

# DENKEN REVIEW

電研レビュー

最近の成果と今後の展望  
創立30周年を迎えて

NO.1 1981.10

創刊号



電研レビュー 創刊号 ● 目次  
最近の成果と今後の展望(創立30周年を迎えて)

はじめに	1
<b>第1章 展望と要旨</b>	
1-1 総括要旨と今後の展望	5
1-2 各論要旨	6
<b>第2章 技術開発動向と当所の役割</b>	
2-1 技術動向	13
2-2 国外の研究・開発の状況	15
2-3 当所の取組みと展望	17
<b>第3章 研究成果</b>	
3-1 長期電力需給問題	21
3-2 原子力発電	25
3-3 新・省エネルギー	29
3-4 立地・環境	36
3-5 UHV送電	40
3-6 大電力送電	45
<b>第4章 研究開発戦略</b>	
4-1 他機関との連携・情報交換	55
4-2 主要研究計画	56

# はじめに

エネルギー情勢の混沌とした80年代を展望しますと、脱石油と電力の安定供給のための技術開発が急務であります。

電気事業は、わが国におけるエネルギー需要のほゞ3分の1を供給しているだけでなく、今後増大する需要の大半を引きうけることになるわけで、それだけに技術開発に寄せる期待はまことに大きいものがあります。

当研究所800人の全職員はこの社会的な要請に応えるため、心を一にし総力をあげて、使命達成に邁進しております。

このたび、当研究所の研究の実態をご理解いただくために、従来の『電研報』の内容を一新し、想を新たに『電研レビュー』を刊行することにしました。

何とぞ、ご高覧の上ご叱正を賜わりたく、お願い申し上げます。

## 電力中央研究所の概要と目標

財団法人電力中央研究所は、日本発送電株式会社の研究機関、電力技術研究所を母体として、昭和26年11月に設立された。

当所は、現在、職員数約800人を擁し、

電力技術研究所

エネルギー・環境技術研究所

土木技術研究所

生物環境技術研究所

経済研究所

武山試験研究センター

赤城試験センター

の5つの研究所と2つの試験センターをもつ電力共通の総合研究機関として、設立以来の目標である、電気事業の運営に必要な電力技術および経済に関する研究、調査、試験と、その総合調整を実施し、社会に貢献している。

研究実施にあたっては、従来より、当研究所の特徴である多分野にわたる人的・物的資源を十分に活用してきた。今後はより一層の研究効率の向上の為に、所内研究とあわせて、蓄積された研究管理能力により、外部の研究機関の利用を積極的に進める。

本年、当研究所は、創立30周年をむかえるにあたり、激動する国際エネルギー情勢という、極めて厳しい環境の中で、今後の電気事業の動向を展望し、4つの柱、即ち、

「原子力発電」

「新・省エネルギー」

「立地・環境」

「UHV送電」

の最重点課題を中心に、脱石油の一助となるべく、電力安定供給の基盤となる研究開発を、以前にもまして推進中である。



第 1 章

1

展望と要旨





# 1-1 総括要旨と今後の展望

エネルギー供給にかかわる技術開発は、“試みの時代”から“選択の時代”へ入ろうとしている。当所においても、網羅的な研究から重点的な研究へと推移するように努めている。そのような考え方に基ずいて

1. 長期的電力需給
2. 原子力発電
3. 新・省エネルギー
4. 立地・環境
5. UHV送電
6. 大電力送電他

を重点的な課題として選定し、研究体制も新たに、効率的に成果を挙げるべく努力している。

長期電力需給では2000年の電力需給の展望を行い、2000年を目途に、電力の安定供給に関する課題と対策

について検討した。この展望により、エネルギー戦略における当所の担うべき役割を明確化した。今後は、2030年を目途に将来展望を行い、今日に開発すべき技術を再考する。

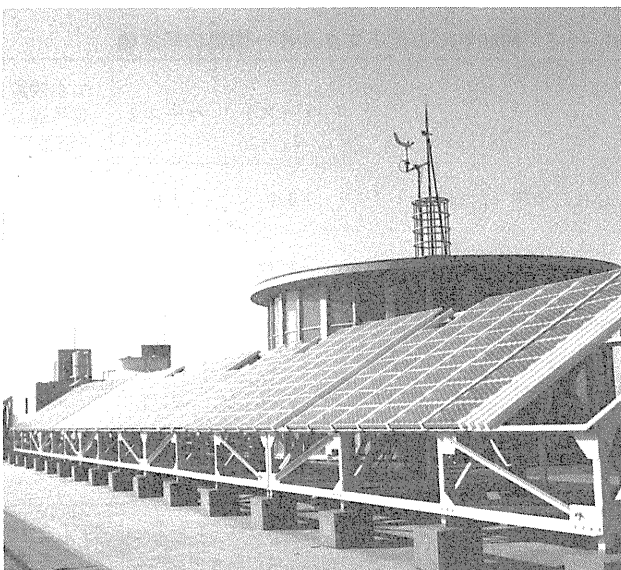
原子力発電の研究開発の重点は軽水炉の定着化と高速増殖炉の開発である。軽水炉については、核燃料サイクル、原子炉安全解析・信頼性評価、地盤の耐震性などに力点をおいているが、パブリック・アクセプタンスも含めた長期戦略の研究にも着手した。

新・省エネルギー技術の候補も数多いが、当所では、燃料電池発電、太陽光発電、石炭ガス化複合発電、高効率複合発電、新型電池電力貯蔵を重点的にとり上げている。これらはサンシャイン計画、ムーンライト計画や電力会社のプロジェクトなどに参画すると共に独立の研究も併行して行っている。

立地・環境については、大気および水域環境保全、立地技術、立地環境アセスメント手法など当面の課題に重点をおいて、総合的な技術体系の確立を目指している。この問題は技術の確立が重要なものというまでもないが、パブリック・アクセプタンスがキー・ポイントになるので、その手法の確立など特に力を入れている。

UHV送電については、交流UHV目標電圧として、公称電圧100万ボルト、最高電圧110万ボルトと決められ、それに基づいて実規模試験鉄塔を建設し、実証研究を行っている。直流UHV送電も重要な技術と認識し、実存の規模(30万kW程度)から想定規模(1,000万kW)の技術ギャップの解明を急いでいる。

大電力送電に関しては、絶縁設計の高信頼度化、電力システムの大規模擾乱防止などを重点的に研究している。さらにそのほかに、地中線ケーブル、配電系統などの研究を行っている。ケーブルでは大電力送電用として、極低温ケーブル等に注目している。 ●



# 1-2 各論要旨

## 1-2-1 長期電力需給の要旨

我が国経済の今後の健全かつ安定的な発展、国民生活および福祉の向上、雇用の安定確保を図るためには、エネルギーの安定供給を確保することが最も重要である。このような基本的考え方に沿いながら、将来予想される種々の条件変化に対応して機動的にエネルギー需給見通しを得るよう、総合的な解析手法の開発を行った。

この総合的解析手法に基づいて、輸入エネルギー条件の変化などに対する見通しをふまえ、2000年に至る経済の成長やエネルギー需給、電力需給上の問題点を明らかにした。さらにこうした検討結果の分析評価から、当所として研究開発を推進することが望ましい研究課題を抽出した。

2000年展望の前提条件と需要想定値を表1-2-1および表1-2-2に示す。

今後は、2030年を新たな目標年次と定めて超長期の電力需給を展望し、その結果に基づいて今日的な研究戦略の見直しを行っていく。

## 1-2-2 原子力発電の要旨

原子力発電に関しては、当所では、軽水炉の定着化、核燃料サイクル・バックエンド対策の確立と高速増殖炉の開発に力点を置いて、研究開発を進めている。

電気事業の原子力発電に関する技術開発の主目標は、軽水炉技術の確立、原子力利用のための基盤整備、核燃料資源の有効活用の3点に置かれている。当所はこれらの技術開発計画への協力、国による基準・指針の策定、安全評価、信頼性実証試験への協力を積極的に行うと共に、当所の特色を活用した基礎的・実証的研究および内外の研究開発結果を評価しうる能力を蓄えるための研究を推進する。

この方針の下に、核燃料サイクル・バックエンド対策に関し3つのプロジェクト・グループ（再処理廃棄物対策、放射性物質輸送、使用済燃料暫定貯蔵）さら

表1-2-1 2000年展望の前提条件




人 口	2000年に、1億3,370万人。
労働時間	2000年に、週休2日制の完全実施など現在のヨーロッパ並みとなる。
一次エネルギー供給条件	(1)輸入エネルギー価格 ケース1……2000年には、1980年に対し、実質で1.4倍(年率1.7%)、名目で4倍となる。 ケース2……2000年には、1980年に対し、実質で1.8倍(年率3%)、名目で5倍となる。 (2)輸入石油の上限値 ケース1……3.48億kℓ(600万B/D) ケース2……3.13億kℓ(540万B/D) (3)原子力の開発規模の上限値 ケース1……8,000万kW ケース2……7,000万kW
主なる制約条件	(1)環 境：現行の環境基準を維持。 (2)土 地：現行の立地審査基準その他より算定。 (3)水資源：賦存量より開発可能量を推定。

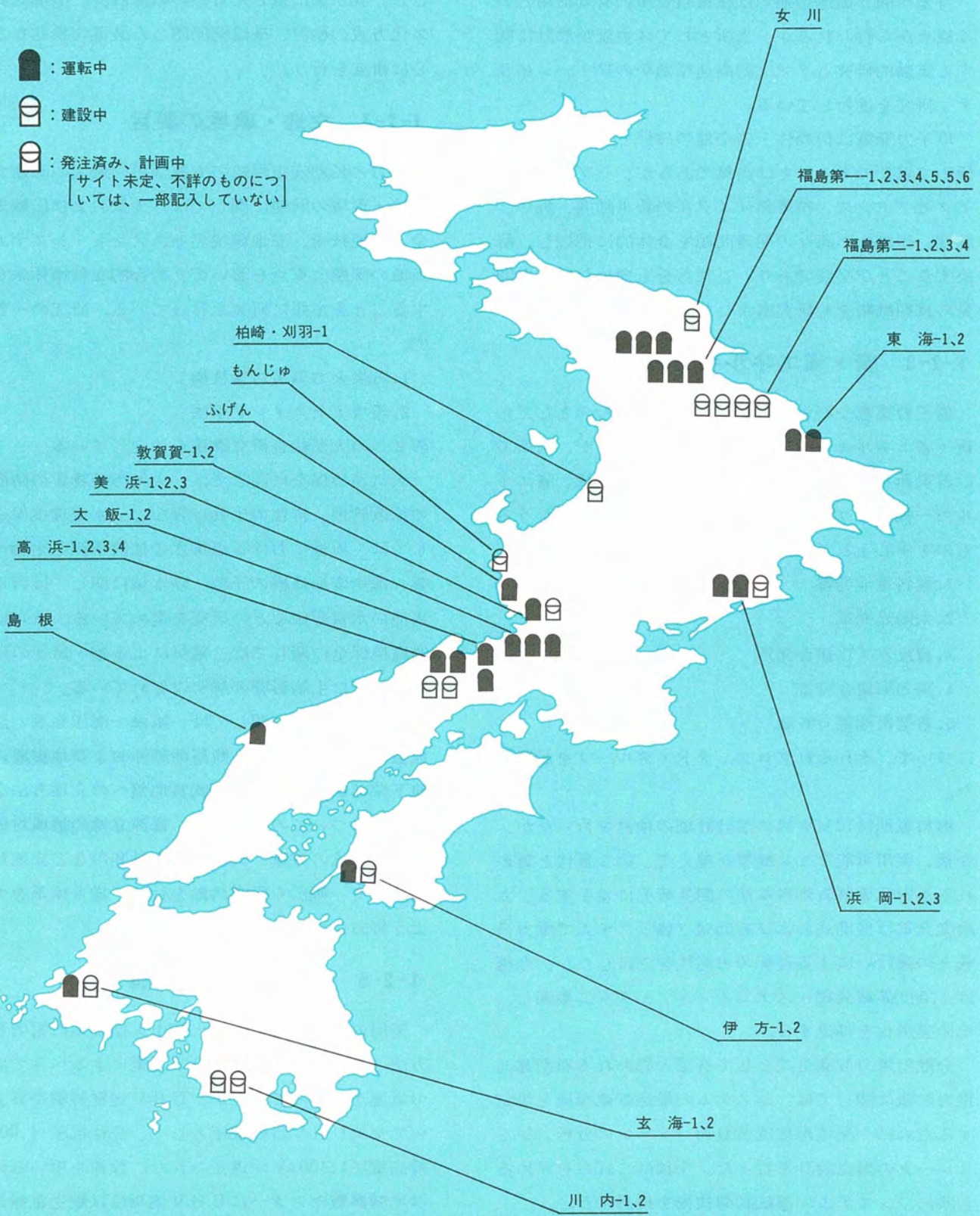
表1-2-2 2000年におけるエネルギー需要の想定値

項 目	ケ ー ス		エネ調暫定見通し(延長) <sup>2)</sup>
	ケース1	ケース2	
G N P 倍率(対1975年)	3.0	2.5	3.2
エネルギー需要量(石油換算、億kℓ)	7.42	6.64	8.81
エネルギーの対G N P弾性値	0.62	0.62	0.73
エネルギー/G N P比(1975年=1)	0.66	0.71	0.73
省エネルギー率(%) <sup>1)</sup>	34	29	27

1) エネルギー/G N P比でみた総合的省エネルギー率  
 2) 「エネ調」の1995年度の値をベースに作成したもの



-  : 運転中
-  : 建設中
-  : 発注済み、計画中  
[サイト未定、不詳のものにつ  
いては、一部記入していない]



に原子炉安全解析・信頼性評価、原子力発電所地盤の耐震性、高速増殖炉実証炉のそれぞれのプロジェクト・グループを設定した。

将来へ向う高速増殖炉は核燃料資源の有効活用という観点から行われるが、当所としては実証炉設計に関する実験的研究とタンク型高速増殖炉のフィージビリティ研究を遂行している。

原子力発電は信頼性・安全性の確保と一層の向上が極めて重要であることは当然であるが、パブリック・アクセプタンス、核燃料サイクルの将来動向、廃炉、制度、組織など諸々の関連問題を全体的に把握し、解決することが必要であり、これらをも含めた原子力開発の長期戦略をも研究着手している。

### 1-2-3 新・省エネルギーの要旨

原子力発電や石炭火力発電を補完するものとしての新・省エネルギー技術の開発は重要であるが、当所では石炭新利用技術、自然エネルギー利用技術、省エネルギー技術のうち、特に電力の安定供給に寄与しうるものを中心として研究開発を行っている。そこで、

1. 燃料電池発電
2. 太陽光発電
3. 石炭ガス化複合発電
4. 高効率複合発電
5. 新型電池電力貯蔵

について、それぞれプロジェクト・グループを設置した。

燃料電池は10MW級の設計評価の検討を行ったが、今後、実用可能なリン酸型を越えて、第2世代と言われる熔融塩電解質燃料電池の開発研究に着手する。太陽光発電は他励式および自励式3kWシステムで電力系統との連けいによる運転の可能性を立証したが、今後は1,000kW級発電システムのプロジェクトに参画し、その実用化を推進する。

分散型電力貯蔵方式として有望と思われる新型電池電力貯蔵に関しては、システムの最適貯蔵規模を策定するために、配電用変電所負荷パターンの分析、シミュレータの概念設計を行った。今後はこれらを深めると共に、システムの運転制御技術を検討する。

高効率複合発電は、耐熱材料評価、翼冷却法、高効

率・低NO<sub>x</sub>燃焼法を中心に研究しており、今後はプラント運転方式を検討する。石炭火力は、エネルギー効率や環境面から考えて、石炭ガス複合発電の開発をめざし、我が国に適したものの概念設計、噴流式石炭ガス化方式の検討、高温低圧防じん装置の検討などを中心に研究を行う。

### 1-2-4 立地・環境の要旨

電力の長期安定供給の実施面での最大の課題である立地・環境の問題に関しては、大気および広域環境保全、立地技術、立地環境アセスメント・システムなど当面の課題に重点をおいて、総合的な技術体系を確立することを主眼に研究を行っている。研究の一貫として、

1. 石炭火力環境対策技術
2. 環境アセスメント手法

の2つの大型総合研究課題を設定している。

大気環境保全に関しては、大気汚染物質の防除、排煙拡散管理、排煙の生物影響など、水域環境保全に関しては、海域における温排水の拡散予測と生物への影響、海岸変形機構の予測、陸水域に関しては河川・貯水池の水質評価などの研究を進めている。さらに電気的環境保全に関しては、電気による雑・騒音の障害対策ならびに生物影響の解明に努めている。

立地拡大技術に関しては、臨海・海洋施設の設計、地盤地質構造の解析、断層活動性および地震波の評価、地下深部探査技術および軟質地盤への立地方法など建設技術についてのものから、電源立地の地域対応、地元合意形成の方策、排出物の有効利用など立地対応の問題まで、幅広く研究活動を行い、総合体系をつくるよう努力している。

### 1-2-5 UHV送電の要旨

遠隔の大電力地帯から大都市大需要地に電力を送る方法として、まず交流UHV送電によるべきであるとの気運が高まって来たが、UHV送電特別委員会において交流UHV目標電圧として、公称電圧1,000kV、最高電圧1,100kVが選定された。設備を用いる研究では赤城試験センターにUHV実規模試験送電線鉄塔3基全長600mを昭和55年11月に完成し、これまでに人



工加振機や自然風による実験により、耐震性能や冬期季節風についての機械的安定性を実証した。今後は実験送電線の課電試験により、電気特性を立証していくと共に、碍子の適正設計、系統シミュレータによる研究を推進していく。

直流UHV送電は併列的に検討されているが、実在の規模(30万kW程度)から想定される規模(1,000万kW程度)の技術ギャップの解明に力がそそがれている。これまでに、内部異常電圧抑制、イオン流帯電実測、直流多端子系統を含む電力系統解析など基礎的研究、±650kV双極2回線試験線の基本設計を行った。今後は、その試験による実証試験、碍子の適正設計のための実測、交流・直流併用系統のシミュレータによる通用制御方式の開発・実験を行っていく。

#### 1-2-6 大電力送電他の要旨

電力需要の増大と電源立地の遠隔化などで大電力送電は益々必要になってくる。この問題に関しては、送電容量の増大方法について研究を行うと共に、万一事故が発生すると影響するところが極めて大きいので、

1. 絶縁設計の高信頼度化
2. 電力システムの大規模擾乱防止

などに関する研究が重要である。

架空送電線に関しては、電力設備の雷害防止、塩じん害対策、冠雪碍子の耐電圧特性などについて実験研究を進め、日本海側における冬季雷の性状、高強度碍子の耐電圧特性、冠雪碍子の耐電圧低下程度などについて大よその傾向を把握した。

電力系統については、交流系統の安定化対策および安定度解析手法の開発、直流送電あるいは直流分割の導入による送電容量の増大と安定度向上策を検討した。

さらにケーブルの送電容量アップ、誘導障害および高調波障害、配電系統の高信頼度化など研究開発を行っている。ケーブルでは次世代の技術として極低温抵抗性ケーブルについてそのフィージビリティ研究を推進している。

今後もこれらの成果を基にして実験研究を推進し、大電力送電の効率化、高信頼度化に寄与していく。 ●





第 2 章

2

2

技術開発動向と当所の役割







# 2-1 技術動向

## 脱石油と省エネルギーの中での技術開発

エネルギー供給にかかわる技術開発は、過去10年近くの“試みの時代”から大きく転換し、“選択の時代”へと入ろうとしている。これまでは可能性の芽をつみとらず、できるだけ多くの新しい技術を広く探索していくことが必要であった。これからは、これまでに明らかにされたことに基ずいて、開発の対象とすべき技術を選択し、重点的に、研究開発を進め、実用性を高めていく必要がある。このことが、“選択の時代”を開く原動力になっているものと思われる。逆に、このような趨勢に対応した技術開発戦略が要望されていると考えてもよい。

省りみれば、1973年および1979年の2度にわたる石油ショックを経験して、今日の生活がいかに石油にどっぷり浸っているかを改めて実感したものである。特に先進国はそこから脱出をはかるべく、脱石油および省エネルギーの2本柱のエネルギー戦略を打ち出したと解釈される。

我々がいかに多くのエネルギーを使っているか？ 図2-1-1にサミット7ヶ国のエネルギー消費量を示す。1978年現在で、サミット7ヶ国は石油換算で6,500万バレル/日にもほる膨大なエネルギーを消費している。これは全世界のエネルギー消費量の約47%に相当する。サミット7ヶ国の人口は世界の約14%なので、7ヶ国なりに全世界がエネルギーを消費すれば、現時点ですでに約3倍のエネルギーが必要である。

今後、先進国が2本柱の下に石油消費を抑制し、省エネルギーを図ることによって、エネルギー消費量の増加率をある

程度低減できるとしても、開発途上国ではそうはいかない。将来、世界各国がその豊かさを深く追求するが故にエネルギー戦争を起こすという愚をさけて、共存共栄を図るためには、各国が責任あるエネルギー政策をうち立てることが必要であることはいうまでもない。特に先進国は多量のエネルギーを消費しているのだから、その責任は重い。そのような状況の中で、脱石油と省エネルギーは世界の技術開発の趨勢となった。

わが国もその大きな枠組の中にあるが、他の先進国に比べエネルギー供給面で特殊な立場にある。すなわち、わが国は経済大国・資源小国といわれ、エネルギー消費は図2-1-1から分るように1978年現在710万バレル/日で全体の約5%も占

め、アメリカに次いで第2位を占めている。しかるに、その90%は外国に頼らなければならないという脆弱なエネルギー供給構造となっている。にもかかわらず、1人当たりのエネルギー消費水準は図2-1-1でも分るように7ヶ国中第6位であり、平均値の約2分の1、カナダの3分の1であるので、わが国の今後のエネルギー需要増加は他の先進国よりもテンポが速くなる可能性を内包していると言える。

このような状況の中で、わが国のとるべき道は他の先進国と同じく省エネルギーと脱石油であるが、エネルギーの大半を海外に依存しているため、他の国よりも一層積極的にその政策を推進する必要がある。エネルギー需給見通し、国際情勢の変化、新技術開発のリード・タイム

図2-1-1 サミット7ヶ国のエネルギー消費量（1978年現在）

国名	消費エネルギー 石油換算 (万B/D)	1人当たり200CC牛乳ビン(本/人・日)
日本	710 (11.0) [ 5.2 ]	49
アメリカ	3710 (57.0) [26.8]	135
西ドイツ	550 ( 8.5) [ 4.0 ]	72
フランス	380 ( 6.0) [ 2.8 ]	57
イギリス	430 ( 6.5) [ 3.0 ]	61
カナダ	440 ( 7.0) [ 3.3 ]	149
イタリア	270 ( 4.0) [ 1.9 ]	38
計	6500(100.0) [ 47 ]	89

( )内：7ヶ国%、[ ]内：全世界%、サミット7ヶ国の人口は世界人口の14%、6500万B/Dは世界消費の47%。



表2-1-1  
1980年代に推進すべきエネルギー技術開発  
(「'80年代の通商産業政策」による)

### 1.石油代替エネルギー技術開発(脱石油)

#### (1) 原子力利用技術

核燃料の有効利用を図る新型炉の開発及び核燃料サイクルの確立、原子力エネルギーの多目的利用技術の開発などを進める。

#### (2) 石炭利用技術

石炭液化、ガス化技術をはじめ、石炭・石油混合燃料技術などの開発を進める。

#### (3) 太陽エネルギー利用技術など

1.太陽エネルギー利用技術として、太陽光発電・熱発電技術、太陽熱冷暖房給湯技術

2.地熱、熱水利用技術

3.オイルサンド、オイルシェルなどの新燃料油開発利用技術

4.小水力利用技術

5.バイオマス利用技術

といった多角的な技術開発を推進する。

(4) さらに、21世紀をみざして、核融合の基礎研究に取り組む。

### 2.省エネルギー技術開発

#### (1) 産業部門においては

MHD(電磁流体)発電、高効率ガスタービン、新型電池、電力貯蔵システム、燃料電池、廃熱回収システムを開発する。

#### (2) 民生部門においては

省エネルギー型家庭用機器、省エネルギー型住宅システムを開発する。

#### (3) 運輸部門においては

エンジンの燃料消費効率のいっそうの向上などを図る。

### 3.石油関連技術開発

1.大深層、深海、極水地など厳しい環境下での探査開発技術

2.2次、3次回収技術

3.石油コンビナート、石油備蓄などの安全性をいっそう高めるための技術

4.重質油処理技術

などの開発を進める。

の長さ、開発資金など非常に複雑に要素がからみ合うので、研究開発計画の策定に当っては不透明な部分が多いが、それを乗り越え総合的なエネルギー技術開発戦略を確立しなければならないのは当然である。

有限の開発資金と有限の労働力で新技術を開発していくためには、重点的に取り組むべき分野を明確にする必要があるが、1980年代に推進すべき技術開発は表2-1-1に示すようなものになっている。

「選択の時代」に入り、技術開発の進展と共に、さらに的をしぼっていくべきであることは言うまでもない。そのチェック・ポイントは

- 1.長期的展望を踏まえた量的寄与率
- 2.脱石油、自給率向上への有効性
- 3.エネルギーの有効利用に対する貢献度
- 4.代替技術の効率性
- 5.技術の国際的独自性および国際的競争力維持のための開発

と言われている。

そのほか総合エネルギー政策としては、産・学・官の研究分担と資金分担、企業化・商用化への方策など考慮しなければならない。

選択のための重点指向には当然時間のスケールが入ってくるが、短期、中期の対策と長期的な戦略は整合性をもって推進すべきは当然である。さらに、現実のエネルギー政策と将来のエネルギー技術の可能性の研究戦略とは厳に区別しておく必要がある。具体的には次のように区別されている。

短期的な開発は、省エネルギー、石油回収、石炭燃焼、軽水炉の改良、導入段階にあるローカル・エネルギーの技術など既存技術を経済的社会的な必要性に適合させることを主眼とする。中期的な開発は、高速増殖炉、石炭液化、ガス化、地熱、太陽光発電、バイオマスなど技術的には可能性が確認されているが、大量の資金、人材の投入による経済的な技術

