

# CO<sub>2</sub> 貯留研究グループ

## 実適用を目指す CO<sub>2</sub> 貯留技術開発の取り組み

### 1. CO<sub>2</sub> 地中貯留技術研究開発

CO<sub>2</sub> 地中貯留は、温室効果ガスである CO<sub>2</sub> を大気に放出することなく地下に安全に閉じ込めるための技術であり、油層に CO<sub>2</sub> を圧入して石油の増進回収を行う EOR、炭層に CO<sub>2</sub> を圧入してメタンを回収する ECBM、枯渇ガス田への隔離、塩水性帯水層に貯留する方法などがある。このうち、RITE が取り組んでいる帯水層貯留では、貯留層（砂岩）上部にガスや液体をほとんど通さないシール性の高いキャップロック（泥質岩）が存在し、CO<sub>2</sub> を長期に安定して貯留することが可能である。

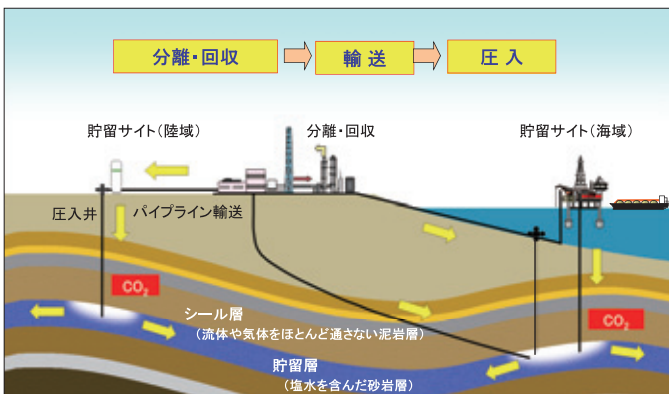


図1 CO<sub>2</sub> 地中貯留の概念図

RITE では、貯留性能評価（地質モデリング）、CO<sub>2</sub> 挙動解析（モニタリング及び長期挙動予測）及び CO<sub>2</sub> 移行解析（安全性評価）に係る基盤技術の開発を進めている。

#### ①貯留性能評価手法の開発

長岡 CO<sub>2</sub> 圧入実証試験サイトにおける弾性波探査、物理検層、コア試料の物性試験等の結果を基に、貯留層の地質構造を詳細に把握し、我が国特有の砂泥互層や砂礫層のような複雑な地質特性を反映した地質モデリングを行うことにより、貯留層の性能評価手法を開発する。

#### ②貯留層内の CO<sub>2</sub> 挙動解析

長岡実証試験サイトにおける過年度並びに本事業において新規に取得する物理検層等のデータを総合的に解析し、CO<sub>2</sub> 貯留メカニズムを明らかにするとともに、これらの成

果を用いて長期挙動予測シミュレーション技術の高精度化を図る。

#### ③貯留層外部への CO<sub>2</sub> 移行解析

貯留層外部への CO<sub>2</sub> 移行の主因とされる断層や廃坑井等について、CO<sub>2</sub> 移行のモデリング手法や解析手法を検討し、海域環境影響を監視するためのモニタリング技術等を開発する。

これらの技術を現在計画中の CCS 大規模実証試験に適用し、我が国における CCS 事業を推進することを目標としている。なお、2011 年度には次のような実績をあげることができた。

#### ・長岡サイトでの CO<sub>2</sub> 挙動解析

2003 年 7 月から 2005 年 1 月にかけて、新潟県長岡市岩野原基地（国際石油開発帝石株式会社）において、計 10,400 トンの CO<sub>2</sub> を地下 1,000m の塩水性帯水層に圧入した。圧入終了後も地下の CO<sub>2</sub> の挙動を把握するため、坑井を利用して各種の現場測定を継続的に実施している。2011 年度は物理検層、VSP 測定、貯留層の流体採取分析を実施して、CO<sub>2</sub> 圧入後の貯留状況の調査を行った。また、これらの調査結果をもとにヒストリーマッチングを行い、長期挙動予測シミュレーション解析を進めた。なお、地中

