

CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) について

資源エネルギー庁 カーボンマネジメント課

CCSとは

CCSとは／CCS全体システム

Carbon dioxide Capture and Storage
二酸化炭素を 回収して 貯留する

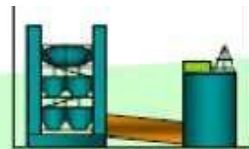
- CCSは、CO₂の削減が困難な産業を念頭に、CO₂を分離・回収し、輸送、貯留する技術であり、カーボンニュートラルを達成するための中核技術。

CO₂を含んだ
ガスの排出源

発電所



セメント工場



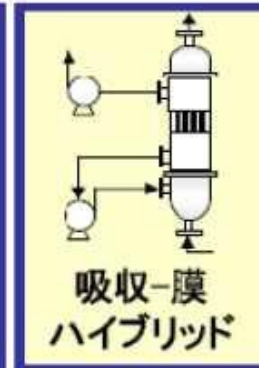
製鉄所



化学工場



CO₂の
分離・回収



輸送

パイプライン

船舶

車両

貯留・モニタリング

地中貯留

CCSにおける貯留メカニズム

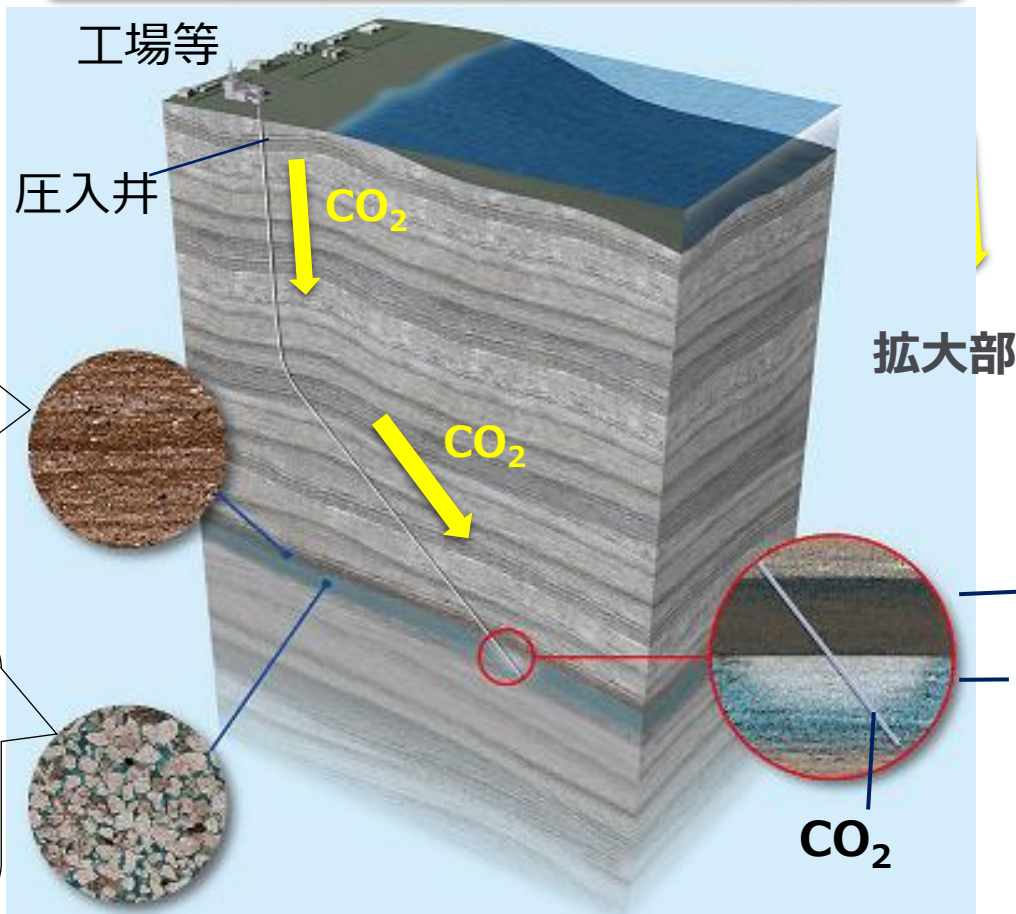
- 50年の実績がある石油の増産技術（EOR）の転用。
- 地下貯留では、約1000～3000mほどにある貯留層まで井戸を掘り、CO₂を貯留。
- これまで国内11地点で160億トンを見込む（概査レベルでは2400億トン）。

