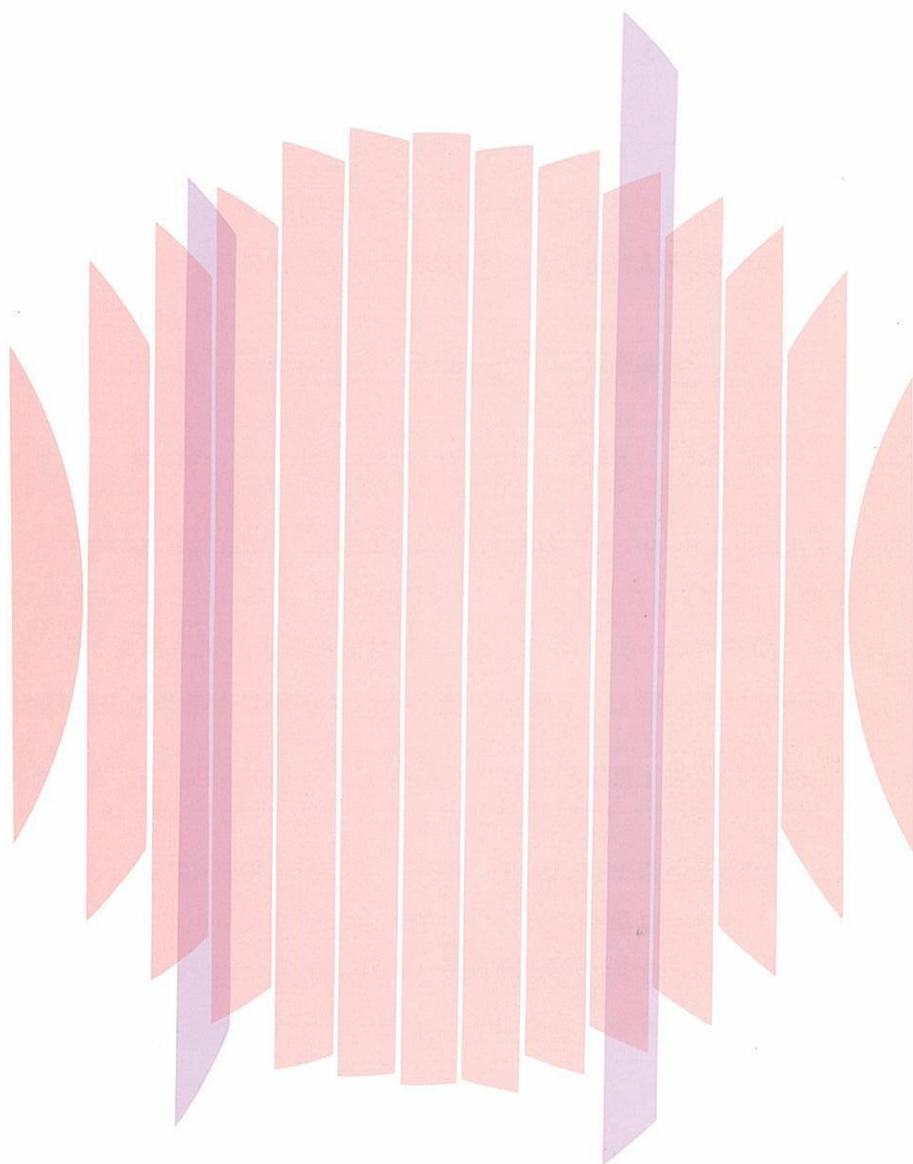


季報 エネルギー総合工学

Vol. 9 No. 1

1986. 4.



財団法人 エネルギー総合工学研究所
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

目 次

「国際電池技術シンポジウム」に思う

.....国際電池技術総合シンポジウム組織
委員会委員長・東京大学工学部教授 笛 木 和 雄..... 1

国際電池技術総合シンポジウム特集

特集—1	シンポジウムの概況	蓮 池 宏.....	2
特集—2	開発の現状と将来展望	伊 藤 登.....	6
特集—3	商用化へのシナリオと課題	小 林 道 夫 山 本 洋 平 石 川 力 雄.....	18
特集—4	燃料電池の技術課題と見通し	児 玉 皓 雄.....	31
特集—5	二次電池の技術課題と見通し	石 川 力 雄.....	42
	昭和61年度における資源エネルギー関連技術開発の重点について	吉 田 盛 厚.....	53
	研究所のうごき		66

「国際電池技術 シンポジウム」に思う

国際電池技術総合シンポジウム組織委員会委員長・
東京大学工学部 教授

笛 木 和 雄

去る1月21日、22日の両日、神田如水会館においてエネルギー総研主催の「国際電池技術シンポジウム」が開催された。海外から28名また国内からは主催者側の予想を遙るかに上廻る多数の参加申込みがあり、会場をはみ出すのではないかという嬉しい心配も出た程であった。

今回のテーマとなった電池技術は、燃料電池と電力貯蔵用二次電池に関するもので、エネルギー新技術に分類されるものである。シンポジウムにこのような多数の参加者を得たのは、これらの新技術に人々の関心がいかに深いかを示した証左といえよう。りん酸型燃料電池は米国で開発の分散発電用4.5MW、オンサイト用40KWが試験運転をほぼ終えており、わが国でもムーンライト計画で現在1,000KW 2基が製作中で、近く試験運転に入る予定になっている。このように新発電技術のうちで、燃料電池発電技術の進歩は著しいが、商用化までには解決すべき課題がいろいろと残されている。第一日目に、燃料電池と電力貯蔵用二次電池の展望と並んで商用化のための課題が取り上げられたのは、時宜を得たテーマ選択といえよう。

数箇月前から石油価格が急落して、エネルギーについての関心も一層薄れて来ているように見受けられる。またエネルギーの研究開発環境が厳しくなったという話もきく。石油価格が下がったからといっても石油資源の有限性は変りない。またエネルギー技術は本来重厚長大型で、技術の完成には長年月が必要であり、石油資源の枯渇を目前にして慌てて研究開発に乗り出しても間に合うものでもない。長期的展望に立って腰を落ちつけて研究開発を推進してゆくべきものと考えます。

燃料電池はエネルギー新技術のトップバッターである。是非出塁して貴重な一点を挙げてもらいたいと念じている。(ふえき かずお)

シンポジウムの概況

蓮 池 宏

高効率なエネルギー変換・貯蔵技術の開発は、新エネルギー源の開発とともに、エネルギー問題を解決していくための重要な柱であると考えられている。最近、注目を集めている燃料電池と新型二次電池はその代表的なものであり、海外においても積極的な技術開発が行われている。

当研究所では、両電池技術に関する国内外の専門家を一堂に招き、実用化に向けての開発計画や主要技術課題の動向についての情報交換を目的として「国際電池技術総合シンポジウム」を本(1986)年1月東京で開催した。この分野における総合的な国際シンポジウムは、わが国では初めての試みであり、表1のように海外からの28名を含め334名が参加し、熱心な議論が繰り広げられた。

わが国における燃料電池と新型二次電池の開発は、通商産業省工業技術院のムーンライト計画(省エネルギー技術開発計画)を中心として進められている。燃料電池については、りん酸型、溶融炭酸塩型、固体電解質型の三つのタイプを開発中で、第一世代と呼ばれているりん酸型は、今秋いよいよ1,000kWプラントの実証試験が開始される。このプラントは、米国のUT社(現IFC社)が製作し、東京電力において運転試験が行われた4,500kWプラン

表1 シンポジウム参加者

分 類	人数	分 類	人数
<国内>	306	鉄 鋼	7
通 産 省	13	非鉄金属	4
N E D O	5	貴 金 属	3
電 力	73	建 設	2
電力中央研究所	11	商 社	5
電事連・中電協	5	大 学	8
その他電力関連	7	そ の 他	11
ガ ス	28	<海外>	28
石 油 精 製	9	ベルギー	1
電 機・電 池	62	西 独	2
機 械・重 工	21	オランダ	3
自 動 車	7	英 国	2
エンジニアリング	6	イ ン ド	1
化 学	18	米 国	19
		合 計	334

トに次ぐ規模のものであり、世界各国からも注目されている。新型二次電池については、電力貯蔵用として、ナトリウム—硫黄、亜鉛—塩素、亜鉛—臭素、レドックス・フロー型、の4つのタイプを開発中で、昭和61年度には10kW級電池の性能評価が行われ、次のステップである1,000kW級電池の実証試験に進むタイプが選択される予定である。このように、両技術とも、その開発は重要な段階を迎えている。

こうした時期に世界の専門家と情報交換を

行う場を提供できたことは、間接的ではあるが、今後の一層の技術開発推進のために大いに貢献ができたのではないかと考える。

シンポジウムは、2日間の日程で表2に示したプログラムにより行われた。

第1日（1月21日）目はまず、オープニングセッションにおいてシンポジウム組織委員長の笹木和雄東大教授と通商産業省資源エネルギー庁の逢坂国一審議官があいさつを行った。

これに続くセッション1「開発の現状と将来展望」では、世界の中でも燃料電池と新型二次電池の開発が最も盛んに行われている日本と米国の技術開発政策担当官から、現在までの研究成果と今後の開発計画について発表があった。また、最近、熔融炭酸塩型燃料電池の開発を国家プロジェクトとして開始することを決めたオランダの政府機関の代表者からも、その開発計画についての発表があった。

セッション2「商用化へのシナリオと課題」では、燃料電池と新型二次電池の将来のユーザーである電力、ガス会社とその関係研究機関から、日米両国合わせて6名の代表者が、導入の必要性と意義、商用化に向けての課題と対応策などについて発表した。

第2日（1月22日）目は二つの会場に分かれ、燃料電池と新型二次電池それぞれについて、メーカー、研究開発機関などから実証試験の成果、技術開発課題とその見通しに関する発表があった。

最後のクロージングセッションでは、燃料電池については新エネルギー総合開発機構の伊藤氏が、新型二次電池については同じく新エネルギー総合開発機構の平松氏が、全体のまとめを行い、当研究所の役員によるあいさ

つの後閉会した。

発表数は全体で37件であったが、それぞれに貴重な研究成果や提言が含まれており、今後の技術の飛躍的發展を予想させるものも少なくなかった。また、全体を通じて Amoco 社の下竹氏にはディスカッションコーディネータとして、海外参加者よりの発言を促す等により、国際シンポジウムらしい雰囲気を作りあげて頂いた。加えて、第1日夜のレセプションには通産省、電力業界、ガス業界等の幹部の方にもご出席頂き盛会であった。なお、海外からの参加者の一部は、シンポジウムと前後して国内の研究施設等を訪問し、そこでも有意義な情報交換ができたと聞いている。

これは、わが国の関係機関・企業が日頃から諸外国と良好な関係を保っており、同時にわが国の自主技術が、世界のトップレベルの国々と肩を並べられるまでになってきたことの証しであると思う。これらは、ひとえに関係者の方々のご尽力の賜物である。

今後とも良好な国際関係を発展させていくためには、わが国の技術開発の成果を積極的に公表していくことが重要になると思われる。今回のシンポジウムは、その1つの機会として利用していただけたと思う。

最後に、本シンポジウムの開催にあたり多大なご協力をいただいた組織委員会、実行委員会の委員各位、司会者、講演者の方々等、関係の方々に改めて感謝する次第である。それとともに、燃料電池と新型二次電池が、クロージングセッションにおいて伊藤氏が述べられたように「国際的な協力と競争により、よりよい技術が開発され、実用化されていく」ことを期待したい。（はすいけ ひろし 研究員、シンポジウム事務局）

表2 プログラム

第1日 (1月21日(火), スターホール)

オープニング 8:30~8:40		笛木 和雄 東京大学教授, 組織委員会委員長 逢坂 国一 通商産業省資源エネルギー庁審議官	
セッション1 8:40 ~ 12:00	開発の現状と将来展望	司 会: 山崎 徹郎(新エネルギー総合開発機構) 1-1 日本における燃料電池技術の現状と展望 1-2 米国における燃料電池開発の展望 1-3 オランダにおける燃料電池開発 西村 寅雄(関西電力㈱) 成松 佑輔(工業技術院) G. L. Hagey (米国, DOE) S. Pietersz (オランダ, PEO)	〈コーヒーブレイク〉 1-4 日本における新型二次電池エネルギー貯蔵システム開発計画の概要 鈴木 滋男(工業技術院) 1-5 新型エネルギー貯蔵・変換技術 A. R. Landgrebe (米国, DOE)
セッション2 13:30 ~ 17:30	商用化へのシナリオと課題	司 会: 茶畑 仁司(中部電力㈱) 上之園 博(助電力中央研究所) 2-1 燃料電池の開発と商用化 小林 道夫(東京電力㈱) 2-2 燃料電池の財政上および戦略上の利点 D. M. Rigney (米国, EPRI) 2-3 オンサイト型燃料電池の商用化 山本 洋平(東京ガス㈱) 2-4 リン酸型オンサイト燃料電池の商用化課題 J. J. Cuttica (米国, GRI)	〈コーヒーブレイク〉 2-5 日本における二次電池エネルギー貯蔵システムの商用化のための活動 石川 力雄(助電力中央研究所) 2-6 電力事業における二次電池の商用化: 理論と実践 J. R. Birk (米国, EPRI) (代理講演: N. P. Yao (EPRI コンサルタント, 前 ANL))

第2日 (1月22日(水), スターホール)

セッション3 8:30 ~ 12:00	燃料電池の技術課題と見通し	司 会: 藤本 純(東京電力㈱) 橋本 昌(大阪ガス㈱)	
		3-1 NEDOにおける燃料電池発電技術のR&D計画 永島 正明(新エネルギー総合開発機構)	
セッション3 13:30 ~ 18:00	燃料電池の技術課題と見通し	3-2 米国における燃料電池開発の技術的課題 J. E. Sholes (米国, METC)	
		3-3 東京電力における4.5MW燃料電池の歴史 飯野 敏雄(東京電力㈱)	
		3-4 40KW燃料電池発電プラントのフィールドテスト W. C. Racine (米国, SAIC)	
		〈コーヒーブレイク〉	
		3-5 東芝におけるリン酸型燃料電池の開発状況 荻本 和男(㈱東芝)	
		3-6 リン酸型燃料電池技術の開発 篠部 健治(富士電機㈱)	
		3-7 空冷式リン酸型燃料電池の開発状況 酒井 貴史(三洋電機㈱)	
		司 会: 松井 一秋(助エネルギー総合工学研究所) 山本 洋平(東京ガス㈱)	
		3-8 熔融炭酸塩型燃料電池の材料研究 児玉 皓雄(大阪工業技術試験所)	
		3-9 アルゴンナ国立研究所におけるMCFC正極の代替材料の研究 R. D. Pierce (米国, ANL)	
		3-10 日立における熔融炭酸塩型燃料電池の開発状況 菱沼 考夫(㈱日立製作所)	
3-11 直接型燃料電池 B. S. Baker (米国, ERC)			
セッション3 18:00~18:15	燃料電池の技術課題と見通し	〈コーヒーブレイク〉	
		3-12 熔融炭酸塩型燃料電池の開発状況 岸田 公治(三菱電機㈱)	
		3-13 IHIにおける熔融炭酸塩型燃料電池開発の現状 中沢 健三(石川島播磨重工業㈱)	
		3-14 IGTにおける熔融炭酸塩型燃料電池の技術開発 E. H. Camara (米国, IGT)	
		3-15 固体電解質型燃料電池開発状況と技術的課題 佐藤 弘之(電子技術総合研究所)	
クロージング 18:00~18:15		伊藤 登(新エネルギー総合開発機構) 越川 文雄(助エネルギー総合工学研究所)	

第2日 (1月22日(水), オリオンルーム)

セッション 4 8:30 } 12:00	新型二次電池の技術課題と見通し	司 会：小沢 丈夫(電子技術総合研究所) 清水 実(新エネルギー総合開発機構) 4-1 湯浅電池—日本特殊陶業におけるナトリウム—硫黄電池の開発状況 (欧州における開発状況紹介を含めて) 喜多 明(湯浅電池㈱) 4-2 リチウム合金—硫化鉄電池 H. P. Shimotake (米国, Amoco) 〈コーヒーブレイク〉 4-3 新型亜鉛—塩素電池の開発：新塩素貯蔵システム 堀江 俊男(古河電気工業) 4-4 EDAにおける亜鉛—塩素電池の開発 C. J. Warde (米国, EDA)
セッション 4 13:30 } 18:00		司 会：高倉 毅(助エネルギー総合工学研究所) 上田 隆右(助電力中央研究所) 4-5 二次電池の運転試験経験 P. A. Lewis (米国, PSE&G) 4-6 亜鉛—臭素電池の技術課題とそれらへのアプローチ 金指 元憲(㈱明電舎) 4-7 Exxonの亜鉛—臭素電池システム P. G. Grimes (米国, Exxon R & E) 〈コーヒーブレイク〉 4-8 レドックス・フロー型電池の開発 高畠 正温(三井造船㈱) 4-9 鉄—クロム レドックス・フロー型電池のコンポーネント試験 H. Knobloch (西独, Siemens) 4-10 改良型鉛電池の成果と新型鉛電池の開発 野々口 正雄(日本電池㈱) 4-11 電力負荷平準化用新型鉛電池の開発と試験評価 N. P. Yao (米国, 前 ANL)
クロージング 18:00~18:15		平松 紀夫(新エネルギー総合開発機構) 柴田 誠一(助エネルギー総合工学研究所)

開発の現状と将来展望

＜セッション－1の概要＞

伊 藤 登

1. 概 要

セッション1は「開発の現状と将来展望」に関するものであり、前半は燃料電池関係で、新エネルギー総合開発機構・理事 山崎徹郎氏の司会により3件の講演、後半は「新型電池エネルギー貯蔵」関係で、関西電力㈱総合研究所所長 西村寅雄氏の司会により2件の講演が行われた。

以下に講演の要旨を紹介する。

2. 燃料電池関係

燃料電池開発に力を入れている日米及び最近開発に着手し始めたオランダ3カ国の開発現状と市場動向に関する基調講演が行われた。

最初は工業技術院ムーンライト計画推進室開発官 成松佑輔氏の「日本における燃料電池技術の現状と展望」である。氏はムーンライト計画全体の概要と燃料電池プロジェクトの位置づけを述べたのち、燃料電池のもつ①高効率発電 ②熱電併給が可能 ③燃料使用のフレキシビリティ ④環境条件に適した発

電システム等の特色とそのシステムの適用領域としてオンサイトの小規模発電から大規模発電迄広く利用しうることを、特に都市内においてはいわゆるコジェネレーションとして使用できる特徴があり、新しい需要が開ける見通しがあると報告している。

ムーンライト計画による研究開発スケジュールは表1の通り、昭和56年から61年迄の6カ年計画であるが、リン酸型燃料電池の1,000KW級プラント運転研究は62年度も解体研究を含めて実施する予定である。

開発体制は図1に示す通り、開発研究はNEDO、支援となる要素開発は工技院傘下の研究所が実施している。

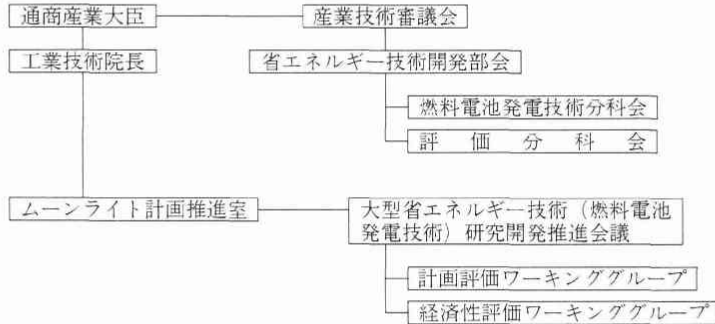
現在進行中のリン酸型燃料電池発電システムの開発目標は表2に示す通りであり、電池の寿命は実測しないが、予測寿命として4万時間以上を期待している。1,000KW発電プラントは表3に示す工程で実施され、関西電力における低温低圧型及び中部電力における高温高圧型ともに順調に進捗しており、高温高圧型は既に調整運転に入っている。発電実験は61年9月から開始の予定となっている。

ここに設置された改質器や製作中のセルスタックとアメリカの実績を比較するとやはり

表1 ムーンライト計画による研究開発スケジュール

型式	年度	56	57	58	59	60	61	備 考
リン酸型燃料電池	要素技術							燃料 (LNG (メタノール) 60年度前半実用
	1,000kW級		基本設計		設計・製作・運転			
			中間評価					
溶融炭酸塩型燃料電池			要素技術	技術			10kW級	燃料 (石炭ガス) 60年度後半実用
固体電解質型燃料電池			要素技術	技術			数百W級	燃料 (石炭ガス) 70年度代実用
アルカリ型燃料電池	要素技術			数kW級				燃料 (水素)
トータル・システム								

(1) 研究開発推進体制



(2) 研究開発実施体制

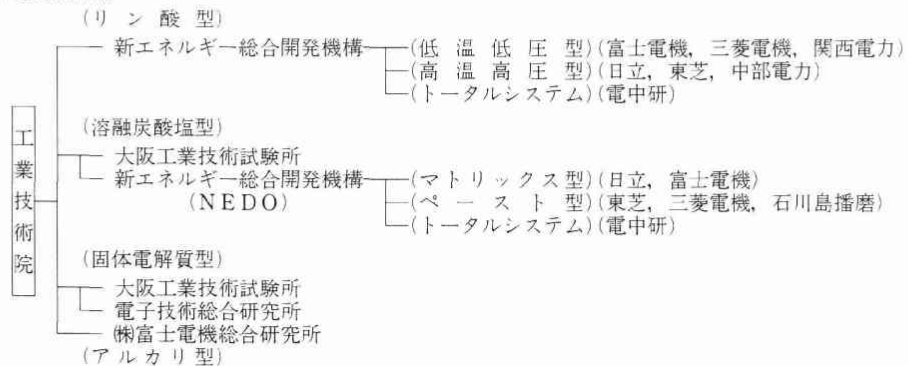


図1 ムーンライト計画による研究開発体制

表2 リン酸型燃料電池発電システムの開発目標

項目	目標
出力	1,000kW級(AC)
発電効率	40%以上
白金使用量	6.5mg/W以下
寿命	40,000時間
環境	法令基準値以下

また将来の実用システムにおいて、次の条件を満たすことを前提とする。

- ① 経済性 在来汽力発電方式と同等以上
- ② 設置場所 都市内又は都市近郊に設置可能
- ③ 設置面積 変電用地と同等以下

(出典) ムーンライト計画燃料電池発電技術基本計画
(昭和56年8月工業技術院)

かなり大きいとの印象を得るので、小型軽量化が今後の課題となることを示している。

電力及びガス会社が計画或いは建設中の燃料電池発電プラントについての紹介があり、図2に示すように10ヵ所に及んでいる。この他に資源エネルギー庁の燃料電池等の分散型電源を電力系統に連系したときの技術的な課題を把握し、将来の基準に対処する為のFS、通産省の集合住宅用燃料電池開発、石油を燃料とする燃料電池システムの為のリフォーマー開発計画等の紹介があった。

