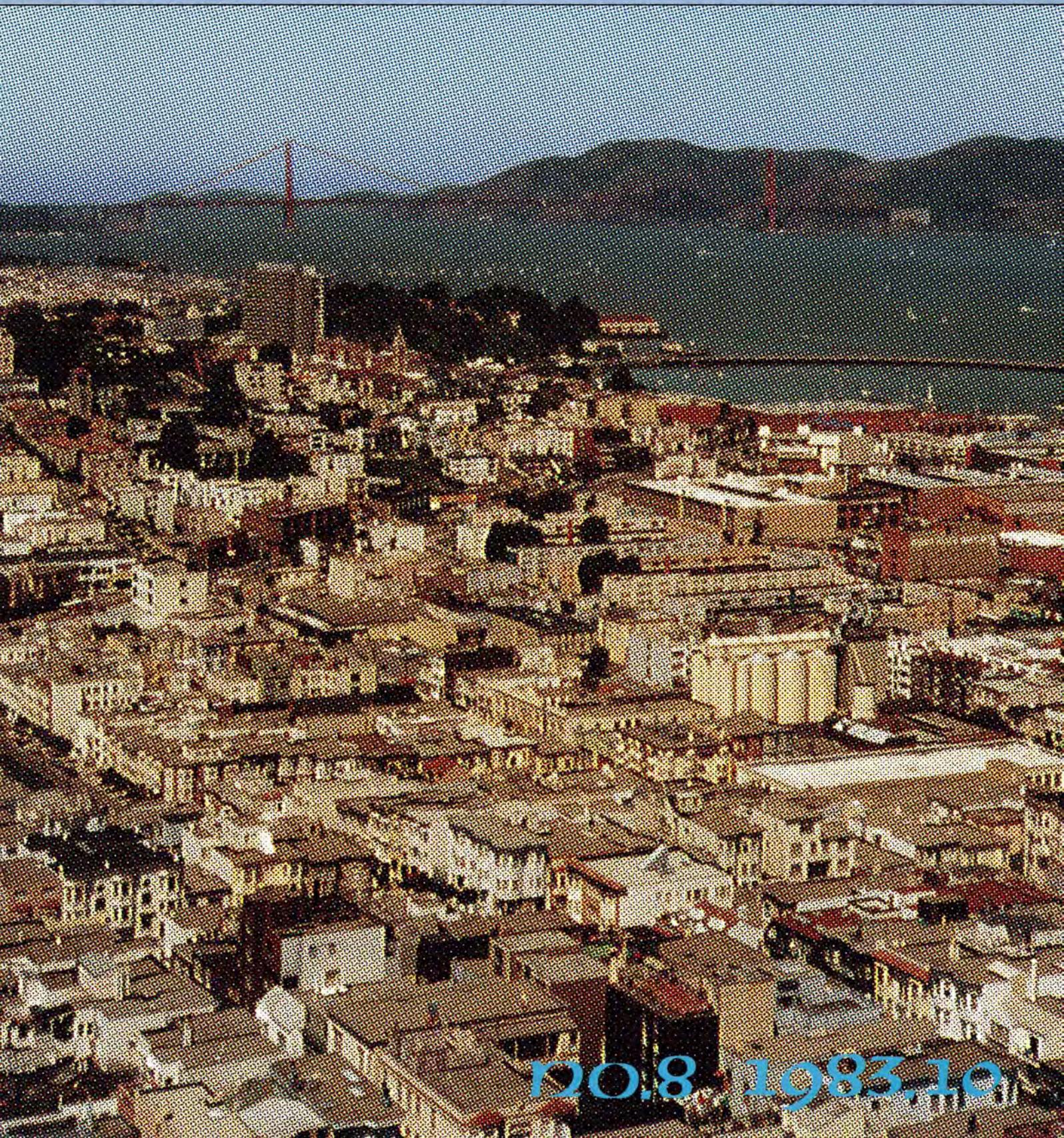


DENKEN REVIEW

電研レビュー

第5回 電研-EPRI合同会議
——新しい時代の研究戦略の模索



NO.8 1983.10

電研レビュー 第8号 ● 目次
第5回 電研-EPRI合同会議
—新しい時代の研究戦略の模索—

はじめに	1
EPRI〔米国電力研究所〕について	2
第1章 合同会議の概要	
1-1●開会のあいさつ	5
1-2●討議結果の要約	7
1-3●主な出席者とスケジュール	9
第2章 各専門部会の討議内容	
2-1●石炭燃焼システム	15
2-2●環 境	18
2-3●エネルギー分析・管理 および計画・評価	21
2-4●新発電システム	24
2-5●電力システム	26
2-6●原子力発電	28
第3章 特別講演	32
「世界経済における我が国の 役割に立つて」 専務理事 松岡 實	
付 録／討 議 情 報	36
—EPRI提出情報を中心に—	

はじめに

昨今の厳しいエネルギー情勢の中で、電力の安定供給にかかわる技術の開発は、わが国のエネルギー基幹産業にとって、大切なことは言うまでもありません。電研はその技術開発の任務を担うものとして、全所をあげて邁進していますが、先進諸国と技術情報交換・共同研究を行うことは、電研の技術開発成果と能力を向上させ、研究戦略・戦術を確立・推進していく上で、重要であると考えます。その一貫として、米国の電力研究所(EPRIと呼ばれる)と1976年から電研-EPRI合同会議をもっており、このたび第5回を迎えました。

第5回電研-EPRI合同会議は、米国パロアルト市のEPRI本部で5月16日から5日間行われましたが、本電研レビューはその概要をお知らせするものです。

日米双方とも電気事業を取り巻く環境が厳しさを増していることを重視し、研究機関として電気事業に貢献していくための経営方針、および研究計画の基本方針について紹介し、相互の認識を深めました。また、両研究所の相互協力の在り方について協議し、双方が関心を持つ18件の課題の中から、今後、6件程度を選出し、共同研究または専門家レベルの会議を行うことが決定されました。なお、技術情報の交換についても、より積極的に行うことが確認されました。

EPRI[米国電力研究所]について

EPRI(Electric Power Research Institute)は、1972年に設立された、全米屈指の規模を誇る電力研究所で、民営、連邦営、公営、地方電気協同組合営など、約600の電力会社からの資金によって運営されている。

設立当初の職員は約300人、年間予算は約150億円であったが、現在は、職員は約700人、年間予算は約650億円と飛躍的に発展している。

主な活動は、発電、送電、配電および電力の利用などに関する全国大の総合研究開発計画を企画し、費用を準備し、管理することである。研究開発は、従来は外部研究機関やメーカーに委託していたが、最近ではソフトウェアの分野、例えば、研究戦略をたてる上で必要な経済モデルの構築、エネルギー新技術の評価などは自主研究を行う方向にある



カリフォルニア州、パロアルト市にある EPRI 本部



合同会議の概要

1-1 開会のあいさつ

専務理事 松岡 實

EPRIの皆様、こんにちは。

この度、当地パロアルトにおいて、貴国の電気事業における研究・開発の面で多大な貢献をして来られました皆様方にお逢いできますことは、私共にとりまして大きな喜びとするところであります。

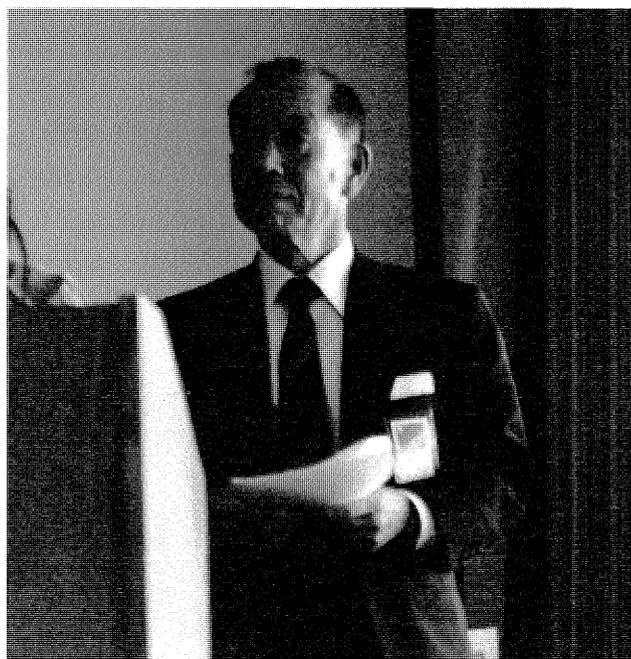
また、1976年11月、当地における貴所と当所の第1回EPRI・電研合同会議の開催以来、過去4回にわたって開かれました両研究所の幹部による合同会議を通じて、お互いの研究開発活動の成果、問題点、効果、将来の課題等についての討議、共同研究の実施と研究者の相互派遣など、相互協力の一層の促進がはかられてまいりましたことは誠に同慶の至りであります。

このような背景のもとに、今日より3日間当地パロアルトで第5回合同会議が開かれますことは、誠に意義深いことであると思います。

電気事業における研究・開発の分野での国際協力の必要性は、これまでも充分認識されて来たことでありますが、特に今日の電気事業が直面します状況の下では、この分野の国際交流の重要性は著しく増大しており、私共の研究所でも、恐らく貴所で認識なさっているのと同じ程度に、国際協力を不可欠のものと考えております。私共はこのような観点から、今回のEPRI・電研合同会議は従来にも増して重要なものであると考えております。

そこで私共は、この定期合同会議が貴所および当所のいづれにとりましても最も望ましい形で運営されますことを期待して、これから述べますような若干の提案を致したいと思います。

まず初めに、この合同会議の基本的な運営方針についての提案を行い、お互いの経営のトップレベルの果たす役割、コーディネーターの果たす役割、およびテクニカルディレクターの役割を、この際明確にしたいと思います。



すなわち、お互いの経営のトップレベルは、両研究所をとりまく両国の情勢に対する意見交換、それに対応する経営方針および研究計画の基本方針の開陳、並びに両研究所の相互協力のあり方についての基本的方向を定める討議などを、その役割として頂くことを提案致します。

また、お互いのコーディネーターには、この基本的方向に沿って協定の運用上の諸々の問題——例えばソフトウェアの交換の原則、情報交換、共同研究、研究者派遣の総括、打合せ会の開催・運用などではありますが——このような事項についてその具体的細目を討議することを、その役割として頂くよう提案致します。

さらに、お互いのテクニカルディレクターまたはその代理の方の役割としましては、研究協力についての基本的方向に沿って、担当する分野の各課題毎に情報交換、共同研究、研究者の派遣、専門家レベルの会議の開催などについて具体的な推進方法を討議して、その分野全体の集約・総

括を行って頂くことを提案致します。

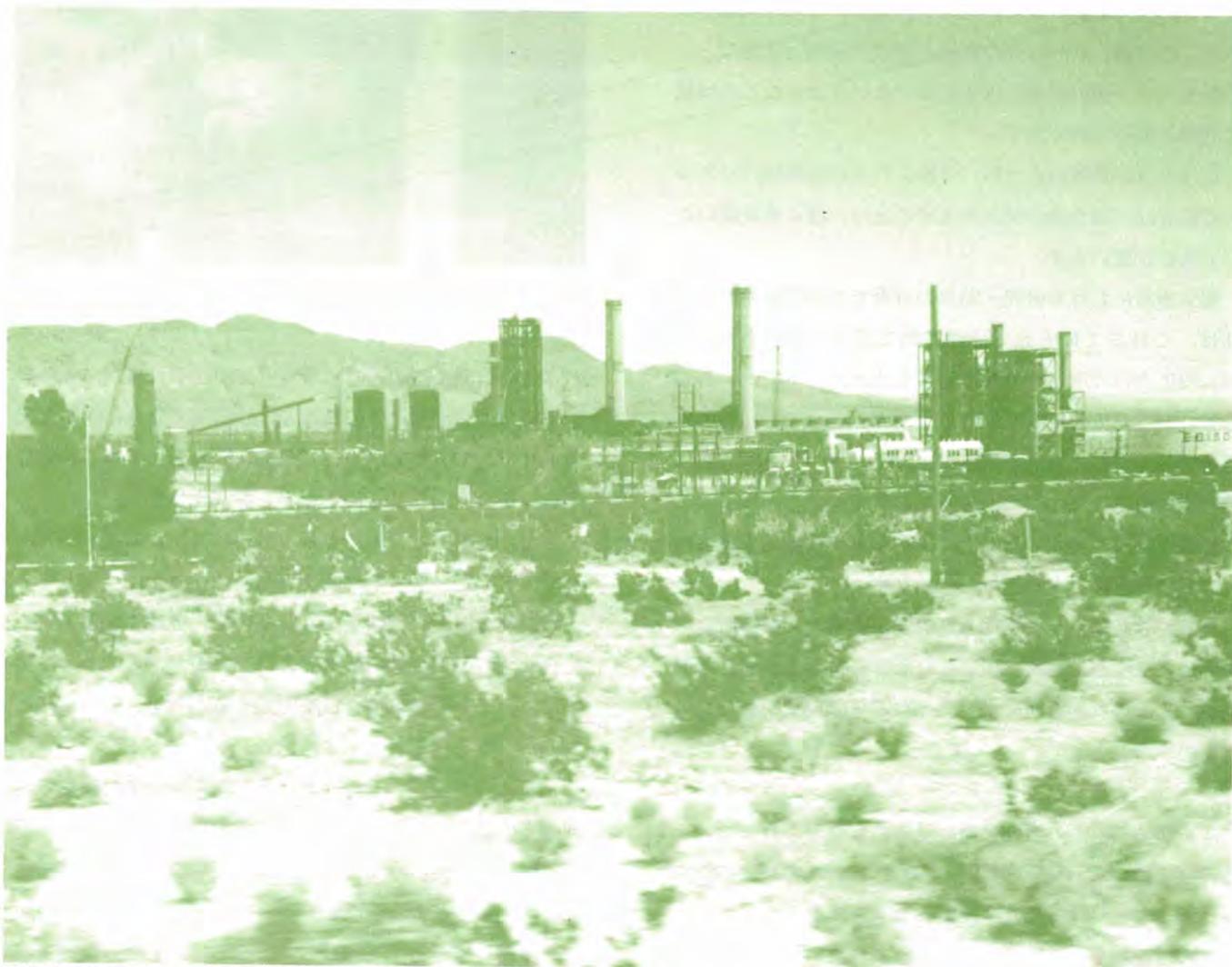
以上述べました EPRI・電研定期合同会議の運用についての提案は、トップ会談で更にご審議頂ければ幸甚であります。

次に、専門家レベルの会合の開催についての提案であります。今回のような定期合同会議の討議により、貴所ならびに当所の合意を得ましたテーマに関しましては、別途に専門家レベルでの討議の場を設け、そこでの検討に委ねることを提案致したいと思います。過去にこのような合意を見ましたテーマとして、UHV 送電、環境対策、SRC-1 および EDS 石炭液化油燃焼、原子力発電所信頼性評価、蒸気発生器信頼性評価、停電コスト評価および電力貯蔵用電池など幾多の例が挙げられますが、今回の合同会議でも、そのような可能性のあるテーマについてはテクニカルディ

レクター会議で検討し、その結果にもとづいてまとめのセッションで総括したいと考えております。

以上に述べてまいりましたこの合同会議の運営についての私共の若干の提案は、必ずしも従来からの基本線と大きく異なるものではないと思っておりますが、今回改めて提案することにより、今後の合同会議がより効果的に運営されることを期待しております。また私共は、貴所と当所の情報交換・共同研究協力の改善・強化を図るために、報告書の公開、データの提供等に関する6項目の対応策を準備しておりますが、この点につきましてはコーディネーター会議で討議を進めたいと考えております。

今回の合同会議が多大の成果を挙げて無事終了することを祈りまして、私のご挨拶と致します。 ●



石炭ガス化クールウォータープロジェクト建設現場(ネバダ州)

1-2 討議結果の要約

経済研究所担当 常務理事 梅津 照裕

1-2-1 主 要 な 結 論

1. 「定期合同会議の運営に関する基本方針」について当所側より提案を行い、EPRI側もこれに賛意を表明した。
2. 「情報交換・共同研究の改善強化策6項目」について、当所側より提案を行い、双方で合意した。

EPRIとの情報交換、共同研究協力の改善強化に関する方策について

—— 6 項目の対応策 ——

昭和58年5月17日

1. 電力会社からの「依頼研究題目」および「依頼研究報告書」について
「依頼研究題目」および「依頼研究報告書」のリストを作成し、EPRIへ提出すること。
 - (1) 提出可能な「依頼研究題目」および「依頼研究報告書」は次の2種類に分類する。
 - A 公開に支障のないもの。
 - B 開示制限指定「本資料は文書による事前の承諾がない限りEPRI以外に拡布することは出来ない」という注意書を明記して提出するもの。
2. 原子力、立地、環境問題に関するデータの提供について
可能な限り電力会社の了解を得てデータの提供を行う。この場合、次の条件が整うことが望ましい。
 - (1) データとデータとの相互交換
 - (2) コンピュータ・ソフトウェアとデータとの相互交換

註 上記については、スムーズな交換推進をはかるため、「等価交換」に関する双方の見解の一致を見る必要があるため、そのための具体的な討議を行う必要がある。
3. 国および他研究機関などを行っている大型研究プロジェクト関連の情報交換について国および他研究機関との対応で電研が個別的に努力する。
4. 電研とEPRIとの共同研究の推進について
双方において共同研究の可能性のあるものを相互に提案し、その実現に努める。
5. 専門家レベルの情報交換、意見交換の活発化について
当研究所作成の英文版「研究題目集」と「長期研究計画」から、共同研究の可能性のあるもの、およびEPRIの関心をひくと思われるプロジェクトを抽出し、計画作成段階で利用出来る情報のリストを作成してEPRIへ通知する。
6. 英文「CRIEPI」作成の促進について
EPRIが関心を持っている当所の研究成果については、出来るだけ英文「CRIEPI REPORT」を作成し、積極的に情報交換を行う。

3. 各専門分野における討議の結果、両者とも特に深い関心を有し、共同研究、専門家レベル会議の開催、研究者の派遣、情報交換の強化などが望まれる候補課題として、18件を選出した。

今後、上記課題の中から、専門家レベル会議または共同研究を行うものとして6件程度を選定することとし、この2、3ヶ月以内に結論を出すこととした。

**電研、EPRI両研究所が
深い関心を有する
候補課題**

- ① 地下ケーブルの建設費の低減
- ② アモルファス変圧器の開発
- ③ 電力システム関連のソフトウェアの等価交換
- ④ 電界の生物影響
- ⑤ 酸性雨
- ⑥ 新技術の評価
- ⑦ 石炭ガス化研究グループ(EPRI 主催)への参加
- ⑧ EDS—石炭液化油の共同研究(現在実施中)
- ⑨ EPRI 開発の一貫メタノール複合サイクルによる石炭液化油の効率利用方式の評価
- ⑩ FBR 開発における情報交換および共同研究
- ⑪ EPRI 主催の耐震センターへの参加要請
- ⑫ 経済成長とエネルギー需要などの分析方法に関する情報交換
- ⑬ 電力需要の開拓
- ⑭ 超電導電力貯蔵に関するワークショップへの参加要請
- ⑮ 石炭洗浄および石炭・水スラリー方式の情報交換
- ⑯ 石炭灰中の微量成分の挙動
- ⑰ 廃棄物(放射性物質を含む)の環境への移行
- ⑱ 高・中・低レベル放射性廃棄物および使用済燃料の処理処分

4. その他

- ① 電力関連研究課題をすべて収録した EPRI 作成の「電

力データ・ベース」に電研分、および出来れば電力会社分も含めて登録されてはどうかとの提案が EPRI 側よりあった。

本件については、今後、電研に於いて検討の上、回答することとした。

- ② 次回定期合同打合せの開催は、1984年11月、東京開催を目標とすることとした。

1-2-2 所 感

1. アメリカ電気事業の財務事情が、最近の不況による電力需要の低下に伴って料金収入が停滞し、EPRI の収入もこれにより、1982~84年の3ケ年は現状維持となる見通しである。

このため、EPRI としては大型研究プロジェクト予算の削減およびその優先順位を検討しており、また、研究方向も短期的に貢献出来る分野の研究に重点(例えば、ヒートポンプ、産業プロセスの効率的電力の使用、ロードマネジメント、ガスタービンなど)を移行している。なお1985年からは財政の好転を期待し、長期的な大型研究プロジェクトを手掛けたいとしている。

以上の状況は電研に対する対応にも変化(例えば、資金参加を含む共同研究の勧誘など)が見られ、電研としても充分その点を考慮しておく必要がある。

2. 今回の会議で特に、従来にない成果が得られた点は次の通りである。

- ① トップ会談を持ち、基本方針を定めたこと。
- ② EPRI 側からの電研に対する熱意が一層強く感じられたこと。

(Culler 理事長の陣頭指揮、専門家レベル会議の具体化、EPRI 自身で電研の研究報告書の英訳を図ることなど)

3. EPRI についての感想

① EPRI の組織が大きくなるとともに、細分化され、部門間の調整が必要となってきている。(例えば、石炭を扱う研究が3本部にまたがっていること。電力システム部門でも同様な傾向が見られる。これらの反省の上立って、原子力部門ではマトリックス組織の運用で成功している。)

- ② 電力各社との連絡、国際協力部門を強化したこと。(例データ・ベースの作成、アンケートなど)

1-3 主な出席者とスケジュール

1-3-1 主な出席者

電力中央研究所



松岡 實
専務理事



矢島 昭
経済研究所 所長
(経済研究所副所長)



筒井 幸男
研究開発本部 本部長
(エネルギー技術開発本部長)



上之 園 博
電力研究所 所長
(電力技術研究所副所長)
●昭和58年3月11・12日に
別途出張



梅津 照裕
経済研究所担当 常務理事
(企画担当理事)

()内は会議開催当時

EPRI (米国電力研究所)



有働 龍夫
我孫子事業所担当 理事
(電力技術研究所長)



Mr. Floyd L. Culler
所長



千秋 信一
狛江事業所担当 理事
(土木技術研究所長)



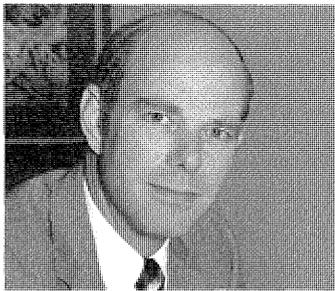
Dr. Richard E. Balzhiser
副所長 (研究開発担当)



Mr. David Saxe
副所長（経理運営担当）



Dr. Ralph M. Perhac
エネルギー分析・環境部
副部長



Mr. Richard L. Rudman
情報サービス担当



Mr. Dwain F. Spencer
新発電システム部長



Mr. Jon J. Dougherty
電力システム部長



Mr. John J. Taylor
原子力発電部長



Dr. Fritz R. Kahlhammer
エネルギー管理・利用部長



Mr. Kurt E. Yeager
石炭燃焼システム部長



Mr. Milton Klein
所長補佐（顧問）

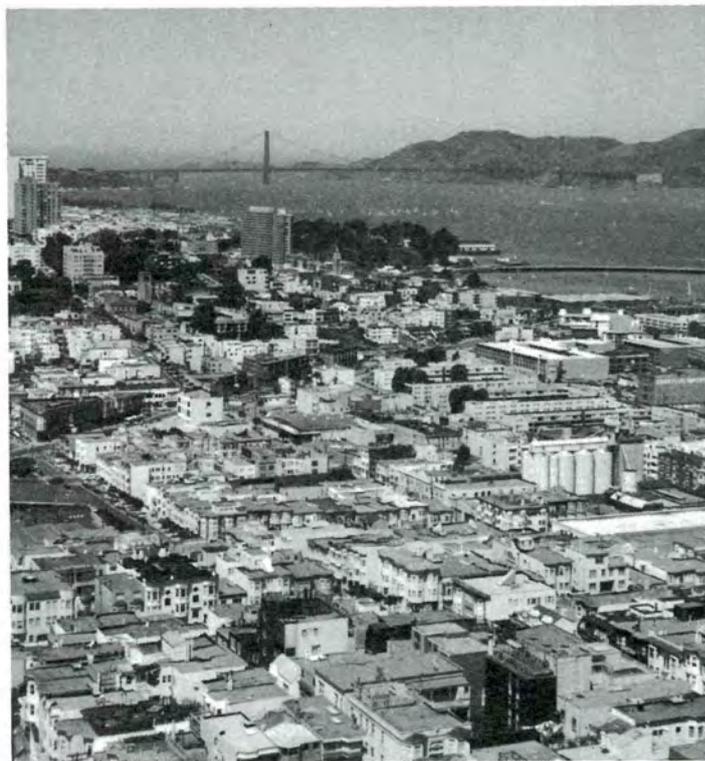


Dr. Richard W. Zeren
計画・評価部長

1-3-2 スケジュールと討議・情報交換テーマ

スケジュール

- 5月16日 月 合同会議開会
- 5月17日 火 トップ会談、技術専門部会
- 5月18日 水 松岡専務理事 特別講演、取りまとめ打合せ
- 5月19日 木 石炭ガス化クールウォータプロジェクト、
- 5月20日 金 太陽熱発電所見学



討議・情報交換テーマ

主な討議・情報交換テーマ	主な担当者	
	電研	EPRI
石炭燃焼システム		
1. 石炭火力発電所の環境処理技術	梅津	Mr. Yeager他 (石炭燃焼システム部)
2. 流動床燃焼	//	Mr. Drenker他 (//)
3. コールクリーニングおよび石炭・水スラリー	//	Dr. Mehta他 (//)
4. 合成燃料	//	Mr. Spencer他 (//)
5. 石炭灰の有効利用	//	Mr. Miller (//)
6. ボイラー保守技術	//	Mr. Broske (//)
7. 石炭燃焼	//	Dr. Preston (//)
環 境		
1. SURE(硫酸塩に関する広域観測)プロジェクト	千秋	Dr. Perhac他 (エネルギー分析・環境部)
2. 酸性雨	//	// (//)
3. 固体廃棄物の環境影響	//	// (//)
4. 発電所における環境影響予測評価	//	// (//)
5. 電源立地の社会経済影響	矢島	// (//)

注：*については、昭和58年3月11・12日の上之菌EPRI出張時に討議済み

主な討議・情報交換テーマ	主な担当者	
	電研	EPRI
エネルギー分析・管理および計画・評価		
1. 技術評価		
■ EPRIにおける技術評価システム	矢島	Mr. Zeren他 (計画・評価部)
■ 石炭利用新発電技術の評価	//	Mr. Spencer他 (新発電システム部)
2. 電力需給展望と研究開発計画		
■ EPRIの研究戦略(Overview & Strategy)	//	Mr. Zeren他 (計画・評価部)
■ 需要予測のためのモデル	//	// (//)
■ 低成長下の電源構成	//	Mr. Zeren (//)
3. 工業部門の電化計画	//	Mr. Harry (エネルギー管理・利用部)
4. 負荷管理および需要開拓*	上之菌	Dr. Kalhammer他(エネルギー管理・利用部)
新発電システム*		
1. 地熱	上之菌	Mr. Spencer他 (新発電システム部)
2. 太陽光発電	//	// (//)
3. 風力発電	//	// (//)
4. 核融合	//	// (//)
5. 電力貯蔵用新型電池	//	Dr. Kalhammer他(エネルギー管理・利用部)
6. 燃料電池	//	// (//)
7. 超電導発電機	//	Mr. Edmonds (電力システム部)
電力システム		
1. 地中送電線の建設工事費の低減	有働	Mr. Samm他 (電力システム部)
2. 制御および通信に対する光通信の応用	//	// (//)
3. 配電における制御	//	// (//)
4. 架空送電	//	Mr. Dunlop (//)
5. 直流送電と変電所	//	Dr. Sharma他 (//)
6. 電力系統	//	Mr. Robert他 (//)
7. 電界の生物影響	//	Dr. Perhac他 (エネルギー分析・環境部)
原子力発電		
1. 高速増殖炉(FBR)の開発	筒井・千秋	Mr. Culler他 (所長他、原子力部)
2. 軽水炉技術	//・//	Mr. Taylor他 (原子力部)
3. 飛来物に対するコンクリート格納容器の耐衝撃性	千秋	Mr. Lowenstein (原子力部)



各専門部会の組織内面

第2章 各専門部会の討議内容 ● 目 次

2-1 石炭燃焼システム	15
2-1-1 石炭火力発電所の環境管理技術	
2-1-2 流動床燃焼	
2-1-3 コールクリーニングおよび石炭・水スラリー	
2-1-4 合成燃料	
2-1-5 石炭灰の有効利用	
2-1-6 ボイラー保守技術	
2-2 環 境	18
2-2-1 SURE(硫酸塩に関する広域観測)プロジェクト	
2-2-2 酸 性 雨	
2-2-3 固体廃棄物の環境影響	
2-2-4 発電所における環境影響予測評価	
2-2-5 電源立地の社会経済影響	
2-3 エネルギー分析・管理および計画・評価	21
2-3-1 技術評価	
2-3-2 電力の需給展望と研究開発計画	
2-3-3 工業部門の電化計画	
2-3-4 負荷管理および需要開拓	
2-4 新発電システム	24
2-4-1 地 熱	
2-4-2 太陽光発電	
2-4-3 風力発電	
2-4-4 核 融 合	
2-4-5 電力貯蔵用新型電池	
2-4-6 燃料電池	
2-4-7 超電導発電機	
2-5 電力システム	26
2-5-1 主要議題	
2-5-2 地中送電線の建設工事費の低減	
2-5-3 制御および通信に対する光通信の応用	
2-5-4 配電における制御	
2-6 原子力発電	28
2-6-1 高速増殖炉(FBR)の開発	
2-6-2 軽水炉技術	
2-6-3 飛来物に対するコンクリート製格納容器の耐衝撃性	

2-1 石炭燃焼システム

担当●経済研究所担当 常務理事 梅津 照裕

2-1-1 石炭火力発電所の環境管理技術

I. NO_x

石炭燃焼時の NO_x 生成抑制および低減技術について討論を行った。

EPRI から以下のような説明があった。米国においては現在の排出基準が750ppmであり、1985年の目標規制値は150ppmであったのが最近の見直しでもう少し緩和されるらしい。

このため、目標規制値が150ppmの場合には高価格(3.6~4.8万円/kW)の触媒式排煙脱硝装置を使わなければならないが、緩和されれば低価格(0.12~0.48万円/kW)の燃焼技術による NO_x 低減対策で対応できると考えている。このような技術の中では三菱重工が開発した炉内脱硝法がコストの安さのために非常に有用である。このような状況であるので、石炭燃焼時の NO_x を制御する燃焼技術が重要となるため、石炭燃焼関係の情報交換を強化することを提案したい。

電研から以下のように日本の状況を説明した。日本の規制値は現在400ppmであるが地方自治体などとの協定があるため実情



は250~350ppmである。NO_x の低減は燃焼技術によって行っており、排煙脱硝装置については研究開発は済んでいるが、まだ実用化されていない。

石炭燃焼関係の情報交換の強化については、電研側も賛成であり、お互いに電気事業としての石炭燃焼技術の向上について大いに討議したい。

II. 集じん

EPRI から以下のような説明があった。EPRI ではバグフィルターを石炭火力で使えるように研究開発を実施しており、米国においてはいくつかの発電所で使用中であり将来はもっと増える予想される。また、規制の考え方が変わって10μm以下のより細かい粒子が問題となると予想されるので、それについて研究開発を行う予定である。Denver の試験所で電気集じん器の高性能化について、集じん板を大きくしたり、放電極との間隔を大きくしたりの試験を行ってかなり効率が向上できている。日本ではどうか？

電研から以下のように日本の現状を説明した。バグフィルターは実用化されていないが、研究開発は行われている。我が国でも最近、1μm以下のサブミクロンばいじんに対する関心が高く、測定法および除去方法について当所でも力を入れて研究している。当所では、サブミクロンばいじんの除去率がEPよりも良い2段荷電粒子充填層を開発し、8月から発電用ボイラで約1ヶ年の実用化試験を行う予定である。試験結果が出た段階でまた討議したいと考えている。

III. 石炭燃焼

当所の「石炭燃焼試験炉」において8種類の瀝青炭を燃焼試験した結果をまとめた資料を説明した。また、我が国では発電用燃料として利用できる石炭性状の範囲を広げるため、低品位炭の利用技術を開発中であると説明したところ、EPRI でも石炭の性状が変わると効率や火炉容積に対する影響が大きいので、現在研究中であるとのことであった。

電研側提出資料

1. 石炭火力の排煙の影響
(電研レビュー No.6-1983.1 22頁)
2. 低 NO_x 燃焼法
(" " 25頁)
3. ばいじん対策
(" " 27頁)
4. 発電用炭適性評価
(" " 30頁)
5. 石炭燃焼試験炉による研究成果
(IEA Workshop への提出論文改訂版 1983-5 電研 佐藤幹夫)

2-1-2 流動床燃焼

I. EPRI における常圧流動床燃焼 (AFBC) プラントの現状

昨年 TVA ショウニー発電所内に建設された20MWパイロットプラントの試験運転状況については、起動試験時に層高制御などの問題が生じたが、改良によって解決でき、現在までに1,000時間以上の試験運転がなされ、リサイクルシステムの確認や層内伝熱管の熱伝達データなどが得られ、初

期の目的が達成されつつある旨の報告がなされた。

また、AFBC 200MW デモプラント計画については、資金が必要のため電力会社がどの程度関心を持っているか調査検討中であり、現在のところ電力5社から有益な提案もなされているが、最終決断は1983年中に出す方針である旨の報告がなされた。

II. 加圧流動床燃焼(PFBC)の研究動向

EPRI は、PFBC は AFBC より開発リスクが大きい、効率が良いので発電サイクル、流動床プロセス、プラントの建設方式、プラントの運転制御面からの検討を進め、現在のところ、1980年代後半から1990年初期に商用化されると予測している旨の報告がなされるとともに、主な調査検討結果の説明が次のようにされた。

1. PFBC の発電サイクルは蒸気冷却低温サイクルから蒸気冷却高温サイクルへと発展する。
2. プラント規模は小型(100~200MW程度)であり、工場に組立て、はしけで輸送する方式が良い。
3. PFBC 発電方式を研究開発するプロトタイププラントは20~50MW(e)と考えて計画を進めている。
4. また、概念設計を行っていた80MW(e)プラントについては、設計が終了したので、その資料を後日提供する。

さらに、PFBC についてはイギリス、アメリカ、西ドイツの三国間で協定を結び、イギリスに80T/hプラントを建設して研究を進めていることが報告され、日本としてもこのプロジェクト研究に参加をしないかと呼びかけられ、これについては後日回答することとした。

EPRI 側提出資料

1. PFBC Turbocharged Boiler Design and Economic Study, Attachment

1. The PFBC Turbocharged Boiler.
2. Request for Proposal-Project Description "PFBC Turbocharged Boiler Design and Economic Study.
3. PFBC Cycle Assessment and Demonstration Plant Specification.
4. Conceptual Design & Assessment of A.Pressurized Circulating Fluidized Bed Boiler.

