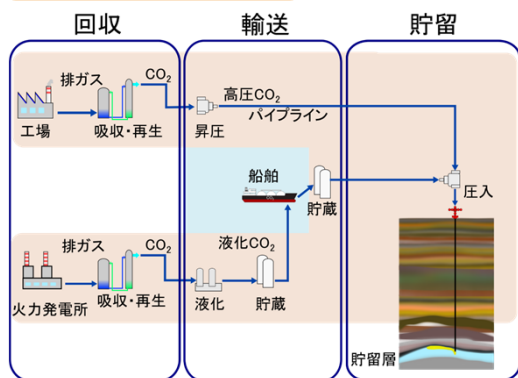


CCSとは？

地球温暖化防止対策としての二酸化炭素削減技術について

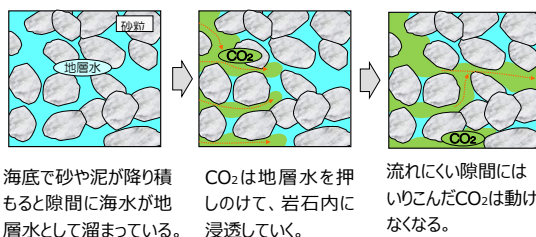
CCSとは、「Carbon dioxide Capture and Storage」の略で、日本語では「二酸化炭素回収・貯留」技術と呼ばれます。発電所や化学工場などから排出されたCO₂を、ほかの気体から分離して回収し、地中深くの地層に圧入・貯留するという技術です。

CCSの基本概念

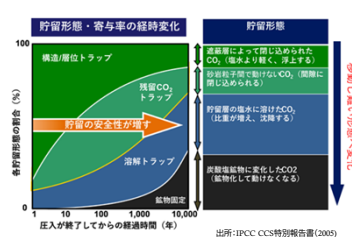


貯留層; 粒の粗い砂が固まった砂岩などで形成されており、多くの隙間(空隙)があり、地層水を含んでいる地層を指します。このような場所にCO₂を圧入し、貯留します。

CO₂が貯留層にたまる仕組み



CO₂貯留の長期安定性について



我が国におけるCO₂圧入実証試験

長岡CO₂圧入実証試験
(2000~2008年度)
; RITE



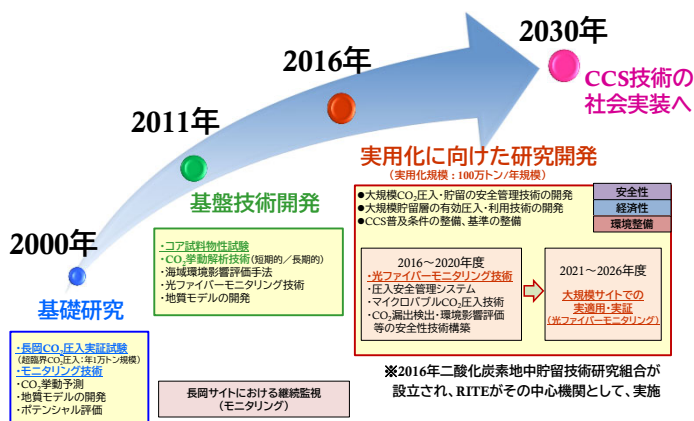
苫小牧CCS大規模実証試験
(2012~2020年度)



