



大崎クールジェンCO₂分離・回収型酸素IGCC 実証試験の進捗について

～革新的な運用性を有した大崎クールジェン酸素吹IGCC～

2019年1月18日
大崎クールジェン株式会社

<p>社 名</p>	<p>大崎クールジェン株式会社 (Osaki CoolGen Corporation)</p> <p>国のグリーンコール政策である『Cool Gen 計画』を 実現していくという思いを込めて命名</p> <p><u>Cool Gen 計画</u> 技術開発ロードマップに基づき、IGCC、IGFC と CCS を組み合わせた 『革新的低炭素石炭火力発電』の実現を目指した実証試験研究プロジェクト</p>
<p>設 立</p>	<p>➤2009年7月29日</p>
<p>所 在 地</p>	<p>➤広島県豊田郡大崎上島町中野 6208-1</p>
<p>出 資 比 率</p>	<p>➤中国電力株式会社 50% ➤電源開発株式会社 50%</p>
<p>事 業 内 容</p>	<p>究極の高効率石炭火力発電である石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC)の 基幹技術である酸素吹石炭ガス化複合発電(酸素吹IGCC)および二酸化炭素 分離回収技術に関する大型実証設備の建設および 試験の実施</p>

※IGCC(Integrated Coal Gasification Combined Cycle) : 石炭ガス化複合発電

※IGFC(Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle) : 石炭ガス化燃料電池複合発電

※CCS(Carbon Dioxide Capture and Storage) : 二酸化炭素回収・貯留

大崎上島町（実証試験実施地点）の概要

面積	約43km ²
人口	7,573人（2018年10月末現在）
アクセス	広島県本土側とは陸路がなく、竹原・安芸津港と高速船、フェリーで結ばれている。 （広島県近郊の港までフェリーで約30分）



1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

(1) 酸素吹IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成

(3) 成果と進捗状況

2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

(1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成と実証試験目標

(3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

- (1) 酸素吹IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成
- (3) 成果と進捗状況

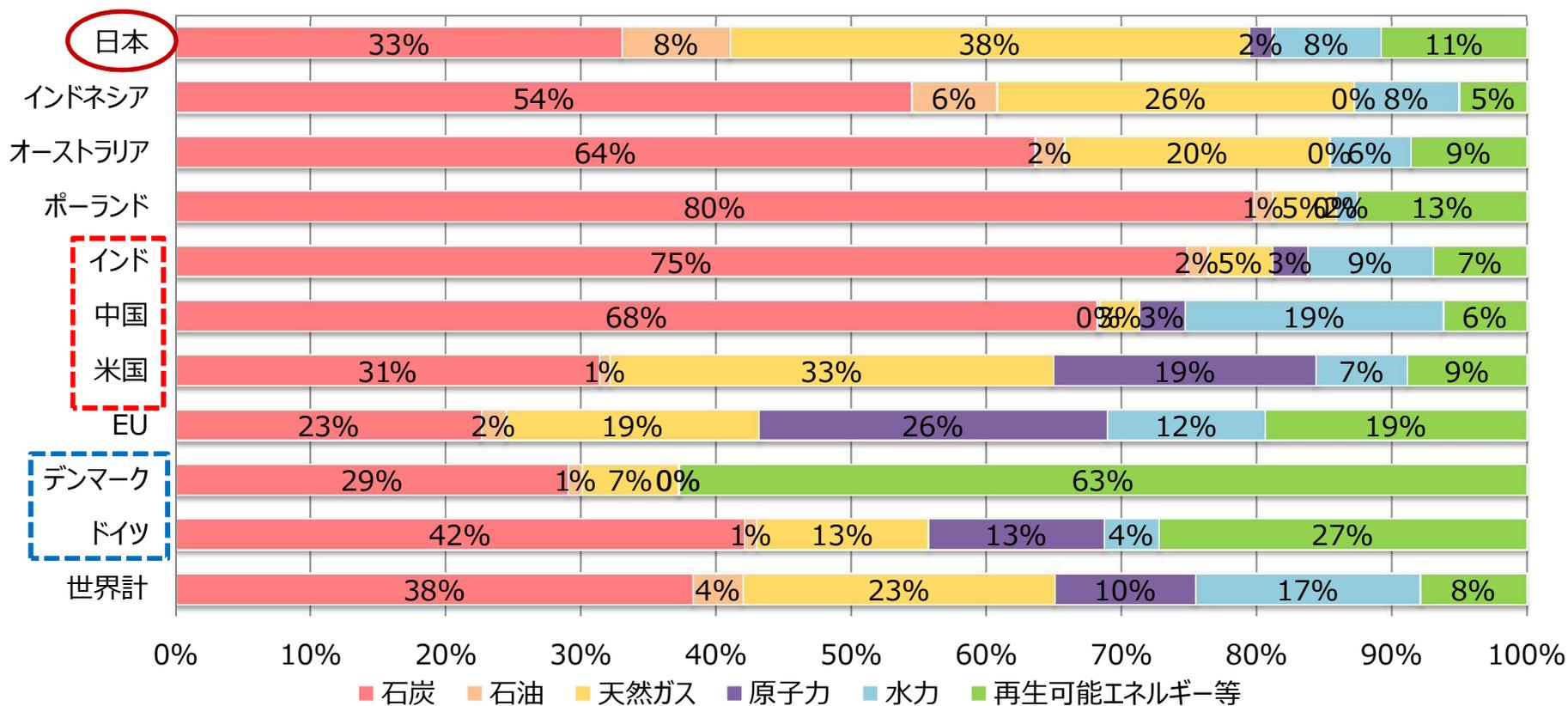
2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

- (1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成と実証試験目標
- (3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

