

ジメチルエーテルを燃料とする 化学再生発電システム

クリーンで高効率な 発電システムを開発

クリーンな新燃料として期待されているジメチルエーテル (DME) を用いて、ガスタービンの発電効率を大きく向上させる化学再生発電システムを開発しています。

従来のガスタービンをういた発電システムでは燃料を直接燃焼させますが、化学再生発電システムでは燃料をガスタービンの排熱で発生させた蒸気と混合し、触媒によって水素を含む混合ガスに改質して燃焼させます。この改質反応は吸熱反応なので、ガスタービンの排熱を回収して燃料を節約することができます。更に、改質ガスは水蒸気も多く含むため燃焼温度を抑えることが可能となり、窒素酸化物の排出量も低減できるクリーンで高効率な発電システムを実現します。

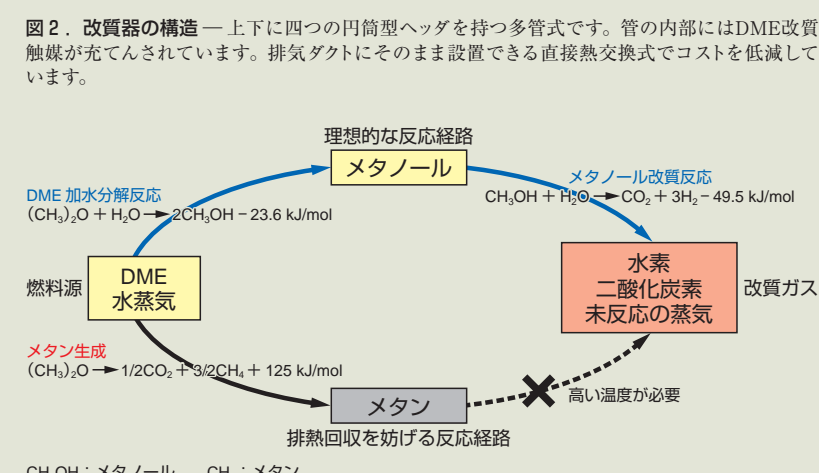
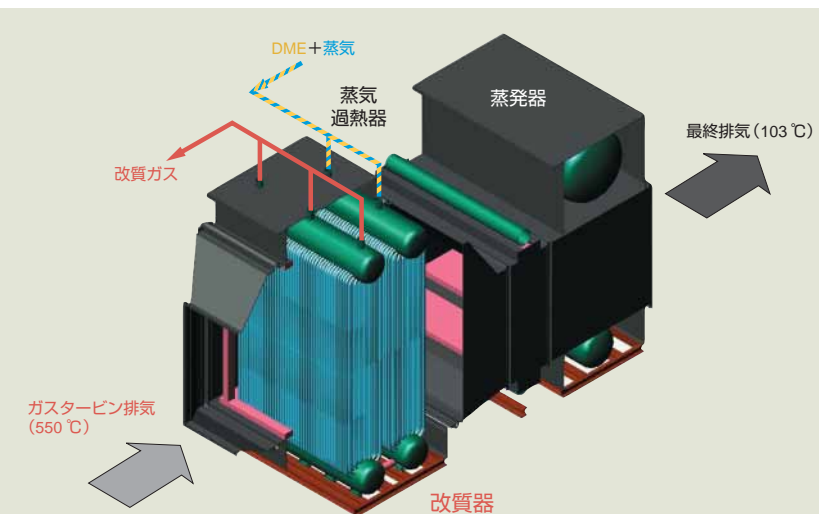
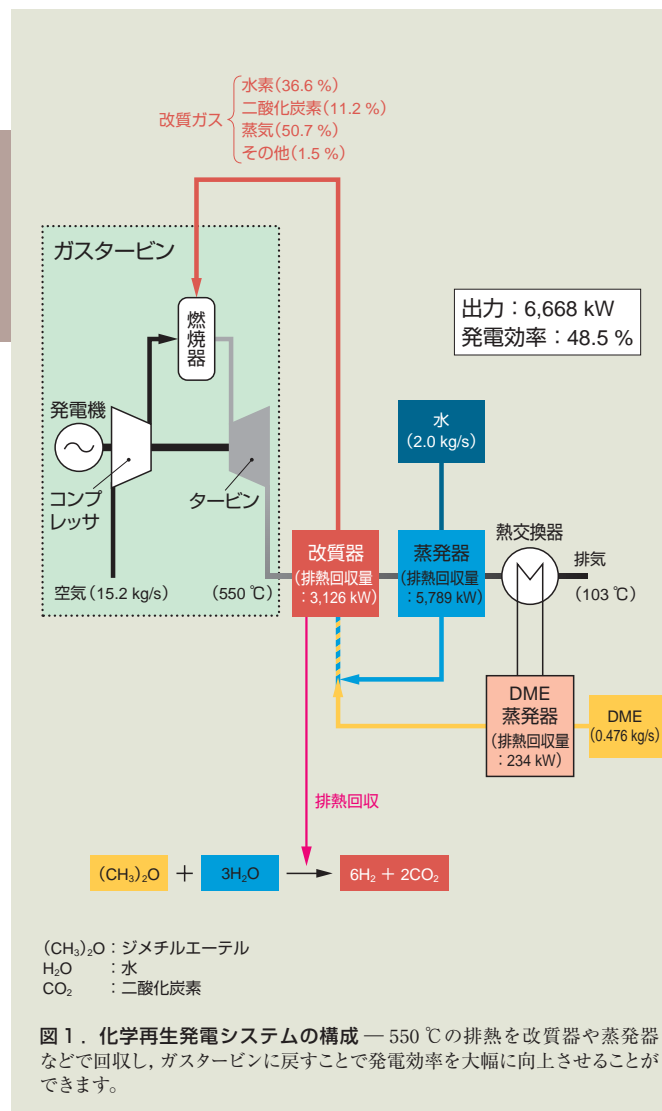


