

愛知万博燃料電池特集

平成17年3月25日から9月25日の予定で、「自然の叡智」と「循環型社会」というテーマを掲げ、新しい地球社会、人類と自然の新しい共存関係を見いだすことを目的とした「愛・地球博」(愛知万博)が開催されます。当社は万博会場において、熔融炭酸塩形燃料電池(MCFC)と固体酸化物形燃料電池(SOFC)の2種類の燃料電池の実証試験を実施します。以下にそれぞれの実証試験の概要を紹介します。

愛知万博での実証試験の全体概要

愛知万博のテーマの一つである「循環型社会」の実践を目指して、会場内への新エネルギーの導入を行います。長久手会場に設置する新エネルギーシステムの位置を第1図に示します。MCFCの実証試験は、この新エネルギーシステムの実証試験の一部として実施されます。



第1図
新エネシステムの位置

1 新エネルギーシステム

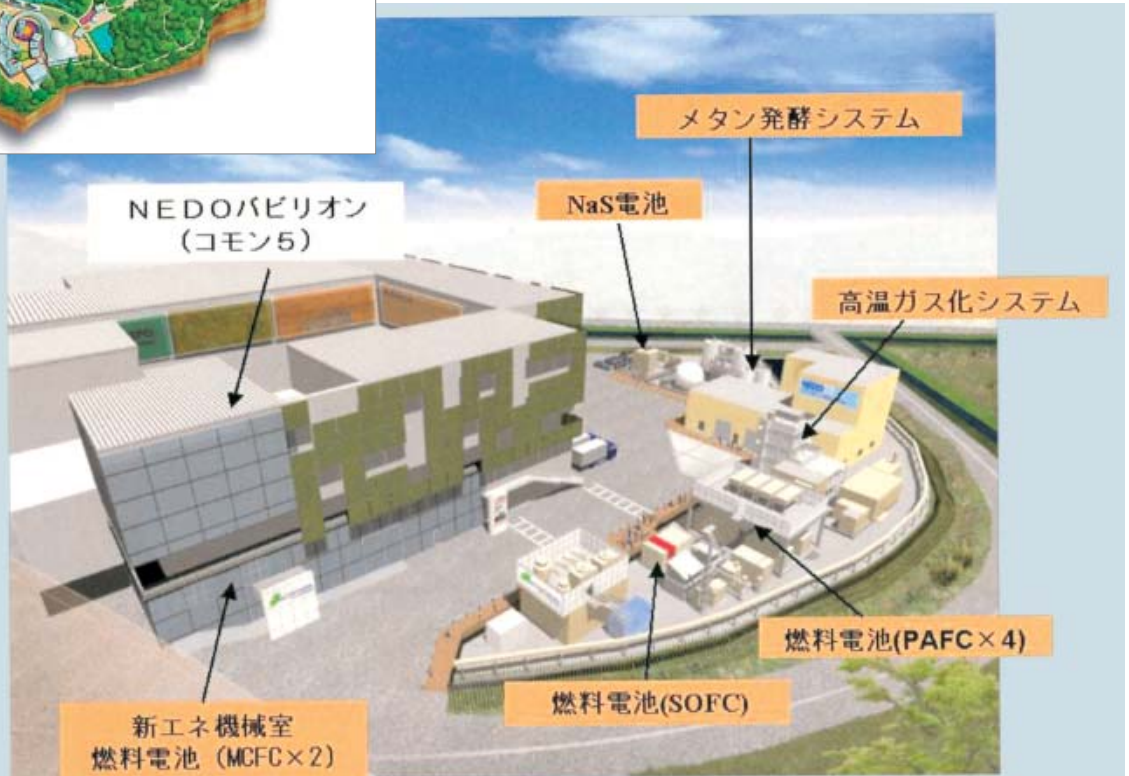
愛知万博では、基本理念を具現化するために、環境にやさしいエネルギーシステムを導入する検討を行ってきました。地域の企業、自治体を中心に環境、エネルギーに関わる企業の連携について検討を進め、中部電力を含め9事業者が共同体となった「新エネルギーコンソーシアム」を発足させました。