2-1-3 コールクリーニングおよび石炭・水スラリー

1. スラリーシステムに組入れるコールクリーニング、oil agglomeration(油添造粒)、スラリー長距離パイプライン輸送と大型船による海上輸送などの技術的可能性や経済性については、何れも大変答え難い問題で、EPRI でもまだ十分な答えは得られていない。
2. Oil agglomerationについてはEPRIでも研究しており、石炭を10 μ m以下の超微粉に粉砕すれば灰分1%程度にできることはわかったが経済性がよくない。これについては報告書を作成中なので後日EPRIより提供される予定である。
3. 石炭・水スラリーでは、EPRIの研究によれば灰分を3%にすることができるといふ。日本においても脱灰石炭・水スラリーの研究は行われているが、脱灰率は50%程度といわれ、しかも炭種によって大きな違いがあり、むづかしい技術と考えられている。
灰分3%というのは大変興味深い結果であるので資料の提供方を依頼した。
4. コールクリーニング、石炭・水スラリーは日本でも大変興味を持っており、これらのテーマは電研の重要課題の一つでもあるので今後の情報提供を希望した。

2-1-4 合成燃料

I. 液化油に対するEPRIの見解

EPRI、DOEは現在もWilsonville石炭液化プラントに出資しているが、液化油に対する米国政府、EPRIの考え方、将来見通しなどについて質問した。

これに対し、EPRIより次のような回答がなされた。

EPRI、DOEは、石炭液化プロセスとして、経済性という観点より2段液化方式がよいと考える。Wilsonvilleプラント(6T/日、Alabama)は2段液化方式であり、1986年まで運転する予定である。この方式では、1段液化プロセスと比較し水素消費量を30%程度節減することができる。

Wilsonvilleプロセスで生産される液化油の経済性については、1983年末に明らかにされるが、45~55\$/bblと予想している。

現在米国の石油会社は大型液化プラントから完全に撤退した。したがって、Wilsonvilleで優れた成果が得られても、大型プラントでプロセス実証を行うことができなくなった。しかしながら、H-Coalプロセスのパイロットプラント(250T/日、Kentucky)を、さらにスケールアップして実証試験を行うことも検討しているようである。

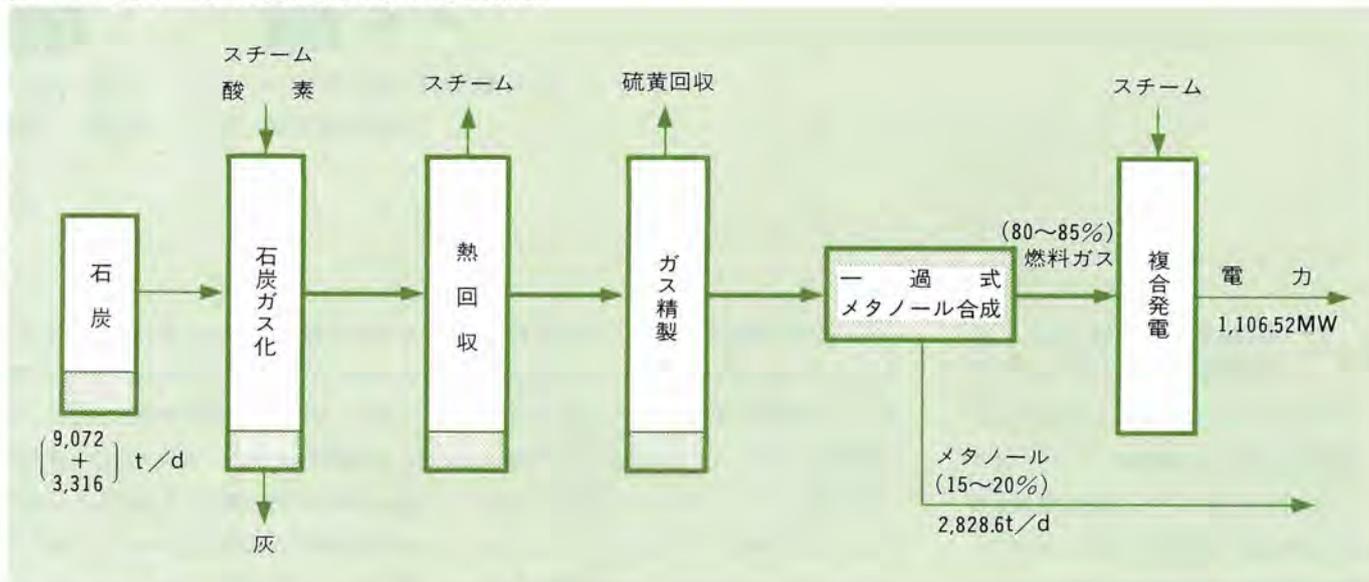
DOEは現在、大型液化プラント開発について関心を示していない。EPRIは、このような事態を好ましくないと考えるが、致しかたないことであると述べている。

II. 燃焼特性

1. メタノール

EPRIでは26MWのガスタービンで523時間の燃焼試験を行った。(付録参照)その結果、ガスタービン燃料としてのメタノールは、ジェット燃料や天然ガスと比較しても特に問題なくむしろ有利な点も多い。特にNO_xは45ppmと非常に少なかったが、アルデヒド濃度は規制値の2ppmに近かった。

図2-1-1 メタノール併産石炭ガス化複合発電システム



2. EDS 液化油

EDS 液化油については、電研と発電用ボイラ燃料としての評価についての共同研究を実施中であるが、その他の機関でも研究を実施している。燃料の特性については検討を終了し、現在はディーゼル用燃料としての評価を実施している。詳細な結果は8月に報告書を出す。主な結果は次の通りである。

- ① EDS 液化油はN分が多いのでその分だけディーゼル油よりNO_xが高い。
- ② ガス温度が少し高い。
- ③ EDS 液化油だけでは発火しないので、混合するディーゼル油をどれだけ減少できるかが問題。

EPRI との共同研究については、当所の燃焼実験が終了した段階で担当者を派遣し、その際に充分討論することを予定している。

Ⅲ. メタノール併産石炭ガス化複合発電システム

EPRI では、石炭液化の有効な方法として、メタノール併産石炭ガス化複合発電システムの検討を行っている。このシステムは、酸素ガス化方式の石炭ガス化複合発電システムの前段に一過式のメタノール合成装置を設け、燃料ガスの15～20%をメタノールに転換して回収し、残りの80～85%をガスタービン用燃料として用

いる。

この方式によれば、石炭消費量の増加分に対するメタノール生産量の熱効率は68%になり、従来方式のメタノール合成熱効率58%に比して著しい効率向上が得られる。したがって、メタノール価格は石油換算で30～35ドル/バレルとなり、石炭の直接液化コスト推算値45～55ドル/バレルに比して著しく低コストでクリーンな燃料が得られる利点がある。(図2-1-1)

この方式では、メタノール合成の大型化に最適と考えられる液相合成法(ケミシステムズ法)が主な開発課題である。現在0.5トン/日規模で検討中であり、1984年には、5トン/日規模に進め、その後TVA又はクールウォーターで、1986～87年に20～100トン/日規模の実証プラントへと発展させる計画である。

電研においても、上記成果について大いに興味があるので、今後の情報を期待したい旨述べた。(付録1-4を参照)

2-1-5 石炭灰の有効利用

電研側より「石炭灰含有量の多いセメント(高C₃Aクリンカをベースとした混合セメント)の開発」および「石炭灰の肥料化」に関する研究成果を提供した。

また EPRI 側よりは「石炭廃棄物による

人工礁」「フライアッシュ製の電柱」および「石炭灰から金属を回収」の3件について紹介があった。本件に関しては今後とも情報交換を行うこととした。

電研側提出資料

セメント関係：電研報告380024(1980)
" 381022(1981)

肥料関係：CRIEPI Report 281034
(1982.8)

EPRI 側提出資料

付録1-5 参照

2-1-6 ボイラー保守技術

電研側より「超臨圧ボイラーの化学洗浄時期の適正化」ならびに「日本におけるボイラ水の水質基準」の資料を提供し、併せて「アメリカにおけるボイラ水の水質基準」についての提供を依頼した。

EPRI 側より、ボイラーの保守、管理については、今後電研からの情報提供を希望すること、および水質基準については後刻資料を送付されることとなった。

電研側提出資料

CRIEPI Report E280003

EPRI 側提出資料

付録1-6 参照

2-2 環 境

担当● 狛江事業所担当 理事 千秋 信一
経済研究所 所長 矢島 昭

2-2-1 SURE(硫酸塩に関する 広域観測)プロジェクト

SURE(Sulfate Regional Experiment—硫酸塩に関する広域観測)プロジェクトは、合衆国東北部における硫酸塩環境濃度に対する発電所の影響を評価するために、1977年に着手され1900年秋に調査を終了した。本プロジェクトの研究成果は、電研—EPRI 情報交換協定にもとづき、これまで刊行の都度電研へ提供されてきたが、今回、その最終報告書(3分冊)が提供され、EPRI からその概要が紹介された。この課題に関する EPRI からの情報提供は、今回を以て終了となる。

EPRI 側提出資料

1. The Sulfate Regional Experiment: Report of Findings. Volume 1, EPRI Final Report, EA-1901, Vol. 1, March 1983.
2. ditto, Volume 2, EPRI Final Report, EA-1901, Vol.2.
3. ditto, Volume 3, EPRI Final Report, EA-1901, Vol. 3.

2-2-2 酸 性 雨

酸性雨は、現在、アメリカ合衆国における最大の環境問題として、連邦政府が年2,300万ドル(約54億円)の予算を投入して連邦環境保護庁(EPA)の担当のもとに調査研究を実施しているが、これと呼応して、EPRI においても年1,500万ドル(約35億円)の予算(電気事業者が負担)をもって、SURE 計画にひきつづく総合研究として推進している。連邦政府の調査が降雨の pH

や河川湖沼の酸性度を観測して結論を導こうとしているのに対して、EPRI の調査研究は、酸性物質の移行の過程、森林や魚類への影響に着目して、フィールドの観測データを蓄積してデータベースを整え、これにもとづき予測モデルを構築してフィールドデータとつぎ合わせることに主眼を置いている。

この研究のために、EPRI は ILWAS (Integrated Lake-Watershed Acidification Study—湖沼・流域酸性化総合研究)プロジェクトをすでに開始しており、その一環として、“漁業と湖沼酸性化 (Fisheries and Lake Acidification)” のプロジェクト研究 (RFP2346) を開始しようとしている。この研究計画の内容が EPRI から紹介された。EPRI はまた降雨の質に関するデータベースを確立するために、全米35の電力会社の参加のもとに1981年以來 UAPSP (Utility Acid Precipitation Study Program—公益事業酸性雨研究計画) を推進しているが、この研究プロジェクトに関する2つの資料が EPRI から提供された。その1つは、降水の化学組成の比較方法に関する諮問作業部会の会議録であり、いま1つは、UAPSP 1982年度年次報告である。

EPRI は今後ひきつづき UAPSP および ILWAS の報告書をはじめ、連邦技術評価局 OTA (U. S. Office of Technology Assessment) や連邦各庁間作業部会 (U. S. Interagency Task Force) から刊行される酸性雨に関する年次報告等を順次電研へ提供することを約束した。

一方、電研からは、「酸性雨研究の現状

と今後の課題」と題する資料にもとづいて、我が国における「いわゆる酸性雨」の問題の実態、環境庁の「酸性雨検討委員会」による調査研究の動向、電研における研究経過と成果、今後の課題等を紹介した。特に欧米型の酸性雨と我が国のそれとの発生状況の違いについて説明を加えた。EPRI は、電研が実施している日本列島の降水中化学成分の広域観測・分析データをもし可能ならば入手したいとの意向を示し、当所はその検討を約した。

以上の討議をふまえ、電研および EPRI の双方は、酸性雨問題に対する両国の位置づけは必ずしも同等ではないが、世界的な環境問題の一つである酸性雨の問題究明のために協力することの必要性について意見が一致し、情報交換に加えて、専門家レベルの会合をもつことについて前向きに検討することに合意した。この専門家会議においては、酸性雨の定義、大気中における汚染質の輸送機構と輸送過程における変質、降水への汚染質取込みによる沈降、土壌・水域・生態系への酸性雨の影響、酸性雨汚染質に対する発生源の寄与等について討議することとし、開催の時期は双方がデータの提供できる時期として1984年前半頃がのぞましいとの意見が交わされた。

電研側提出資料

1. Current Status of Research on Acid Rain and Subjects for Future Study, May, 1983.
2. Broad Scale Observation and Analysis of Chemical Constituents in Precipitation over Japan Islands,

May, 1983.

3. 寺田、藤田：電研報告280060(1981)

4. 藤田、寺田、赤井：電研報告281018(1981)

EPRI 側提出資料

1. Request for Proposal-Project Description, RFP2346 "Fisheries and Lake Acidification".

2. Proceedings : Advisory Workshop on Methods for Comparing Precipitation Chemistry Data, UAPSP

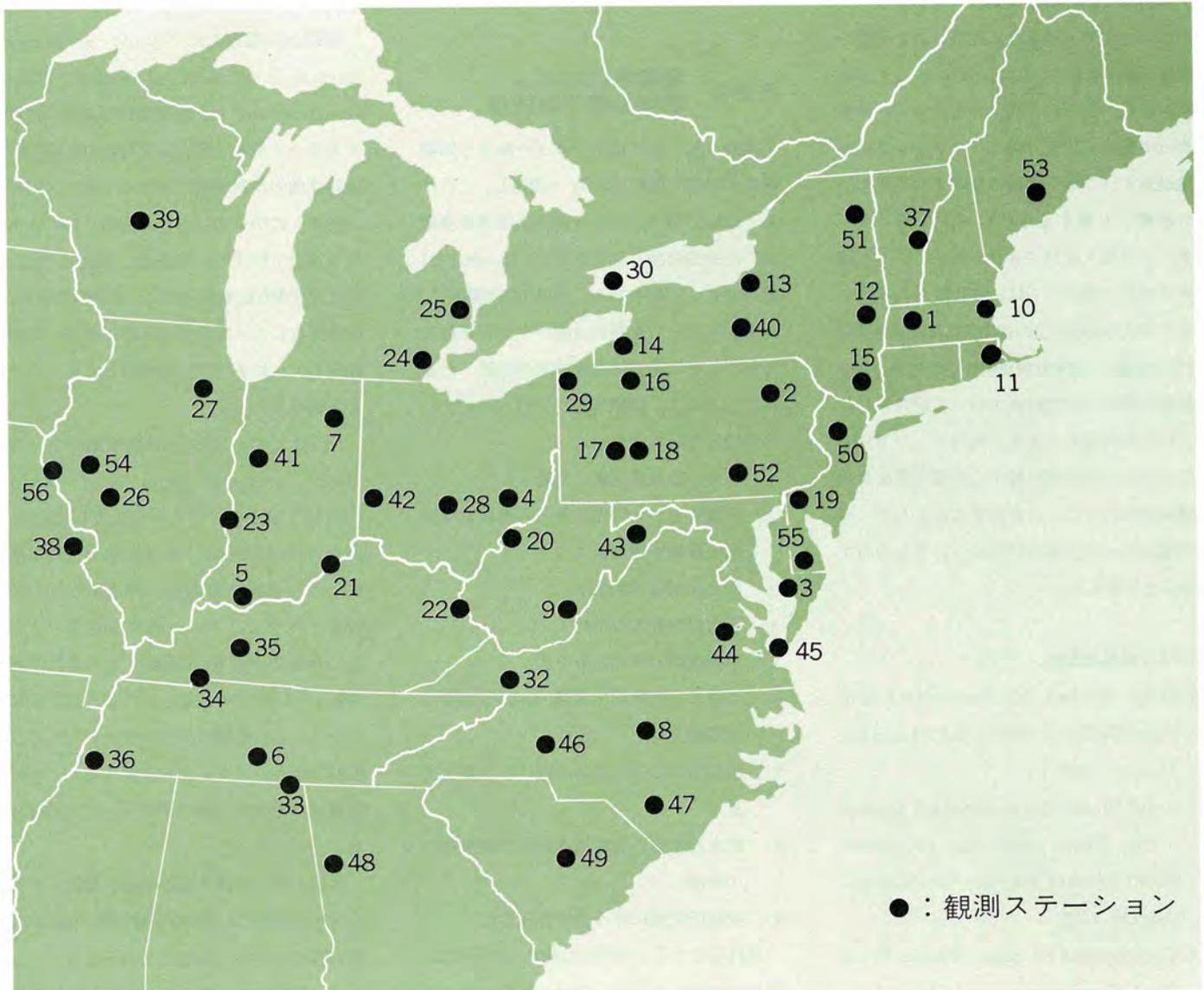
100, Feb. 1983.

3. 1982 Annual Summary Report, UAPSP101, Feb. 1983.

2-2-3 固体廃棄物の環境影響

火力発電所から排出される石炭灰等の固体廃棄物の陸地での処理・処分に当っては、雨水などによる廃棄物からの溶出成分が地下に浸透し、地下水の水質に及ぼす影響を解明する必要がある。米国においては地下

水の水質保全への関心の高まりと共に多くの規制がなされる趨勢にあるが、地下水質への廃棄物の影響を予測するバックデータを蓄積し、廃棄物の処理・処分に関する規制に科学的根拠を与えることが緊要となっている。このため、EPRIはSWES(Solid Wastes Environmental Studies—固体廃棄物の環境影響研究)プロジェクトを設定し、総予算額2,000万ドル(約47億円)のもとに6ヶ年計画で調査研究を進めている。我が国においても石炭火力発電所の増設の



SURE 観測網

趨勢に伴い、排煙中の微量成分の土壌への移行や、石炭灰の溶出成分の地下水中之への移行などの問題は、環境対策上重要な関心事であり、電研においても本年度から3ヶ年計画の研究課題として長期計画に位置づけている。さらにこの課題は、近い将来の原子力発電所からの低レベル放射性廃棄物の陸地処分にかかわる放射性核種の地中挙動の安全評価のためにも適用発展の可能性を含んでいる。

以上の理由から、本課題は電研およびEPRI双方共通の関心の高い討議テーマとして取り上げられた。

まずEPRIからは、SWESプロジェクトの研究計画と研究体制の紹介があり、このプロジェクトのもとに実施された研究の成果を紹介する3つのEPRIレポートが提供された。さらに、固体廃棄物からの溶質移行に関する研究計画ワークショップの会議録および「地下水質に及ぼす石炭灰溶出の影響」と題するTVA、EPAのエネギー・環境R&Dプログラムレポートも提供された。電研からは、本年度から着手する石炭灰の溶出成分の地中移行に関する長期計画課題と、放射性廃棄物の陸地処分の安全評価に関する研究計画について紹介した。

以上の討議をふまえ、電研およびEPRIの双方はこの課題に関する情報交換を今後継続的に行うことに合意するとともに、専門家レベルの会議の開催についても検討することを約した。

EPRI側提出資料

1. Solid Wastes Environmental Studies(SWES) at EPRI, I.P.Murarka, March, 1983.
2. Solid Waste Environmental Studies :The Needs and the Priorities, EPRI Special Report, EA-2538-SR, August 1982.
3. Comparison of Solid Wastes From Coal Combustion and Pilot Coal Gasification Plants, EPRI Final

Report, EA-2867, February 1983.

4. Pilot Study of Time Valiability of Elemental Concentrations in Power Plant Ash, EPRI Final Report, EA-2959, March 1983.
5. Planning Workshop on Solute Migration From Utility Solid Wastes, EPRI Proceedings, EA-2415, June 1982.
6. Effects of Coal-ash Leachate on Ground Water Quality, Interagency Energy/Environment R&D Program Report, TVA, EPA-600/7-80-066, March 1980.

2-2-4 発電所における環境影響予測評価

電研より、まず電研レビューNo.6「環境研究」の英文版をEPRIへ提出し、これにもとづいて日本における発電所関連環境研究の歴史的展開と現状を紹介した。次いで、電研レビューの中から、成果が特に顕著で、EPRIにとっても関心の高い9つの課題について、その研究経過と結果を詳述した資料にもとづき、詳細な紹介を行った。9つの課題は下記の通り。

1. 石炭中の微量元素の挙動
2. 石炭火力から排出される天然放射性元素の環境影響評価
3. 炭じん飛散予測手法
4. 石炭自然発火の予知
5. 単独煙源の排煙拡散予測
6. 音波による風向・風速・大気安定度の遠隔探査
7. 冷却水による浮遊体の取込み予測と実証
8. 貯水池水質の実態調査および富栄養化の予測
9. 発電所立地に伴う景観評価手法

これらのうち、EPRIは特に1.の研究成果に高い関心を示し、電研が資源エネルギー庁の委託を受けて昭和56年度に実施した

「石炭火力発電所に係る微量物質調査」の調査報告書の入手を希望し、電研はその可能性を検討することを約した。(以上、千秋担当)

電研側提出資料

1. Historical Outline and Current Status of Environmental Research in Japan
(電研レビューNo.6(環境研究)英文版)
2. Status and Tendency of Studies Concerning Environmental Assessment of Power Plants, May 1983.

2-2-5 電源立地の社会経済影響

電研から提出した“Study on Socio-economic Impacts of Power Plant Construction”は、環境影響予測評価に関する総合研究の一環として行われたもので、電源立地の自然環境に対するマイナスのインパクトばかりでなく、発電所立地にもともなう建設工事支出、補償金、財政交付金、固定資産税などの資金流入、雇用増加など、地域社会にとってのプラスの効果を、計量経済モデルによって定量的にとらえようとする試みである。

EPRIでも、同様な問題意識をもって“Socio-economic Impacts of Power Plants”などのレポートを公表している。調査方法は記述的、調査対象項目は多岐にわたり網羅的であり、発電所立地の影響をプロジェクトに付随するさまざまな人、かねの動きを、通勤による道路混雑や新しい学校の設立というように詳細に描いている。電研のモデル分析に対して、EPRIはケーススタディと言えるが、その質量には膨大な経済学的サーベイが存在する。

今後、社会影響予測の手法、建設スケジュールの予測にもともなう不確実性の処理や、景観変化に対する地域社会の反応など、より広い領域についての情報交換が有効と思われる。(2-2-5のみ矢島担当)●

2-3 エネルギー分析・管理 および計画・評価

担当●経済研究所 所長 矢島 昭
電力研究所 所長 上之園 博

2-3-1 技術評価

I. EPRIにおける技術評価システム

EPRIの計画・評価本部において実施されている技術評価の方法は、既にTAG (Technology Assessment Guide)として一般コード化されており、同本部では各技術研究本部から提案される新技術のマクロ的な相対評価を行い、研究開発の優先順位の設定と研究資金の配分の目安としている。各研究本部では、これとは別に、担当分野の個別技術について、よりミクロ的な評価を実施している(1-2項参照)。計画・評価本部のアプローチは概略次の通りである。

1. 技術評価の目的

① 有望な技術へのR&D優先順位の設定に資する

- 将来の必要資金量の最小化
- 将来の規制に対する伸縮性
- 安全かつ信頼性ある運用
- 立地、資源、営業面での伸縮性

② R&D成功をもたらす潜在利益の評価

2. アプローチ

- ① 供給(発電と貯蔵)技術を主対象
- ② TAG 1981年版の方法とデータ
- ③ スクリーニングと感度分析のプログラム——COMPETE
- ④ 非経済的要因の体系的レビュー
- ⑤ EPRIの地域分析システムを使った市場浸透度評価

3. アウトプット

- ① ブレークイーブン設備利用率
- ② ブレークイーブン資本コスト

- ③ 地域に特有の重要な非経済的要因
 - ④ 市場浸透と潜在的節約量
- #### 4. 前 提
- ① TAG 1981年版からのコスト・効率データ
 - ② コスト推定は成熟技術ベース
 - ③ 導入時期の見方は楽観的
 - ④ 原子力コストデータはTMI前のもの
 - ⑤ 将来プラントのみを対象
- #### 5. 非経済的要因(制度的要因)
- ① 運転員の質、教育、規制など
 - ② 産業界のアドバイザーの選択をベースにする
 - ③ ウェイト決定は需要家、電気事業へのアンケートで行う
 - ④ 経済分析が決定的でない場合の重要な役割

II. 石炭利用新発電技術の評価

電研では、現在、各種の発電技術の総合評価手法の体系化と技術評価データベースの確立をめざして研究作業を進めている。今回提出したペーパー“Development of Economic Evaluation Method for Advanced Coal Fired Power-plants”は、この作業の第1段階で実施した石炭利用の発電技術の経済性評価にかかわるものである。各新発電方式の均等化発電コストの確率分布を求め、それと基準技術としての微粉炭火力の発電コストとの差を計算するという形で、新発電技術の経済的開発利益ないし開発リスクを算定している。

EPRIの各技術研究部門は、前述のように、担当分野の個別技術についてミクロ的な評価を実施している。上記ペーパーも、

その日本版のひとつとして、新発電システム本部において議論された。同本部では、ガス化複合プラント、Cool Water計画に関連する技術評価に力を入れている。

EPRIにおける同種の試算結果と対比して、米側が特に強い関心を寄せたのは次の諸点である。

- ① 石炭利用新発電方式のコストが送電端で6~7セント/kWhで、日米コンパラブルな推定値であること
- ② 日本でもガス化複合が最大の経済性ポテンシャルを持っていること
- ③ オープンサイクルMHDおよび熔融炭酸塩燃料電池複合発電についての評価が日米で一致していること

これに関連して、EPRI側からCool Water計画の現状、ガス化複合発電と組み合わせた“once through メタノール合成”の経済計算、Utility Coal Gasification Association等を通じての情報交流などについて紹介があった。

2-3-2 電力の需給展望と研究開発計画

I. EPRIの研究戦略 (Overview & Strategy)

将来の技術開発戦略の策定およびその環境条件を設定するための経済成長・産業構造、エネルギー・電力需給展望に関する調査分析は、電研側では「長期展望と研究戦略」、EPRI側では“Overview & Strategy”に集約されている。EPRI側から、図2-3-1のような計画策定プロセスに沿いながら、未公表のOverview & Strategy 1982年版の内容が報告され、需要の現状と

図2-3-1 EPRIの研究開発計画決定のフロー図

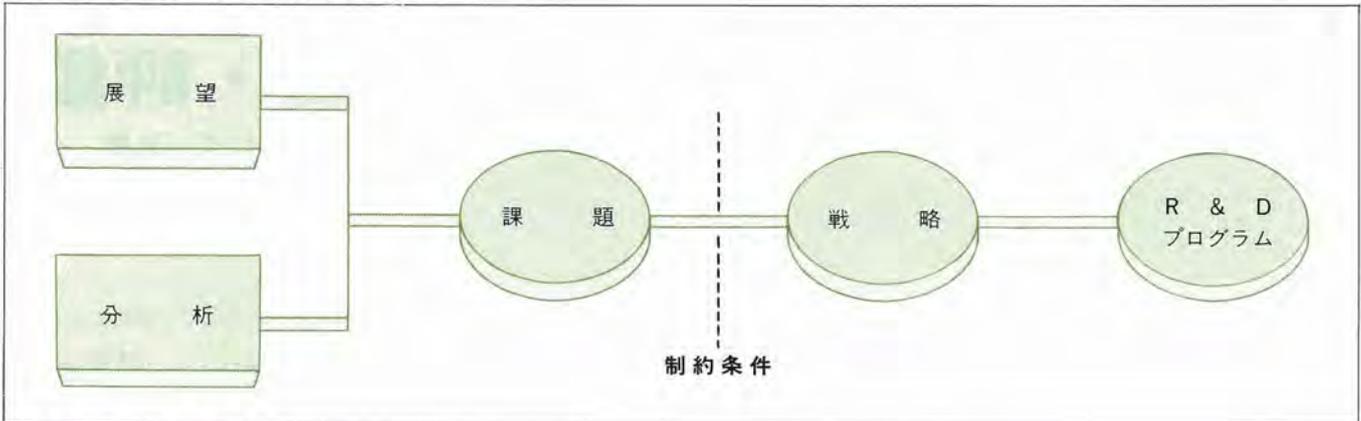
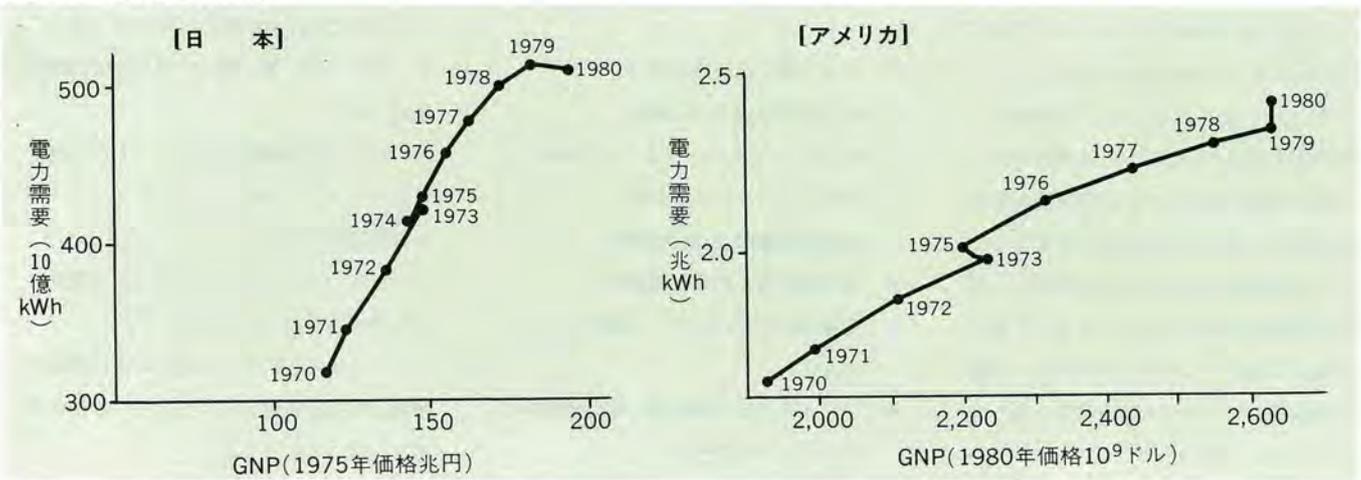


図2-3-2 電力需要と GNP



展望について、日本の状況との類似点の多さが指摘された。

II. 需要予測のためのモデル

電研は、短期マクロ予測、中長期経済エネルギー展望など、モデル分析システムの開発と応用に長い歴史をもっている。今回提出したペーパー“Development of Industry-Energy Interaction Model”においてその開発作業状況を示した産業モデルは、最近の著しい産業構造変化とそれともなうエネルギー・電力需要変化を明示的に分析し予測するために、慶應大学のグループの協力を得て開発し、電研のモデル・データベースにつけ加えようとするものである。

EPRIはモデル分析の歴史はまだ10年に満たないものの、自ら開発あるいは共同研究により完成したシステムを、EPRIの計

画ないし研究戦略を策定するに当たっての共通認識となる数値あるいはイメージを設定するために利用する、という点では、むしろ電研に先んじていたことは注目に値する。現在の Overview & Strategy において使われているのは、3種類のアプローチによるクロスチェックとフィードバックを含むシステムである。

1. ETA-MACRO モデルによる全国大のエネルギー・経済の分析と、PILOT モデルによる住宅用、商業用、工業用、輸送用のエネルギー需要の分析。
2. 地域別エネルギー需要を、エネルギーと電力の需要トレンド、個人所得などの経済変数、人工、その他のデータにもとづいて予測し、全国大の数字とつきあわせる。電気事業に関する詳細分析には、Baughman-Joskow の Regional Electricity Model が使われている。

3. 最後に、上の2つのモデル分析の妥当性をチェックするために、“bottom up”つまり積みあげ式のエンジニアリング分析によるエネルギー需要予測を行う。省エネルギーの可能性、原単位の変化などが、工場、会社、家庭について詳細に調査される。

需要予測の分野では、日米間のデータの互換性あるいはモデルの一般性を検証すべき領域が多くあり、今後日米間でより包括的な情報交換を進める必要がある。また電気事業の実務レベルでの需要想定のためには、これまで電研で行ってきたものより遥かにミクロな、たとえば民生用需要のサーベイデータ、ロードカーブ、産業用原単位などにもとづく具体的な分析が要求されるが、こうしたデータは殊に日本ではこれまで容易にオープンにならなかったという点が指摘されなければならないだろう。

Ⅲ. 低成長下の電源構成

経済成長の鈍化とそれともなう電力需要の停滞、設備稼働率の低下、その一方でますます強まるコストダウンの要求——日米の電気事業は現在共通の経営課題の解決をせまられている。電研が提出した“On Power Plant Mix Under Low-growth Economy: 1980—2000”は、これに加えて日本に特有の、大量の石油火力設備の存在、燃料に関する take or pay などの条件の下で、将来の発電コスト最小の電源構成を試算している。化石燃料価格が1985年頃から緩やかに上昇するという想定の下で、既設石油火力を1,000kW程度休止し、原子力の設備比率を35%程度にまで高めるのが経済性からみた最適電源構成となる。

日米の条件のちがいを考慮して、結果よりもむしろ計算手法についての議論が活発に行われた。EPRI ではこの種の電源計画解析システムを既にいろいろ開発しており(たとえば、Electric Generation Expansion Analysis System 1982など)、データベースも整備されている。この点では日本側が学ぶべき点が多い。しかし、これらのシステムは、屢々あまりに包括的かつ詳細であるために、手軽に使いにくいきらいなしとしない。EPRI 側から提示された電源計画プログラム COMPETE は、いわば第一次スクリーニング用として開発された簡便なシステムである。

上記の電研の最適電源構成の試算では、2000年の運転予備率を8%と設定している。EPRI 側は、アメリカにおいて供給予備率の概念が正しく理解されないまま、「現在でも設備は過剰であり、将来も需要の伸びが低いので新規投資は必要でない」という議論が屢々まかり通っていることへの警告として作成した“Generating Capacity in U. S. Electric Utilities: How is it Used? How much is needed over the decade?”を提供した。1981年に、ア

メリカの全設備容量と最大需要の差は25%であったが、そのうち17%は補修等の理由でピーク時に利用できず、したがって運転予備率は僅か8%であった。しかもこの値は地域によってバラつきが大きく、最も小さい地域では3%にすぎなかった。今後10年間をみると、現在の想定需要(2.9%/年)と施設計画では、2年程度の開発おくれが出るだけで供給力不足が生ずる可能性があり、さらに資金調達、立地等の困難から計画のキャンセルが出れば、せいぜい1.4%増の需要しかまかなえない。そして開発のリードタイムを考えると、10年後の供給力確保と、原子力・石炭の導入によるコスト低減とを実現するためには、現在直ちに意志決定しなければならない。以上の点が説得的に記述されている。

2-3-3 工業部門の電化計画

工業部門における電力シフトについての調査は、日本ではまだ開始されたばかりであり、民生用部門に比べてデータ面で著しく不足している。電研は、電力利用機器の開発には直接たずさわらないが、利用基盤技術を調査し、電力シフトの可能性と限界をさぐるための調査を83年度からスタートしたところである。

EPRI は電力新利用技術の調査のみならず、有望なケースについては利用機器の設計開発までを研究対象として、既に精力的にとり組んでおり、1982年迄に各産業部門における電化プロセス技術の現状と動向についてのインタビュー調査がほぼ終了している。今回 EPRI から提出された“Industrial Electrification Program Plan”はその調査の設計と進捗に関する報告であり、電研の今後の作業に有益なノウハウを含んでいる。現在、個別の産業部門・技術ごとに有力対象技術をしばった検討が進められているので、その結果に注目する必要がある。(以上、矢島担当)

2-3-4 負荷管理および需要開拓

現在、ピーク需要を如何に減少させるかについての研究が進められており、具体的には

1. 熱貯蔵とヒートポンプとを組合せて、エネルギーとコストの効率化を図る負荷管理、とくに熱源として太陽エネルギーを利用するシステムの開発とヒートポンプの効率化
2. ビルの照明の管理、米国の需要の20~25%が照明であり、商業用ビルのピーク需要の40~50%が照明である。これを日射量などのセンサと組合せた管理方法の開発などを進めている。

需要開拓としては、産業用熱エネルギー利用分野において電力シフト化によりシステムの効率化、低コスト化が図れる部門が多くあり、この方面の研究に重点が置かれている。具体的には

1. 金属の溶融、製錬部門への電力の適用(電気炉、誘導溶解、プラズマアーク溶解など)
 2. 高温加熱部門への適用(誘導加熱、レーザー加熱、イオンビーム加熱など)
- である。その他、電気自動車の開発などがある。(2-3-4のみ上之蘭担当)

EPRI 側提出資料

1. ヒートポンプに関する文献リスト
2. 電気自動車に関する文献リスト
3. Energy Management and Utilization Division, R&D Activities and Results. ●

2-4 新発電システム

担当●電力研究所 所長 上之菌 博

2-4-1 地 熱

EPRIにおける研究開発の主なものは3つであり、その1つはバイナリー・サイクルに関するものである。中間温度(150~200℃)の熱水型地熱発電所の効率向上のためのバイナリー・サイクル研究をカリフォルニア州 Hober 発電所で45MWのプラントを建設し1984年から運転に入っている。バイナリー・サイクルで最も問題になるのは熱交換器のスケール付着である。

第2は熱水利用に関するものである。現在地熱発電所で最も広く用いられている Direct-Flash 方式は熱水の持つエネルギーの50%程度しか利用していない。そこで Rotary Separator Turbine(RST)を開発しユタ州の Roosevelt Hot Springs で20kWのシステムを試験した結果15~20%効率が向上することを確認した。

第3は復水されないガスの問題である。これらのガスは効率の低下、装置の寿命短縮、環境への悪影響などを生じさせる。特に硫化水素が問題であるが、ガイザース発電所で試験中の脱硫装置で94%の脱硫率に

成功した。また、冷却塔の水蒸気が景観、環境面で問題となりつつある。

EPRI 側提出資料

1. RP-741-1 Mobile Laboratory : Chemical Analysis at Geothermal Site
2. RP 1196 Wellhead Power Production with a Rotary Separator Turbine

2-4-2 太陽光発電

EPRIの開発目標は、高効率・高信頼度・低コストの太陽光発電システムを開発することにある。このための太陽電池開発は、①集光型ガリウム・ヒ素(効率25%)、②アモルファス(効率12%)、単結晶シリコン(モジュール効率15%)の順に開発の重点を置いており、多結晶型電池については高い評価をつけていない。将来の電源構成中に太陽光発電が占める割合は、日射条件の良いニューメキシコなどの地域においても、最大2~3%程度と予測している。太陽光発電プラントなど分散型電源の奨励策として規定されている PULPA(Public

Utility Regulatory Policies Act of 1978)により、ユーザが太陽光発電システムを設置し、電力会社の系統に接続する場合の指針、電力量の測定法などについて討議を行い、資料の提供を受けた。

2-4-3 風 力 発 電

大容量風力発電システムとして、MOD-5 A、6.2MWの風力発電機を建設中である。ワシントン州に建設された MOD-2、2.5MW風力発電機3台は、制御装置の故障で60%の過速度を緊急負荷し、断試験時に経験し、発電機および駆動装置が損傷を受け、1982年に運転再開予定であったが、現在も調整中とのことであった。アメリカ国内における風力発電機の適用可能地域は、カリフォルニア州が良く、ワイオミング州などロッキー山脈の東側は不適であるとのことである。ダウンフロー型は塔の影響を受けるので、風力発電の安定性について解析している。また、電力系統と接続運転する場合の風力発電機の容量と台数、これらの経済性などについても検討中である。

2-4-4 核 融 合

前回の打合せ会で合意した核融合の工学的研究に関する日米合同シンポジウム開催については、エネルギー省(DOE)の了解が得られず、開催の目途が立っていない。核融合はまだ工学的問題を討議する段階には達しておらず、多くの解決すべき問題を抱えているが、最も難しいのがトリチウム、中性子の第一壁の透過の問題である。最近、Reggatron Fusion Reactor の概念が発



超電導発電機の模型(WH社製作中、300MW)

表されているが、超電導マグネットを使用しないことや第一壁の問題が少ないことなどから、興味の持てる点が多く関心が高い。トカマクとミラーの2方式が研究開発されているが、その優劣の判断は今のところできない。

2-4-5 電力貯蔵用新型電池

EPR1の今後5年間の電池に関する開発項目は、①ベータ(ナトリウム-硫黄)電池の開発、②亜鉛-塩素電池の開発、③亜鉛-臭素電池の技術的評価、④新しい電池技術の評価、⑤電池システムの試験、⑥電力交換装置と制御の開発である。新型電池の開発状況としては、Energy Development Associate(EDA)社で開発している50kWh亜鉛-塩素電池モジュールは効率62~65%、寿命150サイクル、Gould社の開発した80kWh亜鉛-臭素電池モジュールは効率60%、寿命60サイクル(現在Gould社は開発を中止、Energy Research Corporation(ERC)社で開発を継続)、Exxon社で開発中の20kWh亜鉛-臭素電池モジュール(DOEファンド)は組立てを終り、試験に入る段階、Ford Aerospace & Communication Corporationで開発中の100kWhナトリウム-硫黄電池モジュール(DOEファンド)は効率75%、寿命500サイクル以上、General Electric(GE)社は低コスト、高性能単電池の開発中である。これら新型電池のBEST(電池電力貯蔵システム試験)施設での試験予定としては、亜鉛-塩素電池が最も早く、1983年7月に500kWh電池システム(50kWh電池モジュール、10台)を、また12月に500kWhの改良型鉛蓄電池システムを、それぞれBEST施設に搬入し、試験を行うことになっている。亜鉛-臭素電池、ナトリウム-硫黄電池のBEST施設での試験は1985年になると予測している。これら新型電池のBEST施設での試験終了後に、一つないし二つの新型電池による電力貯蔵の実証試験設備を建設したいと