の確立を主眼とする。長期的開発は、核融合、大規模太陽発電、水素など人類のエネルギー源の可能性を広げることを主眼とする。

電気事業は国の大きな枠組の中で、低廉な電気エネルギーを長期に亘って安定して供給する責務を負っている。当所の予測によると、最終需要エネルギーに占める電力の割合が1975年に33%であったものが、2000年には43-45%になっている。したがって、電力の供給に関わる技術開発に関して、電気事業の責任は重かつ大である。

電気事業が進める技術開発の基本方針は以下の如くである。

1.石油代替エネルギーの主力として量的確保が可能な原子力、石油関連技術の最重点開発

2.エネルギー資源効率向上のための高効率ガス蒸気複合発電、燃料電池などの高効率発電方式ならびに石炭ガス化発電などの積極的開発

3.立地を促進するための小規模容量の地域分散型あるいは地元福祉型電源の開発

4.補完エネルギーとして地熱、太陽その他の非枯渇自然エネルギー活用の拡大

5.エネルギー貯蔵、需要平準化などによる負荷率向上技術の開発

6.UHV交流、直流送電など大電力輸送技術の開発

この具体的展開に当っては資源量、経済性、社会的環境ならびに自然環境との調和が重要な要素であり、個別に長・中・短期の目標を定めて全体システムの技術の確立をはかることとしている。



## 2-2 国外の研究・開発の状況

### 2-1-1 国外における原子力発電の研究・開発の状況

原子力エネルギーはエネルギー源の本命であり、過去30年間で商業ベースに達した唯一の新エネルギーである。しかし、現在の商業用原子炉の主体は、軽水炉であり、軽水炉はウランのもつエネルギーの1%も利用しておらず、原子炉が軽水炉主体であるかぎりその燃料供給には限界があり、ウラン資源は石炭の埋蔵量に比べてもかなり小さいといわれている。

世界の主要国では、この為、現在実用化されている型の原子炉の安全性・信頼性の一層の向上をはかるための研究を着実に進めると同時に、ウラン資源を80%以上も有効に利用出来る増殖炉に関する研究に努力を傾中している。

世界の主要国での状況を以下に述べる。

**アメリカ** 軽水炉については、日本と協同でA BWR(新型沸騰水型原子炉)とA PWR(新型加圧水型原子炉)の開発にとり組み昭和60年代の後半の実用化を目指している。軽水炉に続く第二世代の原子炉として、効率及び安全性の面から冷却材に気体ヘリウムを使用したHTGR(高温ガス冷却炉)の実用化も考えられており、1967年に実験炉が建設された、また1974年に原型炉(33万kW)が建設され1979年以来70%の出力で運転されている。FBR(高速増殖炉)については、実験炉(2万kW)が運転されており、又試験炉(40万kW)が1980年臨界に達し1万kWで運転された。現在は、クリンチリバー計画(CRBRP)により原型炉(36~38万kW)の建設が進められているが、本計画は一時中

断されていたため完成は1988年頃と考えられている。

**イギリス** 炉型としては、過去に開発したA G R(濃縮ウラン、黒鉛減速ガス冷却炉)に加えて発電コストの安いPWR(加圧水型原子炉)の導入に踏み切った。長期的にはF B R(高速中性子増殖炉)を考えており、原型高速増殖炉PFR(25万kW)が1976年より運転されている。これと同時に、フランスのSuper Phenix計画に参加することも検討中である。

**西ドイツ** 軽水炉としてPWR、BWR(沸騰水型原子炉)の定着化が進められている。高速増殖炉については実験炉KNK-II(2.1万kW)が1978年より運転中であり、またループ型原型炉S N R-300(30万kW)を建設中であるが、同時にフランスのSuper Phenix計画に16%の出資を行い、別型炉の経験も得ることにしている。高速ガス炉については実験炉(1.5万kW)が1968年より運転されている。

**フランス** 過去には天然ウランの使える炭酸ガス冷却黒鉛減速炉を推進していたが、経済性の点から1969年に軽水炉への転進を決定し、さらに1975年にはPWR、BWRの併行開発をやめて従来経験のあるPWRを採用することとした。高速炉については、1967年の実験炉Rapsodi(熱出力4万kW)に続いて原型炉Rhenix(25万kW)が1974年より運転されている。更に1983年の臨海を目指して実証炉Super Phenix(120万kW)が西ドイツ、イタリア等との共同事業で建設中である。

**ソ連** 軽水炉としてPWR、LWGR(軽水冷却黒鉛減速型炉)の併用開発を進めているが、BWRは試験炉V K-50(5

万kW)があるには過ぎない。高速炉に関しては、ナトリウム冷却炉の開発が最も進展しておりB N-350(熱出力100万kW、淡水化用+発電用の2重目的炉)が運転されている。これに続いて、1980年4月よりB N-600(60万kW)が60%出力で運転されているが、これは現時点で運転中の高速炉として世界最大の規模である。

### 2-2-2 国外における新・省エネルギーの研究開発の状況

1973年と1978年の2度にわたる石油危機以来、各国においてエネルギーの石油依存からの脱皮の努力が急速に拡大された。

1979年の東京サミットでも石油輸入抑制が最大の課題となり、各国とも新・省エネルギーの研究・開発に80年代に現実に取り組むことを余儀なくされた。

アメリカ・西ドイツ・フランスなどでは、日本よりも有利な条件にあるにもかかわらず新・省エネルギーの研究開発に関しては日本を大幅に上回る予算を投入している。又主要諸国につづく国々においてもそれぞれの地域に合った新・省エネルギーの研究開発に努めている。

一口に新・省エネルギーといってもその範囲は極めて広く、又開発期間も長期を要するものが多い。そのうち新エネルギーの状況について以下にのべる。

**石炭エネルギー** 石炭高カロリーガス化ではアメリカ(4万m<sup>3</sup>/日)と西ドイツ(3万m<sup>3</sup>/日)でプラントが運転中である。又ソ連では地下ガス化を試験中である。

ガス化発電は西ドイツの17万kW(1,500t



ノ日) 級プラントが運転中のもののうち最大である。

石炭液化は南アフリカで6,500t/日の大規模なものが商業的に実施されており、現在さらに Sasol-II(38,000t/日)プラントが建設されており、これが完成すれば南アフリカ国内ガソリン需要の約40%が液化によってまかなわれる予定である。

**太陽エネルギー** 太陽熱発電の大規模なものとしてはアメリカで1万kW級プラント、フランスと西ドイツで2,000kW級プラントが建設中である。

太陽光発電については、アメリカ・西ドイツで太陽電池基板の低コスト化への努力が続けられている。

太陽熱を直接利用する冷暖房、給湯等についてはアメリカ・西ドイツ・フランスで実験住宅を運転中である。

**地熱エネルギー** 在来の蒸気発電の現状はアメリカ(63.6万kW)が最大でありイタリア(41.8万kW)がついでいる。

アメリカでは大規模深部地熱、高温岩体発電の研究を実施しており、高温岩体発電については熱出力5千kWの熱抽出に成功している。

地熱暖房はアイスランド・ハンガリーで実用化されている。

**風力エネルギー** 数kW程度の小規模発電はすでに実用化されている他、アメリカ・西ドイツ・スウェーデン等で1,000~2,000kW級以上のものが開発されてつつある。

**バイオマス** アルコールについてはブラジルで砂糖きび、廃糖蜜を原料とするエタノール生産、アメリカでトウモロコシを原料とするエタノール生産を実施しガソリンに混入して使用されている。

つぎに省エネルギーのうち高効率ガスタービンの開発状況を見ると、まずアメリカがこの研究開発に積極的にとりくんでおり、DOE(エネルギー省)とEPRI(電力研究所)の資金援助によってGE(ゼネラルエレクトリック)社とWH(ウェ

スティングハウス)社の両者がこの問題に取り組んでいる。GE社はガス入口温度1,538°Cで翼冷却には水冷方式を採用している。1985~1990年ごろから商業生産に入る予定である。一方、WH社はガス入口温度1,200°Cで翼冷却には空冷方式を採用し開発中である。

ヨーロッパではイギリスが航空機用ガスタービンを発電用ガスタービンに応用することを検討している。その他、西ドイツ、スイスでも研究開発を行っており、世界各国においてガス・蒸気複合発電方式に用いる高効率ガスタービンの開発は重要な研究課題となり注目されている。

### 2-2-3 国外におけるUHV送電の研究・開発の状況

国外においても電力需要の増加に対処するため、電源の増強とあわせ送電系統の強化が進められている。また、電源は都市や工業地帯近郊での立地難と大容量化にともなって次第に遠隔化しており、長距離大電力輸送が必要となってきている。

長距離大電力輸送については、安定度面から送電線のルート数が増加するため、用地確保の困難さ、環境面からの制約から、送電電圧を高くすること、すなわちUHV送電の必要性が高まっている。

現在UHV送電の研究・開発はアメリカ、ソ連、イタリアなどで進められており、主な内容は以下のようである。

**アメリカ** アメリカ電力会社(AEP)は交流1,500kV級送電、またボンネビル電力庁(BPA)は交流1,200kV級送電に関し、実規模試験線を中心に研究開発を進めており、また電力研究所(EPRI)とゼネラルエレクトリック社(GE)の共同研究としてピッツフィールドで±400kV~±1,500kV直流送電の研究を推進している。1990年代初期に交流1,100kV送電、また1980年代末には直流±600kV送電の運開を計画している。

**ソ連** 動力電化省は交流1,200kV級、

また直流±750kV送電に関し、実規模試験線による試験を中心に研究開発を進めている。シベリヤとヨーロッパ地区との間に、1980年代半頃に交流1,150kV送電の実施、また同末頃には直流±750kV送電の実用化の計画が進められている。

**イタリア** イタリア電力公社(ENEL)はスベレトにUHV実験場を建設し、交流1,100kV級送電の研究開発を行ってきており、1984年には約20kmの1,050kV送電線を建設し、実運用試験を行う計画である。

**その他** 以上が実際にUHV送電を活用する計画で研究開発を進めている国であるが、自国ではUHV送電を必要としないがそれに関する研究開発を行い技術の輸出を進めている国がある。

フランス電力公社(EDF)はイギリス中央発電局(CEGB)およびENELと1967年より共同研究を開始しており、近年は絶縁問題について研究している。

カナダのハイドロケベック研究所(IRÉQ)は世界最大の高電圧実験棟(81m×64m、高さ49m)を設置して交流UHVの絶縁問題について、またアメリカEPRIとの共同で直流±600kV~±1,200kV送電の障害問題についての研究を行ってきている。

西ドイツのシーメンス社は、交流および直流UHV機器の開発研究を早くから行っており、南アフリカのカボラバサに±530kVの直流送電設備を建設した。●

## 2-3 当所の取組みと展望

電気事業は低廉な電力を長期に安定して供給する任務があるが、当所は電気事業の総合研究所として、その任務が将来に亘って可能になるように研究戦略をたてて、実行する必要がある。そういう意味で電気事業が現在必要としている問題解決ばかりでなく、将来必要と想定される技術について先見的に開発研究に取り組む必要がある。

想定される技術開発の全てについて研究を行うことは、研究効率上望ましいことではなく、国、大学、電力会社、メーカー等がその実力において分担し、当所との関連において有機的に成果を挙げていく必要があり、そのように努力している。

当所においても、研究は重点的に行うのが望ましく、研究効率が高くなるよう、研究テーマの設定、研究体制を常に整備している。

当面の重点課題としては

1. 長期電力需要
2. 原子力発電
3. 新・省エネルギー
4. 立地・環境
5. UHV送電
6. 大電力送電他

を選んでいる。本電研レビューの各論においては上のように分類して、内容報告がされている。

国や電気事業が設定する課題と当所の取り組みとの対比は表2-3-1でなされている。

国のエネルギー政策の策定要素は当所の研究課題設定に直接的に影響を及ぼしている。例えば当所で行った2000年の電

力需給の展望などはそれらの策定要素にもとづいて行われている。技術開発についてはリード・タイムの長さに十分に注意をすべきで、復顧の憂いのないように研究戦略戦術をうちたてることが要請される。

研究の推進にあたっては、電力各社、電気事業連合会、中央電力協議会および関係官庁との連系を緊密にすると共に、当所の各研究部門の総力をあげて研究の総合的推進を図ることとしている。

重要課題については、電力会社および関係各界の有識者の協力の下に、「原子力発電推進会議」、「立地・環境研究推進会議」、「UHV送電特別委員会」、「経済研究運営委員会」、「情報処理研究懇談会」等における審議を経て、電気事業のニーズに適合した総合的な研究計画を策定し、その推進に努めている。

上記のうち特に大型総合研究については、従来「環境アセスメント手法研究会」、「長期電力需給問題研究会」、「UHV推進委員会」等によって研究の推進、総合調整に努めて来たが、56年度は新たに、原子力、新・省エネルギー研究を中心に、それぞれの課題ごとにプロジェクト・グループを編成し、当所各研究部門の総力を結集した強力な研究を図ろうとしている。

その他の専門課題についても、必要に応じて所内外の関係分野の専門家による研究会、連絡会を設置し、研究の総合的推進に努めている。

次期世代技術については、電力会社に常に積極的に協力し、その展望を明らかにし、当所に課せられたテーマについて

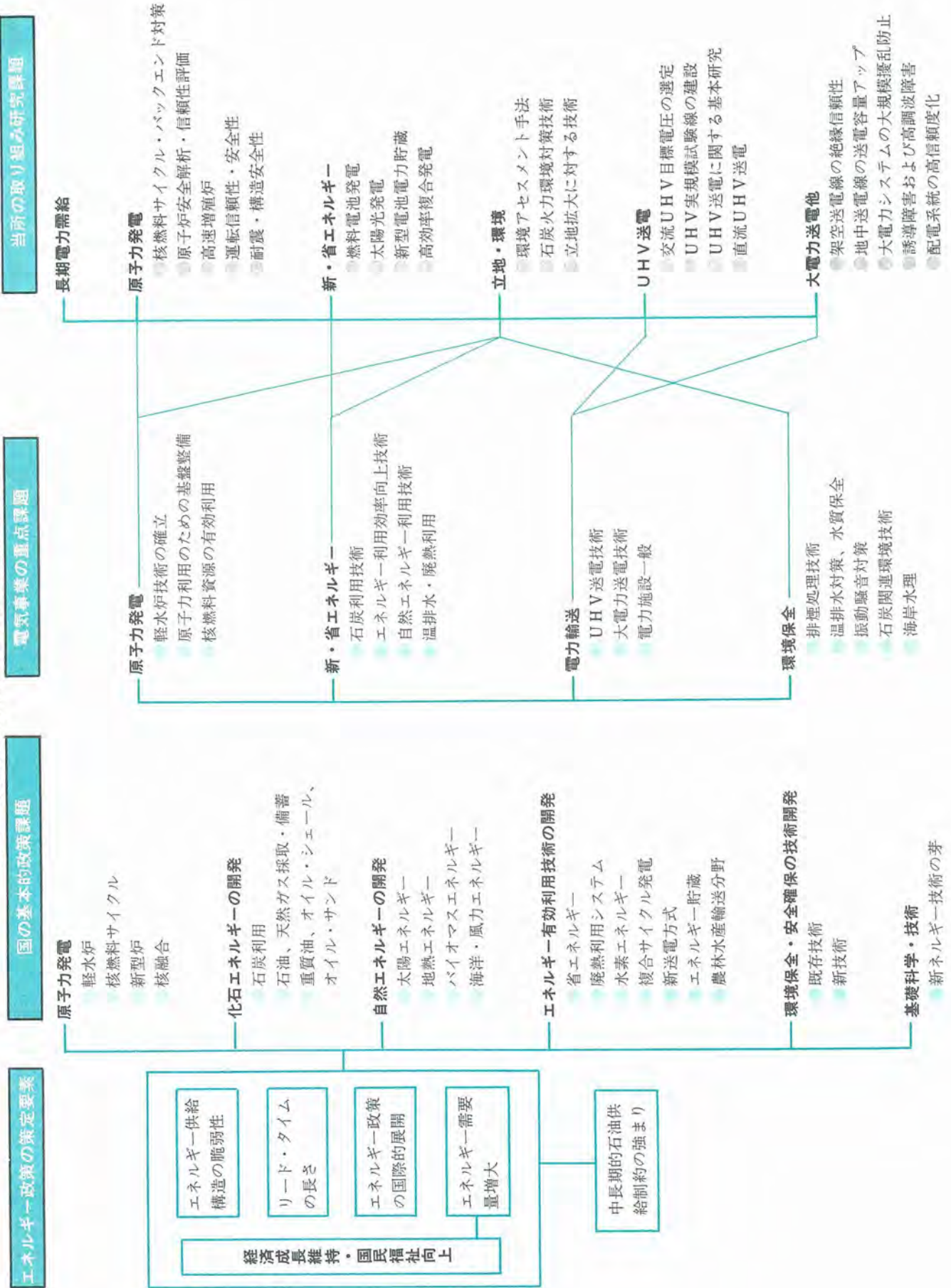
はダイナミックに取り組んでいることが、電気事業の使命を遂行する上で重要なことだと考えている。

### 参考文献

- (1) 「電気雑誌OHM-特別臨時増刊'81.6月号」オーム社(1981)
- (2) 「国際エネルギー動向分析」日本エネルギー経済研究所No.41(1980)
- (3) 「エネルギー資源」エネルギー・資源研究会、Vol.1, No.1(1980)
- (4) 「原子力年鑑'80」日本原子力産業会議(1980)
- (5) 「電気協会雑誌」日本電気協会、No.661(1978)



表2-3-1 国および電気事業の設定課題と当所の取り組み





第 5 章

5

研究成果



### 第3章 研究成果 ● 目次

3-1 長期電力需給問題	21
3-1-1 諸論と結論	
3-1-2 解析の手法	
3-1-3 前提条件と分析結果	
3-1-4 エネルギー戦略における電研の役割	
3-2 原子力発電	25
3-2-1 諸論と結論	
3-2-2 核燃料サイクル・バックエンド対策	
3-2-3 原子炉安全解析・信頼性評価	
3-2-4 原子力立地拡大技術	
3-2-5 高速増殖炉	
3-2-6 運転信頼性・安全性	
3-2-7 耐震・構造安全性	
3-2-8 原子力開発の長期戦略	
3-3 新・省エネルギー	29
3-3-1 諸論と結論	
3-3-2 燃料電池発電	
3-3-3 太陽光発電	
3-3-4 新型電池電力貯蔵	
3-3-5 高効率複合発電	
3-4 立地・環境	36
3-4-1 諸論と結論	
3-4-2 環境アセスメント手法	
3-4-3 石炭火力環境対策技術	
3-4-4 立地拡大に対する技術	
3-5 UHV送電	40
3-5-1 諸論と結論	
3-5-2 交流UHV目標電圧の選定	
3-5-3 UHV実規模試験線の建設	
3-5-4 UHV送電に関する基本研究	
3-5-5 直流UHV送電	
3-6 大電力送電	45
3-6-1 諸論と結論	
3-6-2 架空送電線の絶縁信頼性	
3-6-3 地中送電線の送電容量アップ	
3-6-4 大電力システムの大規模擾乱防止	
3-6-5 誘導障害および高調波障害	
3-6-6 配電系統の高信頼度化	

## 3-1 長期電力需給問題

### 3-1-1 諸論と結論

当所では、昭和52年3月、全所的組織による「長期電力需給問題研究会」を設置し、2000年を目途に電力の安定供給に関する課題と対策についての検討を続けてきた。この間、研究に参加した所内スタッフは約80名にのぼる。

昭和56年3月に発表した「2000年電力需給の展望——長期エネルギー戦略を探る」では、

1. 流動的な一般情勢に対応してエネルギー需給見通しを計算できる総合的な解析手法の開発。

2. 一定の前提条件の下での2000年の経済、エネルギー需給、電力需給に関する問題点、対策の明確化。

3. 当所として研究開発を推進することが望ましい研究課題の抽出。

を中心にとりまとめ新しいエネルギー技術開発戦略の展望を行った。

今後の問題として、電気事業の資金問題など、2000年展望で残された課題を、より一層詳細に検討する一方、2030年を新しい目標年次と定めて、超長期の電力需給問題についての調査研究を進めている。今後50年間には、新エネルギー技術も次々と戦力化し、国民の価値観も変化するであろうから、これは予測というよりも、むしろ目標とするべき姿、すなわち、新しい社会の創造とそれに整合的なエネルギー需給の構図を明らかにすすことを狙った研究になろう。

### 3-1-2 解析の手法

エネルギー問題を考えるに当たっては、

エネルギーそれ自体だけをとりあげるのではなく、関連する諸要因間の連鎖あるいは相互関係をも考慮に入れなければならない。言いかえると、エネルギー問題は独立した単一の問題ではなく、多種多様な諸問題の複合体である。電力需給の問題も同様で、日本の人口、経済成長と産業構造、土地・水資源・食糧の需給、環境条件など、今後の日本の経済・社会の動向をあらわす主要な要因を、全国のおよび地域的な観点から分析評価して、その結果をエネルギー需要、電力需要と電源構成、地域別電力需給と電力系統構成といった電力プロパーの問題につなげていくことが求められる。

今回の解析手順の全体構図は、図3-1-1に示すとおりで、総合部会のもとに、経済、エネルギー、発送電、電源立地、環境、水資源、食糧の7専門部会が設けられた。この組織図は次のような特徴をもつ。

1. まず、各ブロックをそれぞれの分野の専門家の集合体と見るとき、この組織図は技術と経済の総合研究所としての当所の利点（これだけ広範囲にわたる対象を、ほぼインハウスでカバーできる専門家集団の保有）を遺憾なく発揮した方式であるといえよう。

2. 各ブロックをそれぞれ独立した定量的モデルと見るとき、このフロー図は全体としてひとつの大型コンピュータ・モデルの体系を構成しており、各モデル間の情報のフィードバックを通じて分析結果の整合性が保証されている。

3. 総合部会は、シナリオ設定を通じて全体を制御するから、エネルギー需給を

めぐって将来予想される多くの条件変化に対応して、機動的なシミュレーション分析を実施することができる。

われわれの分析体系は、広い意味での「制約条件つき最適化モデル」であって、たとえば次のような設問に答えることができる。

●与えられた前提条件のもとで、2000年までにどのような経済規模と産業構造が市場機構を通じて実現されるか。

●水や土地などの自然条件や環境容量の制約を考慮すると、これをどのように地域展開するのが最も能率的であるか。

●個人や産業の活動から派生するエネルギー・電力需要を、一次エネルギー入手可能量の上限と電源立地可能地点の分布とに制約されながら、最も安いコストでまかなうようなエネルギー供給・発送電システムの姿はどのようなものか。

### 3-1-3 前提条件と分析結果

われわれの試算は、あくまでいくつかの前提に立った、条件付きの展望である。ここでいう前提とは、たとえば「現行の国際通貨体制は不安定ながら維持される」「労働時間は現在の西欧並みになる」といった定性的な条件から、「人口は2000年に約1.3億人に達する」「原子力規模は8,000万kWとする」などの定量的な条件にまで及んでいる。

とくに重要なのは、食糧を含む輸入資源価格の動向および世界貿易の動向である。その中でも、いちばん具体的かつ直接的な前提条件である2000年までの石油輸入については、次の2ケースを設定した。



