

ISSN 0285-7804

# DENCHUKEN REVIEW

電中研レビュー

新しいサービスの展開のために  
電気の新利用技術とアメニティの向上

NO.18 1988.3



電中研レビュー 第18号 ● 目 次  
新しいサービスの展開のために  
—電気の新利用技術とアメニティの向上—  
監修●理事 経済研究所長 矢島 昭

巻頭言	通商産業省資源エネルギー庁長官官房審議官 逢坂 国	2
はじめに	理事 経済研究所長 矢島 昭	5
<b>第1章 電気事業をめぐる社会経済の変化</b>		
1-1●電気事業をめぐる社会経済の変化		9
1-2●当所の研究開発の取り組みと概要		13
<b>第2章 新サービスの展開</b>		
2-1●消費者意識構造の変化		17
2-2●電気事業の経営多角化		20
2-3●料金の多様化		25
2-4●新しい電力サービスの探索と提案例		29
<b>第3章 民生部門における新電気利用技術</b>		
3-1●ロードコンディショナー		35
3-2●ヒートポンプ		38
3-3●多機能電子メータ		42
<b>第4章 産業部門における新電気利用技術</b>		
4-1●遠赤外線の利用		47
4-2●アークプラズマの利用		50
4-3●野菜工場		55
4-4●魚工場		57
<b>第5章 地域のアメニティ向上</b>		
5-1●快適な都市空間の設計		63
5-2●まちづくり方策		66
5-3●深部地下空間の開発および利用のための技術		70
5-4●海域環境創造技術		72
おわりに	参事 狛江研究所副所長 瀬田 泰助	74
関連する主な研究報告書等		75









## 国際化の時代

日本の国際的地位は、

経済面で急速に高まっている。世界の一割国家と言いだめたのはつい最近のように思われるが、いまやわが国の国民総生産は全世界合計の一割を大きく超え、その15%を占めるまでになってきた。“世界に貢献する日本”を竹下内閣は国際政策の基本にすえ、国の各機

関は、国際協力や国際貢献を今年の基本政策にしている。

電力分野も、今年は発展途上国への資金協力、技術交流、情報交換、人的交流など、例年にも増して活発な年になりそうである。これまで、電気事業は、先進国とは熱心に研究協力を進め、多くの成果を上げてきたが、今後は技術協力の面でも発展途上国に目を向けることが要請されるであろう。

ところで、昨年、一人当たりの国民総生産が米国を抜いたと話題になったが、一方で生活実感は、米国に遠く及ばない点も各方面から指摘された。電気の使用量からみると、日本の家庭用一人当たりの電力消費量は、米国やカナダに比べると約1/3、英・仏・独と比較しても2/3といったところである。今後は、電気の使



---

用上の合理化、省力化を図りつつ電気を大いに活用して、真に豊かな生活を築くのが大切であると考え。利便性、制御性など電気の利点は勿論最大限に活用しようが、コスト高、緩慢さなどの欠点についても克服していくための研究、技術開発が重要である。

具体的な例を挙げれば、200V化をはじめ、電圧の格上げは、ひとつの大変魅力的な手段であり、関連機器や施設の開発の進展が望まれる。さらには、電磁誘導応用、赤外線応用、アーク応用、レーザー応用、ヒートポンプ応用などなど、電気利用分野での技術開発の種は限り無く続いている。関係者の今後の努力に期待したい。

発展途上国との協力を当たって、特に注意を要するのは、相手の立場にたって相手の要望を十分に折り込まねばならない点である。発展途上国は、多くの未点灯集落をかかえており、その解消に力を貸すことは重要ではあるが、発展途上国の政策当事者が求めているのはそれだけではなく、もっと高い技術、世界の一等級の技術である。したがって、多くのメニューの中に、日本での最新の技術を含めることが不可欠である。電気利用技術の分野についても同様であり、日本自らが使う技術を発達させる事が先決であり、その開発された成果を含めての国際協力が発展途上国の歓迎するところとなり、世界に貢献することになると信じる。

通商産業省資源エネルギー庁長官官房審議官

逢坂 国一

〔電力中央研究所 参与〕



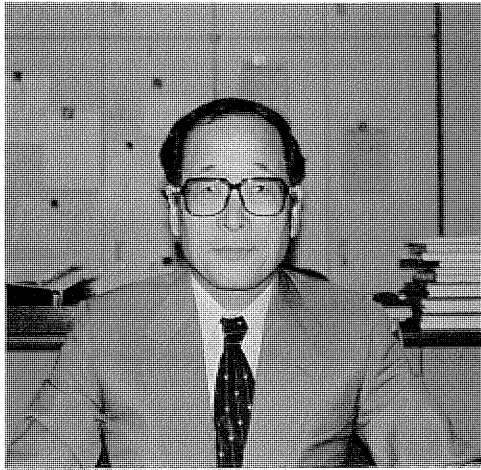
電中研「新サービス研究」の歩み（昭和57年～63年1月）

昭和 (西暦)	電力中央研究所	所 外
57 (1982)	藻場育成実験設備設置	テレホンカード発売 (NTT)
58 (1983)	高効率ヒートポンプ温室加温システムの研究開始	農林省「新農業構造改善事業」発足
59 (1984)	ロードコンディショナー研究開始 400ボルト配電の保護方式をモデルハウスにより実証 海浜変形の予測手法を開発	
60 (1985)	新サービスの探索・評価研究開始 都市照明など快適都市環境の空間設計研究開始 野菜工場基礎実験設備設置	スーパーヒートポンプ・エネルギー集積システム技術研究組合設立 (理事長：当所 成田理事長1988.1現在)
61 (1986)	「21世紀経済社会の展望とエネルギー・電力需給」公表 季時別料金制度の導入効果解析モデル（産業用）を開発 環境調和型の配電機器柱上設置方式を考案 魚工場基礎実験設備設置 高性能ダブルフロー型プラズマトーチを開発	関西電力他、英国製電気自動車を購入性能を分析 つくば科学万博でリニアモーターカー(HSST)が 出展走行 東京湾横断道路会社設立
62 (1987)	研究目標「新サービスの創出」を策定 第6回エネルギー未来技術フォーラム「これからの電気事業の方向 と新しいサービスの展開」開催 知識処理利用地域振興コンサルティングシステムの基本システムを 開発 電力カードの概念を考案 マルチメニュー電力供給方式の研究開始 ロードコンディショナー特別研究室設置 遠赤外線利用技術の研究開始 オールデジタル型多機能電力メーターを開発 電中研式野菜工場（ネオファーム）実用化試験開始 ヒラメの高密度養殖実験に成功 アマモ場造成の基本技術を開発	電気事業の通信、熱供給事業への進出本格化 東京電力「お客さまとともに歩むエネルギー・サー ビス企業」宣言 資源エネ庁、200V 利用懇談会を設置 配電総合自動化モデルシステム実用試験開始（関西 電力） 国土庁「第4回全国総合開発計画」策定 総合保養地域整備法（リゾート法）成立 HBS システム（ホームエレクトロニクス）標準化仕 様決定
63 (1988)	低コスト簡易型の瞬時電圧低下改善装置を開発 二段圧縮式ヒートポンプの試作に成功	電気料金制度改訂、季時別料金制度を一部導入



# はじめに

理事 経済研究所長 矢島 昭



電気事業のサービスと言えば、昔から豊富、低廉、良質が合言葉だった。たしかに、どんな場合でも、信頼できる電気を常時安定して供給すること、長期にわたってできるだけ安い料金を維持していくことがサービスの基本であることは論をまたないし、とくに需要がいわば保証されていた高度成長期には、供給力の確保がほとんど唯一の経営課題だったと言えるだろう。

しかし、1980年代に入って、電気事業をめぐる経営環境は急激に変わりはじめた。金融市場をはじめとする国際化の進展、大都市の24時間化、消費者の生活様式の個性化・複線化などの傾向が顕著になっている。電気の利用形態も今後ますます多様化していくことになるだろう。一方、コジェネ等の分散型技術が低コスト化するなどの新しい展開が基調となって、エネルギー・電気の供給にも戦前の電気事業間の競争とはひとあじ違う競争条件が入りはじめた。

こうした潮流変化に対応して、電気事業もかつてのような不特定多数を対象とする画一的な電気供給から、個性的な消費者・生活者に向けて市場を細分化した、柔軟な電気供給へと、行動のパターンを切りかえつつある。

新しい時代における電気事業のサービスがいかにあるべきか、あらためて競争市場での企業サービスの原点に立ちもどって考えてみる必要があるだろう。信頼できる電気を安定した料金で供給するという基本に加えて、私たちは次のような視点から新サービスの展開を考えてみた。

第1は、消費者の多様な使用目的に応じられるような、選択できる電気の販売で、これはいろいろな種類の新しい電気商品の開発と言いかえてもよい。

第2はアメニティ、つまり生活の快適性を高める電気の使い方をトータルサービスとして提供するという考え方。

第3は電気の利用効率を改善し、かつ産業の生産性を向上させるような新技術の開発。

以上の3つを個々のお客さまへのサービスとすれば、第4番目の視点は地域社会へのサービスで、電気事業の持つ人材人脈、技術、施設などの経営資源を最大限に活用して、地域の振興と文化の発展に貢献することである。

以下の各章で紹介するのは「新サービスの創出」という研究目標に向けて私たちが現在進めている調査、研究の概要である。まだ荒けずりであり、結果というよりアイデアの段階に止まっているところも少なくないが、私たちの抱えている問題意識はここから読みとっていただけるものと信ずる。







第1章

電気事業をめぐる  
社会経済の変化





## 第1章 電気事業をめぐる社会経済の変化 ● 目次

総括 ● 経済研 経済部長 内田 光穂

1-1	電気事業をめぐる社会経済の変化	内田 光穂	9
1-1-1	電気事業をめぐる社会経済の変化		
1-1-2	新しい時代の電気事業経営のあり方		
1-2	当所の研究開発の取り組みと概要	企画部 研究企画課長 岡本 尚武	13
1-2-1	新サービスの展開		
1-2-2	民生部門における新電気利用		
1-2-3	産業部門における新電気利用		
1-2-4	地域アメニティ向上をめざして		



# 1-1 電気事業をめぐる社会経済の変化

## 1-1-1 電気事業をめぐる社会経済の変化

'87年秋のニューヨーク株式市場の暴落は、連鎖的にドルの全面安を引き起こした。株の暴落はあの暗黒の木曜日を連想させる程のもので、文字通り世界経済を震撼させた。第2、第3の株暴落の可能性は極めて小さいと思われるが、今回の暴落ショックではっきりしたことは、G7を中心とする先進諸国の理性的な政策的決断、なかんずく日米の選択がこれからの世界経済の動向のカギを握っている、ということである。

日本の政策的選択は極めてはっきりしている。'85年秋以来の急激な円高と貿易摩擦の激化は、我が国の経済政策の方向転換を迫るものであったが、1ドル120円台の時代への突入は、政策転換のスピードをさらに加速させる必要があることを示している。それは、輸出依存型から内需拡大型成長への移行であり、これは戦後の日本経済の成長を支えてきた経済政策のパラダイムの転換をも意味する。

こうしたパラダイムの転換は日本経済の構造変革や産業構造の調整を必然的に引き起こす。日本経済の潜在成長力を考えれば、中長期的に3%台の成長は、政策運営のよろしきを得れば充分可能と思われるが、それでも構造変化は相当のスピードで進行するであろう。

予想を上回るスピードの円高の進展は、すでにNICSからの輸入の急増に象徴されるように、日本の貿易構造の転換を促しつつある。関税障壁はもちろんのこと、非関税障壁の撤廃に対する世界の要求は強まる一方であり、自由化の進展や規制緩和は今や必然の政策選択といってよい。こうした選択はいや応なしに、日本の輸入構造の変化を引き起こし、産業構造のドラスチックな変革を迫るであろう。

21世紀へ向けての産業構造の変化は貿易構造の転換を反映したものとなる。

貿易構造は、資源を輸入し国内で生産するという加工貿易体質から、海外現地生産と製品輸入の拡大を軸とした国際協調型貿易構造(水平分業化)へと変化していく。図1-1-1は、2000年までの国際分業の姿を、国際競争力などを示す貿易特化係数によって、鉄鋼および自動車について図示したものである。戦後の日本の経済成長を支えた鉄鋼を代表とする重厚長大産業の製品が競争力を失い、韓国や台湾などのNICSの製品が輸出を拡大していくパターンを明瞭に読み取ることができる(貿易特化係数が1に近いほど競争力が強い)。強大な国際競争力を保持してきた自動車産業も、海外現地生産の急拡大やNICSの輸出の急増を反映して、今後は、同様なプロダクトサイクルパターンを歩むであろう。

海外現地生産の拡大と円高の進展は輸出関連産業、とりわけ素材産業に大きな打撃を与える。鉄鋼や化学などはその代表例である。例えば、粗鋼は現在の1億トン弱から2000年には8,000万トン、アルミは21万トンから8万トン、エチレンは420万トンから380万トンへと減少しよう。

こうみえてくると、輸出の減少と輸入の拡大で日本経済は縮小再生産の途を辿るかにみえる、しかし必ずしも悲観材料ばかりではない。安い輸入製品の流入は輸入コストの低下、物価の下落というルートで実質所得を引き上げる効果をもつから内需拡大の好材料である。また、円高に伴う海外生産の拡大を“産業の空洞化”と恐れる向きもあるが、他方ではNICSなど開発途上国の成長を促進するから、日本の輸出市場の拡大という光の部分にも着目する必要がある。これからの日本の輸出構造がハイテク製品に代表される技術集約型製品への傾斜を強めるとすれば、大きなアジア市場の成長は日本にとっても望ましいことである。

輸出依存型の成長が不可能であるとすれば、3%台の成長を維持するためには、どうしても内需の拡大が不可欠で



ある。内需拡大のための基本的要件は何といても、消費者の購買力を高めることである。

円高で確かに外向けの円の価値は急上昇し、ドルで測った1人当りの所得は世界のトップを行く程である。ところが円の内向け価値はそれ程上がっていない、というのが消費者の実感である。差益還元の一環として行われた料金値下げから、円の内向け価値の向上に貢献したことは確かである。円高のメリットが広く行きわたれば、消費者の購買力はさらに向上する。最近の日銀の調査によれば、農産物の自由化で物価は大幅に引き下げられるはず、という規制の緩和や自由化の進展は、当事者には大きな痛みを伴うものだが、21世紀に向けて本当の意味での豊かな社会を実現するためには避けて通ることのできない選択であろう。

円の内向け価値が向上すれば、内需拡大を可能にする素地は少なからずある。まず第一に、社会の成熟化の流れの中で、労働時間は短縮し、余暇利用の多様化への欲求は

ますます強くなっていく。今や消費者は、モノの機能だけを買うのではなく、モノについてのサービスやソフトを買う傾向にある。次代を担う若者ほどこうした傾向が強い、といわれている。個人の多様なライフスタイルを実現できるような商品やサービスに対する欲求は極めて強い、ということである。

第2に、情報化と国際化、自由化の進展は規制緩和の流れとあいまって、企業間競争をますます激烈なものにしている。こうした競争時代にあっては、先端技術を大幅に取り入れた資本設備の増強に企業の命運がかけられているといっても過言ではない。それだけに、これから2000年にかけて、企業の設備投資意欲は極めて旺盛であると判断してよいだろう。

第3に、豊かな国民生活の実現に向けて、社会資本、いわゆるインフラの整備が求められている。リゾートひとつとっても欧米と比べれば著しく劣っている。財源問題

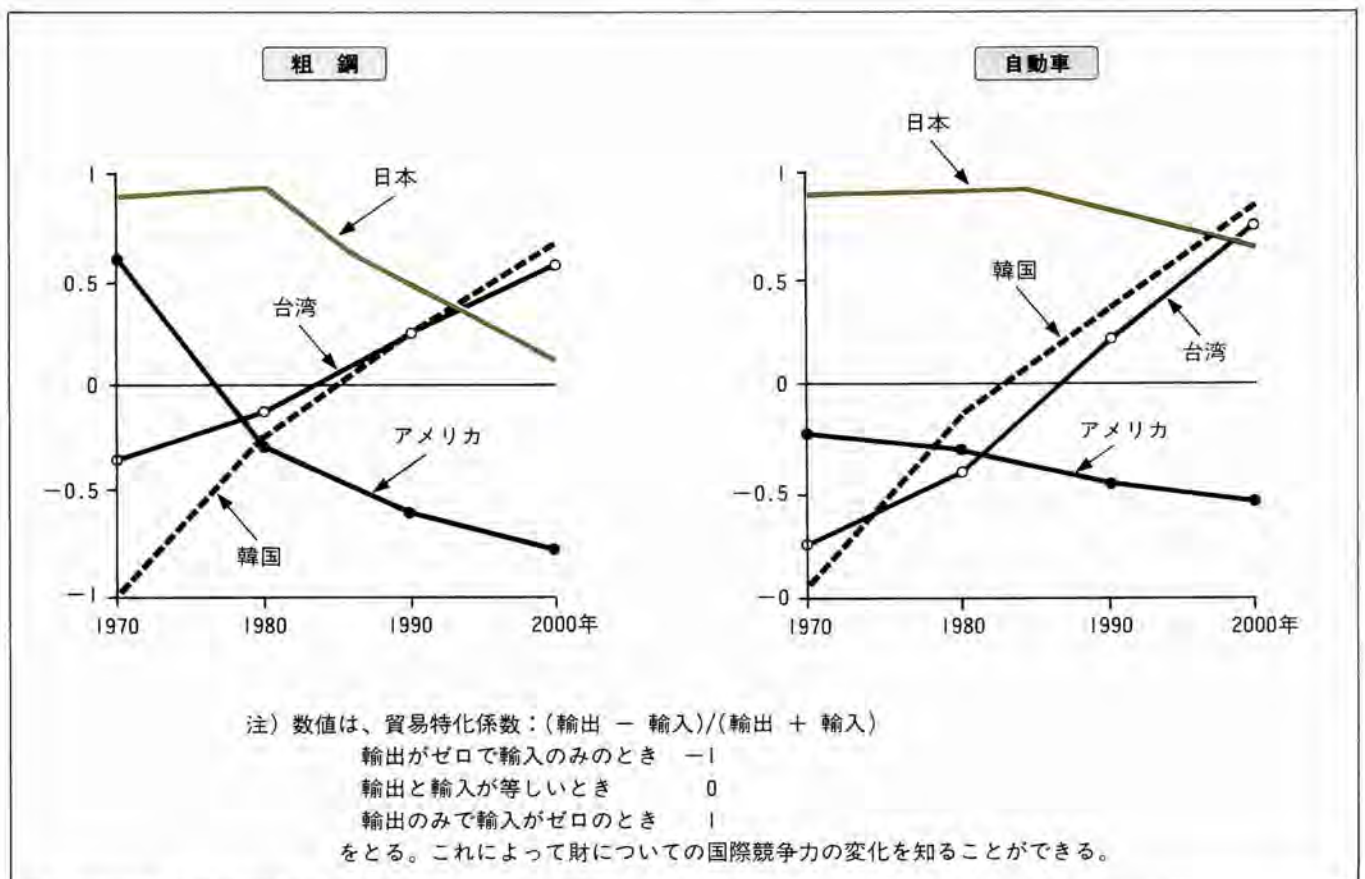


図1-1-1 国際分業のパターン



はあるが、税制の改革がうまくいけば、いわゆる民活との併用により、この問題は十分解決できるはずである。

以上、いろいろ難しい問題はあるが、3%台の安定成長の可能性と必要性を期待も込めて述べてきた。こうした中で電気事業はどのような変容を遂げていくか、あるいは遂げていくべきなのかを考察しておく必要がある。

### 1-1-2 新しい時代の電気事業経営のあり方

電気事業経営の根幹をにぎるのは何といても電力需要の動向である。

電力需要(含自家発電)は、石油危機を境として大きな構造変化を遂げた。図1-1-2は、総電力需要の対 GNP 弾性値の推移を示したものである。石油危機までの高度成長期には、経済の高成長に加えて、重化学工業化や家電ブームを反映した電力の多消費化要因が働き、電力需要は年率10%程度の高い伸びを示し、その対 GNP 弾性値も1を大幅に上回った。

しかし、第1次石油危機を境に、経済の高成長から安定

成長への移行、電力多消費の素材産業の停滞といった経済構造変化などによって電力需要の伸びは鈍化の傾向を示した。その後第2次石油危機までは産業用の停滞を堅調な民生用が補ったため、電力需要の対 GNP 弾性値はなお1に近い水準を維持したものの、第2次石油危機で素材産業の一段の落ち込みといった経済構造変化による需要停滞要因が一層強まったこと、省エネルギー技術の開発・普及等による省電力が急速に進展したことなどの複合的要因により産業用電力はマイナス成長を余儀なくされた。このため、電力 GNP 弾性値も平均で0.2程度まで低下した。

'83年から'85年までの石油危機克服期(回復期)では、経済構造の電力寡消費化が引き続いたが、素材産業の若干の回復でそのスピードがやや弱まったこと、産業用における省電力が一巡したこと、ビル需要の増加や耐久消費財等の普及を反映して、民生用需要が堅調な伸びを示したことなどにより電力需要も回復し、電力 GNP 弾性値は1程度まで上昇した。2000年にかけての電力需要の動向について我々は次のようにみている。

まず、産業用については、産業構造調整に伴う重厚長大産業の生産低迷や加工組立産業の海外進出、さらには省エネルギーの緩やかな進展などによって、産業用電力需要の

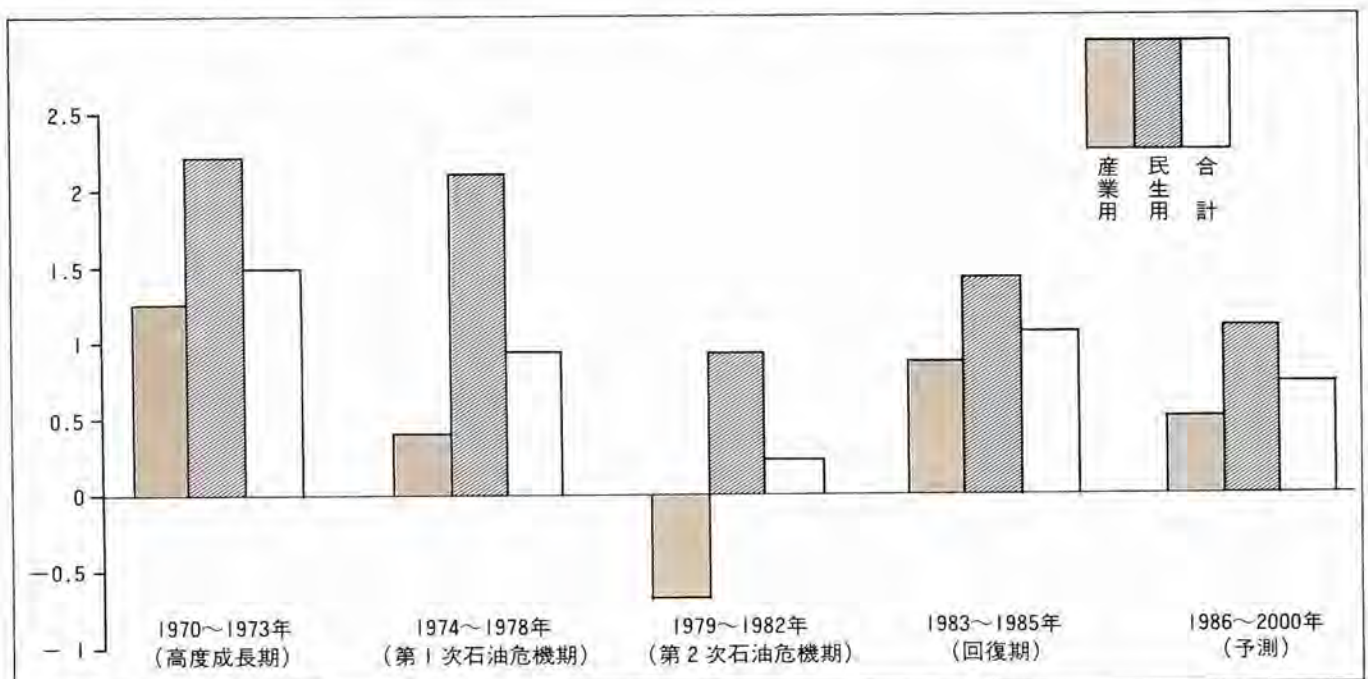


図1-1-2 電力需要の対 GNP 弾性値



伸びはあまり期待できそうにない、こうした厳しい状況から、産業用は1%台後半の伸びしか見込まれず、そのGNP弾性値も0.5程度の低い水準にとどまろう。また、原油価格の下落を主因に買電から自家発電への需要シフトの動きも顕著となっており、今後自家発電との競合はますます厳しさを増していこう。

一方、家庭用、業務用といった民生用需要は、内需依存型経済への移行、技術革新による新製品開発、情報革命、国民ニーズの多様化・高級化などを背景に堅調を維持しよう。このため、民生用は3%台後半の伸びが期待でき、民生用の対GNP弾性値は1を若干上回ろう。

こうしたことから、自家発電を含む総電力需要は産業用の低迷を民生用が若干補う形で推移し、全体として2%台半ばの伸びになると予測される。この伸びを電力需要の対GNP弾性値でみると0.7程度で、これは'83～'85年間(回復期)のそれよりかなり低い水準である。今後、民生用のシェアは確実に高まり、2000年には民生用と産業用のシェアは半々となり、電力需要は経済のソフト化やサービス化を反映した動きをみせよう(図1-1-3)。気温の影響が大である民生用のシェアの拡大は、季節的要因による短期的な電力需要の変動を大きくし、需要の不確実性を高めるであろう。

量的側面に限定すれば、需要の伸びは低くしかも不確実性が增大するというように、悲観的ファクターのみが目立つ。また、自家発電、コジェネレーション、燃料電池等のコストの動向によっては、電気事業の地域独占が崩れて電力市場の自由化が進みエネルギー間の選択競争も激化していくであろう。成熟した市場では、パイの伸びは期待できないから、そこでの競争は苛烈なものとならざるを得ない。こうした市場状況での企業の経営戦略は、ひとつは徹底したコストダウンであり、いまひとつは新商品の開発を含む経営の多角化であろう。

時代の潮流は、電気事業に対しても、新しい商品や新しいサービスの創出を要請している。

OA化やFA化の進展のみならず、国際化、情報化の進展は、より高品質の電気の供給を求めている。東京で相次いで建設されているトレーディング・ビルはその一例である。成熟市場の中ではきめの細かいサービスが不可欠であり、品質別電気供給は生き残り戦略の有力な柱となりうるだろう。

都市化・自由化の潮流の中では、蓄積された経営資源の有効活用と範囲の経済性発揮の点から人材・情報の積極的活用、電力技術の他分野への技術移転、電力の有する土地・施設等の有効活用、さらには都市再開発、都市づくり等において新たなビジネスチャンスも生まれてこよう。

情報関連技術の進歩を通して、情報のコスト低廉化と大衆化が実現しつつある。一方では、情報の収集力が企業収益を決める程に情報の高価値化が進んでいるという。この動きの中で地方でも通信事業や情報サービス産業に電気事業の参入する条件が整いつつあり、電気事業の情報化社会における役割は著しく高まってきている。

このような経営環境の変化のもとで、電気事業は料金体系の改革や経営の効率化、新しい電気の利用方法・機器システムの開発による需要の創出などを通して経営体質の一層の強化を図ることが要請されている。さらに新分野の熱供給事業や情報サービス産業への参入にとどまらず、地域開発プロジェクトやまちづくり施策に積極的に参画し地域社会に貢献することを期待されている。その意味で今や電気事業は総合地域産業への脱皮を図る段階にきているといえよう。

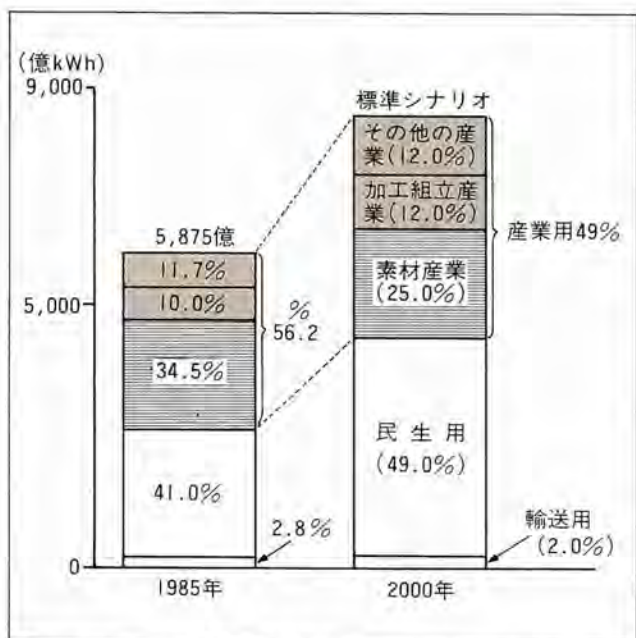


図1-1-3 電力需要構造の変化



# 1-2 当所の研究開発の取り組みと概要

前節で述べたように、電気利用に対する消費者ニーズの多様化、新しい電気文明社会に向かったの電気事業への期待、総合地域産業としての電気事業の役割などに応え、ひろく、新しいサービスを創出し、これを提供していくことが今後の電気事業にとって極めて重要な課題である。

これに応えるために、当所では、昭和62年度より「新サービスの創出」を新たな研究目標として掲げ、新サービスの創出に関する研究を積極的に推進している。当所は、社会・経済分野と技術系分野の研究力を有機的に結合することにより、ニーズの把握から構想の構築、具体的サービスの開発とその評価まで、新サービス創出のための一貫した研究開発を行い、電気事業におけるこの分野での先導的役割を果たそうとするものである。

電気事業が展開すべき新しいサービスについて、サービ

スの目標、サービスの分類、ならびに新サービスの例を表1-2-1のようにとりまとめた。表中  は、当所が現在研究を進めている主な課題であり、本レビューにおいてこれらを紹介する。以下にその概要を示す。

## 1-2-1 新サービスの展開

近年、成熟化、情報化、都市化など我が国社会の変化に伴い、国民生活においてライフスタイルの多様化、個性化が進展している。新しいサービスを展開するには、その変化する消費者意識構造を的確に把握することが重要である。そのため、消費者の意識や電気へのニーズなどの調査を実施している。主として法制面から電力市場の規制緩和の方向性や電気事業の経営多角化と範囲の検討を行い、新しい

表1-2-1 新しいサービスの展開

サービスの目標		サービスの分類	新サービスの例
消費者のための新しいサービス	多様な使用目的に応じた新しい電気	消費者の選択できる電気	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチメニュー電力供給システム(高周波、高信頼度、高電圧等)</li> </ul>
		品質に応じた料金	<ul style="list-style-type: none"> <li>料金多様化</li> <li>メータの多機能化、インテリジェント化</li> </ul>
消費者のための新しいサービス	ライフスタイル多様化への対応	豊かさ、アメニティの追求	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力カードシステム</li> <li>インテリジェントハウス</li> <li>エネルギー利用コンサルタント</li> <li>電気自動車</li> </ul>
		電気を効率よく使う利用法	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロードコンディショナー</li> <li>ヒートポンプ</li> <li>電気利用農水産プラント</li> <li>アークプラズマ等加熱機器</li> <li>電気利用技術情報</li> </ul>
地域への新しいサービス	地域の振興と文化の発展への貢献	総合地域産業としての都市づくり、地域づくり	<ul style="list-style-type: none"> <li>快適な都市空間設計(環境設計、地下・臨海開発含む)</li> <li>地域振興のコンサルティング</li> </ul>

注)  は当所が進めている主な課題



時代における電気供給、経営多角化のあり方および対応策を明らかにする。また、季時別料金制や負荷適応料金制などの新しい料金制は、新しい需要の創出や負荷平準化を促進させると考えられる。これら新しい料金制の導入が需要動向に及ぼす影響の分析を行い、適切な料金制の設計に役立てる。

一方多様化する電力へのニーズに対応するため、豊かさ、アメニティの向上に役立つ電気の利用法を提供する電力カード、直流や高周波、あるいは信頼度レベルの異なる多様な電力を供給するマルチメニュー電力供給方式などの新しい電力サービスを発掘し、その市場性の評価を行ってきた。今後、これらについて、技術、経済性、制度などの面から総合的に検討し、事業化方策を明らかにする。

## 1-2-2 民生部門における新電気利用技術

民生部門における新電気利用技術として、需要サイドに設置して深夜に電力を貯蔵し、昼間にこれを使用するロードコンディショナー、ならびに電気により低レベルの熱エネルギーを有効なレベルに引き上げるヒートポンプの研究開発を実施している。

