

重点課題 - 次世代電力需給基盤の構築

IGCCの高度化と低炭素化技術の確立

背景・目的

高効率で環境性に優れた石炭ガス化複合発電(IGCC)技術は、電気事業にとって石炭火力発電の有力なオプションとなる重要な技術である。当所はIGCCのプロセス開発当初から研究に取り組み、勿来IGCC実証機の設計や運転条件の検討等を支援するとともに、次世代のIGCCで効率向上に効果的な乾式ガス精製技術の開発を進めている。さらに、発電効率の大幅な低下やコスト上昇等が課題となっているCO₂回収・貯留(CCS)技術に対し

て、これらの課題を解決する「CO₂回収型高効率IGCCシステム」を提案している。

本課題では、IGCC導入の早期実現に向けて、実証機の運転支援を行うとともに商用機の設計や運用を評価可能な技術を構築する。また、乾式ガス精製を適用したIGCCシステムについて、従来明確でなかった効率や経済性を評価する。さらに、CO₂回収型高効率IGCCシステムの基盤技術を確立する。

主な成果

1 IGCC実証機の運転支援と炭種適合性評価技術の構築

実証機試験炭を対象に、高温加圧下でのガス化反応特性基礎実験から実証機のガス化特性を簡便に予測することを可能とし、空気比等各種運転条件がガス化特性に及ぼす影響について感度解析を行った(図1)。得られた結果は、実証機炭種変化試験時の運転条件検討に反映された。また、ガス化炉の安定運転に重要な熔融スラグの挙動を評価する解析手法を構

築し、既開発のガス化炉数値解析技術とあわせて商用機に適用できる炭種適合性評価手法を確立した(図2)。さらに、実証試験で発生したガス化炉後流にある熱交換器の詰まりについてメカニズムの解明を進め、実証機での対策検討に活用された。これらを通じて実証試験の円滑な推進と目標の達成に貢献した。

2 乾式ガス精製システムの経済性評価

乾式ガス精製システムは、既存の湿式ガス精製と比較して反応器や熱交換器、ポンプ類の機器点数が少ないため、設備費を35%低減可能と試算された。一方、ハロゲン化物吸収剤等の薬剤にかかる運用コストが大きく

なるものの、熱効率の高い乾式ガス精製適用IGCCは湿式ガス精製を用いたIGCCよりも燃料費を削減できるため、発電コストを若干低減できる可能性があることがわかった。

3 CO₂回収型高効率IGCCシステムのための基盤技術の開発*

CO₂回収型高効率IGCCシステムのO₂-CO₂吹きガス化炉では、CO₂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、CO₂のモル比熱が大きいことから炉内温度が低下する等の課題がある。そこで、当所設置の3トン/日規模の石炭ガス化炉を用い、空気吹きの基本条件に対してガス化剤中CO₂濃度、酸素濃度、給炭量比(リダクタへ供給する石炭の割合)等を変えたガス化試験を行い、ガス化炉内の複雑な反応挙動を

実験的に明らかにするとともに(図3)、提案システムのガス化特性を予測する上で有用なデータを得た[M12005]。

脱硫設備で懸念される高濃度COからの炭素析出を抑制する技術として、CO₂と水蒸気を含むガスタービン排ガスを乾式脱硫装置の上流で石炭ガス化ガスに添加するシステムを提案し、模擬ガスを用いた実験検討により、炭素析出の抑制効果を確認した[M12001]。

* 本研究の一部は、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。

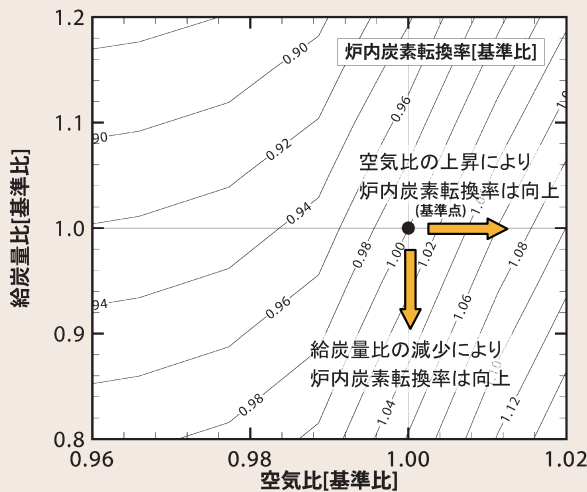


図1 IGCC実証機のガス化特性予測例

当所が開発した一次元ガス化性能解析ツールにより、実証炉のガス化特性を予測可能とした。本図は二つの運転パラメータ^{*1}に対するガス化特性の変化を二次元マップで視覚化したものである。ここでは、ガス化炉の性能指標の一つである炉内炭素転換率^{*2}の予測結果を示す。