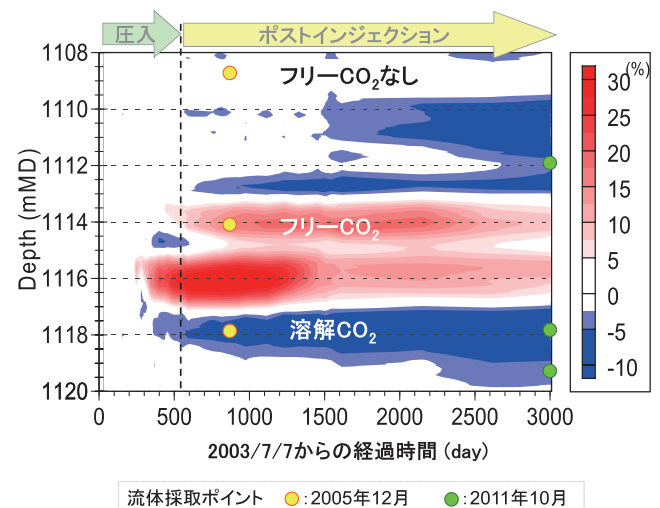


図2 比抵抗の変化率及び流体採取ポイント（観測井 OB-2）

貯留の実証試験は海外でも実施されているが、圧入後のCO<sub>2</sub>挙動を継続的に監視しているのは長岡サイトだけであり、その成果は世界から注目を集めている。

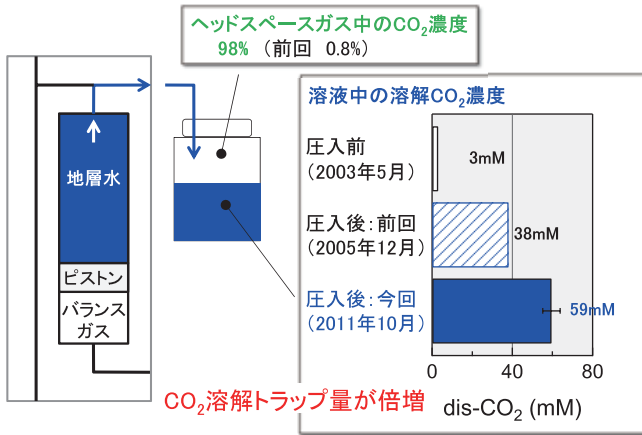


図3 地層水中の溶解CO<sub>2</sub>濃度

・X線CT画像解析によるCO<sub>2</sub>流動の可視化

帯水層を構成する多孔質砂岩層に圧入されたCO<sub>2</sub>の挙動を解明するために導入した最新鋭のX線CT装置を用いることで、砂岩の空隙構造における超臨界CO<sub>2</sub>流動の可視化に成功した。今後は、岩石の孔隙率及びCO<sub>2</sub>飽和度を評価し、弾性波速度との関連付けによりCO<sub>2</sub>モニタリング技術の向上を目指す。

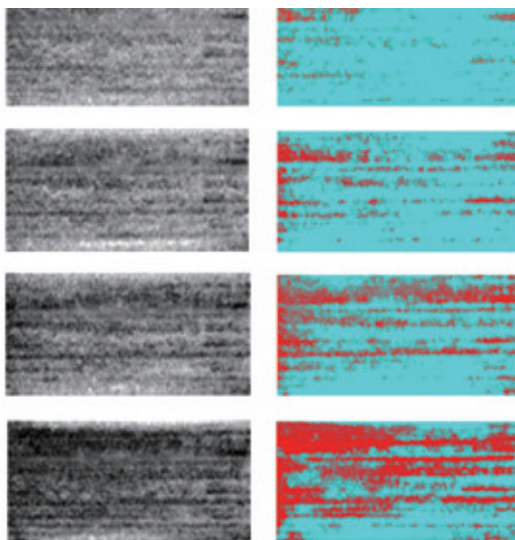


図4 砂岩におけるCO<sub>2</sub>流動状況の可視化画像 (左: CT画像、右: 圧入されたCO<sub>2</sub> (赤) を示すCT画像)

