

**「大崎クールジェンプロジェクト」 および
「CCS（二酸化炭素の回収・貯留）」
について**

2024年11月7日
中国電力株式会社 岡山支社

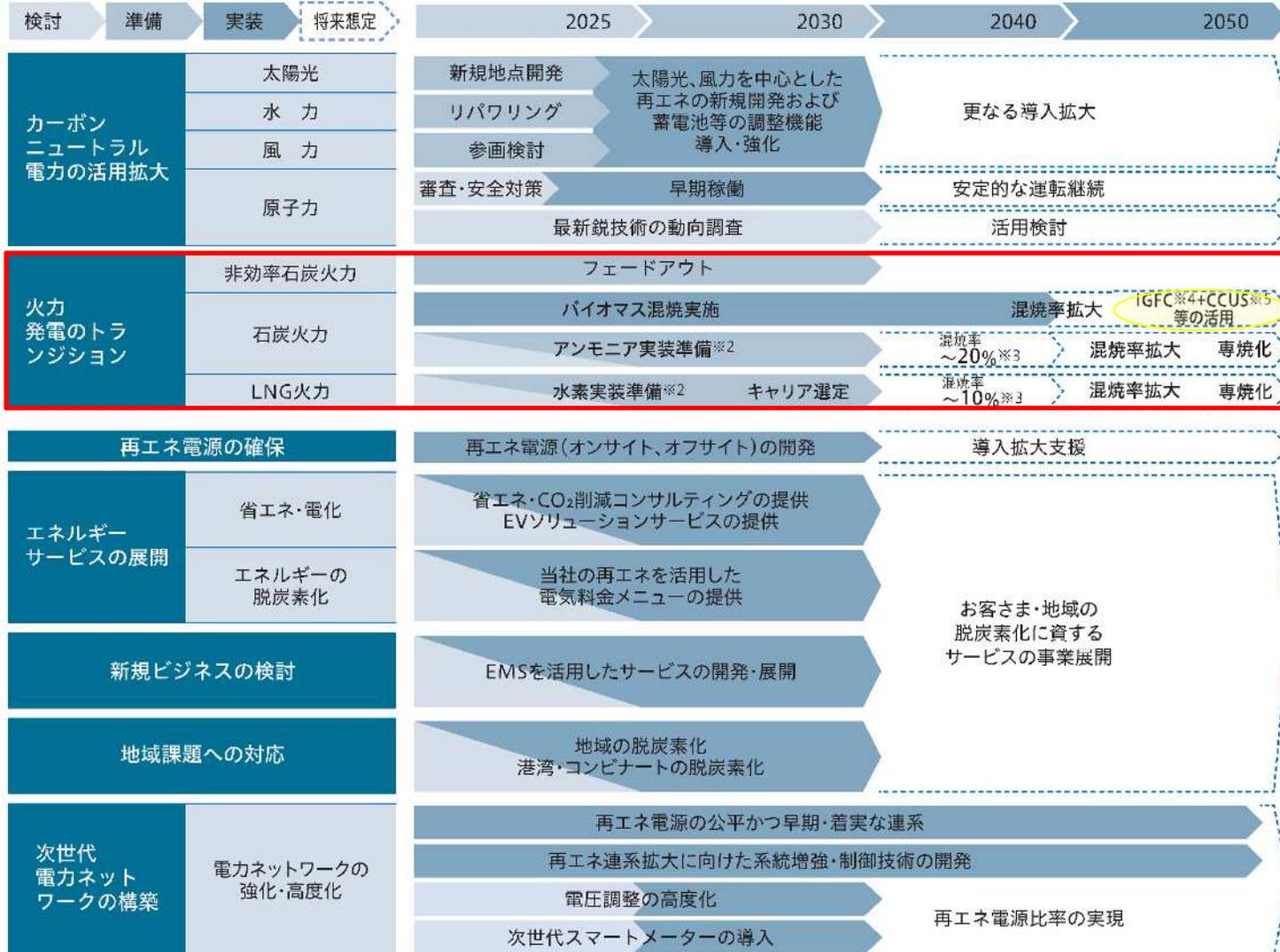


(注) CNP:カーボンニュートラルポート CNK:カーボンニュートラルコンビナート EMS:エネルギー・マネジメント・システム

CCS:分離・回収したCO₂を地中へ貯留すること カーボンリサイクル:分離・回収したCO₂を再利用すること メタネーション:水素とCO₂からメタンを合成すること

出典：中国電力グループ統合報告書2024

中国電力グループカーボンニュートラル戦略基本方針（重点施策）

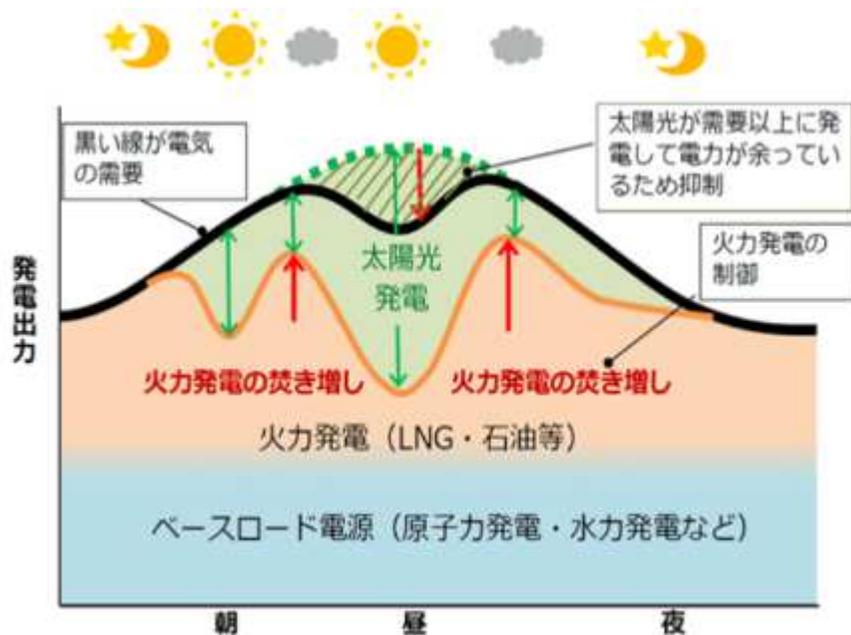


※2 諸条件が整った段階で、本格運用に向けた対応を進める。 ※3 混焼率は熱量ベースで記載。 ※4 石炭ガス化燃料電池複合発電。 ※5 分離・貯留したCO₂の利用。
 (注)現時点において、実用化に向けた技術開発の進展が期待できる上記の施策に重点的に取り組む。今後の技術開発動向等を踏まえ、施策の評価・見直しを適宜行う。

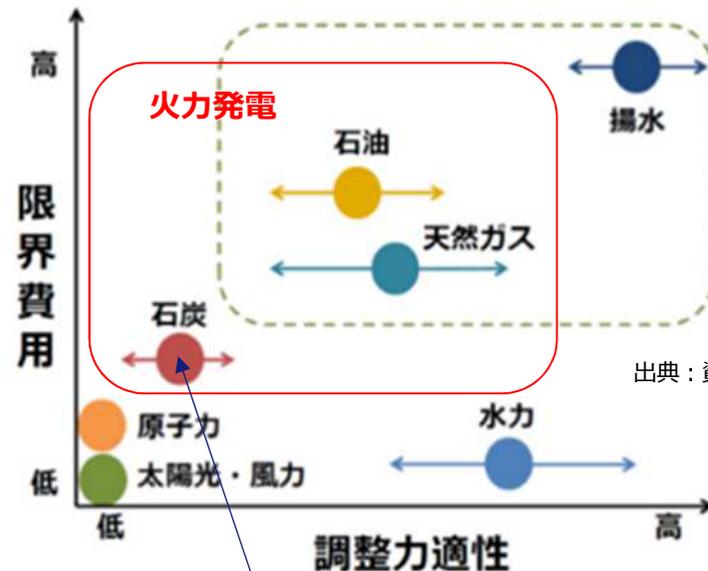
1. 大崎クールジェンプロジェクトについて

はじめに① 火力発電の必要性

- 電気は常に需要と供給を同量に保つ必要があります（同時同量）、この需給バランスが崩れると大停電につながるおそれがあります。
- 太陽光や風力などが大量に導入された場合、電力が計画通りに発電ができなかったり、発電し過ぎることがあるため、需給バランスをコントロールするための安定的な電源が必要です。
- 火力発電は燃料の投入量を変化させること等により出力をコントロールすることができる電源（調整力適性の高い電源）です。