溶融炭酸塩型燃料電池は動作温度が 600～

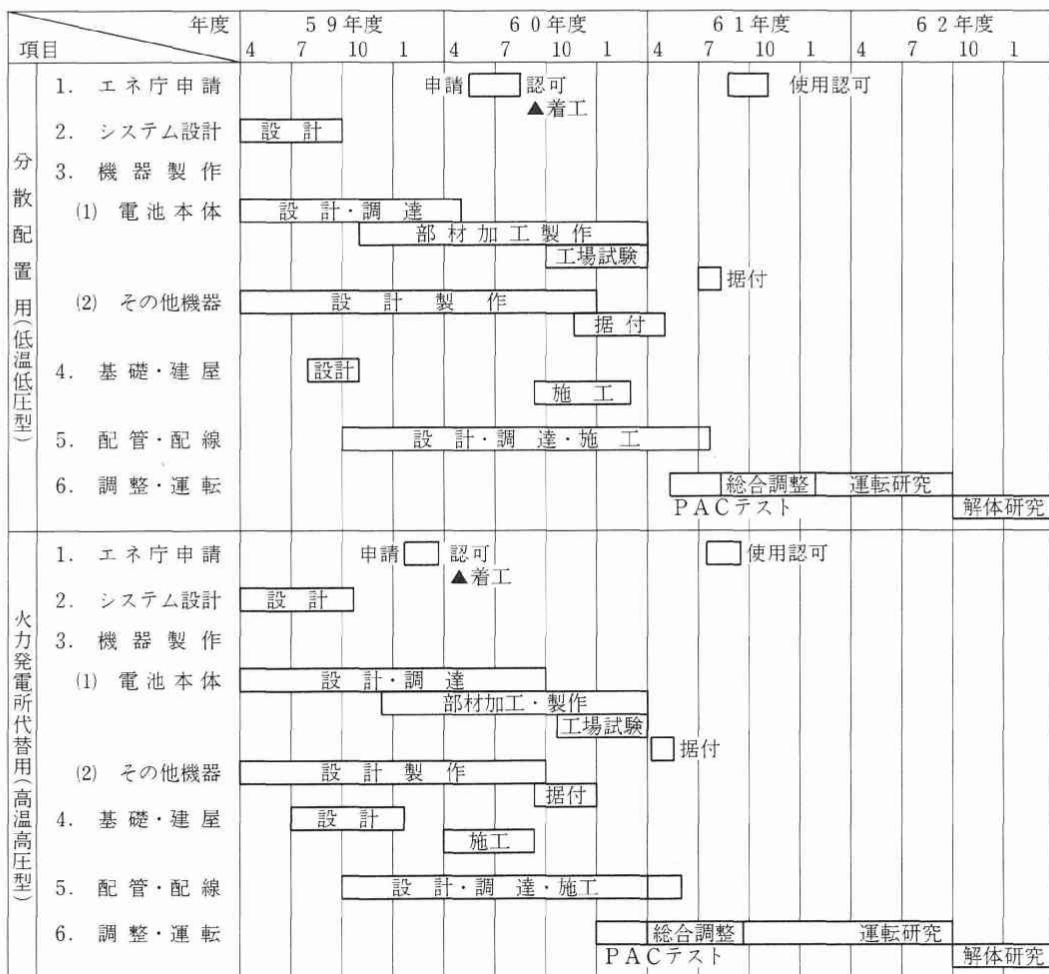


表3 1,000KW 級プラント大工程表



(a) 日本の燃料電池発電実験箇所 (電力, ガス)



(b) 日本の燃料電池発電実験箇所 (国立研, メーカー)

(出典 工業技術院)

図2 日本の燃料電池地図

700℃と高温であるから、その高温排熱を利用してボトミングサイクルを附加するなど利用巾が広い。ムーンライト計画では、61年度迄に10KW級スタックの開発を行う計画になっており、60年3月迄に1KW級スタックの試験を実施し、以後10KW級開発を続けている。

固体電解質型燃料電池は効率が高い特徴があるが、まだ実験室研究段階にあり、電総研における500Wの実験を経て、システム概念をつかんでいく予定になっている。

工業技術院の活動として、NEDO、メーカー、ユーザーの協力を得て、リン酸型燃料電池プラント200KW～30万KWのケーススタディを実施し、概念設計、システム特性、経済性等を明らかにした。その例として、昭和70年の技術レベルをもとに30万KWプラントを設計すると、メタノール燃料で50%、天然ガスで45%の発電効率が得られるとしている。

将来の市場展望について、需要予測と電源構成の観点から次の様に述べている。

電気事業審議会需給部会中間報告によれば、1995年における電源構成想定は、原子力4,800万KW、石炭2,100万KW、天然ガス、石油等で9,250万KW、合計20,500万KWである。

石炭火力をのばすことに対して、溶融炭酸塩型が、脱石油を計り天然ガスをのばすにはリン酸型を中心に分散型電源で対応しうる。

昭和36～40年に石油、天然ガス発電所の新設が行われたが、減価償却を考えると66～70年にはリプレースが必要となるが、この中には30万KW以上の代替もあり、この時期迄に溶融炭酸塩型の技術が確立すれば、利用可能

となる。これらの状況を考慮して、電気事業用及びオンサイト型燃料電池の想定導入量から推定した昭和80年迄の導入累積量は各々2,500万KW、1,000万KWで、合計3,500万KWとなる。

導入時のコストは、数百～数万KW級分散型で22～24万円/KW、30万KW級で17万円/KWになると予測しているが、現状の数百万円/KWを考えると、今後コストダウンの開発が必要とされる。それと並行して、導入促進の方策が必要であり、通産省においても、分散型電源の電力系統連系時の技術基準確立などの条件整備が進められている。

燃料電池が発電技術として存在する為には、他の競合技術と効率面、価格面からも打勝つ必要がある。その為の課題として、ハードウェアの標準化、導入ビジョンのフォロー、国際協力とともに耐久性向上、小型軽量化などを含む技術レベルの向上を計る必要がある。ムーンライト推進室でも、1MW発電プラントを62年度迄運転継続し、その後数万KWのデモプラントを検討している。併せてガス化プラントとの結合を調査研究するなど、勢力的に進めているので協力をお願いすると発表があった。

燃料電池技術を古くから手がけ、民生用電源として、多くのフィールドテストを実施している米国の状況をエネルギー省(DOE)のG. L. Hagey氏が「**米国における燃料電池開発の展望**」と題して報告を行った。

DOEの開発プログラムは、リン酸型(PA)、溶融炭酸塩型(MC)、固体電解質型(SO)の3種で、システム適用として、熱電併給にPA、発電用には3種を考える。アルカ

表4 開発機関の分担表

機 関	燃料電池 種 類	適用領域	備 考
DOE	PA, MC	産 業 用, オンサイト	ハイリスク分野
NASA	Alkali	宇宙用	特殊分野
DOD	PA, SO	軍 用, オンサイト	
GRI	PA, SO	オンサイト	} 民 生
EPRI	PA, MC	電力用	

り型は宇宙用及び軍用に適用される。

研究開発は、DOE、NASA、DOD¹⁾、GRI²⁾、EPRI³⁾などが資金提供をしており、それぞれの分担として、表4の様に仕分けている。

民間セクターの活動で、メーカーは燃料電池の設計、開発、商用化を行っており、オンサイト燃料電池フィールドテストはDOEとGRIが協力して実施している。米国で一番初めに商用化されるものは電気事業ではないかと考えている。

3つの燃料電池の商用時期における効率、コスト予測は表5の通りである。

DOE及び他機関の'85～'86年における燃料電池への支出は表6の通りであり、DOEにおける燃料電池に対する考え方は、PAFCに関しては1986年が最後で、それ以降は

MCFC、SOFCの開発に重点を置く。その最終目標は石炭ガスの利用であるが、併せて新しい応用も考えている。

各型式の開発状況を簡単にまとめると次のようになる。

PAFCには既に6億ドル支出している。

開発費は、

○ IFC⁴⁾ → 電力事業用、オンサイト

○ WH⁵⁾ → 電力事業用、 —

○ Engelhard → — , オンサイト

であり、オンサイトのフィールドテストがほぼ終了し、プロトタイプシステムのショートスタックセル(1 m×1 mセル)は既に5,000

表6 燃料電池開発予算 (M \$)

	Fy 1985	Fy 1986
DOE		
PAFC	28.6	21.2
MCFC	8.9	10.3
SOFC	3.0	3.9
DOE 計	40.5	35.4
NASA	0.1	0.1
DOD	2.6	4.1
EPRI/GRI	13.0	13.5

(注) 1) 国防省

2) Gas Research Institute

3) Electric Power Research Institute

4) International Fuel Cell Corp.

5) Westinghouse Electric Corp.

表5 効 率 と コ ス ト 比 較

項目 型式	予想効率 (%)	コスト (\$/KW)	現 状
PAFC	45～50	1,000 (電 力 用) 1,500 (オンサイト)	商用化直前
MCFC	55～60	1,400	PAFCに約5年遅れ
SOFC	55～60	?	KW size 段階 PAFCに約5年遅れ

時間の運転を達成した。コスト軽減は技術開発の進展に伴って進んでいる。

MCFCは1970年代後半から始め1億ドル支出。

開発費は、

- IFC 石炭ガススペース外部改質
- ERC⁶⁾ 天然ガススペース内部改質
- GRI セルコンポーネント

であり、セルの特性はかなり高度化したと云える。PAFCに比べ約5年遅れのポテンシャルにあるが、IGT⁷⁾が石炭ガスを燃料とした時の腐食効果を検討するなどかなり広範囲な開発活動がなされている。

SOFcはWHが1950年から手がけたが、一時中断し、1970年後半から再スタートした。

既にDOEは2,000万ドル支出しており、1984年からDOD, ANL⁸⁾が参画している。現在、WHは5KWスタックの開発を実施しており、今年中に運転されるであろう。

最後に、日米の燃料電池開発協力のふれ、4.8MWプラント、40KW オンサイトプラント実証、FCセミナーやIAE国際シンポジウムでの技術情報交換を指摘しながら、今後ともこの様な協力関係が重要であるとしめくった。

最後は、オランダPEOのS. Pietersz氏による「オランダにおける燃料電池開発」である。

オランダにおける過去25年のエネルギー消費動向は'50年代は石炭、石油が主力であったが、'60年代は石炭が減少し天然ガスが増加、石油は横ばいであった。地下パイプラインシステムが整備され、天然ガス利用が便利

になったからである。しかし、総エネルギー需要からみると日米に比べ、エネルギー少国であるが、エネルギー需給率では、100%以上あり、エネルギー輸出国(天然ガス)である。

エネルギー需給展望は、エネルギー消費が減少し、天然ガス消費も減少して石炭に変わっていく。天然ガスをどう利用していくかが将来の問題であり、国内での有効利用と輸出が考えられる。後者は2000年以降、契約更新分が下っていくことから、前者に重点を置き、燃料電池に興味を持った訳である。

オランダにおけるエネルギー政策目標を達成しうる様な開発・管理を行う機関がPEO (Management Office for Energy Research)で、非核エネルギーのすべての分野をカバーしており、1986年の予算は250万ギルダーである。

1985年にPEOを中心とするFC調査団を日米に派遣し、その調査団報告を政府に提出した。その結果、次の条件で開発を実施することの評価が得られた。

- MCFCに集中し、かつR&Dを1か所に集中。
- 産業界の協力を得ること。
- 他の関係者から資金提供を受けること。

一方、システム研究を米国 Gas Development Corp. (GDC)の協力でマーケットリサーチを実施したが、その際に得られたオランダのポテンシャル(強み)は表7の通り

表7 オランダの強み

- MCFC開発ポテンシャルがある。
- チームとして活動するポテンシャルがある。
- 費用分担しうるポテンシャルがある。
- R&Dに対するモチベーションがある。

(注) 6) Energy Research Corp.
7) Institute of Gas Technology
8) Argonne National Laboratory

表8 マーケットスタディ（オランダ及びヨーロッパ）

適用 フィールド	P.M. ポテンシャルマーケット (2000年)	経済性を考慮したポテンシ ヤルマーケット (2000年)	ヨーロッパ全体のマーケ ット (2000年) ^{※)}
産業用熱供給	230 MWe/年	40 MWe/年	0 MWe/年
中央発電用	100 "	30 "	50 "
地域冷暖房	70 "	70 "	1,100 "

(注) ※) 精度低い

表9 開発プログラム

分野	項目	開発・担当項目	分担	予算(3年分)
基礎研究		内部改質、電解質組成、腐食問題、アノード製造等	ECN アイントホーヘン工大	150万ドル
パイロットセルの開発		設計、耐久性、製造法	同上	100 "
パイロット・スタックの開発		モデルスタディ(オランダ開発のもの) (他国のスタックを用いた実験)	ECN TNO	—
一般的支援		技術移転、ワークショップ、トレーニング、等	PEO	100万ドル

であった。

GDCの提案は、5年間のR&Dにより推計1,800万ドルの予算で目標200KWのプロトタイプデモ運転をする。当初数年間は要素開発に重点を置き、米国IGTから技術支援を得て、内部改質MCFCを行うというものである。

マーケットリサーチの結果を要約すると表8のようになる。ベースとなる仮定は、エネルギー価格は現行のもの、MCFCのコストは専門家の意見で推定した。

この提案を受けたEPOは次の様に結論づけた。

- MCFCを前向きに進める。
- MCFCは大きな優位性があり、環境面によく且つ天然ガスに適している。
- オランダの技術レベルは高く、R&D能力

を認める。

- 3年間のプログラムとする。

これを基に政府に提案し、表9の開発プログラムで進めることになった。産業界及びECの役割は決定されていない。

最後に、MCFCは技術的に多くの解決すべき項目があるもので、国際協力が何よりも必要であり、可能な貢献をしていきたいと結んだ。

3. 新型電池エネルギー貯蔵

日本側から、工業技術院ムーンライト計画推進室開発官 鈴木滋男氏により「日本における新型二次電池エネルギー貯蔵システム開発計画の概要」の講演が行われた。

開発の背景として、日中と夜間の電力需要

差が拡大し、特に夏期の昼間最大電力需要と夜間との比が100対40となり、負荷率が低下していることから、発電設備の有効利用の面で何らかの対応が必要となっている状況である。

需要に対する供給は、ベースに原子力、負荷調整に石炭火力、LNG火力が向けられるのが基本パターンで、いわゆるDSS[※]運転で対処する。一方、原子力発電でも負荷追従性の開発が行われているけれども、これはしほり込みのみであって、負荷増加に対する対応の遅れは負荷追従能力が弱いことを考えに入れる必要があり、揚水発電などによる負荷調整が必須となる。しかしながら、揚水発電は立地の制約がある上に50～100万KWの大型のみに経済性があり、調整能力に限界がみえる。

二次電池による負荷調整は、需要地点に設置しうるので、送配電線路のクレジットなどの利点を考えると、将来有効な手段となると

(注) [※]Daily Stop and Start

予想され、新型電池の開発に着手した。

プロジェクトの開発目標、スケジュールは表10,11の通りで、プロジェクトは、新型電池

表10 基本的な開発目標性能

- ①出力：1,000KW級
 - ②基準充放電時間：8時間充電，8時間放電
 - ③総合エネルギー効率：70%以上(交流入出力端)
 - ④寿命：充放電サイクル1,500回以上(約10年)
 - ⑤環境対策：すべての環境基準(法令)を満足すること
- この電力貯蔵システムは将来の実用システムにおいて、
- 経 済 性：揚水発電と同等以上
 - 設置場所：都市内または都市近傍設置可能
 - 設置面積：変電所用地と同等以下

の開発、システム技術開発、MW級システム実証試験、トータルシステムの4本柱で、開発担当機関は図3の如くである。

新型電池の開発現状は、以下の通り。

新型電池として開発しているものは、ナトリウム・硫黄、亜鉛・塩素、亜鉛・臭素、レドックスフロー電池の4種である。昭和55年

表11 開 発 ス ケ ジ ュ ー ル

研究開発項目	(年度)										
	昭和55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
研究・解析・設計 製造・建設 運転・試験・評価											
①新型電池の研究開発				第一次中間評価			第二次中間評価				
			1KW級電池	10KW級電池							
②システム技術の研究開発											
③ 1,000KW級実証試験											
④トータルシステムの研究											

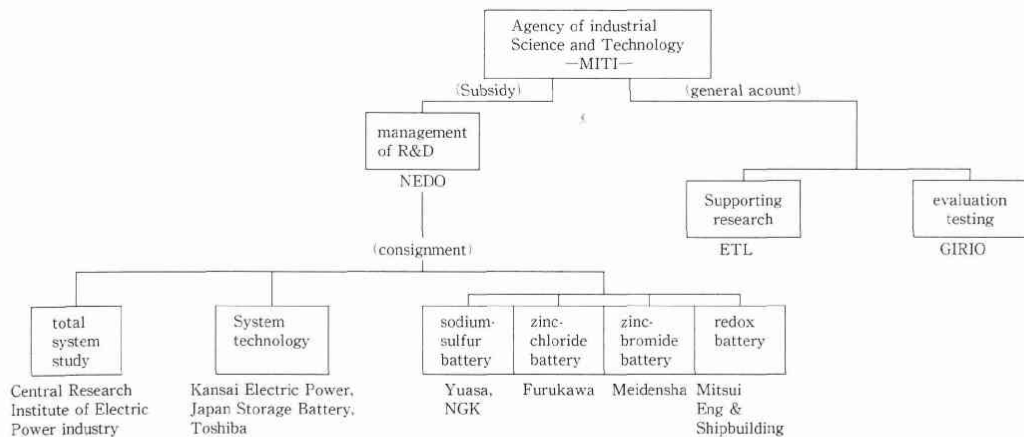


図 3 開 発 体 制

～58年度に 1 KW 級電池の開発を実施し、第 1 次中間評価を行い、4 種類とも中間目標をクリアして、59年度より 61 年度迄に各々 10 KW 級電池の開発を行っている。61 年度末には第 2 次中間評価を実施し、1,000KW 級電池実証試験に用いる電池を選定する。

2 番目の柱のシステム技術の研究開発は、1,000KW×4 時間、4,000KWh の連系システムの開発を実施し、電力貯蔵システムの制御技術等の確立を計る。第 3 の柱は 62 年度から 1,000KW 級の新型電池を用いた実証試験である。第 4 はトータルシステムの研究であり、環境・安全問題、経済性等について支援研究を進めている。

10KW 級電池の開発は順調に進捗しているが、それと並行して 1 KW 級の 83 年型モデルは 500 サイクル程度、84 年型モデル 200 サイクル程度の寿命試験を継続中である。その結果の概要は、ナトリウム・硫黄が他より若干充放電効率は高く、84 年型が 83 年型より性能劣化が少なく、着実に技術進展があることを示している。

以上は、NEDO が管理している事業であ

るが、この他、国立研究機関の ETL⁹⁾が、58 年度迄レドックスフロー型 1 KW 級を開発していたが、民間へ技術移転し、現在は炭素系材料の基礎研究を、GIRIO¹⁰⁾は評価研究を行っている。

最後に、10KW 級新型電池開発で最近改良された材料によって性能向上がなされている。

表 12 に電池コンポーネントの材料を示すが、星印が改良された材料である。ここ数年電池の要素開発で大きな進歩があり、これには分析技術など支援技術のバックアップがあったことが上げられる。次のステップは、スケールアップを計る技術を確認することであり、関係各位の努力を期待するとしている。

米国側から、エネルギー省の A. R. Landgrebe 氏より、「新型エネルギー貯蔵・変換技術」と題して講演があった。

米国 DOE のエネルギー貯蔵プログラムは車輛用と負荷調整用の 2 本柱である。

[注] 9) 電子技術総合研究所

10) 大阪工業技術試験所

表12 電池コンポーネント

	Positive Electrode	Negative Electrode	Electrolyte/Separator	Auxiliary Equipment
Na-S	PAN or pitch graphite felt	stainless steel fiber	β' -Al ₂ O ₃ ceramics	- heater - fan - temperature controller
Zn-Cl ₂	porous graphite reinforced with carbon fiber	reinforced glassy carbon	ZnCl ₂ aqueous solution --- no separator	- cooler - pump for electrolyte - gas pump - UV lamp *tank for Cl₂ absorption solvent
Zn-Br ₂	*carbon cloth	carbon plastics	ZnBr ₂ aqueous solution --- porous polyolefin membrane	- cooler and pump for circulating water - pump for electrolyte
	carbon felt (*bipolar)			
Redox-Flow	carbon felt (*chemically modified)		HCl aqueous solution (*with the third additive) ---	- heater - pump for electrolyte - rebalance cell
	*glassy carbon (bipolar)		polystyrene sulfonic acid membrane	

* : newly adopted in 10KW batteries

プログラム目標は、高性能貯蔵電池の開発であり、基礎技術から商用開発へのつながりを目的とする。

プログラムは総額1,000万ドルで、サンディア国立研、ローレンス国立研などの開発活動支援、負荷平準化に対しEPR Iとの協力事業、Battery Energy Storage Test (BEST) 施設への支援及び電気自動車用電池開発をフォードに委託する事業等である。

鉛電池や亜鉛・塩素電池の開発については、他の講演者(N. Yao氏)にまかせて、ここではナトリウム・硫黄電池の開発プログラムを主体に一部他の電池にふれている。

開発ステップは、基礎研究(新素材、新イオン導材)→応用研究(β アルミナの強度化、テスト法改善)→開発(モジュール設計、熱管理、信頼性向上)→評価の4段階あり、DOEは、関係機関に委託して実施しているが、現在実用に供しうるシステム迄は進展しておらず、セルの開発が行われているにすぎない。

(図4)

研究開発の促進は、ナトリウム・硫黄電池のフルスケール電池100KW、500KWの開発・試験をし、最終的にはEPR IのBEST施設で評価を行う計画となっており、サンディア国立研からCSPL社に3年間、850万¹¹⁾ドルの予算で電池開発を委託中である。

高電力密度のセル開発が達成され、約2年半で675サイクルの寿命試験を実施し、成果分析が行われている段階である。

亜鉛・臭素電池は、生産コストが低い、常温作動であるなどのメリットをもち、電気自動車用、ソーラー等自然エネルギーの貯蔵によく、現在、寿命をのばすこと、特性向上などの開発段階にある。EXXON社、ERC社が担当しており、DOEは500万ドルの支出をした。

今後3年間でERCに対し600万ドルの予算で500KW×1時間のシステム開発を行い、

(注)11) Chloride Silent Power Ltd.

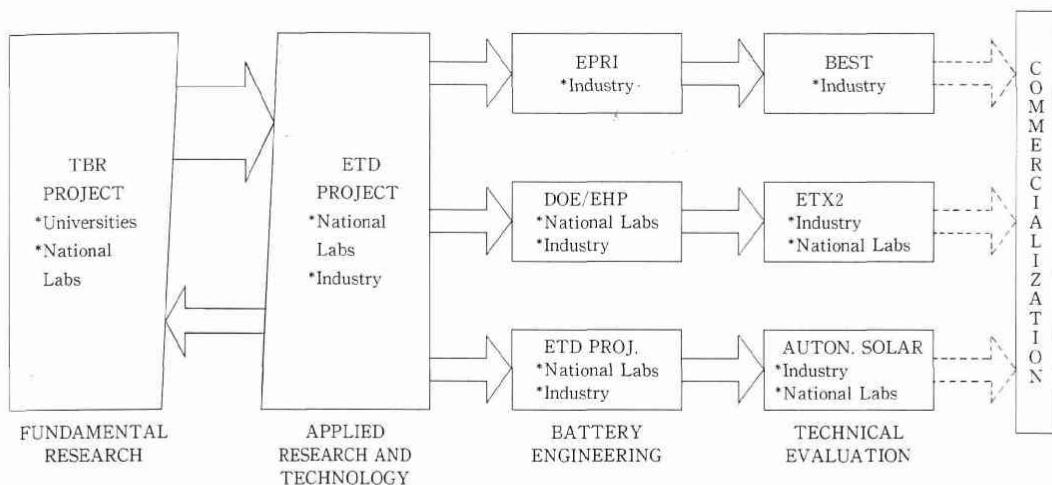


図4 米国エネルギー省の二次電池R&Dプロセス

BEST施設で評価することになっている。これはEPRIが主体で実施する。

その他、リチウムアルミネート・硫化鉄電池、ニッケル・水素電池がソーラー用、宇宙用に有望であり、特にNi-H₂電池は地上用にする応用研究がCOMSATなどで強力に進められ、宇宙用のもののコストから1桁以上下っている。

開発課題についてまとめると表13のようになる。

適用面からみると、電気自動車は、ガソリンコストが下っており、相対的に電池の開発目標が高まってきていることからむずかしい状況になっている。エネルギー密度を極めて大きくすることが必要である。静止型は、米国では原子力発電がさほど進展してないこと、エネルギー節約が進み、新しいエネルギー源は多くは望まれていないことなどからニーズの面で1995年以降となり、当面の商用化はむずかしいとしている。

最後に、コスト目標については、利用が何

表13 電池の開発課題

項目 電池	開発課題
Na-S 電池	○電解質耐久性向上 (Zr ドープ) ○熱管理(特に放電時)
Zn-Br 電池	○耐久性向上(材料面) ○スタックシール ○電池信頼性、効率向上
Ni-H ₂ 電池	○コストダウン

かで異なるが、静止型は70ドル/KWh、電気自動車用80～100ドル/KWh、ソーラー用は200～300ドル/KWh（但しサイクル数が長く10年程度と仮定）と考えられる。

負荷調整用電池の開発は、DOEのみならずEPRIと協力して進めており、'90年代までには良い成果が得られると期待している。

以上5件の基調講演がなされ、盛会裏にセッションは終了した。(いとう のぼる 新エネルギー総合開発機構 燃料・貯蔵技術開発室)

(注)12) 英国の会社の社名

商用化へのシナリオと課題

〈セッション 2 の概要〉

小林 道夫
山本 洋平
石川 力雄

1. 電力用燃料電池

今後の電気事業は、従来にも増し、経済社会の進展を支えてますます重要な役割りを果たして行く必要があるが、このような状況下で燃料電池発電技術は、対環境性、省エネルギー性、熱併給など、これからの事業運営にとって極めて重要な技術である。今回は、電力用燃料電池の導入のシナリオとして、2 件の発表があったので、その概要を報告する。