図3-1-1 分析の全体構図

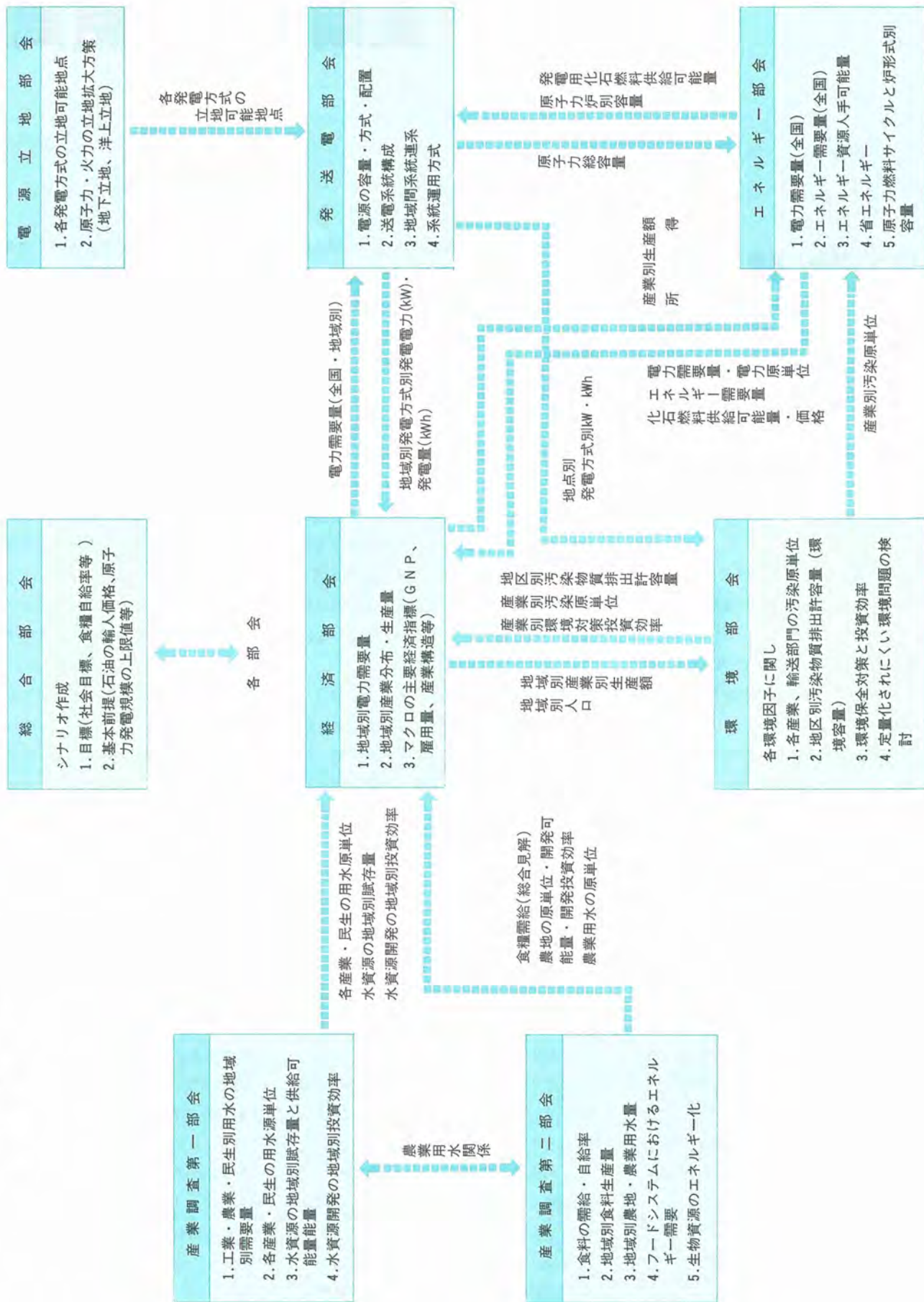


図3-1-2 2000年における1次エネルギーの供給

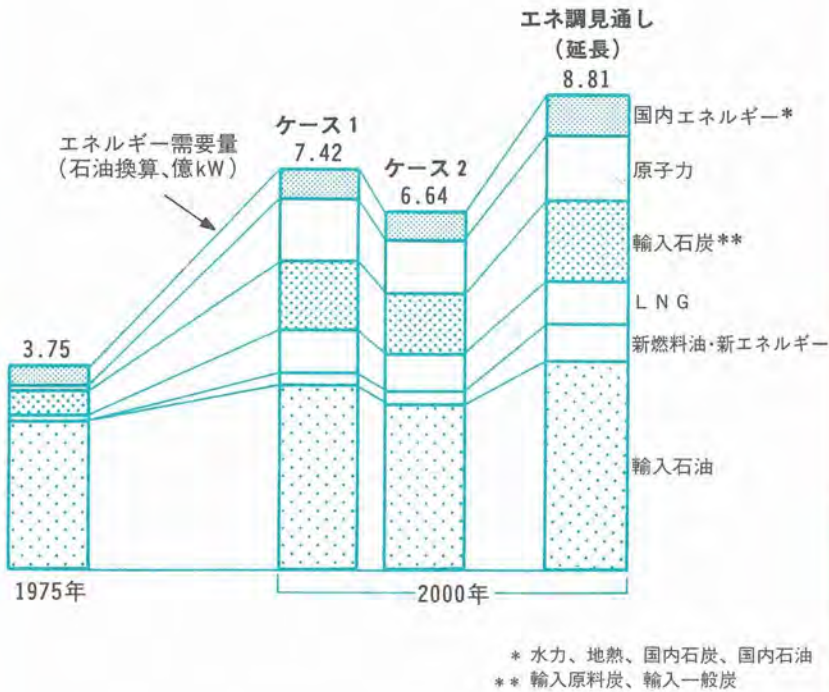
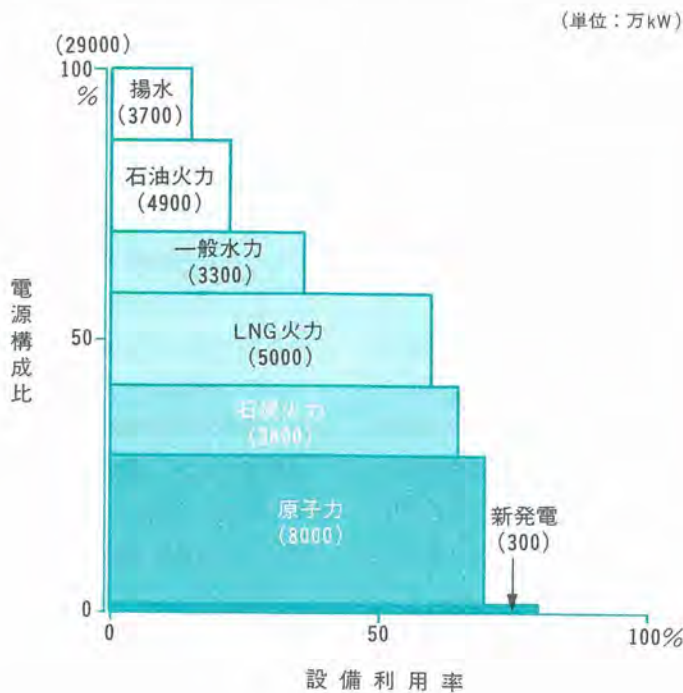


図3-1-3 2000年における電源構成と設備利用率 ケース 1



● 輸入価格は実質で1980年の1.4倍、時価では4倍弱に上昇。この価格に見合う輸入可能量の上限は日量600万バレル(ケース1)。

● 輸入価格は実質で1980年の1.8倍、時価では5倍に上昇、同540万バレル(ケース2)。

(ケース1)においても、将来の日本経済は石油輸入価格の相対的上昇が交易条件を悪化させ、所得の海外流出をひき起すという理由で——輸入できる石油の量が足りないという理由ではなく——潜在成長経路をかなり下まわる水準で推移する、と考えられる。2000年までの25年間にGNPは約3倍、年平均成長率は4.5%。この試算結果を消費、投資、輸出入、産業別生産、雇用、価格といったマクロ経済指標ごとに検討し、さらに産業活動を9地域に展開した場合に地域別の立地・環境制約をみだせることを確認した上で、これに対応する総エネルギー需用を求めた。想定された需要量は石油換算7.4億kl。

(ケース2)は、エネルギー確保の面では「安全サイド」を見たもので、GNPは25年間で2.5倍、年平均成長率3.7%、総エネルギー需要6.6億klとなる。しかし、このケースでは、わが国の経済社会の安定にとっての基本的条件である完全雇用がみだされず、深刻な社会問題を招くおそれがあり、更に低成長下では高齢化社会に対応する年金とその負担配分が大きな問題となる可能性が強い。

輸入エネルギーの供給条件が厳しくなるとわが国の社会への影響が深刻化することを少しでも回避するには、

● 需要面で、産業・民生両部門における省エネルギーと産業構造転換との一層の促進、

● 供給面では、原子力発電や新エネルギー技術開発の加速化など、国内において可能なエネルギー対策の強力な推進。が必要とされる。



以上を基本的な認識として、主要な分析結果を要約しよう。

(1)一次エネルギー供給 2000年までの脱石油は、原子力発電、輸入一般炭を中心として推進される(図 3-1-2)。しかし、重要なことは、エネルギーの海外依存度は2000年でも77%と、現在より約10%しか改善されないという点で、エネルギー・セキュリティの向上をはかるための技術開発への期待は極めて強いものがある。

(2)電力需要 2000年における電力需要量は、(ケース1)で1兆1,700億kWh、(ケース2)で1兆kWh、GNP弾性値は各0.92、0.93で、いずれもエネルギー全体のGNP弾性値0.62よりもかなり大きい。25年間のエネルギー最終需要増分のうち、約6割を電力が担うことが予想され、電力の安定供給を達成すべき電気事業の役割は極めて大きいものとなる。

(3)地域構造 地域別電力需要想定の基本となる産業の地域配置を展望すると、2000年時点でも産業の生産活動の中心はやはり太平洋ベルト地帯である。しかし、より長期的な視点に立てば、産業の地方分散を進める必要は明らかだし、またそれは電源立地の偏在を緩和する意味でも望ましい。

(4)電源立地 原子力発電所の地上立地可能量は、机上計算では2億kWあるが、このうち4,000万kW、は北海道であり、6,000万kWは地盤条件の改良などの技術開発を要するものである。それに実際には地域社会の特殊事情などもあり、原子力立地は在来技術に頼るかぎり、極めて厳しい見通しである。したがって、地下・洋上立地の技術開発と、立地・環境審査や安全審査についての指針づくりなど、新立地方式実現への軌道を早めに敷くことが必要とされる。

(5)電源構成と電力系統 一次エネルギー供給見通しと整合的な2000年の電源構成は図 3-1-3のようになる。この電源

構成の下での運用パターンは、原子力のみならず石炭火力、LNG火力がベース用電源となり、残存石油火力が中間ピーク用、そして揚水を含む蓄エネルギー装置がピーク用に使われることになる。

また、電力需要地と電源地域との遠隔化、電力系統容量の飛躍的拡大、大需要地における需要密度増加傾向などに対処するために、UHV送電、直流送電、新型ケーブルの開発などを進める一方、需要地近傍に配置しうる分散型電源の活用をめざした技術開発も怠るべきではない。

(6)新エネルギー技術 発電用としての石油代替は当面、軽水炉、石炭、LNGに頼らざるをえないのが実情であるが、この状況を打破するための近年度の対応策としては、FBRの早期導入、複合発電など発電効率の大幅な改善を進めることである。とくに石炭ガス化技術と組合わせた高効率ガス蒸気複合発電、石炭利用燃料電池蒸気複合発電への期待が大きい。

(7)石炭利用技術 海外での採炭から輸送、発電までを含めた総合エネルギー効率から評価すると、当面主力とすべきは環境対策を強化した新鋭微粉炭火力である。次いで石炭ガス化複合発電が効率よく、石炭液化火力、メタノール火力は総合エネルギー効率の面で劣るが、環境面ですぐれている。

### 3-1-4 エネルギー戦略における電研の役割

以上、2000年における電力需給の展望と電力の安定供給上の問題点や対策についての検討を要約した。こうした検討結果にもとづいて、当所としては次のように省エネルギー・新エネルギー技術を中心とした研究課題を推進することが望ましいとした。

#### (1) 省エネルギー対策の推進

1. 高効率ガス蒸気複合発電(ガス温度1,500°C級のガスタービンの開発)、超電導発電機(-270°C級の電磁石利用に

よるロス半減と小型化)、低損失変圧器(新鉄心材料アモルファスの実用化)、熔融炭酸塩電解質燃料電池(運転温度700°C級)など、省エネルギー技術の開発。

2. 料金制度、税制・補助金などの助成措置、その他省エネルギーのための経済的対策の検討。

#### (2) 石炭利用技術の開発

とくに石炭ガス化技術の開発

#### (3) 高速増殖炉発電の推進

とくにシステム技術、要素技術の研究開発。

#### (4) 核燃料サイクルの確立

核燃料サイクルの評価、バックエンド対策(使用済み燃料の再処理、放射性廃棄物の処理処分など)の検討。

#### (5) 新エネルギー技術の開発

地熱(とくに深部地熱)、太陽光発電の技術開発。

#### (6) 電源立地の推進

1. 原子力発電所用地下・洋上立地の技術開発。

2. 地域開発を電源立地との調和を目指したシステム設計。

#### (7) 環境保全の確保

1. 新発電、石炭火力推進に伴う環境対策。

2. 環境影響予測手法の確立と影響低減方策の開発。

#### (8) 電力系統の構成と運用の最適化

1. 長距離大電力送電技術の開発とこれを含む系統網の安定度維持方策。

2. 原子力発電の負荷追従運転(負荷変動に対応する出力の調整)の推進。

3. 極低温ケーブル(-200°C級の低温、低損失の大容量ケーブル)、蓄電池、超電導コイル(-270°C級のコイルによる電力貯蔵)、蒸気熱貯蔵(タービン抽気方式)など、蓄エネルギー技術の開発。●

# 3-2 原子力発電

## 3-2-1 緒論と結論

わが国の電気事業による原子力発電に関する技術開発の主目標は次の三点、すなわち、

1. 軽水炉の稼働率、安全性、信頼性の一層の向上をはかるとともに、負荷追従性能、運転保守性能の優れた実用プラントとしての定着化をはかるとともに、軽水炉技術の確立。
2. 原子力発電規模の拡大のために必要な核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策、立地・環境保全対策等、原子力利用のための基盤整備。
3. 高速増殖炉による核燃料資源の有効活用、に置かれている。

当所はこれらの技術開発計画への協力、国による基準・指針の策定、安全評価、信頼性実証試験への協力を積極的に行うとともに、当所の特色を活用した基礎的・実証的研究および内外の研究開発結果を証価しうる能力を蓄えるための研究を推進する。研究の推進にあたっては電気事業との緊密な連系および他機関による研究との重複の回避に十分留意することはいふまでもない。

この方針の下に推進する当所の原子力発電に関する研究課題は表 3-2-1 に示すように、プロジェクトグループを設定して重点的に実施する大型総合研究 4 課題と、先取的および基盤的性格をもつ基本研究 3 課題とからなる。また、これらの課題と上記の電気事業の技術開発目標との関係は表 3-2-2 のようになる。

最近の状況としては、電力共通研究のうちの11題目の当所分担、「使用済燃料

暫定貯蔵構想フェージビリティスタディ」の実施等に見られるように、電気事業および国からの当所への協力要請はますます強まりつつあり、また高速増殖炉のフェージビリティスタディにおけるように、

当所から外部機関への協力を求めて展開する共同研究および外部委託研究の範囲も次第に拡がりつつある。

大型総合研究はいずれも今後1～2年の中に山場を迎えるものであり、十分な

表 3-2-1 原子力発電関係研究課題

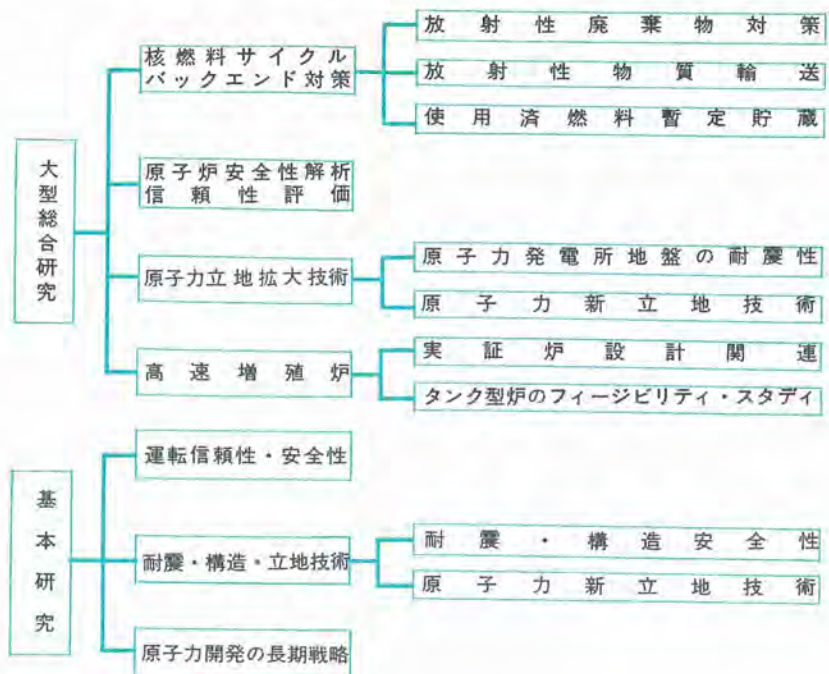


表 3-2-2 原子力発電に関する電気事業の技術開発目標と電力中央研究所の研究課題との関係





成果が得られることを期待している。

### 3-2-2 核燃料サイクル・バックエンド対策

原子力発電における核燃料サイクルの確立は、前述のように、電気事業の掲げる三大技術開発目標の一つであり、当研究所は電気事業および国からの強い要請に応じて、次の三課題に分けて全所的な協力体制の下にプロジェクト研究を実施している。

1. 放射性廃棄物対策
2. 放射性物質輸送
3. 使用済燃料暫定貯蔵

#### (1) 放射性廃棄物対策

原子力発電所から発生する低・中レベルの放射性廃棄物のうち発生量の最も多い濃縮廃液はセメントあるいはビチューメン（通称アスファルト）で固化処理され発電所の構内に貯蔵されている。これらの固化体の処分については、昭和56年度を目途にセメント固化パッケージの試験的の海洋投棄が予定され、また陸地処分の実施目標時期を昭和50年代後半に置くことが国によって策定されている。このため、固化処理工法および固化パッケージの処分時の健全性と安全評価に関する研究が多くの機関で実施されているが、当所も極めて重要な役割を果たしてきた。すなわち、低レベル廃棄物の固化処理に関しては昭和43年より研究に着手し、電力各社の固化パッケージの作成に協力すると共に、昭和50年度からはパッケージの基準化のための研究委託を国から受け、その実証的成果によって海洋投棄のための国の技術基準がとりまとめられた。これらに引続き、ビチューメン固化に関する実証研究を進め、本年3月には技術指針のためのドラフトを国に提案した。今後も、引続き国および電気事業からの受託研究を中心に、とくに陸地処分に重点を置いて、各種固化パッケージの基準化および処分時の安全評価に寄与しようとする研究を推進する。

また、電気事業においては、これまでに引続き、今後も当分の間使用済燃料の再処理を英、仏へ委託することになっているが、再処理によって発生する廃棄物は、高レベルのものはもちろん、低、中レベルに至るまですべて日本に返還される予定である。これに関連して、各種の廃棄物の受け取り時の形態、輸送・貯蔵・処分およびこれらの安全評価、等きわめて多岐にわたる重要な問題への早急な解決をわが国の電気事業者は迫られている。このため当所は電力共通研究に協力し、これら返還廃棄物固化体及び輸送容器の安全性ならびに輸送、貯蔵及び処分時の安全評価手法に関する調査研究を推進している。

#### (2) 放射性物質輸送

放射性物質等の輸送にかかわる安全性の確保は極めて重要な課題である。このため、当所は、昭和51～53年度には使用済燃料及び放射性廃棄物パッケージの海上輸送、また昭和53～54年度には核燃料物質の陸上輸送について、通常時ならびに事故時の安全評価を、国及び電気事業の委託をうけて実施し、これらの要望に応じてきた。

また、輸送容器の安全解析手法の妥当性を検証するとともに、輸送に対するパブリックアクセプタンスに資するため、8ヶ年の期間と総額80億円を予定する「使用済燃料輸送容器信頼性実証試験」を昭和52年度に国から受託し、現在全試験設備が完成し、鋭意試験を実施している。

今後もこれらの調査研究を引続いて実施し、各種放射性物質の陸上および海上輸送時の安全評価手法の確立を図り、併せて国際的な基準化の動向にも沿いようように努める。

#### (3) 使用済燃料暫定貯蔵

米国提案による、環太平洋地域における使用済燃料暫定貯蔵構想については、日米共同で昭和55年度から3ヶ年計画によってフィージビリティ・スタディを実施することが日米政府間において決定さ

れた。当所は通商産業省、科学技術庁及び電気事業からの要請により、上記フィージビリティ・スタディに関する調査を受託し、制度上の問題および貯蔵施設、キャスク、立地・環境、港湾、輸送、廃棄物等の技術上の問題について、多岐にわたる調査活動を全所的規模のプロジェクトとして展開している。

### 3-2-3 原子炉安全解析・信頼性評価

原子力発電所の設置許可申請、または変更許可申請に際しては、電気事業者自身による各種想定事故時の安全性の評価と安全裕度の確認が必要であり、このため当所は安全解析用計算コードを常に整備、改良し、電気事業者の利用に供し得る体制を整えておくことが心要である。

また、米国TMI事故以来原子力発電所機器の故障情報の適切な把握と評価の必要性が内外において強調されており、このための総合的な信頼性データの収集・評価システムの開発と運用が電気事業連合会より当所に要請されている。

このため、わが国の安全審査に用いられている安全解析コードについては、修正の都度これに追従して修正版の入手と整備、検討を行うとともに、これらを用いて原子炉冷却系配管の中小破断時の事故様相およびこれと大破断事故との対比等、電気事業者の要請による種々の解析を行った。また、運転時の異常過渡解析コード、RETRANの当所計算機への変換、整備を完了した。

電気事業連合会の依頼による、わが国全原子力発電所の主要機器を対象とする機器信頼性データ収集システムの開発はほぼ完了し、現在各発電所からのデータの収集と評価は実施に移されている。また、当所と米国電力研究所(EPR I)との間の契約に基づき、原子力安全解析センター(NSAC)からの原子力事故・故障情報は通信衛星インテルサットを通じて当所が常時入手しうようになり、これに

よる米国の全原子力発電所の事故・故障の詳細とその対応などの運転技術に関する諸情報は電力各社に活用されている。

### 3-2-4 原子力立地拡大技術

原子力発電所の立地拡大技術の確立は、電気事業が当面している立地難に対して技術的な面からの基盤を用意する上から、最も急務とされている課題の一つである。原子力立地拡大技術は次の二つの課題に大別される。

1. 在来立地技術における地盤の耐震性評価法の整備。
2. 上記の成果に立脚した新立地技術の開発。

課題1.については、耐震性評価法は国で定めた地質・地盤の調査の手引に示されているが、多様な地盤の条件に対しては、実際の適用に当たって不明確な点が多い。安全性の確認に遺漏のないようにし、かつ原子炉設置許可申請者に具体的目標を示すためにも、これの標準的な手法の明示が必要となっている。このため、通商産業省の要請に基づき、原子炉建屋基礎岩盤、周辺斜面等の耐震安全性評価手法、および断層活動性調査法等の地質・地盤の調査・試験法の標準化など、国で作業中の同じ課題について、当所は長年にわたる地質・地盤の調査・試験・解析に対する経験と知識を基にプロジェクト研究を推進しており、早期に研究成果が出揃いよう努力している。本課題は電力共通研究においてもとり上げているものであり、当所はこの電力共通研究に参画し、これを包含してプロジェクト研究を実施している。

原子力新立地技術に関する課題2.は、電気事業連合会の要請を受け、当所が水力・火力立地で培ってきた地下発電所建設技術、軟質地盤立地技術を結集して、当面の課題である地下立地の耐震設計手法の確立と耐震性に視点を置いた第四紀地盤の成立条件の解明を目標としている。

課題2.は上記の課題1.の成果の上に成

り立つものであり、当所ではこれらを「原子力立地拡大技術」として大型総合研究に位置付け、プロジェクト研究として加速的に研究を進めており、電気事業の期待に応えるよう努めている。

### 3-2-5 高速増殖炉

前述のように、核燃料資源の有効活用を図るための高速増殖炉の実用化は電気事業の三大目標の一つであり、当所も、電気事業の調査研究の中核組織であるFBR実証炉概念設計に関する検討会に参加するとともに、当所のポテンシャルを有する分野について実験研究を進めてきた。

当所のFBR実証炉に関する研究は、1.実証炉設計に関する実験的研究、と2.タンク型FBRのフィージビリティ研究、の二課題に大別される。課題1.は主としてループ型炉およびタンク型炉に共通する機器の保修性および耐久性の究明を目標とし、機器の残留ナトリウム液膜量の評価、動燃事業団との共同研究による蒸気発生器伝熱管材の脱炭現象解明およびループ型配管系の振動特性の解明、について研究を進めている。課題2.はわが国の立地条件下におけるタンク型炉の成立性の見通しを得ることを目標とし、耐震性を基本とする5テーマ、すなわち、原子炉構造の耐震特性、ルーフスラブの熱・荷重変形特性、主容器内のナトリウム流動特性、原子炉容器内隔壁構造の信頼性、および燃料移送設備の耐震性・作動性の確認についてメーカーとの共同研究を開始した。

### 3-2-6 運転信頼性・安全性

本基本研究は電気事業の掲げる三大技術開発目標の一つである「軽水炉技術の確立」への寄与を目的とするものであり、次の三つの課題からなっている。

1. 機器・配管系の信頼性
2. 原子力プラントの運転・管理
3. 放射線安全

#### (1) 機器配管系の信頼性

これまで内外の軽水炉において稼働率を低下させた二大トラブルはBWRにおける配管の応力腐食割れ(SCC)とPWRにおける蒸気発生器(SG)細管の減肉であり、当所も電気事業に協力してこれらの問題究明と対策の確立に努めてきた。

当所の主な成果を挙げると、SCCについては、適切な加速試験条件の提案、代替材の耐SCC性評価、SCCへの環境因子の影響評価、配管の亀裂進展挙動解析コードの開発等がある。SGについては、EPR I主催の蒸気発生器所有者連合に参加して入手資料の集約、評価と関係各社への提供に努めると共に、所内研究として、細管振動軽減対策の提案、デンティング(へこみ具合)の要因究明を行った。

また機器の性能向上に関しては、バルブのパッキングの性能改善、圧力計測用スナッパーの改良についてそれぞれ提案を行い、非破壊検査方法として、配管からの微小漏洩の音響的検出方式の開発、配管等各種構造材のアコースティックエミッション(AE)特性の解明、超音波探傷遠隔装置の開発、等の多岐にわたる成果を挙げた。

#### (2) 原子力プラントの運転管理

原子力発電所の負荷追従性能の究明と改善を図るためには、現行の燃料棒の破損原因の解明とこれを回避する運転方法の確立および燃料棒の性能改善が必要であり、当所では燃料被覆管のヨウ素によるSCCの要因究明に関する実験的研究およびノルウェーエネルギー技術研究所(IFE)との共同作業による破損予測手法の開発を進めてきた。IFEによって開発された2種の破損予測解析コードは上記共同作業による検証を経て今春当研究所への導入が完了した。燃料を安全かつ効率よく燃焼させるために必要な燃焼管理解析コードシステムの開発については、前段の作業が終了した。高燃焼時の核分裂生成ガスの放出挙動についてはバ



ッテルノースウェスト研究所の研究計画に参加し、データの入手と評価および電力各社への結果の伝達に努めている。

TMI事故を契機として、運転員への事故時のプラント運転状況伝達・指示システムの改良・開発の努力が各国において進められているが、当所は運転状況予測システムの開発の準備作業を進めており、その一環としてIFEとの間に、原子力プラントのシミュレーションに関する、共同作業を開始した。また電力技術面からは、外部電力系統事故時の原子力プラント挙動特性の解析を鋭意行っている。

### (3) 放射線安全

原子力発電所の稼働率向上対策の一環として定検期間の短縮と作業員の安全確保のために、定検作業の省力化と作業員の被曝線量低減化の努力が電気事業によって進められており、当所もこれらに関して多岐にわたる研究を展開している。

BWR一次冷却系配管内の放射能蓄積低減化と除染については、溶存酸素注入によるクラッド低減効果および配管のクラッド量、クラッド中の放射能分布、構成元素組成の調査・解析によるコバルト-60の蓄積・溶出挙動を明らかにし、また除染に関する調査研究を進めてきた。

個人被曝管理に関しては、防護服着用下の生体負荷特性、防護服気候特性の解明、尿中放射能測定法の改良を進めるとともに、本年度から電力共通研究への協力として、保護具着用基準および外部被曝線量評価に関する研究に着手した。

定検作業の省力化および遠隔化については、キャビティ超音波除染遠隔操作装置を開発し、現場試験を重ねてその実用性の見通しを明らかにした。また超音波探傷作業について、遠隔操作装置を開発するとともに、欠陥への応答解析方法の改良を進めた。