ロードコンディショナーについては、鉛電池を用いた10kWh級システムを設計試作するとともに、将来、鉛電池に代わるコンパクトで高出力の新種電池の開発を進めている。今後は、新種電池の大型化を目指すとともにロードコンディショナーの最適設計と導入メリットの創出を行っていく。

ヒートポンプについては、住宅・諸施設用、ビル用に狙いを定め、1台で冷暖房と給湯を同時に可能とする二段圧縮式の温冷熱供給ヒートポンプの試作開発を行った。概略の経済性評価では、本方式はガス、灯油に匹敵する経済性を持つことが判った。今後、本方式の実用化に向けて、経済性向上のための要素技術やいろいろな利用形態に適合する運転制御技術などの開発を行う。

## 1-2-3 産業部門における新電気利用技術

産業部門における新電気利用技術として、クリーン、高温・高エネルギー密度、制御の容易性などの電気の利点を活かした遠赤外線やプラズマなど電気加熱ならびに農・漁業への電力の有効利用、の研究開発を実施している。

遠赤外線加熱については、従来、基礎特性が未解明のため、その性能が十分には活用されていないと考えられる。そこで、遠赤外線の放射、吸収などの基礎特性を明らかにし、それに基づいた遠赤外線加熱の最適利用法を開発する。

プラズマ応用については、厚物切断に適した大容量・長寿命化の可能なアルゴン・酸素プラズマ鋼材切断用広角ダブルフロートーチを開発し、その有効性を明らかにした。さらに、従来不可能であった交流電源の使用を可能とするなど設備のコスト低減を図るとともに、プラズマ溶融減容、プラズマ発光などの応用技術を開発する。

太陽光と人工光の併用、全自動による省力化、深夜電力利用などの特徴を持つ野菜工場(電中研式ネオファーム)の実用化試験を実施している。さらに、組織培養による健苗の大量生産技術の開発などを行い、野菜工場の一層のコスト低減を図る。

海浜周辺だけでなく内陸でもヒラメなどの高級魚が飼育できる魚工場を開発する。そのため、少量の海水を循環して使用するための水質浄化技術や夜間照明による生育促進技術、高密度飼育技術などを開発する。

## 1-2-4 地域アメニティ向上

電気事業が総合地域産業へ展開するための都市開発・地域振興方策について検討を行っている。その一環として、快適な都市空間を創造するため、環境に調和した快適空間設計手法や都市照明設計手法の開発を実施している。また、地域振興の成功例を体系的に整理してまちづくり、村おこしを支援する手法の開発を行っている。

また、環境づくりや地域社会の発展に貢献するため、地下空間、海域などを積極的に活用する地域環境創造技術を開発する。

未利用の都市地下深部(50~600メートル)を有効に利用するため、軟質地盤で、しかも深部を対象とする新しい掘削技術やエネルギーの適切な供給方式とその利用技術など、深部地下空間の創造・利用技術を開発する。

発電所周辺の海域を魚の養殖やリクリエーションなどに有効利用する海域環境創造技術を開発する。そのため、発電所の取放水や防波堤などを活用し、水質を改善する技術や人工海浜を造成する技術、魚の生息の場として藻場を造成する技術などを開発する。



第 章

新サービスの展開





## 第2章 新サービスの展開 ● 目次

総括 ● 経済研 経済部 経営研究室長 矢島 正之

2-1	消費者意識構造の変化	経済研 情報システム部 経営情報研究室 小野 賢治	17
2-1-1	背景と調査の概要		
2-1-2	消費者のエネルギーに対する感じ方		
2-1-3	消費者のライフスタイルと意識・ニーズ		
2-1-4	今後の課題		
2-2	電気事業の経営多角化	経済研 経済部 社会環境研究室 井口 典夫	20
2-2-1	本研究の背景、目的		
2-2-2	研究の方法		
2-2-3	電気事業の経営多角化の背景		
2-2-4	経営多角化の制約条件と問題点への対応		
2-2-5	電気事業の経営多角化の具体的展開		
2-2-6	今後の課題		
2-3	料金の多様化	経済研 経済部 経営研究室 伊藤 成康 エネルギー研究室 浅野 浩志	25
2-3-1	背景と概要		
2-3-2	長期限界費用の計測と季時別料金制度の検討		
2-3-3	季時別料金制導入のための需要家行動分析		
2-3-4	季時別料金制と電源計画問題		
2-3-5	今後の課題		
2-4	新しい電力サービスの探索と提案例	経済研 情報システム部 経営情報研究室長 森清 堯	29
2-4-1	サービス開発のアプローチ		
2-4-2	新サービス探索例		
2-4-3	電力カード		
2-4-4	マルチメニュー電力供給		
2-4-5	今後の課題		

経済の成熟化にともない電力需要も長期低迷の様相を強めているなかで、電力市場の自由化やエネルギー間競争の激化など電気事業の経営環境は一段と厳しさを増している。一方では、ライフスタイルや意識の多様化、個性化が進んでおり、こうしたなかで電気事業は消費者ニーズに応える新しいサービスを展開していく必要に迫られている。

当研究所では、新しいサービスに関してさまざまなアイデアを考案するために消費者意識の構造について調査を行った。また、季時別料金など料金の多様化、電力カードやマルチメニューなど電力供給サービスの新しいあり方を検討するとともに、熱供給や電力通信など周辺ないし関連分野における事業展開についても調査研究を行っている。●



# 2-1 消費者意識構造の変化

## 2-1-1 背景と調査の概要

近年、電気事業を取り巻く環境は、エネルギー間の競合や消費者の価値観やニーズの多様化等によって急激に変化している。このような状況の中で、電気事業は従来の「豊富、安定、低廉な電力の供給」を行うだけでなく、需要サイドに立ったきめ細かなサービスの開発が望まれている。

電気事業が、消費者が本当に望むような新しいサービスを開発していくためには、消費者が電気や電力会社に対してどのよう

な意識やニーズを持っているかを知る必要がある。そこで、当所では電力をはじめとするエネルギー・サービスに関する消費者の意識の多様化の実態を探るため、昭和60年に首都圏、昭和61年に全国の6地方都市(帯広、盛岡、鯖江、堺、境港、南国)の消費者を対象にアンケート調査を実施した。

## 2-1-2 消費者のエネルギーに対する感じ方

まず、消費者が日常生活で用いるエネルギーである電気、ガス(都市ガス、プロパ

ンガス)、灯油について、それぞれどのようなイメージを持っているかを調査した。

消費者がエネルギーに対して持つイメージを決定づける要因は、快適、クリーン、便利、豊かさなどの項目で表される「ベネフィット要因」と、経済、省エネルギー、効率などの項目で表される「コスト要因」である(図2-1-1)。

ベネフィット要因とコスト要因の二つを軸として、消費者の感じ方の分布の広がりを描いてみると(図2-1-2)、電気は、快適・クリーンなどのベネフィット要因について

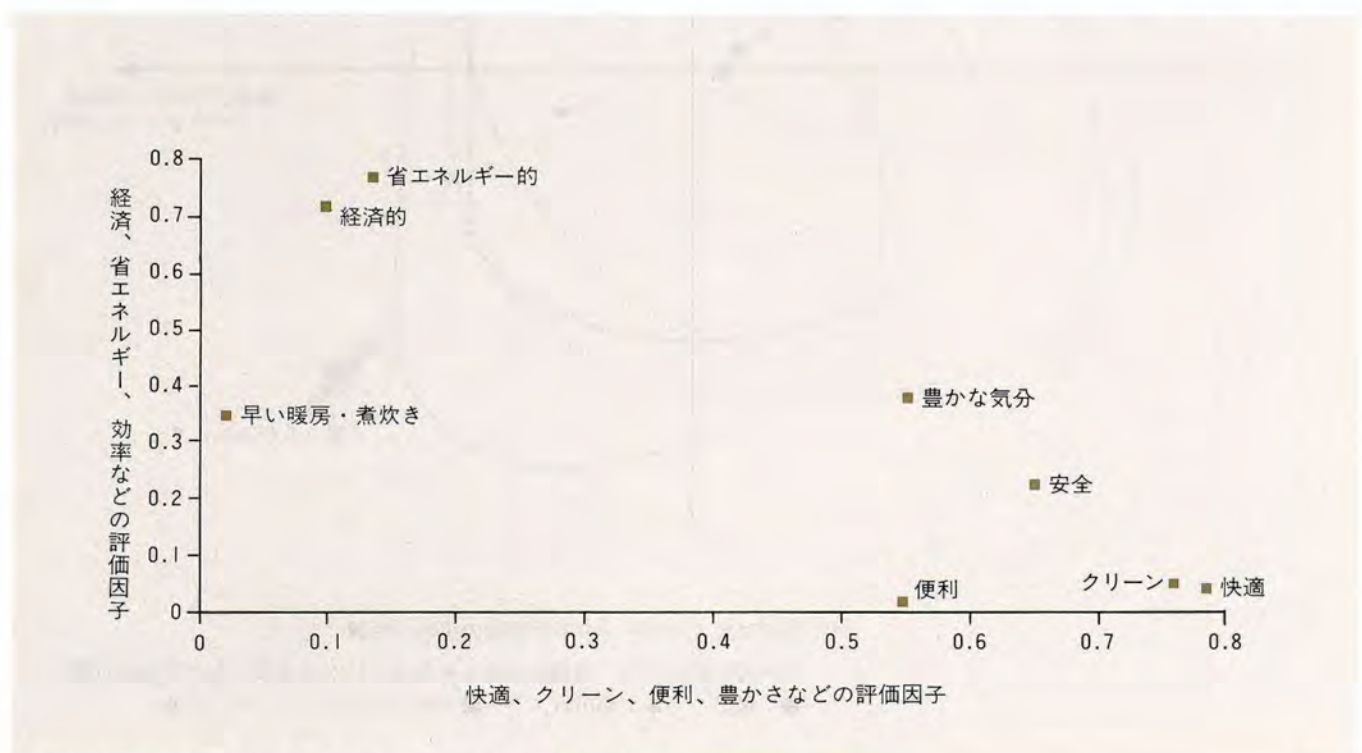


図2-1-1 消費者がエネルギーについて持っているイメージの位置づけ



他のエネルギーに比べ、かなり良い評価を得ている。一方、経済、省エネルギーなどのコスト要因については、悪い方向(横軸より下の方)への広がりが大きく、「快適・クリーンだが値段は高い」という人の割合が、他のエネルギーに比べてかなり高いことが特徴である。

以上のことから、電気のイメージをより一層高めるには、快適・クリーンであるという良さをより理解してもらうことはもとより、コスト要因についての消費者の厳しい見方に対して、電気の効率的な利用と電気代の節約につながるようなサービスを開発することが必要である。

### 2-1-3 消費者のライフスタイルと意識・ニーズ

次に消費者が日常生活において持っている種々の願望(「よい環境に住みたい」「子供を立派に育てたい」など)に基づき、消費者の代表的なライフスタイルとして9つの

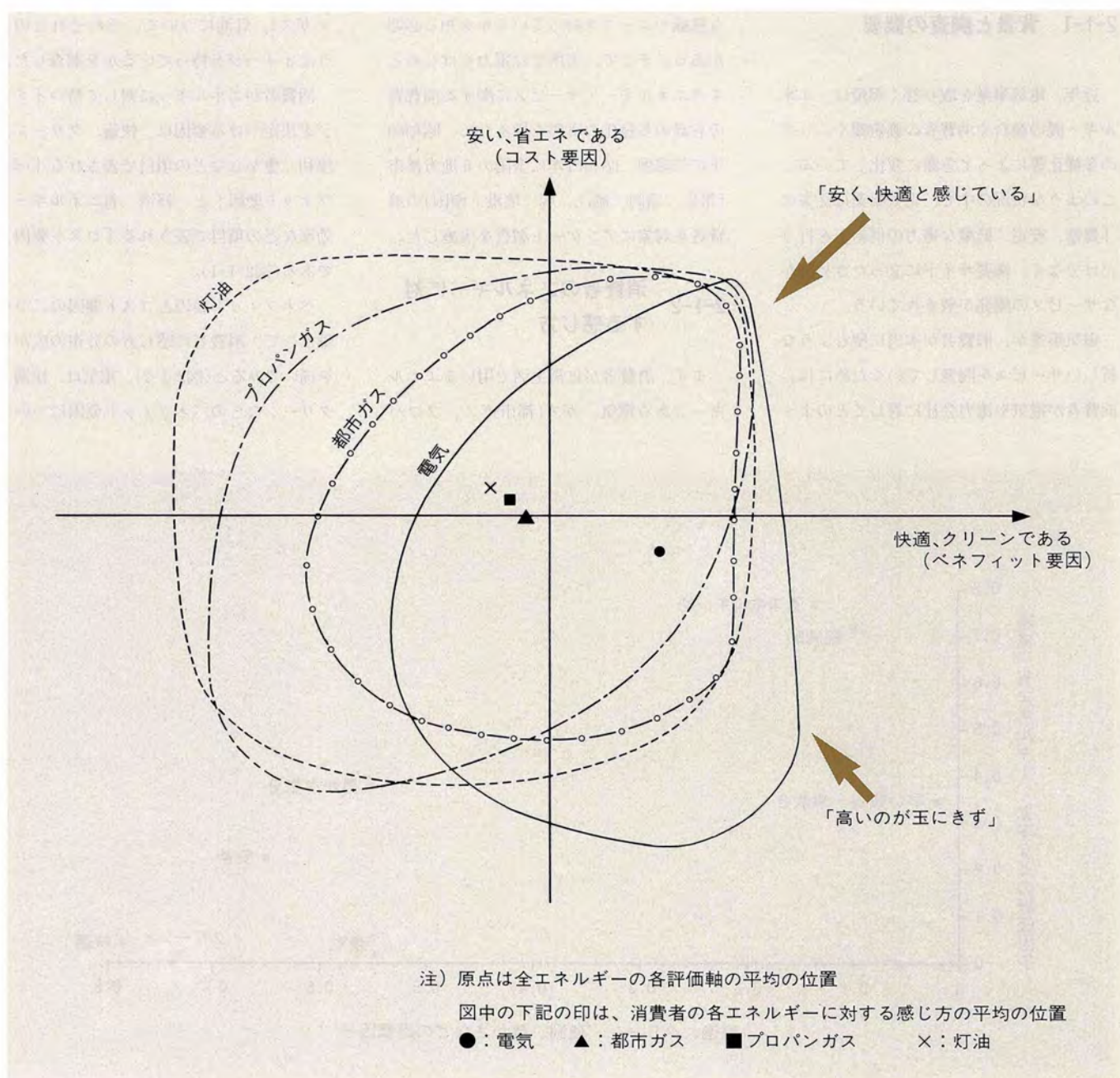


図2-1-2 消費者のエネルギーに対する感じ方の分布



類型を選んだ。そして、各々のライフスタイルを重視する人々の属性、意識やニーズの特徴をまとめた(表2-1-1)。

特に、電気への意識という側面からみると、「快適環境」、「健康」、「若さ維持」のライフスタイルをもつ人々は、電気のもたらす便益や電力会社のサービスに積極的・好意的な態度を持ち、「空間求望」、「趣味」、「自由時間」のライフスタイルをもつ人々は、電力会社のサービスや電気の存在感についての意識が比較的希薄である。そこで、後者のような人々に対しては、新しさ、おもしろさを売り込むようなサービスを提供することが大切であると考えられる。

#### 2-1-4 今後の課題

今後は、このような消費者の意識・ニーズの多様化の実態の経年的な変化を的確にとらえ、将来の変化を予測するための継続的な観測を行うとともに、この研究結果を消費者のニーズに対応するさまざまな具体的な新サービスの開発に役立てていく。●

表2-1-1 各ライフスタイルの主な特徴

ライフスタイル	主な特徴・傾向
快適環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全・快適のための費用の利用者負担は止むを得ないと考える</li> <li>今後、電気代への支出がかなり増えると考えている</li> </ul>
健康	<ul style="list-style-type: none"> <li>高年齢層が中心</li> <li>電気料金の高値感はあまりない</li> <li>電力会社の地域への貢献を評価している</li> </ul>
若さ維持	<ul style="list-style-type: none"> <li>中、高年齢の女性为中心</li> <li>電気は「快適・クリーン」であるという意識が強い</li> <li>「地域情報センター設置」や「電力施設美化緑化によるまちづくり」への関心が高い</li> </ul>
個性尊重	<ul style="list-style-type: none"> <li>20歳台、学生が中心</li> <li>電気についてあまり意識していない</li> </ul>
家庭・育児	<ul style="list-style-type: none"> <li>30～40歳台の主婦が中心</li> <li>電気料金はかなり高いと感じている</li> <li>電気は「快適・クリーン」であるという意識がかなり強い</li> </ul>
老後安定	<ul style="list-style-type: none"> <li>高年齢層が中心</li> <li>電力会社の催し物などを評価しており、電力会社に親しみを持っている</li> <li>電気の節約を非常によく心掛けている</li> </ul>
空間求望	<ul style="list-style-type: none"> <li>若年層で、集合住宅入居者が中心</li> <li>電気が「快適・クリーン」であるという意識があまりない</li> <li>今後、電気代への支出がかなり増えると考えている</li> </ul>
趣味	<ul style="list-style-type: none"> <li>若年層が中心</li> <li>電気の快適性や経済性の意識はあまりない</li> <li>電力会社の地域への貢献やサービスについての意識はあまりない</li> </ul>
自由時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>若年層の男性が中心</li> <li>電力会社のサービスや保安体制をあまり評価していない</li> </ul>

## 2-2 電気事業の経営多角化

### 2-2-1 本研究の背景、目的

電気事業をめぐる環境変化に対応するため、今後の電気事業のあり方については、法制度面の検討を中心に各界で議論が行われているところである。

従来の電気事業の枠組みに対して、外から押し寄せてきた波は、特定供給の弾力化に象徴されるような電気供給に係る規制緩和論議である。一方、電気事業の熱供給事業や電気通信事業への進出に見られるような内から外に出る動きもあり、こうした経営多角化に係る規制緩和のあり方も重要な課題となっている。

本研究は、この経営多角化問題を取り上げ、  
①電気事業が、なぜ今、多角経営をしな

ればならないのか。(多角化の背景)

②多角化を進めるときに、どのような問題点があり、それをどう解決していったらよいのか。(多角化の制約条件と問題点への対応)

③実際にどういった業種・分野に進出していけばよいのか。(多角化の具体的展開)——といった根本的な課題について、電気事業の現実から離れることなく、極力論拠の明確な解答を与えることを目的とするものである。

### 2-2-2 研究の方法

公益事業研究の手法は、一般に制度主義的手法(Commons, Glaeser, Galbraith 他)と経済学的方法(Friedman, Averch=John-

son 他)の2つに分類されている。本研究のように、特定具体的問題に対する規制手続きや規制技術の組合せなどの現実的解答が期待されている場合は、前者の方法を用いるのが通例である。

制度分析の場合、学説・歴史性・制度間比較など着目すべき点は様々であるが、ここでは、現在の日本の公益事業制度の中で、電気事業制度がどのような位置付けになっているのか、という点を研究の手がかりとして考えることとした。

図2-2-1は、日本の企業を大まかに分類した例であるが、電気事業の比較対象として、ガス事業、鉄道事業、電気通信事業(NTT)を選択するのが自然であることを示唆している。

以下、研究の内容・成果の一部について簡単に紹介したい。

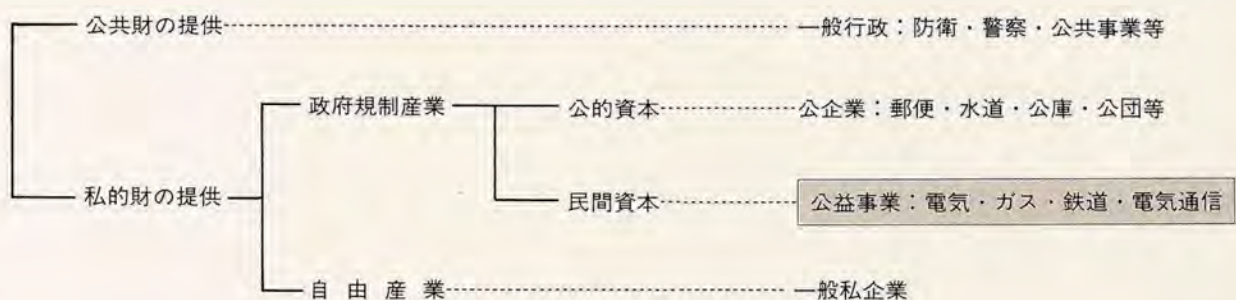


図2-2-1 日本の企業の分類例

注)「公共企業論」(有斐閣双書)等を参考にした



## 2-2-3 電気事業の経営多角化の背景

日本の公益事業は、電気・ガスのような公益性の強い財を供給しつつも、企業自体は民間資本によって形成されている。従って、企業の行動原理も公益性ばかりでなく、一般私企業と共通する面があるものと推察される。

表2-2-1、図2-2-2は、各事業者へのヒアリング・アンケート及び文献資料調査により、それぞれの経営多角化の背景についてとりまとめたものである。これらから電気事業の多角化が、私企業性からも公益性

(本業面)からも極めて自然な方向であることが理解されよう。

## 2-2-4 経営多角化の制約条件と問題点への対応

経営多角化は、経営本体の内部で行うものと外部で行うものがあり、前者がいわゆる「兼業」であり、後者が関係会社への「投資・出資」にあたる。従って多角化への制約条件は兼業規制と投資規制の両面で見えておく必要がある。

表2-2-2は、各公益事業制度ごとに法律

上の規制の存在とその運用実態を調査し、整理したものである。これによれば、法律上の規制を受けるのは兼業の場合だけであって、投資に関しては自由であることがわかる。しかし、法制度の場合、重要なのは行政庁による運用面であり、この点に関しては電力・ガスの場合、兼業方式か投資方式かの選択の自由が最も制限されていることがわかる。

電気事業の多角化をより円滑に進めるためには、兼業規制の弾力化論議を避けて通ることはできない。その場合、以下の3つの問題点について何らかの対応が求められるよう。

表2-2-1 経営多角化の一般的な動機・目的

企業分類		公益事業				公企業	
		業種 電気	ガス	鉄道 (JR含む)	電気通信 (NTT)	郵便	水道
一般企業に見る多角化の動機・目的							
企業業績	企業経営の安定化	●	●	◎	●	●	—
	企業収益の向上	●	●	●	●	—	—
	企業の成長性確保	◎	◎	●	●	—	—
	本業の支援	◎	◎	◎	●	—	—
	経営資源の有効活用	◎	●	◎	◎	—	—
内部環境	企業経営の活性化	◎	●	●	●	—	—
	社内外のポスト増	● <sup>(社外)</sup>	● <sup>(社外)</sup>	● <sup>(社外)</sup>	●	—	—
	省力化、人員合理化	●	● <sup>(現場)</sup>	●	◎	●	●
	社員の士気向上	●	●	●	●	●	●
外部環境	企業パフォーマンスの増大	●	●	—	◎	—	—
	企業イメージの向上・PR	●	◎	●	●	●	●
	資金調達円滑化	—	—	—	●	—	—
	人員採用の円滑化	—	●	—	●	—	—
	時代の流れ、風潮	●	●	●	●	—	—
	地域からの要請	●	●	●	●	●	●

凡例) ◎：特に該当する(主要目的) ●：該当する(附随的目的) —：該当しない

注) 1：電中研のヒアリング及びアンケート結果をとりまとめたもの(実施時期：62年12月～63年1月)

2：縦軸の「動機・目的」については、一般私企業の場合の調査結果を列挙したもの(運輸省調べ)

3：「郵便」「水道」については経営多角化の動きがないため、組織運営の一般的方針を調べたもの



- (i) 仮に兼業規制が弾力化されるとして、一体経営本体の業務をどこまで広げてよいものなのか。
  - (ii) 本業との仕切り(内部相互補助問題)をどのように整理したらよいのか。
  - (iii) 公正競争を維持するための措置をどのように講ずればよいのか。
- 検討の詳細は紙面の都合で割愛するが、

本研究では、現行鉄道事業法のあり方というものが、問題解決のための1つの選択肢を与えてくれる、との結論に達した。

### 2-2-5 電気事業の経営多角化の具体的展開

電気事業の多角化は、「いかにやるか」もさりながら、「何をやるか」という事業

コンセプトの選択と彫琢の如何が成否の鍵となる。その意味で、他の公益事業の多角化業種の実態を調査し、それらが各事業のどのような特長や経営資源を利用したものなのか、また個々の業種が各事業の経営戦略上どのような意味を持つのか(具体的に言えば総括原価を直接引き下げるのか、或は、間接的に経営上のメリットを与えてく

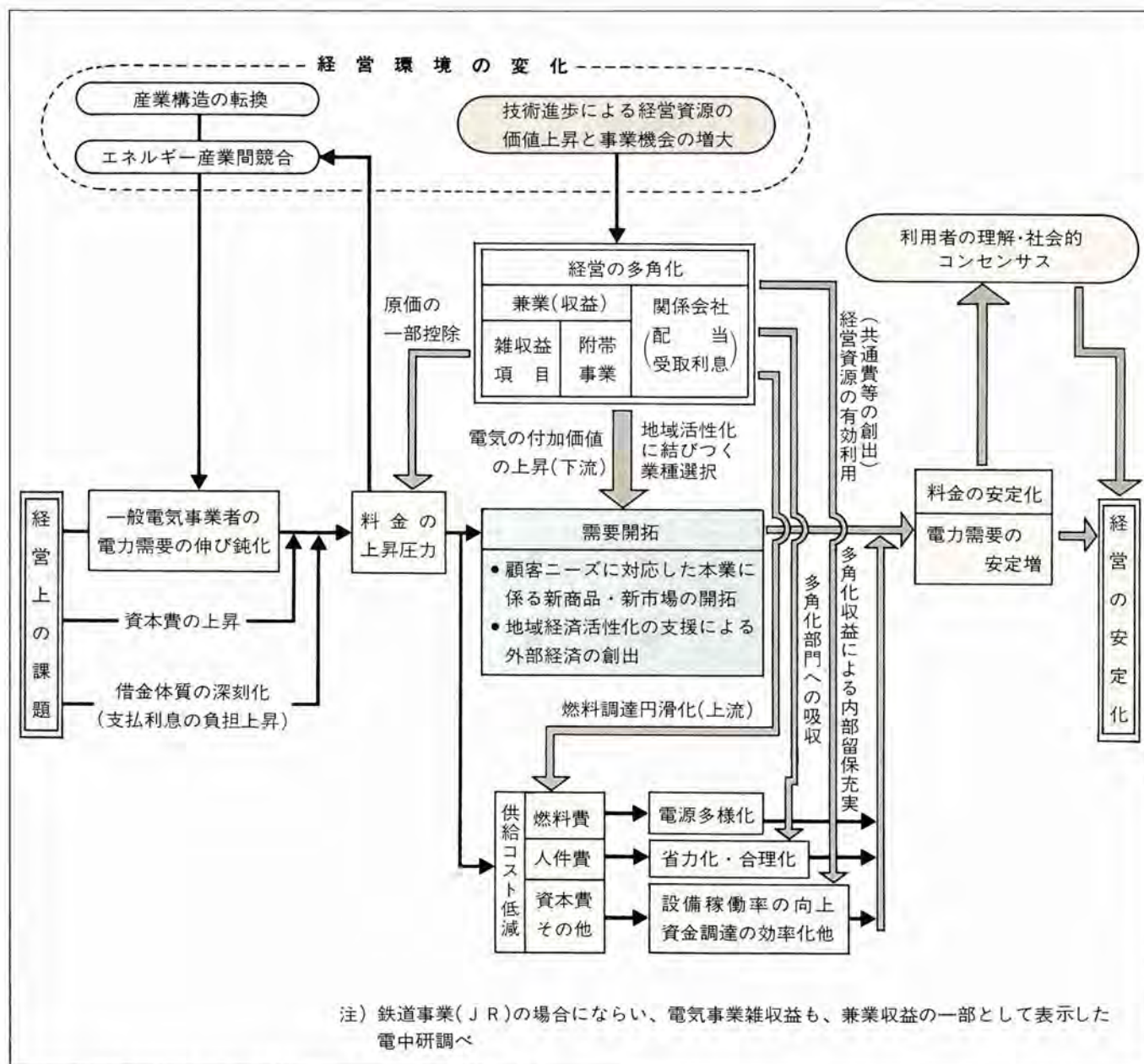


図2-2-2 本業からみた経営多角化の意義——電気事業の場合——



表2-2-2 兼業規制・投資規制と運用の実態

	電 気	ガ ス	鉄 道 (含、JR)	電 気 通 信 (NTT)
兼 業 規 制	雑 収 益 項 目	<p><b>法定</b> <b>許可</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 法令で定められている事業</li> <li>・ 上記以外は許可を受けるとなっているが<b>運用は厳格</b></li> </ul> <p>〈許可例〉 熱供給事業、LPG・LNGの販売</p>	<p><b>法定</b> <b>項目</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自由(JR以外)</li> <li>・ 行政指導があるが、弾力的(JRの場合)</li> </ul> <p>「鉄道利用者を主たる対象とし、鉄道施設に附随して行う各種事業」と各社で判断したものは、原則として附帯事業にできることとなっている</p>	<p><b>法定</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (同左)</li> </ul>
	附 帯 的 事 業 そ の 他 の 事 業	<p><b>許可</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運用は<b>厳格</b></li> </ul> <p>〈許可例〉 熱供給事業</p>	<p>自由(JR以外)</p> <p>行政指導があるが、弾力的(JRの場合)</p> <p>「鉄道利用者を主たる対象とし、鉄道施設に附随して行う各種事業」と各社で判断したものは、原則として附帯事業にできることとなっている</p>	<p><b>届出</b> [附帯業務] <b>認可</b> [目的達成業務]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運用は<b>弾力的</b></li> <li>・ 申請は一括して行う。届出で決まれば附帯業務であり、認可で決まれば目的達成業務となる</li> </ul>
投 資 規 制	法 律 上 は 全 て 自 由	<p>自由(JR以外)</p> <p><b>認可</b> [JRの場合]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運用は<b>弾力的</b></li> <li>・ ①独立性②公益性③中小企業への配慮がチェックポイント</li> </ul>	<p>自由</p>	<p>自由</p>
	比 較 ・ コ メ ン ト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 行政指導があるが、<b>弾力的</b></li> <li>・ チェックポイントは <ul style="list-style-type: none"> <li>①独立性(親会社に会計上悪影響ないか)</li> <li>②公益性(社会通念上許される業種か)</li> </ul> </li> <li>・ <b>兼業規制を弾力化</b>し、多角化事業を兼業でやるか投資でやるかの選択の自由がある方が望ましい</li> <li>・ <b>雑収益項目</b>は、一般に利用者の利益につながるものである。事業としての発展性を持たせよう運用するのが望ましい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ JRの場合、兼業(附帯/認可)でできるかどうかは<b>運輸省の見解次第</b>であるが、その判断基準が明解であることが望ましい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ NTTの場合、兼業(附帯/目的達成)でできるかどうかは<b>郵政省の見解次第</b>であるが、その判断基準が明解であることが望ましい</li> </ul>

注)・□内は法律上の扱いを表わしている。・各事業法、政省令及び各事業者へのヒアリングに基づいて整理したもの。



れるものなのか)について把握しておくことは極めて重要なことである。

表2-2-3は、他の公益事業の多角化業種の状況から、将来電気事業の新サービスとしても有望な業種と考えられるものの一例を示したものである。なお、本体でやるか投資でやるのか、料金原価の控除項目となるのかならないのか、等の制度上の位置付けについては、兼業規制や総括原価の対象範囲が鉄道事業並みに緩和されることを前提として記したものである。

## 2-2-6 今後の課題

今後の課題としては、以下の3項目が考えられる。

- ① 電気事業の経営多角化は、制度変更の有無にかかわらず、広く社会的コンセンサスを得る必要がある。その点、図2-2-2等を参考にしながら利用者へのメリットをもっとPRしていく必要があり、広報活動の具体的戦略が求められる。
- ② 新たなサービス・業種を発見するだけ

でなく、各業種の育成方策を検討する必要がある。

例えば都市開発事業についても、電気事業ならではの土地活用システムや事業化方策を生み出す努力が求められる。

- ③ 本研究では、他の公益事業との比較のみに終始したが、基本的には電気事業ならではの新規事業が発見されることが望ましい。例えば、超電導技術を発端とする新サービスをどれだけ創出できるかも1つの大きな課題となろう。