Carbon dioxide Capture and Storage

二酸化炭素を

回収して

貯留する



遮へい層
(泥岩など)
CO₂を通さない
地層

貯留層
(砂岩など)
CO₂の貯留に
適した地層
岩石中の隙間
に貯留

CO₂を地中に貯留するためには、貯留層とその上部を覆う遮へい層が対になった地層構造が必要。
遮へい層は貯留層に入れたCO₂が漏れ出さないようフタの役割を果たす。

CO₂は貯留層の砂岩の空隙に貯まる。地下の圧力を適切にコントロールできれば、大きな地震や断層との関係はないもの (unlikely) と考えられている。(IEAや学会の認識)

遮へい層
貯留層

貯留タイプ^o

- ・ 帯水層
(一般的な地中貯留)
- ・ 油層 (CO₂-EOR*)

*石油回収の増進
(EOR: Enhanced Oil Recovery)
に活用して地中貯留

CO₂貯留メカニズム

① 構造/層位トラップ

CO₂の浮力による垂直方向（上方）への移動を止め、遮へい層が封じ込める。

② 残留トラップ

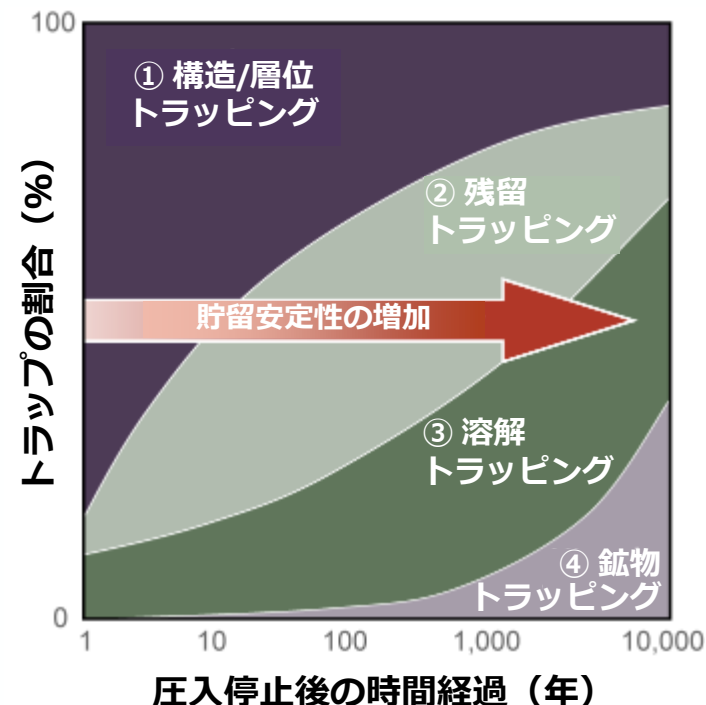
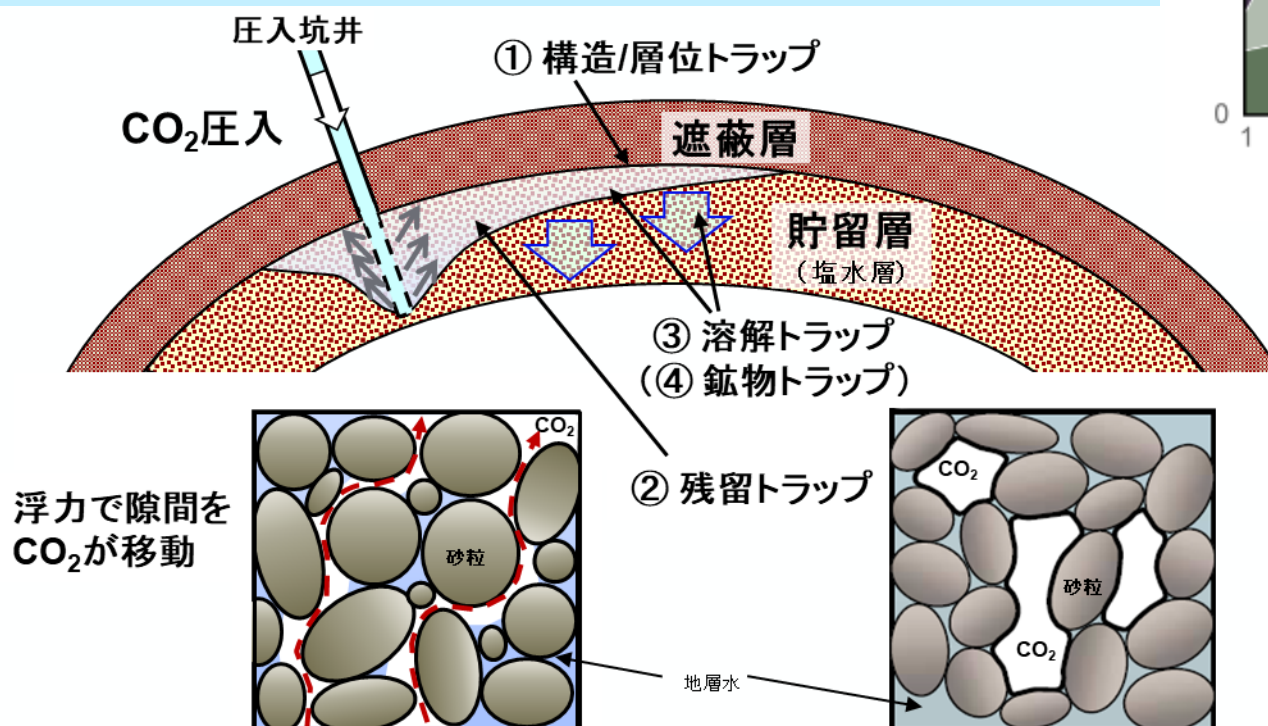
CO₂が貯留層の隙間に毛細管圧力により残留する。

