

**2024 年度**

**電気事業者向け 火力発電技術開発 成果発表会**

# **CCSの研究開発と動向について**

**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）**

**サーキュラーエコノミー部**

**布川 信**

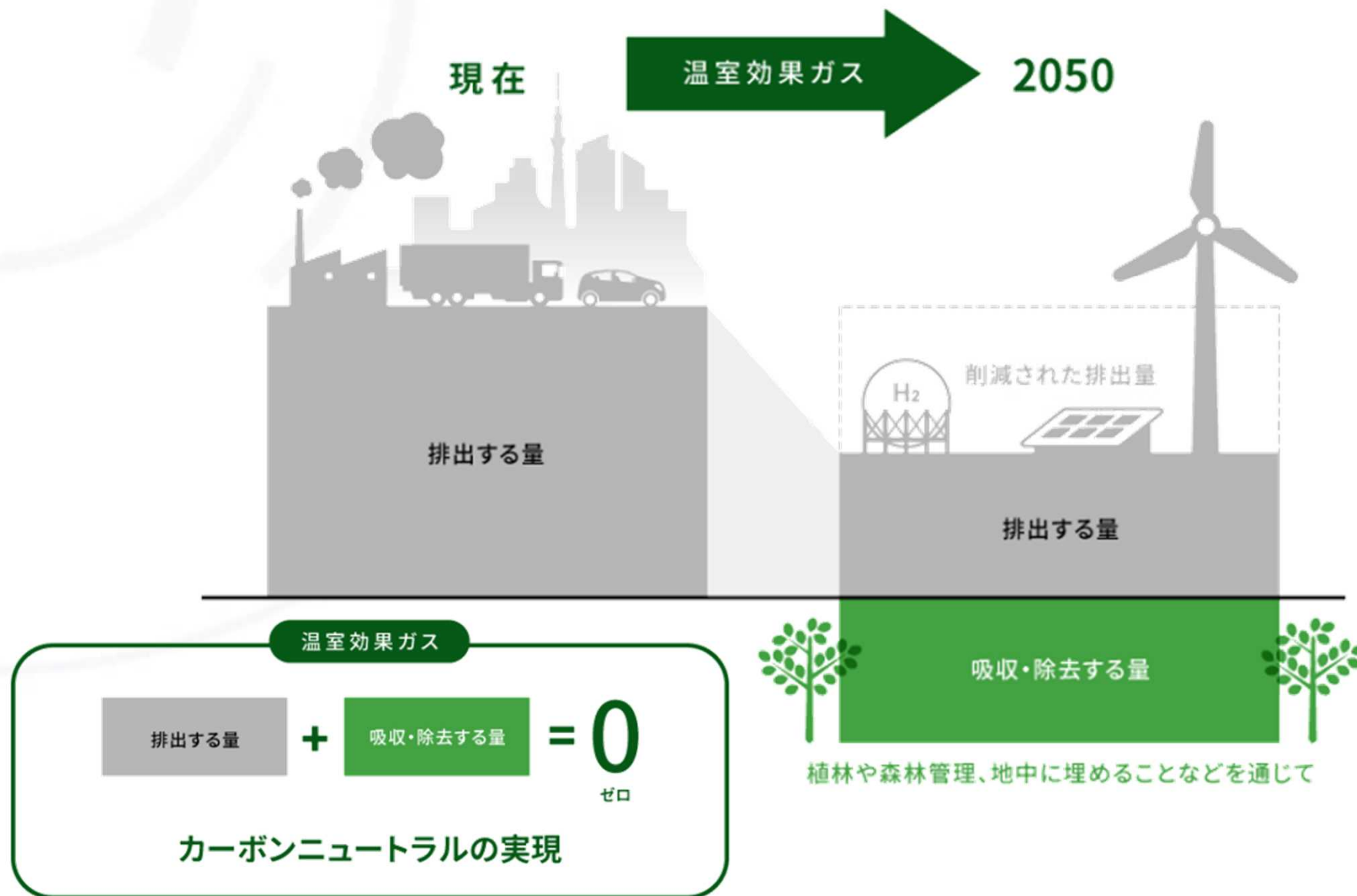
**2024年12月17日**

## CCS（Carbon dioxide Capture and Storage）の 動向と研究開発について

- 2050年カーボンニュートラル
  - IEAのネットゼロシナリオ
  - カーボンニュートラルに向けた日本の政策
- CCCの社会実装に向けた動き
  - CCS長期ロードマップ<sup>o</sup>
  - CCS事業法
- CCS研究開発の取り組み

# 2050年カーボンニュートラル

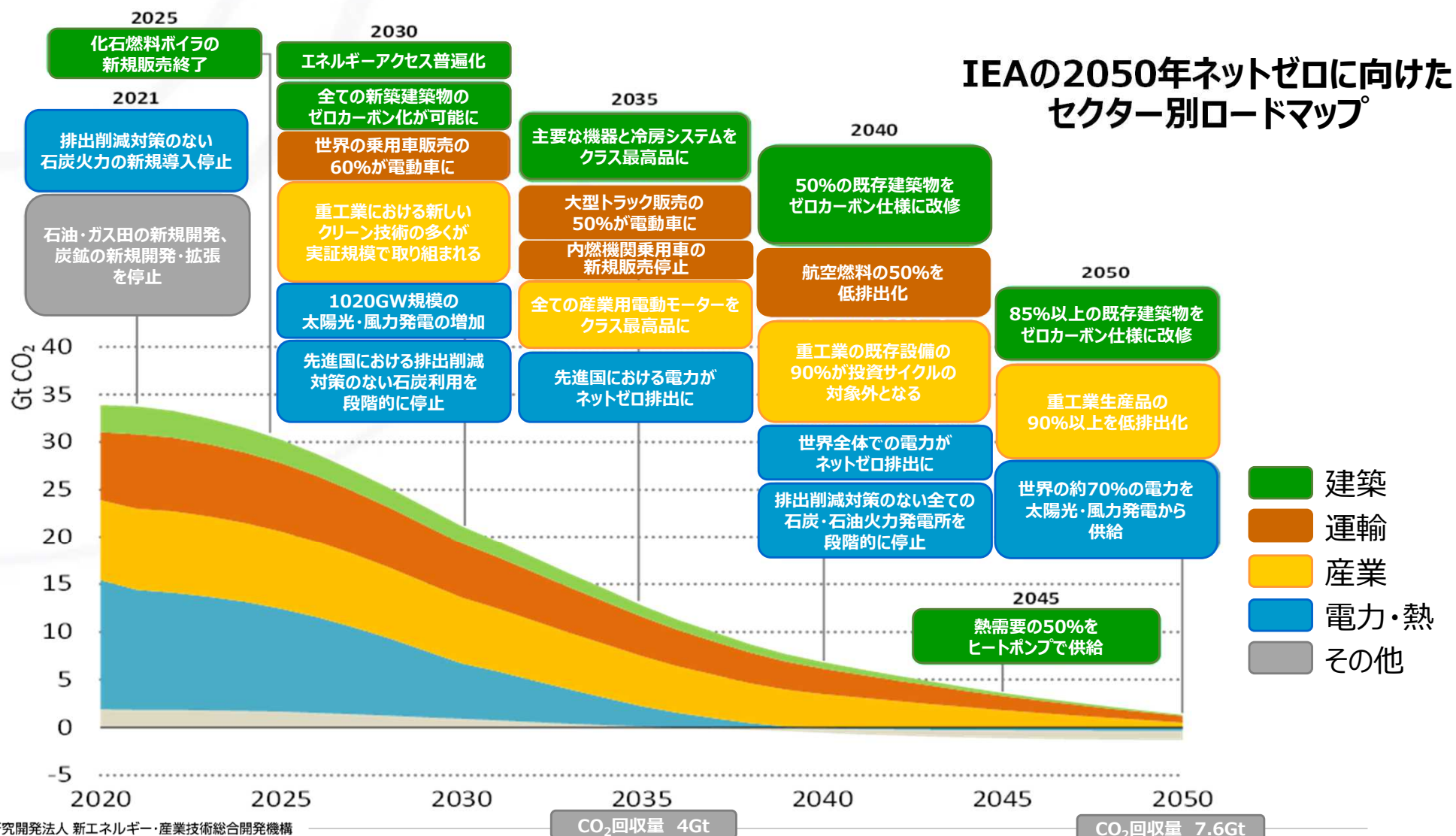
# 2050年カーボンニュートラルへ



# 世界のCO<sub>2</sub>削減目標



2021年のCOP26では、パリ協定で定められた「1.5℃努力目標」に向け、締結国に対し、今世紀半ばの「カーボンニュートラル」と、その経過点である2030年に向けた野心的な気候変動対策を求めることを決定



# 2050年ネットゼロシナリオで想定するCO<sub>2</sub>削減手段

2022年のCO<sub>2</sub>排出実績に基づいてNet Zeroシナリオが更新され、2030年および2050年に向けた削減想定量が見直されている

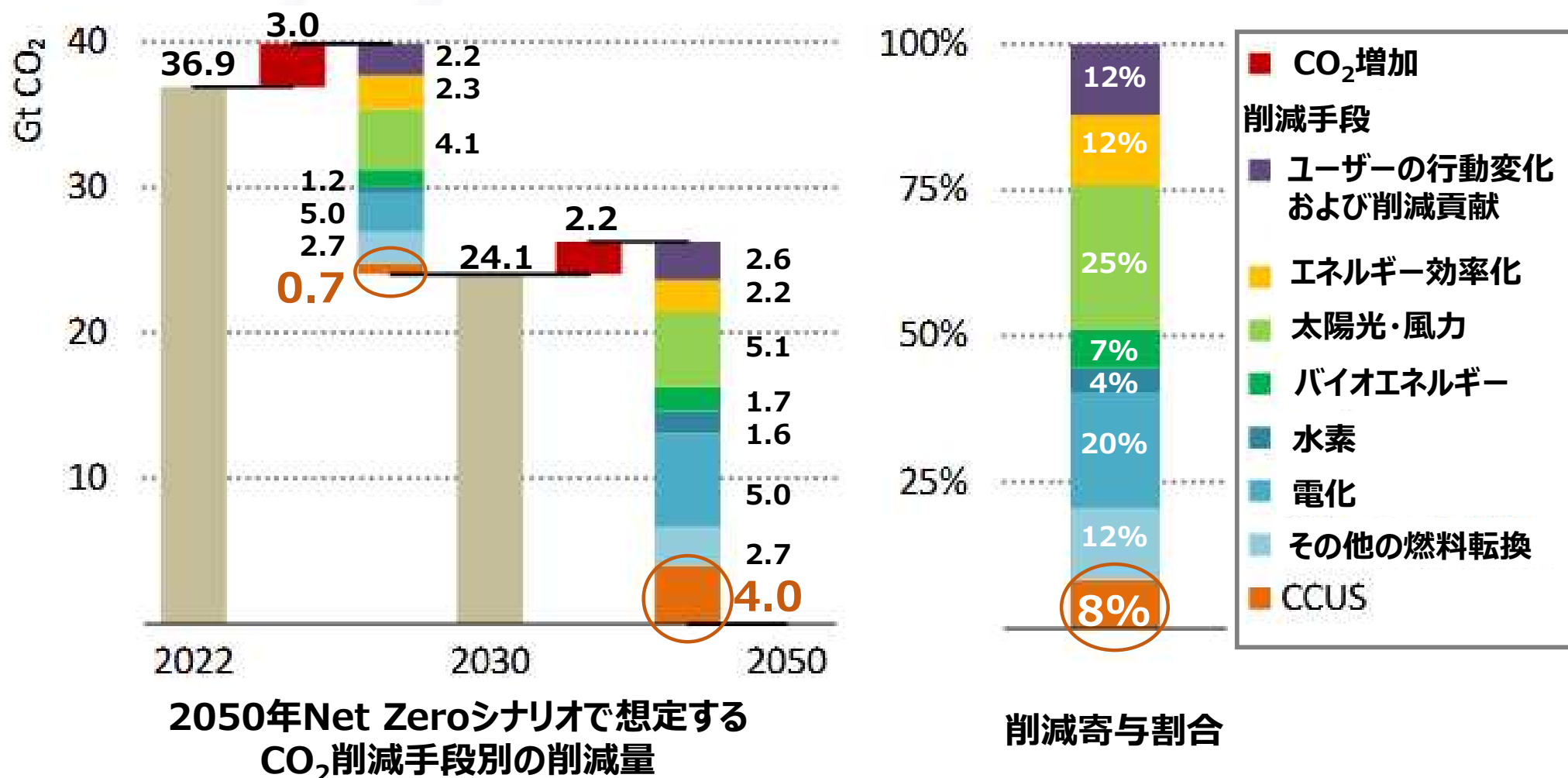
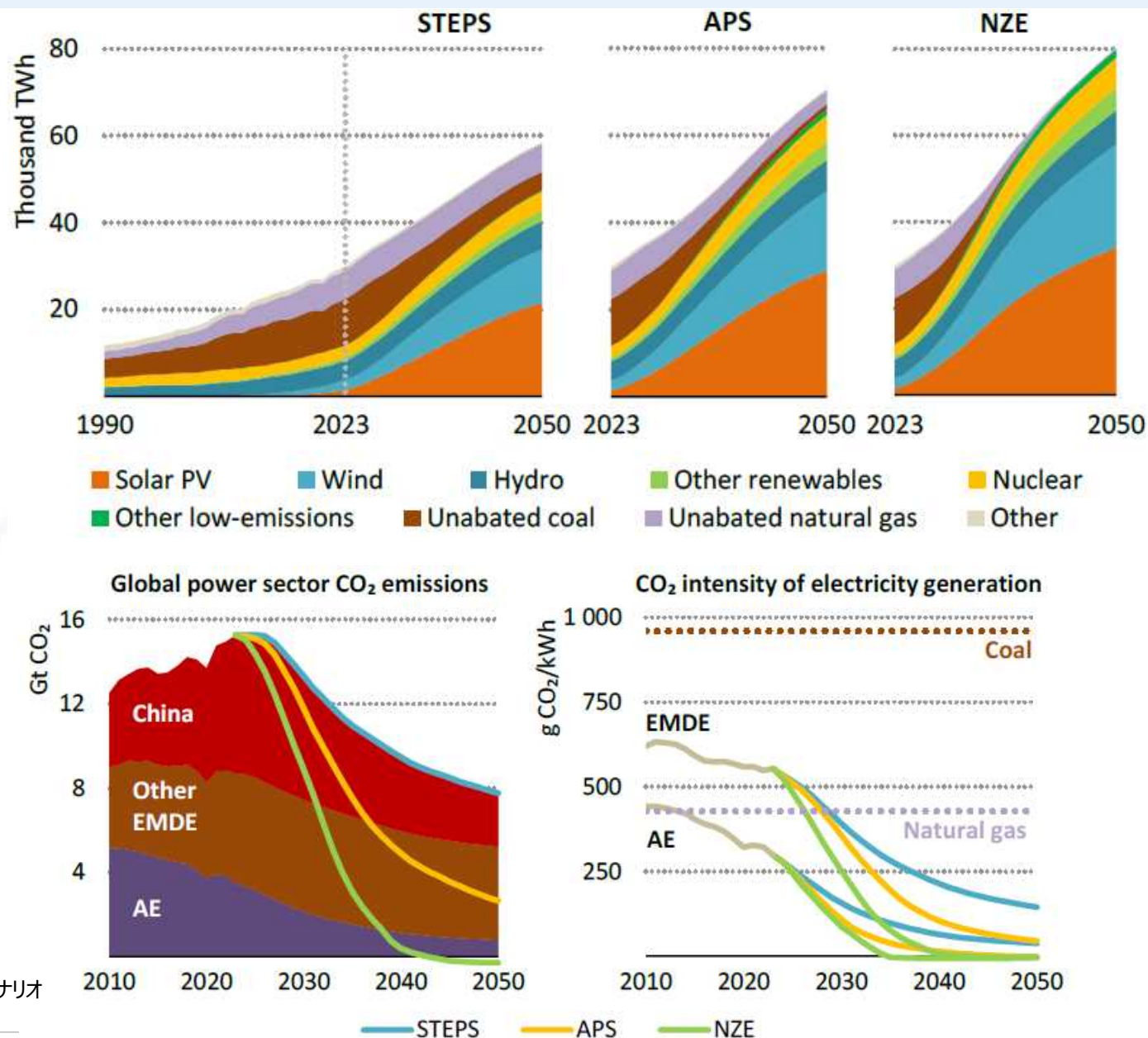