新エネルギーシステムの事業は、平成15年3月に公募があった「新エネルギー等地域集中実証研究事業」として(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO技術開発機構)の委託を受けて実施します。

この委託事業は、新エネルギーを活用した未来型のエネルギーシステムの実証研究・フィールドテストを行います。システムのプラント外観を第2図に示します。

2 実証研究の目的

「新エネルギー」は一つ一つの設備が比較的小さいものが多いのですが、こうした小規模の新エネルギーを電力や熱などのエネルギーとして高効率に供給・利用することが重要です。効率的なエネルギーシステムとして機能することが将来非常に期待されているのです。



太陽光発電はコモン5近傍のグローバルループおよび斜面に設置されています。

第2図 新エネルギープラントの外観

しかしながら、風力、太陽光といった自然エネルギーにおいては発電量が安定しないため、系統側に影響を与える可能性があるという課題を抱えており、本格的に導入が図られるためにはこれらの課題の克服が必要とされているのが現状です。

本事業は、変動電源である太陽光発電等とその他の新エネルギー等を適正に組み合わせ、これらを制御するシステムを作ることにより、実証研究地域内で安定した電力・熱供給を行うと同時に、連携する電力系統へ極力影響を与えず、コスト的にも適正な新エネルギー供給システムの構築を目指します。そして、地域における新エネルギーの集中導入における課題の解決として、供給電力の品質、コスト、その他のデータの収集・分析を行います。

本事業では、博覧会のテーマである「自然の叡智」「循環型社会」を具現化するシステムとして、地球規模の課題であるCO₂排出削減や高効率、地域循環型エネルギーを追求した実証研究を行い、環境負荷低減・循環型社会の構築に貢献することを狙いとしています。

また、博覧会会場の長久手日本館の電力を本実証研究の新エネ電力により100%供給するなど先進的な取り組みを行いながら、NEDOパビリオンの展示と連携し見学ツアーなどを企画するなど、博覧会を通じた本実証研究の全世界への情報発信も目的としています。

3 マイクログリッド

マイクログリッドとは、一定のエリア内の電力供給において、複数の分散型電源を組み合わせることで制御・運転することにより、電力供給システムとしての経済性や電力供給信頼性を向上させ、功利的な供給を行うことの出来る分散型電力供給システムを言います。本実証研究では、長久手日本館、NEDOパビリオンの電力負荷設備、ならびに本実証研究プラントを含む博覧会会場内の一部電力エリアを「マイクログリッド」としてとらえ、複数の新エネルギー等分散型電源、電力貯蔵装置を組み合わせることで制御し、安定かつ最適な電力を供給するシステムを目指します。

