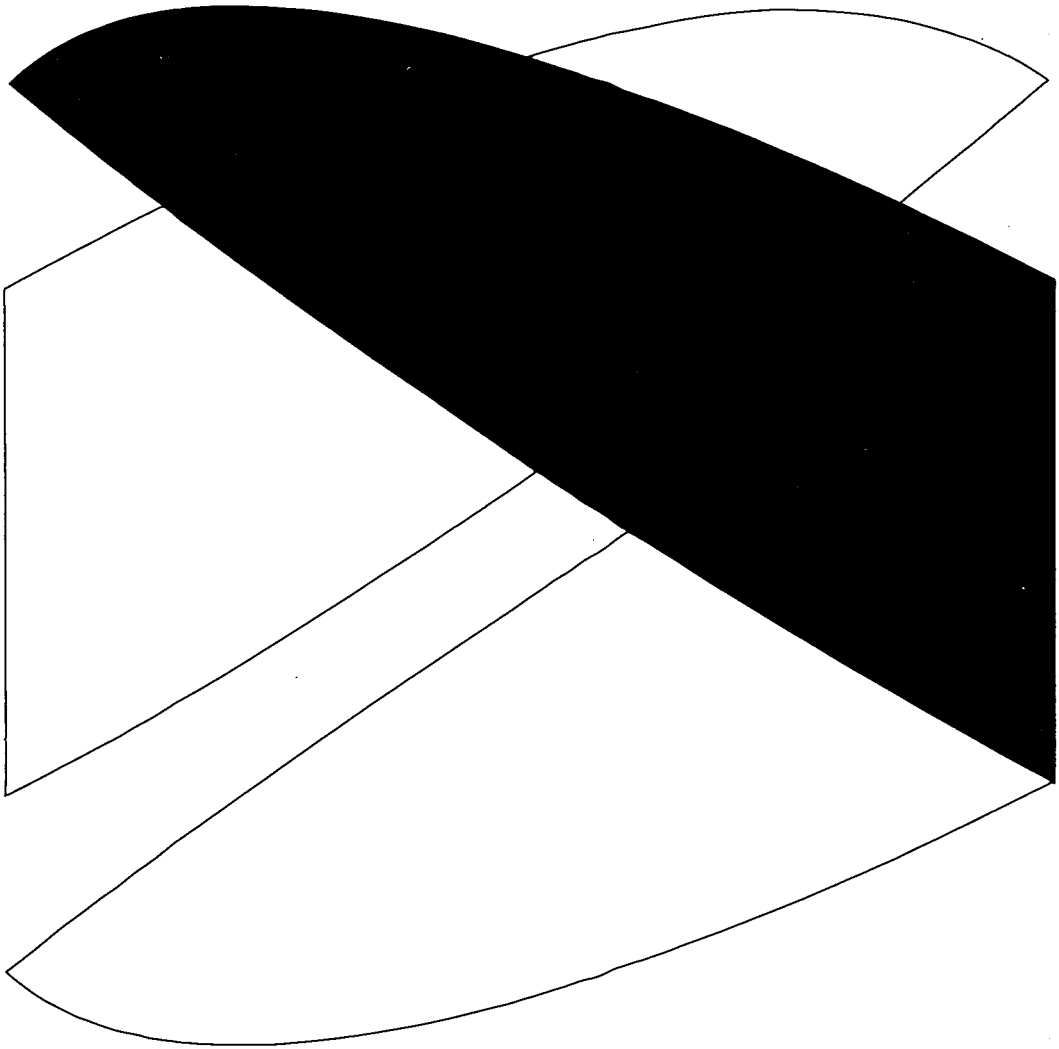


ISSN 0387-0782

# 電力經濟研究



No.26

1989. 1

財団法人 電力中央研究所

經濟研究所

編集委員

内田	光穂	熊倉	修
若谷	佳史	矢島	昭

目 次

産業のリストラクチャリングと日本経済の展望	服部 恒明	1
	矢島 正之	
	渡辺 尚史	
	真殿 誠志	
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——	山地 憲治	15
	佐賀井重雄	
需要家における電力の品質と価格の選択に関する分析	藤井 美文	27
	小野島智子	
	松川 勇	
電気事業の都市開発への参画	井口 典夫	43
燃料サイクル最適化モデルの構造と最適解の特性	長野 浩司	71
	山地 憲治	



# 産業のリストラクチャリングと日本経済の展望

キーワード：リストラクチャリング，景気動向，経済予測，  
電力需要，円高対応

服部 恒明 矢島 正之  
渡辺 尚史 真殿 誠志

## 〔要旨〕

わが国経済は、昭和60年秋からはじまった急激な円高で61年度には輸出の停滞を通じて深刻な不況に見舞われた。しかし、政府の積極的な財政出動と原油安の効果に加え円高メリットの浸透などから、62年度には5%を超える予想外の高成長を達成した。

当所の短期マクロモデルを用いて、緊急経済対策、エネルギー価格低下などの一過性の要因を除いて計算してみると、62年度の経済成長率は近年の平均的な水準より1~2%高いことが確認された。この景気の押し上げは、新製品開発、組織再編、海外展開など、生産-営業-販売という経営全般に及ぶ、産業界でのいわゆる“リストラクチャリング”の効果によるところが大きいことが、主要産業についての事例研究で明らかになった。

今後の経済動向をみると、現在、景気のリード役である民間設備投資は、国際分業の進展に対応するための構造転換投資や情報革命の流れにのった技術革新投資等、リストラクチャリングに関連した投資が拡大していることなどから引き続き好調に推移しよう。もう一つのリード役である民間消費も、新製品・高付加価値品による需要の刺激や高級化志向にみられる消費者意識の変化などで堅調とみられる。このため、景気の拡大はあと1年程度は続く見通しであり、景気の好調を反映して、電力需要も堅調さを維持するであろう。

62年から63年4~6月期にかけて電力需要が急増し、その対GNP弾性値が1.2と1を超えたことから、電力需要に構造変化が起きたのではないかという議論がある。当所の短期マクロモデルで、62年度の一過性の要因を差し引くと、電力需要の対GNP弾性値は0.8程度まで下がることが確認された。すなわち、これまでのところは、構造変化というよりも一過性の要因を主体として需要が急増したといえよう。

今後を展望すると、電力需要は構造変化というよりもむしろリストラクチャリングによる経済成長率の押し上げ効果で堅調さを維持していくであろう。しかしながら、安いエネルギー価格が長期的に続くことが確実になれば、省エネルギー・マインドは低下し、さらにそれが設備投資に反映されるようになると、電力需要の対GNP弾性値が上昇に向かうという構造変化がおきる可能性も大きく、今後の動向を注意深く見守っていく必要がある。

1. はじめに
2. 最近の経済動向
3. リストラクチャリングの動向
4. リストラクチャリングの影響
5. 日本経済と電力需要の展望
6. おわりに

## 1. はじめに

わが国経済は、2度の石油危機に続き、昭和60年秋に始まった円高ショックをも見事にのりこえた。驚くべき底力である。今回の景気回復は、内需主導型であり、前回(58, 59年度)の回復パターンとは根本的に異なっている。

景気の回復要因としては、①円高メリットの浸透、②原油安メリットの顕在化、③大型景気対策の実施などがあげられるが、これらだけでは、最近の力強い景気拡大を説明することはできない。

この数年間、円高や貿易摩擦などに対応して、各企業は、技術開発、組織再編、海外展開など、生産—営業—販売という経営全般に及ぶ、いわゆる“リストラクチャリング”(再構築)を進めてきており、その効果が、円高不況をのりこえるうえでの「バネ」となったとみることもできる。

そうだとすれば、経済動向を見極めるためには、こうした新しい変化をフォロー・アップする必要がある。そこで、リストラクチャリングの実態を整理分析し、その結果を織り込み、当面の経済・電力需要の展望を行ってみる。

## 2. 最近の経済動向

60年9月のいわゆるG5(5カ国蔵相会議)を契機として急激な円高が進行し、わが国経済は円高不況に突入した。円レートは、G5直前には1ドル=240円台であったが、わずか1カ月で210円台まで円高が進み、61年末には160円台に、そして62年末には史上初めての120円台を記録した。この結果、61年度の実質GNP(経済成長率)は2.7%の低成長にとどまった。

この間、政府による大型景気対策が実施さ

れ、また原油安とともに円高のメリットが徐々に浸透するとともに、企業の必死の円高対応策の効果がはじけ、実質GNPは61年の第4四半期を底として回復に転じ、62年半ば以降そのテンポを速めている(図1)。生産も61年度に0.2%減と落ち込みをみせたが、やはり61年第4四半期を底としてその後急速に回復している(同)。

一方、電力需要は、61年度には0.4%減と第二次石油ショック後の55年度以来のマイナス成長を記録したが、62年度には一転して6.3%増と58年度と並ぶ高成長を記録した。63年度に入っても上半期は前年同期比で4.7%増と好調である(同)。

今回の景気回復パターンの特徴は、前回復期の58, 59年度の輸出主導型に対し内需主導型となっている。政府投資、住宅投資、民間設備投資、そして最近では民間消費が拡大し、こうした国内需要全般の好調が、円高による輸出停滞を通じたデフレ効果を上回り、景気が拡大してきた(図2)。

生産活動も、こうした最終需要の伸びの違いを反映して、輸出関連産業の多い機械産業の拡大テンポは、前回の回復期と比べてやや弱く、景気対策の効果を受けた素材産業の回復力が相対的に高いという傾向が見られる(図3)。このことが最近におけるエネルギー需要増勢の一因となっている。

62年度は大方の予想を上回って、経済成長率は5.2%の高成長を達成した。これを特定の条件を設定して当所の短期マクロモデルによ

\* 本分析に際して、帝塚山大学の建元正弘教授より有益なコメントを賜った。また、日本長期信用銀行調査グループからは一部の産業動向についてヒアリングの機会を得た。記して感謝の意を表したい。もちろん、ありうべき誤りは筆者らが負うものである。

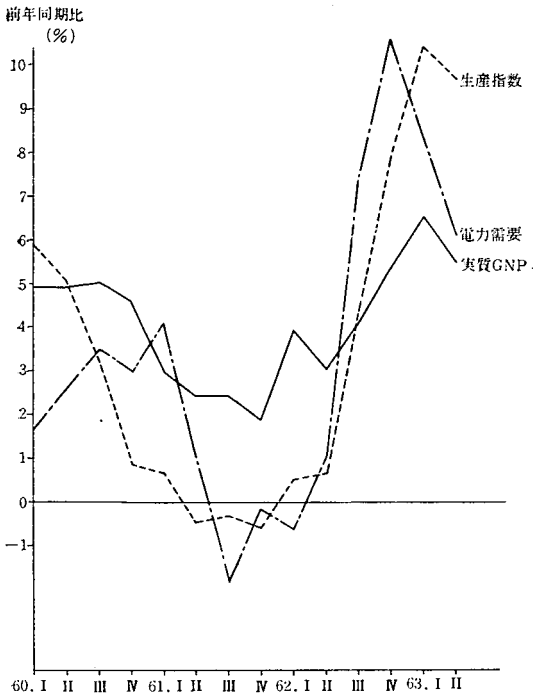
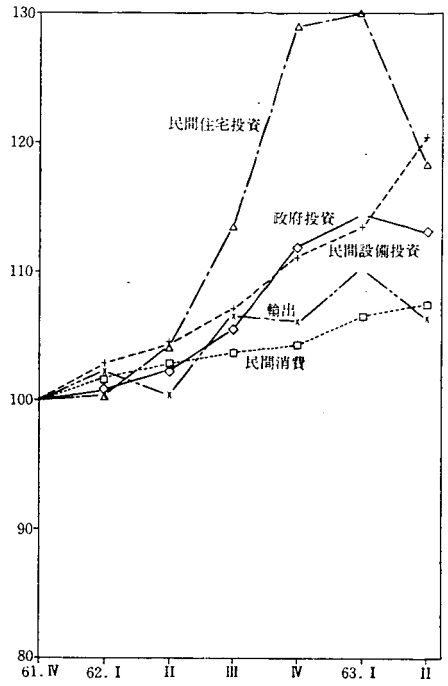


図 1 景気の概況



注) 今回景気の谷 (61年/10~12月) を100とする指数  
 図 2 景気回復パターン——実質 GNP 項目の動き

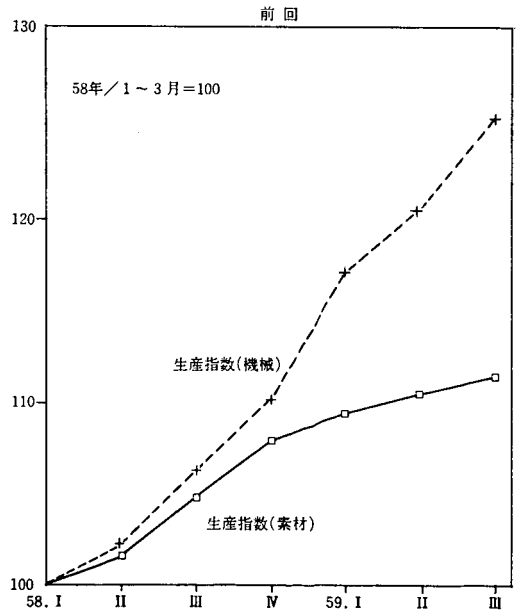
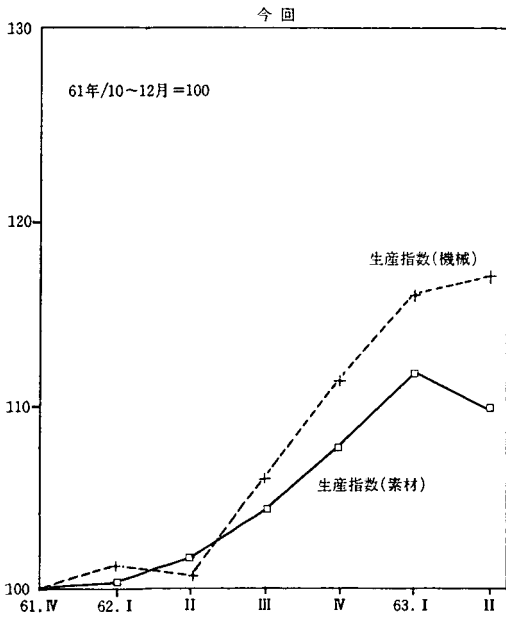


図 3 景気回復パターン——生産動向

	経済成長 5.2%	電力需要 6.3%
・緊急経済対策	1.3%	0.8%
・エネルギー 価格下落	0.8%	2.2%
・実力(残差)	5.1%	4.1%
・円高	-2.0%	-1.8%

図 4 62]年度経済・電力需要の要因分析

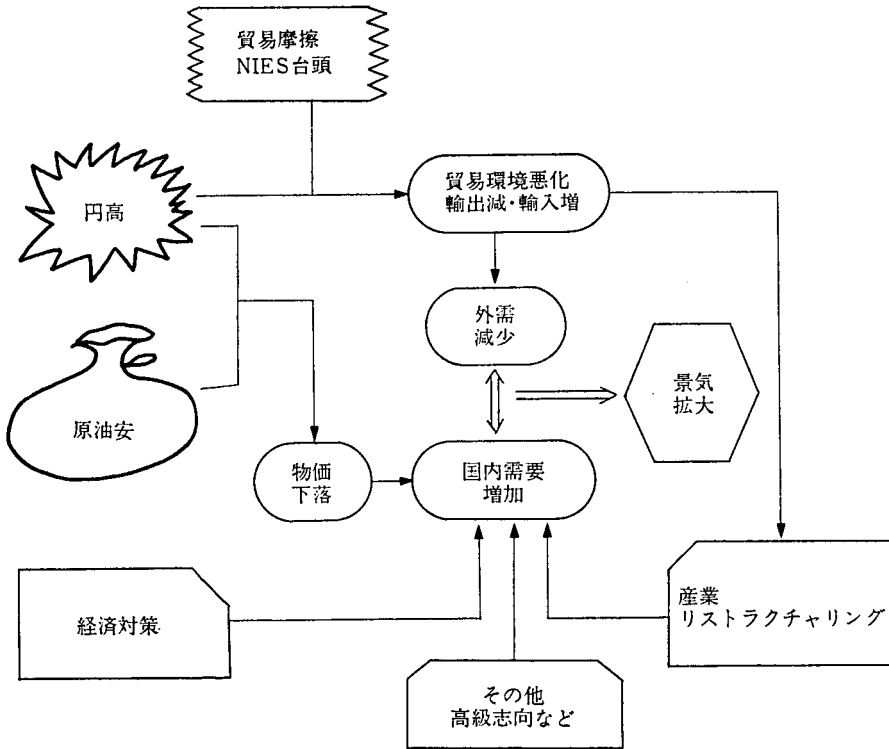


図 5 日本経済のフレームワークとリストラクチャリング

って要因分解してみると、経済成長率は、緊急経済対策で 1.3%、エネルギー価格の下落で 0.8% 上昇したが、円高で 2.0% 押し下げられたことがわかる（暫定試算）。これらの要因を

除くと、62 年度経済の実力は 5% 程度であったと言える（図 4）。

62 年度の電力需要は、6.3% の高成長であったが、プラス要因としては、気温の影響が 1.0



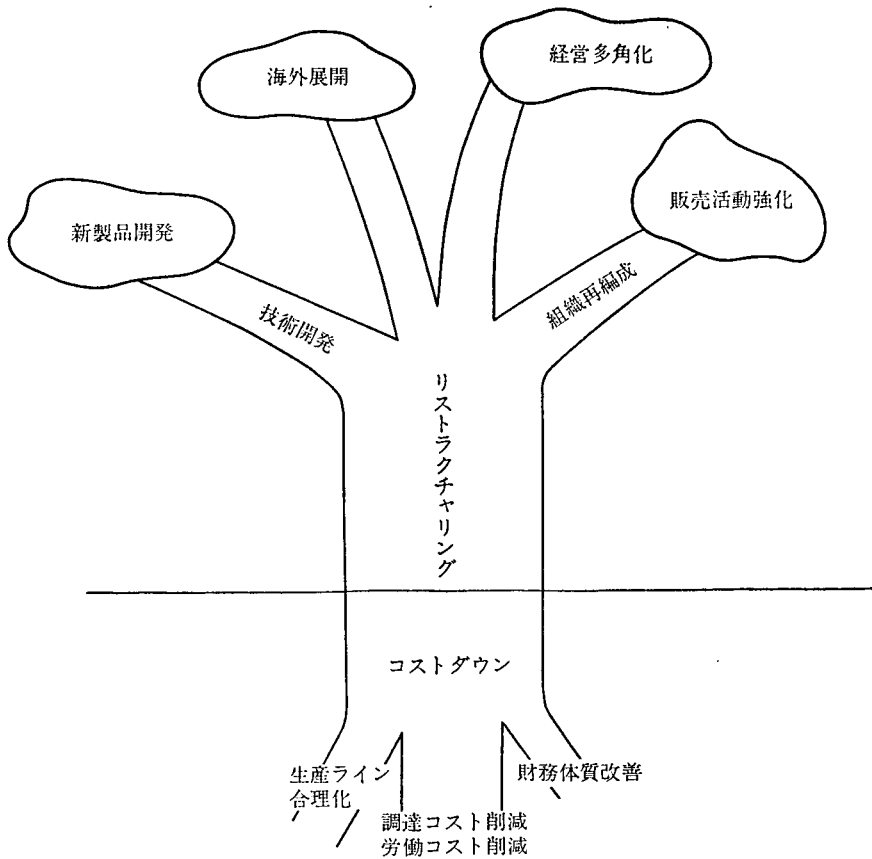


図 6 リストラクチャリングの形態

%, 緊急経済対策の効果が 0.8%, 電気料金などエネルギー価格の下落が 2.2%, マイナス要因としては, 円高が 1.8% で, 実力としては 4% 程度であったと言える(同)。

ところで, 一過性要因を除いた実力としての経済成長率の 5% は, 近年の平均的な水準より 1~2% 程度高い値である。したがって, この景気押し上げ効果のプラスアルファ分については, その要因を他に求める必要があろう。この中には景気の自律回復といった循環要因もあるが, それだけでは説明しきれない。むしろ次のような視点がポイントになろう。

60 年秋以降, わが国経済のフレームワークは大きく変わってきている(図 5)。今回の円

高下で特筆すべきは, 輸出環境の悪化した産業のリストラクチャリングの急速な展開や, 円高メリットや資産効果による家計の消費者意識の変化など大きな動きがあったことである。これらの要因の定量的な把握は困難であるが, 以下では, リストラクチャリングを中心とするこれら要因の効果が, 景気拡大を促進していることをいくつかの事例によって明らかにしていきたい。

### 3. リストラクチャリングの動向

#### (1) リストラクチャリングの形態

円高を克服するために企業はやれることはすべてやったと言える。産業界のリストラクチャ

表 1 リストラクチャリングの事例

	家 電	OA 機器	鉄 鋼	自 動 車
新 製 品 高付加価値品	高機能・多機能化 多機能電子レンジ カメラ一体型ビデオ 衛星放送システム 高品質化 クリアビジョン 大型化 大型画面テレビ デジタル化 DAT 電子スティルカメラ エンジョイ・ライフの製 品化 自動パン焼き器	高機能化 電子手帳 複合化 多機能電話機 複合 OA 機 ネットワーク化 デジタル複写機 パーソナル化 ラップトップ型 PC	高機能化 高張力鋼 耐蝕性表面処理鋼	高機能化 4WD, 4WS 電子制御装置搭載車 高級化 全面改良・新型車 大型化 3ナンバー車
生 産	多品種少量生産システム 生産トレード 完全無人化ライン		連続化プロセスの採用 高炉への AI システム の導入	多品種少量生産システ ム 超自動化組立ライン 部品発注オンライン化
組 織	営業部門中心に企業内統合・再編		情報部門の分社化	商品本部制の導入
営 業・販 売	系列店の改装 ニュー家電販売 家電 VAN	販売会社拡充 ショールーム拡充	電炉メーカーの高炉製 品への進出	系列店統合 大型展示場開設 営業所再開発 異業種提携
多 角 化	情報通信	—	新素材 情報通信 地域開発	情報通信 航空宇宙 スポーツクラブ レストラン
海 外 展 開	部材の海外調達 NIEs・ASEAN 中心に 現地生産 (コストメリットの) 追求 逆輸入	EC 中心に現地生産 (貿易摩擦対策) 外国企業との提携	米鉄鋼メーカーとの合 弁事業 米素材関連企業の買収	米中心に現地生産 (貿易摩擦対策) 逆輸入 ネットワーク型国際提 携

リングの形態としては、つぎのようなものがある(図6)。

まず、コストダウンであるが、海外からの部品・原材料の調達、人件費削減が行われるとともに、借入金返済や調達費用の安い CP 発行や“ザイテク”による財務体質の改善、そして生産ラインの合理化などが図られた。

コストダウンと密接に関連するのが国際分業の展開である。部品・原材料の海外調達にはじまり、現地子会社による生産拡大、生産委託、

そして逆輸入へと展開していった。とくに、逆輸入は今回円高の副産物ともいえる。

リストラクチャリングは、このような広い意味でのコストダウンにとどまらず、先端的技術革新の流れにのり、また、多様化するニーズを把握、新製品・高付加価値品の開発や販売活動の強化で積極的な内需の掘り起こしへと展開していった。そして必要な組織の再編も行われた。さらに、新しい事業展開として、異業種提携、子会社設立、M&A などにより経営分野

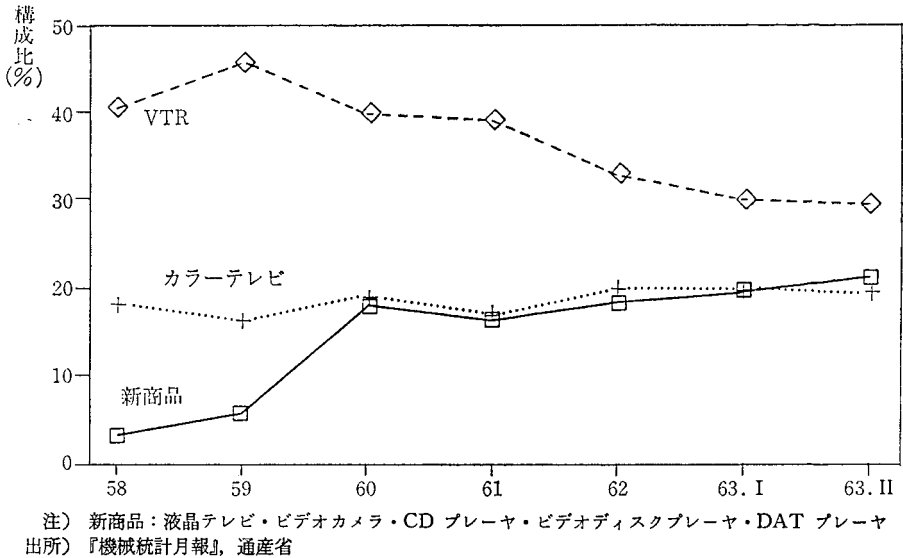


図 7 新製品・高付加価値商品——民生用電子機器

を拡大する動きもある。

(2) 主要産業での具体例

リストラクチャリングは産業全般に及んでいるが、とりわけ、輸出関連産業で急展開をみせている。そこで、家電、OA 機器、自動車、鉄鋼の 4 業種を代表的産業として具体例をあげ、リストラクチャリングの動向を整理・分析してみたい(表 1)。(注)

① 新製品・高付加価値品の開発

各産業とも、アイデアとハイテク総動員で高付加価値製品を次々と開発し、消費者の需要を刺激している。

家電業界では、商品開発は日進月歩の状況にある。とくに、円高が始まった 60 年あたりから、エレクトロニクス革命のうねりの中で目ざましい進展をみせている AV (オーディオ・ビジュアル) 分野を中心に、高機能・多機能化、高品質化、大型化、さらにはデジタル化が進んでいる。

オープンやグリルにも使える多機能電子レンジ、CD コンパチブル LV プレーヤー、カメラ

一体型ビデオ、一昨年からのテレビの 24 時間化に対応した衛星放送受信システム、22 インチを上回る大画面・高品質テレビ、フィルムの代わりにフロッピーディスクをつかう電子スティルカメラ、DAT (デジタル・オーディオ・テープレコーダー)、そしてつくる楽しさが受けて一昨年大ヒットした自動パン焼き器と枚挙にいとまがない。

OA 機器も日進月歩。高機能化、複合化、ネットワーク化で高度化を図るとともに、使い勝手のよい安価な製品でパーソナル化が進んでいる。電卓・電話帳・メモ帳を一体化した電子手帳、静止画テレビ電話機など多機能電話機、電話・ファクシミリ・パソコン・時計一体型の卓上複合 OA 機、携帯用パソコン、デジタル複写機とこれまた枚挙にいとまがない。

鉄鋼業界では、総合素材産業をめざし、高級・高機能材であるファインスチールを今後の重

注) 産業動向に関しては、巻末の文献のほか、一般経済誌、週刊誌、新聞等の多くの情報を活用した。詳細な具体例についてはたとえば巻末文献等を参照されたい。

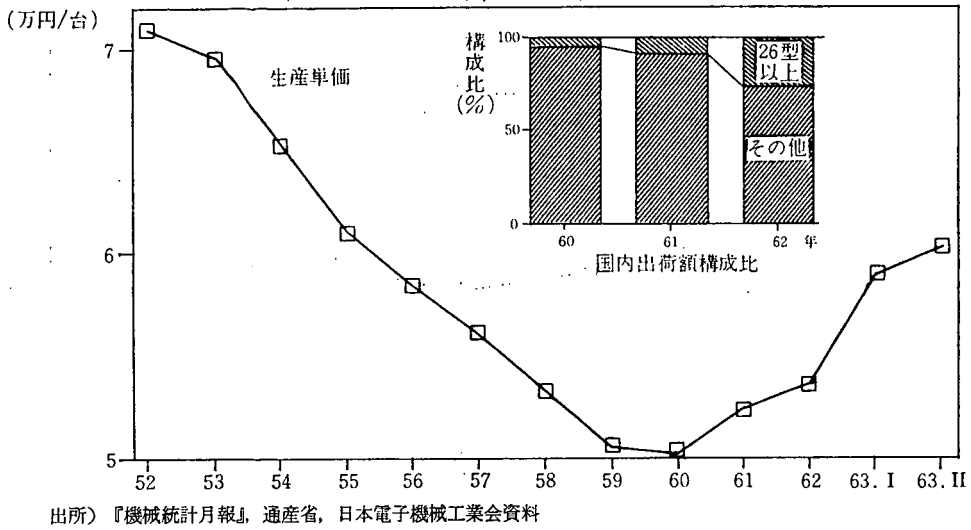
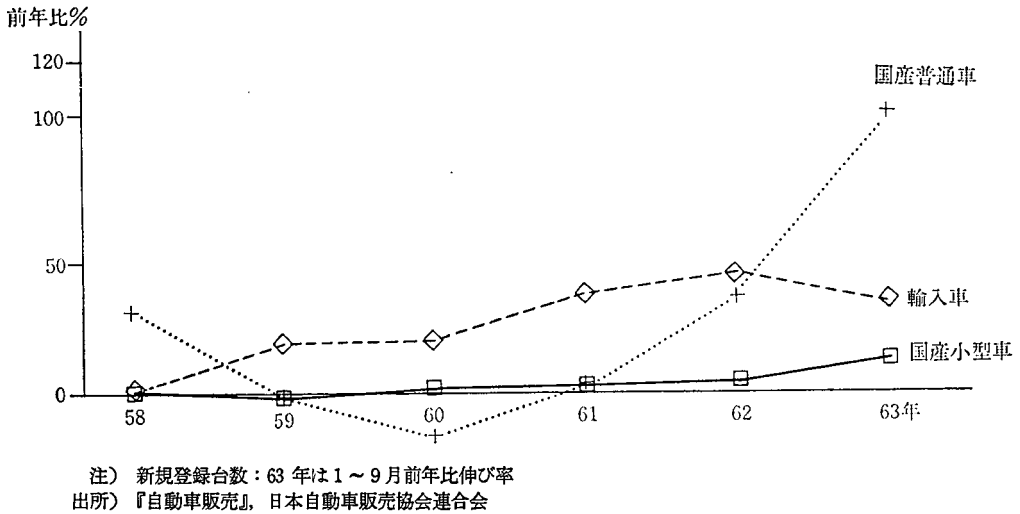


図 8 新製品・高付加価値商品——カラーテレビ



注) 新規登録台数：63年は1～9月前年伸び率  
出所) 『自動車販売』、日本自動車販売協会連合会

図 9 新製品・高付加価値商品——自動車

要な発展分野として把えており、高張力鋼や表面処理鋼板はその代表的な製品である。

自動車産業では、高級化志向を背景に、モデルチェンジ、新車投入、電子機器搭載で需要の掘り起こしを図っている。車種別では大型車ブームで、日産シーマに代表される一台500万円を越す高級車が飛ぶように売れた。

ここで各産業における高付加価値化を具体的

なデータでみてみたい。

家電の売り上げに占めるデジタル・ディスク・プレーヤー、液晶テレビなどの新製品のシェアをみると、59年の5%が、わずか3年間で21%まで、実に16%ポイントも急上昇している(図7)。

その一方で、長期トレンドとしてシェアが下降傾向にあったカラーテレビは、大型化・高

機能化で人気が復活し、シェアーの下げ止まりの兆しもみえ始めた(同)。カラーテレビの26インチ以上の構成比は60年の5%から62年には26%に、これまた急上昇している(図8)。注目すべきことに、大型化・高機能化が始まった60年あたりに、カラーテレビ平均単価も下降から上昇トレンドに転じている(同)。

魅力ある高付加価値商品は、高額でも売れるわけで、それだけ家電業界のフトコロを豊かにするというわけである。

パソコンは16ビットから32ビットの時代に突入し、高機能化で平均単価の上昇率が高まる兆しもみせ始め、業界の収益アップをもたらしている。パソコンは、毎年2ケタの伸びが続いている。

自動車は全体に好調だが、とくに大型3ナンバー車の爆発的売れ行きが注目的になっている。63年1~9月期の普通車は前年比2倍増と高い伸びをみせた。一方、小型車も高級な内装、高機能を有したものがよく売れており、10%程度の伸びと堅調である。輸入車も3ナンバー車を中心にここ数年来30%程度の高い伸びを示している(図9)。

カラーテレビと同様、大型車ブームで一台当たりの単価が上昇して、企業の収益アップが期待されているわけである。

## ② 生産

コスト低減やニーズの多様化に対応した生産システムの開発・拡充が行われている。

家電・OA機器では多品種少量生産システムが拡充されている。その代表的なものは、リコーのRINKSで250種のPPCを生産しているが、部品の受け入れから製品の出荷までの生産工程全体にFAの導入による直接作業の自動化が行われているだけでなく、部品の納入などの

間接作業もコンピューターの指示で行われている。また、カシオのフィルム電卓や日電掛川工場のファクシミリでは完全無人化ラインも採用されている。さらに、三菱電気長崎製作所は従来発電機などの重電を扱っていたが、OA機器用ディスプレイ装置を京都製作所から生産移管するなど“生産トレード”の動きもある。

鉄鋼業界では、省力・省エネルギーのための技術開発、新鋭設備の導入を図っている。生産プロセスの直結化・連続化、高炉へのAIシステム(人工知能)の導入、直流電気炉の採用などがある。

自動車業界では、ニーズの多様化や高級化志向、生産効率の向上などに対して、やはり多品種少量生産システム、さらには部品発注オンラインシステムの導入を図っている。また、生産工程のロボット化による超自動化組立ラインの確立を推進している。かくてオーダーメイドに近い生産体制まで高度化しており、車のカラーなど需要家からの特注であってもディーラーへ運ばれるのに三日とかかからないとまでいわれている。また、たった一台しかない車も同一ラインで生産することも可能となっている。

## ③ 組織

営業部門を中心に統合・再編成が行われている。

家電・OA機器業界では、複合商品の開発やシステム化などによる商品分野の変化を背景に、従来のタテ割り組織(商品別事業本部制)の見直しから企業内再編成を行っている。一方では、国際化の動きに伴って、国際的地域本部制の導入の動きもある。また、部門別では、需要動向に対応して、重電部門を縮小し、情報通信部門を拡大・強化する傾向が顕著である。

鉄鋼業については、後述の多角化戦略のため

に、社内の情報部門の分社化による新会社の設立が相ついでいる。

自動車については、日産が、従来の設計・生産・販売ごとの機能別組織を改め、商品本部制を導入し、ニーズの個性化、多様化に対応して目標を明確にしつつ、車種ごとに設計から販売までを一貫して行っている。

業界全体としては、とくに、後述の販売面の組織の強化を急いでいる。

#### ④ 営業・販売

販売網の強化策が実施されている。

家電業界では、円高による海外競争力の低下で、内需シフトを積極的に進めている。各種メーカーの商品を取扱い、低価格政策をとる量販店の拡大に対抗して系列店のテコ入れを図っている。系列店強化策としては、“変身ショップ”（松下）や“パートナーショップ”（シャープ）にみられるヤング向け店舗改装を行うとともに、ニュー家電販売やAV商品販売の強化で魅力ある品揃えを図っている。また、商品発注や在庫照会のための家電VANの導入が相次いでいる。

OA機器では、営業部門の再編や販売会社拡充、ショールーム拡充が行われている。

自動車産業では、訪問販売から店頭販売への流れの中で、系列店の統合、大型展示場の開設、営業所の再開発（スポーツクラブやレストラン併設など）、スーパーなど異業種との販売提携にのりだしている。鈴木が井関農機、ポラ化粧品、ダイハツがパルコ、久保田鉄工、マツダが資生堂・ザ・銀座と提携したように、女性、そして農村の主婦層を新たなターゲットとしている。

#### ⑤ 多角化

各産業ごとに特色があるものの、成長する先

端分野である情報産業への傾斜・参入が著しい。家電業界では、ソフト会社のM&Aなどを通じて、情報産業に傾斜してきている。東芝は、半導体、コンピュータ機器・ソフト、システム技術、VAN事業などで情報関連の売り上げ比率を現在の40%から80%にまで高めることを目標としている。

事業多角化は何といっても鉄鋼業で著しい。鉄鋼各社は、円高などによる生産の中長期的停滞を予想して、62年春に65年度までに高炉8基休止、要員合理化44,000人というドラスチックな合理化計画を策定した。

