

燃料電池の開発の現状

Present Status of Fuel Cell Development

児 玉 皓 雄*

Teruo Kodama

1. はじめに

燃料電池は天然ガス・メタンール・石炭などの燃料が有する化学エネルギーを、燃焼過程を経ずに直接電気に変換する。このため、燃料電池発電システムは、高いエネルギー変換効率を有し、無公害かつ低騒音であり、排熱利用が可能であるなどの優れた特長を有する。近未来の都市内発電や火力代替発電設備として、また業務用・産業用のオンサイト電源として現在急速に実用化に向けて研究開発が進められている。ここでは燃料電池の種類や発電システムの特徴を概述し、主に我が国で進められている燃料電池開発の現状についてその概要を述べる。

2. 燃料電池の種類と発電システムの特長

燃料電池は電解質、燃料、酸化剤、作動温度などにより分類される。なかでも、電解質の種類で分類するのが一般的である。その理由は、電解質を決めればほぼ一義的に作動温度や燃料が決まるからである。すなわち、リン酸を電解質として選ぶと、150℃以下では導電性が低下し、200℃を超えると電池材料の耐久性が悪くなるので、作動温度を200℃前後に選ぶことになる。

また、熔融炭酸塩の場合は、炭酸塩が熔融状態になり、かつ良好な導電性を示すのが600～700℃であるため、この温度範囲の中で作動温度が決められる。更に、炭酸イオン(CO₃²⁻)が電極反応に関与するため、水素のみならず一酸化炭素(CO)も燃料として用いることができる。

電解質として水酸化カリウムを用いる場合の作動温度は50～150℃である。この系の最大の欠点は、燃料及び酸化剤の中に微量でも二酸化炭素を含んではなら

ないことである。二酸化炭素は水酸化カリウムと反応して炭酸カリウムを生成し、これが電池の特性を大幅に劣化させるからである。しかしアポロ宇宙船やスペースシャトル用の電源として、この系の燃料電池は既に実用されている。しかし、純粋な水素と酸素が得られる宇宙船以外にその用途を求めるためには、徹底したコスト低域を図り、副生水素などの適当な燃料供給源を有するサイトを探す必要がある。

酸素イオン導電性固体電解質(安定化ジルコニア)を用いる場合には、1,000℃位が作動温度として好都合となる。米国と我が国で過去10年以上、地道な研究開発が進んでいるが、実用化に至るまでには数多くの課題が残っている。

その他これまでに提案された電解質として、硫酸、スルホン酸、固体ポリマー、超強酸などが挙げできるが、それぞれ問題を抱えており、特殊用途以外はそれほど関心が持たれていない。

表1に示すように、現在我が国で開発中の燃料電池は、技術開発の程度、開発目標、実用化時期により第I～第III世代に区分されている。当然のことながら、現在最も開発に力を入れているのはリン酸型燃料電池(Phosphoric Acid Fuel Cell, PAFC)である。次に重点開発されているのが、熔融炭酸塩型燃料電池(Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC)である。前に述べたように、この系が一酸化炭素を含む燃料を利用することができるからである。すなわち、石炭を改質した石炭ガスを燃料とすることが可能となり、石炭の有効利用につながるからである。

燃料電池を発電システムとして見た場合、従来の発電システムにはない数多くの特徴や利点或いは可能性を有している。

①効率が低い：熱力学の観点から見ると、燃料電池はエンジンのような熱機関ではないので、その効率はいわゆるカルノー・サイクルの制約を受けない。すなわちカルノーの効率 η は次式で表わされる。

