

# カーボンマネジメントに関する取り組み

2025年2月5日

資源エネルギー庁資源・燃料部

燃料環境適合利用推進課 CCS政策室長 慶野 吉則

# 目次

1. 共通技術～CO2分離・回収技術～	-----03
2. CCS政策について	-----09
3. CCU政策について	-----30

# 1. 共通技術～CO2分離回収技術～

# CO2分離・回収の政策的位置づけ

## 第7次エネルギー基本計画（案）（令和6年12月時点）

### （5）CO2分離・回収・吸収

CO2分離・回収設備の導入には、一層のコスト低減や省スペース化が重要であり、膜技術などの新たな手法も活用し、排ガスごとの条件に適した分離・回収技術の実用化・社会実装を推進する。こうした取組を通じ、現在、我が国企業が競争力を有するCO2分離・回収プラントの分野で更なる競争力の強化を図るとともに、原料としてのCO2を安価で供給することで、カーボンリサイクルの社会実装を後押しする。

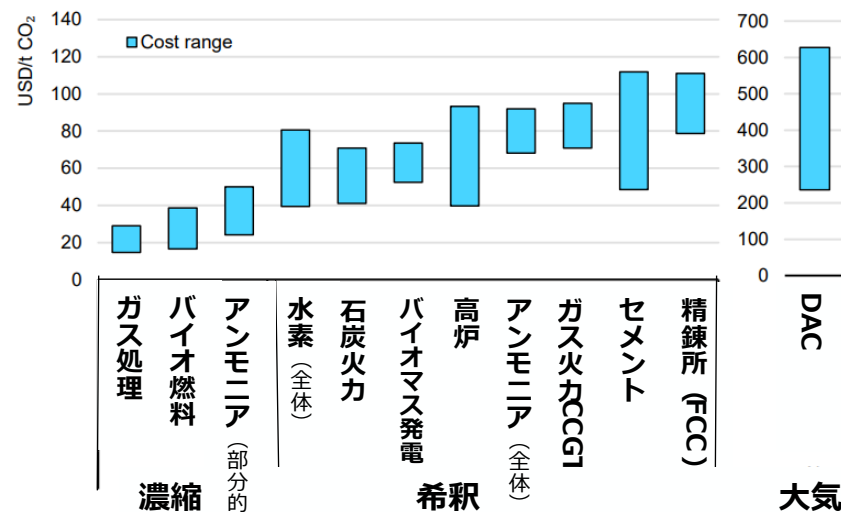
# CO<sub>2</sub>分離・回収 ～共通技術：各方法の概要～

- CO<sub>2</sub>を含む排ガスは、排出源により圧力・濃度が異なるため、排ガスの性質により、最適な分離・回収技術が存在。

## ■ 排出源別CO<sub>2</sub>濃度と技術別回収後CO<sub>2</sub>濃度



## ■ 排出源別のCO<sub>2</sub>回収コスト

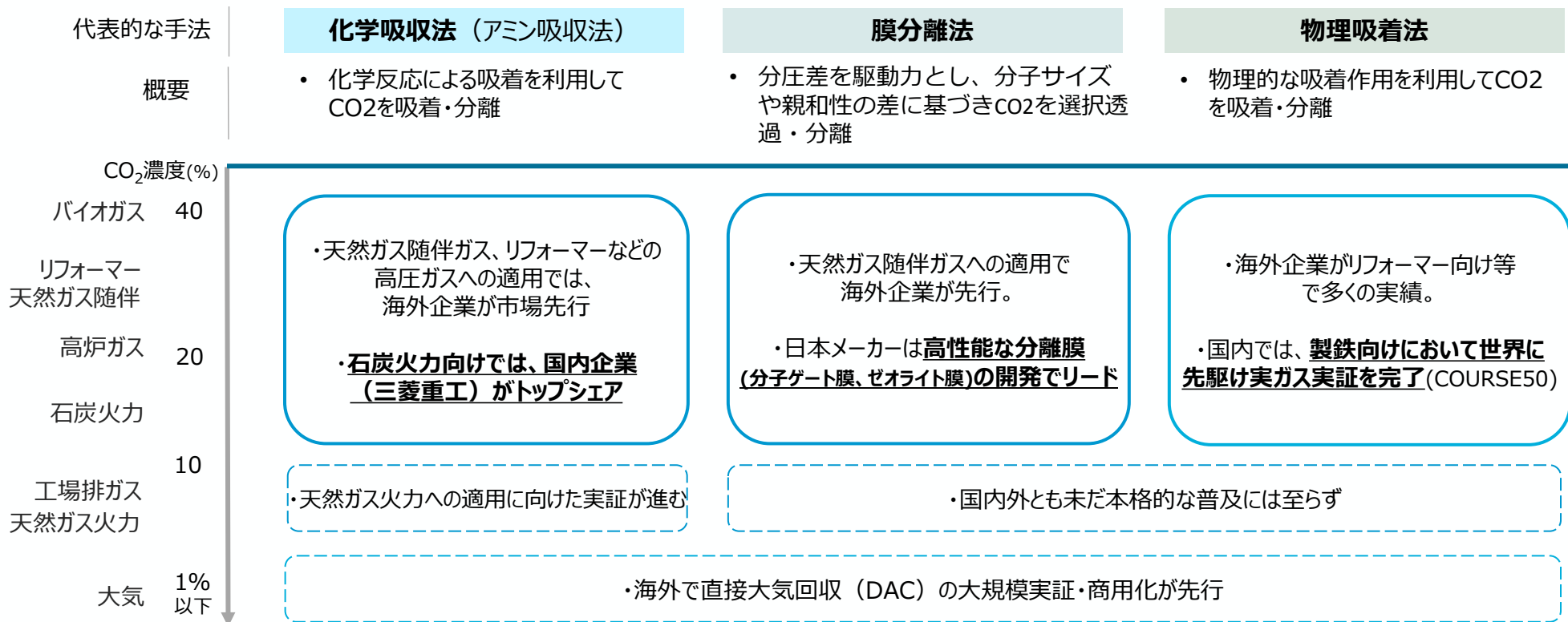


### コスト決定要素

- ガスのCO<sub>2</sub>濃度
- 回収ポイントの数
- 回収技術 (化学吸収法/膜分離法/物理吸着法)
- 回収効率
- エネルギー源と熱の統合
- 改修/新築の別
- 規模
- 不純物

# 分離・回収技術：様々な手法と適用対象

- 固体吸収材や分離膜は、他国でも開発を進めているが、エネルギー消費量や分離膜の選択性・耐久性などの点で我が国の技術は優位性を有する。
- 他方、これまで主流だったアミン吸収法は、高純度のCO2回収に適した手法とされているが、**コストが高いことや消費エネルギーが大きいこと、アミン等の飛散による環境影響が課題**であり、**固体吸収材や分離膜など新たな手法の開発により、省エネルギー化やコスト低減等が可能**。
- また、回収源の多様化を図るためには、CO2回収が未着手である**天然ガス火力や工場等の、より低いCO2濃度の排出源への適用等を進めていくことも重要**。



# CO2分離・回収事業

- 排ガスの性質に合わせ、コストダウンに資する分離回収技術の開発が必要であり、技術開発、社会実装を推進する。

## CCUS

### 回収CO<sub>2</sub>

高炉ガス



約20%CO<sub>2</sub>

※高炉ガス

化学吸収法、物理吸収法  
+  
未利用低温廃熱有効利用

### GI基金プロジェクト

<製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト>

### 回収CO<sub>2</sub>

石炭火力排ガス



12~14%CO<sub>2</sub>

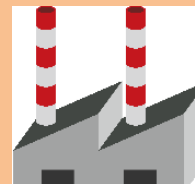
※石炭火力発電所

固体吸収法  
膜分離法等

カーボンリサイクル・次世代火力発電  
の技術開発事業

### 回収CO<sub>2</sub>

工場排ガス



7~9%CO<sub>2</sub>

※ナフサ由来の  
可燃ガスを燃料とする工業炉

### 革新的なCO<sub>2</sub>分離素材/システムの開発

化学吸収法、物理吸着法、膜分離法、  
ハイブリッド方式、その他

工場排ガス等からの  
中小規模CO<sub>2</sub>分離回収技術開発等

天然ガス火力発電排ガスからの  
大規模CO<sub>2</sub>分離回収技術開発等

CO<sub>2</sub>分離素材の標準評価技術基盤の確立

### GI基金プロジェクト

<CO<sub>2</sub>の分離回収等技術開発>

### 回収CO<sub>2</sub>

天然ガス火力排ガス



4~5%CO<sub>2</sub>

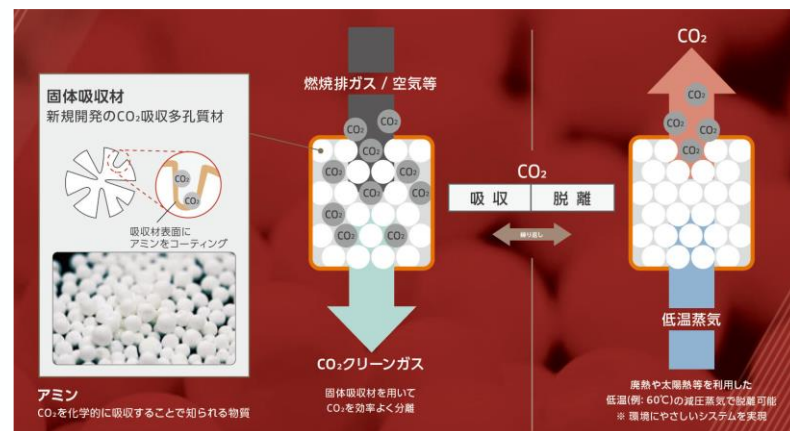
※天然ガス複合サイクル火力発電  
(NGCC)

# 固体吸収材による分離・回収の開発

- 石炭火力から排出されるCO<sub>2</sub>を従来の化学吸収法に比べ大幅に回収エネルギーが低減できる固体吸収材によるCO<sub>2</sub>分離回収技術の確立を目指し、川崎重工業(株)とRITE ((公財)地球環境産業技術研究機構) が2020年から関西電力(株)舞鶴火力発電所内において、実証事業を開始。
- 2023年10月にプラントが竣工し、試運転等を経て、2024年3月から実証試験を開始。プラントの信頼性、運用性等を評価する予定。
- さらに、回収したCO<sub>2</sub>を出荷・輸送から受入まで行う一貫輸送システムの確立を目指した実証試験にも活用する。

## ◆ 固体吸収法実証試験設備概要

プラント規模 : 40t-CO<sub>2</sub>/日  
 処理ガス量 : 7,200 Nm<sup>3</sup>/時  
 回収エネルギー : 1.5GJ/t-CO<sub>2</sub> 以下(目標値)  
 回収コスト : 2,000円台(目標値)  
 設置場所 : 関西電力舞鶴火力発電所内



(出典) 川崎重工業(株) HP

## ◆ 石炭火力発電プロセスにおけるガスの流れ



2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度以降
	詳細設計		試運転		
	製作・調達			実証試験	
	現地工事			輸送実証	



## 2. CCS政策について

# 世界におけるCCSの位置づけ

- CCSは、電化や水素化などではCO2の排出が避けられない分野でも排出を抑制(※)できるため、カーボンニュートラル実現、エネルギー安定供給、国内産業維持の両立に不可欠。2023年12月のCOP28合意文書でも脱炭素化の方策の一つとして位置づけ。  
(※) 鉄、セメント、化学、石油精製等の製造過程で発生するCO2、発電所などでの化石燃料の燃焼に伴うCO2などを貯留することで排出抑制
- CN達成に向け、各国で戦略を策定しており、その中でCCSは電力や産業分野の脱炭素化を担う重要な役割を果たすと位置付けられ、導入目標や支援方針等が示されている。これにより、近年CCSの導入計画が急増。

## 各国の取り組み状況

	戦略・計画	CCSの位置づけ
米国	The Long-Term Strategy of the United State (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2035年までに100%グリーン電力を目指しており、グリーンエネルギーの導入の加速に有効な技術の一つとしてCCSを位置づけ。</li> </ul>
EU	ネットゼロ産業法、産業炭素管理戦略 (2024)	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU域内で2030年5000万トンのCO2貯留の目標を掲げる。</li> <li>石油ガス業界等に対し、上記目標に対して貯留容量の開発に向けて、貢献を義務付け。</li> </ul>
英国	Net Zero Strategy(2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>CCSはhard-to-abateセクターの脱炭素化に欠かせない技術。</li> <li>2030年までに4つのCCSクラスターの立ち上げと年間2000~3000万トンの回収を実現する。</li> </ul>
ドイツ	カーボンマネジメント戦略の主要原則 (2024年5月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>CCSやCCUの活用必要性を認め、活用にあたっての障壁を取り除くとともに、CCUSへの公的資金の提供や炭素差額決済契約への対象にCCUSを追加。</li> </ul>
オランダ	National Climate Agreement (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>CCSは、気候変動目標を達成するための費用対効果の高い技術的方法と位置づけ。</li> </ul>