Figure 2.5 CO<sub>2</sub> emissions reductions by mitigation measure in the NZE Scenario, 2022-2050

# 電力需要の変化とCO<sub>2</sub>排出の予測

- 電力部門のCO<sub>2</sub>排出量はエネルギー関連全体の36%
- 電力需要は総エネルギー需要のほぼ2倍の割合で増加
- 再生可能エネルギーが電力供給の柱となる
- 電力部門のCO<sub>2</sub>排出量は2020年代半ばにピークに達する
- 2035年までにSTEPSでは約30%、APSでは50%減少。NZEシナリオでは更に減少させる

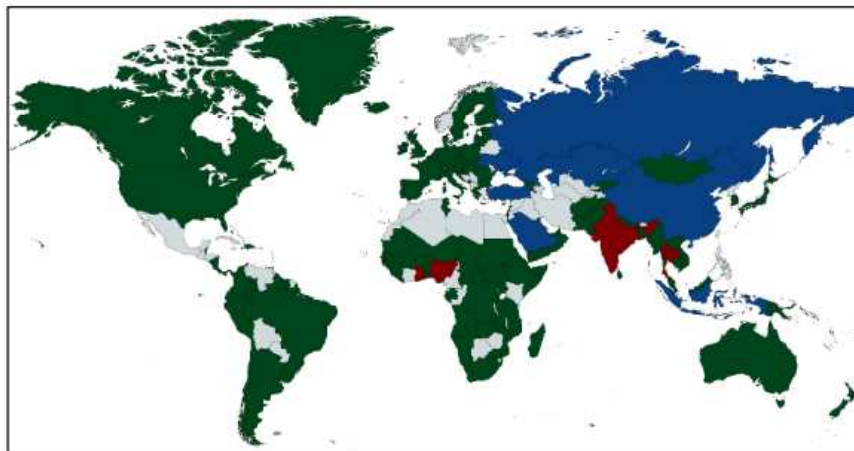


STEPS: Stated Policy Scenario/公表政策シナリオ  
 APS: Announced Pledges Scenario/表明公約シナリオ  
 NZE: Net Zero Emissions by 2050/2050年ネットゼロシナリオ

# カーボンニュートラルを巡る動向と日本のGX政策

- COP25終了時点(2019年12月)では、カーボンニュートラルを表明している国はGDPベースで3割に満たない水準であったが、**2024年4月には、146ヶ国（G20の全ての国）が年限付きのカーボンニュートラル目標を掲げており、GDPベースで約9割に達している。**
- こうした中、我が国は、**エネルギーの安定供給を大前提に、排出削減と経済成長・産業競争力強化を共に実現していくGX（グリーントランスフォーメーション）を進めていく。**

## 期限付きCNを表明する国・地域（2024年4月）



■ 2050年まで

■ 2060年まで

■ 2070年まで

出所：各国政府HP、UNFCCC NDC Registry、Long term strategies、World Bank database等を基に作成

※グレース国連事務総長等の要求により、COP25時にチリが立ち上げた2050年CNに向けて取り組む国・企業の枠組みである気候野心同盟（Climate Ambition Alliance）に参加する国を含む場合、163か国。

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

日本が強みを有する関連技術等を活用し、**経済成長・産業競争力強化を実現**

2050年カーボンニュートラル等の国際公約



- ・ ロシアによるウクライナ侵略等の影響により、世界各国でエネルギー価格を中心にインフレが発生
- ・ **化石燃料への過度な依存から脱却し、危機にも強いエネルギー需給構造を構築**

- エネルギー安定供給、経済成長、脱炭素の3つの同時実現を目指し、2022年夏以降GXの議論を加速。
  - 昨年、GX推進戦略等を策定した上で、「成長志向型カーボンプライシング構想」を具体化し、GX経済移行債を活用した20兆円規模の投資促進策をはじめ、企業のGX投資の検討・実行を促進。
- ※ 下記の施策のほか、本年の通常国会で、水素社会推進法・CCS事業法が成立。

|         |            |         |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|------------|---------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 先行投資支援  | 23年2月      | 23年5月   | 23年7月        | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>GX経済移行債の発行</b>（24年2月～） <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界初の国によるトランジション・ボンドとして発行(国内外の金融機関から投資表明)</li> </ul> </li> <li>◆ 『<b>分野別投資戦略</b>』（23年12月）⇒ <b>20兆円規模の投資促進策の実行</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「産業」「暮らし」「エネルギー」各分野での投資加速に向け、16分野で方向性と規制・制度の見通し、GX経済移行債を活用した投資促進策を提示（国の長期・複数年度コミットメントによる補助金、生産・販売量に応じた税額控除等）</li> </ul> </li> </ul> |
| 成長志向型CP | GX基本方針閣議決定 | GX推進法成立 | 『GX推進戦略』閣議決定 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>GXリーグを23年度から試行。24年度から700者超が参画</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・我が国の温室効果ガス排出量の<b>5割超</b>をカバー</li> <li>・排出量取引制度の26年度本格導入に向け、一定規模以上の排出を行う企業の参加義務化や個社の削減目標の認証制度の創設等を視野に法定化を検討</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                 |
| 新たな金融手法 |            |         |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>GX推進機構業務開始</b>（24年7月～） <ul style="list-style-type: none"> <li>・新たな金融手法の実践（GX投資への債務保証等）</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               |
| 国際戦略    |            |         |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>多様な道筋（G7）や、トランジション・ファイナンスへの認識拡大</b></li> <li>◆ <b>AZEC首脳会合初開催</b>（23年12月） <ul style="list-style-type: none"> <li>・11のパートナー国が参加</li> </ul> </li> <li>◆ <b>GX実現に向けた日米協力</b>（24年4月）</li> </ul>                                                                                                                                                                 |



（出所）外務省HP

- | 国・地域                                                                                | 政策                              | 区分                        | 金額                     | 内容                                                                          | 研究        | 開発 | 実証 | 導入 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|----|----|----|
|    | インフラ投資<br>雇用法                   | 気候変動対策（DOE関連）             | 620億ドル<br>（約9.16兆円）    | エネルギー関連、脱炭素関連へのインフラ投資<br>開発～実証フェーズに重点                                       |           |    |    |    |
|                                                                                     |                                 | うち、DOEのグリーン・<br>エネルギー実証部門 | 214億ドル<br>（約3.16兆円）    | 水素ハブ、CCUS、エネルギー貯蔵等をグリーンエネ<br>ルギー実証局（OCED）を新設し推進                             |           |    |    |    |
|                                                                                     | インフレ抑制法                         | 気候変動対策                    | 3,690億ドル<br>（約54.5兆円）  | グリーンエネルギー導入投資、製造設備投資と生産<br>活動、EV等の購入を多面的に税額控除                               |           |    |    |    |
|                                                                                     | ローンプログラム                        | 脱炭素関連                     | －                      | 先端自動車製造、グリーンエネルギー分野<br>への政府融資                                               |           |    |    |    |
|    | グリーンディール産業計画                    |                           | 2,500億ユーロ<br>（約39.5兆円） | 太陽光、風力、水素用電解槽等の製造時許認可<br>制度簡素化。加盟国レベルの補助金規制緩和                               |           |    |    |    |
|                                                                                     | Horizon<br>Europe               | プログラム全体                   | 955億ユーロ<br>（約15兆円）     | 先端研究、社会課題解決、市場創出の3本柱<br>総額の35%超は気候変動対策に寄与                                   | 第1の柱 先端研究 |    |    |    |
|                                                                                     |                                 | グリーンディール関連                | 400億ユーロ<br>（約6.31兆円）   | グリーンかつ競争力のあるエネルギー供給<br>エネルギー・輸送セクターでの移行、他                                   |           |    |    |    |
|                                                                                     | 欧州イノベーションファンド                   |                           | 150億ユーロ<br>（約2.37兆円）   | GHG削減技術の実証支援（エネルギー貯蔵、<br>CCUS、エネルギー多消費産業等）                                  |           |    |    |    |
|  | グリーンファイナンス戦略2023                |                           | 560億ポンド<br>（約8.84兆円）   | 風力、原子力、太陽光、水素＋短期的に国内の石<br>油とガスの生産とCCUSへの投資                                  |           |    |    |    |
|  | 第14次5か年エネルギー分野<br>科学技術イノベーション計画 |                           | －                      | 再エネ発電、エネルギー貯蔵、リサイクル等の技術水<br>素は、別途中長期計画を策定し規定                                |           |    |    |    |
|                                                                                     | 政府融資                            |                           | －                      | 人民銀行のグリーン金融・脱炭素特別枠、アジアイン<br>フラ投資銀行とプロジェクト支援等                                |           |    |    |    |
|  | GX推進法                           |                           | 20兆円                   | 研究開発（下記基金の一部等）支援の他、蓄電池等<br>の国内サプライチェーン構築等の実装支援、高効率給湯<br>器等の省エネ機材の導入等の市場拡大支援 |           |    |    |    |
|                                                                                     | グリーンイノベーション基金                   |                           | 2.8兆円<br>（一部上記と重複）     | エネルギー産業、輸送・製造産業、食料・農林水産業等<br>における研究開発・実証から社会実装までを支援                         |           |    |    |    |

各国政府発表・各種報道等を基にNEDO技術戦略研究センター作成（右表は研究から導入までの大よその対象範囲をNEDOが区分したもの）

# 国連気候変動枠組条約 第29回締約国会議(COP29) 結果概要



日時：2024年11月11日（月）～11月24日（日）※2日延長  
場所：バクー（アゼルバイジャン共和国）  
議長：ムフタル・ババエフ 環境天然資源大臣



## 交渉

### ● 気候資金

**新規合同数値目標（国々の合同目標）**として、「2035年までに少なくとも年間3,000億ドル」の途上国支援目標を決定（多国間開発銀行による支援、途上国による支援を含む）。全ての主体に対し、**全ての公的及び民間の資金源**からの途上国向けの気候行動に対する資金を2035年までに年間1.3兆ドル以上に拡大するため、共に行動することを求める旨、決定。

### ● 緩和（温室効果ガスの排出削減）

緩和の議題で議論した、**都市や建物の脱炭素化**に貢献する取組み（例、地方自治体との連携強化）を決定に記載。各国の事情に応じた自発的な取り組みの重要性を確認。

### ● パリ協定第6条

排出削減・吸収量の国際的な取引を行う**第6条の詳細運用ルール**が決定し、**完全運用化**。我が国は、二国間クレジット制度（JCM）を更に推進し、世界の脱炭素化に貢献。

## 交渉外

### ● ジャパン・パビリオン等での発信

脱炭素・経済成長・エネルギー安全保障の同時実現、多様な道筋の中でネット・ゼロという共通のゴールを目指すこと、世界全体の脱炭素化への貢献といったGXの基本原則を発信するため**AZEC、トランジション・ファイナンス、削減貢献量、産業や交通の脱炭素化**等のセミナーを開催。

技術展示として11社が出展し、再エネ、省エネ、廃棄物処理システム、ゼロカーボンビル、洪水シミュレーション、CCUS、温室効果ガス観測衛星（GOSAT）などを展示。

### ● 国際イニシアティブへの参加

EUが主導する石油・天然ガスのサプライチェーン全体における**メタン削減パートナーシップロードマップ**、議長国アゼルバイジャンが主導する**グローバルなエネルギー貯蔵及びグリッド宣言、水素宣言、グリーンエネルギーゾーン・コリドー宣言**に参加。

