

# 燃料電池開発の現状と動向

## The Present Status and the Trend of Fuel Cell Technology

成 松 佑 輔\*

Yusuke Narimatu

### 1. 燃料電池開発の意義

燃料電池は、燃料としての水素と大気中の酸素とを電気化学的に反応させることにより、直接発電させる方式であり、従来の発電方式が一巨熱エネルギー変換過程を経るためカルノー効率の制約を受けるのに対し、この場合にはこのような制約がないので、発電効率は理論的には90%以上にも達する。実際の発電効率も40%~60%と高く、さらに排熱を回収し利用することにより80%以上の総合効率を実現することが期待されている。

電解質の種類により、燃料電池の方式は表1のように大別される。この中でアルカリ型は純水素を必要とすることから使用分野に制限があり、米国のアポロ、スペースシャトル等の有人宇宙船に使用されている。りん酸型は、数10kw程度の小型から数10万kwの大規模型までの広い適応性を持ち、技術的に実用化が最も近いと考えられている。第2世代以降の熔融炭酸塩型

や固体電解質型は、石油代替エネルギーとして重要な石炭ガスの利用も可能となるので将来の有力な方式として期待されている。

さらに燃料電池の特徴としては、小容量でも高効率であること、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>および温排水の排出による影響が少なくまた振動騒音も小さいこと、負荷応答性が良く起動停止時間も短いこと、全体にモジュール構造で建設工期も短いこと等が挙げられる。このため、電力消費地の都市内に立地することにより送電設備の軽減が可能であり、大規模発電から排熱の有効利用を含めたビル、集合住宅等での自家電源までの広い用途に適用できる可能性を有している。

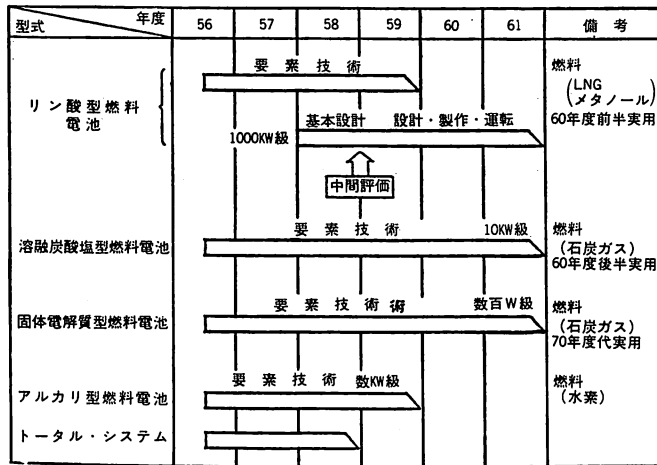
ムーンライト計画においては、省エネルギー技術、石油代替エネルギー技術に対する開発要請の高まりの中で、将来のエネルギーシステムとして優れた特長を持つ燃料電池を大型省エネルギー技術研究開発の1つとして、昭和56年度から6カ年計画により研究開発を開始した。りん酸型燃料電池の技術開発の急速な進展

表1 代表的な燃料電池

	第一世代	第二世代	第三世代	—
電 解 質	リン酸水溶液	熔融炭酸塩	固体電解質	アルカリ水溶液
電解質内の電荷担体	H <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	O <sup>2-</sup>	OH <sup>-</sup>
作 動 温 度 (°C)	170 ~ 220	~ 650	~ 1,000	常温 ~ 100
使用可能反応物	H <sub>2</sub> (少量のCOを含む)	H <sub>2</sub> , CO	H <sub>2</sub> , CO (炭化水素)	純 水 素
使用可能化石燃料 合 成 燃 料	天 然 ガ ス ナフサまでの軽質油 メ タ ノ ール	石 天 然 ガ ス 油 石 炭 メ タ ノ ール	石 天 然 ガ ス 油 石 炭 メ タ ノ ール	—
実 用 化 予 測 時 期	1980年代	1990年前後	1995年頃	水素エネルギー時代
化石燃料を用いたときの発電熱効率[%]	約40 (天然ガス)	60 (天然ガス、 内部改質法) 45 (石炭ガス)	50 (石炭)	—