③ 溶解トラップ

時間の経過で、CO₂の一部は地層水に溶解する。

④ 鉱物トラップ

CO₂が溶解した地層水と岩石が化学反応し、鉱物を形成し、長期間安定的に貯留される（鉱物固定）。



圧入停止後の時間経過 (年)
(IPCC CCS特別報告書 (2005) に加筆)

CO₂を地下深部の地層中へ長期間にわたり安定的に貯留する。

(※) CO₂は、圧力7.38MPa、温度31.1℃以上で超臨界状態となり、体積は気体の1/300程度になり大量の貯留が可能となうえ、低粘性・高拡散という特性を持つ。

CCS政策の動向

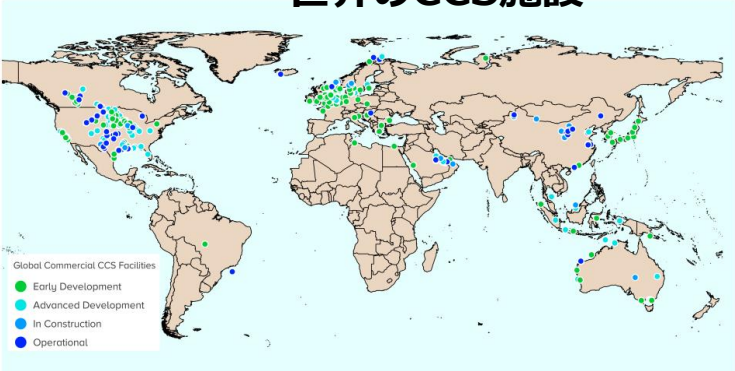
世界におけるCCSの位置づけ

- 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)	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。
EU	ネットゼロ産業法、産業炭素管理戦略 (2024)	- EU域内で2030年5000万トンのCO2貯留の目標を掲げる。 - 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。
英国	Net Zero Strategy(2021)	- CCSはhard-to-abateセクターの脱炭素化に欠かせない技術。 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。
ドイツ	カーボンマネジメント戦略の主要原則 (2024年5月)	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。
オランダ	National Climate Agreement (2019)	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。

