和36～49年度)			(昭和40～49年度)		
		1		-1.4248	-0.9671	-0.7331	-1.0682	-0.3679
		2	-1.2968	-1.0682	-1.1900	-0.9367	-0.6207	-1.0796
		3		-0.6758	-0.4788			
		4				-0.1159	-0.1793	-0.0841
		6	-0.1643			-0.2989		-0.2451

第 2.7 表 配分弾性値

			$E$	$K_{-1}$	$E$	$K_{-1}$
九 電 力 分	アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計		(昭和36～49年度)		(昭和40～49年度)	
		1	0.8118	—	0.8265	—
		2	1.0370	-0.4090	1.1117	-0.3232
		3	0.9461	-0.4613	1.0661	-0.4659
		4	0.9841	-0.1295	0.7854	—
		5	0.6297	0.2865	0.6063	0.2959
6	1.0991	-0.2700	1.1400	-0.2921		
自 家 発 等	アンモニア・同誘導品 カーバイド・石灰窒素 ソーダ工業製品 有機(石化)化学製品 無機・その他化学製品 化学工業計		(昭和36～49年度)		(昭和40～49年度)	
		1	2.2712	1.0032	1.8548	—
		2	1.0394	1.0220	0.7334	0.5783
		3	1.1532	0.7574	0.9755	0.4833
		4	1.5306	—	1.4551	—
		5	2.0826	—	1.8914	0.6403
6	1.2613	0.4864	1.2341	0.4898		

えず、「化学工業計」は全・後期共に有意差は低く (-0.14)→(-0.23) とむしろ上昇するような値を示している。一方、「自家発等」に関しては、「アンモニア・同誘導品」、「カーバイド・石灰窒素」、「ソーダ工業」、「有機(石化)化学」において価格弾性値が検出された。しか

し、「ソーダ工業」は全期のみ、「有機(石化)化学」は後期のみである。両業種共に全・後期の間には下降傾向がみられるが、「化学工業計」については上昇がみられる。「無機・その他化学」は上記のいずれにおいても価格弾性値を検出しえなかった。

第 2.7 表は、価格変数を除いた配分関数の計測結果である。第 2.6 表の価格効果から決定的な情報が得られなかったのを補うためのものである。説明変数に生産規模効果の検出のために  $K_{-1}$  を導入してある。E に関する配分弾性値が「九電力買電分」で 1.0 を超えるのは全期については「カーバイド・石灰窒素」のみで、「無機・その他化学」を除けば 1.0 に近い値をとっているのが特徴である。後期については「アンモニア・同誘導品」、「カーバイド・石灰窒素」、「ソーダ工業」が微増し、とくに、「ソーダ工業」は 1.0 を超えている。これに反し、「有機（石化）化学」、「無機・その他化学」は減少しており、「化学工業計」は 1.0 を上廻った値で微増している。「自家発電」については全期においては、全ての業種が 1.0 を超えた値をとり、とくに、「アンモニア・同誘導品」、「無機・その他化学」は 2.0 を上廻る値を示し、「九電力買電」に関する各業種間の弾性値を示す序列と逆相関を示している。後期の値と対比すると全業種共に減少傾向を示しているが、「カーバイド・石灰窒素」と「ソーダ工業」は 1.0 以下に減少し、「九電力買電」の値の変化と対照的である。 $K_{-1}$  に関する弾性値は全ての業種について求めることは出来なかったが、「九電力からの買電」と「自家発電」との間で、「無機・その他化学」を除くと符号が異なる。「九電力からの買電分」ではマイナス、「自家発電」はプラスの値をとり、さらに、E に関する値の序列と逆相関をそれぞれ示している点の特徴である。ここで、「ソーダ工業」と「有機（石化）化学」とのパターンの違いを再びとりあげるならば、同様に生産量拡大型の業種であっても、この二業種は、後期の計測値から、前者は「九電力買電分」に依存して電力需要の調整を行ない、後者は、

「自家発電」によって電力需要の調整を行なう型とみることが出来、既述の関係をここでも検出しえた。しかし、この関係は相対的な観点からのものである。「無機・その他化学」のこれまでの不可解な結果は、第 2.7 表にも見られる。そこで、当該業種の特徴を検討しておく必要がある。「ソーダ工業」、「有機（石化）化学」の例にみる装置産業と「無機・その他化学」との差は、まず、規模の大ききで区分することが出来よう。装置産業とは言い「無機・その他化学」のそれは多種少量生産を前提としたものであり、生産額の内訳も「ソーダ工業」のレベルとは比較にならないほど少量規模の無機製品の集合と「有機（石化）化学」の誘導品の集合とで成っている。後者については、有機一次品に比べたら単位当りの付加価値は大きい、何分、一製品当りの生産規模は小さい。そこで当然なことであるが、小規模資本企業の参入も許される。当該業種全体の生産額はこれら企業に支えられる範囲での増加であり、製品種類の増加にも大きく依存している。当該業種は装置産業としての規模の利益を十分享受する段階には未だ至らないところにあるとみられる。この点は、自家発電比率の意外に低いレベル（第 1.2 表参照）にあることによっても小企業規模業種であると考えられる。

もし将来において、当該業種の製品生産に、飛躍的拡大を求める市場が現われ、それに対する供給設備能力の拡大とそれを可能にする資本が結集しうらば、おそらくその製品に関する成長経路はどちらかと言えば、「有機（石化）化学」型の軌跡を踏むことであろう。

原料（石油製品を中心として）問題に端を発した化学工業の沈滞に対し、国はファイン・ケミカル指向策を打ち出した。これらの対象とす

る製品群は分類上「無機・その他化学」に包括される。付加価値の高い製品を求める方向に否を言うのではない。量産化が可能であるかどうかの問題なのである。例えば、食料として大量消費されるとか、I. G やヘキストの染料の生産にみられる世界制覇をもたらすような方向を見付けうるかどうか岐路なのである。

「無機・その他化学」の電力需要において、九電力分に関する価格効果の大きいこと、および第2.7表の生産規模効果が正なる値を示すなどの点は上記のごとき当該業種の現段階における背景から理解出来るのである。せめらるべきは利用データの不斉合であろう。なぜならば、昭和45年4月～50年3月の期間における季調済み系列について求めた「全電力需要」および「九電力分」に関する需要関数では「有機(石化)化学」に準ずる価格効果を示している。

### 2.3 計測結果のまとめ

上記の価格弾性値をめぐる検討から、いくつかの問題点が明らかとなった。

(1) 「化学工業計」に関する電力料金の直接的価格効果は非常に小さいが、これをゼロと看なすことはできない。

(2) 業種別に計測した価格効果はそれぞれの業種の発展段階によって異なった値を示す。

(3) 業種別電力料金格差はそれぞれの業種の電力利用形態との関連でみた場合、その有意性を無視することはできない。

(4) 「九電力からの買電」と「自家発電」との関係はさらに検討されなければならないが、計測方法の一つとして本稿でとりあげた全電力使用量の配分関数の如き方式での検討も有効なものである。

「化学工業計」に関する電力料金の価格効果を統計的に十分な有意差をもって検出できない

要因は大きく分けると二つある。その一つは当該産業の生産構造の急速な変化によって生じたもので、業種間の電力使用量の構成変化による料金格差と電力の利用形態の影響の反映とみられる。そして、もう一つの要因は「九電力からの買電」と「自家発電」の使用ウエイトの変化に由来すると思われる。

「化学工業計」に関する価格効果をゼロと看せないとする理由は、昭和45年4月～50年3月までの期間につき月次データを用いた化学工業の電力需要関数の計測において、使用データに季節調整を行ない、年ベースのデータとの比較しうる結果を得ている。もちろん、こまかなデータ上の問題や計測式に差異はあるが、下記の如き価格弾性値を得た。

$$\begin{aligned} \ln E(6) = & 5.931 - 0.1072 \ln \left( \frac{\bar{P}_e}{PO} \right) \\ & (-2.4) \\ & + 0.2148 \ln K(6) \\ & (1.9) \\ & + 0.3071 \ln R(6) - 0.1802 d' \\ & (5.6) \quad (9.5) \\ \bar{R}^2 = & 0.733 \quad DW = 0.528 \end{aligned}$$

さらに、石油ショックと電力料金値上げをはさんだ期間(昭和48年1月～50年3月)を極端にとらえた場合の計測結果は次の通りである。

$$\begin{aligned} \ln E(6) = & 0.652 - 0.1271 \ln \left( \frac{\bar{P}_e}{PO} \right) \\ & (-4.2) \\ & + 0.3684 \ln IIP + 0.0403 d \\ & (9.8) \quad (8.2) \\ \bar{R}^2 = & 0.810 \quad DW = 1.312 \end{aligned}$$

このように、短期の「化学工業計」における全電力需要量に関する価格弾性値は、本作業の後期の価格弾性値  $-0.1341(P_e(6)/\bar{P}_W)$  とかなり斉合した傾向値を示している。そこで、電力料金の価格効果なしとは言えないとする結論に至らしめたのである。

次に、自家発電の利用に関してみるならば、化学工業が保安用も含めて、自家発電の採用に踏み切るのは、より安い電力を求めるコスト対策である。このため、ユーティリティ部門の合理化の手段として熱の多目的利用が大きなウェイトを占めてきたと思われる。すなわち、廉価な熱源の確保と電気と蒸気の併給システムの確立がそれである。このように、需要家が電力を二系統で確保して操業する場合、九電力からの買電分は相対的に減少する。このような自家発電の利用ウェイトの向上が高度成長期における電力利用の一つの路線であり、この結果が製品コストの低下に寄与したことも事実であろう。しかしながら、自家発電の供給量を上回る電力需要量はもっぱら九電力買電を活用し、逆に、自家発電の電力が余れば、九電力へ売電するというシステムに乗った電力運用は、それぞれの需要家の一定の操業度を前提とした上でのこと

である。自家発電の燃料値上がりや操業短縮をよぎなくされる事態に至ると、自家発電のメリットは低くなる。当然、新設計画は先に延ばされ、その間の補充は九電力の買電で賄うということになる。すなわち、九電力分の電力需要は対自家発電の電力需要のクッション役を果たしているともみるのは極論であろうか。

---

なお、価格効果と共に検出した生産弾性値等の検討も併せ行なう必要もあるわけであるが、これは、本稿では割愛した。また、価格弾性値の有意差の程度も示すべきであったが、スペースの関係で除いた。これらについては下記の資料を参照されたい。

今後に残された点は、一つは検証のためのモデルの特定化の問題とデータの斉合性の再調整になお工夫の余地があると思われるところである。

拙稿「化学工業における電力需要の検討」(内部資料 No. 173. '77.9) の付表参照。

(はまだ むねお  
電力経済研究部  
経済統計研究室)



# 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

## 〔要 旨〕

本稿は、「電研マクロ・モデル1976」を用いて行った若干のシミュレーション結果を整理したものである。ここで行ったシミュレーションは以下のものである。

### (1) 政府投資支出シミュレーション

政府投資支出を 52~54 年度にそれぞれ 1 兆円 (各四半期 0.25 兆円) を追加した場合、名目国民総支出の増分は、1 年目 1.6 兆円、2 年目 2.8 兆円、3 年目 2.9 兆円。経常収支は、1 年目 8.8 億ドル、2 年目 14.9 億ドル、3 年目 14.1 億ドル減少する。また、この程度の政府投資支出では、物価に対する影響はほとんどない。

### (2) 個人税減税シミュレーション

個人税減税を 52~54 年度にそれぞれ 1 兆円 (各四半期 0.25 兆円) 行った場合、名目国民総支出の増分は、1 年目 0.9 兆円、2 年目 2.1 兆円、3 年目 2.5 兆円。経常収支は 1 年目 5.0 億ドル、2 年目 11.2 億ドル、3 年目 12.6 億ドル減少する。また、政府投資支出の場合と同様、この程度の減税では物価に対する影響は小さい。

### (3) 為替レート・シミュレーション

ドル建為替レートが 1% 上昇すると、卸売物価、個人消費デフレーターは、それぞれ 0.4%、0.1% 下落する。また、輸出等は 1.6%、輸入等は 1.2% 下落し、経常収支は 4 億ドルほど減少する。このため、実質国民総支出は 0.2% 減ずる。

はじめに

電研マクロ・モデルによるシミュレーション

1. 政府投資支出シミュレーション
2. 個人税減税シミュレーション

3. 為替レートシミュレーション

むすび

付録 電研モデル 1976

## はじめに

本論は、「電研マクロ・モデル 1976」によるシミュレーション実験の結果を整理したものである。実験に先立ち、ここでまずモデルの簡単な説明を行っておこう。

電研マクロ・モデル 76 年版は、短期の四半期経済予測と政策効果の測定を目的として、

1960~1974 年度の 60 個の季節調整前四半期系列に基づき推定され、内生変数 47 個、外生変数 30 個を含む非線型動学体系である。75 年版と比較したその特徴を簡単に記すと、次のような諸点に要約される。

### 1. 季節調整前四半期系列の使用

現在使用されている四半期モデルは、大部分季節調整済みデータを用いている。電研マクロ

・モデルでも 75 年版は季節調整済み年率系列を使用していた。これは「瞬間風速」の計測など利用上の便利さのために行われているのであるが、必ずしもモデルそのものの改善を意味するとは限らない。むしろ、石油ショック以降のデータの季節調整法をめぐって種々の問題点が指摘されている。そこで、76 年版では利用上の便利さをあえて犠牲にして、原系列による推定方法を選び、季節変動は季節ダミーによって説明することにした。

## 2. モデルの簡略化

76 年版は、一言で、「コンパクト・モデル」とでも呼ぶことができよう。生産、雇用、支出および価格、デフレーター面では部門分割はなく、また輸出等、輸入等関数に見られるように個々の関数にもかなりの単純化が加えられている。さらに、供給面からの補充も卸売物価関数などにわずかに見られる程度で、純粹の需要決定型モデルに近い。また、パフォーマンス上問題の多い金融ブロックも除かれた。これらは、モデルをできるだけコンパクトにし、その予測に当たっての操作のしやすさを高めるために工夫されたものである。

## 3. 名目支出関数の採用

モデルの簡略化と関連するが、76 年版は、GNP の各支出項目を推計するにあたって、従来の実質需要関数ではなく名目支出関数を推計している。これは、従来の電研モデルの反省として、価格諸関数のパフォーマンスが悪く、実質値とデフレターの積として算出される名目値の誤差が所得分配を通じて、支出項目の誤差を増幅するという悪循環があった点を考慮し、これを名目ベースの支出項目を直接推計することによって遮断しようと試みたためである。

## 4. 非線型性の導入

76 年版は予測用としてのみならず、政策シミュレーションにも適したモデルを意図して開発されている。たとえば、卸売物価関数は稼働率水準の低いところではデマンド・プルの価格上方圧力は小さく、また高いところでは大きくなるというように、稼働率水準と需要増加規模とに対しセンシティブな形につくられている。したがって、景気局面によって政策発動のタイミングが経済全体に与える効果が異なるように工夫がなされている。同様のことは賃金関数についても言える。この議論に関する詳しい説明は、「短期経済動向分析 No. 12」(1976 年 11 月) p. 17~18 を参照されたい。

また、電研マクロ・モデル 75 年版との比較は、使用データのサンプル期間の違いや、原系列と季節調整済データの違い、また名目値と実質値との違いなどから容易ではないが、最終テストの結果からみると、支出面が良好な反面、分配面とくに法人所得関数の誤差が大きくなっている。しかし、予測にあたってのモデル操作のしやすさという点ではある程度成功をおさめたと言えよう。

## 電研マクロ・モデルによるシミュレーション

この数年、公共投資と減税とではどちらの乗数が大きいか、またその効果のタイム・ラグはどのくらいかという問題が、景気浮揚策との関連でしばしば論じられている。また、一向に縮小する気配のない巨大な経常収支の黒字と、とどまるどころを知らない円高の進行は、内外で大きな問題をもたらしている。

このような問題点を考慮して、本稿では電研マクロ・モデルを使い、以下のシミュレーシ

ン実験を行ってみた。

- (1) 政府投資支出シミュレーション
- (2) 個人税減税シミュレーション
- (3) 為替レート・シミュレーション

このうち、(1)と(2)については、とくに乗数効果を中心に論じてみた。

なお、このシミュレーションでは、民間設備投資関数と法人所得関数は(参考式)を、輸出等関数は a) を、輸入等関数は a) を、一人当り雇用者所得関数は b) を採用している。また卸売物価関数は(1)と(2)では(a)を(3)では(b)を用いた。

**(1) 政府投資支出シミュレーション**

政府投資支出シミュレーションは、政府投資を52~54年度にそれぞれ1兆円(各四半期0.25兆円)を追加した場合について行った。この結果は、表1に示す通りである。

表から、年度平均の乗数は1年目は1.6、2年目は2.8、3年目は2.9であることがわかる。また、主要変数について四半期で、54年度までのその乗数を示すと図1のようになる。四半期でみた国民総支出は、はじめ急勾配を描いて上昇し、2年目の第3四半期に3.0と乗数のピークを形成した後、キンクした軌跡をみせて、3年目の第4四半期には急速に減退している。

民間設備投資の乗数は、1年目0.1と小さいが、2年目以降大きな伸びをみせて、2年目、3年目とも平均で0.7となる。また、8期目に0.8のピークを形成している。民間設備投資の増分が2年目以降に顕著になるのは、公共投資の追加によるおにも建設・土木部門等における売り上げ増大と法人所得の増大などが民間設備投資を押し上げるまでの間にタイム・ラグが介

**表1 政府投資シミュレーション\***

単位：兆円 ( )内は変化率

	52年度	53年度	54年度
個人消費支出	0.525 (0.5)	1.097 (0.9)	1.228 (0.9)
同 実 質 (45年価格)	0.255 (0.5)	0.439 (0.8)	0.419 (0.7)
民間住宅投資	0.085 (0.6)	0.128 (0.8)	0.119 (0.6)
民間設備投資	0.143 (0.6)	0.689 (2.5)	0.654 (2.1)
民間在庫投資	0.090 (2.8)	0.303 (8.1)	0.246 (5.6)
政府支出	1.000 (2.9)	1.000 (2.6)	1.000 (2.0)
輸 出 等	0.033 (0.1)	0.037 (0.1)	0.028 (0.1)
輸 入 等	0.284 (1.1)	0.453 (1.5)	0.423 (1.3)
国民総支出	1.591 (0.8)	2.800 (1.3)	2.851 (1.2)
同 実 質 (45年価格)	0.862 (0.8)	1.287 (1.2)	1.124 (1.0)
経 常 収 支 (億ドル)	-8.80	-14.86	-14.14
卸 売 物 価 (45年=1.00)	-0.001 (-0.1)	0.001 (0.0)	0.002 (0.1)
個人消費デフレーター (45年=1.00)	0.000 (0.0)	0.003 (0.1)	0.005 (0.2)
鉱工業生産指数 (45年=100)	1.732 (1.3)	3.214 (2.2)	2.945 (1.9)
1人当り雇用者所得 (百万円)	0.005 (0.2)	0.013 (0.4)	0.021 (0.6)

\* 政府投資を52~54年度にそれぞれ1兆円追加した場合、上掲の計数は標準型からの変化を示す。

在するためである。個人消費支出は、政府投資支出の影響をもっとも強くうけている。すなわち、1年目の乗数は0.5、2年目は1.1、3年目は1.2と他の支出項目と比べ大きな値をとっている。民間設備投資の乗数と比べると、3期ほどピークが遅れて出、またその値は1.2と0.4ほど大きくなっている。輸入等の乗数は、1年目0.3、2年目0.5、3年目0.4となっている。四半期別にみると、キンクした動きをみせながら8期目に0.5のピークを形成している。この輸入等のキンクした動きは、その関数型にみられるように、実質輸入等が実質国民総支出の変化に対し直接的に影響をうけるためである。すなわち、このシミュレーションで輸入等関数は、付録の7(a)を用いている。輸入

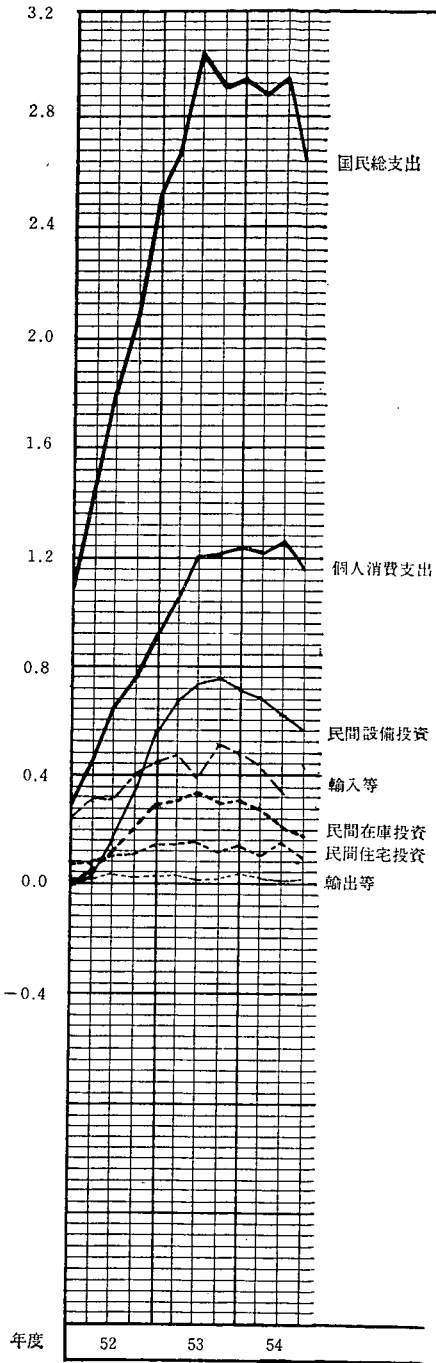


図 1 政府投資支出シミュレーション  
支出ブロック

45年=1.000

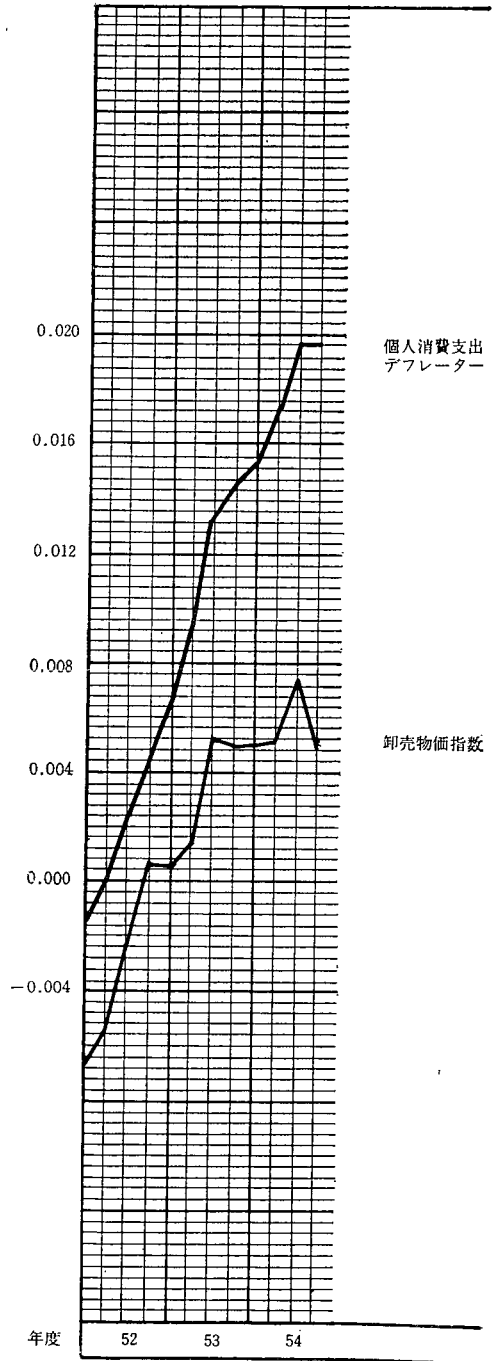


図 1 政府投資支出シミュレーション  
価格ブロック

等の GNP 弾力性は 1.3 と大きく、また説明変数に  $M/$  のラグ付変数が使われていない。したがって、 $M/$  は  $V/$  の動きに対して非常に感応的になっていることがわかる。

また、この輸入等の「もれ」が、国民総支出の 2 年目の第 4 四半期から 3 年目の第 3 四半期にかけてのキンクした変動を説明している\*。

なお、継続的にアップ・デイトされている他の計量モデル、たとえば企画庁 SP-18、大和証券モデル、京大モデル、日経センター NEEDS-TS/II 等のほとんどが、初年度（52 年度）の乗数は 1.5~1.8、2 年目は 2.3~3.2 の範囲に集中しており、電研モデルの乗数\*\*と大差はない。

\* そこで、ここで一つの実験として輸入等関数を付録の 7(b) のように、相対価格および一期前の実質輸入等を考慮した関数を用いて、同じシミュレーションを行ったところ次のような結果を得た。

表 2 政府投資支出シミュレーション (輸入等関数 7(b))

年度	四半期	乗数	年度平均
52	I	1.416	2.010
	II	1.748	
	III	2.212	
	IV	2.664	
53	I	3.252	3.620
	II	3.592	
	III	3.816	
	IV	3.816	
54	I	3.736	3.392
	II	3.560	
	III	3.340	
	IV	2.932	

