

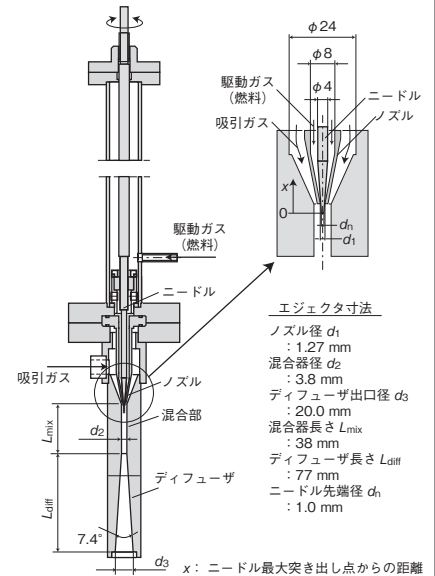
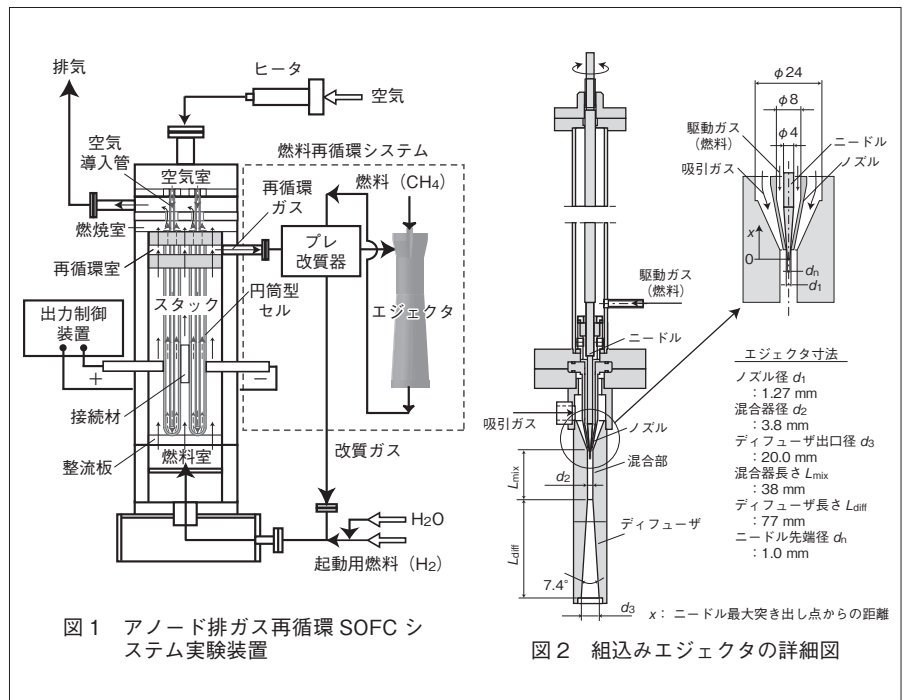
# エジェクタを用いたアノード排ガス再循環 SOFC の研究開発

## 1. はじめに

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は、発電効率がよく、排ガスが高温で清浄であることから熱電併給装置としての優位性を有しており、近年一般家庭用にも普及し始めている。SOFC のさらなる利点として、高温の排熱でガスタービン、スターリングエンジンなどの熱機関を動作させるコンバインドシステムを採用すれば、SOFC 単体より高い発電効率を達成できることが挙げられる。こうしたコンバインドシステムを構築するうえで必須の技術の一つとして、アノード排ガスに多量に含まれる水蒸気を燃料の改質に利用するアノード排ガス再循環法がある。これにより、排熱をさらに有効利用できるうえ、水蒸気供給装置の省略などシステム構成を簡略化できる利点も生じる。エジェクタをアノード排ガスの再循環ポンプとして用いた例は学術文献等で散見されるが、エジェクタの詳細な特性、アノード排ガス再循環時の SOFC 性能特性の詳細について実験的に報告された例は少ない。

## 2. 実験装置

(独)産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門熱・流体システムグループでは、2009年にエジェクタを用いたアノード排ガス再循環法の研究開発を開始した。エジェクタの設計・試作に関しては、豊橋技術科学大学中川研究室の協力を得て、また、スタックの設計・製作に関しては、(株)日立製作所日立研究所との共同研究のもとで、①エジェクタの基本性能試験、②円筒縦縞型セルを用いた1kWクラススタックの設計・試作、③スタック組み込み用エジェクタの製作、④水蒸気外部供給時のスタック性能確認実験、⑤アノード排ガス再循環実験、の順に従って、研究開発を進めてきた。図1



にエジェクタをアノード排ガス再循環ラインに組み込んだスタックを示す。スタックは、外径16mm、長さ660mm、計36本の円筒縦縞型セルから構成されており、アノードガスはセルの外側、カソードガスは空気導入管を介してセル内部に導入される。スタック出口にアノード排ガスとカソード排ガスが混合して燃焼する空間(燃焼室)を、その上流を仕切り板で区切って燃料が燃焼室と再循環ラインに分岐する空間(再循環室)を設置した。再循環室の燃料の一部はエジェクタによって改質器を経てスタック入口側へと戻される。このスタックに組み込んだエジェクタを図2に示す。再循環率を一定の範囲で制御できるようノズル内部に軸方向に移動できるニードルを取り付け、ノズル出口面積を変えて駆動ガスの運動量を調節できる構造を採用した。

## 3. 実験結果と今後の予定

これまでのエジェクタ要素実験およびスタック実験から、①エジェクタの駆動ガス温度が吸引ガスに比べ低い場

合、再循環率が低下することがわかり、駆動ガスへの熱伝達現象を解明することにより、エジェクタ性能を予測することが可能になる。②組み込みエジェクタによりアノード排ガスの再循環は順調に行われており、外部からの水蒸気供給なしに定格運転を行えることが確認された。③再循環時の出力は、水蒸気外部供給時のそれとほとんど同じである、などの知見が得られている。今後、これまでの研究成果の詳細を発信していくとともに、エジェクタを含んだコンバインドシステムの解析、エジェクタの熱伝達実験などの要素実験を行って、エジェクタによるアノード排ガス再循環法のコンバインドシステムにおける実用性の検証をさらに進める予定である。

(原稿受付 2014年3月5日)

[高橋三餘・小林成嘉・馬場宗明  
(独)産業技術総合研究所]