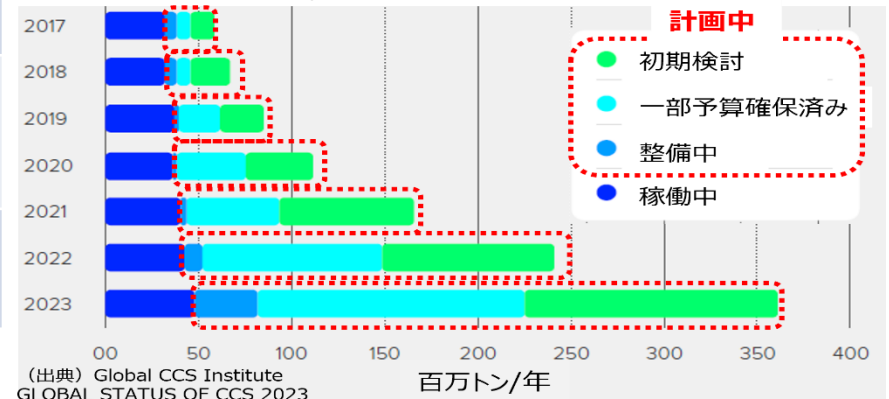
## 世界のCCS施設



41: 稼働  
26: 建設段階  
325: 様々な開発段階  
  
102%  
CCSプロジェクトの数が  
前年比で102%増加

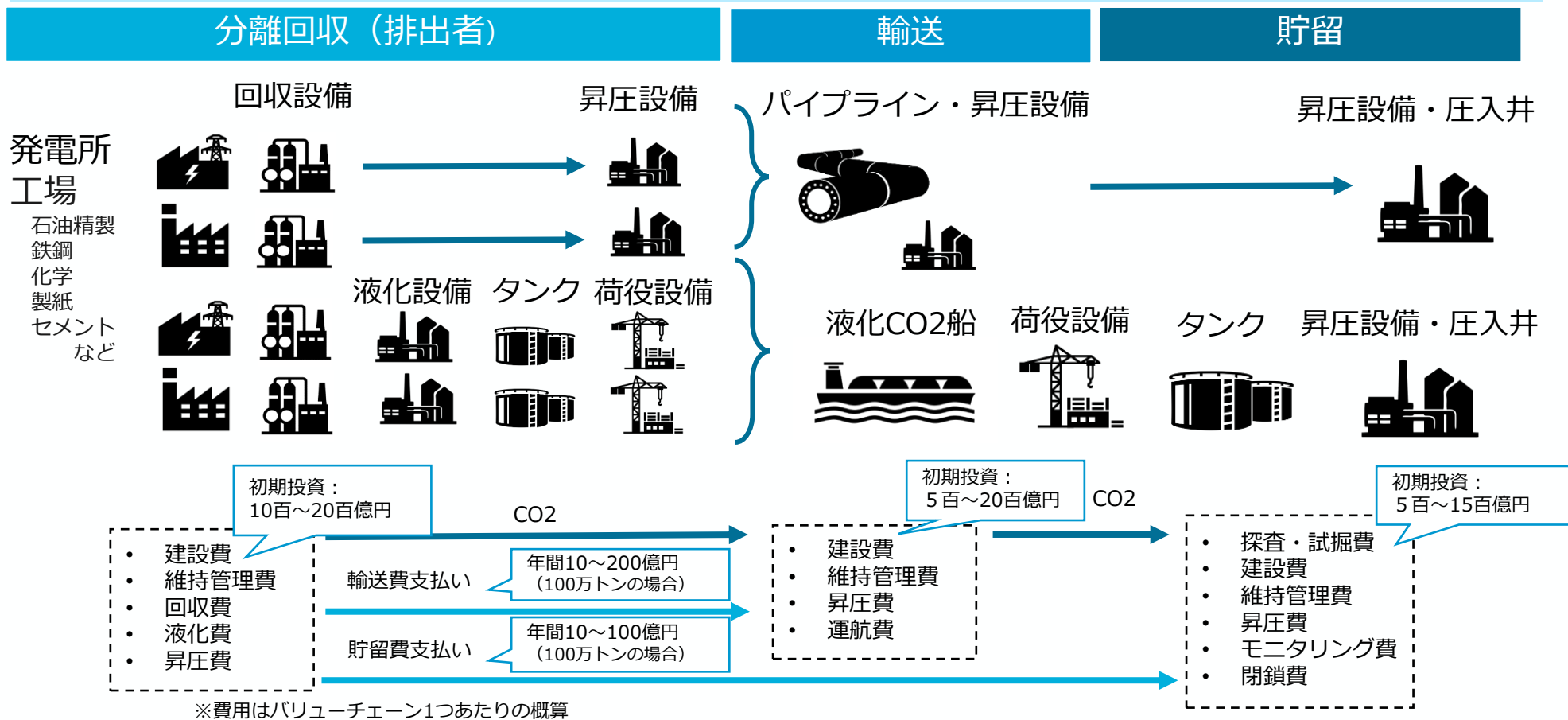
## 世界で稼働中・計画中のCO2回収量

2023年には、2017年の約7倍となる約3.5億トンに。  
(2023年計画中間案件の大半は、2030年までに稼働を予定)



# (参考) CCSビジネスモデルの基本的な考え方

- CCSのバリューチェーンは、分離回収、輸送、貯留からなり、2030年時点では、**CO2排出者が自ら分離回収を行い、輸送・貯留事業者へサービス対価とCO2を渡す形が想定される。**
- 将来的に、複数排出者から分離回収を請け負うアグリゲーターの出現や、CCU/カーボンリサイクルによってCO2の原料価値が高まるなどの変化が生じ、CCS市場の成熟とともにビジネスモデルは変化する可能性あり。



# 日本でのCCSのこれまでの取組

- これまで、貯留適地調査や、分離回収・輸送・貯留の各段階での技術開発・実証、国際的な取組などにより、国内外でCCSを行うための制度整備や、CCSバリューチェーン全体でのビジネスモデル検討が開始できる段階まで取組が進捗。
- 今後は、2026年頃の投資決定と時間軸を合わせ、諸外国の支援措置も参考に、事業者の円滑な参入・操業を可能とする支援制度の在り方について検討し、2030年の事業開始を目指す。
- また、2040年に向けては、高い予見性の下で自立的に新たなCCS事業を開始できるよう、先進的CCS事業で得た知見の横展開や、さらなるコスト低減、貯留量確保が必要となる。

第6次エネルギー基本計画 (2021年10月閣議決定)  
 CCS長期ロードマップ最終とりまとめ (2023年3月)  
 GX推進戦略 (2023年7月閣議決定)

貯留適地  
調査

11地点160億トンの  
貯留ポテンシャルの確認

分離回収  
技術開発

低コスト化に向けた  
新たな分離回収手法の開発

液化CO2船舶輸  
送実証

大容量での長距離船舶輸送  
に向けた実証

貯留  
大規模実証

苫小牧における  
CO2圧入30万トンの実績(2016-2019年)

国際協力

アジアCCUSネットワークに基づく  
国際的な事業環境整備の推進

先進CCS事業  
CCS事業法成立  
改正ロンドン議定書受諾承認

支援制度のあり方検討

2026年頃 最終投資決定 (FID)

2030年 CCS事業開始

~2040年 CCS事業の本格展開期

# 二酸化炭素の貯留事業に関する法律【CCS事業法】の概要

## 背景・法律の概要

- ✓ **2050年カーボンニュートラル**に向けて、今後、脱炭素化が難しい分野におけるGXを実現することが課題。こうした分野における**化石燃料・原料の利用後の脱炭素化を進める手段**として、CO2を回収して地下に貯留する**CCS** (Carbon dioxide Capture and Storage) の導入が不可欠。
- ✓ 我が国としては、**2030年までに民間事業者がCCS事業を開始するための事業環境を整備**することとしており（GX推進戦略 2023年7月閣議決定）、公共の安全を維持し、海洋環境の保全を図りつつ、その事業環境を整備するために必要な**貯留事業等の許可制度等を整備**する。

## 1. 試掘・貯留事業の許可制度の創設、貯留事業に係る事業規制・保安規制の整備

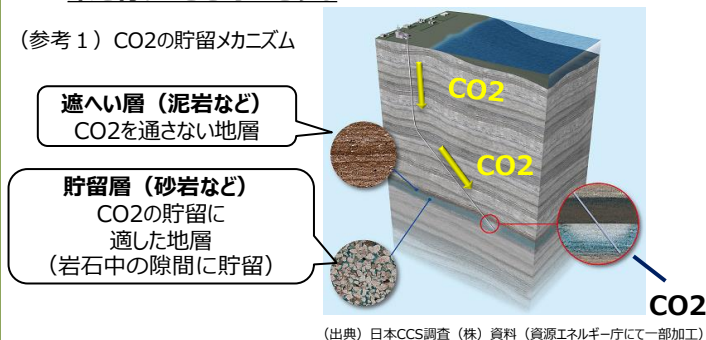
### (1) 試掘・貯留事業の許可制度の創設

- ・ **経済産業大臣は、貯留層が存在する可能性がある区域を「特定区域」として指定**※した上で、特定区域において**試掘やCO2の貯留事業を行う者を募集**し、これらを**最も適切に行うことができると認められる者**に対して、**許可**※を与える。
- ※ 海域における特定区域の指定及び貯留事業の許可に当たっては環境大臣に協議し、その同意を得ることとする。
- ・ 上記の許可を受けた者に、**試掘権**（貯留層に該当するかどうかを確認するために地層を掘削する権利）や**貯留権**（貯留層にCO2を貯留する権利）を**設定**する。CO2の安定的な貯留を確保するための、**試掘権・貯留権は「みなし物権」とする**。
- ・ **鉱業法に基づく採掘権者は、上記の特定区域以外の区域（鉱区）でも、経済産業大臣の許可を受けて、試掘や貯留事業を行うことを可能とする**。

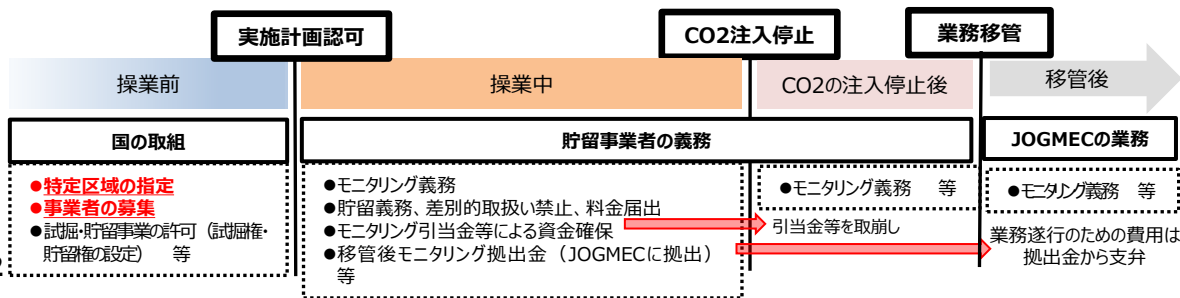
### (2) 貯留事業者に対する規制

- ・ **試掘や貯留事業の具体的な「実施計画」は、経済産業大臣（※）の認可制とする。**
- ※ 海域における貯留事業の場合は、経済産業大臣及び環境大臣
- ・ 貯蔵したCO2の漏えいの有無等を確認するため、**貯留層の温度・圧力等のモニタリング義務**を課す。
- ・ **CO2の注入停止後に行うモニタリング業務等に必要な資金を確保するため、引当金の積立て等**を義務付ける。
- ・ 貯留した**CO2の挙動が安定している**などの要件を満たす場合には、**モニタリング等の貯留事業場の管理業務をJOGMEC（独法エネルギー・金属鉱物資源機構）に移管**することを可能とする。また、**移管後のJOGMECの業務に必要な資金を確保するため、貯留事業者に対して拠出金の納付を義務付ける**。
- ・ 正当な理由なく、**CO2排出者からの貯留依頼を拒むことや、特定のCO2排出者を差別的に取扱うこと**等を禁止するとともに、**料金等の届出義務**を課す。
- ・ **技術基準適合義務、工事計画届出、保安規程の策定等の保安規制**を課す。
- ・ 試掘や貯留事業に起因する**賠償責任**は、被害者救済の観点から、**事業者の故意・過失によらない賠償責任（無過失責任）**とする。

(参考1) CO2の貯留メカニズム



(参考2) 貯留事業に関するフロー



## 2. CO2の導管輸送事業に係る事業規制・保安規制の整備

### (1) 導管輸送事業の届出制度の創設

- ・ CO2を貯留層に貯留することを目的として、**CO2を導管で輸送する者は、経済産業大臣に届け出なければならないものとする**。

### (2) 導管輸送事業者に対する規制

- ・ 正当な理由なく、**CO2排出者からの輸送依頼を拒むことや、特定のCO2排出者を差別的に取扱うこと**等を禁止するとともに、**料金等の届出義務**を課す。
- ・ **技術基準適合義務、工事計画届出、保安規程の策定等の保安規制**を課す。

※海洋汚染防止法におけるCO2の海底下廃棄に係る許可制度は、本法律に一元化した上で、海洋環境の保全の観点から必要な対応について環境大臣が共管する。

# ロンドン議定書2009年改正の受諾・暫定的適用について

- ロンドン議定書において、廃棄物等を海洋投棄又は海洋における焼却のために輸出することは禁止されているが、CCS目的のCO<sub>2</sub>を輸出するニーズの高まりを受け、2009年に海底下の地層への処分目的のCO<sub>2</sub>であれば一定の条件下で輸出を行うことを可能とする改正が採択。
- 我が国においても、実際にCCS目的でCO<sub>2</sub>輸出を行うプロジェクトの検討が進んでいることなどを踏まえ、令和6年の通常国会にて、ロンドン議定書2009年改正の受諾について承認されたところ。
- 今後、関係省庁と連携の上、国内担保措置を講じた上で、当該改正の受諾及び暫定的適用の宣言を想定している。

(※) ロンドン議定書2009年改正が効力を生ずるためには、締約国の3分の2（54か国中36か国）の受諾が必要であるところ、2009年改正の受諾国数は、現在、11か国のみであり未発効。他方、2019年に暫定的適用を可能とする締約国会議決議が採択され、以後、8か国が暫定的適用を宣言。

【参考】ロンドン議定書第六条の規定（和訳） ※2009年改正の内容を反映した場合。現時点で改正は未発効で第1パラのみが有効。

## 第六条 廃棄物その他の物の輸出

- 1 締約国は、投棄又は海洋における焼却のために廃棄物その他の物を他の国に輸出することを許可してはならない。
- 2 1の規定にかかわらず、附属書一の規定に基づく処分のための二酸化炭素を含んだガスの輸出については、関係国が協定を締結し、又は取決めを行っていることを条件として、これを行うことができる。当該協定又は当該取決めには、次の事項を含める。当該協定を締結し、又は当該取決めを行っている締約国は、機関にその旨を通報する。
  2. 1 輸出国と受入国との間の許可を与える責任の確認及び配分であって、この議定書その他の適用可能な国際法に適合したもの
  2. 2 非締約国に輸出する場合には、少なくともこの議定書と同等の規定（附属書二の規定に適合する許可の付与及び許可の条件に関する規定を含む。）であって、当該協定又は当該取決めが、海洋環境を保護し、及び保全するためのこの議定書に基づく締約国の義務に違反しないことを確保するためのもの

# 先進的CCS事業について

- これまで我が国で進めてきたCCS技術の蓄積を最大限活用し、横展開可能なビジネスモデルを確立すべく、2030年までのCCS事業開始を目指した模範となる先進性のあるプロジェクトに対し、CO2の分離・回収から輸送、貯留までのバリューチェーン全体を一体的に支援。
- 今年度選定した9案件は、石油精製、鉄鋼、化学、紙・パルプ、セメント等の多様な事業分野が参画し、産業が集積する北海道、関東、中部、近畿、瀬戸内、九州等の地域のCO2の排出に対応。本事業を通じて、2030年までにCO2の年間貯留量600～1,200万トンの確保に目途を付けることを目指す。