出典：資源エネルギー庁



出典：資源エネルギー庁

※注 この石炭火力は、従来型を示しており、調整力適性が低いように記載されていますが、最新型のIGCC（石炭ガス化複合発電）では、調整力適性が飛躍的に向上します。

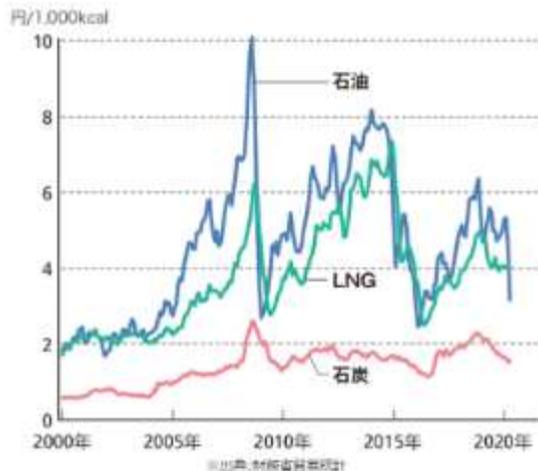
はじめに② 火力発電用 化石燃料の比較

- 石炭は埋蔵量が多く、世界中に偏りなく広く分布しています。2020年頃までは値段も安定していました。
- 近年、脱石炭の流れの中でのウクライナ事案により価格が高騰しましたが、依然として他の化石燃料に比べて政情不安の影響を受けにくく、比較的手に入れ易い燃料と考えられます。

埋蔵量比較



燃料価格の推移 (~2020)



ガス市場価格
石油市場価格
石炭市場価格



はじめに③ COP28の概要

- COP28の決定文書では、世界の進捗と1.5℃目標には隔たりがあり緊急的な行動が必要であること、世界全体で再エネ3倍・省エネ改善率を2倍へ拡大、化石燃料からの移行などに合意。
- 総理は、**排出削減対策の講じられていない新規の国内石炭火力発電所の建設を終了していく方針を宣言。**

COP28/GSTの概要

- 1.5℃目標の達成に向けて**緊急的な行動が必要。**
- 2030年までに**再エネ発電容量を世界全体で3倍、省エネ改善率を世界平均で2倍へ拡大。**
- 排出削減が講じられていない**石炭火力フェーズダウン加速**
- 2050年ネットゼロに向けた**化石燃料からの移行**
- **再エネ、原子力、CCUSなどのCO2除去技術、低炭素水素**などを含むゼロ・低排出技術の**加速**



出典：資源エネルギー庁

岸田総理スピーチの概要



日本は、2030年度に46%減、更に50%の高みに向け挑戦を続けています。既に約20%を削減しており、着実に進んでいます。G7広島サミットで確認されたように、**経済成長やエネルギー安全保障と両立するよう、多様な道筋の下で、全ての国が一緒になりネット・ゼロという共通の目標を目指そう**ではありませんか。

排出削減対策の講じられていない石炭火力発電所については、各国の事情に応じたそれぞれのネット・ゼロへの道筋の中で取り組まれるべきです。日本は、自身のネット・ゼロへの道筋に沿って、エネルギーの安定供給を確保しつつ、**排出削減対策の講じられていない新規の国内石炭火力発電所の建設を終了していきます。**

はじめに④ 各国の石炭火力の状況

石炭火力発電に関する各国の状況

出典：資源エネルギー庁

- 石炭火力発電の割合が元々低い国は全廃の年限を表明しつつも、カナダのようにCCUS付きであれば廃止年限以降も石炭火力を稼働可能として容量を確保する国も存在。
- 一方、石炭火力の割合が高い国は、段階的な脱炭素化を目指す。

国名	石炭火力全廃の年限を表明					火力発電の段階的な脱炭素化					
	フランス	イギリス	カナダ	イタリア	ドイツ	アメリカ	日本	韓国	オーストラリア	中国	インド
国旗											
発電量 (億kWh)	4,692	3,221	6,512	2,821	5,743	44,729	10,106	6,102	2,708	88,892	18,194
石炭火力の割合	1.3%	2.0%	4.0%	8.6%	33.0%	20.4%	30.8%	33.9%	49.3%	61.8%	71.8%
今後の見通し	2027年1月1日までに石炭火力を退出。	2024年10月1日までに、排出削減対策が講じられていない石炭火力をフェーズアウト(残る容量は約2GW)	2030年までに排出削減対策が講じられていない石炭火力をフェーズアウト。 CCUS付きであれば2030年以降も稼働可能。	2025年までに石炭火力をフェーズアウト(サルディーニャを除く)。	遅くとも2038年までに(理想的には2030年までに)石炭火力をフェーズアウト。	2035年までに発電部門のネットゼロを、2050年までに排出量のネットゼロを達成。	2030年ミックスで19%。非効率な石炭火力のフェードアウト、水素・アンモニアやCCUS等を活用。	石炭火力の発電電力比率を2030年に約20%まで引き下げる方針。	2035年に再エネ82%とするも、石炭火力については言及なし。	国全体の排出を2030年にピークアウトさせる方針だが、石炭火力に関する明確な言及なし。	容量シェアは23年から2029-30年に32%に減少も、容量そのものは40GW増える見込み。

(出典) 電力需要及び石炭火力の割合についてはIEA World Energy Balances (各国2022年の発電量)、総合エネルギー統計(2022年度確報)をもとに、各国の政策方針については各国政府HP、

大崎クールジェンプロジェクトについて

<p>社 名</p>	<p>大崎クールジェン株式会社 (Osaki CoolGen Corporation)</p> <p>国のク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※、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>酸素吹IGCCの実証 IGFC技術の実現を目指す実証</p>