表2-2-3 電気事業の新しいサービス〔構想例の一部〕

方式		主として活用する経営資源	土地・施設	技術・ノウハウ・人材	原料・副産物・機器	その他
経営本体内部での多角化	兼業方式	る(支援事業)の控除項目となる(投資)の料金原価	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地・施設(電気事業固定資産)の賃貸及び関連する広告業</li> <li>社員向け諸施設の一般への開放及びその経営</li> <li>営業所内直営店舗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>受託工事</li> <li>食品関係の養殖、栽培、製造</li> <li>工場の技術、設備による各種製品の製造、販売</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気機具の販売、リース</li> <li>不用品を用いた各種加工品の製造、販売</li> </ul>	
		その他の事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>駐車場経営</li> <li>倉庫業</li> <li>不動産業</li> <li>ホテル業</li> <li>スポーツ施設、遊園地、動物園経営</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱供給事業</li> <li>土木建築サービス業</li> <li>受託研究業務</li> <li>各種研修セミナー業、人材派遣業</li> <li>一般直営店舗</li> <li>病院経営</li> <li>交通事業</li> </ul>		
外部での多角化		資方式の投資・出関係会社へ	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋外媒体広告業</li> <li>レンタカー業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市、地域開発事業</li> <li>電気通信事業</li> <li>食品事業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅関連産業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雑誌出版業</li> <li>金融業</li> </ul>

- 注) 1. 他の公益事業で既に実施或は計画されている業種から抽出し、整理したもの。  
 2. 方式(縦軸)のどこに位置付けるかについては、多角化に係る規制が鉄道事業並みに緩和されたと仮定した場合で考えている。



## 2-3 料金の多様化

### 2-3-1 背景と概要

エネルギー間競争が激化し、消費者ニーズが多様化するなかで、電気事業はこれまでも増して供給コストの低減を図っていくとともに、消費者サイドに立った多様な料金制のあり方を探っていく必要がある。

新しい料金制としては季時別料金制の導入と拡大が目下の問題であるが、季時別料金制構築のためには、限界費用の計測が不可欠となる。このため、当所では、ある電力会社について設備計画・運転計画モデルを構築し、昭和50～70年度における時間帯別限界費用を計測・予測した。また、季時別料金制導入の効果分析を行う目的で、鉄鋼・電気機械製造業など産業用需要家のプロセス負荷モデルを開発し、時間帯別負荷移行効果を計測中である。

さらに、季時別料金制導入は負荷平準化効果により電気事業経営を効率化するが、このような長期的な便益を理論的な意味で厳密に捉えるために、料金設定問題を動学的最適化問題として定式化して、季時別料金制としての最適価格形成・投資方を導出した。

### 2-3-2 長期限界費用の計測と季時別料金制度の検討

近年、電気事業を始めとして、設備の有効利用等の観点から限界費用を反映した料金体系の導入が検討され、63年から実施の

新電気料金体系にもこうした考え方が採り入れられている。

限界費用に基づく料金設定の資源配分の意義については繰り返すまでもないが、その際、

- ①収支バランスの達成
  - ②正確な限界費用の計測
  - ③費用配分ルールを規定するいくつかのパラメーターの特定
- などが問題となろう。

①についてはラムゼイ料金形成原理等がよく知られているが、料金設定の背後にある「何を以て望ましい料金体系とするか？」の価値基準に依存して様々な費用配分ルールが導かれ得る。当所では、ありうべき代替の価値基準を検討し、それぞれの下での最適料金体系を導出するといった理論的分析を進めており、季時別料金制度、負荷適応料金制度、その他の得失を検討してきている。

②については、あらゆる限界費用を反映した料金制度の基礎となるものであるが、当所では、かねてより、ある電力会社の発電部門を対象とした設備計画・運転計画モデルを構築し、昭和50～70年度の期間の時間帯別限界費用を計測・予測している。

それは、上記の線形計画モデルにおける各時間帯の電力需給制約の潜在価格から求められたもので、昭和60年度ベースの計算値は、限界運転費が、ピーク時間帯(年間300時間) = 16.6(円/kWh)、中間時間帯1(年間2,420時間) = 14.5(円/kWh)、中間

時間帯2(年間2,920時間) = 13.4(円/kWh)、オフピーク時間帯(年間3,120時間) = 11.6(円/kWh)、限界容量費が、キロ・ワット当り18,000円と求められた。

この時間帯別長期限界費用の推計結果に基づいて、どのような料金体系を設計するかについても様々な提案がなされているが、容量不足による供給停止を考慮したうえで、社会的厚生期待値を最大化するそれを求めると、

料金単価 = 限界運転費 + 限界容量費 × 供給停止確率を考慮した配分比率  
という料金算定式が得られる。

この式を用いて昭和60年度ベースの時間帯別料金を算定すると、ピーク時間帯 = 76.8(円/kWh)、オフピーク時間帯 = 13.1(円/kWh)となった。この例では、ピーク対オフピークの料金比率が5.86:1であるが、たとえば、夏季(7～9月)の平日昼間時間帯をピークと設定すると、この値は3:1程度に変化する。

### 2-3-3 季時別料金制導入のための需要家行動分析

電力需要を積極的に望ましい方向へ誘導するロードマネジメントが、新しい電力経営方策の一つとして注目されている。なかでも、季時別料金制はロードマネジメントの重要な手段として古くから知られ、現在国内外で適用需要家の拡大が図られつつある。

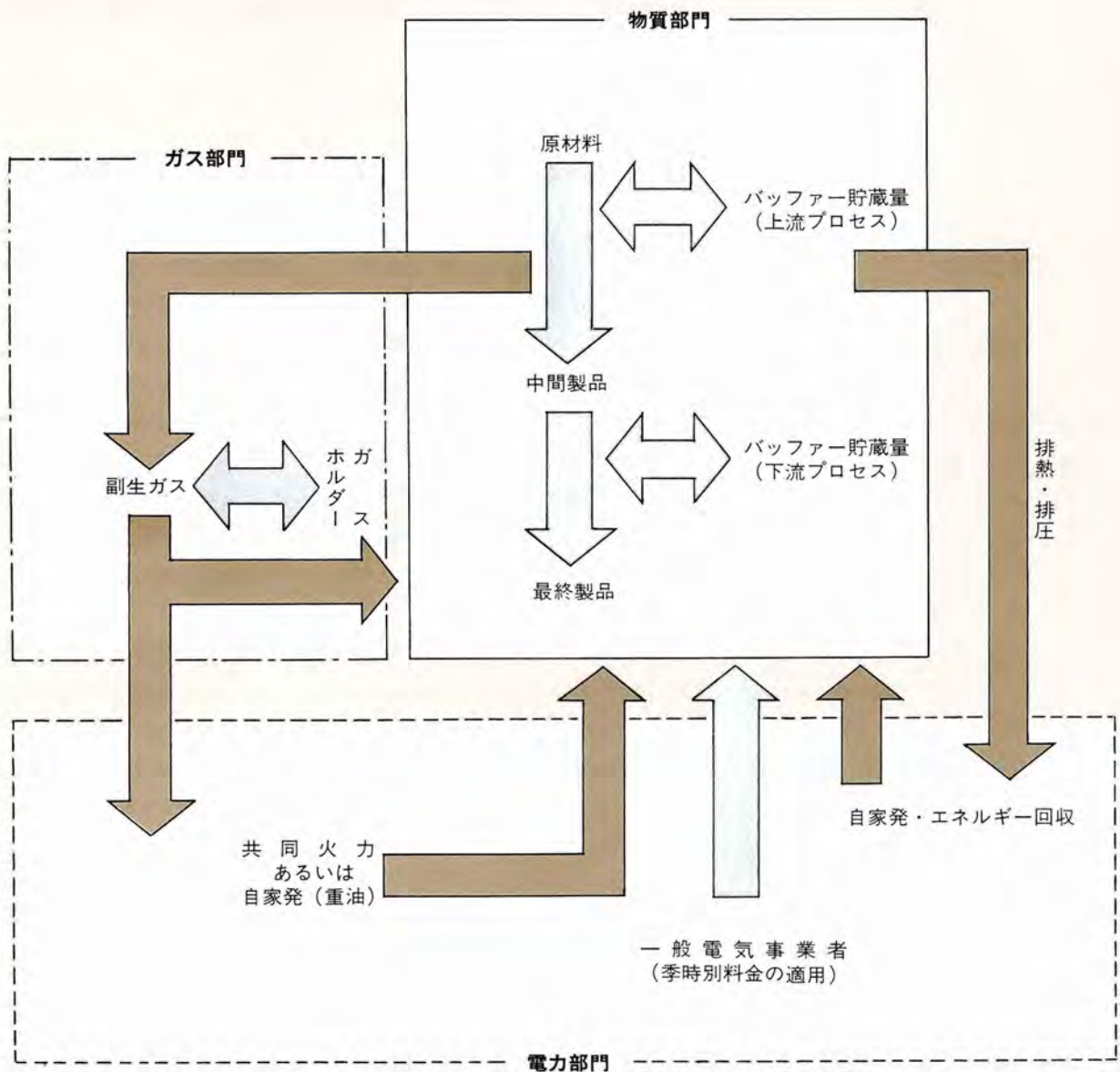


図2-3-1 鉄鋼プロセスモデルにおける物質フローとエネルギーフロー

季時別料金制は、電力原価のより公正な配分と消費者の多様なニーズの発掘を同時に追求できる優れた制度である。しかし、季時別料金制のロードマネジメント効果は、工場の生産プロセスや事務所ビルの空調機器などのマイクロレベルで定量的に評価されていない。

そこで、電力消費形態が技術的要因と密接に結びついている産業用電力需要の料金制度に対する反応を、生産プロセスに基づいた需要家行動モデルにより予測することとし、このため、61年度の鉄鋼業、62年度の重電機工業の各産業用需要家に引続き、65年度を目途に、事務所ビル、ホテル等の業

務用需要家のプロセスモデルを開発し、電力需要調整の可能性を評価することとした。季時別料金制の需要家行動モデルの最初の事例として、代表的な高炉一貫製鉄所を対象に線形計画法を適用した最適化型モデルを作成した。モデルの核心は、エネルギー・電力消費



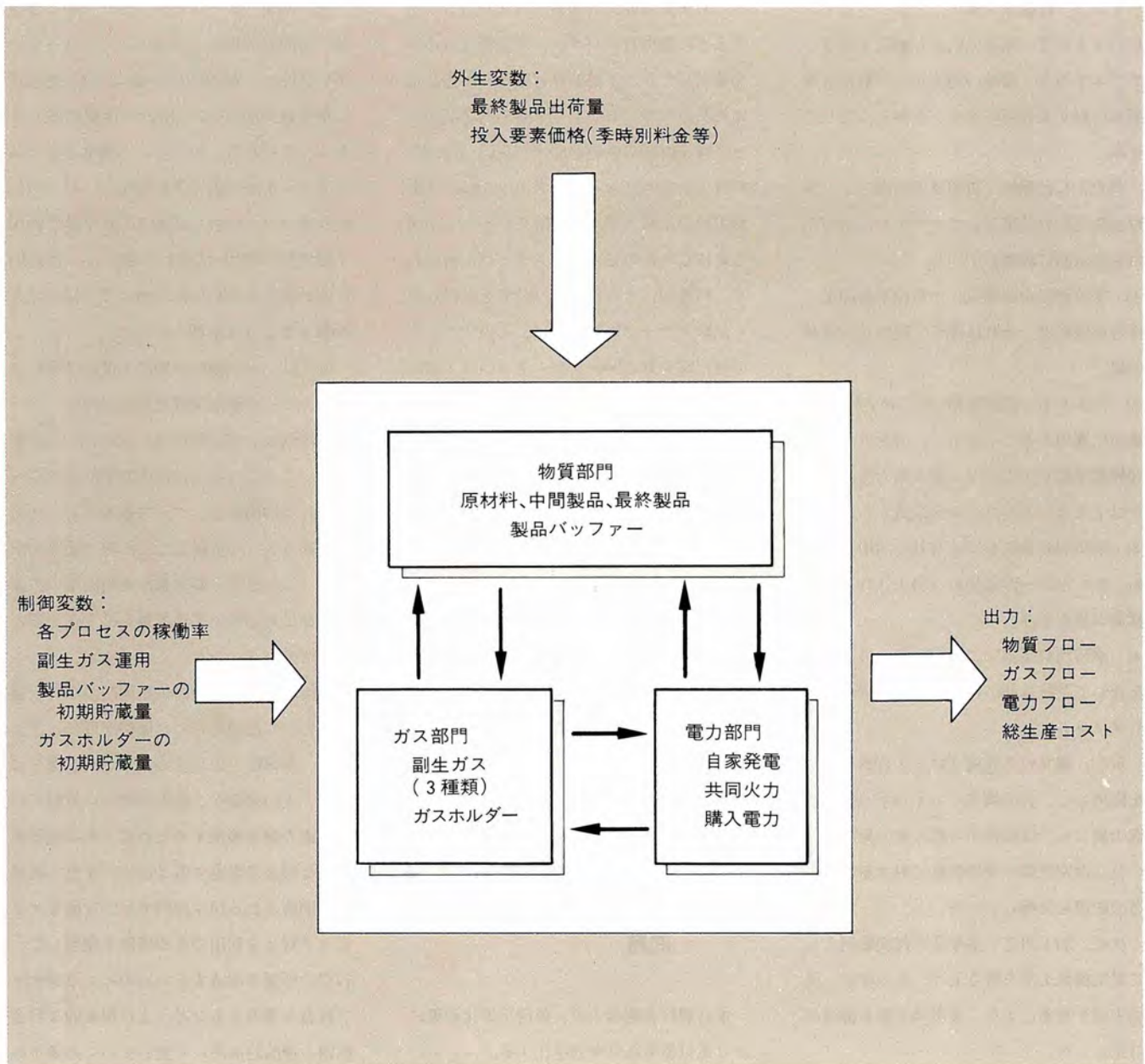


図2-3-2 鉄鋼プロセスモデルの基本構造

構造を含む生産プロセスであり、原材料、中間製品および最終製品の投入・産出を表わす物質フローと、副生ガスおよび電力のエネルギー需給によって表現している(図2-3-1)。

これら物質フローとエネルギー需給は、操業計画の時間単位である1ペリオド(8時間)毎にバランスするように制約される

ので、線形計画法を適用して、人件費や電気料金構造等の投入要素価格の条件下で、計画期間における所与の製品出荷量を最小コストで生産する最適操業計画を求めた(図2-3-2)。

主要な外生変数は、計画期間全体で生産すべき最終製品出荷量、一般電気事業者からの購入電力の料金構造(ここで季時別料

金制が考慮される)、共同火力との取り引き条件、自家発電用燃料価格、および労働時間帯別の賃金率である。操業計画の最適化は、計画期間中の各ペリオドにおける各生産プロセスの稼働率および3種の副生ガスの運用の決定によって行われる。

モデル計算の結果として、最適操業計画とともに、最小化された生産コストの内訳、

バッファー貯蔵量の変化、およびペリオド毎のエネルギー需給の内訳が解明できるので、エネルギー需給の内訳から一般電気事業者に対する負荷パターンを得ることができる。

対象とした高炉一貫製鉄所に関して、季時別料金制の効果として、今までに次の項目を定量的に評価している。

- (1) 季時別料金制導入による操業時間帯の移行可能性と、それに伴う生産コスト削減効果
- (2) エネルギー貯蔵設備(ガスホルダー)を適切に運用することにより、労賃の高い夜間操業を増やすことなく購入電力を夜間にシフトさせ、生産コストを削減する効果
- (3) 季時別料金制をより有効に活用するため、エネルギー貯蔵装置が導入される料金構造の基本条件
- (4) 季時別料金制下で、需要家の最適行動を介して系統負荷の谷間に需要を誘導できるメリット

現在、開発した鉄鋼プロセス負荷モデルを応用して、製品構成やエネルギー需給構造の異なる一貫製鉄所の購入電力負荷パターン、自家発電の運用戦略に対する料金構造の影響を分析している。

次に、加工組立て型産業の代表事例として電気機械工業を取り上げ、その中で、受注生産を基本とする、重電機工業を検討の対象とした。

需要家行動モデルは、生産コスト最小化と目的とするスケジューリング問題として定式化し、計画期間は1ヵ月程度、基本製造工程およびエネルギー・電力消費構造を表す生産プロセスのモデルを作成して、人件費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で生産する準最適操業計画を求めた。

電気料金構造や賃金率を変化させて、そ

れに対する需要家の操業計画を介して、どのように電力負荷パターンが影響されるかを検討したが、予備的な考察から、当該重電機製造工場においては季時別料金制によって操業計画の変更(リスケジューリング)が費用効果的になる操業ステップは、大型発電機の試験ステップに限られることが明らかになったので、試験ステップに着目して、料金制による負荷移行効果を解析した。

試験ステップについては、そのステップの使用電力量の20~30%、あるいは工場全体の最大電力の約18%がピーク期からオフピーク期に移行することを確認した。この操業計画変更による生産コスト削減額は、現実の電力コストの9%に相当する。しかし、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。

今後は需要家側が蓄熱式空調、自家発電等設備変更を含む総合的な季時別料金制対応策をとることを考慮した評価、および供給側のよりきめ細かい時間帯や料金差の設定、更に革新的な料金制度を提供する場合の検討を行う予定である。

## 2-3-4 季時別料金制と電源計画問題

季時別料金制導入は、負荷平準化効果により電気事業経営を効率化する。

短期的には、燃料費の高いピーク電源の負荷配分を減らすことで、運転費用節減をもたらす、長期的には、ピーク需要の伸びを抑制し、設備の増設を少なくして投資費用を節減することが期待される。

このような長期的な便益を捉えるために、料金設定問題を動的な最適化問題として考え、最大原理の応用により、季時別料金制としての最適価格形成・投資方針を導出した。

その結果、ピークとオフピークの2種電源2時間帯の場合、コスト・パラメータの広い範囲で、基本的には総コスト(固定費と可変費の和)の安い電源が供給の中心となる。すなわち、オフピーク価格を総コストの安い電源の限界運転費用に、ピーク価格を総コストの安い電源の(限界運転費用+限界資本費用)に等しく設定し、相対的に安い電源の供給分担が増えて、経済性を改善するような振舞いを示す。

例えば、石油価格が極めて低位に推移すれば、ベース電源投資を最小に保ち、ピーク電源増設で需要増加分に対応するのが望ましいことになる。通常の静的分析から得られる均衡解は、ベース電源とピーク電源の総コストが近接したごく狭い範囲に限られ、このとき、両電源が各時間帯の需要の伸びに対応して電源容量を拡大させるという解のパターンをとる。

今後は、従来の独占供給体制の中で公益事業として最適化された価格形成にとどまらず、効率性と公平性のバランスを保ちながら、大口需要など競争の激しい分野では販売電力量を確保するために、ある程度戦略的な料金を設定することや、また、需要増が期待される民生部門では、安価なオフピーク料金を利用できる機器を開発して、谷間の需要を創成するためのインセンティブ料金を適用するなど、より現実的な料金問題の理論的解明にも努めていく必要がある。

## 2-3-5 今後の課題

63年1月の料金改定により、季時別料金が大口需要家から選択的かつ段階的に採用されるようになった。将来的には、時々刻々の需給状況で価格が変動する負荷適応料金制が導入されることになると思われるが、当所では、その負荷移行効果等についても評価していく。



## 2-4 新しい電力サービスの探索と提案例

### 2-4-1 サービス開発のアプローチ

新サービスの開発は、電気という商品のいわば新品開発であり、これまであまり経験のない分野であるが、当所では図2-4-1に示すようないわゆる一般の商品開発で行われると同様な開発アプローチで作業を進めている。

### 2-4-2 新サービス探索例

これまでブレインストーミングやグループインタビュー、有識者ヒアリングなどを通じて案出してきたサービスアイデアは

120数件になる。

こうして得られたサービスの主要なものについて、電気事業の本業におけるサービス、本業周辺さらには新規事業としてのものなどに分類するとともに、経営環境の変化として競争への対応、地域社会への対応、多様なライフスタイルへの対応といった形で整理したものが表2-4-1である。

これら探索してきたサービスアイデアの中から、当所で具体的にサービスコンセプトづくりに取り組んでいる電力カードおよびマルチメニュー電力供給の2つのサービスについて、サービスの内容や市場調査の概要について以下に紹介する。

### 2-4-3 電力カード

#### I. 電力カードの概要

電気や電気機器の利用サービスが受けられるカードである。電力カードのアイデアは古くからあるが、とくに未払い対策用がほとんどであった。米国では、前払い方式の磁気カードによるテストを始めているところもある。当所では、新しい時代にマッチしたサービスを付加したものを考案中である。

種類は磁気カードとICカードがある。磁気カードはテレホンカードと同様で、ICカードはクレジットカード大の大きさ・厚さで、コンピュータがICチップとして埋め込まれ、計算や制御ができ、情報やプログラムの格納もできるため多様なサービスが考えられる。前払い方式では割引サービスも受けられる。

洗濯機、乾燥機、温水器など電気機器を設置した共同ランドリーや共同シャワーなどを電力カードで何時でも使えるとか、レジャー村などアウトドアでの電力スタンドでもカードで使えるなど、電気を何時でも、何処でも使えるようにする。

これは電気の存在感を高め、イメージの向上につながるものであり、需要開拓の手段としても有効と考えられる。

また、最近の24時間型の貸ビルやオフィスで時間帯毎に利用者が異なる場合、カードを利用することで電気代の支払いトラブル

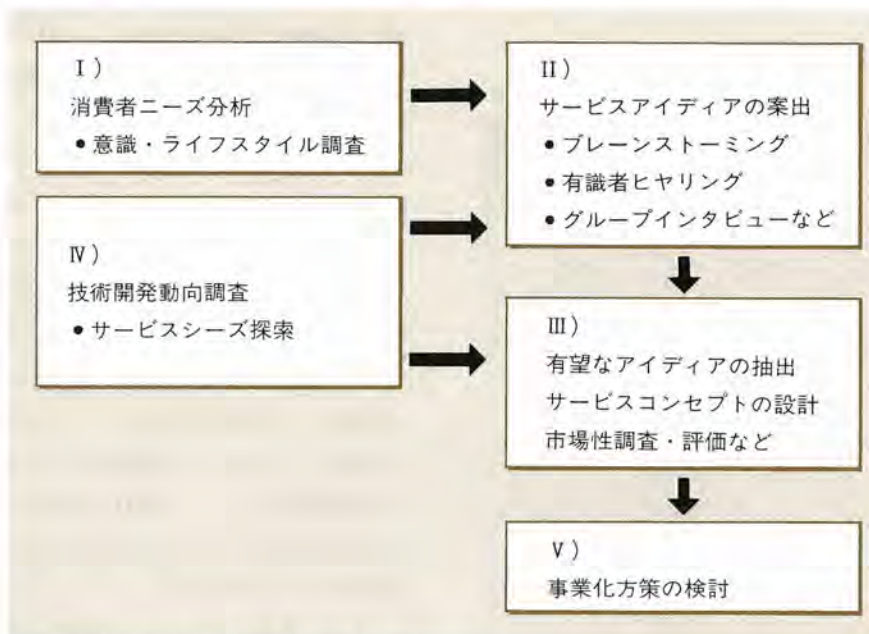


図2-4-1 新サービス開発のアプローチ

ルを解消できる。さらに家庭でも、ICカードと多機能電子メータを組み合わせ、エネルギーの効率的利用、ホームオートメーション、地域ニュースや電気利用相談などの情報提供というサービスの付加価値をつけることで、より高度な電気利用生活が提供

できるものであると考えている。

以上のような電力カードのコンセプトに対し、その主なねらいとして消費者側からみたニーズ、電気事業からのメリットなどは次のようにまとめられる。

①消費者ニーズへの対応

- ・プライベートによる割引
- ・カードとメータ端末との組み合わせによる様々なサービスを選択
- ・多様なニーズに応えるサービス

②電気事業への効果

- ・検針・集金業務の合理化
- ・電気存在感の向上
- ・電気のイメージアップ
- ・需要開拓

II. 市場調査結果の概要

電力カードについて消費者がどのように受け入れるかを評価するため、東京および大阪において1987年8月に市場調査を行った。

調査対象は20～40才台の男女800名で、対象者の抽出方法は住民台帳による無作為2段階抽出法である。また回収サンプル数は502であった。

本調査の集計の概要は表2-4-2に示した。回答者の電力カードの利用意向度はICカードで52.6%、磁気カードで45.2%という結果である。これらはかなり高い利用意向度を示した数字であるとみることができる。

カードを利用することへの期待としては、「便利さ」への期待が最も高く、ついで「快適性」や「かえって無駄が省ける」などの評価が高い。また、「検針や集金人の来訪に煩わされない」という割合も10～15%程度あることがわかった。

さらに、電力カードシステムで提供される機能やサービスについてニーズの高いも

表2-4-1 事業分野と主要な新サービス分野

事業としての分類	主要な新サービス分野
I. 本業におけるサービス (電気供給)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マルチメニュー電力供給 (A)</li> <li>・料金メニューの多様化 (A)</li> <li>・メータの多機能化、インテリジェント化 (A)</li> <li>・ロードコンディショナーシステム (A)</li> <li>・電力カード (C)</li> <li>・電力情報マルチサービス (C)</li> </ul>
II. 本業周辺の新サービス (電気利用 情報提供 環境整備)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気利用機器・システムの開発 (A,C)</li> <li>・都市照明システム (B)</li> <li>・電気利用情報提供 (A, C)</li> <li>・エネルギー総合コンサルタント (C)</li> <li>・快適地域空間の提供 (C)</li> </ul>
III. 新規事業としての新サービス (人材、設備・土地、資金 情報、技術など経営資源 の有効活用)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気機器・システム等販売、リース (A, C)</li> <li>・エネルギー総合供給事業 (B)</li> <li>・情報・通信事業 (A)</li> <li>・電気利用機器・システム開発事業 (A)</li> <li>・地域総合開発事業 (B)</li> <li>・レジャー・健康事業 (C)</li> </ul>

注) A:競争社会への対応 B:地域社会への寄与 C:ライフスタイル多様化への対応

表2-4-2 電力カードの市場調査概要

単位: %

	ICカード	磁気カード
I. 利用意向度	52.6	45.2
II. カード利用による期待		
・生活が便利に	71.6	65.2
・生活が快適に	39.0	44.1
・無駄が省けて電気代が安い	26.5	26.0
・検針や集金に面倒がない	14.8	9.7
III. ニーズの高い機能、サービスのオプション		
・トラブル対応表示	69.9	
・アンペアオーバー機能	64.7	
・機器のリモコン	60.8	
・利用機器の使用モニタ	59.6	
・料金表の選択 (30項目のうち上位5項目オプション)	51.6	



のは電気機器の故障、停電、アンペアオーバーといったトラブルに対する対応の仕方を表示する機能、電気機器の制御、部屋の温度・照明のコントロールといった生活の便利さ・快適さをもたらす機能などに期待が高いことが分かった。

## 2-4-4 マルチメニュー電力供給

### I. マルチメニュー電力供給の概要

現在、電気の供給は一般家庭ならば50(60)ヘルツ・100Vで、小口電力用には200Vでといった形態で規定されており、選択の余地がない。

最近、機器の効率や性能の向上のため電気機器そのものに直流、高周波などの電気に変換するためのコンバータやインバータなどが組み込まれたり、さらには機器の仕様に合わせて品質や信頼度を向上させるための諸設備を導入することも多い。こうしたことのため、消費者には付属機器

やそのスペース確保などでかなりの費用や負担をかけている状況となっている。そこで、このような個々の消費者側の対応に代わり供給側で消費者の望む形でサービスしていくというマルチメニュー電力供給へのニーズが高まってきている。

マルチメニュー電力供給は、消費者の電気という商品の選択の多様性を広げること、消費者の望む品質や品種のサービスを提供するといったことを狙いとしている。

電気の品質や品種を決める要因は、電圧、周波数、電流のレベルや変動の大きさといった物理的特性とともに、停電回数や復旧時間など信頼度に係わるものである。これらの組み合わせで品定めがなされるが、とくに主要なメニューとしては、

- ・高電圧供給(200/400Vなど)
- ・高周波供給(500Hz)
- ・直流供給
- ・信頼度・品質別供給  
(高信頼度、低信頼度供給など)

といったものがあげられよう。

これらの供給形態としては、電力供給システム全体ではなく、新しい工業団地やインテリジェントビル、あるいはコジェネなど分散電源のある地域に対して限定的に供給するといった形が中心となる。

### II. 消費者が重視する電気のサービス要因

マルチメニュー電力供給の市場性を評価するため工場やオフィスなどの電力の消費者を対象に昭和62年8～9月にわたり全国大での調査(記名式)を行い240の企業(事業所)からの回答を得た。

この調査において、電気サービスを評価する要因として価格、信頼性(停電時間や復旧時間など)、品質(瞬低、電圧・周波数の異常出現頻度など)の3つをあげ、電力利用の用途別に需要家が「最も重視する」要因を問い、その結果をまとめたのが表2-4-3である。

ここで特徴的なことは次の通りである。まず、「価格」重視が51%と最も高く、次いで「信頼性」が39%、「品質」が10%となっている。「価格」は情報・通信制御用途以外の全ての用途分野で最も重視されている。また「信頼性」要因に対しての重要度が相対的に高いのは、冷凍機や電動機といった需要である。「品質」の要因は全体的には重視度は低いものの、情報・通信・制御用途への需要では極めて高く、他の用途とは著しく異なった特徴を示していることが分かる。

また、この調査ではマルチメニュー電力供給サービスの導入に対する消費者の反応として、その電力需要(電力コスト比率)がサービスの価格と仕様との間でどの位、数量的に関係しているかを計量経済学的方法(コストシェアモデル)により評価するため、高信頼度、低価格(低品質)、高周波サービ



図2-4-2 電気もカードで買う時代に



スを例に導入意向調査も行った。

これらサービスの導入意向に関しては、高信頼度、低価格サービスでそれぞれ9%、高周波供給では2%という結果であった。さらに、これら新サービス導入の意向は、現状における信頼度・品質に対する対応が十分であるか否かには必ずしも依存していないことなども得られた。

この調査データをもとに計量経済学的方法による電力コスト比率の推定を試みた。ここでは、サンプル数や統計的有意性の観点から改善の余地はあるものの、一つの計算例として低価格サービスについての推定結果を紹介する。

低価格サービスの「価格」と「信頼度」の2変数をシフトパラメータとする電力コスト比率(コストシェア)を求めるモデルの推定結果は次の通りである。

$$Ec = 0.1829 - 0.2940 \log Pe - 0.2079 Mf$$

(Two-Limit-Tobit モデルにより推定)

Ec: サービスの電力コスト比率

Pe: サービスの電力価格(割引率)

Mf: サービスの仕様(停電回数増加率)

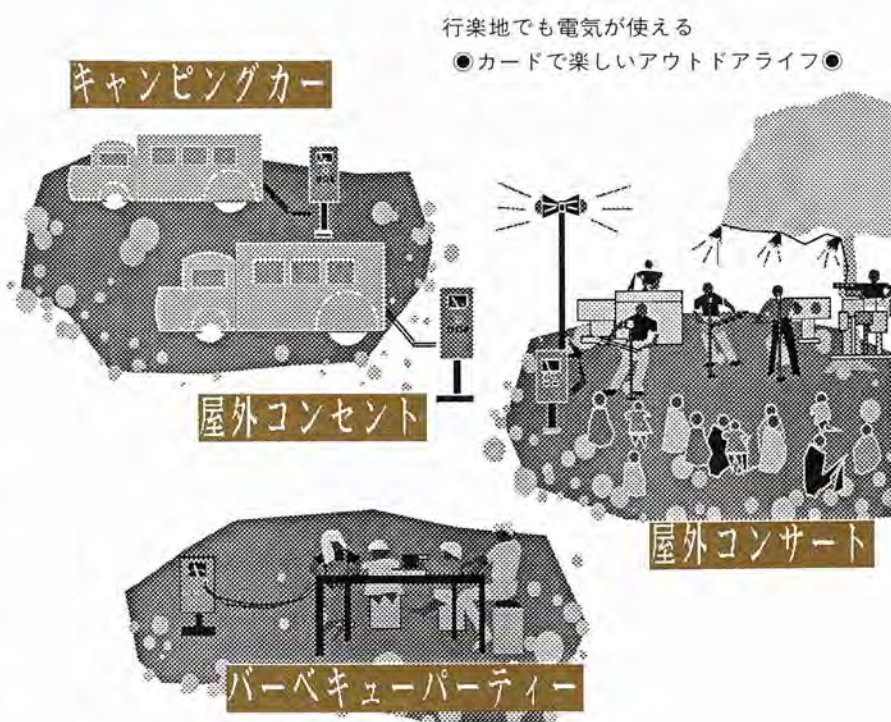


図2-4-3 アウトドアでの電力カードの利用例

この推定結果をもとに、与えられたサービスの価格と信頼度から、どの位の電力コスト比率(需要比率)が生ずるのかを計算することができる。これはサービスの価格や

仕様の設定に関し、重要な情報を与えてくれるものである。

### 2-4-5 今後の課題

以上にこれまで当所で行ってきた消費者の意識やニーズ多様化の実態分析、サービスアイデア探索などを通じて得られたいくつかの新サービス例についての市場性評価の中間的な成果の概要を紹介した。