昨年に引き続き、**原子力3倍増**に向けた取組の推進ハイレベルイベント、**グローバルメタンプレッジ閣僚会合、カーボンマネジメント閣僚会合**に参加し日本の取組をアピール。

# CCSの社会実装に向けた動き

# 世界の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>                                                        |



CCSプロジェクトのCO2回収容量

# (参考) 世界各国のCCSに向けた動向

## 英国

- ・2008年に、エネルギー法2008にてCO2貯留を規制。2023年には、エネルギー法2023により、CO2貯留・輸送に事業規制を導入。
- ・排出者のために200億ポンド（約3.6兆円）の支援を決定。
- ・一般産業向けには価格差に着目した予算支援、電力分野は需要家に対する賦課金による資金拠出を実施予定。

## 米国

- ・2021年インフラ法により、120億ドル（約1.8兆円）の予算措置。
- ・2022年成立したインフレ削減法(IRA)により、税額控除（45Q）の規模を、CO2貯留量1トンあたり85ドルに拡充（実質的に、国がCCSコストを負担する形式）。
- ・陸域については、CCS規制を運用中。海域におけるCCS規制について検討中。

## EU・欧州

- ・EUは、2009年、CCS指令により各国での法整備を促進。2024年には、炭素管理戦略を策定し、ネットゼロ産業法が成立。この中で、石油ガス業界等に対し、2030年5000万トンのCO2貯留容量の開発に向けて、貢献を義務付け。
- ・オランダが、技術中立・コスト評価によるCO2削減を目指し、炭素価格を実質支援するSDE++において、CCSプロジェクトを最安として採択。
- ・ドイツ・フランスが、オランダ・デンマーク・英国に引き続き、炭素価格との価格差に着目した支援（CfD）を検討中。ドイツは、2024年、炭素管理戦略を発表し、CCS法案が審議中。
- ・ノルウェー含む複数国が、越境輸送に向けたMOUを締結。（ノルウェーとオランダ・ベルギー・デンマーク・スウェーデン、デンマークとオランダ・ベルギー・フランス）

## カナダ・豪州

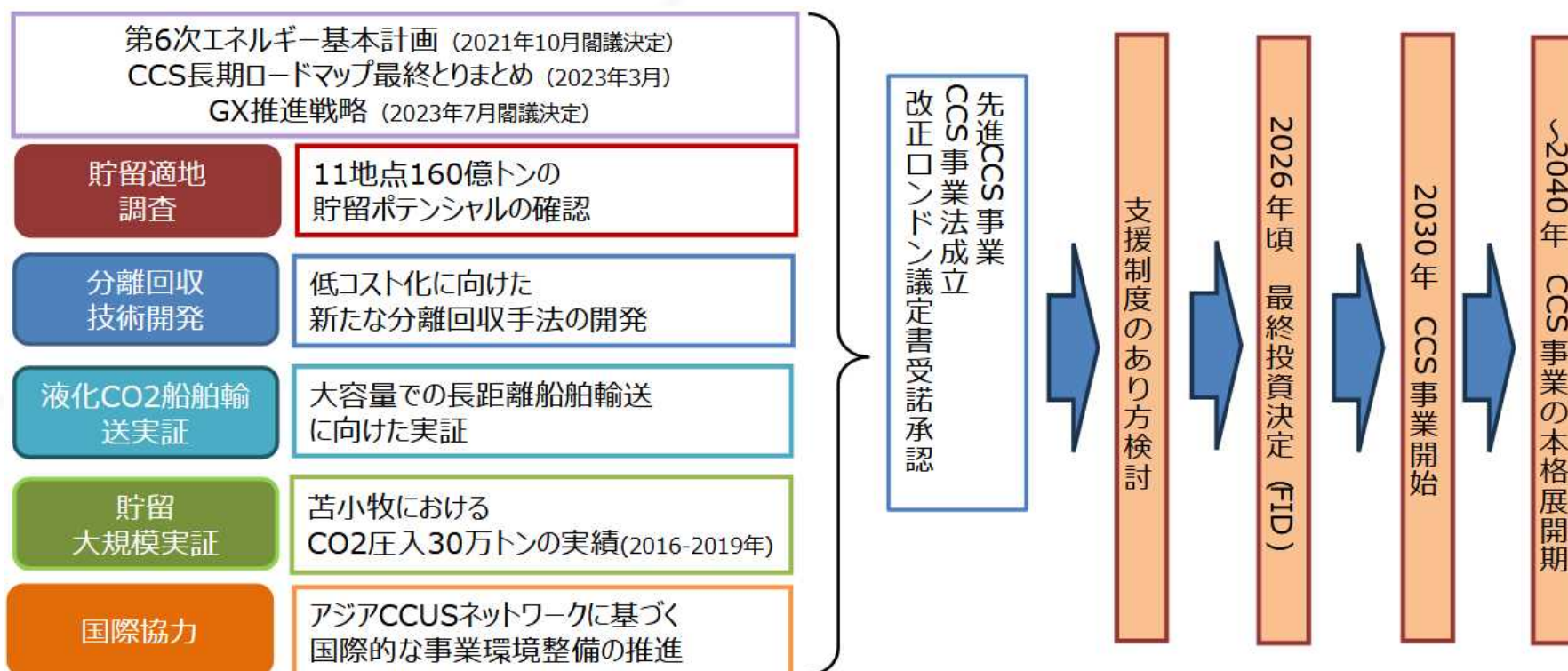
- ・カナダは、2024年6月、クリーン経済投資税額控除による支援を開始。
- ・豪州は、政権発足後、CCSの積極活用に政策面で転換。2023年、改正ロンドン議定書の受諾に向けて国内法を改正。

## ASEAN・アジア

- ・インドネシアは、CCS実施に関する省令（2023年3月）、越境輸送に関する大統領令（2024年2月）を公表。
- ・マレーシアは、2024年内のCCS関連法の成立を目指す。タイは、法整備を検討中。

# 日本でのCCS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。



# CCS長期ロードマップ

## 基本理念・目標・アクション



### 【基本理念】

CCSを計画的かつ合理的に実施することで、社会コストを最小限にしつつ、我が国のCCS事業の健全な発展を図り、もって我が国の経済及び産業の発展、エネルギーの安定供給確保やカーボンニュートラル達成に寄与することを目的とする。

### 【目標】

2050年時点で年間約1.2～2.4億tのCO2貯留を可能とすることを目安に、2030年までの事業開始に向けた事業環境を整備し（コスト低減、国民理解、海外CCS推進、CCS事業法整備）、2030年以降に本格的にCCS事業を展開する。



### 【具体的アクション】

- (1) CCS事業への政府支援
- (2) CCSコストの低減に向けた取組
- (3) CCS事業に対する国民理解の増進
- (4) 海外CCS事業の推進
- (5) CCS事業法（仮称）の整備に向けた検討
- (6) 「CCS行動計画」の策定・見直し

# CCS長期ロードマップ 具体的アクション



## ビジネスモデル構築期

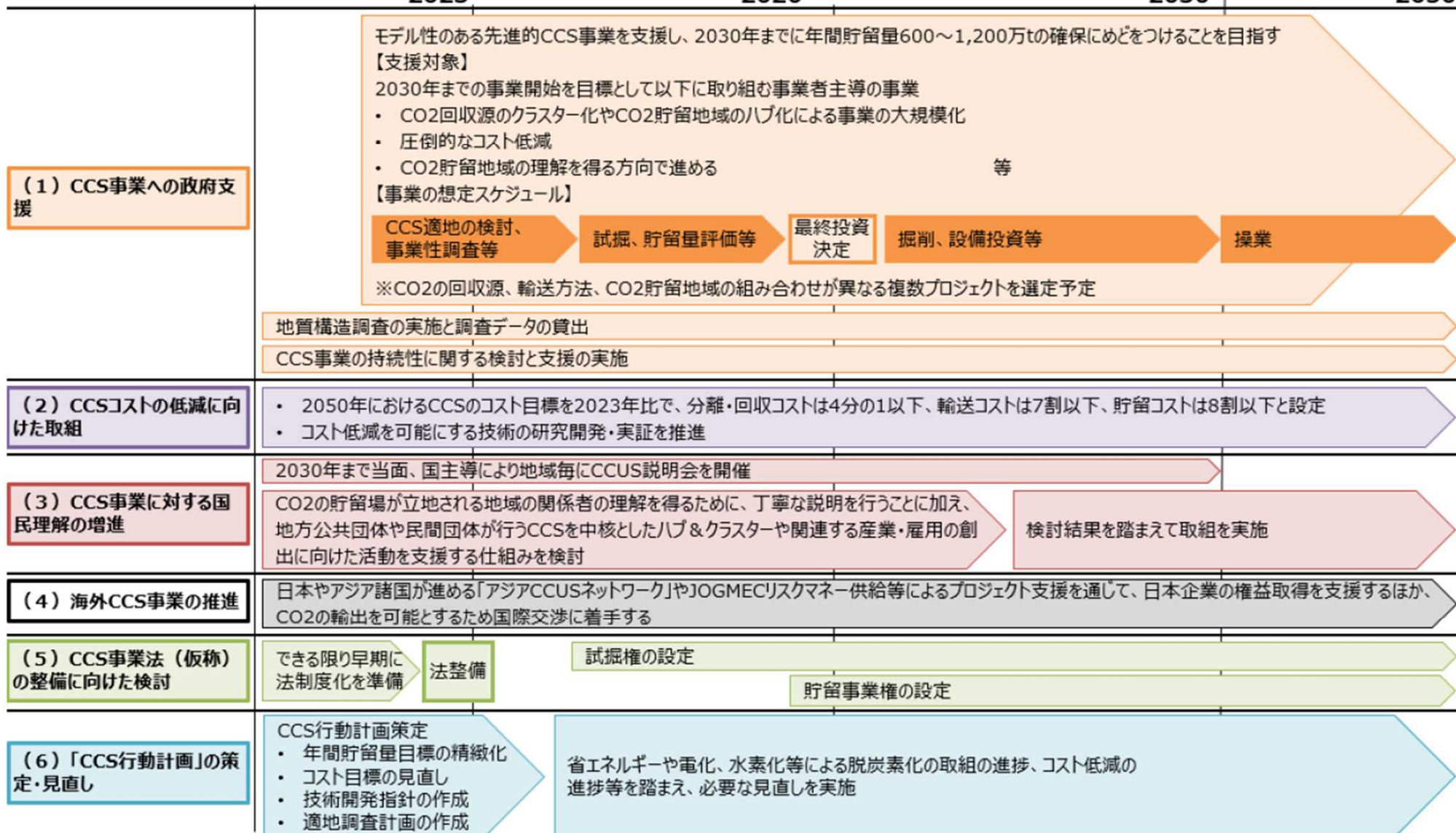
## 本格展開期

～2023

～2026

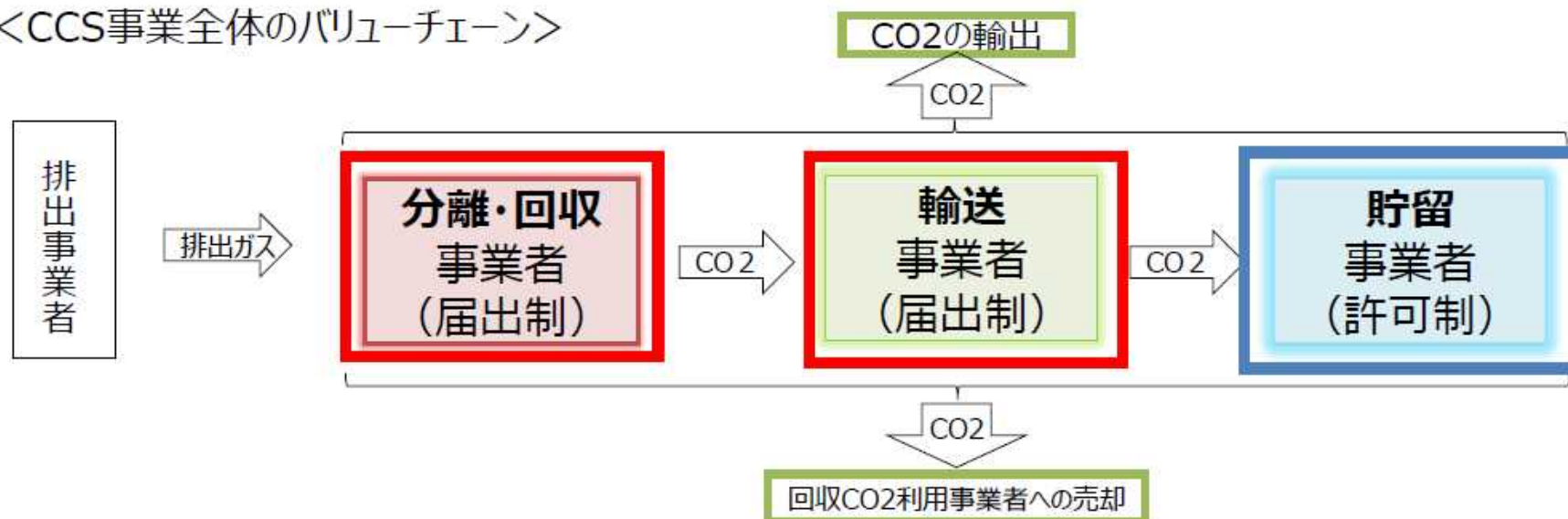
～2030

～2050



- ①「CCS事業法」(新法)として、できる限り早期に整備すべき。
- CCSのバリューチェーンを踏まえ、②「分離回収」「輸送」「貯留」を対象とすべき。
- 特に、貯留事業は、石油・天然ガス事業と共通する点が多く、鉱業法制を参考とし、「海陸共通の制度化」、③「貯留事業権」の新設、④保安体制の整備・賠償責任の明確化(無過失責任)、⑤モニタリング責任の有限化等を措置すべき。
- 海外CCSの推進に向けて、CO<sub>2</sub>の輸出に向けた法的枠組みを措置すべき。
- CCU/カーボンリサイクルの推進のため、回収CO<sub>2</sub>を売却可能とするよう措置すべき。

