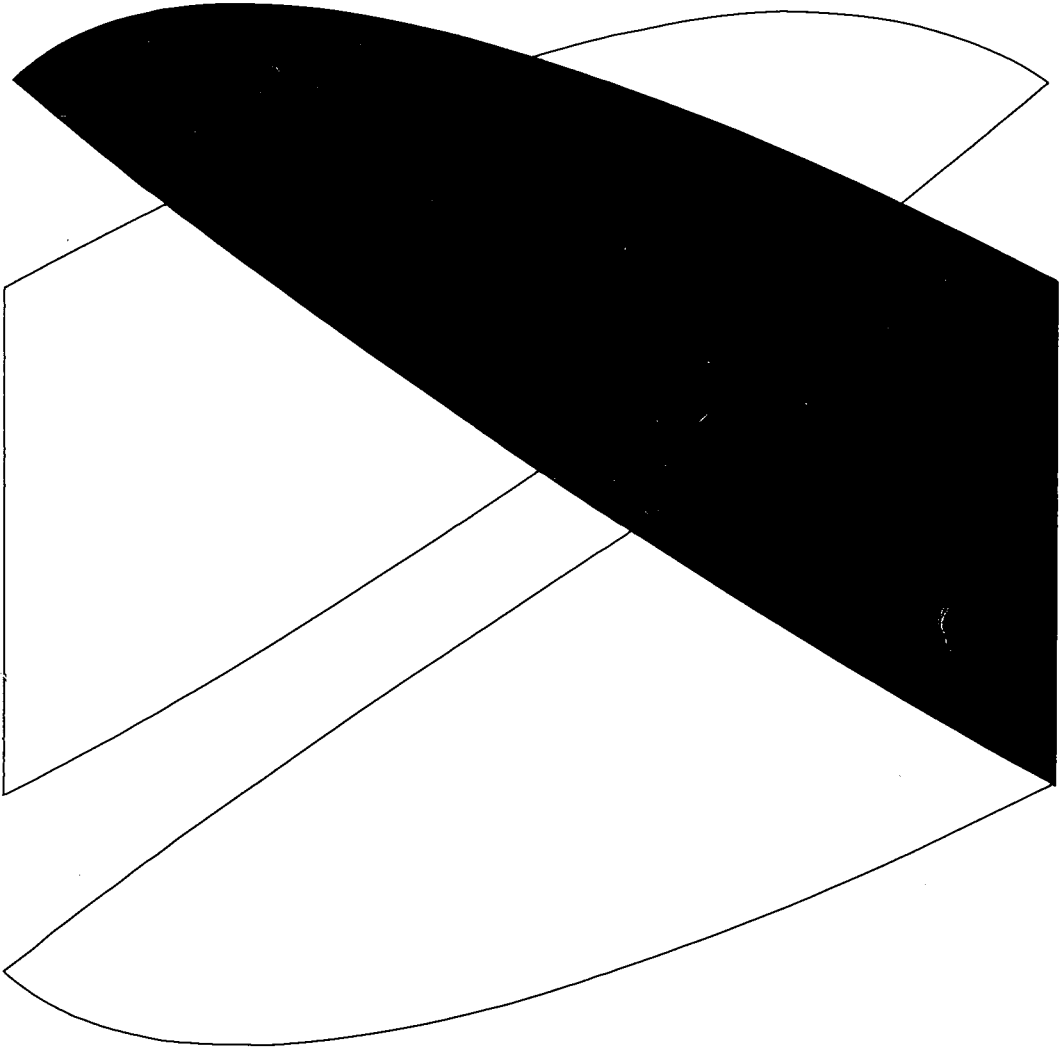


ISSN 0387-0782

# 電力經濟研究



No.29

1991.6

財団法人 電力中央研究所

經濟研究所

編集委員

若谷 佳史 門多 治  
山中 芳朗 浅野 浩志

< 電力経済研究 No. 29 >

目 次

巻 頭 言	1
< 地球環境・省エネルギー >	
発電プラントのエネルギー収支分析と CO <sub>2</sub> 排出量	内山 洋司… 5 山本 博巳
経済メカニズムによる CO <sub>2</sub> 排出抑制方策の評価	岡田 健司… 11 山地 憲治
省エネルギーの限界に関する評価 — 家庭部門と運輸部門における省エネルギー —	永田 豊… 17 藤井 美文
都市型 CAES コージェネレーションシステムとその経済性	内山 洋司… 29
ハーバード=ジャパンエネルギー環境セミナーに参加して	門多 治… 39
< 地域経済・都市開発 >	
北海道における公共投資の波及効果分析	鍋島 芳弘… 45
90 年代の地域経済の展望と課題	大河原 透… 55 増矢 学
都市公共照明の計画策定手順	井内 正直… 69 山本 公夫
都市開発計画策定のための歩行者流動モデルの開発	鈴木 勉… 73 井口 典夫
< 電気事業経営 >	
電気料金に係わる各種規制方式と今後の展開方向	井口 典夫… 79 小野島智子
日本の資産市場モデルと為替レートの決定	森川浩一郎… 85
“これ一冊で間に合う！” 電気事業用語集（和英・英和版）	高橋真砂子… 98



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

## 巻 頭 言

当経済研究所は、常に大きく揺れ動いている社会を相手に、その先行きやあり方を、当所ならではの見方と道具立てによって明らかにしていくことをめざしている。昨年 11 月に発行した本誌 28 号では、中期的視点にたって 90 年代の経済・社会展望を特集した。

本号では、地球環境や省エネルギー、都市開発と地域経済、電気事業経営などの諸問題に関して、当所が半年間にとりまとめた研究成果をできるだけ幅広く紹介することとした。

本号にもり込まれた当所の見解や主張、提案などについて、読者諸兄からの忌憚ないご意見を戴ければ幸せである。

経済研究所長 矢 島 昭



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

<地球環境・省エネルギー>



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**



# 発電プラントのエネルギー収支分析と CO<sub>2</sub> 排出量

## Energy Analysis of Various Electric Power Plants for CO<sub>2</sub> Emission Evaluation

キーワード：エネルギー収支分析, CO<sub>2</sub> 排出, 発電プラント, 自然エネルギー

内山 洋司 山本 博巳

### 1. はじめに

電力部門はわが国の CO<sub>2</sub> 排出量の約 3 割を占め、業種別にみて最大の CO<sub>2</sub> 排出源となっている。それ故、電力部門の CO<sub>2</sub> 削減対策は重要な課題であり、燃料転換、原子力・自然エネルギー導入、転換効率の向上、CO<sub>2</sub> 回収処理などの対策が検討されている。

原子力、自然エネルギー発電は、化石燃料と異なり発電時に CO<sub>2</sub> を放出しないことから、その削減に大きく寄与すると考えられている。しかし、それに対して、プラント建設や原子燃料の濃縮などに大量のエネルギーを使用するから、CO<sub>2</sub> の排出量は意外に多いのではないかという意見もある。

また、石炭、石油から LNG への燃料転換は、LNG の発熱量あたりの CO<sub>2</sub> 排出量が少ないために、CO<sub>2</sub> 削減に有効であると言われているが、一方、天然ガス液化時に消費する多量のエネルギーを含めると CO<sub>2</sub> 削減効果に疑問があるという意見もある。

本研究は、これらの疑問に答えるため、大型発電プラントと自然エネルギー発電についてエネルギー収支分析<sup>[1]</sup>を行い、そこから各発電

プラントの CO<sub>2</sub> 排出量を計算したものである。

### 2. 発電プラントのエネルギー分析

発電プラントのエネルギー収支分析とは、プラントの建設、保守、燃料の採掘、加工、輸送の各過程で消費するエネルギー量（投入エネルギー量）と発電所で生産するエネルギー量（生産エネルギー量）を比較するものである。投入エネルギーは設備エネルギーと運用エネルギーに分けられる。設備エネルギーとはプラントの建設に必要なエネルギーであり、運用エネルギーとは各プロセスの設備の運用と修繕保守に必要なエネルギーである。

本研究での投入エネルギーの検討範囲を図 1 に示す。石炭火力の灰捨てや、原子力のバックエンドの投入エネルギーについては、データ入手不能のために検討していない。

また、本研究で調査した発電プラントの設備容量等を表 1 (a), (b) にしめす。各発電プラントの投入エネルギーは、文献 [2], [3], [4] を参考に計算した。

分析は、プラントの耐用年数を 30 年とし、その間の投入エネルギーと生産エネルギーとからエネルギー収支を次式によって求めた (図

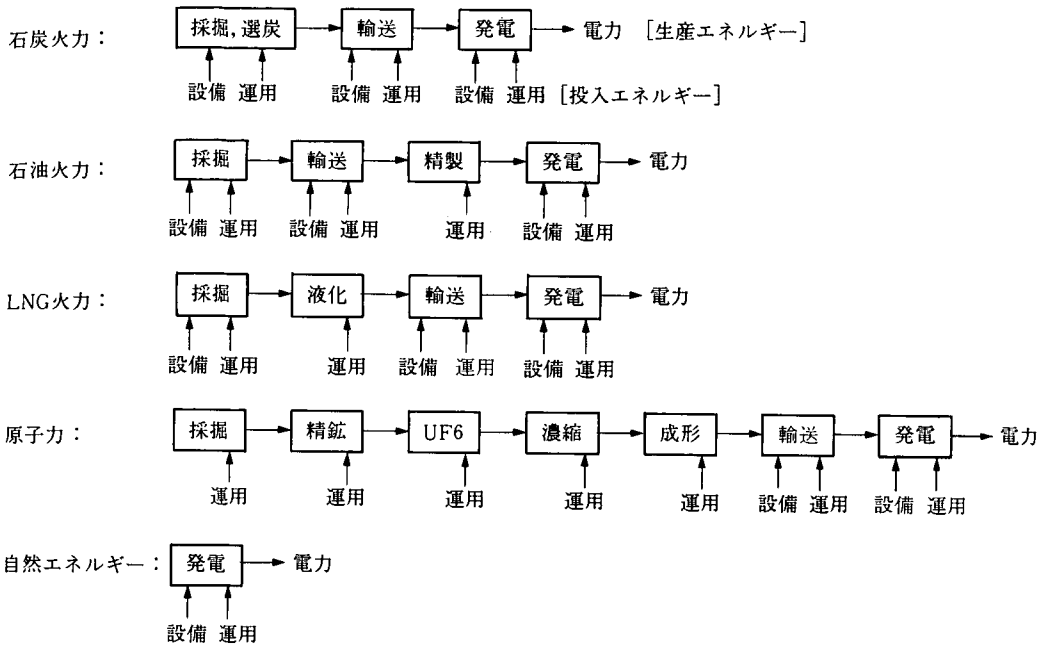


図 1 エネルギー収支の検討範囲

表 1 対象の発電プラント

(a) 大型発電プラント

	石炭火力	石油火力	LNG火力	原子力発電
設備容量 (発電端) [MW]	1,000	1,000	1,000	1,000
設備利用率 [%]	75	75	75	75
発電効率 (発電端) [%]	39	39	39	33.5
所内率 [%]	7.4	6.1	3.5	3.4

(b) 自然エネルギー

	中小水力	地熱	風力	波力	潮流	海洋温度差	太陽熱	太陽光
設備容量 (発電端) [KW]	10,000	10,000	100	1,000	3,000	2,500	5,000	1,000
設備利用率 [%]	45	60	35	25	40	80	30	30
所内率 [%]	0.25	7	10	30	30	50	5	5

2).

$$EA = \frac{NO \cdot dp \cdot cr}{Ee + Eo \cdot dp} \quad \dots\dots(1)$$

ただし、EA：エネルギー収支、NO：年間発電電量 (送電端)、Ee：設備エネルギー量、Eo：年間運用エネルギー量、dp：耐用年数、cr：電力の一次エネルギー変換係数 (2,250 kcal/kWh)

その結果、大型電源のエネルギー収支は、LNG 以外は 17~21 と高い値であった。LNG 火力の値だけが 5.6 と小さいのは、天然ガスを液化する段階で、多量のエネルギーを使用するためである。自然エネルギーでは、既に実用化している中小水力と地熱のエネルギー収支が 10 以上と高い。特に、中小水力のエネルギー収支は約 40 で、大型電源を含めた発電プラン

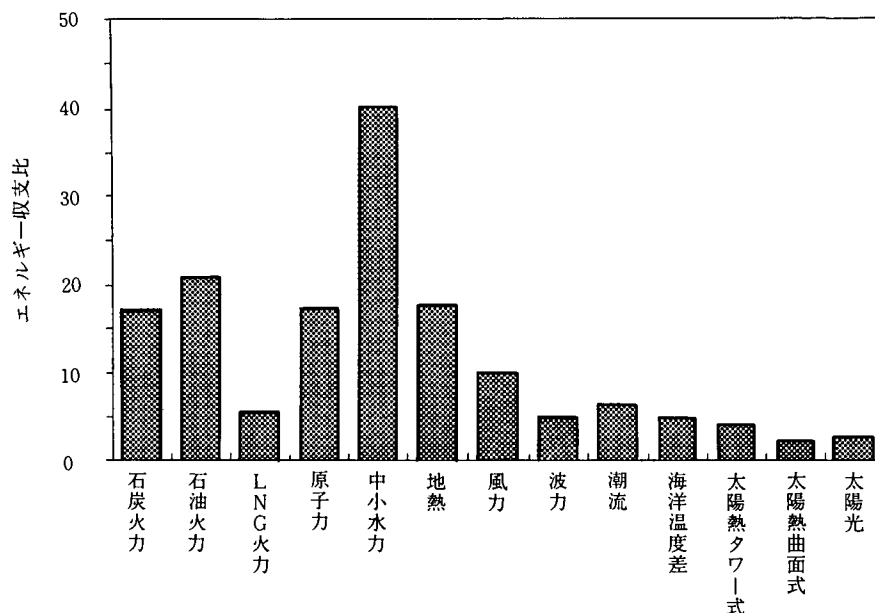


図 2 発電プラントのエネルギー収支

トの中で最も優れている。それに対して、実用化途上にある他の自然エネルギーのエネルギー収支は、7以下に留まっており、特に太陽熱、太陽光は5以下である。

自然エネルギーの中で水力と地熱のエネルギー収支が高い理由は、水力が自然の力で貯められた水の位置エネルギーを使い、地熱は地下に貯まっている高密度のエネルギーを汲み上げて発電しているためである。それに対し、他の自然エネルギーは希薄になっているエネルギーを設備を使って集めなければならない、それは投入エネルギーを増やし、結果としてエネルギー収支を悪くしている。

### 3. 発電プラントのCO<sub>2</sub> 排出原単位

前節のエネルギー収支で求めた投入エネルギーから、発電プラントのCO<sub>2</sub> 排出原単位を計算した(図3)。なお、計算にはセメント(プ

ラントの建材)の製造時に発生するCO<sub>2</sub> と、採掘直後の天然ガス成分中に含まれるCO<sub>2</sub> も考慮した。発電プラントのCO<sub>2</sub> 排出原単位は次式で表される。

$$RC = \frac{\sum_{i=1}^4 [(E_{e_i} + (E_{o_i} + E_{f_i}) * dp) * R_{cf_i} + O_{t_i} * dp] + C_e}{NO * dp} \quad \dots\dots(2)$$

ただし、RC : CO<sub>2</sub> 排出原単位、i : エネルギー種別(石炭、石油、天然ガス、電力)、E<sub>f</sub> : 化石燃料のエネルギー量、R<sub>cf</sub> : CO<sub>2</sub> 排出量/エネルギー量、C<sub>e</sub> : セメント製造時のCO<sub>2</sub> 排出量、O<sub>t</sub> : 天然ガスに含まれるCO<sub>2</sub> 量

図の化石燃料を使う発電プラントについてみると、燃料から発生するCO<sub>2</sub> 量は、設備や運用に投入するエネルギーから発生する量に比べ極めて大きく、石炭で24倍、石油で24倍、

LNG で 4 倍である。LNG 火力の倍率が他に比べ小さいのは、エネルギー収支と同じ理由で、天然ガスの液化に多量のエネルギーを消費しているためである。その結果、LNG 火力の CO<sub>2</sub> 排出量は、燃料だけでみれば石炭火力の 52% であるが、建設、運転に投入するエネルギーを考慮すると 63% とその格差が縮まっている。

原子力発電の値は、水力に次いで小さく、大型火力の 1/20~1/30 である。ただし、今回の分析では、原燃サイクルについてはフロントエンドだけについての計算で、再処理や放射性廃棄物の処理処分などバックエンドの分はデータが入手できなかったため加算していない。しかし、もしバックエンドに投入するエネルギーが例えば原子力の全投入エネルギーの 85% を占める濃縮過程と同じに仮定しても、原子力発電の CO<sub>2</sub> 排出原単位は大型火力の 1/15 程度で、

依然として優位を保っている。

また、大型電源の設備建設からの CO<sub>2</sub> 排出量は 1 g-C/kWh 以下に過ぎず、図中では殆ど検出できない。大型電源では設備が巨大であるが、それ以上に発電量が大きいためこのような結果になった。一方、自然エネルギー発電は燃料を使用しないが、水力、地熱以外はエネルギー密度と設備利用率が低いため、発電設備の割に発電量が少ない。それにより、設備建設からの CO<sub>2</sub> 排出量も大きく、特に、太陽光、太陽熱発電は、LNG 火力の 1/2 から 1/3 もの CO<sub>2</sub> を放出している。この値は、プラントの耐用年数を 30 年以下にして計算すれば更に悪化する。この様に、自然エネルギー発電であっても、エネルギー収支が悪いプラントは、CO<sub>2</sub> 排出量を無視できないことが分かった。

図 4 は縦軸にプラントの CO<sub>2</sub> 排出原単位の逆数（つまり単位 CO<sub>2</sub> 排出量あたりの発電

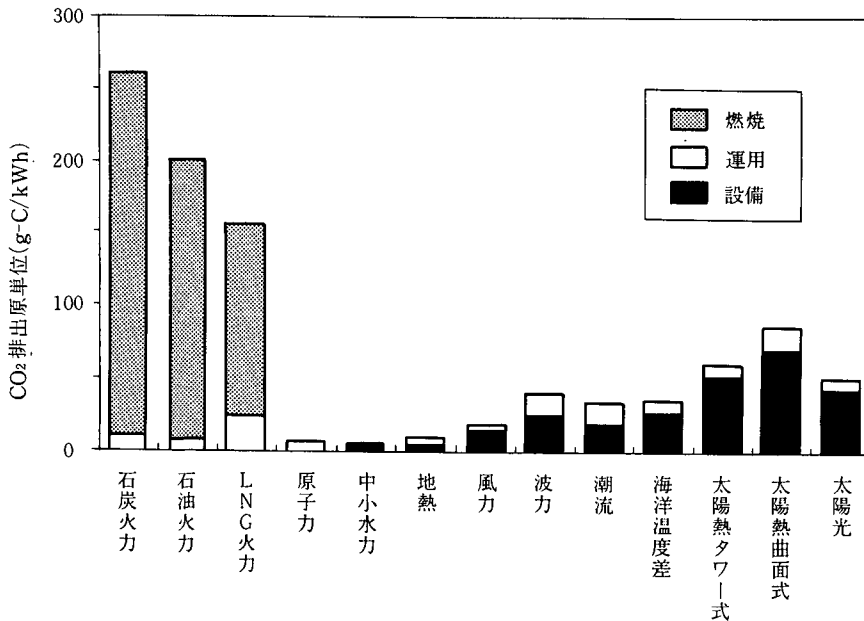


図 3 発電ブランドの CO<sub>2</sub> 排出原単位

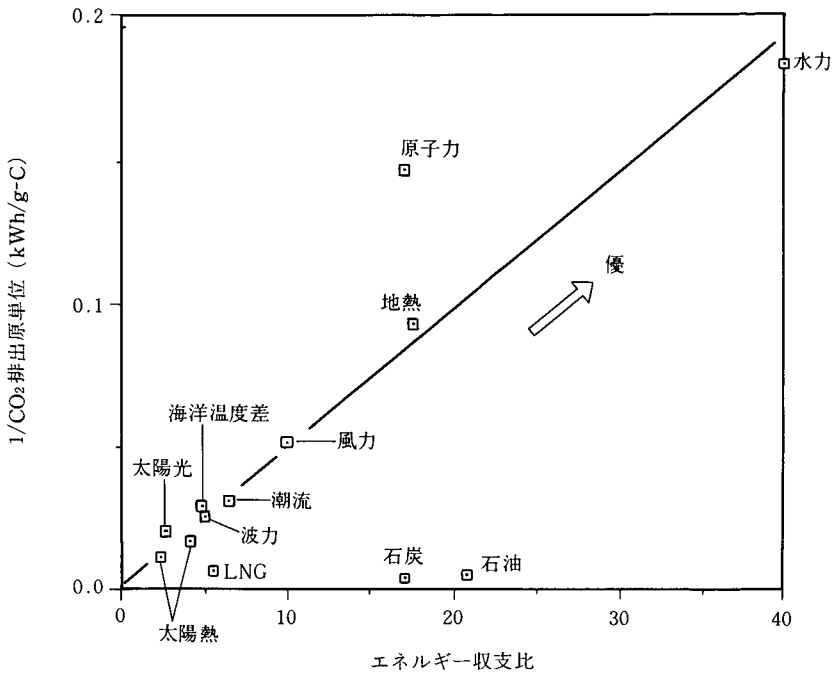


図 4 発電プラントのエネルギーと CO<sub>2</sub> 排出原単位

量), 横軸にエネルギー収支をとりプロットしたものである。図中で右上に行くほど, CO<sub>2</sub> とエネルギー収支の面で優れたプラントになる。図より, 中小水力発電が最も優れており, 原子力, 地熱, 風力がそれに続いている。ただし, 原子力はバックエンドを含めると優位性が低下する。一方, 太陽熱, 太陽光発電は図の左下にあり, プラントの実用化までに課題が多いことが分かる。化石燃料発電は図の下部に位置し, CO<sub>2</sub> 排出の面では劣っている。

#### 4. まとめ

エネルギー収支は, 発電プラントの経済性や環境性を客観的に理解する上で大切である。本研究では, 発電プラントのエネルギー収支を計算し, CO<sub>2</sub> 排出の側面からプラントの環境性を評価した。今後の課題としては, 分析データを更に詳しく調査することとともに, プラント

の経済性計算を行うことで, エネルギー収支分析をベースにした経済性と環境性を調べ, 各発電プラントの社会における位置づけを明らかにすることである。

#### 【参考文献】

- [1] 内山他, “エネルギー収支分析と電源構成からみた将来の CO<sub>2</sub> 排出量”, 第7回エネルギーシステム・経済コンファレンス, 特3-5, 1990
- [2] A. T. Amr, et al, “Energy Systems in the United States”, Marcel Dekker Inc, 1981
- [3] 重田潤, “化石燃料利用のための二酸化炭素排出量の定量的評価”, 季報エネルギー総合工学 10月号, 1990
- [4] 科学技術庁資源調査会, “自然エネルギーと発電技術”, 大成出版社, 1983

(うちやま ようじ  
やまもと ひろみ  
経済部エネルギー研究室)



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

# 経済メカニズムによる CO<sub>2</sub> 排出抑制方策の評価

Evaluation of Economic Measures to Reduce CO<sub>2</sub> Emission

キーワード：地球温暖化, CO<sub>2</sub> 排出抑制, CO<sub>2</sub> 課徴金, CO<sub>2</sub> 排出許可市場,  
世界エネルギーモデル

岡田 健司 山地 憲治

## 1. CO<sub>2</sub> 抑制のための経済的手段

地球温暖化防止対策として CO<sub>2</sub> 排出抑制が緊急の政策課題となっている。CO<sub>2</sub> 抑制策として検討されているさまざまな経済メカニズムをシステム構造から見ると、課徴金と排出許可市場に分類することができる。

課徴金の場合、理論的には、CO<sub>2</sub> 排出単当たり環境コストを税金として上乗せすれば、市場メカニズムによって地球環境へのコストをも考慮した最適な資源配分が達成できることになる。CO<sub>2</sub> 排出量を減少させたり、大気中から CO<sub>2</sub> を吸収することに対して補助金を出す制度は、負の課徴金制度と考えることができる。補助金制度は、公的機関による低利の金融や加速償却、課税控除などの財政的援助の形態を取ることもある。税金による収入を特別会計にして補助金の財源に充てるという組み合わせも考えられる。

課徴金制度およびその変形としての補助金制度は、既存の市場に価格シグナルを導入するものであるのに対し、排出許可市場は CO<sub>2</sub> 抑制のために新たな市場を創設する。市場が成立するためには希少性を持つ商品が必要である。排出許可市場においては、CO<sub>2</sub> の排出総量に枠

を課することで CO<sub>2</sub> 排出許可証という商品を人為的に導入する。排出許可市場制度のもとでは、予め決められた CO<sub>2</sub> 排出総量を適切な基準で配分して排出許可証として各構成員に割り当て、割り当て量を越える CO<sub>2</sub> を排出しているものは自ら努力して CO<sub>2</sub> を削減するかあるいは余裕のあるものから排出許可証を買わねばならない。この選択と取引によって全体として効率的な排出削減の実現が図れる。

このような CO<sub>2</sub> 抑制のための経済的手段の特長は、市場メカニズムを利用して最小の費用で抑制目標を達成できることである。しかし、制度の具体的な詳細によって、実際にはその効果に大きな相違が発生する。電力中央研究所では、シミュレーション解析によって CO<sub>2</sub> 抑制のための経済メカニズムの効果とコストの評価を行っている。

課徴金制度によるわが国の CO<sub>2</sub> 排出抑制については、当所が開発した中期経済予測システムを用いて既に数回にわたってシミュレーション解析を行った<sup>[1],[2]</sup>。その結果、課徴金の価格効果だけによって CO<sub>2</sub> 抑制を行うには炭素 1 トンあたり数万円という高率の課徴金が必要であり、それに伴い炭素 1 トンの削減あたり 25 万円から 30 万円の GNP 損失という大きな国

民経済的コストが生じることが分かった。また、課徴金の評価と併せて実施した補助金効果についての予備的な解析により、補助金の制度によってより効率的に CO<sub>2</sub> 削減が実現できる可能性があるが、その削減量には限界があることが示された。

これら CO<sub>2</sub> 課徴金の評価に関する結果は、わが国がわが国だけを対象として CO<sub>2</sub> 抑制を図ることの限界を明らかにしたものであり、地球的視点から国際協調によるグローバルな CO<sub>2</sub> 抑制方策を考察することの重要性を示唆している。本稿では、国際的 CO<sub>2</sub> 排出許可市場によるグローバルな CO<sub>2</sub> 抑制方策について、最近行っているシミュレーション解析の概要を報告する。

## 2. 排出許可市場によるグローバル CO<sub>2</sub> 排出抑制

グローバルな CO<sub>2</sub> 排出抑制の責任分担の公平さと、世界全体での削減効率の双方を追求できる制度として提案されている CO<sub>2</sub> 排出許可市場と、地域毎の CO<sub>2</sub> 課徴金をとを組み合わせる CO<sub>2</sub> 排出目標を達成するという抑制システムを以下のように仮定し、その成立性の数量的評価を行った<sup>[3]</sup>。なお、シミュレーションにあたっては、世界の CO<sub>2</sub> 政策解析によく用いられるエドモンド&ライリーモデル<sup>[4]</sup>を改良し利用した。

### 2.1 CO<sub>2</sub> 排出許可市場のモデル (図1)

#### (1) 排出許可の初期割り当て

国際的排出許可市場を考察する場合、科学的知見に基づいて求められる世界全体の CO<sub>2</sub> 総排出量制限を、各地域または各国に対してどのように排出許可として割り当てるかは、極めて重要かつ複雑な問題である。本研究では、人間

一人当たり等しい権利を持つと仮定し、人口比例で排出許可を各地域に配分している。なお、ここでは、今回利用したエドモンド&ライリーモデルと同様に世界を9地域分割し、人口等の諸データもそのまま利用している。

#### (2) 課徴金と排出許可との組み合わせ

CO<sub>2</sub> 排出実績に対して初期割当 CQ<sub>m</sub> が少ない地域は、その超過分を自らの努力により排出量を削減するか、市場より排出許可を購入する必要がある。ここでは、自らの努力で排出量を削減する手段として、CO<sub>2</sub> 課徴金を仮定した。この場合、課徴金 t<sub>m</sub> に対する当該地域 m の CO<sub>2</sub> 排出量 CE<sub>m</sub>(t<sub>m</sub>)、市場からの排出許可購入量を CP<sub>m</sub> とすると、次式のような関係式が成り立たなければならない。

$$CE_m(t_m) = CQ_m + CP_m \quad (1)$$

このように、市場から排出許可を購入する地域を排出許可輸入地域、一方、排出許可割当量が CO<sub>2</sub> 排出量を上回り余剰となる排出許可を放出できる地域を排出許可輸出地域と呼ぶものとする。

特に、排出許可輸入地域では、課徴金収入を財源として市場より排出許可を購入すると仮定すると、CO<sub>2</sub> 排出量と排出許可購入量との間には、以下のような関係が成り立つ。

$$CE_m(t_m) \cdot t_m = P \cdot CP_m \quad (2)$$

但し、P は CO<sub>2</sub> 排出許可の国際価格である。

#### (3) 排出許可の需要均衡

市場を通して排出許可のやり取りが行われるが、世界全体としては、排出許可市場内の排出許可の総放出量と総購入量が等しくなければならない。

例えば、図2は2000年における世界全体の CO<sub>2</sub> 排出量 60 億トン-C という総量制約の下での、排出許可需要曲線を示したものである。



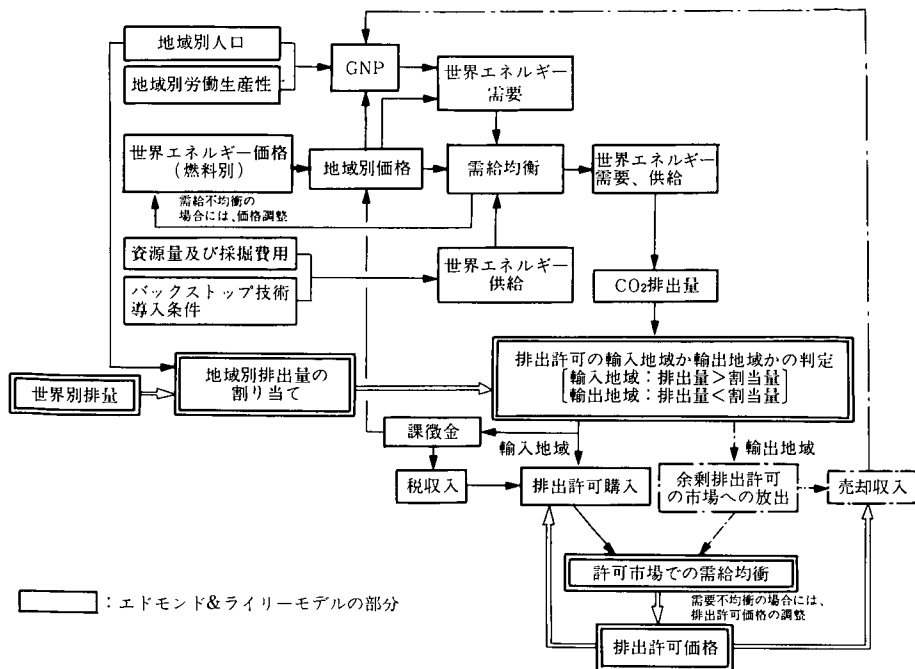


図 1 シミュレーションモデルの概要

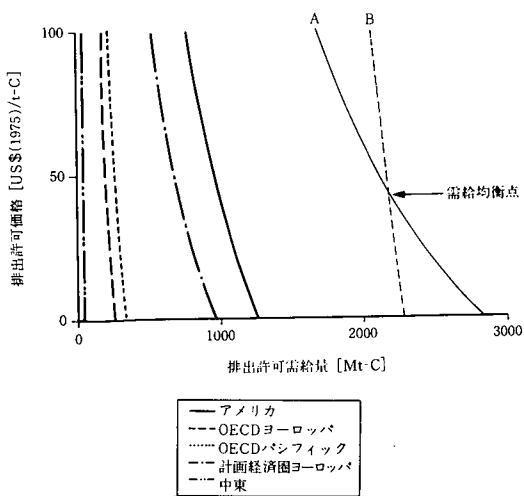


図 2 排出許可市場における需要・供給曲線

図中の曲線Aは、全世界での総購入量を、また直線Bは総放出量を示している。図2に示すように両曲線が交わる排出許可の市場での需給均衡点が存在し、さらに国際価格Pの水準が低いと市場での排出許可が不足し、逆に価格水準が

高すぎると排出許可が余るといふ、通常の需給調整機能が働いていることが確認された。

## 2.2 シミュレーション結果と考察

2000年で、世界のCO<sub>2</sub>総排出規制を50億トン-Cと仮定した時のCO<sub>2</sub>排出許可市場の需要均衡点での、排出許可のやり取り、排出許可の国際価格、さらに各地域のCO<sub>2</sub>課徴金水準を、図3に示す。図より東南アジア等の4地域が排出許可を市場に放出し、他の5地域がそれを輸入している。特に、東南アジア地域が、80%近くを供給し、総輸入量の40%強がアメリカに流れている状況が分かる。

一方、輸入地域の課徴金を比較すると、一人当たりのCO<sub>2</sub>発生量が多いためアメリカ等の工業先進地域で課徴金の水準が高くなっている。また、需給均衡時の排出許可の国際価格は、各地域の課徴金よりもやや高い水準になっていることも分かる。

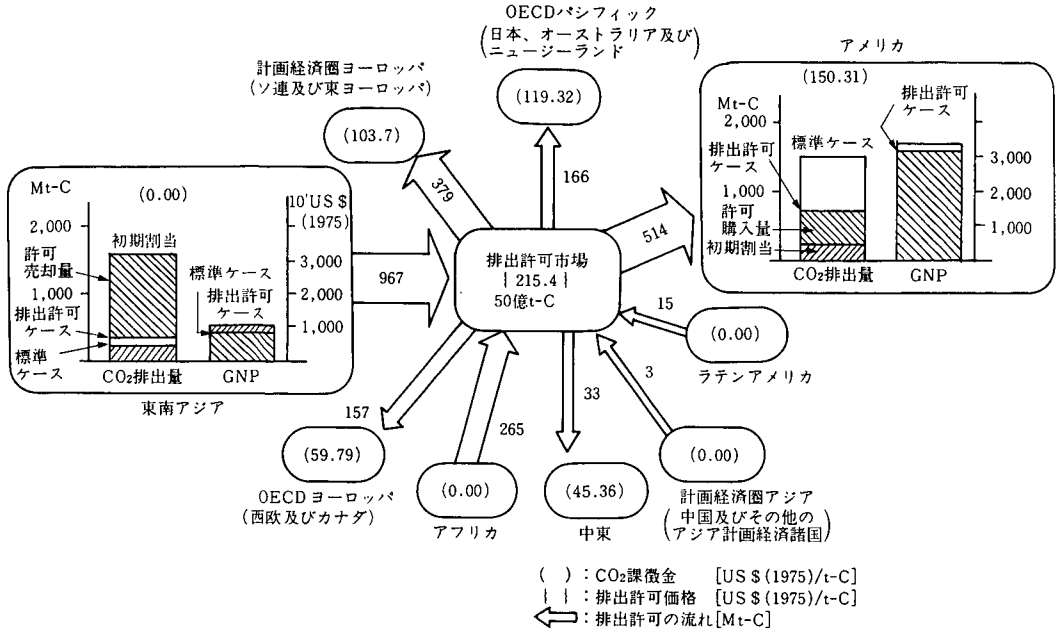


図 3 2000 年で総排出規制を 50 億トン-C とした時の排出許可市場

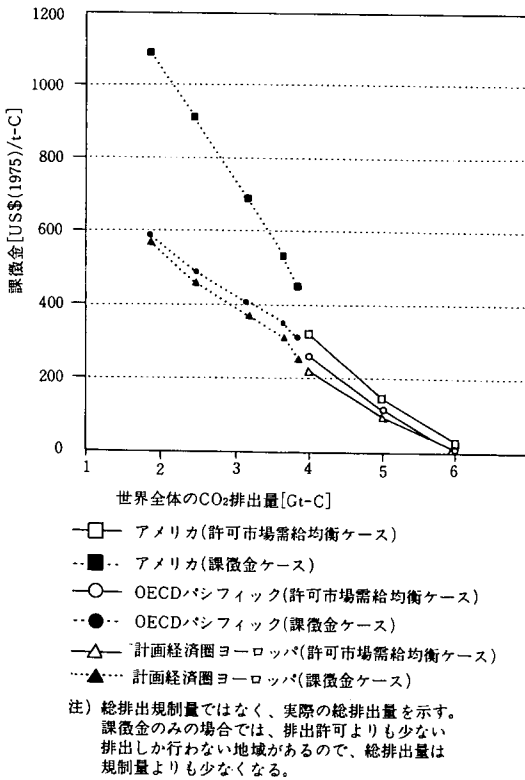


図 4 2000 年で各規制レベルに対する課徴金ケースと排出許可需給均衡ケースとの課徴金水準の比較

また、図 4 は 2000 年での各 CO<sub>2</sub> 総排出規制 (60~40 億トン-C) に対して、市場で排出許可需給が均衡した場合 (排出許可需給均衡ケース) と、市場に頼らず各地域が単独に課徴金により初期割当量内に CO<sub>2</sub> 排出量を抑制した場合 (課徴金ケース) の主要地域での課徴金を示したものである。課徴金ケースでは、CO<sub>2</sub> 排出量が初期割当を越える地域のみが課徴金により CO<sub>2</sub> を抑制するといった行動を取るため、世界全体の CO<sub>2</sub> 排出量は目標とした総排出規制量を下回ることになる。

図 4 より、両者の場合においても、規制レベルが厳しくなるほど、高い課徴金を掛けなければならないが、排出許可取り引きを行う場合の方が税率が軽減されることが分かる。

この様に、国際的な CO<sub>2</sub> 排出許可市場を通して、発展途上地域と先進工業地域の間で排出許可と資金の交換が行われる。特に、より厳しい総排出量制限を課すと排出許可の供給量が減少し、国際市場の価格による需給調整機能によ

り価格の高騰を生じることも示された。

また、各地域が単独で課徴金によって、CO<sub>2</sub> 排出制限を達成する場合と比べて、排出権の取り引きにより、工業先進地域での国民経済的損失が緩和されると同時に、発展途上地域では排出許可の売却収入によって国民総生産が増加されることなども示された。しかし、世界全体の総排出規制レベルの条件によっては国際的な排出許可市場が成立しえない場合も生じる。

### 2.3 今後の研究課題

今回報告したシミュレーションでは、各地域のCO<sub>2</sub> 抑制策としては課徴金だけしか扱わなかったが、現在、植林によるCO<sub>2</sub> 固定を負の排出として削減対策に加えるなどの改良を実施中である。

また、各地域毎の最適行動を明示的に扱った排出許可市場のモデル化、市場に頼らず世界全体の最適計画によってCO<sub>2</sub> 削減を行う場合との比較などもモデル解析研究上の課題として挙げられる。

この様な解析結果の応用については、排出許可の初期配分問題を初めとし、大きな困難が予想されるが、国際政治の現実的な条件下で市場の理論的機能を実現するための制度の検討が必要である。

## 3. おわりに

CO<sub>2</sub> 抑制に関する経済解析研究は急速に充

実しつつあるが、課徴金の効果とコストの評価に限定しても、その結果はまだ大きく分散している<sup>5)</sup>。国際排出許可市場の解析などグローバルな連携によるCO<sub>2</sub> 抑制方策の解析はまだ端緒についたばかりであるといつて良い。研究者間の交流と相互批判により、結果の解釈を深めるとともに解析方法自体をさらに改善していく必要がある。

#### [参考文献]

- [1] 山地、永田他、“CO<sub>2</sub> 発生量抑制ケース”，電力経済研究，No. 27，pp. 85-91 (1990)
- [2] 永田、山地、桜井，“CO<sub>2</sub> 抑制策の日本経済への影響：課徴金補助金に関するシミュレーション解析”，エネルギー・資源学会第7回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集，3-4，pp. 147-152 (1991)
- [3] 山地、岡田他，“市場機構を利用したグローバルCO<sub>2</sub> 抑制方策のシミュレーション解析”，電力中央研究所報告，Y90301 (1991)
- [4] J. Edmonds and J. Reilly, “A long-term global energy-economic model of carbon dioxide release from fossil fuel use,” ENERGY ECONOMICS, pp. 74-87, April (1983)
- [5] P. Hoeller, A. Dean and J. Nicolaisen, “A Survey of Studies of the Costs of Reducing Greenhouse Gas Emissions”, No. 89, Working Papers, Dept. of Economics and Statistics, OECD (1990)

(おかだ けんじ  
やまじ けんじ  
経済部 エネルギー研究室)



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

# 省エネルギーの限界に関する評価

## —家庭部門と運輸部門における省エネルギー—

Analysis of the Potential for Energy Efficiency Improvement

—Energy Efficiency Improvement in

Residential and Transportation Sectors—

キーワード：省エネルギー，家庭，運輸，効率向上

永 田 豊 藤 井 美 文

CO<sub>2</sub>削減の最も費用対効果の高い手段として、省エネルギーが再び注目されている。そこで、わが国の家庭部門と運輸部門について、今後の省エネルギーの可能性について分析した。これら両部門には、サービス品質の重要性をはじめとするいくつかのエネルギー消費構造に関する共通点があり、省エネルギー分析のために同じアプローチを使うことができる。

