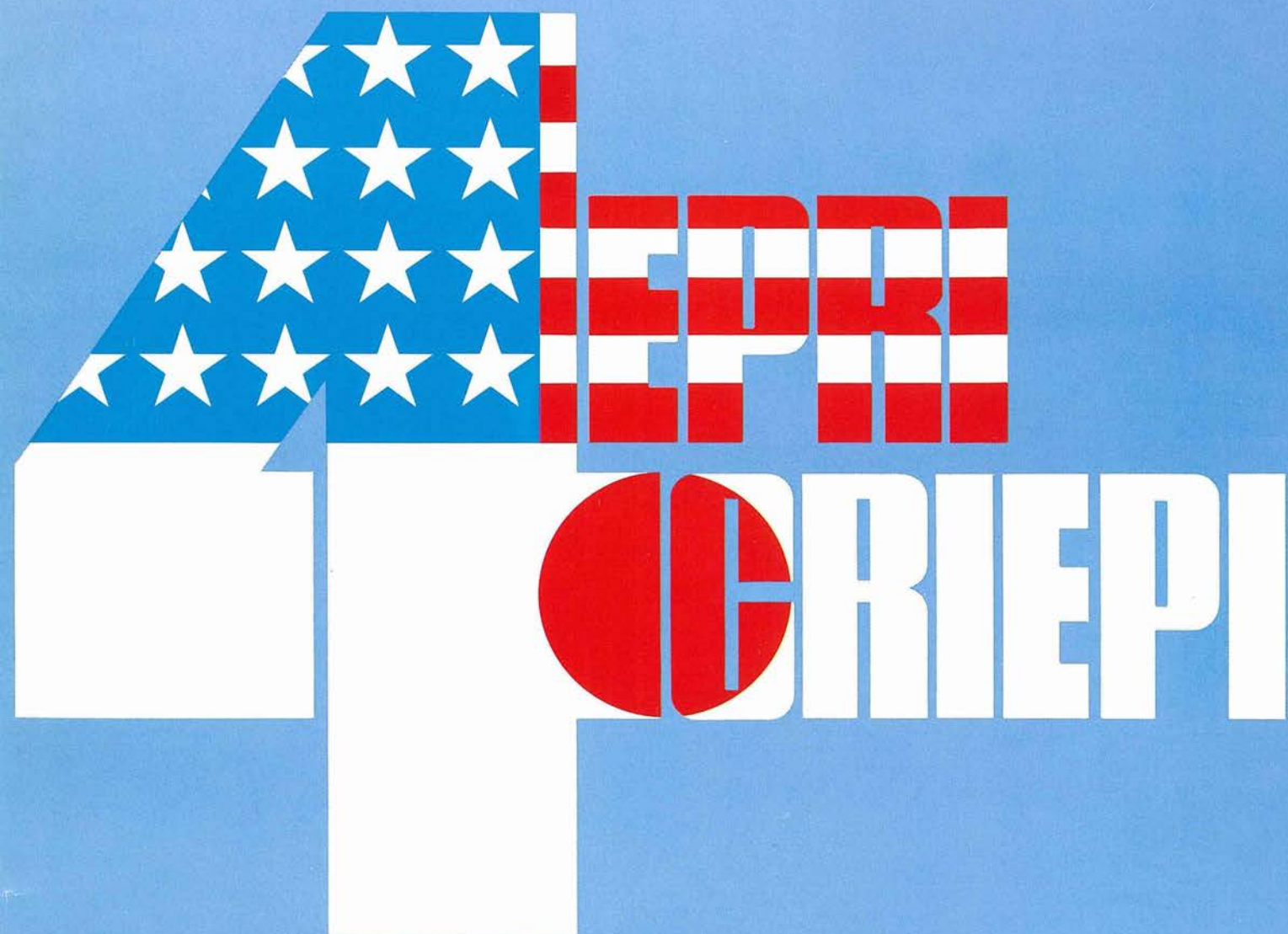


DENKEN REVIEW

電研レビュー

第4回 電研-EPRI合同会議



NO.2 1982.1

電研レビュー 第2号 ● 目次
第4回 電研-EPRI合同会議

はじめに	1
理事長の挨拶	2
第1章 合同会議の概要	
EPRIについて	4
1-1 ● EPRIとの情報交換・共同研究 活動をめぐって	5
1-2 ● 主な出席者とスケジュール	7
1-3 ● 協定と技術討議要約	10
第2章 特別講演	
「アメリカのエネルギー政策」	19
EPRI 副所長 バルツァイザー博士	
第3章 各部会の討議内容	
3-1 ● 電力システム	27
3-2 ● エネルギー管理・利用および分析	30
3-3 ● 原子力発電	38
3-4 ● 環境	45
3-5 ● 新発電方式	53
3-6 ● 石炭燃焼システム	58

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4回を迎えました。

第4回電研-EPRI合同会議は5月25日から4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。

情報交換については、1.電力システム、2.エネルギー管理・利用および分析、3.原子力発電、4.環境、5.新発電方式、6.石炭燃焼システム、の6部会を設けて、討議が行われました。運営については、1.「技術情報交換・共同研究協定」の有効期限を1986年まで5年間延長する、2.コンピュータ・ソフトウェアの等価交換の範囲を拡大する、3.次回合同会議は1983年5月に米国で行う、4.「エネルギー管理・利用」、「新エネルギー」の分野でわが国から研究員を派遣する、ことが決定されました。



第4回電研-EPRI 合同会議一般部会に おける理事長の挨拶

皆様よくいらっしやいました。

いろいろな面で日米間の協調が活発になり、話題になって来ました折柄、貴EPRI と私共電力中央研究所との間で結んでおります「技術情報交換・共同研究協定」によりまして、今日から五日間、第四回の合同会議を、ここ東京で開催いたしますことは、誠に意義深いことであると思えます。

また両研究所は、最近の情勢の先取りをして、すでに四年半も前から提携して多大の成果をあげて来たことを、誇りとする次第であります。

私共におきましては、昨今の厳しいエネルギー情勢に鑑み、石油代替エネルギーとして、原子力発電、石炭・LNG新利用、燃料電池、自然エネルギー利用等の重要な研究・技術開発を強力に推進するため、昨年八月、「エネルギー技術開発本部」を設置し、活動を開始いたしますとともに、研究の進め方などについて、貴所のやり方を十分に参考にさせて頂いております。

また、研究所全体の組織を、さらに一層効率的にするよう近く改正を行う予定でございます。

さて、一昨年は、貴所において、第三回合同会議を開催して頂き、大変有難うございました。

さらにその後今日まで、いろいろの御配慮を頂き、有難うございました。そのうち重要なことを五つあげてみますと、次のようなことがございます。

1. NSAC（原子力安全解析センター）との契約が締結され、早速情報が送られてきていること。
2. SGOG（蒸気発生器所有者連合）の研究成果があがり、日本のPWR各社が、その成果を利用させて頂いていること。
3. SRC-1（溶剤精製炭）の共同研究がほぼ終わり、有益な成果の取りまとめが進んでいること。
4. プロジェクトUHVにおけるAC-UHV試験結果である一年八ヶ月分のデータの磁気テープ・コピーを頂いたこと。
5. 専門家の相互派遣など。

であり、厚く御礼申し上げる次第でございます。

今回は六部門に分かれ、有意義な研究討論と、バルツァイザー副所長の御講演を賜われることになっています。

その後、武山試験研究センターの施設を御覧頂き、引き続き近くの観光などお楽しみ頂くよう手配してございます。

どうか、私共の研究所の精鋭達とお接し頂いて、彼等の意欲を感じて頂き、有意義な打合せ会となることを心から祈っております。

貴所のますますの御発展と、今後の私共との一層の連携強化を望んで御挨拶といたします。

有難うございました。

4 EPRI EPRI

第 1 章

1

合同会議の概要

EPRIについて

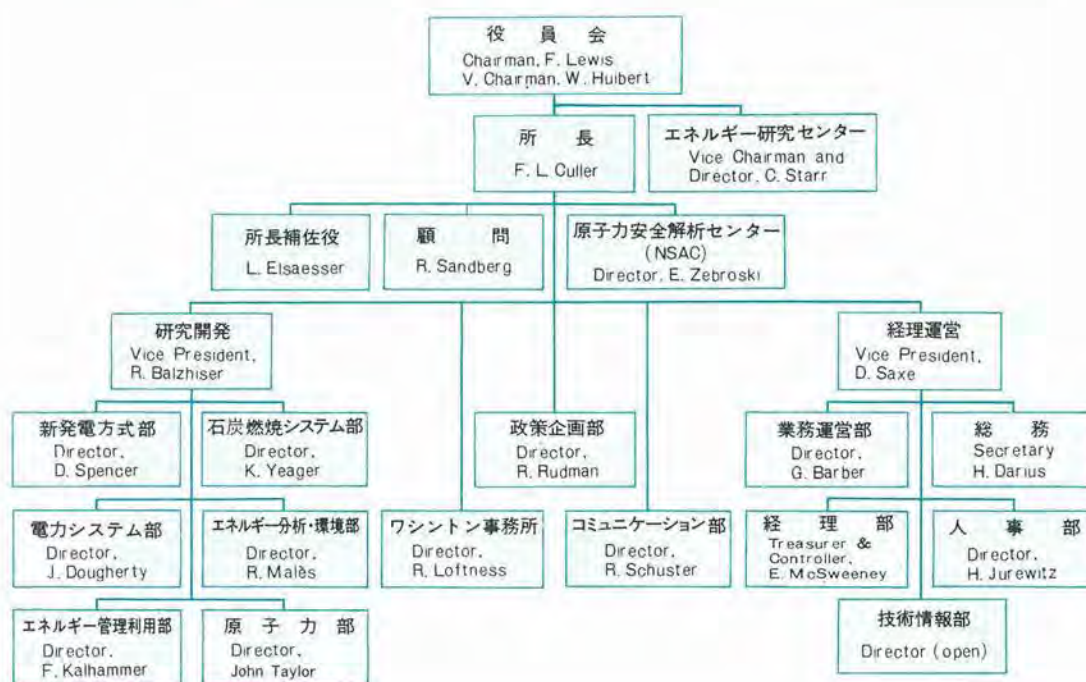
EPRIは昭和47年3月に設立されたもので約10年前に誕生した歴史の新しい研究所である。設立当初の職員は約300人、年間予算150億円であったが、現在は職員約600人と倍増し、年間予算は約500億円と3倍増と飛躍的に発展している。EPRI設立に当っては、電研が電気事業収入の0.2%を研究資金とする非営利法人であることを参考にし、組織づくりがなされたという。ちなみにEPRIの研究資金は電気事業収入の0.6%である。

である。しかし、EPRIは最近ソフト・ウェアの分野、例えば研究戦略をたてる上で必要な経済-エネルギー・モデルの構築、エネルギー新技術の評価などの分野は自主研究をやろうとしている。一方、電研も今後の方向として、昨年エネルギー技術開発本部の設置を契機に、原子力・新エネルギーの分野はもとより他の分野、例えば、環境の生物影響、新材料の極限科学的な分野などにおいても契約研究をより一層進めることにしている。

EPRIと電研の研究運営の大きな違いは、EPRIは契約研究を、電研は自主研究を行っていること

契約研究と自主研究のハイブリッドを考えることは研究効率上重要なことである。

EPRIの組織



昭和56年5月現在

1-1 EPRIとの 情報交換・共同研究活動をめぐって

企画担当理事 梅津 照裕

EPRI(米国電力研究所)と当所の間で情報交換・共同研究の協定を締結したのは昭和51年12月1日であり、その後約5年が経過するので、当時からのコーディネータとして、これまでの活動を振り返ってみるのは意義があろう。

昭和51年初期に EPRI の原子力本部長のレベンソン氏が来日された時に EPRI と CEGB (英国・中央電力発電庁) の間で情報交換・協同研究の包括的協定を締結中であることを知り、「日本でもそういった希望をかねてからもっており、特に EPRI と電研は非常によく似た組織でもあるので、両者で協定を結びませんか。」と提案した。その後順調に手続きも進捗して協定締結の運びとなった。

当時ローマ・クラブによる「成長の限界」が指摘されると共に、第4次中東戦争を契機とした石油危機が起こり、新しい観点からエネルギー問題を見直すべきであるとの気運が高まっていた。そのような状況の中で、我が国ひいてはエネルギー最終需要の3分の1を担う電気事業は海外の石油に依存する度合いが極めて高いので、エネルギー供給・電力供給構造の再構築が必要であると痛感していた。

これには新しい考え方で研究開発を効率的に行っていかなければならない。そのためには、自ら保有する能力(人材、設備、資金)を最大限に活用する必要があることは言うまでもないが、アイデンティティを保ちながら二重三重の研究投資をさけるためには、国内外機関との研究協力・協調が必要である。

電気事業の研究の国際協力は故福田節雄理事の提唱による IERE(電気事業研究国際協力機構)があるが、



これは国際的な大網の組織である。本題の EPRI との連携はこれを補完する、もっときめこまかな小網の2国間協定と位置づけることができる。

これまでに、4回の合同会議を開催して意志の疎通を図ると共に、相互に刊行物の交換を行って来た。未公開の資料でも入手できるものがあり、これは当所としては非常に有益であった。また、共同研究と研究者の相互派遣は実施中のものも含め4件に達している。さらに EPRI 主催会議およびプロジェクト研究への参加など相互に利益になるような活動を行って来た。

今後も引きつづきこのような活動を行い電気事業への貢献の一助とするつもりであるが、一層の発展を望みたい。

付 記

活動内容を以下に示す

I. 情報交換

EPRIより

- 「研究開発5ヶ年計画」
- 「研究開発年度実施計画」
- 「研究開発計画題目集」
- 「研究の概要」
- 「EPRIジャーナル」
- 「年 報」
- 「最終報告書」(年平均400件)
- 「未公開資料」(取扱注意条件で入手)

最終報告書中必要なものは「EPRIレポート速報」を作成し、電力各社にサービスしている。

電研より

- 「クォーターリー・アブストラクト」
- 「CRIEPIレポート」
- 「研究報告書の英訳版」
- 「電研の現状」
- 「長期研究計画」
- 「研究開発計画題目集」
- 「事業計画」
- 「事業報告」

II. 共同研究と研究者の相互派遣

1. UHV交流送電(実施中)
2. 大気・海域環境の生物影響(終了)
3. 石炭液化油(SRC-1)ー重油スラリーー燃焼(終了)
4. エネルギー供給不足の社会的・経済的影響とその



EPRI本部

対策(新規)

共同研究では当所より専門研究員を1年～1年半派遣して実効をあげている。2.については先方からも研究員を受け入れた。

III. EPRI主催会議およびプロジェクト研究への参加

1. 焼結ペレット(原子力燃料高密度化研究)(終了)
2. (原子力)蒸気発生器所有者連合(SGOG)(実施中)
3. 原子力材料腐食諮問委員会(終了)
4. 原子力安全解析センター(NSAC)
(専門研究員を1年半毎に継続的に派遣)(実施中)
5. 新型電池貯蔵システム(BEST計画)(折衝中)

会議およびプロジェクト研究参加によって得られた情報は電力各社および関連機関からの参加による当所主催の研究委員会で報告し、貴重なデータとして活用されている。

IV. 合同会議(年次会議)の開催

本協定の主要行事として年1回程度(実質は1年半に1回)の相互のトップを含めた幹部の交流・合同会議を実施することにし、主として成果、問題点、効果、将来の課題などについて討議し、相互協力の一層の促進を図って来た。

- 第1回 昭和51年11月 於EPRI
- 第2回 昭和53年5月 於電研
- 第3回 昭和54年11月 於EPRI
- 第4回 昭和56年5月 於電研

V. 今後の課題

協定の有効期限は5ヶ年であったが、さらに5ヶ年延長し、活動を進めていくことになった。今後の主要な力点は以下の如くである。

1. 継続議題として、両者の開発したコンピュータ・ソフトウェアの交換
2. 原子力の安全性・耐震性・環境保全に関する情報の即時的交換
3. 専門家ベースでの人事的交流のより一層の促進
4. 共同研究範囲の拡大

1-2 主な出席者とスケジュール

I. 主な出席者

EPRI (米国電力研究所)

Dr. Richard Balzhiser
Vice President of (EPRI) Research and Development

Mr. Richard Rudman
Director, Policy Planning Division

Mr. René Malès,
Director, Energy Analysis and Environment Division

Mr. John Dougherty
Director, Electrical Systems Division

Mr. John Taylor
Director, Nuclear Power Division

Dr. Ralph Perhac
Director, Environmental Assessment Department

Mr. Dwain Spencer
Director, Advanced Power Systems Division

Mr. Kurt Yeager
Director, Coal Combustion Systems Division

電力中央研究所

成田 浩 理事長

松岡 実 専務理事

梅津照裕 企画担当理事

有働龍夫 電力技術研究所長

千秋信一 土木技術研究所長

竹内 元 理事*

上之蘭博 電力技術研究所副所長

大塚唯男 立地・環境研究総括室長

大沢悦治 経済研究所長

是枝 忍 企画部次長

ほかに

Dr. Y. Kim 研究顧問、南カリフォルニア大学教授

*会議開催当時 エネルギー・環境技術研究所長

挨拶するバルツァイザー副所長



挨拶する成田理事長

II. EPRI (米国電力研究所) と電研との「技術情報交換・共同研究協定」に基づく第四回合同会議スケジュール

さる5月25～29日まで、電力中央研究所において、電研とEPRIとは、「技術情報交換・共同研究協定」に基づく、第4回合同会議を開催した。

1. 5月25日(月) 9:30～20:00

- 於役員会議室
- (i) 成田理事長の挨拶

- (ii) 出席者の紹介
- (iii) スケジュール説明
- (iv) 電力中央研究所の現況の説明
- (v) EPRI - 電研協定書の運用について
於第1～6会議室
6部門に分かれ技術専門部会(表1-2-1参照)

- (vi) 歓迎パーティ・懇談
- 2. 5月26日(火) 9:30～17:00
於第1～6会議室
6部門に分かれ技術専門部会(表1-2-1参照)
- 3. 5月27日(水) 10:00～17:00
於グランドホテル会議室

表1-2-1 技術専門部会議題

部 門		① 電力システム	② エネルギー管理・利用および分析	③ 原子力発電
EPRI側代表者		Mr. John Dougherty Director, Electrical Systems Division	Mr. René Malès Director, Energy Analysis and Environment Division	Mr. John Taylor Director, Nuclear Power Division
電研側代表者		有働電力技術研究所長	大沢経済研究所長	竹内エネルギー・環境技術研究所長
打合せ会場		第5会議室	第3会議室	第1会議室
5月25日(月)	13:30 }	雪害対策	停電評価(不確定性を考慮した分析・技術評価を含む)	総括説明
	16:00	配電(統合制御を含む)		信頼性データ収集
5月26日(火)	9:00 }	直流送電(計画、運用、制御)	エネルギーシステム (新発電方式とその電力システムの評価・展望)	被曝低減対策
	12:00	直流送電(施設)		廃棄物処理処分
5月26日(火)	13:00 }	UHV送電	負荷管理と料金制度	キャスク実証実験
	16:00	送電線下電界動植物影響		環境規制に伴う運用計画
				耐震性
				ミサイル安全性

- (i) 協定書の運用についての意見交換
- (ii) 討議結果の総合取りまとめ
- (iii) バルツァイザー副所長の記念講演
「アメリカのエネルギー政策－新現実主義をめざして－」

4. 5月28日(木)～29日(金)
武山試験研究センター視察



④ 環 境	⑤ 新 発 電 方 式	⑥ 石 炭 燃 焼 シ ス テ ム
Dr. Ralph Perhac Director, Environmental Assessment Department	Dr. Richard Balzhiser Vice President of (EPRI) Research and Development Mr. Dwain Spencer Director, Advanced Power Systems Division	Mr. Kurt Yeager Director, Coal Combustion Systems Division Mr. Dwain Spencer
千秋土木技術研究所長	上之菌電力技術研究所副所長	大塚立地・環境研究総括室長
役員応接室	第4会議室	第6会議室
汚染物質の広域拡散 ●酸性雨 ●アセスメントその3	燃料電池と蓄電池	石炭液化 SRC-オイル・スラリー燃焼 石炭燃焼〔I〕 燃焼炉
石炭燃焼に伴う汚染物質の環境影響 ●植物 ●土壌 ●健康影響 ●放射能	太陽光発電 核融合 地熱 風力	煙突からの汚染物低減 ●乾式脱硫 ●湿式脱硫 ●排水処理 ●集じん技術
冷却水取放水の生態系影響 ●影響評価のためのモニタリング ●水産資源への影響予測	高効率ガスタービン及び 複合ガス化発電	石炭灰 ●重金属の溶出 ●有効利用
社会環境への影響評価 ●経済・社会環境予測評価 ●景観予測評価		石炭燃焼〔II〕 ●石炭燃焼研究プロジェクト ●移動床燃焼

1-3 協定と技術討議要約

1-3-1 協定の運用問題関連

I. 次回(第5回)合同会議は、1983年(昭和58年)5月中旬に、EPRI主催により、パロアルトで開催する。開催日の約6ヶ月前に、会議議題の案をEPRIから電研に送付し、共同で最終的に決める。

II. 両者が独自に開発したコンピュータ・ソフトウェアの交換については、以下のとおりとする。

1. 可能な限り等価交換を基本とする。
2. コンピュータ・ソフトウェアと実験データの等価交換も可能とする。
3. 等価交換が不可能な場合は、ケースバイケースで有償購入もあり得る。

具体的事項は次のとおりである。

1. EPRIのコードSTEALTH-3Dと電研の実験データとの交換については、技術的にも法的にも満足であれば実施する。
2. EPRIのコードRP50Zの入手を電研が希望する件について、EPRI側は(i)電研の実験データとの交換、(ii)電研のコードとの交換、(iii)有償供与の可能性を検討する。
3. これらについては原子力部門の懸案事項であるので、Mr. Taylor、竹内および林の3氏で打合せ、具体的に結論を出す。なお、電研のコードあるいは実験データとの交換は、次項4.、5.による。また、有償供与の件については、EPRI側で特許関係の検討を行い電研に連絡する。
4. EPRIは、関心を持つ9件の電研のコードリストを提示した。電研は、各件につき5～10ページの英文説明書を作成してEPRIに送付する。
5. EPRIはさらに実験データの等価交換を要請した。

III. 電研とEPRIとの間の協定は、1976年12月1日付で締結されているが、有効期間を5年とし、双方の合意に基づいて延長することができる。そこで、5年間延長し、さらに協定文の修正があれば、8月中に書簡により意見を交換し、期限内に協定を取りまとめる。

IV. 第3回合同会議以降行われている職員派遣プログラムは、相互に有益である。

今回の合同会議において具体的に確認された職員の派遣は次のとおりである。

1. 西島良昌：NSACへの参加
2. 山地憲治：エネルギー供給不足の社会的・経済的影響とその対応策に関するEPRI電研共同研究の一環として参加
3. 石川力雄：新型電池貯蔵システム—EPRI・BESTプロジェクトに参加

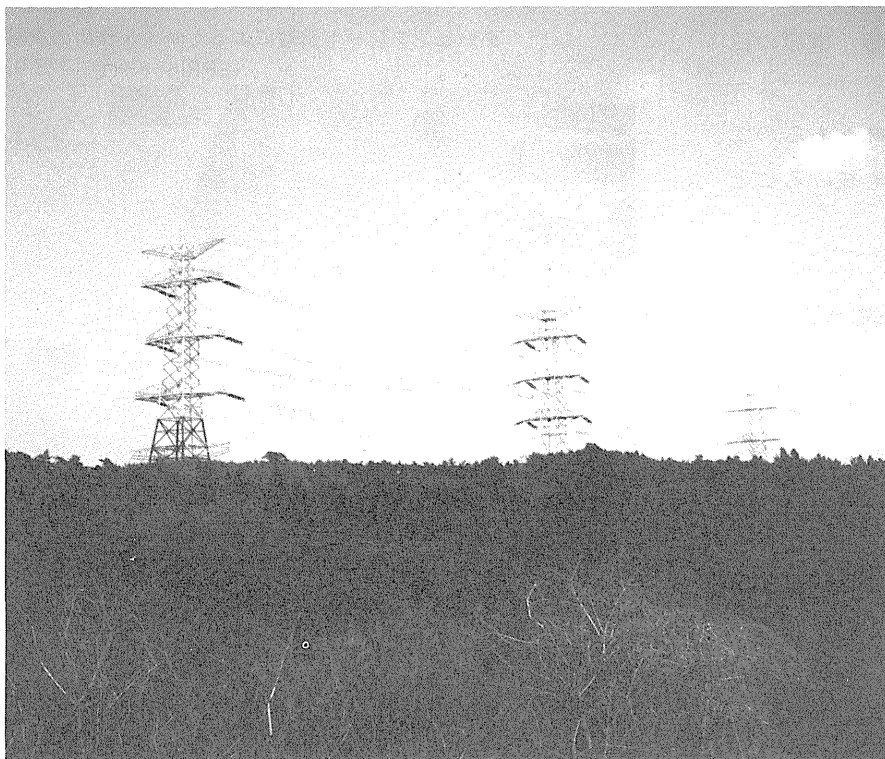
1-3-2 技術専門部会関連

I. 電力システム部会(有働)

1. 配電

電研側から、雷サージ実測、絶縁電線の事故検出システム、サイリスタ使用機器の増加による高調波の問題、計算機による拡充計画手法、負荷の集中制御方式、CVケーブルの水トリートメント問題、変圧器用アモルファス磁性材料、その他の最近の研究トピックスの紹介を行ったが、EPRI側からはこれらの問題は米国でも研究されていること、および日本との考え方の違いについて説明があった。一方、EPRI側からは、配電線近傍の樹木に使用する成長抑制剤、スクラップ木材を使用して作る合成電柱(同心円状の層をなしており、その層数を変えて小型の電柱、大型の電柱が出来る)、既設直埋

UHV 試験送電線鉄塔(赤城試験センター)



縮小型送電線(EPRIジャーナル'81.1)



ケーブルを交換する時に地中に孔をあけるための水ジェットを使った掘さく機、その他の技術の紹介があった。

2. 直流送電

電研側からは最近の研究の紹介、EPRI側からは米国の直流送電計画、Con. Edison社の縮小型変換所で生じたトラブルの原因とそれに対する対策、開発に成功した光点弧サイリスタ等について紹介があった。直流しゃ断器の必要性について討論があり、EPRIの中には必要性については賛否両論があって、制御との組合せ等、限られた範囲の適用、性能で良いと考えているとの事であった。電研側は、必ずしも必要ではないが、日本では5kA級の送電を考えており、しゃ断器があれば融通性のある運用が出来るとの意見を出した。

送電容量に関しては、米国ではルート故障などのリスクを考えて10GWほども大きくならないと考えられること、また1ルートではなく別々の3ルート程度にすることを考えているとの事であった。

情報交換に関して、EPRI側は直流電界下の生物についての情報を、電研側は縮小形変換所の情報を、それぞれ相手から得ることを希望した。

3. UHV交流送電

鉄塔に関する説明、討論が中心であった。電研側からは赤城試験センターのUHV鉄塔の基礎工法、建設中および建設後における各種動的試験を紹介した。EPRI側からは、鉄塔の基礎の設計を改良する事により建設費を低減出来た事、動的試験も出来る新しい機械力試験設備を建設中であること、等の紹介があった。この他、開閉サージに関して、電研側から相間の絶縁が重要になっていると説明したのに対し、EPRI側からは、縮小型送電線の検討において米国でも興味を持つようになったとの説明があった。また米国における縮小型送電線の紹介があり、138kVの試験線で長期試験中との事であった。

なお、Transmission Line Reference Book(Red Book)は本年末に改定再発行されるとの事である。

4. 電界の生物への影響

EPRI側からバツテル・ノースウェスト研究所におけるミニ豚に対する実験結果の紹介があり、また直流電界の影響をラットを使って実験中であることや、送電線業者への影響を調査中であることなどが述べられた。電研側からは、マウスへの電界課電用半球形ケ

ージの開発、稲や小麦への直流電界の影響、電界の技術的基準の評価について紹介した。

この問題には双方とも大きな関心と興味があるので、双方の実験結果、調査結果の交換を今後も続けることとした。

II. エネルギー管理・利用および分析部会(大沢)

1. 停電コスト評価

まず、短期の停電コスト評価についての日米比較が行われ、停電コストと停電時間との関係、ミクロの停電コストとマクロの停電コストとの関係などについて討議が行われ、長期電力不足の評価にかかわる調査研究の必要性が強調された。こうした背景の下に、「エネルギー供給不足の社会経済的影響」について、電研とEPRIとの間で共同研究が推進されるが、そのため電研よりEPRIへ研究者が派遣される。

2. エネルギー・システム分析

EPRIで実際に採用された研究開発手法が紹介され、この手法については、電研も強い関心を持っているので、引き続き、これに関連した情報の提示を受けることとした。また電研よりは、わが国の長期エネルギー需給展望と新エネルギー研究計画が説明されたが、これらの課題については、将来における不確実性の取扱い問題を中心に討議した。

3. 負荷管理と電気料金制度

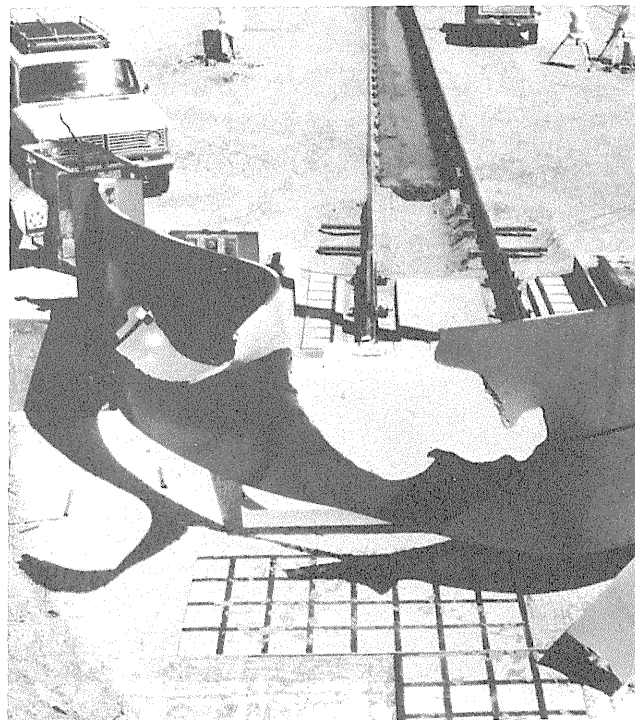
EPRI側からは、EPRIで実施されているRate Design Studyが、電研側からはわが国における負荷管理と料金制度との関連についての報告が行われた。これらの問題については、とくに、わが国における3段階通増料金制の論理やそれが採用された背景、所得水準と電気の使用量との関係についての日米比較等について討議が行われた。

なお、電研で開発した“Computation of Marginal Costs in Electric Power Industry”のコンピュータ・ソフトウェアをEPRIへ提供することとした。

4. 環境規制下における発電所の運転計画

電研側より、その研究成果についての報告が行われたが、EPRI側より、アメリカにおける当該問題の必要性についてコメントがあった。

タービンブレード飛散によるミサイル作用の実験
(EPRIジャーナル'78.9)



III. 原子力発電部会(竹内)

EPRI原子力本部長Mr. Taylorは電研の担当者として1.研究計画全般、2.信頼性データ収集、3.被曝低減対策、4.廃棄物処理処分、5.キャスク実証試験、6.原子力用材料、7.耐震性、8.ミサイル安全性の8項目について相互の情報交換意見交換を行った。その結果、

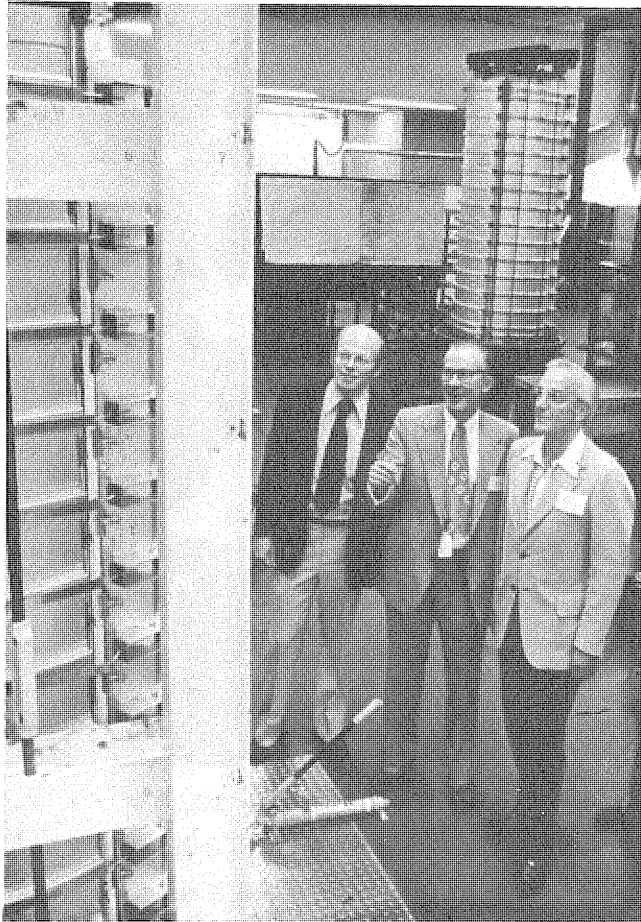
1. タービン材料、PWR配管などの環境脆化についての相互情報交換。
2. 廃棄物固化体の落下試験データのEPRIへの提供について合意した。さらに、
3. EPRI開発計算コードと電研の実験データの交換については、電研が提供できるデータの範囲を明確にすることにより交渉を進展させることとした。

VI. 環境部会(千秋)

1. 汚染物質の広域拡散および酸性雨

EPRIから大気汚染物質の広域拡散(SUREプロジェクト)、酸性雨、ブルームモデル、屋内空気汚染に関する研究の紹介が行われた。この分野でのEPRIの活動は非常に活発であり、連邦環境保護庁・エネルギー省等と密接な関係を取りつつ研究を実施しているという。

燃料電池 (EPRIジャーナル'78.11)



電研からは日本の酸性雨の現状および電研における酸性雨研究の概要について説明した。

両者とも、お互いの酸性雨、プールのモデルに関する研究に特に強い関心を示し、この分野での情報交換に同意した。またこれらの件については、電研の研究員が本年中にEPRIを訪問した際、再度討議することを約束した。