(出典) 電気学会技術報告「燃料電池発電技術の展望」(昭和57年12月)

\* 工科院ムーンライト計画推進室研究開発官  
〒100 東京都千代田区霞が関 1-3-1



(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)  
 図-1 ムーンライト計画による研究開発スケジュール

とともに、近年燃料電池に対する内外の関心の高まりは著しくムーンライト計画における研究開発へも大きな期待が寄せられている。

2. ムーンライト計画

2.1 基本計画および推進体制

ムーンライト計画では、図-1に示す通り昭和56年度から6カ年計画により総額約110億円を投入し、信頼性の高いより優れた燃料電池発電技術の確立を目指し、1,000kw級発電プラントの実証試験による実用化技術の研究開発を目標とするリン酸型を中心として、熔融炭酸塩型等次世代型燃料電池を含め研究開発を推進している。

リン酸型の開発目標は、表2に示す通りで実用化を目的とするため、1,000kw発電プラントの実証試験において40%以上の発電効率を目標としており、将来の実用システムでの経済性はLNG火力発電や石油火力発電の既存システムと同等以上のレベルに達することを期待している。また、この型式では都市内分散配置用(低温低圧型)と火力発電所代替用(高温高圧型)の二方式を開発中である。

推進体制として、通商産業省レベルでは、産業技術審議会省エネルギー技術開発部会に燃料電池発電技術分科会および評価分科会をおき、計画決定、評価等の重要事項を審議している。さらに具体的なプロジェクトの連絡調整を行うため、工業技術院に燃料電池発電技術研究開発推進会議(計画評価WG、経済性評価WGを含む)を学識経験者、ユーザー、研究者等で構成し設置している。研究開発の実施面では、リン酸型は

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 変電所用地と同等以下

出典 (図-1に同じ)

新エネルギー総合開発機構(以下「NEDO」と略称)が担当しており、その委託研究を低温低圧型は富士電機、三菱電機、高温高圧型は日立製作所、東芝、トータルシステムは電力中央研究所がそれぞれ実施している。熔融炭酸塩型は材料研究を大阪工業技術試験所、発電システムをNEDOが担当しており、その委託研究を前記4メカおよび石川島播磨重工業が実施するとともにトータルシステムを電力中央研究所が実施している。固体電解質型は常温型を大阪工業技術試験所、高温型(約1,000℃)は電子技術総合研究所がそれぞれ担当している。アルカリ型は工業技術院からの委託研究を富士電機が実施しており、昭和59年度に目標の1kwの電池による実験を行い完了の予定である。

2.2 リン酸型の研究開発状況

リン酸型燃料電池は本計画の中心となっているもので、昭和61年度までに1,000kw級発電プラントの設計・製作と実証試験を行うことを目標に、要素技術の研究開発として燃料電池本体(セル技術、積層技術)お

よび燃料改質装置の開発を行い、これらの成果を基礎として昭和58年度には1,000kw発電プラントの基本設計を実施した。

これら3カ年の開発成果に対し、昭和59年3月に産業技術審議会省エネルギー部会評価分科会において中間評価を行った。これにより低温低圧型および高温高圧型ともに1,000kw発電プラントによる実証試験に移行可能な開発段階に達しているとの評価がなされ、昭和59年度から両方式による発電プラントの建設に着手することを決定した。昭和59～60年度の2年間で1,000kw発電プラントの設計、製作、建設を行い、昭和61年度には実証試験を実施する予定である。現在プラントの製作に着手しており、実証試験は電力会社の協力を得て、低温低圧型は関西電力、高温高圧型は中部電力のそれぞれの既存火力発電所構内に設置し実施する予定である。

中間評価試験における電池本体の電圧電流特性の目標は、低温低圧型で平均値0.7V (200mA/cm<sup>2</sup>)、高温高圧型で平均値0.68V (220mA/cm<sup>2</sup>) とともにバラつきは平均値の±5%以内に設定されていたが、両方式ともにこれを達成しており、低温低圧型は平均値0.71V (200mA/cm<sup>2</sup>)、高温高圧型は平均値0.68V (220mA/cm<sup>2</sup>) と良好であった。白金触媒使用量は目標の6.5g/kwに対して6.2～6.3g/kwと低減が図られ目標を達成している。