<CCS事業全体のバリューチェーン>

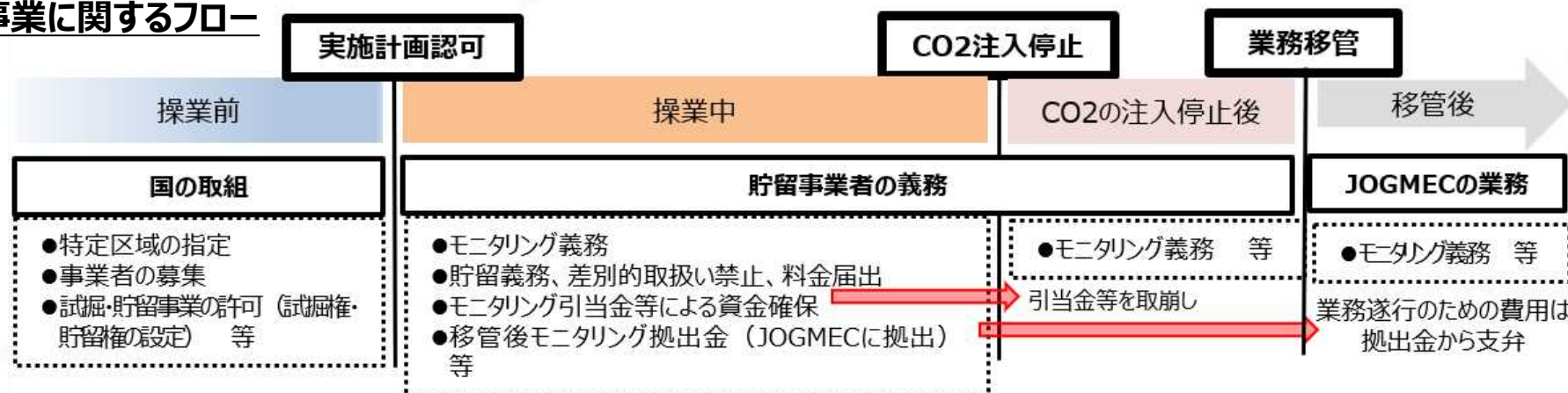


# CCS事業法の概要

- 「二酸化炭素の貯留事業に関する法律」（CCS事業法）が2024年5月17日に成立。
- CCSの事業化に向け、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
  - （2）貯留事業者に対する規制

## 貯留事業に関するフロー

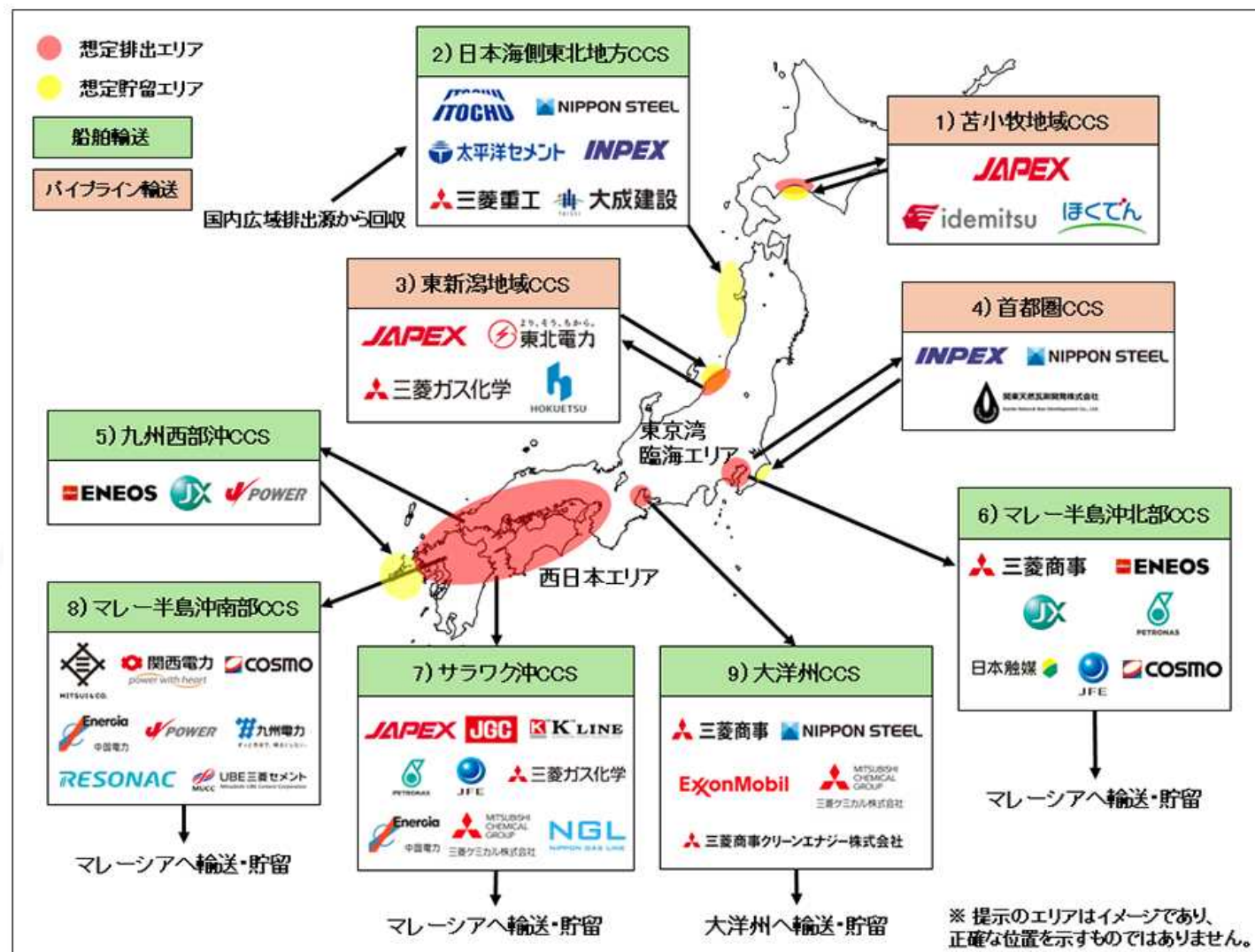


2. CO<sub>2</sub>の導管輸送事業に係る事業規制・保安規制の整備
  - （1）導管輸送事業の届出制度の創設
  - （2）導管輸送事業者に対する規制

# CCS事業化に向けた先進的取り組み JOGMEC事業「先進的CCS事業に係る設計作業等」



- 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、CO<sub>2</sub>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。
- 多様な事業分野が参画し、産業が集積する地域のCO<sub>2</sub>の排出に対応。本事業を通じて、2030年までにCO<sub>2</sub>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。
- 最終投資決定に向けて模範となるプロジェクトを継続的に支援すべく、事業の進捗に応じたステージゲートを設け、毎年度末に事業の継続を判断。



# CCS研究開発の取り組み

# CO<sub>2</sub>分離・回収技術

## 排出源へ適合しうる分離・回収技術



火力発電所



セメント



製鉄高炉



石油化学

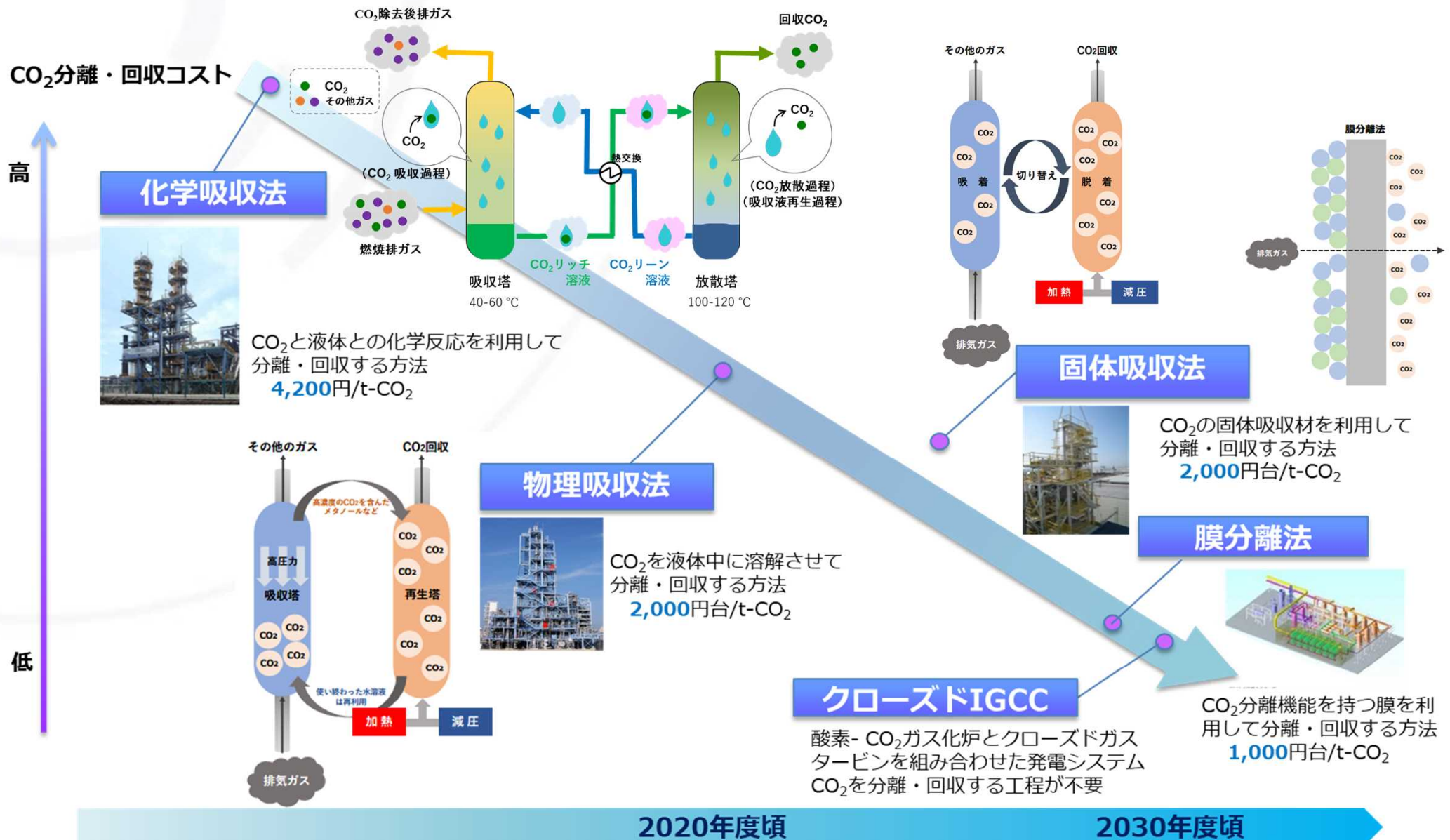


LNG液化プラント



|                           | 石炭火力                    | IGCC                                    | セメント                    | 製鉄                      | 石油化学                    |                                         | 天然ガス                                    |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 圧力/<br>CO <sub>2</sub> 濃度 | 大気圧/<br>10～15%          | 2.5～<br>4.0MPa/<br>40～50%               | 大気圧/<br>15～30%          | 大気圧/<br>20～30%          | 大気圧/<br>5～20%           | 大気圧～<br>4.0MPa/<br>10～100%              | 7.0～<br>10MPa/<br>10～70%                |
| 発生<br>プロセス                | 燃料燃焼後                   | 燃料燃焼前                                   | 燃焼後                     | 高炉ガス<br>熱風炉燃焼後          | 加熱炉燃焼後                  | 水素製造（燃<br>焼前）<br>アンモニア製造<br>時（燃焼前）      | 天然ガス<br>精製時（燃焼<br>前）                    |
| 適合しうる<br>分離回収法            | 化学吸収法<br>固体吸収法<br>物理吸着法 | 化学吸収法<br>物理吸収法<br>固体吸収法<br>物理吸着法<br>膜分離 | 化学吸収法<br>固体吸収法<br>物理吸着法 | 化学吸収法<br>固体吸収法<br>物理吸着法 | 化学吸収法<br>固体吸収法<br>物理吸着法 | 化学吸収法<br>物理吸収法<br>固体吸収法<br>物理吸着法<br>膜分離 | 化学吸収法<br>物理吸収法<br>固体吸収法<br>物理吸着法<br>膜分離 |

# 次世代火力発電に係る技術ロードマップ CO<sub>2</sub>回収関連技術の開発の見通し



# 苫小牧におけるCCS大規模実証試験

**<概要>** CCS技術の早期実用化を目指す研究開発の一環として、近隣製油所から出される排ガスからCO<sub>2</sub>を分離・回収し、地中に貯留するCCS実証試験を実施  
貯留後のCO<sub>2</sub>挙動に係る貯留層等総合評価、CCSの社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動、海外への情報発信、及び情報収集、法令に基づく海洋環境調査等を実施

**<事業期間>** 2018年4月～2027年3月

**<実施体制>** 日本CCS調査株式会社

## PSAオフガス

製油所の水素製造設備において、PSA (Pressure Swing Adsorption) で水素ガスを分離した後のガス

代表組成 CO<sub>2</sub>:51.6%、H<sub>2</sub>:38.8%、  
CH<sub>4</sub>:6.6 %、CO:2.3 %、H<sub>2</sub>O:0.7%

## 分離・回収

化学吸収法 (BASF社ライセンス 2 段吸収法)