2. 石炭燃焼に伴う環境影響

EPRIからは石炭成分の溶出に関する実験の結果が、電研からは石炭中天然放射能および石炭ばいじんの植物影響に関する研究成果が紹介された。

EPRIは電研の2つの研究紹介に対し、共にEPRIでは未着手の分野であるので非常に大きな関心を示し、情報の提供を要望した。また電研はEPRIに対し、石炭燃焼が土壌、植物に与える影響に関する情報の提供を要望した。両者とも、提供可能な情報についてはこれらの提供に合意した。

3. 冷却水取放水の生物影響

電研から冷却水取水連行に伴う生物影響に関する2つの研究が紹介された。EPRIからは、冷却水取放水に関するEPRIのプロジェクトはほとんどすべて終了しているので、この分野で今後新しい情報を提供するのにはむづかしい旨が述べられた。ただ、今後も電研で実施されている取水連行に関する研究の推移には関心があること、電研または日本の電気事業者が行う冷却水取放水の海生生物影響と規制に関するアメリカでの情報収集には協力することが述べられた。

4. 社会経済環境影響予測評価

電研から社会経済環境の予測評価および景観影響予測評価についての研究紹介が行われた。EPRIは、この分野での研究はまだ着手してまもないと云うことで、電研の研究成果に関心を示したが、特にEPRI側からの研究の紹介は行われなかった。

経済・社会事情は日米で著しく異なるため、この分野で将来どのような情報交換ができるか次回の合同会議で討議することで両者合意した。

V. 新発電方式部会(上之蘭)

1. 燃料電池

今後、この分野における情報交換を積極的に行うことに同意した。EPRIは東京電力の4.8MW Field Testに関心を持っており電研を通じ情報の提供を希望した。

2. 太陽光発電

太陽光発電が分散型電源として配電系統に連系される場合、運用面の安全確保について十分留意することが必要であり、この問題の情報交換を行うことに同意した。

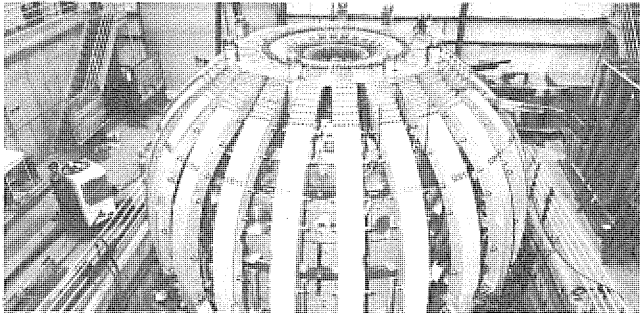
3. 電池電力貯蔵システム

EPRIは日本における新型電池の開発に強い関心を示し、この分野における情報交換を積極的に行うことに同意した。

4. 核融合

(i) EPRIおよび電研は核融合の工学的評価を進めることに同意し、EPRIより1983年春または夏にハワイにおいて会議を開催したい、またその内容について本年9月相談したい旨申入れがあり、電研は了承した。

核融合実験装置 (EPRIジャーナル'80.1)



(ii) “OHTE” Reactor に関する EPRI の専門家による評価結果を電研に提供することを要請し、EPRI はこれを了承した。

5. 高効率ガスタービンおよび複合ガス化発電。

(i) 本課題は日米ともに重要な研究開発課題であるので、今後とも活発な情報交換を行うことで合意した。

(ii) EPRI は次の資料を提供する旨約束した。

- (a) BGC-Lurgi Slugging Gasifier
- (b) Florida Power Plant (WH PACE)
- (c) Texaco Gasifier (Overhansen)
- (d) Cool Water Project (American Power Conference Paper)

VI. 石炭燃焼システム部会 (大塚)

石炭の有効利用新技術および石炭火力の環境対策技術を中心として、EPRI、電研双方から最近の成果、研究開発動向が披歴され、活発な意見交換が行われた。

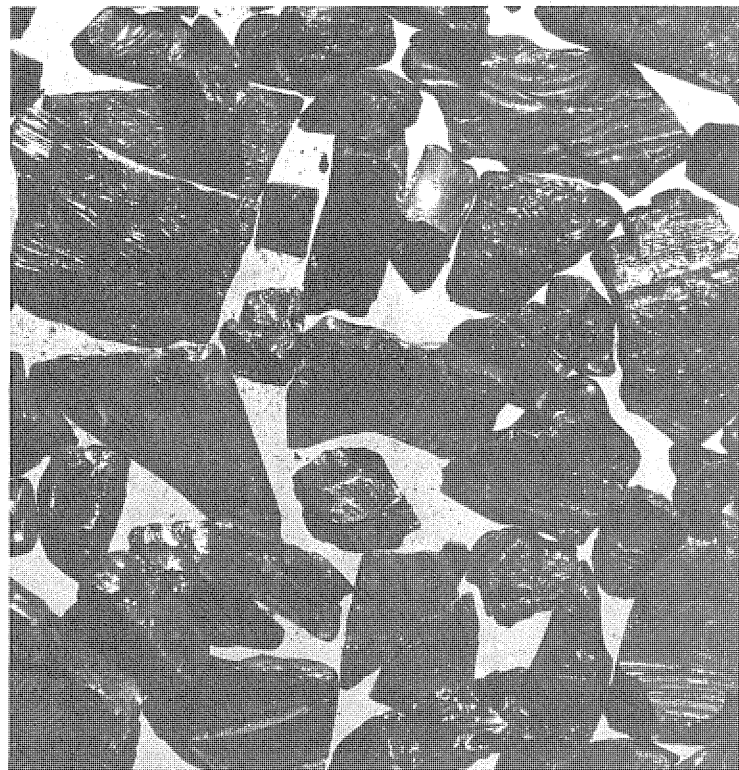
1. 石炭の有効利用新技術

(i) 石炭新利用技術開発の動向 (電研)

当所長期電力需給問題研究会がとりまとめた「石炭新利用技術の電力への適用とその評価」(総合報告 Z02、昭和56年3月)について概要を説明した。本報告は微粉炭火力、流動床燃焼火力、ガス化複合発電、石炭液化油火力およびメタノール火力を中心に、トータルエネルギー効率、経済性、環境問題について対比検討、評価したものである。

これに関し、EPRI でも同様な検討をしたが、電研の結果とよく似た評価であったこと、石炭使用に伴う今後の環境規制の動向などについて意見交換が行われた。

SRC 拡大写真



(ii) SRC - 重質油混合燃料の燃焼 (電研)

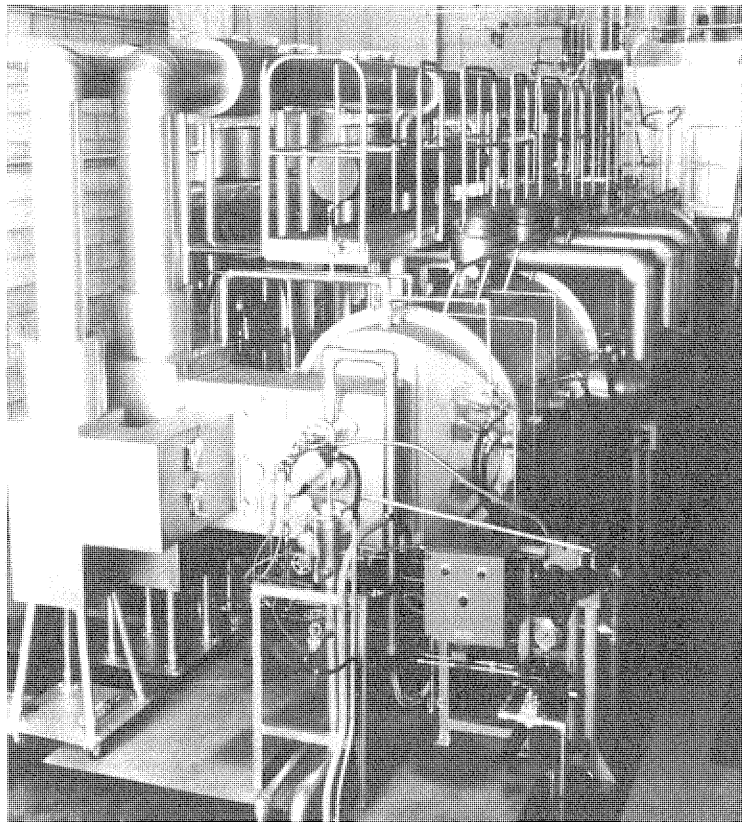
本課題は、第2回の電研-EPRI 合同会議(昭和53年5月)で両者の共同研究として設定され、EPRI は SRC を供給、電研は混合燃料の調整と燃焼試験を行うということで、昭和54年4月以来行ってきた研究成果を報告した。混合燃料の性状、燃焼特性と排ガス性状、排ガス中の未燃微量成分などの実験結果から重油ボイラ用燃料としての考察、今後の問題点などを示したものである。

EPRI から研究成果提供に関し謝辞が述べられると共に、エネルギー省(DOE)が深い関心を示していること、EPRI としてもこの混合燃料(SOM)についてワークショップなども検討してみたいことなどの見解が示された。

(iii) 石炭液化技術(EPRI)

石油代替のための新燃料技術の経済性は低・中カロリーガス化が最も優れ、石炭直接液化(EDS、H-COAL)、メタノール合成の順であり、シェール油は低・中カロリーガス化について有利であるが電力向きではない。石炭直接液化のSRC-II プロジェクトは近く中止になるだろう。

石炭燃焼試験炉



EDS プロセスは1,500時間運転しており、最近、蒸留残渣再循環により液化油収率は向上してきた。また残渣のガス化はテキサコ方式に変更した。

H-COAL プロセスでは45日間の連続運転を行った。大型化に当っては、コーキングの解決が一つの要点である。

SRC-I プロセスは6,000t/日実証プラントの計画がすすめられている。

EDS、H-COALの重質油はそのままボイラー燃料、中質留分はガスタービン燃料に使える。

EPRIでは石炭液化油の燃焼試験を計画しているので、電研の燃焼試験炉でも実施の意向があれば、便宜を計りたいとの意向が示された。

(iv) 石炭火力プラントの超高温、高圧化(EPRI)

火力プラントの効率向上策は海外に燃料のほとんどを依存する日本にとって極めて重要な課題である。この問題についてEPRIの研究開発の状況について報告があった。

火力プラントの蒸気条件を316kg/cm²、593°C/538°C

とした場合、排煙処理プラント込みで送電端効率38～40%(在来火力34～36%)の可能性があり、材料の改良、開発により、流動床燃焼火力、ガス化複合発電、燃料電池などに対比しても、信頼性、経済性、開発リスクなど総合的な評価では、この改良型石炭火力は最も確度がある。

EPRIにおいては引き続き検討をすすめるので、これに関する情報は提供できる。日本においても関心の高い技術であるので、この分野の情報については、今後その成果が期待されるところである。

(v) 流動床燃焼(EPRI)

アメリカにおける研究開発の動向についての説明と意見交換が行われた。

流動床燃焼は使用炭種の中が広く、特に安価な低品位炭の利用可能、汚染物質の排出量が少ない、小型化可能などの利点が見込まれている。現在、TVAのプロジェクトとして6'×6'のパイロット試験中。20MW級プラントの試験は来年中には終了予定、これに基づいて200MWデモプラントの計画に入る。

パイロットプラントでは脱硫率90～95%、排煙中NOx濃度50ppmの結果も得られている。加圧流動床方式は常圧型に比してリスクが大きく、また技術開発も遅れている。

EPRIからは、このプロジェクトに関する情報は提供できるが、電源開発のプロジェクトの成果も大いに注目している旨、コメントがあった。

2. 石炭火力の環境対策

(i) 環境対策技術に関する研究(電研)

電研において実施中の大型総合研究「石炭火力環境対策技術」について、海外炭の発電用炭としての評価、汚染物質生成と対策検討および石炭火力からの微量成分の挙動については石炭火力の立地推進上、重点的に研究をすすめていること、新設した石炭燃焼試験炉(石炭燃焼量100kg/h)の概要などを説明した。

EPRIから石炭燃焼試験炉を使った研究には関心があることや、アメリカの石炭についての燃焼試験、評価実施についての希望がのべられた。また、微量成分の挙動についての情報交換は、積極的に行いたい旨、

双方から希望が表明された。

(ii) 排煙の乾式脱硫(EPRI)

日本の排煙脱硫は湿式石灰石-石膏法が主流であるが、この方式では石膏の処理、用水の確保、排水処理、処理排ガスの昇温などが伴うため、アメリカでは乾式脱硫の開発がすすめられている。

(a)石灰乳による脱硫法は、SO₂を混合粉末とし、バグフィルターで回収する。この方式は高硫黄炭には適用できないが、建設費が少ないことと副産物が廃棄し易い特長がある。

(b)炭酸ナトリウム粉末を用いる方法は脱硫率70%程度のため低硫黄炭向けであり、本年末には100MWプラントで試験する予定である。

(c)活性炭による方法は、SO₂が硫黄として回収される利点があり、注目されている。小規模テストに引続き、西独でテスト(42MW)中である。(日本では電源開発竹原火力で10,000m³/h容量のプラントで試験中である。)

(iii) 湿式排煙脱硫と排脱排水処理(電研)

日本の電力会社に設置されている湿式排脱装置の概要と排水処理について報告した。

重原油火力用32基、石炭火力用8基で全排ガス処理量は約10,000MW相当である。

排脱排水処理では、排水規制からCODの対策が重要である。COD成分のうちゲチオン酸処理のためには吸着法、熱分解法などを用いて規制値以下としている。

排水の窒素分低減方法について、電研の研究成果を説明した。

(iv) 集じん技術(電研)

火力発電所における現状と当所の主要な研究成果、今後の研究課題など、つぎの項目について説明した。

(a)集じん性能向上対策は、主に現地試験により行ったもので、槌打時の再飛散防止、SO₃吸込みによるフライアッシュの調質、重油焚ボイラの集じん効率向上のためのアンモニアの吹込、燃料油への添加剤、水などの添加による方法、放電極付着ばいじん増加防止対策など。

(b)高性能集じん技術は、主に所内実験による成果に

ついてであり、モデルプラントによる静電汙過集じん実験ではサブミクロンばいじんの捕集性能の向上が認められた。また、高温空气中のコロナ放電に関する基礎研究から、高温集じんでは、正極性電圧による運転の可能性が示唆されたことなど。

石炭火力における集じん技術は、重要な課題であり、EPRIにおけるグストの固有低抗測定法などの基礎研究をはじめ情報交換の必要性が相互に確認された。

(v) 石炭灰からの溶出水中の微量成分(電研)

石炭の利用拡大に伴い、石炭灰による埋立が大量処理の一つの方法である。環境対策面からは、埋立に伴う石炭灰からの溶出水や微量成分について検討しておかなければならない。これらに関する当所の研究成果を報告した。

国内炭、米国炭、濠州炭の石炭灰と、国内の土壌を用い、石炭灰からの溶出水のpH、土壌のpH緩衝作用を検討した結果、土壌によるpH緩衝作用の差は大きいので、埋立には石炭灰と土壌の相互作用を予め明らかにしておくことが必要である。

EPRIで作成した石炭灰廃棄マニュアルについて、電研からのコメントがあれば聞かせてほしい旨、要望が出された。

(vi) 石炭灰有効利用(電研)

電研より高C₃Aセメントの開発およびけい酸カリ肥料の研究について説明を行った。

(a)高C₃Aセメントの開発は石炭灰のアルミナ含有量が多いことに着目し、石炭灰と石灰を主原料とするセメントである。軟弱地盤の固定化への適用を旨とし、現在、実用化試験を実施中である。

(b)けい酸カリ肥料の研究として、乾式法によるけい酸カリ肥料、乾-湿式法による緩溶性化成肥料の製造および肥効試験を行ってきた。いずれも実用化、市販されている。

これらの報告に対し、EPRI側から、石炭灰の利用をアメリカでも、さらに活発化したいので情報を希望すること、石炭灰よりのアルミナ回収についてはコメントがほしいこと、さらに、肥料化の場合、石炭灰からの微量成分の影響などについて意見交換がなされた。

4 EPRI EPRI

第 2 章

2

バルツアイザーEPRI副所長 特別講演

アメリカのエネルギー政策

2 アメリカのエネルギー政策 新現実主義をめざして

EPRI(米国電力研究所)副所長 バルツァイザー氏特別講演の概要

今回、著名な皆様方の前で講演できることは大変光栄であります。

アメリカ政府の最近のエネルギー政策の急速な変化について私の見解をお話したいと思います。

これらの変化は、アメリカ政府および世界が直面しているエネルギー問題に対するアメリカ政府と国家の新しいリアリズムを反映しています。アメリカのそうした新政策や姿勢は、エネルギー使用の効率を高め、輸入石油への依存度を低減させるために電力への移行を進めて行くことに力点が置かれることとなります。日本にも似たような状況があるように思えます。

こうした共通の関心事が今週行われたEPRIと電力中央研究所との情報交換を非常に実り多いものにしました。EPRIは電力中央研究所および日本の電力事業者とのこうした関係を貴重なものと考えております。更にこの関係が継続発展し、日本にもアメリカにも恩恵をもたらすことを期待しています。それでは、みなさんに関心のあるアメリカの最近のエネルギー事情についてお話しいたします。

高まる電力の重要性

過去数年間は、石油価格の急騰と供給不安から生じる諸問題への対応がよくなかったのですが、アメリカは今日、ようやく最善と見られる方法で伝統的なシステムである私企業にこの問題解決へのチャレンジをさせようとしています。国内の石油価格は統制を解除されました。ガス価格の統制解除もそれに続き、おそらく早まることでしょう。

また、レーガン政権は現在、アメリカの電力会社を拘束している混乱した政策や規制の網の目を断ち切ることを約束しました。また、政府はその標榜する経済的「再工業化」を達成するためには電力業界が重要な役割を果たさねばならないことを認識しています。すでに、多くの先進工業国や発展途上国では生産性を上げ、原子力、石炭、水力といった国内資源で輸入石油の代替を行う最善の方策として電力への移行政策を採用しています。

まだ、アメリカは正式に電力への移行政策を採ってはいませんが、アメリカ経済はその傾向を示し、また現政府の諸決定もこの傾向を強めるものと思われます。



講演するバルツァイザー博士

1973～74年の第一次石油危機以後は、アメリカのGNP(国民総生産)も総エネルギー使用量も低下しました。

その後の4年間に経済成長は立ち直りましたが、GNP単位当たりのエネルギー使用量は減少しています。最近のデータによれば、1979年の石油価格の急騰は、またもや1980年の経済成長の抑止と総エネルギー使用量の急減をもたらしました。この二度にわたる石油ショックにより、総エネルギー使用量は1970年代始めの石油輸出禁止措置以前に想定したレベルよりもおよそ10%減少しました。GNP単位当たりの電力使用量は総エネルギー使用量とは非常に対照的に、1974～75年とそして1980年にも増加しました。

この電力による代替は家庭・商業および工業の両部門に生じ、省エネルギーの努力により、幾分かは鈍化したとはいえ1970年代の後半もこの電力シフトの傾向は続きました。総エネルギーに占める電力の構成比は過去30年間着実に上昇し、1980年には約33%に達しました。石油消費節減の奨励策とガス生産量が、現在の水準にとどまっても、石炭、原子力および再生可能エネルギー資源への転換が進むにつれて、この割合は1990年には約40%、2000年には50%位までに増大することが見込まれています。

変化する政府の役割

アメリカエネルギー経済のこの自然発生的な変革は、エネルギー問題を市場支配にゆだねようとするレーガン政権によって促進されることになるでしょう。エネルギー省長官ジェームス・B・エドワーズ氏は「エネルギー分野における連邦政府の役割について非常に異なった考え方を公表しました。燃料価格の統制解除と規制上の改革に加えて、この考え方には、エドワーズ長官のいう『エネルギー研究開発の多くの分野において長期的かつリスクの高い活動に政府の役割を再集中させる』という意味も含まれています。

特に、かつて政府の支援を受けていた短期的に有望な多くの技術開発の実証プロジェクトは、電力事業が全面的なスポンサーになることが期待されています。

これら技術の商業化はSFC(合成燃料公社)から特定分野への幾分かの援助は期待できるが、先ず業界の責任であると考えられます。

エドワーズ長官の言によれば、電力事業に期待できないような長期的かつリスクの高い研究開発に対してのみ援助がなされるでしょう。

そのような政府資金の対策には、増殖炉、核融合、その他選定された研究分野が含まれます。大統領提出の一連のエネルギー法案のうち、どれだけが議会で承認されるかを予見するにはまだ時期尚早です。

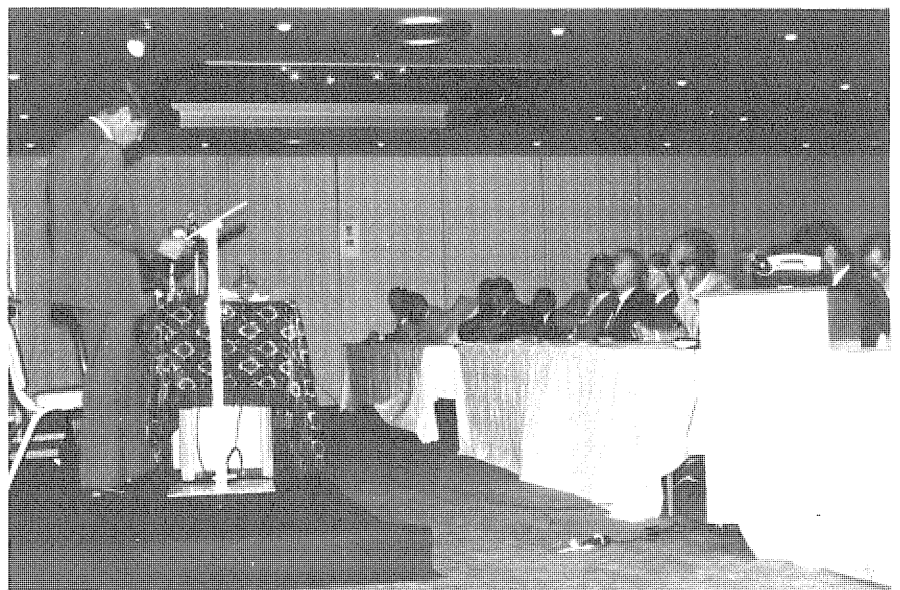
しかし、現政権は全般的にこのような考え方が支配的であると信じますので、私は電力関連の研究開発に対してこれらの政策が与える影響について話してみたいと思います。

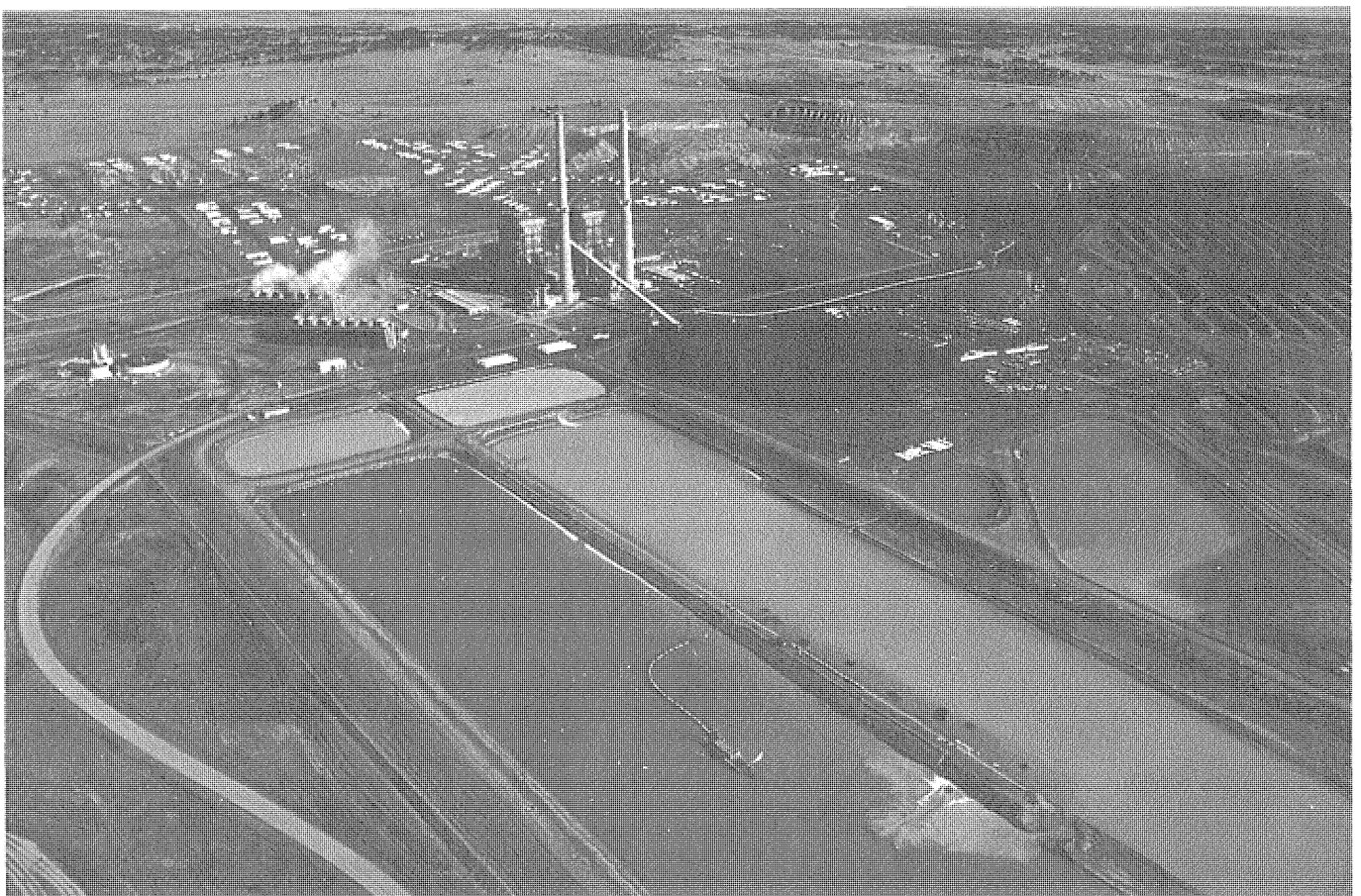
現在、アメリカの電力会社のほとんどは財政が非常にひっ迫しておりますが、それは各州の規制委員会が電力会社の現在の資本と営業上の要求に見合った料金値上げの認可を渋っているからです。株価の低迷と高金利とが重なり石油火力から

石炭火力と原子力への転換、および予想される負荷の増大と老朽発電所の廃止に備えた新規発電設備建設のための資金繰りがますます困難になっています。

これら発電所の建設費は急激に上昇しました。規制上の建設遅延とTMI事故により必要となった追加的投資によって原子力発電所の建設費は高くなり、また、ますます厳しくなる環境規制により石炭火力発電所の建設費も上昇しています。もちろん、インフレはこれら建設遅延による財政上の負担を更に大きくしています。

電力会社は、石油会社と異なり、生き残るのが精一杯で次世代の発電技術の実証などはもってのほかと言ってもよからうと思います。しかしながらEPRIによる研究開発へ寄せる電力会社の支援は、こうした財政上の困難にもかかわらず、確固としたものです。しかし、有望な技術を商用規模に開発する我々の能力も、政府の新しい一連の考え方に従い再検討の必要があります。我々は開発技術の便益を受けるだけでなく、その費用を分担することのできるメーカーや国際的パートナーに更に頼らなければならないことは明らかです。我々は今後、電力会社やメーカーとより緊密な協力関係が発展することを望んでおります。そのような協





石炭火力発電所 (EPRIジャーナル'81.6)

力の機会が以下のお話の中で明らかになるでしょう。

環境保全

とやかく言うむきはあっても、アメリカの国家も電力会社も、環境保全に対する決意を変えることはありません。

むしろ、現政権の政策が実行されれば、より適応性のある規制基準が具体化され、より一貫性のある経済的実状に則したものとなるでしょう。また、環境規制の基本問題に影響を及ぼすような立法上の変化が見られるかも知れません。特に、大気清浄法と水質清浄法は本年再検討が見送られ、必要とされる改訂のための議会上提の見込みがありません。EPRIの重要な研究課題の一つに、発・送電の関連で、健康と環境へのインパクトについてよりよい理解を得るといことがあります。酸性雨と電界の影響に関するEPRIの研究は、将来の規制を決定するにあたって重要な役割を果たすことになるでしょう。我々のスタッフであるバーハック博士と電研のスタッフとは今回の合同会議で健康と環境に関するいろいろな研究活動について討議しました。詳しく述べる時

間はありませんが、酸性雨と電界の影響についての我々の研究について簡単に触れてみたいと思います。酸性雨の問題は決して新しいものではありませんが、非常に複雑な現象だといえます。発電所のイオウ排出物が湖、森林、作物、建築物や人間の健康でさえも脅かしているという人がおります。これらの言い分は、確認された事実と裏付けされたものではありませんが、我々も現在の断片的で不完全なデータからではそのような憂慮に対して抗弁することはできません。

我々の研究目的は、煙突から出る排出物が空気塊に入ってからどうなるのか、特に地球上の広い地域にわたる乾・湿双方の沈降物が酸性度にどの程度の影響を与えるのかを調査し明らかにすることです。また同様に、我々の重要な調査の一つとして、環境へのそうした酸性沈降物、さらに降雨の酸性度の微量な変化の影響に関する研究があります。もし、発電所の排出物が健康や生態学的変化にかかわりがあるとすれば、これらの影響を緩和するためのあらゆる適切な方策を探り出し、政府間交渉のよりよいデータを提供して行く所存であります。

ニューヨーク州のアディロンダック山

地で実施したEPRIによる「スリーレイク・スタディ」は近隣する三つの湖の酸性度が異なることから、湖の酸化は降雨の酸性度以外に原因があることを示しました。また、アメリカ東部で実施した「サルフェート・リジョナル・エクスperiment(SURE)」の調査では環境硫酸塩レベルと発電所排出物との相関関係を見ることは非常に難しいことがわかりました。温度、湿度やその他の化学的要素とか煤じんの種類の方が、監視地点の風上にある発電所の排出物よりも、硫酸塩濃度に対しては、より大きい相関関係があるようです。

電界の生物への影響に関しては、EPRIの共同出資による予備的な研究結果についてご存知と思いますが、アメリカでの初期の実験からはスウェーデンおよびソ連の暫定報告にみられるような影響を確認することはできませんでした。EPRIの研究目的はアメリカ国内の765kV送電下の電界に最大限さらされた場合の人体への危険の可能性を最終的に調査するものでした。出来るだけ近似した条件ということで、雌豚を30kV/mの電界内で1日20時間として十数ヶ月間飼育するというものでした。同様のネズミ実験の結果から

も、そのように長く電界に置かれても重大な影響は見られませんでした。

石炭と合成燃料

次に、石炭と合成燃料の問題に触れてみたいと思います。日本とアメリカの電力事業の環境問題の多くは発電用石炭の必要性に関連しており、レーガン政権は石炭利用を早めるための真剣な努力を行っています。ここで我々は誤りを犯してはなりません。というのは石炭の重要性とその伸びは今後数十年続くものと思われるからです。「ワールドコールスタディ」によれば、今後20年にわたって世界経済の成長に必要なエネルギー増分の3分の2は、石炭で賄われることになっています。本研究の結論として、この目標は達成可能であるが、そのためには毎年5%の石炭生産の伸びがなければならないとしています。石炭輸出量を10~15倍にしなければならないアメリカとオーストラリアにとって、この増産は重大です。もし最新の石炭燃焼技術が、この石炭の燃焼に適用されれば、酸性雨を含む環境問題は効果的に解消できるとこの研究は結論づけています。

アメリカの電力会社に最大の効果を与える短期的な研究は在来の石炭火力発電所の信頼性・稼働率、および耐久性の向上を図るものです。資金不足に悩むアメリカ電力会社に対して、これらの研究成果の重要性は非常に大きいといえます。

こうした研究には、その目的として、より優れた汚染防止方法の開発が含まれるべきで、日本が他に比して優れた技術分野を形成していると思います。優秀さの一つの事例として、我々が探かかっている「千代田排煙脱硫処理方法」があります。EPRIはジョージア発電所で行われた20MW「千代田サラブレッド121」パイロットユニットの試験のスポンサーでした。試験は非常に成功し、我々は現在この技術による100MW実証試験の共同出資を行うアメリカの電力会社を求めて

います。我々は実証プロジェクトへの政府参加を期待していましたが、ワシントンの新政策により、実現しそうにありません。

ここでイエガー氏とそのスタッフは日本の電力会社が排出規制の分野で果たした成果に大なる敬意を払っていることを付言したいと思います。我々EPRIは、発電所全体の信頼性を落すことなく効率と信頼性の高い制御技術を急速に開発し、実用化している日本の技術に感嘆しています。聞く所によりますと、最近の日本の発電所には世界に類がないほど優れた基準が適用されているそうです。アメリカの電力会社の上層管理者達が日本の新鋭石炭火力発電所を訪問し、個人的に本技術の進捗状況を観察するのを我々がアレンジできるよう期待しています。

我々も、長期的かつ根本的な観点から、発電用石炭の新しい利用法の開発に力を入れています。これら新技術の中で最も有望とみられているものに総合ガス化複合サイクル(IGCC)と流動床燃焼(FBC)があります。テキサコガス化炉を使用する南カリフォルニア・エジソン社のクールウォーター発電所で行われている100MW IGCCパイロットプロジェクトへの日本の参加の諸手続が間もなく完了するものと思います。南カリフォルニア・エジソン社、テキサコ社とEPRIの他にGE社とベクテル社が参加しており、パシフィックガス・エレクトリック社(PG&E)と他のアメリカ企業の参加の可能性が高いようです。このプロジェクトによってIGCCが、我々の予想通り、近い将来、技術開発が進んでベースロード発電に用いられ、特に厳しい排出基準が施行される地域に適することが確認されるのを期待しております。プロジェクトは予定通り進行し、調達は開始されており、建設も今年の夏に始まる予定です。

同様に重要なものとして、20MW流動床燃焼パイロットプラントを建設し、1980年代後半には100~200MW商業用プロト

タイプの設計ベースを固めようとするTVAとの共同プロジェクトがあります。パイロットプラントはほぼ完成に近く、1982年早々にも運転開始の予定です。我々が強くこの技術に期待を寄せている理由として、パブコック&ウイルコックス・アライアンス社、オハイオプラントの我々の開発設備による過去数年間の実験で期待できる結果が得られているということがあります。この技術は、総合的な排出物管理能力と広範囲な燃料の融通性をもたらしています。

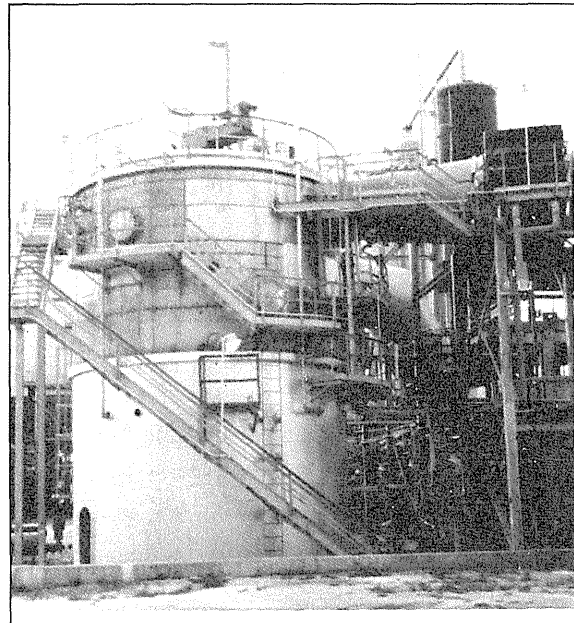
新政権下で、合成燃料の開発は引き続き進められますが、カーター大統領時代の情熱はありません。レーガン政権は政府ではなく業界がこの分野では主導的な役割を果たすべきだと考えております。SFC(合成燃料公社)は初期の商用プラントに資金援助を与えますが、運営と究極的な責任は業界にあります。公社は当初61件の申し込みを受け、可能な援助資金の範囲を越えました。

今日、最も競争力のある合成燃料はオイル・シェールと石炭からの中熱量ガス(Medium BTU Gas)だと思いますが、このSFCの決定如何にかかわらずもなくこれら燃料の商用プラントが実現するものと思われます。直接、間接法による石炭液化、および高熱量ガスは現時点ではコスト的にやや高いように思えます。しかしながら、アメリカの石炭資源賦存地域は広大で、しかも地理的に分散しているので、こうした技術への関心も高いのです。アメリカ政府が早くから試みていたSRC IとIIの実証試験はレーガン政権によって、SFCに検討が委託されました。

SFCは資金面の検討から、これらのプロジェクトを推進する諸企業が、従来契約したよりも多くプロジェクトに貢献することを求めるでしょう。私はこれらのプロジェクトは、今のところそう進展することはないと考えています。

しかしながら、EPRI、日本石炭液化開発会社、その他の援助によってテキサス

「千代田サラブレッド121」パイロットユニット (EPRIジャーナル'79.7)



Chiyoda Thoroughbred-121 jet bubbler reactor, part of 20-MW prototype scrubber system at Scholz plant.