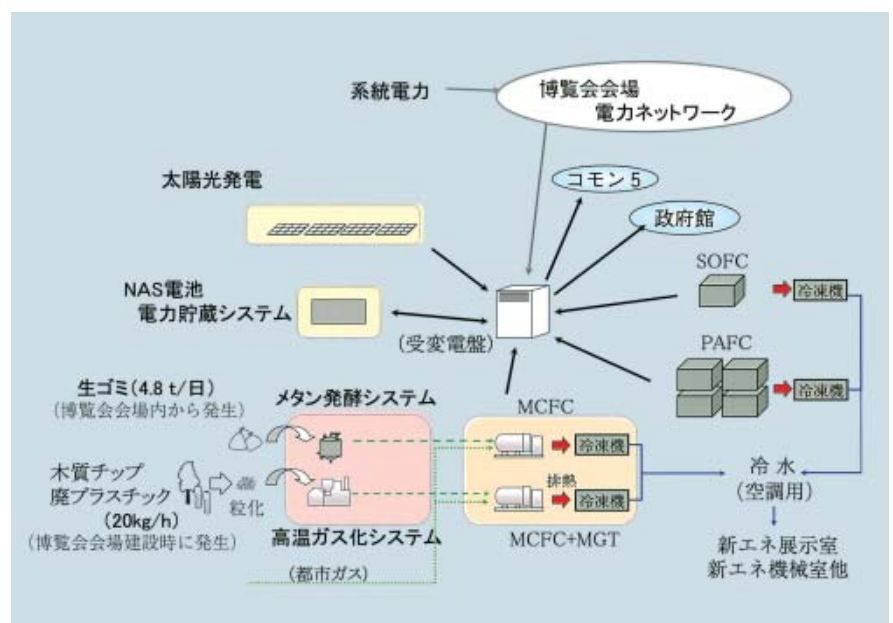
4 新エネルギーシステムのフロー

本実証研究では、自然変動電源である太陽光発電や会場内で発生した生ごみを

原料としたメタン発酵ガスや会場建設時に発生した伐採木等を原料とした高温ガス化ガスを活用した燃料電池等複数の新エネルギーを組み合わせ、更に変動調整用のNaS電池を加え、これらをエネルギー需給制御システムにより制御して運用します。第1表に機器構成と第3図に新エネルギーシステムのフローを示します。

第1表 システムの構成機器と分担

システム構築概要	担当事業者
メタン発酵ガス利用燃料電池 (MCFC) 出力: 300kW級	中部電力
高温ガス化ガス利用燃料電池 (MCFC) 出力: 300kW級	トヨタ自動車
りん酸形燃料電池 (PAFC) 出力: 800kW (200kW × 4基)	NTTファシリティーズ
固体酸化物形燃料電池 (SOFC) 出力: 40kW	三菱重工業
NaS電池 (蓄電池) システム 入出力: 500kW	日本ガイシ
太陽光発電システム1 出力: 100kW (アモルファス型)	三菱重工業
太陽光発電システム2 出力: 200kW (多結晶シリコン型)	京セラ
太陽光発電システム3 出力: 30kW (両面受光型)	NTTファシリティーズ
メタン発酵システム 処理能力4.8t/日 (生ごみ)	中部電力
高温ガス化システム 処理能力20kg/h (木質・廃プラ)	トヨタ自動車



第3図 新エネルギーのシステムフロー

5 地域内での継承

本実証研究は、半年間の博覧会終了後も地域内における取り組みを継承して、中部国際空港近接部の中部臨空都市において、地元自治体である常滑市の協力を得ながら、本実証研究設備・プラントを移設して、引き続き実証研究を実施します。

MCFCとメタン発酵設備の組み合わせ実証試験

中部電力は新エネルギーシステムの中において、生ごみをメタン発酵させたガスを燃料として溶融炭酸塩形燃料電池（MCFC）を運転する実証試験を行います。

1 MCFC開発状況

MCFCの開発は、NEDO技術開発機構がイニシアチブを取って進めてきました。

研究開発の実施に当たっては、重電メーカ、電力会社等が研究組合を結成して進めてきました。中でも当社は川越火力発電所構内に試験サイトを提供するなどして、研究組合の中でも中心的役割を果たして研究開発を推進してきました。

1999年に実施された1,000kW級発電プラントの運転試験において、MCFCのシステムとしての実現性が確認され、現在は2000年度から2004年度までの5年計画で、将来の大容量化に向けた基本単位となる「高性能基本モジュールの開発」（12気圧、700kW）

早期実用化を目指した「加圧小型発電システムの開発」（3気圧、300kW）を進めています。

今回新エネルギープラントに導入するのは、中規模分散電源向けに開発された前述の加圧小型発電システムをベースとした300kW級MCFC発電設備です。

同種のシステムとしては、中部電力㈱における廃棄物ガス化ガス利用技術開発研究用（於新名古屋火力発電所）、トヨタ自動車殿におけるマイクロガスタービンとのハイブリッドシステム開発研究用（於元町環境センター）が既に稼働実績を有しています。

