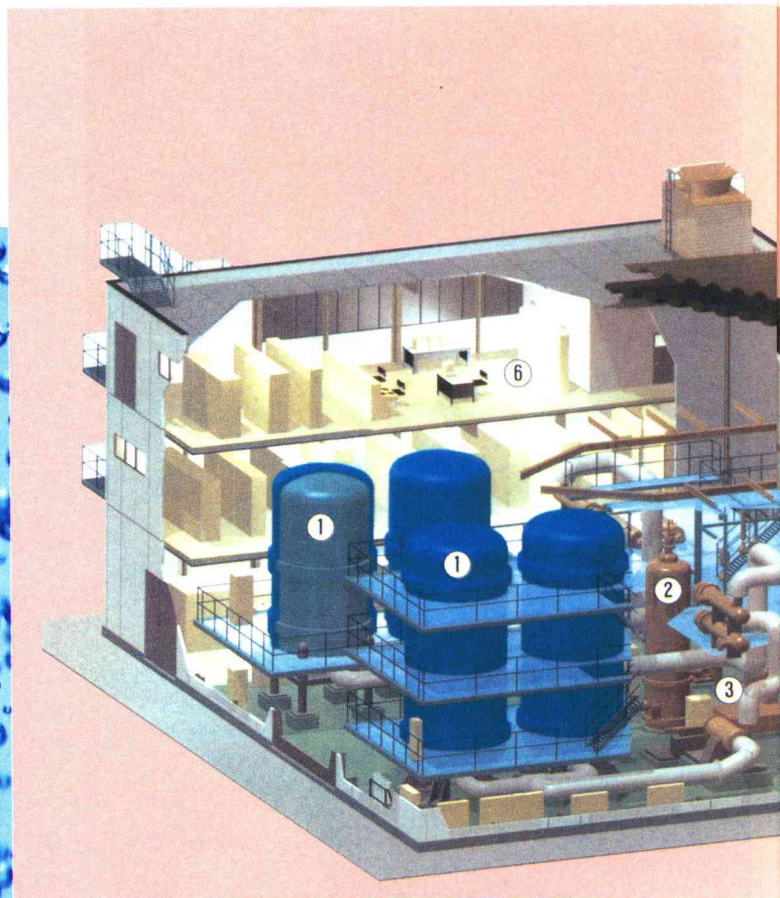


話題の
PROJECT

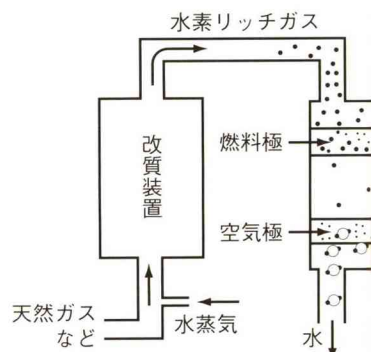
プロジェクト

燃料電池

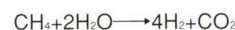


燃料を化学の方法で電気に変える クリーンで効率的な電力源

エネルギー対策は「ベストミックス」だといわれる。石油に代わるものを探すのではなく、火力、水力、原子力をはじめとして、さらに多様なエネルギーを、原料供給・環境・コストなどの側面から最適に組み合わせていくことが、現実的だと考えられ始めているのである。燃料電池は、エネルギー変換効率が高く、環境への負荷がより小さい新しい電力源として、太陽・水力・風力・地熱などと並んで、期待されている。



改質装置での水蒸気改質反応
(天然ガス燃料の場合)

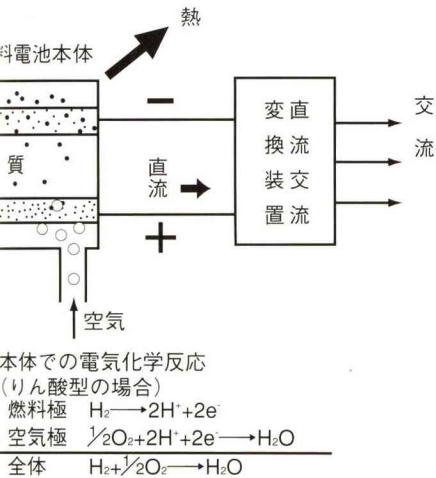


■燃料電池の原理



1000kW級のMCFCパイロットプラントの例

- | | |
|-------------|----------|
| ①250kW級スタック | ④タービン圧縮機 |
| ②改質器 | ⑤廃熱回収交換器 |
| ③高温ブロウ | ⑥制御室 |