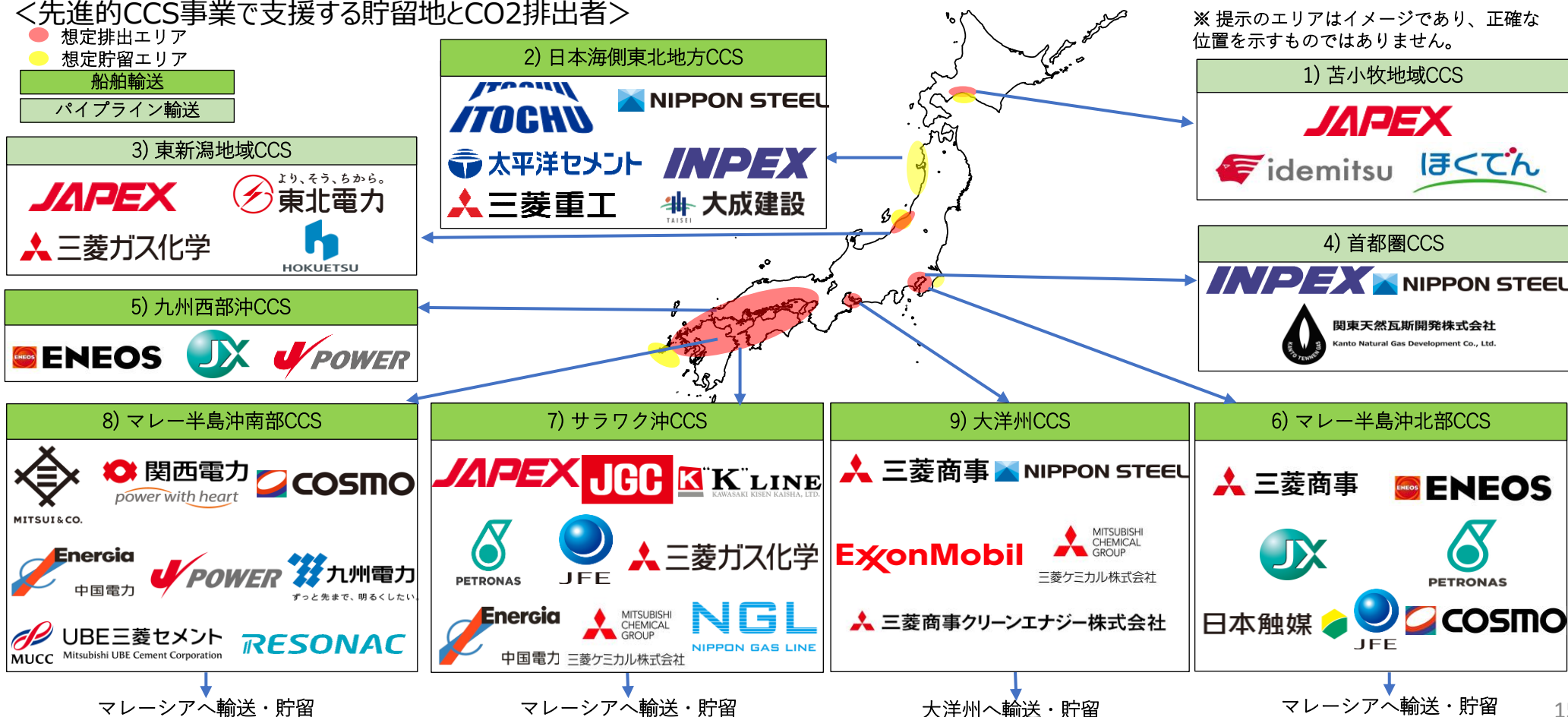
＜先進的CCS事業で支援する貯留地とCO2排出者＞

- 想定排出エリア
- 想定貯留エリア

船舶輸送

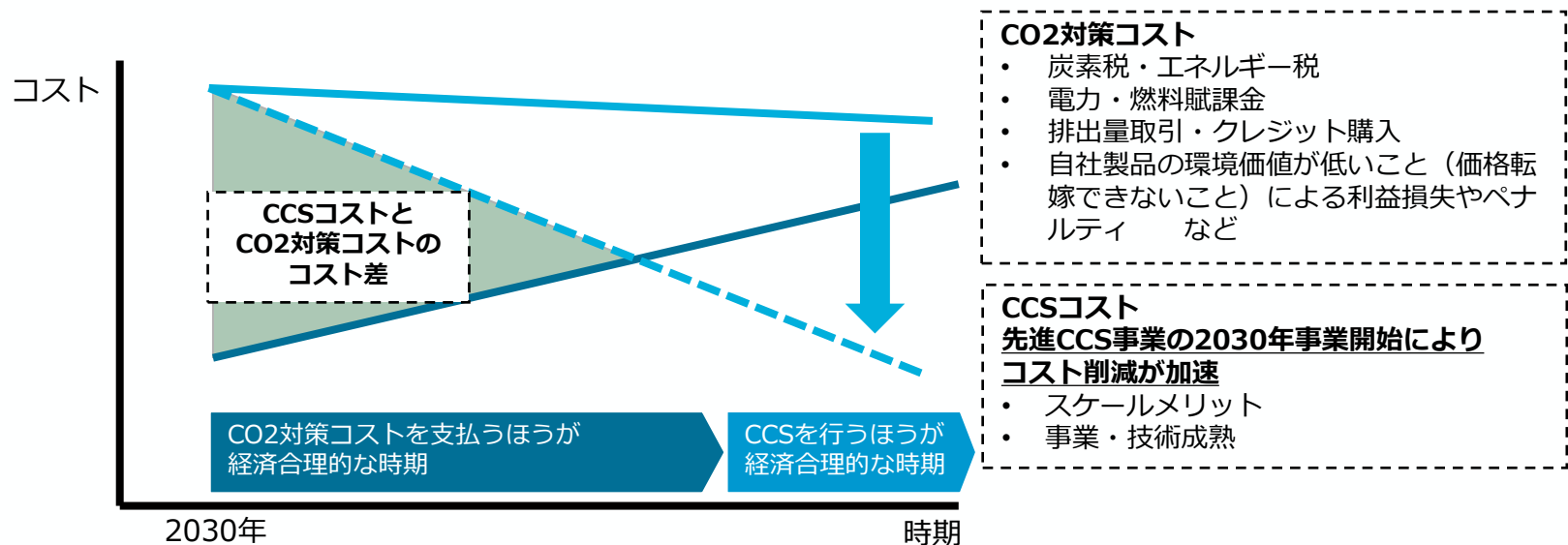
パイプライン輸送

※ 提示のエリアはイメージであり、正確な位置を示すものではありません。



# CCS事業の自立化に必要な条件

- CCSコスト（分離回収、輸送、貯留の合計コスト）と排出者が負担するCO2対策コスト（削減対策をしないことで発生するコスト。税、賦課金、クレジット購入、環境価値が低いことによる利益損失など）の比較で、**CCS事業の自立化には、CCSコストが排出者が負担するCO2対策コストを下回ることが必須。**
- CCSのコストは、技術・市場成熟やスケールメリットなどによって下がり、**将来的にはCO2対策コストと逆転して自立化が見込まれる。ただし、前提として、まとまった量のCCSが実施されることで、安価に利用可能な分離回収技術や輸送・貯留インフラが確立し、事業経験を経て市場が成熟することが必要。**
- **CCSコストのほうが高い現状では、排出者自らがCO2対策コストを負担して、排出削減を行わない形でCO2を排出するほうが経済合理的**であり、他国に先行してCCSコスト削減を実現し、CCS市場においてアジア大洋州地域で競争力あるCCSバリューチェーンを我が国主導で構築するためには、**コスト逆転に先行して、まとまった量のCCSが実現できるような支援が必要ではないか。**
- なお、CCSコストのほうが高い現状に加え、CO2対策コストと逆転する時期も見通せないため、**支援には事業開始に必要なCAPEX支援だけではなく事業の自立化を見据えたOPEX支援も必要ではないか。**





# (参考) CCS事業に対する諸外国の支援事例のまとめ

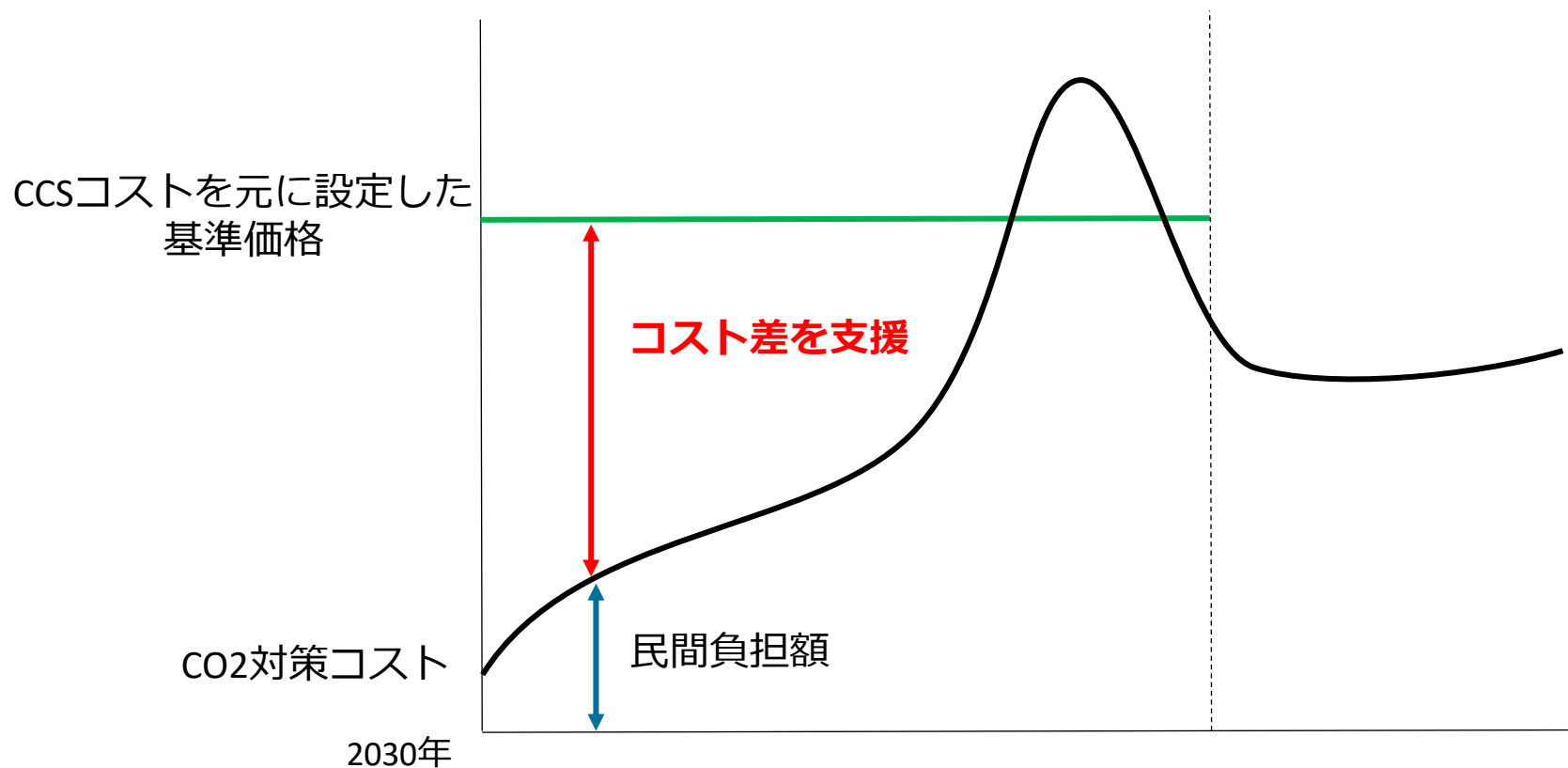
	英国		オランダ		ドイツ		ルウエー		米国	
	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX
<b>排出者</b>	貯留量に応じた補助 (最長10年)	価格差支援 (最長15年) (※1) + 輸送貯留料 支援(最長15年)	価格差支援 +オークション(15年) (※3)		価格差支援 (今後詳細設計)		直接補助 (※4)	直接補助 (10年※4) + 輸送貯留料 無料(10年)	直接補助 (※5)	生産比例税控 除(IRA) (85 \$ / t 10年)
<b>輸送・貯留事業者</b>	直接補助	↓	直接補助	↓	(今後詳細設計)	直接補助 (※4)	直接補助 (10年※4) + 炭素税免除	直接補助 (※5)	↓	排出者から支払い
<b>備考</b>	(※1)政府と事業者が交渉で決定した基準価格と、UK-ETSを踏まえた参照価格との差額を貯留量に応じて支払い。 (※2)回収施設が予定通りに稼働しない場合の、OPEXや負債コストに対する支援や、商業保険でカバーしきれないリスクに対する政府補償も実施。		(※3)他技術と1トンあたりのCO2処理費用で価格競争を実施の上、事業者申請額(≒CO2の低減に係る費用)と補正值(EU-ETSベース)の差額を支払い。				(※4) Longship (Northern Lights) プロジェクトへに対し、平均補助率67%		(※5) インフラ投資・雇用法：120億ドル	
	価格差支援						直接補助		直接補助 + 税額控除	