図 2 に示されるように、 $dM$  はなめらかな上昇カーブをみせ、 $dV$  も逆 U 字形のスムーズな軌跡を描いている。乗数は、1 年目 2.0、2 年目 3.6、3 年目 3.4 である。また四半期でみると、2 年目の第 3 四半期に 3.8 のピークを形成する。

\*\* 輸入等関数 7 (b) を用いた場合、乗数は 52 年度 2.01、53 年度 3.62 となる。これは、限界輸入性向の違いによる。輸入等関数 7 (a) を用いたシミュレーション結果から得られる限界輸入性向  $dM/dV$  を計算すると、52 年度 0.18、53 年度 0.16 となっている。これに対し、輸入等関数 7 (b) の場合は、52 年度 0.04、53 年度 0.08 でしかない。

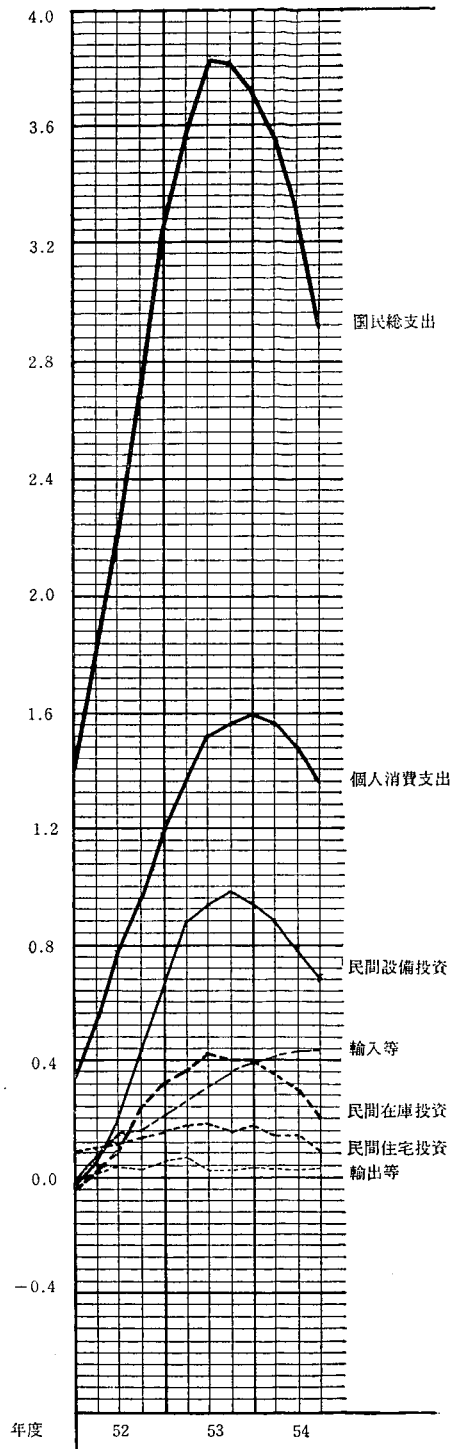


図 2 政府投資支出シミュレーション (輸入等関数 7 (b))

表 3 卸売物価への乗数効果

45年=1.000

年度	期	YW/V/	$1/(1-RHO/100)$	$MONEY/V-$ $\frac{1}{4}\sum_{i=1}^4 MONEY/V$	計
52	1	-0.0015	0.0003	-0.0005	-0.0017
	2	-0.0015	0.0006	-0.0005	-0.0014
	3	-0.0014	0.0010	-0.0002	-0.0006
	4	-0.0013	0.0017	-0.0003	0.0001
	平均	-0.0014	0.0009	-0.0004	-0.0009
53	1	-0.0016	0.0019	-0.0001	0.0002
	2	-0.0015	0.0020	-0.0001	0.0004
	3	-0.0009	0.0020	0.0002	0.0013
	4	-0.0008	0.0019	0.0001	0.0012
	平均	-0.0012	0.0020	0.0000	0.0008

注) 記号は付録を参照のこと。

つぎに、価格に対する乗数効果に着目しよう。表1に示されるように、1兆円程度の政府投資支出では価格に対する影響はほとんど無視できることがわかる。とくに、卸売物価は1年目にはわずかながら下落する点が注目される。この理由を表3に示した。

表は卸売物価への乗数効果を各説明変数(内生変数)別に示したものである。

これから、1年目に卸売物価が下落する理由は、単位当たり労働費用とトレンド線から測ったマーシャルのkの変動からくる価格下方圧力がデマンド・ブル的な価格上方圧力よりも強く作用するためであることがわかる。また、2年目には、単位当たり労働費用の価格下方圧力がやや弱まり、トレンド線から測ったマーシャルのkの変動が0となるのに対し、デマンド・ブル的な価格上方圧力が強くなるために価格が上昇に転ずることがわかる。

また、個人消費支出デフレーターは、52年度には変化がなく、53年度にはわずか0.1%上昇するだけである。現在のように、需給ギャップが大きいときに、かなり積極的な政府投資を行っても価格に及ぼす影響は小さく、むしろ

固定費負担の軽減などを通じて、卸売物価のように一時的に価格の下落が生じることは十分考えられることである。

最後に経常収支についてみると、52年度に8.8億ドル、53年度は14.9億ドル、54年度は14.1億ドル減少する。52年度の経常収支は140億ドルの黒字となり、53年度4~6月期も50億ドルもの黒字を計上している現在、1兆円程度の政府投資の追加では、経常収支の黒字幅は容易に縮小しそうにない。

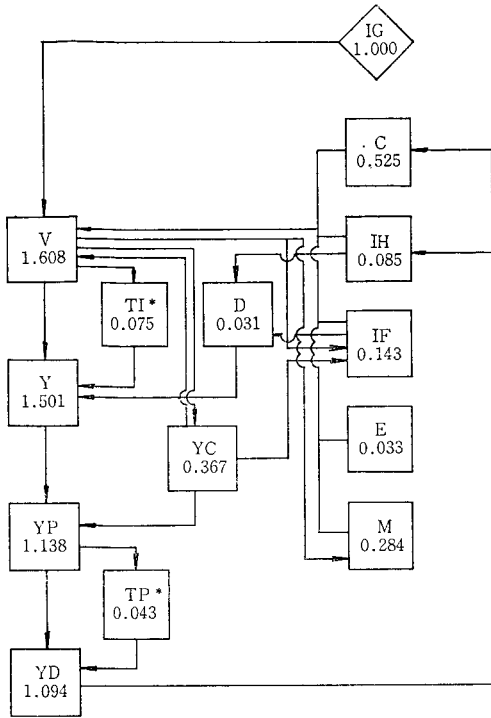
以上、主に政府投資支出の乗数効果について検討してきたが、つぎに乗数過程を諸変数の因果序列として把握し、これを52年度について概念的に示しておこう(図3)。

政府投資支出の追加により、創出された有効需要が新たな所得を生み出すことになる。増大した可処分所得は、主に個人消費支出および民間住宅投資の増大を促すであろう。また、法人所得も売り上げ(国民総支出)の増大により増えるであろう。法人所得と国民総支出の増大は、民間設備投資を上方に押し上げることになる。また、輸入等も国民総支出の増加に応じて拡大する。このようにして、国民総支出はさら

表 4 個人税減税シミュレーション\*

単位：兆円 ( )内は変化率

	52年度	53年度	54年度
個人消費支出	0.795 (0.7)	1.534 (1.3)	1.816 (1.3)
同 実 質 (45年価格)	0.394 (0.7)	0.675 (1.2)	0.712 (1.2)
民間住宅投資	0.128 (0.9)	0.175 (1.0)	0.184 (1.0)
民間設備投資	0.065 (0.3)	0.446 (1.6)	0.574 (1.9)
民間在庫投資	0.042 (1.3)	0.207 (5.5)	0.231 (5.3)
政府支出	0.000 (0.0)	0.000 (0.0)	0.000 (0.0)
輸 出 等	0.017 (0.1)	0.028 (0.1)	0.026 (0.1)
輸 入 等	0.159 (0.6)	0.341 (1.2)	0.378 (1.1)
国民総支出	0.887 (0.5)	2.050 (1.0)	2.451 (1.0)
同 実 質 (45年価格)	0.485 (0.5)	0.969 (0.9)	1.007 (0.9)
経 常 収 支 (億ドル)	-4.95	-11.18	-12.61
卸 売 物 価 (45年=1.00)	-0.001 (0.0)	0.000 (0.0)	0.001 (0.1)
個人消費デフレーター (45年=1.00)	0.000 (0.0)	0.002 (0.1)	0.003 (0.1)
鉱工業生産指数 (45年=100)	0.810 (0.6)	2.129 (1.5)	2.402 (1.6)
1人当り雇用者所得 (百万円)	0.002 (0.1)	0.008 (0.3)	0.015 (0.4)



注) 1. 単位兆円

2. : 外生変数

: 内生変数

3. 記号の説明は付表参考のこと

図 3 政府投資支出シミュレーション フロー・チャート (52 年度)

に増加することになる。

(2) 個人税減税シミュレーション

個人税減税シミュレーションは、個人税減税を 52~54 年度にそれぞれ 1 兆円 (各四半期 0.25 兆円) 行った場合について行った。その結果は、表 4 に示す通りである。また、主要変数について四半期で 54 年度までの乗数の動きを図示すると、図 4 のようになる。

乗数は 1 年目で 0.9, 2 年目で 2.1, 3 年目では 2.5 である。また、四半期別に見た国民総

\* 個人税減税を 52~54 年度にそれぞれ 1 兆円行った場合、上掲の計数は標準型からの変化を示す。

支出は、2 年目の第 3 四半期まで急速に上昇した後、いく分勾配を減じながらも上昇しつづけ、3 年目の第 3 四半期に 2.6 と乗数のピークを形成する。そして 3 年目の第 4 四半期には急速に減少している。

政府投資と比較した個人税減税の特徴的な効果は、個人消費支出に対するものであろう。政府投資シミュレーションでは、52 年度の個人消費支出は 0.525 兆円増大し、53 年度は 1.097 兆円増大する。これらの GNP 増加寄与率を計算すると 52 年度 33.0%, 53 年度 39.2% となる。これに対し、個人税減税では、52 年度の個人消費支出の増分は 0.795 兆円、53 年度は 1.534 兆円で、GNP 増加寄与率はそれぞれ、89.6% と 74.8% である。

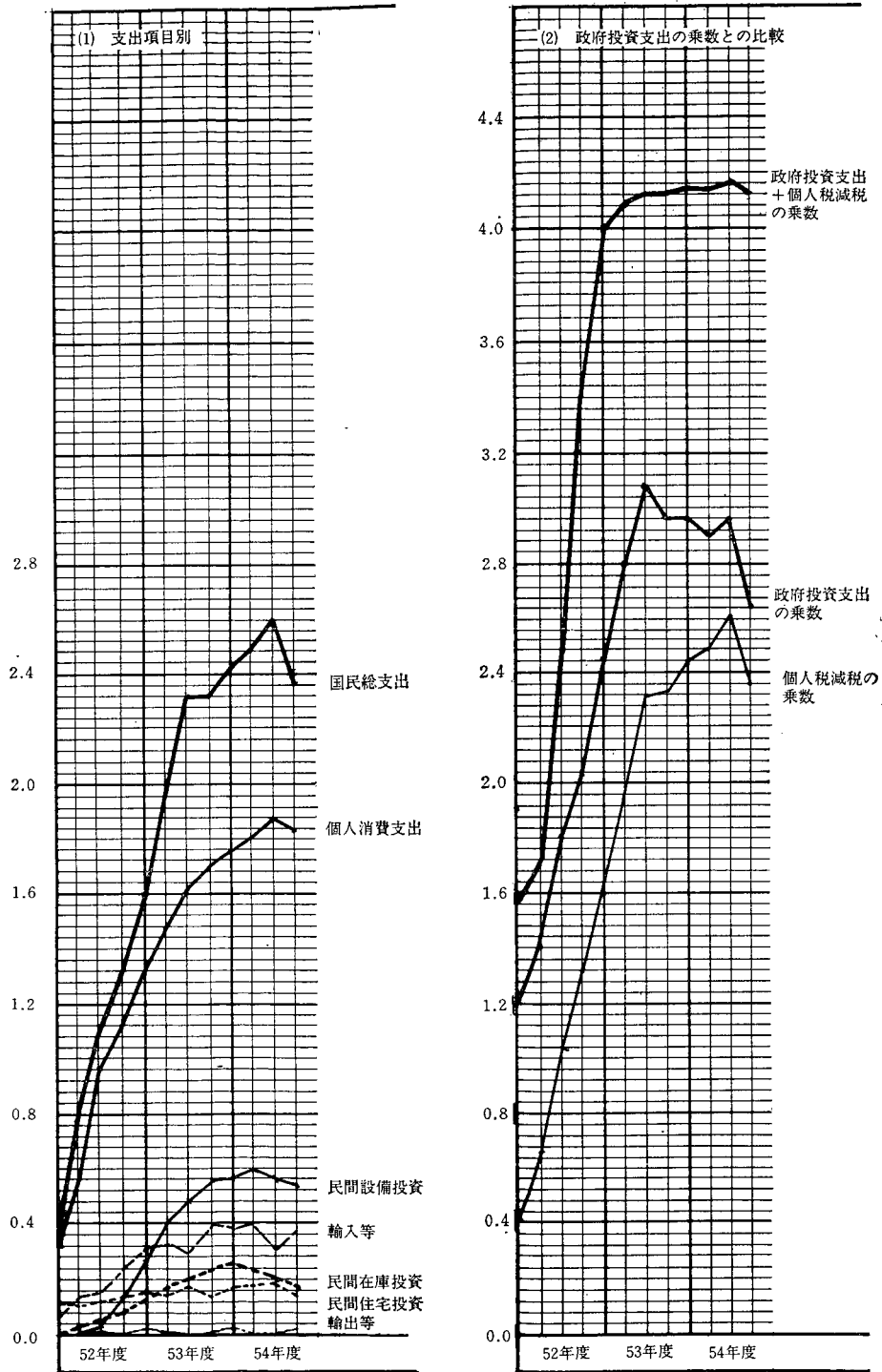
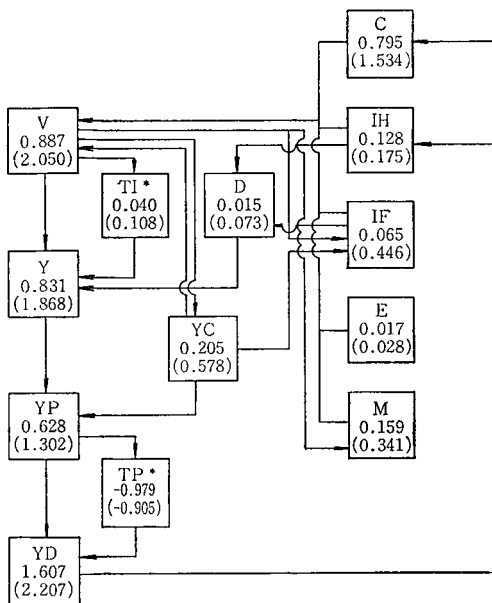


図4 個人税減税シミュレーション



個人消費支出と民間住宅投資を除く支出項目の乗数は、政府投資支出の場合と比べていずれも小さい。しかし、個人消費支出を除く各支出項目の四半期別の動きは、政府投資支出、個人税減税のいずれの場合にも同じようなパターンをとっている。

乗数過程を諸変数の因果序列としてとらえると、図5のようになる。



注) 1.単位兆円  
2.( )内 53年度  
3.記号の説明は付録を参考のこと

図5 個人税減税シミュレーション フロー・チャート (52, 53年度)

個人税減税を1兆円行った場合、所得増加からくる増税分により減税規模は相殺されるため、結果的には、52年度0.98兆円、53年度0.91兆円の減税にとどまる。個人税減税はダイレクトに個人可処分所得を増加させるから、これを説明変数とする個人消費支出と民間住宅投資がまず増大する。その結果、国民総支出が増加し、輸入等も促進されよう。また、国民総支出の増大は個人可処分所得を一層増大させる

ことになるから、個人消費支出と民間住宅投資はさらに押し上げられよう。一方、国民総支出の増大は、法人所得と民間設備投資を徐々に増加させ、法人所得の増大は民間設備投資をさらに刺激することになる。

個人税減税と政府投資とどちらが需要創出効果が大きいかという議論が一時盛んであったが、われわれのシミュレーション実験では政府投資の乗数と比べて個人税減税の乗数の方が小さい。しかし、個人税減税の場合には、その効果が2年目以降に顕著になり、政府投資の乗数に接近していく。しかし、この実験期間中に政府投資の乗数を追い抜くことはなかった。

物価に対する影響は、政府投資支出シミュレーションの場合と同様に小さい。とくに、卸売物価指数は1年目でわずかながら下落する。この理由は、政府投資支出シミュレーションで説明した通りである。また経常収支は、1年目で約5億ドル、2年目で約11億ドル、3年目で約13億ドル減じ、政府投資支出シミュレーションの場合と比べいく分縮小幅が小さくなっている。

最後に、(1) 政府投資シミュレーションと(2) 個人税減税シミュレーションを同時に行った場合の効果を、図4に示す。この図からわかるように、53年度第1四半期以降の国民総支出の増分がほぼ一定である点が注目される。

以上、政府投資支出および個人税減税シミュレーションの結果から、財政政策に対するインプリケーションを得るならば、次の点に要約されよう。

まず、かなり大規模な積極的財政政策を講じたとしても、現在のように需給ギャップの大きいところではインフレ再燃を心配することはないであろう。ただし、政策手段を公共投資のみ

に限定すればボトルネック・インフレーションの危険があり、この点に十分配慮する必要がある。

つぎに、現在のように年率 100 億ドルを越す経常収支の黒字を計上している場合には、積極的財政政策によっても、直ちに経常収支を均衡させることは困難である。たとえば、政府投資支出の 1 兆円の追加と個人税減税を 1 兆円行ったとしても、経常収支は 1 年目ではわずかに 13.8 億ドル、また 2 年目でも 26.0 億ドル縮小するだけである。したがって、経常勘定の黒字の大幅な削減を行うには、積極的財政政策に加え、残存輸入制限の撤廃、関税引き下げ、緊急輸入の拡大など総合的な対策によらざるをえまい。

さらに、景気刺激効果の比較であるが、政府投資支出を 52~54 年度にそれぞれ 1 兆円追加した場合、実質国民総支出は 1 年目 0.8%、2 年目 1.3%、3 年目 1.2% 押し上げられる。これに対し、個人税減税の効果は、1 年目 0.5%、2 年目 0.9%、3 年目 0.9% である。景気浮揚効果という点では政府投資支出の方が大きいですが、効果の継続性という点では個人税減税の方がすぐれている。また、政府投資支出の追加と個人税減税を同額ずつ行った場合の国民総支出に対する効果は、2 年目の第 1 四半期以降非常に安定的である。

これらの点から、景気刺激のための財政政策は公共投資と減税のミックスによるのが望ましいと思われる。

### (3) 為替レート・シミュレーション

52 年 3 月に発表した第 13 回短期経済動向分析では、為替レートを 52 年度は 1 ドル 285 円、53 年度 280 円を想定していた。その後の為替レートの動きをみると、54 年 4 月に 1 ドル 278

円だったのが、翌年同月には 223 円にまで上昇し、この一年間で 24.6% もの上昇率を記録した。その後も円高の進行はつづき、53 年 8 月現在 190 円前後で推移している。

このような急激な円高により、商品輸出の国際競争力が低下し、これまでの景気の落ち込みを支えてきた輸出の減少がしだいにはっきりとあらわれ、景気への悪影響が懸念されている。政府の目標とする成長率を達成するには、大型補正予算による内需の拡大が急務となっている。したがって、円相場の上昇による影響をシミュレーションにより事前に計測しておくことは財政政策上ぜひとも必要である。その際、われわれの関心があるのは国民総支出、輸出入、物価に及ぼす影響である。

為替レートが上昇したとき、円建の輸入価格は直ちにその分だけ下落するわけではなく、一定のタイム・ラグをとまって下落し、その場合にもある点で下げどまるものと考えた方が現実的であろうが、これを定量的に示すことは困難なため、ここでは 52 年度はドル建為替レートの 5.5% の上昇（すなわち、円建為替レートの 5.3% の下落）に対し、輸入等デフレターは直ちに 5.3% 下落し、53 年度はドル建為替レートの 3.7% 上昇（すなわち、円建為替レートの 3.5% 下落）に対し、輸入等デフレターは直ちに 3.5% 下落するものとした\*。

表 5 のシミュレーション結果からわかるように、52 年度についてみると、ドル建為替レートの 5.5% 上昇により輸出等は 8.3% (2.6 兆

\* 以下で説明する為替レート・シミュレーションは、1 ドルが約 270 円になった昨年の夏に、52 年度以降の為替レートが 270 円となった場合について行ったものである。53 年 8 月現在、為替レートは 1 ドル 190 円前後であり、実験で想定した 270 円とは大きくかけ離れているが、% 表示で考えれば差しつかえないであろう。ただし、経常収支の変化は輸出等、輸入等のレベルおよび為替レートによって異なる。

表 5 為替レート切上げシミュレーション結果\*  
単位：兆円 ( )内は変化率

	52年度	53年度
個人消費支出	-0.822 (-0.8)	-1.591 (-1.3)
同 実 質 (45年価格)	-0.085 (-0.2)	-0.117 (-0.2)
民間住宅投資	-0.137 (-0.9)	-0.161 (-0.9)
民間設備投資	-0.615 (-3.3)	-1.279 (-4.4)
民間在庫投資	-0.189	-0.349
政府支出	0.000 (0.0)	0.000 (0.0)
輸 出 等	-2.588 (-8.3)	-1.667 (-4.8)
輸 入 等	-1.859 (-6.6)	-1.397 (-4.2)
国民総支出	-2.494 (-1.3)	-3.651 (-1.7)
同 実 質 (45年価格)	-1.176 (-1.1)	-0.630 (-0.5)
経 常 収 支	-21.3	-8.2
卸 売 物 価 (45年=1.00)	-0.03 (-2.0)	-0.04 (-2.7)
個人消費デフレーター (45年=1.00)	-0.01 (-0.6)	-0.02 (-1.1)
鉱工業生産指数 (45年=100)	-3.8 (-2.4)	-2.7 (-1.5)
1人当り雇用者所得 (百万円)	-0.016 (-0.6)	-0.044 (-1.5)

\* 為替レートが、昭和52年度285円、53年度280円(標準型)から52年度、53年度とも270円になった場合。

52年度はドル建為替レートが5.5%上昇し、輸入等デフレーターが5.3%下落、53年度はドル建為替レートが3.7%上昇し、輸入等デフレーターが3.5%下落することを前提している。

上掲の計数は標準型からの変化分を示す。

なお、卸売物価関数は付録の9(b)を用いた。

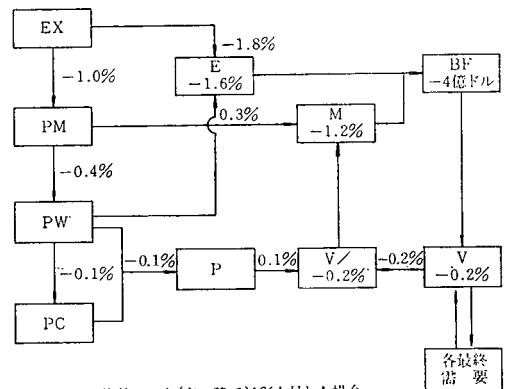
円)減じ、輸入等はおもに輸入等デフレーターの下落により6.6%(1.9兆円)減ずる結果、経常収支は約21億ドル減ずる。また、国民総支出は海外経常余剰の0.7兆円の減少、個人消費支出0.8%(0.8兆円)の減少、民間設備投資の3.3%(0.6兆円)の減少などにより1.3%(2.5兆円)減少する。実質成長率は1.1%押し下げられる。

53年度は、ドル建為替レートの3.7%の上昇により、輸出等は4.8%(1.7兆円)減じ、輸入等は4.2%(1.4兆円)減ずるため、経常

収支は約8億ドル減ずる。また、国民総支出は海外経常余剰の0.3兆円の減少に加え、個人消費支出の1.3%(1.6兆円)の減少、民間設備投資4.4%(1.3兆円)の減少などにより1.7%(3.7兆円)減少するが、実質経済成長率は物価の下落により0.5%減にとどまる。

物価についてみると、卸売物価は52年度は2.0%下落し、53年度は2.7%下落する。また、個人消費支出デフレーターは52年度は0.6%下落し、53年度は1.1%下落することがわかる。

以上の結果の諸変数間の因果関係を一層明確に図式化するために、図5にフロー・チャート



\*為替レート(ドル建て)1%上昇した場合。

図 5 為替レート切上げシミュレーション・フロー・チャート\*

を示した。フロー・チャートは、52年度のドル建為替レートが1%上昇した場合について描かれている。図に示されるように、経常収支は4億ドル減じ、名目GNP成長率は0.2%減ずる。また、卸売物価は0.4%減となるものの、個人消費デフレーターは0.1%減にとどまる。この結果、GNPデフレーターは0.1%減ずるだけで、名目GNP成長率に対する物価下落による相殺効果はほとんど期待できず、実質GNP成長率は0.2%減となる。

## む す び

本稿は、電研マクロ・モデルによる一連のシミュレーション結果のうち、興味ある一部を紹介したにすぎない。また、モデルのパフォーマンス上の問題点や改善策などについては触れることができなかつた。より詳細な議論に関して

は、内部資料 No. 181「電研マクロ・モデル 1976」(矢島正之)を参考にさせていただきたい。ここで指摘されるように、モデルは今だにいくつかの問題点を有するものの、今後とも改善を通じて、予測・政策シミュレーションの用具として有用であろう。