世界のCCS施設

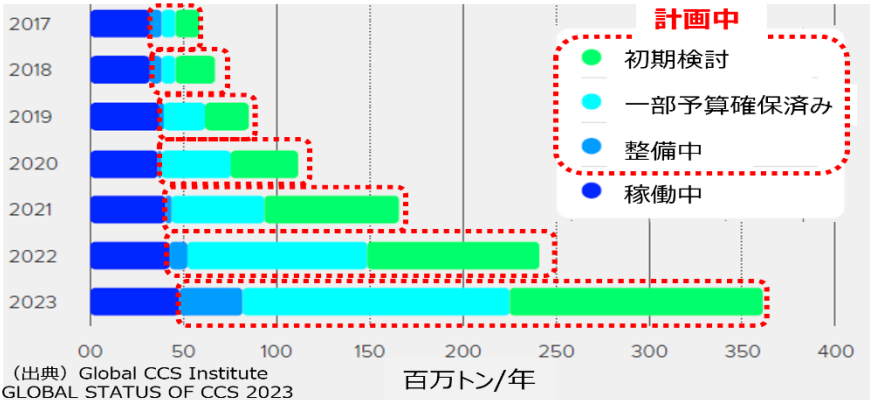


41: 稼働
26: 建設段階
325: 様々な開発段階

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年計画案件の大半は、2030年までに稼働を予定)



(出典) GCCSI, JOGMEC, RITE, JCCS調査に基づきエネ庁にて作成

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
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）

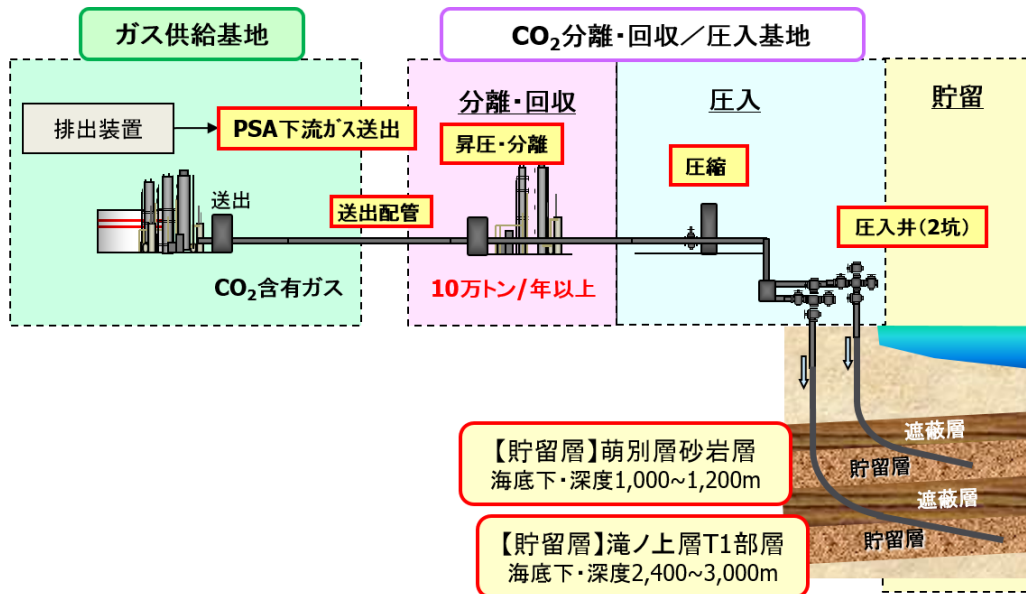
2030年 CCS事業開始

～2040年 CCS事業の本格展開期

北海道苫小牧市におけるCCS大規模実証試験事業

- 実用規模でのCCS実証を目的とした、我が国初の大規模CCS実証試験。
- 2012年度から2015年度に実証設備を建設し、2016年度からCO2圧入を開始。地域社会と緊密に連携を取りつつ、2019年11月に累計圧入量30万トン进行達成。
- 現在は、貯留後の安全性を担保するため、様々なモニタリング手法（弾性波探査、微小振動観測など）を組み合わせて実施中。

苫小牧CCS実証試験の全体像



苫小牧CCS実証試験センター



P S A (Pressure Swing Adsorption、圧カスイング吸着) :