日本初のCO₂地中貯留実証試験
2003年から2005年に
1万トンの二酸化炭素を
地下1,100mの地層に貯留
地中でのCO₂の動きを調査

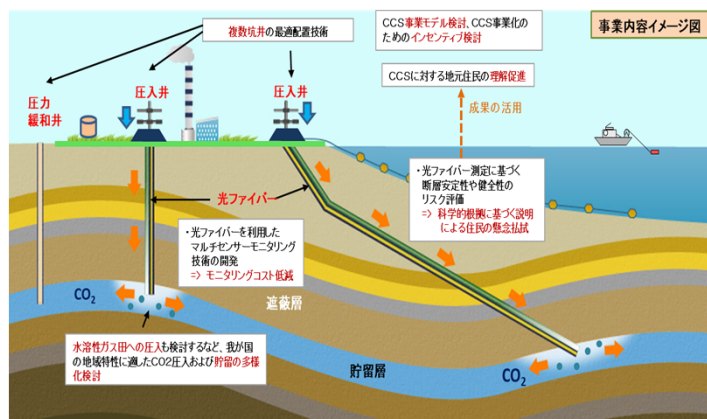
日本初のCCS一貫プロジェクト
2016年から2019年に
合計30万トンの二酸化炭素を
苫小牧湾内の海底下約1,000mと
約3,000mの2か所に貯留

2030年CCS社会実装の実現に向けて

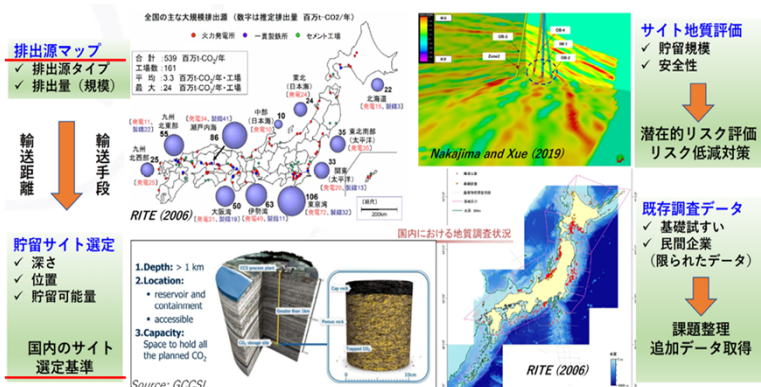


RITE/二酸化炭素地中貯留技術研究組合の研究開発について

RITE/二酸化炭素地中貯留技術研究組合では、CCS事業に不可欠となる安全かつ経済的な貯留技術の開発を行っています。具体的には、光ファイバーによる効率的なモニタリング技術、CO₂貯留層の評価技術、国民全体のCCSに対する理解促進を含め、幅広い専門技術を基盤とし、研究開発を実施しています。



CCS事業開発シナリオの検討



光ファイバー・マルチセンシングによるCO₂挙動モニタリング技術の開発

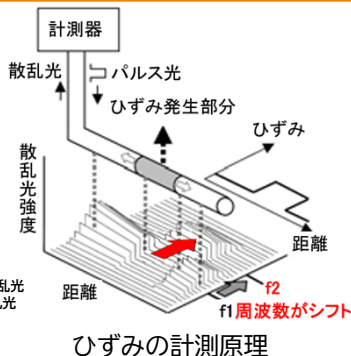
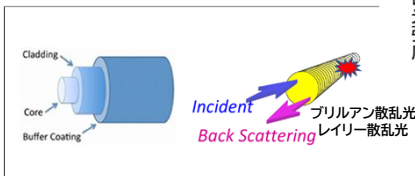


RITE Today 2026

大規模排出源からCO₂を回収し、地下深部の塩水性帯水層に貯留するCCSは、地球温暖化対策の効果的な技術として注目されています。光ファイバーによるマルチセンシング技術は、地中でのCO₂挙動把握に対して低コストなモニタリングデータを提供できます。CO₂圧入の安全・操業管理において、事業の開始時から終了時まで長期に亘って役立つ技術です。

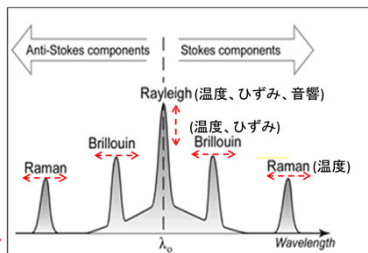
光ファイバー・マルチセンシング計測原理(OFDR)