世界における石炭火力の位置付け

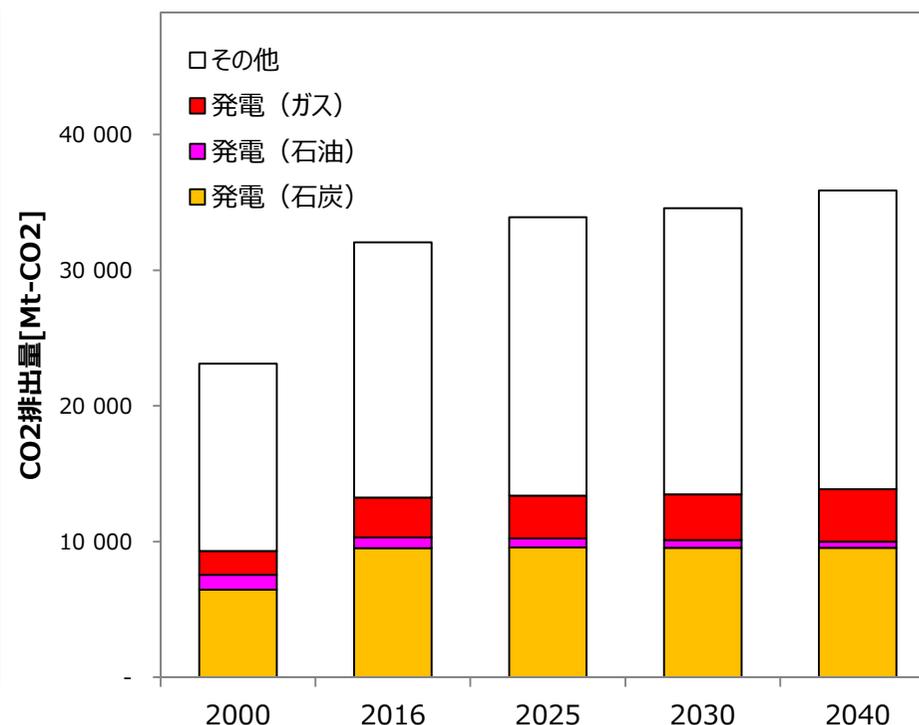
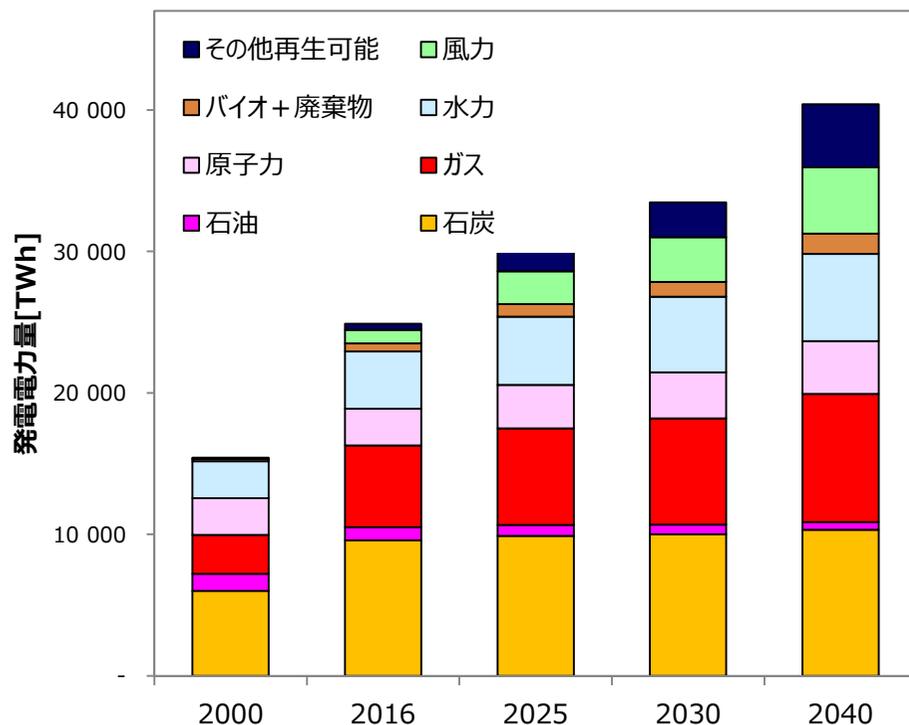
- 世界の発電電力量の約4割が石炭火力で、最も大きな割合を占有。
 - 石炭火力の割合は、エネルギー消費の大きい中国、インド、米国で高い。
 - 日本においては、約3割が石炭火力。
 - 再生可能エネルギーの導入が進むドイツ、デンマークでも、石炭火力が電力供給を支える。



主要国の電源別発電電力量 (2016)

出典：IEA統計資料(Electricity and Heat for 2016)

世界の発電電力量とCO₂排出量の見通し



石炭火力が世界の発電電力量に占める割合 **26% (2040年)**

石炭火力からのCO₂排出量が世界の総排出量に占める割合 **27% (2040年)**

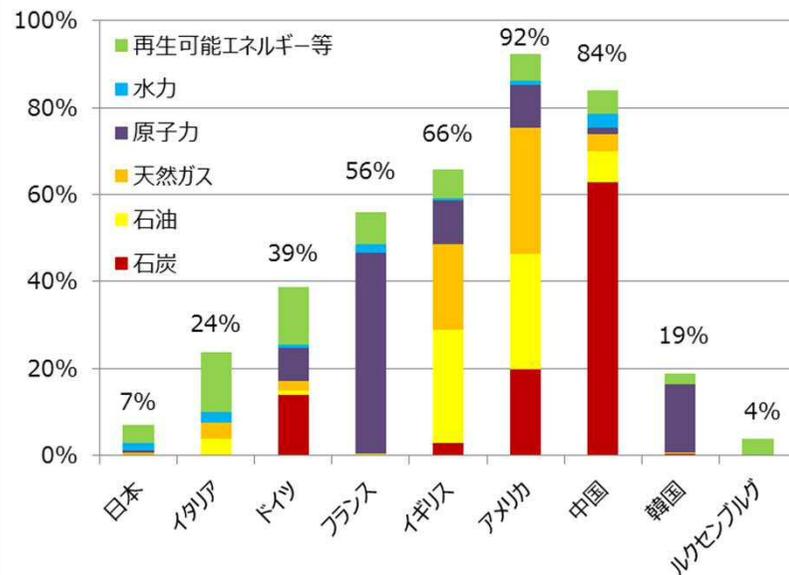
- 世界の発電電力量の約3割を石炭火力が担い、今後も重要な位置づけ
- 世界のCO₂排出量の約3割が石炭火力からの排出であり、今後の排出削減が課題

日本における石炭火力の必要性

- 世界に比べエネルギー自給率が約 7%と低い日本では、安定供給性が高く、経済性に優れた石炭火力が、エネルギー基本政策の「3E+S」のエネルギーミックスを達成するために不可欠
- パリ協定を前提に策定された政府のエネルギー需給見通しにおいても2030年において26%を占める見込み

エネルギー自給率

OECD加盟国(35)の内、2番目に低い水準

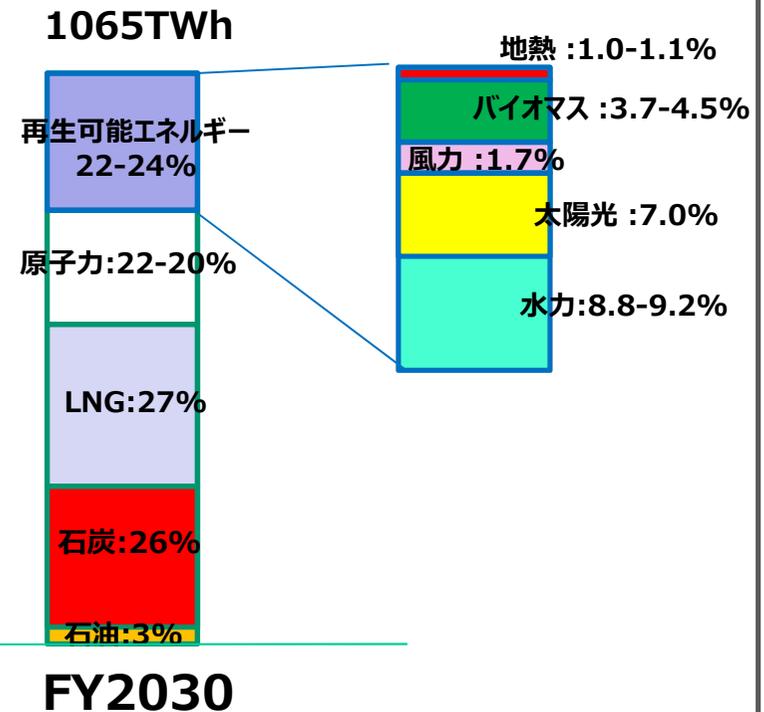


世界各国の一次エネルギー自給率比較(2015年)