宇宙船の電源として開発された燃料電池

水を電気分解すると酸素と水素が得られる。だとすれば、その逆の反応、つまり酸素と水素の化学反応で電気を得ることができるはずだ。これが燃料電池の発想である。だが酸素と水素の反応だからといって、たんに水素を燃やしても電気が起きるわけではない。電解質を媒介にしてイオンの流れを得ることで、はじめて電気が取り出せる。「電池」と呼ばれるゆえんもそこにある。

燃料電池の実用化開発を最初に行ったのは、米国NASAだった。用途は宇宙船の電力源である。1961年に研究が開始され、その後のジェミニ計画やアポロ計画で実際に使用された。そして今日でもこの分野では、スペースシャトルの電力供給源などに燃料電池が使われている。その後米国では民生用の燃料電池研究が60年代後半から始まった。燃料電池は、電解質になにを用いるかでさまざまなタイプに分かれる。ジェミニのものは固体高分子型と呼ばれるものだったし、アポロやスペースシャトルのものはアルカリ型である。民生用のものとしてはまず最初に、りん酸水溶液を電解質に用いたものを中心に開発が進んだ。

日本では米国に遅れること20年あまり。1981年度、通産省工業技術院の「ムーンライト計画」の中に燃料電池プロジェクトが発足し、研究・開発が開始された。同計画で開発されたのは、りん酸型で、現在では民生用燃料電池として導入・普及が進められている。ムーンライト計画はその後ニューサンシャイン計画に引き継がれ、熔融炭酸塩型（MCFC）、固体電解質型（SOFC）、固体高分子型（PEFC）などが現在開発中である。

コージェネに適したりん酸型燃料電池

燃料電池の実用化はこれまでのところ、りん酸型のものが最も進んでいるが、比較的小規模なもの、とくにコージェネレーション用の発電施設などとして有望視されている。燃料には都市ガスやメタノールなどを改質し、水素を多く含んだガスにして用いる。

コージェネレーションとは、オンサイト発電、つまりエネルギーを「使用するその場所」で発電・消費することによって、送電によるロスを減らし、発電にともなう排熱も含めてエネルギーをムダなく使おうという自家発電のシステムである。病院、公共施設、工場、ホテル、大規模集合住宅など、まとまった電力需要のあるところに設置すれば電力ピーク時に発電所への負担を減らし、エネルギーを有効活用することができる。

適度に小規模なものから数万kWまで広範囲の発電設備がつくれ、200℃の排熱が得られるりん酸型燃料電池は、このコージェネレーション用のシステムとして使いやす

	りん酸型 (PAFC)	溶融炭酸塩型 (MCFC)	固体電解質型 (SOFC)
概念図			
運転温度	約200℃	約650℃	約1,000℃
特徴	オンサイト（需要地密着）型発電に適し、施設、工場、ホテルなどのコージェネに向く。	排熱を利用した複合発電、石炭ガスの利用が可能など大規模電源として適する。	電解質に腐食性の液体を使用せず、すむため耐用年数を延ばしやすく、燃料改質もしやすい。
進捗状況	実用化が始まっており、連続運転が可能な時間を延ばしてゆることが今後の課題。	平成9年にパイロットプラント運転予定。	研究開発中。



い電力源と考えられている。現状コージェネレーションシステムにはガスエンジンを用いたものが多く使われているが、燃料電池はそれにならぶ電力源として期待されており、ここ数年、すでに高層オフィスビル、工場、大学、ホテルなど、さまざまな施設に適用され、実際に稼働している。ガスタービンなどに比べた場合、耐用年数も含めたコスト面でまだ課題を残しているが、すでに実用段階に入っているといえるだろう。

なかでも1993年9月に誕生した未来型実験集合住宅NEXT21は燃料電池を主要な電力供給源としている点で画期的である。大阪ガスが大阪府天王寺区に建設したこの実験集合住宅では、環境問題を視野に入れた将来の集合住宅の理想像が模索されており、エネルギー面では燃料電池と太陽電池で電力需要をすべてまかなう自立型電源システムという発想が採用されている。

エネルギーシステムの概要は100kW級りん酸型燃料電池が主要な電力源となり、屋上に設置された太陽電池が昼間のピーク時の電力供給を補完するというもので、いずれもバッテリーに一度充電して、負荷の一定化を図っている。また、電源が直流であることを生かし、各住戸まで直流で送り、各住戸に設置したインバーターで交流に交換する直流配電方式をとっている。むろん排熱を給湯や暖房システムに利用できる。

その他にも、神戸の六甲アイランドには14基ものりん酸型燃料電池が約1000kWの電力を供給しているし、世界で初めてビル内設置された芝浦スクエアビルでは最長連続運転時間の世界記録が達成されるなど、燃料電池の実

用化は徐々にではあるが、確実に進んでいるようである。燃料電池のエネルギー変換効率率は40～43%程度で、その点だけでは火力発電とそれほど変わらない。しかしコージェネレーションによる排熱利用で、さらに20～40%が回収でき、エネルギー変換効率率は最大で、80%にも達する。

