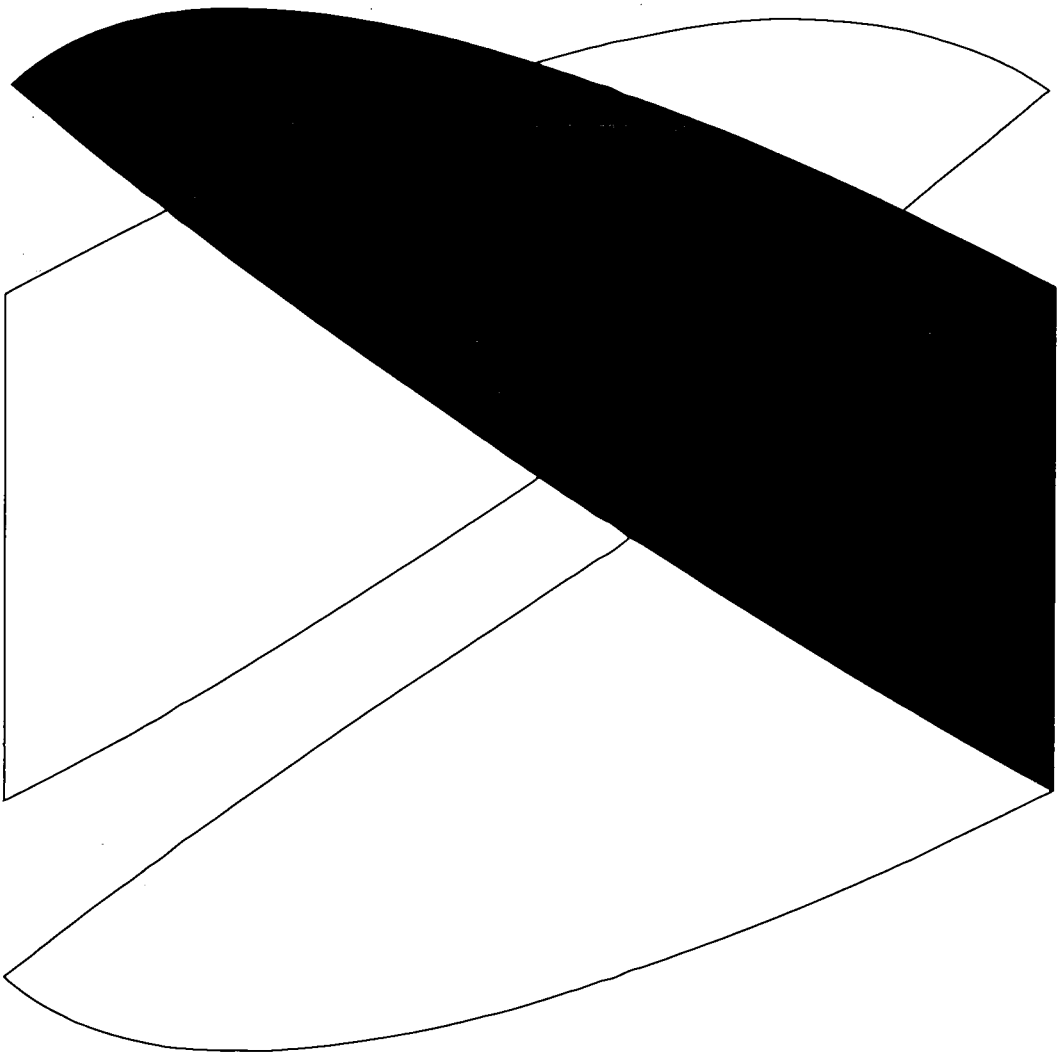


ISSN 0387-0782

電力經濟研究



No.23

1987.9

財団法人 電力中央研究所

經濟研究所

編集委員

伊藤 成康 内田 光穂
若谷 佳史 矢島 昭

目 次

我が国製造業の生産調整の影響……………	服部 恒明………… 1
——鉄鋼，自動車，軽電機械の事例研究——	桜井 紀久
金融自由化と企業財務……………	大林 守…………21
使用済燃料貯蔵技術の経済性比較……………	山地 憲治…………39
	長野 浩司
	三枝 利有
各種石炭ガス化複合発電の経済性……………	内山 洋司…………53
——建設費と発電効率の比較検討——	
エネルギーサービスに関わる生活者の意識多様化の分析……………	小野 賢治…………79
	森清 堯

我が国製造業の生産調整の影響

——鉄鋼、自動車、軽電機械の事例研究——

キーワード：生産調整、雇用調整、産業の空洞化

産業連関モデル、電力・エネルギー需要モデル

服部恒明 桜井紀久

〔要旨〕

近年の急激な円高や貿易摩擦激化を背景として、我が国経済は大幅な構造変化を遂げつつある。とりわけ製造業では、先端産業や基幹産業を中心に、国内生産体制の見直しや企業の海外進出など経営戦略の大幅な転換を余儀なくされている。製造業の生産調整は、産業構造、雇用、電力需要など経済全般に多大な影響を及ぼす。これが企業の海外進出とからんで行きすぎると、いわゆる「産業の空洞化」をもたらす。こうしたことから、生産調整の影響を計測することは、緊要の課題となっている。

本稿の目的は、鉄鋼、軽電機械、自動車という三つの代表的な産業を取り上げ、その生産調整ないし減産の影響を分析する。これらの産業は製造業の生産の約3割を占め、ともに産業の裾野が広く抱える雇用も大きいため、その生産調整が経済全般に及ぼす影響は極めて深刻である。本研究では、当所の中期経済予測システムの中核をなす産業連関モデルを新たな視点から拡充し、これと電力・エネルギー需要モデルを活用して、生産調整のインパクトを計測した。

各産業の生産額1兆円の減少が、生産、雇用、エネルギー需要などに及ぼす影響は以下の通り。

減産効果が1年間で出尽くすとすると、生産は産業合計で0.3~0.5%、実質GNPは0.3~0.4%低下する。自動車、軽電機械の減産の効果が相対的に大きい。また、就業者は12~21万人減少する。職種別雇用では技能工・生産工程作業者への影響が大きい。

エネルギー・電力需要（含自家発）は0.4~0.8%減少する。鉄鋼業がエネルギー多消費産業であるため、鉄鋼減産の影響が最も大きい。

生産、付加価値、エネルギー・電力需要への影響の比較（減少率 %）

減産ケース (各1兆円)	生産			実質GNP (付加価値計)	総エネルギー 需要 (合計)	総電力需要(含自家発他)		
	製造業	第3次 産業	全産業			電灯・ 業務用	大口	電灯・ 電力計
鉄鋼減産	0.50	0.22	0.33	0.25	0.69	0.35	1.22	0.77
軽電機械減産	0.62	0.35	0.44	0.40	0.36	0.55	0.46	0.49
自動車減産	0.67	0.33	0.46	0.41	0.40	0.57	0.49	0.52

雇用への影響の比較（万人）

減産ケース (各1兆円)	就業者減			雇用者減(職種別)				
	製造業	第3次 産業	全産業	専門的 技術的	事務	技能工 生産工程	サービス	合計
鉄鋼減産	3.84	6.13	11.86	0.83	1.85	3.19	0.51	8.88
軽電機械減産	7.22	10.08	20.08	1.53	2.97	5.55	0.92	14.82
自動車減産	8.74	9.83	21.39	1.38	3.07	6.57	0.86	15.93

(注) 数値は、減産による所得・消費減の影響も含む総効果。

1. はじめに
2. 計量モデルの開発
 - 2.1 産業連関の生産外生型モデル
 - 2.2 電力・エネルギー需要モデル
3. 計測結果
 - 3.1 鉄鋼減産ケース
 - 3.2 軽電機減産ケース

1. はじめに

近年の急激かつ大幅な円高や貿易摩擦激化を背景として、我が国経済は大幅な構造変化を遂げつつある。特に、製造業では、鉄鋼、自動車、軽電機といった日本経済のリーディング・インダストリーが、輸出環境の悪化や国内不況などを契機として、合理化をめざした生産・雇用調整、さらには生産拠点の海外シフトや経営多角化など、具体的な生き残り戦略を打出してきている。これらの産業の生産調整ないし生産の縮小は、産業の裾野が広く抱える雇用も大きいだけに、エネルギー・電力需要の動向も含めて、我が国経済へ多大な影響を及ぼす。こうした生産調整が企業の海外進出とからんで行きすぎると、いわゆる「産業の空洞化」をもたらすことにもなる。こうしたことから、生産調整の影響を計測することは緊要の課題となっている。

本研究の目的は、当所の中期予測システムの中核をなす産業連関モデルを新たな視点から拡充し、これと電力・エネルギー需要モデルを駆使して、生産調整のインパクトを定量的に把握することにある。分析対象として上記の三つの産業をとり上げ、各産業の生産の一定額（1兆円）の減少の効果が、①実質 GNP、②産業構造、③雇用構造、④産業別エネルギー需要、⑤産業別電力需要、などに及ぼす影響を計測し、産業間の比較分析を試みる¹⁾。

- 3.3 自動車減産ケース
4. 波及効果の比較分析
 - 4.1 生産への影響
 - 4.2 職種別雇用への影響
 - 4.3 エネルギー需要への影響
 - 4.4 電力需要への影響
5. おわりに

2. 計量モデルの開発

2.1 産業連関の生産外生型モデル

周知のように、産業間波及効果を計測するための有用なツールとして産業連関モデルがある。通常の産業連関モデルでは、産業間の取引構造などを所与として、「最終需要」の外生的な変動によって引き起こされる生産、所得、雇用などへの直接間接の波及効果が分析される。しかし、特定業種による生産の一定額の減産の効果を計測するためには、こうした最終需要先決型モデルよりも、当該部門のアクティビティを外生化した、生産外生型モデルのほうが適切である。その理由は、通常の方法による方法では、当該部門自体の活動による波及や他部門との取引交流関係によるリンケージ効果が計算結果に含まれてしまい、仕上りとしての乗数値が過大に推計されてしまうからである。これらの効果を排除するためには、通常のリオンチェフ逆行列から、当該部門の所与の生産活動の変化が他部門に一方方向的に作用した場合の波及効果だけを抜き出す必要がある²⁾。

1) 本分析に際して、当経済研究所の矢島昭所長、内田光穂経済部長の各氏より有益なコメントを賜った。記して感謝の意を表したい。もちろん、ありうべき誤りは著者らが負うものである。

2) 文献〔9〕では、通常タイプの産業連関モデルを用いて我々と同様な計測を行っている。計測結果をみると（同162ページ）、当該部門と他部門の相互作用のため、自動車減産のリオンチェフ乗数は、2.5と我々の計測結果1.8より高い。

Miller=Blair[1] は生産外生型モデルを提示している。われわれは、減産効果の計測のために、このモデルにさらに所得・消費連関効果を導入した生産外生型の消費内生型モデルを開発した。

基本となる消費内生型モデルは次の体系である。

- ① $x+m=Ax+f_c+f+E$ …需給均等式
- ② $f_c=C(I-A)x=CVx$ …消費関数
- ③ $m=M(Ax+f_c+f)$ …輸入算定式
- ④ $v=Vx$ …付加価値算定式
- ⑤ $l=Lx$ …雇用算定式

ただし、 x =部門別 (n 次) 国内生産ベクトル、 m =品目別輸入ベクトル、 A =投入係数行列、 f_c =品目別消費ベクトル、 f =輸出および消費を除く品目別最終需要ベクトル、 E =品目別輸出ベクトル、 M =輸入係数 (対角) 行列、 v =部門別粗付加価値ベクトル、 V =付加価値率対角行列、 l =部門別就業者あるいは職種別雇用者ベクトル、 L =就業係数対角行列あるいは職種別・部門別雇用係数行列、とする。また、

$$C = \begin{bmatrix} c_1, \dots, c_1 \\ \dots \\ c_n, \dots, c_n \end{bmatrix}$$

で、品目別消費係数 c_i は産業計の付加価値に対する品目別消費の比として定義されている³⁾⁴⁾。

いま、①式に②、③式を代入して整理すると、

$$⑥ \quad [I - A^d - C^dV]x = (I - M)f + E$$

を得る。左辺の A^d は通常の国産品投入係数行列 ($= (I - M)A$)、 C^dV は国産品への誘発消費分を表わす。ここで、

$$⑦ \quad A^{d*} = [a_{ij}^d + c_{ij}^d v_j] = A^d + C^dV$$

と置くと (ただし、 v_j は第 j 部門の付加価値率)、⑥式は、

$$⑧ \quad [I - A^{d*}]x = (I - M)f + E$$

となる。単純化のため、右辺の最終需要ベクトル $(I - M)f + E$ を y とする。いま、 n 個の部門のうち、最初の k 個の部門の生産は内生的に決定されるものとし、残りの $(n - k)$ 個の部門の生産は外生的に与えられるものとしよう (説明の便宜上、外生部門と内生部門をこのように特定化しても一般性は損なわれない)。そこで⑧式において、生産額ベクトル $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ のうち、最後の $n - k$ 個の生産額 (x_{k+1}, \dots, x_n) の項を右辺に移項し、それに代って、対応する $(n - k)$ 個の最終需要の項を左辺に移項しよう。そうすると⑧式は

$$⑨ \quad \begin{bmatrix} I_k - A^{d*}_{kk} & 0_{k(n-k)} \\ -A^{d*}_{(n-k)k} & -I_{(n-k)} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_k \\ y_{(n-k)} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} I_k & A^{d*}_{k(n-k)} \\ 0_{(n-k)k} & -(I_{(n-k)} - A^{d*}_{(n-k)(n-k)}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_k \\ x_{(n-k)} \end{Bmatrix}$$

となる。ただし、部分行列は次の通り。

A^{d*}_{kk} =行列 A^{d*} の最初の k 個の行と k 個の

3) ここで導入した消費関数 (宮沢 [2], [3] 参照) は、いわゆる「基礎消費」を表わす定数項をゼロと仮定している。消費関数論争との関連で言えば、これは「長期」の消費関数を表わす。したがって、以下の計測結果で、誘発消費のインパクトは、通常のマクロ・モデルを用いた乗数よりも多少高めにできる可能性がある。また、減産局面では、一般に労働分配率も変化すると考えられるが、この関数では消費係数をコンスタントと仮定しているため、その効果を分析できない。消費関数の定式化に関する以上の問題点については、今後の課題としたい (当所における消費内生型モデルとして文献 [6] 参照)。
4) 周知のように、ケインズ流の乗数理論との関連で言えば、すべての最終需要が外生化されたモデルでは、波及効果は外生的需要と同額の所得を生む第一次所得派生段階しか扱えないという弱点がある。しかし、所得と消費の関係を明示化した②式のような消費関数を導入すると、その派生所得が消費を誘発しこれが新たな生産、および所得の循環を引き起こすという第二次、三次の影響をも体系に組み込むことが可能となる。

列から成る $k \times k$ 次の行列

$A^{d*}_{(n-k)k}$ = 行列 A^{d*} の最後の $(n-k)$ 個の
行と最初の k 個の列から成る $(n-k)$
 $\times k$ 次の行列

$A^{d*}_{k(n-k)}$ および $A^{d*}_{(n-k)(n-k)}$ も同様な形
式。

$$\textcircled{10} \quad \begin{Bmatrix} \mathbf{x}_k \\ \mathbf{y}_{(n-k)} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} [\mathbf{I}_k - \mathbf{A}^d_{kk} - \mathbf{C}^d_{kk} \mathbf{V}_{kk}]^{-1} & \mathbf{0}_{k(n-k)} \\ (-\mathbf{A}^d_{(n-k)k} - \mathbf{C}^d_{(n-k)k} \mathbf{V}_{(n-k)k}) [\mathbf{I}_k - \mathbf{A}^d_{kk} - \mathbf{C}^d_{kk} \mathbf{V}_{kk}]^{-1} & -\mathbf{I}_{(n-k)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{I}_k & \mathbf{A}^d_{k(n-k)} + \mathbf{C}^d_{k(n-k)} \mathbf{V}_{(n-k)(n-k)} \\ \mathbf{0}_{(n-k)k} & -(\mathbf{I}_{(n-k)} - \mathbf{A}^d_{(n-k)(n-k)} - \mathbf{C}^d_{(n-k)(n-k)} \mathbf{V}_{(n-k)(n-k)}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{y}_k \\ \mathbf{x}_{(n-k)} \end{Bmatrix}$$

を得る (部分行列の下添字の意味は前述と同様)。

一般に, $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d - \mathbf{C}^d \mathbf{V})^{-1}$ 型の逆行列は, $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1}$ 型のレオンチェフ逆行列と対比して, 「拡大レオンチェフ逆行列 (enlarged inverse matrix multiplier)」と呼ばれる。この行列乗数は, 外生的需要が産業間の原材料取引活動と家計の消費活動を通じて最終的に生産へ及ぼす波及の大きさを表わす。このとき, 次の関係が成り立つことが知られている (文献 [2] [3] および [4] 参照)⁵⁾。

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A}^d - \mathbf{C}^d \mathbf{V})^{-1} = \mathbf{B}[\mathbf{I} + \mathbf{C}^d(\mathbf{I} - \mathbf{VBC}^d)^{-1}$$

$$\mathbf{VB}] = \mathbf{B}[\mathbf{I} + \mathbf{C}^d \mathbf{LVB}],$$

$$\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{VBC}^d)^{-1}, \quad \mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^d)^{-1}$$

いま, ⑩式にこの関係式を適用し展開すると, 内生部門の生産額決定式として,

$$\begin{aligned} \textcircled{11} \quad \mathbf{x}_k &= \mathbf{B}_{kk}(\mathbf{y}_k + \mathbf{u}_k) \\ &+ \mathbf{B}_{kk} \mathbf{C}^d_{kk} \mathbf{L}_{kk} \mathbf{V}_{kk} \mathbf{B}_{kk}(\mathbf{y}_k + \mathbf{u}_k) \\ &+ \mathbf{B}_{kk} [\mathbf{I}_k + \mathbf{C}^d_{kk} \mathbf{L}_{kk} \mathbf{V}_{kk} \mathbf{B}_{kk}] \mathbf{f}_{ck} \\ &= \mathbf{B}_{kk} [\mathbf{I}_k + \mathbf{C}^d_{kk} \mathbf{L}_{kk} \mathbf{V}_{kk} \mathbf{B}_{kk}] \\ &\quad (\mathbf{y}_k + \mathbf{u}_k + \mathbf{f}_{ck}) \end{aligned}$$

ただし,

$$\mathbf{B}_{kk} = (\mathbf{I}_k - \mathbf{A}^d_{kk})^{-1}, \quad \mathbf{u}_k = \mathbf{A}^d_{k(n-k)} \mathbf{x}_{(n-k)}$$

$$\mathbf{f}_{ck} = \mathbf{C}^d_{k(n-k)} \mathbf{V}_{(n-k)(n-k)} \mathbf{x}_{(n-k)}$$

また行列 $\mathbf{I}, \mathbf{0}$ は, それぞれ下添字で示された適当な次数の単位行列, 零行列を表わす。

⑨式を内生部門の生産額 \mathbf{x}_k と外生部門の (必要) 最終需要額 $\mathbf{y}_{(n-k)}$ について解き, ⑦式を用いると,

を得る。 \mathbf{u}_k は, 外生部門の活動に必要な内生部門の国産品生産物の投入ベクトル, \mathbf{f}_{ck} は, 外生部門がもたらす付加価値による内生部門への家計消費ベクトル, を表わす (外生部門の必要最終需要額の決定式は煩雑なため省略)。

⑩式の経済学的意味は次の通りである。すなわち, 内生部門に対する最終需要の減少 $\Delta \mathbf{y}_k$ ないし外生部門の減産による中間投入 (除外生部門製品) の減少 $\Delta \mathbf{u}_k$ が生じた場合, その生産への波及効果は, 次のような大別して二つの同時並行的に波及する効果ないしルートに区別できる。

第一は, 内生部門内部の原材料取引関係を通じる波及効果で, 右辺第一項の $\mathbf{B}_{kk}(\Delta \mathbf{y}_k + \Delta \mathbf{u}_k)$ で表わされる。これをレオンチェフ効果と呼ぶ。

5) ここで, 逆行列 $(\mathbf{I} - \mathbf{VBC}^d)^{-1}$ は, 消費支出に基づく所得創出過程を集約的に表現したケインズ乗数, あるいは所得乗数にはかならない。 \mathbf{VB} は, 通常のレオンチェフ所得乗数 (あるいはケインズ乗数過程における第一次派生所得), $\mathbf{C}^d \mathbf{LVB}$ は, 所得創出過程を経て最終的に誘発される消費支出を表わすから, 上式第二項の $\mathbf{BC}^d \mathbf{LVB}$ は, 最終需要一単位が生み出す消費支出によって最終的に誘発される生産額, あるいは誘発消費による生産へのフィードバック乗数である。したがって, 上式は, 拡大レオンチェフ逆行列が通常のレオンチェフ乗数と誘発消費による生産乗数という2つの行列に分割可能であることを意味している。

第二は、生産減少と所得・消費減との相互作用によって生じる誘発消費を通じる生産への波及効果であり、これを消費のフィードバック効果と呼ぶ。これはさらに①外生部門の生産の変化に伴う直接的な当該部門就業者の所得・消費の変化 Δf_{ck} を通じる効果と、②他部門におけるレオンチェフ効果に伴う生産の変化による所得・消費の変化を通じる効果とに区別される。①は右辺第三項に、②は第二項によって表わされる。ただし、外生部門の生産が変化しない場合 ($\Delta x_{(n-k)} = 0_{(n-k)}$) には、この①の効果は存在しない。

外生的な変化による内生部門の生産への「究極的」な波及効果は、以上二つ、細分すると三つの波及効果の総和として捉えることができる。さらに、付加価値および雇用への効果も、波及ルートに対応してそれぞれ④、⑥式によって求まる⁶⁾。

以上が、減産効果の計測のために開発された産業連関モデルの波及メカニズムであり、これを図示すれば図1のようになろう。

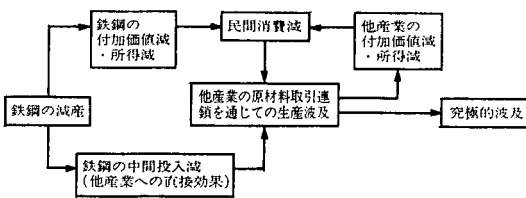


図1 減産効果の波及メカニズム (例：鉄鋼)

2.2 電力・エネルギー需要モデル

生産活動の電力・エネルギー需要への影響は、物量表より得た電力・エネルギーの対生産原単位を用いて、上記の産業連関表を金額ベースから固有単位ベースに換算すれば計測できる。

しかし、今回の計測では、当所がこれまでに開発した電力・エネルギー需要モデルを若干修

正したものを活用することにした(文献[5]参照)⁷⁾。それは、①産業連関分析では、業務用、大口、小口といった需要種別の電力需要の計測ができないこと、②同様に、電力・エネルギーの対生産弾性値について、相対価格など他

6) 消費外生モデルの場合は次の通り。本文の①～⑥式から、 f_c に関する部分を除くと、基本となるモデルは、

$$\text{① } x + m = Ax + f + E \cdots \text{需給均衡式}$$

$$\text{② } m = M(Ax + f) \cdots \text{輸入算定式}$$

$$\text{③ } v = Vx \cdots \text{付加価値算定式}$$

$$\text{④ } l = Lx \cdots \text{雇用算定式}$$

となる。ただし、 f = 輸出を除く品目別最終需要ベクトル、その他は本文と同じ。

上記と同様な手続きにより、

$$x_k = B_{kk}y_k + B_{kk}A^d_{k(n-k)}x_{(n-k)}$$

$$y_{(n-k)} = x_{(n-k)} - A^d_{(n-k)(n-k)}x_{(n-k)}$$

$$- A^d_{(n-k)k}B_{kk}A^d_{k(n-k)}x_{(n-k)}$$

を得る。ただし、 B_{kk} は、内生部門自体の活動による波及を表わすレオンチェフ逆行列 $(I_k - A^d_{kk})^{-1}$ 、 A^d は国産品投入係数行列 $(I - M)A$ 、 y は最終需要ベクトル $(I - M)f + E$ を表わす。

この x_k の式は本文⑥式において、 $C^d = 0$ とおけばこれと同じになる。すなわち、消費外生モデルは消費内生モデルの特殊ケースとして扱える。さらに、外生部門が1部門のみで $y_k = 0_k$ のときは、上記モデルの内生部門の生産額決定式と、次の簡略計算法とは同値となる。

すなわち、いま n 番目の部門を外生部門とすると、次式が成り立つ。

$$(I - A^d)_{(n-1)}^{-1} \alpha^d_n = (1/b_{nn})b_n$$

ただし、 $(I - A^d)_{(n-1)}^{-1} = (I - A^d)$ 行列の $(n-1)$ 番目の部門までの要素から成る $(n-1)$ 次行列の逆行列、 α^d_n = 第 n 部門の国産品投入係数ベクトルから n 番目の要素を除いた $(n-1)$ 次ベクトル、 $b_n = [I - A^d]^{-1}$ の n 番目の列ベクトルから n 番目の要素を除いた $(n-1)$ 次ベクトル、 $b_{nn} = b_n$ ベクトルの第 n 番目の要素を表わす。

[証明] 与件が成り立つとき、方程式の左辺が上記 x_k の決定式の行列に等しいことは明らか。 $(I - A^d)$ 行列を内生部門と外生部門に分割すると、

$$(I - A^d) = \begin{bmatrix} (I - A^d)_{(n-1)} & -\alpha^d_n \\ -A^d_{n(n-1)} & 1 - a_{nn} \end{bmatrix}$$

となる。これに対応して逆行列 $(I - A^d)^{-1}$ も、

$$(I - A^d)^{-1} = \begin{bmatrix} U & S \\ R & T \end{bmatrix}$$

と分割されるものとする。明らかに、 $S = b_n$ 、 $T = b_{nn}$ である。分割行列の逆行列の公式より、

$$S = (I - A^d)_{(n-1)}^{-1} \alpha^d_n b_{nn}$$

であるが、 $S = b_n$ ゆえ、

$$(1/b_{nn})b_n = (I - A^d)_{(n-1)}^{-1} \alpha^d_n$$

を得る。上式は、まさに証明すべき方程式にはかならない。[証明終]

7) このモデルでは、民生用電力需要の説明変数に家電機器ストックや契約電力などが入っている。このままの形では今回のモデルにはリンクできないため、これらの関数については実質 GNP や相対価格を主要な説明変数とする通常のプロウ調整型関数に修正した。

の要因の影響を分離して計測できないこと、③多部門モデルの開発の一環として産業連関モデルと電力・エネルギー需要モデルのリンクを意図していること、などの理由による。

電力・エネルギー需要モデルは、産業別生産、実質 GNP、エネルギー価格などを主要説明変数とする需要関数体系である。一般に産業連関の産出高モデルでは、波及効果がでつくすまでの時間は計測できないので、今回の計測では次の簡便法を採用した。すなわち、産業連関モデルから総効果として得られる生産および付加価値の変化率を所与とし、それを鉱工業生産指数や実質 GNP の変化率に転換した後、これに電力・エネルギー需要モデルの「長期」の所得弾性値を乗じて電力・エネルギー需要を導く、という方法である。

3. 計測結果

前節で示した産業連関の生産外生・消費内生モデルを用いて、鉄鋼、軽電機、自動車の各産業の生産が1兆円減少した場合の国内経済に与える影響を計測しよう。計算の単純化のため、消費を除く内生部門への外生的な最終需要 y_k は不変とする⁸⁾。

使用する産業連関表は、最新データである昭和59年延長表を54部門に集計したものである。ただし、鉄鋼部門に関しては、54部門表では銑鉄・粗鋼、鉄鋼圧延製品、鋳鍛鋼品の3部門に分かれている。そのため、鉄鋼の減産額の上記3部門への振り分けは、同時点の生産シェアを用いる。

前述したように、産業連関の産出高決定モデルでは波及効果がでつくすまでの時間は計測されないので、本稿では、波及効果は1年間でつくすと仮定して説明する。

なお、職種別雇用、電力・エネルギー需要への影響については次節で述べることにする。

3.1 鉄鋼減産ケース

表1は、鉄鋼部門の1兆円減産(昭和59年生産額の約3.5%減)による生産、付加価値、雇用への波及効果を表わしている(最近の鉄鋼合理化計画の分析例として文献〔8〕参照)。

まず、生産への影響をみてみよう。表の第一列は、鉄鋼部門の減産による直接的な中間投入の減少分 (Δu_k) を表わしている。通常の仮定に従い製品在庫等の変動を無視すれば、これは他部門の生産減少分に等しい。この直接的な生産減少額は総額2,460億円に上り、部門別では、鉄鋼部門の技術的な製造工程を反映して、その他鉱業(鉄鉱石)などの基礎産業や石炭製品(コークス)、電力といったエネルギー関連産業が大半を占める。

次いで、レオンチェフ効果 ($B_{kk}\Delta u_k$) をみると、産業全体の生産減少額は約4,300億円となり、これに与件である鉄鋼の生産減少額1兆円を含めると、生産乗数は約1.4となる。

さらに誘発消費のフィードバック効果は、総額で約7,100億円減となり、レオンチェフ効果(除鉄鋼)よりも7割程度大きい。前述の通り、この効果は、①鉄鋼部門の減産に伴う鉄鋼部門の就業者の所得減・消費減を通じる波及効果、②レオンチェフ効果で示される生産減に伴う他部門の所得減・消費減を通じる波及効果、の二つに分かれる。このケースでは、前者の効果は後者より2割程度大きい。

誘発消費の効果を部門別にみると、当然ながら民間消費と関係の深い産業、たとえば、食料品、商業・サービス、運輸・通信で減産効果が

8) この仮定は、減産による設備投資への影響やその波及効果を考慮に入れるときは、新たに投資関数の導入などによって修正される。

表1 鉄鋼減産の影響

億円, 十人, %

部門	生産減						付加価値減	就業者減
	直接効果	レオンチェフ効果	消費のフィードバック効果		総効果	減少率		
			①	②				
1. 農林水産業	0	26	193	158	377	0.22	210	1,611
2. 石油・天然ガ	0	51	1	1	52	1.89	33	48
3. 石油・天然ガ	0	3	1	1	5	0.37	4	2
4. その他	153	176	2	2	180	0.98	82	120
5. 食料	0	19	388	319	726	0.23	244	284
6. 糸・紡績	0	3	11	9	24	0.17	7	26
7. 繊維	0	10	29	24	63	0.17	16	77
8. その他	0	2	17	14	33	0.24	8	53
9. その他	0	5	15	12	32	0.17	12	43
10. その他	3	10	54	45	110	0.24	45	155
11. 製材・木製	11	27	12	10	49	0.14	12	61
12. 家具	1	10	15	12	37	0.12	15	54
13. 印刷・出版	0	77	58	48	183	0.22	47	86
14. 皮革・同製	6	43	68	56	167	0.21	78	140
15. 皮革	0	1	6	4	10	0.18	3	18
16. ゴム化学	7	15	15	12	41	0.14	16	34
17. 石油化学	49	71	17	14	103	0.30	33	31
18. 石油化学	0	24	21	17	62	0.15	7	6
19. 石油化学	0	4	8	7	19	0.14	4	6
20. 石油化学	5	14	15	12	41	0.14	9	7
21. 化学肥料	-3	-3	9	7	12	0.14	3	4
22. 石油化学	5	28	67	56	151	0.17	55	61
23. 石油化学	89	269	105	87	461	0.34	101	10
24. 石油化学	600	678	2	1	681	2.59	111	51
25. 石油化学	49	75	16	14	104	0.13	40	77
29. 非金属	42	49	4	3	55	0.35	7	11
30. 非金属	0	12	10	8	29	0.06	8	8
31. 非金属	8	43	36	30	109	0.09	45	101
32. 非金属	64	141	38	31	209	0.07	70	98
33. 非金属	0	4	2	1	7	0.01	2	4
34. 軽電機	26	97	74	61	232	0.07	73	80
35. 軽電機	9	60	99	81	241	0.09	79	107
36. 軽電機	1	7	9	8	24	0.04	9	14
37. 軽電機	0	3	15	11	29	0.07	12	25
38. 軽電機	0	30	65	53	148	0.14	55	106
39. 土木	26	50	33	28	111	0.03	45	110
40. 土木	0	0	0	0	0	0.00	0	0
41. 電力	390	462	91	75	628	0.50	314	79
42. 電力	27	45	52	43	140	0.21	93	85
43. 電力	255	427	496	409	1,332	0.22	898	2,318
44. 金融・保険	207	409	617	508	1,534	0.27	1,268	588
45. 運輸・通信	118	252	230	190	671	0.22	414	686
49. 教育・研究	24	39	287	236	562	0.16	368	617
50. その他	34	46	49	40	135	0.29	81	159
51. その他	42	164	447	368	980	0.19	565	1,514
第1次産業	0	26	193	158	377	0.22	210	1,611
第2次産業(含鉄鋼)	11,153	12,106	1,336	1,098	14,540	0.43	3,565	4,119
第3次産業	1,306	2,150	2,354	1,938	6,441	0.22	4,047	6,134
合計	12,459	14,282	3,882	3,195	21,359	0.33	7,822	11,861
合計(除鉄鋼)	2,459	4,282	3,882	3,195	11,359	0.18	5,648	9,860

注1) 若干の部門は統合後の数値, また公務等は記載省略。

2) 外生部門を含む直接効果は, 外生部門の生産減少額(1兆円)を含む。

表 2 軽電機減産の影響

億円, 十人, %

部 門	生 産 減						付加価値減	就業者減
	直接効果	レオンチエ フ効果	消費のフィードバック ク効果		総効果	減少率		
			①	②			総効果	総効果
1. 農林水産業	0	57	273	272	602	0.34	336	2,573
2. 石油・天然ガ	0	5	1	1	8	0.27	5	7
3. 石炭	0	2	1	1	5	0.38	4	2
4. その他	0	58	4	4	66	0.36	30	44
5. 食料	0	59	550	549	1,157	0.37	389	452
6. 繊維・紡績	1	9	16	16	40	0.28	12	45
7. ニス	4	27	41	41	108	0.29	27	132
8. その他	0	3	25	25	52	0.37	12	82
9. 繊維製品	0	11	21	20	52	0.28	20	70
10. その他	11	23	77	77	177	0.39	72	250
11. 木材製品	2	48	17	17	83	0.23	20	102
12. 家具	55	71	21	21	112	0.35	46	162
13. 印刷・出版	15	235	81	80	396	0.47	101	187
14. 皮革・同製	44	135	96	95	326	0.40	151	272
15. 化学製品	1	4	8	8	19	0.34	6	33
16. 基礎化学	22	34	20	20	75	0.25	30	61
17. 石油化学	26	80	24	24	128	0.37	41	38
18. 石化	0	106	29	29	164	0.41	19	15
19. 合成	0	12	12	11	35	0.25	8	12
20. 肥料・農薬	0	3	12	12	27	0.30	7	9
21. 最終石油	70	130	95	94	318	0.37	117	128
22. 石炭	35	200	149	149	498	0.36	109	11
23. 石油	0	49	7	7	63	0.24	10	5
24. 焦炭	79	122	23	23	168	0.20	64	123
25. 鉄鋼	14	189	23	23	236	0.25	30	24
26. 鉄鋼	116	295	33	33	361	0.24	89	69
27. 鉄鋼	54	94	12	12	117	0.29	39	54
28. 非鉄金属	76	185	4	4	192	1.20	26	38
29. 非鉄金属	443	471	9	9	488	0.97	138	140
30. 金	165	222	49	49	320	0.27	134	298
31. 重電	192	355	51	50	456	0.15	153	214
32. 自動車	46	58	2	2	61	0.13	22	34
33. 自他	6	63	140	140	343	0.13	113	152
34. その他	0	7	13	13	33	0.06	13	20
35. 精密機械	20	29	20	20	68	0.17	29	59
36. 精密機械	369	487	87	87	660	0.61	245	473
37. 建築	25	59	47	47	153	0.05	62	151
38. 土木	0	0	0	0	0	0.00	0	0
39. 電力	133	298	130	129	558	0.44	279	70
40. ガス	35	71	73	73	217	0.32	144	132
41. 商業	423	742	700	698	2,140	0.36	1,442	3,723
42. 金融	179	496	873	870	2,240	0.40	1,865	809
43. 運輸	176	361	325	324	1,009	0.33	636	1,029
44. 教育	154	182	406	404	992	0.28	650	1,088
45. その他	26	49	69	69	187	0.40	112	221
46. その他	381	599	630	628	1,857	0.36	1,071	2,870
第 1 次 産 業	0	57	273	272	602	0.34	336	2,573
第 2 次 産 業 (含軽電)	11,916	14,064	1,836	1,830	17,730	0.53	5,549	7,427
第 3 次 産 業	1,856	3,323	3,322	3,311	9,957	0.35	6,275	10,084
合 計	13,773	17,444	5,432	5,413	28,289	0.44	12,160	20,082
合 計 (除軽電機械)	3,773	7,444	5,432	5,413	18,289	0.29	9,037	16,651

注 1) 若干の部門は統合後の数値, また公務等は記載省略。

注 2) 外生部門を含む直接効果は, 外生部門の生産減少額(1兆円)を含む。

表 3 自動車減産の影響

億円, 十人, %

部 門	生 産 減						付加価値減	就業者減
	直接効果	レオンチェ フ効果	消費のフィードバック効果		総効果	減少率		
			①	②				
1. 農 林 水 産 業	0	53	285	281	619	0.35	346	2,645
2. 石 炭 業	0	7	1	1	9	0.34	6	9
3. 原 油 天 然 ガ 溶 剤	0	2	2	1	5	0.38	4	2
4. そ の 他 の 材 料	0	37	4	4	45	0.25	21	30
5. 食 料	0	38	576	567	1,181	0.38	397	461
6. 製 糸 ・ 紡 績 物 品	0	10	17	16	43	0.30	13	47
7. 織 物	1	40	42	42	124	0.33	31	151
8. ニ ッ ト 製 品	0	2	26	26	53	0.38	12	84
9. そ の 他 の 織 維 製 品	5	12	21	21	54	0.29	20	73
10. 身 廻 り	10	21	81	79	180	0.40	74	255
11. 製 材 ・ 木 製 品	3	29	18	18	66	0.19	16	81
12. 家 具	5	20	22	22	64	0.20	26	93
13. パ ー プ ・ 紙 版	3	114	85	84	283	0.34	72	134
14. 印 刷 ・ 出 版	15	78	100	99	277	0.34	129	231
15. 皮 革 ・ 同 製 品	1	3	8	8	19	0.34	6	33
16. ゴ ム 製 品	447	468	15	15	497	1.65	198	405
17. 基 礎 化 学 製 品	2	76	25	25	126	0.37	40	38
18. 石 油 化 学 製 品	0	162	29	29	219	0.54	25	20
19. 化 学 織 維 原 料	0	11	12	12	34	0.25	8	12
20. 合 成 樹 脂	12	76	21	21	118	0.41	26	20
21. 化 学 肥 料 ・ 農 薬	0	2	13	12	27	0.31	7	9
22. 最 終 化 学 製 品	78	125	99	97	321	0.37	118	129
23. 石 油 製 品	34	204	155	153	512	0.37	112	12
24. 石 炭 製 品	1	78	7	6	91	0.35	15	7
25. 窯 業 ・ 土 石 製 品	60	106	23	23	153	0.18	58	112
26. 鉄 鋼 粗 製 品	35	341	22	21	384	0.40	48	38
27. 鋼 鉄 延 製 品	192	519	30	30	578	0.39	142	111
28. 鋳 鉄 鋼 地 金 品	347	410	7	7	425	1.03	140	196
29. 非 鉄 金 属 一 次 製 品	0	60	5	5	69	0.43	9	14
30. 非 鉄 金 属 一 次 製 品	169	226	11	11	247	0.49	70	71
31. 金 属 製 品	91	161	51	51	263	0.22	110	245
32. 一 般 電 機 機 械	595	921	43	43	1,006	0.33	338	472
33. 軽 電 機 機 械	0	23	2	2	27	0.06	10	15
34. そ の 他 の 輸 送 機 械	375	617	102	100	819	0.23	256	281
36. そ の 他 の 輸 送 機 械	21	30	13	13	56	0.10	22	33
37. 精 密 機 械 製 造	40	55	20	20	94	0.24	40	82
38. そ の 他 の 機 械 製 造	167	290	92	91	473	0.44	176	338
39. 建 設 機 械	17	50	49	49	148	0.05	59	146
40. 土 木 業	0	0	0	0	0	0.00	0	0
41. 電 力 業	83	247	135	133	516	0.41	258	65
42. ガ ス ・ 水 道 業	33	67	77	75	218	0.33	145	133
43. 商 業	464	791	729	717	2,237	0.37	1,508	3,892
44. 融 資 ・ 保 險 ・ 不 動 産 信 託	112	431	912	898	2,242	0.40	1,872	789
45. 運 輸 ・ 通 信	124	312	339	334	984	0.33	610	1,006
49. 教 育 ・ 研 究 ・ 医 療 ・ 保 健	82	130	424	418	972	0.27	637	1,066
50. そ の 他 の 公 共 サ ー ビ ス	14	44	72	71	187	0.40	112	221
51. そ の 他 の サ ー ビ ス	125	341	660	650	1,651	0.32	953	2,553
第 1 次 産 業	0	53	285	281	619	0.35	346	2,645
第 2 次 産 業 (含 自 動 車)	12,724	15,422	1,848	1,820	19,089	0.57	6,145	8,925
第 3 次 産 業	1,140	2,660	3,472	3,418	9,550	0.33	6,149	9,828
合 計	13,864	18,134	5,605	5,519	29,258	0.46	12,638	21,395
合 計 (除 自 動 車)	3,865	8,134	5,605	5,519	19,258	0.30	9,345	16,960

注 1) 若干の部門は統合後の数値, また公務等は記載省略。

2) 外生部門を含む直接効果は, 外生部門の生産減少額(1兆円)を含む。

大きい。これを反映して、減産額は第三次産業が製造業の2倍程度大きくなる（減少率でも同様）。また、このパターンは品目別消費係数が部門間で同一と仮定されているため、上記の①、②両効果の間でほとんど差がみられない。

以上二つの効果のうち、レオンチェフ効果は製造業を、誘発消費のフィードバック効果は第三次産業を中心にでるため、両効果が相まって波及効果が全産業に及ぶことになる。その結果、2つの波及効果を足し合わせた総効果は、全産業（含鉄鋼）で2兆1,000億円、0.33%の生産減少、付加価値では、7,800億円、0.25%の減少となる。生産乗数は2.1である。部門別では、鉄鋼部門における原料消費の大きい石炭製品が最も高く、最終的に2.6%程度の減産率になる（付加価値、雇用は、生産に対して一定比率で計算されるから、その産業別減少率は生産のそれと同一である）。

なお、雇用への影響について付言すると、総効果として全産業合計で約12万人の就業者の減少をもたらす。これがそのまま失業に反映するとすれば失業率は約0.20%の上昇となる。業種別内訳では、鉄鋼部門の約2万人を別とすれば、商業、サービスなど労働集約的な産業での減少が大きい（職種別雇用については後述）。

3.2 軽電機械減産ケース

表2は、軽電機械部門の1兆円減産（昭和59年生産額の約2.8%減）による波及効果を表わしている。

減産による直接的な中間投入の減少（ Δu_k ）に伴う生産減少額は総額3,800億円で、製造工程を反映して、部門別では非鉄金属製品や商業およびサービス部門が大きい。