IEA統計資料 (Balances for 2015)より作成

日本の電源構成見通し*

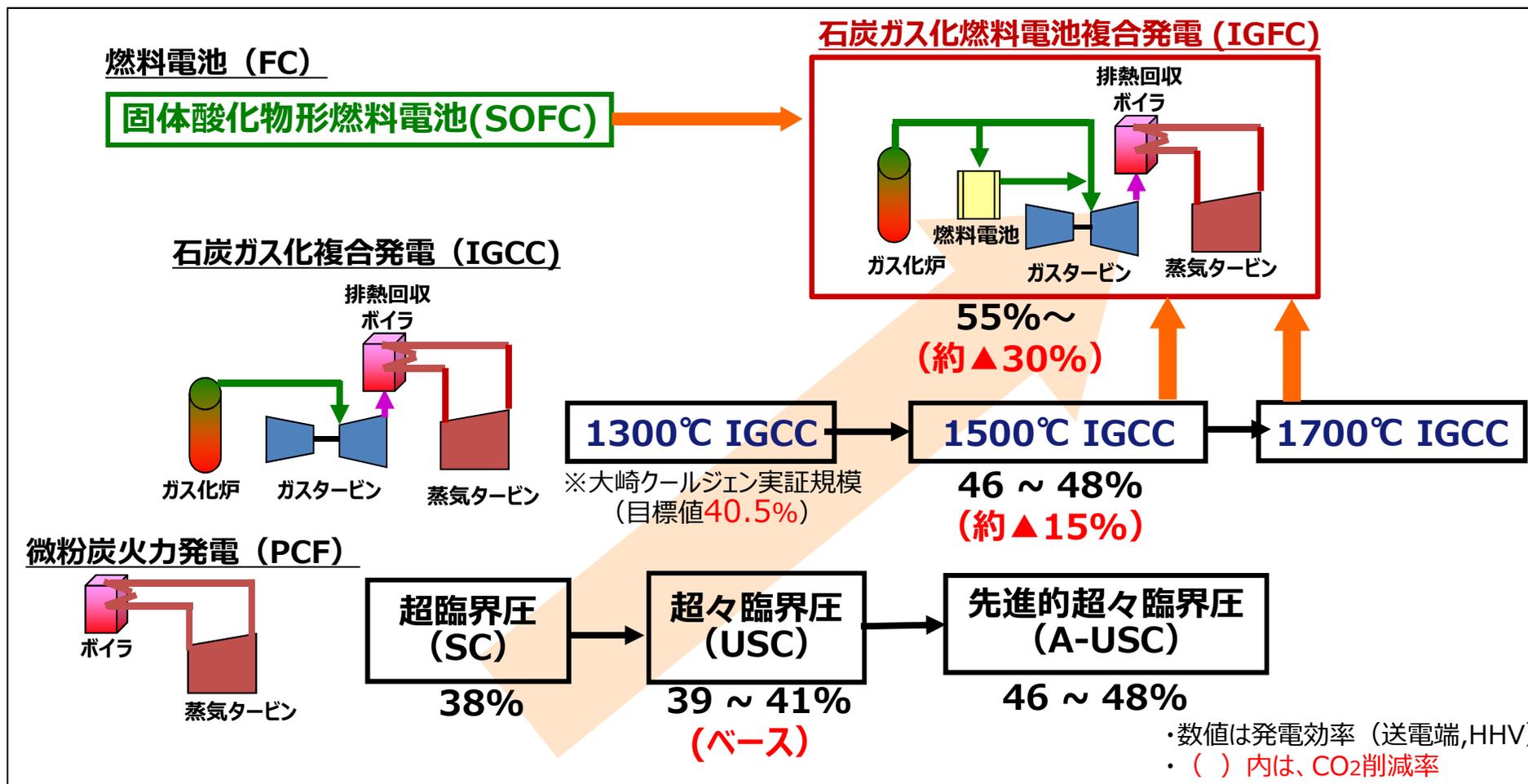
電源構成



* 経済産業省 長期エネルギー需給見通し(2015年7月)

高効率石炭火力発電の技術開発ロードマップ

- 石炭火力は、蒸気タービンのみで発電する微粉炭火力(PCF)の超々臨界圧(USC)が主流だが更なる高効率化に向け、発電要素を増やした複合発電方式の技術開発を進めている
- 究極の複合化技術であるIGFCが実用化すれば14pt以上の発電効率向上が可能となり、その結果、USC比で**約30%のCO₂排出量を低減**



1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

- (1) 酸素吹IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成
- (3) 成果と進捗状況

2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

- (1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成と実証試験目標
- (3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

大崎クールジェンプロジェクトの意義

持続可能な社会に向けて

- 増大する電力需要に対して経済性の高い石炭を効率的に利用
- 温暖化対策としてCO₂排出量を大幅に削減

日本（資源輸入国）における石炭の必要性

- 資源量が豊富で世界に広く分布し、低価格で安定している石炭はエネルギーミックスにおいて不可欠



大崎クールジェンプロジェクト

第1段階 : 酸素吹IGCC

第2段階 : IGCC + CO₂分離回収

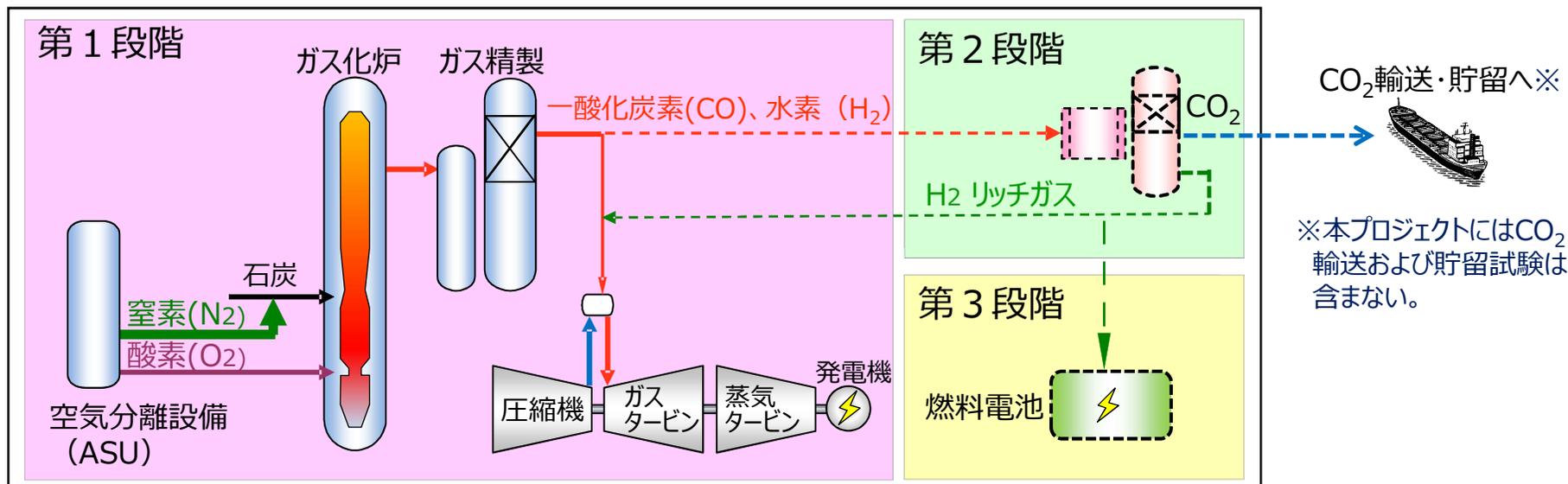
第3段階 : IGFC + CO₂分離回収

2. プロジェクト概要

プロジェクト概要

- 石炭火力発電から排出されるCO₂を大幅に削減させるべく、究極の高効率発電技術であるIGFCとCO₂分離・回収を組み合わせた革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す
- プロジェクトは3段階で構成され、第1段階は2012年度から経済産業省補助事業として開始し、2016年度からは第2段階と合わせてNEDO助成事業として実施