の意向であった。電池電力貯蔵設備の普及の一方法として、需要家端に電池電力貯蔵設備を設置することのフィージビリティ・スタディを行っている。

さらに現時点におけるコスト見通しとして鉛蓄電池120ドル/KWh、亜鉛塩素電池110ドル/KWh、亜鉛臭素電池80ドル/KWh、ナトリウム硫黄電池75ドル/KWhが得られている。

EPR1 側提出資料

1. 今後5年間の研究計画(エネルギー貯蔵および水力発電部門)
2. Feasibility Assessment of Customer-Side-of-the Meter Battery Energy Storage.
3. Procurement of Batteries for Testing in the BEST Facility

2-4-6 燃料電池

EPR1における燃料電池の主テーマは、①リン酸型燃料電池発電所商用化の可能性の確立、②リン酸型燃料電池技術の改良と適用拡大、③熔融炭酸塩燃料電池技術の開発である。第一世代の燃料電池と言われているリン酸型燃料電池発電所の容量は10MW級であり、ナフサ、天然ガスを燃料とするため、環境問題がなく、都市部に設置されよう。FCG-1計画のうち、ニューヨークに建設された4.5MW発電システム(Consolidated Edison社)よりも、東京に建設されている4.5MW発電システムの方が、先に運転されると予想している。次のステップとして7.5MW空冷リン酸型燃料電池実証設備、11MW FCG-1発電プラントの開発が行われている。熔融炭酸塩燃料電池については、外部リホーマ方式の場合、燃料が天然ガス、石炭ガスであっても効率は45%程度であるが、内部リホーマ方式の場合、燃料は天然ガス、ナフサであるが、効率は55%程度となると予想され、この内部リホーマ方式に大変関心を持っている。

EPR1 側提出資料

1. 今後5年間の研究計画(燃料電池および化学的エネルギー部門)
2. Fuel Cell Power Plants for Electric Utilities

2-4-7 超電導発電機

Westinghouse社で試作中の300MVA発電機の完成は1985年~1986年になる予定で、この試作機による2年にわたるフィールド試験はEPR1とTennessee Valley Authority(TVA)が共同で行うことになっている。この開発目的は、発電機効率の向上と定態安定度の向上にある。経済的規模は800MW以上である。発電機電圧を高めることは容易と考えており、変圧器の技術を応用し、油間接冷却方式の採用により、500kVまでは到達できると考えている。一方、4極機の開発が大変困難であること、系統事故時の短絡電流の問題は検討が必要である。GE社は30MW試作機による一連の試験を終了し、レポートを作成中である。

電研側提出資料

(太陽光発電)

1. NEDO、日本における太陽エネルギー開発(英文)
 2. 電研関係 太陽光発電設備の写真集(コピー)
- (風力発電)

1. 東京電力100kW機の説明資料(英文)
2. 九州電力300kW機の写真(核融合)

1. JT-60紹介パンフレット(英文)
2. JT-60建設スケジュール(燃料電池)

1. '83ムーンライトおよびNEDOの予算
2. ムーンライト計画(英文)
3. A. Guide of NEDO
4. 関西電力30kWリン酸型燃料電池資料(超電導発電機)

1. 三菱-富士の30MW機の写真

2-5 電力システム

担当●我孫子事業所担当 理事 有働 龍夫

2-5-1 主要議題

日本の希望する討議テーマは「ケーブル敷設のための建設工事費低減方策」と「交流変電所の光通信による制御」であり、後記のような情報を得た。

このほか、全般的に双方の研究状況の交換を行い、この結果、次のような総括を行った。

電研は EPRI が実施している地中線工事費低減の諸技術とアモルファス変圧器の開発について興味があり、研究情報を入手することを望んでいる。

電力システムの計画並に運用のプログラム (PSPO) は、EPRI と電研が双方で共通の

開発を行っている課題が多い。電研は、双方の専門家が先ず文書で意見を交換し、1984～85年に専門家会議を開くよう発展させることを提案した。

2-5-2 地中送電線の建設工事費の低減

I. 現状

アメリカでは、地中線の工事費は建設費総額の50～60%である。35kV以下のケーブルの埋設深さは、法規では24"以上となっているが、実際は30"～36"としている。自動車の振動でケーブルが損傷した例はない。地下水浸透によりケーブル周辺の土が流れて空洞が出来たとき、橋梁添架ケー

ブルが振動により機械的にこわれたことがある。

II. 今後のコストダウンの研究

1. 布設工事法の改良(RP 7870-1)
2. 掘さく機の改良。土を掘り上げず埋設する(RP 1518-1)
3. 既設ケーブルの引きかえのための水圧ジェット掘さく機(RP 1287-1)
4. 水噴射コンクリート切断機(RP 7860)
5. ケーブル引き込み用自動張力制御ヘッド(RP 1519-01)
6. パイプタイプケーブル区間延長法(RP 7487-01)

このほかに下記の研究を行っている。

1. 埋戻し土壌の改良(EL-506, EL-1894)
埋戻し土壌の熱的安定性(EL-2128, EL-2595)
2. ケーブルと熱水供給管の熱しゃへい。
3. 地中埋設物の検知作図機(自走自動マッピング機)
ローラーのようなものを1時間10km程度の速度で地上を走らせ、1cm間隔で100～1,000MHzのパルス信号を毎秒128パルス地中に送り、HP1,000(48MB)のコンピュータで解析するものである。深さ4.5mまで探査できる。例えば深さ90cmで15cm離れた2本の金属管を識別できる。誤掘さくによる付帯事故を減少できる。
4. コンクリート切断機
125馬力、水に砂を混入して圧力が低くても切断できるものを試作している。
5. 既設パイプタイプケーブルの中身の引きかえ

69kV既設パイプタイプケーブルの導体を115kVに引きかえて送電容量を3倍にす

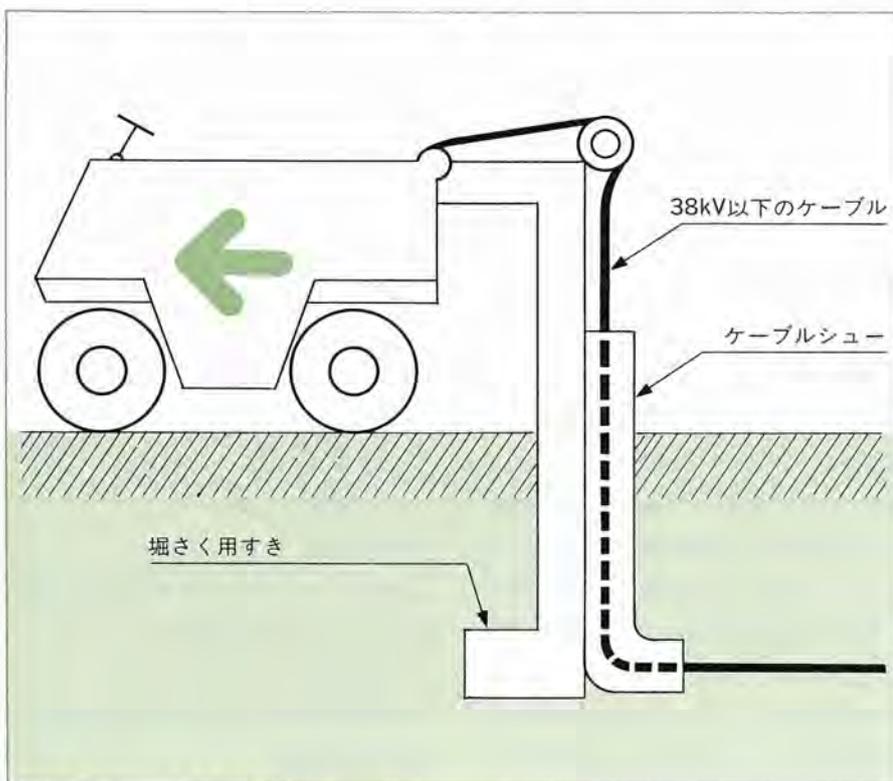


図2-5-1 ケーブル直埋機(RP 1518-1)

る。

6. 土中さん孔機

高水圧ジェットで小さい孔をあけ(毎分1ガロン)、ハンマーで直径をひろげるものを開発中である。前記 RP-1287で既開発のものは既設ケーブルの後をたどってさん孔するもので大量の水を使う。ケーブルの鎧装が切れると鎧装をしごいて先に行かない欠点があるので改良している。

Ⅲ. 研究成果の適用

研究的に成功しても、当面は建設が少ないので応用される機会が少ない。ライセンス輸出しても良いという考えを EPRI は持っている。

2-5-3 制御および通信に対する光通信の応用

Ⅰ. 光ファイバー通信応用の現状

1. 1ヶ所の15kV変電所で制御、保護を全部デジタル化して光通信を使用している。
2. イギリスの BICC は架空地線に光ファイバーを組み込み、20マイルは中継器不要なものを製造している。(日本はこれを上廻る)
3. 交直変換用サイリスタバルブの制御には使っている。
4. 市営の電気事業は光通信を考えており、American Public Power Association (ワシントン所在)で研究を進めている。このため EPRI では5年間は APPA の成果を見ることにして、二重研究を行わない。

Ⅱ. 光ファイバー通信の雑音

電磁的障害の最大の発生源は遮断器の開閉時(閉路時が大)である。プラズマから電磁的障害が発生するものと思われる。キュービクルの中の遮断器でも雑音源となる。(EL-2982(1983-3)、RP 1359-2)



2-5-4 配電における制御

Ⅰ. ロードマネージメント

配電系制御用通信は W.E.Shula(電力系統部)、省エネルギー効果については Energy Management and Utilization Division、需要家の受入れについては Environment Assessment Division で担当している。

Ⅱ. 通信方式

5件の別々の研究計画を平行して進め、1982年に終了した。内容は電話回線利用1件、配電線搬送利用3件、ラジオ放送利用1件である。研究の結果、送信返信を併せた通信が不可欠であるということになった。

配電線搬送の3件のうちでは Westing House が開発した自己同期式送受信方式だけが満足できる性能があることが分った。この方式は本年5月に Detroit Edison(ミシガン州)で、15kHzの信号、被制御点750ヶ所の実証試験を開始し、97~99%の信頼度(通信成功率)を期待している。昨年1年間の最初の試行では信頼度が75%にすぎなかった。雑音と、信号の standing wave が原因である。負荷によって standing

wave が変る。配電線搬送を使った他の2方式は、商用周波同期方式をとったので、停電のときに同期信号がなくなり性能が劣る。

電話回線利用は、アメリカでは電力会社が細かく分れているので制約が生ずる場合がある。

放送利用は、送信が1.2MHz FM、返信は150MHz、実証試験が来月フィラデルフィア電力で開始される。被制御点500(受信500、返信500)である。

Ⅲ. 配電搬送の雑音

配電線100フィーダーで雑音を実測している。1983年中に実験が終り、1984年に報告書を出版する。(RP-2017)

Ⅳ. 全自動化配電システムの研究計画

給電指令、配電変電所の制御、需要家の負荷制御・メーター読取りなど総合自動化システムの研究計画を評価している。被制御点5,000~10,000、1984年に発足することを希望して、EPRI の内部許可をまっている。

2-6 原子力発電

担当●研究開発本部 本部長 常務理事 筒井 幸夫
柏江事業所担当 理事 千秋 信一

2-6-1 高速増殖炉(FBR)開発

冒頭、EPRIのCuller所長より米国の電気事業大でのFBR開発に関する認識、ならびにEPRIの立場について概略、以下のような説明があった。

EPRIはLMFBR(液体金属冷却型)の開発に関し、米国内の協力態勢をまとめ、電力業界での調整の責務を果す立場にあり、この目的を達成するために設立された特別のオフィス(COMO:Consolidated Management Office)を運営している。

またDOE(Department of Energy、エネルギー省)に対してはLMFBR開発の指針を提供すべき立場にある。これまで2年間、DOEと共にLMFBRの開発に関し、討議を重ねて来たが、この間、日本政府、通産省、科技厅、電気事業者、電力産業界等とも交渉を行って来た。本年3月にはDOEのBrewer次官補と共にLMFBR開発についての日米協力の打診のために訪日し、電力グループ、通産省、特別委員会等と打合わせを行った。現時点でのBrewer次官補と私の日本のFBR開発に関する認識は次の通りである。

1. 日本は独自に強力なFBR開発計画を有している。
2. 米国を含む諸外国に対し、まだ長期的な資金投入を含む協定締結を決める立場には至っていない。
3. タンク型およびループ型FBRの共同設計研究については、2国間協定のタイプの共同計画に同意する可能性はある。

EPRIは英国と過去3年間にわたり、長期

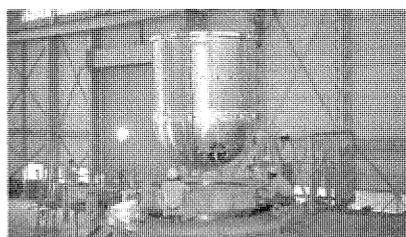
協力関係についての交渉を続けて来ており、先週にはDOEのHodel長官もこの打合わせのため訪英した。この長期協調関係についてはフランスとも交渉を行っているが、米国としては日本の加盟も望んでいる。

COMOの検討では電研のタンク型FBRのフィージビリティスタディに非常に興味を持たれており、この研究動向が強く注目されている。

ひき続いてTaylor原子力部長より、COMOでのループ型FBRのコスト評価活動等を含む以下のような説明があった。

COMOではDOEの出資により、GE、WH、アトミックインターナショナル、ベクトル、ストーン&ウェプスター社等のスタッフが参加して、ループ型FBRのコスト評価を行った。

結論として、現在のループ型FBRの設計コストは余りにも高過ぎることがわかった。すなわち、政府からのローン、優遇税制等を得るためにはFBR原型炉のコストは大型石炭火力プラントと同等である必要がある。しかるに、現行のループ型FBRの建設費は\$3,600/kW(建設中金利を含まず)であり、DOEの設計でも\$1,000減らして\$2,600/kWに下がったに過ぎず、あと\$1,000/kW減らす必要がある。



DOEではタンク型FBRについても米国唯一のものである実験用高速増殖炉EBR-II(ANL)のデータを使ってコスト評価をしたいと考えているが、同時にフランスの情報についても注目しており、フランスに対し同様なコスト評価計画への参加を呼びかけている。またフランスもこの問題について関心は示しているものの、加盟の可否については態度を保留している。

日本でも同様な検討が行われていることを知っており、是非ともこの米国のコスト評価計画に日本も参加してもらうことを期待している。

前回(1981年5月)の電研訪問の際に、日本でのFBR開発の最重要課題は耐震設計であることを知った。米国の耐震設計条件はフランスに比較すると過酷なので、電研と米国の協調は意味があると考えている。

EPRIはループ型FBRの建設・保守・運転のフィージビリティスタディを実施して来ており、タンク型FBRについても同様なものを国際協力関係を通じて行いたいと考えている。

以上のEPRI側の説明に対して、筒井本部長より、電研を含む我が国でのFBR開発の現状の紹介があった。これに関する質疑応答の後、FBR開発研究に関する電研とEPRIとの共同研究の可能性について討議が進められた。基本線として電研の進めているタンク型FBRフィージビリティスタディのフェーズIIの原案が固まる今年9月頃に共同研究となる可能性のある課題をEPRIが選んで電研に打診することとなった。

2-6-2 軽水炉技術

冒頭、筒井本部長より電研の原子力発電に対する大型総合研究(FBRを除く)を中心にその現状の紹介があった。その中で、電研とEPRIの原子力関連研究テーマ毎の予算配分等の比較から、両機関の研究指向の違いを指摘する一方、例えば電研の核燃料バックエンド研究について共同研究の可能性が示唆されるように、お互いの補完性を有効活用することの必要性を指摘した。

これに対し、Taylor 原子力部長より、EPRIの至近5ヶ年の原子力分野における主要課題と予算に関連して以下のような説明があった。

最近の米国での景気低迷による電力需要の減少から、1982年度の電気事業の収入実績は米国史上初めて前年度の収入より減少した。1984年度の電力各社からはいるEPRIの研究予算はこのため、落込みを見せているが、幸い、他のオーナーズグループの活動(例えばSGOG-II、NSAC等)があるので研究そのものは落込みないで済む。

SGOG-IIについてはフェーズIに加盟していなかった2~3ヶ国の機関がこのフェーズIIに加盟することになっており、逆のケースは日本のみであり、是非ともフェーズIIにも参加の方向で再検討して戴きたい。

開会セッションで Culler 理事長からも話の出たEPRIに新設予定の耐震センターでは、原子力発電所の耐震設計に関する規制側の過剰なコンサーバティズムの問題点の把握と、規制の見直しのサポートを電力業界のために行うつもりである。過剰なコンサーバティズムについては、耐震のための支持パイプ、スナッパー等が多くて保守作業の妨げになっていること、また耐震上の規制とパイプホイップのための規制の間には相矛盾するものがある等の問題があり、耐震工学、熱水力学の面で検討の余地があると考えている。

当面は地盤-構造物相互作用解析技術などについて経験豊かな地震工学の専門家を集めて検討を続けることとし、最終的には建設コントラクターによる具体的な設計・建設上の結論を得ることとしている。現在、前者についてはスタンフォード大学の地震工学専門家の力を借りて建設可能性についての検討を開始しているが、後者についてはコスト、スケジュール等未解決の問題を抱えている。この耐震センターの構想はここ2ヶ月間の電力会社の代表者による討議でつい2週間前に結論が出たばかりである。このセンターはEPRIから5~6名の管理職クラスの技術専門家と各社からの地震専門家等で構成され、数百万ドルの委託プロジェクト研究を基礎に運営されるもので、来年初めの発足を期待している。この耐震センターは米国内の支持を得るものと期待しているが、耐震について多大な実績を有する電研に対して特に耐震設計、試験方法(scale model testing)等に関し共同研究、協力等の形で参加を大いに期待している。なお、このセンターの構想では台湾で現場の震動試験を予定している。

バックエンド対策については電研とは異なり、従来は低調な研究分野であったが、昨年高レベル廃棄物に関する法案が議会を通過し、この分野への関心が高まって来た。この法案によると高レベル廃棄物貯蔵のため1/1,000ドル/kWhが課税され、今後約20年間にはこの結果約20億ドルもの財源が貯えられることになり、政府もこの資金をR&D活動に使う上でEPRIに対し協力を要請している。

中低レベルの放射性廃棄物に対して、米国の電力会社は自社のサイト内に貯蔵することを保証するようなR&Dの実施をEPRIに対し要請している。これはサイト外への輸送に関する規制、地方自治体への対応、輸送技術およびコスト等諸々の理由からサイト内で貯蔵する方が有利であると考えているためである。貯蔵技術としては乾式冷却法が最も経済的であると考えている。

最後に電研側よりEPRIと電研の共同研究あるいは専門家レベルでの情報交換会議の可能性をもつ候補案の一つとして高・中・低レベル放射性廃棄物の処理処分に関するテーマについての打診があり、EPRI側も興味を持つことから、今後その具体的推進について両者間で検討が進められることとなった。(以上、筒井担当)

2-6-3 飛来物に対するコンクリート製格納容器の耐衝撃性

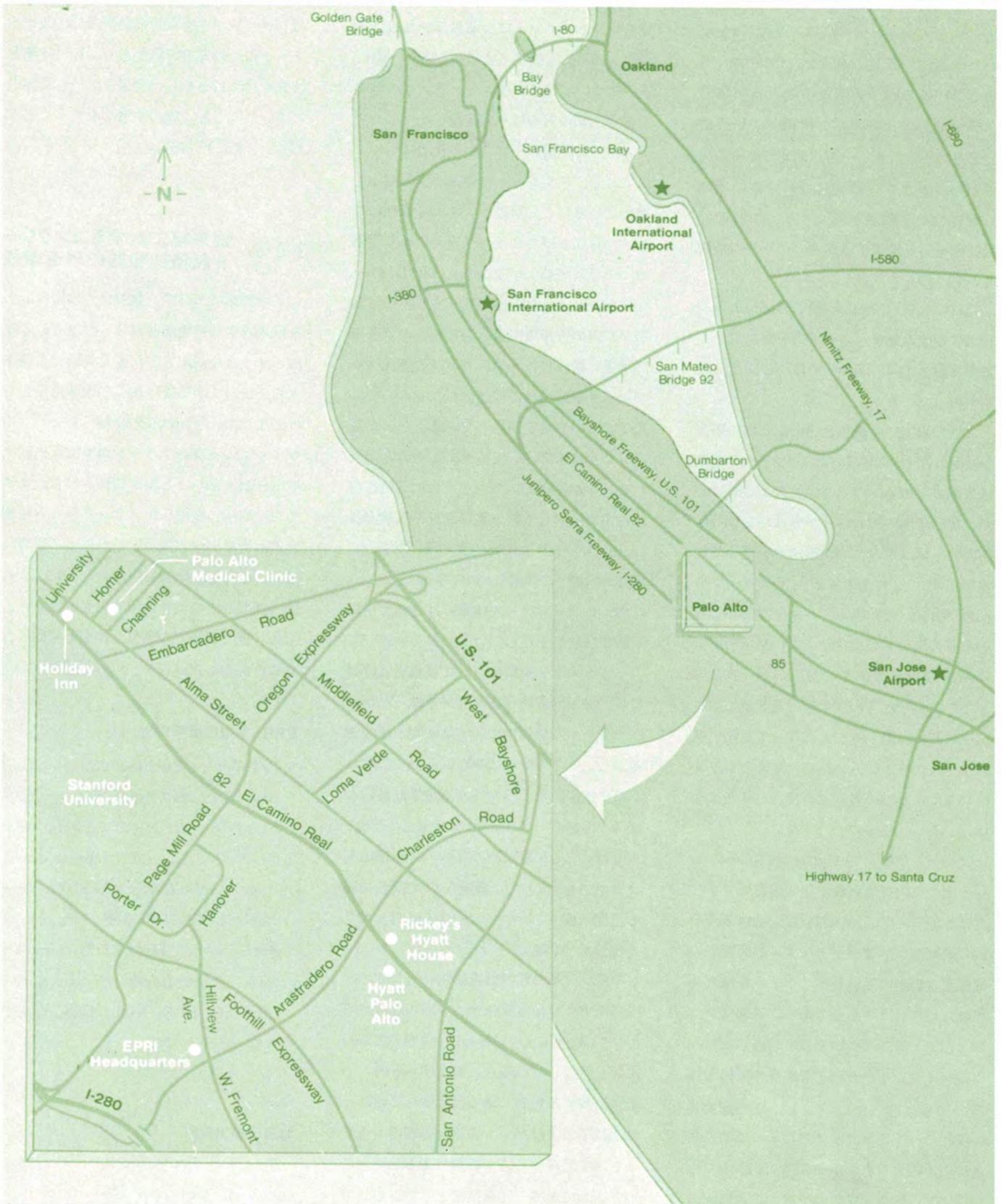
この課題について、EPRIでは竜巻による飛来物や航空機墜落事故など主として外部ミサイルを対象とした多くの研究実績をもち、これまで電研は多くの情報提供を受けてきたが、今回はEPRIからタービンミサイルによるコンクリート衝撃実験に関するEPRIレポート3編が提供された。電研からは当所に設置した「コンクリート格納容器耐衝撃実験設備」とこれによる研究成果および今後の研究計画を紹介した。両者は今後もひきつづき情報提供を続けるとともに、専門家間での意見交換を効果的に行うことを約した。(2-6-3のみ千秋担当)

EPRI側提出資料

1. Full-Scale Turbine Missile Concrete Impact Experiments, EPRI Final Report, NP-2745, Feb. 1983
2. Scale Modeling of Turbine Missile Impact into Concrete, EPRI Final Report, NP-2746, Feb. 1983
3. Scale Model Tests of Turbine Missile Containment by Reinforced Concrete, EPRI Final Report, NP-2747, March 1983

電研側提出資料

Test on Projectile Impact Resistance of Concrete Containment in Nuclear Power Plant, May 1983 ●



See reverse side for detail facilities map



松岡 實 専務理事 特別講演

世界経済における我が国の役割に立って

3 電力中央研究所の長期戦略

世界経済における我が国の役割に立って

専務理事 松岡 實

はじめに

有限な資源・環境の下で、指数的な経済成長には限界があるというローマ・クラブの警鐘がなってから、十年以上の歳月が経過しました。この警鐘に追い打ちをかけるように、石油危機が起り、世界経済の成長経路は大きな変化をよぎなくされました。

現在の世界的な同時不況は、たぶんに短期的な景気変動の表われともいえますが、それは長期的な発展過程の中で捉える必要があると思います。技術革新によって、経済活動は活発化し、その結果、経済は急速に成長しますが、それがある段階に達しますと、資源制約の壁に突きあたって下降し、このような波動は50年程度を周期としてくりかえす、という考え方があります。この長期波動の中で、現在は下降過程に位置づけられております。

そこで、世界各国が現在直面している同時不況から抜け出して、世界経済の活性化を取り戻すには、新しい情勢変化に対して、国際的な相互依存関係を再構築することが

必要なことはいまでもありません。しかし、そればかりでなく、技術革新によって資源・環境の制約を打破していくことが求められていると思われます。

このような情勢の中でまず日本の役割についてご説明致します。

最初に経済問題における日本の役割について申し上げます。先進工業国は、第二次大戦後、すばらしい経済成長を達成してきましたが、このことは、ガット・IMF体制の下で世界貿易が増加し、各国の経済が拡大均衡的に成長することができたからです。もちろん、その背景には、技術進歩の大きな力があつたことは重視しなければなりません。このように、世界貿易が拡大できましたのは、自由貿易の原則の下で各国が競争しながらコスト・ダウンに努め、生産物を安く供給してきたからです。

しかし、各国は現在、石油危機の結果、厳しい不況に直面し、失業問題に悩まされております。こうした背景の下では、国内の政治的圧力も強く、目先に捉われて国内産業の保護が優先される傾向にあります。

この時に当って、自由貿易を守り、世界経済の活性化を推進するためには、主要先進国が主導的役割を担って、それぞれの経済政策の調和を求め、世界経済の活性化のための方策を確立し、その役割を的確に果たしていくことが必要です。

今迄、我が国は、西欧のモデルを目標として、技術を導入し、貿易立国として高い経済水準を達成するのに成功してきました。しかし、新しい時代に国際社会の中で生きていくためには、市場開放はもとより発展途上国に対する経済協力など世界経済全体の発展に寄与すべき主体的な戦略を確立し、経済大国としての国際的責務を積極的に果たしていくことが必要です。

第2の問題は技術開発についてです。

資源・環境の制約による経済成長への壁は、技術革新によって打破すべきものと考えますと、世界各国から沢山の資源生産物を輸入している我が国としては、技術開発によりこの制約を破ることに貢献することは、基本的な国際的責務だと思います。現在、世界経済の停滞で、石油をはじめとす



太陽熱発電所(ネバダ州)

る資源生産物価格は低迷しておりますが、これらの価格は、その需給関係で弾力的に変化しますから、経済活動が回復するにつれ、長期的にはその需給は逼迫し、経済成長の制約になる可能性を否定することはできません。私たちは、資源という過去の遺産によって、今日の高い経済水準に達したわけですが、技術革新によって、この資源を有効に活用し、遺産を後世に残す努力をすることが必要です。

資源・環境制約という課題の中で、エネルギー問題が重要な位置を占めることはいうまでもありません。特に、我が国は、エネルギーの80数%を海外に依存しておりますので、エネルギー問題は、国家安全保障にかかわるきわめて重要な問題となっております。こうした背景の下で、我が国のエネルギー政策は、石油の安定確保を図るとともに、石油代替エネルギーの開発促進、省エネルギーの推進を柱として進められております。

電力中央研究所の長期戦略目標

以上の経済情勢をふまえ、我が国が、世界経済の活性化に寄与していくためには、先ず我が国自身のエネルギー供給の脆弱性を克服し、経済の適正な成長基盤を確立することが必要であります。

それには、将来のエネルギー供給の担い手として益々重要な地位を担うことが予想される電気事業が中心的役割を果たさなけ

ればなりません。

この意味で、電気事業の総合研究機関として活動している電力中央研究所は、世界経済の中で、我が国が果たすべき国際的責務を十分自覚しつつ、自らの役割を積極的に遂行していきたいと思っております。

このため、当研究所では、2000年および2030年の経済・社会と電気事業のありようについて、長期展望を行っておりますが、この作業を通じて当所における研究は次の諸点に寄与するものでなければならないと確信するに至りました。

即ち、

第1は、将来需要をまかなう頑健な供給力の確保

第2は、供給コストの抑制

第3は、社会の理解と信頼感の向上

であります。

我が国は、国内資源に恵まれず、特にエネルギー資源はその80数%を海外に頼っております。従って、現在の我が国の電気事業経営は、石油需要の逼迫や為替相場の変動などの外的要因によって、その根底を揺さぶられるという全く脆弱な体質であります。

当所の長期展望ではエネルギーの最終需要に占める電力のシェアは1980年の35%から2000年では40%、2030年では50%を超えるものとみており、日本の経済・社会における電気事業の役割は、ますます重要さを加えてまいります。このように重大な役割を

担う電気事業の経営体質が電気事業の経営外の要因でその基盤も揺さぶられるということは、我が国経済・社会に多大な悪影響を及ぼします。

この脆弱な体質を何とでも改善しなければなりません。

ここに当所の基本的使命があります。将来に亘って電気事業の経営基盤を磐石なものとしていくという使命遂行であります。このため、冒頭の3つを研究目標としたわけではありますが、これらについてもう少し具体的に申し上げます。

先ず第1番目の「将来需要をまかなう頑健な供給力の確保」について説明します。

経済の低成長あるいは省エネルギーの推進等により、将来のエネルギー需要については、人によって多少見方に違いはあるとしても、毎年いくらかは増加するでしょうし、その増加分の過半は電力の形をとるものと考えます。

しかし、ここで問題となるのは唯、単に設備を将来需要に合わせて形成していくことではなく、石油需給の逼迫や為替相場の変動などの外部要因に左右されない、安定した自主的経営が可能となる頑健な供給力としなければならないということです。このような観点から、将来の燃料として最も安定している核燃料を使用する原子力発電を基調として、頑健な供給力の形成に役立つ研究開発を行っていく必要があります。

このため、まず原子力発電の開発を推進



石炭ガス化クールウォータープロジェクト建設現場(ネバダ州)

するため、例えば、

- 事故の未然防止
 - 核燃料サイクルの確立、とりわけ廃棄物の処理処分
 - 第四紀地盤、地下、洋上等の立地拡大技術
 - タンク型FBRのフィジビリティ・スタディなどの研究を積極的に行います。また、その他の供給力の確保策として、脱石油及び新エネルギー開発を推進するため、
 - 石炭ガス化複合発電等の石炭利用拡大技術
 - 太陽光発電、地熱発電等の開発
- などの研究を鋭意進めます。

次に第2番目の「供給コストの抑制」について説明します。

電気は経済・社会の必須の商品であり、その価格が高過ぎたり急激に変動することは望ましくありません。特に最近のような低成長経済下では、できる限り低位に安定することが強く要請されております。

しかし、現下の電気事業は、環境対策、過密対策、電源の遠隔化などによる費用が増加する一方、熱効率、損失率、労働生産性などの向上に頭打ち傾向が生じ、さらに、石油危機を契機とする燃料価格の高騰で、電力原価の増高傾向がきわ立ってきました。

これらの問題を解決するためには技術開発を中心とした研究が特に重要です。そのため当研究所としては

- 原子力発電の一層の開発推進
- 電力設備の利用率・稼働率の向上

- 電力需要の負荷率向上
- 燃料電池、新型電池電力貯蔵等の需要密着型の分散電源の開発
- 電力設備の長寿命化
- 建設費の低減
- 熱効率の向上
- 経営の効率化

などに資する研究を従来以上に推進する方針であります。

第3番目の社会の理解と信頼感の向上について説明します。

民主主義社会の下では、社会の理解と信頼を得ることは、あらゆる事業にとって基本的な事項であります。特に電気事業は、基礎産業であり、地域産業でもあることから、とりわけこの要請にこたえることが不可欠であります。また、この要請にこたえるためには、研究開発の成果に負うところが少なくないと考えております。このため当研究所としては、例えば、

- 原子力発電所の事故防止と信頼感の向上
 - 発電所や送電線の建設に伴う環境対策技術の向上
 - 地域振興やよりよい環境づくりに対する積極的な地域社会への対応策
- など、社会の理解と信頼感の向上に資する研究も、引続き力を入れて推進するものとしています。

当研究所では、以上のような研究目標に沿って、長期的、総合的な検討を行い、総

合研究所としての利点を生かして、戦略的課題に先取的に取組み、研究を効果的に達成していきたいと思っております。不透明な未来社会に挑戦しながら、新しい技術の創造を行い、電気事業の長期的な発展に寄与することによって社会的責務を果たしていきたいと思っております。

む す び

先進主要国の中の一国として、世界経済の中で我が国が果たすべき国際的責務は、きわめて重要なものであります。我が国は、資源・環境問題を平和的に解決していくため、技術革新を推進したり、自由貿易を促進するなど、主体的行動を具体的に世界に示していかなければなりません。

当研究所は、資源・環境制約の大きな壁に挑戦し、経済活性化に寄与するという基本的な理念に立って、電気事業の総合研究所としての社会的責務をよりよく果たし、こうした主体的行動の一翼を担ってきたいと思っております。それには、自らの研究業績の向上を図るとともに、国際交流、国際協力を積極的に推進し、国際社会の中で出来る限り役に立ちたいと思っております。

その一環として、当研究所とEPRIとの研究交流が大きな実を結ぶことを心から期待しながら、結びの言葉といたします。

ご清聴ありがとうございました。

昭和58年5月18日(於パオアルト)●



EPRI 本部前で



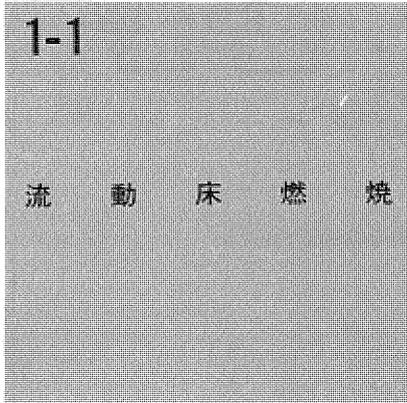
付録

討議情報 EPRM提出情報を中心に

第1章 石炭燃焼システム	37
1-1 流動床燃焼	
1-2 コールクリーニングおよび石炭・水スラリー	
1-3 合成燃料	
1-4 メタノール併産方式	
1-5 石炭灰の有効利用	
1-6 ボイラーの水質規準	
1-7 石炭燃焼	
第2章 環 境	53
2-1 SURE(硫酸塩に関する広域観測)プロジェクト	
2-2 酸 性 雨	
2-3 固体廃棄物の環境影響	
第3章 エネルギー分析・管理および計画・評価	59
3-1 技術評価	
3-2 電力の需給展望と研究開発計画	
3-3 工業部門の電カシフト	
3-4 景観評価	
第4章 新発電システム	66
4-1 電力貯蔵用新型電池	
4-2 燃料電池	
4-3 太陽光発電	
第5章 電カシステム	69
5-1 架空送電	
5-2 直流送電と変電所	
5-3 電力系統	
5-4 電界の生物に対する影響	
第6章 原子力発電	72
6-1 実物大タービンミサイルによる コンクリート製格納容器の衝撃実験	
6-2 縮尺モデルによる衝撃実験	
6-3 防御効果に関する縮尺モデル実験	

付録-1 石炭燃焼システム

担当●経済研究所担当 常務理事 梅津 照裕



EPRIにおける流動床燃焼の研究は、本燃焼技術が安価な低品位高硫黄含有炭を利用でき、しかも小型化できる可能性があることから、常圧流動床燃焼(AFBC)と加圧流動床燃焼(PFBC)についておこなっている。

常圧流動床燃焼については、実用化研究段階にあり、20MW(e)パイロットプラントでの研究をTVAと共に昨年より実施している。

一方、加圧流動床燃焼については、高効率であることから次の時代の技術であると評価し、その実用化への可能性を見極めるため、燃焼プロセス、発電サイクル、および建設方式の面から検討を行っている。

ここでは、EPRIから得た加圧流動床燃焼に関する研究動向について述べる。

1-1-1 循環式加圧流動床燃焼ボイラの概念設計とその評価

※ プロジェクト

No.PR-1645-10、-11、12
(4月-1983)

循環式流動床(Circulating Fluidized Bed)は、Lurgiが開発した方式であり、

常圧式流動床燃焼にとり入れられ表1-1-1に示す特徴があることが確認されている。

この循環方式を10気圧の加圧流動床過給ボイラに適用した場合のシステムの設計と運転性能の検討を行った。

検討条件としては、加圧流動床燃焼発電プラントの出力を250MW(e)、消費炭はイリノイNo.6、脱硫剤はドロマイト(Ca/Sモル比1.5)などとし、プラントは建設期間を短縮するため工場で組立て、建設地点まで、はしけ輸送の出来る構成としている。

このプラントの評価結果の概要は次の通りである。

1. 循環式システムは、圧力10気圧の加圧流動床燃焼過給ボイラに適用可能である。
2. 循環式流動床燃焼過給ボイラのシステム構成部は、はしけ輸送が可能である。
3. 発電に使用する蒸気タービン(1005°F/2000psia)は特別な改造を必要としない。
4. 空気を供給するターボチャージャは、市販圧縮機の設計基準が適用できる。
5. 本ボイラ用に提案された循環プロセス

は、常圧の場合より有利な点が見られる。

6. 新しい加圧流動床燃焼技術を見い出すためには、今後さらにこのプロセスならびに設計開発の研究が必要である。

7. ターボチャージャは、ガス膨張タービン、ターボチャージャとPFBCの制御、およびシステムの面からさらに開発が必要である。

1-1-2 加圧流動床発電サイクルの評価とその開発プログラム

※ プロジェクト

No.PR-1645-3(12月-1981)
RFP3236(8月-1982)

EPRIは、加圧流動床燃焼(PFBC)技術の特徴から、脱硫装置を付設した微粉炭火力発電所より発電コストが10~15%低くなると考え、その商用化への可能性の検討を行った。