次いで、レオンチェフ効果（ $B_{kk}\Delta u_k$ ）では、産業全体の生産減少額は約7,400億円で、生産

乗数は約1.7となる。

さらに、誘発消費のフィードバック効果は、総額で約1兆1,000億円減となり、レオンチェフ効果よりも5割ほど大きい。この効果は前述のように①、②の2つの効果に分かれるがほぼ同一の効果をもつ。さらに、すべての波及効果を足し合わせた総効果は、全産業（含軽電）で2兆8千億円、0.44%の生産減少、付加価値では、1兆2千億円、0.40%の減少となる。生産乗数は2.8である。部門別では、非鉄金属地金、同1次製品、その他製造業、合成樹脂といった部門で減少率が大きい。

なお、就業者は全産業合計で約20万人減少する。そのうち軽電部門では、約3.3万人の減少となる。

3.3 自動車減産ケース

表3は、自動車部門の1兆円減産（昭和59年生産額の約3.8%減）による波及効果を示している。

中間投入の減少（ Δu_k ）による自動車部門を除く直接的な生産減少額は総額3,900億円で、部門別では、一般機械、商業、ゴム製品、鋳鍛鋼製品への影響が大きい。

次いで、レオンチェフ効果（ $B_{kk}\Delta u_k$ ）では、産業全体の生産減少額は約8,100億円となり、生産乗数は約1.8である。

さらに誘発消費のフィードバック効果は、総額で約1兆1,000億円減となり、レオンチェフ効果よりも4割程度大きい。この効果はさらに2つの効果に分かれるが、軽電機械と同様にこれらの効果はほぼ同一である。

総効果は、全産業（含自動車）で2兆9千億円、0.46%の生産減少、付加価値では、1兆3千億円、0.41%の減少となる。生産乗数は2.9である。部門別では、ゴム製品、鋳鍛鋼

品、石油化学製品、非鉄金属1次製品といった部門で生産減少率が高い。

就業者は、全産業合計で約21万人の減少。このうち自動車部門は、抱える就業者が多いため、約4.4万人の減少となる。

4. 波及効果の比較分析

次に、以上の計算結果を産業間で比較検討してみよう。生産、職種別雇用、電力・エネルギー需要への影響を順次分析する。

4.1 生産への影響

表4は、生産への影響を要約したものである。以下、波及効果別にみてみよう（個別産業については、前掲表1～3参照）。

(1) レオンチェフ効果

表4に示されるように、レオンチェフ効果による経済全体（含外生部門）の生産減少率は、自動車が0.29%、軽電機械0.27%、鉄鋼0.22%となり、鉄鋼減産が他のケースより小さい（除外生部門では、それぞれ0.13%、0.12%、0.07%であり、この傾向はより明確になる）。

表4 生産への影響

(億円, %)

		直接効果	レオンチェフ効果	消費のフィードバック効果		総効果	減少率	
				減少率	減少率			
鉄鋼減産	第一次産業	0 (0.0)	26 (6.9)	0.02	351 (93.1)	0.20	377 (100.0)	0.22
	第二次産業(含鉄鋼)	11,153 (76.7)	12,106 (83.3)	0.36	2,434 (16.7)	0.07	14,540 (100.0)	0.43
	第三次産業	1,306 (20.3)	2,150 (33.4)	0.07	4,291 (66.6)	0.15	6,441 (100.0)	0.22
	合計(含鉄鋼)	12,459 (58.3)	14,282 (66.9)	0.22	7,077 (33.1)	0.11	21,359 (100.0)	0.33
	合計(除鉄鋼)	2,459 (21.6)	4,282 (37.7)	0.07	7,077 (62.3)	0.11	11,359 (100.0)	0.18
	軽電機械減産	第一次産業	0 (0.0)	57 (9.5)	0.03	545 (90.5)	0.31	602 (100.0)
第二次産業(含軽電)	11,916 (67.2)	14,064 (79.3)	0.42	3,666 (20.7)	0.11	17,730 (100.0)	0.53	
第三次産業	1,856 (18.6)	3,323 (33.4)	0.12	6,634 (66.7)	0.23	9,957 (100.0)	0.35	
合計(含軽電)	13,773 (48.7)	17,444 (61.7)	0.27	10,845 (38.3)	0.17	28,289 (100.0)	0.44	
合計(除軽電)	3,773 (20.6)	7,444 (40.7)	0.12	10,845 (59.3)	0.17	18,289 (100.0)	0.29	
自動車減産	第一次産業	0 (0.0)	53 (8.6)	0.03	566 (91.4)	0.32	619 (100.0)	0.35
	第二次産業(含自動車)	12,724 (66.7)	15,422 (80.8)	0.46	3,668 (19.2)	0.11	19,089 (100.0)	0.57
	第三次産業	1,140 (11.9)	2,660 (27.9)	0.09	6,890 (72.1)	0.24	9,550 (100.0)	0.33
	合計(含自動車)	13,864 (47.4)	18,134 (62.0)	0.29	11,125 (38.0)	0.17	29,258 (100.0)	0.46
	合計(除自動車)	3,864 (20.1)	8,134 (42.2)	0.13	11,125 (57.8)	0.17	19,258 (100.0)	0.30

注1) 表1～3より作成。カッコ内は産業別総効果に占めるシェア。
 2) 外生部門を含む直接効果は、外生部門の生産減少額(1兆円)を含む。

また、生産乗数は同様な順位で自動車が 1.8、軽電機械 1.7、鉄鋼 1.4 である。

この波及効果の大きさは、前述したように、直接効果としての外生部門の中間投入額 (Du_k) の大きさとその部門別配分比によって決まる。一般的には、直接効果の大きいほど、また、後方連関効果が大きい部門に配分ウェイトが高いほど波及効果は大きい⁹⁾。自動車減産ケースがもっとも影響力が高いのは、直接効果による減産額が大きく、かつ中間投入の部門間配分が後方連関効果の比較的高い一般機械、ゴム製品、軽電機械などの部門に集中しているためである。最も影響力が低い鉄鋼減産の場合は逆のことが成り立つ。特に、鉄鋼減産の直接効果が小さいのは、鉄鋼部門の石炭・鉄鉱石などの輸入原材料への依存が大きく、生産波及の多くが海外に漏れるためである。鉄鋼減産の影響力が小さいもう一つの理由は、鉄鋼部門の前方・後方連関効果がともに大きいため、当該部門の外生化(減産額一定化)による生産の波及中断効果が他の減産ケースより大きくなるためである。

波及効果の部門別散らばり具合を調べてみよう。第1次産業(農林水産業)への影響では、減産率の範囲が 0.02~0.03% であり、この段階での影響は殆ど生じない。また、第2次産業(含外生部門)への影響では、上述した理由で、自動車減産が 0.46% と最も高く、以下軽電 0.42%、鉄鋼 0.36%、の順となっている。第3次産業への影響では、軽電機械減産が 0.12% と最も高く、以下自動車 0.09%、鉄鋼 0.07%、の順。軽電機械減産が第3次産業へ及ぼす影響が大きいのは、直接効果としての軽電機械の中間投入構成における第3次産業のウェイトが約 50% と自動車の約 30% に比べて高いことによるものである。これは軽電機械が卸・小売業

など流通業への依存が高いことを考えると分かる。

特に製造業への影響をグラフでみると図2のようになる。鉄鋼部門の減産は、前述したように石炭製品、非鉄金属地金、基礎化学製品、石油製品などの資源・エネルギー部門ないし輸入関連部門、基礎素材部門に大きな影響を及ぼす。とりわけ、石炭製品の下落率は顕著である。しかし、それと対照的に、鉄鋼部門より下流にある部門群、たとえば機械部門などへの影響は小さい。これは鉄鋼の減産額を一定としているために、波及過程における鉄鋼の前方連関効果が消失することもその一因である。

軽電機械、自動車の減産効果の場合も同様なのが当てはまる。軽電機械の減産は、非鉄金属各部門、その他製造業、合成樹脂、鉄鋼各部門、の順に及ぼす影響が大きく、自動車減産の場合は、ゴム製品、鋳鍛鋼品を中心とした鉄鋼製品、非鉄金属各部門、石油化学製品への影響が大きい。ただし、これらの産業は、鉄鋼より下流に位置するため、その波及効果は鉄鋼と比べて広範囲に及んでいる。

(2) 消費のフィードバック効果

次に、誘発消費のフィードバック効果による経済全体(含外生部門)の生産減少率は、自動車と軽電が 0.17%、鉄鋼 0.11% で、やはり鉄

9) 通常の定義に従えば、後方連関効果はレオンチェフ逆行列の列和、また前方連関効果はその行和で表わされる。従って、後方連関効果は、「当該部門への最終需要1単位増加によって、直接・間接に誘発される諸部門の生産の総増加額」のことであり、同様に、前方連関効果は、「全部門の最終需要がそれぞれ1単位増加したとき、直接・間接に誘発される当該部門の生産の総増加額」と定義される(ただし、定義の方法はこのほかにもいくつかある)。参考のためこれらの数値を示しておく。

レオンチェフ逆行列 $[I-(I-M)A]^{-1}$

	列和	行和
鉄鋼	2.88	5.31
軽電機械	2.43	2.52
自動車	2.51	2.14
全部門平均	2.13	2.13

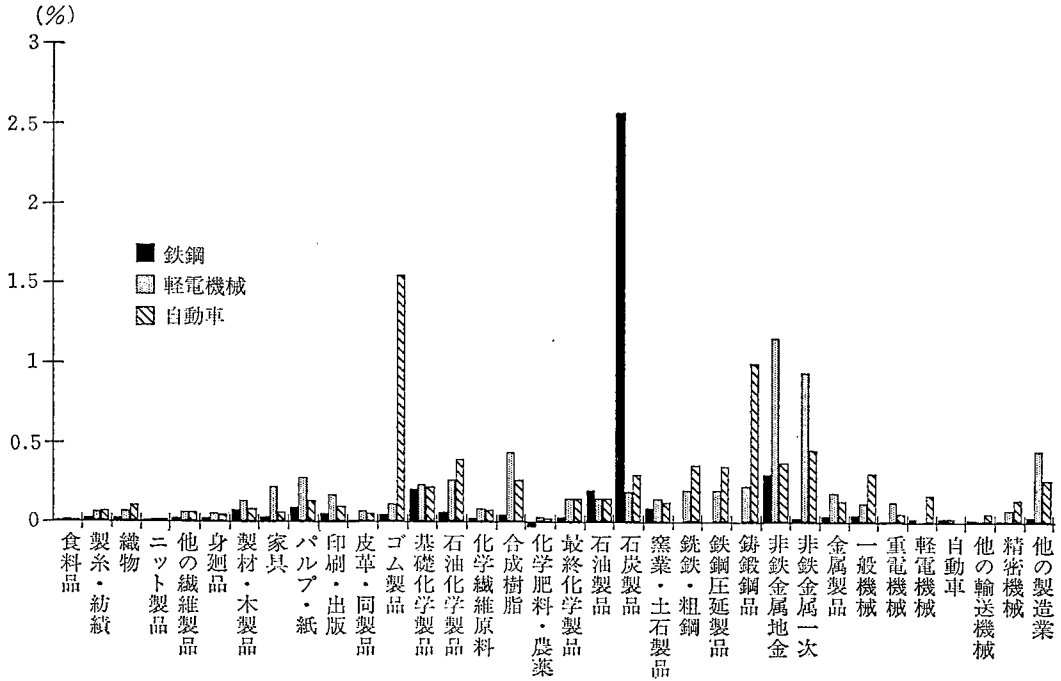


図 2 波及効果の比較 (レオンチェフ効果)

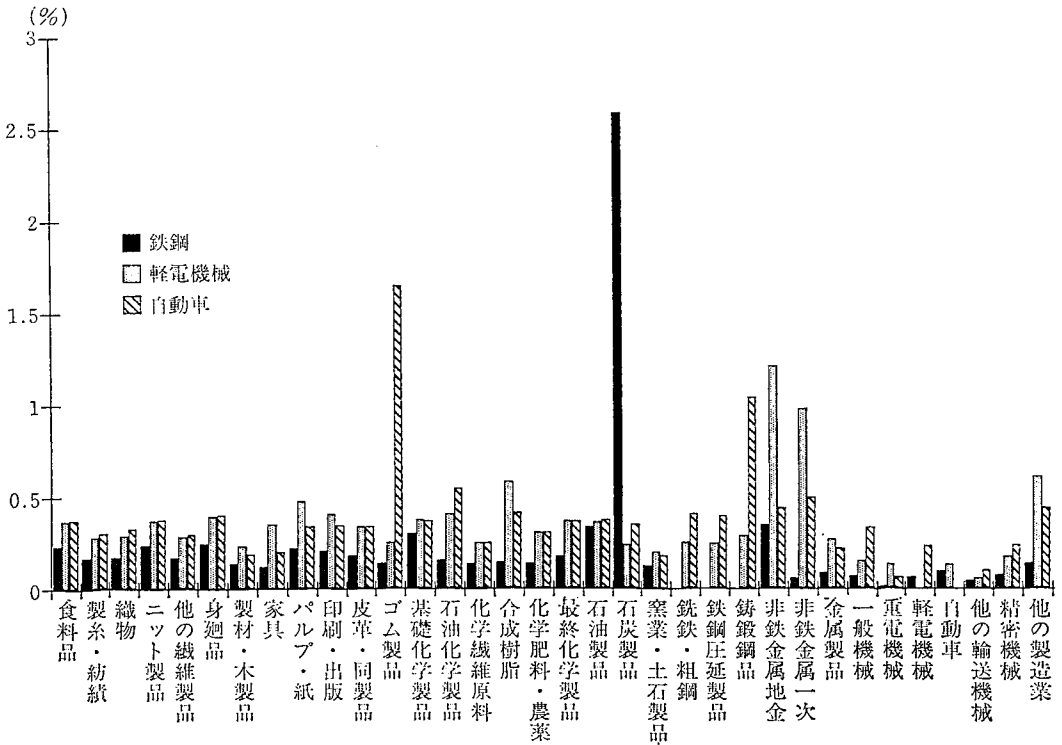


図 3 波及効果の比較 (総効果)

鋼減産の効果が最も小さい。この波及効果の大きさの相違は、外生部門の入れ替えによる内生部門の行列乗数の相違を除けば、レオンチェフ効果の大きさの違いと外生部門の付加価値率格差に依存する。すなわち、前述のようにこの消費のフィードバック効果は、上記の①外生部門を通じる効果と、②他部門を通じる効果の2つの効果に分けられるが、①に関しては、外生部門（減産部門）の付加価値率が高いほど同一額の減産によって減少する付加価値も大きくなるから誘発消費のインパクトは大きくなる。②に関しては、レオンチェフ効果が高いほど第1次派生所得が大きく誘発消費のインパクトも大きい。この消費のフィードバック効果が鉄鋼より自動車と軽電の減産の方が大きいのは、もともとレオンチェフ効果が鉄鋼より3,000億円以上も大きいことに加えて、自動車、軽電の付加価値率がそれぞれ32.9%、31.2%と、鉄鋼の平均21.7%を10ポイントも上回っていること、によると考えられる。

誘発消費のインパクトは、レオンチェフ効果の場合と異なり、部門別消費係数が共通であるため、波及の散らばり具合では、鉄鋼、軽電、自動車の減産ケースで同一の形態をとる。前述したように、この効果は食料品、繊維などの消費関連製造部門および第三次産業を中心に影響が大きい（図は省略、表1～3参照）。

（3）総効果

総効果としての経済全体（含外生部門）の生産減少率は、以上の2つの効果を反映して、自動車減産が0.46%で最も大きく、以下軽電機械減産0.44%、鉄鋼減産0.33%となる（除外生部門では、それぞれ0.30%、0.29%、0.18%）。付加価値（近似的に実質GNP）減少率は、自動車の減産が0.41%、軽電機械減産

0.40%、鉄鋼減産0.25%である。

ここで、総効果の中身から、波及ルートの違いについてまとめておこう。表4から、各産業ごとの総効果に占めるシェアをみると、第一次産業では、いずれの減産ケースでも消費のフィードバック効果が約9割を占め圧倒的に大きい。第2次産業では、消費効果よりもレオンチェフ効果が大きく、これが約8割に達する。外生部門を除いても5～6割を占める。第三次産業では、消費のフィードバック効果が相対的にやや大きく、総効果の6～7割を占める。

個別産業については前述した通りであり、これらの結果をまとめると、主要3業種の減産効果は、外生部門に関連の深い製造業では、直接的な原材料取引関係を通じる波及効果、すなわちレオンチェフ効果が圧倒的に大きいこと、また、食料品等消費関連製造業や第一次産業（農林水産業）では、家計の所得・消費を通じる波及効果、すなわち消費のフィードバック効果が圧倒的に大きいこと、第三次産業では概ね消費のフィードバック効果のほうが大きいこと、などが指摘できる。

製造業への影響を図3でみると、自動車の減産効果はゴム製品、鋳鍛鋼品を中心に全体として影響が最も大きくかつ広範囲に及んでいる。また、軽電機械の減産は、非鉄金属、合成樹脂への影響が著しい。鉄鋼減産では、石炭製品への影響が集中的に現われるが、その他の製造業への影響は他の減産ケースと比べてやや小さい。全体的にみると、各減産ケースに共通して素材産業へのダメージは大きく、その反面、消費関連産業への影響はやや小さく均等化している。

4.2 職種別雇用への影響

生産調整は一方で厳しい雇用調整の痛みを伴う。雇用については、単に量的な問題にとどま

表 5 職種別雇用への影響 (万人, %)

	鉄鋼減産		軽電機械減産		自動車減産	
		構成比		構成比		構成比
専門的・技術的職業従事者	0.83 (0.20)	9.3 (4.8)	1.53 (0.56)	10.3 (7.5)	1.38 (0.37)	8.6 (4.4)
管理的職業従事者	0.75 (0.34)	8.5 (8.2)	1.21 (0.58)	8.2 (7.7)	1.37 (0.72)	8.6 (8.5)
事務従事者	1.85 (0.85)	20.9 (20.5)	2.97 (1.42)	20.1 (18.9)	3.07 (1.47)	19.3 (17.5)
販売従事者	1.06 (0.37)	11.9 (8.9)	1.73 (0.66)	11.7 (8.8)	1.74 (0.64)	10.9 (7.6)
運輸・通信従事者	0.47 (0.21)	5.3 (5.1)	0.65 (0.25)	4.4 (3.3)	0.67 (0.26)	4.2 (3.1)
技能工・生産工程作業員	3.19 (1.95)	35.9 (47.4)	5.55 (3.67)	37.4 (48.9)	6.57 (4.68)	41.3 (55.6)
サービス職業従事者	0.51 (0.11)	5.7 (2.6)	0.92 (0.30)	6.2 (4.0)	0.86 (0.22)	5.4 (2.6)
その他職業従事者	0.22 (0.09)	2.5 (2.5)	0.26 (0.06)	1.7 (0.9)	0.27 (0.05)	1.7 (0.7)
合計	8.88 (4.12)	100.0 (100.0)	14.82 (7.50)	100.0 (100.0)	15.93 (8.41)	100.0 (100.0)

注) 上表は各産業の減産1兆円の波及効果を示す。
上段は、雇用への総効果。
下段カッコ内は、雇用へのレオンチェフ効果。

らず、質的な側面、すなわち職種別の動向にも注意を払うべきである。実際、最近の労働情勢については「雇用のミスマッチ」による失業問題がクローズアップされている。この視点に立ち、産業連関表の雇用マトリックスを用いて、職種別雇用への影響を計測した。

表5は、職種別雇用者数(雇用機会)の減少を示したものである¹⁰⁾。

まず、総効果による雇用減少は、レオンチェフ効果における順位を反映して、自動車減産ケースが最も大きく合計15.9万人、次いで、軽電機械減産14.8万人、鉄鋼減産8.9万人である。すなわち、前二者は後者の1.7~1.8倍の雇用減少効果がある。これと対応する生産減少効果の格差は、1.3~1.4倍であったから、生産に比べて雇用への影響は、自動車、軽電機械の減産効果が相対的に大きくなったことにな

る。これは主として、減産部門の抱える雇用の大きさを反映して、減産による直接的な自部門の雇用の減少が自動車、軽電機械では、鉄鋼より1.2~2.0万人多いことによるものである(職業別計数は省略、表1~3参照)。

次に、職種間への影響では、各減産ケースとも技能工・生産工程作業員の雇用減少が最も大きく、この職種での雇用調整の深刻さを物語っている。ちなみに、レオンチェフ効果では全体の約5割の2.0~4.7万人、総効果では約4割の3.2~6.6万人である。なかでも、自動車減産による技能工・生産工程作業員の雇用減少が両効果とも最も大きく、レオンチェフ効果で

10) ただし、この結果は雇用係数(雇用者数/生産額)を一定として計測したものであり、環境変化に適応した雇用機会のフレキシビリティを盛り込んではいない。そのため計測結果は、理論的な雇用機会の喪失を表わすものと解釈するのが適当であろう。

4.7万人、総効果では6.6万人にも達する。総じて、製造業の減産は、産業の技術的な特性などから、減産部門および同関連製造部門を中心に、技能工・生産工程作業者に厳しい雇用調整を迫るものといえよう¹¹⁾。

次いで雇用減少が大きいのは、事務従事者であり、いずれのケースでも全体の雇用減少の約3割を占め、以下販売従業者、管理的職業従事者が約1割程度となっている。

軽電機械の減産では、軽電の先端産業としての性格を反映して、専門的・技術的職業従事者、計算サービス等のサービス職業従事者の雇用減少が、他の減産ケースより相対的にやや大きくなっている。

また、いずれの減産ケースにおいても総効果は、当然のことながらレオンチェフ効果より大きい。しかし両者間の倍率は、専門的・技術的職業従事者、販売、サービス、その他の職業従事者ではおおむね3倍以上と他の職種よりかなり高い。これは、これらの職種が、教育・研究・医療・保険、サービス・商業など消費関連産業や研究開発部門に関連が深いため、直接的な生産関係における波及効果（レオンチェフ効果）よりも消費のフィードバック効果を通じた生産の縮小がこれらの職種の雇用面に現われるためである。

4.3 エネルギー需要への影響

エネルギー・電力需要の計測方法は前述した通りである。表6は、消費のフィードバック効果をも考慮した総効果に対応した総エネルギー需要の変化を示している。

経済全体のエネルギー需要に及ぼす影響が最も大きいのは、鉄鋼の減産ケースで、エネルギー全体では0.69%減であり、軽電機械減産の0.36%減、自動車減産0.40%減と比べると2

表6 総エネルギー需要への影響（総効果）
（%）

	鉄 鋼 減産	軽電機械 減産	自 動 車 減産
民 生 用	0.23	0.35	0.37
産 業 用	1.11	0.37	0.44
食 料 品	0.03	0.05	0.06
織 雑	0.25	0.43	0.47
紙・パルプ	0.09	0.18	0.13
化 学	0.20	0.40	0.40
窯業・土石	0.03	0.05	0.05
鉄 鋼	2.85	0.20	0.39
非 鉄	0.27	0.58	0.21
機 械	0.04	0.59	0.64
そ の 他	0.54	0.67	0.72
運 輸	0.22	0.35	0.37
合 計	0.69	0.36	0.40

注) 上表は各産業の減産1兆円の波及効果を示す。

倍近い減少率である。これは、鉄鋼減産ケースではエネルギー多消費型の鉄鋼部門自体の需要の減少が2.85%と著しく大きく、そのため産業用のエネルギー需要の減少が合計で1.11%と極めて高いことによる。

産業用については、まず鉄鋼減産ケースでは、鉄鋼部門に影響が集中しているが、それ以外の部門への影響は他の二つの減産ケースと比べてやや小さい。これは減産による生産の部門間のパターンの違いを反映したもので、自部門の鉄鋼の生産10%減を除き、各部門の生産減少が他の減産ケースよりやや小さいことによるものである。

軽電機械と自動車の減産ケースでは、総エネルギー需要の減少率は自動車の減産ケースのほうが若干大きい、需要部門間の減少パターン

11) 7月初旬公表の「62年度版労働白書」(文献[10]参照)によると、昭和61~68年の7年間累計では、製造業で技能工・生産工程作業者を中心に165万人の離職者が発生し、これが販売・営業技術を中心に雇用機会の増える第三次産業で吸収されなければ、雇用のミスマッチ(労働力需給の不適合)による失業が急増する恐れがある、と指摘している。

は生産波及パターン類似性を反映して非鉄と鉄鋼を除き、ほぼ同じである。非鉄部門では、軽電機械減産の生産減少率が自動車減産のそれより2倍以上大きく、エネルギー需要の減少率もこれを反映したものとなっている。軽電機械減産の中では非鉄金属は自部門の機械と同程度の大きな減少率を示している。逆に、鉄鋼部門では、自動車減産の方が生産減少率が大きく、このためエネルギー需要の減少率も軽電機械減産より大きい。

また、産業用と民生用の相対的な大きさについては、鉄鋼減産ケースでは、前述のように、鉄鋼のエネルギー需要が大幅に減少するため、産業用エネルギーの落ち込みが民生用に比べて減少率で約5倍も大きい。しかし、軽電機械と自動車の両減産ケースでは、産業用は民生用より減少率がやや大きい程度であり、用途間の影響はかなり均等化されている。これは、両ケースともに鉄鋼減産の場合に比べて、産業用への影響がかなり小さいことに加えて、民生用への影響がやや大きいことによるものである。

このうち、産業用への影響が小さいのは、両ケースともに、エネルギーシェアの大きい鉄鋼のエネルギー需要の減少が小さいことがその主因である。このほか、軽電減産では、非鉄金属の需要の減少が大きいものの非鉄金属のエネルギー需要の産業全体に占めるシェアが鉄鋼ほど大きくないこともその要因の一つである。また、民生用の落ち込みが鉄鋼減産ケースより大きいのは、前述したように、民生用エネルギー需要に影響を及ぼす実質 GNP の減少率が鉄鋼減産の場合より大きいためである。

4.4 電力需要への影響

表7は、電力需要への影響を示したものである。まず、自家発電を含む総電力需要についてみ

表7 電力需要への影響（総効果）
（%, 億 kWh）

	鉄鋼減産	軽電機械減産	自動車減産
電 灯	0.25	0.39	0.41
業 務 用	0.53	0.83	0.86
小 口	0.29	0.46	0.47
大口電力計	1.22 (0.70)	0.46 (0.43)	0.49 (0.48)
食 料 品	0.15 (0.15)	0.26 (0.26)	0.27 (0.27)
織 維	0.29 (0.29)	0.49 (0.50)	0.53 (0.54)
紙・パルプ	0.20 (0.15)	0.41 (0.31)	0.29 (0.22)
化 学	0.11 (0.08)	0.21 (0.15)	0.21 (0.15)
窯業・土石	0.08 (0.06)	0.13 (0.10)	0.12 (0.09)
鉄 鋼	3.72 (2.72)	0.26 (0.19)	0.51 (0.37)
非 鉄	0.45 (0.06)	1.03 (0.41)	0.37 (0.19)
機 械	0.07 (0.07)	0.99 (0.99)	1.08 (1.08)
その他産業	0.46 (0.45)	0.57 (0.56)	0.61 (0.60)
合 計	0.77 (0.49)	0.49 (0.48)	0.52 (0.52)
(参) kWh ベース計	46.1 (25.4)	29.4 (24.9)	31.2 (27.0)

- 注 1) 上表は各産業の減産1兆円の波及効果を示す。
2) カッコ内は、9電力買電の減少率を表わす。
3) kWh は、60年度をベースとして算定。

ると、産業大口電力では、鉄鋼減産が1.2%減、軽電機械減産0.5%減、自動車減産0.5%減と、鉄鋼減産ケースは他二者の2倍以上の落ち込みを示している。これは、鉄鋼業が電力多消費的性格であるため、鉄鋼減産によって自部門の電力需要が最も大きな影響をうけるためである。鉄鋼部門は3.7%（約26億 kWh）の減少で、これだけで大口電力全体の減少の約8割を占める。

また、軽電機械の減産では、非鉄金属が自部門の機械とほぼ同じ1.0%減と落ち込みが大きい。これは、軽電機械減産では非鉄金属の生産の減少率が1.0%程度と全産業のなかで最も大きいためである。

自動車の減産は、軽電機械減産と比べて、非鉄部門の減少率が1/3程度に小さくなっていること、逆に、鉄鋼部門の減少率が2倍程度大きいことを除くと、電力需要への影響の産業間のパターンは両ケース間で良く似ている。これは

エネルギー需要の場合と同じ理由によるもので、産業用電力需要が生産減少の部門間のパターンを反映しているためである。

ここで、総電力需要（含自家発等）と9電力需要の相対的な動きをみると、鉄鋼減産ケースでは、鉄鋼部門の総電力需要が3.7%減に対し、9電力需要は2.7%減と、総電力需要の減少率が高い。同様な傾向は、鉄鋼減産も含めて全ての減産ケースにおける非鉄金属部門にも顕著に現われている。

この傾向は、当然のことながら、これらの部門の自家発電電力が9電力買電より減少率が高いことを意味している。しかしながら、このような計測結果は過去の電力需要の動向に強く依存しているため、その解釈には注意を要する。

まず、鉄鋼部門については、石油危機以降、省エネ発電や排熱回収、新鋭設備の導入などを背景に、自家発シフトが進展した。これを反映して、電力需要関数の推定より得られた、自家発含みの総電力需要の対生産弾性値は9電力需要のそれより高い。したがって、逆に、鉄鋼の生産が減少する場合、総電力需要は9電力需要より落ち込みが大きくなるわけである。

最近発表された鉄鋼の合理化計画のように、鉄鋼減産が高炉など設備休廃止などを伴う場合、それに付帯する発電設備の休廃止や、生産縮小による自家発の規模の経済性の低下などがあるとすれば、減産によって自家発は9電力買電より落ち込みが大きくなるとみることができる¹²⁾。

また、非鉄部門については、その自家発電電力の動向は非鉄全体ではなく、非鉄地金の約3割を占めるアルミの生産動向に依存している。各減産ケースにおいて、自家発を含む総電力需要が9電力需要より落ち込みが大きいのは、非鉄

全体の中でもアルミの生産の減少率が大きいためである。こうした結果は、最近のアルミ精練の撤退への動きと直接的な関連をもち、技術的要因よりむしろアルミのシェア縮小という産業内（非鉄部門）のプロダクト・ミックスの変化を反映したものである¹³⁾。

以上のように解釈すると、今回の計測結果における総電力需要と9電力需要との相対的な関係は許容されるであろう。しかし、いずれにせよ、これらの関係は、基本的には、減産に伴う生産プロセスや自家発電設備の変更に依存するものであるから、この点の詳細な説明については、別のミクロ的な分析方法に譲り、本稿ではこれ以上立ち入らないことにしたい¹⁴⁾。

次に、電灯、業務用といった民生用では、大口電力とは逆の傾向がみられ、鉄鋼減産より軽電機械や自動車の減産の方が減少率は5～6割程度大きい。これは、民生用電力が、前述の民生用エネルギー需要と同様に、生産ではなく付加価値によって集計される実質GNPないし家計所得によって決まるためである。すなわち、民生用電力の対GNP弾性値ないし対所得弾性値は減産ケースに関係なく一定であるから、実質GNPないし付加価値の減少の大きい軽電や自動車減産ケースの方が鉄鋼減産よ

12) 鉄鋼大手5社の合理化計画では、65年度までに、全国で高炉6基休止、厚板、熱延等の一部休止、それに伴って従業員4万1千人の削減が必要である、としている。

13) このように、電力・エネルギー需要、生産指数、産業連関生産額をモデル間でリンクするという分析方法では、各変数間の諸関係が時系列的变化（推定期間の平均的トレンド）をとらえるため、分析結果にも最近の時系列的な変化（構造変化）が反映されることになる。産業連関モデルを単独で活用する方法と比べて、いずれの方法が良いかは分析目的によって異なる（本文2.2節参照）。

14) 例えば、電力需要と生産工程との技術的な関係を数量的に計測する生産プロセスモデルがある。ただし、減産によって生産プロセス自体が大きく変化する場合には、設備ごとの積み上げ計算などを主体とした業界へのヒアリング調査による方法を併用することによって、正確な効果の計測ができる。

り、民生用電力需要の落ち込みは大きくなる。

小口電力も業務用と同様の定式化がなされているためほぼ同じ傾向がみられる。しかし、小口電力（とくに高圧甲）については、その産業用の性格をとらえ、産業別生産の影響をモデルに導入すると、今回の計測結果は若干修正されるであろう。

電力合計では、大口の動きを反映して、鉄鋼減産が 0.8% 減、自動車、軽電の減産は 0.5% 減と、電力多消費の鉄鋼部門に直接関連する鉄鋼減産の電力需要に及ぼす影響が最も大きい。しかし、以上のような産業用と民生用の相反する動きによって、電力需要の減少の減産ケース間での格差は、合計では大口のそれより縮小しており、鉄鋼減産は自動車減産、軽電減産の約 1.6 倍の落ち込みにとどまっている¹⁵⁾。

5. おわりに

以上、緊要の課題となっている製造業の生産調整の影響の計測について、鉄鋼、軽電機械、自動車を事例として試算した¹⁶⁾。そのための用具として、われわれは、新たに、生産外生・消費内生型の産業連関モデルを開発した。

主要な計測結果は次の通りである：

- ① 各産業の 1 兆円の減産は、その効果が 1 年間で出尽くすとみると、生産を全産業合計で 0.3~0.5%、実質 GNP を 0.3~0.4% 引き下げる。
- ② 減産効果が大きいのは、自動車、軽電機械で、鉄鋼はこれよりやや小さい。これは輸入原材料消費を含む投入構造や製品の販路構成など産業の特性の違いを反映している。
- ③ 就業者の減少は 12~21 万人で、減産部門の抱える雇用の大きさを反映して、自動

車、軽電機械の減産の就業者への影響が相対的に大きい。

- ④ 職種別雇用への影響では、各減産ケースともに製造業に関連の深い技能工・生産工程作業者の雇用機会が大きく減る。
- ⑤ 電力・エネルギー需要は、合計で 0.4~0.8% 減少する。鉄鋼減産が電力・エネルギー多消費の自部門に直接的に影響するため、そのインパクトは最も大きい。

また、全体的な波及パターンでは、軽電機械と自動車がいずれも加工組立産業であることなどにより、両減産ケースはともに類似している。

我が国経済は、急激な円高、技術革新など様々な要因によって、製造業のみならず情報・サービスなど第三次産業をも含む全産業に及ぶ産業調整が進展しつつある。今回の計測によって、分析の範囲は限られたものではあるが、こうした産業調整の影響の一端が定量的に明らかになった。計測結果からみる限り、近い将来、我が国経済は、生産、雇用、エネルギー需要など各分野で大きな構造変化を遂げると考えられる。

いずれにせよ、本稿の分析には残された課題も多い。所得分配率の変化、賃金・物価の変動、国内投資への影響など、構造調整に伴う複

15) 上記のように、9 電力需要でみると、鉄鋼減産による鉄鋼部門の電力需要の減少率が総電力需要（ないし自家発）より小さいことなどのため、電力合計の減少率が各ケースともに 0.5% 程度となり、ケース間の差は殆どなくなる。これからみると、注 14) のように、鉄鋼と非鉄金属部門の電力需要については、別途調査が必要であるかもしれない。しかし、その他の部門ないし用途については、モデルの計測結果は概ね妥当と考えられる。

16) 本稿では、生産調整をもたらす要因の分析はさしおいて、生産調整が生じた場合の経済効果を計測した。したがって、現実におこりうる特定規模の生産調整（ないし生産変化）の効果については、本稿で提示した数値（乗数）を用いて容易に計算できよう。但し経済効果は 1 年間で出尽くすとみなしていることに注意されたい。

雑な現象を解明すること、全産業に及ぶ産業調整の影響を計測することなど。これらを完全な形でモデル化するには多部門マクロ計量モデルによる解明が必要であろう。

参考文献

- [1] Miller, R. E. and P. D. Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extension*, Prentice-Hall, 1985.
- [2] Miyazawa, K., *Input-Output Analysis and the Structure of Income Distribution*, Springer-verlag, 1976.
- [3] 宮沢健一 『経済構造の連関分析』, 東洋経済新報社, 1963年10月.
- [4] 金子敬生 『経済変動と産業連関』, 新評論, 1967年9月.
- [5] 阿波田禾積, 服部恒明, 桜井紀久 「中期電力需要予測モデル」, 『電力経済研究』No. 19, 電力中央研究所, 1985年7月.
- [6] 矢島昭 「投資の乗数効果」, 『電力経済研究』No. 12, 電力中央研究所, 1977年9月.
- [7] 服部恒明, 桜井紀久 「差益還元のマクロ経済効果の計測」, 『電力経済研究』No. 21, 電力中央研究所, 1986年7月.
- [8] 服部恒明 「鉄鋼産業未曾有の合理化策と日本・地域経済への影響」, 『エネルギーフォーラム』, 電力新報社, 1987年5月.
- [9] 経済企画庁調査局編, 『日本経済の現況』, 大蔵省印刷局, 1987年2月.
- [10] 労働省編, 『昭和62年版労働白書』, 日本労働協会, 1987年7月.