## 付 録 電研モデル 1976：構造方程式と定義式

標 本 期 間 昭和 35 年度から昭和 49 年度までの 60 個の季節調整前四半期系列

推 定 方 法 直接最小 2 乗法

表 記 方 法 1) 係数下の ( ) 内は  $t$ -値

2)  $S$  : 標準誤差

$\bar{R}^2$  : 自由度修正後の決定係数

$D$  : ダービン・ワトソン統計量

3) 対数は全て自然対数

4)  $\dot{X} = (X - X_{-4}) / X_{-4}$

$$\sum_i^j X = X_{-i} + X_{-i-1} + \dots + X_{-j}$$

5)  $W_i$  : ラグのウェイト (0.4, 0.3, 0.2, 0.1)

### 構 造 方 程 式

#### 1 個人消費支出

$$C = -0.0385036 + 0.292304 YD + 0.637982 C_{-1}$$

(36.4) (55.8)

$$+ 0.296609 Q1 + 0.138527 Q2 + 0.217702 Q3$$

(6.6) (3.2) (3.5)

$$S = 0.095 \quad \bar{R}^2 = 0.999 \quad D = 1.771$$

#### 2 民間住宅投資

$$IH = 0.0766521 + 0.0794964 YD + 1.15385(HLP + HLG)$$

(8.9) (4.2)

$$- 0.263413 Q3$$

(-5.2)

$$S = 0.149 \quad \bar{R}^2 = 0.961 \quad D = 1.220$$

#### 3 民間企業設備投資

$$IF = -0.209968 + 0.176850 \sum_1^4 (YC + DF - TC)$$

(5.7)

$$+ 0.107576 \sum_1^4 DLBI - 0.102460 \left( \frac{1}{4} \sum_1^4 RI \right) + 0.0388909 \left( \sum_1^4 V - \frac{8}{5} V \right)$$

(2.2) (-1.2) (1.3)

$$\begin{aligned}
 &+0.0130625 \left( \frac{1}{4} \sum_1^4 RHO \right) + 0.165135 \sum_1^4 A \\
 &\quad (1.8) \qquad\qquad\qquad (4.3) \\
 &+0.217940 Q2 + 0.297234 Q3 \\
 &\quad (4.1) \qquad\qquad\qquad (5.6) \\
 &S=0.166 \quad \bar{R}^2=0.990 \quad D=1.753
 \end{aligned}$$

(参考式)  $IF=2.01746 + 0.168209 \sum_1^4 (YC - TC + DF + A)$   
 $(5.1)$

$$\begin{aligned}
 &+0.118865 \sum_1^4 DLBI - 0.234327 \cdot \frac{1}{4} \sum_1^4 RI' + 0.0458122 \\
 &\quad (2.8) \qquad\qquad\qquad (-2.8) \qquad\qquad\qquad (1.6) \\
 &\left( \sum_1^4 V - \sum_5^8 V \right) + 0.215862 Q2 + 0.300715 Q3 \\
 &\quad (3.8) \qquad\qquad\qquad (5.3) \\
 &S=0.178 \quad R^2=0.988 \quad D=1.461 \\
 &RI' : \text{全国銀行貸付約定平均金利}
 \end{aligned}$$

4 実質民間在庫投資

$$\begin{aligned}
 DKJP &= -0.99696 + 0.221530 V / -0.231096 \left( V / -\frac{1}{4} \sum_1^4 V / \right) \\
 &\quad (3.3) \qquad\qquad\qquad (-1.6) \\
 &-0.133828 KJP_{-1} + 0.498344 Q1 + 0.219802 Q2 + 0.682885 Q3 \\
 &\quad (-2.8) \qquad\qquad\qquad (4.8) \qquad\qquad\qquad (2.0) \qquad\qquad\qquad (2.5) \\
 &S=0.260 \quad \bar{R}^2=0.628 \quad D=1.441
 \end{aligned}$$

5 名目民間在庫投資

$$\begin{aligned}
 JP &= 0.0109326 + 0.973247 DKJP \cdot PW \\
 &\quad (85.3) \\
 &S=0.043 \quad \bar{R}^2=0.992 \quad D=2.287
 \end{aligned}$$

6 輸出等

a)  $\log E = -4.89463 + 1.64792 \cdot 360 \log TW / + 1.84743 \log$   
 $(11.7) \qquad\qquad\qquad (12.4)$

$$\begin{aligned}
 &PEW/EX + 0.0655805 \log O - 0.686598 \log PW \\
 &\quad (0.7) \qquad\qquad\qquad (-5.0) \\
 &+0.124764 Q2 + 0.0533585 Q3 \\
 &\quad (8.9) \qquad\qquad\qquad (3.8) \\
 &S=0.043 \quad \bar{R}^2=0.997 \quad D=1.137
 \end{aligned}$$

または

b)  $\log E = -4.21624 + 1.5286 \cdot 360 \log TW / + 1.4887 \log PEW/EX$   
 $(8.4) \qquad\qquad\qquad (7.7)$

$$\begin{aligned}
 &-0.331877 \log PW + 0.124772 Q2 + 0.0503584 Q3 \\
 &\quad (-1.4) \qquad\qquad\qquad (6.5) \qquad\qquad\qquad (2.5) \\
 &S=0.039 \quad \bar{R}^2=0.990 \quad D=0.992 \\
 &\quad (S45 \sim S51)
 \end{aligned}$$

## 7 輸入等 (実質)

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \log M/ &= -3.10242 + 1.32197 \log V/ - 0.0477403 Q2 \\
 &\quad (58.5) \quad (-2.2) \\
 &\quad -0.265064 Q3 \\
 &\quad (-11.4) \\
 S &= 0.072 \quad \bar{R}^2 = 0.983 \quad D = 1.094
 \end{aligned}$$

または

$$\begin{aligned}
 \text{b) } \log M/ &= -0.392 + 0.172 \log V/ - 0.136 \log PM/PW \\
 &\quad (3.0) \quad (-1.1) \\
 &\quad + 0.866 \log M/_{-1} + 0.035 Q1 \\
 &\quad (19.5) \quad (2.8) \\
 S &= 0.041 \quad \bar{R}^2 = 0.995 \quad D = 1.852
 \end{aligned}$$

## 8 鉱工業生産指数

$$\begin{aligned}
 O &= 0.774646 + 0.985069 O_{-1} + 3.11279 \left( C/ - \frac{1}{4} \sum_1^4 C/ \right) \\
 &\quad (136.1) \quad (2.9) \\
 &\quad + 5.96040 \left( E/PW - \frac{1}{4} \sum_1^4 E/PW \right) \\
 &\quad (3.9) \\
 &\quad + 4.14654 \left( (V/+M/-C/-E/PW) - \frac{1}{4} \sum_1^4 (V/+M/-C/-E/PW) \right) \\
 &\quad (6.4) \\
 &\quad - 4.66271 DOIL + 1.90091 Q1 - 6.99469 Q3 \\
 &\quad (-3.9) \quad (3.8) \quad (-5.3) \\
 S &= 1.505 \quad \bar{R}^2 = 0.998 \quad D = 1.659
 \end{aligned}$$

## 9 卸売物価指数

$$\begin{aligned}
 \text{a) } PW &= 0.245796 + 0.606982 PM + 0.237849 YW/V/ \\
 &\quad (34.3) \quad (7.6) \\
 &\quad + 0.0273697 \left( MONEY/V - \frac{1}{4} \sum_1^4 MONEY/V \right) \\
 &\quad (2.7) \\
 &\quad + 0.00495446 / (1.1 - RHO/100) - 0.0154437 Q1 - 0.0106098 Q2 \\
 &\quad (6.2) \quad (-2.7) \quad (-1.9) \\
 S &= 0.016 \quad \bar{R}^2 = 0.992 \quad D = 0.841
 \end{aligned}$$

または

$$\begin{aligned}
 \text{b) } PW &= 0.4508 + 0.3376 \sum_0^3 wiPM + 0.3321 YW/V/ \\
 &\quad (4.8) \quad (6.1) \\
 &\quad + 0.0473 \left( \frac{MONEY}{V} - \frac{1}{4} \sum_1^4 \frac{MONEY}{V} \right) + 0.0071 \left( \frac{1}{1.1 - (ROH/100)} \right) \\
 &\quad (2.7) \quad (5.1) \\
 &\quad - 0.0151 Q1 - 0.0114 Q2 + 0.1389 DOIL \cdot \sum_0^3 wiPM \\
 &\quad (-1.5) \quad (-1.2) \quad (5.2) \\
 S &= 0.027 \quad \bar{R}^2 = 0.977 \quad D = 1.462 \\
 &\quad (S.37 \sim S.49)
 \end{aligned}$$

## 10 消費支出デフレーター

$$PC = 0.292599 \dot{W}_{-1} + 0.277142 P\dot{W} + 0.290058 PCP$$

(14.8)                      (13.9)                      (6.5)

$$S=0.011 \quad \bar{R}^2=0.983 \quad D=0.961$$

## 11 総需要デフレーター

$$PD = -0.0251725 + 0.234921 PW + 0.77522 PC + 0.0138463 Q1$$

(15.4)                      (74.0)                      (5.0)

$$+ 0.0314583 Q3$$

(11.5)

$$S=0.009 \quad \bar{R}^2=0.999 \quad D=2.126$$

## 12 民間企業減価償却

$$DF = -1.46000 + 0.0571039 KFN_{-1} + 1.05052 \left( O_{-1} / \frac{1}{4} \sum_2^5 \right)$$

(104.1)                      (5.6)

$$S=0.066 \quad \bar{R}^2=0.996 \quad D=1.912$$

## 13 民間住宅減価償却

$$DH = -0.0103762 + 0.0125952 KHN_{-1} + 0.0216648 Q2 + 0.0273688 Q3$$

(50.2)                      (3.0)                      (3.8)

$$S=0.023 \quad \bar{R}^2=0.977 \quad D=1.312$$

## 14 個人利子・賃貸料所得 (除消費者負債利子)

$$YR^* = -0.0168493 + 0.00243997 SSP_{-1} + 0.9686190 YR_{-1}^*$$

(1.0)                      (10.7)

$$+ 0.0253673 Q1$$

(2.3)

$$S=0.038 \quad \bar{R}^2=0.998 \quad D=2.681$$

## 15 個人配当プラス法人から個人への移転

$$DI^* = 0.00139180 + 0.00585263 \sum_0^1 (YC + A) + 0.930990 DI_{-2}^*$$

(4.9)                      (40.8)

$$+ 0.0315272 Q1 - 0.0211027 Q2$$

(5.8)                      (-3.8)

$$S=0.016 \quad \bar{R}^2=0.987 \quad D=2.263$$

## 16 法人所得

$$YC = -0.296227 + 0.357739 \sum_0^3 wiV - 0.252127 \sum_0^3 wiYW$$

(6.5)                      (-1.7)

$$- 0.00547716 RI \cdot LB + 0.321694 Q1 + 0.256867 Q2$$

(-3.7)                      (3.1)                      (2.5)

$$S=0.317 \quad \bar{R}^2=0.839 \quad D=1.097$$

(参考式)

$$YC = -0.332366 + 0.373067 \sum_0^3 wiV - 0.220925 \sum_0^3 wiYW$$

(6.9)                      (-1.4)

$$\begin{aligned}
 & -0.00658006 \text{ RI} \cdot \text{LB} + 0.331865 \text{ Q1} + 0.274025 \text{ Q2} \\
 & \quad (-3.8) \qquad (3.2) \qquad (2.6) \\
 & \qquad \qquad \qquad S=0.316 \quad \bar{R}^2=0.840 \quad D=1.136
 \end{aligned}$$

## 17 間接税マイナス補助金

$$\begin{aligned}
 \text{TI}^* &= 0.144011 + 0.0279776(V + V_{-1}) + 0.0961256 \text{ Q1} \\
 & \quad (11.5) \qquad (2.5) \\
 & -0.127512 \text{ Q3} \\
 & \quad (-3.3) \\
 & \qquad \qquad \qquad S=0.122 \quad \bar{R}^2=0.944 \quad D=2.065
 \end{aligned}$$

## 18 個人税プラス個人から政府へのその他移転

$$\begin{aligned}
 \text{TP}^* &= -0.146129 + 0.0200213 \sum_1^4 (YW + YR^* + DI^* + YF) \\
 & \quad (34.2) \\
 & + 0.00791633 \text{ Q2} \sum_3^6 (YW + YR^* + DI^* + YF) \\
 & \quad (12.4) \\
 & + 0.00285480 \text{ Q3} \sum_4^7 (YW + YR^* + DI^* + YF) \\
 & \quad (4.6) \\
 & + 0.0121756 \text{ Q4} \sum_1^4 (YW + YR^* + DI^* + YF) + 0.565191 \text{ D4} \\
 & \quad (18.1) \qquad (8.9) \\
 & \qquad \qquad \qquad S=0.073 \quad \bar{R}^2=0.990 \quad D=1.435
 \end{aligned}$$

## 19 法人税プラス税外負担

$$\begin{aligned}
 \text{TC} &= -0.0193318 + 0.269390 \left( \text{RI} \sum_1^4 (YC - D3 \cdot DI^*) + R2 \sum_1^4 D3 \cdot DI^* \right) \\
 & \quad (19.7) \\
 & + 0.362807 \text{ R1} \sum_1^4 A + 0.159729 \text{ Q1} - 0.0742732 \text{ Q2} + 0.121136 \text{ Q3} \\
 & \quad (25.0) \qquad (4.3) \qquad (-2.0) \qquad (3.3) \\
 & \qquad \qquad \qquad S=0.101 \quad \bar{R}^2=0.963 \quad D=2.923
 \end{aligned}$$

## 20 雇用者数

$$\begin{aligned}
 \log LW &= 0.339064 + 0.0753846 \log V_{-1} - 0.035505 \log W/P \\
 & \quad (2.1) \qquad (-1.1) \\
 & + 0.822414 \log LW_{-1} + 0.0339041 \text{ Q1} + 0.0257204 \text{ Q2} \\
 & \quad (9.7) \qquad (3.2) \qquad (2.1) \\
 & + 0.0325339 \text{ Q3} \\
 & \quad (2.0) \\
 & \qquad \qquad \qquad S=0.009 \quad \bar{R}^2=0.993 \quad D=2.301 \\
 & \quad \quad \quad (S.37 \sim S.49)
 \end{aligned}$$

## 21 失業率

$$\begin{aligned}
 \text{RU} &= 0.0179886 - 0.00133070 \text{ LD/LS} - 0.00481689 \dot{O} \\
 & \quad (-2.3) \qquad (-2.6) \\
 & - 0.00386804 \text{ Q1} - 0.00424537 \text{ Q2} - 0.00482765 \text{ Q3} \\
 & \quad (-7.5) \qquad (-8.2) \qquad (-9.4) \\
 & \qquad \qquad \qquad S=0.001 \quad \bar{R}^2=0.697 \quad D=0.541
 \end{aligned}$$



22 一人当り雇用者所得

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \dot{W} &= 0.0362592 + 0.784635 \sum_0^3 wi\dot{P}C + 0.0408679 D1 \cdot LD/LS \\
 &\quad (11.1) \quad (4.8) \\
 &+ 0.0321982 D2 \cdot LD/LS + 0.182303 \sum_0^3 wi(V/LW) \\
 &\quad (2.9) \quad (2.1) \\
 &\quad \left( \begin{array}{l} \text{if } LD/LS \geq 1.5 ; D1=1, D2=0 \\ \text{if } LD/LS < 1.5 ; D1=0, D2=1 \end{array} \right) \\
 &\quad S=0.020 \quad \bar{R}^2=0.801 \quad D=1.834
 \end{aligned}$$

または

$$\begin{aligned}
 \text{b) } \dot{W} &= 0.0505506 + 0.776105 \sum_0^3 wi\dot{P}C + 0.177636 \sum_0^3 wi(V/LW) \\
 &\quad (11.2) \quad (2.2) \\
 &+ 0.0180779(LD/LS)^2 \\
 &\quad (5.2) \\
 &\quad S=0.020 \quad \bar{R}^2=0.810 \quad D=1.777
 \end{aligned}$$

23 有効求人倍率

$$\begin{aligned}
 LD/LS &= -0.154618 + 0.828661 \dot{O} + 0.899951(LD/LS)_{-1} \\
 &\quad (4.2) \quad (18.4) \\
 &+ 0.294064 Q1 + 0.202840 Q2 + 0.210199 Q3 \\
 &\quad (6.1) \quad (4.3) \quad (4.5) \\
 &\quad S=0.120 \quad \bar{R}^2=0.885 \quad D=1.650 \\
 &\quad (S.37 \sim S.49)
 \end{aligned}$$

24 稼働率指数

$$\begin{aligned}
 RHO &= -32.0183 + 35.3234 \left( \frac{V}{V_{-4}} \right) - 0.246060 \sum_1^4 IF/PW \\
 &\quad (4.7) \quad (-1.3) \\
 &+ 0.0936601 t + 0.899474 RHO_{-1} \\
 &\quad (1.8) \quad (15.4) \\
 &\quad S=1.739 \quad \bar{R}^2=0.923 \quad D=1.178
 \end{aligned}$$

25 貨幣需要

$$\begin{aligned}
 MONEY &= -1.28506 + 0.40011 V + 0.910567 MONEY_{-1} + 1.40199 Q1 \\
 &\quad (3.1) \quad (22.8) \quad (3.8) \\
 &+ 0.889340 Q2 + 1.59540 Q3 \\
 &\quad (2.4) \quad (2.7) \\
 &\quad S=0.981 \quad \bar{R}^2=0.999 \quad D=1.465
 \end{aligned}$$

定義式

26 実質個人消費支出

$$C = C/PC$$

27 輸入等(名目)

$$M = M/ \cdot PM$$

28 名目国民総支出

$$V = C + CG + IH + IF + IG + JP + JG + E - M$$

29 実質国民総支出

$$V/ = (V + M) / PD - M/$$

30 雇用者所得

$$YW = W \cdot LW$$

31 国民所得

$$Y = V - DF - DH - DG - TI^* - EPS$$

32 個人業主所得

$$YF = Y - YW - YR^* - YC - YG^*$$

33 個人所得

$$YP = YW + YF + YR^* + DI^* + TR + FP1$$

34 個人可処分所得

$$YD = YP - TP^* - SI - FP2$$

35 個人貯蓄

$$SP = YD - C$$

36 個人貯蓄累積額

$$SSP = SSP_{-1} + SP$$

37 法人貯蓄

$$SC = YC - DI^* - TC$$

38 政府貯蓄

$$SG = (TI^* + TC + TP^* + SI + YG^* + FG^*) - (CG + TR)$$

39 政府バランス

$$BG = SG + DG - (IG + JG)$$

40 経常収支

$$BF = E - M + FP1 - FP2 + FG^*$$

41 民間企業設備ストック

$$KFN = KFN_{-1} + IF - DF$$

42 民間住宅ストック

$$KHN = KHN_{-1} + IH - DH$$

43 民間企業在庫ストック

$$KJP = KJP_{-1} + DKJP$$

44 GNP デフレーター

$$P = V / (V/)$$

45 失業者数

$$U = RU \cdot NL$$

46 就業者数

$$L = NL - U$$

47 民間在庫品評価調整

$$A = PW \cdot KJP - (PW \cdot KJP)_{-1} - JP$$

(参考式)

統計上の不突合

$$EPS/V = -0.0325666 + 0.000744826 RHO + 0.261581 (EPS/V)_{-4}$$

(1.7) (1.8)

$$-0.0441967 Q1 - 0.0669208 Q2 - 0.0405725 Q3$$

(-3.8) (-4.2) (-3.8)

$$S = 0.020 \quad \bar{R}^2 = 0.733 \quad D = 1.475$$

変数一覧表

a) 内生変数

	記号	変数	単位	出所等
1	A	民間在庫品評価調整		国民所得統計年報より作成 (経済企画庁)
2	BF	経常収支		国民所得統計年報
3	BG	政府バランス		"
4	C	個人消費支出 (時価)		"
5	C/	個人消費支出 (45年価格)		"
6	DF	民間企業減価償却 (時価)		経済企画庁経済研究所 国民所得部内部資料
7	DH	民間住宅減価償却 (時価)		"
8	DI*	個人配当プラス法人から個人への移転		国民所得統計年報
9	DKJP	民間在庫投資 (45年価格)		"
10	E	輸出と海外からの所得 (時価)		"
11	IF	民間設備投資 (時価)		"
12	IH	民間住宅投資 (時価)		"
13	JP	民間在庫投資 (時価)		"
14	KFN	民間設備純資本ストック (時価)		経済企画庁経済研究所 国民所得部内部資料
15	KHN	民間住宅純ストック (時価)		"
16	KJP	民間在庫ストック (45年価格)		"
17	L	就業者数	100万人	労働力調査報告 (総理府)
18	LD/LS	有効求人倍率		職業安定業務月報 (労働省)
19	LW	雇用者数	100万人	労働力調査報告
20	M	輸入と海外への所得 (時価)		国民所得統計年報
21	M/	輸入と海外への所得 (45年価格)		"

	記号	変数	単位	出所等
22	<i>MONEY</i>	貨幣量 ( $M_2$ )		日銀統計年報 (日本銀行)
23	<i>O</i>	鉱工業生産指数	45年=100	通産統計月報 (通産省)
24	<i>P</i>	GNP デフレーター	45年=1.00	国民所得統計年報
25	<i>PD</i>	総需要デフレーター	"	国民所得統計年報より作成
26	<i>PC</i>	個人消費支出デフレーター	"	国民所得統計年報
27	<i>PW</i>	卸売物価指数	"	日銀統計年報
28	<i>RHO</i>	稼働率指数	45年=100	通産統計月報
29	<i>RU</i>	失業率		労働力調査報告
30	<i>SC</i>	法人貯蓄		国民所得統計年報
31	<i>SG</i>	政府貯蓄		"
32	<i>SP</i>	個人貯蓄		"
33	<i>SSP</i>	個人貯蓄累積額		"
34	<i>TC</i>	法人税プラス税外負担		"
35	<i>TI*</i>	間接税マイナス補助金		"
36	<i>TP*</i>	個人税プラス個人から政府へのその他の移転		"
37	<i>U</i>	完全失業者	100万人	労働力調査報告
38	<i>V</i>	国民総生産 (時価)		国民所得統計年報
39	<i>V/</i>	" (45年価格)		"
40	<i>W</i>	一人当り雇用者所得	100万円/人	労働力調査報告および国民所得統計年報により作成
41	<i>Y</i>	国民所得		国民所得統計年報
42	<i>YC</i>	法人所得		"
43	<i>YD</i>	個人可処分所得		"
44	<i>YF</i>	個人業主所得		"
45	<i>YP</i>	個人所得		"
46	<i>YR*</i>	個人利子・賃貸料所得 (除消費者負債利子)		"
47	<i>YW</i>	雇用者所得		"

(注) 単位は特記しない限り兆円。

(b) 外 生 変 数

記号	変数	単位	出所等
1	CG		国民所得統計年報
2	DG		経済企画庁経済研究所 国民所得部内部資料
3	DLBI		日銀統計年報
4	D <sub>2</sub>		昭和33~38年度=0, 昭和39~49年度=1
5	D <sub>3</sub>		昭和33~35年度=0, 昭和36~49年度=1
6	D <sub>4</sub>		昭和48年1~3月, 昭和49年1~3月=1
7	DOIL		昭和48年10~12月以降1
8	EPS		国民所得統計年報
9	EX		360/(YEN/US\$)
10	FG*		国民所得統計年報
11	FP <sub>1</sub>		"
12	FP <sub>2</sub>		"
13	HLG		日銀統計年報
14	HLP		"
15	IG		国民所得統計年報
16	JG		"
17	LB		日銀統計月報
18	NL	100万人	労働力調査報告
19	PCP	45年=1.00	消費者物価指数より作成(総理府)
20	PEW		MBS, "Special Table, World exports, price index, manufactured goods."
21	PM	45年=1.00	国民所得統計年報
22	QT	T=1:4~6月期	
23	t	30年1~3月=1	
24	RI	%	日銀統計月報
25	R <sub>1</sub>	比率	経済企画庁研究シリーズ No. 10 「財政モデルの研究」
26	R <sub>2</sub>	"	"
27	SI		国民所得統計年報
28	TR		"
29	TW/	兆ドル	MBS "External Trade" および "Special Table, World trade of market economies, unit value index, world" から作成
30	YG*		国民所得統計年報

(やじま まさゆき)  
電力経済研究部  
経済統計研究室



<研究ノート>

# 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・ロケットの技術予測について——

高 橋 實

## 〔要 旨〕

純アルミ金属箔を5ミクロンの厚さに伸ばし、適当な枠材で展開した形で、地球を焦点の1つにし、かつ長軸の方向を天の北極または天の南極の方向に持つような、離心率の極めて大きな(1に近いが1より小)長楕円軌道または極長楕円軌道に打上げると、それが北方または南方の天に偏在的に位置する時間が、全軌道周期に比べて極めて長くなり、従ってこれで太陽光線を反射して地球に当たると、膨大なエネルギーを地球の北緯または南緯の高緯度地帯に対して、かなり高い軌道効率で、送りこむことができる、と考えられる。

こうして送りこまれたエネルギーは「光熱化学産業」(仮称)に使うものとする。すなわち、光合成産業と高温高压の熱化学合成産業とである。この2つが主要な使い方であるが、水蒸気サイクルを使った発電にももちろん使える。ただし、発電に使う時は、受光地点が高緯度地帯であることを条件に入れておかねばならない。