今後は、引き続き消費者の側に立ったニーズ動向やサービス探索を進めながら、次の諸課題を検討していく予定である。

- ①サービスの市場性評価と事業化方策
  - ・電力カード、マルチメニュー電力供給については事業化方策のための技術的、経済的、制度的課題の検討など
  - ・その他の有望サービスの市場性評価
- ②サービスの消費者選好モデルの開発
- ③新サービス開発のためのマーケティング手法の体系化

表2-4-3 利用用途別の電気サービスの重視要因

利用用途	電気のサービス要因		
	価格	信頼性	品質
空調 (うち冷蔵・冷凍)	59 (49)	37 (46)	4 (5)
電動機	49	41	10
照明	65	32	3
電熱 (うち電炉)	49 (61)	34 (39)	17 (一)
情報・通信・制御	15	35	50
電解・静電応用等	50	38	12
合計	51	39	10

注) 回答者の用途別電力使用量構成比による推定(%)



第 5 章

民生部門における  
新電気利用技術

5





## 第3章 民生部門における新電気利用技術 ● 目次

総括 ● 狛江研 開発部長 田中 祀捷

3-1	ロードコンディショナー	狛江研 ロードコンディショナー特別研究室 システム担当室長 石川 力雄	35
3-1-1	ロードコンディショナーの概念		
3-1-2	ロードコンディショナーの運転研究		
3-1-3	ロードコンディショナー用蓄電池		
3-2	電中研式冷暖房・給湯用高性能ヒートポンプ(2段圧縮式)の開発	横須賀研 エネルギー部	
3-2-1	研究の背景と目的	複合発電研究室長 浜松 照秀	38
3-2-2	研究の成果	複合発電研究室 岩坪 哲四郎	
3-2-3	今後の展開	齊川 路之	
3-3	多機能電子メータ	狛江研 配電担当室長 福留 渥	42
3-3-1	背景	狛江研 電力システム部 系統計画研究室 吉光 司	
3-3-2	研究の目的		
3-3-3	研究の内容		
3-3-4	研究の成果		
3-3-5	今後の課題		

わが国は、アメニティを重視する社会へと移行しつつあり、未来都市、未来コミュニティ、未来住宅などの構想が積極的に提案されるなど、新しい動きがみられる。さらに、新しいコンセプトに基づく未来田舎や未来余暇の創造も必要となってくる。これらを実現していくためには、数々の技術革新が必要であるとともに、革新的な電気利用方法を開発することが極めて有効である。

今後はエネルギー競合が益々激しくなるものと考えられる。そのような中で電気事業が世にエネルギーを長期に安定して供給していくためには、今までにもまして徹底的に供給コストを低減するにとどまらず、消費者への新しいサ

ービスを創出し提案していかなければならない。

消費者のアメニティへの欲求を満足させるものとして、住空間としてスマート・ハウス、仕事空間としてインテリジェント・ビル、移動・輸送手段として新交通システムなどさまざまなものが続々と提案され、21世紀に向けての革新の兆が見えてきている。

このような変化の流れの中で開発すべき重要な技術は数多いと思われるが、当所では、その中からロード・コンディショナー、ヒートポンプ、多機能メータなどをとり上げ、重点的に研究を行っている。





# 3-1 ロードコンディショナー

## 3-1-1 ロードコンディショナーの概念

家庭用あるいは業務用として、消費者側に小型の電池電力貯蔵装置を設置することを考え、これを新しい概念としてロードコンディショナーと呼ぶことにした。ロードコンディショナーとしては蓄熱も考えられるが、ここでは蓄電のみを対象とする(図3-1-1)。

蓄電池をベースとするロードコンディショナーは、消費者に対し第一義的には低廉な深夜電力を積極的に使用することにより、結果としてkWh当りの電気料金を低減することに役立つものとして考えるべきものである。しかし、新しい時代に向けては、無停電電源、コードレス家電製品、電気自動車などのほか現在は思いもつかない応用のための電源として、消費者にさまざまな

利便性を与えるべきものと考えている。

また、電気事業にとっては、夜間電力需要の増加と昼間電力需要の低減になることから、負荷が平準化されることによるメリットが生じる。

## 3-1-2 ロードコンディショナーの運転研究

ロードコンディショナーは、家庭用と業務用に大きく分けられる。



図3-1-1 ロードコンディショナーの概念

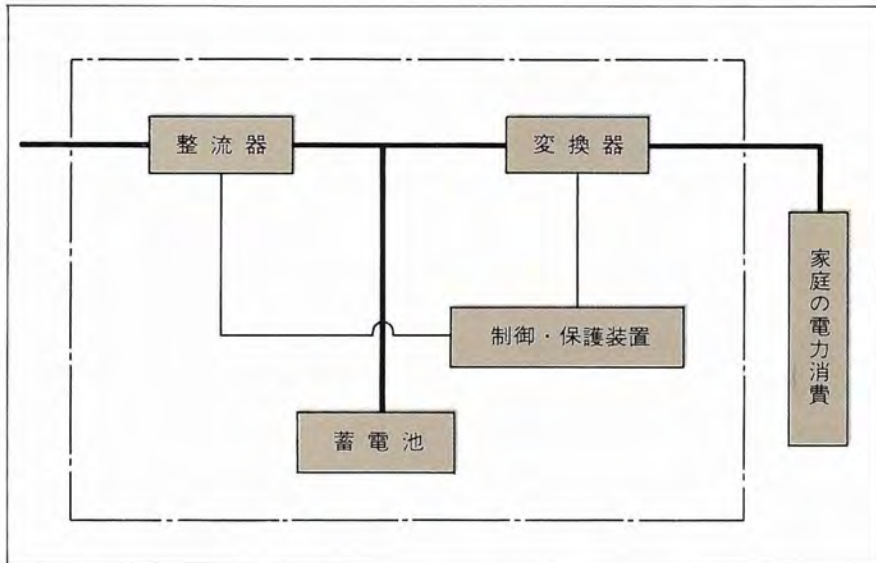


図3-1-2 ロードコンディショナーの基本構成



図3-1-3 ロードコンディショナー基礎実験装置

家庭用ロードコンディショナーは、深夜電力料金時間帯に蓄電池に電力を貯え、電力負荷がピークとなる9時～17時の時間帯に、家庭内の需要に応じて必要な電力を供給するシステムを基本とした。出力や、容量は消費者の機器構成、使用状況によって異なるが2～3kW、2～8kWhとなる。

業務用ロードコンディショナーは、冷房や設備の増加などによる電力需要の増大に対し、契約電力を変更する代わりに、消費者が蓄電池を設置し、契約電力以上に使用電力が増えた時に蓄電池より必要な電力を供給するもので、ピークカット用とも呼ばれるものである。出力は数十～数百kW程度で、放電時間は4時間程度である。原理的な機能は、家庭用も業務用も基本的には変わらない。

家庭用ロードコンディショナーの基本構成は図3-1-2に示すとうり、充電用の整流器、放電用の自励式インバータ、蓄電池、制御装置から構成される。電力は深夜に整流器で直流に変換されて蓄電池に貯えられ、昼間にインバータにより交流に逆変換されて消費される。

当所ではロードコンディショナーの基礎実験装置として、最大出力2kW、電力供給能力4kWhの家庭用ロードコンディショナーを試作し(図3-1-3)、運転研究を行っている。

### 3-1-3 ロードコンディショナー用蓄電池

家庭用ロードコンディショナーに用いる蓄電池は、消費者側に設置されて用いられることから、以下の要求を満たすことが望まれる。

- (1) コンパクトであること。
- (2) 常温で作動すること。
- (3) 補機類が不要なこと。



- (4) 低廉であること。
- (5) 信頼性、安全性が高いこと。
- (6) 保守が容易であること。

しかし、これらの要求性能すべてを満足する蓄電池は現存しない。

現在技術では、鉛蓄電池が常温作動で補機がなく、信頼性が高いなど、いくつかの条件は満足するものの、コンパクト性や保守性の面ではまだ課題が残る。

コンパクト性を満たすものとして、リチウム二次電池があるので、未知数であるが将来の発展をめざしてこれを開発する必要がある。ポリアニリン(PAn)などの高分子電池および酸化バナジウム( $V_6O_{13}$ )や二硫化モリブデン( $MoS_2$ )を用いたインタカレーション型電池の理論エネルギー密度は、約400 Wh/kg以上(図3-1-4)で、開路電圧も2.5~3.3Vと高い。これら電池の大型化、長寿命化等の研究において克服すべき課題は、負極・正極材料、電解液、電池構造のすべてにわたって存在する。これらの開発目標を表3-1-1の如く設定するとともに、0.1~1Wh級電池を試作し、要素技術の検討評価と電池の基本性能・特性の把握と改良に努めている。

また、理論エネルギー密度はやや低いものの、現在、開発の最も進んでいるカナダのモリエネルギー社のリチウム二硫化モリブデン電池について、性能・評価を進めている。

試作販売されている0.6Ahの単三型電池を用いてのサイクル寿命試験などを行うとともに、約70Whと言われる缶ビール大の電池(図3-1-5)の性能評価に関し、同社と共同研究を行っている。

ロードコンディショナーのような電気事業にリチウム電池を役立てるためには、小型の電池の開発を参考にしながら、コスト意識をもって開発目標を明らかにして、大容量化の研究を進める必要がある。 ●

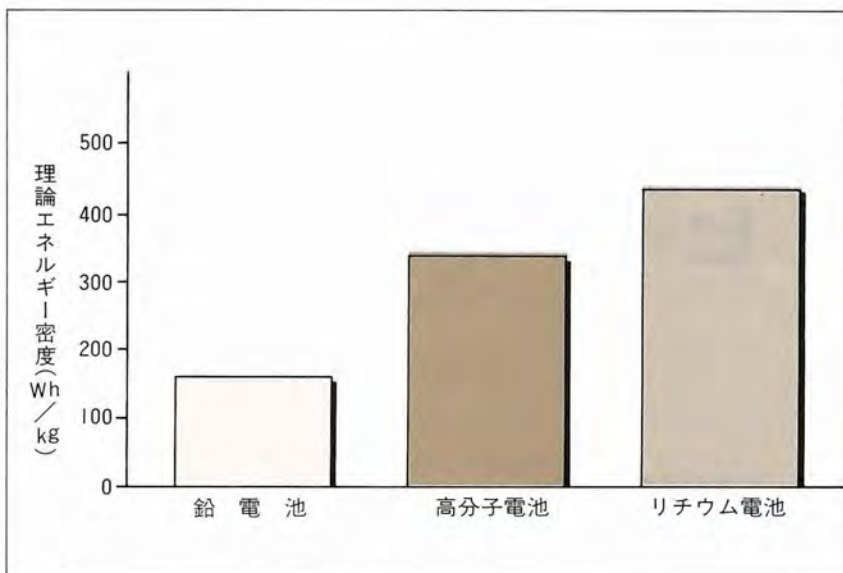


図3-1-4 電池の理論エネルギー密度

表3-1-1 新種電池の開発目標

電池容量	16 kWh
体積エネルギー密度	120 Wh / l
重量エネルギー密度	70 Wh / kg
出力密度	13 W / kg以上
サイクル寿命	2,500回以上
エネルギー効率	80%以上



図3-1-5 70Whリチウム二硫化モリブデン電池

## 3-2 電中研式冷暖房・給湯用高性能ヒートポンプ(2段圧縮式)の開発

### 3-2-1 研究の背景と目的

電気利用のヒートポンプは、省エネルギー性、制御性、クリーン、コンパクトな設備、安全性など数多くの便益を有している。このため冷暖房用として家庭用小型機、事務所ビル用中・大型機が近年急速に普及している。

今後わが国の生活水準、職場環境の向上

に伴い、温熱、冷熱の需要はさらに伸びるものと考えられ、電気利用技術の有望な候補となっている。

実際、ヒートポンプは民生用のエアコン、給湯、産業用の省エネ機器として技術開発、普及活動が盛んである。しかし、家庭向、ホテル、施設向などの給湯用にはあまり用いられていない。

これは、技術開発が極めて盛んにもかか

わらず、他の手段(ガス等)より安価なレベルまで高性能化(経済性)が達成できていないことにも起因している。

需要家に電気を安く、便利に使ってもらうためには、経済性を裏付けるヒートポンプの飛躍的な高性能化、多機能化が重要である。

当所は、電気の利点を活かした、ガスより安い高性能ヒートポンプがいまだ実現し

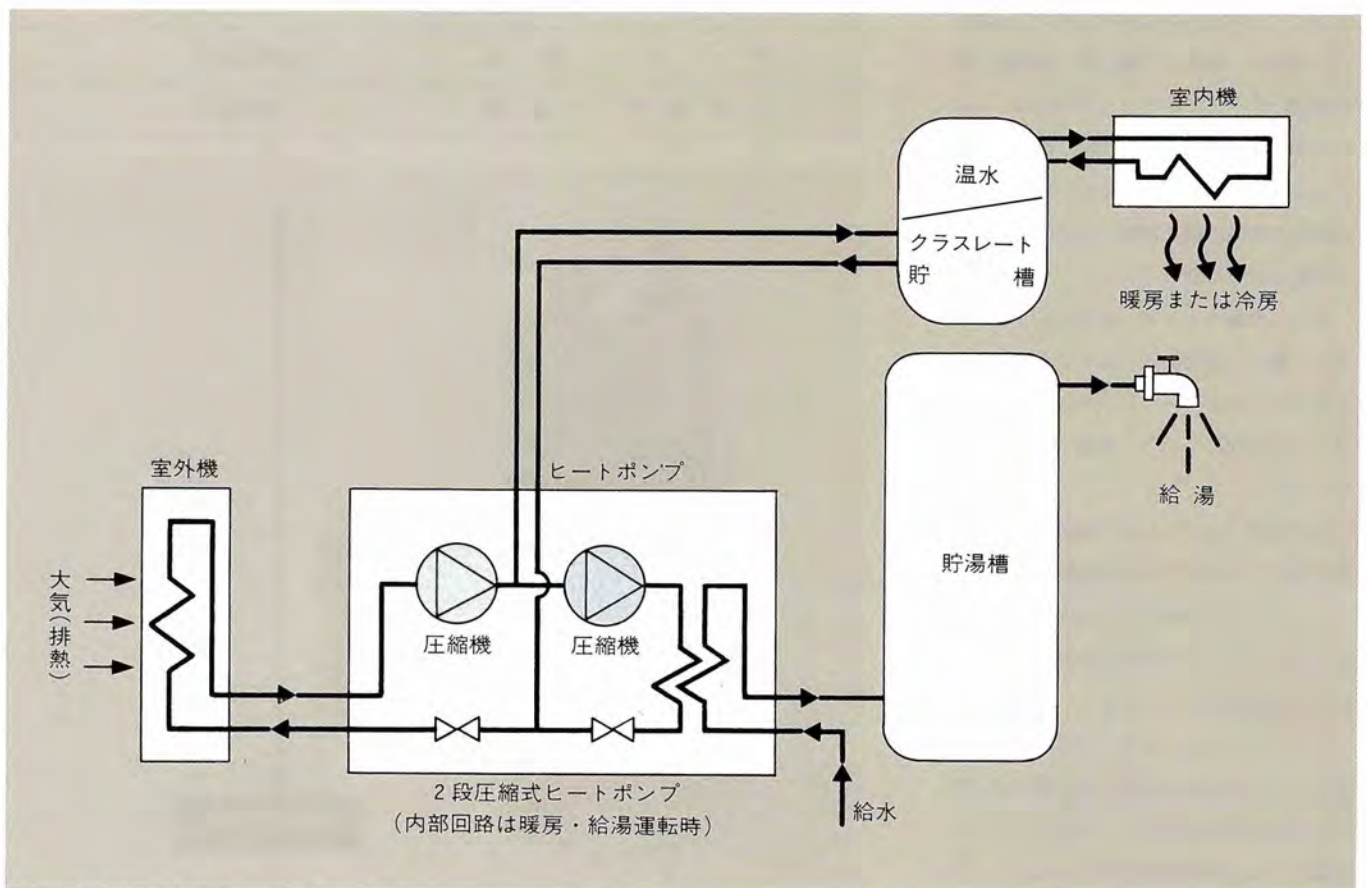


図3-2-1 電中研式ヒートポンプの概要



ていない技術現況を念頭に、高度で緻密な火力発電等の技術を活かして、方式が抜本的に高性能なヒートポンプの開発に着手した。

ヒートポンプ利用としては、民生用、産業用に多種多様な用途があるが、産業用は、高度な(専門)技術者によって計画・管理、改善される場合が多く、プラントの内容が往々にして非公開であり、また条件にも統一性が少ない。

そこで当所の当面のヒートポンプ開発は、上記の観点ならびに技術の汎用性の面から、民生用を対象とした。

今般提案し、開発中の2段圧縮式高性能ヒートポンプは、現存の性能向上研究に限らず、家庭用エネルギー消費の3割以上を占める給湯に焦点をあてたものである。

### 3-2-2 研究の成果

#### I. 当所のヒートポンプの狙いと特長

当所は、前述のヒートポンプの現状から、民生用に狙いを定めた。住宅、ホテル、施設用は、給湯需要がかなり多く、また、ビル用は圧倒的に冷暖房需要が大きい。したがって、民生用のヒートポンプシステムの開発の狙いは、

- 住宅等用：高性能化(とくに給湯はガスよりも格段に安いこと)
- 多機能化(給湯もまかなう)
- 深夜電力利用(蓄熱技術)
- ビル用：高性能化
- 深夜電力利用(蓄熱技術)

にまとめることができる。

なにかんづく、給湯機能を付加したシステムでは給湯コストがガスより安価なレベルまで性能を格段に向上させることが必要である。現在、当所が提案、開発中の冷暖房

給湯用ヒートポンプは、単なる性能向上でなく、2段圧縮方式を基本とした従来にないものである。

本システムは、図3-2-1に示すようなもので、その特長を以下に示す。

#### ① 1台の装置で冷暖房のみでなく高温の給湯も行うヒートポンプ

本ヒートポンプは、2台の圧縮機を用いる2段圧縮方式を採用している。低圧側の圧縮機で圧縮した作動媒体の一部を暖房用熱源(45℃)として用い、残りを高圧側の圧縮機でさらに圧縮して給湯用熱源(65℃)に用いるものである

#### ② システム構成、媒体、蓄熱方式からの高性能化

上述の2段圧縮方式を採用することにより、システム自身が高性能化が図られたものである。2段圧縮方式による給湯運転時の性能を検討するため、図3-2-2に示す4つのシステムについて性能試算を行った。このうち、1段圧縮方式は従来システムで、2段圧縮方式(A)は基本的な2段圧縮方式であり、(B)、(C)はそれをさらに改良したものである。(B)は第1圧縮機の吐出ガスを中間冷却するもの、(C)は第1圧縮機の吐出ガスを凝縮させて給水加熱を行うものである。

これらのシステムについての性能試算結果(冬期の場合、外気温度7℃、給湯温度65℃で算出)を表3-2-1に示す。2段圧縮方式による性能向上は、特に(C)システムで大きいことがわかる。

本システムでは、ヒートポンプの作動媒体として、非共沸混合媒体を用いることにより高性能化を図る予定である。この非共沸混合媒体は、沸点の異なる作動媒体を混合したもので、凝縮(蒸発)の進行とともに、相変化の温度が変化するため、その過程での熱交換温度差によるロスが減少し、ヒートポンプの性能向上が可能となる。

また、冷房用の蓄熱にクラスレートを利

用した冷熱蓄熱を用いて、システムの高性能化、コンパクト化を狙っている。このクラスレートとは、ヒートポンプの作動媒体であるR-11やR-12などが水との共存下で形成する水和物の結晶である。結晶析出温度が氷点よりも高い、生成熱が氷の潜熱とほぼ同じである、流動性をもつ、等の理由から新しい蓄冷技術として注目されている。

#### II. 試作機による予備実験結果

当所提案の一体型ヒートポンプは従来にない方式であり、ヒートポンプシステムとして実験的にその成立性を確認する必要がある。

そこで、システム基本設計、基本性能の推算を行うとともに、小型実験装置を試作した。試作したシステムは、図3-2-2中の(B)システムである。

図3-2-3に試作機を示す。試作機は、2段圧縮方式のシステム成立性を検証することが目的であり、極めてインスタントなものである。家庭用エアコンと同程度の容量の圧縮機(0.75kW、0.6kW)を用いているため、家庭用エアコンと同程度の冷暖房能力を持っている。圧縮機が2台組込まれているので、インバータによる圧縮機協調制御、熱源、熱負荷温度条件の工夫などを考慮している。

まず、想定される5つの運転モード(冷房、暖房、給湯、冷房・給湯、暖房・給湯)での運転を行い、機能を確認した。

次に、最も制御性に問題があると予想された暖房・給湯運転モードにおいて、給湯温度を65℃まで上げることに成功し、本システムが十分な高温給湯機能を持っていることを確認した。

給湯運転モードにおける性能予測と実験結果の比較を図3-2-4に示す。予測値と実

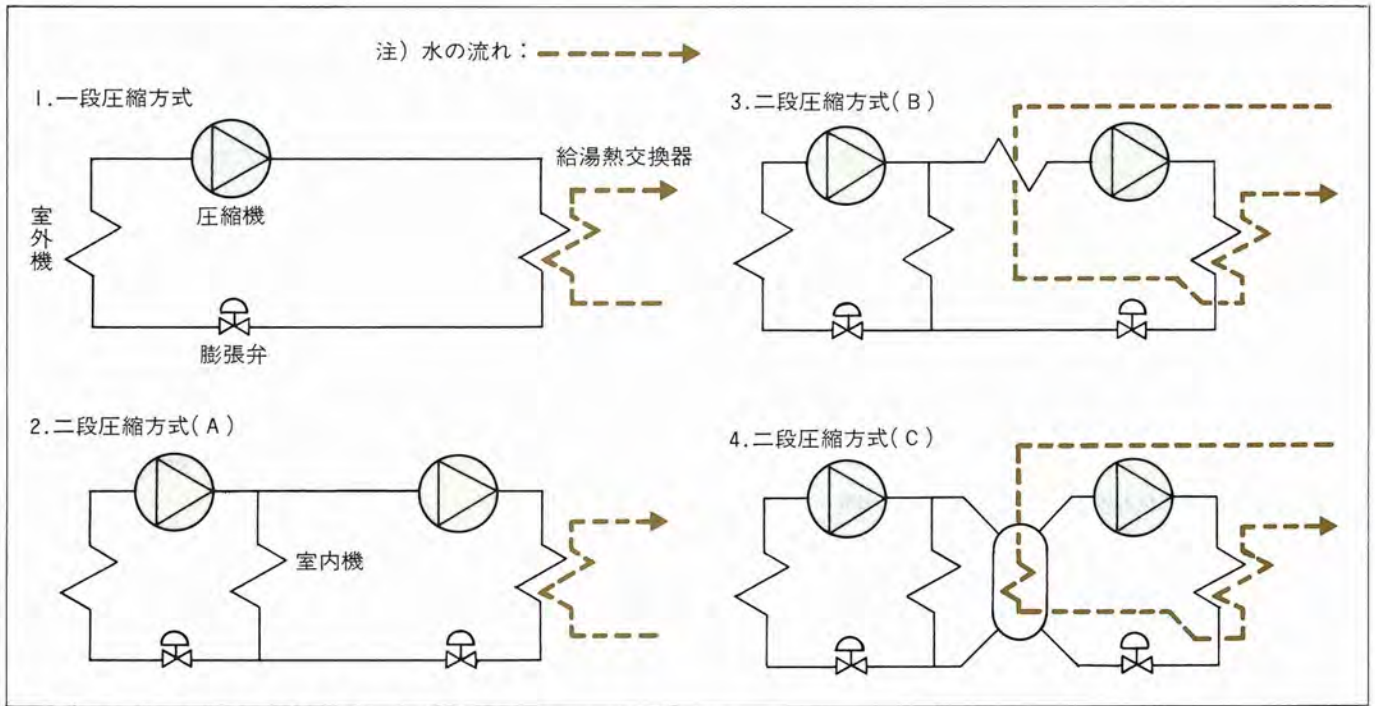


図3-2-2 抜本的な給湯性能向上のためのシステム

表3-2-1 2段圧縮式ヒートポンプの性能試算結果 (冬期)

システム構成	1段圧縮方式	2段圧縮方式 (A)	2段圧縮方式 (B)	2段圧縮方式 (C)
成績係数 <small>注</small>	1.67	2.16	2.21	2.80

注) 成績係数 =  $\frac{\text{熱出力}}{\text{圧縮機投入電力}}$



図3-2-3 試作した2段圧縮式ヒートポンプ(実用機では50×40×100cm位におさまる)

験結果の一致がわかる。また図には、比較のため1段圧縮方式及び、2段圧縮方式(C)の予測値を示してある。2段圧縮方式(C)を採用することにより、さらに性能向上が可能である。

また、本実験により、2段圧縮式ヒートポンプのシステム設計、要素機器開発、検証すべき事項等に関するノウハウが得られた。

### Ⅲ. 経済性の概略評価

本システムの経済性評価として、まず、給湯運転のランニングコストについて検討した結果を紹介する。表3-2-2に算定条件



を図3-2-5に経済性評価結果を示す。図に示されるように、本システムの年間給湯運転コストは、都市ガス給湯機の値よりも安価である。また、深夜電力を用いた場合には、さらに安くなり、灯油給湯機より安くなる。

このように、当所の冷暖房給湯用高性能ヒートポンプは、給湯運転に関して優れた経済性を持つシステムである。また、夏期の冷房排熱を利用した給湯運転、クラスレート蓄熱による冷房への深夜電力利用などを考慮すると、本システムの経済性はさらに向上すると予想される。

なお、本評価ではお湯を貯える槽のコストは入っていないが、65℃程度の温水貯槽は、ランニングコスト、冷暖房システムと給湯システムの一体化、共有化による設備コストの低廉化分の一部でまかなえるものと考えられる。詳細な検討は今後の作業で行う予定である。

### 3-2-3 今後の展開

今般は、当所提案の2段圧縮式ヒートポンプの基本方式に関する研究現状と経済性概略評価を報告した。

今後は、実験装置による運転データの集積および解析、システム改良などにより、運転制御技術を含めた2段圧縮基本方式の確立、経済性評価研究をさらに進めるとともに、システムの高性能化を目指して、新作動媒体技術、クラスレート蓄冷技術の開発に着手する。

本システムの適用先としては、一戸建住宅、集合住宅・施設等が考えられるが、これら用途に応じて圧縮機、熱交換器の形式等が異なっているため、実用化研究を行うにあたっては、この違いを考慮する必要がある。

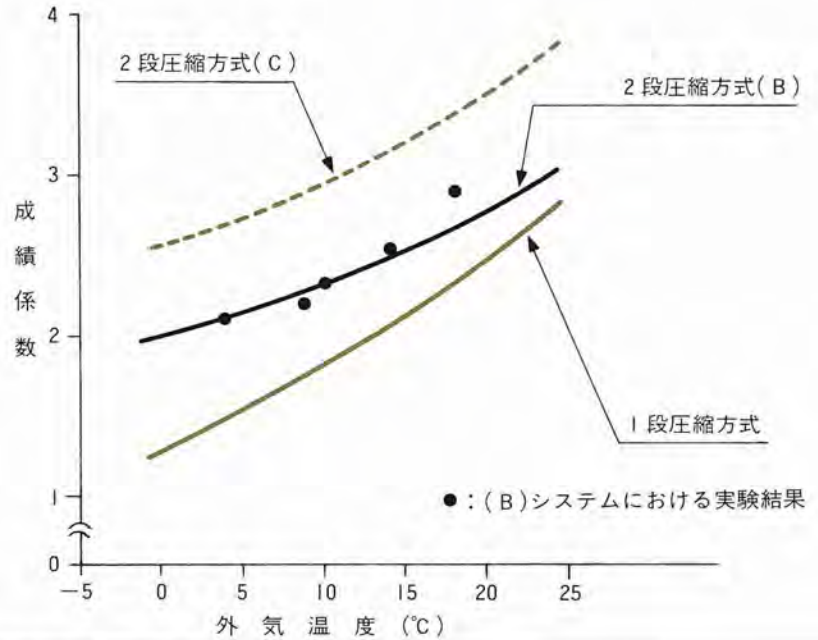


図3-2-4 給湯運転性能予測および実験結果

表3-2-2 給湯運転における経済性算定条件

項目	シーズン	冬 期 (11月～3月)	中 間 期 (4、5、10月)	夏 期 (6～9月)	年間合計
	給湯負荷 注1)		2,027Mcal	1,028Mcal	
外 気 温 ( )内深夜		7℃ (5)	16℃ (13)	24℃ (22)	
	水 温	10℃	16℃	22℃	
電中研システムの成績係数 ( )内深夜 注2)		2.8 (2.7)	3.3 (3.1)	3.8 (3.6)	
	料 金	電 気	24.8円/kWh		
電気(深夜)		6.5円/kWh			
都 市 ガ ス		122円/m <sup>3</sup>			
灯 油		38.9円/ℓ			

注1) 条件=地 域:東京 家族数:4人

注2) システム構成は2段圧縮方式:(C) 給湯湯度は:65℃

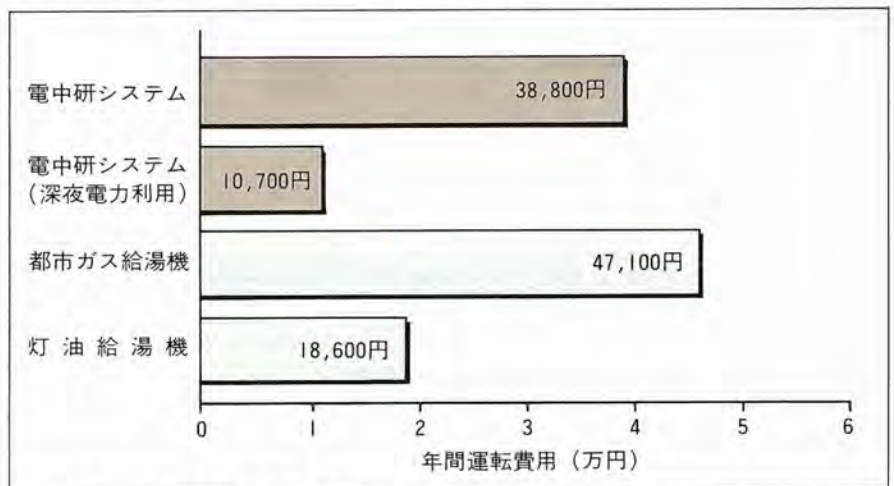


図3-2-5 給湯運転における経済性

# 3-3 多機能電子メータ

## 3-3-1 背景

積算電力量計は電気事業と消費者を結ぶ接点にあり、料金取引には欠かせない重要なメータである。これまでは、特に長期的な信頼性が要求されること等から、永年の実績がある機械式メータが専ら使用されてきた。