のベイタウンに建設される日量250トンのエクソン・ドナー・ソルベント・プラントは昨年予算内で期限どおり、成功裡に運転を開始したことをご報告することができます。すぐに本プラントおよびケンタッキーのキャレットバークにある250～600トン/日の能力をもつH-Coalプラントからかなりの製品がテストにかけられるようになります。これらのボイラおよび燃焼タービンテストの実施では日本企業の協力を期待しています。これら特殊なプロジェクトの将来性がどのようであるにせよ、日本の参加は合成燃料の分野で国際協力の気運を高めることに寄与し、それが1980年代の後半には先駆的な商用プラントの建設をもたらすものと考えます。

次に、燃料電池は、やがては石炭からの製品も含めて化石燃料の効率性と環境影響面から見て好ましい新利用技術です。アメリカの電力会社は特に燃料電池に関心があります。というのは、燃料電池はモジュール方式であり、設置が容易で大都会の中心部を含めた送電網内のどこでも使用可能だからです。もしその廃熱も発電用に利用すれば燃料電池は約80%の効率を達成することができます。最近、

東京電力が一基購入されたことを見ても、日本側の燃料電池へ寄せる関心の度合いが伺えます。

そのプラントに使用されている技術は、最終的には工業化されるものと信じております。それよりや、遅れた技術が使用されていますが4.8MW実証プラントがニューヨーク市の都心部で今年の後半には運開に入る予定です。

我々は東京電力と協力して、最新の改良型燃料電池における経験をアメリカの燃料電池ユーズ・グループを構成している電力40社へのアドバイスに役立たせたいと願っております。

原子力発電

最後に原子力発電について申し上げたいと思います。

現政権がアメリカおよび世界のエネルギー・ミックスの中で原子力が主要な要素であるとの信念を持っていることについて、我々アメリカ電力事業は心強く思っています。その結果、アメリカは国際的な原子力問題で以前よりも積極的なパートナーとなるでしょう。

原子力発電所が稼動に到るまでの不必要な遅延を回避するための合理的な規制

手続を復活させることがアメリカの最優先事項であります。原子力規制委員会(NRC)の新しい委員長が任命されましたので、私は今年中に原子力は転機を迎えると期待しています。かといって、来年多くの新規発注があるという意味ではありませんが、建設許認可を得ている原子力発電が約90GW分あり、これらを最小限の遅れで完成させることが第一であると思っています。電力需要の動向から、これ以上の原子力発電設備を増設するのが妥当であると理解されるまでには、更に数年が必要なようです。

現在の財政上の諸問題が解決され、2000年までの需要増加に対処する原子力発電の重要性を検討する立場に再び戻ることを望んでおります。

今日、アメリカの原子力批評家達は安全問題を取り上げるメリットが薄れたことと、ワシントンから反原子力の立場をとる友人達が退散したことのため彼等の議論を経済性の問題に移行させております。幸いにも、日本や他の国々では原子力発電所の建設に10～15年もかかっていないことを指摘することができます。プロジェクトの完成までに途方もなく長くかかるような石炭、太陽、その他の資本集約的な技術には今日のインフレ率や金利率では資金的に対処することができません。原子力問題は技術の問題ではありません。その安全性のデータは世界的にみて非常に良好です。従って、我々にとって最も重要な問題は人間の問題であって、単なる政治的、規制的なものではなく、原子力施設の建設とその運転にあります。これらの問題は、我々がその存在を認めるならば、修正が可能です。アメリカの電力会社はTMI事故から貴重な教訓を学びとり、発電所の運転管理と稼動率を向上させる方向にむかっています。EPRIの助力で電気事業は、原子力全般の安全問題の研究のためNSACを、また委員訓練と運転基準の確立のため、INPO(原子力運転協会)を設立しました。日本

はNSACの最初の外国参加団体の一つで、センターに人員を駐在させた最初の国でもあります。この参加によって、日本の電力業界はアメリカの原子炉にかかわる諸問題の情報と知識を電研を通じて直接かつ速やかに得ることができ、また、NSACの世界的な通信網によってその他の安全問題に関する情報も入手することができます。

現政権は、軽水炉改善のための研究費を業界にまかせようとしています。エドワーズ長官は増殖炉開発に、力強い支援を表明しました。

私はこのように増殖炉計画の推進が国際協力のもとに再び活発になることを期待しています。それは建設中のクリンチ・リバー原型炉を含まないかも知れませんが、商用炉の設計と許認可を早め、いたずらに空費した時間を取り戻すことになるでしょう。同様に、燃料の処理と廃棄物処理処分計画も新政権下で確定するものと思います。これらの分野は原子力選択の長期的、経済的、かつ政治的な実行の可能性に対して重要なものであります。ここでも国際協力が促進されるべきであると考えます。

再生可能エネルギー

石炭と原子力の選択について、主として話を進めてきましたが、これらは今後数十年間のエネルギー体制の根幹をなすものだからです。終りに、いわゆる再生可能エネルギー資源の選択、つまり水力、風力、太陽エネルギー、地熱、核融合について述べてみたいと思います。水力は潜在的可能性のある地域では最も有力なエネルギー選択となります。現在、アメリカでは、小規模水力計画と風力機械の開発に再び関心が寄せられています。また、地熱資源の存在するところでは、発電や熱利用が注目され、一段と積極的に使用されています。しかし、これらのいずれも国際的な規模での有意義な貢献は望みませんが、地域的なエネルギー貢献と

いう観点からは非常に期待できます。発電用太陽利用技術の競争力は、我々の見るところではまだ低いようです。

EPRIの研究努力は控え目なものです。政府と電気事業は積極的に推進しています。新政権は太陽利用の研究開発費を大巾に減らしましたが、太陽光電池に関する研究の大部分は業界がすでに完了させていたので、大きな影響はありません。電池技術の進歩も見られますが、競争力をつけるための総合的な経済性およびその性能などの要件を満足させるには、ほど遠いものと思われる。

核融合は先行的な研究開発の段階ですが、順調に進歩しているといえます。しかし、地球上の重要なエネルギー資源に何時、あるいは果してなり得るかどうかの判断を与えるには早過ぎるようです。核融合への政府支援は過去の水準と変わらずに継続されるものと思います。

エネルギー効率と利用の改善

「省エネルギー」とは、広義には経済的生産性の強化と限られた資源の保存を意味しています。省エネルギーは市場力により促進され、省エネルギー計画の主要な責任は、連邦政府の手から産業界へ移りつつあります。この移行にあたっては、電力会社が重要な役割を果たしています。何故なら、電力会社がエネルギーの効率的利用のため、および一次エネルギー資源利用における輸入石油から国内炭、核燃料への転換を図るため新しい機会を提供しているからです。

電力会社もまた送・配電と電力利用をさらに効率的に行っています。負荷管理と供給側の電力貯蔵によって必要な発電設備容量を最小にしています。電力会社がスポンサーとなって進めている消費者のための省エネルギー計画は非常に逼迫している資金の最適運用に役立っています。変圧器用アモルファス金属(金属)等の新技術は不必要な変圧器のコア・ロスを最大60%減少させることが可能です。

電気自動車は、石炭、原子力から得られた電気をクリーンで効率的に輸送用に活用するという点でもう一つの省エネルギーのための関連技術だといえます。電力会社は、電気自動車の導入に特別な関心があります。と申しますのは負荷調整の手段となり得るからです。しかし、現在の電池技術では、アメリカにおいて大きな市場を獲得するには無理なようです。

むすび

私が以上述べてきた変化の中に三つの大きな示唆があると思います。これを、私が始めに話した「エネルギー・リアリズム」の三つの側面と呼ぶことができます。

まず第1は、政府のプログラムが縮小されるにつれて私企業がアメリカのエネルギーの将来を形成し、それを達成するために必要ないかなる研究開発をも実施する大きな責任を私企業が引き継ぐことになります。

第2に、この責任の転換によりアメリカのエネルギー事情は一層安定することになるでしょう。アメリカ政府の政策の変動は市場の経済的実勢によって減衰し、残る諸問題の解決はより着実に進展することが予想されます。

最後に、この安定はアメリカとその通商相手国とのより密接な協力につながります。アメリカ政府も電気事業も海外の特に日本の経営管理および政策上の考え方を受け入れるようになっていきます。それゆえ、私は電研とEPRIの関係は今後さらに発展するものと考えます。と申しますのは、電気事業関連の研究開発の多くの分野で相互に学ぶところが沢山あるからです。

この意味で、本日著名な皆様方の前で講演する機会を与えられましたことに重ねて感謝いたします。と同時にみなさんからのご提言なり、ご質問を受けさせて頂きたいと存じます。

ご清聴ありがとうございました。 ●

4 EPRI EPRI

EPRI

第 5 章

5

各部会の討議内容

第3章 各部会の討議内容 ● 目次

3-1 電力システム	27
3-1-1 配電	
3-1-2 直流送電	
3-1-3 UHV送電	
3-1-4 生物影響	
3-2 エネルギー管理・利用および分析	30
3-2-1 停電コスト評価	
3-2-2 エネルギーシステム分析	
3-2-3 負荷管理と電気料金制	
3-2-4 環境規制下での発電所運転計画	
3-3 原子力発電	38
3-3-1 原子力発電に関する研究計画	
3-3-2 信頼性データ収集研究の現状	
3-3-3 放射線被曝低減	
3-3-4 放射性廃棄物の処理・処分 使用済燃料輸送容器信頼性実証	
3-3-5 原子力発電用材料	
3-3-6 原子力発電所の耐震設計と 格納容器の耐衝撃性	
3-4 環境	45
3-4-1 汚染物質の広域拡散および酸性雨	
3-4-2 石炭燃焼に伴う環境影響	
3-4-3 冷却水取放水の生物影響	
3-4-4 社会経済環境影響予測評価	
3-5 新発電方式	53
3-5-1 燃料電池	
3-5-2 電池電力貯蔵システム	
3-5-3 太陽光発電	
3-5-4 核融合	
3-5-5 地熱発電	
3-5-6 風力発電	
3-5-7 高効率ガスタービン および複合ガス化発電	
3-6 石炭燃焼システム	58
3-6-1 石炭の有効利用新技術	
3-6-2 石炭火力の環境対策	

3-1 電力システム

担当◎電力技術研究所長 有働 龍夫



3-1-1 配電

EPRI側出席者

Mr. J. Dougherty

電研側出席者

山田(重)、田中(祀)、深川、
福留、鈴木(英)他3名

東京電力

吉田(変圧器用アモルファス磁性
材料)

I. 電研側説明

1. 電研長期研究計画
2. 研究のトピックス
雷サージ実測、断線検出リレー、高調波、計算機による拡充計画手法、SF₆ガス絶縁
3. 負荷の集中制御方式
給電運用体系、中給自動化、配電
4. 押し出しケーブルの水トリー
5. 変圧器用アモルファス磁性材料
6. 合成紙ケーブル
7. 地中線と熱水管の熱干渉

II. EPRI側説明

1. 配電線近辺の樹木成長抑制
成長抑制剤の使用、上部伐採など
2. 合板電柱
スクラップ木材をイソシアネート樹脂で接着する。北ミシガン3社で実験中。
3. 真空遮断器とSF₆遮断器の直列組合せ
アーク回転式SF₆遮断器を使用する。

4. URD ケーブル交換用掘さく機

水ジェットで既設直埋ケーブルを追跡して地中に孔をあけ新ケーブルと交換する。現在30mまで開発済みで、目標は90mである。ケーブル敷設後、その上に建築してしまった時でもケーブルを交換できる。

5. 電流制限ヒューズ

4個のノッチを直列につけ、高性能化した。

6. 送信・返信式配電制御信号伝送方式 (Two Ways)

配電線搬送、放送波、電話線使用の3種を開発中である。送信のみでは需要家側に盗電されることがあるので、その防止のため15分毎に信号を送りチェックする。ロスアンゼルスではAM放送の位相変調を使って全需要家の制御をしている。One Wayは温水器だけを目的としており、空調機など大型の重要なものの制御は規制官庁が許可しないという見通しを持っている。

III. 討議

1. 配電線の断線検出について

米国では一部で絶縁電線を使っているが、電線被覆という程度で十分な耐電圧性はない。高インピーダンス地絡検出は、安価でかつ全線に適用できるものを目標としており、一つのは今年12月に報告が出る。

2. 高調波

米国では高調波の問題の程度の評価を

行っている。配電線搬送を使うときの雑音の問題が大きい。

3. 拡充計画の電子計算機プログラム開発とグラフィックス

EPRIも同じことをやっており、3ヶ月後に報告が出る。

4. 自動給電システム

米国では自動信号→自動操作か、自動信号→手動操作か、議論がある。日本の配電システムの遅延再開路方式は、被制御機器からの返信信号がないので、米国のKayer Recloserと同じものである。

5. 雷害防止

米国では酸化亜鉛避雷器を使い出しているが、価格が約2.5倍となる。

6. 押し出しケーブルの水トリー

米国では、ポリエチレン・ペレットの中にある不純物を発見する機械、押し出し後に検査するレーザー装置を開発した。ポイドは2ミルのものまで検知できる。またケーブル敷設後の直流耐圧試験は、試験することにより損傷を生ずるとい気がしており、試験電圧が高すぎると思っている。

7. 変圧器用アモルファス

EPRIでは巾6.8インチまで試作したが、広巾のものは厚さの均一性がないようである。変圧器の使用温度である200°C位で長期間に結晶化しないことを確かめなければならない。アモルファス磁心は硅素鋼板より10%大きくなると考えているが、米国では外形の大きさよりも損失軽減を重視している。磁歪に

よる騒音は大型変圧器を試作するに至っていないので分からないが、変圧器製造法でかなり抑制できるのではないか。

3-1-2 直流送電

EPRI側出席者

Mr. J. Dougherty

電研側出席者

町田(武)、沢田、宅間、吉田(幸)

他6名

東京電力

桜井、後藤

電源開発

専田

I. 電研側説明

1. 直流試験送電線
2. 直流送電用がいし長期課電暴露試験
3. 直流送電用がいし連塩塵汚損時の電圧分担
4. イオン流帯電計算プログラムの開発
5. 直流遮断器(ヒューズと液体SF₆吹付式の組合せ)
6. 原子力発電所と直流送電系統の協調制御
7. 交流・直流ハイブリッド送電系統の安定度(固有値法)
8. 多端子直流系統
9. 直流系統シミュレータの建設計画

II. EPRI側説明

1. 米国における直流送電計画
 - (1) ケベック-ニューヨーク州間 1,000 MWの直流分割。
 - (2) ケベック-ニューイングランド 1,000 MW。
 - (3) オンタリオ水力-GPU 500 MW、250~300 kV エリー湖を100 kmのケーブルで横断する。
 - (4) ユタ(石炭)-アリゾナ・カリフォルニア 3,200 MW。

Mr. John Dougherty
Director, Electrical Systems Div.



(5) テキサス 1,000 MW および 600 MW の直流分割。

2. Con Edisonのコンパクト変換所

フレオンの絶縁抵抗率が $10^{15} \sim 10^{16} \Omega\text{-cm}$ と高すぎて、静電気が蓄積してパイプを穿孔した。添加物により $10^{10} \Omega\text{-cm}$ にして、現場試験を再開し、今秋に運転開始の予定。

3. 光点弧サイリスタ

GE社、WH社とも開発に成功し、ミネソタ州で試験中。太平洋連系第2線 533 kVは、シルマー側でGE社の光点弧サイリスタを使用する予定。

III. 討議

1. 高調波フィルターの縮小化

ASEA社の開発はSF₆中のラックの絶縁設計が不良で再設計して、組立て中である。

2. 直流用がいしの汚損対策

EPRIは、高電圧はProject-UHVで、低電圧はSCUでやっている。

3. 直流遮断器の必要性について

EPRIの中に、費用を考えると必要性について要否の両論がある。制御との組合せ等、限られた範囲の適用、性能で良いと考えている。先づ考え方について議論をしたい。(Dougherty)

必ずしも必要ではないが、あれば融通性のある運用ができることとなる。日本は5 kA級の直流送電を考えている。(桜井)

4. 情報交換

EPRIのスタッフは技術管理者であるので、長期間の実験場滞在は必要ない。EPRIは直流電界下の生物の影響についての情報、電研はコンパクト化変換所の情報を得ることを望む。

3-1-3 UHV送電

EPRI側出席者

Mr. J. Dougherty

Mr. L. Fisher(米国大使館駐在科学官)

電研側出席者

瀬田、中村(宏)、尾崎、坂本、

沢田他5名

東京電力

桜井、岩間

I. 電研側説明

1. 目標電圧の選定
2. 実規模UHV試験送電線(赤城試験センター)の機械力試験
3. 開閉サージ解析
4. 実規模供試物絶縁試験
気中間隙霧中、54トンがいし、UHVブッシング、冠雪がいし
5. 多導体電線騒音と表面処理
6. 冬季雷
7. テレビ電波障害

II. EPRI側説明

1. 非対称多導体
着氷に対しては問題がある。
2. 縮小型送電線の試験
(Power Technologies Inc.)
138 kVの縮小型送電線の課電試験を行っている。既に3回の冬を過ぎた。ユタ州の電力会社でも試験している。
3. ポリシルがいし
ポリマーコンクリートのがいしで、17種類について対地69 kVの課電暴露試験を25ヶ所で実施している。材料の本質

的な適否について賛否両論がある。

4. 鉄塔の機械力試験設備

米国では鉄塔の基礎の設計を改良して建設費が低減できた。米国の鉄塔試験場は数ヶ所あるが、計測器が良くなく、精度を要するものはヨーロッパに送って試験していた。新しい機械力試験設備を建設中で動的荷重試験もできる。(設備内容のコピーはIEREにある。) 9月にミネアポリスで発表する。

5. Red Bookの改正

本年末に改訂再発行する。最新の資料を含めた。

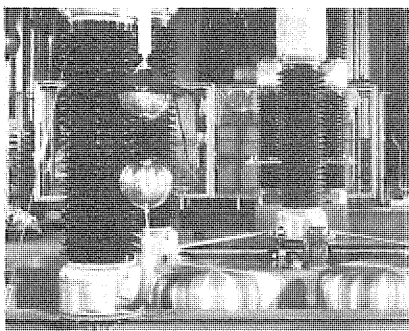
III. 討 議

1. 冬季雷

米国は夏季雷が主で、冬季雷は少い。

2. EMTPプログラム

現在のEMTPの改良に当りEPRIの参入があっても非公開となる心配はない。



直流UHV実験装置(EPRIジャーナル'79.5,'80.1)

3-1-4 生物影響

EPRI側出席者

Mr. J. Dougherty, Mr. R. Mal es
Mr. R. Perhac
Mr. L. Fisher (米国大使館駐在科学官)

電研側出席者

中村(宏)、遠藤、志賀、沢田、
尾崎他7名
東京電力 岩間、吉岡

I. 電研側説明

1. マウスの電界課電用半球形ケージの開発
2. 植物に対する直流電界の影響(稲および小麦)
3. 電界の技術的基準の評価

II. EPRI側説明

1. バッテル・ノースウェスト研究所におけるミニ豚に対する電界影響実験結果
毎日20時間電界をかけ、4時間は小屋の掃除を行い、電界は30kV/m(人に換算10kV/m)、血液、死亡率等に差は出なかった。最初の18ヶ月は、かけ合せ、出生率、生まれた初代の子豚にも差はなかった。18ヶ月目に赤痢が発生した

ミニ豚(EPRIジャーナル'81.5)



ため抗生物質を投与し治療したので、その後のデータは科学的に正確なものと言えない。第1次の実験に4億円をかけた。18ヶ月以降のための再実験(2代目以降のかけ合せ)を行うためには更に同等の費用がかかるが、同じ条件で再度試験する。

2. マウス他

マウス、鶏卵についての実験も行っている。

3. 直流電界

直流についてラットの実験を行っている。第1にイオン吹込み(Krueger教授)で、第2に連続的な直流電界、第3は高電界短時間印加である。

4. 送電線作業者の電界影響疫学調査

BPAに委託して調査中である。

III. 討 議

1. 必要な動物のサンプル数

有意な変化検出は20サンプルで良いと思う。理想的には100以上ということになるが、変化がないことを検証する目的ならそれ程は要らない。

2. 動物の場合の電界のエンハンス係数

マウスで7倍(電研)、ミニ豚で3倍(EPRI)

3. 情報交換

双方とも大きな関心と興味があるので、双方の実験結果、調査結果の交換を今後とも続けたいという意向の表明があった。

3-2 エネルギー管理・利用 および分析

担当●経済研究所長 大沢 悦治



3-2-1 停電コスト評価

EPRI側出席者

Mr. R. H. Malês

電研側出席者

大沢、西野、七原 他5名

1. 停電コスト評価

電研から、「停電コスト評価」に関する研究プロジェクトの現在までの研究成果が以下の4項目にわたって報告された。

1. 日本における最近の停電の実態

『事故統計』によれば最近10年間に停電回数は $\frac{1}{2}$ に減少し、停電時間も短縮されている。

2. ユーザーに対する停電の影響

電力会社が主要なユーザーを対象におこなった実態調査によれば、停電が発生した場合、工場製造工程、サービス業のコンピュータ等が受ける被害が大きくなる。また復旧が遅れた場合は、ユーザーの保有する自家発電装置の容量にも限界があり、特に公共施設に対する停電の影響が大きくなる。

3. 産業連関表による停電コストの推計

1975年の産業連関表から停電コストとして1kWh当りの粗付加価値を計測した(表3-2-1)。この値は産業間でかなり異なり、化学、鉄鋼では小さいが、金属製品、機械では大きくなる。産業全体の停電コス

トは482円/kWhで、これは電力単価の約40~50倍に相当する。

4. 方法論に関するコメント

第1に1kWh当りの付加価値額を使った停電コストの推計値にはバイアスが生じること、第2に停電時間がコストに与える影響を調査する必要があること、第3にミクロ(ユーザー)レベルのコストとマクロ(国民経済全体)レベルでのコストを区別すべきであること、最後にコスト推計に際しては実態調査と理論とを結びつける必要があること等が指摘された。

次にEPRIより、停電コストおよび長期的なエネルギー不足の影響に関する報告が次のように行われた。

1. 停電コストの評価方法としては、アンケート調査、モデルを使ったシミュレーション分析、需要分析、回避コスト方

法の4つがあり、アンケート調査によれば、停電コストはkWh当り約2~3ドルで、これは、先の電研の示した値とほぼ一致する。

2. 停電コストと停電時間との関係については、総停電コストは時間とともに増大するが、その増加率は遅減する(図3-2-1)。

3. 過去の経験によれば、ミクロレベルのコストはマクロレベルのコストよりも大きくなる。

4. 停電コスト(Outage Cost)評価を長期的電力不足コスト(Long term power shortage cost)評価へと拡大するためには将来の不確実性要因を考慮する必要がある。

以上の報告内容に関して討論がおこなわれたが、停電コストと停電時間との関係については、形式的には、EPRI側と

表3-2-1 産業別の停電コスト評価図

	(1) 1kWh当り粗付加価値 (円/kWh)	(2) 電力単価 (円/kWh)	$\frac{(1)}{(2)}$
織 維	278	11.0	25.3
基 礎 化 学 製 品	36	7.5	4.8
鉄 鋼	48	7.9	6.1
金 属 製 品	323	10.6	30.5
電 気 機 械	650	11.6	56.0
輸 送 用 機 械	593	10.2	58.1
産 業 全 体	482	10.7	45.0

電研側との結論が異なるが、それはケースごとに検討する必要がある。

さらに以下の点については、両者の合意をみた。すなわち、

1. 電研とEPRIの計測した停電コストの値はほぼ一致する。
2. ミクロアプローチとマクロアプローチによる停電コストの推計値を比較検討する必要がある。
3. 今後個別事例研究を積み重ねる必要がある。
4. 電力のみならずエネルギー全体の長期的不足の社会経済的影響を研究し、それに対する対策について検討する必要がある。

なお、エネルギー供給不足の社会経済的評価については、電研とEPRIとの間で共同研究を推進することとなっているが、そのため、電研よりEPRIへ派遣する研究者は、昭和56年7月より同57年12月迄、EPRIで研究推進を行うこととな

った。

II. 停電コストを用いた適正供給予備率の検討

EPRIでは、停電コストを利用し費用・便益分析により供給予備率の検討が行われてきている。そこで、電研側より、同様のアプローチを用いてモデル系統における適正供給予備率を検討した結果を紹介した(図3-2-3参照)。このアプローチでは、図3-2-3に示すように経費(発電電力量に比例した経費——可変費——と比例しない経費——固定費——とからなる)と供給支障電力量をコスト評価したもの(停電コスト)とを考え、それらの和が最小となる供給予備率をその適正值としている。

これに対して本手法の長所・短所について討論が行われた。本手法は電源計画における信頼性と経済性のトレードオフを直観的に把握できるすぐれた手法であるものの、停電コストの算定に問題があ

る点、送電系統の拡充が十分には考慮されていない点などに欠陥を有するのではないかとの指摘が、主として電研側からなされた。

なおEPRI側より、現在このアプローチをロードマネジメントの検討や新技術評価などの問題に適用しつつある旨、紹介があった。

EPRI提出資料

Cost of Short Term & Long Term Power Shortage.

電研提出資料

1. Some Notes on the Approach to "Outage Cost Evaluation in Japan."
2. Optimum Reserve Margin in Generation System Planning.
3. Long Term Model of Electric Energy Systems and Evaluation of Macro Effects against Energy Impacts.

図3-2-1 停電時間と停電コストとの関係

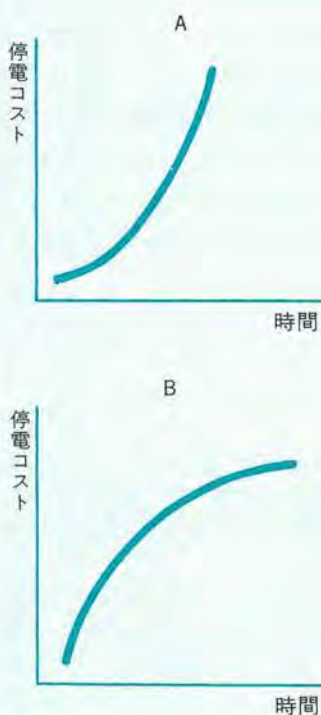


図3-2-2 停電時間と停電コストとの関係(アメリカの場合)

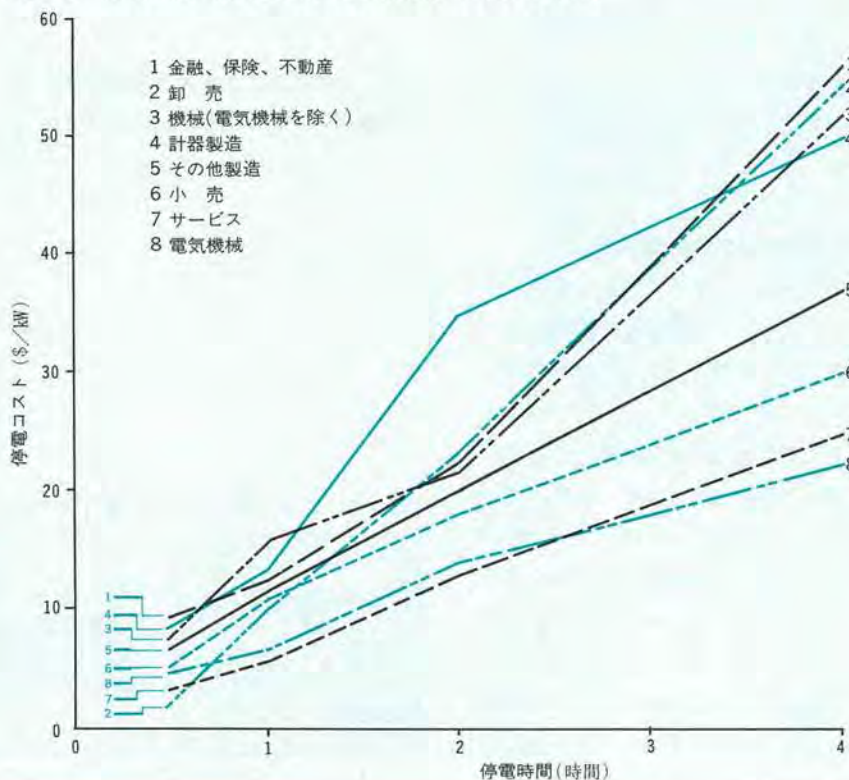
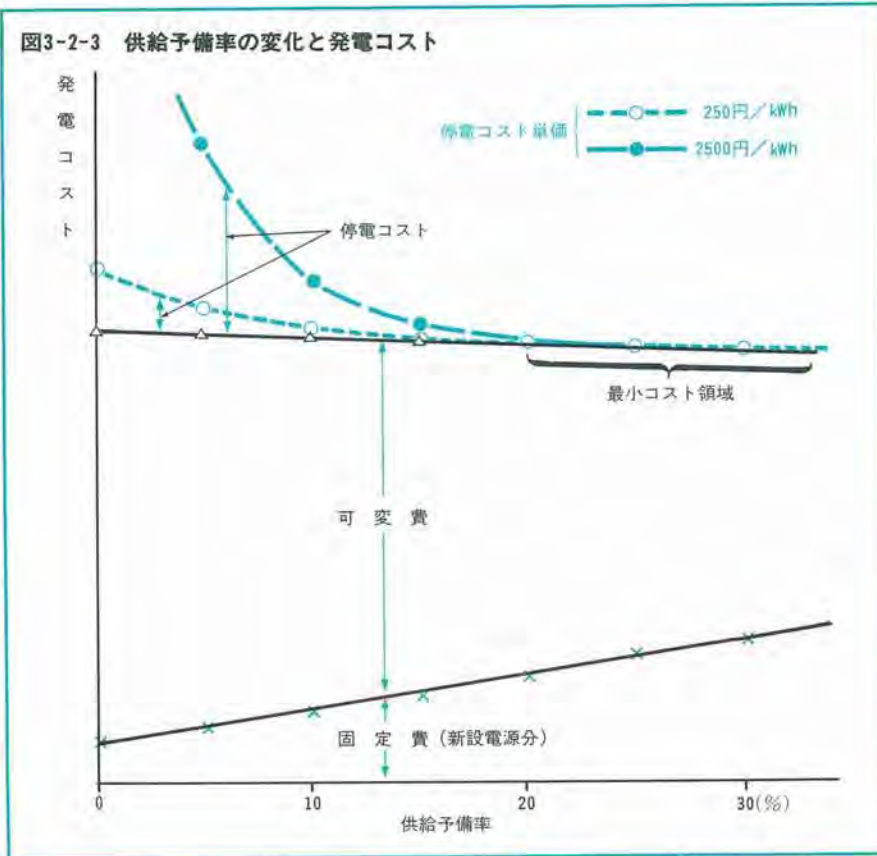


図3-2-3 供給予備率の変化と発電コスト



3-2-2 エネルギーシステム分析

EPRI 側出席者

Mr. R. H. Malès

電研側出席者

大沢、斎藤、内山 他 4 名

I. 研究開発計画評価手法

EPRI 側より、不確実性を考慮した決定分析に基づいて研究開発計画を評価する手法が紹介された。この手法の手順は概略図3-2-4に示すようなものである。具体例として、微粉炭燃焼技術についての開発項目の選択および流動層燃焼に関する開発戦略の分析の2つのケースが説明された。標準床設計の流動層燃焼実証プラント建設に関する評価結果を例として図3-2-5に示しておく。商業化についての決定分析のフレームを作ること、評価結果の表示法を改善すること等が今後の課題として残されている。なお、この手法