(はっとり つねあき
さくらい のりひさ
経済部 経営研究室)

金融自由化と企業財務

キーワード：金融自由化，企業財務，規制緩和，国際化

大 林 守

〔要 旨〕

金融自由化は、日本だけの現象ではなく、世界的な潮流である。むしろ、日本は、この潮流に追い付くために努力しているのが現実である。

世界の金融市場は、大規模な変化のなかにある。約 30 年前にユーロ市場ができてから、金融に関わる「境界」の侵食が、通貨、金融商品、金融機関、金融機能など全ての領域に渡って進行してきた。

80 年代は、「国際化」というキーワードのもとに、金融自由化がさらに加速され、地球規模のポートフォリオ管理の時代となった。

企業財務の金融自由化への対応を一言でいえば、企業財務の金融機関化である。資金の調達と運用の両面の新しい機会が増大し、それまでは、金融機関にしか不可能であったことが、企業の財務部門で可能となってきたのである。これは、同時に、リスク負担の再分配につながっている。企業の財務部門は、選択の機会が増大と引き換えにリスク負担の増大に直面している。そして企業財務の巧拙がこれまでになく資金コストの格差に直結し、企業経営を左右する時代となってきたのである。

本稿を出発点として、新しく開発中の電力財務モデルによる定量的な分析に結びつけたい。

1. はじめに
2. 世界金融市場の動向
3. 金融自由化への内圧
4. 日米円・ドル委員会
5. 日本の金融市場の開放度
6. 企業財務の金融自由化への対応
7. 電力事業と金融自由化

1. はじめに

わが国の金融システムは、銀行を中心とした間接金融が大きな割合を占め、市場の調整機能も金利という価格ではなく、量的な調整によるものが多いとされてきた。

しかし国債の大量発行にともなう、国債市場の急発展や国際金融取引の増大などは、従来の金融システムの構造の矛盾を明らかにした。さらに、マクロ経済的な構造としての資本輸出国

化、貿易不均衡による政治的な圧力など、従来の金融システムは、内外からの圧力も受けてきた。

昭和 59 年の日米円ドル委員会報告をエポックとして、日本の金融の制度的な枠組にメスが入れられ、金融自由化の方向がはっきりしたの

本研究にあたって、蠟山昌一大阪大学教授、バンカーズ・トラスト銀行エコノミストの Dr. Chi Hung Leung 氏、シティバンク NA の副頭取 Kenneth A Grossberg 氏、そして当研究所伊藤成康氏とのディスカッションが有益であった。

である。企業財務も、このような金融システムの変化に対して適応を進めている。

金融自由化は企業財務に新しい機会を与えると同時にリスク負担の増大を迫るものであり、電力事業も例外ではない。

2. 世界金融市場の動向

金融自由化は、日本だけの現象ではなく、世界的な潮流である。むしろ日本は、この潮流に追いつくために努力しているというのが現実である。

世界の金融市場は、大規模な変化の中にある。約 30 年前にユーロ市場ができてから、金融に関わる「境界」の侵食が、通貨、金融商品、金融機関、金融機能など全ての領域に渡って進行してきた。

ユーロ市場とは、ユーロ通貨を取引する市場のことである。ユーロ通貨とは、ある通貨が国境を越えて、外国の銀行に預けられたものをいう。当初、ヨーロッパにおいて顕著だったことから、ユーロという接頭語がついているが、正確には発行国以外に存在する通貨をいう。

1950 年代の冷戦時代に、東側の銀行がアメリカの銀行に US ドルを預金することを避け、ヨーロッパの銀行に預けたのがはじまりであるとされている。その後、アメリカ国内の金融政策や規制を嫌ったアメリカの金融機関にも利用され発展してきた。特に、2度のオイルショックの際には、オイルダラーの還流に寄与したことから、国際金融市場の地位を確立した。

ユーロ市場は、その成立条件からいって、貨幣を発行することがない。同時に、中央銀行にあたるものも存在しないため、金融規制がないに等しい。

ユーロ市場動向の背後では、いくつかのマク

ロ経済的な要因が働いている。

第一に、アメリカをはじめとする財政赤字の拡大がある。2度のオイルショックは、供給サイドのショックによる、不況とインフレーションを世界にもたらした。この世界同時不況からの脱出は、レーガン政権による財政赤字の拡大により、可能となった。この財政赤字のファイナンスのため、国債の大量発行が必要となり、利率ないしは利息なしに大幅にディスカウントして売るゼロ・クーポン債や政府証券市場を利用した先物やオプション市場の発展が促進されたのである。

第二に、為替レートの変動相場制への移行がある。為替レートの変動による通貨リスクは、それをヘッジする金融商品に対する需要をもたらす。そのような需要に対して、通貨先物、通貨スワップ等¹⁾が開発され普及することになった。

最後に、グローバルなポートフォリオ選好の変化が金融イノベーションをもたらしたことを忘れてはならない。世界の富は、オイルショックにより産油国へ、その後は日本へと移動してきた。OPEC 時代は彼らが好むユーロ市場やアメリカの短期銀行預金に運用され、そしていまは日本が好む資産（現在のところはアメリカの財務省証券）へとポートフォリオ選好はシフトしている。このような債権者や債務者の選好の違いも、金融自由化を加速する要因である。

80 年代は、「国際化」というキーワードのもとに、金融自由化がさらに加速され、地球規模のポートフォリオ管理の時代となった。

金融手段の深化は、セキュリティタイゼーション（証券化）を通じて、全ての市場参加者に金融コストの低減と流動性の確保を容易にした。セ

1) 通貨スワップ

為替リスクの回避を目的として2つの債券発行体間で異種通貨建て債務を交換すること。

キュリタイゼーションといっても、ユーロ市場においては、銀行貸出から債券や NIF²⁾ や CP など³⁾ の証券発行へと調達形態が変化することを言う。一方、アメリカでは自動車ローン、住宅ローンそして学資ローンにいたるまで、金融機関や企業の資産を担保に債権や CP を発行することにより、資産の流動化を図るものを行うことが多い。いずれにしろ、最近の国際市場においては、このようなプロセスを経た貸付が過半数を占める状態である。

そして、それは特に、伝統的銀行貸し付けを減少させることにより成長してきた。つまり、間接金融から直接金融へというシフトが進行してきたのである。

金融商品のイノベーションは急速に進んでいる。その最も基礎となる性格は、投資家や資金需要家の直面するリスクを個別に分割して、価格、利子率、為替レート等のリスクの回避を可能とする点にある。例えば、ある負債を解剖してみると、債務者、金額、通貨、期間、そして金利という複数の項目がひとまとめになったものと考えられる。そして、それぞれの項目には特有のリスクが存在する。従来は、このような複数のリスクもひとまとめとして取り扱われてきた。しかし、このような項目を分解し、それぞれを交換可能とすれば、リスク回避の機会は増大する。この事実を、縦横に活用した良い例が金利スワップ取引⁴⁾ である。

以前は、金融自由化を推進する力を持っているのは、ユーロ市場くらいなものと考えられていた。日本のみならず、多くの国々においても、金融に関しては規制でがんじがらめの状態か、市場集中が進んだ状態であった。しかし、底流では金融自由化を求める圧力は高まりつつあったのである。

金融自由化を求める圧力は、伝統的な銀行業務が需要家の要求に答えることができなくなったことによる後押しがあった。つまり、債務国問題と世界同時不況は、銀行の資金の貸付先の悪化に直結した。このため、銀行の収益構造は悪化し、貸出金利の上昇につながったのである。

この結果、大企業や政府などは、銀行以外のルートで資金調達した方が、安く資金が手に入る状態となった。同時に、この機会を利用して、銀行以外の金融機関は商品開発と販売を活発化した。このような状況で、銀行は収益の確保のための商品開発に乗り出さざるをえなくなり、それまでは利益を保証してくれた規制の多くが、逆に邪魔になり始めたのである。

また、日本やアメリカの銀行は、銀行業務と証券業務の兼営を禁止されているため、規制を逃れることの可能な国際ビジネスへの進出が盛んとなった。この国際化は、スワップ取引の開発と急成長により拍車がかかった。

金融自由化は、コンピュータやコミュニケーションといった分野の技術進歩に負うところが大きい。このような技術革新は、計算コストや通信コストを毎年著しいスピードで低減させている。これにより、世界規模の金融市場の統合や 24 時間取引が実現しているのである。

さらに、新金融商品は、コンピュータによる商品設計やリスクのモニタリングの可能性を前提に売買されている。今日の最適リスク管理戦略は、国境と市場をまたにかけた複雑なも

2) NIF (ノートイシュアンスファシリティ)

ユーロノート等短期証券の発行と一定枠内で銀行が発行体に保証することで、実質的な長期調査となる。

3) CP (コマーシャルペーパー)

無記名式の無担保短期証券のかたちをとる短期調達運用手段。

4) 金利スワップ

発行体間の信用格差以上に金利格差がある場合、金利格差分を分配し、金利支払いを交換する。変動金利と固定金利の間の比較優位を利用するものが多い。

のであり、データ処理の能力とスピードが不可欠なのである。このような金融のイノベーションは、ユーロ市場で実現されているものが多い。

3. 金融自由化への内圧

日本の金融自由化を考えるためには、日本経済のマクロ的な構造を理解しておく必要がある。それは、日本のI～Sバランスからみた貯蓄超過であり、そして、その貯蓄の輸出、つまり資本輸出国としての日本の役割である。

日本経済の資本輸出国化は、1984年の経済白書により議論されたものがポピュラーである。この議論の基礎にあるのは、資本主義経済の発展と国際収支の発展パターンを分類する、国際収支の発展段階説である。

1981年度以降、日本経済の経常収支は黒字基調であった。そして1982年度から翌年度にかけて黒字が急激に拡大した。この時期、ドル高が進行したこと、そして日米の景気のスレ違いがあったことなどを加味しても、1983年度の黒字の拡大はすべてを説明できず、巨額の誤差を残した。このことから、経済白書は中長期的な要因が働いていることを議論したのである。

国際収支の発展段階は、次の6段階に分類できる。

- ① 未成熟債務国
- ② 成熟債務国
- ③ 債務取崩し国
- ④ 未成熟債権国
- ⑤ 成熟債権国
- ⑥ 債権取崩し国

この段階説は、一国の盛衰を説明する国家のライフサイクル説といえる。ボックス・ブリタニカ、ボックス・アメリカナと呼ばれ、覇権

国家として君臨してきた国々にも当てはまるものである。この説によれば、日本は未成熟債権国家から成熟債権国家への過渡期にあるといえる。

それでは、輸出するほど資本を持った日本の、資金循環を観察してみよう。部門別に資金過不足の対名目GNP比率をみてみると、オイルショックを境に、公共部門の赤字が増大し、一方で法人企業部門の赤字額の低下がみられる。また、最近になってから、海外部門の赤字が急速に増加しているのが分かる。これらは、オイルショック以後の、財政赤字の定着、低成長下への企業の投資行動の適応、そして経常収支の黒字の定着と対応しているのである(図3.1)。

つまり、究極的な黒字主体である家計から赤字主体の法人企業へ流れていた資金が、家計から公共部門へと流れを変化させるとともに、海外へと漏出し始めたのである。この動きが一時的なものではなく構造的なものとなった事実が資本輸出国化であり、否応なしに金融の国際化を迫るものなのである。

国債の大量発行と金融の国際化は、二つのコクサイ化と呼ばれ、戦後の伝統的な金融制度の見直しに直結した。

投資が投資を呼ぶと言われた高度成長期に象徴されるように、戦後は企業の設備投資意欲が強く、かつ投資が生産の増大にうまく結び付いていた。金融機関は、家計貯蓄をスムーズに企業へと流れさせることを第一に設計し運営された。また、資本市場を育生する時間がなかったため、間接金融を中心とする統制色の強い競争制限的な金融構造が形成された。

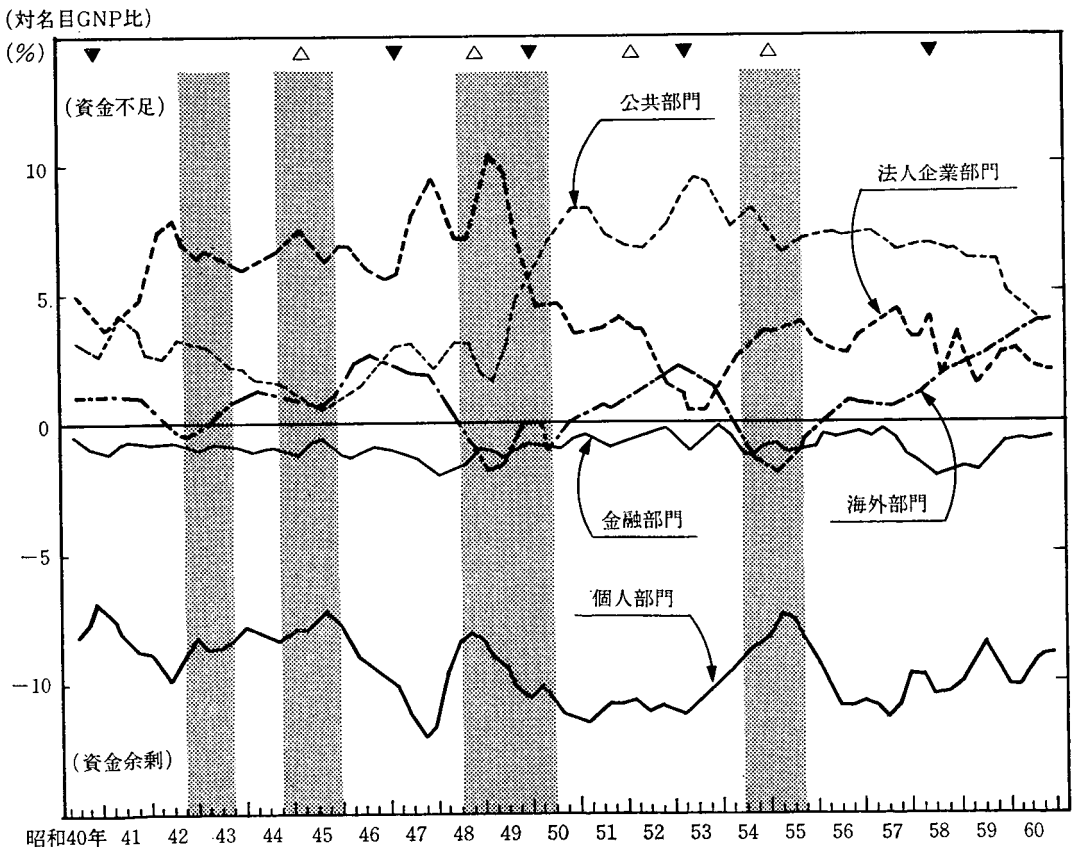
具体的には、三つのPの規制が金融構造を性格付けてきた。三つのPとは、

- ① Price 価格つまり金融の場合は金利の規制
- ② Product 業務分野、金融商品の規制
- ③ Place 店舗規制、参入規制

のことである。金利の規制はすべての金利を当局が決定するものであった。通常の場合、規制金利は市場の実勢により決定される市場金利と異なるため、規制金利の水準を維持する仕組みが必要となる。このため、国内では金融商品の開発を規制し、なおかつ国外の市場と関係を遮断した。つまり、海外との資本取引を禁止したのである。

金融商品の規制は、業務分野の規制でもある。代表的な業際規制は、長短分離、信託分離、銀行・証券の兼営禁止の三つである。長短分離とは、都市銀行は短期性の預金、長期信用銀行や信託銀行は長期性の預金しか集めてはならないという規制である。信託分離は信託銀行のみに信託業務を認めるものである。そして、銀行・証券の兼営規制は銀行に国債以外の証券業務を認めないものである。

店舗規制には、新規参入規制、店舗増設規制、また東京証券取引所の会員権の規制などを含める。



(注) 1. 季節調整済み、3期加重移動平均値(ウェイト1:2:1)。
 2. シャドー部分は金融引締め期間(以下の図表同じ)。
 3. △印は景気の山、▼印は景気の谷(経済企画庁調べ)。

出所:日銀月報,昭和61年6月。

図 3.1 部門別資金過不足の推移(対名目GNP比率)

このように、決められた業務分野で保護され、金利も決定された金融市場は、非効率的であるのが普通である。しかし、オイルショック前までは、このシステムは産業の育成に必要な長期の安定的な投資資金を家計から企業へと結び付けるといった目的においては成功していた。しかし、オイルショック以後の資金循環の変化には、対応することができずに様々な矛盾を露呈した。

日本経済はオイルショックの影響を受けたが、何とかこれ乗り越えることに成功した。その結果として、家計の金融資産の蓄積が継続して行われた。これに追従する形で、消費者信用が伸びたため、家計の資産・負債の両建て化が進んだ。このため、家計の資産・負債両面の管理が進み、流動性資産から貯蓄性資産へという金利選好や節税商品の活用など家計の金融行動の高度化がみられるようになった。また、人口の高齢化を背景にした、生命保険や年金の残高も急速な伸びを示している。

企業の金融行動も、「財テク」という言葉が示すように、高度化してきた。資金の調達サイドをみても、伝統的な間接金融手段である国内からの借入金が減少し、海外からの調達が増加していることが分かる。資産運用のサイドでは、現預金のなかで自由金利預金へのシフトがみられる。また、現預金対有価証券の運用でみると、有価証券へのシフトがみられる。さらに、規制金利対自由金利では、自由金利へのシフトが急激で、昭和58年には資産の半分以上が規制金利商品で運用されていたものが、昭和60年には資産の9割以上が自由金利商品で運用されるまでに至っている。

このように、間接金融の担い手で規制金利商品を販売している銀行にとっては、家計や企業

の財テク指向は顧客を失うことに結びついた。いわゆる「銀行離れ」が始まったのである。同時に、大量の国債発行がその引き受け手である都市銀行を中心とするシンジケート団のポジション悪化につながる形で、手に負えない状況となった。このため、国債の大量在庫をどうさばくか、そして銀行のポジションの悪化をどこから資金調達するかという問題が生まれたのである。そしてその活路は、結局のところ、客の逃げていった先である、自由金利市場に求めざるをえなかったのである。

このようにして、金融自由化に対する要求は、金融機関も含めて、内圧を高めていったのである。

4. 日米円・ドル委員会

こうして脹らんできた、金融自由化というバブルに針をさしたのは、アメリカからの外圧である。この二度目の黒船は、それまで蓄まっていた圧力を放出させたのである。最近、ロンドンのシティーが思い切った自由化を行なったことを差して「ビッグ・バン」というが、日本の金融自由化のスケールと比べると比較にならないほど「スモール・バン」である。もちろん、シティーの自由の程度と東京の自由の程度を比べれば、シティーの方が自由である。しかし、自由化の始点と到達点の落差は日本の方が格段にある。

さて、その第二の黒船は、何回も航路を変えてきた。この始まりは、円安操作論に始まる。日本の経常収支の黒字が構造的になり始めた昭和57年ごろ流行した、「日本は円安誘導により、貿易を有利に行っている」という議論である。これは、この時点で、根拠のないものであることとして単発の議論であった。しかし、日

本との貿易バランスが改善しないことに対するアメリカのプラストレーションは、手をかえ品をかえ円安操作論のトーンを変化させて持ち出してきてきた。この、どちらかというとうるい論理の議論も、政治的なテコの役割を果たし、レーガン訪日向けに、竹下=リーガン声明において、日米円・ドル委員会の設置という成果を生んだ。

こうして、昭和 59 年 5 月 30 日に日米円・ドル委員会報告書と大蔵省による金融自由化の「現状と展望」が発表され、日本の金融市場の自由化が決定的となったのである。円・ドル委員会の内容に、追加検討項目を付する形で「現状と展望」は書かれている。これは、黒船による門戸開放を逆手にとって、懸案の国内金融市場の自由化を図り、国内金融秩序の再構築をも目指すものといえよう。

表 4.1 金融自由化の進展状況

I. 金融・資本市場の自由化	
1. 大口定期預金金利規制の撤廃	○
2. 市場金利連動型預金の導入と規制緩和	○
3. CDの発行の弾力化	○
4. 小口預金金利の自由化	×
5. 円建BA市場の創設	◎
6. 短期国債市場の検討	△
7. 外国為替の実需原則の撤廃	◎
8. 居住者の海外口座	◎
9. 円転規制の撤廃	◎
10. 円建対外貸付の自由化	◎
11. 外銀による国債ディーリング	◎
12. CP市場の開設	○
13. 起債市場の弾力化	○
II. 外国金融機関のアクセス	
1. 外国証券会社による東証会員券取得	◎
2. 外銀の信託銀行業務への参入	◎
3. 金融行政の透明性	○
III. ユーロ円市場、円の国際化	
1. ユーロ円債の発行と規制緩和	○
2. ユーロ円CDの規制緩和	○
3. ユーロ円貸付の自由化	◎
短期	◎
中長期	○

◎：完全実施，○：進展中，△：不完全，×：未着手。

出所：財政金融統計月報 416，1986 年 12 月。

さて、この円・ドル委員会報告の後、何回かのフォローアップとアクションプログラムを経て、金融の自由化と国際化は大きく進展している。小口預金金利の自由化などの懸案事項はあるものの、スケジュールはこなされてきている(表 4.1)。

ユーロ円市場の育成による、円の国際化は、ユーロ円債、ユーロ円 CD、ユーロ円貸付などについて自由化措置が講じられてきている。

円の国際化のブースターとして、円の国際的取引の自由化を進める東京オフショア市場も発足した。

今後の課題としては、小口預金金利の自由化が大きな問題である。しかし、小口イコール弱者の意識の強い行政当局は、慎重なスケジュールを立てている。また、規制の枠外である、郵便貯金とのバランス問題の調整もとらなければならない。このため、小口預金金利の自由化は時間がかかりそうである。業実問題は、現実が先行して金融サービスの一元化が進んでいるため、早急に手を打つ必要がある。しかし、現在の時点では、大蔵省が委員会を組織し審議が行われているに留まっている。

さて、ここで金融自由化、あるいは金融規制緩和の理論的な整理をしておこう。金融自由化の始動が、どちらかというマクロ経済的な要因と、それにとまなう政治的な要因によるものであることは否定できない。しかし、規制の根拠となっていたものは、もともとミクロ経済的あるいは厚生経済学的なものである。

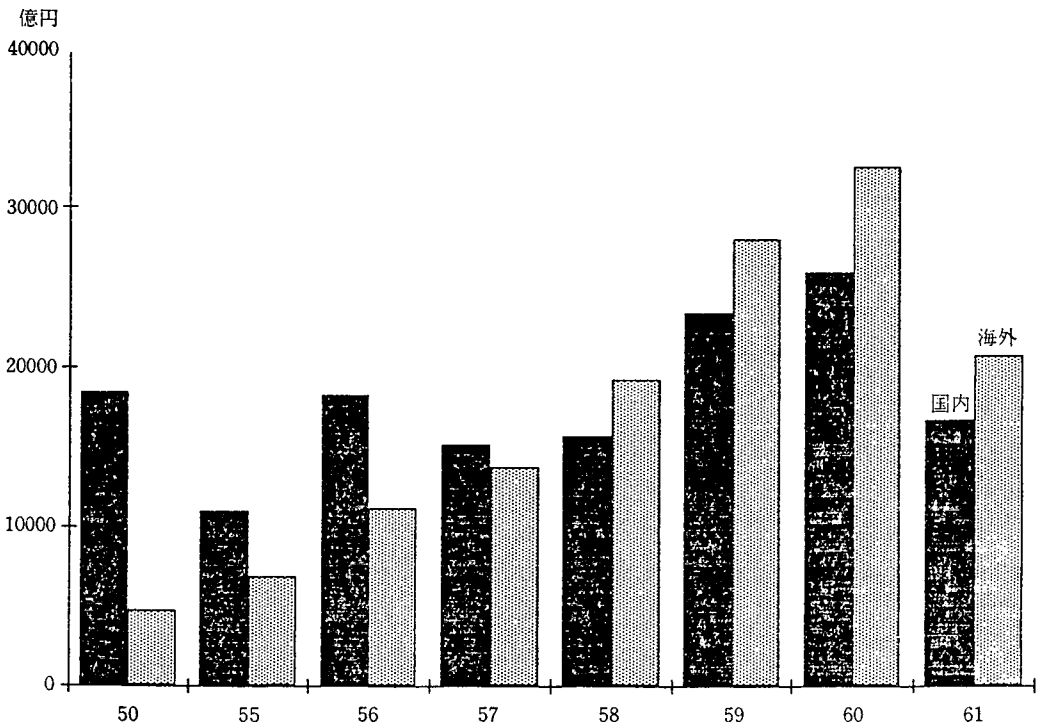
規制の根拠は、効率的かつ安定的な市場の実現に求められるとするのが妥当である。金融市場の規制を、特徴付けるのは、決済制度の信用秩序と関係してくる点にある。貨幣なり証券は、いわゆるペーパー・アセットであり、信用

がなくなれば、ただの紙切れとなる。特に、ハイ・パワー・マネーと直結した銀行は、預金の取り付けという、一斉引きだしのリスクを持っている。このリスクは、市場で解決できるものではなく、政府による規制が正当化される。個人の情報コストを考えると、信用不安がうわさされた銀行に関しての正しい情報を入手するよりも、預金を引き出すことの方が合理的である。また、ある銀行の倒産は、連鎖反応を起こし、信用秩序を乱す可能性も高い。したがって、なんらかの規制の必要性についての疑問はない。問題は、現行の規制が本来の機能を果たしているかどうかにある。

これまでの金融規制の性格は、競争制限的な色彩が強い。3Pに象徴される金融規制は、金利という価格による競争を制限するのではなく、

それを禁止し、金融新商品の開発や店舗の開設などの制限を行った。このような状況のもとで、業績を伸ばす競争を行うため、金融機関の競争とその結果は、いびつなものとなった。一等地に、高い地価を払って支店を営業し、個人預金というコストの安くない資金を集めてもペイする銀行の存在が正当化されたのである。

金利の自由化は、すでに大口預金は終了し、小口預金金利の自由化のカウントダウンの状態である。金利自由化を阻んできた理由は、市場破滅的な金利競争の可能性であった。しかし、他の資金運用手段が金融新商品として登場してくる時に、預金金利のみが規制されていることは、金利動向により資金のシフトが起こる可能性をつくることになり、本来の安定的な金融秩序という規制の目的からはずれる。逆に、預金



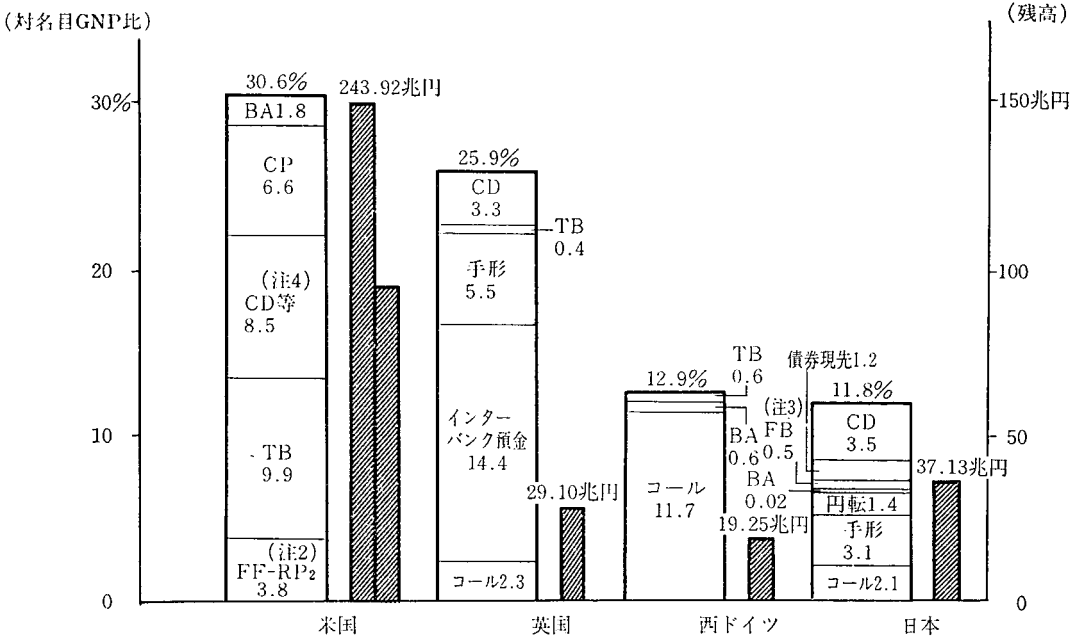
出所：財政金融統計月報 419, 1967年3月

図 4.1 我が国企業の社債発行額の推移

金利の規制を有効にするためには、他の運用手段の規制を同じに行なう必要があり、資金の効率的な配分と矛盾する。

店舗規制や業務分野の規制は、金融業の生産構造において、規模の経済や範囲の経済があるかどうかに関わってくる。規模の経済があれば、大銀行が多数の支店をもつという市場集中をもたらす可能性がある。銀行業に関しての実証研究では、規模の経済はないという結果があるが、コンピュータ導入を考慮すると規模の経済があるという結果もある。いずれにしろ、規模の経済がない場合は、規制に意味はないし、ある場合でも規模の経済的効果を活用する規制を考えることが独占禁止法の運用などにより可能である。

範囲の経済は、一つの業務を専門的に行なうのではなく、いくつかの業務を兼業することにより生産費を削減できることをいう。金融サービスにおいては、情報処理技術の発達などにより情報関連の経営資源には範囲の経済が存在するという実証結果がある。範囲の経済は、それをもたらすベネフィットコストの算定が複雑である。業務を増やすことにより、ビジネスリスクの相違が本業のリスクを増大させる可能性がある。また、本業と新業務とのあいだで、利害の対立をおこす「利害相反」の可能性もある。また、インサイダー・トレーディングのような、機密事項の悪用の可能性もでてくる。このように、範囲の経済性は様々な問題を提起する。基本的には、規模の経済と同様に、禁止す



(注) 1. 円換算は昭和 60 年 6 月末の為替相場を使用。
 2. 統計上の制約から RP₂ (現先市場) と FF (コール市場) の合計として表示。
 3. FBは市中売却された政府短期証券の 60 年 1 ~ 6 月中平残値を使用。
 4. 統計上の制約から大口定期預金 (1 口 10 万ドル以上) を使用。

(資料) 日本銀行「調査月報」
 出所: 資本市場 1987.6 (No. 22)

図 4.2 主要国の短期金融市場 (昭和 60 年 6 月末)

べきは独占禁止法を適用し、経済的な効率性は追求するのがコンセンサスとなっている。

また、銀行による間接金融の優位と長短分離は、資本市場やオープン市場の発展を制限した。この結果、長期資本の調達のための社債起債市場や、短期のマナー・マーケットの未成熟という現実を生んだ。起債に関しては、1983年には海外が国内の起債を上回る状況となった(図 4.1)。また、国内の起債も、電力債がほとんどで、一般企業の起債は9割以上が海外という状況を呈した。短期金融市場の規模も、対名目 GNP 比でアメリカの3分の1、イギリスの半分以下という状況である(図 4.2)。

このような状況を生んだ原因の一つに、有担保原則がある。物的な担保を基準として、金利という価格ではなく、量的な資金配分をするシステムとなっていたのである。

これらの結果として、日本の金融システムは、長期的で暗黙的な契約関係によるものとなった。そこでは、コストとリターンを毎回きちんと計算し、取引を手じまうのではなく、相対の信頼関係で、長期的な総合的な取引を行なう。

あたかも、労働市場における終身雇用制と同

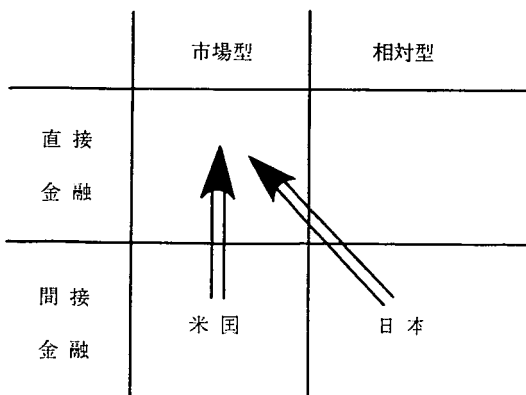


図 4.3 金融自由化のトレンド

様なものが金融システムにも成立していたのである。一方で、アメリカやユーロ市場における金融取引は、毎回採算をはじく、短期的な市場型システムが主流となった(図 4.3)。

日本の金融システムも、自由化・国際化のもとで、世界のスタンダードに接近していくものと考えられる。

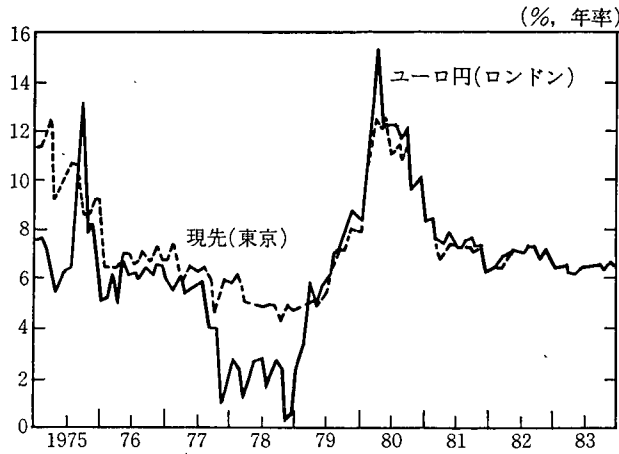
5. 日本の金融市場の開放度

日本の金融市場の開放度をみるには、内外の金利裁定関係をみる方法と資本移動をみる方法が考えられる。

金利裁定は、円という資産を運用する場合に、もし規制がなければ、日本国内で運用しようと、海外で運用しようと、収益率に差がない状態をいう。いま、国内の預金利率を i とし、ユーロ円預金金利を r とすると、 $i=r$ の状態をいう。もし $i>r$ ならば、国内に預金をもっている投資家は、そのまま預金をもつ。一方、ユーロ円で運用している投資家は、ユーロ円を、日本国内の預金に振り向けようとする。このような動きが止まるのは、内外の利率が等しくなった時である。

図 5.1 は、ユーロ金金利と現先レート(国内の自由金利である。この図から、1978年までは、国内金利がユーロ円金利を上回っていた。この事実から、日本が資本流入規制を行っていたことが推測できる。もし、そうでないなら、資本流入により国内に円資金の超過供給が起こり国内金利が低下するか、ユーロ市場で超過需要が発生しユーロ円金利が上昇するなどの金利裁定が起こってしかるべきである。

日本は、1979年に非居住者の現先の取得を認めた。これにより、金利裁定が働くようになり、現先レートとユーロ円レートの金利差は、



出所; Economic Report of the President (1984)

図 5.1 円金利

表 5.1 日本の金融市場の開放度 ユーロ金利 (3カ月) マイナス現先金利

	自由化前 1975年1月~1979年4月	自由化後 1979年5月~1983年1月
平均値	-1.84	0.26
分散	3.29	0.22

出所; Frankel (1984)

自由化前の平均マイナス 1.84 から 0.26 へと縮小した。また、分散も 3.29 から 0.22 へと縮小した。これは、現先市場が国際金融市場に統合されたことを意味する (表 5.1)。

一方、資本移動の面から、金融市場の統合度をみるには、フェルドシュタイン=ホリオカ (1980) のテスト (FH テスト) がある。FH テストは、国際資本移動の程度を、国内投資率と国内貯蓄率の関係を通して、把握しようとするものである。

いま、国内投資 (I) と国内貯蓄 (S) を国内総支出 GDP (Y) により、国内投資率と国内貯蓄率を定義し、この関係を以下のように書く。

$$\frac{I}{Y} = \alpha + \beta \frac{S}{Y}$$

完全な資本移動と小国の仮定のもとでは、 β はゼロでなければならない。また、小国の仮定をはずしても、完全な資本移動のもとで、 β が大きな値をとることはまれであろう。

β が 1 に近い数字をとることは、ある国の貯蓄がほとんどその国の投資に振り向けられることを意味する。完全な資本移動のもとでは、貯蓄の増加は、世界の貯蓄のプールにそそぎこまれ、当該国の投資機会とは直接の関係をもたないはずである。国民総貯蓄と国民総投資の恒等式は、国内貯蓄と国内投資が等しいことを保障するものではない。

例えば、日本の資本輸出国化が良い例である。国内投資を上回る国内貯蓄が長期に渡って存在する状態があるのである。

さて、フェルドシュタイン=ホリオカの推計では、1960~74 年の OECD 加盟国のデータを使用した時、 β は 0.89 (t 値=12.0) という結果をえた。また後に、国際資本移動が活発化した、1975~79 年を再推計した結果でも、 β は 0.865 という高い数字を示した。これらから、国内投資と国内貯蓄の密接な関係を結論してい

る。一方、ターナー（1986）は、サンプルをより網羅的にし、1975年以後1その他はゼロのダミーを導入した結果、次ぎの結果をえた。

$$\frac{I}{Y} = 0.056 + 0.045D + 0.735\frac{S}{Y} - 0.152\frac{S}{Y} \cdot D$$

(7.0) (3.8) (23.7) (2.5)

$$\hat{R}^2 = 0.573 \quad \text{サンプル：1960～1983}$$

OECD 加盟国

この結果によれば、最近の傾向として、国内投資と貯蓄の関係の密接さは低下しており、世界金融市場の統合が深まりつつある。つまり、国内投資のファイナンスが、国内貯蓄に大きく依存するのではなく、世界の貯蓄のプールから行なわれるようになったことを示していると理解できる。

同様なテストを、もっとも国際金融市場に対して開かれた国であるイギリスのデータで行なうと、以下のような結果がえられた。

$$\frac{I}{Y} = 0.174 + 0.105\frac{S}{Y} \quad R^2 = 0.046$$

(14.5) (1.1)

サンプル：1960～1984

データ：OECD

この結果によれば、イギリスの国内貯蓄と国内投資の間には、ほとんど関係がなく、完全資本移動の仮定とうまく合致する。

日本のデータに、同様なテストを行なった結果が、以下の通りである。

$$\frac{I}{Y} = 0.154 + 0.807\frac{S}{Y} \quad R^2 = 0.778$$

(12.0) (6.5)

サンプル：1972～1985

データ：国民所得統計

この結果によると、日本においては国内投資と国内貯蓄の関係が密であり、世界金融市場と

の統合は、これからと言える。1975年以後1で他はゼロのダミーを導入すると、係数はマイナスとなり、世界金融市場への統合度が高まりつつある傾向を示しているが、統計的に有意ではない。また、ダミーを変化させたり、データをOECDベースの国民所得にかえても有意な結果はえられなかった。

$$\frac{I}{Y} = 0.186 + 0.683\frac{S}{Y} - 0.057\frac{S}{Y} \cdot D$$

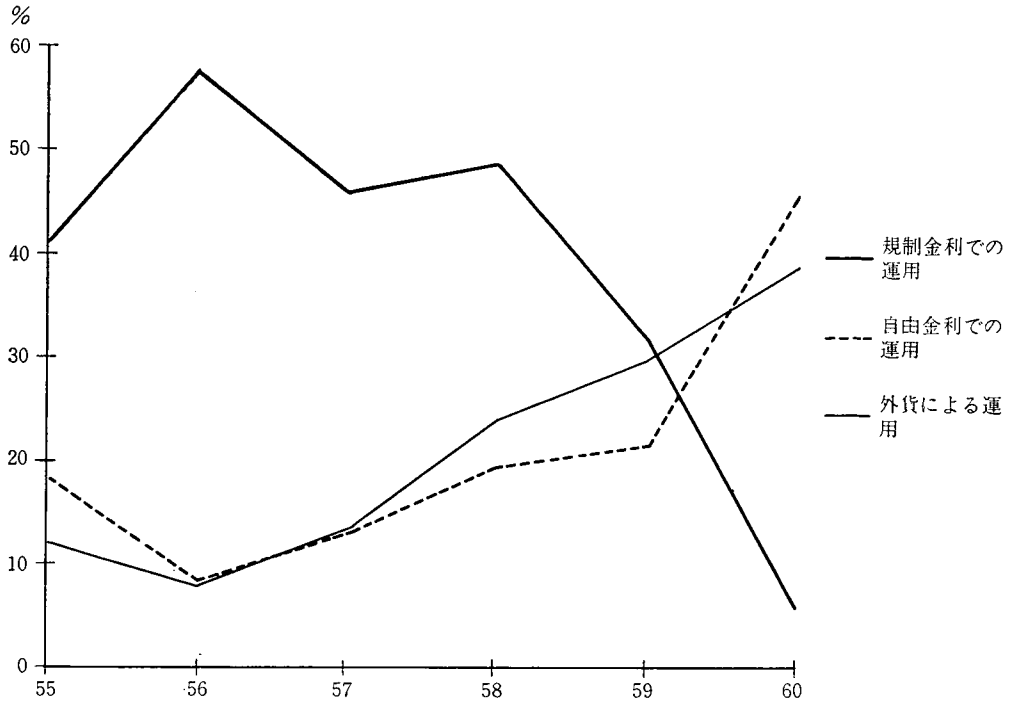
(14.2) (3.4) (0.8)

$$R^2 = 0.790$$

6. 企業財務の金融自由化への対応

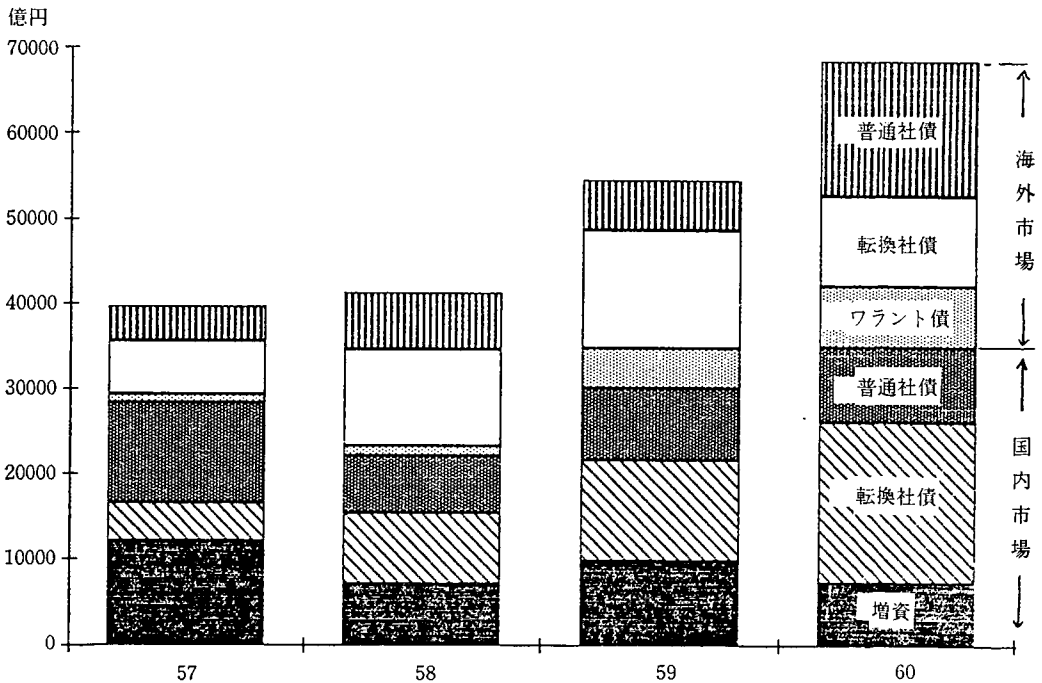
企業財務の金融自由化への対応を一言で言えば、企業財務の金融機関化である。資金の調達と運用の両面の新しい機会が増大し、それまでは金融機関にしか不可能であったことが企業の財務部門で可能となってきたのである。これは同時に、リスク負担の再分配につながっている。企業の財務部門は、選択の機会の増大と引き換えにリスク負担の増大に直面している。そして、企業財務の巧拙がこれまでになく資金コストの格差に直結し企業経営を左右する時代となってきたのである。

金融自由化が企業財務の運用面にもたらしたものは、自由金利商品ならびに外貨による運用などである。資産運用の増加額をみると、規制金利商品による運用から自由金利商品による運用に大きなシフトが生じている。また、海外取引の自由化により外債による運用が急激に増加している。もちろん、外債や外貨預金による運用は、内外金利差の動向に左右され、自由化されたからと言って、必ず増加するものではない。この時期の急増は、内外金利差の継続とアメリカの債券市場の堅調などの好条件が取引の



出所；日銀「調査月報」昭和 60 年 6 月

図 6.1 法人企業部門の資金運用の動向 (残高増加額構成比)



出所；財政金融統計月報 419, 1987 年 3 月

図 6.2 法人企業部門の内外証券市場を通ずる資金調達

自由化と重なったことによるものである（図 6.1）。

資金の調達面においては、外貨債の発行が盛んである（図 6.2）。これは、日本の起債市場と比較して、発行が無担保債であることや手続きが簡略であることが基本にある。さらに、デュアル・カレンシー債⁵⁾、ワラント債⁶⁾など多様な起債が可能であり、かつ、これらにより調達コストの引き下げが可能となることが理由としてあげられる。このような海外起債の増加による、国内起債市場の不振は国内起債制度の見直しにつながり、国内でも転換社債による起債は持ち直した。国内の資金調達手段のメニューは、金融自由化のスタートの遅れにより、まだ貧弱さが目立つ。CP（コマーシャル・ペーパー）の導入、新しい調達手段を増加していく必要が議論されている。また、自由金利による運用の逆側として、調達も基準金利にある数字を上乗せするというスプレッド貸出に移行してきている。このような状況の中で、いわゆるメイン・バンク制も侵食され始めている。

このような、資産と負債の両面における自由金利商品や外貨商品の増加は、バランスシートの両側の管理の必要性を、企業財務にせまるものである。金利の変動や為替レートの変動は、規制金利および金融鎖国時代とは比較にならない影響を企業の財務構造にあたえる可能性を持つ。このため、金融機関のリスク管理手法として開発された、ALM（資産負債・管理）手法の企業財務への適用が必要と考えられる。

企業財務が国際化していく中で、企業財務の制度や会計制度の国際化も問題となっている。海外で起債する場合に必要とされる企業の格付け制度は、日本企業の財務構造を世界的なスタンダードに合致させる誘因を持つとともに、日

本の起債市場における格付け制度を普及させ、世界的なスタンダードに合致させる必要を生じさせている。日本企業が海外で可能な財務行動は、基本的には外国企業が日本においても行うことが可能となるというレシプロシティ（相互主義）が重要な問題となっている。

資金の量が問題となった高度成長期と異なり、いまは「質」の問題が表面化している。特に、格付け制度の定着は、企業のパフォーマンスと資金コストが直結する可能性を高める。

企業は、それぞれの個別の製品市場では、自分の土俵の上で競争を行っている。一方、資本市場はよりグローバルな市場であり、オカネの共通のプールから、企業のみならず家計や政府などによる資金獲得競争が行なわれている。このような市場においては、格付け制度は企業の投資家に対する広報（インベスター・リレーション）の意味を持つことを認識しておく必要がある。

金融のイノベーションにより、資金調達や運用は、よりフレキシブルなものとなってきた。スワップなどの利用は、バランスシートの資産と負債の両面の操作を可能としている。この事実は、以前のように資金の調達時や運用時のコスト計算や利回り計算だけではなく、調達後ならびに運用後の効率的な資金のメンテナンスが重要となってきたことを意味する。それは、調達面においては、借入時や起債時だけではなく、日常的に低コストかつ低リスクの債務構成を実現するように努力する必要性を生んでいる。その例として債務構成の通貨別最適比率を

5) デュアルカレンシー債
払い込み及び期中利払いそして償還を異種通貨で表示し、事前に決めた為替レートで償還するもの。
6) ワラント債
通常の債券に、他の債券を一定条件で購入できるワラントを付けて発行される債券。

表 6.1 外貨調達ポートフォリオの計算例
(五通貨モデル)

	ケース1	ケース2	ケース3
リスク(標準偏差)	0.0	3.0	12.4
平均利子	8.0	7.1	5.2
ポートフォリオ構成比			
アメリカドル	0.0	6.9	20.0
スイスフラン	0.0	0.4	20.0
ドイツマルク	0.0	2.9	20.0
イギリスポンド	0.0	14.4	20.0
日本円	100.0	75.4	20.0

(注) 単位はパーセント

ケース1は、モデルの前提条件である円での調達コストが8%でリスクなしを意味する。ケース2は、最適なポートフォリオ(最小コスト・最小リスク)の例である。均等に調達した場合は平均利子を下げることが可能となるがリスクが増加することがみられる。この数値例はスワップその他により債務構造が可変であることを前提に算出されている。筆者計算。

計算したのが表 6.1 である。

7. 電力事業と金融自由化

日本は、低成長、高齢化、円高、NICSの追い上げなどによる、構造転換をせまられている。このような状況において、電力事業は、①現在の需要の低迷、②将来需要と低成長予測、③低成長予測にともなう設備投資計画の見直し、④電力市場における競争、⑤代替エネルギーとの競争、⑥電力料金の見直し、⑦経営内容の格差の拡大などの問題に直面している。アメリカの電力事業は、多くの共通の問題を抱えてきた。そこで、アメリカの財務対応例をみると、①持株会社の設立、②金融子会社の設立、③多角化などによる経営刷新に努めてきている。

日本の場合は、独禁法により、持株会社は認められていない。しかし、アメリカをはじめ海外では認められていることから、レシプロンティー(相互主義)の面から日本でも実現する可能性がある。持株会社の利点は、本来の業務を

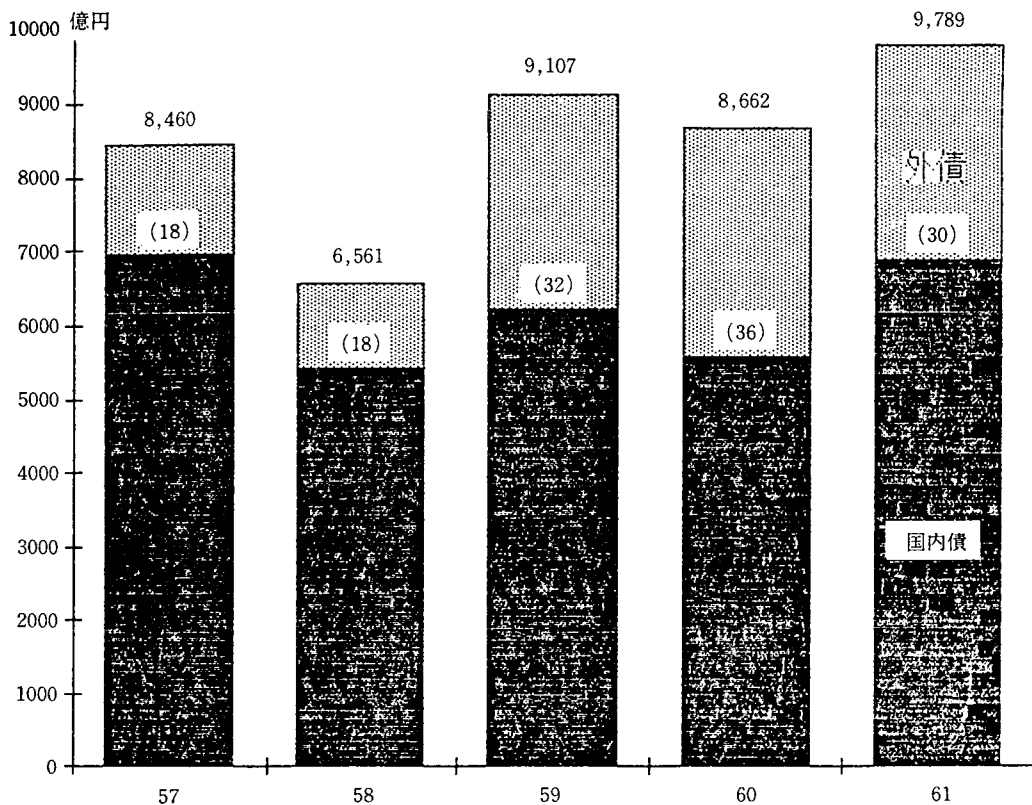
子会社化することにより、構造改革や多角化を行いやすくする点にある。

また、金融子会社は、親会社の財務機能をにたうことにより、従来の本社組織や機構の枠組み内では困難な金融自由化への対応を、機動的かつ有利な資金の調達や運用により可能にするものである。金融子会社は、日本の一般企業においても設立が急増している。NTTなどは民営化後、ロンドンとアムステルダムに海外金融子会社を設立している。

多角化は、すでに電気事業による通信事業への参入などが行われている。財務面では、電気事業の業務の公共性を前提に行われている数々の優遇措置が、今後多角化していった場合にどうなるのかという問題が重要である。例えば、社債は、一般企業より多額な発行ができる特別措置があり、資本金及び準備金の総額の六倍までは発行できることになっている。また、発行条件に関しても、電力事業は企業の財務比率などの格付けにとらわれず、最優遇措置を受け、一般事業債より低いコストで起債できる。多角化は、一般事業に参入する形をとることが多く、これらの優遇措置と多角化によるビジネス・チャンスのトレード・オフが生じかねない。

電力事業の外債発行は、現在でもドミナントなスイス・フラン債にはじまり、ドル債、ドイツ・マルク債、イギリス・ポンド債、ECU債、そしてユーロ円債という多種の債券を発行している。また、通貨スワップの利用など、為替リスクのカバーをとることもなされている(図7.1)。

最近の動向として、興味深いのは、CP(コマーシャル・ペーパー)市場開設の決定である。CPは、アメリカで発達した短期資金調達手段である。もちろん、電力事業も発行適格で



(注) () は外債比率 (%)
 資料：有価証券報告書
 出所：エネルギー，1987年5月

図 7.1 9 電力の社債発行額の推移

ある。短期のマネー・マーケットは、日本において、発達のおくれている市場である。金融市場の発展段階でも、株式や債券、銀行、そしてマネー・マーケットの順であり、日本の金融市場の規模や構成の成熟化に寄与するものと考えられる。マネー・マーケットが、資本市場、銀行取引という伝統的な資金の調達運用手段に付け加わることにより、企業財務の自由度は増大するものと考えられる。

資金の調達面を考えると、優良企業の場合、短期資金の調達を銀行借入に頼る必要がなくなり、マネー・マーケットからの調達が有利となる。マネー・マーケットからの調達コストは、

銀行借入コストより安くなることが多い。また、市場規模が大きくなると、「優良企業が機関投資家等から無担保で短期の資金調達を行なうための手段」ではあるものの、その安定性は中長期の設備投資資金の調達が可能となるといわれている。

アメリカの電力会社の CP の利用は有名で、アメリカの電力会社にたいするサーベイ調査によると、CP 利用の重要度が高いのは、銀行借入の代替 (92%)、長期債務発行のつなぎ (95%) となっている。また、金利コストが有利でない場合でも、85% が資金のアベイラビリティを確保するために発行すること考えてい

表 7.1 CPの機能 (%)

	重要	重要でない	無回答
季節的な資金需要	28	69	3
銀行借入の代替資金	92	8	0
長期資金獲得までのつなぎ	95	4	1
長期利率が下落するまでつなぎ	29	67	4

短期利率とCP発行のコストが同じ時 (複数回答)

	パーセント
CPを発行する	
安定的な資金を獲得するため	85
投資家との関係継続のため	40
CPを発行しない	
銀行との関係を悪化させないため	5
銀行借入のほうがフレキシブル	6

資料: Hennawi & Elsaid (1982).