水素製造装置の生成ガスから高純度水素ガスを得る装置。

PSA装置からの下流ガス (PSA材ガス) には高濃度CO₂が含まれる。

液化CO2船舶輸送技術の確立

- CCSの社会実装に向けては、排出源から貯留適地まで、大容量の液化CO2を船舶で長距離輸送することが不可欠だが、現状、この船舶輸送技術は確立していない。
- 液化CO2の船舶輸送における温度・圧力の管理やタンクの開発等の技術確立を目的として、世界で初めて低温・低圧の液化CO2を船舶輸送する実証試験を2021年度から実施中。
- 今年度より苫小牧～舞鶴間（約1,000km）の長距離輸送実験を進め、2026年度までに安定的かつ効率的な液化CO2船舶輸送技術の確立を目指す。

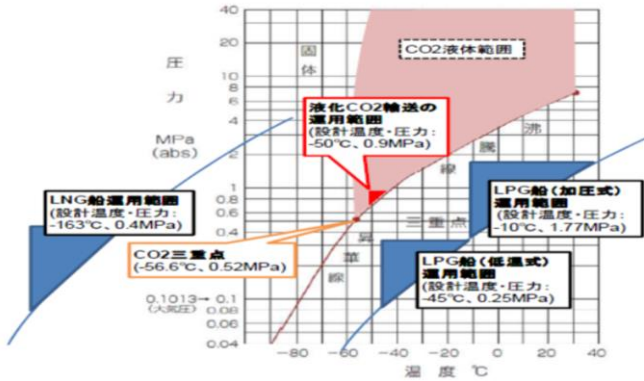
液化CO2船舶輸送の技術課題

- **液化CO2の輸送タンクの薄肉化・大型化**
→ 低温・低圧の液化CO2を輸送可能とし、タンクを薄肉化・大型化させることで、大量輸送によるコスト低減を図る必要がある。
- **低温・低圧CO2の輸送オペレーションの確立**
→ 低温・低圧の液化CO2（-50～-40℃、6～8気圧程度）は、温度・圧力の変動で容易にドライアイス化し、荷役が困難になることから、温度・圧力を一定の範囲にコントロールすることが必要。
→ この温度・圧力の運用範囲は、LNGやLPGよりも狭く、精密な制御や設備設計が必要となる。

液化CO2とLNGの比較

	液化CO2 (低温・低圧)	LNG
温度	-50～-40℃	-163℃
圧力	0.6～0.8MPa	常圧 (約0.1MPa)
液密度	温度・圧力により 変動	0.43～0.47 t/m ³

液化CO2の三重点制御課題



実証試験スケジュール

2021～2023	2024	2025	2026
実証準備		運航実証試験、データ取得・分析	

- 液化CO2輸送実証船「えくすくうる」竣工（2023年11月）
- 日本船舶海洋工学会の「シップオブザイヤー2023」において、「えくすくうる」が技術特別賞を受賞（2024年5月）
- Track to Shipによる荷役・輸送実施（2024年7月）
- 苫小牧・舞鶴陸上基地完成（2024年9月予定）

液化CO2輸送実証船「えくすくうる」



(参考)エネルギー基本計画 (案)

2024年12月25日
第68回基本政策分科会
資料より引用

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CO₂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CO₂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CO₂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、資源国では、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。

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

3) 東新潟地域CCS

JAPEX 東北電力
三菱ガス化学 HOKUETSU

5) 九州西部沖CCS

ENEOS JX POWER

8) マレー半島沖南部CCS

MITSUBISHI & CO. 関西電力 COSMO
Energia 中国電力 POWER 九州電力
UBE三菱セメント MUCC Mitsubishi UBE Cement Corporation RESONAC

マレーシアへ輸送・貯留

2) 日本海側東北地方CCS

ITOCHU NIPPON STEEL
太平洋セメント INPEX
三菱重工 大成建設

7) サラワク沖CCS

JAPEX JGC K LINE
PETRONAS JFE 三菱ガス化学
Energia MITSUBISHI CHEMICAL GROUP NGL
中国電力 三菱ケミカル株式会社 NIPPON GAS LINE

マレーシアへ輸送・貯留

9) 大洋州CCS

三菱商事 NIPPON STEEL
ExxonMobil MITSUBISHI CHEMICAL GROUP
三菱ケミカル株式会社
三菱商事クリーンエナジー株式会社