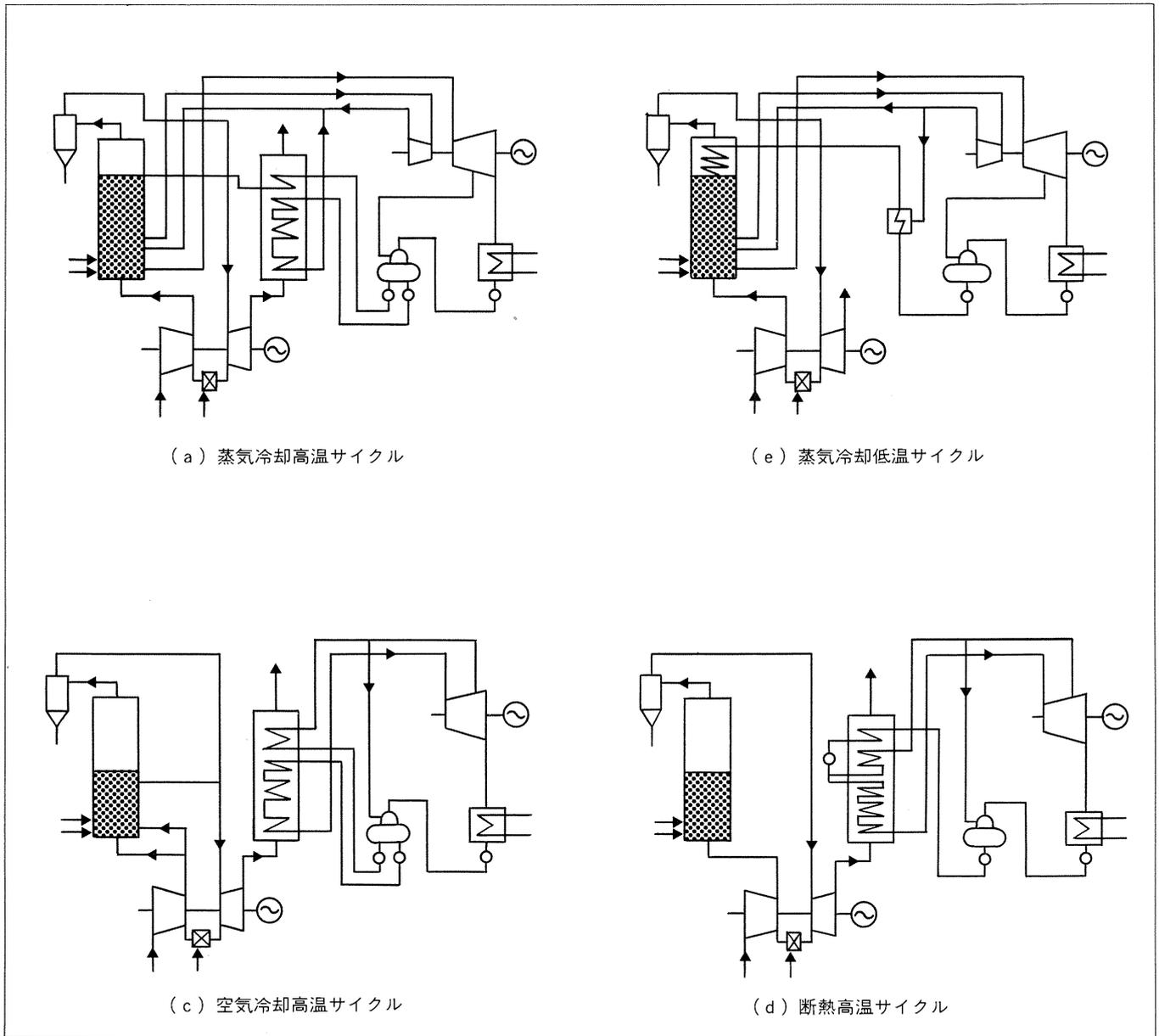
I. PFBCプロセスの評価

PFBCプロセスについては、Leather-

表1-1-1 循環式流動床(CFB)システムの概要と特徴

システムの概要	CFBシステムは、流動層内の固形物(石灰+脱硫剤+流動媒体)の大部分を流動ガス(燃焼ガス+過剰空気)で飛沫同伴させ、この飛沫同伴した固形物を後部サイクロンで捕集し、流動層内に再び循環させる方式である。
システムの特徴	1) 流動化速度が高まり、炉内伝熱が良くなる。 2) 固形物は再循環により反応時間が長くなり、未燃カーボンの減少ならびに脱硫剤の反応が十分に行われる。 3) この結果、脱硫効率が高くなる。 4) 燃焼用空気の投入方法によっては、NO _x 発生量が減少する。 5) 脱硫剤の再生システムなどが不必要となる。

図1-1-1 EPRI が検討した種々なサイクル



head などの試験結果からみて、小型の PFBC においては設計および運転上の重要問題はない。また、PFBC 内の層内伝熱管についても適切な合金を用いれば問題はないと評価している。

しかし PFBC による複合発電プラントとした場合は、次の問題点があるとしている。

1. スケールアップ
2. ガスタービンの腐食・摩耗および付着
3. PFBC 炉とクリーンアップ装置を接続する高温高圧燃焼ガス煙道の設計と構成

これらの技術的課題を解決するためには、高温クリーンアップとGTを組合せたテスト

プラントでの研究が必要であるとしている。

II. PFBC を用いた発電サイクルの検討

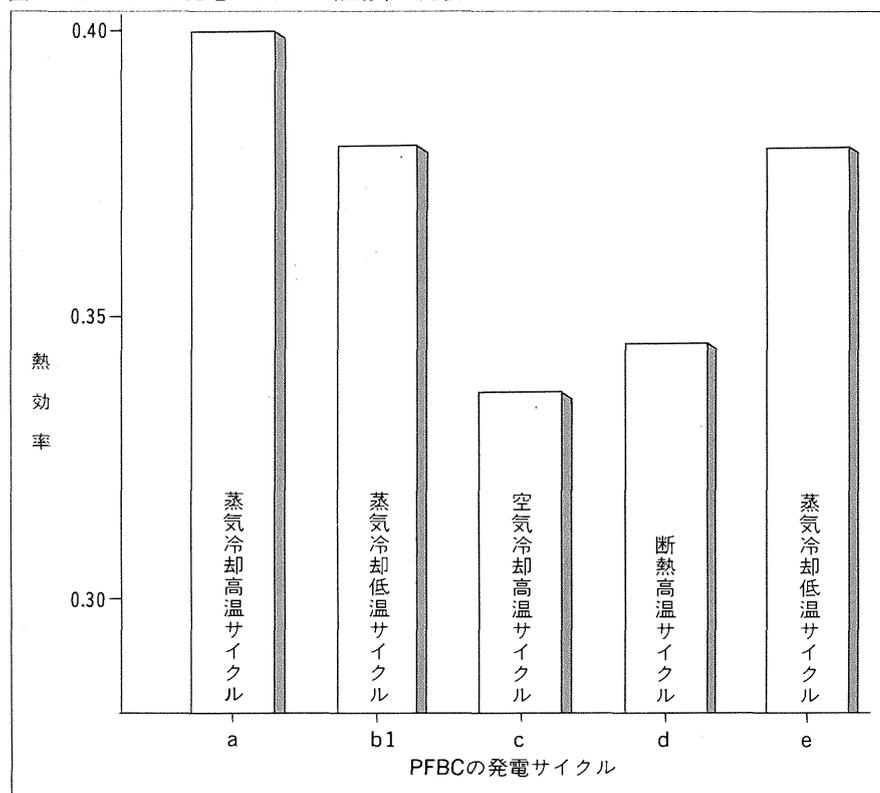
PFBC を用いた発電サイクルとして、図1-1-1 に示す a、c、d、e サイクルと a および e サイクルを低圧あるいは低温とした b サイクルについて検討し、次の結論を出している。

1. 検討した各サイクルの熱効率率は図1-1-2 に示す通りであり、今後の検討サイクルとしては、a、b および e サイクルである。
2. 各サイクルの技術評価は表1-1-2 に示す通りであり、サイクル e が最も開発できる可能性が高い。

III. タービンをテストプラントの概念と予算

高温高圧クリーンアップ装置とガスタービンを組合せたテストプラントの概念は、発電方式が第一段階としては、蒸気冷却低温サイクル(e サイクル)、第二段階としては蒸気冷却の高温サイクル(a サイクル)と発展すること、ならびにテストプラントが低温条件から高温条件に展開されていくことを考えて、設備の設計をするべきであるとしている。この予算額はハードウェア費用5,300万ドル、テスト費用1,670万ドルと見積られている。

図1-1-2 PFBC 発電サイクルの熱効率の比較



イプラントの設計、建設、運転を行う予定である。

1-1-3 常圧流動床燃焼発電の概要

常圧流動床燃焼(AFBC)については、EPRIにおけるこれまでの研究、B&Wによる6'×6'AFBC、20MW AFBCパイロットプラントの設備概要とテスト計画などについて次の資料が提供された。

EPRI 側提出資料

1. Control and Load-Following Development for AFBC Boilers(4月-1983)
2. FBC:A Better Way to Burn Coal (1982)

表1-1-2 PFBC 発電サイクルの技術評価 ○：普通、+：困難、⊕：非常に困難、-：容易

技術課題	サイクル				
	a	b	c	d	e
PFBCの設計	○	○	+	-	○
ガスクリーンアップの性状	○	+	+	⊕	-
サイクロンの設計	○	-	○	○	-
高温ガス煙道の設計	○	-	○	○	-
サイクロンの運転	+	-	+	○	-
高温ガス煙道の管理	+	-	+	○	-
タービンの腐食と摩耗	⊕	○	+	+	-
腐食	+	-	+	+	-
タービンの付着物	⊕	-	+	+	-

IV. PFBCの商用化への検討

PFBCの商用発電プラントは、開発費用が比較的安価と考えられる蒸気冷却低温(e)サイクルとした発電方式により商用化への検討を行っている。

この結果、本発電方式は高温高圧ガスのクリーンアップが低温(約800°F)のため容易であること、ガスタービンは入口温度が低温であるためその構成が既存技術で対応

でき、腐食・摩耗対策が必要でなくなること、ならびにシステムコントロールも容易になると考えられることから開発リスクが低いと評価をした。

また、この発電方式の開発は、工場組立およびはしけ輸送を考慮し、出力が100~200MW(e)の規模に重点を置くべきであるとしている。また、この開発スケジュールによると1984年から1987年にわたり、プロトタ

1-2

コールクリーニングおよび石炭・水スラリー

1-2-1 コールクリーニング

※ | EPRI Journal

| 1982-6、1981-11、1981-9

電気事業に供給される多くの石炭は、不純物として岩石類や硫化鉄などを含んでいる。これらの多量の鉱物の存在は、石炭の輸送および取扱いの費用を上昇させ、また発電システムにおいても種々の問題を引き起こす。たとえば、鉱物は燃焼に際してボイラ内に多量の灰を生成し、またスラグを形成してボイラチューブを被覆し管内の水への熱の伝達を妨げる。石炭中の硫黄分は燃焼して硫酸化合物を生成する。

さらに灰分は排煙処理システムの保守コストと事故停止によるコスト増加の一因と

もなり、最後に灰の処分という問題を生ずる。

石炭を脱灰、脱硫し、精炭の発熱量を増加させるいわゆるコールクリーニングを行うことによって、上記の問題の発生を抑制することができる。

良好なクリーニングを行うことによって、クリーニングに要する運転コストの節約のほかに石炭分の回収率を増加させ(通常の選炭では除去される岩石類とともに石炭分も失なわれるので、有用な石炭分の回収率は熱量的に95%程度になる)、輸送コストを含めて総合的に発電コストを低下させることが可能となる。

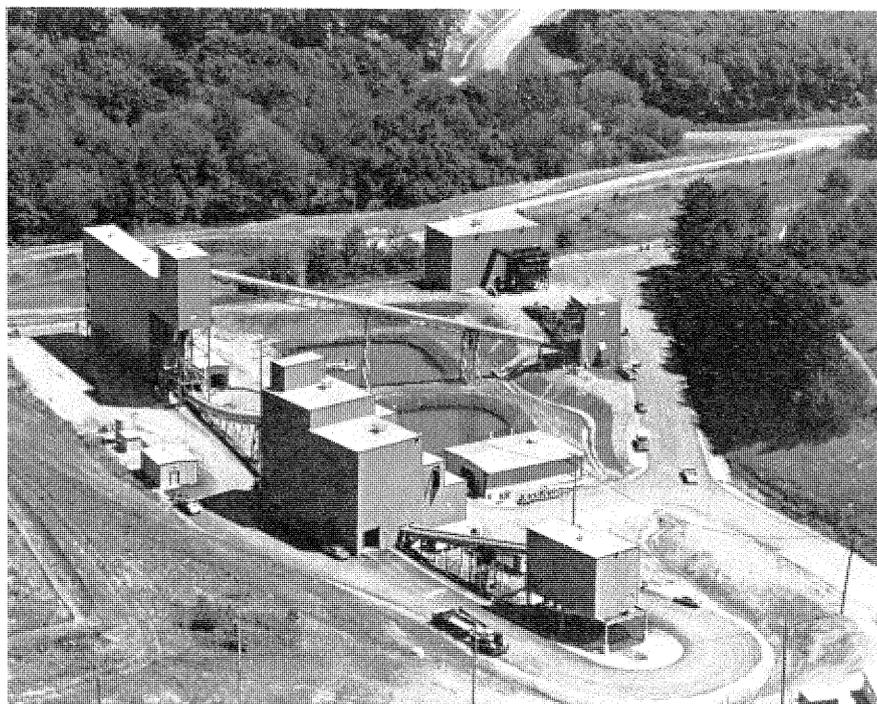
EPRIではこのような考えのもとに新しいコールクリーニング方法についていくつかのプロジェクトを推進している(RP 0466、0540、0980、1030、1338、0833)。

EPRIは石炭品質の向上と火力プラント用石炭のクリーニングに関する科学的アプローチの緊急な必要性を認識し、1978年より革新的なコールクリーニング施設(CCTF)の建設計画をはじめた。このプログラムの主要な目的はつぎの通りである。

1. 国家的な基盤において一般炭の選炭性を明らかにする。
2. 最適な商用プラント設計に必要な技術データの開発と改良されたクリーニング機器、フローシートおよび計測系の採用の促進。
3. 改良された石炭サンプリングおよび分析方法の実証。
4. 電力会社に適応する国内炭品質のデータベースの開発と維持。
5. 石炭前処理担当技術者と石炭クリーニングプラント運転員の養成。

1981年10月に Pennsylvania 州 Homer City 近くに所要資金1,520万ドルの EPRI の新しい CCTF が完成した(図1-2-1)。これは EPRI と Pennsylvania Elec. 社、New York State Elec. & Gas 社、Empire State Elec. Energy Research 社の共同出資で、Kaiser Engineers 社に

図1-2-1 EPRIのコールクリーニング試験施設(CCTF) この施設は米国内で最新の最も進歩したものであり、コールクリーニングの研究、開発および実証が行われる。この施設によって各種の一般炭について、クリーニング性の評価と最適クリーニング方法が確認される。(EPRI ジャーナルより)



よって運転されている。

EPRI の CCTF は、粉炭の物理的クリーニング法として現在利用できるすべてのプロセスが設置されており、実際の適用と現在技術の改良に重点を置いているので、現在研究開発段階にあるプロセスは対象外としている。

基本的フローシートとして5種類に適應でき、さらに処理ユニットのシーケンスの付加、除去または変更によって電気事業者の特定のクリーニングプラントを模擬して50種類のフローシートを組立てることができる。石炭試料として1,000トンの原炭を用い、200トンをそれぞれのフローシートに流すことによって一度に5種類のクリーニングプロセスの試験が可能であり、これによって得られるクリーン化の特性は通常の小きな実験室的な試験結果よりも数等価値が高い。

クリーン化された石炭試料は適当な試験燃焼炉で燃焼特性が調べられ、試験選炭と試験燃焼の結果からこの石炭を現在のボイラに用いた場合の効果あるいは最適ボイラ

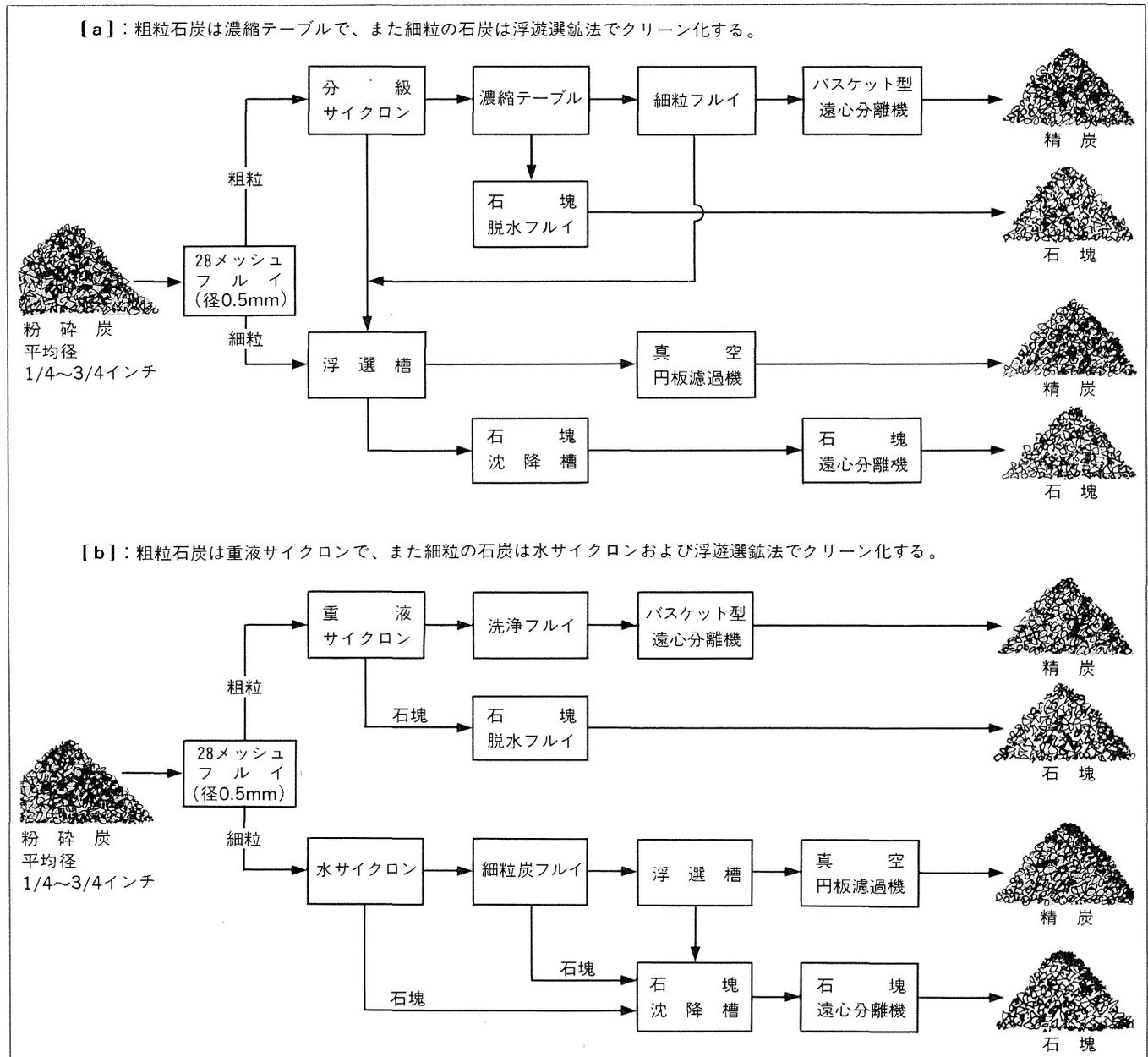
設計を如何にすべきかの判断を下すことができる。また、この CCTF では石炭試料の採取、流量測定、分析についても最新の方法を導入している。CCTF におけるフローの例は図1-2-2 に示すようであり、濃縮テーブル、重液サイクロン、水サイクロン、浮選槽などの適当な組合せから成立っている。

EPRI は特定の炭抗の石炭についてレベルA、B、Cのクリーニングを行い、石炭火力に適用した場合を想定して、利益があることを次のように示している。

レベルAは粉砕と篩別けにより粗い鉱物を除去する簡単な場合、レベルBは粗粒状(径1/4インチ以上)のみについてクリーニングを行う場合、レベルCは粉砕して粒径により2~3に分別しそれぞれについて強力なクリーニングを行う場合で、原炭中の灰分の10~70%が低下し、硫黄分は20~60%が除去された。

レベルBのクリーニングを行う場合、100万kWの石炭火力の全建設費(1978年中頃)の2%をクリーニングプラントの建設費と

図1-2-2 コールクリーニングのフローの例



して要し、レベルCのクリーニングを行う場合は3~5%を要する。さらに精密なクリーニングを行うプラントでもその建設費は50ドル/kW以下であり、一方、新しい発電プラントは800ドル/kW以上を要する。

100万kWの発電プラントを想定してコールクリーニングを適用した場合の経済性試算によれば、石炭の輸送、取扱い、廃棄物の処分にかかるコストの節約は年100~700万ドルに達した。

1995年の米国の電気事業における石炭消費量は新規成長分のみで全工業部門の3倍

に達すると予想されており、燃料の発熱量を向上させ、プラントシステムの摩耗と破損を減少させる手段は年毎にその価値が目されるであろう。

- ①濃度測定
- ②燃焼特性
- ③経済性

3. 石炭・水スラリーパイプライン

I. 油設計火力発電所に適用する石炭・水スラリー系統

※ プロジェクト

No. : RP-1180-4

報告書

No. : FP-1164(9月-1979)

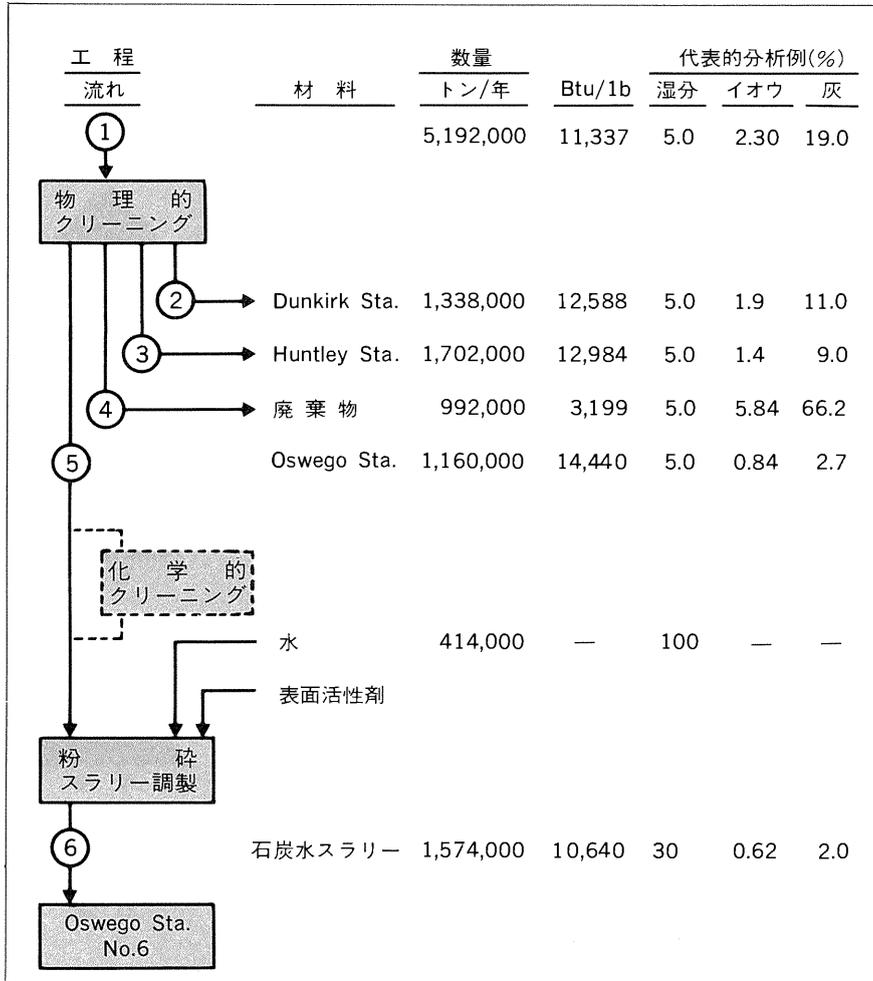
この研究は、燃料油燃焼に設計されたボイラーにクリーン化石炭スラリーを適用す

1-2-2 石炭・水スラリー

石炭・水スラリーに関する EPRI の研究動向は、次のように大別される。

1. 油設計発電所に対する石炭水スラリーの適用
2. 石炭・水スラリーの特性

図1-2-3 計画された石炭水スラリー系統



る可能性の予備的検討である。ここに提案された系統の目的は、現存する発電所で使用する油の代わりに石炭を使用することにある。したがって、この研究の目標は、系統の各要素に関する技術の状況、コストの算出および技術的努力によって利益をうける諸点を提示することである。燃料油の価格と比較すると、石炭水スラリーは、機械的クリーン化により灰分を3%より小さくした方が有利である。石炭中のイオウ、灰分(<0.5%灰分)を減少させるために化学的薬品を使用する技術も可能であるが極めて高価なものになる。

また、本実験では、3個所の実験所において、水中に粉状にした(200メッシュ以下)石炭70%をふくむスラリーを製造した。さらに、実規模のバーナ改良テストのため、大量のスラリーを生産することを勧告した。

図1-2-3 に計画された石炭・水スラリー系統図を示す。

石炭・水スラリー中の II. 固体濃度測定のためのオンライン 極超短波モニター

※ プロジェクト
No. : RP-1654-2
報告書
No. : AP-1977(8月-1981)

石炭・水スラリー中の石炭濃度(40~65%)およびパイプ中のスラリーの流れ速度を監視する極超短波手法の可能性を検討した。石炭濃度の測定精度は±2%であった。流れ速度0.15~3.7m/sの範囲では、測定結果に影響を与えない。また、流れの方向、粒子径の分布に無関係であった。25℃~50℃の間の温度依存性は、±0.4%であるが、これは補正可能である。2ヶの極超短

表1-2-1 Black Mesa の設備を1980年に建設したと仮定した場合のコスト
設計：500万トン/年 373マイル
(百万ドル ユニットコストを除く)

資本コスト	
集 荷	4.55
調 製	20.14
パイプ敷設およびポンプ輸送	171.94
脱 水	20.22
合 計	216.85
運 転 コ ス ト	
労 賃	4.68
材 料	0.70
機 械	0.81
動 力	4.10
水	2.57
合 計	12.86
固 定 費 計	25.89
年 間 コ ス ト 計	38.75
ユ ニ ッ ト コ ス ト	
ド ル / ト ン	7.75
セ ン ト / ト ン マ イ ル	2.84

波検出系をセットすることと較正により3%以下の精度で流れ速度を決定できる。予備実験では、石炭の種類には無関係に測定しうることがわかった。

III. 石炭・水スラリーの燃焼試験

※ プロジェクトNo. : 1895-2
報告書
No. : CS-2286(3月-1982)

従来の燃焼油に代えて石炭・水スラリーを使用する考え方がある。本報告は、ARC (Atlantic Research Corporation)の石炭・水スラリー(65~80%)と原炭をもちいて、燃料特性と燃焼試験をおこなったものである。灰の分析と灰の熔融温度からみて、ARCの石炭水スラリーは、原炭より閉そく、スラッジ生成が少ないことが期待できる。石炭水スラリーの磨滅特性は低い

が、それでもなお、流体噴霧系の高エネルギー部には、腐食防止剤を使う必要がある。燃焼試験における燃焼時の石炭水スラリーの粘度は、噴霧条件であるポンピングを完全に満足した。石炭水スラリーの静置安定性はよく、少くとも一週間は攪拌しなくてもよい。石炭・水スラリー燃焼の操作範囲はせまく、噴霧器とバーナを改良する必要がある。石炭・水スラリーの燃焼効率は、原炭の場合より低い。石炭・水スラリー燃焼時のNO_xは、原炭の場合より少ない。これは火焰温度が低いからと思われる。石炭・水スラリーは、ボイラ燃料として有望であるが、燃焼設備の改良をおこなうことが必要である。

なお、Borioらは、米国動力会議(4月18~20日、1983)において、上述の報告書の内容を含め“石炭・水スラリーの燃焼試験”と題して報告している。

EPRI 側提出資料

R.W.Borio et al., Coal-Water Slurry Combustion Tests, American Power Conference, Chicago Illinois, Apr. 18-20, 1983

IV. ボイラー燃料としての石炭・水スラリーの経済性

※ プロジェクト
No. : 1180-12, 1895-1
報告書
No. : CS-2287(3月1982)

石炭・水スラリーは、電気事業ボイラーにおける重油の代替燃料として潜在的な位置を有している。石炭・水スラリーは、低価格、取扱いの容易さなどの利点がある。この計画では、クリーン化石炭からつくった石炭・水スラリーの系統、製法、取扱い、燃焼、貯蔵などについて述べる。水スラリー(67~70%)を実験炉で燃焼し、良い結果がえられた。年間、石炭500万トン进行处理する(70%)設備の設計をおこなった。総費用は、1億400万ドルと評価された。このス

ラリーは、直接燃焼に適しており、重油なみに取扱うことができる。製造価格は58ドル/トンまたは、2.14ドル/1000000Btuであり、重油の30ドル/バーレル、4.76ドル/1000000Btuと比較すると有利である。

なお、Yeagerらは、第10回エネルギー技術会議(2月28日~3月2日、1983)において、上述の報告書の内容を含め、“電力事業に使用することを目的とした石炭・水スラリーに関する成果と状況”と題して報告している。

EPRI 側提出資料

K.E.Yeager, et al., Coal-Water Mixtures, Issues and Opportunities for the Electric Utility Industry, 10th Energy Technology Conference, Washington, D.C, Feb. 28-Mar. 2, 1983

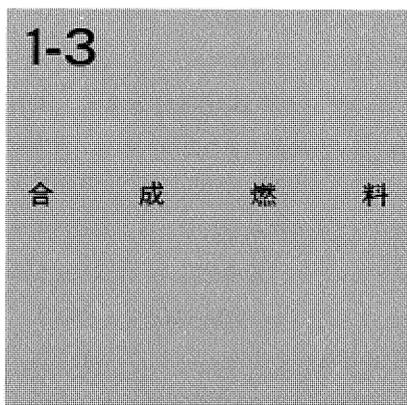
V. 石炭スラリーパイプライン：計画と解析

※ プロジェクトNo. : 1219-5
報告書
No. : EA-2546(8月-1982)

石炭の大量、長距離輸送手段の一つとして、石炭スラリーパイプラインによる方法がある。この方法は、石炭微粒子と水との混合物をパイプラインにより輸送するもので、将来、大いに期待されるものである。本報告は、石炭スラリーパイプラインの概要、パイプライン技術および技術コスト、パイプラインコストの財務的解析、パイプラインに関する補足的な研究課題および付録からなる。

石炭スラリーパイプラインは、現在、稼働中のものは、Black Mesaのみであり、計画中的ものが6件ある。Black Mesa(1980年に建設すると仮定して)および計画中的パイプラインについて、資本コスト、運転コストなどを算出した。いずれも、種種の条件を変えて検討しているが、その一例を表1-2-1に示す。年間輸送量500万トン、輸送距離273マイルとして、ユニット

コストは、7.75ドル/トン、2.84セント/トン・マイルである。パイプライン建設および事業への投資を約20億ドルと仮定し、パイプラインの所有形態毎に30年間の財務上の解析を行った。



1-3-1 石炭液化油

I. 石炭液化プロセス

—第8回 EPRI 石炭液化会議より—
(EPRI ANNUAL CONFERENCE ON COAL LIQUEFACTION : 1983, 5.11~13)

石炭液化は、石油代替液体燃料の取得の観点より、様々な石炭新利用技術の中において重要なものの一つと、EPRIは評価している。石炭液化プロセスは直接液化(石炭を熱分解と水素化分解にて液化)と間接液化(石炭をガス化した後、液状炭化水素、メタノール等を合成)とに大別される。

この会議における石炭直接液化方式関係の報告は約15件であり、その内訳は大型パイロットプラント関係4件、新規2段液化プロセス関係7件、基礎研究4件であった。以下に概要を示す。

1. 大型パイロットプラントの運転成果

① EDS プロセス

Exxon Res. & Eng. 社より、EDS (Exxon Donor Solvent)パイロットプラント(1段液化方式、石炭処理規模250T/日)関係の成果が報告された。このプロセスは液化反応に水素供与性循環溶剤を用いること、液化粗油の接触水添工程を有する

ことを特徴としている。このパイロットプラントでは、瀝青炭から褐炭にいたるまで幅広い石炭を用いた液化試験に成功をおさめ、1982年夏に運転を終了した。商業プラントの設計、建設、運転に必要なデータはすべて取得したと報告している。

② H-Coal プロセス

このプロセスは Hydrocarbon Res. Inc. により開発されたものであり、沸騰床と呼ばれる接触式液化反応塔にて石炭液化を行うことを特徴としている。大型パイロットプラント(1段液化方式、合成原油製造モード250T/日、燃料油製造モード600T/日)の運転は2年半にわたり行われたが、米国政府(DOE)の政策変更により1982年11月に中止した。現在、商業規模のプラント建設のための詳細設計が進められている。

③ 新 IG プロセス

新 IG[↑]または新ドイツ方式と呼ばれる大型パイロットプラント(200T/日)が、現在 Bottrop(西独)で Ruhrkohle 社/Veva Oel 社により運転されている。本プラントは、第2次大戦中ドイツの航空機燃料製造で活躍した IG 社(国策会社)のプロセスを改良したものであり、液化油改質(Upgrading)反応装置も組み込まれている。1段液化方式としては、液化油収率等の面で最高レベルの成果が得られている。本プラントのフローシートの概略を図1-3-1に示す。

2. 新規2段液化プロセスの開発

米国では現在、経済性の向上の観点より水素使用効率や液化油収率の向上を目指し、統合2段液化プロセス(ITSL: Integrated Two-Stage Liquefaction)の研究開発が進められている。このプロセスは1段液化方式と異り、石炭溶解工程と溶解した石炭の接触水添工程との2段階にて液化を行う方式である。

① SCT-ITSL プロセス

本プロセスは Lummus Co. により開発

されたものであり、現在0.75T/日 PDU (Process Development Unit)規模のプラントが運転されている。本プロセスは、石炭の短時間溶解(SCT: Short-Contact-Time)工程と接触水添液化(LC-Fining)工程とから構成されている。このプロセスで製造される液化油は、その水素含有率が十分高く、硫黄、窒素等も十分除かれた精製石油なみの良質燃料油となっている。

② Wilsonville プロセス

EPRI、DOE等の支援で Catalytic Inc.、Kerr-McGee Corp. 等により運転が行われている。SRC-I プロセス(6T/日、溶剤精製炭(SRC: Solvent Refined Coal)製造装置)に H-Oil 沸騰床式水添装置、Kerr-McGee 脱灰装置を設置し、統合(ITSL)および非統合2段液化(NTSL: Non-Integrated TSL)を検討している。NTSL方式では溶剤精炭や重質油(No.6 燃料油代替)の製造ができる。Lummus 社の SCT-LTSL(PDU)と同様のプロセス構成で統合2段液化(ITSL)方式の試験もっており、Lummus プロセスがパイロットプラント規模でも成立することを実証している。Wilsonville(Integrated)方式のフローシートの概略を図1-3-2に示す。TSL関係の研究はその他2件報告されている。

3. 石炭液化に関する基礎的研究

石炭液化に関連して、石炭の構造と溶解特性、石炭分子と溶剤との相互作用、芳香族性窒素化合物への選択的水素化反応、液化油性状の改質技術等に関する基礎的研究が報告されている。

EPRI 側提出資料

- 1.Eighth Annual EPRI Contractors' Conference on Coal Liquefaction, May 11-13, 1983, Palo Alto, Calif.
- 2.K.L. Trachte et al., Laboratory Assessment of EDS Process Per-

formance.

- 3.P.C.Madden et al, Reactor Scale-up for the EDS Process.
- 4.J.G.Kunesh et al., H-Coal Pilot Plant(Demonstrates Commercial Readiness).
- 5.J.Langhoff et al., German Technology for Coal Hydrogenation (Results from the Pilot Plant Operation and the Upgrading of Coal Liquids).
- 6.E.C.Moroni, Future Development for the ITSL Concept.
- 7.R.A.Winshel et al., Process and Product Oil Characterization in Two Stage Coal Liquefaction.
- 8.A.K.Rao et al., Recent Advances in Two-Stage Coal Liquefaction at Wilsonville.
- 9.M.J.Moniz et al., Catalytic Upgrading of SRC Product in Two-Stage Coal Liquefaction.
- 10.G.J.Stiegel et al., Catalyst for Two-Stage Liquefaction.
- 11.R.C.Janka et al., Investigation of Various Process Options in Two-Stage Liquefaction-Bed Scale Results.
- 12.H.F.Silver, Interaction of Distillate, SRC and Coal in Two-Stage Liquefaction.
- 13.K.E.Chung et al., Low Temperature Coal Solubilization and Coal Structure.
- 14.H.H.Smant, Coal/Solvent Interactions.
- 15.R.H.Fish et al., Selective Catalytic Hydrogenation of Polynuclear Heteroaromatic Nitrogen Compounds.
- 16.P.P.Anderson et al., Improving Coal Liquid Quality by Heavy Distillate Recycle.