1.1 燃料電池の開発の方向性と実用化への課題(小林道夫(東京電力㈱))

東京電力が燃料電池の研究を開始したのは昭和30年代の終りであった。当時は、無線中継基地用の電源としての研究が主体であったが、紆余曲折を経て、現在の研究開発に貴重な経験として受けつがれて来ている。

燃料電池は、等温の状態エネルギー変換を行う装置である。これは、¹⁾ 燃焼を伴うボイラー、暖冷房などのエネルギー変換に比べて

理論的には最も経済的なシステムとなり得る。しかし、電力供給用としてこの技術を実用化するためには、一層の開発努力が必要である。

1.1.1 電気事業の当面する課題と分散電源

電源の大型化、遠隔化に伴って、送変電設備投資の大規模化がすすみ、輸送コストが増加する。また電源の遠隔化は、供給の安定性を低下させる要因ともなる。需要地近傍への分散電源立地は、この解決策として有効である。さらにエネルギー有効利用の面から、出来るだけ電力変換効率の高い発電装置が望ましい。燃料電池は、需要地近傍に立地出来る電源として、発電効率、環境性などにすぐれた特徴を持ち、また建設工期の短縮などによる資本費の節減にも貢献することができる。

東京電力が行った 4,500 kW 実証プラントの経験でも、これらの事は十分に検証されている。

1.1.2 燃料電池の導入の環境

(a) コストダウンの見通し

燃料電池のコストが将来どうなるか現時点で予測することは極めてむずかしいが、少く

(注) 1) 高橋武, 電気学会雑誌, 102(3)185(1982)

ともBEC²⁾としての目標値を設定すると、現在商用機として電気事業が電力供給に使用中の機器と競合出来ることが第一条件で、BECがkW当り25ないし35万円程度である。このコストの中は設置される場所や、使用条件によって変わる部分であって、例えば、送変電設備クレジットと云う部分である。また大量生産によるコストダウンは、経験的な方法で想定が可能であるが、試算によるとはば数百ユニットの製造で目標コストが実現できるのではないかと思う。

(b) 技術的な水準

りん酸型燃料電池の技術的な水準は、4,500 kW実験プラントにおいておおよその評価が可能であり、また本年度から実証試験を開始する1 MW実験プラントによって、より明確にその技術的な水準が立証されることになる。また、これらのプロジェクトの外に、いわゆるオンサイト型と呼ばれる熱併給型の小型器の実験や、上記以外の電気事業が計画中あるいは実施中のプロジェクトの成果によって、開発はさらに加速され、実用化に向って前進することが期待される。

(c) マーケットの状況

1985年7月の通産省が行った新エネルギー導入ビジョンによれば、ホテル・病院などの業務用として350～700万kW、一般工場用として50～100万kW、都市再開発などでの熱供給用として300～600万kW、変電所代替局所電源として200～600万kW、火力発電などで大型発電代替として400～800万kWの潜在導入量が見込まれている。この数値自体には、まだ十分な議論が必要であるが、プラントとしての信頼性、経済性が達成されれば、かなりの導入量

が期待できる。

(d) 導入促進の方策

第一の有効な方策は、技術開発に対する資金的な助成、研究設備に対する資金援助などである。また、資金の低利融資や、長期的な視野での専門家の育成などが考えられ、これらの方策を重点的に行うことが有効と思う。

1.1.3 その他

市場へ導入される燃料電池としては、CVCF³⁾など電力供給の信頼性を確保するために設置される機器の直流母線への適用である。これはさらに直流母線を直流送電網の形で拡張することも考えられ、いわゆる分散電源として、電力系統の信頼度向上に一層の貢献をすることも期待される。さらにこのような高性能電源の開発によって、直流配電、電気鉄道、電解ソーダ工業、熱を使用する工業プラントでの省エネルギー化、など工業界での技術の発展、効率化が期待できる。

1.2 電気事業への燃料電池導入の経済的・戦略的影響(D. M. Rigney (EPRI))

1.2.1 本報告の背景

1981年(昭和56年)に、米国の電気事業の研究機関であるEPRI (Electric Power Research Institute)と、同じく主要電力会社などを中心に構成されたFCUG (Fuel Cell Users Group)は、協力して、参加会社が燃料電池を導入した際の効果について研究することを決めた。この研究の結果は、各電力会社にとって、この新発電方式を導入することが将来に亘って経済的、戦略的に最も好ましい選択であるという結論となった。例えば、電力会社の設備計画を担当する人達は、燃料電池の送

(注) 2) Break Even Cost

(注) 3) 無停電装置

配電線の末端に設置することによって線路の増強を行わずにすませることが出来、その結果、設備コストを節減出来る。この効果は、従来のように、代替案が大型発電ユニットだけであるような選択法しかない手法に比べると、ずっと明確であって、これは又、通常あまり評価が容易でない局地的な無効電力の制御、熱併給、大気汚染などの要因にもとづく効果がしばしば明確に示される。

この研究は、電源を計画する人々に、燃料電池についてより理解を深めるため役立って来た。又、モジュール化技術、小規模、建設工期などの面での燃料電池の持っている財政面、戦略面での効果を検討する必要性が指摘された。これは第一に、将来の需要予測の不確実さ、種々の法律上の制約、準備期間、建設費、環境対応など、意志決定に当たっては相当の弾力性を持ってリスクを回避したいという要求にもとづくものである。不確実性のもとにおける燃料電池の効用は、直観的に考えて正しいと思うが、まだ定量的には実証されていないのである。

1.2.2 電力会社の検討グループ

燃料電池の最初の導入者は、この新しい発電技術が持つ技術的、経済的効用を定量化するのに必要な出来るだけ沢山の燃料電池の特長を明らかにする必要性を感じると思う。最近米国多くの電力会社は、前述した将来の不確実性に対する関心と同時に、投資の際の外部資金依存度が増え、リスクの大きい、不安定な財政的情況の改善に当って、燃料電池が唯一の有効な手段であると考え始めている。1984年（昭和59年）にFCUGは、システム計画を担当する人達がタスク・チームを作り、EPR Iの実施して来た、燃料電池の

効用を定量的に評価する研究を支援することになった。その研究結果の報告である。

1.2.3 研究の結果

もっともあり得るシナリオとして、燃料電池の入らない20年の設備増強計画案が作られた。つぎに燃料電池を導入したケースが作られ、この両案の優劣がいくつかの経済的指標によって比較された。この結果、燃料電池800 MW（系統容量5,000MWに対して）の設置ケースが、現価合計費用で有利であった。つぎに不確実性について見ると、一般的に、計画決定について特別明確な判断基準はないとの結論であった。或る不確実さの状況下でつぎの5つの拡充案を検討した。

- I 石炭火力の建設費が予想の $\frac{1}{3}$ となった。
- II 石炭火力の建設期間が予想より2年延びた。

What If... LOAD GROWS FASTER THAN PLANNED?

- Reserve margins fall
- Short lead time capacity needed

INCREASING LOAD FORECASTS

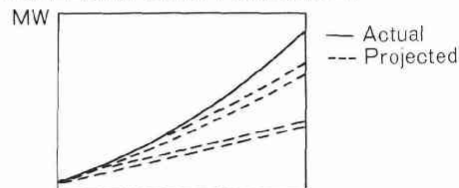


図1.1 需要増加が予想より早まった

FUEL CELLS HELP MEET LOAD

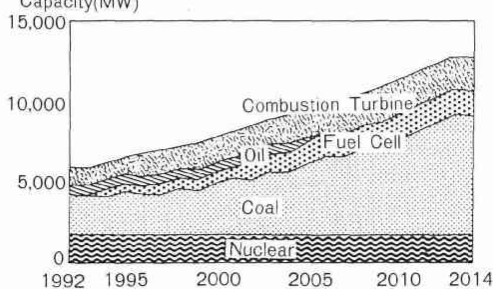


図1.2 燃料電池は需要増に対応できる

- III 需要増加が予想より早まった。
- IV 需要増加が予想よりおそくなった。
- V 燃料電池の建設費が50%増加した。

(図1.1, 1.2参照)

1.2.4 討論と結論

過去においては、いわゆる代案間の直截的な経済比較が計画決定の方法であったが、今回のような研究によるシナリオ作りとその分析評価の手法によって、電気事業のマネジメントはより注意深く、燃料電池のような新しい技術の持つ役割りを検討し、計画に反映出来るようになる。電気事業のマネジメントは、予想される効果と、健全な財政状態の中で変動する外的条件に弾力的に対応出来る経営の改善策との選択を常に考える必要がある。

以上、電気事業への燃料電池の導入のシナリオについて、日米から1件ずつの発表の概要を報告した。当日の討論でも述べたように、EPR Iの報告は戦略的な検討が行えるようにコンピュータモデルが作られており、主要なパラメータの変更によって容易に戦略的選択が可能である。日本では、代案を作って比較するいわゆる直截の手法がとられる。PWR Rによるダイナミックな検討手法はないわけではないが正確なモデル作りとその為のデータ・ベースが必要である。(こばやし みちお 東京電力㈱開発研究所 燃料電池研究室長)

2. オンサイト用燃料電池

オンサイト用燃料電池の商用化に関しては、東京ガス㈱山本洋平と米国GRI¹⁾J. J.

(注) 1) Gas Research Institute

Cuttica 両氏による発表が行われた。

以下にその要旨を紹介する。

2.1 オンサイト用燃料電池の実用化

(山本洋平(東京ガス㈱))

2.1.1 はじめに

都市ガスはガス灯に始まり、現在は厨房、暖房さらに冷房にも用いられており、都市エネルギーの大きな部分を占めている。近年資源の有限性が認識され、エネルギーの有効利用が今までより以上に求められている。技術の進歩によりもたらされた回答が、コ・ジェネレーションである。オンサイト用燃料電池は、コ・ジェネレーションの一手段であり、都市ガスのエネルギーを電力および熱に変換して利用するもので、ガス事業者はその開発、実用化を期待している。

2.1.2 ガス事業者にとっての燃料電池

東京ガスおよび大阪ガスは昭和47年より米国TARGET計画に、また昭和52年より米国GRI計画に参画している。GRI計画に先立ってUT社より40kWプロトタイプ機を購入し、スイミングクラブでフィールドテスト中である。また、昭和60年に同機の改良機を筑波国際科学博覧会ガスパビリオンでGRI計画のフィールドテストを兼ねて展示、運転した。引続き本年2月より都内池袋のホテルでフィールドテストを行う予定である。なお、GRI計画は全体で46機のフィールドテストを行っている。

テスト機の仕様を表2.1に示す。40%の発電効率を持ち、加えて約40%の排熱利用が可能な仕様であり、我々の連続運転でもそれが実証されている。

運転実績を表2.2に示す。GRI機は筑波

表2.1 PC-18型燃料電池の仕様

発電出力	40kW, AC
発電効率	40%
総合熱効率	80%
電圧	208/120V
周波数	50Hz
応答速度	0～100%負荷まで瞬時
操作方式	全自動、無人運転
燃料：種類	都市ガス（13A）
：圧力	100～350mm H ₂ O
：消費量	8.6NM ³ /時間
外形寸法	2.8M×1.6M×2.0M (幅) (奥行) (高さ)

表2.2 PC-18型実証試験結果(東京ガス)

	〔プロト機〕	〔改良機〕
場所	技術研究所 水泳クラブ	科学万博G.P. (ホテル)
運転期間	'82.3～	'84.12～'85.9
運転時間：累計	1,984時間	4,827時間
：最長連続	333時間	1,579時間
用途：電力	照明	空調動力
：排熱	シャワー	給湯
主なトラブル回数	66回	4回

科学博開催期間中の90%の期間運転し、プロトタイプ機に比較して運転信頼性が向上していることが判る。

フィールドテストの結果から、トラブルが皆無な電池本体および改質装置の技術優秀性に加えて、40kW機は全自動無人運転が可能なこと、また、小型に仕上がっており、オンサイト用燃料電池としての要件を満たしている。

更に、図2.1に示す通り、発電出力50%、即ち負荷率50%ぐらいまでは負荷率100%時とほぼ同等の発電効率を得られる。燃料電池は定格出力時に高い発電効率を得られるという魅力があるが、それと同時に、ないしはそ

れ以上に部分負荷時にも高い発電効率を得られるという点で、稼動変動を余儀なくされるオンサイト用に適していると考えられる。

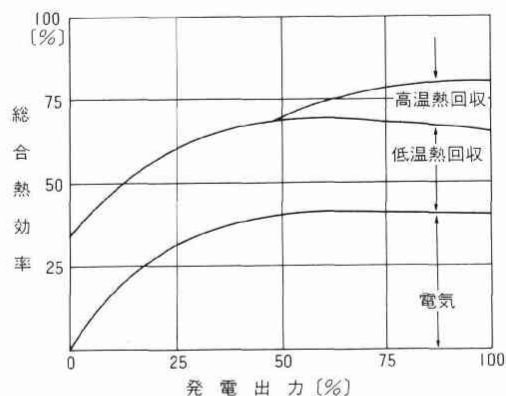


図2.1 PC-18型燃料電池特性

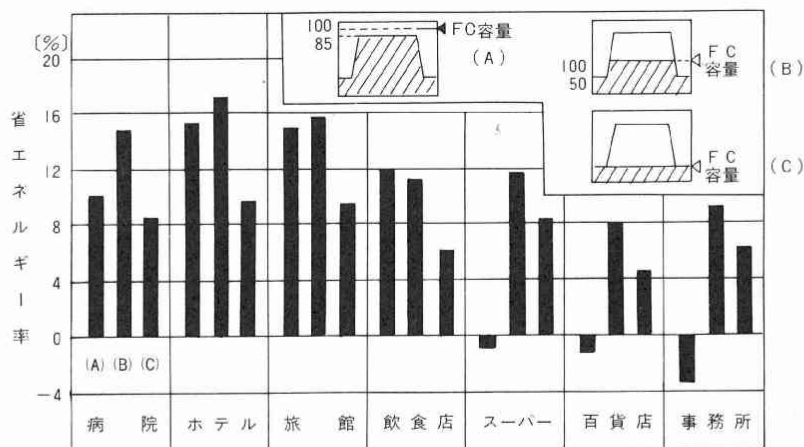
2.1.3 オンサイト用燃料電池の市場

燃料電池は電力と熱を同時に発生する装置である。従って電力需要と同時に熱需要のある所に適用することが最も省エネルギーであり、かつ経済性を発揮する。

業務用ビルについて、業種別に、時刻別の電力と熱エネルギー消費量を調査し、各施設に燃料電池を適用した場合の従来方式と比較した省エネルギー率を算出した¹⁾(図2.2)。病院、ホテル、旅館、飲食店等の業種が省エネルギー率が高い。

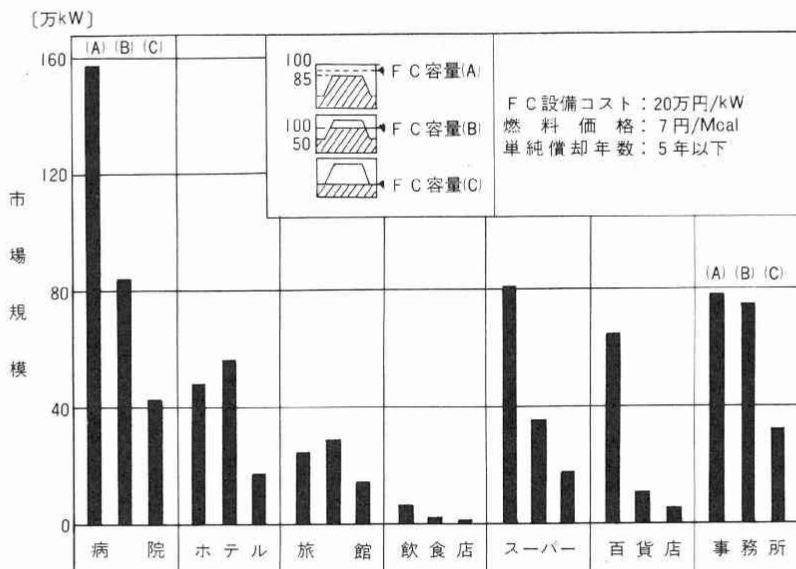
更に経済性を検討し、潜在市場規模を算出した(図2.3)。燃料電池の容量を最大負荷に対し15%の余裕率とし、設備コスト20万円/kW、燃料価格7円/Mcal、系統独立運転のとき、478万kWの市場がホテル、病院を中心に想定できる。また、初期導入市場の検討例として設備コストを40万円/kWとした場合には78万kWの市場が想定できる。

(注) 1) 需要先設置型燃料電池に関する技術調査報告書、財団法人日本ガス協会、昭和58年3月



(注) 各業種のグラフは左から順に(A)、(B)、(C)のケースを示す。

図2.2 運転方式別省エネルギー性



(注) 各業種のグラフは左から順に(A)、(B)、(C)のケースを示す。

図2.3 運転方式別潜在市場規模

以上は系統独立での検討結果であるが、系統接続の場合は更に経済性が増し、米国の試算例では燃料電池設備コストを1,000 \$ /kWとした場合、系統独立では2,000万kW、系統接続では7,000万kWの市場が見込まれている。

産業用の市場では、製造業のうち食料品、繊維、パルプ・紙、化学工業が熱および電力の消費量比率が2～4程度と高く、かつ市場

規模も大きく有望と思われるが、個々のケースについては検討が必要であろう。

大型省エネルギー技術研究開発推進会議では1990年から2005年までの15年間の燃料電池の導入量をオンサイト用については約1,000

(注) 2) リン酸型燃料電池発電技術の将来展望 第一報、通産省工技院大型省エネルギー技術(燃料電池発電技術)研究開発推進会議・経済性評価ワーキンググループ、昭和59年12月。

万kWと想定している。

2.1.4 市場導入のために

工技院の強力な主導のもとでの技術開発により、燃料電池は技術的には一定の段階に達し、実用化が見通せる状態になってきたと言えよう。

市場導入に影響を与える要因と課題をまとめて表2.3に示す。

表2.3 市場導入の影響要因と課題

要 因	影響を与えるもの	期待されること
市 場	生 活 水 準	ニ ー ズ の 拡 大
設 備 費	技 術 開 発 量 産	小 型 化 高 信 頼 性
変 動 費	技 術 開 発 エネルギーコスト	効 率 向 上 メンテナンスフリー
社会条件	コ ン セ ン サ ス	制 度 の 整 備 企 業 間 協 力

燃料電池を早期に実用化するために、国、メーカーおよびエネルギー業界が協力、協調しつつ、各々の役割を果たす必要があると思われる。

国については、助成金、税制上の優遇策、

諸法規の整備等の導入促進策を取られるようお願いしたい。燃料電池から生成するものは電力と熱という、いわばありふれた物であるので、既存システムに対して導入初期においても、経済的に優位性を持たなければ市場導入が進まないためである。

メーカーについては、燃料電池一般の技術開発を進めるのに加え、オンサイト用の燃料電池に関する技術開発——例えば、小型化、量産化等——についての十分な検討を望みたい。

電力、ガス等のエネルギー業界については優れた省エネルギー機器である燃料電池の実用化に向けて高度に公益的な視点から、電力送電網や都市ガス導管網の利用等、インフラストラクチャーの有効利用と共に、業界の協調をはかっていくべきであろう。

更に以上の三者の共同によって導入の方策およびスケジュールを明確にした、具体的な実用化シナリオの作成が必要である。(図2.4参照)

関係者の努力によって燃料電池もようやく

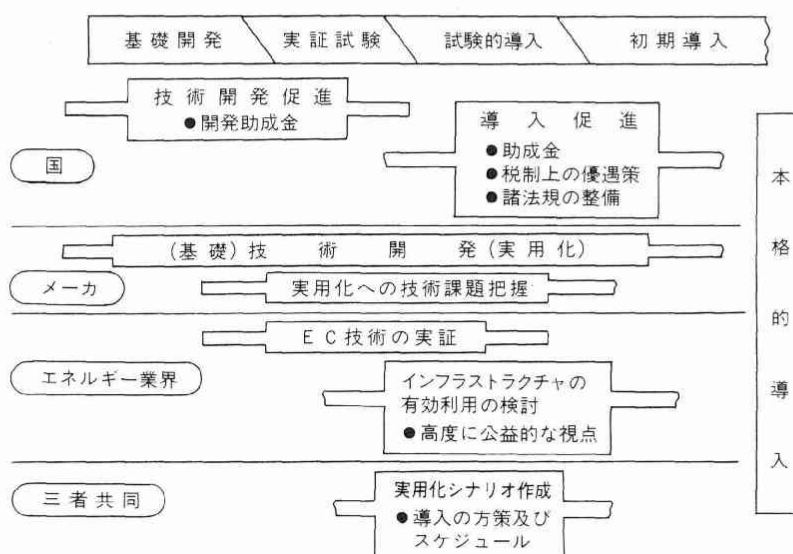


図2.4 燃料電池の導入シナリオ

手の届くところまで達した。一日も早い実用化を期待したい。

2.2 オンサイトりん酸型燃料電池プラント商用化に関わるキー課題(J. J. Cuttica (GRI))

2.2.1 はじめに

りん酸型燃料電池(以下PAFCと略す)のオンサイト発電プラントの商用化を1980年代後半に達成させることを目標に、1981年にGRI, エネルギー省, ガス専業及び電気/ガス併業の37社のコンソーシアム及びUTC²⁾の合同でフィールドテストを中心とする開発計画がスタートした。なお、燃料は天然ガスである。

この開発実施の成果を主体に、PAFC オンサイト発電プラントの商用化実現のための課題として次の3点を挙げ、それぞれについて述べる。

- (1) 技術としての実用化の可能性
- (2) 目標製作コストへの到達能力
- (3) 市場の実現性

2.2.2 技術の実証

この開発計画では、1983年11月に最初のフィールドテスト用プラントが運転に入り、85年6月に最後のプラントが運転に入ったが、合計46基(いずれも電気出力40kW, 熱出力15万Btu/h)のプラントで、86年1月初めまでに延べ22万5千時間を超える運転経験をえ、その稼働率も計画目標の55~65%をほぼ達成した。(図2.5, 2.6参照)

これらのプラントの電気への転換効率は40%, 排熱を利用した場合の合計の総合熱効率

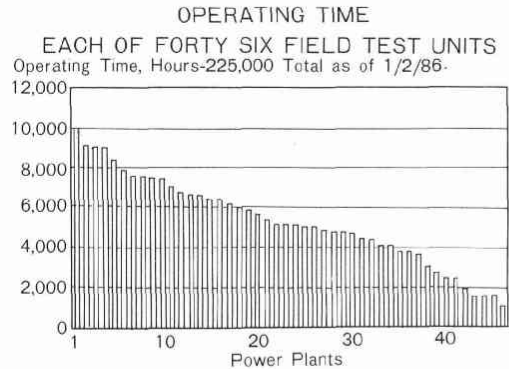


図2.5 各プラント毎の総運転時間(1986.1.2現在)

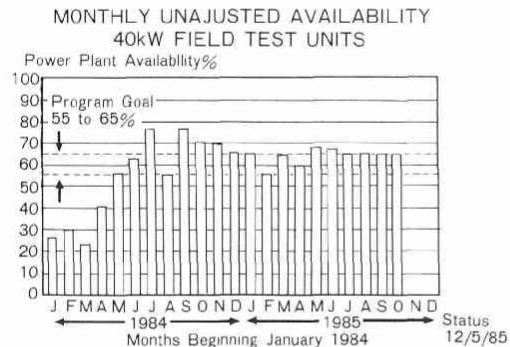


図2.6 月別平均稼働率(1985.12.5現在)
稼働率 = $\frac{\sum (\text{運転時間})}{(\text{暦時間} \times \text{運転プラント基数})}$

は80%に達している。改質器、セルスタック、インバータといった高度の技術を要するコンポーネントについては、信頼性と耐久性について充分実証された。しかし、その他のメカニカルコンポーネント、電子制御系回路、プラント冷却系などで、まだ問題点が残っている。

2.2.3 現実的な製作コスト

IFCの最近の研究によると、200kWPAFC オンサイト発電プラントの推定製作コストは、前述のフィールドテストで採用した1970年代後半の技術を用い、小規模だが連続50~100基/年の生産規模を想定した場合、8,000ドル/kWであった。1982年以降の技術改良により、上述の8,000ドル/kWに対応する製作コス

(注) 2) UTC: United Technology Corp.

現在は、IFC(International Fuel Cells Corp.)