* 工業技術院大阪工業技術試験所無機機能材料部燃料電池研究室長

〒563 池田市緑ヶ丘1-8-31

表1 燃料電池の種類と特徴の比較

		第I世代(開発目標1985~1990)		第II世代(1990~1995)	第III世代(1995)
		アルカリ水溶液型	酸水溶液型	熔融炭酸塩型	固体電解質型
電 解 質 部	電解質	水酸化カリウム(KOH)	リン酸(H ₃ PO ₄)	炭酸リチウム(Li ₂ CO ₃), 炭酸カリウム(K ₂ CO ₃)	安定化ジルコニア (ZrO ₂ +Y ₂ O ₃)
	イオン導電種	OH ⁻	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻
	比抵抗	~1Ωcm	~1Ωcm	~1Ωcm	~10Ωcm
	作動温度	50~150℃	190~220℃	600~700℃	~1,000℃
	腐食性	中程度	強	強	---
	使用法	マトリックスに含浸	同左	マトリックスに含浸/ またはペースト・タイプ	薄円筒状
	触媒	ニッケル・銀系	白金系	不必要	不必要
	燃料電極 (⊖極)	H ₂ +2OH ⁻ → 2H ₂ O+2e ⁻	H ₂ →2H ⁺ +2e ⁻	H ₂ +CO ₃ ²⁻ →H ₂ O+ CO ₂ +2e ⁻	H ₂ +O ²⁻ → H ₂ O+2e ⁻
	酸化剤電極 (⊕極)	1/2O ₂ +H ₂ O+2e ⁻ → 2OH ⁻	1/2O ₂ +2H ⁺ +2e ⁻ → H ₂ O	1/2O ₂ +CO ₂ +2e ⁻ → CO ₃ ²⁻	1/2O ₂ +2e ⁻ →O ²⁻
	全反応	H ₂ +1/2O ₂ →H ₂ O	H ₂ +1/2O ₂ →H ₂ O	H ₂ +1/2O ₂ →H ₂ O	H ₂ +1/2O ₂ →H ₂ O
燃料(反応物質)	純水素 (炭酸ガス含有不可)	水素 (炭酸ガス含有可)	水素, 一酸化炭素	水素, 一酸化炭素	
燃料の原料	電解工業の副生水素, 水の分解 (熱化学法, 電解)	天然ガス, ナフサまで の軽質油, メタノール	石油, 天然ガス, 石炭	石油, 天然ガス, 石炭	
化石燃料を用いた時の発電システム熱効率	(60%)*	40~45%	45~50%	50~60%	
実用化予測年代	(水素エネルギー時代)	1980年代後半	1990年代後半	1995年以後	
問題点および開発課題	<ul style="list-style-type: none"> CO₂が電解質に溶解すると劣化する, 燃料中のCO₂除去技術 水・熱収支の制御が必要 燃料電池本体の効率 	<ul style="list-style-type: none"> 安価な触媒の開発あるいは白金使用量の低減化が必要 発電システム全般にわたる長寿命化, 低コスト 	<ul style="list-style-type: none"> 構成材料の耐食, 耐熱性 CO₂の循環系等要素技術の開発が必要 熱収支, ボトミングサイクルを考慮したシステム解析が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 耐熱材料 電解質の安定化 電解質の薄膜化 	

$$\eta = \frac{T_h - T_l}{T_h} \times 100\%$$

ここで、 η は熱機関の最大変換熱効率、 T_h は高温熱源の、 T_l は低温熱源の絶対温度である。したがって、800℃の熱源を用いて仕事をし、80℃の低熱源に放出する場合、得られる効率は理論的には67%を超えることが不可能である。実際には色々な熱損失があるので、得られる効率はこれよりも低くなる。例えば、最新鋭の火力発電所の効率はせいぜい40%と言われている。一方、燃料電池のような燃焼によらない電気化

学的なエネルギー変換の場合の効率は、反応の自由エネルギー変化が原理的にはほぼ100%電気エネルギーに変換される。換言すれば、最大変換効率は100%と言える。実際には、電池の内部抵抗による損失や燃料改質装置、直交変換装置等における熱損失分が加わり、表1に示すような効率になる。

②熱併給発電システムである：電極反応は全体として発熱になるので、電池を冷却する必要があり、ほぼ5セル毎に冷却用のパイプを通した構造になっている。冷却はこの水冷方式のほかに油冷、空冷方式のものが

提案され、開発されている。どの方式が最善かはまだ判断できる段階ではない。どの方式にしても、スタック外で熱交換して冷媒を循環して用いる必要がある。この時得られる排熱レベルは、燃料電池の種類により異なるが、ボイラーなどの排熱よりもはるかに高度利用の容易なものである。この排熱をシステムのうまく活用すれば、単に発電のみならず熱を給湯や暖冷房に同時に利用できる。いわゆる熱併給発電が可能となる。

③環境安全性が良好である：燃料電池から放出される物質は、電池本体からの水と空気のほかには、燃料改質装置からのものだけである。現在、ムーンライト計画において進められている1 MW級 PAFC 発電プラントの環境条件の目標値は、 $\text{NO}_x < 200 \text{ ppm}$ 、 $\text{SO}_x < 0.1 \text{ ppm}$ と我が国の環境基準を大幅に下まわり、騒音もプラント境界で55dB以下の低レベルに抑えられている。このように、燃料電池は燃料源さえあれば立地上の制約はほとんどないと言ってよい。また必要に応じて分散設置することにより、送配電線や送配電設備は不要となり、送電に伴うエネルギー損失を軽減できる。