主要な結果は次の通りである。

- 1) 主要家電機器の機器当たりの消費電力は4~30%程度の改善の可能性がある。しかし、現在の大型化や保有台数の増加が今後とも続けば、機器全体の消費電力は増加しよう。
- 2) 1)の機器効率向上に加え、家屋断熱化・太陽熱温水器・給湯用ヒートポンプなど既存の省エネ技術を組み合わせることで15~30%程度省エネが期待できる。しかし、30%の省エネの達成は10年以上の投資回収期間を必要とする。
- 3) 乗用車の大型化やラグジュアリー化による車重増加は、100 kgにつき10モード燃費を0.5 km/l、実燃費を1 km/l程度悪化させる。また、走行モードの改善が実燃費の向上に大きく貢献する。
- 4) 10モード燃費の工学的限界値を試算した結果、現状より60~70%というきわめて大幅な向上の可能性はある。

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. はじめに              | 4. 運輸部門における省エネルギー    |
| 2. 両部門の省エネに関する類似点    | 4.1 乗用車の燃費および性能仕様の実態 |
| 3. 家庭部門における省エネルギー    | 4.2 10モード燃費と実燃費の推定   |
| 3.1 エネルギー消費構造と検討項目   | 4.3 燃費要因の分析結果        |
| 3.2 家庭用電気機器効率の推定     | 4.4 10モード燃費の限界値試算    |
| 3.3 その他既存技術による省エネルギー | 5. おわりに              |
| 3.4 日本全体の省エネ量と経済性    | 参考文献                 |

## 1. はじめに

地球環境問題を契機に、省エネルギーは特に

CO<sub>2</sub>削減の最も費用対効果の高い手段として、その実現可能性や成立条件が注目されている。

本研究は、個別技術の効率改善を中心に、産業

・民生（家庭・業務）・運輸・転換の各エネルギー消費部門の省エネルギーの可能性とその成立条件を明らかにすることを目的とした。ここでは、このうち共通点の多い家庭部門と運輸部門についての分析結果について報告する。

## 2. 両部門の省エネに関する類似点

家庭部門と運輸部門は、技術効率の改善に関して以下に示す類似点を持っている。

### (1) サービス品質の重要性

これら両部門では、費用最小化よりむしろ効用最大化という原理に基づいてエネルギーが消費されているといえる。そして近年、所得水準の向上を反映して、ますますサービス品質の向上が求められている。エネルギー利用機器の大型化や高機能化は単機当りのエネルギー需要を増大させ、機器効率の向上を打ち消す恐れがある。

### (2) 技術の均質性と代替硬直性

これら両部門で用いられているエネルギー消費技術は、暖房器具や自動車エンジンなどに代表され、極めて多様な技術が用いられている産業部門に比べ種類が少ない。また、技術効率の改善は、耐久消費財（建物・機器）

という性質上、短期的には進みにくい。

以上の理由から、これらの部門については、サービス品質や新技術の市場浸透速度を考慮しながら技術効率の改善の余地について分析するという共通の方法を用いることができる。省エネルギーに影響を持つ要因と本研究の検討項目を表1に示す。

## 3. 家庭部門における省エネルギー

### 3.1 エネルギー消費構造と検討項目

まず、全国平均の世帯当り用途別エネルギー需要を、(財)住環境計画研究所発行の家庭用エネルギー統計年報(1989年版)と「電力需給の概要(平成二年度)」の電気機器別構成比から作成した(図1)。この図から、給湯用ガス・暖房用石油・冷房その他用電力が大きなウエイトを占めており、これらを重点的に削減することが省エネルギーの近道であることがわかる。

そこで、主要な家電機器の効率向上を大型化や保有台数の増加を考慮しながら分析するとともに、給湯・暖房用については家屋の断熱化・太陽熱など既存の省エネルギー技術を見直すことによって、今後の省エネの可能性を評価した。将来導入が期待される太陽光や他部門の廃

表 1 省エネルギーに影響を持つ要因と本研究の検討項目

	要因の影響度				要因の詳細項目			
	技術	社会システム	サービス品質	エネルギー価格	技術		社会システム/インフラ/制度	サービス品質/ライフスタイル
					単体/要素	システム		
家庭	◎	○	○	△	・主要電機機器効率の改善 ・断熱化の普及 ・太陽熱温水器	・給湯/空調トータルシステム(給湯用ヒートポンプ)	・都市未利用廃熱の活用	・サービス品質の向上(大型化) ・我慢、節約
運輸	◎	◎	○	△	・エンジン燃費の改善 ・電気自動車などのプロダクトイノベーション		・交通モード改善(高速道路建設による速度向上)	・大型・高性能化 ・職住接近 ・我慢、節約

■ 本研究の検討項目

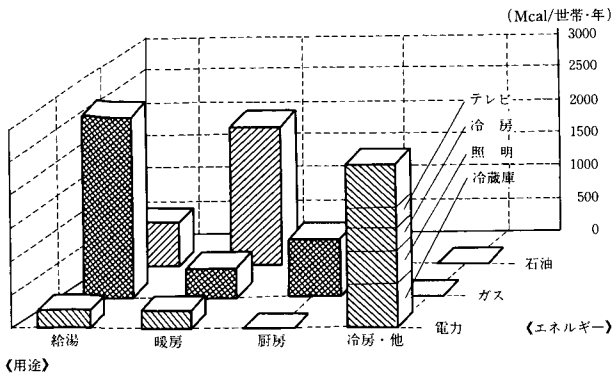


図 1 世帯当たり用途別エネルギー需要 (1989 年度, 全国平均)

熱利用などは、技術開発・コスト・法規制など不確定な点が多く、また、ガスや灯油の燃焼効率改善は現在すでに高水準 (80%~90%) に達していると思われるため、ここでは考慮していない。

3.2 家庭用電気機器効率の推定

冷蔵庫・カラーテレビ・エアコンの機器効率の推定手順を図 2 に示す。サイズ別出荷台数は文献 [1][2] を使用した。また、機器当り電力消費量の推移を図 3 に示す [3]。照明については、詳細な機器効率の推移や出荷統計が得られなかったため、効率改善幅を単純に推定した。

推定には (1) 式のような非線形の推定式を用いた。ここで  $E_0$  は過去の改善実績から予想される消費電力の最小値であり、効率改善の限界を表す。この式は、効率改善速度が  $E-E_0$  に比例するという仮定のもとで導かれたものである。

$$E = E_0 + \exp(a + b \cdot T) + c \cdot \ln(P_{ELEC} / CPI) \quad (1)$$

$E$ : 各年式のサイズ別消費電力  
 $E_0$ : 消費電力の最小値

$T$ : 出荷年

$P_{ELEC}$ : 電力価格 (名目値)

$CPI$ : 消費者物価指数

カラーテレビとエアコンについては、それぞれサイズの違う 2 種類の効率を推定した。推定結果を表 2 に示す。

消費電力の最小値に対する現在値の比は、冷蔵庫が 1.2 と最も大きく、以下エアコンが 1.1 前後、カラ

ーテレビがほぼ 1 となった。つまり、カラーテレビは現在水準以上の効率改善が期待できない反面、冷蔵庫は最も効率改善の余地が大きい (20%) と考えられる。しかし、この比も 2000 年には冷蔵庫で 1.03 前後、エアコンで 1.01~1.02 まで低下し、飽和に達してしまう。また、サイズ間の差異はほとんどみられなかった。

推定した出荷ベースの機器効率から、図 2 に示す手順に従ってストックベースの効率を求

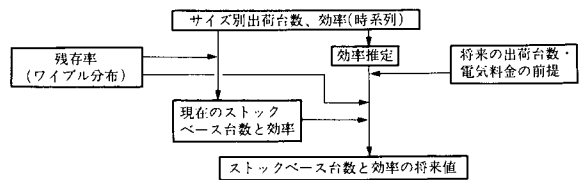


図 2 家電機器効率の推定手順

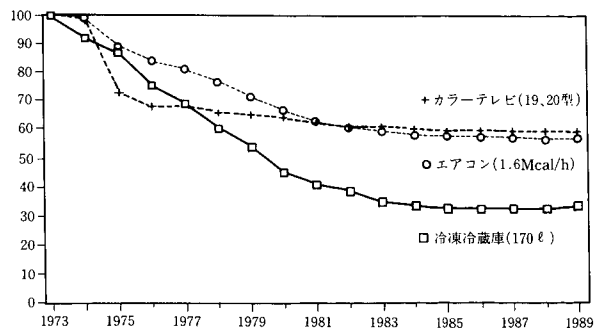


図 3 家電機器当たり消費電力の推移 (1973 年度 = 100)

表 2 電気機器効率の推定結果

機器：サイズ	推定期間	消費電力（現在値）	出荷年（ $t$ 値）	価格（ $t$ 値）	$R^2$
冷蔵庫：170 $l$	1976—89	23.19 kWh/月（27）	-0.239（10.1）	-0.93（2.9）	0.989
エアコン：2 Mcal/h	1974—87	601.4 W/台（681）	-0.141（8.6）	-0.34（1.7）	0.991
：1.6 Mcal/h	1974—88	440.9（482）	-0.181（10.1）	-0.65（2.1）	0.990
カラー：19—20型	1970—88	82.93 W/台（83）	-0.340（2.9）	-2.14（1.1）	0.917
テレビ：13—14型	1970—88	51.83（53）	-0.202（6.6）	-1.02（2.0）	0.985

表 3 ワイブル分布の係数と平均使用年数

	冷蔵庫	カラーテレビ	エアコン
$a$	1/545	1/150	1/130
$b$	2.75	2.40	2.15
$t_0$	8.7年	6.9年	8.1年

め、これより1989年から2000年にかけて要因別に電力需要の変化を計算した。ある年式の機器の残存率を表すワイブル分布の係数には、文献[4]を参考に表3に示す値を用いた。ワイブル分布は(2)式のようになる( $a$ と $b$ が係数)。

$$f(t) = \exp(-a \cdot t^b) \quad (2)$$

$f(t)$ ：ある年の出荷機器の $t$ 年後の残存率

このとき、各機器の平均使用年数 $t_0$ は $f(t_0) = 0.5$ を $t_0$ について解き、(3)式で与えられる。

$$t_0 = (\ln 2/a)^{1/b} \quad (3)$$

現在のペースで機器の出荷や大型化が続くと仮定した場合の結果を表4に示す。要因のうち、稼働率低下は、世帯当りの保有台数が増加するに従って一台当りの平均稼働率が低下することによる減少分を意味し、実態調査を参考に、2代目以降の稼働率をテレビが1台目の60

%、エアコンが30%と仮定した。また、照明用電力需要は、世帯当り・床面積当りの照明原単位を以下の簡単な式で推定し、2000年までの実質所得増加率を年率2%（過去5年間の平均）、実質電灯単価を一定として求めた。

推定期間：1981～1989年 ( $R^2 = 0.956$ )

$$\ln(\text{原単位}) = -3.0044 + 0.4008 \cdot \ln(\text{実質所得})$$

$$[\text{kWh/世帯} \cdot \text{m}^2] \quad (1.929) \quad [¥]$$

$$-0.1116 \cdot \ln(\text{実質電灯単価})$$

$$t \text{ 値} \rightarrow (-0.864) \quad [¥/\text{kWh}]$$

どの機器についても世帯当りの消費電力量の増加が予想される。この原因を各要因に分解して考える。

- ・ 冷蔵庫による消費電力量は全体で微増となる。台数増加と大型化という増加要因と効率向上という減少要因がほぼ相殺した形になっている。大型化の影響が小さいのは、体積/表面積比の向上という省エネ要因があるため、単位容積当りの消費電力は350 $l$ クラスが最も少ないことによる。
- ・ カラーテレビによる消費電力量は現在値と比べて倍増する。その要因は台数増加が

表 4 電力量変化の要因分解（1989～2000年）

機 器	効率向上	大型化	普及遅れ	台数増加	稼働率低下	合計（年率換算）
冷 蔵 庫	-29.5%	+9.6%	+2.2%	+20.7%	—	+2.9% (0.3%)
カラーテレビ	-3.8%	+46.4%	+0.2%	+70.5%	-12.4%	+100.9% (6.5%)
エ ア コ ン	-14.9%	—	+2.2%	+75.4%	-2.3%	+60.4% (4.4%)
	効率向上	所得向上	床面積増加	世帯数増加	合計（年率換算）	
照 明	-15% (最高)	+9.2%	+12%	+15%	約 +20% (1.7%)	



表 5 家電機器の省エネポテンシャルと現実的な効率変化

	1989年のストック効率	既存技術による最高効率 (改善率)	大型化・普及遅れを考慮 した効率(改善率)
冷蔵庫	37.3 kWh/月	26.3 kWh/月 (-30%)	30.7 kWh/月 (-18%)
カラーテレビ	82.3 W/台	79.2 W/台 (-4%)	102.4 W/台 (+24%)
エアコン	718.9 W/台	612.0 W/台 (-15%)	627.5 W/台 (-13%)
照明	—	(最高 -15%)	(最高 -15%)

70%、大型化が46%となっており、機器効率の向上はほとんど期待できない。実際、よく売れているテレビはAV対応型やBSチューナー内蔵型など、多機能のものが中心であることからこの点がかがえる。また、増加するほとんどの機器が2台目以降であるため、稼働率低下による影響は-12%とエアコンより大きい。

- ・ エアコンによる消費電力量は60%増加する。ストック効率は機器単体効率の向上とその普及により15%程度改善するが、台数増加による影響が圧倒的に大きく、効果が打ち消されてしまう。エアコンは今後1台目を保有する世帯が数多く存在するため、稼働率は現在水準からわずかに低下するにとどまる。

分析結果から、どの機器についても若干の効率改善が期待されるものの、保有台数の増加や大型化などの影響で全体の消費電力量は増加してしまう。特にテレビ用の電力需要増加は著しく、革新的な省エネ技術(例:液晶テレビ)の開発が望まれる。

また、今回分析していない効率悪化の要因の一つにフロン規制がある。冷蔵庫の場合、現在開発されているフロン代替物質を用いると効率が10~20%程度悪化するという試算[5]もあり、この点についても効率低下を最小限に食い止める努力が求められる。

照明機器効率は、業務用では蛍光灯(約15

W/10<sup>3</sup>lm)より30%~50%効率の優れたメタルハイドランプや高圧ナトリウムランプが利用できる(共に400Wクラス)が、家庭用では蛍光灯の省電力化・安定器の省電力化・グロー球の電子化により15%程度の省エネルギー(安定器を含む消費電力が直管40W×2灯用で94W→78W)しか期待できない[6]。

以上の結果から、家電機器の省エネポテンシャルと、大型化・普及遅れなどを考慮した2000年にかけての現実的な効率変化を求めた結果を表5に示す。機器効率は、最高効率のものに置き換えるだけで現在より4~30%の改善が期待できる。しかし、機器の大型化や普及遅れにより改善幅は小さくなり、テレビは逆に現在より悪化することが予想される。

3.3 その他既存技術による省エネルギー

家庭部門において、機器効率の向上以外に有望な既存技術による省エネルギー対策として、

- ・ 断熱材
- ・ 太陽熱温水器
- ・ 給湯用ヒートポンプ

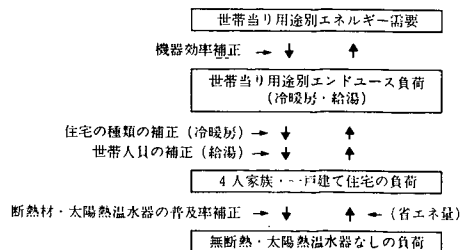


図 4 モデル住宅のエネルギー需要データの作成手順

表 6 各省エネ対策の効果と経済性（モデル住宅）

	断熱化 (50 mm)	太陽熱温水器	給湯用 ヒートポンプ	断熱化+太陽熱	断熱化+給湯用 ヒートポンプ
投資額(万円)	7.8	31.2	54.4	39.0	62.2
年間省エネ量(Mcal/年)	1,967	2,544	6,582	4,511	7,175
省エネ単価(円/Mcal)*1	2.9	16.7	11.2	11.8	11.8
年間節約額(万円/年)	1.8	3.1	3.3	4.9	4.9
単純回収年数(年)	4.3	10.2	16.6	8.0	12.6
投資回収年数(年)*1					
エネルギー価格上昇率: 3%/年	4.8	12.8	24.0	9.6	16.6
5%/年	4.6	11.4	19.2	8.8	14.3
7%/年	4.5	10.4	16.4	8.2	12.7
省エネ率(1次換算ベース)	21.3%	27.6%	34.6%	48.9%	49.2%
(うち給湯)		56.6%	50.9%	56.6%	50.2%
(うち暖房)	45.9%		27.8%	45.9%	60.9%
(うち冷房)	5.0%			5.0%	5.0%

\*1 金利6%/年

が考えられる。これらの技術の導入可能性を省エネ単価や投資回収期間に基づいて分析した。なお、これらの経済性は住宅種類と床面積、世帯人数と構成、断熱材や温水器の普及率などに大きく影響される。そこで、図4に示す方法で、図1のエネルギー需要データから4人家族・一戸建て・無断熱・太陽熱温水器なしというモデル住宅の冷暖房負荷と給湯負荷を作成し、そこで得られた結果を元のエネルギー需要にフィードバックするという方法で分析を行った。モデル住宅の負荷は、それぞれ給湯3,550、暖房3,530、冷房1,160 Mcal/世帯・年(1次換算ベース)である。住宅種類別世帯人員と床面積、断熱材や温水器の普及率、世帯人数と給湯需要の関係は文献[7][8][9][10]を参考にし求めた。また、断熱化による冷暖房負荷の変化は文献[11]を、太陽熱温水器や給湯用ヒートポンプの性能・価格などの諸元は各カタログ値を参考にした。結果を表6に示す。

年間省エネ量では、給湯用ヒートポンプ・太陽熱温水器・断熱化(50 mm)の順となるが、経済性でみれば逆順となる。特に、断熱化の回収期間は住宅の寿命よりはるかに短く、極めて

優れた省エネ対策であるといえる。太陽熱温水器は、自然循環形の回収期間が10~13年で、ほぼ耐用年数内での投資回収が可能であり、年間日射量が3 Mcal/m<sup>2</sup>・日以上地域で、特に給湯をLPGで行っている家庭では十分な経済性を持っていると考えられる。一方、給湯用ヒートポンプは大きな省エネ効果をもつと考えられるが、耐用年間中の投資回収は困難であると予想される。また、上記の計算には含まれていないデメリットに工事費と設置面積の必要性がある(約1 m<sup>2</sup>)。特に設置面積は地価の高い都市部や集合住宅において重大で、給湯用ヒートポンプの普及には薄型の貯湯槽の開発が不可欠であろう。

### 3.4 日本全体の省エネ量と経済性

3.2と3.3で得られた省エネルギー対策とその効果から、世帯当りの平均エネルギー消費量が現在の水準からどの程度削減できるかについて検討した。省エネ対策は経済性の高い順に、低・中・高の3ケースを考慮した。

#### ・低ケース

家電機器効率…技術効率改善(要因分解で示した改善幅)

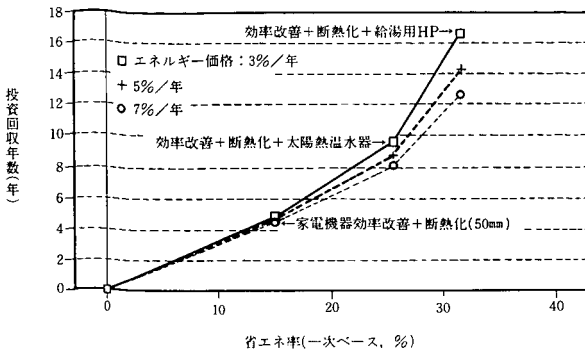


図5 一次換算省エネ率と単純回収年数の関係

断熱化……………50mmの断熱化が100%  
普及

・中ケース

低ケースに加えて、  
太陽熱温水器…すべての一戸建てに設置

・高ケース

低ケースに加えて、  
給湯用ヒートポンプ…100%普及

一次換算ベースでの世帯当りエネルギー消費量は、低・中・高各ケースでそれぞれ15%、26%、32%削減できる可能性がある(図5)。しかし、断熱化は新築住宅に限られること、太陽熱温水器は建物に遮られない実際の日照時間、給湯用ヒートポンプは設置スペース(特に集合住宅の場合)など、現実的には多くの阻害要因がある。また、省エネ率と回収年数の関係では、明らかなトレードオフ関係が存在する。ただし、この図の回収年数はモデル住宅の場合である。一般的傾向として、回収期間の長いほどエネルギー価格上昇率変化の影響が大きい。また、数十%とも言われる家庭部門の割引率を考慮すると、省エネ機器導入の回収年数はさらに長くなってしまうことが予想される。

4. 運輸部門における省エネルギー

本章では、運輸部門の約4割程度のエネルギー

を消費している乗用車の10モード燃費と実燃費について、技術と社会双方のシステムに関する要因を含めたモデル分析を行い今後の燃費の改善可能性を論ずるとともに、工学的な観点からも10モード値がどの程度改善可能かに関する考察を行った。

4.1 乗用車の燃費および性能仕様の実態

まず新車の主要諸元[12]をもとに、10モード燃費および燃費に関連する主要な系列データを作成した。その際、販売台数[13]からみて主要な車種を排気量別(大きく小型、中型、大型)に約30車種をサンプルとして選び、これらのカタログ諸元値を販売台数で加重平均する方法を用いた。表7は、新車の燃費に関連するとともにそれぞれ独立すると考えられる諸元の推移を示している(表中出力比はエンジン排気量当りの出力を表している)。表からは、エン

表7 新規登録乗用車の諸元の推移

年度	車重 (kg)	出力比 (PS/l)	60 km/h 燃費 (km/l)	10モード 燃費 (km/l)	AT比率 (%)
70	930	46.2	20.5	12.7	0.7
71	920	46.8	20.9	12.9	2.3
72	920	46.8	21.3	13.0	4.2
73	970	56.3	20.4	12.3	6.5
74	974	56.3	20.7	12.4	8.1
75	1024	56.3	20.6	12.3	8.9
76	1009	57.2	20.8	12.4	11.1
77	989	56.1	21.4	12.7	14.7
78	1008	57.5	21.1	12.5	16.8
79	1021	57.2	20.6	12.2	21.9
80	1017	56.5	20.7	12.3	27.0
81	1014	57.8	21.9	13.1	32.6
82	1024	57.8	22.3	13.3	35.1
83	1018	59.6	23.2	13.5	37.9
84	1013	59.7	23.6	13.9	43.1
85	1033	60.2	23.1	13.6	48.8
86	1040	61.6	22.8	13.4	57.1
87	1051	63.2	22.8	13.5	60.6
88	1071	66.1	23.0	13.4	64.0

表 8 保有乗用車の諸元の推移

年度	車重 (kg)	出力比 (PS/l)	60 km/h 燃費 (km/l)	10モード 燃費 (km/l)	実燃費 (km/l)
70	933	44.2	19.7	12.4	9.0
71	931	44.9	20.0	12.5	8.6
72	928	45.4	20.3	12.6	9.1
73	929	46.5	20.5	12.7	8.9
74	937	48.7	20.5	12.6	8.8
75	946	50.1	20.6	12.6	8.9
76	959	51.5	20.6	12.5	8.8
77	967	52.5	20.7	12.5	8.7
78	974	53.6	20.8	12.5	8.6
79	983	54.6	20.8	12.5	8.4
80	992	55.3	20.8	12.4	8.4
81	998	55.8	20.9	12.5	8.6
82	1003	56.4	21.1	12.5	8.6
83	1008	56.9	21.3	12.7	8.6
84	1011	57.4	21.6	12.8	8.8
85	1014	57.9	21.9	13.0	8.9
86	1018	58.4	22.1	13.1	8.9
87	1022	59.0	22.3	13.2	9.4
88	1028	59.9	22.5	13.3	9.5

ジン排気量の大型化から車重が重量化し、またAT車が増加しているにも関わらず、10モード燃費は着実に改善されてきたものの、その改善率もすでに飽和状況を示していることなどがわかる。

次に、実燃費との関連を論じるためにストックベースの諸元を求めた。ここでは、家電機器の場合と同様、登録データから年別の残存分布を作成し、フローベースをストックベースに変換する手順を用いた。乗用車のストックベースの諸元を示した表8では、新規登録車の普及に時間的ラグが存在するため、重量化、燃費改善率ともに依然増大する傾向があることが読める。

#### 4.2 10モード燃費と実燃費の推定

10モード燃費は走行パターンが定められているため、燃費の決定要因としては、車両重量、比出力、AT/MT、ならびにこもり抵抗や空気が抵抗改善などのその他の技術進歩などが考え

られる。

これに対し、実燃費には、上記の技術的条件以外に渋滞などの走行モードをはじめとする多くの要因が関連している。このため、ガソリン実質価格と、走行モードを代表する指標として平均運転速度を説明変数に加えた。

##### (1) 乗用車10モード燃費説明モデル

10モード燃費の説明モデルでは、(4)式のような簡単なログ・リニアモデルを設定し、1970～88年までの個々の新規登録車をサンプルとした。 $a_i$ 、 $b_i$ などの係数はいわば各要因の燃費改善の弾性値を表している。

$$\ln(Fe_{10i}) = a_i \cdot \ln(W_i) + b_i \cdot \ln(PS_i) + c_i \cdot T_i + d_i \cdot \text{Dum}(AT_i) + e_i \quad (4)$$

$Fe_{10}$  : 運輸省に届けられた10モード燃費  
[km/l]

$W$  : 自動車重量 [kg/台]

$PS$  : 比出力 (排気量当りの最大出力) [PS/l]

$T$  : その他の技術進歩 (製造年)

$\text{Dum}(AT)$  : ダミー変数 (ATは1, MT車は0)

$e_i$  : 誤差項

$i$  : 個別車種

##### (2) 実燃費説明モデル

運輸省から毎年公表される実燃費データは、全国の運輸局別にランダム抽出された20,000台のサンプルの2ヶ月間の実モード燃費の平均値であるが、走行条件や車種に関するデータは取られていないため、これらサンプルだけから燃費説明モデルを作成することは困難である。したがって、分析にあたり、まず先に示したように全乗用車を対象にして新規生産から毎年の登録台数および寿命を考慮した仕様諸元のストックの系列を作成する。つぎに、これに建設省が3年毎に公表している統計から、道路(高速、

都市高速、国道、都道府県道)別の走行台キロで加重平均した平均速度[14]を推計する。以上から、全乗用車の平均諸元(ストックベース)と全国平均の速度によって実燃費を説明するモデルを作成し、時系列回帰を行った。

$$\ln(Fe_t) = a \cdot \ln(\dot{W}) + b \cdot \ln(\dot{PS}) + c \cdot \ln(V_{ave}) + d \cdot \ln(P_g) + f \cdot T + e \quad (5)$$

$$\dot{W} = \sum_{i=T}^{T-L} \sum_i W_{i,t} \cdot \omega_i$$

$$\dot{PS} = \sum_{i=T}^{T-L} \sum_i PS_{i,t} \cdot \omega_i$$

$$V_{ave} = \sum_j TR_j \cdot V_j$$

$Fe_t$ : 実燃費 [km/l][13]

$\dot{W}$ : 平均車両重量 (\*印はストックベースを表す) [kg]

$\dot{PS}$ : 排気量当りの平均最大出力 [PS/l]

$\omega$ : 年別残存シェア分布関数[15]

(各年の登録台数を考慮)

$V_{ave}$ : トラフィック平均速度 [km/h]

$TR_j$ : 道路種(j)別走行台キロ

$V_j$ : " 平均速度 [km/h]

$P_g$ : ガソリン実質価格

$T$ : 時間(年)

$L$ : 自動車のライフタイム

$i$ : 車種(大型, 中型, 小型)

$j$ : 道路種類(高速, 都市高速, 国道, 都道府 県道)

### 4.3 燃費要因の分析結果

#### (1) 10モード燃費説明モデル

表9に10モード燃費モデル分析の推計結果を示す。決定係数( $R^2$ )はそれほど高くないものの、パラメータは予見された符号条件をすべて満たし、かつ $t$ 値も有意で安定している。燃費悪化の最大

表9 10モード燃費及び60km/h定地走行燃費の推定結果

説明変数	パラメータ( $t$ 値)	
	10モード燃費	60km/h定地走行
車両重量	-0.4961(-23.9)	-0.4101(-22.3)
エンジンの高出力化	-0.2711(-5.95)	-0.2351(-5.83)
その他の技術進歩	0.00656(9.06)	0.00893(14.0)
A T ダ ミ ー	-0.074(-14.0)	-0.061(-13.0)
$R^2$	0.616	0.615

の原因は重量化で、100kgの増加につき0.5km/l程度燃費が悪化することがわかる。

この推計結果をもとに、他の変数に関してはサンプルの平均値で固定して、車重と燃費の関係モデル年別に表したのが図6である。図からは、「その他の技術進歩」は76年以降燃費を改善してきたもののその改善率は逡減しており、車重の重量化から平均燃費はほぼ横ばいであることが示される。1975年から88年までの「その他の技術進歩」による10モード燃費の改善は年率にして1.3%程度である。なお、新車カタログにみる重量化は、単に80年代半ば頃から高級車のシェアが増大してきただけでなく、同一車種においてもエンジンが大きくなるとともにエアコンをはじめとする補機が年々多く装備されるにつれて車両重量が増大している結果である。

#### (2) 実燃費説明モデル

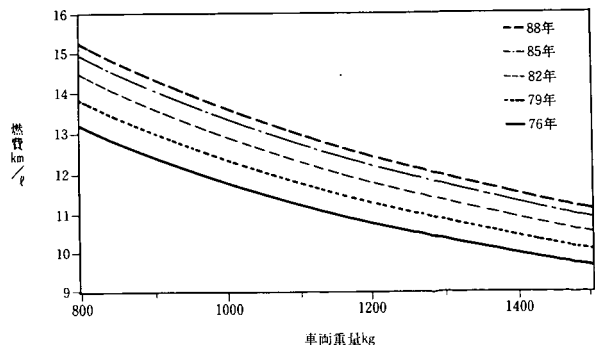


図6 車両重量と10モード燃費の関係

表 10 実燃費の推定結果

説明変数	パラメータ (t 値)
車両重量	-0.9751 (-0.93)
エンジンの高出力化	-1.141 (-2.73)
全国平均速度	1.241 ( 2.97)
ガソリン実質価格	0.0391 ( 1.34)
その他の技術進歩	0.016 ( 7.20)
$R^2$	0.892

実モード燃費の要因分析結果を表 10 に示す。分析結果は、期待される符号条件を一応は満たすとともに、サンプルデータが少ないため決定係数も高いものの、カタログデータをサンプルにした 10 モード燃費説明モデルの結果に較べて、一般的に t 値も低く不安定な結果となった。これには前述のように集計度合いの高い全国の実燃費をこれら単純な要因だけで記述するには不十分であるというモデル側の要因と、実燃費のサンプルからモデルの説明変数のデータが得られないというデータ側の制約の双方の要因が考えられる。今後車毎に燃費と運転モードや自動車の性能諸元を収集して再推計するなどの改善が望まれる。

実燃費モデルからは、重量化は 100 kg 当り、エンジンの高出力化は 5[PS/l] あたりそれぞれ 1[km/l] 燃費を悪化させているとともに、走行モード（モデルでは平均速度）の改善が燃費向上に比較的大きな感度を示していることがわかる。

#### 4.4 10 モード燃費の限界値試算

以上の分析では、燃費に影響を与える要因の感度は推計されたものの、技術的にみた燃費の限界値がどの程度なのかを知ることはできない。

そこで工学的に 10 モード燃費の限界を検討するため、文献[16]に示された走行抵抗の方程式を用いてシミュレーションを試みた。試算で

は、(6)式に示すように、走行抵抗を大きくころがり抵抗、空気抵抗、加速抵抗に分け、10 モードの走行パターン別にこれらの抵抗値を求めるとともに、変速機などの伝達効率を含めた燃料消費量のバランスから限界燃費を算定するという手順を用いた。また、分析に際しては、燃料消費率などのデータは現状で得られている最善のデータを用い、アイドル時燃料消費量は 15 [cc/min]、燃料消費率は一定、減速時には燃料をカットし補機類の駆動はしない、と仮定した。

$$\begin{aligned} \Sigma R \cdot \Delta L &= \Sigma (R_r + R_a + R_{ac}) \cdot \Delta L \\ &= \gamma \cdot V_f \cdot \eta_t \cdot \eta_f \cdot 75 \cdot 3600 / f_s [\text{kgm}] \end{aligned} \quad (6)$$

$R$  : 走行抵抗 [kg]

$L$  : 走行距離 [m]

$R_r$  : ころがり抵抗

$R_a$  : 空気抵抗

$R_{ac}$  : 加速抵抗

$\gamma$  : ガソリン比重量 0.75[g/cc]

$V_f$  : 燃料消費量 [cc]

$\eta_t$  : 変速機伝達効率 0.95

$\eta_f$  : 最終減速機伝達効率 0.95

$f_s$  : 燃料消費率 190[g/PSH]

図 7 に重量 1071[kg] (1988 年販売実績平均値) のときの 10 モード走行時の走行抵抗割合を、図 8 には (6) 式に基づくシミュレート結果をもとに 10 モード走行時の走行モード別燃料消費割合を示す。また、図 9 にはシミュレート計算結果をもとに車両重量と限界 10 モード

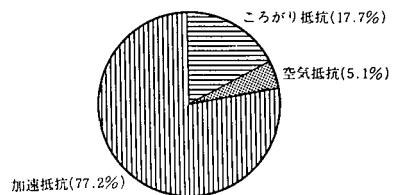


図 7 抵抗別燃料消費割合 (車両重量 1,071 kg)

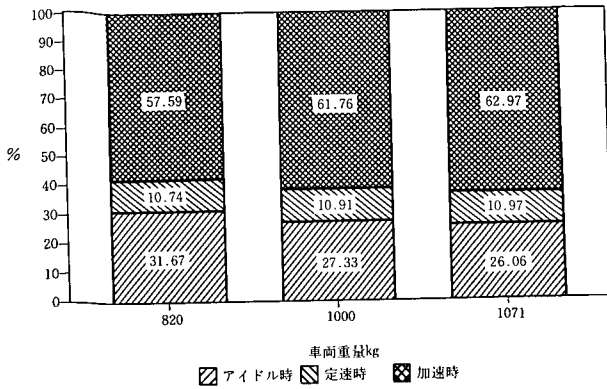


図 8 走行モード別燃料消費割合

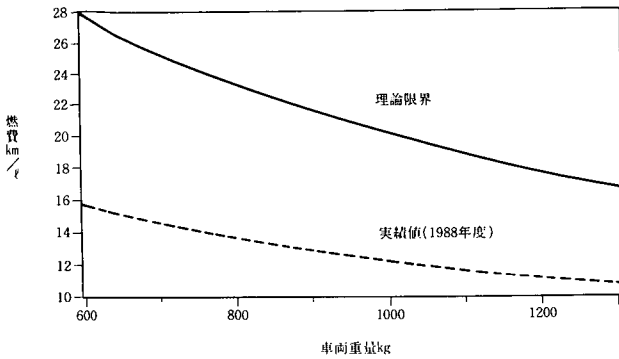


図 9 10モード燃費の理論限界と実績値

値との関係を示す。なお、図には限界値との比較を示すために、10モード燃費モデルで得たパラメータを用いて現状（1988年）における新車の平均的な燃費と車両重量の関係を併記している。

図7からは、10モードにおける3つの走行抵抗の中では加速抵抗が8割弱を占めており、車両重量および回転部分相当重量の軽減により、かなり燃費向上ができることがわかる。また図8からは、10モード走行時には車両重量にかかわらず加速時の燃料消費が最も多く、ついでアイドル時になっていることなどがわかる。ただし、定地走行時の燃費は車両重量にあまり影響を受けないのに対し、加速時には車両重量の影響がかなり強く、重量増加とともにそ

の割合は増えている。図9の10モード燃費の限界と現状値を比較したシミュレーション結果からは、車両重量 1000 kg において限界値が 20.2 km/l であるのに対し、モデル現状値は 12.2 km/l であり、まだ 66% 程度の改善の余地があることがわかる。また、現在の平均車体重量で 19.2[km/l] の限界値が、20% 軽量化すると 22.3[km/l] まで改善が可能であり、今後のエンジンやトランスミッションなどの技術開発や新材料による軽量化によってかなりの省エネルギーが図れるものと期待できる。

ただし、この改善率には、シミュレーションでエンジン回転数全域で最適トルク（一定）が確保されているとの前提をおいていることや、実際には減速時の燃料カットを安全に

は行えないこと、補機類の動力分を見込まねばならない、といった点を割り引く必要がある。また、シミュレーション結果と現状モデル値との比較からは、車両重量が軽くなるほど両者の乖離が大きくなっていることがわかる。これは、車両が小さくなるにつれてエンジンの出力に対して補機類の駆動に使用される動力が大きくなってしまったためであると思われる。

### 5. おわりに

家庭部門と運輸部門における省エネルギーポテンシャルが明らかになった。家庭用途別では、温熱需要であり量的にも大きい給湯用と暖房用で省エネルギーの余地が大きいことが示された。元来、これらの用途はエクセルギー的に

低質なエネルギーで賄われることが望ましいと指摘されており、この研究でもこのことが裏付けられたとすることができる。また、運輸部門では、車両重量の軽減に加え、エンジンの改良によって燃料消費率を改善し、きめ細かい変速などにより高度な制御を行うこと、更に補機類の効率を向上させることで、大幅な燃費向上の可能性があることが示された。

また、家電機器や乗用車の大型化や保有増加に見られるサービス品質の向上が、機器効率の向上を打ち消してしまうほど大きなエネルギー消費の増加要因となることも示された。機器の大型化は核家族化・余暇時間の増加・女性の社会進出といった長期的な社会情勢やライフスタイルの変化を反映しているとも考えられる。従って、このような観点からもエネルギーの適正な役割が問われ始めていえると言えよう。

ライフスタイルがエネルギー需要に与える影響については、文献[17]で分析が行われている。それによると、在宅時間と世帯人数やその年齢構成による影響が大きく、どちらについてもエネルギー需要の増加要因と減少要因が指摘されている（例：共働き－減少要因，労働時間短縮－増加要因）。また、ライフスタイルと運輸部門の関連では、単位時間当りのエネルギー消費は移動中が最も大きく、余暇時間の増加は家庭部門のエネルギー需要を減らす代わりに、運輸部門のエネルギー需要を増加させるという効果を持つことも予想される。

なお、本研究では早稲田大学理工学部の多大なる協力を得た。永田勝也教授ならびに野村茂樹・兵藤義之の両氏に深く感謝いたします。

#### 【参考文献】

- [1] (社)日本電機工業会，内部資料（1990）
- [2] (社)日本電子機械工業会，民生用電子機器データ集（1990）
- [3] (財)家電製品協会，家電産業ハンドブック（1989）
- [4] (財)家電製品協会，廃家電製品発生量の予測調査研究（1989）
- [5] (社)日本電機工業会，電機冷蔵庫技術専門委員会資料（1990）
- [6] (財)住宅・建築省エネルギー機構，省エネルギーハンドブック '85（1985）
- [7] 総務庁統計局，昭和63年住宅統計調査報告全国編（1990）
- [8] 経済企画庁調査局，家計消費の動向（1990）
- [9] (財)住宅・建築省エネルギー機構，内部資料（1990）
- [10] 日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター，民生部門エネルギー消費実態調査（総括編）（1990）
- [11] 東芝レビュー，36巻1号（1981）
- [12] (社)自動車工業会，自動車ガイドブック（1975～88）
- [13] (財)自動車検査登録協会，登録年別自動車保有台数（1975～88）
- [14] 建設省道路局企画課道路経済調査室，道路交通センサス（全国道路交通情勢調査）一般交通量調査基本集計表（1975～88）
- [15] (財)計量計画研究所，所内資料（1990）
- [16] 樋口健治，自動車工学，朝倉書店，p. 39～p. 45（1980）
- [17] EPRI CU-7069，“Energy Use and Changing Lifestyles”（1990）

（ながた ゆたか  
経済部 エネルギー研究室  
ふじい よしふみ  
元経済部エネルギー研究室）



# 都市型 CAES コージェネレーション システムとその経済性

Economic study on compressed energy storage cogeneration system  
in urban areas

キーワード：圧縮空気貯蔵，コージェネレーション，経済性，負荷平準化  
ガスタービン

内 山 洋 司

都市への機能集中と冷房機器の普及で，都市のエネルギー需要が，特に夏期を中心に急増している。電力の負荷率向上は電力会社の重要な課題となっているが，それを積極的に改善する技術に電力貯蔵がある。圧縮空気貯蔵 (CAES : Compressed Air Energy Storage System) は，電気事業における将来の電力貯蔵技術としてその導入が検討されているが，それはガスタービン技術でもあることからコージェネレーションシステムにもなる。もしガスタービンや圧縮機の排熱が有効に利用できれば，電力の負荷率を改善するだけでなく，エネルギー総合効率の向上と環境問題の改善にも貢献することになる。本稿は，圧縮空気貯蔵を都市のコージェネレーションシステムとして需要家側に設置したとき，その成立性を経済性を中心に研究したものである。

