

・日本の火力発電技術は世界一

日本の火力発電技術は世界一である。環境性、経済性、信頼性、全てにおいて世界ナンバー1の実力を持っている。輸出技術という視点から見れば、今後とも十分な競争力を持つ重工業分野である。世界各国では活発に旧式の火力発電のリプレースと新型の火力発電の導入を進めている。米国に代表されるシェールガス産出国では、シェールガスの大量導入を前提にガスタービンコンバインドサイクル発電が注目されている。石炭産出国である中国では、旧式火力発電所の環境設備増強に加え、石炭ガス化複合発電に強い興味を示し始めた。インドやオーストラリアなどの低品位炭（褐炭、亜瀝青炭）産出国では、高効率な石炭火力発電の導入計画が示され始めている。火力発電は、明らかに輸出技術として貴重な価値を持つと考えられる。

・再生可能エネルギー発電

再生可能エネルギー発電への対応は、理解するのが難しい視点である。

再生可能エネルギー発電の代表格である太陽光発電を例にとって説明してみる。太陽光発電は、需要とは関係なく発電できる時に発電している。別な書き方をすれば、発電しようにも発電できないことがある。その時、電気がほしい人に電気を送るのが、例えば火力発電であり、原子力発電である。

このことは、「需要家が1kWほしい時、発電できない1kWの太陽光発電装置をバックアップするために1kWの（例えば）火力発電所が必要になる」ということになる。

・各種燃料電池と燃料の関係

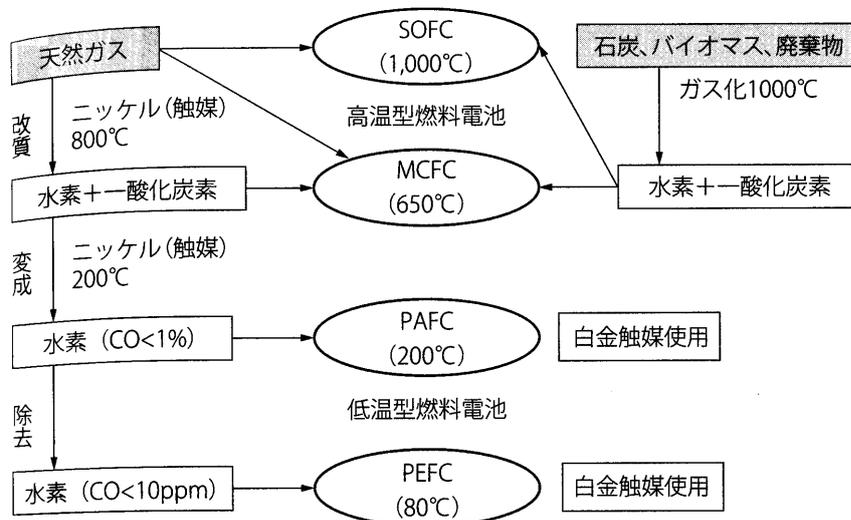


図4 各種燃料電池と使用可能な燃料の関係

・高温型燃料電池であるMCFCの基本原理解

高温型燃料電池であるMCFCを例にとり、その基本原理を図5に示す。

電極であるアノードおよびカソードは、数μmの細孔が多数存在する構造を有しており、この細孔の一部に電解質がしみ込み、ガスと電解質と電極が互いに接することで、図5に示した電池の反応が進む。すなわち、カソードでは酸素(O<sub>2</sub>)と二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と電子(e<sup>-</sup>)から炭酸イオン(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)が生成される。炭酸イオンは電解質中をカソードからアノードの方向に移動し、アノードでは炭酸イオンと水素(H<sub>2</sub>)が反応し水(H<sub>2</sub>O)と二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が生成され、電子が放出される。したがって、燃料電池の全反応は水素と酸素からの水の生成であり、クリーン発電と言われる所以である。