④モジュール構成である：燃料電池は単電池を単位として、繰返し積み上げてゆく構造（モジュール構成）を持つので、従来の発電設備のように設置場所で建設する必要はなく、工場で量産することが可能となる。例えば、スタック段階で工場生産して、後はトラック輸送により現地で組み立てを行うだけでよい。これにより、建設期間も短くてすむというメリットが生ずる。

更に、まずその時点で必要な発電容量のものを設置しておき、後に必要とあらば電力需要に合ったスタック数を増設することもできる。これにより過剰な予備力を持つこともなく、最も効率のよい電源計画を立てることができる。

⑤効率が設備の規模に影響されない：効率が単電池の電圧あるいはせいぜいスタック規模で決定されることの結果であり、いわゆるスケール・メリットがないことが逆に電池の特徴である。このことは、10万～100万kWの大規模な発電所でも、数万kWの分散配置（都市内設置）型、ひいては100kW規模のオンサイト設置型としても高い効率を保ったまま利用できることになり、従来の発電設備にない新しい利点を得ることになる。

⑥効率が部分的な負荷運転によって変化しない：従

来の発電設備は、それが持つ最大容量付近の運転(100%)で最大の効率となり、部分負荷運転では効率が減少するのが一般的である。例えばガスタービン複合発電の場合は、50%の部分負荷時の効率は100%負荷運転時の効率の約85%の効率にしかない。一方、燃料電池の場合は25～100%の部分負荷運転に対してほぼ一定の効率を示す。この事は、中間負荷かピーク負荷時に燃料電池を用いることが可能であることを意味している。

⑦燃料多様化が可能である：燃料電池は水素を燃料とするが、この水素を製造するため、種々の原燃料が候補に挙げられている。すなわち、ナフサ、天然ガス、メタノールなどは改質装置を通して、水素リッチな燃料に改質される。また、石炭は石炭ガス化装置を通して水素と一酸化炭素とからなる燃料に改質される。

燃料電池による発電は、上述のように従来の発電設備では考えられない特徴を持っているため、多種多様な用途に適用できる。

電気事業用として、数万kWの分散設置用電源・数十万kW規模の火力代替用電源への適用が考えられる。

業務用又は産業用のオンサイト型として、数十～数百kWの自家発電への適用が考えられる。

分散設置・オンサイト用については、地域また業務用の給湯・冷暖房用として、燃料電池の高品位な排熱が利用できるとすれば、80%以上の総合熱効率を得られることになる。

将来 MCF や SOFC が実用化された場合は、これらが石炭ガスを燃料としてそのまま利用できるため、石炭を高度利用できる大規模な発電所も期待できる。そして、石炭からの熱換算で45%以上の効率を持つことになるであろう。

3. 研究開発の現状

燃料電池の開発は、主に米国において主導的に進められてきた。開発は PAFC を中心に進められてきた。現在、GRI (Gas Research Institute) を中心に IFC 社 (International Fuel Cell 社, 旧 United Technology 社) が 40kW のオンサイト用実証機を 49 基製造し、この内 2 台は東京ガス、大阪ガスに供与されて、それぞれ科学万博会場（現在、池袋のホテル）及び堺市内のレストランに設置されフィールド・テストを行っているところである。（GRI 計画）

また、DOE (Department of Energy) と EPRI (Electric Power Research Institute) が中心となり、

やはり IFC 社が 4.5MW の PAFCプラントを作り、1 つはニューヨークのコンソリテーター・エジソン社、他の 1 つは改良型で東京電力の五井火力発電所に併設され、実証試験を行った。更に WH社(Westinghouse社)では 7.5 MW の空冷式 PAFCプラントの設計を行っており、IFC 社では引続き 11MW の水冷式 PAFC プラントの設計を行っている。MCFC については、DOE, EPRI を中心に IFC 社で 20kW 級スタックを製作して、開発を鋭意進めている。SOFC は DOE と WH が数 kW 規模で要素開発を行っている。