処理ガス:25,000Nm<sup>3</sup>/h、0.81MPaG

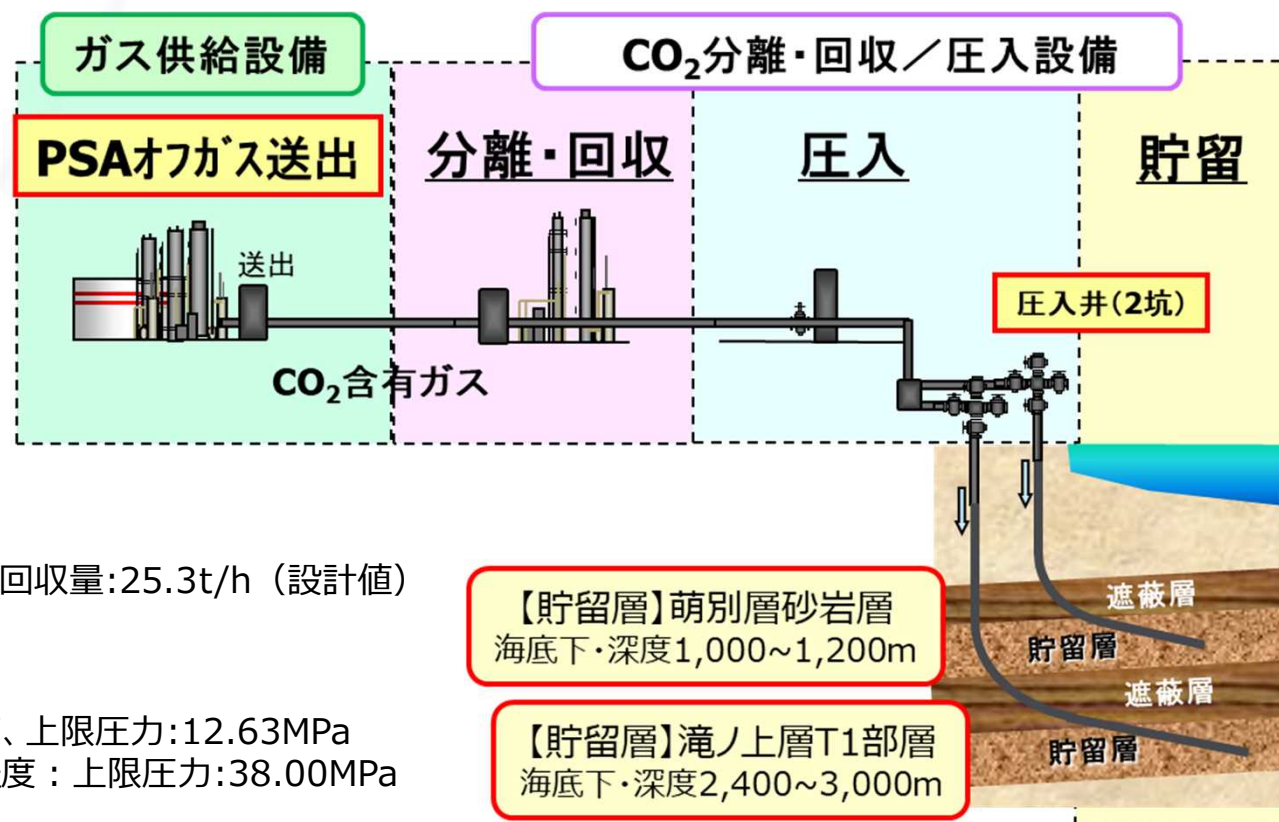
回収CO<sub>2</sub>: 12,900Nm<sup>3</sup>/h、0.05MPaG

CO<sub>2</sub>回収率:99.9%、CO<sub>2</sub> 純度:99%、CO<sub>2</sub>回収量:25.3t/h (設計値)

## 圧入

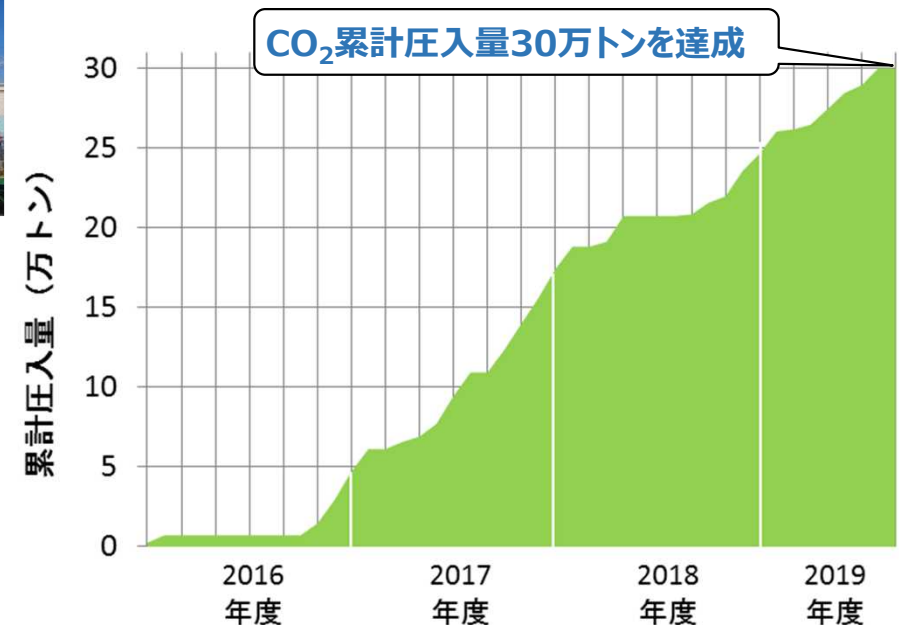
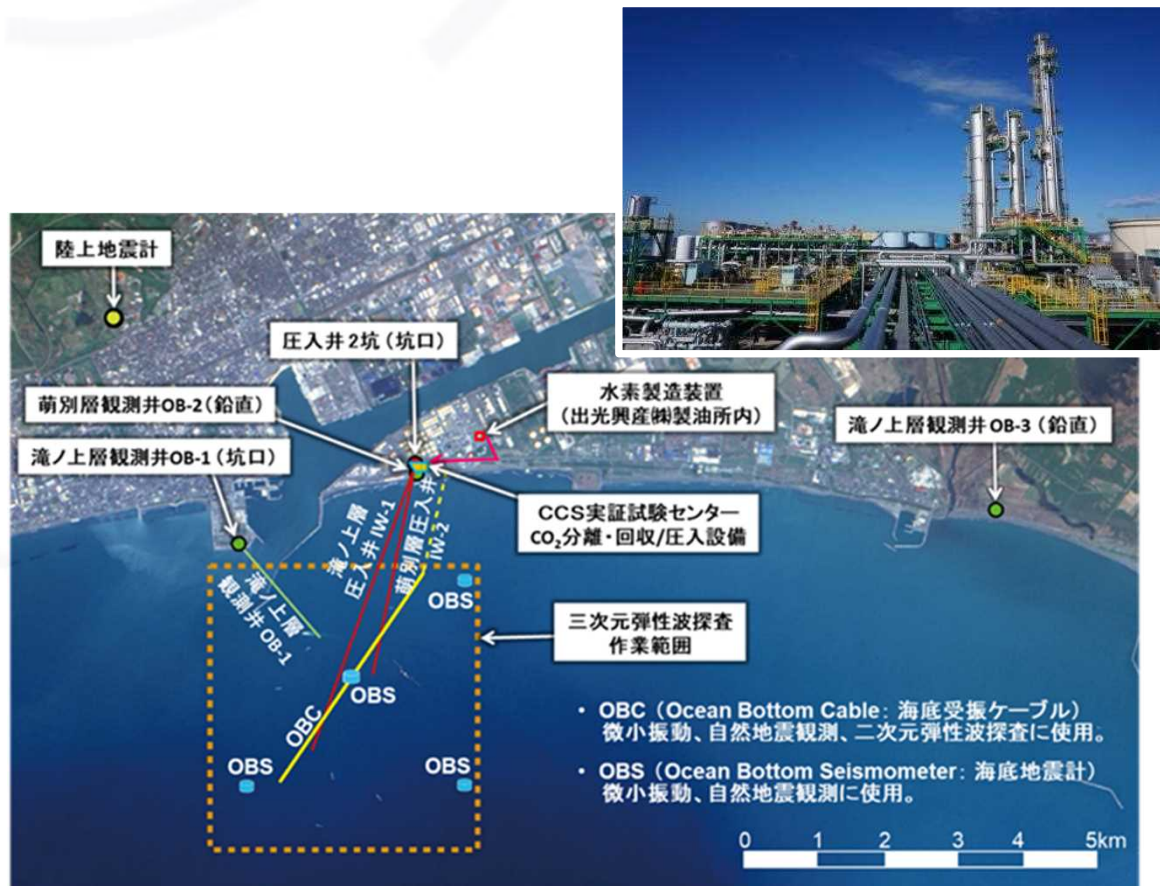
萌別層 温度:45℃程度、上限圧力:12.63MPa

滝ノ上層 温度: 88℃程度：上限圧力:38.00MPa



# 苫小牧におけるCCS大規模実証試験 CO<sub>2</sub>圧入実績

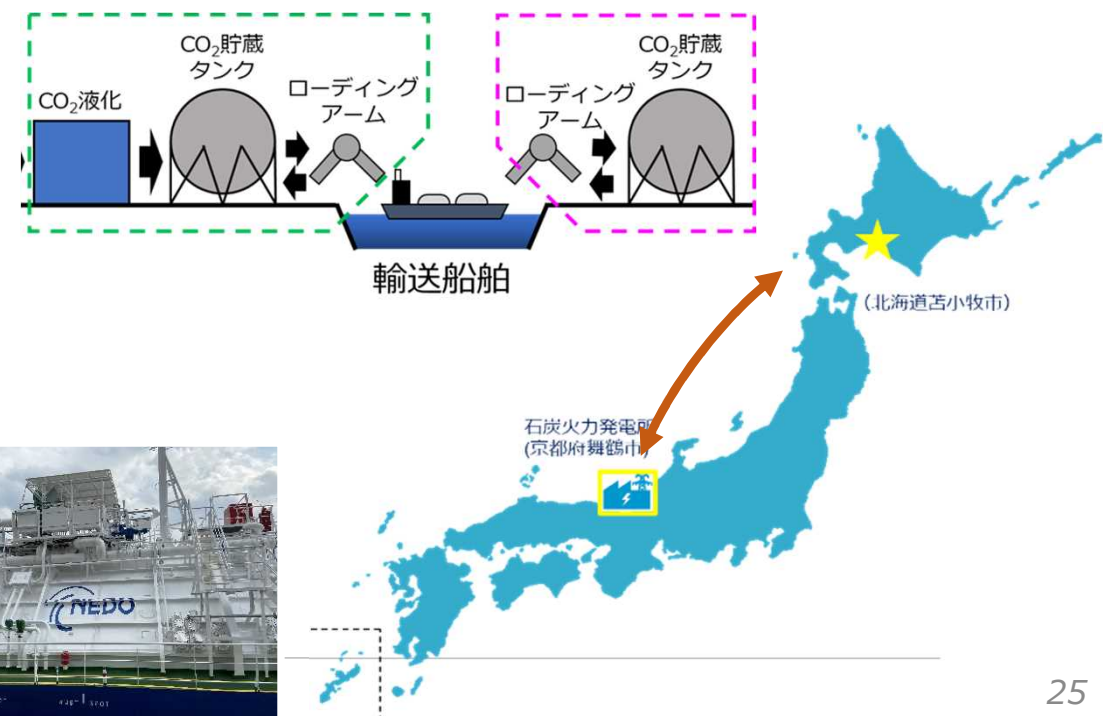
- 2012年度からCO<sub>2</sub>分離・回収設備等の設計や建設、井戸の掘削を実施
- 2016年度より、製油所の排出ガスから分離回収したCO<sub>2</sub>を年間約10万トン規模で地中に貯留し、2019年11月に累計圧入量30万トンに到達
- CO<sub>2</sub>の貯留状況のモニタリングや周辺海域への影響のないことを確認する海洋環境調査を継続実施



苫小牧CCS実証試験の圧入実績

# CO<sub>2</sub>船舶輸送に関する技術開発及び実証試験

- <概要>** 工場や火力発電所などから排出されるCO<sub>2</sub>を利用・貯留地まで低コストで大量・安全に輸送するために、最適な温度・圧力条件で液化したCO<sub>2</sub>を出荷・輸送から受け入れまで行う一貫輸送システム確立のための技術開発と実証試験を行う  
京都府舞鶴市の石炭火力発電所で回収されるCO<sub>2</sub>を液化し、北海道苫小牧市の基地との間での船舶輸送実証試験を実施する  
2030年頃のCCUS社会実装に向け、社会実装に繋がるビジネスモデルを提案する
- <事業期間>** 2021年6月～2027年3月
- <実施体制>** 日本CCS調査株式会社、一般財団法人エンジニアリング協会、伊藤忠商事株式会社、日本ガスライン株式会社