光合成産業に使う時は、ミラーをやや凸面鏡にして光を拡散させ、その強度は温帯での中天の日光くらいかまたはその数分の1程度にすればよいと思われる。

熱化学合成産業に使う時はミラーを僅かに凹面鏡にして集中光束を当て、高温度を得るようにする。この場合は、とくに安全性を考え、人や動物のいない、最高緯度の地帯で使うべきであろう。

ミラーが太陽光線に45°の角度をなし、地球の北極または南極に水平におかれた面に対して垂直に光を送りこむ時の光の強度は、反射率・吸収率等をまだ控除しない段階で、ミラー自身の面積100キロメートル平方(1万平方キロメートル)につき、約75億トン(石油換算)/年である。この時の地表の受光面積は $1/\sqrt{2} \times (100 \text{ km})^2$ であるので、地表の面積当りの強度は約100億トン(石油換算)/年/ $(100 \text{ km})^2$ になっている。これは赤道での中天の太陽光よりも少し強い(大気の吸収率を差し引けば同じになる)。

ミラーが、地球の低緯度地帯を照らそうとするときはその効率は極めて悪い。

また、ミラー自身の軌道が、数週間程度の周期をもった、あまり細長くない楕円をなしている時も、ミラーの軌道効率は、良くない。このような軌道でかつ低緯度地帯を照らそうとすると、総合効率は2重に悪くなり、数十分の1になる。しかし、その時でも、水蒸気発電などはなお採算に合いそうに見える。

軌道効率が、著しくというよりは、むしろ予想外に驚異的に高いのは、離心率が0.995以上もある周期1年以上数十年にもなる極超楕円軌道である(本文付録参照)。この場合、軌道効率は実効的に100%に近い。

スペース・ミラーの重量は、ミラーの面積100km平方につき、アルミ箔が135,000トン(5ミクロン)、枠材その他構造物・機器等が同量程度で合計約27万トンになる。

ミラーを打上げるロケットとしては、リチウム (Li) と酸素との反応熱、および水素との反応熱を複合的に利用したリチウム・ロケット（仮称）を使うと考える。Li は微粉末とし、酸素と水素とはそれぞれ液体酸素および液体水素として、燃料タンクに入れる。この組合せ燃料は、通常の液体酸素と液体水素を組合せた燃料よりは、格段に高い比推力が得られると思われるが、それでも、試算によれば、途中で燃料タンク等の重量物を放棄しないかぎり、所望のペイロードを所望の軌道に打上げることが出来ない。

発射台上の初期総重量を 30 万トンとした思考上の設計試算の結果としては、総重量のうち 27 万トンを燃料の重量とし、残り 3 万トンのうち約半分を打上げ途中で数段階にわたり放棄し、かくして残った約 15,000 トンのうち、約 1/2 に当る 8,100 トンを純アルミ箔の重量とし、残りをミラーの枠材、諸機器等の重量に割当てることになる（本文第 4 表参照）。8,100 トンを 17 倍すればほぼ 135,000 トンになり、約 (100 km)<sup>2</sup> のミラー面積に等しくなるので、結局この面積のミラーは、30 万トンのリチウム・ロケット 17 発で上げられる。

ちなみに、液体酸素・液体水素だけの燃料で、同様の初期条件ならびに同様の最終所得速度で計算すると、単純計算（燃料タンク等切り捨てを行わない計算）で残留重量は約 45 の 1（第 2 表最下段参照）しかなく、実数値では約 6,666 トンである。ところが、実際には燃料タンク、ロケット構造材等が 20,000 トンほどあるので、これらの殆んど全部を切り捨てつつ上昇することとなり、実質ペイロードは 1/200 ないし 1/300 すなわち 1,500 トンないし 1,000 トン程度になるものと思われる（アポロ計画におけるサターンロケットでは、3,000 トンの初期重量が、月周辺到着時に約 1/200 になっている）。

以上の試算結果から見て、リチウム・ロケット（仮称）を開発することは、1つの、エネルギー問題における巨大な“ブレイク・スルー”になっていることがわかるのである。

## I. スペース・ミラー構想の概要

- I.1 この研究の発端
- I.2 ミラーの使い方の概要
- I.3 ミラーの規模、ユニット等

## II. リチウム・ロケットの可能性の検討

- II.1 液体水素+液体酸素の場合との比較
- II.2 燃料タンク的设计
- II.3 燃料タンク等の切り捨て方式の計算

## I. スペース・ミラー構想の概要

### I.1 この研究の発端

人類の人口が今後も増加し、また人類社会の経済力も今後なお成長し続けるものとする、人類社会の将来には多大なエネルギーが必要になって来る——という考え方は、まず動かし得ないところであろうと思われる。

太陽エネルギーは周知のように、集めれば極めて多大な量になるが、自然界では地球の全表面を照らして、分散されていて、面積当りの密度は稀薄になり、そのままでは動力も起すことの出来ない程度の温度で、バランスしている。

また、地球は球面で、一定の軸の回りを自転しており、昼夜のほか季節によって照射エネルギーの強弱があるので、それが水という物質の氷結点と微妙に交錯する結果、生物系にとっては、一年の中で生活できないような温度が出現する。すると、そこは、たとえ年平均では生きられる温度であっても、氷点以下の期間を過ぎ得ないという理由で、結局植物が全般的に繁茂し難いことになる。

あるいはまた、上記と同じく回転球面であるので赤道地帯のように照射強度の強い所と南北両極のように照射強度の弱い所があるが、その際、海と陸の分布状態も、複雑に交錯してい



第 1 表

ゾーン番号	緯度	各ゾーンの面積 (A) (海+陸) [km <sup>2</sup> ]	各ゾーンの海の面積 (B) (海) [km <sup>2</sup> ]	各ゾーンの陸の面積 (C) (陸) [km <sup>2</sup> ]	各ゾーンの総エネルギー〔無除去〕(D) [Y/year]	各ゾーンの海に落ちるエネルギー (E) [Y/year]	各ゾーンの陸に落ちるエネルギー (F) [Y/year]	
北半球	XII	90°~82.5°	2178459.330	2141546.585	36912.745	37.10	36.47	0.63
	XI	82.5°~75°	6498158.853	5009358.008	1488800.845	275.36	212.27	63.09
	X	75°~67.5°	10706587.961	5476799.200	5229788.761	747.68	382.46	365.22
	IX	67.5°~60°	14731919.495	4074770.109	10657149.386	1415.49	391.52	1023.97
	VIII	60°~52.5°	18505951.971	8348288.119	10157723.862	2233.48	1007.55	2225.93
	VII	52.5°~45°	21961699.471	9238003.256	12723696.215	2964.93	1247.17	1717.76
	VI	45°~37.5°	25042518.513	13515061.426	11527457.087	4090.23	2207.43	1882.80
	V	37.5°~30°	27694868.726	15957130.394	11737738.338	5016.11	2890.16	2125.95
	IV	30°~22.5°	29873302.261	18199357.504	11673944.757	5820.53	3545.97	2274.56
	III	22.5°~15°	31540639.575	21878073.619	9662565.956	6488.34	4500.62	1987.72
II	15°~7.5°	32668349.231	24827045.352	7841303.877	6952.51	5283.72	1668.79	
I	7.5°~0°	33237003.893	25973288.741	7263715.152	7205.60	5630.87	1574.73	
南半球	I'	0°~7.5°	33237003.939	25333007.839	7903959.100	7205.60	5492.06	1713.54
	II'	7.5°~15°	32668349.231	25865181.537	6803167.693	6952.51	5504.65	1147.86
	III'	15°~22.5°	31540639.569	23986803.217	7553836.357	6488.34	4934.41	1553.93
	IV'	22.5°~30°	29873302.256	23123860.836	6749441.428	5820.53	4426.54	1393.99
	V'	30°~37.5°	27694868.736	24061107.781	3633760.855	5016.11	4357.96	658.15
	VI'	37.5°~45°	25042519.517	23992622.274	1049896.243	4090.23	3918.75	171.48
	VII'	45°~52.5°	21961699.471	21512126.477	449572.839	2964.93	2904.24	60.69
	VIII'	52.5°~60°	18505951.971	18381445.254	122506.717	2233.48	2218.45	15.03
	IX'	60°~67.5°	14731919.495	14467315.418	264604.077	1415.49	1390.06	25.43
	X'	67.5°~75°	10706587.960	5479500.229	5227087.731	747.68	382.65	365.02
	XI'	75°~82.5°	6498158.853	605647.367	5892511.485	275.36	25.66	249.70
	XII'	82.5°~90°	2178459.330	0	2178459.330	37.10	0	37.10
合計 (全地球)		508278913.608	361447340.542	146829601.636	87094.71	62811.64	24283.07	

$$Y=1.5 \times 10^{10} [\text{kcal}]$$

備考：太陽定数=1.946[cal/min/cm<sup>2</sup>]=6.82[Y/年/10<sup>10</sup> m<sup>2</sup>]=102.3 億トン石油換算 (10 kcal/gr. oil)/年/(100 km<sup>2</sup>)

る。照射の強い赤道地帯では、とくに南半球の部分で、海が陸の 2.5 倍もあり、人類が利用できそうな強い日射の大部分が広大な海に落ちている。その海は大部分が深くて、海草にしろ養魚にしろ、人類にとっては利用し難い面積である。また北極圏は大部分が海であるかと思えば南極圏では丁度それを埋め合わせるように大部分が陸になっている。ただし両極圏とも半永久的な氷結海面または氷結地帯になっている。

そこでもし、スペース・ミラーで、地球外の太陽光を反射して、上記のような陸または海の配置に対して、とくに南北緯ともに 60° 以上のあたりを照らすことが出来れば、

(A) 自然界では望み得なかった地域に豊富な日照を与え、光合成を出発点とする生物の生存可能圏を拡げ、ひいては人類のためにも、温暖に近い程度の生活可能圏を与える。〔拡散光束で広域照射の場合〕

(B) 地形上有利な地域または海域を選定して、そこにミラーで制御された大量の光エネルギーを送り込むことにより、陸上ならば広大な半凍土平原を、海上ならば寒帯の広大な浅海域を、ともに工業的手段で管理された生産地帯に変えることが出来る〔平行光線。精密な照射管理。オビ・エニセイ地区の大凍土平原の農業化。ロス海域の水

産養魚。オホーツク海沿岸の海草・水産物の大規模養殖]。

(C) 地形上安全な場所を選定し、集中光束により高温度化学工業（とくに有機合成化学）を興し、人類の生活に対して将来、基本的に有用かつ必要な、大量のプラスチック製品等を生産することができる〔集束光線：場所は南極大陸。南緯 70° 以上の所。緯度が高いほど、反射光の利用効率が良くなる〕。

等のことが可能になる。このような期待のもとに、スペース・ミラーの可能性を研究したわけである。

## I.2 ミラーの使い方の概要

●軌道：南緯・北緯ともに 60° 以上の高緯度地帯を照射する。従ってミラーの軌道面は、黄道面に垂直で、地軸（自転軸）の北または南に遠地点をもつ長ダ円軌道とする。遠地点の地表面からの距離は、開発当初では、安全・保安の面からあまり遠くなく、50,000 km~150,000 km 程度とし、近地点の距離（地表から）は 1,000 km 以上とする。後に付録に示すような極長ダ円軌道では、遠地点の距離は数百万キロメートル以上になり、周期も 1 年以上のものがある。開発が進んだ段階では、この極長ダ円軌道の方が、むしろ安定していて、軌道効率も著しくすぐれている。しかしこのような極長ダ円軌道のもの、どうしても無人制御にならざるを得ないので、そのための技術が進んでから実用に供されるもの、と考えるべきであろう。開発当初のものとして考えた遠地点の距離は 150,000 km 以上でも差しつかえは別に無い。しかし、この距離は安全・保守・管理の立場から見ると、秒速 12 キロメートルの有人ロケット（6 人乗りくみ程度）で、約 4.6 時間で到達

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

できる。10 万キロメートルなら 2.3 時間、5 万キロメートルなら 1 時間と 10 分である。この程度ならば突発事故（ミラー中核部への隕石の衝突など）にも対応できる。なお保守・管理のための有人ロケットは、ミラーを打上げることの出来るロケットがある以上、容易に出来ることである。従ってミラーの管理も遠隔無人概念でなく、有人管理的な概念になる。

●姿勢制御：ロケット噴射でなく、機械動力制御とする。燃料タンクの使い残りを、コマのように回わし、宇宙座標に対して一定の方向を保つ軸をつくり、この軸に対して反射角度を調整する。なお、軌道制御はロケット噴射によるしか方法がない。そのための燃料は、1 年に 1 回程度で補充する。

●ミラーの廃棄：ミラーの使用を停止する時は、必ず、残存器材等をまとめ、更に 2 キロメートル毎秒程度の増速を行なって、宇宙投棄すべきである（地球への落下は認められない）。

## I.3 ミラーの規模、ユニット等

●ユニットの規模：ミラーの反射材は厚さ 5 ミクロン（1,000 分の 5 ミリ）のアルミニウム・フォイルを使う。この場合、ミラーの面積  $100 \text{ km} \times 100 \text{ km} = 10^{10} \text{ m}^2$  につきアルミ・フォイルの重量は 135,000 トンである。

1 基のロケットで、何トンのアルミニウムが打上げられるか。つまりロケットの規模によって、一度に展開できるミラーの面積も決まる。

試算過程では、30 万トン（打上直前の重量で大部分は燃料の重量）のロケットで、8,100 トンのアルミ・フォイルが打上げ可能と考えたが、この試算の場合 8,100 トンのアルミ・フォイルで  $6 \times 10 \text{ km} \times 10 \text{ km} = 6 \times 10^8 \text{ m}^2$  の面積が展開できる。すると  $\overline{100 \text{ km}^2}$  の面積は、このロケット 17 発で打上げられる。

ちなみに、 $\overline{100 \text{ km}^2}$  は日本の 1つの府県の平均面積にほぼ等しい。

原単位的な考察をつけ加えると、 $\overline{100 \text{ km}^2}$  のミラー面積が太陽光線に垂直に面していると1年に、10 kcal/gr のオイル換算で102.3 億トンに当るエネルギーが来る。

ミラーの角度が、太陽光線に対して、かつミラーが有効な位置をその軌道上で占めている時間について平均して、 $45^\circ$  になっているとするなら、 $102.3 \text{ 億トン} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 72.34 \text{ 億トン/年}$  に、軌道上の位置の効率と、受光地点(地球上)の緯度の効率・昼夜の自転による効率などを掛けたものが、有効なエネルギーとして利用されることになる。これらの効率は、受光地点の緯度が高いほど良くなる。概算で、南緯・北緯に拘らず、 $60^\circ$  地点なら総合効率は36分の1くらいで、 $70^\circ$  付近なら18分の1程度、そして $75^\circ$  付近なら9分の1程度になるであろう。それに鏡の表面の反射率を0.8くらいに見積って計算すると次のようになる。

受光地点の緯度	$100 \text{ km}^2$ のミラーから受けとりうるエネルギー (石油換算 トン/年)	摘 要
$60^\circ$	1.607億トン/年 (石油換算)	軌道効率=1/3; 昼夜効率1/2で計算(軌道周期は数週間程度)。極長ダ円軌道を使えば、軌道効率はよくなり、左記の数値は3倍ほどになる。
$65^\circ$	2.315億トン/年 ( " )	
$70^\circ$	3.617億トン/年 ( " )	
$75^\circ$	4.822億トン/年 ( " )	
(参考) $80^\circ$ (以上) (極長ダ円軌道)	56.97億トン/年 ( " )	軌道効率 $\approx 95\%$ (以上) 昼夜効率は1(昼夜の別なく照らし得る)とした。

なおこれに、実際の計画見積りでは、雲等に掩われる率を見込むべきかと思われる。

[註: 照射強度が強ければ、雲は蒸発させて消滅させる計算になる。しかし、開発当初では安全に見積もり、上記の表に示した値の更に1/2を、事業対象に考えればよいのではないか。]

例として、100万キロワットの蒸気サイクル発電所を考えると、石油換算で150万トン/年の燃料で75% 負荷率の運転が出来る。丁度それに見合う程度のスペース・ミラーの面積は、どれくらいかと言うと、前記の表の $65^\circ$  の位置をとるとして、その更に1/2を雲のために控除すると、 $\overline{100 \text{ km}^2}$  の77分の1よでい。逆に言うと、30万トンのロケット1発で、発電所約450万キロワットが運転できることになる。燃料に換算すると約675万トン/年の石油が得られる。序でながら、石油を4万円/トンとすると上記の燃料代は2,700億円/年になる。

更に序でながら、30万トンロケット1発でスペース・ミラー $6 \times 10^8 \text{ m}^2$  を打上げる全費用を仮りに2兆円と見積ると、その2兆円の投資で、年間2,700億円相当の燃料が(数十年以上継続して)得られることになる。投資効率としても、かなり良い(安全サイドに見ても)。

## II. リチウム・ロケットの可能性の検討

### II-1 液体水素+液体酸素の場合との比較

第2表は、[リチウム+液体酸素+液体水素]の組み合わせ燃料を使ったロケット(これを簡単にリチウム・ロケットと呼ぶことにする)に対して、推定しうる諸性能諸元を、現在最も普通と考えられる[液体水素+液体酸素]と比較しながら示したものである。

リチウム・ロケットは、ここでは“ハイポセチカル”として提示してある。

リチウムが、ロケットの推進用燃料として使えるというような見解を示した教科書は1つもない——と思っている。つまり、リチウムは使えない、とされているのかもしれない。その

第 2 表

項 目	液体酸素 液体水素燃料	[ハイボセチカル] リチウム（微粉）燃料
燃料の組成	H <sub>2</sub> 2 グラム原子 2 gr O 1 グラム原子 16 gr	Li×2 2 グラム原子 14 gr H <sub>2</sub> ×2 4 グラム原子 4 gr O×3 3 グラム原子 48 gr
発生熱量	57.798 kcal/mol	2×LiOH=2×120.3 kcal 3×H <sub>2</sub> O=3×57.798 kcal
1 グラム当り発熱量	3.211 kcal/gr	6.27 kcal/gr
比推力	390[sec]	545[sec]
実効比推力	350[sec]	489[sec]
燃料排出速度	3433.5 m/s	4798.88 m/s
30 万トンに 5g（無重力加速）を与える 推力 上記の場合、1 秒間の燃料消費 〔註：1 秒間に生起する運動量の変化＝ 力〕 1 秒間の加速による重量変化の前後比 2 K/S の増速段の前後比の計算 〔註：5g の場合、2 K/S にする時間は 40.7747[秒]である〕 〔例 1〕 12 K/S の前後比 〔例 2〕 24 K/S の前後比	$3 \times 10^{11} \times 5 \times 981 = 1.4175 \times 10^{15}$ [gr·cm·s <sup>-2</sup> ] $\frac{1.4175 \times 10^{15} [\text{gr} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2}]}{3.4335 \times 10^6 [\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}]} = 4.2857 \times 10^9 [\text{gr/s}]$ $\frac{300,000}{295,714.3} = 1.0144927$ $(1.0144927)^{40.7747} = 1.7978$ （倍または分の 1） $(1.7978)^{12/2} = (1.7978)^6 = 33.76$ （倍または分の 1） $(1.7978)^{24/2} = (1.7978)^{12} = (33.76)^2 = 1139.7$ （倍または分の 1）	$3 \times 10^{11} \times 5 \times 981 = 1.4175 \times 10^{15}$ [gr·cm·s <sup>-2</sup> ] $\frac{1.4175 \times 10^{15} [\text{gr} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2}]}{4,798.88 \text{ m/s}} = 3.066335 \times 10^9 [\text{gr/s}]$ $\frac{300,000}{296,933.7} = 1.010327$ $(1.010327)^{40.7747} = 1.52017$ $(1.52017)^{12/2} = (1.52017)^6 = 12.34$ （倍または分の 1） $(1.52017)^{24/2} = (1.52017)^{12} = (12.34)^2 = 152.3$ （倍または分の 1）
30 万トンに 9g を、地球重力 1g と逆 方向に与える推力 1 秒間の燃料消費（9g） 1 秒間の前後比 2 K/S の増速段の前後比 〔註：9g-1g で 2 K/S にする時間は 25.4842[秒]である〕	$3 \times 10^{11} \times 9 \times 981 = 2.6487 \times 10^{15}$ [gr·cm·s <sup>-2</sup> ] $\frac{2.6487 \times 10^{15}}{3.4335 \times 10^6} = 7.71428 \times 10^9$ [gr/s] $\frac{300,000}{292,285.72} = 1.026393$ $(1.026393)^{25.4842} = 1.9308$ （倍または分の 1）	$3 \times 10^{11} \times 9 \times 981 = 2.6487 \times 10^{15}$ [gr·cm·s <sup>-2</sup> ] $\frac{2.6487 \times 10^{15}}{4,798.88 \times 10^5} = 5.5194 \times 10^9$ [gr/s] $\frac{300,000}{294,490.6} = 1.0187082$ $(1.0187082)^{25.4842} = 1.60344$ （倍または分の 1）
複合加速 [8 K/S <sub>1</sub> +4 K/S <sub>2</sub> ] の前後比	$(1.9308)^4 \times (1.7978)^3 = 44.919$ （倍または分の 1）	$(1.60344)^4 \times (1.52017)^3 = 15.275$ （倍または分の 1）

理由は、リチウムの反応熱は高いけれども、最終生成物が Li<sub>2</sub>O であり、これは容易な温度では“沸騰”しない筈である。一般に金属の酸化物の融点は測定されているが、沸騰点は記載されている例が少い。というのは、どこを沸点として認めるかが難かしいという理由もあるらしく、実験者によって沸点の測定値は極めて広いバラツキがあるからである。極端に言えば融点を少し越せば、必ず少量にせよ、その液相の物

質に対して蒸気圧があるわけであるから、微量ながら（融点を越せば）気化しているわけである。

ロケット燃料として有効な推力を発生してもらうためには、Li<sub>2</sub>O が気体分子としての運動をする状態に、保たれている必要がある。

私の考えでは、H<sub>2</sub>O 分子が多量に混在しておれば、Li<sub>2</sub>O は生成の際に恐らく液状の微粒子として、高温のロケット・エンジン空間（燃

焼室)内に存在していると思われるので、その微粒子と  $\text{H}_2\text{O}$  蒸気分子とがエネルギー交換をし、一部の  $\text{Li}_2\text{O}$  はそのまま排出口から押し出されるであろう。この分は、たとえ微粒子のままであっても、有効な推力になる。その圧力は  $\text{H}_2\text{O}$  蒸気を介して、 $\text{H}_2\text{O}$  の蒸気分子がロケット・エンジンの壁を推すことになるからである。

このように微粒子のままでも有効な推力になる部分をなるべく多くするには、ロケット・エンジンの燃焼室を2段ないし3段にくびれた形にし、一番奥の室で  $\text{H}_2\text{O}$  燃料を燃やし、次の部屋で  $\text{Li}$  と  $\text{O}_2$  とを噴出してそこで  $\text{Li}_2\text{O}$  が生成されるようにすればよいと思われる。

最終段では更に  $\text{O}_2$  を噴出させて、余った  $\text{H}_2$  や  $\text{Li}$  微粒子を完全に燃焼させる。

上記のような配置をとれば、 $\text{Li}_2\text{O}$  の微粒子が、直接に燃焼室の壁と衝突する確率は、かなり少くなると思われる。生成された直後に大体50%が出口の方に向い、50%が燃焼室の奥の方向へ向うと考えると、それが再び半ばは  $\text{H}_2\text{O}$  蒸気分で押し戻される。しかし他の半ばは結局燃焼室の壁にぶつかるであろう。

液状——または固体であっても——の微粒子がロケット壁に衝突すると、それは弾性衝突ではないので、反発して返る速度はゼロと見なければならぬ。気体分子ならば反発されて返る速度があるので、その分も推力の形成に算入し得る。しかし非弾性衝突では、反跳速度がゼロで、その分は推力にならない。ただ、始めに壁に向かって進んだ速度の垂直分だけが有効な推力になる。

非弾性衝突をした  $\text{Li}_2\text{O}$  は反跳速度ゼロということで、つまりは壁面(エンジン底部)に溜まる。しかし高いエネルギーを持っているの

で、結局は溜った自分自身と壁との温度を高める。その温度で再び  $\text{Li}_2\text{O}$  が蒸気の形になり得ると思われる。

$\text{Li}_2\text{O}$  が蒸気の形になり得る温度に耐えるために、ロケット・エンジンの燃焼室の壁の内側は、超高温に耐える金属材料としてタンタル(Ta)またはタングステン(W)を使う。

Taの融点は $3,030^\circ\text{C}$ で、 $3,000^\circ\text{C}$ を僅か越す程度であるが、加工が可能な金属であるので、これが最も良いと思われる。

タングステンの融点は $3,400^\circ\text{C}$ で金属材料の中では最高の融点をもっている。しかし硬くて加工が困難ではあるが、ロケット・エンジンの燃焼室内壁の内張りにする程度ならば、シンプルな形を組み合わせるだけでよいから、タングstenは最良の耐熱材と言える。なお、燃焼室は内から外へ強大な圧力がかかるから、燃焼室の外側は高抗張力の特殊鋼等であればよい。内側のタングstenは(溶接などをする必要はなく)単に動かないように支持し並べてゆくだけでよい。熱に耐えることのみが任務である。