ヨーロッパにおいても、最近オランダ、イタリアを中心として、主に PAFC と MCFC の研究開発を開始した。

一方、我が国においては自主技術を目指して昭和 56 年度からムーンライト計画の一環として「燃料電池発電技術の研究開発」に着手し、官民共同で開発を進めている。

また、ムーンライト計画以外でも電力、ガス会社を中心に独自に開発が進められている。

3.1 ムーンライト計画における開発状況

ムーンライト計画における「大型省エネルギー技術開発」の一環として、「燃料電池発電技術」の研究開発が 56 年度から研究開発費総額 110 億円、期間 6 年の当初計画で進められてきた。61 年度に一部見直しを行い、PAFC の 1,000kW プラント運転研究の 1 年延長、総合的技術開発 (200kW 級オンサイト用 PAFC の開発) を追加、更に 62 年度から MCFC の第 II 期計画に着手する等、総額 570 億円、期間 15 年に及ぶ一大プロジェクトのもとで燃料電池開発が行われている。その全体計画のスケジュールを表 2 に示す。61 年度までの

開発体制を図-1に示す。

PAFC については現在 2 基の 1,000kW 級プラントが関西電力の堺港発電所 (低温低圧型, 分散配置用) 及び中部電力の知多第二火力発電所 (高温高圧型, 火力代替用) 構内に建設され、総合調整を行っているところである。プラントはそれぞれ三菱電機、富士電機及び日立、東芝により 500kW (2 スタック) づつ共同して建設された。関西電力の試験設備レイアウトを図-2に示す。それらのプラントの設計目標を表 3 に示す。

61 年度から新たにオンサイト型 PAFC の開発を総合的技術開発の一環として着手し、離島用及び業務用 200kW 級プラントを 2 基建設、それぞれ沖縄電力、富士電機及び関西電力、大阪ガス、三菱電機が共同受託して現在その要素技術を確立しているところである。運転研究はそれぞれ沖縄及び大阪市内において 64~65 年度にかけて行われる予定である。その開発目標を表 4 に示す。

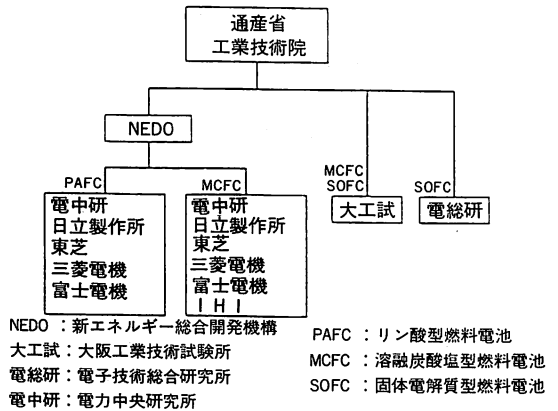


図-1 ムーンライト計画における燃料電池の開発体制

表 2 ムーンライト計画における燃料電池開発スケジュール

研究項目	年 度																
	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70		
1. リン酸型燃料電池	要素研究			運転研究 (1,000Kw 級)			総合的技術開発										
2. 溶融炭酸塩型燃料電池	要素研究			ベンチプラント (10Kw 級)			スタック技術開発 (50~100Kw 級)					運転研究 (1,000kw 級)					
3. 固体電解質型燃料電池	要素研究																
4. アルカリ型燃料電池	要素研究 (1 Kw 級)																
5. トータルシステムの研究	システムの最適化																

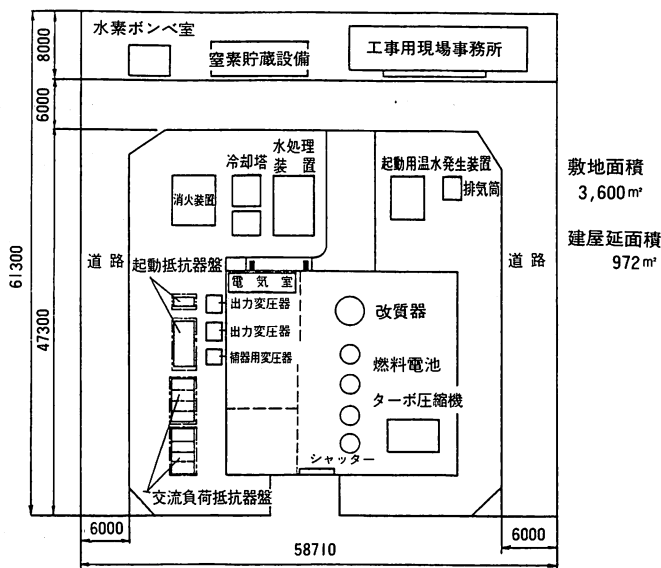


図-2 1,000kW級 PAFC 発電プラントの試験設備 (関西電力・境港発電所)