は既に実際に EPRI での研究開発計画策定の一部に利用されているとのことである。

II. 2000年のエネルギー需給展望

電研側から長期電力需給問題研究会・エネルギー専門部会の作業結果を中心に2000年のエネルギー需給の展望に関する説明がなされた。

まずはじめに、長期エネルギー需給予測を行うためにエネルギー専門部会で開発してきたエネルギーモデルの概要と予

測の方法の説明がなされた。今回の作業には最適化型(LP)エネルギーモデルD EM-1とシミュレーション型エネルギーモデル DEM-4 が用いられた。

また2000年のエネルギー需給予測はこれらの2つのエネルギーモデルが相互にその機能を補完する形で利用されたことが述べられた。その理由は、LP型のエネルギーモデルが各種のエネルギー変換設備の特性を考慮しながら詳細なエネルギー需給バランスをとれることやコスト最小のシステムを発見的に構成できることに利点を有するものの、操作性が低く、暴走性を有するためにしばしば非現実的解を与えるので、構造は単純ではあるが操作性が高く総合的判断を取り入れやすいシミュレーション型エネルギーモデルでその欠点を補う必要があるためである。

つぎに、経済社会シナリオとともに、2000年の総一次エネルギー需要、電力需要とその対GNP弾力性(表3-2-2)、一次エネルギー供給の構成、最終エネルギー需要、電源構成等が示された。ここで示された想定の特徴としては、

1. 総一次エネルギー需要の対GNP弾力性が政府等の見通しよりかなり低く、今後の省エネルギーや産業構造の転換に期待していること。
2. 最終エネルギー需要の中に占める電力の割合は43~45%であり、今後のエネルギー増分の60%は電力であり、今後増々電力が二次エネルギーとして重要になること。
3. わが国の今後の民生用エネルギーの伸びは一般に期待されている程大きいも

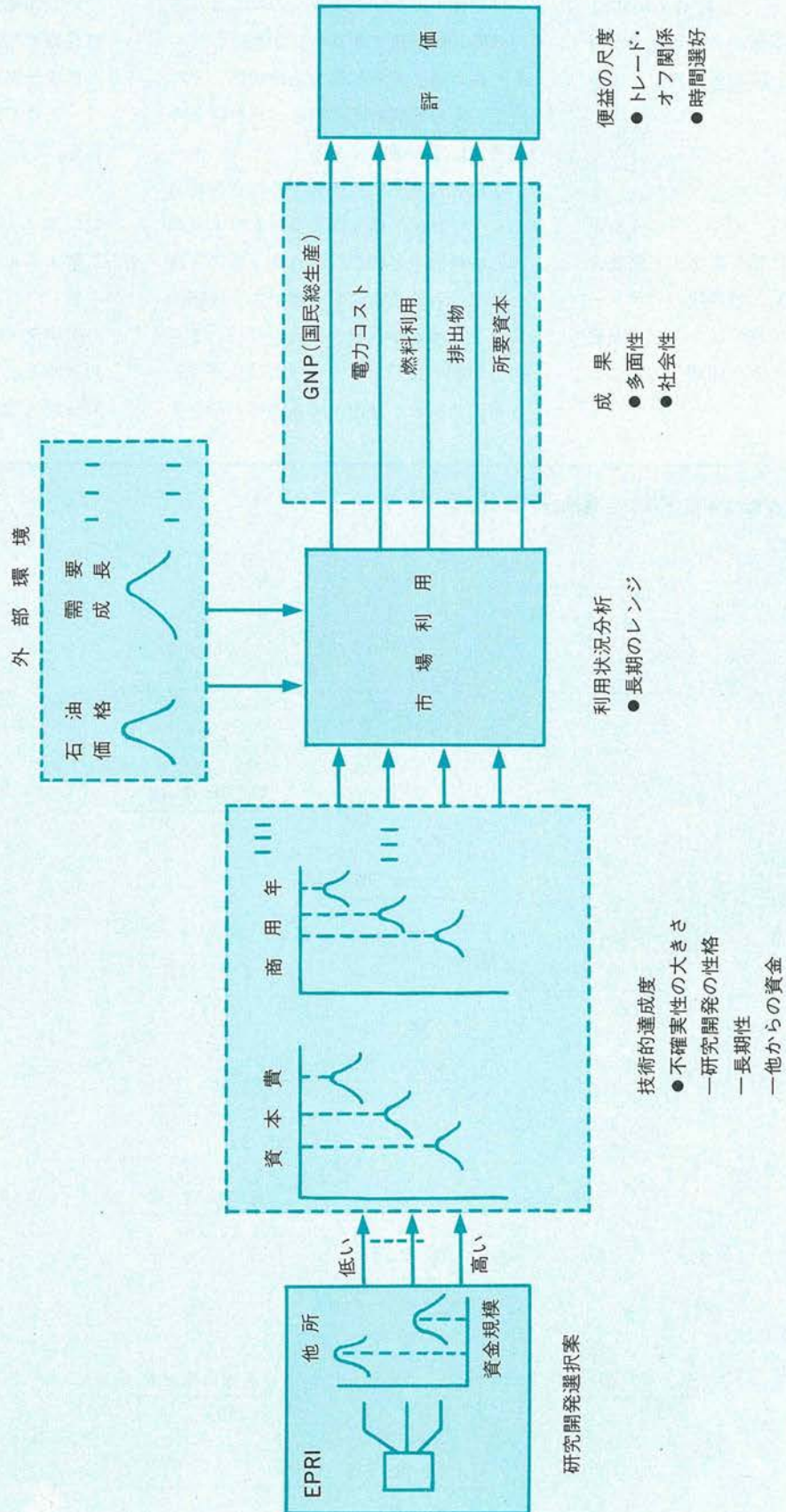
表3-2-2 エネルギーのGNP弾力性およびエネルギー/GNP比

(2000年)

	エネ調暫定見通し (延長)	ケース 1	ケース 2
GNP倍率 (1975=1.0)	3.2	3.0	2.5
総一次エネルギー需要(石油換算、億kl)	8.81	7.42	6.64
エネルギーの対GNP弾力性	0.73	0.62	0.62
エネルギー/GNP比 (1975年=1)	0.73	0.66	0.71
電力需要(兆kWh)	-	1.17	1.00
電力需要の対GNP弾力性	-	0.92	0.93

注：*「エネ調」の1995年度の値をベースに作成

図3-2-4 不確実性の下での研究開発選択案にかかる便益評価の方法論



のでないこと。

4. 電力用燃料としての石油の利用は2000年にはわが国全体のエネルギー需給バランスから相当に制約される可能性があること。
等が述べられた。

以上の報告に対し、EPRI 側より、予測の不確定性、特に超長期を考えた場合にはエネルギーモデルの各種のパラメータのほかに、画期的技術進歩など不連続現象の取り扱いに大きな問題があることが指摘された。

III. 新エネルギー技術評価

長期電力需給問題研究会の新エネルギー技術評価部会で現在研究が進行している「新エネルギー技術の比較評価」について、その研究計画が紹介された。その概要は以下の通りである

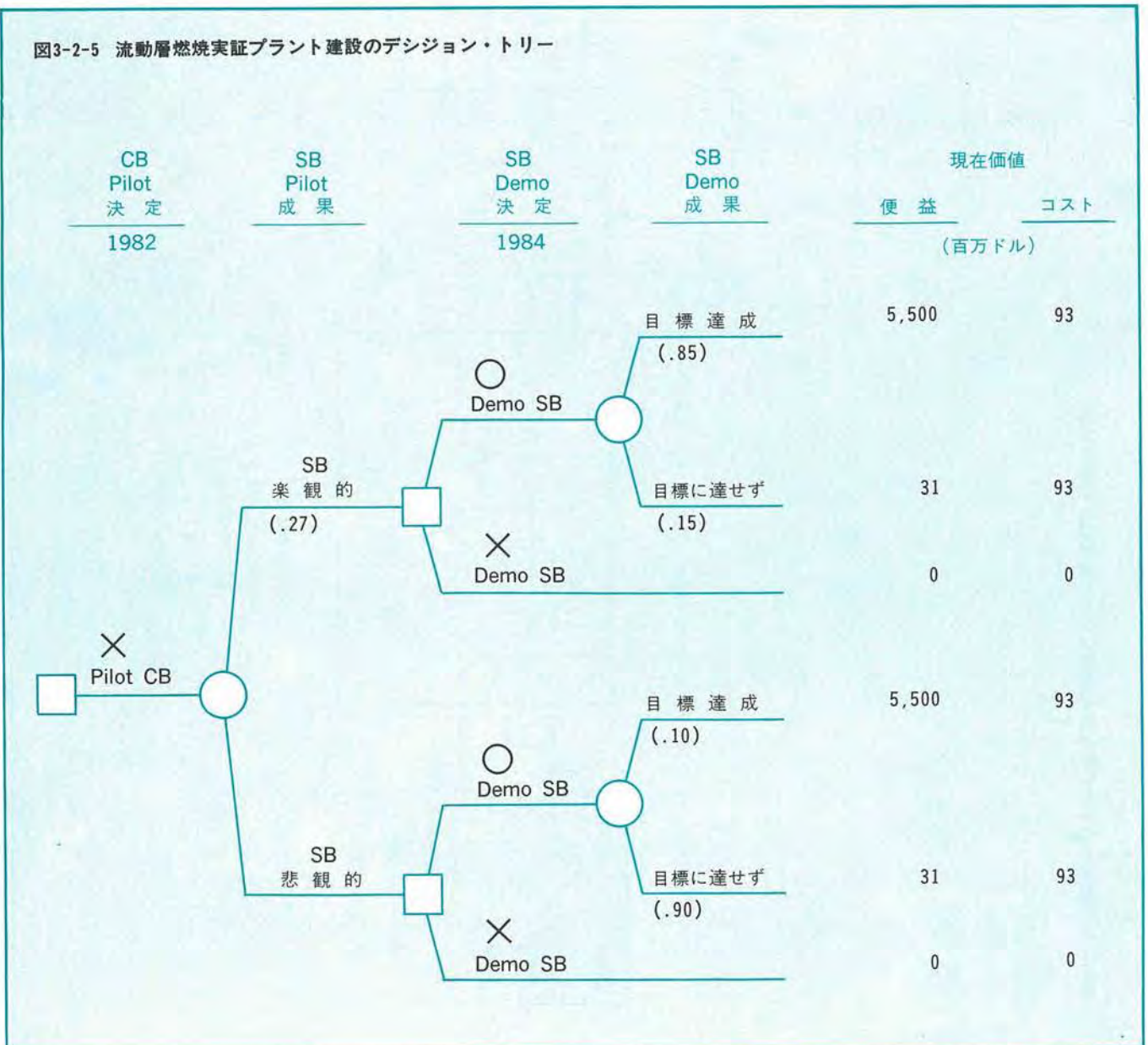
本研究は新発電技術を中心に各種新エネルギー技術の研究開発面における優先順位を検討を目的に行われる。その方法として、各新技術に対し経済的、技術的および環境面から総合評価を行い、さらにわが国の長期エネルギー需給を考慮し、各新エネルギー技術の導入過程を評価する

る手法を開発する。

研究作業は、専門家集団の主観的および客観的判断を統合することにより、また作成予定の新エネルギー技術のデータベースを基に、次の作業手順に従い行われる。

1. エネルギー技術構成図の作成
2. 新エネルギー技術の比較評価要因の整備
3. データ・ベースの作成
4. 評価手法の開発
5. 長期エネルギー需給バランスとの整合

図3-2-5 流動層燃焼実証プラント建設のデジション・トリー



性のチェック

以上の報告に対して、EPRI 側より、将来予測に伴う不確実性、未知の新技術の社会的影響、評価に際しての価値観の差等の問題点についてコメントがあり、相互に討論を行った。

EPRI 提出資料

1. Development & Application of Analytic Methods for R & D Planning.
2. Development & Application of Analytic Method for R&D Planning : Two Case Studies.

電研提出資料

1. Long-Term Energy and Electric Power Prospects for Japan: 1975-2000
2. Comparative Study and Evaluation of New Energy Technology.

3-2-3 負荷管理と電気料金制

EPRI 側出席者

Mr. R. H. Malès.

電研側出席者

大沢、植木、他 6 名

EPRI において実施されている負荷管理と電気料金制の研究について、その進捗状況とその内容について概要が説明された。とくに1978年以後、実証研究が進められている第2段階の研究についての紹介と現時点における結論が、次のように報告された。

1. 負荷管理のための料金設定に当たっては、電力会社の安定的収入確保、需要家の便益、資源配分上の効率性、料金制度のわかりやすさなどの諸目標の整合性を考慮しつつ、負荷管理の達成ことが望ましい。
2. 時間帯別やその他の負荷管理のための料金制について、費用に基づいた料金形成が可能である。平均費用原理も、

Mr. René Malès
Director Energy Analysis and
Environment Div.



限界費用原理も、それぞれ報酬率規制や経済的効率性の見地から考えなければならないのであり、前述した諸目標とそれぞれの費用原理が整合的であることが必要である。

3. 時間帯別やその他の料金制などによって負荷管理を現実に適用するにあたって必要となる計器・装置は、技術的に実現可能な段階に到達しつつある。

4. 時間帯別料金や負荷管理の概念について、消費者の理解を深めることが必要である。現状では、電話料金制度についてのなじみから、おおざっぱな知識が普及している程度にとどまっているので、料金制や負荷管理についての情報を提供する必要がある。

需要家が、効率的な負荷調整を進めるのに役立つ情報が十分であることが望ましい。

5. より適切な負荷管理制度の実施のためには、需要家の消費実態に関する情報、とくに、負荷曲線の調査が必要である。

この負荷調査に当たっては、小規模な電力会社の財政負担を避けるため、モデル調査によって他の会社の成果を利用できれば、大いに有益であろう。

6. 試験的な時間帯料金制の実施や、直接的な負荷管理の適用の結果から判断すると、はじめに述べた主目標を達成するような形での負荷曲線のシフトは可能

であるように思われる。価格弾力性の概略の推定値としては、民生用0~0.4、産業用0~0.2が得られているが、定量的成果を利用可能とするためには、時間帯別料金の試行を含めた一そうの調査研究が必要である。

7. 費用面で効率的な負荷管理を達成すべきことは勿論であるが、時間帯料金制を適用するとその影響は、需要家階層や供給種別、地域などの差異に応じて相違するため、効率化について多くの考慮すべき点がある。

たとえば、供給側の費用効率と需要側を含む負荷システムの費用効率の比較問題、他のエネルギーとの代替を考慮した場合の費用効率、あるいは、三交替制を採っている工場についての調整費用等を含む社会的な費用効率の評価等をどうするかということである。いずれにせよ、これらの問題に対しては、費用・便益分析を適切に適用すべきである。

8. 負荷管理の費用や便益の評価については、まだ不確定要素が残されており、十分なフォローアップが必要である。

以上の検討結果に対し、主として、負荷管理のために必要となる計測器の経済性、2ウェイ・コミュニケーション・システムの実現可能性等について討議が行われた。

電研からは、わが国における負荷管理と電気料金制度について、現状の概要ならびに今後の問題点について以下のとおり説明した。

1. わが国の電気料金制度を特色づける逓増料金制、季節別料金制についてそれぞれの概念、制度導入の歴史的背景。
2. 負荷管理の立場から見たわが国の電気料金制度として、調整電力、特約料金制、深夜電力料金制それぞれの内容と導入の背景、さらに、その理論的基盤としての負荷特性理論の概要。
3. 今後の検討課題として、逓増率の

決定方法、料金の地域差の問題、通増料金制と季節別料金制との理論的関連づけの問題などについての指摘。

以上の報告に対し、電灯料金の3段階通増制の論理、所得水準と電力使用量との関係についての日米比較、通増料金制と深夜電力料金との関連性等について論議が行われた。

なお、EPRI側より電研が開発した「電気事業における限界費用の計測」についての情報提供の要望があり、電研側は、この要望にそうこととした。

EPRI 提出資料

- 1.The Rate Design Study
- 2.Development & Application of Analytic Methods for R&D Planning:Two Case Studies

電研提出資料

- 1.Load Management and Electricity Tariff System in Japan
- 2.Measuring Marginal Costs in an Electric Power Industry (西野、富田、大山、「電気事業における長期限界費用の計測」、研究報告 No.579001)

3-2-4 環境規制下での発電所運転計画

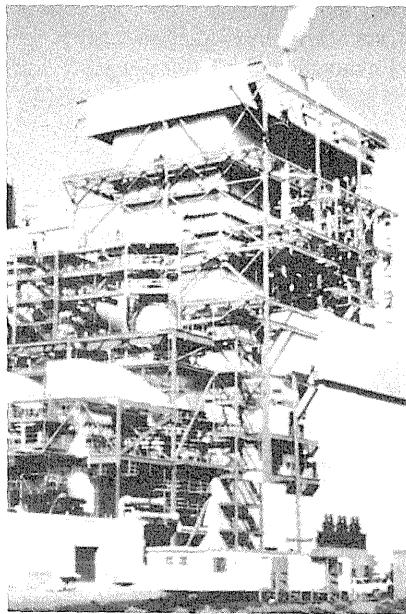
EPRI側出席者

Mr. R. H. Malès.

電研側出席者

大沢、辻、磯田、他4名

電気事業者は大気汚染物質の排出量規制のもとに火力発電所を運転するばかりでなく、これらの排出量に関する地方自治体との公害防止協定を遵守した運用を行っている。そこでわが国の火力発電所に課せられている大気汚染に対する規制と電気事業者の対策と、本問題に関する電研の研究成果を紹介した。以下にその



スクラバー (EPRIジャーナル'78.10)

内容を簡単に示す。

I. 大気汚染に対する規制と対策

現在の規制の対象になっている主な汚染物質は、いおう酸化物(SO_x)、窒素酸化物(NO_x)、ばいじんである。

いおう酸化物は排ガス中の濃度(濃度規制)とある一定時間(多くの場合、1時間)中の総排出量(総量規制)の双方が規制の対象になっている。電気事業者のとしている対策は、使用燃料の低いおう化と排煙脱硫装置の設置である。

燃料の低いおう化の主役は、いおう分を全く含まない液化天然ガス(LNG)であり、このほかにも低いおう原・重油、ナフサなども利用している。

排煙脱硫装置は1980年3月現在、全火力発電設備69,250MWのうちの10,990MW相当(半量設置をカウントするため)の容量に設置されている。排煙脱硫装置の方法は、湿式が主流になっている。

これらの対策によって、わが国の火力発電所の使用燃料のいおう分は、実質的に0.20%になっている。もしも、排煙脱硫装置を設置しなければ、いおう分は0.43%になる。

窒素酸化物に関する規制も、いおう酸

化物とほぼ同様であるが、総量規制のうける発電所がかなり少ないようである。この対策としては、燃料対策もあるが、主に燃焼方法の改善と排煙脱硝装置の設置である。

燃焼方法の現在採用される技術は、二段燃焼方式と排ガス再循環方式、低NO_xバーナーであり、これらを単独あるいは組合わせてNO_x低減をはかっている。更にNO_xの低減のためには、排煙脱硝装置を必要とするが、わが国では、14ユニットが設置され、容量的には、1980年3月現在7,963MW相当におよんでいる。脱硝方式としては、現時点では乾式法が主流になっている。

ばいじんに関する規制はいおう酸化物とほぼ同じであるが、総量規制の例が現時点ではきわめて少ないようである。この対策としては、燃料対策(LNGの活用)もあるが、高性能の集じん器の利用により、十分小さいばいじん濃度を達成している。

大気汚染物質の総量規制は、発電所の運用上の制約になる。それは、各々の汚染物質の排出量は発電量に比例するからである。いおう酸化物のみは、いおう分の制御で排出量を抑制できるので、高いおう燃料と低いおう燃料の混合利用が考えられている。

運用規制としては、わが国では具体的に次のようなケースがみられる。

- 1.各汚染物質について1時間当りの総排出量の規制
- 2.ある汚染物質の日間排出量の規制
- 3.ある発電所に関して年間発電量の規制
- 4.発電所付近の風の状況(風向と風速)と発電量によって、使用燃料のいおう分の制御

しかし、3.および4.の例はきわめて少ない。

II. 電研の研究成果

1.燃料切替による最適負荷配分

1時間当りのいおう酸化物の排出量規

制のある発電所において、燃料費を最小化する負荷配分方式を示したものである。

発電所では低価格の高い燃料と高価格の低い燃料を保有し、これらを連続的に混合できるものとしている。わが国における代表的な日間負荷曲線において、この方法を適用したところ、燃料費節減率は、1日12回の燃料切替で1%、同じく6回で0.8%、3回で0.6%の試算例を得た。これは後記の電研提出資料2の論文として1980年のIEEE冬の大会に発表した。

2. 日量規制を考慮した火力、揚水発電所負荷配分

本研究はNO_xの日間排出量規制下にある火力発電所がいくつかある電力会社での火力と揚水発電所の発電スケジュール

自動作成法を示したものである。従来の火力・揚水発電所の運用では発電単価の安い発電機は一日中高負荷運転を行い、発電単価の高い発電機は一日のピーク負荷帯には高負荷運転を行うが、それ以外の時間帯では低負荷運転を行う。そして揚水発電所は火力発電所より発電単価が高いので、必要最小限の運転にとどめられている。他方、日量規制が加ったことにより、たとえ発電単価の安い発電機であっても長時間高負荷運転を行うことが困難になってきた。揚水発電所の運転も日量規制に伴う発電量不足を補うため、オフピーク負荷帯に日量規制を受けていない火力発電所の出力で揚水し、ピーク負荷帯に発電する必要がある。開発した手法は日量規制を遵守し、しかも最経済的(総燃料費最小)な火力・揚水発電所の発電スケジュールを作成することができる。

3. 週間需給計画システム

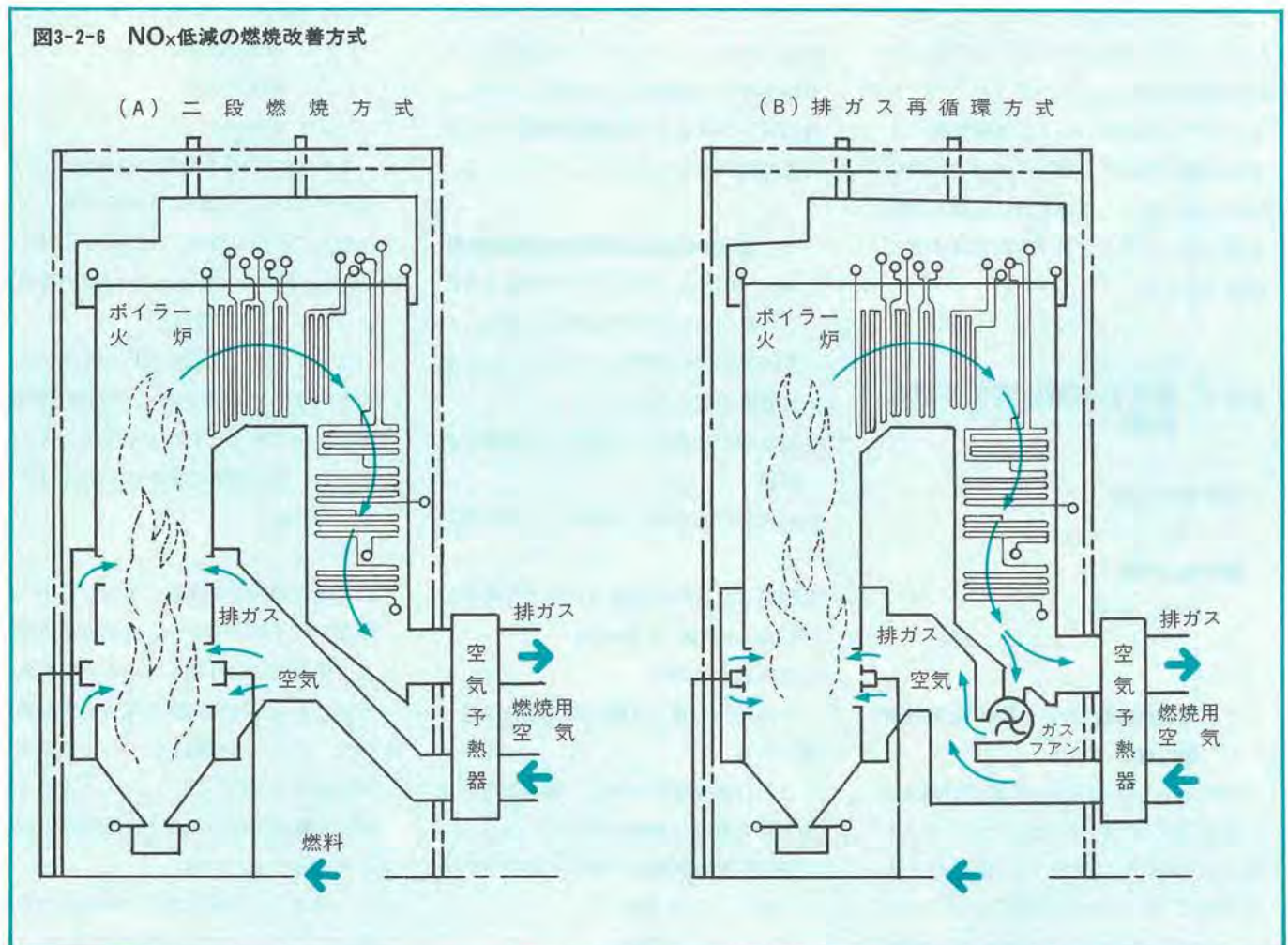
上と同じようにNO_xの日間排出量規制を受けている場合の1~2週間の火力発電機起動停止スケジュール、揚水発電所の揚水、揚水発電スケジュール、火力発電機毎の発電スケジュールを効率的に作成するシステムである。

以上の報告に対し、EPRI側より、アメリカにおける環境規制下での発電所運転計画を適切に策定することの必要性について、コメントがあった。

電研提出資料

1. Power Generation Schedule under Environmental Regulation.
2. Optimal Fuel Mix and Load Dispatching under Environmental Constraints (A. Tsuji, IEEE Winter Meeting, 1980)

図3-2-6 NO_x低減の燃焼改善方式



3-3 原子力発電

担当●理事 竹内 元



EPRIの原子力本部長は本年1月Mr. M. Levensonが退任し、しばらくMr. Lowensteinが原子力本部長代行であったが、本合同会議の前にMr. John J. Taylorが原子力本部長に就任し、本合同会議にはMr. Taylorが出席することになった。そのためMr. Taylorに電研の原子力発電関連研究の現状と計画を理解してもらうことが、今回の討論の主要点となった。しかし、Mr. TaylorよりEPRIの原子力研究の方針を聞くことができたこと、およびEPRIの開発コードと電研実験データの交換について、相互のニーズと制約条件を話し合い、この実現に必要な手順を明らかにすることができたのは大きな収穫であった。

3-3-1 原子力発電に関する研究計画

EPRI側出席者

Mr. J. J. Taylor

電研側出席者

竹内、永倉

I. 電研の組織(原子力関係)と研究計画の概要

1981年1月にFPRI発足時よりNuclear Power DivisionのDirectorであったMr. M. Levensonがベクトル社に移られ、その後任にMr. J. Taylorが就任された。そこで同氏に電研の原子力関係研究の総括

的な概要を理解してもらうことが必要と考え、個別課題のSessionの前に、総括説明の時間を取った。

竹内から電研の組織について、各部門の責任者の氏名も含めて説明を行った。これについてはMr. J. Taylorより、エネルギー技術開発本部と各研究所との業務の分担についての質問がなされた。

これについて竹内から電研の長期研究計画の枠組み、すなわち、基本研究と大型総合研究の性格づけを説明したのち、竹内および永倉から各研究課題についての総括的説明を行った。

II. EPRIにおける研究状況総括説明

Mr. J. TaylorよりEPRIの研究状況について総括的につぎの説明がなされた。

EPRIの原子力研究はつぎの4点に重点の目標を置いている。

1. 軽水炉の安全性、許認可上の問題点の解決
2. 軽水炉の稼働率、信頼度、経済性の向上
3. 開発した技術の会員会社への技術移転(Technology Transfer)
4. 新型動力炉開発

この四つの重点目標の優先順位は番号順である。

この目標達成のために、基本研究8課題と特定研究3課題を設けている。

基本研究8課題はつぎのとおりである。

- (i) リスク評価
- (ii) コード開発

- (iii) システム健全性
- (iv) システム性能
- (v) 分析、試験技法
- (vi) 材料、腐食
- (vii) 放射化学
- (viii) 技術開発

特定研究3課題は、EPRIの通常の資金とは別に、特定の課題についてOwners Groupを組織して研究するものである。

- (i) 蒸気発生器
- (ii) BWRSCC
- (iii) 安全弁

この他にTMIの事故の後NSACが設立されている。(NSACを特定研究のなかに数えていないのは、NSACがEPRIのNuclear Power Divisionとは別の組織となっているためである。)

以上のEPRI Nuclear Power Divisionの方向づけの説明ののち、個別的研究状況についてスライドによる説明があった。その内、特に印象の深かったのはつぎの2点である。

1. 確立論的安全評価、劣化した炉心評価など原子炉の安全性、許認可上の問題点に積極的に取り組んでいる点である。米国においては小規模の電力会社が多いので、これらの問題点について電気事業の立場からNRCにしっかりしたデータを持って見解を述べるのがEPRIの重要な役割となっている。
2. 開発した技術の普及に積極的であり、例えば、ND Center(非破壊検査センタ)

を設立し、ここに EPRI で開発した非破壊検査技法を技術移転して、ND Center が各電力会社の非破壊検査を受託する体制を取っている。

以上の討議のなかから EPRI と電研との環境条件の差もあるが、研究の取組み方についての相違点が認識され、相互に他山の石として研究の進め方についての方策を考える上で役に立つものと思われる。

3-3-2 信頼性データ収集研究の現状

EPRI側出席者

Mr. J. J. Taylor

電研側出席者

宮岡、八田、堀江、松村、橋本

米国スリーマイル原子力発電所で経験したような事故の再発を防止する一つの手段として、発電所での機器故障の状況、原因を十分に把握し、製作・運転の管理に反映させることが重要であると指摘されている。しかし、機器の故障情報を各発電所より同一基準のもとで正確に集め評価することは、集めるデータの内容、目的により極めてむづかしい問題となっている。

このため、わが国でも米国でもこの面の研究が早くから進められている。そこで今回、電研からは、大型総合研究I-II「原子炉安全解析・信頼性評価」に関連した研究状況が、又EPRIより米国での信頼性データ収集の実情及びEPRIのプロジェクトRP-1391「Development of a Data System for Power Plant Generation Availability」についての紹介がなされた。

わが国では、現在原子力発電所の主要機器の信頼度(故障率)を求めるための原子力機器信頼性調査システムと故障情報

Mr. John Taylor
Director, Nuclear Power Div.