トは、2,000～3,000ドル/kWに下がり、さらに、これを成熟した市場規模(100MW/年：200kWプラントで500基/年)での生産を前提とすると、1,000～1,500ドル/kWまでコストは低下すると推定されている。

小規模初期市場参入時及び成熟期大規模市場についてこのような製作コストは、エンジン駆動のコジェネレーション装置に対しても、在来のエネルギーサービス方式に対しても充分競争力があるものとみられる。

2.2.4 市場の実現性

商業部門のコジェネレーション市場を予測するのに利用できるいくつかの研究が行われている。潜在市場規模の予測は、その際用いる前提条件(エネルギー料金、装置のコスト、維持費、装置の性能、所有者(最終需要家、金融関係、ガス事業者)の要求する装置回収条件、等)によって大きく変動するものである。結果の一例として、オンサイト燃料電池ユーザグループによって発表された報告書“The Gas Powercel National Market Report”によると、燃料電池の設備コストを

1,000ドル/kWとし、系統と独立の運転方式によるものの潜在市場規模を2千万kWとしている。一方、燃料電池の設備コストが2,300ドル/kWであっても、系統連携運転で、売買なしの場合は、2千万kWの同一市場が見込まれる。

潜在市場の規模よりももっと大きな関心事はPAFCを市場が受入れてくれるかということである。燃料電池が作り出す電気と熱は十分に顧客を満足させることが40kWのフィールドテストによって判った。しかしながら、平均的な顧客は収入に直接つながらない装置への投資にはためらうものであり、装置の保守とか、電力事業者やガス事業者との長期の契約交渉をいやがりがちである。これに対しては、ガス事業者は顧客に対し、ガスを供給するだけではなく、エネルギー全般を供給し、かつ燃料電池装置のサービスも行っていく等の提示をしつつ、顧客からできるだけリスク負担を取除いてやるべきである。

メーカーとユーザーの協力により、1980年代後半の実用化を目指し、今後も努力を続けたい。

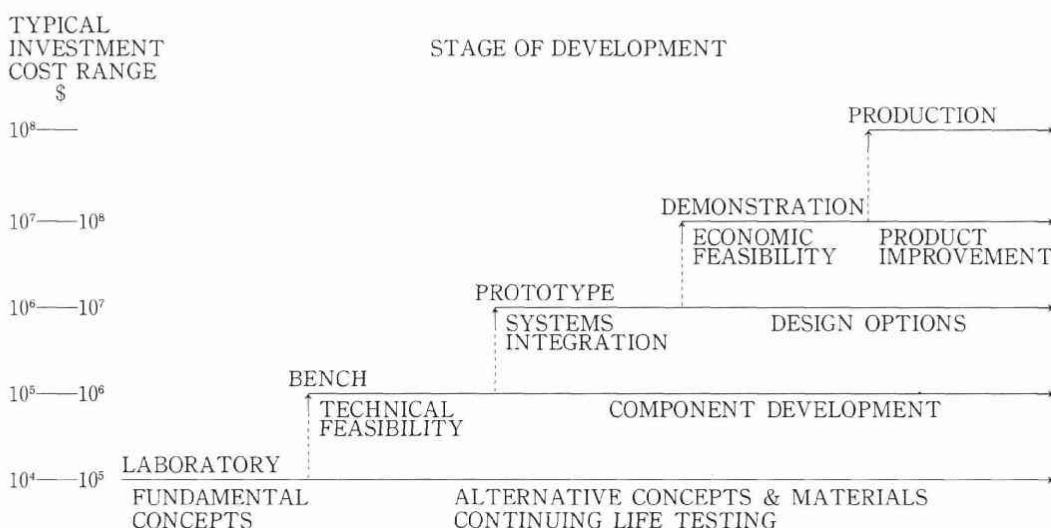


図3.1 開発のステップ

(やまもと ようへい 東京ガス㈱エネルギー変換技術開発プロジェクトチーム プロジェクトマネージャー)

3. 電池電力貯蔵システム

3.1 はじめに

わが国では、第一次石油ショック後、電力事業において石油から原子力、LNG、石炭への燃料転換がはかられつつある。これら石炭・原子力発電の占める割合の増加とともに、産業分野の構造変化に伴う負荷率の低下傾向から、電力需要のピークからボトムへのシフトを促すための各種方策が検討あるいは実施されている。

夜間の電力を貯蔵し、ピーク時に貯蔵エネルギーを利用して発電することによる負荷平準化技術として、わが国では揚水発電が実用化されている。この揚水発電を代替しうる技術で最も実用化が期待できるものとして、新型電池による電池電力貯蔵システムの研究開発が進められている。米国においても1970年代から、同様の目的で研究開発が進められている。電池電力貯蔵技術の開発ステップ、技術の開発状況、開発でのリスク負担、商用化の課題などを概説する。

3.2 新技術の開発計画

研究の基礎段階から新製品を製造するまでの開発計画のステップとそれに伴う費用の増加の典型的な概念をPSE&G社のルイス氏は図3.1のように表わしている。この開発ステップは、①研究所レベル（新しい概念の導入、基礎理論の構築、使用素材の探索）、②ベンチ（コンポーネントの開発による技術的可

能性）、③プロトタイプ（様々な設計データの収集、システム化の検討）、④実証（実際の機能の確認、経済的可能性、製造法の改良）、⑤実際の製品製造（製造工場の建設）の5段階であり、各段階ごとに人員や投資費用が増大する。最初の概念の発見から新しいシステムを作るまでには障害が二つある。一つは、応用研究から生産のレベルに開発が進むにつれて費用が増大することである。もう一つの障害は科学者、技術者、製造メーカ、金融機関、潜在的需要家が新しい技術に対して持つ信頼のレベルである。技術が開発され、将来目標を実現する費用の増大により、熱意を失う人がでてくるからである。新技術は技術面、経済面で未知の要素があるため、新技術の導入には大変巨額の費用が必要である。米国では様々な調整活動が行われ、これらの開発リスクをエネルギー省（DOE）、電力研究所（EPRI）、電力会社、メーカが負担しているようである。

3.3 電池電力貯蔵システムの実証

わが国での4種類の電力貯蔵用新型電池（ナトリウム・硫黄、亜鉛・塩素、亜鉛・臭素、レドックスフロー）の開発が順調に進められ、現在では、10kW/80kWh級電池の開発が進められている。一方、米国では500kWhの亜鉛・塩素電池が1984年にBEST（電池電力貯蔵システム試験）施設で試験されている。新型電池の開発状況は開発試験を行うベンチスケールの段階であろう。

電池電力貯蔵システムの商用化を図っていく上で、そのシステムの設置場所、使用目的などから、目標とする仕様や要求性能を明らかにしておくことは、効率的開放のためには

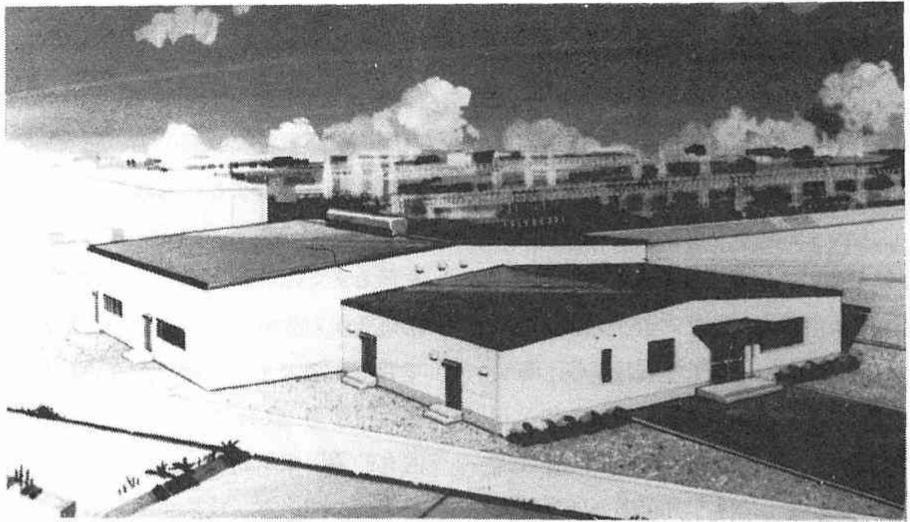


図3.2 配電変電所構内に設置されるシステム試験施設(想像図)

重要である。電力中央研究所の研究によれば、配電用変電所に設置する負荷平準化用電池電力貯蔵システムの基本的目標仕様は、出力2～5 MW、充放電時間をそれぞれ8時間、直流電圧1～2 kVなどとされている。さらには、これらの要求性能を満たすとともに将来の実用段階での寿命、所要用地面積、環境・安全性、経済性などのあり方についても述べられている。電池の信頼性、実用性などが明らかにになれば、電気事業は電池電力貯蔵システム

をいろいろな用途にも用いるであろう。この用途には、負荷平準化以外に、ピークカット、瞬動予備力、系統内の潮流制御、負荷変動に応答した周波数制御、太陽光発電や風力発電との併用によるこれらの出力制御などがある。

電力系統と貯蔵用電池とを接続し、充放電を円滑に行なわしめる連系技術の確立や上記各種用途の適用可能性を検証するための試験設備が稼動あるいは建設中である。わが国

表3.1 BEST施設の任務

	DEVELOPMENT TESTING	PROTOTYPE TESTING	MINI-DEMONSTRATION TESTING
OBJECTIVES	Test bed to verify system design concepts	Assess performance in utility environment	Realistic field operating experience; showcase
HARDWARE	pre-prototype 500 KWHrs	Prototype commercial: 5 to 10 MWHrs	Commercial: 5 to 10 MWHrs.
INSTRUMENTATION	Special purpose	Careful monitoring	Commercial level+ additional as required
TESTING	Developer devised procedures	Utility-oriented evaluative testing	Simulated commercial operation
REPORT DISSEMINATION	Same basis as supported in-house testing	Developer to advise on appropriate level of publicity	Fully publicized

は関西電力(株)異変電所構内に1 MW/4 MWh 鉛電池システムが建設中で、1986年10月より試験が行なわれる予定である。(図3.2) 西ドイツのベルリン電力では17MW/4.5 MWh の瞬動予備力・周波数制御用の鉛電池システムが建設中で、年末あるいは来年初めに運転開始の計画で建設が進められている。米国ではこれらの計画よりも早くから取り組まれている。BEST施設は1981年にDOE、EPRI、PSE&Gの三者の協力のもとに建設され、1982年に1.8MWh の鉛電池による受け入れ試験が行われると共に、電気事業用での各種用途を想定しての試験が行われた。

これらの研究成果を踏まえ、新型電池としては世界で初めて、モジュールを集合した500kWh (100kW×5時間) の大容量の亜鉛・塩素電池が1984年2月より11月まで試験された。基本充放電サイクル、ピークカット、瞬動予備力、周波数制御などの機能試験が実施され、この結果をもとに、2 MW/6 MWh のFLEXPOWERの設計が行われた。また、需要家側に設置し短時間のピークカットを行う500kWh (500kW×1時間) 鉛電池システムの試験が1984年に行われた。BEST施設での試験の任務の概要は表3.1のとおりである。

わが国の1 MWシステム試験設備には、ムーンライト計画の一環として開発された8時間の充放電が可能で効率も良い7,500Ah/10時間率の改良型鉛電池が使われる。また、12相自励式で出力1,000kWの交直電力変換装置が開発され用いられる。この試験では、種々の運転制御特性、保護特性、安全・保守特性などが把握される計画となっている。鉛電池を用いたシステム試験に対し、

○電池貯蔵システム技術の確立

- 負荷平準化および他の機能の効果の確認
 - 新型電池実証試験に反映する多くの情報の収集
 - 実用化・商用化のための提言
- が期待されよう。

3.4 商用化の理論と実行

「電池システムの商用化は結婚とセックスのようなものである。」とEPRIのバーク博士は述べている。これは誰でも話として分っているが現実には非常に厳しいということであろう。電池電力貯蔵技術はまだ完成したわけではなく、市場も不明確であるので、ユーザーである電力会社、電池メーカー、電力変換装置メーカーなどの当事者にとっては、将来のポテンシャルよりもリスクの方が大きいのが現状である。新型電池の商用化の理論は、次の3つの要素により複雑となっている。

1. プロトタイプ、初期ユニット製造に巨額の投資が必要
 2. 新型電池商用化の上で、信頼性、経済性の優れている鉛電池の存在
 3. 需要家である電力会社の考え方、態度
- 電池メーカーは生産設備に多額の投資をして、初期1号機を作るとは限らない。これは、電力会社での市場が不明確だからである。また、プロトタイプができて、その試験の結果、技術の変更をはじめて余儀無くされることも予想される。さらに、電力会社は大変慎重で、プロトタイプの試験結果が出るまで、姿勢を明確にしない傾向がある。しかしながら、このプロトタイプは技術の有効性、運転経験の有無、電力会社での価値の認識などの点で重要である。実証と商用プラントの違いは表3.2のとおりである。信頼性の獲得が重要である。

表3.2 実証と商用プラントの違い

	実証プラント	商用プラント
目 的	技術の確認	電力発生
購 売 者 の リ ス ク	コストと技術	コスト、収益および評判
技 術	概念	生産
技 術 的 リ ス ク	見込まれている	受け入れられない
失 敗	許容される	経済的損失
不測の問題	予期される	「取り扱いの悪さ」による
問 題 解 決	技術課題を明らかにする	組織的責任を確認する

電池商用化の障害の原因は、プロトタイプ新型電池のコストが鉛電池コストより高い時の新型電池の判断と鉛電池メーカーの無関心であった。鉛電池は技術的、経済的に進歩し、1号機では総額約1,200ドル/kWであるが、技術の習熟により300～400ドル/kW低減可能であり、寿命も4,000サイクル以上である。鉛電池が電力用電池電力貯蔵システムの分野開拓の突破口となり、市場ポテンシャルが開発され

表3.3 鉛電池システムのコスト
(5時間放電, ドル/kW)

項 目	1号機	量産時
電 池	600	500
鉛	100 ⁽¹⁾	100
コ ン バ ー タ	250 ⁽²⁾	100
周 辺 機 器	150	125
エンジニアリング	80	60
合 計	1,180	885

注) (1) International Lead-zinc Research Organization が1号機について示した値

(2) EPRI が1号機について示した値

表3.4 米国電力会社のニーズ

電力会社	技 術	商用化の引き金
HL&P	CAES [*] /電池	コジェネの最適利用
HET	電池	風力エネルギーの最適利用
SMUD	CAES	原子力プラント停止時の補償
SCS	CAES	揚水発電の延期
PEP Co.	電池	ロードマネージメントの推進
CEC	CAES	送電容量不足の補償
SCE	電池	風力発電の平滑化
AEC	CAES	容量の供給

(注) *) CAES: 圧縮空気貯蔵

れば、鉛電池を含む新型電池の市場が開けてくる。(表3.3)

電力会社の考え方、姿勢が商用化のきっかけとなる。米国での鉛電池や圧縮空気貯蔵の商用化のきっかけは電力会社にとっては多様である。(表3.4) ニーズを持つ電力会社に的を絞り、商用化の引き金を最大限に導き出す戦略を取るべきである。

電池電力貯蔵システムの開発、商用化の道は険しく困難な面があると推定されているが、新型電池の開発は必要であるので、できるだけ早く関係者の理解と努力により、実用化されることが期待される。(いしかわ りき お (財)電力中央研究所研究開発本部新エネルギー推進チーム)

ガス)の司会のもとに、岸田公治氏(三菱電機)、中沢健三氏(IHI)及びE. H. Camara氏(米国, IGT)⁴⁾からそれぞれのMCFC開発状況について講演があった。更に、佐藤弘之氏(電総研)から我が国の固体電解質型燃料電池(SOFC)の開発状況と課題について講演があった。ここでも残念だったのは、SOFC開発で最も進んでいると考えられる米国、WH社からの発表がなかったことである。

以上の講演の後、伊藤登氏(NEDO)により、クロージングが行われセッション3の諸講演の結果が要領良くまとめられた。終りに越川文雄氏(IAE)から挨拶があり当該セッションを終えた。

以下に、各講演の概要を順を追って紹介する。

2. 講演概要

2.1 NEDOにおける燃料電池技術のR&D計画(永島正明(NEDO))

新エネルギー総合開発機構(NEDO)は工業技術院(AIST)が現在進めているムーンライト計画(省エネルギー技術)のもとでりん酸型燃料電池(PAFC)と溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)の研究開発を行っている。PAFCは低温低圧型(LP/LT:分散配置用)と高温高圧型(HP/HT:火力代替用)の2つあり、前者は三菱電機と富士電機が、また、後者は東芝と日立製作所が研究開発を担当している。研究は1981年から始まり、1983年までに1,000KW出力のパイロ

ットプラントの概念設計を含む要素研究を終え、1984年始めに詳細設計を行い、以後、燃料電池本体、改質器などの製作とともに建屋等の建設を行っており、プラントは1985年秋に完成の予定である。

LP/LT型は関西電力の堺港発電所構内に、また、HP/HT型は中部電力の知多第2火力発電所構内に設置されており、いずれも天然ガスを燃料として、前者では4気圧190℃の電池作動条件で40%(HHV基準)の効率を、また、後者では6気圧205℃で42%を目指している。1986年から1987年の2年間でフィールドテストを行う予定になっており、出力、効率等の開発目標に係る種々のデータが収集され、PAFCの発電装置としての電力系統内での利用の可能性が評価される。

一方、NEDOでは1981年から専らAISTが行ってきたMCFCに関する研究開発を1984年以後受継ぎ、主に、マトリックス型及びペースト型の2タイプについて、AIST傘下の大阪工業技術試験所(GIRIO)の協力を得て、前記重電メーカーを含む数社を結集し研究開発を行っている。1986年には10KW級電池の試験を予定している。また、これらの研究と並行して、セルスタック及び石炭ガス改質器やボトムングサイクルを含む発電システム全体の評価方法の研究も行っている。

2.2 米国における燃料電池開発の技術的課題(John E. Sholes(METC) and R. Dean Pierce(ANL))

米国では陸上での応用を目指してりん酸型、溶融炭酸塩型及び固体電解質型燃料電池の開発を行ってきた。そのために、1976年か

(注)4) Institute of Gas Technology

ら3億ドルの研究費を政府として投資しており、その大半を使って開発したりん酸型は、完成度が高く、既に技術的問題を解決し I F C や Westinghouse などの企業が商業化を目指した研究を行っている。ここでは、大規模発電用として I F C が11MW の発電プラントの、また、Westinghouse が7.5MW のものの運用を1988年に計画している。さらに、オンサイト用として、1986年に I F C が200KW のものを、また、Engelhard が25KW のものの運転を予定している。

溶融炭酸塩型 (M C F C) はりん酸型の次に来るものとして、A N L, I G T などが単電池やサブスケールのスタックを使った運転研究を通じて、電池の耐久性を含む技術的課題の検討と石炭ガス化器等と組合せたシミュレーション研究を行っている。この結果、M C F C は次の技術的課題が商業化以前に解決されなければならないことが分った。それらは、カソードの溶解、装置の小型化、ガスのクロスオーバー、電解質の損失、硫黄による被毒及び内部改質における改質触媒の電解質による被毒の問題である。

固体電解質型 (S O F C) については、現在、Westinghouse が円筒型を、また、A N L がモノリシック型の研究を行っている。これらは、まだ基礎研究の段階にあり、前者では24セル程度のモジュールの製作と運転を、また後者では材料の選択と製造方法の検討を進めているにすぎない。

S O F C の問題点は、酸化・還元雰囲気における材料の安定性、一つの材料の別の材料との適合性、及び導電率にあり、さらに、製造及び運転時の熱膨張も重要な課題である。なお、Westinghouse は、1986年の4月に5

KW 規模の S O F C モジュールの運転を計画している。

2.3 東京電力における4.5MW 燃料電池の歴史 (飯野敏雄(東京電力株))

東京電力と I F C (U T C と東芝の合併会社) は4.5MW 出力のりん酸型燃料電池の実証プラントの運転・評価を1982~1985年にかけて共同して行ってきた。最初の1年間は燃料電池本体を除く補機系統の、後の3年間はシステム全体の性能チェックのために使われた。発電は1983年の3月に始まり、合計43回の運転を行った。最大出力4.5MW は15回目の運転で1984年の2月に達成され、1984~1985年にかけて21日間に亘る連続運転にも成功した。これらの一連の運転研究を通して、累積出力503,197KWH、累積発電時間2,250.2時間など当初計画の大半が達成されるとともに、燃料電池発電システムの特徴と問題点が明らかにされた。その一つは、リホーマーのバーナーが不均一な温度分布を示し、かつ電池スタックが電圧低下を示すことであった。これについては、1984年に発電システムを大巾に改修することにより解決した。実証プラント全体については温度・圧力等に関する詳細なデータを種々収集し、当初設定値との違いが比較検討された。その結果、改質器、電池、ターボコンプレッサー、インバーターなどにおけるエネルギー損失及びそれらの全体の効率への寄与が評価されるとともに、電池自体についても性能に影響する因子として電池の構成、触媒の分布、動作温度・圧力、反応物の分布があることが分った。なお、天然ガスを燃料とした場合、3 MW 出力時に36.7%の効率が得られ、この値は設計値

をほぼ満足している。長期に亘る運転の結果、全体の性能の低下が認められたが、電池本体の性能の低下はほとんど認められなかった。

これらの運転研究では、排ガスや騒音についても調べられ、NO_xの発生源及び発生量や騒音のデータが得られた。

2.4 40KW 燃料電池発電プラントのフィールドテスト (W. C. Racine (米国, S A I C⁵⁾), S. M. Knable (米国, GRI⁶⁾))

GRI, DOE, ガス及び電力事業会社および IFC によるオンサイト型燃料電池計画に沿って実施された40KW 級電池の試験運転の経験が紹介された。

電池は、その優れた運転特性を発揮できるように選定された36サイトに設置されたが、これは4種の需要家の18種の市場のタイプに分類できる。サイト設計、準備及び電池設置を自力で実施した会社もあったし、外注した会社もあった。全建設期間は平均9週間であった。その建設コストは、各サイトの特殊性により2万~20万ドルと大幅に異なったが、平均4万ドルを要した。建設に関しては特に大きな問題はなかった。本試験の目的は様々な様式で発電及び熱利用を行うことであり、電力系統独立及び接続の両方式、自家用温水、暖房、プロセス加熱の各利用様式が試みられた。また、6サイトのみ屋内型であり、他は屋外設置であった。

本試験の運転目標は、稼働率60~65%で、総計30万時間以上運転することであったが、85年11月1日現在、63%で約21万時間経過し

ている。その内15基は稼働率70%以上であり、5基は8,000時間以上(10,000時間に達するものもある)運転されている。最長連続運転時間は、2,165時間である。発電効率は大部分は仕様を上回り、下回るものは5基のみであるが、熱回収量は計画を平均10%下回っている。これは、熱交換器の設計ミス(寸法不適切)によるものであり、今後は問題ないと考えられる。

試験中、主要機器には殆んど問題がなかったが、最大の問題は、閉サイクル型の冷却系の閉塞により1,500~2,000時間毎に運転を停止し、洗浄を行なわなければならない点にあった。このため、水処理系の改良により8,000時間の連続運転ができるシステムをIFCで開発中である。また、電気/電子系の故障による問題も起ったが、機器類の仕様の不適切さと品質管理の悪さに原因があった。ポンプ、弁、継手等の補機類にも問題が発生した。

全体として、本フィールド試験により、燃料電池発電システムの有用性が実証された。

2.5 東芝におけるりん酸型燃料電池の開発状況(荻本和男(株東芝))

東芝では、'78年以降PAFC開発を本格化させ、'81年度からはムーンライト計画に参加し、電池本体、改質器、運転制御系の開発を行うと共に、現在1,000KW 級の実証プラントの建設を行なっているが、それらの状況が紹介された。

電池本体に関しては、熱サイクルに耐えるスタック締付構造、シール、均一ガス流、冷却等についての要素技術開発を経て、'81年には100KW 級電池(205℃, 6 kg/cm² G)を完成させ、220mA/cm²にて0.715Vの性能

(注) 5) Science Applications International Corp.