環境放射能については、各種環境試料について前処理を含む放射能測定・評価方法の改良、放射性気体廃棄物の風洞に

よる拡散実験、排気筒からの排気雲による線量率計算モデルの改良、環境放射能の海生物への影響調査等を行ってきた。

### 3-2-7 耐震・構造安全性

原子力発電所重要構造物の耐震・構造安全性については、極めて厳しい条件に対してもその安全性が求められていることから、当所では、断層活動性・耐震設計用地震動の調査・観測、起振実験等による耐震動証研究、コンクリート格納容器等の構造強度評価、衝撃荷重の評価等の研究を推進してきており、安全かつ合理的な設計手法の確立を目指している。

立地の著しい制約条件となっている断層活動性評価に関しては、単に地形学的判断のみならず、断層内に普遍的に存在する石英粒子の侵食状態から活動年代を判定する方法など独自の手法を開発し、実証的な研究を展開してきた。また、設計用地震動の評価に関しては、震源域内での評価が急がれていることから、伊豆半島を中心とする強震観測網を敷き、得られたデータの解析を通じ、従来の加速度推定式に対し、地域特性を加味した修正式を提案するなど、多様な研究を実施している。

原子力発電所の耐震性の実証については、敷地の地質・地盤の調査・試験から、原子炉建屋基礎地盤・周辺斜面の耐震安定性の評価に至るまで、地盤材料物性の評価・精密な解析および、模型実験・現地観測などを通じて一貫して実証的な評価を行い、電力各社の安全審査等の基本的な資料作りを行ってきている。

原子炉建屋等の耐震安全性については、その完成時に大型起振機により人工的な地震力を加え、設計通りできているかの確認を行ってきている。また最近では設計地震動を大きくとらねばならない傾向にあることから、現地ブロック起振法による観測を行って地盤の減衰性を正しく評価し、設計の合理化に寄与している。

補機冷却用海水系構造物は、地表面に

沿う長大構造物であることから、当所が開発した地盤のひずみに立脚した免震設計法の適用により適切な設計がはかられている。

コンクリート格納容器の構造強度・安全性の評価に関しては、内圧、地震、温度等の各種荷重に対する弾塑性解析手法、模型実験等の研究を実施し、国の基準案策定に寄与し、さらに基準案の検証を行ってきた。今後はさらに終局耐力模型実験を進めるとともに、熱応力設計法の合理化に資するため、熱応力を受けるコンクリート剛性評価法の確立をはかる。

また、内外飛来物に対するコンクリート格納容器の耐衝撃性に関し、模型実験を実施し、衝撃応答特性の解明をはかりつつある。

### 3-2-8 原子力開発の長期戦略

本基本研究の目的は、空極的には国際化の中でのわが国の核燃料サイクル確立への貢献であり、第一義的には原子力施設立地のための有効な制度的対策の創出である。

原子力開発のパブリック・アクセプタンスを得るため、原子力安全性論争の内容分析、合意形成に影響する社会心理的要因分析、原子力広報対策の効果分析を行い、また、立地戦略の確立のため、原子力発電所立地の社会経済的影響分析を進め、原子力施設立地の社会的評価手法の確立などの研究成果を得ている。

組織・資金戦略に関しては、廃炉問題を事例として国内外の法規制、組織、費用、資金調達などの制度的課題が明らかになった。

核燃料サイクルの将来動向については、軽水炉へのプルトニウム・リサイクルの経済性および高速増殖炉の実用化プロセスなどの調査を行い、原子力発電計画策定のための基礎情報を集積することができた。

## 3-3 新・省エネルギー

### 3-3-1 結論と結論

新・省エネルギーに関する技術開発対象は極めて広範にわたり、開発期間も長期を要するものが多い。当所は、電気事業のニーズを基に焦点を絞り、主として、供給者の観点から、都市分散型電源、地域社会エネルギーに関する研究を行って来た。その主なものは

- (1)焼料電池発電
- (2)太陽光発電
- (3)新型電池電力貯蔵
- (4)高効率複合発電
- (5)極低温送電

等である。今後は上記の重要課題の研究推進と共に時代の要請である石炭新利用に関し、

- (6)石炭ガス化複合発電

について、米国クールウォータ・プロジェクト参画も含め研究効率をあげるべく努力していく。

燃料電池発電についてはビル用に10MW級の概念設計を行い、その有用性を立証した。リン酸型電池は実用化されていくだろう。当所ではリン酸型を越えて、第2世代と言われる熔融塩電解質燃料電池の開発研究を推進する。太陽光発電はシリコン太陽電池を用いる発電方式であるので、一般的には太陽電池の価格低減待ちであるが、当所では電力系統を導入するに当たっての問題点の明確化とその解決に当たって来た。それには出力3kWのプラント2基を用いたが、今後1,000kW級発電システムのプロジェクトに参画し、その実用化を推進する。

省エネルギー・流通設備有効利用のた

めに有効と考えられる都市内分散型電力貯蔵方式として新型電池電力貯蔵があるが、当所ではこれまでに、それを用いたシステムの最適な貯蔵規模を策定するために、配電用変電所負荷パターンを分析すると共に、システムシュミレータの概念設計を行った。今後はこれらを深めると共に、システムの運転制御技術の検討を行う。

高効率複合発電に関しては、耐熱材料の実用性評価、タービン翼冷却法、高効率・低NOx燃焼法を中心に研究しており、今後はこの研究を一層深めると共に、シミュレーション手法等によりプラントの運転方式を検討していく。

石炭火力は当面、微粉炭直焚火力に頼らざるを得ないが、エネルギー効率や環境面でより優れた石炭ガス化複合発電の開発推進は必要で、当所では、我が国に適したものの概念設計、噴流式石炭ガス化方式の検討、高温低圧除じん装置の検討などを中心に研究を行っていく。

### 3-3-2 燃料電池発電

燃料電池は化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するもので、燃料として、水素、一酸化炭素、ナトリウム、アルコール、炭化水素などがあり、酸素と反応させる解媒の役目をする電極材料として白金、銀、ニッケルのようなものがある。この燃料電池は従来の発電方式に比べ、格段に高い総合熱効率が得られる可能性があること(通常40~50%、廃熱利用で80%程度)、大気汚染物質が少ないこと、運転・制御、保守が容易であること、立地上の制約が少ないので需要地点に分散

設置が可能であることなどの利点をもつことが明らかになり、米国のターゲット計画FCG-1計画などを中心として世界各国で鋭意研究開発が進められている。

当所は昭和51年より富士電機(株)と共同で燃料電池が電力系統に導入された場合の技術的諸問題およびモデル・プラントの設計などの研究を進めて来た。ハードウェア研究では燃料として水素を用いるアルカリ水溶液電解質中で酸素と反応させる方式を例として選んだ。現在はリン酸水溶液電解質酸素・空気型燃料電池が有望視されているが、当所では一歩進めて、第2世代燃料電池と言われる熔融炭酸塩電解質燃料電池の研究開発を(株)日立製作所および富士電機(株)と共同で推めていく、この方式は、高効率、石炭ガスの利用などをねらったものである。

昭和55年度は事務所ビルを対象とした10MW燃料電池発電所の概念設計を行い、プラントの基本仕様、レイアウト、排熱利用システム、運転・保守方法などについて検討した。燃料電池と電力系統の結合の仕方を図3-3-1に、排熱・生成水利用システムの構成例を図3-3-2に示す。具体的な概念設計に基づいて省エネルギー効果、電力・熱負荷のバランス供給効果などその有効性を検討し、小規模分散型熱併給発電の可能性が大きいこと、年間で60%排熱利用が可能であることを明らかにした。

既設火力発電所に燃料電池発電所を図3-3-3に示すように併設すると発電所の総合熱効率を高めることができる。ここでは排熱を火力発電所の復水加熱に利用する訳であるが、200MW火力ユニットに



図3-3-1 燃料電池発電プラントの電力系統構成

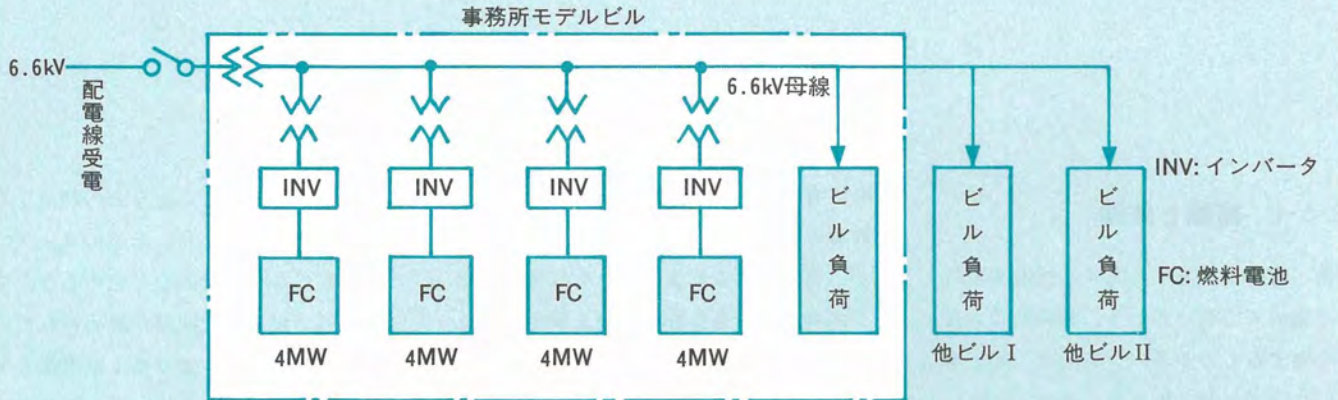
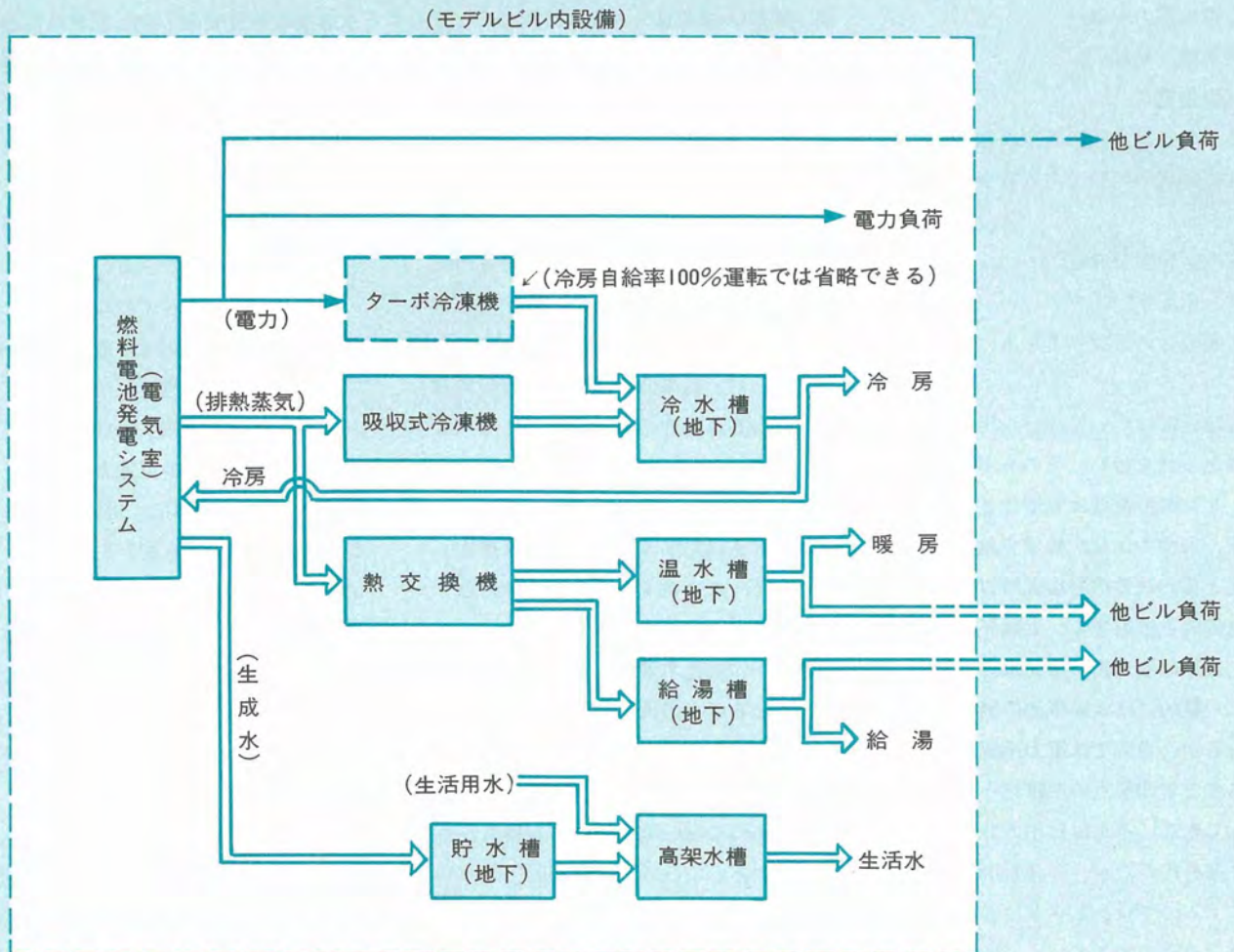


図3-3-2 排熱・生成水利用システムの構成



30MWの燃料電池を併設した場合、熱効率を1%強高めることができることを明らかにした。

### 3-3-3 太陽光発電

太陽エネルギーは国産の非枯渇エネルギーであり、今後積極的に活用する必要がある。

国のサンシャイン計画では、太陽光発電を昭和65年までに約300万kW(90万戸の住宅、3千棟のビル)、昭和70年までに約750万kW、(210万戸の住宅、1万棟のビル)を普及させる計画となっている。これがため、太陽電池の大量生産、価格低減のための技術開発を進めると同時に、個人住宅、集合住宅、学校、工場および1,000kW級発電所のデモプラントを建設し、実証試験が行われようとしている。

太陽光発電は発電が天候に支配されるため、このエネルギーを有効に利用するには、既設の配電系統に接続したり、エ

ネルギー貯蔵用蓄電池を設置し、これらを効率よく運転する必要がある。

当所はこのような太陽光発電システムの構成を如何にすべきか、運転・制御・保護の最適な方法はどうかなど、太陽光発電を実用化する際の諸技術について、3kWシステム2方式(他励式および自励式)を用いて、昭和53年より国の受託研究として、研究開発を進めている。

図3-3-4に日当たり平均発電量の月推移の例を示す。これまでの成果として、他励式を用いる単一システムについては光発電システムの最適構成方法および運転制御方式などの周辺技術が実用化可能であることを明らかにした。さらに、他励式と自励式の2つのシステムを組合せて、複数システム間の相互干渉問題の解明、特に単一システムの場合との相違点を系統電圧のじょう乱、高調波電圧電流特性の解明に重点を置いて研究推進している。

また、昭和55年度からは東京電力、四

国電力と共同で1,000kW発電プラントの基本設計について、新エネルギー開発機構より受託し、集中型、分散型各発電プラントの基本設計を行った。

分散配置形光発電システムの基本設計では、容量は利用できる既設建築物の屋上面積でほぼきまる。小学、中学、高校などにおいては1個所で60~100kWの発電が可能な面積をもち、公民館などは20~35kWが得られる面積をもっている。したがって将来、分散配置形ユニット容量を標準化することも考慮し、基本設計では25kWと50kWを発電ユニット容量とした。2種のユニットの組合せにより、利用空間に応じた分散配置形光発電システムの構成が可能である。現在の大、大都市の配電線の回線容量は2,000~4,500kVA程度であるので、比較的小容量の回線にも並列接続可能な200kWを分散形光発電システムのトータル容量とした。

集中配置形光発電システムの基本設計

図3-3-3 燃料電池排熱利用フロー図(火力発電所用)

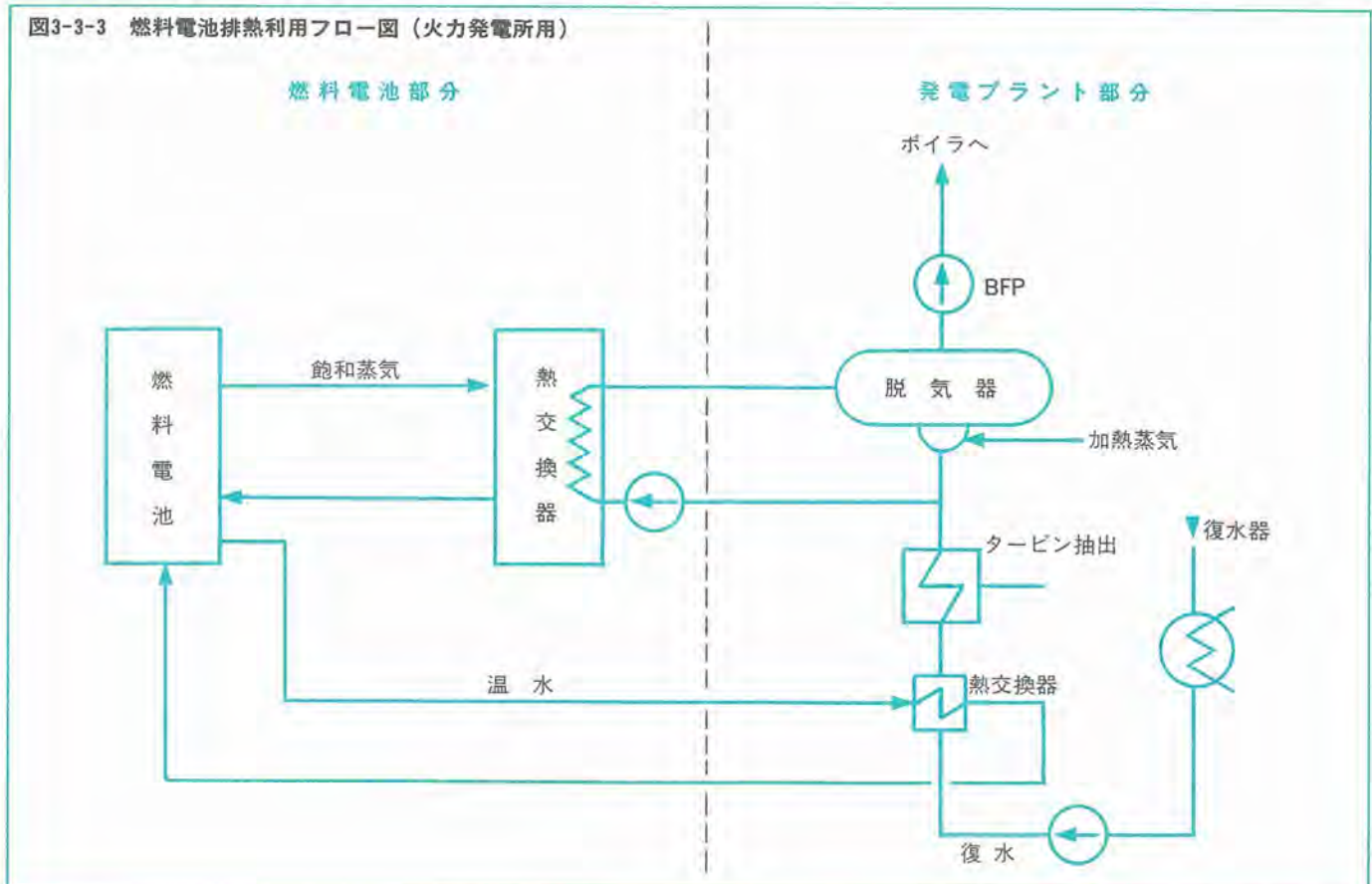




図3-3-4 日当り平均発電量の月推移

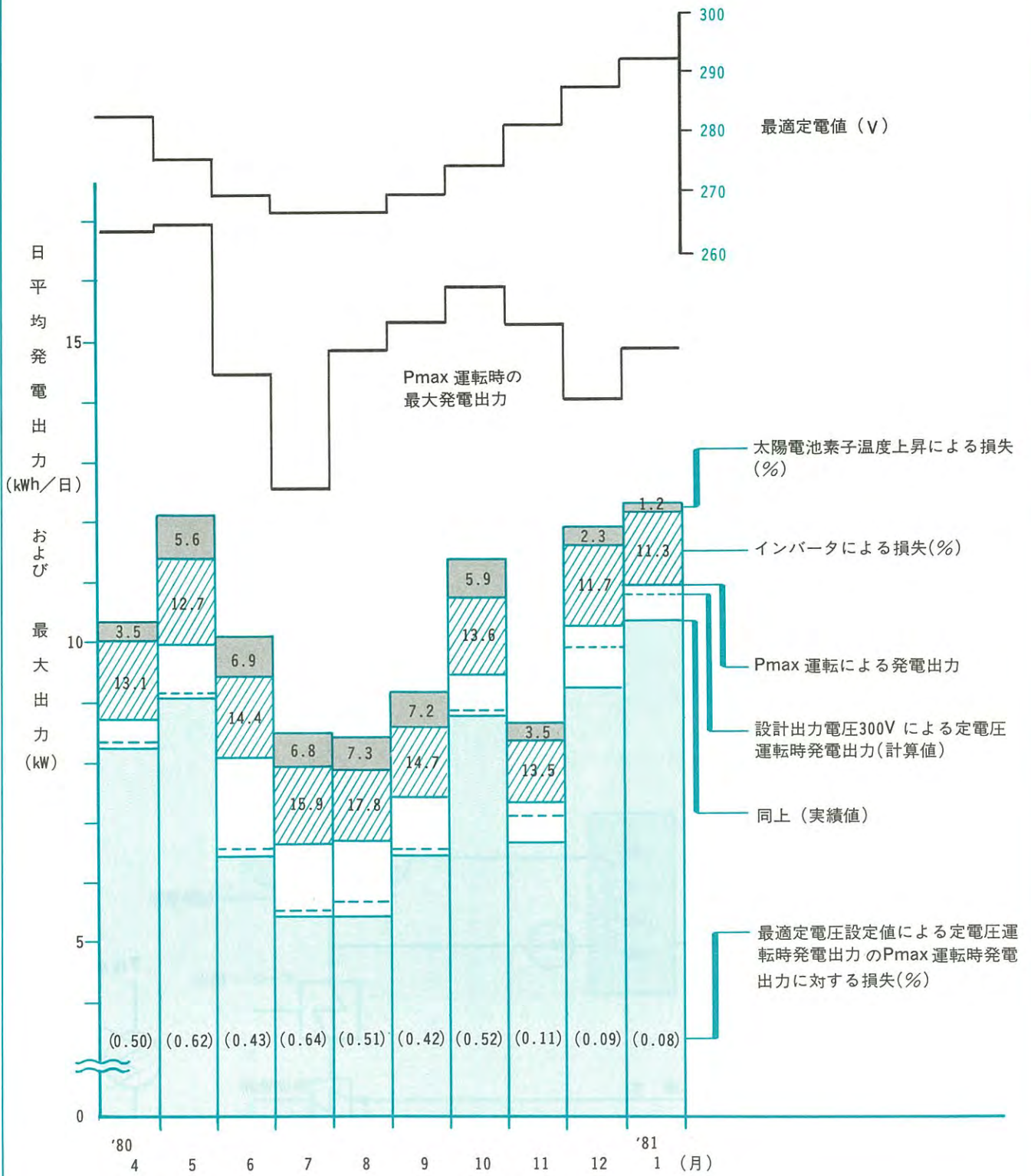
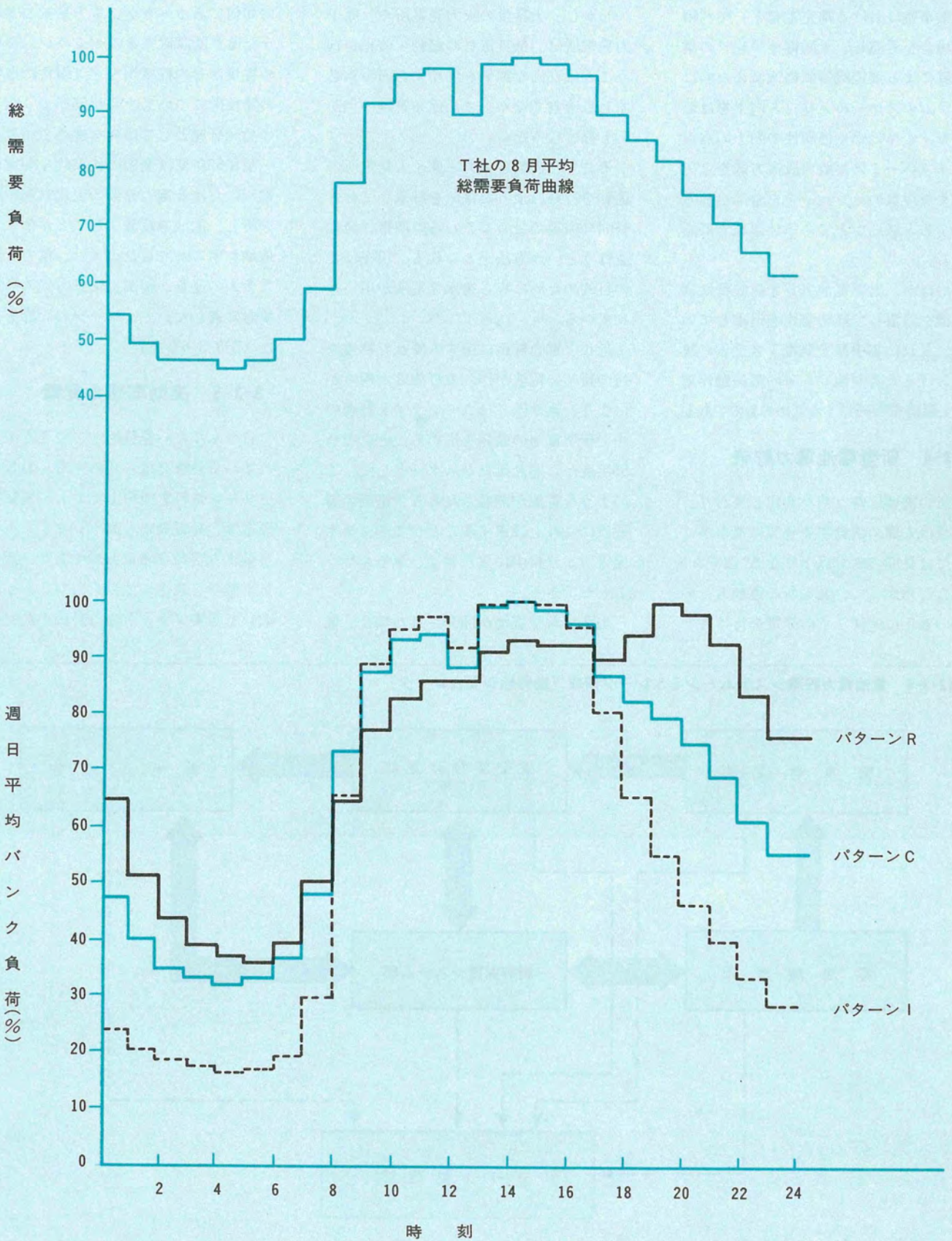


