

SOFC-MGT ハイブリッドシステムの 市場導入に向けた取り組みについて

Development of SOFC-Micro Gas Turbine (MGT) Hybrid Systems for Commercialization



富田 和男^{*1}
Kazuo Tomida

河戸 希美^{*2}
Kimi Kodo

小林 大悟^{*2}
Daigo Kobayashi

加藤 芳樹^{*2}
Yoshiki Kato

末森 重徳^{*3}
Shigenori Suemori

浦下 靖崇^{*4}
Yasutaka Urashita

将来の低炭素社会に向けて、高効率な発電が可能な固体酸化物形燃料電池 (SOFC) をガスタービンと組み合わせた SOFC-MGT ハイブリッドシステムの開発を進めている。250kW 級機においては、2015 年度より、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業にて、国内4か所にて実証機を設置し、耐久性の検証、実負荷環境での起動停止試験や負荷変化試験などの市場投入に向けた実証を実施し、安定して稼働できることを確認した。その結果を受け、2017 年より 250kW 級機の市場投入を開始している。更に、2016 年度より NEDO 委託事業にて、従来から大容量化した 1MW 級機の検証を開始しており、現在三菱日立パワーシステムズ(株)(以下,MHPS)長崎工場にて実証試験を実施中である。

1. はじめに

昨今、日本のエネルギー情勢は大きな転換期を迎え、高効率発電、電源セキュリティに対する意識が高まったと感じられる。地球温暖化抑制のための CO₂ 排出量削減と、現代社会に不可欠な電力の安定供給を両立させていくためには、火力発電等の集中電源により構築された高度な電力網に、高効率な分散電源や再生可能エネルギー等の新エネルギーを、質・量ともにベストミックスで組み合わせていくことが重要である。また、地球規模でのエネルギー資源の保全のためにも、高効率発電システムを開発し、早期普及させることにより、化石燃料を徹底して有効活用することが必須かつ急務の課題となっている。日本における最終エネルギー消費は、産業部門が全体の 40%を超え、更に民生用の業務分野を加えると 60%強を占めていることになり、業務産業分野の燃料電池の普及は、日本のエネルギー事情を改善させる大きな手段の一つと考えられる。

MHPS では、250kW 級の中容量分散型電源から、経済産業省主催の次世代火力発電の早期実現に向けた協議会で示された大規模集中電源用のガスタービン燃料電池複合発電 (GTFC) や石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) に及ぶまで、非常に広い出力レンジで高効率が期待できる SOFC 複合発電システムに着目し開発を進めている。

2. SOFC-MGT ハイブリッドシステムの構成

円筒形 SOFC の発電要素であるセルスタックの構造を図1に示す。セラミックス製の構造部材である基体の外表面に、発電反応を行う素子 (燃料極/電解質/空気極の積層体) を形成し、電子導電性セラミックスのインターコネクタで素子間を直列に接続している。このセルスタックを数百本束ねカートリッジを構成し、カートリッジを圧力容器の中に格納したものを SOFC モジュールと呼んでいる (図2)。