6) Gas Research Institute

を得た。現在、この技術を基に、250KW 級電池を1,000KW 実証プラント用として製造中であるが、耐震性に考慮が払われている。

改質器については、50KW 用単管式改質器を製作し、酸素濃度の低い電池排ガスをを用いる排空気燃焼技術を実証した。圧縮機からの空気を直接利用する通常的方式に比べて約1%強のプラント効率向上が可能となった。1,000KW 用改質器(改質管19本)は既に完成し、6 kg/cm² Gでの燃焼試験も終了している。バーナーは両改質器共圧力容器の上部に設けられている。

'83年には、運転制御系を開発するための50 KW 級電池が製作され、205℃、6 kg/cm² Gでの運転に成功すると共に、2 軸 2 段圧縮機、循環ブロワの運転性能、運転コンセプト、制御ロジック、プラント運転特性を確認した。また、システムシミュレータの改良も行なった。

1,000KW 級実証プラントは殆ど建設を完了し、'86年秋から運転に入る予定である。特徴は、排空気燃焼改質器の使用と高温高压(205℃、6 kg/cm² G)運転であることにより、42% (HHV) の高いプラント効率が期待されていることであり、実証試験の目的は火力発電代替用としての高効率燃料電池プラントの適用可能性の実証にある。インバータは自励式であり、天然ガスを燃料としている。なお、本プラントは東芝、日立製作所、中部電力の共同により建設、運転されるものである。

2.6 リン酸型燃料電池技術の開発

(篠部健治(富士電機株))

富士電機では、'73年よりPAFCの開発

を始め、'81年には30KW 級電池を完成させ、'83年までに計3,500時間の試験運転を行った。今回は、4、50及び1,000KW 級の各実プロジェクトの概要、燃料電池システムの適用可能性評価研究の概要についての紹介が行なわれた。

1,000KW 級プラントは、ムーンライト計画に基く分散配置用の低温低压型であり、発電効率(HHV) 40%を目標としている。現在、建設中であり、'86年秋には運転の見込みである。40KW 級プラントは、東北電力との共同研究に基くものであり、'86年末に完成の予定である。余剰熱の有効利用、天然ガス及びLPGの利用可能による原燃料の多様化、電力系統との連系運転による諸問題の摘出が主な目的である。4 KW 級は、電池の持つ低騒音性に注目して可搬式としたものであり、低温改質の可能なメタノールを燃料とすることにより、コールドスタート時間の短縮(約0.5時間、天然ガスでは約4時間)と効率の向上を図っている。なお、電力負荷は一定である。太陽電池のバックアップ用として製作し試験を行なっている。

次に、適用可能性評価研究例として3例が紹介された。第1は、オンサイト電源(1,000 KWe程度のホテルを想定)としての電池システムの評価であり、受電方式と比較して8~25%の省エネルギーが達成される。電池コストは不透明であるが、15~25万円/KW程度であれば経済性も一層有利となる。第2は、海上のガス又は石油採掘用プラットフォームへの適用検討であり、燃料価格に応じてディーゼル発電あるいはガスタービン発電との優劣が分れる。最後は、メタノール燃料の30万KW(10万KW×3基)級電池システムの検

討であり、余剰蒸気をタービン発電に利用することにより、2万KWの電力が余分に得られる。利用率70%、燃料価格7円/Mcalの場合には、LNG火力並の18円/KWh程度のコストと評価される。何れにしても、今後は電池製造コストの低減が重要である。

2.7 空冷式りん酸型燃料電池の開発状況 (酒井貴史(三洋電機株))

三洋電機が、燃料電池の開発を始めてから20年が経過している。空冷式りん酸型燃料電池発電システムは、発電部である電池スタックの構造が簡単であること、保守が安易であることなどから今後の実現が期待されている。本稿では三洋電機における開発の状況及び東京電力(株)と共同で行った10MW級空冷式燃料電池発電システムの概念設計の結果を述べる。

'83年よりオンサイト型発電プラントの開発のため、50KW空冷式りん酸型燃料電池システムを試作し、実証テストを行った。'84年にスタックを改良したType 2を試作、実証した。実証試験を行ったType 1, Type 2の50KWの冷却方式はDIGAS方式である。空気はスタックに供給されるとき、数セル毎に配置される冷却プレートに設けられた流路を通る冷却空気と、バイポーラプレートにある流路を通る反応空気とに分配される。燃料電池発電システムの実証テストのため、発電システムの全構成要素を備えたテストサイトを設け、常圧型オンサイト発電システムを構築した。50KW燃料電池システムでは、燃料改質装置と結合したときの電池特性や、負荷追従性などの基本的なシステム特性を確認した。

10MW級空冷式りん酸型燃料電池発電システムの概念設計は、東京電力と三洋電機と共同で行った。設計の前提条件は、1990年頃の実現可能な技術レベルを基に設計する。発電システムの目標値、電池スタックの設計値、主要回転機器の設計値等の結果が示された。

空冷式りん酸型燃料電池発電システムは、建設費のような経済性評価の検討から、将来実現の可能性の高いことが確認された。

2.8 熔融炭酸塩型燃料電池の材料研究 (児玉皓雄(大阪工業技術試験所))

'81年のムーンライト計画の中で、国立研究機関の大阪工業技術試験所(GIRIO)は熔融炭酸塩型燃料電池の材料開発を開始している。

熔融炭酸塩型燃料電池の電極と電解質マトリックスの材料開発は、現在継続して研究している。探索対象としてはFe, Ni等をベースにした合金材料、導電性・非導電性セラミックスを選び、調査研究を行っている。耐食性を調べるために単純浸漬試験を行った。試験方法として、650℃の熔融炭酸塩($\text{Li}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$, 62/32mol%)中に試料を入れ、100時間の単純浸漬を行った。現在まで百種類以上に上る素材について浸漬試験を終え、浸漬前後の重量変化から侵食度を算出して、耐食性の評価を行った。また、種々の材料の腐食生成物は、SEM, XRD等により解析を行っている。

熔融炭酸塩の二元系、三元系の各種物性に関する基礎データは、集積されてきている。熔融炭酸塩の腐食性を緩和させる目的で、二元系($\text{Li}_2\text{CO}_3-\text{K}_2\text{CO}_3$)に CaCO_3 , BaCO_3 , SrCO_3 のようなアルカリ土類金属

炭酸塩を添加することを試みている。 SrCO_3 - LiCO_3 - K_2CO_3 , BaCO_3 - LiCO_3 - K_2CO_3 の三元系の組成と融点の関係を調べた。また、導電率の測定は、 LiCO_3 - K_2CO_3 , LiCO_3 - Na_2CO_3 及び LiCO_3 - SrCO_3 の二元系について行った。

探索の結果得られた候補材料を評価するために、候補材料から成る新規な組合せの新型小型電池による性能を調べる必要がある。現在、候補材料について、その多孔化によるコンポーネント化を検討中である。

2.9 アルゴン国立研究所における MCFC 正極の代替材料の研究 (R. D. Pierce, J. L. Smith (米国, ANL))

熔融炭酸塩型燃料電池では、 NiO が代表的なカソード材料として用いられている。しかし、 NiO カソード材料は、電解質の熔融炭酸塩に溶出し、アノード近傍に金属 Ni として析出し、長期間の使用ができない。また、電池性能の向上の観点から、高圧下での運転が望ましいとされている。一方、高圧下での運転において、 Ni^{2+} イオンとして電解質中への溶出が激しくなる。このため、 NiO に代わる新カソード材料の開発が望まれている。新カソード材料に要求される特性としては、溶解速度が小さく、アノード近傍での析出が起らない化学的、構造的安定性及び電子導電性等が挙げられる。本研究における電気抵抗の目標値は、多孔度50%, 650°C において $10\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 以下である。

カソード雰囲気下で安定な材料をスクリーニングすることで、候補材料を選定した。このうち LiFeO_2 , Li_2MnO_3 は、MCFC カソード材料として多くの望ましい特性を示す

が、十分に小さな電気抵抗を示さなかった。 Mg , Cu , Mn 等の添加材は、カソード雰囲気中で電気抵抗を低下させる傾向が認められた。

LiFeO_2 の電気抵抗値は、 Pco_2 の増加に依存して増す。 LiFeO_2 は、ドーピングの有無に無関係に p 型導電性を示す。 LiFeO_2 は、ドーピングすることで、 Pco_2 に依存した電気抵抗の感受性が軽減される。実際のカソード雰囲気下でのドーピングした LiFeO_2 の電気抵抗値は、 $10\sim 40\text{ohm}\cdot\text{cm}$ の範囲内にある。 Li_2MnO_3 は、詳細な調査研究を行っていないが、n 型導電性を示す。実際のカソード雰囲気下でのドーピングした Li_2MnO_3 の電気抵抗値は、 650°C でほぼ $80\text{ohm}\cdot\text{cm}$ であった。

2.10 日立における熔融炭酸塩型燃料電池の開発状況(菱沼孝夫(株)日立製作所))

日立では、1960年から燃料電池の研究を行っている。MCFC については、'61年に研究に着手した歴史があるが、当時は MCFC に用いる金属材料の腐食の問題が未解決であったことやマーケットが不明確であったことなどの理由で、その研究を一時中断した。しかし、省エネルギーの要求に答えるため、'79年から研究を再開し、'81年からはムーンライト計画に参画してセルコンポーネントおよびセル積層化技術についての開発研究が続けている。

カソード： NiO に Ag , CoO , ZnO や La_2O_3 などをドーピングすることにより、従来の NiO よりも分極の小さい、優れた電極を開発している。

アノード：耐シンタリング性能向上のために Ni に種々合金元素の添加を試みたところ

ろ、Ni-Co系のものが最も高い性能を示した。

電解質板：保持材としてはLi化 Al_2O_3 ファイバーやこれと Al_2O_3 粉末との混合物を用い、製造方法としてはフィルタープレス法とテープキャスティング法について検討を進めており、高強度でしかも電解質保持能力の高いものが得られている。

電極面積7, 100, 200, 900 cm^2 の単セルまたは積層セルを製作し、運転したところ、200 cm^2 のものと900 cm^2 のものはほぼ同程度の性能であり、また、小面積のセルでは電流密度150 $\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ のときの起電力は約0.8Vであった。一方、電極面積900 cm^2 で12セルから成る1KW級MCFCでは、電流密度が150 $\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ のときの起電力は0.69Vであった。

2.11 直接型燃料電池 (B. S. Baker (米国, E R C))

燃料電池は、発電効率が高いので、よく魅力のあるエネルギー変換手段であると言われている。しかし、現在開発されている燃料電池の効率は、理論的に導かれる変換効率(100%)には程遠いものである。この理由は、第一に、炭化水素を直接燃料として用いることができず、燃料改質装置を必要とすること、第二にセル内に導入される燃料(H_2)を100%消費できないこと、などに起因する。

この第一の問題を解決する手段として、直接型燃料電池(内部改質型燃料電池と同意)は有効である。すなわち、セルの燃料極内部に改質触媒を塗布することにより、セル内で炭化水素を水素に改質し、この水素が電池反応に寄与する。この場合、触媒反応に必要な

熱は電池反応熱により供給され、必要な水分は電池反応により生成し、供給される。

第二の問題を解決するために、新しいシステム設計を行なった。このシステムでは、シフト・リアクターと水素透過デバイス(HTD)なるものを設け、これに直接型MCFCの燃料排ガスを流す。このとき、まずシフト・リアクターで残存するCOを H_2 に改質し、次いでHTDにより H_2 を選択的に取り出し、これを再び燃料極へもどす。このようにすることにより、燃料の利用率は飛躍的に向上し、95%以上となる。

今回提出した直接型燃料電池システムの建設コストは、まだ詳しく検討していないが、他のシステムと同程度の約1,300ドル/KWになるものと予想される。このシステムは、米国における総発電量の30%強を占めうる能力を有しているものと思われる。

2.12 熔融炭酸塩型燃料電池の開発状況

(岸田公治, 西山槐, 平田郁之(三菱電機株))

三菱電機におけるMCFC研究は、社内のR&D計画の最優先項目として、PAFC開発と並行して進められており、外部改質および内部改質型のMCFCシステムの双方について取り組んでいる。

アノードには LiAlO_2 を添加したNiを、カソードにはNiOを、電解質には LiCO_2 と炭酸塩の混合物をホットプレスしたものをそれぞれ用いてMCFCを製作し、'83~'84年に6,500時間の連続運転を行なった。また、'84年12月から合計運転時間5,500時間のロードサイクルテストを行ない、それぞれ満足できる結果を得ている。

電極面積 $1,024\text{cm}^2$ 、10セルの1 KW 級積層電池を製作し、電流密度100および $150\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ で、1,700時間の連続運転を行なった。このときの平均出力電圧は、約 $0.7\text{V}/\text{cell}$ であった。この電池を解体し、各セルの電解質を分析したところ、負極側のセルはど電解質を多く含有し、 Li/K の濃度比が小さくなるという傾向が認められた。

燃料ガス改質触媒として $\text{Ni}-\text{MgO}$ 系のものを用い、内部改質型MCFCを製作し、運転したところ、2,000時間にわたって満足できる性能を示した。

MCFCの発電効率の試算を行なったところ、内部改質型でスチーム分離システムをもつシステムの場合が、エネルギー変換効率55.7%と最も高いという結果が得られた。

三菱電機では、内部改質型MCFC発電システムの完成を目指して、今後とも開発研究を推進してゆくつもりである。

2.13 IHIにおける熔融炭酸塩型燃料電池

池開発の現状（中沢健三、佐藤誠二、佐々正、二階勲、古賀実（石川島播磨重工業株））

IHIは、MCFCが商業化されるときに必要な形を調査研究した結果に基づいてMCFCの開発を行っている。その特徴は、テープキャスティング法によるコンポーネントの製造、内部マニホールド方式、平行流にある。

まず、ベンチスケール（有効面積 285cm^2 ）の35セルスタックでの490時間の発電テストについて報告する。テープキャスティング法で製造した電極（アノード： $\text{Ni}-\text{Cr}$ ，カソード： in-situ NiO ），電解質板を使用した。防食のため、ウェットシール面とセパレータの

マニホールド部分はアルミナイズ処理した。水素利用率30%， $150\text{mA}/\text{cm}^2$ で707Wを出力した。このとき14セルは 0.65V 以上，8セルは 0.5V 以下だった。後者のセルでは、ウェットシール面でのマニホールドから電極へのガスリークがみられた。

現在 $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ セルの発電テストが行われている

電解質板は、テープキャスティング法によって1 m幅までのものを連続的に製造している。また、耐熱サイクル性向上のために Al_2O_3 繊維入りの電解質板も造ってきている。

電極は、ステンレス製網入りのものを製造してきている。アノードの耐クリープ性は、 LiAlO_2 ， Al_2O_3 等添加 Ni ，又は、 $\text{Ni}-\text{Cr}$ の使用により改善された。

また、将来の商業化を念頭において、非常に薄いステンレス板の使用によるフレキシブルなスタック構造を採用している。セパレータはアルミナイズ処理した薄いステンレス板の Ni brazed pileである。

セル内の温度分布が長期運転特性や性能に影響するということから、スタックモデルを用いてセル内の伝熱解析を行った。これによって、(1)セル内の温度分布は燃料と酸化剤の流れの方向に依存し、(2)MCFCの冷却特性は主に対流伝熱に依存することがわかった。

2.14 IGTにおける熔融炭酸塩型燃料電池の技術開発（E. H. Camara（米国，IGT））

IGTでは1959年以来燃料電池の開発を行ってきており、MCFCについては、内部改質型発電プラントを目指して、特に、以下の点について検討している。

1) コンポーネント設計要件の定義づけ

実用化を目指し、25,000から40,000時間の寿命をもつMCFCスタックを作るための設計目標と各々のセルコンポーネントの構成材料の確立を図ることを目的としている。

2) 水蒸気改質触媒の評価

内部改質型MCFCでは、改質触媒が炭酸塩にさらされるため、触媒活性度の低下がみられる。触媒中に5重量%以上の炭酸塩が存在すると、著しい触媒活性度の低下があることを確認した。

3) 耐クリープ性アノードの製造と評価

Ni-10%Crでは5,000時間で4%の収縮があるが、これを1~2%に低減させる必要がある。Ni又はCuにTi等の導入を図ることにより解決できると考えており、現在テープキャスト法によってこのようなアノードを製造している。

4) 代替カソード材料とNiO溶出制御法の評価

代替カソード候補材料として、 LiNiO_3 、Ni-25%Co等を挙げることができる。また、NiO溶出抑制方法として、カソード/電解質界面又は、テープ成形電解質内にバリアを置く方法が有望だと思われる。

5) テープマトリクスの最適化と耐久性テスト

最大出力と25,000~40,000時間の寿命を得るために必要な出発材料とプロセッシング条件の最適化を行ってきており、 100cm^2 セルでテストをしている。

6) 不純物のMCFC性能及びコンポーネントへの影響

不純物としてイオウ種が考えられる。これは、3つの形で影響を与える。第1はアノードに硫化物層が生成することによってアノ-

ード分極が大きくなり、性能低下が起ることである。第2はアノードのシフト反応に対する触媒作用を阻害することであるが、高負荷時で数mVの性能低下しかないことがわかった。第3は硫酸塩の生成に伴う腐食性の問題である。

2.15 固体電解質型燃料電池開発状況と技術的課題(佐藤弘之(電子技術総合研究所))

SOFcは発電効率が高く(55%)、大量の冷却水を必要とせず、騒音がなく、使用可能な燃料の種類が多い等の長所をもっている。また、 $1,000^\circ\text{C}$ という高温運転のため、貴金属触媒なしで高電流密度で比較的大きな端子電圧が得られ、高品位の排熱をボトムリングサイクルに利用できる。ボトムリングサイクルとしては、スチームタービンが最も実現可能なものだが、SOFcが高圧運転されるとすると、ガスタービン、カリウムタービン、コストに難点はあるが熱電発電素子が考えられる。

SOFcは、最初にflat plate型のものが考案された。その後、segmented tube型が、Brown Boveriで開発された。同様なbell and spigotセルがWestinghouseで製造され、100W以上の出力を得たが、問題点が提出され、円筒薄膜多素子型、円筒薄膜単素子型へと移行した。Argonne National Laboratoryではモノリシック型を手がけており、Montana Energy Research and Development Instituteではplanar型の開発を行っている。

電総研でのSOFcの研究開発は、サンシャイン計画における水素利用技術として'74年から開始し、'81年からはムーンライト計

画の一環として要素技術の研究を継続し、今日に至っている。その中で、電解質、燃料電池の製造をスパッター法、プラズマCVD法、塗膜熱分解法、プラズマ溶射法、レーザー蒸着法によって行っている。また、空気極については、 $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{BO}_3$ (A: Ca, Sr, Sr等; B: Ni, Co, Fe, Cr等; $0 \leq x \leq 1$) の形をしたペロブスカイト型酸化物の研究、調査を行ってきている。この研究では、導電性について満足いくものも得られている

が、熱膨張率の差による剥離の問題が提起された。耐久性試験やSOFC発電システムの概念設計も行っている。発電テストでは1本当たり12セルから成る円筒薄膜多素子型SOFC 8本の集合体を運転し、最大260W、定格120~130Wの実績を得ており、この約4倍の本数からなるSOFCで数百Wの試験を行う予定である。(こだま てるお 工技院大阪工業技術試験所第1部)

二次電池の技術課題と見通し

〈セッション— 4 の概要〉

石 川 力 雄

1. ナトリウム・硫黄電池

1.1 日本の状況

負荷平準化を目的とした電力貯蔵システム用のナトリウム・硫黄電池を、湯浅電池は日本特殊陶業と共同で1980年より開発を行っている。日本特殊陶業がベータアルミナの固体電解質管を開発・製造し、湯浅電池がそれを用いた単電池および集合電池の製造をそれぞれ分担している。

開発の第1ステップである150Ah（直径60mm，長さ350mm）の単電池技術が確立された。この単電池を6個並列に接続し、それを10個直列接続（60セル）した1kW/8kWh級電池が1983年までに開発された。1983年の大阪工業技術試験所での第一次中間評価試験では、8時間の充放電時のエネルギー効率率は85%以上を得ている。

第2ステップとして、10kW/80kWh級電池の開発が進められている。将来の大容量システムの開発のためには、必要単電池数が膨大となるので、単電池容量を増やしシステムに必要な単電池数を減らして、信頼性を向上させるという考え方である。この考えに基づき、2倍の容量の300Ah（直径70mm，長さ470mm）単電池が開発されている。固体電解質は β''

アルミナ電解質管で、効率向上のためその厚みが薄くされている。また、信頼性向上の対策も施されている。

10kW級電池は224個の単電池から構成される。（図1）電圧は50V，電流は250Aである。

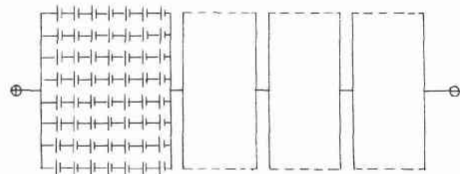


図1 10kW級電池の構成（（7直列×8並列）×4直列）

この電池は350℃前後の温度で運転されるので、保温機構が不可欠である。保温機構に収納した電池を図2に示す。保温性（断熱特性）

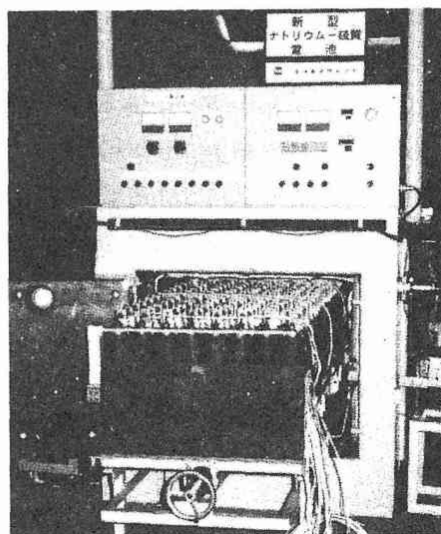


図2 10kW/80kWh ナトリウム・硫黄電池

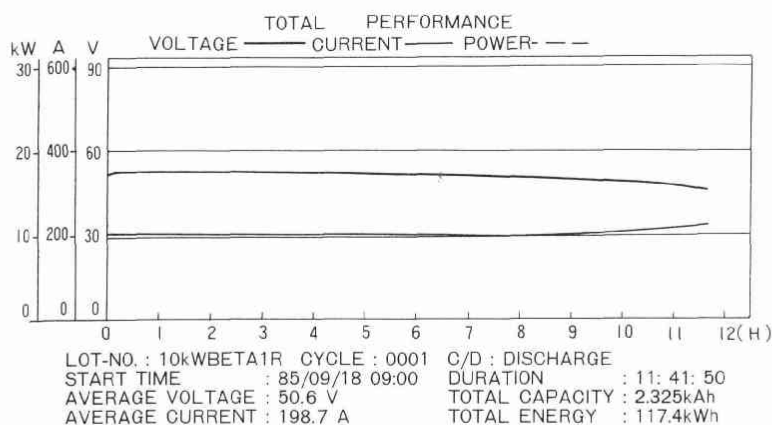


図3 10kW級電池定電力放電特性

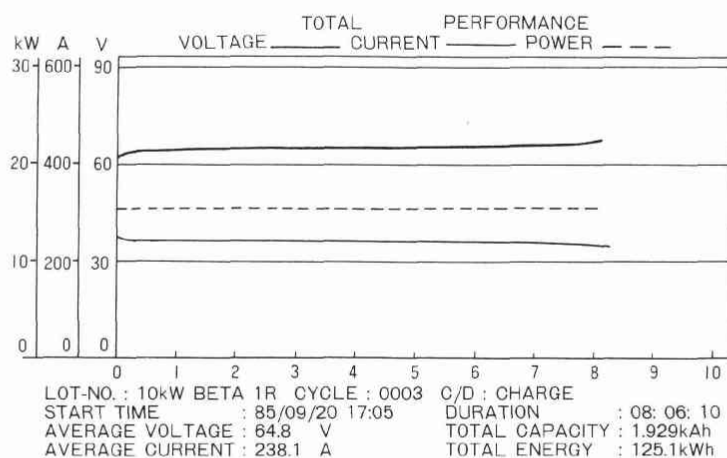


図4 10kW級電池の定電力充電特性

は電池の総合エネルギー効率に関係するので、重要なものである。

10kW級電池の定電力放電時の電圧・電流特性は図3のとおりで、放電深度を70%程度としているため、12時間近くの放電ができている。また、充電時の特性を図4に示す。エネルギー効率は約82%であった。一連の試験からβ”アルミナ管、陽極マトリックスの改良、保温機構のコンパクト化と断熱構造の改良により2号機が試作・試験されている。

今後、さらに改良すべき課題は、

- 固体電解質、単電池の破損、容量低下に対する信頼性向上
- 寿命特性の改善

○保温の良いコンパクトな収納などがある。

1.2 諸外国の状況

アメリカでは米国エネルギー省（DOE）と電力研究所（EPRI）の支援のもとに開発が進められている。負荷平準化用および電気自動車用の開発が目的である。フォードエアロスペース・コミュニケーション社（FACC）は2年半以上にわたって、負荷平準化用ナトリウム・硫黄電池を開発し、75kWhモジュールで675サイクル以上の寿命を実証した。最近、BEST施設での試験用500kWh電池の製造に関し、英国のクロライドサイレントパワー社（CSPL）と契約を行った。D