# CCS支援制度のたたき台

論点	概要
①支援の基本的な考え方	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 支援制度を通じて、日本企業に対して、<u>ccs市場の中で価格競争力と安定性のあるccs環境を提供し、鉄・化学などhard to abate産業の国際競争力維持とエネルギーセクターの脱炭素化に貢献するとともに、ccs関連企業の成長につなげることを目指すべき</u>。また、他の脱炭素化手段の進捗等も踏まえた検討をすべき。</li><li>➤ CCS事業の抱えるリスクのうち、<u>政策的に対応すべきリスク</u>としては、<u>CCSコスト（分離回収・輸送・貯留の合計コスト）と排出者が負担するCO2対策コスト（削減対策をしないことで発生するコスト。税、賦課金、クレジット購入、環境価値が低いことによる利益損失など）のギャップ解消の見通しが立ちにくいことが最も大きく、こうしたコスト差に着目した支援が必要</u>。また、<u>支援には事業開始に必要なCAPEX支援だけでなく事業の自立化を見据えたOPEX支援も必要</u>。</li><li>➤ 上記のほか、<u>CO2供給途絶リスク、CO2漏洩リスク等のリスクや事業廃止後の対策</u>についても<u>政策的な対応が必要</u>。</li></ul>
②支援期間	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 上記リスクを踏まえ、2030年からCCS事業を開始する案件について、諸外国の支援制度を参考に<u>CCSコストと排出者が負担するCO2対策コストが逆転するまでの長中期に亘り実施</u>することを検討する必要がある。</li></ul>
③自立化を促す仕組み	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 支援策を講ずるに当たっては、<u>各事業者の競争の下、技術や市場の成熟、事業者による継続的なコスト低減に向け取組を促し、コスト差を解消し、ccs事業の自立化を促す仕組みを盛り込むべき</u>。</li></ul>
④他政策との関係	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ GX-ETSにおいて、2033年から段階的に発電事業者に対して「有償オークション」が導入されること踏まえ、<u>ccs支援策の適用の在り方も電力分野と非電力分野それぞれの置かれた状況を踏まえて検討すべき</u>。</li><li>➤ その際、CCS付火力発電を<u>長期脱炭素電源オークションの対象</u>とする議論をしていく必要がある中、<u>ccs支援制度との関係で過不足のない支援策を講ずるべき</u>。</li><li>➤ 合成燃料やメタネーションといったCCU側のそれぞれの制度に齟齬が生じないように制度を設計すべき。</li></ul>
⑤国内・海外の扱い	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 海外貯留を巡る動向や貯留国側の事業環境整備の動向、液化CO2船による大規模輸送の条件設定の状況等も踏まえ、国内貯留と海外貯留はそれぞれの置かれた状況を踏まえて検討すべき。</li></ul>
⑥2030年以降の支援	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 貯留地開発には時間を要することから、2030年CCS事業開始に向けた支援と並行して、諸外国の脱炭素化に向けた動向や、他の脱炭素化手段の進捗等やを踏まえ、<u>2040年、2050年に向けて国内外の貯留地開発を進めるべき</u>。</li></ul>

# (参考) CCS支援制度のイメージ

- CCSコスト (分離回収、輸送、貯留の合計コスト) と排出者が負担するCO2対策コスト (削減対策をしないことで発生するコスト。税、賦課金、クレジット購入、環境価値が低いことによる利益損失など)が逆転する時期が見通せないので、支援には事業開始に必要なCAPEX支援だけでなく、事業の自立化を見据えたOPEX支援が必要。
- その際、CCSコストとCO2対策コストの差に着目した支援が必要。(下記イメージ参照)



## CCS関連箇所抜粋

CCSは、「GX推進戦略」において2030年までの事業開始に向けた事業環境を整備することとしている。2024年5月には、貯留事業の許可制度等を定めたCCS事業法が成立しており、今後は「CCS長期ロードマップ」も踏まえて具体的な取組を進めていく。

一方で、CCS事業は世界的にも予見可能性が低いため、欧米ではCCSに要する費用とCO<sub>2</sub>を排出した際の対策費用のコスト差に着目した支援や比較的高い補助率での支援措置を講じている。政府による支援により、CCSを先行的に事業化することで、CCS事業の自立化を図るとともに、コスト競争力のあるCCSバリューチェーンを構築することが可能となる。

我が国でも、「先進的CCS事業」に対し試掘等の貯留地開発やCCSバリューチェーン全体への一体的な支援を行い、2030年までに年間貯留量600～1,200万トンの確保に目途を付けることを目指している。今後、諸外国の支援措置や「先進的CCS事業」を通じて得た知見等を踏まえ、我が国の地理的状況やエネルギー政策の方向性に合致する形で、継続的なコスト低減や事業者間競争を促す視点も含めて、事業者によるCCS事業への投資を促すための支援制度を検討していく。その際、CCSの分野別投資戦略を踏まえた投資促進策の検討や、GX-ETSやJ-クレジット長期脱炭素電源オークションなど他の制度との連携、エネルギー・GX産業立地の議論との連携を考慮していく。

こうした支援制度により先行してCCS事業を立ち上げ、我が国に世界的な競争力のあるCCSバリューチェーンを構築することで、日本企業にCCS環境を提供し、鉄・化学などHard to Abate産業の国際競争力維持とエネルギーセクターの脱炭素化を図るとともに、日本のCCS関連企業が各国のCCS事業の受注で優位に立つことが可能となることを目指す。

また、CCS事業の自立化に向けたコスト低減を進めるべく、分離回収分野では排出ガス中のCO<sub>2</sub>濃度や圧力を踏まえた最適な技術の開発、輸送分野では船舶の大規模化に向けた最適なタンク設計などの船舶輸送技術確立、貯留分野では低コストなモニタリング技術の導入を目指した国内外での実証を進める。

さらに、CCS事業の拡大には、カーボンニュートラルに向けた意義等について地域の理解を得つつ進めることが重要であり、引き続き理解促進に取り組むとともに、2040年に向けた貯留量拡大を見据え、貯留層のポテンシャル評価等の貯留地開発を推進する。

貯留量確保の観点では、海外には、枯渇油田ガス田をはじめ既に貯留先としての可能性が明らかな地域があるため、我が国の技術も活用する形で我が国のCO<sub>2</sub>を海外で貯留することも条件が整えば有力な選択肢であり、関係国との具体的な対話や、将来的な貯留権益確保を目指した相手国との共同調査を、順次実施していく。また、源国では、政府から石油天然ガスの上流開発時のCCS実施が求められる事例も出てきており、エネルギー安定供給確保の観点からも海外CCSへのJOGMECによるリスクマネー供給等を行う。加えて、海外でのCCSに付加価値を付けるため、CCS事業での二国間クレジット制度(JCM)活用に向けたパートナー国との協議や、CCS事業による温室効果ガス排出量削減の方法論確立等の環境作りを進めていく。

# (参考) 今後のCCS事業推進イメージ

諸外国のCCSに要する費用とCO<sub>2</sub>を排出した際の対策費用のコスト差に着目した支援措置等を踏まえ、継続的なコスト低減や事業者間競争を促す視点も含めて、事業者によるCCS事業への投資を促すための支援制度を検討の上、CCS事業の自立化を目指す。

## ビジネスモデル構築期

「先進的CCS事業」に対し試掘等の貯留地開発やCCSバリューチェーン全体への一体的な支援を行い、2030年までに年間貯留量600~1,200万トンの確保に目途を付けることを目指す。

## CCS事業始動

## CCS事業自立期

## CCS事業横展開期

2040年に向けた貯留量拡大を見据え、貯留層のポテンシャル評価等の貯留地開発を推進する。

## CCS事業成熟期

我が国に世界的な競争力のあるCCSバリューチェーンを構築することで、日本企業にCCS環境を提供し、鉄・化学などHard to Abate産業の国際競争力維持とエネルギーセクターの脱炭素化を図る。

また、日本のCCS関連企業が各国のCCS事業の受注で優位に立つことが可能となることを目指す。

# (参考) CCSの分野別投資戦略の進捗

2024年10月3日  
GX分野別専門家WG資料  
抜粋

## 分野別投資戦略を踏まえ講じた措置等

### <投資促進策>

- ◆ **先進的CCS事業**（令和5年度補正予算額204億円：エネ特）にて、**2030年までの事業開始**を目指した、横展開可能なビジネスモデルを確立するために模範となる先進性のあるプロジェクト**9案件**を採択。
- ◆ 2024年9月に、カーボンマネジメント小委員会において、2030年事業開始に向けた**CCSへの支援制度のあり方の検討**をキックオフ。
- ◆ 2024年3月より舞鶴火力発電所にて、**従来方法からコスト半減**を目指すCO2分離回収方法の実証試験を開始。
- ◆ 2024年10月より、**現行手法よりタンク貯蔵効率2倍以上**となる**液化CO2船舶**について、舞鶴～苫小牧間の**実証航行**を開始。

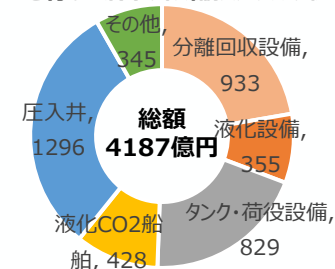
### <規制・制度>

- ◆ 2024年5月に**CCS事業法が成立**し、CO2の貯留事業に関する許可要件、事業・保安規制、管理業務移管、賠償責任など、**事業を行うに当たって必要な制度を整備**。
- ◆ 2024年5月に、**海外CCSの実現に向けて**、**ロンドン議定書2009年改正**（海底下地層への処分目的のCO2を一定条件下で輸出可能とする内容）の**受諾について国会承認**。
- ◆ 2024年8月に、海運・造船会社など約30社の参加による**液化CO2船舶の仕様共通化**に向けた協議会を発足。今年度内にガイドライン作成を目指す。
- ◆ **長期脱炭素電源オークション**における扱いの具体化、**J-クレジット**の対象化に向けた検討。

## 投資促進策等を通じて目指す姿

- ◆ **CCS事業への支援制度**について、事業者が自律的にコスト削減を図る仕組み等を検討し、**年内にたたき台提示**、**来年夏頃に中間取りまとめ**を行い、国内外でのCCS事業展開に向けた投資決定を促していく。
- ◆ その上で、**2030年時点で年間600万～1200万トンの排出削減**を目指すとともに、我が国に世界的なコスト競争力ある**CCSバリューチェーン**を構築することで、①鉄・石化・セメントなど**Hard to abate産業**の国際競争力維持と、②電力・石油精製等の**産業・生活基盤の急激なコスト上昇回避**、③**日本企業が分離回収、輸送、貯留の各段階で、各国のCCS事業の受注で優位に立つ状態**を目指す。
- ◆ 分離回収では、商用化されている**化学吸収法**において既に**日本企業が世界シェア7割**を占め、欧米の計画でも複数受注。**より低コストな手法（固体吸収法、物理吸収法）**でも、**日本がプラント実証において先行**。年間100万トン以上の回収事例は世界でもまだ少なく、**先進CCS事業で実績先行**を目指す。
- ◆ 輸送では、欧州や東南アジアで他国CO2受入れによる貯留事業の検討が進んでおり、**より大容量な液化CO2輸送船が必須**。容易にドライアイス化する液化CO2の輸送には、LNG船とは異なる設計・運航管理が必要。**実証中の新手法による船舶やその設計共通化**により、**新たな市場開拓**を目指す。
- ◆ 貯留では、中長期的には**帯水層への貯留も有望**であり、**苫小牧実証や先進CCS事業により帯水層での実績**を得られる点で**優位性**を見込む。既に**東南アジア・豪州**で日本企業が貯留地開発に参画。

年間500万CO2-t  
CCSを行う場合の設備投資額の例



(出典) NEDO調査事業等の結果よりRITE試算

日本企業受注の世界最大級のCO2回収設備



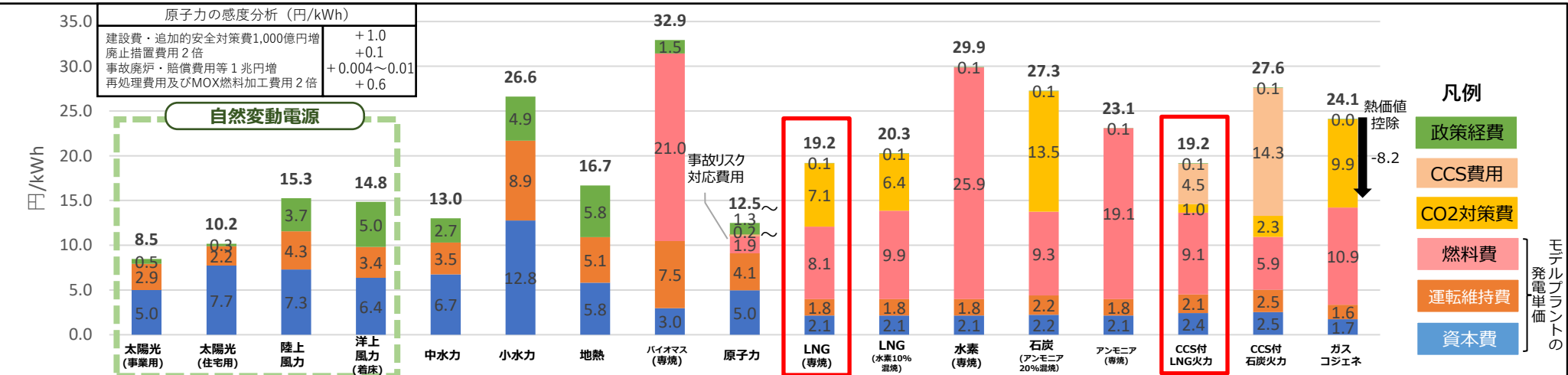
検証結果は、標準的な発電所を立地条件等を考慮せずに新規に建設し所定期間運用した場合の「総発電コスト」の試算値。政策支援を前提に達成すべき性能や価格目標とも一致しない。

# 【モデルプラント方式の発電コスト】2040年の試算の結果概要（暫定）

- 各電源のコスト面での特徴を踏まえ、どの電源に政策の力点を置かかといった、**2040年に向けたエネルギー政策の議論の参考材料**とするために試算。
- 2040年に、新たな発電設備を建設・運転した際のkWh当たりのコストを、一定の前提で機械的に試算したもの（既存設備を運転するコストではない）。**
- 2040年のコストは、燃料費の見通し、設備の稼働年数・設備利用率、自然変動電源の導入量、気象状況などの**試算の前提を変えれば、結果は変わる**。また、今回想定されていない更なる技術革新などが起こる可能性にも留意する必要がある。
- 事業者が**現実に発電設備を建設**する際は、下記の**発電コストだけでない様々な条件（立地制約・燃料供給制約等）が勘案され、総合的に判断**される。

		自然変動電源				水力		地熱	バイオマス	原子力	LNG	脱炭素火力						コジェネ
電源		太陽光 (事業用)	太陽光 (住宅用)	陸上風力	洋上風力 (着床)	中水力	小水力	地熱	バイオマス (専焼)	原子力	LNG (専焼)	LNG (水素10%混焼)	水素 (専焼)	石炭 (アンモニア20%混焼)	アンモニア (専焼)	CCS付LNG火力	CCS付石炭火力	ガスコジェネ
LCOE (円/kWh)	政策経費あり	7.0   8.9	7.8   10.7	13.5   15.3	14.4   15.1	13.0	26.6	16.7	32.9	12.5~	16.0   21.0	16.8   22.2	24.6   33.0	20.9   32.0	22.3   27.9	17.1   21.1	26.6   32.2	15.9   17.5
	政策経費なし	6.6   8.4	7.6   10.4	10.1   11.6	9.5   10.1	10.3	21.7	10.9	31.4	11.2~	15.9   20.9	16.8   22.2	24.6   33.0	20.8   31.9	22.2   27.8	17.0   21.0	26.5   32.2	15.9   17.5
設備利用率		18.3%	15.8%	29.6%	40.2%	54.7%	54.4%	83%	87%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	72.3%
稼働年数		25年	25年	25年	25年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	40年	30年