1. はじめに
2. CAES の特長
  - 2.1 原子力発電の PA 対策と経済性向上
  - 2.2 化石燃料の節約と CO<sub>2</sub> 排出量の低減
  - 2.3 電力システムの信頼性向上
3. 内外の開発動向
4. ニュータウン地域への CAES システム導入
5. 経済性
6. おわりに

## 1. はじめに

圧縮空気貯蔵発電 (CAES : Compressed-air energy storage system) は，西ドイツで既に商用化しており，米国でも現在建設中である。それらは，圧縮空気を地下の岩塩層に貯蔵したもので，岩塩層のない我が国でこの技術を成立させるには，地下や海底を利用して貯蔵タンクを安価に設置する方法を考えていかなければならない。特に電力の多消費地帯である都

市部の地下は，ほとんどが軟らかい岩盤（一軸圧縮強度が 100 kg/cm<sup>2</sup> 以下）である。そういった岩盤は崩れやすいため地下深くまで掘削して大空洞を掘ることは困難である。それは空洞の建設費用を増大し，CAES システムの経済性を悪くすることになる。

CAES システムの普及拡大を我が国で図るには，燃料の輸送や送電問題を考えると，電力消費地である都市部に立地していかなければならない。そのためには，軟らかい地下岩盤に安

価に空洞を掘る技術が求められる。あるいは発電プラントの総合効率を高めて高い建設費を相殺することが必要である。総合効率を高める方法の1つに、プラントで発生する熱を有効に使う、所謂、コージェネレーションシステムがある。本稿は、温熱需要が比較的大きい民生部門にCAESシステムを導入し、需要家の電力/熱需要に対して負荷平準化と熱供給を行ったとき、その経済性はどのような条件下で成立するかを分析したものである。

## 2. CAESの特長

CAESシステムは、ガスタービン発電に必要な高圧空気を夜間やオフピーク時の安価な電気で作成し、昼間の貯蔵した圧縮空気と燃料とでガスタービンを駆動し発電するものである。それにより、ピーク時は圧縮機の駆動が不用となるため、その分の燃料が節約できると同時に、タービン軸出力は100%発電機の駆動に使え、発電出力は2~3倍も増えることになる。このようにCAESは、昼間、燃料を使って発電しているため、完全な電力貯蔵技術ではなく、貯蔵と発電のハイブリッド技術である。そのうえ、貯蔵と発電の比率も、システム構成を変えることで、任意に選ぶことができるという特長を有している。

電力貯蔵技術のうち、揚水発電は立地制約があり、蓄電池は小型で、超電導はまだ実用化に程遠い。それに対し、CAESは一部の貯蔵設備を除き、開発課題が比較的少なく、30万KW以下の中小型電力技術として、近い将来、揚水発電の補完電源として導入が期待できる。それは上に述べた技術的な特長の他に、その導入により次に示すような電力貯蔵技術としての効果を数多く社会にもたらす技術である。

都市型 CAES コージェネレーションシステムとその経済性 [文献1]。

### (1) 原子力発電のPA対策と経済性向上

電力貯蔵技術は、電力の負荷平準化によって原子力発電の負荷追従運転を不用にし、定格出力で安定に運転させることができる。それは原子力発電の安全性、少なくとも出力調整問題において国民が持つ不安を解消することに役立つ。また、原子力発電の出力調整運転を無くすことは、同時に稼働率を向上してその経済性を高めることにもなるし、大容量技術や高燃焼度化といった大型電源本来の技術を発展することにもなる。CAESは、その導入で大型電源が持つ利点を最大限に発揮し、かつパブリックアクセプタンスの改善にも貢献するものである。

### (2) 化石燃料の節約とCO<sub>2</sub>排出量の低減

CAESは、圧縮機動力分を夜間の余剰電力に振分けることで、ピーク時のガスタービン燃料の消費を削減する技術である。夜間電力の消費を無視し燃料消費だけで効率を計算すると、その燃料効率は、現在のCAES技術でも80%以上、将来、ガスタービン技術が進歩すれば95%近くにも達する。このことは、LNG火力が複合発電にしても精々50%以下であることを考えると、CAESが如何に燃料を節約できるかが分かる。もし、我が国の石油火力とLNG火力を全てCAESに置き換えたなら、燃料の消費量を55%も節約することになる。それをLNG複合に置き換えても、その節約量は20%に過ぎない。

このことはエネルギーの海外依存度が高い我が国にとって、将来、CAESがエネルギーセキュリティの面で大きく貢献する技術であることを意味している。また燃料消費の節約は、同時に発電所の排ガス量を減らすことにもなり、CO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>などの大気汚染物質を削減

することになる。

(3) 電力システムの信頼性向上

我が国の電力システムの負荷率は年々低下する傾向にある。1965年に71%であったのが、現在は59%、将来は57%にまで下がると予測されている。電力貯蔵技術は、負荷の平準化によって、負荷率を向上するものであるが、それ以外に停電の防止や電圧・周波数調整といったシステムの信頼性を高める働きがある。また信頼性が高まる分、補償設備や燃料の無駄が解消でき経済性も高まることになる。ガスタービン技術であるCAESは、負荷追従能力に優れており、システムの信頼性と経済性の向上において十分に応える技術である。

3. 内外の開発動向

CAESシステムは、新しい技術ではなく、既に1978年にドイツのフントルフで実用機(29万KW)が建設され、運転実績がある。フントルフ以外に建設中のもの、実験を実施中のもの、計画されているものが各国であり、表1はそれらを取りまとめたものである。海外での事例において圧縮空気の貯蔵場所は、安価に建設

できる岩塩層が多く、また地下の滞水層での実験あるいは建設を計画している場所も見受けられる。米国では、アラバマ電力が、マッキントッシュ地点に11万KWの発電所を建設し、1991年の6月に運開している。これは地下の岩塩層を利用し、60気圧で約50万m<sup>3</sup>の空気を貯蔵し、電力負荷の週間調整をするプラントである。

我が国では、約10年前から(財)電力中央研究所を中心に岩盤あるいは海中に圧縮空気を貯蔵することを考え、その成立性が検討されてきた[文献2, 3, 4]。負荷平準化の電力貯蔵技術には、揚水発電があるものの、その経済的な地点が少なくなってきたり、されに代わるものとして最近CAESの有有望性が認められつつある。それを受けて通産省資源エネルギー庁は、1990年より9年間の予定で3.5万KWのCAESシステムを建設し、その実証試験を行なうことになった。貯蔵施設は、炭坑の廃坑を利用し、約3万m<sup>3</sup>の貯蔵空洞を岩盤内に建設するものである。もしこれができれば、岩盤空洞に空気を貯蔵する世界で初めてのCAESシステムが誕生することになる。表1には、各国のCAESシステム開発計画を示す。

表1 各国におけるCAESシステムの開発計画

地点/会社	国名	出力	貯蔵タイプ	導入年	備考
Huntorf	西ドイツ	290MW	岩塩層	1978	運転中
Sesta	イタリア	25MW	滞水層	1988	試験中
Alabama Co.	米国	110MW	岩塩層	1991	運転中
Donbass (黒海北部)	ソ連	1050MW (350×3)	岩塩層		検討中
Pittsfield	米国		滞水層	1981~3	貯蔵試験
Cleveland Ele. Co.	米国	100MW	岩塩層		計画中
Los Angeles (SCE)	米国	50MW	岩塩層		検討中
Soyland	米国	220MW	岩盤空洞		検討中
Bretagne	フランス	250MW	岩盤空洞		検討中
Vianden	ルクセンブルグ	300MW	岩盤空洞		検討中
北海道	日本	35MW	岩盤空洞	1990~99	計画中

#### 4. ニュータウン地域への CAES システム導入

CAES システムは、ガスタービン発電技術の一つである。通常ガスタービン技術とは、ガスタービンを駆動するに要する高圧空気が夜間に圧縮機で貯めた圧縮空気を利用している点で異なっている。それは、ガスタービン軸出力の全てを発電機出力にすることから、CAES の発電出力は通常ガスタービンに比べ2～3倍も大きくなる。都市型のコージェネレーションシステムとしてCAESを導入するには、需要家規模からみてガスタービンの容量はできるだけ小さいほうが好ましい。

現在、実用化しているガスタービンの発電出力は最小のもので1,000 KW 程度である。そのガスタービンをCAESシステムに転用すれば発電出力は2,500 KW にまで増大する。すなわち、CAES システムの導入は、最低でも2,500 KW の電力負荷をもつ需要家が必要となる。民生部門で2,500 KW の電力負荷をもちかつ熱需要の多い需要家は集合住宅である。それも、20～30 世帯といった個別集合住宅でなく、600 世帯以上の複数棟からなる集合住宅であ

都市型 CAES コージェネレーションシステムとその経済性。また既に独自の熱供給システムをもつ既存建物に新たな熱配管を整備するのは難しく、その導入はこれから開発していくニュータウン計画に組み込んでいくのが望ましい。

CAES をコージェネレーションとして導入する場合は、発生する熱をできるだけ有効に利用するシステムを考えねばならない。そのためには、プラント規模は需要家のエネルギー使用形態を考えて決めなければならない。すなわちプラントはできるだけ定格出力で運転でき、かつ排熱も暖房・給湯、冷房負荷に合せて有効に利用したシステムとなる。ここでは、都市部の典型的なニュータウンについて、そのエネルギー負荷モデルにCAESシステムの供給電力と熱を配分し分析した。検討したニュータウン計画の規模とエネルギー負荷特性を以下に示す。

[ニュータウンモデル]

- 住宅1,500 世帯
  - ・・・契約電力6,000 KW (40 A×1,500 世帯)
- 店舗、スーパーマーケット、学校、その他
  - ・・・契約電力1,500 KW

図に示したニュータウンのモデルケースは、ピーク時の最大電力が7,500 KW ある。

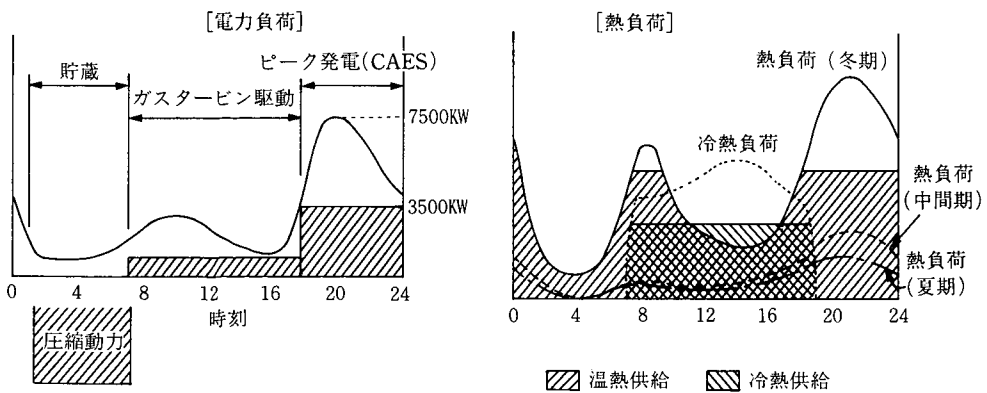


図 1 ニュータウンの負荷特性と CAES の供給形態

それに対して導入すに CAES は、できるだけ設備利用率を高く効率の良い運用を考えて、発電容量は 3,500 KW に設定した。また経済性を向上するため、発電設備の稼働率を高めた運転を考えている。それは深夜に貯蔵した空気をピーク時に使って発電する CAES システムと、それ以外の時間帯ではガスタービンと圧縮機を連結して発電する、所謂電力貯蔵と発電とのハイブリットで行なうものである。具体的には、夕方 18:00 から夜 24:00 までの電力ピーク時に貯蔵した圧縮空気を使ってガスタービンを駆動し、深夜 1:00 から朝 7:00 までのオフピーク時に圧縮機を稼働して高圧空気を貯蔵する。それ以外の時間帯 (7:00~18:00) は貯蔵空気を使わないでガスタービンを圧縮機と連結して発電する。

運転パターン：

1:00~7:00 (6時間)

圧縮機の駆動 (圧縮空気の貯蔵)

7:00~18:00 (11時間)

ガスタービン専用発電 (ガスタービン + 圧縮機)

18:00~24:00 (6時間)

CAES ガスタービン発電 (ガスタービン + 貯蔵空気)

ここでガスタービン専用発電とは、通常のガスタービンをいっており、それはガスタービン、圧縮機、発電機とが一体になったものである。この場合、ガスタービン軸出力の半分以上は圧縮機の駆動に消費されてしまうため、発電できる出力は 1,500 KW 程度である。ガスタービン専用運転のときは、再生器での空気予熱がないため、多量の熱が発生する。排熱は 500°C の高熱源であり、幸いなことに、その時間帯で夏は冷房負荷が、また冬は暖房負荷が卓越していることから、その排熱は夏期には吸収式冷房冷凍機を使って冷房用の冷熱を生産し、冬期は暖房用に利用することができる。実際の冷温熱負荷パターンに合わすため蓄熱槽を設ける必要もある。中間期の温熱需要が少なく電力負荷も比較的少ないときは、ガスタービン専用発電は止めて CAES 発電だけで運転することもある。図 1 には、こういった運転パターンで供給できる電力量と冷温熱量も示している。図の白い部分は、電気と熱の供給が必要負荷に対し足りなくなるところで、それに対しては系統電力の買電やボイラーや電動ヒートポンプによって供給量を確保する必要がある。図の電力負荷特性からみると、ピーク負荷だけを買電で補うかのように見えるが、それ以外の時間帯での

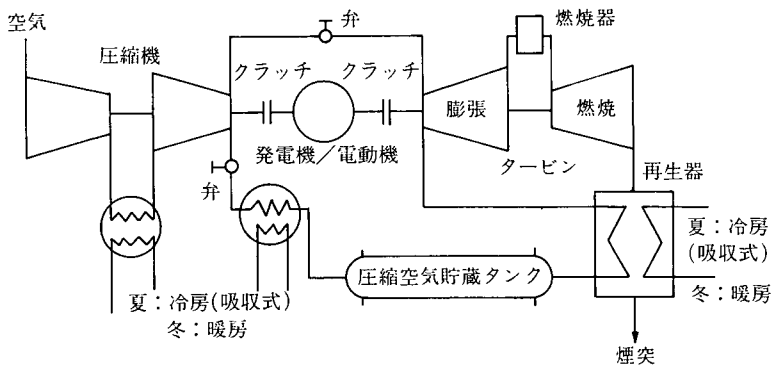


図 2 CAES システムの機器構成

買電もあるため、実際には CAES の導入によって電力の負荷平準化が図られていることが分かる。図 2 は、図 1 に示す負荷に対しての CAES システムの機器構成を示したものである。

### 5. 経済性

CAES システムは、既存技術の組合せでシステムが構成できる技術である。もちろん経済性を高めるには、発電設備と貯蔵設備のコストを低減する技術進歩が期待される。しかし近い将来の導入を考えると、在来技術によってシステムを構成せざるを得ない。その場合、システムは電気と熱の両方を供給するコージェネレーションとし、経済性を高めた導入を図る必要が

都市型 CAES コージェネレーションシステムとその経済性がある。

本研究は、温熱負荷が比較的卓越しているニュータウン地区を対象にそのエネルギー負荷をモデル化し、そこに CAES システムを導入したときその経済性が在来型のエネルギー供給システムに比べてどのようなになるかを分析したものである。経済性は、モデルエネルギー負荷に対し、在来方式に等しい年間費用で CAES システムを導入したときの発電設備と貯蔵設備の費用の関係を分析している。検討に用いた需要家の用途別エネルギー負荷と発電設備の運用パターンは、前節で述べたニュータウン計画モデルで設定した条件を使っている。また発電システムの設備構成は、以下に示す通りである。

<p>[用途]</p> <p>電 気 (照明, 動力)</p> <p>冷 房</p> <p>暖房・給湯</p>	<p>[在来方式]</p> <p>系統電源</p> <p>空冷電動ヒートポンプ (COP=3.5)</p> <p>ガスボイラ</p>	<p>[CAES 方式]</p> <p>ガスタービン発電</p> <p>発電効率(専用: 26.9%, CAES: 24.2%)</p> <p>吸収式冷凍機 (二重効用 COP=1.26, 単効用 COP=0.7)</p> <p>排熱回収ボイラ</p>
---	--	--

表 1 3,500 kW 級システムの設計仕様

貯蔵圧力 [ata]	貯蔵流量 [kg/s]	貯蔵時間 [h]	放出流量 [kg/s]	発電時間 [h]		タービン入口	
				専用	CAES	1 段(膨張)	2 段(燃焼)
80	6	6	6	10	6	38 ata×300°C	8.7 ata×950°C

表 2 検討方式のガスタービン性能と熱供給量

	出力 [KW]	電力量 [KWH/日]	所要燃料 [KG/s]	発生熱量 [Mcal/日]		
				夏期 冷房	冬期 給湯	冬期 暖房・給湯
ガスタービン発電						
(1) CAES システム	3,500	21,000	0.13	5,185	—	4,935
(2) ガスタービン専用 圧縮機駆動	1,500 4,060	15,000 24,360	0.13 —	34,881 10,371	— 6,225	28,129 20,321

表1には、検討したCAESシステムのガスタービンについて主な設計仕様を示す。

検討した空気貯蔵は変圧式であることから、ガスタービン入口圧力は発電時に圧力を下げて使うことになる。この場合、ガスタービンの発電時間を6時間とすると、貯蔵容量は80 ataで3,120 m<sup>3</sup>になる。検討の結果得られたCAESガスタービン性能と熱供給量を表2に示す。

経済性の計算は、固定費と可変費の和である年間総費用が在来方式とCAES方式とで等しくなるようにして、CAESの発電設備と貯蔵設備の建設費の関係を分析した。熱供給については、圧縮機とガスタービンの通常の定格運転で発生する排熱を利用して、夏期は冷房用冷熱と給湯用温熱を200日分供給し、冬期は暖房・給湯用温熱を100日分供給できるものとしている。年間総費用を計算するために用いた前提条件は次の通りである。

電気料金：基本料金 1,510 円/KW，従量料金  
 (夏期) 17.41 円/KWH  
 (冬期) 15.83 円/KWH  
 夜間蓄熱調整契約 (PM 10:00～AM 8:00) 4.44 円/KWH  
 夏期昼間定期調整割引 (7, 8, 9月 PM 1:00～PM 4:00) 725 円/KWH

建設単価 (従来システム)：

空冷電動ヒートポンプ 20万円/RT/H，受変電設備費 3万円/KVA  
 暖房用ボイラ 1万円/Mcal/H

燃料費：軽油 8.01 円/Mcal (70 円/リットル)  
 年経費率：発電設備 18%，貯蔵設備 13%

以上の前提条件を基に、検討システムについて、その経済性を試算した。経済性は、年間総

費用を在来方式とCAESについて計算している。また運転方式に関しては、ピーク負荷時間帯にだけ運転する場合と、それ以外の時間帯にガスタービンも駆動するピーク/ミドル運転の両方について検討している。表3にその結果を示す。

表3 在来方式とCAESシステムの経済性

	運 転	年間総費用 [万円]	
		固定費	可変費
在来方式	ピーク	4,020	19,904
	ミドル	12,195	34,769
CAESシステム	ピーク	630 C <sub>1</sub> + 0.13 C <sub>2</sub>	10,183
	ミドル	630 C <sub>1</sub> + 0.13 C <sub>2</sub>	20,767

C<sub>1</sub>：発電設備費 [万円/KW]  
 C<sub>2</sub>：貯蔵設備費 [万円]

図3は在来方式の年間費用に等しいCAESシステムのブレークイーブン費用を、横軸に発電設備費を縦軸に貯蔵費用をとって表したものである。図からCAESシステムを建設する際に、発電設備と貯蔵設備に投入できる費用を見積もることができる。

表4は、その結果の一例として発電設備費を10, 20, 30万円/KWとし、それに対する貯蔵費用を示したものである。発電設備費はまだ建設実績がないため正確な値は分らないが、一般に、大型プラントの場合でみると熱供給設備を除いて8～10万円/KW程度である。それに対

表4 CAESシステムの発電設備費と貯蔵設備費

発電設備費 [万円/KW]	運用方法	貯蔵設備費	
		[億円]	[万円/m <sup>3</sup> ]*
10	ピーク	5.8	18.6
	ミドル	15.3	49.0
20	ピーク	1.0	3.2
	ミドル	10.5	33.7
30	ピーク	—	—
	ミドル	5.7	18.3

\* 貯蔵容量 80 ata の単価

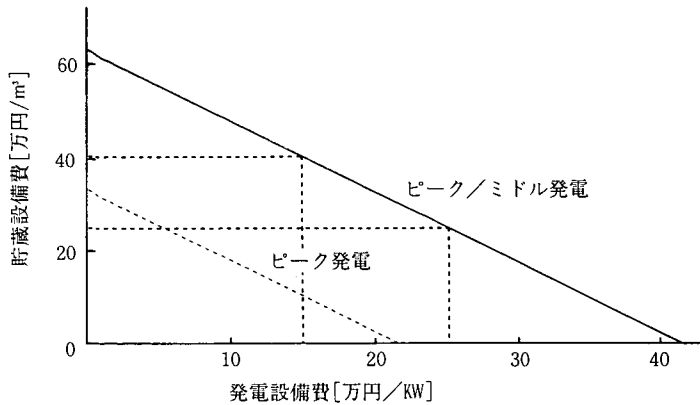


図 3 CAES システムの発電設備費と貯蔵設備費との関係

し、小型になるはスケールデメリットからやや高くなることが予測され、その値は熱貯蔵設備も含めて 15~25 万円/KW と考えられる。その値から貯蔵設備費を求めると、ピーク発電専用では 11 万円/m<sup>3</sup> 以下にしなければならず、経済的に成立するには厳しい値である。しかし、ミドル発電システムで運用すれば 26~46 万円/m<sup>3</sup> と、発電設備の利用率向上と熱の有効利用とによって経済性が高まることが明らかになった。

## 6. おわりに

電力貯蔵技術は、負荷を平準化し、供給の信頼性を向上する働きがある。その働きは、原子力発電の設備が増え、その電気が利用できるようになったときに最大に生かされる。しかし最近の原子力発電所の立地難を考慮すると、オフピーク時に原子力発電所の余剰電力が発生するのはかなり先のことである。原子力発電による貯蔵は、原子力発電の電源構成シェアが設備で 33%、電力量で 53% に達すると必要になる。電源計画モデルを用いて我が国全体の電源構成から想定した結果によると、その時期は 2015 年以降である。それまで余剰を出せる電源は、

今世紀中には LNG 火力であり、来世紀初期にそれが石炭火力に代わる。もちろんこの時期は電源構成が異なる電気事業によって違ってくる。実際の導入時期は各社別に推定しなければならない。

貯蔵に使う電気が LNG 火力であれば経済的でないし、石炭火力であれば CO<sub>2</sub> 削減にならない。それを解決するには、プラントのシステム効率を高めなければならない。その方法に、排熱を有効に使うコージェネレーションシステムがある。都市型 CAES システムは電力負荷を平準化する電力貯蔵技術であるが、同時にニュータウンなどエネルギー需要地に立地することで熱供給を行なう地域コージェネレーションシステムである。

今回の検討でシステムの経済性は、在来方式に比べてピーク運用ではやや厳しいものの、ミドル運用で行なえば成立し得ることが明らかになった。しかし可変費だけで見れば、ミドル運用でも費用は在来方式に比べて半分程度になるため、変動分の年経費は節約できる。

システムは、エネルギーの有効利用、ピーク負荷の削減による負荷率の改善、都市の環境改善などに大きく役立つものである。また貯蔵し



た圧縮空気は、発電だけでなく水質浄化、空調、ビルのエアカーテンなど付加価値を高めた様々な用途が考えられる。今後の課題としては、ガスタービンのシステム効率の改善、より安価な貯蔵設備の開発、需要家のエネルギー負荷特性を更に詳細に調査すると同時に、高圧空気の貯蔵タンクに関する制度問題についても検討していく必要がある。

[参考文献]

- [1] 内山洋司, 角湯正剛, “圧縮空気利用システムとその導入効果”, エネルギー・資源 VOL. 9 (5), 1988。
- [2] 内山洋司, 吉川喜郎, “海中における圧縮空気貯蔵システム”, 電力経済研究 No. 24, 1988。
- [3] 内山洋司, 清野圭子, “電力貯蔵技術の経済性比較”, 電力経済研究 No. 24, 1988。
- [4] 内山洋司, 角湯正剛, “圧縮空気貯蔵発電システムの利点と経済性”, 電力中央研究所研究報告 Y90002, 1990。

( うちやま ようじ  
経済部エネルギー研究室 )



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

## ハーバード＝ジャパンエネルギー環境セミナー に参加して

キーワード：ハーバード，ジョーゲンソンモデル，炭素税

門 多 治

昨年秋より本年3月まで約5カ月弱，表記セミナーの一環としてハーバード大学ケネディスクール経営・政策センターのジョーゲンソン・ホーガン両教授のもとに客員研究員として滞在した。4年前にスタートし，通産省も含め7機関が参加している当セミナーは研究テーマを世界エネルギー需給分析と日米生産性上昇比較分析から昨年より環境問題にまで広げている。以下では，著名な計量経済モデルであるジョーゲンソンモデルによる環境問題シミュレーション（炭素税導入の経済成長・産業活動に及ぼす影響試算等）の紹介を中心に今回の当セミナーの概要を報告する。

### 1. ジョーゲンソンモデルによる環境政策シミュレーションについて

米国の化石燃料消費を原因とする二酸化炭素排出量は1972年と1987年とはほぼ同水準（1兆2,240億t/c）であった。この間に二回の石油ショック（'73-75，78-80）があったが，経

済成長に対してはこの大規模な価格ショックと，石油価格水準自体の上昇という二点がマイナスに影響している。米国経済計量モデルを用いて二つの要因の経済成長率引下げに対する寄与度を試算すると，価格ショックによる成長率低下幅が全体の約2/3を占める（表1）。

この結果から以下の政策的含意が得られる。

a) エネルギー価格の突然の大幅な変動は過去，米国経済にとって非常に費用のかかるものであった。

b) この点は二酸化炭素排出安定化を目的とする化石燃料への課税の際にも考慮しなければならない。

また，米国の二酸化炭素排出削減を目標とする炭素税導入のマクロ経済及び産業への影響を試算したシミュレーションの主な結論は以下の通りである（表2）。

a) 炭素税の影響は主に産業レベルで表れる。マクロ経済全体に対して与える影響は小さい（ケース①で実質GNPはベースケース比-0.5%）。産業別には特に石炭（炭鉱業）に与える影響が大きい。最も緩やかなケース③でも16%，最も厳しい②では約50%もの生産減少となる。電気事業も①では5%の生産減少となる。また，その他の業種では生産減少は5%以

表1 成長率低下の要因（1974-1985）（%）

	成長率の変化
成長率低下幅	.216
価格ショックによるもの	.136
価格水準上昇によるもの	.080

下に留まる（いずれも2020年でのベースケース比）（図1）。

b) 炭素税導入のタイミングが重要である。3ケースの長期解を比較すると、排出削減目標が急であるほどコスト増を招くことがわかる（図2）。従って、米国内あるいは国際的な削減目標を選択するさいには費用便益を慎重に比較すべきである。早急で恣意的な目標設定は避けるべきであろう。

## 2. ジョーゲンソンモデルの概要

ジョーゲンソングループの米国経済計量モデルは当セミナーでの日本側からの要望をとりいれつつ改良を重ね、経済成長を内生化した産業別予測データを得られるモデルとしては米国でト

表2 炭素税長期シミュレーション結果

	単位	二酸化炭素排出目標		
		①1990年水準	②1990年水準の80%	③2000年水準
二酸化炭素排出量	%△	-14.4	-31.6	-8.4
炭素税	\$/ton	16.96	60.09	8.55
対石炭	\$/ton	11.01	39.01	5.55
対石油	\$/bbl	2.32	8.20	1.17
対ガス	\$/kcf	0.28	0.98	0.14
労働税率	△	-0.45	-1.22	-0.25
税収計	Bil.\$	26.7	75.8	14.4
発熱量 (BTU)	%△	-12.2	-27.4	-7.1
資本ストック	%△	-0.7	-2.2	-0.4
実質 GNP	%△	-0.5	-1.6	-0.3
石炭価格	%△	40.0	137.4	20.3
石炭生産	%△	-26.3	-53.2	-15.6
電気料金	%△	5.6	17.9	2.9
販売電力量	%△	-5.3	-15.3	-2.9
石油価格	%△	3.6	13.3	1.8

(注) 1) 各ケース共、2020年に於けるベースケースとの乖離幅を表わす(1989年価格)

2) 3つのケースは、二酸化炭素排出量を、①90年水準に留める、②90年水準の80%に削減し維持、③90年代は自然体、2000年から炭素税を賦課して2000年水準に維持すること、を各々目標に一次燃料の炭素含有量に比例する内生的炭素税を設定したものの

3) 人口増加率、各種税率、外貨建輸入物価、財政赤字、経常収支は外生的に与え、炭素税の税収は家計部門に戻す減税を想定

ハーバード=ジャパンエネルギー環境セミナーに参加してアップクラスのものである<sup>1)</sup>。

モデルは新古典派的なマクロ経済成長モデルに35業種の投入産出関係と家計・企業の最適化行動を織込んだ長期一般均衡動学モデルでありノンケイジアンタイプである。完全雇用、貯蓄・投資の恒等的均等を前提としているため、いわゆる乗数効果や短期的な不均衡調整過程は盛りこんでいない。エネルギー間の代替、あるいは生産要素（労働、資本、中間投入財）とエネルギーとの代替は計量経済学的に推計された35業種のトランスログ型生産関数により業種別に決定され、各業種の技術進歩・生産性上昇もこの関数により内生化されている。モデルは定義式まで含めると約2100本、推計式だけで約1500本に上る大規模なものである。

昨年度のモデル改良では、財・サービス消費だけでなく労働時間を除いた余暇時間も要素として含んだ家計消費 (full consumption) の概念を導入して家計の最適化行動 (現在・将来間の効用最大化) のフォーミュラを改良し、このモデルで成長の決定要因として最も重要な家計部門の貯蓄決定を精緻化した点が注目される。

シミュレーションは、炭素税賦課の場合を例にとれば、温暖化ガスの過半を占める二酸化炭素排出量を内生化したおり、一次燃料の炭素含有量・発熱量各々を課税基準に取る場合に加え従価税の場合も試算可能である。1.の試算では炭素税の賦課は一次燃料に対して炭素含有量を基準に行なわれ、35業種の生産関数及び家計の最適化行動を通じて燃料価格上昇の影響が各年毎に計算される。モデルの安定性は高く

1) ハーバードの好敵手であるMITのエネルギー政策研究センター前所長故ウッド教授の言によれば、膨大なデータベース作成を必要とする産業別分析を盛り込んだ環境問題シミュレーションは米国ではジョーゲンソングループの独占下にある、との評であった。

2050年位までの超長期の外挿シミュレーションによって動学的経路を検討することができる。二酸化炭素排出削減目標の設定や課税開始期による経済・産業への影響度の差の比較検討なども可能である。

彼等自身が整理したモデルの特徴は以下のとおりである。

- ① (一) 対象が米国のみ
- ② (一) 便益面を分析に取込んでいない
- ③ (一) 完全雇用を前提
- ④ (一) 資本財の部門間可動性を前提
- ⑤ (+) セクター別影響の検討に十分な部門分割
- ⑥ (+) 計量経済学的に推定
- ⑦ (+) 産業と消費者行動の分析において代替効果を組入れることが可能

但し、試算効果を検討するにはさらに以下の点を承知しておく必要があると思われる。

(1) ノンケインジアンタイプであることに由来する限界

1) 投資が常に家計貯蓄に等しく決定されるため、炭素税賦課時の企業投資誘発効果は盛りこむことが出来ない(上記②)。

2) 炭素税賦課と同時に実施が想定されている減税は家計への単純な戻し税の形で行なわれる。即ち、限界税率一定のまま平均税率だけを動かすことにより行なわれている。

3) 景気循環に伴う短期的な変動を捨象した長期分析用モデルであるため、新税導入の短期的なコストは測定できない(上記③)<sup>2)</sup>。

(2) エネルギー・中間投入財の代替可能性に関して

炭素税賦課の影響波及過程では特に電気事業の生産関数(コスト関数)での生産要素間の代替度の高いことが重要な役割を果たしている<sup>3)</sup>。

2) CBO [4] は炭素税導入の短期的なコストを DR1 のマクロ計量経済モデル (I/O リンク四半期モデル) を用いて試算している。試算によれば、2000年に二酸化炭素排出量を1988年水準程度に抑えるには2000年に \$ 100/t/c ('88年価格、'91年の \$ 10/t/c から徐々に引上げ) 規模の炭素税が必要であり、その場合、実質GNPは'95-2000年にかけて2%減少、'95-97年にかけて失業率は約0.5%悪化、物価水準は2%上昇(いずれもベースケース比)する。この試算では炭素税による税収増の1/2を財政赤字削減に充当しているが総額を減税に回してもほとんど結論は変わらないとしている。

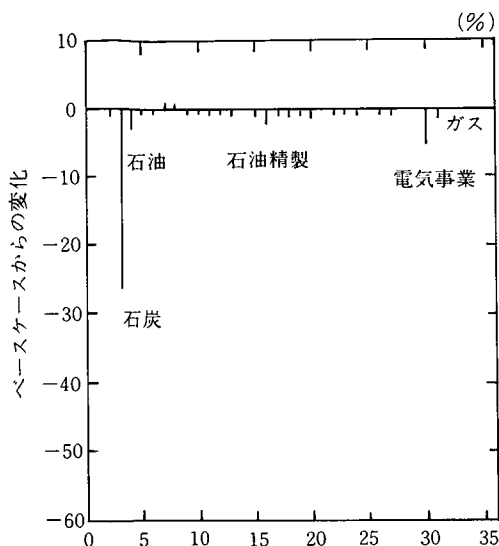


図1 炭素税の産業への影響(ケース①)

図1続き 業種分類表

番号	業種	番号	業種
1	農林漁業	19	窯業・ガラス
2	金属鉱業	20	一次金属
③	炭鉱業	21	金属繊維製品
④	原油と天然ガス	22	機械(電気除く)
5	非金属鉱業	23	電気機械
6	建設	24	自動車
7	食料品	25	他の輸送機器
8	たばこ	26	計器
9	繊維・織物	27	その他製造
10	アパレル	28	輸送及び倉庫
11	製材業、木材製品	29	通信
12	家具、建具	⑩	電気事業
13	紙関連	⑪	ガス事業
14	印刷・出版	32	貿易
15	化学関連	33	金融、保険、不動産
⑬	石油精製	34	その他サービス
17	ゴム・プラスチック	35	政府機関
18	皮革・皮製品		

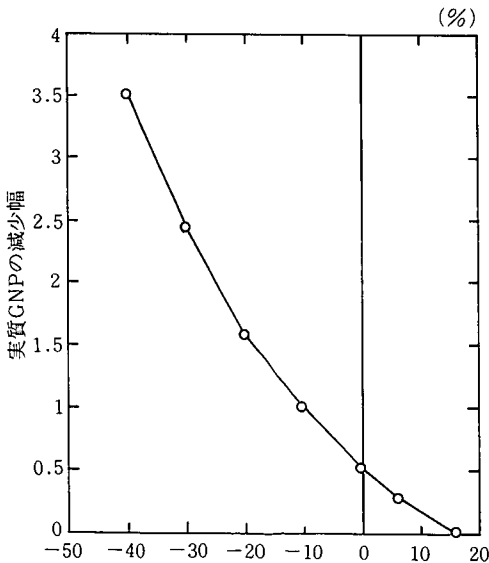
(注) エネルギーセクターは3, 4, 16, 30, 31

この結果、他のモデル試算に比べ必要とされる炭素税水準は低い<sup>4)</sup>。但し、同関数でのエネルギー間の代替弾力性は統計的にやや不安定であること、エネルギーと中間投入財との代替の寄与度が大きいと推測されることを指摘しておく<sup>5)</sup>。

### (3) 技術進歩の内生化

全要素生産性の形でヒックス流の中立的技術進歩を35業種で内生化しているが、逆に外挿シミュレーションではこの精緻化が操作性を低める場合もある。例えば、今後20年間の技術進歩が過去20年間の技術進歩の1/2であると想定した場合どうなるか、といった試算を行なうことは困難である。

地球温暖化とその対策についての科学研究やモデル分析は、米国が最先端に位置しているにもかかわらず、政策面の一つの重要なポイントである二酸化炭素排出削減目標の設定に慎重な背景にはこのような研究によるバックアップ



1990年排出水準からの削減幅

図2 様々な二酸化炭素削減目標値のコスト

ハーバード=ジャパンエネルギー環境セミナーに参加している。分析を進めるにあたって、学界だけでなく政府・業界の関係者も参加する会場で幅広くコメントを求める等様々な角度から徹底的に検討する姿勢には学ぶべきものがあつた。

また、計量モデル分析に関しては、環境問題シミュレーションのニーズが高まるに伴ない大型モデルがここ1~2年見直されているように感じられた。ジョーゲンソングループでも米国・日本だけに留まらず世界モデル構築を検討しているようであつた。

### 【参考文献】

- [1] Jorgenson, D. W., and P. J. Wilcoxon: Global Change, Energy Prices, and U. S. Economic Growth, Harvard Univ., Discussion Paper No. 1511, Aug. 1990
- [2] --- and ---: The Cost of Controlling U. S. Carbon Dioxide Emissions, Harvard Univ., Sep. 1990
- [3] --- and ---: Reducing U. S. Carbon Dioxide Emissions: The Cost of Different Goals, Harvard Univ., Dec. 1990
- [4] Congress of the United States, Congressional Budget Office: Carbon Charges as a Response to the Effects of Taxing Fossil Fuels, Aug. 1990
- [5] 森俊介: Workshop on Economic/Energy/Environmental Modeling for Climate Policy Analysis 出張経過報告, エネルギー-経済, 1991.4

(かどた おさむ  
経済部経営研究室)

3) 米国石炭消費に占める電気事業のシェアは86%。また、電気事業の燃料構成比は石炭56%、原子力19%、ガス・水力各々10%、石油6%(89年)。

4) 上記2)及び文献[5]参照。

5) 電気事業のコスト関数における石炭と石油の代替弾力性は文献[2]で2以上のところが最新推計(文献[3])では1以下に低下、また、エネルギーと中間投入財との代替弾力性は1以上となっているとのことであつた。

## <地域経済・都市開発>



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**



# 北海道における公共投資の波及効果分析

An Analysis of the Effects of Public Investment in Hokkaido

キーワード：産業連関分析，北海道経済，公共投資

鍋島芳弘  
(北海道電力(株))<sup>1)</sup>

北海道経済は、石炭・鉄鋼などの伝統産業の衰退、さらには北洋漁業の規制強化や自由化圧力など外部条件の悪化により今後も厳しい状況が続くと考えられる。このような中で、地域経済における公共投資の担う役割は依然として大きい。

本稿の目的は、北海道経済に、「消費のフィードバック効果」を考慮した産業連関分析手法を適用し、公共投資の波及効果を生産、付加価値、雇用、移輸入などの点から比較検討を行い、経済発展のための方策を探ることである。

本分析の重要な結果は次のとおりである。

(1) ①林道、治水、農業土木工事などでは、道内自給率の高い窯業・土石やサービスなどの投入が多いため、生産、付加価値、雇用への効果が大きい。②環境衛生、上水道などでは道内自給率が低い製造工業品の投入が多いため、移輸入の拡大効果が大きく、道内経済への影響は小さい。

(2) 今後、環境衛生、上水道などの生活関連工事のシェアが増大すると、道内波及効果はますます小さくなると考えられる。北海道経済の自立的発展を図るためには、なによりも製造業の育成が不可欠であり、そのためには、①中小企業の充実、②製造業の多様化・高度化による域内産業連関の緊密化を図る必要がある。

- はじめに
- 平成2年度北海道開発事業の経済効果
  - 北海道開発予算の内容
  - 計測方法について
  - 計算の諸前提と入力データ
  - 計測結果
    - 波及効果
      - 生産誘発額
      - 付加価値誘発額
      - 雇用者誘発数
      - 移輸入誘発額
    - 工事種類別特徴
      - 構成比
      - 誘発係数
        - 生産誘発係数
        - 付加価値誘発係数
        - 雇用誘発係数
        - 移輸入誘発係数
  - 今後の展望

参考文献

## 1. はじめに

昭和62年以降、北海道経済は好況局面にあるものの、石炭、造船、鉄鋼などの基幹産業が生産縮小に陥り、他方では北洋漁業の規制強化や農産物の市場開放など、北海道経済にとって今後も厳しい状況が続くと考えられる。北海道経済の安定と長期的発展を達成しつつ、国民経済の発展に貢献するためには、産業基盤の強化と海外との競争力向上が不可欠となっている。このような中で、公共投資の担う役割は大きい。昭和60年では、北海道開発事業費は域内総資本形成の約43%、国費ベース（補正後）では約16%を占めている。平成2年度では、国の公共事業費は北海道予算の約3割に相当しており、民間活力の乏しい北海道において、北海道開発事業を抜きに北海道経済は語れないのが現状である。