を適切に収集し、類似事象の発生を未然に防ぐための原子力発電所事故情報等収集処理システムが開発中である。いずれのシステムも電研がその開発作業を進めているが、前者は電気事業連合会の依頼により、後者は通商産業省エネルギー庁よりの委託によるものである。

わが国の原子力機器信頼性調査システムは米国の民間研究所であるサウスウエスト研究所が運用管理しているNPRDS(Nuclear Plant Reliability Data System)に匹敵するものである。ただし、わが国の場合はNPRDSをはじめ米国での他のデータベースの実績から、比較的故障の多い14機種を対象として統計のための母集団を作成し、各社より報告される故障データにより機器の信頼性を算出するもので、1981年10月頃より本格的運用に入ることが予定されている。

後者の事故情報等収集処理システムは、法規により通商産業省に報告される事故情報をそのまま計算機に記憶させ、必要に応じて、その情報を検索するシステムであるが、その最も大きな特色は入出力を日本語で行うようにした点である。また、電研が1979年に通商産業省の委託により分析したわが国原子力発電所の事故情報を紹介した。

EPRIよりは、米国において現在運用されている信頼性データシステムとして

前述のNPRDSのほか、LER(Licensee Event Reports)、GADS(Generating Availability Data System)についてそれぞれの特徴が紹介され、また、現在、原子力発電所の信頼性、稼働率などに関するデータバンクを検討している機関として民間ではEEI、ANS、NERC、EPRI、政府機関では、DOE、NRC、PUC'S、NPRIなどがあり、それぞれのプロジェクトの概要が示されたが、現在米国では、このようにデータ収集やその評価が多方面で行われては、電気事業者の作業負担が増す一方で集まるデータの質も低下することから、その対策の一つとしてこれらのシステムを総合したIOER(Integrated Operational Experience Reporting)の開発が検討されている。同じようにEPRIでのプロジェクトRP-1391も発電所の稼働率に関する既存データの利用システムとしてISGA(Information System for Generation Availability)の開発を目指している。

3-3-3 放射線被曝低減

EPRI側出席者

Mr. J. J. Taylor

電研側出席者

神山、井上(正)、西島

本件についてEPRI側からは資料の提出はなく電研側の一方的説明に終始した。

原子炉の運転経過に伴い、除々に増加する従業員被曝問題の解決のために主として当所で実施している研究分野を中心に総合的に説明した

I. 序 論

米国、カナダ、日本の例を引用して運転経験と共に従業員被曝量(man-rem)が増加している報告書の例を示し、現在一般に考えられている汚染機構について説明した。

II. 放射能蓄積抑制対策

科学技術庁からの委託研究として実施した研究であってBWR発電所では原子炉冷却系中における腐食生成物抑制のために給水系に酸素を注入している。この場合原子炉構成材料の各種金属元素におよぼす溶存酸素の効果をしらべたもので溶存酸素濃度が10ppm以上ではCr、Coなどの溶出が増すが120ppb以下では鉄の溶出を抑制し、他の金属の溶出にも殆んど影響のないことを明らかにした。

III. 原子炉一次系配管中における放射能の蓄積

白金を内張りしたオートクレーブを用い、BWR一次系の条件を静的に模擬してステンレススチール表面への放射能蓄積挙動を明らかにした。

1. Co-60の蓄積速度は温度の上昇と共に増加し、直線的比例関係にある。
2. 蓄積速度はその材料の表面状態に依

存し、また酸化物生成速度に比例する。
3. 蓄積速度は水溶液中のCo-60の濃度に比例する。
ことなどを明らかにした。

IV. BWR発電所原子炉冷却水系中のクラッド分析

福島第一発電所の浄化系、給水スパージャーおよびライザー管よりサンプルを採取して金属材料表面に付着しているクラッドの化学分析および放射能分析を行った。

クラッドの主要な金属元素は鉄であり、放射能の主要部分はCo-60であった。

金属表面内側に密に付着している部分と外側に粗に付着している部分をそれぞれハードクラッドおよびソフトクラッドに分類すると以下のことが明らかとなった。

1. 浄化系ではCo-60は主としてハードク

ラッドに存在し、FPおよびMn-54はソフトクラッドに存在していた。

2. ソフトクラッドは主に α -ヘマタイトより成り、ハードクラッドは α -ヘマタイトとマグネタイトより成り立っていた。
3. 給水スパージャーでは浄化系に比較してソフトクラッドが著しく少なかった。
4. 給水スパージャーでは原子炉水側の方が給水側よりも放射能濃度は約10倍高かった。
5. ライザー管ではユニット1の方がユニット3より放射能の量が多く、かつユニット1ではソフトクラッドに、ユニット3ではハードクラッドに主として蓄積していた。

V. 除染

除染は大別してハード除染とソフト除染に分けることができる。前者は後者より除染係数(DF)が大きい、金属表面保護膜を侵す恐れがあり、かつ除染に伴



使用済燃料輸送容器(50トン級)

う廃棄物の発生量も多い。

Candu炉にはソフト除染に当る Can Decon 法が適用されているが、軽水炉のシステム除染はまだ確立されていない。

VI. 超音波によるキャビティ除染

PWRの燃料移送プール(キャビティ)の壁面除染のために超音波を利用した遠隔操作手法を電研で開発した。現場における実用試験の状態を8mmフィルムで説明した。

日本側の説明終了後、EPRI側より日本における除染の経験などについて質問があった。

3-3-4 放射性廃棄物の処理・処分 使用済燃料輸送容器信頼性実証

EPRI側出席者

Mr. J. J. Taylor

電研側出席者

永倉、安田、阿部、八田、西島

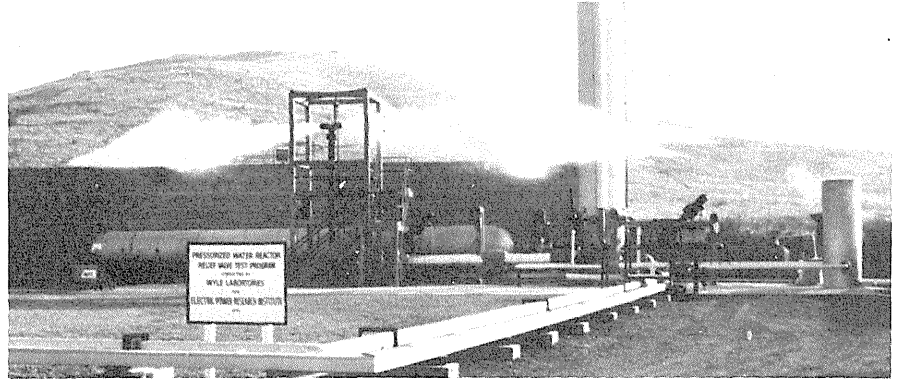
I. 放射性廃棄物の処理・処分について

原子力発電所から発生する低中レベル放射性廃棄物の海洋処分ならびに陸地処分に適合するパッケージの製造方法および処分時の各種条件下におけるパッケージの健全性実証研究の成果について、資料に基づいて説明するとともに、電研が現在、電力会社および国の委託を受け鋭意研究を進めている。

1. 低中レベル廃棄物対策
2. 再処理高レベル廃棄物対策
3. 輸送時安全評価

についての研究計画についてその概要を説明した。EPRIは、現在この分野の研究を具体的に取扱っていないが電研の研究に興味を示し、とくに、固化パッケージの落下時運動について実験成果のより詳細なデータを知りたいと要望され、後日送付することを約した。

原子力発電所安全弁の試験(EPRI ジャーナル'81.4)



II. 使用済燃料輸送容器信頼性実証試験について

昭和52年度より科学技術庁の委託により実施している使用済燃料輸送容器信頼性実証試験について、現在ほぼ完成している各種試験装置の性能および試験方法の概要ならびに供試輸送容器の説明をし、これまで実施した50トン級容器の落下衝撃試験の結果について資料に基づいて説明するとともに、落下衝撃挙動の解析にEPRI-電研で情報交換しているSTELTHコードが有効に使用されていることを述べた。

さらに当面の試験予定を述べ、今後とも必要に応じこれらに関する技術交流を深めることを約した。

電研提出資料

1. Resent Research Activities in CRIEPI on the Radioactive Waste Management

Appendices

- (i) Present Status of the Research on Cement Package for Sea Disposal
- (ii) Present Status of the Research on Bitumen Package for Sea Disposal
- (iii) Present Status of the Research on Multi-Stage Package for Sea Disposal
- (iv) Sea Dumping Test of Simulated Radioactive Waste Package at the Pacific Ocean of Depth of 20m~6,200m

(v) Technical Standard for Sea Disposal of Radioactive-Waste Package in Japan(informal translation)

2. Demonstration Test on the Reliability of Containers for Transportation of Spent Nuclear Fuel
3. Test for Demonstrating the Reliability of Containers used for Spent Fuel-Results of 9 Meter Drop Impact Tests Conducted on 50ton Class Spent Fuel Transporting Containers

3-3-5 原子力発電用材料

EPRI出席者

Mr. J. J. Taylor

電研側出席者

林、桑原、八田、西島、常磐井、平野

軽水炉発電の信頼性向上に寄与することを目的として、当所で実施中の材料の炉水環境中における脆化による強度劣化の評価およびその対策研究の概要について下記の説明を行った(表3-3-1)。

I. BWRプラントオーステナイト鋼配管の応力腐食割れ(SCC)に関する対策研究

1. 化学除洗のSCCへの影響評価

原子炉内配管系の放射能レベル低減化対策の一つである化学除洗に関して、ステンレス鋼配管溶接部のSCC発生におよ

表3-3-1 研究項目、主な目的および研究期間

研究項目	研究項目	主な目的	研究期間
BWR	I. ステンレス鋼のIGSCC感受性に及ぼす化学除染処理の影響	1. ステンレス鋼のSCC感受性に及ぼす酸化皮膜の影響評価 2. 加速化学除染の影響評価	1980—1982
	II. 鍛造ステンレス鋼管の実プラントへの適用研究	1. 鍛造316LNおよび304LNステンレス鋼管の基礎的諸性質および耐SCC性の評価	1979—1983
	III. ステンレス鋼のSCCに及ぼす溶存酸素の作用機構	1. SCCに及ぼす溶存酸素の影響ならびに作用機構の検討 2. TGSCCに及ぼす硝酸イオンの影響の検討	1979—1981
	IV. SCCを有するステンレス鋼配管の急速破断条件	1. き裂伝播挙動の解析 2. LBBに及ぼす力学的条件の検討	1980—1983
PWR	I. 一次冷却系ステンレス鋼配管のSCC評価	1. 304および原子力用316ステンレス鋼のSCCに及ぼすホウ酸の影響の検討 2. 高温ホウ酸水中における304ステンレス鋼の耐SCC性の評価	1980—1983
	II. ステンレス鋼のSCC感受性に及ぼすチオ硫酸ナトリウムの影響	1. SCC感受性に対するチオ硫酸イオン濃度依存性の評価	1980—1981
その他	I. 原子炉構造材料の腐食疲労特性	1. PWR一次模擬水環境中における压力容器鋼の腐食疲労特性の解明	1981—1984
	II. ステンレス鋼配管の塩分管理	1. 塩分管理基準の検討	1980—1983
	III. 原子炉構造材料の水素脆性	1. 水素透過特性とHE感受性の相関の基礎的検討 2. 高温における鉄基合金およびN ₂ 基合金のHE感受性の評価	1981—1984
	IV. 原子力炉構造材料の中性子照射脆化	1. 压力容器鋼の中性子照射脆化に及ぼす不純物元素の影響評価 2. ステンレス鋼の高温純水中SCC感受性に及ぼす中性子照射の影響評価	1979—1981

ばす使用化学薬品による除洗処理の影響を検討中である。

2. 耐SCC代替材の評価研究

原子炉内配管の内、主要な大口径配管の一つである再循環系配管用として、鍛造法で製作した低炭素・窒素添加の316LNおよび304LNステンレス鋼管の耐SCC性を検討し、BWR炉水環境中で優れた耐SCC性が確認された。

3. SCCにおよぼす溶存酸素の作用機構

ステンレス鋼配管に発生するSCCについては、原子炉冷却水中に溶存する酸素の作用機構を明らかにする必要がある。そのため炉水側配管表面の酸化被膜と炉水の分析を行って、溶存酸素とSCC発生の相互関係を解明し、プラント起動・停止時の脱気運転による溶存酸素の低減がSCC防止策として有効であることを実証した。

4. SCCが発生した冷却系配管の急速破断条件に関する解析

冷却系配管にSCCが発生した場合、配管の急速破断前に漏洩を検知することが可能であることを立証することが、原子炉の安全性・信頼性向上のため必要とされている。そのためSCC亀裂の安定伝播および不安定伝播の開始条件を理論的に解析し、冷却系配管の破断前漏洩検出による安全対策の確立を目標とした研究をすすめている。

II. PWRプラントオーステナイト鋼配管のSCCに関する対策研究

1. 硼酸水中の耐SCC評価

PWR一次冷却水系には炉心燃料の出力制御のために硼酸水が使用されており、米国の一部のプラントで一次冷却安全系ステンレス鋼配管溶接部にSCCの発生が報告された。そのため一次冷却水系配管に使用されるステンレス鋼の硼酸水中における耐SCC評価試験を行い、健全性の立証或いは代替材選択の評価基準を検討することとしている。

2. SCC発生におよぼすチオ硫酸ナトリ

ウムの影響評価

炉心燃料破損時に冷却水中へ漏洩する核分裂生成物沃素を除去するため、チオ硫酸ナトリウムが使用されているプラントがあり、その一部で沃素除去系ステンレス鋼配管にSCCの発生が報告された。そのためステンレス鋼配管に発生するSCCの環境因子としてのチオ硫酸ナトリウムの影響試験を行った。

III. BWR、PWRプラントに共通な研究課題

1. ステンレス鋼配管表面への付着塩分管理基準

原子力プラントに多用されているステンレス鋼配管の一部が、大気中の塩分付着に起因してSCC発生をみた事例がある。このため、配管表面の塩分付着濃度とSCC発生の関連を明らかにし、適切な管理基準を設定することにより、管理作業の合理的な運用を行うことを目的とした検討を実施中である。

2. 水素脆性に関する研究

PWRプラント一次冷却水系には、ステンレス鋼のSCC発生要因の一つである溶存酸素の低減を目的として水素ガスが添加されている。また、BWRプラント冷却水系においても、同様の目的で水素ガスの添加が一部で検討されている。水素は金属材料を脆化する性質を有し、そのため冷却水中に溶存する水素の各種材料に対する脆化効果を評価する必要性が生じており、その検討をすすめている。

3. 中性子照射効果に関する研究

圧力容器鋼の中性子照射脆化におよぼす鋼中不純物元素の影響、並びにステンレス鋼のSCC発生におよぼす中性子照射の促進効果についての検討をすすめている。

4. 腐食疲労に関する研究

圧力容器鋼、冷却系配管材などの冷却水環境における腐食疲労に関する実験に着手し、耐腐食疲労性の解明、環境条件の耐腐食疲労性への影響などについて

検討をすすめる。

以上のような当所の研究概要の説明の後、次のような質疑討論が行われた。

1. BWR再循環系配管用316LN、304LN鍛造材の耐SCC性とその実用化について

電研のSCC評価試験結果を提示し、同材が従来材に比較して優れた耐SCC性を示すこと、並びに同材が我が国の今後の新設プラントで実用に供される予定があることを説明した。

2. 冷却系配管のSCC発生による急速破断条件の解析結果の情報交換について

EPRI側は、解析結果に関心を示し、成果の提供が可能であるか否かを電研側に質問したが、本研究が通商産業省からの受託研究の一部で、当所の受託契約上きわめて困難な状況であることを説明した。

3. PWRプラントのSCC問題について

我が国においては軽水炉発電にきわめて高度な信頼性が要求され、現在PWRプラントのSCC問題の解明と対策研究がすすめられている。この問題に関しては、EPRI側でも重要な検討課題と考えており、タービンを含む二次系のSCC問題も合わせて当所側との緊密な情報交換を行うことに同意が成立した。

4. 水素脆性に関して

冷却水中への水素添加による材料脆化に関する研究のEPRI側の現状を質問したことに對し、ホルト材に水素脆化割れが発生しており、調査すべき事項と考えているが、現在のところ個別のプラントの個有の問題と認識しているとの回答が為された。

これらの質疑討論を通じて、原子力発電用材料の研究課題に関して意見交換が行われたことはきわめて有意義であった。今回の合意に基づいて両研究所間のなお一層の緊密な交流が行われることが望まれるが、EPRIの材料-腐食委員会(MCC)、NRC-EPRIの国際腐食疲労委員会

(ICCGRG)などを通じての国際的な情報交換活動と共同研究の推進が有益であるとの認識は両者間に一致した見解であった。

3-3-6 原子力発電所の耐震設計と格納容器の耐衝撃性

EPRI側出席者

Mr. J. J. Taylor

電研側出席者

林、桜井、高野、青柳、沢田、塩尻、石田

I. 情報交換の背景

原子力発電所の耐震設計に関しては、EPRIと電研は、すでに実務者レベルでの情報交換を、ここ3ヶ年にわたり、つぎの項目について実施してきた。

1. EPRIより非線型変形の物性を考慮した衝撃応答波動解析のSTEALTH-2D、および3Dの開発と、その部分的実証実験の成果
2. 電研より非線型変形の物性を考慮した地盤・構造物系の現地実証実験の部分的成果と、耐震設計における構造減衰の評価システムの部分的成果。

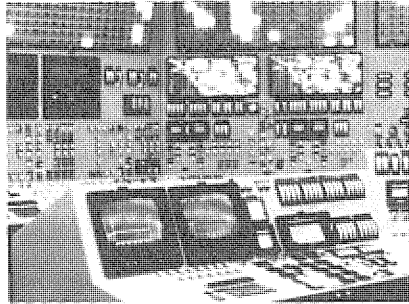
これらは、EPRI側よりC. Chan氏、およびH. T. Tang氏らの二、三度の来日、電研側より二、三度の情報の送付の形で、効果的に実施されてきた。

II. 研究成果

この1ヶ年のEPRI側の研究の成果としては、

1. 計算コードの開発としては、差分法と陽な積分法による衝撃波問題に対するSTEALTH-3D、有限要素法と陰な積分法による振動モード問題に対するABAQUS-NDの開発続行中。
2. 土と構造物の地震時相互作用の実験的・解析的研究

原子力発電シミュレーター
(EPRIジャーナル'81.1)



3. 配管系の三次元振動、有限変形、水流の衝撃など現地実験、解析
4. BWR、PWRなどの炉内の急激な温度上昇のときの熱流体と構造物の衝撃作用
5. 炉内で破損したタービンなどの内部ミサイル作用および竜巻などの外部ミサイル作用による飛来物に対する原子力発電施設の耐衝撃性などが挙げられた。

電研側より、この1ヶ年の成果として、つぎの紹介をおこなった。

1. 原子力発電所の地盤の耐震性評価の標準化に、電研が中心的な役割を果している経過
2. 背後斜面の耐震性の実証実験と解析
3. 大型の偏心重量式起振実験による耐震特性の実証システム
4. 活断層の地震活動性の地質学的評価
5. 震源域の地震波動の解析と観測
6. 軟弱地盤のソイルセメントによる補強効果の耐震実験
7. 地中構造物の耐震実験
8. 地下発電所の地震観測と、地下立地のフィージビリティ・スタディ
9. 原子炉コンクリート格納容器の構造安全性のための耐圧、耐震、熱応力、クリープなどの実証実験と構造設計法の提案
10. ミサイル作用に対する耐衝撃性の実験装置の開発

III. プロジェクトの両者の相違点と類似点

EPRIの研究は、炉心構造物、配管系

など機械工学的、ないし熱流体力学などにプロジェクトの内容が及んでおり、電研自体の研究が機械系、建築系、土木系・地球物理系で、耐震・耐衝撃構造・材料力学で、総合化がさらに進められることが望ましいように感じられた。

しかし電研は、地盤・地震・地質・現地実証実験の面では全く独自の地歩を占めているようである。

今後、相手の長所をならい、相互に協力していくためには、電研よりEPRIに若い研究員を1ヶ年程度派遣し、先方からも電研に受入れることを考えていきたいが、その前に、正式な合意がつぎの点で必要になっていることが話し合われた。

IV. 合意点

今後、より密接な情報交換と共同研究を進める前提として、双方は次の可能性を2～3ヶ月以内にさらに文書で連絡をとりながら確認する必要がある。

1. EPRIはSTEALTH-3Dの計算コードのうち、General Program、SEISMIC、WATER - STRUCTURE INTERACTIONなどのプログラムを、電研に提供する準備はあるが、その前提として電研は次の研究成果をどこまで出せるかをまづEPRI側に知らせる。
2. 日本におけるある原子力発電所の実際の地震時と人工的な振動加震時の測定記録を、EPRIは電研に希望した。

また、その解析モデルについても電研側の研究成果を提供できるかを検討するようEPRIは電研に希望した。

この発電所名は公開しないことにする。何が必要であるかEPRIは電研に申出る。これらのことについて電研はなるべく早く返事するよう努力する。

3. その他 Soil Improvement, Shock Wave Test, Failure Test of Concrete Containment Vesselなどの電研側のデータをEPRIに提供することは可能である。

3-4 環 境

担当 ● 土木技術研究所長 千秋 信一



3-4-1 汚染物質の広域拡散 および酸性雨

EPRI側出席者

Dr. R. Perhac
Mr. L. H. Fisher (米国大使官
駐在科学官)

電研側出席者

千秋(信)、星沢、千秋(鋭)、
四方、西宮、藤田、矢田部、
寺田、柿島、朝倉、

この分野でEPRIの活動は非常に活発であり、連邦環境保護庁(US EPA)、エネルギー省(DOE)と密接な関係を取りつつ研究活動を実施している。紹介された研究の概要は次の通りである。

I. 汚染物質の広域拡散

(SUREプロジェクト)

米国東部を対象に、排出量と地域汚染との関係を実測により解析した。大気質は、54地点の地上観測局と、飛行機2台を用いて測定した。排出量についても、全対象区域内の、発電所、工場等からのSO₂量を推定した。得られた主な結果は次の通りである。

1. 排出量と環境濃度との関連

排出SO₂は大気中を遠距離輸送され硫酸塩となる。その24時間平均値は5 μ g/m³程度である。

2. SO₂排出量

総排出量は、週末に20~30%程度減少する傾向を除けば、日々の変動は大きくない。しかしSO₂の日平均値は大きな変動を示す。気温、湿度などとの関連が認められる。即ちSO₂排出量を単に規制しても環境濃度の低減に直接結びつかない。

3. 事例解析

Ohio Valleyの排出量に関連して、特定期間の環境濃度解析を試み、南西気流下におけるSO₄²⁻最大値の東進を解析している。

II. 酸性雨

酸性雨については、米国でも、頻度が増加しているとか、生態系への影響があるなどの苦情があるが、測定方法に変遷があるため必ずしも頻度が増加しているとは云えず、影響についても明らかにあるとは断定できない。湖のpHについても、同様の降雨を受けている近接の湖の値が大きく異なる例があり、土壌の違いなど、他の要因の影響が大きいといえる。

広域拡散の問題は今後の検討課題と考えられる。

III. プルームモデル(Plume model)

煙の着地濃度分布を計算するためのモデルがプルームモデルである。従来、わが国では火力発電所立地に際しての環境影響評価で排煙の拡散予測に使われているのはいわゆるボザンゲ・サットン式で

あり、昭和43年頃の知見をもとに選定されたモデルである。

この式が現在も公式には使われているが、その後のいろいろの知見が集積され、より実態に近いモデルとして電研推奨式などが提案されている。また、環境庁のSO₂総量規制マニュアルに記載されたモデルも自治体等では実際に使われている。これらのモデルによっては着地濃度やその出現距離にかなりの差異が生じるため、それぞれのモデルの評価および火力発電所の排煙拡散予測に適したモデルの選定の必要が生じている。

昭和54年度以来、当所が資源エネルギー庁から受託している「電源立地環境予測評価手法確立調査」の一環として、昭和55年度に「大気拡散予測手法」に関する調査研究を実施し、その中で内外での実測データの調査、各モデルの評価および火力発電所規模の煙源に適したモデルの提案などを行った。

これには、電研が昭和39年頃から昭和50年頃にかけて多くの現地実測およびその解析を行った経験が活かされている。今後、この報告書などをベースに資源エネルギー庁としてのマニュアル作りが行われるものと予想される。

一方、米国でもプルームモデルに関する研究はさかに行われていたが、それらのモデルによる計算結果は煙突の高さや汚染質排出量を定める上の参考値として、むしろ定性的な評価に使用されてい

た。したがって、モデルの定量的な精度に対し、それ程の関心もたれていなかった。しかし、1977年にThe Clean Air Actが改正され、個々の煙源に対する規制を行うのにモデルによる計算値を用いることが決められた。EPAによる具体的なモデルの選定は今春予定されていたと聞いている。

この法律改正は発電所からのSO₂許容排出量などがモデルの計算値をベースに定められることを意味し、計算結果によっては膨大な設備費を必要とすることになりかねないため、にわかにブルームモデルの信頼性に対する関心が高まった。

このような状況を背景に、EPAとEPRIが既存のブルームモデルの信頼性の検討およびモデルの改良を担当することになり、EPRIでは1978年にEPRIのブルームモデル実証プロジェクト(Plume Model Validation Project 予算約40億円)を発足させている。このプロジェクトでは1.平坦地形、2.丘状地形、3.山岳地形に位置する発電所を対象に大がかりな排煙拡散実態調査が計画されており、その結果をもとに既存モデルの評価と改良モデルの提案をすることになっている。1.は昨年すでにイリノイ州のKincaid 発電所を対象に実施され、その結果の概要が今回の合同会議で報告された。結果の詳細は来年公表予定になっており、また、2.および3.の調査は来年および再来年に予定されている。

1.の調査結果では既存モデルによる計算値と実態とにかなりの差異があることが判明し、そのため今春予定されていたEPAでのモデルの選定に待ったをかけた形になっている。

今回の合同会議でDr. Perhacは電研が55年度に行った調査研究に強い関心を示し、電研の提案しているモデルおよびその背景となった実測データをEPRIに提供することとなった。早速、環境大気部の柿島主査研究員が本年6月EPRIに行った折、

このモデルについて担当者のDr. Hilstに説明することとしている。

また電研では従来から風洞を用いて拡散におよぼす地形の影響を調べる実験を数多く実施すると共に、現在、この三次元拡散の数値モデルの開発を行っている。そのため、EPRIが来年および再来年予定している丘状地形および山岳地形での実験についてDr. Hilstを通じ情報を得ていく予定である。

IV. 屋内の空気汚染 (Indoor Air Pollution)

暖房・調理・喫煙などによる家族やオフィス内の空気の汚染については、厚生省や地方自治体の研究機関などによって、わが国でもかなり以前から研究が行われている。その結果によれば汚染質によるが、一般に屋外に比べ屋内の濃度は高く、また、屋内では時間帯や季節による濃度の変動が大きい。

薪・石炭・燈油などで部屋を暖房し、そこでタバコを燻らすことは昔から行われていることであり、しかも、屋内で人々は時間の大半を過ごすことから、大気汚染に係る環境基準や大気汚染と疾病率の相関を屋外の濃度だけで論じるのは不合理だといった議論はわが国でも行われた経緯がある。しかし、電研では屋内の空気汚染についての研究を行った実績はない。

EPRIではモデル家屋を選び、そこで人々が日常的な生活を送る過程での空気の汚染変化を屋外との比較により2年がかりで調べている。その結果の一部が今回の合同会議でDr. Perhacから紹介された。この研究のねらいについてEPRIでは次の二つを挙げている。

一つはやはり、大気汚染に係る法律が外気だけに着目して定められていることの不合理性を指摘することである。普通、90%の時間帯は人々は屋内で生活し、しかも、この法律で保護しようとする人々

は病弱ゆえにほとんどが屋内での生活を余儀なくされている。もう一つは最近の省エネ型の気密性の高い住居での究気の汚染を調べることである。研究結果でも、この種の換気率の低い家屋では空気が汚染しており、今後の環境問題となる可能性があることを指摘している。電気事業サイドのEPRIとしては換気性の悪い住居でもエネルギー源として電気を使用することによりNO₂やCOなどの汚染は抑えられることを強調している。

モデル家屋としてBoston(Massachusetts)で10軒の個人住宅(住人2~6人)と2つのオフィスを選んでいる。それぞれの換気率は時間当たり0.5~1.3回である。これらの個人住宅は調理や暖房に天然ガスあるいは電気を使用しているとか、住人がタバコを喫うか喫わないか、あるいは薪ストーブがあるかどうかといった分類を行い、下記の項目について測定が行われている。

汚 染 質		微量金属	気象要素
ガス	粒子	Mn	風速
CO	TSP ^{*3}	As	風向
NO	RSP ^{*4}	Pb	相対湿度
NO ₂	NO ₃ ⁻	Fe	気温
NO _x	SO ₄ ²⁻	Cd	
CO ₂	BaP ^{*5}	V	
O ₂			
SO ₂			
NMHC ^{*1}			
THC ^{*2}			
CH ₄			

注: *1 Non-Methane Hydro-Carbon

*2 Total Hydro-Carbon

*3 Total Suspended Particulates

*4 Respirable Suspended Particulates

*5 Benzo-a-Pyrene

NO₂、TSP(Total Suspended Particulates)およびBaP(Benzo-a-Pyrene)の測定例を図に示す。図3-4-1はNO₂濃度に

図3-4-1 1時間あたりのNO₂平均濃度(ppb)

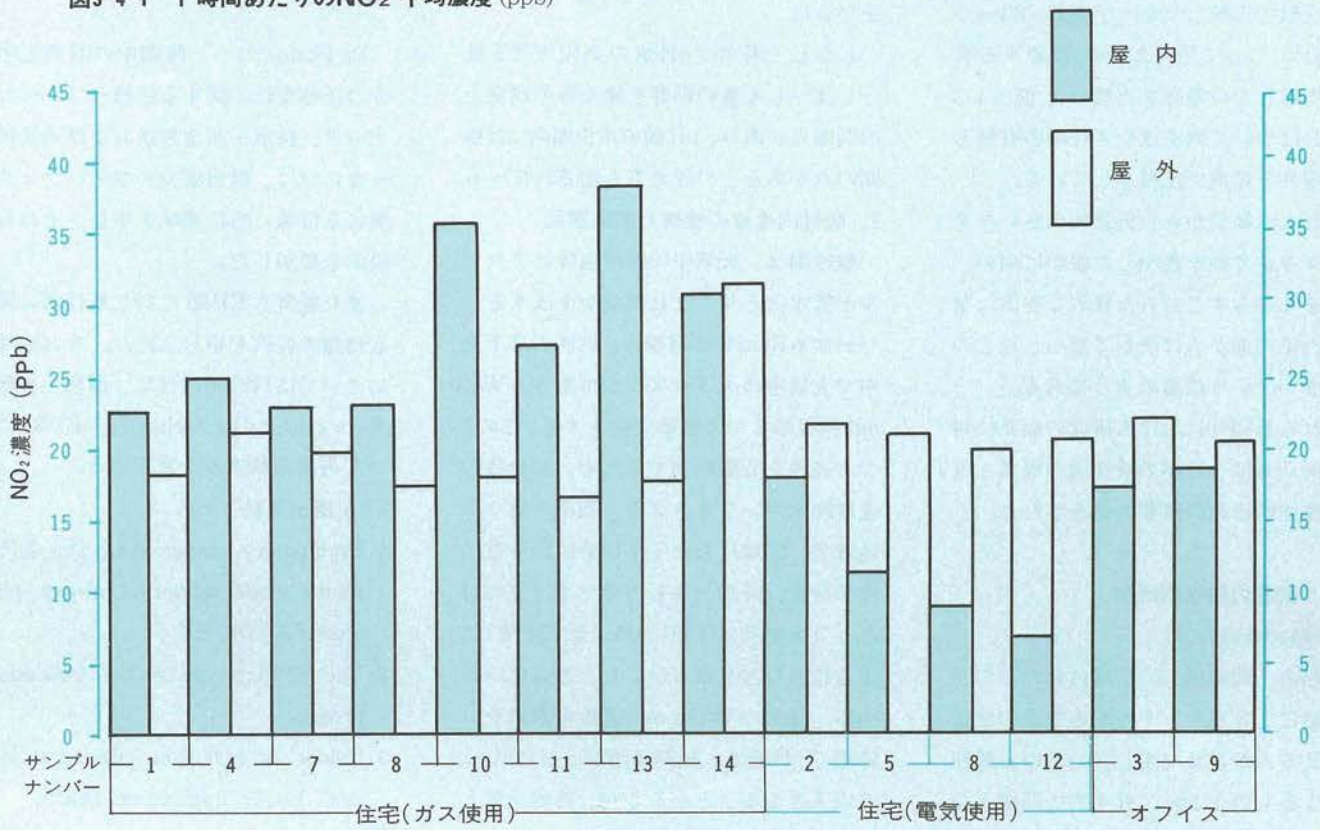
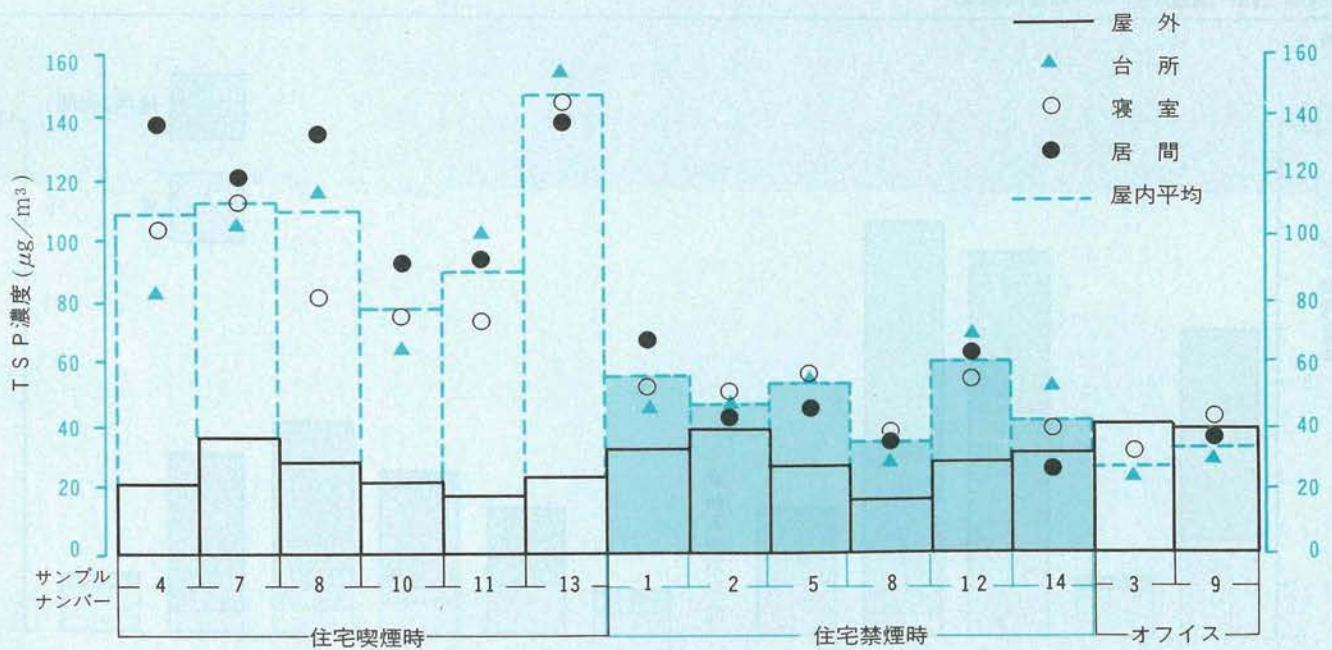


図3-4-2 24時間あたりのTSP平均濃度(μg/m³)



ついて屋外と屋内、ガス使用と電気使用という形で比較したものである。図3-4-2はTSPについて屋外と屋内、喫煙する家庭と喫煙しない家庭を比較し、図3-4-3はBaPについて薪を燃やす暖炉の有無および屋外と屋内で比較をしている。

これらの結果から、気密性の良いモダンなロッジで薪を燃やした暖炉に向い、葉巻をくゆらすといった贅沢な生活は空気の汚染の面からは決して感心したものではないという結論のようである。

これらEPRIにおける研究の紹介に対し電研からは、日本の酸性雨の現状と電研の酸性雨研究の概要が紹介された。

V. 我国の酸性雨研究

1. 問題の経緯

数年前、関東地方の広域にわたって、霧雨時に、目がチカチカするなどの症状を訴える人が多数発生し、いわゆる酸性雨によるものとされ、社会的な問題となった。これよりさき雨水のpH値が年と共に急激に下がっている(昭和36~42年)との

報告がなされ、この点からも一般の関心をひいた。

しかし、雨水のpH値の測定方法を統一しばいじん等の影響を除く等の測定上の問題点があり、pH値の減少傾向には疑問の点があるとの考え方も出されている。

2. 酸性雨生成の機構と気象擾乱

酸性雨は、大気中の硫酸塩等エアロゾルが雲水にとりこまれ雨滴が生成する、いわゆるRain Out過程と、雨滴の落下途中で大気中のエアロゾルが付着するWash-out過程の2つの機構で生成する。この2つの過程を分離観測するため、30分毎の連続降水サンプリングを、我国の種々の地域で、広域にわたって同時に行った。その結果、降雨セルと汚染パターンとの対応、気象擾乱の種類(台風、低気圧等)による相違などを明らかにし、さらにいわゆる、降水のWash-out係数を求めた。降雨のpH値は、初期降雨が一般に低く、5以下となることがあるが、降雨全体としては、pH4.5付近と5.5付近で頻度が高くなるいわゆる双峰性の分布をすること

が多い。

Dr. Perhacは、一降雨中の雨滴化学成分の経時変化に関する情報-フィールドデータ、採水・測定方法および測定精度-ならびに、微量成分のマスバランスに関する情報に特に興味を示し、それらの提供を要望した。

また電研もEPRIに対し酸性雨に関する情報の提供を申し入れた。なお酸性雨については1981年11月に、西宮主査研究員(エネ研)がDr. PerhacらとEPRIにおいて再度討議する予定である。

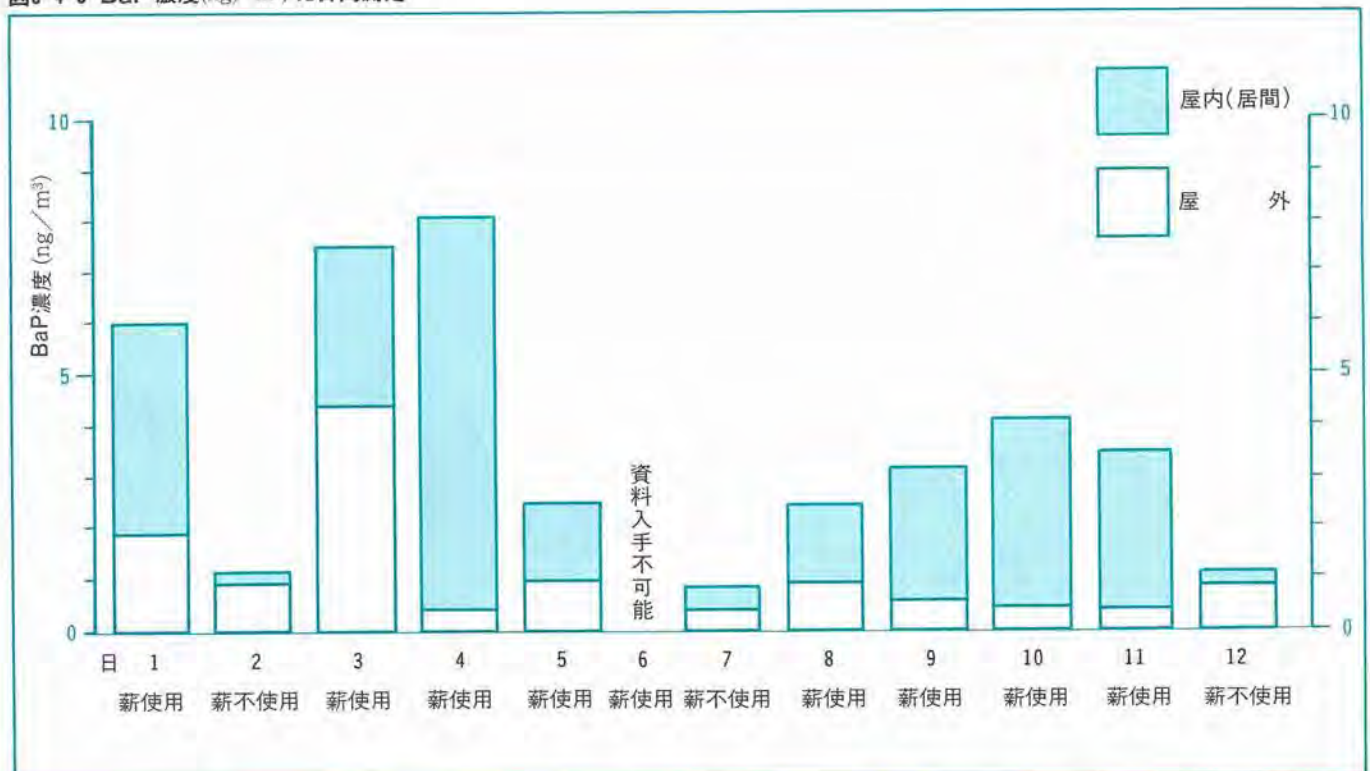
EPRI提出資料

1. Preliminary results from the EPRI plume model validation project--plains site--EA-1788-SY
2. The EPRI plume model validation project
3. Indoor air pollution : Conservation and health implication(Draft)

電研提出資料

The relation between meteorological

図3-4-3 BaP濃度(ng/m^3)12日間測定



and geochemical characteristics of precipitation with frontal depression (II)
-- A washout model of pollutants in the atmospheric boundary layer

3-4-2 石炭燃焼に伴う環境影響

EPRI側出席者

Dr. R. Perhac

電研側出席者

千秋(信)、石川(春)、藤原(喬)、
河野、星沢、下田、高木、関、
中岡、荒井、

I. 石炭灰からの成分溶出

アメリカでは発電所由来の固型廃棄物だけでも年間6,000万 m^3 となる。環境保護庁(EPA)もまた一般社会もそれらの投棄が環境・人体におよぼす影響を非常に懸念している。そこでEPRIはEPAの提唱する^(注)方法に従って、石炭灰溶出試験を実施した。Dr. Perhacによって紹介された一つの試験結果概要は次の通りである。

従来の石炭火力に由来する石炭灰(フライアッシュおよびボトムアッシュ)の抽出結果は、いずれもEPAの基準をはるかに下まわった。また現在多くの米国人が、従来の方式よりもはるかに毒性が強いのではないかと懸念している石炭転換 coal conversion の火力発電所から

(注)廃棄物を水中に投入し、pHを5に保ちつつ24時間攪拌する。その後、溶出した物質の濃度を測定し、その値がEPAの定めた飲料水規準値以上になった場合に、その廃棄物を有害と判断する。なお飲料水規準値は1年前に改変され、現在の値は1年前のその10倍となっている。これは抽出テストの再現性が非常に低かったことになる。

Dr. Ralph Perhac
Director, Environmental Assessment
Dept.