# CO<sub>2</sub>船舶輸送に関する技術開発及び実証試験

## CO<sub>2</sub>を効率よく輸送するには

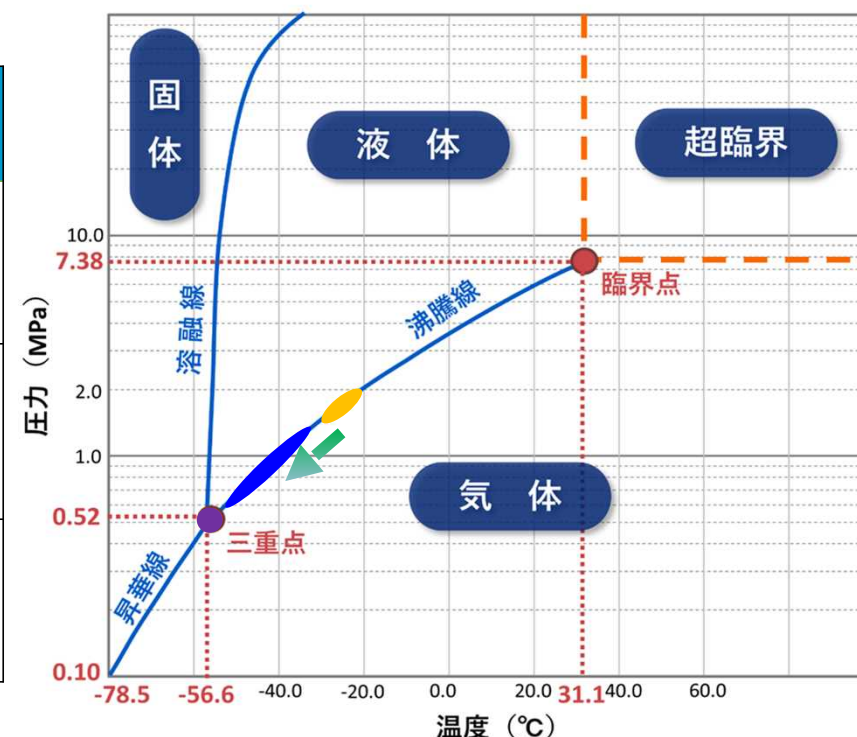


### CO<sub>2</sub>の状態と輸送条件

- 低コストかつ大量のCO<sub>2</sub>輸送を実現するため、タンクの構造材料を薄くし大容量化が可能な低温・低圧とすることが望ましい。
- 低温低圧条件でのドライアイス化のリスクを管理した、液化CO<sub>2</sub>輸送技術の確立が要点。

### 目指す液化CO<sub>2</sub>の輸送条件

| 状態                    | 温度/圧力                             | 特記事項                                    |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| ● 中温中圧                | -20℃/2.0 MPa<br>程度                | 現在の液化CO <sub>2</sub> 輸送・貯蔵<br>条件        |
| ● <u>低温低圧</u>         | -30℃/1.5 MPa<br>～<br>-50℃/0.7 MPa | 大量輸送に期待される条件<br>CO <sub>2</sub> の三重点に近い |
| ● CO <sub>2</sub> 三重点 | -56.6℃/0.52 MPa                   | 気相、液相、固相の3相が共<br>存して平衡にある状態             |



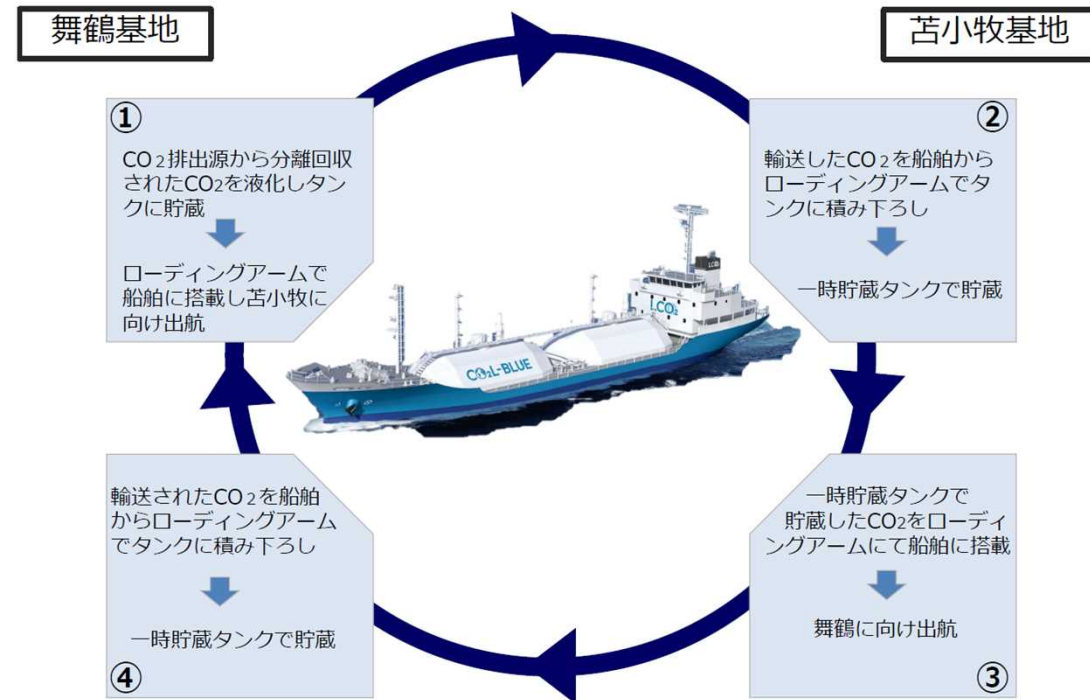
# CO<sub>2</sub>船舶輸送に関する技術開発及び実証試験 具体的な技術開発の進め方と3つのポイント



## 液化CO<sub>2</sub>の船舶輸送技術

最適な温度・圧力条件で液化したCO<sub>2</sub>を出荷・輸送から受け入れまで行う一貫輸送システム確立のための技術開発と実証試験を行う。

- 液化CO<sub>2</sub>輸送船用の貨物タンクの開発  
液化CO<sub>2</sub>輸送船に適した構造と機能を持つ貨物タンクシステム
- 液化CO<sub>2</sub>の安定状態の課題  
海上輸送時及び荷役時に最適な液化CO<sub>2</sub> 温度・圧力条件の検討
- 船舶運航及び設備運用の安全性  
操船、貨物タンクの液化CO<sub>2</sub>積載における安全性



| 年度                  | 2021       | 2022    | 2023   | 2024 | 2025   | 2026 |
|---------------------|------------|---------|--------|------|--------|------|
| 陸上設備                | 設計、調査、手配   | 苫小牧基地建設 | 舞鶴基地建設 |      |        |      |
| CO <sub>2</sub> 輸送船 | 船体建造、タンク製造 | ▼進水     | ▼本船竣工  | 航行試験 |        |      |
| 輸送実証試験              |            |         |        |      | 一貫輸送実証 |      |

# CO<sub>2</sub>船舶輸送に関する技術開発及び実証試験 実証試験の状況



液化CO<sub>2</sub>輸送実証試験船「えくすくうる」、  
陸上基地設備が完成し、実証試験に入ります。



# CO<sub>2</sub>船舶輸送に関する技術開発及び実証試験

## これまでのトピックス



2023年11月2日

**世界初、低温・低圧の液化CO<sub>2</sub>大量輸送に向けた実証試験船「えくすくる」が完成**

船舶用のCO<sub>2</sub>カーゴタンクシステムを組み込んだ「えくすくる」の命名・引き渡し式

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101705.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101705.html) ほか

2024年5月14日

**「えくすくる」がシップ・オブ・ザ・イヤーの技術特別賞を受賞**

<https://www.jasnaoe.or.jp/soy/>

2024年8月19日

**液化CO<sub>2</sub>の船舶輸送試験を開始**

液化CO<sub>2</sub>の船舶への荷役（積荷及び揚荷）、港内シフト（海上輸送）、及び苫小牧基地陸上タンクへの貯蔵を行い、温度-35℃程度の液化CO<sub>2</sub>を使った実証試験を実施。

[https://www.japanccs.com/wp/wp-content/uploads/2023/12/20240819-oshirase\\_JCCS%E3%83%BBNGL\\_web.pdf](https://www.japanccs.com/wp/wp-content/uploads/2023/12/20240819-oshirase_JCCS%E3%83%BBNGL_web.pdf) ほか

2024年9月5日

**NEDO 液化CO<sub>2</sub>船舶輸送実証事業においてLPG輸送実証試験を実施**

N<sub>2</sub>とLPGを使ったカーゴタンクシステムの雰囲気置換、LPG積荷役、積状態での海上輸送、揚荷役の実証試験を実施

<https://ngl.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2024/09/NEDO液化CO2船舶輸送実証事業におけるLPG輸送実証試験実施について.pdf>

2024年12月3日

**CO<sub>2</sub>輸送実証試験における液化CO<sub>2</sub>陸上施設の完成に伴う竣工式の開催について**

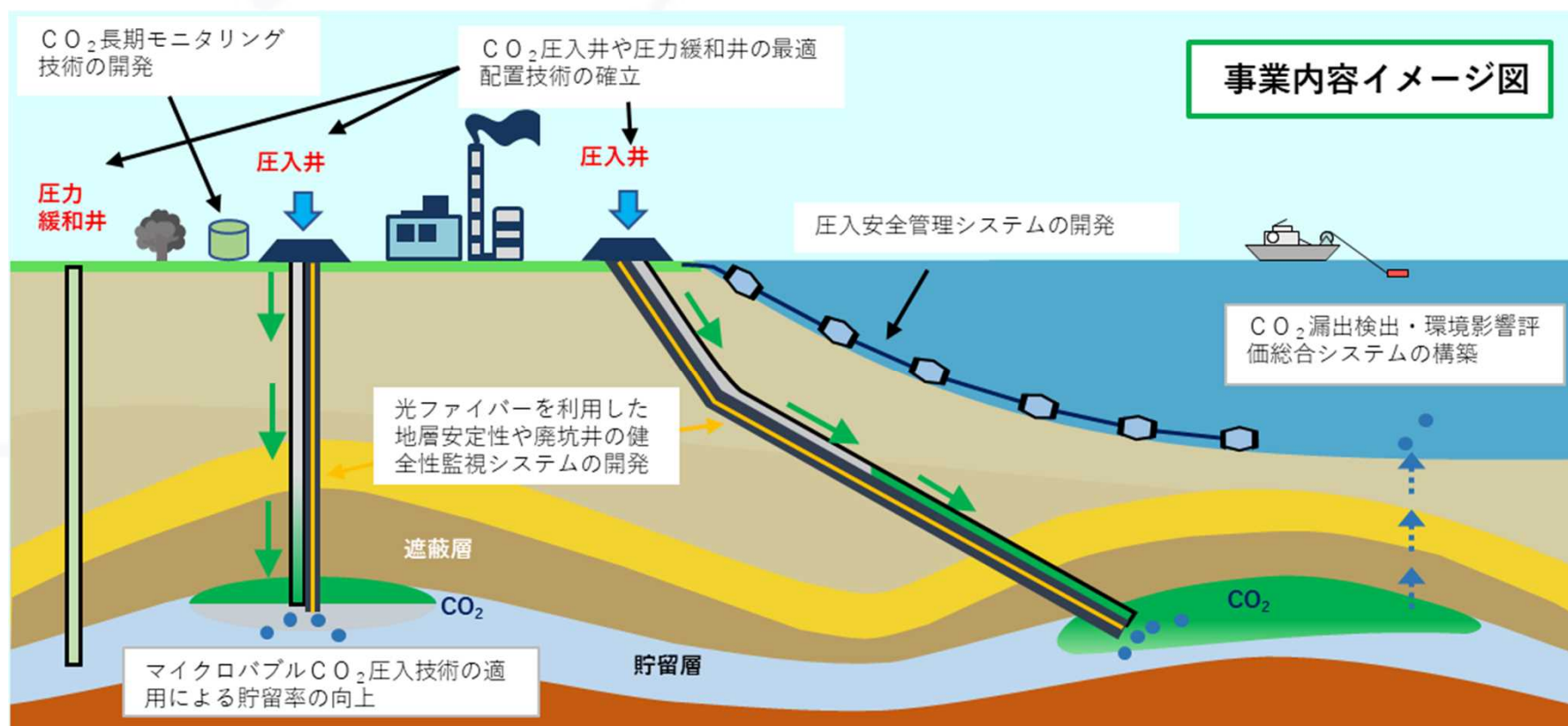
[https://www.japanccs.com/wp/wp-content/uploads/2024/12/20241203-oshirase\\_JCCS.pdf](https://www.japanccs.com/wp/wp-content/uploads/2024/12/20241203-oshirase_JCCS.pdf)

# 安全なCCS実施のためのCO<sub>2</sub>貯留技術の研究開発

**<概要>** 安全かつ経済的な実用化規模のCO<sub>2</sub>地中貯留技術を確立するとともに、日本のCCS技術の海外展開、新産業創生の基盤作りを行う。  
大規模CO<sub>2</sub>圧入貯留に係る安全管理技術の確立、大規模貯留層への有効圧入・利用技術の確立、およびCCSの普及に向けた環境整備を進める。

**<事業期間>** 2018年4月～2027年3月

**<実施体制>** 二酸化炭素地中貯留技術研究組合



# 安全なCCS実施のためのCO<sub>2</sub>貯留技術の研究開発 CO<sub>2</sub>地中貯留技術事例集



## CO<sub>2</sub>地中貯留技術事例集（日英）

CCS事業者のための参考マニュアルとして、CO<sub>2</sub>地中貯留に関する技術情報や事例をとりまとめて公開

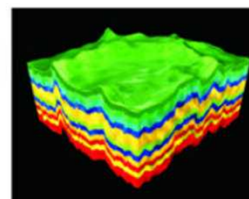
### Phase 01 基本計画



### Phase 02 サイト選定



### Phase 03 サイト特性評価



### Phase 04 実施計画



### Phase 05 設計・建設



### Phase 06 操業・管理



### Phase 07 サイト閉鎖



### Phase 08 閉鎖後管理



二酸化炭素地中貯留技術研究組合ホームページ  
<https://www.co2choryu-kumiai.or.jp/co2/>

## ＜概要＞ ①CCUS関連国際機関等への参加

CCUS関連国際機関であるIEAGHG、CEM CCUSイニシアティブ、CSLFの活動に参加し、CCUSプロジェクトの動向、CCUS助成制度や法制度の概要・整備動向を調査する。  
CO<sub>2</sub>の海底下貯留に係るロンドン条約会合などの国際会議との連携や動向調査する。

## ②CCS関連の規格化に関する活動・調査

2011年にISO（国際標準化機構）に設置されたISO/TC265（二酸化炭素回収・輸送・地中貯留についての専門委員会）に対応する活動を行う。

CCS関連の規格化に関する各国の動向を調査し、国内審議団体及び日本がコンビーナとなる専門委員会のワーキンググループ（WG）の運営を支援することにより、CCS関連の規格化に関する議論を推進する。