実証試験用の1,000kw発電プラントは以上の成果に基づき設計製作を進めているが、その設計目標は表3の通りであり、火力代替用(高温高圧型)は発電効率42%、分散配置用(低温低圧型)のそれは40%を目指しその実現に努力している。1,000kwプラントの電池スタックは250kwのユニットとし、これを含め全体システムの耐震性は火力発電所と同等にする予定である。

### 2.3 溶融炭酸塩型の研究開発状況

本方式は表1において明らかなように今後の重要な燃料である石炭ガスが利用可能な高効率(45%以上、ボトミング利用は50%以上)の発電方式であり大容量発電プラントとして将来の実用化に対し期待が大きい。現在世界的に基礎的研究の段階にあり、ムーンライト計画においては昭和61年度において10kw級積層電池の試作、運転を目標として研究開発を進めている。

新規電池材料の研究は大阪工業技術試験所が担当しており、電極および電解質保持材料の深索研究、および二元系・三元系電解質の特性について研究を行うとともに、各種小型電池の試作・評価方法の検討を行っ

表3 1,000kw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	4 kg/cm <sup>2</sup> G, 190°C	6 kg/cm <sup>2</sup> 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	

(出典) 燃料電池発電技術シンポジウム'84予稿集  
(昭和59年7月、工業技術院NEDO)

ている。

10kw級積層電池の研究開発はNEDOが担当しており、基礎的段階にあることからマトリックス型電解質方式およびペースト型電解質方式の2方式により要素技術の研究を行っており、電極、電解質板等の電池構成部材の最適化と製法の検討を行って電池の高性能化を図っている。昭和59年度末の1kw級電池の研究成果に基づき大型化(3,000cm<sup>2</sup>級)、積層化を図り、10kw級積層電池の設計を行う予定である。また、溶融炭酸塩型燃料電池の技術評価の研究と熱併給発電システムの検討をトータルシステムの研究として行っている。研究開発は順調に進んでおり昭和61年度における10kw級積層電池の完成が期待されている。

## 3. 内外の研究開発動向

### 3.1 米国の動向

燃料電池の開発に積極的かつ主導的役割を果たしているのは宇宙用電源としての開発の歴史を有する米国である。米国におけるリン酸型燃料電池の開発は、エネルギー省(DOE)の資金援助の下に米国電力研究所(EPRI)と米国ガス協会(GRI)が協力し、電気事業用がFCG-I計画として、ガス事業用がGRI計画として目標を分けて推進が図られている。

FCG-I計画は電力用の開発を目的とし、1971年ユナイテッドテクノロジーズ社(UT社)を中心に発足し、米国コンソリデーテッド・エジソン電力(ニューヨーク)においてUT社製4.5kw機を試験中であるが、

まだ定格出力に達していない。東京電力は燃料電池の特徴に着目しユーザーとしての評価実験を行うため同型機をUT社より独自に購入し、五井火力発電所に設置し、昭和56年10月から調整試験、部分改良を2年余り重ね、昭和59年2月に4.5MWの定格出力での発電に成功した。UT社は今後の計画として11MWプラントの開発を進めている。これと並行しウェスチングハウス社は空冷式7.5MWプラントの開発を行っている。

GRI計画はTARGET計画(1967年開始、12.5kwのフィールドテスト)を引き継いで1977年にスタートしたもので、これには東京ガスと大阪ガスが参加し、両社はわが国での40kwリン酸型燃料電池のフィールドテストを昭和57年3月から開始した。GRI計画での49基のテスト機は前記40kw機の改良型で、米国中心にテストされるが、東京ガスは筑波国際科学博覧会で展示運転を、大阪ガスは現在のレストランで2台並列運転を行う計画である。

米国ではリン酸型のほか溶融炭酸塩型の開発も進められており、DOEの資金によりUT社、GE社等が実施している。表4に示す如くDOEは燃料電池予算の22~28%を溶融炭酸塩型に支出し力を入れており、リン酸型のフィールドテスト等にメドがつけば溶融炭酸塩型へ重点を移すものと考えられている。わが国のムーンライト計画の昭和60年度予算の政府案では約18%を溶融炭酸塩が占め比重を高めているが総額として少いので今後努力が必要である。