(注1) 表の値は将来の燃料価格、CO2対策費用、太陽光・風力の導入拡大に伴う機器価格低下などをどう見込むかにより、幅を持った試算となる。例えばCO2対策費用は、IEA「World Energy Outlook 2024」(WEO2024)における韓国の公表政策シナリオ(STEPS)とEUの表明公約シナリオ(APS)で幅を取っている。  
 (注2) グラフの値は、WEO2024のSTEPSのケースがベース。CO2価格はWEO2024のEUのSTEPSのケース、水素・アンモニアは海外からブルー水素・ブルーアンモニアを輸入するケース、CCSはパイプライン輸送のケース、コジェネはCIF価格で計算したコストを使用。その他の前提は、後述の、各電源ごとの「発電コストの内訳」(グラフ)のとおり。  
 (注3) 発電コスト検証WGで考慮した政策経費は、国際的に確立した手法では算入しないことが一般的であることから、政策経費を算入しないケースについても併せて記載することとした。  
 (注4) 四捨五入により合計が一致しないことがある。 (注5) 水素、アンモニア混焼は熱量ベース。

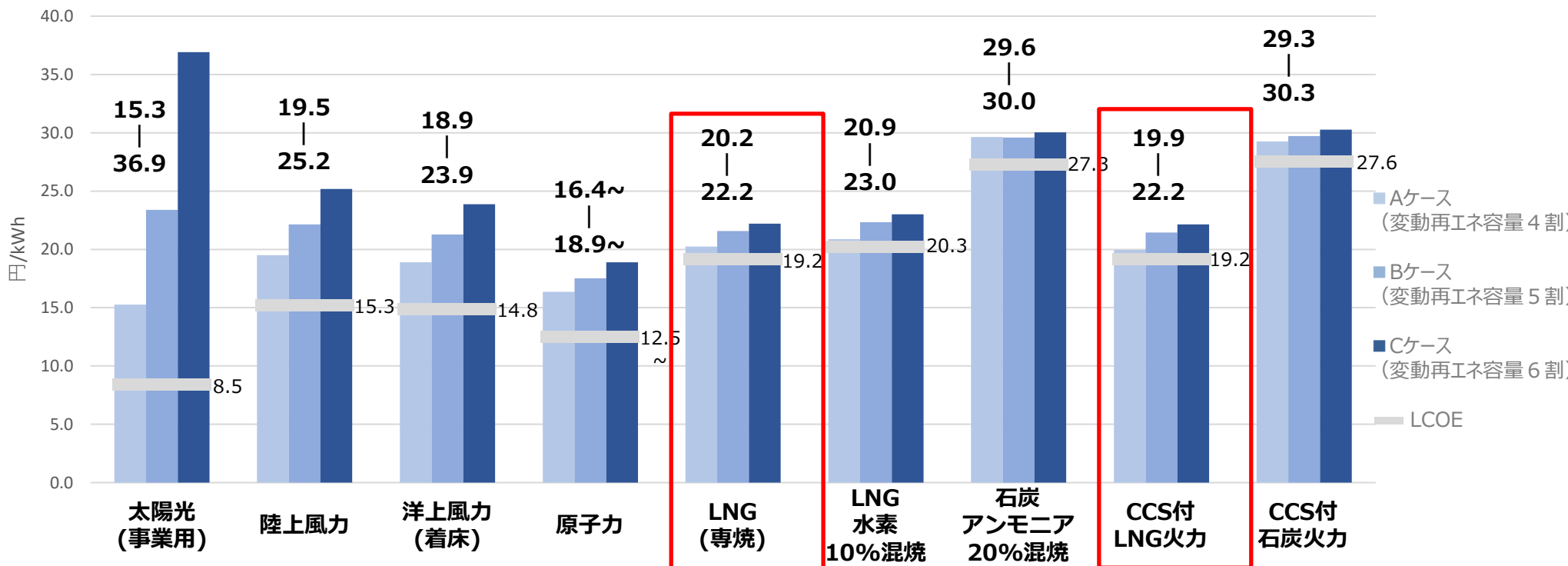


※ペロブスカイト太陽電池と浮体式洋上風力については、現時点では技術が開発途上で費用の予見性が必ずしも高くないが、諸外国のコストデータをもとに作成したコスト算定モデルや、事業者の見積もりをもとに、一定の仮定を置いて発電コストを試算したところ、ペロブスカイト太陽電池は政策経費あり16.5円/kWh、政策経費なし15.3円/kWh、浮体式洋上風力は政策経費あり22.5円/kWh、政策経費なし14.9円/kWhとなった。(参考値)

# 【統合コストの一部を考慮した発電コスト】2040年の試算の結果概要（暫定）

委員試算を踏まえた検証結果。  
政策支援を前提に達成するべき  
性能や価格目標とも一致しない。

- 太陽光や風力といった安定した供給が難しい電源の比率が増えていくと、電力システム全体を安定させるために電力システム全体で生じるコストも増加する。電源別の発電コストを比較する際、従来から計算してきた①に加え、一定の仮定を置いて、②も算定した。  
 ①新たな発電設備を建設・運転した際のkWh当たりのコストを、一定の前提で機械的に試算したもの（＝「LCOE」）  
 ②ある電源を追加した場合、電力システム全体に追加で生じるコスト（例：他電源や蓄電池で調整するコスト）を考慮したコスト  
 （■統合コストの一部を考慮した発電コスト）
- 統合コストの一部を考慮した発電コストは、既存の発電設備が稼働する中で、ある特定の電源を追加した際に電力システムに追加で生じるコストを計算している。具体的には、LNG火力など他の電源による調整、揚水や系統用蓄電池による蓄電・放電ロス、再エネの出力制御等に関するコストを加味する。
- 将来のコストは、燃料費の見通し、設備の稼働年数・設備利用率、ある特定の電源を追加した際に電力システムで代替されると想定される電源の設定（今回は、費用が一番高い石炭火力とした）などの試算の前提を変えれば、結果は変わる。今回は、3ケースについて算定。更なる技術革新などが起こる可能性も留意する必要あり。



※2040年の電源システムについて、一定程度、地域間連系線が増強され、系統用蓄電池が実装されているケースを想定しており、これらによる統合コストの引き下げ効果は、上記結果に加味されている。加えて、デマンドレスポンスを一定程度考慮した場合、統合コストの一部を考慮した発電コストが上記より低い水準になる。

※地域間連系線の増強費用や蓄電池の整備費用は、「ある特定の電源を追加した際」に電力システム全体に追加で生じるコストではないため、計算には含まれない。

※水素、アンモニアは熱量ベース。



# CCS付石炭火力 発電コストの内訳

## CCS付石炭火力発電コスト (2040年)

政策経費あり 26.6~32.2円/kWh  
 政策経費なし 26.5~32.2円/kWh

### 政策経費

予算関連政策経費 (0.05円/kWh)

### CO2対策費

分離回収しきれなかったCO2や輸送・貯留において排出されたCO2の排出権を購入するとした場合の費用

・総額約**1,921億円** (40年分)

### CCSにかかる費用

分離回収設備の資本費・運転維持費 (8.3円/kWh)

パイプラインの輸送費用 (3.8円/kWh)

貯留費用 (2.2円/kWh)

・総額約**1兆1,741億円** (40年分)

### 燃料費

・総額約**4,856億円** (1基、40年分)

### 運転維持費

人件費、修繕費、諸費、一般管理費

・総額約**2,045億円** (1基、40年分)

### 資本費

建設費 (2.3円/kWh)

固定資産税 (0.2円/kWh)

設備廃棄費用 (0.03円/kWh)

・総額約**2,076億円** (1基分)

(基本ケース)

パイプライン : 政策経費あり 27.6円/kWh

政策経費なし 27.6円/kWh

船舶 : 政策経費あり 31.5円/kWh

政策経費なし 31.5円/kWh

※モデルプラント想定 (基本ケース)

設備容量70万kW、設備利用率70%

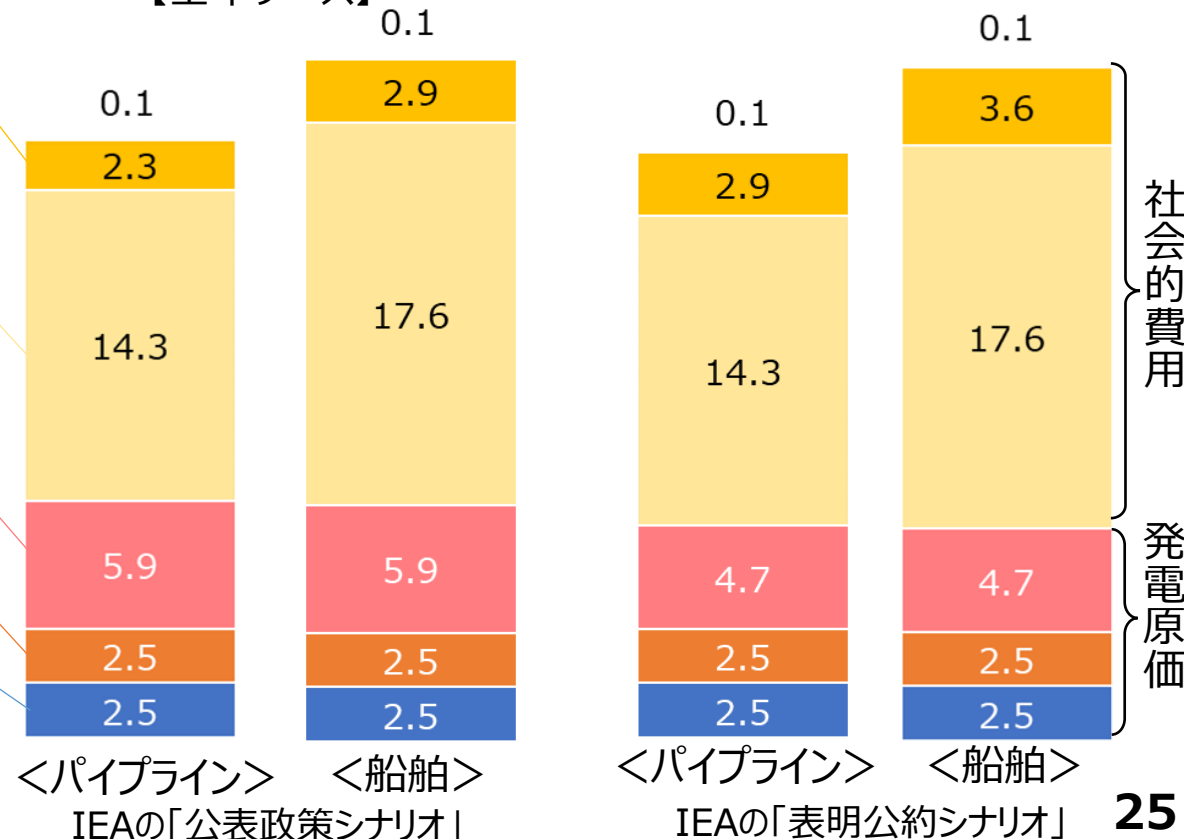
回収率90%、発電効率39.6%

所内率9.3%、稼働年数40年

燃料費 : IEA「公表政策シナリオ」

CO2対策費の推移 : IEA「公表政策シナリオ (EU)」

【基本ケース】



・各諸元の総額をモデルプラント1基40年あたりの総発電電力量約**821億kWh**で割って単価を算出

※CO2輸送貯留費用を検討するにあたり以下の仮定を想定

①輸送距離は、200kmの陸上パイプライン/1000kmの船舶

②輸送・貯留施設は、300万トン規模の設備を想定し、CO2処理量(285万トン)に応じてコスト負担

# CCS付LNG火力 発電コストの内訳

## 政策経費

予算関連政策経費 (0.05円/kWh)

## CO2対策費

分離回収しきれなかったCO2や輸送・貯留において排出されたCO2の排出権を購入するとした場合の費用

・総額約**716億円** (40年分)

## CCSにかかる費用

分離回収設備の資本費・運転維持費 (2.0円/kWh)

パイプラインの輸送費用 (1.6円/kWh)

貯留費用 (0.9円/kWh)

・総額約**3,316億円** (1基、40年分)

## 燃料費 (9.1円/kWh)

・総額約**6,735億円** (1基、40年分)

## 運転維持費(2.1円/kWh)

人件費、修繕費、諸費、一般管理費

・総額約**1,532億円** (1基、40年分)

## 資本費(2.4円/kWh)

建設費 (2.2円/kWh)

固定資産税 (0.2円/kWh)

設備廃棄費用 (0.03円/kWh)

・総額約**1,785億円** (1基分)

・各諸元の総額をモデルプラント1基40年あたりの総発電電力量約**737億kWh**で割って単価を算出

## CCS付LNG火力発電コスト (2040年)

政策経費あり **17.1~21.1円/kWh**

政策経費なし **17.0~21.0円/kWh**

(基本ケース)

パイプライン : 政策経費あり **19.2円/kWh** 政策経費なし **19.1円/kWh**

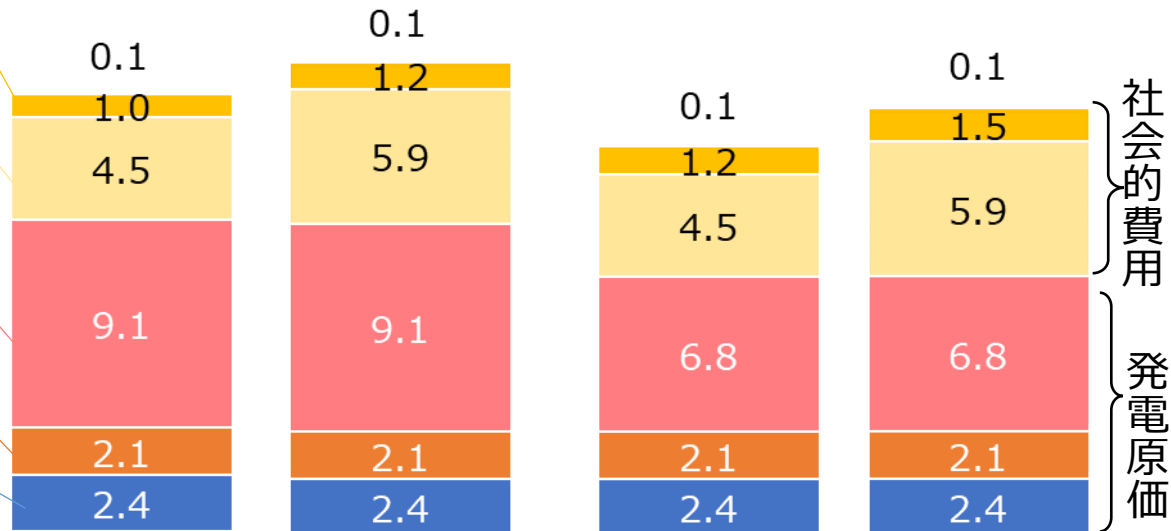
船舶 : 政策経費あり **20.9円/kWh** 政策経費なし **20.8円/kWh**