- 光ファイバーにレーザーパルスを送信し、返ってくる後方散乱光を計測・解析します。
- 後方散乱光の到達時間により、変化発生地点を把握します。



ひずみの計測原理

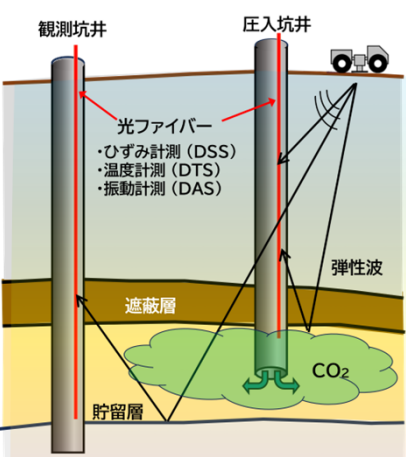
- 光ファイバーの後方散乱光は、入射パルスに対する周波数・振幅シフトに応じてラマン、ブリルアン、レイリー散乱と呼ばれ、光ファイバーの長軸方向の変化に対応します(下図)。



温度・圧力・ひずみ分離手法

- ブリルアン散乱・レイリー散乱の周波数・振幅シフトは温度、ひずみの影響を複合的に受けるため、それぞれを分離することが必要となります。
- ブリルアン散乱・レイリー散乱の同時計測、および解析をすることにより、複合的な影響の分離が可能となりました。

光ファイバー・マルチセンシング技術のCO₂貯留事業での利用



- 光ファイバーを利用したひずみ・温度・音響のマルチセンシング技術は、CO₂貯留事業において、安定かつ低コストなモニタリングを実現可能にします(下表)。
- 地層内のひずみ・温度を計測するために、坑井用光ファイバー・ケーシング背面への設置治具の開発、および施工方法を考案しました。

光ファイバー測定技術の特長

- ケーブル長さ方向の稠密、かつリアルタイムに計測可能
- 腐食に強く半永久的に使用可能
- 電気、磁気ノイズに強い
- 極小径のため狭小部への設置が可能

各光ファイバー測定技術の測定対象

DSS (ひずみ計測)	貯留層/遮蔽層の力学的安定性監視
DTS (温度計測)	坑井周辺のCO ₂ 漏洩監視(坑井健全性)
DAS (音響計測)	CO ₂ 分布状態の把握

(D:Distributed, S:Strain, T:Temperature, A:Acoustic, S:Sensing)

- CO₂圧入坑井や観測坑井の外部に設置された光ファイバーは、貯留層の圧入区間の把握や入りやすさの度合い、遮蔽層の安全性・坑井健全性を常時監視できます。
- 音響センサーとしての光ファイバーは、地震計の代用として弾性波探査の分布式受振センサーとして利用され、任意のタイミングにおいて地中のCO₂の拡がり・分布状態をモニタリングすることができます。

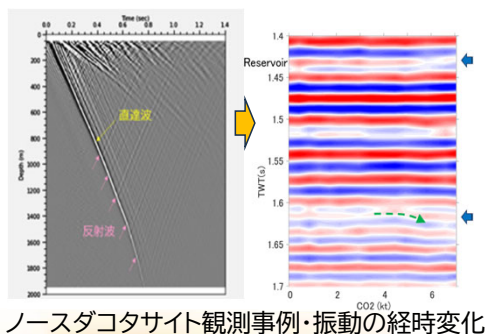
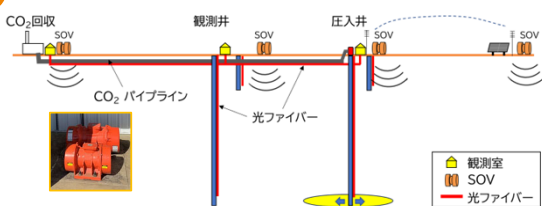
実証試験サイト

米国ノースダコタサイト

米国ノースダコタ州内の年間18万トンCO₂の圧入を実施しているサイトにおいて、マルチセンシング技術の実証試験を行っています。

- サイト内4基の常設型振装置 (SOVs: Surface Orbital Vibrators)からの振動を、坑井やパイプラインに設置した光ファイバーで受振し、地下のCO₂プルームの拡がり把握しています。
- CO₂プルームを通過する波は、速度低下・振幅減衰が生じるため、その変化をモニタリングしています。

