

「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」  
 評価検討会(第2回)資料(概要版)  
 <大崎クールジェンプロジェクト>

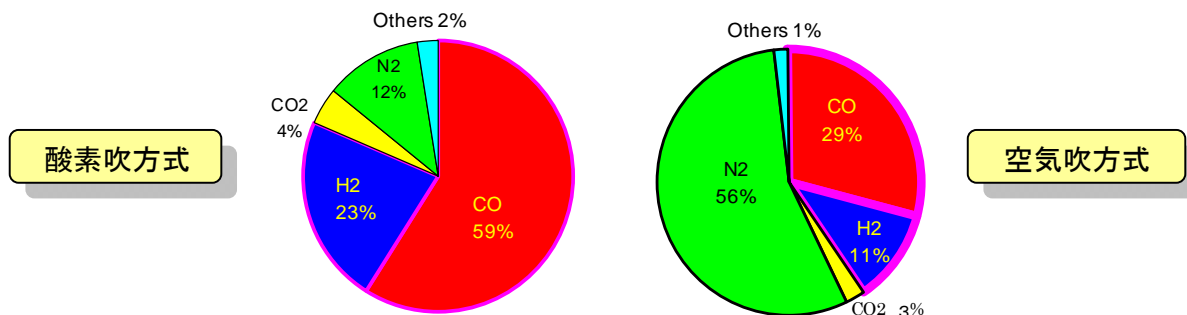
1. 酸素吹IGCCの必要性について(第1段階)

(1) 空気吹と酸素吹の違い(酸素吹のメリット)

【回答1. (1)①】 トータルでのエネルギー効率と優位性

- ・酸素吹方式は生成する石炭ガスの燃料成分(CO、H<sub>2</sub>)の割合が高い  
 (酸素吹方式は生成ガス中にN<sub>2</sub>が少なく、燃料成分の割合が高い)
  - ・酸素吹 CO:59%、H<sub>2</sub>:23%、N<sub>2</sub>:12% → 82%が燃料成分
  - ・空気吹 CO:29%、H<sub>2</sub>:11%、N<sub>2</sub>:56% → 40%が燃料成分

ガス化炉出口の石炭ガス化ガスの組成例



- ・酸素吹方式は生成する石炭ガスの発熱量が高く、高温ガスタービン(1700℃級等)を用いたIGCCシステムとして運用することが容易。

酸素吹方式の生成ガスの発熱量 約 2,500 kcal/Nm<sup>3</sup>

空気吹方式の生成ガスの発熱量 約 1,000~1,300 kcal/Nm<sup>3</sup>

- ・酸素吹IGCCと空気吹IGCCを30万KW級、1300℃級GTの条件で比較。
  - ・送電端効率は約43%で同等。

・CO2分離回収を付加したIGCCとの比較

酸素吹方式は、生成ガス中に窒素成分が少なく生成ガスの量が空気吹方式の約半分である。よって、生成ガスからCO2を分離回収する際のエネルギーは空気吹方式よりも小さい。一方、酸素吹方式は空気吹方式より生成ガス中にCO2が少ないため、CO2回収前のシフト反応(CO+H2O→CO2+H2)においてCOをCO2に変換するための蒸気量をより多く必要とする。