MCFC については、59年度に1kW級スタック、61年度に10kW級スタックの運転・評価を行った。開発には日立・東芝・三菱・富士・石川島播磨重工業が参画してNEDOが進行管理を行っている。また、材料開発と評価技術の一部は大阪工業技術試験所(大工試)が、システム解析と評価技術は電力中央研究所(電中研)が担当している。

10kW級スタック(写1)の開発は各社とも成功裡に終了し、62年度から新たに石炭の有効利用を目指した1,000kW級MCFCプラントの開発が70年度までの9年間総額約300億円強の計画(第Ⅱ期計画)としてスタートしたところである。66年度に数10~100kW級スタックにより中間評価が実施され、69年度から1,000kW級プラントの実証試験が実施される予定である。その開発目標を表5に示す。MCFCの開発は米国においても20kW級の段階であり、またEC諸国もMCFCを主体に開発を進めていることから、今後より一層の国際協調を図りながら、お手本のない自主技術の確立を図ることが必要である。特に技術革新の源である材料開発の充実と、MCFC用の石炭ガス化技術の確立が重要になるであろう。

SOFcは61年度までに電子技術総合研究所を主体として基礎技術を蓄積してきており、62年度から新たに化学技術研究所が参画して新たにその要素研究が行われる予定である。

3.2 電気事業における開発状況

電気事業における燃料電池の研究開発は、昭和55年

表3 1,000kW級発電プラントの設計目標

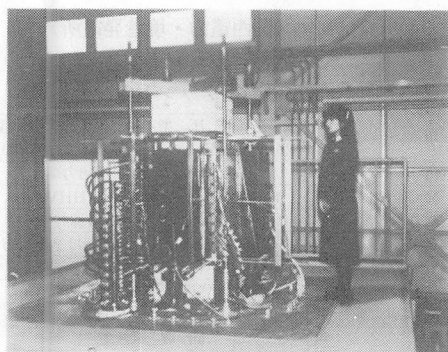
項目	低温低圧型 (分散配置用)	高温高圧型 (火力代替用)
(1) 出力	1,000kW (直交変換装置出力端)	
(2) 発電端効率	40%(HHVベース)	42%(HHVベース)
(3) 動作圧力・温度	4kg/cm ² G, 190°C	6kg/cm ² G, 205°C
(4) 運転モード	全自動運転 有人・1人制御方式	
(5) 直交変換器	自励式	
(6) 燃料	天然ガス(都市ガス相当)	
(7) 冷却水系	純水	
(8) 排熱	回収せず	
(9) 起動・時間	4時間(コールドスタート)	
(10) 負荷追従性	25→100%:1分	
(11) 環境条件	NOx < 20ppm, 0.12g/kWh SOx < 0.1ppm 騒音 < 55dB (プラント境界点)	
(12) プラント停止時間	1時間、緊急時燃料供給停止まで:1分以内	
(13) 予測寿命	40,000時間	

から東京電力、関西電力を中心に本格化してきており、現在では開発を含めほとんどの電力会社がそれぞれの目的を定めて自主研究あるいは国のプロジェクトに協力して、運転研究を中心に開発に参画している。研究開発の主眼はPAFCであり、MCFC、SOFCについても独自に調査研究を行っている^{1), 2)}。東京電力は米国IFC(International Fuel Cell Co.)から4.5MWPAFCプラントを導入して実証研究を昭和57年~60年にかけてIFCと協同して行った。その経緯と結果を次に示す³⁾。

最初の1年間に燃料電池本体を除く補機系統について、後の3年間にシステム全体について性能のチェックを行った。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

表4 オンサイト用燃料電池開発目標

項目	開 発 目 標	
	離島用燃料電池発電システム	業務用燃料電池発電システム
出力	200kW級 (AC)	200kW (AC)
送電端効率	37%以上	36%以上
総合効率	—	80%以上 (給湯時効率への換算値)
燃料	メタノール	都市ガス
構造	パッケージ型	陸上輸送が可能なコンパクト、且つ、パッケージ型
運転特性	離島において要求される負荷需要及びディーゼル発電との併列運転に対応できること。	業務用需要としての負荷変動に追従できること。
運転方式	無 人 運 転	
予測寿命	40,000 時間以上	
白金使用量	5.0 mg/W以下	
環境	法令基準値以下	
メンテナンス	年 1 回	
経済性	将来の実用システムにおいて、在来のディーゼル発電方式と同等以上	将来の実用システムにおいて、在来の熱及び電力の供給方式と同等以上



写1 10kW級積層電池 (組み立て)