現在は、予想外の好況で一部高炉休止の延期を決めるほどだが、合理化計画を進めるといふ。鉄鋼業の多角化戦略は、ファインセラミクスなどの新素材、コンピューター、ソフトウェア、電子部品、半導体などのエレクトロニクス、さらに地域開発など広範囲に及ぶ分野への参入である。

自動車業界では、トヨタの日本高速通信や第2KDDへの出資にみられる情報産業への参入、日産のロケット開発・販売にみられる航空宇宙産業への参入のほか、スポーツクラブやレストランの設立などの動きがある。

多角化の話題にはコト欠かないが、折角参入した新規事業が思わしくなく、縮小、撤退の動きもあることが、最近、注目されている。

#### ⑥ 海外展開

海外展開は、業種間における国際競争力や貿易摩擦の程度の違いを反映して、業種毎に異なっている。

海外進出は家電が目ざましい。家電製品の多くが、今回の円高で国際競争力を低下させ輸出採算がとれず、そのため、コスト低減をねらった海外展開となっている。ラジカセなど低額商

品については、アジア NIEs, さらにはアセアン諸国に生産拠点を積極的に移行させている。これら商品の逆輸入も急増している。

低額品は海外で高級品は国内で生産する方向にあり、水平的国際分業が急テンポで進んでいる。一例をあげると、松下電機は、100 ドル以下の音響製品は、台湾、シンガポールの子会社に移管し、日本コロンビアは 10 万円前後のミニコンポは台湾に生産委託することを決定している。三菱電機、東芝、富士通ゼネラル、日立も冷蔵庫、洗濯機、などの白物家電を東南アジアに生産移管したり、生産委託を行っている。

OA 機器は、輸出比率が最も高いが、今回の円高でも高度な技術力で依然として海外競争力を保持している。このため、進出目的もコスト低減というよりは貿易摩擦対策が主体となっている。進出先も EC 諸国が中心であるが、電卓などではコストメリット追求のために、アジア NIEs での現地生産に踏み切った例もある。

国際化は他の業種より出遅れてはいるが現在急ピッチで進行中である。

鉄鋼業界では、貿易摩擦や円高による主要な鉄鋼需要産業（自動車など）の海外進出への対応で、とくに米国の鉄鋼メーカーや新素材関連企業との合弁事業が進んでいる。

また、自動車はグローバルな海外戦略を目ざしており、米国を中心に進出。米国での現地生産は 57 年からだが、1～2 年以内に各社の海外進出はすべてでそろそろ。国際的企業提携は、従来の枠組をこえたネットワーク型提携が主流を占めるようになってきている。また、当初は貿易摩擦対応で海外進出したものの、最近の急激な円高でコストメリットも出、ホンダのアコードクーペが 63 年には、米国より 7,000 台逆輸入された。

#### 4. リストラクチャリングの影響

以上のように、各企業は円高、貿易摩擦激化に対して、ありとあらゆる手だてをつくして、リストラクチャリングを進めてきた。その成果として円高をのりこえることができたと言える。

リストラクチャリングは、供給側の変化であるが、これに、技術革新の進展や国際化の動き、さらには、需要側の変化としての消費者の高級化志向の高まりなどの影響が相乗して、これらが複合的に景気拡大をもたらしている。

リストラクチャリングの景気拡大効果には、主に次のチャンネルが考えられる（図 10）。

##### ① 生産性の上昇

高付加価値商品の開発や合理化などの進展は、各社の生産性（一人当たり付加価値）の上昇をもたらす。

##### ② 企業収益の増大

生産性の上昇は付加価値の分配としての利益の増大をもたらす。資金面から設備投資の拡大をうながす。

##### ③ 賃金の上昇

同じく、分配面から賃金の上昇をもたらす。次いで手取り所得の上昇は民間消費を促進する。

##### ④ 民間設備投資の拡大

先の資金面からの投資拡大のほか、開発投資、拡販投資、合理化投資などが増大する。

##### ⑤ 民間消費の増加

前述の所得の増加によるもののほか、新製品・高付加価値商品による新たな需要の創出で消費が拡大する。

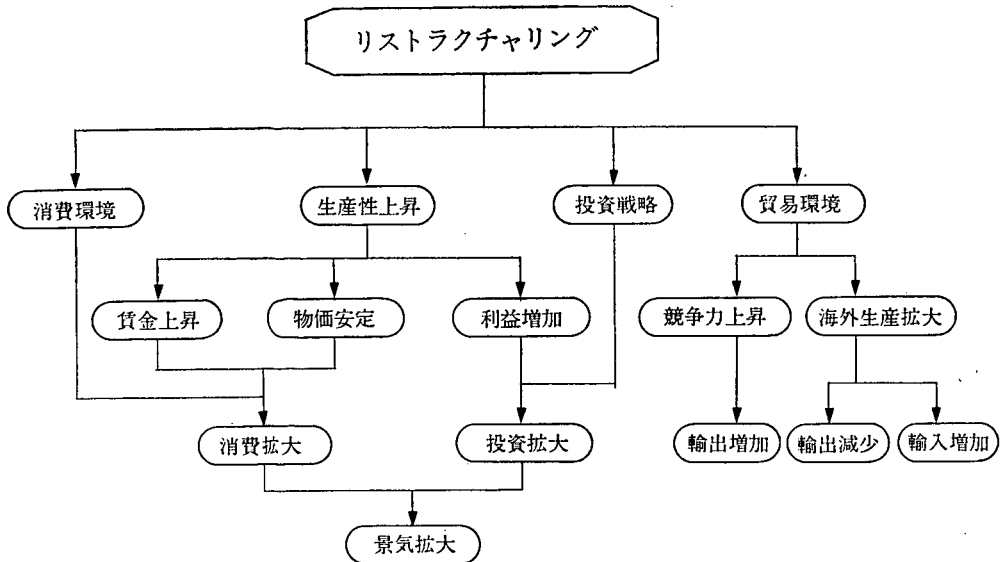


図 10 リストラクチャリングの効果の波及ルート

## 5. 日本経済と電力需要の展望

以上のようなリストラクチャリングの実態を踏まえたうえで、当面の日本経済・電力需要の展望を行ってみたい（詳細は文献 [16] を参照のこと）。目下のところ景気をリードする民間設備投資の増勢がいつまで続くのか、また、もう一つのリード役である民間消費の好調はいつまで続くのか、そして、景気拡大はいつまで続くのかという点が最大の焦点となっている。

来年度（平成元年度）については、国内外経済のフレームワークがどう変わるかによって見通しも変わる。総じていえば、為替レート、原油価格、金利などの情勢を悲観的にみないとすれば、リストラクチャリングの進展、消費環境の好転などを背景に、投資と消費のリードで景気拡大基調は来年度にかけて維持されるとみてよいであろう。

民間設備投資の好調については、まず、企業収益が過去最高を更新するほど拡大しているこ

と、また消費需要が旺盛なことが挙げられる。そして、非常に重要なことだが、円高下における国際分業の進展に対応する構造転換投資、情報革命の流れにのった技術革新投資などリストラクチャリングのための投資、言い換えれば、循環的でない中長期的な経営戦略からくる投資が拡大しているということである。今年度は20%近い伸び率になると思われるが、来年度も10%台前半の伸びは達成されるであろう。

民間消費は、円高メリットが一巡し、資産効果も剝げ落ちているが、企業収益の好調を背景とした賃上げと減税から所得の一層の増加が期待できるのみならず、新製品・高付加価値品による需要の刺激、また高級化志向にみられる消費者意識の変化などのリストラクチャリングの効果で、今年度は5%程度の伸び、来年度も4%台半ばの伸びと堅調であろう。

懸念材料は輸出の回復である。今回の円高下で輸出企業はリストラクチャリングを進めた結果、損益分岐レートはすでに1ドル=110円台



となっている。しかも国際分業の進展で競争力の強い半導体、通信機器などのハイテク製品が伸びているため、多少円高が進んでも、輸出は減少しないであろう。一方、輸入は製品輸入の増大傾向が今後とも続くと考えられ、経常黒字の減少が期待されるが、引き続き高水準で推移しよう。

住宅投資、政府投資の伸びは鈍化していくとみられるが、消費と設備投資のリードで、経済成長率は今年度5%程度、来年度も4%台半ばと拡大基調を維持していくとみられる。

このような景気の好調を反映して、電力需要も堅調とみられる。電灯・電力合計で今年度は4%中ば、来年度も4%台の伸びと底固いであろう。

62年から63年4~6月にかけて電力需要が急増し、対GNP弾性値が1.2になったことから電力需要構造に変化が起きたのではないかと議論がある。最後にこの点について触れておきたい。当所の短期マクロモデルによる試算では、気温、景気対策、エネルギー価格の下落という一過性の要因を差し引くと、電力需要の対GNP弾性値は0.8程度まで下がる事が確認されている(前掲図4)。すなわち、構造変化というよりも一過性の要因で需要が急増したと見ている。来年度以降を見通すと、電力需要は構造変化というよりも、むしろリストラクチャリングによる経済成長率の押し上げをベースに堅調さを維持していくとみられる。

しかしながら、安いエネルギー価格が長期的に続くことが確実になれば、省エネルギーのマインドは低下し、さらにそれが設備投資に反映されるようになると、電力需要の対GNP弾性値が上昇に向かうという構造変化がおきることも予想されるため、今後の動向を注意深く見守

っていく必要がある。

## 6. おわりに

60年秋以降の国際経済環境の変化、とりわけ円高、貿易摩擦激化の影響は、わが国の経済構造調整を否応なしに迫るものである。

実際、これまでみたように、60~62年にかけて構造変化の兆しが見られる指標は多く存在する。現在、中長期的な意味で、わが国経済は構造転換期にあると考えられる。

本稿では、主要産業の事例からリストラクチャリングの態様を整理分析した。そして、リストラクチャリングのマクロ経済と電力需要に及ぼす影響についての計測を試み、これを踏まえて当面の経済・電力需要の展望を行った。

リストラクチャリングは、需要の創出や生産性の向上を通じて経済成長を押し上げる効果を持つ。その正確な計測は困難であるが、円高時代を迎えて経済が不透明さを増す中で、その解明が緊要の課題となっていることから、マクロモデルを活用してあえて大胆な試算を行ってみた。

その結果、大方の予想を上回る高い伸びを示した62年度の経済成長率は、リストラクチャリングなど複合効果によって1~2%押し上げられていたことが分かった。一方、同年度の電力需要の急増は、構造変化というよりも、景気の拡大とエネルギー価格の下落という電力需要をとりまく経済環境の好転の影響によるところが大きいと言える。しかし、安いエネルギー価格が続くようだと、電力需要の構造変化が表面化する可能性もある。

いずれにしても、今後の経済・電力需要動向を的確に分析する上で、ここ1~2年間の産業のリストラクチャリングや消費者意識の変化な

どの新しい動きを十分フォローアップしていく必要がある。

#### 参考文献

- [1] 西村貴志夫『家電業界』, 教育社, 1987.3
- [2] 下釜正利『OA 機器業界』, 教育社, 1987.3
- [3] 一柳正紀『鉄鋼業界』, 教育社, 1987.3
- [4] 白沢照雄『自動車業界』, 教育社, 1987.3
- [5] 若狭 慧『家電・AV』, 実務教育出版, 1988.4
- [6] 若狭 慧『コンピュータ・OA』, 実務教育出版, 1988.4
- [7] 梶原一明, 高木敏行『自動車』, 実務教育出版, 1988.4
- [8] 庄嶋由美子『事務機械産業の展望』, 長銀調査月報 No.245, 1987.12
- [9] 『鉄鋼界』, 日本鉄鋼連盟, 1988.5
- [10] 松島憲之「海外現地生産の正否と課題」『投

- 資月報』, 日興リサーチセンター, 1988.9
- [11] 「昭和63年電機機器生産見通し」『電機』, 日本電気工業会, 1988.4
- [12] 小森哲「日本自動車産業の国際化」『経済情報』, 三井銀行, 1988.7
- [13] 西岡幸一編『円高対応の研究』, 日本経済研究センター, 1988.5
- [14] 『電子工業年鑑』, 電波新聞社, 1988.1
- [15] 『昭和63年度 年次経済報告』, 経済企画庁, 1988.8
- [16] 服部恒明『1988・89年度の日本経済』——景気の現況と電力需要, 電力中央研究所経済研究所内部資料, 1988.12

( はっとり つねあき  
やじま まさゆき  
わたなべ なおふみ  
まどの せいし  
経済部 経営研究室 )

# 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——

キーワード：季時別料金，プロセスモデル，鉄鋼業，  
電気機械製造業，線形計画法

山 地 憲 治 佐 賀 井 重 雄

## 〔要 旨〕

産業用需要家について，プロセスモデルと呼ぶ需要家行動モデルを開発して，電気料金制度による需要の誘導効果を評価した。プロセスモデルは，生産工程を一纏まりの操業単位である幾つかのプロセスの組み合わせとして表現したもので，種々の電気料金に対して，コスト最小となる操業計画を求めることができる。鉄鋼業と電気機械製造業の2業種について，プロセスモデルを開発し，季時別料金による負荷移行効果を評価した。鉄鋼業は，副生ガス貯蔵装置の運用などにより，時間帯によって料金に変化する季時別料金に敏感に反応して購入電力の需要を夜間に集中することが出来ること，また，電気機械製造業では，最大電力の抑制に大きな効果が期待されること等の傾向が定量的に評価された。分析・評価対象を増やして，産業全体としての需要調整効果の推定を行うことが今後の課題である。

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1. 研究の目的と背景                     | の解析・評価                             |
| 2. 解析手法と評価対象                    | 4. 電気機械製造業における電力需要調整の可能性           |
| 2.1 プロセスモデルによる産業用需要の解析          | 4.1 重電機製造業のプロセスモデル PROM-HEM の開発と適用 |
| 2.2 従業員一人当りの電力需要からみた各産業部門の特徴    | 4.2 量産型工場における電力需要調整の考察             |
| 3. 鉄鋼業における電力需要調整の評価             | 5. 結 語                             |
| 3.1 高炉一貫製鉄所のプロセスモデル PRO-MIS の開発 | 参考文献                               |
| 3.2 季時別料金に対する反応に及ぼす諸因子          |                                    |

## 1. 研究の目的と背景

従来の考え方によれば，電気事業経営において，電力需要は経営環境として外から与えられるものであった。しかし，厳しさを増しつつあるエネルギー間競争のもとでは，需要側にも踏み込んだ経営方策が求められている。

需要側に働きかける経営方策として第一に注目すべきは，電気事業とその顧客とをエネルギー市場で結び付けている料金である。電気事業が多様な料金を提示することで，需要家の選択の範囲は拡がり，電気事業にとっても社会全体にとっても望ましい方向に需要を誘導する可能性が開ける。例えば，1988年1月から大口の産

業用需要家は、電気を使用する時間帯によって料金が変化する季時別料金を選択できるようになった。季時別料金は、電力生産原価をより正確に表すと同時に、需要家の電気の使用時間帯を、負荷パターンの谷間に誘導して負荷の平準化をもたらすと期待されている。情報・通信技術は革命的な進歩をとげつつあるので、このような高度な料金制度は、適用範囲、内容ともに今後急速に拡充していくものと予想される。

料金による需要の誘導は、料金に対する個々の需要家の自発的行動を市場で集計した結果として行われる。これにより、市場メカニズムによる最適性が実現される。しかし、一方、需要の誘導が電気事業の意図したように行われるという保証はない。需要誘導の効果を事前に評価するには、需要家の行動原理についての知識が必要である。とくに、季時別料金による電気の使用時間帯の誘導のような新たな試みについては、経験データが乏しいので、個々の需要家の行動についての理解が不可欠である。

本研究の目的は、個別の需要家の行動を予測するモデルを開発して、季時別料金による電気の使用時間帯の誘導効果を評価することである。

## 2. 解析手法と評価対象

### 2.1 プロセスモデルによる産業用需要家の解析

わが国でも諸外国でも、季時別料金が最初に適用されるのは、大口の産業用需要家である。料金メータ等の新たな出費が少なくすむことに加えて、産業用需要家は料金に敏感に反応するからである。

産業用需要家にとって、電気は労働などと共に生産要素の一つであり、その使用は、生産

技術の制約のもとで、生産コストの最小化という合理的な基準によって決定される。料金に対する反応は、経験によるデータが無くとも予測可能である。

これに対し、家庭用需要は、保有する機器等の技術要因だけでなく、生活習慣や気象など規則性のない要因による影響が大きく、しかも、需要家の行動基準は主観的な効用の最大化であって、コスト最小化のように容易に計量できるものではない。業務用需要の一部も同じ性質を持っている。この種の需要の料金に対する反応を評価するには、実験等によってデータを集め、統計的な取り扱いを行う必要がある。

本研究で扱う範囲は、産業用需要家の反応の解析・評価に限定する。

解析は、代表的な産業用需要家について、プロセスモデルと呼ぶ需要家行動モデルを開発して行う。プロセスモデルでは、生産工程を、一纏まりの操業単位である幾つかのプロセスの組み合わせとして表現する。各プロセスについて、ミクロレベルの技術特性がモデル化されており、電力や労働等の生産要素の需要はそのプロセスの操業水準に応じて決定される。プロセスモデルにより、与えられた諸条件下で、生産コストを最小にする操業計画を見いだすことができる。電気料金の条件が変わればコスト最小の操業計画も変わり、それに対応する電力需要の変化が得られる。

なお、本研究で開発したプロセスモデルでは、生産設備・技術特性は与件であり、料金に対する反応は、操業計画の調整で行うものとしている。つまり、モデルは、生産工程の各プロセスの操業の変更によって対応できる一週間から数ヶ月程度の短期的な反応の解析・評価を目的として開発されている。生産設備や技術の変

化の効果は、技術特性を表すパラメータを変化させたケーススタディによって、評価することができる。

## 2.2 従業員一人当たりの電力需要からみた各産業部門の特徴

季時別料金の導入に対して操業計画の調整を行う場合、調整のしやすさを基本的に定めるのは、労働コスト（人件費）と電力コストとの競合関係である。一般に、季時別料金の安い時間帯は賃金率が高い。

図1は、製造業の各部門について、従業員一人当たりの電力需要（kW/man；年間使用電力量（kWh）/年間総労働量（man-hr））を示したものである。厳密な評価にはプロセスモデルによる解析が必要であるが、第一次近似としては、kW/man 指標が大きいほど、つまり、労働節約的で電力集約的であるほど、操業調整による電気の使用時間帯の変化を行いやすいと言える。すなわち、鉄鋼、紙・パルプ等の業種は季

時別料金に敏感に反応し、電気機械、輸送機械等は反応しにくいと予想される。

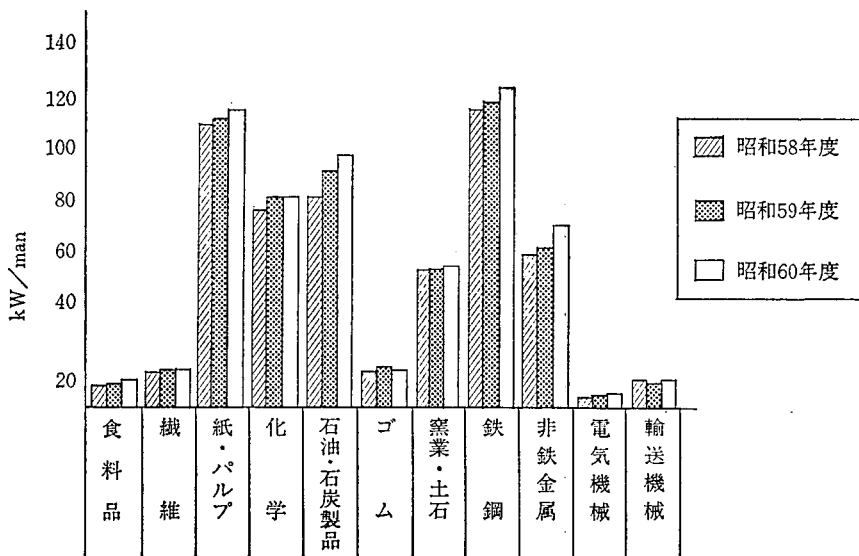
以下に紹介するプロセスモデルによる解析・評価では、鉄鋼業と電気機械製造業を取り上げる。概略検討によって季時別料金に対する反応の点では両極端にあると想定された2業種を典型例として、詳細に解析したいためである。

## 3. 鉄鋼業における電力需要調整の評価

### 3.1 高炉一貫製鉄所のプロセスモデル PR-OMIS の開発 [1, 2, 3, 4, 5]

#### (1) モデルの構造

モデルの対象とした高炉一貫製鉄所における各種鉄鋼製品の生産工程は、図2に示す13の製造プロセスと酸素生産、蒸気生産等の支援プロセスから構成されている。また、製造プロセスの間には中間製品を一時蓄えておくバッファがあり、各製造プロセスがある程度独立して



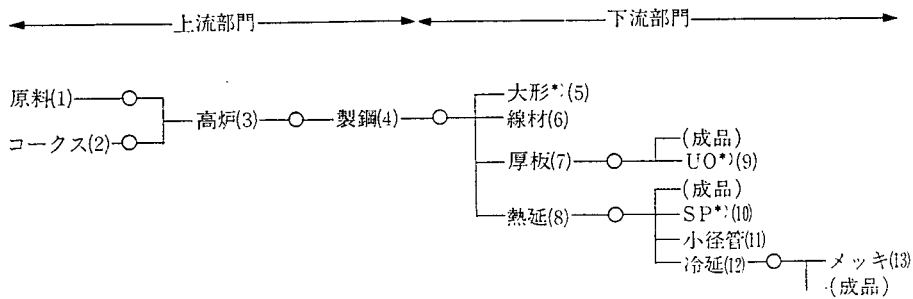
出所：参考文献[13]

図1 産業別の従業員一人当たり電力需要  
〔企業の従業員規模：100人以上の場合〕

操業時間の調整を行えるようになっている。

高炉一貫製鉄所のプロセスモデル PROMIS は、線形計画法を適用した最適化モデルとして定式化されている。PROMIS の基本構造を図 3 に示す。モデルの中核となるのは、原材料・中間製品の投入と最終製品の産出を表す物質フローおよび副生ガス・電力のエネルギー需給を表す各種の制約式である。PROMIS により、

所与の製品出荷量を最小のコストで生産する週間操業計画が求められる。操業計画は、1 シフト 8 時間を単位として一週間 21 シフトについて、各生産プロセスの操業水準と副生ガス貯蔵設備の運用を決定する。最小化されるコストは、エネルギー費と人件費を合計した短期操業費である。PROMIS の詳細については文献 [4] を参照されたい。



- \* ) 大形：大型形鋼（H形鋼，I形鋼，鋼矢板など）
- UO：UO鋼管（高級ラインパイプ）
- SP：スパイラル鋼管
- (○)はバッファの位置を表す

図 2 高炉一貫製鉄所の製造プロセス

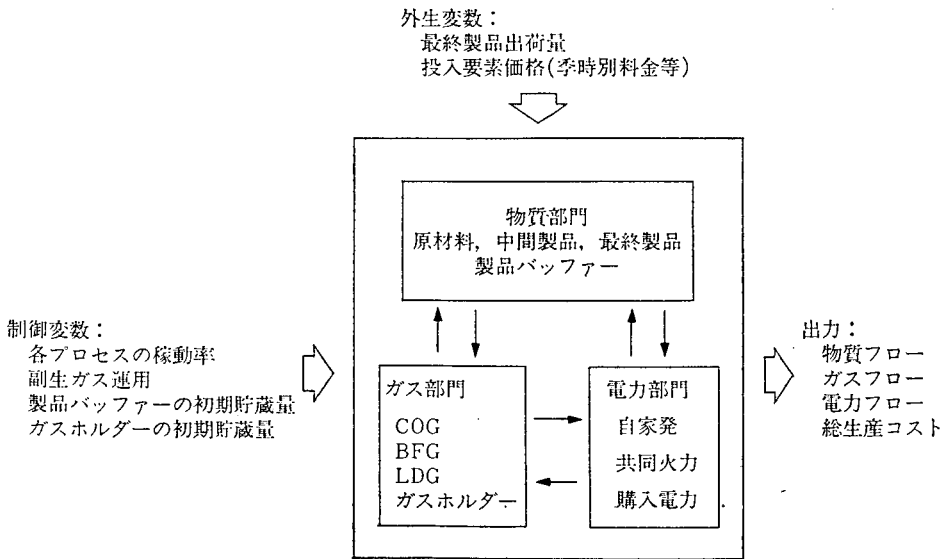


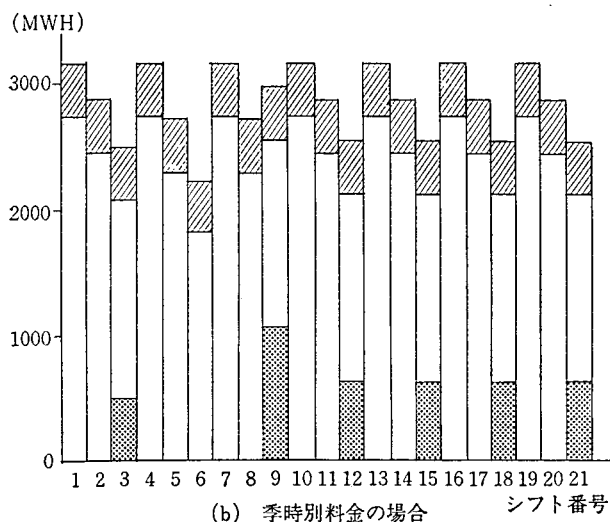
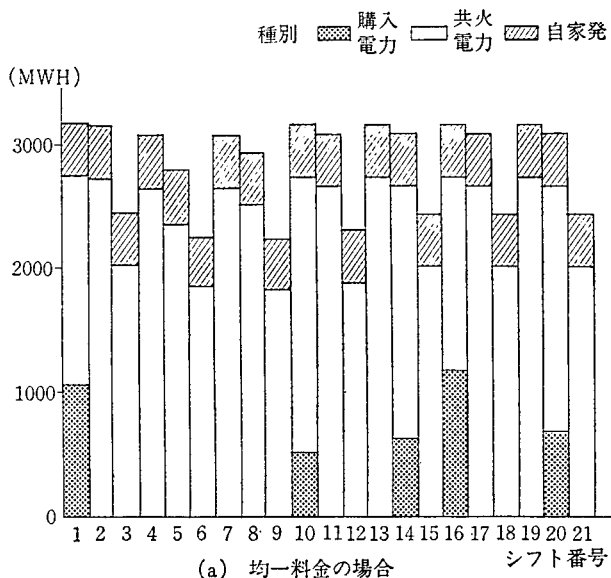
図 3 PROMIS の基本構造

(2) 季時別料金に対する反応の基本パターン

PROMIS によって、季時別料金の下での最適操業と、時間帯によらず一定の料金が課せられる均一料金の下での最適操業とを比較することができる。概略評価によって予想されたとおり、鉄鋼業は季時別料金に極めて敏感に反応する。

図 4 は、需給調整契約を参考にして設定した

季時別料金の下での最適操業から得られる電力需給と、均一料金の下で得られる電力需給とを比較したものである。季時別料金が適用される場合の購入電力はすべて夜間に移行していることが判る。また、使用電力総量の比較から、季時別料金の下では夜間操業が相対的に多くなっていることも判る。ただし、副生ガス貯蔵設備の運用によって、購入電力を夜間に移行すると



シフト番号と時間帯対応表

シフト番号	曜日	時間
1	金	7~15
2		15~23
3		23~ 7/土
4	土	7~15
5		15~23
6		23~ 7/日
7	日	7~15
8		15~23
9		23~ 7/月
10	月	7~15
11		15~23
12		23~ 7/火
13	火	7~15
14		15~23
15		23~ 7/水
16	水	7~15
17		15~23
18		23~ 7/木
19	木	7~15
20		15~23
21		23~ 7/金

図 4 最適操業下での電力需給の比較

同時に操業をできるだけ昼間に移行しているため、賃金率の高い夜間操業の増大は、購入電力の夜間への移行ほどには大きくない。季時別料金の下でも土曜日の夜間には電力を購入せず操業を低下させているのは、電気料金の割引額が賃金率の増大に見合っていないからである。

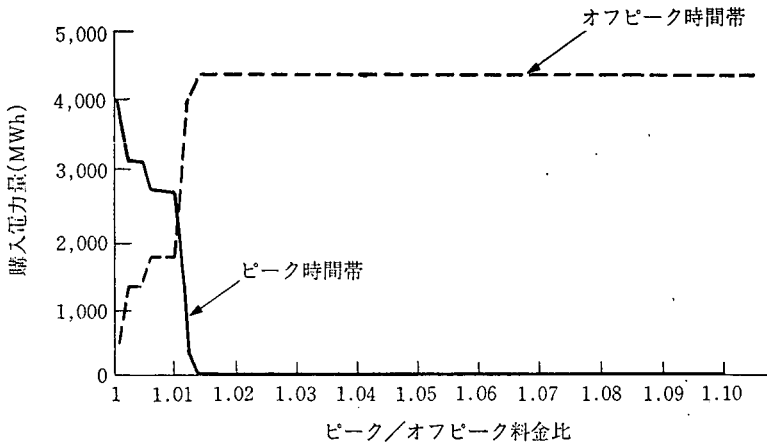
### 3.2 季時別料金に対する反応に及ぼす諸因子の解析・評価 [6, 7, 8]

#### (1) エネルギー自給度の違いによる反応の変化

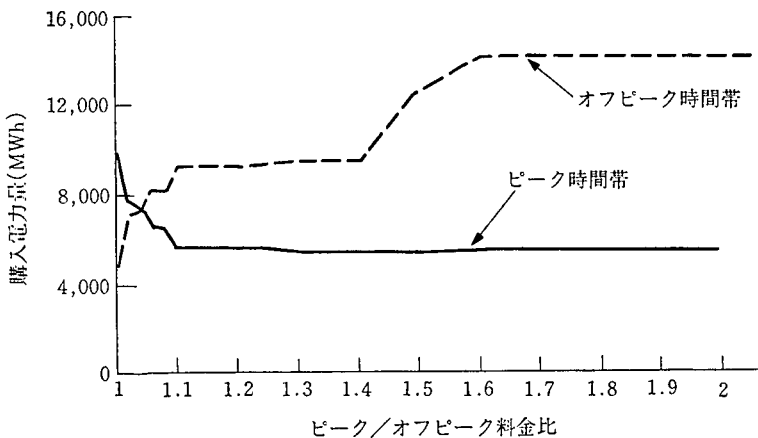
PROMIS 作成に当たって参考にした製鉄所は、大規模な上流工程を持つため副生ガスの発生量が多く、製鉄所の所要エネルギーをほとん

ど自給することが可能であった。しかし、わが国の高炉一貫製鉄所の中には、生産工程の下流部門の比率が高くてエネルギー自給度が低いものも多い。エネルギー自給度の低い製鉄所では、重油・石炭を燃料とする自家発電所を保有する場合がある。このような製鉄所についてもプロセスモデルによる解析を行い、エネルギー自給度の違いが季時別料金に対する反応にどのように影響するかを検討した。

季時別料金はピーク時間帯とオフピーク時間帯の2時間帯で変化するとし、両者の料金比が、購入電力を使用する時間帯に対してどのよ



(a) 自給度の高い製鉄所



(b) 自給度の低い製鉄所

図5 製鉄所のエネルギー自給度と季時別料金への反応



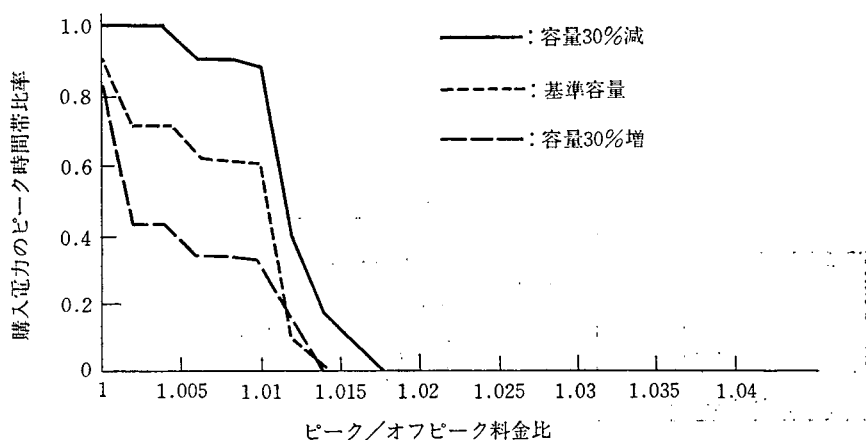


図 6 副生ガス (COG) 貯蔵設備容量と季節別料金への反応 (エネルギー自給度の高い製鉄所の場合)

うに影響するかを調べた。結果を図5に示す。自給度の高い製鉄所では、僅かな料金比に対しても敏感に反応して、購入電力の使用はオフピーク時間帯に移行しているのに対し、自給度の低い製鉄所の反応の感度は鈍く、料金比を大きくしてもオフピークへの完全な移行は生じていない。また、自給度の低い製鉄所では、料金比を大きくすると、オフピーク時間帯の購入電力量が単独で増大し、購入電力の総量が増加するという効果をもたらしている。これはオフピークの購入電力の価格が、重油等による自家発電より割安になるためと考えられる。

(2) 副生ガス貯蔵設備の効果

エネルギー自給度の高い製鉄所のプロセスモデルにおいて、コークス炉ガス (COG) の貯蔵設備の容量を ±30% 変化させた場合について検討した。図6は、季節別料金のピーク/オフピーク料金比の変化に対する、購入電力総量 (自給度の高い製鉄所では購入電力総量は季節別料金の下でも変化しない) に占めるピーク時間帯での購入電力量の比率の変化を示している。ガス貯蔵設備の容量を大きくすれば、季節別料金に対する反応が敏感になる傾向が示され

ている。

4. 電気機械製造業における電力需要調整の可能性

4.1 重電機製造業のプロセスモデル PRO-MHEM の開発と適用 [9, 10, 14, 15, 17]

重電機製造工場の生産プロセスは、鉄鋼業のような量産型ではなく、受注生産を基本としている。モデル化の対象とした工場の主要出荷製品は、原動機、回転電気機械、原子力機器と多岐にわたるが、生産額の大きさおよび電力需要調整の観点から、大型タービン発電機をモデルで操業計画の変更を行う対象製品とし、その他の製品の操業計画は固定した。

生産コストのうち、電気料金構造による操業計画の変更と関連する短期的なコスト要因は電力コストおよび労働コストである。生産工程毎の電力と労働の所要量についての予備的な考察から、季節別料金制の導入により操業計画の変更が費用効果的になる可能性のある工程は、大型タービン発電機の出荷前に行われる電気特性試験に限られることが明らかになった。そこ