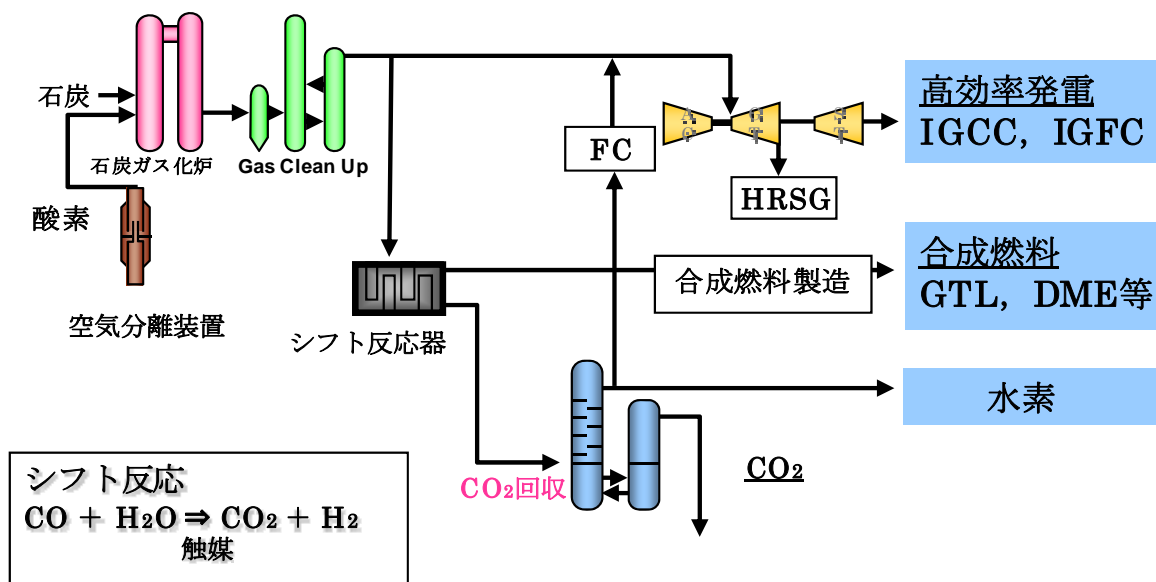
電力中央研究所が行った試算では、CO2回収率が高くなると酸素吹IGCCシステムが有利になるとの結果もある。今後、大崎クールジェンPJにおいて実証規模でこれらを検証することにより、両方式のより精緻な比較が可能となる。

・酸素吹方式はIGFCに展開が可能

酸素吹IGCCはIGFCの基幹技術として位置付けられる。燃料電池の開発動向を踏まえ、燃料電池が大規模発電への適用が可能となるレベルに達していることが確認されれば、本事業の第3段階において燃料電池を組み込みIGFCシステムの実証を行う。

