

熔融炭酸塩型燃料電池 / ガスタービンコンバインドシステムの概念設計

CO₂排出量削減の切札を目指して

Conceptual Design of a Molten Carbonate Fuel Cell in a System Combined with a Gas Turbine

Aimed at Providing a Final Solution to Reduce CO₂ Emissions

(電力技術研究所 燃料電池G)

熔融炭酸塩型燃料電池は、発電効率が高く、環境性に優れた次世代型発電システムとして期待されており、国内外で積極的に開発が進められている。新しい発電システムが社会に普及していくためには、既存技術に対して高い発電効率や普及時のコスト見通しに優位性があることが条件となる。

川越1MW発電プラントの課題抽出を踏まえ、よりコンパクトで高効率かつコストダウンが期待できる汎用ガスタービンとのコンバインドシステムの概念設計を石川島播磨重工業(株)との共同で実施した。

(Fuel Cells Group, Electric Power Reserch & Development Center)

The molten carbonate fuel cell, which is high in generation efficiency and friendly to the Earth's environment, is expected to be a next-generation electric power generation system. For this reason, its development has been intensively promoted both at home and abroad. To spread well throughout society, however, this new electric power generation system should have the edge over existing counterparts on generation efficiency and cost effectiveness.

Considering the problems found with the Kawagoe 1 MW Power Plant, the conceptual design of a molten carbonate fuel cell in a system combined with a general-purpose gas turbine, which is anticipated to be more compact, more efficient and more economical compared to existing power generation systems, has been investigated in collaboration with Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.

1 研究の背景

熔融炭酸塩型燃料電池 (Molten Carbonate Fuel Cell 以下MCFCという。) 発電設備は、数MW級規模においても発電効率が50%程度とこれまでの同規模発電設備に比べ、高効率な発電設備である。

1997年京都で開催されたCOP3において、日本はCO₂を中心とした温室効果ガス排出量を6%削減するという厳しい数値目標を課せられた。とりわけ全CO₂排出量の30%を占める電力業界にとって、省エネルギーや原子力を中心とした電源ベストミックスの推進とともに、発電設備の高効率化は目標達成の上で焦点の急となっている。

このような背景の下、新しい発電技術である

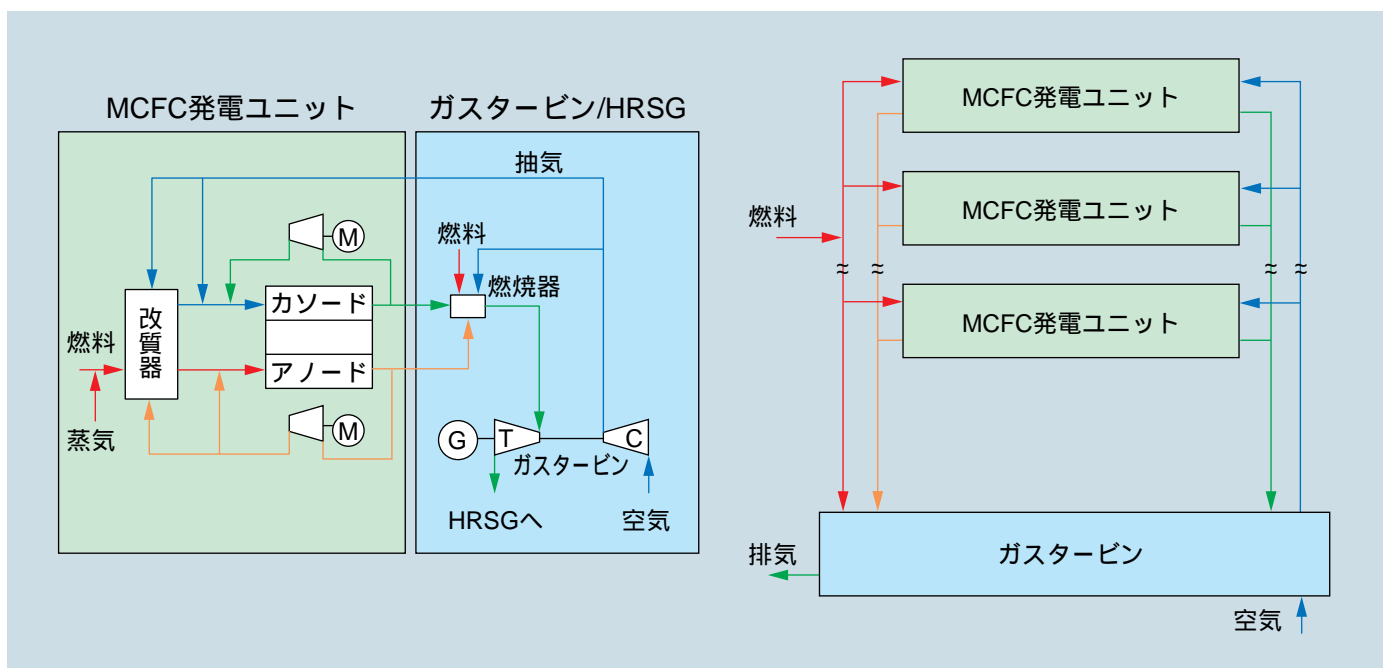
MCFCをベースにして、発電機器としてすでに普及しているガスタービンを組み合わせたMCFC / ガスタービンコンバインドシステム (以下MCFC / GTシステムという。) の概念設計を行い、簡素化と標準化による低コストな最適化システムの開発に取り組んでいる。