タンタルまたはタングstenは、高熱に耐えるためのものではあるが、実はロケット・エンジンの動作時間は、極めて短い。途中で燃料タンク等を捨てないでやってゆく場合でも、200秒の間、保てばよいのである。200秒保てばよい程度なら(何年間も使うのではないので)、どんな金属材料でも見つかるわけであるが、一方で  $\text{Li}_2\text{O}$  をなるべく多く蒸発させるには燃焼室の温度は高ければ高い程、良い。そのため、タンタルまたはタングstenは必須の材料と思われる。つまり他をもって替えようとは考えない方がよいのである(酸化トリウム  $\text{ThO}_2$  の融点は $3,050^\circ\text{C}$ で使えそうに見えるが、焼結加工しなければならない。高価でも

Ta, W が良い)。

燃焼室の温度（壁の温度）を何度か保てば  $\text{Li}_2\text{O}$  を蒸気にすることが出来るか、という点については、 $\text{Li}_2\text{O}$  の融点よりも更に 1,000 度高い位置すなわち 2,700°C 前後を平均温度として保ちうれば、一応満足できる程の状態（蒸気相の混在比率が多くなる）になると思われる。この意味で、タンタルの融点はそれより約 300°C の余裕があるので、一応、タンタルでも良いと判断したわけである。しかし、それよりも更に 500°C も温度を上げうるタングステンなら、蒸気相の存在率は更に高まるであろう。その意味でタングステンを使えばまずリチウム・ロケットも使いうるものになるであろうと思われる。

タンタルまたはタングステンの寿命は 200 秒で充分と言ったが、実際には燃料タンクの切り捨てを行ない、その時にロケット・エンジンも同時に捨てる。加速の 1 つの段階が継続する間だけでよいので、実は 20 秒ないし 40 秒の間、使うだけである。

なお、このように、高価な材料を使ったエンジンを捨てることに抵抗を感じる向きもあるかもしれないが、実際はリチウムの方が総額として高価になると見られるのである。エンジンの価格はリチウム燃料の数分の 1 であると見られる〔リチウムは 30 万トンのロケットの中で、約 6 万トン弱を占める。リチウム 1 gr を 10 円と見ると、約 6,000 億円になる。なお、ウランは 1 gr 10 円程度であるが、リチウムのクラーク数はウランより 15 倍多く、それだけ広く存在している。なおリチウムの価格 1 gr 10 円は、精製して微粉にした完成品と考えればよいであろう〕。

## II.2 燃料タンクの設計

第 3 表は、いわゆる 30 万トンロケットの燃料タンクの、1 次試算重量等を示したものである。1 次試算という意味は、後で燃料タンクの切り捨て計算を行なうので、捨て得る重量がどれだけあるかを、先ず見るためである。そのため、最初に、概算した燃料の量（約 27 万トン）について、タンク類の設計を行なったものである。

タンク類の側壁や支持構造材料には、加速方式に応じた力が掛かる。この試算では、垂直上昇時に 9g の加速度を与えるような推力（ラスト）を出すものとした。実際には 9g-1g=8g で加速されるわけである。が、側壁等には 9g が掛かるので、たとえば高さ 50 メートルの液体酸素燃料タンクでは、地上に静止しているなら底部の圧力は約 5.6 気圧にすぎないが、スタートの時 (9g) には 50.4 気圧が掛かる。それだけタンク側壁の厚さを増しておかねばならない。そうするとタンクは重くなるが、加速度を大きくして、早く所望の速度に達する方が利益になるという計算が同表の備考欄に示してある。垂直上昇では地球の 1g が差し引かれるので、このような計算になる。また、スペース・ミラーの打上げには垂直加速の割合が多くなる——ということも注意すべきである。

液体水素のタンクならびにリチウム（微粉）のタンクは、内容物の比重が軽いので、高く、125 メートルにしてあるが、この高さは備考欄にある通り、タンクの個数 8 個だけ直列に並べると 1,000 メートルになる。この水素タンクならびにリチウムタンクにはアルミ・フォイルが巻きつけてある。1,000 メートルのローラー 2 組を宇宙で形成してから、ゆっくり回転してゆくと、巾 1,000 メートルのアルミ・フォイル 2

第3表 Li-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 燃料の場合；30万トンロケットの燃料タンクの設計計算

(加速方法 = 反重力方向 9g(8K/S) + 無重力方向 5g(4K/S))<sup>①</sup>  
 燃料のグラム比：Li：H<sub>2</sub>：O<sub>2</sub> = 7：2：2：24  
 実効比推力 (推定) 489  
 増速過程 2K/S に対し } 5g (無重力) の時 = 1.52017  
 前後比 } 9g-1g (反重力) = 1.60344  
 燃料消費量 (概算) = 約 27万トン (燃料タンク切り捨てを見越す)  
 液体酸素 198,469.325 トン  
 液体水素 16,539.11 トン  
 リチウム (微粉) 57,886.886 トン

	液体酸素 198,469.325 トン	液体水素 16,539.11 トン	リチウム (微粉) 57,886.886 トン
実質比重	1.118	0.07	0.534
実質体積	177,521.758 m <sup>3</sup>	236,273 m <sup>3</sup>	108,402.4 m <sup>3</sup>
容積率 (%)	103%	103%	125%
タンク設計容量	182,847.41 m <sup>3</sup>	243,361.19 m <sup>3</sup>	135,503 m <sup>3</sup>
タンクの個数	16	8	8
タンク1個の容積	11,427.96 m <sup>3</sup>	30,420.148 m <sup>3</sup>	16,937.875 m <sup>3</sup>
高さ	50 m	125 m <sup>②</sup>	125 m <sup>③</sup>
直径	17.059 m	17.603 m	13.135 m
タンク最高圧力	5.59 × 9 = 50.31 気圧 ただし 1 atm = 水柱 10 m	0.875 × 9 = 7.875 気圧	5.43 × 9 = 48.06 気圧
SKD-6(190 kg/mm <sup>2</sup> ) の最大厚さ	$\frac{1}{2} \times 1706 \text{ cm} \times 50.31 \times 10^3 = 2.26 \text{ [cm]}$	$\frac{1}{2} \times 1760.3 \text{ cm} \times 7.875 \times 10^3 = 0.365 \text{ [cm]}$	$\frac{1}{2} \times 1313.5 \text{ (cm)} \times 48.06 \times 10^3 = 1.66 \text{ (cm)}$
同上設計平均厚さ	$\frac{1}{1.9 \times 10^7}$	$\frac{1}{1.9 \times 10^7}$	$\frac{1}{1.9 \times 10^7}$
タンク1個の全表面積	3136.738 m <sup>2</sup>	7399.418 m <sup>2</sup>	5429.109 m <sup>2</sup>
タンク1個の殻の重量	310.725 トン	141.403 トン	395.521 トン
タンク1個の構造材・支持物等	46.609 トン	21.21 トン	59.328 トン
タンク1個当り重量	357.334	162.613 トン	454.849 トン
タンク総重量 (支持物とも)	5717.344 トン	1300.9 トン	3638.79 トン
タンク類総重量 (内部構造材・支持物含) = 10,657 トン			

- (1) ロケット構造物にかかる最大荷重は、加速度 9g の時でかつ始動時 (燃料満タンの時) である。
- (2) 反重力方向加速度を (9g-1g でなく) 5g-1g にすると、前後比は 18.76178 になる。その結果、打上げ後の残留重量は 15,990 トンになり、(9g-1g に比し)、約 3500 トン程少くなる。一方、ロケットの全構造重量は 9g-1g に耐える設計の時に比し、5g-1g ならば、仮に 5g/9g の比で全構造重量が減るとすれば、凡そ 7,500 トンだけ軽くなる。従って、打上げ加速度は 9g でなく 5g の方が、燃料タンクが軽くて済むように見えるが、燃料タンク切り捨て方式を使う場合には、タンクは重くても 9g の方がよい。
- (3) 此の高さは、それに巻きつけるアルミワイヤの巾に等しい。8個のタンクは8本のローラーとなり、125m × 8 = 1,000 m を一度に伸展する。

組が展開できる。展開の速度は凡そ、10 cm 毎秒である。従って、6×10 km×10 km の面積を全部展開するには、約 35 時間かかるが、折り返し動作等があり、作業員の交替と休養を含め、実際は約 4 日かかる。次いでミラー全部を組み立てるのに 1～2 週間かかる。〔註：重量物の移動速度を早くすると、加速・減速のたびに多量の燃料が要る。従って、すべての重量器材は、低速度で動かす。〕更にテストのため 2 週間を見ると、全部で 4～5 週間で、一応打上げは完了する。なおこれらの作業を遂行する乗組員は、60 人程度を見込

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  
 である。

60 人の乗員が帰還する ロケットは、ミラーを出発する時の重量 587 トン（燃料とも）で、地表では“ウォーター・ケビン”を使って 9g でも安全に軟着陸するように計算してある。着陸の最終重量は 30 トン（1 人当り 0.5 トン）である。なお、宇宙滞在が長くなっても大丈夫な程度の設備は、充分持って上っている。

### II. 3 燃料タンク等の切り捨て方式の計算

第 4 表は、30 万トン〔打上台の上の初期重量の総計〕のリチウム・ロケットを、スペース・

第 4 表 30 万トン Li-ロケット〔スペース・ミラー用〕  
 燃料タンク切捨て方式の計算

〔総合加速方式： $8K/S_{\perp} + 4K/S_{\parallel}$  とし、 $8K/S_{\perp}$  に対し、 $2K/S_{\parallel}$  毎に 4 回燃料タンク切り捨てを行なう。ロケット全体の支持構造は“中抜き方式”とする。〕

	最初の $2K/S_{\perp}$ の前後比 = 1.60344 ⇒ 残留重量 = 187,097.74 トン	
	燃料消費量 = 112,902.26 トン	≈ 40% of total fuel
タンク類	10,657 トン	切り捨てうる = 15,457 トン × 0.4
ロケットエンジン	<u>4,800 トン</u>	タンク等の重量 = 6,183 トン
計	15,457 トン	(ロケット・エンジンとも)
第 1 回切り捨て後の重量	= 180,914.74 トン	
第 2 回目の $2K/S_{\perp}$ の前後比 = 1.60344 ⇒ 残留重量 = 112,829.13 トン		
燃料消費量	= 68,085.6 トン	≈ 24% of total fuel.
切り捨てうるタンク等の重量	= 3,709.68 トン	
第 2 回切り捨て後の重量	= 109,119.45 トン	
第 3 回目の $2K/S_{\perp}$ の前後比 = 1.60344 ⇒ 残留重量 = 68,053.34 トン		
燃料消費量	= 41,066.11 トン	≈ 14.55% of total fuel.
切り捨てうるタンク等の重量	= 2,249 トン	
第 3 回切り捨て後の重量	= 65,804.35 トン	
第 4 回目の $2K/S_{\perp}$ の前後比 = 1.60344 ⇒ 残留重量 = 41,039.48 トン		
燃料消費量	= 24,764.87 トン	≈ 8.77% of total fuel.
切り捨てうるタンク等の重量	= 1,355.58 トン	
第 4 回切り捨て後の重量	= 39,683.9 トン	
$4K/S_{\parallel}$ の前後比 = $(1.52017)^2 = 2.3109$ ⇒ (最終) 残留重量 = 17,172.5 トン		
燃料消費	= 22,511.4 トン	
内訳	残留燃料タンク重量	= 1,959.74 トン (1,521.76)
	構造材料等	3,200 トン (1,201.76)
	機器・器材等	1,697.86 トン (1,031.9)
	帰還ロケット(水とも)	587 トン (60人) (972.9)
	アルミフェイル	8100 トン (1,627.9)
	同上棒材等	1,620 トン (7.9)
	食糧等	7.9 トン (0)



ミラー打上げ用として使った場合、燃料タンク等を切り捨てながら上ってゆく方法を、計算したものである。

以上のような計算の結果、結局打ち上げ過程のトータル燃料消費は、

8 K/S まで垂直加速の分	}	第1段	112,902.26トン
		第2段	68,085.6
		第3段	41,066.11
		第4段	24,764.87
4 K/S 水平方向加速の分	.....		22,511.4
		合計	269,330.24トン

となり、また捨てたタンク類の重量を合計すると、13,497.26 トンとなる。この2つを引いたのが最終（打上過程での）残留重量 17,172.5 トンである。3者を合計すると最初の 30 万トンになる。

さて宇宙に上り得た 17,172.5 トンの中から、8,100 トンのアルミ・フォイル重量をヒネリ出し得ればよいわけであるが、その内訳は第4表最終欄に示した通りである。この内訳のうち枠材等 1,620 トンはミラーの枠材と抗張線等で、極力軽くて抗張力の強い材料を使う。同じく残留重量の中で、残留燃料タンク 1,959.74 トンはアルミフォイルのローラーとなったものであるが、ミラーの要所に取りつけるジャイロの回転体に使用する。構造材料等 3,200 トンとあるのは最初からロケット中央部にあった人員や資材等を収容した円筒の居住空間であったわけである。ミラーの中央部にとりつけて、中央制御室にする。機器・器材等 1,697.86 トンとあるのは、小型の宇宙作業ロケット 12 台（2人乗り）とか予備燃料を含んでいる。帰還ロケットは既に説明した通りであり、食糧等は 7.9 トンある。

以上のうち、最後の2つの帰還ロケットと食糧とを除いたものが、ミラーの全体構造となって全部宇宙に残る。

$$\begin{aligned} \text{ミラー構造全重量} &= 16,577.6 \text{トン} \\ \text{(内)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{アルミフォイル} = 8,100 \text{ トン} \\ \text{その他} = 8,477.6 \text{ トン} \end{array} \right. \end{aligned}$$

即ち、30万トンロケット1発で結局 16,577.6 トンが宇宙に残ったわけである。これをスペース・ミラー用に使えば、8,100 トンのアルミ・フォイルを目的として、それで  $6 \times 10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$  のミラーが出来、更にそれによって既述したような数億トン（石油換算）/年のエネルギーを地表に送ることが出来る。

このロケットを何か他の目的に使うことを検討する場合には、そのペイロードを、30万トン（初期重量）につき 8,100 トンと見るのではなく、その約2倍の 16,577 トンの方で見積るべきである〔使用済み水素燃料タンク、リチウムタンク等は、殆んどそのまま宇宙居住空間に使用できる〕。

結論：以上の試算で得た諸数値から、各種の経済的原単位諸量を導き出すことは可能ではあるが、ここでは技術予測として、それら原単位諸量を算出する基礎を、検討したものとしておくに止める。未来シナリオの作成等のためには、この検討は有用であったと思われる。実際にスペース・ミラーを開発するには、ミラーよりも打上げロケットの方を開発しなければならない。リチウム微粉燃料の開発、タンタルまたはタングステン材料の開発が重要である。次に各種の高抗張力材料の開発がこのミラー・システムを大いに助けることになるであろう。

付録 周期1年以上の長ダ円軌道（焦点は地球）の諸数値

周期 (Period) [年]	1	2	3	5	10	20
周期 (Period) $T$ [10 <sup>7</sup> sec]	3.1536	6.3072	12.4608	15.7680	31.536	63.072
通径 $l$ [km] (fixed) の 1/2 [km]	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
離心率 $e$	0.996518076	0.99780778	0.998327457	0.998810476	0.999250812	0.9995281
近地点の $\rho$ [km]	7,513.08	7508.230	7506.277	7504.463	7502.810	7501.770
近地点の速度 [k/s]	10.29325	10.29985	10.30253	10.305026	10.307296	10.308726
遠地点の $\rho$ [km]	4,307,963	6,398,794	8,968,381	12,610,009	20,021,680	31,786,846
遠地点の速度 (周方向) [k/s]	0.017951	0.012085	0.008622	0.006132	0.003862	0.002239
長半径 $a$ [km]						
短半径 $b$ [km]						
± 1° を動く時間 (遠地点より) [年]	0.25826	0.64120	1.08724	2.10320	5.08401	12.05680
± 2° " " [" ]	0.47790	1.14172	1.89072	3.48260	7.83757	17.12764
± 3° " " [" ]	0.64222	1.17000	2.35394	4.19991	8.98926	18.80072
± 4° " " [" ]	0.75569	1.66905	2.61554	4.55190	9.47550	19.41457
± 5° " " [" ]	0.83117	1.78543	2.76038	4.73202	9.70050	19.67705
± 6° " " [" ]	0.89698	1.85612	2.84342	4.82969	9.81517	19.80584
± 7° " " [" ]	0.91518	1.90004	2.89319	4.88602	9.87870	19.87326
± 8° " " [" ]	0.93664	1.92826	2.92436	4.92037	9.91640	19.91372
± 9° " " [" ]	0.95220	1.95702	2.94468	4.94234	9.94005	19.93852
± 10° " " [" ]	0.96320	1.95986	2.95842	4.95998	9.95560	19.95467

〔備考〕 この表は通径の長さを 15,000 キロメートルにした場合の数例を示す。この場合、近地点の地球中心からの距離は、ほぼ 15,000 km の半分すなわち 7,500 キロメートルよりも少し多くなる (7,500 キロメートルに丁度等しければ、パラボラ軌道になる)。近地点の半径  $\rho$  から、地球の半径 6,380 km を引けば、近地点の地上高さとなる。この地上高が 1,000 km よりも多くなるように、15,000 km が選んである。長ダ円軌道における軌道物体の著しい偏在性 (長軸方向に存在する時点の偏在性) がこの表から明らかになる。

例えば周期 20 年の場合、軌道物体 (スペース・ミラー) が、頂点 (遠地点) の左右角度にして 5° (角度はば 10°) の間に居る時間は 19.677 年で、これは全周期 (20 年) の実に 98% 以上に当る。

従って、極長ダ円軌道に打上げたスペース・ミラーは、実質上、長軸の方向に殆んど安定に浮んでいるに等しい。

(たかはし みのる)  
経済研究所

<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

### はじめに

とくに、オイルショック後、各国とも著しい電力原価の高騰に対して、電気料金の値上げを実施してきた。この値上げに際して、電気料金制度の変更を伴うケースは少なかったとはいえ、最近では、料金制度の変更不要いしは、その一部見直しへの気運が徐々に高まってきたように思われる。

1978年5月1日～4日、モントリオールで開催された「電気料金会議」も、このような背景をもつものである。それは、カナダ電気事業連合会が主催し、カナダのエネルギー・鉱業・資源省・省エネルギー局が後援して開催された。なお、アメリカのヴィスコンシン州公益事業委員会が協力をしている。

カナダやアメリカは、いうまでもなく世界でもっともエネルギー多消費的、電力多消費的な国である。その例を、家庭用の消費電力量で見ると、需要家当り年消費量は、カナダで、9,171 kWh (1975年)、アメリカで8,266 kWh (1976年)となっている。これは、わが国と比べると、4倍程度の高い水準である。

このような背景の下で、両国は、電力原価の著しい高騰傾向に直面したわけである。かくて、当該会議は、限界費用が著しく高騰してき

た条件の中で、限界費用価格形成という基盤に立ってどんな電気料金制度を設定するのがよいかについて検討するために開かれたのである。

私は、この会議に出席して、「日本の電気料金制度」について説明し、その後、ヨーロッパで電気料金制度について調査する機会を得たので、その結果について簡単に紹介したい。それは、会議の主目的に合わせ、限界費用電気料金形成という課題に焦点をあてたものとする。

### 1. 日本の電気料金制度

会議主催当局によって私が要請をうけた基本的な課題は、わが国で実施されている通増料金制の基本的枠組は何かということであった。とくに、限界費用価格形成という視点から見てどうかということである。さらに、それに関連して、通増料金制の実施によって電力需要へどんな影響がみられたか。そして、この点は、通増料金制の問題と離れるが、諸外国と比較して相対的に予備率の低い状況から見て、わが国では、特殊な負荷管理を実施しているかどうかについての問題が問われたのである。以下、これらの点について簡単に説明しよう。

(1) わが国において通増料金制が成立した背景としては、電力原価について限界費用通増傾向が支配的となってきた事実をあげることが

できる。すなわち、環境・過密対策費等の増加に伴って、電力原価はたんなる名目的な高騰—費用曲線のシフト—にとどまらず、限界費用逡増の条件が成立するようになったということである<sup>1)</sup>。

わが国における逡増料金制は、このような条件下で、平均費用価格形成原理（総括原価主義）に立脚しながら、限界費用を反映させた料金形成を行ない、それが平均費用を上廻ることによって生ずる収入超過を、ナショナルミニムを設定して、その料金割引に充てるという理論的枠組によって構成されている。

使用量の低い需要家の料金を平均費用より安くするということは、もちろん、結果的には福祉社会的要請に対応しようとしても、限界費用逡増の条件下では、電力原価の変動傾向にも適応しようという意味で、原価の妥当性をもつものである。電気料金形成に限界費用を反映させるということが、省エネルギー推進という社会的要請に沿うものであることはいままでもない。このような意味で、わが国の逡増料金制は、資源配分の効率性という基盤に立ちながら、所得配分の公正基準を充足するものである（電気の消費量が相対的に小さい低所得層の限界社会的効用は、それが相対的に大きい高所得層の限界社会的効用より大であるという前提をおいている）。

（2）逡増料金制の実施による電力需要への影響の問題については、次のような理由で、その影響はあまりないと考えてよいだろう。まず、家庭用では、a) わが国の電気の消費水準は欧米諸国と比べてもまだ低いこと。b) 電気の消費量と所得水準とはかなり強く相関しており、消費量の多い需要家は、電気の消費に対して所得弾力的で、価格弾力性は小さいこと。c)

第3段階の料金は第2段階の料金に対して、10数%増で、料金の逡増率が比較的小さいこと。

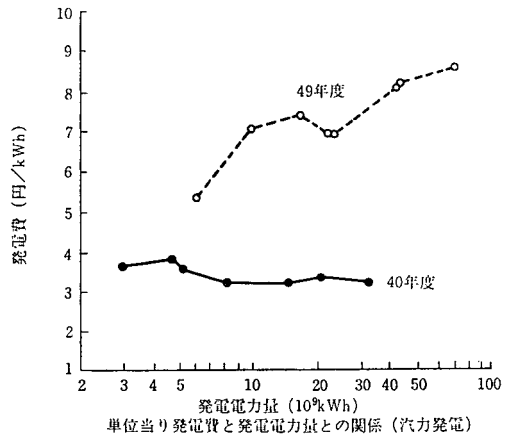
次に、産業用では、a) 一般に産業用の電力需要は、生産弾力的で価格弾力性が小さいこと。b) 生産原価に占める電力原価の構成比は一般に小さいこと。c) 電気料金の逡増率はあまり大きくないこと。以上である。

もちろん、アルミ精錬業のような産業の場合には、電力コストの増加によって国際競争力を失ない、生産量が減少し、この面で電力需要への影響があらわれているといえることができる。

（3）大口電力の中で、特約需要の占める構成比は1976年度において約40%に達している。したがって、このような特約需要家が果たす負荷調整力はかなり大きく、このような形での負荷管理はアメリカ等と比べて大きな特色といえる。

そこで、特約料金制度と関連させて、われわれが以前開発した「負荷特性理論」<sup>2)</sup>について

- 1) 次の図は、9電力会社をサンプルとして、単位当り発電費と発電電力量との関係を示したものである。40年度と49年度の費用曲線の間には、燃料価格等の高騰を反映して、明確な費用曲線のシフトが見られる。のみならず、40年度の場合には、発電電力量の増加に伴って、単位当り発電費は低下する傾向を示しているが、49年度には、発電電力量の増加に伴って、単位当り発電費は、明確に増加する傾向を示している。



- 2) 大澤悦治・佐久間孝“負荷曲線と電気料金”電力経済研究 1975年7月号。

説明を行なったが、相関係数や変異係数の計算といった統計操作に大きな関心が寄せられたことを付記しておこう。

## 2. 限界費用料金形成の問題点

電気料金を限界費用原理によって決定することの論理的妥当性については、何人も疑うことはできない。問題は、この論理をいかに現実的要請に調和するかということである。そこで、「電気料金会議」での課題のうち、この問題に焦点を充てて検討しよう。

(1) 今迄、電気料金がきわめて安かったカナダにおいて、限界費用が著しく高騰してきた。その理由として、第1に、石油、天然ガス等燃料の騰貴、第2に建設費の高騰があげられている。このように、限界費用と平均費用が名目的に著しく乖離し、限界費用による料金形成が現実的に困難であるという点に、カナダ電気事業の大きな悩みを見出すことができる<sup>3)</sup>。

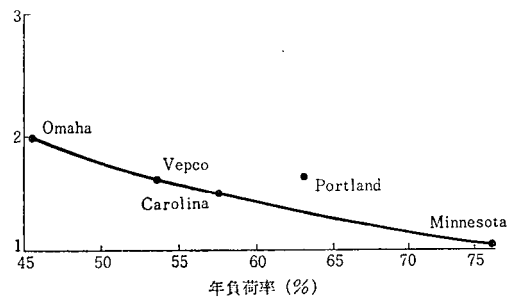
(2) 電力原価について、限界費用が高騰してきたのは、アメリカの電気事業においても同様である。かくて、平均費用原理を基盤とすると、限界費用で料金形成を行えば(限界費用料金形成は時間帯的概念で考えられている)、一般に収入超過が発生することになる。そして、このような収入超過をいかに処理するかについての検討が行なわれた。この場合、増増料金制も1つの案として考えられたが、基本料金の割引きが、もっとも有力な案として検討された。

なお、アメリカの電気事業においても、わが国に導入されているナショナルミニマムのように、ライフライン料金制度を採用している会社もあるが、この制度は、わが国のナショナルミニマムのように定着しているとはいえず、現在でも論議の対象となっているようである。その