大洋州へ輸送・貯留

1) 苫小牧地域CCS

JAPEX idemitsu ほくてん

4) 首都圏CCS

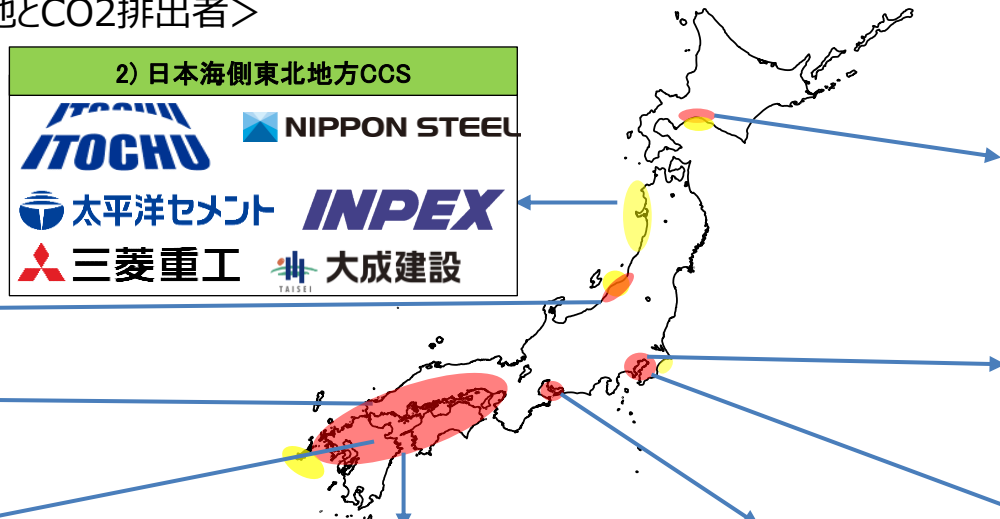
INPEX NIPPON STEEL
関東天然瓦斯開発株式会社 Kanto Natural Gas Development Co., Ltd.

6) マレー半島沖北部CCS

三菱商事 ENEOS
JX PETRONAS
日本触媒 JFE COSMO

マレーシアへ輸送・貯留

※ 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事業法について

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。

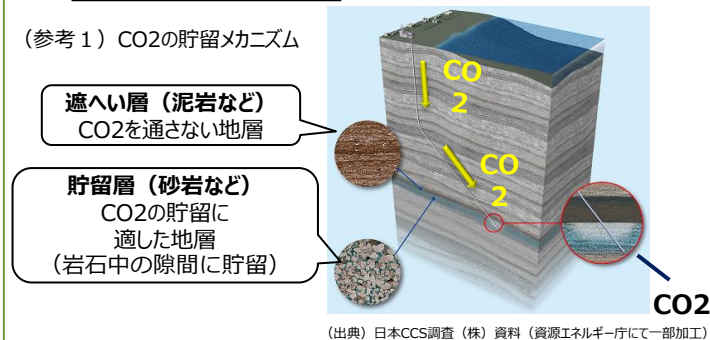
1. 試掘・貯留事業の許可制度の創設、貯留事業に係る事業規制・保安規制の整備

(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**。

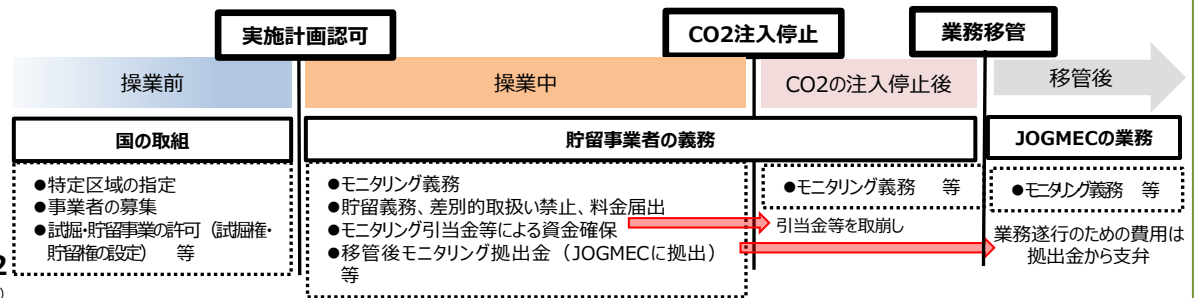
(2) 貯留事業者に対する規制

- ・**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

(出典) 日本CCS調査(株) 資料(資源エネルギー庁にて一部加工)

(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。

(参考) CCS事業法の施行時期