図1-3-1 新IG方式パイロットプラント(200T/日、Bottrop、西独)

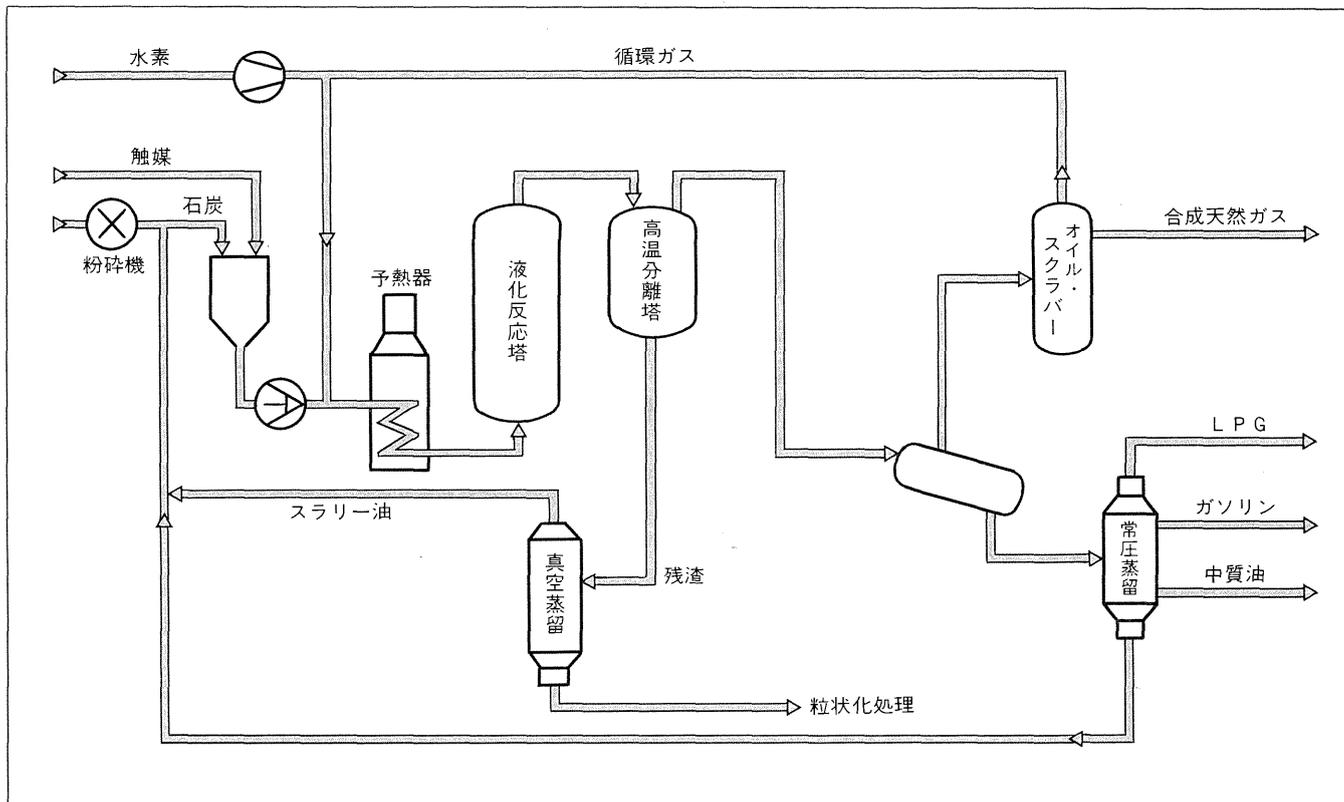
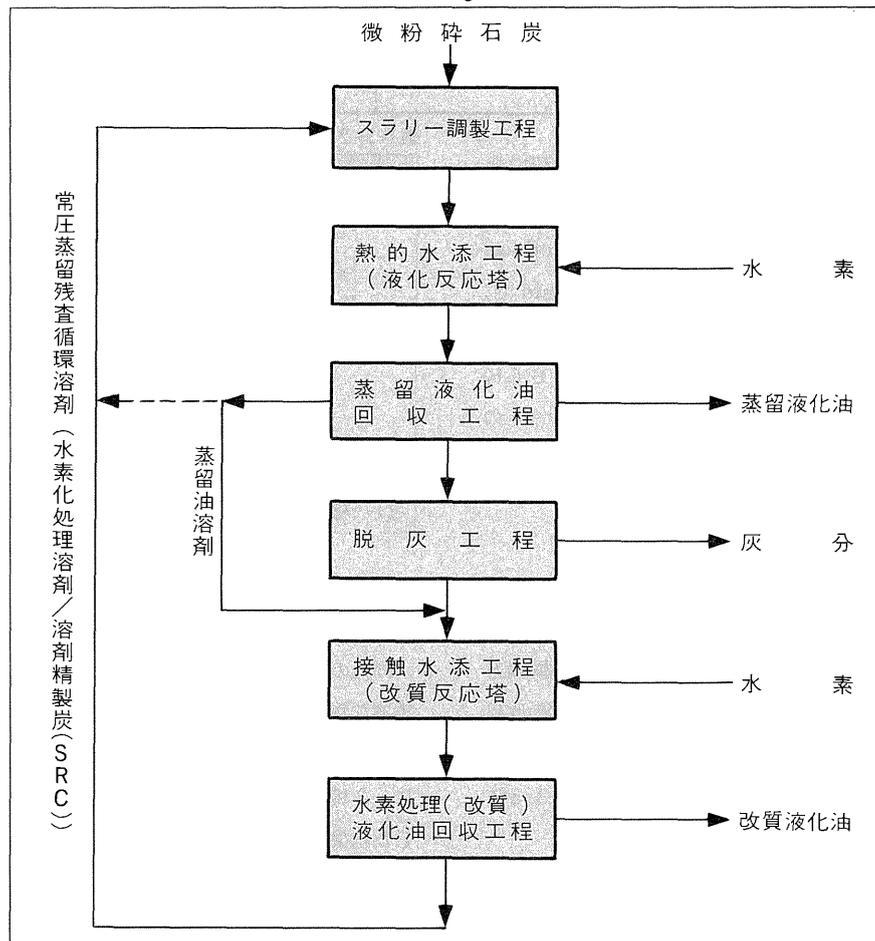


図1-3-2 Wilsonville 2段液化プロセス(Integrated方式)



II. 発電用燃料としての評価

多量の油およびガスを使用している電力業界は、油焼きボイラの65%およびガス焼きボイラの70%が20年を経過していないため、合成液体燃料の潜在的市場として最も有望であると考えている。このためには、電力業界が合成燃料を代替に用いる際の技術的なガイドブックを作成することが必要である。すなわち、発電用ボイラ、ガスタービン、ディーゼルスシステムにおける燃焼特性、排ガス特性、システム運転特性を従来の液体燃料およびガス燃料と比較対照して総合的に把握することである。

EPRIが石炭の液化油について現在までに得られたデータを取りまとめた結果を表1-3-1に示す。

1-3-2 メタノール

I. メタノール合成プロセス

—第8回 EPRI 石炭液化会議より—

石炭ガスを油中に懸濁させた触媒と接触させメタノールを合成する液相メタノール合成法について、EPRIはDOE、その他

表1-3-1 石炭液化油に関する試験結果

研究実施者	石炭液化油名	対象システムと規模	主な試験結果	文献No.
BBC Exxon Stone and Webster	●EDS液化油 ●重質パラホシェルオイル	●ガスタービン ●35MW～8MWの9種類	供試燃料は燃料中のN分が高く水素含有率が低かったが、発電用ガスタービンに使用可能であることが明らかになった。	8-11-5
Southern California Edison Company	EDS液化油	●発電用ボイラ ●44.5MW	NO _x は若干高いが、低O ₂ 燃焼により低減できるので、供試燃料は大きな改造を要せず既設ボイラに使用可能な秀れた燃料であることが明らかになった。	8-12-1
KVB	TSL (Two-Stage Liquefaction) プロセスによる液化油	●試験炉 (発電用ボイラ用) ●3×10 ⁶ Btu/h	TSL石炭液化油はN分が多く、C/H比も高いが噴霧型式の最適化によりNO _x 濃度、ダスト濃度ともに減少できることが証明された。	8-12-7 8-12-9
Philadelphia Electric Company	石炭液化油 (詳細不明)	●タービン燃焼器	合成液体燃料がタービン燃焼器で経済的に燃焼可能かどうかを決定するため、燃焼効率と排ガス性状が測定された。	8-12-8
MIT (Massachusetts Institute of Technology)	石炭液化油 (SRC-II)	●試験炉 (発電用ボイラ用)	最適燃焼条件を選択すれば、NO _x は80ppm (O ₂ =3%換算)以下、ダストは30mg/m ³ H以下にすることができることが明らかになった。	8-13-6
●International Coal Refining Company ●DOE/PETC	SRCを3つの形態で使用 (a) 微粉 (b) SRC重質油 (c) スラリー	●油焚きパッケージボイラ ●30×10 ⁶ Btu/h	●微粉SRCを油焚きボイラで燃焼することに成功した。 ●ボイラ効率はNo.6オイルよりも微粉SRCおよびSRC重質油の方が高かった。 ●スラリーを燃焼した場合のボイラ効率はNo.6オイルとほぼ等しかった。	8-13-7

表1-3-2 La Porte 液相メタノール合成装置(PDU)に関するモデル計算

圧力 PSIG	空間速度 li/hr-kg	MeOH 収率 mol/hr	CO 転換率 %
1,000	7,934	15.1	58.2
1,000	19,130	21.8	44.4
1,000	28,950	22.7	36.4
500	1,598	3.0	48.0
500	3,683	5.0	41.3
500	6,292	6.2	35.2
500	14,240	7.4	23.3

注) 触媒: 20WT% 温度: 225°C 流速: 0.2 FT/SEC

と共に研究開発を進めており、関連研究発表が2件なされている。

研究開発の具体的推進は Air Products and Chemicals 社が担当し Fairfield N. J. および La Porte, Tex. に設置した PDU により研究を進めている。また、さらに Chem. Systems 社はベンチスケールの装置により基礎的研究を進め、研究開発に協力している。

1. Chem. System 社の研究開発

同社は液中流動方式における触媒の活性テスト結果、ガスホールドアップ量に関する研究、触媒還元技術の開発、液体同伴方式のための高活性触媒の選定、装置の改良などについて発表している。

液体同伴方式の装置の概略を図1-3-3に示した。

なお、同研究は1985年まで引きつづき計画されている。

2. Air Products and Chemicals 社の研究開発

同社の PDU による実験データの解析、重要な物理量、システムパラメーターの把握、スケールアップ装置の性能予測のために、3相分散流式反応器を数学的に整理した結果が発表されている。

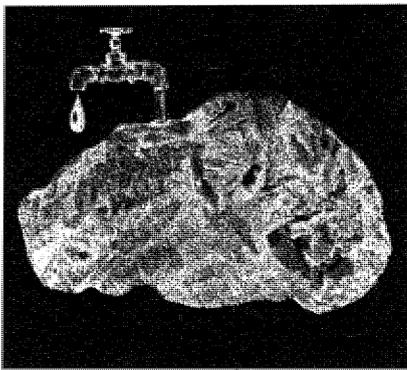
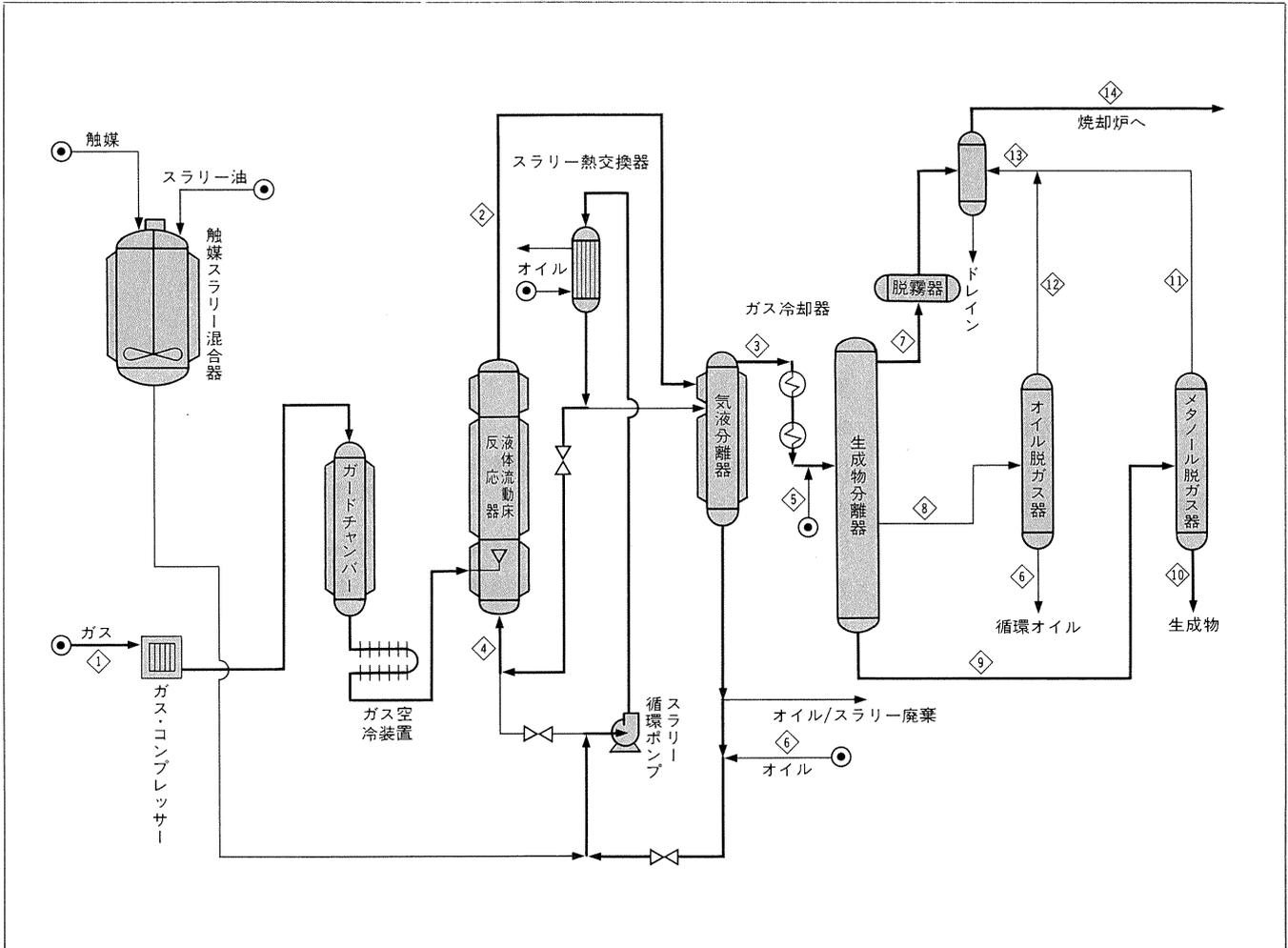
即ち、Langmuir-Hinshelwood の反応速度式を用い、オートクレープの実験デー

タから反応速度定数を算出し、La Porte PDU の性能を予測している。(表1-3-2)

また、触媒の被毒防止についても発表されている。

本方式で使用される Cu-Zn 触媒は、原料ガス中に含まれてくる Fe-カルボニル化合物により著しく被毒される。そのため α-Al₂O₃ を充填したガード層を設置し、Fe-カルボニル化合物を除去して触媒の活

図1-3-3 液相メタノール合成装置(PDU)



性を維持している。

EPR1 側提出資料

1. M.I.Greene et al., Liquid-Phase Methanol : Chem System's Process Research Update.
2. D.M.Brown, Modeling of Methanol Synthesis In The Liquid Phase And Catalyst Poisoning By Iron Carbonyl.

II. 発電用燃料としての評価

メタノールを発電用燃料として、ガスタービンおよびボイラで燃焼試験を行った結果、共に適していることが明らかになった。

1. ガスタービンシステムにおける評価

※ プロジェクトNo.988-1
報告書

No.AP-1712(2月-1981)

ガスタービン燃焼器における運転特性、排ガス性状を把握するためのテストが Southern California Edison Company's Ellwood Energy Support のガスタービン(26MW)を用いて行われた。燃料はメタノールと比較のため JetA 燃料および天然ガスが用いられた。

その結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 起動、停止、出力上昇、低下、制御性

などの運転性能は他燃料と同様であった。

② NO_x およびダストは他燃料より大幅に低減する。さらに、水を注入することにより NO_x はさらに低減する。

③ メタノール使用時タービン寿命は石油系燃料より長くなるが、天然ガスよりは長くないと推定される。

2. ボイラ燃料としての評価

※ プロジェクトNo.1412-11
報告書

No.AP-2554(8月-1982)

発電用ボイラ燃料としての評価を行うための燃焼試験が、Southern California Edison 社の Highgrove 発電所4号ボイラ(出力44.5MW)において行われた。同ボイラは実験に先立って燃料貯蔵タンクの 신설、燃料系統の改造、およびバーナを圧力

噴霧から蒸気噴霧に変更した。

主な結果は次の通りである。

- ① 燃焼特性の面からは、NO_x 濃度(O₂=3%換算値)は90ppmと低く、さらに水を1%注入することにより約3.5ppm低減できるなどすぐれた燃料であるが、ボイラ効率率は他の燃料より悪かった。
- ② 単位重量当りの発熱量が低いため、同一発電電力を得るためには燃料油の2倍の量が必要となるので、燃料貯蔵および燃料システムを増強する必要がある。
- ③ 結論として、燃焼特性の面から考えると非常に良い燃料であるが、コストの面で現時点での使用は実用的ではない。

1-3-3 健康影響と規制

※ プロジェクトNo.1735-1
報告書
No.AP-2288(3月-1982)

この予備研究は、石炭から製造された液体燃料を既存のシステムで使用したり輸送したりするとき、電力産業に対する手引きを提供するために行われた。これらの新しい燃料油を使用するにあたって、健康上、一般大衆を保護する上で、規定すべき事項などに関して考察がなされた。概要は次のとおりである。

1. 石炭液化油の商業規模の製造、輸送および電力設備を取扱う上で予想される健康影響に関して、今までに得られている知識を、文献調査によって総括した。その中には、産業衛生、職業上の健康研究や石炭から作られた各種の物質による動物への毒性研究などが含まれる。
2. 在来の石油系燃料油を用いている発電設備について、在来の燃料油の取扱いおよび輸送に対する全ての業務を詳細に調査した。すなわち、その調査によって、労働者が燃料油にさらされるであろう操作、その曝露の性質とか程度、回数などといった事柄について明らかにすることができた。

3. 石炭から作られる燃料油の輸送および取扱いに適用しうる既存の規制を総括した。それらの規制は、次のとおりである。

- 燃料油の鉄道、船およびトラック輸送
- 作業場を管理する規則
- 燃料油や廃棄物の取扱いおよび廃棄処分に関する環境規制

4. 石炭から作られた燃料に電力労働者がさらされた場合に生ずるであろう健康影響の性質および程度について、上述の検討結果から見積った。労働者に対するリスクを最小にするために装置を再設計するか、又は一般大衆および産業上の衛生業務に関する制度を設ける必要がある。

5. 石炭から作られた燃料にさらされた電力労働者が受けられる急性的影響は、皮膚炎および目の刺激である。予想される慢性影響は皮膚ガンである。一般大衆がこのような燃料に曝露されるのは、事故に伴って燃料がこぼれ出したり、そのため水域が汚染されたりした場合である。

6. 石炭から作られた燃料への労働者や一般大衆の曝露を抑制するためのガイドラインが開発された。電力労働者、輸送労働者および一般大衆の曝露の性質、確率および程度などが考察された。技術的対策、産業衛生業務、モニタリング、抑制地域の設置、仕事の分類、教育計画、医学的監視および電力労働者に対する保護具等について述べられている。

7. 今後の課題は次のとおりである。

- ① 毒性物質がもれ出た場合の沿岸警備隊の詳細な記録に関する注意深い研究
- ② 石炭液化油およびガス状物質に対するさらに特別かつ鋭敏なモニタリング手法の開発
- ③ 現在の輸送業務のさらに詳細な研究
- ④ 皮膚からの石炭液化油汚染物質の検出および除去に対する改良された方法
- ⑤ 曝露によって生ずる障害の初期的検出に対する改良された臨床テストの開発
- ⑥ 石炭液化油にさらされた全ての人々の監視システム

1-4

メタノール併産方式

※ プロジェクト
No.AP-2212(1月1982)

1-4-1 はじめに

EPRIは、石炭ガス化複合発電プラントに一過方式(once through)のメタノール合成装置を組込むことにより、クリーンな液体燃料であるメタノールを石油換算価格30~35ドル/日で製造し得る可能性があるとして評価し、現在その実現をめざして液相メタノール合成法の研究開発を進めている。

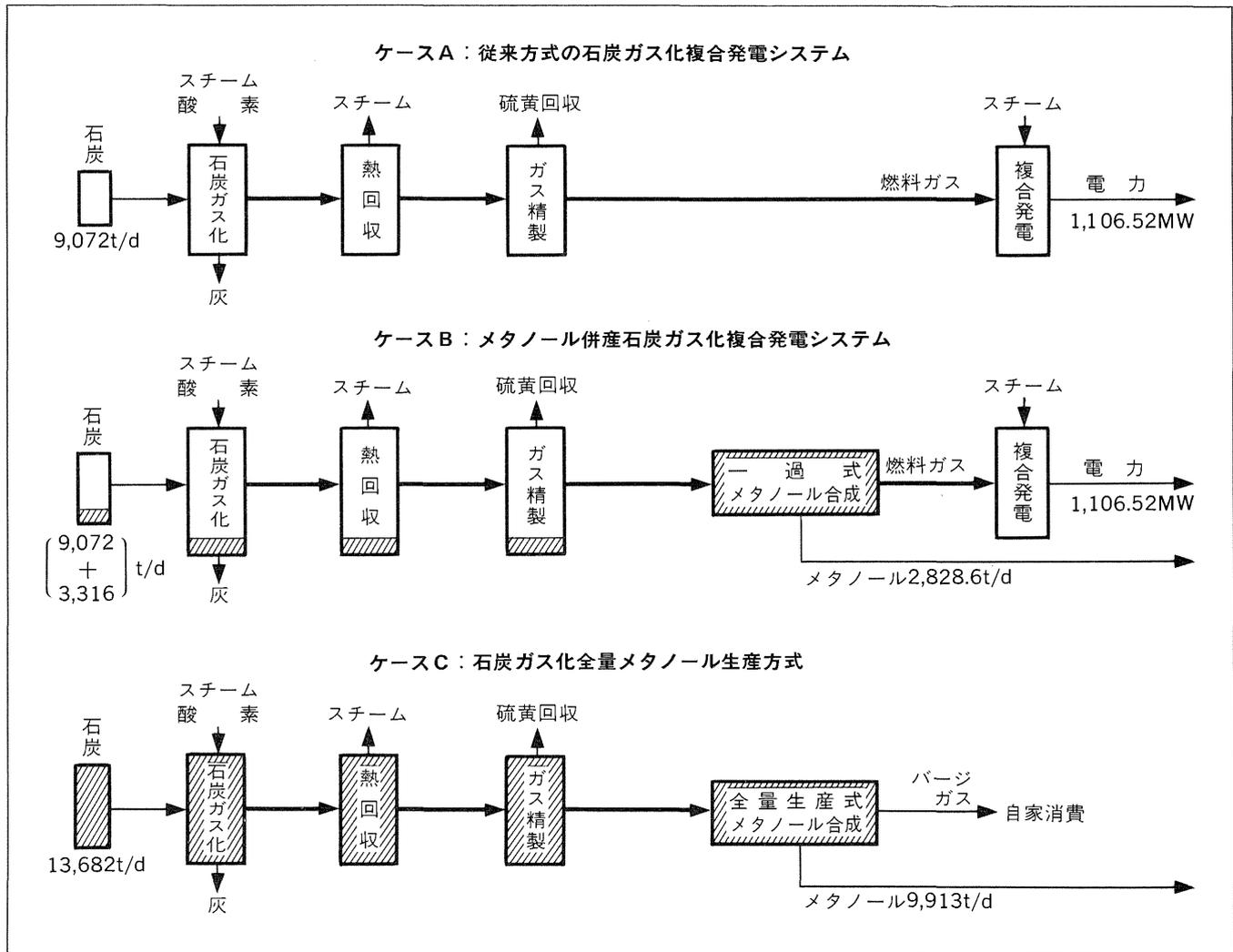
本報告は本方式によれば、石炭からのメタノール合成の熱効率向上が可能となるとともに、全量メタノール方式よりも低コストで燃料メタノールが得られる可能性があることを評価したものである。

1-4-2 目的

酸素酸化 Texaco 石炭ガス化複合発電システムプラントに一過式のメタノールプラントを組込み、ベース負荷の電力とピーク負荷燃料のメタノールを併産するシステム、Texaco 石炭ガス化複合発電システムおよび全量生産方式石炭ガス化メタノール合成システムの3システムについて、つぎの条件下の発電コストとメタノール製造コストを比較評価した。

1. ベース負荷の Texaco 石炭ガス化複合発電システム(1,100℃級ガスタービン使用)に組込んだ一過式の Chem Systems 液相メタノール合成プラントによるメタノール製造コストおよび発電コスト

図1-4-1 メタノール併産石炭ガス化複合発電システムと全量生産方式石炭ガス化メタノール合成システムの比較



2. 全負荷時の一過式および全量生産式のメタノール製造コスト
3. Texaco 石炭ガス化複合発電システムの発電コスト

1-4-3 結果

I. 組込んだTexacoガス化複合発電システムの概要

1. メタノール合成

図1-4-1に示す本システムでは、Texacoガス化炉で石炭を酸素によりガス化し、得られる燃料ガスを除じん、脱硫の上でメタノールプラントに通す。通常のメタノール合成における原料ガス前処理としてのシフト反応、CO₂除去、未反応燃料ガスの再循環等はいずれも行わない。

このような一過式によるメタノール合成

におけるメタノール収率は7~17%と低い。未反応の燃料ガスは全量ガスタービンに送られ、発電用燃料として消費される。

2. 石炭ガス化炉

在来型のTexacoガス化炉よりも大容量化し、石炭スラリー濃度を高くした。

3. メタノール合成システム

大容量化に適したメタノール合成プロセスとして、Chem Systemsプロセスを選定した。このプロセスは現在開発段階にあり、実用化までにはまだ長期間を必要としよう。

4. 酸素プラント

石炭ガス化炉へ高圧(約70気圧)で酸素を供給する遠心圧縮機は、現在すでに70気圧まで実用化されており、現状技術の範囲内にある。

5. 酸化硫化炭素(COS)水素化ユニット

酸性ガス除去(脱硫)プラントの上流側に設置されるCOS水素化ユニットは商業規模装置による実証が残されている。

6. 石炭ガス化炉出口燃料ガスの排熱回収

石炭ガス化炉出口の高温燃料ガスの排熱回収装置では、気流輸送される石炭灰による障害が懸念されており、そのハンドリング方法の開発が必要である。

II. 経済性試算

1. 全量生産式メタノール合成の熱効率は57.86%であるが、一過式メタノール合成では合成反応における発熱が複合発電プラントで有効に活用されるので、メタノール合成の熱効率が68.80%へと大幅に向上する。

2. 一過式メタノール合成によるメタノール価格は \$5.58/10⁶Btu(1980年央、初年度価格)であり、全量生産式によるメタノール価格 \$7.87/10⁶Btu(EPRI AP-1962 試算値)よりも約30%安い。

3. 一過式メタノール併産石炭ガス化複合発電の発電コストは通常の Texaco 石炭ガス化複合発電システムの発電コストよりも約10%安い。

1-4-4 所 感

石炭ガス化複合発電システムは本来ベース負荷運転に適している。一方、電力需要は昼夜の負荷変化が大きいので、これに追従し得ることが望ましい。メタノール併産石炭ガス化複合発電システムは、この要望に応えるとともに経済性をも向上し得る有利性の高いシステムである。

電研はこのシステムについて既に調査検討を行っており、本報告と同様の有利性が期待し得ることを明らかにし、所内資料(「メタノール併産石炭ガス化複合発電システムにおけるメタノール製造の経済性評価」電力中央研究所研究調査資料No.A82002(1982))に取りまとめた。

1-5

石炭灰の有効利用

1-5-1 はじめに

石炭灰利用に関する EPRI の研究動向は次のように大別される。

1. 石炭廃棄物による人工礁計画
2. フライアッシュ製電柱の開発
3. 石炭灰から金属を回収する方法の評価

1-5-2 石炭廃棄物による人工礁計画

※ プロジェクトNo.: 1341-1
 報告書No.:
 F P 1252(11月1979)
 C S 2009 Vol.1(10月1981)
 C S 2009 Vol.2(11月1981)
 C S 2009 Vol.3(8月1981)
 C S 3071 (5月1983)

石炭火力発電所から排出されるフライアッシュおよび排脱スラッジをブロックとして、海洋に投棄し人工礁とする方法について検討した。計画は、実験室における基本諸特性、ブロック製造および海洋投棄による

検討が行なわれた。海洋投棄による検討では、15,000ヶ(500トン)のブロックを、ロングアイランド島(N.Y.)のコンサイエンス湾に浸漬し、3年間以上の実績を得た。フライアッシュと排脱スラッジからつくった安定化したブロックは、長期間にわたって、海水中の環境影響に対して有害ではなく、また構造的にも満足できるものであった。また、人工礁構築により、生物学的生産性、漁獲向上を期待しうるものである。以上の結果から、火力発電所の石炭廃棄物をふくむブロックの海洋投棄は、海洋環境

図1-5-1 石炭廃棄物による人工礁計画

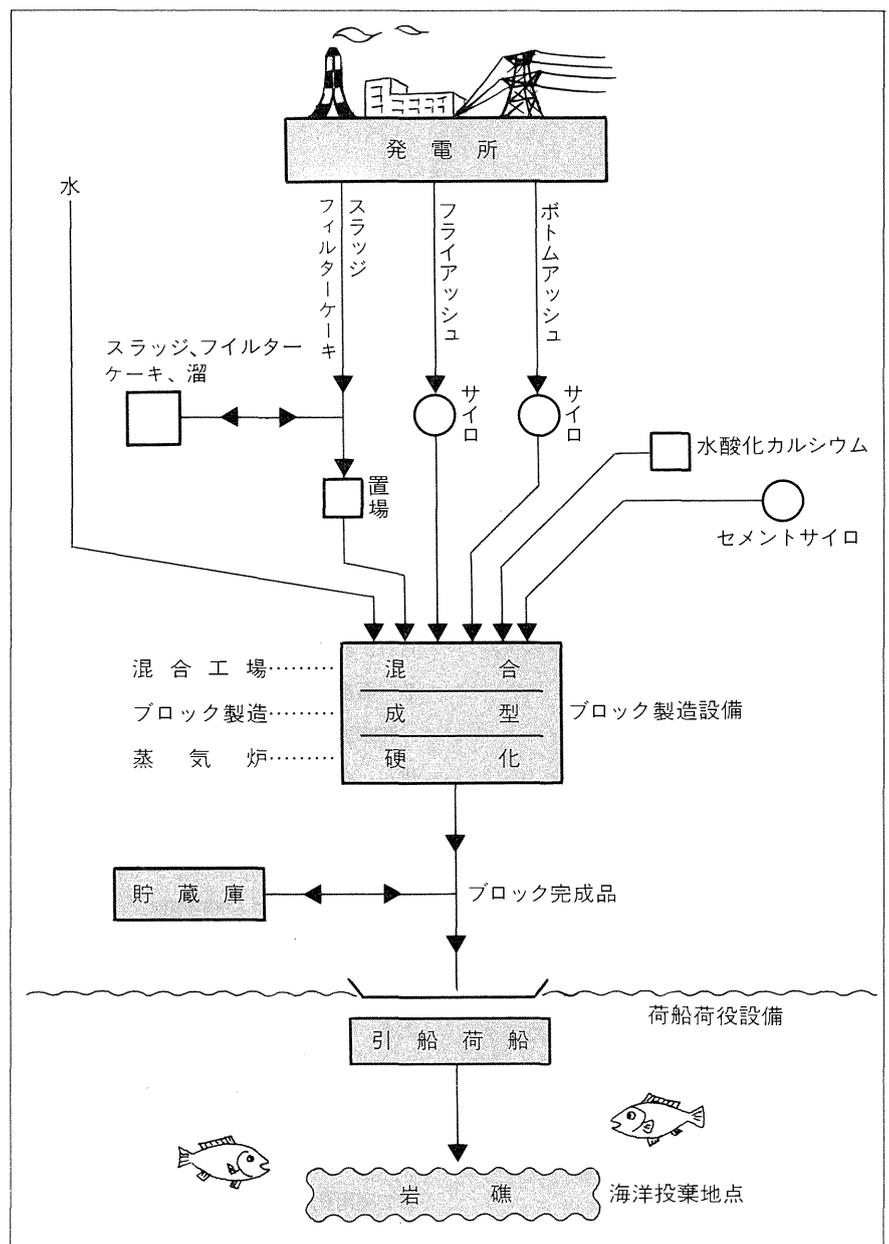
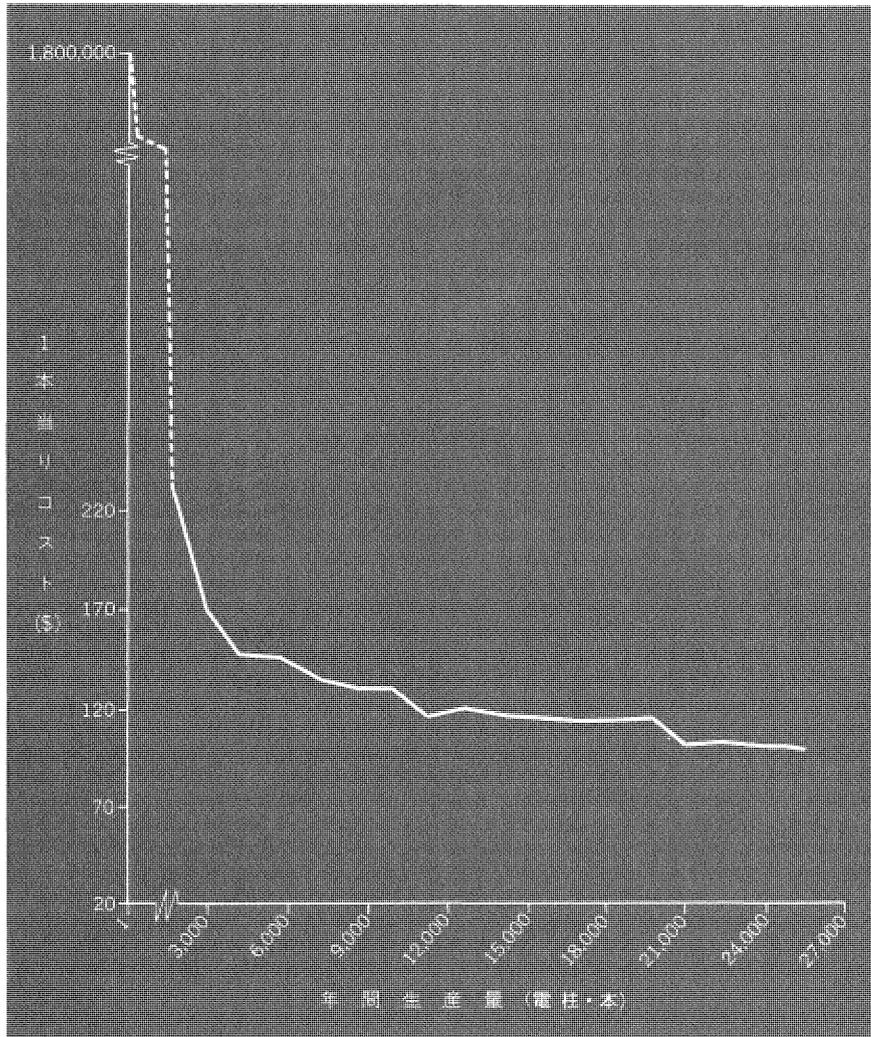


図1-5-2 フライアッシュ電柱製造本数とコスト



と適合しうることを示した。

なお、ブロックは、組成を変えて数種のものがつくられたが、一例を示せば、フライアッシュとスラッジ(フィルターケーキ)の比を1:1、3:1、添加物として水酸化カルシウムまたは、酸化カルシウムなどである。

計画の概要を図1-5-1に示す。概算評価によると資本費は230,151,000ドル(約550億円)、年間運転および保守費は4,967,000ドル(約12億円)である。

1-5-3 フライアッシュ製電柱の開発

※ プロジェクトNo.: 851-1
報告書No.
EL-1384(4月-1980)

フライアッシュをもちいて競合する価格

で実規模の電柱を連続製造しうる工程を開発する。内容は、連続製造工程と長さ40フィートの電柱製作、取扱上の評価からなる。最適基材組成は、フライアッシュと廃ガラスの比が1:1である。1,066℃で焼成した柱の屈曲強さは、2,500~7,500psiであった。この計画の今後の課題は、テーパのある柱を製造するための技術を検討することである。一本ものの40フィートの柱の乾燥まではできたが、ひび割れ、亀裂なしに焼成することはできなかった。

概算評価によれば、40フィートの8角形柱を年間25,200本製造した場合のコストは、1本当たり約100ドル(24,000円)である。なお、日本における電力会社送配電用電柱は、12m(950kg/本、荷重500kg)で60,000円(御値)である。

1-5-4 石炭灰から金属を回収する方法の評価

※ プロジェクトNo.: 1402-2
報告書No.:
CS-1992 Vol.1(8月1981)
CS-1992 Vol.2(11月1981)

この計画は、フライアッシュから金属を回収し、販売可能な製品をつくるための作業工程を開発することである。有望な回収方法には、直接酸浸出法と加圧加温酸浸出法がありこの2つの方法について検討した。金属としては、酸化アルミニウム($Al_2O_3 \cdot$ アルミナ)、酸化第二鉄(Fe_2O_3)が主要なものである。直接酸浸出法では、塩酸、硫酸、硝酸をもちいて浸出効果を比較したが、塩酸が有利であることがわかった。東部石炭灰(アルミニウムとして15.2%、鉄として7.8%)よりアルミニウム約50%、鉄80%が回収できた。加圧加温酸浸出法は、直接酸浸出法の工程以外に、カセイソーダをもちい、390°F、200psiで前処理を行う工程をふくむものである。資本コストは、年間100万トンの灰を処理する設備に、直接酸浸出法では、4,250万ドル、加圧加温酸浸出法では、5,500万ドルを要する。現在の時点では、直接酸浸出法の方が有望であると結論した。

1-6

ボイラーの水質規準

ボイラーの水質ならびに蒸気純度についてユーザー側に指針を与えるため、米国ボイラー製造者協会(American Boilers Manufacturers Association, 略称 ABMA)に委員会が設置され、前回すなわち1964年以来的新たな勧告が出された。この委員会