燃料電池の熱効率は種類と規模にもよるが、高温型で約 50%程度と高効率である。

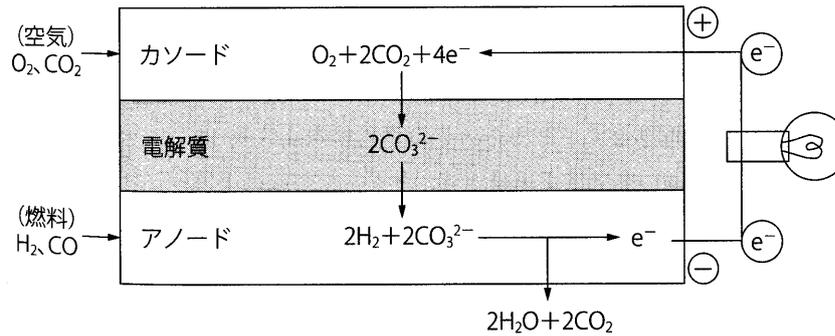
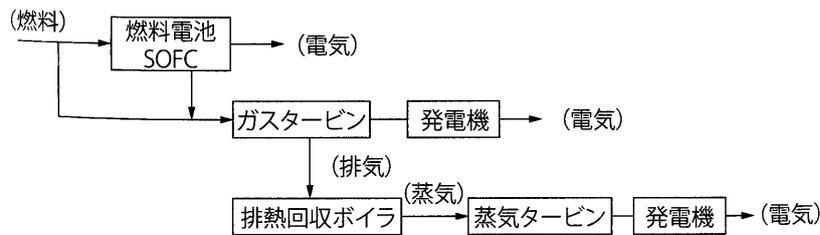


図 5 燃料電池発電の原理 (MCFC の場合)

・トリプルコンバインドサイクル発電

トリプルコンバインドサイクル発電は、燃料電池である SOFC で発電を行い、ガスタービンコンバインドサイクル発電システムと連結を図るシステムである。三段階で電気を取り出すことから、その発電効率は 70%に及ぶとも試算されている。極めて高い熱効率を達成することから、将来の火力発電にとって有望な選択肢の一つと成り得る。



(d) トリプルコンバインドサイクル発電 (次世代)

図 1 代表的な火力発電所のシステム構成

・汽力発電所のボイラ

汽力発電所の心臓部とも言えるボイラは、最大級の 100 万 kW を例にすると、伝熱管で形成された巨大な箱形の空間（幅が約 30m、奥行き約 20m、高さ約 60m）とも言え、その空間にバーナは 50 本程度装着されており、ボイラの能力である蒸発量は 1 時間当たり 3,000t もの規模となる。また、バーナ近傍では還元雰囲気形成することで窒素酸化物 (NOx) の生成を抑制しつつ、逆にバーナから離れた領域では酸化雰囲気を形成させ未燃分を減少させている。これをリッチリーン (rich-lean) 燃焼と呼び、相反する事象の同時達成を図るため一つの火炎に還元領域と酸化領域を形成させる技術である。バーナ本体以外にも環境性能や燃焼効率を高めるため、バーナレイアウトの工夫や、空気の追加投入口の設置、燃焼排ガスの再投入ラインの設置などにより、ボイラ全体の温度分布や燃焼雰囲気をコントロールできるようにしている。また、運転によりボイラ内壁の伝熱管に燃焼灰が付着し伝熱阻害を引き起こすことがある。このため、蒸気を吹き込んで伝熱管の付着灰を除去するスリーブブロウ装置なども備えられている。この装置はプラントを停止させずに操作することができる。

・東アジアプレミアム

一方、東アジア地域はその代替エネルギーにも恵まれていない。そのため、当該地域で輸入される LNG は、東アジアプレミアムと呼ばれるように、他の地域の LNG よりも割高になっている。

具体的な契約における価格決定方式は、**JCC 価格**（日本の輸入原油の平均輸入価格）にリンクする、いわゆる**石油リンク方式**となっており、「LNG 価格 =  $\alpha + \beta \times \text{JCC 価格}$ 」というフォーミュラで計算される。ここで  $\alpha$  と  $\beta$  は、個別の契約において交渉の下に決められる係数である。また、JCC 価格が極端に高い場合や低い場合に、石油価格とのリンクを弱める **S 字カーブフォーミュラ** が採用されることもある（図 1）。これにより、油価高騰時は買い主のリスクを低減し、油価下落時は売り主のリスクを低減することができる。このような石油リンク方式は、東アジア諸国をはじめ、ロシアからのパイプラインガスを利用する大陸欧州諸国でも採用されている。一方、米国や英国、ベルギー、オランダなどでは、天然ガス価格にリンクする**ガスリンク方式**となっている。