※モデルプラント想定 (基本ケース)

設備容量60万kW、設備利用率70%、回収率90%、発電効率52.5%、所内率5.9%、稼働年数40年

燃料費 : IEA「公表政策シナリオ」 CO2対策費の推移 : IEA「公表政策シナリオ」(EU)

【基本ケース】



※CO2輸送貯留費用を検討するにあたり以下の仮定を想定  
 ①輸送距離は、200kmの陸上パイプライン/1000kmの船舶  
 ②輸送・貯留施設は、300万トン規模の設備を想定し、CO2処理量(106万トン)に応じてコスト負担

# CO2対策費用の考え方①（総論）

## 【基本的な考え方】

- CO2対策費用は、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、現時点で国内で検討されている政策の実施に伴い、将来負担が生じると想定される社会的費用（環境外部費用）の一部を内部化するもの。
- CO2対策費用については、環境外部費用の全てをコストに換算することは困難であるところ、中長期的なCO2価格の世界的な見通しを可能な限り包括的に示すことが重要。これまでのコスト検証においては、こうした見通しを示すCO2対策費用の水準として、WEOにおけるEUの「公表政策シナリオ」（STEPS）を基本として示してきた。
- EU-ETSは、排出量のカバー率が約40%にとどまるなど、EU-ETSの水準であっても環境外部費用の全てをコストに換算しているとは必ずしも言えない点に留意が必要であるものの、今回の検証においては、日本の排出量取引制度が現時点では試行的に行われていることも踏まえ、これまで同様、WEOにおけるEUの「公表政策シナリオ」（STEPS）を基本ケースとすることとした。その上で、日本が2050年カーボンニュートラルを宣言していることを踏まえ、今後更なる政策が実施されうることを踏まえた表明公約シナリオ（APS）や、エネルギーを巡る情勢が日本とも比較的近いと考えられ、既に排出権取引が開始されている韓国のSTEPSを参照し、これらを参考値として、幅をもって示すこととした。
- 具体的には、①足下の対策費用について、EU-ETSの2023年平均価格（12,725円/t-CO2）を基本としつつ、韓国の排出権取引制度の2023年平均価格（1,061円/t-CO2）についても参考ケースとして活用することとした。②将来の対策費用については、これまでの検証との一貫性を確保するため、2021年検証時も用いたEUのSTEPSトレンドを基本とした上で、APSのトレンドと韓国のSTEPSトレンドについても参考ケースとして示すこととした。  
※2021年検証では、CO2対策費用として、STEPSトレンドにおけるEU-ETS価格を用い、直前年（2020年）は2,996円、検証対象年（2030年）は4,280円とした。今回お示した上記の対策費用との差は、EU-ETSの足下価格が高騰していること（2021年検証：28\$/t-CO2⇒今回費用：129\$/t-CO2）や、為替の変動（2021年検証：107円/\$⇒今回費用：141円/\$）が大きく作用している。こうした状況も勘案し、今回の検証におけるCO2対策費用については、その参考値として、APSのトレンドを示すとともに、CO2価格の世界的な見通しを可能な限り包括的に示す観点からも、世界で先行する排出権取引制度として、韓国のSTEPSトレンドについても幅で示すこととした。
- 2051年以降については、CO2除去・吸収技術の進歩による価格低減要因と、CO2貯留のための適地の減少などの価格上昇要因のいずれも存在すると考えられることから、基本ケース・参考ケースともに2050年の価格で横置きすることとした。

# CO2対策費用の考え方② (将来の対策費用見通し)

## 将来の価格見通しの推計方法

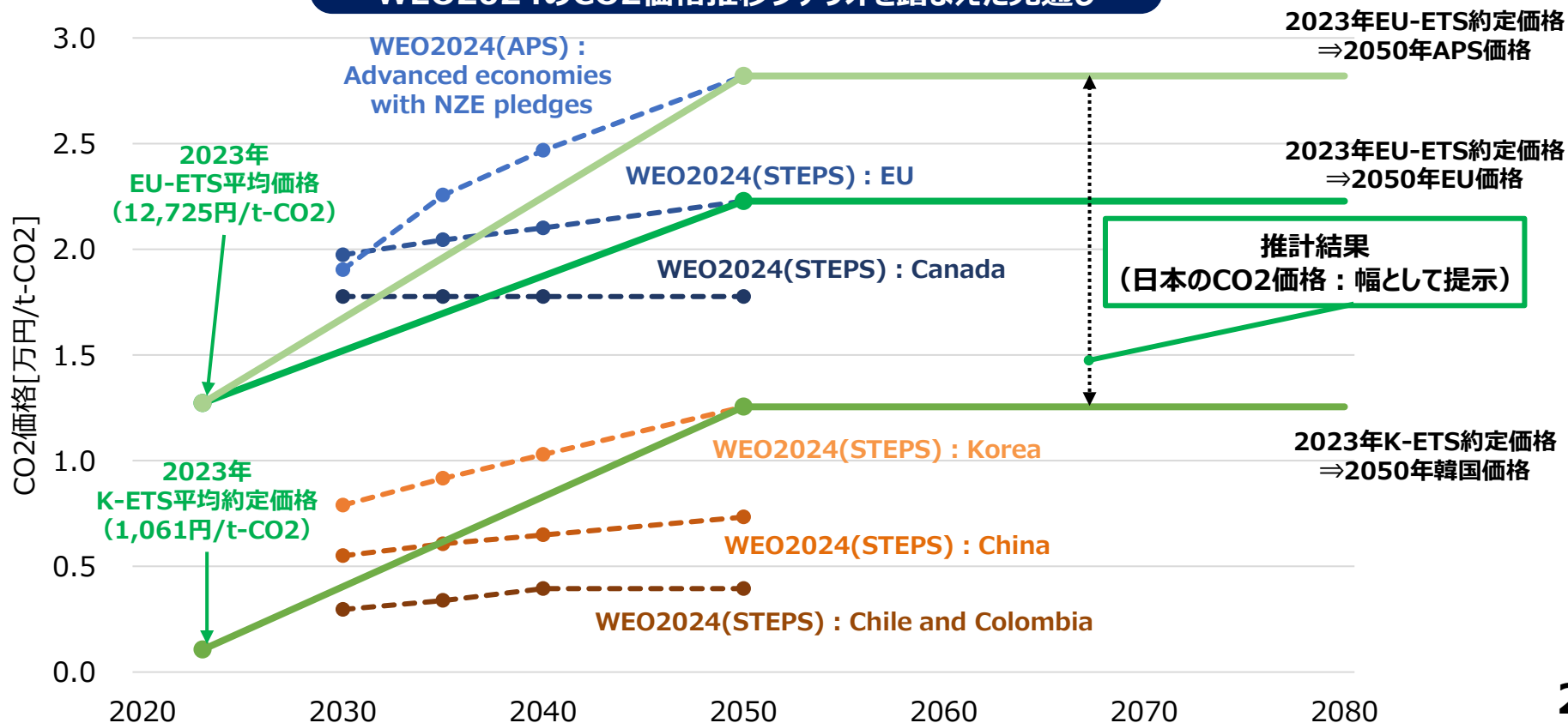
<初年度 (2023年) ~2050年>

**足下の対策費用**については、**EU-ETSの2023年平均価格を基本**としつつ、**韓国の排出権取引制度の2023年平均価格についても参考ケースとして活用**する。**将来の対策費用**については、これまでの検証との一貫性を確保するため、2021年検証時も用いた**EUのSTEPSトレンドを基本**とした上で、**APSのトレンドと韓国のSTEPSトレンドについても参考ケースとして示す**。

<2051年~2079年>

**2050年の価格を横置き**する。

### WEO2024のCO2価格推移シナリオを踏まえた見通し



# 3. CCU政策について

# CCUS／カーボンリサイクルの政策的位置づけ

## エネルギー基本計画（案）（令和6年12月時点）

CCUS（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage）は、鉄、セメント、化学、石油精製等の脱炭素化が難しい分野や発電所等で発生したCO2を地中貯留・有効利用することで、電化や水素等を活用した非化石転換では脱炭素が難しい分野において脱炭素化を実現できるため、エネルギー安定供給、経済成長、脱炭素の同時実現に不可欠となっている。

（中略）

### （3）CCU／カーボンリサイクル

CCUの中でもカーボンリサイクルは、CO2を資源として捉え、鉱物化や人工光合成等により素材や燃料等へ再利用することでCO2排出抑制が可能となる。我が国としては、「カーボンリサイクルロードマップ」を踏まえて、技術開発・社会実装、国際展開、CO2サプライチェーン構築を推進していく。

カーボンリサイクルを活用した製品は従来品と比較してコスト高になることから、水素やCO2の調達コスト低減に加え、製造プロセスの最適化、効率化を図るため、NEDO等と連携しながら広島県大崎上島に整備したカーボンリサイクル実証研究拠点も活用して技術開発を推進していく。また、社会実装を進めるには、CO2排出者と利用者をつなぐ産業間連携を進め、CO2サプライチェーンを構築することが重要となる。こうした取組は、CO2流通規模を拡大し、将来的なコスト低減に寄与するほか、CO2削減効果の最大化や新産業育成による地域活性化につながる可能性がある。このため、既存インフラ整備と連携し、地域の事業者等が主体となったCO2サプライチェーンの構築を後押ししていく。また、カーボンリサイクルによるCO2削減価値を明確にしていくことも重要であり、地球温暖化対策推進法に基づく算定・報告・公表制度における整理やJ-クレジットなどの活用についての検討を行う。

## GX推進戦略（令和5年7月閣議決定）

脱炭素型の調整力確保に向けて、非効率石炭火力のフェードアウトや、よりクリーンな天然ガスへの転換を進めるとともに、発電設備の高効率化や水素・アンモニア混焼・専焼の推進、揚水の維持・強化、蓄電池の導入促進、CCS（Carbon dioxide Capture and Storage）／カーボンリサイクル技術を追求する。

（中略）GXの実現を通して、我が国企業が世界に誇る脱炭素技術の強みをいかして、世界規模でのカーボンニュートラルの実現に貢献するとともに、新たな市場・需要を創出し、日本の産業競争力を強化することを通じて、経済を再び成長軌道に乗せ、将来の経済成長や雇用・所得の拡大につなげることが求められる。

- ①カーボンリサイクル燃料
- ②バイオものづくり
- ③CO2削減コンクリート等
- ④CCS

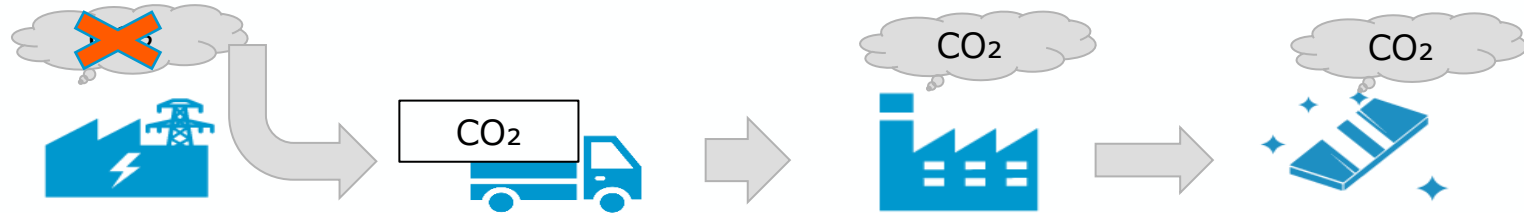
# カーボンリサイクルの意義

- カーボンリサイクルは、産業活動から排出されるCO<sub>2</sub>を可能な限り低減した上で、なお排出される残余CO<sub>2</sub>を適切にマネジメントする脱炭素化に向けた重要な取組の一つ。
- CO<sub>2</sub>を有価物（資源）として捉え、新たな別の有価物に転換することで、製品等のサプライチェーン全体で従来通りの方法と比較してCO<sub>2</sub>の排出を全体として抑制することが出来るため、2050年カーボンニュートラル社会の実現に貢献。