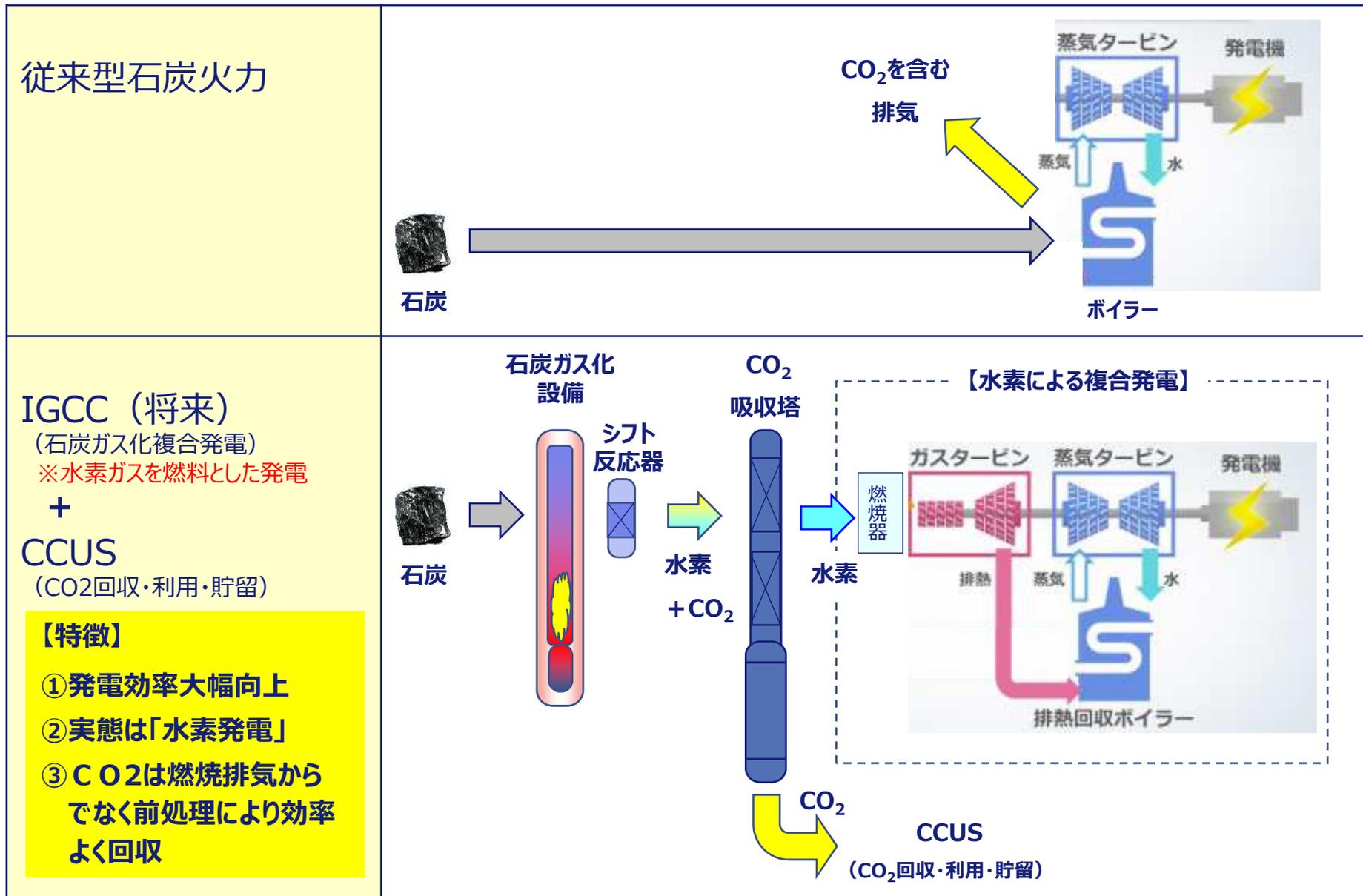


※IGCC (Integrated Coal Gasification Combined Cycle) : 石炭ガス化複合発電

※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

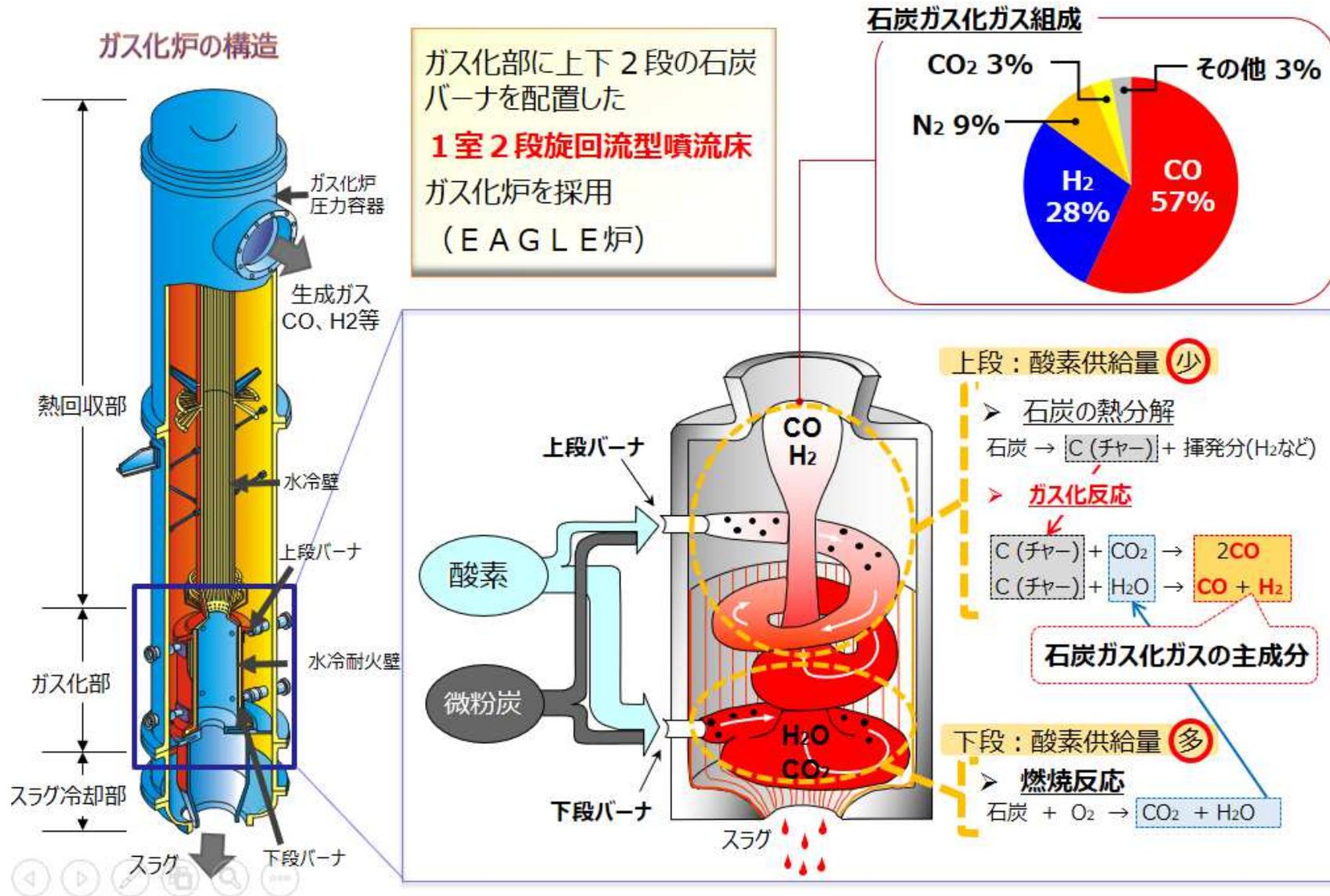
従来型石炭火力とIGCC（石炭ガス化複合発電）+CCS



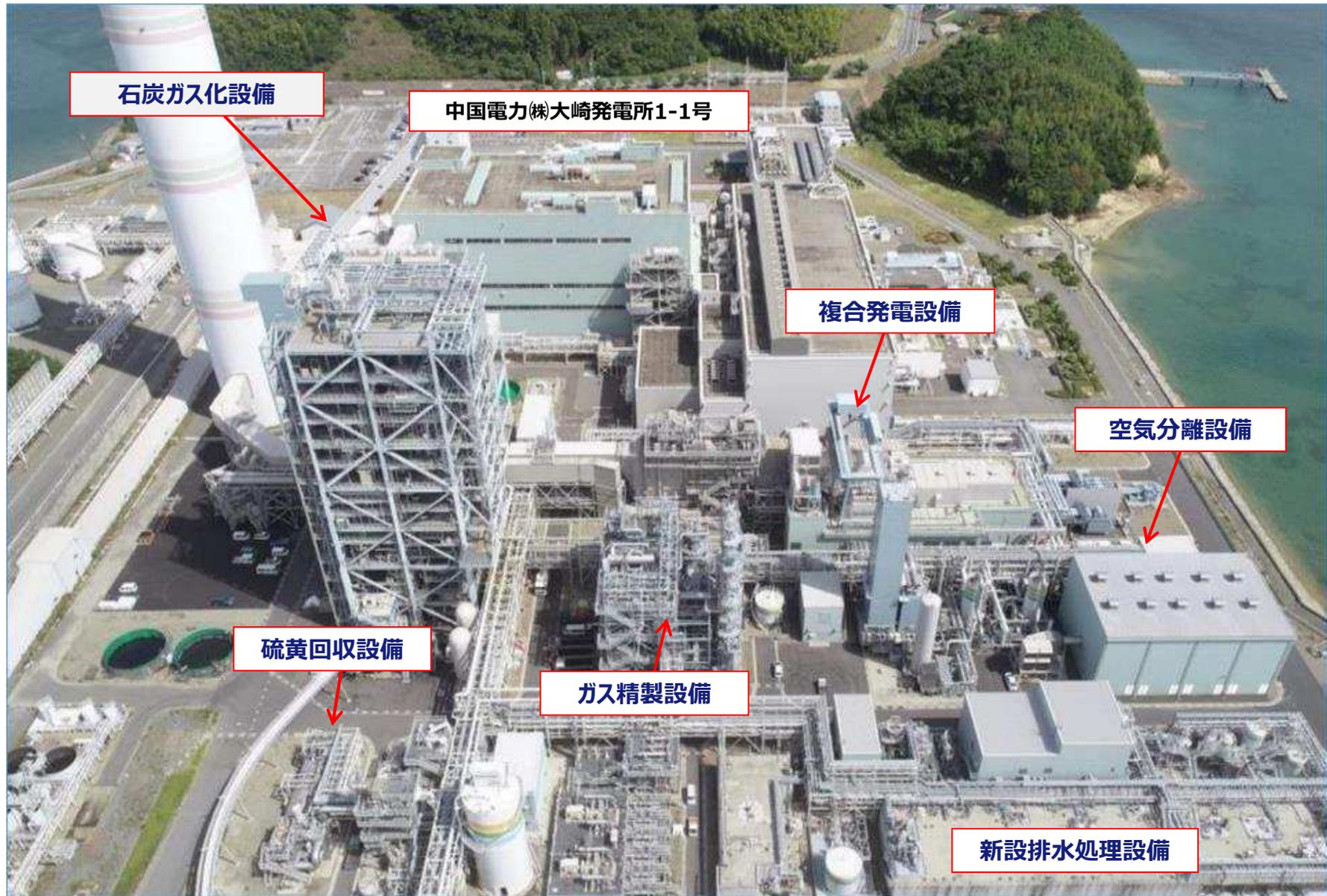
IGCC (将来) + CCUS と 【大崎クールジェン実証設備】

<p>IGCC (将来) (石炭ガス化複合発電) ※水素ガスを燃料とした発電</p> <p>+</p> <p>CCUS (CO2回収・利用・貯留)</p>	<p>石炭ガス化設備</p> <p>シフト反応器</p> <p>石炭</p> <p>水素 + CO₂</p> <p>CO₂吸収塔</p> <p>【水素による複合発電】</p> <p>燃焼器</p> <p>ガスタービン</p> <p>蒸気タービン</p> <p>発電機</p> <p>排熱</p> <p>蒸気</p> <p>水</p> <p>排熱回収ボイラー</p> <p>CO₂</p> <p>CCUS (CO₂回収・利用・貯留)</p>