※1 空気比は、投入石炭量に対する空気量の割合。給炭量比は、各石炭バーナへの供給量の配分割割。

※2 炉内炭素転換率は、ガス化炉に入る炭素（投入石炭とリサイクルチャーの合計）のうち、生成ガスに転換される割合。

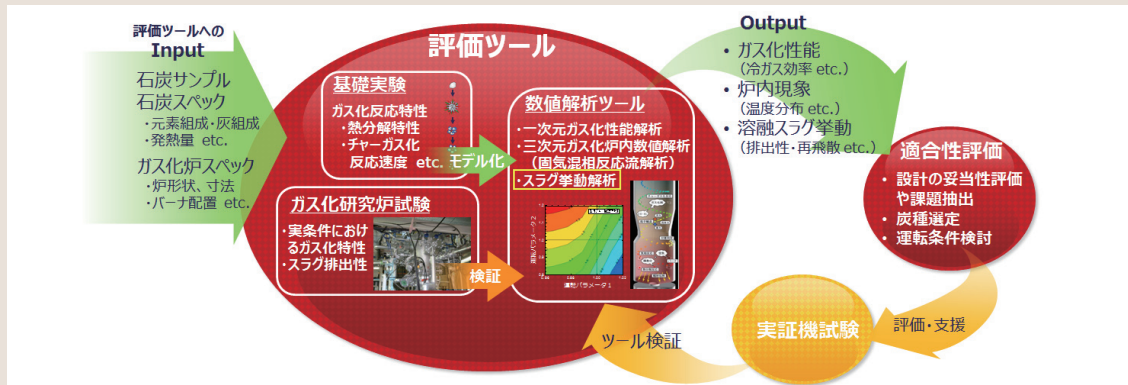


図2 IGCC炭種適合性評価手法の概要

石炭サンプルに対してガス化反応特性基礎実験を行い、実証試験結果で検証された数値解析ツールを適用することにより、商用IGCCプラントにおける炭種適合性を評価する手法を確立した。一次元ガス化性能解析ツールによりガス化特性の感度解析を行い、三次元ガス化炉内数値解析ツールやスラグ挙動解析ツールにより炉内現象を詳細に予測する。

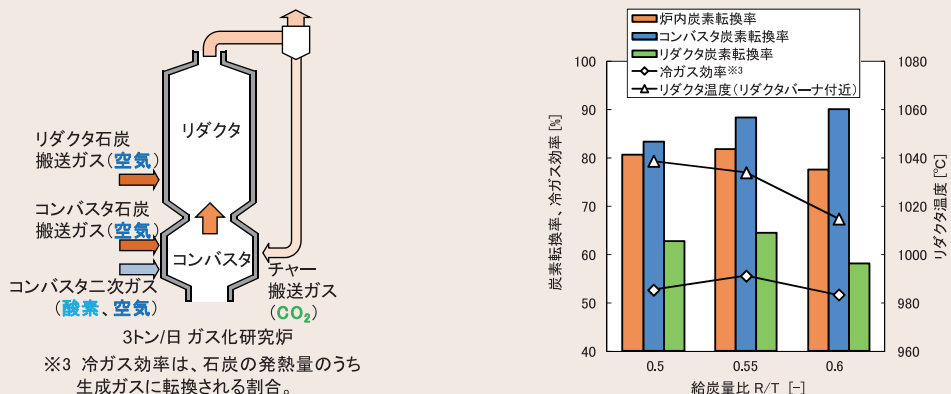


図3 搬送ガスにCO₂を用いたガス化試験における給炭量比の影響

チャー搬送ガスにCO₂を用い、空気比とコンバスタ温度を一定条件として、給炭量比 (R/T=リダクタ給炭量/全給炭量)を変化させてガス化試験を行った。R/Tの減少によりコンバスタ炭素転換率が低下する一方、リダクタでのガス化反応が促進されるという、R/Tに対するコンバスタとリダクタでの相反する反応挙動を明らかにした。