*1 三菱日立パワーシステムズ(株) 燃料電池事業室 グループ長

*2 三菱日立パワーシステムズ(株) 燃料電池事業室

*3 総合研究所化学研究部

*4 総合研究所伝熱研究部

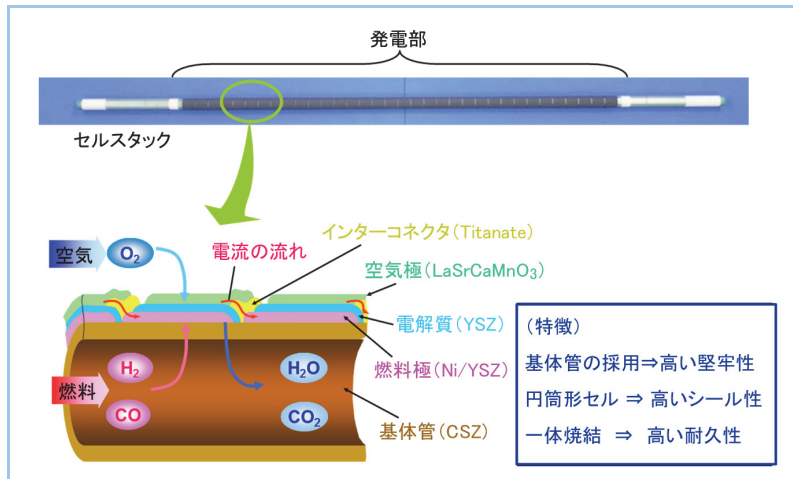


図1 セルスタックの構造

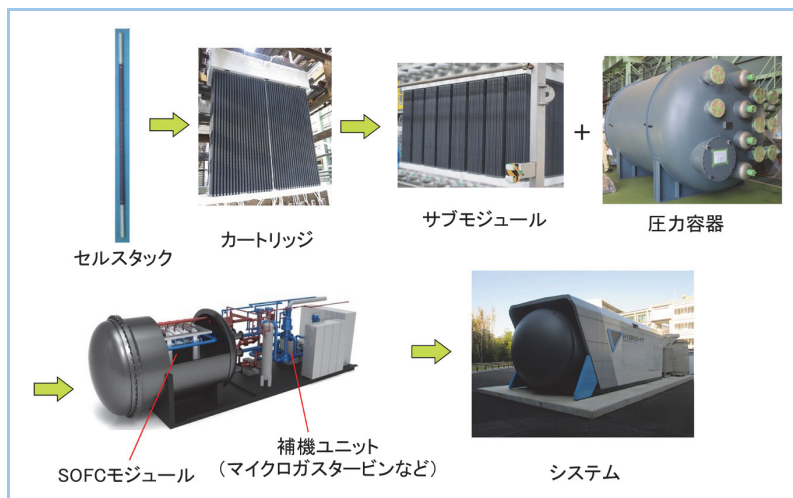


図2 ハイブリッドシステムの構成

本システムは、SOFC、マイクロガスタービン(MGT)や再循環ブロウ等から構成される。SOFCとMGTの2段階にて発電し、更に排ガス系統に排熱回収装置を設置することで、蒸気、或いは温水を同時に供給するコージェネレーションシステムとすることが可能である(図3)。

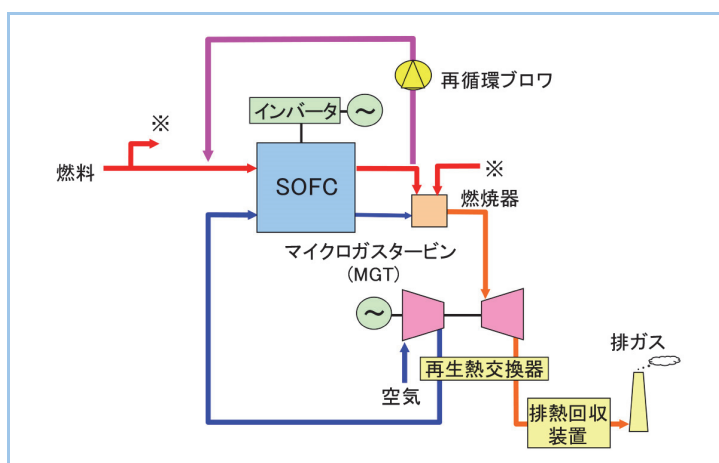


図3 ハイブリッドシステムの系統

3. 250kW 級での取り組み

2015 年度より NEDO の助成事業“固体酸化物形燃料電池を用いた業務用システムの技術実証”にて、市場投入に向けた実負荷環境での実証試験を実施した。

実証サイトは、トヨタ自動車(株)・元町工場、日本特殊陶業(株)・小牧工場、東京ガス(株)・千住テクノステーション、大成建設(株)・技術センターの4地点となる(図4)。



図4 燃料電池 SOFC の運転・計画状況

なお、本助成事業は課題設定型事業で、各サイトにてそれぞれ主となる課題・検証項目を設定し、実証試験を行っている。各サイトでの実証内容は以下の通りである。各サイトで電力需要の変化や起動停止による性能・耐久性への影響を評価している。

- ・トヨタ自動車向け実証機:起動停止試験(1回/月)継続中。
- ・日本特殊陶業向け実証機:連続耐久試験継続中。
- ・東京ガス向け実証機:起動停止試験(1回/週)を31回実施。
- ・大成建設向け実証機:自立運転機能検証試験済。

その結果を受け、2017年より250kW級機の市場投入を開始している。市場投入するモデルは4サイトでの実証結果を反映したモデルとなる。商用機第1号を三菱地所(株)丸の内ビルディングに納めており、今年度中に運転を開始する予定である。2018年8月現在、本体の据付工事まで完了している。

電源開発(株)が実施しているNEDO 研究開発“燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究”用に、2017年度に電源開発(株)若松研究所に250kW級機を納めている。