放出される石炭灰についても、抽出結果は従来の方式に由来する石炭灰と殆ど変わらず、EPAの規準を越えないことがわかった。EPRIは発電所に由来する石炭灰から溶出する成分の毒性について懸念する必要はないと判断している。

これに対し、電研からは石炭中の天然放射能および石炭ばいじんの植物影響に関する研究成果が紹介された。

II. 石炭中の天然放射能

石炭燃焼排煙中の微量のウラン・トリウムなどの天然放射性物質による公衆の被ばく線量評価について、日本の排煙処理対策、公衆の生活環境などを考慮した、日本の実情に即した評価方法の確立が求められていた。この要請に応えるべく、電研は原子力発電の被ばく評価手法を参照し、新しい被ばく評価手法を開発した。

石炭・石炭灰中の天然放射性物質の分析方法と分析結果、これら天然放射性物質による被ばく量計算方法と試算例、および本試算結果と米国の報告値との比較結果を示し、石炭燃焼による公衆の被ばく線量増加分は無視しうる量であり、また米国の報告値の数十分の一以下であることを明らかにした。

EPRIには本テーマに該当する研究はなく、この電研の成果紹介にEPRIは非常に強い関心を示し、報告書の早期公刊・送付について要望が述べられた。

なおEPRIから、石炭由来の放射能に

関連し、プルトニウム汚染に関する報告書提供の申し出があった。土壤中、植物中のプルトニウムは殆ど核実験によるものであり、発電所に起因するものは殆どないという結論が得られているとのことである。

III. 石炭ばいじんが植物におよぼす直接影響

石油火力から石炭火力へのエネルギー政策の転換に伴い、特に関心が払われている大気汚染物質の一つとして石炭ばいじんがある。

電研は、今後世界各地から輸入される予定の石炭についてはこれからの課題ではあるとしながらも、既設稼働中の石炭火力発電所で採取した石炭ばいじんと石油火力発電所からの油ばいじんとを植物に付着させ、その直接影響について比較検討した結果についての資料を提供し、その概要についての紹介を行った。油ばいじんの中には植物に付着すると可視害を起こすものもあるが、石炭ばいじんでは現在までのところ可視害はまったくみられない。

この点について、電研では今後も引き続き各種の石炭ばいじんについて研究を実施することにしているが、EPRIでは全く手をつけてはいないし、また現在のところ取り組む予定もない分野でもあることからEPRIはこの点に強い関心を示し、研究成果の提供を要望した。

一方、石炭に由来する微量金属元素の広域拡散と蓄積性についての情報が乏しいため、電研では石炭火力発電所建設予定地点を中心にした植物体と土壌のバックグラウンド調査を計画中であること、また、石炭灰の埋立てあるいは利用に伴う微量金属元素の植物におよぼす影響について調査研究中であるため、これらに関する情報の提供をEPRIに要望した。

なお電研からEPRIに対し、石炭灰の土壌汚染に関する幾つかの質問が提出された。情報提供可能な点については、後

日資料が送付される予定である。

EPRI提出資料

EPRI Report on Polonium in soils and plants (後日送付される予定)

電研提出資料

1. Radiological impact of national radiation sources from coal-fired power plant
2. Effects of fly ash from coal-fired power stations on plants
3. Questionnaire on soil contamination concerning coal combustion

3-4-3 冷却水取放水の生物影響

EPRI側出席者

Dr. R. Perhac

電研側出席者

千秋(信)、和田、角湯、下茂、
木本、米川、清野

発電所冷却水取放水の生物影響について、電研より次の2つの研究成果を紹介した。

ひとつは、冷却水取水に伴う水産資源への影響を定量的に評価するための確率モデルの開発に関する研究である。多奈川第二発電所(出力1,200MW、冷却水量42 m³/s)を対象として、流れの変動特性および拡散特性を考慮した数値モデルによるシミュレーション解析を行い、海域に分布する浮遊体が取水によって取水口にとり込まれる範囲とその割合を求め、実測調査と対比し、モデルの実証を試みた。昭和54年11月および55年6月に実施した魚類プランクトン調査から、取水口に取り込まれる魚卵・稚仔魚の個体数は、それぞれ11月には10⁶個体/日、および10⁶個体/日、6月には10⁸個体/日、および10⁷個体/日と推定された。数値モデルより予測された取水口に取り込まれる魚卵の総和は、計算開始後、半日ないし1日後には、調査結果と比較的によく一致した。

発電所周辺の調査海域内に分布する魚卵の現存量と、発電所に連行されると予測される魚卵量より、調査時の推定現存量中に占める日間連行量の割合が予測された。この割合は冷却水取水に伴う生物連行影響についての1つの判断基準になるものと考えられる。

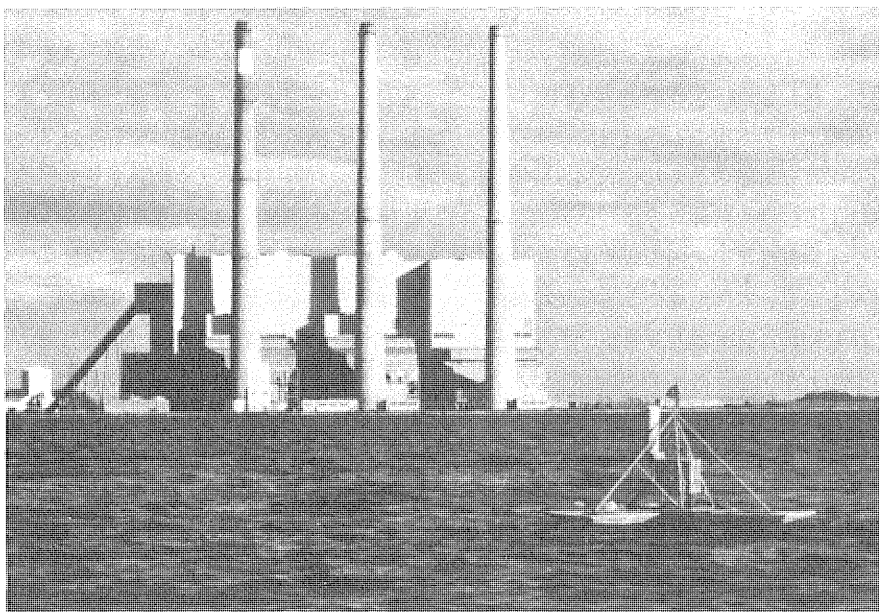
もうひとつは、冷却水路系に連行された浮遊生物が冷却水路系通過中に受ける影響の評価に関する研究である。水路系通過中の水温変化、機械的刺激が、イシガレイ・マダイ・イシダイの卵・仔魚に与える影響が検討された。卵・仔魚ともに、発生段階により温度・機械的刺激に対する耐性が異なり、胚体が出現する頃の卵が温度変化に対し最も敏感であり、また卵は孵化後数日の仔魚に比べ機械的刺激に対する耐性が大きなことが明らかになった。なお実際の発電所で想定される温度変化が与える影響は、胚体形成期のマダイ卵を除くと殆ど無いと推定された。またモデル装置を用いた実験から、復水器通過がイシガレイ卵の孵化に与える影響も殆ど無いと判断された。現在、ポンプ通過、流れの影響および温度変化の遅発影響に関する研究を実施中である。

これらに対し、Dr. PerhacからEPRIでは生物生産の補償メカニズムに関する研究を除き、冷却水取放水に関するプロジェクトは殆どすべて終了しているため、EPRIからこの件について今後新たな情報を提供するのにはむづかしい旨が述べられた。ただ電研の取水連行に関する研究の推移には興味があるので、次回の合同会議で研究成果を提供してほしいとの希望が示された。また、電事連等から求められている環境庁のマニュアル対応に関連し、冷却水取放水の海生生物影響・規制に関する情報を収集するため、米国に電研もしくは電気事業内の研究者を派遣することについての協力依頼に対し、EPRIは協力を約束した。

その他、電研はEPRIに、石炭灰海洋投棄の生物影響、およびマイクロコスモス系の環境モニタリング手法への適用に関する情報の提供を要望した。

EPRI提出資料

Ecosystem model to assess impacts of power plant cooling system



冷却水取放水の調査(EPRIジャーナル'79.1)

電研提出資料

1. Prediction of entrainment of ichthyoplankton caused by intake of cooling water
2. Project activities on effects of power plant cooling system operation on marine fishes in the early life stage

3-4-4 社会経済環境影響予測評価

EPRI側出席者

Dr. R. Perhac

電研側出席者

千秋(信)、天野、斉藤(観)、
若谷、山中、山本、

電研より次の2つの研究紹介がなされた。

1. 社会経済環境におよぼす影響の予測評価

発電所立地に伴う社会環境への影響予測手法の開発は、これまでも、地域分析の分野における種々の手法を応用して、いくつか試みられている。しかし、人口や土地利用など個別項目についてはともかく、これらを総合した形の予測手法となると、未だ確立されていないのが現状である。

言うまでもなく、発電所立地は地元の社会全体と深く係わるものであり、その社会的影響を正確に予測するためには、社会環境変化を総合的に把握する予測手法の開発が不可欠である。こうした手法の開発には、方法論上の検討は勿論、数多くのケースについて個別データの収集とその具体的な実証分析を積み重ねて、情報を集積していくことが重要な作業となる。

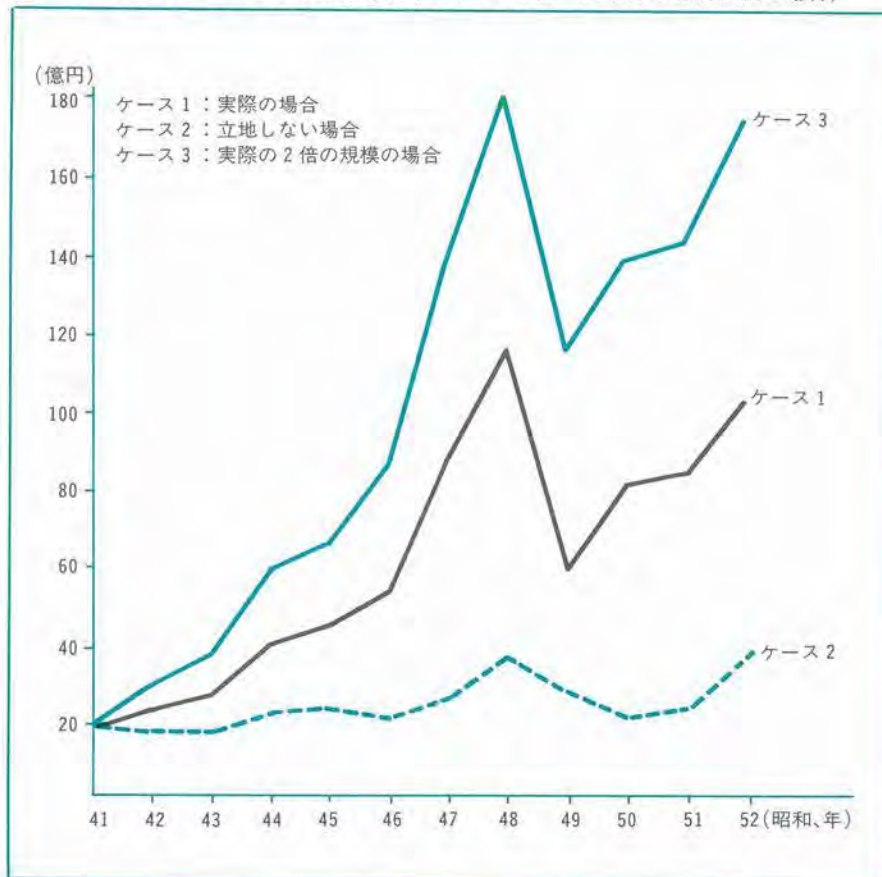
電研では上記の点を踏まえ、主に経済学的な側面から、発電所立地に伴う社会環境変化について、その主要項目点変数の相互に関連する動きを分析・予測する

ための実証モデルの構築を試みた。このとき発電所の型・地域特性を考慮し、都市近郊火力発電所、遠隔地原子力発電所、内陸水力発電所の3地点のケースを選んで計量モデルを作成し、シミュレシ

ョン分析を行った。分析の方法は発電所が立地しなかった場合、発電所の規模(投資額)が実際の規模の倍であった場合と、現実のケースとを比較して立地の地域経済へのインパクト効果を測定した。その一



図3-4-4 シミュレーションの結果の例(0町の純生産…原子力発電所建設の場合)



例が図3-4-4である。

本研究の結果、立地する発電所の型・規模、立地点の特性に応じて、立地の効果がどのように表われ、また波及していくのかが明確に捕えられるようになったといえる。今後はさらに事例を重ねながら広く詳しい分析が可能となるようにモデルを拡充していく方向で研究を進めていくことにしている。

EPRIからは、本研究の進め方、モデルの精度等、非常に優れているとの感想が述べられた。EPRIでは未だ本研究に対応する研究が行われていないとのことで、貴重な参考資料になるという評価が述べられた。

II. 景観影響予測評価

本研究は、発電所や送電線などが周囲の景観におよぼす影響に関する予測手法および評価手法を開発することを目的とするものである。ところで、発電所や送

電線などの電力施設を対象として景観におよぼす影響の予測手法も評価手法も、いまだ確立されていないのが現状である。このため、今回の研究では、まず景観の予測手法の操作性、低廉性、時間短縮、精度、臨場感の改善を目指してフォト・モンタージュ技法の改良を試みた。これはコンピュータ・グラフィックスによって電力施設(送電線を対象とした)を描画し、背景のスライド写真と光学的に合成する方法の改良である。現在までの成果では、操作性、低廉性は良くなったが、臨場感の点では更に改良が必要といえる。

つぎに、評価手法について定量的に扱える項目としてスケール比(送電設備と背景の山との高さの比)をとり上げ、心理実験を実施してデータを収集し、分析を行った。実験ではフォト・モンタージュで作成したスライドを用い、前面の送電設備は固定しておき、背景の山の高さを種々変えてみた場合、送電設備が背景との

関係で景観を見る人にどのような感じを与えるかについて、その心理的反応を測定しようとしたものである。

実験結果の一例を図3-4-5に示す。これを見ると、スケール比が0.2~0.3であると、送電設備による景観への影響は小さいと感じる人が一番多く、それが0.4~0.6になると大部分の人が中程度の影響を認めるようになる。さらに、0.7を超すと多くの人が大きな影響があると感じるようになることが示されている。

また実験では評価する人の価値観の違いによって景観の評価にどのような相違が現われるかについてもデータを取り、分析している。

EPRIでも景観評価の問題を経済的価値に変換して分析するという研究が行われているとのことであったが、本研究のように景観そのものを心理学的な手法を用いて評価するという研究はまだやっておらず、大きな関心を持つとともに、報告された研究結果は注目に値するという感想が述べられた。

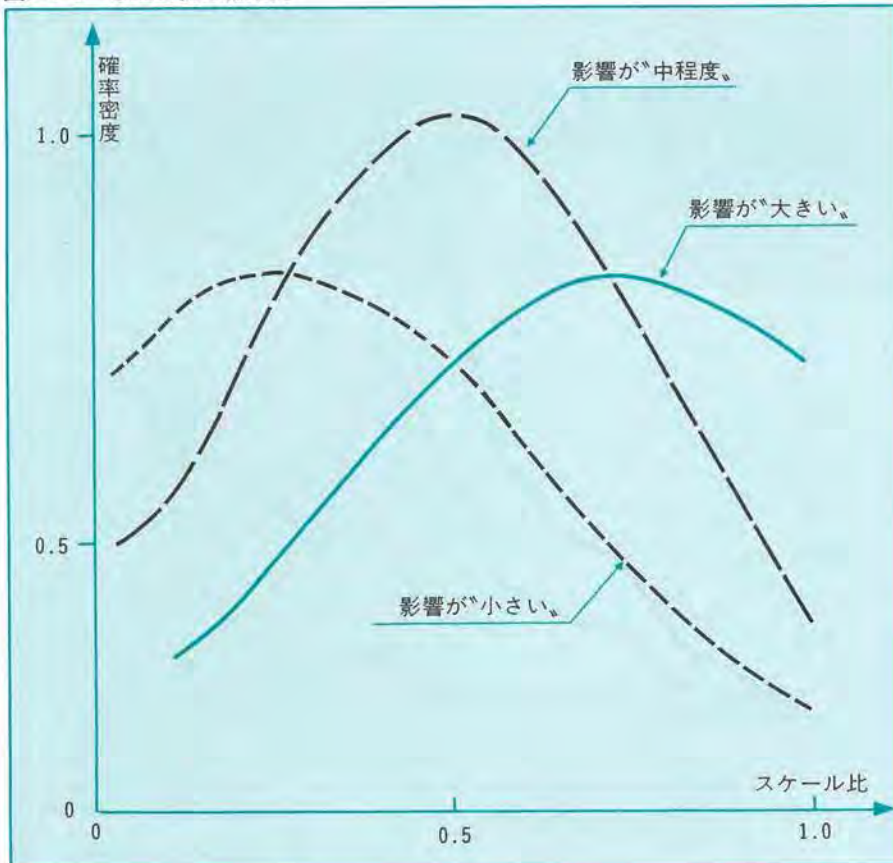
EPRIからは、社会経済・景観などに関する研究はまだ緒についたばかりであるので今回特に話題提供は行わない旨が述べられた。

日米の社会経済事情は大きく異なるので、この分野で将来どのような情報交換が可能であるか、次回の合同会議で討議することに両者合意した。アセスメント手法、景観、特にそのPublic perception(大衆の許容度)に係わる問題などが、恐らく両者の興味が一致する点であろうことにも合意が得られた。

電研提出資料

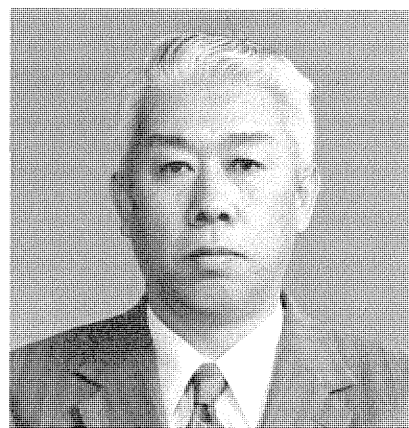
1. Study on socioeconomic impacts of power plant siting
2. Profiling and prediction methods of social impacts
3. Landscape prediction and evaluation of electric power

図3-4-5 心理実験の結果例



3-5 新発電方式

担当●電力技術研究所副所長 上之菌 博



3-5-1 燃料電池

EPRI側出席者

Dr. R. E. Balzhiser

電研側出席者

上之菌、堀内、石川(力)、
水野、竹田、田中(祀)

燃料電池に関しては、EPRIおよび電研双方共、将来の有望な石油代替エネルギー源の一つであるとの認識から、アメリカおよび日本の研究開発計画ならびに現状について情報交換を行うとともに、その将来見通しに対して討論を行った。

電研からは、通商産業省工業技術院のムーンライト計画を基に日本におけるアルカリ電解質燃料電池、リン酸電解質燃料電池、熔融炭酸塩燃料電池、固体電解質燃料電池、ならびにトータルシステムについての研究開発状況と今後の計画を紹介した。また電研における研究計画、燃料電池システムと電力系統(模擬)との連系運転結果、およびビル用システムの概念設計結果について説明した。

特に電研においてはムーンライト計画の中で熔融炭酸塩燃料電池とトータルシステムの研究開発計画に参加し、研究を実施する予定でいる。

電研提出資料

1. Research and Development Pro-

grams of Fuel-Cell Systems(Moonlight Project)

2. Research Program on Fuel Cell Power Generation in CRIEPI

3. Research and Development Condition of Major Makers

4.1- MW Demonstrator Performance Specifications

5. Phosphoric-acid Fuel Cell System Conceptual Design

6. Fuel Cell Power System (Abstract of CRIEPI Report No.178076)

7. Fuel Cell Power Plants Conceptual Design for Office Buildings (Abstract of CRIEPI Report No.180039)

EPRIからは、燃料電池計画の根拠、EPRIの燃料電池開発計画、技術の現状、燃料電池発電プラントの予想に関する紹介がなされた。ニューヨーク市にデモプラントとして建設開発しているFCG-1計画の遅れた原因については、ニューヨーク市消防局より市街地に建設することに対し安全性に不安があると、種々の試験を追加要請されたためである。

EPRIとしてはガソリンスタンドが市街地に多く建設されていること、燃料であるナフサはガソリンと変わりがないということで安全性に問題はないと説明しているが、テストや装置点検、熱交換器の冬季における氷結問題等で計画が遅れており、セルスタックは1年間何もしていないので電解質の劣化が生じた。また

昨年、LNGを発電用に使用することについて制限を加える法律ができたので、今後燃料電池への利用が心配されているが、効率が高いため燃料電池での発電用燃料として許可されることを期待しているとの説明がなされた。

EPRI提出資料

1. Fuel Cell Program Rationale

2. EPRI Fuel Cell Program

3. Fuel Cell Technology Status

4. Prognosis for Fuel Cell Power Plants

将来の燃料電池システム利用形態としては、リン酸電解質燃料電池は分散型として、また熔融炭酸塩燃料電池は火力代替のベース用として開発されるだろうとの意見の一致をみた。また詳細な研究項目や研究成果については引き続き担当者間で情報交換を行うことで合意した。

3-5-2 電池電力貯蔵システム

EPRI側出席者

Dr. R. E. Balzhiser

電研側出席者

上之菌、堀内、石川(力)、
水野、竹田、田中(祀)

新型電池による電力貯蔵システムは、近年における電気需要の変化に伴う負荷

Dr. Richard Balzhiser
Vice President of (EPRI) R&D



率の低下、電源の多様化(原子力、石炭火力のようなベース電源の増加)、需給運用から、ピーク対策用としてばかりでなく、ミドル負荷用として、いわゆるロードレベリング用として必要な技術である。

諸外国の中で、この電池電力貯蔵システムの開発・研究に最も早くから取り組んでいるアメリカで、EPRIはDOE(アメリカ、エネルギー省)とともに積極的に新型電池の開発、電力系統への影響評価などの諸研究を推進している

EPRI提出資料

1. Battery Program Rationale
2. EPRI Battery Program
3. Battery Technology Status
4. Beta, Zinc-Chloride, Zinc-Bromide Battery
5. Prognosis for Battery Power Plants

EPRIから、アメリカにおける電池電力貯蔵システム開発・研究の現状について次のような報告があった。

1. 電池電力貯蔵システムはロードレベリング用のみならず、瞬動予備力あるいは系統の周波数制御用としての可能性がある。
2. EPRIの新型電池の開発計画では、ベータ電池(ナトリウム-硫黄電池)、亜鉛・塩素電池、亜鉛・臭素電池の3つに絞られている。BEST(電池電力貯蔵システム試験)施設で試験される最初の新

型電池は亜鉛・塩素電池で1983年後半に予定されている。

3. ベータ電池は1985年を目標としている。亜鉛・臭素電池はこれよりもさらに遅くなる。現在、亜鉛・臭素電池は8kWh容量のサブモジュール電池が試験中で、80kWhモジュールにスケールアップする作業が進められている。
4. 新型電池の実証試験設備であるBEST施設の運転開始が、改良型鉛蓄電池を用いて、1981年5月末に予定されている。一方、1984年を目標にした10MW/30MWhの改良型鉛蓄電池を用いた商用規模の実証プラント計画としてのSBEED計画は、財政的理由などから再検討を行っている。

ことなどが紹介された。

電研提出資料

1. Research and Development Programs of Advanced Battery Energy Storage System
---Moonlight Project---
---R&D Plan of Advanced Battery Energy Storage System in Moonlight Project---
---Advanced Battery Energy Storage System Project Management Organization---
---New Energy Development Organization---
2. Research Programs on Advanced Battery Energy Storage System in CRIEPI
3. 1980 Fs Year Study Results on Advanced Battery Energy Storage System in CRIEPI
4. 1981 Fs Year Study Contents on Advanced Battery Energy Storage System in CRIEPI

わが国における電池電力貯蔵システムの開発・研究について、

1. 通産省工業技術院で推進しているム

ーンライト計画の一環である新型電池電力貯蔵システムの開発・研究の計画。

2. 新型電池電力貯蔵システムの開発・研究の体制。
3. 電研における新型電池電力貯蔵システムの研究計画。
4. 電研における昭和55年度の研究結果の概要と昭和56年度の研究計画。等について紹介した。

電池電力貯蔵用電池として、現在アメリカで有望視されているのは改良型鉛蓄電池である。一方、新型電池の開発は一時期急速な進歩を遂げたが、解決すべき問題が残っていること、資金的な面から開発期間の延長が余儀なくされ、初期の目標達成には時間がかかることが懸念されることなどから、日米双方の情報交換を積極的に行いたいとの見解が示された。

3-5-3 太陽光発電

EPRI側出席者

Mr. D. Spencer

電研側出席者

上之蘭、竹下(信)、滝川、
武田、田中(祀)、石川(力)、

電研から日本のサンシャイン計画における太陽エネルギー開発計画について概略紹介するとともに、特に電研が参加している光発電システム技術の開発スケジュール、規模等について説明した。また昭和53年度からサンシャイン受託研究として電研で実施してきたシステム技術開発結果の一つとして、3kW光発電システムの運転特性に関する研究成果を紹介した。

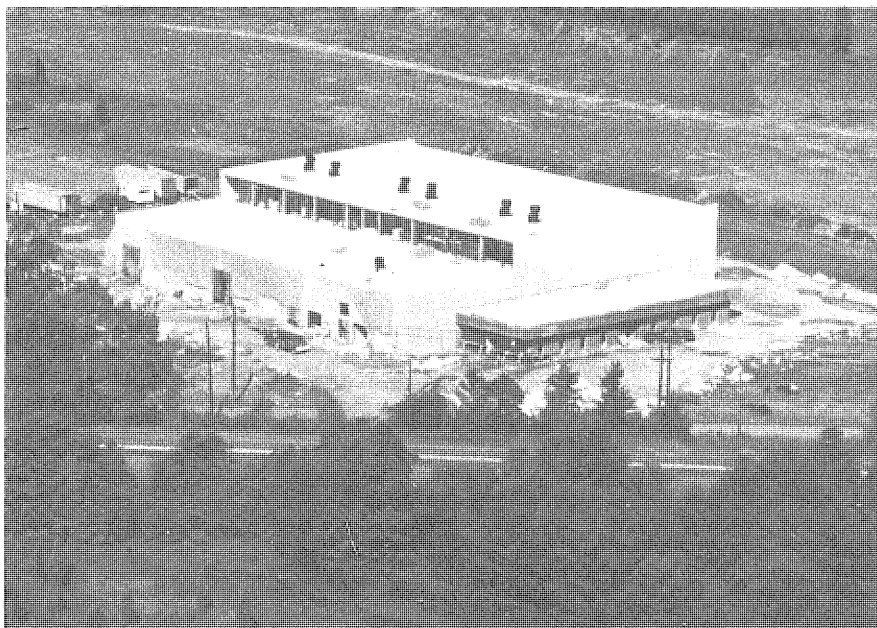
電研提出資料

1. Japan's Sunshine Project --Solar

- Energy R&D Program--
 2.R&D of Photovoltaic Conversion System.
 3.Operating Characteristics of Photovoltaic Power System.

EPRIにおいては、光一熱複合システムの研究として、現在100kW級のもので基本的研究を行っており、引き続き2.5MWのものを設計中である。光一熱複合システムは80年代後半に経済的にみて実用化されると予想しており、その場合40MW級のものとなろう。一方、光発電システムは、実用化は90年代後半であり、その場合、単結晶シリコン太陽電池では経済性からみて実現不可能であると予想しているとの見解が示された。

将来、太陽光発電システムが実用化、普及するときの形態を考えると、分散型電源として配電系統との連系を行うシステムが多くなると予想され、その場合、運用面での安全性確保に十分留意する必要がある。この問題は風力発電等自然エネルギーを利用する場合の共通問題であり、今後十分検討するとともに情報の交換を行っていくことで合意した。



BEST施設(EPRIジャーナル'81.5)

3-5-4 核融合

EPRI側出席者

Mr. D. Spencer.

電研側出席者

上之蘭、鈴木(俊)、木下、
竹田、田中(祀)、

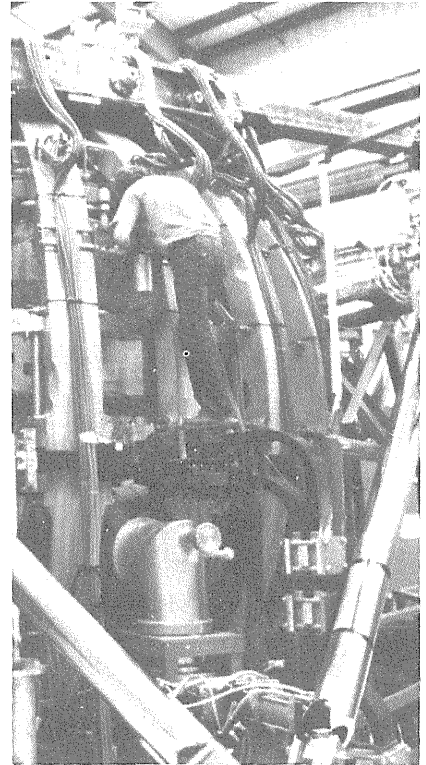
電研から日本における核融合に関する研究開発状況を紹介するとともに、電研における研究としては、核融合そのものの研究開発を行うのではなく、電気事業としての立場による研究、工学技術の査定、評価を中心に行う計画である旨を説明した。

電研提出資料

Status and Review of Fusion Research in Japan.