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、累積発電電力 503,197kWh、累積発電時間 2,250.2hr 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、リフォ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幅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、設計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た。また、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%の効率を得られ、この値は設計値をほぼ満足していた。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を得ている。

電力事業におけるその他の PAFC の開発状況を表6にまとめて示す⁴⁾。

3.3 ガス事業における開発状況

ガス事業における燃料電池の研究開発の歴史は古く、昭和47年から米国の TARGET 計画に参画して、運転研究を中心に開発を行っている。昭和 52 年から米国 GRI 計画に参画し、前述のオンサイト用の 40kW 級プラント (PC18) を IFC から導入して実施試験を続けている。PC18 の運転実績 (大阪ガス、62年 4月20

表5 第Ⅱ期計画における MCFC の開発目標

項目	1000 kW級発電システム	中間評価用スタック
出力	1,000kW級 (交流)	数 10~100 kW級
発電効率	45%以上 (送電端)	—
燃料	LMG	NG改質ガス又は石炭ガス (精製ガス)
環境	法令基準値以下	〔常圧及び加圧〕
目標セル平均性能	—	初期特性 0.80 V / 150mA 経時劣化 1%以下/1000時間

表6 リン酸型燃料電池開発状況(計画含む)

種別	会社名	研究テーマ・目的	試験プラント概要	試験場所	体制	期間	備考(スケジュール、運転状況)
ム ラ イ ト 計 画	中部	・1,000kW級燃料電池(高温高圧型)運転研究(国産技術の確立)	・規模: 1,000kW(高温高圧型) ・方式: 水冷式 ・燃料: 天然ガス	・知多第二火力発電所構内	・運転受託研究(東芝, 日立)	・60/4~63/3(3年間)	・60/4~62/6: 据付, 調整試験他 ・62/7~ : 運転研究
	関西	・1,000kW級燃料電池(低温低圧型)運転研究(国産技術の確立)	・規模: 1,000kW(低温低圧型) ・方式: 水冷式 ・燃料: 天然ガス	・堺港発電所構内	・運転受託研究(富士電機, 三菱電機)	・60/4~63/3(3年間)	・60/9~62/8: 据付, 調整試験他 ・62/9~ : 運転研究
	関西	・リン酸型燃料電池の総合的研究開発 〔業務用燃料電池の商用化技術の開発〕	・規模: 200kW, 1台 ・方式: ヒートパイプによる冷却 ・燃料: 天然ガス(業務用)	・ホテルプラザ(大阪市大淀区)	・運転受託研究(大阪ガス, 三菱電機)	・61~65(5年間)	・61~62: システム検討 ・63 : 工事 ・64~65: 運転研究システム検討中
自 社	北海道	・リン酸型燃料電池の実証試験研究 運転諸特性把握, 運転保守技術の習得, コージェネ評価	・規模: 100kW ・方式: 水冷式 ・燃料: メタノール	・伊達火力発電所構内	・共同研究(三菱電機)	・61~64(3.5年間)	・62/4~62/11: 据付, 調整試験他 ・62/11~64/3: 運転研究 ・62/4~64/9: 解体研究電池本体製作中バックテスト中
	東北	・リン酸型燃料電池の実証試験研究 運転諸特性把握, 運転保守技術の習得, 燃料多様化, 排熱利用	・規模: 50kW ・方式: 水冷式 ・燃料: 天然ガス, プロパンガス	・新潟火力発電所構内	・共同研究(富士電機)	・60/10~64/3(3.5年間)	・60/9~62/6: 据付, 調整試験他 ・62/3/21 : 50kW発電 ・62/7~64/3: 運転研究運転特性等諸特性測定中
	東京	・4,500kW級燃料電池の技術開発 運転諸特性把握, 運転保守技術の習得 ・200kW級小型燃料電池(コージェネレーション)の実証研究 コージェネレーション用燃料電池の開発	・規模: 4,500kW ・方式: 水冷式 ・燃料: 天然ガス ・規模: 200kW, 3台 ・方式: 空冷式 ・燃料: 天然ガスなど	・五井火力発電所構内 ・新東京火力発電所構内	・共同研究(UT, 東芝他) ・共同研究(三洋電機)	・55~61/9(6.5年間) ・61/7~64/9(3年間)	・58/4~60/12: 運転研究 ・発電電力量: 540万kWh ・累積発電時間: 2,420時間 ・61/1~61/9: 解体研究 終了 ・等一次試作品 ・61/7~62/4: 据付, 調整試験他 ・62/5~63/9: 運転研究
研 究	関西	・30kWリン酸型燃料電池システムの研究 小型モデルプラントの開発, 基礎技術の蓄積	・規模: 30kW ・方式: 空冷式 ・燃料: 天然ガス	・堺港発電所構内	・共同研究(富士電機)	・55~58(4年間)	・累積運転時間: 3,500時間 終了
	四国	・小型燃料電池発電装置の研究開発 運転諸特性把握, 運転保守技術の習得, 排熱利用, 可搬型の開発	・規模: 4kW ・方式: 空冷式 ・燃料: メタノール	・総合開発研究所構内	・共同研究(富士電機)	・61/7~63/3	・61~ : 設計, 製作 ・62~ : 運転試験, 性能評価
	東京ガス 大阪ガス	・オンサイト型燃料電池の開発, 運転諸特性把握	・規模: 40kW(PC-18型) ・方式: 水冷式 ・燃料: 天然ガス ・規模: 40kW(新PC-18型) ・方式: 水冷式 ・燃料: 天然ガス	(東京ガス) ・スイミングプール(鶴見) ・ファミリーレストラン(堺) (東京ガス) ・科技博展示後ホテル第一イン池袋(大阪ガス) ・ファミリーレストラン(堺)	・GRI計画参加(UT社) ・GRI計画参加(UT社)	(東京ガス) ・S57~ (大阪ガス) ・57/3~60/2 (東京ガス) ・S59~ 2年半程度(大阪ガス) ・S59~2年程度	(東京ガス) ・累積運転時間: 2011時間(最終)62年度解体研究 (大阪ガス) ・累積運転時間: 2266時間(最終)撤去 (東京ガス) ・GRI計画より借用 (大阪ガス) ・累積運転時間: 11,364時間(最終)返却 ・累積運転時間: 13,425時間(62, 4未)
サン シャ イン 計 画	・太陽光発電システムの研究 〔独立分散型(山間僻地用)〕 独立分散型太陽光発電システムの補助電源としての利用	・規模: 4kW ・方式: 空冷式 ・燃料: メタノール	・高山県立山山麓家族旅行村内	・運転受託研究(富士電機)	(3年間)		