国内外の実証試験サイトにて、光ファイバー測定技術の有効性を実証するとともに、先進的CCS等の実貯留事業へ適用された場合のためのノウハウを蓄積しています。

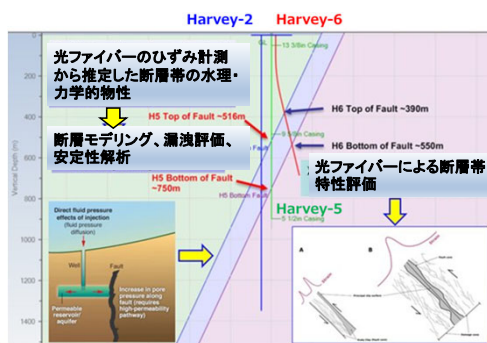


ノースダコタサイト観測事例・振動の経時変化

豪州パース南部サイト

豪州パース南部サイトでは、深部(約1,200m)の断層帯の水利的・力学的評価の実証試験を行っています。この試験を通じて、漏洩・誘発地震に対するリスクマネジメント手法の構築を目指しています。

- 高精度の2D・3Dの弾性波探査解析やコア解析等により、断層位置の特定および地質特性解析を行いました。



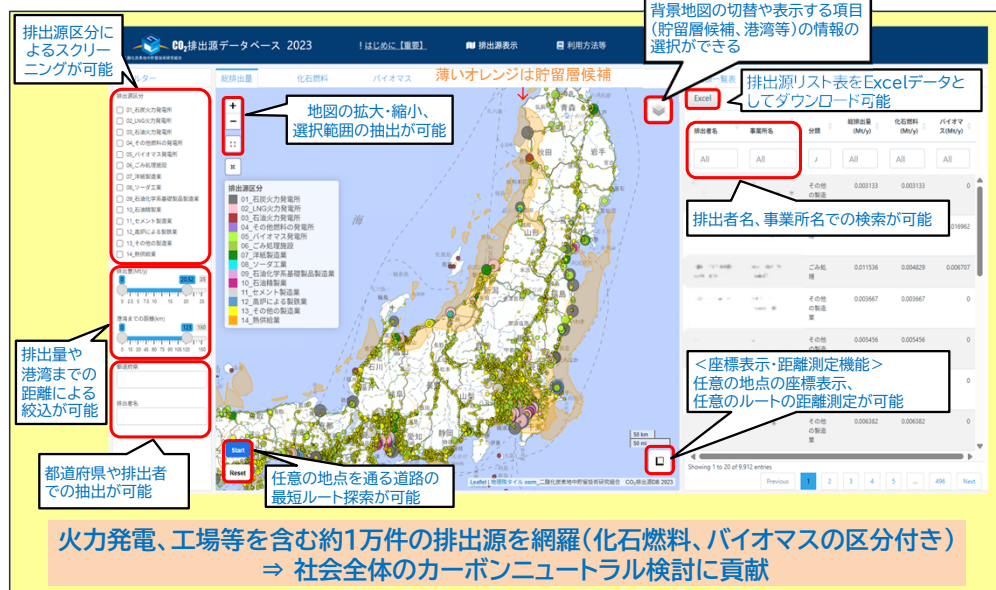
- 断層からの漏洩や安定性評価のため、2本の新規坑井の掘削および光ファイバーの設置を行いました。
- 今後の流体圧入試験により、断層帯を含む地下の水利的・力学的特性評価を行う予定です。

CO₂排出源データベース・CCSコスト試算ツールの開発

CCS事業の具体化には、CO₂排出源と貯留サイトのマッチングや事業コストの評価が重要である。その検討を支援するためにCO₂排出源データベースとCCSコスト試算ツールを開発している。排出源データベースには、排出源情報に加え、業種別排ガス組成やBECCS(※)ポテンシャルなどの関連情報も収録している。また、CCSコスト試算ツールは、簡単にコストを試算でき、多様な事業ケースの比較検討に活用できる。