図3-3-5 各パターンの典型的負荷曲線





では、トータル容量1,000kW級の光発電システムを山林地や離島に設置し、将来の電気事業における補完電源として利用する場合を考慮し、太陽電池アレイの集中配置による周辺機器価格低減のためにシステムのスケールメリット向上をはかる一方、変換効率や信頼性の向上の点から、インバータの複数台設置方式をとった。また複数のインバータを全部自動方式とすると離島などでの単独運転も可能となる。

このほか、太陽電池アレイ耐候特性測定装置を設置して経時変化を追求しているが、これは集中型光発電システムの建設における太陽電池アレイの最適動作電圧の上限値を明確にするためのものである。

### 3-3-4 新型電池電力貯蔵

電気の需要は時々刻々変化しており、その量は人間の活動する昼間に最も多く、深夜には昼間の半分以下になる(図3-3-5参照)。したがって、発電所の運転もこの需要の変化に追従しての発電を行うこと

になり、深夜には相当数の発電所を停止することになる。

しかし、大容量の火力発電所や、原子力発電所は、毎日毎日の起動・停止を行うことは安価な電気を供給する面から必ずしも適当でなく、また保守管理の点からも好ましくない。

そこで、夜間も火力・原子力発電所の運転を行い、余った電気を貯蔵しておき、昼間の需要の最も多くなる時間帯に発電を行うという方法がとられる。現在はこの目的のために専ら揚水発電所が用いられている。

近年、電力貯蔵に適する優れた特性を持つ新しい電池が作れる可能性が明らかになり、わが国ではムーンライト計画の中で新型電池の開発を進めることになり、55年度から開発研究がスタートした。このような電池が開発されると、電気の需要点にこれを設置することができ、揚水発電所より自由に建設および運転を行うことができる。

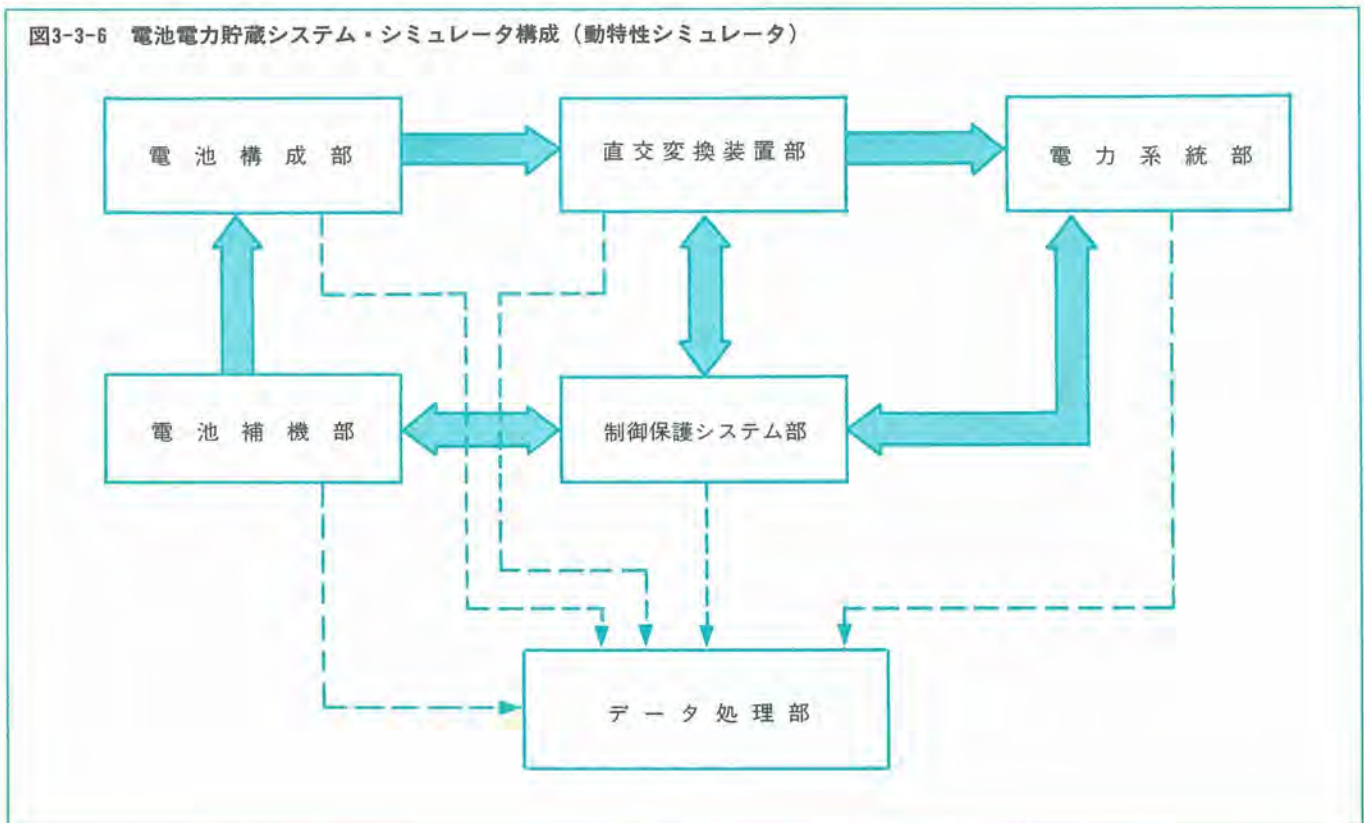
当所は新型電池が開発された場合、電

池による電力貯蔵システムはどのような構成にするのか、運転、制御、保護方式は如何にあるべきか、電力システムのどのような地点に設置するのがよいか、またその容量はどの程度かなど実用化に当たっての諸技術について、昭和55年より国からの受託研究として研究を進めている。

昭和55年度は全国の代表的な配電用変電所における電力需要の変化状況を調査、分析し、電池を設置することが望ましい地域を明らかにした。また、電力貯蔵システムの運転、制御、保護方式の解析、検討に適したシミュレータの設計を行った。(図3-3-6参照)

### 3-3-5 高効率複合発電

省エネルギーを目的として現在開発されている各種発電方式の中で、LNG等クリーン燃料を使用したガス-蒸気複合発電は、発電効率も高く、プラントの大容量化も容易な発電方式であり、近年電気事業でも急速に注目を浴び、わが国においても実プラント建設計画が続々進め



られている。

当所では、この状況を予測して昭和52年から「高効率複合発電プラントの研究」に着手し、昭和53年には通商産業省工業技術院の策定したムーンライト計画の主要プロジェクトである高効率複合発電プラントに用いる「高効率ガスタービンの開発」に、電気事業を代表する立場で参画し、現在に至るまで、下記に示すような、主要な研究課題を遂行し、成果を上げている。

#### (1) 高効率複合発電システム

最適エネルギー供給システムの観点から現在開発中の複合発電プラントに熱併給を行った場合の検討を行い、熱需要と電力需要が充分ある地域では、総合効率率が約60~70%以上となることを明らかにした。

さらに、現在輸入量の約80%を電気事業で消費しているLNGの複合発電システムへの冷熱利用の検討を行い、LNG冷熱発電との組合せによりガスタービン入口空気を冷却することは、全体の効率向上に有効であるとの結論を得た。

今後、複合発電プラントの詳細性能ならびに運転システムを検討して行くこととしている。

#### (2) 耐熱合金の実用化評価

モデル合金の高温疲労強度特性の実験検討、動翼の熱疲労解析等を行い、工業技術院設定の開発目標である高温疲れ強度、クリープ強度、高温耐蝕性は、相互に充分バランスの取れたものとすべきことを明らかにした。さらに、この観点から、ディスク材等の実用化評価を行っている。

#### (3) セラミックス応用技術

数種のセラミックスと金属のかん合方式について、熱遮蔽効果を測定し、さらに簡易な熱モデルによる計算結果との比較検討を行ない、ガスタービン高温部材に適用の可能性のあることを明らかにした。さらに、小型燃焼器を試作し、その熱遮蔽効果を実験的に立証した。今後、

実機規模の模擬燃焼筒により検討する予定である。

#### (4) ガスタービン翼冷却技術

当所提案の導管内蔵改良型熱サイフォン利用動翼水冷却法について検討し、単一冷却孔内冷却性能を低回転数域において明らかにした。さらに、内外の動向調査を行ない、水冷却技術の有用性を再認識し、今後さらに適用が望まれる石炭ガス化複合発電の主テーマとして推進することとした。

#### (5) 接触燃焼技術の研究

接触燃焼実験装置により、当所が試作した触媒を用いて燃焼実験を行い、燃焼温度1,200°C~1,500°Cであれば、NO<sub>x</sub>濃度は、20ppm以下に低減可能なこと、燃焼速度が速いので燃焼器の小型化も可能なことなどを確めた。

今後、実用化へ向けてモデル接触燃焼器の開発等を行って行く予定である。

なお、電力会社とは、「ガスタービンおよび高効率複合発電研究会」を組織し、情報交換を行なうとともに、現在では、「高効率ガスタービン環境保全実証試験推進部会」により、密なる連携を行っている。

一方、現在最も実用的なタイプとして、いくつかの電力会社で建設計画が進められているシンプルサイクルガスタービンを用いた複合発電プラントについての運転方式等についても鋭意検討を進めている。



## 3-4 立地・環境

### 3-4-1 緒論と結論

電気事業にとっては、電力の長期安定供給は最大の使命である。この使命を果たすためには、国の策定した脱石油の方針に沿い、発電用燃料資源の確保のほかに、これを電力として供給するための発電所等の大型施設を、長期にわたり、しかも計画的に立地していく必要がある。同時に、既存施設についても、環境面からの制約を克服する対策をはかり、稼働率を向上する必要がある。

しかし、今日の電源立地においては、国・地方自治体および地元住民の環境保全に対する関心の高まりとともに、多くの困難を伴ない、結果的に計画から建設までの期間が長くなる傾向がある、このために、石油代替エネルギーの開発が進められる一方で、電源立地の遅延によって電力の長期安定供給が危ぶまれる可能性すら予想されている。

当研究所では、このような資源・環境の制約下で、国民の福祉の向上と環境の質の確保をはかりつつ、いかにして電源立地の可能性を拡大し、立地計画の円滑な推進に寄与するかということを目的とし、従来から先取的に〈立地・環境〉を重点課題の1つとし、以下の6つの分野で研究を展開している。これらの分野は、

1. 大気汚染物質の防除、大気拡散管理、生物への排煙影響、騒音の予測と評価など、大気環境保全に関する研究。
2. 冷却水取放水の予測・評価と対策、海生生物への影響、海浜変形機構の解明など、海域環境保全に関する研

究。

3. 貯水池の水質変化および推砂の予測と防除、河川維持流量の評価など、陸水域環境保全に関する研究。
4. 送変電設備によるコロナ障害、騒音、電磁誘導などの防止対策、生物への電界影響など、電気環境保全に関する研究。
5. 臨海海洋施設の設計、エネルギー貯蔵の地下立地技術、地下深部の地質調査技術など、立地技術に関する研究。
6. 電源立地における地元合意形成の方策、立地地域対応システム、排出物の有効利用など、立地地域社会対策に関する研究。

などであり、個々の地点に個有な環境要因を考慮しつつ、基礎的な研究を推進している。得られた成果は各社における立地推進に寄与するだけでなく、当研究所における研究実績が蓄積、評価されるに伴い、国等からの委託研究、各種審議機関、国際機関への参加、協力を通じて、広く立地・環境に関わる問題の解決に役立っている。

また、当面、単期集中的に研究を推進すべき課題として、「石炭火力環境対策技術」および「環境アセスメント」をとりあげ、これまでの上記の関連研究の総合化を目指している。

### 3-4-2 環境アセスメント手法

発電所の建設によって、周辺の地域環境にどのように影響をおよぼすかをまえて予測し、環境問題の発生を未然に防ぐことは、発電所立地を円滑にすすめ

るうえでも必要不可欠からざることである。

このような考えのもとに、発電所の立地に際して、環境影響事前評価（環境アセスメント）が国の要綱や地方自治体の条例等によって行われているが、必ずしも、環境影響事前評価のための、いわゆる環境アセスメント手法は十分開発されている状況ではない。これは研究対象である環境が非常に複雑なものであるほかに、環境に関する科学が比較的新しい学問であるためでもある。

そこで、かかる状況を打開するために、当所では、従来の研究に加えて、さらに、昭和51年10月、「環境アセスメント手法研究会」を結成し、環境アセスメント手法の開発に着手するとともに、その2年間にわたる成果をうけて、昭和55年度以降、さらに早急に研究開発の必要な課題を大型総合研究としてとりあげ、重層的に研究を実施している。また、昭和54年度以降、通商産業省資源エネルギー庁委託調査「電源立地環境影響評価技術手法確立調査」を受託して国の環境アセスメント手法の確立に大いに寄与している。

#### (1) 環境アセスメント手法の開発（環境アセスメント手法研究会）

電力施設を対象とした体系的な環境アセスメント手法を早急に確立するために、プロジェクトチームを結成し、研究開発にあたった。

まず、内外の環境アセスメント手法の調査を実施し、これを踏えて、環境アセスメント手法の全体設計を試みたが、これとあわせて、環境アセスメント手法を構成する個別の項目に関する研究開発を

重点的に行った。これに該当する主要な研究題目をあげれば、つぎのとおりである。

1. 景観および文化財への影響予測・評価
2. 社会環境の予測評価モデルの開発
3. 大気環境の評価法
4. 貯水池水質特性の類型化
5. 貯水池流動形態のシミュレーション解析
6. 流域の生産活動と河川水質の関係に関する調査
7. 海洋環境の変動解析
8. 温排水拡散予測における海浜流の評価
9. 防波堤設置が波および流れの分布に及ぼす影響の数理モデル
10. 環境変化が生物に及ぼす影響の評価手法に関する調査研究
11. 電気的環境の生物への影響
12. プランクトンの活性および現在量に及ぼす影響予測手法の検討
13. 貯水池赤潮に関する生物環境の評価手法
14. 設備騒音の評価と予測手法調査
15. 地盤振動に関するシミュレーション予測手法の開発
16. 環境アセスメント手法の総合体系化  
つぎに、従来からの研究成果に以上の新しい成果を加え、電力施設別(火力・原子力発電所、水力発電所等)の環境アセスメント手法の体系化を試みた。これとともに、環境影響の総合的に評価する方式を開発した。

これらの研究開発をとおして、環境アセスメント手法の確立をめざしたが、未だ、手法の開発が不十分と考えられる個別項目もみられるので、これらはさらに大型総合研究にとりあげ、重点的に研究を行うことにした。

#### (2) 環境影響予測手法の精度向上と特殊課題の解明(大型総合研究、昭和55年度～)

本研究においては、当面、つぎの研究

課題をとりあげ、3、4年のうちに成果をだす目標で研究を実施している。

##### 1. 大気汚染物質の挙動

遠隔探査手法の実用化をはかり、混合層の観測を実施し、このデータをもとに、混合層のモデル化をすすめ、高濃度汚染の予測手法を確立する一方、風洞実験等における模型実験の利用法を確立するために排煙に対する地形影響の類形化をはかる。

##### 2. 温排水の拡散と影響

i) 温排水の拡散に関しては、発電所の大容量化・集中化に伴う大量温排水の拡散範囲を予測する手法、海浜流の影響を考慮した拡散予測手法、自然環境水温の決定法および温排水に関与する特異現象について研究を行う。ii) 温排水の影響に関しては、藻場に及ぼす影響を中心とし、藻場に関する文献調査とアマモに対する温度影響の実験を行う。

##### 3. 陸生生物の現況調査手法

陸生植物と陸生動物のそれぞれについて現況調査手法を検討するとともに、これまでの成果を加え、調査手法の充実をはかる。

##### 4. 社会環境・景観の影響評価手法

i) 社会環境影響評価手法に関しては、総合的予測手法および評価指標基準定量的評価手法の開発を試みる。ii) 景観評価手法に関しては、景観および影響の定量的把握手法、評価指標基準および定量的評価手法を開発する。

#### (3) 総合評価方式の適用性(大型総合研究、昭和56年度～)

環境アセスメント手法研究会で開発した総合評価方式ではSO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>などの個別の評価項目についての評価を総合化するものであるが、この方式を実用化するために、ケーススタディを行い、その妥当性を検討する必要がある。このため、本研究においては、ケーススタディによって本方式の手法および技法の実施適用可能性・妥当性の評価を行い、その結果を踏えて見直すとともに、本方式の手法

および技法のマニュアル化をめざすものである。なお、本方式はひろく電源立地計画を作成する場合にも利用可能である。

#### (4) 大気汚染物質の広域環境汚染の実態解明(大型総合研究、昭和56年度～)

化石燃料の燃焼や産業廃棄物の焼却などにより大量の粒子状ないし気体状物質が大気中に放出されるが、これらの物質は大気の大気対流圏を広くに拡散するとともに、化学反応により変質したり、あるいは雲粒中に取り込まれて雨となって土壌や海洋に還元されるなど広域にわたる「循環」が生じている。このような実態の解明に重点をおいて、つぎの項目について研究を行うものである。

##### 1. 湿性汚染物質の広域分布解析

##### 2. 光化学オキシダント環境濃度解析手法

##### 3. 土壌と水質に与える影響

以上の現在実施中の大型総合研究のほかに、大気汚染物質の生物への影響、冷却水取放水の水生生物への影響、送電線下の生物影響、海底変形の予測手法、濁水・富栄養化現象解析、堆砂の予測手法、騒音・振動の予測・評価手法などの環境アセスメント手法に関連する研究を従来から数多く実施してきており、これらの成果が電力施設立地の環境調査に大いに役立っている。

### 3-4-3 石炭火力環境対策技術

石油火力の代替としての石炭火力の推進は電気事業にとって重要な課題となっている。その推進に当たっては、石炭中微量物質に基づく石炭火力の環境問題の解明と対策の確立が必要である。当所は、この要請に応えるため、昭和55年度より「石炭火力環境対策技術」を従来の研究成果や知見を基に大型総合研究として最重要にとりあげ、つぎの課題の研究を鋭意推進している。

##### 1. 発電用炭の燃焼・環境面からみた適性の評価法

##### 2. フライアッシュなど粒子状物質の大



気中挙動

3. 人体や動植物に対する排煙の影響
4. 石炭灰の有効利用法
5. 石炭の新輸送技術

また、昭和56年度は、資源エネルギー庁より「石炭火力発電所環境影響調査」を受託して、つぎの諸項目を検討する。

1. 石炭火力における微量成分の物質収支
2. 大気、土壌、植物、海生生物等に含まれる微量成分のバックグラウンド調査
3. 石炭火力微量成分の環境影響、健康への影響、動植物への影響などの文献調査

#### 石炭火力環境対策技術

##### (1) 発電用炭適性評価

石炭の性状は、石炭の生成年代、産炭地によって大幅に異なる。一方、発電用炭はボイラ設計上の許容幅内の性状のものでなければならない。したがって、石炭の性状が発電用に適しているか否かを事前に評価しておく必要がある。

この目的に用いるため、「石炭燃焼試験炉」を設置し、国内、国外の各産炭地の石炭の燃焼特性、石炭と石炭灰の性状を測定するとともに、排煙中微量物質の測定法の確立と検証、排煙脱装置吸収液への取込みによる排水性状への影響などについて検討に着手した。これらの結果を総括して発電用炭の燃焼・環境面からの適性を評価する。

##### (2) 粒子状物質の大気中挙動

石炭火力からの排煙中の粒子状物質は微粒子なので、大気中ではガス状物質とほぼ同様な挙動をすることをすでに明らかにしており、さらに、地表面への粒子沈降機構を考慮に入れたモデルを作成するため、現地実測を主体として検討する。

揚炭・貯炭時の炭じん飛散モデルについてはすでに開発した。さらに、飛散防止対策についても検討を進めている。

##### (3) 生物への排煙影響

人の健康への影響については、内外の研究情報を集取するとともに、生物検定、動物実験を行う。

植物への影響については、石炭ばいじんを用いて、植物体への付着ばいじんの影響、ばいじん成分の植物体への吸収などの研究を進める。

##### (4) 石炭灰の利用

石炭火力から多量に排出される石炭灰の利用または埋立て処分への見通しを立てることは石炭火力推進に必須な条件である。石炭灰の有効利用法として、セメント原材料として用いる新種セメントならびに石炭灰にカリ、燐酸塩を加える複合肥料をすでに開発し、利用法の実地試験を進めている。

石炭灰の埋立てにおいては、水溶性の微量成分の土壌、地下水、水生生物への影響などを検討している。

##### (5) 石炭の新輸送技術

石炭利用拡大のためには、石炭の流体化輸送技術の開発が望まれている。各種流体化輸送技術の現状を調査し、環境保全の観点からも望ましい輸送技術を明らかにし、今後の開発の指針とする。

#### 石炭火力微量成分の環境影響調査

##### (1) 石炭火力発電所内の微量成分の物質収支

石炭火力発電所において、石炭に含まれる各種微量成分を測定し、石炭火力発電所内における各種微量成分の物質収支を明らかにする。

##### (2) バックグラウンド濃度

石炭火力建設予定地点または既設石炭火力の周辺において、大気、土壌、降水、植物、海生生物中の、石炭火力から排出される微量成分と同じ成分を実測し、それぞれのバックグラウンド濃度を明らかにする。

##### (3) 海外文献の調査

石炭火力から排出される微量成分の環境への影響、人の健康への影響、微量物質規制の動向などについて、最近の研究

情報を集取し、取りまとめる。

#### 3-4-4 立地拡大に対する技術

電源立地計画地点がますます増加する一方で、在来のように比較的良好な地盤の設計条件を備えた個所は次第に減少している。これに代る対策として、狭い国土の有効利用をはかる観点からも、海洋立地、地下立地、軟質地盤立地などがクローズアップされ、また、発電所の大型化、集中化に伴う耐震安全性の評価など、立地拡大をはかる上から、今日なお緊急に解決を要する技術的課題も山積している。これらのうち、以下に示す研究については、広い意味での環境に関わる課題と認識し、とくに力点を置いて研究を進めている。

(1) 臨海・海洋施設の大型化に伴う冷却水の取・排水構造物、防波堤、護岸などの波に対する安定性や遮へい効果に関しては現地における波の挙動の挙動解析および数値レミュレーション解析により、信頼性の高い設計条件を提示し得る段階に至っている。

また、立地拡大のため、沖合における発電所建設に関する技術的課題を研究することも重要と考えられる。この課題については、現地の波浪を模擬し得る「外海波浪実験設備」を用い、沖合防波堤、大型浮体構造物、沖合多柱構造物など各種海洋立地発電施設の安定性、波浪応答特性に関する研究を推進している。

(2) 地下立地技術に関しては、これまで当研究所では、大容量揚水発電所の地下空洞の調査・設計の際に豊富な経験と多くの研究成果を得ており、これを基として原子力発電所の岩盤内地下立地および軟質地盤半地下立地の技術について研究を進めている。すなわち、地下空洞の安定性についての予測および補強技術の開発、軟質地盤については現地の静的・動的実験による実証的な地盤の挙動解析、岩盤内における核種の吸着性についての解析などで成果を得つつある。

燃料地下貯蔵に関しては、LNGおよび水封式貯蔵を対象とし、低温時の地盤、コンクリートの特性、地下タンク周辺の地質調査、地下水挙動の予測などの研究成果を得て、これらの結果は電気事業連合会における調査・設計指針の策定に反映されている。

(3)原子力発電所の耐震設計に関係する断層活動性に関する研究の目標は、地盤内の各種の規模の断層について、活動性に関する調査手法を総合化し、評価手法を確立することである。とくに、従来の地形解析法では評価し得ない中・小規模の断層にも適用し得る手法の確立が急務である。

まず、既往の地震歴および文献による活断層のデータバンクを完成し、基礎的資料の比較、対照を容易にした。現地地盤については物理的な手法として、AE法による地盤のヒズミの計測法を開発し引続いて軟岩等に対する適用性を研究する。地質的手法としては、広域精密調査によるデータの有用性および断層内物質の分析とくに石英微粒子の表面形状による評価法を開発中であり、これらは実用化されつつある。

設計用地震入力の評価については、当研究所としては岩盤上および地下での地震記録を集取し得るように観測網の整備を進め、このデータから、加速度算定における従来の式については別なパラメータを算入することにより、より合理的となる点を指摘した。今後は定点観測網の充実および断層モデルのパラメータについての研究を進める。

(4)各社における原子力、火力、水力発電所や送変電施設の計画・建設地点における地質構造の調査、解析は各地点毎に精細に実施しているが、この研究のための基礎的課題として、岩盤の工学的評価法の開発を進め、節理を有する岩盤のモデル化、基礎処理効果の判定法などについて成果を得ている。原子力や地熱発電

所の立地に際しては、とくに広域調査が必要とされ、その手段としてのリモートセンシング法の適用可能性と限界、新しい技法の導入についても実証的研究を進めている。

また、最近の環境問題の1つである地盤振動に関しては、すでに当研究所で開発した軟質地盤の地震増巾の予測手法を応用し、内燃火力発電所の地盤振動問題に寄与している。



## 3-5 UHV送電

### 3-5-1 諸論と結論

当所では中央電力協議会の要請により、UHV送電に関する各種試験研究を進めるとともに、官庁、大学、電力会社、メーカーなど各方面の関係者の参加するUHV送電特別委員会を組織し、系統、絶縁、線路、機器、環境など各分野の研究の推進を計っている。

UHV送電の場合、鉄塔は従来より格段に大形となり、かつ電線も8~10導体の多導体が必要になるなど、従来の500kV以下の送電線の実績から推定し得ない研究項目が多く、実証的試験研究が重要となる。