しかしながら近年、エレクトロニクス技術の発達に伴って、コンパクト化や高性能化が容易な電子式メータが注目されるよう

になり、実用化に向けて活発に研究開発が行われている。

特に、63年1月の料金改訂では季特別料金制度が部分的に導入されるに到り、時間帯別計量等が容易にできる電子式メータが、初めて取引用として認知されようとしている。

しかしながらその適用は現在のところ、多くの項目を高精度で計量する必要のある大口消費者に限られており、コストも高い。よって、今後の課題はより一層のコスト

ダウンと機能の多様化を図り、一般家庭消費者などに対しても自動検針や多様な料金制度の導入など、新しいサービスを実現できるようにすることである。

## 3-3-2 研究の目的

当所における研究のねらいは、一般家庭や商店等を対象とし、計量はもちろんのことそれ以外の様々なサービス機能を組みこ

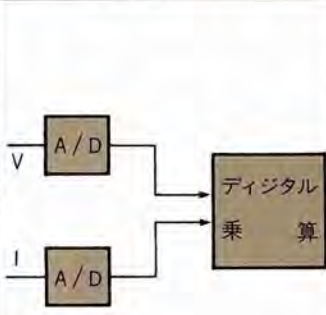
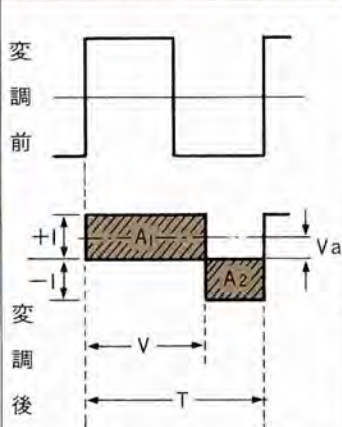
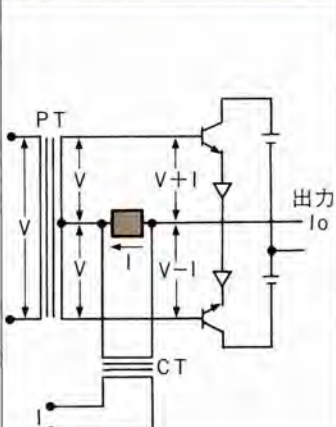
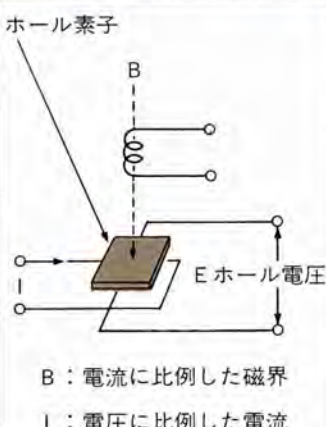
デジタルタイプ	アナログタイプ		
(a)デジタル乗算方式	(b)時分割乗算方式	(c)和差二乗方式	(d)磁気検出方式
			
電圧と電流をデジタル化して乗算する $W = K \sum_n V_n \cdot I_n$	パルスの巾と高さを電圧、電流に比例させ、パルスの面積を求める $V_a = K \cdot (A_1 - A_2) = K \cdot V \cdot I$	2乗の計算をアナログ回路で行う $I_o = K(V+I)^2 - K(V-I)^2 = 4K \cdot V \cdot I$	電流と磁界の積をホール効果素子で求める $E = K \cdot I \cdot B = K \cdot V \cdot I$
<ul style="list-style-type: none"> <li>回路構成が単純</li> <li>多機能化が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回路構成が複雑</li> <li>高精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回路構成が単純</li> <li>ダイオードの特性のバラツキが問題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回路構成が単純</li> <li>精度が問題</li> </ul>

図3-3-1 各種電子式メータの原理と特長



んだ、新しい概念のメータを開発することである。

特に、現在の電子式メータの主流が時分割乗算方式と呼ばれるアナログタイプであるのに対し、当所で研究を進めているのはデジタルタイプであって、次のような特長を持っている。(各方式の概要は図3-1-1を参照)

- (1) アナログ方式に較べて回路構成が単純であり、IC化による高品質大量生産が容易など単機能メータとしても優れた点が多く、コストダウンの可能性が大きい。
- (2) メータ内部に組み込まれたマイコンプログラムにより、新しい機能を容易に追加することができ、そのためのコスト増分もほとんどない。

従来、このようなデジタル方式が採用されなかった理由は、当初はデジタル素子が高価であったこと、現行の検定方式になじみ難いと判断されたこと、ソフトウェア開発が難しいことなどによるが、これらの状況はかなり変わりつつある。

よって、当所における研究の当面の目標は、ソフトウェア開発を主体として本方式の原理上の問題点を解決し、実用化の見通しを得ることにある。

### 3-3-3 研究の内容

電子式メータには様々な原理があるが、当所のメータは図3-3-1(a)に示されているデジタル乗算方式による。

すなわち、その原理は測定された電圧と電流の瞬時値(アナログ量)を高速アナログ・デジタル変換器によってデジタル値に変換し、マイコンによるデジタル演算を行って電力量を求めるものである。

従って研究のポイントは時々刻々に変化

していく電圧と電流変化に追随して、いかに効率良くデジタル演算処理を行うかというデジタル回路の設計とソフトウェア開発にある。

### 3-3-4 研究の成果

#### (1)基本仕様の検討

電圧、電流のデジタル化に伴う分解能、デジタル変換周期と計量誤差との関係等を予測・評価するシミュレーションプログラムを開発して、回路の基本仕様を検討した。この結果、デジタル分解能は12ビット程度必要であること、変換周期は波形歪みの影響等を考慮しても最大で39回/サンプル程度と予想されるが、これ以下でどの程度まで低速化できるかはさらに検討を要することなどが判明した。

#### (2)基本ソフトウェアの開発

瞬時電力の計算、積算電力量への変換、時刻の発生と時間帯の区分、表示のコントロール等を時々刻々の変動に基づいて高速演算処理できるプログラムを開発し、マイコンの所要演算速度と演算処理の時間の配分方法を明らかにした。

#### (3)プロトタイプの試作と動作原理の確認

プロトタイプの1号機を試作し、赤城試験センターの配電自動化システムと接続して、基本的な動作機能の確認を行った。

図3-3-2にその外観を示す。現在は機能チェックが主目的であるためサイズが大きいが、現行の機械式メータと同程度以下にコンパクト化することは容易である。



図3-3-2 試作した電子メータの外観

(a) 定格と主なる機能

- ・一般家庭用を対象とし、単相2線式、100V、30A
- ・季節別・時間帯別3区分の計量と表示が可能(図3-3-3に表示の一例を示す)
- ・日報、月報等電力消費量の明細表示が可能

- ・通信線と接続することにより、自動検針や時間帯区分の設定変更等が可能

(b) 全体の構成

全体の構成ブロックは図3-3-4の通りであり、12ビットの高速アナログ/デジタル変換器、16ビットの高速乗除算命令付CPU、液晶表示部などからなる。

(c) ソフトウェアの機能

主なソフトウェア上の機能は次の通りである。

- ・瞬時電力の計算と積算電力量への変換
  - ・3時間帯別の区分と各時間帯における積算量の記憶・表示
  - ・30分単位での積算量2日分、1日単位での時間帯別積算量2ヶ月分、1月単位での時間帯別積算量2ヶ年分の記憶と表示
  - ・うるう年も自動的に処理した現在の年月日、時刻の発生と表示
  - ・通信線を接続することにより、自動検針や日報、月報等の記憶データの収集を行う通信回線制御の機能
- プロトタイプの試作により、上記のような基本性能が確認され、実用化に当って原理上の問題点はないことがわかった。



図3-3-3 3時間帯別計量の表示

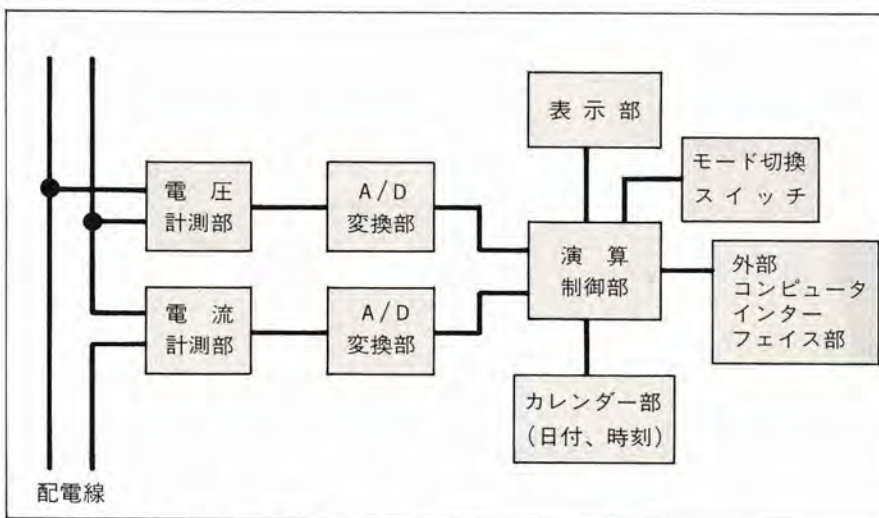


図3-3-4 試作した電子メータの構成ブロック

3-3-5 今後の課題

本方式を実用化するためのハードウェア上の課題としては、(1)雷サージ、電磁界、温度、湿度等に対する信頼性の確保(2)小型化とコストダウン、などがある。

また、多機能化に関するソフトウェア上の課題としては電圧変動や波形歪みなど電力品質の管理、電気料金の自動計算、深夜電力負荷のプログラム制御等があげられる。

さらに、付帯装置を追加することにより、電力カード等による料金の精算や使用明細書の発行など、従来は考えられなかった様々な機能が実現できる可能性もある。

よって、今後は消費者サービスに寄与できる多機能化を重点として、当所の特長を活かした研究を進めて行く予定である。●



第 4 章

産業部門における  
新電気利用技術





## 第4章 産業部門における新電気利用技術 ● 目次

総括 ● 狛江研 開発部 新技術研究室長 橋本 栄二

4-1	遠赤外線の利用	橋本 栄二	47	
4-1-1	まえがき	狛江研 開発部 新技術研究室	中野 幸夫	
4-1-2	遠赤外線加熱の原理と特徴			
4-1-3	研究開発の動向			
4-1-4	当所における研究計画			
4-1-5	これまでの主な成果			
4-2	アークプラズマの利用	横須賀研 電力部 大電流研究室長	稲葉 次紀	50
4-2-1	当所における研究目的と研究内容			
4-2-2	研究目的の研究内容			
4-2-3	高性能ダブルフロー・プラズマトーチの開発			
4-2-4	交流動作式プラズマトーチシステムの開発			
4-2-5	今後の課題			
4-3	野菜工場	我孫子研 生物部 農業技術研究室長	関山 哲雄	55
4-3-1	背景			
4-3-2	研究の目的			
4-3-3	研究の内容			
4-3-4	研究の成果			
4-3-5	今後の課題			
4-4	魚工場	我孫子研 生物部 水産技術研究室長	清野 通康	57
4-4-1	背景			
4-4-2	開発目標とする生産システム			
4-4-3	研究計画概要			
4-4-4	これまでの主要成果			
4-4-5	今後の課題			

最近の厳しい経営環境、省エネルギー意識の高揚などから、エネルギー間における競合は厳しくなっている。

このような状況のもとで、電気事業は、現行の料金水準をできるだけ長期間維持するために徹底したコストダウンをはかるとともに、安全、クリーン、制御しやすいなどの電気の特徴を活かし、新商品の開発を含む新しい電気の利

用方法の開発を強力に推進している。

当所では、各種産業分野で電気が有効に利用されるよう工業用として最近注目されている遠赤外線やアークプラズマなど電気加熱の利用技術、今後の農・漁業分野の電気利用技術として、野菜工場、魚工場の開発を重点的に進めている。



# 4-1 遠赤外線の利用

## 4-1-1 まえがき

物を暖めると、その物から赤外線と呼ばれる目に見えない光が出てくる。また、この光が物にあると、その物によく暖まる性質がある。物から出てくる光はその物の種類によって少しずつ性質が異なるし、物にあたる光の性質によって物の暖まり方が異なる。この光の性質をうまく使えば、物をすばやく、かつ、効率的に暖めることができる。このため、物の加熱や乾燥、暖房などにこの光を使えば、エネルギーを節約できたり、暖めるための装置を小さくできるなど、これまでとは違ったいろいろな効果が期待できる。さらに、この光を出すためのエネルギーに電気を使えば、安全性が向上するばかりでなく、光の出方をよりうまくコントロールできるため、物をさらにうまく暖めることができる。このため、この光を用いる技術の開発は、この光の利用

の普及や利用分野の拡大のほか、電気の新しい需要の開拓に寄与するものと期待される。

## 4-1-2 遠赤外線加熱の原理と特徴

電磁波の波長領域別の称呼区分を図4-1-1に示す。一般に赤外線は可視光の長波長端(波長 $0.76\sim 0.8\mu\text{m}$ )から波長 $1\text{mm}$ までの電磁波である。このうち、赤外線を熱源として利用する分野では、波長 $3\sim 6\mu\text{m}$ 以上のものを特に遠赤外線と呼んでいる。一般に、分子を構成している原子あるいは原子団は一定の法則に従って振動したり回転したりしている。これらの分子に電磁波を照射した時、電磁波の周波数と原子の振動数が一致するものうち、分子の双極子モーメントに変化を与えるものについては、それぞれの周波数に応じて電磁エネルギーを吸収し、分子は高い振動状態に変化する。

こうして吸収したエネルギーは熱に変化し、そのものの温度を上昇させる。これが赤外線による加熱の原理である。

赤外線領域には多くの物質のエネルギー吸収スペクトルが現れるが、分子振動の倍振動スペクトルが波長 $0.75\sim 2.5\mu\text{m}$ に基準振動スペクトルが波長 $2.5\sim 25\mu\text{m}$ に、また、回転スペクトルが波長 $25\mu\text{m}$ 以上におおむね現れる。水や多くの高分子有機物は波長 $3\mu\text{m}$ から $20\mu\text{m}$ の遠赤外線領域に強い吸収帯をもっているため、遠赤外線による効率のよい加熱が可能である。

一般に遠赤外線加熱方式は表4-1-1(a)に示したような特徴をもつ。特に、同表の③の項に示したように、加熱原理が被加熱物の赤外線吸収による自己発熱であるため、加熱特性は被加熱物の光学的特性に大きく左右される。すなわち、遠赤外線加熱はすべての物質の加熱に適合しているわけではない。したがって、遠赤外線放射体を単なる熱源として考えるのではなく、放射体の分光放射特性と被加熱物の光学的特性の適合性の検討が重要となる。また、被加熱物の形状に対する光学的な配慮や放射体と被加熱物が置かれている雰囲気的光学特性の検討も重要である。これらの特性を十分に理解した上で遠赤外線を加熱源として利用すれば、表4-1-1(b)に示した導入効果のうち、いくつかのものの実現が期待できる。

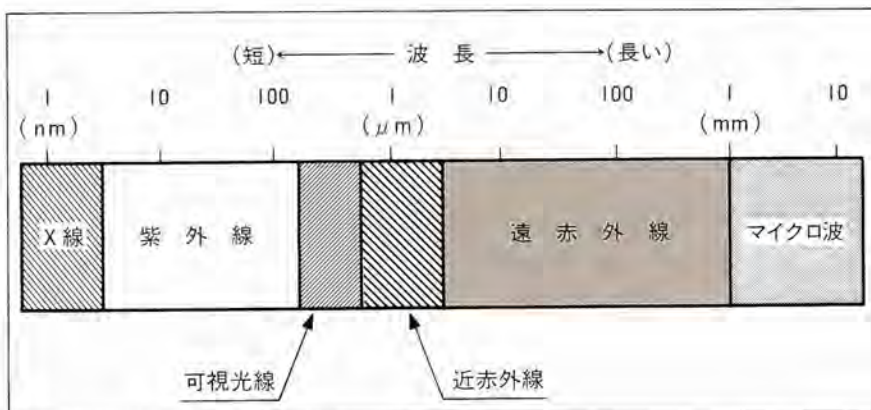
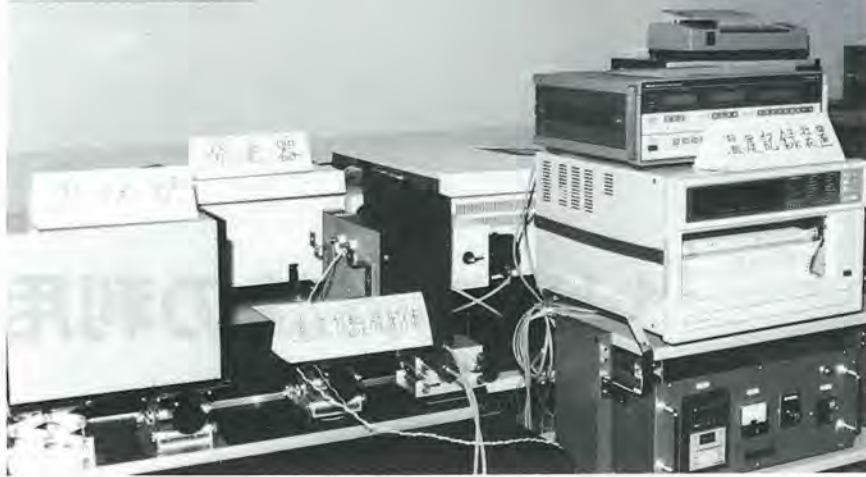


図4-1-1 遠赤外線の波長範囲





図4-1-2 遠赤外線エネルギー測定システム



遠赤外線利用装置の設計指針、利用指針など、システム全体としての評価法を開発する。

③ 遠赤外線の新しい利用技術の開発(昭和67～68年度)

遠赤外線技術を新しく応用できる分野を開拓する。

#### 4-1-5 これまでの主な成果

上記①の方針に基づき、フーリエ変換型赤外線分光光度計と黒体炉を用いた遠赤外線エネルギー測定システムを開発した。本システムでは波長 $2\mu\text{m}$ 以上の赤外線エネルギーの測定が可能である。図4-1-2に測定システムの写真を示す。このシステムにより、市販の遠赤外線ヒーターや新しい赤外線放射素材の評価が可能となった。市販されている遠赤外線ヒーターについて測定した分光放射率の例を図4-1-3に示す。同図は、例えば遠赤外線ヒーターAの場合、波長 $6\mu\text{m}$ 程度以上の赤外線をよく放射し、それ以外の波長の赤外線はあまり放射されないことを示している。また、従来、測定がほとんどされたことのない $25\mu\text{m}$ 以上の長波長領域について測定した結果、従来から言われているように、黒体炉からの放射を上回るような放射はないことが確認できた。図4-1-4に $25\sim 150\mu\text{m}$ の波長領域における分光放射率の測定例を示す。

#### 4-1-3 研究開発の動向

産業面で最も早くから遠赤外線の利用を進めていたのは塗装乾燥の分野であるが、最近では、加熱、乾燥、暖房(保温)の工程をもつ様々な分野で遠赤外線の利用が検討されており、遠赤外線による省エネ化、高効率化、あるいは、加工品質の向上などの効果が報告されている。しかし、「なぜ効果があるのか?」、あるいは、「どの波長域のどれだけのエネルギーが被加熱物の加熱に寄与したのか?」などといった基本的な部分については、不明確な点が多い。そこには以下に示すような共通するいくつかの問題点が存在する。

- ① 遠赤外線の吸収による温度上昇やその後の熱伝達など、遠赤外線による加熱の機構が十分に解明されていない。
- ② 加熱機構を解明するために必要な遠赤外線の測定技術が不十分である。
- ③ 遠赤外線による加熱効果の予測が難し

く、遠赤外線利用装置のトータルとしてのシステム化技術が立ち遅れている。

#### 4-1-4 当所における研究計画

遠赤外線加熱は、加熱効率が良いため電力の有効利用に大きく寄与するとともに、燃焼エネルギー利用装置から電気エネルギー利用装置への転換による電力の新しい需要が期待される技術である。当所では、より効率的な利用と利用分野の拡大のために、以下のような研究目標を設定している。

- ① 遠赤外線の測定技術の確立(昭和62～63年度)  
遠赤外線の放射、伝播、吸収の各過程におけるエネルギーを定量的に把握する技術を開発し、加熱機構を解明する。
- ② 遠赤外線利用装置の評価法の開発(昭和64～66年度)

表4-1-1 遠赤外線加熱の特徴と導入効果

(a)遠赤外線加熱の特徴

- ① 放射線による熱伝達のため、被加熱物に直接的、瞬時的に作用する。
- ② 熱源である遠赤外線放射体(以下、放射体と称す)と被加熱物との間にある空気層の温度をあまり上昇させない。
- ③ 加熱原理が被加熱物の赤外線吸収による自己発熱であるため、加熱特性は被加熱物の光学的特性に大きく左右される。
- ④ 放射の直進性により、被加熱物のうち放射体からみて影になる部分は十分に加熱されない。
- ⑤ 赤外線のもつエネルギーレベルが低いいため化学的作用が小さく、被加熱物の質をあまり損なうことなく加熱できる。
- ⑥ 生体に対する暖房感覚がやわらかである。
- ⑦ 電力の利用により、安全性および放射体の温度制御性が向上する。
- ⑧ 水蒸気や炭酸ガスに吸収されやすい。

(b)遠赤外線加熱の導入効果

- ①省エネルギー
- ②省スペース
- ③クリーン
- ④処理時間の短縮
- ⑤品質、歩止まりの向上



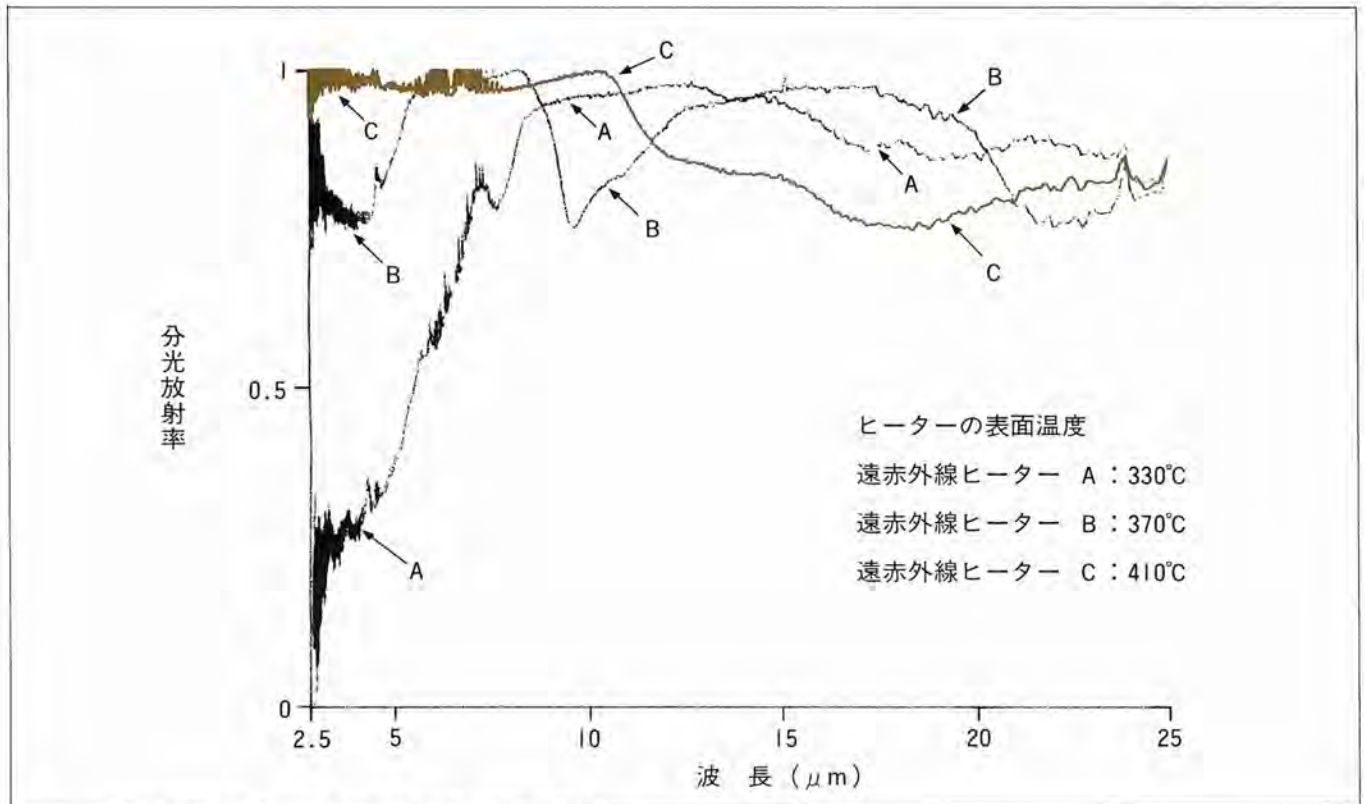


図4-1-3 市販遠赤外線ヒーターの分光放射率(測定例)

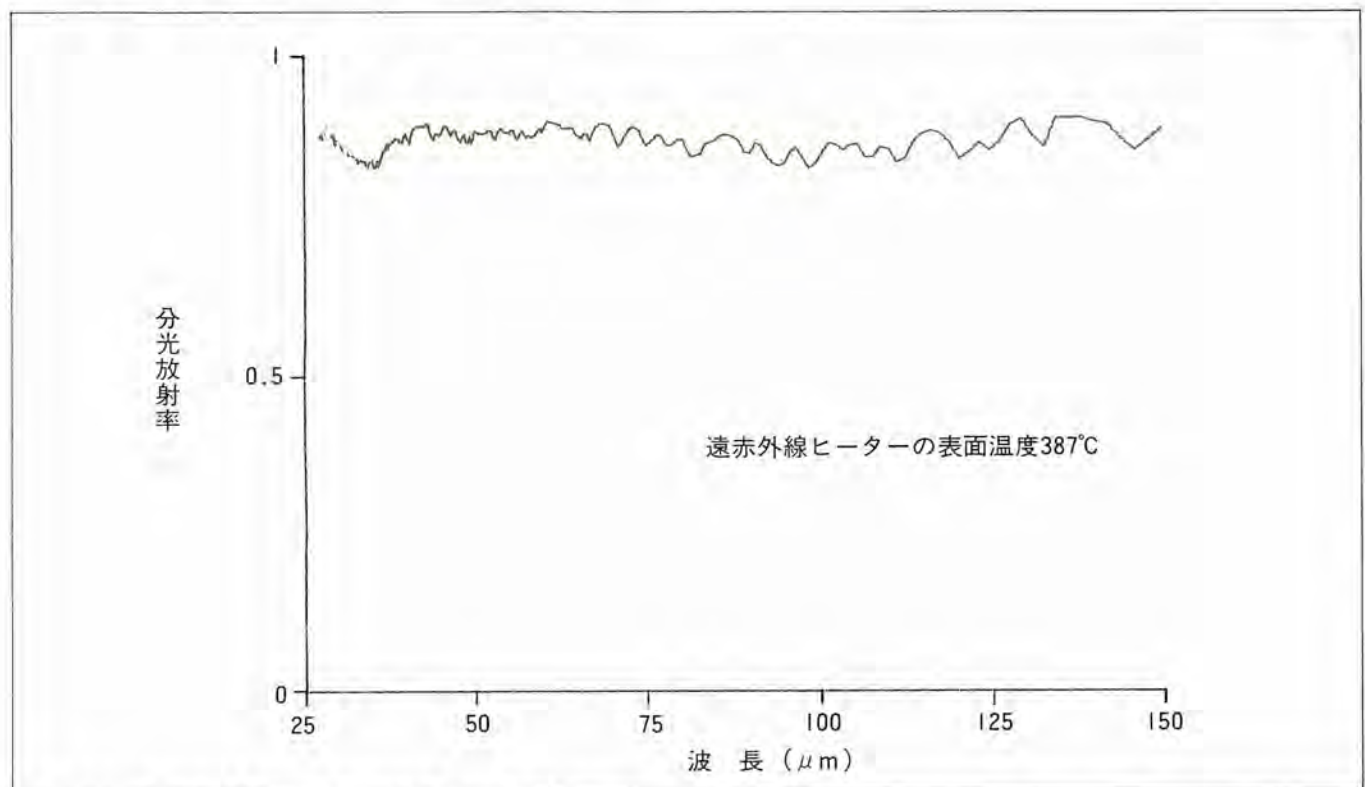


図4-1-4 市販遠赤外線ヒーターの分光放射率(測定例)



図4-2-1 アークプラズマによる  
鋼板の切断実験

## 4-2 アークプラズマの利用

### 4-2-1 アークプラズマの概要

#### I. 背景

アークプラズマは高温・高エネルギー密度で、これを利用した加熱では、加熱雰囲気や加熱状態の制御が容易である。このプラズマは、溶接・切断・溶射などの加工や、金属の還元・精錬などの冶金、石炭のアセチレン化などの化学工業の分野などで、その特徴が目され、多方面で利用されつつあり、過去2、3年、中小容量機器の販売台数は、毎年2倍以上の高い伸び率を示している。

現在、アークプラズマは、高付加価値技術に利用されることが多いが、海外では、大容量溶解炉にも利用され、汎用技術になりつつある。当所においても、すでにプラズマ加熱コスト低減の研究に着手しており、アークプラズマを各種技術に適用し、技術の改良や新たなサービスの創出を図り、消費者へ提供することが必要と考えている。

#### II. アークプラズマの特徴と発生方法

##### 1. アークプラズマの特徴

アークプラズマは、その外周を軸方向の気流や水冷壁などを用いて冷却することにより、細く安定化することができる。この種の安定化アークは、自由空間に点じられる場合に比べ、安定で制御性に優れている

ことに加え、高温・高エネルギー密度、高輝度などの特徴を有している。

##### 2. アークプラズマの発生方法

アークプラズマはプラズマトーチによって発生させることが多く、その電源は、主に直流である。トーチは、

① トーチから吹き出す非通電状態のプラズマ(プラズマジェット)を利用する非移行形と、

② 被加熱物を一方の電極とし、トーチと被加熱物間に形成される通電状態のアークプラズマを利用する移行形の2種に大別される。

発生方法としては、たとえば、最初、トーチ内陰極と水冷ノズル間に、小電流のパイロットアークを点じ、得られるプラズマジェットで、陰極(トーチ側)と陽極(被加熱物側)間をイオン化し、それらにアークプラズマを進展させる。

#### III. 利用面から見たプラズマの特徴

トーチ等で発生されるプラズマは次のような特徴を有している。

① プラズマは10,000~30,000度の高温で、100 kW/cm<sup>2</sup>程度の高エネルギー流を形成する。このため、プラズマを用いることで気体の急速加熱やほとんどの工業材料の急速溶融が可能である。

② 高温プラズマは分子、原子、イオン、電子からなり、従来困難であった化学反応

の可能性や反応の高速化が可能となる。

③ トーチプラズマでは、数十 m/s 以上の高速エネルギー流が容易に得られる。このため、熱エネルギーに加え、粉体や流体に高速の運動エネルギーを付与できる。

④ 放電の時間制御が容易なため、プラズマの発生・停止が容易にできる。これにより、起動・停止制御装置の簡易化や加熱装置全体の小型化が可能となる。

⑤ 加熱雰囲気となる作動ガスと温度の選択により、酸化・還元・不活性などと化学反応が容易に制御できる。

⑥ プラズマを細く安定化させることで大容量で高輝度の発光体を容易に得ることができる。

上記の特徴と次節で示す適用の現状を図4-2-2に示す。

#### IV. アークプラズマの産業への適用状況

上記のような特徴あるアークプラズマは、溶接、切断などの加工・変形や溶射に、金属の溶接・還元や精錬などの冶金・製鉄の分野やアセチレンの製造などの化学工業などに利用されつつある。また、その高温性・均一性・再現性を生かし、耐熱材料の評価技術にも利用されている。さらに、その適用拡大に向けた研究開発や実用化を目指したテストプラントの運転などが以下に示すように精力的に進められている。



### 1. プラズマ切断

アークプラズマ等を被切断材に吹き付け、熱エネルギーで被切断部を溶融し、溶融部をプラズマガス流の運動エネルギーで、被切断部から除去させる。主に、移行形トーチを用い、他の加熱源では切断しにくいステンレス、アルミニウムの数mm~100mm厚までの切断用に適用されるとともに、鋼の高速切断にも適用されている。

### 2. プラズマ溶射

溶射ガンと呼ばれる非移行形トーチで発生させた10,000~30,000度に達する高温プラズマ内に粒径20~100μmの溶射粉末を送入し、プラズマ内で溶融するとともに、プラズマ流で加速し、高速化した溶融粒子を対象母材に吹き付け、その表面に緻密で強固な皮膜を形成させる。ロケット用ノズル、ゴルフクラブ、電力用タービン翼への

セラミックの溶射など、利用範囲が拡大している。

### 3. プラズマ溶融還元

溶融還元法はトーチで生成した水素や炭素プラズマを用いて、金属酸化物を加熱溶融し、高温溶融状態で、高速還元するとともに、不純物を分離する方法で、現在研究段階にある。