北海道開発事業は、大きく分けて、2つの役割を担っている。第1は、“フロー”としての役割、即ち失業者対策などの短期的景気対策である。第2は“ストック”であり、中・長期的視点からの産業基盤整備である。北海道の将来にとって、産業基盤整備が重要なことは言うまでもないが、総人口が昭和61年以降減少していること、企業進出決定の際には人材確保の容易性が優先事項であることなどを勘案すると、雇用の創出・所得の増加等の短期的景気対策も軽視することはできない。したがって、公共事業の波及効果を詳細に分析することが重要である。

本稿の目的は、北海道経済に「消費のフィードバック効果」を考慮した産業連関分析手法を適用し、公共投資の工事区分別波及効果を計測・分析することによって、北海道経済発展のための方策を探ることである。

## 2. 平成2年度 北海道開発事業の経済効果

### 2.1 北海道開発予算の内容

表2.1は、平成2年度北海道開発総事業費予算額（国費＋地元負担<sup>1)</sup>を示している。総額で1兆2千303億9千4百万円である。実質工事費ベースでは道路整備、農業基盤整備、治水、港湾・漁港の構成比が高く、総実質工事費の約83%を占めている。全国と比較すると、北海道は国土が広大なことから交通関連（道路整備、空港）、代表的産業である農業・水産業関連（港湾・漁港、農業基盤整備）の構成比が高く、住宅対策、下水道等の生活関連工事の構成比が低いことがわかる。

表 2.1 平成2年度北海道開発事業費  
(百万円)

工事区分	名目事業費	実質工事費
治水	189,137	150,911
治山	24,540	21,111
海岸	10,667	9,975
道路整備	423,995	366,481
港湾・漁港	133,586	114,921
空港	10,504	9,036
住宅対策	43,460	34,088
下水道	76,214	70,358
環境衛生	354	326
公園	14,993	10,356
農業基盤整備	272,815	234,696
林道等	29,981	25,792
離島簡易水道	148	127
計	1,230,394	1,048,177

(注1) 名目事業費には特定開発事業推進調査費は含まない。

(注2) 実質工事費は、用地費・補償費を除く、昭和60年価格である。

- 1) 本論文は、筆者が当研究所（経済部経営研究室）に出向中（1989年1月～1991年2月）に著わしたもの。
- 2) 北海道開発予算の仕組み 公共事業費は、北海道開発庁に一括して計上され、その後、それぞれの事業を所掌する農林水産、運輸、建設等の各省に振り分けられ、執行される。このように北海道開発庁は、予算面からも北海道開発の総合調整を行っている。

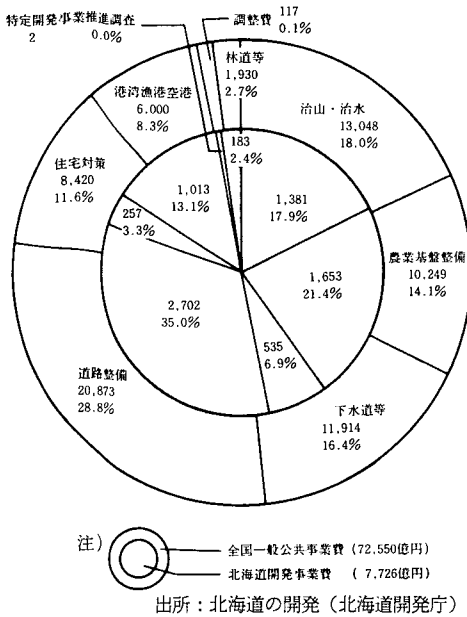


図 2.1 全国一般公共事業費と北海道開発事業費の事業別構成比 (単位: 億円)

2.2 計測方法について

使用した産業連関表は、昭和 60 年度北海道産業連関表 45 門表 (競争移入型, 札幌通産局) である。

モデルの体系は、次の方程式から成る。

- ①  $X = AX + F_{(D)} + F_{(U)} + F_{(C)} + E - M - N$
- ②  $M = \hat{M}(AX + F_{(D)} + F_{(C)})$
- ③  $N = \hat{N}(AX + F_{(D)} + F_{(C)})$
- ④  $V = \hat{V}X$
- ⑤  $F_{(C)} = \bar{C}(I - A)X = \bar{C}\hat{V}X$

ただし、 $\bar{C} = \begin{vmatrix} c_1 & \dots & c_1 \\ \dots & & \\ c_n & \dots & c_n \end{vmatrix}$

- $X$ ; 部門別産業ベクトル
- $A$ ; 投入係数マトリックス
- $F_{(D)}$ ; 民間消費支出と移輸出以外の域内最終需要ベクトル
- $F_{(U)}$ ; 移出ベクトル
- $F_{(C)}$ ; 民間消費ベクトル
- $E$ ; 輸出ベクトル
- $M$ ; 品目別輸入ベクトル
- $\hat{N}$ ; 品目別移入ベクトル
- $\hat{M}$ ; 輸入係数マトリックス
- $\hat{N}$ ; 移入係数マトリックス
- $V$ ; 部門別粗付加価値ベクトル
- $\hat{V}$ ; 部門別粗付加価値率マトリックス
- $\bar{C}$ ; 消費係数マトリックス

オープンモデルでは、全ての最終需要が外生変数として扱われているが、民間消費支出は、他の最終需要項目に比べ、生産額 (所得, 雇用) との依存関係が強く、また最終需要項目の約 4 割を占めており、その影響が大きいことから、本分析では、以下の簡便法により、いわゆる「消費のフィードバック効果」を考慮している。⑤式は単純な線形費関数<sup>3)</sup>であり、品

3) 平均消費性向について この消費関数では、労働分配率や物価の変動については、考慮されていない。

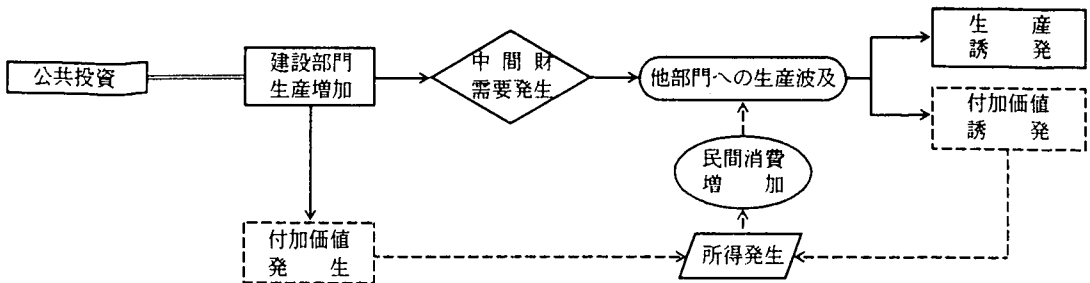


図 2.2 フローチャート

目別消費係数は粗付加価値合計と品目別消費の比として定義される。

①式に、②、③式を代入すると均衡生産額は、次式で決まる

$$\textcircled{6} \quad X = [I - (I - \hat{M} - \hat{N})A]^{-1} \cdot [(I - \hat{M} - \hat{N})(F_{(D)} + F_{(C)}) + F_{(U)} + E]$$

さらに④、⑤式より付加価値増加分に対応する民間消費支出が決定される。

一般に、数回の繰り返し計算で大半の効果が表れることが知られており、本分析では、⑥→④→⑤→の繰り返し計算を3回行った。なお、今回の所得効果の計算では、生産誘発係数は1回目 0.38、2回目 0.14、3回目 0.05 であり、効果の大半は3回目ではぼ出尽くしている。本分析では、以上のような簡便法による近似計算を行っている。

2.3 計算の諸前提と入力データ

図 2.3 の計算の手順にしたがって、計算の諸前提と入力データについて説明する。

I. 本分析は、表 2.1 の平成 2 年度北海道開発

総事業費予算額（国費＋地元負担）を対象としている。ただし、特定開発事業推進調査費については、投資効果分析になじまないため除外する。

II. 名目値の実質化には、工事種類別の特徴を反映させるため、建設工事別デフレーター（建設省）を用いている。

III. 実質開発事業費から、工事種類別用地費・補償費を除き、実質工事費（発生ベースの最終需要）に変換する。

IV. 建築・土木部門の自給率が 100% であることから、最終需要の発生ベースと道内出荷ベースは一致するものと仮定する。すなわち、公共投資は、全て道内企業（道外に本社がある場合は、道内支店）に発注されるものとする。

V. 実質工事費は、建築または土木部門に発注（直接効果）され、さらに、両部門の中間財購入が産業連関の波及効果（間接効果）を発生する。通常、直接・間接効果を合計した究極的效果は、最終需要にレオンチェフ逆行列を乗ずることで簡単に得られるが、北海道産業連関表で

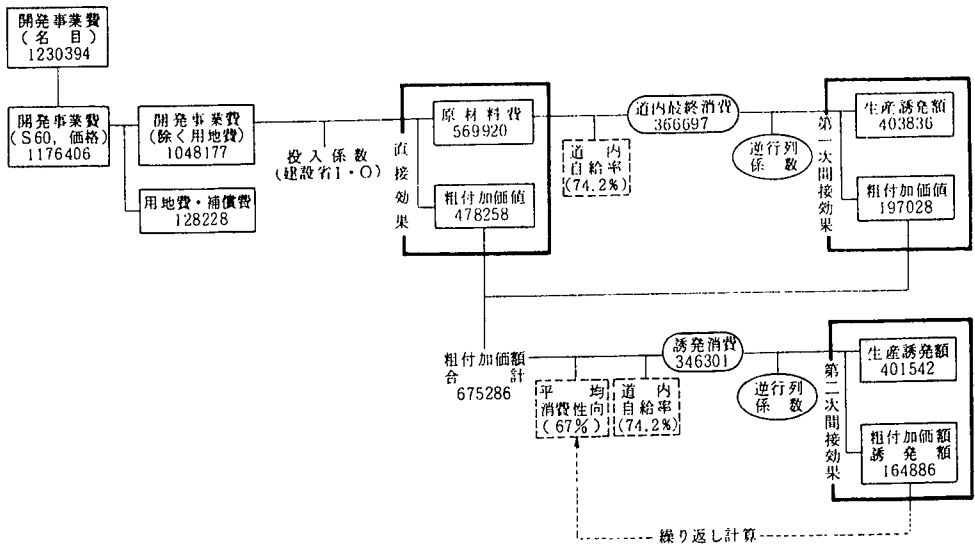


図 2.3 計算手順

は、建築、土木部門がそれぞれ一部門のため、各種工事の平均的効果しか計測できない。この問題を解決するため、本分析では、独立投資によって直接必要となる中間財の部門別内訳として、昭和60年建設部門分析用産業連関表（建設省）の工事区分別投入係数行列を利用することで、工事区分別の計測を行っている。この

際、直接投資の行われる建築および土木部門はゼロであるから、重複計算は避られる。

2.4 計測結果

2.4.1 波及効果

部門別誘発額および構成比は、表2.4～2.7のとおりである。

(a) 生産誘発額

表 2.4 生産誘発額

	投資効果		所得効果		総合		
	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発係数
1 農林水産	11,101	0.8	28,382	4.7	39,483	1.9	0.038
2 鉱業	7,546	0.5	2,402	0.4	9,948	0.5	0.009
3 製造業	151,965	10.5	85,832	14.3	237,797	11.6	0.227
(素材産業)	116,818	8.0	17,748	3.0	134,566	6.6	0.128
(加工組立産業)	20,265	1.4	8,353	1.4	28,618	1.4	0.027
(その他製造工業)	14,882	1.0	59,731	10.0	74,613	3.6	0.071
4 建設	1,053,469	73.6	8,860	1.5	1,062,333	51.8	1.014
5 電力・ガス・水道	22,085	1.5	27,748	4.6	49,833	2.4	0.048
6 商業	28,552	2.0	82,358	13.7	110,910	5.2	0.106
7 金融・不動産	38,073	2.6	123,192	20.6	161,265	7.9	0.154
8 運輸・通信	61,479	4.2	43,511	7.3	104,990	5.1	0.100
9 公務	799	0.1	1,811	0.3	2,610	0.1	0.002
10 サービス	62,972	4.3	189,461	31.6	252,433	12.3	0.241
11 分類不明	13,968	1.0	5,891	1.0	19,859	1.0	0.019
計	1,452,013	100.0	599,446	100.0	2,051,459	100.0	1.957

表 2.5 付加価値誘発額

	投資効果		所得効果		総合		
	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発係数
1 農林水産	5,213	0.8	16,147	4.4	21,350	2.1	0.020
2 鉱業	4,183	0.6	1,332	0.4	5,515	0.5	0.005
3 製造業	44,810	6.6	24,185	6.6	68,995	6.6	0.066
(素材産業)	31,833	4.7	4,817	0.3	36,650	3.5	0.035
(加工組立産業)	7,912	1.2	3,530	1.0	11,442	1.1	0.011
(その他製造工業)	5,065	0.8	15,838	4.3	20,903	2.0	0.020
4 建設	480,551	71.2	3,725	1.0	484,276	46.6	0.462
5 電力・ガス・水道	10,914	1.6	14,320	3.9	25,234	2.4	0.024
6 商業	18,846	2.8	54,360	14.9	73,206	7.0	0.070
7 金融・不動産	29,601	4.4	103,406	28.3	133,007	12.8	0.127
8 運輸・通信	38,553	5.7	28,353	7.8	66,906	6.4	0.064
9 公務	536	0.1	1,215	0.3	1,751	0.2	0.002
10 サービス	38,713	5.7	116,362	31.9	155,075	14.9	0.148
11 分類不明	3,435	0.5	1,448	0.4	4,883	0.5	0.005
計	675,286	100.0	364,854	100.0	1,040,140	100.0	0.992

総開発事業費は、昭和 60 年価格で 1 兆 481 億 7 千 7 百万円であるが、投資による生産波及（以後、投資効果と呼ぶ）と「消費のフィードバック効果」（以後、所得効果と呼ぶ）を通じて、究極的には 2 兆 514 億 5 千 9 百万円の生産を誘発する。

部門別構成比をみると、投資効果は、当然な

がら直接投資が行われる建設部門（約 73%）が最も高く、以下製造業（約 10%）、運輸・通信（約 4%）の順になっている。製造業の中では素材産業のウェイトが大きく、製造業全体の約 8 割を占めている。一方、所得効果は、投資効果に比べ各産業に分散しており、①サービス（約 32%）、②金融・不動産（約 21%）、③製造

表 2.6 雇用者誘発数

	投資効果		所得効果		総合		
	誘発数 (人)	構成比 (%)	誘発数 (人)	構成比 (%)	誘発数 (人)	構成比 (%)	誘発係数
1 農林水産	1,314	0.9	4,579	7.2	5,893	2.7	0.006
2 鉱業	667	0.4	212	0.3	879	0.4	0.001
3 製造業	7,870	5.2	3,614	5.7	11,484	5.3	0.011
(素材産業)	5,457	3.6	337	0.5	5,794	2.7	0.006
(加工組立産業)	1,209	0.8	621	1.0	1,830	0.9	0.002
(その他製造工業)	1,204	0.8	2,656	4.2	3,860	1.8	0.004
4 建設	116,168	76.8	828	1.3	116,996	54.4	0.112
5 電力・ガス・水道	451	0.3	779	1.2	1,230	0.6	0.001
6 商業	5,653	3.7	16,305	25.6	21,958	10.2	0.021
7 金融・不動産	2,548	1.7	4,097	6.4	6,645	3.1	0.006
8 運輸・通信	7,593	5.0	5,129	8.1	12,722	5.9	0.012
9 公務	88	0.1	198	0.3	286	0.1	0.000
10 サービス	8,892	5.9	27,894	43.8	36,786	17.1	0.035
11 分類不明	78	0.1	33	0.1	111	0.1	0.000
計	151,320	100.0	63,673	100.0	214,993	100.0	0.205

表 2.7 移輸入誘発額

	投資効果		所得効果		総合		
	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発額 (百万円)	構成比 (%)	誘発係数
1 農林水産	3,083	0.8	13,952	4.4	17,251	2.5	0.016
2 鉱業	52,883	14.2	7,644	2.4	60,527	8.8	0.058
3 製造業	251,067	67.5	194,497	61.7	445,563	64.8	0.185
(素材産業)	146,325	39.3	47,808	15.2	194,133	28.2	0.115
(加工組立産業)	80,869	21.7	39,267	12.5	120,136	17.5	0.125
(その他製造工業)	23,873	6.4	107,422	34.1	131,294	19.1	0.000
4 建設	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.000
5 電力・ガス・水道	60	0.0	138	0.0	198	0.0	0.077
6 商業	19,474	5.2	60,731	19.3	80,205	11.7	0.014
7 金融・不動産	6,818	1.8	7,699	2.4	14,517	2.1	0.042
8 運輸・通信	28,112	7.6	15,903	5.0	44,015	6.4	0.000
9 公務	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.021
10 サービス	8,322	2.2	13,867	4.4	22,190	3.2	0.003
11 分類不明	2,386	0.6	599	0.2	2,985	0.4	0.000
計	372,207	100.0	315,247	100.0	687,453	100.0	0.656

業（約14%）の順に波及効果が大きい。投資効果と所得効果を加えた総合効果でみると、高い順に①建設部門（約52%）、②サービス（約12%）、③製造業（約12%）である。

#### （b）付加価値誘発額

投資効果で6千752億8千6百万円、所得効果で3千648億5千4百万円、総合効果では1兆401億4千万円の付加価値が誘発される。総合効果では、①建設部門（約47%）、②サービス（約15%）、③金融・不動産（約13%）への波及効果が大きい。

生産誘発額構成比と比べると、付加価値率が低い製造業は構成比が低下しているが、付加価値が高い金融・不動産、サービスの構成比は増加している。

#### （c）雇用者誘発数

投資効果で15万1千320人、所得効果で6万3千673人、総合効果では21万4千993人の雇用が誘発される。

部門別構成比をみると総合効果では、①建設業（約54%）、②サービス（約17%）、③商業（約10%）である。雇用創出効果の約82%が、上位3部門に集中しており、雇用（職種）の多様化を図るためには、当然ながら公共投資単独では限界があることがわかる。したがって、ハード（産業基盤）だけではなく、その有効活用を助けるソフトを提供する、あるいは地域の実状とニーズを反映することによって、民間部門の利用を促進することが望まれる。

生産誘発額構成比と比べると、“労働集約度”が小さい製造業、金融・不動産は構成比が低下しているのに対して、“労働集約度”が大きい商業、運輸・通信、サービスは構成比が増加している。

#### （d）移輸入誘発額

直接・間接効果で、6千874億5千3百万円の移輸入が誘発され、総供給（総需要）の約25%が道外に漏出していることになる。製造業が、道外漏出分の約6割を占めており、道内製造業の脆弱性を反映している。

誘発額構成比をみると、総合効果では、製造業のウェイトが約65%と最も大きく、次いで商業（約12%）、鉱業（約9%）となっている。生産誘発額構成比と比べると、自給率の低い製造業、鉱業の構成比が増加しているのに対して、自給率の高い建設、サービス、金融・不動産の構成比が低下している。

公共投資の波及効果が道外に漏出することは、広大な北海道の産業基盤の集積を、一層、遅らせることになる。また製造業への波及効果の大半が流出し続けられれば、資金力・技術的蓄積の乏しい道内中小企業の充実が遅れ、結果として製造業の発展を阻害し、商業・サービス等の第3次産業の肥大化を招く恐れがある。他方、道外漏出分は、大半が関東に代表される大都市圏に流出するため、首都圏の過密化・地域間格差の拡大を助長する結果となり、国土の有効利用の観点からも望ましいものではない。

### 2.4.2 工事種類別特徴

#### （1）構成比

工事種類別構成比は、直接投資額の大小が大幅に異なるため、生産誘発、付加価値誘発、雇用者誘発、移輸入誘発のいずれにおいても構成比にほとんど変動はなく、道路、農業土木、治水の上位3工事区分で、全体の約7割を占めている。

#### （2）誘発係数

各種の誘発係数は表2.8～2.11のとおりである。工事区分別係数を分析することによって、所得の増加、失業対策等の政策目標に最も有効

な工事区分を把握することができる。

(a) 生産誘発係数

総合効果(列計)をみると、平均を上回っている工事区分は、①「林道」、②「治水」、③「治山」、④「農業土木」、⑤「住宅」である。特に上位の3工事区分は、生産誘発係数が高く2.0を越えている。これらの工事区分の誘発係数が高い要因としては、道内自給率の高い窯業・土石、サービス部門の投入額が多いことなど

が挙げられる。平均に達しない8工事区分のうち、「環境衛生」、「空港」が特に低いが、その要因のひとつには、前者は道内自給率の低いプラスチック製品・ゴム製品・その他の電気機械の投入額が多いこと、後者は石油・石炭製品の投入額が多いことなどが挙げられる。

(b) 付加価値誘発係数

総合効果をみると、自給率および付加価値率が高いサービス等のいわゆる第3次産業の投入

表 2.8 生産誘発係数(総合効果)

	治水 (除く 海岸)	海岸	下水道	道路	港湾 漁業	空港	環境 衛生	公園	農業 土木	林道	治山	上水道	住宅	計
1 農林水産	0.035	0.031	0.030	0.032	0.029	0.027	0.030	0.062	0.044	0.046	0.098	0.023	0.059	0.038
2 鉱業	0.008	0.012	0.007	0.010	0.013	0.013	0.008	0.010	0.010	0.009	0.007	0.010	0.005	0.009
3 製造業	0.223	0.239	0.226	0.222	0.205	0.212	0.220	0.187	0.244	0.242	0.227	0.235	0.244	0.227
(素材産業)	0.120	0.149	0.122	0.127	0.115	0.123	0.136	0.097	0.151	0.139	0.125	0.164	0.084	0.128
(加工組立産業)	0.027	0.023	0.038	0.027	0.026	0.029	0.028	0.023	0.024	0.025	0.032	0.023	0.030	0.027
(その他製造工業)	0.077	0.066	0.066	0.068	0.064	0.060	0.056	0.068	0.069	0.077	0.070	0.049	0.130	0.071
4 建設	1.014	1.013	1.014	1.014	1.013	1.013	1.013	1.013	1.012	1.013	1.013	1.007	1.013	1.014
5 電力・ガス・水道	0.048	0.044	0.057	0.047	0.043	0.042	0.048	0.042	0.050	0.046	0.043	0.038	0.041	0.048
6 商業	0.109	0.105	0.100	0.104	0.098	0.099	0.101	0.107	0.110	0.112	0.110	0.107	0.110	0.106
7 金融・不動産	0.160	0.148	0.148	0.153	0.142	0.138	0.134	0.141	0.161	0.158	0.151	0.140	0.150	0.154
8 運輸・通信	0.102	0.116	0.088	0.101	0.105	0.092	0.078	0.097	0.098	0.113	0.101	0.091	0.093	0.100
9 公務	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
10 サービス	0.296	0.218	0.229	0.238	0.212	0.186	0.171	0.210	0.226	0.281	0.255	0.179	0.235	0.241
11 分類不明	0.024	0.017	0.028	0.017	0.019	0.018	0.026	0.018	0.018	0.013	0.012	0.028	0.015	0.019
計	2.022	1.945	1.931	1.941	1.881	1.843	1.840	1.888	1.976	2.035	2.020	1.884	1.966	1.957

表 2.9 付加価値係数(総合効果)

	治水 (除く 海岸)	海岸	下水道	道路	港湾 漁業	空港	環境 衛生	公園	農業 土木	林道	治山	上水道	住宅	計
1 農林水産	0.020	0.017	0.017	0.018	0.016	0.015	0.018	0.034	0.023	0.024	0.047	0.013	0.029	0.020
2 鉱業	0.004	0.007	0.004	0.006	0.007	0.007	0.004	0.006	0.005	0.005	0.004	0.009	0.003	0.005
3 製造業	0.065	0.069	0.065	0.064	0.059	0.060	0.061	0.055	0.072	0.072	0.068	0.059	0.070	0.066
(素材産業)	0.032	0.041	0.031	0.034	0.030	0.032	0.001	0.027	0.043	0.040	0.035	0.012	0.022	0.035
(加工組立産業)	0.011	0.009	0.015	0.011	0.011	0.012	0.045	0.009	0.010	0.010	0.013	0.034	0.012	0.011
(その他製造工業)	0.022	0.018	0.019	0.019	0.018	0.016	0.015	0.019	0.019	0.022	0.020	0.013	0.036	0.020
4 建設	0.500	0.446	0.411	0.455	0.470	0.460	0.322	0.416	0.474	0.449	0.403	0.378	0.430	0.462
5 電力・ガス・水道	0.024	0.022	0.029	0.024	0.022	0.022	0.026	0.022	0.025	0.024	0.022	0.019	0.021	0.024
6 商業	0.072	0.069	0.066	0.069	0.065	0.065	0.068	0.070	0.073	0.074	0.073	0.068	0.073	0.070
7 金融・不動産	0.132	0.122	0.122	0.126	0.117	0.114	0.111	0.116	0.132	0.131	0.125	0.116	0.123	0.127
8 運輸・通信	0.065	0.073	0.057	0.065	0.067	0.058	0.052	0.062	0.062	0.071	0.064	0.063	0.059	0.064
9 公務	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
10 サービス	0.181	0.134	0.141	0.146	0.130	0.115	0.105	0.129	0.139	0.172	0.156	0.111	0.144	0.148
11 分類不明	0.006	0.004	0.007	0.004	0.005	0.005	0.007	0.004	0.005	0.003	0.003	0.009	0.004	0.005
計	1.072	0.965	0.920	0.978	0.959	0.923	0.774	0.914	0.912	1.026	0.966	0.855	0.958	0.992



率が高い①「治水」、②「林道」、③「農業土木」は平均を上回っているが、「環境衛生」、「上水道」は製造業（自給率および付加価値率が低い）の投入率が高いため、誘発係数は特に低くなっている。

(c) 雇用誘発係数

誘発係数が平均を上回っている工事区分は、

①「林道」、②「治山」、③「治水」、④「農業土木」である。特に低い工事区分は「空港」、

「環境衛生」、「住宅」である。これらの工事区分の誘発係数が低い要因としては、「空港」・「環境衛生」は“労働集約度”が小さいこと、「住宅」は建築部門が土木部門に比べて“労働集約度”が小さいため、直接効果が小さいことが挙げられる。

(d) 移輸入誘発係数

移輸入誘発係数の総合効果は、もっとも高い「環境衛生」が 0.73、最も低い「治水」が 0.63

表 2.10 雇用誘発係数（総合効果）

	治水 (除く 海岸)	海岸	下水道	道路	港湾 漁業	空港	環境 衛生	公園	農業 土木	林道	治山	上水道	住宅	計
1 農林水産	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.010	0.006	0.006	0.012	0.004	0.008	0.006
2 鉱業	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
3 製造業 (素材産業)	0.011	0.011	0.011	0.010	0.009	0.008	0.006	0.009	0.012	0.013	0.012	0.010	0.015	0.011
(加工組立産業)	0.005	0.007	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.004	0.008	0.007	0.006	0.008	0.003	0.006
(その他製造工業)	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.002	0.002	0.000	0.003	0.002
4 建設	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.002	0.009	0.004
5 電力・ガス・水道	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.095	0.112
6 商業	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
7 金融・不動産	0.022	0.021	0.020	0.021	0.019	0.020	0.021	0.021	0.022	0.022	0.022	0.021	0.022	0.021
8 運輸・通信	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.006	0.006	0.003	0.006	0.006
9 公務	0.012	0.014	0.010	0.012	0.013	0.011	0.007	0.012	0.012	0.014	0.012	0.012	0.011	0.012
10 サービス	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11 分類不明	0.043	0.032	0.033	0.035	0.031	0.027	0.024	0.031	0.033	0.041	0.037	0.023	0.034	0.035
計	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
計	0.214	0.204	0.200	0.204	0.198	0.191	0.192	0.204	0.207	0.217	0.215	0.195	0.193	0.205

表 2.11 移輸入誘発係数（総合効果）

	治水 (除く 海岸)	海岸	下水道	道路	港湾 漁業	空港	環境 衛生	公園	農業 土木	林道	治山	上水道	住宅	計
1 農林水産	0.017	0.014	0.014	0.015	0.014	0.013	0.011	0.032	0.018	0.018	0.031	0.012	0.018	0.016
2 鉱業	0.037	0.101	0.031	0.061	0.123	0.085	0.025	0.088	0.049	0.039	0.028	0.058	0.020	0.058
3 製造業 (素材産業)	0.409	0.384	0.489	0.430	0.380	0.442	0.548	0.407	0.424	0.414	0.443	0.462	0.473	0.425
(加工組立産業)	0.161	0.179	0.177	0.192	0.163	0.215	0.229	0.155	0.212	0.183	0.179	0.233	0.135	0.185
(その他製造工業)	0.111	0.092	0.168	0.118	0.101	0.111	0.167	0.099	0.097	0.109	0.150	0.120	0.144	0.115
4 建設	0.137	0.113	0.144	0.120	0.115	0.116	0.152	0.153	0.115	0.123	0.144	0.108	0.193	0.125
5 電力・ガス・水道	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6 商業	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7 金融・不動産	0.079	0.076	0.072	0.075	0.071	0.072	0.072	0.078	0.080	0.081	0.080	0.078	0.080	0.077
8 運輸・通信	0.092	0.089	0.086	0.088	0.084	0.084	0.087	0.090	0.097	0.094	0.093	0.095	0.093	0.090
9 公務	0.041	0.052	0.034	0.043	0.047	0.039	0.030	0.042	0.040	0.048	0.042	0.041	0.039	0.042
10 サービス	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11 分類不明	0.029	0.018	0.020	0.021	0.017	0.014	0.014	0.018	0.018	0.027	0.024	0.013	0.021	0.021
計	0.004	0.002	0.005	0.002	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003
計	0.628	0.660	0.680	0.661	0.667	0.680	0.727	0.679	0.649	0.642	0.663	0.689	0.666	0.656

であるが、工事区分による差は小さい。生産誘発係数と比べると、誘発係数が高い部門と低い部門の順位がほぼ逆転しているのが特徴である。すなわち、移輸入誘発係数の高い工事区分は、移輸入を通じて域外へ漏出する割合が高いため、生産誘発係数が低くなっている。

### 3. 今後の展望

本分析によって、工事種類別公共投資の波及効果が計測され、工事別の波及効果の特徴が明らかになるとともに、一連の分析を通して製造業、特に加工組立産業の脆弱性が浮き彫りとなった。北海道の代表的産業は農林水産業と食料品であり、将来もその重要性は変わらないと考えられるが、大幅な需要の増加を期待できないうえ、天候や政策といった外部要因に大きく左右される。したがって、日本全体としての産業の適正配置を無視するものでも、自給自足経済を指向するものでもないが、北海道の自立的発展のためには①1次産品加工業の高付加価値化、②中小企業の育成、③製造業の多様化・高度化による域内産業連関の緊密化を図る必要がある<sup>4)</sup>。

なお、今後の課題は、次のとおりである。

(1) 本分析では、平均消費性向を、付加価値計と民間消費支出の比と定義しているが、現実の消費行動は、所得水準や産業によって異なっており、また限界的分析を行うためには、限界消費係数の計測が必要である。今後は、消費係数の精度向上をはかり、現実の消費構造を反映した分析を行う必要がある。

(2) 本分析では、北海道と全国の財別構成は同じである、と仮定しているが、今後は、関係機関のヒヤリング等によるサーベイを行い、北海道の特性をより反映した分析が必要であ

る。

(3) 本分析は、公共投資のストック面の効果については考慮していないが、公共投資によって産業基盤が整備されると、民間設備投資が誘発され、その結果、生産能力の増大・産業構造の変化が生じると考えられる。今後はストック効果を考慮したモデルへの高度化が望まれる。

#### 〔参考文献〕

- [1] 服部恒明, 桜井紀久「電力投資の国民経済効果」, 電力中央研究所, 89.2
- [2] 服部恒明, 桜井紀久「わが国製造業の生産調整の影響」『電力経済研究』電力中央研究所, 87.9
- [3] 北海道未来総合研究所「自立経済への挑戦」, 日本経済新聞社, 80.6
- [4] 金子敬生「産業連関の経済分析」, 勁草書房, 90.2
- [5] Miller, Ronald E., and Peter, D. Blair, "INPUT-OUTPUT ANALYSIS", Prentice-Hall, 1985
- [6] 鍋島芳弘「北海道における公共投資の波及効果分析」電力中央研究所報告, Y99012, 91.3

(なべしま よしひろ)  
北海道電力(株)総合研究所

4) 詳細については文献[6]第2章参照。

# 90年代の地域経済の展望と課題

Outlook of Regional Economy in the 1990s

キーワード：地域経済予測，中国地方，多極分散型国土，公共投資

大河原 透 増矢 学

2000年までの全国9地域経済の予測分析では、経済の国際化・サービス化などの進展を受け、関東が依然として堅調な経済成長を遂げることが見込まれる。このため、地域経済格差の是正は進まず、多極分散型国土構造の実現は2000年までにはみられない。このような地域経済構造の中で、本稿では9地域のうち中国地方に焦点を絞り日本経済の中に占める位置づけを探った。その結果、中国地方は経済シェアの低下を余儀なくされる。中国地方が今後活力に富む地域を形成していくためには、生産・研究開発・流通などを支える社会資本基盤を充実させていくことが重要であるとともに、当然のことながら、公共投資への依存だけでは、活力に富む地域の発展はありえないことを明らかにした。

1. はじめに
  2. 地域経済予測
    - 2.1 9地域モデルの特徴
    - 2.2 予測前提条件
    - 2.3 予測結果
  3. 社会指標でみる中国地方の将来像
    - 3.1 中国地方の地域特性
    - 3.2 社会指標でみる中国地方
  4. 中国地方の課題
- 参考文献

## 1. はじめに

経済の情報化・国際化・三次産業化が進展する中で、首都圏への経済活動の集中が加速化され、地域経済格差が顕在化してきている。このため、首都圏とこれ以外の地域のバランスをいかに保つかが大きな地域問題となっている。1986年に閣議決定された第4次全国総合開発計画では、首都圏への経済活動の一極集中を排除し、経済社会の諸機能を地方に分散させていく必要があるとの認識のもとに、多極分散型国土の実現を国土計画の中心課題に位置づけている。こ

れを受けて1988年には多極分散型国土形成促進法が制定され、振興拠点地域の開発整備、業務核都市の整備などの施策が行われようとしている。しかし、これまで策定された国土開発計画のなかで、「国土の均衡ある発展」、「活力に富む地方圏経済の実現」は常に主要な政策目標であり、これを裏返せば、これらの目標の実現がいかに困難な課題であったかを物語っている。

このような社会経済環境のなかで、各地域は経済活力の強化を探ることが重要な課題となっている。本稿は、2000年の全国9地域の経済・産業構造を定量的に明らかにするなかで、特

に中国地方に焦点を絞り、多極分散型国土の実現に向け中国地方が採るべき方策の検討を行った成果の一部（文献 [1]）をとりまとめるものである。

## 2. 地域経済の予測

### 2.1 9地域モデルの特徴

9地域モデルは、電力9社の供給地域にほぼ対応する全国9つの地域を対象とし、地域内および地域間の経済活動の相互依存関係を分析するために開発された年次計量経済モデルである。モデル人口、労働、生産、所得、価格、電力需要のブロックから構成され、各地域では約90、モデル全体では1000を越す社会経済情報が提供される。9地域モデルの構造を図1に示

す。その詳細については文献 [2]-[8] を参照されたい。

### 2.2 予測の前提条件

9地域モデルを用いての予測では、以下の3点を主要前提条件として与えることにより、これに対応する地域経済像が解明される。

- (1) マクロ経済動向
- (2) 地域別の人口自然増加率
- (3) 公共投資の地域配分

ここでの予測では、2000年に至る日本経済の標準的なシナリオに基づき、全国9地域経済の将来像を描き、次に公共投資の地域配分変化に伴う影響をシミュレーション分析により検討する。このとき、マクロ経済動向と日本の総人口は同一の前提条件に固定されている。

(1) 国民経済に関する主要な前提条件

マクロ多部門モデルの1990年標準予測 [9] に基づき前提条件を設定した。

1) バレル当たりの原油価格は、1995年で22.5ドル、2000年で30ドルまで上昇。

2) 対ドル為替レートは、わが国の経常収支の黒字累積、内外インフレ格差の要因などから、1995年で113円、2000年で100円。

3) 90年代の経済成長の柱は民間設備投資で、年率5.3%で増大し需要項目の中では

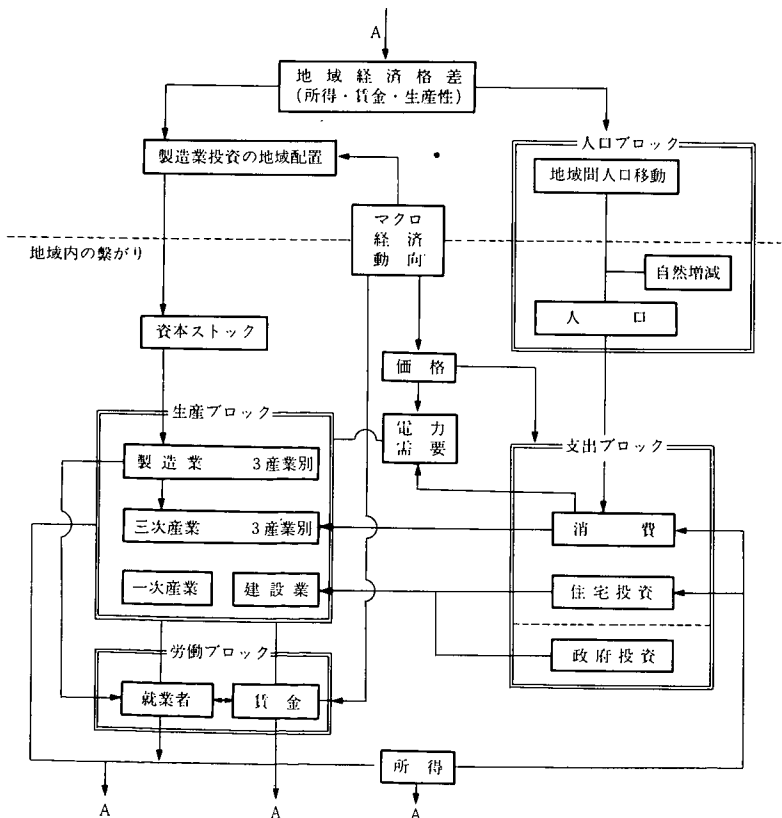


図1 全国9地域計量経済モデルのフローチャート

最大の伸び。製造業の設備投資は、素材産業が4.3%、加工組立産業が7.2%、その他製造業が5.0%。

4) 公共投資は、1991年から2000年の10年間で、名目額のプロジェクトベース金額で500兆円を実施。なお、政府の公共投資10ヶ年計画では430兆円がみこまれているが、これでは国民総支出に対する政府固定資本形成の比率は大きく上昇せず、ここでは50兆円を想定した<sup>1)</sup>。これを、モデルで用いる実質政府固定資本形成額に換算すると、360兆円になる。

## (2) 人口に関する前提条件

1990年の合計特殊出生率が過去最低の1.53になったように出生率の低下が続いているが、この状況を織り込み、1991-2000年の全国平均の年率の自然増加率を0.27%と見込んだ。ちなみに中国地方の自然増加率は0.25%である。この想定は、厚生省人口問題研究所の1991年将来人口推計の中位数にほぼ対応する<sup>2)</sup>。

## (3) 公共投資の地域配分

### 1) 公共投資の経済効果

公共投資の増大に伴い、雇用の創出や所得の増加などを通じ経済活動が活発になるが、同時に需要に圧力となり幾分の物価上昇が生じる。地域モデルでも、各地域の公共投資が建設業の生産を増加させ、所得増加が生じ、これにより消費や投資を増大させる。後者の物価への影響は、多部門モデルでの全国の消費者物価指数や各種デフレータの予測値をもとに地域ごとに計算される。これら2つはフローとしての公共投資の短期的影響であるが、このほか9地域モデルでは公共投資のストック効果をも分析している。これは、公共投資が社会資本ストックを形成する点に着目し、産業基盤と運輸・通信基盤の社会資本ストックの地域シェアの増大によ

り、製造業投資が増大するように定式化している。このストック効果は長期にわたり製造業の投資配置に直接的影響を及ぼすが、投資の生産能力化に伴う生産増大効果が出現し、これがさらに投資を呼び込むという間接的な影響も存在する。このように公共投資のフローとストックの影響がモデルに組み込まれており、公共投資に伴う短期・長期の効果が分析できる。

### 2) 公共投資の地域配分パターン

90年代の公共投資プロジェクト500兆円のうち、86%に相当する430兆円を、今後10年間で道路・空港・下水道・公園などの基盤整備のために確保される財源とみなした。そして、430兆円に対応する実質政府固定資本形成310兆円を、各地域の1980-1985年の実質政府固定資本形成の比率で配分し、これにより定まる各地域の公共投資が、三つのシミュレーションケースで共通に設定される基礎部分となる。これは、1) 公共投資の実績データでは、地域シェアが9地域レベルではかなり固定的であった、2) 近年の都道府県財政の財源構成を平均値で見ると、地方税・地方債が5割を占めており、中央政府の裁量で公共投資配分を変更する余地が必ずしも大きくないことに依っている。