このため海外においても、米国、イタリア、ソ連、カナダ、フランスなどにおいてUHV試験線その他の実証試験設備を設置して研究を進めている。

当所ではこれらデータの募集に努めるとともに、我が国特有の苛酷な気象条件あるいは環境条件に適合したデータを得るため、昭和54年2月にUHV霧中実験線を武山試験研究センターに建設し、UHV用碍子および碍管の耐塩塵汚損設計に関する研究に着手した。また昭和55年12月には海外では例のない2回線のUHV実規模試験線を赤城試験センターに設置し、大形鉄塔および多導体送電線の動的挙動を解明する研究を開始した。

本試験線には、昭和56年末よりUHV送電々圧に相当する交流電圧を課電し、各種実証試験を行う予定である。

また更に昭和56年末には塩原実験場に相間開閉サージ実験設備を、昭和57~58年には交直併用系統の高性能制御保護方

式実験設備(直流電力系統シミュレータ)を狛江事業所に設置し、研究を推進する計画である。

このように当所ではUHV送電に関する技術開発のため、現在総力を挙げて試験研究を行なっているが、これまでに得られた結果の主要点を述べると以下の通りである。

### 3-5-2 交流UHV目標電圧の選定

UHV送電特別委員会では、我が国の交流UHV目標電圧を選定するため、最高電圧800kV、1,100kV、1,200kV、1,500kVの4案を対象として、技術面、環境面、経済面および海外動向などを総合的に検討し昭和55年6月に公称電圧1,000kV、これに対する最高電圧1,100kVを目標電圧として選定した。

この目標電圧はUHV系統の運用解析ならびに送電線・機器の開発、実用化を進める際に適用される電圧であり、今度の試験研究の基点が定められたことになる。

目標電圧の選定に当っては、代表的に600kmを10GW送電する場合をモデル系統として想定したが、これによる検討結果の主要点は次のように要約できる。

(1)最高電圧800kVでは1回線当りの送電能力が低く、10GW送電を行うためには送電線ルート数が多くなるので、経済性、環境立地面からみて困難度が高い。

(2)最高電圧1,500kVは絶縁特性に未解明の要素があるため、送電線の設計、機器の設計・製作の見通しが得難い。

(3)最高電圧1,100kVと1,200kVは何れ

も2ルートで10GWの送電が可能であるが、総投資額が少なく、設備の大形化を抑えることができる等、経済面、技術面、環境立地面から、1,100kVの方が有利である。

### 3-5-3 UHV定規模試験線の建設

海外におけるUHV送電線はいずれも1回線送電線を研究の対象としており、試験送電線その他による絶縁および環境などに関する実証試験も、それに対応した手法によって行われている。

これに対し我が国では、用地事情その他が海外と異なるため、2回線のUHV送電線を検討の対象としており、環境面および絶縁面などで独自の実証的試験研究を必要とする研究課題が多い。

このため当所では、昭和55年12月にUHV実規模試験送電線を赤城試験センターに建設し、2回線用の大形鉄塔および多導体送電線の動的挙動、特に地震や強風に対する安定性の検証その他の試験研究を開始した。

本試験線は鉄塔3基、2径間から成り、長さは600mである。また電線には10導体を採用しているが、これらの設計ならびに試験はUHV送電特別委員会における審議に基づいて行われている。

建設に当っては、塔体に軽量化のはかれる中空鋼管の使用、支柱材の一部に現場溶接の試用、腕金に三角断面の採用、一部々材に耐候性鋼材の試用、鉄塔組立に120トン・mのクライミングクレーンの使用など、特徴ある工事あるいは材料の使用などを行っている。

動的試験鉄塔は高さ97mの2号鉄塔を中心として行い、基礎竣工時、鉄塔の組立終了時、および架線終了時の3段階に亘って、起振機により周波数を0.2～10ヘルツの範囲に変化して振動を与え、各部の応答を測定して大形鉄塔ならびに線路の連成系としての動的安全性の検証を行った。これにより得られた結果の主要点は次の通りである。

(1)本鉄塔の基礎は極めて強固であり、鉄塔の動特性に対して基礎は影響しないことが判明した。このような現象が他の鉄塔にも認められれば、鉄塔設計をさらに合理化し得る可能性がある。

(2)鉄塔単体の固有振動数は、実験値と計算値とでよい一致を示した。しかし架線後の連成系の振動に対しては若干の相違がみられ、電線および碍子連のモデル化について今後更に検討を要する。

(3)架線後の減衰定数はある中をもって

いるが、架線前の値より大きくはならない。

今後更にこれらのデータならびにシミュレーション手法について検討を加えるとともに、地震あるいは強風による自然外力に対する応答観測を継続する計画である。

また本試験線には昭和56年末に課電設備を建設してUHV送電圧に相当する交流電圧を課電し、コロナ騒音、ラジオ・テレビ障害などの実測を行うとともに、線下の電界が植物などに影響を与えないことを実証する予定である。

#### 3-5-4 UHV送電に関する 基本研究

交流UHV送電に関して当所の研究課題は多々あるが、絶縁(汚損試験、相間開閉サージ試験)、系統、障害の分野で得られた主なる成果を以下に述べる。

##### (1) 碍子および碍管の汚損試験

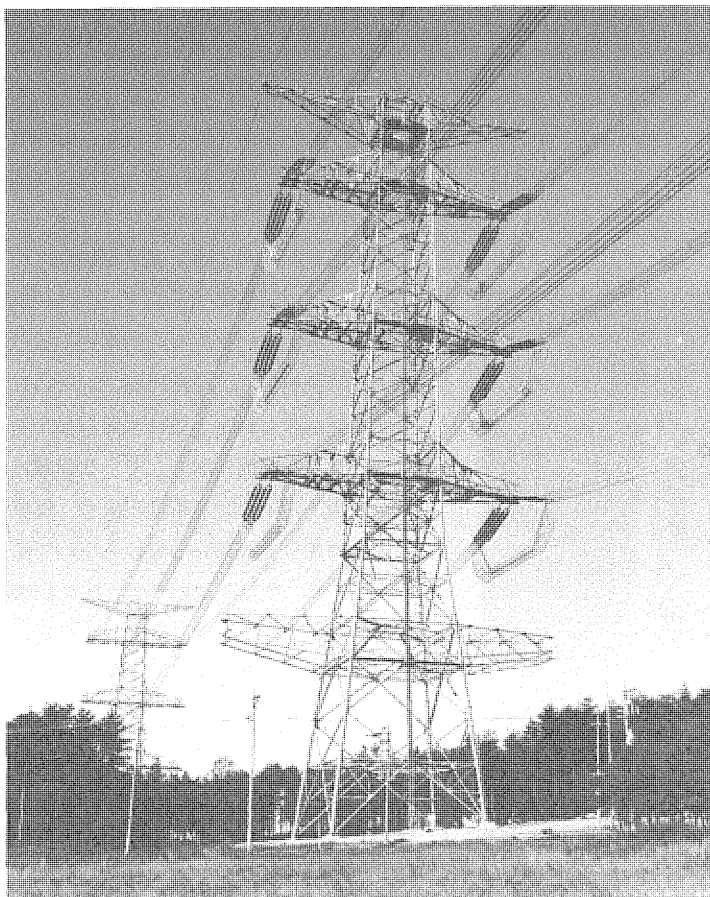
武山試験研究センターに設置したUHV霧中実験棟において、54トン懸垂碍子および長さ15mまでの大型碍管(系統最高電圧1,100kV、塩分は着密度0.01または0.03mg/cm用に予定されているもの)の霧中汚損耐電圧試験を行った。碍子については塩分付着密度および連結長の影響を明らかとし、UHV用碍子の設計基準曲線を確認した。

一方碍管については、UHV級碍管の所要長さについて検討を進めているが、最近塩分付着密度の小さい範囲では、塩分付着密度を減らしても霧中耐電圧がほとんど上昇しない現象を見出した。この現象は軽汚損地域におけるUHV碍管の所要長さに対して決定的影響を与えるため、その詳細について更に検討を進めている。

##### (2) 相間開閉サージ試験

UHV送電鉄塔では、上相のジャンパ

UHV試験送電線(赤城試験センター)



碍管の人工汚損せん絡試験(武山試験研究センター)





一線とその下の相のシールドリングとの間隔が小さくなり、相間開閉サージによるフラッシュオーバー特性が垂直相間距離を決定し、鉄塔高の支配要因となることが考えられる。そこで鉄塔高を低減する限界を求めるため、昭和56年末にUHV塩原実験場に衝撃電圧発生装置1台を増設し、既設の1台と組合せた実証試験を実施する予定である。

### (3) UHV送電モデルの系統特性

600km、10GW送電モデルを想定し、800kV、1,100kV、1,200kV、1,500kVの電圧階級に対して、潮流、送電損失、短絡容量、安定度などの解析計算を行い、各電圧階級について比較を行った結果、単位送電容量当りで1,100kVと1,200kV系統の間には系統特性および経済性に大きな差異はみられなかった。

また、電圧面からみて最も過酷と思われるルートシャ断時の電圧上昇と、これを抑制する線路直付けリアクトルの設置容量、配置タイプなどにつき検討を行い、零相補償付不平衡分路リアクトルが有望であり、また充電電流のほぼ100%を補償する必要があるが、そのうち約60%は線路直付けにすることが望ましいとの結果を得た。

### (4) コロナ障害関係

UHV送電線の設計に際しては、沿線の電気環境を保全するため、送電線のコロナ放電によって発生するコロナ騒音、ラジオ雑音、静電誘導などの障害防止が極めて重要である。なかでもコロナ騒音はUHV送電線の導体方式を支配する要因なので、当所はUHV塩原実験場にUHVコロナケージを建設し、積極的に研究を進めている。1,100kV送電線の導体方式の候補とされている10導体および8導体の人工注水および自然降雨時におけるコロナ騒音の実測などの結果から、UHV送電線のコロナ騒音予測計算式を提案した。また、電線エージングによるコロナ騒音低減効果について検討を行っている。

### 3-5-5 直流UHV送電

我が国の直流送電は50Hz系と60Hz系の異周波連系と北海道・本州間の送電連系に利用されている。電圧は前者が125kV、後者が250kVであり、容量はいずれも300MWである。今後適用が予想される長距離大電力送電、安定度向上のための串形系統の直流分割、短絡容量軽減のための基幹送電系の直流分割には、±500kV

級の2～10GWの直流UHV送電技術の開発が必要となる。

このため、武山試験研究センターその他で各種碍子の自然条件下の直流耐電圧特性、塩分付着特性試験ならびに人工汚損耐電圧試験を実施しており、また東北電力管内、米沢変電所構内では「着雪碍子連の直流課電暴露設備」を設置し、着雪碍子連の耐電圧特性と内陸地帯におけるじんあい付着特性の研究を行っている。直流碍子のピン電食に関しては北本送電線に設けたモニタリング装置による観測データの解析と碍子の加速劣化試験を開始した。

直流送電システムの内部異常電圧についてサージシミュレータによる北本系統を対象とした解析結果は、同系統における現地試験で、その妥当性が確かめられた。引続き直流UHV系統を対象とした内部異常電圧の解析を行っており、その結果の一部は既に概念設計に使用されている。

直流送電線のコロナ騒音については、概略予測評価法を開発し、また碍子の部分せん絡防止にはシリコングリスの部分塗布法により効果があることを確かめた。ラジオやテレビ雑音についても、実験を続けており、理論解析結果との対比を進めている。

真流送電線下のイオン流帯電現象については、武山試験研究センターでの長期に亘る実測結果の解析から北本送電線の地上高が決定され、現地実測でもその妥当性が確かめられた。更に直流UHV送電に対する予備的検討として、2回線直流送電線下のイオン流帯電現象を、塩原実験場のACS R330mm導体を用いて解明中であり、主に下線が帯電電圧に影響を与えることなどを明らかにしている。今後さらに直流双極2回線のイオン流帯電、コロナ障害に関する課題を解明し、これら障害対策を考慮したUHV送電線設計の基礎資料を得るため±650kV級の双極2回線の試験設備を塩原実験場に建設する予定である。

コロナケージにおける10導体電線の放電（UHV塩原実験場）

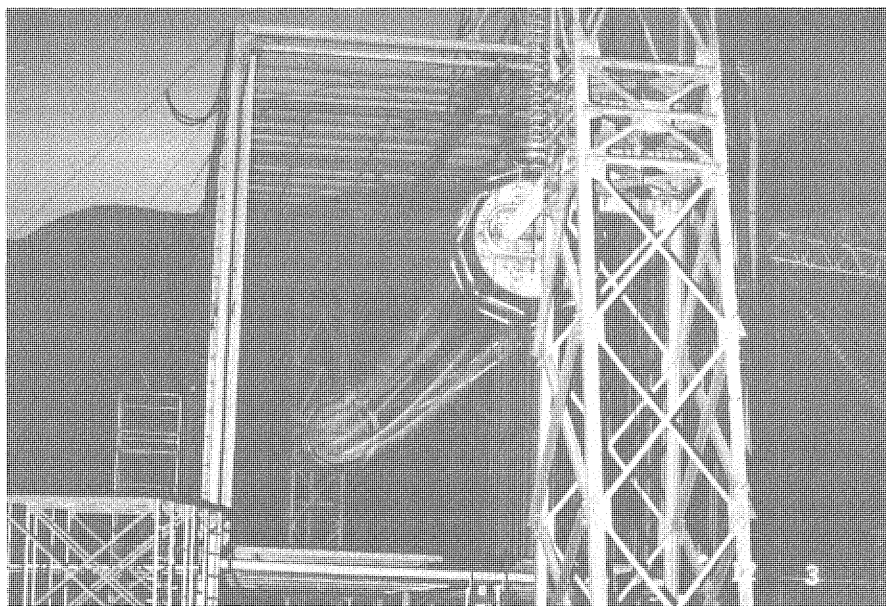


表3-5-1 直流電力系統シミュレータ設備概要

機 器 名	数 量	概 略 仕 様	新設、既設 流 用 別
1. 電源ユニット			
(1) 原子力発電ユニット	2 台	100kVA、プラント・機械系模擬付	新 設
(2) 揚水発電ユニット	1 台	45kVA、同期調相機模擬と兼用	新 設
(3) 水力ユニット	1 台	22.5kVA	既 設 流 用
(4) 火力ユニット	2 台	45kVA、60kVA	既 設 流 用
(5)簡略原子力ユニット	1 台	90kVA	既 設 流 用
2. 交直変換設備			
(1) サイリスタ変換装置	8 組	12パルス整流22.5kW、1500V、15A	新 設
(2) 企上用制御保護装置	8 組	基本的な制御保護、フェイルセーフ	新 設
(3) 集中制御装置	1 式	多端子の研究用	新 設
(4) 簡易型情報伝送模擬	1 式	時間遅れ、ノイズの模擬用	新 設
3. 送電線路			
(1) +500kV直流線路	1,000km	±1,500V、30A連続	新 設
(2) UHV級交流線路	1,000km	3,300V、30A連続	新 設
(3) 275(500)kV交流線路	600km	1,650V、10A連続	既 設 流 用
4. 変 圧 器			
(1) 電源昇圧用変圧器	7 台	100kVA×2、45kVA×1、22.5kVA×1、45kVA×1、60kVA×1、90kVA×1	新設3台、既 設流用4台
(2) 連系用変圧器	5 台	30kVA×1、90kVA×3、300kVA×1	新 設
(3) 負荷用変圧器	5 台	90kVA×1、60kVA×1、45kVA×1、22kVA×1	既 設 流 用
5. 調相設備			
(1) 電力用コンデンサ	2 台	10kVA(可変)×1、30kVA(可変)×1;220V	新 設
(2) 並列リアクトル	2 台	15kVA(タップ付);220V	新 設
(3) 線路直付リアクトル	14 台	4.9kVA×4、3.3kVA×4、15kVA×6;33000V	新 設
(4) S V C	2 台	30kVA(進相)～60kVA(遅相);220V	新 設
6. 負荷設備			
(1) 回転機負荷	2 台	30kVA;220V	新設1台、既 設流用1台
(2) 総合負荷	1 組	60kVA(可変);力率0.7～1.0、220V	新 設
7. そ の 他			
(1) 監視、表示、計測部	1 式		新 設
(2) 無限大母線模擬	1 式	300kVA誘導電圧調整器	新 設
(3) しゃ断器	22 台	3,300V、300A、2 サイクルしゃ断	新 設
(4) その他		系統構成用断路器等	
8. 建 物			
(1)シミュレータ収納建屋	1 棟	軽量鉄骨 2 階建 約400坪	

一方、大電力直流送電の運用制御面で早期に解決すべき課題として、原子力電源との協調制御、高機能高信頼度の制御保護方式の開発があり、さらに異常現象の発生機構の解明と防止対策の確立がある。このため、従来より高性能の直流電力系統シミュレータが必要となり昭和58年度に研究開始できるよう計画を進めている。その主な機器は原子力発電プラント、直流±500kV 2回線用の模擬線路と変換装置、UHV交流模擬路線などである。(表 3-5-1)

なお原子力発電所からの直流単独送電系統を想定した場合については、すでに各種故障に対する発電プラントの応動特性解析と直流電力制御によるスクラム防止対策などを検討している。たとえば、2線地絡時の解析結果によれば故障した直流線路のしゃ断再起動時間が短縮されれば、健全な直流線路の電力増加量は少なくてよい結果を得ている。 ●



## 3-6 大電力送電

### 3-6-1 緒論と結論

大電力送電の必要性は、電力需要の増大あるいは電源立地の遠隔化・大容量化などの趨勢に伴い、益々増大する傾向にある。

大電力送電に対しては、送電容量の増大方法について研究を行うとともに、万一事故の発生すると影響する所が極めて大きいので、絶縁設計の高信頼度化ならびに電力システムの大規模擾乱防止対策などに関する研究が重要である。

このため当所では、電力設備の雷害防止、塩じん害対策、冠雪碍子の耐電圧特性などについて実験研究を進め、日本海側における冬季雷の性状、高強度碍子の耐電圧特性、冠雪碍子の耐電圧低下程度などについておおよその傾向を最近把握した。

また電力システムの各種安定化対策ならびに安定度について有効な解析手法を開発するとともに、直流送電あるいは直流分割の導入による送電容量の増大と安定度向上策について、各種検討を行っている。

さらにケーブルの大容量化、極低温ケーブルの開発などに資するため、基礎的ならびに実証的研究を進めるとともに、電磁誘導対策、高調波対策、配電システムの大容量高信頼度化などの研究も進めている。

このように大電力送電に関する研究は多分野に亘り、今後更に研究すべき課題も多い。以下に述べるのは最近得られた主要な成果であるが、今後もこれらの成果を基にして実験研究を推進し、大電力送電の効率化、高信頼度化に寄与する計

画である。

### 3-6-2 架空送電の絶縁信頼性

500kW以下の架空送電線の絶縁信頼性に関する最近の主な研究成果として、日本海沿岸における冬季雷観測、碍子装置の絶縁試験、電線着雪量推定法があげられる。

#### (1) 日本海沿岸における冬季雷観測

日本海沿岸の超高压以上の送電線において、多線地絡事故や架空地線の素線切れの多発など、冬季雷の特異な性状が問題となっている。当所では柏崎刈羽地点(新潟県)、福井火力発電所・加賀嶺南線などにおいて、雷放電路の静止写真・時間分解写真、雷撃電流、地上電界の無人観測などを行い、冬季雷性状の解明、耐雷方策の検討に成果を挙げてきている。

特に雷出電流波形を当所が開発した自動測定装置を用いて40数例の撮影に成功するとともに、雷放電路の撮影に関しても、昼夜共撮影可能な自動静止カメラと、雷放電の進展状況を撮影するイメージコンバータカメラを駆使して、昭和55年度だけで175枚の雷放電記録に成功した。(図3-6-1)

これらから二方向の同時撮影による雷放電路の垂直進入角、水平進入角と風向との関係等を解析するとともに、数100msecに及ぶ長い波長の放電路が多数存在することを発見している。

#### (2) 碍子の絶縁試験

武山試験研究センターにおいて、新型42トンおよび54トン高強度碍子に対する課電曝露試験(交流500kW/ $\sqrt{3}$ )を実施し、250mm標準懸垂碍子と同一耐塩強度

となる連結長比率は、両方の高強度碍子とも現在のところ約0.85と推定された。また内陸部の汚損を模擬した石こうで汚損された250mm標準懸垂碍子の耐電圧特性試験を行い、石こうの場合重汚損状態でも塩分付着密度0.01mg/cm程度の塩汚損時の耐電圧以下には低下しないことが分かった。

冠着雪時における碍子の耐電圧特性については、東北電力米沢変電所に設置した「着雪碍子・碍管の交流耐電圧実験装置」を使用して、超高压用碍子の交流および開閉インパルス耐電圧を東北電力と共同に求めた。その結果交流に対して80~100kV/mでフラッシュオーバーすることがあり、内陸の豪雪地域における碍子の絶縁設計に対して冠着雪時の耐電圧が支配的となる可能性が見出された。

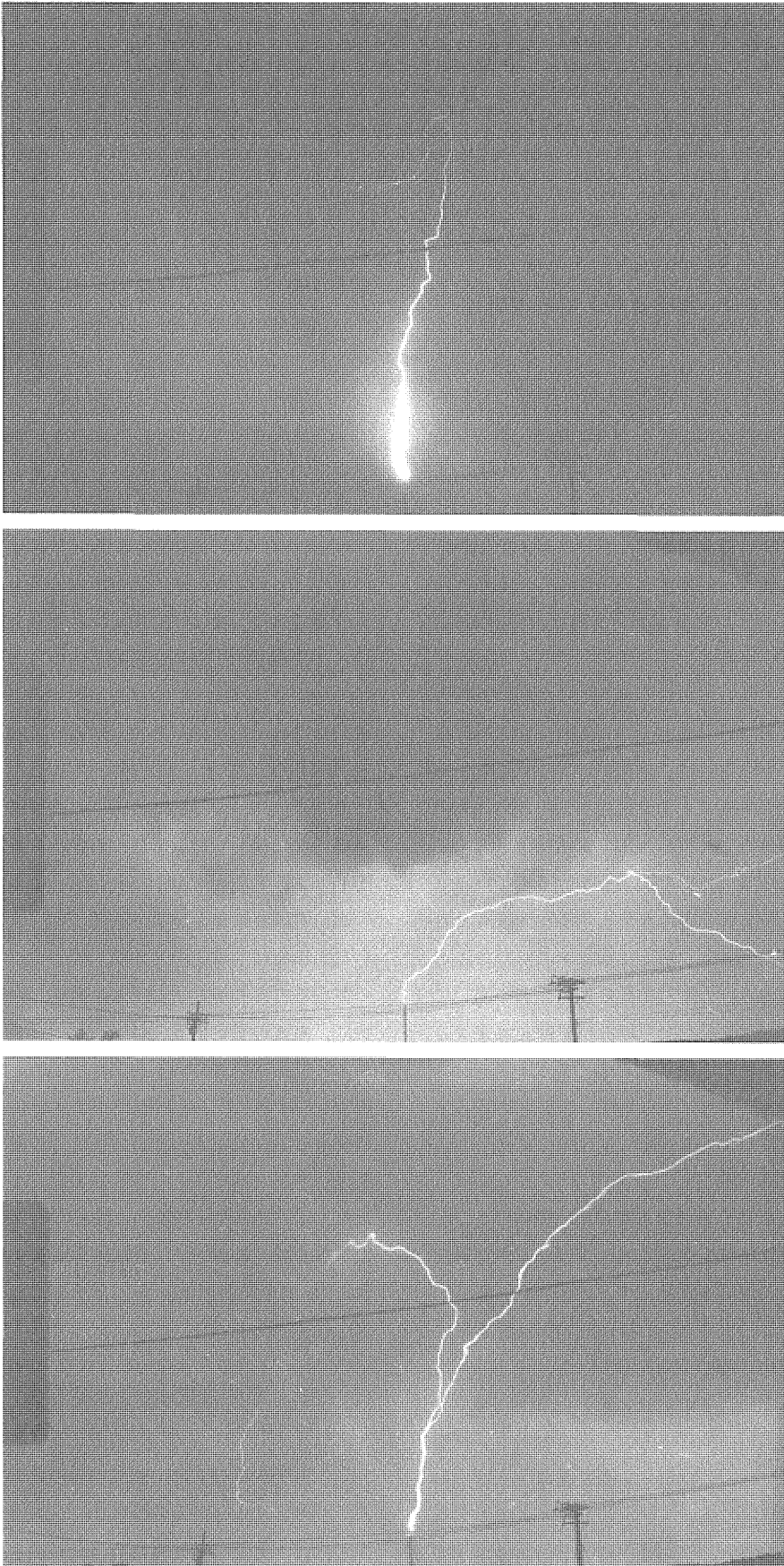
#### (3) 電線着雪量推定法の開発

自然環境科学研究所と共同して各地点の電線着雪量を推定する手法を開発した。特に、着雪の発生する天気図パターンを導入して推定精度の向上をはかったこと、着雪しやすい地形、AMEDASデータの解析による気象観測値のない地点の着雪条件予測法の確立がその特徴である。また東京電力石打発電所構内に設置した「人工着雪装置」を用いて、強風下の着雪条件について得られた成果も、上記の推定法に活用されている。

### 3-6-3 地中送電線の送電容量アップ

年々増大する都市内消費電力の供給の荷い手として、地中送電線はその信頼性向上ばかりでなく送電容量の増大、高密

図3-6-1 冬季雷の雷撃様相



度化が要請されている。当所は、この要請に答えて、鋭意研究を行い、以下の成果をあげてきた。

(1)地中空間が錯綜する都市内において、電力ケーブルの熱的環境は年々悪化する状況にある。特に高温の温水を送る熱供給導管と平行、交叉する機会は多く、計画送電容量を送れぬおそれがあった。そこで各種熱影響防止対策を考案し、その適用法を確立した。

(2)ケーブルの低損失をはかるために、導体に素線絶縁を施し、渦電流損を低減する方法が効果のある事を実証した。又、固定損失となる誘電体損を低減するために開発されたOFケーブル用絶縁体——ラミネート紙——について長期的安定性の観点から熱機械的問題や絶縁油との間に生ずるプラスチックの膨潤のメカニズムを解明した。

