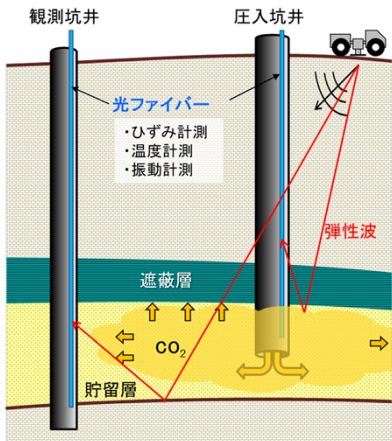


光ファイバー・マルチセンシングによるCO₂挙動モニタリング技術の開発

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挙動のモニタリングにおいて、低コストで観測結果を提供できます。CO₂圧入の安全管理・操業に対して、事業の最初から終了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技術



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挙動モニタリングにおいて、低コストの監視を実現可能とします。

CO₂圧入や観測のための坑井に直接設置された光ファイバーは、貯留層の圧入区間の特定や入りやすさの度合い、遮蔽層の安全性を3つのセンサーにて常時計測できます。

ケーシングの背面に設置された光ファイバーは、地上からの弾性波計測などの発振源に対するセンサーとして、操業のどのタイミングにおいてもデータを取得することが可能となり、CO₂の地中での拡がり・分布状態を随時モニターできます。さらに、坑井の健全性の評価にも活用できます。

光ファイバー測定技術の特長

- ・ ケーブル長さ方向の多点かつリアルタイム計測可能
- ・ 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

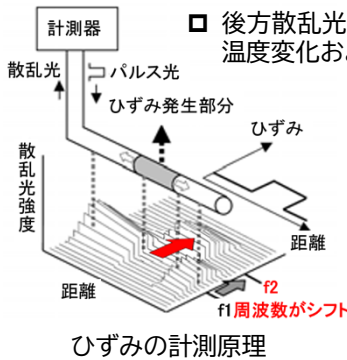
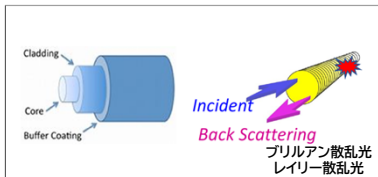
各光ファイバー測定技術の測定対象

測定技術	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: Acoustics, S: Sensing)

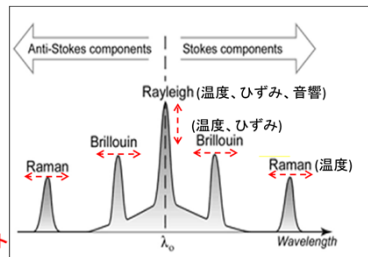
光ファイバー・マルチセンシング計測方法

- 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します。



ひずみの計測原理

- 後方散乱光の周波数解析により、光ファイバーの伸縮(地層変形)、光ファイバー周辺の温度変化および音響振動(動的ひずみ)を測定することができます。



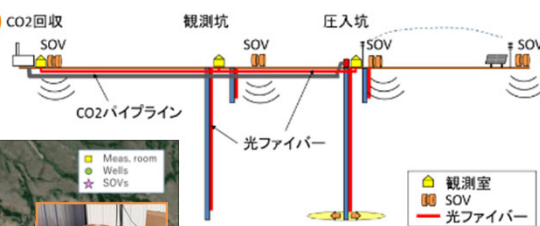
温度・圧力・ひずみ分離手法

- 周波数シフトは温度、ひずみの影響を複合的に受けるため、データ解析ではそれぞれを分離する必要があります。
- 従来のブリルアンだけでなく、レイリー散乱も計測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。(左図)

実証試験サイト

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、実事業での運用時のノウハウを蓄積しています。

米国ノースダコタサイト

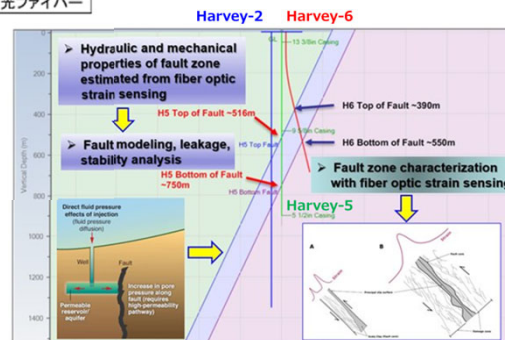


米国ノースダコタサイトでは、エタノール工場から排出される年間18万トンのCO₂を圧入しています。

サイト内の常設型発信装置(SOVs: Surface Orbital Vibrators)から発せられる振動を、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挙動をモニタリングし、CO₂プルームの拡がりを把握しています。

豪州パース南部サイト

豪州パース南部サイトでは、深度(約1,200m)の断層を対象とした実証試験を行っています。高精度の2D・3Dの弾性波探査解析やコア解析等によって、地下での断層位置を特定し、その形成史や断層破砕帯周辺の地質特性解析が行われています。



断層からの漏洩や安定性評価のため、新規坑井を掘削し、流体圧入試験時のひずみデータ解析より水理的・力学的影響を評価します。漏洩・誘発地震に対するリスクマネジメント・評価手法の構築を目指しています。

CO₂地中貯留技術事例集

— CCS事業者への手引書 —

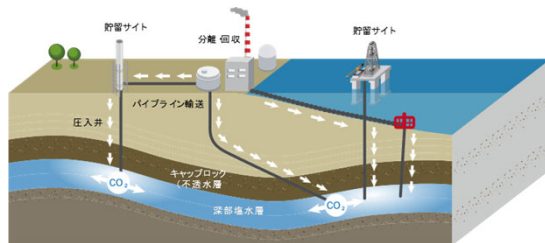
RITEでは、CO₂地中貯留技術の事業化に向けて、貯留層の総合解析評価、光ファイバーを用いたCO₂モニタリング技術、社会合意形成手法などの開発に取り組んでおり、国内外のサイトで技術検証試験を実施しています。これまでに得られた知見および成果、海外のCCSプロジェクトの技術情報などの事例を収集し、CCS事業者が参考できる、「CO₂地中貯留技術事例集」を作成しており、経済産業省およびNEDOのホームページにも逐次公開しています。

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

CO₂の輸送施設およびCO₂圧入施設、モニタリング関係施設の詳細設計と建設を実施します。建設後には、設計通りにCO₂が圧入井に到達できているかの性能検証を行います。また、この章では、CO₂圧入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。

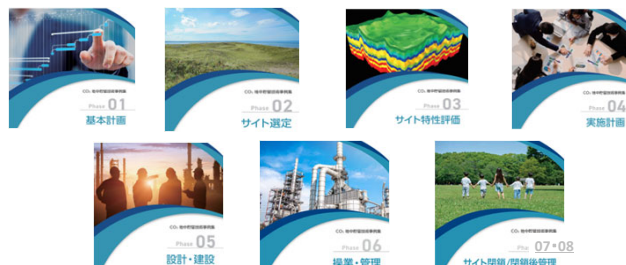
注)FID:最終事業投資判断

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、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

CCS事業化に向けて

本年5月に、「二酸化炭素の貯留事業に関する法律」(CCS事業法)が第213回通常国会での審議を経て、公布されました。今後、地中貯留に関する坑井試掘の実実施計画、保安などに関する省令事項が定められ、我が国におけるCCS事業が本格的に始動します。