図3. DMEの改質反応と副反応 — メタノールへの加水分解を経由して水素に改質する反応経路が理想的ですが、DMEはメタンも生成しやすくなっています。メタン生成反応は排熱回収しないばかりか、いったんメタンになると水素に改質しにくくなります。

ですが、ガスタービン排気温度の400℃以下でほぼ100%進行させることができます。一方、DMEは同時にメタンを副生しやすい性質を持っていますが、この反応は、発熱反応で排熱回収量を大きく低下させます。そこで、メタンができるだけ生じにくく、DMEの加水分解を生じさせるアルミナの固体酸を持つ触媒を選定しています。また、蒸気量や改質器出口温度も組成に影響するため、これらの最適化を行って排熱回収量を最大化させる工夫をしています。これらの解決策により、発電効率45%以上、窒素酸化物10ppm以下を達成するめどを得ています。

今後の研究計画

今後、高性能な改質器と、起動時を考慮してDMEと改質ガスに対応した燃焼器を開発し、ガスタービンと組み合わせた実証試験を予定しています。電力自由化や二酸化炭素の排出削減など、エネルギーを取り巻く状況が大きく変わりつつあるなか、クリーンで発電効率の高い化学再生発電システムの実用化が期待されます。

中垣 隆雄

電力・社会システム社
電力・社会システム技術開発センター
回転機器開発部主務

化学再生発電システム

分散型電源ではエネルギーをむだなく利用できるように、ガスタービンなどの原動機で発電し、その排気の熱で蒸気や温水を供給するコージェネレーションシステムが用いられています。しかし、発電効率は35%以下と低く、国内では電気に比べて蒸気や温水の利用が少ないため、期待するほど普及しているとは言えません。

そこで、排熱を回収し、ガスタービンで利用することで発電効率を向上させるシステムが開発されており、燃焼空気の予熱に用いる再生システムや、

燃焼器に直接蒸気を噴射するシステムなどが既に実用化されています。化学再生は、これらのシステムよりも更に高効率で、燃料と蒸気を使い、温度変化と化学変化によって排熱回収を行う新しいシステムです。今回開発した化学再生発電システムを図1に示します。燃料と排熱で作った蒸気の混合ガスを触媒の入った改質器に通し、そこで水蒸気改質反応を生じさせます。この反応は吸熱反応で、排熱を化学的に回収することができます。改質したガスは主に水素を含む混合ガスで、燃料を直接燃焼させるよりも発熱量が多くなり、発電効率を向上させます。また、

改質ガスは水蒸気も多く含むため燃焼温度を抑え、窒素酸化物の排出も低減できます。

近未来のエネルギー “DME”

DMEは不純物を含まないクリーンな燃料で、一例としてすすの発生のない軽油代替燃料としてディーゼルエンジンへの普及が見込まれています。DMEは天然ガスのほか、石炭やバイオマスからも合成することが可能です。近未来のエネルギー源として注目されています。特に、常温でも加圧すれば液化するため、輸送や貯蔵を容易にすることが可能です。

東芝は、これまで関西電力(株)と、天然ガスを燃料とする化学再生発電システムの共同研究を進めてきており、改質器や改質ガス燃焼器などの開発を完了しています。DMEについては経済産業省から補助金の交付を受け、関西電力(株)と共同で研究開発を実施しています。

DMEの改質反応と排熱回収

化学再生発電システムでは改質器がもっとも重要な要素機器であり、当社では信頼性を確保した直接熱交換式の改質器を開発しています(図2)。この改質器は、既存のガスタービンコー

ジェネレーションシステムの排気ダクトにそのまま設置できる構造としており、レイアウト変更が最小限ですみます。ガスタービンの排気は管群の外部を通過し、改質ガスに熱を与えます。一方、触媒が充てんされている管の内部では、DMEと蒸気の混合ガスが高温で化学反応し、改質ガスになります。

発電効率を大きく向上させるには、改質器における排熱回収量の最大化がキーポイントです。その量は改質したガスの温度と組成によって決定され、DMEの場合は、特に組成に注意する必要があります。改質反応は図3のように、メタノールを経由して逐次生じま