・酸素吹方式は合成燃料(GTL,DME)製造等、生成ガスの産業用途活用が可能。

酸素吹ガス化炉の生成ガスのカロリーが高い。

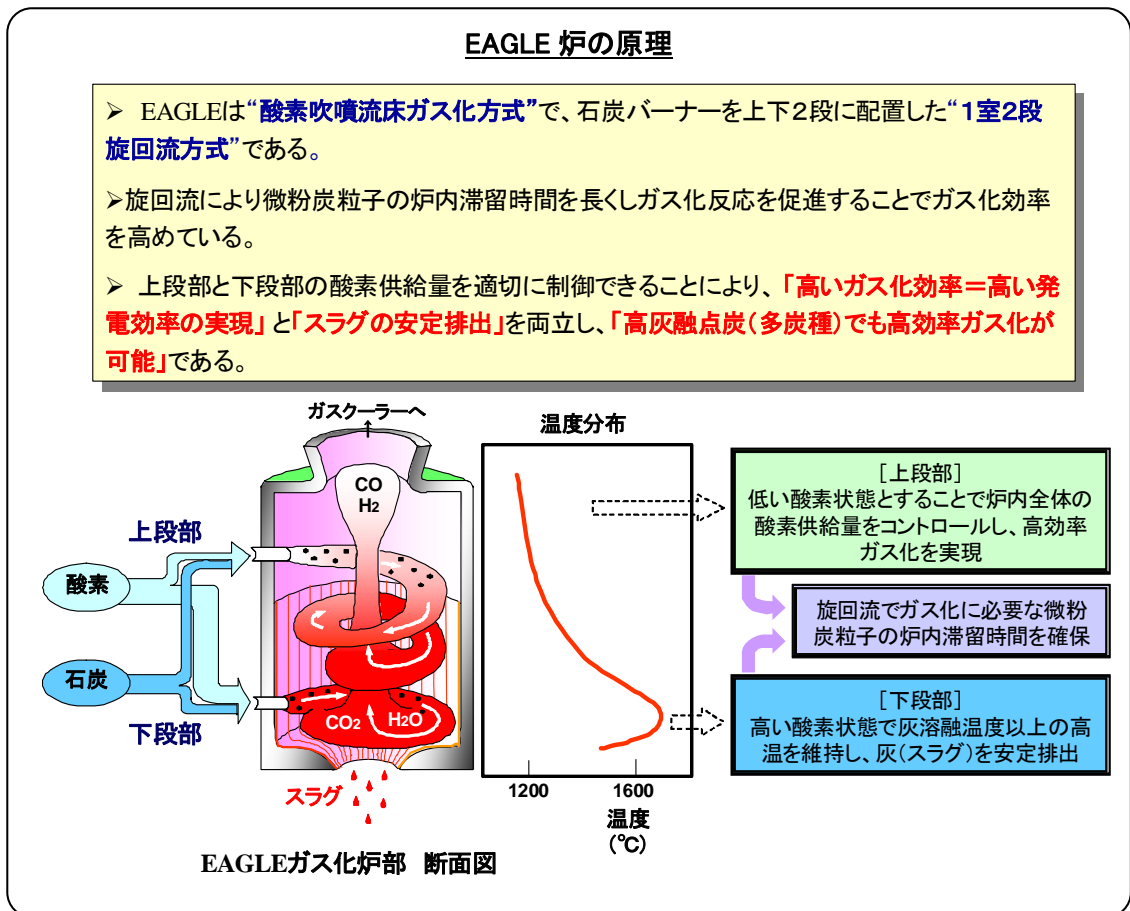


## (2) EAGLE炉の特徴 (パイロット規模の酸素吹ガス化炉)

### 【回答1. (1)②】 海外の酸素吹IGCCと比較した場合の優位性

#### ・EAGLE炉の原理

- ・石炭バーナーを上下2段に配置。下段部は高い酸素状態で高温にして、灰の溶融を促進。上段部は低い酸素濃度にしてガス化反応を促進。上段部と下段部への酸素供給量を適切に配分。炉内に旋回流を形成するバーナーを配置。



#### ・EAGLE炉の特徴

- ・ガス化効率が高い(80~82%)
  - : 生成するガスのうち、カロリーの高いCO、H<sub>2</sub>の分量が多い
  - : 空気吹きガス化炉のガス化効率は約75~77%
- ・幅広い炭種で高いガス化効率を実現

## ・海外のガス化炉、IGCCとの比較

### ・ガス化効率

海外の酸素吹ガス化炉は石炭バーナーが1段であり、灰の溶融温度を確保するためガス化炉全体が高温になるため、生成ガスが燃焼(消費)し易くガス化効率が低くなる。

EAGLE炉は上下2段の石炭バーナーで下段の燃焼部で酸素供給量を制御しスラグの排出に容易な高温を保つとともに、上段のガス化炉で酸素供給量を制御してガス化に必要な酸素供給量を最適化する構造。これによりガス化効率が高くなる。また、EAGLE炉は独自の旋回流方式を採用しているため、石炭が石炭ガス化に適した温度帯に滞留する時間が長く、ガス化が促進される。

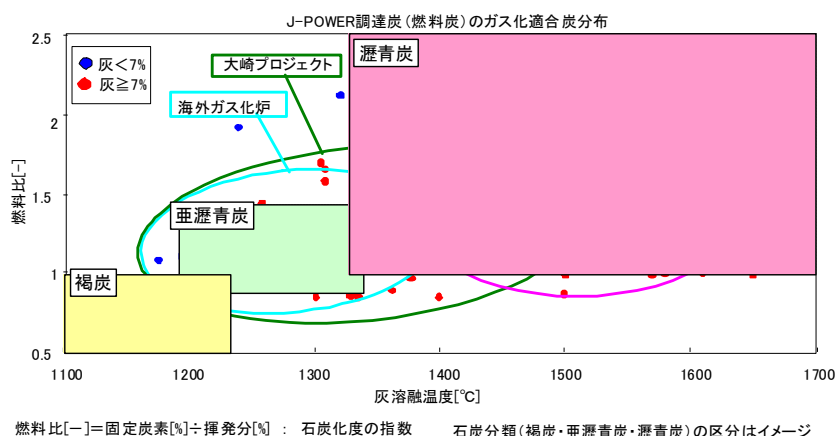
また、燃料である石炭をスラリー(石炭を水と混ぜ液体状としたもの)としてガス化炉に投入する海外の酸素吹ガス化炉は、ガス化の際、水分の蒸発によりエネルギーが消費されることからガス化効率が低い。

EAGLE炉は石炭をドライのままガス化炉に投入していることからガス化効率が高い。

### ・他炭種対応

海外の酸素吹ガス化炉は、地元の石炭及び限られた種類の海外炭を用いており、他炭種には対応していない。EAGLE炉は幅広い炭種で高いガス化効率を実現している。

多炭種対応:高灰溶融点炭、低灰分炭



### ・以下の観点については、(4)海外の酸素吹きIGCCの状況の項目に記載

:IGCC発電効率

:IGCC連続運転時間

:IGCC排水処理技術

### (3) 大崎クールジェンプロジェクトの目標と課題

【回答1. (1)⑤】 本事業(第1段階)を実施する意義

【回答1. (3)①】 建設期間(5年)