日・東京ガス, 2月20日現在)と故障修理内訳を表7, 図-3に示す⁵⁾。

4.5 MWプラントでもそうであるが, 燃料電池本体での故障はほとんど無く, 電池周辺に故障が発生している。今後は電池本体のみならず周辺技術にも力を注ぐ必要がある。

ガス事業における現在実施中あるいは計画中の

PAFCの開発プロジェクトを表8に示す。MCFC及びSOFCについても計画が進行中であり, 表9にその概要を示す⁶⁾。特にSOFCについては, 現在最先端を走っている米国WH社(Westinghouse社)の3kW級スタックを導入して運転研究が本年度後半から開始される予定である。

表7 PC-18運転実績

	OG (4月20日現在)	TG (2月20日現在)
運転時間合計	13,391時間	11,364時間
発電量	189,657kWh	200,224kWh
平均負荷率	35%	44%
稼働率	63%	78%

4. おわりに

以上概観したように、我が国においてはもちろんのこと世界的に見ても燃料電池開発は今や花盛りの靨がある。これは宇宙用から自動車用まで、大規模から小規模用といった用途に対する幅広い適応性やコジェネレーション化が可能等の燃料電池発電が持つ数々の特長に起因していることに間違いはない。それ以上に、各

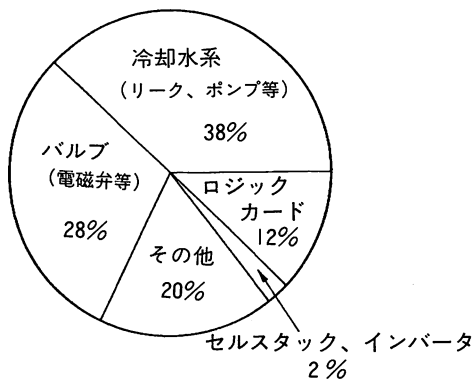


図-3 PC-18 (40kW) 故障修理内訳

国とも、国レベルでの開発の主導、それに電気事業、ガス事業等のユーザー、最近の目覚ましい技術革新に

表8 ガス事業のPAFC 開発プロジェクト

会社名	プロジェクト	メーカー	出力規模 (Kw)	運 転							
				年度 61.	62	63	64	65	66	67	
大阪ガス (関西電力)	ムーンライト計画 業務用 (ホテルプラザ、大阪市)	三菱電機	200				■	■			
大阪ガス	梅田センタービル デモンストレーション	(未定)	200				■	■			
東京ガス	(未定)	(未定)	50				■	■			
	(未定)	(未定)	100				■	■			
東京ガス 大阪ガス 東邦ガス	初期商用機 (100台ロット)	I F C	200 (複数台)						■	■	
東京ガス 大阪ガス	G R I フィールドテスト	I F C	40 (2台)	■	■						

