

## プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

CO<sub>2</sub>回収型火力システム

## 背景・目的

石炭火力発電からのCO<sub>2</sub>排出抑制は電気事業における喫緊の課題であり、高効率化やバイオマスの導入などが進められている。一方、欧米を中心にCCS (CO<sub>2</sub> Capture and Storage) が注目され、多くの導入計画が発表されている。しかしながら、現在検討されているCO<sub>2</sub>回収技術では発電効率の大幅な低

下やコスト上昇など、解決すべき課題も多い。

本課題では、これらの課題解決を目指して「CO<sub>2</sub>回収型高効率IGCC システム(図1)」を提案し、システムの中核となるO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹きガス化技術をはじめ、システム構成機器の要素技術を開発する。

## 主な成果

1 石炭ガス化炉におけるCO<sub>2</sub>富化ガス化特性の解明\*

O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹きガス化炉では、CO<sub>2</sub>を投入することでガス化反応促進効果が期待できる一方、CO<sub>2</sub>のモル比熱が大きいことからガス化炉内温度の低下が課題となる。そこで、当所設置の石炭ガス化炉(3トン/日)を用い、空気吹きを基本条件とし、ガス化剤中酸素濃度

の調整によりコンバスタ温度を一定に保ちながら、搬送ガスの一部にCO<sub>2</sub>を用いた時のガス化特性を検討した(図2)。その結果、ガス化炉内の温度を適正に維持すれば、CO<sub>2</sub>濃度の増加により炭素転換率が向上することを明らかにした[M11019]。

2 O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹き石炭ガス化数値解析コードの開発

従来の空気吹きや酸素吹きとは異なるO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹き石炭ガス化炉の開発に向けて、数値解析技術を活用した実機条件でのガス化特性予測・評価手法の開発を進めた。当所の空気吹き石炭ガス化炉用三次元数値解析コードに、O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>ガス化条件に適したチャーガス化反

応モデル、および水性シフト反応モデルを開発・導入した。石炭ガス化炉(3トン/日)での試験結果\*との比較により、解析結果の妥当性が確認され(図3)、O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>ガス化条件におけるガス化特性の予測・評価が可能となった(図4)[M11017]。

## 3 酸素燃焼クローズドサイクルガスタービンの燃焼促進

CO<sub>2</sub>回収型高効率IGCCシステム(図1)では、従来の空気燃焼ガスタービンと異なり、燃料を酸素で燃焼させるとともに燃焼排ガス(CO<sub>2</sub>と水蒸気)の一部を希釈剤として循環させ、排ガスの温度調整を行うクローズドサイクルガスタービンを用いている。このクローズドガスタービン燃焼器では、システムの熱効率維持・向上に向けて、余剰な酸素を供給することなく高い燃

焼効率の達成が求められることから、燃焼促進方策を反応解析シミュレーションにより検討した。その結果、バーナ側から供給する希釈剤(一次希釈剤)の流量を調整し、残りの希釈剤(二次希釈剤)を燃焼器下流側に供給することで、燃焼効率の改善が図れることを明らかにした(図5)[M11004]。

\* 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの受託研究として実施した。

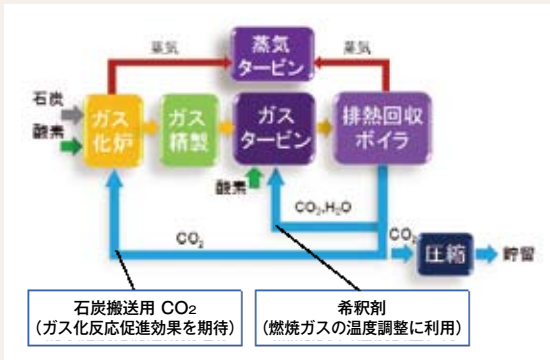


図1 CO<sub>2</sub>回収型高効率IGCC システムの概念

O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹きガス化炉と酸素燃焼クローズドガスタービンとを組み合わせ、排ガスのCO<sub>2</sub>を循環させる新たなシステム。従来に比べ、システムの簡素化やCO<sub>2</sub>回収後でも高い送電端効率(1300℃級GTで40%以上)が期待できる。