EPRIにおいても、電研と同じ立場をとっており、1980年に計画を根本的に変更し、技術リスクの評価、技術開発への主導性を発揮できるようにした旨の説明がなされた。すなわち、エンジニアリング試験を重要視し、これを他機関の行っ

核融合実験装置(EPRIジャーナル'79.1)



ている炉物理研究と連結させていくことや、炉周辺装置、例えば超伝導導体、耐高中性子束材料等を中心に評価を行っていくことにしている。EPRIとしては、これらレビューの結論段階で電研に参加してもらい、意見を加えて欲しいと考えているとの要望が示された。

OHTEに関する電研からの質問に対し、EPRIでは Dr. Rutherford (Princeton)、Dr. Chen (UCLA) の2名の専門家に評価を依頼しており、現在、基本的にはうまくいくであろう、ハイブリッドにして200Mwthが可能、マグネットにCuを使い超伝導でない点が良い、装置のアスペクト比が大きくメンテナンス上好ましい、プラズマのよごれや燃料供給と灰の除去等に問題がある、等の結果を得ているが、詳細については後日資料を電研に送付するとの約束を得た。

EPRIから1983年の春か夏にEPRIと電研との共同主催による核融合工学を主題とする国際会議をハワイで開催することについて提案があり、今後検討することとした。

3-5-5 地熱発電

EPRI側出席者

Mr. D. Spencer.

電研側出席者

上之菌、武田、田中(祀)、
菊地、本島

電研から日本における地熱発電の現状と電研における研究内容について紹介した。

電研における地熱発電に関する研究は、その序についた段階であり、今後の研究の方向性を明確にするために、次の諸項目について質問を行い、EPRIからの解答を得た。

I. 新エネルギーとしての地熱発電の位置付け

アメリカでは、2000年を目途に1万～1.5万MWの地熱発電の開発が計画されており、EPRIとしては、国内西側の州を中心とした浅部熱水系(1万フィートまでの地熱)がコスト的に競争性があるので、バイナリー発電として開発中である。浅部熱水系以外の地熱については、政府が過大評価している面がある。高温岩体発電を大規模な地熱発電に利用することは、現実的にも理論的にもLANLの結果よりみて現状では困難と考えている。

II. 発電サイトの地熱資源評価技術

地熱資源の具体的な評価作業は、評価会社が主体的に実施し、その資料をもとにEPRIが評価している。EPRIが直接評価作業をすることはない。評価基準について、正式にこれといったものはなく、潜在的に地熱資源の存在が知られている所を開発しているのが現状である。

地表面測定を4年前より試みているが、あまり良い結果は得られておらず、井戸を掘って評価するのが最も現実的であり、

井戸を掘らない評価技術はないと考えている。その場合も井戸一本一本についての評価が必要である。

III. 環境問題

環境問題については、アメリカも日本も同じであると思う。環境技術問題として、温排水防止技術、濃縮不可能なガスの制御技術などの開発が重要である。

討論、質疑応答の集約として今後も必要な資料の交換を行うことで合意した。

電研提出資料

Present situation of geothermal power generation in Japan and of research on geothermal power generation in CRIEPI

3-5-6 風力発電

EPRI側出席者

Mr. D. Spencer.

電研側出席者

上之菌、武田、田中(祀)、
辻、駒林、鈴木(俊)、菊地、
木下、

電研、EPRI 双方から下記の資料を提出し、情報交換を行った。

風力発電の規模として、日本では100kW程度しか考えられないが、アメリカでは2 MW級の大型風車の開発計画があることがEPRI側から明らかにされた。



地熱発電所(EPRIジャーナル'77.4)

電研提出資料

1. Present status of wind power generation in Japan
 - Report on the Science and Technology Agency's test of Futopia-
 - Status of the development of wind power generation-
 - Plan of the wind power generation by the electric utility systems-
2. Research results and plans in CRIEPI
 - Estimation of the wind power generation potential-
 - Development and experimental plans of the Darrieus-Magnus type Wind Turbine Generator-
3. Investigation on Wind Power Generation No. 279069
4. Potential of the Electric Power Resources in Japan by Wind Turbine Generators.

EPRI提出資料

1. Large Wind Turbine Generator Performance Assessment, Technology Status Report No. 1
2. Large Wind Turbine Generator Performance Assessment, Technology status Report No. 2



風力発電実験装置(EPRIジャーナル'80.3)

3-5-7 高効率ガスタービンおよび複合ガス化発電

EPRI側出席者

Mr. D. Spencer.

電研側出席者

上之菌、矢作、田中(祀)、手島、石森、深田、高成、三巻、

電研から日本におけるガスタービン研究開発の現状として、ムーンライト計画—高効率ガスタービンの開発—に関し、その開発スケジュールおよび開発目標、ムーンライト計画と電研におけるガスタービン研究開発との開発スケジュールおよび体制の関連、電研のガスタービン研究開発項目および研究成果を紹介した。

また、石炭ガス化複合発電の開発動向として、様々な化石燃料を用いた発電プラントの熱効率予測、内外における石炭ガス化技術の研究開発状況、サンシャイン計画における石炭ガス化技術の開発スケジュール、電研における石炭ガス化研究開発課題と目標、1,000MW石炭ガス化複合発電プラントの構成例を紹介した。

特に、石炭ガス化複合発電については、近い将来、公害対策、効率向上の可能性が強いということで、LNGを利用した複合発電、さらには石炭ガス化複合発電を電力会社で採用する可能性が大きいことを紹介するとともに、日本の場合、石炭を海外から輸入に頼っているため、効率向上に対してはアメリカ以上に深刻に考えており、電研として力を入れて研究を実施する考えであることを明らかにした。

電研提出資料

1. Promotion of Advanced High Efficiency Gas Turbine Technology
2. Coal Gasification Combined Cycle Power Generation
3. Technical and R&D Issues on Gas Turbine
4. Technical and Economical Issues on

Coal Gasification Combined Cycle Power Generation System

EPRIからアメリカにおけるガスタービンおよび石炭ガス化複合発電の研究開発状況として、EPRIでの技術的アプローチ方法、石炭生焚と各種石炭ガス化複合発電方式の効率・経済性比較、石炭ガス化複合発電プラントの信頼性・利用率向上、石炭ガス化複合発電プラントのシミュレーション、ガスタービンの信頼性・性能改善、Cool Waterプロジェクトのシステム構成および設計、建設、運転計画、の紹介がなされた。この中で各種石炭ガス化複合発電方式について、EPRIとしては、第1にTexaco炉、第2にBGC炉を推奨する。SC炉については、完全なフローシートが手に入っていないので、推奨できる段階まで検討できていない。また、ガスタービンの信頼性、性能改善目標としては、MTBFについて、現状の125~175時間を1,000~3,000時間に、利用率については80%から90%に、TIT(タービン入口温度)については1,900°Fから2,200°Fにしている。

Cool Waterプロジェクトでは、予備のガス化炉を設置するかどうか検討中であるが、もし設置した場合、利用率は49%から67%に向上するが、資金が900万ドル程度増えるので、プロジェクト参加者はあまり賛成していないとのことである。

なおEPRI側からの資料は後日電研に送付されることが約された。

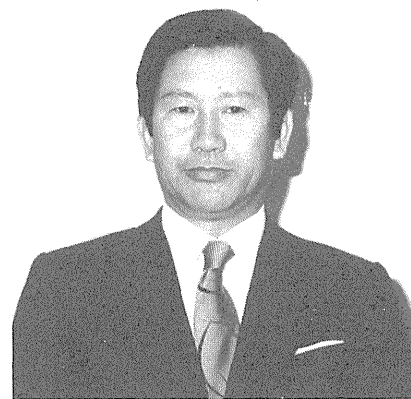
EPRI提出資料(後日に送付)

1. BGC-Lurgi Slugging Gasifier
2. Florida Power Plant (WH PACE)
3. Texaco Gasifier (Overhansen)
4. Cool Water Project (American Power Conference Paper)

本課題は、日米ともに重要な研究開発課題であるので、今後とも活発な情報交換を行うことで合意した。 ●

3-6 石炭燃焼システム

担当●立地・環境研究総括室長 大塚 唯男



3-6-1 石炭の有効利用新技術

I. 石炭の有効利用新技術の動向

EPRI側出席者

Mr. D. F. Spencer

電研側出席者

大塚、辻、鈴木(治)、佐藤(幹)、
小野(達)、長谷川、藤森、石森、
遠藤、水落、田中(隆)

電研長期電力需給問題研究会がとりまとめた「石炭新利用技術の電力への適用とその評価」(総合報告 Z02 昭和56年3月)について説明した。

発電用炭の大部分を海外に依存しなければならぬわが国においては、石炭か

ら電力へのエネルギー転換技術だけでなく、環境問題も含めて、海外での採炭から輸送、受入れ、発電までの各段階を経済、技術の両面より評価し、発電のための石炭新利用技術をトータルシステムの中で位置づけて、今後の新技術の選択や研究開発の方向づけをすることが、日本の場合特に重要なことと考える。本報告は、この考え方に基づいて、石炭液化油や溶剤精製炭およびメタノールなどへの転換利用、COM、石炭・水スラリー、溶剤精製炭・重油混合燃料等による流体化、輸送および石炭ガス化複合発電、流動床燃焼発電等の新発電方式等の開発の現状と問題を検討し、評価したものである。

これに関し、Mr. Spencer から、EPRI

でも同様な評価をしており、結果は、大体、電研のものとよく似ている。近く出版されるので送るから参考にしてほしい旨の発言があった。

この他、今後の環境規制の動向などについて意見交換が行われた。

電研提出資料

Applicability of New Coal Utilization Technology for Electric Power Generation(図、表抜粋、総合報告 Z02、昭和56年3月)

II. SRC-重質油スラリー燃料(SOM)の燃焼

EPRI側出席者

Mr. D. F. Spencer

電研側出席者

大塚、辻、鈴木(治)、佐藤(幹)、
小野(達)、長谷川、藤森、石森、
水落、田中(隆)

この研究は、第2回電研-EPRI合同会議(昭和53年5月)を契機として、昭和54年4月より56年3月まで2ヶ年の計画で、EPRIから石炭液化精製炭(SRC-I)の提供をうけ、SRC-重質油混合燃料の調製と燃焼試験を電研が分担し、共同研究として実施してきたもので、得られた主要な成果を報告した。

SOMは、石炭の液化処理により灰分と硫黄分を除去したSRCと重油との混合



Mr. Spencer を囲んで

図3-6-1 温度粘度曲線

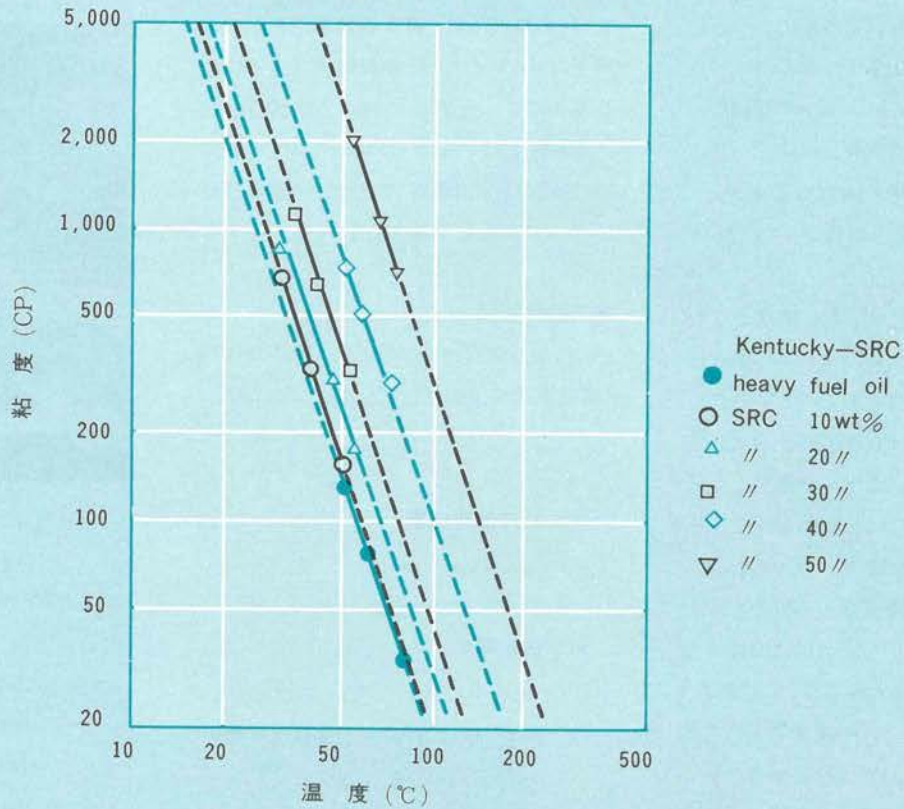


図3-6-2 CO濃度に及ぼすO₂濃度の影響(Kentucky炭)

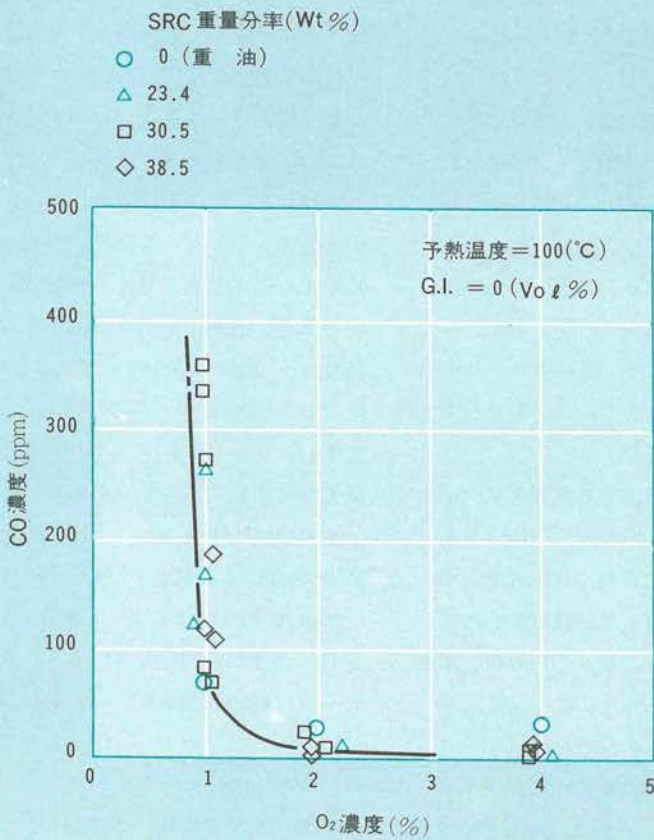
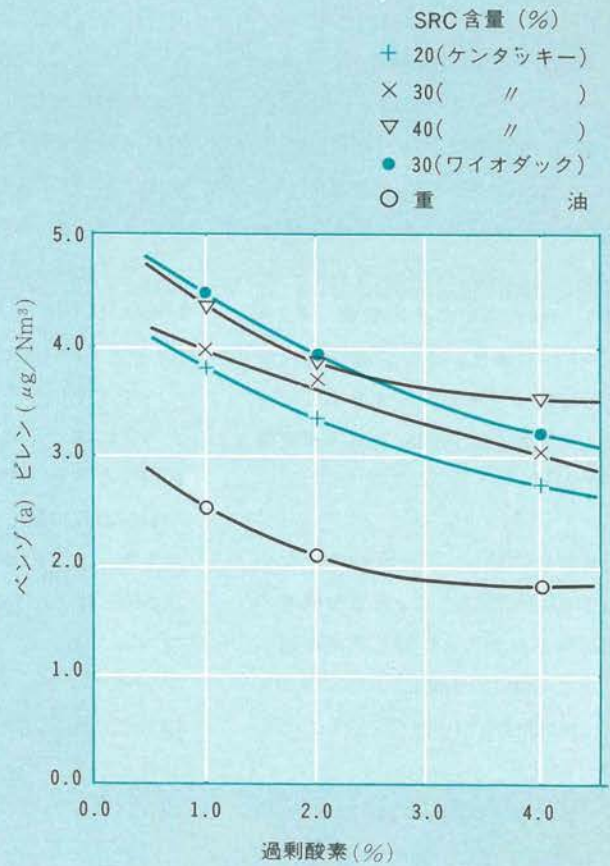


図3-6-3 過剰酸素濃度とベンゾ(a)ピレン濃度



燃料で、重油ボイラに使用しうる可能性のある省石油型の燃料である。

検討課題は以下の通りである。

1. SOM(SRC-Oil Mixture)の性状
2. SOMの燃焼特性と排ガス性状
3. SOMの排ガス中の未燃微量成分
4. 重油焚きボイラ用燃料としてのSOMの適用性

1. SOMの性状 SOMの粘度および予熱の難易さからSOM中のSRC濃度は実用上50wt%が最高であることを示した。(図3-6-1)また、SOMの流動性および安定性の検討を行い、スラリー燃料としてはCOMとほぼ同様の性質をもつことを明らかにした。(研究報告：280047)

2. SOMの排ガス特性 NOx濃度はSRC濃度が高くなると直線的に増加することが認められ排ガス中の過剰O₂濃度の影響はSRC濃度が高い程顕著であることを明らかにした。SOMの燃焼条件としては排ガス中の過剰O₂濃度を1.5%以上、噴霧予熱温度を100°C以上とすることが望ましいことを示した。(図3-6-2)。

SOM燃焼時の炉内温度分布および炉壁の熱流束分布は、重油燃焼時と比較して火炉の後部伝熱面の負荷が上昇することが認められた。(研究報告：280017)。

3. SOMの燃焼排ガス中の未燃微量成分(POM、シアン、メタン、非メタン炭化水素) 排ガス中の過剰酸素濃度、SOM中のSRC濃度、排ガス混合量比が増大するに従って未燃微量成分濃度は増大することを示した。(図3-6-3) (研究報告：280029)

以上の報告に対し、Mr. Spencer から、はじめての共同研究として、貴重な成果の報告が提供されたことに対し謝辞が述べられ、また SOMの燃焼についてのworkshopなどの開催も検討してみたいなどの見解も示された。

アメリカでは、SRC-Iは1990～1995年には、石油より安くなると見込んでおり、SOMに関しては、エネルギー省(DOE)

Pittsburg Energy Technology Centerが強い関心を持ち、研究開発を進めている。

また、NOxの生成、燃焼排ガス中のばいじんの除去、配管系における堆積などSOM燃焼に関することのほか、石炭液化油(H-COAL, EDS)の重質分の燃焼試験についての意見交換が行われた。

電研提供資料

Combustion Test of SRC-Oil Mixture
(研究報告：280017、280029、280047)

Ⅲ. 石炭液化技術

EPRI側出席者

Mr. D. F. Spencer

電研側出席者

大塚、辻、鈴木(治)、佐藤(幹)、
小野(哲)、長谷川、藤森、石森、
水落、田中(隆)

EPRIは、米国政府・企業のみならず西独政府やRuhrkohleとも緊密な関係を保ちつつエネルギー開発研究・政策の推進に努力している。

石油代替燃料取得の観点より、電力業界においては石炭の液化・ガス化が重視されているが、経済性は、低・中カロリーガス化が量も優れており、次いで直接的液化(EDS, H-Coalなど)、間接的液化(メタノール合成など)の順である。シェールオイルの利用は、低・中カロリーガス化に次いで経済的であるが電力への利用はなさそうである。

石炭液化に関しては、量重要プロジェクトとして、EDS, H-Coal, SRC-IおよびSRC-IIをあげることができる。SRC-IIプロセスは、米・日・西独政府レベルでの国際プロジェクトとなっているが、米国および西独政府の意向により遠からず中止になるものと思われる。米国政府は、現在民間主導型のエネルギー開発を指向している。

以下に上記4大石炭液化プロジェクト

Mr. Dwain Spencer
Director, Coal Combustion Systems Div.



の現状を述べる。

1. EDSプロセス Texas州Baytownで現在250t/dの大型パイロットプラントの運転が開始されている。イリノイNa6炭を用い180-200t/d(乾炭ベース)の規模で試験運転が行われているが、すでに1,500時間程度になる。運転を開始してまもない頃、エロージョン、コーキング、スラッキングなどのトラブルが発生したが、現在はすべて解決済みである。

最近、液化残渣(蒸留残渣)スラリーを一部循環させること(ボトムリサイクル方式)により液化油収率が大幅に増大することを見いだしている。Exxon Research & Eng社は、パイロットプラントを本年7月末までにボトムリサイクル方式に変更する予定である。液化残渣(ボトム)の残りは、Texaco部分酸化方式によりガス化する。EDS法の一つの特徴となっていたフレキシコーキングユニットによる残渣処理は中止するもようである。

2. H-Coalプロセス Hydrocarbon Research社はKentucky州Catlettsburgで600t/d規模のパイロットプラントを建設し、試運転を開始している。合成原油モード(約200t/d規模)にて約45日間の運転が行われているが、気液分離塔でのコーキング、ハイドロクロンでのスラッキング、真空蒸留塔での作動不良など多くの問題がまだ解決されていない。

本プロセスにおいては液化反応塔の温度は870°Fであり、典型的水添型触媒を用いた沸騰床を特徴としている。プロセス開発初期段階では、触媒を再使用する方を指向していたが、現在運転中のパイロットプラントでは使い捨て方式とするようである。液化残渣処理はTexaco部分酸化方式を用いる。EDSプロセスの場合と同様、商用プラントは10,000t/d程度となる予定であるが、スケールアップにおける最大の問題はコーキングである。

3. SRC-I、SRC-IIプロセス SRC-IおよびSRC-IIプロセスでは、それぞれ50t/dおよび30t/d PDUの次にいずれも6,000t/dの実証プラントを建設することが予定されている。EDS, H-Coalプロセスなどと比較してスケールアップの割合は極めて大きく、かなりのリスクをとまなうものと考えられる。SRC-II実証プラント建設計画は中止になる可能性が強いが、SRC-Iプロジェクトは存続するものと思われる。現在6,000t/dの

SRC-I実証プラント計画がWheelabrator Fry社およびAir Products & Chemicals社とから成るInternational Coal Refining Co.により推進されている。

EPRIが支援しているWilsonvilleのSRC-I PDUでは、低硫黄含量の溶濟精製炭の製造技術を最近開発している。問題とされている固液分離には、Kerr McGee社のCritical Solvent Deashing(CSD)法が優れているとの評価がなされている。

4. 石炭液化油 EDSおよびH-Coalの重質留分はアップグレーディングなしで、ボイラー燃料油として使用できる。中質留分はガスタービン用燃料として用いられることになるが、複合発電ではアップグレーディングでSO₂およびNO_xを除去する方が、Catalytic Denox Combustorを使用するより経済的と思われる。環境面については、大型パイロットプラントがまだ十分稼働しておらず液化油の製造量が少ないこともあり、今後の課題である。

なお、EPRIは石炭液化油の燃焼テス

ト(フルスケール)を行うことを計画しており、電研側に実施の意向があれば便宜をはかりたいとの提言があった。

IV. 石炭火力プラントの超高温・高圧化技術

EPRI出席者

Mr. K. Yeager

電研側出席者

大塚、桑原、深田、松田
佐藤(幹)、新田(義)、
横山(隆)、杉本、出口、

石炭新利用技術の研究開発が内外で積極的に行われており、脱石油の主力として大きな期待がかけられている。しかし、ここ当分の間は、発電方式としての主力は微粉炭火力である。海外炭への依存度の大きい日本では省エネルギー、コストの面から発電プラントの効率向上は重要な課題である。

表3-6-1 各種方式による石炭火力プラントの開発状況

	効 率 %	資 本 費 ドル/kW	送電端コスト (Busbar Cost) (1,980-2,010) ミル/kWH (1ミル=1/1,000ドル)	開 発 動 向	最初の商業用装置
*1 Conventional PC/FGD (2,400psi, 1,000F/1,000F)	34~36	900~925	76~78	商業化	現 在
*2 Advanced PC/FGD (4,500psi, 1,100/1,050/1,050)	38~40	950~1050	70~75	要素技術改良	1,991
*3 AFBC	35~36	765	71	パイロットプラント	1,992
*4 PFBC	38~40	800	67	プロセス開発	1,995
*5 GCC-Texaco -2,000°Fタービン	36	935	73	実証試験	1,991
-改良型燃料電池	48	1,070	64	プロセス開発	1,995
-2,600°Fタービン	40	875	70	プロセス開発	2,000

*1 現在の微粉炭だき石炭火力発電所(湿式石灰石排煙脱硫装置付)

*2 改良型微粉炭だき石炭火力発電所(湿式石灰石排煙脱硫装置付)

*3 常圧流動床燃焼プラント

*4 加圧流動床燃焼プラント

*5 テキサコ噴流床ガス化炉を用いたガス複合発電

EPRIで検討中の火力プラントの蒸気条件の超高温、高圧化によるプラント効率向上策は、日本においても極めて関心のもたれる課題である。

EPRIが検討を行った主目的は、

1. 石炭火力の向上の可能性
 2. 石炭火力の研究開発要点の明確化
- である。

研究委託は、以下の2チームにより行われている。

i) GE社、B&W社、ギルバート協会、電力会社

ii) WH社、CE社、ストーンアンドウェブスター社、電力会社

結論としては、

非常に信頼できる発電技術が効率向上を行っても可能であるとの両者同様の見解に達した。

表3-6-1に、脱硫装置付き既設微粉炭火力・脱硫装置付き改良型微粉炭火力・常圧流動床燃焼火力・加圧流動床燃焼火力およびTexacoガス化炉を用いたタービン入口温度2,000°Fと2,600°Fのガス・蒸気複合発電と改良型燃料電池複合発電における経済要因および開発動向比較を示す。ただし、既設微粉炭火力の蒸気条件は圧

力 2,400 psi (169 kg/cm²)、主蒸気温度 1,000°F(538°C)/再熱蒸気温度 1,000°F(538°C)であり、改良型微粉炭火力では圧力 4,500 psi(316kg/cm²)、主蒸気温度1,100°F(593°C)再熱蒸気温度1,050°F(538°C)/1,050°F(538°C)と超高压・高温化がなされている。

表から明らかなように熱効率的には、ガス化燃料電池複合発電が48%と高い。

しかし、信頼性・効率向上および開発リスクなど総合的に評価した場合、最も確度のあるプラント技術は、超高温・高圧化した改良型微粉炭火力である。なお、EPRIにおける超高温・高圧化の検討においては、現用材料の改良を前提としているため新材料の開発された場合には更に100°Fの蒸気温度の向上即ち、熱効率の更に増加が期待できる。

現在米国では石炭価格が約1弗/100万BTUと安いと安いため、高温・高圧化の利点は少ないが、将来燃料価格の上昇は必須であり、それが2弗/100万BTU以上になった場合十分な経済的利点が発揮される。ちなみに日本においては2.5弗/100万BTUであり、十分過ぎる経済利点があると言える。

このように特に日本にとって、今後の石炭火力は重要な課題であり、EPRIにおいても新材料開発による超高温・高圧化技術の開発計画も続行されることから、活発な情報交換の必要性が確認された。

EPRI提出資料

1. Comparison of Advanced Coal-Based Generating Options
2. Technology for Increasing Electric Utility Utilization of Coal

V. 流動床燃焼

EPRI側出席者

Mr. K. Yeager

電研側出席者

大塚、小谷田、渡辺(正)、
佐藤(幹)、長谷川、小泉、
藤森、田中(隆)、新田(義)、
横山(隆)

1. 米国における流動床燃焼技術の開発理由とその目標

流動床燃焼技術は、その燃焼原理から炭種を選定する必要がなく、安価な低品位炭の利用が出来ること、および大気汚染防止に係るEPAの規制を炉内処分で遵守することができ、しかも小型化できるボイラであることが主な理由で開発されている。

この流動床ボイラの開発は、多炭種に使えるよう柔軟性のあるボイラとして進められ、プロセスについては解決されており、産業用に用いられつつあるといえる。しかしながら、電気事業用としては、エンジニアリング面に不確定な要素が残されているので、その設計資料を得ることを開発目標としている。この電気事業用における開発はTVAプロジェクトのB&W(6'×6')プラントで進められており、その検討事項は燃焼効率を85~95%以上とすること、脱硫率を90%以上とし、この時のCa/Sモル比を2程度とすること、



Mr. Yeager を囲んで

およびNOx低減対策などがあげられている。

2. 米国における主なプロジェクトの動向

最初の流動床ボイラである Riversville プラントでの研究は段階的に縮小されつつあり、現在は稼動していない。

現在はTVAプロジェクトのB & W(6'×6')プラントで開発が進められ、このプラントにおける主な結果から、EPAの規制を守ることが出来ること、ならびに低級リグナイトから高品位な燃料に切り換えても出力は全く変わらないことなどが明らかにされている。この開発成果は、TVA 20MWプラントの設計に反映され、現在建設が進められており、56年度には建設も終り、来年度中には結果が出る予定である。このTVA20MWプラントにおける検討事項は、空塔速度の影響、熱伝達率の検討などであり、この研究開発成果によってTVA200MWデモプラントの詳細仕様が決められるとともに、建設計画の決定もなされる。このようなことから、TVA200MWデモプラントの計画などは、来年度中には明らかになるといえ、現状では数社がその基本構想を検討している段階であるといえる。

3. 常圧流動床燃焼 (AFBC) と加圧流動床燃焼 (PFBC) の評価

流動床燃焼はまだ発展の可能性があり、次の時代のために進めて行くことが必要な燃焼技術である。この燃焼技術におけるAFBCとPFBCの評価は現時点でまとめてみると表3-6-2のようになる。電気事業用として見るとPFBCの技術開発はあまり進んでおらず、AFBCよりリスクが大きいといえる。しかし、PFBCの効率は良いので、電気事業用として調査をする価値がある。

4. 発電用ボイラとしての常圧流動床燃焼ボイラの位置づけと既設ボイラの改造計画

発電用AFBCボイラは、米国における

電力業界が不況なこと、およびAFBCの特徴である小型ボイラ、低コストということなどを考慮して小容量の発電用と考えているが、これらは200MWデモプラントの結果によるといえる。また、このボイラの建設は、その特徴を生かし、西部など水の少ないところで低品位炭の使用できる場所が考えられる。

さらに、AFBCボイラにおける環境規制の対応は、パイロットプラントの実績から微粉炭ボイラの規制に合わないようなデータは出ておらず米国ではあまり問題になっていない。特に脱硫率はCa約1.5モルで90～95%を達成しており、これは灰中アルカリ分が高いとさらにCa使用量が減少すると考えられるので問題はない。またNOxは現在200～250ppm以下となっており、テストプラントでは50ppmを得た実績もあり、微粉炭ボイラより容易にコントロール出来ると思っている。

既設発電所をAFBCボイラに改造する計画は、立地条件を考えた改造計画もあるが重点はおいておらず、むしろその必要性は大きくないと思っている。しかし、今後20年間は新しい技術による発電所が

出来ないと考えられることから、AFBCは既設発電所の容量を上げるために使用されると考えている。

5. 今後の情報提供について

今後の調査検査をするための情報としてはEPRIよりテストプラントの結果を提供できる。

電研提出資料

日本における流動床燃焼技術開発の現状

3-6-2 石炭火力の環境対策

I. 環境対策技術に関する研究

EPRI側出席者

Mr. K. Yeager

電研側出席者

大塚、鈴木(治)、永山、松田、
渡辺(正)、佐藤(幹)、小泉、
田中(隆)、新田(義)、鈴木(俊)、
杉本、出口

電研における研究の概要を説明した。
すなわち、石油に替わる化石燃料として、

表3-6-2 常圧流動床燃焼と加圧流動床燃焼の評価

常圧流動床燃焼ボイラ (AFBC)	加圧流動床燃焼ボイラ (PFBC)
(1)低品位炭の利用ができ、環境規制にも対応できる。	(1)PFBCの技術はあまり進んでいない。
(2)AFBC技術のプロセスは解決しているがエンジニアリング面に未確認事項がある。	(2)PFBCはリスクが大きいですが、効率が良いので電力用として調査する価値はある。
(3)微粉炭ボイラより小型であり、コストが低い。しかし構造が複雑であるので初期の設備投資は多くなると考えられる。	(3)PFBCによる複合発電方式は石炭をそのまま使う方式として良いと考えている。
(4)AFBCの建設は西ドイツ・ルルギーと協定して進めている。このボイラの特徴はガス再循環による低NOx化が期待できることである。	(4)この方式の発電の主は蒸気タービンとし、ガスタービンは空気の過給用として考えている。しかしガスタービンの信頼性が問題である。
(5)脱硫剤は灰処理上からも少なく(Ca/S≒1目標)できると考えている。	(5)この方式の要めは、クリーンアップでありEPRIとしては高温、高圧下におけるフィルターを開発しており、この方法が長期的にみれば信頼性を有する方式になると評価している。
(6)AFBCボイラの運転は微粉炭ボイラと同じと考えている。	(6)PFBCのパイロットプラント、クリーンアップはカーティスライト社など数社投資し、開発しようとしている。
(7)AFBCは発電所の容量を増すために使用されると考えている。	(7)PFBCの発電効率はネットで38%程度と考えており、その出力は計画値で500MWである。
(8)AFBCは小型、低コストであることから、小容量の発電用として考えている。	

石炭火力の立地に伴う環境問題とその対策研究については、かねてより先行的に研究を進めてきており、現在、プロジェクト研究「石炭火力環境対策技術」として、当所の機械、化学、生物、土木など各分野の研究者からなる総合研究に取組んでいる。

特に重点は、海外炭の発電用炭としての評価技術の確立と、石炭中の微量成分の挙動とその影響評価に関する課題である。前者については、石炭燃焼試験炉(石炭燃焼量100kg/h)を新設し、実験をすすめており、後者については、ボイラや立地点における現地調査も含め、総合的な検討をしている。石炭燃焼試験炉についても詳しく紹介した。

以上の説明に対し、Mr. Yeagerから、石炭燃焼試験炉による研究には関心があるので研究成果については是非、紹介してほしい、また、アメリカ炭についても燃焼試験評価してほしい旨の要望がなされた。

石炭微量成分の挙動に関しては、立地

推進上、重要なことなので、双方で情報を交換し合うことにした。

電研提出資料

「石炭火力環境対策技術」大型総合研究計画(1980)

II. 排煙の乾式脱硫

EPR側出席者

Mr. K. Yeager

電研側出席者

大塚、小泉、関、田中(隆)、
新田(義)、横山(隆)

日本における石炭火力発電所の排煙脱硫装置は、湿式・石灰石-石膏法が主体となっている。しかし、この方式は多量に生成する石膏の処理、用水の確保、排水の処理、処理排煙の昇温などの問題があるので、こうした湿式法での問題点を解決するものとして、乾式排煙脱硫装置の開発が進められている。米国では、3つのタイプの乾式法が考えられている。

1. 石灰乳による脱硫法

図3-6-4に示されるように、Rockwell社

が考えているもので、エアーヒーターを出た150°C程度の排ガスをスプレードライヤー式の吸収塔(石灰乳使用)で80~90%の脱硫をする。石灰の使用量はSO₂に対し、ほぼ理論量(1モル)である。石灰乳スラリーは排ガスの熱で乾燥され、亜硫酸カルシウム、フライアッシュおよび少量の炭酸カルシウム、石膏などの混合粉末となってバグフィルターで除去される。

米国における新設の石炭ボイラーのSO₂排出基準は1979年5月に改正され、一般の石炭には30日間平均で脱硫率90%が要求される。このため、高硫黄炭に対しては、本方式は適用できない欠点を持っているが、建設コストが安い上、副産物も捨てやすいことなどの利点がある。

2. 炭酸ナトリウム粉末を用いる方法

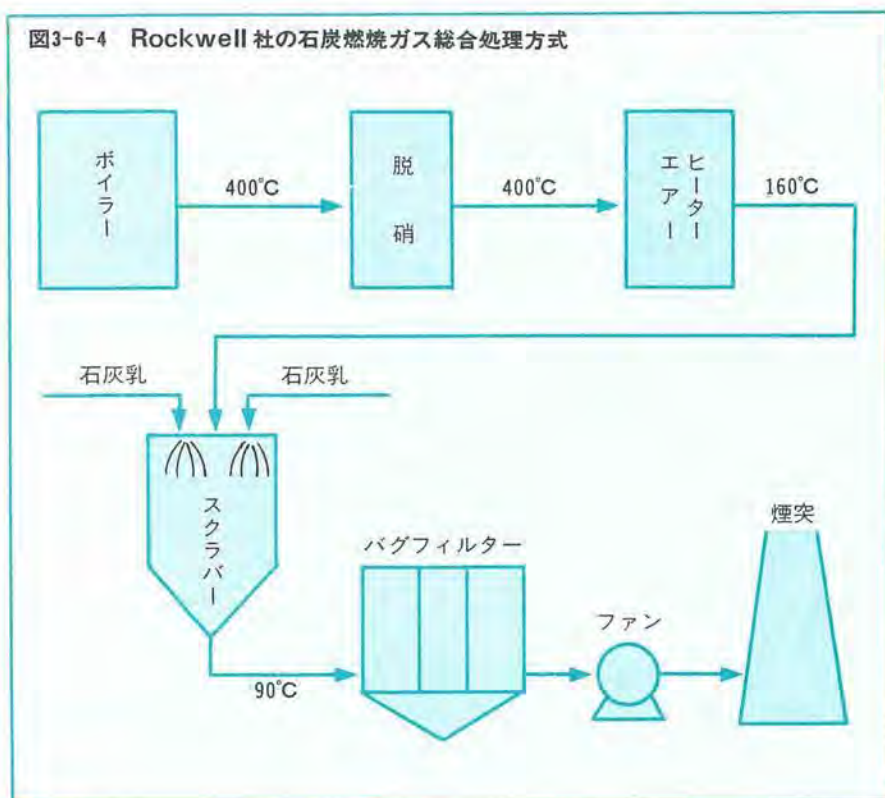
石灰乳のかわりに、炭酸ナトリウムの粉末を吹込む方式も検討されており、コロラドの発電所で試験した結果、70%以上の脱硫率が得られたとのことである。ナトリウム塩の使用量は理論量の1.1~1.2倍であり、上記と同様に、低硫黄炭だきボイラー排ガスに適している。本年末には、100MWデモプラントを設置して、使用したナトリウム塩の再生試験を行う予定である。

3. 活性炭による方法

この方法は、活性炭によるSO_xの吸着処理である。副産物は、元素硫黄として回収するものであり、米国では、石膏に比べて利用価値が高いので注目されている。これは、Foster Wheeler社が開発したもので、活性炭に吸着されたSO₂を脱離して得られる濃厚SO₂ガスを加熱した石炭の層を通して還元し、硫黄の蒸気とし、これを凝縮させて硫黄を回収する。実際には反応によって硫黄蒸気以外に若干のH₂S、COS、CS₂などのガスも生じる。反応温度は500~750°Cであり、反応熱でほぼ所定の温度が維持できる。

米国での小規模テストに続いて、ドイ

図3-6-4 Rockwell社の石炭燃焼ガス総合処理方式



ツのLünnenのBergliau Forschungの設備(42MW)でテスト中である。ただし、反応に適当な質の石炭を選ぶ必要がある点と、生成した硫黄の蒸気によって凝縮装置に詰まりを生じやすい点が問題である。

なお、これと似た方式は、わが国でも電源開発(株)の竹原火力発電所1号ボイラ〔石炭焚：電気出力250MW〕に建設され、排煙の一部10,000Nm³/Hを使用して試験を実施しており、また電力9社は重電メーカー3社と共同で、活性炭を用いた乾式脱硫プロセスを開発しており、テストプラントが奈井江、江別発電所（北海道電力）、および大村発電所（九州電力）に建設中である。

III. 湿式排煙脱硫と排脱排水処理

EPRI側出席者

Mr. K. Yeager

電研側出席者

大塚、小泉、田中(隆)、
新田(義)、横山(隆)

わが国の電力会社に設置されている湿式脱硫装置の概要と排脱排水処理に関して報告した。

現在、重原油用32基と石炭用8基の湿式脱硫装置が設置されており、全排ガス

Mr. Kurt Yeager

Director, Coal Combustion Systems Div.