<p>【大崎クールジェン実証設備】</p> <p>IGFC (石炭ガス化燃料電池複合発電) ※石炭ガス化ガスを燃料とした発電</p> <p>+</p> <p>水素専焼タービンが開発中のため</p> <p>CCUS (CO2回収・利用・貯留)</p>	<p>石炭ガス化設備</p> <p>シフト反応器</p> <p>石炭</p> <p>石炭ガス化ガス</p> <p>水素 + CO₂</p> <p>CO₂吸収塔</p> <p>燃料電池</p> <p>燃焼器</p> <p>ガスタービン</p> <p>蒸気タービン</p> <p>発電機</p> <p>排熱</p> <p>蒸気</p> <p>水</p> <p>排熱回収ボイラー</p> <p>CO₂</p> <p>CCUS (CO₂回収・利用・貯留)</p>

石炭ガス化とは



IGCC実証試験設備



CO₂分離回収関連設備

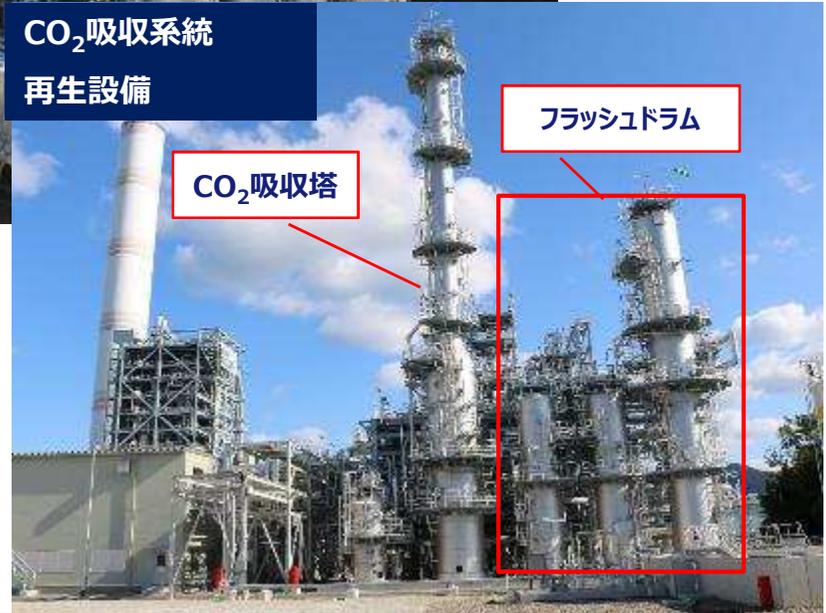
CO₂分離回収設備



CO₂シフト系統設備



CO₂吸収系統 再生設備

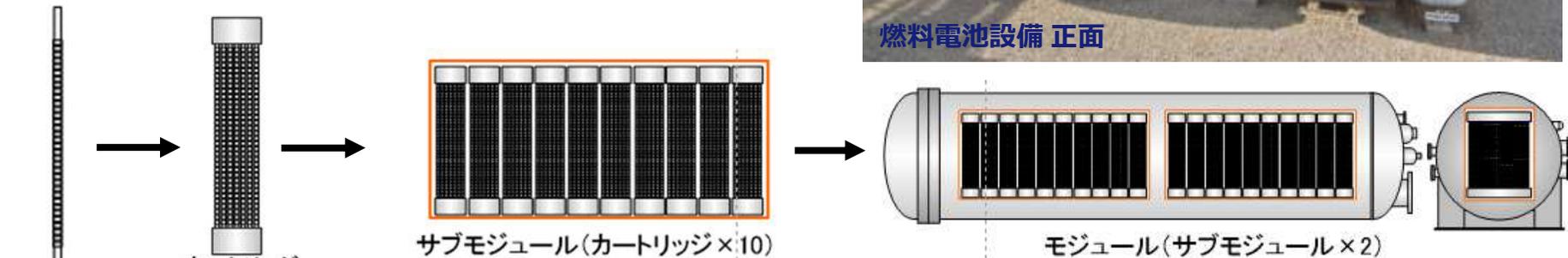


燃料電池設備

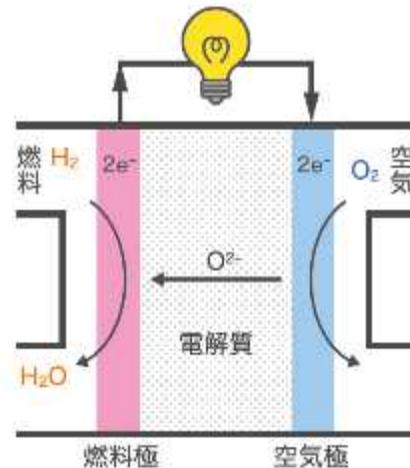
- 燃料電池設備では、世界初となるCO₂分離・回収型IGFCシステムの実証試験を実施。
- 石炭由来の**高濃度水素リッチガス(H₂)**を**燃料電池設備**に供給し**発電**することができる。
- 発電出力 1.2MW級(600kW級×2基)