米国の電気事業における燃料電池導入の形態は、既設の石炭火力及び原子力発電容量が全設備の60%以上を占める電力会社においてピーク負荷調整用として導入されると予想されており、その市場規模は1985年から2005年までに3,500万kwと見積られ、各種のクレジットを考慮すると6,500万kwに拡大する可能性がある。また、ガス事業関連では、コージェネレーションの進展とからんで産業用として4,000万kw、オンサイト用として1,900万kwの潜在市場規模(市場規模の試算なし)が2000年を見通した場合に予想される。

### 3.2 欧州の動向

欧州は英国、フランス、西独等で小規模に輸送用、軍事用等の燃料電池を研究している例もあるが概して関心も低い状態にある。しかしながら、最近オランダ、イタリアでは天然ガスの有効利用の観点から燃料電池の開発に注目し始めた。オランダでは1985年1から5カ年計画で3,000万ギルダーの燃料電池開発計画を進め

表4 日米の燃料電池開発予算の推移

(1) ムーンライト計画の予算推移 (単位)百万円

事項	年度	56	57	58	59	60	備考
リン酸型		78	365	1,647	3,117	3,833	【固体電解質型等】
溶融炭酸塩型		56	123	237	451	850	
その他		102	129	143	97	93	
合計		239	618	2,031	3,669	4,776	

(四捨五入のため合計は一致しない)

(2) 米国エネルギー省の予算推移 (単位)百万ドル

事項	年度	1981	1982	1983	1984	1985	備考
リン酸型		21.0	20.6	17.5	28.8	28.9	【固体電解質型等】
溶融炭酸塩型		9.0	9.6	7.5	9.2	8.9	
その他		2.0	4.2	5.0	4.6	3.0	
合計		32.0	34.4	30.0	42.6	40.8	

(出典) 工技院ムーンライト計画推進室調査資料

ようとしており、リン酸型は外国からの輸入とし、溶融炭酸塩型について開発を実施する方針である。イタリアは石油火力の比重が高いので、これを天然ガスへ代替しようとするもので、これを利用した燃料電池の開発を検討している。このような動きは最近起ってきたものであり今後の発展を注目する必要がある。

### 3.3 わが国の動向

わが国においては、昭和35~40年頃燃料電池の研究が行われたが、本格化したのはムーンライト計画の構想が検討された昭和55年頃からである。ムーンライト計画のほかに、前述の米国製の導入によるものと電機メーカーによるものがある。わが国における実験状況は、今後の予定を含め表5の通りである。

東京電力、東京ガスおよび大阪ガスにおける試験は米国プログラムに関連したUT社製のシステムによる試験である。この試験により、効率、応答性、低公害性等燃料電池の特長は十分発揮されている。また、電池本体に故障はなかったが、冷却系統などの周辺システムにトラブルがあって、長時間の連続運転の実績にやや問題を残している。今後システムの実証としてこの面での努力が必要である。関西電力の試験は自主技術によるもので、効率を除きほぼ初期の目的を達成している。開発段階であるため周辺機器のトラブルも多く、調整に苦勞が多いが、わが国のユーザー、メーカーの熱意とポテンシャルの高さから実験として成功していると言えよう。冷却方式では水冷方式が主流を占めているが、東京電力は水冷のトラブルの経験から三洋電機の空冷式燃料電池に注目し、冷却技術における水冷、空冷の両方式について研究を進めている。また九州電力は離島用を念頭において空冷式燃料電池の導