したがって、90年代の公共投資プロジェクト総額の14%の70兆円が政策的に配分可能な部分となるが、これをテクノポリス、リゾート、都市開発などに向けると想定した。シミュレーション分析では、以下の3つの想定により追加部分の実質公的形成額を地域に配分した。

### 標準ケース (計画構想反映型)

- 1) この前提条件は、文献[9]で議論したので、詳細についてはこの文献を参照されたい。
- 2) 1990年までに電中研が行った地域経済予測の人口自然増加率の前提条件は、1986年人口問題研究所の中位数人口推計に基づいており、全国平均で0.53%、中国地方で0.49%であった。

公共投資の追加部分の地域配分を定めるために、2000年までに実施することが計画されている総事業費1000億円以上・開発面積100ha以上の公共投資プロジェクトを、「全国プロジェクト要覧」[10]から地域ごとに抽出し、事業費を調査した。追加部分の政府固定資本形成額の推計は次の手順に従う。

1) 公共投資事業主体が政府であれば事業費の全額を政府部門が負担。第3セクターが事業主体であれば政府部門が半額を負担。

2) 土地収用費は、プロジェクト事業費には含まれるが、固定資本形成額には含まれないので、事業費から土地代を控除する。地価には地域差があり、これを反映させるため昭和60・61年度の建設省「建設業務統計」[11]をもとに、建設省所管公共工事の用地取得費・用地補償費割合を地域ごとに求めた。なお、用地費割合の最も高い地域は関西で23%、次いで関東の21.6%であり、九州、中国でもそれぞれ、21.1%、20%、低い北海道で10.6%であり、9地域レベルでの用地費の地域差は必ずしも大きくはない<sup>3)</sup>。この割合を1)で求めた事業費に乘じ、公共投資プロジェクトに対応する固定資本形成額を推計した。

3) 2)で計算された9地域計の公的資本形成額の総額は時価で約50兆円となったが、これを80年価格の実質値に読み代えた。基礎部分ともども10年間で360兆円の実質投資額となり、マクロ多部門計量経済モデルで想定した実質値の公的資本形成額の累積と同等となる。

標準ケースの公共投資の追加部分は、各地域で構想されている公共投資プロジェクトを反映している。関東、関西、中部では大型地域開発プロジェクトが多数計画されており、追加投資は関西、中部、関東に厚く配分され、追加部分

が総額に占める割合はそれぞれ18.7%、17.5%、16.5%となっている。これに対し、中国ではこの割合が10.3%、北海道、九州では8.6%、7.6%となり、地方圏では追加部分の割合は全国平均に達しない。

#### 地方重点配分ケース（関東圧縮型）

「東京などでの社会資本形成は民間活力の導入によって行い、公共投資を経済発展基盤が脆弱な地方圏に積極的に配分すべき」との主張に基づく地域配分パターンである。

ここでは関東の公共投資追加部分を削減し、これを地方6地域に等しく配分する。結果として6地域の公共投資は90年代に2.7兆円増大する。ただし、中部、関西の公共投資は標準ケースで固定する。追加部分が総額に占める割合は、規模が相対的に小さい北陸、四国で大幅に上昇し、それぞれ29.4%、24.6%となり、中国では関西と同等の18.7%まで高まる。

#### 関西重点配分ケース（関西復権型）

80年代前半の関西における公共投資の実績の低迷を受け、経済活動の水準に対し相対的に低い配分となっていた関西の公共投資の基礎配分部分を是正すべく設定した。つまり、過去の不振を回復すべく標準ケースで想定した以上の規模で構想プロジェクトが実現すると想定し、しかもその財源が関東の追加部分を振り替えにより行われると仮定したケースである。

関東の追加公共投資額を関西に振り向けるため関西の公共投資額は90年代に16.2兆円増大し、70.8兆円となる。関西では追加部分が総公共投資額に占める割合は37.3%まで上昇す

3) 建設省所管公共工事が全公共事業に占めるシェアは約7割である。また、「建設業務統計」の利用可能な最新版は昭和61年度版であり、このデータは、昭和62年度以降急速に進んだ地価上昇とその地域差が反映されておらず、これ以降のデータでは土地代の地域差は拡大していると考えられる。

表 1 1990年代の累積公共投資額の推移

公共投資		1990年代累積額		単位 兆円	1980年価格	
	標準ケース	内 訳		関東圧縮	関西復権	
		基礎部分	追加部分			
北海道	27.9	25.5	2.4	30.6	27.9	
東北	40.5	36.0	4.5	43.2	40.5	
関東	98.3	82.1	16.2	82.1	82.1	
北陸	10.9	9.6	1.3	13.6	10.9	
中部	43.5	35.9	7.6	43.5	43.5	
関西	54.6	44.4	10.2	54.6	70.8	
中国	26.2	23.5	2.7	28.9	26.2	
四国	14.0	12.6	1.4	16.7	14.0	
九州	43.5	40.2	3.3	46.2	43.5	
全国	359.4	309.8	49.6	359.4	359.4	

公共投資		累積額		シェア	
	標準ケース	内 訳		関東圧縮	関西復権
		基礎部分*	追加部分		
北海道	7.8	8.2	4.8	8.5	7.8
東北	11.3	11.6	9.1	12.0	11.3
関東	27.4	26.5	32.7	2.8	22.8
北陸	3.0	3.1	2.6	3.8	3.0
中部	12.1	11.6	15.3	12.1	12.1
関西	15.2	14.3	20.6	15.2	19.7
中国	7.3	7.6	5.4	8.0	7.3
四国	3.9	4.1	2.8	4.6	3.9
九州	12.1	13.0	6.7	12.9	12.1
全国	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

\* このシェアは1980年～1985年の公共投資額の平均シェアと等しい。

る。なお、関東、関西以外の地域の公共投資は標準ケースで固定されている(表1)。

### 2.3 予測結果

本モデルでは地域ごとに約90個の変数が説明されるが、ここでは総生産額と人口に注目し、予測結果を要約する。これらの変数は経済活動や地域活力の指標性・代表性に富むうえに、前提条件の変化に対して相対的に大きく変動する集計量と小さく変動する集計量の両極にあり、総生産額と人口をみることにより、これら以外の変数の変動をほぼ把握することができる。

#### (1) 総生産額

##### 標準ケース

全国9地域の実質総生産額は、1990年の390

兆円が2000年で1.48倍の578兆円となり、期間内の年間成長率は4.01%である。なお、9地域モデルに対し日本経済の前提条件をあたえているマクロ多部門モデルの同期間の実質総生産額の成長率は3.97%であり、両モデルとも規模で同等の日本経済を出現させている。地域別に総生産額の成長率をみると、関東と東北が全国平均を上回り、4.98%となる。他の7地域の成長は、高い中部でも3.72%、低い北海道では2.26%となるよう

に全国平均に到達せず、生産の地域格差は2000年までには解消されない(表2)。

関東のシェアは10年間で4ポイント高まり、1990年で38%のシェアが2000年では42%となり、今後も関東への集中が持続する。関東では、どの産業をとっても成長率は当該産業の全国平均を上回り、なかでも加工組立産業やサービス業が堅調に生産を増大させる。東北は関東に次いで4.18%と高い経済成長を遂げる。これは製造業の寄与が大きく、加工組立とその他製造業では関東の成長を凌駕する。これに対し、関西では製造業3次産業とも全国平均の成長率まで到達せず、3次産業の不振もあり、産業全体で3.41%の成長となる。中国の90年代の成長率は2.95%であり、2000年のシ

表 2 地域別総生産額の推移

	総生産額実数 単位 兆円				1980年価格	
	1990年 標準ケース	2000年-A 標準ケース	2000年-B 関東圧縮	2000年C 関西復権	効 (B)-(A)	効 (C)-(A)
北海道	13.8	17.2	17.7	17.2	0.53	0.03
東北	31.3	47.2	48.3	47.3	1.13	0.07
関東	148.6	241.6	233.3	233.4	-8.33	-8.22
北陸	8.8	11.5	12.1	11.5	0.63	0.01
中部	54.1	77.9	78.2	78.0	0.3	0.10
関西	66.9	93.5	94.7	101.2	1.16	7.63
中国	22.4	30.0	30.9	30.0	0.95	0.02
四国	9.8	12.9	13.7	12.9	0.78	0.01
九州	34.3	46.0	47.1	46.0	1.09	0.04
全国	389.9	577.7	576.0	577.4	-1.74	-0.31

総生産額シェア				
	1990年 標準ケース	2000年-A 標準ケース	2000年-B 関東圧縮	2000年-C 関西復権
北海道	3.5	3.0	3.1	3.0
東北	8.0	8.2	8.4	8.2
関東	38.1	41.8	40.5	40.4
北陸	2.3	2.0	2.1	2.0
中部	13.9	13.5	13.6	13.5
関西	17.1	16.2	16.4	17.5
中国	5.7	5.2	5.4	5.2
四国	2.5	2.2	2.4	2.2
九州	8.8	8.0	8.2	8.0
全国	100.0	100.0	100.0	100.0

シェアは5.2%となる。1980年のそれが6.1%であったことを想起すると、国民経済に占める中国地方の比重低下は否めない。

#### 地方重点配分ケース

関東の総生産額は2000年で8.3兆円減少し233兆円となる。対全国シェアは41%であり、標準ケースに対し約1ポイントの減少となる。関東以外の地域で増大する総生産額は6.6兆円であり、これが2000年時点で評価した公共投資の配分に伴う生産増大効果である。公共投資額が標準ケースと同一の中部、関西でもそれぞれ3,300億円、11,600億円の生産の増大がみられ、関東から地方圏への公共投資の再配分が中部・関西にも間接的に波及する。公共投資が等しく増大する6地域に関して、2000年での生産増大効果を評価すると、それは5,000億円

から11,300億円の範囲で分布しており、影響には地域差が存在する。中国地方への生産増大効果は90,500億円であり、それは6地方の中では中間に位置する。

関東から地方圏6地域への公共投資再配分は、地域間所得格差を平準化させる効果を持つが、2000年で日本全体の総生産額を1.74兆円減少させるように、公共投資の効率を若干ながら低下させる。つまり、この公共投資の再配分は所得分配の観点からは有効な政策手段であるが、国民経済のパイプは小さくなる。このように、国民経済全体の視点からは、公共投資の地域配分政策の評価は容易ではない。だが、一つの地域の視点からみれば、地域経済の活性化のためには、より多くの魅力ある地域開発計画を企画し、公的資金の導入を目指すことが重要で



ある。

### 関西重点配分ケース

関西の90年代の成長率は全国平均まで高まり、関西の総生産額は2000年で101.2兆円となる。これは標準ケースと比べ7.6兆円の増加である。一方、関東の標準ケースに対する減少額は8.2兆円である。日本全体の総生産の減少額は3,100億円であり、差額の2,800億円がこれら以外の地域の生産増加額となる。この内訳を地域別にみると、中部1,000億円、東北700億円、九州400億円、中国200億円となる。中国への影響は標準ケースの2000年時点の総生産額の0.7%に相当する。同じ指標を東北、九州でみると、それぞれ1.5%、0.9%である。したがって、関西の浮上に起因する中国への影響は必ずしも大きくはない。

### (2) 人口

#### 標準ケース

90年代の日本の人口増加率は0.27%を想定しており、1990年の1億2,360万人が2000年で1億2,700万人となる。日本全体で見込まれる90年代の人口増加は340万人であるが、標準ケースではその8割が関東で生じる。関東では、1990年で3,940万人を擁した人口が2000年で4,210万人まで増加し、この期間の増加率は0.67%となる。関東以外の地域の人口増加はわずかで、ちなみに、中国地方では1990年の774万人が2000年で777万人となるに過ぎない。80年代後半では全国の人口増加の7割の260万人が関東で生じたが、90年代でも関東への人口集中は加速化する(表3)。

これをもたらす要因は二つあり、一方は人口移動のパターンの変化、他方は自然増加率の変化である。90年代で人口が純流入となる地域は関東のみであり、これ以外では人口純流出が

生じる。自然増加率の前提条件は2節で述べたが、人口の自然増加率の低下が地域の人口に及ぼす影響は大きい。北海道、東北では人口の社会減少を自然増加で補えず、2000年で1990年の人口水準に対しそれぞれ2.6万人、1.5万人の減少となる。また、北陸、中国、四国、九州では、2000年の人口は1990年を上回るが、増加分が大きい九州、中国でも3.4万人、2.7万人である。地方圏では、今後10年間で人口の水準に大きな変化はなく、日本全体では2010年前後に予期される人口成長の飽和を先がけて90年代に経験する。また、中部、関西でも、90年代の人口増加は80年代のそれぞれ2割、4割に過ぎない。

参考のため、1986年人口問題研究所将来人口中位数に基づく地域人口の自然増加率を前提にしたときの地域人口の電中研予測値[9]と四全総での地域人口の2000年時点での想定値を表3に加えた。電中研の前回予測では、北海道、東北でも人口の自然増加が社会減少を上回り、2000年時点で1990年の人口水準を下回る地域はないとの結論を得ていた。それでもなお、四全総の地域計画人口の分布とは異なり、関東への人口集中が進み、多極分散型国土の形成が人口のみでも困難であった。

#### 他の2ケースとの比較

公共投資の地域配分で基礎部分を確保したため、地域別公共投資総額ではシミュレーションケース間で大きな差異が出現せず、人口のように経済変動に対する感応度が弱い変数ではケース間の差異を水準で示すのは容易でない。このため、2000年時点での標準ケースとの差で人口への影響を評価する。

地方重点配分ケースでは、関東の所得低下が生じ、どの地域をとっても関東との所得格差は

表3 地域別人口の推移

人 口 単 位 千 人						
	1990年 標準ケース	2000年-A 標準ケース	2000年-B 関東圧縮	2000年-C 関西復権	1990年 シ ョ ー ア	2000年-A シ ョ ー ア
北 海 道	5,644	5,618	5,625	5,612	4.6	4.4
東 北	12,213	12,198	12,215	12,206	9.9	9.6
関 東	39,396	42,125	42,049	42,042	31.9	33.2
北 陸	3,108	3,121	3,127	3,120	2.5	2.5
中 部	16,377	16,598	16,609	16,599	13.2	13.1
関 西	20,415	20,795	20,803	20,871	16.5	16.4
中 国	7,745	7,772	7,780	7,770	6.3	6.1
四 国	4,195	4,205	4,213	4,203	3.4	3.3
九 州	14,519	14,552	14,565	14,552	11.7	11.5
全 国	123,612	126,985	126,985	126,985	100.0	100.0
人口増加 単 位 千 人					シミュレーション結果比較 人口増分 単 位 千 人	
	実 績 1980/1990	標準ケース 1990/2000	年平均増加率 1990/1980	年平均増加率 2000/1990	2000年 (B)-(A)	2000年 (C)-(A)
北 海 道	68	-26	0.12	-0.05	7	3
東 北	190	-15	0.16	-0.01	17	9
関 東	3,695	2,729	0.99	0.67	-77	-83
北 陸	91	12	0.23	0.04	7	-0
中 部	978	221	0.62	0.13	10	1
関 西	893	381	0.45	0.18	8	76
中 国	159	27	0.21	0.03	8	-2
四 国	32	10	0.08	0.02	7	-2
九 州	447	34	0.31	0.02	12	-0
全 国	6,552	3,373	0.55	0.27	-0	-0

今回結果：1990年は実績値、人口増加率は1991年中位に基づく。

## 参 考 表

前回結果（1990年は推計値、人口増加率は61年中位数）					四全総（単位 万人）	
	1990年 標準ケース	2000年 標準ケース	1990年 シ ョ ー ア	2000年 シ ョ ー ア	2000年	2000年 シ ョ ー ア
北 海 道	5,721	5,838	4.6	4.5	620	4.7
東 北	12,268	12,432	9.9	9.5	1,310	10.0
関 東	39,491	43,482	31.8	33.2	4,130	31.5
北 陸	3,124	3,213	2.5	2.5	330	2.5
中 部	16,360	16,984	13.2	13.0	1,730	13.2
関 西	20,584	21,571	16.6	16.5	2,180	16.5
中 国	7,832	8,048	6.3	6.1	830	6.3
四 国	4,254	4,367	3.4	3.3	440	3.4
九 州	14,661	15,035	11.8	11.5	1,570	12.0
全 国	124,296	130,969	100.0	100.0	13,120	100.2

縮小し、地域間人口移動に変化をもたらす。このため、関東の人口は7.7万人減少する。この減少分は各地域で吸収され、公共投資の配分に変化のない中部、関西でも人口流入の増加・人口流出の減少が生じ、結果として8地域すべて人口が増加する。各地域の人口の増加には地域

差があり、これは関東との近接性・経済規模などに依存している。

関西重点配分ケースでは、標準ケースに対し関東の人口は8.3万人減少し、関西の人口が7.6万人増加する。したがって、両地域以外では7千人の人口増加となるが、各地域への影響

には定性的な差がある。北海道・東北では、関東の経済成長が抑制され関東の人口のプル要因が弱まり、人口が増加する。一方、中国・四国では、関西の経済成長の高まりによるプル要因を受け、これが関東のプル要因の低下を上回るため、若干だが人口が減少する。これに対し、北陸・中部・九州への影響は中立的である。なお、関東の人口減少分は、地方重点配分ケースに対し、6千人増大する。このように関西が経済的に浮上する場合、関東に対する影響は大きく、関東と関西では経済的な競争関係が強く働いていることがわかる。

(3) 一人あたり総生産額

全国平均の一人あたり総生産額は、3ケースともほぼ同等の水準で推移し、1990年での315万円が2000年で455万円となる。この指標は総生産額を人口で除しているため、地域で異なる規模の要因は調整されており、地域経済の集積度の順位比較や地域間の経済格差の推移を展望するのに適当な指標である。

標準ケースでの一人あたり生産額は関東で最も大きく、関東の成長が速いため、どの地域でも関東との差はもちろん、比率でも格差は年々拡大する傾向にあり、地域格差の拡大の原因となっている。中部、関西が期間内を通じ2・3

位グループを形成するが、成長率では東北に及ばない。東北の一人当たり生産額は、1985年では九州、四国などと低い水準にあったが、高成長を遂げるため、2000年では中国の水準に到達する。中国は関東、中部、関西に次ぐ地位を2000年まではほぼ確保し、経済活動の集積度は地方圏では最も高い(図2)。

シミュレーションごと所得格差の時系列変化をみるために、一人あたり総生産額の標準偏差を平均値で除した変動係数をとる。変動係数が際だって上昇するのが実績データでは1980年から1985年の5年間であり、予測期間内のどの5年間も、この期間ほど格差は拡大しない。一方、どのケースのどの5年間でも、変動係数は減少せず地域格差の縮小はない。地方重点配分ケースで地域格差の縮小はみられず、標準ケースで1995年に出現する格差を2000年まで先送りする効果しか持たない。だが、地方重点配分ケースの2000年では、変動係数は標準ケースに対して12%低下し、このような公共投資の地域再配分により、格差が1割程度是正され地域間格差の平準化が実現する(図3)。

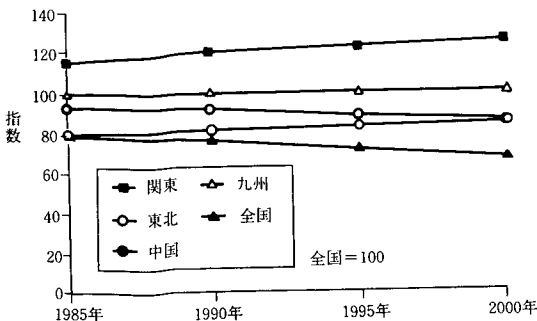


図2 一人あたり総生産の対全国平均比較(標準ケース)

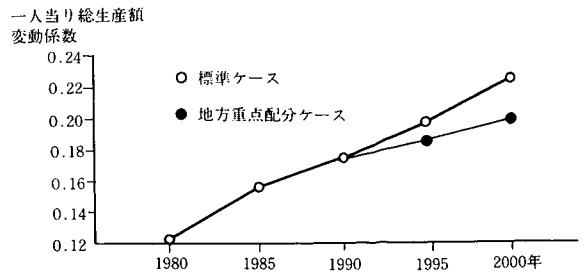


図3 一人あたり総生産額の変動係数

3. 中国地方における多極分散型国土の将来像

中国地方のマクロ経済構造の予測を受け、中国地方の将来像をいくつかの社会経済指標を用

いて定量的に描き、多極分散型国土形成下の中国地方の可能性について考察する。これに先立ち、中国地方の将来像を描くに当たって重要な要素となる地域特性の概要を紹介する。

### 3.1 中国地方の地域特性

#### (1) 地理的特性

中国地方は本州の西南に位置し、東西に350km延びた細長い地形で、東は関西地方、西は九州地方に接し、南は瀬戸内海を隔てて四国地方に対して、また、日本海を隔てて北は朝鮮半島、ソ連沿海州に臨んでいる。中国地方の中心部からの距離圏域をみると、東京750kmに対し、 부산 400km、ソウル600kmであり、むしろ大陸・朝鮮半島に近い地理特性を有している。

#### (2) 地域内特性

中国地方は、地勢・交通条件から、「日本海沿岸地域」、「内陸地域」、「瀬戸内沿岸地域」に区分される。はじめに、これら地域ですすむ地域開発プロジェクトを図4に示し、以下では各地域ごとの概要を紹介する。

##### 1) 日本海沿岸地域

日本海沿岸地域は、東西に細長い地形で中国山地が海岸線まで及ぶが、それでも鳥取・出雲平野を有し、米や果物の生産が盛んで、水産資源も豊富である。積雪は他の日本海側に比べて少なく、歴史的な文化遺産、美しい海岸線・山岳、温泉など多くの観光資源に恵まれている。

鳥取・出雲・米子空港に加え、建設中の中国横断自動車道や石見空港などの交通基盤によって、エレクトロニクス関連産業などの新たな集積地、大陸との交流拠点として脚光を浴びつつある。

##### 2) 内陸地域

古くから農林畜産業が盛んな内陸地域は、近

年、中国自動車道の開通によって津山、三次などの都市を中心に工業・都市集積が進み、庄原市では1989年度に広島県立大学が設置されるなど、学術・教育機関の整備の動きがみられる。また、日本海側と瀬戸内海とを結ぶ3本の中国横断道が整備・構想中であり、高速道路網の形成による地域の発展が期待されている。

##### 3) 瀬戸内沿岸地域

瀬戸内沿岸地域は、早くから繊維、セメント、造船業が発達し、1960年代の高度成長期には、高炉製鉄所や石油化学コンビナートを中心とする大規模な臨海工業地帯が形成され、中国地方の経済発展の原動力となった。

近年は、鉄鋼業、化学工業における汎用製品の高級化や新素材の研究開発が進む一方、最新鋭IC工場の立地や広島市、岡山市の大都市圏では都市型産業の集積が進んでいる。また、瀬戸内海の多島美を活かしたリゾート開発計画も目白押しとなっている。

さらに、1988年に開通した瀬戸大橋や建設が進む本四架橋尾道・今治ルート、中国地方初の本格的な国際空港を目指した新広島空港や山陽自動車道など、近隣各圏を結ぶ高速交通体系の整備が着実に進展しつつある。

### 3.2 社会経済指標でみる中国地方の将来図

以上述べた地域特性を踏まえて、今後、中国地方がめざすべき将来像として5つのシナリオを描き、これに対応する10の社会経済指標を選定し、2000年時点での推計を試みた。

#### (1) 5つのシナリオ

##### シナリオ1：総合的な素材の生産・開発拠点

鉄鋼業、化学工業等において大都市圏からの既存製品の生産シフトが進展する一方で、新素材の研究開発機能が集積し「世界的な素材の生産・開発拠点」としての役割を担う。

シナリオ 2 : 加工組立型産業の活発な展開

関西地方を中心にエレクトロニクス、航空・宇宙産業関連産業の企業進出が進展し、素材産業と相まって先端的な産業コンプレックスが形成される。

シナリオ 3 : 都市型産業の着実な集積

広島市、岡山市など中枢・中核都市において、情報サービス産業等の都市型産業の活発な展開が行われる。

シナリオ 4 : ダイレクトな国際交流の進展

国際空港等のインフラや地元企業・大学の受け入れ態勢の整備等によって、アジア諸国を中心に海外からの留学生・研修生が多く集まり、国際的なイベントも活発に開催される。

シナリオ 5 : 第一級のリゾート基地の整備

第一級の観光・リゾート資源である瀬戸内海において、国際的にも通用するリゾート基地が整備される。

(2) 社会経済指標の選定

次に、各シナリオに対応した社会経済指標と

表 4 社会指標推計の前提条件

社会経済指標	趨勢値	仮説に基づく将来像
素材産業 工業出荷額 就業者数 研究者数	電中研予測(趨勢型)による中国地方の業種別工業出荷額をベースに推計 (研究者数)=(就業者数)×(研究業務比率・)	素材産業の事業再構築の進展によって関東圏、関西圏の素材産業の工業出荷額、就業者の3割がその他の地域に配分
加工組立型産業 工業出荷額 就業者数	同上	中国地方が、関西からの加工組立型産業進出の受け皿となり、東北地方の水準まで集積が進展する
情報サービス産業 就業者	過去のトレンド(1981~86年)をもとに製造業に占める割合を延長して推計	現状の全就業者に対する比率を維持する
本社事業所数	過去のトレンド(1978~86年)から推計	趨勢値に加え、関西圏の本社全体の6.4%が2000年時点で中国地方に移転
国際航空 旅客数 貨物量	全国空港の旅客数、貨物量は「中部新国際空港調査」の推計値を採用  (旅客数) ・地域内の出入国者(日本人・外国人)は地域別の人口シェアで配分し、利用率はアジア・オセアニア7割、欧米2割 ・他地域から海外への出国者乗り継ぎ率(トランジット)は5%  (貨物量) ・地域内輸出入貨物量は地域別の総生産シェアで配分し、利用率は地域内輸出入量の7割 ・他地域内の輸出入貨物量アジア・オセアニア方面貨物量の5%	(旅客数) 四国からの乗客利用を見込む ・アジア・オセアニアの2割、欧米の5%  (貨物量) 四国からの国際貨物量全量の利用を見込む
リゾート集客数	「観光需要の将来動向日本」(日本観光協会)の推計結果 ・地域別一人当たりの観光需要量を人口動向、年齢、収入を加味して推計 (地域内からの入り込み客) ・地域間別の誘致力や距離条件を加味して推計(地域外からの入り込み客)	地域内・外の入込み需要が今後10%増加する

(注) \*研究業務比率(中国) = 全国素材産業研究業務比率 ×  $\left[ \frac{\text{中国の専門・技術者}}{\text{中国の全就業者}} \div \frac{\text{全国の専門技術者}}{\text{全国の就業者}} \right]$

して10指標を選定した。

シナリオ1：素材産業工業出荷額，素材産業就業者数，素材産業研究者数

シナリオ2：加工組立型産業工業出荷額，加工組立型産業就業者数

シナリオ3：情報サービス産業就業者数，本社事業所数

シナリオ4：国際航空旅客数，国際航空貨物量

シナリオ5：リゾート宿泊集客数

### (3) 2000年時点の社会経済指標の推計

#### 1) 推計の考え方

社会経済指標の推計に当たっては、前章の標準ケース推定値（総生産、人口等）をベースとする「趨勢ケース」と各指標ごとに大胆な前提条件を設定（総生産、人口の対全国シェア7%を確保）する「将来像（多極分散型国土形成）実現ケース」の2つのケースを設定した。各指標の2000年時点での推計を行うに際して設定した前提条件を表4に示した。

#### 2) 多極分散型国土の形成に向けた中国地方の可能性評価

各指標の2000年時点での推計結果を表5に示した。この趨勢ケースの値を評価すると以下

のように要約できよう。

2000年時点で、人口規模や経済規模（総生産）の対全国シェア（6%程度）なみの水準を維持するのは、素材産業工業出荷額・就業者数とリゾート集客数に留まる。素材産業工業出荷額、加工組立型産業工業出荷額は、各々年率2.4%、6.2%の増加が見込まれるが、全国平均を下回り、中国地方の生産拠点性は徐々に低下する可能性がある。情報サービス産業の就業者数は、今後年率10%の増加が期待されるが、全国に比べそのテンポはやや低いと予想される。リゾート集客数は、各種施設の整備によって宿泊客を中心に増加するが、今後飛躍的な増加は期待できない。国際航空客数・貨物量は、新広島空港、岡山空港の国際空港化などの整備によって、アジア方面を中心に全国の3%程度の利用が見込まれる。

将来像実現ケースでは、素材産業や加工組立型産業における関東、関西圏からの生産シフトや工場進出、都市型産業の集積の進展など、意欲的な前提に基づいており、これらの受皿を他地域に先駆け整備することが求められる。また、基幹産業である素材産業の活性化、第一級

表5 社会経済指標の推計結果

シナリオ	社会経済指標（単位）	現状（対全国シェア：％）	2000年の推計値（対全国シェア：％）	
			趨勢ケース	将来像実現ケース
1	素材型産業工業出荷額（兆円）	[88年] 7.8 (9.5)	10.4 (8.8)	14.7 (12.5)
	素材型産業就業者数（万人）	[88年] 24 (7.0)	19 (6.5)	27 (9.3)
	素材型産業研究者数（千人）	[85年] 8.9 (6.5)	7.2 (4.4)	10.2 (6.3)
2	加工組立型産業工業出荷額（兆円）	[88年] 7.3 (6.3)	15.0 (6.1)	23.8 (9.7)
	加工組立型産業就業者数（万人）	[88年] 23 (6.3)	23 (5.3)	41 (9.5)
3	情報サービス産業就業者数（千人）	[86年] 9.4 (2.8)	35.9 (1.3)	81.9 (3.0)
	本社事業所数（社）	[86年] 17 (6.0)	19 (4.5)	23 (5.5)
4	国際航空旅客数（万人）	[86年] 0	134万人 (3.4)	148 (3.8)
	国際航空貨物数（千トン）	[86年] 0	87千トン (3.5)	144 (5.9)
5	リゾート集客数（宿泊）（万人）	[85年] 658 (5.3)	947 (5.7)	1,041 (6.2)

(注) 素材型産業：化学、鉄鋼、石油、石炭、窯業、土石、非鉄、金属製品



のリゾート資源である瀬戸内海の総合的な活用など地域特性を活かしたプロジェクトの優先的な取り組みが必要である。

#### 4. 中国地方の課題

モデルによる展望では、中国地方の明るい将来像は浮上しなかったが、ここ数年来続いている大型景気の中で中国地方の基幹産業である鉄鋼や化学工業が再び脚光を浴びているのも事実である。たとえば、福山や水島での粗鋼生産は堅調であり、薄板などの製品高級化に対応した設備投資が進み、各メーカーの中核生産工場として位置づけられている。また、化学工業においても、新素材等の研究開発・製品化へ向けて動きが着実に進展している。さらに、東北や九州に比べ相対的に集積が遅れたエレクトロニクス産業の立地も進展している。

一方、テクノポリス指定地域における環境整備、「超高温材研究センター」設立（山口県で1991年4月）、「国税庁醸造試験所」の開所（広島県で1995年予定）など、産業技術に関する試験研究基盤が強化されつつある。また、中国地方を東西・南北に貫く高速道路・高規格道路の基盤整備も着実に進展しつつある。さらに1994年に広島市を中心に開催されるアジア競技大会を景気として、国際都市としての広島市の基盤が強化されよう。

日本の今後の産業構造の質的变化を前提とするならば、ハイテク産業の集積を側面から支える技術支援型施設や交通ネットワークの整備さらには地方中核都市の機能強化が重要な課題となる。さらに中国地方の特性を踏まえ地域の発想からプロジェクトを位置づけ、その推進を図るべきである。たとえば、1998年には全線開通が見込まれるもう一つの本四架橋尾道・今治

ルートを、中国地方の産業振興・リゾート振興に役立てるとともに、四国との広域的な交流・連携の強化に活用することが望まれる。

魅力に富む地域開発計画を企画し、それらを実現させていくことにより、一人当たり生産額では全国4位に位置する中国地方の経済活動の集積をさらに強化し、活力に富む地域を実現すべきであろう。

#### 参考文献

- [1] 大河原透、「中国地方経済社会の将来展望—電中研全国9地域モデルによる予測—」電力中央研究所依頼報告 Y90501, 1981年4月。
- [2] 大河原透、「全国9地域計量経済モデルの開発その5 製造業生産ブロック」, 電力中央研究所 研究報告: Y88018, 1989年4月。
- [3] 松川勇・大河原透、「全国9地域計量経済モデルの開発 その1 人口ブロックの定式化」, 電力中央研究所 研究報告: Y86004, 1987年6月。
- [4] 大河原透、「全国9地域計量経済モデルの開発その2 製造業投資のブロックの定式化」, 電力中央研究所 研究報告: Y87018, 1988年5月。
- [5] 松川勇、「全国9地域計量経済モデルの開発その3 労働ブロックの定式化」, 電力中央研究所 研究報告: Y87019, 1988年6月。
- [6] 小野島智子、「全国9地域計量経済モデルの開発 その4 非製造業生産ブロックと支出一ブロックの定式化」, 電力中央研究所 研究報告: Y87020, 1988年5月。
- [7] 大河原透・松川勇・小野島智子、「全国9地域計量経済モデルの開発—プロトタイプモデルの構造—」, 電力経済研究 No. 25, 1988年9月。
- [8] 大河原透・小野島智子・松川勇、「全国9地域計量経済モデルの開発 その6 電力需要ブロック」, 電力中央研究所 研究報告: Y99019, 1989年4月。
- [9] 服部恒明・大河原透・永田豊「90年代の日本経済—公共投資430兆円の経済効果—」電力経済研究 No. 28, 1990年11月。
- [10] 「全国プロジェクト要覧1990年度版」, 月刊同友社, 1990年6月。
- [11] 建設省, 「建設業務統計」各年。

（おおかわら とおる  
経済部 社会環境研究室  
ますや まなぶ  
中国電力（株）経済研究所）



# 都市公共照明の計画策定手順

## A Planning Procedure for Public Lighting

キーワード：都市公共照明，照明計画，策定手順，  
住民ニーズ，ケーススタディ

井内正直 山本公夫

### 1. はじめに

都市の国際化や24時間化等といった時代の流れのなかで、これまで安全・防犯といった機能重視で進められてきた夜間の公共空間における照明が、街の個性の演出や雰囲気づくりといった都市の快適性の観点から見直されるようになってきた<sup>[1]</sup>。しかし、現状を見ると、過剰なネオンや看板が氾濫し明るすぎる地域がある反面、住宅地の街路や公園などの地域住民にとって身近な日常生活空間では、必要最小限の照明はあっても暗く、寂しい雰囲気を漂わせ、暗闇に対する恐怖心をも増長しかねない空間が存在する。このように夜間の公共空間における照明は非常にアンバランスな状態となっている。

そこで、今後快適な夜間環境を形成するためには、ネオンや看板などの過剰な照明の規制・誘導方策や、地域住宅の日常生活空間の照明整備をも考慮にいたした都市全体を対象とした計画的な照明整備が必要となる<sup>[2]</sup>。

当所では、これまで夜間の公共空間における都市アメニティの向上を目指して、都市公共照明の計画とデザインに係わる手法を開発・確立することを目的として研究を進めてきた。そこ

では都市公共空間の夜間環境に対する人々の評価・捉え方を明らかにし<sup>[3]</sup>、照明デザインの方法と効果の関係を定量的に明らかにした<sup>[4]</sup>。

本研究では、照明整備の事例調査、電力会社や自治体等のヒアリング調査及び一般市民を対象とした意識調査の分析結果をもとに、都市全体を対象とした面的な整備を進めるうえで必要となる都市公共照明計画の策定手順について提案することを目的とした。なお紙面の都合上、ここでは都市公共照明の策定手順の内容について述べる。

### 2. 照明計画策定の基本的考え方

図2.1に都市公共照明の計画策定手順の枠組みを示した。策定の際に考慮すべき点は、照明計画の目標設定から実施に至るまで住民のニーズを十分に反映することである。計画策定上の基本的な考え方は、次のとおりである。

#### ①「夜間空間形成の目標を明確にする」

計画目標の設定過程では、都市を特徴づける地形条件や骨格的な都市施設の分布、現状の都市の明かり、夜間における都市活動、多様な地域住民のニーズを十分に反映した上で、照明計画の基本方針や目標を設定する。

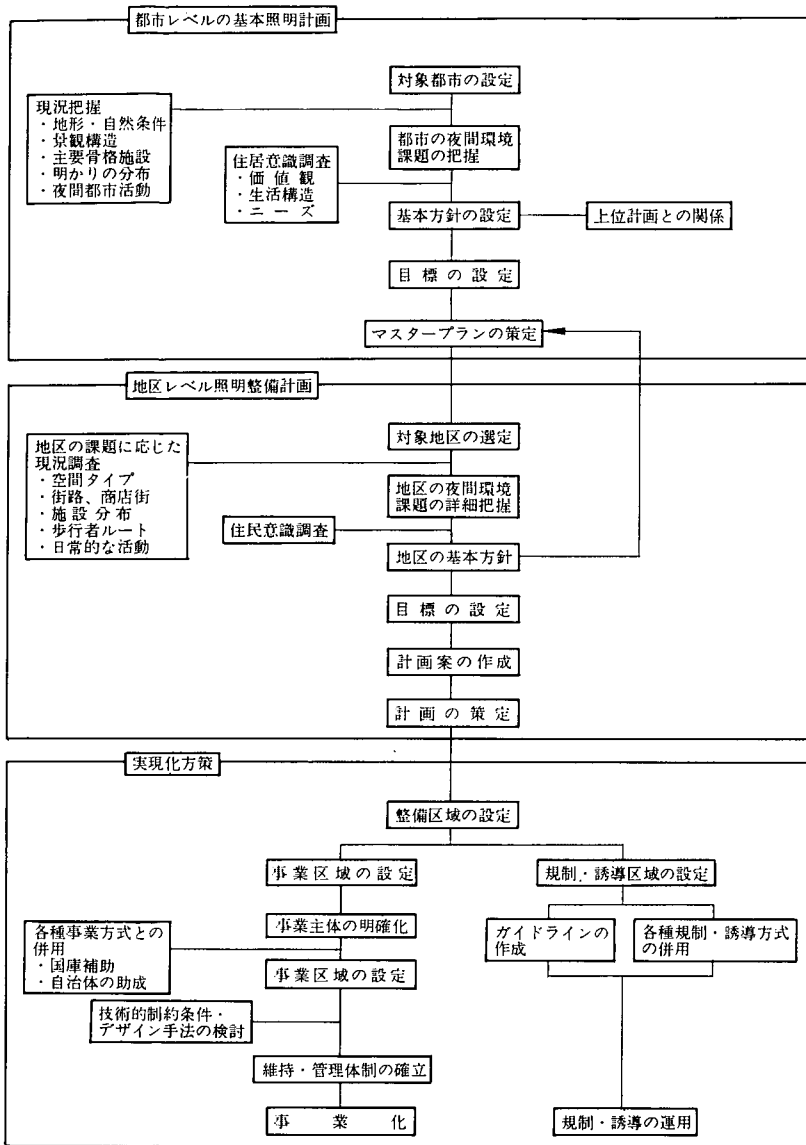


図 2.1 都市公共照明の計画策定手順

②「部分（地区レベル）の自立性を考慮した上で全体との調和を図る」

計画形成・設定過程では都市を対象とした全体計画と、地区を対象とした部分計画がそれぞれ検討される。両者の関係は独立でありながら、しかも相互作用を繰り返して検討が進めることが重要である。ここでの部分計画では、それぞれ空間タイプ別にゾーニングが行われ、

個々の空間ごとに計画目標と具体的な整備計画を検討する。その中で、個々の空間は全体との調和を図りながら自立性を主張し、それぞれの空間の快適性を向上する方向で検討が行われる。

また、全体計画では初めから理想的な夜間の都市像が存在するのではなく、部分計画との相互作用の結果として修正を続け、構築してい

く。このため、全体計画は部分計画を検討する際の目安となるフレーム、ガイドラインとして機能していくことが望ましい<sup>[5]</sup>。

③「適正な実現化を図る」

これまでの制約条件に加えて、部分と全体とのバランスを取る過程での新たな制約条件に配慮して優先順位の設定は行われる。

3. 照明計画の策定手順

都市公共照明計画の策定手順は以下の通りである。なお都市レベルにおける照明計画のマスタープランの策定領域は、各自治体の全行政区画が望ましいと思われる。

3.1 計画目標の設定

照明計画の基本方針や目標は以下の手続きによって設定される。

(1) 現状分析・把握

夜間景観の創造に関係する都市の景観構造や住民の夜間活動を把握するために、地形、構造物、交通機関など都市構造の特徴や地域住民や観光客の夜間空間に対するニーズなどについて詳細に調査する。

(2) 問題点の抽出と計画課題の明確化

夜間都市環境の一般的な問題点は、都市と地区の両レベルで捉えることが重要である。

例えば都市レベルでの具体的な問題点は、

- ・夜間都市としてのイメージの欠如
- ・街全体が暗いため、わかりにくい。
- ・光景にメリハリがなく、均一的
- ・ストーリー性、意図的な演出に欠けるなどがあげられる。