※ 大気中にあるCO₂を取り込んだバイオマス(植物)を燃やしてCO₂が発生しても大気中のCO₂量は変化しません。その燃やされたCO₂を回収貯留すること(BECCS)で、大気中のCO₂そのものを削減できます。

CO₂排出源データベース



<座標表示・距離測定機能>

任意の地点(排出源等)の座標表示(緯度・経度)、輸送距離の測定

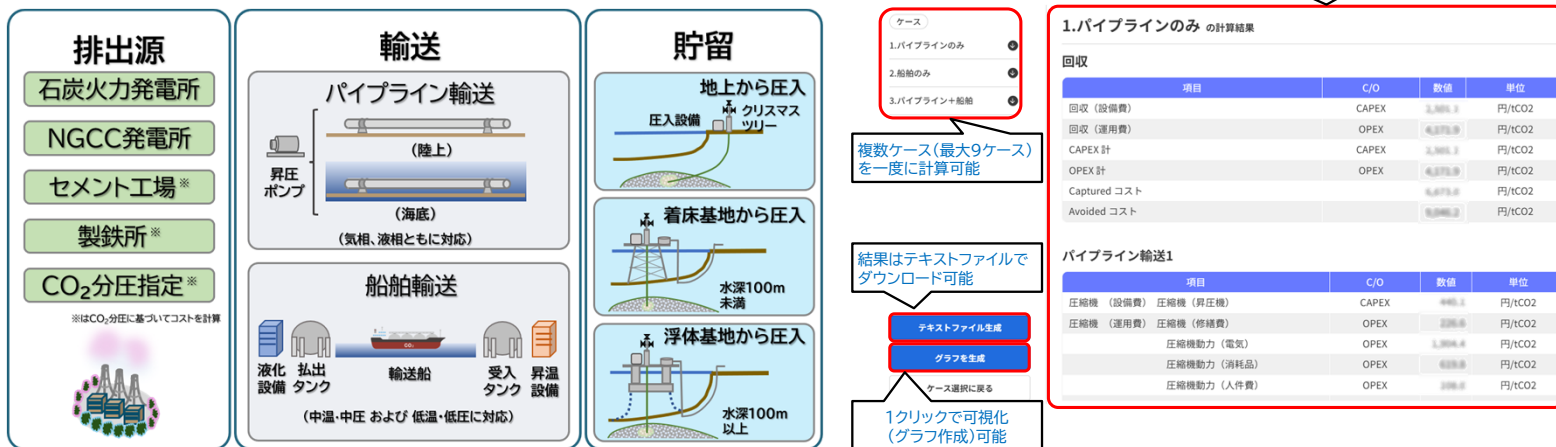


CCSコスト試算ツール

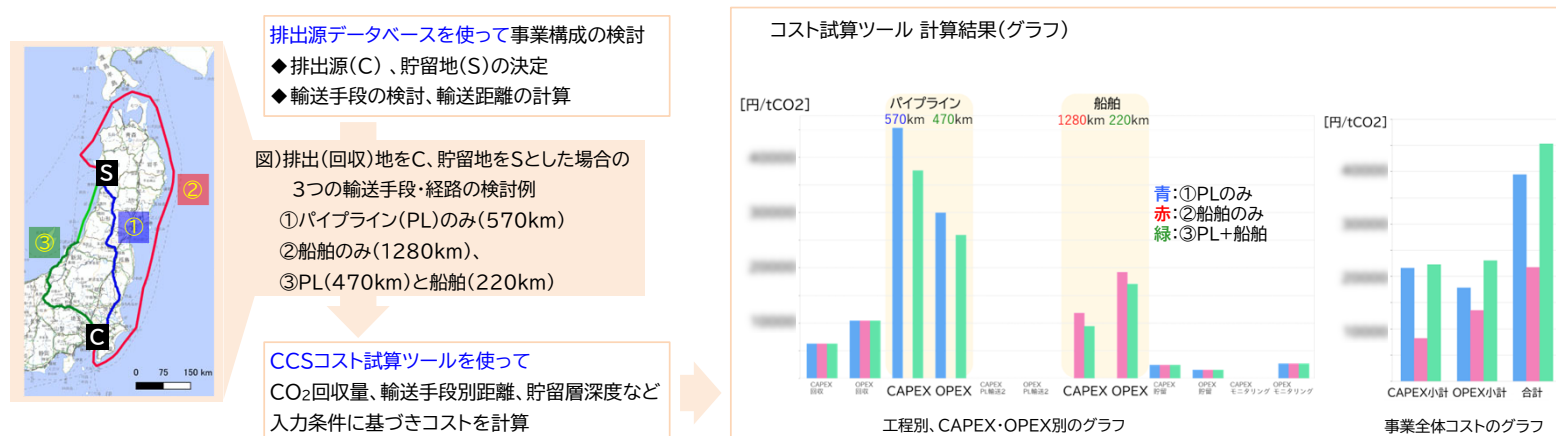
CCS事業化検討初期段階(FS段階)のコスト概算用ツール
CO₂量や輸送距離などの条件入力だけで工程別コスト算出

計算結果(表)

ケース別、工程別コスト結果



コスト検討例: 輸送手段、輸送経路



CO₂排出源データベースを試用したい方はこちらからお申込みください → URL: <https://www.co2choryu-kumiai.or.jp/research-theme/post-1140/>



CO₂地中貯留技術事例集

— CCS事業者への手引書 —

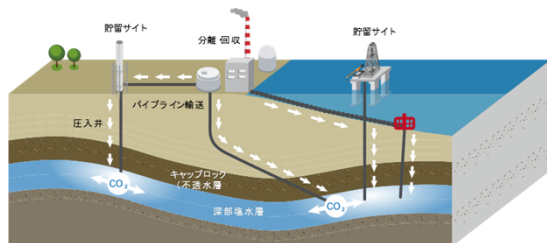
RITEでは、CO₂地中貯留技術の事業化に向けて、貯留層の総合解析評価、光ファイバーを用いたCO₂モニタリング技術、社会合意形成手法などの開発に取り組んでおり、国内外のサイトで技術検証試験を実施しています。