表5 リン酸型燃料電池の実験状況及び今後の予定

開発主体	出力	実験期間	概要		
東京電力	4,500kw (水冷方式) (LNG)	56/10～60/秋	米国UT社製 昭和59年2月 累積発電時間 発電電力量 設置場所	発電効率36.7% 4,500kw 発電出力達成 1,021h (59/1現在) 2,323,410kwh (59/1現在) 五井発電所	
関西電力	30kw (空冷方式) (LNG)	57/12～58/12	富士電機製 累積発電時間 発電電力量 設置場所 関西電力と富士電機の共同研究	発電効率35% 約3,500h 約81,000kwh 堺港発電所	
東京ガス	40kw (水冷方式) (LNG)	(1号機) 57/3～今後続行 (2号機) 59/12以降2年半を 予定	米国UT社製	発電効率36%	
				1号機	2号機
			累積発電時間 発生電力量 設置場所	1,984h (59/11現在) 38,840kwh(59/11現在) スイミングプール (鶴見)	60h (59/12現在) — 筑波科学博覧会後 フィールドテスト
大阪ガス	40kw (水冷方式) (LNG)	(1号機) 57/3～今後続行 (2号機) 59/11以降2年予定	米国UT社製	発電効率36%	
				1号機	2号機
			累積発電時間 発生電力量 設置場所	2,128h (59/12現在) 35,007kwh(59/12現在) レストラン(堺)	806h (59/12現在) — レストラン(堺)
九州電力	400kw (空冷) (LPG)	61年度実験開始予 定	設置場所 LPG使用	刈田発電所	
ムーンライト計画 (工業技術院 NEDO)	1,000kw (水冷方式) (LNG)	61年度実験開始予 定		低温低圧型 (分散配置用)	高温高圧型 (火力代替用)
			発電効率 温度圧力 製作 設置場所	40% 190℃, 4 kg/cm <sup>2</sup> G 富士電機 三菱電機 関西電力の 火力発電所	42% 205℃, 6 kg/cm <sup>2</sup> G 日立製作所 東芝 中部電力の 火力発電所

(出典) 工技院ムーンライト計画推進室調査資料

入を計画しており、今後の冷却方式の開発も重要なポイントである。

技術開発は単独に行われるものではなく、先行技術の実績の上に連続的に積み重ねられるものであり、ムーンライト計画の1,000kw実証試験においても、これらの実験上の知見の活用が重要であるので、各社の協力を得て情報の交換を行っており、わが国の技術確立のためには今後とも協力体制を強化していくことが重要である。

#### 4. 今後の展望と課題

##### 4.1 新エネルギー導入ビジョン策定の動向

燃料電池は前述のような特長を持ち、水力、火力、原子力に次ぐ第4の電源として電力供給上経済的メリットや効率化をもたらすことが期待されており、今後の新発電方式としての有用性にも優れ、省エネルギー化および石油代替の促進にも資するものである。こうした燃料電池を含む新発電技術について電気事業審議会需給部会中間報告(昭和58年11月17日)は次のように展望している。

「現在、技術開発段階にあるもので、比較的近い将

来、技術的にも経済的にも在来発電技術と競争しうるものとして実用化が期待されている新発電技術としては、次のものが考えられる。(表6参照)これらの発電技術については、いずれも、燃料源の多様化、供給の効率化等の観点から将来の多様化電源の一部として期待されており、今後とも官民の協力のもとに、技術開発の進展に応じて的確な評価を行いつつ、積極的な技術開発に努めていく必要がある。

なお、新発電技術等の開発・普及に当たっては、排熱の有効活用等による総合的な熱効率の向上に努めることが重要である。」と述べ、燃料電池については、「電気事業用としては需要地における電源として、また、需要者サイドにおいては自家用発電設備として、いわゆる分散型電源として導入が進む可能性がある。」としている。さらに、この報告においては、燃料電池、太陽光発電等分散型電源として利用可能な新発電技術について今後の円滑な導入を図るため、導入ビジョンの検討を進める必要があるとしており、その場合、①既存の電力系統との連系方式、②直流での直接利用、③熱併給発電システムとしての活用、④予備電力供給のあり方等を検討課題として挙げており、燃料電池は