OEの出資額は3年間で850万ドルである。この他、ダウ・ケミカル社、オークリッジ国立研究所、アルゴンヌ国立研究所、サンディア国立研究所などで、要素技術の開発、熱的ストレスや故障原因究明などの研究が行われている。

英国のCSPL社は米国GE社と数年間共同研究を行った実績を持ち、電気自動車用としてPBセルと呼ぶ非常に小型の単電池を開発している。信頼性、経済性も有利で、240Wh/kg という高いエネルギー密度が得られるとされている。(図5)

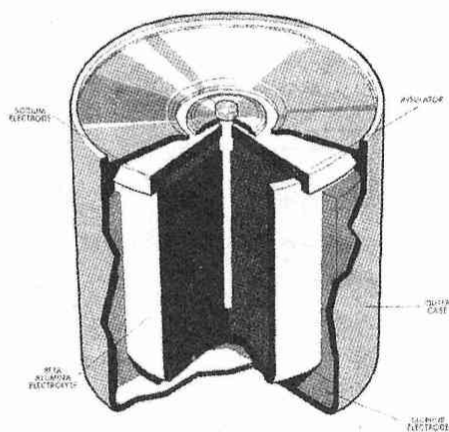


図5 CSPL社PBセル

負荷平準化用としては、長さ約10cmで、高いエネルギー密度と2,000サイクル以上の寿命を目標としている。また、ベータR&D社は電気自動車用の電池を開発しており、単電池では長寿命のものが得られており、充放電電流密度を上げて、1日に16回の充放電を繰り返し行う加速寿命試験なども行っている。セル構造を図-6に示す。

西ドイツでは、ブラウンボベリー社(BBC)が電気自動車用として積極的に開発しており、100人以上が従事している。40Ahセルを224個用いた14kWh電池モジュール(図7)

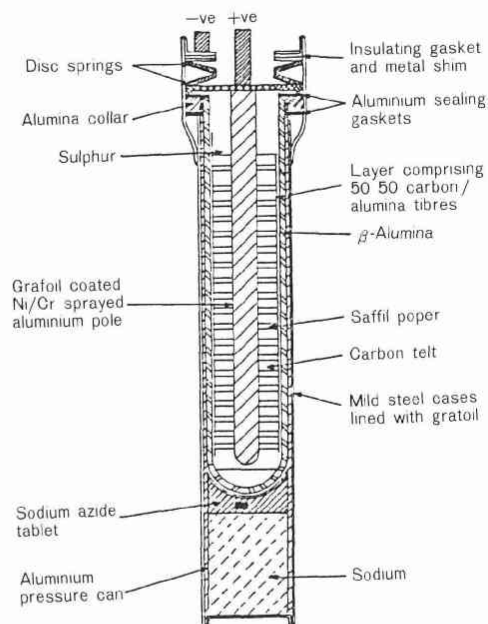


図6 Beta R & D社の電池

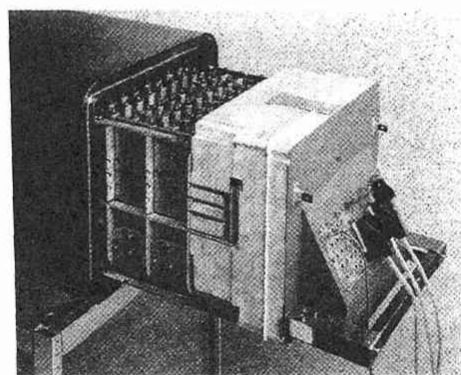


図7 BBC 14kWh ナトリウム・硫黄電池

を2組用いて、電気自動車による実走行テストも行われている。この他にフランスのCGE社などでも開発が行われている。

ナトリウム・硫黄電池開発の技術的課題としては、

- 高い効率の確保(経年劣化や自己放電が少い)
- 高い信頼性の確保(破損・腐食対策、熱サイクルに耐えること、保守が少ないこと、シール技術など)

○安全性（各種法規対応）

○経済性（製造コストの低減，材料，製造法）

○コンパクト性

などが挙げられよう。

2. リチウム・硫化鉄電池

リチウム・硫化鉄電池は，400～475℃で作動する高温型の熔融塩電池であり，米国のアルゴンヌ国立研究所を中心に，電気自動車用として開発されている。200～400Ahのセルが開発され，100Wh/kgの高いエネルギー密度，150w/kgの高い出力密度が得られており，近年ではリチウムアルミ・硫化鉄電池では1,000サイクルの寿命も得られている。イー

グルピッチャー社の設計による電池の構成を図8に示す。最近のリチウム合金硫化鉄電池の性能を表1に示す。

現在，研究費の削減に伴い，大容量の電池は作らずに，小型セルによる基礎的研究が行

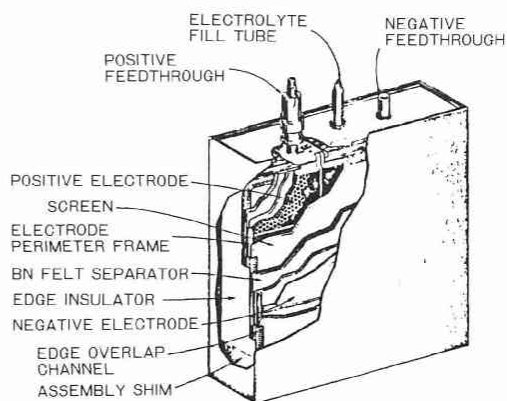


図8 イーグルピッチャー社のリチウム・硫化鉄電池

表1 リチウム・硫化鉄電池の性能 (Performance of Li-Alloy/FeS Development Cells)

Cell Characteristic	Eagle-Picher Cell (E P-176)	Gould Cell (G-112)	ANL Cell (L CMP-17)
Specific Energy, ^a Wh/kg	87	72	101
Specific Power, ^b W/kg	104	130.5	151
Utilization, ^a %	85.3	80.0	76
Power-to-Energy Ratio	1.2	1.8	1.5
Cycle Life	109	110	75
Theoretical Capacity, Ah	394.8	194	370

^a Measured at the 3.4-hr discharge rate. ^b Measured at 50% state of charge.

表2 角型リチウム・硫化鉄電池の予想性能

(Projected Performance of Li-Alloy/FeS Cells of Prismatic Configuration (200-400 A-hr Capacity))

Negative	Positive	Specific Energy, ^a Wh/kg	Specific Power, ^b W/kg
Li-Al	FeS	110	165
Li _{3.25} Si	FeS	120	180
Li ₅ Al ₅ Fe ₂	FeS	125	187
Li ₅ Al ₅ Fe ₂	FeS ₂	160	240

^a At 3-hr discharge rate. ^b Measured at 50% state of charge.

われている。正極、負極、セパレータなどに新材料を適用することにより、バイポーラ構造の電池の可能性が検討されている。

わが国では、日本電池がリチウム・硫化鉄電池の開発研究を行っていたが、現在は中断されている。

3. 亜鉛・塩素電池

3.1 日本の状況

負荷平準化を目的とした亜鉛・塩素電池の開発が、1980年から古河電工が古河電池の協力のもとに進めている。

1983年に大阪工業技術試験所での1 kW/8 kWh 電池の第一次中間評価試験を受け、その後の寿命試験では600サイクル以上を達成している。

この電池は電極部、電解液タンク、塩素の貯蔵槽から構成されている。(図9)

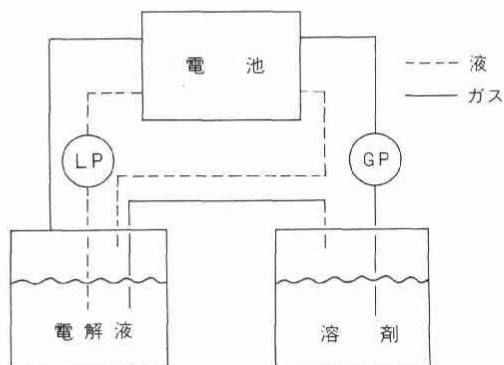


図9 亜鉛・塩素電池の構造

電池を10kW/80kWh 級にスケールアップするための要素技術の開発として、

- 電極の大型化
- 電極、特に塩素極の活性処理
- 新しい塩素貯蔵槽

の技術的発展があった。

出力の大きな電池を作る場合、組立て部品を少くし、経済性、信頼性を向上させるために、電極面積を大きくした方が良いとして、2,800cm²の電極を開発している。電極を大きくするために、電極材料そのものの開発と電解液を均一に流す技術、シール技術などの開発が行われた。

電池の効率を向上させ、長寿命化を図っていくために、電極の活性化処理法が検討され、電極表面の改質、多孔度を均一にして液の透過性を均等に行うなどの改良により電圧効率が90%以上を可能としている。

亜鉛・塩素電池の実用化を推進する上で、最も重要な基幹技術は、いかにして充電時に生ずる塩素を安全にかつ効率よく貯蔵するかである。米国のEDA (Energy Development Associates) 社の開発した方法では、9℃以下の冷却水に塩素ガスを吹き込み、固体状の塩素水合物として貯蔵する。この方法では、水和反応時の発熱のため、塩素の貯蔵・放出に余分なエネルギーが必要である。古河電工は塩素をよく溶かす溶剤の適用可能性を検討し、10kW 級電池製作時にこの方法を用いる

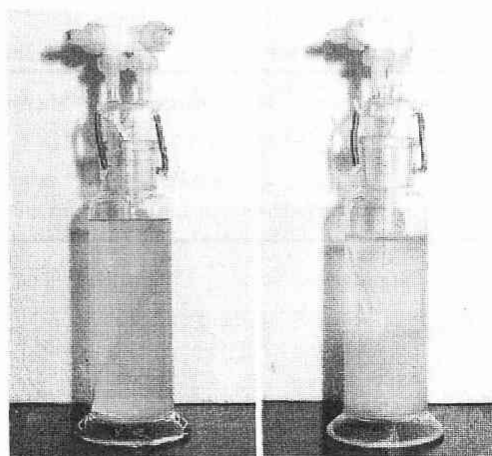


図10 溶剤法と水和物法の比較(出典：日経マテリアル)
溶剤法(左)と従来の水和物法(右)の塩素の貯蔵の比較

こととしている。開発した溶剤法と従来の水和物法の塩素の貯蔵状態の比較を図10に示す。また、1 kWh 当りの冷却エネルギーを表3に示すが、これにより溶剤法での冷却エネルギーは従来の水和物法の約 $\frac{1}{3}$ でよいことになる。塩素を溶解した溶剤は、温度が35℃～40℃まで上がっても塩素の発生がなく、停電時の安全確保も可能となっている。

表3 1 kWh あたりの冷却エネルギー

	水和物	溶 剤
比 熱	1.0	0.21
反応エネルギー	18.6kcal/mol (178kcal)	4.4kcal/mol (42.3kcal)
容 積	7.6ℓ	4.5ℓ
温 度	3～11℃ (60.8kcal)	－5～25℃ (45.4kcal)
総合エネルギー	238.8kcal	87.7kcal

3.2 米国での状況

米国のEDA社は、1973年から電力貯蔵用、電気自動車用などの亜鉛・塩素電池の開発を行っている。この技術の一つの重要な技術は前述したように充電時に発生する塩素を塩素水和物として安全に貯蔵することである。

1976年から1983年までの電池のスケールアップの様子を表4に示す。

表4 EDAにおける電池のスケールアップ

電池サイズ(kWh)	構成(並列×直列)	試作した年
1.7	1× 1	1976
20	2× 10	1976
50	6× 10	1978
50	2×24	1981
500	2×240	1983
	(10モジュール)	

プロトタイプの電池としての円筒型50 kWh モジュールは、電極および電解液容器と水和物容器から構成され、効率69%以上を示した。プロトタイプの成功により、10台の50 kWh モジュールが製作された。この電池を直列接続し、冷却サブシステム、制御サブシステムなどと一体化して500kWh の電力貯蔵システムを構成した。500kWh 電池システムはデトロイトエジソン社のシャーロット変電所構内で試験の後、BEST施設で試験が行われた。基本サイクル、電気事業での瞬動予備

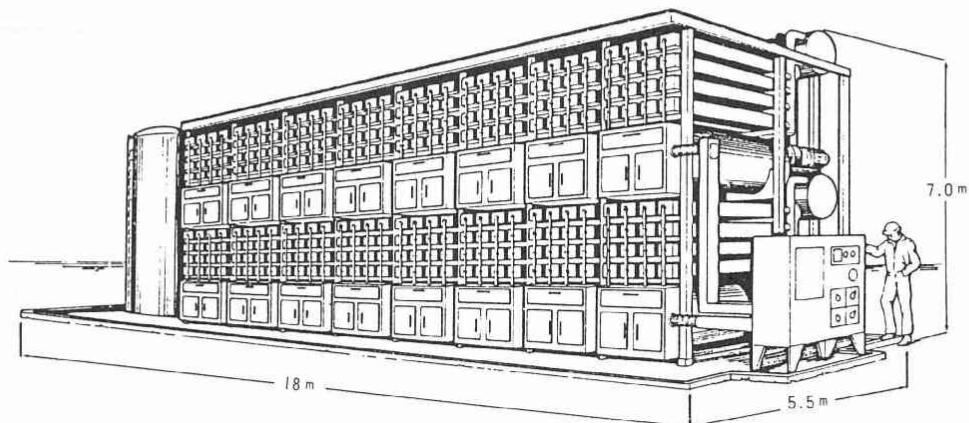


図11 2 MW FLEXPOWER システム

16基の125kW 電極・電解液モジュールから構成されている。塩素水和物槽は左手にあり、直流ターミナルボックスは右手前にある。

力やピークカットなどの可能性も含めて100サイクル以上の試験が行われた。

BEST施設での試験の結果、改良点が明らかにされ、これらをもとに、2 MW/6 MWh (3時間放電)の大容量電力貯蔵設備の設計が行われた。これは FLEXPPOWER と呼ばれ、125kW のモジュール16基から構成される (図11)。充電時の電流は1,620 A、電圧は1,160 V、放電時の電流は2,340 A、放電平均電圧960 Vである。目標効率は60%、2 MW の FLEXPPOWER を構成するプロトタイプ の125kW モジュールが、1985年8月に製作され試験された。32セル直列電池は4列4段に配列されている。この32セル16個の特性均一性が重要な課題であった。表5に125kW システムの運転結果を示す。

表5 125kW システム試運転結果

	目 標 値	達 成 値
直 流 出 力	135kW	148kW
直 流 放 電 容 量	405kWh	437kWh
直流エネルギー効率	65.0%	66.6%

4. 亜鉛・臭素電池

4.1 日本の状況

亜鉛・臭素電池も他の新型電池と同様に、負荷平準化用として1980年より明電舎で開発が進められている。

この電池の特徴は高エネルギー密度、活物質が容易に得られる、室温動作の水溶液系電池、保守が容易、カーボンプラスチック電極の大量生産が容易で低価格、コンパクトな構成などが挙げられる。1 kW/8 kWh 電池の電極面積は800cm²で、効率80%が得られている。1 kW 電池の結果をもとに、現在10kW/80kWh 電池の開発が進められている。他の電池と同様に電極面積の拡大が図られ、1,600cm²の電極が使われている。電池の設計仕様と10 kW 級電池の概観をそれぞれ表6および図12に示す。

この電池の商用化までには他の電池と同様にまだ問題が残っている。このため、10kW 級電池製作の過程でいくつかの試みが行われており、その課題は次のとおり。

表6 亜鉛・臭素電池の設計仕様

	1 kW	5 kW	10 kW	2 nd. 10kW
出 力 (kW)	1.0	4.5	10.0	10.0
容 量 (kWh)	8.0	36.0	80.0	80.0
電 極 面 積 (cm ²)	800	800	1,600	1,600
電 流 密 度 (mA/cm ²)	12.3	19.8	13.0	11.2
電 圧 効 率 (%)	87.4	80.0	83.9	—
電 流 効 率 (%)	91.6	88.5	88.2	—
エネルギー効率 (%)	80.1	70.8	74.8	—
構 成	165*4P	48S*4P	26S*12P	30S*12P
放 電 電 圧 (V)	26.5	75.0	42.9	49.5
放 電 電 流 (A)	37.7	60.0	234.0	202.0
寸 法 (m)	1.15*0.75 *0.87	1.1*1.5 *1.4	1.5*1.6 *1.8	1.61*1.40 *1.77
重 量 (kg)	340	1,063	2,800	2,800
エネルギー密度 (Wh/kg)	23.5	33.9	28.6	28.6
	10.7	15.6	18.5	20.1

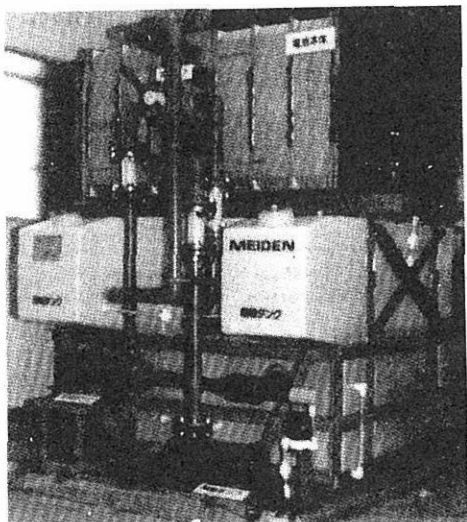


図12 10kW 級の電池

- (1) 効率の向上
 - 臭素極の活性化
 - デンドライト防止剤による長期間の完全放電省略運転
 - 自己放電防止
- (2) 補機動力の削減
 - 最小限の電解液流速
 - 20℃～40℃での運転
- (3) 寿命の向上
 - 耐臭素性のある電極の開発
 - 製造法の改良
- (4) コストの低減
 - 大量生産技術
- (5) コンパクト化
 - 亜鉛利用率の向上
 - 電流密度の増加

4.2 米国の状況

米国での亜鉛・臭素電池の開発はエクソン・リサーチ・エンジニアリング社 (Exxon)、エネルギーリサーチ社 (ERC)、ゲル (GEL) 社で行われている。

エクソン社では主に電気自動車用あるいは

太陽光発電装置と組み合わせた独立電源用として開発を進め、30kWh の電気自動車用電池を開発し、フォードの車に載せて試験も行われた。現在の設計での予想エネルギー密度は60 Wh/kg, 130W/kg である。電極は1,200cm²であり、導電性プラスチックを押出し成型し安く作れる。電解液での短絡電流も防止できている。現在、スケールアップ、寿命延伸、効率改善、出力向上、およびコンピュータモデルの開発を行っている。電解液組成、新しいセパレータ、添加剤の研究により電流効率が改善された。10kWh 電池 8 台からなる負荷平準化用80kWh 電池および30kWh の電気自動車用電池を図13, 14に示す。数学モデルで効率とコストの関係も検討した。経済性が重要である。

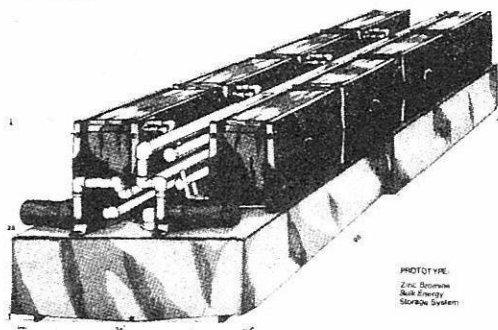


図13 80kWh 電力貯蔵用電池
(80kWh Bulk Energy Storage Module)

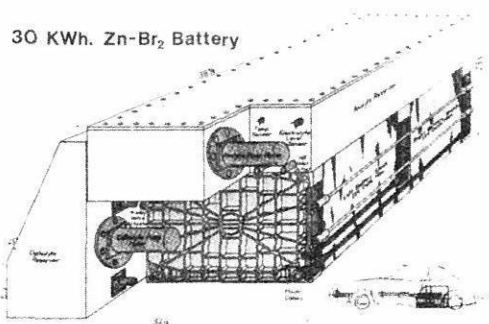


図14 30kWh 電気自動車用電池
(EV Battery Conceptual Design)

5. レドックス・フロー電池

5.1 日本の状況

鉄・クロムのレドックス・フロー電池も他の新型電池と同様に、1980年から開発が行われた。第一次中間評価の行われた1983年まで、電子技術総合研究所で1 kW 級電池が開発された。その後、10kW 級電池の開発のため、三井造船に技術移転がなされ、スケールアップの研究が進められている。(図15)

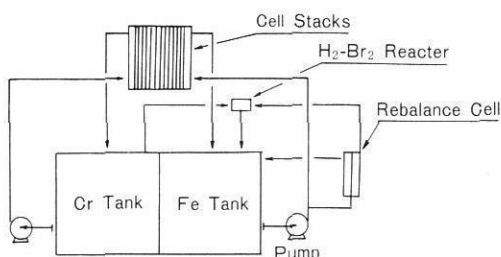


図15 レドックス・フロー電池の構成
(Block diagram of redox flow battery)

この電池の特徴は、起電力が約0.9V と他の新型電池の約半分であること、セル内に溶液を流すのみで充放電でき、電解液の組成を検出することにより充放電状態をモニターできる、作動温度は約40℃であるなどである。一方、溶液量が多くなる、正極側の過充電防止のため、リバランスが必要などの不利な面がある。

電極面積は当初1,500cm²であったものが、10 kW 級電池では6,000cm²と大型化されている。表面活性を有し、表面積が大きく、耐久性があり、溶液の濡れ性がよく、圧力損失の少ないなどの必要な特性を有するカーボンフェルトが使用されている。液の混合を防ぎ、陽イオンを選択的に透過させる隔膜の改良、活物質の溶解度向上、クーロン効率の向上などのため臭化水素を添加するなど溶液組成の検討、

リバランスの改善などが行われている。

6,000cm²の電極のセルを用いた10kW 級電池が製作・試験されている。(図16) 結果はクーロン効率93.8%，電圧効率80.7%，エネルギー効率75.7%であり、さらに効率向上が要求される。

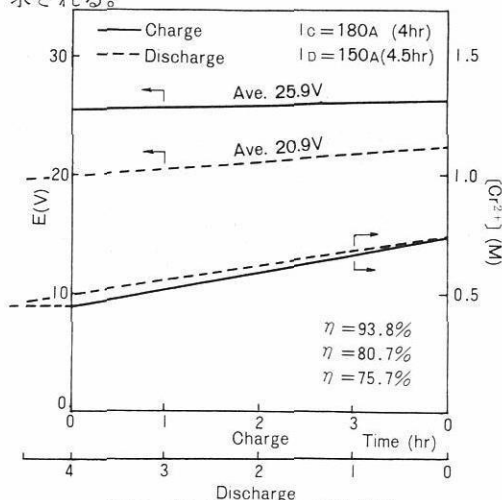


図16 10kW 級電池の試験結果
(Test result of 6,000cm² cell stack)

5.2 諸外国の状況

レドックス・フロー型電池の研究は1973年にNASAのルイス研究所で開始された。1981年に1 kW 級電池の試験が行われたが、十分な成果が得られなかった。DOEの資金の削減により、基礎的な研究が続けられているようである。

西ドイツのジーマス社は太陽光発電用に鉄・クロム型レドックスフロー電池の基礎研究を進めている。電池電力貯蔵システムの目標仕様としては低コスト、長寿命、高効率、深い放電が可能、広い温度範囲で作動可能、過負荷に対する安定性、無保守、低い自己放電、充電深度の監視と高い安全性などとしている。

太陽電池プラントとの組み合わせでの試算から、見込みのある電池としてレドックス電池

を選定し開発を行っている。

電極面積 350cm^2 で6セルの電池で試験し、1セルあたり 10W が得られた。今後は 500W 、 2kWh 電池を開発する計画である。

6. 新型鉛電池

6.1 日本の状況

通常の鉛電池では、電力貯蔵用としての高効率、長寿命、低保守、低コストなどの要求を満すものはなかった。このため、1980年から1982年にかけて、システム試験用サンプル(改良型)鉛電池として、日本電池がNEDO

表7 改良型鉛電池の開発目標

定格電圧 (V)	2
定格容量 (Ah/10HR)	7,500
電池形式	ファイバクラッド式
寸法 (mm)	$500 \times 370 \times 1,250$
重量(液入り) (kg)	560
充放電効率 (%)	84
寿命 (サイクル数)	1,500

