

CCS大規模実証試験が 苫小牧で実施されています



苫小牧 CCS 大規模実証試験は、2012 年度より実施しています。

2019年11月、目標である
二酸化炭素圧入30万トンを達成
圧入停止後も
モニタリングを継続中



なぜCCSが必要なの？

CCSとは二酸化炭素を大規模に削減できる地球温暖化対策技術の一つです。



現在温暖化が急速に進んでいます

たとえば、ホッキョクグマは、主に氷の下に隠れているアザラシを食料としています。温暖化によって夏が長くなり、氷のない期間が延びると、アザラシが獲れなくなってしまう。

ホッキョクグマは、北極圏がこれ以上暖かくなると、生きていくことができないかもしれません。



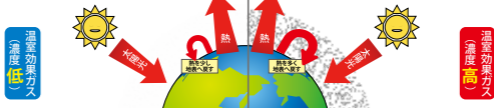
温暖化のしくみ

約200年前の地球

宇宙へ放出

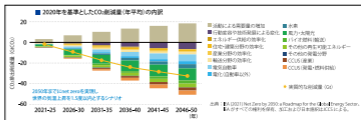
宇宙へ放出

現在の地球（地球温暖化）



CCUSのCO₂削減ポテンシャル

国際エネルギー機関 (IEA) は CCS* による CO₂削減量を、2030 年までに全世界で年間 16 億トン (1.6Gt)、2050 年にはその約 5 倍の年間 76 億トン (7.6Gt) にまで増やすことを見込んでいます。



*CCUS : Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage (分離・回収、利用、貯留)

日本の様々な温暖化対策技術



地熱発電



風力発電



太陽光発電



省エネ



CCS

CCSとはどんな技術？

二酸化炭素を地中深くに安全に
閉じ込める技術です。



Carbon dioxide **C**apture and **S**torage
二酸化炭素 (CO₂) を 回収して 貯留する

分離・回収 → 圧入 → 貯留

工場や発電所から排出された
CO₂を含むガスから、

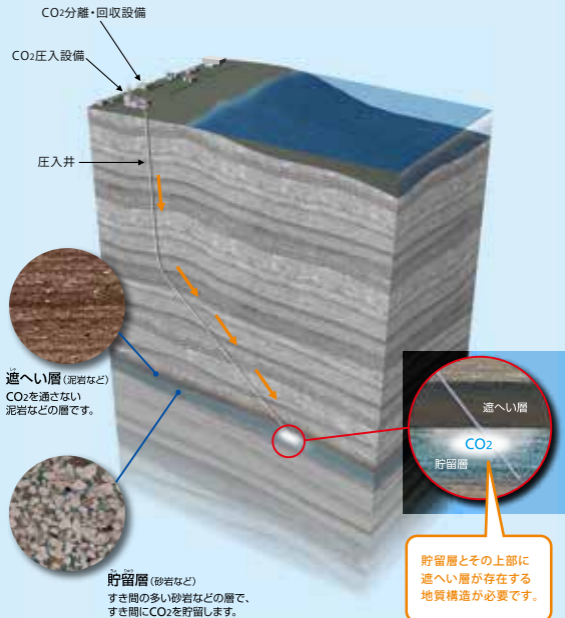
化学や物理の力で
高純度の CO₂を取り出し、

地中に圧入して安定的に貯留。

CCSに適した地質構造とは？



隙間の多い貯留層と、ふたの役割をする
遮へい層の、2つの地層のセットが必要です。





日本初の CCS大規模実証試験

苫小牧決定までのプロセス

- 貯留に適した地質構造の存在
- 試験に必要な CO₂ の供給源がある
- 地下の地質情報が十分にある

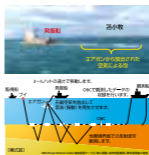
これらのことをふまえ、全国115ヶ所のモデル地点から苫小牧に決定しました。

苫小牧(日本)

庄入量：累計 30 万トン
 庄入期間：2016年4月6日～
 2019年11月22日
 CO₂供給源：製油所内
 水素製造装置
 貯留タイプ：海底下 深部塩水層



■ 三次元弾性波調査



■ 調査井掘削の様子(上)と岩石サンプル(下)