計画課題は、どのような条件下でも概ね普遍的に採用され得るものと、計画地域に係わる各種の条件に支配されてケース・バイ・ケースで採否が判断される個別的なものがある。

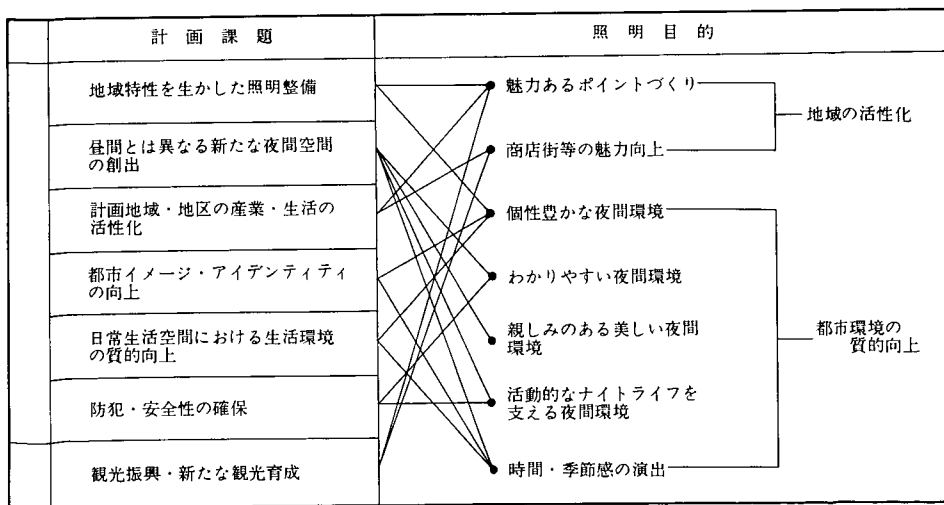
(3) 計画目標の設定

計画の目標は主として、①都心部、商店街などの活性化を図ること、②夜間都市環境の質的向上を図ることに2点があげられる。また、計画地域の目標の設定は計画課題との関連においてなされるものであり、その関係を表 3.1 に示す。

3.2 計画の形成・設定

これまでの作業を通じて明らかとなった基本

表 3.1 照明目的と計画課題



方針・目標を具体的にしていく作業が計画の形成・設定過程となる。都市レベルと地区レベルの両者の検討作業を通じて、目標を達成する具体的な内容にブレイクダウンしていく。この過程において住民参加を積極的に促す必要がある。

具体化した照明計画の内容は、マスタープランマップとして表現される。図3.1に地区レベルでのマスタープランマップ（浅草地区）の例を示す<sup>[6]</sup>。

### 3.3 計画実現化

策定した計画内容に従い、実現化を図るには実施体制や関連する諸制度の検討まで含めて、照明整備に最も有効な事業方式の選択やネオン・看板等の規制・誘導といった具体的なプロセスを事前に検討しておくことが重要である。

#### (1) 制約条件のチェック

実現化の段階で制約となる条件が生じてくる。そこで以下の点については、事前に検討しておく必要がある。

- ・複数の管理・整備主体者間の調整
- ・昼間の景観の配慮
- ・交通安全対策
- ・生態系への配慮
- ・電源確保
- ・路上施設、路上放置物などを考慮した総合的な配置計画
- ・管理体制の確立

#### (2) 優先順位の決定

昼間の景観形成、基本構想などとの関係に配慮するとともに、実現可能性の高い計画の実施だけでなく、地域住民にとって緊急かつ重要性がある生活空間を対象とした計画についても重視する。

#### (3) 予想イメージ図

照明計画の実施によって創出する個々の空間

のイメージを正確に伝えるために、予想イメージ図を作成することも重要である。ここでは例として図3.2浅草地区オレンジ通りの照明整備後の予想イメージ図を示す。

## 4. おわりに

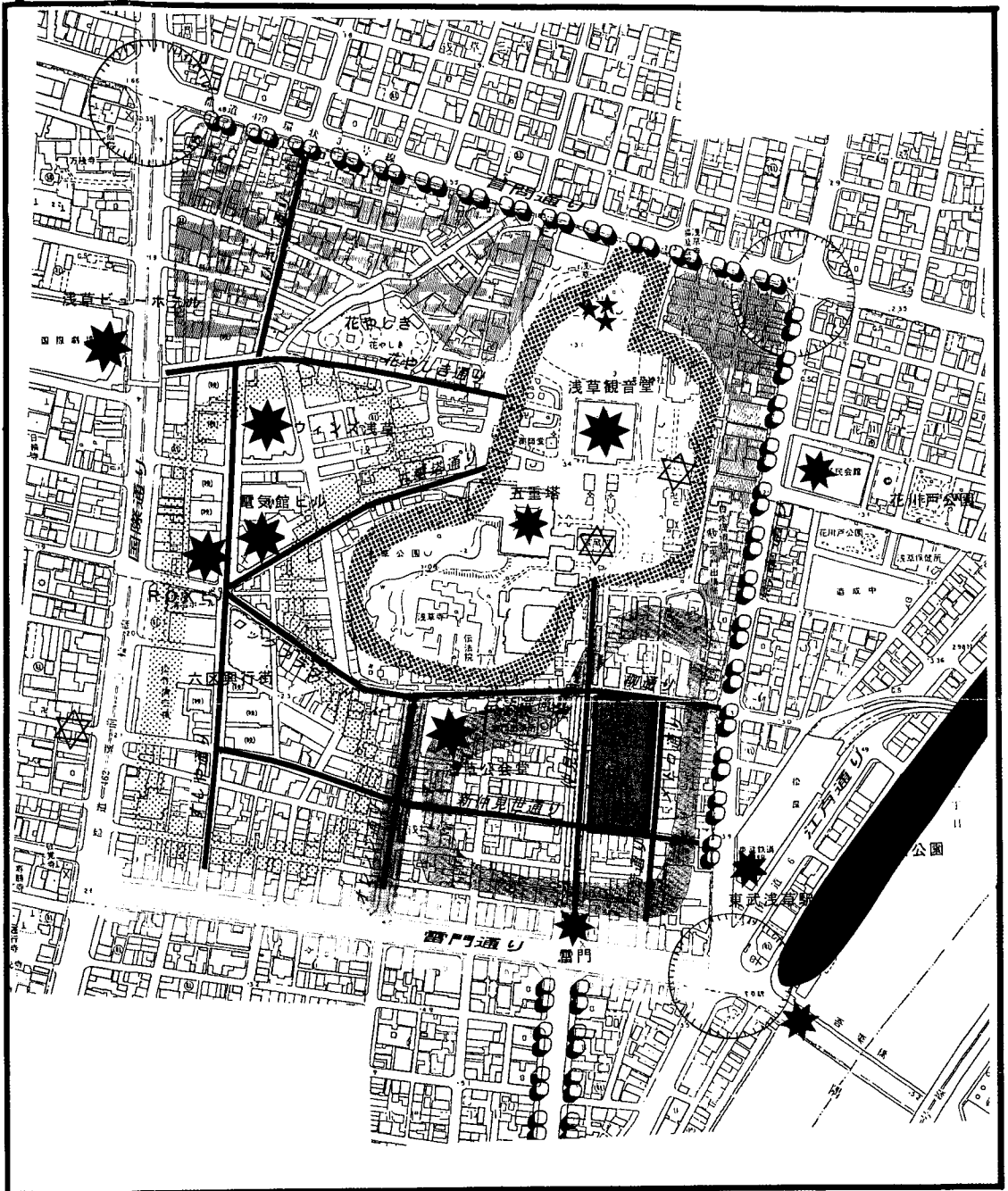
当所では観光施設のライトアップによる観光振興や商業の活性化がおもな目標となっている照明整備を見直し、住民の生活に密着した公共空間の照明をもう一度根底から考えていく取り組みを行ってきた。

今回提案した都市公共照明計画の策定手順を参考に、住民にとって快適でゆとりの感じられる夜間空間を創造していくことが期待される。

#### [引用・参考文献]

- [1] 都市の夜間景観研究会「都市の夜間景観の演出」大成出版社 1990.1
- [2] 石井幹子「環境照明のデザイン」鹿島出版会 1984.5
- [3] 山下葉、山本公夫「夜間の都市公共空間の快適性評価」電力中央研究報告 Y88012, 1988
- [4] 山本公夫「都市公共照明のデザイン」電力中央研究所研究報告 Y88023, 1989
- [5] 福井通「ポストモダンの都市空間」日本建築事務所 1989.3
- [6] 井口典夫、山本公夫「都市開発の将来展望（その1）」電力中央研究所研究報告 Y90008, 1990

( いうち まさなお  
やまもと きみお )  
経済部 社会環境研究室



- |                    |                               |                         |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------|
| ★ : サイトツブ (ランドマーク) | ★ : 樹木のサイトツブ                  | ○ : 下町風 (庶民的な雰囲気)       |
| ☆ : サイトツブ (ファストツブ) | ■ (点線) : モール照明 (現代風)          | ■ (点線) : 盛り場・現代的な雰囲気    |
| ■ (黒) : 半地下空間      | ○ (点線) : 通りの対峙を活かした照明         | ■ (斜線) : 歴史を感じる落ちついた雰囲気 |
| ○ (点線) : 交差点の照明    | ■ (黒) : 水辺の照明                 | ■ (斜線) : 江戸町風な雰囲気       |
| ○ (点線) : 歩行者照明     | ○ (点線) : ヒートマスクの感じられる照明 (下町風) |                         |

図3.1 照明マスタープランマップ(浅草地区)



図3.2 照明整備後の予想イメージ図(浅草地区オレンジ通り)

# 都市開発計画策定のための 歩行者流動モデルの開発

A Pedestrian Flow Model and its Application to Urban Development

キーワード：都市開発，地下利用，歩行者流動，多項ロジットモデル

鈴木 勉 井口 典夫

## 1. はじめに

近年，都市開発の分野では地下空間を有効に利用しようという動きが見られる。ことに大都市では，地価高騰に起因する用地難等により土地の有効利用が必至となっているが，地下利用はその解決策として，またアメニティ豊かな都市空間を形成する手段として，大きな期待を受けている。

本稿は，地下空間の利用を伴う開発を対象に，計画の策定段階で歩行者の流れを把握しておくことがいかに重要であるかを示し，その予

測方法を提案するとともに，地下開発における留意点を抽出することを目的とするものである。

## 2. 都市開発計画策定における歩行者流動予測の必要性

都市における地下利用は，都市生活を支えるインフラの充実，生活の場としての都市空間の創出といった面で期待されるが，一方，段差や unnecessary 迂回等の接続の悪さ，歩行者にとっての分かりにくさ，防災避難上の問題，膨大な建設費用や厳しい法的規制に起因する事業採算上の問題等が懸念されている。これら

の問題点を構造的に示すと，図1のようになる。地下空間利用上の問題点は相互に複雑に関係しているが，計画時において歩行者流動に配慮することにより，これらの問題の解決の糸口を見出すことができる。具体的には，複雑化した立体空間の利用形態の把握，災害時及び平常時における通行上のネック，防犯や採算性の観点から客の流れが行きわたるかどうかの検討や，景観上の配慮を行うべ

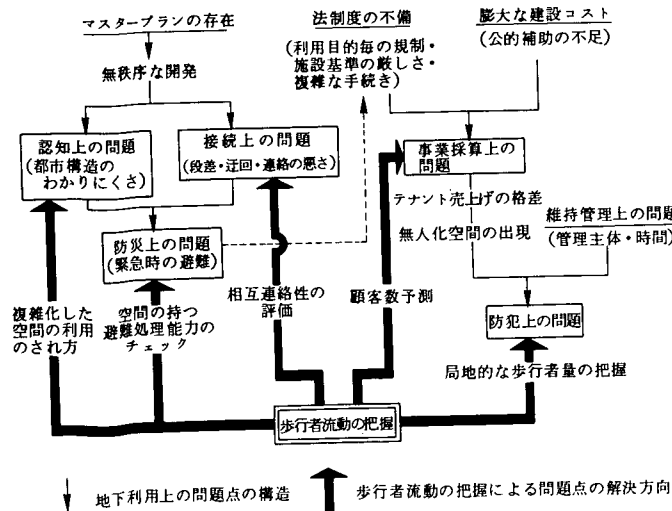


図1 歩行者流動と地下利用上の問題点との関連

き点の把握等、計画案の種々の評価に寄与できる。このように、地下開発の計画策定時においては、歩行者の流れを事前に把握しておくことが極めて重要と考えられる。

### 3. 歩行者流動の予測手法

以上の観点から、実用性・簡便性を念頭におきながら、都市地下開発に伴う地区レベルの地上・地下の歩行者流動の変化を予測する簡便な手法について検討する。

#### 3.1 歩行者流動の捉え方

本稿で対象とするような歩行者交通を考える場合、一般に対象地域が小さく、歩行者の出発地・目的地や経路が多様であり、また一般に歩行者の通行可能な街路網はかなり密に構成されている。したがって、実態調査が困難であると同時に、最短経路と距離のほとんど変わらない経路が多数存在するため、最短経路配分では、選択される可能性のある最短路と似たような経路が無視され、推定精度の低下をもたらすことが考えられる。このことから、歩行者交通量の予測においては配分交通量の推定が非常に重要となる。これに対しては経路選択を考慮した確率的配分が考えられる<sup>1)</sup>。

地下空間の場合には、人間の行動空間は三次元的になり、選択経路もより多様化してくるため、多数の経路を考慮したアプローチが必須となる。従って、確率的配分による簡便な歩行者流動予測法を提案する。なお、開発によって新たな歩行者空間が形成されることを想定し、また限られた実測データ（部分的な断面交通量）から予測すること、計画への反映に支障のない程度の予測精度で十分であることを前提として、ここでは正確な歩行者量を予測することはあえて目的としない。

#### 3.2 モデルの構築

モデルの基本的な考え方は以下の通りである。歩行者はある出発地から目的地までを移動しているものと考え、歩行者流動はこのトリップが積み重なった結果であると捉える。同じODペア間でも歩行ルートは通常複数考えられ、歩行者は経路選択<sup>2)</sup>を行うものとする。対象地区の街路網をノードとリンクの2つの構成要素から成るネットワークにモデル化する。駅の入出口や主要施設、ランドマークなど、人の行動単位の出発地や目的地になると考えられるノードをターミナルノードとしておく。

重回帰分析による経路選択要因分析と多項ロジットモデルをベースにした経路配分手法を以下のように構築した。

##### (1) 現在リンク通行量の推定

リンク量は部分的に分かっている場合が多いが、この場合は、通行量が沿道の魅力で決定されると仮定し、以下の式で推定する。

$$\log N_i = \sum_{j=1}^{n_j} a^j x_j^i + a^0 \quad (1)$$

但し  $i$  はリンク番号、 $j$  は属性項目の番号、 $x$  は属性変数、 $N_i$  は通行量である。各リンクの属性から重回帰分析によりパラメータ  $a^j$  を推定する。この結果から、全リンクについてその通行量を推定する。過去の研究結果から、経路選択要因の属性は距離、沿道の商業活動、舗装・幅員等の街路特性に絞って考えた。

##### (2) ルート選択率式の推定

1) 確率的配分モデルに関しては、飯田他(1984)<sup>(2)</sup>や山中・天野(1985)<sup>(3)</sup>によるDial確率配分法の研究がある。これは、OD交通量をロジットモデルに従って効率的経路(出発点から必ず遠ざかる経路)に配分するものである。

2) 歩行者の経路選択要因の分析については、高辻・深海(1983)<sup>(4)</sup>、溝端(1985)<sup>(5)</sup>等が挙げられる。これらは、歩行者の経路選択において必ずしも最短経路が選択されるわけではなく、幅員、舗装、沿道特性も重要な要因となることを指摘している。



ターミナルノードを起終点として OD ペアを作り、各ペア毎に、できるだけ最短となる経路でかつ目的地に必ず近づくという基準に従って選択経路の候補を抽出する。まず現在の相対ルート通行量（ルート交通量に比例する量） $M_k$  を推定する。

① 相対ルート交通量推定

$$M_k = \frac{\sum_{i \in L_k} d_i \cdot N_i}{\sum_{i \in L_k} d_i} \quad (2)$$

ここで、 $k$  はルート番号、 $d_i$  はリンク  $i$  の延長、 $L_k$  はルート  $k$  内のリンク集合である。これを用いて、現在のルート選択率の推計を行う。

② ルート選択率計算

$$p_k = \frac{M_k}{\sum_{k \in R_l} M_k} \quad (3)$$

$l$  は OD ペアの番号、 $R_l$  は OD ペア  $l$  内のルート集合である。そして、各経路への歩行者数の割り振りは多項ロジックモデルに従うとし、経路選択要因データを用いて、ルート選択率を推定する。

③ ルート選択率推定

$$p_k = \frac{\exp(\sum_j b^j \cdot x_k^j)}{\sum_{k \in R_l} \exp(\sum_j b^j \cdot x_k^j)} \quad (4)$$

これは、

$$\log p_k = \sum_j b^j \cdot x_k^j - C_l \quad (5)$$

と変形することにより、線形重回帰分析を用いて  $b^j$ 、 $C_l$  を推定できる。なお、 $C_l$  は OD ペアに依存する定数なので、ダミー変数を組み込んで推定する。

(3) 将来リンク通行量の推定

(2) で推定したパラメータをもとに、将来の経路での選択率を推定する。別に推定した将来のターミナルノード間の分布交通量を各ルートに配分し、将来ルート交通量の推定を行う。

これをリンク毎に集計することにより、リンク毎の将来交通量推計が完了する。

4. 浅草再開発構想への適用

当所では、関係者からの要望に応え、東京都台東区・浅草地区の活性化に向けて都市再開発構想を作成した。これをケーススタディの対象として上記モデルを適用し、再開発後の歩行者流の予測を通して、賑わいを周辺部へ自然に回遊させることができるかどうか分析してみた。

対象地域はおよそ浅草一丁目地区とした。ターミナルノードとしては、営団地下鉄・東武線・都営線各駅や雷門・浅草寺といった観光スポット、盛り場地区等とした。また、再開発後は常磐新線の新駅や半地下空間がこうしたノードになるものと想定している。新設される地下通路の街路特性は、アーケード・ペープメントが両方備わった街路に相当し、幅員は地上と同等であるとした。地下出入口部については、上下の移動抵抗を距離換算して考え、ここでは距離 50 m の歩行と同等として扱った。

地下開発実施後の歩行者の流れの推定結果は図 2 のようになった。これより言えることを整理すれば、以下ようになる。

(1) 街路毎の歩行者通行量

地下歩行者ネットワークの出現により、経路の選択が多様化し、回遊効果が見られる。常磐新線の開通による地下部の東西方向の通路の部分に顕著である。半地下空間へ接続する部分にも比較的大きな負荷が生ずるものと思われる。

一方、計画に従った魅力的な地下空間ができることによって、地上の客の減少につながっている部分も見られる。また、地下部で人のあまり行きわたらない箇所が見られ、防犯面からの検討を要する。

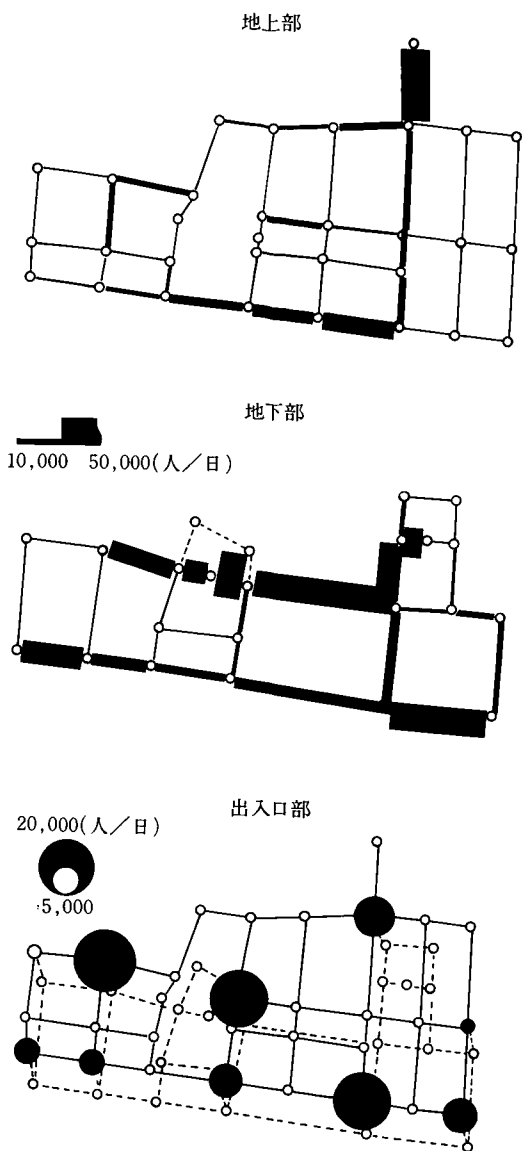


図 2 開発後の推定歩行者量（休日）

(2) 地下出入口部の通行量

地上と地下の連絡部については、雷門、洋風半地下空間、盛り場地区入口において通行量が大きくなるので、見合った規模の通路幅員や空間の広さを確保することが肝要である。

(3) 考慮すべき施策

防災面からは、地下の東西方向の通路に十分な幅員を確保し、地上地下連絡部のうち負荷の

大きい上記の箇所には優先的にポケットパーク等を利用した滞留空間をつくり、空間にゆとりを持たせるべきであるといえる。歩行者の少ない地下部分については、店舗配置計画の見直しや照明による演出等の対応を図る必要がある。

5. まとめ

本報告で提案した手法による分析結果を参考にすることで、既成商業地を回遊性の高い商業空間として活性化するための方策を考案することができる。いくつかのケース・スタディを通して計画上支障のない精度での予測能力が確認されれば、地下開発への適用性は大きいと期待できよう。

今後の課題としては、計画に有用な知見を得ることのできる範囲内で、より簡便な予測方法を確認すること、地下空間において具体的にどんな人間活動が新たに展開されるかといった、いわば質の面をも考慮することなどが残されている。

【参考文献】

- [1] 井口典夫：「電気事業の都市開発への参画」, 電力経済研究, 26, 1989.
- [2] 飯田恭敬・高山純一・金井一二・水口玲二 (1984)：「Dial 確率配分法を導入したリンク交通量による道路網交通需要推計法」, 都市計画別冊, 19.
- [3] 溝端光雄 (1985)：「住民の経路選択特性に関する分析」, 都市計画別冊, 20.
- [4] 台東区：「浅草商店街診断報告書」, 昭和 55 年.
- [5] 高辻秀興・深海隆恒 (1983)：「住宅地における歩行者の経路選択行動についての分析」, 都市計画別冊, 18.
- [6] 山中英生・天野光三 (1985)：「多経路確率配分モデルを用いた住区内歩行者・自転車交通の経路配分手法」, 都市計画別冊, 20.

（すずき つとむ  
いぐち のりお  
経済部社会環境研究室）

# < 電氣事業経営 >



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

# 電気料金に係わる各種規制方式と今後の展開方向

## A Prospect on Incentive Regulations of Electric Utility Rate

キーワード：内外価格差，電気料金，総括原価方式，  
インセンティブ規制方式，公共政策

井口典夫 小野島智子

### 1. はじめに

#### 1.1 日米構造協議と内外価格差問題

平成元年から始まった日米構造協議では、両国の国際収支を調整する上で障壁となっている諸課題の構造と、その是正策が検討されている。内外価格差問題も主要課題の1つに数えられ、政府（内外価格差対策推進本部）は平成元年12月から本年3月にかけて合計4回の会合を開き、内外価格差を縮小するための具体的施策のとりまとめを行ってきた。公共料金に係わるサービスについては殆ど非貿易財であり、料金が国際的に等しくなる必然性はない。しかし、日米共同の価格調査の結果、円高期においても規制品目は非規制品目に比べて価格が低下しにくかったことが判明したため、我が国の被規制産業の構造的な経営効率を見る1つの指標として、公共料金の内外価格差が注目されるようになった。

#### 1.2 料金の規制方式に対する研究の必要性

上記の具体的施策の1つとして、経済企画庁は「国際的な観点から公共料金政策の運用の在り方等について調査を行い、平成2年度末までに検討を終えて結果を公表する」方針を固めていた。当時、当所でも新時代の電気事業像を描

くための「公益事業問題研究会（座長・若谷佳史）」を設置し、規制緩和下の料金規制方式についての調査結果が出揃い始めたところであったため、当所の研究報告のとりまとめについても、国の施策の大きな流れの中での位置付けに十分配慮しながら行うこととした（参考文献[1]）。次節以降はその概要を、電気料金への適用を意識しつつ簡単に紹介したものであるが、成果は経済企画庁の報告書（参考文献[2]）にも反映されているので、公共料金全体からの鳥瞰的な分析はそちらの方を参照されたい。

### 2. 各種料金規制方式の比較検討

#### 2.1 現行の総括原価方式の改善余地

電気・ガス・鉄道等のサービスに対して種々の規制を課す目的は、それにより良質なサービスを安定的にかつ最小の費用で利用者にあまねく行きわたらせることにある。現在、費用最小化を実現するための料金規制としては、独占利潤そのものを厳格に制限する総括原価方式が多く採用されているが、最近の規制部門における競争要因の増大や経営多角化に向けた事業者の枠組み変化の中で、現行方式の改善や見直しにつながるような議論も少しずつ出始めている。

改善余地として指摘される点は、主に次の4点に絞られる。i) 経営の効率化・合理化への誘因を更に高めることができないか、ii) 需要種別間や規制・非規制部門間の内部補助を回避させるような仕組みをつくれぬか、iii) 規制作業の円滑化が図れないか、iv) 経営努力等の点から報酬の根拠をより明確にすることができないか。

日本の電気事業の場合、料金規制の弾力的な運用や補完的機能の整備等により、現在までのところ上述したような点は殆どカバーされている。ただし、より原則的恒久的な方法によって

制度の改善が図られる途があり得るのであれば、その議論に耳を傾けることもけっして無意味ではなからう。そこで、これまでに現行方式の改善余地をかなり意識しながら、欧米で実験的に導入が試みられてきた、いくつかのインセンティブ規制方式について触れておくこととしたい。

2.2 インセンティブ規制方式の概要

(1) 機能・分類と欧米における実施状況

インセンティブ規制方式とは、行政当局が事業者に対してある経営上の目標値を示し、業績がそれを上回った時には「報奨」を、下回った

表一1 インセンティブ規制方式の実施例——米国の電気事業を中心に  
Table-1 Examples of Incentive Regulations

規制方式の分類・名称		実 施 例	
		電気事業（米国の州名等）	他の公益事業（国・事業者名等）
部分的 ア プ ロ ー チ	発電所パフォーマンス方式 (燃料費・資本費等)	コネティカット (1979) ニュージャージー (1983) フロリダ (1980) バージニア (1983) カリフォルニア (1981) テキサス (1984) アーカンサス (1981) アリゾナ (1984) ニューハンプシャー (1982) アイオワ (1986) コロラド (1983) マサチューセッツ (1988)	
	部分的費用調整方式 (燃料費・買電費等)	ニュージャージー (1977) ニューヨーク (1983) ミシガン (1979~83) ノースカロライナ (1983) オレゴン (1980) カリフォルニア (1983) ほか	日本の鉄道・バス事業等
	指数連動方式 (人件費・資材購入費等)	ミシガン (1979~83) ニューヨーク (1983)	ミシガン・ベル (1980~83)
包括的 ア プ ロ ー チ	料金自動調整方式	ニューメキシコ (1975~82) アラバマ (1982) ほか	アラバマ・ガス (1985) サウスセントラル・ベル (1986)
	スライディングスケール方式	ワシントン D. C. (1924~55) ニュージャージー (1944~48)	
	料金水準ヤードスティック方式	<米国の一部の州で導入を検討中>	日本の鉄道・バス事業等で運用
	プライスキップ方式	英国の配電部門で導入 (1990)	ブリティッシュ・テレコム (1985) ブリティッシュ・ガス (1987) 英国水道会社 (1990) AT & T (1989) ニューヨーク・テレフォン (1989) パシフィック・ベル (1990) 米国BOCの接続料金 (1991) ほか

(凡例) カッコ内の数字は導入年次または実施期間。

時には「制裁」を与えることにより、事業者の経営努力を喚起して費用最小化を実現するものである。この方式は、事業者の特定の費用・パフォーマンス要素の改善を目標とする部分的アプローチと、費用全体や総合的なパフォーマンスの改善を目的とする包括的アプローチの2つに大別される。前者はデータの入手や計測の容易さにおいて後者よりも優れるが、他の項目の犠牲の下に特定の費用・パフォーマンス要素を改善しようとする誘因を事業者に与える、という点では後者に劣る。

米国で実施されてきたインセンティブ規制方式の大半は部分的アプローチに相当するものである。発電所パフォーマンス方式・部分的費用調整方式・指数連動方式がその代表である。一方、包括的アプローチの例としては、現行方式の部分的改善策としての料金自動調整方式・スライディングスケール方式・料金水準ヤードスティック方式のほか、抜本的対応策としてのプライスカップ方式があげられる。かつては米国電気事業におけるスライディングスケール方式が著名であったが、最近ではサッチャー政権の強力な民営化政策の下での、英国の各公共サービス部門におけるプライスカップ方式の導入が目撃されている。表一は、こうした様々な実施例をとりまとめたものである。

## (2) 事例紹介；規制のデザインとその長短

上述した7方式のうち、ここでは代表的な2つの事例について紹介したい。

### ① スライディングスケール方式

事業者の達成報酬率があらかじめ定められた公正報酬率と異なる場合、その差の一定比率分だけが実際に受け取る報酬に反映されるもの。式は、

$$r_i' = r_i + a(r^* - r_i)$$

ただし、 $r_i'$ ；実際に取得する報酬

$r_i$ ；達成報酬率

$r^*$ ；公正報酬率、 $0 < a < 1$

米国での実施経験を見ると、本方式は経営環境の安定期には極めて有効である。しかし、事業者の守備範囲を超えた、インフレや技術革新などによる投入物価格の変動が生じた場合、対応に仲々難しい面が出てくる。

### ② プライスカップ方式

費用の積み上げでなく、物価指数や目標生産性等を基に、料金の上限そのものを直接設定するもの。行政当局は必要なパラメータ値を決めるだけで、事業者は与えられた上限内で自由に料金を設定できる。式は、

$$\bar{P}_i = P_{i-1}(1+I-X)$$

ただし、 $\bar{P}_i$ ；料金水準の上限

$P_{i-1}$ ；前年の料金水準

$I$ ；物価指数変化率

$X$ ；事業者の生産性向上努力率

この方式は、現行方式に対する4つの改善余地を全てカバーしている。しかしその一方で、欧米の実施例の事後評価等から、現行方式にはない新たな問題点を持つものであることが明らかになっている。即ち、i) 料金水準の初期値の与え方など、現行方式に比べてその考え方が社会一般の人々にわかりにくく、運用上の利便を追求した安易な方式との印象を与えやすい、ii) 合理化の最も重要な指標であり、一定期間固定化するX値の与え方にしても、決定的なルールがないために事業者に過大な利益（損失）を続けさせる懸念が残る、iii) 費用節減への誘因を極度に高めるものなので、長期投資やサービスの質的向上への意欲を低下させやすい、iv) 競争的分野で料金低下、独占的分野で値上げとなる可能性が高く、小口需要家保護の問題

が生ずる上に、どのような効果が得られたとしても差別的価格設定によるものと見なされがちである。

2.3 各種料金規制方式の特質比較

プライスキップ方式の持つ問題点は、程度の軽重を別にすれば、他のインセンティブ規制方式にも共通するものである。それらを「安易な値上げの容認」「膨大な利益（損失）の継続」「長期投資への意欲減退」「小口需要家の犠牲」に整理し、冒頭に紹介した現行方式の4項目の改善余地と並らべ、各種料金規制方式の特質を比較してみたのが図-1である。これによれば、総括原価方式を改善するために様々なインセンティブ要素（効率化要素）を取り込むにつれ、逆に現行方式にあった良さ（公平化要素）

が次第に失われていく、いわゆるトレードオフの関係が見られることに気づく。特に日本の電気事業の場合、i) 設備利用率などの点で、経営合理化が既にかなり進んでいること、ii) 需給逼迫に対応するため、今後も原子力発電所等への長期投資を積極的に進めなければならないこと、iii) 規制方式の変更を理由に小口の電灯料金を上げるのは、社会的影響が大きすぎること——などに鑑み、規制方式そのものの変更には慎重な姿勢が求められよう。むしろ、インセンティブ規制方式が基本的に Yardstick（他社比較）・Indexing（指数運動）・Sharing（利益分配）の3つのアイデアから成り立つものであることに着目し（表-2 参照）、料金設定上の個々の問題に応じて3つの要素を局所的

比較項目 規制方式の分類・名称		A 欄				B 欄			
		効率化・合理化に 高める誘因を 合理化に	内部補助回避への 誘因を創出 する	規制化・簡便化 を図る	報酬の根拠を より明確にする	膨大な利益継続 の回避	安易な値上げ が困難	長期投資・サー ビス向上への 誘因	小口需要家保護 など社会的配慮
総括原価方式						●	●	●	●
インセンティブ規制方式	部分的アプローチ	■				■	■	■	■
	部分的費用調整方式	■				■	■	■	■
	指数連動方式	■							
	包括的アプローチ	■	■			■	■	■	■
	スライディングスケール方式	■							
	料金水準ヤードスティック方式	■							
	プライスキップ方式	■	■						

- (凡例) ・ A欄の項目…総括原価方式の改善余地として、よく指摘される項目。  
 ●: 各種規制方式の導入により、かなりの改善が期待できそうなもの  
 ■: 各種規制方式の導入により、ある程度の改善が期待できそうなもの  
 ・ B欄の項目…各種規制方式との比較の中で、総括原価方式の長所として評価される項目。  
 ●: 総括原価方式と同種の長所を同等に持つと評価されるもの  
 ■: 総括原価方式と同種の長所をある程度持つと評価されるもの

(注) ・ 文献資料サーベイにより、欧米での実施例の評価等を中心にとりまとめ、項目間相互の若干の調整を行ったもの。  
 ・ 横軸の項目は、いくつかの評価視点を集約したものであり、項目の数自体には大きな意味はない。

図-1 各種料金規制方式の特質比較

Fig. -1 Characteristics of Incentive Regulations



表-2 インセンティブ規制方式のデザイン要素  
Table-2 Technical Components in Incentive Regulations

規制方式の デザイン要素 分類・名称		Yardstick (他社比較)	Indexing (指数連動)	Sharing (利益分配)
部分的 アプローチ	発電所 パフォーマンス方式	○		○
	部分的費用調整方式	△		○
	指数連動方式		○	△
包括的 アプローチ	料金自動調整方式	○		
	スライディング スケール方式	○		○
	料金水準ヤード スティック方式	○		△
	プライスキップ 方式	○	○	△

(凡例) ・「○」: その規制方式の骨格をなす主要な要素  
 ・「△」: その規制方式に含まれることのある付随的な要素

にどう活用できるのか、を検討するのが現実的な対応と言えそうである。

### 3. 今後の展開

#### 3.1 現実の日本社会が求める公共料金

効率性を追求するプライスキップ方式を導入した国では、事業者のX値をめぐる談合や小口需要家の犠牲が問題視されるなど、公平性を求める社会からの反応が様々な形で現われ始めている。それでは、今の日本社会が公共料金に求めているものは何なのか。この疑問への回答を得るために、当所では本年3月に、首都圏の主婦を対象に料金の規制方式等についての社会調査を実施してみた。現在はデータの集計・分析の最中であるが、既に「原価主義などわかりやすい料金の決め方への理解と支持」「大口対小口など需要種別間の料金格差の縮小」「社会福祉的観点の重要性」といった結果が出てきている\*。こうしたことから、公共料金の研究が効率性を優先するあまり現実の社会からかけ離

れたものにならないよう、社会的公平論からのアプローチも強く望まれるところである。

#### 3.2 公共政策を誘導する革新的な料金制度

かつて省エネを推進するために電気の通増料金制が採用されたように、将来の望ましい社会づくりに向けた公共政策誘導型の料金制度に対する要望が、政策サイドで再び強くなりつつある。関連する設備投資の円滑化のほか、地域振興・アメニティ創出・産業構造転換・省資源等を、公共料金面からどれだけ支援できそうなのか。今後の料金研究の重要なテーマとなり得るものであり、当所としても、内外価格差問題と調整を図りつつ国（通産省、経済企画庁等）と連携を保ちながら、新たなアイデアを出していきたいと考えている。

#### [参考文献]

- [1] 井口・小野島・若谷, 公益事業料金に係わる各種インセンティブ規制の概要, 電力中央研究所報告 Y90011, (財)電力中央研究所, 1991.1
- [2] 経済企画庁物価局, 公共料金の運用の在り方に関する調査報告書(概要), 1991.5

( いぐち のりお  
おのじま ともこ  
経済部 社会環境研究室 )

\* 調査結果は年内に報告書としてとりまとめる予定である。



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

# 日本の資産市場モデルと為替レートの決定

## A Model of Japanese Asset Markets and Determination of Exchange Rate

キーワード：資産市場，資産選択モデル，対外資産，為替レート，  
ストック・アプローチ

森 川 浩 一 郎

日本経済に多大な影響を及ぼす為替レートの決定理論として、最近ではストック・アプローチが有力視されるようになった。特に1980年代以降の、金融の国際化・自由化などにより、海外資産を含む各資産の代替性が増大したため、為替レートの変動も貿易決済に係わるフローとしての外貨に対する需給よりは、資産選択（ポートフォリオ）に基づくストックとしての外貨に対する需給に大きく依存するようになってきたことがその背景にある。

本研究では、ストックアプローチの一種であるポートフォリオバランス・アプローチに立ち、①対外資産を含む家計、企業等の資産選択行動について資産需要関数を推定して実証分析を行い、②各資産の収益率と為替レートを同時に決定するような「資産市場の一般均衡モデル」を開発する。そして、③モデルによるシミュレーション分析によって米国の金利変化等の影響等を明らかにする。

1. はじめに
  2. モデルの理論的フレームワーク
  3. 資産需要関数の推定
    - 3.1 家計の推定結果
    - 3.2 非金融企業の推定結果
    - 3.3 民間金融機関の推定結果
  4. 資産市場モデルの構築
  5. シミュレーション分析
  6. 問題点と今後の課題
- 参考文献

### 1. はじめに

為替レートの変動要因の解明は、日本経済の動向を分析する上での重要なテーマである。特に1980年代以降の、金融の国際化・自由化の進展などを背景として、為替レートが国内外の金融動向に一層敏感に反応するようになったため、その動向を分析するためには、企業等の資産選択行動を明らかにする必要がある。

資産市場の一般均衡分析の理論的フレームワークは、Brainard-Tobin<sup>(1)</sup>、Tobin<sup>(2)</sup>によ

り提示された。これがいわゆる、ブレイナード・トービン型の資産需要システムといわれるものである。以後、資産市場の一般均衡分析の多くがこのフレームワークに基づいている。為替レートの決定理論として知られているポートフォリオバランス・アプローチは、このフレームワークを対外資産を含む形に拡張したものである。このアプローチによる実証分析は、分析上の難点から、マクロの理論モデルから得られた誘導型としての一本の為替レート決定式を推定するものが多い。しかし、この方式では、資

産市場全体における波及分析が行えないという弱点がある。

本稿では、このような誘導型方式によらずに、①対外資産を含む各経済主体の資産需要関数を推定し、②為替レートを国内の資産収益率等と同時に決定するような、資産市場の一般均衡モデルを構築する。これにより、③米国の金利変化等の外生的なショックのスピルオーバーが、資産市場の裁定関係の中で、どのように波及していくのかを分析する<sup>1)</sup>。

## 2. モデルの理論的フレームワーク

ここでの分析で用いられるプレーナード・トービン型の資産需要システムは、経済主体の保有する資産・負債の残高を正味資産、経済活動水準 (Activity)、及びすべての資産の収益率の関数として表すものである。第  $s$  主体の保有する資産、負債が  $n$  個に集計され、それに関連する  $m$  種類の資産収益率があるとすれば、この資産需要システムは次のように表される。

$$A_{it}^s = \alpha_{si} + \beta_{si} V_t^s + \gamma_{si} W_t^s + \sum_{j=1}^m \delta_{sij} R_{jt} + \varepsilon_{sit} X^s + u_{sit} \dots\dots\dots (1)$$

( $i=1 \dots n$ )

$$W_t^s = \sum_{i=1}^n A_{it}^s \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $A_{it}^s$  : 主体  $S$  の  $t$  期末における第  $i$  資産 (負債) の保有残高 (負債の場合は、負の値をとる)

$V_t^s$  : 主体  $S$  の  $t$  期における活動水準

$W_t^s$  : 主体  $S$  の  $t$  期末における正味資産

$R_{jt}$  : 各資産の収益率

$X^s$  : 主体  $S$  の資産需要関数におけるその他の説明変数

$u_{sit}$  : 主体  $S$  の資産需要関数における誤差項

$\alpha_{si}, \beta_{si}, \gamma_{si}, \delta_{sij}, \varepsilon_{si}$  : パラメーター

(2) 式の意味するところは、各資産、負債の合計額が正味資産として定義されるということである。これを資産制約式と呼ぶ。このときこのシステムは、加法性 (Adding-up) の制約として

$$\sum_{i=1}^n \alpha_{si} = 0, \sum_{i=1}^n \beta_{si} = 0, \sum_{i=1}^n \gamma_{si} = 1, \sum_{i=1}^n \delta_{sij} = 0, \sum_{i=1}^n \varepsilon_{si} = 0, \sum_{i=1}^n u_{sit} = 0 \dots\dots\dots (3)$$