る (表 7.1)。

このような市場のメニューが拡大していくなかで、金融機関の利用形態も変化していかざるをえない。電力事業や優良企業が、マネー・マーケットに参加し、財務革新を行なっていくため、金融機関は自ずからの機能の革新を生き残りのため行なわざるをえない。しかし、金融サービスという業態が存在するからには、一般企業と一線を画した高度なサービスを供給し、企業財務もそれを需要することになるであろう。

以上をまとめると、金融自由化は、資金需要者と供給者に、新しい機会を開放するとともに、リスクも増加させた。従来の金融の主流であった間接金融のみにない手であった銀行の役割は縮小し、直接金融の役割が増加した。この結果、金融機関の同質化という現象が起きている。ニューヨーク連銀のコリガン総裁によると、将来の金融構造は、金融サービスとその他の一般企業という機能分化だけが残るとしている。これは、銀行、証券、保険といった金融業態別の区別は意味がなくなるという展望を示したものである。また、同時にこれは金融サービ

スという機能に関しては、独自性を確認し、金融自由化の限界を示したものである。

金融市場における資金のプールには、電力事業向けという特別なものはなく、政府、法人企業、家計のすべてがグローバルな市場で競争していることを忘れてはならない。金融自由化により、開かれた機会を効率的に活用することにより、リスクを管理しつつ、資金コストの最小化や資金の効率的な運用を行うことが電力財務に求められているのである。

参考文献

- [1] Economic Report of The President, 1984.
- [2] M. Feldsteih & C. Horioka, "Domestic Saving and International Capital Flhws", *Economic Jornal* 90, 1980.
- [3] J. A. Frankel, "The Yen-Dollar Agreement-Liberalizng Japanese Capital Market," Institute for International Economics, 1984.
- [4] Mohamed S El Hennawi & Hussein H Elsaid, "The Use of Commercial Paper by Public Utilities: Results of a Survey," *Public Utilities Fortnaightly*, Feb. 18, 1982.
- [5] 岩田規久男・堀内昭義, 「日本における銀行規制」, 経済学論集, 東京大学, 1985, 51~1号。
- [6] 粕谷宗久, 「Economies of Scope の理論と銀行業への適用」, 金融研究, 5~3, 昭和 61 年 7 月。
- [7] Colin Lawrence and Robert P Shay, "Technological Innovaton, and the Monetary Economy," Ballinger, 1986.
- [8] 日銀, 「昭和 61 年資金循環勘定」。
- [9] 日銀, 「調査月報」, 各号。
- [10] 大蔵省, 「財政金融統計月報」, 各号。
- [11] 館龍一郎・蠟山昌一, 「日本の金融 [1] 新しい見方」, 東京大学出版会, 1986。
- [12] フィリップ P ターナー, 「貯蓄, 投資及び経常収支」, 金融研究, 日本銀行金融研究所, 5~3, 1986。
- [13] キンザイ, 「週刊金融財政事情」, 各号。

(おおばやし まもる)
経済部
経営研究室

使用済燃料貯蔵技術の経済性比較

キーワード：原子力発電，使用済燃料，乾式キャスク
貯蔵，均等化コスト

山 地 憲 治 長 野 浩 司
三 枝 利 有

〔要 旨〕

原子炉から取出された使用済燃料を再処理するまでの間に 20 年間中間貯蔵するシナリオを設定し、水プール、乾式キャスク、ボルトの 3 種類の貯蔵技術について経済性を比較した。経済性の指標は、使用済燃料を貯蔵施設へ搬入した時点で料金を一括払いするという前提で算定した実質価格表示の均等化コストとした。その結果、原子力発電所敷地内で比較的小規模な貯蔵を行う場合には乾式キャスク貯蔵技術が、また、独立した立地点で大規模な集中貯蔵を行う場合にはボルト貯蔵技術が各々経済的に有利であると評価された。割引率と貯蔵規模についての感度解析も報告されている。

1. 使用済燃料貯蔵の役割
2. 経済性評価の方法
 - 2.1 均等化コスト計算
 - 2.2 評価対象システムの費用項目
3. 評価ケースと使用データ
 - 3.1 使用済燃料中間貯蔵シナリオ

- 3.2 使用データ
 4. 評価結果
 - 4.1 各種貯蔵技術の経済性比較
 - 4.2 感度解析
 5. あとがき
- 参考文献

1. 使用済燃料貯蔵の役割

エネルギー発生の際原子炉から取出された使用済燃料の中には、燃焼し尽くされていないウランと新たに生産されたプルトニウムが残っている。資源の有効利用を図るためには、使用済燃料を再処理してこれら残存燃料物質を回収し、原子炉で再利用する必要がある。これがウラン・プルトニウムのリサイクルであり、原子力における燃料サイクルの確立とは、狭義にはこのリサイクルを行うシステムを産業的に確立することをいう。リサイクルシステムの確立により、現在実用化されている軽水炉について

は、ウラン資源が潜在的に保有するエネルギーのうち 1%程度までを有効に利用することができ、開発中の高速増殖炉が実用化すれば、資源の利用効率は 60~80% 程度にまで高めることができる（文献〔1〕参照）。

しかし、原子力発電の経済性の観点からは、リサイクルシステムを確立することが必ず有利であるとは限らない。リサイクルシステムの経済性は、使用済燃料を再処理するコストと、高速増殖炉の建設費などプルトニウムを利用するシステムの経済条件に依存して大きく変化する。一方、技術的には、再処理せずに使用済燃料を放射性廃棄物として処分することも可能で

ある。したがって、リサイクルシステムの経済性は、使用済燃料を処分するケースと比較することでその得失が判定されるのであるが、経済条件は技術の進歩等によって変化するものであるから、最終的な経済性の判定には将来の見通しに関する不確実性と主観的判断が含まれざるを得ない。

使用済燃料貯蔵の基本的な意義は、再処理するにしても処分するにしてもその前に一時的な貯蔵（使用済燃料中間貯蔵）を行うことにより、将来の不確実性に柔軟に対処することが可能になることである。つまり、使用済燃料中間貯蔵により、技術の進歩や社会経済環境の変化の方向を見極める時間的余裕与えられる。また、使用済燃料中間貯蔵という選択肢を確保することは、経済性以外の要因、たとえばエネルギーセキュリティや環境リスクなどを考慮して、一定限度の再処理、プルトニウム利用を行う政策とも良く両立する。実際、諸外国においてはそれぞれの事情の下で、各種の使用済燃料貯蔵技術が開発中であり、一部では実用規模で貯蔵が開始されている（文献〔2〕等参照）。我が国でも使用済燃料貯蔵の意義は認められ、具体的な研究開発・実証計画が着手されている（文献〔3〕参照）。

本稿では、このような意義を持つ使用済燃料中間貯蔵について、乾式キャスクと水プールおよびボルトの3種の貯蔵技術をとり上げ、貯蔵量、貯蔵受入率等で定められるいくつかの中間貯蔵シナリオの下で経済性比較を行った結果を、評価手法と使用データとともに報告する。

2. 経済性評価の方法

2.1 均等化コスト計算

経済性の指標は、使用済燃料を貯蔵施設へ搬

入した時点で料金を一括前払いするという前提で算定した貯蔵単価（使用済燃料 1 kg あたりの貯蔵費用）とした。貯蔵単価は、実質価格表示の均等化コストとした。つまり、設定した使用済燃料中間貯蔵シナリオに関する発生費用（ C_t ）を基準時点 T における現在価値に換算した総額（ $\sum_{t=1}^N C_t / (1+i)^{t-T}$ ）が、支払われた貯蔵料金（実質価格表示で一定の貯蔵単価（ \bar{c} ）×貯蔵施設への使用済燃料の搬入量（ Q_t ））を現在価値換算した総額（ $\sum_{t=1}^N \bar{c} Q_t / (1+i)^{t-T}$ ）に一致するように、次式によって貯蔵単価を求めた。

$$\bar{c} = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+i)^{t-T}}}{\sum_{t=1}^N \frac{Q_t}{(1+i)^{t-T}}} \quad (1)$$

ここに

\bar{c} : 実質価格表示の貯蔵単価 [円/kg]

C_t : t 年における発生費用（実質価格表示）
[円]

Q_t : t 年における貯蔵施設への使用済燃料搬入量 [kg]

i : 実質割引率 [1/年]

T : 現在価値換算の基準年（任意に選べる）

t : 設定した使用済燃料中間貯蔵シナリオにおいて費用が発生する時点を示す
($1 \leq t \leq N$) [年]

なお、名目価格（時価）表示の費用（ C'_t ）を用いて、算定する場合には、インフレ率（ e ）を用いて、次式により実質価格表示の均等化コストを求めることができる^(*)。

(*) これに対し、名目価格表示の均等化コスト（ \bar{c}' ）、つまり時価で一定の貯蔵単価を算定する場合は、次式による。

$$\bar{c}' = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{C'_t}{(1+i')^{t-T}}}{\sum_{t=1}^N \frac{Q_t}{(1+i')^{t-T}}} \quad (3)$$

通常 $e \geq 0$ であるから、 $\bar{c}' \geq \bar{c}$ である。

$$\bar{c} = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{C_t'}{(1+i')^{t-T}}}{\sum_{t=1}^N \frac{Q_t(1+e)^{t-T'}}{(1+i')^{t-T}}} \quad (2)$$

ここに

i' : $(1+i)(1+e)-1$: 名目割引率 [1/年]

C_t' : t 年における発生費用 (名目価格表示)
[円]

T' : 実質価格の基準年

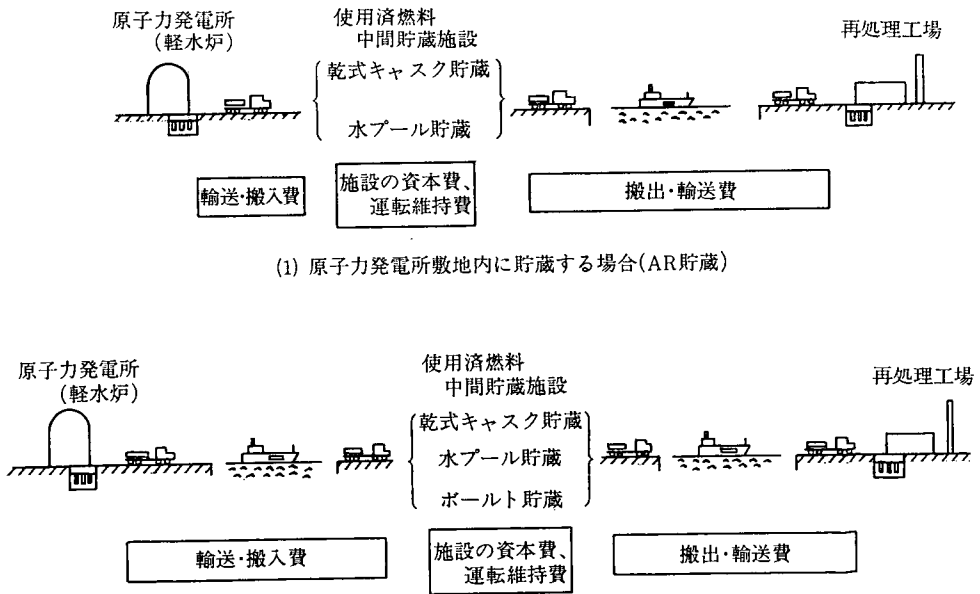
2.2 評価対象システムの費用項目

貯蔵単価算定時に考慮する発生費用は、設定した使用済燃料貯蔵シナリオに関する全費用であり、これには、図 2.1 に示すように、貯蔵施設の資本費と運転維持費に加えて、使用済燃料

の搬入・搬出に関連する輸送費も含まれている。

貯蔵施設の資本費は、一般的には建設費と設備費およびデコミッションング費(施設を廃止するための費用)から構成されるが、乾式キャスク貯蔵についてはキャスク費、ボルト貯蔵についてはキャニスタ費を別掲する。また、貯蔵施設の運転維持費は表 2.1 のような費用項目から構成される。

輸送費については、乾式キャスク貯蔵ではキャスクは輸送貯蔵兼用であるので、運転維持費の一項目として扱う輸送経費のみ、それ以外の貯蔵技術においては、資本費の一項目として扱う輸送用キャスク費も計上される。



(2) 原子力発電所の敷地とは独立した場所に大規模に貯蔵する場合 (AFR貯蔵)

図 2.1 貯蔵単価算定時に考慮する費用項目 (□ で囲んだもの)

表 2.1 貯蔵施設の運転維持費の項目分類と設定方法^(*)

項目分類	設定方法
物品費	設計データより入手
維持補修費	(建屋費+設備費)の1%+キャスク費 ^(**) の0.1%
ユーティリティ費	設計データより入手
人件費	"
税・保険料	建屋費の1.523%
一般管理費	(人件費+ユーティリティ費)の10%
運転金利	工場原価(運転金利を除く運転維持費)の3ヵ月分の金利

(*) ホプール貯蔵施設については若干異なる項目分類を行い、すべて設計データにより設定する(表3.5参照)。

(**) 乾式キャスク貯蔵施設の場合。

3. 評価ケースと使用データ

3.1 使用済燃料中間貯蔵シナリオ

図2.1にも示されているように、使用済燃料中間貯蔵の形態は各々の原子力発電所敷地内に比較的小規模な貯蔵施設を設置するAR^(*)貯蔵と、独立した立地点に各原子力発電所からの使用済燃料を集中して大規模な貯蔵を行うAFR^(*)貯蔵に分けられる。

AR貯蔵については、乾式キャスク貯蔵技術(建屋はトレンチ方式)とホプール貯蔵技術を比較評価し、AFR貯蔵に関しては、乾式キャスク貯蔵(建屋は簡易鉄筋コンクリート方式)とホプール貯蔵に加えて、規模の経済が期待されるボルト貯蔵技術についても考察する。ボルト貯蔵技術については、密閉自然空冷方式について検討する。これら各種貯蔵方式の技術的特性と費用見積りについては、文献[4]~[6]を参照されたい。

貯蔵施設へ搬入された使用済燃料は、20年間の貯蔵後搬出されるとする。貯蔵施設の容量、使用済燃料の搬入量等の貯蔵シナリオ条件は、我が国の各原子力発電所の現状と再処理計画の動向を参考にして、表3.1に示すように設定した(詳しくは文献[7]参照)。

以上の使用済燃料貯蔵シナリオから、経済性

評価を行うケースを整理して示すと表3.2のようになる。

3.2 使用データ

(1) 資本費関係

既に述べたように資本費は次の項目から構成される:貯蔵施設の建屋費、設備費およびデコミッションング費、更に乾式キャスク貯蔵の場合には輸送貯蔵兼用キャスク費、ホプール貯蔵とボルト貯蔵については輸送用キャスク費、またボルト貯蔵についてはキャニスタ費も加わる。各経済性評価ケースにおけるこれら費用の額と発生時期は各々表3.3、表3.4に示すように設定した。設定値は文献[4]~[6],[8]に依っている。特に、キャスク費については、燃料タイプの違いに加えて各発電所のクレーン容量をも考慮してキャスクの大きさを選択しているため、貯蔵量には比例していないことに注意されたい。

(2) 運転維持費関係

運転維持費は、表2.1に示す貯蔵施設の運転維持費とキャスク以外の輸送関連経費から構成される。ホプール貯蔵については、これらは表3.5のように設定した。乾式キャスク貯蔵とボルト貯蔵では、表2.1に示されているよう

(*) ARは At Reactor の略、AFRは Away From Reactor の略である。

表 3.1 使用済燃料中間貯蔵シナリオの条件設定

中間貯蔵の形態		貯蔵する燃料のタイプ	貯蔵容量 [トンU] ^(*)	使用済燃料の搬入・搬出条件		
				搬入期間[年]	搬出期間[年]	累積搬入量 [トンU] ^(*)
A R 貯 蔵	AR-a	PWR 型	500	1995~2004	2015~2024	479
	AR-b	BWR 型	500	1995~1999	2015~2019	471
	AR-c	BWR 型	250	1990~1999	2010~2019	219
AFR 貯蔵		BWR 型/PWR 型	3,000	1990~1999	2010~2019	2,584

(*) 新燃料として装荷時のウラン(金属)量

表 3.2 経済性評価を行うケース

貯蔵技術 貯蔵形態	乾式キャスク貯蔵	水プール貯蔵	ポールト貯蔵
AR-a	○ (トレンチ方式建屋)	○	×
AR-b	○ (トレンチ方式建屋)	○	×
AR-c	○ (トレンチ方式建屋)	○	×
AFR	○ (簡易鉄筋コンクリート方式建屋)	○	○ (密閉自然空冷方式)

○: 評価対象とする ×: 評価対象としない

に、運転維持費の費用項目のうちいくつかは資本費項目の設定値から導かれる。別途設定する必要があるのは、貯蔵施設関係の物品費、ユーティリティ費、人件費と輸送関連経費であ

り、これらの額と発生時期は各評価ケースについて表3.6のように設定した。これら設定値もそのほとんどは文献[4]~[6],[8]に依っている。

表 3.3 資本費の設定 (単位: 億円 (1985年価格))

評価ケース		建屋費	設備費	デコミッション ヨニング費	輸送貯蔵 兼用キャスク費	輸送キャスク費 搬入用+搬出用	キャニスタ スタ費
貯蔵方式	貯蔵形態						
乾式 キャスク 貯蔵	AR-a	13.29	7.84	6.68	202.15	—	—
	AR-b	6.19	6.22	3.25	145.52	—	—
	AR-c	6.79	6.05	3.70	152.70	—	—
	AFR	55.0	95.6	38.7	1,107.95	—	—
水 プー ル 貯 蔵	AR-a	31.0	99.0	25.0	—	32.09+ 19.32	—
	AR-b	29.0	91.0	25.0	—	38.64+ 38.04	—
	AR-c	30.0	50.0	15.0	—	20.24+ 11.04	—
	AFR	80.0	430.0	60.0	—	200.91+104.88	—
ポールト(密閉) 貯蔵	AFR	250.0	63.0	40.0	—	200.91+104.88	40.0

表 3.4 資本費発生時点の設定

評価ケース		建屋費・設備費	デコミッション グ費	輸送貯蔵 兼用キャスク費 / 輸送キャスク費 (乾式キャスク) / (水プール、ポー ルト貯蔵の場合)		キャニスタ 費
貯蔵方式	貯蔵形態					
乾式 キャスク 貯蔵	AR-a	搬入開始前2年間均等発生	搬出終了の翌年か ら2年間均等発生	輸送貯蔵兼用キャスク費の99%は 搬入の前年に搬出量に比例して発 生、残りの1%は搬出時に搬出量 に比例して発生。	—	
	AR-b				—	
	AR-c				—	
	AFR	搬入開始前2.5年間均等発生	搬出終了の翌年か ら3年間均等発生		—	
水プ ール貯 蔵	AR-a	搬入開始前2年間均等発生	搬出終了の翌年か ら2年間均等発生	搬入用輸送キャスク費は搬入開始 の前年に一括して発生、搬出用輸 送キャスク費も搬出開始前年に一 括して発生	—	
	AR-b				—	
	AR-c				—	
	AFR	搬入開始前2.5年間均等発生	搬出終了の翌年か ら3年間均等発生		—	
ポー ルト貯 蔵	AFR	搬入開始の2年前から8年 間均等発生(4モジュール に分けて建設)	搬出終了の翌年か ら2年間均等発生	同上	搬入の前年に 搬入量に比例 して発生	

表 3.5 水プール貯蔵の運転維持費に関する設定条件

[単位：億円(1985年価格)/年]

貯蔵形態	貯蔵施設の運転維持費(費用発生期間)				輸送関連経費 (搬入期間)、(搬出期間)
	保守・消耗品費	ユーティリティ費	人件費	一般管理費、その他	
AR-a	2.0 (搬入・貯蔵・ 搬出の全期間)	1.0 (搬入・貯蔵・ 搬出の全期間)	0.9 (搬入・搬出期間) 0.7 (貯蔵期間)	0.8 (搬入・貯蔵・ 搬出の全期間)	約0.5 ^(*) , 5.47
AR-b	2.0 (同上)	1.5 (同上)	1.1 (搬入・搬出期間) 0.7 (貯蔵期間)	0.9 (同上)	約0.6 ^(*) , 10.81
AR-c	2.0 (同上)	0.5 (同上)	0.8 (搬入・搬出期間) 0.7 (貯蔵期間)	0.5 (同上)	0.44, 2.51
AFR	8 (同上)	6 (同上)	6.7 (搬入・搬出期間) 5.6 (貯蔵期間)	4.3 (同上)	約15 ^(*) , 約12 ^(*)

(*) 搬入量、搬出量に応じて若干の変化がある。

表 3.6 乾式キャスク貯蔵とポールト貯蔵の運転維持費に関する設定条件

[単位：億円(1985年価格)/年]

評価ケース		物品費 (費用発生期間)	ユーティリティ費 (費用発生期間)	人件費 (費用発生期間)	輸送関連経費 (搬入期間)、(搬出期間)
貯蔵方式	貯蔵形態				
乾式 キャスク 貯蔵	AR-a	0	0	約0.03 ^(*) (搬入・搬出期間)	約0.4 ^(*) , 5.33
	AR-b	0	0	約0.04 ^(*) (同上)	約20.5 ^(*) , 10.52
	AR-c	0	0	約0.02 ^(*) (同上)	0.38, 2.45
	AFR	0	0.22 (搬入・貯蔵・搬出 の全期間)	2.52 (搬入・搬出期間) 0.48 (貯蔵期間)	約14 ^(*) , 約11 ^(*)
ポー ルト(密閉) 貯蔵	AFR	0	0.3 (搬入・搬出期間) 0.1 (貯蔵期間)	1.5 (搬入・搬出期間) 0.4 (貯蔵期間)	約15 ^(*) , 約11 ^(*)

(*) 搬入量、搬出量に応じて若干の変化がある。

4. 評価結果

4.1 各種貯蔵技術の経済性比較

上記した前提と手法に基づいて算定した貯蔵単価を、貯蔵形態別に図 4.1～図 4.4 に示す。ここでは、均等化コスト計算のための割引率は 8%/年としている。原子力発電所敷地内で比較的小規模な貯蔵を行う AR 貯蔵では、水プール貯蔵と乾式キャスク貯蔵が比較されるが、図 4.1～図 4.3 が示すように、いずれも乾式キャスク貯蔵技術の方が経済的に有利である。また、独立した立地点で大規模な集中貯蔵を行う AFR 貯蔵の場合には、図 4.4 が示すように、ボルト貯蔵技術が経済的に最も有利である。

AR 貯蔵において経済的に有利と評価される乾式キャスク貯蔵技術の貯蔵単価においては、キャスク費が圧倒的に大きなシェアを占めている。したがって、大型のキャスクで効率的に輸

送・貯蔵できる場合 (AR-a, b) には経済的有利さは明白になるが、発電所のクレーン容量等の制約で小型キャスクしか使用できない場合 (AR-c) には、その貯蔵単価は水プール貯蔵とほとんど差がなくなってしまう。また、AFR 貯蔵でも、各地の原子力発電所から大小さまざまなサイズのキャスクを受け入れるため、その経済的有利さが減少する。

水プール貯蔵は、図 4.5, 図 4.6 に示されているように、他の貯蔵技術に比較して運転維持費支出額が大きい上に、貯蔵料金収入に先立って発生する資本費支出 (貯蔵施設の建屋・設備費) も大きいので、貯蔵単価が高くなるのである。

AFR 貯蔵について貯蔵単価が最も安く評価されているボルト貯蔵技術は、運転維持費は乾式キャスク貯蔵と同程度に小さい上に、規模の経済の効果が大きく働く。今回前提とした

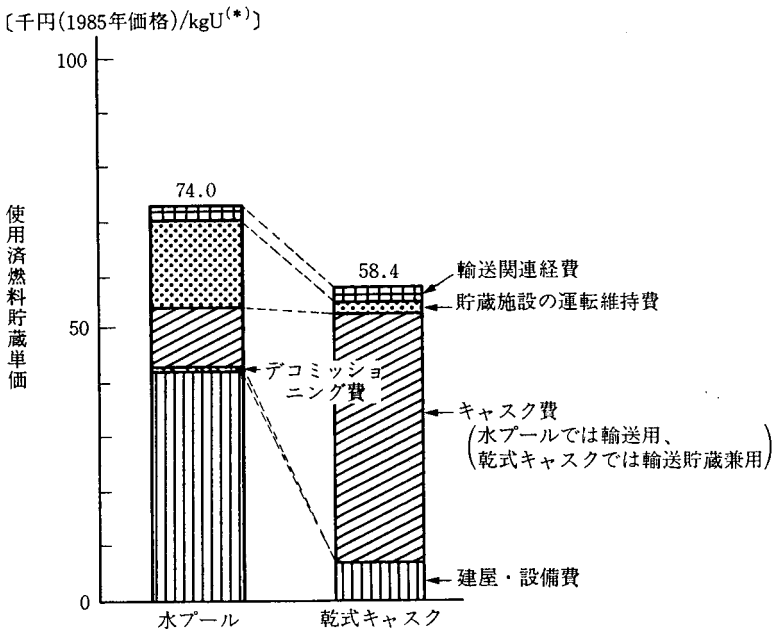


図 4.1 貯蔵技術の経済性比較 (AR-a)

(*) 新燃料として装荷時のウラン (金属) 量 (図 4.2～図 4.4, 図 4.7, 表 4.1 においても同様)

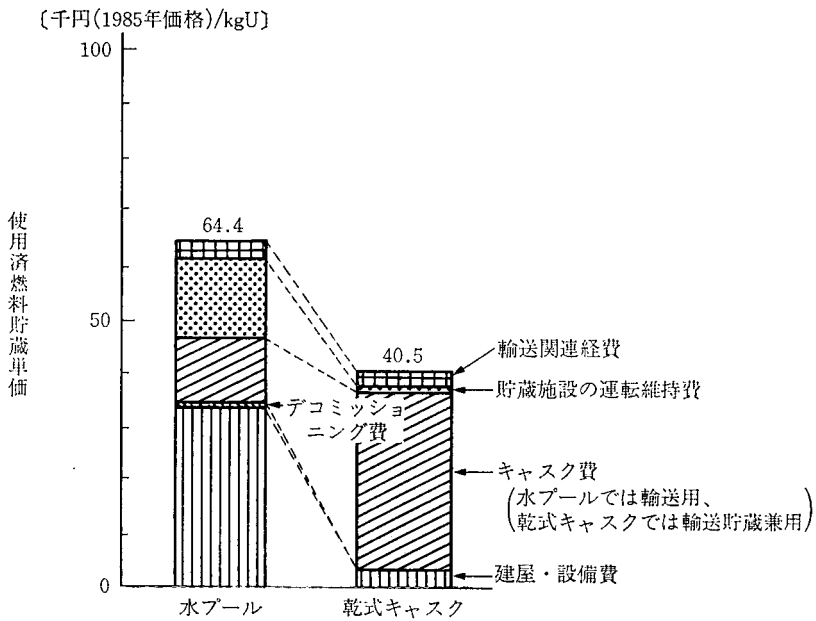


図 4.2 貯蔵技術の経済性比較 (AR-b)

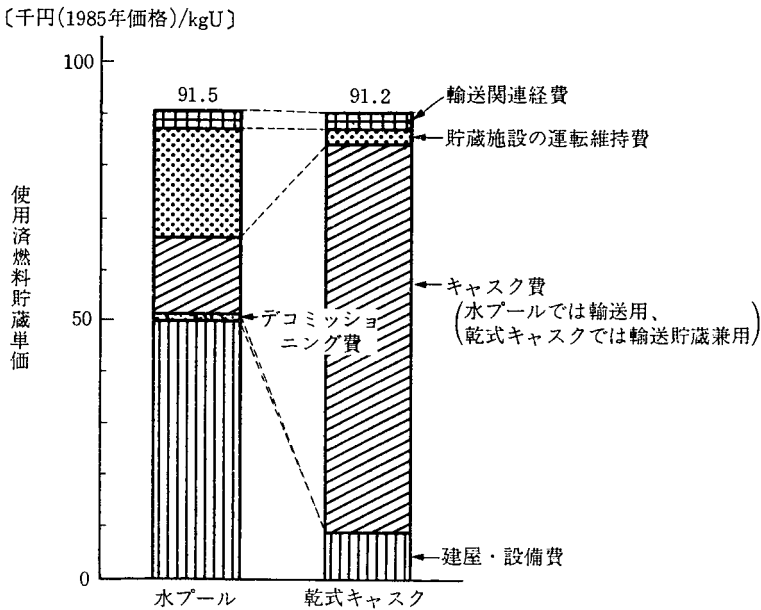


図 4.3 貯蔵技術の経済性比較 (AR-c)

〔千円(1985年価格)/kgU〕

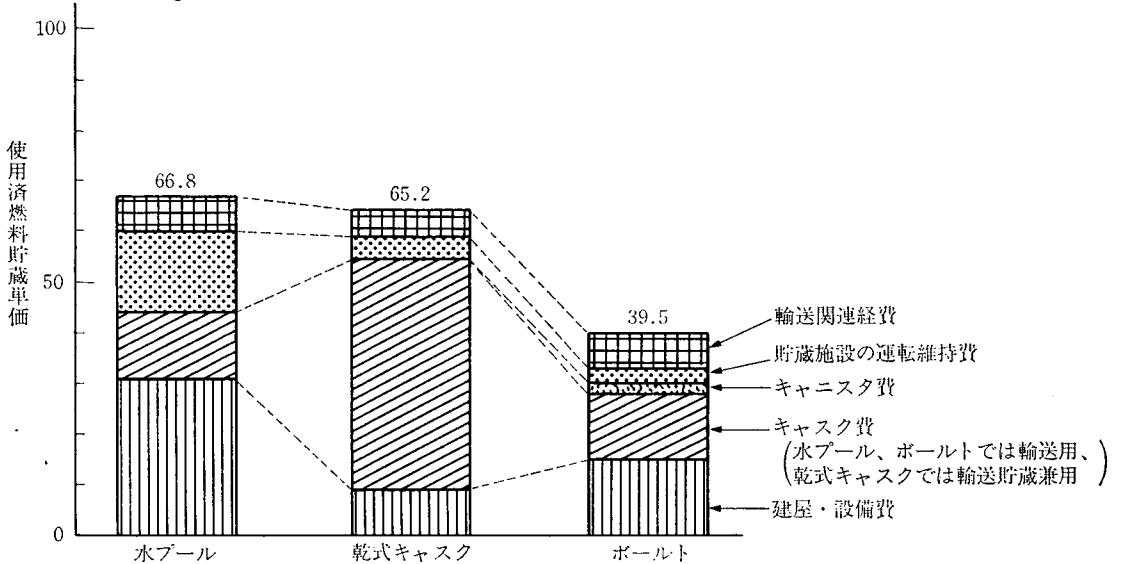


図 4.4 貯蔵技術の経済性比較 (AFR)

AFR 貯蔵規模においては、資本費総額（支出額の単純累計）が3つの技術の中で最も少なく、しかも図 4.6 に示されているように貯蔵収入に先立って発生する費用の割合もそれほど大きくないので、結局、図 4.4 のような安価な貯蔵単価が得られる。

なお、これらの経済性評価結果の一部は既に発表されている（文献〔9〕、〔10〕）。

4.2 感度解析

建屋・設備費、キャスク費など各費用項目の設定値が変化した場合の貯蔵単価の変動は、貯蔵単価に占める各費用項目の構成比から知ることができる。ここでは、割引率と AFR 貯蔵容量について感度解析の結果を示す。

(1) 割引率

4.1 で示した貯蔵単価は、割引率 8% として均等化計算した場合の評価値である。現在の条件下では、実質割引率としては 8% は高すぎる

という見解もあろう。そこで、割引率を 0~8% の範囲で変化させた場合の貯蔵単価を表 4.1 に示す。今回設定した使用済燃料中間貯蔵シナリオでは、発生費用と貯蔵料金収入は、互いに重なり合う広い範囲に時間分布しており、割引率の変化による均等化貯蔵単価の変動は比較的小さい。

(2) AFR 貯蔵容量

AFR 貯蔵容量は 3,000 トンと設定したが、これを 1,000 トンおよび 5,000 トンにする場合の貯蔵単価の推定を行った。貯蔵施設に搬入する使用済燃料の量（種類と搬入率）は貯蔵容量に比例するとした。また、貯蔵容量が変化した場合の各費用項目の変動はスケール指数を想定して次のように設定した。まず、建屋・設備費は、文献〔11〕に基づき、貯蔵容量の 0.75 乗に比例する（スケール指数 0.75）とし、貯蔵施設の運転維持費は文献〔12〕に基づき、貯

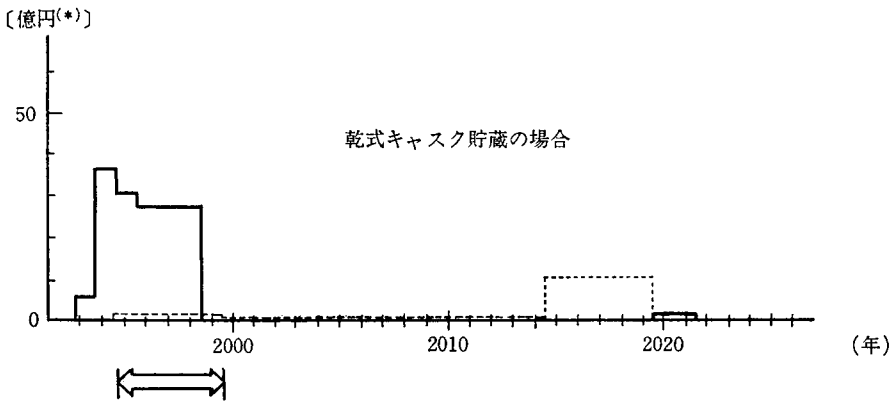
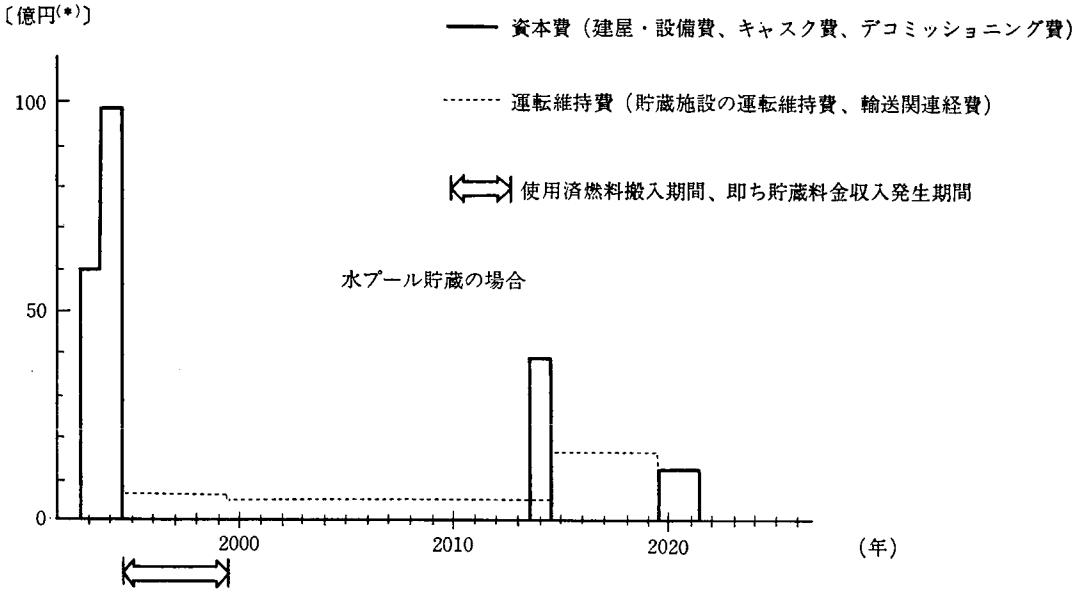