【回答1. (3)②】 第1段階の成果・効果

【回答1. (3)⑤】 炭種拡大

#### ・酸素吹きIGCC実証事業の意義

大崎クールジェンPJは先行して実施したEAGLEパイロットプラント(酸素吹きガス化炉:石炭使用量 150t/日)で確立したガス化炉技術を、商用規模の1/3(石炭使用量 1100t/日)にスケールアップして実証試験を行うことで、商用化(石炭使用量 3000t/日)への見通しを得ることを目的としている。

EAGLE 炉で得られたガス化効率、他炭種対応の機能を有したガス化炉を用いてIGCC システムの実証研究を行うことによって、高効率(発電効率46%)でかつ産炭国での未利用炭の活用や微粉炭火力のリプレースにも対応できる幅広い炭種適合性を有した発電設備の実現が可能となる。

また、生成するガスの燃料成分割合が多い特徴を生かし、酸素吹ガス化炉の産業分野での利用も可能となる。

#### ・第1段階の実証事業の内容について

##### ・スケールアップのエンジニアリング的検証

大崎クールジェンプロジェクトは、スケールアップに伴って炉の直径が大きくなり、石炭粒子に働く遠心力が大きくなる。ガス流と石炭粒子の影響により、ガス化炉の炉壁が損傷し易くなるため、遠心力の大きさと石炭のガス化率のバランスを取る必要がある。実証試験では、バーナーから吹き込まれる石炭粒子とガス流の設備に及ぼす影響と石炭のガス化効率の関係を明らかにし、商用機の設計に資することが研究課題である。

##### ・全体システム確立

石炭火力発電所に求められる運用性を満足するため、各設備の連係を取った安定的・効率的な運転を行うための協調制御を確立する。

#### ・第1段階の実施期間について

第1段階の酸素吹IGCC実証は、平成24年度から平成28年度までの5年間で実証設備を建設し、平成28年度から平成30年度まで実証運転を行う計画であり事業期間は7年間である。

## (4) 海外の酸素吹きIGCCの状況

### 【回答2. ②】IGCCの国際的な状況

#### ・IGCC発電効率

海外の酸素吹きIGCCの発電効率(送電端:実績値)は37.5%~41.4%である。

海外のIGCCの送電端発電出力は250MW~283MWであり、大崎クールジェンPJの発電出力140MWの約2倍。大崎クールジェンの発電効率目標値40.5%を、商用機レベル(370MW 1500°C級ガスタービン)に適用すれば、発電効率は約45.6%であり、海外で先行している酸素吹きIGCCの発電効率を遙かに上回る。

#### ・IGCC連続運転時間

海外の酸素吹きIGCCは、連続運転時間が1000~2500時間程度。3200時間の実績を有するプラントもあるが、年間でのフル稼働(8760時間)を考慮すれば、実用レベルにあるとは言い難い。大崎クールジェンPJは5000時間の連続運転を目標としており、当該目標値が達成されれば、商用運転に求められる年間稼働率70%以上が期待できる。

#### ・IGCC排水処理技術

海外の酸素吹きIGCCには高度排水処理設備が設置されていない。大崎クールジェンPJでは我が国の環境規制に適応可能な高度排水処理設備を設置し技術を実証することで優位性をもつ。

#### ・CO<sub>2</sub>分離回収実証計画

海外の酸素吹きIGCCにおいて、CO<sub>2</sub>分離回収を組み込んだ調査はオランダ(ブフナム)、スペイン(プエルトヤーノ)で行われているが、机上及びラボスケールのものであり、実証規模で計画しているのは大崎クールジェンPJだけである。

#### ・IGFC実証の計画

海外の酸素吹きIGCCにおいては燃料電池を組み込んだ計画は検討されていない。実証規模で計画しているのは大崎クールジェンPJだけである。

## 2. CO2回収・貯留について(第2段階)

【回答1. (1)⑤】 本事業(第2段階)を実施する意義

【回答1. (3)③、④】 CCS関連事業・分離回収技術、CO2処分

### ・第2段階の実証事業の意義、実証事業の内容について

#### 実証事業の意義

第2段階では、第1段階の酸素吹IGCCにEAGLEパイロットプラントの成果を反映したCO2分離回収設備を追設する。この実証試験を通して、酸素吹IGCCにCO2分離回収技術を組み合わせたシステムの運用技術を確立する。これにより、CO2分離回収型IGCCの実用化に目途が立ち、国が主導して実施するCO2輸送・貯留技術と組み合わせることで、ゼロエミッション石炭火力が実現できる。