2 新エネルギープラント向けMCFC

MCFCはCOを含む燃料を使用でき、廃棄物利用の発電設備向けとして期待されています。

新エネルギープラントに導入されるMCFCは、燃料として都市ガスだけでなく、生ゴミメタン発酵システムが

らのバイオガス（中部電力） 廃木材などの高温ガス化ガス（トヨタ自動車）も使用する計画です。

なお、燃料と空気がセルの両極を流れる方向や、各セルへの燃料、空気供給路（マニホールド）の方式には複数の種類がありますが、今回導入したMCFCのスタックでは燃料と空気が同一方向に流れる平行流式、セル内部にマニホールドを持つ内部マニホールド式を採用しています。

今回導入したMCFCの場合、セル1枚の大きさは畳1畳ほどで、これを上下70段積層してスタックを構成しています。（第4図）



第4図 新エネ向けMCFC電池スタック外観

3 生ごみメタン発酵設備

バイオマスの一つである「生ごみ」は高水分・低発熱量という特質を持っており、この特質が災いして従来の焼却による発電には不向きな資源となっています。生ごみの水分が燃焼による熱を奪い取り水蒸気となって、生ごみの持っている有効なエネルギーを放散してしまうからです。

現在、循環型社会形成が推進される中で資源の分別回収・有効利用が進められて相応の効果が得られていますが、分別排出されるごみの発熱量の低下により、可燃ごみの中に含まれている「生ごみ」の存在が重要な問題になってきています。

この問題を解決する手法として、生ごみ資源化（ガス化）、すなわちメタン発酵によるガス化を導入することを目指しています。

4 アルカリメタン発酵設備

中部電力では日本ガイシ(株)とともによりよいメタン発酵システムを目指して、アルカリメタン発酵設備の開発を進めてきました。メタン発酵設備は、生ごみを中温で加水分解・メタン発酵を行います。

アルカリメタン発酵設備の特徴は、微生物で分解されにくい有機成分(主にタンパク質など)に対して少量の苛性ソーダを添加することで、加水分解反応の促進による消化率の向上(メタンガスの増加)をはかるところにあります。

今回、新エネルギープラントに導入されるメタン発酵設備の主な仕様を次に示します。

処理能力：4.8ton/日

発生ガス：912Nm³/日

処理方式：中温嫌気性アルカリメタン発酵

対象物：博覧会会場内レストランの厨芥

5 生ごみ処理フロー

博覧会開催中、夜間に収集された生ごみは本設備に搬入され、前処理工程で生ごみ収集に使用したごみ袋や生ごみに混入してしまった食器類などの発酵不適物を除去します。そして、希釈水と苛性ソーダを添加し、湿式破砕ポンプでスラリー化します。スラリー化した生ごみは、定量的に24時間連続でメタン発酵槽(第5図)に送り、約10日間かけて発酵させ、バイオガスを取り出します。乾式脱硫塔でバイオガスを脱硫して燃料電池に供給します。(第6図)



第5図 メタン発酵槽(後方)およびガス調整器(手前の球形物)

脱水機で固液分離した発酵残渣は、会場外の堆肥化センターで堆肥化されます。また、脱水ろ液は、下水道に放流されます。

6 進捗状況

万博会場における据付工事を完了し、試運転中です。MCFCの据付状況を第7図に示します。今後、MCFCとメタン発酵設備を組み合わせた総合試運転を行い、3月25日からの万博開催に備える計画です。



第7図 MCFC据え付け状況



第6図 新エネルギープラント全体配置図

SOFCの実証研究

前述のNEDOから委託を受けてコモン5近傍で実施する「新エネルギー等地域集中実証研究」とは別に、中部電力は開発したSOFCコジェネレーション機をワンダースーカス電力館前庭に設置して実証試験を実施します。その概要を以下に紹介します。