燃料電池設備 正面



- **燃料電池設備**は、水素(H₂)や一酸化炭素(CO)と酸素(O₂)を反応させて電気を発生する**発電設備**。

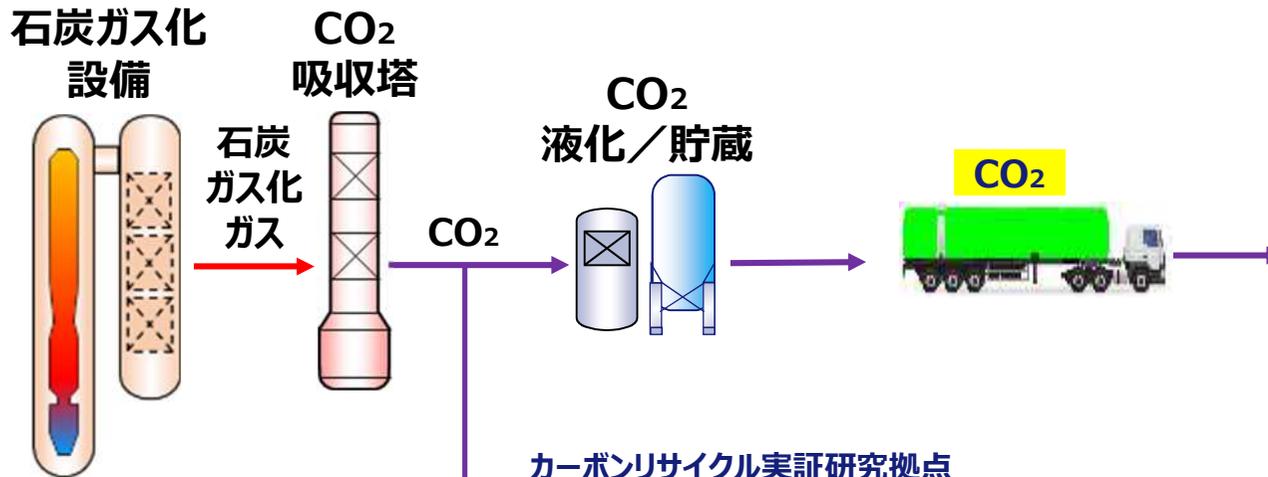


燃料電池設備 側面

CO2回収・利用技術について

- 「物理吸収法 + CO2液化プロセス」の最適システムの検討を行い、回収されるCO2の一部を液化・輸送し、有効利用の実証を実施。
- 隣接するカーボンリサイクル実証研究拠点へ石炭ガス化ガスから回収したCO2を供給。

CO2有効利用のイメージ



世羅菜園トマト温室



写真提供：世羅菜園

カーボンリサイクル実証研究拠点



写真提供：JCOAL

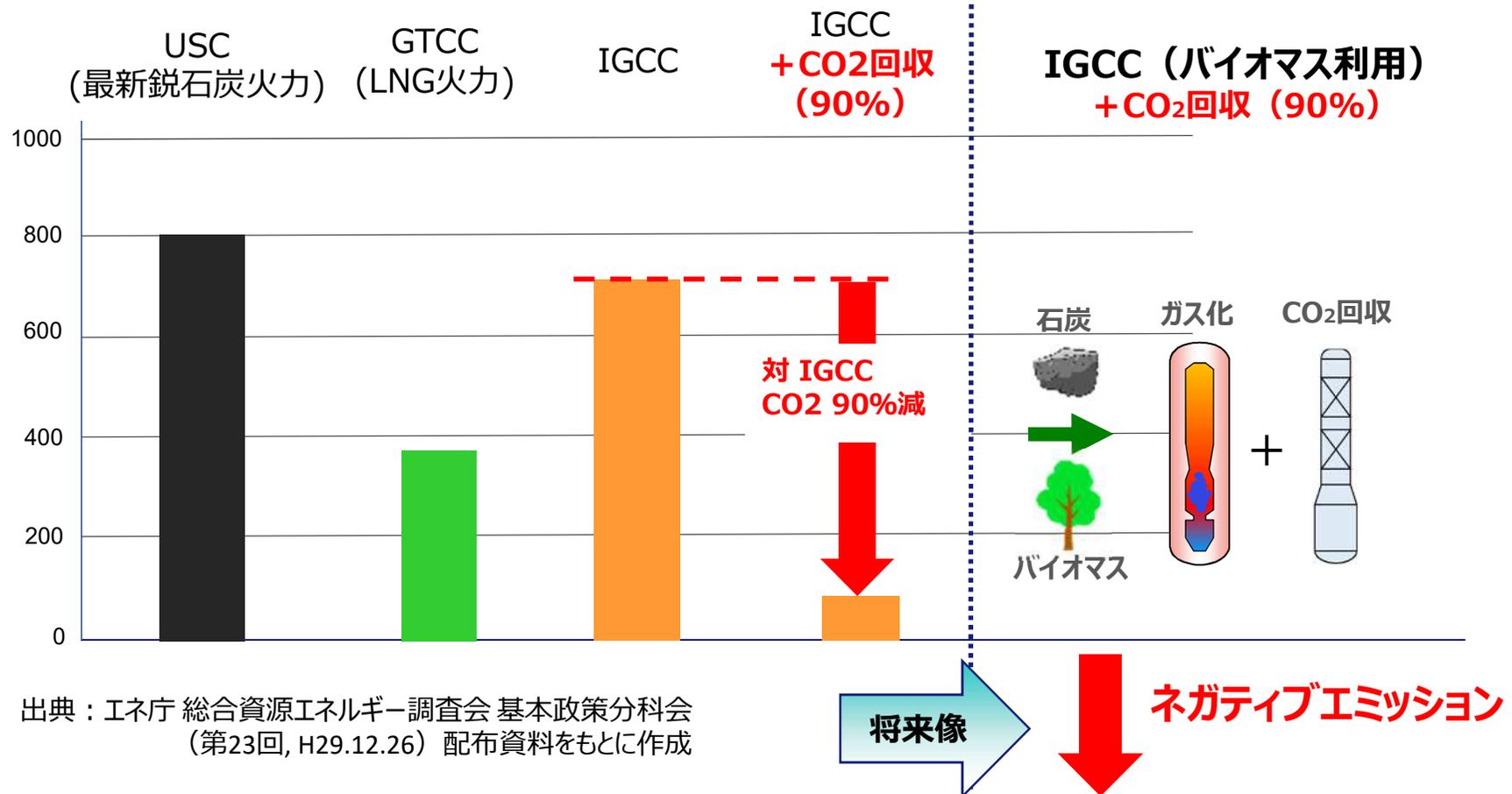
期間：2022年7月～2023年1月

結果：植物としての成長の指標となる「伸長量」、「茎径」、「葉長」について、OCGから輸送した液化CO2は一般流通品と遜色なく利用できると評価

今後の展開（バイオマス利用によるネガティブエミッション）

- CO2分離・回収型酸素吹IGCCとCCUS／カーボンリサイクルの組み合わせにより、ゼロエミッション石炭火力の実現が可能に（実証試験を2024年9月21日に開始）。
- 将来的にはバイオマス利用により、ネガティブエミッションの実現も可能となる。

(g-CO₂/kWh)



出典：エネ庁 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会
(第23回, H29.12.26) 配布資料をもとに作成

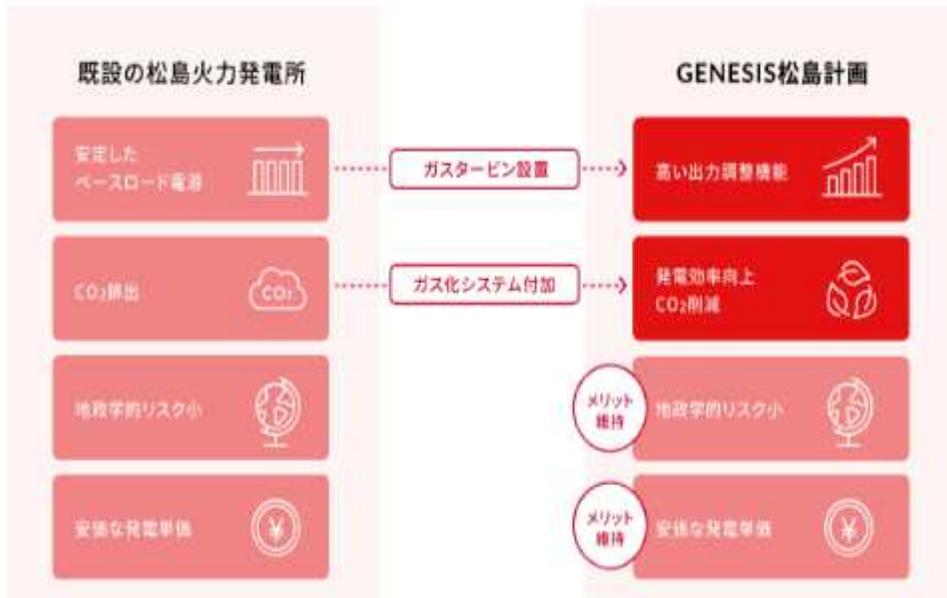
大崎クールジェンプロジェクトで実証した成果の商用化を目指し、松島火力発電所（長崎県）でスタートしたのが「GENESIS※1松島計画」です。