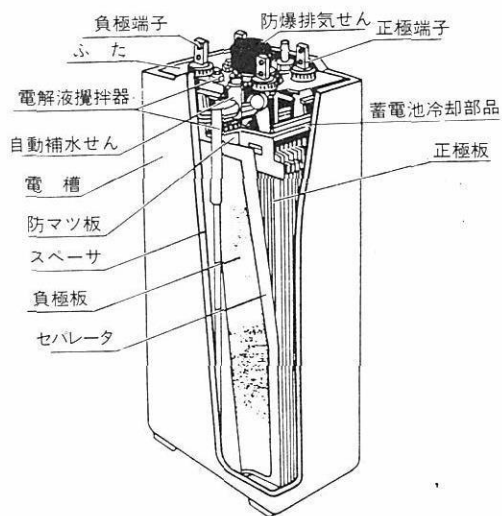


図17 改良型鉛電池の構造

より受託し開発を行った。

この8時間充放電可能な改良型鉛電池の仕様と構造をそれぞれ表7、図17に示す。

開発した改良型鉛電池のエネルギー効率は週間パターンを基に測定され87%が得られた。また、寿命は電解液攪拌装置の使用により、3,000回の充放電サイクル数が達成されている。(図18) エネルギー密度は定格10時間率で 68Wh/l であるが、週間運用パターンでは 37Wh/l である。

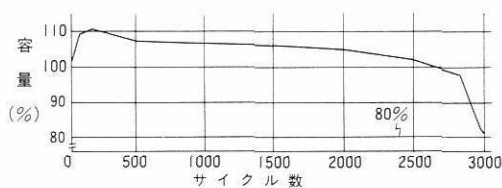


図18 定電流充放電による寿命性能

システム技術の研究開発のため、関西電力の異変電所に 1MW 級のシステム試験施設が建設中であり、電池として、この改良型鉛電池526個(直流電圧 $1,052\text{V}$)が用いられる。また、自動補水装置、電解液攪拌装置などが補機システムとしてある。

改良型鉛電池の製作・試験の経験から、電力貯蔵用鉛電池の改良点として、エネルギー密度および寿命の向上、コスト低減などがある。

新型鉛電池として、単電池の容積エネルギー密度の向上、80%の放電深度、背の高い電池とすることにより、床面積当りのエネルギー密度が 43kWh/m^2 から 119kWh/m^2 にできると試算している。また、寿命は4,500回まで向上可能としている。

6.2 米国の現状

負荷平準化用鉛電池の開発はアルゴンヌ国立研究所(ANL)で1979年より行われている。

主要な目標は電池寿命を2,000回から4,000回に向上させることであった。開発のために、格子合金、電極の厚み、活物質の組成と量、電解液量と濃度、セパレータなどをパラメータとして試験が行われた。評価のため、3種類の加速寿命試験（電解液温度を上げての過充電、迅速で浅い充放電、深い充放電）が用いられた。200Ah単電池での浅い放電では15,000回の充放電ができた。昇温加速試験では、単電池は70℃；80%の放電深度で1日2回の充放電が行われた。この加速寿命試験で1,800Ah単電池で1,000回以上、通常の運転で6,000回と等価である充放電回数が得られている。ANLで試験に用いられたエキサイド社の鉛電池および6セルモジュールの特性を表8に示す。

表8 ANLで試験されたLL用鉛電池の特性
(Key Characteristics of Exide Advanced Lead-Acid Load-Leveling Batteries Under Test at ANL)

	Cell	Module *
定格容量(5時間率)	6kWh	36kWh
長さ	41.3cm	136cm
幅	37.4cm	80cm
高さ	68.6cm	80cm
重量	257kg	1651kg
容量(5時間率)	6.96kWh	41.7kWh
重量エネルギー密度	27.1wh/kg	25.3wh/kg
容積エネルギー密度	65.7wh/l	48.0wh/l
床面積当りの容量	45.2kWh/m ²	38.3kWh/m ²
予想寿命	4000cycles	4000cycles

* Includes weight and volume of six-cell module tray and accessories

ANLの国立電池試験研究所(NBTL)で、鉛電池の試験が行われ、80%以上の効率を示した。また、負荷平準化用新型鉛電池の加速寿命試験が行われている。(表9)

表9 負荷平準化用新型鉛電池の加速寿命試験
(Status of Accelerated Life Test of Advanced Lead-Acid Load-Leveling Batteries)

Test Location	通常試験温度	平均試験温度	実サイクル	等価25℃サイクル
Exide/ANL	40	39	> 2324	> 4190
ANL	50	50	> 1752	> 4907
ANL	60	54	> 1084	> 3653
Exide	70	66	1012	5220

1985年11月の時点で、4,000サイクルの寿命目標が40、50、70℃の試験温度の加速寿命試験された。60℃での試験は開始が遅かったので3,600サイクルである。70℃以外のものは、寿命試験が続けられている。運転および保守に関する情報は、今日までの3年半以上の試験において集積されている。これらの鉛電池は電気事業用および需要家用として使用できるものである。(いしかわ りきお (財)電力中央研究所研究開発本部新エネルギー推進チーム)

昭和61年度における資源エネルギー関連 技術開発の重点について

吉 田 盛 厚

1. 総合的資源エネルギー政策の考え方

我が国をめぐる資源エネルギー情勢は、近年、大きく変化し続けている。最近の自由世界の石油需給を見ると、石油代替エネルギーの開発・導入、省エネルギーの推進、産油国の増産等を反映し、緩和基調で推移してきているが、中東情勢は依然として不安定な様相を呈している。また、国際的な石油需給は、中長期的には逼迫化する可能性が高いと見込まれている。

このような情勢の下で、昨年（1985年）7月の IEA 閣僚理事会では、石油精製業の過剰設備処理による構造改善を推進することや、輸入石油製品が需給関係を基本に各国市場に吸収されるような条件を維持・創出するような共通のアプローチを追求することで合意した。

我が国は、天然資源に乏しく、石油輸入のホルムズ海峡依存度の高さに象徴されるように、他の先進国に比して脆弱なエネルギー供給構造を有している。資源エネルギーは経済社会及び国民生活の維持・発展のための最も基本的な要素であり、我が国が今後とも順調に経済発展を遂げ、国民福祉を向上させていくためには、資源エネルギーの安定供給を確

保することが重要な政策課題となる。

以上のような点を踏まえ、セキュリティの確保を基本としつつコストの低減にも配慮し、両者のバランスのとれた総合的資源エネルギー政策を進めていく必要がある。

第1に、石油政策の推進を図ることである。石油製品貿易拡大を巡る国際的な流れ等を踏まえ、特定石油製品輸入暫定措置法に基づきガソリン等の輸入を円滑に進め、石油産業の国際化を図るとともに、製油所閉鎖を含め過剰設備処理を進める等積極的な構造改善を進める。

また、我が国のエネルギーセキュリティ確保のため、石油・石油ガス（LPG）備蓄を推進するとともに、石油自主開発を一層促進する。さらに、新燃料として期待される自動車燃料用メタノールの円滑な導入を図る。

第2に、エネルギー源の多様化と省エネルギーの推進を図ることである。核燃料サイクルの事業化並びに原子力発電を中心とした電源の多様化及び立地を推進する。また、石油代替エネルギーの開発・導入を推進するとともに、省エネルギーを引き続き促進する。

第3に、内外炭価格差の拡大等、近時の石炭を巡る状況を踏まえて、新たな石炭政策を策定することである。

第4に、資源の安定供給の確保を図ることである。国内鉱山の経営安定化を図るとともに、三段階方式等、内外探鉱開発を促進する。レアメタルについては、引き続き備蓄の推進、探鉱開発・技術開発の促進等総合的施策を着実に実施する。また、マンガン団塊・熱水鉱床の賦存状況調査等により深海底鉱物資源を積極的に推進する。

我が国としては、世界の1割国家としての経済力を有するに至った国民の英知と活力を十分発揮して、エネルギー制約を克服し、我が国経済社会の発展基盤を確たるものとするとともに、世界のエネルギー問題の解決に貢献するため、以上のような内外の諸情勢の変化に的確に対応した総合エネルギー政策を着実に推進することとしている。

このような資源エネルギー政策を体系的に示すと図1（文末に掲載）のようになるが、同図からも明らかなように、資源エネルギー政策の重要な柱として、広範な分野において技術開発が進められることとなっている。

2. 昭和61年度における資源エネルギー関連技術開発の概要

国内資源に乏しい我が国が、国際社会において強いバーゲニングパワーを維持しつつ、世界経済の活性化に寄与し、国際的責務を果たしていくと同時に、ゆとりと活力ある経済社会、国民生活を実現していくためには、創造的技術開発を推進していくことが極めて重要である。総合的資源エネルギー政策の一環としての技術開発についても、このような背景を踏まえつつ、広範な分野において様々な施策が展開されている。

以下に通商産業省が昭和61年度に実施することとしている資源エネルギーに係る技術開発関連施策のうち、主要なものについて、その概要を紹介する。（括弧内は61年度予算額である。）

2.1 石油関連技術開発

最近においては、石油の需給は大幅に緩和し、原油価格が著しく低下している。しかしながら、中長期的に考えると、我が国の一次エネルギー供給に占める石油のウェイトの高さ、原油のホルムズ依存度の高さ等に鑑みれば、石油の安定供給を確保することは、経済の発展及び国民生活の向上にとって極めて重要な課題である。このため、緊急時に備えて石油備蓄を着実に推進するとともに、最も安定的な原油調達方式である自主開発の推進を図る必要がある。

また、国内石油需要の低迷が続く中で石油精製設備の過剰が深刻化するなど石油産業の経営基盤の脆弱化が見られることに対応して、石油産業の体質強化のために新技術開発等を推進する。

さらに、産油国の軽質原油温存政策等による輸入原油の重質化、B、C重油需要の減少等による石油製品需要の中軽質化に対応し、石油製品全体の需給バランスを適正に確保しつつ中間留分の安定供給を図るため、重質油対策等を講じる必要がある。

以上のような観点から、技術開発面からは次のような施策を実施することとしている。

1) 石油備蓄関連技術

(1)石油備蓄技術調査 (245百万円)

安全で経済的な石油備蓄方式を確立するため、我が国の地質、水理等の条件に合っ

た岩盤地下備蓄システムの確立を図るため、実証試験調査を実施する。

また、石油ガスについても、備蓄コストの低減を図るため、地下貯蔵方式等について、建設・運営上の諸条件を調査・研究する。

2) 石油開発関連技術

(1) オイルシェール開発技術研究

(1,764百万円)

将来の有望なエネルギー源としてその開発が期待されるオイルシェールについて、採掘、粉碎、乾留にわたる我が国独自の開発技術を確立するため、パイロットプラントによる実験を行う。

(2) 二・三次回収技術開発 (1,149百万円)

油田からの原油回収率を飛躍的に向上させる二・三次回収技術として、ケミカル攻法（薬剤注入により回収率を高める技術）及び熱攻法（加熱により回収率を高める技術）の確立を図るため、パイロットプラント規模での研究開発を行う。

(3) 小規模海洋油田開発技術開発

(694百万円)

小規模海洋油田開発システムを構成する上で不可欠な要素技術及び油田条件等に対応した最も経済性の高いシステムを構築するためのシステム最適化技術の開発を行う。

(4) 高温腐食環境下生産技術開発

(610百万円)

高温かつ腐食性ガスの多い油田において使用可能な生産施設を開発するため、高温、腐食環境に耐えるチュービング、シール技術、仕上げ流体を開発し、最適な生産システムを構築する。

(5) 高精度油層評価技術 (417百万円)

従来、精度の高い油層評価が困難であったフラクチャー型油層（割れ目の多い油層）に対する油層評価法を開発するため、油層シミュレーションモデル、油層コア分析、解析システムの開発を行う。

(6) 石油資源遠隔探知技術研究開発

(4,754百万円)

人工衛星による石油資源等の高度探査技術を開発するため、衛星搭載用の機器の製作技術を開発するとともに、衛星から得られる画像データを処理解析し、石油探査等に応用するための技術を確立する。

3) 石油精製関連技術

(1) 石油産業体質強化技術開発

(1,798百万円)

石油産業の体質強化のため、①石油製品高度化利用技術開発（ナフサ利用燃料電池のための改質技術、分解軽油等のコージェネレーションシステムへの活用技術等）、②未利用資源利用効率化技術開発（製油所オフガス、低中温排熱からの石油化学燃料、スチーム等を回収するための技術）、③石油製品高品質化技術開発（高品質、高付加価値石油製品の生産を可能とする触媒開発等）等を推進する。

(2) 重質油対策技術実用化開発

(4,346百万円)

石油製品需給構造の中・軽質化及び原油供給の重質化という需給アンバランスの進展に対応するため、重質油分解技術の実証プラントレベルでの技術開発に対し、補助を行う。61年度には、残油の接触分解技術、残油の水素分解技術及び残油の熱分解技術の実用化開発を行う。

(3)石油精製設備高度化対応技術開発

(238百万円)

石油精製設備の高度化に伴って生産が増大する分解系留分について、灯・軽油等の中間留分需要の用途に供する等の有効利用を図るため、新燃焼技術の開発を推進する。

(4)重質油残渣物有効利用技術開発

(374百万円)

重質油残渣物の有効利用を図るため、ピッチ、石油コークス等重質油残渣物からの低廉水素製造技術の開発を推進する。

(5)軽質留分新用途技術開発

(2,372百万円)

今後の中・長期的な国産ナフサの過剰傾向に対処するとともに、安定的なナフサの需要分野の創出を図るため、民生用石油製品への変換技術、高付加価値化学製品への変換技術及びナフサ留分有効活用技術の開発を推進する。

(6)新燃料油技術研究開発 (1,798百万円)

中間留分代替の観点から、既存原油をベースとしない新流体燃料の開発、導入のため、天然ガス、石炭からの合成ガスを原料とする合成炭化水素油、合成アルコール製造技術、オイルサンド油、オイルシェール油の改質精製技術及びバイオマス利用技術（セルロース分解発酵技術）の開発を推進する。

(7)石油精製業長期保安自動化システム開発

(55百万円)

石油精製プラントの実効ある保安を確保するため、長期連続運転を可能とする設備点検等遠隔操作技術、設備洗浄自動化システム技術等の開発を行う。

4)石油流通関連技術

(1)石油ガス供給事業安全管理技術開発

(324百万円)

集中監視システム機器の開発、安全管理技術の開発等LPガスの流通合理化技術の開発等を推進する。

(2)給油所高度化技術調査 (100百万円)

事業の多角化等揮発油販売業の経営基盤の強化を図るため、給油所の高層化、タンク材質の変更等給油所施設の高度化に資する技術について調査、実証試験を実施し、防災上の面も含めた総合評価を行う。

2.2 エネルギー源多様化等関連技術開発

我が国は、主要先進国中石油依存度が最も高い水準にあり、石油依存度の低減は緊急かつ最重点の課題となっている。このため、エネルギー需要の大きい産業部門を中心にエネルギー転換を図るとともに、瀝青炭液化技術等中・長期的観点に立った技術開発を進めていく必要がある。

また、電力の安定供給の確保の観点から電源多様化の推進を図り、各電源の供給特性を十分考慮し、調和のとれた電源構成を目指すことも重要である。とりわけ、供給の安定性、経済性等優れた特性を有する原子力発電については、電源多様化の中核として、安全性の確保に万全を期しつつ、信頼性、経済性の一層の向上を目指してその高度化を図る。また、原子力発電の利用を一層推進する上で必要不可欠な核燃料サイクルの事業化を着実かつ適切に推進する。

一方、我が国のエネルギー制約を克服する観点から、多岐にわたる省エネルギー政策を総合的に捉え、着実に推進していく必要がある。

る。

以上のような考え方にに基づき、以下のよう
な技術開発関連施策を実施する。

1) 石油代替エネルギー関連技術

(1) 石炭液化技術開発 (20,207百万円)

パイロットプラントの開発等を推進することにより、瀝青炭及び褐炭液化技術を確立するとともに、併せてプラント機器・材料等の開発を図る。

(2) 石炭高カロリーガス化技術開発

(434百万円)

石炭に重質油及び酸素、水蒸気を加えて高カロリーガスを製造するハイブリッドガス化技術及び水素を主成分とする工業用燃料ガス、石炭液化用水素ガス等を製造する多目的高温ガス化技術を開発する。

(3) 石炭利用技術振興 (4,309百万円)

石炭の持つハンドリング面のデメリッ
ト、あるいは環境面のデメリットを解消し、
その利用拡大を図るため、短・中期的に開
発が期待されるテーマとして、流動床燃焼
技術、高濃度スラリー技術、コールカート
リッジシステム技術、石炭部分燃焼炉シス
テム技術、石炭灰有効利用技術などの開発
を推進する。

(4) 共通基盤型石油代替エネルギー技術開発

アルミニウム、フェロアロイ、紙パルプ等
エネルギー多消費産業における燃料転換
を促進するため、汎用的かつ革新的な石油
代替エネルギー関係技術の開発を促進する。

(5) 産業用等ソーラーシステム実用化技術開発 (507百万円)

産業分野等に用いる太陽熱利用システム
として、複雑な熱工程への利用、厳格な定
温工程への利用、長期蓄熱への利用に係る

実用化技術を確立する。

(6) 石炭利用水素製造技術開発

(1,350百万円)

石炭に酸素を加えて高温で反応させるこ
とにより、石炭から水素を廉価かつ効率的に
製造する石炭利用水素製造技術の開発を図る。

(7) 高性能分離膜複合メタンガス製造装置開発 (751百万円)

バイオテクノロジーと膜分離技術を応用
して、従来のメタン発酵技術を飛躍的に発
展させ、下水・産業廃水等の中の有機物を
効率的に分解することにより、安価にメタ
ンガスを製造することのできる装置を開発
する。

(8) 燃料用アルコール技術開発 (473万円)

バクテリアを用いた高効率の燃料用アル
コール新製造プロセスを確立するため、新
発酵法の開発、発酵能力の極めて高い菌の
検索・育種を行う。

2) 電源多様化関連技術

(1) 軽水炉改良技術確証試験 (6,008百万円)

今後とも長期にわたって原子力発電の中
核をなす軽水炉について、その改良を図る
ことにより、信頼性、経済性の向上、ウラ
ン資源節約、立地効率の向上等を図る。

(2) 実用原子力発電施設作業ロボット開発

(1,000百万円)

原子力発電プラント機器、設備等の点検、
保守等高度な作業を行うことができる専用
ロボットを開発し、事故、故障の未然防止
を図るとともに運転中のプラント機器、設
備等の点検、保守作業等の効率化を図る。

(3) 実用原子力発電施設検査技術等確証試験

(764百万円)

超音波等を利用した高度検査装置及びそ

の検査結果の評価のための装置を開発し、事故・故障の未然防止及び検査の効率的実施を図る。

(4)実用発電用原子炉廃炉設備確証試験
(360百万円)

今後、昭和70年代には具体化する原子炉の廃止措置に関して、安全性、信頼性の向上の観点から必要な技術調査を行うとともに、特に重要な原子炉压力容器切断技術、コンクリート表層はく離技術について、その確証試験を実施する。

(5)発電用新型炉等開発調査 (633百万円)

原子力発電の将来に備えるため、プルトニウムの有効利用を可能とする高速増殖炉(FBR)及び新型転換炉(ATR)の実用化に係る技術的、経済的諸問題について調査検討を行う。また、新型転換炉については、その安全性評価等の基本的方針を確立する。さらに、再処理の結果得られるプルトニウムについて、有効利用方策の検討を行う。

(6)新型転換炉実証炉建設 (3,219百万円)

プルトニウム有効利用及び自主技術育成の観点から重要な意義を持つ新型転換炉(ATR)実証炉(出力60.6kW)建設事業の円滑な推進を図る。

(7)中小水力標準化モデルプラント設計調査
(200百万円)

一般的に割高な中小水力の経済性の改善を図るため、新型水車発電機、水圧鉄管代替製品、新規水力システム等経済性に優れた新技術の開発を推進する。

(8)海水揚水技術実証試験委託 (71百万円)

我が国の自然条件に適した海水揚水発電の可能性を調査することとし、環境問題、材料腐食等を中心とした実証的な試験調査

を行い、海水揚水関連技術の開発を図る。

(9)地熱探査技術等検証調査(1,465百万円)

深部地熱資源探査に有効な探査技術の確立を目指して、地表から各種探査技術を駆使して深部地熱賦存状況の推定を行うとともに、坑井調査によって推定結果を検証する。

(10)熱水利用発電プラント等開発
(2,605百万円)

地熱蒸気とともに大量に併存する未利用熱水の有効利用を図るため、バイナリー発電システム(低沸点媒体を利用した発電システム)の開発、坑井内設置型ポンプの開発、熱水の生産還元に関する研究等を行う。

また、膨大な熱を有する高温岩体から熱エネルギーを抽出して発電する高温岩体システムの技術開発を、IEAの国際協力事業等により実施する。

(11)太陽光発電システム実用化開発
(7,011百万円)

太陽電池を用いた太陽光発電システムの早期実用化を図るため、太陽電池の大幅なコストダウンのための新製造技術の開発、太陽光発電利用システムの開発等を行う。

(12)石炭低カロリーガス化技術開発
(3,283百万円)

クリーンな発電用低カロリー石炭ガスを製造するため、流動床方式の石炭ガス化技術を開発するとともに、これと連携する複合サイクル発電システム(ガスタービン、スチームタービン組合わせ発電)を開発する。

また、要素技術として、燃焼器内ばり、静翼、動翼等をファインセラミック化するための技術開発を行う。

(13)噴流床石炭ガス化複合サイクル発電プラント開発
(1,980百万円)

熱効率の向上が期待され、負荷応答性、広範囲炭種適合性、高効率、大容量化等に優れている噴流床石炭ガス化複合サイクル発電プラントの開発のため、パイロットプラント試験を行う。

(14)高性能石炭火力技術開発 (493百万円)

石炭火力発電所の石炭の使用量を節減し、エネルギーの有効利用を図る観点から、プラントの蒸気条件を従来より一層高温高圧化し、プラント熱効率の飛躍的向上を図るため、超高温材料の確証、超高温タービン等の実証試験を行う。

(15)石炭火力発電所乾式脱硫技術実証試験 (920百万円)

大量の用水の確保、副産品（石膏）の処理、触媒の寿命管理等の問題を解決し得る乾式脱硫技術及び乾式同時脱硫脱硝技術を確立する。

(16)石油火力発電所メタノール転換等実証試験 (584百万円)

火力発電所における脱石油の推進の観点から、既設石油火力のメタノール転換を推進するため、メタノール供給に関する諸問題の検討、環境安全性に関する実証試験及びメタノール改質の要素研究を行う。

(17)石炭火力発電用大型流動床ボイラー導入可能性調査 (120百万円)

未利用低品位炭を利用できるなど経済性に優れ、かつ、炉内脱硫が可能でNOx抑制効果がある流動床ボイラーの大型化を調査し、発電用大型流動床ボイラーの早期実現を図る。

3) 核燃料サイクル事業化関連技術

(1)ウラン濃縮遠心分離機製造技術確立

(480百万円)

核燃料サイクルの中で重要な役割を担うウラン濃縮役務事業国産化のため、現在の製造コストの $\frac{1}{2}$ 程度で信頼性のあるウラン濃縮遠心分離機を円滑に供給するための成型加工、熱処理、バランシング、検査等各工程の自動化、大量処理化等の製造技術を確立する。

(2)化学法ウラン濃縮技術確立

(1,431百万円)

従来法に比べて、①最小採算規模が小さい、②原理的に核不拡散上優れている等の特徴を持ち、今後の研究開発により大幅な性能向上を期待し得る化学法ウラン濃縮システム技術の確立を図る。

(3)第二再処理工場技術確証調査

(3,747百万円)

商業再処理工場の信頼性及び稼働率の向上を図るため、再処理主要機器（溶解、脱硝、抽出等）及びプロセス（計測機器システム、臨界設計評価等）について確証試験等を実施する。

(4)海外再処理返還固化体受入システム開発調査 (661百万円)

海外に委託した使用済燃料の再処理にもなっている放射性廃棄物の受入システムについて、受入方法、施設の概念のとりまとめ、機器の要素試験等を行う。

(5)放射性廃棄物処理技術開発 (99百万円)

低レベル放射性廃棄物の処理・処分の円滑化を図るため、不燃性雑固化廃棄物の溶融固化処理技術の開発を促進する。

(6)低レベル放射性廃棄物施設貯蔵システム確立調査 (67百万円)

原子力発電所から発生する低レベル廃棄物の敷地外施設貯蔵の実施に際し、処理、

輸送、処分の各段階の調査を実施し、総合システムを確立する。

4) 省エネルギー関連技術開発

(1) 高効率ガスタービン研究開発

(2,825百万円)