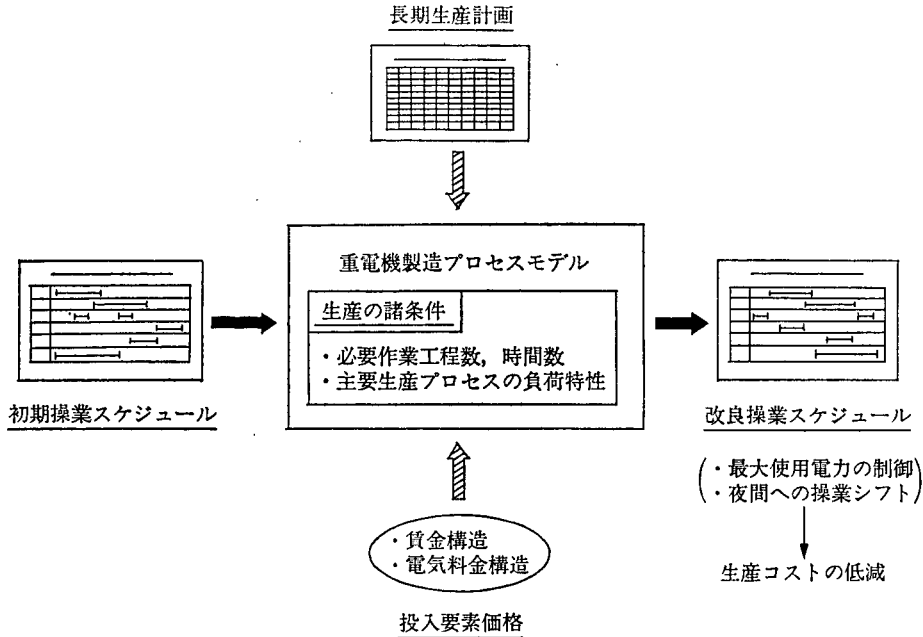


図 7 PROMHEM の概要

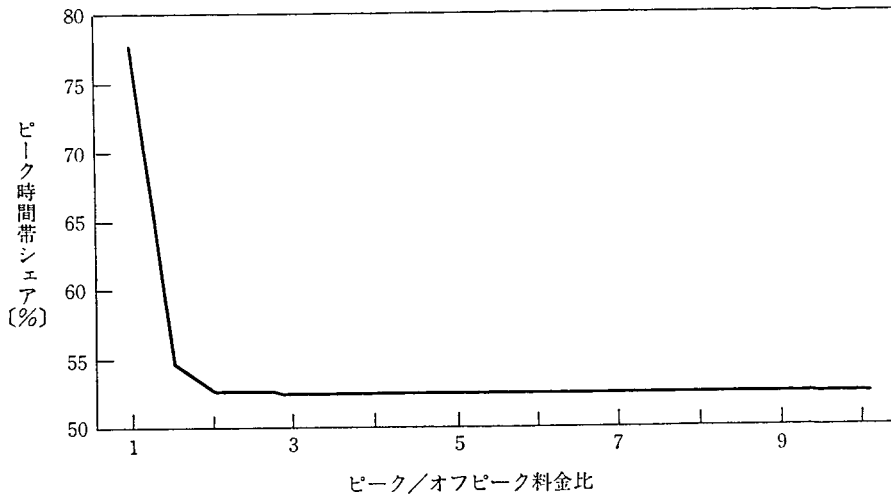
で、この試験工程に着目して料金による負荷移行効果を解析した。

重電機製造プロセスモデル PROMHEM は、PROMIS のような単純な線形計画モデルとはならず、整数計画問題として定式化される。計画期間は 1 カ月程度の短期モデルとし、基本製造工程および所要電力・労働投入を表す生産プロセスのモデルを作成した(図 7)。賃金率や電気料金構造等の投入要素価格および処理順序等の操業制約の諸条件下で、所与の製品出荷量を最小コスト(電力量料金および労働コストの和)で生産する最適操業計画問題として、モデルの定式化を行った。実際の求解にあたっては、厳密解(大域的最適解)を実用時間内で求めることは不可能であるため、初期解を逐次改良する発見的準最適化算法によって近似解を求めた。

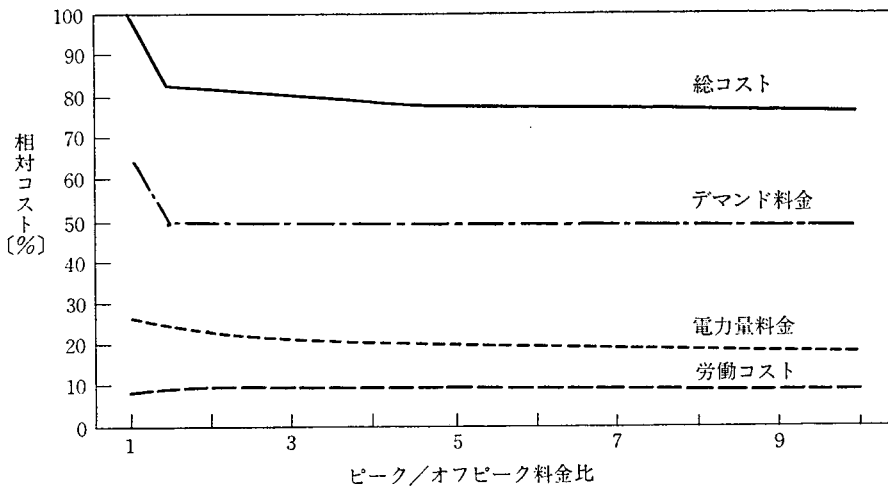
PROMHEM には、短期運転コスト(人件費と電力量料金)の低減を目的とするアルゴリ

ズム 2 種 [(A) 時間帯の番号の順番に、作業割当をコストが減少する方向へ逐次改良を行う; (B) kW/man の大きいアクティビティの順番に、(A) と同様の作業割当の逐次改良を行なう] と最大電力需要の低減を目的とするアルゴリズム [(C) 消費電力 [MW] の大きなアクティビティの順番に、作業割当を最大電力が減少する方向へと改良を行う] の 3 種の準最適化算法が組み込まれている。アルゴリズム A, B ともに、ほぼ同等のコスト削減をもたらし、これらとアルゴリズム C を組み合わせて反復適用すると 3 回程度で改良効果が収束することがケーススタディによって確認されている(参考文献 [14])。

PROMHEM (アルゴリズム A) を利用して、季時別料金に関する感度解析を行った。季時別料金(電力量料金)のピーク/オフピーク比を 1~10 の範囲で変化させたとき、試験工程についてはその工程の使用電力量の 20~25% がピ



(a) 電気特性試験工程の電力需要のピーク/オフピーク時間帯分布



(b) 生産コストの変化\*

\*:ただし、デマンド料金は一般電力を含む工場全体の電力使用をもとに計算。  
電力量料金と労働コストは、試験工程に関するもののみ。

図 8 PROMHEM (アルゴリズム A) による季時別料金に対する反応の解析

ーク時間帯からオフピーク時間帯へ移行する可能性が示された (図 8)。電力負荷パターンは特に料金比 1~2 の間で大きく変化し、料金比 3 以上では季時別料金の効果は飽和した。ただし、試験頻度はそれほど高くないため、工場の年間を通しての全需要に与える影響はそれほど大きくはならない。したがって、きめ細かい時

間帯や料金差の設定、弾力的な電力契約など料金メニュー上の工夫が必要である。

また、短期運転コスト削減のアルゴリズム (A, B) に最大電力需要削減のアルゴリズム (C) を組合せて解析し、デマンド料金コストに関して大幅なコスト節減がもたらされることを見出した。今後、時間帯別にデマンド料金が

設定された場合には、試験電力や電気炉のような変動負荷を抱える需要家にとって、デマンド料金コスト、すなわち、最大需要の抑制が重要であるといえる。

#### 4.2 量産型工場における電力需要調整の考察 [11, 12, 13]

家電製品など量産型の電気機械製造業についても、調査検討を行っている。工場の調査により、製造工程の各プロセス毎に所要電力と労働力のデータを集め、2.2節で述べた一人当たり電力需要 kW/man を評価したが、現状の製造工程の技術では、工場全体の平均値として 10～20 kW/man 程度であり、季特別料金を導入しても操業時間帯のシフトは期待できないことが判った。

ただし、今後製造工程の自動化によって kW/man 値が上昇した場合には、季特別料金の導入による効果が期待される。調査したデータに基づいて作成した、線形計画法によるプロセスモデルを用いた解析によって、工場全体の平均として 50 kW/man 程度が達成できれば、ピーク/オフピークの料金比が 10 以下の季特別料金によって電力需要の誘導が実現できることが明らかにされている。

## 5. 結 語

産業用需要家について、プロセスモデルと呼ぶ需要家行動モデルを開発して、電気料金制度による需要の誘導効果を評価した。プロセスモデルは、生産工程を一纏まりの操業単位である幾つかのプロセスの組み合わせとして表現したもので、種々の電気料金に対して、コスト最小となる操業計画を求めることができる。鉄鋼業と電気機械製造業の2業種について、プロセスモデルを開発し、季特別料金による負荷移行効

果を評価した。鉄鋼業は、副生ガス貯蔵装置の運用などにより、時間帯によって料金に変化する季特別料金に敏感に反応して購入電力の需要を夜間に集中することが出来ること、また、電気機械製造業では、最大電力の抑制に大きな効果が期待されること等の傾向が定量的に評価された。分析・評価対象を増やして、産業全体としての需要調整効果の推定を行うことが今後の課題である。

なお、本研究の推進にあたっては、電力中央研究所内にロードマネジメント研究会を設置して、調整を行っている。主査の茅陽一教授（東京大学工学部）をはじめ、同研究会のメンバーから数多くの有益な示唆をいただいた。特にモデル作成においては、対象とした産業界の方々から貴重なデータを提供していただいた。ここに深甚の謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] Yamaji, K., H. Asano, and S. Sagai: A Process Model for Industrial Response to Time-of-Use Rates: Case Study for the Iron and Steel Industry, Proceedings of the Second CRIEPI-EPRI Workshop on Energy Analysis, Tokyo, Japan, September 24-26, 1986, CRIEPI Report EY86006 (1987)
- [2] 山地, 浅野, 佐賀井: 産業用需要家のプロセスモデルの開発—鉄鋼業の事例—, 電力経済研究, No. 22 (1987)
- [3] 山地, 浅野, 佐賀井, 佐藤, 山岡: 季特別料金制下における産業用需要家の最過生産計画—プロセスモデルによる鉄鋼業の解析—, 第4回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集 (1987)
- [4] 佐賀井, 浅野, 山地: 鉄鋼プロセス負荷モデル PROMIS—システムの構成と利用法, 電力中央研究所内部資料 No. 279 (1987)
- [5] 佐賀井, 浅野, 山地: 鉄鋼プロセス負荷モデルによる電力・季特別料金制の効果分析, 日

- 本 OR 学会昭和 62 年度春季研究発表会 (1987)
- [6] 山岡, 林, 茅, 山地, 浅野, 佐賀井: 鉄鋼業の電力需要調整モデル, 昭和 62 年電気学会電力技術研究会 (1987)
- [7] 浅野, 佐賀井, 山地, 長嶋, 長沼: 季時別料金制下における産業用需要家の電力需要調整—プロセスモデルによる重電機製造者の解析—, 第 5 回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集 (1988)
- [8] 山岡, 林, 茅, 浅野: 鉄鋼業における電力需要調整の評価, 第 5 回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集 (1988)
- [9] 浅野, 佐賀井, 山地: 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, 電力経済研究 No. 24 (1988)
- [10] Asano, H., S. Sagai, and K. Yamaji: Microscopic Analysis of Industrial Customers' Response to Time-of-Use Rates: Case Studies for an Integrated Steel Mill and a Heavy Electrical Apparatus Works, CRI-EPI Report EY87002 (1988)
- [11] 土屋, 林, 茅: 生産計画への季時別電気料金制導入と自動化, 昭和 63 年電気学会全国大会講演論文集 (1988)
- [12] 土屋, 林, 茅: 軽電機産業への季時別電気料金制度導入シミュレーション, エネルギー・資源研究会第 7 回研究発表会講演論文集 (1988)
- [13] 土屋, 林, 茅: 産業電力需要への季時別電気料金制度の適用, 昭和 63 年電気学会電力技術研究会 (1988)
- [14] 浅野, 佐賀井: 重電機製造プロセスモデルの開発 (I)—季時別料金制下の電力需要調整—, 電力中央研究所研究報告 Y88010 (1988)
- [15] 佐賀井, 浅野: 重電機製造プロセスモデルの開発 (II)—PROMHEM システムの構成と利用法—, 電力中央研究所研究報告 Y88013 (1988)
- [16] Asano, H., S. Sagai, and K. Yamaji: Process Models for Assessing Industrial Response to Time-of-Use Rates, The Annual North American Conference, IAEE (1988)
- [17] 佐賀井, 浅野, 山地: 産業用需要家における電力需要調整可能性の定量的評価—重電機産業の事例を中心に—, 第 6 回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集 (1989)
- [18] 山岡, 茅: 時間帯別料金制に対する産業用電力需要調整モデル—わが国の鉄鋼業について—, 電気学会論文誌 B, Vol. 109, No. 1 (1989)

(やまじ けんじ  
 経済部 エネルギー研究室  
 さがい しげお  
 情報システム部 経営情報研究室)



# 需要家における電力の品質と価格の選択に関する分析

キーワード：品質，価格，市場性，選好分析，ロジットモデル，内部化，外部化，高品質電力

藤井美文 小野島智子  
松川 勇

## 〔要旨〕

本研究では、従来一律な品質と価格を持った単一製品 (Single Product) だと考えられてきた電力サービスを、異なる品質と価格を持った複合製品 (Multi-Product) として捉え、品質別サービスに対する需要家の選択行動を分析することを試みる。

需要家 (業務用及び産業用) の電力利用の特性を調査した第1次結果からは、電力の品質に対する要求水準は利用機器の特性によって決定され、特に情報通信・制御関連機器は他の機器とは際だって品質水準の高い電力が要求されているとともに、これらの機器を利用している事業所においては系統電力の品質よりはるかに高い水準を維持するための設備をその要求水準に応じて内部化していることが示された。

以上から第2次調査においては、大型コンピューターを設置するなどの高品質電力需要家を対象として、現状においてこれら需要家が内部化した電源バックアップ設備から得ている品質 (停電と瞬低の確率) とコスト (最終的な電力料金と電源バックアップにかかる内部化コスト) の関係から、電力の品質と価格に対するデータを得、これをもとに需要家の品質と価格に関する行動の計量分析を試みた。この結果、

- ① CVCF や自家発などの設備を保有している需要家の最終の電力コストは kWh あたり約 36 円となること
- ② 高品質電力を必要とする需要家は、その電力を選択するにあたってコストよりも品質 (供給信頼度及び瞬時電圧低下回数) を優先している。選択に際しての品質とコストの関係は業種間で大きな差異が見られ、特に金融業などでは現状で需要家が得ている品質を越える電力を保証する技術システムが確保できるなら、コストが大きくても他の業種に比べより高い確率で高品質設備を選択すること
- ③ 需要家の、電力変換に要するコストに対する反応は、そのコストが内部化コスト (需要家が投資した電源関連設備やその運転維持にかかるコスト) であるか、外部化コスト (電力料金) であるのかによって異なること

などが示された。

1. 目的と背景
2. 電力の品質と価格に関する従来研究
  - 2.1 停電の費用
  - 2.2 品質別サービスの料金理論
3. 電力利用の多用化実態
4. 需要家における高品質電力の選択行動分析
  - 4.1 分析の枠組み
  - 4.2 高品質電力需要構造のモデル化と需要家の内部コスト推計
  - 4.3 品質と価格の選択行動分析
5. 結論と今後の課題

## 1. 目的と背景

わが国の電力品質に係る法規制は、主として設備基準によって定められており、最終のサービスに関する基準は、僅かに電気事業法第26条、施行規則第25条に定められた100Vおよび200Vの電圧、および周波数に関する記述にとどまっている。停電回数や停電時間に関しても特別の規定はなく、電気事業はこの供給信頼度の向上に最大の優先順位を置いてきたと言える。しかし電気事業の供給している現行のサービス品質はすでにこの水準を大幅に超過達成しており、電力ユーザーや行政からの要請も無視できないものの、実質上品質水準の設定は電気事業の自主的な判断に基づくといっても過言ではない。

標準電圧	維持すべき値
100 V	101 V の上下 6 V を越えない値
200 V	202 V の上下 20 V を越えない値

(出典 電気事業法)

既に世界的な水準にあるわが国の電力品質も、近年停電回数に見る限り飽和傾向にあり、電力品質向上に係る限界費用は大幅に増大しており、革新的な電力供給技術の出現がなければ今後ともこの限界費用はますます高くなるものと考えられる。

またエネルギー間競争において従来価格面での競争が弱いとされてきた電力も、近年はガスや石油利用の自家発、コジェネレーションとの競争が激しく、電力価格の上昇が需要の縮小均衡に結びつく状況となってきている。このため、エネルギー間競争下での一律な品質向上は電気事業経営に取って必ずしも得策とはいえない。

そこで本研究では、電力サービス品質を一律に向上させるのではなく、品質特別に異なっ

た価格を持ったサービスを考える。現状においてこの様なサービスを供給するにはいくつかの制約が存在するが、近年の電気事業経営には品質と価格の問題を検討させる環境条件の変化が生じてきている。

まず需要家における電気利用形態の多様化が挙げられる。コンピュータやそのネットワーク化による情報通信機器や制御機器利用の拡大は、都市部を中心に電力の最終利用品質に対して飛躍的な水準の向上を要求するに至っている。ここでは供給信頼度の一層の向上に加えて瞬時電圧低下や高調波問題などの新しい課題も出現してきている。一方、照明や加熱などの用途では品質よりもむしろ価格の方が優先されるものと考えられ、電気利用の多様化は品質と価格の異なる組合せサービスの潜在需要に結びついているものと考えられる。

第2に、既に価格と品質の組合せサービスが導入され、またこれが進展していく条件が供給側にも存在する点である。需給の逼迫時に電力の供給を停止するなどの需給調整契約が現行において導入されており、今後一部導入の開始された季時別料金をはじめ、この発展としてのスポット料金制の採用が進めば、米国において人気の高いとされる遮断サービス (Interruptible Service) など、今後一層多様な品質と価格の異なるサービスの実現が考えられる。更に、先述のコジェネや自家発の伸張は、現に価格と品質の異なる競争サービスの出現ともいえ、供給側においてもサービスの差別化を図る条件が整いつつあるといえる。

そこで、本研究では、需要側における品質と価格に対する反応を、需要家の意識および実際の選択行動を通じて分析することを目的とする。



## 2. 電力の品質と価格に関する従来研究

これまでも電力の品質と価格（またはコスト）に関する研究は数多く行われてきたが、これらは次の2つに大別されよう。

### 2.1 停電の費用

まず第1は、特に石油危機以降の電力供給の不確実性を背景にした電力の供給信頼度に関する研究である。その代表的なものは、需要側での停電の増大に伴う社会的費用の増加と、供給側での供給信頼度向上にともなう対処費用の増大、というトレードオフをもとに、その両者（生産者余剰と消費者の余剰）の総和を最大化することによって社会厚生的に見て最も好ましい最適電力品質（停電の頻度）水準を算定しようとする試みである。このアプローチは既に1960年代後半から実証研究のなされたスウェーデンをはじめ、第1次石油危機後は米国や欧州各国、日本などで数多くの分析が行われてきた。わが国においても西野等<sup>[1][2]</sup>の国民経済的及びミクロ的な視点からの停電コスト評価例などが挙げられる。また電源計画策定に際して、単に供給コストの最小化だけではなく、需要予測の不確実性が供給力不足に結び付きこれが停電を通じて社会的なコスト（電力側からみれば損失）を増大させるというパスをも考慮にいたした Over/Under Model 山地<sup>[3]</sup>などの例が挙げられる。

これらの研究からは、停電の社会的費用は産業、業務、家庭といった需要家毎に大きな差異が見られるとともに、停電時間の長さとともにそのダメージコストは増大する、などの結論が得られている。この停電のコストの推計方法に関して1983年に開かれたセミナー報告<sup>[4]</sup>によ

れば、米国における20分間の平均停電コストは、家庭部門ではわずか0.04ドル（1980年価格）/kWhなのに対し、大口の産業用では2.46ドル/kWh、オフィスビルにおいては6.73ドル/kWhと大きく、また需要家に停電によるダメージコスト削減をもたらすのに必要な事前警告時間も2～3分から19.5時間まで、きわめて広範であることが示されている。また非常用自家発の導入による停電コストの軽減効果をも考慮にいたしたTVAでの調査では、自家発導入のコストとダメージコストの総和（需要家の最小にできる平均コスト）は、年に1回の3時間停電と年に10回の1時間停電とではほぼ同じであり、停電からの回復時間によってコストが大きく異なることも示されている<sup>[5]</sup>。

しかし、これらのアプローチでは「健康被害、社会的不安、エネルギーセキュリティといった要因をダメージコストにどの様に含むか」<sup>[5]</sup>というように、コスト評価が難しく、またこれらの分析では現在見られるようなエネルギー間の競争が前提となっていないなどの問題があるといえよう。

最近では、供給制約への対応というよりもむしろ季時別料金などの革新的な料金制に対する需要家の反応に焦点が当てられた研究が主流であり、方法も従来の停電のコスト分析では十分に考慮にいれられていなかった品質と価格のトレードオフ関係を明示的にいたした方法が用いられている。すなわち、先に見てきたように停電コストは、需要家やその回復時間によって大きな相違があり、またバックアップ電源などの比較的小さな追加投資によって削減できるといったように多様であるため、むしろ需要家毎に品質（停電時間）と価格（料金）のセットを示して需要家の選好あるいは選択を導くという方法

である。エンパイア・ステート電力エネルギーリサーチ社やパンフィク・ガス・アンド・エレクトリック社の供給信頼度と価格 (Willingness to Pay) に関する選好モデル分析<sup>[6]</sup>はこの代表例といえよう。

## 2.2 品質別サービスの料金理論

第2は、季時別料金の発展型であるスポット料金およびそれに関連した品質別サービスの料金理論に関する研究である。既に米国においては、電力市場の規制緩和の進展や双方向通信を利用したテレコントロール、テレメータリング技術の進歩のもとで、スポット料金への移行が考えられている。このような短期契約に対して長期でかつ料金のより固定された新しいサービス市場の登場が考えられる。EPRI では、この契約を需要家毎の品質（電源設備容量の不足によって生じる停電のみを考慮）の差別化に求め、この新しいサービスを Priority Service, あるいは Interruptible Service と呼び、1986 年以来料金設定及びその電気事業の費用構造への影響の検討を始めている<sup>[7][8]</sup>。このサービスは次の3点で特徴づけられる。

- ① 製品差別化 (Product Differentiation)
- ② 効率的数量割当制 (Efficient Rationing)
- ③ 現物及び先物市場化 (Spot and Futures Markets)

ここでは電力サービスが複数の品質と価格を持った Multi-Products として捉えられ、供給信頼度などのランクに応じた契約料金を設定して需要家の選択の幅を広げ（製品差別化）るとともに、供給力の不足時の電力をこの契約に応じた優先順位で配分（効率的数量割当）し、短期契約のスポット料金制に対しこれを補完する長期契約サービス（先物市場化）として位置づけられている。

以上のように EPRI の品質別サービスにおいては、革新的料金制への移行時においてこれを補完する料金理論体系が主要なテーマになっている。

## 3. 電力利用の多様化実態

さて、わが国では上記の停電コストを除いて電力品質の研究はその後行われておらず、また需要家側からみた電力品質に関する体系的な資料は皆無と言える。そこで電力利用の多様化実態と需要家の電力品質に対する意識の実態を把握するために、第1次の調査を実施した。調査は産業及び業務用の“電力”需要家約 2,000 件を対象（回収 240 件、回収率 12%）に、電力利用機器や電力の品質確保のためのバックアップ設備の保有実態、現行サービスの価格と品質に対する意識などに関して行われた。調査結果からは以下の3点が明らかになった。

### 1) 価格対品質の優先度

まず電気サービスを構成する要因を価格、信頼性（停電頻度や回復時間）、狭義の「品質」（瞬時電圧低下や周波数・電圧変動）に分けて、いずれが最も重要かを尋ねた。その結果、価格はもっとも優先順位が高いものの、電気の利用形態（電気利用機器）によって要因間の重要度には大きな差異が見られる。特に、情報通信や制御用の電力では、現行サービスに対して更に高品質で高信頼なサービスが求められており、他の利用形態と大きな差異をなしている（表1参照）。

上記の結果を、今価格対品質（供給信頼度および狭義の「品質」の総計）とのトレードオフとして捉え、各利用機器別の電力消費量との関係を示したのが図1である。この関係からは照明や冷暖房等の用途では現行の価格—品質の組

表 1 利用機器別の「重視する電気サービス要因」 (単位%)

利用機器 (中分類)	要 因	価 格	信 頼 性	「品 質」
1. 冷暖房, 冷凍 内 冷 凍	[ 6.9]*	59.6 (48.7)	36.8 (46.2)	3.6 ( 5.1)
2. 電 動 機	[ 52.2]	49.0	40.4	10.2
3. 情報・通信・制御	[ 4.7]	15.4	34.6	50.0
4. 照 明	[ 6.4]	65.1	31.7	3.2
5. 電 熱 内 アーク電熱, 溶接	[ 17.7]	48.5 (61.1)	33.8 (38.9)	17.6 ( 0 )
6. 電解, 静電応用等	[ 12.1]	50.0	37.5	12.5
7. 電源機器ほか	[ -]	15.4	84.6	0
8. 合 計	[100.0]	50.8	38.8	10.4

\* [ ] 内は今回アンケート回答者の電力使用量のウェイト (%)

合せよりも価格が重要視され、逆に情報通信機器は価格よりも品質が重視されているという点においては新しいサービスへの可能性を示しているが、いずれも市場規模 (電力消費量) がそれほど大きくなく、逆に市場規模の大きい電動機や電熱・電解などでは現状の価格一品質から乖離した水準が要求されていないことが読み取れる。

2) 価格要因とコストシェア

一般に事業所当りの電力コストシェアが高いほど「価格要因」を重視するという関係が見られ、電力サービス品質の重要度はコストシェア

に影響される。この結果、一般に業務用などの特別高圧等に比べて kWh 当り高い価格で契約している需要家は、電力コストが低いため、むしろ品質要因を重視する傾向にある (表 2)。

表 2 電力コストシェアと重視する電力要因 (回答比率%)

コストシェア	価 格	品 質	重視する電力要因	
			信 頼 性	「品 質」
~ 2%	55	45	36	9
2~ 5%	60	39	30	9
5~10%	62	38	22	16
10~20%	37	63	51	12
20%~	77	23	23	0
平 均	56	44	33	11

市場規模大 (電力使用量比率)

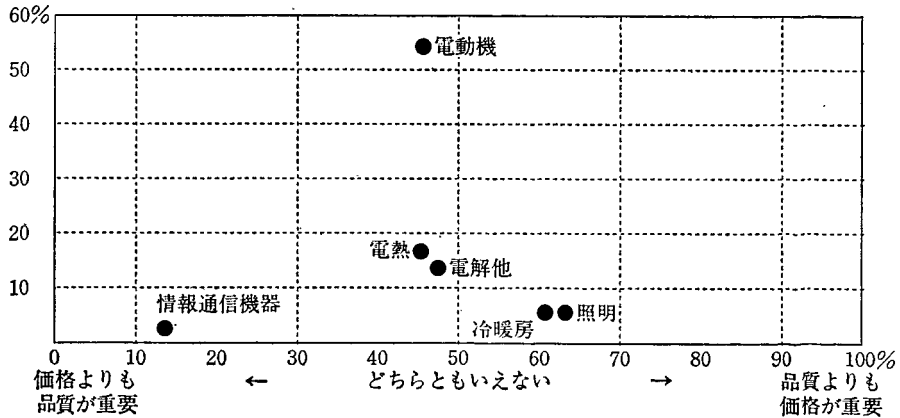


図 1 電力利用技術別にみた価格一品質の特性とその需要家規模の関係

### 3) 需要家側での品質確保への対応と意識

現状においては停電および瞬時停電への対応は、需要家が必要に応じて対応策を講じており、いわばサービスを内部化しているといえる。その手段は大きく、①バックアップ（自家発予備）電源の保有、② CVCF 装置の設置、③予備回線（乙、丙）契約の実施に分けられる。

いまこれらの手段の組合せによって需要家を次の6段階に分け、ランク毎の電力品質の要因別重視度の特性を示す。

表3に示すように、回答のあった需要家の60%はCVCF、予備回線、バックアップ電源のいずれをも有しておらず、信頼性や品質への対応をしていない。CVCFの設置は全体で36件（15%）となっている。

このランク別分析からは、以下の点が指摘できる。

- (1) 需要家の対応ランクによらず「事故停電回数」は最も重要視されている要因であ

需要家における電力の品質と価格の選択に関する分析

り、次いで「回復時間」、「瞬時電圧低下」の順になっている。「電圧異常」や「周波数異常」の優先順位は低い。

- (2) 自家発予備電源のみまたは無対応といった対応度の低い需要家は、「作業停電」（計画停電）に対しても高い重要度を与えている。
- (3) 「回復時間」への重要度は3重の対策を実施しない限り低下しない。
- (4) 「瞬低」は、CVCFの設置や予備契約をしているところでも依然として問題であると考えられており、対応をしていない需要家においても半数近くは問題であるとしている。
- (5) 全体的に、現状での対応が高度な需要家ほど更に高品質なサービスを求めている。

表3 信頼性・品質確保の対応ランク別特性

対応 ランク	事業所数 (%)	ランクの区分			“重要”とする回答比率(%)					
		予備 電源	CVCF	予備 契約	事 故 停 電 回 数	作 業 停 電 回 数	回 復 時 間	瞬 時 電 圧 低 下 回 数	周 波 数 異 常 回 数	電 圧 異 常 回 数
ランク1	11( 4.6)	◎	◎	◎	91	18	55	73	18	46
ランク2	18( 7.5)	○	◎	○	100	22	89	67	6	17
ランク3	7( 2.9)		◎		100	14	100	86	—	—
ランク4	28( 11.7)	○		◎	96	18	71	82	4	29
ランク5	32( 13.3)	◎			94	48	84	42	7	26
ランク6	154( 60.0)				94	49	76	45	5	23
合計	240(100.0)				94	40	77	54	5	23

◎必ず保有 ○何れかを保有 ■は70%以上

#### 4. 需要家における高品質電力の選択行動分析

3章の第1次調査結果からは、①情報通信機器は他の利用技術に比べて格段に高い電力品質を要求し、その水準は系統により供給可能な品質水準を越えていること、②総 kWh ベースではこれらの需要は小さいものの、コンピュータなどの設置需要家は更に品質の高いサービスを求めている、ことが示され、需要家側において停電や瞬時電圧低下のほとんど起こらない高品質な電力に対する関心が高いことがわかる。

これらの電力品質の向上に関しては、電気事業のみでの対応には限界があり、実現性も薄いことから「現状以上の電力供給の質を必要とする電気利用機器は、機器全体での対応力付加または利用場所での対応設備の設置が望まれる」<sup>9)</sup>との合意がなされている。

しかし、エネルギー間競争を前提として一律に電力の高品質化を図ることは電気事業にとって得策ではないものの、品質に応じた価格を持ったサービスの提供が可能であれば需要家はこのサービスに対しどのような反応を行うと予想されるのか、また例えこの様なサービスの展開が困難であっても、系統側での品質の変化に対して需要家がどのような対応をするか、といった需要家における電力品質と価格（あるいはコスト）に対する選択行動の把握は興味あるテーマである。

以上から本章では、高品質電力の需要家を対象に第2次調査を行い、このデータをもとに電力の品質と価格に対する需要家行動分析を試みる。

##### 4.1 分析の枠組み

従来この種の試みにおいては、コストに関す

るデータを得にくいという制約もあって、第1次調査で示したような、需要家に品質と価格の対を提示してこれに対する選択を求めるという意識調査を主体とした分析が中心であった。しかし、電力品質とこれに対するコスト（この場合には Willingness-to-Pay）の選択は、電力の選択に関する意思決定が必ずしも一元的ではないため選択結果にバイアスがかかるなどの問題が多い<sup>10)</sup>。

そこで本研究では、実際に需要家が購入している電力の契約内容と電力変換のために自ら設置（内部化）している設備機器の内容を調べ、これに要しているコストとこれによって得ている最終的な電力品質との組合せ、すなわち需要家が内部化している高品質サービスの品質と価格の関係を事後的に評価することによって、需要家行動を把握することを試みる。

##### 4.2 高品質電力需要構造と需要家の品質コスト推計

この第2次調査は、大型コンピュータ設置需要家および通信事業者、病院などの2,200事業所（ただし工場は含まない）を対象にして実施され、需要家における電気の種類とコストに影響する以下の①～⑥に示す質問項目が設定された。また、電力変換に関する設備は図2に示すようなモデル化がおこなわれた。

- ① 電力契約種別、契約 kW、年間使用量、利用機器
- ② 受電形態（受電電圧、受電方式〔スポットネットワーク、専用線などの区分やその架空/地中等の組合せ〕）
- ③ 受変電設備（受変電および2次母線の形式とそれらの冗長度）
- ④ 自家発電設備の有無とその運用形態（冗長並列運転をしているか否か）

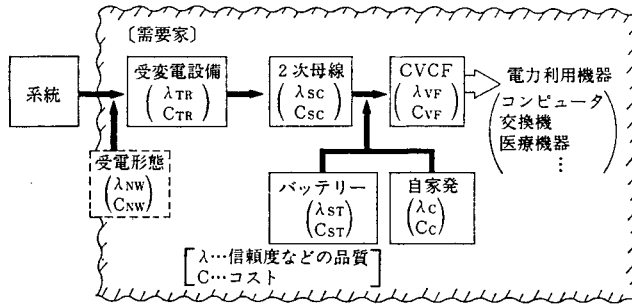
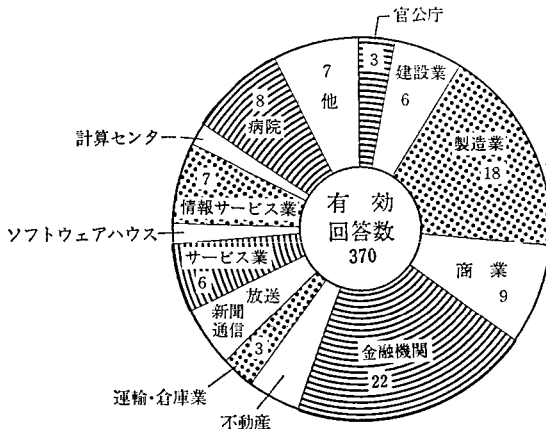


図 2 需要家における高品質電力設備のモデル



1	官 公 庁	3.3%
2	建 設 業	5.0%
3	製 造 業	15.3%
4	商 業	7.7%
5	金 融 機 関	22.3%
6	不動産・運輸・倉庫	7.0%
7	新聞・放送・通信	5.3%
8	サービス・情報	18.0%
9	病 院	8.7%
10	そ の 他	7.3%
		100%

以下では  
 5 金融機関  
 1, 8 情報通信 マスコミ  
 1, 9 官 公 庁, 病院  
 その他 そ の 他  
 の 4 種類で提示する。

図 3 回答事業所の業種

- ⑤ CVCF/UPS 機器の有無とその運用形態
- ⑥ 需要家の内部化した電力変換設備の運転維持費（維持要員数）

調査の結果、回収率は約 20% で、有効回答（有効回収率 17%）の業種別内訳は図 3 に示す通りである。

アンケートに回答のあった大型コンピュータ保有の需要家は、表 4 に見るように供給信頼度など電力品質の確保のために多くの設備投資をしていることが伺える。

まず、ビル全体の受変電設備や 2 次側の母線においても停電や事故は勿論のこと改築時や電源設備の更新時にもバックアップを保障すべ

く、約 60~70% が 2 バンク化や母線の多重化を行っていることがわかる。

次に停電や瞬時電圧低下などへの対応として、需要家の約 6 割が自家発電設備を、約 4 割が UPS/CVCF 装置を保有しているとともに、自家発では保有者のうちの 35% が並列運転やバイパス運転方式を採用し、CVCF 装置においても 64% が冗長並列運転などの多重化対応を行っていることが示されている。

中でも“信用は金では買えない”とされる金融機関は、これらの電力品質の確保への対応においても際立っており、CVCF 保有率は実に 80% に達するなど極めて多額な投資が電源関

表 4 高品質電力需要家の設備と事故経験

業種(件数)	設備	変圧器		2次母線		自家発		CVCF		機器の多重化比率			電源の事故経験 (機器保有者のうち)	
		1バンク以上の比率	単一母線以上の比率	保有率	バックアップあり	保有率	冗長あり	コンピュータ	周辺機器	通信機器	自家発(大事故あり)	CVCF(1年以内)		
1. 金融機関 (76)		76%	66%	83%	(55%)	76%	(63%)	62%	68%	56%	15% (0%)	18% (2%)		
2. 情報通信マスコミ (57)		59%	49%	49%	(29%)	48%	(69%)	43%	43%	36%	8% (4%)	18% (4%)		
3. 官公庁, 病院 (43)		69%	60%	68%	(12%)	35%	(53%)	13%	12%	20%	26% (0%)	29% (14%)		
4. その他 (194)		68%	52%	47%	(32%)	20%	(44%)	18%	18%	27%	5% (0%)	22% (8%)		
5. 合計 (370)		69%	56%	57%	(35%)	38%	(63%)	30%	31%	33%	9% (0.5%)	20% (5%)		

連機器システムに向けられていることがわかる。

更に電力利用機器の多重化や多ルート化も、コンピュータやディスクなどその周辺装置および通信機器について、いずれも平均して3割程度行われている。

また、系統側からの電力供給支障に対する非常用設備として自家発や CVCF 装置を備えていたとしても、事故や故障により止まるケースがあることが読みとれる。自家発では「2～3年の間に」定期定検時などの小さな故障ありと答えた需要家が平均9%もあり、停電中に作動しないなどの大きな事故も0.5%であった。また、CVCF故障などによって瞬時電圧低下が認知された需要家も20%に達し、「ここ1年