発電所でまとめて発電する電力供給方法は、変換効率に加え、搬送によるロスなど、やむをえないムダの部分も生じやすい。また年々大規模な発電所建設が難しくなっているなどの事情もあり、今後燃料電池などのコージェネレーションなどによって、電力供給源を分散していくことは、伸び続ける電力需要に対応していく手段のひとつだといえよう。

ポスト火力発電の主力をめざす溶融炭酸塩型

りん酸型が自家発電などのコージェネレーションシステムに適しているのに対し、溶融炭酸塩型 (MCFC) は大容量化しやすいことから、発電所用の有望なシステムとして、研究が進んでいる。現段階では平成9年度に予定されている1,000kW級パイロットプラント運転試験へ向けて準備が進んでおり、実証プラントを経て実用プラントにこぎつけるまでには、まだ多少の時間を要する見通しである。

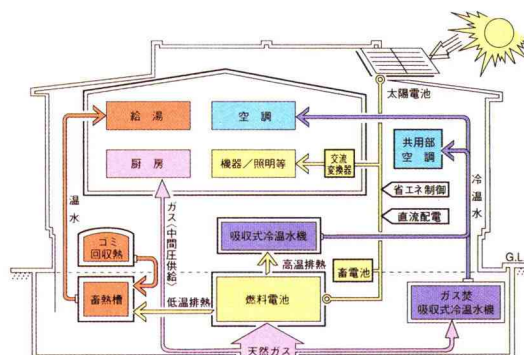
MCFCの場合、運転温度は650℃と高い。ある程度規模の大きな燃料電池では、排熱を使ってさらに発電機を回し、二重にエネルギーを回収することが可能なため、MCFCでは、りん酸型よりさらに高いエネルギー変換効率が得られることが期待されている。



NEXT21の太陽電池。
太陽光発電と燃料電池によるコージェネレーションシステムで、すべての電力がまかなわれている。



未来型実験集合住宅NEXT21の全景（写真上）と燃料電池（写真左）



NEXT21のエネルギーシステム概念図

またMCFCは運転温度が高いため燃料の改質装置を外部に設けず、電池本体内部に組み込んでしまう内部改質型の開発も行われている。この場合、燃料改質装置がなくなる分システムがコンパクトになり、電池内部の温度分布のばらつきを抑えて耐久性を向上できるなどのメリットも得られる。

エネルギー供給の大きな戦力になるMCFCは、燃料電池実用化の重要なステップと考えられるが、現在さらに新しい型式のものも、すでに提案され、研究が進行中である。

そのひとつは電解質に固体を用いるもので、液体を電解質とするPAFC、MCFCに比べ、耐久性を大きく延ばせることがメリットだという。現状では発電システムを構成する電池モジュールの研究開発段階にあり、あらゆる点でこれからの技術といえそうである。この固体電解質型（SOFC）の特徴は運転温度が1000℃付近とMCFCよりさらに高く、燃料の内部改質がより容易で、高度の排熱回収が期待できるうえ、電解質が固体で、液体電解質のように腐食環境への配慮をせずにすむため、設備の耐用年数も延ばしやすいなど、実用化に際してのメリットが考えられる。現状、実用化がはじまったりん酸型でも、連続運転時間は目標で5年程度だという。これをどれだけ延ばしていけるかが今後の重要な課題であり、SOFCには長時間連続運転への期待が大きくかかっている。

もうひとつの燃料電池としては、固体高分子型（PEFC）がある。電解質にフッ素樹脂系高分子イオン交換膜を用いたもので出力密度が大きいため、コンパクトにしやすい

く、また運転温度を100℃以下の低温にできるのが特徴である。たとえば燃料電池式電気自動車などに適すると考えられている。

燃料電池のメリットとして、発電効率の高さ、排熱利用がしやすいことに加え、NOx、SOxなどの排出量が少ないこと、機械的な騒音や振動がかなり小さくできるなど、いわゆる「環境にやさしい」という点があげられる。さらに建設期間も比較的短くてすむということなども含め、将来的には太陽電池などとともに開発途上国などへの技術供与も期待できる技術といえるだろう。また実用段階に達しつつある。電気自動車の充電スタンドとしても、燃料電池発電は将来的に有望な電力源と考えられているようである。

こうしたクリーンで、しかも小規模なものから大規模なものまで用途に応じた設備が可能な燃料電池は、新世代の「ベストミックス」の一翼を担う存在として、今後の開発が楽しみな技術といえるだろう。

【資料・写真提供：新エネルギー・産業技術総合開発機構、大阪ガス（株）、東京ガス（株）、東京電力（株）】