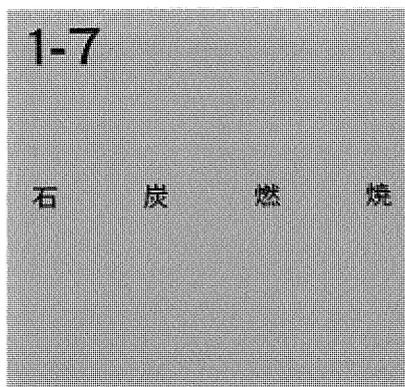
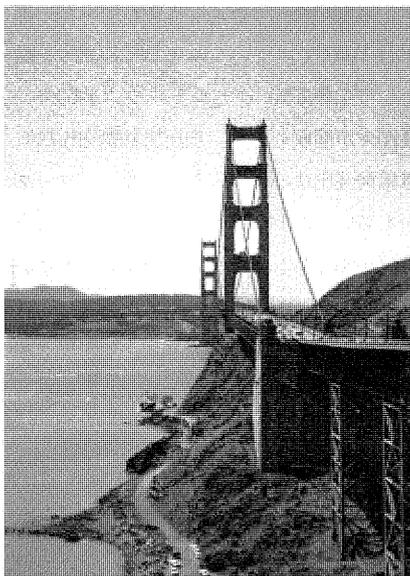
は ABMA ならびにボイラメーカーである B & W 社、FW 社、CE 社、Reiley 社の 5 者から構成された。

表1-6-1 はボイラを循環形式および圧力によって区分し、ボイラの水質と蒸気純度に対する新たな推奨値を示している。

EPRI 側提出資料

Boiler Water Limits and Associated Steam Purity Recommendations For Watertube Boilers

W.H.Axtman(ABMA), A.Banweg(B & W), C.R.Clark(FW), F.Gabrielli (Reiley) A.J.Zipay(FW)



1-7-1 石炭性状分析

連続石炭性状分析器(CONAC)の原型機の評価を行った。この装置の原理は prompt neutron activation analysis (PNAA) に基づいている。硫黄分析器をデトロイト・エジソンのプラントに据え付け、石炭をブレンドする運転条件下で石炭中の硫黄の連続分析テストを行った。同時に、H、Fe、Cl、Nの分析も行った。より多機能な性格をもった装置について2回目のテストを、石炭を再循環させる方法を用いて実験室規模で行った。このとき、C、S、H、N、Cl、Si、Al、Ca、Na、Feが測定された。石炭中の湿分は超短波測定法により測定した。発熱量、スラッキング、ファウリングを示す指標を計算した。この CONAC の装置は TVA の Paradise プラントに設置され、1982年の夏にフィールドテストが行われる予定になっている。

EPRI 側提出資料

Tassicken et al:Continuous Nuclear Analyzer of Coal for Improved Combustion Control

1-7-2 集じん

“静電効果併用の繊維層フィルター”についてバグフィルターは、電気集じん器に比べて集じん効率が高かつ、近年使用される低イオウ炭燃焼ガス中のフライアッシュのように高電気抵抗のダストに対しても集じん効率が低下しないので、利用が増加している。バグフィルターの前に、プレチャージャー(予備荷電器)を付設すると、予備荷電器が前置集じん器として働き、さらに静電気凝集により、粒径が大きくなることと、バグフィルター表面に均一ではなく、凸凹状に粒子が捕集される作用により、集じん効率がさらに増加したバグフィルターでの圧力損失が低下するので所要動力が減少する。この現象は、実験室レベルにおいて、数多く示されておりまた2,500ft³/mi ガス量の、パイロットプラントにおいても実証された。

EPRI 側提出資料

McCain et al:Electrostatic Enhancement of Fabric Filter Performance ●

表1-6-1 ボイラの水質ならびに蒸気純度に対する推奨値

注1) 水処理によって決まる 注2) 炭酸カルシウム換算 注3) シリカを除く

ボイラの種別と圧力	項目	全溶解固形物 (ボイラ水) ppm(MAX)	全アルカリ度 (ボイラ水)注2 ppm	懸濁固形物 (ボイラ水) ppm(MAX)	全溶解固形物 (蒸気)注3 ppm(MAX)予想値)
ドラムボイラ	0~ 300psig(0~ 21kg/cm ² g)	700~3,500	140~700	15	0.2~1.0
	301~ 450psig(21~ 32kg/cm ² g)	600~3,000	120~600	10	0.2~1.0
	451~ 600psig(32~ 42kg/cm ² g)	500~2,500	100~500	8	0.2~1.0
	601~ 750psig(42~ 53kg/cm ² g)	200~1,000	40~200	3	0.1~0.5
	751~ 900psig(53~ 63kg/cm ² g)	150~ 750	30~150	2	0.1~0.5
	901~1,000psig(63~ 70kg/cm ² g)	125~ 625	25~125	1	0.1~0.5
	1,001~1,800psig(70~127kg/cm ² g)	100	注1	—	0.1
	1,801~2,350psig(127~165kg/cm ² g)	50	注1	—	0.1
	2,351~2,600psig(165~183kg/cm ² g)	25	注1	—	0.05
	2,601~2,900psig(183~204kg/cm ² g)	15	注1	—	0.05
貫流ボイラ	1,400以上 psig(98kg/cm ² g以上)	0.05	—	—	0.05

付録-2 環 境

担当●狛江事業所担当 理事 千秋 信一

2-1

SURE(硫酸塩に関する広域観測)プロジェクト

※ 「The Sulfate Regional Experiment: Report of Findings, Volume 1, 2, 3」
EPRI Final Report
EA-1901(3月-1983)

2-1-1 SUREプロジェクトの目的

二酸化硫黄 SO_2 と硫酸塩 SO_4^{2-} の関係を明らかにし、特に、合衆国東北部における SO_4^{2-} 環境濃度に対する発電所の影響を評価すること。

2-1-2 SUREプロジェクトの実施

本計画は1977年はじめに着手され、1980年はじめに終了した。この間、野外観測が1977年8月から1978年10月まで行われた。検討項目は次の通りである。

1. 地上54地点における硫黄化合物・窒素化合物・オゾン・炭化水素・粒子状炭素および気象の観測
2. 地上観測と併せて大気汚染質の3次元解析を行うための航空機観測
3. 排出源目録(発生源別 SO_x 、 NO_x 、浮遊粉塵、炭化水素排出量)の作成

4. 大気汚染予測計算モデルの作成

2-1-3 主 な 結 果

I. 硫酸塩 SO_4^{2-} について

SO_2 主要排出源の風下100~300km以内で、 SO_4^{2-} の最大濃度が生じており、特に、大気が澱んでいるとき、風向の変化が小さいとき、などの気象条件下で高濃度が発生した。

SO_4^{2-} 、硝酸塩 NO_3^- は全浮遊粒子状物質の30%程度であり、 SO_4^{2-} の80%は粒径25 μm 以下であった。また、SURE 観測領域(図2-1-1)においては、粒子状の SO_4^{2-} 、 NO_3^- は全大気汚染物質の10%以下であった。なお、オゾンは40%以上、 NO_x 20%、 SO_2 15%、 SO_4^{2-} ・ NO_3^- 以外の粒子状物質は15%である。

SO_4^{2-} の濃度変化は気象条件に大きく左右される。 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ というガスから粒子への変換過程は夏季に特に顕著で、 SO_4^{2-} の生成には光化学反応が密接に関係している。また、 SO_x の分布は、大気鉛直混合と気団の動きによって決まる。これらのことから、 SO_4^{2-} 濃度の変化の度合いは、総観測規模の気団の分類、あるいは、 SO_2 、オゾン、浮遊粉塵濃度等の大気質を変数とした統計関係から予測可能である。

SO_2 高排出源地域と、 SO_2 ・ SO_4^{2-} 濃度の分布パターンはほぼ一致した。

II. NO_x の挙動

SURE 観測領域では NO_x 濃度は概して低い(メジアン6.6ppm)が、 SO_2 濃度(メジアン3.5ppm)に較べればやや高い。一方、粒子状の NO_3^- は、 SO_4^{2-} に比べ極めて低か

った。このことは、 NO_x 酸化生成物の大部分はガス状のままであることを意味する。また、 NO_3^- は上空で高濃度を示す傾向にあったが、対流圏内での窒素化合物の挙動に関する適当な測定法がないため、その原因は不明である。

III. 広域大気汚染のモデル化 (SURADS)

晴天時を対象とした広域スケールの大気汚染モデルの開発とその検証を行った。その結果、 SO_2 実測値に対しファクタ3(推定値が、実測値に対して3倍から1/3の範囲にあることを示す)、 NO_2 実測値に対しファクタ2の範囲で推定できた。このモデルは、汚染質の経日変化を見積るのに有効であるが、不確実性がある、現実の排出量規制から期待される濃度の変化よりも大きく見積られることがあった。全体としては、広域スケールにおける大気汚染モデルに関する今後の開発方向が示されたといえる。

2-1-4 所 感

1. 発電所近傍の環境対策が整備されつつある現在、広域大気汚染へのインパクトの見積りが今後の問題となろう。その意味で、SURE 計画は有益な情報を提供している。
2. 広域大気汚染の解析を進める上で、SURE の排出源目録のような正確・詳細な排出源の把握が重要である。
3. 主要排出源分布、気象条件、地形など、我が国では、米国と事情が異なるので、観

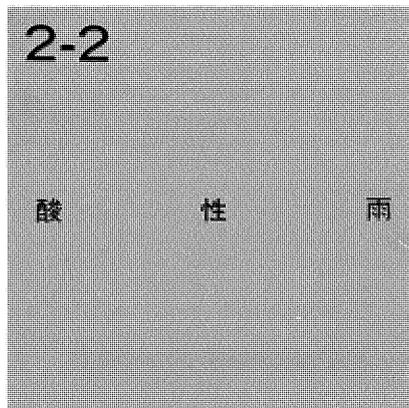
測網の配置法など工夫が必要であろう。

4. SURE 計画は、主に晴天時における $SO_2 \rightarrow SO_4^{2-}$ の変換機構を明らかにしようとするものであるが、我が国ではこれに関する実測データが乏しい。また、湿潤気候区にある我が国では、雲-降水過程における汚染質の除去機構を検討する必要がある。

5. 汚染質の除去機構に関連して、 SO_x 、 NO_x 、硫酸塩、硝酸塩などの乾燥沈着についての知識が、その現象の不確定さのため不十分である。今後の重要な検討課題である。

6. SURE 結果によると、大気中の粒子状物質はガスに比べて少ない。我が国に於いても、発電所排煙の追跡などによって、その実態を明らかにする必要がある。

7. 硫酸塩の高濃度域の評価については、気象条件が異なるので、風下100~300kmとは一概に言えない。影響する気団の大きさから考えて、我が国では、1桁小さいスケールの現象として取扱うのが良いかも知れない。



2-2-1 「漁業と湖沼酸性化」研究計画

※ 「Fisheries and Lake Acidification」
Project Description
RFP2346

EPRI では1977年、アデロンダック山地3湖沼における酸性雨の影響を検討するため ILWAS(Integrated Lake-Watershed Acidification Study—湖沼流域酸性化総合研究)を開始した。現在では同地域の20湖沼を対象とした RILWAS(Regional Integrated Lake-Watershed Acidification Study—地域的湖沼流域酸性化総

合研究)を行っている。RILWASの一環として魚類現存量調査が含まれている。本計画は総括的研究の中に漁業分野の予測的要素を組入れるために行うもので計画の概要は次の通りである。

1. 数種の魚類の生息数変動を予測するためのパラメータを、バックグラウンド的条件下で抽出する。
2. pH、金属等の生活条件変化に対する魚類耐性試験を行う。
3. 魚類の生理学的機構を研究、特に2.に対する生理学的モデルを開発する。
4. 上記研究成果を踏まえ、魚類棲息数予測モデルを開発し、RILWASの実態調査と比較する。

2-2-2

降水の化学組成比較方法に関する UAPSP (公益事業酸性雨研究計画) 諮問作業部会・会議録

※ 「Proceedings: Advisory Workshop on Methods for Comparing Precipitation Chemistry Data」
UAPSP100(2月-1983)

近年米国においては、酸性雨に関する社会的関心が高まり、各種研究会が活発に開催されるようになった。降水の観測体制も整備され、北米においては表2-2-1に示した各機関の観測体制があり、観測地点は約300地点にのぼる。これら観測網からのデータを信頼性をもって最大限有効に利用するには、観測方法の規格化、データの品質管理等を十分に行わなければならない。本会議録は降水の化学的観測網のデータ相互比較に関して、データの質的向上を目的とした UAPSP 諮問作業部会の議事内容収録である。各部会の主題は次の通りである。

- 第1部会 データ品質管理と保証方法
- 第2部会 データ品質管理・保証のための情報の利用
- 第3部会 相互比較研究の必要性
- 第4部会 記録保管の必要性

図2-1-1 SURE 観測網

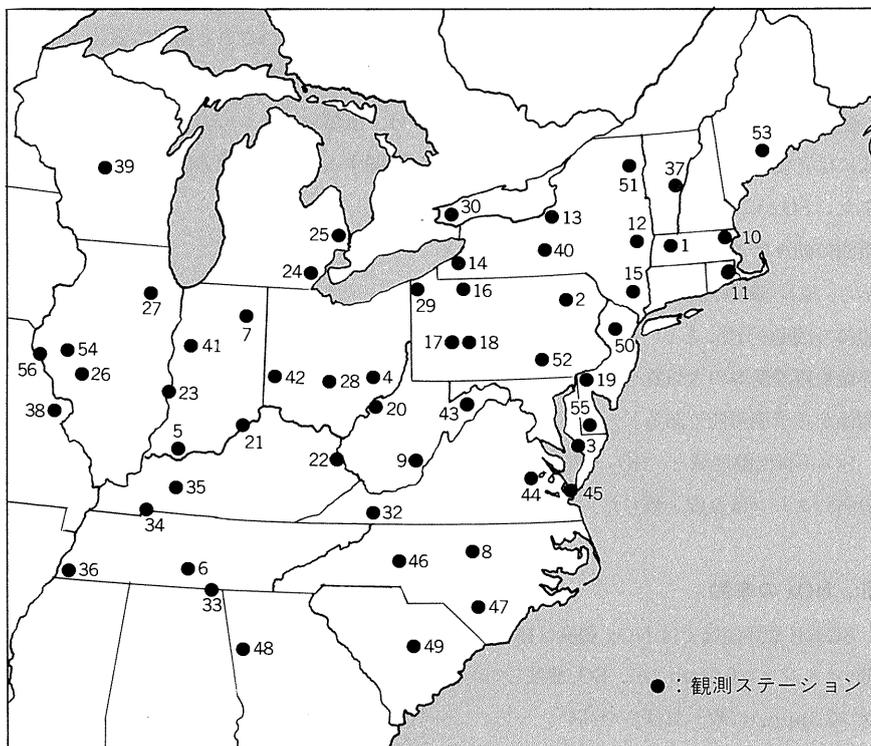


表2-2-1 北アメリカにおける降水化学組成観測体制一覧

APIOS	Ontario Ministry on the Environment/ <u>A</u> cidic <u>P</u> recipitation in <u>O</u> ntario <u>S</u> tudy オンタリオ州環境省/オンタリオ州における酸性雨研究
APN	Atmospheric Environment Service/ <u>A</u> ir and <u>P</u> recipitation <u>M</u> onitoring <u>N</u> etwork 大気環境局/大気および降水監視観測網
CANSAP	<u>C</u> anadian <u>N</u> etwork for <u>S</u> ampling <u>A</u> cid <u>P</u> recipitation 酸性雨採取カナダ観測網
DOE/EML	<u>D</u> epartment of <u>E</u> nergy/ <u>E</u> nvironmental <u>M</u> easurements <u>L</u> aboratory エネルギー省/環境計測研究所
FCG	<u>F</u> lorida <u>P</u> ower <u>C</u> oordinating <u>G</u> roup フロリダ電力共同事業体
MAP3S/RAINE	<u>M</u> ultistate <u>A</u> tmospheric <u>P</u> ower <u>P</u> roduction <u>P</u> ollution <u>S</u> tudy/ <u>R</u> egional <u>A</u> cidity of <u>I</u> ndustrial <u>E</u> missions 多州にわたる発電に伴う大気汚染研究/産業排出物の地域的酸性度調査
NADP	<u>N</u> ational <u>A</u> tmospheric <u>D</u> eposition <u>P</u> rogram 国設大気沈着物計画
NCA	<u>N</u> ational <u>C</u> oal <u>A</u> ssociation 連邦石炭協会
ONTH	<u>O</u> ntario <u>H</u> ydro オンタリオ hidro 社
SCE	<u>S</u> outhern <u>C</u> alifornia <u>E</u> dison サザン・カリフォルニア・エジソン社
TVA	<u>T</u> ennessee <u>V</u> alley <u>A</u> uthority テネシー川流域開発公社
UAPSP	<u>U</u> tility <u>A</u> cid <u>P</u> recipitation <u>S</u> tudy <u>P</u> rogram 公益事業酸性雨研究計画
WISC	<u>W</u> isconsin <u>E</u> lectric <u>U</u> tilities/ <u>W</u> isconsin Department of Natural Resources ウィスコンシン電力事業体/ウィスコンシン州天然資源局
WMO/NOAA/EPA	<u>W</u> orld <u>M</u> eteorological <u>O</u> rganization/ <u>N</u> ational <u>O</u> ceanographic and <u>A</u> tmospheric <u>A</u> dministration/ <u>E</u> nvironmental <u>P</u> rotection <u>A</u> gency 世界気象機関/商務省海洋大気局/環境保護庁
PQC	<u>P</u> rovince of <u>Q</u> uebec ケベック州

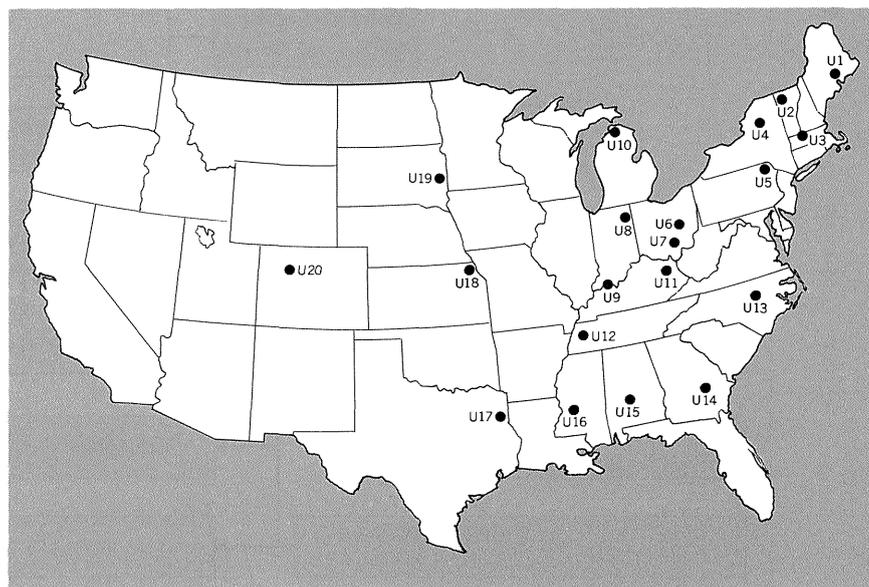
2-2-3 UAPSP 1982年度年次報告

※ 「UAPSP 1982 Annual Summary Report」
UAPSP101(2月-1983)

UAPSP(Utility Acid Precipitation Study Program—公益事業酸性雨研究計画—)は、1980年代の降水の“質”に関するデータベースを確実なものとするため、エジソン電気研究所(EEI)とEPRIの主導のもとに全米35の電力会社が参加して、1981年に設立された。

UAPSPの観測網は、図2-2-1に示すように、全米にわたる約20の地上観測局から成るが、このうち5観測局は、EPRIがSURE計画に関連して設置したものを受

図2-2-1 公益事業酸性雨研究計画観測網



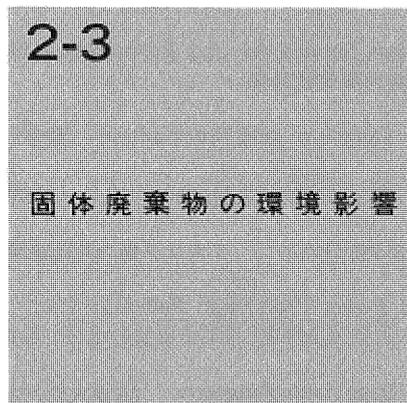
け続けている。現在のところ、観測データの蓄積と解析とは十分行われていない。しかし既設観測局のデータは、EPRI/SUREのそれと類似した傾向を示している。すなわち、

1. 降水の酸性度は、テネシー・インディアナおよびオハイオの各州で最も高い。
2. NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} が高濃度のインディアナおよびサウスダコタでは、 SO_4^{2-} および NO_3^- 濃度も相対的に高い。
3. ミシシッピ川の西側、南部およびニューイングランドの北部では、 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 濃度は比較的小さい。
4. 平均的にみれば、 NO_3^- 濃度は雨よりも雪の方が高い。これに対して SO_4^{2-} 濃度は、雨も雪も同程度である。

UAPSPの予算総額は、1982年度：650万ドル、1983年度：867万ドルである。1983年度予算の大部分は観測費・分析費およびデータ解析費であり、事務費は約30万ドルである。

来年度のUAPSPの活動は、専ら観測

の継続を中心に実施される予定である。詳細な解析には、最低2ヶ年間のデータの蓄積を必要とするから、結論は1984年中葉以降まで待たねばならない。



2-3-1 EPRIにおける固体廃棄物の環境影響に関する研究(SWES)の概要

※ 「Solid Wastes Environmental Studies (SWES) at EPRI」
L. P. Murarka(3月-1983)

EPRIにおけるSWESプロジェクトは1977年に開始されている。当初はフライア



ッシュに含まれている微量成分を中心に研究が進められていたが、1981年にRCRA (Resource Conservation and Recovery Act—資源保全再生法)が改正されたのを機会に研究の目標を「溶出成分の地下水への移行モデルの開発」にしぼり、1987年までの新たな研究計画の策定を行った。研究開発の全体のフローは図2-3-1に示した通りである。

SWESは12のプロジェクト研究から構成されており、現在までにその半数が終了している。報告書はすでに7編が公表されており、さらに7編が近日中に公表される予定である。それぞれのプロジェクト研究の推移と実施計画は図2-3-2に示した通りである。

図2-3-1 EPRIにおける固体廃棄物環境影響プロジェクト(SWES)の研究開発フロー図(1982)

注) RP: プロジェクトNo.

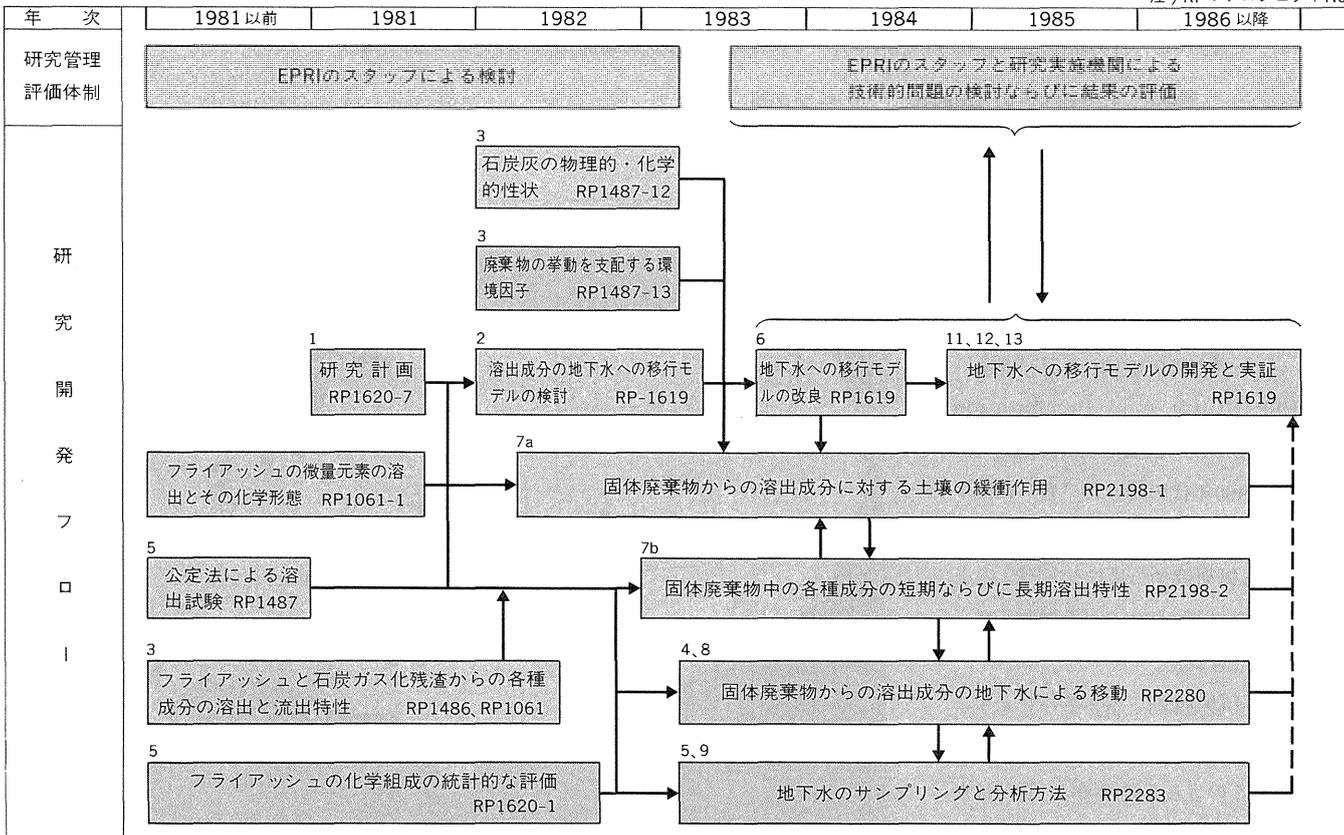


図2-3-2 SWESの各プロジェクトの推移と実施計画

注) ●：既刊報告書 ▲：作成済、電研未入手 ○：刊行予定

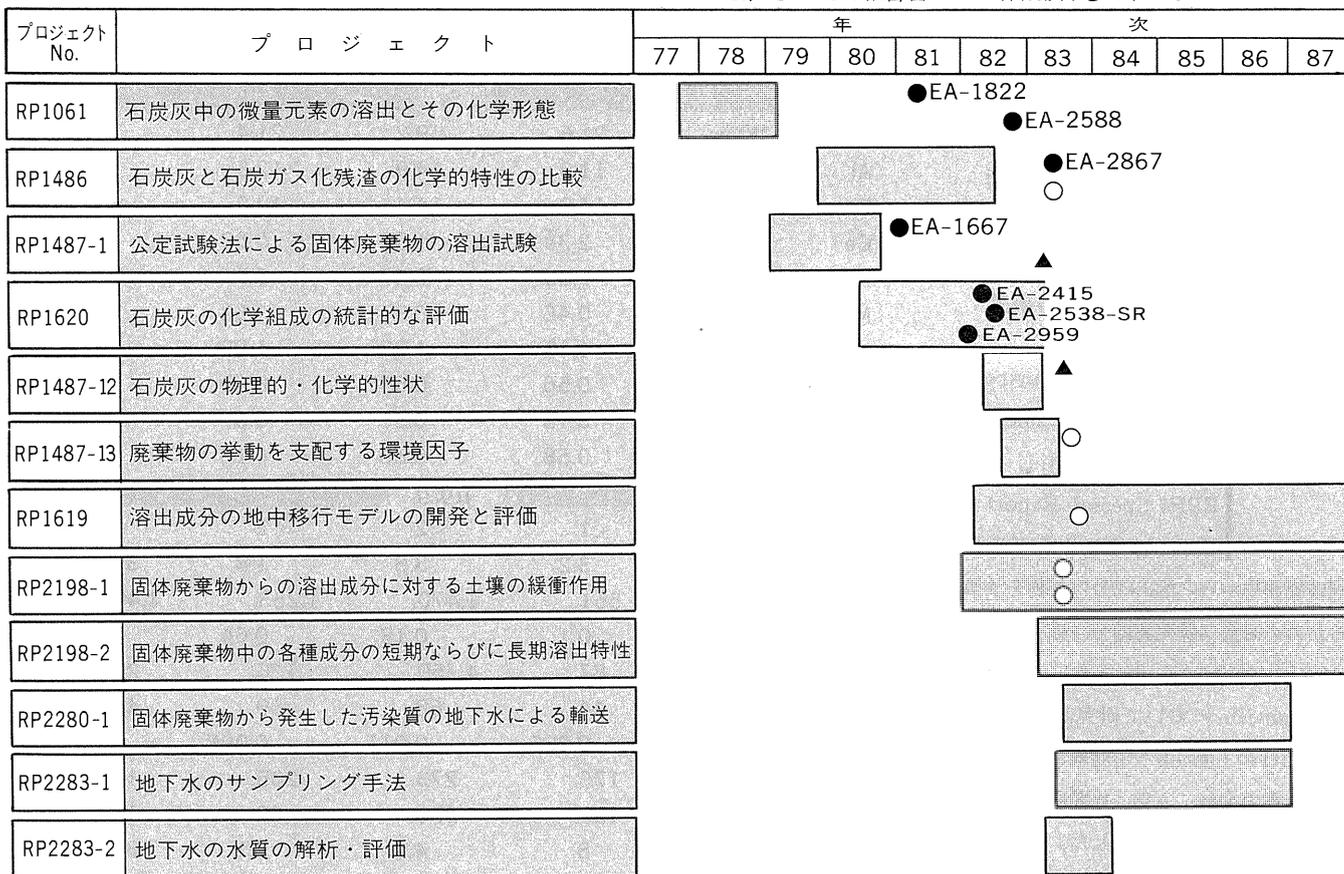


表2-3-1 推進すべき研究計画

*モデルの検証およびデータベースのためのフィールド実験を含む

分類	題目	期待される結果	実施期間	研究費見積額(\$)
概念モデルの開発	現在までに開発されたモデルの文献調査	使用可能なモデルの選択	1982年3月～1982年12月	200,000
	廃棄物の性状に関する文献調査	固体廃棄物の物理的・化学的性状、廃棄物の溶出性に関するまとめ	1982年3月～1982年12月	150,000
	廃棄場所の水文学的および地質学的性状に関する文献調査	廃棄場所の性状に関するまとめ、タイプ別による分類	1982年6月～1983年6月	200,000
	概念モデルの開発	概念モデル、重要な未解明事項、詳細な研究項目	1982年6月～1983年6月	250,000
フィールドおよび室内実験	溶出試験方法の評価	溶出方法に起因する変動要因の解明、フィールド条件に最適な方法の選択	1982年10月～1983年9月	300,000
	溶出挙動に関する研究	主要なプロセスおよび溶出に影響を及ぼす変動要因の解明、溶出量の規制方法の効果	1983～1987	600,000
	溶出成分と土壌との相互作用	溶出成分と土壌との相互作用(SSI)とそのプロセスおよびSSIに影響する土壌-岩石および溶出水の化学的因子の定量的な解明	1983～1987	1,800,000
モデルの開発*	モデルの開発および改良	既存および建設予定の石炭火力発電所とそれに付随する灰捨場の地下水への影響に関する予測手法	1983～1987	2,500,000
	モデルの検証のためのフィールド実験の実施	灰捨場の特性評価	1984～1987	3,000,000
	データベースの作成	各種分析データの収集	1983年1月～1987年12月	750,000
研究結果の発表	研究会の計画および実施	各種研究会の実施 (Program Study Results Workshops Model Application Workshops EPRI-EPA Workshops)	1983～1987	350,000

2-3-2 固体廃棄物からの溶出成分の移動に関する研究計画の策定

※ 「Planning Workshop on Solute Migration from Utility Solid Wastes」
EPRI Proceedings
EA-2415(6月-1982)

固体廃棄物の環境影響に関する研究：必要課題と優先順位

※ 「Solid-Waste Environmental Studies: The Needs and Priorities」
EPRI Special Report
EA-2538-SR(8月-1982)

固体廃棄物からの溶出成分の挙動を予測するために必要な研究課題を討議する目的で、1981年11月10日から12日まで Tennessee 州の Nashville において研究計画策定会議が EPRI の主催のもとに開催された。本会議には電力会社、大学、民間研究所、政府機関の専門家が30名参加した。

本会議においては、まず下記の6項目を研究推進のための基本的事項として確認した。

1. 既存の地中移行モデルのテスト
2. 新しい概念モデルの開発と未解明事項の確認
3. 実験室およびフィールドでの実験的研究の実施
 - ① 溶出を支配する主要なプロセスの解明
 - ② 主な溶出成分と土壌との相互作用
4. 溶出成分の溶出、移動、土壌による緩衝に関するシミュレーションモデルの開発と適用
5. 開発されたモデルのフィールドへの適用と有効性の評価
6. 研究成果の電力会社への周知徹底

上記の基本事項に基づいて、それぞれの研究計画の討議を行い、表2-3-1に示したような研究計画を答申した。

以上の研究計画策定会議での答申、各種委員会ならびにアンケート調査結果に基づいて、最初の5年間に実施すべき課題の摘

表2-3-2 供試試料の主要成分および微量成分組成

	Mitchell Station ^a		CE-POU ^b	Merrimack Station ^c	
	フライアッシュ	ボトムアッシュ	スラグ %	スラグ	フライアッシュ ^d
Si	20.5	21.6	19.2	21.4	18.0
Al	11.6	11.9	14.9	12.6	11.2
Fe	10.2	14.9	14.4	12.2	13.1
Ca	3.09	2.38	1.32	5.52	3.72
Na	0.56	0.55	0.87	0.94	1.34
Mg	0.45	0.46	0.31	1.62	0.73
K	1.19	1.10	1.32	1.03	1.58
Ti	0.62	0.56	0.59	0.60	0.58
S	0.80	0.18	0.31	0.07	0.91
C	7.04	0.58	0.80	0.16	4.6
			μg/g		
Ag	<1	<1	<2	<2	<2
As	93.	3.2	3.6	1.8	393.
Ba	743.	551.	1,470.	1,253.	1,400.
Cd	0.82	<0.1	0.18	0.64	4.2
Cr	113.	87.	4,750.	126.	298.
Cu	68.	44.	68.	69.	431.
Hg	0.10	0.006	0.011	0.008	0.04
Mn	188.	176.	273.	205.	182.
Ni	129.	122.	228.	98.	158.
Pb	50.	8.	4.9	8.1	309.
Se	12.	N.D.	1.0	2.2	N.D.
Zn	92.	32.	28.	32.	460.