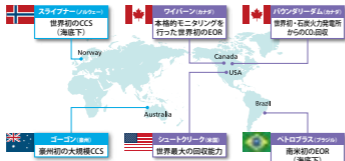


■ 経済産業省による専門検討会



「貯留層総合評価」と「実証試験計画(概)」の妥当性を、外部専門家が技術的な観点から総合評価し、「評価報告書」をとりまとめました。

世界における CCS の取り組み



世界のCCSプロジェクト

操業中	27件	北米	19件
建設中	4件	欧州	4件
停止中	2件	中東	3件
		南米	1件
		オセアニア	1件
		アジア	5件

出典：Global CCS Institute「Global Status of CCS 2021」に基づいて作成

貯留タイプ

- 深部塩水層 (数科に適さない塩水で満たされた地下深部の砂岩層など)
- 油層 (EOR)



実証試験の概要

日本で初めて回収から貯留までのCCS一貫システムを実証

CO ₂ 供給源	分離・回収方法	貯留層(深度)	CO ₂ 圧入量	貯留層タイプ
製油所内 水素製造装置	アミン溶液による 化学吸収法	・明別層 (砂岩、深度1,000-1,200m) ・滝ノ上層T1部層 (火山岩類、深度2,400-3,000m)	累計300,110トン 圧入期間：2016年4月6日～ 2019年11月22日	海底下 深部地水層

スケジュール



地上設備の建設

分離・回収、圧入に必要な設備の設計・建設、試運転

圧入井の掘削

海底下深くの貯留層にCO₂を圧入するための坑井を掘削

安全性確保にかかる調査、検討、法規制対応

安全性を確保するための新たな技術基準の導入等

事前モニタリングの実施

必要なデータ取得のためのモニタリングネットワークの構築と事前データの取得

CO₂を海底下に圧入

年間10万トン規模のCO₂を海底下約1,000mと約2,400mの2つの貯留層へ圧入

モニタリングの実施

貯留層でのCO₂の挙動観測、自然地震や微小振動観測、海洋環境調査を実施

実証設備の性能検証

CO₂分離・回収エネルギーの検証、異なる2つの貯留層への同時圧入制御および安全システムの検証等

安全性確保の評価と法規制対応

安全性を確保するために導入した技術基準・ガイドライン等の評価を行うとともに、国内法規制のあり方等を整理する



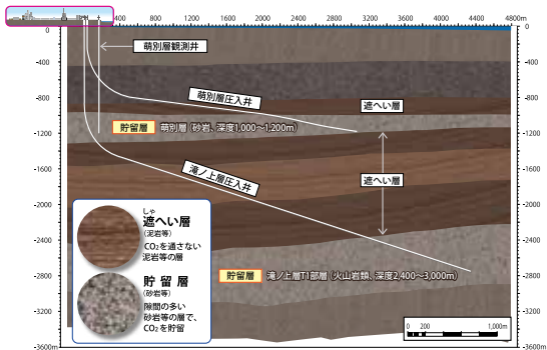
地上設備と圧入する地層

陸上の設備から海底下の2つの地層に圧入

ガス供給設備より供給されたCO₂を含むガスから、CO₂のみを分離し、濃度99%以上の高純度のCO₂を回収する設備です。

回収したCO₂を圧縮機を使って昇圧し、圧入する設備です。

拡大図



※圧入井坑跡に沿った模式断面図 (縦横=1:1)



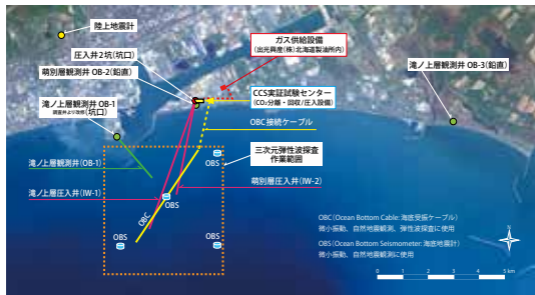
設備の配置

地上設備と圧入地点の周辺に充実した モニタリングシステムを配置

隣接する既存の製油所内にあるガス供給設備から送出された CO₂ 含有ガスをパイプラインで実証試験センターまで運び、そこで分離・回収された CO₂ を 2 本の圧入井を通して海底下に圧入。



自然地震と微小振動を観測するために、多数の地震計を広範囲に設置しました。



※本実証試験を通じた微小振動観測システムの最適化検証の結果、陸上地震計と海底地震計 (OBS) の運用を停止しても微小振動観測が可能であることが確認されたため、2021年度に同システムの運用を停止し撤去しました。現在は、観測井と常設OBCを用いて常時観測を継続しています。