これまでに得られた知見および成果、海外のCCSプロジェクトの技術情報などの事例を収集し、CCS事業者が参考できる「CO₂地中貯留技術事例集」を作成しており、経済産業省およびNEDOのホームページにも公開しています。日本語版に加え、英訳版も作成中で第1章から第3章まで公開済みです。第4章以降については、逐次公開していきます。

CO₂地中貯留技術事例集の概要

技術事例集の作成にあたっては、カナダのQuest、ノルウェーのSleipnerなどの海外の大規模CCSプロジェクトにおける事例の他、国内で実施された「二酸化炭素地中貯留技術開発」(長岡CO₂圧入実証試験(2000-2007))ならびに、「苫小牧におけるCCS大規模実証試験事業」(2012-2019)の成果も取り込んでいます。

CO₂地中貯留事業は、基本計画からサイト閉鎖後管理までの8つのフェーズに分けられ、技術事例集は、各フェーズに対応した第1章から第8章で構成されています。

CO₂地中貯留事業の流れ



第1章 基本計画

第1章「基本計画」は、右記に図示した通り、CCS事業の全体像が把握できるように構成されています。

CO₂地中貯留事業の実施スキーム、事業実施計画の他、関連法規、経済性、不確実性、リスク管理、社会受容性(PO/PA)を含む重要な要件がまとめられています。

第1章「基本計画」のコンテンツ

- ・ 基本計画の目的
- ・ 基本計画の内容
- ・ CO₂地中貯留事業の概観
- ・ 事業実施体制
- ・ 事業実施計画
- ・ 関連法規
- ・ 排出源
- ・ 経済性
- ・ CCS事業の不確実性
- ・ リスク管理
- ・ PO/PAに対する考え