<従来通り化石燃料を利用した場合：ベースケース>



<CO<sub>2</sub>を回収して再利用>



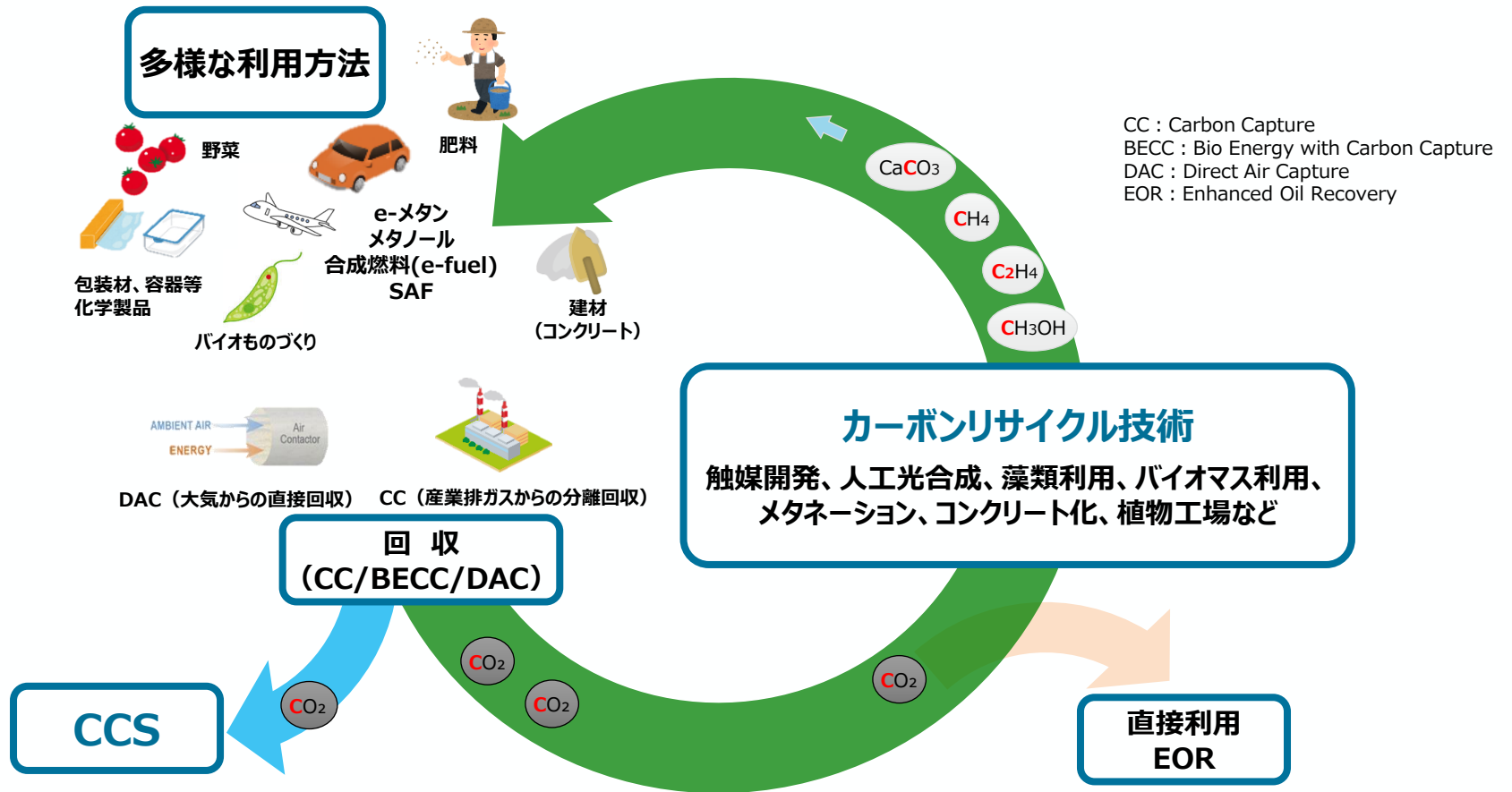
<DAC、バイオ技術で大気中からCO<sub>2</sub>を直接回収して再利用（2050年理想の姿）>



これらシステム全体を比較すると、  
下段の排出の方がより抑制されている。

# (参考) カーボンマネジメント

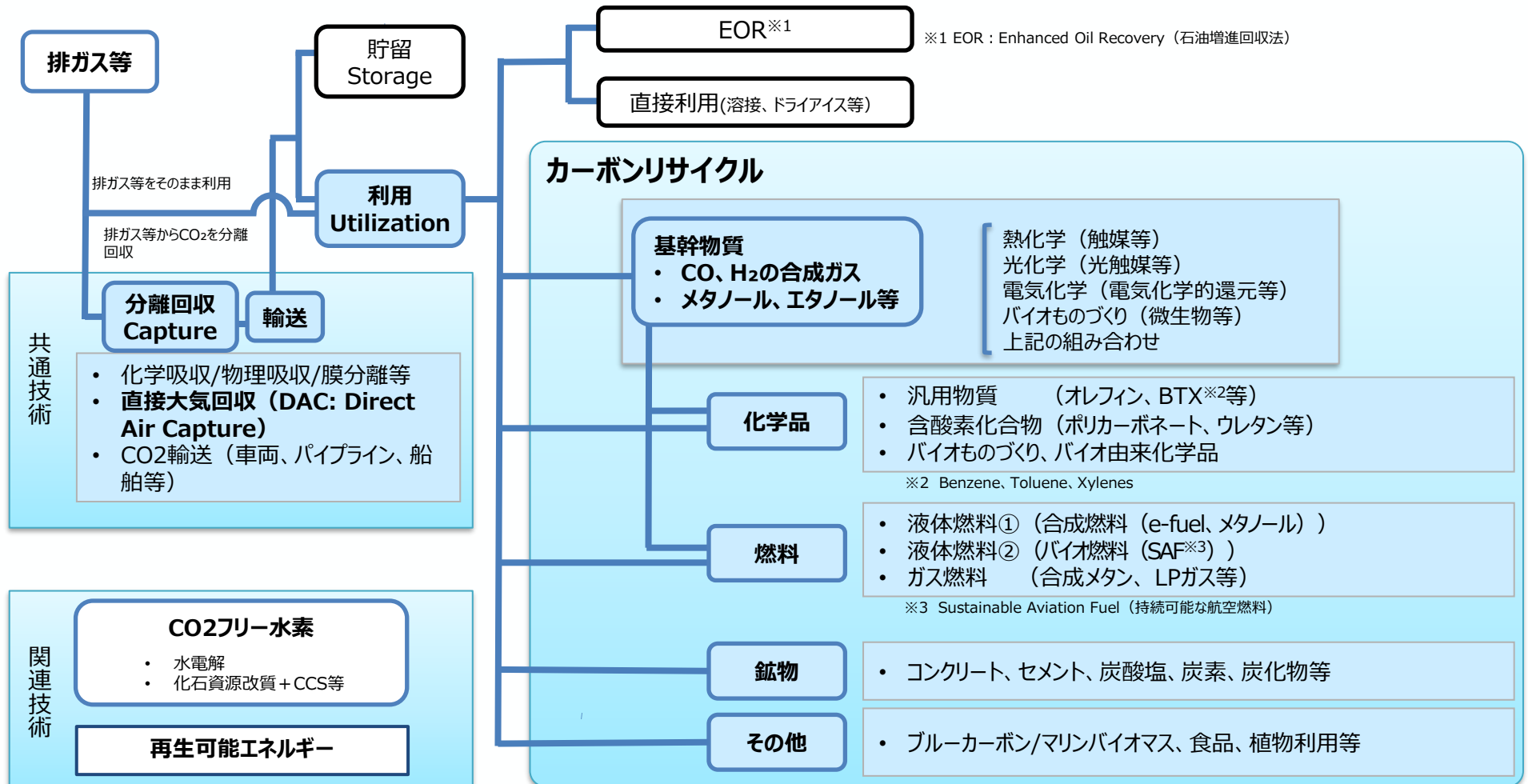
二酸化炭素の除去 (CDR : Carbon Dioxide Removal)、回収・利用・貯留 (CCUS : Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) によってCO<sub>2</sub>を循環的に利用、削減する取り組み。





# (参考) カーボンリサイクルとは

CO<sub>2</sub>を**有価物（資源）**として捉え、これを分離・回収し、**鉱物化によりコンクリート等、人工光合成等により化学品、メタネーション等により燃料へ再利用**することで、従来どおり化石燃料を利用した場合と比較して**大気中へのCO<sub>2</sub>排出を抑制し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献する。**



# カーボンリサイクル拡大に向けた課題

- カーボンリサイクルは、カーボンニュートラルに向けて重要なオプションの1つであるが、既存製品と比べ、総じてコストが高い。コスト低減には、水素やCO<sub>2</sub>の調達コストや製造プロセスの最適化、効率化などの技術開発が課題となっている。
- 今後、CCSの導入により、CO<sub>2</sub>分離・回収設備などのインフラ整備の進展や新たなCO<sub>2</sub>分離回収方法が確立することで、CO<sub>2</sub>の調達コストが低減していくことが期待される。他方、CO<sub>2</sub>を資源として、新たな製品を製造するプロセスの最適化を図る取組を継続的に実施し、調達プロセスと製造プロセスの両面からコスト低減を図っていくことが重要。

現状

2030年

2040年以降

製造コスト、事業環境等の  
変化により前倒しの可能性

安価なCO<sub>2</sub>・水素供給かつ2040年以降に普及可能なカーボンリサイクル製品について、製造方法の効率化、スケールアップ。

カーボンリサイクルに資する研究・技術開発・実証を推進。特に、商用化に向けて、水素が不要な製品や技術成熟度が高い製品を重点的に技術開発。

**化学品** (ポリカーボネート等)

プロセス改良等によるCO<sub>2</sub>排出量の更なる削減

**燃料** (SAF等)

現状から1/8～1/16程度に低コスト化

**鉱物** (コンクリート製品 (道路ブロック等) )

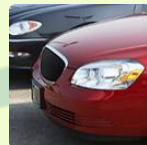
現状から1/3～1/5程度に低コスト化

## 2030年頃から普及

- **化学品** ポリカーボネート 等
- **燃料** 合成燃料、SAF、合成メタン
- **鉱物** コンクリート製品 (道路ブロック等) 、セメント



【衣類等への適用】



【素材等への適用】



【コンクリートへの活用】

## 2040年頃から普及

- **化学品** 汎用品 (オレフィン、BTX等)
- **燃料** グリーンLPガス
- **鉱物** コンクリート製品 (建築、橋梁等の用途)

- **更なる低コスト化**
- **消費が拡大**

# 広島県大崎上島「カーボンリサイクル実証研究拠点」

- 広島県大崎上島町において、2019年度からカーボンリサイクルの実証研究拠点を整備し、2022年9月に開所式を開催。
- **大崎クールジェンプロジェクト（次世代石炭火力発電の実証試験）**で回収したCO<sub>2</sub>を利用し、カーボンリサイクルの技術開発・実証を集中的に実施するため、拠点内の10プロジェクトを支援することで、実用化に向けた技術開発を加速化。

## 実証研究拠点の概要



### 藻類研究エリア (1事業)



### 実証研究エリア (3事業)

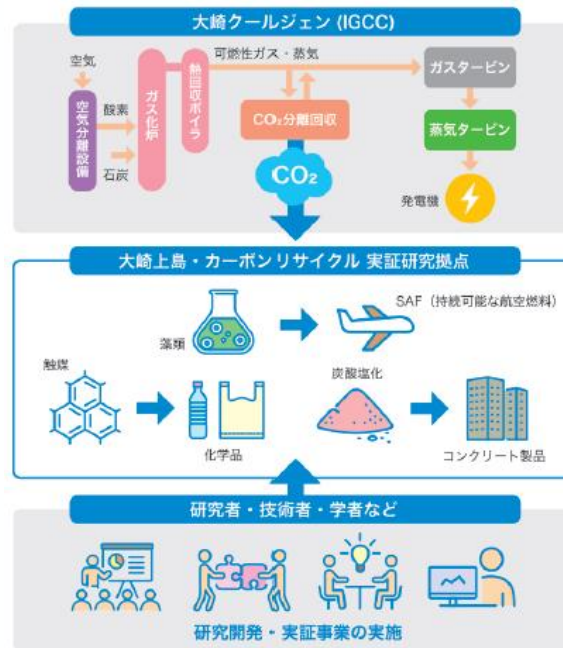


### 基礎研究エリア (6事業)



## 実証研究拠点のコンセプト

-石炭火力からのCO<sub>2</sub>回収から利用まで一貫した実証-



## 海外CCUS拠点との連携

カーボンリサイクル産学官国際会議の広島開催に合わせて、米国のCCUS技術実証拠点NCCC幹部がカーボンリサイクル実証研究拠点を訪問し、入居中の事業者と双方の取り組みについて、意見交換を実施。



# グリーンイノベーション基金を活用した カーボンリサイクル研究開発

- グリーンイノベーション基金を活用し、コンクリート等製造、燃料製造、プラスチック原料製造、バイオものづくり、CO<sub>2</sub>分離回収の5プロジェクトを組成。予算規模は合計で約**5,961億円**。

## 1. コンクリート/セメント\*

### コンクリート製造技術\*

- CO<sub>2</sub>削減量の最大化・用途拡大・低コスト化が課題。  
→ **CO<sub>2</sub>排出削減・固定量最大化コンクリートの開発**



### セメント製造\*

- 石灰石からセメントを製造する工程でCO<sub>2</sub>が必然的に発生。  
→ **石灰石由来のCO<sub>2</sub>を全量近く回収する、セメント製造プロセスを開発**

## 2. カーボンリサイクル燃料\*

### 持続可能な航空燃料 (SAF:Sustainable Aviation Fuel)

- 国際航空輸送分野でのSAFの活用は必要不可欠。  
→ SAFの製造技術(ATJ)を開発、**製造コスト100円台/L**を目指す。

### 合成燃料

- 電化が困難なモビリティ等の脱炭素化には、合成燃料の社会実装がカギ。  
→ **製造プロセス全体のさらなる高効率化等**

### 合成メタン

- ガス体エネルギーの脱炭素化が課題  
→ **高効率なメタン合成(水電解反応とメタン合成反応の一体化)**

### グリーンLPG

- 非化石燃料由来のLPガス合成技術の確立が必須。  
→ **グリーンなLPガス生成の基盤技術となる触媒や合成方法等**

## 3. 化学産業\*

- 化学産業からのCO<sub>2</sub>排出の約半分は、ナフサ分解プロセス(エチレン、プロピレン等の基礎化学品製造)。  
→ グリーン水素とCO<sub>2</sub>からの化学品製造技術(**人工光合成**)、**熱源のカーボンフリー化**によるナフサ分解炉技術等を開発



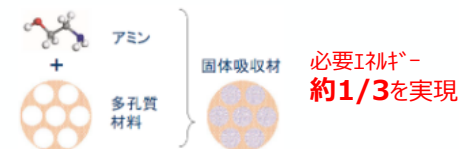
## 4. バイオものづくり\*

- ゲノム改変技術とデジタルとの融合により、製品が拡大。  
→ **微生物設計プラットフォーム技術の高度化、微生物の開発・改良および微生物等による製造技術の開発・実証等**(CO<sub>2</sub>を直接原料とする**水素細菌**などによるバイオものづくり)

## 5. CO<sub>2</sub>分離回収技術\*

- 分離回収に必要な**エネルギーコストの低減**が課題。  
→ **分離素材の革新により**、低コスト化、国際競争力の強化を図る。

新規アミン吸収剤の開発例



# カーボンリサイクル/CCUの今後の展開について

- 様々な企業においてカーボンリサイクル/CCUに関する研究開発が行われており、**2050年**カーボンニュートラルに向けてより身近なものになっていくと予想される。