を (1) 式の説明変数の値のいかんにかかわらず満足しなければならない。この制約を満たした上で、粗代替性といった経済理論に合致した符号条件を満たすパラメーターを推定することが本研究の大きな目的の一つである。このようなシステムで資産需要関数を推定することは、方程式の誤差を全体に分散させるといったメリットをもっている。

本研究で、資産需要システムを適用した勘定体系は、国内金融資産・負債については、日本銀行の発表している「資金環境勘定」のストック表に基づいている。また、企業の実物資産については、「民間企業資本ストック」のデータを、さらに対外資産・負債については、大蔵省「国際金融局年報」から得られるデータを利用して全体の勘定体系を作成した。

ここで、経済主体としては、家計、非金融企業、民間金融機関の三つの主体を内生部門として扱う。そして資産・負債については、現金通貨、預金、実物資本ストック (市場再評価値額)、対外金融資産 (円建て)、対外直接投資 (円建て)、その他資産・負債の六つの項目に集

1) 本稿の作成に際して、建元正弘帝塚山大学教授、服部恒明当研究所専門役よりご指導を頂いた。また、斎藤光雄帝塚山大学教授、小川一夫神戸大学助教授より貴重なコメントをいただいた。もちろんあり得べき誤りはすべて筆者がその責を負うものである。また、このモデルのより詳しい分析結果等については、文献 [9]、[10] を参照されたい。

計している。資産・負債、正味資産、活動水準は、すべて共通のデフレーターによって実質化し、収益率も実質のものを用いている。また、外国資産の収益率は期待為替レート変化率によって修正している。推定期間はいずれも1973年第3四半期から1988年第4四半期で、SUR法によって体系推定を行った<sup>2)</sup>。

### 3. 資産需要関数の推定

資産需要システムの推定結果は、表1～表3に掲載されている。推定式は、(1)式で表されるシステムの収益率以外の項を正味資産（民間金融機関の場合は（正味資産＋預金））で割ったシェアの形になっている。また、一部の係数推定値をゼロと仮定し（表の空欄になっているところ）、資産需要がストック調整原理に基づくものとし、各資産のラグ項も加えた。このとき、定数項が正味資産増加のときの効果を示し、 $(1/\text{正味資産})$ と $(1/(\text{正味資産}+\text{預金}))$ の項はもとの資産需要関数の定数項を表す。加法性の制約により、正味資産（＋預金）の効果を表す係数推定値（定数項）を各資産についてたしあわせれば1となり、他の説明変数の係数推定値を同様にたしあわせればゼロになっている。

### 3.1 家計の推定結果

家計の推定結果は表1に示されている。まず、正味資産の効果は、いずれの資産についても正で、しかも有意となっている。これは正味資産の蓄積とともに各資産の保有額も増加していくことを表している。

活動水準（GNP）の効果は、各資産の需要関数ではいずれも正である。現金通貨については、この項は貨幣の取引需要の効果を示す。預金についても通貨性の預金を含んでいるので、この効果が検出されたものと考えられる。通常、正味資産が不変のもとで活動水準が増すと、経済主体は、負債を増やして通貨性の高い資産を多く保有しようとする行動すると考えられる。負債については、このモデルでは、そのすべてがその他資産・負債の項目に集計されているので、この結果は妥当なものであるといえよう。

収益率の効果については、預金と国内債券に関する自己収益率の効果は、いずれも正で、現金通貨と債券の代替関係も検出されている。その他資産・負債は様々な資産、負債の集計であるので、収益率に関しては符号条件を確定でき

2) データの出所および作成方法については、森川[9]参照。

表1 資産需要システム（家計）推定結果

	定数項	1/ 正味資産	GNP/ 正味資産	預金金利	債券利回 り	現金通貨 ラグ/ 正味資産	預金ラグ/ 正味資産	国内債券 ラグ/ 正味資産	その他資産 ラグ/ 正味資産	回帰の 標準誤差	DW 統計量
現金通貨 シェア	0.05307 3.49	-3.020 -0.19	0.19321 6.21		-0.00035 -1.56	0.60939 4.56	-0.03583 -1.72	-0.15788 -4.64	-0.05217 -3.14	0.00096	1.863
預金 シェア	0.40477 7.43	-280.510 -4.89	2.46530 4.69	0.00285 4.31		-0.23719 -1.73	0.44280 5.97	-0.61679 -11.02	-0.42541 -7.96	0.00535	1.352
国内債券 シェア	0.07687 3.89	4.979 0.23	0.07110 0.34		0.00010 0.45	-0.37220 -2.30	-0.05099 -1.88	0.77467 18.89	-0.10360 -4.87	0.00160	1.367
その他 資産・負債 シェア	0.46529 6.72	278.550 3.71	-2.72961 -4.09	-0.00285 -4.31	0.00025 0.73		-0.35598 -3.72		0.58118 8.69	0.00656	1.233

注) 上段：係数推定値，下段：t値

ない。この点とゼロの係数制約をおいたところ(空欄となっているところ)を除けば、このモデルは粗代替性を満足するシステムである。

最後にラグ項については、プレーナード・トービン型の資産需要システムでは、自己資産のラグの効果だけではなく、他の資産の影響も受ける。簡単な行列計算によりこの定差方程式システムが安定的であることが確かめられている<sup>3)</sup>。

資産需要システムの係数推定値の大きさを詳しく検討するためには、推定値を短期と長期の弾力性の形で表示することが必要である。これらを計算してみると、貨幣需要のGNPにたいする弾力性は、短期では、流動性の高い資産ほどその値が高くなっており、貨幣の取引需要の効果が検出されている。収益率に関しては、いずれも長期になると弾力性は(絶対値で)大きくなっており、資産の代替関係が強まることが示されている。特に国内債券の自己収益率弾力性が、長期になると大きくなっている。これは、国内債券需要関数の自己ラグの係数が大きく、調整速度が遅いことが原因かもしれない。

家計の資産需要関数の弾力性については、一般的によく使われるGoldfeld<sup>(3)</sup>型のものが、貨幣需要関数についていくつか計測されている。また、家計の資産需要システム全体については、斎藤・大鹿<sup>(4)</sup>の研究がある。まず、田中<sup>(5)</sup>が従来の貨幣需要関数についてサーベイを行っているので、それを参考にして、弾力性の大きさの比較を検討することにする。

田中<sup>(5)</sup>において、日本における家計の需要関数については、伊藤・北川<sup>(6)</sup>、及び彼自身の研究について弾力性の大きさが検討されている。被説明変数および推定期間は、田中ではマネーサプライ  $M_1$  について1975年I期～1984

年IV期、伊藤・北川では要求払預金について1968年I期～1976年III期であり、所得弾力性はいずれも家計の可処分所得についてのものである。これらの違いを考慮しても、本研究の短期の現金通貨、及び預金の短期所得(GNP)弾力性はそれぞれ0.82, 0.71と、この両研究に比べてかなり大きいと思われる。また、長期の弾力性についても、伊藤・北川<sup>(6)</sup>では1.3を超えているが、本研究の預金需要に対する所得弾力性は2.3と、これよりもかなり大きい。Goldfeld<sup>(3)</sup>型に比べて本研究では説明変数が多いため、多重共線性の影響を受けているのかもしれない。また、現金通貨需要関数の債券金利弾力性については、短期で-0.04、長期で-0.27と短期、長期ともに田中<sup>(5)</sup>の  $M_1$  需要関数のものとだいたい同じ値を示している。

斎藤・大鹿<sup>(4)</sup>は、正味資産と所得に対する弾力性については、クロスセクション・データを用いた推定結果をもとに計算している。預金需要の正味資産の弾力性については、本研究の結果は短期、長期ともに0.48程度と、斎藤・大鹿<sup>(4)</sup>に比較的近い値をとっているが、現金通貨需要および預金需要の所得弾力性については、本研究の方がやはり高い値になっている。債券需要関数では、短期の場合は0.16と本研究と斎藤・大鹿<sup>(4)</sup>の値はそれほど変わらないが、長期になるとかなり異なったものになっている。これは、ラグ項の係数推定値の影響によるものと考えられる。さらに、債券需要の自己収益率弾力性は、短期で0.01、長期で0.18と1954年から1974年までの年時系列データを用

3) この連立定差方程式システムが安定的になるかどうかは、推定された資産需要システムのラグマトリックスの固有値に依存するが、これを求めなくてもこのマトリックスのべき乗を計算していき、それがゼロ行列に収束していけば安定性を確かめることができる。

いた齋藤・大鹿<sup>(4)</sup>よりもかなり低い値となっている。

### 3.2 非金融企業の推定結果

非金融企業の推定結果は表2に示されている。この表の見方は家計の場合と同じである。正味資産の効果は、現金通貨以外では正で、資産蓄積によって資産需要が増大していくことが示されている。貨幣の取引需要の効果も有意に計測されている。

収益案の結果については、係数推定値をゼロと仮定した部分を除き、粗代替性を満たす資産需要システムを推定することに成功している。また、特に注目すべきことは、米国債利回りの対外金融資産と国内債券に与える効果が有意に計測され、内外の債券の代替効果が観測された点である。ラグ項については、家計の場合と同様にして、資産需要システムの安定性が確かめられている。

次に、家計の場合と同様にして弾力性を計算してみると、各資産需要における正味資産増加と活動水準(GNP)の効果は、実物資本を除き、長期においては短期よりも大きくなっており、これらの結果は妥当なものといえよう。

収益率に関しては、預金と実物資本以外の自己収益率による正の効果は長期になると強まり、交差効果による負の影響も多くの項目で強まっている。全体として、長期になると資産間の代替関係は、より強まる傾向がある。特に米国債利回りの国内債券と対外金融資産に対する効果と実物資本収益率の直接投資に対する長期的な効果が大きいことを示している。これが後述のシミュレーション分析の結果に大きな影響を与えるものと考えられる。

弾力性の大きさについては、先に紹介した田中<sup>(5)</sup>において、法人企業全体の Goldfeld 型

貨幣需要関数<sup>(3)</sup>の弾力性についても検討されているので、本研究のものと比較してみよう。家計の場合と同様に、彼自身の  $M_1$  需要関数(推定期間:1977年I期~1984年IV期)の弾力性と伊藤・北川<sup>(6)</sup>(推定期間:1968年I期~1976年IV期)の要求払預金需要関数の弾力性が比較の対象になる。

これによると、本研究の現金需要関数のGNP弾力性(短期0.67, 長期2.83)は、短期、長期ともにこの両研究よりやや高くなっている。これは、本研究が最も流動性の高い現金通貨のみの需要関数を扱っていることを考えれば、ある程度妥当なことであるかもしれない。これに対し、債券利回りの弾力性(短期-0.02, 長期-0.05)は上記の両研究の方がともに(絶対値で)高くなっている。

Ogawa-Saito-Tokutu<sup>(7)</sup>は、非金融企業の各資産について、クロスセクション・データによる係数推定値を利用して、正味資産と活動水準(売上)の弾力性を計測している。これによると、正味資産の効果は、Ogawa-Saito-Tokutu<sup>(7)</sup>では、貨幣、預金、債券、資本ストックについては長期になると弱まっているが、本研究では、逆に資本ストックを除き強まっている。資本ストックについては、本研究では短期と長期の弾力性と同一であるが、この弾力性はちょうどOgawa-Saito-Tokutu<sup>(7)</sup>における短期と長期の中間の値(0.70)になっている。活動水準の弾力性は、現金通貨(Ogawa-Saito-Tokutu<sup>(7)</sup>では、現金通貨+要求払預金)については、短期はほぼ同じで、長期では本研究の方が大きい。実物資本ストックに関しても、本研究(0.78)の方が大きくなっている。またOgawa-Saito-Tokutu<sup>(7)</sup>では、活動水準は、国内債券需要に対しては負の効果を示している。

表 2 資産需要システム（非金融企業）推定結果

	定数項	ダミー1 1980:4以降=1	ダミー2 1982:1以降=1	1/正味資産	GNP/正味資産	預金金利	債券利回り	②債券利回り	資本ストック 収益率	米国債利回り
現金通貨 シェア	-1.02E-06 -0.01	-0.00008 -0.90			0.01740 2.86			-0.00001 -1.02		
預金シェア	0.01387 1.84			124.210 3.01		0.00080 0.73				
国内債券 シェア		0.00223 1.72			0.07130 0.85		0.00037 1.40			-0.00053 -3.93
実物資本 シェア	0.92556 62.96			-65.324 -0.81	4.54080 8.67		-0.00696 -4.28		0.00126 1.74	
対外金融 資産シェア				298			-0.00011 -0.69			0.00041 4.12
対外直接 投資シェア			0.00236 0.87	-17.554 -0.45	0.31144 1.37				-0.00126 -1.74	
その他資産・ 負債シェア	0.06057 3.60	-0.00215 -0.87	-0.00236 -0.87	-41.630 -0.42	-4.94093 -8.69	-0.00080 -0.73	0.00670 4.04	0.00001 1.02		0.00012 0.73
	\$直接投資 収益率	現金通貨ラグ /正味資産	預金ラグ /正味資産	国内債券ラグ /正味資産	実物資本ラグ /正味資産	対外金融資産 ラグ/正味資産	対外直接資産 ラグ/正味資産	その他資産・ 負債/正味資産	同帰の 標準誤差	DW統計量
現金通貨 シェア		0.72547 7.41		0.00500 1.34		-0.00215 -0.75			0.00012	1.865
預金シェア			0.71042 8.11	0.56208 3.02		-0.17257 -0.86	0.43023 1.12		0.00626	1.284
国内債券 シェア		-0.02340 -0.98		0.98716 17.33	0.00382 2.06	0.02856 0.59		0.00305 0.24	0.00147	2.146
実物資本 シェア	-0.00040 -1.14								0.01623	0.576
対外金融 資産シェア						0.91648 21.27	0.03295 0.35		0.00152	1.252
対外直接 投資シェア	0.00040 1.14		-0.08083 -1.39	0.06746 0.55	0.00829 1.08	-0.13781 -0.94	0.83938 2.88	-0.00394 -0.12	0.00154	1.409
その他資産・ 負債シェア		-0.725470 -7.41	-0.606194 -5.10	-1.621702 -6.26	-0.012114 -1.53	-0.632503 -2.08	-1.302561 -2.34	0.000889 0.03	0.02193	0.750

(注) 上段：係数推定値，下段：t値

②債券利回り：今期債券利回りと前期債券利回りの平均

\$直接投資収益率：(前期直接投資収益率)/(国内資本ストック収益率)



### 3.3 民間金融機関の推定結果

金融機関には、民間の非金融部門から預金として吸収した資金を運用するといった間接金融としての働きがあり、その点で他の民間部門の行動様式と区分される。ここでは、金融機関の行動は、正味資産と預金を所与として、収益性から判断してそれを様々な資産、負債に振り分けるものとして定式化する。

民間金融機関の推定結果は、表3に示されている。本研究では、正味資産と預金の効果は区別されていない。正味資産・預金の蓄積の効果は、現金通貨を除き有意に正となっている。また、貨幣の取引需要の効果も有意に検出されている。

収益率の効果については、符号条件の確定できないその他資産・負債を除いて、推定されたシステムは、資産間の粗代替性を満足している。特に金融、実物資産ともに国内資産と海外資産の間の代替効果が有意に計測されていることは興味深い。金融資産の需要に対する収益率の効果の有意性は、全体的に家計や非金融企業の場合よりも高い。これは、金融機関の金利に対するより敏感な反応を示しているものと思われる。また、ラグ項の係数推定値から、家計、非金融企業の場合と同様に、この資産需要システムの安定性も確かめられている。

次に弾力性についてみると、収益率の効果については、まず、国内債券利回りの効果が、現金通貨需要関数を除き、長期では大きくなっている。まず、米国債利回りの効果も、国内債券と対外金融資産の各需要関数において、長期ではその効果が大きくなることから、金融資産の内外間の代替関係は、長期になるとかなり強まるのがわかる。これらの感応度は非金融企業の場合と比べても相当高い。これに対して、

資本ストック収益率からみると、実物資産の内外間の代替関係は長期では観測されず、この点は、非金融企業の場合とは異った結果となっている。また、直接投資需要については、預金とGNPに対する長期の弾性値は、短期の場合に比べて符号が反転し、しかも非常に大きな値になっているので、やや特異であるように思われる。

Ogawa-Saito-Tokutu<sup>(8)</sup>はプーリング法を用いて金融機関に関するブレーナード・トービン型資産需要システム推定しているが、その分析結果と本研究を比較してみると、債券需要の正味資産と預金に対する弾力性は、本研究の方が短期では小さく(0.06, 0.33)、長期では逆に大きくなっている(0.77, 4.07)。また、実物資本ストック需要の正味資産および預金に対する弾力性は、短期では本研究の方が大きく(0.46, 2.44)、短期の弾力性から長期の弾力性への低下の度合いも本研究の方が大きくなっている。収益率の弾力性については、国内債券需要の自己収益率弾力性は、短期、長期ともに本研究の方がやや小さい(短期 0.02, 長期 0.58)。逆に、国内債券需要の米国債利回りに対する弾力性は本研究の方が(絶対値で)かなり大きい(短期 -0.03, 長期 -2.25)。また、対外金融資産の自己収益率弾力性も本研究の方がかなり大きい(短期 0.17, 長期 8.44)。Ogawa-Saito-Tokutu<sup>(8)</sup>は、正味資産と預金を区別し、プーリングデータを使用して推定したものであり、この点が本研究と異なり、また資産の集計も本研究とは多少異なるために、両分析の間で係数推定値にかなりの差異が生じたものと思われる。

表 3 資産需要システム (民間金融機関) 推定結果

定数項	ダミー 1982:1以降=1	タイムトレンド	1/ (正味資産+預金)	GNP/ (正味資産+預金)	債券利回り	#債券利回り	≠資本ストック 収益率	米国債利回り
現金通貨シェア				0.09364 6.09	-0.00001 -0.21			
国内債券シェア	0.10718 3.81		-154.770 -2.12	0.14642 0.27	0.00070 1.99			-0.00092 -5.10
実物資本シェア	0.09940 7.65		-56.166 -2.81	0.52870 3.49	-0.00102 -7.87		8.45E-07 2.37	
対外金融資産 シェア	0.18412 4.90		10.294 0.29					
対外直接投資 シェア	0.00308 3.33	0.00002 2.11	67 0.03	-0.02031 -1.32				
その他資産・ 負債シェア	0.60622 13.46	-0.00002 -2.00	200.575 2.54	-0.74845 -1.38	0.00033 0.90	0.00136 3.77		
現金通貨ラグ/ (正味資産+預金)	0.22578 1.86	-0.03741 -3.88						
国内債券シェア			-0.23504 -3.95					
実物資本シェア		0.66516 12.46	-0.11135 -5.88		-0.11092 -7.97			
対外金融資産 シェア		-0.14289 -0.87	0.78643 14.05		-0.19431 -4.82			
対外直接投資 シェア		0.01599 3.58	-0.00014 -0.06					
その他資産・ 負債シェア	-0.22578 -1.86	-0.50085 -3.14	-0.43990 -5.80	0.80901 14.50	0.30523 7.78	0.00010 0.00483		0.00092 5.10

(注) 上段:係数推定値,下段:t値

#債券利回り:前期の債券利回り

≠資本ストック収益率:(国内資本ストック収益率)/(前期直接投資収益率)

DW統計量

1.925  
1.513  
1.839  
2.092  
1.875  
1.438

回帰の標準誤差

0.00039  
0.00348  
0.00093  
0.00283  
0.00010  
0.00483その他資産・負債/  
(正味資産+預金)0.00033  
0.90対外直接投資ラグ/  
(正味資産+預金)0.00033  
0.90対外金融資産ラグ/  
(正味資産+預金)0.00033  
0.90

#### 4. 資産市場モデルの構築

以上の各方程式を整合的に結合して、資産市場の一般均衡モデルを構築した。本モデルの資産市場は、現金通貨、預金、国内債券、実物資本ストック、対外金融資産、対外直接投資、その他資産・負債の7つから成る。このうち預金については、金融機関は設定した預金金利のもとで、非金融部門の需要する預金をすべて受け入れると仮定し、預金市場では、需給均衡によって金利を決定しないものとする。また、その他資産・負債市場に関しては、様々な資産・負債を集計したものであるため、決定すべき収益率を確定できない。そこで、この市場に関しては、モデルの内生部門の需要量によって、その保有量が決定され、需要の一致は外生部門の変化によって成立されると仮定する。そうすると各部門の資産制約式を集計することによって得られる経済全体の資産制約式から、正味資産の額を所与とすると、現金通貨、国内債券、実物資本ストック、対外金融資産、対外直接投資の5つの市場の需要均衡式のうちどれか1つは独立ではなくなる。そこで現金通貨の需給均衡式をおとすことにする。

さらに米国債利回りについては、日本国内の経済主体は、これを所与として行動すると仮定する。また、直接投資収益率については、海外進出企業の経常活動に伴う収益に依存して決定されるので、資産市場に限定した本モデルでは所与である。このように考えると、国内債券市場が債券利回りを、実物資本ストック市場がトービンの $q$ を、対外金融資産、直接投資等からなる対外純資産市場が為替レートを決定するものとするれば、資産市場の一般均衡モデルを構成することが可能になる。このとき、各資産需要

(負債の場合はマイナスの需要と考える)を全ての主体について集計したものが経済全体の超過需要である。外生部門の資産、負債額(供給額)を所与とすると、この超過需要関数をゼロとおき、均衡収益率、為替レートの経路を求めることができる。ここで対外資産については、円建ての需要がモデルで決まり、供給としてのドル建ての対外純資産残高が外生的に与えられるとすると、この需要均衡式から為替レートが決定される。また、国内債券利回りについては、規制金利の影響を考慮した決定関数を考えた<sup>4)</sup>。

ファイナル・テスト等のモデルのパフォーマンスについては森川<sup>(9)(10)</sup>に詳しくまとめられている。海外資産需要が1980年代の細かい動きが追跡できていないところがあるが、全体的な傾向は追っている。為替レートもプラザ合意以降の急速な円高と1987年から88年にかけての円高傾向の鈍化については、よく現実値を追っている。

#### 5. シミュレーション分析

本章では、モデルによるシミュレーション分析を行う。米国金利(米国債利回り)1%上昇、直接投資収益率1%上昇、企業利潤10%低下の三つのサステインド・チェンジ・シミュレーションをとり上げ、1984年第1四半期～1988年4四半期(内挿期間の終期)における影響分析を試みる。これらのシミュレーション分析の結果は、表4～表6に示されている(表には三年分のみ掲載)。乖離幅及び乖離率は、すべて標準解に対するものである。

4) 債券利回りについては、シミュレーションの際には、均衡金利を直接使用せず、規制金利である公定歩合の影響も加味した調整式を用いた。詳しくは文献[9]参照。

表 4 米国債利回り1%上昇のシミュレーション (サステイナード・チェンジ)

	債券利回り (乖離率%)	トービンのq (乖離率%)	為替レート (乖離率%/ \$)	民間金融機関の 受け入れる預金 (乖離率%)	対外金融資産 非金融企業 (乖離率%)	対外金融資産 民間金融機関 (乖離率%)	対外直接投資 非金融企業 (乖離率%)	対外直接投資 民間金融機関 (乖離率%)
1984 : 1	0.08371	-0.00050	3.18677	0.00000	1.27152	2.07967	0.00000	0.00000
1984 : 2	0.16484	-0.00105	5.19456	-0.04007	2.29150	3.21554	-0.42033	0.22063
1984 : 3	0.24148	-0.00164	6.32127	-0.09166	3.13109	3.82076	-1.02373	0.47970
1984 : 4	0.31175	-0.00222	6.75444	-0.19663	3.85060	4.08464	-1.67119	0.68507
1985 : 1	0.37489	-0.00278	7.09027	-0.29428	4.47351	4.23191	-2.28081	0.81383
1985 : 2	0.43370	-0.00326	6.97141	-0.39360	5.03061	4.26863	-2.76547	0.88997
1985 : 3	0.48086	-0.00371	6.68364	-0.48815	5.54866	4.12471	-3.18850	0.90985
1985 : 4	0.52397	-0.00410	6.34908	-0.57495	6.00244	4.06955	-3.32508	0.91381
1986 : 1	0.56266	-0.00435	5.80498	-0.65014	6.41831	3.84368	-3.34537	0.88688
1986 : 2	0.57756	-0.00475	5.25214	-0.71959	6.94061	3.53731	-3.35002	0.84164
1986 : 3	0.58864	-0.00503	4.71739	-0.77003	7.55719	2.77020	-3.49025	0.77020
1986 : 4	0.59595	-0.00523	4.23729	-0.81377	8.09847	2.70210	-3.51037	0.70083

表 5 直接投資収益率1%上昇のシミュレーション (サステイナード・チェンジ)

	債券利回り (乖離率%)	トービンのq (乖離率%)	為替レート (乖離率%/ \$)	民間金融機関の 受け入れる預金 (乖離率%)	対外金融資産 非金融企業 (乖離率%)	対外金融資産 民間金融機関 (乖離率%)	対外直接投資 非金融企業 (乖離率%)	対外直接投資 民間金融機関 (乖離率%)
1984 : 1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1984 : 2	0.00000	-0.00005	0.15160	0.00000	0.00000	0.00000	0.28830	0.22441
1984 : 3	-0.00014	-0.00006	0.31090	0.00310	0.00626	0.00980	0.52461	1.20840
1984 : 4	-0.00037	-0.00007	0.41783	0.00776	0.01673	0.02688	0.71551	1.66898
1985 : 1	-0.00057	-0.00006	0.48827	0.01295	0.02976	0.04693	0.87411	1.39695
1985 : 2	-0.00072	-0.00005	0.52094	0.01792	0.04454	0.06509	0.97980	1.19152
1985 : 3	-0.00080	-0.00005	0.52831	0.02213	0.06001	0.07861	1.06893	1.02769
1985 : 4	-0.00075	-0.00005	0.53375	0.02592	0.07507	0.09156	1.11253	0.88691
1986 : 1	-0.00066	-0.00005	0.51492	0.02774	0.09059	0.09975	1.13296	0.75573
1986 : 2	-0.00050	-0.00006	0.49153	0.02968	0.10667	0.10349	1.18925	0.70848
1986 : 3	-0.00040	-0.00005	0.44925	0.03077	0.12392	0.10044	1.25009	0.64352
1986 : 4	-0.00023	-0.00007	0.41286	0.03088	0.13866	0.09583	1.29435	0.60957

表 6 企業利潤10%低下のシミュレーション (サステイナード・チェンジ)

	債券利回り (乖離率%)	トービンのq (乖離率%)	為替レート (乖離率%/ \$)	民間金融機関の 受け入れる預金 (乖離率%)	対外金融資産 非金融企業 (乖離率%)	対外金融資産 民間金融機関 (乖離率%)	対外直接投資 非金融企業 (乖離率%)	対外直接投資 民間金融機関 (乖離率%)
1984 : 1	0.00000	-0.00041	1.26093	0.00000	0.00000	0.00000	2.49743	0.02261
1984 : 2	-0.00118	-0.00037	2.25609	0.02581	0.05433	0.08079	4.30838	0.08919
1984 : 3	-0.00309	-0.00034	3.00937	0.06386	0.14114	0.18211	5.80366	0.24658
1984 : 4	-0.00522	-0.00033	3.48441	0.10558	0.24884	0.27841	7.00801	0.43860
1985 : 1	-0.00717	-0.00033	3.93513	0.14600	0.36725	0.36917	8.04597	0.56151
1985 : 2	-0.00887	-0.00032	4.08992	0.18151	0.49407	0.44847	8.66700	0.68316
1985 : 3	-0.01012	-0.00033	4.12663	0.20912	0.62196	0.50002	9.37996	0.77782
1985 : 4	-0.01043	-0.00035	4.09256	0.22957	0.74585	0.55343	9.77986	0.85417
1986 : 1	-0.01051	-0.00034	3.83818	0.24259	0.86974	0.57888	9.47810	0.89046
1986 : 2	-0.00964	-0.00040	3.57648	0.24953	0.99231	0.57551	9.46092	0.89557
1986 : 3	-0.00906	-0.00043	3.29178	0.24923	1.12099	0.53660	10.13744	0.84219
1986 : 4	-0.00795	-0.00045	2.99405	0.24658	1.23289	0.49704	10.42226	0.76225

まず、表4より、米国債利回り1%上昇のシミュレーション分析についてみる。(円建ての)対外金融資産需要は、非金融企業で最大約10.1%、民間金融機関で4.3%増加する。その推移をみると、シミュレーション期間の初期では、民間金融機関の方が増加幅が大きく、第6期目にピークが来た後、減少に転じているが、非金融企業では、第18期まで増加し続けている。このことは次のように説明できる。米国債利回り上昇によって、国内債券市場で超過供給が生じ、市場を均衡させるために国内債券利回りが上昇していくので、この上昇とともに(円建ての)対外金融資産に対する需要増加が抑制されていく。このとき、民間金融機関の対外金融資産需要は、前述したように、非金融企業に比べて国内債券利回りに対する感応度がかなり高いので、対外金融資産の需要の抑制効果が民間金融機関の方が速く、かつ大きく現れる。国内債券利回りは最終的には0.6%上昇する。為替レートは、第5期に約7.1円減価する(円安になる)が、その後、国内債券利回り上昇による(円建ての)対外金融資産需要の抑制の効果がでてくるため、最終的な為替レートの減価幅は、約2.6円/ドルにとどまる。

米国債利回り上昇による為替レートの減価の程度は、他のモデルによる分析例よりも大きい。これは、本研究では資産市場のみしか分析の対象になっていないことが主な原因と考えられる。もし、経常収支が内生化されていれば、為替レートの減価(円安化)は、純輸出の増加によって経常収支の増加をもたらす。これが累積経常収支=対外純資産残高の供給を増加させるので、為替レートの減価の割合は、本分析結果より抑制されるものと考えられる。

次に、直接投資収益率が1%上昇したとき

のシミュレーションをみてみよう。表5の分析結果によれば、非金融企業の(円建ての)直接投資需要は、シミュレーション期間にわたって増え続け、最終的には約1.6%上昇する。これに対して、民間金融機関の(円建ての)直接投資需要は、第4期目に約1.7%まで増加するが、その後、この上昇幅は縮小していく。これは、もともと民間金融機関の(円建ての)直接投資需要の自己収益率弾力性が大きくないことに加えて、民間金融機関の(円建ての)直接投資需要のラグ項を通じた他の変数(預金など)に対するの敏感な反応等に起因するものと思われる。

この(円建ての)直接投資需要増加の直接の効果と、ラグを通じた(円建ての)対外金融資産需要の変化の結果として、為替レートは、第8期目に最大0.53円/ドル減価(円安化)する。しかし、この直接投資収益率の上昇の効果は、米国金利が上昇したときの効果に比べてあまり大きいものではない。これは、日本の直接投資が、まだ、収益を重視するまでに成熟していないことによるものと考えられるほか、この直接投資収益率のデータが、本国送金分の収益から作成されているので、現地企業の正確な収益状況を表していないために自己収益率弾力性が実際よりも低くでているかもしれないという理由もあげられる。これらの点を厳密に解明することは、今のところ困難である。

最後に、表6より、企業利潤の10%の低下のシミュレーションをみる。企業利潤の低下は実物資本収益率の低下(約0.4%)を通じて、実物資本市場に超過供給をもたらす。この市場を均衡させるために、トービンの $q$ は一貫して低下し、低下の割合も強まっていく。

(円建ての)直接投資需要は非金融企業で

は、時間の経過とともに徐々に増加し、最終的には約 11.5% 増加する。民間金融機関においては、やはりシステム全体の国内債券利回りや預金に対するラグ項を通じた敏感な反応等のため、直接投資需要は第 10 期目に最大約 0.9% 増加し、その後、増加幅は縮小していく。実物資産収益率の変化の影響が、非金融企業の方が民間金融機関におけるよりも大きいのは、非金融企業の方が実物面を重視すると思われるので妥当な結果といえる。また、上記の直接投資収益率の変化の影響と比べて、国内の実物資産収益率の変化の影響が大きいのは、企業が直接投資を行う際の収益状況の判断について、海外よりも国内の方をより重視して行動するということを示していると思われる。

直接投資需要の増加と、ラグの効果を通じた間接的な(円建ての)対外金融資産需要の変動を通して、為替レートは、第 7 期に最大の約 4.1 円の減価(円安化)を示す。前述したように、経常収支が内生化されれば、この減価幅はもう少し小さくなると思われる。

## 6. おわりに

最後に、このモデルの発展方向に関して少し述べておきたい。まず、本分析は資産市場に限定された分析であるので、財市場とのリンクが考えられる。これについては、データ等の問題から貯蓄を通じて正味資産残高が増加するプロセスを整合的にモデルに取り入れ、内生化することは今のところ困難である。

しかし、経常収支ブロックの内生化は、正味資産残高のそれより容易に拡張できるかもしれない。例えば、本モデルに経常収支ブロックのみを追加し、経常収支累積額としての対外純資産残高を生産化する。これによって、対外純資

産市場において、為替レートの変化が対外純資産の供給残高を変化させ、それが、再び為替レートにフィードバックする効果を分析することができよう。

今後は、本分析の成果をマクロ計量分析に役立てていきたい。

### 【参考文献】

- [1] Brainard, W. C. and Tobin, J., "Pitfalls in Financial Model Building", *American Economic Review*, Vol. 58 (May), 1968
- [2] Tobin, J., "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory", *Journal of Money, Credit and Banking*, 1 February, 1969
- [3] Goldfeld, S. M., "The Case of the Missing Money", *Brookings Papers on Economic Activity*, No. 3, 1976
- [4] 斎藤光雄・大鹿隆, 「資産選択の要因分析」『経済分析』74号(1月), 1979
- [5] 田中敦「家計および企業の貨幣需要関数一構造変化の実証分析一」『関西学院大学経済学論究』第42巻 第1号(4月)1988
- [6] 伊藤史朗・北川雅章「貨幣需要関数の安定性と物価水準」『経済学論叢』(同志社大学)第37巻第3・4号(6月)1986
- [7] Ogawa, K., Saito, M., Tokutu, I., "The Flow-of-Funds Equations of Japanese Nonfinancial Firms," *Working Paper 8903*, School of Business Administration, Kobe University, 1989
- [8] Ogawa, K., Saito, M., Tokutu, I., "The Flow-of-Funds Equations of Japanese Banks," *Discussion Paper 8708*, Faculty of Economics, Kobe University, 1988
- [9] 森川浩一郎, 「資産市場モデルと為替レートの決定」電力中央研究所研究報告 Y90020, 1991
- [10] 同, 「資産市場モデルと為替レートの決定: 図表編」電力中央研究所 参考資料, 1991

(もりかわ こういちろう)  
経済部経営研究室)



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

## “これ一冊で間に合う！” 電気事業用語集 （和英・英和版）

キーワード：電気事業用語

高橋 真砂子

1980年代の中頃、当研究所と EPRI 等海外研究機関との情報交換で入手される膨大なデータや資料等の翻訳処理を効率的に行うため、機械翻訳システムの導入が検討されていた。この翻訳システム（富士通 ATLAS-1, 2）はすでに一部商業的に使用されていたが、当研究所での実用化に当たっては ATLAS の保有する辞書だけでは不十分で、当所および EPRI 等の研究領域をカバーする専門用語を加えるなど辞書の整備、改良が必要であった。筆者はこの専門用語辞書の作成に関わったが、既存の電気事業関連の用語の訳づけが著しく不備で、かつ包括的な電気事業の用語集がないため甚だ不便を感じた。個別分野の専門用語辞書、用語集の類は数多くあるが電気事業全般にわたる包括的な和英、英和对訳の辞書、用語集はなく（注1）、必要な用語を個別の専門用語辞書から一つ一つ探し出し、拾い出して訳づけをしなければならなかったのである。

前置きが長くなったが、筆者のこのような体験が電気事業用語集を編纂しようとするに至ったきっかけである。機械翻訳システム用の専門用語辞書に蓄積した用語のほか、入手可能な内外の既存の専門用語辞書、用語集類を収集・整理し、最近の新しい専門分野の用語も加え

て、これ一冊あれば何とか間に合うという用語集を編纂することにした。初めから完全なものができる筈もないので、取り合えず利用対象を所内に限定し、実際に利用して貰いつつ不都合なところを改善し精度を高めていくことにした。

さて、このような経緯で作成したのがここに紹介する和英および英和電気事業用語集(word to word 対訳)である。いずれも試作的なものであることをお断りしておく。

「和英電気事業用語集」（1989年11月）は収録用語数約2800語、組織・機関名約250機関で、研究論文や報告書等を英訳する際の利用を意図したものである。収録用語は、電気事業を経営・経済、施設・設備、需給、原子力等13の分野（注2）に分類して選定したが、同じ用語でも分野によって異なる意味を持つものはそれぞれの分野で拾ってある。

「英和電気事業用語集」（1990年2月）は電気事業に関連する英文の文献や資料等を読む際に役立つことを目的として作成したものである。分野別の分類項目も「和英」とほぼ同じで、収録用語数約2000語、組織・機関名約400機関を挙げてある。

いずれも経済研究所の研究分野である電気事



業経営、経済関連の用語を中心に、電気事業各分野に関連する用語についても基本的なものは収録するよう努めた。組織・機関名は、内外の電気事業、関連諸機関のほか電気事業に關係の深い行政機関、国際連合の諸機関の主要なものを選び、公式に使用されているものを挙げた。

上記二つの word to word の用語集に加えて、現在、用語の説明・解説を付けた『英和電気事業辞典』を編纂中である。この辞典は、先に作成した英和電気事業用語集の収録用語の中から主として基本的な用語、重要と考えられる用語およびその後の新しい用語を選定し、説明ないしは解説を加え、辞典の形にまとめたものである。これらの用語の中には分野によって意味が異なるもののほか、日本と諸外国の電気事業とでは定義や内容が異なるものもあり、これらについても触れておいた。今年度中に試作版が出せる予定である。

また、前記の和英電気事業用語集は経済研究所以外の利用者も多く、これらの方々からの要望も入れて電気事業関連の技術分野および社会一般の用語を追加するなど収録用語の範囲を拡大した。併せて、各分野とも用語の選定、訳づけの妥当性についてもあらためて全面的に見直し、監修し直して『電気事業汎用用語集』（和英版）として改訂作業中である。収録用語約 3300 語、組織・機関名約 370 機関、収録用語の範囲を拡大したことに伴い分野別の分類項目（注 3）の変更も行った。近日中に完成の予定である。word to word 対訳の用語集編纂については、当初、著作権に抵触するかどうかの危惧があったが、顧問弁護士の調査により問題ない（むしろ新たに著作権が発生する）との判断であったので、この改訂版は外部（電力会

社、関連機関等）へも必要とするところへは配付し利用に供する考えである。

（注 1）昭和 26 年 3 月、当時の関東配電株式会社調査課が經理業務、料金關係の用語を主として収録した「和英電気事業關係用語集」（word to word 対訳）を出している。しかし当時は原子力や環境などの分野がまだなく、その他の用語の訳づけも現在とは異なっているものも多い。また、現在、電気事業關係の辞典として「電気事業事典」（電力新報社）があるが、これには英語の訳が付されていない。

（注 2）電気事業分野別分類  
 経営・経済（事業運営、サービス、需要想定、諸計画、関連法（案）、経済全般）  
 經理・金融（經理・財務、資金、費用、金融全般）  
 料金・契約（料金、料金制度、料金表、契約種別）  
 施設・設備（電力設備、発電形態、機器、その他施設・設備）  
 燃料・資源（発電用燃料、燃料形態、エネルギー資源、石油関連）  
 需給（発電電、使用・販売電力量、出水率、負荷率、ロス率）  
 原子力（原子力全般、原子力関連）  
 電気・技術（電気、電気技術、新・省エネルギー）  
 環境（環境全般、立地、公害関連）  
 情報・通信（情報システム、コンピューター、通信関連）  
 土木・水力（土木、水力関連）  
 都市開発（都市開発、地域振興、アメニティ）  
 その他一般（エネルギー、家電機器、その他電気事業関連）

（注 3）改訂版電気事業分野別分類  
 社会一般（社会・政治、行政機構、国際問題、社会一般）  
 経済・産業（経済、産業、世界経済関連）  
 経営（経営政策、財務・会計、資金、雇用、電気事業関連法規）  
 電気料金（電気料金、料金制度、料金表、契約種別）  
 水力（水力発電・設備）  
 火力・燃料（火力発電・設備、発電用燃料、エネルギー資源、石油関連）  
 送配電（送・配電、電力系統運用）  
 電力需要（需要想定、電源計画、発・受電、使用・販売電力量、出水率、負荷率、ロス率）  
 原子力（原子力発電・設備、放射線環境）  
 電気機器（電気機器、家電機器、電気工作物）  
 通信・情報（通信、情報システム、情報処理、コンピューター）  
 環境（環境問題、都市開発、国土計画、立地）  
 科学・技術（科学、数学、研究開発、試験、特許、電力技術、新電気技術、技術一般）

以上紹介した一連の電気事業用語集は、経済研究所内の各専門分野の方々のみならず、所外の多くの方々のご助言、ご協力により作成されたものである。ここに改めて心からの感謝の意を表する次第である。

（たかはし まさこ 経済部経営研究室）



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

## 経済研究所既刊 論文・資料

### 電力経済研究

No. 1	<p>電研マクロ・モデル：1958. I - 1968. II</p> <p>電力需要予測モデル</p> <p>電気事業の企業モデル</p> <p>大規模広域利水計画</p> <p>(文献紹介) ラルフ・ターベイ：「電力供給の最適価格形成と最適投資」</p> <p>(資料紹介) 池島晃：「世界エネルギー需給予測図表および日本エネルギー需給予測図表」</p>	<p>内田・建元</p> <p>大澤・内田・斉藤(観)</p> <p>大澤・内田・富田</p> <p>本間・高橋(和)・瀬尾</p> <p>川崎和男</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>人間環境システムの一般理論をめざして</p> <p>数理計画法最近の話題</p> <p>過疎化過程の分析</p> <p>(研究ノート) アメリカ国際収支動向(1950~69)に関する研究ノート</p> <p>(文献紹介) セルジュ=クリストフ・コルム：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>斉藤 隆 義</p> <p>斉藤 雄 志</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>資料室</p> <p>高橋 實</p> <p>矢島 昭</p> <p>斉藤(観)・熊倉・阿波田</p> <p>斉藤 雄 志</p> <p>小川・大山</p> <p>富田 輝 博</p> <p>富田 輝 博</p> <p>根本 和 泰</p> <p>川崎・三 浦</p>	48. 7.
No. 4	<p>エネルギーと原子力 その3</p> <p>電力労働者の意識構造—判別分析による最適経済成長と環境問題</p> <p>過疎集落住民の「残留」と「移動」の意識構造</p> <p>(研究ノート) 企業の社会監査と外部報告</p> <p>公共経済学に関する若干の論文の検討</p> <p>(文献資料紹介) ロナルド・エル・ミック：新しい電気の卸供給料金</p>	<p>高橋 實</p> <p>大澤・小田島</p> <p>西野 義 彦</p> <p>根本 和 泰</p> <p>廿日出 芳 郎</p> <p>荒井 泰 男</p> <p>矢島 正 之</p>	48. 12.