中で、もっとも中心的な問題は、所得水準と電気の消費量との関係が、かならずしも正の相関関係を示さないということである。

(3) 電気料金を限界費用で決定する場合には、一次ピーク料金に対して、相対的に安くなる二次ピーク料金に基づいて、二次ピークが増加し、一次ピークを超過するという潜在的可能性が存在する。このような場合、電気料金の決定には、二次ピークについての潜在的なコストを十分に反映させることが望ましい。Ebascoの料金決定方式は、このような考え方によっている(図参照のこと)。

一次ピークと二次ピークとの基本料金比率



図のように、4つの夏ピーク会社については、一次ピーク(夏ピーク)と二次ピーク(冬ピーク)との基本料金比率は、年負荷率と負の相関を示している。そして、例えば、Omaha Public Powerの場合には、天然ガス価格が安いいため、電気料金を安くしても電気で冬ピークが発生する可能性はほとんどなく、夏ピーク料金は相対的に高く、冬ピーク料金は相対的に安くなっている。しかし、Portland General Ele-

3) カナダ私営電気事業(1975年に発電出力で、約17%を占める)の報酬率(1965年~1974年平均)を他産業と比較すれば、次のごとくである。

電気事業	3.46%
製造業	13.18%
非製造業	10.78%

なお、電気事業に対しては、政府による資金援助、税制上の特典が与えられている。

ctric の場合——冬ピーク会社——冬ピークがますます増加する可能性が強く、一次ピーク（冬ピーク）料金は、相対的に高くなっている。

このように、限界費用料金形成を適用するに当たっては、現実的に多くの問題をかかえている。そして、限界費用料金形成の魅力がうすれるとして、次のような理由があげられている。すなわち、a) 限界費用によって電気料金を決定しても、全体としての料金収入は、所要収入（わが国でいえば総括原価）に限定されなければならない。b) 限界費用の測定にはあいまいさが残り、その決定には的確な判断が要求される。c) 超過収入を処理するプロセスが、まだ十分に成熟しているとはいえない。

### 3. わが国の通増料金制に対する ヨーロッパ諸国の反応

ユニペデ主催の電気料金会議（1975年4月）において、矢島電力経済研究部長が行なったわが国の通増料金制に対する報告に対して、各国の代表から多くの反論が寄せられた<sup>4)</sup>。私が今回ヨーロッパへ立寄ったもっとも大きな理由は、3年経った今日、その反応がいかに変化しているかということであった。次にその結果について、簡単に要約しよう。

（1）わが国の通増料金制に対する一般的な反対論は、次の2点である。

第1に、通増料金制は、原価主義という立場からいつ脱するという意味で反対されている。すなわち、ヨーロッパ諸国では、一般に火力発電をベースとしているが、その場合、発電電力量が増加しても効率はあまり変わらないから、単位当たり燃料費はほとんど一定で、電力量料金を通増的にすることは、このような原価の変動

条件を反映しないということである。限界費用の高騰に対応するには、基本料金の問題として処理すべきであると主張されている。この点についていえば、わが国のように、厳しい環境制約の下で、総量規制を実施すれば、発電電力量の増加に伴って良質燃料の使用等、環境・過密対策費が増加し、単位当たり運転費も通増するという実態は、一般的に理解されにくいようである。

第2の点は、電気料金を通増的にしても、省エネルギー効果を期待することはあまりできないということである。たとえば、EC9カ国についていえば、電気料金の変化が電力需要に弾力的に影響するのは、イギリスぐらいであるといわれている。イギリスの場合、安い天然ガスが家庭で利用可能であり、電気との間にかなり大きい競合関係が成立している。もちろん、電気料金の通増制の電力需要への影響ということになれば、その通増率が重要な要因であることはいうまでもない。

（2）とくに、最近における通増料金制に対する反応としては、一般に、政府関係者は、省エネルギー推進という立場より、通増料金制に賛成の意見が多く、これに対して、電気事業者は、依然として反対の態度をとっている。電気事業者は、過去における料金体系を変化させることに抵抗しているが、わが国の電気事業で通増料金制を導入したことに対して、その英断を高く評価している者もいる。

ただ、EC諸国のうちでも、電力量料金に通減制を採用しているのは、ベルギーのみであり、また、フランスでは、深夜電力料金の引上げを行ない、それは、一般料金と大きな差異を

4) 矢島 昭 “ユニペデ電気料金会議（1975年4月）” 電力経済研究 1975年7月号。

示さなくなっている。

(3) ヨーロッパでは、多くの国で、電気料金は、限界費用原理によって決めていると主張している。しかし、具体的なその適用方法は、かならずしも明確でない場合が多い。

そして、電気料金と省エネルギーとの関連性についていえば、電気料金は限界費用で決定すればよいということであって、それが、結果的に省エネルギーに貢献する可能性があるということである。

また、電気料金と国家政策との関係では、基本的には、電気料金の決定に政策的配慮を加えることは望ましくないということで、ほぼ一致している。EC 諸国の中で、電気料金の決定に社会政策的配慮を明確に加えているのは、イタリアである。

イタリアでは、電力量の小さい家庭用需要家に対して、社会政策的優遇措置を採用しており、結果的には、わが国と同じように、使用量の多い需要家の料金が高くなっている。イタリアにおける家庭用の電気料金制度は次のごとくである。

イタリアにおける家庭用の電気料金

契約電力	基本料金 (リラ/月)	電力量料金 (リラ/kWh)
1.5 kW	235	(150 kWh まで 19.30 それ以上 27.95)
3 kW	710	(150 kWh まで 19.30 それ以上 27.95)
6 kW	3,240	27.95
10 kW	5,400	27.95
10 kW をこえるごとに	2,700	27.95
他に燃料調整条項あり		

なお、電力消費に対して賦課される税率は、一般的には、家庭用、産業用とも同じであるが、イタリアでは、産業用に対してより高い税率を適用している(参与資料(2)および(3)を参照のこと)。

(4) 電気料金制度の問題ではないが、電気料金水準の国際比較について、マルクが強く電気料金が低いといわれている西ドイツでは、電気料金を為替相場によって換算比較する方法に強く反対している。そして、西ドイツ電気事業連合会では、賃金あるいは労働時間を基準として測れば、西ドイツの電気料金は相対的に安いという見解を発表している<sup>5)</sup>。

#### 4. 結びに代えて

(1) 電気料金の決定問題は、今迄、理論的には限界費用価格形成原理を拠り所として展開されてきたが、同時に、事業経営の実体の中でその現実的適用のあり方が常に問題とされてきたことも強調しなければならない。

しかし、他部門において、限界費用原理による価格決定が行なわれていないとすれば、電気料金の決定を限界費用原理によることは、社会全体としての最適状態を達成することにはならない。かくて、電気料金も、限界費用から適正に乖離させて決めることが、資源配分の適正化にも役立つことになる。このような問題に関する論議が、次善論的アプローチといわれるものであり、それは、最近とくに重点的に論議されるようになってきた<sup>6)</sup>。

(2) 電気料金を限界費用からいかに乖離させて決定するかを考える場合に、とくに重視されなければならない点は、電力需要への影響の問題である。料金制度の側面から、この点についていえば、今迄は、負荷率の向上を図ることを目指していたといえよう。しかし、このような負荷率の向上志向が、省エネルギーの推進と

5) 富田輝博“欧米の電気料金の動向”経済研究所内部資料, No. 7703。

6) 西野義彦“電気料金理論の新展開”電力経済研究 1975年7月号参照のこと。

いう社会的要請の下で、直接的にピークの節減効果を求めることになった点に、最近の特色をみることができる。

わが国で、新電気料金制度の導入に伴って負荷率割引きを廃止したことや、最近フランスで深夜電力料金の値上げを行なったことは、負荷率の向上に貢献しても電力需要を促進するような料金制度への反省が行なわれたと解釈することができる。かくて、料金制度の側面で、電力需要への影響という立場から問題となるのは、料金の逡増率やピーク料金のあり方であろう。

(3) 電気料金と電力需要との関係は、きわめて重要であるが、電気料金を電力原価を適正に反映させて決定し、それが結果的に電力需要へ影響すると考えることが、電気事業の現実的要請といえる。

電気料金形成の現実的課題としては、全体として、原価主義（平均費用価格形成原理）が前提とされ、——一方で消費者利益の立場から独占価格形成を排除し、他方で企業の独立採算制を容認することによって企業の合理化行動を促進する——原価に基づく料金形成という考え方は、消費者に対する負担の公平という見地よ

り、原価配分や料金制度の側面にも重視されてきたといえる。

それ故、逡増料金制は、限界費用逡増条件が成立するわが国の場合には妥当な考え方であるとしても、限界費用の高騰がかならずしも限界費用逡増条件を伴わない場合には、それを成立させる原価的基盤に欠けると考えられる（このような点についての的確な計測を行なうことは重要である）。このような意味で、大規模生産の経済性が支配的で限界費用逡増条件が成立しない国において、わが国で導入しているような逡増料金制に反対することは理解しうるのである。

(4) 各国とも、とくにオイルショック以降における著しい電力原価の高騰に対応して、電気料金の値上げを行なってきたが、原価への適応は、燃料費等の短期的な側面で、建設費の高騰に対応する長期的側面は十分なものではない。したがって、各国とも、設備資金に占める内部留保率の低下に直面し、資金調達面で、今後大きな問題を迎えることとなろう。

参考資料(1) 家庭用の需要家数および電力使用量分布(単位%)

a 需要家数の構成比      b 電力使用量の構成比

年使用量	ベルギー		デンマーク		西ドイツ		フランス		アイルランド		イタリア		ルクセンブルグ		オランダ		イギリス	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1,000 kWh 以下	42.6	13.1	14.8	1.8			40	9	31.3	4.9	47.9	16.3	15.4	3.3	23.3	7.3	15.2	1.8
1,001 ~ 2,000	29.2	25.9	10.2	3.4			28	19	22.1	10.1	28.4	27.8	26.1	14.3	34.4	24.2	19.2	6.9
2,001 ~ 5,000	24.7	45.2	51.0	39.1			24	36	28.1	29.0	21.0	43.4	47.9	54.8	37.9	53.5	38.0	30.2
5,001 ~ 10,000	3.0	12.3	16.5	27.1			6	19	13.0	27.7	2.5	11.2	9.7	22.4	4.0	12.1	19.2	31.6
10,001 kWh 以上	0.5	3.5	7.5	28.6			2	17	5.3	28.3	0.2	1.3	0.9	5.2	0.4	2.9	8.3	29.5
	1975		1976				1976		1974		1975		1976		1976		1972	
	1976		1976		1976		1976		1976		1976				1976		1976~77	
需要家当り平均消費量	2,370		4,168		3,103		1,950		都市部-3,837 農村部-2,603		1,450				Rotterdam 2,284 PEN- 3,253		4,050	



(2) 家庭用の電気料金 (税含まず, kWh 当りの単価)

(1977年7月1日)

年使用量 (kWh)	通貨 単位	国名				イギリス	
		西ドイツ (Ouest)	フランス	イタリア	South Scotland	London	
		ベニツヒ	サンティム	リ ラ	ベ ン ス		
A	600	25.40	44.63	30.10	3.86	4.60	
B	1,700	17.01	34.96	30.41	2.90	3.37	
C <sub>1</sub>	3,500	14.16	29.67	54.68	2.63	3.02	
C <sub>2</sub>	3,500 (1,300)	14.16	26.69	54.68	2.40	2.76	
D	7,500 (2,500)	14.16	22.79	51.53	2.26	2.55	
E <sub>1</sub>	13,000 (5,000)	—	21.44	—	2.11	2.37	
E <sub>2</sub>	13,000 (9,500)	7.68	18.76	—	1.61	1.84	
F <sub>1</sub>	20,000 (8,000)	—	20.95	—	2.05	2.30	
F <sub>2</sub>	20,000 (15,000)	7.20	18.35	—	1.55	1.76	

税 率

11%	17.6%	6%	0
-----	-------	----	---

(注) 年使用量のかっこ内の数値は、深夜電力の使用量で内数である。

(3) 産業用の電力料金 (税含まず, kWh 当りの単価)

(1977年7月1日)

国 名		西ドイツ (Ouest) ベニツヒ	フ ラ ン ス		イタリ ア リ ラ	イギリス (South Scotland) ベ ン ス	
(kW) 契約電力	(10 <sup>3</sup> kWh) 年使用量		Bonches du Rhone	Eure Seine Mme			
A	100	200	17.49	22.07	37.53	2.557	
B <sub>1</sub>	500	1,250	14.15	19.75	35.79	2.185	
B <sub>2</sub>	500	2,000	11.11	16.74	33.50	1.911	
C <sub>1</sub>	1,000	2,500	13.62	19.66	35.33	2.163	
C <sub>2</sub>	1,000	4,000	10.71	16.65	32.60	1.896	
D <sub>1</sub>	2,500	10.10 <sup>3</sup>	10.25	16.44	32.16	1.875	
D <sub>2</sub>	2,500	15.10 <sup>3</sup>	8.45	13.91	30.09	1.653	
E <sub>1</sub>	4,000	16.10 <sup>3</sup>	10.09	16.32	31.34	1.853	
E <sub>2</sub>	4,000	24.10 <sup>3</sup>	8.33	13.77	29.22	1.642	
F <sub>1</sub>	10,000	50.10 <sup>3</sup>	8.85	12.37	13.01	28.02	1.707
F <sub>2</sub>	10,000	70.10 <sup>3</sup>	7.60	10.88	11.38	26.52	1.549
G <sub>1</sub>	25,000	125.10 <sup>3</sup>	8.30	12.23	12.84	26.70	1.630
G <sub>2</sub>	25,000	175.10 <sup>3</sup>	7.10	10.66	11.14	25.20	1.480

税 率

11%	17.6%	14%	0
-----	-------	-----	---

(おおさわ えつじ)  
経済研究所)



<海外出張報告>

# 長期エネルギー需給の展望

小 川 洋

このたびカナダのトロントで開催された国際オペレイショナルリサーチ会議（6月16日から5日間）に出席したのを機会にオーストリアのウィーン郊外にあるIIASA（国際応用システム分析研究所）を訪問し、そこで研究が進められているエネルギーシステムズプログラムの進行状況を調査して来たので、そのうち非常に興味深い、2030年に至るグローバルなエネルギー需給見通しの概要を紹介する。

また、昨年9月トルコのイスタンブールで開催された世界エネルギー会議（電研報昭和53年2月 No. 49 参照）において中間報告がなされた省エネルギー委員会の2020年の世界エネルギー需要見通しが、その後大幅に修正されたので、その内容についても簡単に紹介する。

\* \* \*

## IIASA のエネルギー需給見通し

IIASA では、世界を7地域にわけて、2030年までの各地域のエネルギー需給を展望するという作業が現在進行中である。その目的とするところは、地域および世界全体のエネルギーシステムを長期的、動的、戦略的な面から検討すること、そのような将来のエネルギーシステムおよびエネルギー戦略を、経済、環境、社会システムの中うまく組み入れること、長期的な地域レベルあるいは国レベルでのエネルギー

政策をグローバルな視点から評価するための枠組みを作り上げることで、代替的なエネルギー戦略を、物理的、技術的な側面からのみでなく、その経済的なインパクトをも含めて評価すること、にある。

そのために、図1に示すようないくつかのモデルから成るグローバルエネルギーモデルを開発している。これらの個々のモデルはほとんど完成しているようであるが、全体としてこの図に示すような因果関係で機能するところまでには至っていない。したがって、以下に述べる需給見通しは、このグローバルモデルとはまだ直接結びついてはいない。

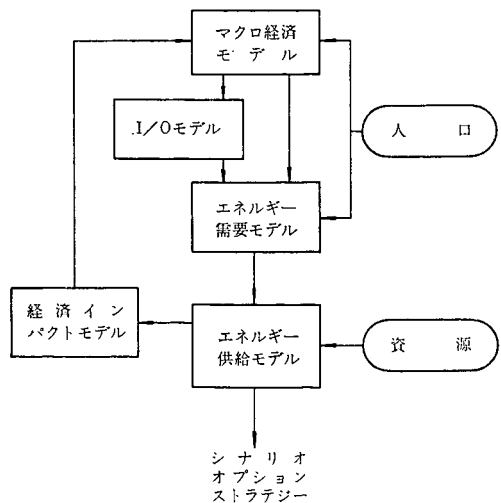


図1 IIASA のグローバルエネルギーモデル

図2は、IIASAの見方によるエネルギー時代区分で、現在から2000年頃までを“しのぎの時代”と名付けている。それは相対的なエネルギーの高価格化ということで特徴づけられる時代であり、したがって省エネルギーがこの時代の最も重要な柱となる。2000年から2030年頃までは過渡時代であって、環境保全に十分な配慮をしつつ、いかなるエネルギー戦略のもとで投資をすべきか、その戦略の選択が重要な時代になるとしている。

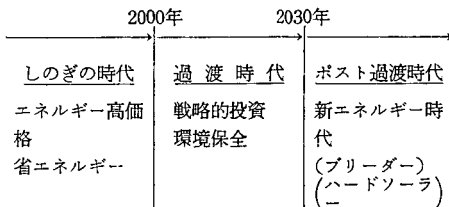


図2 エネルギー時代区分

このような基本的立場にたって、現在 IIASA ではいくつかのシナリオのもとに、2030年の世界の一次エネルギー需要の予測を行なっている。表1は Low Scenario (L) と High Scenario (H) と呼ばれる2つのシナリオの場合の地域別のエネルギー需要である。現在、世界のエネルギー需要は約8TW, per capita (1人あたり)で約2kWであるから、2030年には世界全体で現在の3倍強から5倍, per capita

表1 2030年の一次エネルギー需要

	人口 (10 <sup>6</sup> )	kW/cap.	TW
I 北アメリカ	315	16.0~23.5	5.1~7.4
II ソ連, 東欧	480	15.3~21.0	7.3~10.1
III 西欧, 日本	767	6.9~10.5	5.3~8.0
IV 中, 南米	797	3.0~5.0	2.4~4.0
V 東アジア, アフリカ	3,638	0.6~1.2	2.3~4.3
VI 中東	268	3.4~8.4	0.9~2.7
VII 中国	1,652	1.3~2.9	2.2~4.1
	7,917	3.1~5.0	25.3~40.1

(L) (H)

で約1.5倍から2.5倍という一般的にみてかなり控え目の予測になっているように思われる。

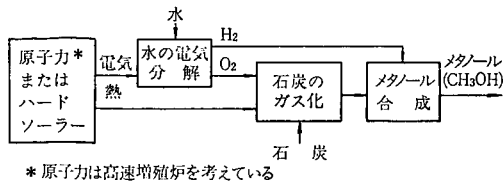
これに対する供給であるが、同じ需要シナリオに対するものではないし、地域ごとのものでもないが、(L), (H)の中間に位置する標準型シナリオに対するグローバルな供給構造が表2のように示されている。ここで特徴的なことは、在来型の化石燃料、つまり石油、天然ガス、石炭などのウエイトは大幅に低下し、それに代わってメタノールが大量に使用されるようになるであろうとみていること、バイオガス、風力、ソフトソーラー(つまり太陽熱暖房、給湯等)などの分散型循環資源をかなりの量見込んでいることである。

表2 標準型シナリオの場合の供給(2030年)

オイル, ガス, コール	5 TW
分散型循環資源(バイオガス, 風力, ソフトソーラー)	3 "
水 力	2 "
軽 水 炉	10 "
メタノール(原子力+石炭)	10 "
メタノール(ハードソーラー+石炭)	5 "
	35 TW

なお、このメタノールの大量利用は、将来の供給の見通しというよりは、IIASAの提案ないし願望に近いとみたほうがよいかもしい。つまりIIASAでは、将来の水素経済に対する最近のやや悲観的な見方を反映して、炭素資源のできるかぎりの有効利用という視点を重視すると同時に輸送の便利さ、在来の液体燃料からの代替の容易さをも考慮して、石炭をメタノールの形で利用することを推奨している。石炭はそのままの形で利用するよりもメタノールに変換することによって炭素原子1個あたりの発熱量を約2倍にすることができるという。IIASAでは、そのためのハードなシステムの検討まで詳細に行なっているわけではないが、

およそ図3のようなシステムを考えているようである。なおここでハードソーラーというのは大規模な太陽熱発電のことである。



\* 原子力は高速増殖炉を考えている

図3 メタノール製造のプロセス

以上 IASA の長期エネルギー需給見通し作業の現在までの状況を簡単に紹介したが、これらの結果は、国あるいは地域ごとに調整のための会合をもった後、来年半ば頃までには公表される予定であるという。

世界エネルギー会議のエネルギー需要見通し  
昨年9月イスタンブールで開催された世界エネルギー会議において、省エネルギー委員会 (Conservation Commission) の中間報告として、英国のケンブリッジ大学の Cavendish Laboratory (以下 Cav. Lab. と略す) が中心とな

表3 WEC H5 シナリオ (Cav. Lab.)

(単位 EJ/年, TW)

地域	1972	2000	2020	2020 (TW)
北アメリカ	83.1	141	200	6.34
西ヨーロッパ	50.4	92	130	4.12
JANZ*	16.4	42	64	2.03
OECD	149.9	275	394	12.49
ソ連, 東欧	53.9	141	242	7.67
中国, アジア	22.6	60	129	4.09
CP諸国	76.5	201	371	11.76
OPEC	6.6	20.8	48	1.52
非OPEC	34.9	88	191	6.06
発展途上国	41.5	108.8	239	7.58
世界計	268	585	1004	31.8

[注] \* 日本, オーストラリア, ニュージーランド  
EJ=10<sup>18</sup> ジュール, TW=10<sup>12</sup> W=10<sup>9</sup> kW

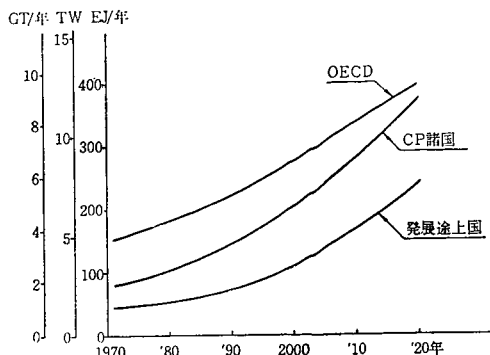


図4 WEC H5 シナリオ (Cav. Lab.)