分離・回収設備

2段吸収法を採用し、省エネルギーでの
分離・回収を実現

分離・回収設備

CO₂含有ガス中の
CO₂を分離・回収

CO₂吸収塔

アミン溶液によりCO₂を吸収

CO₂放散塔

アミン溶液を加熱することによりCO₂を放散

低压フラッシュ塔

減圧効果等でアミン溶液からCO₂を放散



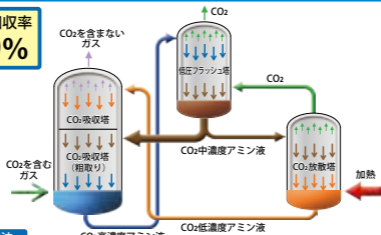
日量600トン
(年間20万吨相当)の
分離・回収能力があります。

アミンタンク



分離・回収法

CO₂回収率
99%



2段吸収法

- ・ 低压フラッシュ塔で減圧によりCO₂を回収
- ・ CO₂放散塔の水蒸気熱を低压フラッシュ塔で利用しCO₂を回収
- ・ CO₂放散塔においては、低压フラッシュ塔からのCO₂中濃度アミン溶液の一部のみを再生すれば良いため、CO₂放散塔の加熱エネルギーを低減

CO₂を含むガスの圧力及びCO₂分圧が大きい場合、通常型フローの約1/3～1/2の分離・回収エネルギーとなる
(分圧：混合気体の各成分気体の圧力)



圧入設備

地下にCO₂を安全に圧入するために、
適切な圧力まで昇圧する設備

CO₂圧縮設備

分離・回収したCO₂を
圧入圧力まで昇圧

第一低圧CO₂圧縮機

第二低圧CO₂圧縮機

(～9.30MPaに昇圧)

▶ 萌別層に圧入

高圧CO₂圧縮機

(～22.8MPaに昇圧)

▶ 滝ノ上層に圧入



2つの圧入井(坑口部分)



滝ノ上層圧入井

萌別層圧入井

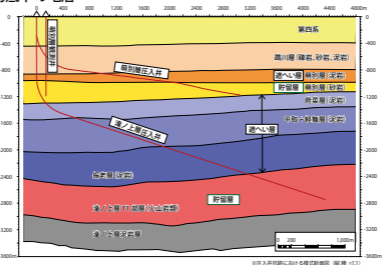


2つの圧入井

海底下の深さの違う2つの地層に圧入する井戸

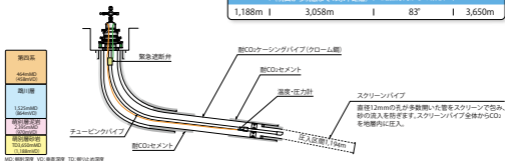
CO₂ 圧入対象層 (模式断面図)

苫小牧海底下の地層



萌別層圧入井 (坑内模式図)

垂直深度	水平距離 (坑口から坑底までの水平距離)	最大傾斜 (坑底方向からの傾き)	掘削長
1,188m	3,058m	83°	3,650m





モニタリング

CO₂圧入後の状態や、圧入による影響を観測

貯留層

貯留層でのCO₂の挙動観測。観測データをCO₂挙動予測シミュレーションと比較・分析します。

自然地震、微小振動

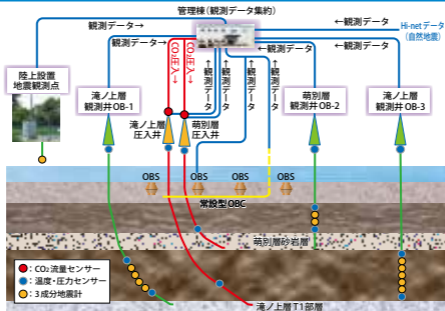
地下のCO₂が自然地震の影響を受けていないこと、CO₂圧入と微小振動の発生には関連がないことをデータで確認します。

海洋環境

海洋汚染防止法に基づき、海流、水質、海底の泥、海洋生物などの調査・観測を行います。

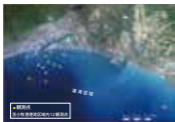
自然地震と微小振動を観測するために、多数の地震計を広範囲に設置しました。

モニタリングシステムの概要



※OBC (Ocean Bottom Cable:海底ケーブル) 微小振動、自然地震観測、弾性波探査に使用。OBS (Ocean Bottom Seismometer:海底地震計) 微小振動、自然地震観測に使用
 ※本実証試験を通じた微小振動観測システムの最適化検討の結果、陸上地震計と海底地震計 (OBS) の運用を停止しても微小振動観測が可能であることが確認されたため、2021年度に再システムの運用を停止し撤去しました。現在は、観測井と常設型OBCを用いて常時観測を継続しています。

海洋調査範囲



ROV 遠隔操作無人探査機



スエスマックライオン探査機



バンドーン観水機



計器室



分散制御システムにより各設備を制御し、運転状況や異常を監視