また、実証済みのCO₂分離・回収技術※2を適用可能なシステム構成となっており、既存の設備・インフラ施設を活用しながら新技術を適用・拡張していくことで、電力安定供給を維持しつつ、経済的かつ早期にCO₂を削減してカーボンニュートラル実現に向けた取り組みを加速させていきます。

※1 J-POWER GENESIS Vision

将来的なCO₂フリー水素発電を視野に入れたカーボンニュートラル実現に向けた取り組み（商標登録出願済）

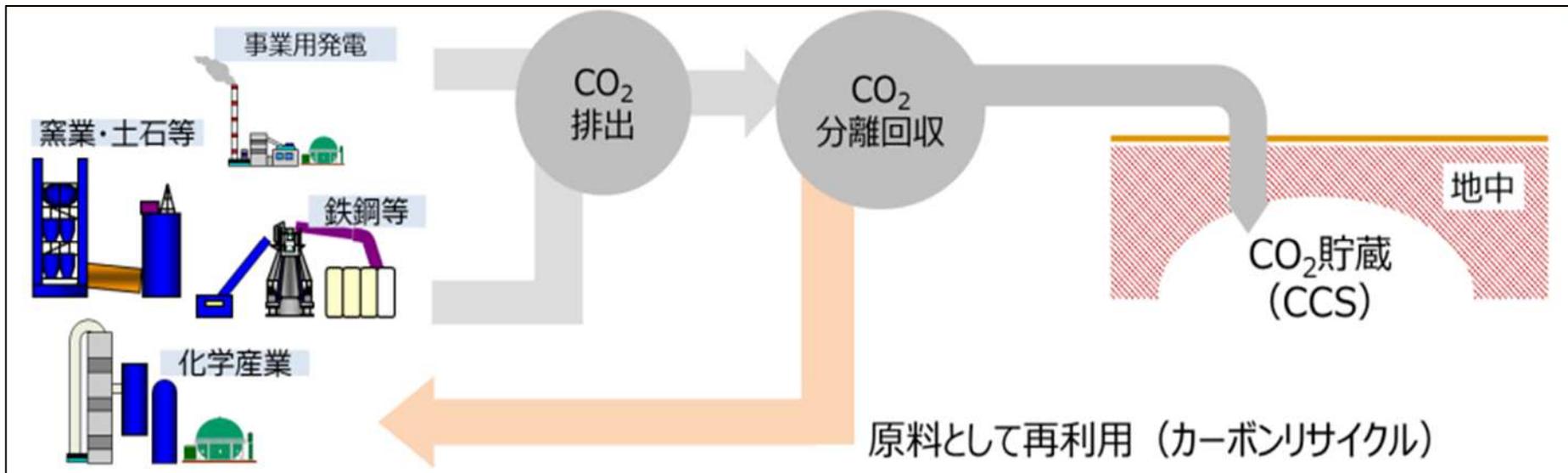
※2 2016~2022年度で、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業として、中国電力株式会社と共同で実施している大崎クールジェンプロジェクト



所在地	長崎県西海市
出力	50万kW級
着工	2026年（見込み）
運転開始	2028年度（見込み）
発電方式	ガスタービン及び汽力（複合発電方式）

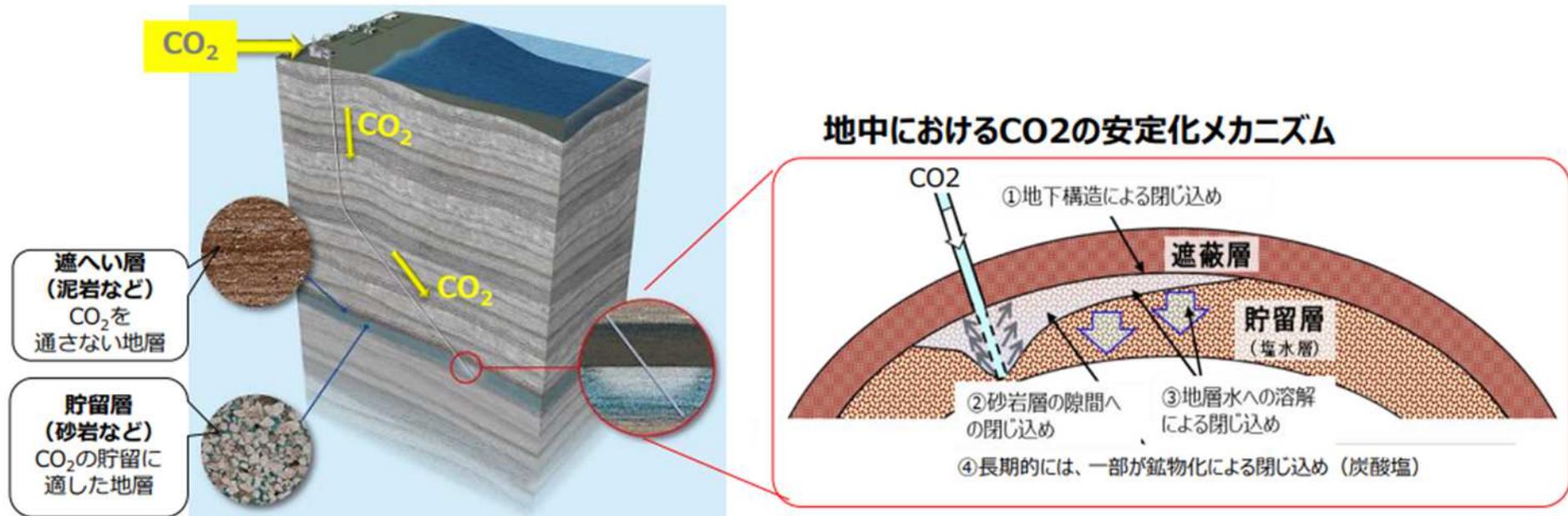
2. CCSの概要と当社の取組み等について

- 「**CCS**」とは、「二酸化炭素回収・貯留技術」のことで、発電所や化学工場などから排出されたCO₂を、ほかの気体から分離して集め、地中深くに貯留・圧入するというもの。
- 一方、「**CCUS**」は、二酸化炭素の回収・有効利用・貯留 (Carbon dioxide Capture, Utilization or Storage) の略語で、火力発電所や工場などからの排気ガスに含まれるCO₂を分離・回収し、資源として作物生産や化学製品の製造に有効利用する、または、地下の安定した地層の中に貯留する技術のこと。



出典：経済産業省「CCUS／カーボンリサイクル関係の技術動向」

- CCSでは、地下約1,000～3,000mほどにある貯留層まで井戸を掘り、地中の圧力・温度を活用してCO₂の体積を約300分の1まで圧縮して貯留。また、フタとなる遮蔽層が上部にあることが前提。
- 貯留されたCO₂は、①地下構造や②砂岩層の隙間に閉じ込められ、さらに③地層水への溶解、長期的には④鉱物化などにより閉じ込めが進む。地中貯留の経過時間が長くなるほど、貯留は安定化へ向かう。
- CCSは、貯留地域の理解を得つつ進めることが重要。事業者には地元自治体や関係者等への丁寧な説明が求められるとともに、CCSの政策的な意義や最新の知見等について理解を得るための国の取組が重要。