ってまとめた「2020年に至る世界のエネルギー需要」が発表されたが、それに対してその後最終報告書作成の段階で発展途上国の側から強い反対があったために、省エネルギー委員会は、その言い分を取り入れて、Cav. Lab. の作成した中間報告を大幅に修正することになった。

表4 WEC オールタナティブシナリオ

地域	年		2020年		
	2000年 (EJ)	2020年 (EJ)	(TW)	人口 (10 <sup>9</sup> )	kW/cap.
OECD	242	278	8.82	938	8.82
CP諸国	167	325	10.31	2,115	4.87
発展途上国	152	397	12.59	5,810	2.17
世界計	561	1,000	31.7	8,863	3.58

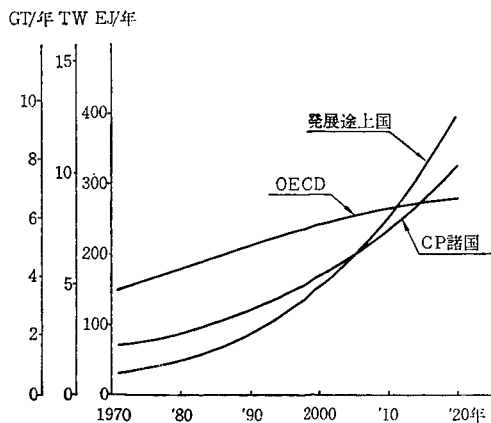


図5 WEC オールタナティブシナリオ

図4、表3は Cav. Lab. がまとめたイスタンブールでの中間報告における H5 シナリオというあるシナリオのもとにおける世界のエネルギー需要である。これに対しオルタナティブシナリオという名のもとに修正されたものは、図5、表4のようになっている。

世界全体のエネルギー需要は2020年で約1,000 EJ/年 (≒32 TW) で両シナリオとも同じであるが、その地域ごとの配分は非常に違っている。修正されたシナリオでは発展途上国のシェアが大幅に増し、先進諸国(OECD)のシェアは大幅に低下している。

この理由のひとつとして省エネルギー委員会はつぎのような点を強調している。

- 先進諸国が脱工業化社会へと進んでいくにつれて、一般にはいろいろな財に対する社会の需要は次第に飽和していく傾向がある。それは農産物のみならず、鉄、銅、鉛などの鉱物資源にもみられる現象であり、エネルギーもまたその例外ではないであろう。この点を考えると、先進国に対する Cav. Lab. のエネルギー需要見通しは過大評価である。
- 一方発展途上国では、人口増、工業化や都市化の進展、非商業エネルギーか

ら商業エネルギーへの転換、農業の生産性向上の不可避性のためのエネルギー需要の増大、予想される経済の高成長などを考慮すると発展途上国に対する Cav. Lab. のエネルギー需要見通しは過小評価である。

このような見方から、OECD 諸国に対しては、2020年までの経済成長率を平均4.2%/年、エネルギー需要弾性値を0.8から0.4(直線的に低下する)、平均のエネルギー価格上昇率を3%/年、エネルギー需要の価格弾性値を-0.4と想定し、発展途上国に対しては、2020年までの経済成長率を平均5.7%/年、エネルギー需要弾性値を1.3から0.9(直線的に低下する)、平均のエネルギー価格上昇率を2%/年、エネルギー需要の価格弾性値を-0.3として、前記図5、表4のような将来見通しを発表している。

これらの想定には、かなり無理があるように思われるが、このような考え方もありうるということを示す意味において、なかなか興味がある。

(おがわ ひろし)  
経済研究所)

<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——

電力中央研究所報告 No. 577004

天 野 博 正

環境問題、エネルギー資源問題等が顕在化し、電源立地をとりまく条件が一変するとともに、電源立地問題の構造は大きく変わりはじめた。その結果、今日、電源立地難が常態化しつつある状況を生みだしている。

本研究はこのような状況下にある今後の電源立地問題へのアプローチにおいてひとつの有効な道具立てとなるべき電源立地計画案作成方法について、あるべき手法の検討を行なったものである。

電源立地へのアプローチ、すなわち、電源立地のいわゆる計画段階において、まず第1になすべきことは、電源立地のための十全な計画をつくることである。つぎは、これに基づいて当該立地地点へのアプローチを行なうことになる。そして地元の受け容れが決まれば、当該計画のいわゆる建設段階へと進む。

ところで、アプローチ段階の2つのステップは有機的に結びついているものであるが、以下、便宜上、区別して説明する。

第1のステップにおいて重要なことは、万全な電源立地計画を作成することである。このステップで作成する計画は、いわゆる全体的計画（個別の地点別計画を年次別に作成し体系化した長期計画を指す）および地点別の個別計画で

あるが、これを作成するためには電源立地問題の本質を解明するとともに、その全体像を把握しなければならない。これには、能力を有する人と方法とが不可欠である。

第2のステップにおいても同様である。すなわち、個別計画に基づき、現地へのアプローチを行なうためには、それを担当するいわゆるプロジェクトチームとそのための戦略・戦術ともいべき方法・手段がなければならない。

本報告は、これらの事柄を念頭におき、さらに日本的事情を踏まえて、いわゆる十全の電源立地計画案を作成するための手法の開発を試みたものである。

### 1. 基本的考え方

本手法開発における基本的考え方はつぎのとおりである。

(1) 本手法の対象とする電源立地問題は、総合的な問題である。したがって、これに対するアプローチは総合的なものでなければならない。

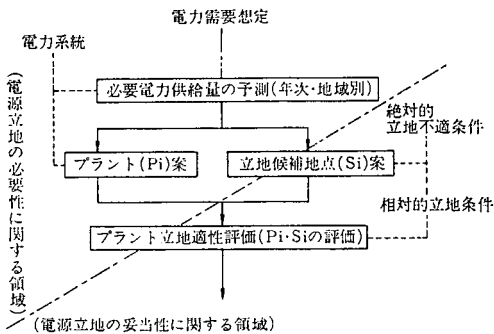
(2) 電源立地計画は全体計画と個別計画とに分けられるが、後者はあくまでも前者のなかの一部として考えなければならない。

(3) 電源立地計画においては、電源立地の

必要性と妥当性に関する条件を満たさなければならない。

## 2. 本手法の構造

本手法は電源立地の必要性と妥当性について総合的な視点から、複数の代替案を同時に比較し、優先順位の設定をとおし、最も妥当な電源立地計画案（以下、計画案という）の作成を目的とするものである。手法全体のフローチャートは図のとおりである。



電源立地計画案作成手法の構造

計画案においては、立地する発電プラント関係（これには発電プラントのほか、諸種の付帯設備を含む。以下、これらを総称して単にプラントという）とこれを立地する地点とをそれぞれ特定しなければならない。本手法においては、プラントの選定を電力需要や系統の信頼性等からの必要性に基づいて行ない、また、立地地点の決定は、当該プラントとの関連で、自然環境面、社会環境面、パブリック・アクセプタンス面、技術面、経済性面等についての妥当性に基づいて行なう。

すなわち、本手法の構造との関連でいえば、まず、必要性の視点から、電源の量的、時間的、空間的条件を決定する。つぎに、この条件を基礎とし、さらに、エネルギー資源の入手可能性を勘案して、プラント案を具体化する一方、その空間的条件（電源を立地すべき範囲——最近、系統の充実により選択範囲は拡大してきている）のもとで立地候補地点（複数）を設定する。最後に、プラント案（代替案を含む）との関連で、妥当性の視点から立地候補各地点の適性評価を、さきあげた諸々の側面から、総合的に行ない、それらを比較し、最も妥当な計画案を選び出すわけである。

なお、十全な計画をつくるためには、事前の十分な調査が不可欠である。かといって、徒らに、地元住民を刺激したり、無用なトラブルにまき込んだりすることは妥当なことではない。これを避けるために、本手法の調査は既存資料やリモートセンシングなどの間接的方法を用いて行なうことにした。また、このような方法によったからといって、調査が不十分であるということはない。正確にいえば、このような方法で得られる資料は、計画を作成する段階での資料としては十分なものである。問題はといえば、むしろ、資料の分析能力や判断のための総合能力といった人間側の問題に難点が生ずるかもしれないということである。

（あまのひろまさ）  
電力経済研究部  
環境立地研究室



<研究抄録>

## 電力会社の従業員の仕事意識

——日独両国の比較——

電力中央研究所報告 No. 577005

斎藤 統 大森 賢二 野原 誠

われわれは、昭和 45 年から昭和 48 年にかけて、日独両国における電気事業経営者（各 18 名）の経営理念の比較調査を行なったが、続いて昭和 49 年から、両国の電力会社（各 3 社）の従業員の仕事意識についてアンケート調査を企てた。これには、問題がデリケートなため、4 年の歳月を必要としたが、本報告はその成果の一応の要約である。

西ドイツの電力会社をわが国との比較の対象に選んだ最大の理由は、調査者の便宜のためである。もっとも、この種の比較調査は、米国や英国については既にいくつかの業績があるのに、西ドイツを対象としたものはわが国と経済的状况が比較的似ているにも拘らず従来あまり公表されていないので、それほど無意味な選択でもないだろう。むしろ、低成長時代に直面しているわが国の企業が、戦後の高成長時代の企業経営を貫いてきたいわゆる“日本的経営”の経営管理方策の修正を模索している今日、それらの諸方策を受容し日常の実践によって支持してきたわが国の従業員の活動様式の特徴を再確認し、わが国とは違った活動様式にも注目することは、有益だと考える。

調査結果の分析はまだ完了したとはいえないが、現段階で要約するとき、何よりも目につくのは、経営理念の調査でも指摘したが、わが国の「集団主義」的活動様式に対する西ドイツの「個人主義」的活動様式の相違が顕著なことである。「集団主義」的活動様式には、集団と個人との関係、個人と個人との関係の 2 点において、“個人主義”的活動様式と対比して、次の特徴がある。すなわち、個人主義の「個人あって集団あり」という発想に対し、集団主義では「集団あって個人あり」という発想が優位に立ち、集団と個人の利害は互いに異なるのではなく、もともと同じであると看做される。したがって、個人は、集団と対立する中で協調関係を見出す努力をするというよりも、ほんらい集団と一体の関係にあり、全人格的に集団に帰属する。そこでは、個人主義からみれば逆だと思われるが、個人は、集団に献身することにより自己の種々の欲求を集団内外で一層よく充足できる。この集団との一体感を背景にして、集団内部の個人と個人との関係は、全人格的な信頼関係を紐帯に結合し、個人主義に見られる特定の機能・役割に限定された個別的、契約的な権利・義務関係に止まることが困難となる。

わが国と西ドイツの活動様式の違いは、それぞれの国の多数の従業員が、前者は会社の仕事を「義務」と看做し、後者は「手段」視するという調査結果が端的に示すように、会社に対する従業員のかかわり方の特徴に集約的に現われているが、さらに、会社での従業員の活動様式を、職務の体系、報酬の体系、人間関係の3つの側面に分けてみると、それぞれの側面で集団主義と個人主義が貫徹し、各側面が密接な相互関連性を保持していることが、調査から読みとれる。

わが国では、個々の従業員の分担する職務は、西ドイツに比べて、それほど厳密には規定されていない。そのため、仕事は、互いに援けたり援けられたりして遂行されるべく、その過程では情緒的な「人の和」が不可欠だと考える従業員が多い。これに対し、西ドイツの従業員が同僚の仕事を援助するのは、自己の職務を円滑に遂行するためであって、相互の協調関係も職務遂行上の事柄に限定される傾向がある。このような職務体系の特性に日本特有の能力平等観が手伝って、報酬を従業員に分配するさいの評価基準にも、両国で大きな相違が認められる。西ドイツの評価基準は「業績」である。わが国では、従業員を「学歴」で区分した上で、従業員の「総合的能力」の格差がはっきりするほどの生涯的な仕事ぶりを対象にして、上司が評価を下すということになっている。

会社内での人間関係にみられる両国の差は、活動様式の違いとして、調査結果に直ちに現われる。わが国の「人の和」は、公・私にわたる全人格的な従業員のきめ細かい相互作用を要求する。というのは、その過程で相互に確認し合

えた共通の利害に基づく情緒的な信頼関係こそ、「人の和」を確実にし、不分明な職務体系を補足して、極めて柔軟性に富んだ職務遂行過程を裏打ちしているからである。しかし、この信頼関係は、一度崩壊すれば修復が容易ではないため、わが国の従業員は、相互の意見の対立には敏感にならざるをえない。わが国の従業員は、公・私にわたって面倒見のよい上司を期待しているが、上司がこの期待に応じることは、両者の信頼関係の証拠でもある。これに対して、西ドイツの人間関係は、あくまでも機能関係に限られ、仕事での上司・部下の関係が、私事にまで介入することを拒否する傾向が強い。

以上の両国の相違は、調査結果全体をながめると明瞭である。しかし、わが国の結果を従業員の年齢層別に区切ってみれば、世代間にくつかの相違点があることも事実である。この相違の境界線は、20歳代と30歳代とのあいだ、30歳代と40歳代とのあいだ、さらには、40歳代と50歳代とのあいだとまちまちであるが、若い世代には次の3つの特徴がみられる。第一は、自己中心的な活動様式が相対的に多いこと、第二に、わが国の経営管理の特徴をより強く認識していること、しかも、第三に、現状に多くの不満を抱えていることである。若年層にみられるこれらの特徴は、ただ、会社でのキャリアの差に過ぎず、勤続年数を重ねるにつれて解消してしまうものなのか、あるいは若者の活動様式の基本的な変化をあらわすものなのかは、今回の調査だけでは判断することができないが、さらに検討を要する問題の一つであることには間違いあるまい。

ともあれ、今回の調査に協力をいただいた日  
独両国の電力会社の経営者、従業員、労働組合

のかたがたに厚く御礼を申し上げたい。

（さいとう おさむ  
資料調査室  
おおもり けんじ  
富山大学経済学部  
のはら まこと  
厚生省人口問題研究所）



<研究抄録>

## 沿岸漁業の構造変化

——愛知県南知多町師崎の調査報告——

電力中央研究所報告 No. 577006

熊倉 修 朝倉 タツ子

この報告書は、愛知県南知多町師崎地区の漁業および漁村についての実態調査の結果をまとめたものである。ここでは、主に経済学的な視点から、漁業労働力の他産業への流出、漁業に対する需要側の諸条件の変化、工業開発にともなう漁場の縮小、漁場環境の悪化などが、沿岸漁業の経営や就業構造にどのような影響を及ぼしているかを分析している。次の2つの問題を主として検討した。

(1) 沿岸漁業は一般に家族労働力に主として依存した零細な家族経営によって担われており、また漁業に対して投入される資金、労働力は個々の漁家によって、または漁村内部の各階層間の相互依存関係の中で調達されて来た。一方、師崎においては経済の発展は漁業労働力、特に若年労働力の流出をもたらした。また養殖業の発展は漁業内部の就業機会の増大をもたらした。名古屋などの都市の発展は、漁業外の通勤による兼業機会の増大をもたらした。師崎地区内部においては、遊漁業など第3次産業的な就業機会が増大した。このような状況の変化の中で、師崎の漁業経営の存立基盤はどのような影響をうけ、漁業における就業構造はどのように変化して来たか。

(2) 沿岸漁業においては、漁船漁業におけ

る省力機械の導入、養殖業の発展などによって、生産力の発展、就業機会の増大がもたらされた。また工業開発などによる漁場の縮小、漁場環境の悪化は、漁業生産にさまざまな影響を及ぼしている。師崎においても、漁船漁業においては釣など小規模な漁業経営に加えて、しらす船びき網漁業など比較的大規模な漁船漁業が増加している。また、のり、わかめ養殖業は30年代中頃から急速に生産が増加した。そして、このような生産力の発展は、一方で(1)で述べた漁業における経営構造、就業構造の変化の技術的基盤となるとともに、他方沿岸漁場の利用の高度化をもたらす漁場利用秩序に変化をもたらすことになったのである。沿岸漁業においては、一定の海域と水産資源に対して、制度的根拠および技術の異なるさまざまな漁業種類が営まれており、漁場利用に関するさまざまな利害関係は、漁業権、漁業許可などに基づく漁業制度によって調整されている。このような漁業制度は、漁業種類間の利害対立に対してどのような調整機能を果たして来たか、また沿岸漁業資源の保全と漁業生産力の発展に対してどのような役割を果たして来たか。

1. 愛知県南知多町師崎地区は、漁業、水産

加工業などに依存する沿岸漁村である。昭和48年の漁業センサスによれば、地区の総戸数749戸のうち漁業世帯が293戸を占めている。地区には227の漁業経営体（うち個人経営体211）と84の漁業従事者世帯がある。営まれている主な漁業は、パッチ網、しらす船びき網、釣などの漁船漁業と、のり、わかめ養殖などである。

しらす船びき網漁業は1統について、2～3隻の漁船と6～7人の労働力を必要とする比較的大規模な漁業である。48年現在この漁業の経営体数は19である。師崎においてはこの漁業の経営の大部分は、2～3戸の漁家の共同経営として営まれている。

パッチ網漁業は1統14～5人の労働力を必要とする師崎では最も大規模な漁業である。パッチ網経営体は現在会社経営1、個人経営1、生産組合1の合計3経営体である。

釣を営む経営体は126である。釣は師崎では最も多くの経営体によって営まれている。これらは殆んどが3トン以下の漁船を使用した個人経営である。また釣漁家の多くは遊漁業を兼営している。

この他に刺網漁業は38経営体あり、この漁業は2～3人の労働力によって3～5トンの漁船を使用して、個人経営または共同経営で営まれている。

これらが師崎における主要な漁船漁業である。のり、わかめ養殖はこれらの漁業を営む漁家によって冬の漁閑期に営まれている。

つまり現在の師崎の漁業経営は、①比較的大規模で雇用労働力に依存して企業的経営を営んでいるパッチ網経営体、②2～3戸の漁家が共同で営み、若干の雇用労働力を使用するしらす船びき網経営体、③漁家の自家労働力のみで営

まれる釣、刺網漁業経営体の3つの類型の経営体によって担われている。

昭和30年代以降、師崎においては、しらす船びき網漁業の増大など漁業経営規模の拡大と、のり、わかめ養殖業の発展、遊漁業の増加など漁家の就業機会の増大がもたらされた。一方、漁業労働力の流出とそれともなう労働力不足、漁業賃金の上昇によって、沿岸漁業経営は雇用労働力への依存度を低めていった。そして家族労働力に依存したいわゆる漁家漁業が（相対的）に増加することになった。

師崎においては、個人経営体は昭和38年の183から48年の211へと増加したのに対して、漁業従事者世帯は逆に38年の125から48年の83へと減少しているのである。

昭和30年前後の師崎の漁業は、釣、刺網という小規模自営漁業とまき網またはパッチ網漁業など大規模漁業から成っていた。大規模漁業に雇われていた漁業従事者は、一部は他産業の雇用機会の増大にともなって漁業外に流出した。他の一部は釣漁業、のり、わかめ養殖などの自営漁業に転換した。こうして漁業従事者としてとどまる世帯数は減少して来た。

一方釣、刺網漁業を主とする自営漁家は、一部は脱漁業化したが、他の一部は共同化によって経営規模を拡大し、しらす船びき網漁業に転換していった。

このように現在の師崎漁業の経済構造は、家族労働力に依存した零細な漁家の存在を中核として形成されてきたということが出来る。現在師崎の漁業経営の過半数は釣などの個人経営である。しらす船びき網の共同経営は、多くの場合血縁関係にある2～3戸の漁家が、それぞれ所有する漁船などを持ちよって、共同で操業するという形態が一般的であり、個々の漁家の

資金、労働力に依存した、家族経営の延長として営まれているのである。また、パッチ網などにおける雇用労働力も、地域内の漁業従事者世帯と釣漁業、のり、わかめ養殖業を営む漁家によって供給されている。

2. 漁船漁業においては、戦後、動力のディーゼル化、合織漁網の出現、魚群探知機、無線機の普及、漁労作業の機械化などの技術進歩が見られた。これによって、漁労作業における省力化、経営体当りの生産量の増加などがもたらされた。

養殖業においては、のり養殖の場合、採苗技術の改良、垂直式養殖から水平式養殖への転換、浮動式養殖法による漁場の沖出し、冷蔵網の普及、漁場の改良造成工事などによって、生産量の飛躍的増大と、生産性の上昇とがもたらされた。

これにともなって漁場利用関係にもさまざまな変化が見られた。船びき網など網漁業の発展とそれともなる釣漁業との利害対立、養殖漁場の沖出しによる漁場利用形態の変化など沿岸漁業内部における漁業秩序は変化して来た。また大型船の航行による漁業操業への影響、湾奥の工業開発による漁場環境への影響など漁業生産に対する漁業外からの影響も現われて来た。

漁業権漁業（共同漁業権、区画漁業権：師崎ではのり、わかめ養殖が主）においては、一般に漁協が漁業権を有するが、この場合には地区漁民が漁業権を行使する方法（漁法、漁期、漁場の配分など）は地区漁民の総意できめられ

る。制度的には地区漁民が地先漁場からうける恩恵を均分にしようという傾向がある。

許可漁業（パッチ網、しらす船びき網、刺網など）においても、漁業権漁業をまもるため、あるいは資源保護のために、漁船規模、漁法、許可わくなどの制限がなされているが、制限の緩和が行なわれるなど、そこでは生産力の発展、企業の経営が可能であった。

師崎の漁業に関しても、地区間、漁業種類間のさまざまな利害関係の調整のために、このような制度的調整が行なわれており、また漁業者相互間においても自主的な調整が行なわれている。しかし一方では、許可漁業の発展、養殖業の発展といった漁業秩序の変化も、操業に関する制限の緩和、漁業権免許面積の拡大という制度的根拠によって裏付けられて来たのである。

つまり、沿岸漁業においては、漁業権漁業および地付の魚類を漁民の個人的技術によって漁獲する釣（自由漁業）など、いわゆる生業的に営まれる漁業種類と、許可漁業など大規模化、高能率化が比較的可能で、企業の経営の発展の条件をそなえた漁業種類とが、このように現状肯定的側面と現状変革的側面との二面的側面を持つ漁業制度の下で並存しているのである。

くまくら おさむ  
電力経済研究部  
電気事業経済研究室  
あさくら たつこ  
電力経済研究部  
環境立地研究室





# Energy Consumption in Paper & Pulp Industry

*by Osamu Kumakura*

This paper presents an econometric model of energy consumption in the paper & pulp industry.

The model divides the paper & pulp industry into three production processes of pulp, paper and paperboard, and determines quantities, prices, flow of raw materials, electric power purchased and generated by the industry.

During the period of 1960 through 1975, the ratio of total energy purchased to the total amount of production showed a declining trend.

The unit requirement of energy for each production process remained almost uniform over the said period due to the changes in product mix (increased production of quality paper, etc.) and increases in anti-pollution investment.

The increase in self-generated electric power brought relatively decreased consumption of purchased power, increased purchases of petroleum and coal and, as a whole, curtailed total energy purchases by the industry.

The effect of changes in the recovery ratio of used paper and in the import structure of raw materials on the consumption of energy, seems to be comparatively small.

---

## Chemical Industry and Electricity Demand

—In connection with price effect—

*by Muneo Hamada*

This paper aims to study the direct effect of price of electricity on power demand in the chemical industry. For this purpose, price elasticities were measured for the period of 1961 through 1974 taking into consideration the following factors: i) variance by various chemical industries, ii) difference of electric prices by areas, iii) different observation periods, iv) separation of "industry's generation for own use" from "energy purchased from the nine electric power companies."

It is difficult to estimate a statistically significant price elasticity concerning the chemical industry as a whole.

The following two reasons were attributed to this fact through studies made in relation to the above-mentioned four factors.

(1) The structure of power demand in the chemical industry during the period of 1961

through 1974 changed drastically as a result of the rapid growth of the petrochemical industry as well as the stagnation of the energy consuming chemical industry, and also the unit requirement of energy for chemical products trends to decrease year after year.

- (2) The ratio of consumption of energy purchased from the "nine electric power companies" has decreased relative to energy from "industry's generation for own use" and caused disturbances for the price elasticity in terms of purchased power.
- 

## Some Simulation Experiments using the DENKEN Quarterly Econometric Model 1976

*by Masayuki Yajima*

This note provides the following simulation experiments using the DENKEN Econometric Model.

- (1) Government investment expenditure simulation.

An additional government investment expenditure of 0.25 trillion yen in each quarter of FYs 1977-1979 will increase GNP at current prices by 1.6 in 1977, 2.8 in 1978 and 2.9 trillion yen in 1979 on the average, respectively. The current account surplus will shrink by 0.9, 1.5 and 1.4 billion dollars, respectively. The impact of this additional measure on prices will be negligible.

- (2) Tax cut simulation

A cut of personal income tax of 0.25 trillion yen in each quarter of FYs 1977-1979 will increase nominal GNP by 0.9 in 1977, 2.1 in 1978 and 2.5 trillion yen in 1979 on the average, respectively. The current account surplus will be reduced by 0.5 in 1977, 1.1 in 1978 and 1.3 billion dollars in 1979. Only a very small increase in prices will be expected.

- (3) Exchange rate simulation

An appreciation of YEN by 1 per cent in FY 1977 will result in a 0.4 per cent decline in the wholesale price index and in a 0.1 per cent decline in the private consumption price deflator on a yearly average. The current surplus will decrease by 0.4 billion dollars reflecting the 1.6 per cent decline in exports and 1.2 per cent in imports. Real GNP growth will slow down by 0.2 per cent at an annual rate.

---

## Possibility of Obtaining a Large Quantity of Energy by Way of Space Mirror Systems—Discussions about Lithium Fueled Rocket Systems.—

*by Minoru Takahashi*

Space mirror: pure aluminium foil 5 microns thick, weight 135,000 tons per 10,000 km<sup>2</sup> (Al only), total weight 270,000 tons (structural material and others) per 10,000 km<sup>2</sup> of space mirror area.

Lithium rocket: fuel composition Li : H : O = 7 : 2 : 24 (Wt), engine room wall material is tantalum (Ta) or tungsten (W). Assumed specific thrust is 489 [sec]. 8,100 ton aluminium foil (or 1/17 of 10,000 km<sup>2</sup> mirror area) with other necessary structural materials could be sent to a mirror orbit by a 300,000 ton lithium rocket.

Space mirror orbit: Very long axised elliptical orbit will be useful to realise high effectiveness from positional considerations of a mirror in its orbit. Eccentricities of such mirror orbits range from 0.995 to 0.9995 corresponding to orbital periods of from one to several tens of years. In such eccentric orbits, mirrors will stay in long axis directions through more than 95% time laps of full orbital periods. Direction of the longest radius will be set perpendicular to the ecliptic plane.

Energy sent to the earth: A large quantity of energy equivalent to about 6.5 billion tons of oil per annum per (100 KM)<sup>2</sup> of mirror area would be made available in high geographic latitude zones of the earth.

---

## Development of a Planning Model for Power Plant Siting

*by Hiromasa Amano*

This paper describes the planning model for power plant siting developed by the author.

The problem of locating power plant is extremely complex, requiring systematic and interdisciplinary approaches.

This model is based on the fundamental idea that the necessity and the propriety should be taken into consideration in a planning for power plant siting. The major objective of this model is to select the best plant site from among several alternatives and to prepare the most acceptable plan for power plant siting.

The model applies a checking system which consists of two levels; the first level is concerned with the necessity of locating power plants and second with the propriety of locating

them. The second level also includes an evaluation system.

Enumerated below are the parameters of these levels; future power demand, distribution of power demand, balance of supply and demand, power system plan, system compatibility, type of plant, location area, type of location, physical constraints, social constraints, environmental factors, environmental impact, socio-economic impact, public acceptance, costs, and so forth. In the second level, for example, the model has 67 parameters to make some aggregative evaluation.

The model has four phases; an analysis of future power demand, a selection of power plants (alternatives), a selection of sites (alternatives), and an evaluation and a comparison of alternatives.

---

## The Comparative Analysis of Employees Survey Data for Electric Power Industry in Japan and West Germany

*by Osamu Saito, Kenji Omori, Makoto Nohara*

Following our previous comparative study on the management ideology of the electric power industry of Japan and West Germany, we have undertaken the survey aiming at the comparison of employees' morale, their recognition of both formal and informal organization of their company, and their attitude toward their economic life in the same industry between the same two countries. The following conclusion has been derived from our analyses of the survey results from the three different disciplines, that is, management science, sociology, and cultural anthropology.

Business organizations in West Germany are based on "individualism" and those in Japan are based on "collectivism". In other words, while companies in West Germany are regarded by their employees as "associations" in a sociological sense, in which they satisfy just a piece of their various needs, those in Japan are regarded as "communes", where their employees desire to satisfy their needs as a whole.