2 研究概要

(1) MCFC / GTシステムの構成

MCFC / GTシステムの構成概念を第1図に示す。本システムは、MCFCを中心とするMCFC発電ユニットと既存のガスタービンからなる。

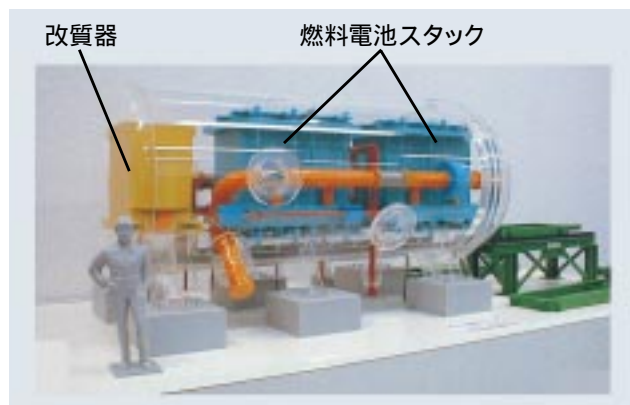
(2) MCFC発電ユニット



第1図 MCFC / ガスタービンコンバインドシステムの構成

MCFC発電ユニットは、燃料電池モジュール、リサイクルブロワ、インバーター等により構成する。燃料電池モジュールは、燃料電池スタック本体、改質器、燃料予熱器等を一つの容器内に収納して構成する。

燃料電池モジュールの概念図を第2図に示す。本モジュールは、高温機器、配管を一つの容器内に収納して放熱量の低減を図っている。また、陸上輸送可能なサイズで設計しており、冷却水を必要としないため、都市近郊等内陸部への設置が可能な分散型発電設備としても有効である。



第2図 燃料電池モジュール

(3) ガスタービン

ガスタービンは、特にMCFCシステム用を開発するのではなく、既存の発電用ガスタービンを利用するものとし、コスト低減を図る。汎用品であってもタービン燃焼器の改造によりMCFC用への転用は十分可能である。ガスタービンからはMCFCへ圧縮空気が送られ、一方、MCFCからは680 の高温カソード排ガスがガスタービンに戻される。ガスタービンの下流には排熱回収ボイラを設置し蒸気を回収する。蒸気は7MW級発電設備の場合にはコジェネレーションとして熱源に利用することができ、火力代替型360MW級の場合にはガスタービンコンバインドサイクルにして蒸気タービンによる発電に利用する。

3 研究の成果

(1) MCFC発電ユニットおよび燃料電池モジュールは仕様の標準化を目標に設計しており、発電規模の選定は、MCFC発電ユニット数とMCFC出力に見合うガスタービンの選定により行う。

7MW発電設備は、750 kW級の燃料電池モジュール2基からなる1.5MW級MCFC発電ユニット4基とIHI製IM270ガスタービン（定格出力2MW級）1基により

構成する。MCFC発電ユニットの標準化と量産化は大きなコストダウン効果をもたらすと期待できる。なお、この場合のプラント配置を検討したところ、設置面積は最新鋭火力並の0.1m²/kW以下とすることができた。

(2) プラント性能

天然ガスを燃料とした7MW級発電設備のプラント性能を第1表に示す。出力規模が小さいにもかかわらず、送電端効率が52.4%（HHV）となったのは主に、ガスタービンによりシステム圧力が1Mpa以上に高くなり、低圧システムと比較してMCFCスタックの電圧が高く、リサイクルブロワの必要動力が小さくなったことによる。

第1表 7MW級プラント性能

運転圧力 (ata)	12
発電出力 (MW)	7.0
内訳	
MCFC出力	5.7
GT出力	1.3
送電端出力 (MW)	6.7
発電端効率 (%)	
HHVベース	54.5
LHVベース	60.0
送電端効率 (%)	
HHVベース	52.4
LHVベース	57.7
設置面積 (m ²)	682 (31 × 22)
(m ² /kW)	0.1
高さ (m)	10

さらに、大型ガスタービンを用いた時の360MW級（MCFC出力：77MW、ガスタービン出力：13MW合計90MW × 4系列）発電設備の送電端効率を試算したところ60%（HHV）に達しており、高発電効率が得られることが判明した。

4 今後の課題

現在までの研究によれば、高圧下での運転はカソード電極のニッケル溶出に伴う電氣的短絡により、電池性能の低下が懸念されている。これをシステムとして抑制するとともに、廃棄物処理プラントからの生成ガスをMCFCの燃料とすることで、CO₂排出量削減に寄与できるよう新たに取り組む所存である。