年度	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
環境アセスメント		■												
フィージビリティスタディー		FS調査				FS調査		FS調査						
第1段階 酸素吹IGCC実証			設計・製作・据付				実証試験							
第2段階 CO ₂ 分離・回収型IGCC実							設計・製作・据付		実証試験					
第3段階 CO ₂ 分離・回収型IGFC実証									設計・製作・据付		実証試験			



1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

(1) 酸素吹IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成

(3) 成果と進捗状況

2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

(1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成と実証試験目標

(3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

大崎クールジェンでは、EAGLEプロジェクト※
で蓄積してきた技術知見を活用する。



商用機へ



大崎実証試験 166MW
(1,180t/d/FY 2016～ @大崎上島)

EAGLEパイロット試験
(150t/d/FY 2002～2013 @北九州)



HYCOL試験
(50t/d/FY 1991～1993 @袖ヶ浦)



PDU試験
(1t/d/FY 1981～1985 @勝田)

※「多目的石炭ガス製造技術開発」H10～H21年度
(NEDO/電源開発共同研究)
「革新的CO2回収型石炭ガス化技術」H22～H25年度
(NEDO/電源開発/日立共同研究)

■ 石炭ガス化発電の高効率化・グリーン化による環境保全と化石資源および副生品の有効活用

- 発電効率の飛躍的な向上とCO₂排出量の大幅な低減
- 燃焼前の高圧ガスからの効率的なCO₂分離回収
- 低位品位炭（亜瀝青炭、褐炭）から高品位炭（瀝青炭）まで幅広い炭種を利用可能
- 石炭ガス化溶融スラグの有効利用および灰の減容化

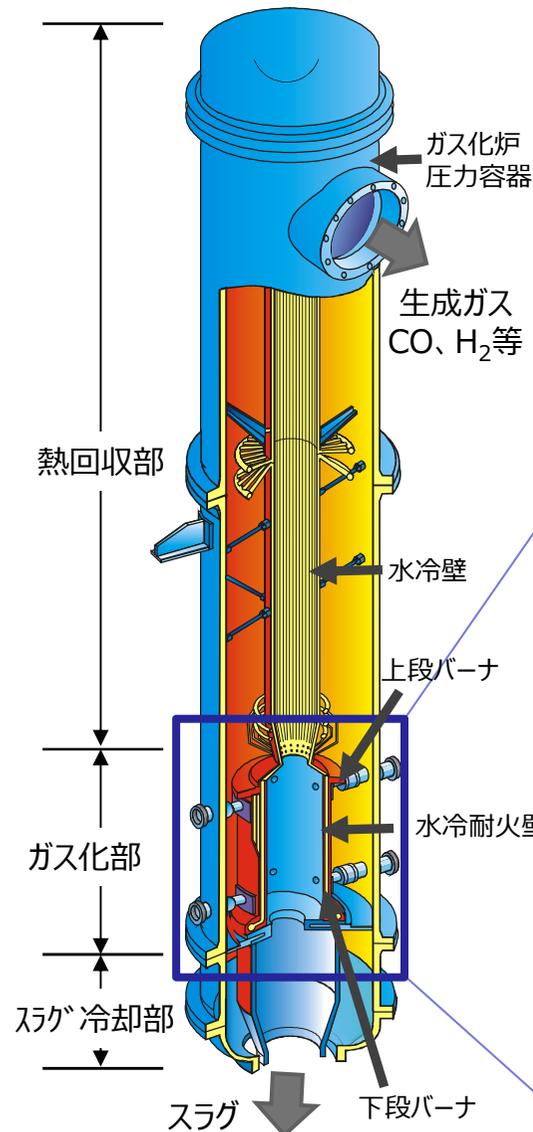
■ 石炭ガス化ガスの多目的利用

- 発電用途以外に合成燃料や化学原料など幅広い利用が可能

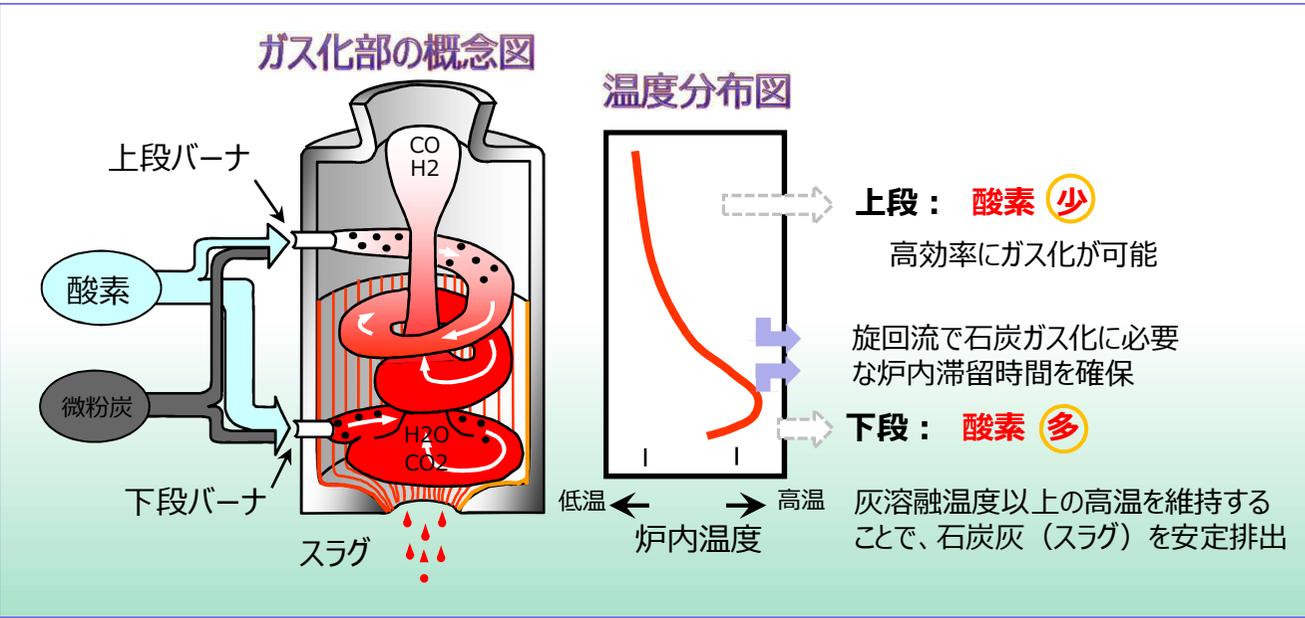
EAGLEガス化炉の特徴①

－ 酸素吹1室2段旋回流ガス化炉 －

EAGLEガス化炉の構造



- ガス化部に上下 2 段の石炭バーナを配置した“ 1 室 2 段旋回流方式”を採用
- 上段部と下段部の酸素供給量を適切に制御することで、「高いガス化効率 (= 高い発電効率)」と「スラグの安定排出」の双方が実現でき、低灰融点炭に限らず高灰融点炭でも高効率にガス化することが可能
- 酸素吹ガス化炉であるため、生成ガス中にN₂が少なく空気吹に比べて燃料成分 (CO、H₂) の割合が高い (発熱量が高い)