LNGを主たる燃料とする複合発電等に用いられる超高温耐熱ガスタービンを開発することにより、総合熱効率の飛躍的向上を図る。

また、発電用ガスタービンの新評価手法、新設計手法を確立する。

(2) 新型電池電力貯蔵システム開発

(3,024百万円)

大容量の新型電池により、オフピーク時の電力を貯蔵(充電)し、ピーク時に放出(放電)するいわゆる電力負荷平準化機能を持つ電力貯蔵システムを開発することとし、大容量高性能新型電池本体の研究開発を進めるとともに、システム技術の研究開発を進め、新型電池を用いた実証試験を行う。

(3) 燃料電池発電技術開発 (3,060百万円)

LNG等を原料とする(発電熱効率40%以上、廃熱回収等により総合熱効率80%)の分散型発電システムとして、リン酸型燃料電池発電システム、熔融炭酸塩型燃料電池発電システムにつき、研究開発を行う。

(4) 汎用スターリングエンジン開発

(2,060百万円)

民生用冷暖房機器用及び産業用小型動力源として、多種燃料の使用が可能で熱効率の高いスターリングエンジンシステムの開発を行う。

(5) スーパーヒートポンプ・エネルギー集積システム (1,190百万円)

従来の蓄熱式ヒートポンプに比べ、効率、

出力温度、蓄熱密度、規模において画期的な性能を持つスーパーヒートポンプ・エネルギー集積システムを開発する。

2.3 鉱物資源等関連技術開発

レアメタルは、先端産業の発展に欠くことのできない資源になっており、今後の新素材分野の技術革新に応じて需要は飛躍的に増大するものと予想されるが、その供給構造は、埋蔵が少数国に偏在し、供給が国際政治情勢に左右されやすい等極めて脆弱な状態である。

このため、備蓄の推進、内外の探鉱開発の推進等の総合的対策を行っていく必要がある。

また、我が国産業及び国民生活に不可欠な基礎資材である非鉄金属の長期的かつ安定的確保を図るため、探鉱開発、生産の合理化等を進めることが重要である。

さらに、マンガン団塊、海底熱水鉱床等海底鉱物資源の開発をはじめとする海洋開発に関する技術の研究開発を推進することも重要である。

以上のような観点から、次のような技術関連施策を進めることとしている。

1) レアメタル関連技術

(1) レアメタル浮遊微量金属探査技術開発

(7百万円)

国内のレアメタル資源の賦存状況を明らかにするとともに、レアメタル資源の探査技術として、空中に浮遊している微量金属の検出により探査を行う技術(レアメタル浮遊微量金属探査技術)の開発を行う。

(2) 未利用レアメタル有効活用研究協力

(126百万円)

タイの錫選鉱廃砂に含まれる未利用レア
メタル(レアアース、ニオブ、タンタル等)
の有効活用のための回収技術開発をタイ国
政府関係機関と協力して現地で実施する。

(3)レアメタル高度分離・精製技術開発

(30百万円)

今後ハイテク分野に利用されるレアメタルは、6ナイングレード以上の高純度のものが必要となるため、鉱石等からレアメタルを効率的に回収するとともにその高品質化を図る技術の開発を行う。

2) 非鉄金属資源関連技術

(1)鉱物資源等関連技術開発調査

(55百万円)

効率的な資源探査の促進により資源の安定供給を図るため、資源衛星による探査技術開発、新探査技術(深部電気探査法)の導入開発等の調査を行う。

(2)溶融還元亜鉛新製錬技術開発

(316百万円)

近年のエネルギーコストの上昇に対処するため、石油代替エネルギーの導入を促進し、かつ、省エネルギーに資する製錬関連新技術(溶融還元亜鉛製錬技術)の研究開発を行う。

3) 海洋開発関連技術

(1)新海底鉱物資源の新探査技術等の開発調査

(8百万円)

銅、鉛、亜鉛、金、銀等を含む海底熱水噴出に伴って生成する金属硫化物である海底熱水鉱床の精査に不可欠な自動着座式試験機の技術開発を推進する。

(2)マンガン団塊採鉱システムの研究開発

(958百万円)

ニッケル、コバルト、銅、マンガン等の

有用金属を含むマンガン団塊の採鉱システムを、工業技術院の大型プロジェクト制度により開発する。

(3)海水ウラン回収システム技術確証調査

(1,140百万円)

海外に全面的に依存しているウラン資源について、ナショナルセキュリティの確保及び資源国に対するバーゲニングパワーの形成等の観点から、海水中のウラン(溶存量約40億トン)を回収するシステム技術の確立を図るため、モデルプラントの建設、運転を行う。

(4)海洋石油開発高能率掘進技術開発調査

(312百万円)

海洋石油掘削環境の悪化、熟練掘削技術者不足、海洋石油掘削装置の安全対策の確立が急務となっている状況に対応するため、高能率でより安全な次世代における自動化リグ製作技術を開発する。

(5)海洋石油生産プラットフォーム開発調査

(14百万円)

海洋石油開発対象海域の深部化や新たに発見される油田の小規模化に対応するため、波等の外力に対しプラットフォームの位置を一定に保つ機構をもち、かつ、より経済的なテンション・レグ・プラットフォームの開発・調査を行う。

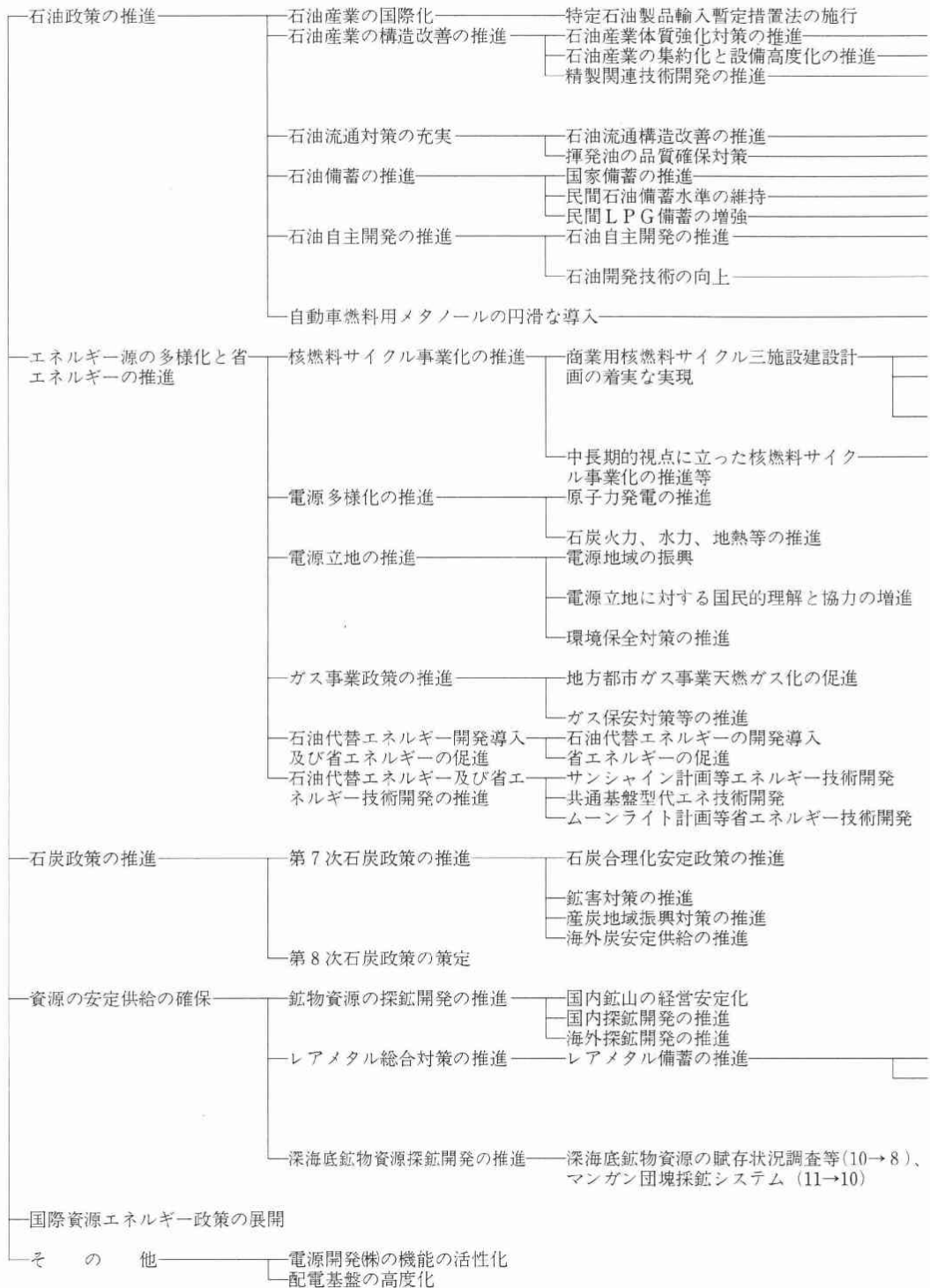
(6)海底石油生産支援システム研究開発

海底石油生産の自動化、効率化のため、海底石油生産システム及び付帯施設等において掘削、生産施設の設置、保守点検等の作業に対する支援システムの研究開発を行う。

(よしだ もりひろ 通商産業省資源エネルギー庁長官官房総務課)

図1 昭和61年度 資源エネルギー政策の体系

総合的な資源エネルギー政策の推進



(単位：億円)

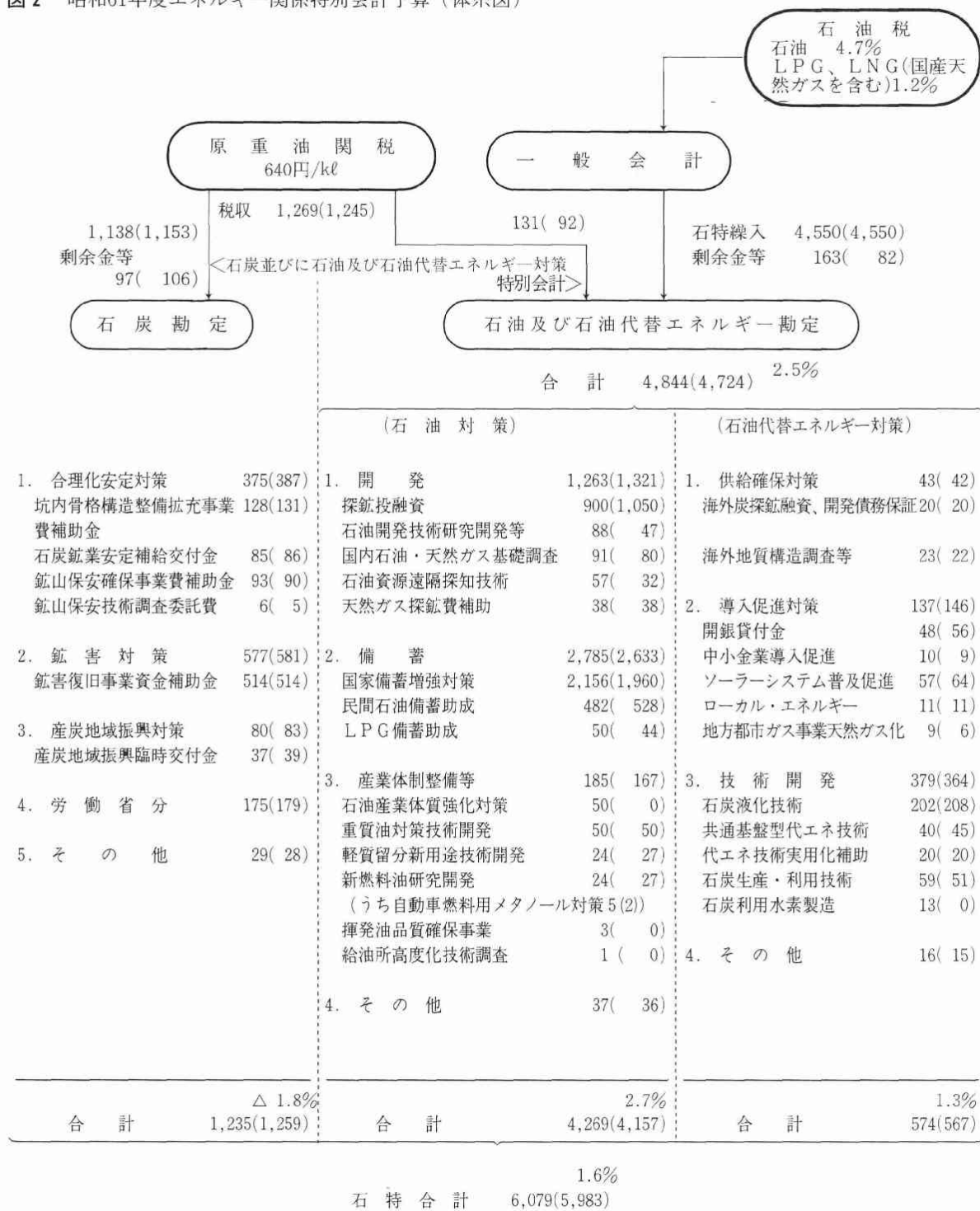
石油精製合理化対策事業費等補助金 (0→50)
石油産業設備高度化融資利子補助金 (5→9)
重質油対策技術開発 (50→50)
軽質留分新用途技術開発 (27→24)
新燃料油開発研究開発 (27→24)
給油所高度化技術調査委託費 (0→1.0)
揮発油品質確保事業費補助金 (0→3.5)
国家備蓄増強対策 (1,960→2,156)
民間石油備蓄助成 (528→482)
LPG備蓄助成 (44→50)
探鉱等投融資事業出資金 (1,050→900)
国内石油・天然ガス基礎調査委託費 (80→91)
技術開発事業出資金 (0→20)
二・三次回収技術等石油開発技術研究開発等 (47→68)
自動車燃料用メタノール導入実験研究 (新燃料油研究開発調査委託費の内数) (2→5)

建設資金の確保——開銀等の融資制度の充実
立地の円滑化——核燃料サイクル関係広報対策等委託費 (1→1)、広報・安全等対策交付金 (うち核燃料サイクル関係) (0.2→0.2)
技術の確立等——遠心分離機製造技術の確立 (6→5)、第二再処理工場確認調査委託費 (40→37)、低レベル放射性廃棄物施設貯蔵システム確立調査委託費 (0.7→0.7)
ウラン濃縮事業化調査委託費 (0.4→2.3)、放射性廃棄物処理最適化調査委託費 (0→0.5)、原子炉廃止措置廃棄物処理処分方法調査委託費 (0→0.6)、使用済核燃料再処理事業推進費補助金 (0→0.5)
軽水炉改良技術確認試験等 (76→101)、ATR実証炉建設費補助金 (32→32)、安全解析コード改良等委託費 (25→28)
石炭火力 (131→121)、水力 (63→68)、地熱 (91→96)
電源立地促進対策交付金 (504→602)、電源立地特別交付金 (119→129)、水力発電施設周辺地域交付金 (39→39)、電源地域産業育成支援補助金 (4→4)
電源立地推進広報対策等委託費 (10→9)、広報・安全等対策交付金 (9→9)、原子力広報研修施設整備費補助金 (4→4)、原子力発電施設等緊急時安全対策交付金 (6→6)
環境審査等調査委託費 (7→7)、大規模発電所取放水影響調査委託費 (3→3)、水力発電環境保安技術調査委託費 (0→2)
地方都市ガス事業天然ガス化促進対策費補助金 (4.2→6.0)、地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査委託費 (1.8→3.2)
ガス消費 保安対策 (0.4→0.3)
開銀貸付 (56→48)、ソーラーシステム普及促進 (64→57)、ローカルエネルギー対策 (17→19)
エネルギー使用合理化・省エネルギー投資の推進
石炭液化技術開発 (208→202)、太陽光発電技術開発 (79→70)
共通基盤型石油代替エネルギー技術開発 (45→40)
燃料電池発電技術開発 (45→31)、スーパーヒートポンプエネルギー集積システム (5→12)

坑内骨格構造整備拡充事業費補助金 (131→128)、鉱山保安確保事業費補助金 (90→93)、石炭鉱業安定補給交付金 (86→85)、鉱山保安技術調査委託費 (5→6)
鉱害復旧事業資金補助金 (514→514)
産炭地域振興臨時交付金 (39→37)
海外炭探鉱融資・開発債務保証 (20→20)、海外炭開発可能性調査費等補助金 (22→23)

金属鉱業経営安定対策 (0→3.5)、金属鉱業経営安定化融資 (125→125)
広域・精密地質構造調査 (15→14)、中小鉱山等合理化指導 (13→13)、国内探鉱融資 (22→26)
海外鉱物資源基礎的調査 (4.9→3.4)、資源開発協力基礎調査 (26→27)、海外探鉱出融資 (9→12)
レアメタル備蓄 (14→15)
レアメタル探鉱開発、技術開発の推進 レアメタル鉱物資源の国内賦存状況等調査 (0.5→1.1)、レアメタル海外探鉱融資 (9の内数→12の内数)、未利用レアメタル有効活用研究協力 (1.2→1.3)、レアメタル高度分離・精製技術開発 (0.1→0.3)

図2 昭和61年度エネルギー関係特別会計予算（体系図）



特会計

() 内は60年度予算額

電 源 開 発 促 進 税 44.5銭/kWh		税 収 2,371(2,242) 28.5銭/kWh 16.0銭/kWh ＜電源開発促進対策特別会計＞	
1,519(1,436) 剰余金等 172(152)	電源多様化勘定	852(806) 剰余金等 165(86)	電源立地勘定
1. 供給確保対策 水力開発 地熱開発	164(154) 68(63) 96(91)	1. 電源立地促進対策交付金	602(504)
2. 導入促進対策 石炭火力建設等補助 石炭火力開発技術実証等	104(135) 78(104) 23(28)	2. 電源立地特別交付金 原子力発電施設等周辺地域 交付金 電力移出県等交付金	129(119) 77(74) 53(45)
3. 技術開発 太陽エネルギー関係技術 地熱エネルギー関係技術 石炭エネルギー関係技術 燃料電池 新型電池電力貯蔵システム	314(267) 70(79) 52(53) 58(37) 31(45) 30(21)	3. 水力発電施設周辺地域 交付金	39(39)
4. 原子力 核燃料サイクル関係 軽水炉改良技術確証試験等 新型転換炉実証炉	253(227) 82(82) 100(76) 32(32)	4. 原子力発電安全対策等 委託費	185(168)
5. 科学技術庁分	820(774)	5. 原子力発電安全対策等 補助金	12(12)
6. その他	35(30)	6. 原子力発電安全対策等 交付金	31(35)
		7. その他	18(15)
合 計	6.5% 1,691(1,588)	合 計	14.0% 1,017(892)

電 特 合 計	2,708(2,480)	9,2%
	8,787(8,463)	3.8%

研究所のうごき

(昭和61年1月1日～3月31日)

◇ 新役員の選任

任期満了にともなう新役員の選任が、3月28日開催の第22回理事会で行なわれ、下記のように新役員を選任した。(任期：昭和61年4月1日～同63年3月31日)

新役員

理事長 山本 寛

(所 長 山本 寛)

専務理事 越川文雄

常務理事 柴田誠一

理 事 秋山 守 東京大学教授

〃 飯田孝三 関西電力㈱副社長

〃 生田豊朗 ㈱日本エネルギー経済研究所理事長

〃 石川六郎 鹿島建設㈱会長

〃 正親見一 日本原燃サービス㈱相談役

〃 大島忠一 東京大学名誉教授

〃 奥村虎雄 ㈱日本鉄鋼連盟副会長

〃 近藤駿介 東京大学教授

〃 榎本義一 京都大学名誉教授

〃 柴崎芳三 ㈱日本ガス協会副会長兼専務理事

〃 鈴木篤之 東京大学助教授

〃 関根泰次 東京大学教授

〃 妹島五彦 ㈱日本電機工業会専務理事

〃 朝永良夫 ㈱日本産業技術振興協会副会長

〃 豊田正敏 東京電力㈱副社長

〃 中村俊夫 ㈱日本自動車工業会専務理事

〃 野沢清志 電気事業連合会副会長

〃 平川誠一 東京大学名誉教授

〃 古沢長衛 石油連盟副会長兼専務理事

監 事 望月嘉幸 日本興業銀行常務取締役

〃 山崎 魏 中部電力㈱常務取締役

◇ 組織の変更

4月1日付で、新たに「エネルギー技術情報センター」が設置された。

◇ 理事会開催

第21回理事会

日 時：2月14日(金) 12:00～13:30

場 所：経団連会館(9F) 906号室

議 題：

- (1) 寄附行為の一部変更について

第22回理事会

日 時：3月28日(金) 12:00～13:30

場 所：経団連会館(9F) 901号室

議 題：

- (1) 昭和61年度事業計画及び収支予算(案)について
- (2) 昭和61年度運営費の借入について
- (3) 理事及び監事の選任について
- (4) その他

◇ 月例研究会開催

第31回月例研究会

日 時：1月31日(金) 14:00～16:00

場 所：幸ビル(13F) 1303会議室

議 題：

- (1) 昭和61年度新・省エネルギー技術開発の概要(工技院ムーンライト計画推進室 米田文重氏)
- (2) 新型軽水炉¹に関する IAEA ミーティングに出席して(主任研究員 深田昭彦)

第32回月例研究会

日 時：2月28日(金) 14:00～16:00

場 所：幸ビル(13F) 1303会議室

議 題：

- (1) 石炭利用水素製造技術開発の現況(新エネルギー総合開発機構 石炭技術開発室 吉田信夫氏)
- (2) 国際電池技術総合シンポジウムの概要(研究員 蓮池 宏)

第33回月例研究会

日 時：3月28日(金) 14:00～16:00

場 所：国立教育会館(5F) 503号会議室

議 題：

- (1) 環太平洋エネルギー協力について(㈱日本

エネルギー経済研究所 研究理事
木村徹氏)

- (2) 当研究所の昭和60年度調査研究の概要(プロジェクト試験研究部長 井上市郎)

◇ 主なできごと

- 1月14日(火)「国際電池技術総合シンポジウム組織委員会」第2回委員会開催 「国際電池技術総合シンポジウム実行委員会」第4回委員会開催
17日(金)「燃料電池導入ビジョン調査」第2回委員会開催
23日(木)「プルトニウム利用方策開発調査」第3回委員会開催
24日(金)「SPS(新シーズ)」第3回委員会開催
27日(月)「メタノール環境安全性検討」第6回委員会開催
28日(火)「社会的安全目標検討」第5回委員会開催
31日(金)「電力用メタノール導入検討」第1回委員会開催
2月10日(月)「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催(第45回)
14日(金)「火山発電調査」第2回委員会開催
18日(火)「プルトニウム利用方策開発調査」第4回委員会開催
21日(金)「メタノール環境安全性検討」第7回委員会開催
「自然エネルギー利用住宅システム技術総合評価」第3回委員会開催
27日(木)「プルサーマル」第5回委員会開催
3月5日(水)「分散型新発電技術実用化実証研究に関する調査」第2回委員会開催
10日(月)「電力用メタノール導入検討」第2回委員会開催

「実用発電用原子炉廃炉技術調査」
第4回委員会開催

- 3月11日(火)「メタノール環境安全性検討」第8回委員会開催
12日(水)「エネルギーフロンティア計画調査」第4回委員会開催
13日(木)「社会的安全目標検討」第6回委員会開催
14日(金)「石油製品高度利用技術調査」第3回委員会開催
17日(月)「石油TESEエンジン調査」第3回委員会開催
「プルサーマル」第6回委員会開催
18日(火)「自然エネルギー利用住宅システム技術総合評価」第4回委員会開催
「原子力発電所技術基準等調査:中小型炉に関する検討」第2回委員会開催
20日(木)「プルトニウム利用方策開発調査」第5回委員会開催
26日(水)「分散型新発電技術実用化実証研究に関する調査」第3回委員会開催
31日(月)「FAST」第2回委員会開催

◇ 人事異動

○3月31日付
主管研究員 西川 毅 退職(出向解除)

◇ その他

外国出張

- (1) 茂田省吾主任研究員は、「米国における分散電源の系統連系問題に関する調査及び電力中央研究所・EPRI太陽光発電技術ワークショップへの参加」のため、3月13日から同月24日の間、米国に出張した。

季報エネルギー総合工学 第9巻第1号

昭和61年4月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区新橋1-1-13

東新ビル(7F)

電話 (03) 508-8891

無断転載を禁じます。(印刷) 和光堂印刷株式会社