Specifically speaking, it is likely to be (1) that Japanese employees regard their work as a kind of moral obligation but German employees as just a means of subsistence, (2) that job description and workers' responsibility are clear in West Germany but ambiguous in Japan, (3) that in West Germany vertical relationships are expected to be impersonal but Japan subordinates expect their boss to be concerned with their private matters and, consequently, that workers' belongingness to their company and their satisfaction for their work are rather stronger in West Germany than in Japan.

---

## Structural Changes in Coastal Fisheries

*by Osamu Kumakura, Tatsuko Asakura*

This report deals with a field survey made at a fishing village, Morozaki, Minamichita-machi, Aichi Prefecture. We examined from the economic viewpoint, how fishery management and labor employment in coastal fisheries are affected by external conditions such as labor outflow from fisheries, structural changes of demand for fishery industry, and encroachment and environmental disruption of fishing grounds by industrial complexes.

Special attention is placed on ;

- (1) characteristics of fishery managements in Morozaki mainly composed of small-scale independent fishery units in the spheres of procurement of capital and labor, management and fishery operation (chapter II),
- (2) structural changes in fishery management and labor employment caused by labor outflow from fisheries (chapter III),
- (3) roles of fishery institutions in conservation of fishery resources, adjustment of fishing ground utilization, development of fishery production and maintenance of small-scale independent fishery units.

In Appendix, a survey is made regarding the situation of sport fishing service in Morozaki which has become important to the fisheries of this village.

---



## 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. IV</p> <p>電力需要予測モデル</p> <p>電気事業の企業モデル</p> <p>大規模広域利水計画</p> <p>(文献紹介) ラルフ・ターベイ：「電力供給の最適価格形成と最適投資」</p> <p>(資料紹介) 池島晃：「世界エネルギー需給予測図表および日本エネルギー需給予測図表」</p>	<p>内田・建元</p> <p>大澤・内田・斎藤(観)</p> <p>大澤・内田・富田 本間・高橋(和)・ 瀬尾</p> <p>川崎 和男</p> <p>星野 正三</p>	47. 8.
No. 2	<p>エネルギーと原子力 その1</p> <p>人間環境システム的一般理論をめざして</p> <p>数理計画法最近の話題</p> <p>過疎化過程の分析</p> <p>(研究ノート) アメリカ国際収支動向(1950~69)に関する研究ノート</p> <p>(文献紹介) セルジュ・クリストフ・コルム：最適公共料金</p> <p>米国「環境の質に関する委員会」第3回年次報告</p>	<p>高橋 實</p> <p>天野 博正</p> <p>今野 浩</p> <p>根本・荒井・直井</p> <p>斎藤 隆義</p> <p>斎藤 雄志</p> <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って</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>斎藤(観)・熊倉・ 阿波田</p> <p>斎藤 雄志</p> <p>小川・大山</p> <p>富田 輝博</p> <p>富田 輝博</p> <p>根本 和泰</p> <p>川崎・三浦</p>	48. 7.
No. 4	<p>エネルギーと原子力 その3</p> <p>電力労働者の意識構造—判別分析による</p> <p>最適経済成長と環境問題</p> <p>過疎集落住民の「残留」と「移動」の意識構造</p> <p>(研究ノート) 企業の社会監査と外部報告</p> <p>公共経済学に関する若干の論文の検討</p> <p>(文献資料紹介) ロナルド・エル・ミック：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><b>特集 電源立地問題</b></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          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—          (研究ノート) 電源立地のための新しい地点選定の方法          広域環境調査についてのリモートセンシングの適用          米国電気事業と電源立地問題—アンケート調査に関連して          (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          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          A. H. アルドレッド: [ii] 宇宙からの遠隔探査の世界参画          W. A. フィッシャー: [iii] 遠隔探査の現状</p>	<p>天野 博 正          三辺・根本・斎藤(雄)          根本 和 泰          水無瀬 綱 一          高橋 真 砂 子          根本 和 泰          水無瀬 綱 一</p>	49. 3.
No. 6	<p><b>エネルギーと原子力 その4</b></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          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          Determinants of Wage Inflation—A Disaggregated Model for UK: 1964-1971          (研究ノート) 企業合併の評価モデル          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          (文献資料紹介) 米国「環境問題諮問委員会」第4回年次報告          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          斎藤(統)・大森・廿日出          大澤・斎藤(観)・阿波田          内田 光 穂          廿日出 芳 郎          根本 和 泰          資 料 室          大島 英 雄</p>	49. 9.
No. 7	<p><b>特集 エネルギー問題</b></p> <p><b>エネルギーと原子力 その5</b></p> <p>原油資源支配構造の変動と International Majors の新動向          発電所熱利用システムの調査          (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—          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          山田・廿日出・松井・古関          水無瀬・平野          水無瀬 綱 一          平野 陸 弘</p>	50. 3.
No. 8	<p><b>特集 電気料金問題</b></p> <p>「電気料金問題特集号」に寄せて          電気料金理論の新展開          負荷曲線と電気料金          新しい電気料金制度をめぐる諸問題          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</p>	<p>外山 茂          西野 義 彦          大澤悦治・佐久間孝          大澤 悦 治          富田 輝 博          森 清 堯          斎藤 観 之 助          植木 滋 之          矢島 昭          斎藤 観 之 助</p>	50. 7.



No. 9	<p>(文献資料紹介) 最近のフランスの電気料金制度について エネルギーと原子力 その6 2水槽式波力発電とその経済性 企業の価格政策と管理価格インフレーション (研究ノート) 電研マクロ・モデル改訂についての作業メモ (研究ノート) 環境権に関する覚書——環境権論の社会的背景の一側面—— (文献資料紹介) N地域大型エネルギー基地計画調査 (文献資料紹介) 電気事業関連年表</p>	<p>荒井 泰 男 高橋 實 本間 尚 雄 富田 輝 博 矢島 昭 三 辺 夏 雄 水無瀬 綱 一 天野 博 正 高橋 和 助</p>	50. 9.
No.10	<p>特集 電力需要問題 「電力需要問題特集号」に寄せて 第1章 作業全般についての予備的考察 第2章 中期モデルとシミュレーション分析 第3章 産業モデルによる電力需要の分析 第4章 大口電力需要の産業別分析 第5章 電力需要の短期・長期の弾力性について 第6章 電灯需要の分析 第7章 従量電灯使用量分布に関する二、三の考察 第8章 アンケート調査および使用電力量調査の設計と実施 第9章 電灯需要のアンケート調査と使用量調査 第10章 小口電力アンケート調査：需要変動要因の分析 第11章 大口電力需要アンケート調査</p>	<p>大澤 悦 治 矢島 昭 内田 光 穂 熊倉 修・浜田宗雄 富田輝博 西野 義 彦 阿波田 禾 積 服部 常 晃 森 清 堯 荒井 泰 男 荒井 泰 男 植木滋之・横内靖博 阿波田禾積 植木滋之・横内靖博</p>	51. 10.
No.11	<p>社会的紛争の基本的性質について 家庭用エネルギー需要の所得階層別分析 戦前の国際石油産業の構造と運営 送電線ルート選定モデル 電気料金変化の動学的波及分析 (海外出張報告) 主要先進国における原子力開発の最近の動向とパブリック・アクセプタンス (文献資料紹介) 電気・ガス料金と低所得者層——英国の「電気・ガス料金作業部会」報告要旨——</p>	<p>斎藤 雄 志 服部 常 晃 廿日出 芳 郎 天野 博 正 水無瀬 綱 一 西野義彦・富田輝博 根 本 和 泰</p>	52. 3.
No.12	<p>日本の電気事業における原子力発電の発電原価と火力発電の発電原価の考察 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 (研究ノート) 投資の乗数効果 (研究抄録) Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面 組み合わせ理論における一問題一部分ラテン方格の拡張可能性について— 原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析</p>	<p>小倉 静 雄 高橋 實 根 本 和 泰 矢島 昭 山田恒彦・廿日出芳郎・白石エリ子 大 山 達 雄 山 地 憲 治</p>	52. 9.
No.13	<p>本 号</p>		53. 10.

## 電力中央研究所研究報告

No. 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 他 水無瀬綱一	51. 11.
576002	電気料金変化の動学的波及分析	西野義彦 他 富田輝博	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——	熊倉修子 朝倉タツ子	53. 3.

## CRIEPI REPORT

E576001	Dynamic Effects of the Change in Electricity Rates on Price System	Yoshihiko Nishino Teruhiro Tomita	52. 1.
E577001	Residential Demand Modeling for Electricity	Tsuneaki Hattori	52. 9.
E578001	An Analysis of the Fuel Utilization Efficiencies in Nuclear Reactor Systems	Kenji Yamaji	53. 9.

## 電力需要指標

半期刊

内 部 資 料

No. 90	エネルギーと環境—電力を中心として (抄訳)	大島・鷲山・川崎・高橋(真)・三浦	49. 1.
91	企業合併の評価モデル	廿日出 芳郎	49. 1.
92	第1回電気料金統一個別原価計算資料	小寺 孫一郎 編	49. 2.
93	アメリカのエネルギー危機と石油戦略	山田(恒)・松井	49. 2.
94	発電所温排水の都市利用 (続)	新潟地域大型エネルギー基地計画調査委員会	49. 3.
95	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	斎藤 研究室	48.12.
96	Die Leitidee der Betriebsführung in der Elektrizitätsversorgung	斎藤 研究室	49. 3.
97	フランスの低圧料金	斎藤 研究室	49. 3.
98	米国電気事業における環境問題—アンケートとその分析	大島・鷲山・川崎・高橋(真)・森田・三浦	49. 3.
99	全国四地域計量モデル—シミュレーション実験による政策評価	斎藤(観)・熊倉・阿波田	49. 3.
100	電気事業年表 その2 (昭和 45.4—48.12)	三浦 義文	49. 4.
7401-101	環境の質に関する報告書—米国「環境問題諮問委員会」第4回年次報告	大島・川崎・高橋(真)三浦	49. 6.
7402-102	電気料金改定の波及効果	富田 輝博	49. 7.
7403-103	アメリカにおける家庭用電力需要分析のケース・スタディー (翻訳)	矢島 正之	49. 8.
7404-104	電力料金理論の新展開	西野 義彦	49. 8.
7405-105	消費規制によるエネルギー節約効果の測定	大澤・小寺	49. 9.
7406-106	原油資源支配構造の変動と International Majors の新動向	山田・廿日出・松井古閑	49. 9.
7407-107	西ドイツにおける公益事業の経営形態—主としてエネルギー供給事業について	矢島 正之	49. 9.
7408-108	電気事業関連年表(案) 1915—1939	本間・小野沢・高橋(和)	49.12.
7409-109	電力需要の価格分析	斎藤 観之助	50. 1.
7410-110	西ドイツの原子力発電行政—建設の許認可を中心に	斎藤 統	50. 2.
7411-111	経済データ・ベースの設計	矢島 昭	50. 3.
7501-112	アメリカの原子力発電行政	根本 和泰	50. 4.
7502-113	物価変動の計量的分析	富田 輝博	50. 4.
114	環境法制に関する研究 中間報告 環境権についてのメモ	天野 博正	50. 6.
115	エネルギーモデルの内外の現状について (第13回計量経済学会議資料)	小川 洋	50. 8.
7503-116	電源立地をめぐる住民運動の研究 事例研究その1	三辺 夏雄	51. 3.
7504-117	電源立地をめぐる住民運動の研究 事例研究その2	熊倉 修	50.11.
118	電灯電力需要アンケート調査報告	植木・荒井・横内	50. 9.
7505-119	環境アセスメントに関する研究 中間報告(1)	天野・根本	50.10.
120	環境法制に関する研究 中間報告(2) 環境訴訟についてのメモ—原告適格を中心に—	電力法制研究会	50.11.
7506-121	アメリカの原子力発電行政(Ⅱ) —許認可法案と原子力モラトリアム—	根本 和泰	50.12.
122	大口電力需要アンケート調査報告	植木・横内	51. 2.

7507-123	電気事業関連年表補充訂正版（明治以前～昭和14年）	本間・高橋(和)	51. 2.
7508-124	米国の地球資源技術衛星による画像情報について	水無瀬綱一	51. 3.
125	電源立地をめぐる住民運動の研究 事例研究その3—第3分冊—	斎藤雄志	51. 3.
126	電源立地をめぐる住民運動の研究 事例研究その3—第4分冊—	斎藤雄志	51. 3.
127	原子力発電所に関する全国主要新聞記事索引 （昭和47年～昭和49年）	斎藤雄志	51. 3.
128	電力需要関数の推定に関するノート	斎藤観之助	51. 3.
129	電気料金変化の動学的波及分析	西野・富田	51. 3.
130	電灯電力需要アンケート 調査報告Ⅱ——電灯需要の使用 量変化の構造と機器保有について——	荒井泰男	51. 3.
131	電研中期モデルによる条件付き予測	内田光穂	51. 3.
132	電灯需要の分析——価格弾性値の計測——	服部常晃	51. 4.
133	産業モデルによる電力需要分析（1） 化学工業に於ける電力需要モデル（第1次検討メモ）	浜田宗雄	51. 5.
134	電研マクロモデル 1975	斎藤観之助	51. 5.
135	産業モデルによる電力需要の分析（2） 紙パルプ産業、非鉄金属産業モデル	熊倉修	51. 5.
136	産業モデルによる電力需要の分析（3） 機械産業モデル	富田輝博	51. 5.
7601-137	気温と電灯需要の関係について	小寺孫一郎	51. 5.
138	電灯・電力需要アンケート 調査報告Ⅲ-2 ——小口電力、業務用電力需要の変動要因分析——	植木・横内・阿波田	51. 5.
139	電力需要の短期・長期の弾力性について	阿波田禾積	51. 5.
7602-140	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	51. 6.
7603-141	新聞記事および雑誌論文における原子力の安全性論争の 内容分析（その1）	根本和泰	51. 7.
142	電灯電力アンケート 調査報告Ⅳ ——電灯需要の判別分析——	荒井泰男	51. 7.
143	電源立地をめぐる住民運動の研究 事例研究その3—第1分冊—	斎藤雄志	51. 9.
7604-144	環境法制に関する研究 中間報告（3） 環境アセスメントの制度化にともなう問題点に関する メモ 「環境庁案」をめぐる（第1分冊）	電力法制研究会	51. 8.
7605-145	環境法制に関する研究 中間報告（3） 環境アセスメントの制度化にともなう問題点に関する メモ 環境アセスの法律的問題点を中心に（第2分冊）	電力法制研究会	51. 8.
7606-146	環境法制に関する研究 中間報告（3） 環境アセスメントの制度化にともなう問題点に関する メモ 評価に関して—アセスの有意性と可能性を中心に （第3分冊）	電力法制研究会	51. 8.
7607-147	環境法制に関する研究 中間報告（3） 環境アセスメントの制度化にともなう問題点に関する メモ 電気事業と環境アセス（第4分冊）	電力法制研究会	51. 8.
7608-148	環境法制に関する研究 中間報告（3） 環境アセスメントの制度化にともなう問題点に関する メモ 関係資料集	電力法制研究会	51. 9.
7609-149	国際石油産業の政治・経済構造とその展開 第1部 戦後の国際石油産業の確立と米国の対外政策	山田・廿日出・竹内	51. 10.

150	家庭用燃料需要の分析 —所得階層別・住居所有関係別考察—	服部 常 晃	51.10.
7610-151	英国の電気料金表 —Southern Electricity Board の例—	大 島 英 雄	51.11.
7611-152	紹介：EPRI-EEI「電気料金の研究」 その1	矢島(昭)・西野・ 植木・富田・小倉	52. 2.
153	各国のエネルギー政策	黒 木 龍 三	52. 2.
154	電気事業関連年表(案) 自昭和15年至昭和26年4月	高橋(和)・本間	52. 3.
7612-155	新聞記事および雑誌論文における 原子力の安全性論争の内容分析 (その2)	根 本 和 泰	52. 3.
7613-156	投資の乗数効果	矢 島 昭	52. 3.
157	自然独占の成立可能性	パブリック・ユー ティリティ研究会	52. 4.
158	直接規制政策の副次的効果	パブリック・ユー ティリティ研究会	52. 4.
7701-160	「国際石油産業の政治・経済構造とその展開」 第1部「戦後の国際石油産業の確立と米国の対外政 策」資料編 戦前の国際石油カルテル協定	山 田 恒 彦 廿 日 出 芳 郎	52. 4.
161	もうひとつの道 (The Road Not Taken) —エネルギー戦略に関して— (翻訳)	大 山 達 雄	52. 4.
162	わが国電力産業における燃料転換	白 石 エ リ 子	52. 4.
163	政府と企業の新たな関係	パブリック・ユー ティリティ研究会	52. 5.
164	戦後のエネルギー技術発展過程の背景について	水 無 瀬 綱 一	52. 5.
165	産業の危険と利潤率	パブリック・ユー ティリティ研究会	52. 6.
7702-166	カーター大統領の新原子力政策	小川・根本・山地・ 伊藤	52. 7.
167	高レベル放射性廃棄物の貯蔵および処分 「核燃料サイクル—原子力の公衆衛生、環境および 国家安全に与える影響の調査」の一部分として(翻訳)	高 橋 真 砂 子	52. 7.
7703-168	欧米の電気料金の動向	富 田 輝 博	52. 7.
169	産業用電力需要の分析	木 下 宗 七	52. 6.
7704-170	紹介：EPRI-EEI「電気料金の研究」 その2	西野・植木・富田・ 小倉	52. 8.
171	“もうひとつの道”(Energy Strategy: The Road Not Taken?)に関する諸見解 (翻訳)	大 山 達 雄	52. 8.
172	料金公聴会に現われた需要家意識の調査 (その1)	小 野 沢 輝 夫	52. 9.
173	化学工業における電力需要の検討 (価格効果の統計的検 証)	浜 田 宗 雄	52. 9.
174	電力各社広報部門活動に関する予備的調査 (その1)	高 橋 真 砂 子	52.10.
175	米国の石油輸入制限の意味と影響	廿 日 出 芳 郎	53. 1.
176	原油生産 Joint Venture における価格決定方式 —ARAMCO のケース—	廿 日 出 芳 郎	53. 2.
7705-177	紙・パルプ産業におけるエネルギー消費	熊 倉 修	53. 2.
7706-178	紹介：EPRI-EEI「電気料金の研究」その3	西野・植木・富田・ 小倉	53. 3.
179	電研料金指数について	小 寺 孫 一 郎	53. 2.
7707-180	原子力行政の諸問題	電力法制研究会	53. 3.
181	電研マクロ・モデル 1976	矢 島 正 之	53. 3.

182	時系列・産業連関表作成報告 ——1951, 1955, 1960, 1965——	国 府 康 弘	53. 4.
183	自家発設備調査資料	水無瀬・浜田・石井	53. 6.

## そ の 他

環境権について		電力法制研究会	50. 3.
ユニベデ・電気料金会議における「通増料金制」に関する議論—日本の新電気料金制度をめぐって—		矢 島 昭	50. 6.
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—	通商産業省（委託）	N地域大型エネルギー基地計画調査委員会	48. 3.
昭和48年度国土総合開発事業調整費調査 N地域大型エネルギー基地計画調査	”	” ”	49. 3.
昭和49年度国土総合開発事業調整費調査 N地域大型エネルギー基地計画調査	”	” ”	50. 3.
EPRI 1975 年度研究計画の概要		大 島 英 雄 三 浦 義 文	50. 9.

紙・パルプ産業におけるエネルギー消費

熊倉修

電力経済研究 No.13 (1978.10) p.1~19

本稿の目的は、紙・パルプ産業におけるエネルギー消費量の決定メカニズムを計量経済学的方法によって分析することである。紙・パルプ産業をパルプ、紙、板紙の3工程に分け、その生産量、製品価格、工程間および産業外との製品、原材料の電力消費量、産業全体としての自家発電量、購入電力などの決定メカニズムを計量モデルに明示的に組み入れた。

サンプリング期間(35年~50年)において、紙・パルプ産業の総エネルギー購入量/生産量は低下傾向を示した。

工程別の電力原単位は、高級紙の増加など製品構成の変化、公害防止投資の増加などの理由でこの期間はずかしく上昇した。

自家発電量の増大は、購入電力量を相対的に減少させ、石油・石炭購入量を増加させたが、紙・パルプ産業の総エネルギー購入量を節約する効果を持った。

古紙回収率の変化、原材料輸入の構造変化などによるエネルギー消費への影響は、明示的に推計することはできなかったが、比較的小さいと考えられる。

電力中央研究所  
経済研究所

化学工業と電力需要一価格効果をめぐって

浜田宗雄

電力経済研究 No.13 (1978.10) p.21~38

化学工業の電力需要を検討するための一つ一つの視点として、電気料金の直接価格効果をとりあげ、対象期間を昭和36~49年度とし、年ベースの価格弾性値を以下の4要因を念頭において比較検討した。(1)業種差、(2)料金格差、(3)計画期間のずれ、(4)「九電力からの買電」と「その他電力(自家発電等)」の分割。

「化学工業計」に関する価格弾性値は、統計的に有意なレベルでの検出は困難であるが、これをゼロと看なすことも出来ない。上記の諸要因との関係でこの原因を検討し、次の2点をもって、この主因とする。

(1) 化学工業の電力需要構造は、当該期間における石油化学化、電力多消費型業種の凋落などを反映して急速に変化した。生産原単位も経年的に減少傾向を示していること。

(2) 「九電力からの買電」と「自家発電等」との間に、自家発電等比率の上昇から、両者の使用ウェイトに変化が生じ、これが、九電力ベースの価格弾性値を検出しにくくしていること。

電力中央研究所  
経済研究所

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

電力経済研究 No.13 (1978.10) p.39~59

本稿は、電研マクロ・モデルによるシミュレーション結果を整理したものである。以下はその主要なる結果である。

(1) 政府投資支出シミュレーション  
(各四半期 0.25 兆円)

名目GNP (兆円)	52年度	53年度	54年度
経常収支 (億ドル)	1.6	2.8	2.9
	-8.8	-14.9	-14.1

(2) 個人税減税シミュレーション  
(各四半期 0.25 兆円)

名目GNP (兆円)	52年度	53年度	54年度
経常収支 (億ドル)	0.9	2.1	2.5
	-5.0	-11.2	-12.6

(3) 為替レート・シミュレーション (ドル建替率レート1%上昇, 52年度)

対売物価指数	個人消費支出デフレクター	輸出等	輸入等	経常収支	実質GNP
-0.4%	-0.1%	-1.6%	-1.2%	-4億ドル	-0.2%

電力中央研究所  
経済研究所

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・ロケットの技術予測について—

高橋 實

電力経済研究 No.13 (1978.10) p.61~72

スペース・ミラー：純アルミ箔、厚さ5ミクロン、面積100KM平方(10,000KM<sup>2</sup>)、重量135,000トン(アルミのみ) 器材重量ふくめ約27万トン(100KM<sup>2</sup>)。リチウム・ロケット：燃料組成 Li:H:O=7:2:24 (重量比)、エンジン壁材料 Ta (タンタル) または W (タンダステン) 試験上の推定比推力489[sec]、ペイロード試算30万トン初期総重量1基につきアルミ箔8,100トン $\approx 1/17 \times 135,000$ トン $\approx 1/17 \times 100$ KM<sup>2</sup> [ミラー面積]。

スペース・ミラーの軌道：離心率0.9995程度の極長円軌道(周期1年~20年)、長軸の方向は天の北極または南極、遠地点方向に偏在する率は遠地点の左右角度にして5°以内にある時間が全周期の95%以上。

地球への入射エネルギー：ミラー面積(100KM<sup>2</sup>)につき、軌道効率95%の時、かつ受光面が高緯度地帯にあって85°以上の時、反射率・吸収率等を控除して、65億トン(石油換算)/年程度(但し、緊急ゼロ)。

電力中央研究所  
経済研究所





---

電力経済研究 No.13

---

1978年10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

---

1300

印刷：藤本総合印刷株式会社

# ECONOMICS & PUBLIC UTILITIES

No. 13

October 1978

---

- Energy Consumption in Paper & Pulp Industry  
*Osamu Kumakura* .....( 1 )
- Chemical Industry and Electricity Demand  
——In connection with price effect——  
*Muneo Hamada* .....( 21 )

## NOTES

- Some Simulation Experiments using the DENKEN  
Quarterly Econometric Model 1976  
*Masayuki Yajima*.....( 39 )
- Possibility Obtaining a Large Quantity of Energy by  
Way of Space Mirror Systems  
——Discussions about Lithium Fueled Rocket Systems——  
*Minoru Takahashi* .....( 61 )

## REPORTS

- The Trend of the Electricity Tariff System in Recent Years  
*Etsuji Osawa* .....( 73 )
- A Long-range Outlook on Supply and Demand of Energy  
*Hiroshi Ogawa* .....( 81 )

## SYNOPSIS

- Development of a Planning Model for Power Plant Siting  
*Hiromasa Amano* .....( 85 )
- The Comparative Analysis of Employees Survey Data for  
Electric Power Industry in Japan and West Germany  
*Osamu Saito* .....( 87 )  
*Kenji Omori*  
*Makoto Nohara*
- Structural Changes in Coastal Fisheries  
*Osamu Kumakura* .....( 91 )  
*Tatsuko Asakura*
- 

ECONOMIC RESEARCH CENTER (ERC)

CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF ELECTRIC POWER INDUSTRY (CRIEPI)

6-1, Otemachi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japan