なお、回収したCO2は、今後CO2輸送・貯留などのCCS実証試験が行われる場合、その事業との積極的な連携を図る。

#### 実証事業の内容

CO2分離回収装置が付設されたIGCCプラントにおいて、高効率発電とCO2分離回収を両立できることを確認する。主要な研究課題は以下のとおり。

- ・CO2分離回収を伴うエネルギーロスを低減するため、発電システム全体での連携を確立
- ・発熱反応であるCOシフト反応器の温度を安定制御する運転方法を確立する。
- ・回収するCO2を高純度に維持する運転方法を確立する。

## 3. 燃料電池との組合せについて(第3段階)

【回答1. (1)③】 第1、第2段階の圧力条件等

【回答1. (1)④】 燃料電池システムの検討

【回答1. (1)⑥、⑦、⑧】

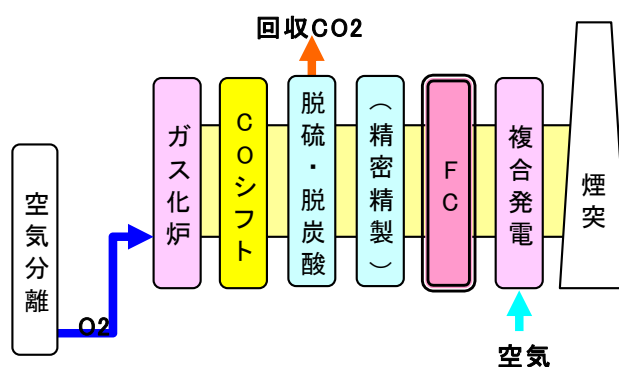
### ・大規模発電用燃料電池開発の状況

- ・NEDOは2012～2014年度にガスタービン、蒸気タービン、SOFCを組み合わせた液化天然ガス仕様の40～90MW級のトリプルコンバインド発電システムの運転技術等の検証を計画している。
- ・NEDOのSOFC開発ロードマップによれば、当該トリプルコンバインドシステムの運転技術等の検証の後に大型コンバインドシステムの開発・実証を行う計画とされている。当該開発・実証の成果を踏まえ、2020年頃には燃料電池をIGCCシステムに組み込むことが可能になると考えられることから、大崎クールジェンPJの第3段階事業では、2018～2020年度にかけてIGFCシステムの設計・建設を行い、

2021年度にIGFCシステムの実証を行う計画としている。

#### ・IGFCシステムの検討

大崎クールジェンPJでは、第2段階でCO<sub>2</sub>分離回収設備が追設されることから、石炭ガス化ガスから製造された水素リッチガスを利用可能である。この水素リッチガスは不純物による被毒リスクおよび炭素析出リスクが少なくなると予想されるため、燃料電池への応用が比較的容易であり、早期にシステム化が可能であると考えられる。よって、大崎クールジェンPJの第3段階では、燃料電池の前でCO<sub>2</sub>回収を行う以下のシステムの採用を考えている。



#### 4. 次段階へ繋げるための評価体制等について

【回答1. (2)①】 評価、推進体制

【回答1. (2)②】 プロジェクト実施体制

【回答1. (2)③】 評価結果の反映

#### ・事業開始前の目標値等の検討

事業開始年度(平成24年度)に経済産業省石炭課が設置する「事業評価委員会」において、実証事業の目標値、事業スケジュール等の妥当性について審議する。

#### ・事業中間評価

第1段階中間年度(平成27年度)に経済産業省石炭課が設置する「事業評価委員会」において、第2段階への事業移行の可否をも含めた評価を行う。大崎クールジェン(株)は、評価結果を踏まえ、必要に応じ事業計画等を見直す。

#### ・事業終了時前評価

第1段階終了時(平成30年度)に経済産業省石炭課が設置する「事業評価委員



会」において評価を行う。

・事業の進捗状況によって技術開発課題が生じた場合、経済産業省産業構造審議会技術分科会評価小委員会の場においても評価を行う。

## 5. その他

【回答1. (4)①】 海外展開戦略、USC戦略との差異

【回答1. (4)②】 市場、他技術との関係における競争見通し

【回答1. (4)③】 海外への輸出を見据えた計画について

【回答2. ①】 社会、経済への貢献

【回答2. ③】 第1段階の費用構成、第2、第3段階の事業費、開発要素