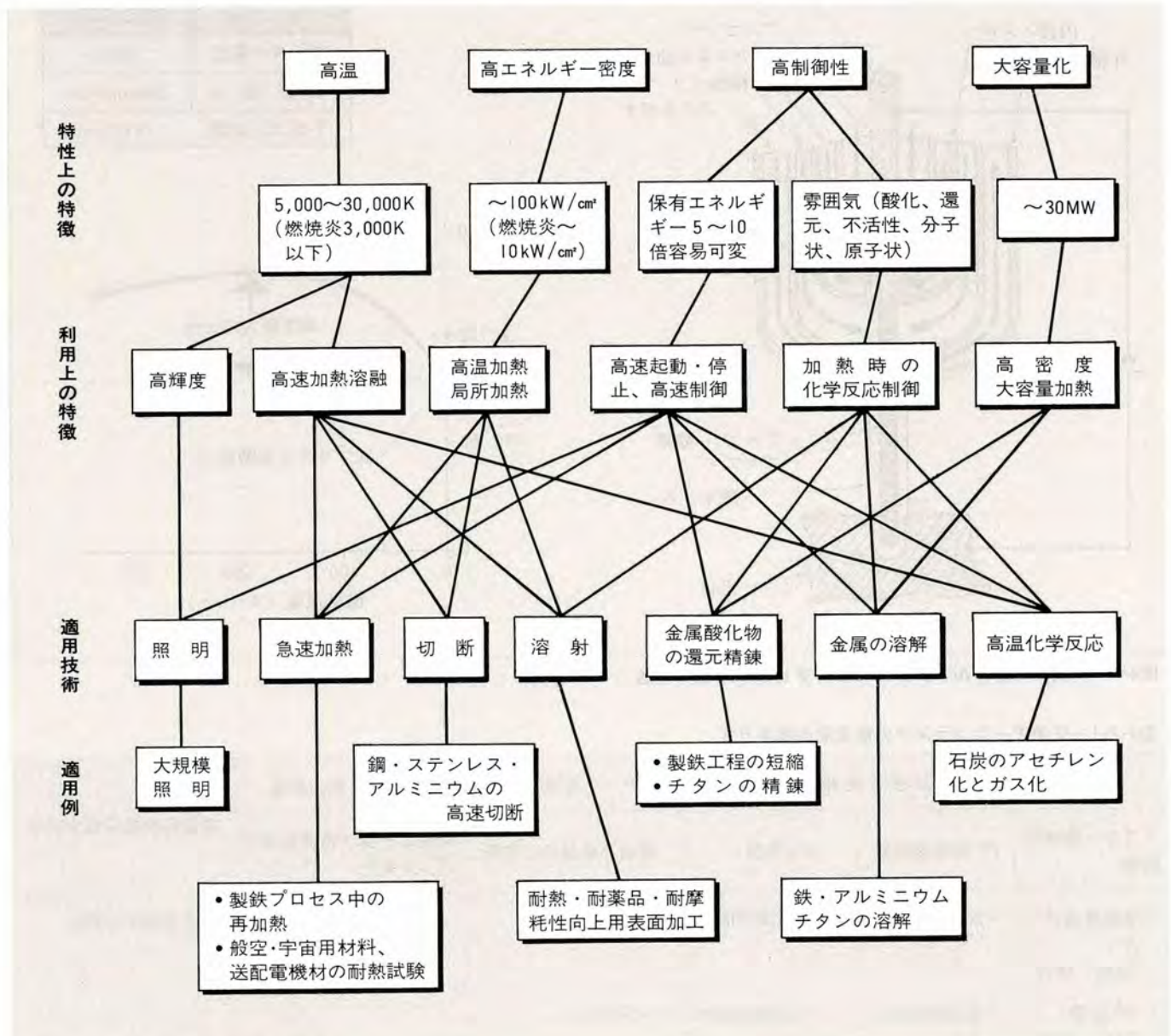


図4-2-2 プラズマの特徴と適用例

#### 4. プラズマ溶解精錬

移行形トーチと溶湯収容部からなるプラズマ炉中で、不活性雰囲気内でトーチと被溶解金属間にアークプラズマを発生させ、高温加熱により金属を溶解精錬する。小容量の高融点高品質金属の精錬や大容量のスクラップ溶解まで広く利用されている。

#### 5. 高温気体の製造

非移行形トーチを用い、被加熱気体を作動ガスとし、化学的に活性な高温気体を得ることができる。EPRI (アメリカ電力研究所)ではキューボラ用高温ガス発生装置に、EDF (フランス電力庁)では高炉ガスの再生装置に、ハイドロケベック(カナダ)

では火力発電所の微粉炭燃焼点火用重油バーナの代替として、さらに耐熱材料試験用インパクト性熱源として、高温気体の生産、再生が検討・実施されている。

#### 6. プラズマによる廃棄物処理

ポリ塩化ビフェニール (PCB) などの複合廃棄物のプラズマを用いた高温熱分解に

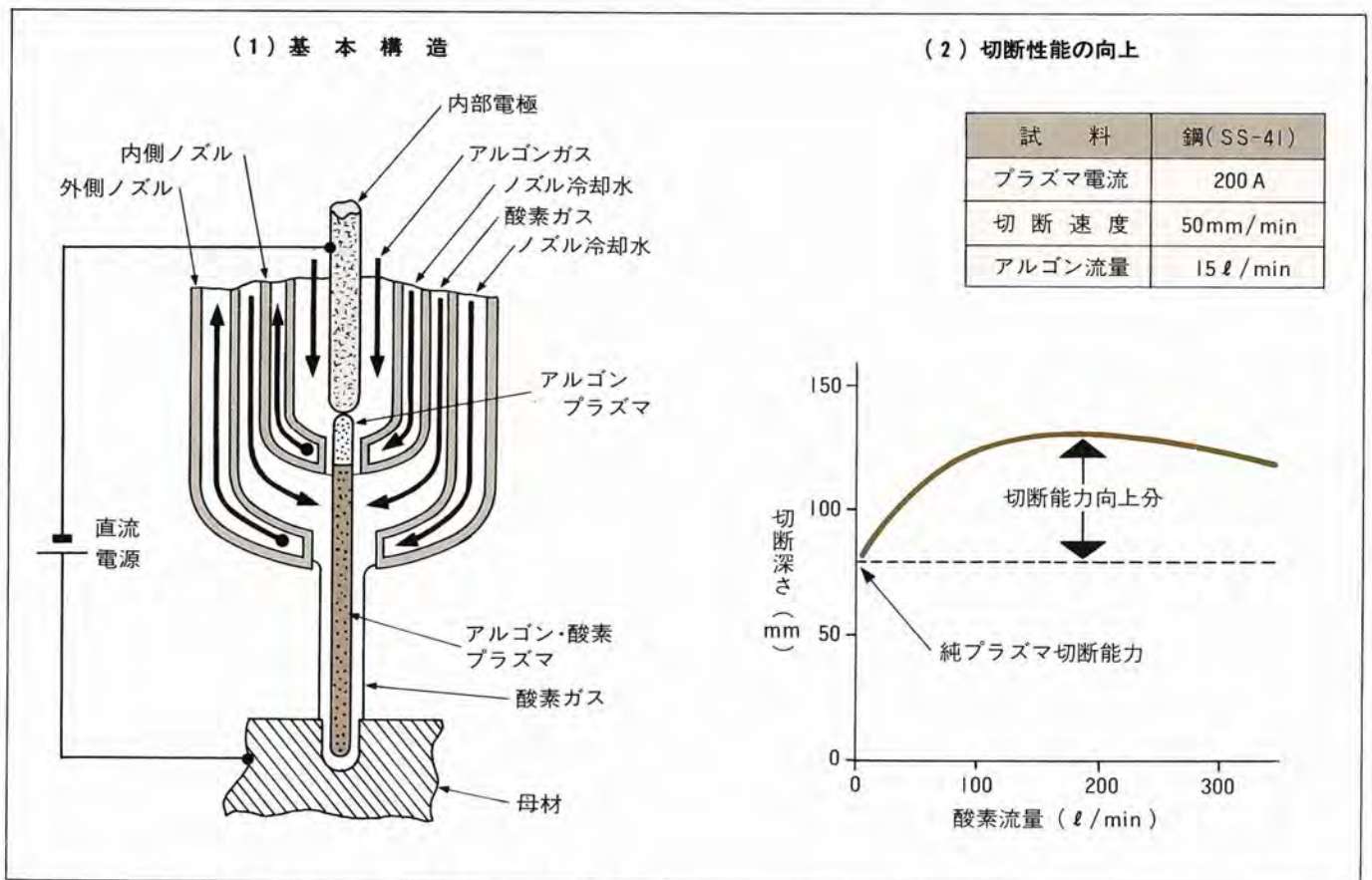


図4-2-3 高性能ダブルフロー・プラズマトーチの基本構造

表4-2-1 交流アークプラズマの電流零点維持方式

アーク点弧空間の導電性維持方法			アーク電流の零点付近の $ di/dt $ 拡大方法		過渡回復電圧拡大方法
ノズル-電極間放電	PF 無電極放電	ガス制御	電流を全体的に変化	電流の一部(電流零点付近)を変化	
<ul style="list-style-type: none"> <li>補助直流プラズマ(常時、零点)</li> <li>PF 放電(常時、零点)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>常時点火</li> <li>零点付近のみ点火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流量の時間制御</li> <li>ガス組成の制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高周波化</li> <li>方形波化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>パルス電流重量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電源電圧の昇圧</li> </ul>



よる無害化、低レベル放射性廃棄物のプラズマ炉を用いた減容固化などが検討されている。

#### 4-2-2 当所における研究目的と研究内容

当所では上記したプラズマの特徴を活用し、消費者の立場に立った新サービスの創出を図り、あわせて電力需要の拡大を図るために以下の研究課題に着手している。

- ① プラズマ加熱コストを低減させるための設備の合理化とコンパクト化の推進
- ② 複合FRP材などの廃棄物や原子炉炉壁材の切断処理作業が増加するのに対するプラズマ切断技術の向上
- ③ 原材料や廃棄物の溶融ないしは減容処理作業が増加するのに対する大容量・高効率・長寿命トーチの開発
- ④ 増大する夜間照明器具を高効率・コンパクト化するための超高輝度発光体の開発

当所では、上記の課題に具体的に対処するため、これまで、厚物切断に適した大容量・長寿命化の可能なアルゴン・酸素プラズマ鋼材切断用広角ダブルフロートーチを提案し、その有効性を明らかにした。また、加熱コストの低減策を検討し、設備コストの低減策として交流アークプラズマ発生方式が有力であることと、その基本原理を明らかにした。以下にその研究成果を紹介する。

#### 4-2-3 高性能ダブルフロー・プラズマトーチの開発

##### I. トーチの基本構造

トーチの基本構造を図4-2-3に示す。電極周囲は不活性かつ低電界のアルゴンプラ

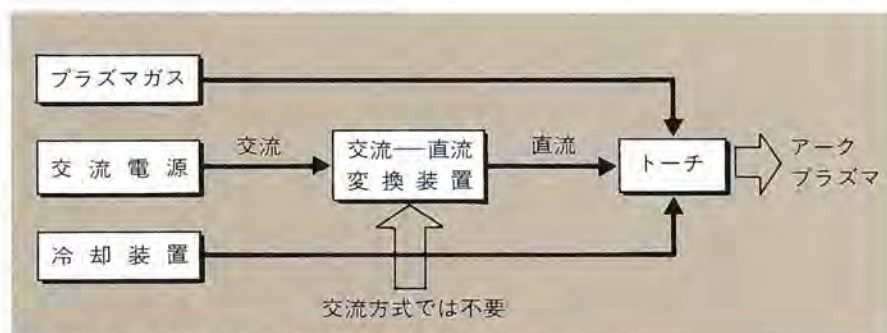


図4-2-4 交流方式による設備コストの低減

ズマ雰囲気として電極の長寿命化を図る。また、ノズル径を内側に比べ外側を大きくする、すなわち、広角化することにより大容量化を可能とするとともに、被切断材付近の気流をアルゴン、酸素プラズマ柱とその外側の酸素ガス層の2層構造とする。これにより、被切断材深部での酸素と被切断材との反応熱を積極的に利用し、厚物切断性能の向上を図るものである。

本トーチは、ガス流量を制御することで、容易に不活性ガスプラズマ切断用としても利用できる。

##### II. 切断性能の向上

タングステン電極を用い、内側ノズル径を2.5mm、外側ノズル径を内側の5倍(12.5mm)とした広角ダブルフロートーチを試作し、鋼材に対する切断性能を明らかにした。その結果、以下のように、本方式の高性能性が実証できた。

- ① 従来の酸素プラズマでは、電極の高温酸化による損傷が激しいのに対し、本方式ではアルゴンガスで内部電極を覆うため、電極の損傷は認められず、トーチの長寿命化が期待できる。
- ② 切断電流を250 Aに上昇しても、十分安定に動作し、大容量化への可能性を示す。
- ③ 切断能力は、同図に示すように、純粋なアルゴンプラズマの場合の1.6倍に増加できる。

#### 4-2-4 交流動作式プラズマトーチシステムの開発

加熱コストは初期(設備)コストと運転コストに分けられる。前者に対しては適切なトーチ容量の選択ならびに交流プラズマ発生方式の採用が、また、後者に対しては加熱効率の向上ならびにトーチのメンテナンスフリー化、長寿命化が要請される。ここでは図4-2-4に示すように、設備コストの低減を目指し、大容量の場合、その30%近いコストを占める交流—直流変換装置の不要な交流プラズマ発生方式について述べる。

商用周波数の交流プラズマは、1秒間に100~120回電流に零点があるため、不安定になり易い。この交流プラズマを安定化する手法としては、表4-2-1に示す各種方式が考えられる。

このうち当所では主として次の2方式に関してその可能性を検討した。

- ① 補助直流プラズマ形：別電源からプラズマ中に連続的に直流エネルギーを注入する。
- ② パルス電流重畳形：電流零点に急峻なパルス電流を重畳し、零点の維持エネルギーを補充する。

補助直流プラズマ形は、構造が簡単で零点維持も比較的容易であるが、設備コストの低減割合が低く、電極やノズルの損傷を招きやすい恐れがある。一方、パルス電流重畳形は、高度の制御技術が要求されるも

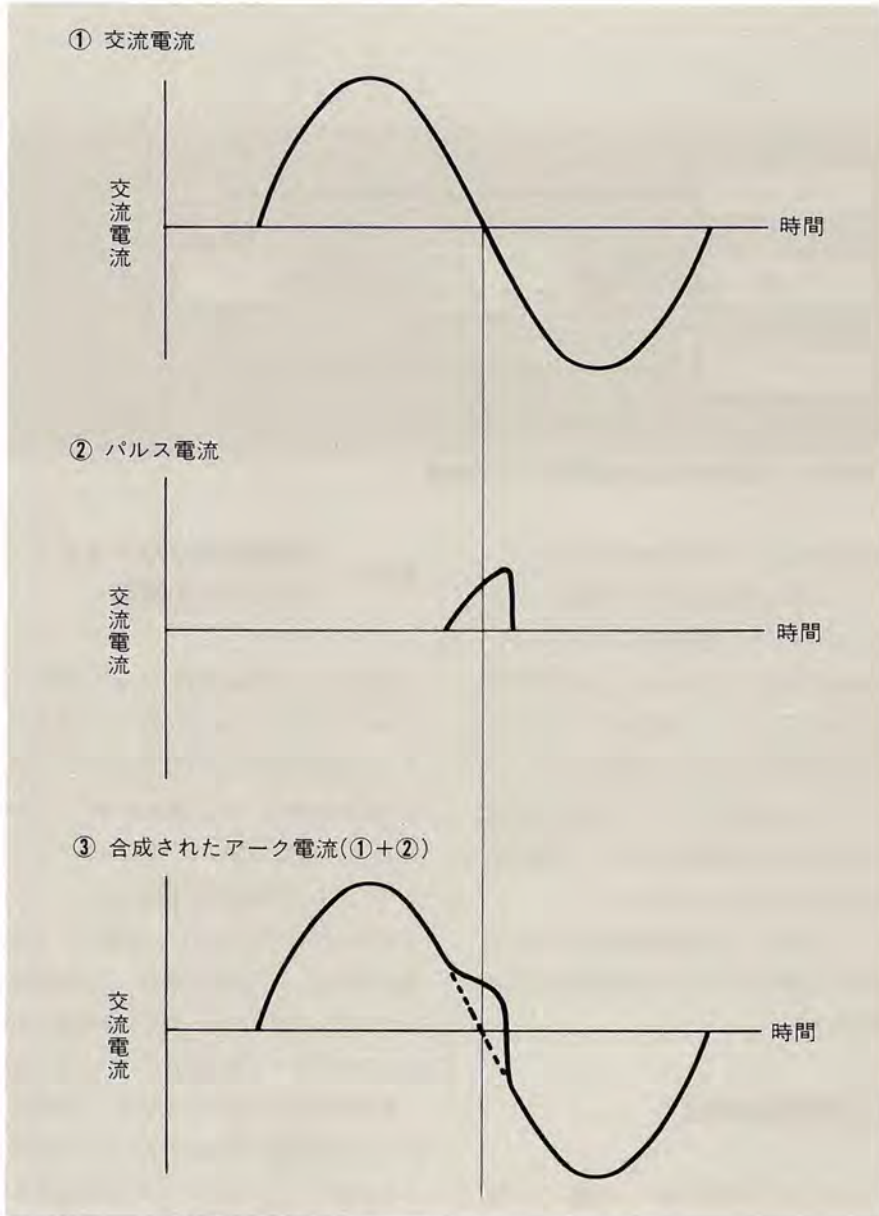


図4-2-5 パルス電流重畳による交流アーク電流

の、一層の設備コスト低減の可能性がある。これらの点から最適な交流プラズマ方式は、用途により異なるもの上記2種と考えられ、このため補助直流プラズマ形とパルス電流重畳形の技術を早急に確立することが重要である。

### 1. 補助直流プラズマ形交流プラズマトーチシステムの開発

アルゴンガスを作動ガスとし、50Hzの交流電流(60~150A)を対象として補助直流プラズマを点弧し、電流零点のプラズマ維持条件を検討した。その結果、

- ① 電流零点を維持するには、補助直流プラズマに、或るしきい値があること
  - ② 直流プラズマを増すほど交流プラズマの安定性が増すこと
- などが明らかとなった。

### 2. パルス電流重畳形交流プラズマトーチシステムの開発

交流電流の零点に、外部からエネルギーを注入する方法として、零点ごとに、パルス電流を重畳させる方法を開発した。

本方式を切断用交流アークプラズマに適用した結果、交流電流の1/5以下のパルス

電流でアークプラズマの安定化が図れることが明らかとなった。このため、切断用と比べて、さらに安定化が容易な大容量・低速プラズマ流の金属精錬用交流アークプラズマにも本パルス重畳方式が有効と思われる。

本方式は、電流零点検出部とパルス発生部で構成される小形の点火用補助パルス発生装置を設置するだけで良いため、電源は従来に比べて著しくコンパクト化され、また、パルス電力は交流電力の1/100程度で良いため、コストも大幅に低減できる見込みである。

### 4-2-5 今後の課題

現在のアークプラズマ利用技術を向上させるとともに、新たな技術分野にアークプラズマを適用拡大していくには、さらに、アークプラズマを利用する際の以下に示す共通の課題を明らかにし、解決しておくことが重要である。

- ① 2,000~10,000度の高温領域における化学反応の把握
- ② アークプラズマ制御技術の高度化
- ③ 内部電極、ノズルなどの構成エレメントの長寿命化
- ④ トーチの大容量化
- ⑤ 上記技術を基にした加熱効率の向上、総合コストの低減

### おわりに

アークプラズマは有用な多くの特徴を有することから、種々の技術に適用されており、今後さらに応用範囲が広がるものと思われる。このためには、加熱コストの低減が大きく寄与するものと考えられ、一方策として、交流プラズマによる設備コストの低減や大容量・長寿命化による運転コストの低減などを図ることにより、アークプラズマの一層の適用拡大が期待されている。●



## 4-3 野菜工場

### 4-3-1 背景

ガラス室やプラスチックハウスを用いて、野菜、花、果物などの生産を行う施設園芸は、我が国では昭和28年頃から始まり、現在4.2万 ha を超え、施設面積では世界のトップにある。すでにトマトやキュウリ、ピーマンなどは、露地ものの生産を上回り、野菜などの周年的な供給と価格の安定化に大きな役割を果たしている。

しかし、近年、収益の伸び悩み、不良環境下における栽培管理作業などが後継者難の要因となり、生産者の高齢化が急速に進んでいるといわれている。一方、消費者は健康・安全志向や高級、高品質志向が強まり、多種・新鮮・無農薬などのニーズが高まっている。野菜の自給率は、貿易が自由化されているなかで96%をしめているが、一部野菜においては、ニュージーランドなど海外から空輸されるケースも広がりつつある。

高齢化、国際化が一層進むなかで、消費者のニーズを満足させる野菜類の安定的な供給を図るためには、生産性の飛躍的な向上、周年的な計画生産、省力的な生産ならびに生産物の高品質化が必要であり、これらを可能とする工業的生産技術(野菜工場)の開発が望まれている。

### 4-3-2 研究の目的

従来我が国の野菜工場はすべて人工光のみによるタイプであったが、高度な環境調節と機械化のために生産費に占める電力費の割合は約50%にもなり、普及上の大きな障害になっている。

施設園芸の一層の発展、高品質な野菜類の安定供給に寄与するとともに、夜間の電力需要の開発による負荷率の向上を図るため、これまでの施設園芸分野における当所の知見に基づき、太陽光と人工光の併用と深夜の電力利用を特徴とする野菜工場を開発を行う。

### 4-3-3 研究の内容

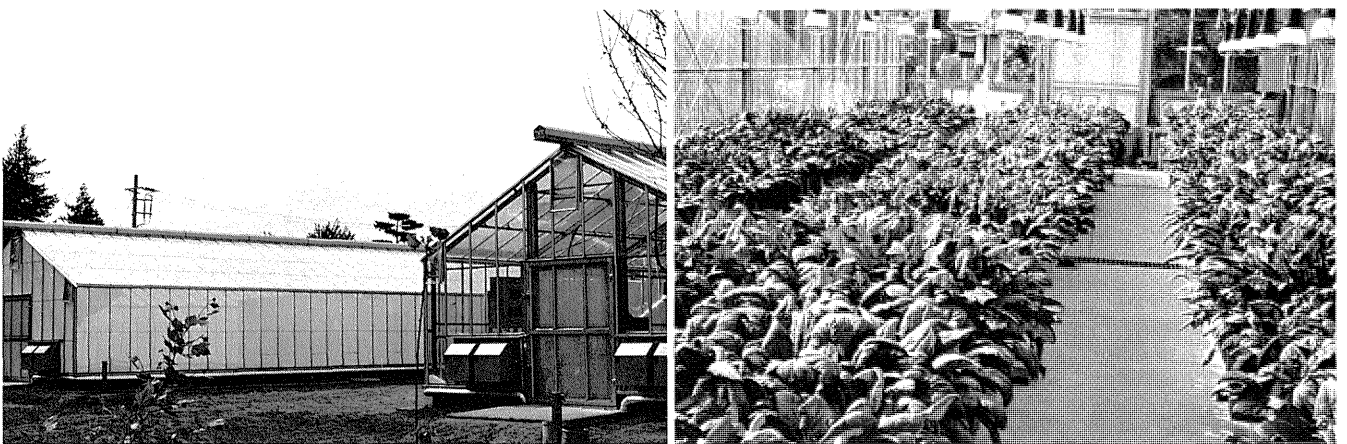
太陽光を利用する野菜工場は、多くの作物の栽培が可能であり、また、電照などの電力費の節減が考えられるなどの長所があるが、その変動性から計画生産がむずかしいといわれ、我が国においては、いまだ実用化されていない。このため、当所では、太陽光と人工光を併用する野菜工場を開発をめざして、以下の技術開発を行っている。

#### (1) 高度な環境調節技術の開発

- ・太陽光と人工光の併用を可能にするプラスチックカーテン
- ・深夜電力あるいは蓄熱調整契約を可能にする空調システム
- ・光、温度、炭酸ガス濃度、培養液濃度など諸環境条件の調節システム

#### (2) 栽培スペースの有効利用技術の開発

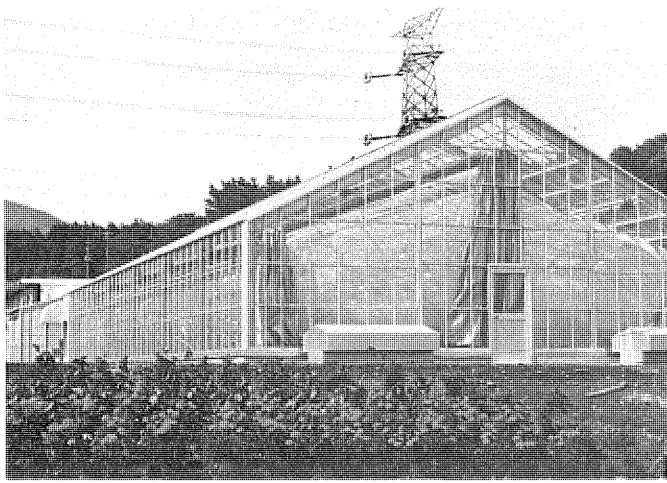
- ・生育にあわせて株間とうね間の調節(スペーシング)を行うシステム
- ・作物の移動栽培方式



外観(左側の栽培室は遮光状態、右側は採光状態)

栽培室内(ホウレンソウを栽培中 8月)

図4-3-1 基礎実験設備(我孫子研究所内に1985年に設置)



外観(遮光と断熱はカーテンにより実施)



栽培室内(サラダナを栽培中、ローラコンベア使用)

図4-3-2 作物管理実験設備 (赤城試験センター内に1986年に設置)

- (3) 作物管理作業の省力化技術の開発  
・種まき、苗の植えつけ、スペーシングなどの作業機械

#### 4-3-4 研究の成果

基礎実験設備(1985年4月、我孫子研究所構内、340㎡)、作物管理実験設備(1986年5月、赤城試験センター内、420㎡)ならびに総合実証実験設備(1987年5月、赤城試験センター内1,000㎡)を設置し、サラダナ(1~4月)、ハウレンソウ(5~8月)、イチゴ(9~12月)のリレー栽培を目標とする実験・検討(品種の選択、環境調節の設定値、移動栽培・スペーシング方法、生産性・経済性)を実施している。これまでに得られた成果は以下のとおりである。

- (1) 夏期におけるハウレンソウの栽培は、とうだちなどから容易ではないとされていたが、とうがたつまでに充分生長させることができ、収量は約6 kg/㎡(定植後21日)で1作当りの収量は一般の栽培方法に比べ約4倍、栽培所要期間は約1/2に短縮できた。
- (2) 収穫したハウレンソウのビタミンC、

βカロチンのいずれも市販品、食品成分表の水準を満足しており、商品性、食感などの官能試験の結果も良好であった。

(3) サラダナの収量は約4.2kg/㎡(定植後21日)で1作当りの収量は一般の栽培方法に比べ約2倍、栽培所要期間は約1/2に短縮できた。

(4) 収穫したサラダナのビタミンC、含水率は食品成分表の水準を満たしていた。

(5) 千苣菜(キャベツと小松菜を素材としたバイオ野菜で、キリンビールとトキタ種苗K.Kが開発した新野菜)は定植後約2週間収穫可能となるほど生長が早く野菜工場に適していることを明らかにした。

(6) 栽培室の空調により、炭酸ガスの施用が効果的に行えること、電照はとくに初期生育の促進効果が大きく、天候不良による生育の遅れを補い計画生産を行うために効果的であることを明らかにした。

(7) 栽培室における電力の最大使用量は7~8月に終日採光し、昼25℃、夜20℃に調節する場合2.5kWh/㎡日程度(電照なし)で、そのうちの70%は水蓄熱のために使用された。1~2月に終日採光し、昼23℃と、夜18℃に調節する場合2.0kWh/㎡日程度

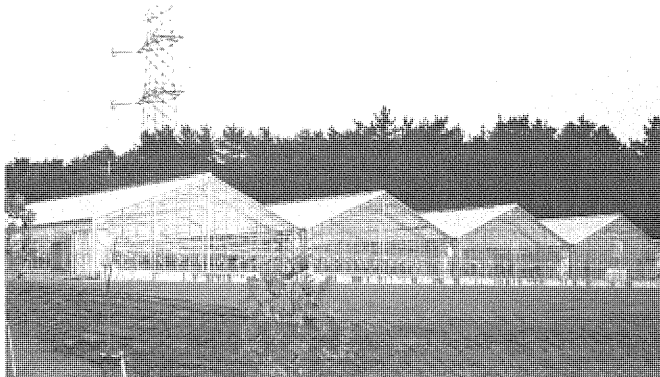
(電照実施)であった。さらにカーテンの使用により、冷房負荷を約3割節減できることがわかった。

(8) スペーシングによる増収効果はサラダナの場合約1.8倍になることを栽培状態で明らかにした。

これらのことにより、併用型の長所である多くの作物が栽培可能であること、電力費を低減できることを確認するとともに、併用型の問題とされている太陽光の変動による生産量と栽培期間への影響は1作当りの栽培期間を4ヶ月ほどに限定することおよび人工光の効果的利用によって実用上の障害にはならないことを明らかにした。

#### 4-3-5 今後の課題

サラダナ、ハウレンソウなど葉菜類をリレー栽培する場合の生産性と経済性について明らかにする。さらに、全国的な普及を図るため、栽培作物の拡張、地域振興策としての各地への適用研究を実施するとともに、小規模な簡易型野菜工場の開発について検討する。



外観(遮光と断熱はカーテンにより実施)



栽培室内(ハウレンソウを栽培中、移動栽培方式)

図4-3-3 総合実証実験設備 (赤城試験センター内に1987年に設置)



## 4-4 魚工場

### 4-4-1 背景

200海里経済水域の定着した今日、「つくり育てる漁業」としての養殖や稚魚の放流など増殖の重要性が、さらに増大すると考えられる。ブリ、マダイなどについては、すでに養殖生産量が海での漁獲量を大巾に

上回るレベルにまで達している。しかし、養殖生産現場においては、残餌流出による養殖環境の劣化(自家汚染)、収益の伸び悩み、後継者難、などの問題が発生しつつあり、水産経営基盤の安定化・活性化を図る上からもまた、消費者ニーズに応じた需要の強い中高級魚の安定供給施策の開発・充

実が望まれている。

### 4-4-2 開発目標とする生産システム

当所においては、既存の養殖施設より高い生産性を持ち、安定した計画生産ならび



図4-4-1 ヒラメの高密度飼育実験



に周辺水域の環境汚濁を招かないクリーンな生産を行い得る養殖システムの開発を目指し研究を推進する。即ち、電気エネルギーを有効に活用し、高度の生産環境管理を行い、立地制約の少ない循環濾過方式の魚類養殖生産システムを開発する。これまで、施設養殖は初期設備投資と運転管理費がか

かるのが欠点といわれたが、これを克服するため、施設を効率よく利用する飼育技術を開発し、システムの経済的基盤の確立を図る。

目標とする生産システム完成時の特徴は以下のように要約される(図4-4-2参照)。

①高密度飼育により高生産性と施設の効

率的利用を図る。

- ②適水温制御により成長促進を図る。
- ③飼育環境管理により高品質魚の安定計画生産を行う。
- ④飼育管理の自動化により省力化を図る。
- ⑤飼育水の循環濾過(浄化)・長期的再利用により、周辺水域の汚濁防止と効率