・常設OBC長期現場観測試験

海底下のCO<sub>2</sub>地中貯留におけるモニタリング技術として、2007年度より常設OBC(Ocean Bottom Cable)シス

テムの導入と評価を行っており、16モジュール(800m)のOBCによる内陸貯水池における性能評価実験を経て、2010年度には24モジュール(1,200m)による短期の実海域実験を実施し、その能力と有効性を実証した。2011年度においては、CCS大規模実証試験サイトにおける実適用を視野に入れ、さらに24モジュール(1,200m)を追加した上で、相模湾平塚沖において長期間連続観測を実施した。今後も引き続き、常設OBCによるCO<sub>2</sub>挙動モニタリング手法の実用化を進めていく予定である。

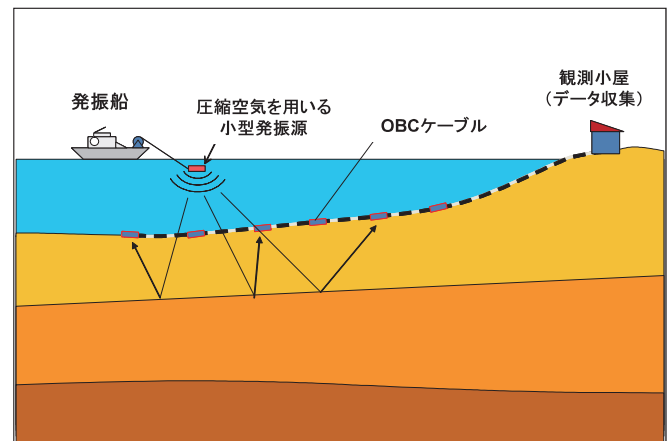


図5 常設OBC観測システムの概念図



図6 常設OBC敷設作業

・CO<sub>2</sub>圧入時の地層への影響に関する研究

CO<sub>2</sub>圧入に伴う微小振動を観測するため、米国ローレンス・バークレー国立研究所及びテキサス大学鉱山地質学研究所の協力を得て、米国炭素隔離地域パートナーシップのCO<sub>2</sub>圧入サイト(ミシシッピ州クランフィールド油田)に微小振動計を計6台設置し、2011年12月から観測を

開始した。今後、CCS 大規模実証試験及び実用化において安全に CO<sub>2</sub> 圧入ができるように微小振動観測技術を開発する。

・環境影響評価

CO<sub>2</sub> 移行に係る安全性評価手法開発の一環として、海底堆積物中における CO<sub>2</sub> 移行シミュレーションのベースとなるモデルを選定し、CO<sub>2</sub> 移行モデル構築を開始した。また、海域環境モニタリング手法開発の一環として、微生物活性を用いた CO<sub>2</sub> モニタリング手法の検討を行った。さらに、海底生態系への CO<sub>2</sub> 影響評価手法開発の一環として、底生生物に及ぼす CO<sub>2</sub> 影響データベース構築に着手するとともに、英国における研究開発の情報収集を行った。今後は、海域環境モニタリングに関する物理的、化学的、生

物的ベースラインの調査法を検討するとともに、潜在的移行経路から海底付近に到達し、海水中に拡散する CO<sub>2</sub> の挙動予測モデルを構築し、海底生態系への CO<sub>2</sub> 影響評価手法を開発する。