No. 5	<p><b>特集 電源立地問題</b></p> <p>電源立地システムの設計方法—モデルビルディングの試み</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><b>特集 エネルギー問題</b></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・古関</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><b>特集 電気料金問題</b></p> <p>「電気料金問題特集号」に寄せて</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>No. 9</p>	<p>電気料金改定の波及効果                  (研究ノート) 従量電灯におけるブロック料金算定モデルとシミュレーション                  (研究ノート) 電力需要の価格分析                  (研究ノート) 電気事業個別原価計算の推移                  (会議報告) ユニペデ電気料金会議 (1975年4月)                  (文献資料紹介) 電力需要の価格分析: サーベイ                  (文献資料紹介) 最近のフランスの電気料金制度について                  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>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                  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	(文献資料紹介) 電気・ガス料金と低所得者層——英国の「電気・ガス料金作業部会」報告要旨——	小倉 静雄	
	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	高橋 實	52. 9.
	新聞記事および雑誌論文における原子力発電の安全性論争の内容分析	根本 和泰	
	(研究ノート) 投資の乗数効果	矢島 昭	
	(研究抄録) 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	
	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	
No. 13	原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析	山地 憲治	53. 10.
	紙・パルプ産業におけるエネルギー消費	熊倉 修	
	化学工業と電力——需要価格効果をめぐって——	浜田 宗雄	
	(研究ノート) 電研マクロ・モデルによるシミュレーション分析	矢島 正之	
	スペース・ミラー(仮称)による大量エネルギー取得の可能性——リチウム・ロケットの技術について——	高橋 實	
	(海外出張報告) 最近における電気料金制度の動向	大澤 悦治	
	長期エネルギー需給の展望	小川 洋	
	(研究抄録) 電源立地計画案作成手法の開発——必要性と妥当性に基づく優先順位決定手法——	天野 博正	
	電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——	斎藤 統・大森賢二 野原 誠	
No. 14	沿岸漁業の構造変化—愛知県南知多町師崎の調査報告—	熊倉修・朝倉タツ子	54. 11.
	長期限界費用の計測と電気料金問題	西野義彦・富田輝博 大山達雄	
	電力施設のための景観アセスメント手法	若谷 佳史	
	(研究ノート) ドイツ・オーストリアにおける公企業研究の展開	矢島 正之	
	(研究抄録) 琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について	本間 尚雄	
	核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析	山地 憲治	
	西ドイツの原子力発電訴訟	斎藤 統	
	日本経済の長期成長モデル	阿波田 禾積	
	環境アセスメントの評価項目の特定方法について	天野 博正	
	評価関数の開発と評価システムの設計	天野博正・若谷佳史	
	評価手法の信頼性に関する研究	若谷 佳史	
No. 15	核燃料サイクルの動特性について	山地 憲治	55. 5.
	石油価格モデル —その1—	佐和隆光・荒井泰男	
	沖合漁業における漁業労働関係の実態	三辺 夏雄	
	賦課金・補助金制度による水質保全——フランスの流域金融公社について——	熊倉 修	
	地域経済の長期分析——手法としての投資の最適地域配分論——	斎藤 観之助	

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 若谷佳史・山中芳朗</p> <p>荒井泰男・斎藤観之助 植木滋之・牧野文夫</p> <p>内山洋司 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>原油値下がりへの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 内山洋司・斎藤雄志</p> <p>熊倉修 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 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>&lt;新モデル紹介&gt;</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 小野賢治・森清 堯 大河原透・中馬正博 高橋真砂子 内山洋司</p> <p>山地憲治・松村哲夫 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 熊倉修</p> <p>浅野浩志 関口博正</p> <p>山本公夫・若谷佳史 小野賢治・大屋隆生 若谷佳史・山本公夫 山中芳朗</p>	60. 7.

	電気事業の設備投資と資金調達 ＜新モデル紹介＞ 中期電力需要予測モデル	富田輝博・牧野文夫 阿波田禾積・服部常晃 桜井紀久	
No. 20	情報化と産業構造の変化 経済性, セキュリティ, リスクからみた我が国の最適電源構成の検討 水資源のエネルギー利用と河川環境管理 地域計量経済モデルの開発 ＜海外事情紹介＞ 経営面からみたアメリカ原子力発電不振の原因	阿波田 禾 積 内山洋司・高橋圭子 斎藤雄志 若谷佳史・山本公夫 山中芳朗 中 馬 正 博 廿日出芳郎・関口博正	61. 1.
No. 21	差益還元のマクロ経済効果の計測 —マクロ・産業連関モデルの適用— 季時別料金制度の厚生経済分析: 展望 負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例	服部常晃・桜井紀久 伊 藤 成 康 小 野 賢 治	61. 7.
No. 22	原子炉における燃料資源利用効率の考察 住宅用太陽光発電の経済評価 産業用需要家のプロセスモデルの開発 ——鉄鋼業の事例—— エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析	山 地 憲 治 西 野 義 彦 山地憲治・浅野浩志 佐賀井重雄 小 野 賢 治	62. 1.
No. 23	全国9地域計量経済モデルの開発 —モデルの構想と基本構造— 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—— 金融自由化と企業財務 使用済燃料貯蔵技術の経済性比較 各種石炭ガス化複合発電の経済性 ——建設費と発電効率の比較検討——	大河原 透 服部恒明・桜井紀久 大 林 守 山地憲治・長野浩司 三枝利有 内 山 洋 司	62. 9.
No. 24	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 火力発電所のシステム熱効率評価 電気事業における限界費用と料金形成 季時別料金制下における重電機製造業の電力需要調整の評価 電力貯蔵技術の経済性比較 海中における圧縮空気貯蔵システム 電力貯蔵技術による負荷追従に関する経済効果 ——ダイナミックオペレーティングコストの分析——	小野賢治・森清 堯 永田 豊・内山洋司 伊藤成康・中西泰夫 浅野浩志・佐賀井重雄 山地憲治 内山洋司・清野圭子 内山洋司・吉崎喜郎 清野圭子・内山洋司	63. 1.
No. 25	エネルギー消費技術構造と燃料選択の要因分析 多部門計量モデルの開発	藤 井 美 文 服部恒明・桜井紀久 中西泰夫	63. 9.



No. 26	<p>全国9地域計量経済モデルの開発 ——プロトタイプモデルの構造——</p> <p>電気事業における競争導入と規制緩和</p> <p>電気事業の経営多角化に関する制度上の分析と経営学的考察——他の公益事業との比較検討——</p> <p>産業のリストラクチャリングと日本経済の展望</p> <p>料金による電気の使用時間帯の誘導 ——プロセスモデルによる解析</p> <p>需要家における電力の品質と価格の選択に関する分析</p> <p>電気事業の都市開発への参画</p> <p>燃料サイクル最適化モデルの構造と最適解の特性</p>	<p>大河原透・松川 勇 小野島智子</p> <p>西 野 義 彦</p> <p>井口典夫・蟻生俊夫</p> <p>服部恒明・矢島正之 渡辺尚史・真殿誠志</p> <p>山地憲治・佐賀井重雄</p> <p>藤井美文・小野島智子 松川 勇</p> <p>井 口 典 夫</p> <p>長野浩司・山地憲治</p>	平成 元. 1.
No. 27	<p>中期経済予測システムの開発と応用</p> <p>第1部 モデルの構成</p> <p>1章 世界エネルギー間モデル</p> <p>2章 多部門モデル</p> <p>3章 エネルギー間競合モデル</p> <p>第2部 予測とシミュレーション</p> <p>4章 21世紀初頭に至るエネルギー・経済の展望</p> <p>5章 原子力発電の停止の影響に関するシミュレーション</p> <p>6章 CO<sub>2</sub>発生量抑制ケース</p>	<p>熊 倉 修</p> <p>服部恒明・櫻井紀久 中馬正博</p> <p>永田 豊・熊倉 修 藤井美文・松川 勇</p> <p>服部恒明・熊倉 修 櫻井紀久・永田 豊 大河原 透</p> <p>矢島正之・熊倉 修 櫻井紀久・永田 豊 服部恒明</p> <p>山地憲治・永田 豊 櫻井紀久・服部恒明</p>	2. 3
No. 28	<p>特集・あらためて90年代経済・社会を展望する</p> <p>&lt;経済・エネルギーの展望&gt;</p> <p>90年代の日本経済——公共投資 430兆円の経済効果——</p> <p>中東危機の日本経済・電力需要に及ぼす影響</p> <p>ホロニックなエネルギー社会を拓く圧縮空気利用システム</p> <p>&lt;社会・電気事業経営の展望&gt;</p> <p>アメニティ社会の展望と都市づくり</p> <p>本格的余暇時代に向けてのリゾート開発</p> <p>電気事業経営の新しい枠組み——企業性と社会性の発揮</p>	<p>服部恒明・大河原 透 永田 豊</p> <p>服部恒明・門多 治</p> <p>内 山 洋 司</p> <p>山本公夫・井内正直 鈴木 勉</p> <p>小野島 智 子</p> <p>山中芳朗・井口典夫 蟻生俊夫・丸山真弘</p>	2. 11.
No. 29	本 号		3. 6

## 情報処理研究 (昭和60年3月～平成2年9月)

No. 13	<p><b>研究報告</b></p> <p>経営経済データベース・分析システムの開発</p> <p>知識処理に基づくプラントの予防保全支援システムの開発</p> <p>大規模技術計算プログラムの品質管理</p> <p>プログラム自動生成システム ARIES/Iの開発</p>	<p>高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生</p> <p>寺 野 隆 雄</p> <p>松井正一・高橋 誠</p> <p>原田 実・篠原靖志 鈴木道夫</p>	60. 3.
No. 14	<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>	61. 6.
No. 15	<p><b>研究報告</b></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 —AAA・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>	62. 9.
No. 16	<p><b>研究報告</b></p> <p>プレゼンテーションシステムの開発</p> <p>ロードマネジメントのための負荷分析システムの開発</p> <p>数式処理システムの技術計算での活用事例</p> <p>知識獲得のための機械学習</p> <p>業務処理システムの進化とシステム資源の新管理方式</p> <p>自動プログラミングのためのファイル処理の定式化</p> <p>情報システム部だより</p> <p>人工知能研究の最新の動向</p>	<p>大 屋 隆 生</p> <p>小 野 賢 治</p> <p>松井正一・中村秀治 寺野隆雄・篠原靖志</p> <p>篠原靖志・矢沢利弘</p> <p>坂 内 広 蔵</p> <p>二方厚志・原田 実</p> <p>寺 野 隆 雄</p>	63. 9.

No. 17	知識型意思決定支援システムの動向	松井正一	平成 2.9
	巻頭言		
	高度情報化社会へのアプローチ	荒井泰男	
	研究報告		
	知識型経営情報システムの開発 —短期経済動向予測結果の要約システム—	松井正一	
	電気器具購入相談システムの開発	小野田崇・鈴木道夫 寺野隆雄	
	電力カードシステムによる新市場開拓	小野賢治・桑畑暁生	
	仮設に基づく推論における機械学習方式 —目標概念の学習と矛盾の学習との融合—	矢澤利弘・篠原靖志	
	論壇		
	変革期を迎えた情報システムの課題	坂内広蔵・高橋光裕	
電気事業におけるエキスパートシステム開発の現状と今後の課題	鈴木道夫		

電力中央研究所報告

576001	送電線ルート選定手法の開発 —リモート・センシング技術の応用—	天野博正 水無瀬綱一他	51.11.
576002	電気料金変化の動学的波及分析	西野義彦 富田輝博他	51.11.
577001	Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面	山田恒彦・廿日出芳 郎・白石エリ子	52. 6.
577002	組み合わせ理論における一問題 —部分ラテン方格の拡張可能性について—	大山達雄	52. 5.
577003	原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析	山地憲治	52. 7.
577004	電源立地計画案作成手法の開発 —必要性和妥当性に基づく優先順位決定手法—	天野博正	52.10.
577005	電力会社の従業員の仕事意識—日独両国の比較—	斎藤統	53. 3.
577006	沿岸漁業の構造変化 —愛知県南知多町師崎の調査報告—	熊倉修・朝倉タツ子	53. 3.
578001	琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について	本間尚雄	53. 9.
578002	核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析	山地憲治	54. 3.
578003	環境アセスメントの評価項目の特定方法について	天野博正	54. 3.
578004	評価関数の開発と評価システムの設計—環境総合評価 システム開発の試み—	天野博正・若谷佳史	54. 3.
578005	電力施設のための景観アセスメント手法	若谷佳史	54. 3.
578006	評価関数の信頼性に関する研究—環境評価への適用を 目ざして—	若谷佳史	54. 3.
578007	日本経済の長期成長モデル—2部門成長モデル—	阿波田禾積	54. 6.
579001	電気事業における長期限界費用の計測	西野義彦・富田輝博 大山達雄	54. 7.
579002	西ドイツの原子力発電訴訟	斎藤統	54. 6.

579003	フランスの原子力発電行政	斎藤 統	55. 3.
579004	Majors の米国における石炭支配の現状と展開	山田恒彦・廿日出芳 郎・白石エリ子	55. 3.
579005	電研マクロモデル 1980 の構成	内田光穂・阿波田禾 積服部常晃	55. 3.
580001	エネルギー問題のモデル分析	大山 達 雄	55. 6.
580002	トリウムサイクルの核燃料サイクル解析	山 地 憲 治	55. 7.
580003	電研マクロモデル 1980 の動学的特性	内田光穂・阿波田禾積 服部常晃・武藤博道	55.12.
580004	Translog 型生産関数理論の電気事業への適用	熊倉 修・大山達雄	56. 3.
580005	核融合エネルギー技術の社会的評価——米国社会にお けるエネルギー・システムとしての有用性の検討——	根 本 和 泰	56. 3.
580006	一変量時系列モデルによる電力需要分析	浜田宗雄・山田泰江	56. 3.
580007	国際石油市場のモデル分析 第Ⅰ編：石油市場モデルの理論とモデルの構成	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.
580008	供給ショックの経済学：展望	伊 藤 成 康	56. 3.
580010	国際石油市場のモデル分析 第Ⅱ編：原油輸入国のエネ ルギー需要構造と原油価格——原油需要モデルと原油価 格シミュレーション	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.
580011	電気事業資金問題の長期展望 中間報告(1)	富 田 輝 博	56. 3.
581001	原子力施設のデコミッショ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生の動向——1960年代 を中心に——	廿 日 出 芳 郎	57. 3.
581015	原子力分野における多国間事業の組織	矢 島 正 之	57. 3.

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 第三編：OPEC諸国の原油供給構造分析	斎藤頼之助・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・西浦廉政 藤井 宏・細野雄三 三村昌泰・山口昌哉 米川和彦	57. 3.
依頼581520	河川維持流量の算定手法に関する研究 —景觀評価手法（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	原油値下がりによる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 稔・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	OAのための業務分析—ある電力所の分析を例に—	鈴木道夫・森清 堯 松村健治・田中庸平 岩井昭二・水野秀昭 中野敏生・村山 始	59. 4.
583006	河川景観の評価	若谷佳史・山本公夫	59. 8.
調査583007	諸外国における原子力発電所の許認可手続き合理化に関 する調査	矢 島 正 之	59. 4.
583008	KEO-電研モデルの構成 —経済・エネルギーの相互依存分析—	尾崎 巖・黒田昌裕 吉岡完治・桜本 光 赤林由雄・大澤悦治 斎藤雄志・阿波田不積 中村二郎・井澤裕司 伊藤浩吉・木村 繁	59. 4.
調査583009	世界のエネルギー需給バランス—第12回世界エネルギー 会議コンサベーション委員会報告—	内 山 洋 司	59. 4.
583010	核燃料サイクルコスト評価のための資金計画モデル	高橋 誠・矢島正之	59. 4.
583011	大規模技術計算プログラムの品質管理	高橋 誠・松井正一 寺野隆雄・森清 堯	59. 4.

583012	経営経済データベース・分析システムの開発	高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生	59. 4.
調査583013	高度情報化社会の進展と電気事業の課題	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—第四編 ゲーミング・シミュレ ーション・システムの改良	若谷佳史・山中芳朗	59. 8.
583017	発電所の景観設計手法 —景観対策の効果と海岸イメージ—	若谷佳史・山本公夫	59. 9.
583018	部品合成によるプログラム自動生成へのアプローチ	原 田 実	59. 5.
583019	電源立地の経済社会環境影響評価モデルの開発	信国真載・福地崇生 竹中 治・小口登良 斎藤観之助・山岸志雄 山口 誠・大河原透 中馬正博・山中芳朗	59. 7.
583020	国際石油市場の構造分析	佐和隆光・久保雄志 熊倉 修	59. 5.
583021	フランスにおける原子力開発体制の形成	熊 倉 修	59. 6.
584001	生産性の計測と国際比較の方法	内田光穂・伊藤成康 関口博正	59. 5.
584002	エネルギー需要構造の変化要因分析—石油危機後の停滞 要因の解明—	服 部 常 晃	59. 8.
584003	カラーイメージデータ圧縮法の開発	松 井 正 一	60. 4.
調査584004	ロードマネジメントとその費用便益分析 —米国における実施状況と研究の現状—	山地憲治・浅野浩志	60. 7.
584005	電力需要分析のための新しいデータ解析手法とその適用 例	小野賢治・大屋隆生	60. 4.
584006	パターン指向型プログラム開発技法	原 田 実	60. 5.
調査584007	超高速計算システムの現状と利用方法	大屋隆生・高橋 誠 松井正一	60. 4.
584008	機械翻訳システムの評価とその利用方式	寺 野 隆 雄	60. 6.
584009	モジュール型原子炉の経済性 ロードマネジメントのための負荷研究 —米国における研究動向の現状—	山 地 憲 治 小 野 賢 治	60. 5. 60. 5.
584011	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (I) —設 計の基本方針とシステム構成—	鈴木道夫・森清 堯 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584012	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (II) —経 営経済情報提供システム—	森清 堯・鈴木道夫 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584013	夏季における電力負荷と気象	小野賢治・森清 堯	60. 4.
調査585001	フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として—	熊 倉 修	60. 6.
調査585002	韓国電力公社の現状と将来について	西 浦 幸 次	60. 6.

585003	地域経済データの開発 その1 製造業資本ストック・社会資本ストックの推計	大河原透・松浦良紀 中馬正博	60. 8.
585004	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル（バージョンI）の構成〕	中馬正博・松浦良紀	60. 9.
585005	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル（バージョンI）による予測シミュレーション〕	松浦良紀	60. 7.
585006	世界エネルギー需給モデル I モデルの構成	熊倉修	60. 8.
585007	地域経済データの開発 その2 産業別就業者数の推計	大河原透・上田廣	61. 1.
585008	電力施設的环境設計	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ニウム資源開発・輸出政策—	高橋 眞砂子	61. 4.
585011	自動プログラミング・システム SPACE の開発	原田 実・高橋光裕	61. 4.
585012	生活者の意識構造の分析手法 —多様化する需要化ニーズ把握のために—	小野賢治	61. 4.
585013	ダムゲートの寿命診断におけるエキスパートシステム技術の適用と考察	寺野隆雄・篠原靖志 松井正一・中村秀治 松浦真一	61. 7.
585014	電力財務モデルの開発と応用	富田輝博・関口博正 牧野文夫	61. 6.
585015	高度経営情報システム (DEMANDS) における映像の利用	大屋隆生	61.10.
585016	経営情報システムにおけるローカルエリアネットワークの活用	篠原靖志・高橋 誠	61. 4.
585017	高度経営情報システム (DEMANDS) 用ワークステーションの開発	松井正一・篠原靖志	61. 4.
585018	ARIES/I におけるプログラム生成法 —日本語要求仕様からの自動生成—	篠原靖志・原田 実	61. 4.
調査585020	負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例	小野賢治	61. 5.
585021	地元振興に係わる制約とその打開策—地域ニーズの実態把握方法について—	山中芳朗	61. 6.
585022	業務処理システムの進化過程の分析	坂内 広 蔵	61.12.
585023	時間関係と因果関係を扱う推論方式の開発	篠原靖志・寺野隆雄	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要件—	山中芳朗・井口典夫	62. 9.
Y86003	知識整理支援システム CONSIST の開発	篠原 靖 志	62. 8.
Y86004	全国9地域計量経済モデルの開発 その1 人口ブロックの定式化	松川 勇・大河原透	62. 6.
Y86005	東北地域計量経済モデルの開発	中馬正博	62. 4.
Y87001	配電設備の景観設計—街路空間の快適性と配電設備のデザイン—	山下 葉・若谷佳史 山本公夫	62. 6.
Y87002	計量経済モデルシミュレーションシステムの開発	松井正一	62. 7.



Y 87003	数式処理システムの技術計算での活用 —構造解析分野を中心として—	松井正一・寺野隆雄 篠原靖志・中村秀治	63. 3.
Y 87004	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.
Y 87005	配電設備の景観設計—配電線地中化にともなう柱上設置 機器のデザイン—	山下 葉・若谷佳史 山本公夫	62. 9.
調査 Y 87006	サウジアラビアの石油政策と石油市場	廿日出 芳 郎	63. 3.
Y 87007	配電設備の景観設計—効果測定手法の開発—	山本公夫・山下 葉 若谷佳史	63. 3.
Y 87008	電気事業の経営多角化の方向性 —他の公益事業制度との比較検討—	井 口 典 夫	63. 3.
Y 87009	火力発電所のシステム熱効率分析—複合発電の導入効果 について—	永田 豊・内山洋司	63. 6.
Y 87010	配電設備のデザイン	山下 葉・山本公夫	63. 5.
Y 87011	大規模経済予測モデルのための分析支援システムの開発 (1) —システム設計と基本機能の開発—	松 井 正 一	63. 3.
Y 87012	原子力発電所の異常事象再発防止のコンサルテーション システム「CSPAR」のインターフェースの開発	篠原靖志・寺野隆雄 西山琢也	63. 3.
Y 87013	欠番		
Y 87014	ソフトウェア自動設計システムの開発(2) —設計自動化方式の開発とファイル処理モデル化—	原田 実・二方厚志	63. 3.
Y 87015	電力カードシステムのコンセプト開発と市場性の評価	小野賢治・森清 堯 山中芳朗	63. 4.
調査 Y 87016	知識獲得のための機械学習	篠原靖志・矢沢利弘	63. 5.
Y 87017	電気事業における規模の経済性	中西泰夫・伊藤成康	63. 7.
Y 87018	全国9地域計量経済モデルの開発その2 製造業投資ブロックの定式化	大河原 透	63. 5.
Y 87019	全国9地域計量経済モデルの開発その3 労働ブロックの定式化	松 川 勇	63. 6.
Y 87020	全国9地域計量経済モデルの開発その4 非製造業生産ブロックと支出ブロックの定式化	小野島 智 子	63. 5.
Y 88001	ロードマネジメントのための負荷分析システムの開発	小野賢治・佐賀井重雄	63. 6.
Y 88002	燃料サイクル最適化モデルの開発—高速増殖炉実用化条 件の解析—	山地憲治・長野浩司	63. 8.
Y 88003	エキスパートシステム開発ツールの評価体系	寺 野 隆 雄	63. 8.
Y 88004	会議・発表支援システムの開発 —経営情報システムに おける効果的なプレゼンテーション—	大屋隆生・篠原靖志 矢沢利弘	63.10.
Y 88005	発展途上国の経済とエネルギー—タイの事例—	熊 倉 修	63. 7.
Y 88006	多部門計量モデルの開発 その1 基本構想とデータ開発	服部恒明・桜井紀久 中西泰夫	63. 9.
Y 88007	多部門計量モデルの開発 その2 モデルの理論的構成	服部恒明	63. 9.
Y 88008	多部門計量モデルの開発 その3 パイロット・モデルの推定	服部恒明・桜井紀久 中西泰夫・伊藤成康 井上義朗	63. 9.
Y 88009	多部門計量モデルの開発 その4 パイロット・モデルの特性	服部恒明・桜井紀久 中西泰夫・井上義朗	63. 9.
Y 88010	重電機製造プロセスモデルの開発(1) —季時別料金制下の電力需要調整の評価—	浅野浩志・佐賀井重雄	63. 8.

調査Y88011	ダイナミック・オペレーティング・コスト研究の現状と課題	清野圭子	63.10.
Y88012	夜間の都市公共空間の快適性評価	山下葉・山本公夫	63.10.
Y88013	重電機プロセスモデルの開発(Ⅱ) —PROMHEM システムの構成と利用法—	佐賀井重雄・浅野浩志	63.9.
調査Y88014	エネルギー情勢と電力技術開発の変遷 —1970年代石油危機を振り返る—	内山洋司	63.11.
Y88015	電気事業に特有な属性を考慮した費用分析 —ヘドニックコストモデルによるアプローチ—	中西泰夫・瀬尾英生	平成 元.3.
Y88016	知識型経営情報システムの開発(Ⅰ) —短期経済動向予測結果の要約システム—	松井正一	元.3.
Y88017	街路空間デザインと配電設備の地中化	山下葉・山本公夫	元.3.
Y88018	全国9地域計量経済モデルの開発 その5 製造業生産ブロック	大河原透	元.4.
Y88019	全国9地域計量経済モデルの開発 その6 電力需要ブロック	大河原透・小野島智子 松川勇	元.4.
Y88021	知識整理支援システム CONSIST の適用と評価 —地域振興調査事例の詳細分析への適用—	篠原靖志・山中芳朗	元.3.
Y88022	地域振興の要件と発展段階 —知識整理支援システムによる主要事例の詳細分析—	山中芳朗・蟻生俊夫 篠原靖志	元.4.
Y88023	都市公共照明のデザイン —照明のデザインと効果—	山本公夫	元.12.
Y88024	電気器具購入相談システムの開発	寺野隆雄・鈴木道夫 小野田崇	元.3.
Y88025	電力カードによる新市場開拓	小野賢治・桑畑暁生 高橋誠・荒井泰男	元.3.
Y89001	ソフトウェア自動設計システムの開発(Ⅱ) —詳細設計自動化システム ADDS の開発—	二方厚志	元.4.
Y89002	送変電施設の景観予測手法	山本公夫・若谷佳史	元.6.
Y89003	電気事業の経営多角化の方向性 —多角化先進企業に対する事例分析—	蟻生俊夫・井口典夫	元.10.
Y89004	多部門モデル'89の開発	服部恒明・中馬正博	元.9.
Y89005	電力品質と価格に対する需要家の選択 —大型コンピュータ・ユーザーにおけるバックアップ 電源機器選択の行動分析—	藤井美文・松川勇	2.3.
調査Y89006	設備図面入力のための図面認識技術の現状調査	矢澤利弘・中島慶人	2.3.
Y89008	わが国のリゾート開発の課題 その1 —リゾート客の行動分析—	小野島智子	2.4.
Y89009	わが国のリゾート開発の課題 その2 —リゾート需要の将来動向—	小野島智子	2.4.
調査Y90001	米国電気事業における実時間料金制の現状と研究課題	浅野浩志	2.5.
Y90002	圧縮空気貯蔵発電システムの利点と経済性	内山洋司・角湯正剛	2.5.
調査Y90004	プライオリティ・サービス：電力における品質差別化の 料金理論の概要	松川勇	2.6.
調査Y90005	企業の社会的責任のあり方 —企業と地域社会—	山中芳朗・蟻生俊夫	2.8.
Y90006	電力カードの事業化方策と課題	小野賢治・桑畑暁生	2.8.

Y 90007	都市アメニティの概念と将来の都市像	山本公夫・井内正直 鈴木 勉	2. 10.
Y 90008	都市開発の将来展望 (その1) —地下空間と未利用エネルギーを活用した新しい都市 開発構想の提案—	井口典夫・山本公夫	2. 10.
Y 90009	都市開発の将来展望 (その2) —歩行者流動を重視した都市地下開発のプランニング—	鈴木 勉・井口典夫	2. 10.
Y 90010	電気事業の事業展開の方向性 —総合化概念にもとづく事例分析—	蟻生俊夫・井口典夫 若生佳史	3. 1.
調査 Y 90011	公益事業料金に係わる各種インセンティブ規制の概要	井口典夫・小野島智子 若生佳史	3. 1.
Y 90012	北海道における公共投資の波及効果分析	鍋 島 芳 弘	3. 3.
Y 90013	電気事業におけるラムゼー料金の適用—自家発・コジェ ネとの競合下における効率的な料金の実証分析	松川 勇・真殿誠志 中島孝子	3. 4.
Y 90017	プライス・キャップ規制の適用実態と問題点—主として イギリス電気事業について—	矢 島 正 之	3. 4.
Y 90018	都市公共照明の計画策定手順	井内正直・山本公夫	3. 4.
Y 90020	資産市場モデルと為替レートの決定	森 川 浩 一郎	3. 5.
Y 90022	設備図面の自動認識 (1) —単純な回路図面の認識—	中島慶人・矢澤利弘	3. 5.

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	Tuneaki Hattori	52. 9.
E 578001	An Analysis of the Fuel Utilization Efficiencies in Nuclear Reactor Systems	Kenji Yamaji	53. 9.
E 581001	Toward Realization of a Decision Support System —A Survey Note on the Concepts and Relating Researches—	Michio Suzuki	56. 9.
E 582001	Organization of Multinational Undertakings in the Field of Nuclear Fuel Cycle	Masayuki Yajima	58. 3.
E 583001	A Total Approach to a Solution for the Mainte- nance Problems through Sytem Configuration Management—Maintenance Support Facility MSF—	Kozo Bannai Michio Suzuki Tokao Terano	59. 2.
E 584001	KEO-DENKEN Model: An Analysis of Energy- Economy Interactions in Japan	Hiroshi Izawa	59.12.
E 584002	Electric Power Demand and Electrification in Japan	Takeshi Saitoh Nariyasu Itoh	59.12.

E 584003	A Multilateral Comparison of Total Factor Productivity among Japanese Utilities for 1964-1982	Nariyasu Itoh	59. 12.
E 584004	Load Leveling Efforts in Japanese Electric Utilities	Kenji Yamaji	59. 12.
E 584005	Applications of the Over/Under Model to a Japanese Electric Utility	Kenji Yamaji	59. 12.
E 585001	Potential Attractiveness of Modular Reactors	Kenji Yamaji	60. 12.
E 586001	A Specification Compiler for Business Application SPACE	Minoru Harada	61. 5.
E 586002	A View of an Advanced Information Society and the Related Issues for the Electric Power Industry	Hiroyasu Huru- kawa	61. 6.
E 586003	Quality Assurance Guidelines for Large Scientific Programs	M. Takahashi S. Matsui T. Terano T. Morikiyo	61. 6.
EY86004	Dynamic Analysis of Time-of-Use Rates for Electricity : Optimal Pricing and Investment under Welfare Maximization	H. Asano, Y. Kaya	61. 8.
EY86005	Historical Change in Energy Use in Japan	M. Uchida, Y. Fujii	61. 12.
EY86006	Proceedings of the Second CRIEPI-EPRI Workshop on Energy Analysis, Tokyo, Japan, September 24-26, 1986	Edited by M. Uchida, W. M. Smith and K. Yamaji	62. 1.
EY86007	Methods of Market Research Data Analysis for Electric Utilities	Kenji Ono	62. 1.
EY86008	Development of Workstation for DENKEN Management Decision Support System (DEMANDS)	S. Matsui and Y. Sinohara	62. 1.
EY87001	Electric Utility Management: Lessons from ASEAN and Northeast Asia	Edited by A. Kadir, Y. H. Kim and M. Uchida	63. 2.
EY87002	Microscopic Analysis of Industrial Customers Response to Time-of-Use Rates: Case Studies for an Integrated Steel Mill and a Heavy Electrical Apparatus Works	H. Asano S. Sagai K. Yamaji	63. 3.
EY87003	Long-Term Prospects of the World Oil Market —Experiments with the CRIEPI World Energy Model	Osamu Kumakura	63. 3.
EY89001	Developing the Inter-Fuel Competition Model —And Analysis on the Structural Changes of Energy Demand-supply in Japan	O. Kumakura Y. Nagata Y. Fujii I. Matsukawa	平成 元. 9.
EY89002	Static Equilibrium Model and Optimal Capital Stock	Y. Nakanishi S. Madono	元. 9.
EY89003	Overview of U. S. Electric Utility Experience with Real-Time Pricing	Hiroshi Asano	元. 12.
EY89004	Economic Analysis of the Energy Storage Technologies in the Electric Generation Mix	Y. Uchiyama Y. Matsukawa	元. 9.
EY89005	Sectoral Analysis of Energy Substitution in Japanese Manufacturing Industries Based on Purchase Prices	Y. Fujii I. Matsukawa	元. 9

EY89006	Long-Range Optimal Strategy of Plutonium Utilization	K. Yamaji K. Nagano	元. 9.
EY90001	Energy Efficiency and Prospects for the USSR and Eastern Europe	written by Yuri Sinyak edited by Kenji Yamaji	2. 12.
EY90002	Commercial Customers' Response to Time-of-Use Rates: A Case Study for Hotel with Cogeneration Systems	Hiroshi Asano, Shigeo Sagai and Ei-ichi Imamura	3. 2.
EY90003	The CRIEPI Multisectoral Model of the Japanese Economy	Tsune-aki Hattori and Norihisa Sakurai	3. 4.



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

## 執筆 者 紹 介

### 内山 洋司

1949年神奈川県生まれ  
1976年東京工業大学工学部金属工学科卒業  
79～80年スウェーデンシャルマース工科大学物理学  
科留学  
1981年東京工業大学大学院博士課程修了（原子核工  
学），工学博士  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：エネルギーシステム分析，技術評価，  
技術経済分析

### 山本 博巳

1965年高知県生まれ  
1988年東京工業大学工学部情報工学科卒業  
1990年同大学院修士課程修了（システム科学）  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：エネルギーシステム分析，CO<sub>2</sub>問題

### 岡田 健司

1962年東京都生まれ  
1985年法政大学工学部電気工学科卒業  
1987年同大学院工学研究科修士課程修了  
1990年東京都立大学大学院博士課程修了（電気工  
学），工学博士  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：電力系統運用，CO<sub>2</sub>問題

### 山地 憲治

1950年香川県生まれ  
1972年東京大学工学部原子力工学科卒業  
1977年同大学院博士課程修了（原子力工学），工学  
博士  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：エネルギー技術の評価

### 永田 豊

1962年大阪府生まれ  
1985年東京工業大学理学部物理学科卒業  
1987年同大学院修士課程修了（エネルギー科学）  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：エネルギーシステム分析

### 藤井 美文

1950年東京都生まれ  
1973年早稲田大学理工学部機械工学科卒業  
商社勤務を経て  
1977年同大学院修士課程修了（機械工学）  
1986年電力中央研究所入所  
1991年 文教大学国際学部助教授  
主な研究分野：技術経済論，エネルギーシステム分  
析

### 門多 治

1952年大阪府生まれ  
1977年東京大学経済学部卒業  
同年 住友銀行入行  
1989年電力中央研究所入所  
主な研究分野：マクロ経済分析，電力需要予測

### 鍋島 芳弘

1958年北海道生まれ  
1983年北海道大学経済学部経済学科卒業  
同年 北海道電力(株)入社  
1989年電力中央研究所出向  
1991年北海道電力(株)総合研究所経済グループ

### 大河原 透

1953年神奈川県生まれ  
1977年国際基督教大学教養学部社会科学科卒業  
1982年筑波大学大学院博士課程修了（社会工学）  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：地域経済，都市経済

### 増矢 学

1958年広島県生まれ  
1981年大阪大学経済学部卒業  
同年 中国電力(株)入社  
1988年(株)中国地方総合研究センター出向  
1991年中国電力(株)経済研究所  
主な研究分野：地域産業，工場立地動向

### 井内 正直

1964年兵庫県生まれ  
1987年千葉大学園芸学部造園学科卒業  
1989年同大学院修士課程修了（風景計画学）  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：景観デザイン，公共照明計画

### 山本 公夫

1956年宮城県生まれ  
1979年東京工業大学工学部社会工学科卒業  
1981年同大学院修士課程修了（社会工学）  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：景観工学，環境アセスメント，都市  
開発・デザイン

### 鈴木 勉

1964年千葉県生まれ  
1987年東京大学工学部都市工学科卒業  
1989年同大学院修士課程修了（都市工学）  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：都市計画，交通計画，都市エネルギー  
論

### 井口 典夫

1956年東京都生まれ  
1980年東京大学工学部土木工学科卒業  
同年 運輸省入省  
1986年筑波大学大学院修士課程修了（経営政策）  
同年 運輸省港湾局課長補佐（公共投資担当）  
1987年電力中央研究所入所  
主な研究分野：公共政策，料金規制，公益事業経営

### 小野島 智子

1959年山口県生まれ  
1982年筑波大学第3学群社会工学類卒業  
1987年同大学院博士課程修了（社会工学）  
同年 電力中央研究所入所  
主な研究分野：消費者選択行動の経済分析，社会調査

### 森川 浩一郎

1962年愛知県生まれ  
1985年名古屋市立大学経済学部経済学科卒業  
1988年神戸大学大学院博士前期課程修了（計量経済学）  
1989年電力中央研究所入所  
主な研究分野：計量経済学，国際金融論

### 高橋 真砂子

大連市生まれ  
1956年早稲田大学教育学部卒業  
1957年電力中央研究所入所  
主な研究分野：環境・立地に関する PR・PA 活動，各国のエネルギー政策の動向調査等



---

電力経済研究 No.29

---

1991年6月28日 印刷発行

発行者 財団法人 電力中央研究所  
経済研究所  
所長 矢島 昭

〒101 東京都千代田区大手町1-6-1  
大手町ビル

電話 東京 (03)3201-6601

---

1200 印刷：藤本綜合印刷株式会社

巻 頭 言..... 1

〈地球環境・省エネルギー〉

発電プラントのエネルギー収支分析とCO<sub>2</sub>排出量.....内山 洋司..... 5  
 山本 博巳

経済メカニズムによるCO<sub>2</sub>排出抑制方策の評価.....岡田 健司.....11  
 山地 憲治

省エネルギーの限界に関する評価.....永田 豊.....17  
 一家庭部門と運輸部門における省エネルギー—— 藤井 美文

都市型CAES コージェネレーションシステムとその経済性.....内山 洋司.....29

ハーバード=ジャパンエネルギー環境セミナーに参加して.....門多 治.....39

〈地域経済・都市開発〉

北海道における公共投資の波及効果分析.....鍋島 芳弘.....45

90年代の地域経済の展望と課題.....大河原 透.....55  
 増矢 学

都市公共照明の計画策定手順.....井内 正直.....69  
 山本 公夫

都市開発計画策定のための歩行者流動モデルの開発.....鈴木 勉.....73  
 井口 典夫

〈電気事業経営〉

電気料金に係わる各種規制方式と今後の展開方向.....井口 典夫.....79  
 小野島智子

日本の資産市場モデルと為替レートの決定.....森川浩一郎.....85

“これ一冊で間に合う！”電気事業用語集(和英・英和版).....高橋真砂子.....98