以内」でも5%と比較的高い水準にある結果となった。

これらの設備保有およびその運用形態と、運転保守要員数から推計された需要家の最終的な(End-Use)電力の品質とコストは表5及び図4のように示される。

まずサンプル全体の最終的なコストは約32円/kWh、自家発、CVCF双方の保有需要家では約36円/kWhとなった。内訳では、電力料金(20円/kWh強)が約5～6割を占め、ついで自家発・CVCF運転維持費が比較的大きな比率を占めることがわかる。またこれらのバックアップ設備の償却費は双方保有の場合約10円程度となる。

停電頻度、瞬低頻度に見る品質は、全サンプ

表 5 高品質電力需要家の最終的な品質とコスト

		サンプル全平均 (N=124)	自家発, CVCF 双方保有需要家 (N=49)
コ ス ト (円/kWh)	電気料金	20.934	20.311
	受変電設備1次	0.8181	0.72092
	"    2次	3.24667	2.81100
	専用線等工事負担金	0.0108	0.01647
	自家発設備償却費	1.54285	3.26514
	CVCF設備償却費	0.97565	2.09831
	自家発/CVCF運転維持費 合計	4.80623 32.3343	6.45682 35.74966
品 質	停電頻度(回/年)注1	0.192	0.1076
	瞬低頻度(回/年)注2	5.481	0.1085

注1 低圧需要家の全国平均の停電頻度は0.37回/年(昭和61年度)

注2 瞬低回数平均値は約12回/年とされる。

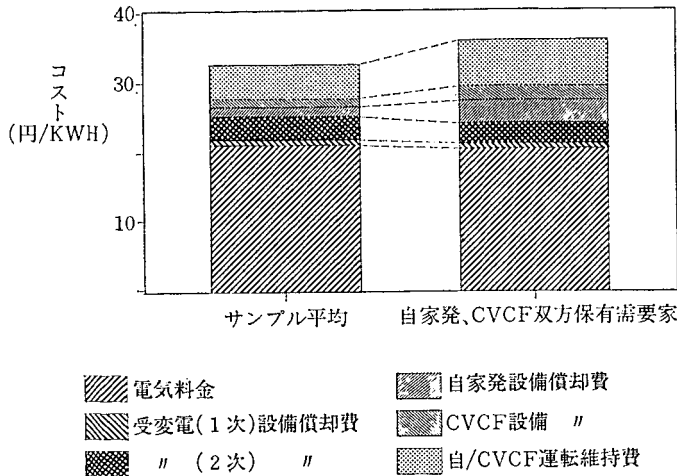


図 4 高品質電力需要家の最終的なコスト内訳

ルでそれぞれ 0.19 回/年, 5.48 回/年となり, 対応しない場合の 0.39 回/年 (停電), 12 回/年 (瞬低) の半分以下であることがわかる。

### 4.3 品質と価格の選択行動モデル分析

#### 4.3.1 モデル<sup>[15][16]</sup>

次に, 以上の需要家におけるコストと品質の関係をもとに, 高品質設備選択のモデル化を試みる。

今, 代表的企業の利潤関数  $\Pi$  を次のように考える。

$$\Pi^h = p^h F^h(K, L, kwh, Q(Kq)) - C^h(K, L, kwh, Kq) \quad (1)$$

- $p^h$ ……企業  $h$  の生産物価格
- $F^h$ ……企業  $h$  の生産関数
- $C^h$ ……企業  $h$  の費用関数
- $K$ ……資本ストック
- $L$ ……労働力
- $kwh$ ……使用電力量
- $Kq$ ……電源設備
- $Q$ …… $Kq$  によって得られる電力品質

代表的企業  $h$  は, ある電源設備  $Kq$  を導入することによって, 停電や瞬低の確率で表される電力品質を得る。この電力品質が高いほど, 企

業  $h$  の生産量が増加し, 他の生産要素の生産性が高められることで収益は増大するが, 一方, 高品質電力設備の導入は費用を増加させる。企業  $h$  が合理的に行動するならば, (1) 式の利潤  $\Pi^h$  を最大にするような設備  $Kq^*$  を選択しているはずである。

(1) 式では, この最適な電源設備  $Kq^*$  の選択にあたって, 電源以外の資本設備  $K$ , 労働力  $L$ , 購入電力量  $kWh$  も企業の選択変数である。しかしながら, 電力品質という生産要素を他の生産要素, 例えば労働力と代替することは非常に困難である。また, 電源設備の導入を決定する以前に, 他の資本設備や労働力は決っている場合が多い。これは, 新設の場合にも当てはまる。そこで, ここでは, 電源設備の選択は, 他の生産要素の選択とは分離できると仮定し, 他の生産要素は現時点での選択変数ではないとする。資本  $K$  や労働力  $L$  などは, 企業特性を示す変数として捉え, 企業の生産・費用構造を表しているとする。 $Z^h$  を生産物価格  $p^h$  や他の生産要素など企業の特性を示す変数からなるベクトルとすると, (1) 式は次のように書き直される。



$$\Pi^h = f(Q(Kq); Z^h) \quad (1)'$$

(1)' 式は、代表的企業  $h$  の利潤関数である。我々が観測する一般の企業の場合は、代表的企業  $h$  の利潤と完全に一致するとは考えられないので、誤差項を加えて一般の企業の利潤関数を表す。

$$\Pi^h = f(Q(Kq); Z^h) + \varepsilon^h \quad (2)$$

ここで、企業  $h$  が電源設備  $Kq_i$  を選択している場合には、次の関係が成り立っていないと仮定しない。

$$f(Q(Kq_i); Z^h) + \varepsilon_i^h > f(Q(Kq_j); Z^h) + \varepsilon_j^h \quad (3)$$

for all  $j \neq i, j \in J$

ただし、 $J$  を企業が選択できる電源設備のセットとする。

関数  $f$  を、 $Kq_i$  に依存する品質変数  $q_{ki}$  ( $k=1, \dots, K$ ,  $K$  は品質を表す特性の数) と、企業の特性ベクトル  $Z^h$  の要素  $z_l^h$  ( $l=1, \dots, L$ ,  $L$  は企業特性の数) の線形結合で表せると仮定すると、

$$f(Q(Kq_i); Z^h) = \sum_k^K \beta_k q_{ki} + \sum_l^L \alpha_{li} z_l^h \quad (4)$$

と書き直される。(4) 式を (3) に代入し、McFadden の条件付きロジットモデル<sup>[17]</sup> を適用するため、誤差項  $\varepsilon_i^h$  が Type I Extreme Value distribution に従うと仮定する。この仮定により、企業  $h$  が選択可能な電源設備のセット  $J$  から  $Kq_i$  を選択する確率は、

$$P(Kq^h = Kq_i) = \frac{\exp\left\{\sum_k^K \beta_k q_{ki} + \sum_l^L \alpha_{li} z_l^h\right\}}{\sum_j^J \exp\left\{\sum_k^K \beta_k q_{kj} + \sum_l^L \alpha_{lj} z_l^h\right\}} \quad (5)$$

と表される。観測された企業の全ての選択確率の積

$$\prod_j^J \prod_h^H P(Kq^h = Kq_j) = \prod_h^H P(Kq^h = Kq_j)^{s_j}$$

$s_j$  は  $Kq_i$  を選択した企業数

を尤度関数とし、最尤法によってパラメータ  $\beta_k, \alpha_{li}$  を推定する。

#### 4.3.2 テータ

現在のところ、電力品質に関する電源設備は CVCF と自家発であるので、これらの有無や運用形態に注目して、選択される設備のセットを次のように求めた。

システム 1 の設備セット

形態 0: CVCF なし

1: CVCF あり (非常時単独運転)

2: " (常時単独運転)

3: " (常時冗長並列運転)

システム 2 の設備セット

形態 0: 自家発なし

1: 自家発あり (単独運転)

2: " (バイパス運転)

3: " (並列運転)

システム 3 の設備セット

システム 1 に自家発の有無を組み合わせた 8 形態

品質に関する変数には、実際の故障や事故確率から得られるデータをもとに、各システム毎の機器の保有の有無、機器の運用 (直列単独か冗長並列か) から推計される事後的な年平均停電回数と瞬低回数を用いられた。これは企業が実際に得ている品質ではないが、意志決定前に企業側でもっている情報もこの程度であろうと考えられる。具体的には、例えばシステム 1 に対して次のような値を与えた。

システム 1	停電回数 (回/年)	瞬低回数 (回/年)
形態 0	0.390	12.0
1	0.251	0.25

2	0.081	0.09
3	0.038	0.037

ただし、このような品質変数に対し、企業側が、「形態3は形態1より10倍品質が良い。」などと認識しているとは考えにくく、この変数は対数変換して用いることとした。

企業の特性に依存する変数は、業種、電力単価、無停電電源設備費の3種である。業種は、金融業（銀行ダミー）と、建設・製造・商業（製造業ダミー）の2つのダミー変数を用いた。ヒアリングや電源設備との相関係数から、金融業では高品質な電力を選択する確率が高くなり、逆に、建設・製造・商業では低くなると予想される。

需要家の電力単価には、契約別の電力料金の他、工事費や2次側母線、トランスなどの自発電設備費を含めている。無停電電源設備によるバックアップコストには、CVCF/UPSと受変電の購入費用の他、この設備の維持管理に要する人件費も加えている。電力単価やバックアップコストは、アンケート調査のデータをもとに我々が計算した値である。

電力単価の上昇は、電力の購入費用の増大を意味するから、新たな電源設備を導入するための資金を減少させるため、高品質電源設備に対する需要を減少させ、無停電電源設備の価格上昇も需要を減少させると期待される。

表6に、推定に用いた124サンプルの平均、標準偏差等を示す。

表6 推定に用いられたサンプルのコストデータ

(\* 単位円/kWh)

	平均*	標準偏差	最小*	最大*	合計*	分散
外部コスト(注1)	25.010	4.114	12.779	34.445	3101.190	16.927
内部コスト(注2)	7.325	6.849	0.0000	26.686	908.267	46.904

注1 電力料金、工事負担金、受変電設備コスト

注2 自家発、CVCF、及び両者の運転維持コスト

#### 4.3.3 分析結果

表7, 8, 9は、システム1, 2, 3を選択可能な設備のセットとした時の推定結果である。

表7の結果から、バックアップコスト以外の変数に対するパラメータの符号が、先見的な仮定に一致していることがわかる。つまり、①瞬低回数が少ないほど、高品質電源設備が選択される確率は高くなる、②金融業は高品質電力を欲しているが、建設・製造・商業では高品質電力のための電源設備は選ばれにくくなる、③電力単価（料金）の上昇は高品質電源設備の導入を阻害する、といった関係である。

業種による違いは、次のように考えることができよう。金融業における「顧客からの信頼」の重要性は周知のとおりであるが、それは、高品質電力が生産関数（収益）に多大な影響を与える要素であることを示している。このため、金融業では、停電や瞬低による顧客サービスの低下が非常に大きなダメージコストを生じさせ、そのダメージコストに較べれば電源設備の導入コストは問題にならないと考えられる。一方、建設・製造・商業では、電力の品質が生産に影響を及ぼすものの、品質の低下によるダメージコストはそれほど大きなものではなく、高品質電源設備の導入による費用の上昇の方が重視されると考えられる。

バックアップコストの上昇が、高品質電源設備を選択させる方向に働き、t値も品質が高い設備ほど大きいという結果は、通常の需要法則

表 7 条件付きロジット分析の結果 I  
(CVCF の運用形態に対する需  
要家の選択)

説明変数	変数名	パラメータ (t 値)
瞬時電圧低下の頻度 (対数値)	LQQ	- 0.70778 (- 2.1117)
① 銀行ダミー	BANK 1	1.0259 (1.3321)
製造業ダミー	MANF 1	- 1.2324 (- 1.6643)
電気料金	PBASE 1	- 0.15887 (- 2.9660)
バックアップコスト	PMODEL 1	0.0879 (1.7861)
② 銀行ダミー	BANK 2	1.4392 (0.91817)
製造業ダミー	MANF 2	-18.358 (- 0.0014)
電気料金	PBASE 2	- 0.35118 (- 3.3264)
バックアップコスト	PMODEL 2	0.20452 (1.4925)
③ 銀行ダミー	BANK 3	1.9739 (2.7243)
製造業ダミー	MANF 3	-21.067 (- 0.0015)
電気料金	PBASE 3	- 0.24243 (- 2.9767)
バックアップコスト	PMODEL 3	0.15770 (3.0117)

(サンプル数 124)

表 8 条件付きロジット分析の結果 II  
(自家発の運用形態に対する需  
要家の選択)

説明変数	変数名	パラメータ (t 値)
停電の頻度 (対数値)	LRR	- 0.27889 (- 0.23318)
① 銀行ダミー	BANK 1	1.6738 (1.8310)
製造業ダミー	MANF 1	0.51391 (0.86433)
電気料金	PBASE 1	- 0.07264 (- 2.6545)
バックアップコスト	PMODEL 1	0.26893 (4.5032)
② 銀行ダミー	BANK 2	2.5123 (2.3748)
製造業ダミー	MANF 2	-18.391 (- 0.0017)
電気料金	PBASE 2	- 0.17365 (- 2.0792)
バックアップコスト	PMODEL 2	0.30428 (3.8026)
③ 銀行ダミー	BANK 3	1.9572 (1.4087)
製造業ダミー	MANF 3	-17.121 (- 0.0016)
電気料金	PBASE 3	- 0.24369 (- 1.8368)
バックアップコスト	PMODEL 3	0.33985 (2.8598)

(サンプル数 124)

表 9 条件付きロジット分のの結果 III  
(CVCF および自家発の選択)

説明変数	変数名	パラメータ (t 値)
瞬低頻度 (対数値)	LQQ	- 1.0460 (- 1.9517)
停電頻度 (対数値)	LRR	- 0.20611 (- 0.19364)
① 銀行ダミー	BANK 1	-1878.2 (- 0.05426)
製造業ダミー	MANF 1	- 4.7175 (- 0.09653)
電気料金	PBASE 1	- 0.77851 (- 0.13242)
バックアップコスト	PMODEL 1	444.20 (0.10630)
② 銀行ダミー	BANK 2	-1876.3 (- 0.05555)
製造業ダミー	MANF 2	-21.304 (- 0.0010)
電気料金	PBASE 2	- 1.0042 (- 0.17204)
バックアップコスト	PMODEL 2	444.43 (0.10636)
③ 銀行ダミー	PANK 3	-1857.5 (- 0.08751)
製造業ダミー	MANF 3	-23.974 (- 0.00104)
電気料金	PBASE 3	- 0.89977 (- 0.15417)
バックアップコスト	PMODEL 3	444.28 (0.10632)
④ 銀行ダミー	BANK 4	-1857.8 (- 0.08752)
製造業ダミー	MANF 4	- 2.9012 (- 0.02246)
電気料金	PBASE 4	- 0.63682 (- 0.10915)
バックアップコスト	PMODEL 4	444.34 (0.10633)
⑤ 銀行ダミー	BANK 5	-1856.2 (- 0.08745)
製造業ダミー	MANF 5	- 3.6785 (- 0.2848)
電気料金	PBASE 5	- 0.81232 (- 0.13921)
バックアップコスト	PMODEL 5	444.31 (- 0.10633)
⑥ 銀行ダミー	BANK 6	-1855.0 (- 0.08739)
製造業ダミー	MANF 6	-20.247 (- 0.0010)
電気料金	PBASE 6	- 0.96083 (- 0.16464)
バックアップコスト	PMODEL 6	444.44 (0.10636)
⑦ 銀行ダミー	BANK 7	-1855.5 (- 0.08741)
製造業ダミー	MANF 7	-23.451 (- 0.00142)
電気料金	PBASE 7	- 0.93939 (- 0.16098)
バックアップコスト	PMODEL 7	444.40 (0.10635)

には反している。事前のヒアリングにおいても、本当に高品質の電力を必要としている企業は、コストを無視して最高の設備を導入するケースが多いという情報を得ており、そのような電力品質に特異な反応をする需要家の行動を表すものかもしれない。しかしながら、CVCFを常時通電運転せず単独で運用する場合のように、必ずしも高品質電力の需要家とは思えないケースでもバックアップコストの符号はプラスである。これらの結果は、推定モデルから除外されている変数が存在することを意味していることが考えられ、今後除外されている変数の中で、企業が電力品質というものをどれだけ重要視しているかを示す変数を加えた再分析が必要である。

以上の議論は、自家発の運用形態に関する結果(表8)に対しても同様になされる。ただし、停電回数や瞬低回数は、ほとんどCVCFの運用形態に依存しているため、品質のパラメータは、自家発設備の選択に関しては有意でない。(表9はCVCFの運用形態と自家発の有無を組み合わせた設備のセットを用いて推定した結果であるが、有意性と符号条件からみて理論モデルはほとんど適合していない。)自家発の機能を考えると、その選択には停電からの回復時間といった別の品質特性を用いることが有効であろう。

バックアップコストと電力単価とで需要家が異なる反応を示す理由として、企業にとって内部設備(内部コスト)は将来にわたって収益が期待される投資と捉えることができ、短期的な負担の増加をそれほど問題にしない傾向がある場合があるのに対し、電力単価(外部コスト)の上昇は、短期のみならず長期的な負担の増加を企業に意識させるため、その需要を減少させ

の効果を持つことが挙げられる<sup>注)</sup>。

このことは、電力会社が高品質な電力を供給しようとする場合、その価格を本分析から得られる企業の内部コストと同程度とするならば、本分析から求められる期待需要ほどは市場が獲得できないであろうことを含意している。

## 5. 結論と今後の課題

以上の分析結果から本研究の結論は次のようにまとめることが出来る。

① 需要家の電力利用の特性を調査した第1次結果からは、電力の品質に対する要求水準は利用機器の特性によって決定され、特に情報通信・制御関連機器は他の機器とは際だって品質水準の高い電力が要求されており、これらの機器を利用している事業所においては系統電力の品質よりはるかに高い水準を維持するための設備を内部化していることが示された。

また、第2次調査においては、大型コンピューターを設置するなどの高品質電力需要家を対象として、現状においてこれら需要家が内部化した電源バックアップ設備から得ている品質(停電と瞬低の確率)とコスト(最終的な電力料金と電源バックアップにかかる内部化コスト)の関係から、電力の品質と価格に対するデータを得、これをもとに需要家の品質と価格に関する行動の計量分析を試みた。この結果、

② CVCFや自家発などの設備を保有している需要家の最終の電力コストは kWh あ

注) 電力単価を決める受電契約種別等でも、電力品質にはかなりの差がある。高品質な電力が外部から供給されるようになる場合には、需要家は同じ品質の電力を得るために、設備を外部化するか内部化するかを選択することになる。内部化コストと外部化コストに対する企業の反応の違いを議論するには、系統からの品質を含めた需要家の行動を分析する必要がある。

たり約 36 円となること

③ 高品質電力を必要とする需要家は、その電力を選択するにあたってコストよりも品質（供給信頼度及び瞬時電圧低下回数）を優先している。選択に際しての品質とコストの関係は業種間で大きな差異が見られ、特に金融業などでは現状で需要家が得ている品質を越える電力を保証する技術システムが確保できるなら、コストが高くて他の業種に比べ、より高い確率で電力高品質設備を選択すること

④ 需要家の、電力変換に要するコストに対する反応は、そのコストが内部化コスト（需要家が投資した電源関連設備やその運転維持にかかるコスト）であるか、外部化コスト（電力料金）であるのかによって異なること

などが示された。

なお、本分析では、需要家の電力高品質化のための設備の選択に関しては通常の需要法則に反した結果となったが、需要家はこれらの機器を購入電力の契約によって定まる品質を考慮に入れて選択しており、今後モデルを内部化サービスと外部化サービス間の代替関係を含める形にするなどの改良が必要である。前出の図 4 からも、バックアップコスト（内部化コスト）の大きな需要家ほど電力単価（外部化コスト）が小さいという関係が観察され、改良のポイントとなる。また、これらの改良を経て、本分析を、品質と価格を含めた需要関数（高品質サービスの市場性）の推計、及びこれらを基にした電気事業側からの高品質サービス供給可能性の検討に結び付けていくことが今後の課題として挙げられよう。

最後に、本研究において電力システム技術の

専門の立場から研究全般にわたりご指導をいただいた狛江研究所開発部の鈴木正、吉光司の両氏、およびモデル分析についてご指導いただいた筑波大学の太田誠教授に深く感謝する。

#### 参考文献

- [1] 西野・植木・牧野「停電コスト評価」電力経済研究 No. 17 (1983)
- [2] 西野・牧野他「EPRI: 停電コスト評価の方法論」電力中央研究所 No. 8002 (1981)
- [3] K. Yamaji. Applications of the Over/Under Model to a Japanese Electric Utility. CRI-EPI Report E584005 (1983)
- [4] Value of Service Reliability to Customers. Seminar proceedings prepared by Criterion, inc, March 1986. EPRI EA-4494
- [5] EPRI Jornal, March 1986
- [6] 海外電力第 28 巻 No. 5 pp. 30-37
- [7] Priority Service: Unbundling the Quality Attribute of Electric Power. EPRI. EA-4851 1986
- [8] Selected Papers on Priority Service Methods EPRI P-5350, 1987
- [9] 通産省「新時代に即応した電力流通技術問題研究委員会報告書」昭和 59 年 6 月
- [10] たとえば藤井美文。大林守「マルチメニュー電力供給サービスの市場性（中間報告）」（電力中央研究所、未公開）では、D. Hill (Review of Economics and Statistics, 1987 p. 277) にならない意識調査データを基に、Two-Limit Torbit Model を用いた品質—価格の選好分析を試みているが、特にアンケートでは選択項目の設定が難しく、また回答者の選択結果も解釈不可能なものが多く見られた。
- [11] オフィス辞典、産業調査会 1987
- [12] [13] [14] 需要家における電源変換設備のモデル化およびシステム別の供給信頼度及び瞬時電圧低下の確率およびコストに関しては鈴木正、吉光司（電力中央研究所狛江研究所）らの推計資料（未公開）<sup>[12]</sup>、J. Reed et al. Large Parallel UPS Systems Utilizing PWM Technology, IEEE CH2073-5 p. 282, 1984<sup>[13]</sup> を、電気料金や工事負担金に関しては供給規定および同細則（9 電力各社）<sup>[14]</sup>を

参照。

- [15] 太田誠「品質と価格」(創文社) 1980
- [16] Maddala, G. S. Limited-dependent and Qualitative variables in Econometrics. Cambridge Univ. Press
- [17] McFadden, D. "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," "Frontiers in Economics. New York Academic. pp.

105-142, 1973

ふじい よしふみ  
エネルギー研究室  
おのじま ともこ  
社会環境研究室  
まつかわ いさむ  
エネルギー研究室

# 電気事業の都市開発への参画

キーワード：電気事業，経営多角化，都市開発，  
地下空間，アメニティ

井口典夫

## 〔要旨〕

電気通信・熱供給に始まった電気事業の経営多角化（総合地域産業化）の次なる目標は、都市開発への参画であると言われている。しかし、先の2事業に比べて都市開発は、事業の内容や企業の参画形態の面でわかりにくく、電気事業が実際に踏み出すにはまだ適当なガイドラインが不足している。

そこで本報告では、電気事業の目標とすべき都市開発の領域をどう捉え、それを事業として具体化するにはどのような考え方で進めていったらよいか——という問いかけに何らかの回答を与えるべく検討を行っている。

その結果、電気事業の都市開発への参画に資するいくつかの検討成果が得られたこと、即ち、①最近の都市開発をめぐる動向や社会ニーズの調査結果から、民間企業の主体的参画が評価・期待される都市開発の領域がある程度把握できたこと、②都市開発を進める上での問題点を抽出して電気事業の経営資源と対比させたところ、都市開発に参画する際の適性・資質の面で、電気事業がとりわけめがまれていることがわかったこと、③都市開発をめぐる官・民の役割分担の中で、電気事業の今後果たしうる役割と参画の現状とを位置付けることによって将来の方向性を示したこと、④電気事業の特長を生かした都市開発概念の考え方とそのイメージを提案したこと、⑤都市開発概念のイメージを現実のケース・スタディ地区に適用して具体化すると同時に、その意義や実現性を確認したこと——が紹介される。

- はじめに
- 最近の都市開発をめぐる諸問題とその対応方向
  - モデル事業に見る最近の都市開発の動向
  - 民間都市開発の現状
  - 都市開発をめぐる問題点への対応方向
- 電気事業の経営資源と都市開発への参画
  - 電気事業の経営資源とその評価
  - 電気事業の都市開発への寄与と参画実態
- 電気事業の特長を生かした都市開発概念の提案
  - 基本的な考え方——地下空間の活用
  - ケース・スタディ地区の選定——東京・浅草
  - 地下空間を活用した新しい都市開発概念の具体化
  - 意義・汎用性と実現性
- まとめと今後の計画  
参考文献・資料等

## 1. はじめに

電気通信・熱供給に始まった電気事業の経営

多角化（総合地域産業化）の次なる目標は、都市・地域開発（以下「都市開発」）への参画であると言われている。しかし、先の2事業に比

べて都市開発は、多角化業種のひとつの事業として見た場合、その内容や参画形態の面でわかりにくく、電気事業が実際に踏み出すにはまだ適当なガイドラインが不足している。

そこで本報告では、まず最近の都市開発をめぐる動向から民間企業の主体的に参画する都市開発（以下「民間都市開発」）の姿を明らかにしつつ、その中で電気事業の果たせる役割や参画形態について検討を行う。次に電気事業が積極的に参画を主張していけるような都市開発概念を考案し、ケース・スタディにおいてその意義や実現性等を確認することで、電気事業の都市開発への係り方のひとつの目安・ガイドラインを提示することにした。

なお、ここで事業としての都市開発を「土地及び土地に定着する施設を対象に、その企画・設計・施工・売買・賃貸等の一連のプロセスを通して収益を得る事業」としておく。こうした緩やかな促え方であれば、官・民いずれを実施主体とする場合でも通用するため、以下ではこの定義によって都市開発を考えていくことにする。

## 2. 最近の都市開発をめぐる諸問題とその対応方向

### 2.1 モデル事業に見る最近の都市開発の動向

現在、都市開発は、概ね法律によって定められるいくつかの事業手法<sup>1)</sup>によって行われることになっている。しかし、現実の都市問題に対応していくためには、こうした法定事業手法をバラバラに適用するだけでは不十分であり、問題のパターンに応じて数多くのモデル的な事業手法（法定事業手法や予算措置等を目的に応じてうまく組み合わせたもの。以下「モデル事

業」）が制度要綱等の形で考案され、用いられるのが通常である。モデル事業の特徴を簡単にまとめると、(i) その時代の都市問題に早急に対応するためのものであるので、都市開発をめぐる社会的ニーズを敏感に反映している、(ii) 旧来の事業手法が持つ問題点や限界を克服するために設けられることが多いので、制度面での将来方向を先取りしている——となる。そこで本節では、まずモデル事業の内容や推移を調査することで、最近の都市開発に関する社会的ニーズを広範な観点から把握することとする。

表 2.1 は、最近 10 年間に設けられたモデル事業を、対象とする地域ごとに整理したものである。調査の目的から、社会ニーズ面で重複するような事業については、その代表的なものだけを示すようにしている。この表によれば、農山漁村部においては、産業基盤重視（事例①）の時代から地場産業育成（事例②）を経て、リゾート開発等を中心とした都市との交流による共存（事例③）へと開発の重点が推移していることがわかる。一方、都市部に共通して見られる変化としては、単に道路や河川を整備するもの（事例④～⑥）に続いて、都市空間の有効活用によるアメニティの向上を狙ったもの（事例⑦⑧他）が増えている。更に、都市部を地方都市と大都市とに分けて見た場合、前者においては中心市街地の個性化を図るもの（事例⑨）、後者においては国際化に対応するもの（事例⑩）が目立っている。これらから、最近の都市開発をめぐる社会ニーズが「都市・地方の交流」「都市空間の有効活用」「中心市街地の個性化」

1) 都市計画法に定める事業手法としては、①土地区画整理事業 ②市街地再開発事業 ③住宅街区整備事業 ④新住宅市街地開発事業 ⑤新都市基盤整備事業 ⑥工業団地造成事業の 6 種類がある。



表 2.1 モデル事業に見る都市開発に関する社会ニーズ

対象地域		モデル事業の代表的事例	社会ニーズ
農山漁村部他	農山漁村	① 「集落再編成モデル事業」(国土庁, S.44~47) ② 「山村と都市協同の山村振興モデル事業」(国土庁, S.49~50) ③ 「山村地域資源高度活用促進モデル事業」(国土庁, S.60~) ④ 「農山漁村ふるさと情報提供事業」(農林水産省, S.60~)	・地域産業の振興・活性化 ・若者の定住, 就業機会の確保・創出 ・自然環境の保全・活用 ・都市と農村の交流
	豪雪地帯	⑤ 「ふゆトピア事業」(北海道開発庁, S.60~)	・冬期の快適な生活環境づくり
都市部	地方都市	⑥ 「テクノポリス構想」(通商産業省, S.58~) ⑦ 「地域住宅計画推進事業」(建設省, S.58~) ⑧ 「シンボルロード整備事業」(建設省, S.59~)	・地域産業の活性化・高度化, 頭脳的労働機会の創出 ・中心市街地における都市的魅力の増大
	都市部一般	⑨ 「総合都市交通施設整備事業」(建設省, S.52~) ⑩ 「水緑都市モデル地区整備事業」(国土庁, S.56~) ⑪ 「都市周辺開発道路モデル事業」(建設省, S.59~) ⑫ 「優良再開発建築物整備促進事業」(建設省, S.59~)	・一体的・総合的な交通施設整備 ・都市内水路・河川の浄化再生 ・都市衛生の向上と環境汚染防止 ・市街化・都市化に先立った重点的・効率的な道路網整備 ・都市構造の防災性の向上 ・居住環境の改善と良好な市街地住宅の供給
		⑬ 「キャブシステムモデル事業」(建設省, S.60~)	・土地の高度利用 ・道路空間の有効活用 ・都市景観の向上
		⑭ 「アメニティ下水道モデル事業」(建設省, S.60~) ⑮ 「グリーンフィットネスパーク」(建設省, S.61~) ⑯ 「ニューメディアセンター」(通商産業省, S.61~) ⑰ 「ジオトピア計画」(科学技術庁, S.63~)	・下水処理水の有効利用 ・都市住民の健康増進 ・高度情報化社会への対応 ・貴重な空間資源としての地下開発
		⑱ 「特定住宅市街地総合整備促進事業」(建設省, S.54~)	・工場移転跡地, 国鉄跡地を核とした都市機能の更新と居住環境の改善 ・国際化・24時間都市への対応
		⑲ 「テレポート構想」(郵政省, S.61~)	

(注)・文献[1][2]等を参考に電中研でとりまとめたもの。

・いわゆる「モデル事業」のほか, 事業手法・予算措置の裏付けが不明確な「構想」に類するものも一部含めてある。

「国際化への対応」等のキーワードで表わせることがわかる。

次に, モデル事業を実施主体別に分類し整理した結果(表 2.2)を見てみよう。最近 10 年間の主なモデル事業 90 件について, 費用負担の面から, 民間企業の関与しているものを上段に, 官公庁のみによって実施されるものを下段にとりまとめたものである。この表によれば, モデル事業そのものの増加傾向<sup>2)</sup>もさることながら, 昭和 58 年以降, 民間部門の事業比率の増加が顕著となっている。ちなみに, 民活法が制定されたのは昭和 61 年 5 月であるが, 60 年以前の民間の関与するモデル事業の比率が全体

の 14% であるのに対し, 61 年においては 31% に増加している。最近の都市開発をめぐる社会ニーズの変化を勘案すると, 従来より官主体で進められてきた都市開発の中で, 民間部門の担うべき領域が急激に拡大しつつあることが予想される。

ところで, モデル事業の動向の中に民間主体への動きがあったとしても, 実績ベースではどうであろうか。幸い民活ブームの下で, 民間が主体的に関与している都市開発事例も少しずつ

2) モデル事業自体 scrap & build が激しいため, 現時点で有効な事業を拾い上げるとなると, どうしても最近 5~6 年間のものが多くなってしまふ。

表 2.2 モデル事業の実施主体別件数の動向

件数				1	1				2	4	1	8
民間主体				●	●				●	●●●●	○	●●●●●●●●
官公庁主体	■		■		□■	□■	■	□■	□■	□■	□■	□■
件数	2		1		2	3	4	2	7	14	20	18

(凡例)  
 ●：民間が費用負担するもの  
 ○：官民で費用負担するもの  
 ■：官が費用負担するもの  
 □：費用負担が不明のもの  
 (官による構想他)

(参考)  
 ・60年以前  
 民：官 = 9 : 55 → 14%  
 ・61年  
 民：官 = 8 : 18 → 31%

(注)・文献〔1〕〔2〕をもとに電中研で分類・整理したもの。

蓄積されてきていることから、こうした事例・実績を調査することで、民間企業の担う都市開発領域の具体像について、もう少し明らかにしていきたい。

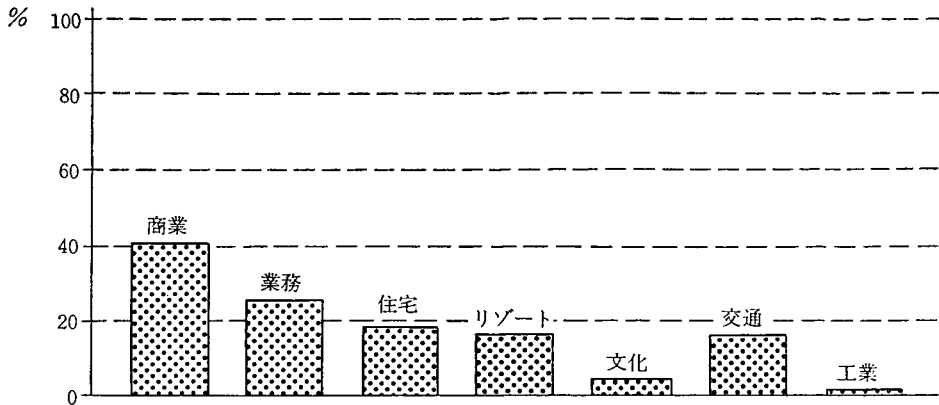
2.2 民間都市開発の現状

民間が主体的に参画する都市開発の実績については、建設省の発表した全国137の「民間活力活用主要プロジェクト<sup>3)</sup>」に基づいて検討を行なう。これらのプロジェクトの選定基準は、「個性的で優良なプロジェクトで他の参考となる先導的なものとして、地元の住民、経済界、地方公共団体等の創意と熱意によって進められる地域性豊かなもの」(文献〔3〕)と表現されている。要するに“官主体の都市開発の中であって、民間の担う領域として関係者(特に官公庁サイド)のコンセンサスが得られた事例”ということであろう。

図 2.3 は、この民活プロジェクトを主たる事業目的の分野によって分類・集計したものである。それによれば、「商業」「業務」「住宅」関

係の民活プロジェクトが多く選ばれており、この分野への民間部門の参画が評価されていることがわかる。また各プロジェクトを事業場所・事業手法別に整理したのが表 2.4 である。場所・手法とも重複(例えば、「湾岸」の「跡地」、「土地区画整理」と「市街地再開発」を組み合わせさせたモデル事業など)があるものの、とりえずダブルカウントを許した形で集計した。その結果、場所については「駅前」「跡地」等が多く、当然のことながら「集客力の見込まれる遊休地」が狙われている。事業手法面では、実際には何らかのモデル事業の中に位置付けられて施行されているものと思われるが、その中味を見てみれば、概ね「土地区画整理」と「市街地再開発」の二大法定事業手法によって支えられていることがわかる。

3) 「民間活力活用主要プロジェクト」は、昭和60年8月23日に建設省の民間活力検討委員会が事業の種類や地域的な分布等を考慮して選定した58プロジェクト、また昭和61年5月15日に民活プロジェクト推進会議が選定した79プロジェクトをとりまとめたものである。



(注)・文献〔3〕をもとに電中研で集計したもの。

図 2.3 民活プロジェクトの分野別件数割合

表 2.4 民活プロジェクトの事業場所・事業手法別件数 (分野別)

