

「環境低負荷型の社会システム」
平成9年度採択研究代表者

吉川 邦夫

(東京工業大学大学院総合理工学研究所 教授)

「高温空気燃焼技術を用いた廃棄物・石炭高効率発電」

1. 研究実施の概要

本研究は、我が国で開発された高温空気燃焼技術を用いて、廃棄物や石炭などの環境負荷の高い燃料に適用可能な、高効率、低環境負荷、しかも低コストの分散型発電システム（MEETシステム）を開発することを目的とする。本発電システムでは、1000℃以上に加熱された高温空気で固体燃料を灰溶融ガス化し、生成燃料ガス中の環境汚染物質を除去した後に、燃料ガスの一部を高温空気の加熱に使用し、残りを高温空気燃焼低NO_xボイラでの蒸気発生や、エンジン発電機あるいはガスタビン発電機の駆動に利用する。

これまでは、東工大に設置されたMEET-Ⅰ装置（燃料処理量200kg/日）および、共同研究先の米国ミシシッピ州立大学 DIAL 研究所に設置されたMEET-Ⅰ装置の5倍規模のペブル床ガス化炉で、MEETシステムの主要なコンポーネントであるペブル床灰溶融ガス化炉、高温空気加熱器および高温空気燃焼ボイラの性能実証を行った。また、横浜市共同研究センターに、本研究のメインの実証装置であるMEET-Ⅱ装置（燃料処理量4トン/日）が完成した。

今後の予定としては、MEET-Ⅱ装置で最初に石炭のガス化実験を行い、引き続いて一般廃棄物から生成したRDFのガス化実験を行い、早期に、所要性能の実証をめざす。一方、灰溶融型ではなく、バッチ式で手軽に廃棄物のガス化が行える、高温空気/水蒸気改質方式のSTAR-MEETシステムの技術実証を行うための実証装置を東工大に設置する。MEET-Ⅱ装置およびSTAR-MEET実証装置ともに、実用機の規模であり、実証運転に成功すれば、廃棄物処理と省エネルギーを同時に達成できる設備として、事業所で発生する産業廃棄物の処理から早期の実用化が期待されている。

2. 研究実施内容

固体燃料をガス化する場合、通常は高い発熱量のガスを得るために純酸素または酸素富化空気をガス化剤として用いるが、高価な酸素製造設備を必要とし、また酸素製造に大量のエネルギーを消費する。それに対して、MEETシステムは、1000℃に予熱された高温空気をガス化剤として使用することで、コンパクトなガス化炉で、

高い発熱量を持ったガスが生成できることを特徴とする。図 1 に、MEET システムの構成を示す。高温空気と共にペブル床ガス化炉に投入される固体燃料は、極めて短時間のうちにガス化され、固体燃料中の灰分は熔融状態で取り出され、無害化される。生成ガスは、冷却器を経て一旦冷却した後に、ガス精製装置内でイオウや塩素、煤塵、重金属などの環境汚染物質を除去し、精製ガスとする。この精製ガスの一部を高温空気加熱器内で燃焼させて、ハニカム蓄熱体を加熱し、その蓄熱体に常温の空気を通して、1000 ℃に予熱された高温空気を作り、ペブル床ガス化炉に吹き込む。残りの精製ガスは、工業炉やボイラあるいは発電システム用の燃料ガスとして利用でき、プロセス加熱や発電など、様々な用途に利用できる。その際に、精製ガスを高温空気燃焼すれば、特に脱硝装置を設けなくても、燃焼排ガス中の NO_x 濃度の低減を計ることができる。ガスタービンやガスエンジンさらには、スターリングエンジンなど、小規模発電システムと組み合わせることで、コンパクトな発電システムをめざす。

本研究は、MEET システムの技術実証をめざすもので、燃料供給量が 200kg/日 規模の MEET- I 装置と、燃料供給量が 4t/日 規模の MEET- II 装置に分かれる。MEET- I 装置は、その主要機器を平成9年度中に東工大長津田キャンパスに整備済みで、MEET システムの主要コンポーネントをすべて備え、システムとしての基本的な性能の把握を目的とした実験が順調に進展している。MEET- II 装置は、技術実証に必要なエンジニアリングデータの取得を目的とする。本装置は、横浜市共同研究センターにて、平成11年度末に完成し、これから実証運転が開始される（写真 1）。