図 4.5 費用発生 の時間分布 (AR 貯蔵 (AR-b) の場合)
 (*) 1985 年価格

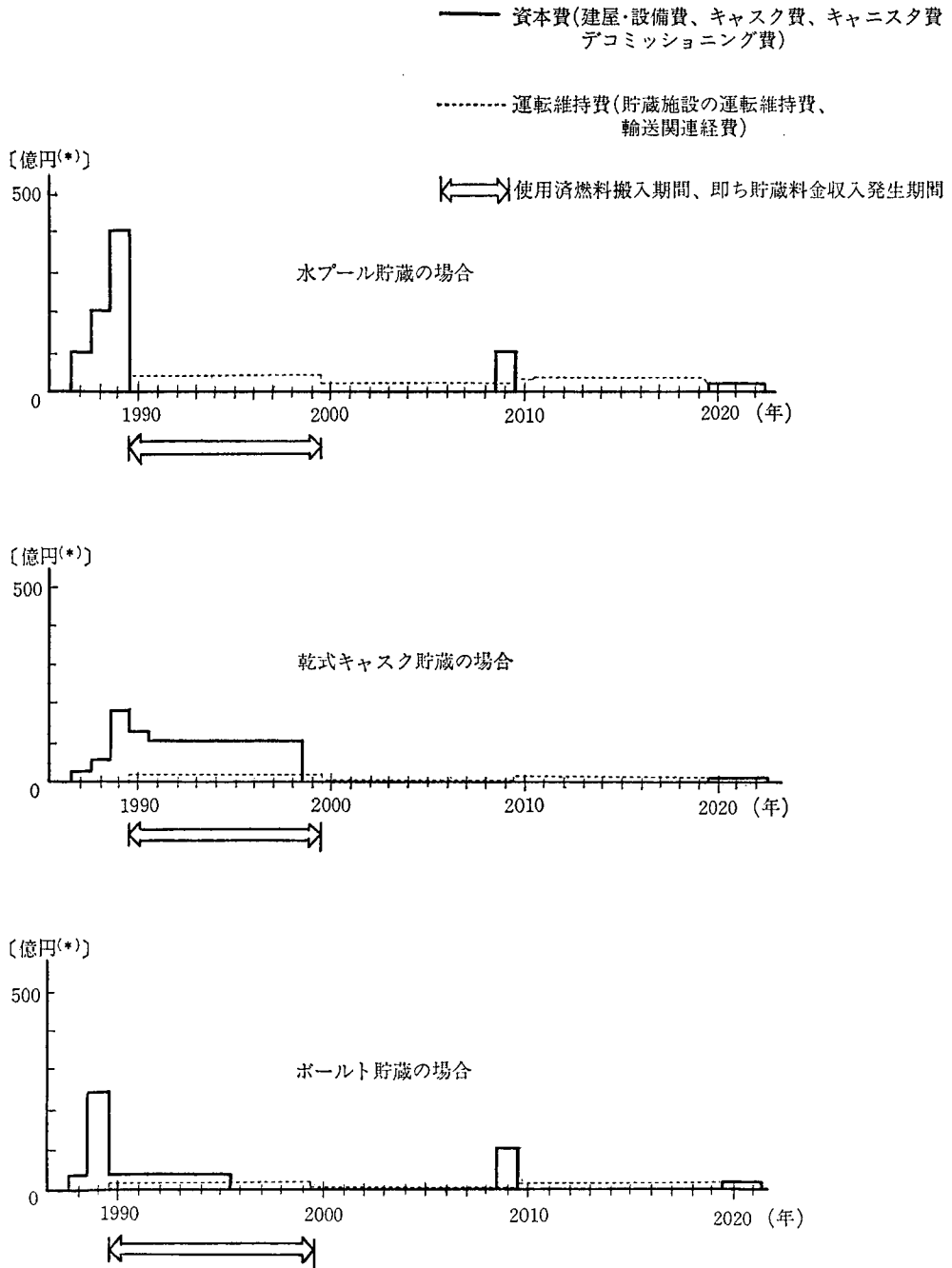


図 4.6 費用発生の時間分布 (AFR 貯蔵の場合)

(*) 1985 年価格

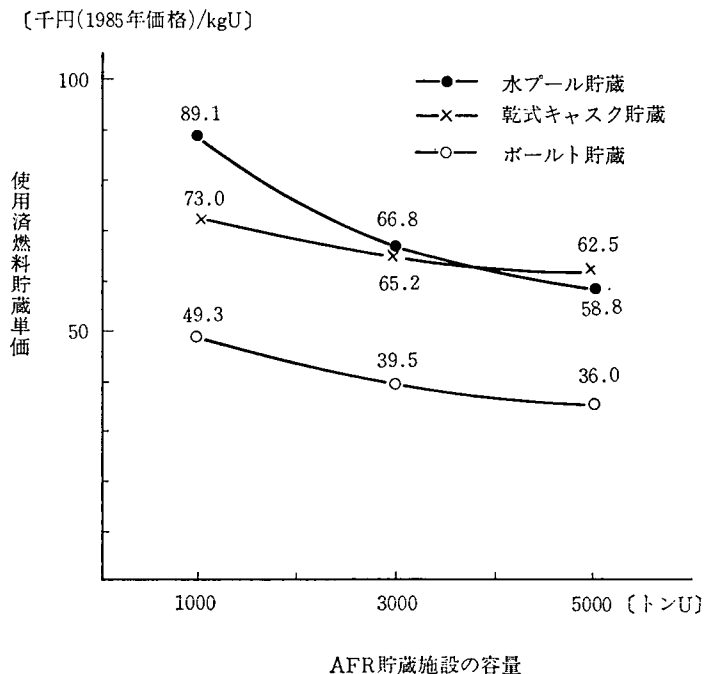


図 4.7 AFR 貯蔵容量による貯蔵単価の変化

表 4.1 貯蔵単価算定に対する割引率の効果
(単位: 千円(1985年価格)/kgU)

評価ケース	貯蔵技術	割引率(実質)				
		0%	2%	4%	6%	8%
中間貯蔵の形態	水プール	85.0	77.3	73.7	72.9	74.0
	乾式キャスク	64.3	60.8	58.9	58.3	58.4
AR-a	水プール	87.3	76.6	70.1	66.3	64.4
	乾式キャスク	48.0	44.3	42.2	41.1	40.5
AR-b	水プール	104.5	95.3	91.1	90.1	91.5
	乾式キャスク	95.5	92.2	90.8	90.6	91.2
AR-c	水プール	72.8	67.9	65.8	65.6	66.8
	乾式キャスク	66.5	64.8	64.2	64.4	65.2
AFR	ボルト	43.2	40.6	39.4	39.2	39.5

蔵容量の 0.6 乗に比例する (スケール指数 0.6) とした。キャスク費 (輸送用キャスク, 輸送・貯蔵兼用キャスクとも) とキャニスタ費は貯蔵量に比例する (スケール指数 1, つまり規模の経済の効果なし) とし, デコミッション

ング費のスケール指数は, 建屋・設備と同じく 0.75, 輸送関連経費は貯蔵施設の運転維持費と同じく 0.6 を仮定した。このような設定に基づき, 貯蔵単価は図 4.7 のように算定される。スケール指数による費用想定は 0 次近似とも言うべき概略評価ではあるが, 5,000 トン規模では, 水プール貯蔵の経済性が乾式キャスク貯蔵を上回ると評価されている点が注目される。

5. あとがき

原子炉から取出された使用済燃料を再処理するまで 20 年間貯蔵するシナリオを設定し, 水プール, 乾式キャスク, ボルトの 3 種類の貯蔵技術について経済性を比較した。その結果, 原子力発電所敷地内で比較的小規模な貯蔵を行う場合には乾式キャスク貯蔵技術が, また独立した立地点で大規模な集中貯蔵を行う場合には

ポールト貯蔵技術が、各々経済的に有利であると評価された。

ただし、経済性評価は前提とする技術水準、コスト条件に大きく左右されるので、具体的な貯蔵計画の条件が明らかになればその時点でより詳しい評価・検討を行うことが必要である。また、技術の評価は経済性だけでなく、安全性、技術的難易度など関連する要因を総合的に検討して行われるべきであり、これについては文献〔13〕のような試みがなされている。最後に、ここで評価したのは与えられた中間貯蔵シナリオの下での貯蔵技術間の経済性比較であることに留意する必要がある。使用済燃料の中間貯蔵シナリオとして、どのようなケースを想定するのが現実的であり、また、どのようなケースが望ましいものであるかは、原子力発電の長期展望、とくにプルトニウム利用の政策動向を十分に考慮して、別途検討されるべき課題である。

参考文献

- 〔1〕 山地憲治：「原子炉における燃料資源利用効率の考察」, 電力経済研究, 21 (1986)
- 〔2〕 根本和泰, 三枝利有：「諸外国における使用済燃料の中間貯蔵」, 原子力工業, 30, 8 (1984)
- 〔3〕 中村好規, 三枝利有, 福田佐登志, 「使用済燃料貯蔵の現状と今後の動向」, 原子力工業, 33, 8 (1987)
- 〔4〕 満木泰郎他：「使用済燃料乾式貯蔵技術の検討・評価—キャスク貯蔵建屋の概念設計と費用見積り」, 電中研研究報告 385003 (1985)
- 〔5〕 広永道彦他：「使用済燃料乾式貯蔵技術の検討・評価—プール貯蔵施設の概念設計と費用見積り—」, 電中研調査報告 385039 (1986)
- 〔6〕 広永道彦, 満木泰郎, 大沼博志, 三枝利有：「使用済燃料乾式貯蔵技術の検討・評価—ポールト貯蔵方式の概念設計と費用見積り—」, 電中研調査報告, 385040 (1986)
- 〔7〕 使用済燃料乾式貯蔵技術プロジェクトグループ：「使用済燃料乾式貯蔵技術の検討・評価—使用済燃料貯蔵の基本条件—」, 電中研研究報告 A84003 (1984)
- 〔8〕 讃井敏光, 三枝利有：「使用済燃料乾式貯蔵技術の検討・評価—輸送システム—」, 電中研研究報告 A84016 (1985)
- 〔9〕 松岡 實：「使用済燃料の乾式貯蔵技術—キャスク貯蔵方式の技術的, 経済的検討—」, 原子力工業, 31, 7 (1985)
- 〔10〕 永倉 正：「21 世紀の原子力の開発に向けて」, 研究発表と講演の会予稿集, 電力中央研究所 (1987)
- 〔11〕 Clark, H. J.: "Spent LWR Fuel Storage Costs", Report No. DP-MS-81-40 (1981)
- 〔12〕 U. S. Department of Energy, "The Monitored Retrievable Storage Concept", DOE /NE-0019 (1981)
- 〔13〕 三枝利有：「使用済燃料乾式貯蔵技術の検討・評価—最適方式の検討(その1)—」, 電中研研究報告 A84017 (1985)

やまじ けんじ
 ながの こうじ
 経済部 エネルギー研究室
 さえぐさ としあり
 原燃サイクル P. T.

各種石炭ガス化複合発電の経済性

——建設費と発電効率の比較検討——

キーワード：石炭ガス化複合発電，経済性評価，建設費，発電効率

内 山 洋 司

〔要 旨〕

各種石炭ガス化複合発電の経済性比較を目的に，過去の研究資料を調査し，発電効率と建設費を分析した。

研究は，下記のガス化方式を採用した複合発電システムに対し，共通の評価基準を設定し，それをもとに報告書の経済性データの整合化を図った。

(ガス化方式)	(技術名)
移 動 床	KILnGAS Lurgi BGC
流 動 床	KRW ToscoDyne
噴 流 床	Texaco Shell Combustion Engineering Foster Wheeler

本研究により，石炭ガス化複合発電の経済性比較が，各ガス化方式および異なる設計についてできるようになるとともに，最新の設計と経済性試算にもとづいて，それら技術の経済性評価が可能になった。

- はじめに
- 石炭ガス化複合発電システムの分類
- 評価方法
 - 評価基準
 - 分析方法
- 結 果
 - 建設費の規格化
 - 個別技術の比較評価
- おわりに

1. はじめに

わが国の長期需給計画の中で，火力発電は原子力発電の補完電源として大きな役割を持っており，その設備容量も昭和 61 年度 9,800 万 kW (全設備量の 62%) から 71 年度 11,415

万 kW (同 56%) にまで 10 年間で 1,600 万 kW 増加するという予測が出されている¹⁾。このうち，石炭火力は，設備の増加率が年間 5.2 % と最も高く，61 年度の設備量 1,169 万 kW から 71 年度には 1,950 万 kW にまで達すると

1) 昭和 62 年度電力施設計画；資源エネルギー庁。

言われている。さらに、世界における石炭資源の豊富な埋蔵量を考えると、石炭火力の導入規模はその先さらに増え、21世紀には、火力電源の中心的な技術にまで成長する可能性は充分にある。

このように石炭は、豊かな資源と、また価格も他の化石燃料に比べ比較的安定に推移しているという利点を有している。しかし、将来、石油、天然ガスの代替燃料として広く利用されるためには、次に述べる課題を解決していく必要がある。

- (1) 石炭は、石油と異なり、燃料に灰分と無機物を多量に含んでいる。石油に含まれる灰分は1%以下であるのに対し、石炭には洗浄したものでも5~15%の灰分が含まれる。多量の灰分は、設備の性能および設計に影響を与えると共に、燃焼後の灰の廃棄で社会問題を発生する可能性もある。
- (2) 石炭は、硫黄分を多く含み、燃焼後のSO_xによる大気汚染が問題となる。将来は大気への環境排出基準が厳しくなることが予想されるため、石炭技術の導入に際しては、燃焼前後における石炭洗浄や精製方法の技術開発に力を注ぐ必要がある。
- (3) 石炭の燃焼現象は石油と異なり、単位重量当りの燃焼カロリーと温度は低く、石炭粒子が完全に燃焼するには長い時間を要する。
- (4) 石炭は固体である。固体であるということは、輸送、取り扱い、貯蔵および分配方法が技術的に難しくなるばかりか、それらの費用も高くなる。

上に掲げた課題を解決する方法に石炭の流体化がある。中でもガス化は、石炭をガスに変換することで、使い易さと利用効率を向上させる

利点を持つ他に、発生ガスの用途も燃料用だけでなく、水素、メタノール、アンモニアおよびC₁化学等の原料用として幅広く適応できる技術である。また、技術によっては石炭灰をスラグ状態で取り出せ灰処理が容易になり、さらにガス化の後流側に精製装置を設けることで、生成ガス中の硫黄分もほとんど除去でき環境保全に大きく貢献できる。

ガス化発電は、在来型石炭火力である微粉炭火力に比べ効率、環境対応面で優れた火力発電技術であるという期待がかけられている。しかし、導入には、ガス化炉、ガス精製、ガスタービンなど要素技術の諸課題を開発していく他に、経済的に成立することの見通しを得ることが必要である。石炭ガス化複合発電(IGCC: Integrated coal gasification combined cycle)の経済性に関する研究は、各国の研究機関において、それぞれの独自技術について行われているが、合衆国の電力研究所(EPRI: Electric power research institute)は、その中で最も積極的に、広範囲な技術について大系的な研究を行ってきている。

本研究は、EPRIによって公開された研究レポートを中心に、合衆国で今までに研究されたIGCCの経済性に関する結果を総合的に取り纏め、各種IGCCシステムの経済性の比較検討を行ったものである。研究は、Part IとPart IIに分けて、経済性に関する分析を行っているが、今回の報告はPart Iについてのみである。

Part I: 建設費と発電効率の比較検討

Part II: 発電コストとリスク分析

Part Iでは、異なる評価基準のもとに研究されている過去の報告書を、統一した評価基準で見直し、経済性解析に必要なデータの統合化を

図っている。整合化は、発電効率と建設費に係わるデータで、様々な技術について、データを相互に比較できるようにした。比較の対象となった技術は、報告書に取り上げられているすべての IGCC システムで、大別すると移動床、流動床、噴流床の3種類に分けられる。Part II では、Part I で得られた建設費と発電効率を基に、発電コストの算定とデータの不確実性を考慮したリスク分析を行っている。リスク分析は、各種 IGCC システムの発電コストが、在来型技術である微粉炭火力に比べ、どの程度異なるかを確率的に評価したもので、両者の確率密度分布差から経済的な利益と損失を算定するものである。これにより、各種 IGCC システムの潜在的な経済性が既存技術に比べどの程度あるかを理解することができる。

2. 石炭ガス化複合発電システムの分類

現在、各国において数多くの石炭ガス化複合発電システムが考案されているが、それらはガス化炉の炉型の違いにより、基本的に、移動床 (Moving bed)、流動床 (Fluidized bed)、噴流床 (Entrained flow) の3種類に大別できる。移動床は、固定床とも呼ばれており、炉の上部から挿入され下方へ移動する塊炭と、それとは

向流 (counter-current flow) に酸化剤である高温ガスが上昇することで、石炭の乾燥、乾留、ガス化が行われる。灰は、アッシュでは固体状態で、スラッキングでは熔融状態で排出される。流動床ガス化炉では、粒径 0.5~8mm の石炭を、上昇流の酸化剤ガスにより浮遊させガス化を起こさせる。反応は、比較的速く、ガス温度を上げることでメタンの生成量も減らすことができる。噴流床は、微粉炭を高温下で酸化剤と反応させることから、反応速度は最も速く、石炭を一度に多量に処理できる。反応後の生成ガス中には、メタンを含まずタールやオイルの副生物もない。3種類のガス化炉の特徴を示すと表 2.1 のようになる。

石炭ガス化の商用炉は、1920 年と 30 年代にドイツを中心に開発が続けられた。これらは、第一世代のガス化炉と呼ばれ、Lurgi (移動床)、Winkler (流動床)、Koppers-Totzek (噴流床) をその代表的な炉としてあげることができる。これらのガス化炉は、比較的小容量で一基当りの石炭処理量も少なく、常圧かやや加圧にして運転されるものである。また、当時は石炭の値段も安かったことから、ガス化の石炭転換効率を高める必要もなく、用途は主に原料ガスの製造用に使用されてきた。

その後、安価な石油と天然ガスの大量利用に

表 2.1 ガス化炉の比較

項目	ガス化炉		流動床	噴流床
	移動床			
	ドライアッシュ	スラッキング		
ガス化能力	低	高	中間	高
粘結炭の処理能力 (前処理なし)	中間	300 t/d で実証	小規模で実証	高
操業温度	450~1,100°C	450~1,500°C	900~1,050°C	900~1,600°C
残渣チャー	多量	少量	やや多い	少量
副産品 (タール) の発生	多量	多量	少量	無
灰中の未燃カーボン	やや多い	少量	やや多い	少量

よりガス化炉の開発は一時中断したが、1970年代に発生した石油危機により再び見直されることになった。最近のガス化炉の技術開発に要求されていることは、多炭種への適応、石炭転換効率の向上と処理量の増加、それに優れた環境保全性である。これにより、高温高圧下での操業と技術の高度化が要求されている。現在、開発が進んでいる技術には、第1世代の技術を基に比較的商用化に近い第2世代のガス化炉と、まだ基礎研究あるいはベンチスケールの研究段階にある第3世代のガス化炉とがある。

石炭ガス化複合発電は、ガス化炉から出てくる生成ガスを発電用に使うもので、ガスタービンと蒸気タービンとの複合システムにより効率向上を図ったものである。経済性に関する研究は、合衆国では電力研究所 (EPRI) が中心となって行っている。EPRI が今までに研究した方式をガス化炉の炉型の違いから分類すると次のようになる。

移動床 : KILnGAS

Lurgi

BGC Slagger

流動床 : Kellogg Rust Westinghouse

ToscoDyne

噴流床 : Texaco

Shell

Combustion Engineering

Foster Wheeler

評価された方式には、西独で既に商用化されている Lurgi 方式 (空気吹き, STEAG) から、実証プラントが建設されている Texaco 方式、まだ概念研究の段階にある ToscoDyne と Foster Wheeler 方式といった技術の開発段階において幅広いものが含まれている。表 2.2 は、合衆国の電力研究所 (EPRI)、エネルギー省 (DOE)、アルゴンヌ国立研究所 (ANL) において IGCC の経済性を発表した報告書を示したものである。表から最も多く研究されている方式は、テキサコ方式であることがわかる。また、合衆国における最近の過剰な電源設備と電力需要伸び率の長期的な低迷化を反映して、ユニット一基当りの設備容量は、最近は

表 2.2 評価された IGCC 方式

報告書 方式	EPRI																		DOE		ANL	
	AF-416	AF-612	AF-753	AF-916	AF-930	AF-1288	AP-1725	AP-2103	AP-2207	AP-2212	AP-3084	AP-3109	AP-3129	AR-3486(2)	AP-3749	AP-3980	AP-4018	FE-1545-59	FE-83-15	FE-83-16	FE-83-17	
	Apr. '77	Jan. '78	Apr. '78	Oct. '78	Oct. '78	Dec. '79	Feb. '81	Nov. '81	Jan. '82	Jan. '82	May. '83	Jun. '83	Jun. '83	Apr. '83	Oct. '84	Mar. '85	Jun. '85	Aug. '78	Jan. '83	Jan. '83	Jun. '83	
KILnGAS																						
Lurgi	○	○				○	○					○										
BGC Slagger	○	○					○		○			○										
KRW																●						●
ToscoDyne					○		○										●					●
Texaco		○	○	○		○	○		○	○	△	○	○	●	○				●			
Shell												○	○									
Combustion Engineering		○					○											●				
Foster Wheeler	○	○					○															
文献No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	

○ 1000MW クラス
● 500MW クラス
△ 50~1000MW

1,000 MW から 500 MW 以下へと変わってきている。研究された各方式の概要を述べると次のようになる。

(1) 移動床方式

① KILnGAS

KILnGAS プロセスは、合衆国の Allis-Chalmers 社によって開発されている技術である。ガス化炉は、耐火壁でロータリーキルン方式によって低カロリーガスを製造する。経済性に関する研究は、空気吹きでガスタービン入口温度が 2,000°F の設計について2つの報告がある(文献〔8〕,〔12〕)。文献〔8〕は、生成ガスからばいじんと液体炭水化物を除く方法として、2つの異なる方式について経済性試算を行っている。その方法は、サイクロンとベンチュリーシステムの併用方式と水冷ベンチュリー洗浄方式である。文献〔12〕は、前者の方式について、50% の供給能力を持つガス化炉を2台あるいは3台設置したときの試算である。

② LURGI

ルルギのドライアッシュガス化炉は、大型の発電設備として唯一商用化されている技術である。ガス化炉は、空気吹き、加圧式である。EPRI は、ルルギ炉を用いた様々な設計の IGCC システムについてその経済試算を行っている(文献〔1〕,〔2〕,〔6〕,〔7〕,〔12〕)。文献〔1〕は、ガス精製に乾式方式を取り入れた唯一の報告で、その方式の適用が熱効率の向上と、建設コストの低減に大きく寄与すると述べている。湿式のガス精製を用いたルルギ方式は、タールを発生し、その燃焼にタール専焼ボイラーが必要となるため建設費が高くなる。それに対し、乾式では、タールが酸化鉄中を通り抜け、ガスタービンの燃焼器で燃焼するため、ボイラーが不用となる。文献〔2〕は、タービ

ン入口温度が 2,400°F の新型タービンを用いたときの評価を行ったものである。文献〔6〕では、複合サイクルに STEAG 方式を採用した空気吹きの IGCC システムを扱っている。この2つの文献で得られたデータは、文献〔7〕で更新されている。また文献〔12〕では、文献〔2〕で評価された方式をガスタービン入口温度を 2,000°F と最も商用化に近い技術に設計変更し、データの更新を行っている。

③ BGC スラッガー

BGC スラッガーガス化炉は、在来型のルルギガス化炉に非常に良く似ており、BGC/LURGI 方式と呼ばれることもある。主な違いは、ガス化炉中で灰を液体スラッグにするため蒸気量を少なくしている。これにより、ガス化炉の効率とガス化能力を高めることが可能になる。また、生成ガス中の水蒸気、CO₂、CH₄ の濃度は低くなる一方 CO 濃度は大きくなる。ガス化炉で発生するタールは、脱硫装置に入る前に分離されガス化炉にもどされる。EPRI は BGC スラッガー方式の IGCC システムについて異なる数種類の経済評価を行っている。最初の研究は文献〔1〕でルルギ方式同様、ガス精製に乾式と湿式を用い、ガスタービン温度も 2,000°F と 2,400°F とで行ったものである。ガスタービン温度 2,400°F での研究は文献〔2〕でさらに詳細に行われ、文献〔7〕では 2,600°F の方式も加えて評価している。蒸気サイクルに再生サイクルを用いた方式と、水の消費量を低減した方式についての検討を文献〔9〕で行っている。後者の方式は、文献〔12〕でデータが更新されている。発電出力が 500 MW の IGCC システムに関する研究は、文献〔17〕と〔20〕で行われている。このうち、アルゴンヌ国立研究所で行われた研究(文献〔20〕)は、ガスタービ

ン入口限度が 2,200°F で脱硫率を 90%, 95%, 99.5% に分け、それぞれ、イリノイ No. 6 とワイオミング炭を用いた場合で評価している。

④ KRW (Kellogg Rust Westinghouse)

このプロセスは、加圧流動床で灰は凝固した状態で取り出せる。従来の流動床プロセスに比べ、炭素変換効率が高く、高温ウィンクラー炉同様第 2 世代の技術である。また、硫黄濃度の高い炭から依品位炭まで幅広く処理でき、炭種適合性にも優れている。経済性の研究は、電気出力 500 MW の技術に対し行われており、炭種も EPRI ではイリノイ No. 6 とテキサス褐炭 (文献 [17])、ANL ではイリノイ No. 6 とワイオミング炭 (文献 [21]) を用いて行っている。

⑤ ToscoDyne

このプロセスは、石炭を 2 段階でガス化するもので、最初にリトート (retort) 内で乾留されて中カロリーガス、液体副産物、チャーが生産され (Tosco)、次の段階で発生したチャーは空気吹き流動床炉内で低カロリーガスに変換される (HRI)。乾留により発生した生ガスと液体副産物は負荷追従運転用の燃料に使われる。経済性の研究報告は 2 つあり、電気出力 1,000 MW クラスで、タービン入口温度が 2,400°F の新型ガスタービンを採用したものである (文献 [5], [7])。

⑥ Texaco

テキサコプロセスは、噴流床炉の中では設計が比較的単純である。操作温度が高いため、副産物に炭水化物を発生しない。各種テキサコ方式のうち、商用化に最も近いプロセスは、ホスラリー、酸素吹き加圧型炉である。

テキサコ方式の経済性研究は最も多く行われており、13 の報告書がある。しかし、各報告

書のテキサコ方式は必ずしも同一設計に基づいたものでなく、それらを総合的に比較評価することは難しい問題である。本研究では、主要設備の技術の違いから各種テキサコ方式の分類を試みた。分類項目は以下の通りである。

発電出力：1,000 MW, 500 MW

石炭供給：乾式、スラリー

酸化剤：酸素、空気

ガス化炉：輻射型/対流型、輻射型、水クエンチ

ガス精製：湿式 (硫黄除去率…90, 95, 99%)

ガスタービン入口温度：2,000, 2,200, 2,400, 2,600°F

複合発電方式：再熱、非再熱、再生、STEAG

冷却法：乾式、湿式

上の分類法に従い、報告書で調査されたテキサコ方式を整理すると表 2.3 のようになる。表からもわかるように、テキサコ方式は、主要設備の技術の違いから 22 種類もの異なるシステムについて経済性評価が行われている。

⑦ Shell

シェルのガス化炉は、西独ハンブルグで 150 T/D のパイロットプラントが 1978 年に建設され、1,000 時間以上の連続運転を含み、6,000 時間以上の運転を記録している。その後、合衆国のテキサス州、ディアパークに 250~400 T/D の石炭処理量をもつ実証プラントが 1987 年 4 月に建設を完了し現在運転中である。シェルプロセスは、酸素吹き、加圧型噴流床方式で石炭供給は乾式を使っている。このプロセスは、炭種適合性に優れているばかりか、酸素の消費量が少なく、熱効率も高いといった特徴を持っている。経済性研究は、ガスタービン入口温度 2,000°F の実現性の高い技術について、項目をテキサコ方式 (酸素吹き) に対し分類す

表 2.3 テキサコ型 IGCC 方式の分類

番号	発電出力 (MW)	酸化剤	石炭供給	ガス化炉	硫黄除去	ガスタービン温度 (°F)	複合サイクル	冷却法	文献
1	1,000	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,000	熱再 (1,450/900/900)	湿式	[6], [7], [9], [10], [11], [12], [13], [15]
2*	1,000	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,000	再熱 (1,450/900/900)	湿式	[12]
3	1,000	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,000	再熱 (1,450/900/900)	乾式	[9]
4	1,000	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,000	非再熱 (1,200/900)	湿式	[9]
5	1,000	O ₂	スラリー	R/C	90%	1,742	STEAG (2,800/995/977)	湿式	[6], [7]
6	1,000	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,400	再熱 (1,450/900/1,000)	湿式	[2], [3], [4], [7]
7	1,000	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,600	再熱 (1,450/900/900)	湿式	[7]
8	1,000	O ₂	スラリー	R/C	Deep	2,400	再熱 (1,450/900/1,000)	湿式	[4], [7]
9	1,000	O ₂	スラリー	R/C	High	2,400	再熱 (1,450/900/1,000)	湿式	[4], [7]
10	1,000	O ₂	スラリー	水クウェンチ型	90%	2,000	再生	乾式	[9]
11	1,000	O ₂	乾式	R/C	90%	2,400	再熱 (1,450/900/1,000)	湿式	[2]
12	1,000	Air	スラリー	R/C	90%	2,400	再熱 (1,450/900/1,000)	湿式	[3], [7]
13	1,000	Air	スラリー	R/C	90%	2,600	再熱 (1,450/900/1,000)	湿式	[7]
14	1,000	Air	スラリー	R/C	90%	1,742	STEAG(2,800/995/1,997)	湿式	[6], [7]
15	500	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,000	再熱 (1,450/900/900)	湿式	[11]
16	500	O ₂	スラリー	R/C	95%	2,200	再熱 (2,400/1,000/1,000)	湿式	[14]
17	500	O ₂	スラリー	対流型	95%	2,200	再熱 (1,450/1,000/1,000)	湿式	[14]
18	500	O ₂	スラリー	水クウェンチ型	95%	2,200	再熱 (1,450/1,000/1,000)	湿式	[14]
19	500	O ₂	スラリー	R/C	90%	2,300	再熱 (2,400/1,000/1,000)	湿式	[19]
20	500	O ₂	スラリー	R/C	Deep	2,300	再熱 (2,400/1,000/1,000)	湿式	[19]
21	500	O ₂	スラリー	R/C	High	2,300	再熱 (2,400/1,000/1,000)	湿式	[19]
22	500	Air	スラリー	R/C	90%	2,300	再熱 (2,400/1,000/1,000)	湿式	[19]

* 水の低消費型技術 R/C: 輻射型と対流型

で行われている (文献 [12], [13])。

⑧ Combustion Engineering

CE プロセスは、二段常圧噴流床炉で酸化剤には空気を使っている。ガス化炉は常圧であることから製造し易く、かつ安全性も高い。石炭処理能力 120 T/D の PDU (Process demonstration unit) が 1977 年に合衆国コネチカット州ウィンザーで建設され、1981 年 5 月まで運転された。

このプロセスは発電専用と考えられたもので、IGCC システムの経済性研究に EPRI と DOE で行われたものである (文献 [2], [7], [18])。

⑨ Foster Wheeler

FW 炉は、加圧噴流床方式で、ガス化剤には酸素か空気のどちらかを使う方式がある。ガス

化炉は二段になっており、上段で最初に微粉炭のガス化が行われ、残留チャーは下段部でガス化されるシステムである。このプロセスは FW 社によって考案されたものであるが、まだ実際にプラントを製造して試験は行われていない。このプロセスを使った IGCC システムの経済性研究は、ガスタービン入口温度が 2,000°F と 2,400°F について行われている (文献 [1])。2,400°F ガスタービン方式については、さらに酸化剤を酸素と空気にした場合で経済性計算の報告がある (文献 [2], [7])。

3. 評価方法

3.1 評価基準

本研究は、過去に報告された IGCC の建設費のデータを総合的に比較評価することを目的

としている。IGCC の経済性に関する研究のほとんどは、表 2.2 に示したように米国電力研究所 (EPRI) にて行われたものであることから、本研究で使った評価基準は、EPRI で統一している技術経済評価システムに則したものである。それによると、IGCC システムに関する主な評価基準は以下の通りである。

建設場所：シカゴ，イリノイ州（あるいはダラス，テキサス州）

標 高：600 ft

大 気 圧：14.4 psia

夏期乾球温度：88°F

炭 種：イリノイ No. 6（西部炭，テキサス褐炭）

エネルギー省 (DOE) とアルゴンヌ国立研究所 (ANL) で行われた研究の評価基準もほぼ EPRI のものに似ており、大きな差違は見られなかった。研究の多くは、建設場所をイリノイ州の南部に設定し発電用石炭をイリノイ No. 6

遼青炭としている。イリノイ炭は合衆国では最も典型的な炭種で、現在その年間生産量が最も多い。その他、西部炭は、ルルギ炉のドライアンシュプロセスにテキサス褐炭は KRW 炉とシェル炉の評価に使われている。

建設費と運転費は、5 基目の商用プラント (fifth of a kind plant) を対象に見積っている。建設費は、次に示す費用項目から構成されている。

- 基本建設費（直接費，間接費）
- 危険費（プロセス，プロジェクト）
- 建中利子
- 他の資本費（特許料，運転前調整費，流動資本，土地）

基本建設費は、オンサイトとオフサイトで発電所建設に必要となる設備費目から構成されており、それには装置の売上げ税も含まれる。IGCC システムの基本建設費を構成する設備のイリノイ No. 6 とテキサス褐炭を用いた場合

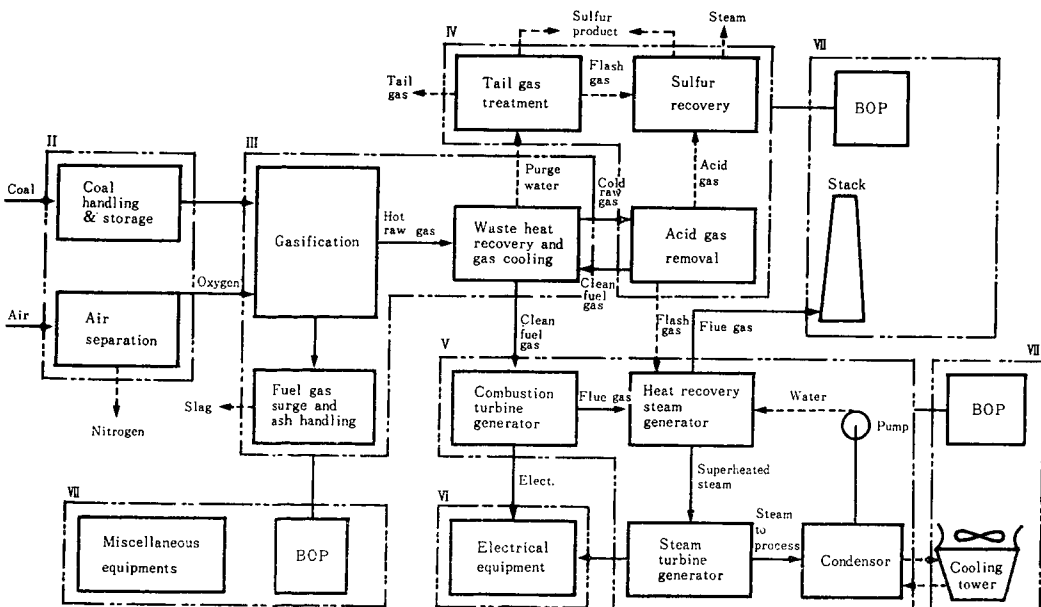


図 3.1 IGCC システムの設備費目構成 (テキサコ，酸素吹き)

ると図 3.1 のようになる。図 3.1 に表わされている設備を、建設費の費目で整理すると次のようになる。

(直接費)

- I. 建屋・土木工事
- II. 燃料供給設備
 - II. 1. 燃料取扱い・貯蔵設備
 - II. 2. ガス化剤製造設備
- III. ガス生産設備
- IV. ガス精製設備
- V. 複合発電設備
- VI. 電気設備
- VII. BOP と雑設備

(間接費)

- VIII. 現場エンジニアリングと建設サービス
- IX. 本社エンジニアリング

3.2 分析方法

表 2.2 の報告書は、必ずしもすべてが、プラントの基本設計と設備の配列を同一にしているとは限らず、建設費の見積り評価年も異ったものである。異なる報告書の建設費データを整合化することは非常に難しい問題で、過去の報告書を基にすべての IGCC システムの建設費を完全な形で比較評価することは不可能であろう。本研究は、過去において研究された数多くの貴重な研究成果を生かすことを目的に、近似的な方法により、各種 IGCC システムの経済性比較を試みた。比較評価は、建設費の規格化と整合化の 2 つの分析法で行った。

(1) 規格化

この方法は、単純な分析法で、2 つのステップから成っている。第 1 ステップは、正味発電出力を同一出力に設定し、スケール指数を用いて建設費を同一出力の値に換算する作業である。規格化した正味発電出力は、1,000 MW と

500 MW で、建設費の換算に必要なスケール指数は次の値である (文献 [11])。

発電出力範囲 [MW]	スケール指数	
	IGCC プ ラント	在来型微 粉炭火力
250~500	0.73	0.63
700~1,200	0.88	0.82

第 2 ステップは、規格化された建設費を 1985 年 12 月の価格に換算する作業である。その作業は 1985 年 12 月の GNP 値を基準にしてそれ以前の値のデフレータを作成し、各評価年の規格化された建設費にその年の GNP デフレータをかけることで換算した。

(2) 個別技術の比較評価

スケール指数と GNP デフレータを用いた換算法は容易であることから、異なる報告書の建設費の値を比較するのに良く用いられる方法である。しかし、この方法の欠点は、すべての方式が同一のスケール指数で必ずしも換算できるとは限らないことと、GNP デフレータは建設費のエスカレーションを正確に反映していないことにある。このことから、計算により得られた値には誤差が含まれており、建設費全体の近似的な比較には有用であっても、建設費を構成する個々の設備費の比較には問題がある。

本研究では、これを解決する方法として基準技術を設定し、その技術を基にして他の技術の建設費と発電効率がどのように異なるかを評価する方法を開発した。この場合異なる報告書のすべての技術を基準技術に対して比較できるようにするためには、次に述べる仮定が必要となる。

表 3.1 で、報告書 (II) の A' 方式はプラントの基本的な設計が A 方式と同じであるが、導入主体である電気事業の評価基準とプラント費

表 3.1 B方式の建設費と発電効率の推定

報告書(I)	A方式	B方式	(比率)
各設備費	A_i	B_i	$p_i = B_i/A_i$
発電効率	η_a	η_b	$q = \eta_b/\eta_a$
報告書(II)	A'方式	B'方式	
各設備費	A_i'	$B_i' = n_i p_i A_i'$	
発電効率	η_a'	$\eta_b' = q \eta_a'$	

用を見積ったエンジニアリング会社が異っているものである。この場合、同一設計のプラントであっても、各設備費の構成と発電効率の値はA方式とA'方式とで異ったものになる。また、報告書(II)にはA'方式以外に他方式の見積りはあるが、B方式に対する見積りが行われていない。異なる報告書の各種方式を比較するには、B方式を報告書(II)の各方式と比較できるような工夫が必要となる。本研究では、報告書(I)のプラントの各設備費と発電効率をA方式とB方式とで比率をとり、それぞれの値にA'方式の各設備費と発電効率をかけ合わせることで、新しくB'方式を作り出している。すなわち、B'方式とは、報告書(I)の推定結果を基にして、報告書(II)の評価基準に合わせたB方式とも言える。表3.1のB'方式の設備費の推定に使われている n_i は、各設備ごとのエスカレーションに関する補正係数である。エスカレーションの値は正確には同一設備でもA方式とB方式とで異なるであろうが、もしそれが同じ値とすると $n_i=1$ となる。実際には、エンジニアリング会社等の意見を参考にして、 n_i の値を決める必要があるが、 $n_i=1$ としても誤差はそれほど大きくないものと思われる。この方法を用いることで、異なる報告書のあらゆる方式について、建設費と発電効率を比較評価することが可能となる。

本研究では、基準技術をもとにして上記の方法により各種IGCC方式の建設費と発電効率

の変化を比較した。基準技術は、第2世代の技術で最も商用化に近い方式を選んだ。それは、テキサコ炉、酸素吹き、湿式ガス精製、2,000°Fガスタービン、再熱サイクルである。この方式は、最も多く研究されており、信頼性の高いデータが数多くある。

4. 結果

4.1 建設費の規格化

異なるIGCCシステムの経済性を比較する方法として、最初に建設費をスケール指数とGNPデフレーターを用いて規格化する試みを行った。規格化した建設費は、基本建設費であって危険費や他の資本費を含まない値である。図4.1と図4.2は、発電出力が、それぞれ1,000MWと500MWのすべてのIGCCシステムについて、規格化した建設費と発電効率をプロットし、そのバラツキを分布で表わしたものである。発電出力と発電効率は正味の値で、建設費は1985年12月価格である。図の結果から、IGCCの経済性は次に述べる3つの点からその特徴を整理することができる。

- (1) 微粉炭火力との比較
- (2) バラツキ分布の大きさ
- (3) 発電効率の高い方式ほど建設単価が小さい

比較の基準として、在来型技術である微粉炭火力の値を図にプロットしてある。微粉炭火力は、今の環境基準に適合した排煙脱流装置を備えたモデルプラントで、電気出力1,000MWと500MWについてそれぞれの経済性の算定を行ったものである(文献[22],[23],[24],[25],[26])。図4.1と図4.2で微粉炭火力の値は図のほぼ中央に位置していて、IGCCの微粉炭火力と比べた経済性は必ずしも優れている

とは言えず、それはシステム設計に依存していることがわかる。

図を見てまず気がつくことは、バラツキ分布が大きいこと、そしてそれはガス化方式で異っていることである。分布の大きさは、研究されたデータ数に依存しているが、主な原因は設計の違いによるものである。すなわち、テキサコ、ルルギ、BGC方式については比較的多く

の報告書が出されている。しかし、そこで研究された技術は、異なるシステム設計を基にしたものである。図で右下に位置する技術ほど経済性は高いが、どのガス化方式が経済性に優れているかは、それぞれの分布が大きくて図から判断することは難しい。分布の大きい理由をテキサコ方式を例にとり説明することにする。

図 4.3 と図 4.4 は、表 2.3 で示したテキサ

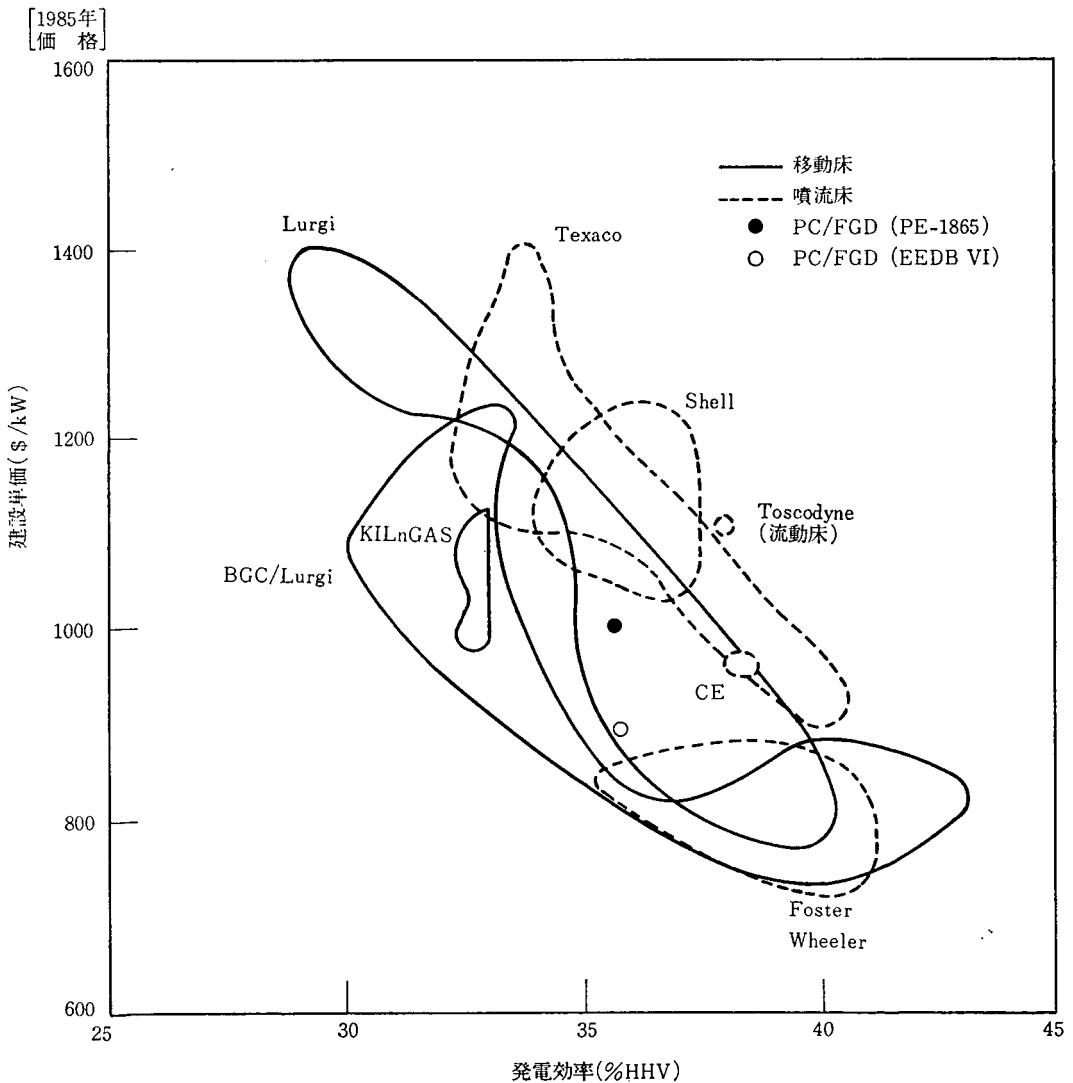


図 4.1 建設費と発電効率の分布 (1,000 MW)