分野	事業場所						事業手法						
	駅前 周辺	湾岸 海浜	沿川	跡地 遊休地	その他	合計	土地区 画整理	市街地 再開発	新都市 拠点	商店街 近代化	公園 事業	その他	合計
商業	23	3	1	15	2	44	25	26	10	8	1	18	88
業務	13	9	1	17	2	42	15	15	9	1	0	17	57
住宅	5	4	3	10	6	28	7	4	2	0	0	22	35
リゾート	0	10	6	2	8	26	2	0	0	0	13	16	31
文化	1	0	0	0	2	3	1	2	1	0	0	3	7
交通	6	3	2	0	12	23	4	4	0	1	0	19	28
工業	0	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	3
その他	8	1	0	4	1	14	9	1	0	0	1	7	18
合計	56	31	13	48	35	183	63	52	22	10	15	105	267

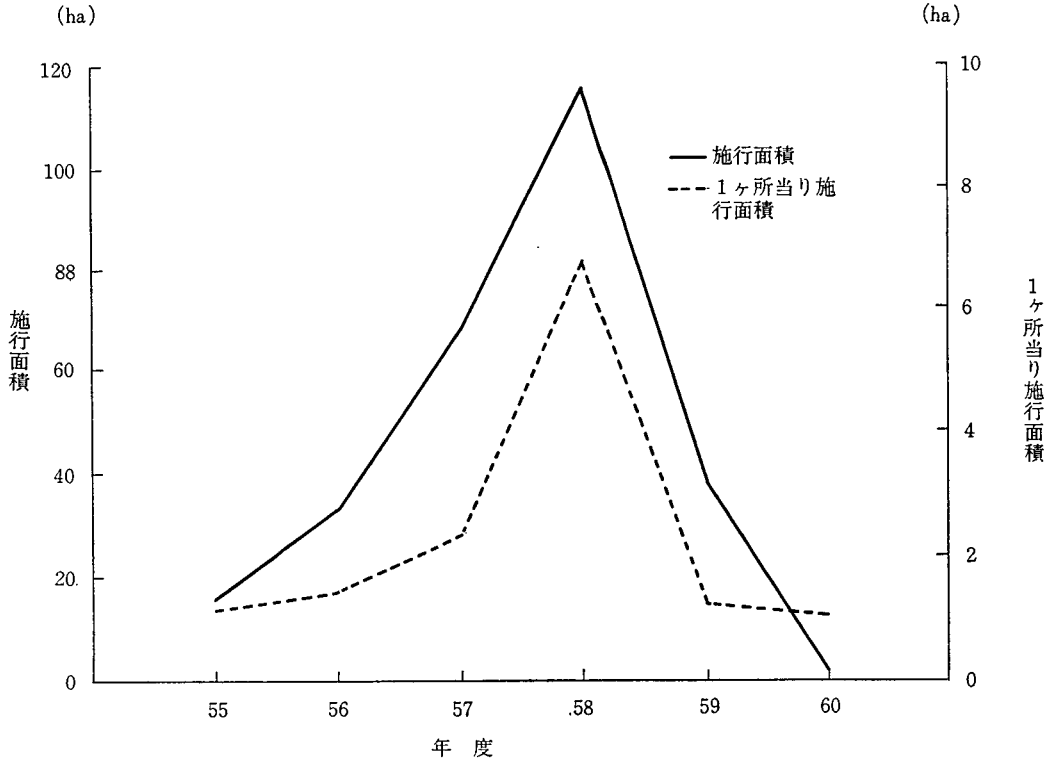
(注)・複数の分野・場所・手法に係る場合、重複カウントしている。  
・文献〔3〕をもとに電中研で集計したもの。

ところで市街地再開発等の法定事業手法については、かねてよりいくつかの問題点が指摘されている。表 2.5 のアンケート結果はその典型的なもので、「地権者の説得の難しさ」「権利関係の調整困難」「テナント誘致が進まないこと」等への対応がうまく進まないために、事業自体が頓挫してしまうケースもありうることを暗示している。こうした問題点については次節で更に詳しく触れるが、最近の市街地再開発事業の実績を図 2.6 に見てもわかる通り、様々な障害のために事業の施行面積は頭打ち状態で推移しており、事業手法の実際の適用やその進捗の難

表 2.5 市街地再開発事業の推進上の問題点 (アンケート結果:「最も苦労したこと」として指摘件数 5 件以上のもののみを抽出)

抽出された項目	件数
高度利用地区の反対者の説得	24
権利変換計画の作成 (権利者の総意)	18
店舗レイアウト及び権利調整	15
専門店テナントの誘致	11
保留床の処分 (核店舗の決定)	8
資金調達	7
代替地の斡旋	7

(注)・昭和 60 年 4 月 30 日現在において、事業完了、権利変換計画認可、都市計画決定の事業段階に到達している 207 地区を対象に、(社)全国市街地再開発協会が地方公共団体や公団・公社の担当者に対してアンケート調査を実施したもの。この「最も苦労したこと」についてのアンケート結果は、事業完了 81 地区についての回答である。  
・文献〔4〕による。



(注)・文献〔4〕をもとに電中研で作成したもの。

・昭和60年度のデータについては、年度途中の調査であるため、他の年度よりも低い数字となっている。

図 2.6 市街地再開発事業の施行面積の推移（都市計画決定済地区）

しさが読みとれる。

規制緩和・内需拡大のかけ声のもと、各企業は多角化の有望分野のひとつとして都市開発への参画に積極的である。しかしながら、新しいモデル事業の登場等で見え華々しく見える民活プロジェクト・民間都市開発も、事業手法の面から見れば従来の（官主体の）都市開発上の問題点をそのまま引きずっているものであり、その将来性を手放しで明るいものと表現することはできない。

### 2.3 都市開発をめぐる問題点への対応方向

ここで、都市開発を推進する上での問題点としてよく指摘される項目について整理しておきたい。関連する文献・資料調査<sup>4)</sup>を行ったところ、これら問題点は以下の5項目に集約できる

ものと思われる。

- ① 開発コスト（特に用地費）の高騰
- ② 用地取得、補償業務の限界
- ③ 小規模複雑化した権利関係の調整困難
- ④ キーテナント方式の困難性
- ⑤ 管理運営方法の高度化への対応困難

以下各項目ごとに、その内容を紹介したい。

#### (1) 開発コスト（特に用地費）の高騰

近年の地価高騰により事業費全体が膨らみ、まず資金が調達できないために事業を断念するケースが増えている。また、仮に資金が手当てできたとしても、それを回収するためには販売・賃貸床を増やすか、価格・家賃を高く設定する必要がある。前者の対応では開発スペースを

4) 文献〔5〕～〔9〕等による。

かなり拡大させなければならないが、土地利用の高度化は日照・景観等の面で関係者の理解を得にくいところがある。後者の方法の場合、床の用途が業務系のものに限定されてしまうなど、事業計画の選択に強い制約が伴う。

#### (2) 用地取得、補償業務の限界

用地取得、補償業務に入る前段階において、将来計画（開発概念・事業手法）に対して十分な合意形成がなされていることが、これらの業務を円滑に進める上で重要なことである。地権者が開発後に不安を残したままで用地取得等に入った場合には、大きな反対運動を前にして計画が挫折してしまうことになる。開発後への不安とは、一言で言えば「暮らしやすさ」への保障問題である。現在の法定事業手法は、住民の土地・建物を資産価値に換算し、資産的権利の面で保障しようとするものであり、「暮らしやすさ」という生存的権利を維持してくれるものではない。従って用地買収や補償業務を行う際は、金銭だけでは解決できない問題点がどうしても残されてしまう。

#### (3) 小規模複雑化した権利関係の調整困難

都市開発事業を行う場合、事業の実施に対する権利者の合意が必要であり、敷地の細分化による権利者数の増大は事業期間を長期化させやすい。また、土地区画整理事業においては過小宅地の減歩による居住不能化、市街地再開発事業においては借地・借家権割合の取り決めなどの問題を解決するのが難しく、事業の成立性を低下させている。

#### (4) キーテナント方式の困難性

従来市街地再開発事業においては、駅周辺地区を中心にしたものが多かった。これらは、大型商業店舗をキーテナントとすることによって、権利床の処分が円滑に進み、多くの事例を

生んだものであるが、処分床価格の高騰、近年の大型店法による出店規制や郊外自動車利用型の量販店の進出などによって、次第に難しい状況に変わりつつある。

行政と地権者、設計事務所といった組合せの中で生まれる再開発ビルにおいては、そのテナント付けが常に問題となっており、企画立案段階において既にテナント付けを終えているようであれば、事業の成功もおぼつかないとさえ言われている。

#### (5) 管理運営方法の高度化への対応困難

都市開発事業の実施前にあった土地や建物の管理は、そこを利用して個人が行っていた場合が多い。つまり、土地・建物ごとに管理の方法や慣習がばらばらな状態にある。ところが、事業の実施後はこれらが一つの土地・建物の中に入ることになるので、何らかのルールを作らないと、管理運営の面で種々の問題が生じることになる。特に、高機能・高付加価値のインテリジェントビルを中心とする都市開発事業を実施する際は、土地・建物の一元的管理が必須の要件となるが、一般地権者の集まりの中では、これに対応することが困難である。更に、開発後の土地・建物の品質を長く維持・更新したり、空家率や空床率を長期的に小さくするためのノウハウも要求される。

——以上5項目の問題点は、主として開発概念・事業手法に関連するものである。これらによる障害は、各プロジェクトごとに内容・程度が異なるため、実際には実施段階の場で応急的な解決策がとられることが多い。しかしながら、その時点では既に手遅れで、抜本的な解決が困難になっているのが通常なのである。こうした問題点への基本的な対応方向は、事例に係らず共通した面が多いのであるから、できれば

プロジェクト実施のかなり前の段階から策を講じておくことが望ましい。

そこで、問題点への対応方向をとりまとめると、次のようになろう。

- (i) 土地の売買を伴わない手法（権利変換・土地信託等）を中心に事業手法を組み立て、用地費を抑えること。
- (ii) アメニティに十分配慮しつつも、開発スペースを最大限拡大できるような計画（開発概念）とすること。
- (iii) 実施主体が種地を多く持ち得る場所を選定すること。
- (iv) 権利者の開発後への不安を極力和らげるような、住民生活本位の計画（開発概念）を提示すること。
- (v) 補償は金銭だけでなく、類似条件の代替地・代替床でもできるようにすること。
- (vi) 優良テナントとのネットワークを日頃から数多く持つようにしておくこと。
- (vii) プロジェクトに応じた、高度な管理運営ノウハウを持てるように、その面での情報収集・人材育成を積極的に行っておくこと。

(i) (ii) は主として実施主体の採算性を向上させるため、(iii) (iv) (v) は関係者のコンセンサスを得やすくするため、(vi) (vii) はプロジェクトを円滑に運営するための要件である。今後、社会ニーズに応える形で民間都市開発を更に円滑に進めていくためには、上記の対応方向（以下「7項目の対応方向」）をうまく取り込んだ形での開発概念・事業手法を考案し、提示することが重要になってくる。しかし、こうした要件は、どの民間企業でも満たせるというものではない。そこでは、各参画企業の間でのかなり厳しい淘汰が行われるものと思われる。

将来、都市開発を手がけようとする企業は、自社の経営資源を見直すと同時に、それらを用いてどれだけ「7項目の対応方向」に応えることができるのかを自問自答しつつ、参画の検討を行うことが要求されよう。

さて、電気事業の場合はどうであろうか。本章では、経営資源の観点から電気事業の都市開発に対する適性について言及してみたい。

### 3. 電気事業の経営資源と都市開発への参画

#### 3.1 電気事業の経営資源とその評価

電気事業の経営資源とそれらを用いた多角化業種については、各電力会社の事業開発部門で鋭意調査を行っているほか、関連する文献もいくつ公表されている。その中で、都市開発は将来の有望業種の最右翼に位置付けられている。ただ、都市開発という事業そのものに対して、電気事業の持つ経営資源を具体的にどのように投入して参画したら良いのかという戦略・方法論になると、まだ検討も緒についたばかりと言えよう。

そこで、まず電気事業の経営資源について、事業開発部門の現場担当者が現時点でどのような促え方をしているのか、について簡単にヒアリングを行ってみた。表3.1はその結果の一部をとりまとめたものであるが、類似した調査<sup>5)</sup>を行った昨年の結果と比較すると、かなり堅実な見かたをするようになってきており、「多角化部門でも活用できそうな資源」ということで抽出してみると、各電力会社間の差異が殆ど見られないこともわかった。

この各社に共通した多面的活用の見込まれる経営資源について、先に述べた「7項目の対応

5) 文献 [10]

表 3.1 電気事業の経営資源

	電気事業者が経営資源として認識しているもの	
	分類	内容
「多角化への多面的な活用も可能」として抽出されたもの	土地資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所の跡地</li> <li>・都市内の変電所、事業所用地</li> <li>・送電線下の土地</li> </ul>
	施設資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力各社及び発電所間の全国通信網</li> <li>・送電線、配電線等を活用した地域内通信網</li> <li>・支店、営業所等の建物</li> </ul>
	技術・ノウハウ	<ul style="list-style-type: none"> <li>(イ) 電力供給関連                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・新エネルギー、新発電技術</li> <li>・石炭灰の利用技術</li> <li>・大規模システムの制御技術</li> </ul> </li> <li>(ロ) 熱供給、熱処理関連                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所、変電所、高圧線等から生じる廃熱の利用技術</li> <li>・ヒートポンプ・コージェネ等による熱供給技術</li> </ul> </li> <li>(ハ) 建設、施工関連                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・大規模工事の監理ノウハウ</li> </ul> </li> </ul>
	資金資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期低利の資金を調達できる担保能力</li> </ul>
	情報・ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多数の支店・営業所等の立地による地域情報収集力</li> </ul>
	地域資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域経済のリーダー的地位</li> <li>・地域住民からの大きな信用</li> <li>・あらゆる形態での産業活動の活力を電力需要として吸収できる経営基盤</li> </ul>

(注)・電力会社3社へのヒアリング結果に基づく(電中研調べ)。  
 ・調査時期 昭和63年12月

方向」と関連付けながら評価したのが表3.2である。これによれば、都市開発推進上の個々の問題点を解決する際、電気事業の経営資源が必ず何らかの形で使えそうなことがわかる。

土地資源を例にとれば、電気事業の持つポテンシャルは、表3.3(一社当りの目安)にも見るように非常に高い。約300haの地上設置変電所の地下化、約100haの事業所用地の高度利用化・高機能化、1ヶ所当り平均30haの火力発電所の跡地利用など、その一部分が実現化されただけでも都市開発の推進に非常に大きな貢献をすることができる。とりわけ、様々な種類の種地や代替地・代替床を供給区域内に広く持ち得る点は、他のどのような企業・官公庁にも勝る貴重な経営資源を持つものと評価できよう。

技術面では、電気・熱・通信を一体的に供給できる総合力が評価されており、この点は都市空間の有効利用による開発スペースの拡大、一体的開発による管理運営の単純化に結びついていく。また、都市開発は、土地・建物の上でなされる経済活動による収益を土地・建物に帰属させて成立化を図る事業であるが、電気事業の場合の収益概念は、他の民間企業のそれよりかなり広く考えることができる。地域活性化による電力需要の創出が以前より指摘されているが、その他にも深夜電力の利用を誘導する設備形成による負荷の平準化、都市開発の実施に乗じた送配・変電設備の見直しや新規事業の展開などについて、関係者の理解・支援の下で実施できるというメリットがある。これらは、結果的に土地・建物の販売価格・賃貸料に良い影響

表 3.2 都市開発への対応面から見た経営資源の評価

経営資源の種類	経営資源の評価	都市開発推進上の問題点への対応方向
土地資源	保有する土地資源は他の事業者よりも豊富である。特に変電所用地やリニューアルの対象となる発電所用地等まとまった土地を保有している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地の売買を伴わない手法を用いた用地費の抑制</li> </ul>
施設資源	都市開発の付加価値を高めるエネルギー関連施設(鉄塔、電柱)等を有している。また支店・営業所等の建物・事務床を広範な地域にわたって数多く保有している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業主体が種地を多く持ち得る場所の選定</li> <li>好条件の代替地・代替床の提供</li> </ul>
技術・ノウハウ	エネルギー供給、施工監理に関する技術・ノウハウの蓄積は他の一般企業よりも優れている。特に、これら技術・ノウハウを総合的に制御・運営する能力に優れている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>開発後への不安のない計画の提示</li> <li>開発スペースの最大限の拡大</li> </ul>
資金資源	大規模な設備投資を行ってきた実績と社会的信用に裏付けられた資金調達能力は、一般企業、他の公益事業よりも優れている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>優良テナントの斡旋</li> <li>プロジェクトに応じた高度な管理運営ノウハウの提供</li> </ul>
情報・ネットワーク	広い地域に関連企業が立地している点は、一般の大企業の関連会社が大都市や地方の中核的な都市に集中している点と異なっている。また、本業の営業活動を通じて優良企業との多様なネットワークが出来上がっている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市開発全体をコーディネートする能力の発揮</li> </ul>
地域資源	あらゆる経済活動から電力需要を通じて収益を回収することが可能である。この点は一般企業にはない特質であり、また地域の範囲において他の公益事業よりも優れている。	

(注)・電中研で作成したもの。  
 ・右欄の対応方向については、前述した7項目のほか、それらを総括的に表現する「コーディネーターとしての能力」を付加した。



表 3.3 電気事業の土地資源（電力会社数社の平均的な値）

		延 べ 数 量	1ヶ所当り面積
大型鉄塔・高圧線 関連の用地	鉄塔等設置用地 高圧線下(上)用地	36,000箇所 延長 7,700 km	140 m <sup>2</sup> 巾 18 m
変電所用地	地上設置 地下設置	350箇所 3箇所	0.9 ha 0.1 ha
発電所用地	発電所 (内 火 力)	130箇所 ( 15箇所)	65 ha ( 30 ha)
事業所用地	支社出張所等	205箇所	0.5 ha
その他用地		—	—
全 体	総 面 積 (内 自 社 保 有 地 割 合)	24,000 ha (40%)	

(注)・電中研調べ。  
 ・調査時期 昭和63年12月  
 (参考)・ガス会社、鉄道会社の土地資源の一例  
     東京ガス(株) 347 ha  
     東急電鉄(株) 855 ha  
 ・大規模都市開発の一例  
     MM21 186 ha  
     東京湾臨海部副都心 440 ha  
     テクノポート大阪 700 ha  
     大川端(リバーシティ- 21)再開発 28 ha  
 市街地再開発事業1ヶ所あたりの平均面積 約 2 ha

を与え得るものであり、テナント誘致にも貢献することとなる。

以上から、これら経営資源上の特長を合わせ持つ電気事業は、民間企業の中でもとりわけ都市開発の実施主体・コーディネーターとしての資質に恵まれているものと言える。ところで、このような特長を持つ電気事業ではあるが、都市開発への参画状況はあまりよく知られていない。次節では、電気事業の都市開発への参画実態について見てみよう。

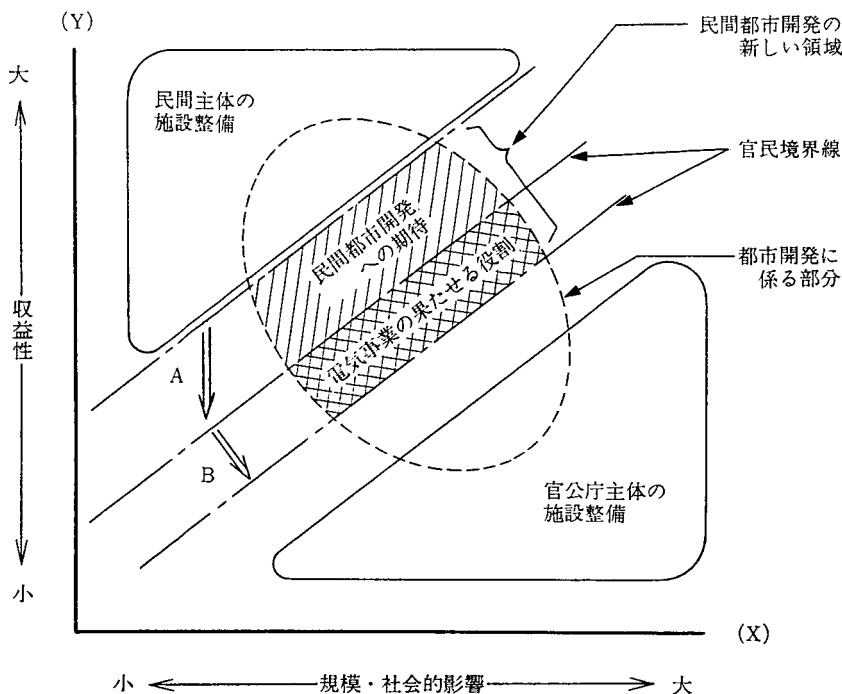
### 3.2 電気事業の都市開発への寄与と参画実態

今まで、最近の都市開発をめぐる動向、民間都市開発への期待と問題点、電気事業の都市開発への適性等について述べてきたが、ここでこれらの議論を一度まとめておこう。図 3.4は、様々な施設整備をめぐる官・民の役割分担をわかりやすく示すために、関連するプロジェクト

を収益性(Y軸)と規模・社会的影響(X軸)の2つの観点から促え、平面上に表わしたものである<sup>6)</sup>。この図によると、マンションや業務ビルの建設など従来の民間主体の施設整備を示す領域は左上に、高速道路や大規模工業団地の建設など官公庁主体の施設整備を示す領域は右下に位置付けられ、両者の間には官・民の役割分担を示すような境界線が描ける。また、従来の施設整備のやり方では手の届かない部分があるとすれば、それは2つの領域の隔たりとして表現される。

ここで、この図の中に都市開発に係る施設整備の領域を重ね合わせ、最近の都市開発をめぐる動向や民間都市開発の領域について説明を試

6) この図は、これまでの検討を通して筆者が想定したものであるため、データの裏付けはまだ不十分である。今後、Y軸にプロジェクトの回収額/投入額、X軸に開発規模面積をとって、実際のデータに基づき検証を行っていく予定である。



(注)・電中研で作成したもの。

図 3.4 施設整備をめぐる官・民の役割と民間都市開発の新しい領域

みてみよう。官民の境界線を決定する要因のひとつとして収益性をあげているが、最近の内需拡大のための規制緩和や民活法の制定はプロジェクトの収益性を高める方向に働くため、境界線を下にシフトさせる（A方向）。一方、先述したように、一般の民間企業に比べて収益概念を広く促えることができ、また社会的影響を重視すると同時に大規模開発に対する資金力をも持ち得る電気事業の場合、境界線を更に右下へシフトさせることができる（B方向）。こうして見てくると、近年の民間都市開発への期待の高まりや電気事業の都市開発への適性は、図の斜線と格子線の領域でうまく表現できることになる。

さて、この図を一応正しいものとして、現在の電気事業の都市開発への参画実態を評価してみよう。当所の調査・ヒアリングによれば、大

規模プロジェクトへの資金面での出資参加と熱供給における協力的事業参加の2つが、電気事業の参画事例の大半を占めている。しかしながら、前者のケースは地域を基盤とする電気事業が単に公共的なプロジェクトに資金協力をするものであり、また後者は本業の他にも熱供給事業を始めましたという程度に止まるものである。図3.4に照らし合わせてみれば、右下の官公庁主体の施設整備や左上の民間他社が実施する施設整備への資金面・技術面での部分的な“お手伝い”が中心であり、いずれも多角化業種のひとつとしての都市開発事業と一致するものではない。ただ、事業としての都市開発を自ら企画し主体的に取り組んでいこうとする事例も、少しずつながら表面化してきている。ある電力会社では遊休化した鉄塔用地・送電線下の土地を用いて土地区画整理をまとめようと検討

中であるし、また別の電力会社では発電所の跡地を活用して市街地再開発を企画している。どちらとも一般の民間企業によく見られるような遊休地利用のプロジェクトであり、今のところ図3.4のシフトAの範囲を出るものではない。今後、これをシフトBにまで踏み込むものにできるのかどうかは、プロジェクトの開発概念や事業手法の上での工夫いかんにかかっている。もう少しわかりやすく言えば、“電気事業の経営資源・特長を最大限に生かした開発概念を考案し、電気事業なりの広い考えで事業手法の組み合わせを提示すること”ができるかどうか、ということである。電気事業として将来目指すべきは図3.4の格子部分であり、そのためには電気事業ならではの開発概念・事業手法の事例を積み重ね、広く社会の理解を求めていくことが必要となろう。

ところで、電気事業が自ら主体的に取り組んでいる数少ない都市開発事例（残念ながら、いずれも計画の初期段階のものであるが）の中から代表的なプロジェクトを選び、今度はそのプロセスに注目することで電気事業の参画実態を評価してみよう。また、都市開発を進めるプロセス面で参考にできることがあれば、それについても書き留めておきたい。

表3.5は、臨海部に所有する遊休地を種地として、付近一帯の都市開発を進めようとしているある電力会社の事例を紹介したものである。まだ事業化計画段階にあるため、地元折衝以下の部分は関係者の想定に基づいている。これを見てわかることは、プロセスの前半は官公庁との折衝が中心となるが、大切なのは民間側の最適と考えられる計画をきちんと準備した後で官公庁との折衝を開始した方が良く、ということである。多少でも曖昧な部分を含む計画は、そ

の点を突破口に計画案の見直しを迫られ、場合によっては公共インフラ整備に対する必要以上の肩代わりを要求されることにもなりかねない。その点、この事例の場合は比較的賢明に進めているものと評価できよう。一方、プロセスの後半は今後の想定によるため、参画状況を評価することができないが、将来の評価の中心は技術・ノウハウ面となりそうである。電気・熱・通信を三位一体に供給することが共通費等の創出（範囲の経済性）を通して全体のコストを低下させるように、都市開発事業も企画構想から施工・運営までを一貫して扱うことで、更に採算性を向上させる可能性が開けてくる。特に、土木・建築部門や用地部門の専門家を多く抱える電気事業の場合、グループ内企業を含めて自前でできる領域を極力広げていく方向で検討することが重要となつてこよう<sup>7)</sup>。なお、都市開発の企画面にしる施工面にしる、領域を広げる場合には、競合する業者の業界慣行に抵触することもあり得るので、できれば電気事業の経営資源の面から必然性の大きい部分（スキ間市場であればなお可）を発見してとり入れるようにしたい。

以上、電気事業が都市開発に寄与できる領域と参画実態との差異から将来の目指すべき方向性を示唆すると同時に、都市開発を進めるプロセス面での留意点についても触れてきた。全体を通して言えることは、電気事業の特長をよく認識した上で、それを最大限に発揮することの大切さである。表3.2や図3.4を振り返ると、電気事業の経営資源をうまく用いることで、こ

7) 日本航空(株)では、持てる技術力・人材を生かして更に採算性向上を図るため、航空機の運航だけでなく航空機の生産(他社への販売を含む)にも踏み込み、将来的には超音速機の開発にまで乗り出すこととしている(昭和64年1月1日付、朝日新聞記事)。

表 3.5 電気事業の参画する都市開発事業の進捗状況

プロジェクトの段階	主なプロセス	取組みの状況 〔○中心となって対応〕 〔△補助的に対応〕 〔×消極的な対応〕	電気事業者から見た問題点
企画構想	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民の発意による開発構想の官への提示</li> <li>・広域的な計画との不整合から、官の対応は消極的</li> </ul>	官…× 電気事業…○ その他民間…○（ガス会社）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市開発に関して官との対応の経験がなかったため、人口、土地利用等の官の構想内容についての情報不足があった。</li> </ul>
事業化計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資産の有効活用策と公共性の両面から見た計画案のねり直し (複合都市開発の民の構想に対して住宅中心の官の提案)</li> <li>・計画の承認による事業化の決定、関連公共施設整備の計画決定と費用負担の折衝</li> </ul> <現時点での進捗状況はここまで>	官…×→△（公共の立場からの注文） 電気事業…○ その他民間…○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報化国際化等時代のメガトレンドにそった計画案は、行政主体では硬直的でやりにくい。</li> <li>・官の計画だけでは、資産の有効活用に十分配慮されない。</li> <li>・インフラ整備の費用負担についての合意形成に時間がかかる。</li> </ul>
地元折衝	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他の地権者に対して、大規模地権者としての発言を行い、民の経営資源が生かされた計画案へと誘導する</li> </ul>	官…× 電気事業…○ その他民間…○ その他地権者…○	
許可、認可	<ul style="list-style-type: none"> <li>・官による全体構想の法的支援（制度の運用による柔軟な対応）</li> </ul>	官…○ 電気事業…○ その他民間…○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・縦割り行政による折衝の困難性（臨港地区における施設立地など）。</li> </ul>
資金調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開発利益を勘案した上での地権者としての応分な資金投入</li> <li>・関連公共事業等への先行的重点的な公共投資の実現</li> </ul>	官…△（公共事業部分） 電気事業…○ その他民間…○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一般市中銀行を中心とした資金供給によるため調達コストが高い。</li> <li>・電気事業本業以外への資金の投入の是非（電気事業法との関わり、社会的な評価への対応）。</li> </ul>
設計・施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時代のメガトレンドに応じた高品質な上物整備</li> </ul>	官…× 電気事業…△ その他民間…△ (ゼネコンの参画)…○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高品質な出来型を管理する総合的な能力不足。</li> <li>・施工技術面でパテント問題などがあり、ゼネコンに頼らざるを得ない。</li> </ul>
運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高度な運営主体の設立</li> <li>・テナントの募集、確保</li> </ul>	官…× 電気事業…△ その他民間…△ (運営会社の設立)…○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市開発を管理運営するノウハウの不足。</li> <li>・関連企業ネットワークによるテナント募集の限界。</li> </ul>

(注)・官民へのヒアリング、関連資料調査等により電中研でとりまとめたもの。

・あるプロジェクトの具体的事実に基づくが、「地元折衝」以下の部分は関係者の将来想定としてとりまとめた。

うした目標は十分達成できるのではないかとと思われるのである。

#### 4. 電気事業の特長を生かした都市開発概念の提案

##### 4.1 基本的な考え方——地下空間の活用

本報告の2番目のテーマは、電気事業の都市開発への参画を具現化する第一歩として、電気

事業の特長を生かした都市開発概念の一例を考察し、ケース・スタディにおいてその意義・実現性等を確認することである。この開発概念を導出するための基本的な考え方については、既に前の2つの章の中で折に触れ言及しているが、考え方の手順として改めて要約し、以下に示すこととする。

##### I. 「都市・地方の交流」「都市空間の有効活

用」「中心市街地の個性化」「国際化への対応」といった社会ニーズに応えることを目標に

- II. 「集客力の見込まれる」場所を選び、民間の得意とする「商業」「業務」「住宅」分野において
- III. 「電気」「熱」「通信」等、電気事業の経営資源を最大限に活かせるような要素を加味し
- IV. 都市開発推進上の問題点に対する「7項目の対応方向」を十分配慮した開発概念・事業手法を考案すること

仮に、こうした条件に合ったものが得られれば、それは電気事業が積極的に参画を主張していく都市開発のひとつの目安となり得る。

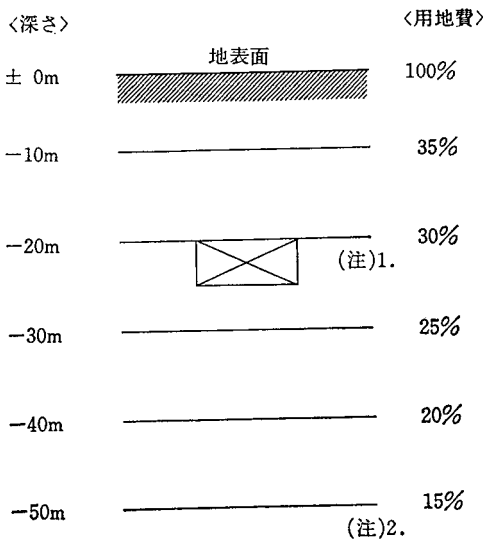
本章では試みとして、「都市空間の有効活用」〈Iと対応、以下同様に記す〉にヒントを得て「都市の地下空間」に注目してみたい。通常、空間を有効活用する場合は、まず土地・施設の上空の利用（高層化）を検討するのであるが、表4.1に見るように、地下化には高層化にない

表 4.1 高層化と地下化の比較表

		高層化	地下化
実施主体の評価か	工事費	○	× (特に深部)
	用地費	×	○
地域の住民から	日照・景観	×	○
	風害・電波障害	×	○
	防災・安全性	△ (特に地震)	× (特に火災)

(注)・電中研で作成したもの。

長所も多い。とりわけ図4.2に示したような用地費の軽減〈IV〉は実施主体にとって大きなメリットであり、また地域によっては景観・日照等がアメニティ〈IV〉の面で大きな問題となる場合もあろう。従って、今後の都市開発においては高層化による開発が不適切な場合も考えられ、地下空間を活用した都市開発概念を検討することの意義は大きいと思われる。その他、地下に着目した理由としては、この空間に地中線や地下変電所等の電気事業の経営資源〈III〉が豊富に存在していることがあげられる。そのため、地下を大幅に活用する都市開発の場合、電気事業者に相談なく実施することは困難



(注)1. 都営新宿線一之江駅の実績値 30% (昭和62年9月)、及び「5m深くなるごとに2~3%ずつ安くなる」(営団地下鉄資料)とのデータを参考に電中研で作成したもの。

なお、都営新宿線の場合、地下鉄建設費のうち、用地費が5%、工事費他が95%(江戸川区の区間)を占めている。

(注)2. 現在、運輸省・建設省等で進めている大深度地下利用のための法案では、概ね-50m以下の区分地上権を制限(用地費ゼロ)にすることとしている。

図 4.2 地下占用料 (区分地上権の買取り)

であるし、持ち前の「電気」「熱」「通信」三位一体の技術〈Ⅲ〉を生かすには格好の場所となっている。事業の実施に併行して、周囲の理解の下で、既設の地中線の見直しや新たな地下変電所の候補地を探せることも大きなメリットである。また、高層化に比べて地下化の検討はまだ緒についたばかりであるため、都市開発の市場としては新しく、電気事業の独自性をうまく打ち出せば競合業者との軋轢も比較的少なくて済むのではないかと判断したことも地下に注目する大きな理由となっている。

ところで、今後都市開発を進めていく上で、地下のどの部分を活用していけばよいのであろうか。図4.3は、地下利用の現況の一例を示したものであるが、既にかかなりの利用が図られていると思われる地下も、その殆どがまだ未開発の状態にある。従って、まず地表に近い未利用部分は、全て活用の対象となろう。また、既設の地下階・地下街・地下鉄<sup>8)</sup>等には含まれた箇所<sup>9)</sup>も活用対象として有望である。要するに、地上の都市問題に弾力的・多面的に対応するためのひとつの方途として、地下浅部を連続させて使うことの効用<sup>10)</sup>を主張したいのである。

さて問題は、こうした地下空間を活用した都市開発がどのような場面で最も要求されるのであろうか、という点である。先の基本的な考え方の中でまだ十分に考慮されていない項目を中心に条件を組み立てると、「商業」「業務」「住宅」〈Ⅱ〉の混在する活力の低下した「中心市街地」〈Ⅰ〉において、通常の都市開発がうまく進んでいない場合」というケースが浮かび上がってくる。確かに、都市活動の沈滞化した住商(工)混在の市街地は、最も都市開発を必要としている地区にもかかわらず、道路幅や住民コンセンサスの面で法定の事業手法が適用しにく

く、開発から取り残されたままになっていることが多い。そこで、こうした過密老朽化した市街地地区を対象に、地下浅部の連続空間において電気事業の経営資源等を有機的に展開する、という発想で描いた都市開発概念を図4.5で紹介する。これは、「集客力の見込まれる」〈Ⅱ〉インパクトの例として地下の交通インフラ計画(地下鉄駅の立地等)がある場合、そこからの人の流れ(動線)を意図的に地上に広く行きわたらせることで、都市の活性化を図ろうとするものである。そのために、交通インフラ計画によって生じる開発ポテンシャルの高い空間(インター・ジオスペース等)に、一部の都市機能や電気事業の経営資源を生かした施設を配置して地上の空間・機能にゆとりを持たせ、アメニティの向上や「市街地の魅力化・個性化」〈Ⅰ〉を狙う、といったことを行っている。