2. 日中 CCS – EOR プロジェクト

化石燃料の燃焼時に排出される CO<sub>2</sub> を回収し地中に貯留する CCS は、今後 2100 年までの地球温暖化対策にとってきわめて重要な技術であり、なかでも CCS に原油増進回収を組み合わせた CCS-EOR は、商業的利益を生むことから早期実用化が可能なものとして注目されている。既に米国においては天然に存在する CO<sub>2</sub> を活用した CO<sub>2</sub>-EOR が年間 6 千万トンの規模で実施されており、今後、特にエネルギー原単位当たり CO<sub>2</sub> 排出量の多い石炭火力発電

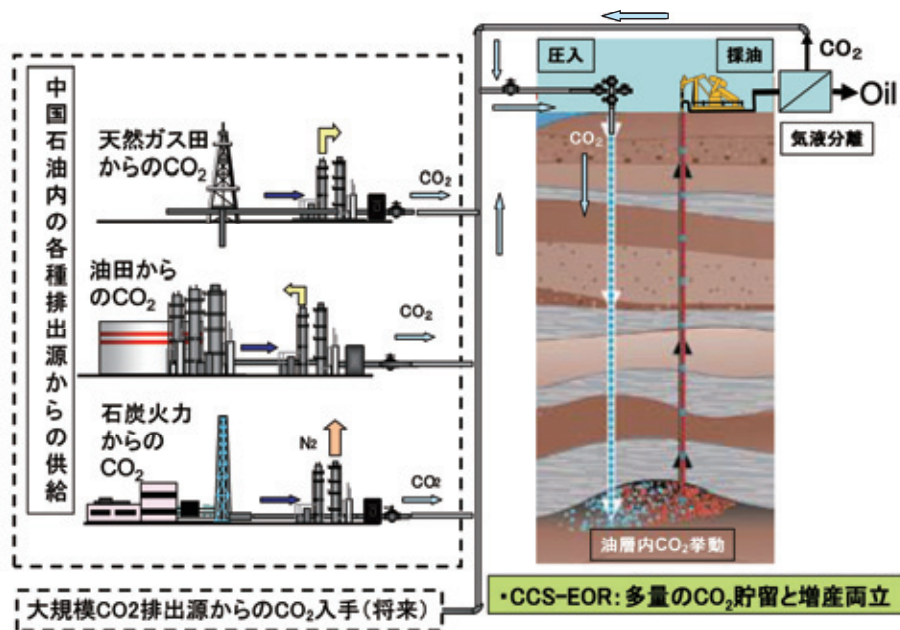


図7 CCS-EORの概要図



図8 「CCS-EOR 日中協力テーマ確認書」調印式

所の排出 CO<sub>2</sub> を対象とした CCS-EOR の普及が期待されている。

中国は、近年の目覚ましい経済発展に伴い CO<sub>2</sub> 排出量が年々増加し、2007 年には世界最大の CO<sub>2</sub> 排出国となった。日本も世界第 5 位の CO<sub>2</sub> 排出国であり、この両国が協力して CCS-EOR の共同調査研究を行うことは、地球温暖化防止の観点から国際的に非常に大きな意義を持つ。

RITE は、中国石油天然気集团公司 (CNPC) と CCS-EOR ワークショップ (2009 年、2010 年)、省エネルギー・環境保全・GHG 削減ワークショップ (2011 年) の共同開催や、日中の CCS / CCS-EOR 関連施設 / サイトの相互視察

などを通じて技術交流を深めてきた。そしてこれら技術交流の結果に基づいて、CCS-EOR 日中協力テーマとして、① CCS-EOR (CCUS) 全体システムの検討、②貯留層評価技術の検討、③微生物利用地中メタン再生技術検討の 3 テーマを選定し、2011 年 9 月 28 日に北京にて「CCS-EOR 日中協力テーマに係る確認書」を調印した。

2012 年は、RITE 担当テーマである「貯留層評価技術の検討」について、中国石油と共同で、RITE が保有する貯留層評価技術の中国油田での適用可能性について詳細検討を実施する予定である。