コ方式の異なる 22 種類の技術について、それぞれの建設費を規格化し、棒グラフで示したものである。図 4.3 に示す電気出力 1,000 MW の方式を見ると、建設単価は \$ 900/kW ~ \$ 1,400/kW と幅広く分布しており、ガスタービン入口温度の高い方式 (No. 7, 13) は建設単価が小さいが、複合サイクルで STEAG (No. 14) や再生サイクル (No. 10)、それに水

消費量を減少した方式 (No. 2) は大きいことがわかる。図 4.4 の 500 MW の方式は、1,000 MW に比べデータ数が少ないにもかかわらず、その建設費分布の範囲は \$ 1,200/kW ~ \$ 1,800/kW と大きくなっている。どちらの図からも共通して言えることは、建設費が技術の違いで大きく変わることである。

しかし、同一技術の建設費を比較すると、比

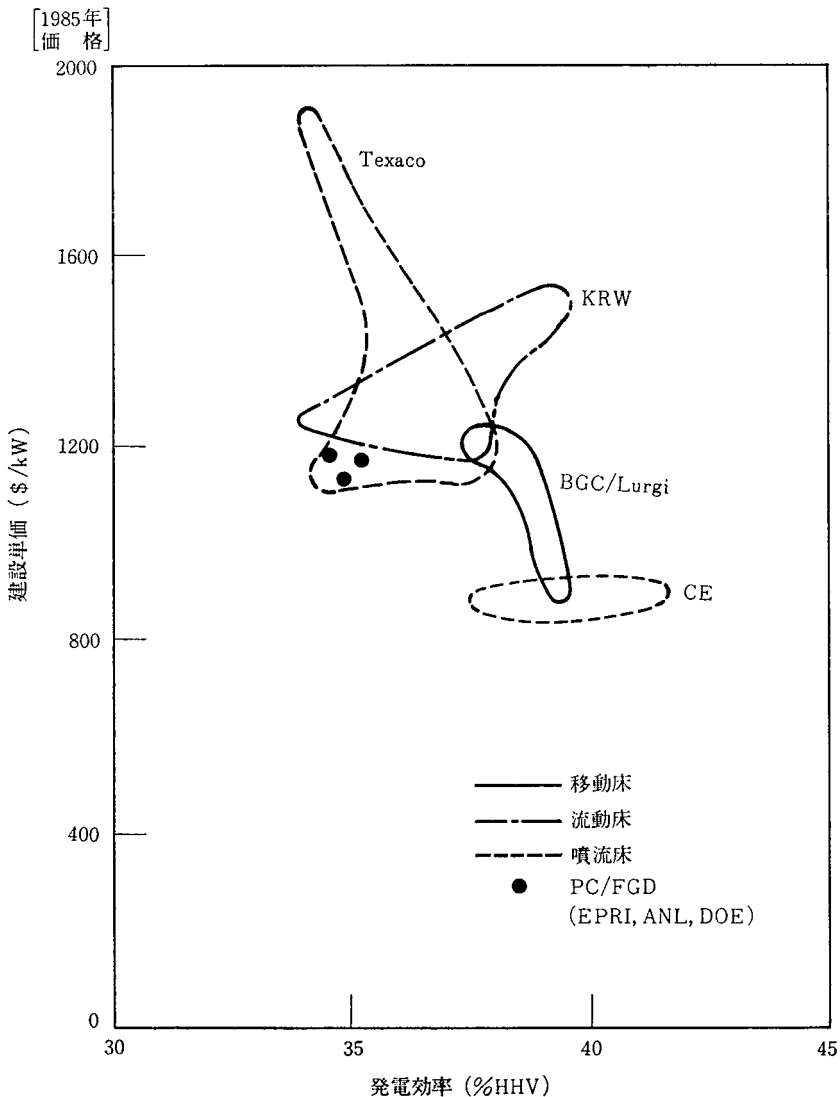


図 4.2 建設費と発電効率の分布 (500 MW)

較的良好一致をしていることがわかる。図 4.3 で、データ数が多い技術番号 1 と 6 の分布誤差は、それぞれ 10% と 1% である。技術番号 1 の中で、報告書 AP-2212 と AP-3084 のテキサコ方式は同一技術でありながらガス化炉の配列数は互いに異なっており、それぞれ 4 基（予備 1 基を含む）、10 基（予備 2 基）である。もし、この 2 つを取り除くと、建設費の分布誤差はさらに小さくなり、約 3% である。このことは、スケール指数と GNP デフレータを用いた

建設費の比較は、一般には精度が良くないと考えられているが、ここで得られた結果によると、同一技術の間ではその一致が良いことがわかる。

次に「発電効率が高い方式ほど建設単価が小さくなる」理由を、テキサコ方式を例に調べてみることにする。図 4.5 は、図 4.3 の分布の中で、テキサコ方式だけを取り出し分布データを実際にプロットしてみたものである。破線で囲んだ部分は、複合サイクルの設計が同一であ

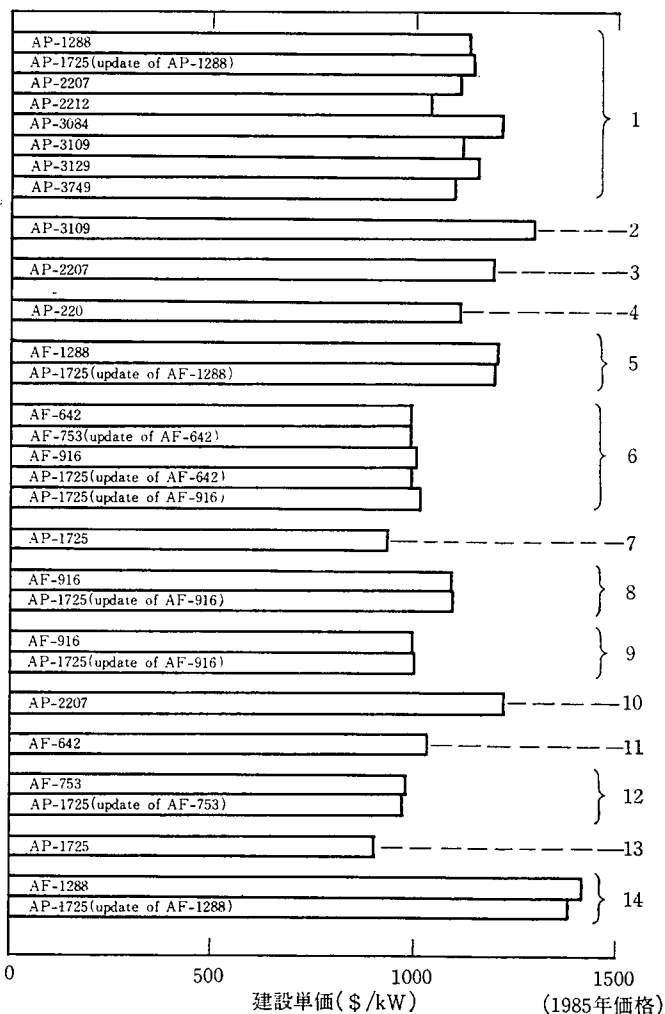


図 4.3 1,000 MW に換算したテキサコ型 IGCC システムの建設費

ることを示している。それによると、STEAGと非再熱サイクルは、再熱サイクルに比べ経済性が悪いことがわかる。再熱サイクルの中でも水消費量を少なくした技術は経済性が悪いが、ガスタービン入口温度を高くした技術は経済性が大幅に向上していることがわかる。この複合サイクルとガスタービン温度の経済性への影響

は、テキサコ方式だけでなく、他の方式でも見られる。しかし、ルルギ方式で経済性を大きく向上させているのは、乾式ガス精製による影響が最も大きく、それはタール専焼ボイラーが不要となるためである。

以上、今まで述べた結果から建設単価の低減は、複合サイクルやガスタービン技術などの違

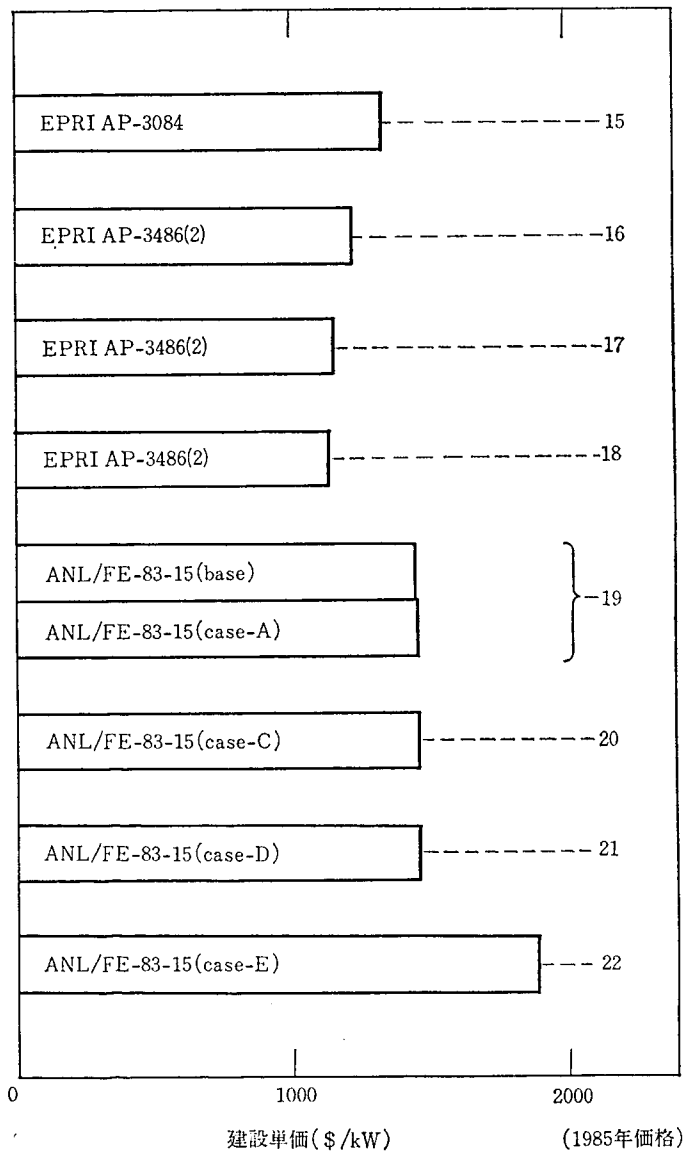


図 4.4 500 MW に換算したテキサコ型 IGCC システムの建設費

いによるものであることが理解できた。しかし、建設費の低減に建設費を構成するどの設備費が最も大きな影響を与えているかはわかっていない。その問題に入る前に、発電効率と発電出力との関係を調べる必要がある。一般に、両者の間には、強い相関があると考えられてい

る。すなわち効率の向上は、プラントへの入熱を一定にとると同種システムでは発電出力が増えたとも理解できる。図 4.6 は表 2.2 の報告書で研究されたすべての技術について、その発電効率と発電出力とをプロットしたものである。図から両者の間にはっきりとした比例関係

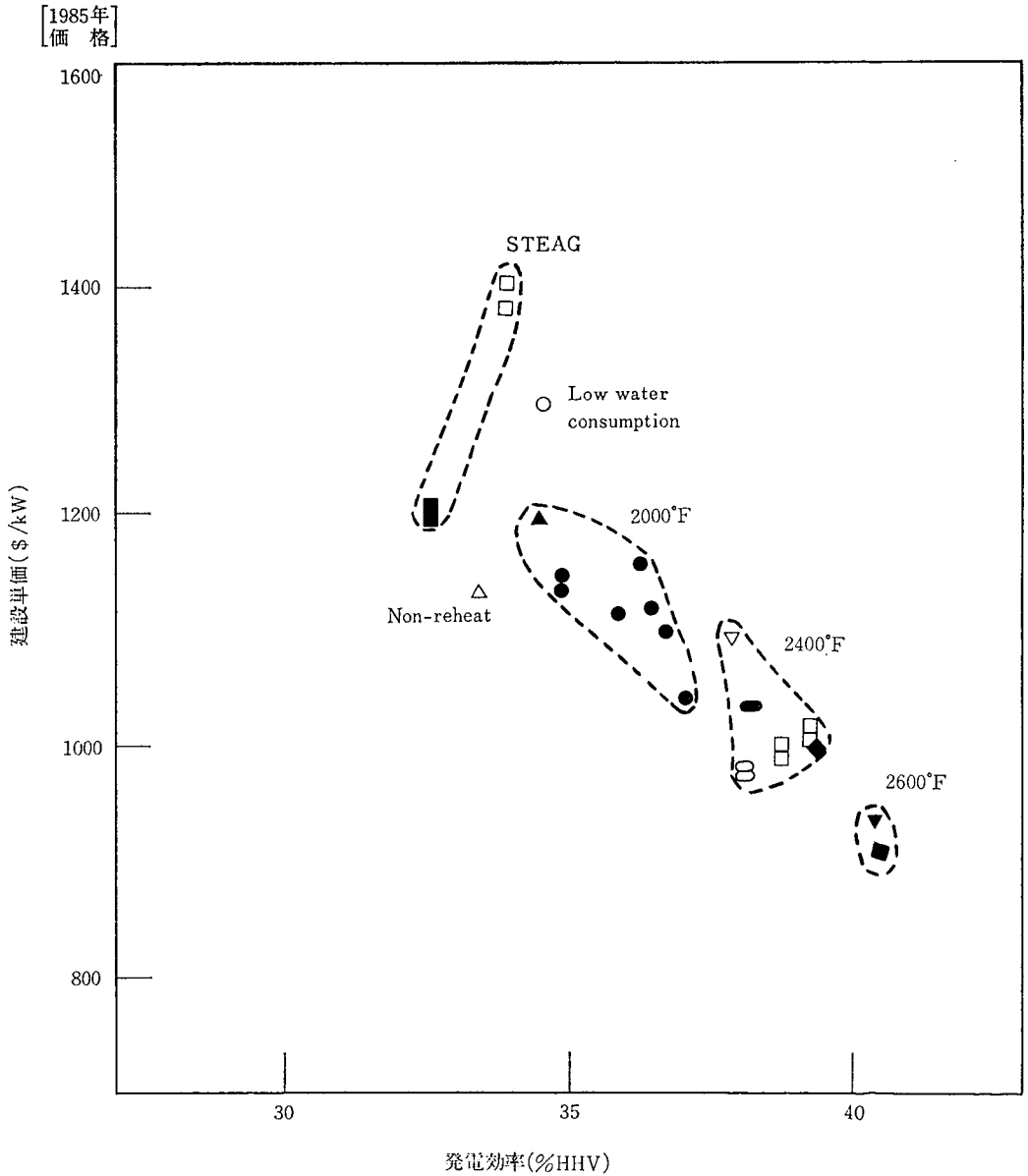


図 4.5 テキサコ型 IGCC システムの発電効率と建設費

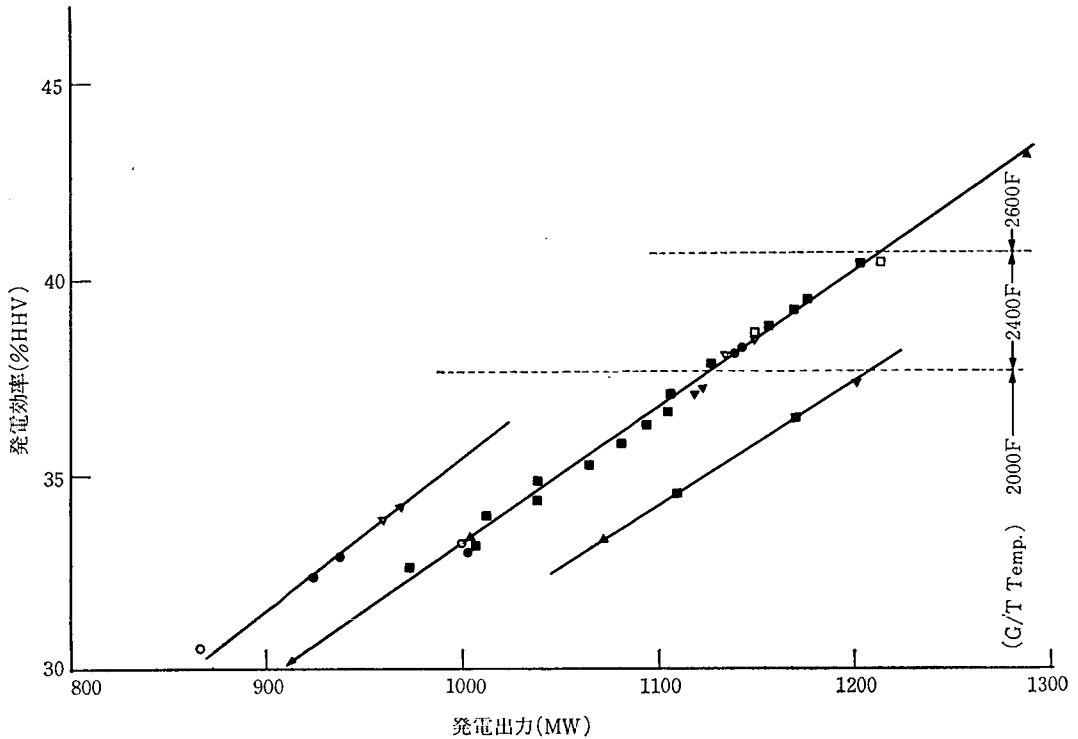


図 4.6 発電出力と発電効率

があることがわかる。比例関係が3つの異なる直線で表わされているのは、炭種すなわち発熱量の違いと燃料の供給速度の違いによるものである。図から今までの報告書の技術は、石炭供給で基本的に3つに分類できることがわかる。この比例関係から効率を発電出力に置き換え、発電出力に対し建設費がどのように変わるかを調べることは興味あることである。

図 4.7は電気出力 1,000 MW クラスの技術について、各設備単価の比をその技術がもつ正味発電出力に対しプロットしたものである。設備単価の比は、1,000 MW の単価を基準に他の技術の値との比をとったものである。実際には、データは大きくバラツキしており、図の直線は、その平均的傾向を描いたものである。特にデータのバラツキは、石炭取り扱い設備とガス

化設備でその度合いが大きかった。ガス化設備のバラツキの大きい理由は、ガス化炉の配列数が技術により、様々であることによると考えられる。図から、複合サイクル以外は、発電出力の増加に伴い建設単価は大きく減少していることがわかる。その減少傾向が破線 ($C_1=C_2$) より下部にあるということは、発電出力を増す設計にすると、設備費の絶対額が少なくなることを示している。これは、発電出力上昇、すなわち効率向上により、石炭の供給量が減り、設備の小型化が可能になるためと考えられる。すなわち、通常同一技術で考えられるスケール効果(破線 $C_1=C_2$ までの傾き)に比べて、効率向上による設備費の低減効果は非常に大きいことがわかる。その効果が最も大きく現われているのは、ガス化装置、ガス精製および石炭取扱い

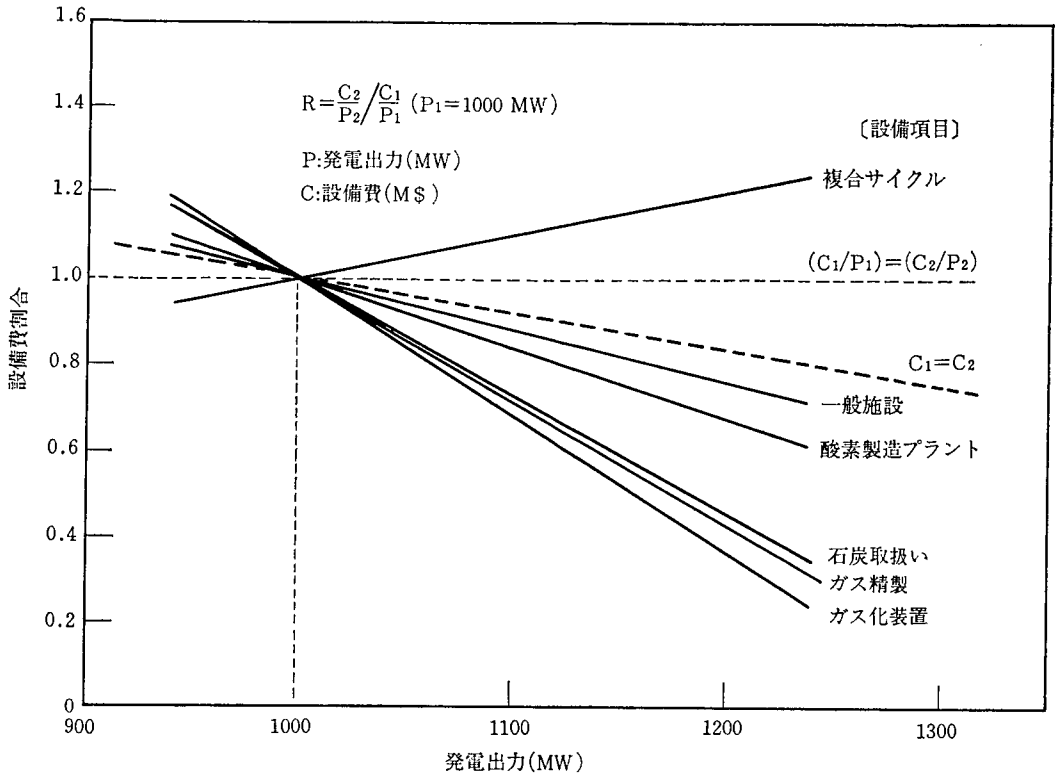


図 4.7 設備費の発電出力による影響

設備である。しかし、効率向上に最も大きく寄与している複合サイクルは、効率の上昇に伴い発生する温度条件の厳しさやシステムの複雑さなどにより、その設備単価を増大させている。複合サイクルの設備費は、通常、建設費全体の25～35%で、その増加割合も他の設備の低減割合に比べかなり小さいため、結果として、プラント全体の建設単価は、図 4.3、4.4 で示したように効率が向上すると低下することになる。

4.2 個別技術の比較評価

前節では、IGCC システム全体の経済性を扱い、それが、ガス化方式や設計の違いによってどういった傾向を持っているかを検討した。この節では、各技術間の経済性の差を定量的に評価するため、基準技術を選定し、それをもとに

したとき他のガス化方式や設計の異なる技術の建設費と発電効率がどのように変わっているかを調べることにする。基準技術としては、次の設計仕様を持つ第2世代技術のうち最も商用化に近いテキサコ方式である。

基準技術：スラリー供給、酸素吹き、テキサコ炉（輻射型/対流型）、湿式ガス精製、2,000°F ガスタービン入口温度、再熱サイクル、湿式冷却

上記の設計仕様書を持つテキサコ方式は、いくつかの報告書で取り上げられ、その経済性評価が行われている（表 2.3, No. 1）。図 4.8 は、各報告書で基準技術をもとにして、設計の異なる他のテキサコ方式の建設単価と発電効率がどの程度変わっているかを計算し示したものであ

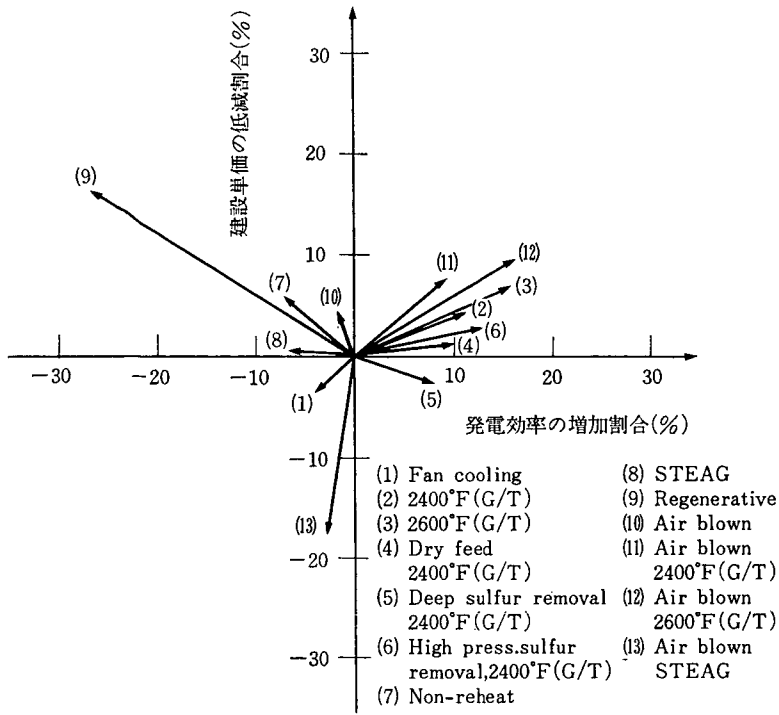


図 4.8 各種テキサコ型 IGCC システムの建設費と発電効率

る。図で、第 1 象限にある技術は基準技術に比べその経済性が優れており、第 3 象限の技術は逆に劣っている。第 2, 4 象限の技術は、発電コストを算定して比較しない限り、その経済性の優劣を判断することはできない。図から、ガスタービン温度を高めた技術はほとんどすべて基準技術に比べ経済性が高いことがわかる。

図 4.8 で取り上げた基準技術は基本的な設計仕様は同じであるが、主要設備の配列数やプラントエンジニアリングの考え方は必ずしも同一であるとは限らない。そこで、ある特定の基準技術を設定し、それをもとに他のテキサコ方式の経済性を比較すると、図 4.8 はどのように変わるかを調べることにする。図 4.9 は、基準技術に、最新の報告書である AP-3749 のものを選び、その建設単価と発電効率をもとに設計仕様の異なるテキサコ方式の経済性を調べた結果

である。この比較を行うには、3.2 (2) で述べた仮定が使われている。図 4.9 が図 4.8 の結果と大きく違う点は、空気吹きが経済性が悪くなっていることである。この理由は次のように説明できる。AP-3749 では、ガス化炉とガスタービンの配列数がそれぞれ 10 基、9 基と非常に大きく、それらの設備費の建設費に占める割合が大きい。このことは、ガス化炉設備費が高い空気吹き方式にとって、その配列設計で建設することは不利になることを意味している。このように、IGCC の経済性は、設計仕様の違いだけでなく、設備の配列数の違いなどにもより影響を受け極めて複雑となっている。

次に、テキサコ方式の経済性に最も影響を与えている複合サイクル技術の違いについてその経済性を調べることにする。図 4.10 は、基準技術に AP-3084 のテキサコ方式を選び、異な

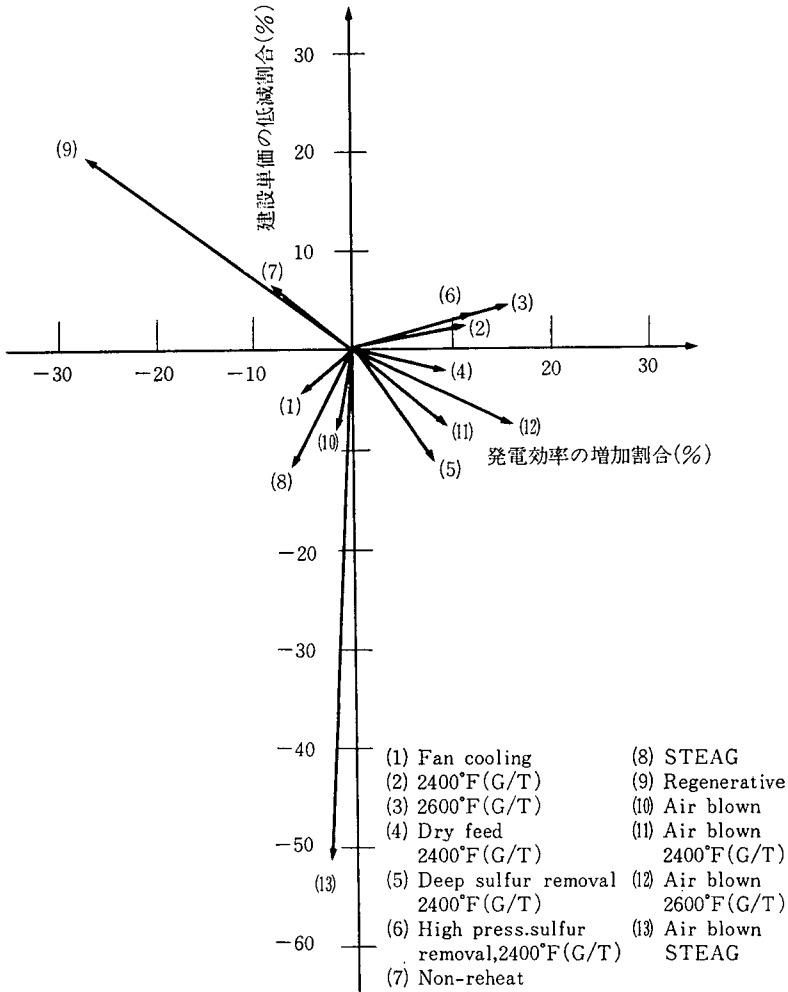


図 4.9 同一基準技術に対する経済性 (テキサコ型 IGCC システム : AP-3749)

る複合サイクル方式の建設単価を表わしたものである。図でガスタービン入口温度を高くしたときの建設費の電気出力に対する低減割合は、通常のスケール効果に比べてかなり大きいことがわかる。その低減割合は、空気吹きより酸素吹きの方が大きく、酸素吹きでも発電出力が小さい 500 MW クラスほど大きくなるのがわかる。中でも、500 MW クラスでガスタービン温度 (2,600°F) の高い IGCC システムの建設単価は、微粉炭火力の値にほぼ近いことがわ

かる。IGCC の発電効率の高さを考慮すると、その経済性は、発電コストを計算せずとも微粉炭火力より優れていることがわかる。

図 4.11 は、テキサコ方式の基準技術と他のガス化方式との経済性をガスタービン入口温度を 2,000°F と 2,400°F とに分けて比較したものである。図から、FW, BGC, Shell, CE 方式は基準技術のテキサコ方式に比べ経済的に優れていることがわかる。しかし、KILnGAS, Lurgi, Tosac 方式に関しては、発電コストを

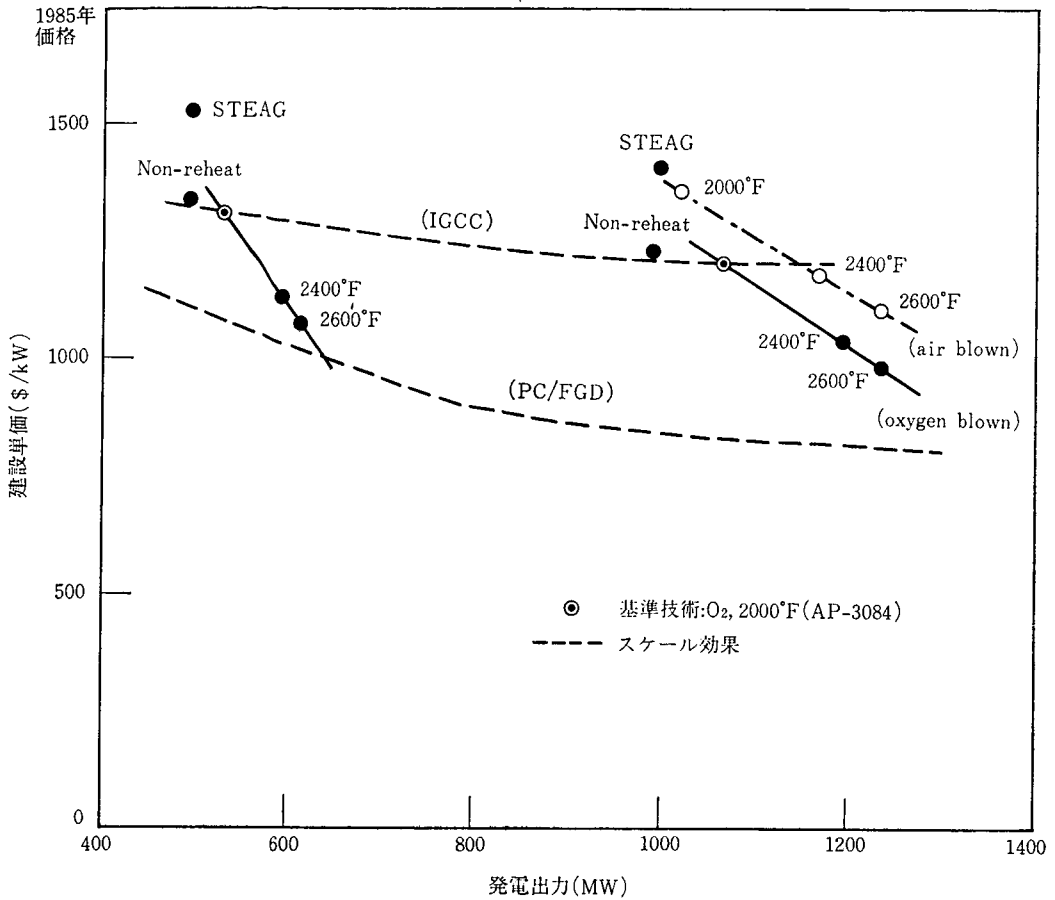


図 4.10 建設費のスケール効果とガスタービン入口温度による影響

計算しない限り、その経済性がどの程度違うかはわからない。

今まで取り上げた建設費は基本建設費でそれには危険費やその他資本費（特許料，運転前調整費，流動資本，etc）が含まれていない。そこで，そういった費用を建設費に含めたときIGCCの経済性はどのように変化するかを次に調べることにする。

表 4.1 は，テキサコ方式の各設備について，プロセス危険費を文献や専門家の意見をもとにまとめたものである。プロセス危険費とは，商用規模の機器に対する技術的特性および費用を定量化するとき，技術の未熟さによる情報不足

を補うリスク費用を表わしたもので，各機器費用に追加される費用である。その費用を見積る方法に，要素機器の開発段階から決める方法がある。開発段階の違いによるプロセス危険費の概略値を示すと次のようになる。

[要素技術の開発段階]	[プロセス危険費]
A 新概念でデータが限られている	40%以上
B ベンチスケールの概念設計	30~70%
C 小型パイロット研究	20~35%
D 実証研究	5~20%
E 商用化段階にある	0~10%

表 4.1 は，上の評価基準をもとにテキサコ方

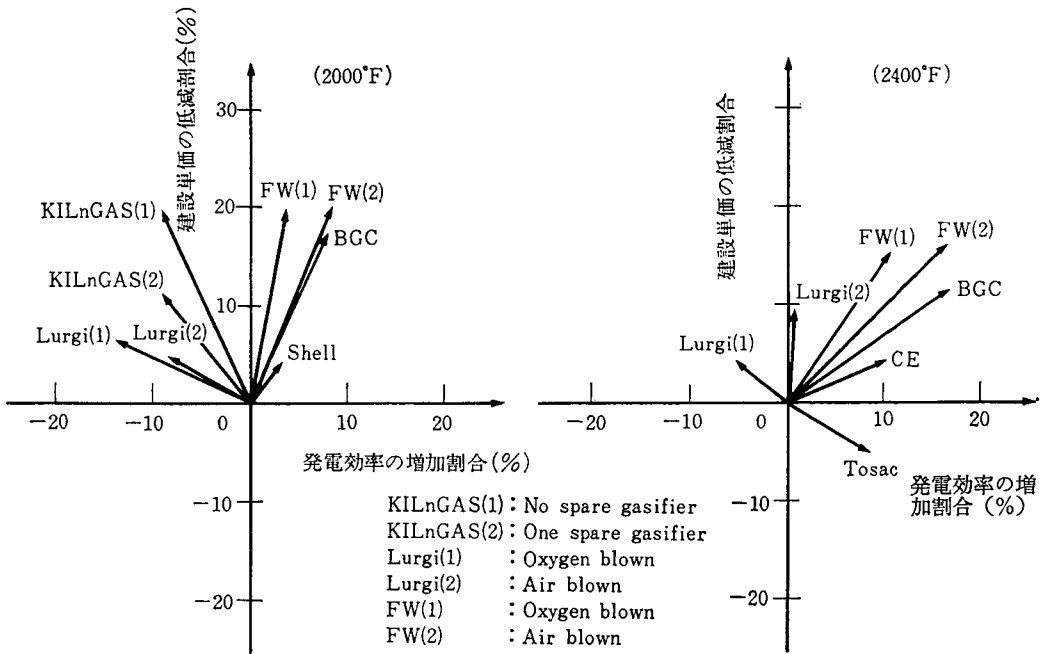


図 4.11 各種ガス化方式の建設費と発電効率

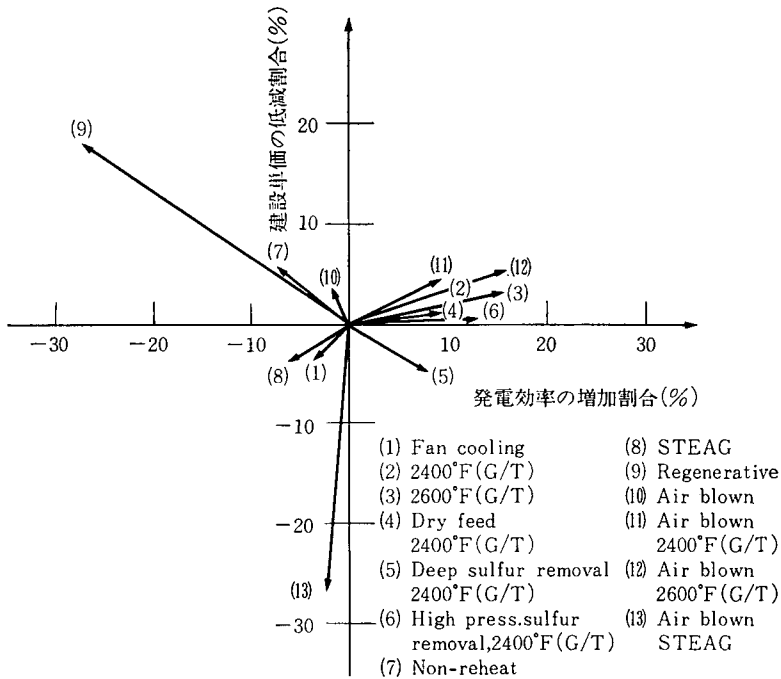


図 4.12 各種テキサコ型 IGCC システムの建設費と発電効率 (危険費を含む)

表 4.1 テキサコ型 IGCC システムのプロセス危険費

設備項目		危険費 [プロセス] (%)		
燃料取り扱い		0		
ガス化炉		15		
灰処理		5		
ガス化システム	ガス冷却システム	輻射型/対流型, 水クエンチ型	15	
		輻射型	20	
		再熱	1,400~1,800(psig)/900~1,000(°F)/900~1,000(°F)	15
			2,000~2,500(psig)/1,000(°F)/1,000(°F)	20
		非再熱	20	
		再生	20	
		STEAG	30	
		熱除去	乾式	20
			湿式	15
		その他		0
ガス精製(湿式)		0		
複合サイクル	ガスタービン入口温度(°F)	2,200 < T ≤ 2,400	5	
		T > 2,400	20	
	蒸気サイクル	再熱	1,400~1,800(psig)/900~1,000(°F)/900~1,000(°F)	0
			2,000~2,500(psig)/1,000(°F)/1,000(°F)	5
		非再熱	0	
		再生	0	
		STEAG	5	

表 4.2 各種ガス化方式のプロセス危険費

		移動床			流動床		噴流床					
		KILnGAS	Lurgi		BGC/Lurgi	KRW	Tosco-dyne	Shell	CE	Foster Wheeler		
			O ₂	Air						O ₂	Air	
燃料取り扱い		0	0	0	0	0	0	5	5	5		
ガス化施設	ガス化炉	35	5	5	15	30	40	15	35	45	50	
	灰処理	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	
	ガス冷却	高温	50	—	—	—	30	15	30	20	10	10
		その他	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ガス精製	湿式	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	乾式	/	30	30	30	/	/	/	/	30	30	