## ③CCUS関連の国際動向調査

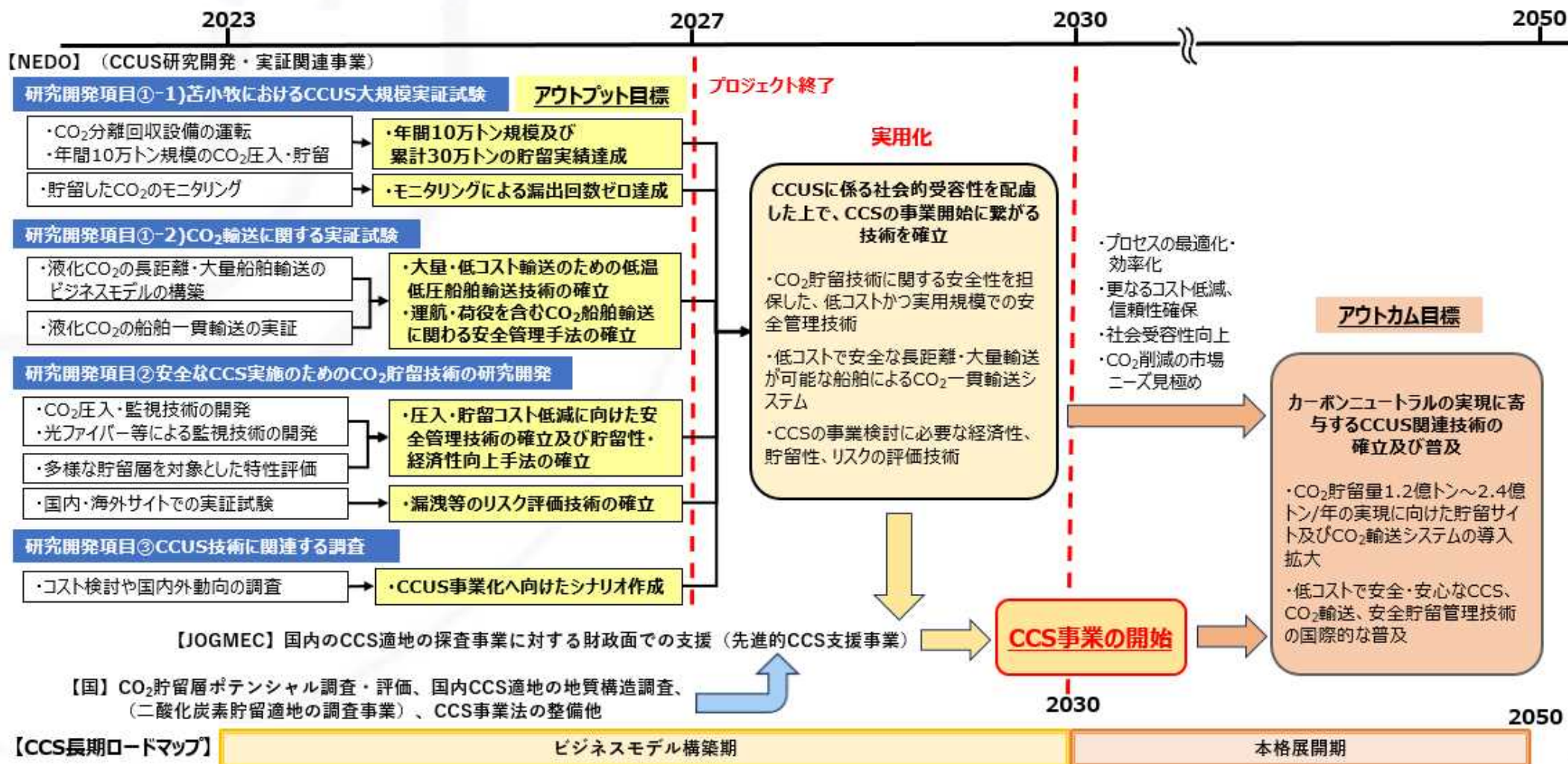
CCUSに積極的に取り組んでいる諸外国の動向を調査してとりまとめる。

- CCUS関連の政策、助成制度や法制度、許認可・規制等の検討や制定の動向
- 研究開発、実証試験や商用プロジェクトに関する、技術仕様、進行状況、コスト設定など
- CCUSに係る貯留権やコスト、排出原単位や排出権取引、カーボンマネジメントの動向

＜事業期間＞ 2024年4月～2027年3月

＜実施体制＞ 公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）

# CCS研究開発の展開



**ありがとうございました**

**<https://www.nedo.go.jp/>**

# 二酸化炭素の貯留事業に関する法律案【CCS事業法】の概要

## 背景・法律の概要

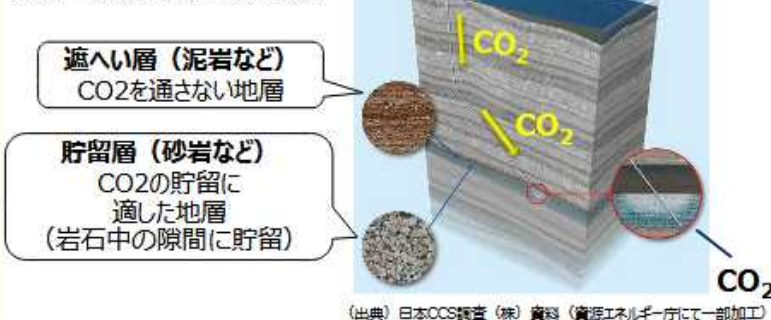
- ✓ **2050年カーボンニュートラル**に向けて、今後、脱炭素化が難しい分野におけるGXを実現することが課題。こうした分野における**化石燃料・原料の利用後の脱炭素化を進める手段**として、CO<sub>2</sub>を回収して地下に貯留する**CCS** (Carbon dioxide Capture and Storage) の導入が不可欠。
- ✓ 我が国としては、**2030年までに民間事業者がCCS事業を開始するための事業環境を整備**することとしており（GX推進戦略 2023年7月閣議決定）、公共の安全を維持し、海洋環境の保全を図りつつ、その事業環境を整備するために必要な**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CO<sub>2</sub>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者と認められる者**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CO<sub>2</sub>を貯留する権利）を設定する。CO<sub>2</sub>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**。
- ・**鉱業法に基づく探掘権者**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**。

(参考1) CO<sub>2</sub>の貯留メカニズム



### (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CO<sub>2</sub>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。
- ・**CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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、**CO<sub>2</sub>排出者からの貯留依頼を拒むことや、特定のCO<sub>2</sub>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2) 貯留事業に関するフロー



## 2. CO<sub>2</sub>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

- ・CO<sub>2</sub>を貯留層に貯留することを目的として、**CO<sub>2</sub>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、**CO<sub>2</sub>排出者からの輸送依頼を拒むことや、特定のCO<sub>2</sub>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。

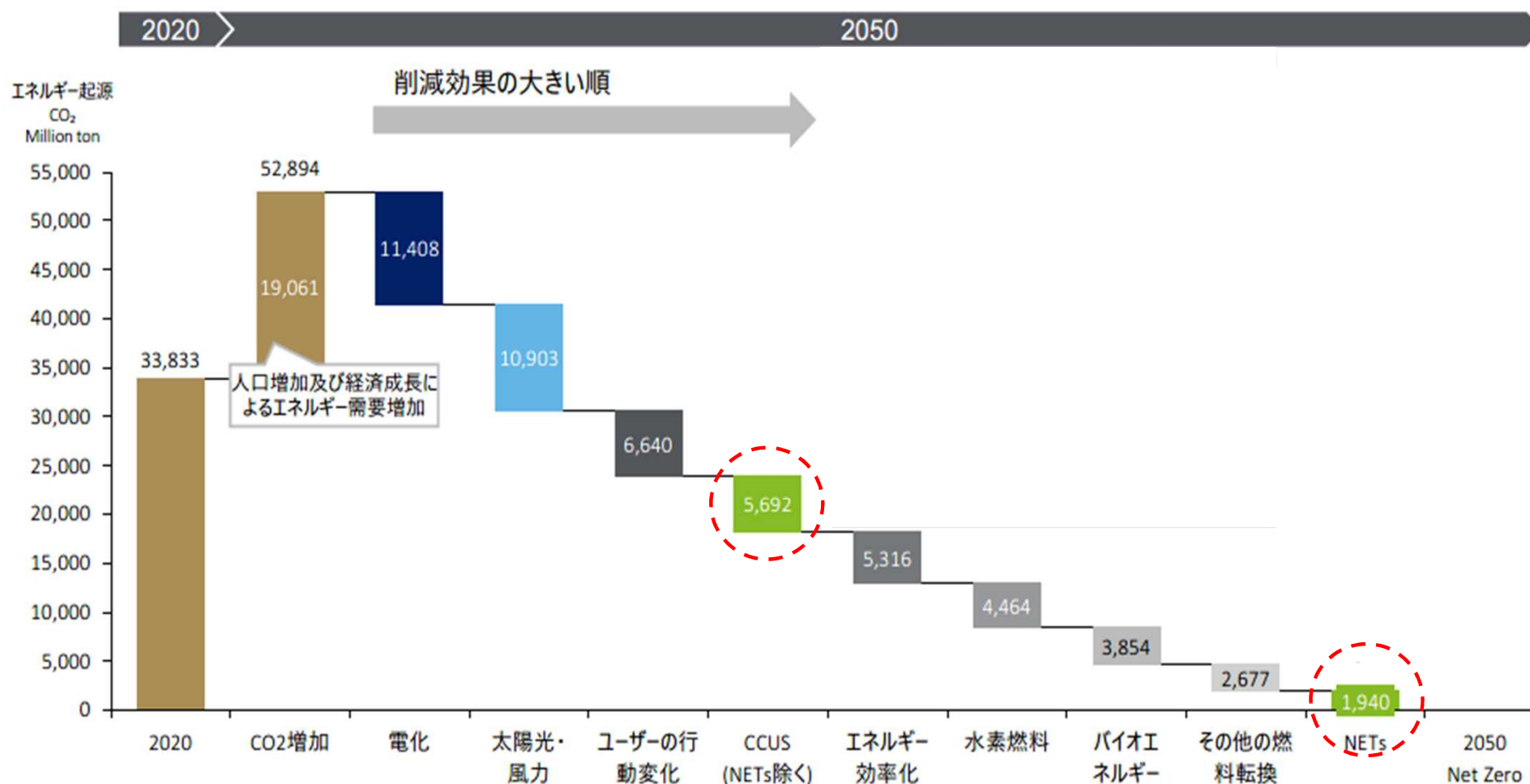
※海洋汚染防止法におけるCO<sub>2</sub>の海底下廃棄に係る許可制度は、本法律案に一元化した上で、海洋環境の保全の観点から必要な対応について環境大臣が共管する。

# 2050年ネットゼロシナリオで想定するCO<sub>2</sub>削減手段

IEAの2050年のNet Zeroシナリオでは、CCUS技術とネガティブエミッション技術（NETs）が76億ton/年のCO<sub>2</sub>削減を担うと想定（2020年比）

## A IEA Net ZeroシナリオのCO<sub>2</sub>削減手段別のCO<sub>2</sub>減少量

IEA Net Zero シナリオ





## 「CCS に係る制度的措置の在り方について」

### 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 カーボンマネジメント小委員会

2030 年 CCS 事業化に向けて、政府支援の在り方や、CCS 事業法（仮称）の整備、CCU／カーボンリサイクルにかかる各種課題や政府の取組等についてより具体的に検討し、**企業による CCUS の技術を活用したカーボンマネジメント**を推進

**CCS 事業化**について保安規制面からも一体的に整備議論すべき課題について検討

### 中間取りまとめ（案）「CCS に係る制度的措置の在り方」

意見公募中（12/8～1/9：e-Govパブリック・コメント）

主な内容：

貯留メカニズム、リスクマネジメント

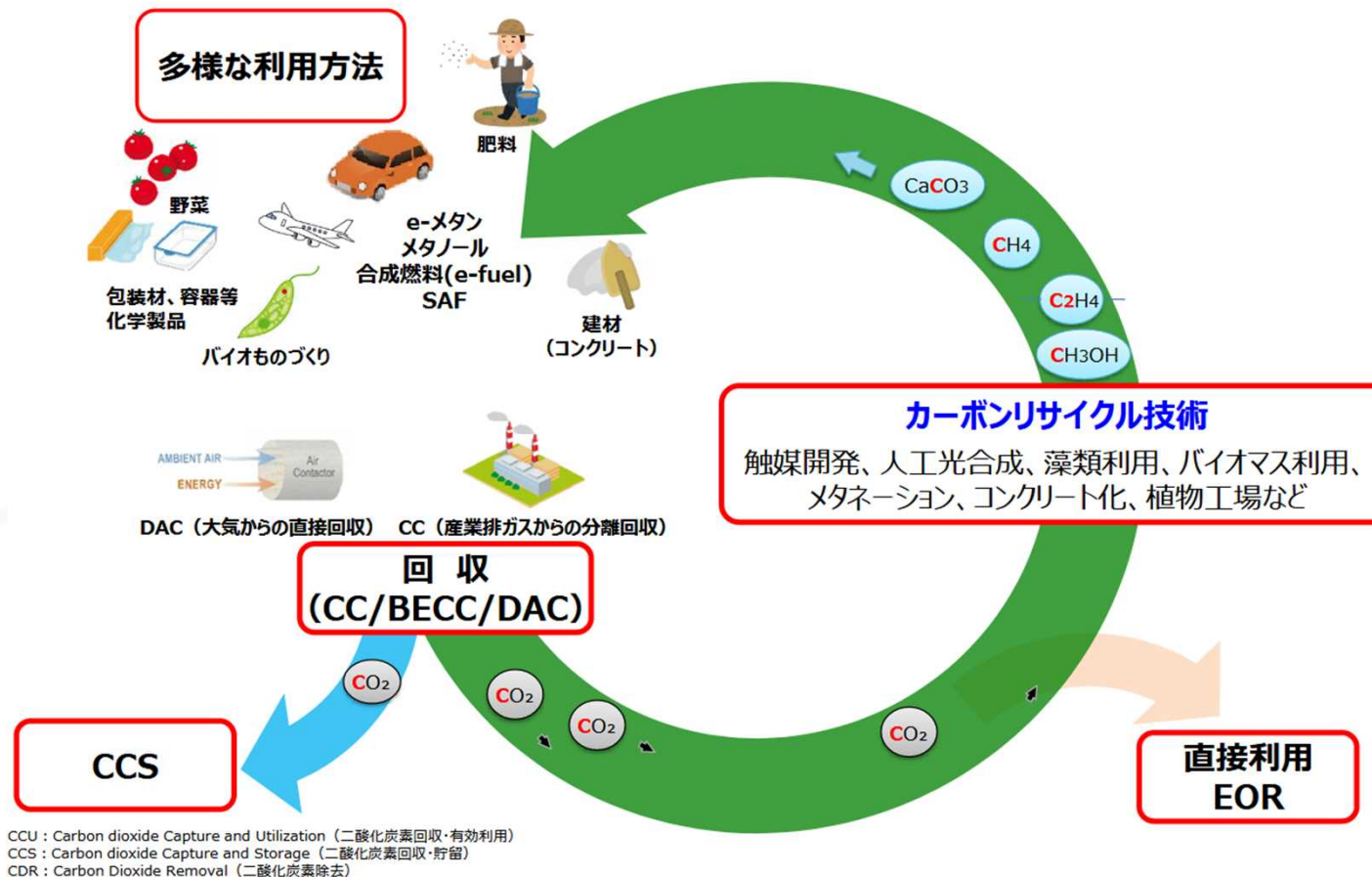
制度的措置（貯留事業の規律、貯留事業終了後の管理業務、導管輸送事業の規律、損害の賠償）