注) a: 微粉炭焚き火炉 b: 噴流式ガス化炉 c: 湿式火炉
d: このプラントでは再循環されている N.D.: 不検出

出と優先順位が、SWES 諮問委員会によって取りまとめられた。このなかでは特に重金属元素と無機物質の挙動、土壌による緩衝作用についての理論的考察、実験室的な検討、フィールドでの調査が、最初の1~3年の間に実施すべき重点課題であると指摘されている。

2-3-3 石炭火力発電所と石炭ガス化プラントから発生する固体廃棄物の比較

※ 「Comparison of Solid Wastes from Coal Combustion and Pilot Coal Gasification Plants」
EPRI Final Report
EA-2867(2月-1983)

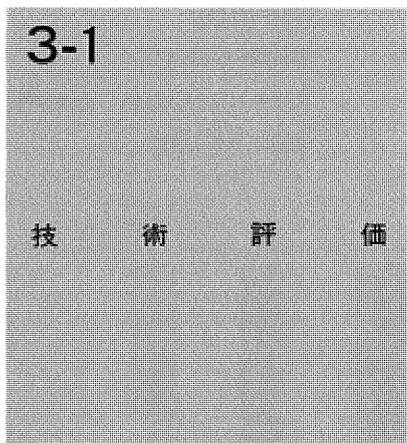
噴流床石炭ガス化パイロットプラント

(150t/d)と石炭火力発電所(微粉炭焚きおよびサイクロンボイラ)からの固体廃棄物の比較検討を行った。使用した石炭はいずれもピッツバーグ炭で、固体廃棄物の組成は表2-3-2に示した通りである。

石炭ガス化のスラグとサイクロンボイラのスラグの物理的ならびに化学的性状は類似しており、両者とも有害な無機成分の溶出はほとんどみられなかった。しかしながら微粉炭焚きボイラから発生したフライアッシュからは、特定な有害元素(例えば Cd)が比較的溶出し易かった。
噴流床石炭ガス化プラントからは、フライアッシュ状の固体廃棄物がほとんど生成されず、発生するスラグは石炭火力のものと同等に管理することが可能であり、さらに副産物として硫黄が回収できるなどの利点があることが明らかになった。

付録-3 エネルギー分析・管理 および計画・評価

担当●経済研究所 所長 矢島 昭



3-1-1 EPRIにおける新発電技術の比較評価の方法

EPRI では研究開発計画に役立たせるため新発電技術の比較評価を首尾一貫した方法で行う手法を開発した。それは、経済的要因のみならず、それ以外の要因も考慮して評価する方法で、図3-1-1に、その過程が示される。

図3-1-1のスクリーニング(ふるいわけ)研究は、2つの方法で行われている。最初

は、発電コストによる経済性評価であって、図3-1-2に示すスクリーニング線図を描くことで、経済性に大きく不利な発電技術を、評価の範囲から落してしまう方法である。

第2の方法は、発電コストでは表わし難い定量化できない要因を考慮した評価である。その場合の評価基準として考えられるものに、以下に示すような項目があげられる。評価は、各項目に重みをつけることで評点法により指標化することで行われている。

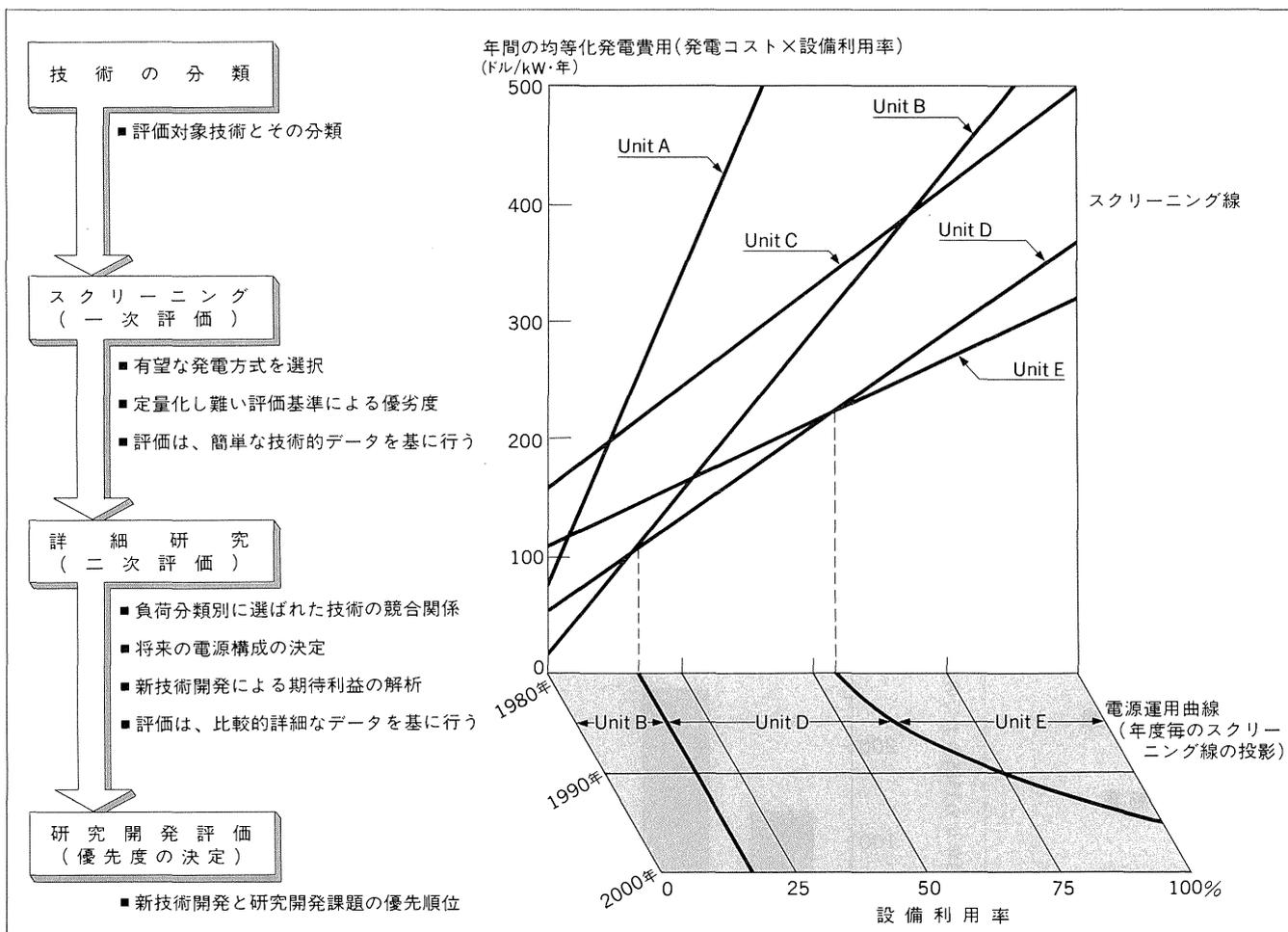


図3-1-1 EPRIにおける技術評価のしくみ

図3-1-2 スクリーニング線図

発電技術評価基準

A. 電力供給量の確保

- ①電力需要の想定
- ②ピーク需要の想定
- ③負荷曲線
- ④発電所の廃止計画
- ⑤系統の信頼性

B. 資金問題

- ①資本の確保
- ②発電所建設中の現金フロー
- ③投資回収率
- ④発電所の寿命
- ⑤廃炉費用

C. 発電コスト

- ①資本関連経費
- ②運転費用

D. 発電プラント特性

- ①ユニット規模
- ②信頼性/利用率
- ③系統への適応性
- ④効率
- ⑤燃料の適応性と品質

E. 資源確保

- ①燃料
- ②水
- ③土地

F. 環境への適応性

- ①空気
- ②水
- ③固体廃棄物
- ④公害汚染物質の潜在量

G. 社会的な影響

- ①安全性
- ②制度上の問題
- ③住民問題

H. 立地対策

- ①環境要因
- ②資源確保
- ③地盤
- ④景観
- ⑤輸送ルートと輸送距離
- ⑥集中型か分散型
- ⑦地域社会・人口への影響

I. リードタイム

- ①認可、安全審査期間
- ②工事期間

③試運転期間

J. 企業活動

- ①新事業としての可能性
- ②事業の継続性

K. 地域格差による適応性

L. 研究開発面

- ①研究開発費
- ②研究開発期間
- ③成功の確率

④技術導入の可能性

⑤技術の不確実性

M. 商業性

- ①市場性
- ②製造能力
- ③資材確保の可能性
- ④最近の企業投資傾向
- ⑤商用化費用
- ⑥技術の不確実性
- ⑦事業および政治的な不確実性
- ⑧電気事業の関心

図3-1-3 EPRI 研究開発評価手法による意思決定プロセス

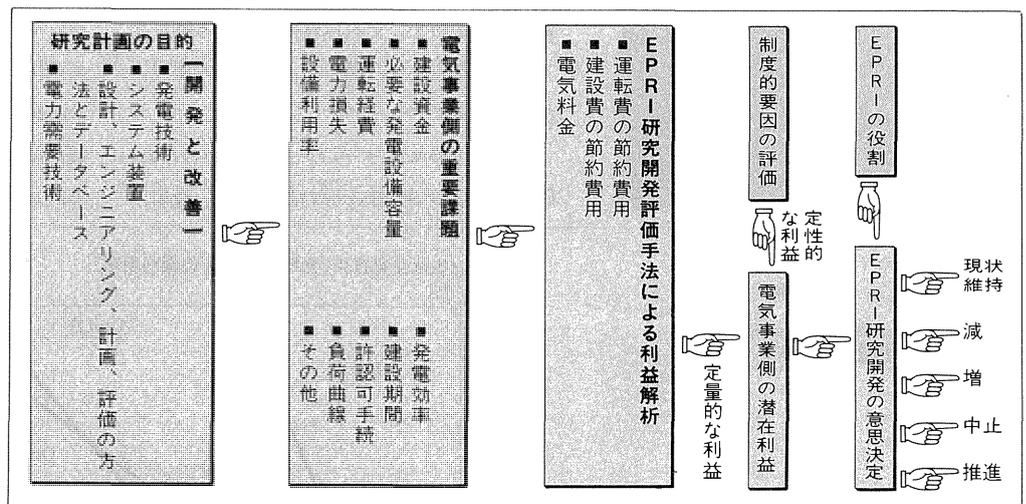
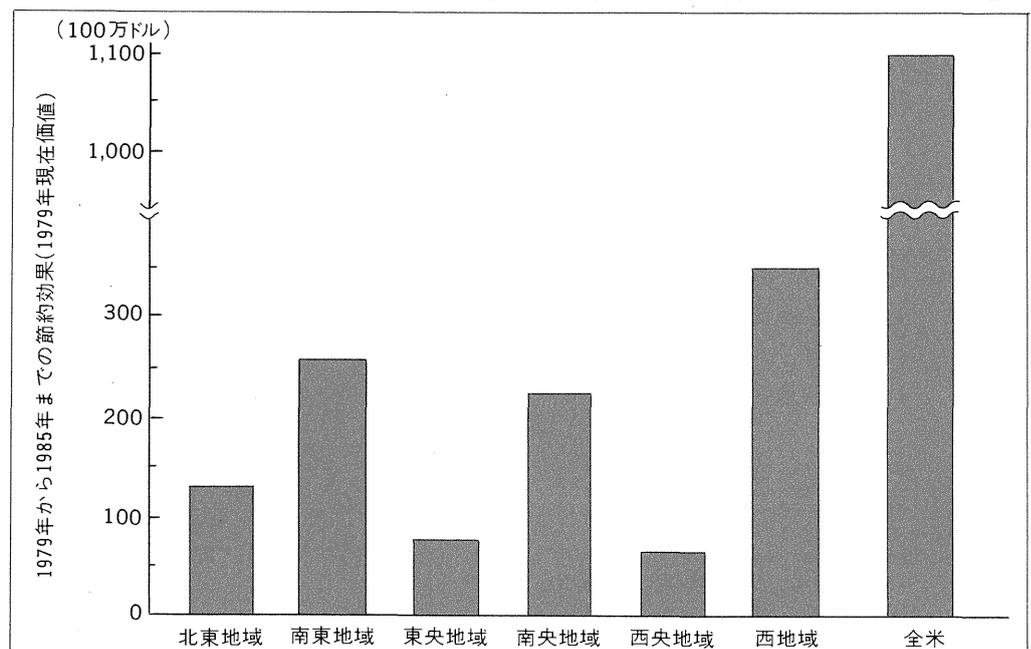


図3-1-4 EPRI 地域分析システムの一例(電力損失の1%向上による節約効果(電力ロス8→7%と仮定))



3-1-2 研究開発の利益評価 ——地域分析——

EPRI では、その研究開発計画が電気事業にどの程度の利益をもたらすかについての研究を1979年に開始し、これまでに次に示す4つの手法を開発した。

1. ベース負荷発電技術の信頼性向上による利益評価
2. 発電技術の効率向上によりもたらされる利益評価
3. 電力系統損失向上によりもたらされる利益評価
4. 環境技術の費用削減方法の開発による利益評価

評価は、電気事業の技術やシステムを向上することで、量的および定性的な判断による潜在利益が、どの程度得られるかを評価することにある。図3-1-3に、その評価の意思決定プロセスを示す。図は、電気事業が、上記の利益を達成するのにEPRIがどういった役割を果たすことができるかを評価する方法を表わしている。

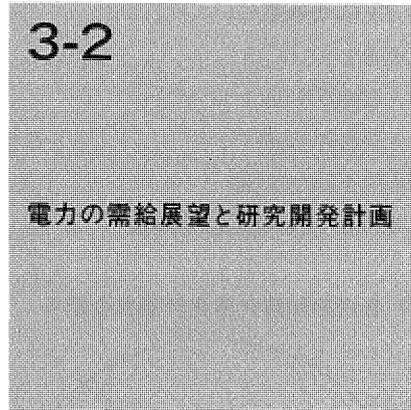
この評価手法により、米国全土を6地域に分割したときの各地域における利益と、国全体から見た利益を算定している(図3-1-3、図3-1-4…前頁)。

EPRI 側提出資料

1. R.A.Loeth, O.D.Gildersleeve, S.A. Vejtasa and R.W.Zeren「Compa-

orative Evaluation of New Electric Generating Technologies

2. J.J.Mulvaney「R&D Benefits Assessment-A Regional Approach」



EPRI(未公表) 3-2-1 Overview & Strategy 1982年版のアウトライン

1. 全米電力需要想定

図3-2-1を参照。

2. 各種発電技術の可能性と重要度

表3-2-1を参照。

3. 必要条件

- ①所要資金
- ②燃料の入手可能性
- ③健康、安全、環境
- ④省エネルギー
- ⑤電力システムの伸縮性

4. 技術戦略

- ①在来型技術の改良
- ②新技術の選択的実証
- ③有望な科学技術の開発
- ④他所の動向フォロー

5. 経営戦略

- ①発電、輸送、利用について選択的計画策定
- ②研究開発における分業
- ③成功した技術の普及

6. 発電

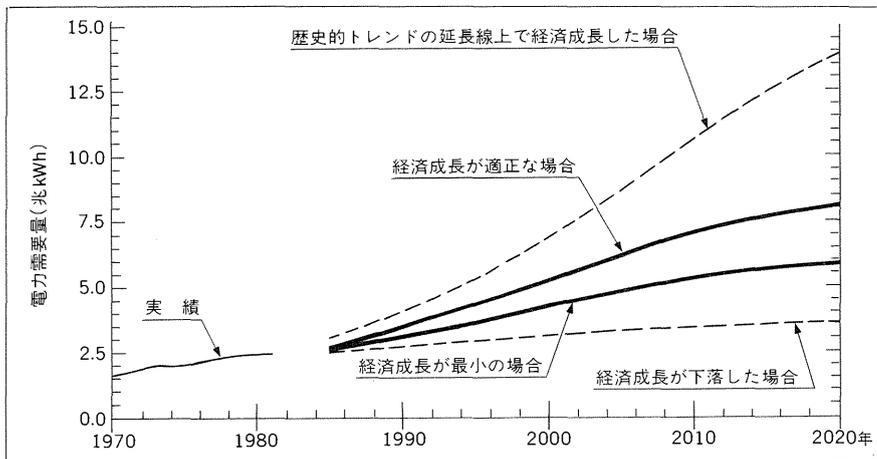
- ①既設設備の最大限の利用
- ②負荷増への対応
— EPRIの戦略 —
- ③現技術の生産性を重視

表3-2-1 各種発電技術の可能性と重要度

技 術	採点*	評 価
①微粉炭火力	4.56	極めて有望
②軽水炉	3.30	有 望
③高効率ガスタービン	3.02	
④流動床	2.71	
⑤水力発電	2.58	
⑥複合発電	2.58	
⑦揚水発電	2.54	やや有望
⑧石炭ガス化複合発電	2.46	
⑨燃料電池	2.39	
⑩風力発電	2.17	
⑪新型電池電力貯蔵	1.84	
⑫太陽光発電	1.83	
⑬地熱発電	1.70	
⑭太陽熱発電	1.65	
⑮増殖炉	1.60	あまり
⑯圧縮空気貯蔵	1.54	有望でない
⑰ガス火力	1.51	
⑱核融合	1.45	
⑲石油火力	1.42	
⑳ガス冷却原子炉	1.32	

* やや重要 = 3
非常に重要 = 5 あまり重要でない = 2
重 要 = 4 重要でない = 1

図3-2-1 全米電力需要想定



- ・既設プラント
 - ・新設在来型プラント
- ②育 成
- ・クリーンで経済性ある新石炭技術
 - ・モジュラーで短期立地可能な発電方式
 - ・新型原子力・再生可能エネルギー

7. 輸 送

- ①既存システムの最大限利用
- ②負荷の増大・変化への対応
- EPRI の戦略 —
- ①既存送配電システムのコスト低減
- ②在来システムの拡張
- ③高効率、大容量で伸縮性のある新技術の育成

8. エネルギー管理、省エネルギー

- ①負荷管理、需要管理
- ②エネルギー利用の生産性向上
- EPRI の戦略 —
- ①供給管理のための貯蓄技術
- ②電力会社の負荷・エネルギー管理の支援
- ・情報交換と促進
- ③生産的新技術のあっせん

9. エネルギー分析

- ①将来の強い不確実性
- ②電気事業をめぐる諸問題
- EPRI の戦略 —
- ①EPRI の R & D のガイド
- ②経済における電力の役割
- ③ R & D オプションの評価手段
- ④電気事業の要請に応じて情報と手段を提供

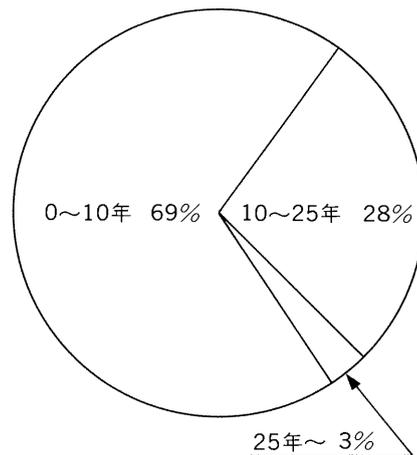
10. 環 境

- ①国全体についての継続する問題
- ②コストとの効果のバランス
- ③十分な情報量
- EPRI の戦略 —
- ①データ、手法、事実の提供
- ②コントロール技術の改良
- ③新技術の影響測定

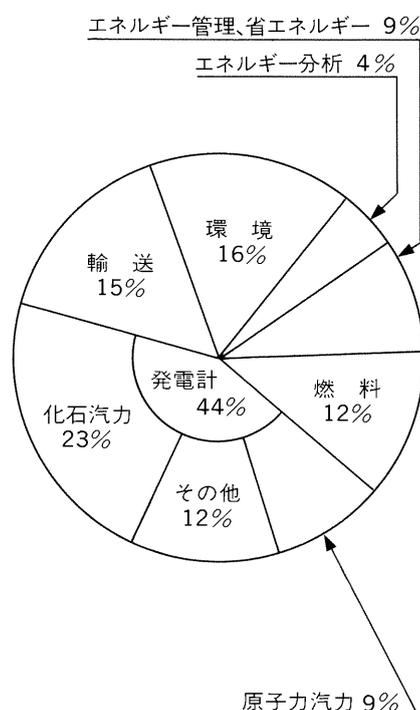
11. 燃 料

- ①価格、入手についての不確実性
- ②豊富な石炭とウラン
- ・コストは上昇するか
- ③ガスと石油はやはり高価
- EPRI の戦略 —
- ①改善すべきは
- ・石炭の利用度
 - ・核燃料の寿命
- ②石油を石炭で代替
- ③電力用合成燃料開発の選択肢

12 長短期別研究開発計画資金配分



13 研究分野別資金配分



3-2-2 電力需要想定 of 戦略的フレーム—EPRI の経験

I. 全 国

方法とモデル	年*
1. Simple statistical : electricity-GNP regression analysis	1974
2. Economic optimization : ETA-MACRO	1976
3. Econometric : EPRI Demand XX	1977
4. Economic optimization : Stanford PILOT	1978
5. Engineering Process : Minimum expectation economic growth	1980

II. 部 門 別

方法とモデル	年*
1. Simple statistical : industrial demand analysis	1980
2. Engineering process : residential demand analysis	1980
3. Engineering process : commercial demand analysis	1980
4. Engineering process : energy consumption pattern analysis	開発中
5. Judgemental : survey of specific industries	開発中

III. 地 域 別

方法とモデル	年*
1. Simple statistical : regional trend analysis	1980
2. Econometric : State Level Electricity Demand (SLED)	1980
3. Engineering process : EPRI Regional Systems	1980
4. Engineering Process : Regional Electricity Model (REM)	1980
5. Econometric : State Level Energy Demand	開発中

* : はじめて計画策定に使った年

3-3

工業部門の電力シフト

最近、我が国でも「電力シフト」が、電力需要の伸びの低滞するなかでクローズアップしつつあるが、現在までのところその中心はヒートポンプによる暖房など主として民生部門における電力シフトであり、産業部門については調査すら十分でなかった。EPRIでは米国における電力シフトに対する電力会社の方策を検討するため、電力シフトに関する調査をここ2、3年進めてきている。

その調査の第一ステップは電力シフトに寄与する電力利用技術の検討であり産業部門別にヒアリングを中心とした調査結果がまとめられつつある。電力会社と需要家の間で電力シフト問題を検討する会合(PAMs=the Process Application Meetings)ももたれており、この調査はそこにおける討議の基礎材料となっている。

この分野におけるEPRIの役割は工業部門における電力シフト技術の候補を見出しその経済性や技術の内容を調査するとともに、それらの技術のエネルギー効率、経済性、信頼性を向上させるための機器の研究開発も含んでいる。

調査の対象となった技術は「工業部門の電力シフト調査対象一覧」に示すとおりであり、

1. 高温の素材製造技術
2. 高温の加工技術
3. 中低温素材製造技術
4. 塗装・仕上げ技術

の4つのグループに分類されている。米国でもこの分野に関する情報は不十分であり、

工業部門における生産性向上と製造コストの低減のために電力および電力利用技術を導入、評価していく上で、より体系的定量的データが今後徐々に必要になってきている。

現在、個別の産業部門、個別の技術ごとに調査が進められ、より有力な対象技術の範囲も狭め、その技術を適用した場合の電気事業側への影響、たとえば負荷曲線の変化などについても検討が進められている。これらの調査結果の一部についてはすでにEPRIレポートとして公表されている。

電研においても超長期エネルギー戦略研究会の作業の一環として工業部門の電力シフト調査が進められているが、我が国では米国よりさらにこの分野の情報が不足しており、今後EPRIとの情報交換等も利用しつつ基礎的な情報の収集を進めるとともに電力シフトの可能性、その工業および電気事業への影響を明らかにしていく必要がある。

工業部門の電力シフト調査対象一覧

1. 高温の素材製造技術

- ①Direct Arc Melting
- ②Induction Melting
- ③Vacuum Melting
- ④Plasma Arc Melting
- ⑤Direct Resistance Melting
- ⑥Electroslag Remelting
- ⑦Plasma Metals Reduction
- ⑧Plasma Chemical Synthesis
- ⑨Electrolytic Reduction

2. 高温の加工技術

- ①Induction Heating
- ②Resistance Heating
- ③Electron Beam Heating
- ④Laser Heating
- ⑤Homopolar Pulsed Heating
- ⑥Electrical Discharge and Electrochemical Machining

- ⑦Electromagnetic and Electrohydraulic Forming

3. 中低温素材製造技術

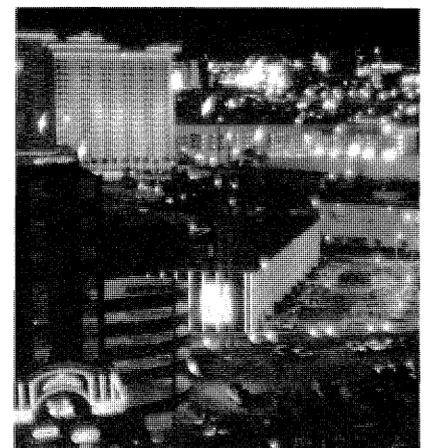
- ①Electrolytic Separation and Electrochemical Synthesis
- ②Heat Pumps and Mechanical Vapor Recompression
- ③Variable Frequency AC Drives
- ④Radio Frequency and Microwave Heating
- ⑤Laser Chemical Processing

4. 塗装・仕上げ技術

- ①Ultraviolet and Electron Beam Curing
- ②Infrared-Drying and Curing
- ③Low Temperature Plasma Treatment

EPRI 側提出資料

1. Industrial Electrification Program Plan, Energy Management and Utilization Division, EPRI, August, 1982
2. Plasma Processing for Materials Production, EPRI EM-2771, December, 1982
3. Electrical Heating of Forging Billets, EPRI EM-2644, November, 1982



3-4 景 観 評 価

3-4-1 視界改善の費用便益分析^{*1}

発電所からの排ガスによって、国立公園内の視界（視程）が悪化し、その結果公園の価値が低下する恐れがある^{*2}。これに対して、本稿では、排ガス対策を講じることによって視界を改善しようとするときに必要な費用と、改善の結果期待できる便益とを比較考量した。

事例研究はメサ・バード及びグレート・スモーキ両国立公園を対象とした。

便益を測定する方法としては、Bidding Game手法とContingent Ranking手法の両方を用いた。しかし、前者では結果に偏りが生じやすいため、主として後者の方に力点をおいている。

メサ・バード国立公園の事例では、つぎのように分析した。

Contingent Ranking手法の適用では、観光客が公園を訪れるときの誘因として、①視界の良さ^{*3}、②公園への入場料金(車1台当り)、③混雑具合^{*4}をとりあげ、各誘因の状況が様々に変わったときその地を訪れようとするかどうかを調査する。その結果を統計的に処理し、各誘因が改善されたときの価値を導く。各誘因についての状況の変化はスライド写真や数値データといった情報で表現した。実際の調査では、1981年の夏期に公園を訪れた観光客に対してアンケートを行った。

各誘因の価値について得られた結果は表3-4-1である。

視界を改善するための費用はつぎのように推定した。対象とする発電施設は70万kW 3基からなる石炭火力発電所のモデルである。この発電所の各ユニットごとに排ガス対策^{*5}のレベル^{*6}を想定し、各対策に要する費用を計算した。対策の費用はBARTを採用したとすると、年間約8,000万ドルと見積もられた。

一方、対策の結果、視界は表3-4-2のように改善される。この表と表3-4-1から、観光目的でメサ・バード国立公園を訪れる年間16.7万台の車に対する便益、つまり現状の視界から、BARTという対策を講じて視界の改善をはかるときに得られる利用者の便益は、年間約5.7万ドルになると算定される。

ただし、この便益には観光客以外の人々や、穀物、健康に対する便益は含まれていない。

グレート・スモーキ国立公園での事例研究でも、ほぼ同様^{*7}の方法で費用便益分析を行った。結果は200万kWの石炭火力発電所を対象にすると、視界改善のための年間費用は6,400~8,200万ドルであり、一方視

界改善による年間の便益は約500万ドルであった。

Bidding Game手法を用いてメサ・バードで行った調査(1980年)^{*8}でも、ほぼ同様の結果が得られている。

また Bidding Game 手法を用いてメサ・バードのあるフォー・コーナズで行った別の研究(1972年及び1977年)では、地元住民に対する便益も考慮しているため、結果は異なっている。しかし、観光客への便益についてはEPRIの結果とほぼ似ていた。

結論としては、視界改善の便益は、ここでの分析で考慮しなかった便益を別けると、改善に要する費用に対して小さいことが分かった。

また、視界の価値というものは、各国立公園ごとに相当異なっていることも示している。

^{*1}R.E.Wyzga and D.Rae, "Cost-Benefit Analysis of Visibility in Two National Parks" 1982

表3-4-1 各誘因の価値(メサ・バード国立公園)

誘 因		価 値 (入乗者の車1台当り、ドル)
視 界 の 改 善	鮮明のまま	0
	もやから鮮明	5.10
	かすみから鮮明	4.57
	軽いかすみから鮮明	2.84
混 雑	待ち時間1時間短縮	2.43

視界出現頻度(メサ・バード国立公園、夏期の日中、%)

対 策	視 界 の 状 況			
	も や	か す み	軽いかすみ	鮮 明
現 状	11	19	56	14
排ガス・対策適用 (BART)	1	20	60	19
発電所なし	0	2	60	38

*²本文中には明記されていないが、米国の国立公園制度では、発電所が公園の内部に設置されるとは考えられないので、公園周辺での立地を対象としていると思われる。(要約者注)

*³視界の良さは4段階に区分した。①もや、②かすみ(視界約120km)、③軽いかすみ、④鮮明(視界約260km)

*⁴同公園の主要な旧跡施設への入場待ち時間

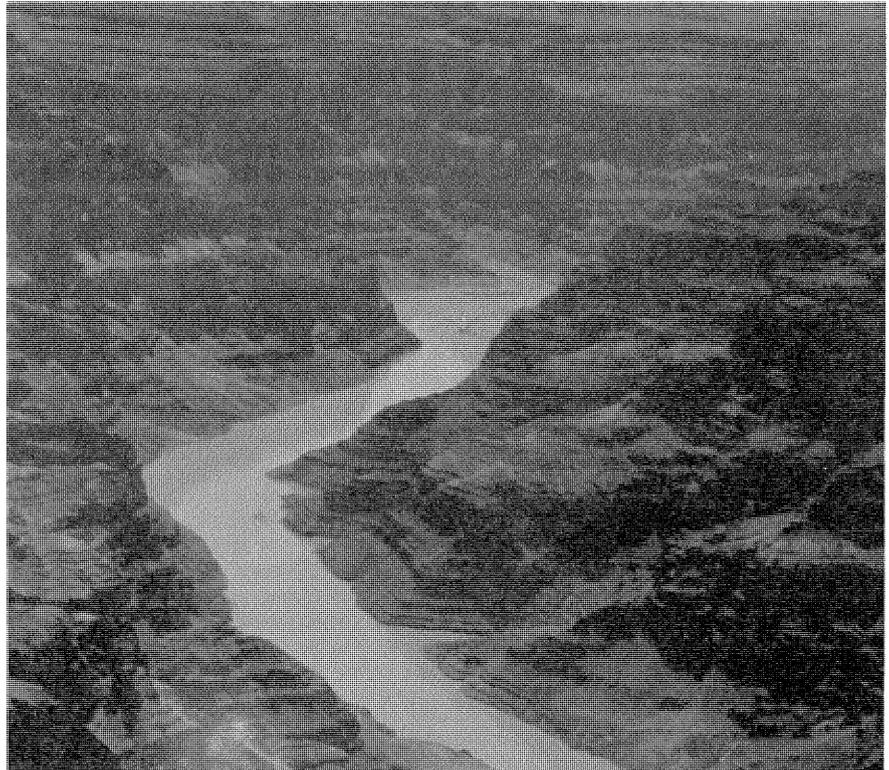
*⁵対策はTSP、SO、NO_x、の3物質が対象である。

*⁶対策のレベルは3種類で、①対策なし、②現状、③BART(Best Available Retrofit Technology)である。

*⁷視界の段階のとり方や、混雑具合の設定方法が異なっている。

*⁸National Park Service(NPS)が実施。最終報告は未公表。

ワイルドな自然を残す米国の国立公園



3-4-2 所 感

I. 手法について

1. このレポートの方法論自体はとくに新しいということはないが、実際に行った調査の規模を推察すると、非常に多くの研究調査費がかかっていると思われる。

2. このレポートを見るかぎりでは、便益算定の枠組が十分でないと思われる。つまり、更に検討すべき点として、

① とりあげている公園の誘因が部分的である。観光客等、利用者の公園訪問から得る便益をどう算定するかの方法論を検討すること。

② 視界を含めた国立公園の各誘因の価値を、間接的利用者や、将来の利用者をも考慮して算定すること。

③ 利用者の行動を、住居→移動→訪問→移動→住居、というひとつづきの流れでとらえ、そこでの費用と便益とを検討すること。等があげられる。

II. 国立公園の違い

1. 米国の国立公園制度では、「ワイルドな自然、景観の保護」をその目的としており、公園内での発電所立地はありえない。しかし、我が国の国立公園の制度は「地域性」という形態のため、保全と利用との兼ね合いから、許可があれば発電所の立地が可能である。

そのような立地の場合には、排ガスによる視界の阻害のような間接インパクトよりも公園の景観に直接視覚的なインパクトを与える可能性が高い。

2. 我が国の国立公園と米国の国立公園とでは、その規模に著しい相違がある。我が国の公園内景観は、肌理の細かい地形でかたちづくられているため、非常に傷つきやすいという特徴がある。

3. 我が国の平均視界(視程)は、10数キロ～20数キロ程度であり、このレポートの2事例のような100キロ～200キロという視界は得られない。もし、我が国で視界の評価をするならば、そのキロ当りの価値は相当大きいものとなる。

III. 本手法の我が国への適用性について

1. 米国の環境アセスメントでは、多くの場合費用便益分析による評価が含まれている。我が国の環境アセスメントにはそのような考え方はとりいれられていない。しかし、我が国でも最近、関係官庁や地元等から当該開発計画案に対して代替案との比較評価を求められるケースがでてきている。

このような要請に対する方法論として、先にコメントしたような我が国の実情にあわせて、本手法を見直した手法を組み立てておくことが重要と思われる。

2. そして、そのような手法は現在、直接環境アセスメントに用いるというよりも、地元との話し合いや、地元との合意をはかるうえでの有力な材料として使うことができよう。

3. とくに、今後我が国では、発電所の公園内立地を求めざるを得ないケースがでてくると考えられており、地元への経済効果、公園利用者への費用と便益、電気事業者の費用と便益を含めて手法を組み立てることが有益と思われる。 ●

付録-4 新発電システム

担当●電力研究所 所長 上之菌 博

4-1

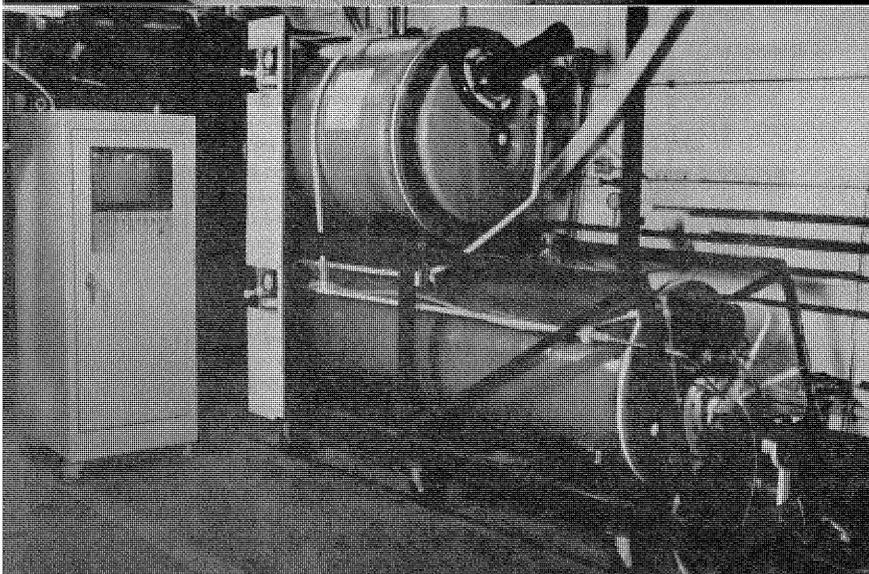
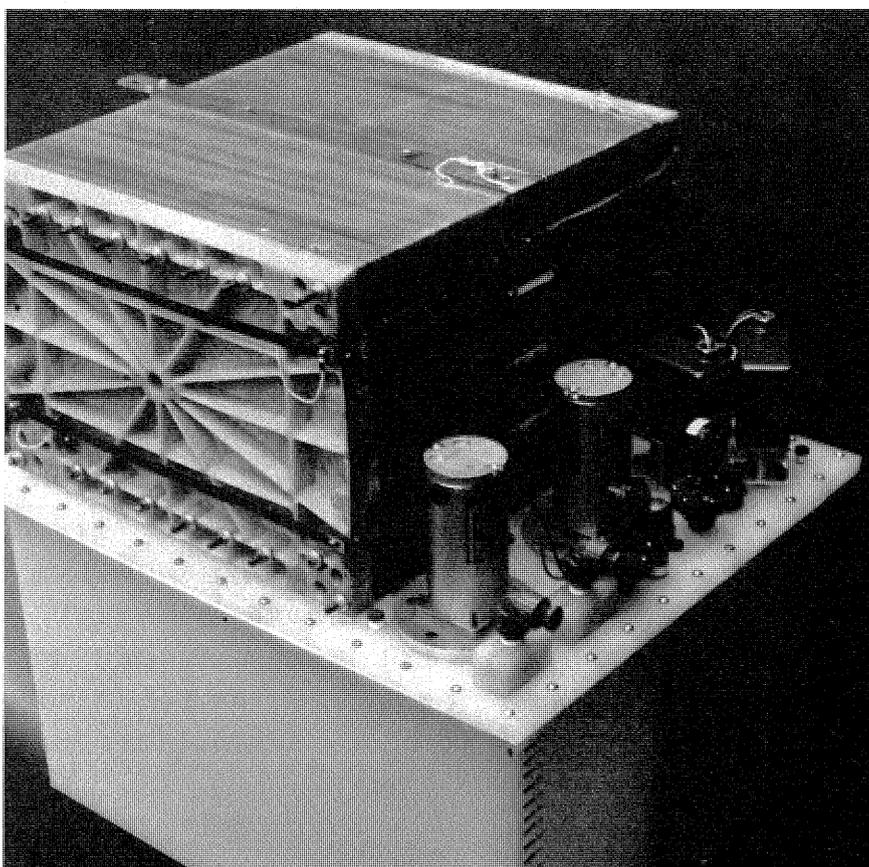
電力貯蔵用新型電池

米国においては、1973年の石油ショック以降、輸入石油の削減、石炭・原子力発電所などベース用発電所の有効利用などの観点から、オフピーク時電力を貯蔵し、ピーク時にこの貯蔵電力を用いるロードレベリング用としての、鉛蓄電池よりも高効率、高エネルギー密度が期待される新型電池の開発が行われている。この新型電池開発はエネルギー省(DOE)と電力研究所(EPRD)を中心として行われている。EPRIの電力貯蔵用電池技術に関する至近年度での計画は、

1. 1983年中にBEST施設で2つの電池システム(500kWh 亜鉛-塩素電池、500kWh改良型鉛蓄電池)の評価
 2. 需要家端電池電力貯蔵システム適用のフィージビリティ・スタディ
- である。

EDA社の500kWh亜鉛-塩素電池システム(50kWhモジュール、10台)はデトロイト、エジソン社管内の変電所で、組立て中であり、1983年夏にBEST施設の第2試験室に搬入・据付けし、試験を開始する予定である。一方、Gould社の500kWh鉛蓄電池システムは1983年12月にBEST施設

上：Exxon社20kWh亜鉛一点素電池 下：EDA社500kWh亜鉛塩素電池システム



の第1試験室に搬入・据付けの予定となっている。これらの試験結果が良好であれば、さらに電池容量を増やして試験を行う計画である。

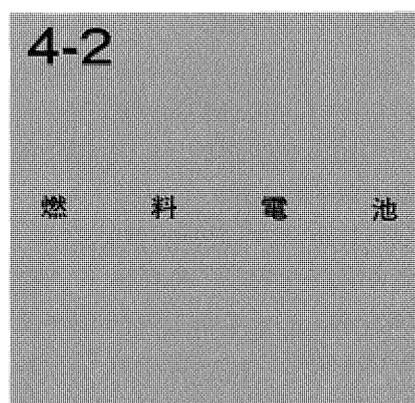
需要家端に電池貯蔵システムを設置するフィジビリティ・スタディでは、電鉄、採炭、鋳物工場、機械部品工場などの需要家について、その経済効果を検討し、2～6年で資本費を回収できること、この場合の有効な放電時間は1～3時間が良いとしている。