4. 1MW級 SOFC-MGT ハイブリッドシステム実証状況

SOFCとガスタービンとを組み合わせたGTFCについては、平成27年7月に官民協議会により策定された“次世代火力発電に係る技術ロードマップ”において、小型GTFC(1MW級)の商用化、量産化を進め、SOFCのコスト低減を図り、中小型GTFC(10万kW級)の実証事業を経て、2025年頃に技術確立をすることが示されている。

2016年度より、NEDO 委託事業の“ガスタービン燃料電池複合発電技術開発”にて、従来(出力250kW級、運転圧力0.2MPa級)に比べ、中小型GTFC(出力10万kW級、運転圧力1.0～1.5MPa級)により近い容量・圧力条件の小型GTFC(出力1MW級、運転圧力0.6MPa級)の市場投入に向けた検証をMHPS長崎工場にて開始している。1MW級実機はSOFCモジュール容器を2基設置する計画であるが、本研究開発では1MW級に必要な半分のSOFCモジュール容器1基のみで試験を行っており、これをハーフモジュールと称している(図5)。

2018年9月現在、ハーフモジュール実証機の据付けが完了し、発電前の試運転調整中である。

(図6)。今後、ハーフモジュールとしての実証運転を行い、1MW 級実機とした場合の商品性を見据えたシステム仕様を検討していく。

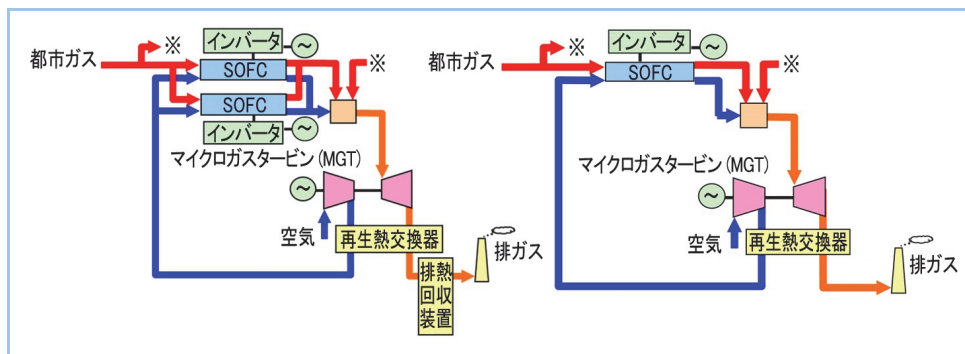


図5 1MW 級実機と実証機の構成

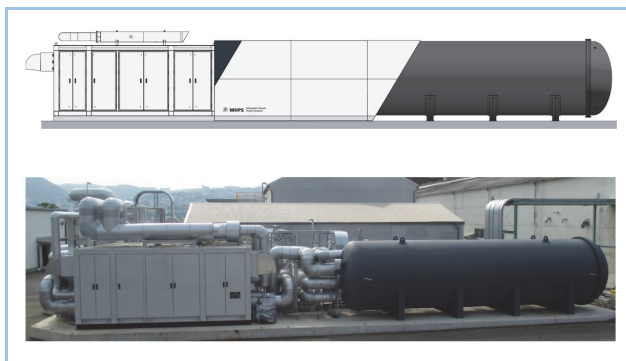


図6 1MW 級ハーフモジュール実証機据付状況

5. まとめ

MHPS では、CO₂ 排出量削減と電力の安定供給を両立させていくための実効性のある技術として、SOFC 複合発電システムを切り札と位置付けている。

250kW 級機においては、2015 年度より、国内4か所に実証機を設置しており、市場投入に向けた実証を実施し、安定して稼働できることを確認している。その結果を受け、2017 年度より、市場投入を開始している。現在、商用機第1号を三菱地所(株)丸の内ビルディングに納めており、今年度中に運転を開始する予定である。

更に、2016 年度より 250kW 級機から大容量化した 1MW 級機の検証を開始しており、現在 MHPS 長崎工場にて実証試験を実施中である。この実証試験で着実に技術を確認するとともに早期実用化を進め、“安全で持続可能なエネルギー環境社会”の構築に大きく貢献していきたいと考えている。

(謝辞)

本論文は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の共同研究等の成果を含んでおり、御指導、御助言を賜っております大学、研究機関、並びに開発・検証に御指導頂いております電力会社、ガス事業者、メーカー等、全ての関係各位にこの場を借りて深く感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 小林由則ほか、水素社会へ向けた次世代大型燃料電池 SOFC の展開、三菱重工技報 Vol.52 No.2 (2015) p.115～120
- (2) 安藤喜昌ほか、SOFC-マイクロガスタービン(MGT)ハイブリッドシステム九州大学向け実証機の運転状況 Vol.52 No.4 (2015) p.48～53