上段: 酸素 少
高効率にガス化が可能

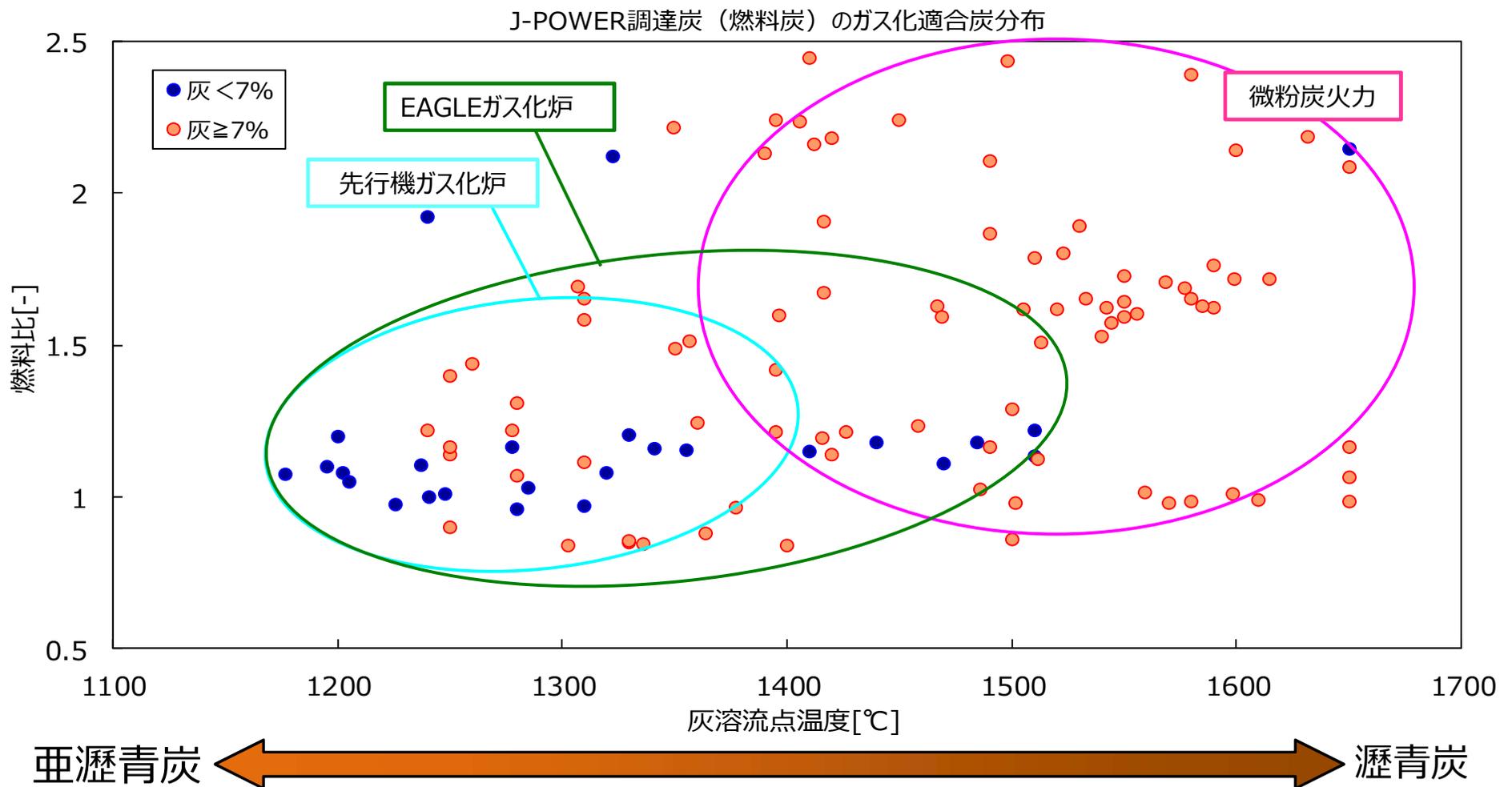
旋回流で石炭ガス化に必要な炉内滞留時間を確保

下段: 酸素 多
灰溶融温度以上の高温を維持することで、石炭灰 (スラグ) を安定排出

EAGLEガス化炉の特徴②

－ 幅広い炭種適合性 －

➤ EAGLEガス化炉は、今後利用拡大が期待される低品位炭から一般の微粉炭火力で利用される瀝青炭の一部まで**幅広い炭種が適用可能**



1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

(1) 酸素吹IGCC技術開発経緯

(2) **設備構成**

(3) 成果と進捗状況

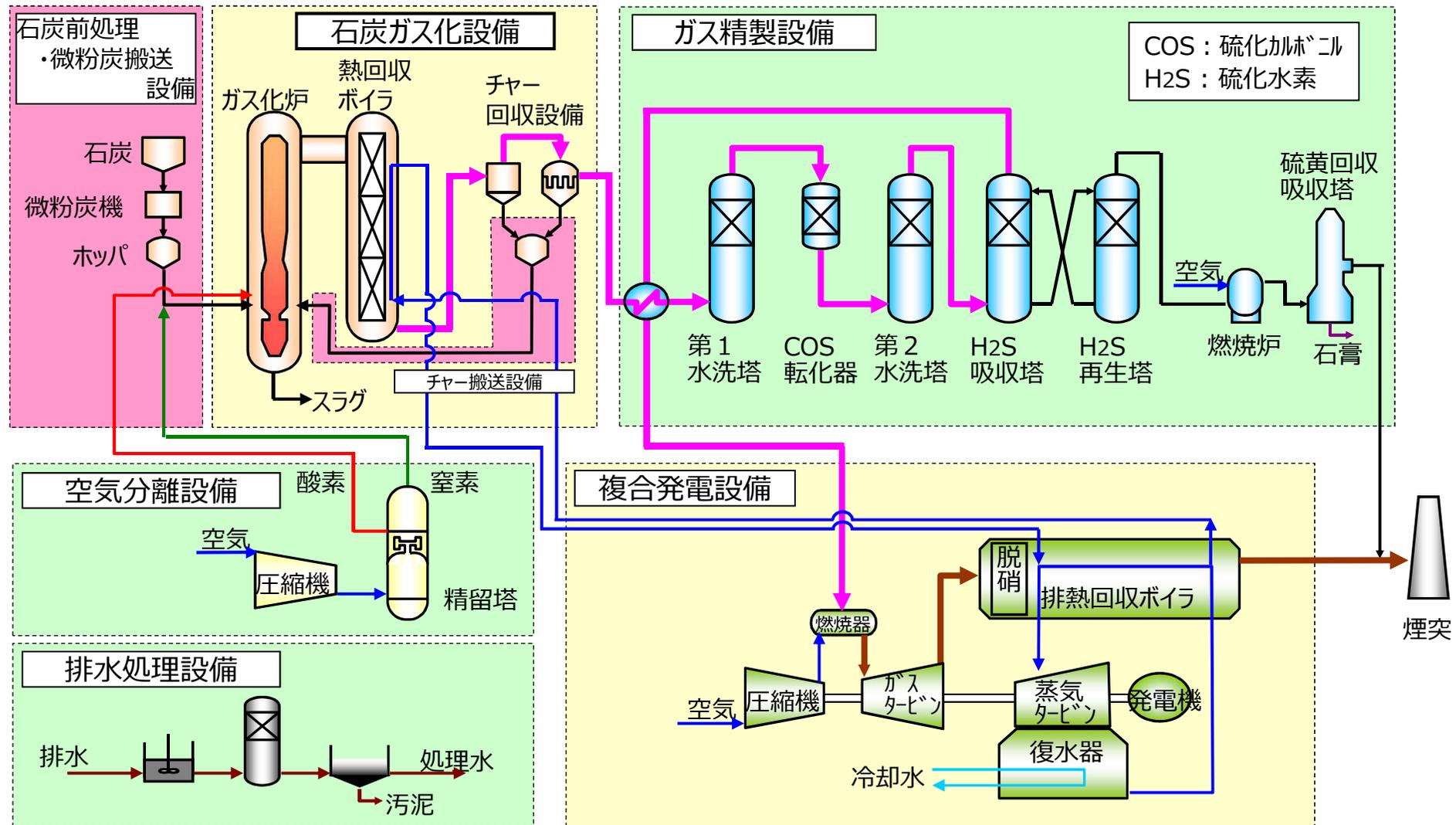
2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