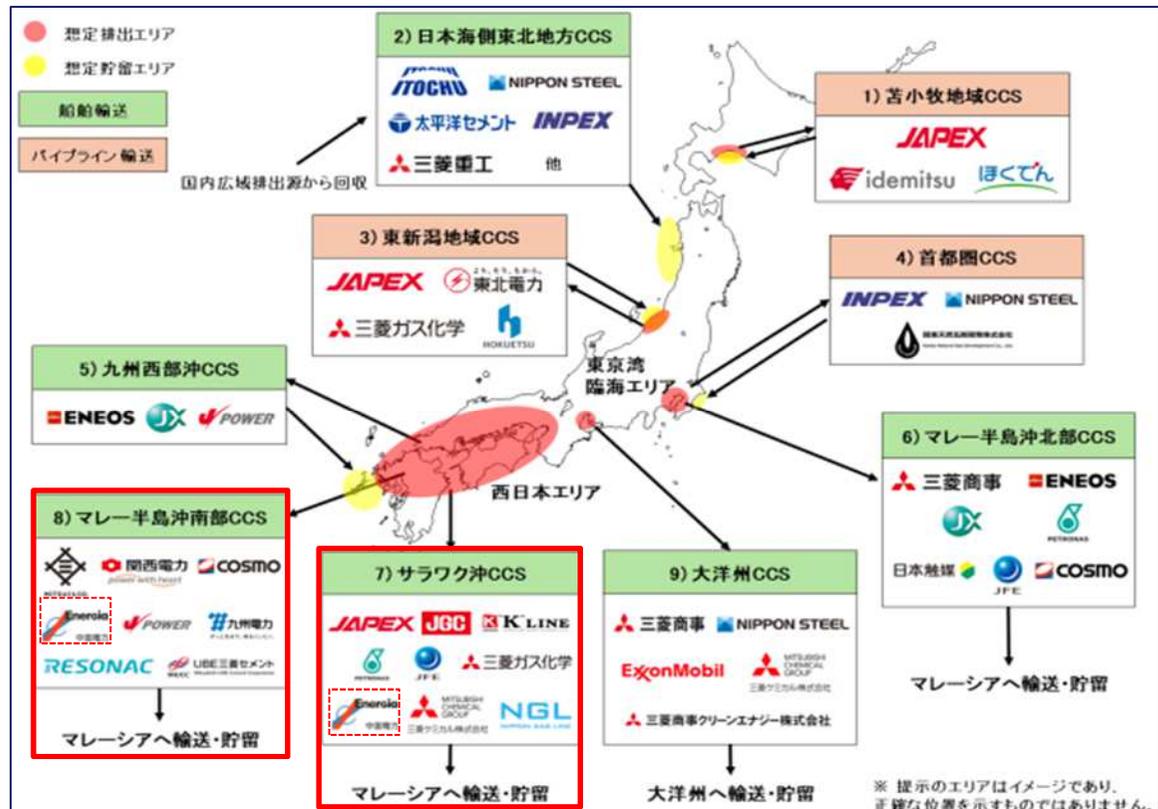
出典：経済産業省「二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS事業法）について（概要）」

- CCSはCO₂の分離・回収、輸送、貯留のプロセスで構成され、様々な事業者の参入が期待される。
- これまで実施した石油探査等のためのボーリングやCCSのための物理探査から、我が国でも近海の有望11地点で合計160億トン（※）の貯留ポテンシャルがあると推計。
（日本の年間CO₂排出量約10.4億トン（2022年度））
- 令和6年度は、多様なCCS事業モデルの構築を目指して、9件の先進的CCS事業を採択。

<CCS事業全体のバリューチェーン>



<先進的CCS事業として採択の9案件>



出典：経済産業省「二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS事業法）について（概要）」

公表日	概要
2024.2.19	・当社および三井物産(株)は、マレーシアにおけるCO ₂ を回収して地下へ貯留するCCSに関する共同検討の実施について、覚書を締結。
2024.2.26	・当社および日本ガスライン(株)は、石油資源開発(株)ほか3社が行うマレーシアCCS事業化に向けた日本起点のCCSバリューチェーン機構共同検討に新たに参加することに合意し、計6社で覚書を締結。
2024.9.13	・当社ほか8社は、令和6年度「先進的 CCS 事業に係る設計作業等」公募において、マレーシア サラワク州におけるCCS事業に係る設計作業等の受託に係る契約をJOGMECと締結。
2024.9.24	・当社ほか4社は、「ネガティブエミッション技術であるBECCS（※）」の国内初となる大規模な商用実装に向け、防府バイオマス発電所へのCCS設備の設計・検討に着手。
2024.10.10	・当社は、三井物産(株)、関西電力(株)、九州電力(株)、コスモ石油(株)、電源開発(株)、(株)レゾナック、UBE三菱セメント(株)の7社とともに、JOGMECから、令和6年度「先進的CCS事業に係る設計作業等」に関する調査業務を受託。 (マレーシア〔三隅発電所〕案件)

※ Bioenergy with Carbon dioxide Capture and Storage の略であり、バイオマスの燃焼により発生したCO₂を回収・貯留することにより、大気中のCO₂を削減するネガティブエミッション技術のこと。

Press Release

2024年9月24日

中国電力株式会社

住友重機械工業株式会社

東芝エネルギーシステムズ株式会社

日揮グローバル株式会社

「ネガティブエミッション技術」の国内初となる大規模な商用実装について
～防府バイオマス発電所への CCS 設備の設計・検討に着手～

中国電力株式会社(以下、「中国電力」)、住友重機械工業株式会社(以下、「住友重機械」)、東芝エネルギーシステムズ株式会社(以下、「東芝 ESS」)および日揮グローバル株式会社(以下、「日揮グローバル」)の4社は、ネガティブエミッション技術^{*1}である「BECCS」^{*}2の国内初^{*3}となる大規模な商用実装に向け、本日、中国電力グループのエネルギー・パワー山口株式会社(以下、「EP 山口」)が運営する防府バイオマス発電所(山口県防府市)でのCO₂分離回収・液化・貯蔵・払出設備を含めたCCS^{*4}設備の設計・検討(以下、「本検討」)に着手しましたのでお知らせします。

本検討は、中国電力が独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構より令和6年度「先進的 CCS 事業に係る設計作業等」に関する委託調査業務を受託したこと(2024年9月13日お知らせ済み)に伴う取り組みです。4社は来年2月末まで検討を行い、2030年度頃までに CCS 設備の導入を目指します。

- 当社は、住友重機械工業(株)、東芝エネルギーシステムズ(株)、日揮グローバル(株)の3社とともに、「ネガティブエミッション技術※1」の実現に向け、中国電力グループのエネルギー・パワー山口(株)が運営する「防府バイオマス発電所」(山口県防府市)でのCO₂回収・貯留設備の設計・検討※2を実施。

※1 実質的にCO₂排出量をマイナスにする技術

※2 当社が独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構より令和6年度「先進的CCS事業に係る設計作業等」に関する委託調査業務を受託したことに伴う取り組み

(防府バイオマス発電所の概要)