国民理解の増進、コスト削減に向けた取り組み、CCS 適地の開発促進／地質構造調査

CCS ビジネスモデル及び支援制度、海外でのCCS 事業の推進に向けた環境

# カーボンリサイクル カーボンマネジメントのイメージ

- 2050年カーボンニュートラル目標の実現に向けて、火力発電所の脱炭素化や、素材産業や石油精製産業といった電化や水素化等で脱炭素化できずCO<sub>2</sub>の排出が避けられない分野を中心に、カーボンマネジメントとして、カーボンリサイクル・CCSを最大限活用する必要。
- CO<sub>2</sub>を有価物として捉え再利用するカーボンリサイクルは、再生可能エネルギー、原子力、水素・アンモニアとともに、日本の脱炭素化と産業政策やエネルギー政策を両立するための「鍵」となる重要なオプションの一つ。

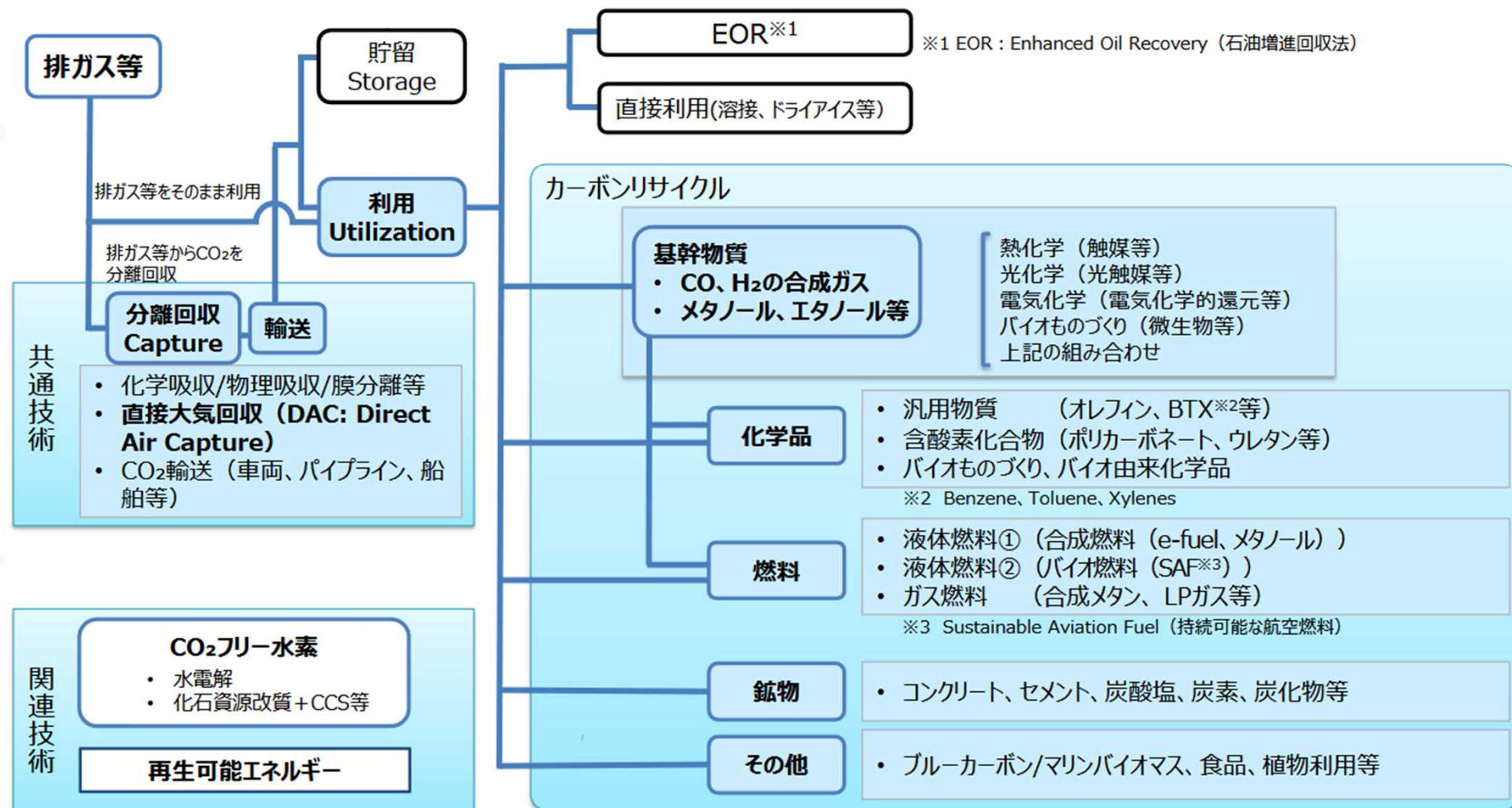


# カーボンリサイクル

## カーボンリサイクル技術ロードマップ°



- 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

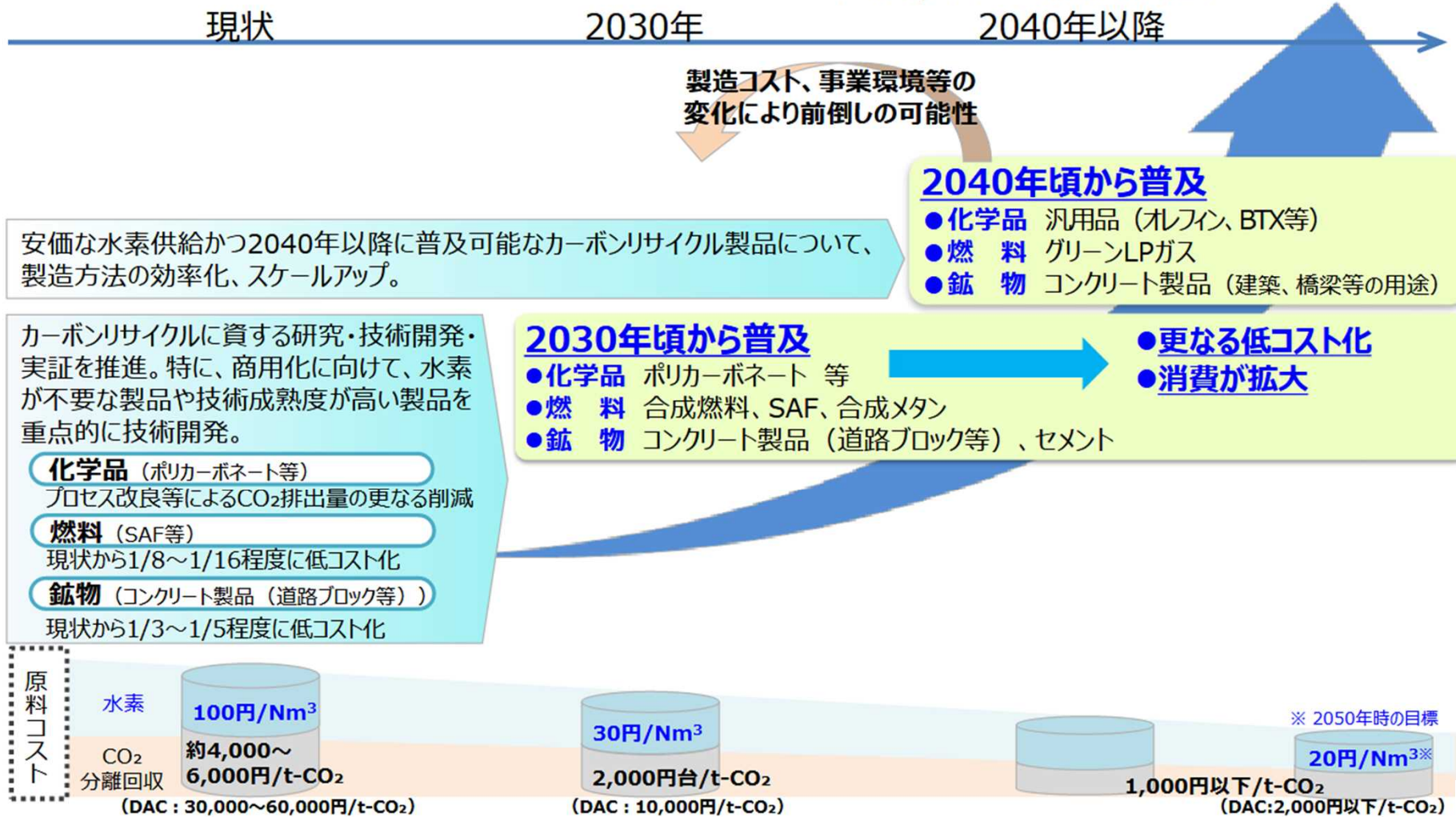
## カーボンリサイクルを拡大する絵姿



- 水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める。

※市場投入や海外展開を見据え、CO<sub>2</sub>削減効果（環境価値）についてLCA等の観点を含め、意識することが重要。

LCA : Life Cycle Assessment (ライフサイクルアセスメント)



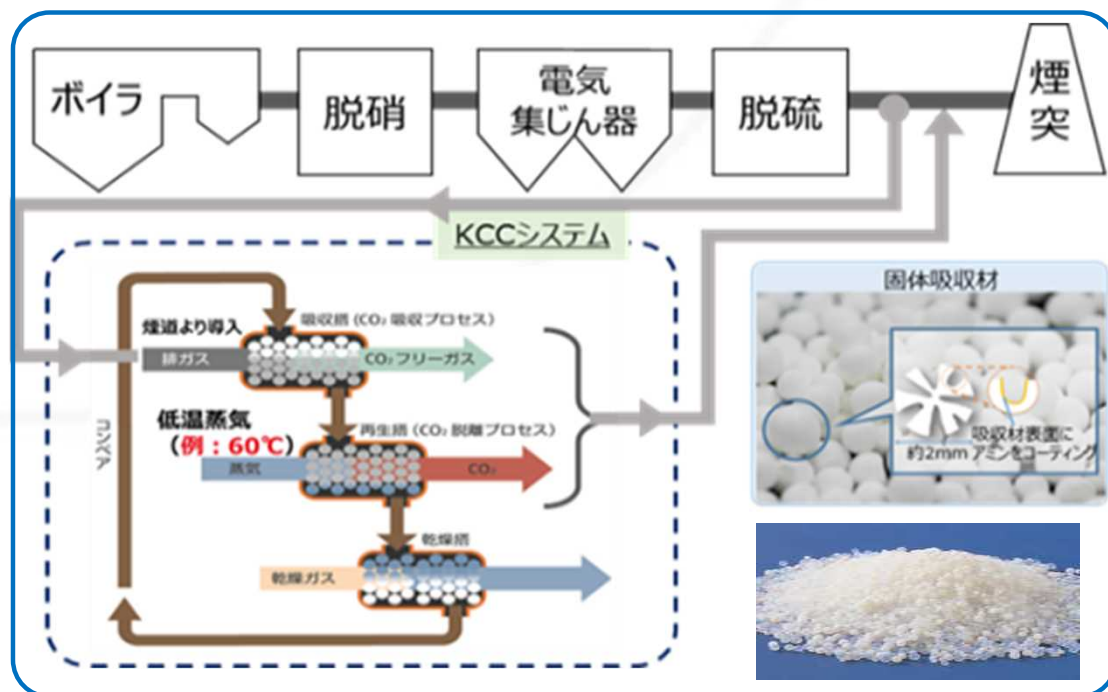
# CO<sub>2</sub>分離回収技術

## 先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性

**<概要>** 石炭燃焼排ガス等からCO<sub>2</sub>を回収する革新的手段として期待される固体吸収材を用いた技術に関して、移動層パイロットスケール試験設備を設計および建設し、石炭火力発電所において実燃焼排ガスを用いたCO<sub>2</sub>分離回収試験を実施し、システムの運用性や信頼性を評価する。また、固体吸収材製造やプロセスシミュレーションなどの基盤技術を開発し、固体吸収材の適用性拡大を図る。

**<事業期間>** 2020年6月～2025年3月

**<実施体制>** 川崎重工業株式会社、公益財団法人地球環境産業技術研究機構



設置場所：関西電力株式会社  
舞鶴発電所内  
試験規模：40t-CO<sub>2</sub>/d