(3)将来の高密度大電力送電用として期待される極低温ケーブルに関しては、コンポーネント研究として、交流抵抗低減用導体構成、電気絶縁性能からみた絶縁材料の評価、低温用構造材や溶接部の力学的特性、熱絶縁材料の長期性能、冷却材の過渡流動特性などについて検討を加え、これらの成果を基に極低温ケーブルの概念設計を行った。

(4)ケーブル線路の信頼性向上のために、CVケーブルの絶縁劣化実験を行い、水トリーの発生機構、高周波加速性、部分放電現象などを解明し、劣化診断技術の確立に努めた。

(5)占有面積が大きくなるが大容量送電が可能な管路気中送電に関してはSF<sub>6</sub>ガスの絶縁問題、混合ガスの特性、電極表面粗さや浮遊塵埃の効果を研究すると共に、スペースなどの複雑な境界での電界計算法を確立した。

2000年までの電力需給を展望すると、今後ますます高信頼度の高密度大電力地中送電技術の開発が要求されるであろう。当所はこの時代的要請に答えるべく、上記研究成果の上に立ち、更に以下の研究

を進めていく。

1. 合成紙絶縁ケーブルの絶縁性能評価法の確立とUHVケーブル用絶縁材料の評価、選定。

2. 直流用CVケーブルの開発を旨とした空間電荷の挙動や絶縁特性の改善法の研究。

3. 極低温ケーブルの開発研究。

4. CVケーブルの劣化診断技術の確立。

5. 管路気中線路の耐電圧試験法の確立。

6. 大容量内冷ケーブルや可撓性スペーサケーブルの長期性能検証。

7. ケーブルの熱放散現象の解明、送電損失の低減化等による送電容量の向上。

### 3-6-4 大電力システムの 大規模擾乱防止

わが国における電力系統は需要の増大と共に多数の大容量発電機群と複雑な回路構成となっている。放射状、ループ状ならびに串形状の組合せで連系されており、遠隔地点からの大電力送電には自ら限界送電電力量の高精度かつ高能率な解析手法が必要となる。

すでに、このための解析プログラムを開発し、電力系統の各種安定化対策(中間調相設備、直列コンデンサ、制御抵抗、高速応励磁、ファーストバルブなど)を任意の地点に容易に組み込んで検討できるようにしている。また、大電力システムの大規模擾乱を未然に防止するためにも、前もって数十から100機以上の発電機からなる電力系統が微小な外乱に対して安定か不安定かを判別する必要があり、このため最近、固有値を用いた評価手法を開発した。さらに、信頼度監視の一環として事前に想定事故に対する、過度安定度計算を行っておき、オンライン安定度評価のつど、現在の運用状態に近い条件の計算結果を選定してCRTに表示するシステムも開発している。

現在、わが国の電力系統は、50Hz系と60Hz系が常時の電力融通と重大事故時の緊急応援のため、佐久間と新信濃で直流

連系されており、北海道も直流送電線で本州と連系されている。

今後、地域により直流送電を適用する必要性は異なるが、UHV直流による長距離大電力送電、系統の直流分割や会社間の直流連系によって短絡容量の軽減と安定度向上策に、さらに経済性があれば、大都市近郊の過密地域へのケーブル送電や離島・本土間のケーブル送電に活用されるものと考えている。また串形系統の送電電力増強として直流による系統分割を行えば、交流2回線の増強と同程度の輸送力増強ができ、かつ連系する系統の短絡容量を増大させない利点がある。

また、電力系統の巨大化、複雑化にともない設備の効率的運用と省力化をはかる集中制御化と信頼度制御を含む自動給電システム化はデジタル計算機の発達につれて一段と高度化されるとともに、両者を一体化した総合自動化の方向へと発展しつつある。

現在、系統保護の分野でも、動作時間の超高度化と感度・動作特性の性能向上、自動点検、常時監視システムの動作信頼度の向上、事故波及防止対策の機能向上が要求されており、これらの中核となるデジタルリレーシステムの一層の研究が重要である。このため、昭和56年度中にデジタルリレー総合解析装置を新設しデジタルリレーシステムの信頼度向上策、事故波及保護システム構成、新形センサを考慮したデジタル情報の収集・変換システム構成などにつき、研究し、系統保護の高度化をはかり、電力系統に寄与せんと努力している。

### 3-6-5 誘導障害 および高調波障害

#### (1) 通信用アレスタによる電磁誘導対策

国土の狭隘なわが国では、送電線と通信線が接近して施設される例が多く、送電線の新增設に伴う支障通信線(送電線の地絡故障によって生ずる誘導電圧が430Vを超過する通信線)は年々増加の傾向に

ある。

現在、この支障通信線についてはこれを、しゃへい通信線に張り替えるなどの対策を講じているが、誘導電圧が高いために十分な軽減効果の得られない事例があり、また通信線の施設条件によっては張り替えが不可能な事例も少なくない。

これに対処するため、当所では欧米諸国において、既に実施されているアレスタによる誘導対策に着目し、わが国における実用化を進めるための研究を昭和52年度から実施してきた。

その結果、

1. 現用の通信用アレスタは誘導対策用としても十分な性能と信頼度を有している。

2. これを支障通信線の両端に実装した場合、誘導電圧を制限値以下に抑制し得る。などを確認し、さらに

3. 支障通信線の回線数、亘長、接地抵抗ならびに誘導電圧などに応じたアレスタの設置方式を明らかにした。

今後、実用化に向けて、実規模相当の実験用通信回線を用いて、最終的な確認実験を行う予定である。

#### (2) 幹線道路のガード鋼材の

##### 誘導軽減効果

幹線道路に安全施設として設けられているガード鋼材は良好な導電性を有し、その接地抵抗が低いために、近傍の支障通信線の誘導電圧を軽減させる効果がある。

当所では昭和53年以来、東名高速道路ならびに中国自動車道において実験を行い、ガード鋼材により誘導電圧が50~80%に軽減され、その効果の極めて大きいことを確認した。

誘導対策は予測計算に基づいて、事前に実施することを原則としているので、予測計算にこの様な軽減効果を見込むことによる、より適正な対策の実施が望まれている。したがって、今後、この効果の誘導予測計算への適用方法の研究を行う予定である。



### (3)電力系統の高調波分布計算プログラムの開発

近年、サイリスタ等を応用した負荷機器や電力機器が広く普及し、これらの機器から発生する高調波によって、系統の高調波レベルが増大する傾向にあり、障害事例も生じている。

この様な支障を未然に防止するための対策検討に当っては、系統の高調波電圧、電流の分布を適切に把握する必要があり、当所では配電、送電いずれにも適用し得る分布計算プログラムを開発した。その特長は

1. 系統各部の高調波インピーダンスは汐流条件から算定した値を用いており、汐流に対応した高調波分布を把握できる。

2. 高調波発生源における発生位相は基本波電圧を基準としており、系統各部の基本波位相は汐流条件から算定されるので、発生源が複数存在する場合の計算に対しても実態との整合性の面で優れている。

当所では、さらに実系統での実測を行い、整合性向上のための検討を進める予定である。

#### 3-6-6 配電系統の高信頼度化

配電系統は電力流通部門の末端に位置し、需要家に密着した設備からなるので、その信頼性は電力の供給サービスに直接的な影響を及ぼすことになる。従って良質な電力の安定供給をはかるためには、配電設備の安定性と信頼性の確保が重要な課題である。

このため赤城試験センターの実験設備を主体として、配電系統の近代化、高信頼度化を推進すべく、新しい技術の開発とその実証研究を行ってきた。

主なる成果は次の通りである。

##### 1. 20kV級コンパクト化配電線の絶縁協調

低減絶縁用の避雷器を採用して適切な絶縁協調をはかることにより、20kV級配電線の絶縁レベルの低減と、設備の大巾

なコンパクト化が可能であることを実証した。

##### 2. 20kV級配電線における事故現象の解明と保護方式

20kV級配電線の間欠地絡故障、6kVあるいは低圧線路との混触時の事故様相を解明し、これに伴う各種継電器の応動特性を検証した。

##### 3. 絶縁電線のアーク溶断現象と断線検出装置の開発

絶縁電線のアーク溶断実験からアーク電流と溶断時間の関係を明確にするとともに、各種の断線検出装置の開発を行った。

##### 4. 400V級配電の保安対策の検討

400V級配電線路の故障実験および200V級屋内機器の故障様相解明を行い、漏電しゃ断器の動作特性、耐サージ特性、高調波特性などを明らかにした。

##### 5. 特高注入による負荷集中制御方式の開発

深夜時間帯に使用される電気温水器を、リップル信号を用いて集中的に制御できるシステムを実用化した。さらにその適用規模を一段と拡大して制御コストの低減をはかるために、特高系統から制御する方式を開発し、その有効性について実証試験を行った。

##### 6. 総合自動化システムの検討

配電線の監視並びに制御を行う総合自動化システムの確立をめざして、電流リップル信号によるアンサーバック方式を開発し、低圧線の信号伝送特性を解明した。

##### 7. 配電計画機械化システムの開発

配電設備の効率的な運用と設備投資の合理化を可能にする配電計画機械化システムを開発した。

今後さらに配電線地中化に備えた大容量地中配電方式、低圧配電線の格上げ、配電設備の事故未然防止技術、総合自動化システムの開発等を中心に、配電線の高信頼度化と高効率化に貢献すべく研究活動を推進する予定である。

## 関連報告書

### 3-1

- (1)経済専門部会編「日本経済の長期展望」長期電力需給問題研究会研究報告;Z 01(1979)
- (2)環境専門部会編「環境保全の長期展望」長期電力需給問題研究会研究報告;Z 02(1979)
- (3)電源立地専門部会編「電源立地の長期展望」長期電力需給問題研究会研究報告;Z 03(1979)
- (4)エネルギー専門部会編「エネルギー・電力需給の長期展望」長期電力需給問題研究会研究報告;Z 04(1979)
- (5)発送電専門部会編「電力システムの長期展望」長期電力需給問題研究会研究報告;Z 05(1979)
- (6)産業調査第1専門部会編「水資源需給の長期展望」長期電力需給問題研究会研究報告;Z 06(1979)
- (7)産業調査第2専門部会編「食糧需給の長期展望」長期電力需給問題研究会研究報告;Z 07(1979)

### 3-3-2

- (1)燃料電池共同技術委員会編「燃料電池発電システム」電力中央研究所研究報告No.178076(1979)
- (2)燃料電池共同技術委員会編「ビル用燃料電池発電所の概念設計」電力中央研究所研究報告No.180039(1981)

### 3-3-3

- (1)中村他「太陽発電の一概念設計と電力系統への適用」電力中央研究所調査報告No.175010(1975)
- (2)滝川他「電力系統と太陽電池の連系(その1)」電力中央研究所研究報告No.177063(1978)
- (3)電力中央研究所編「太陽光発電システムの研究開発」昭和53年度サンシャイン計画委託研究報告書(1979)
- (4)滝川他「電力系統と太陽電池の連系(その2)」電力中央研究所研究報告No.179005(1979)
- (5)電力中央研究所編「太陽光発電システムの研究開発」昭和54年度サンシャイン計画委託研究報告書(1980)
- (6)電力中央研究所編「太陽エネルギー技術研究開発(周辺技術の開発)」昭和55年度新エネルギー総合開発機構委託業務報告書(1981)
- (7)新エネルギー総合開発機構編「集中型太陽光発電システムの研究開発」昭和55年度サンシャイン計画委託研究報告書(1981)

### 3-3-4

- (1)電力中央研究所編「新型電池電力貯蔵システムの研究開発」昭和55年度ムーンライト計画委託研究開発成果報告書(1980)

### 3-3-5

- (1)北見、三巻「熱併給を併う場合の複合発電システムの検討」委託研究成果報告書(1979)

(2)北見、三巻「LNG冷熱利用等に関する研究」委託研究成果報告書(1980)

(3)ガス蒸気高効率複合発電プラント共同運営委員会「ガス-蒸気高効率複合発電プラントの開発」共同研究報告(1979)

(4)高効率ガスタービン技術研究組合「1,000MW級複合発電プラントの概念設計」G/T組合報告書(1981)

(5)高効率ガスタービン技術研究組合「高効率ガスタービン技術米国調査団報告書」G/T組合報告書(1979)

(6)高効率ガスタービン技術研究組合「高効率ガスタービン技術欧州調査団報告書」G/T組合報告書(1980)

(7)北見、三巻「低圧タービンクリアランス制御」委託研究成果報告書(1980)

(8)高効率ガスタービン技術研究組合「レヒートガスタービンのシミュレーション」G/T組合報告書(1980)

(9)高効率ガスタービン技術研究組合「高効率ガスタービンHTDU計測調査団報告書」G/T組合報告書(1981)

(10)三巻、北見「シンプルサイクルガスタービンシミュレーションプログラムの開発」電研研究報告No.280014(1981)

(11)三巻、北見「複合発電プラントの運転状態表示システムの開発」電研研究報告No.280054(1981)

(12)G/T組合「高効率ガスタービン材料技術調査団」G/T組合報告書(1981)

(13)桑原、新田、北村「ガスタービン動・静翼用耐熱合金の高温疲れ強度」電研研究報告No.280009(1980)

(14)桑原、新田、北村「ガスタービン動・静翼用耐熱合金の高温低サイクル疲労強度及び熱疲労強度」電研研究報告No.278033(1979)

(15)桑原、新田、北村他「ガス-蒸気高効率複合発電プラントの開発～高温ガスタービン材料の研究」共研報告(1979)

(16)桑原、新田、北村他「高温ガスタービン耐熱材料の研究」CRI EPI80003(1981)

(17)桑原、新田、深田、大野「耐熱合金部品の評価技術の研究開発」委託研究成果報告書(1978)

(18)桑原、新田、北村「耐熱合金部品の評価技術の研究開発」委託研究成果報告書(1979、1980)

(19)桑原、新田、北村「高温部材評価試験」委託研究成果報告書(1980)

(20)深田、大野、阿部「高温ガスタービン翼水冷却技術-第一報 導管内蔵改良型熱サイフォン利用水冷却翼の伝熱・流動特性の基礎的検討(非回転)」電研研究報告No.279002(1979)

(21)深田、大野「高温ガスタービン翼水冷却技術-第二報、導管内蔵改良型熱サイフォン利用水冷却翼の伝熱・流動特性の基礎的検討(単一孔型回転実験)」電研研究報告No.279058(1980)

(22)深田「高温ガスタービン動翼冷却に関する一考察-縦横比を有

する短型冷却孔内熱伝達に関する理論解析」電研研究報告No.279057(1980)

(23)深田、大野、安尾「水冷却高温ガスタービンの運転信頼性(第一報)―導管内蔵改良形熱サイフォン利用水冷却翼の熱負荷変動時の伝熱流動特性」電研研究報告No.280063(1981)

(24)大野、深田「水冷却翼の調査研究」委託研究成果報告書(1980)

(25)須原、石川、阿部、高橋「高温ガスタービン翼候補材の熱物性(その1)耐熱合金の温度伝導率測定」電研研究報告No.278029(1979)

(26)須原、石川、阿部、高橋「高温ガスタービン翼候補材の熱物性(その2)温度伝導率、比熱の同時測定と熱伝導率の算定」電研研究報告No.279046(1980)

(27)阿部、石川、池本、須原「高温ガスタービン部材におけるセラミック外層の熱遮蔽効果に関する基礎研究」電研研究報告 No.278022(1979)

(28)阿部、石川、須原「高温ガスタービン部材における熱遮蔽層の研究―セラミック・金属かん合方式の適用」電研研究報告No.279044(1980)

(29)石川、阿部、須原「耐熱セラミック部品の評価技術―耐熱セラミック部品の熱遮蔽効果に関する研究開発」委託研究成果報告(1979)

(30)石川、阿部、須原、高橋「金属・セラミックかん合型セラミック部品(燃焼器)に関する研究開発」委託研究成果報告(1980)

(31)福沢、石原、浅川「接触燃焼法(その1)接触燃焼の特性とNO<sub>x</sub>低減」電研研究報告No.279039(大気環境保全関連)(1979)

(32)石原、福沢、浅川「Catalytic Combustion for Nitrogen Oxides Control(Part I) A survey of characteristics and thermal nitrogen oxides reduction of catalytic combustion」電研、CR IEPI Rept; E 280005(大気環境保全関連)(1980)

(33)福沢、石原、長谷川、浅川「低NO<sub>x</sub>接触燃焼器の研究開発」工技院・受託研究完了報告書・受託研究成果報告書(高効率複合発電関連)(1980)

(34)石原、福沢「接触燃焼法による窒素酸化物の低減」電研報第63号(高複発、大気環境関連)(1980)

(35)福沢、石原、浅川「接触燃焼の特性とNO<sub>x</sub>低減」火力原子力発電32(3)235-238('81)(高複発、大気環境関連)(1980)

### 3-4

(1)環境アセスメント手法研究会編「電源立地環境影響評価技術手法に関する研究」電力中央研究所総合報告;Z01(1980)

(2)立地環境研究総括室・立地対策手法研究会編「立地対策手法に関する研究―地域環境システムの設計」電力中央研究所総合報告;Z03(1981)

### 3-5-3

(1)北原、花田「UHV赤城実規模試験線の動的試験」電力中央研

究報告No.380053(1981)

### 3-5-4

(1)新井他「UHV級がいし類の交流霧中耐電圧特性(その2)―54トン懸垂がいしの塩汚損霧中耐電圧特性」電力中央研究所研究報告No.180036(1980)

(2)新井他「UHV級がいし類の交流霧中耐電圧特性(その3)―UHVブッシング用がいし管の汚損耐電圧特性」電力中央研究所研究報告No.181003(1981)

(3)田辺、鈴木、甘楽「UHV交流送電線の騒音と雑音(X1)―UHVコロナケージによる10導体電線のコロナ騒音の測定」電力中央研究所研究報告No.179073(1980)

### 3-5-5

(1)今野他「能登一の宮課電暴露実験場における冬冬季節風によるがいしの汚損せん格特性(その4)」電力中央研究所研究報告No.180040(1981)

(2)高須他「大容量直流電源による懸垂形がいしの人工汚損耐電圧特性」電力中央研究所研究報告No.180020(1980)

(3)渡辺、関、今野「武山直流課電暴露実験場におけるがいしビンの電食状況の観察」電力中央研究所研究報告No.779001(1980)

(4)佐々木他「UHV直流系統の異常電圧(その4)―長距離送電系統の異常電圧とその抑制」電力中央研究所研究報告 No.178059(1979)

(5)町田他「北海道本州直流送電に関する研究(総括報告)」電力中央研究所依頼報告No.180524(1981)

(6)須田、天野「UHV直流電線によるイオン流帯電現象(その2)」電力中央研究所研究報告No.181009(1981)

(7)町田他「直流多端子送電集中制御装置の開発と実証」電力中央研究所総合報告No.37(1979)

(8)吉田他「原子力発電所からの直流送電(その1)BWRの場合」電力中央研究所研究報告No.179008(1979)

### 3-6-2

(1)岸島他「柏崎・刈羽地点の冬季雷撃電流の測定結果(その1)―53~55年度の結果」電力中央研究所研究報告No.180070(1981)

(2)多田、藤波「雷撃現象自動撮影装置による冬季雷観測(その2)―簡易ストリークカメラならびに光量積分方式撮影装置の開発と観測結果」電力中央研究所研究報告No.180071(1981)

(3)高橋、新井「250mm懸垂がいしのじんあい汚損特性」電力中央研究所研究報告No.780001(1980)

(4)渡辺他「冠着氷雪がいしの耐電圧特性(その1)―冠雪がいしの交流耐電圧実験結果(1980年1月~3月)」電力中央研究所研究報告No.180010(1980)

### 3-6-3

(1)深川、今城、伊藤「熱供給導管による電力ケーブルへの熱影響とその防止対策(総括報告)」電力中央研究所依頼報告No.180533



(1981)

- (2)新田、田中「ポリプロピレンフィルムの膨潤と絶縁特性」電力中央研究所研究報告No.280074(1981)
- (3)伊藤、深川、今城「275kVラミネート絶縁OFケーブルの初期性能」電力中央研究所依頼報告No.180534(1981)
- (4)UHV送電研究推進委員会「大電力直流送電に関する基礎研究」電力中央研究所総合報告No.107(1981)
- (5)極低温送電研究推進委員会「極低温ケーブルに関する研究」電力中央研究所総合報告No.105(1980)
- (6)渡辺「高気圧ガス中の放電に関する基礎的研究」電力中央研究所総合報告No.104(1980)
- (7)藤波、宅間「SF<sub>6</sub>ガスの短時間領域V-t特性」電力中央研究所研究報告No.180012(1980)
- (8)宅間「SF<sub>6</sub>に代る新ガス混合ガスの可能性」電力中央研究所調査報告No.181002(1981)

#### 3-6-4

- (1)植田他「電力系統の動特性解析手法」電力中央研究所研究報告No.74042(1974)
- (2)植田他「発電機特性と負荷特性を考慮した夕流計算手法」電力中央研究所研究報告No.180008(1980)
- (3)町田他「直流送電の基本特性と系統運用制御」電力中央研究所研総合報告No.38(1979)
- (4)継電方式委員会「事故波及防止方式」電力中央研究所委員会報告No.178001(1978)

#### 3-6-5

- (1)紀村他「アレスタによる電磁誘導対策の保安効果と通用範囲の検討」電力中央研究所依頼報告No.179510(1980)
- (2)雪平他「東名高速道路のガードケーブルによる電磁誘導しゃへい効果の実測と解析」電力中央研究所依頼報告No.179509(1980)
- (3)橋本他「系統の潮流状態を考慮した高調波分布計算プログラムの開発」電力中央研究所研究報告No.180003(1980)

#### 3-6-6

- (1)須山他「22kV/低圧および22kV/6.6kV配電方式の保護協調に関する実証実験結果」電力中央研究所研究報告No.177512(1978)
- (2)配電線近代化研究会「絶縁電線配電線の事故防止に関する研究の現状」電力中央研究所研究報告No.179001(1979)
- (3)石川他「特高系統からの負荷集中制御」電力中央研究所研究報告No.179079(1980)
- (4)有賀「配電線搬送方式による集中テレメータ方式の開発」電力中央研究所研究報告No.180050(1981)
- (5)福留「高圧配電系統の設備計画手法に関する研究」電力中央研究所総合報告No.101(1979)





第 4 章

# 4

研究開発戦略





## 4-1 他機関との連携・情報交換

### 4-1-1 国との研究協力、受託研究の推進

昭和56年度に予定されている受託研究は総計約20件であり、その主要なものは、次の通りである。

#### ●主な受託研究●

分類	件名	委託元
原子力発電	使用済燃料輸送容器信頼性実証試験 放射性廃棄物処理処分対策調査研究 使用済燃料中間貯蔵調査（太平洋ベースン） 事故情報等収集処理システム調査	科学技術庁 // 科学技術庁および通産省 通産省資源エネルギー庁
新・省エネルギー	高効率複合発電プラントの開発 新型電池電力貯蔵システム（トータル・システムの研究） 太陽光発電システムの研究開発	高効率ガスタービン技術研究組合 新エネルギー総合開発機構 //
立地・環境	貯水池富栄養化 電源立地環境影響評価技術手法確立調査 光化学オキシダントの農林作物の生育収量に及ぼす影響の解析に関する研究 劣質残渣の燃焼技術の開発	通産省資源エネルギー庁 // 農林水産省農業技術研究所 重質油対策技術研究組合

### 4-1-2 国内外の研究機関、メーカーとの共同研究

本年度予測される共同研究の総計は30件、委託研究の総計は50件であり、その主要なものは、下記の通りである。

#### ●主な共同研究●

分類	件名	共同研究機関
原子力発電	高燃焼時諸効果資料調査 ハルデンプロジェクト（原子炉の制御・監視へのプロセスコンピュータ利用） 蒸気発生器信頼性評価 原子力発電信頼性評価 軟弱基礎地盤の振動特性 原子炉ホットレグ配管縮尺モデル振動試験	科学技術庁、通産省、BNWL ノルウェーエネ研 EPRI-SGOG EPRI-NSAC 原子力工学試験センター 動燃
新・省エネルギー	燃料電池の電力系統導入時における技術的諸問題 超電導交流発電機の開発とその実用化 セメント中の粘土代替材料としての石灰灰利用	富士電機(株) (株)日立製作所 住友セメント(株)
UHV送電	高電場環境の生物への影響	北海道大学
経営経済および情報処理	世界の計量モデルと電研モデルとのリンク・プロジェクト	ペンシルバニア大学

