

## CO<sub>2</sub>回収型高効率石炭ガス化発電システムの熱効率

### 背景

石炭は電力のベストミックスを確保するために必要であり、石炭火力発電の高効率化は、CO<sub>2</sub>排出量の削減のために重要である。CO<sub>2</sub>の更なる排出量削減のためには、将来の石炭火力からのCO<sub>2</sub>回収も有効であり、高効率発電とCO<sub>2</sub>回収により、エネルギー資源の有効利用とCO<sub>2</sub>排出量低減の両者を成立させることが必要である。当所では、石炭ガス化複合発電システムからのCO<sub>2</sub>回収技術や、酸素利用型発電システムによる容易なCO<sub>2</sub>回収方法を提案しており、これらのシステムについてCO<sub>2</sub>回収時の熱効率を評価する必要がある。

### 目的

CO<sub>2</sub>回収を容易とする高効率石炭ガス化複合発電および燃料電池システムについて、その発電効率を評価し、高効率発電とCO<sub>2</sub>回収を共に達成できるシステム構成を明らかとする。

### 主な成果

#### 1. 従来型CO<sub>2</sub>回収型IGCCシステム（酸素富化空気吹きガス化＋空気燃焼ガスタービン）

石炭ガス化方式に酸素富化ガス化炉を想定し、ガス化後のガスをシフト反応によりCO<sub>2</sub>リッチとすることにより、CO<sub>2</sub>分離を容易としたシステムの熱効率評価を行った。本システムでは50%程度のCO<sub>2</sub>を回収しながら42%HHV程度の発電端効率を達成できることが分かった（図1、表1）。

#### 2.1 高効率CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化発電システム（酸素吹きガス化＋クロードガスタービンサイクル）

酸素吹き石炭ガス化方式とCO<sub>2</sub>循環型のクロードガスタービンサイクルを組み合わせたシステム構成を提案し、その熱効率解析を行った（図2）。本システムでは酸素利用システムを構成したことにより、57%HHV程度の発電端効率と45%程度の高い送電端効率を維持しながら、CO<sub>2</sub>の全量回収を可能とした（表1）。

#### 2.2 高効率CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化燃料電池発電システム（酸素吹きガス化＋燃料電池）

酸素吹き石炭ガス化方式とMCFC・ガスタービン・蒸気タービンを組み合わせ、MCFCに酸素利用方式を適用した発電システムを提案した。本システムの特徴はMCFCに酸素を利用したことにより電池性能を高くしたこと、及び、MCFCの燃料入口ガスの昇温手段にシフトコンバータを適用することによりMCFC内部での発熱を抑制し、電池の温度調整を容易にしたことである（図3）。本システムを高圧運転（2MPa）することを想定し、10MPaの液体CO<sub>2</sub>回収を行った場合の熱効率を解析した結果、CO<sub>2</sub>液化動力を含めた送電端効率は58%HHV程度を維持することができた。また、システムの簡略化を目的に、MCFCと蒸気タービンのみを用いてCO<sub>2</sub>回収型発電システムを提案し、10MPaの液体CO<sub>2</sub>回収を行った場合の熱効率解析を行った。その結果、CO<sub>2</sub>液化動力を含めた送電端効率は高圧システム（2MPa）で56%HHV、低圧システム（0.15MPa）で48%HHVとなることが分かった（表1）。

以上の結果から、酸素利用形石炭ガス化発電システムを構成することにより、高い発電効率でのCO<sub>2</sub>回収の可能性が明らかとなった。

### 今後の展開

石炭ガス化技術における有効なCO<sub>2</sub>利用方法を検討するとともに、ガスタービンや燃料電池等の構成機器について、信頼性や運用上の課題を明確にしていく。

主担当者 エネルギー技術研究所 エネルギー変換工学領域 主任研究員 吉葉 史彦  
プラント工学領域 上席研究員 幸田 栄一

関連報告書 「高効率CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化燃料電池発電システムの熱効率」電力中央研究所報告：M06011（2007年3月）