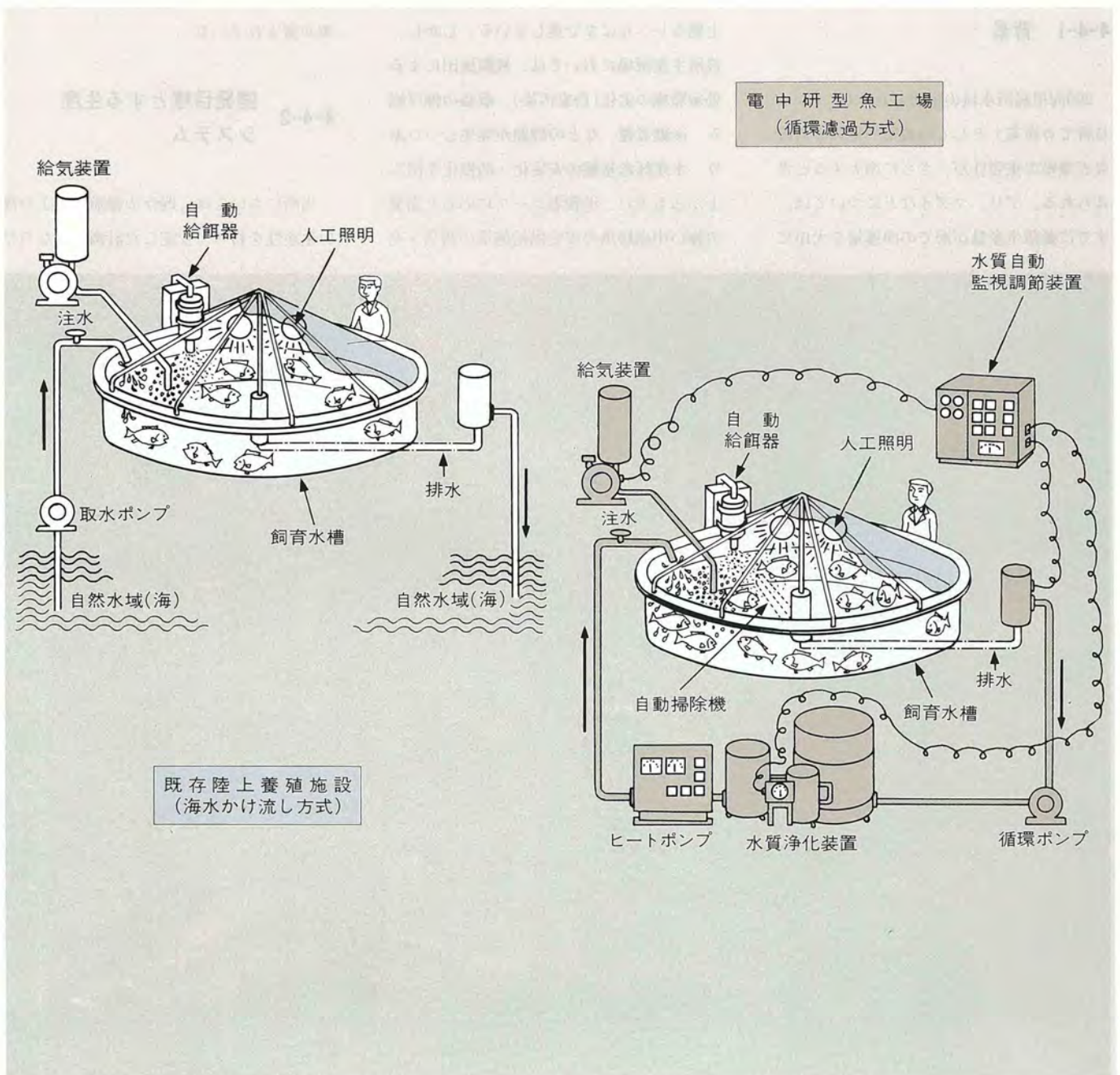


図4-4-2 電中研型魚工場のイメージ



的水温管理を行う。

⑥蓄熱・蓄冷方式により水温調節を行い、安価な夜間電力を積極的に利用する。

### 4-4-3 研究計画概要

高級魚であるが、海面での漁獲が少なく、

潜在的需要が大きいと推定されるヒラメを対象に、図4-4-4に示すように、先ず本生産システムの基幹要素技術である高密度飼育技術と水質浄化技術の開発を図る。また、これらと併行して、飼育成績安定化のための生育促進技術、魚病発生防止策等の開発を行う。

### I. 高密度飼育技術

生産性を高めるためには、魚の飼育密度をできる限り高め飼育する技術が必要となる。そこで飼育密度が魚の行動・成長に与える影響を実験的に検討し、その生物的な飼育限界密度を明らかにするとともに限界密度維持のための効率的飼育技術を開発する。

### II. 水質浄化技術

本生産システムでは周辺水域の水質汚染を防ぎ、また水温管理を容易にするため飼育水を循環利用する。この循環利用のためには残餌・排泄物由来の有機物・アンモニアなどを効率よく除去する技術が必要となる。水質浄化技術は種々開発されているが、現在のところ魚類飼育には生物学的な処理方法(微生物利用)が最も有効であると考えられるため、数種の生物学的浄化技術についての浄化効率を定量的に評価するとともに、効果的な浄化システムを開発する。さらに、水質浄化のより一層の安定化・効率



図4-4-3 実験用飼育水槽によるヒラメの養殖

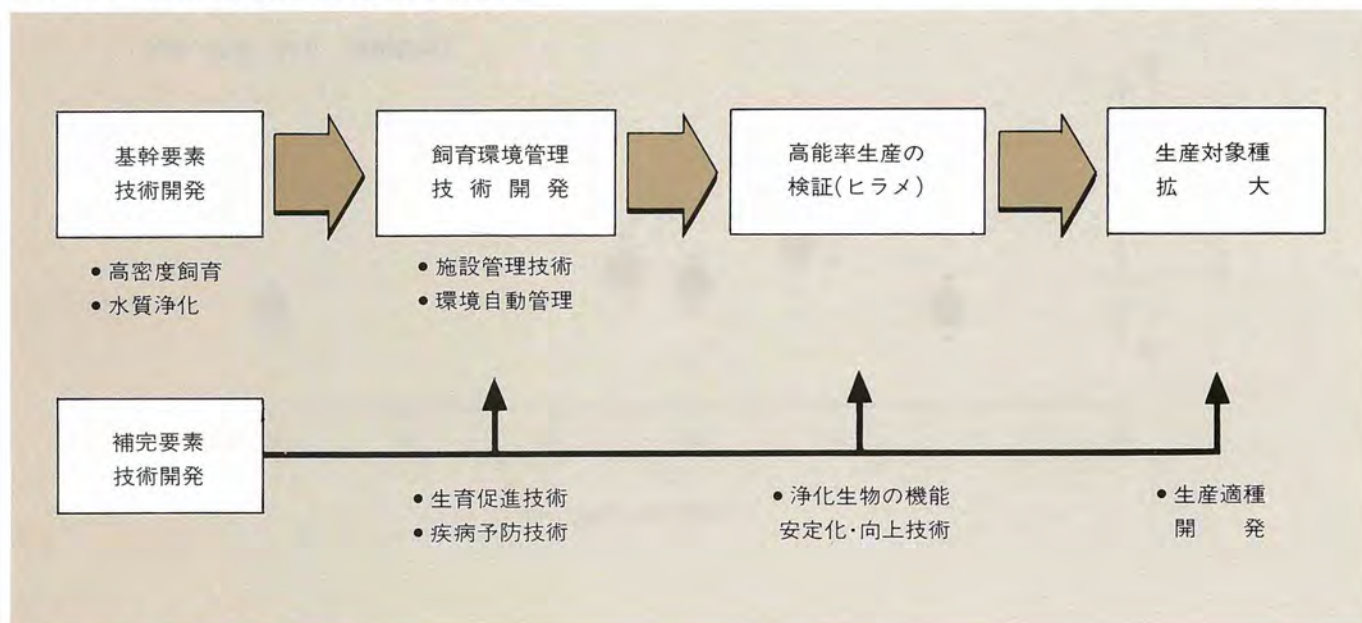


図4-4-4 研究計画フロー図

化を図るため、浄化微生物の固定化およびその利用技術の開発を行う。

### Ⅲ. 生産環境総合管理技術

上記2要素技術開発に次いで高密度飼育下での生産環境総合管理技術開発のための実験的検討を実施し、64年度を目途に実用レベルの魚類生産システムの設計・生産管理に必要な基礎技術・情報を集積する。さらに、それらの技術・情報を基にシステムを構築しその検証を66年度を目途に実施する。

#### 4-4-4 これまでの主要成果

##### I. 高密度飼育技術

総水量約800ℓの循環濾過水槽を用いた飼育実験により、十分な水質管理と給餌管理を行えば、10～30g、90～100g、300～

500gサイズのヒラメは、各々少なくとも5～10kg/m<sup>2</sup>、10～20kg/m<sup>2</sup>、30～40kg/m<sup>2</sup>の密度までは既存養殖施設での飼育密度(各2～4kg/m<sup>2</sup>、5～10kg/m<sup>2</sup>、10～15kg/m<sup>2</sup>)とほぼ同等の成長を示すことが明らかにされ、ヒラメ高密度飼育に見通しが得られた(図4-4-5参照)。

##### Ⅱ. 水質浄化技術

下水処理分野では種々のプラスチック濾材が開発され、実用化されている。魚類飼育で従来用いられている砂礫濾材に対し、これらのプラスチック濾材は空隙率が高く閉塞を起こしにくいという利点を持つが、飼育海水浄化にどの程度有効かは不明であった。そこで、これらプラスチック濾材のアンモニア浄化能を、水容量約10ℓの小型循環濾過水槽を用い比較検討した。その結果、最も高い浄化能を示した濾材の場合、濾材1ℓ(濾材面積1.44m<sup>2</sup>/ℓ)当り150～200mg/日のアンモニア態窒素を浄化し得るこ

とがわかった。これは同容量の砂礫濾材のほぼ3～4倍の能力に相当する。

#### 4-4-5 今後の課題

上記の諸要素技術開発のうち、高密度飼育については、特に飼育が長期化・大型化した場合の能率的給餌管理・残餌管理等の技術開発を、また水質浄化については、浄化微生物の機能安定化を目指す微生物固定化技術開発を重点的に推進し、64年度末を目途に工業的ヒラメ生産システムの基本設計を、また66年度を目途に同システムの検証を行う。さらに、生産対象種の拡大を図るため、ヒラメ以外の魚種についても、その工業的生産の可否ならびに工業的生産に適した種(品種)への改良に関する検討を実施する。これにより、経済性のある工業的魚類生産技術の確立を図り、高品質魚の安定供給ならびに地域水産業の振興さらには電力需要開拓に寄与する。 ●

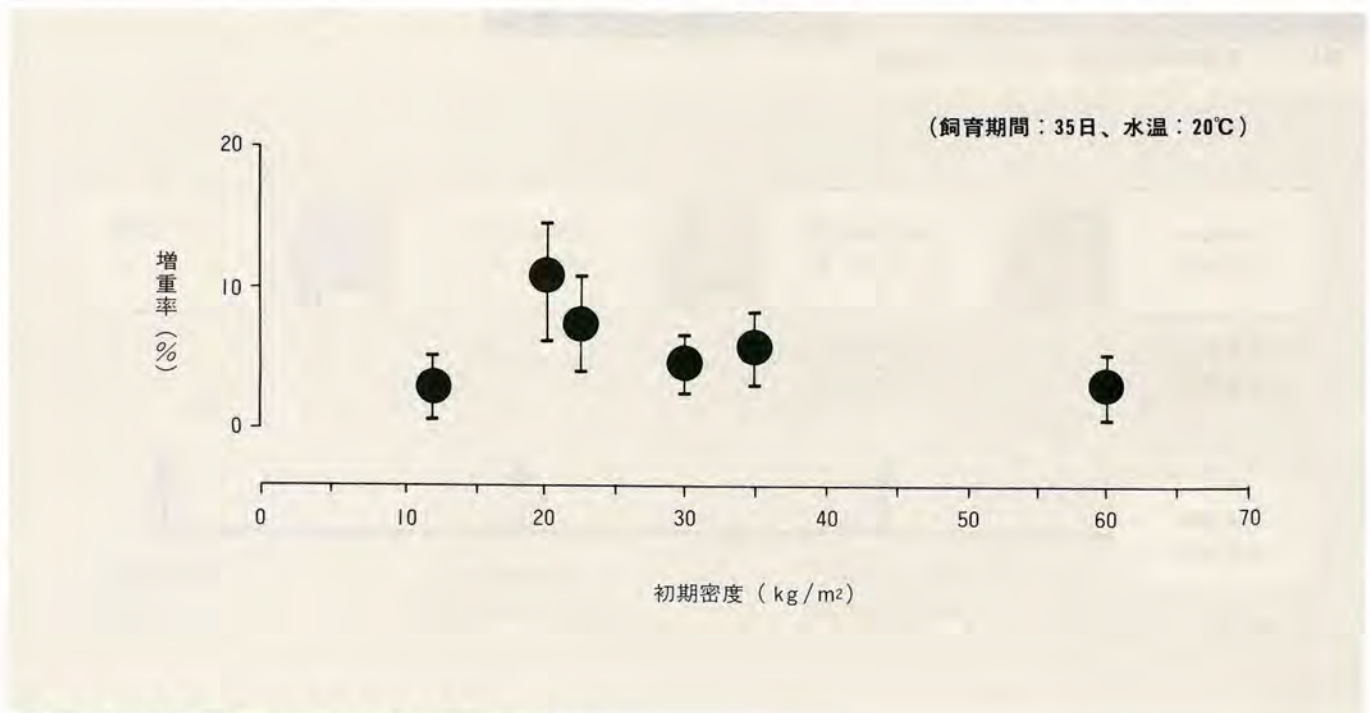


図4-4-5 ヒラメ(300～500g/尾)の飼育結果の一例



第            章

地域のアメニティ向上

5





## 第5章 地域のアメニティ向上 ● 目次

総括 ● 経済研 経済部 社会環境研究室 若谷 佳史

5-1 快適な都市空間の設計	経済研 経済部 社会環境研究室	山本 公夫…63
5-1-1 街路空間の快適性評価の特徴と景観設計の考え方		山下 葉
5-1-2 配電設備の景観設計の効果測定手法		
5-1-3 配電設備のデザイン案		
5-2 まちづくり方策	経済研 経済部 社会環境研究室	山中 芳朗…66
5-2-1 まちづくりの要素		井口 典夫
5-2-2 まちづくりにおける企業の協力		
5-2-3 今後の計画		
5-3 深部地下空間の開発および利用のための技術	我孫子研 立地部 土質研究室長	国生 剛治…70
5-3-1 深部地下開発のコンセプト		
5-3-2 深部地下開発の特長		
5-3-3 今後の課題		
5-4 海域環境創造技術	我孫子研 水理部 環境水理研究室長	片野 尚明…72
5-4-1 既往の研究成果	環境水理研究室	丸山 康樹
5-4-2 海域環境創造技術の開発		
5-4-3 海域環境創造技術の活用イメージ		

東京の一極集中に象徴される都市化の流れは、社会生活の歪みや、人と自然との疎遠化等をもたらしており、都市の快適性は急速に失われつつある。現在、経済のソフト化、高齢化、自由時間の増加といった社会の成熟化や、高度情報化、国際化社会の到来といった様々な潮流に対応して、21世紀の都市がいかなる未来像に向って構築されていくべきなのかのビジョンが求められている。とりわけ21世紀の都市を構築していくうえでは、土地・交通問題の解決、経済活性化さらには快適な環境や空間を提供する具体的なノウハウや技術の開発が不可欠な要件となってくる。

一方、地方では、過疎化が多くの地域で進行し、土地固有の文化の継承すら危うくなっている。わが国の国土の均衡ある発展を目指していくという観点に立てば、今後地方の社会・経済を活性化させるために有効な方策を打出してい

くことは大きな意味を持つであろう。

本来地域とともに発展する電気事業が、人々の生活を豊かにし、文化を発展させ、快適な環境を創り出すべく貢献していくということは、電気事業の経営基盤の強化とともに、新たな事業機会の獲得ともなり、自らの事業の発展につながることになる。

当所ではこのような地域のアメニティの向上を旨としたサービスを提供する新しい事業の姿として総合地域産業を位置づけ、新しい地域サービスに関するノウハウや、技術の開発に取りくんでいる。本章ではそのうち、アメニティ研究として「快適な都市空間の設計」、地域振興研究として「まちづくり方策」、空間創造・利用技術の研究として「深部地下空間の開発及び利用のための技術」および「海域環境創造技術」の各研究について紹介する。 ●



# 5-1 快適な都市空間の設計

人々の生活が豊かになるにつれて、潤いのある住みよい生活空間をつくり出そうという、アメニティー(快適さ)を求める気運が高まってきている。

都市において最も身近な公共空間である街路の快適性を高めるための様々な工夫が試みられ、その一つとして、大都市を中心に配電設備の地中化が進められている。

当所では、地中化をより一層推進するための技術を検討する一方、配電設備以外の要素も含めてトータルに街路空間の快適性を高める方法を検討した。すなわち快適な都市空間の設計方法を提言するために以下の三点を明らかにした。

- ① 人々の街路空間に対する快適性評価の特徴を現場心理実験により明らかにして、景観設計の考え方を導く。
- ② 地中化などの配電設備の景観設計の効果を定量的に把握するための評価式を、モニタージュ写真を用いた心理実験をもとに開発する。
- ③ 具体的なデザイン案として、既存、お

よび新しい配電方式に用いる配電設備について提案する。

## 5-1-1 街路空間の快適性評価の特徴と景観設計の考え方

景観設計を効率的に進めるには、“そもそも快適な街路空間とは、どのようなものか？”を把握する必要がある。一般学生10数名を評価者として様々な特徴を持つ東京都区内の32の街路を対象に、実際に現場を歩いて居心地や雰囲気など視覚以外の観点も含めた快適性の評価を求める心理実験を行った。評価は快適性の阻害感と向上感との二つの側面からとらえ、それぞれのデータを因子分析した結果、表5-1-1のような評価因子を得た。

これより阻害感とは街路全体の印象として評価されるのに対し、向上感とはショーウィンドウや樹木等、街路の特定の「要素」と結びついて評価されるという特徴があることがわかった。この結果は、街路空間を設計する場合に配電設備など特定の要素だけ

を整備しても快適性の阻害感は必ずしも改善されないことなどを示しており、街路の景観設計の考え方を導くことができた。

さらに周辺建物が街路樹の状況、幅員などの街路の特性から5つの街路タイプ(オフィス街、繁華街、日常商店街、緑の多い住宅地、モール)をあげ、タイプごとに評価の傾向を実験データから把握した。

この結果から街路の特性にあった景観設計の目標を導くことができるようにした。

## 5-1-2 配電設備の景観設計の効果測定手法

現在実施されている配電設備の景観設計は、地中化や移設によって設備を見えなくする方法と環境調和型など設備のデザインを改善する方法とがある。しかし、効果が大きいと期待される地中化はコスト的、技術的制約が大きい。そこで複数の街路タイプについて、地中化と配電線の整理を行った場合とのモニタージュ写真を作成し、評価実験を行った。実験は街路景観を統合的にとらえた「街路の雑然性」について10段階評価をしてもらうとともに、景観設計の前後を比較して改善度についても尋ねた。この結果からまず街路の雑然性は、配電設備を除去した街路自体の雑然性と、配電設備の目立ち具合との和で定義されることが明らかとなった。

また、景観設計の効果は、現状の雑然性に

表5-1-1 街路空間の快適性評価因子

	快適性阻害評価	快適性向上評価
第1因子	歩行阻害・居心地不快感	商業活動による魅力
第2因子	街並乱雑感	緑・うるおい感
第3因子	雰囲気阻害感	ストリートファニチュアによる魅力
第4因子	街路整備の阻害感	配電設備のプラスの評価



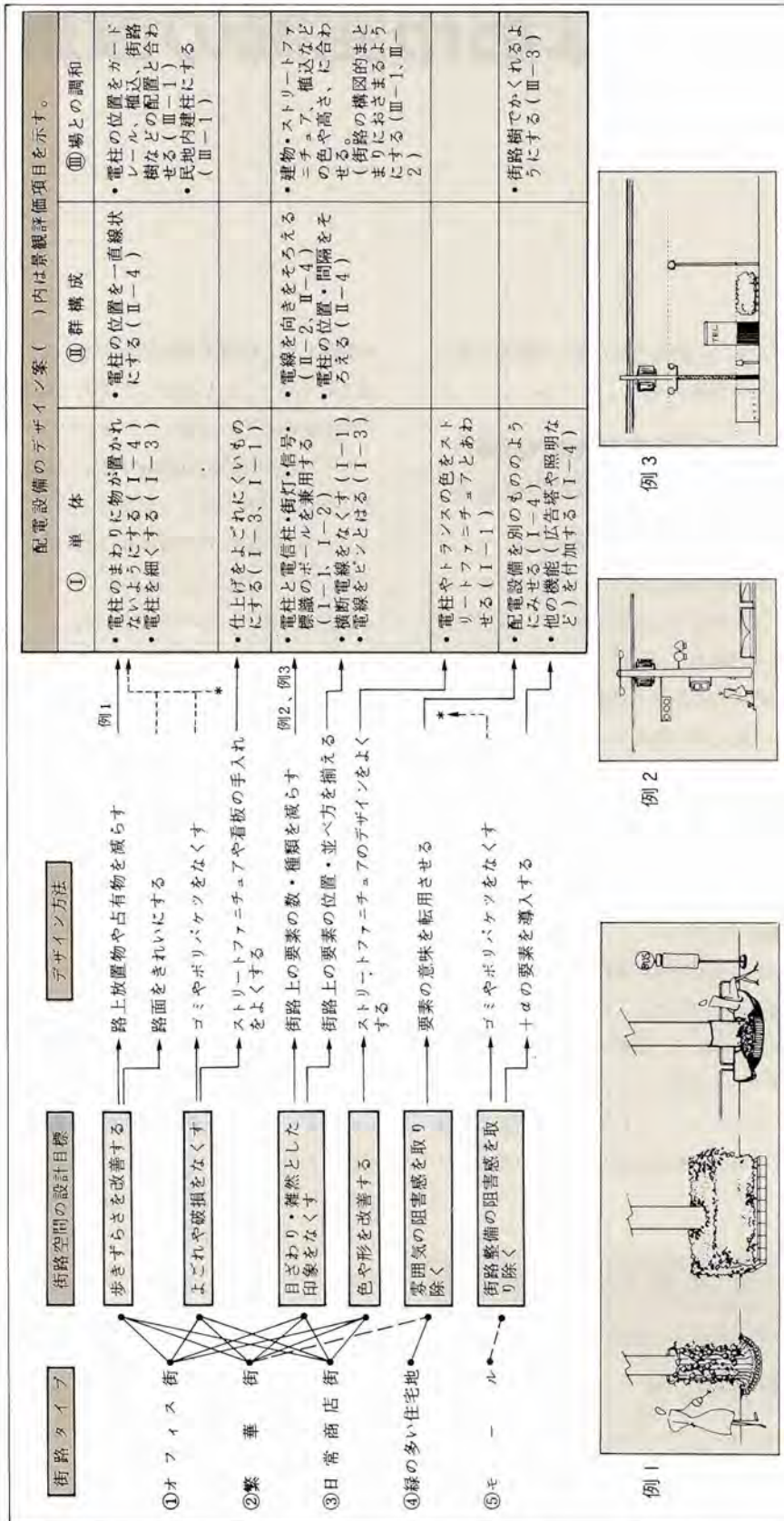


図5-1-1 配電設備の景観設計手法(快適性阻害を軽減する場合)

対する景観設計後の雑然性の比としてとらえられることもわかった。

これらのことから現状写真を用いて地中化や配電線の整理、あるいは街路樹をふやすなどの景観設計の効果を予測することができ、それぞれの景観設計の効果の比較、あるいは、複数の街路間での地中化優先度を景観の側面から検討する際の判断材料として役立てることができる。

### 5-1-3 配電設備のデザイン案

以上の結果をもとに、街路空間全体の快適性を考慮した配電設備の景観設計手法を考え、具体的なデザインを提案した(図5-1-1)。また、現状の地中化方式に比べてコスト低減や適用対象街路の拡大が期待できる“柱上設置方式”(配電線のみを地中化し、変圧器等を柱上に設置する方式)を適用した場合の新しい配電機器のデザイン案を検討した(図5-1-2)。ここでは街並に融合するだけでなく、地域の人々に親しまれるシンボルとして、配電設備を積極的に活用することも考えて、街の個性にあったデザインを導く手法としてまとめた。

### 今後の計画

今後、都市集中が一層進むにつれて、都市における公共空間の快適性を求める声はさらに高まっていくであろう。

当所では、「快適な都市空間の設計」という課題のもとに、これからの快適な都市像を求めて研究を進めていく計画である。

具体的には、夜間の都市空間の快適性を高めるために、都市公共照明のデザイン手法を開発する。さらに、これまでの街路デザインの知見と合わせて、都市における昼と夜の公共空間をトータルとして扱うことのできる、景観設計システム構築を目指すことにしている。





図5-1-2 柱上設置機器のデザイン例・カリオン時計を組み込み地域住民のシンボルにすることを目的としたデザイン

## 5-2 まちづくり方策

地域の自立を目指すまちづくりやむらおこしは、全国レベルに広がりつつある。しかし、文献・資料は数多くあるものの、まちづくりをどのように進めていけばよいかといった方法は、十分に明らかにされていないのが現状である。このような背景から当所では、まちづくりの構成要因、事例などを分析し、今後まちづくりやむらおこしを実施する際のガイドラインについて検討を行っている。

これまでにまちづくりに必要な要素を明らかにした。

### 5-2-1 まちづくりの要素

まず、①まちづくりに実績のある全国16の市町村におけるヒアリング調査と、文献・資料調査を行い、②調査データからKJ<sup>※</sup>法によって、まちづくりの要素を発見した。さらに、③これらの要素が特殊なものでないことを再確認するために各市町村の事例と照合するとともに、④各市町村について要素充足の時系列変化を見て、類似したプロセスを見出した。

このような分析の結果、まちづくりは、「要件」、「目標」、「基本的な考え方」、「障害」の4つの大きな要素で構成されていることがわかった。

-----  
※定性データを経験や知識に基づいて分類する方法

#### (1) まちづくりの要件と発展段階

まちづくりで行われる策・行動を、16の要件にまとめた。

16要件の順序を分析するために、各市町村ごとに要件充足のプロセス図を作成した。図5-2-1がまちづくりの代表例と言われる大山町(大分県)のプロセス図で、横軸には「村長誕生」→「基盤づくり」などのまちづくりでの出来事を記し、縦軸には16の要件を並べて、両者が対応するところに○等の印をつけた。印の配列を各事例について検討した結果、

- ・各事例にほぼ共通した要件の順番があること(図5-2-1の縦軸はその順序に並べてある)
  - ・まちづくりには活動の規模や目標が変化する節目のようなものがあり、それは図5-2-1の左欄に示している5つの発展段階に対応していること(大山町では「梅・栗の発見」「梅・栗の生産開始」などが節目になり次への発展段階に向かっている)
  - ・弱点と考えられる要件は繰り返し補強していること(大山町の例では組織、技術、人材、コンセンサスなどを繰り返し補強している)
- が明らかになった。

#### (2) まちづくりの目標

まちづくりの有名事例では、「地域の経済力の発展」だけでなく、新しい産業や運動をつくっていく力、いいかえれば地域の「体力」を備えること、文化やアメニティ

などを追求することで住民の「ゆとりとうるおい」を育てること、を明確な目標にしている。特に、事例の中でも効果があがっていると言われている池田・大山・湯布院等の町においては体力面をかなり重視していることが明らかになった(図5-2-2)。

#### (3) まちづくりの基本的な考え方と障害

まちづくりのリーダーの理念、行動、策を貫く考え方等のデータを整理して、「ひとづくりに重点をおく」、「自力で行う」等の基本的な考え方を導出した。これらの考え方に基づいて、まちづくりの行動・策は編み出されており、例えば、大山町における農業技術は、遠回りを承知で、町職員、農協職員、青年農業者が自らで習得したため、技術が地域に定着し技術革新が行われる風土ができたとともに、先取の精神、連帯感、バイタリティにあふれる優秀な人材が育成された。

一方、「関係者・住民の反対や無視」はすべての事例で登場する障害で、「世代交代の困難」は発展期に到達している市町村が共通して悩んでいる課題であることがわかった。

### 5-2-2 まちづくりにおける企業の協力

今回調査したまちづくり事例に見られた企業の協力例と、近年実施されている電力各社の地域活性化への取り組みを、まちづくりの発展段階別にまとめた。(表5-2-1)。



凡例：各出来事について ・ 関与していた項目…○印 持にプラスの転機…◎印 ・ マイナスの転機…●印  
 ・ 次のステップの布石…△印 として記述した

昭和(年)		30	35	40		45		50		55	(現在)															
発展段階	主な出来事	矢崎村長誕生	基盤づくり	先進地視察	第1次NPC運動 要綱作成	田つづし運動	町の支援体制	農業青年会設立	苗木調達失敗	第2次NPC運動	受賞とハワイ旅行	梅・栗停滞 ダム工事と	アグリパー 制度	第3次NPC運動	イスラエル派遣	梅・栗生産の 安定化	えのき栽培 体制がため	先進地視察	生産活動期	作物の多様化	と加工	住民参加の イベント	地域外交流の イベント	多様な層のまき 込みと文化事業	メディアの導入 CATV等ニュー	後継者問題
	要件																									
萌芽期	リーダー	◎	○	○																						
	コンセプトづくり	○	○	○																						
模索期	種さがし			◎	○										○		○									
	プランづくり				○					○				○												
立ち上がり期	組織づくり				△	◎		○		○							○									
	技術・人材		△				○	○					○				○				○					
	コンセンサス		△				○			○			○													
	資源・労力						○		●			●														
	資金調達							○						○												
	販路・PR				△		○	○								○										
成長期	規模拡大														◎						◎					
	地元定着化									△	△											○				
発展期	目標多様化									△														○	○	
	ネットワーク														△							△	◎	○	○	
	世代交代							△							△										○	
まちづくりの目標・効果		<p>(目標)</p> <p>①所得・雇用 → 所得目標達成 → 雇用目標達成 (目標①達成)</p> <p>②教育・文化 → (目標②注目される) → (文化・娯楽指向) → 目標②に本格的に取り組む</p>																								
まちづくりの課題・障害		<p>▲梅・栗の発見</p> <p>▲梅・栗の生産開始</p> <p>▲梅・栗の生産減少</p> <p>▲梅・栗の農家減少</p> <p>▲梅・栗の生産安定</p> <p>▲農産物の生産増大</p> <p>▲人口Uターン</p> <p>▲地域情報化に展開 文化交流・観光</p> <p>▲地域間競争 (種さがし)</p> <p>▲(農関係者の反対 (農民))</p> <p>▲(梅・栗) 目標の単一化</p> <p>▲(林業者不満) 地域内格差</p> <p>▲(土木工事) 一過性</p> <p>▲(農家間) 地域内格差</p> <p>▲世代交代問題</p>																								

図5-2-1 要件充足のプロセス図 (大山町)

地域への情報提供、計画への参加、外へのPRなど、情報・ネットワーク面での参

画は、地域の期待が大きいに加えて、企業が有する貴重な資源(優秀な人材、多

様な人脈・企業脈等)を生かせるという意味で、有望な分野と考えられる。



目標 \ 市町村	富良野市	池田町	大野村	高島町	龍山村	南木曾町	足助町	牛窓町	柳川市	中津江村	玖珠町	大山町	宇佐市	湯布院町	綾町	日南市
<b>①体力ある町</b>																
1) 住民の意識・意欲		●			●		●					●	●	●		●
2) 組織力(特に行政)		●		●	●	●	●				●	●	●	●	●	●
3) コミュニケーション	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
4) 外部ネットワーク	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5) 後継者、継承		●		●	●	●	●					●		●		
<b>②ゆとりとうるおいある町</b>																
1) 文化	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2) 弱者への配慮		●	●	●	●						●	●	●	●		
3) アイデンティティ	●	●				●	●	●	●			●	●	●	●	●
4) アメニティ・環境	●	●		●		●	●	●	●			●		●	●	●
<b>③経済力ある町</b>																
1) 人口	●	●	●	●		●	●			●		●		●	●	
2) 所得・生産・雇用	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3) 財政・社会資本		●			●											

図5-2-2 各まちづくり事例の目標

### 5-2-3 今後の計画

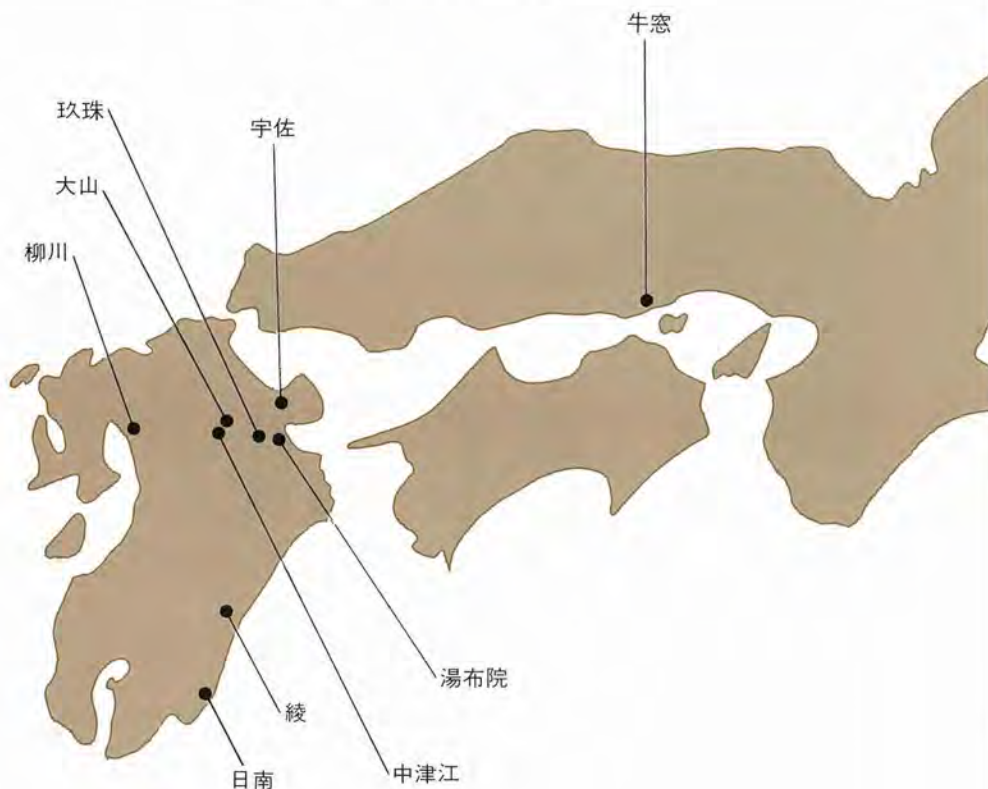
#### (1)まちづくりの詳細な分析

具体的にどのような方策を実施すればよいのか、どの方策がどういったTPOで効果的なのか等を解明していくために、現在、知識整理支援システム(CONSIST)を利用して、要素間の詳細かつ体系的な分析を行っている。CONSISTは、KJ法をコンピュータで支援するシステムで、データの体系的な記録、様々な視点からのデータ表示、簡単なマウス操作によるデータ分類などの機能を持っている。