(1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成と実証試験目標

(3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー



1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

(1) 酸素吹IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成

(3) 成果と進捗状況

2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

(1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成と実証試験目標

(3) 進捗状況

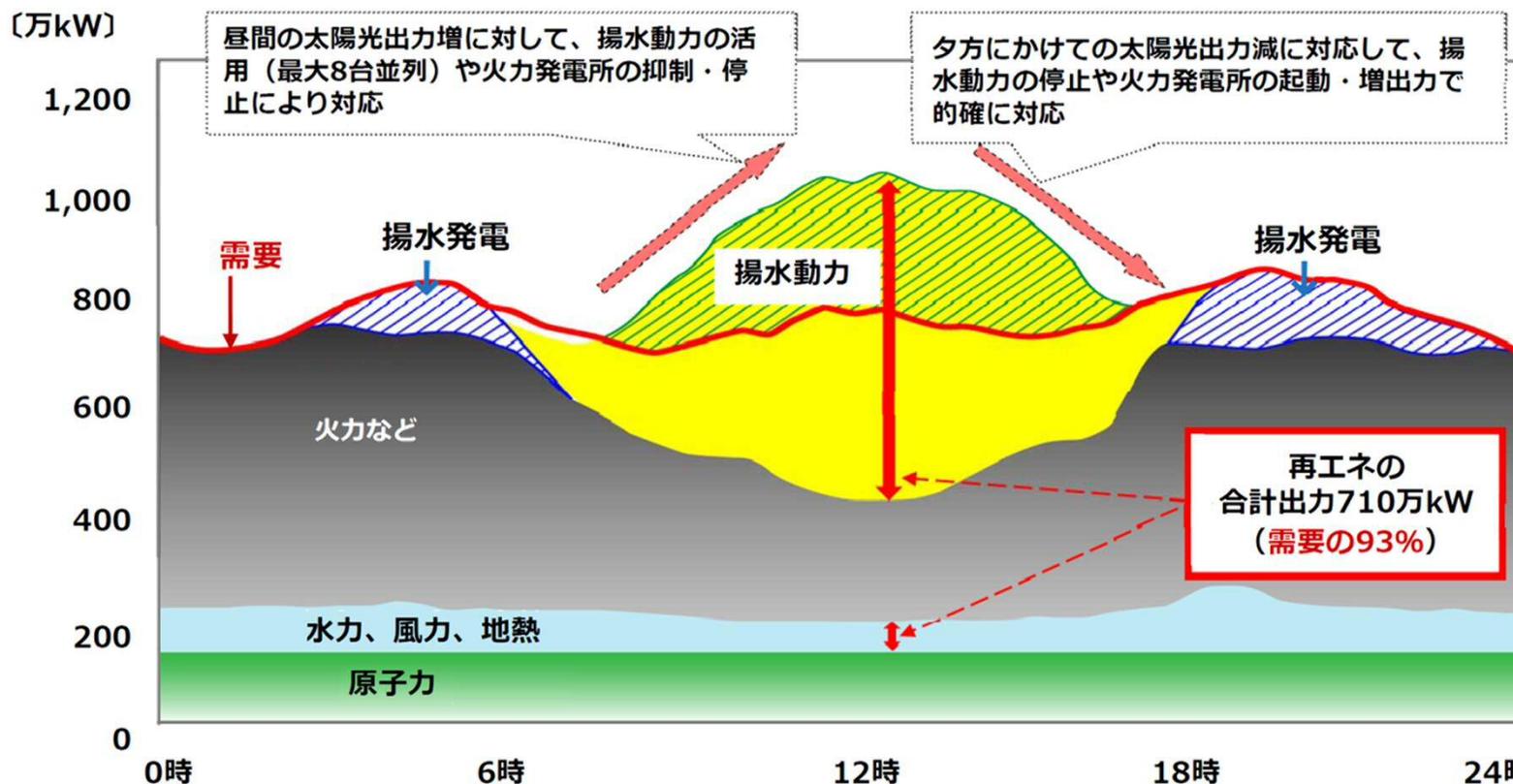
3. 未来社会のためのエネルギー

項目	目標	実績
基本性能 (プラント性能)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 送電端効率：40.5% (HHV) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 送電端効率：40.8% (HHV) <p>達成</p>
基本性能 (環境性能)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SO_x：8ppm ➤ NO_x：5ppm ➤ ばいじん：3mg/m³N (O₂：16 %換算) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SO_x：< 8ppm ➤ NO_x：< 5ppm ➤ ばいじん：< 3mg/m³N (O₂：16 %換算) <p>達成</p>
多炭種適用性	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 炭種性状適用範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 4炭種を試験し良好な適用性を確認 ➤ 運転を継続しながら炭種切替を行い安定下プラント状態を確認 <p>達成</p>
設備信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 商用機レベルの年利用率70%以上の見通しを得ること (5,000時間の長時間耐久試験) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 長時間耐久性試験：5,119時間 ➤ 連続運転時間：2,168時間 <p>達成</p>
プラント 制御性・運用性	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業用火力発電所として必要な運転特性、制御性 (負荷変化率：1～3%/min) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 負荷変化率：～16 %/min ➤ 最低負荷：送電端出力0MW <p>達成</p>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 商用機レベルで発電原価が微粉炭火力と同等以下になる見通しを得ること 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 実証試験にて取得したデータを解析中 <p>検証中</p>

- IGCCに適した低灰溶融点炭かつ低発熱量炭から微粉炭火力に適合可能な石炭で試験を実施。単味で安定した運転を行い、良好な適合性を確認
- プラントを運転し出力を維持しながら炭種を切り替え、安定した運転状態を確認するとともに、監視方法を確立
- 2種類の異なる性状の石炭を比率を変えて混炭し、安定した運転状態を確認

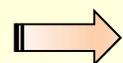
No.	分類	特徴	評価項目
1	亜瀝青炭	• 低発熱量炭	➤ 基本性能 ➤ 設備容量
2	亜瀝青炭	• 低発熱量炭 • 低灰融点炭	➤ 低発熱量炭適合性
3	瀝青炭	• 高硫黄炭	➤ 脱硫性能
4	瀝青炭	• 高灰融点炭 • 高灰分炭	➤ スラグ安定排出

九州の電力需給実績 (2018年5月3日)