表9 ガス事業のMCFC, SOFC 開発プロジェクト

	会社名	プロジェクト (メーカー)	出力規模 (kW)	ス ケ ジ ュ ー ル							
				年度 61	62	63	64	65	66	67	
MCFC	東京ガス	IR式 (三菱電機)	50~200	■							
	大阪ガス	FS									
	東邦ガス	IR式 (三菱電機) スタックテスト	0.6	■	■						
SOFC	東京ガス	実験機テスト (WH)	3		■	■	■				
	大阪ガス				■	■					
	東京ガス 大阪ガス 東邦ガス	FS									

より高度な技術開発力を誇る電池メーカーの参画、密接な協調関係がこの開発に拍車をかけているように見える。特に電気事業においては水力・火力・原子力に続く第4の発電として、ピークやミドル用の高効率の新電源を切望しているであろうし、またガス事業においても夏期のLNG需要低下のレベリング等に燃料電池は最適なものとなろう。

燃料電池開発に携わる一員として、このような好環境が今後も長く続くことを願うと共に、この間に、信頼性のある長寿命、低コストの燃料電池を一刻も早く作り出すことを胆に命じたい。

“言うは易し”で、低コスト化の道程はまだ一山も二山もある感じではあるが、開発の先端に行くPAFCでの実用化への糸口がようやく開けてきたところである。

今後共産官学の協調はもちろんのこと、国レベルでの国際協調、ユーザー間及び産一産間の協調により、

“小異を捨て”関係者一同が邁進すれば、この夢のある燃料電池発電が早期に実現することを確信するものである。

参考文献

- 1) 燃料電池に関する調査研究報告(昭和57年度～昭和59年度), 中央電力協議会・技術開発推進会議・燃料電池専門部会, 60年3月.
- 2) 燃料電池に関する調査研究報告(昭和60年度), 同上, 61年3月.
- 3) 飯野敏雄; 国際電池シンポジウム会議記録, エネルギー総合工学研究所, 61年3月.
- 4) 鳥谷部昭夫; 燃料電池部会(第1回)資料, 大阪科学技術センター, 62年5月.
- 5) 山本洋平; 国際電池シンポジウム会議記録, エネルギー総合工学研究所, 61年3月.
- 6) 橋本昌; 燃料電池部会(第1回)資料, 大阪科学技術センター, 62年5月.

新刊図書あない 「新製品開発のための 情報分析ノウハウ」

柳下和夫 著*

新刊図書が届きましたので、ここにご紹介いたします。

〔序文より〕

日本が他の先進国の製品をまねし、それらを安く作って輸出して稼ぐという時代は過ぎ去った。すべての家庭に必要な電気製品がほぼ普及した現在、新製品開発の企画とそのための調査は企業の非常に重要な経営活動となりつつある。ところがこの分野については学校でも教えないし、企業の中でも系統的に研究しているところは少ない。その大半が個人の力量に依存しているのが実情ではないだろうか。

そのような状況の中で財団法人日本規格協会では西堀栄三郎博士が主宰される“新製品開発教室”を20年以上にわたって続けられていることは誠に敬服に値するものである。そこに私のような若輩を講師としてお招きいただいたことは非常に光栄の至りであった。この本はそのときの話をテープにとり、それを書き取ってできたものである。

〔目次〕

1. 新製品開発の経営上の位置付け
2. 新製品開発の目的

3. どんな製品を作ればヒットするか
4. 新製品の成功要因とその事例
5. 潜在ニーズのつかみ方
6. 三菱電機の情報交換会
7. 可能性と受容性
8. 新製品開発のための環境分析
9. 技術・市場マトリックス
10. 新製品開発企画資料
11. 新製品企画案の評価
12. 新製品開発のための調査の事例
13. 新製品開発企画のための情報源

〔体 裁〕 A 5 版 199 ページ

〔定 価〕 1,600 円

〔発 行〕 (財) 日本規格協会

- *〔著者略歴〕 1959年京都大学理学部卒,
1976年神戸大学経営学部卒,
1959年三菱電機㈱入社,
現在三菱電機㈱海外業務部兼技術管
理部, 広報部参事