#### (2)知見の適用と活用

今後は、ケーススタディによって、本研究で得られる知見の有効性を検証するとともに、さらに知見の充実を図っていく必要がある。また、電気事業等で、知見を実務的に活用していくために、CONSISTをベースにして「まちづくり立案支援システム」を開発する計画である。

図5-2-3 調査の対象となった16市町村





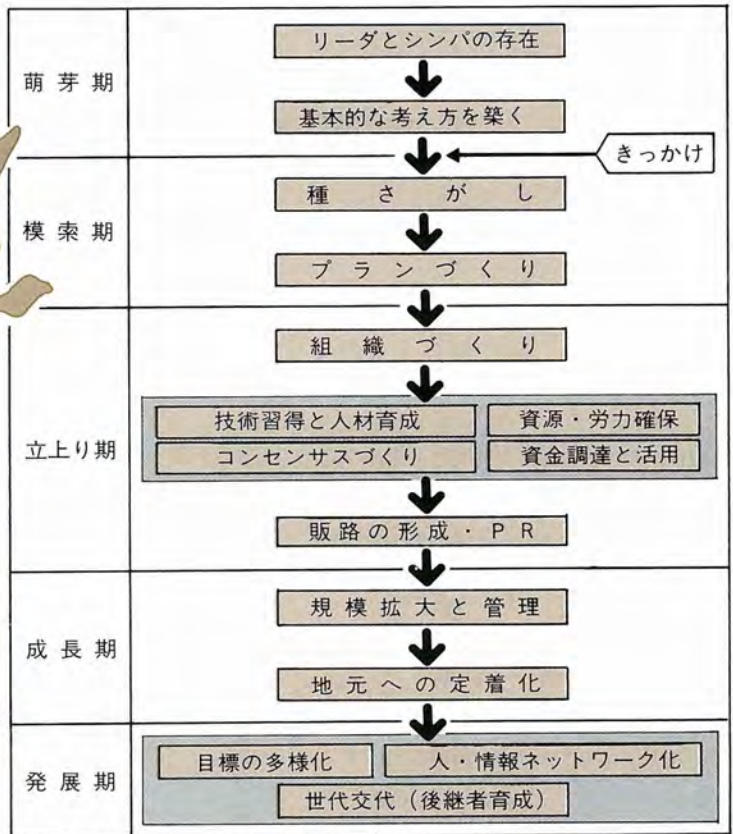


図5-2-4 まちづくりの要件と発展段階

表5-2-1 まちづくりへの企業の協力例

萌芽期	リーダー育成	養成学校(メーカー、まちづくりを研究課題に掲げている)
	気運の醸成	まちづくりシンポジウムの開催・後援(新聞社、電力会社)
模索期	事例紹介	まちづくり事例の文献発刊(新聞社、電力会社等) 先進地域・人の紹介(新聞社、電力会社等)
	計画に参加	市町村の委員会等に参加(電力会社等) 調査に人材・資金面での協力(運輸会社、新聞社等) 計画策定を委託(広告代理店、シンクタンク等)
	技術協力	電気を利用した生産技術の開発、都市照明などのアメニティ 技術の協力(電力会社) 研修受入れ(飲食業)
立ち上り期	人材育成	職員の出向受入れ(各種企業、県職員の出向が主)
	まちなみ整備	施設の美化・整備・保存(電力会社、通信会社、銀行等)
	資金協力	融資、資本参加、寄付(銀行、開発業者、電力会社等)
	土地の提供	土地を安い費用で貸与(開発業者)
	PR・販路	地域の紹介パンフレット・雑誌発行(旅行代理店、運輸会社、 電力会社、建設会社等) 地域紹介記事、番組(新聞社、運輸会社、テレビ会社) 特別列車運行、ツアー企画(運輸会社、旅行代理店) 安定的取引、販売コーナー常設、物産展開催(流通業者) 地元産品の優先調達(ホテル、立地メーカー、電力会社等) 支店・営業所でのPR(銀行、電力会社) 社を挙げての地元産品愛用運動(電力会社)
	成長期	意欲づけとPR



## 5-3 深部地下空間の開発および利用のための技術

現在東京の都心部を再開発し、世界の経済・情報・文化・ハイテク技術などのセンターとしての機能を備えた国際都市を建設しようというプロジェクトが数多く打ち上げられている。これらの計画コンセプトはそのほとんどが高層ビルを中心としたものである。これに対してビジネス・業務空間、エネルギー・ユティリティ施設などのインフラストラクチャーを極力地下に設置し、地表部を居住スペースや緑地・公園など、人間活動の場に開放するという都市開発概念も、これからの一つの開発の方向性として検討する意義があるものと考えられる。

### 5-3-1 深部地下開発のコンセプト

地下は都市に残された貴重な未利用空間である。現状での都市部の地下利用は深さ40～50m程度までにとどまっており、その利用形態も地下空間の特性を十分生かしたものとはなっていない。すなわち、地表はもっぱらビジネス、商業、サービスなどを含む業務用空間として使われ、地下は部分的に交通、上下水道、エネルギー・通信などのインフラストラクチャーに利用されているにすぎない。

それに対し、ここで検討する地下利用コンセプトでは未利用の50m以深の地下空間をも利用することにより、地表部を住宅・公園を中心としたコミュニティー空間、浅

部地下をオフィスなどを中心とした業務用空間、深部地下をエネルギー・ユティリティ

などのインフラストラクチャー空間として使い分ける。

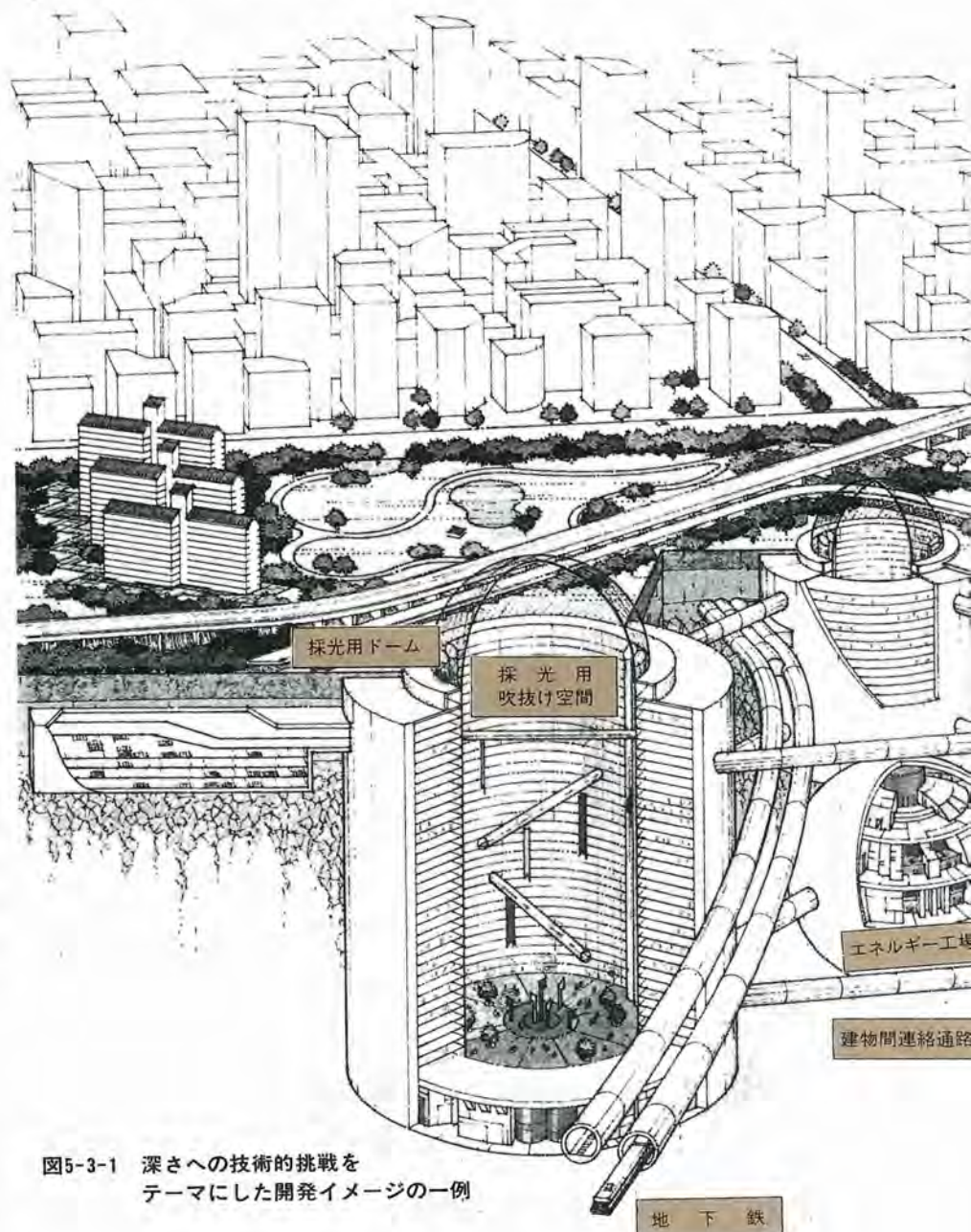


図5-3-1 深さへの技術的挑戦をテーマにした開発イメージの一例



即ち、従来のビルの地下室、駐車場、道路下の地下街のような利用形態のみに縛られず、より広い地下の利用の可能性を追求する。

地下空間の創出方法としては、特殊な採光用空間と、それをとり囲む地下施設を核とする開発概念を導入する。この概念は、空に向かって伸びる高層ビルによる都市開発に対し、地中に向かって伸びる開発の方向性を象徴しており、採光空間により地下空間

を閉鎖空間ではなく地表へつながる開放された有人空間とする。一方、インフラストラクチャー空間や倉庫などの無人空間については立坑や横坑により連絡された閉鎖的地下空間を充てる。

地下に、このような広い空間を創るためには、深さへの技術的挑戦が必要である。その一つのイメージを図5-3-1に示す。このイメージは採光用吹き抜け空間を持つ円筒状の3つの地下施設とエネルギー関連

施設を収納するユティリティ空間から構成され、地下の発展に伴い3次元的な拡がりを持つものである。

地下に収納される施設としては、オフィスビル、情報センター、商業施設(店舗、病院など)、ホテル、レジャー施設、交通施設、倉庫、エネルギー施設などの可能性がでてこよう。また、地上部については中・低層マンション、公園、コミュニティ広場、教育・公共施設、マーケットなどの居住機能が想定できる。

### 5-3-2 深部地下開発の特長

深部地下空間を積極的に利用した開発については以下のような特長が考えられる。

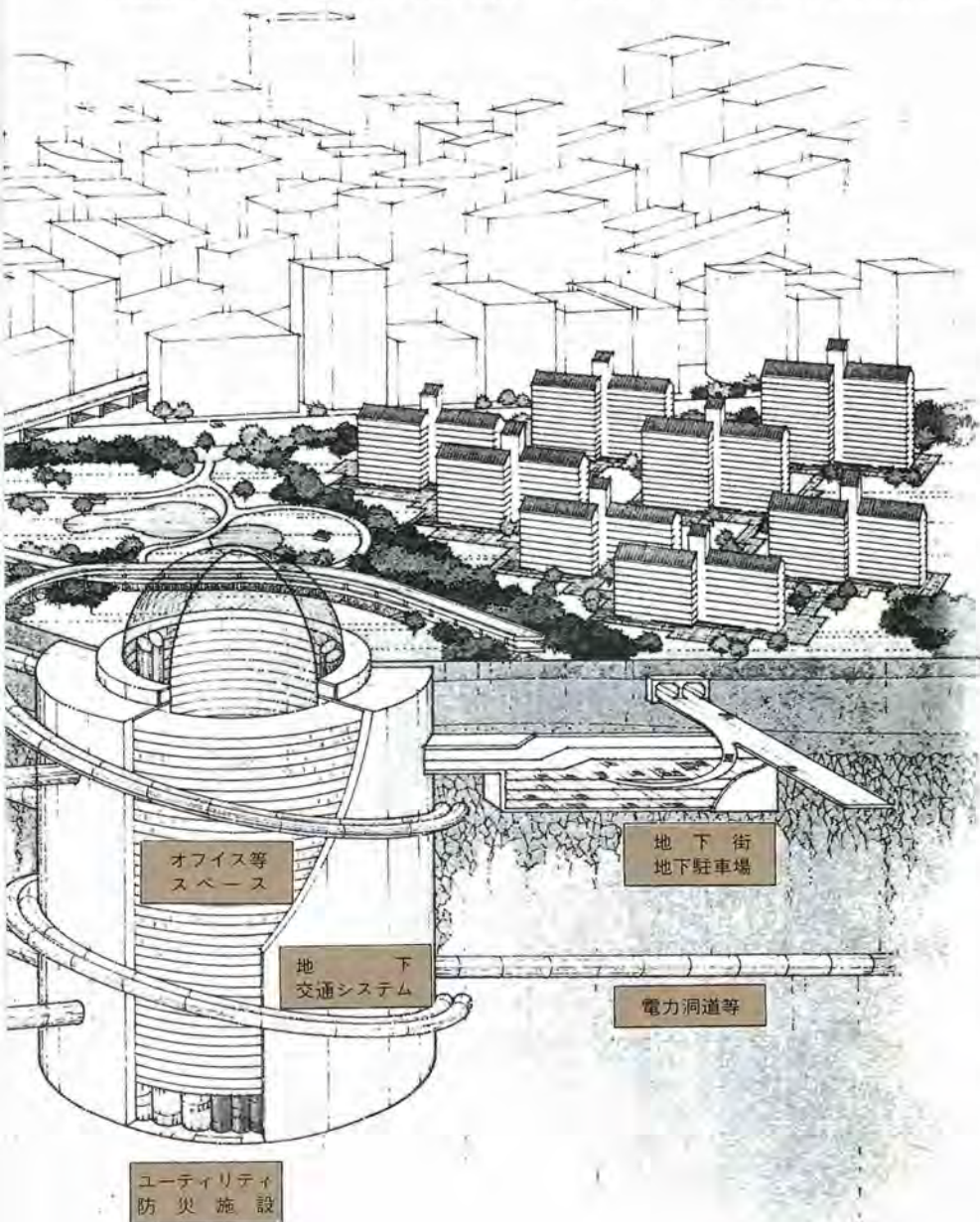
- ① 地表を人間の安らぎの空間として保持し、職住近接も実現できる。
- ② 人、物などの流れが1次元的な高層ビルに対して、3次元的な自由度を持つビジネス空間が提供できる。
- ③ 地下空間の遮蔽性、恒温性などの特性を積極的に活用し、エネルギーの効率的利用が図れる。
- ④ 地震などや外部からの災害に強い耐災都市が実現できる。

地下空間を利用する基本的目的は地表空間をより多く人間に解放することである。地表のオープンスペースを緑地や居住区域にして緑あふれる安らぎの空間とし、居住者のみでなく都市に働く勤労者に憩いの場を提供できる。

### 5-3-3 今後の課題

今後、この開発イメージに必要なとされる建設技術の研究を中心にエネルギー供給・利用システム、防災性などについての検討を進める。

このほか、地下深部の空間利用として、ガスタービン用圧縮空気貯蔵があり、軟岩を対象とした、掘削技術などの研究開発を行う。



## 5-4 海域環境創造技術

最近のレジャー・リゾートに対する関心の高まりを反映して、沿岸海域の開発・利用に対する国民の期待は大きくなりつつある。このような情勢を踏まえると、電気事業においても、海域を発電のために利用するだけでなく、地域の期待に応じて、人を集め、雇用を創造するための海域開発の可能性を追求していくことはかなり意義深いものと思われる。

そこで当所では、海域を多角的に利用するための基盤となる海域環境を整備・創造する技術、すなわち、発電所の取放水施設、

港湾などを巧みに活用し、水をきれいにする技術、浜をつくる技術、海底の砂地を海藻で緑化する技術の開発に積極的に取り組んでいる。

### 5-4-1 既往の研究成果

当所は、これまで発電所の環境影響予測や対策面において、以下のような多くの知見を得てきた。

① 海域の水質浄化を予測・評価するため

の、海水流動や海水変換に関する数値シミュレーション手法を開発した。また、閉鎖性内湾における水質の実態を調査し、技術課題を抽出した。

② 海岸保全対策の事例調査を実施し、海浜を保全する新しいブロック(シーサップブロック：Sea Suppress の略、図5-4-1参照)を開発するとともに、海浜における岸沖方向の漂砂現象のモデル化を行った。

③ 海中林を造成するために、石炭灰を利用した人工藻礁の試作や海中林を構成するアラメの生態学的調査を実施し、基礎的な

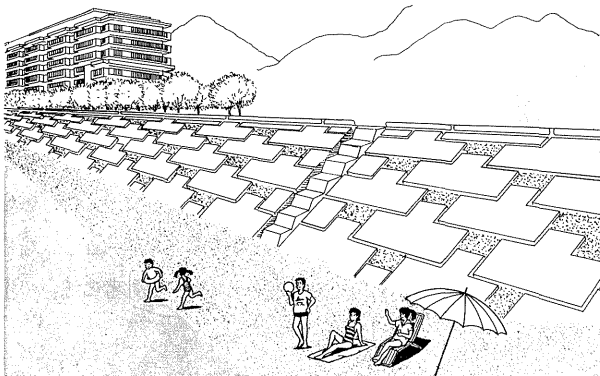


図5-4-1 シーサップ緩傾斜護岸



図5-4-2 海浜造成の一例(稲毛海岸)



知見を得た。

## 5-4-2 海域環境創造技術の開発

本研究では、これまでの基盤研究の成果を活用し、67年度を目標に以下の技術開発に取り組む計画である。

### ① 水質改善技術の開発

取放水流動の利用や、潮流を制御する海岸構造物を新たに考案して、淀み域の海水交換を促進することによって、水質が低下した周辺海域の水をきれいにする技術を開

発する。

### ② 海浜造成技術の開発

ブロックを並べた従来の対症療法的な海岸保全工法を根本的に見直し、親水性の高い当所特許の新工法(シーサップブロック)の有効性を実証する。また、対策を迫られている港内堆砂、貯水池堆砂を活用して人工的に浜をつくる技術を開発する(図5-4-2参照)。

### ③ 海中砂漠緑化技術の開発

従来、波が高いため海藻にとっては不毛地帯であった砂質の海底を軽量の水中構造

物で覆い、そこに地域の環境条件に即した海藻を根づかせ、砂地を海藻で緑化する技術を開発する。

## 5-4-3 海域環境創造技術の活用イメージ

本研究で開発する海域環境創造技術を活用し、発電所を核とした水産、レジャーなどと共存する将来海域の開発・利用方策の一つのイメージを図5-4-3に示す。 ●

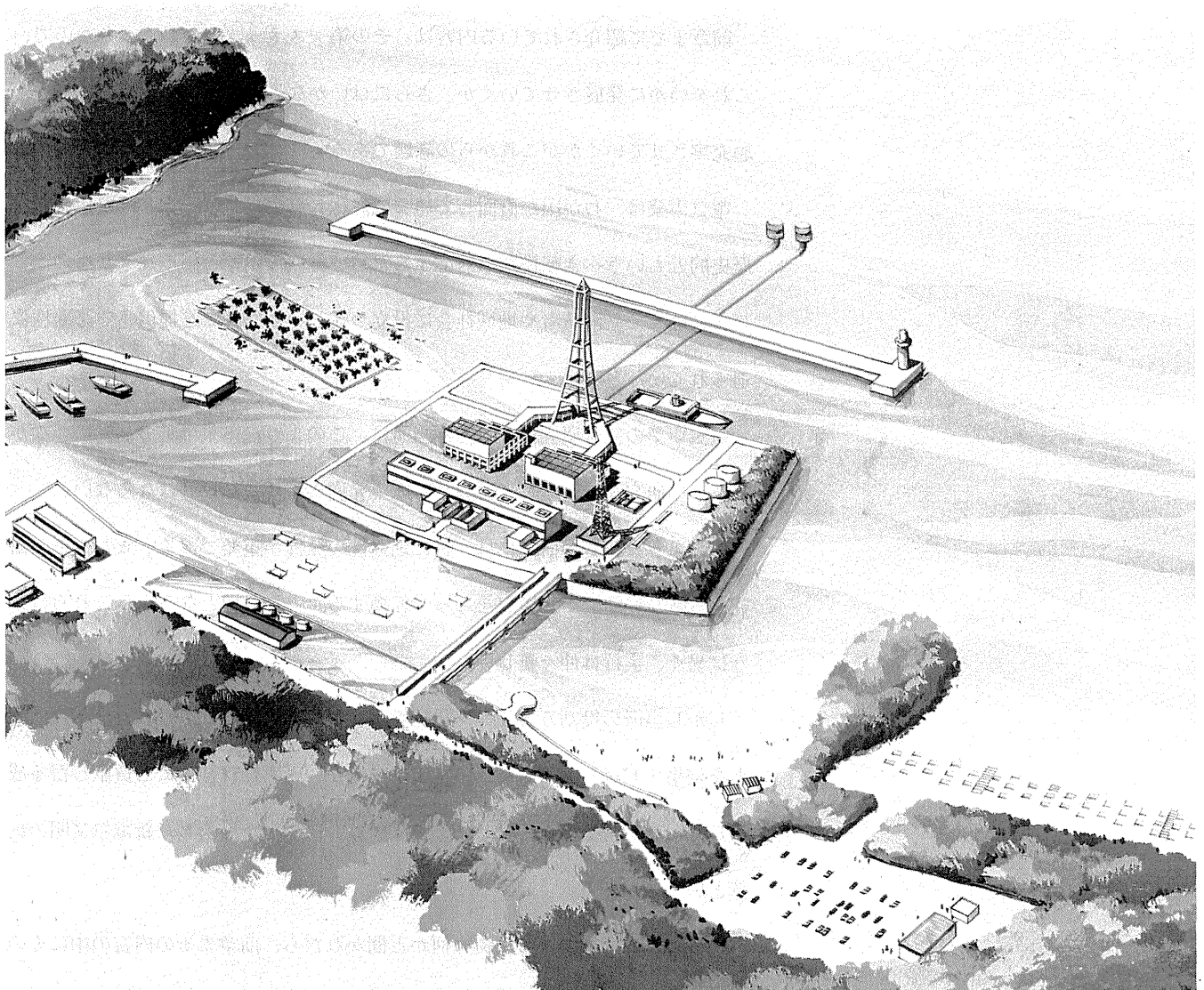


図5-4-3 将来の発電所周辺海域における環境創造の一例

# お わ り に

参事 狛江研究所 副所長 瀬田 泰助

「新サービスの創出」という従来とは一味違う研究の目標に向って、当所は新たなステップを踏み出した。

前章までに紹介されている内容は、その第一ステップともいべきもので、これをいかに発展させていくか、さらにはいかなるものをこれに追加して、一層充実させていくかがこれからの課題である。

電気事業は、わが国が直面している成熟化、自由化、情報化、国際化など、歴史的ともいべき転換期に対応するため、電気の供給という従来からのサービスに加えて、消費者や地域社会に役立つ新しいサービスを提供する必要性に迫られている。

電気事業の総合研究機関である当所は、このような電気事業の活動につながる新しい研究を先取りして推進し、その発展に寄与しなければならない。

このような新しい研究には、特に創造性の発揮が重要である。また従来の研究から新しい研究へ、勇気をもって転換することも必要となろう。これらは言うは易く、実行は仲々難しい。

しかし当所の役割りと使命を再認識し、これまで培ってきた各分野の専門能力を結集すれば、必ずや電気事業の役に立ち、さらには社会にも貢献し得る成果が得られる筈である。そしてその先には、21世紀を目指した新電気文明の創造という夢がある。

このように期待できる根拠は何かと聞かれたら、前章までの内容の中にその一端を見ることができようと思えることとしたい。



## 関連する主な研究報告書等

### ● 1 ●

1. 「2000年の日本—国際化、高齢化、成熟化に備えて—」 経済企画庁編 大蔵省印刷局 (1982.7)
2. 「日本21世紀への展望」 国土庁編 大蔵省印刷局 (1984.11)
3. 「21世紀産業社会の基本構想」 通産省編 通商産業調査会 (1986.6)

### ● 2 ●

1. 「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—」 電中研 研究報告：Y87008 (1988.3)
2. 「電力時間帯別料金制の動学的分析—数量的分析—」 電気学会論文集 106-C (1986.4)
3. 「Dynamic Analysis of Time-of-Use Rates for Electricity : Optimal Pricing and Investment under Welfare Maximization」 CRIEPI Report EY86004. (1986.8)
4. 「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 (1987.1)
5. 「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 (1988.1)
6. 「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 (1988.1)
7. 「多種電源に対する最適季時別料金の理論」 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 (1988.1)
8. 「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—」 電力経済研究 No.24 (1988.1)

### ● 3 ●

1. 「高分子およびリチウム二次電池の電気事業への適用可能性の評価—電中研—EPRI アセスメント・ミーティングより—」 電中研 研究報告：T86054 (1987.5)
2. 「蓄電池によるロードコンディショナーの基本設計」 電中研 研究報告：T86087 (1987.7)
3. 「ロードコンディショナー用リチウム系新種電池の開発—開発目標の設定と候補電池の選定—」 電中研 研究報告：T86055 (1987.5)
4. 「単3級リチウム/二硫化モリブデン二次電池の評価」 電中研 研究報告：T86088 (1987.9)
5. 「亜鉛・ヨウ素電池の開発 (その1) 0.2Wh単電池の基本性能」 電中研 研究報告：T86056 (1987.6)
6. 「電中研レビュー No.17」 (1987.11)
7. 「高性能温冷熱供給ヒートポンプシステムの開発(第1報 システムの特徴と経済性評価)」 電中研 研究報告：W86032 (1987.5)
8. 「高性能温冷熱供給ヒートポンプシステムの開発(第2報 2段圧縮システムの予備実験結果)」 電中研 研究報告：印刷中

- 9.「一般家庭用多機能電子メータの開発—デジタル処理演算部を中心とする基本設計—」電中研 研究報告 No.185035 (1986.7)

#### ● 4 ●

- 1.「遠赤外分光放射測定に関する調査」電中研 調査報告：T86091 (1987.8)
- 2.「アークプラズマ応用技術—現状と今後の課題—」電中研 調査報告：685005 (1986.6)
- 3.「プラズマトーチの産業技術への適用」放電研究 No.115,17 (1987.6)
- 4.「プラズマトーチの適用と今後の課題」電気学会誌107,10,1019 (1987.10)
- 5.「高性能ダブルフロープラズマトーチの開発」電中研 研究報告：W86014 (1986.12)
- 6.「交流プラズマトーチにおける補助直流直線アークを用いた電流零点維持方法の検討」1988年電気学会全国大会 予稿集 (1988.3)
- 7.「高能率野菜生産技術の開発(1)基礎実験設備の性能とハウレンソウの試験栽培」電中研 研究報告：485031 (1987.2)
- 8.「高能率野菜生産技術の開発(2)基礎実験設備におけるハウレンソウ、イチゴの光合成特性」電中研 研究報告：U87018 (1987.8)
- 9.「水質浄化技術開発動向調査報告—高能率魚類生産技術と関連して—」電中研 調査報告：U86028 (1987.2)
- 10.「ヒラメの飼育密度と成長 1.体重300～500gのヒラメについて」電中研 研究報告：U86052 (1987.9)
- 11.「高能率魚類生産のための水質浄化技術の開発 1.プラスチック濾材によるアンモニア浄化」電中研 研究報告：U87025 (1987.7)

#### ● 5 ●

- 1.「電力施設的环境設計」電中研 研究報告：585008 (1986.1)
- 2.「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—」電中研 研究報告：Y87001 (1987.6)
- 3.「配電設備の景観設計—配電線地中下にとまなう柱上設置機器のデザイン—」電中研 研究報告：Y87005 (1987.9)
- 4.「配電設備の景観設計—効果測定手法の開発—」電中研 研究報告：Y87007 (1988.2)
- 5.「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—」電中研 研究報告：585021 (1986.6)
- 6.「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—」電中研 研究報告：Y86001 (1987.9)
- 7.「知識整理支援システム CONSIST の開発」電中研 研究報告：Y86003 (1987.8)
- 8.「湾内水の循環機構に関する研究」電中研 研究報告：377025 (1978.7)
- 9.「内湾における海水交換に関する水理学的研究」電中研 研究報告：382017 (1982.9)
- 10.「内湾における水質の実態と今後の技術課題」電中研 調査報告：U87061 (1988.2)
- 11.「海岸保全対策の事例調査」電中研 調査報告：U86004 (1986.12)
- 12.「岸沖地形変化予測モデルの開発と検証」電中研 研究報告：U86014 (1986.12)
- 13.「岸沖海浜変形実験の相似性」電中研 研究報告：U87059 (1988.2)
- 14.「緩傾斜護岸用シーサップブロックの開発」電中研 研究報告：U87060 (1988.2)
- 15.「石炭灰利用人工藻礁の開発」電中研 研究報告：486018 (1986.8)
- 16.「海中林造成技術の基礎的検討」電中研 研究報告：U87056 (1987.12)



# 電中研レビュー NO.18

●昭和63年3月25日発行

●編集兼発行・財団法人 電力中央研究所 広報部  
東京都千代田区大手町1-6-1[大手町ビル7階]☎100  
☎03 (201) 6601(代表)  
●印刷・株式会社 電友社 ●Layout・Onobi

## 本部／経済研究所

東京都千代田区大手町1-6-1 ☎(03)201-6601 ☎100

我孫子研究所 千葉県我孫子市我孫子1646 ☎(0471)82-1181 ☎270-11

赤城試験センター 群馬県勢多郡宮城村苗ヶ島2567 ☎(0272)83-2721 ☎371-02

## 柏江研究所／原子力情報センター／ヒューマンファクター研究センター

東京都柏江市岩戸北2-11-1 ☎(03)480-2111 ☎201

横須賀研究所 神奈川県横須賀市長坂2-6-1 ☎(0468)56-2121 ☎240-01

UHV塩原実験場 栃木県那須郡塩原町関谷1033 ☎(0287)35-2048 ☎329-28

## 編集後記

☆電中研レビュー第18号「新しい時代における新サービスの展開」をお届けいたします。

☆本号では「巻頭言」を通商産業省資源エネルギー庁長官官房審議官逢坂国一様をお願いいたしました。ご多忙中にもかかわらず快くご寄稿いただき心からお礼を申し上げます。

☆電気は生活に欠かすことのできない、クリーンで使いやすいエネルギーです。電気事業はその安定供給のために努力を続けています。

しかし近年、コジェネレーションに代表されるエネルギー一間の競合が厳しく、新たな対応が必要とされています。このため電気事業では新しい需要やサービスの開拓など経営の多角化がはかられています。

当研究所では研究の三目標の一つとして、「新サービスの創出」を掲げ、強力に推進しています。

また、これを受けて、昨年11月の第6回エネルギー未来技術研究フォーラムやその後の研究発表会でも「新サービスの創出」をテーマとして取り挙げ、紹介しております。

本レビューは、これまでの研究成果をとりまとめたものです。

電力各社をはじめ関係諸機関の方々の一助となれば幸いです。





**R**