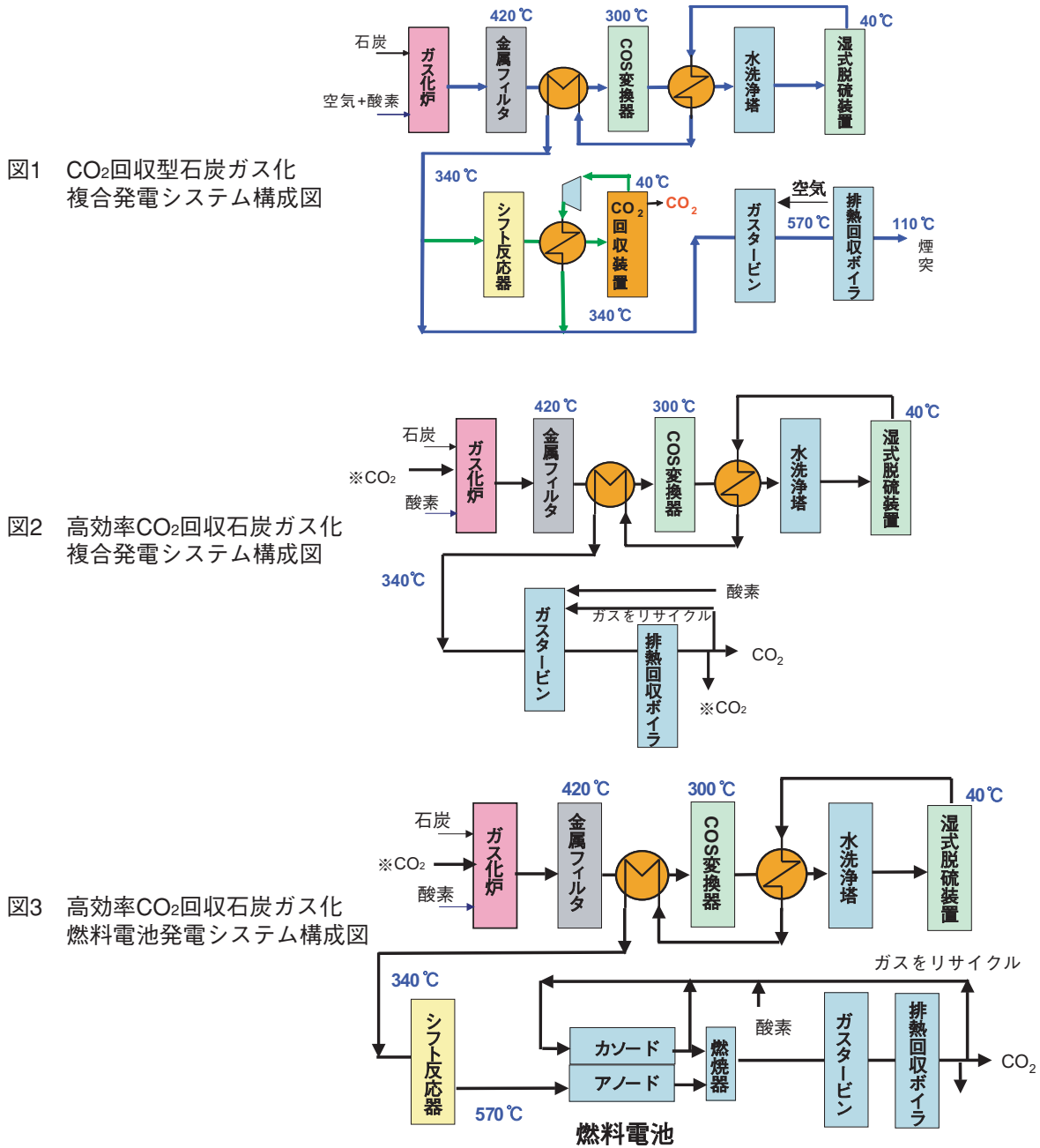


表1 高効率CO<sub>2</sub>回収石炭ガス化発電の発電効率

ケース	CO <sub>2</sub> 回収率	発電端効率	送電端効率	所内率	CO <sub>2</sub> 排出原単位
	(%)	(%)	(%)	(%)	(g/kWh)
従来型CO <sub>2</sub> 回収IGCC	0	47.7	41.6	12.8	765.3
	50	42.3	34.5	18.6	413.6
高効率CO <sub>2</sub> 回収IGCC	100	56.6	45.0	22.7	-
高効率CO <sub>2</sub> 回収IGFC	100	70.4	60.1	15.0	-
高効率CO <sub>2</sub> 回収IGFC (10MPa, LCO <sub>2</sub> 回収)	100	67.1	56.7	15.5	-