1 SOFCの特徴と開発の経緯

固体酸化物形燃料電池（SOFC）は、構成材料が全てセラミックスで燃料電池の中で最も高い温度（1000℃）で動作します。このため、高い発電効率が得られるとともに、高温の排熱を利用して蒸気を供給できるので、冷熱需要にも対応可能で、数10～数100kWの業務用コジェネレーションシステムとして期待されています。

また、内部改質¹が可能（改質器が不要）であるので、コンパクト化が図れるとともに、電池材料に液体状のものを含まないため耐久性にも優れています。

当社と三菱重工業株式会社は、平成2年より平板形の一つである独自構造の一体積層（MOLB²）型SOFCの開発を進め、平成10年には世界最高の出力密度0.35W/cm²を達成し、さらに平成12年には平板形のSOFCとしては世界最高の15kWの発電と7,500時間の運転に成功しました。さらに、平成14年から電気と熱（蒸気）を供給できるSOFCコジェネレーションシステムの開発を進めています。

1内部改質：電池内部で燃料（メタン等）から水素への改質反応が起こること

2MOLB：[MOno-block Layer Built（一体積層型）]

2 MOLB型SOFCの特徴

当社と三菱重工業株式会社が開発を進めるMOLB型SOFCは、以下に示す特長があります（第8図）。

（1）低コスト化が可能

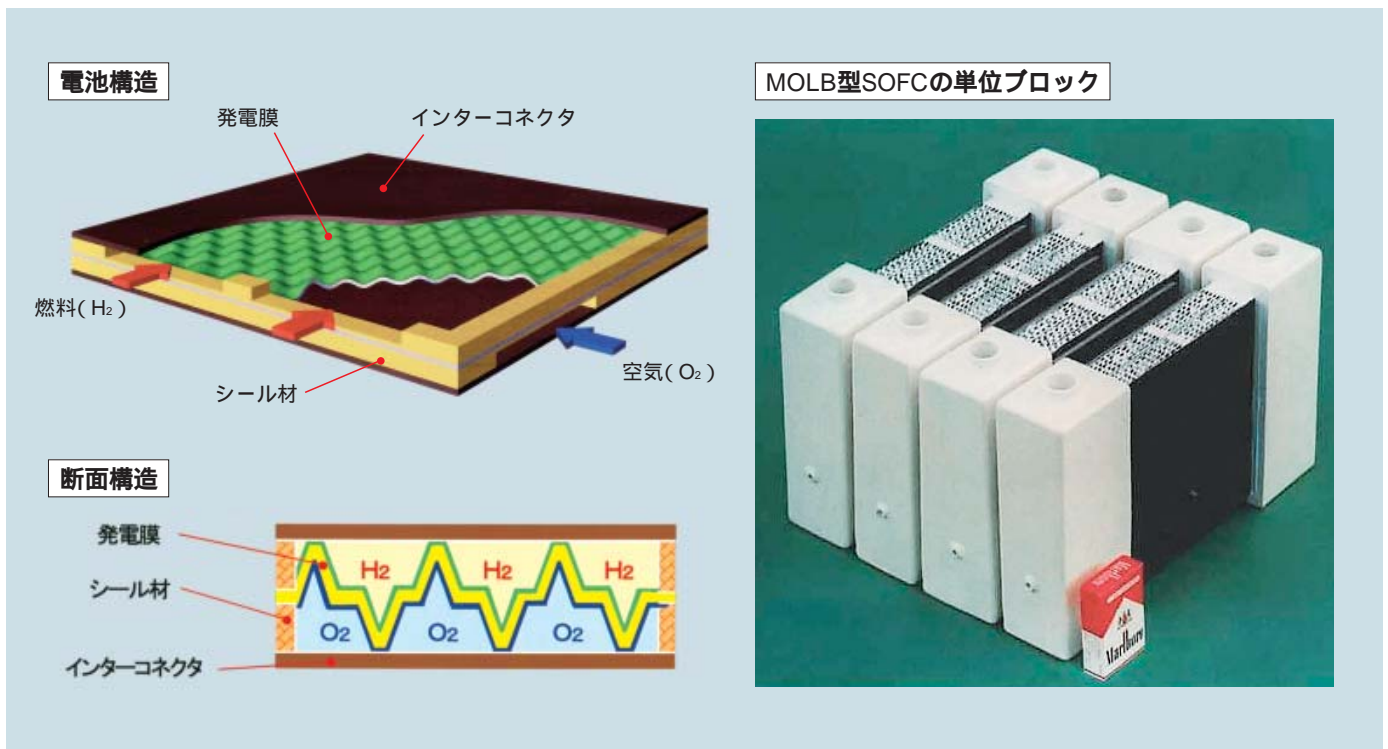
電池の製造工程において、切断加工や切削加工が不要であること、連続生産が可能な湿式法による製造方法を確立していることから量産化による低コスト化が期待できる。