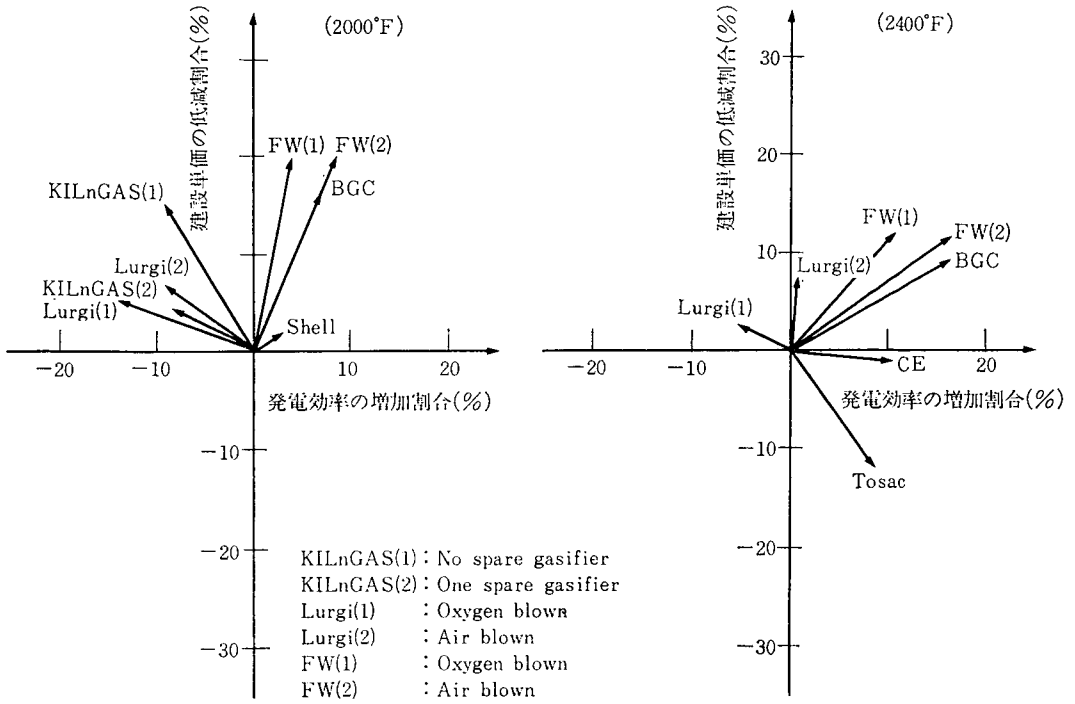


図 4.13 各種ガス化方式の危険費を含めた建設費と発電効率

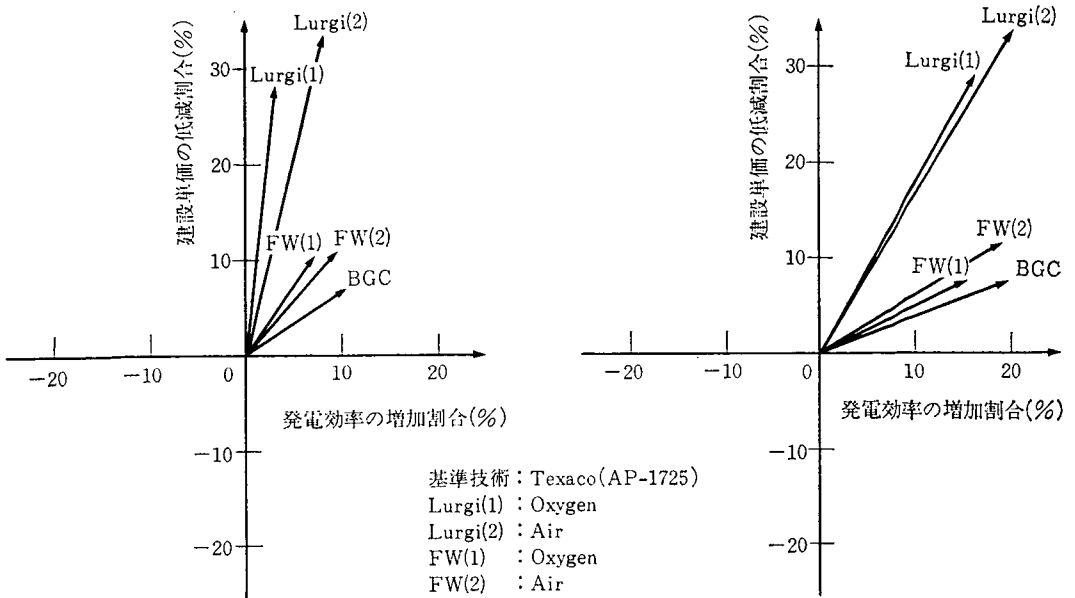


図 4.14 乾式ガス精製にしたときの建設費と発電効率の変化

式の各機器のプロセス危険費を推定したものである。

危険費には上で述べたプロセス危険費とは別にプロジェクト危険費というものがある。これは、実際に詳細な設計で発電プラントを建設したとき、見積り時点では予測できなかった付帯設備の追加費用をいう。この計画の不確実さに対する危険係数は対象プラントの設計と費用見積りの詳細さに依存している。本研究で取り上げた報告書はほとんどが詳細設計をもとに評価したものであるから、プロジェクト危険費の係数として 15% を用いた。

表 4.4 のプロセス危険費と 15% のプロジェクト危険費、それにその他資本費を建設費に加え、基準技術に対する各種テキサコ方式の経済性を調べた結果が図 4.12 である。図 4.12 は図 4.8 に対応しており、両者を比較すると危険費等を加えたときの建設費の低減率は、各方式で小さくなっているが、基準技術に対する優位さは変わっていないことがわかる。

表 4.2 は、テキサコ方式以外のガス化方式について、そのプロセス危険費を表 4.1 と同じ方法で求めたものである。表から、ガス化炉の危険費に関しては、開発段階が初期にある KILn GAS, KRW, ToscoDyne, CE, FW 方式で比較的值が大きいことがわかる。表の値と 15% のプロジェクト危険費、それにその他資本費を建設費に加え、図 4.11 に対応した図を描くと図 4.13 のようになる。図の結果は、テキサコ方式で比較したときの結果と同じようなことが言え、建設単価の低減率は小さくなっているものの、基準技術と比較した経済的優位性は図 4.11 と同様変わっていないことを示している。

図 4.14 は、乾式ガス精製プロセスを採用した各種ガス化方式の経済性を基準技術に対し比

較したものである。図から乾式ガス精製は、効率向上と建設費の低減で大きく貢献できる技術であることがわかる。このプロセスは、経済性を大きく向上させる潜在的な能力をもった技術であるが、問題は、技術が未熟であるためその性能が達成できるようになるまでには、数多くの技術課題を実証しなければならないことにある。

5. おわりに

本研究は、石炭ガス化複合発電の経済性評価の第 1 ステップとして建設費と発電効率の分析を行ったものである。分析の結果、設計変更による経済性の変化とガス化炉が異なる各種方式間の経済性の差異が明らかになった。本研究で得られた結果を要訳すると次のようになる。

- (1) IGCC システムの経済性は、設計の違いで大きく変化する。在来型微粉炭火力に比べて経済的に有利になるかどうかは、IGCC システムの設計基準に依存している。移動床、流動床、噴流床の異なるガス化方式間で経済性の差異を区別するのは難しい。
- (2) 発電効率が高いシステムほど建設単価が小さくなる傾向にある。これは、効率が高いと正味電気出力が大きくなるが、それに対し複合サイクル以外のプラント設備費がほとんど変わらないかあるいは小さくなるため、結果としてプラント全体の建設単価が小さくなることによる。中でも、ガスタービン入口温度の向上は、効率向上と建設単価の低減に大きく寄与することがわかった。
- (3) 空気吹きと酸素吹きとの経済性の差は、ルルギ方式を除いて、他の方式ではほ

とんど見られない。

(4) ガス精製で乾式法は湿式法に比べ熱効率を大幅に向上させるが、建設単価の低減はわずかである。ただし、ルルギ方式に関しては、タール専焼ボイラーが除去できるため建設費の大幅な低減が期待できる。

(5) 酸素吹き、湿式ガス精製、ガスタービン入口温度を同一設計にした各ガス化炉方式の経済性を比較すると、ルルギ、テキサコ、シェル、FW、BGC スラッガーの順に優れていることがわかった。

結論を先に言うと、IGCC システムの経済性を良くするには、発電効率の高い設計システム(ガスタービン入口温度の向上や乾式ガス精製)を選んで、設備の配列数を減らせれば良いことになる。しかし、この場合、たとえ潜在的に高い経済性があったとしても、実際にその性能が得られる要素技術を開発できるかどうかは別問題である。また開発できたとしても、もし、設備配列に予備がないとすると、運転で信頼性のある電力供給が確保できるかは疑問である。このように、経済性と技術の実現性、信頼性とはトレードオフの関係にある。単純な経済性試算だけで、その結果を見て技術を選択することは危険である。このことは技術開発にたずさわる意思決定者は、経済性試算をする際、それがどういった設計基準のもとに行われているかを正確に把握し、技術選択においては経済性のみならず技術的な問題も含めて総合的に判断し、その政策を決めていく必要がある。

今後の作業として、本研究で得られた建設費と発電効率の整合データを基に各方式の運転データを加えて発電コストを算定する必要がある。また、各データの不確実性を考慮したリスク評価を行う予定である。さらに、評価対象の

各種 IGCC システムがわが国において建設された場合、建設費の見積りとそれによって得られる発電コストが合衆国の場合と比べてどのように異なるかを明らかにすることは今後の課題として重要な問題である。現在、合衆国の建設費や運転費のデータを日本円に換算する評価システムを構築中である。

文 献

(IGCC)

- [1] *Comparative Evaluation of High and Low Temperature Gas Cooling for Coal Gasification-Combined Cycle Power Plant Systems*. Palo Alto, California: EPRI, April 1977. AF-416.
- [2] *Economic Studies of Coal Gasification Combined Cycle Systems for Electric Power Generation*. Palo Alto, California: EPRI, January 1978. AF-642.
- [3] *Economics of Texaco Gasification-Combined Cycle Systems*. Palo Alto, California: EPRI, April 1978. AF-753.
- [4] *Effects of Sulfur Emission Controls on the Cost of Gasification Combined Cycle Power Systems*. Palo Alto, California: EPRI, October 1978. AF-916.
- [5] *Economic Study of the ToscoDyne GCC System for Electric Power Generation*. Palo Alto, California: EPRI, October 1978. AF-930.
- [6] *Economic Evaluation of GCC Power Plants Based on the STEAG Combined-Cycle Design and Comparison with a U. S. Combined-Cycle-Based System*. Palo Alto, California: EPRI, December 1979. AF-1288.
- [7] *Economic Evaluation of Coal Gasification for Electric Power Generation (An Update)*. Palo Alto, California: EPRI, February 1981. AP-1725.
- [8] *Economic Evaluation of Gasification-Cycle Power Plants Based on the Air-Blown*

- KILnGAS Process*. Palo Alto, California: EPRI, November 1981. AP-2103.
- [9] *Evaluation of Coal Gasification Combustion Turbine Power Plants Emphasizing Low Water Consumption*. Palo Alto, California: EPRI, January 1982. AP-2207.
- [10] *Economic Evaluation of the Coproduction of Methanol and Electricity with Texaco Gasification-Combined-Cycle Systems*. Palo Alto, California: EPRI, January 1982. AP-2212.
- [11] *Economic Assessment of the Impact of Plant Size on Coal Gasification-Combined-Cycle Plants*. Palo Alto, California: EPRI, May 1983. AP-3084.
- [12] *Coal Gasification Systems: A Guide to Status, Applications, and Economics*. Palo Alto, California: EPRI, June 1983. AP-3109.
- [13] *Shell-Based Gasification Combined Cycle Power Plant Evaluations*. Palo Alto, California: EPRI, June 1983. AP-3129.
- [14] *Cost and Performance for Commercial Applications of Texaco-Based Gasification-Combined-Cycle Plants*. Palo Alto, California: EPRI, April 1984. AP-3486 (2).
- [15] *Coproduction of Methanol and Electricity*. Palo Alto, California: EPRI, October 1984. AP-3749.
- [16] *Evaluation of the British Gas Corporation /Lurgi Slagging Gasifier in Gasification-Combined-Cycle Power Generation*. Palo Alto, California: EPRI, March 1985. AP-3980.
- [17] *Cost and Performance of Kellogg Rust Westinghouse-based Gasification Combined-Cycle Plants*. Palo Alto, California: EPRI, June 1985. AP-40.
- [18] *Study of Electric Plant Applications for Low BTU Gasification of Coal for Electric Power Generation*. Windsor, Connecticut: DOE, August 1978. FE 83-15.
- [19] *Integrated Coal Gasification/Combined Cycle Power Plant With Texaco Gasification Process*. Argonne, Illinois: ANL, June 1983. FE 83-1.
- [20] *Integrated Coal Gasification/Combined Cycle Power Plant With BGC/Lurgi Gasification Process*. Argonne, Illinois: ANL, June 1983. FE 83-16.
- [21] *Integrated Coal Gasification/Combined Cycle Power Plant With Westinghouse Gasification Process*. Argonne, Illinois: ANL, June 1983, FE 85-17.
- (PC/FGD)
- [22] *Coal-Fired Power Plant Capital Cost Estimates*. Palo Alto, California: EPRI, May 1981. PE-1865.
- [23] *Phase VI Update (1983) Report for the Energy Economic Data Base Program—EEDB VI*. Philadelphia, PA: United Engineers and Constructors Inc., September 1984. DOE/NE-0051/1.
- [24] *Capital Cost Estimates and Schedules for Coal-Fired Power Plants*. Palo Alto, California: EPRI, August 1986. P-4542.
- [25] *Pulverized Coal-Fired Power Plant with a Wet-Limestone Flue Gas Desulfurization System*. Argonne, Illinois: ANL, June 1983. FE 83-10.
- [26] *Phase VII Update (1984) Report for the Energy Economic Data Base Program—EEDB VII*. Philadelphia, PA: United Engineers and Constructors Inc., August 1985. DOE/NE-0059/2.

(うちやま ようじ
経済部
エネルギー研究室)

エネルギーサービスに関わる生活者の意識多様化の分析

キーワード：新サービス，アンケート調査，マーケティング，多変量解析

小野 賢 治 森 清 堯

〔要 旨〕

エネルギーサービスに関する生活者の意識やニーズの特徴を，アンケート調査データの分析を通して明らかにすることを目的とし，昭和 60 年と 61 年に全国大で調査を行なった。この調査データの分析から，以下の特徴が明らかになった。

- (1) エネルギーに対するイメージを決定づける主な要因は，快適・クリーンなどのベネフィット要因と，経済・省エネルギー，などのコスト要因である。
- (2) 生活者の多様なライフスタイルを抽出し，各ライフスタイルごとの意識やニーズの特徴を明らかにした。
- (3) 電気は「快適・クリーンだが高い」と感じている人の比率が他のエネルギー源に比べて高い。この傾向は中年齢の主婦層に特に顕著である。

1. はじめに
2. 調査の概要
3. 生活者のライフスタイルと意識・ニーズの分析
 - 3.1 ライフスタイルの抽出
 - 3.2 ライフスタイルと電気に対する意識，新サービスへの関心
4. 生活用エネルギー源に対する意識の比較
 - 4.1 エネルギー・イメージの因子分析
 - 4.2 エネルギー源別のイメージスコアの比較
5. 分析結果のまとめ
 - 5.1 経済性・省エネルギー性
 - 5.2 快適性・クリーン性
 - 5.3 電気料金の高値感
6. 今後の課題

1. はじめに

近年，電気事業をとりまく環境は急激に変化している。具体的には，産業構造の変化による電力需要の伸びの低迷，エネルギー産業間の競争の激化と規制緩和への動き，豊かさの充足にともなう消費者の価値観やニーズの多様化，等が挙げられる。このような状況の中で，電気事業は従来の「豊富，安定，低廉な電力の供給」

を行なうだけでなく，需要サイドに立ったきめ細かなサービスの開発が望まれている。

このような背景のもとで，当所では電力をはじめとするエネルギー・サービスに関する生活者の意識の多様化の実態を探るため，昭和 60 年に首都圏の生活者を対象としたアンケート調査を実施し，そのデータを用いて，多変量解析によって生活者の意識構造を探るための分析手法の検討・提案を行なった〔1〕，〔2〕。本報

告は、前報告で有効であるとされた分析手法を用い、昭和 61 年に全国の 6 地方都市で行われたアンケート調査のデータを分析し、首都圏調査の分析結果と合わせて、電力をはじめとするエネルギー・サービスに関する生活者の意識の特徴を明らかにすることを試みたものである。

2. 調査の概要

本研究で用いた調査データは、2 回の調査から得られたものである。表 2.1 にこれらの調査の概要を示す。

3. 生活者のライフスタイルと意識・ニーズの分析

近年では、生活者の価値観の多様化などにより、デモグラフィック属性だけで生活者の意識や行動を深層的確につかむことができなくなってきている。そこで我々は、生活者の日常生活における願望から典型的なライフスタイルを抽出し、電気や電力会社に対する意識をそれらのライフスタイルを重視する度合いで説明する分析方法を提案した〔1〕。本章では、それと同様の分析方法により、電気や電力会社に対する意識、電力会社が行なう新しいサービスへの関

心度とライフスタイル重視度との関連を分析し、各ライフスタイルごとの生活者の意識の特徴を浮き彫りにすることを試みる。

3.1 ライフスタイルの抽出

まず、生活者が持っている典型的なライフスタイルを抽出する必要がある。ここでは、〔1〕で試みたのと同様に、アンケート調査の中で、生活者の日常生活における願望についての質問の項目をもとにして、ライフスタイルを抽出することにした。

アンケート調査の質問には、「個性を育てたい」「若さを保ちたい」「広い空間が欲しい」「よい家庭をつくりたい」「子供を立派に育てたい」「安定した老後をすごしたい」「自分なりの健康法を身につけたい」「自由な時間が欲しい」「趣味を楽しみたい」「よい環境に住みたい」という 10 個の願望が挙げられているが、簡便的にこれら 10 個の各々をライフスタイルとみなし、これらの項目に反応している回答者は、そのライフスタイルを重視しているとみなしている。ただし、「良い家庭をつくりたい」と「子供を立派に育てたい」は回答における関連が非常に強く、別々に扱うと回帰分析において多重共線性を起こす恐れがあるので、これら

表 2.1 アンケート調査の概要

調査名	首都圏調査	地域調査
調査地域	首都圏の 4 地域： 武蔵野市，高島平，厚木，平塚	日本各地の 6 地方都市： 帯広（北海道），盛岡（岩手）， 鯖江（福井），堺（大阪），境港 （鳥取），南国（高知）
調査時期	昭和60年2月	昭和61年1月
質問票配布数	400	2,400（各都市 400）
回収質問票数 （サンプル数）	330	1,803
サンプリング の方法	住民基本台帳を用いた層別なしの 2 段・系統抽出	
質問の方法	アンケート票の留置法	

2つの項目については「家庭・育児」としてひとまとめに扱うことにした。

3.2 ライフスタイルと電気や電力会社に対する意識、新サービスへのニーズ

次に、前節で抽出したライフスタイルの各々について、それを重視する生活者の特徴を浮き彫りにするために、ライフスタイルの重視度と、電気や電力会社に対する意識、あるいは望んでいる新しいサービスとの関係を分析した。分析は6地域全体および各地域ごとに行ない、全体および個別地域の特徴を探った。

(a) 各ライフスタイルの「集計した意識度」の構成比

ここでのライフスタイル分析は、回答者を強制的にどれか1つのライフスタイルに分類するものではないので、各ライフスタイルの人数構成を求めることはできない。その代替指標として、ある一人の回答者が n 個のライフスタイルに反応した場合、各ライフスタイルに $1/n$ のスコアを与え、それらのスコアを集計して、各ライフスタイルのスコア合計の総合計に対する割合を計算し、その値で各ライフスタイルがどの程度の割合で意識されているかを判断することにした。

(b) ライフスタイルとデモグラフィック属性

各ライフスタイルを重視しているのはどのような人達かを把握するために、性別、年齢などのデモグラフィック属性と各ライフスタイルについての反応とのクロス集計表をもとに、正で有意な関連のある属性を抽出した。

(c) ライフスタイルと電気や電力会社に関する意識

各ライフスタイルの重視度と電気のイメージ、価格感、節約意識、電力会社のサービスについての評価などの関係を分析するために、こ

れらの項目についての回答を基準変数とし、各ライフスタイルの重視度を説明変数とする分析を行なった。用いた手法は、回帰分析、判別分析および相関係数の分析である。そして、有意な関連のある項目を抽出した。対象とした項目は以下の通りである。

- 電気の節約意識
- 電気のイメージ（因子スコア）
- エアコン、高速調理器具購入で重視する点（因子スコア）
- 電気料金の高値感
- 電気代の支出見通し
- 電気の安全性・快適性維持のための費用負担についての意見（主成分スコア）
- 電力会社の地域サービス、経営に関する意見

(d) ライフスタイルと新サービスへのニーズ

アンケート調査の質問の中に、地域や生活に関わるサービスで電力会社に望んでいるものを選んで回答してもらった質問項目がある。これらの新サービスへのニーズとライフスタイルとの関連を相関係数によって分析し、各ライフスタイルごとに、正で有意な関連のあるサービス項目を抽出した。

6地域全体のデータについて、以上の分析の結果を集約したのが表3.1である。各地域ごとの分析結果については、多くの地域で共通した傾向を示している項目について、表の中に印を付けて示した。

4. 生活用エネルギー源に対する意識の比較

最近、エネルギー間の競争が次第に激しくなりつつある。われわれの日常生活においても、現在では、暖房、給湯、調理などにおいて、複

表 3.1 各ライフスタイルごとの電気や電力会社に対する意識・ニーズの特徴

ライフスタイル	意識度の構成比	典型的な生活者像	電力への好意度	電気に対する意識（ニーズ）の特徴	新サービスへのニーズ
快適環境	11%	・一戸建借家、賃貸マンション入居者 ・未婚	かなり好意的	<ul style="list-style-type: none"> 安全性・快適性のための費用を利用者が負担するのはやむをえないと考えている。 電気展などの催し物は役立つと考えている。 ◆エアコン購入では、「コスト・性能」をかなり重視する。 ・今後、電気代への支出がかなり増えると考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> 電力施設美化緑化による町づくり参加 電力施設の利用提供 ホームオートメーション機器販売・リース
健康	9%	・男性60歳以上 ・女性50歳以上 ・主婦（無職） ・子供が就職・結婚している	好意的	<ul style="list-style-type: none"> 電気は「快適・クリーン」であると感じている。 電気料金の高値感はあまりない。 ◆電力会社は地域にかなり貢献していると感じている。 ・地域に貢献するよりも、安定供給に専念すべきと考える人が比較的多い。 電気の節約をかなり心掛けている。 ・エアコン、高速調理器具購入にあたっては、「ベネフィット・所持の満足感」を重視する。 	<ul style="list-style-type: none"> 深夜電力利用蓄電池 電気の上手な使い方の情報提供 電気機器販売・リース 配電線の地中化
若さ維持	11%	・50歳台女性 ・小中学生の親	やや好意的	<ul style="list-style-type: none"> ◆電気に対して、「快適・クリーン」というイメージをかなり強く持っている。 ・電気料金はかなり高いと感じている。 ・エアコン、高速調理器具購入にあたっては、「コスト・性能」を重視する。 ・支社、営業所のサービスや保安体制は良いと感じている。 ・電気の節約を心掛けている。 	<ul style="list-style-type: none"> 深夜電力利用蓄電池 ◆地域情報センター設置への協力 ◆電力施設美化緑化による町づくり参加 電気の効率的利用コンサルティング 配電線の地中化
個性尊重	6%	・20歳台 ・会社員・公務員 ・学生 ・未婚	中間	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社は地域に貢献していると感じている。 ・電気が「快適・クリーン」であるという意識があまりない。 ・電気料金の高値感はあまりない。 ・電気の節約をあまり心掛けていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地域情報センター設置への協力 地場産業の生産技術研究指導 電力施設の利用提供 瞬停防御機器販売・リース
家庭・育児	22%	・30歳台女性 ・40歳台男性 ・主婦（無職） ・中学生以下の子の親	中間	<ul style="list-style-type: none"> ◆電気料金は相当高いと感じている。 ◆電気に対して、「快適・クリーン」というイメージを非常に強く持っている。 ◆エアコンの購入にあたっては、「コスト・性能」を重視する。 ・高速調理器具購入では、「ベネフィット・所持の満足感」を重視する。 ・電気の節約を心掛けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆電気の上手な使い方の情報提供 電気の効率的利用コンサルティング ◆地域情報センター設置への協力 深夜電力利用蓄電池 ◆電力カード
老後安定	18%	・50～60歳台 ・自営業 ・子供が就職・結婚している	中間	<ul style="list-style-type: none"> ◆電気は「快適・クリーン」であると感じている。 ・電気料金は相当高いと感じている。 ・安全性、快適性のための費用を利用者が負担する必要はないと考えている。 ◆電気展などの催し物はかなり役立つと考えており、電力会社にかなり親しみを持っている。 ・電力会社は費用をかけてまで地域に貢献する必要はないと思っている人が比較的多い。 ◆電気の節約を非常に心掛けている。 ・高速調理器具購入では、「コスト・性能」を重視する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地域情報センター設置への協力 各種講習会や講演会の主催 ◆電気の効率的利用コンサルティング ・電気機器販売・リース

表 3.1 (つづき)

ライフスタイル	意識度の構成比	典型的な生活者像	電力への好意度	電気に対する意識(ニーズ)の特徴	新サービスへのニーズ
空間 求 望	5%	<ul style="list-style-type: none"> ・30歳台男性 ・20歳台女性 ・就学前の子供を持つ親 ・賃貸の集合住宅入居者 ・会社員・公務員 ・学生 ・未婚 	やや批判的	<ul style="list-style-type: none"> ◆電気が「快適・クリーン」であるという意識があまりない。 ・電力会社が地域に貢献しているという意識があまりない。 ・電力会社に対しては、費用をかけずに地域に貢献すべきであると考えている人が比較的多い。 ◆高速調理器具購入では「ベネフィット・所持の満足感」をかなり重視する。 ・電気展などの催し物は役立つと考えている。 ・今後、電気代への支出がかなり増えると考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域情報センター設置への協力 ・地場産業の生産技術研究指導 ・電力施設の利用提供 ・瞬停防御機器販売・リース ・ホームオートメーション機器販売・リース ・電気機器販売・リース
趣 味	12%	<ul style="list-style-type: none"> ・20歳台男性 ・学生 ・未婚 	批判的	<ul style="list-style-type: none"> ・電気が経済的・省エネルギー的であるという意識はあまりない。 ・電気が「快適・クリーン」であるという意識はあまりない。 ◆電気料金はかなり高いと感じている。 ・電力会社の地域への貢献やサービスに対する意識が低い。 ・電気の節約をあまり心掛けていない。 ◆エアコン購入では、「コスト・性能」をかなり重視する。 ・高速調理器具購入では、「ベネフィット・所持の満足感」を重視する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地場産業の生産技術研究指導 ・電力施設の利用提供 ・有線放送等への電柱利用提供 ・情報サービス(CATV, 地域情報) ・ホームオートメーション機器販売・リース ・電気機器販売・リース
自由 時間	7%	<ul style="list-style-type: none"> ・20~30歳台男性 ・会社員 ・学生 ・大学卒 ・未婚 	かなり批判的	<ul style="list-style-type: none"> ・電気が経済的・省エネルギー的であるという意識はあまりない。 ◆電気料金はかなり高いと感じている。 ・電力会社は生活や地域に貢献しているという意識はあまりない。 ・支社、営業所のサービスや保安体制がよいとは思っていない。 ・エアコン購入においては、「ベネフィット・所持の満足感」を重視する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電力カード ・瞬停防御機器販売・リース ・ホームオートメーション機器販売・リース ・配電線の地中化

(注) 表中の項目の先頭の◆印は、4地域以上で一貫した特徴であることを示す。

数のエネルギー源の中から選択する事ができる。さらに今後は、エネルギー源が選択できる機器の種類はさらに増えることが予想される。

そこで、本章では、このようなエネルギーサービス競合時代において、特に電気事業がとるべき方策を探るために、生活者が各エネルギー源について持っている意識の構造を分析した。

4.1 エネルギー・イメージの因子分析

まず、生活者がエネルギーに対して持っているイメージの構造を把握するため、アンケート調査の中で、電気、都市ガス、プロパンガス、灯油について、各々のエネルギーのイメージを

たずねた質問に関する回答に因子分析を適用した。ここでは、各回答者の各エネルギーについての回答をそれぞれ1ケースとみなして6地域全体について分析を行なった。因子分析の手法は、主因子法およびバリマックス回転である。

分析の結果、共通因子数は2であると判定された。図4.1は、各質問項目の因子負荷量をプロットしたものである。各因子は以下のように解釈できる。

第1因子…快適性、クリーン性(ベネフィット的側面)

第2因子…経済性、省エネルギー性(コスト

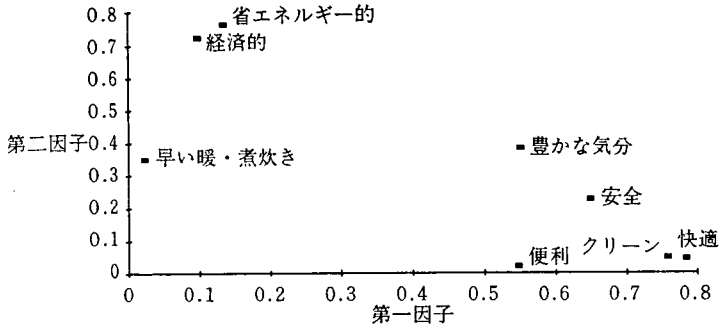


図 4.1 エネルギーの各イメージ項目の因子負荷量（6地域全体）

的側面)

4.2 エネルギー源別のイメージスコアの比較

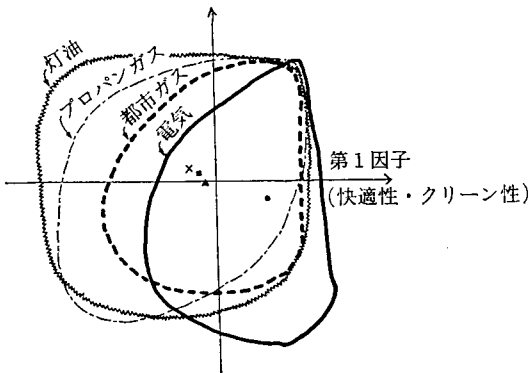
次に、各エネルギー源についてのイメージの評価を比較するために、前節で行なった分析の結果各ケースに与えられた因子スコアを、各エネルギー源別に平面上にプロットした。図 4.2 は各エネルギー源別の平均値と大まかな分布の様子を表したものである。

「快適性・クリーン性」に関しては、電気、都市ガス、プロパンガス、灯油の順で、分布が

より低い評価の方にまで広がっていることがわかる。また、「経済性・省エネルギー性」に関しては、電気が他のエネルギーに比べてより低い評価の方にまで分布している。

特に、電気については分布の右下の部分に他のエネルギーよりも広く分布している。この部分に属するのは、電気の「快適性・クリーン性」で高い評価をしているが、「経済性・省エネルギー性」に関して非常に低い評価をしている人たちである。そこで、この人達の属性にどのような特徴があるかを調べてみた。

表 4.1 は、この電気の分布の右下部分に属する集団とサンプル全体とで、年齢、性別、職業などのデモグラフィック属性の構成比率を比較して、この部分の集団の方が特に比率が高いよ



●：電気 ▲：都市ガス ■：プロパンガス ×：灯油

図 4.2 各エネルギーごとの因子得点の分布のようす（6地域全体）

(注) 値が大きいほど良いイメージを持っている。以下の図も同じ。図中の印は各エネルギーごとの因子得点の平均値を表わす。

表 4.1 電気の「経済性・省エネルギー性」を低く評価している集団の特徴

属性	集団での割合 (%)	サンプル全体での割合 (%)
女性	63.3	52.5
35～39歳	21.1	14.4
45～49歳	17.7	9.8
55～59歳	16.3	9.5
主婦（専業）	21.1	16.5
主婦（仕事あり）	21.8	14.9
子供が小・中学生	31.9	21.1
子供が高・大学生	24.3	14.7
年収500万円台	20.5	14.9
年収800万円以上	18.9	9.0

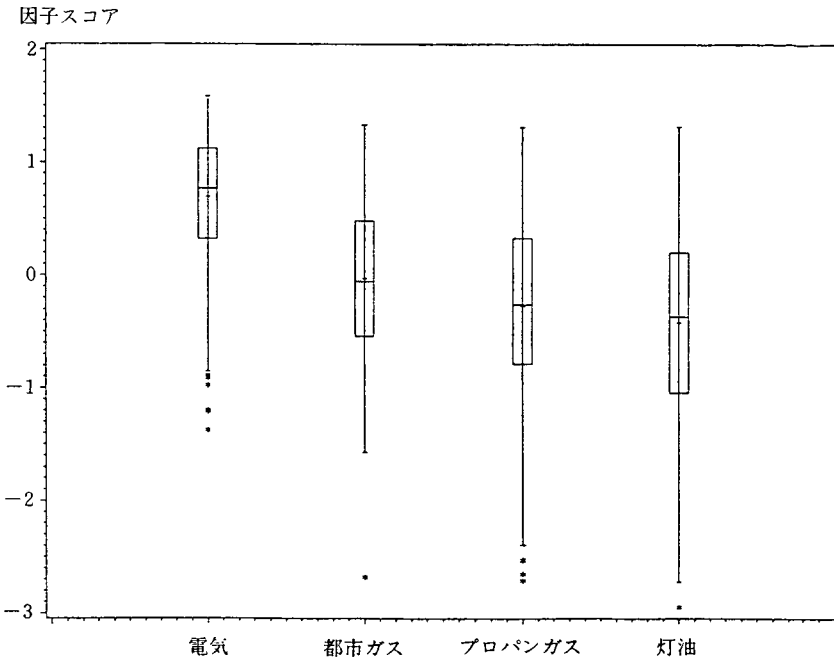


図 4.3 「快適・クリーン」なイメージのエネルギー源別の分布 (6地域全体)

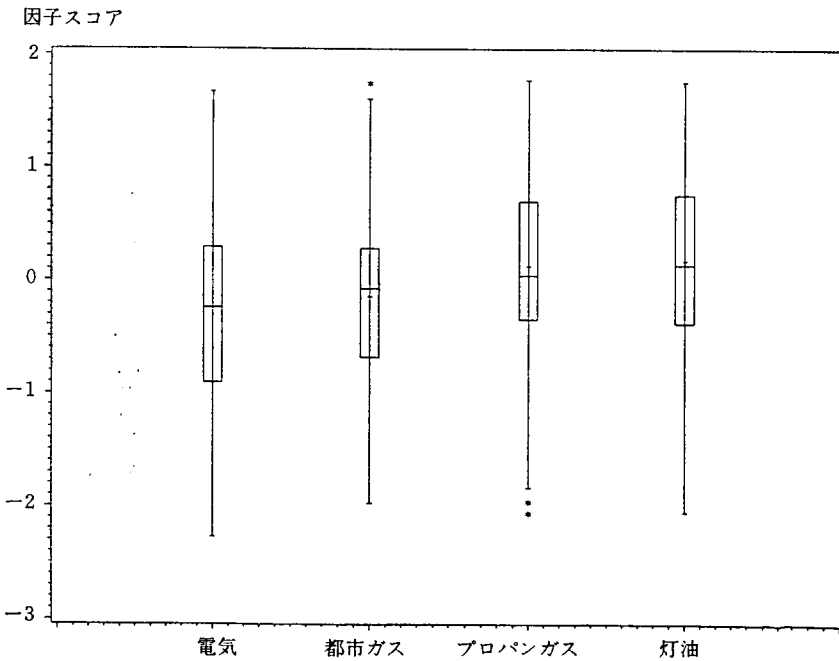


図 4.4 「経済的・省エネルギー的」なイメージのエネルギー源別の分布 (6地域全体)

うな属性を抜き出したものである。この集団は、35歳以上、特に中年層の主婦の比率が全体よりもかなり高いことがわかる。すなわち、中年層の主婦の中には、電気の快適性やクリーン性を高く評価しているけれども、「電気は割高」という意識を強く持っている人が比較的多いことを示している。

また、図 4.3, 4.4 は上で求めた因子スコアの分布を因子軸毎に箱ヒゲ図で表したものである（この図の描画プログラムは〔4〕による）。この図から、電気の「快適性・クリーン性」に対する評価は、他のエネルギーに比べてきわめて高いことがわかる。「経済性・省エネルギー性」については、右に行くにしたがって少しずつ評価が高くなるが、エネルギー間であまり大きな差はない。

5. 分析結果のまとめ

3章と4章において、アンケート調査のデータをもとに生活者の特性と意識やニーズとの関係を分析した。さらに本研究ではこれ以外のアプローチによる分析も幾つか行なった（詳細は〔3〕参照）。それらの結果は生活者のとらえかたや分析手法によってさまざまな表現となっている。さらに地域差もあり、複雑で全体的な特徴が把握しにくくなっている。そこで、本章では、いままでに得られた分析結果（〔1〕の結果も含む）をKJ法的に空間に配置し、総括的なまとめを行なうとともに、生活者に対するサービスについていくつかの検討を行なう。

5.1 経済性・省エネルギー性

経済性・省エネルギー性に関する分析結果のまとめは図 5.1 に図示されている。電気の「経済性・省エネルギー性」（割高感）に関しては、一般的に、年代が高くなるほど電気の割高感が

弱くなるという傾向がある。これは、つぎの3つの理由によるものではないかと推測される。

- (1) 一般的に、年代が若いほど辛い評価をする。
- (2) 一般的に、年代が若いほど収入が少ないので、光熱費の占める割合が大きい。
- (3) 割高感が強くなる理由の一つに使用量が多いことがあるのではないかと考えられる。もしそうだとすれば、高齢層の人々は、「割高感をおぼえるほど電気を使っていない」ともいえる。

一方、鯖江と首都圏では、60歳以上の人々に電気の割高感が強い。上記の(3)の考え方からすると、この2地域と他の地域とでは、60歳以上の人々の電気の使用機会がかなり異なるのではないかとみることができる。

年代が上がるほど割高感が弱まるという傾向は、他のエネルギー源についても同様にみられる。特に、「個性」や「空間」のライフスタイルをもつ人たちは、プロパンガス、灯油の割高感が強い（この傾向は電気にはみられない）。

また、子育てで忙しい30~40歳台の主婦層の中には、電気のもたらす便益は高く評価するが、割高感も強く持っている人が多い。これは、給湯、厨房など、エネルギー源の競合が激しい用途での利用が多いことが一因であると考えられる。実際、「家庭・育児」のライフスタイルを持つ中年層の人たちは、プロパンガスや灯油の経済性を高く評価する傾向がある。

電気の「経済性・省エネルギー性」のイメージを高める（割高感を弱める）方途としては、例えば季時別料金制度、電力カードによる割引、その他の割引制度や、電気の上手な使い方の情報提供・コンサルティングなどの新しいサービスの導入も検討されよう。さらにこれらの

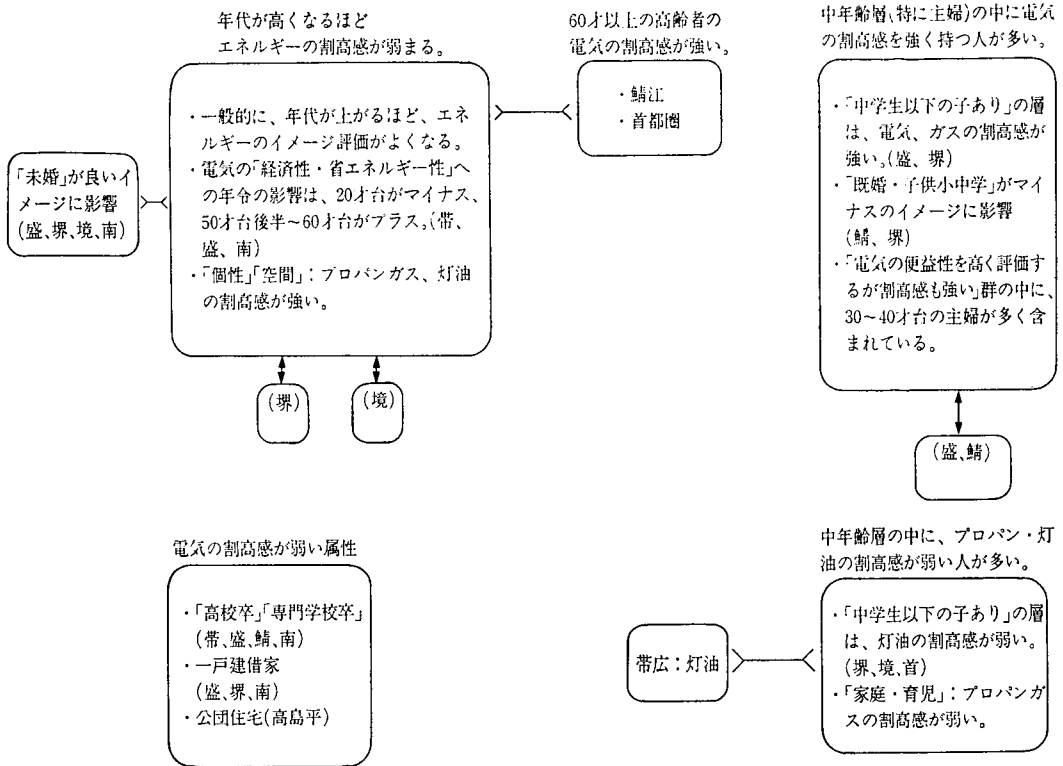


図 5.1 「経済性・省エネルギー性」に関する分析結果の集約

(注) 各々の文章の末尾のカッコ内の文字は、その事項が該当する地域を表わす(帯=帯広, 盛=盛岡, 鯖=鯖江, 境=境港, 南=南国, 首=首都圏)。図 5.2～5.3 についても同様。

新サービスを特に若年層と中年層の主婦層をターゲットとして行なうことが有効であるといえそうである。

5.2 快適性・クリーン性

快適性・クリーン性に関する分析結果のまとめは図 5.2 に図示されている。「家庭・育児」のライフスタイルをもつ 30～40 歳台の主婦層の中に、電気の快適性・クリーン性を強く意識している人が多いことが最も特徴的である。この層は、自分の最大の関心事が家庭生活や子供の教育であり、毎日の生活と電気の利用との関わりが深いためであると考えられる。

また、高年齢層の中にも、電気の快適性・クリーン性を高く評価している人が多い。ただし

この傾向には地域差があり、首都圏、堺といった大都市圏ではあまりみられない。また、高年齢層の場合は、他のエネルギー源についても快適性・クリーン性を高く評価している。それに対して、「家庭・育児」のライフスタイルをもつ人たちは電気以外のエネルギーについては「快適・クリーン」という意識は強くない。すなわち、高年齢層が電気の快適性・クリーン性を高く評価している理由は、おもに前節の(1) [年代が上がるほど評価が良くなる]であるのに対して、中年層の場合は、他のエネルギーとの対比で電気の快適性・クリーン性を意識している事がわかる。また、中年層の主婦層および高年齢層の中にはいずれも、生活の場が家庭