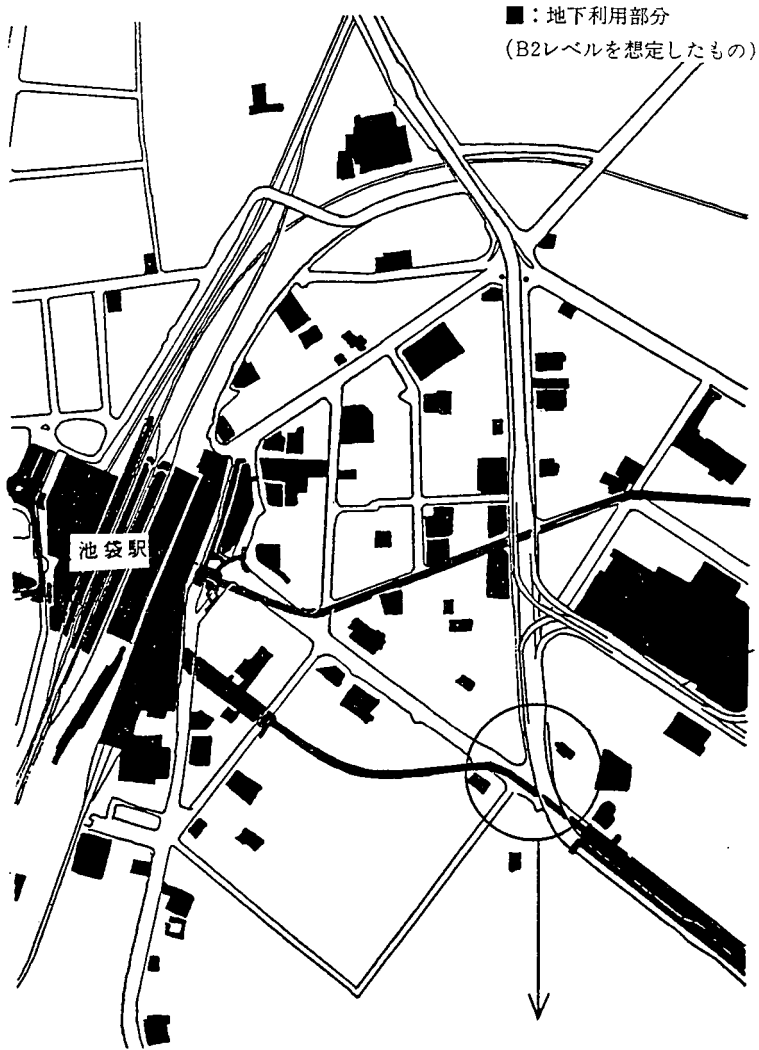
以上が本報告で提案する都市開発概念のイメージであるが、こうした試みは、ただイメージを提案するだけではその適用法や意義を理解することができない。また実際の場に移して採算性や制度上の問題点等についても検討しておく必要がある。次節からは、具体的なケース・スタディ地区を選定し、そこでこのイメージを具体化することによって、持てる意義・汎用性や実現性について言及することとしたい。

8) 従来の地下空間の活用が主として④ビルの地下階、⑤地下街・地下駐車場、⑥その他の地下インフラ(地下鉄・地中送電線等)の形でバラバラに進められてきたことの原因の大半は制度的制約面にある。④は建築基準法、⑤は地下街に関する5省庁通達、⑥は道路管理者の指導(公道下が多いため)等、三者三線の規制が行われている。

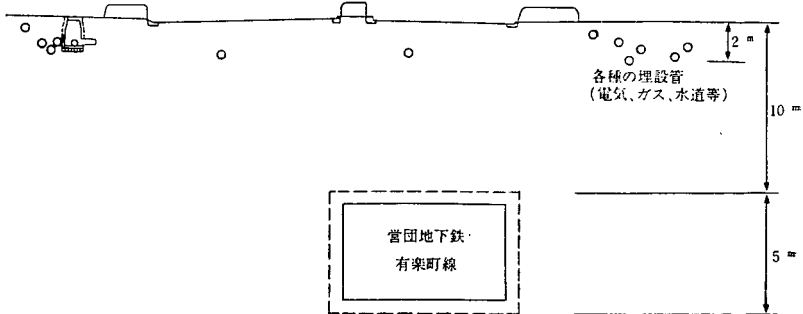
9) ここでは、既設の地下空間や既往の地下開発計画の間には含まれた空間を、あえて「インター・ジオスペース(図4.4)」と呼び、その積極的な活用をも提案している。

10) その理由としては、(i) 利用面で地上の都市機能との代替性が図りやすいため、地上の都市開発に伴う問題点も一体的に解決できる可能性が出てくること、(ii) 開発コスト面、利用面で、従来の地下開発(④~⑥)との相乗効果が期待できること——などがある。

①平面図（ビルの地下階／地下街・地下駐車場／地下鉄）



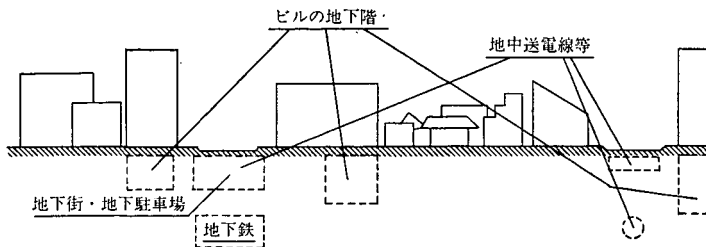
②公道下の断面図（地中送電線／地下鉄等）



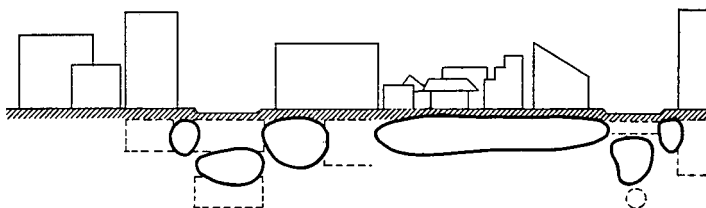
(注)・電中研で作成したもの。

図 4.3 地下利用の現況（JR池袋駅東側）

①地下利用の現況パターン

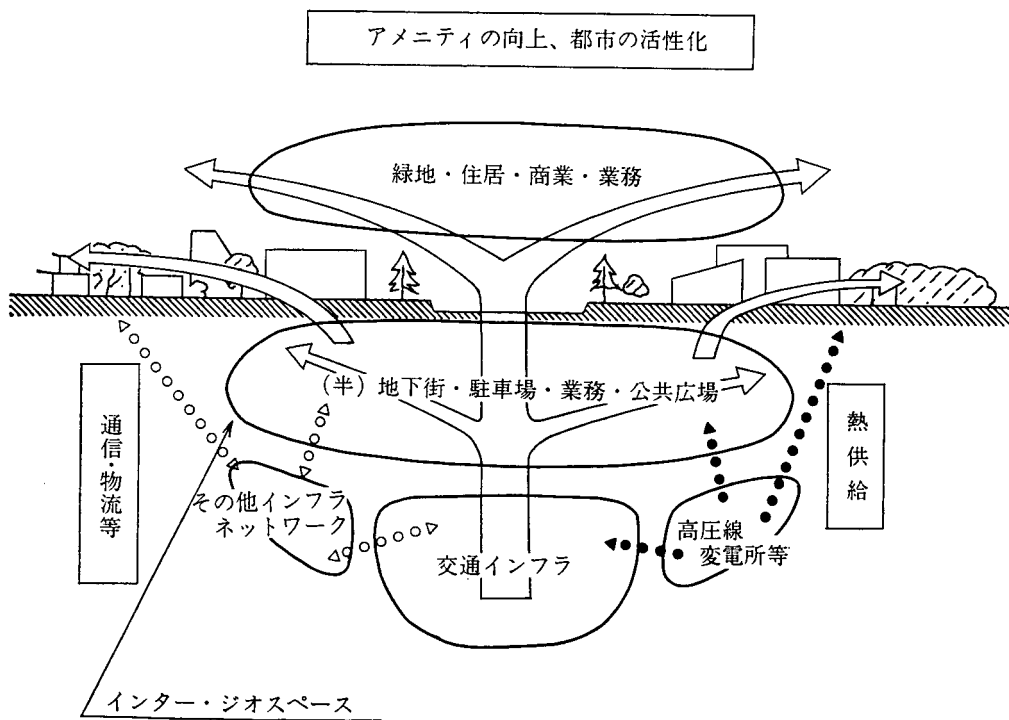


②インター・ジオスペース



(注)・電中研で作成したもの。

図 4.4 地下利用の現況パターンとインター・ジオスペース



(注)・人の流れ(動線):⇒  
 ・電中研で作成したもの。

図 4.5 電気事業の特長を生かした都市開発概念のイメージ  
 —地下空間を活用した例



#### 4.2 ケース・スタディ地区の選定——東京・浅草

地区選定のための二つの条件、

- ① 既往の手法では抜本的な都市開発ができないため、都市の中心に位置しながら、開発が進まず都市活動が沈滞してしまっている住商（工）混在の過密市街地。
- ② 地下に適当な未利用の開発空間が存在すること（インター・ジオスペースであればなお可）。

に合致する地区として、東京の浅草を取り上げる（図 4.6）。

即ち、(i) 浅草は日本を代表する町でありながら、都市活動は明らかに低迷している。特に中心地区は、住商（工）混在の都市開発を最も要する箇所であるにもかかわらず、既往の都市開発手法では、道路幅・景観等の点から手をつけることができないため、開発から取り残されてしまっている（図 4.7）。

(ii) この地区は、西に常盤新線新浅草駅、東に営団・都営地下鉄浅草駅を中心とする地下開発の計画があり、また南にも大地下駐車場の計画が予定されているなど、インター・ジオスペースとしての条件を具備した地区である。

以上の点から、浅草は本ケース・スタディの対象として適当な地区であると考えられる。

#### 4.3 地下空間を活用した新しい都市開発概念の具体化

都市開発概念の具体化を図る前段階として、浅草の現況・問題点と将来方向を、関連する文献・資料の中から拾って整理してみよう。

まず、浅草の現況・問題点については、台東区の調査（文献〔11〕）に詳しい。要約すれば、① 時代ニーズに合った魅力ある地区が少ないため、全体の集客力が落ちている、② 浅草寺

・仲見世は活気があるが、そこから人の流れが外に行かないため、周辺の商業の落込みが大きい、③ 建物の老朽化・過密化が進むが、建直しがスムーズに行かず環境が悪化している、などとなる。

これに対し、浅草の将来方向は東京都長期計画（文献〔12〕）に位置付けられている。即ち、「伝統を生かし、明日の文化を育む街」をローガンに、江戸文化を反映した歴史的景観や地域特性を生かすような再開発を行い、国際的な観光地として発展させることを目指している。なお、再開発の際、① ヒートポンプや余熱利用による地域エネルギーシステムの導入、② 住商（工）混在型を前提とした新たな都市整備手法の導入、等を民間活力を用いながら積極的に図っていくものとしている。

上に述べた諸問題を解決し、かつ目指すべき将来方向を達成するため、以下の手順により都市開発概念を具体化することとする。

- (i) 浅草寺・仲見世のにぎわいを周辺（特に六区との接点）に拡大させる。そのため、乗降客の多い常盤新線・地下鉄・東武線等からの人の流れが自然な形で周辺部を通るよう、インター・ジオスペースをうまく活用して地下⇄半地下⇄地上という動線の確保を図る。
- (ii) (i) を支援する意味で、仲見世の良いイメージを中心地区全体に広める。江戸町の雰囲気維持するため、高層化によらず地下化によって再開発を計画する。その際、浅草に愛着を持つ地元住民のコンセンサスが得られるよう、魅力ある都市景観とその実現化のための新たな開発手法を考案し提示する。
- (iii) その他、フランスのレ・アールに見る

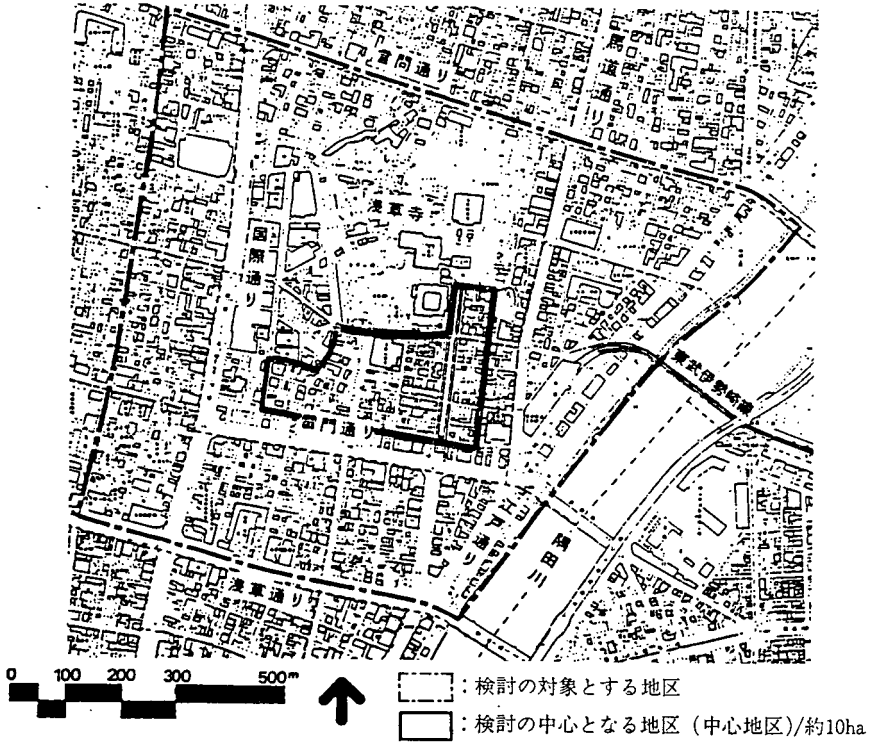
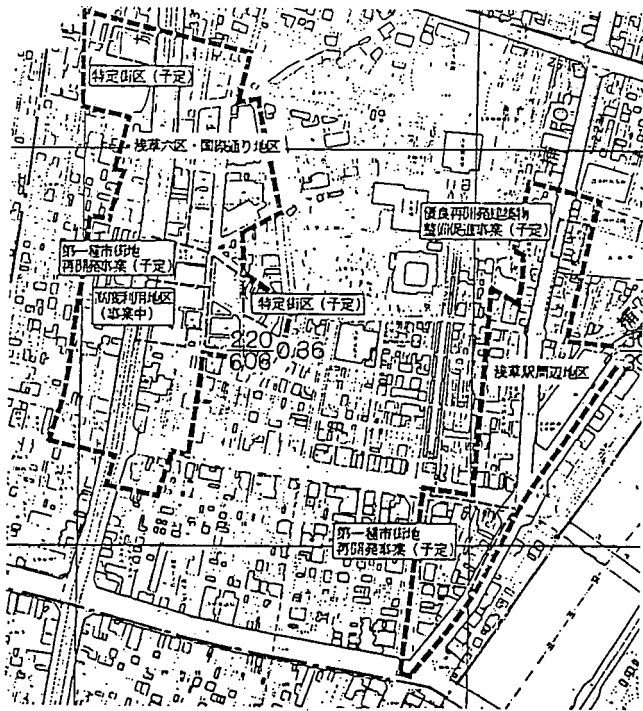


図 4.6 ケース・スタディ地区



(注)・台東区資料による。

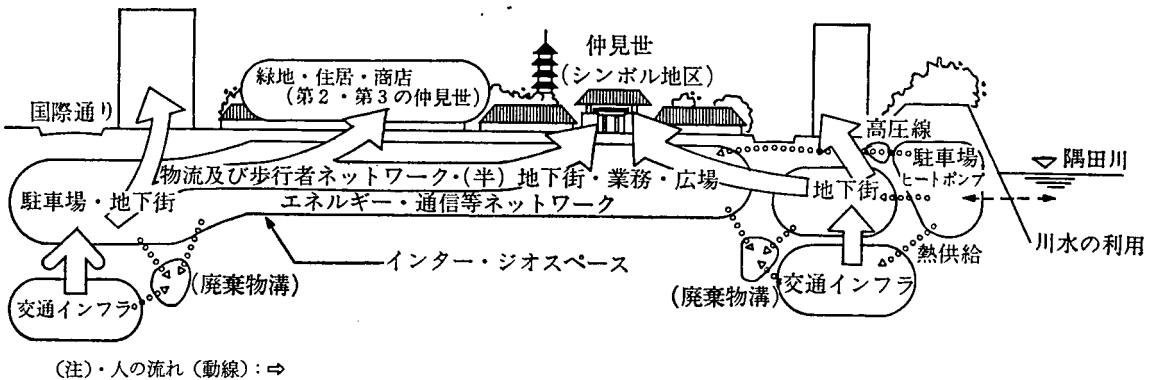
図 4.7 既往の都市開発計画 (---の地区)

ような半地下利用のデザイン、隅田川の水を利用したヒートポンプ、地中高压線や地下変電所の余熱を利用した熱供給、地下の歩行者ネットワークに併行した物流ネットワーク（無公害車両・電気自動車の使用）など、電気事業者の経営資源や地域の資源を最大限に生かした都市施設を積極的に取り入れ、浅草の魅力化や都市機能の充実を図る。

検討の結果を、ゾーニング図（図 4.8）と断面図（図 4.9, 図 4.10）、更には4種類の鳥瞰図（図 4.11～図 4.14）に示した。以下、開発概念のポイントを簡単に説明したい。

まず、図 4.8, 図 4.9 に示した断面Aについてであるが、図 4.5 のイメージを参考に、地下一階には歩行者用の通路と地下商店街を設ける。地下二階には無公害車両を利用した地下輸

送システムを計画し、それに面した箇所に荷役場と倉庫を配置する。さらにその下にエネルギー・通信等のためのネットワークを整備する（図 4.12）。この部分を異なった角度から見たのが図 4.10 のC断面や図 4.13 である。これらの都市施設を地下に計画することで、地上の開発にはゆとりを持って対応できる。即ち、東西へ走る新仲見世通りにおいては、江戸町風の街づくりを行い、その裏手には住居・緑地を配置する。そして、仲見世をはさむ東西のシンボリックな位置二箇所にフランスのレ・アールに見るような半地下街を設ける（図 4.10 のB断面、図 4.14）。全体的に地上は浅草の特色を生かして江戸町風の景観とし、地下はファッションブルな商店街として、老若男女を問わずあらゆる年齢層の要望に応える魅力的な街づくりを行っていく。



(注)・人の流れ(動線): ⇒

図 4.8 ゾーニング図(垂直断面)

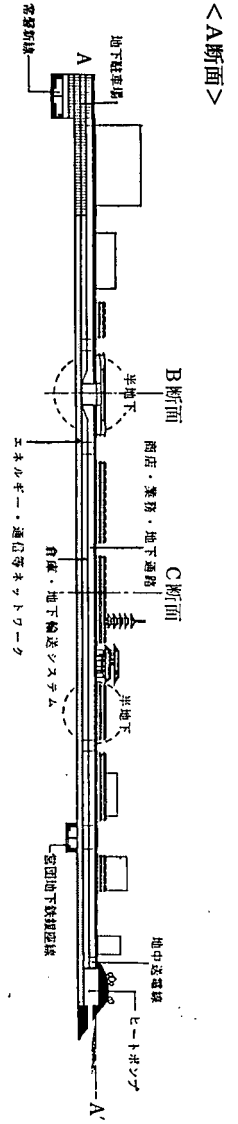


図 4.9 断面図① (A断面, 図 4.8に対応するもの)

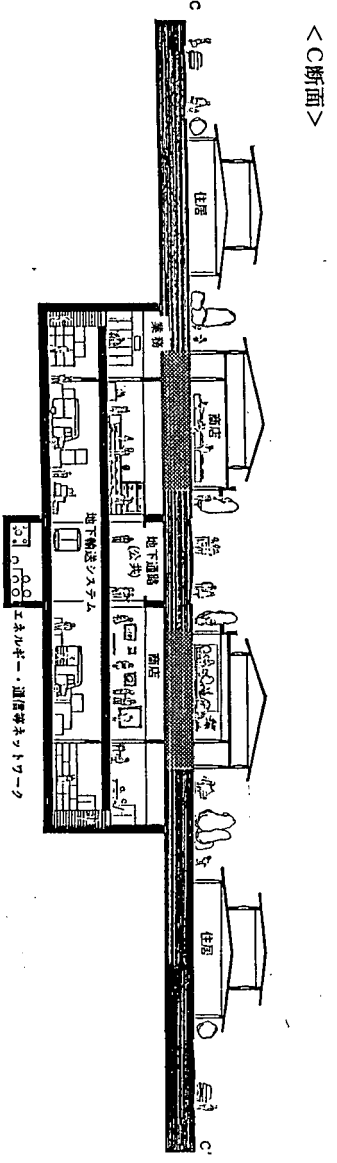
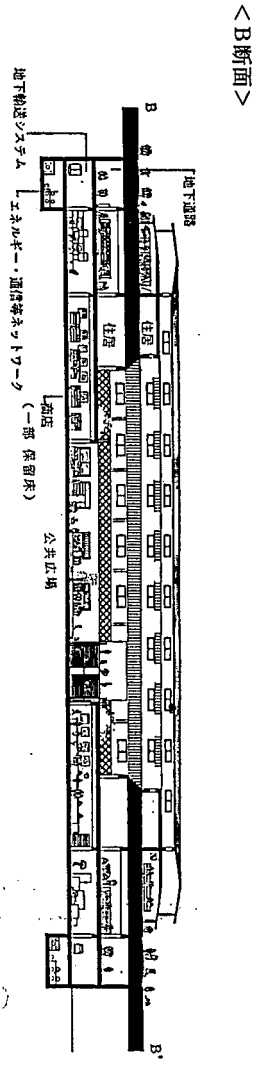


図 4.10 断面図② (図 4.9 の B・C断面をそれぞれ横から見たもの)

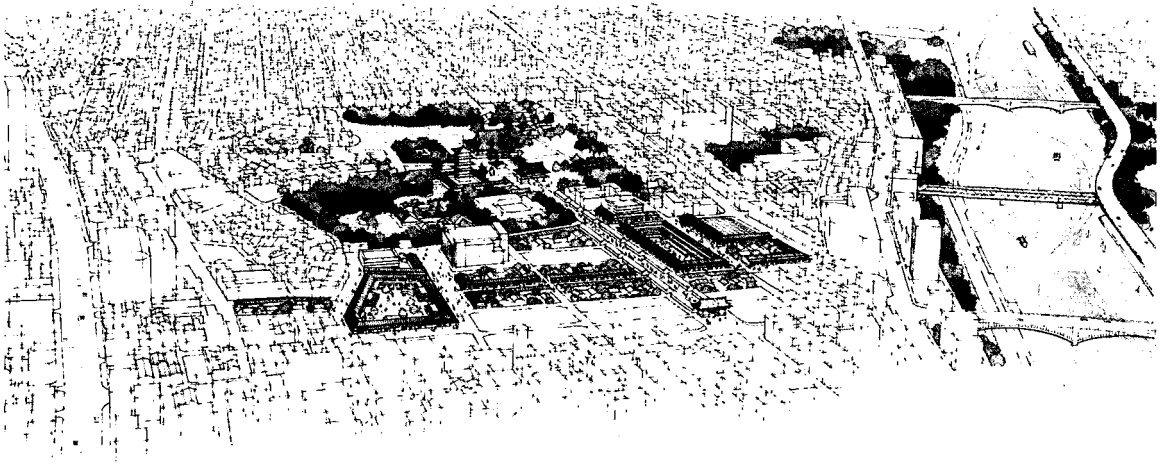


図4-11 鳥瞰図 ①

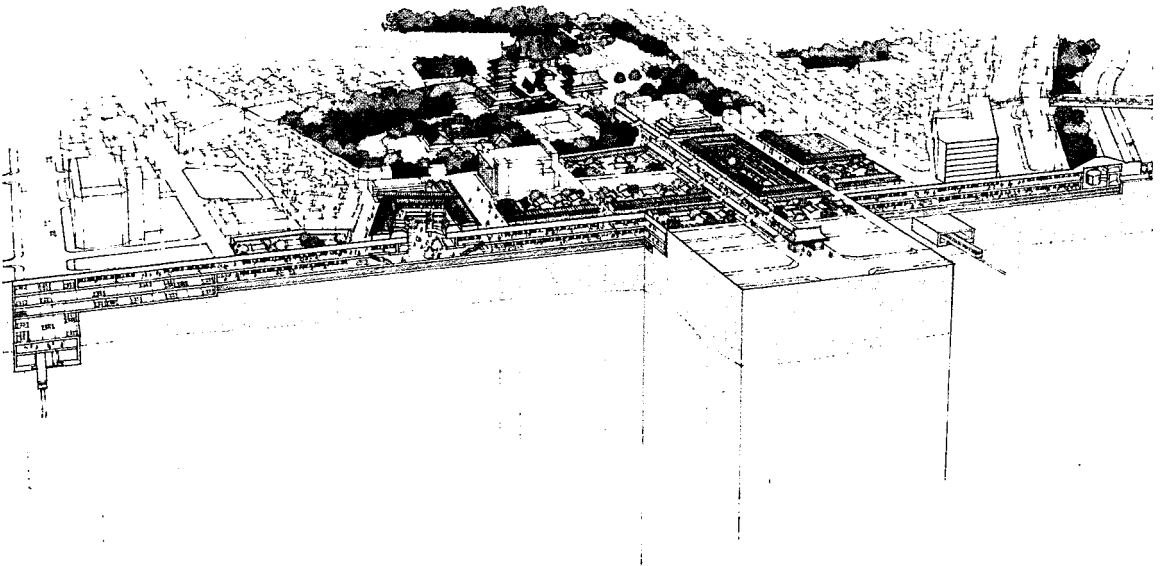


図4-12 鳥瞰図 ②

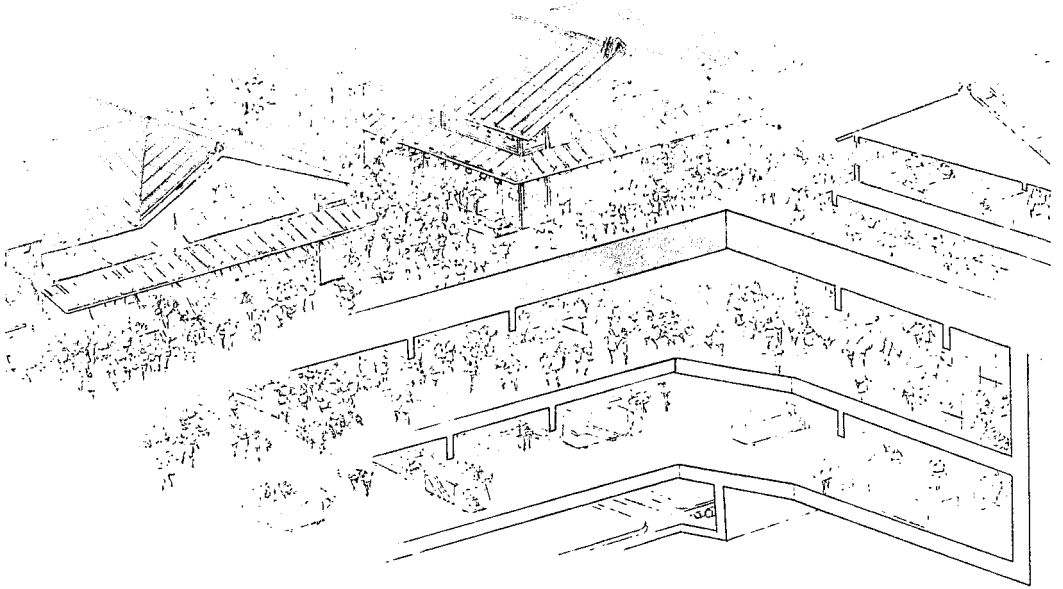


図4-13 鳥瞰図 ③

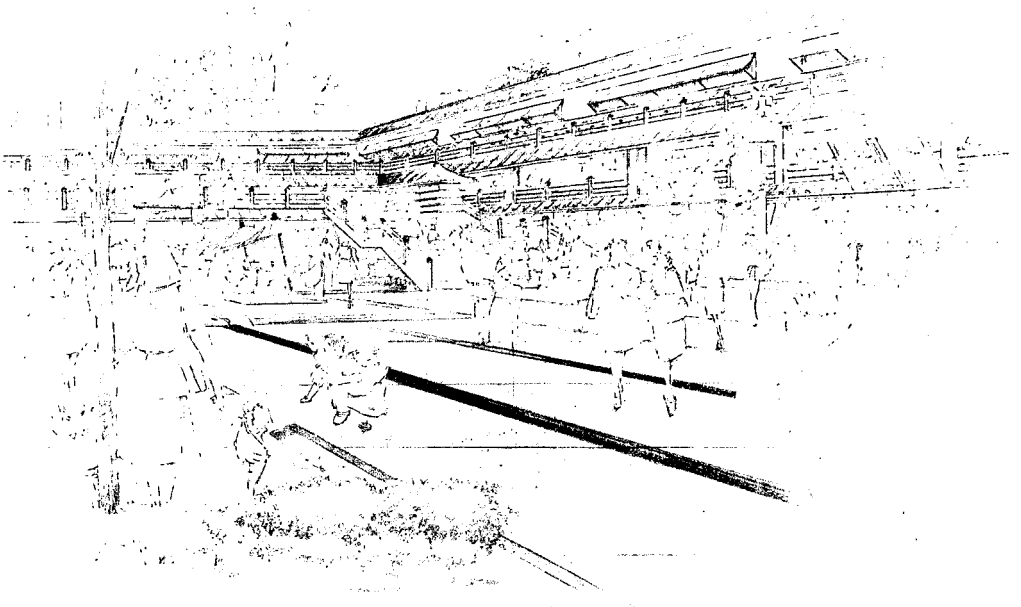


図4-14 鳥瞰図 ④

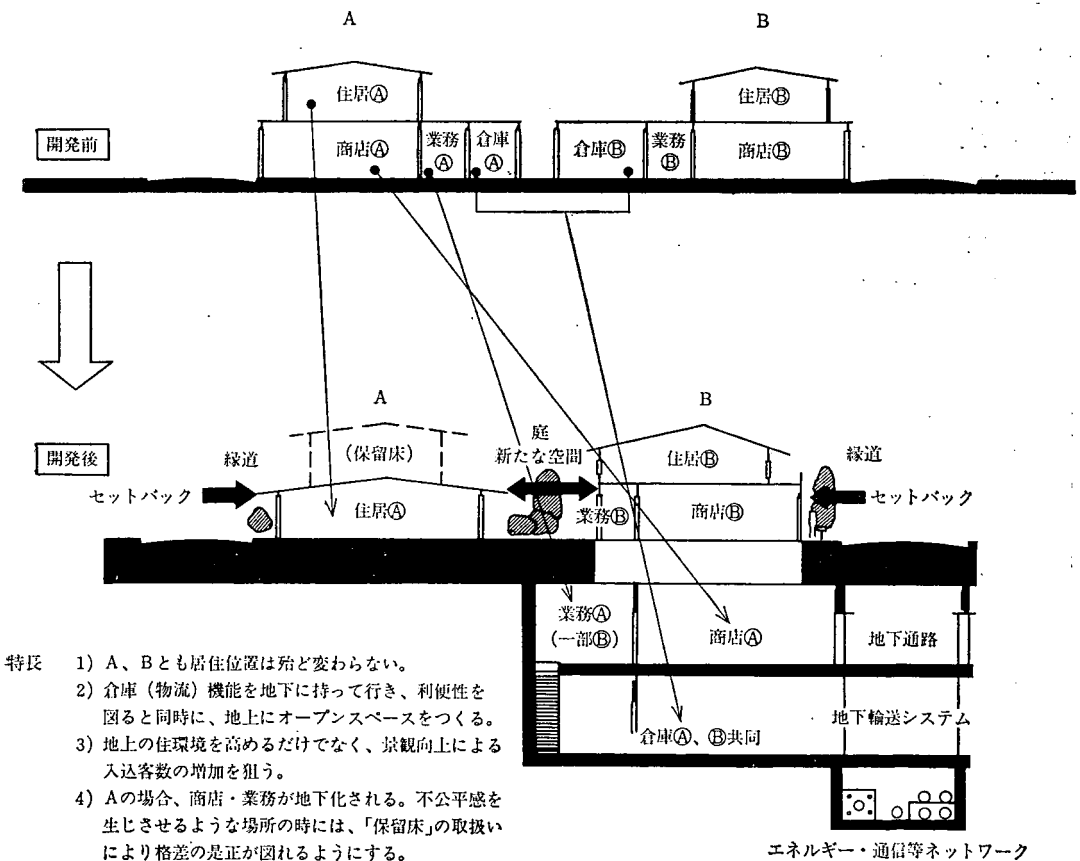
なお、この開発概念の中心的部分であるC断面の事業化にあたっては、前述した「7項目の対応方向」〈IV〉に配慮して、住民が現在の居住位置を殆ど動かさなくて済むような新しい事業手法（地下空間を活用した権利の変換）を用いているので、図 4.15 で特に紹介しておく。

こうして図 4.5 の都市開発概念のイメージは、浅草という場所において図 4.8 や図 4.12

のような形で具体化されることとなったわけである。

#### 4.4 意義・汎用性と実現性

都市開発において開発空間を広げる時に、いきなり高層化とか地下深くというのではなく、あくまで地表面（人間の活動面）を中心に考えていく、というのがこの都市開発概念のひとつの趣旨である。浅草の例を見てもわかる通り、



- 特長
- 1) A、Bとも居住位置は殆ど変わらない。
  - 2) 倉庫（物流）機能を地下に持って行き、利便性を図ると同時に、地上にオープンスペースをつくる。
  - 3) 地上の住環境を高めるだけでなく、景観向上による入込客数の増加を狙う。
  - 4) Aの場合、商店・業務が地下化される。不公平感を生じさせるような場所の時には、「保留床」の取扱いにより格差の是正が図れるようにする。

図 4.15 都市開発の新たな事業手法（地下空間を活用した権利の変換）

自然な発想であるために開発概念の適用は容易であり、その持つ意義・汎用性は大きい。また、対象とする地域を都市活動の沈滞化した住商（工）混在の過密市街地としているが、全国の政令都市クラスであれば、こうした地区は必ず散見できる。その中で、高層化や地元コンセンサスの面で障害のある地域があれば、この開発概念を適用する意義も極めて大きいものと考えられる。

ところで、実現性という観点からこの開発概念を見た場合はどうであろうか。(i) 事業全体の採算性 (ii) 制度上の障害 (iii) 防災面での対応 (iv) エネルギー供給・物流システム・建設施工等に係る技術上の課題、などが検討すべき項目と考えられるが、これらについては現在検討途上にある。そこで、ここでは浅草の事例を対象に、最も重要と思われる (i)・(ii) について、現時点で得られている見通し

表 4.16 事業採算性の検討の一例

地下施設一覧及び工事費概算

導入機能		計画数量	工事費 (億円)
地下街	商店街	1.6 ha	50
	倉庫及び駐車場	1.3 ha	
	住居	0.3 ha	
地下通路		L=1,700 m	35
地下輸送システム		L=1,700 m	35
エネルギー・通信等ネットワーク		L=1,700 m	15
地下駐車場		4.5 ha	115
合計			250

負担内訳 公共 150 億円 (地下通路・地下駐車場)  
事業者 50 億円 (物流・エネルギーシステム等)

地元 50 億円 (地下街)

〔地元負担 地下施設の工事費 50 億円は保留床の処分等により相殺できるため、地元負担は地上施設の改築・改装費のみとなる。〕

(注)・いくつかの大きな仮定の下で、電中研で積算したものの。

・ヒートポンプや地下変電所、地下物流センターの建設費は含まれていない。

などを若干紹介するに止めたい。

表 4.16 は、開発に伴う事業費とその負担内訳を表わしたものである。費用としては、地下の基幹的な施設の分しか見込んでおらず、また、その財源についても十分確認できていない。しかしながら、これほどの開発でも、公共側と事業者側の協力があれば、地元負担をかなり抑えた形で実現化できそうなことがわかる。一方、制度上の問題としては、地下における駐車場・公共通路・店舗等の用途別面積割合を制限する「地下街に関する 5 省庁通達」が依然として最も大きな障害となっている。

これらから、仮にこの開発概念を全て実現化しようとする場合には、公共財源の配分や制度上の規制を担当する官公庁関係者の理解が、最も大きなポイントとなることがわかる。

## 5. まとめと今後の計画

本報告では、電気事業の都市開発への参画に伴う問題点に関連して、以下の検討成果が得られたことを紹介してきた。即ち、①最近の都市開発をめぐる動向や社会ニーズの調査結果から、民間企業の主体的参画が評価・期待される都市開発の領域がある程度把握できたこと、②都市開発を進める上での問題点を抽出して電気事業の経営資源と対比させたところ、都市開発に参画する際の適性・資質面で、電気事業がとりわけめざまれていることがわかったこと、③都市開発をめぐる官・民の役割分担の中で、電気事業の今後果たしうる役割と参画の現状とを位置付けることによって将来の方向性を示したこと、④電気事業の特長を生かした都市開発概念の考え方とそのイメージを提案したこと、⑤都市開発概念のイメージを現実のケース・スタディ地区に適用して具体化すると同時に、その