表6 実用化が期待される新発電技術

名 称	規 模	主な利用形態
石炭ガス化複合発電 噴流床方式 流動床方式	100万kw級	電気事業用ベース負荷用 又はミドル負荷用
メタノール発電	数万～数十万kw	電気事業用ミドル負荷用 又はピーク負荷用
燃 料 電 池	数千～数十万kw 数十～数千kw	電気事業用ミドル負荷用 又はピーク負荷用 自家用電源
大 陽 光 発 電 結晶型シリコン アモルファスシリコン	数～数千kw	自家用電源（一般に蓄電 機能の併設が必要） 電力系統への補助供給源
風 力 発 電	数～数千kw	ローカル電源（離島等） 電力系統への補助供給源
波 力 発 電	数～数千kw	ローカル電源（離島等） 洋上の特殊電源 （船体発電等）

（出典）電気事業審議会需給部会中間報告（昭和58年11月17日）

技術の確立とともに実用化が期待されている。

こうした導入ビジョンの必要性については、総合的なエネルギー政策の観点からも、昭和58年8月の総合エネルギー調査会の報告においても指摘されており、資源エネルギー庁は、昭和59年11月、庁内に民間有識者等からなる「新エネルギー導入ビジョン研究会」を設置し、中・長期的な新エネルギー導入のあり方について検討を開始した。同研究会は本年3月末を目途に審議とりまとめを行い、資源エネルギー庁は、その結果を総合エネルギー調査会石油代替エネルギー部会に報告することとしている。

資源エネルギー庁が、新エネルギー導入ビジョンの検討を開始した背景には、第1に、これまで通産省のサンシャイン計画およびムーンライト計画を中心として進められてきた研究開発の成果が得られつつあり、広範な分野で実用化・導入が期待される段階に至ったこと、第2にわが国の最適なエネルギー供給構造を確立していくためには、新エネルギーと既存のエネルギーとの代替・補完関係を広範な視点から検討する必要性が高まったことである。同時に、より現実的に実用化を推進する観点からみると、これまでの導入対策には技術面での検討に重きがおかれていたため、利用面、制度面での問題等を含めた広範な指針を樹立することが必要とされる情勢になってきたことが挙げられる。

「新エネルギー導入ビジョン研究会」の具体的な検討内容は、太陽光発電、燃料電池、風力発電、ソーラーシステムおよび燃料用メタノールの5つの新エネルギーを取り上げ、これらについて、①技術開発および導入の現状、②技術的課題と今後の開発見通し、③導

入可能分野と制度面の課題、④初期導入の方法と実施体制の整備、⑤政策的助成のあり方、⑥国際協力のあり方が予定されている。新エネルギーの開発および導入は、中長期的に見てエネルギー政策の大きな重要な柱であり、技術開発の進んでいるリン酸燃料電池が、新エネルギーの中で明確に位置付けされ、適切な役割を担うものとして、その実用化が促進されることが期待される。

#### 4.2 リン酸型燃料電池の見通し

リン酸型燃料電池は最も開発が進み、ムーンライト計画においても1,000kw発電プラントの建設に着手しており、昭和61年度に1,000kw実証試験を実施する段階に達しており、有力な新エネルギー技術として前述のとおり、政策的にも産業的利用への導入ビジョンが検討される状況となっている。今後の見通しは次のとおりである。

①ムーンライト計画の1,000kw実証試験は、わが国の自主技術によるものでその成果が注目されているが、これにより電池本体等重要要素技術の性能向上、システム化技術および運転制御技術の確立などを図り、高効率と信頼性を実証することが必要である。燃料電池発電技術は、導入技術による実用化には困難が予想されるため、この実証試験によりわが国としての自主技術を確立することが期待されている。

②要素技術の技術課題は、電池セル出力の向上、改質装置の運転性向上、タービン・圧縮機の高効率化、直交変換装置の低コスト化等が重要であり、今後とも積極的な研究開発により確立する必要がある。

③白金触媒に関しては、使用量が現在の6.3g/kwから実用プラントでは4g/kwに低減し、かつ回収可能との見通しであり、燃料電池普及上のネックとはならない見通しである。

④工業技術院においては、燃料電池の実用化の促進に資するため、研究開発推進会議の下の経済性評価WGで、本格的実用化時期と考えられる昭和70年を想定し、モデルプラントの概念設計による経済性の評価を進めているところである。規模については、電気事業用のうち、火力代替用は10万～30万kw、分散配置用は1～3万kw、またオンサイト型は100～400kwが将来の利用面として考えられている。燃料多様化は利用面の拡大に関連しており、今後、メタノール等の利用技術の確立とともに流通政策にも注目してゆく必要がある。