この他に、亜鉛-臭素電池開発はERC社に資金援助すると共に、DOE支援のExxon社の電池開発進捗状況を評価し、1985年までにBEST施設での試験用0.5

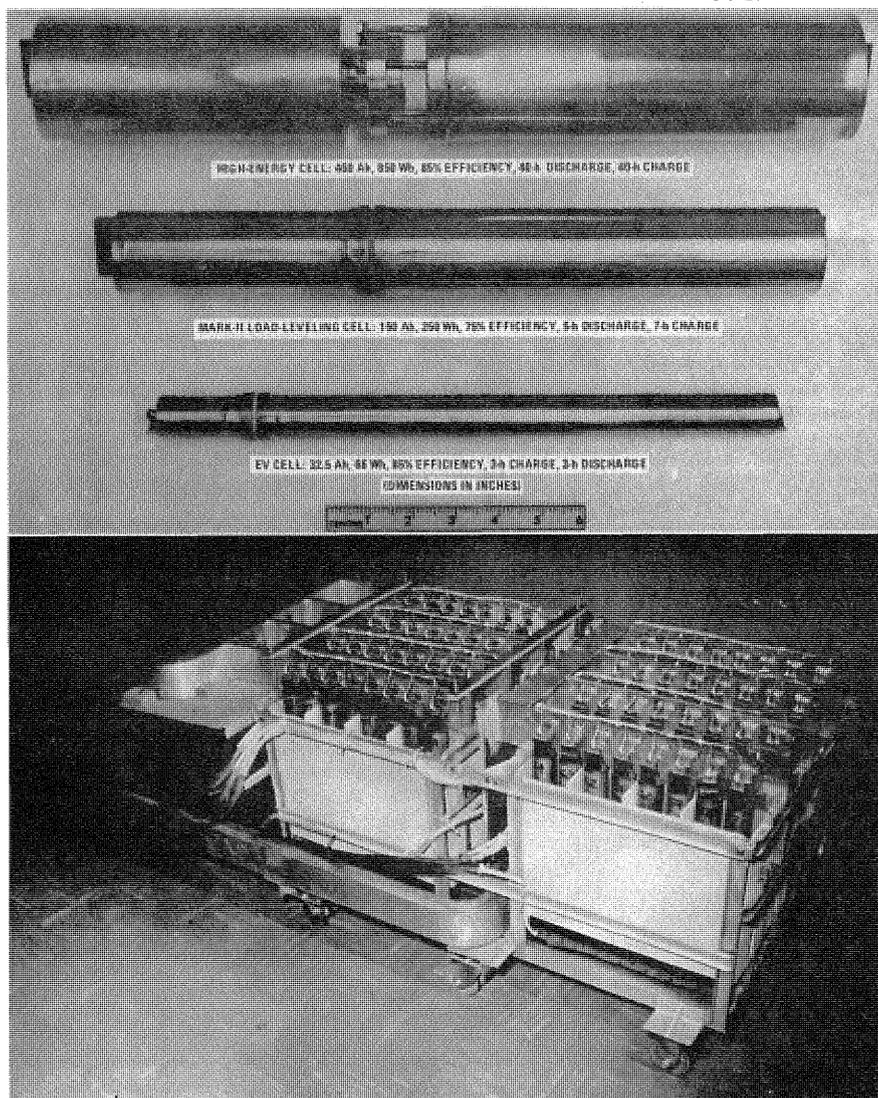
MWh電池モジュール製作のため、1983年に1社を選定する計画である。ナトリウム-硫黄電池開発はGE社に委託し、低コスト、長寿命単電池の開発を行っている。目標は1985年までにBEST施設で0.5MWh電池の試験を行うことにある。EPRIとDOEはこのナトリウム-硫黄電池開発に関する国際的情報交換と協力を行っている。1983年10月にワシントンにおいて、このワーキンググループの国際会議を開く予定である。

長期研究計画では、電気事業用の諸目標に合う電池電力貯蔵システムとして、実証を1986年から1990年に、商用化の時期を1990年代としている。この電池電力貯蔵シ

ステムの諸目標は、プラント規模20MW、100MWh(5時間放電)、効率66.7%、寿命25年、費用90ドル/kW、130ドル/kWh(1981年ドル値)、1980年代後半に実用化、どこでも設置可能としている。現時点における新型電池のコスト見通しは、鉛蓄電池120ドル/kWh、亜鉛-塩素電池110ドル/kWh、亜鉛-臭素電池80ドル/kWh(開発メーカーであるExxonは50ドル/kWh、Gouldは125ドル/kWh)ナトリウム-硫黄電池75ドル/kWhと推定している。



上：Ford社ナトリウム-硫黄電池 下：Ford社25kWhナトリウム-硫黄電池



リン酸型燃料電池は過去10年の間に数MWの実証設備を作るまでになっている。これは

1. 出力密度が70mW/cm²から200mW/cm²以上に増加したこと
2. 触媒が単電池当たり1mg/cm²以下に減らせたこと
3. 寿命が、千時間から一万時間以上に増加したこと

による。これらの研究成果を踏まえて、DOEの計画と密接に関係するEPRIの燃料電池研究開発の目標は

1. 4.5MW燃料電池発電プラント実証設備の受け入れ試験、検証試験を完了すること
 2. 新型セルスタックや他の改良部品による4.5MW発電プラントの再設置
 3. 商用燃料電池発電プラントプロトタイプの仕様確立と構成の決定
- としている。

長期研究目標は

1. 4.5MW燃料電池実証設備の性能およびオペラビリティの確認と石炭抽出燃料と排熱利用の可能性の実証

2. 商用燃料電池プロトタイプを電力系統に設置

3. 7,500Btu/kWhの能力がある新型燃料電池スタックの確認試験実施と天然ガスに加えて6,000Btu/kWh以下の能力のある熔融炭酸塩燃料電池の技術および基本設計の確立

4. 電力系統に接続した数MW新型燃料電池発電プラントの実証

である。このため、至近年度においては、UTC社の11MW・FCG-1発電プラントとWH社の7.5MW発電プラントの実証と商用化に開発努力を集中している。

新型技術（酸および熔融炭酸塩）では、燃料電池効率の向上と分散型適用のための柔軟な運転、石炭ガス化と組合せた集中型燃料電池発電プラントの開発である。燃料電池開発の目標は次のようになっている。

リン酸型(分散型)

商用発注 1986年(～250MW)

660ドル/kWh(1981年ベース)

効率 41% (8,300Btu/kWh)

熔融炭酸塩型(分散型)

商用発注 1990年

640ドル/kWh

効率 48.6% (7,000Btu/kWh)

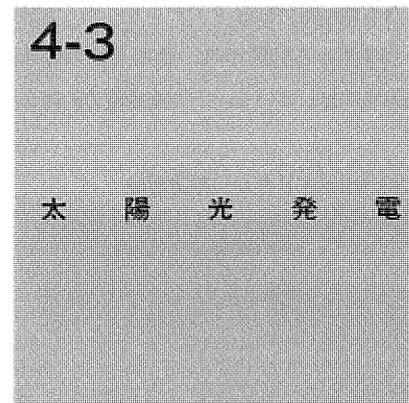
熔融炭酸塩型(集中型)

商用発注 1995年

1,100ドル/kWh(含ガス化、ガス清浄システム)

効率 47.9% (7,100Btu/kWh)

熔融炭酸塩型は天然ガス利用の場合、内部リホーム型とすることが可能であり、分散型としてのその効率は55%程度を期待できる。



EPRの太陽光発電研究の目的は、

1. 電気事業用の太陽電池、太陽光発電システムの開発と評価、

2. フィールド試験結果の評価と、電気事業への影響評価

である。このため、

1. 高効率、高集中型太陽電池アレイの開

発、評価(1986年)

2. 集中型太陽光発電プラントの調和を図る諸要因とコストの評価(1985年)を行うとしている。

過去の研究成果として、

1. 平板型太陽電池モジュールはエネルギー変換効率15%以上、1m²当り100ドル以下の設置コストが必要。現時点での変換効率は7～8%、1,000ドル/m²である。所要の性能、コストを達成するには新しい太陽電池デバイスが必要と考えられている。

2. 集光型太陽電池システムでは25%以上の変換効率をもつセルが必要となろう。

研究室段階で集光型太陽電池の変換効率は数百倍の集中度で20%以上を達成している。

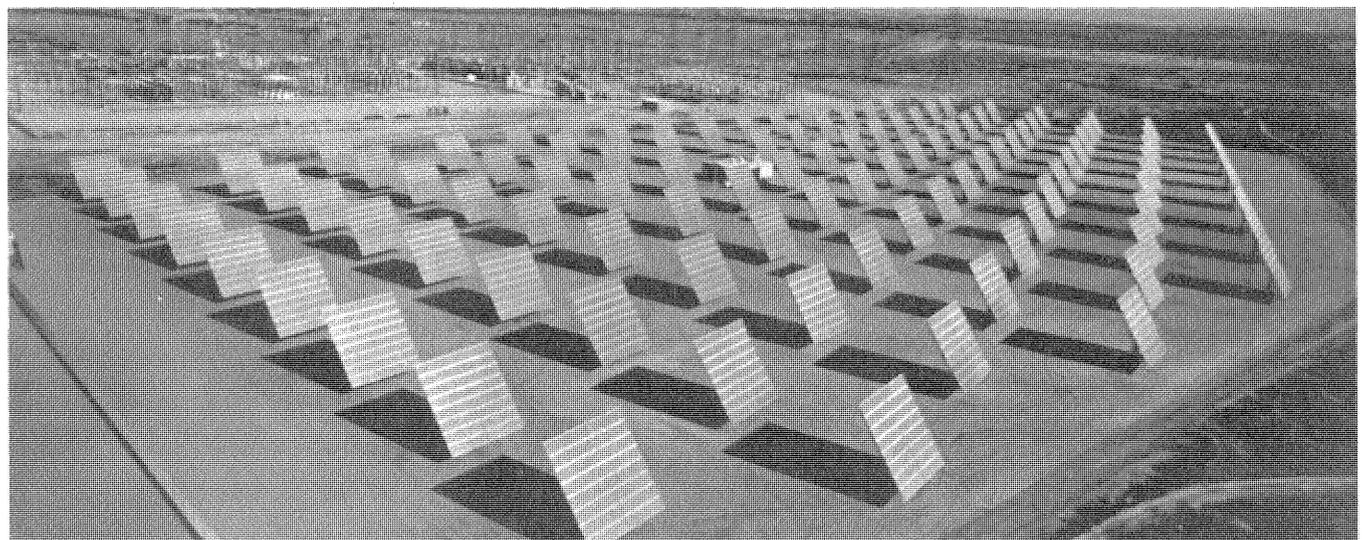
これらの結果を踏まえた、EPRの5年間の計画では、

1. 高効率、高集光型太陽電池アレイの設計、製作、評価、

2. 集中型光発電システム各部のコストの改良可能性の評価と新型高性能太陽光変換装置を基にした光発電プラントの概念設計の開発

3. 現在設置されている太陽光発電システムの性能、運転特性の決定

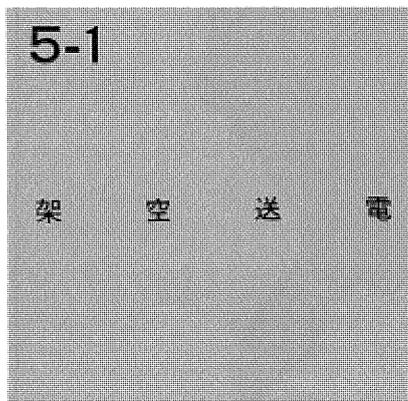
4. 平板型太陽電池モジュール効率改善のための基本研究活動の促進を行う予定としている。



1MW太陽光発電システム(南カリフォルニア、エジソン社ラブ変電所構内)

付録-5 電力システム

担当●我孫子事業所担当 理事 有働 龍夫



EPRI 側からの報告は次の通り。

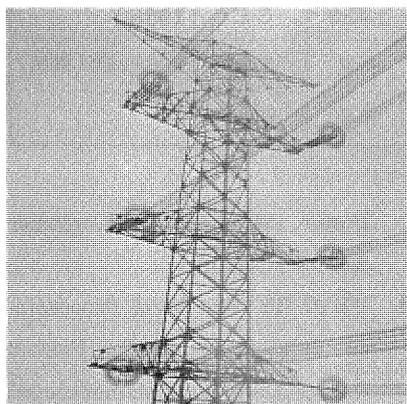
1. 鉄塔強度試験場

テキサスに鉄塔強度試験場が完成した。高さ54m（更に18m追加できる）の引張鉄塔2基で直角方向に水平力を加える。

2. プロジェクト UHV

プロジェクト UHV の $\pm 1,200\text{kV}$ の試験は終了した。

現在、アメリカの直流送電計画電圧は、 $\pm 500\sim 600\text{kV}$ であり、この電圧の試験を行っている。正極課電の電線に虫が付着して、電線表面が荒れてコロナ損が増大することを経験した。騒音がこれより増すことはない。

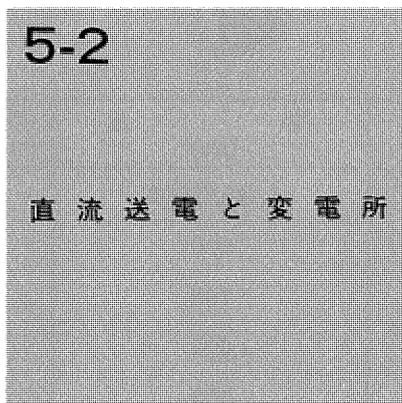


3. 交流 UHV 送電線

ハム音は検討していない。

4. 鉄塔倒壊事故のインパクト

最近鉄塔倒壊事故が出ているが、異常気象条件にたまたま遭遇したに過ぎないと考えている。設計条件を修正しなければならないとする機運はない。



EPRI 側からの報告は次の通り。

1. 直流送電の計画

アメリカは交流系統が3系統に分れているので、直流連系設備(Back-to-Back)を含めて図5-2-1のような計画がある。

2. 直流コンパクト変換所の研究状況(オーストリア)

1982年11月に100MW、100kV、1kAの連続運転を開始した。1983年1月に絶縁事故が発生し、点検中であるが原因は絶縁材料の組合せが悪かったためという程度しか分っておらず、改良方法が固まっていない。

3. 直流制御システム

サブシンクロナス振動について計算で解

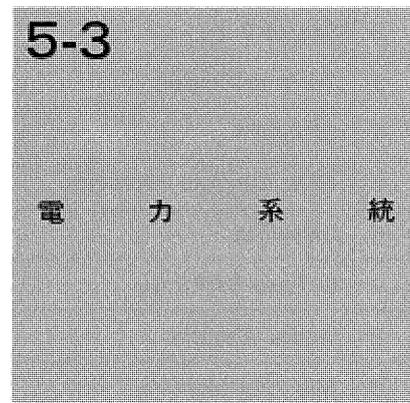
明した。報告書(RP-1425)は1982年秋に発行済。

4. アモルファス変圧器

現在はアモルファスシートは、幅152.4mm、厚さ0.0254~0.0381mmのものを研究中である。

アモルファスシートを予め3~6mmの厚さに重ね合わせて取り扱い易くしてから、変圧器コアを組み立てる方式によって価格の低下を図っている。

配電用変圧器は25kVA、変電所用変圧器は25~50MVA、13.7kVを目標としている。研究契約はWH、GEで10~25kVAの開発を進めている。



EPRI 側からの報告は次の通り。

1. 給電指令所の自動化における人間的要因

下記の報告が完成し、終了した。

第1報 第2報の要旨(1981-6)

第2報 調査詳報(1981-6)

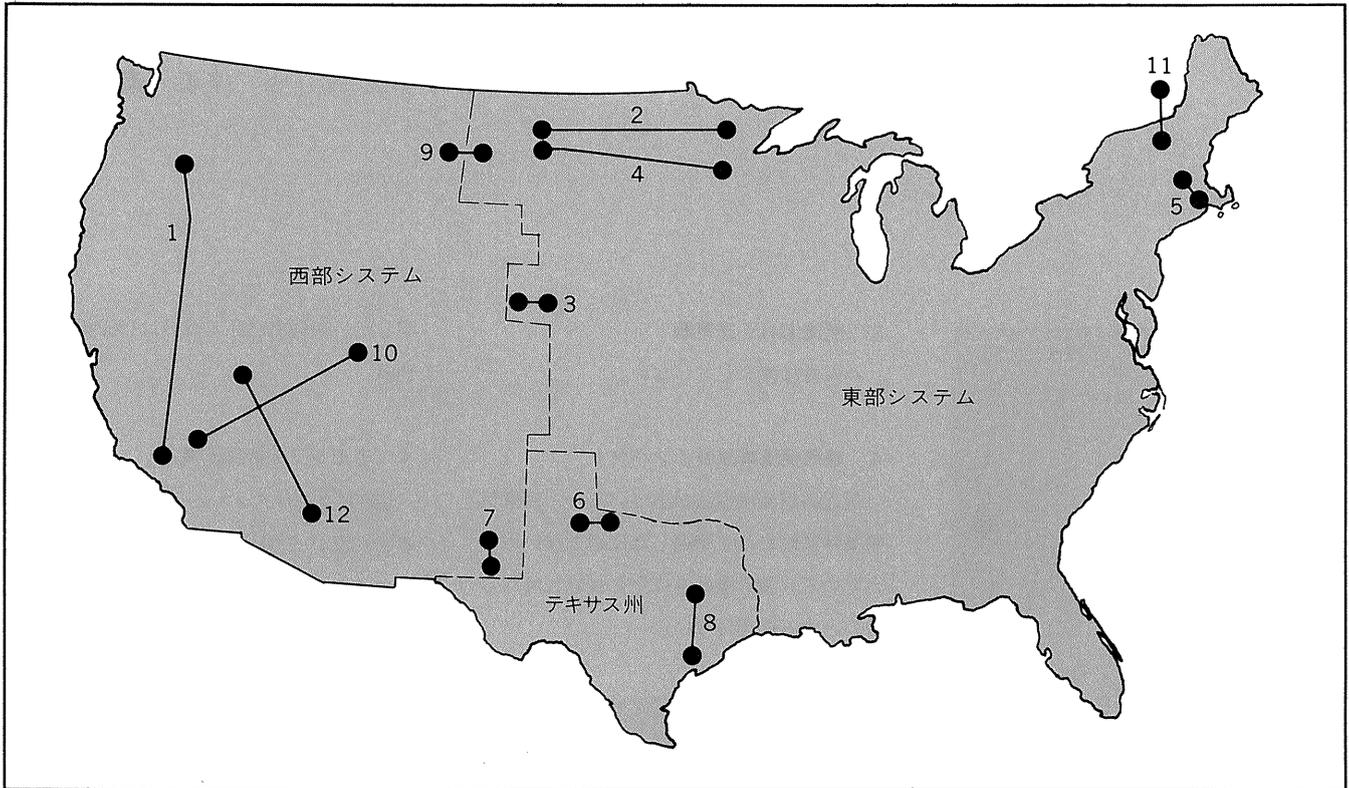
第3報 第4報の要旨(1982-10)

第4報 運転者の所要情報(1982-10)

第5報 第6報の要旨(1983-3)

第6報 情報制御と情報提供法(ディスプレイ等)

図5-2-1 米国の高電圧直流送電の計画



番号	名称	形式	容量 (MW)	巨長 (マイル)	電圧 (kV)	メーカー	運転開始
1	Pacific Intertie		1,440/2,000				1970/1985
2	Square Butte		500				1977
3	Tri-State(Stegall)		100				1977
4	CPA-UPA		1,000				1979
5	EPRI Compact Prototype		100				1983
6	Oklunion	BTB	200	0		G E	1984
7	El Paso-SWPS Co.	BTB	200	0		G E	1984
8	Walker Country	単極	500	160	400	G E	1985(構想)
9	Mile City-Montana	BTB	200	0		G E	1985(構想)
10	Intermountain Power Project	両極	800(過負荷1,200MW可能)	600	±500	ASEA	1986
11	New England-HQ	両極	690	90	±450	G E	1986
12	Phenix-Lake Mead	未定	1,000~2,000MW	未定	未定	未定	1988以降(構想)
13	New Mexico-Texas	不明	200	不明	不明	BBC	

2. 計算プログラムの開発状況

SYSTEM PLANNING

- ① RP1529 Electric Generation Expansion Analysis System
- ② RP1530 Transmission System

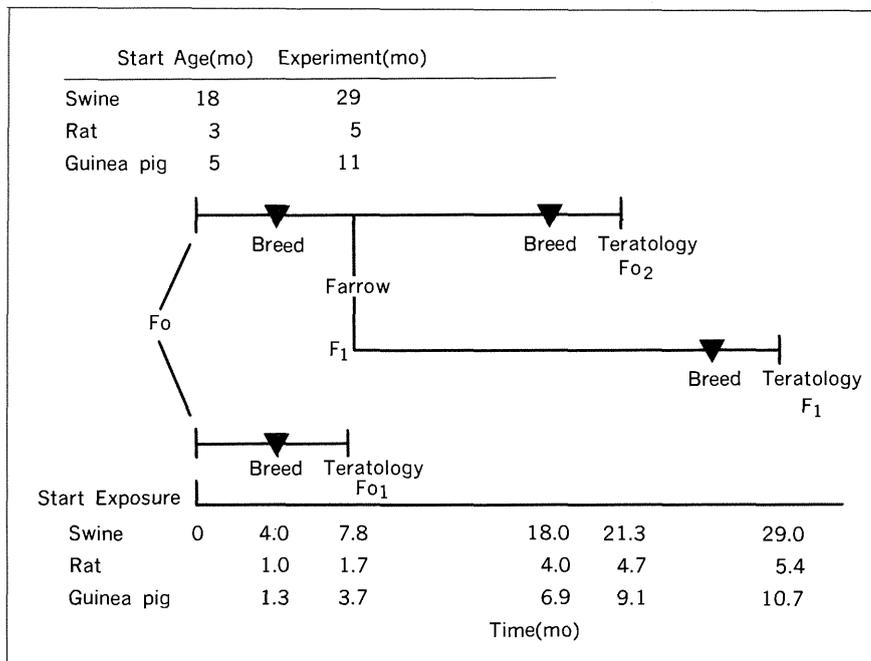
Reliability

- ③ RP1534 Unit Operating Considerations in Generating Capacity Reliability
- ④ TPS 79-759 Effect of Distributed

Power Systems on Customer

- Service Reliability
- ⑤ WS 81-215 Workshop Proceedings: Bulk Transmission System Outage Data Base Methodology

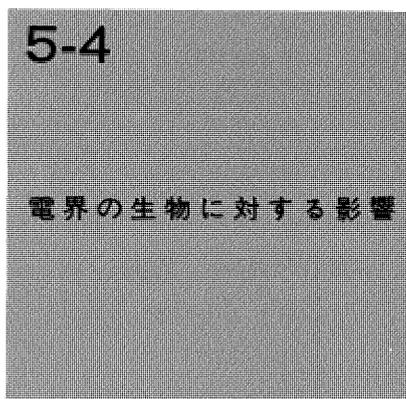
図5-4-2 電界の生物に対する影響研究の概要



(それぞれ要旨の説明がついた資料を受領した。)

これらのプログラム開発は、電研で行っている作業と共通する部分が多く、特に電力システムのシミュレーション手法について双方の関心が一致している。

今後、双方の専門家が先ず文書で意見を交換して課題を詰めた上、1984~85年に専門家会議を開くことを含みとして交流を進展させることを提案し、EPRI側も双方の利益になるであろうとの期待を示した。



1. ミニ豚による実験

ミニ豚による実験は29ヶ月、3代にわたって Battele Northwest Laboratory で実施した。その結果は、ミニ豚による実験結果がラットの実験結果と同等であることが認められたので、今後はラットによる実験だけを継続して実施してゆくこととしている。ラットによる実験が、ミニ豚を対象にした実験と異なることが明確になれば再考するが、今のところは同じ結果が得られているので、ミニ豚の実験は1年余前に終了とした。

2. アメリカにおける電界影響の研究の全容

EPRI、APPA、EEI および NRECA 共催の「送電線立地環境セミナー」が1982年1月26~27日に開催され全容を把握することができるセミナーの資料を入手した。

- ⑥ TPS 81-822 A Study of the Accuracy of the Method of Cumulants and Other Related Computational Procedures
- ⑦ RP1764-4 A Probabilistic Approach to Stability Analysis
- ⑧ RP1764-8 Selective Modal Analysis in Power Systems
- ⑨ TPS 79-733 A Streamlined Procedure for Obtaining Regulatory Approval for New Transmission Lines
- ⑩ TPS 81-796 Railroad Electrification on Utility Systems
- ⑪ 1964-1 Methods for Integrating HVDC into Large AC Systems-A Handbook
- ⑫ RP1048-3 Improved Economic Dispatch of Power Systems
- ⑬ RP1048-6 Long-term, Mid-term, and Short-term Fuel Scheduling
- ⑭ RP1047-1 Hierarchical Control Center Analyzer
- ⑮ RP1354 Dispatch Control Center Human Factors

COMPUTER & ANALYTICAL METHODS

- ① RP764-2 Long Term Power Systems Dynamics, Phase III
- ② RP1469-2 Calibration of Power System Simulation Programs Using Disturbance Data
- ③ RP670-2 Power System Dynamics Analysis
- ④ RP1714 Software Development and Maintenance Guidelines
- ⑤ RP1764-6 Computer Assisted Relay Coordination
- ⑥ RP1764-7 Harmonic Power Flow

SYSTEM OPERATIONS

- ① RP1047-2 Associative Memories for Static Security Assessment of Power System Overloads
- ② RP1048-2 Transient Efficiencies in Electric Power Plants

付録-6 原子力発電

担当● 狛江事業所担当 理事 千秋 信一

6-1

実物大タービンミサイルによるコンクリート製格納容器の衝撃実験

※ 「Full-Scale Turbine Missile Concrete Impact Experiments」
EPRF Final Report
NP-2746(2月-1983)

6-1-1 研究の目的

原子力発電所の安全設計や運転において考慮されなければならないタービンミサイルに対する鉄筋コンクリート製格納容器の耐衝撃性に関するデータを得るため、実物大モデルを用いた実験が行われた。ここでいうタービンミサイルとは、低圧タービン最終段動翼がケーシング外に飛散して生じる飛来物のことである。

6-1-2 主な研究

実験は一辺6.1m厚さ1.37mの鉄筋コンクリート壁に重量1.5tonと2.1tonの実物大のタービンミサイルモデルを90m/s～115m/sのスピードで衝突させて、4回行われた。

実験結果によれば鈍い衝突(図6-1-1参

照)の方が鋭い衝突(図6-1-1参照)よりも低い衝突速度で裏面剥離(図6-1-2参照)を生じる可能性があること、ライナーはコンクリートの裏面剥離を防ぐ効果があること、通常、衝撃に対する設計に用いられている評価式は安全側の値を与えることなどが明らかにされた。

6-1-3 所感

当研究所で行っている耐衝撃実験とは対象とする飛来物が異なっているが、実物大のモデルを用いた実験データは貴重なものであり、当所の研究にも役立つものと思われる。

6-2

縮尺モデルによる衝撃実験

※ 「Scale Modeling of Turbine Missile Impact into Concrete」
EPRF Final Report
NP-2746(2月-1983)

6-2-1 研究の目的

EPRFレポート：NP-2745において、実物大モデルによるタービンミサイルの衝撃実

験が報告されているが、より信頼性のある結論に至るには、数多くの実験によるバックデータが必要である。このため、実物大モデルによる実験では費用がかかるので、1/11の縮尺モデルによる実験を行い、その結果が実物大のモデルにおいて観察された損傷を、再現しうるかどうかという検証がなされた。

6-2-2 主な研究成果

実験の結果によれば、縮尺モデルでも、十分、タービンミサイルの衝撃に対する鉄筋コンクリート壁の応答を再現しうるとい

う結果が得られた。この他、耐衝撃に関する評価式—NDRC式—による値とこの実験値との比較がなされ、この式は貫入量については、ほぼ適当な値を与えるものの、裏面剥離を生じさせる限界速度については、かなり安全側の値を与えることが示された。これら実験の他に、有限差分法による衝撃解析プログラムコード—STEALTH-3-2A—によるシミュレーションが行われ、このプログラムコードが衝撃現象に対し、十分適用性があることが示された。

6-2-3 所感

縮尺モデルを用いた実験の場合、いわゆるscal-effectが問題になるので、本報告のような検証実験は有用なものと思われる。又、STEALTH-3-2AプログラムコードはEPRFとの技術協力によって電研に入手済である。

6-3

防御効果に関する縮尺モデル実験

※ 「Scale Model Test of
Turbine Missile Con-
tainment by Reinforced
Concrete
EPRI Final Report
NP-2747(3月-1983)

6-3-1 研究の目的

EPRI レポート NP-2746 において、実物大モデルを用いた実験のかわりに、縮尺モデルを用いた実験でも、十分、タービンミサイルの衝撃に対する鉄筋コンクリート壁の応答を再現するという結果が得られたので、これらの実験(EPRI レポート NP 2745、2746)を発展させた形で、縮尺モデルを用いた鉄筋コンクリート平板の衝撃実験を行った。この実験の第一の目的は、タービンミサイルが格納容器等の鉄筋コンクリート構造物を貫通する限界の速度を、実験的に求めることにあり、第二の目的は、タービンミサイルのような変則的な形をした物体によるコンクリート構造物の耐衝撃性に関する、評価式の適用性を検討することにある。

6-3-2 主な研究成果

実験結果によれば、厚さ4.5ftの壁は、衝突速度650ft/s(タービンの回転数が定格の180%で破損した時に予想される速度)、重量8,300lbのミサイルの貫通を防ぎ、厚さ3.5ftの壁でも衝突速度420ft/s(タービンの

図6-1-1 鈍い衝突と鋭い衝突

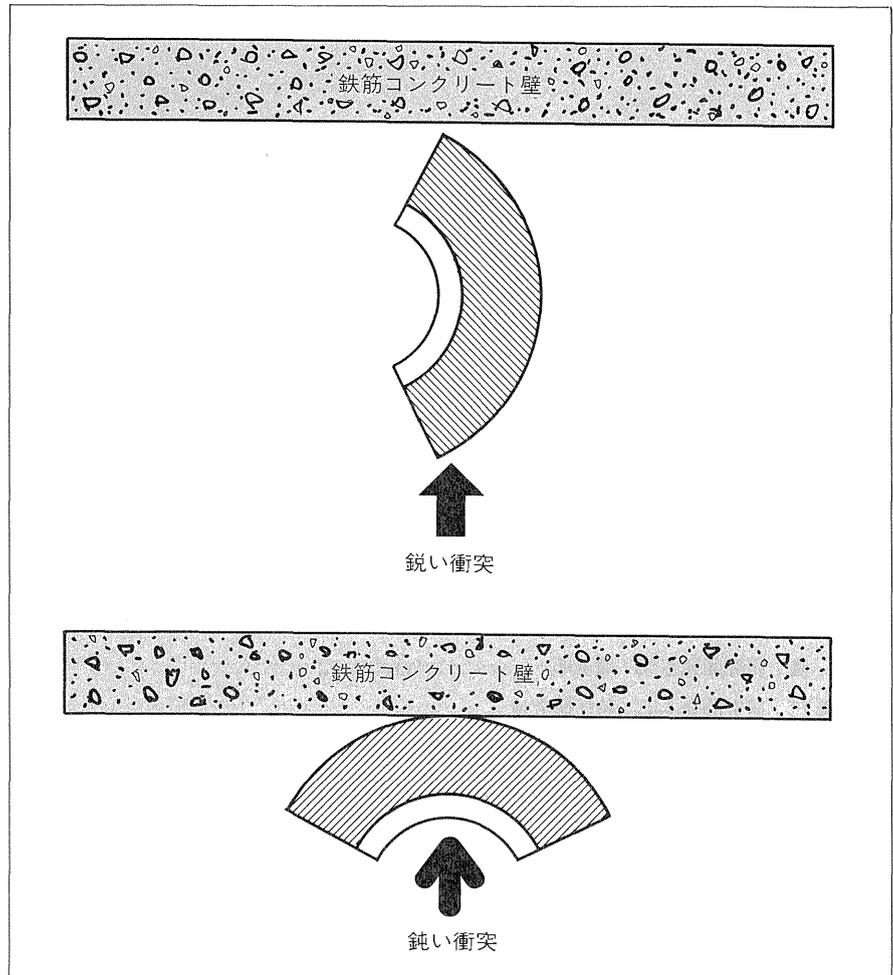
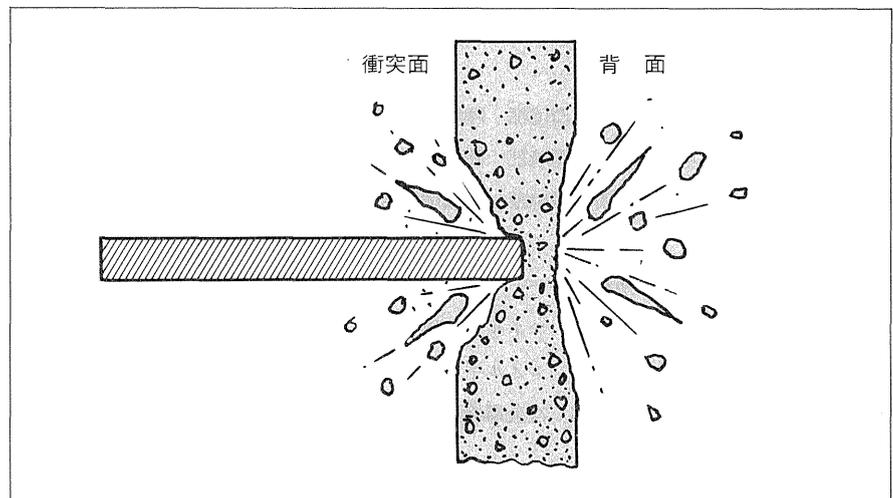


図6-1-2 裏面剥離



回転数が定格の120%で破損した時に予想される速度)のミサイルの貫通を防ぐことなどが明らかにされ、薄くて(厚さ2ft、3ft)、鉄筋量の少ない(鉄筋比1%)コンクリート壁では貫通速度が、130~260ft/sであるという事が示された。又、実験値と

耐衝撃性に関する評価式(NDRC式とCEA-EDF式)による値を比較すると、両式とも安全側の値を与えるが、今回の実験結果に限って言えばCEA-EDF式の方が実験値とよい一致を示しているという結果が得られた。

第1章

梅津 照裕：経済研究所担当 常務理事	(1章担当)
星 沢 欣二：研究開発本部 副本部長(環境部担当)	(1章協力)
児玉 公希：研究開発本部 環境部 環境データベース担当(次長)	(1章協力)
小谷田一男：エネルギー研究所 燃焼研究室	(1-1)
長谷川好和：エネルギー研究所 環境部	(1-2-1)
黒 沢 博：エネルギー研究所 環境部	(1-2-2、1-5)
石 森 岐洋：エネルギー研究所 環境部	(1-3-1- I)
瀬 間 徹：エネルギー研究所 燃焼研究室 室長	(1-3-1- II、1-3-2- II、1-7-2)
水 落 寿男：労務部 副長	(1-3-2- I)
田 中 隆：研究開発本部 環境部	(1-3-3)
石 原 義已：研究開発本部 特任研究員	(1-4)
石 川 浩：エネルギー研究所 複合発電研究室 室長	(1-6)
佐 藤 幹夫：エネルギー研究所 環境部 燃焼研究室	(1-7-1)

第2章

千 秋 信一：泊江事業所担当 理事	(2章担当)
西 宮 昌：エネルギー研究所 環境部 大気環境研究室 室長	(2-1)
小 林 博和：エネルギー研究所 環境部 大気環境研究室	(2-1)
藤 田 慎一：エネルギー研究所 環境部 大気環境研究室	(2-1、2-2)
寺 田 信之：エネルギー研究所 環境部 陸域環境研究室	(2-2)
下 田 修：泊江事業所 調査役	(2-3-1~2)
関 照雄：エネルギー研究所 環境部 陸域環境研究室	(2-3-1)
坂 田 昌弘：エネルギー研究所 環境部 陸域環境研究室	(2-3-2)
横 山 隆寿：エネルギー研究所 環境部 陸域環境研究室	(2-3-3)

第3章

矢 島 昭：経済研究所 所長	(第3章担当)
内 山 洋司：経済研究所 経済部 エネルギー研究室	(3-1~2)
斉 藤 雄志：経済研究所 経済部 エネルギー研究室 室長	(3-3)
若 谷 佳史：経済研究所 経済部 社会環境研究室	(3-4)

第4章

上之菌 博：電力研究所 所長	(第4章担当)
石 川 力雄：電力研究所 開発部 新発電研究室	(4-1~3)

第5章

有 働 龍夫：我孫子事業所担当 理事	(第5章担当、5-1~4)
--------------------	---------------

第6章

千 秋 信一：泊江事業所担当 理事	(第6章担当)
伊 藤 千浩：土木研究所 耐震構造部 原子力構造研究室	(6-1~3)

本部 / 経済研究所 東京都千代田区大手町1-6-1 ☎(03)201-6601 ☎100

狛江事業所 東京都狛江市岩戸北2-11-1 ☎(03)480-2111 ☎201

我孫子事業所 千葉県我孫子市我孫子1646 ☎(0471)82-1181 ☎270-11

武山試験研究センター 神奈川県横須賀市長坂2-6-1 ☎(0468)56-2121 ☎240-01

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

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

電研レビュー第8号「第5回電研-EPRI合同会議」をお届けしました。ご一読いただきましてありがとうございました。

本号の編集にあたって、会議の出席者全員の絶大なご協力をいただきました。特に、森田海外協力担当(課長)には、とりまとめと写真の提供など、全面的にお世話になりました。紙面を借りて深く謝意をさせていただきます。

昭和51年に始まった EPRI との情報交換・研究協力は、報告書の交換、共同研究の実施、原子力安全解析センター(NSAC)を通じて国際的な原子力情報網に参加できたことなど、当研究所にとって実り多い7年でありました。

今回の会議での大きな成果の一つは、研究戦略のあり方という、研究所経営の根幹にかかわる問題について、双方の経営トップ層が胸襟をひらいて語り合ったことと言えます。

米国の電気事業も低経済成長のもとで需

要の停滞に悩んでおり、最小の投資で最大の研究開発の効果をねらうために、当研究所と EPRI のような国際協力体制の重要性がますます高まることを確認した会議でありました。

●気温と電力需要●

この8月は、昨年の冷夏とは、うってかわった猛暑となり、最大電力量が久方ぶりに更新された。需要の停滞に悩んでいた電気事業にとっては、喜ばしいことであるが、反面、気温の変化という、未だ人間の手のおよばぬ自然現象の前で一喜一憂しなくてはならないという現状に、改めて経営基盤を盤石なものにする必要性を痛感させられる。

米国にとっても、経営体質の強化は、切実な問題であり、本号にも、需要開拓の可能性をさぐる電力シフトの研究を掲載している。ご参考になれば幸いである。

●変化は、この世の常●

当研究所では、この6月に人事異動があり、わが広報部においても、電研レビューの創刊からたずさわってきた田中と楠が、それぞれ、新発電研究室長、地盤地質研究

室所属となった。両氏には、これまでの尽力を感謝するとともに、今後は、研究の最前線に立っての活躍と、併せて、貴重なニュースソースとしての役割を期待するものである。

さて、本レビューの今後であるが、創刊以来、当研究所の主要分野の紹介を目的として年4回のペースで回を重ねてきた、

- 原子力発電
- 新・省エネルギー
- UHV 送電
- 環境研究
- 電力輸送

とひとつわりの紹介がすんだこともあり、次号より、編集に新企画を取り入れ、また、年2回の刊行ペースとする予定である。

これまでは、ともすると、かけ足での編集のため、企画的には不十分のきらいもあり、情報の提供のみにとどまっていた感もあるが、次号からは、新戦力の吉田、白砂の知恵も結集して、じっくり練った特集をお届けできるのではないかと思う。

いわば、研究のカatalog誌からの脱皮である。より一層のご指導、ご鞭達をお願いします。

R