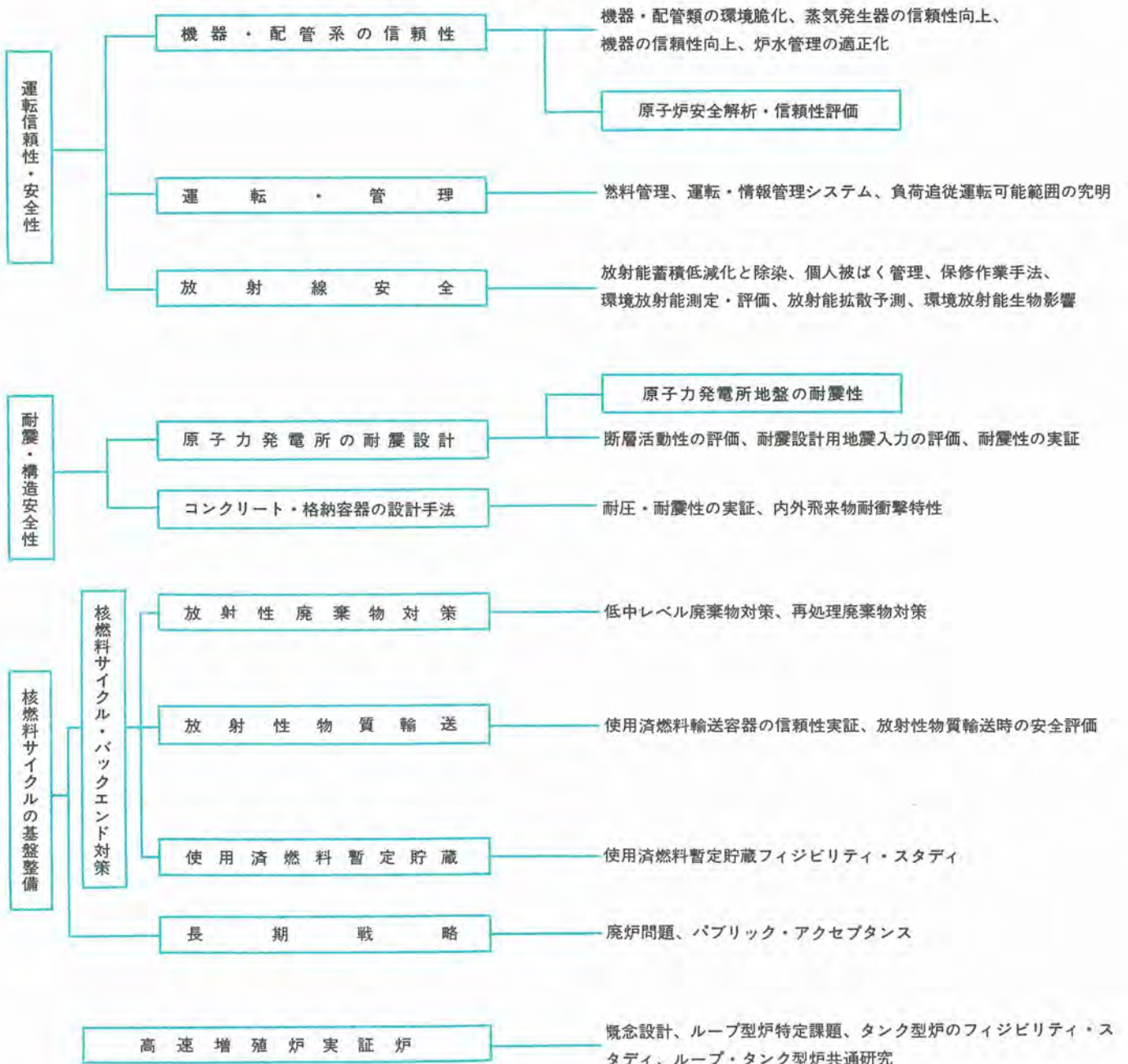
#### ●主な委託研究●

分類	件名	委託先
原子力発電	高等植物における低線量被曝の感受性 高中低レベル用輸送容器の設計 使用済燃料貯蔵諸施設の概念設計 核燃料サイクルにおける核物質管理 パブリックアクセプタンスに影響する社会的・心理的要因	原子力安全研究協会 キャスクメーカー 建設会社 核物質管理センター 日本原子力文化振興財団
新・省エネルギー	エネルギーシステムの評価手法の開発	エネルギー総合工学研究所
立地・環境	原子力発電所よりの温水利用による海産生物の増養殖 80年代の原子力発電所立地環境 石炭火力ばいじんが生物に及ぼす影響	温水養魚開発協会 社会経済国民会議 野村総合研究所

## 4-2 主要研究計画

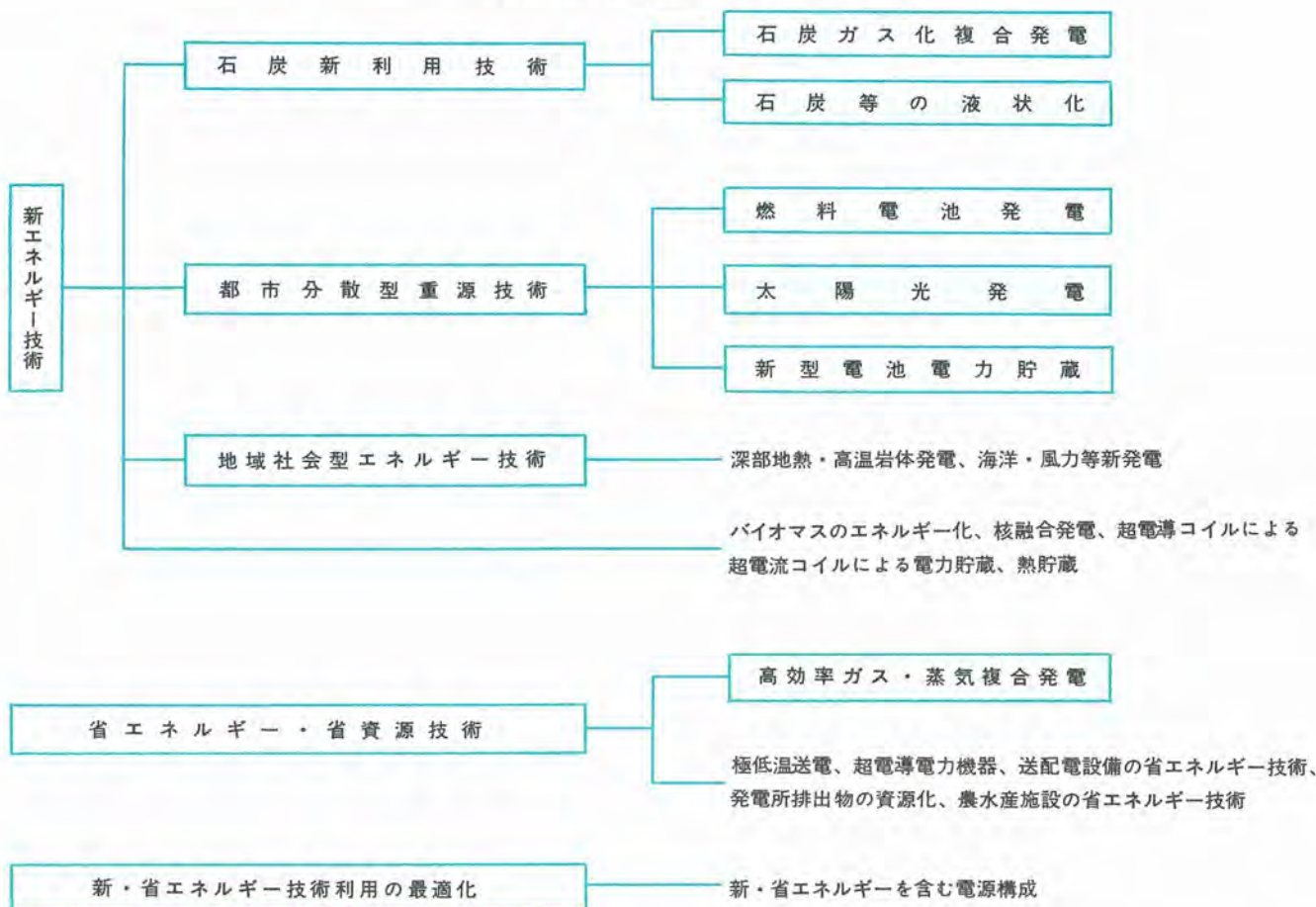
昭和56年度の主要研究計画は原子力発電、新・省エネルギー、立地・環境、UHV送電および大電力送電、大電力システム、電力施設一般、経営経済および情報処理、長期電力需給問題の8分野にわたり、関係研究課題は、次の通りである。

### ●原子力発電関係研究課題●

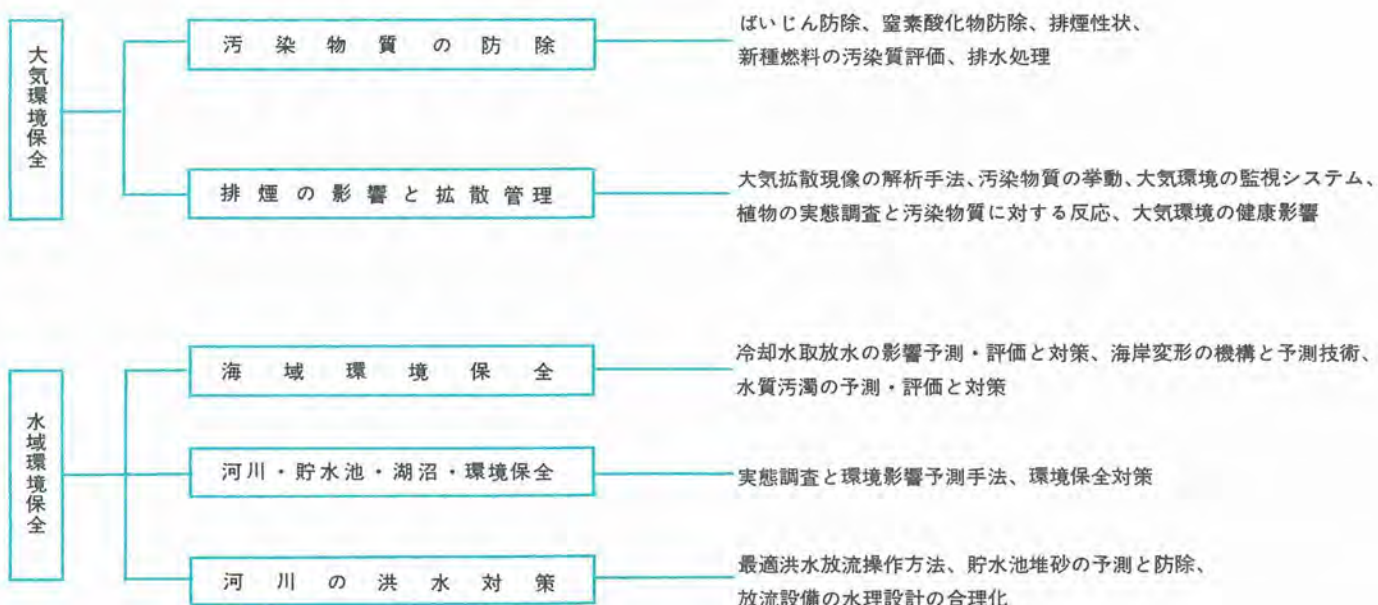


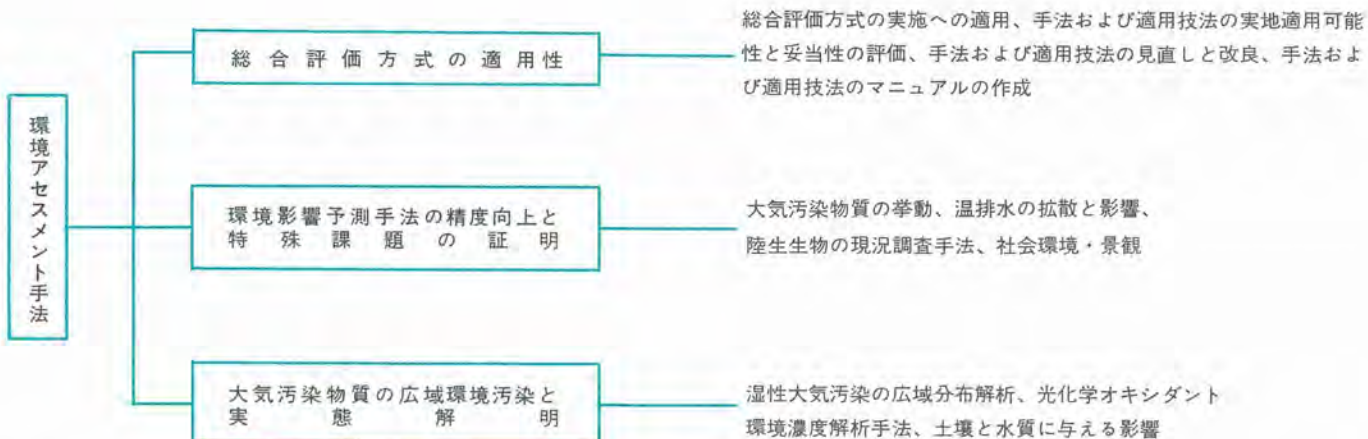
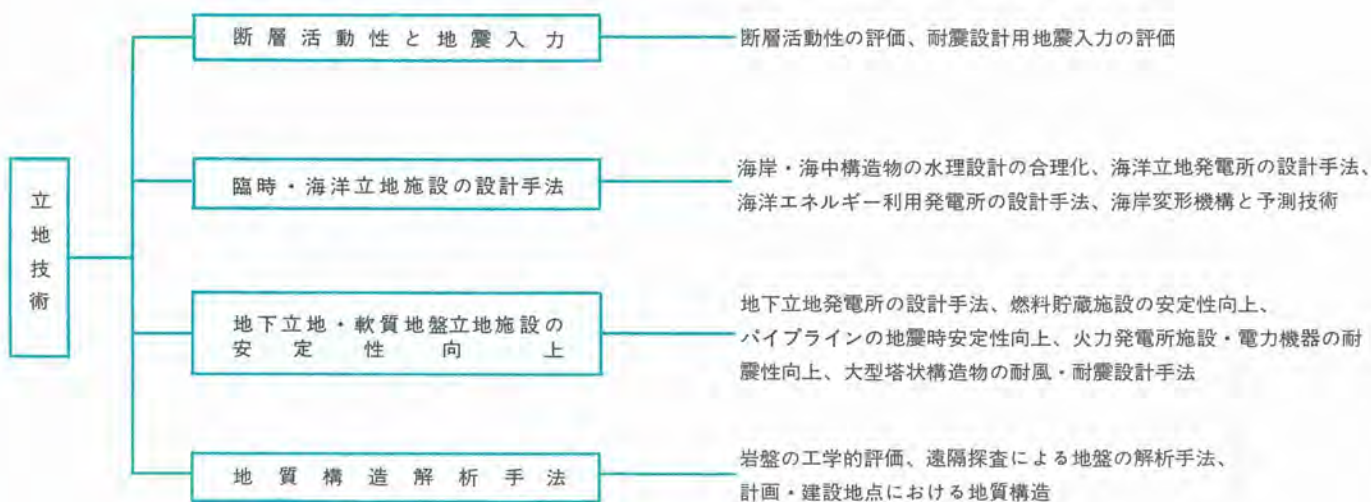


●新・省エネルギー関係研究課題●



●立地・環境関係研究課題●



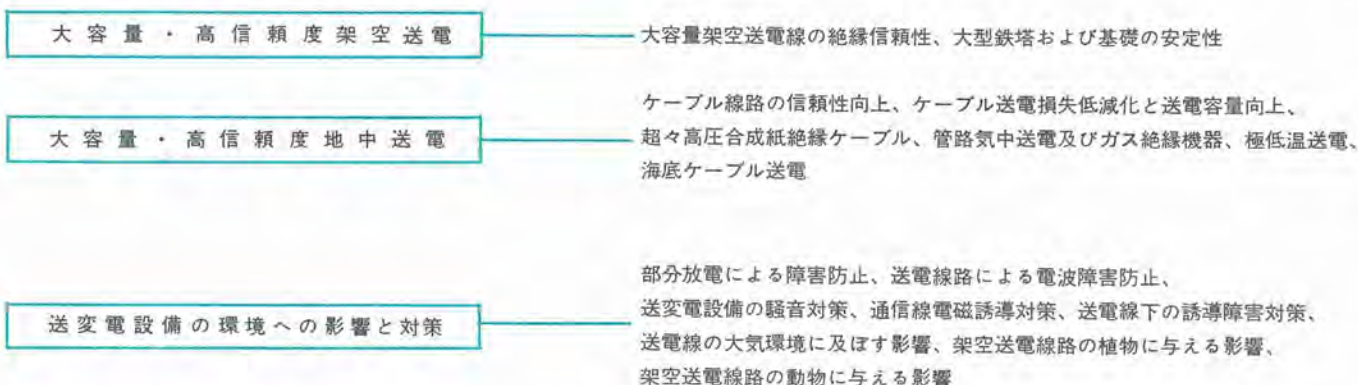




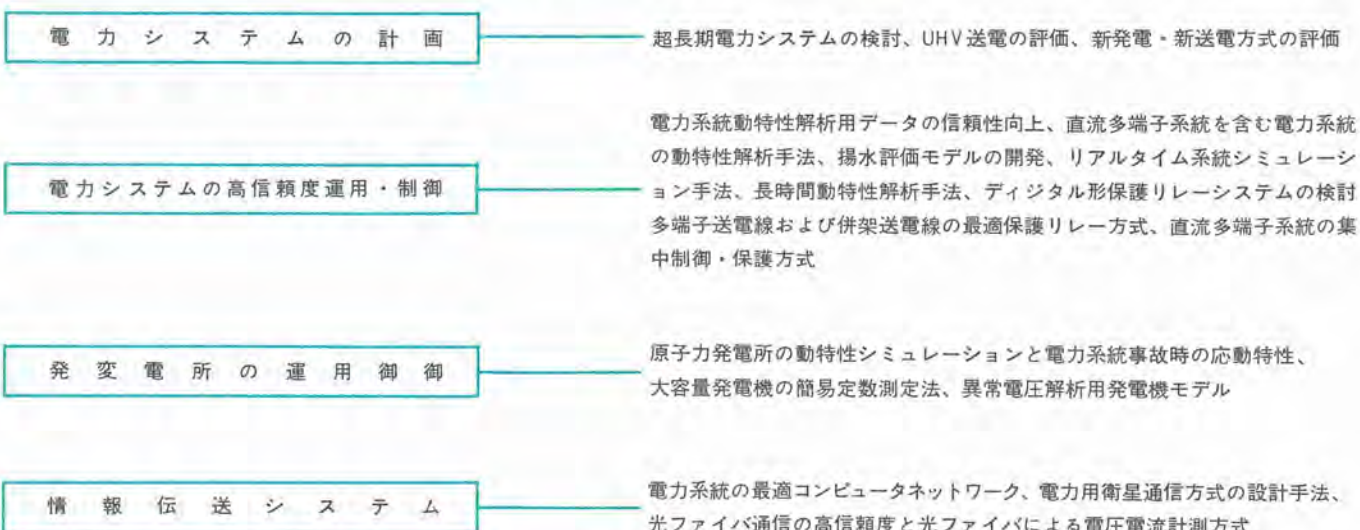
## ● UHV送電関係研究課題 ●



## ● 大電力送電関係研究課題 ●

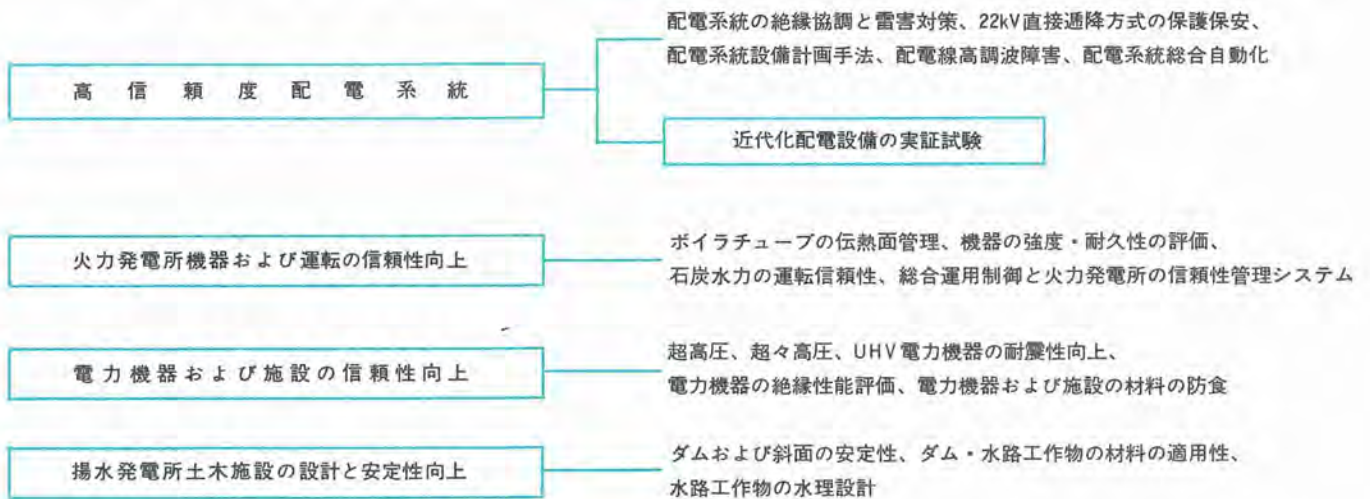


## ● 大電力システム関係研究課題 ●

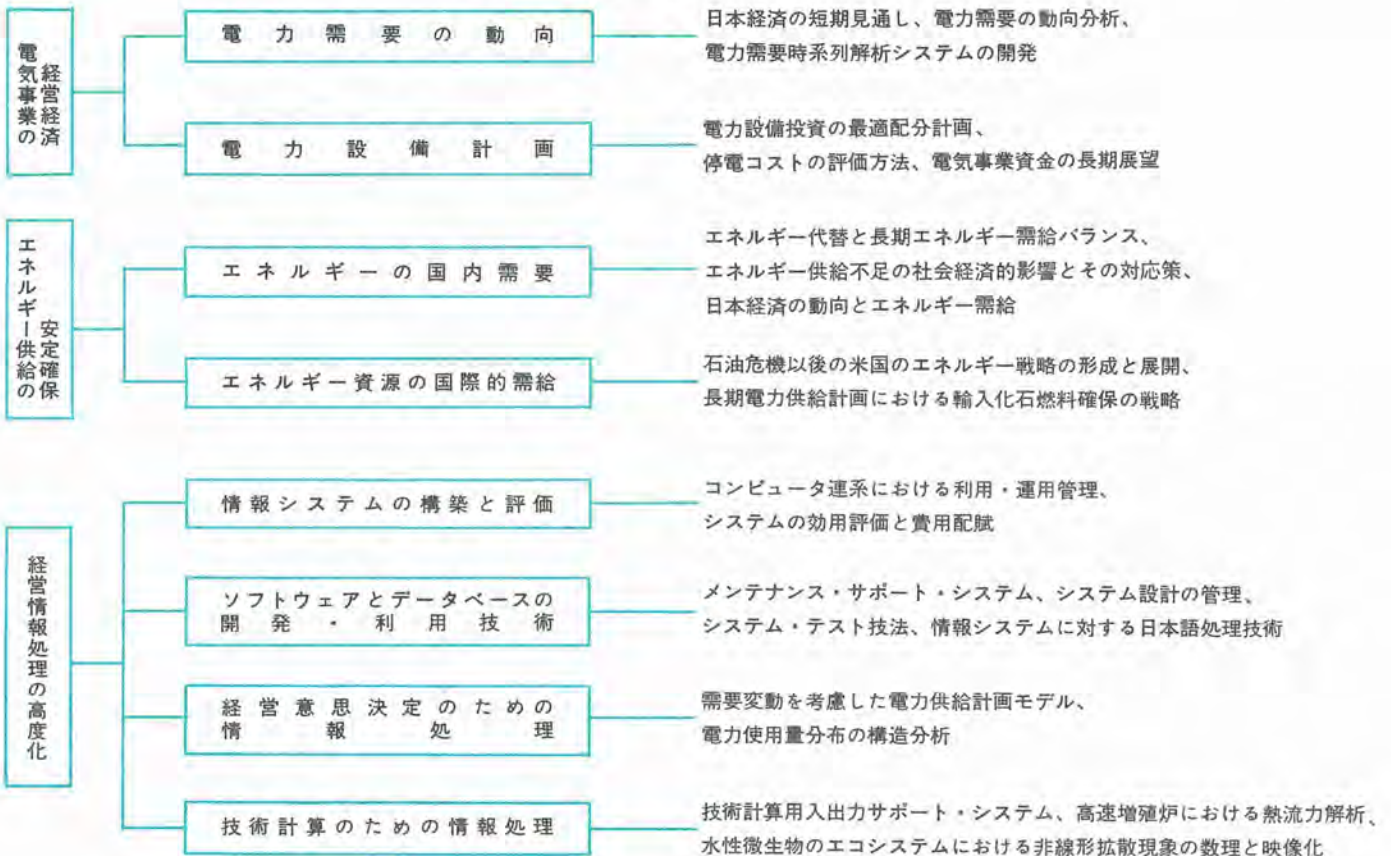




## ●電力施設一般関係研究課題●



## ●経営経済および情報処理関係研究課題●



## ●長期電力需給問題関係研究課題●

2030年における社会・経済像

2030年におけるエネルギー・電力需給の長期展望

電気事業資金の長期展望の資金対策

新エネルギー・新発電電技術の見通しと評価

都市圏への大電力輸送

石炭使用増大に伴う環境対策

エネルギー政策、電力政策

## 編集後記

当所創立30周年を迎えるに当たり、電研レビュー創刊号として、当所の最近の研究成果の総集編をおとぎしました。ご一読いたゞいてありがとうございます。電研レビューは生れたばかりの赤ん坊ですが、すくすくと育ち成人するよう、ご愛顧、ご叱正いたゞければ幸甚です。

電研レビューは季刊として年4回発行の予定です。第2号は、電研-EPRI合同会議特集号、第3号は、原子力発電特集号として発行します。

本電研レビューは、内容が鳥瞰できること、平易で読みやすいこと等を目標に、編集努力をしましたが、具体的な留意点は以下の通りです。

- ①内容として、当所の研究の位置づけを展望すると共に、各節の研究成果をできるだけ平易に説明する努力をした。
- ②章節の組み方として、結論を前に出す方式を採用することによって、結果を

迅速に理解してもらうように努力した。特に、全体の展望と要約を第1章に設け、しかも活字を第2章以降よりも大きくして、読みやすさをねらった。

- ③装丁として、図表や本文に2色刷を用いて視覚に訴える方式を採用した。本文の頁の上部に多少の余白を設けてリラックスした感じを与えるよう努力した。

表紙は電力・エネルギー問題の将来を暗示するように明るくデザインした。

●閑話休題●本文「技術動向」の節で述べられているように、エネルギー技術開発において'70年代を「試みの時代」とすれば'80年代は「選択の時代」と呼び得るだろう先日、「'70年代は「知識の時代」、'80年代は「活識の時代」と呼びたい」という人に会った。両者には相通じるものがある。

1972年ローマ・クラブによる「成長の限界」が指適されたが、1973年第1次石

油ショックが起って、にわかには現実味を帯びるに至った。それを契機として、石油消費と経済成長の結びつきを断ち切る努力がなされると共に、石油代替エネルギーの模索の時代となり、種々の技術の可能性を探求する「試みの時代」となった。知識を得る時代である。その間、1979年に、第2次石油ショックが起った。

'70年代の「試みの時代」に培った知識を基に多くの未来技術の中から適正なものを選び出すという「選択の時代」が'80年代である。果して活識による選択がうまく行えるだろうか。いやそうせねばならない。電力中央研究所もその一翼を担うものとして期待されてよい。

ちなみに、'70、'80年代前後は、雑識(戦後'50年代)、単識('60年代)、肝識('90年代)、器識(2000年)の時代だという。意味を考えてみられてはいかゞでしょうか。話の中で、明治時代は探識、大正時代は博識、戦中は喪識の時代という発言がでた。うなずけるところもある。



R