出典：経済産業省 資源エネルギー庁HP

■ 火力発電所には再生可能エネルギーの急激な負荷変動および緊急的な電力需給要請(自然災害等による)に対応できる高い運用性が求められる



高い負荷変化率、柔軟な負荷変化(V字、連続)、広い運用負荷領域、短い起動時間

項目	成果
負荷変化率	<ul style="list-style-type: none">➤ 増負荷16%/min、減負荷15%/minを達成➤ 送電端出力制御にて0MWと定格出力の間でV字型に連続した高速増減負荷を確認
最低負荷	<ul style="list-style-type: none">➤ 送電端出力0MW（所内単独負荷と同等）で安定運転を確認
出力制御	<ul style="list-style-type: none">➤ 送電端出力制御にて良好な運用性を確認
起動停止	<ul style="list-style-type: none">➤ コールド起動時間（GT起動～定格負荷）7時間程度の見通しを得た
周波数調整機能	<ul style="list-style-type: none">➤ 系統周波数に応じた出力制御信号に対し自動周波数制御（AFC）で良好な負荷追従性を確認

微粉炭火力の枠を超えた**酸素吹IGCCの運用性の高さ**を実証

1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

(1) 酸素吹IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成

(3) 成果と進捗状況

2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

(1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成と実証試験目標

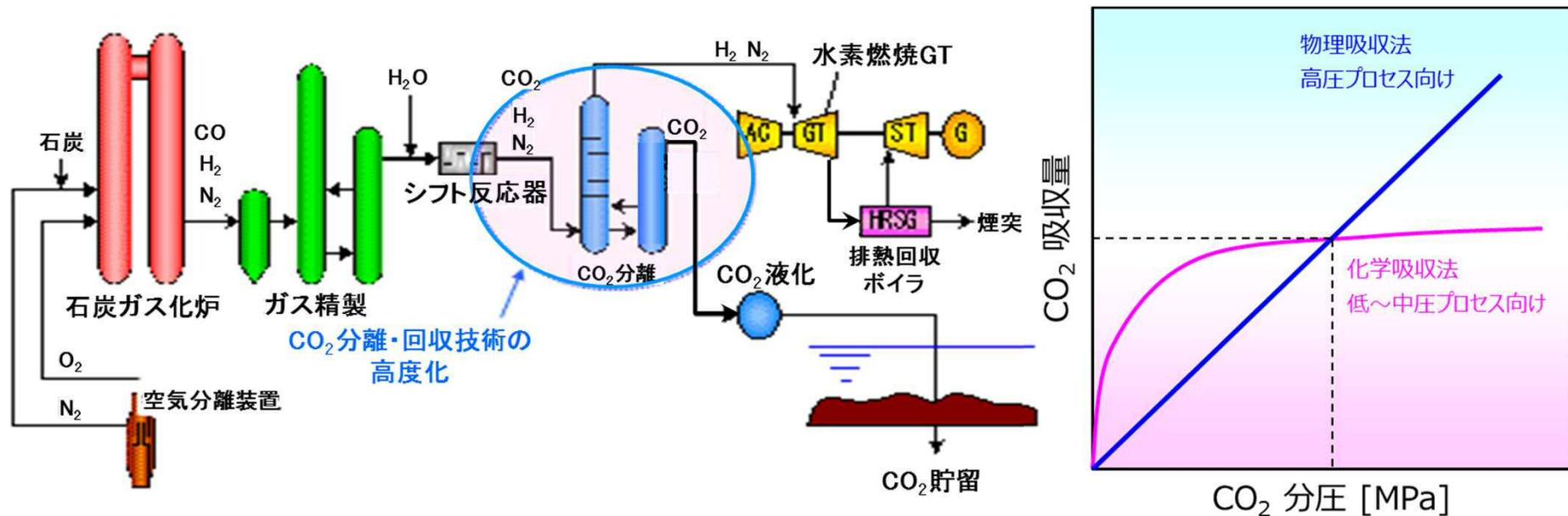
(3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

EAGLEプロジェクトにおけるCO₂分離回収試験

OCGでは、将来の大型GTを組み込んだ燃焼前CO₂分離・回収型IGCCシステムにおける高圧プロセス化をふまえ、物理吸収方式を選択

《IGCCに最適な高効率CO₂回収型石炭ガス化システムの検証》



EAGLEパイロット試験で検証したCO₂分離回収方式

化学吸収法	物理吸収法
<ul style="list-style-type: none">● CO₂と吸収液が化学的結合する● CO₂吸収量は、吸収液成分の量による	<ul style="list-style-type: none">● CO₂が物理的に吸収液に溶解する● CO₂吸収量は、圧力が高いほど増える

1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

- (1) 酸素吹IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成
- (3) 成果と進捗状況

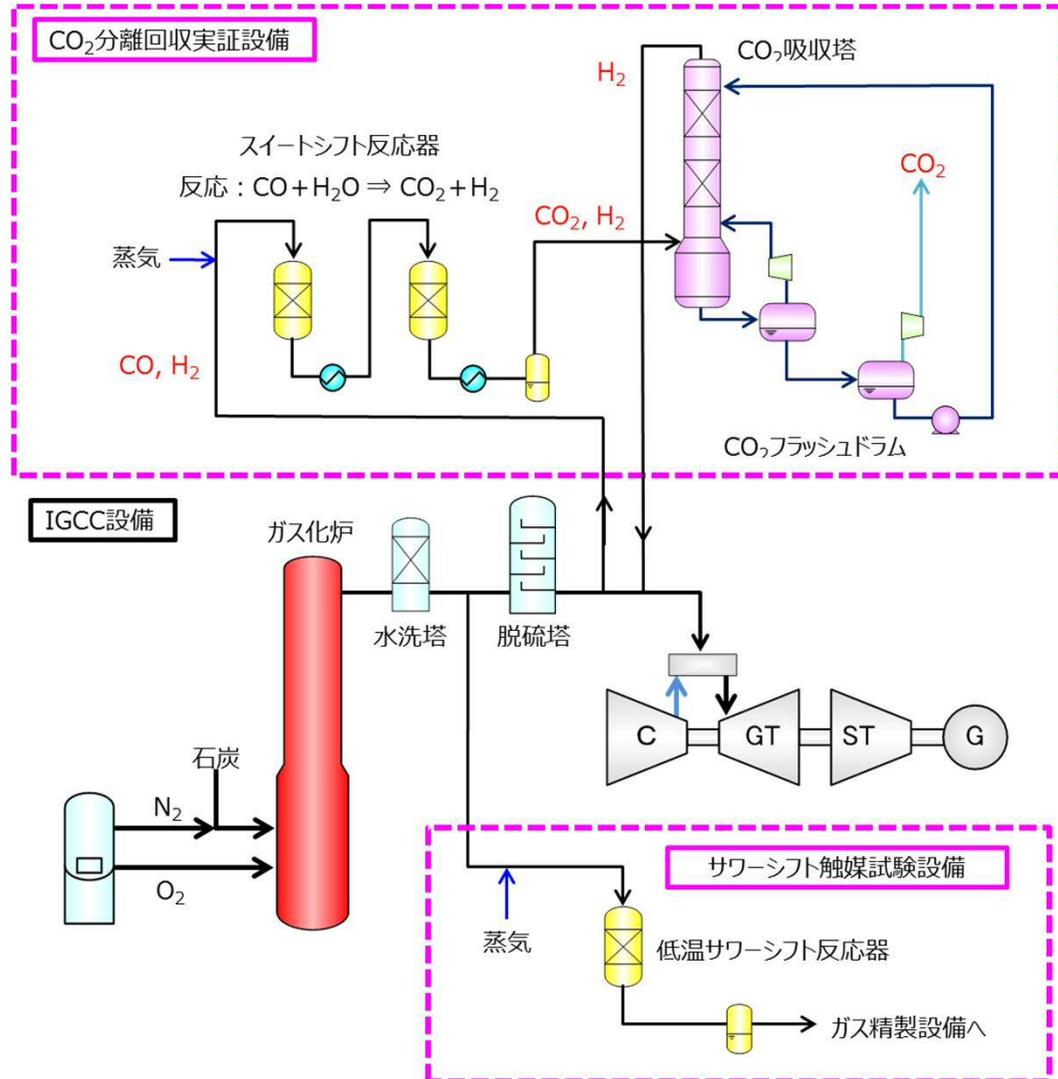
2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