これまでの主な研究成果は、MEET- I 装置で得られている。その主要なコンポーネントは、ペブル床ガス化炉、高温空気加熱器および高温空気燃焼ボイラである。

ペブル床ガス化炉では、1) 高温空気を用いることによる、固体燃料の燃焼およびガス化反応の促進効果の実証、2) 極めて短いガス滞留時間での高いガス化効率の実証、3) 熔融灰の高効率の連続的な捕獲と抽出の実証、4) 熔融スラグの無害性の実証、5) 特にダイオキシン低減対策なしでの 0.1 ng-TEQ/Nm³ という新設の大型焼却炉に適用されるダイオキシン排出量規制値のクリア、などの成果が得られている。一方、MEET- II 装置用のスケールアップ技術の検証を目的として、共同研究先の米国ミシシッピ州立大学 DIAL 研究所に設置した MEET- I と MEET- II の中間サイズのペブル床ガス化炉では、長時間連続の熔融灰抽出の実証を行った。

高温空気加熱器では、1) ほぼ一定温度、一定流量の高温空気生成の実証、2) 高温空気への燃焼ガスの漏れ込みがないことの実証、3) 1000 kcal/Nm³ 程度の低発熱量のガスを模擬した燃料ガスでの高温空気の生成の実証、などを行った。

高温空気燃焼ボイラでは、1) 均一な温度場の生成の実証、2) 低 NO_x 燃焼の

実証、3) 低発熱量ガスの有効な燃焼の実証、などを行った。

以上の成果は、MEETシステムが工学的に成り立ちうるシステムであることを示すものであり、今後は、MEET- II 装置での試験を中心に、MEETシステムの技術実証を行う。その主な課題としては、1) 石炭や廃棄物などの種々の固体燃料を用いた高効率ガス化の実証、2) 長時間連続運転による装置の耐久性の実証、3) 低ダイオキシン、低NOxの実証、4) システム統合化・制御技術の実証、5) エンジンを用いた低発熱量の生成ガスでの発電の実証などがあげられる。

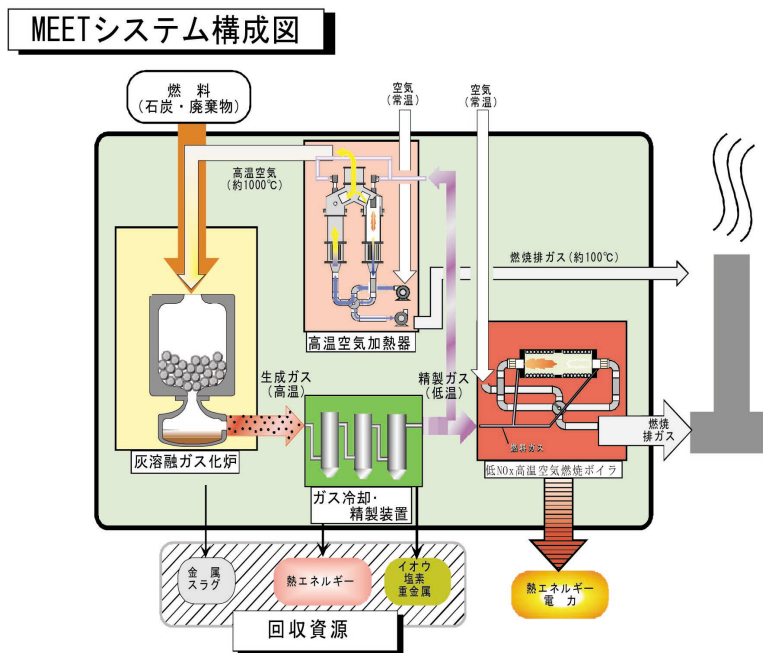


図 1 MEETシステム



写真 1 MEET- II 装置 (横浜市共同研究センター設置)

3. 主な研究成果の発表（論文発表）

吉川邦夫、「高温空気を用いた廃棄物ガス化発電」、燃料及燃焼、第66巻、4号、pp.243-251、1999

小林宏充、吉川邦夫、塩田進、「高温空気を用いた石炭・廃棄物ガス化発電システム」、日本機械学会論文集 B、66巻、641号、pp.235-240、2000

山下慶次郎、村田圭治、中田裕二、吉田延宏、吉川邦夫、「溶融炭酸塩膜を用いた高温ガス精製方式の開発」、化学工学論文集、平成12年3月10日発行予定