電池材料は全てセラミックスで白金触媒などの高価な材料を使用していない。

（2）コンパクト化に有利

動作温度が高く、燃料となる天然ガス（メタン）の水素への改質反応が電池内部で起こる「内部改質」が可能であるため、改質器が不要でコンパクト化が可能。

電池の中の発電に寄与する電解質に三次元化したディンプル構造を採用することにより、出力密度を向上させることに成功しており、コンパクト化に有利。



第8図 MOLB型SOFCの構造

(3) 長寿命

電池材料が全てセラミックスで、時間の経過とともに減少したり変化したりしやすい液体状のものを含まないので、耐久性に優れている。

3 SOFCコジェネレーションシステムの開発

これまでの成果を活用して、電池モジュールの設計、電池モジュールへの燃料、空気の供給方法の検討、電池モジュールおよび排ガスからの排熱回収方法の検討等を

目標性能

電気出力	30kW
熱出力	30kW
発電効率	42%
燃料	天然ガス



第9図 SOFCコジェネレーションシステム

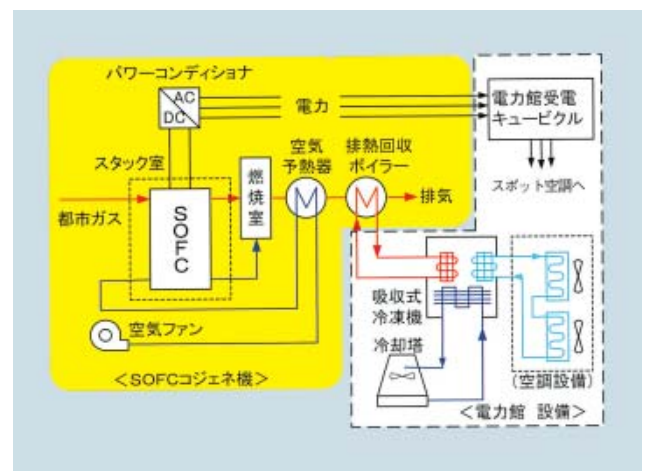
実施し、平板形SOFCとしては世界初の電気と熱（蒸気）を供給できるSOFCコジェネレーションシステムの開発を実施しました（第9図）。

4 愛知万博での実証試験

開発したSOFCコジェネレーションシステムを、本年3月より開催される愛知万博 ワンダーサーカス電力館（電気事業連合会出展）に設置し、実証試験を行います（第10図）。

実証試験では、SOFCコジェネレーションシステムにて発電した電気を、電力館の屋外ウェーディングに設置するスポット空調等に供給するとともに、排熱から蒸気を発生させ、電力館の空調用熱源として活用する計画です（第11図）。

2月時点で、実証試験設備の設置を完了し、試運転を開始しています。



第11図 ワンダーサーカス電力館における実証試験システムフロー図



第10図 ワンダーサーカス電力館イメージ図