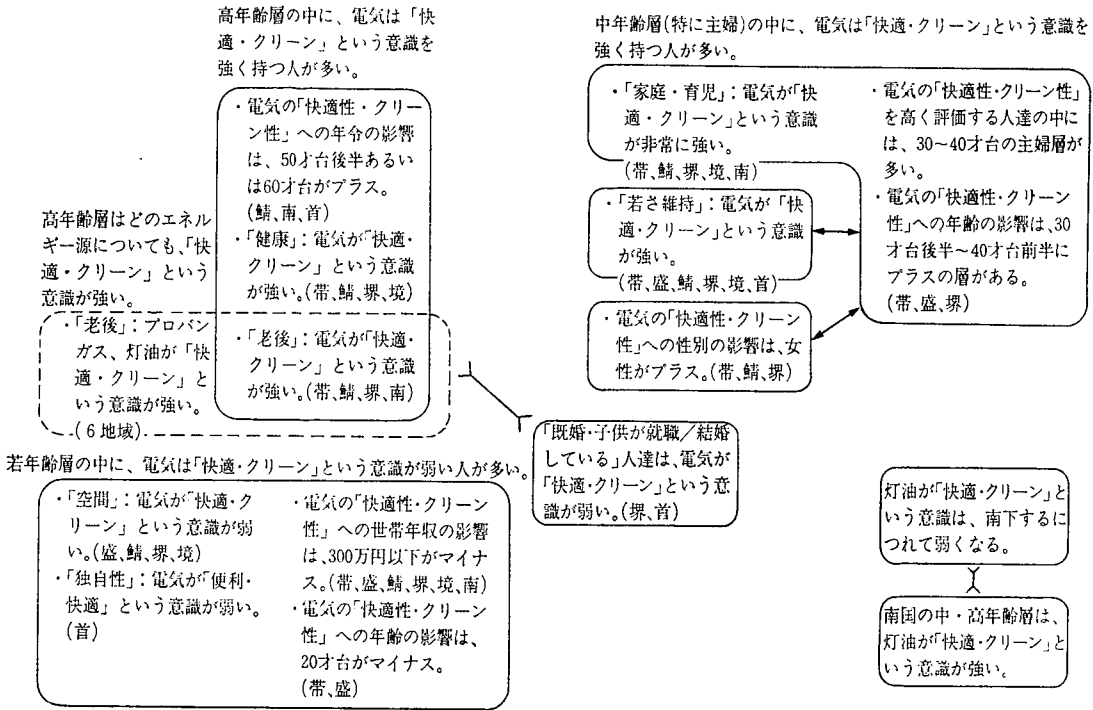


図 5.2 「快適性・クリーン性」に関する分析結果の集約

のみ(外に勤めに出ていない)の人が多い。そこで、「生活の場が家庭のみ」の人は、電気が『快適・クリーン』であるという意識が強い」という解釈をすることもできる。

若年層については、一般的に電気の快適性・クリーン性についての意識は弱い。他のエネルギー源についてもこのような意識は持っていない。この理由は、生まれた時から多くのエネルギー利用機器に囲まれて育ってきたために、エネルギーは空気のようなもので、それがもたらす便益を特に意識していないためと考えられる。ただし、電気についてのみ、若年層の中にはその便益をかなり低く評価する人がいることは興味深い。電気事業としては、特に若年層に「電気の便利さ、快適さ」を認識してもらうような方策をとることが必要であろう。このため

のサービスとしては、電気自動車、電力情報マルチサービスなど、新しさ、面白さを売り込むものが有効であろう。

灯油の「快適・クリーン」なイメージが南下するにしたがって低くなることから、「快適・クリーン」なイメージが、使用量や使用頻度と密接に関係していることがわかる。

5.3 電気料金の高質感

これに関する分析結果のまとめは図5.3に要約されている。電気料金の高質感は、地域の特性に左右されることが多い(例えば境港では地場産業である水産加工業のために電気料金の高質感が強い)。しかし全体的にみると、電気の割高感とかなり似た傾向を持つ。すなわち、20歳台の若年層および「家庭・育児」のライフスタイルをもつ中年層層の中に、電気料金の高値

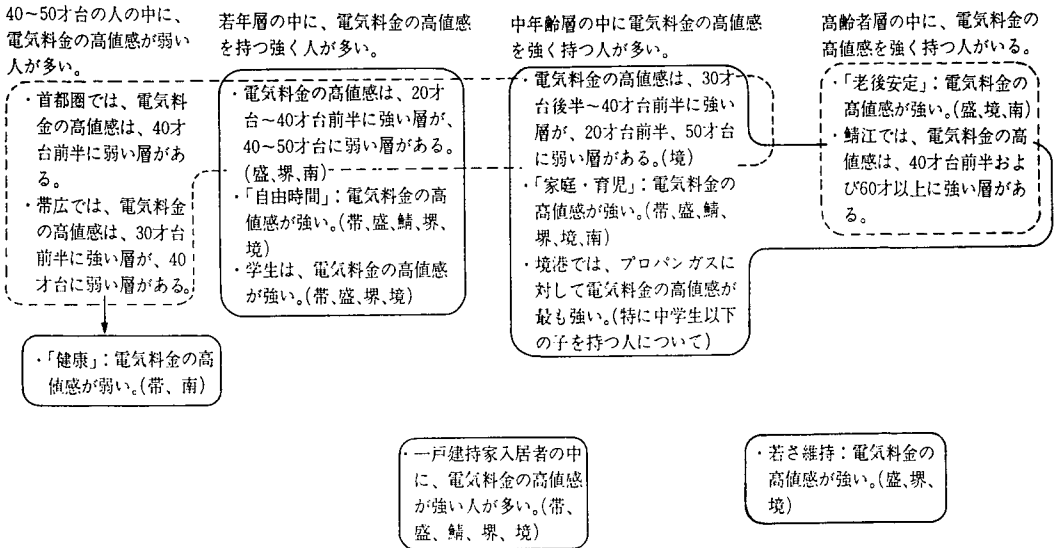


図 5.3 「電気の高値感」に関する分析結果の集約

感強く持つ人が多い。電気料金の高値感が最も弱い年代は 40~50 歳台で、それより上の年代は、逆に高値感を持つ人が多くなる。特に高齢者の場合は、「電気は高い」ということが固定観念になっているようである。

6. 今後の課題

今後は、生活者の意識・ニーズの実態や構造をより明らかにするため、こうした実態調査やその分析手法の高度化を進めていく必要があるとともに、ニーズに対応するさまざまな新しいサービスの開発・探索やその市場性の評価の方法を確立することが重要な課題である。

参考文献

- [1] 小野賢治「生活者の意識構造の分析手法—多様化する需要家ニーズの把握のために—」, 電力中央研究所研究報告, No. 585012, 1986年4月。
- [2] 小野賢治「エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析」, 『電力経済研究』No. 22, 1987年1月, 電力中央研究所。
- [3] 小野賢治, 森清 亮「エネルギーサービスに関する生活者の意識・ニーズの分析」電力中央研究所研究報告, No. Y87004, 1987年7月。
- [4] 大橋靖雄「SAS/GRAPH による層別箱ヒゲ図の描き方」, 日本 SAS ユーザ会 論文集, 1986年7月。

（おの けんじ
もりきよ たかし
情報システム部
経営情報研究室）

経済研究所既刊 論文・資料

電力経済研究

No. 1	<p>電研マクロ・モデル：1958. I ~ 1968. II</p> <p>電力需要予測モデル</p> <p>電気事業の企業モデル</p> <p>大規模広域利水計画</p> <p>(文献紹介) ラルフ・ターベイ：「電力供給の最適価格形成と最適投資」</p> <p>(資料紹介) 池島晃：「世界エネルギー需給予測図表および日本エネルギー需給予測図表」</p>	<p>内田・建元</p> <p>大澤・内田・斎藤(観)</p> <p>大澤・内田・富田</p> <p>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る</p> <p>混合型整数計画法による発電所の最適建設計画の作成</p> <p>(研究ノート) 電気事業の企業モデルによるシミュレーション</p> <p>公益事業における価格形成と所得分配の公正</p> <p>(文献資料紹介) 発電所温排水の都市利用</p> <p>ベトナム共和国電力事情調査団報告書</p>	<p>高橋 實</p> <p>矢島 昭</p> <p>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一判別分析による</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>特集 電源立地問題</p> <p>電源立地システムの設計方法—モデルビルディングの試み</p> <p>電源立地反対運動とその論理構造—内容分析と一対比較法による分析—</p> <p>(研究ノート) 電源立地のための新しい地点選定の方法</p> <p>広域環境調査についてのリモートセンシングの適用</p> <p>米国電気事業と電源立地問題—アンケート調査に関連して</p> <p>(文献資料紹介) D. H. マークス, G. H. ジルカ: 発電立地のためのスクリーニング・モデル—環境基準と立地点選定モデル</p> <p>S. シュナイダー: [i] 航空機と宇宙衛星からの環境のコントロール</p> <p>A. H. アルドレッド: [ii] 宇宙からの遠隔探査の世界参画</p> <p>W. A. フィッシャー: [iii] 遠隔探査の現状</p>	<p>天野博正</p> <p>三辺・根本・斎藤(雄)</p> <p>根本和泰</p> <p>水無瀬綱一</p> <p>高橋真砂子</p> <p>根本和泰</p> <p>水無瀬綱一</p>	49. 3.
No. 6	<p>エネルギーと原子力 その4</p> <p>大規模企業の経営理念—日独両国の電気事業経営者の経営理念</p> <p>投資の最適地域配分—関西地域におけるケース・スタディー—</p> <p>Determinants of Wage Inflation—A Disaggregated Model for UK: 1964-1971</p> <p>(研究ノート) 企業合併の評価モデル</p> <p>電源立地のパブリック・アクセプタンス—発電所イメージ調査結果</p> <p>(文献資料紹介) 米国「環境問題諮問委員会」第4回年次報告</p> <p>米国「環境問題諮問委員会」: エネルギーと環境—電力を中心として</p>	<p>高橋 實</p> <p>斎藤(統)・大森・廿日出</p> <p>大澤・斎藤(観)・阿波田</p> <p>内田光穂</p> <p>廿日出芳郎</p> <p>根本和泰</p> <p>資料室</p> <p>大島英雄</p>	49. 9.
No. 7	<p>特集 エネルギー問題</p> <p>エネルギーと原子力 その5</p> <p>原油資源支配構造の変動と International Majors の新動向</p> <p>発電所熱利用システムの調査</p> <p>(文献資料紹介) N地域大型エネルギー基地計画調査—昭和47年度調査報告—</p> <p>N地域大型エネルギー基地計画調査—昭和48年度調査報告—</p>	<p>高橋 實</p> <p>山田・廿日出・松井・古閑</p> <p>水無瀬・平野</p> <p>水無瀬綱一</p> <p>平野 睦 弘</p>	50. 3.
No. 8	<p>特集 電気料金問題</p> <p>「電気料金問題特集号」に寄せて</p> <p>電気料金理論の新展開</p> <p>負荷曲線と電気料金</p> <p>新しい電気料金制度をめぐる諸問題</p>	<p>外山 茂</p> <p>西野 義彦</p> <p>大澤悦治・佐久間孝</p> <p>大澤 悦 治</p>	50. 7.

	<p>電気料金改定の波及効果 (研究ノート) 従量電灯におけるブロック料金算定モデルとシミュレーション (研究ノート) 電力需要の価格分析 (研究ノート) 電気事業個別原価計算の推移 (会議報告) ユニベデ電気料金会議 (1975年4月) (文献資料紹介) 電力需要の価格分析:サーベイ (文献資料紹介) 最近のフランスの電気料金制度について</p>	<p>富田輝博 森清堯 斎藤観之助 植木滋之 矢島昭 斎藤観之助 荒井泰男</p>	
<p>No. 9</p>	<p>エネルギーと原子力 その6 2水槽式波力発電とその経済性 企業の価格政策と管理価格インフレーション (研究ノート) 電研マクロ・モデル改訂についての作業メモ (研究ノート) 環境権に関する覚書——環境権論の社会的背景の一側面—— (文献資料紹介) N地域大型エネルギー基地計画調査 (文献資料紹介) 電気事業関連年表</p>	<p>高橋 實 本間 尚雄 富田輝博 矢島 昭 三 辺 夏 雄 水無瀬綱一・天野博正 高橋 和 助</p>	<p>50. 9.</p>
<p>No. 10</p>	<p>特集 電力需要問題 「電力需要問題特集号」に寄せて 第1章 作業全般についての予備的考察 第2章 中期モデルとシミュレーション分析 第3章 産業モデルによる電力需要の分析 第4章 大口電力需要の産業別分析 第5章 電力需要の短期・長期の弾力性について 第6章 電灯需要の分析 第7章 従量電灯使用量分布に関する二、三の考察 第8章 アンケート調査および使用電力量調査の設計と実施 第9章 電灯需要のアンケート調査と使用量調査 第10章 小口電力アンケート調査:需要変動要因の分析 第11章 大口電力需要アンケート調査</p>	<p>大澤悦治 矢島 昭 内田光穂 熊倉修・浜田宗雄 富田輝博 西野義彦 阿波田禾積 服部常晃 森清堯 荒井泰男 荒井泰男 植木滋之・横内靖博 阿波田禾積 植木滋之・横内靖博</p>	<p>51. 10.</p>
<p>No. 11</p>	<p>社会的紛争の基本的性質について 家庭用エネルギー需要の所得階層別分析 戦前の国際石油産業の構造と運営 送電線ルート選定モデル 電気料金変化の動学的波及分析 (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</p>	<p>斎藤雄志 服部常晃 廿日出芳郎 天野博正・水無瀬綱一 西野義彦・富田輝博 根本和泰</p>	<p>52. 3.</p>

No. 12	<p>(文献資料紹介) 電気・ガス料金と低所得者層——英国の「電気・ガス料金作業部会」報告要旨——</p> <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</p> <p>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</p> <p>(研究ノート) 投資の乗数効果</p> <p>(研究抄録) Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面</p> <p>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—</p>	<p>小 倉 静 雄</p> <p>高 橋 實</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>矢 島 昭</p> <p>山田恒彦・廿日出芳 郎・白石エリ子</p> <p>大 山 達 雄</p>	52. 9.
No. 13	<p>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>紙・パルプ産業におけるエネルギー消費</p> <p>化学工業と電力——需要価格効果をめぐって——</p> <p>(研究ノート) 電研マクロ・モデルによるシミュレーション分析</p> <p>スペース・ミラー (仮称) による大量エネルギー取得の可能性——リチウム・ロケットの技術について——</p> <p>(海外出張報告) 最近における電気料金制度の動向</p> <p>長期エネルギー需給の展望</p> <p>(研究抄録) 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——</p>	<p>山 地 憲 治</p> <p>熊 倉 修</p> <p>浜 田 宗 雄</p> <p>矢 島 正 之</p> <p>高 橋 實</p> <p>大 澤 悦 治</p> <p>小 川 洋</p> <p>天 野 博 正</p>	53. 10.
No. 14	<p>電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——</p> <p>沿岸漁業の構造変化—愛知県南知多町師崎の調査報告—</p> <p>長期限界費用の計測と電気料金問題</p> <p>電力施設のための景観アセスメント手法</p> <p>(研究ノート) ドイツ・オーストリアにおける公企業研究の展開</p> <p>(研究抄録) 琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について</p> <p>核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析</p> <p>西ドイツの原子力発電訴訟</p> <p>日本経済の長期成長モデル</p> <p>環境アセスメントの評価項目の特定方法について</p> <p>評価関数の開発と評価システムの設計</p> <p>評価手法の信頼性に関する研究</p>	<p>斎藤 統・大森賢二 野原 誠</p> <p>熊倉修・朝倉タツ子 西野義彦・富田輝博 大山達雄</p> <p>若 谷 佳 史</p> <p>矢 島 正 之</p> <p>本 間 尚 雄</p> <p>山 地 憲 治</p> <p>斎 藤 統</p> <p>阿 波 田 禾 積</p> <p>天 野 博 正</p> <p>天野博正・若谷佳史</p>	54. 11.
No. 15	<p>核燃料サイクルの動特性について</p> <p>石油価格モデル —その1—</p> <p>沖合漁業における漁業労働関係の実態</p> <p>賦課金・補助金制度による水質保全——フランスの流域金融公社について——</p> <p>地域経済の長期分析——手法としての投資の最適地域配分論——</p>	<p>山 地 憲 治</p> <p>佐和隆光・荒井泰男</p> <p>三 辺 夏 雄</p> <p>熊 倉 修</p> <p>斎 藤 観 之 助</p>	55. 5.

No. 16	<p>発電所の景観評価</p> <p>発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析—</p> <p>発電所立地に伴う地域社会経済の変化</p> <p>電力需要変動の要因分析</p> <p>(文献紹介) 新発電システムの比較研究と評価(要約)</p> <p>(文献紹介) 現代経済の病理を考える —L. C. サロー『ゼロ・サム社会』(岸本重陳訳)を 読んで—</p>	<p>若谷佳史・山本公夫</p> <p>若谷佳史・山中芳朗</p> <p>荒井泰男・斎藤観之助</p> <p>植木滋之・牧野文夫</p> <p>内山洋司</p> <p>伊藤成康</p>	57. 5.
No. 17	<p>特集 エネルギー問題</p> <p>長期エネルギー需給展望の方法</p> <p>新エネルギー技術評価手法の体系化 —経済性評価手法の開発と石炭新発電方式への試算例—</p> <p>国際石油市場のモデル分析</p> <p>原油値下がりによる日本経済に及ぼす影響</p> <p>(海外情勢) 国際石油市場におけるOPEC</p> <p>(新モデル紹介) 原子力発電コストモデル</p> <p>(研究ノート) 停電コスト評価—最適供給信頼度レベルの決定—</p> <p>(研究ノート) 自然独占の理論と電気事業—火力発電の費用関数—</p>	<p>斎藤雄志</p> <p>内山洋司・斎藤雄志</p> <p>熊倉修</p> <p>服部常晃・伊藤成康</p> <p>廿日出芳郎</p> <p>矢島正之・牧野文夫</p> <p>西野義彦・植木滋之 牧野文夫</p>	58. 7.
No. 18	<p>所得階層別電灯需要の分析</p> <p>夏季電力需要の気象要因分析</p> <p>発電所立地の社会経済影響予測</p> <p>米国電気事業における公衆参加</p> <p>新発電技術の総合評価 —微粉炭火力と石炭ガス化複合発電の比較評価—</p> <p>軽水炉燃料高燃焼度化の経済性評価</p> <p>電力需要動向と電源構成</p> <p><新モデル紹介></p> <p>電研中期多部門計量経済モデルの構想</p>	<p>服部常晃・桜井紀久</p> <p>小野賢治・森清堯</p> <p>大河原透・中馬正博</p> <p>高橋眞砂子</p> <p>内山洋司</p> <p>山地憲治・松村哲夫</p> <p>斎藤雄志・大庭靖男 七原俊也・伊藤浩吉</p>	60. 1.
No. 19	<p>フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として—</p> <p>ロードマネジメントとその費用便益分析</p> <p>主成分分析による財務指標総合化の試み —アメリカ電気事業への適用—</p> <p>発電所の景観設計手法</p> <p>電力需要分析のための新しいデータ解析手法</p> <p>河川景観の評価</p>	<p>井澤裕司</p> <p>熊倉修</p> <p>浅野浩志</p> <p>関口博正</p> <p>山本公夫・若谷佳史</p> <p>小野賢治・大屋隆生</p> <p>若谷佳史・山本公夫 山中芳朗</p>	60. 7.

<p>No. 20</p>	<p>電気事業の設備投資と資金調達</p> <p><新モデル紹介></p> <p>中期電力需要予測モデル</p> <p>情報化と産業構造の変化</p> <p>経済性、セキュリティ、リスクからみた我が国の最適電源構成の検討</p> <p>水資源のエネルギー利用と河川環境管理</p> <p>地域計量経済モデルの開発</p>	<p>富田輝博・牧野文夫</p> <p>阿波田禾積・服部常晃 桜井紀久</p> <p>阿波田 禾 積</p> <p>内山洋司・高橋圭子 斎藤雄志</p> <p>若谷佳史・山本公夫 山中芳朗</p> <p>中 馬 正 博</p>	<p>61. 1.</p>
<p>No. 21</p>	<p><海外事情紹介></p> <p>経営面からみたアメリカ原子力発電不振の原因</p> <p>差益還元のマクロ経済効果の計測 —マクロ・産業連関モデルの適用—</p> <p>季時別料金制度の厚生経済分析：展望</p> <p>負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例</p>	<p>廿日出芳郎・関口博正</p> <p>服部常晃・桜井紀久</p> <p>伊 藤 成 康</p> <p>小 野 賢 治</p>	<p>61. 7.</p>
<p>No. 22</p>	<p>原子炉における燃料資源利用効率の考察</p> <p>住宅用太陽光発電の経済評価</p> <p>産業用需要家のプロセスモデルの開発 —鉄鋼業の事例—</p> <p>エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析</p>	<p>山 地 憲 治</p> <p>西 野 義 彦</p> <p>山地憲治・浅野浩志 佐賀井重雄</p> <p>小 野 賢 治</p>	<p>62. 1.</p>
<p>No. 23</p>	<p>全国9地域計量経済モデルの開発</p> <p>本 号</p>	<p>大河原 透</p>	<p>62. 9.</p>

電力需要指標

62年1月31日 発行 No. 101 をもって廃刊

情報処理研究 (昭和57年5月~昭和62年9月)

<p>No. 11</p>	<p>特集 メンテナンス・サポート・システム 電気事業情報処理システムのメンテナンス—中国電力に おけるメンテナンス・サポート・システムの開発—</p> <p>(研究報告) 意思決定支援システムの計算機技術 テスト分析・選択システムの提案</p> <p>原子力発電所におけるオンライン放射線被曝管理システム の性能予測評価</p> <p>(調査報告) システム監査に関する調査報告</p>	<p>鈴木道夫・坂内広蔵 寺野隆雄</p> <p>鈴 木 道 夫</p> <p>坂内広蔵・正木和子 寺 野 隆 雄</p>	<p>57. 5.</p>
<p>No. 12</p>	<p>特集 オフィスオートメーション オフィスオートメーションとその問題点</p>	<p>伊藤祐次郎・若林剛</p> <p>寺 野 寿 郎</p>	<p>59. 2.</p>

	<p>電気事業のオフィスオートメーション</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. OAの果たす役割 3. わが国のOA事例の現状 4. わが国OA技術の動向 5. 電気事業OAの現状と見通し 6. OA推進上の課題 <p>付 電力各社のOA化機器類導入概況</p> <p>研究報告</p> <p>技術計算サポートシステム</p> <p>ソフトウェア仕様書体系の調査・評価</p> <p>コンピュータ・システムの性能評価とチューニング方法について</p>	<p>若林 剛・森清 堯 鈴木道夫・原田 実</p>	
<p>No. 13</p>	<p>研究報告</p> <p>経営経済データベース・分析システムの開発</p> <p>知識処理に基づくプラントの予防保全支援システムの開発</p> <p>大規模技術計算プログラムの品質管理 プログラム自動生成システム ARIES/I の開発</p>	<p>高橋 誠・松井正一 原 田 実 松井正一・高橋 誠 森清 堯</p> <p>高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生</p> <p>寺 野 隆 雄</p> <p>松井正一・高橋 誠 原田 実・篠原靖志 鈴木道夫</p>	<p>60. 3.</p>
<p>No. 14</p>	<p>高度情報化時代の電気事業経営環境</p> <p>電気事業高度情報化の展望と課題</p> <p>高度経営情報システム DEMANDS —意思決定支援システムパイロットモデルの開発—</p> <p>自動プログラミング・システム SPACE の開発</p> <p>エキスパート・システムにおける不確実な情報の扱い</p> <p>超高速計算システムの現状と利用方法</p>	<p>阿波田 禾 積</p> <p>若林 剛・小暮 仁</p> <p>森清 堯・鈴木道夫 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志</p> <p>原 田 実</p> <p>寺野隆雄・篠原靖志 松井正一・中村秀治 磯田八郎・松浦真一</p> <p>大屋隆生・高橋 誠 松井正一</p>	<p>61. 6.</p>
<p>No. 15</p>	<p>研究報告</p> <p>日替情報提供システム NEWS の開発 —高度経営情報システム DEMANDS の高度化—</p> <p>計量経済モデルシミュレーションシステムの開発</p> <p>OA機器を利用した動画作成システム</p> <p>知識整理支援システム CONSIST</p> <p>ソフトウェア開発スケジュール管理システム SWIFT —開発工数・期間予測, スケジュール作成, 進捗管理 システムの開発—</p> <p>だより</p> <p>アメリカの最新AI事情 —AAAI・87 に参加して—</p>	<p>松井正一・佐賀井重雄 森清 堯</p> <p>松 井 正 一</p> <p>高橋 誠・松井正一 大屋隆生</p> <p>篠 原 靖 志</p> <p>高 橋 光 裕</p> <p>鈴 木 道 夫</p>	<p>62. 9.</p>

電力中央研究所報告

576001	送電線ルート選定手法の開発 ——リモート・センシング技術の応用——	天野博正 水無瀬綱一 他	51. 11.
576002	電気料金変化の動学的波及分析	西野義彦 富田輝博 他	51. 11.
577001	Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面	山田恒彦・廿日出芳 郎・白石エリ子	52. 6.
577002	組み合わせ理論における一問題 ——部分ラテン方格の拡張可能性について——	大山達雄	52. 5.
577003	原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析	山地憲治	52. 7.
577004	電源立地計画案作成手法の開発 ——必要性と妥当性に基づく優先順位決定手法——	天野博正	52. 10.
577005	電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——	斎藤 統	53. 3.
577006	沿岸漁業の構造変化 ——愛知県南知多町師崎の調査報告——	熊倉 修 朝倉 タツ子	53. 3.
578001	琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について	本間 尚雄	53. 9.
578002	核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析	山地憲治	54. 3.
578003	環境アセスメントの評価項目の特定方法について	天野博正	54. 3.
578004	評価関数の開発と評価システムの設計——環境総合評価 システム開発の試み——	天野博正・若谷佳史	54. 3.
578005	電力施設のための景観アセスメント手法	若谷佳史	54. 3.
578006	評価関数の信頼性に関する研究——環境評価への適用を 目ざして——	若谷佳史	54. 3.
578007	日本経済の長期成長モデル——2部門成長モデル——	阿波田 禾積	54. 6.
579001	電気事業における長期限界費用の計測	西野義彦・富田輝博 大山達雄	54. 7.
579002	西ドイツの原子力発電訴訟	斎藤 統	54. 6.
579003	フランスの原子力発電行政	斎藤 統	55. 3.
579004	Majors の米国における石炭支配の現状と展開	山田恒彦・廿日出芳 郎・白石エリ子	55. 3.
579005	電研マクロモデル 1980 の構成	内田光穂・阿波田 禾積 服部常晃	55. 3.
580001	エネルギー問題のモデル分析	大山達雄	55. 6.
580002	トリウムサイクルの核燃料サイクル解析	山地憲治	55. 7.
580003	電研マクロモデル 1980 の動学的特性	内田光穂・阿波田 禾積 服部常晃・武藤博道	55. 12.
580004	Translog 型生産関数理論の電気事業への適用	熊倉 修・大山達雄	56. 3.
580005	核融合エネルギー技術の社会的評価——米国社会にお けるエネルギー・システムとしての有用性の検討——	根本 和泰	56. 3.
580006	一変量時系列モデルによる電力需要分析	浜田宗雄・山田泰江	56. 3.
580007	国際石油市場のモデル分析 第 I 編：石油市場モデルの理論とモデルの構成	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.
580008	供給ショックの経済学：展望	伊藤 成康	56. 3.

580010	国際石油市場のモデル分析 第Ⅱ編：原油輸入国のエネルギー需要構造と原油価格——原油需要モデルと原油価格シミュレーション——	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.
580011	電気事業資金問題の長期展望 中間報告(1)	富田輝博	56. 3.
581001	原子力施設のデコミッションングに関する法規制と資金調達 —西ドイツ—	矢島正之	56. 4.
581002	原子力施設のデコミッションングに関する法規制と資金調達 —フランス—	熊倉修	56. 4.
581003	為替レート決定に関する実証分析：展望	服部常晃	56. 4.
依頼581504	高速増殖炉の役割と実用化への課題	山地憲治	56. 4.
依頼581505	原子力発電所放射線管理システムの動作解析 ——TLD/IDステーションのシミュレーション——	寺野隆雄	56. 7.
581006	地域経済の長期分析 第Ⅱ編：地域配分モデルの体系とパラメータの推定	斎藤観之助	56. 9.
依頼581507	MSF プロジェクト報告書 第1分冊 大規模事務処理ソフトウェアのための保守管理支援システム—MSF	坂内広蔵・寺野隆雄 鈴木道夫	56. 11.
依頼581508	MSF プロジェクト報告書 第2分冊 データネーム統一化システム DNUS	寺野隆雄・坂内広蔵 鈴木道夫	56. 11.
581009	デシジョン・サポート・システムの概念と先駆的研究のかずかず	鈴木道夫	56. 11.
581010	昭和55年度電力需要停滞の分析	植木滋之・牧野文夫	56. 12.
581011	エネルギー収支分析の有効性	斎藤雄志	57. 3.
581012	ソフトウェア仕様書体系の調査・評価——設計管理システムの要件分析——	原田実	57. 3.
581013	長期エネルギー経済モデル ETA-MACRO の構成	斎藤雄志・阿波田禾積 内山洋司・長田紘一 伊藤浩吉	57. 3.
581014	国際石油市場とメジャーズの収益性の動向——1960年代を中心に——	廿日出芳郎	57. 3.
581015	原子力分野における多国間事業の組織	矢島正之	57. 3.
581016	国際石油市場のモデル分析 第Ⅲ編：OPEC 諸国の原油供給構造分析	斎藤観之助・佐和隆光 荒井泰男	57. 3.
581017	コンピュータ・システムの性能評価とチューニング方法について	松井正一・原田実 高橋誠・森清堯 若林剛	57. 3.
調査581018	ヨーロッパ電気事業における情報処理の動向	森清堯・原田孜	57. 3.
581019	水生微生物エコシステムにおける非線形拡散現象の数理と映像化—共同研究報告書—	赤崎俊夫・池田勉 石井仁司・宇敷重広 川崎広吉・黒住祥祐 佐久間紘一・高橋誠 田口友康・西浦麻政 藤井宏・細野雄三 三村昌泰・山口昌哉 米川和彦	57. 3.
依頼581520	河川維持流量の算定手法に関する研究 —景観評価手法(その1)—	若谷佳史・山本公夫 山中芳朗	57. 3.
581021	日本経済の短期予測モデルの構成	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	57. 3.

582001	政策効果と原油価格上昇効果の分析 —マクロ・モデルによるシミュレーション実験—	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	57. 8.
582002	日本の火力発電の規模の経済性について	井澤裕司	57. 7.
582003	欧米主要国及び国際原子力機関 (IAEA) における原子力施設の廃炉に関する調査研究 —法規制と資金調達を中心に—	平島鹿蔵	58. 1.
582004	アメリカ合衆国における減価償却制度の研究	"	58. 7.
582005	新エネルギー技術評価手法の体系化 I 新エネルギー技術の発電効率と建設費の推定方法 —石炭新発電プラントへの試算例—	内山洋司・斎藤雄志	57. 10.
調査582006	原子力における国際協力と共同開発事業	内山洋司	57. 11.
582007	わが国における停電コストの評価	西野義彦・植木滋之 牧野文夫	57. 12.
582008	業務別カナ漢字変換辞書の簡便な作成法 —効率的な日本語データ処理のために—	寺野隆雄	58. 5.
582009	移流拡散方程式のための有限要素法パッケージの開発	寺野隆雄・池田勉 松井正一	58. 6.
582010	自然風景地における送電線の景観的影響の評価	若谷佳史	58. 7.
582011	発電所の景観評価手法—定量的評価について—	若谷佳史・山本公夫 樋口忠彦	58. 7.
582012	発電所の景観デザイン手法—境界とアプローチのデザイン—	樋口忠彦・若谷佳史 山本公夫	58. 7.
582013	発電所立地と地元への対応策—地元漁協との立地交渉に関するモデル分析— 第 I 編 立地交渉の事例分析	若谷佳史・山中芳朗	58. 8.
582014	分散型電源と電気事業—燃料電池導入の電気事業への影響—	西野義彦・阿波田禾積 三辺夏雄・牧野文夫	58. 7.
582015	計量経済モデルによる発電所立地の地域経済への影響分析	大河原透	58. 5.
582016	技術計算サポートシステムの設計	高橋誠・松井正一	58. 7.
582017	大型計算機網を利用したオフィスコンピュータの連系	坂内広蔵・森清堯 高橋誠・鈴木道夫	58. 7.
582018	データ管理を基礎とした業務処理システムの構築 —ある管理システムの構築・活用を例に—	坂内広蔵・鈴木道夫	58. 7.
582019	発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析— 第 II 編 ゲーミングシミュレーションモデルの構築と適用例	若谷佳史・山中芳朗	58. 7.
582020	環境総合評価手法の開発 (その 1) —環境パラメータの測定方法とその地域代表性について—	若谷佳史・天野博正	58. 7.
582021	環境総合評価手法の開発 (その 2) —地域特性による個別評価の修正—	山中芳朗・天野博正	58. 7.
582022	環境総合評価手法の開発 (その 3) —評価項目評価視点の重要度算定—	若谷佳史・天野博正 山中芳朗	58. 7.
582023	環境総合評価手法の開発 (その 4) —総合評価基準の設定についての考察—	山本公夫・天野博正	58. 7.
582024	電気料金の国際比較	内田光穂・伊藤成康	58. 5.

582025	発電所のレイアウト景観の評価	若谷佳史・山本公夫	58. 7.
582026	新エネルギー技術評価手法の体系化Ⅱ 新エネルギー技術の発電コストと経済的開発価値 —石炭新発電方式への試算例—	内山洋司・斎藤雄志	58. 7.
582027	原油値下がりとの日本経済に及ぼす影響	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	58. 5.
582028	欠 番		
582029	電力需要の分析と予測 —変量時系列モデルによる接近—	浜田宗雄・山田泰江 近藤裕之	58. 7.
583001	国際石油市場のモデル分析 第Ⅳ編：モデルの改良と原油需給構造分析	佐和隆光・久保雄志 斎藤観之助・荒井泰男 熊倉 修・谷口公一郎	58. 10.
調査583002	知識処理技術の動向	寺野隆雄・松井正一 原田 実・大屋隆生 鈴木道夫	59. 2.
583003	夏季電力需要と気象要因	小野賢治・森清 堯	59. 4.
583004	技術計算プログラムの動特性改善手法	松 井 正 一	59. 4.
583005	〇Aのための業務分析—ある電力所の分析を例に—	鈴木道夫・森清 堯 松村健治・田中庸平 岩井詔二・水野秀昭 中野敏生・村山 始	59. 4.
583006	河川景観の評価	若谷佳史・山本公夫	59. 8.
調査583007	諸外国における原子力発電所の許認可手続き合理化に関する調査	矢 鳥 正 之	59. 4.
583008	KEO-電研モデルの構成 —経済・エネルギーの相互依存分析—	尾崎 巖・黒田昌裕 吉岡完治・桜本 光 赤林由雄・大澤悦治 斎藤雄志・阿波田禾積 中村二朗・井澤裕司 伊藤浩吉・木村 繁	59. 4.
調査583009	世界のエネルギー需給バランス—第 12 回世界エネルギー 会議コンサベーション委員会報告—	内 山 洋 司	59. 4.
583010	核燃料サイクルコスト評価のための資金計画モデル	高橋 誠・矢鳥正之	59. 4.
583011	大規模技術計算プログラムの品質管理	高橋 誠・松井正一 寺野隆雄・森清 堯	59. 4.
583012	経営経済データベース・分析システムの開発	高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生	59. 4.
調査583013	高度情報化社会の進展と電気事業の課題	古 川 裕 康	59. 3.
583014	国際石油産業の変貌とその影響	廿日出芳郎・奥村皓一 松井和夫	59. 4.
583015	原子力発電所の予防保全支援システムに対する知識処理 技術の適用	寺野隆雄・西山琢也 横尾 健	59. 5.
583016	発電所立地と地元への対応策—地元漁協との立地交渉に 関するモデル分析— 第Ⅳ編 ゲームング・シミュレ ーション・システムの改良	若谷佳史・山中芳朗	59. 8.
583017	発電所の景観設計手法 —景観対策の効果と海岸イメージ—	若谷佳史・山本公夫	59. 9.
583018	部品合成によるプログラム自動生成へのアプローチ	原 田 実	59. 5.

583019	電源立地の経済社会環境影響評価モデルの開発	信国真載・福地崇生 竹中 治・小口登良 斎藤観之助・山岸忠雄 山口 誠・大河原透 中馬正博・山中芳朗	59. 7.
583020	国際石油市場の構造分析	佐和隆光・久保雄志 熊倉 修	59. 5.
583021	フランスにおける原子力開発体制の形成	熊倉 修	59. 6.
584001	生産性の計測と国際比較の方法	内田光穂・伊藤成康 関口博正	59. 5.
584002	エネルギー需要構造の変化要因分析—石油危機後の停滞 要因の解明—	服部 常晃	59. 8.
584003	カラーイメージデータ圧縮法の開発	松井正一	60. 4.
調査854004	ロードマネジメントとその費用便益分析 —米国における実施状況と研究の現状—	山地憲治・浅野浩志	60. 7.
584005	電力需要分析のための新しいデータ解析手法とその適用 例	小野賢治・大屋隆生	60. 4.
584006	パターン指向型プログラム開発技法	原田 実	60. 5.
調査584007	超高速計算システムの現状と利用方法	大屋隆生・高橋 誠 松井正一	60. 4.
584008	機械翻訳システムの評価とその利用方式	寺野 隆雄	60. 6.
584009	モジュール型原子炉の経済性	山地 憲治	60. 5.
調査584010	ロードマネジメントのための負荷研究 —米国における研究動向の現状—	小野賢治	60. 5.
584011	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (I) —設計 の基本方針とシステム構成—	鈴木道夫・森清 堯 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584012	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (II) —経営 経済情報提供システム—	森清 堯・鈴木道夫 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584013	夏季における電力負荷と気象	小野賢治・森清 堯	60. 4.
調査585001	フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として—	熊倉 修	60. 6.
調査585002	韓国電力公社の現状と将来について	西浦 幸次	60. 6.
585003	地域経済データの開発 その1 製造業資本ストック・社会資本ストックの推計	大河原透・松浦良紀 中馬正博	60. 8.
585004	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) の構成〕	中馬正博・松浦良紀	60. 9.
585005	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) による予 測シミュレーション〕	松浦良紀	60. 7.
585006	世界エネルギー需給モデル I モデルの構成	熊倉 修	60. 8.
585007	地域経済データの開発 その2 産業別就業者数の推計	大河原透・上田 廣	61. 1.
585008	電力施設の環境設計	若谷佳史・山本公夫	61. 1.
調査585009	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その1 —米国, カナダのエネルギー政策—	廿日出 芳郎	61. 4.

調査585010	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その2 —オーストラリアのエネルギー政策およびウランウム 資源開発・輸出政策—	高橋 真砂子	61. 4.
585011	自動プログラミング・システム SPACE の開発	原田 実・高橋光裕	61. 4.
585012	生活者の意識構造の分析手法 —多様化する需要化ニーズ把握のために—	小野 賢治	61. 4.
585013	ダムゲートの寿命診断におけるエキスパートシステム技 術の適用と考察	寺野隆雄・篠原靖志 松井正一・中村秀治 松浦真一	61. 7.
585014	電力財務モデルの開発と応用	富田輝博・関口博正 牧野文夫	61. 6.
585015	高度経営情報システム (DEMANDS) における映像の 利用	大屋 隆生	61.10.
585016	経営情報システムにおけるローカルエリアネットワー クの活用	篠原靖志・高橋 誠	61. 4.
585017	高度経営情報システム (DEMANDS) 用ワークステーシ ョンの開発	松井正一・篠原靖志	61. 4.
585018	ARIES/I におけるプログラム生成法 —日本語要求仕様からの自動生成—	篠原靖志・原田 実	61. 4.
調査585020	負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例	小野 賢治	61. 5.
585021	地域振興に係わる制約とその打開策—地域ニーズの実態 把握方法について—	山中 芳朗	61. 6.
585022	業務処理システムの進化過程の分析	坂内 広蔵	61. 12.
585023	時間関係と因果関係を扱う推論方式の開発	篠原靖志・寺野隆雄	61. 6.
Y86001	地域振興に係わる制約とその打開策 —地域振興の構成要素と成功の秘訣—	山中芳朗・井口典夫 篠原靖志	62. 9.
Y86003	知識整理支援システム CONSIST の開発	篠原 靖志	62. 8.
Y86004	全国9地域計量経済モデルの開発 その1 人口プロ ックの定式化	松川 勇・大河原 透	62. 6.
Y86005	東北地域計量経済モデルの開発	中馬 正博	62. 4.
Y87001	配電設備の景観設計—街路空間の快適性と配電設備のデ ザイン—	山下 葉・若谷佳史 山本公夫	62. 6.
Y87002	計量経済モデルシミュレーションシステムの開発	松井 正一	62. 7.
Y87004	エネルギーサービスに関する生活者の意識・ニーズ	小野賢治・森清 堯	62. 7.

Z 83002	地域経済の長期展望	超長期エネルギー戦 略研究会経済専門部 会	59. 5.
Z 83005	電力需要構造と電力シフト	超長期エネルギー戦 略研究会エネルギー 専門部会	59. 8.

CRIEPI REPORT

E 576001	Dynamic Effects of the Change in Electricity Rates on Price System	Yoshihiko Nishino Teruhiro Tomita	52. 1.
E 577001	Residential Demand Modeling for Electricity	Tsuneaki Hattori	52. 9.
E 578001	An Analysis of the Fuel Utilization Efficiencies in Nuclear Reactor Systems	Kenji Yamaji	53. 9.
E 581001	Toward Realization of a Decision Support System —A Survey Note on the Concepts and Relating Researches—	Michio Suzuki	56. 9.
E 582001	Organization of Multinational Undertakings in the Field of Nuclear Fuel Cycle	Masayuki Yajima	58. 3.
E 583001	A Total Approach to a Solution for the Maintenance Problems through System Configuration Management —Maintenance Support Facility MSF—	Kozo Bannai Michio Suzuki Takao Terano	59. 2.
E 584001	KEO-DENKEN Model: An Analysis of Energy-Economy Interactions in Japan	Hiroshi Izawa	59.12.
E 584002	Electric Power Demand and Electrification in Japan	Takeshi Saitoh Nariyasu Itoh	59.12.
E 584003	A Multilateral Comparison of Total Factor Productivity among Japanese Utilities for 1964-1982	Nariyasu Itoh	59.12.
E 584004	Load Leveling Efforts in Japanese Electric Utilities	Kenji Yamaji	59.12.
E 584005	Applications of the Over/Under Model to a Japanese Electric Utility	Kenji Yamaji	59.12.
E 585001	Potential Attractiveness of Modular Reactors	Kenji Yamaji	60.12.
E 586001	A Specification Compiler for Business Application SPACE	Minoru Harada	61. 5.
E 586002	A View of an Advanced Information Society and the Related Issues for the Electric Power Industry	Hiroyasu Hurukawa	61. 6.
E 586003	Quality Assurance Guidelines for Large Scale Scientific Programs	M. Takhashi S. Matsui T. Terano T. Morikiyo	61. 6.
EY 86004	Dynamic Analysis of Time-of-Use Rates for Electricity: Optimal Pricing and Investment under Welfare Maximization	H. Asano, Y. Kaya	61. 8.
EY 86005	Historical Change in Energy Use in Japan	M. Uchida, Y. Fujii	61.12.
EY 86006	Proceedings of the Second CRIEPI-EPRI Workshop on Energy Analysis, Tokyo, Japan, September 24-26, 1986		62. 1.
EY 86007	Methods of Market Research Data Analysis for Electric Utilities	Kenji Ono	62. 1.
EY 86008	Development of Workstation for DENKEN Management Decision Support System (DEMANDS)	S. Matsui and Y. Sinohara	62. 1.

電力経済研究 No.23

1987年 9 月10日 印刷発行

発行所 財団 電力中央研究所
法人 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

1200 印刷：藤本総合印刷株式会社

我が国製造業の生産調整の影響 —— 鉄鋼、自動車、軽電機械の事例研究 ——	服部 恒明……………(1) 桜井 紀久
金融自由化と企業財務	大林 守……………(21)
使用済燃料貯蔵技術の経済性比較	山地 憲治……………(39) 長野 浩司 三枝 利有
各種石炭ガス化複合発電の経済性 —— 建設費と発電効率の比較検討 ——	内山 洋司……………(53)
エネルギーサービスに関わる生活者の意識多様化の分析	小野 賢治……………(79) 森 清 堯