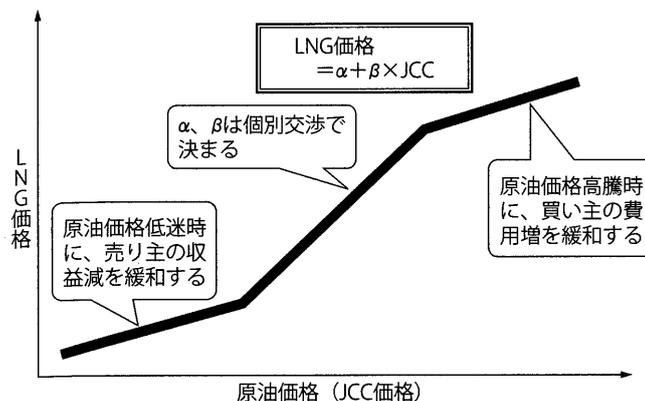


図 1 LNG 価格決定における S 字カーブ

• **日本は、世界の LNG 取引の 30% を占めている**

非在来型資源の開発動向次第では再び需給が逼迫する可能性も否めない。

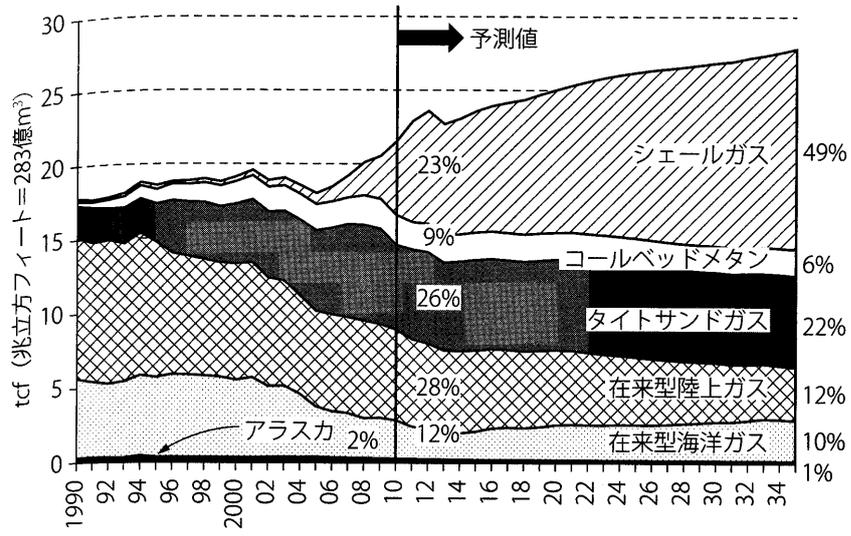
また、現在多数計画中の LNG プロジェクトも、全てが成功裏に運用が開始されるとは限らない。2020 年以降、多数の LNG プロジェクトが運用開始される予定のオーストラリアでも、プロジェクトの乱立による労働力不足が問題になっているという。また、Henry Hub 価格に見られるように**ガス価格が安価なままであると、そもそもガス田開発自体が進まない可能性もある。**

一方で、価格にまつわるリスクは今後とも深刻な問題である。

まず、安価な燃料を調達できないリスクが挙げられる。先に示した東アジアプレミアムのように、我が国はエネルギー資源に乏しいため資源調達に際しては足元を見られやすい。我が国は有数の LNG 消費国であり、世界の LNG 取引の 30% を占めている 4)。しかし、購入量が多ければバーゲニングパワーが発揮できる訳ではない。他の代替エネルギーが存在しなければ、逆に売り手に足元を見られる要因となってしまう。このリスクを回避するためにもエネルギー源や供給国の多様化を積極的に因っていく必要があるだろう。

• **シェールガス**

シェールガスは、シェール（頁岩けつがん）に貯留するガスをさす。シェールは、泥土が水平に堆積して固まった薄く板状に割れやすい泥岩で、ガスはその割れ目などに含まれる。従来の技術では経済的な採掘が不可能であったが、北米地域で在来型天然ガスの産出量が減少傾向であったこと、ガス価格が高騰したことにより代替エネルギーへの投資インセンティブが働いたこと、さらに水圧破砕、水平掘削、センシング技術の組合せにより効率的な採取が可能となったことなどを背景に、米国においてシェールガスの開発が一気に進んだ。シェールガスの供給量は、2007 年には米国ガス総供給量の 5% 程度であったのが、3 年後の 2010 年には 23% まで急激に増え、さらに 2035 年には 50% 近く占めると予測されている（図 1）。このような米国の供給構造の急激な変化は**シェールガス革命**と呼ばれている。



出典：EIA Annual Energy Outlook 2012<sup>1)</sup> を元に作成

図1 米国の天然ガス生産の予測