⑤また、経済性評価におけるコスト低減試算に必要

表7 燃料電池の年平均想定導入量

用途	単位：万kw/年		
	昭66～70年 (1991～1995年)	昭71～75年 (1996～2000年)	昭76～80年 (2001～2005年)
電気事業用	70	130	300
オンサイト型	14	68	121
計	84	198	421

昭和66～80年累積導入量

電気事業用 2,500万kw

オンサイト型 1,000万kw

総計 3,500万kw

(出典) リン酸型燃料電池発電技術の将来展望(第一報)  
(昭和59年12月 工業技術院)

な燃料電池の将来需要予測を行った。実用化のフェイズとして、イ) 昭和66年までに初期導入機の開発が終了、同年から商品化、ロ) 70年前半は成長期(市場拡大)、ハ) 70年代後半は成熟期とし、電気事業用およびオンサイト型ともに潜在需要規模の約50%が燃料電池により代替されると仮定した。この想定は、信頼性、経済性の向上および燃料の多様化を前提としているが、結果は表7の通りである。昭和66～80年の累積導入量は総合計で3,500万kwと推定され、昭和80年(2005年)における発電設備における比重を高めていくものと期待される。

⑥実用化を促進するためには、石油火力やLNG火力等の競合システムを十分考慮する必要がある、今後とも、イ) 1kw当たり約20万円までのコスト低減、ロ) 本来的に高効率を実現しうるシステムであるから送電端での発電効率を約45%まで高めること、ハ) 排熱利用技術の高度化を図るとともに、重要な環境調和性を高めること等が達成されれば導入分野も拡大するものと予想される。

#### 4.3 次世代型燃料電池の開発

次世代型としては、第2世代の熔融炭酸塩型(作動温度約650℃)、第3世代の固体電解質型(同1,000℃)の2つがあり、ともに石炭ガスの使用等燃料の多様化が可能で高効率の発電方式として期待が大きい。

特に熔融炭酸塩型燃料電池は、大容量、高効率の方式としてリン酸型に続く技術確立を目指して世界的に開発が進められており、電池本体を中心として基礎的研究成果が得られつつあり、今後の研究の方向について議論が可能な段階になってきた。

次世代型燃料電池の開発は、先人の足跡のない道を独創的に開拓していく技術的な困難性に加え、研究開発に長期間を要するものと予想される。このため、熔融炭酸塩型を中心にムーンライト計画の成果に立脚し開発計画を策定し、その計画的推進を図る必要がある。

### 話の泉

#### 原子力発電とウランウムの濃縮(その2)

他の方法はガス状のUF<sub>6</sub>を遠心分離機によって高速回転すれば、原子量の大きいU<sup>238</sup>がU<sup>235</sup>よりも外側に優先的に移動するから、その状態で分離(濃縮)される方法で、我が国では強力な研究態勢が敷かれている。

最近レーザー光線を利用する新しい分離方法が研究中で、これは原子法と分子法と呼ばれる二つの方法がある。

原子法は金属ウランウムを加熱気化した状態で、特定波長のレーザー光線で照射することによってウランウムをイオン化し、これを電極に集める方法で高濃度の濃縮が可能である。

分子法は気化したUF<sub>6</sub>を極低温度において、赤外線領域のレーザー光線で照射することによって固

体の状態でU<sup>235</sup>F<sub>5</sub>を分離する方法である。

これらレーザー光線による濃縮方法は従来の膜透過法および遠心法の膨大な設備に対し、比較的小規模でかつ濃縮度も高く一回の処理で35%或は50%という驚異的数字がみられている。

このウランウムの濃縮技術は、政治的には我が国の原子力基本法の自主、民主、公開の平和利用の原則によって運営されるべきであるが、アメリカから機密情報として公開制限の通告が来ており、これからの我が国の原子力発電、使用済み燃料の再生を含めての技術が政治的に問題化する可能性が強いと思われる。

(F)

(注) その1は24ページ