第5章 設計・建設

CCS事業のうち、CO₂の輸送、CO₂地中貯留に関わる地上施設の設計、建設についてその設計・建設に関して記述しています。また、国内外のCO₂圧入実証試験、プロジェクト事例と国内外CCSガイドラインおよび関連法規を参考に、作業実施上、必要となる手続きの事例も併せて紹介しています。

第6章 操業・管理

実施計画に従い、圧入操業を実施します。圧入されたCO₂の分布状況や、貯留層の圧力変化をモニタリングし、CO₂挙動予測との乖離がある場合は地質モデルを改良し、CO₂長期挙動予測の高精度化を図ります。また、CO₂漏出検知を目的としてモニタリングも実施します。

第2章 貯留サイト選定

基本計画に示された全体計画に基づき、地質的要素を主として、その他の要素も参考にしつつ、基本的には既存の地質情報を使用して、CO₂の貯留サイトとしての要件を満たした候補サイトを選定します。地質情報が十分ではなく、貯留能力、安全性、経済性については不確実性があるため、複数の候補サイトを選定する必要があります。

第3章 サイト特性評価

選定された候補サイトに対して、必要に応じ地質データの新規取得を行い、貯留サイトとしての要件に関して詳細な評価を実施します。地質モデルを構築し、CO₂圧入シミュレーションにより貯留可能量評価、地質的観点からのリスク評価、圧入仕様検討を実施します。それを受けて、施設の概念設計を行い、経済性に関する概算評価も実施します。その結果として、貯留サイトが最終決定されます。

第4章 実施計画

サイト特性評価を経て、圧入サイトが決定されると、具体的な実施計画を立案します。事業概要、スケジュールの他、CO₂輸送・坑井掘削・CO₂圧入・モニタリングおよびサイト閉鎖後の責任移譲に関する計画のほか、経済性、リスク管理、社会受容性の要件について記述しています。実施計画策定後には、FIDを行い、事業の許認可申請を行います。

(注)FID:最終事業投資判断

第7章 サイト閉鎖

CO₂圧入終了後、圧入井を廃坑し、閉鎖後モニタリングに必要な施設を除き、圧入施設および輸送に関わる設備を撤去します。サイト敷地は現状復帰の上、所有者に返還されます。

第8章 閉鎖後管理

サイト閉鎖後は、CO₂挙動の確認および漏出監視を目的としたモニタリングを継続実施します。その期間は法規制によって定められますが、事業者による一定期間のモニタリングによって安全性が確保された後に、サイト管理責任は公的機関に移管されます。



CO₂地中貯留技術事例集の構成図

想定読者
・ CO₂地中貯留事業者(経営者、技術者)
・ 行政機関関係者(推進、規制側、地方自治体)
・ 地元関係者(住民、漁業関係者)、環境保護団体
・ 銀行・保険会社(融資、事業保険)
・ 認証機関(排出権取引)
・ 海外事業関係者(日本企業の海外進出等)

範囲
輸送の一部(圧入サイト内)と、地下でのCO₂貯留を対象
作成方針
・ 長岡実証試験(陸域)、苫小牧大規模実証試験(海域)
・ 海外の大規模圧入プロジェクトの知見を取り入れ、日本の地質的、社会的事情に適した事例集を作成
期待効果
・ 技術的に安全なCCS事業の実施
・ 法令遵守、社会合意形成、CCS普及の促進
・ 海外への発信(国際標準化との連携)

*技術事例集ダウンロードのQRコードは、こちら⇒



CCS事業化に向けて

2026年5月に、二酸化炭素の貯留事業に関する法律(CCS事業法)が全面施行となり、貯留事業・導管輸送事業に係る規制を定めた政省令が整備されました。これにより、探査・試掘・貯留における事業フェーズ全ての規制枠組みが確定し、2030年のCCS事業開始に向けた制度基盤が整いました。今後、この技術事例集がCCS事業に積極的に活用されることを期待します。