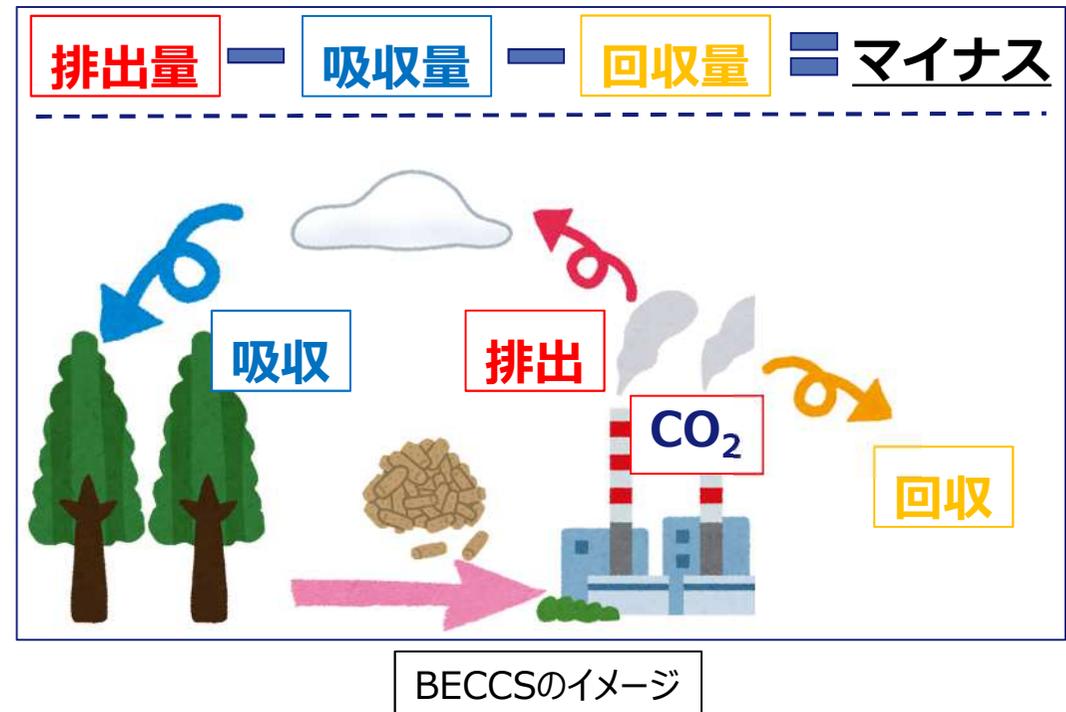
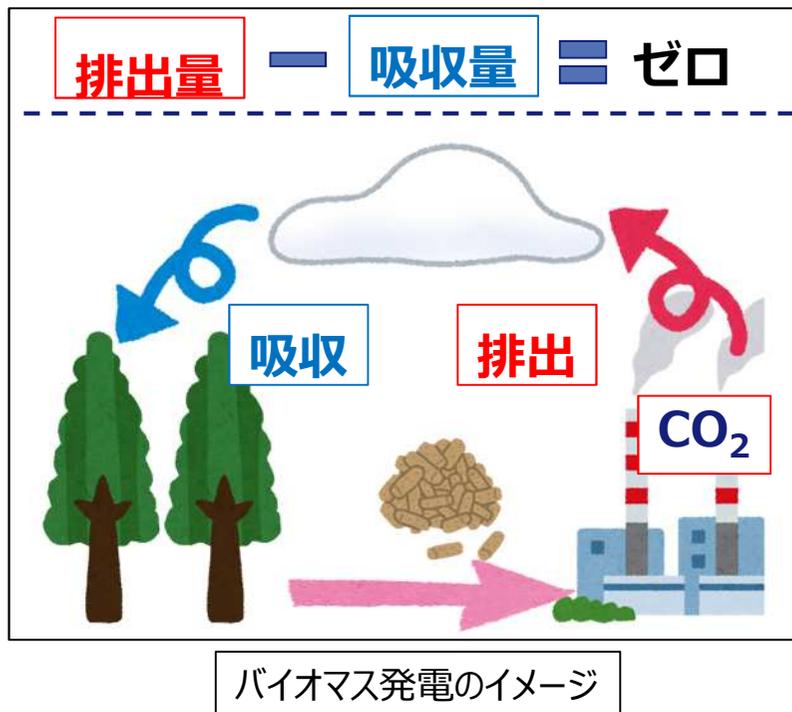
発電所名	防府バイオマス発電所
発電出力	112,000kW (発電端)
発電所所在地	山口県防府市鐘紡町3番1号
運転開始日	2019年7月21日
使用燃料	木質系バイオマス・石炭の混焼発電
施工者	住友重機械工業株式会社
発電設備外観	

(EP山口の会社概要)

社名	エネルギー・パワー山口株式会社
代表者名	岩崎 央
資本金	20億円 (中国電力株式会社 100%)
設立日	2015年2月26日

出典：当社プレスリリース資料

- BECCS（＝Bioenergy with Carbon Capture and Storage）とは、バイオマス発電にCO₂回収・貯留技術を組み合わせたネガティブエミッション技術。
- 木質バイオマスは、燃やすとCO₂が発生するが、生長過程では光合成により大気中のCO₂を吸収するので、カーボンニュートラルな特性を持つ。
- BECCSにより、木質バイオマス発電で排出されるCO₂を回収することで、CO₂の排出を実質的にマイナスにすることが可能。



- 防府バイオマス発電所で使用される燃料は、約45%が石炭、残りの約55%がカーボンニュートラル燃料である木質系バイオマス。
- 「BECCS」の大規模な商用実装に向け、この発電所で排出されるCO₂の回収・貯蔵等設備の設計・検討を行い、2030年度頃までに当該設備の導入を目指すもの。
- このように火力発電の脱炭素化に向けた新たな取り組みを進め、2050年のカーボンニュートラル社会の実現に貢献してまいります。

石炭のみ

実質的なCO₂排出量を「100」とすると



CO₂排出量
100

石炭 + バイオマス混焼

バイオマス混焼率55%の場合
実質的なCO₂排出量は「45」



CO₂排出量
 $100 - 55 = 45$

混焼 + CCS

バイオマス混焼率55%、
発生するCO₂を80%回収する場合、
実質的なCO₂排出量は「▲35」



CO₂排出量
 $100 - 55 - 80 = \mathbf{\Delta 35}$

防府バイオマス発電所でのBECCSによるネガティブエミッションの実現イメージ

Press Release



2024年10月10日
中国電力株式会社

令和6年度「先進的CCS事業に係る設計作業等」に関する 調査業務の受託について

当社はこのたび、三井物産株式会社（以下「三井物産」）、関西電力株式会社、九州電力株式会社、コスモ石油株式会社、電源開発株式会社、株式会社レゾナック、UBE三菱セメント株式会社の7社とともに、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（以下「JOGMEC」）より令和6年度「先進的CCS事業に係る設計作業等」に関する調査業務（以下「本調査業務」）を受託しました。

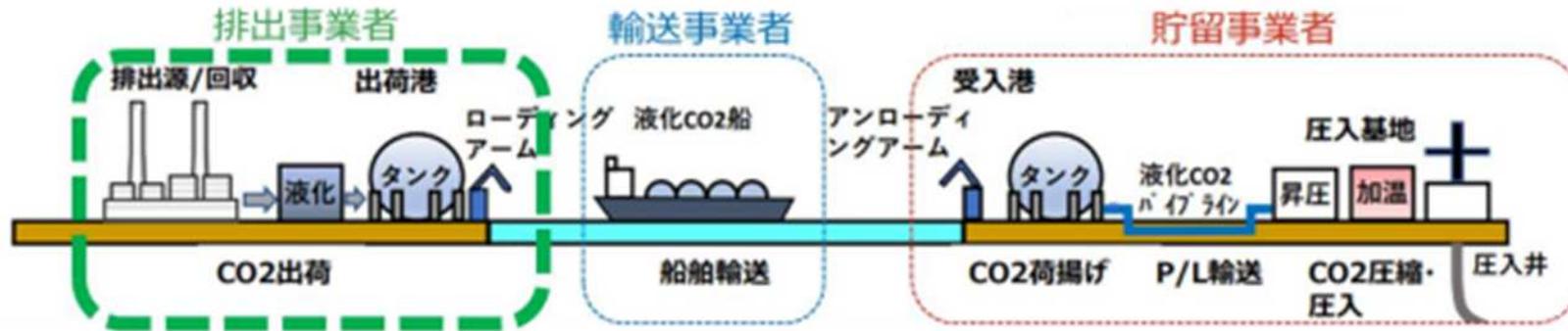
JOGMECの先進的CCS事業は、日本政府が掲げる「2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラル目標」を実現すべく、2030年までのCCS^{*}事業開始を目指した先進性のあるプロジェクトを支援するものです。

当社は三井物産との間で、本年2月にCCSの共同検討に関する覚書を締結し、CO₂の分離・回収から、液化・貯蔵、マレーシアへの液化CO₂の海上輸送、ならびにマレー半島東海岸部でのCO₂地下貯留まで、一連のバリューチェーン構築について、調査・検討を進めてきました。[\(2024年2月19日お知らせ済み\)](#)

マレーシア マレー半島東海岸沖 CCS 事業における当社の事業構想の概要

1. 「先進的 CCS 事業に係る設計作業等」における当社受託業務内容

火力発電所から排出されるCO₂の分離・回収設備、液化設備、一時貯蔵設備および払出設備の設計作業、建設・運用コストの算定等



出典：当社プレスリリース資料

2. CO₂回収地点

中国電力株式会社 三隅発電所

(発電所概要)

発電所名	三隅発電所
発電出力	2,000,000kW (発電端)
発電所所在地	島根県浜田市三隅町岡見1810
運転開始日	1号機：1998年6月25日 2号機：2022年11月1日
燃料種類	石炭、木質系バイオマス (混焼率10%程度)
発電設備外観	

3. 三隅発電所における CCS 設備の概要

主要設備：CO₂分離・回収設備、液化設備、一時貯蔵設備および払出設備

CO₂回収量：約100万トン/年