- (1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成と実証試験目標
- (3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

CO₂分離・回収型IGCCの設備構成

IGCCプラントにCO₂分離・回収設備が付設された場合でも、安定的に高効率発電を維持し、同時にCO₂を安定的に分離できる技術を検証する



CO₂分離・回収実証設備概要

実証規模

IGCCガスからのCO₂
回収率15%相当

CO₂吸収再生
方式

物理吸収方式

COシフト方式

スィートシフト
(脱硫後ガス抜き出し)

基本性能

CO₂回収効率：90%以上
CO₂の純度：99%以上

CO₂回収効率〔分離回収装置単体のCO₂回収割合〕：
(分離回収されたCO₂ガスのC量 / CO₂分離回収装置導
入ガスのC量) × 100

サワーシフト触媒試験設備

COシフト方式

低温サワーシフト
(脱硫前ガス抜き出し)

実証試験目標 (第2段階)

石炭火力として備えるべき運用性、信頼性を有するCO₂分離・回収型IGCCの技術
を確立するとともに、CO₂を回収しても微粉炭火力並みの発電効率を目指す

実証試験項目	第2段階 (CO ₂ 分離・回収型IGCC実証) 目標
基本性能 (発電効率)	新設商用機 (1,500℃級IGCC) において、CO ₂ を90% 回収しつつ、発電効率40%(送電端、HHV)程度の見通し を得る
基本性能 (回収効率・純度)	➤ CO ₂ 分離・回収装置におけるCO ₂ 回収効率: 90%以上 ➤ 回収CO ₂ 純度: 99%以上
プラント運用性・信頼性	CO ₂ 分離・回収型IGCCシステムの運用手法を確立し、 信頼性について検証する
経済性	商用機におけるCO ₂ 分離回収の費用原単位について、 技術ロードマップに示された費用原単位をベンチマークとして 評価する

1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

(1) 酸素吹IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成

(3) 成果と進捗状況

2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

(1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯

(2) 設備構成と実証試験目標

(3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

2018年12月27日撮影



- 2019年末の実証試験開始に向け、建設工事は順調に進捗

1. プロジェクト背景

2. プロジェクト概要

2-1. 酸素吹IGCC実証試験（第1段階）

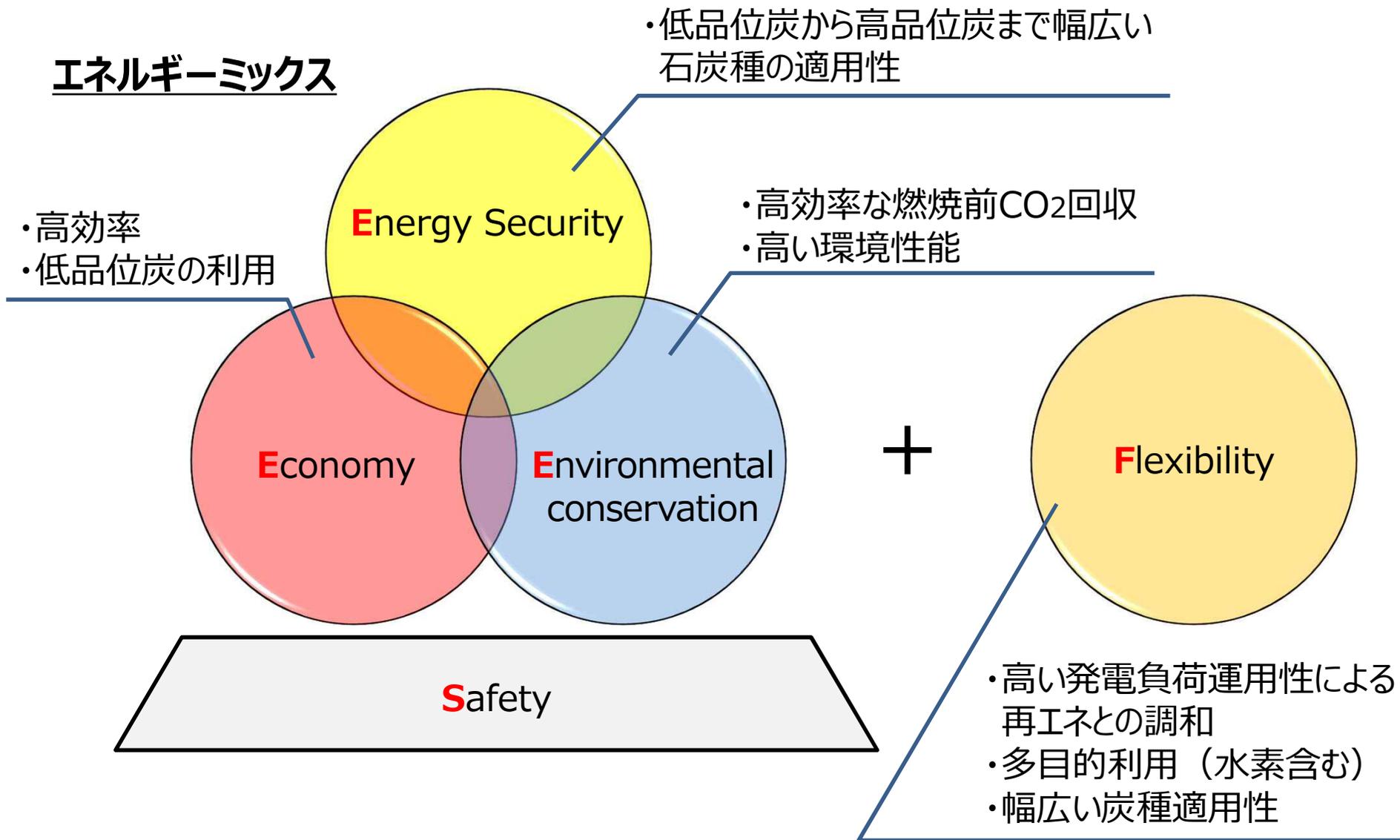
- (1) 酸素吹IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成
- (3) 成果と進捗状況

2-2. CO₂分離・回収型IGCC実証試験（第2段階）

- (1) CO₂分離・回収型IGCC技術開発経緯
- (2) 設備構成と実証試験目標
- (3) 進捗状況

3. 未来社会のためのエネルギー

エネルギーミックス



ご清聴ありがとうございました

大崎クールジェンプロジェクトは、
経済産業省殿、NEDO 殿からの多大なるご支援をいただき実施しております。
関係各位のご協力、ご指導に対し深く感謝いたします。



**OSAKI
COOLGEN**

<http://www.osaki-coolgen.jp>

- 資料の無断転載・転用・複製および弊社の許可なしに、研修等の資料やテキストとして使用することはご遠慮ください。