試験条件 (vol%)	空気吹き				CO <sub>2</sub> 富化					
	O <sub>2</sub> 濃度	20.5	23	25	28	CO <sub>2</sub> 濃度	0	15	25	34
N <sub>2</sub> 濃度	79.5	62	60	50	38					
ガス化剤の内訳										
コンバスタ石炭搬送ガス	空気	空気	空気	空気	CO <sub>2</sub>					
リダクタ石炭搬送ガス	空気	空気	空気	空気	空気					
チャー搬送ガス	窒素	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>						
コンバスタ投入ガス	空気	空気	空気	空気	酸素					
	酸素	酸素	酸素	酸素						

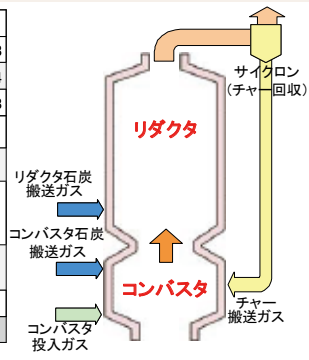


図2 ガス化試験条件とCO<sub>2</sub>供給方法

チャーおよびコンバスタ石炭搬送ガスにCO<sub>2</sub>を用い、さらに、コンバスタ温度が一定になるようコンバスタ投入ガスの空気と酸素の比率を調整した。

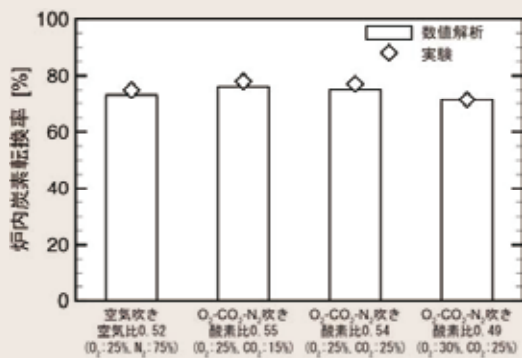


図3 数値解析結果と石炭ガス化炉(3トン/日)試験結果の比較  
炉内炭素転換率の実験結果と解析結果とを比較し、数値解析コードの妥当性を検証した。

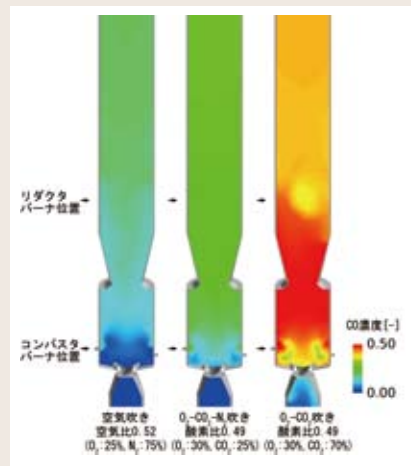


図4 ガス化炉内のCO濃度分布

ガス化炉内のCO濃度分布から、O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>吹きガス化条件では、CO濃度が飛躍的に上昇することがわかる。

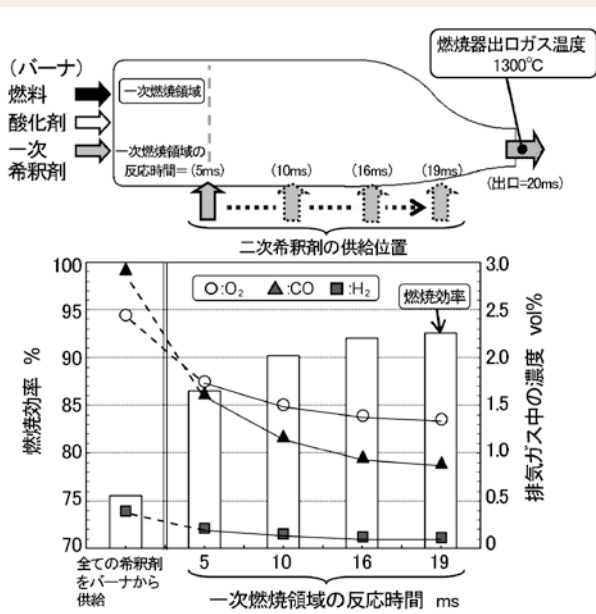


図5 希釈剤の二分割供給による燃焼促進効果  
反応時間と当量比(酸化剤と燃料の混合割合)に応じて一次希釈剤の割合を決定し、一次燃焼領域の燃焼性を維持できるように二次希釈剤を供給することで、燃焼効率が高まる。