意義や実現性を確認したこと——の5項目である。

これら成果を大きく分ければ、“電気事業の都市開発への望ましい参画形態の考え方”と“それを具体化した都市開発概念の提案”となるわけであるが、ここで強調したいのは、後者の都市開発概念はあくまでひとつの試みによる結果であって、それをそのまま実現化させようとしているわけではないということである。電気事業の目標とすべき都市開発の領域をどう促え、それを事業として具体化、即ち開発概念にまで持っていくにはどのような手順で考えていったらよいか。こうした質問に対する回答の一例を提示するのが、本報告の一番の目的であったからである。

ところで今後の計画としては、浅草のケース・スタディだけに止まらず、将来電気事業が取り組むことになるであろう都市開発の様々なケースを取り上げ、開発概念の作成・実現性の検討・電力経営への影響等について検討を行っていく予定である。当所の長期研究計画に基づき、新年度はとりあえずリゾート開発から着手することにした。

なお、本報告を作成するにあたっては、数多くの方々の御協力をいただいた。都市・地域懇談会<sup>11)</sup>のメンバーを始めとして、調査・ヒアリングにこころよく応じて下さった電力会社の方々、浅草に関するデータを提供して下さいた台東区の萩原孝二氏と東京都の中野伸彦氏、更に

都市開発概念の作成にあたって御指導いただいた東京大学の中村英夫教授には、この場を借りて心より謝意を表したい。

#### 参考文献・資料等

- [1] 「ザ・モデル事業」上幸雄編集, 1985.9, 地域交流出版
- [2] 「続ザ・モデル事業」上幸雄編集, 1986.9, 地域交流出版
- [3] 「民間活力の導入」建設大臣官房政策課民間活力企画室監修, 1987.7, 大成出版社
- [4] 「日本の都市開発2」全国市街地再開発協会編集, 1986.1
- [5] 「市街地整備における土地信託の活用に関する調査報告書」東京都市計画局, 1987.3
- [6] 「区画整理 No. 8801/土地区画整理事業関連データ整備調査」区画整理協会, 1988.1
- [7] 「再開発コーディネーター1986第2号, 第3号」再開発コーディネーター協会, 1986.7 び9
- [8] 「地価と都市計画」大久保昌一編, 1983.9, 学芸出版社
- [9] 「“まち”が消える——再開発事業と住民の対応——」市川一将, 都市問題第78巻第4号, 1987.4, 東京市政調査会
- [10] 「電気事業の経営多角化の方向性」井口典夫, 電力中央研究所報告 Y87008, 1988.3, 電力中央研究所
- [11] 「浅草地区都市開発計画策定調査」台東区, 1985.3
- [12] 「第二次東京都長期計画(マイタウン東京)」東京都, 1986.11

(いぐち のりお  
経済部 社会環境研究室)

11) 浅草のケース・スタディは、当所の経済研究所に設けられた都市・地域懇談会(座長 矢島昭)において、関係官庁・金融機関・電力会社等のメンバーの協力を得ながら推進しているものである。



# 燃料サイクル最適化モデルの構造と最適解の特性

キーワード：最適化分析，線形計画法，燃料サイクル，

使用済燃料中間貯蔵，プルサーマル，高速増殖炉

長野 浩 司 山 地 憲 治

## 〔要 旨〕

1966年から2055年までの90年間を計画期間として、原子炉炉型構成および燃料サイクル構成を一体として最適化する原子力戦略評価モデルFCOMを開発した。評価基準は、計画期間にわたって発生する種々の費用の現在価値換算総額の最小化である。原子力発電規模見通し、高速増殖炉や軽水炉プルサーマルなど新技術の利用可能性、および軽水炉使用済燃料再処理に基づくプルトニウム需給などの物質バランスは、モデルにおける制約条件として扱われる。FCOMの特長は、コンパクトなモデルであるにも拘らず、使用済燃料貯蔵および再処理計画の最適化が行え、しかも貯蔵についてはコストのかかる中間貯蔵とそうでない発電所施設内貯蔵とを分離して扱っている点である。

いくつかの条件設定の下にケーススタディを実施して、最適解の基本特性を調べ、以下の点を明らかにした。

1. 軽水炉の燃料サイクルにおける最適な再処理時期の選択は、貯蔵コストの増大と再処理費現在価値の低減との間のトレードオフ関係の下で行われ、高速増殖炉導入が起らない場合には、再処理で回収されたプルトニウムは直ちに軽水炉プルサーマルに使用される。最適計画における軽水炉プルサーマルの実施規模、時期と燃料サイクルのコスト条件、特に再処理費との関係を示した。
2. 高速増殖炉と軽水炉との相対的成本条件によって、最適計画における高速増殖炉の導入規模および導入時期が、導入無しの場合から最大限早期に最大規模の導入を図る場合まで様々な変化することを定量的に示した。
3. ある規模の軽水炉使用済燃料再処理の実施を前提と考える場合、最適解はコスト条件に対してさらに多様化し、前提とする再処理計画の範囲内で高速増殖炉導入を図る軽水炉／高速増殖炉の中長期的な共存解が出現する。
4. 上記のいずれの最適計画においても、再処理はプルトニウム需要に合わせて実施され、プルトニウム需給のタイミングの調整手段としては、使用済燃料の中間貯蔵が選択されている。

以上により、超長期のプルトニウム利用に関する技術の評価においてFCOMが有する特徴と有効性を示したこと、およびその結果、使用済燃料の貯蔵が燃料サイクルに大きな柔軟性を与えていること、それゆえに、長期の原子力システムの議論においては燃料サイクル全体の戦略を原子炉炉型戦略と一体として検討することが肝要であることが、本稿の結論として指摘される。

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. はじめに                | 3-2. 最適解の基本特性(1)——軽水炉プルサーマル |
| 2. 燃料サイクル最適化モデルFCOMの概要 | 3-3. 最適解の基本特性(2)——高速増殖炉導入条件 |
| 2-1. FCOMの基本構成         |                             |
| 2-2. FCOMの目的関数         |                             |
| 3. ケーススタディと最適解の基本特性    | 4. おわりに                     |
| 3-1. 前提条件              |                             |

## 1. はじめに

原子炉内ではエネルギー生産と同時に燃料の再生産が行われるので、原子炉技術の評価はその燃料サイクルの構成を含めたシステムを対象として実施する必要がある。しかも、高速増殖炉に代表されるプルトニウム利用に関する技術の評価においては、プルトニウムの生産から利用までに数十年が経過するケースもあるので、超長期の時間範囲を扱う必要がある。

上記の視点に立ち、長期間にわたって発生する種々の費用の現在価値換算総額を評価基準として、原子炉炉型構成および燃料サイクル構成を一体として最適化する評価モデル (Fuel Cycle Optimization Model, FCOM) を開発した<sup>[1]~[3]</sup>。本稿では、燃料サイクル最適化モデル FCOM の構造、およびケーススタディを通して得られた最適解の基本特性について報告する。

## 2. 燃料サイクル最適化モデル FCOM の概要

### 2-1. FCOM の基本構成

本研究において開発した燃料サイクル最適化モデル FCOM の概要を図 2-1 に示す。

FCOM は、1966 年から 2055 年までの 90 年間の計画期間として、総費用を最小化する原子炉炉型構成 (これを最適炉型戦略と呼ぶ) およびそれに対応する燃料サイクル戦略を求めるものである。原子力発電規模見通し、高速増殖炉や軽水炉プルサーマルなど新技術の利用可能性、および軽水炉使用済燃料再処理に基づくプルトニウム需給などの物質バランスは、モデルにおける制約条件として扱われる。最小化すべき総費用は、入力条件として与える各種コストパラメータにより定まる全期間にわたる費用を、割引率によって現在価値換算した総額である。

モデルは、時間軸を分割し離散的に扱うこと

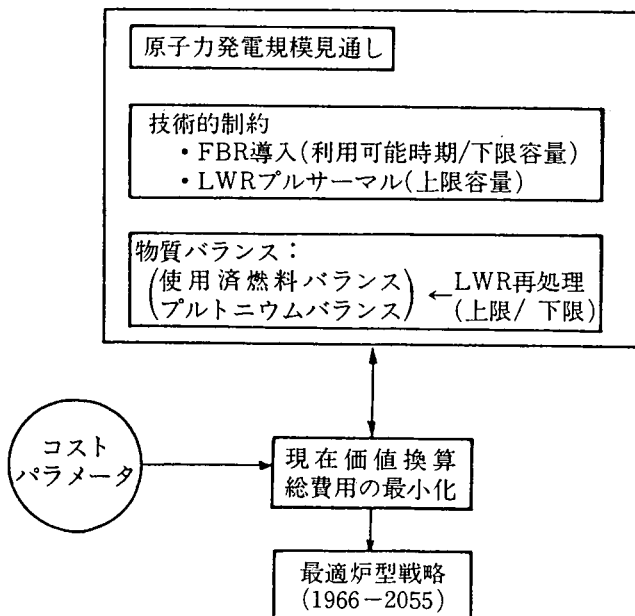


図 2-1 FCOM の概要

で、線形計画モデルとして定式化されている。すなわち、1966年から2055年までの90年間に10年を1期とする9期に分割し、その各期ごとに、原子炉の新設量、使用済燃料及びプルトニウムの需給量等の変数を定義する。これにより、目的関数である現在価値換算総費用、および燃料サイクル中の物量バランスを含む全ての制約条件が計画変数の一次式として記述される。

本モデルにおける燃料サイクルの取り扱いを図2-2に示す。制約条件として与えられる原子力発電規模を実現するよう設備寿命を考慮して軽水炉ないし高速増殖炉が設置され、各々の炉型の運転中容量、廃止容量が定まる。運転中（通常炉心、プルサーマル炉心）及び廃止軽水炉からは各々対応する組成の使用済燃料が排出されるが、これらはモデル中で各々区別して取り扱い、発電所施設内貯蔵（At Reactor Storage, AR貯蔵）さらには施設外貯蔵（Away

From Reactor Storage, AFR貯蔵）を経た後、必要に応じ再処理される。

使用済燃料の貯蔵期間については、従来の燃料サイクルモデルでは炉取り出しから再処理まで一定期間のラグタイム（たとえば5年）を考慮することが一般的であったが、FCOMでは、軽水炉使用済燃料について貯蔵期間を任意として扱い、どの燃料をいつ再処理するかは最適化アルゴリズムによって決定する。

また、軽水炉燃料の再処理により回収されるプルトニウムについても、貯蔵期間は最適化アルゴリズムで決定し、高速増殖炉燃料サイクルからの回収プルトニウムとともに、新設及び運転中高速増殖炉、あるいは軽水炉プルサーマルの燃料として供給される。

高速増殖炉の燃料サイクルについては、使用済燃料は一定の冷却期間の後に再処理するものとして扱う。従って、運転中及び廃止高速増殖炉の容量に対応する量のプルトニウムが排出さ

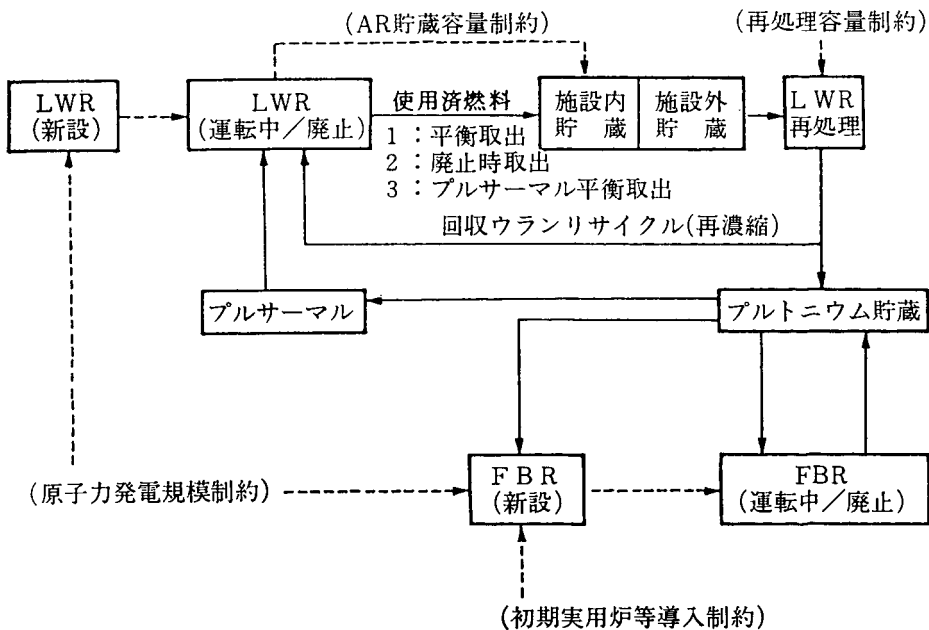


図 2-2 FCOM における燃料サイクルの表現

れるとして、プルトニウム需給に組み込まれる。

ただし、FCOMにおける時間軸の取扱いでは、炉内の燃焼および取出燃料の冷却期間を厳密に取り扱うことが困難である。ここでは、ある期に装荷する燃料から算定される使用済燃料発生量のうち、当該の期中に再処理の対象となり得る量の比率を与え、近似的にこの遅れ時間の影響を考慮している。

なお、FCOMはパソコン上に実現されており、本稿における基本的な計算ケースにおいて変数280個、制約式120本、非零要素1,000個程度である。

## 2-2. FCOMの目的関数

FCOMの目的関数である現在価値換算総費用の構成要素は、大別して以下の3つから成り、いずれも各期の中央時点で発生するものと近似している。各種コストパラメータの設定は各期毎に行うことができる。

### ① 資本費

資本費は、計画期間の終端点の影響を排除するため、設備寿命の各年について均等化された年経費として表す。

### ② 運転維持費

運転中の設備について、毎年建設費の一定割合が計上されるものとした。

### ③ 燃料サイクル費

#### ○軽水炉サイクル

天然ウラン精鉱費／濃縮サービス費／成形加工費／使用済燃料再処理費／使用済燃料貯蔵費／プルトニウム貯蔵費

#### ○高速増殖炉サイクル

燃料サイクル費（一括して扱う）

なお、各費目はいずれも実質価格表示とする。

## 3. ケーススタディと最適解の基本特性

### 3-1. 前提条件

#### (1) 原子力発電規模見通し

以下の解析において、2000年およびそれ以降の原子力発電規模見通しは、1987年6月に発表された原子力委員会「原子力開発利用長期計画」〔4〕を参考に、表3-1のように設定した。

表 3-1 原子力発電規模見通し

年度	GWe
1970	2.5
1980	15
1990	34
2000	53
2010	71
2020	86
2030	100
2040	116
2050	132

原子力規模の長期見通しについて、近年では上記「長期計画」に至るまで徐々に下方修正がなされてきた。最近の原子力をとりまく状況は不透明さを増しており、様々な状況変化に対して最新の条件を随時盛り込みながら解析を加えて行くことは、今後の重要な課題の一つである。

#### (2) 原子炉特性および技術的制約

原子炉の炉特性データについては表3-2に示したものをを用いた。

その他の技術的制約条件については、以下の仮定をおいた。

- ・高速増殖炉は2006年以降導入可能とした。
- ・軽水炉プルサーマルはMOX燃料装荷炉心の出力が軽水炉容量を超えない範囲で可能とした。つまり、軽水炉全設備の全炉心をMOX燃料装荷とするプルサーマルも可能

表 3-2 炉特性データ

(出力 1 GWe あたり)

	LWR	LWR プルサーマル	FBR
○初装荷燃料			
ウ ラ ン (t)	76.7	76.7	76.466
濃 縮 度 (%)	2.60	2.60	0.300
分裂性プルトニウム (t)	0.0	0.0	3.286
重 金 属 (t)	76.7	76.7	81.030
○平衡装荷燃料			
ウ ラ ン (t/年)	25.4	23.80	25.417
濃 縮 度 (%)	3.2	0.71	0.300
分裂性プルトニウム (t/年)	0.0	0.957	1.154
重 金 属 (t/年)	25.4	25.49	27.02
○平衡取出燃料			
ウ ラ ン (t/年)	24.3	23.22	24.408
濃 縮 度 (%)	0.90	0.44	0.234
分裂性プルトニウム (t/年)	0.17	0.67	1.337
重 金 属 (t/年)	24.5	24.47	26.255
○廃止時取出燃料			
ウ ラ ン (t)	74.4	70.19	74.217
濃 縮 度 (%)	1.49	0.53	0.253
分裂性プルトニウム (t)	0.42	2.23	3.836
重 金 属 (t)	74.9	74.01	79.523

備考) ウラン濃縮のテール濃度は 0.2% とした。

と仮定した。

- ・軽水炉の施設内 (AR) 貯蔵容量は、100 万 kWe につき 200 MTU とした。
- ・燃料サイクルの遅れ時間の近似パラメータとして、軽水炉、高速増殖炉ともに、任意の期に発生する使用済燃料の 70% がその期中に再処理の対象になり得るとした。

(3) 軽水炉使用済燃料再処理容量

軽水炉使用済燃料再処理容量については、基準ケースでは全く制約しないこととしたが、比較ケースとして、1996 年以降の 30 年間について、少なくとも 800 tHM/年の容量が確保される場合を検討した。

(4) コストデータ

コストに関する設定を表 3-3 に示す。価格はいずれも 1985 年実質価格とし、全期間を通して実質で一定とした。

建設費は軽水炉について 1 kWe あたり 30 万円とし、高速増殖炉についてもこれと同額を基

準として、この 0.9~1.1 倍の範囲をパラメータサーベイした。

運転維持費は、軽水炉、高速増殖炉ともに建設費の 5%/年とした。

軽水炉の燃料サイクル費関係では、使用済燃料貯蔵費は施設外貯蔵についてのみ考慮した。

高速増殖炉の燃料サイクル費については、後に述べるように、軽水炉の燃料サイクル費を基準としてパラメータサーベイした。

3-2. 最適解の基本特性 (1)——軽水炉プルサーマル

まず、軽水炉においてプルサーマルの実施が起る場合の燃料サイクル特性を、軽水炉使用済燃料再処理単価をパラメータとして調べた。

いくつかのケースについてモデルによる最適化を行った結果を図 3-1 に示す。今回の設定条件の下では、基準とした再処理単価 17 万円/kgHM においてはプルサーマルは実施されない。単価を下げて行くと、計画期間の後期から

表 3-3 コストデータ設定 (価格は全て1985年価格)

項目	設定値	備考(出典)
1) 資本費		
建設費(軽水炉)	3,000 億円/GWe	
稼働率(軽水炉/高速増殖炉)	75%	
2) 運転維持費(軽水炉/高速増殖炉)	建設費の5%/年	
3) 軽水炉燃料サイクル費		
・天然ウラン精鉱費	35 \$/lb U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	市場価格に基づく。転換費、輸送費含む
・濃縮費	139 \$/kgSWU	DOE 価格に基づく
・成型加工費 UO <sub>2</sub> 燃料	80,000 ¥/kgU	実績値に基づく
MOX 燃料	1,000 \$/kgHM	ALKEM 推定値に基づく
・使用済燃料貯蔵費 施設内	0	
・使用済燃料再処理 施設外	40+4/年 \$/kgHM	OECD/NEA[5]
・使用済燃料再処理	170,000 ¥/kgHM	海外再処理委託の値を参考。廃棄物処理処分費を含む
・プルトニウム貯蔵費	5.6 \$/g Pu/年	原産年次大会(1987)資料より
4) その他		
・割引率	5%/年	
・為替レート	130 ¥/\$	

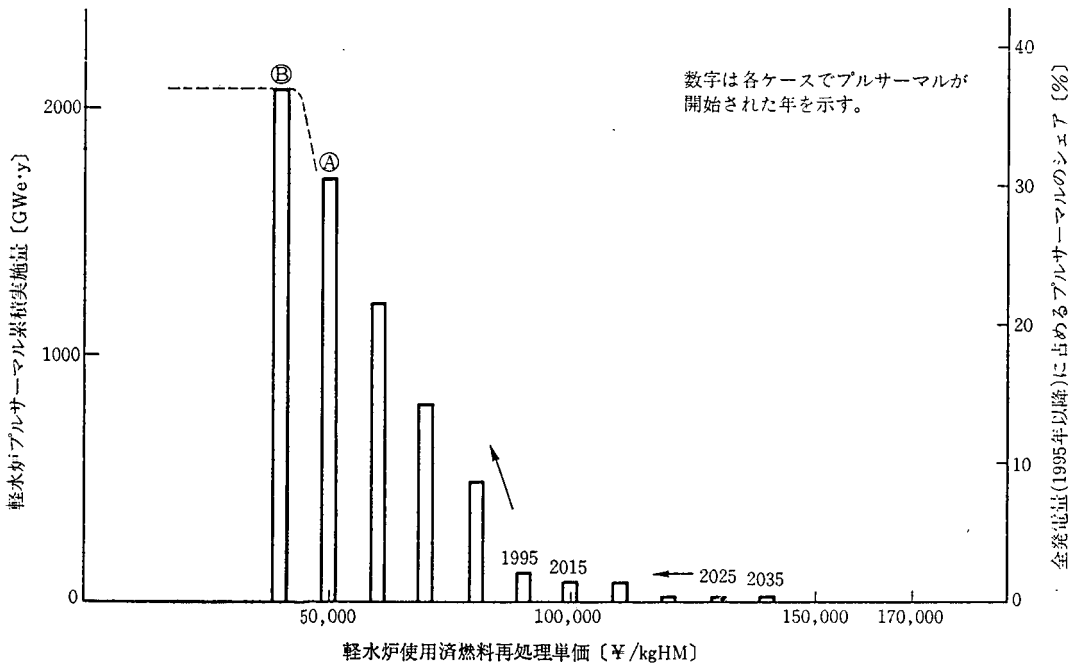


図 3-1 最適解の特性(1)  
軽水炉プルスーマル導入条件

徐々にプルスーマルが実施されるようになり、さらに再処理単価が低下すると、プルスーマル実施規模はより大規模になり、

象となる使用済燃料は全て再処理され、プルスーマルを行う(図中Aで示す)、あるいは、

① 使用済燃料施設外貯蔵 (AFR 貯蔵) の対

② 施設内貯蔵 (AR 貯蔵) 対象量を含めた



全使用済燃料を再処理し、最大規模のプルサーマルを実施する（図中ⓐで示す）、規模に達する。

従来の評価では、軽水炉プルサーマルの導入条件としては、各々独立に燃料サイクルを完成しているものとして、通常（濃縮ウラン）燃料を用いる場合の燃料サイクル単価〔 $\text{円/kWh}$ 〕をプルサーマルの場合のそれが下回ることが必要であるとするものが一般的であった。その際、この条件を満たしておれば、プルサーマルは最大規模（従って、他の技術的条件より定まるある一定の規模）実施することが最も経済的と判断される。

ところが、上記の結果から、プルサーマルの実施の判断基準はより複雑であることがわかる。すなわち、軽水炉の燃料サイクルにおいて使用済燃料を直ちに再処理せず貯蔵することは、貯蔵コストが増大する反面、再処理時点を後らせることによる再処理費現在価値の低減効果がある。このトレードオフ関係により、直ちに再処理することは中間貯蔵する場合に比べて経済的でないとしても、ある時期には再処理してプルサーマルを行うことが有利になることがあり得る。その際、プルサーマルの実施規模のみならず実施時期がコスト条件により様々に変化する。

このことは、使用済燃料の貯蔵が燃料サイクルに大きな柔軟性を与えていること、及びそれゆえに長期炉型戦略の議論においては、燃料サイクル全体の戦略をも一体として検討することが肝要であることを端的に示している。

### 3-3. 最適解の基本特性（2）——高速増殖炉導入条件

次に、高速増殖炉が軽水炉との競合に打ち勝って最適炉型戦略として導入されるための条件

を、高速増殖炉と軽水炉の建設費及び燃料サイクル費の相対比率について調べた。なお、燃料サイクル費の相対比率表示においては軽水炉のフロントエンド部分の燃料サイクル費を基準とした。

#### （1）基準ケース

軽水炉燃料再処理設備容量について特に制約を課さない基準ケースでの結果を図3-2に示す。種々のコスト比率について求めた最適炉型戦略は次の3種のパターンに分類され、図はその各パターンの存在領域を、縦軸に燃料サイクル費比率、横軸に建設費比率をとる平面上に示したものである。

- a. 計画期間内に高速増殖炉導入が起こらない場合（図中には×印で表示：軽水炉領域）
- b. 高速増殖炉導入開始可能時点以後のいずれかの時点で高速増殖炉導入が図られ、次第に高速増殖炉のシェアが増大するものの、中長期的に軽水炉と高速増殖炉が共存していく場合（図中には△印で表示：高速増殖炉・軽水炉共存領域）
- c. 高速増殖炉導入開始可能時点以後、軽水炉使用済燃料バランスの範囲内で最大規模の高速増殖炉導入を図る場合（図中には○印で表示：高速増殖炉領域）

軽水炉の経済性は軽水炉使用済燃料の貯蔵期間によって変化し、そのため競合するオプションの導入の起こり方は複雑なメカニズムをとることを、前項ではプルサーマルについて示したが、高速増殖炉の導入についても同様のことが言える。

すなわち、軽水炉との競合関係は上記の3通りの形態があり、特に最大限の導入を図る場合（上記c.の領域）は、高速増殖炉の経済性が軽

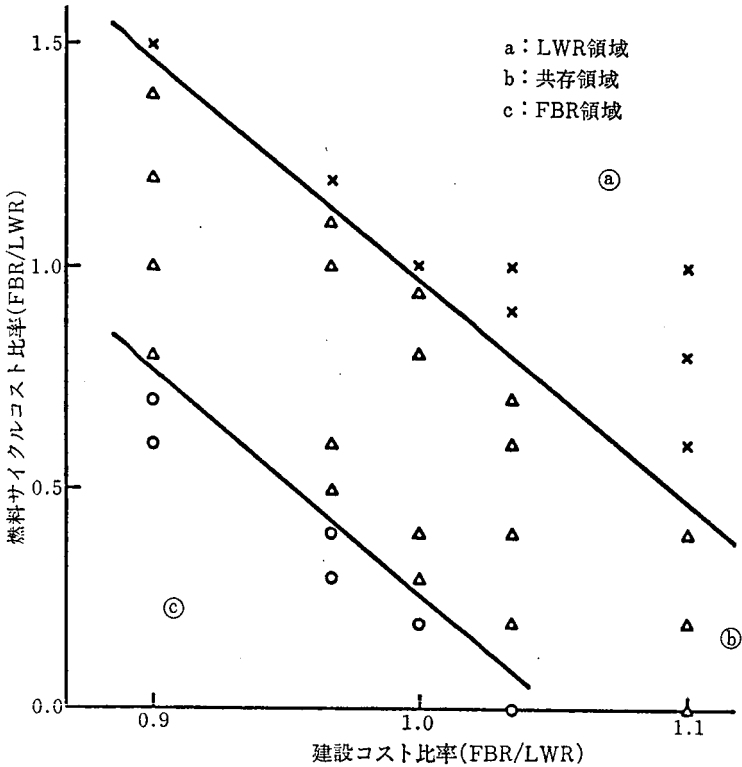


図 3-2 最適解の特性 (2a)  
高速増殖炉導入条件

水炉に比べて格段に優れている必要がある。

軽水炉・高速増殖炉の共存する場合（上記 b. の領域）は、図 3-2 に見られる通りかなり広い。この領域では、コスト条件によって高速増殖炉の導入のされ方は徐々に変化し、高速増殖炉の経済性が向上するほど導入規模が大きくなるとともに導入時期も早まる。

軽水炉とほぼ同程度の高速増殖炉の経済性では、軽水炉側では使用済燃料を長期貯蔵することも可能であるため、導入が起こる場合でも直ちに導入されるとは限らず、軽水炉との相対的なコスト条件に応じた時期に導入され、ある程度のシェアを獲得するものの軽水炉を駆逐するには至らない。

(2) 軽水炉使用済燃料再処理計画の効果

前項の基準ケースについての解析では、軽水

炉燃料再処理設備容量は制約条件を課していない。次にここでは、1996 年以降 30 年間について、毎年 800 tHM の軽水炉使用済燃料の再処理を行うことを前提条件とし、それを越える再処理容量の設置は炉型構成に併せて最適化させる解析を行った。結果は図 3-3 に示す。

この図を図 3-2 と比較すると、高速増殖炉の導入が生じる領域が若干拡大しているとともに、最適解の特性がさらに多様化している。すなわち、図 3-3 は次の 5 つの領域の存在を示している。

- a. 計画期間内に高速増殖炉導入が起こらず、前提とした再処理計画からの回収プルトニウムは軽水炉プルスーマルで消費する場合（図中には×印で表示：軽水炉領域）
- b. 高速増殖炉導入開始可能時点以降、前提

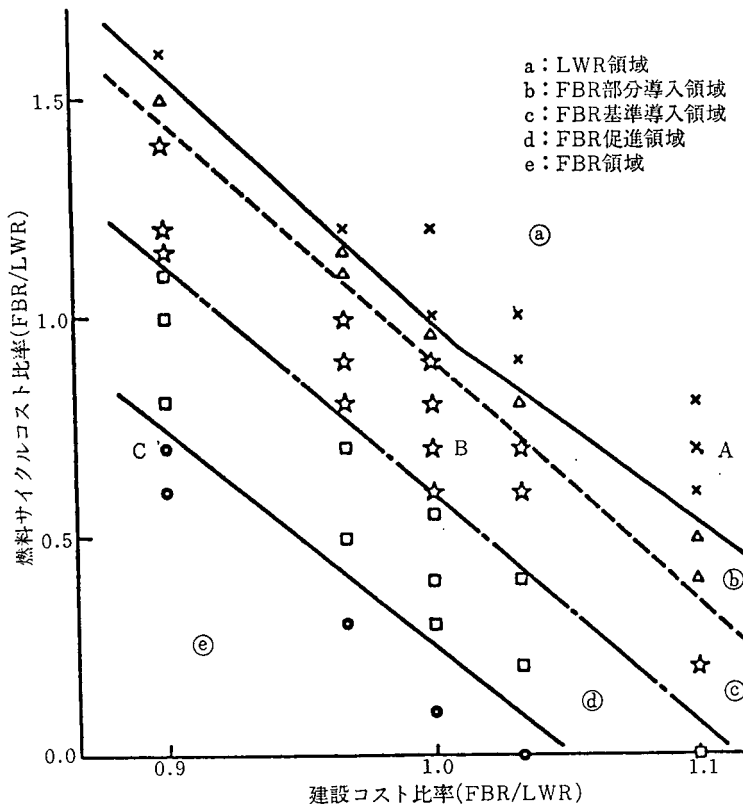


図 3-3 最適解の特性 (2b)  
再処理計画の下での高速増殖炉導入条件

とした再処理計画からの回収プルトニウムにより、プルサーマル実施と並行してある程度的高速増殖炉導入が図られ、中長期的に軽水炉と高速増殖炉が共存していく場合（図中には△印で表示：高速増殖炉部分導入領域）

- c. 前提とした再処理計画の範囲で賄えるだけの高速増殖炉導入を図り、軽水炉も相応のシェアを保つ場合（図中では☆印で表示：高速増殖炉基準導入領域）
- d. 前提とした再処理計画に加えてさらにある程度の再処理を実施し、高速増殖炉導入をより促進する場合（図中には□印で表示：高速増殖炉促進領域）

e. 軽水炉使用済燃料バランスの範囲内で最大規模の高速増殖炉導入を図る場合（図中には◎印で表示：高速増殖炉領域）

前項の図 3-2 に示した領域 b. (共存領域) が図 3-3 では上記 b. ~d. の3つの領域に分かれている。このように、軽水炉使用済燃料の再処理量に制約を課すことによって最適炉型戦略は変化し、ある量の再処理の実施を前提条件と考えることは高速増殖炉の導入の判断基準に直接に影響を及ぼす。

上記のうち b. の領域は比較的狭く、高速増殖炉の経済性が改善される（領域 a. から図 3-3 の左下方にコスト条件が変化すると導入規模は急速に領域 c. のそれに達し、領域 c. では同

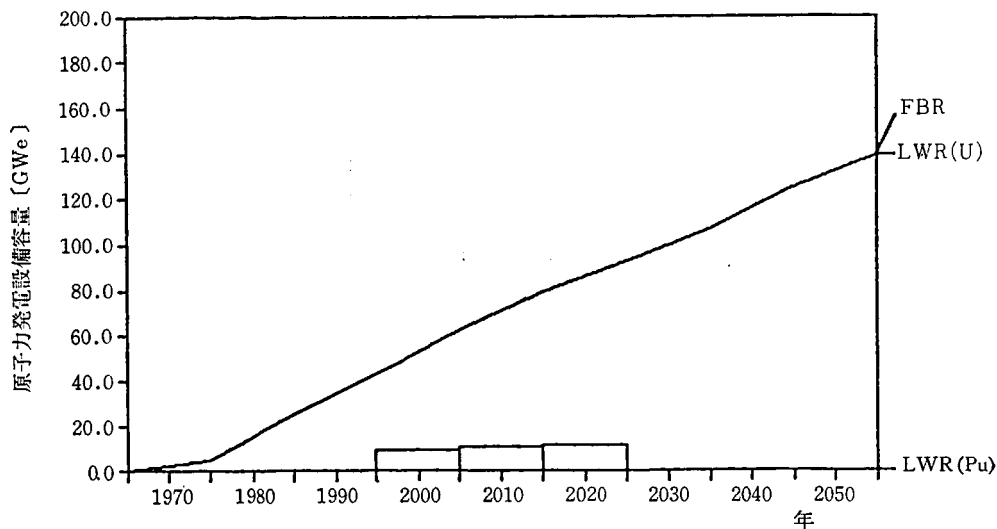


図 3-4 (a) 炉型戦略の最適解の例 (1)  
(図 3-3 中の点A)

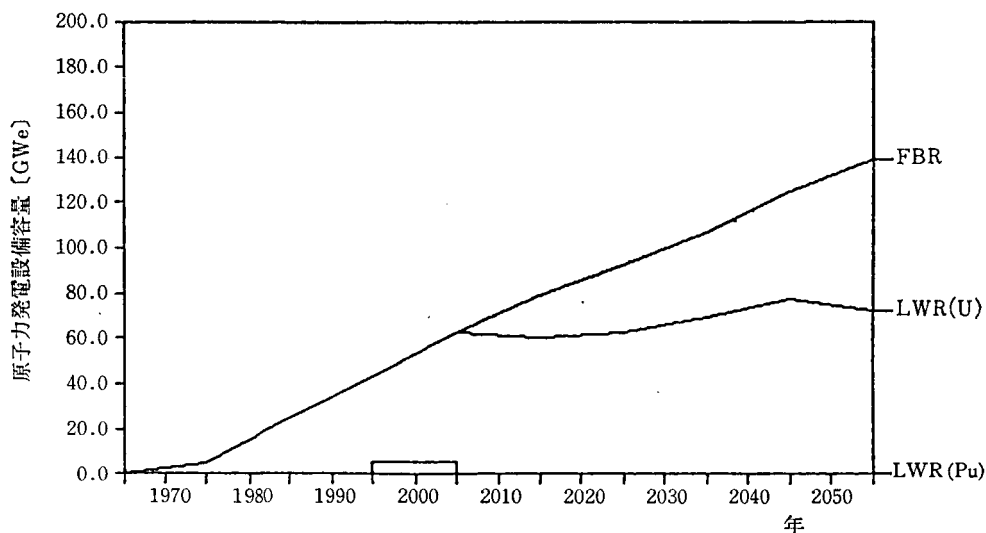


図 3-4 (b) 炉型戦略の最適解の例 (2)  
(図 3-3 中の点B)

様の解が出現する領域となっている。

### (3) 最適炉型構成と燃料サイクル

前項までに説明した解析のうち、高速増殖炉領域、共存領域、軽水炉領域の代表点として、図 3-3 中の A, B, C 点を取り上げて、炉型構成と燃料サイクル構成の内容を検討する。原子力発電設備容量の内訳を図 3-4 (a)~(c) に、

また、軽水炉サイクルのバックエンドの状況について、図 3-5 (a)~(c) に軽水炉使用済燃料貯蔵量および再処理量を示す。

軽水炉使用済燃料の再処理に制約を課さない場合には、最適炉型戦略として導入される高速増殖炉のためのプルトニウム需要がある場合にのみ再処理が実施され、プルトニウムの貯蔵は