## 国際スポーツイベントのユニフォーム素材として使用



二酸化炭素からパラキシレンを直接合成する技術実証を支援。その成果を利用し、原料・素材製造企業からアパレル事業者が協業し、製品化に成功。

今後は大規模化とビジネスモデルの構築が課題。

## 廃棄物とCO<sub>2</sub>からプラスチックを製造

カルシウム含有廃棄物、排ガスや大気中のCO<sub>2</sub>、樹脂等を資源として活用し、プラスチック代替などの素材開発とリサイクルの両立を目指している。

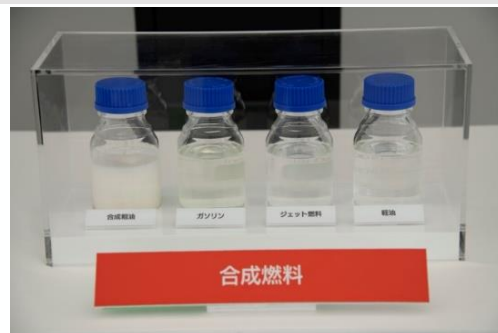
世界40カ国以上で特許も取得しており、今後、海外展開も目指している



T B M

## 日本初となる原料から一貫製造した合成燃料

ENEOS



原料となるCO<sub>2</sub>フリー水素を日本で初めてグリーン電力から製造する合成燃料製造実証プラント（1バレル/日）が完成。

実証プラントでの検証を通じて、スケールアップに向けた知見を獲得することで、合成燃料製造技術の早期確立を目指す。

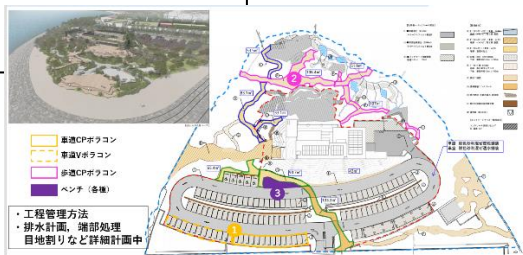
また、製造した合成燃料は、2025年4月より開催される大阪・関西万博での大型車両走行実証等に活用される予定。

# 各地で広がる環境配慮型コンクリートの利用

## GI基金による現場実証実績

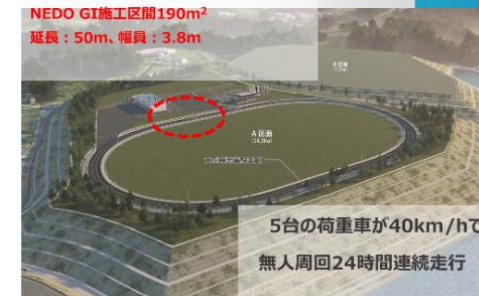
### 駐車場、歩道、ベンチへの使用（施工中）

実施場所：滋賀県大津市（ラーゴ大津）  
 製造施工量：  
 駐車場・園路 93m(延面積714m<sup>2</sup>)  
 ベンチ 調整中  
 CO<sub>2</sub>固定量：  
 駐車場・園路 5.9t  
 ベンチ 159kg-CO<sub>2</sub>/mt



- ・ 高強度CPホラコン
- ・ 準高Vホラコン
- ・ 歩道CPホラコン
- ・ ベンチ (各種)

- ・ 工程管理方法
- ・ 排水計画、端部処理
- ・ 目地割りなど詳細計画中



NEDO GI施工区間190m<sup>2</sup>  
 延長：50m、幅員：3.8m

5台の荷重車が40km/hで  
 無人周回24時間連続走行

### 大型車の試験走路（計画中）

実施場所：福島県田村市  
 製造施工量：  
 路盤材 25m(延面積190m<sup>2</sup>)  
 プレキャスト版 28枚  
 CO<sub>2</sub>削減量：  
 路盤材 106kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>  
 CO<sub>2</sub>固定量：  
 路盤材 40kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>  
 プレキャスト版 8~48kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>（配合試験計画）



### 放水路管理道への使用（供用中）

実施場所：高知県高岡郡日高村  
 製造施工量：36m<sup>2</sup>  
 CO<sub>2</sub>削減量：200kg



### ドーム型建造物への使用（実証完了）

実施場所：東京都調布市  
 製造施工量：床面積 263.99m<sup>2</sup>  
 CO<sub>2</sub>削減量：通常のコンクリート吹きつけドームと比較して約70%削減



### 自転車道への使用（供用中）

実施場所：静岡県伊豆の国市  
 製造施工量：延面積4844m<sup>2</sup>  
 路盤材 630m<sup>2</sup>  
 コンクリート 290m<sup>3</sup>  
 CO<sub>2</sub>削減量：粒状化再生骨材使用のため、自然由来以外のCO<sub>2</sub>固定はない



### 駐車場への使用（供用中）

実施場所：静岡県伊豆長岡  
 製造施工量：延面積979m<sup>2</sup>  
 再生プレキャスト版 6枚  
 コンクリート 128m<sup>3</sup>  
 CO<sub>2</sub>削減量：粒状化再生骨材使用のため、自然由来以外のCO<sub>2</sub>固定はない



### テトラポッドへの使用（モニタリング中）

実施場所：静岡県熱海市  
 製造施工量：4t型×2体  
 CO<sub>2</sub>削減量：  
 普通セメントと比較して1体あたり112%削減  
 (336kg-CO<sub>2</sub>/体 → -41kg-CO<sub>2</sub>/体)



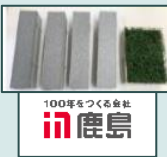
# 大阪・関西万博内での取組み



コンクリート由来の産業廃棄物にCO2を固定化したコンクリートの適用（ベンチや花壇、ブロックなど）  
【フューチャーライフパーク】



「環境配慮型コンクリートを使用し、CO2を70%削減（SUICOMドーム、ブロック）  
【キッズエクスペリエンス、EXPOアリーナ】



100年をつくる会社  
**鹿島**

地盤改良に、CO2固定した微粉末を使用（地盤改良 200m<sup>3</sup>）  
【三菱未来館】



思いがために 未来へつなぐ  
**TAKENAKA**

製造過程でのCO2排出量を80%以上削減したプレキャストコンクリート部材を使用（基礎部材）  
【EXPO メッセ棟】



思いがために 未来へつなぐ  
**TAKENAKA**

CO2を固定化した建材による舗装【カーボンリサイクルファクトリー】

**前田道路株式会社**  
MAEDA

DACや生ゴミ由来のCO2を活用したメタネーション実証等【カーボンリサイクルファクトリー】



**大阪ガス**

DACによるネガティブエミッション技術の実証【カーボンリサイクルファクトリー】



**RITE**  
Research Institute of Innovative Technology for the Earth

# カーボンリサイクルにおける産業間連携

- カーボンリサイクルの社会実装を進めるためには、CO<sub>2</sub>排出者と利用者を連携させる産業間連携、すなわちCO<sub>2</sub>等のサプライチェーン構築が必要。
- 産業間連携などを通じて、CO<sub>2</sub>の流通規模を大きくすることで、将来的なカーボンリサイクル製品のコスト低減も期待できる。また、CO<sub>2</sub>削減効果の最大化や新たな産業育成による地域活性化にも繋がる可能性もある。
- 既存インフラを最大限活用しつつ、水素・アンモニア、CCS等による整備と連携し、地域の事業者等が主体となったCO<sub>2</sub>サプライチェーンの構築を後押しする。

## 大規模産業集積型

- CO<sub>2</sub>排出者とCO<sub>2</sub>利用者が存在
- 複数のCR用途が見込まれる
- 規模のメリットを活かした効率的なインフラ整備が可能

(五井・蘇我(千葉)コンビナートの例)

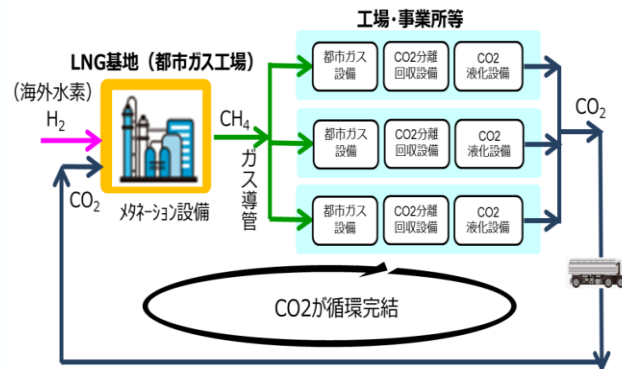


(出典) NEDO事業「千葉県五井地区産業間連携調査(横河電機)」

## 中小規模分散型

- 大規模なCO<sub>2</sub>排出源がないため、CO<sub>2</sub>を集約することが必要
- CRの用途は水素の調達状況により異なる。(内陸地などでは、コンクリート・セメントや食品、農業、バイオなど)

(中部圏での検討例)

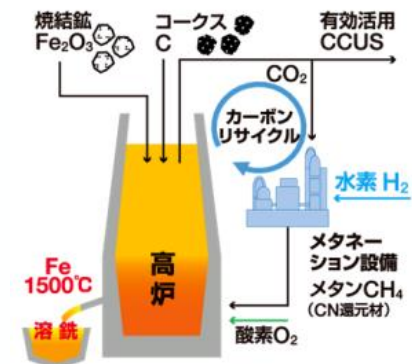


(出典) 第9回メタネーション推進官民協議会  
(株式会社アイシン、株式会社デンソー、東邦ガス株式会社資料)

## オンサイト型

- メタネーションなどのCR技術を想定
- 実証段階から早期に実現可能であり、CR導入初期、実証期において重要な役割
- 排熱や蒸気の有効利用など、トータルのエネルギー収支の検討が必要

(カーボンリサイクル高炉の例)



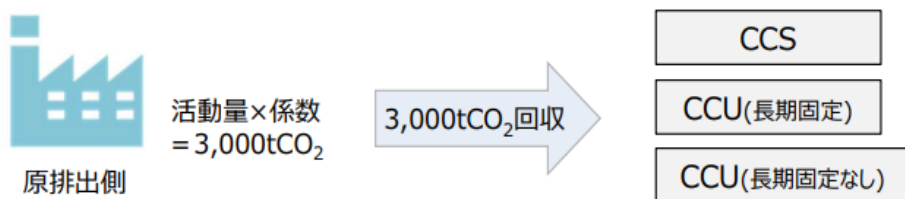
(出典) 第7回メタネーション推進官民協議会 (JFEスチール(株)資料)



# カーボンリサイクルを通じたCO<sub>2</sub>削減価値について

- 令和5年12月から「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法検討会」において、カーボンリサイクル製品のCO<sub>2</sub>排出のカウントルールについて本格的に検討が開始。
- 現状のルールは排出者が排出計上することとなり、カーボンリサイクル燃料等のカーボンリサイクル製品の利用者が排出計上する必要がある。このため、現状のルールでは、カーボンリサイクル製品の活用が進まないおそれがある。
- このことから、CO<sub>2</sub>回収による価値を原排出者や利用者に移転していくこととし、その中でカーボンリサイクル燃料については、原排出者と利用者間で排出削減価値の移転を合意されていることを前提として削減価値を移転することが可能になるよう議論が進められている。

## <現行のSHK制度ルール>



活用方法	原排出者	利用者
CCS	0	-
CCU (長期固定) 例：コンクリート	0	-
CCU (長期固定なし) 例：合成燃料、ドライアイス	0	<b>3,000</b>

## <カーボンリサイクル燃料関連の新たな制度>



# コンクリート分野におけるJ-クレジット化に向けた動き

- J-クレジットの対象は、J-クレジット制度実施要綱に基づき、「日本国温室効果ガスインベントリに計上される排出量、吸収量に資する取組」に限定されている。このため、コンクリート製造に伴うCO<sub>2</sub>の吸収分は対象外。
- 環境省は、「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2024年4月公表）において、環境配慮型コンクリートの製造時に利用したCO<sub>2</sub>を初めて控除（吸収分として17トン計上）。
- インベントリに計上されたことを受けて、コンクリート製造に伴うCO<sub>2</sub>吸収分をJ-クレジット化すべく、クレジット創出の方法論の策定に向けて、検討を開始。

日本国温室効果ガスインベントリ報告書  
2024年

温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編  
環境省地球環境局総務課脱炭素社会移行推進室 監修

地球環境研究センター  
Center for Global Environmental Research



## ●以下3種類の環境配慮型コンクリートへの利用に対して適用 (合計約17トン, 2022年)

### 製造時CO<sub>2</sub>固定型コンクリート

#### <CO<sub>2</sub>-SUICOM>

排気ガスを用いて養生することで排気ガス中に含まれるCO<sub>2</sub>をコンクリートに固定



### バイオ炭使用型コンクリート

#### <SUSMICS-C>

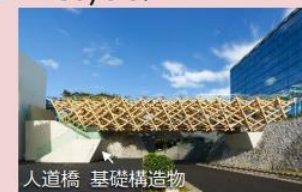
木質バイオマスを炭化した「バイオ炭」をコンクリートに混入することで、CO<sub>2</sub>をコンクリートに固定



### CO<sub>2</sub>由来材料使用型コンクリート

#### <T-eConcrete/Carbon-Recycle>

セメントの代わりに高炉スラグと特殊な反応剤を使用し、CO<sub>2</sub>を吸収・固定させたカーボンサイクル製品を混ぜ合わせて製造



人道橋 基礎構造物



### <クリーンクリートN>

セメント混合割合を40%以下とし、その大部分を高炉スラグ微粉末などで置き換えた「クリーンクリート」に、CO<sub>2</sub>を吸収・固定させた炭酸カルシウムを主成分とする粉体を混ぜ合わせて製造



# カーボンリサイクルの国際展開に向けた取組

- 大規模なCO<sub>2</sub>貯留ポテンシャルが期待されるアジア全域でのCCUS活用に向けた知見共有や事業環境整備を目指し、国際的な産学官プラットフォーム「アジアCCUSネットワーク」を経済産業省主導のもと設立。
- 「カーボンリサイクル産学官国際会議」を通じ、CCU/カーボンリサイクルについて各国が社会実装に向けた技術開発・実証に取り組むことを確認するとともに、各国との協力分野の深掘り等を進め、世界の実効的な脱炭素化に向けて、日本が技術開発等をリードしていく姿勢を示す。

## 第4回アジアCCUSネットワークフォーラム

- 日時：2024年8月15日（於：タイ・バンコク＋オンライン）
- 第4回となる今年度フォーラムは、日本以外で初開催。また、アジア有数のエネルギー関連の展示会SETA (Sustainable Technology Asia) の枠組みにおいて開催し、アジアへのアウトリーチを強化。
- ①CCS事業の実現に向けた制度整備、②カーボンリサイクル技術の社会実装に向けた技術開発、③各国の政策動向等について議論を行った。



## 第6回カーボンリサイクル産学官国際会議

- 日時：2024年10月11日（金）13～18時（於：ウエスティンホテル東京＋オンライン）
- 各国の政策、ビジネス・投資、研究開発動向についてパネルディスカッションを行ったほか、日本企業等のCR技術に関するポスター展示、学生交流会を実施。
- 竹内政務官、ERIAヌキAZECセンター長をはじめ、27か国・地域から約840名（現地291名、オンライン551名）が参加。



**ご静聴ありがとうございました**