処理量は、おおよそ10,000MW相当である。方式別では、石灰-石膏法が最も多く29基であり、亜硫酸-石膏法が6基、その他5基となっている。特に、石炭火力発電所に設置された湿式脱硫装置の概要を表3-6-3に示す。

排脱排水を処理する上で、特に問題となったのは、ジチオン酸等のCOD成分であった。これらのCOD成分は、通常の排水処理設備では処理できないので、図3-6-5に示されるような吸着法または硫酸熱分解法のいずれかによって処理を行い、規制値をクリアしている。

また、今後排水規制が予想される窒素規制に関して、これまでに電研で得られた結果を報告した。すなわち、排水中の窒素化合物は、使用燃料および排脱装置

の方式の違いによって異なること、それらの処理方法などに関して説明した。

電研提出資料

1. Flue Gas Desulfurization
2. Waste Water Treatment

IV. 集じん技術

EPRI側出席者

Mr. K. Yeager.

電研側出席者

大塚、鈴木(治)、永山、松田、
渡辺(正)、佐藤(幹)、鈴木(俊)、
杉本、出口、

火力発電所における集じん性能向上対策として電研が各電力会社に協力、実施されている現状および、現在、重点的に行っている高性能集じんに関する電研の研究について説明した。

1. 集じん性能向上対策

(i) 槌打時の再飛散防止

集じんに捕集したダスト(フライアッシュ・重油灰)を払い落す際に再飛散が起こる。これによる集じん性能低下を防止するために電気集じん器(EP)をガスの流れ方向に数分割し、ダンパを順次開閉し、ダンパ閉止時に集じん板の槌打を行っている。

表3-6-3 日本における石炭火力の排脱の現状

1981年3月現在

電力会社	発電所	ユニット数	出力 (A) kW	排脱処理 相当出力 (B) kW	処理 ガス量 Nm ³ /h	(B)/(A) (%)	排脱 プロセス	メーカ	副生品	運転開始	燃料
中国電力	下関	1	175,000	175,000	620,000	100	石灰-石こう	三菱重工	石こう	1979.7	重油・石炭
電源開発	磯子	1	265,000	265,000	900,000	100	石灰-石こう	石川島播磨	石こう	1976.3	石炭
		2	265,000	265,000	900,000	100	石灰-石こう	"	石こう	1976.5	石炭
	竹原	1	250,000	250,000	840,000	100	石灰-石こう	三井三池	石こう	1976.2	石炭
		2	250,000	250,000	840,000	100	石灰-石こう	"	石こう	1976.3	石炭
	高砂 松島	1	250,000	250,000	852,000	100	石灰-石こう	日立	石こう	1977.2	石炭
北海道電力	苫東厚真	1	500,000	375,000	1300,000	75	石灰-石こう	石川島播磨	石こう	1981.1	石炭
北海道電力	苫東厚真	1	350,000	175,000	610,000	50	石灰-石こう	日立	石こう	1980.10	石炭

(ii) フライアッシュの調質

ダストの見掛電気抵抗が高く(10¹¹Ω-cm以上)になると、逆電離現象が起り、集じん性能の低下をまねく、フライアッシュは見掛固有抵抗が高いため排ガス中に硫酸の熱分解によるSO₃などの調質剤を注入しフライアッシュの見掛固有抵抗を下げEPの集じん性能低下を防いでいる。

(iii) 重専ボイラ用EPのアンモニアガスの注入

ダストの見掛固有抵抗が低く(10⁴Ω-cm以下)になると、ジャンピング現象が起り、集じん性能の低下をまねく。重専ダストは見掛固有抵抗が低いのでアンモニアガスを煙道に注入しEPの集じん性能の向上およびアシッドスマット発生の抑制を図っている。

(iv) 発生ダストの低減法

ダストの発生を少なくすることにより集じん装置の負荷を低減し、集じん性能

を向上させる方法として(a)燃料油中への水注入、(b)燃料油の磁界処理、(c)燃料油中へ添加剤の使用などが試みられている。

(v) EPの放電極の肥大

長期間のEP連続運転において、集じん作用と逆の力が働き放電極が肥大し、集じん性能が低下する。EP内の放電極肥大状況を写真観測により把握し、EPの水洗時期などの最適運用方法について検討している。

2. 高性能集じん技術

(i) 静電炉過集じん器

粒子充填層に荷電した静電炉過集じん器は、静電効果によりサブミクロンばいじんの捕集性能が非常に向上することをベンチスケール実験により確かめた。さらに、静電炉過集じん実験装置を設置し、燃焼排ガスを用い、イオナイザー方式による予備荷電を行う2段階電粒子充填層

集じん器の集じん性能を実験検討している。

2段階電粒子充填層集じん器のサブミクロンばいじんの集じん性能は現段階では図3-6-6に示すように、EPとバグフィルタのほぼ中間的な値となっている。今後は、バグフィルタと同程度の集じん性能を得るための検討を進めている。

(ii) 高温空気中のコロナ放電

電気集じん器内の放電現象を基礎的に解明することを目的とし、常温から約500℃までの直流コロナ放電特性とフラッシュオーバー電圧特性を実験的に解析し、図3-6-7に示すように高温(約400℃以上)では、負極性電圧よりも正極性電圧のコロナ電力の方が大きくなる領域がフラッシュオーバー電圧までに存在する。これは高温集じんで正極性電圧による運転の可能性を示唆している。

電研提出資料

1. Pulverized Coal Combustor

図3-6-5 排脱排水中のCOD処理図

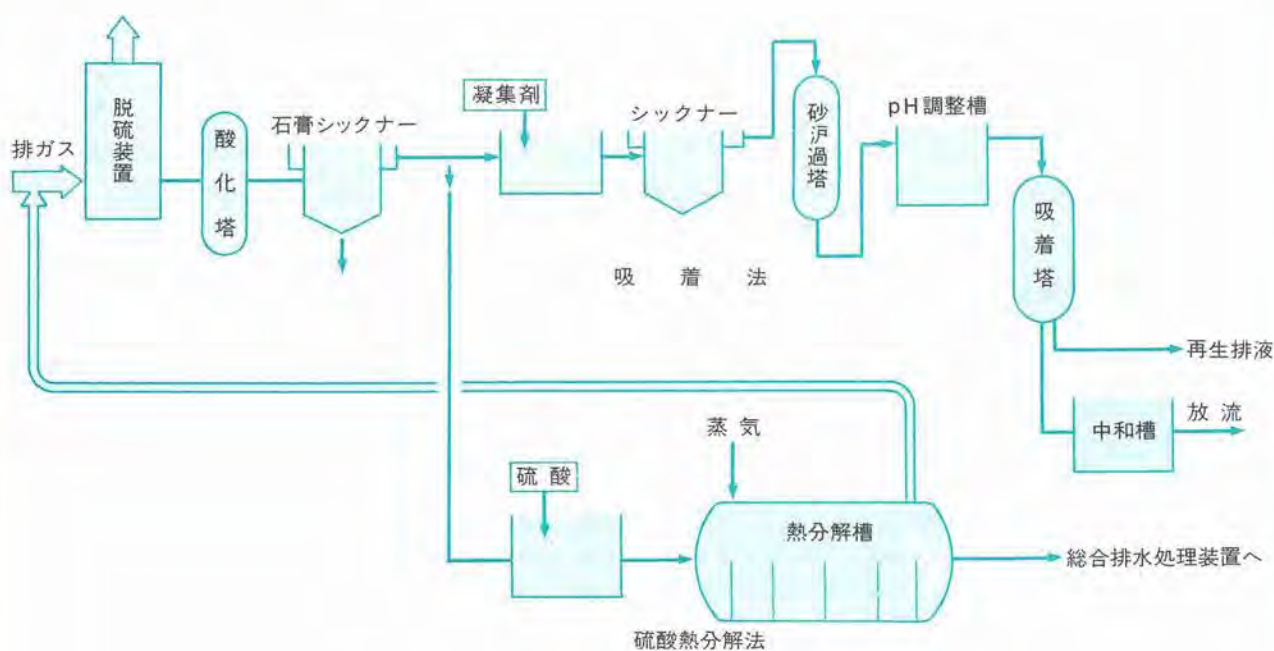


図3-6-6 2段階電粒子充填層集じん器のサブミクロン領域における集じん性能

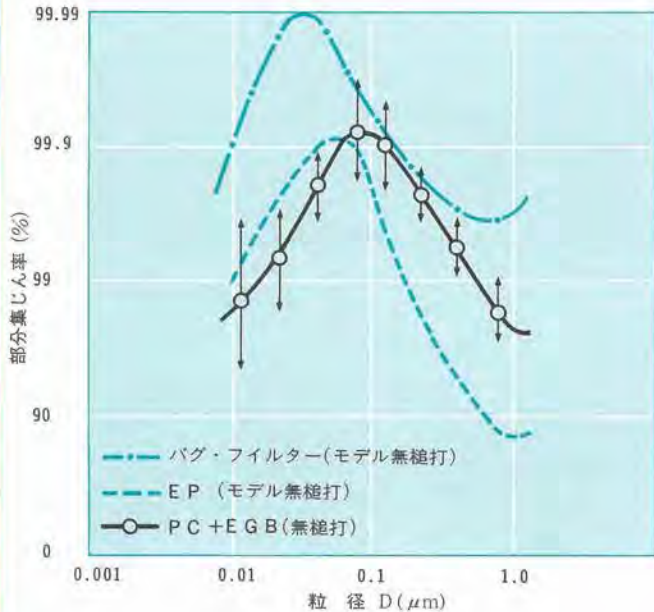
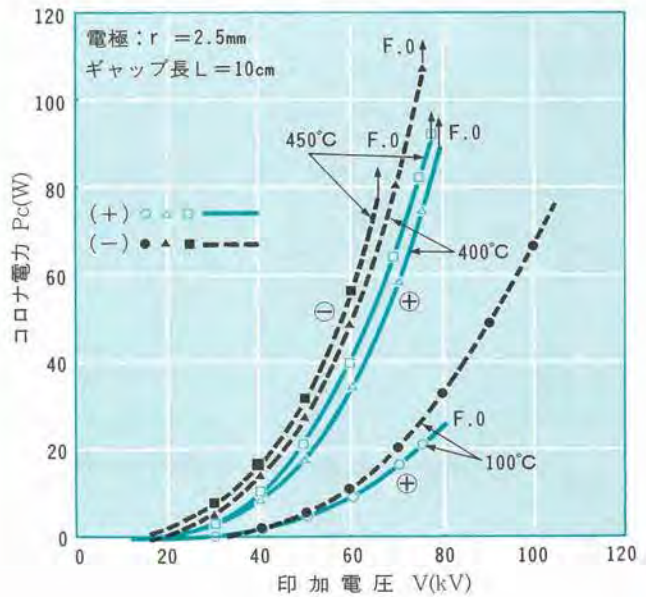


図3-6-7 コロナ電力の特性



2. Measurement Items for Power Generating Coal Aptitude Evaluation
3. Collection Efficiency of Electrostatic Granular Bed With Precharger (Part 1)
4. Performance of High Temperature Electrostatic Precipitator for Oil Burning Boiler (Part 1)
5. Performance of High Temperature Electrostatic Precipitator for Oil Burning Boiler (Part 2)
6. Electrostatic Effect on Particle Bed Filter (CPIEPI Report E280001)
7. Corona Discharge in High Temperature Air



電気集じん器 (EPRIジャーナル'78.10)

V. 石炭灰からの溶出水中の微量成分

EPRI 側出席者

Mr. K. Yeager

電研側出席者

大塚、小泉、関、田中(隆)、
新田(義)、横山(隆)

石炭の利用拡大にともなって、大量に発生すると考えられる石炭灰の有効利用には種々の提案がある。それらのひとつとして、内陸埋立、海上埋立等の立地造成に活用する方法も考えられている。このため、石炭灰からの溶出水中のpHあるいは微量成分などと土壌との相互作用に関する基礎的な検討を行う必要がある。電研で実施したpHの挙動について、研究成果の概要を紹介した。

実験に供試した石炭灰は6種類(国内3、米国1、豪州2)、土壌は4種類(国内に広く分布する代表的なもの)を選んだ。なお、実験方法は純水によるカラム流通法を採用し、分取した溶出水中のpHを

測定した。

石炭灰自体のpHは高アルカリ性を示すもの(国内炭、アメリカ炭)、中性から弱酸性を示すもの(豪州炭)とに大別され、溶出水量が増加してもそれぞれ、pH変化は極めて小さかった。また土壌自体のpHは中性から弱酸性を示し、それぞれpH変化は小さかった。

つぎに、土壌との相互作用を検討するために、土壌の上に石炭灰を充填した場合の溶出水中のpHの挙動を図3-6-8および図3-6-9に示した。図3-6-8の土壌Aは石炭灰溶出水中のpHに対する緩衝作用が小さく、長期にわたっては溶出水pHが地下水への影響を与えることも考えられる。これに対して土壌BはpHの緩衝作用が大きく、地下水へは影響を与えないものと考えられる。これらの結果から、内陸埋立に当っては石炭灰と埋立地土壌の相互作用を十分に把握して実施することが望ましい。

以上の説明に対して、Mr. Yeagerからは、米国内では主として五大湖付近での埋立、

図3-6-8 石炭灰—土壤系からの溶出水pH (土壤A)

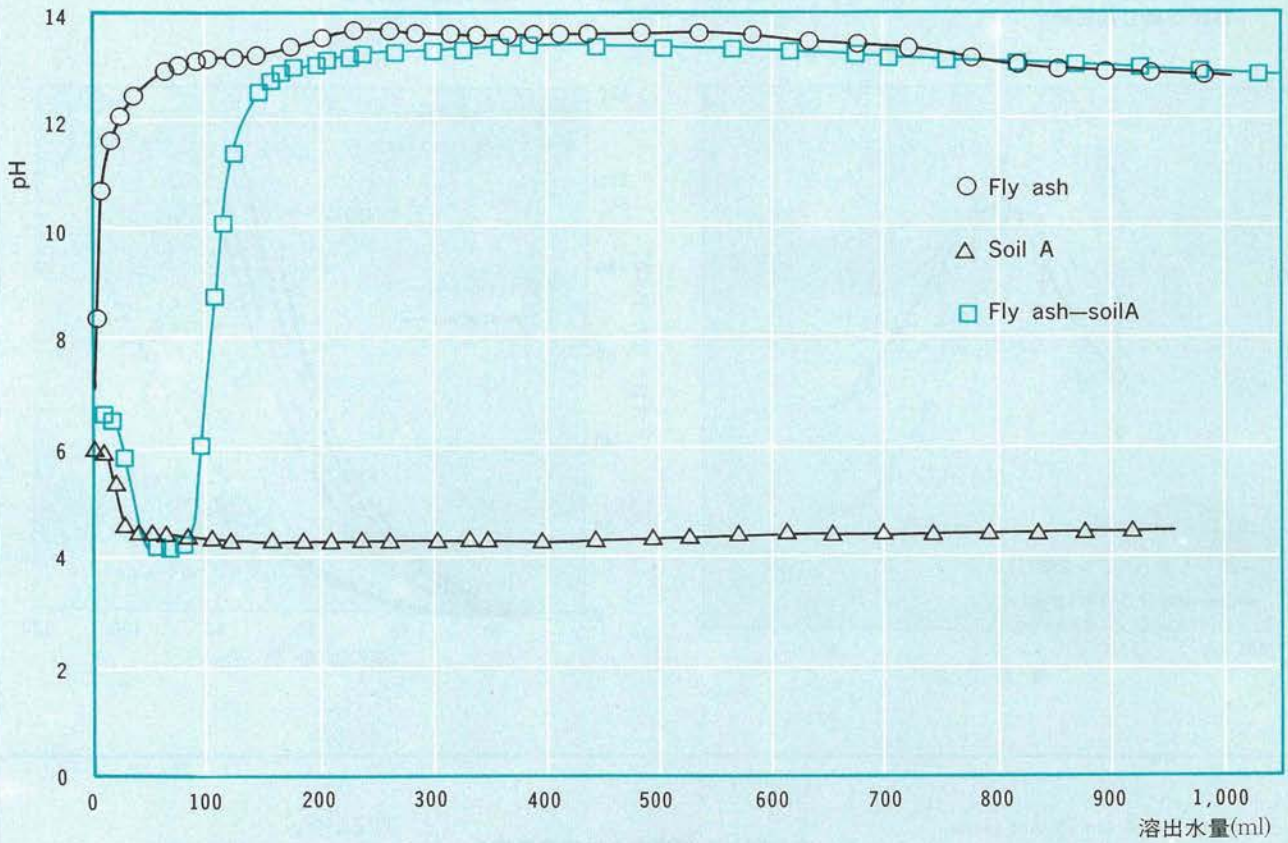
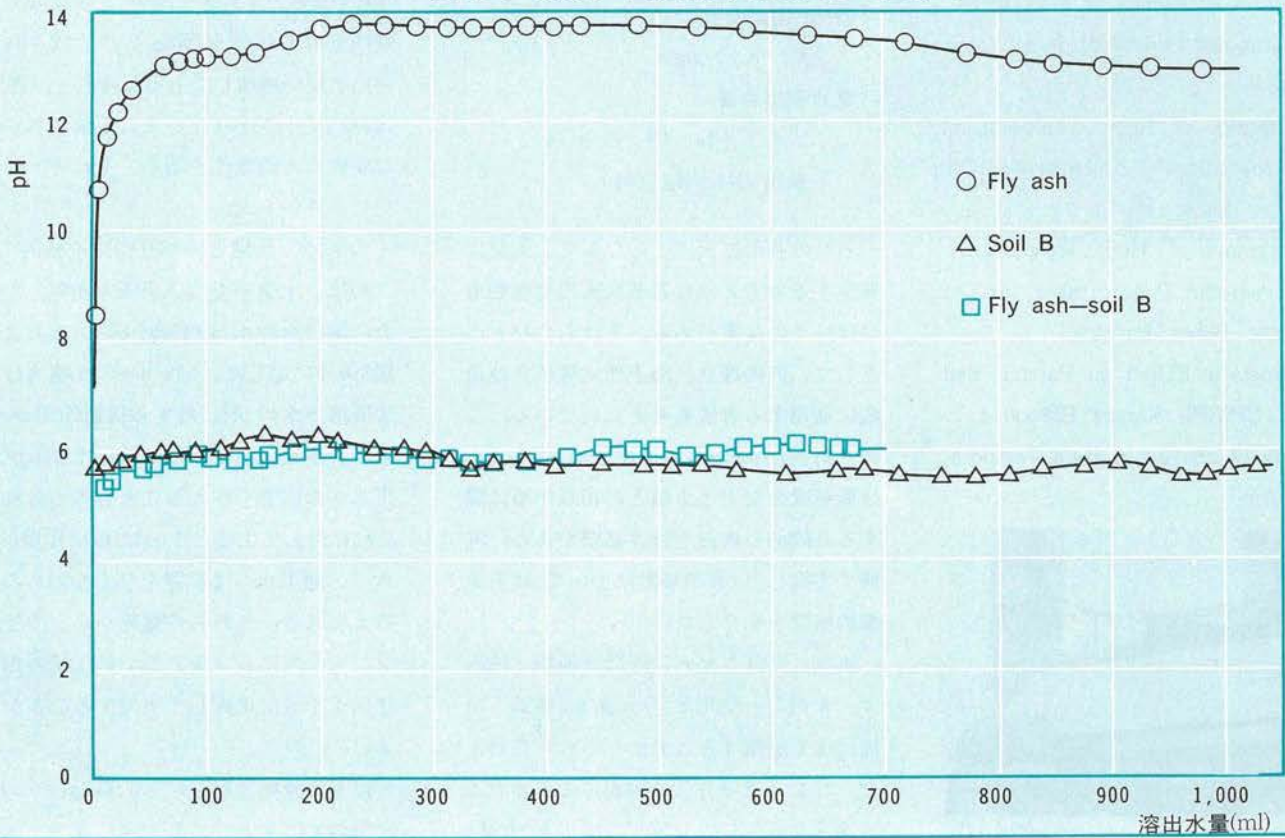


図3-6-9 石炭灰—土壤系からの溶出水pH (土壤B)



海岸地帯での岩礁づくりなどを行っており、安全面ではEPAの評価を得ているとの紹介がなされた。なお、EPRIで作成されたディスプレイマニュアルについて、電研側からの具体的なコメントがあれば是非提出してほしいとの要望が申し添えられた。

電研提出資料

Trace Elements in Leaching Water from Fly Ash

VI. 石炭灰有効利用

EPRI側出席者

Mr. K. Yeager

電研側出席者

奥田、荒井、小泉、長谷川、
新田(義)、横山(隆)、小谷田、
渡辺(正)

1. 高C₃Aセメントの開発

石炭灰のもつ高アルミナ含有量に着目し、石炭灰と石灰石の2成分を主原料とするセメントの製造・開発を行った。

実験過程から得た最適配合条件は、セメント1t生産量当りの原単位量で石炭灰389kg、石灰石1,107kgであった。

プロセスの概要は、石炭灰と石灰石を混合・造粒し1,350~1,450°C焼成しクリンカを得る。得られたクリンカは冷却後直ちに粉碎し適量の石こうを加えてセメントとする。

このセメントは、アルミナを10%前後含有し、20~25%程度のC₃A(アルミン酸3石灰)を生じることから高C₃Aセメントと呼ぶ。その物性は、通常の普通ポルトランドセメントや早強セメントの化学成分に比べると3CaO・Al₂O₃の含有量が高く水和作用は活性で早強性をおびエトリンガイトの生成が容易となる。

エトリンガイトは1分子中に32分子からなる水を固定する利点を有するため、有害重金属イオンの補集材や含水量のき

わめて多い軟弱地盤の固定化に使用できる。

本研究の目的は、石炭灰の汚泥固化・土質安定などへの利用を目的に技術開発を進めたものである。

現在実用化試験を実施中で、今後約半年程で結果が得られる予定であるが、石炭灰の利用方法として有望な方法と考えられる。

この報告に対しMr. Yeagerから興味ある提案がなされた。

この再利用という分野の問題はアメリカにおいても重要だが、日本ほどには進んでいない。しかし、環境面、経済上の理由から、まさに考えはじめたところである。再利用・再循環といった事柄についてももっと教えて欲しいし、業界にも刺激を与えてくれることを望む。この分野においてはもっと相互に役立つものがある。

さらに、アルミナの回収についても日米の相違が議論され、アルミナ回収の研究がORNLで行われているので、開発報告ができ次第送るのでコメントをほしい旨、要請があった。

2. けい酸カリ肥料

石炭の利用拡大に伴い、石炭灰の増加が予想される。石炭灰の肥料化研究は増大する石炭灰の処理、有効利用の一法の確立のためになされたものである。同時に、在来化学肥料の欠点を改良し、土壌の改良、環境保全、肥料資源の節約温存に貢献しようとしたものである。石炭灰処理の停滞は直接、発電に影響し、在来化学肥料の欠点は農業ばかりでなく広範囲に損失を招いているからである。

電研は多くの石炭灰の肥料化研究を行った結果、Dry法によるけい酸カリ肥料、Dry-Wet法による緩溶性化成肥料の製法を開発した。Dry法とDry-Wet法は焼成法であるため燃料を多く必要とする欠点がある。このため目下、焼成しないWet法による製法を研究開発中である。

現在、Dry法によるけい酸カリ肥料とDry-Wet法による緩溶性化成複合肥料が実用化されて市販されるに至っている。

これらの肥料は塩化カリ肥料から塩素を分離して資源化し、残りのカリと石炭灰を化合させて製造する。これにより特徴ある肥料物性のカリ塩が簡単に生成される。石炭灰の原料的利点は、石炭灰は発電所の排出物で、原料費がかからず、採掘、輸送、粉碎などの調整を必要とせず、植物が必要とする微量元素を多種適量含んでいることおよび使用に際し、毒性がないことである。

肥料としては、土壌改良効果があり、流亡損失がないなどの利点がある。また使用して、不良天候と病気に対し作物の耐性を向上させるとの理由で好評である。

この報告に対し、出席者とMr. Yeagerとの間で、肥料化における石炭灰中微量元素の規制とアメリカにおける肥料化の問題点に関する次のような議論がなされた。

日本では主たる規制はカドミウムと銅だが問題はない。一方、アメリカでは多成分にわたる規制が課せられているためこのように肥料化するには石炭灰の精製工程を作らねばならず、コスト高になり、経済的に見合わないだろう。

また、再資源化、再利用に関しては、アメリカにはRCRAという資源再利用に関する規制がある。このRCRAでは再利用を強調しているが、同時に毒性物質規制項目があり、多くの化学物質が該当している。そのため規制の要件を満たすことは事実上非常に困難であり、RCRAが示すような資源の回収はできないであろう。

電研提出資料

1. 研究報告380024

—セメント原料としての石炭灰の利用開発研究(その1電気炉燃焼による高C₃Aセメントの試作)—

2. 珪酸カリ肥料の特長と肥効 ●



歓迎パーティーで



歓迎パーティーで



浅草を楽しむ(レディースプログラム)

歓談の
おりおり

武山試験研究センターで



オレゴン州

● EPRI(Electric Power Research Institute)の所在地
3412 Hillview Avenue, Palo Alto, California 94303,U.S.A.

● サクラメント

● バークレイ

● ストックトン

● オークランド

● サンフランシスコ

● パロアルト

● サンジョーズ

ネバダ州

太平洋

カリフォルニア州

● ロスアンゼルス

● ロングビーチ

● サンディエゴ

メキシコ

電力中央研究所の所在地

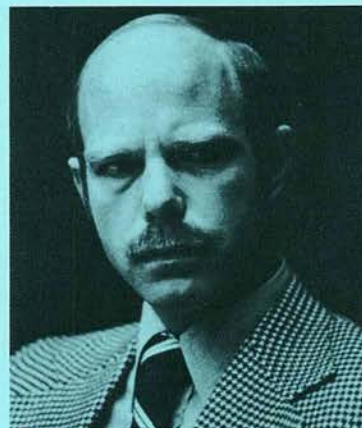
- UHV塩原実験場
- 赤城試験センター
- 我孫子事業所
- 本 部
- 経済研究所
- 狛江事業所
- 武山試験研究センター



太平洋

本部 / 経済研究所 東京都千代田区大手町1-6-1 ☎(03)201-6601 ☎100
我孫子事業所 千葉県我孫子市我孫子1646 ☎(0471)82-1181 ☎270-11
赤城試験センター 群馬県勢多郡宮城村苗ヶ島2567 ☎(0272)83-2721 ☎371-02

柏江事業所 東京都柏江市岩戸北2-11-1 ☎(03)480-2111 ☎201
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
UHV 塩原実験場 栃木県塩谷郡塩原町関谷1033 ☎(0287)35-2048 ☎329-28



Mr. Richard Rudman
Director, Policy Planning Div.

編集後記

電研レビュー第2号「電研—EPRI 合同会議」をおとすけしました。ご一読いただきましてありがとうございます。第2号は主に企画部の編集になるもので、特に海外協力担当(課長)森田稲二氏にはお世話になりました。また、EPRI ジャーナルより貴重な研究写真を転載することができたが、これは、EPRI のラドマン部長の厚意によるものである。紙面を借りてお礼を申し上げます。

この10月に創立30周年に当りニュー電研の技術広報誌として電研レビュー創刊号を発刊いたしましたところ、

- ①電研の研究の全般が分って便利である、
 - ②比較的読みやすい、
 - ③図表などみやすくなっている、
 - ④普通すぐ書庫に入ってしまうが、未だ机の上にある、
 - ⑤次号も期待している、
- など、好評と受けとれる言葉をいただいた反面、

- ①各節間あるいは頁間で図表の数や配置のバランスが悪い、
- ②節の終りの余白がめだつ、
- ③まだまだ読み難い、

④デザイン全体としてあかぬけしていない、

など厳しいご指摘がありました。ご批判も好意あるものと考えられ、本号からレイアウトなど更に力をそいで親しみのある技術広報誌になるよう努力する所存である。一層のご指導ご鞭撻をお願いします。

●模倣時代の終焉●

日本人は、明治以来、科学技術情報はたゞ同然に考えて来たさらいがある。第4回電研—EPRI 合同会議は電研人にも情報は有償であり、時として購入不能であることを、まざまざと感じさせた会合であったようだ。「情報の等価交換」の概念がその現われの一つであろう。

先進欧米諸国に追いつき追い越せという精神の中味は、情報をできるだけ早くキャッチし、入手し、勉強し、消化し、応用することであった。すなわち、できるだけすばやく模倣することが重要なであった。日本株式会社の組織力で模倣は一見創造性を生みだし、技術開発の下流寄り(生産寄り)に立脚して技術立国として日本時代を画することになった。これは幸運であった面もあるが、欧米に比類をみないクオリティ・コントロールに

よるところも多く、日本人の勤勉さにもとづくものであろう。

米国の核の傘の下にあり、途上国への援助も消極的で、ひとり丸々太る醜い豚というのが欧米特に米国の非難であろうか。貿易面でこのことがふつつつとわき起って来ていることは周知のことであるが、それにとゞまらず、技術開発の面にも現われてきている。注目すべきことである。技術情報の入手が非常に困難になって来ている。さらに、米国では科学技術情報のモンロー主義が抬頭して来ている。この情報保護主義は米国産業の相対的地盤沈下の抑止をめざしたもので、政府研究機関はもちろんのこと大学にも及ぼうとしている。この保護主義は当所でもひしひしと感じているところである。

このような状況の中で、我が国が技術立国として太ったソクラテスになるためには、模倣時代の終焉を認識し、技術開発の上流寄りである革新的創造的技術開発ができるよう、発想の転換や新しい環境づくりが必要であろう。自らが技術開発に先見的に手を下し、自らが創り上げていく以外に我が国の生きる道はないのではないだろうか。

R