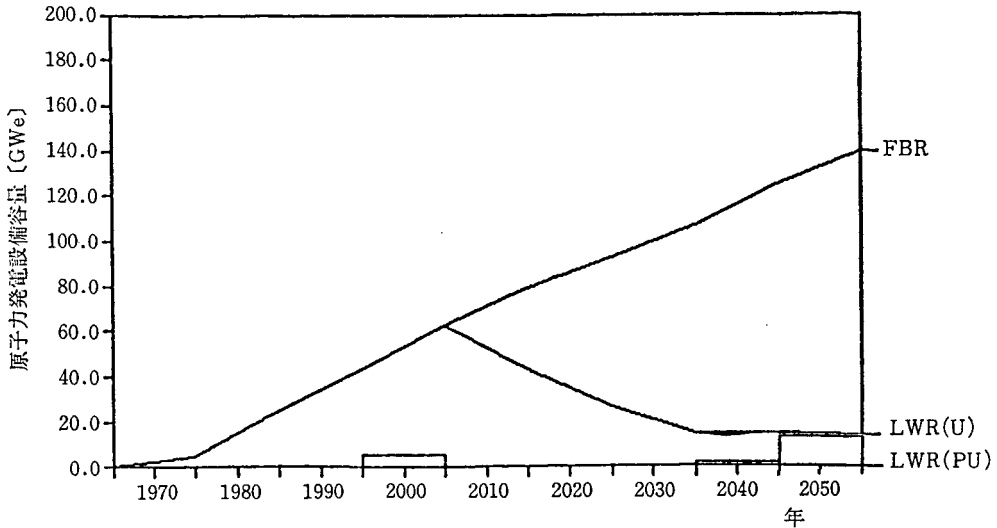


図 3-4 (c) 炉型戦略の最適解の例 (3)  
(図 3-3 中の点C)

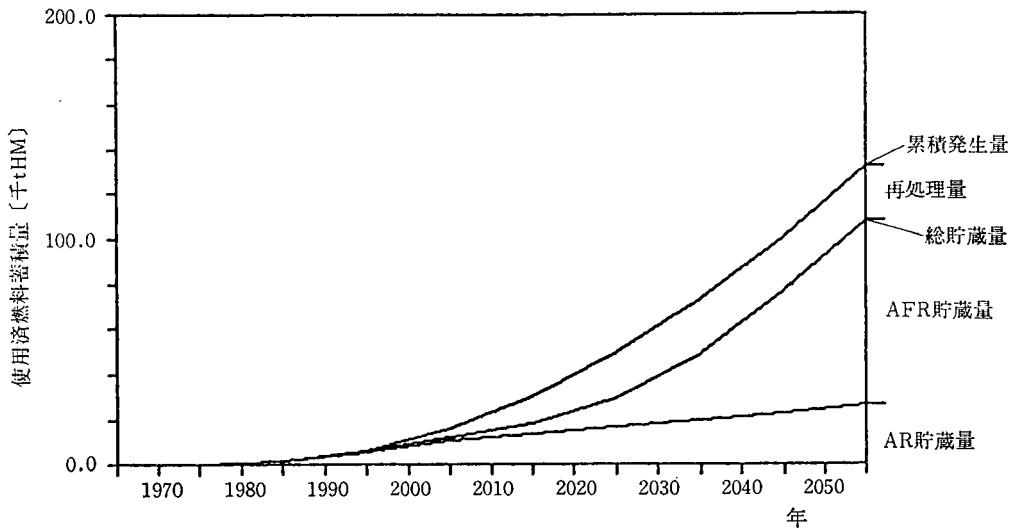


図 3-5 (a) 燃料サイクル戦略の最適解の例 (1)  
(図 3-3 中の点A)

発生しない。なお、今回設定した高速増殖炉の増殖性能の下では、全面的に高速増殖炉を導入することが有利なコスト条件下においても、原料となる軽水炉使用済燃料の不足によりプルトニウムが不足するという事態が生じ、全原子力が高速増殖炉となるケースは出現しなかった(注1)。

ただし、プルトニウムバランスについては、炉特性の設定値に加えて燃料サイクルの炉外期間

(注1) 図 3-4 (c) 参照。ただし、1996 年より一定の再処理を前提とするこのケースでは、高速増殖炉導入開始可能時点として仮定した 2006 年以前の 10 年間に、再処理により回収されたプルトニウムは軽水炉プルサーマルで減耗されている。今回のサーベイの範囲からさらに高速増殖炉の経済性が良くなった場合には、この分のプルトニウムを貯蔵しておき、後の時点での高速増殖炉導入を促進して、高速増殖炉の規模が若干増大すると予想される。

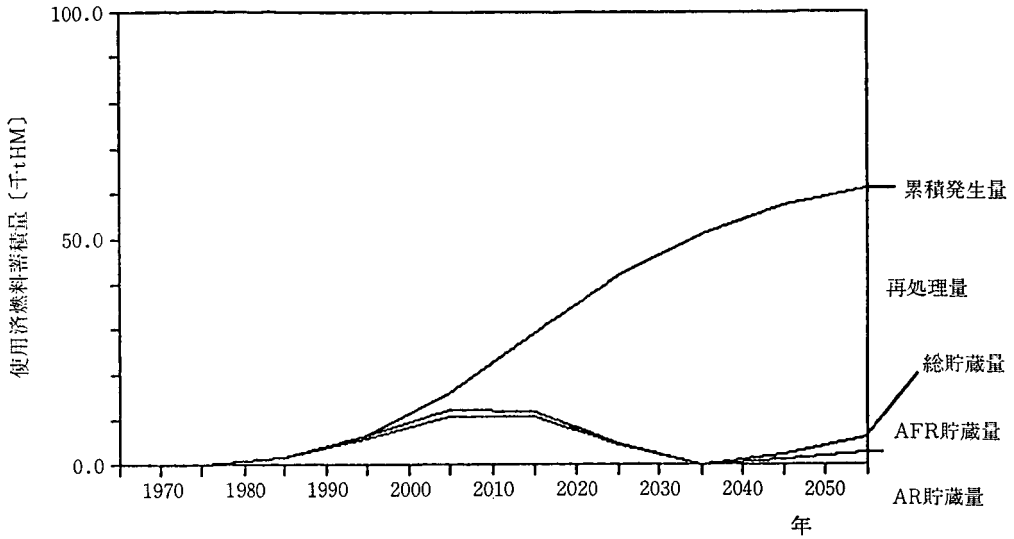


図 3-5 (b) 燃料サイクル戦略の最適解の例 (2)  
(図 3-3 中の点 B)

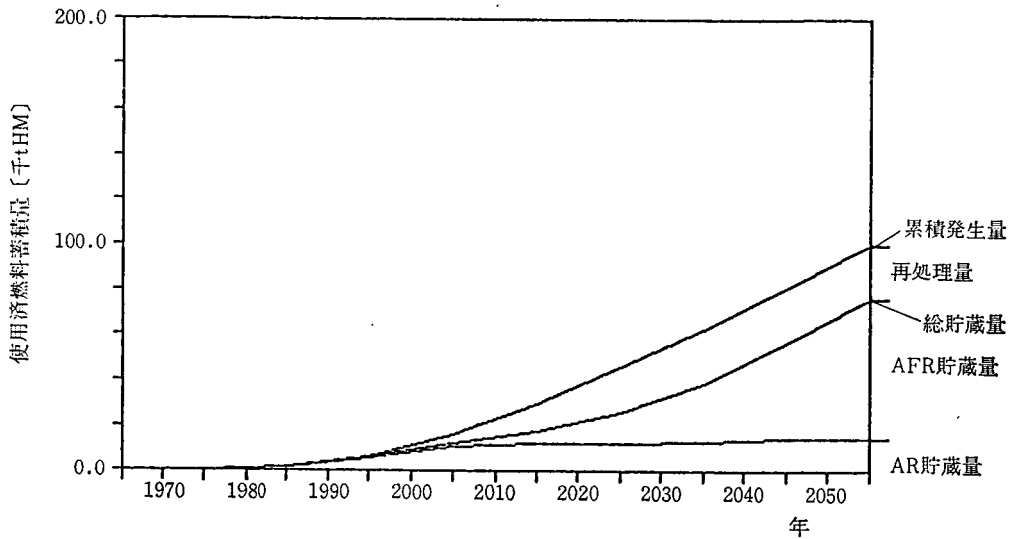


図 3-5 (c) 燃料サイクル戦略の最適解の例 (3)  
(図 3-3 中の点 C)

の影響も大きいので、更に慎重な検討が必要である。

軽水炉燃料の再処理量に 1996 年以降の 30 年間 800 tHM/年という下限制約を置く場合、図 3-4 に示す通りコスト条件から高速増殖炉の導入規模が決まり、プルトニウムの余剰が発生する時期には、やはり貯蔵はせず軽水炉プルサー

マルによりこれを消費している。この場合に、図 3-5 (a)~(c) に示すように、再処理と並行して必要となる使用済燃料の貯蔵規模はケースによって大きな差を生じ、この点からも炉型戦略の検討と燃料サイクル計画とが密接不可分の関係にあることが強調される。

#### 4. おわりに

本稿では、原子炉炉型戦略と一体として燃料サイクル戦略を最適化するモデル FCOM の開発と、基本的な最適解の特性について報告した。

FCOM の特長は、コンパクトなモデルであるにも拘わらず、使用済燃料貯蔵および再処理計画の最適化が行え、しかも貯蔵についてはコストのかかる中間貯蔵とそうでない発電所施設内貯蔵とを分離して扱っている点である。

今回示した最適解の特性から、使用済燃料貯蔵が燃料サイクルに大きな柔軟性を与えていること、それゆえに燃料サイクル戦略は炉型戦略の議論と一体として検討することが極めて重要であることが結論として指摘される。

なお、今回はある条件設定の下に最適解の基本的な特性を示したに過ぎないが、今後は客観的なデータ設定が可能な限り、ケーススタディの範囲を広げつつ分析を進める必要がある。また、FCOM はコンパクトなモデル化を意図しているため、幾つか大胆な単純化を行って

る。例えば、時間軸の粗い離散化やそれに伴う燃料サイクルにおける時間遅れの不十分な取り扱い等は最適解の特性に影響する可能性もある。今後は、より詳細な分析を行いつつ、単純化に伴う誤差の程度を見極めておく必要がある。

#### 参考文献

- [1] 山地，長野：“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—”，電中研研究報告 No. Y88002 (1988)
- [2] 山地，長野，長田：“最適化モデルによる長期炉型戦略の解析”，日本原子力学会昭和 62 年秋の大会予稿集 No. B-3 (1987)
- [3] 長野，山地：“最適燃料サイクル戦略と高速増殖炉実用化条件の解析”，第 6 回エネルギーシステム・経済コンファレンス論文集 No. 9-2 (1989)
- [4] 原子力委員会：“原子力開発利用長期計画”，(1987)
- [5] OECD/NEA：“The Economics of the Nuclear Fuel Cycle” (1985)

(ながの こうじ  
やまじ けんじ  
経済部 エネルギー研究室)





経済研究所既刊 論文・資料

電力経済研究

No. 1	<p>電研マクロ・モデル：1958. I～1968. II</p> <p>電力需要予測モデル</p> <p>電気事業の企業モデル</p> <p>大規模広域利水計画</p> <p>(文献紹介) ラルフ・ターベイ：「電力供給の最適価格形成と最適投資」</p> <p>(資料紹介) 池島晃：「世界エネルギー需給予測図表および日本エネルギー需給予測図表」</p>	<p>内田・建元</p> <p>大澤・内田・斎藤(観)</p> <p>大澤・内田・富田</p> <p>本間・高橋(和)・瀬尾</p> <p>川崎 和男</p> <p>星野 正三</p>	47. 8.
No. 2	<p>エネルギーと原子力 その1</p> <p>人間環境システム的一般理論をめざして</p> <p>数理計画法最近の話題</p> <p>過疎化過程の分析</p> <p>(研究ノート) アメリカ国際収支動向(1950～69)に関する研究ノート</p> <p>(文献紹介) セルジュ・クリストフ・コルム：最適公共料金</p> <p>米国「環境の質に関する委員会」第3回年次報告</p>	<p>高橋 實</p> <p>天野 博正</p> <p>今野 浩</p> <p>根本・荒井・直井</p> <p>斎藤 隆義</p> <p>斎藤 雄志</p> <p>資料 室</p>	47. 12.
No. 3	<p>エネルギーと原子力 その2</p> <p>電研マクロ・モデル 1972</p> <p>全国四地域計量モデル</p> <p>あいまいな量の計測と処理をめぐる</p> <p>混合型整数計画法による発電所の最適建設計画の作成</p> <p>(研究ノート) 電気事業の企業モデルによるシミュレーション</p> <p>公益事業における価格形成と所得分配の公正</p> <p>(文献資料紹介) 発電所温排水の都市利用</p> <p>ベトナム共和国電力事情調査団報告書</p>	<p>高橋 實</p> <p>矢島 昭</p> <p>斎藤(観)・熊倉・阿波田</p> <p>斎藤 雄志</p> <p>小川・大山</p> <p>富田 輝博</p> <p>富田 輝博</p> <p>根本 和泰</p> <p>川崎・三浦</p>	48. 7.
No. 4	<p>エネルギーと原子力 その3</p> <p>電力労働者の意識構造一判別分析による</p> <p>最適経済成長と環境問題</p> <p>過疎集落住民の「残留」と「移動」の意識構造</p> <p>(研究ノート) 企業の社会監査と外部報告</p> <p>公共経済学に関する若干の論文の検討</p> <p>(文献資料紹介) ロナルド・エル・ミーク：新しい電気の卸供給料金</p>	<p>高橋 實</p> <p>大澤・小田島</p> <p>西野 義彦</p> <p>根本 和泰</p> <p>廿日出 芳郎</p> <p>荒井 泰男</p> <p>矢島 正之</p>	48. 12.

No. 5	<p><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 眞 砂 子</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>水 無 瀬 綱 一</p>	49. 3.
No. 6	<p><b>エネルギーと原子力 その4</b></p> <p>大規模企業の経営理念—日独両国の電気事業経営者の経営理念</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・アクセプトانس—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><b>エネルギーと原子力 その5</b></p> <p>原油資源支配構造の変動と International Majors の新動向</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>電気料金改定の波及効果                      (研究ノート) 従量電灯におけるブロック料金算定モデルとシミュレーション                      (研究ノート) 電力需要の価格分析                      (研究ノート) 電気事業個別原価計算の推移                      (会議報告) ユニベダ電気料金会議(1975年4月)                      (文献資料紹介) 電力需要の価格分析:サーベイ                      (文献資料紹介) 最近のフランスの電気料金制度について</p>	<p>富田輝博                      森清堯                      斎藤観之助                      植木滋之                      矢島昭                      斎藤観之助                      荒井泰男</p>	
<p>No. 9</p>	<p>エネルギーと原子力 その6                      2 水槽式波力発電とその経済性                      企業の価格政策と管理価格インフレーション                      (研究ノート) 電研マクロ・モデル改訂についての作業メモ                      (研究ノート) 環境権に関する覚書——環境権論の社会的背景の側面——                      (文献資料紹介) N地域大型エネルギー基地計画調査                      (文献資料紹介) 電気事業関連年表</p>	<p>高橋 實                      本間尚雄                      富田輝博                      矢島 昭                      三辺夏雄                      水無瀬綱一・天野博正                      高橋和助</p>	<p>50. 9.</p>
<p>No. 10</p>	<p>特集 電力需要問題                      「電力需要問題特集号」に寄せて                      第1章 作業全般についての予備的考察                      第2章 中期モデルとシミュレーション分析                      第3章 産業モデルによる電力需要の分析                      第4章 大口電力需要の産業別分析                      第5章 電力需要の短期・長期の弾力性について                      第6章 電灯需要の分析                      第7章 従量電灯使用量分布に関する二、三の考察                      第8章 アンケート調査および使用電力量調査の設計と実施                      第9章 電灯需要のアンケート調査と使用量調査                      第10章 小口電力アンケート調査:需要変動要因の分析                      第11章 大口電力需要アンケート調査</p>	<p>大澤悦治                      矢島 昭                      内田光穂                      熊倉修・浜田宗雄                      富田輝博                      西野義彦                      阿波田禾積                      服部常晃                      森清堯                      荒井泰男                      荒井泰男                      植木滋之・横内靖博                      阿波田禾積                      植木滋之・横内靖博</p>	<p>51. 10.</p>
<p>No. 11</p>	<p>社会的紛争の基本的性質について                      家庭用エネルギー需要の所得階層別分析                      戦前の国際石油産業の構造と運営                      送電線ルート選定モデル                      電気料金変化の動学的波及分析                      (海外出張報告) 主要先進国における原子力開発の最近の動向とパブリック・アクセプタンス</p>	<p>斎藤雄志                      服部常晃                      廿日出芳郎                      天野博正・水無瀬綱一                      西野義彦・富田輝博                      根本和泰</p>	<p>52. 3.</p>

No. 12	<p>(文献資料紹介) 電気・ガス料金と低所得者層——英国の「電気・ガス料金作業部会」報告要旨——</p> <p>日本の電気事業における原子力発電の発電原価と火力発電の発電原価の考察</p> <p>新聞記事および雑誌論文における原子力発電の安全性論争の内容分析</p> <p>(研究ノート) 投資の乗数効果</p> <p>(研究抄録) Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面</p> <p>組み合わせ理論における一問題一部分ラテン方格の拡張可能性について—</p>	<p>小倉 静雄</p> <p>高橋 實</p> <p>根本 和泰</p> <p>矢島 昭</p>	52. 9.
No. 13	<p>原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析</p> <p>紙・パルプ産業におけるエネルギー消費</p> <p>化学工業と電力——需要価格効果をめぐって——</p> <p>(研究ノート) 電研マクロ・モデルによるシミュレーション分析</p> <p>スペース・ミラー (仮称) による大量エネルギー取得の可能性——リチウム・ロケットの技術について——</p> <p>(海外出張報告) 最近における電気料金制度の動向</p> <p>長期エネルギー需給の展望</p> <p>(研究抄録) 電源立地計画案作成手法の開発——必要性和妥当性に基づく優先順位決定手法——</p>	<p>大山 達雄</p> <p>山地 憲治</p> <p>熊倉 修</p> <p>浜田 宗雄</p> <p>矢島 正之</p> <p>高橋 實</p> <p>大澤 悦治</p> <p>小川 洋</p> <p>天野 博正</p>	53. 10.
No. 14	<p>電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——</p> <p>沿岸漁業の構造変化—愛知県南知多町師崎の調査報告—</p> <p>長期限界費用の計測と電気料金問題</p> <p>電力施設のための景観アセスメント手法</p> <p>(研究ノート) ドイツ・オーストリアにおける公企業研究の展開</p> <p>(研究抄録) 琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について</p> <p>核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析</p> <p>西ドイツの原子力発電訴訟</p> <p>日本経済の長期成長モデル</p> <p>環境アセスメントの評価項目の特定方法について</p> <p>評価関数の開発と評価システムの設計</p> <p>評価手法の信頼性に関する研究</p>	<p>斎藤 統・大森賢二 野原 誠</p> <p>熊倉修・朝倉タツ子 西野義彦・富田輝博 大山達雄</p> <p>若谷 佳史</p> <p>矢島 正之</p> <p>本間 尚雄</p>	54. 11.
No. 15	<p>核燃料サイクルの動特性について</p> <p>石油価格モデル —その1—</p> <p>沖合漁業における漁業労働関係の実態</p> <p>賦課金・補助金制度による水質保全——フランスの流域金融公社について——</p> <p>地域経済の長期分析——手法としての投資の最適地域配分論——</p>	<p>山地 憲治</p> <p>斎藤 統</p> <p>阿波田 禾積</p> <p>天野 博正</p> <p>天野博正・若谷佳史</p> <p>若谷 佳史</p> <p>山地 憲治</p> <p>佐和隆光・荒井泰男</p> <p>三 辺 夏雄</p> <p>熊倉 修</p> <p>斎藤 観之助</p>	55. 5.

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

	電気事業の設備投資と資金調達	富田輝博・牧野文夫	
	<新モデル紹介>		
No. 20	中期電力需要予測モデル 情報化と産業構造の変化	阿波田禾積・服部常晃 桜井紀久 阿波田 禾 積	61. 1.
	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	内山洋司・高橋圭子 斎藤雄志	
	水資源のエネルギー利用と河川環境管理	若谷佳史・山本公夫 山中芳朗	
	地域計量経済モデルの開発	中 馬 正 博	
	<海外事情紹介>		
No. 21	経営面からみたアメリカ原子力発電不振の原因 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—	廿日出芳郎・関口博正 服部常晃・桜井紀久	61. 7.
	季時別料金制度の厚生経済分析：展望	伊 藤 成 康	
	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	
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	山 地 憲 治 西 野 義 彦	62. 1.
	産業用需要家のプロセスモデルの開発 —鉄鋼業の事例—	山地憲治・浅野浩志 佐賀井重雄	
	エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析	小 野 賢 治	
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、軽電機機械の事例研究—	大河原 透 服部恒明・桜井紀久	62. 9.
	金融自由化と企業財務	大 林 守	
	使用済燃料貯蔵技術の経済性比較	山地憲治・長野浩司 三枝利有	
	各種石炭ガス化複合発電の経済性 —建設費と発電効率の比較検討—	内 山 洋 司	
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	小野賢治・森清 堯 永田 豊・内山洋司 伊藤成康・中西泰夫	63. 1.
	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	浅野浩志・佐賀井重雄 山地憲治	
	電力貯蔵技術の経済性比較	内山洋司・清野圭子	
	海中における圧縮空気貯蔵システム	内山洋司・吉崎喜郎	
	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—	清野圭子・内山洋司	
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.

<p>No. 26</p>	<p>全国9地域計量経済モデルの開発 ——プロトタイプモデルの構造——  電気事業における競争導入と規制緩和  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>本号</p>	<p>大河原透・松川 勇 小野島智子  西野 義彦  井口典夫・蟻生俊夫</p>	<p>平成 1. 1</p>
---------------	--	--	----------------

情報処理研究 (昭和59年2月～昭和63年9月)

<p>No. 12</p>	<p>特集 オフィスオートメーション  オフィスオートメーションとその問題点  電気事業のオフィスオートメーション 1. はじめに 2. OAの果たす役割 3. わが国のOA事例の現状 4. わが国OA技術の動向 5. 電気事業OAの現状と見通し 6. OA推進上の課題 付 電力各社のOA化機器類導入概況  研究報告  技術計算サポートシステム  ソフトウェア仕様書体系の調査・評価  コンピュータ・システムの性能評価とチューニング方法 について</p>	<p>寺野 寿郎  若林 剛・森清 堯 鈴木道夫・原田 実     高橋 誠・松井正一  原田 実  松井正一・高橋 誠 森清 堯</p>	<p>59. 2.</p>
<p>No. 13</p>	<p>研究報告  経営経済データベース・分析システムの開発  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  大規模技術計算プログラムの品質管理  プログラム自動生成システム ARIES/I の開発</p>	<p>高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生  寺野 隆雄  松井正一・高橋 誠  原田 実・篠原靖志 鈴木道夫</p>	<p>60. 3.</p>
<p>No. 14</p>	<p>高度情報化時代の電気事業経営環境  電気事業高度情報化の展望と課題  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—  自動プログラミング・システム SPACE の開発  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>阿波田 禾 積  若林 剛・小暮 仁  森清 堯・鈴木道夫 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志  原田 実  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>61. 6.</p>

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

## 電力中央研究所報告

576001	<p>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—</p>	<p>天 野 博 正 水 無 瀬 綱 一 他</p>	51. 11.
576002	<p>電気料金変化の動学的波及分析</p>	<p>西 野 義 彦 他 富 田 輝 博 他</p>	51. 11.
577001	<p>Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面</p>	<p>山田恒彦・廿日出芳 郎・白石エリ子</p>	52. 6.
577002	<p>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—</p>	<p>大 山 達 雄</p>	52. 5.
577003	<p>原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析</p>	<p>山 地 憲 治</p>	52. 7.
577004	<p>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—</p>	<p>天 野 博 正</p>	52. 10.
577005	<p>電力会社の従業員の仕事意識—日独両国の比較—</p>	<p>斎 藤 統</p>	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に関する法規制と資金 調達 ——フランス——	熊倉 修	56. 4.
581003	為替レート決定に関する実証分析：展望	服部 常晃	56. 4.
依頼581504	高速増殖炉の役割と実用化への課題	山地 憲治	56. 4.
依頼581505	原子力発電所放射線管理システムの動作解析 ——TLD/ID ステーションのシミュレーション——	寺野 隆雄	56. 7.
581006	地域経済の長期分析 第Ⅱ編：地域配分モデルの体系とパラメータの推定	斎藤 観之助	56. 9.

依頼581507	MSF プロジェクト報告書 第1分冊 大規模事務処理ソフトウェアのための保守管理支援システム—MSF	坂内広蔵・寺野隆雄 鈴木道夫	56. 11.
依頼581508	MSF プロジェクト報告書 第2分冊 データネーム統一化システム DNUS	寺野隆雄・坂内広蔵 鈴木道夫	56. 11.
581009	デシジョン・サポート・システムの概念と先駆的研究のかずかず	鈴木道夫	56. 11.
581010	昭和55年度電力需要停滞の分析	植木滋之・牧野文夫	56. 12.
581011	エネルギー収支分析の有効性	斎藤雄志	57. 3.
581012	ソフトウェア仕様書体系の調査・評価——設計管理システムの要件分析——	原田実	57. 3.
581013	長期エネルギー経済モデル ETA-MACRO の構成	斎藤雄志・阿波田禾積 内山洋司・長田紘一 伊藤浩吉	57. 3.
581014	国際石油市場とメジャーズの収益性の動向——1960年代を中心に——	廿日出芳郎	57. 3.
581015	原子力分野における多国間事業の組織	矢島正之	57. 3.
581016	国際石油市場のモデル分析 第三編：OPEC 諸国の原油供給構造分析	斎藤観之助・佐和隆光 荒井泰男	57. 3.
581017	コンピュータ・システムの性能評価とチューニング方法について	松井正一・原田実 高橋誠・森清堯 若林剛	57. 3.
調査581018	ヨーロッパ電気事業における情報処理の動向	森清堯・原田孜	57. 3.
581019	水生微生物エコシステムにおける非線形拡散現象の数理と映像化—共同研究報告書—	赤崎俊夫・池田勉 石井仁司・宇敷重広 川崎広吉・黒住祥祐 佐久間紘一・高橋誠 田口友康・西浦康政 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 実・大屋隆生 鈴木道夫	59. 2.
583003	夏季電力需要と気象要因	小野賢治・森清 堯	59. 4.

583004	技術計算プログラムの動特性改善手法	松井正一	59. 4.
583005	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・阿波田禾嶺 中村二朗・井澤裕司 伊藤浩吉・木村 繁	59. 4.
調査583009	世界のエネルギー需給バランス—第12回世界エネルギー会議コンサベーション委員会報告—	内山洋司	59. 4.
583010	核燃料サイクルコスト評価のための資金計画モデル	高橋 誠・矢島正之	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IV編 ゲーミング・シミュレーション・システムの改良	若谷佳史・山中芳朗	59. 8.
583017	発電所の景観設計手法 —景観対策の効果と海岸イメージ—	若谷佳史・山本公夫	59. 9.
583018	部品合成によるプログラム自動生成へのアプローチ	原田 実	59. 5.
583019	電源立地の経済社会環境影響評価モデルの開発	信国真載・福地崇生 竹中 治・小口登良 斎藤観之助・山岸忠雄 山口 誠・大河原透 中馬正博・山中芳朗	59. 7.
583020	国際石油市場の構造分析	佐和隆光・久保雄志 熊倉 修	59. 5.
583021	フランスにおける原子力開発体制の形成	熊倉 修	59. 6.
584001	生産性の計測と国際比較の方法	内田光穂・伊藤成康 関口博正	59. 5.
584002	エネルギー需要構造の変化要因分析—石油危機後の停滞要因の解明—	服部常晃	59. 8.
584003	カラーイメージデータ圧縮法の開発	松井正一	60. 4.
調査584004	ロードマネジメントとその費用便益分析 —米国における実施状況と研究の現状—	山地憲治・浅野浩志	60. 7.
584005	電力需要分析のための新しいデータ解析手法とその適用例	小野賢治・大屋隆生	60. 4.

584006	パターン指向型プログラム開発技法	原田 実	60. 5.
調査584007	超高速計算システムの現状と利用方法	大屋隆生・高橋 誠 松井正一	60. 4.
584008	機械翻訳システムの評価とその利用方式	寺野 隆雄	60. 6.
584009	モジュール型原子炉の経済性	山地 憲治	60. 5.
調査584010	ロードマネジメントのための負荷研究 —米国における研究動向の現状—	小野賢治	60. 5.
584011	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (I) —設計 の基本方針とシステム構成—	鈴木道夫・森清 堯 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584012	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (II) —経営 経済情報提供システム—	森清 堯・鈴木道夫 高橋 誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584013	夏季における電力負荷と気象	小野賢治・森清 堯	60. 4.
調査585001	フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として—	熊倉 修	60. 6.
調査585002	韓国電力公社の現状と将来について	西浦 幸次	60. 6.
585003	地域経済データの開発 その1 製造業資本ストック・社会資本ストックの推計	大河原透・松浦良紀 中馬正博	60. 8.
585004	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) の構成〕	中馬正博・松浦良紀	60. 9.
585005	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) による予 測シミュレーション〕	松浦 良紀	60. 7.
585006	世界エネルギー需給モデル I モデルの構成	熊倉 修	60. 8.
585007	地域経済データの開発 その2 産業別就業者数の推計	大河原 透・上田 廣	61. 1.
585008	電力施設の環境設計	若谷佳史・山本公夫	61. 1.
調査585009	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その1 —米国, カナダのエネルギー政策—	廿日出 芳郎	61. 4.
調査585010	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その2 —オーストラリアのエネルギー政策およびウラニウム 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.
	Y87003	数式処理システムの技術計算での活用 —構造解析分野を中心として—	松井正一・吉野隆雄 篠原靖志・中村秀治	63. 3.
	Y87004	エネルギーサービスに関する生活者の意識・ニーズ	小野賢治・森清 堯	62. 7.
	Y87005	配電設備の景観設計—配電線地中化にともなう柱上設置 機器のデザイン—	山下 葉・若谷佳史 山本公夫	62. 9.
調査	Y87006	サウジアラビアの石油政策と石油市場	廿日出 芳 郎	63. 3.
	Y87007	配電設備の景観設計—効果測定手法の開発—	山本公夫・山下 葉 若谷佳史	63. 3.
	Y87008	電気事業の経営多角化の方向性 —他の公益事業制度との比較検討—	井 口 典 夫	63. 3.
	Y87009	火力発電所のシステム熱効率分析—複合発電の導入効果 について—	永田 豊・内山洋司	63. 6.
	Y87010	配電設備のデザイン	山下 葉・山本公夫	63. 5.
	Y87011	大規模経済予測モデルのための分析支援システムの開発 (1) —システム設計と基本機能の開発—	松 井 正 一	63. 3.
	Y87012	原子力発電所の異常事象再発防止のコンサルテーション システム「CSPAR」のインターフェースの開発	篠原靖志・寺野隆雄 西山琢也	63. 3.
	Y87013	欠番		
	Y87014	ソフトウェア自動設計システムの開発(2) —設計自動化方式の開発とファイル処理モデル化—	原田 実・二方厚志	63. 3.
	Y87015	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	Y87016	知識獲得のための機械学習	篠原靖志・矢沢利弘	63. 5.
	Y87017	電気事業における規模の経済性	中西泰夫・伊藤成康	63. 7.
	Y87018	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.
	Y87019	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.

Y87020	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.
Y88001	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.
Y88002	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.
Y88003	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.
Y88004	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.
Y88005	発展途上国の経済とエネルギー—タイの事例—	熊 倉 修	63. 7.
Y88006	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.
Y88007	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.
Y88008	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.
Y88009	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.
Y88010	重電機製造プロセスモデルの開発 (I) —季時別料金制下の電力需要調整の評価—	浅野浩志・佐賀井重雄	63. 8.
調査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	エネルギー情報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.
Z 83002	地域経済の長期展望	超長期エネルギー戦略研究会経済専門部会	59. 5.
Z 83005	電力需要構造と電力シフト	超長期エネルギー戦略研究会エネルギー専門部会	59. 8.

**CRIEPI REPORT**

E 576001	Dynamic Effects of the Change in Electricity Rates on Price System	Yoshihiko Nishino Teruhiro Tomita	52. 1.
E 577001	Residential Demand Modeling for Electricity	Tsuneaki Hattori	52. 9.
E 578001	An Analysis of the Fuel Utilization Efficiencies in Nuclear Reactor Systems	Kenji Yamaji	53. 9.
E 581001	Toward Realization of a Decision Support System —A Survey Note on the Concepts and Relating Researches—	Michio Suzuki	56. 9.
E 582001	Organization of Multinational Undertakings in the Field of Nuclear Fuel Cycle	Masayuki Yajima	58. 3.

E 583001	A Total Approach to a Solution for the Maintenance Problems through System Configuration Management —Maintenance Support Facility MSF—	Kozo Bannai Michio Suzuki Takao Terano	59. 2.
E 584001	KEO-DENKEN Model: An Analysis of Energy-Economy Interactions in Japan	Hiroshi Izawa	59. 12.
E 584002	Electric Power Demand and Electrification in Japan	Takeshi Saitoh Nariyasu Itoh	59. 12.
E 584003	A Multilateral Comparison of Total Factor Productivity among Japanese Utilities for 1964-1982	Nariyasu Itoh	59. 12.
E 584004	Load Leveling Efforts in Japanese Electric Utilities	Kenji Yamaji	59. 12.
E 584005	Applications of the Over/Under Model to a Japanese Electric Utility	Kenji Yamaji	59. 12.
E 585001	Potential Attractiveness of Modular Reactors	Kenji Yamaji	60. 12.
E 586001	A Specification Compiler for Business Application SPACE	Minoru Harada	61. 5.
E 586002	A View of an Advanced Information Society and the Related Issues for the Electric Power Industry	Hiroyasu Hurukawa	61. 6.
E 586003	Quality Assurance Guidelines for Large Scale Scientific Programs	M. Takahashi S. Matsui T. Terano T. Morikiyo	61. 6.
EY 86004	Dynamic Analysis of Time-of-Use Rates for Electricity: Optimal Pricing and Investment under Welfare Maximization	H. Asano, Y. Kaya	61. 8.
EY 86005	Historical Change in Energy Use in Japan	M. Uchida, Y. Fujii	61. 12.
EY 86006	Proceedings of the Second CRIEPI-EPRI Workshop on Energy Analysis, Tokyo, Japan, September 24-26, 1986	Edited by M. Uchida, W. M. Smith and K. Yamaji	62. 1.
EY 86007	Methods of Market Research Data Analysis for Electric Utilities	Kenji Ono	62. 1.
EY 86008	Development of Workstation for DENKEN Management Decision Support System (DEMANDS)	S. Matsui and Y. Sinohara	62. 1.
EY 87001	Electric Utility Management: Lessons from ASEAN and Northeast Asia	Edited by A. Kadir, Y. H. Kim and M. Uchida	63. 2.
EY 87002	Microscopic Analysis of Industrial Customers Response to Time-of-Use Rates: Case Studies for an Integrated Steel Mill and Heavy Electrical Apparatus Works	H. Asano S. Sagai K. Yamaji	63. 3.
EY 87003	Long-Term Prospects of the World Oil Market —Experiments with the CRIEPI World Energy Model	Osamu Kumakura	63. 3.



---

電力経済研究 No.26

---

1989年1月31日 印刷発行

発行所 財団法人 電力中央研究所  
経済研究所

東京都千代田区大手町1-6-1  
大手町ビル

電話 東京(03)201-6601

---

1200 印刷：藤本総合印刷株式会社

産業のリストラクチャリングと日本経済の展望	服部 恒明	1
	矢島 正之	
	渡辺 尚史	
	真殿 誠志	
料金による電気の使用時間帯の誘導	山地 憲治	15
——プロセスモデルによる解析	佐賀井重雄	
需要家における電力の品質と価格の選択に関する分析	藤井 美文	27
	小野島智子	
	松川 勇	
電気事業の都市開発への参画	井口 典夫	43
燃料サイクル最適化モデルの構造と最適解の特性	長野 浩司	71
	山地 憲治	