

# 第 35 回 GSJ シンポジウム

## 地圏資源環境研究部門研究成果報告会

### —ゼロエミッション社会実現に向けた CCS における産総研の取り組み—

地圏資源環境研究部門広報委員会<sup>1)</sup>

※ GREEN News 76 号を一部加筆・修正の上転載

第 35 回 GSJ シンポジウム 地圏資源環境研究部門研究成果報告会は、令和 4 年 2 月 10 日(木) 午後に民間企業および公的機関等から 300 名強の方々に参加いただき、オンライン形式で開催されました。

はじめに、今泉博之研究部門長から地圏資源環境研究部門の紹介があり、部門ミッションが「持続可能な地圏の利用と保全のための調査と研究」であることが示されました。それは 3 つに分けられ、「地圏資源の調査・研究および活用」、「地圏環境の利用と保全のための調査・研究」、「地圏の調査および分析技術の開発と展開」であることを示し、政策ニーズ研究と産業ニーズ研究、シーズ研究のバランスをとりながら研究を進めていくことが示されました。次いで 2021 年の研究トピックスについての紹介がありました。紹介された研究は、カーボンニュートラル社会実現に向けた鉱物資源研究の推進、枯渇油田の残留原油をメタンに変換し回収する革新的バイオ技術、日本水理地質図のベクトルデータ化に着手、クロロエチレンによる土壌・地下水汚染の微生物による完全無害化、PVA スポンジローラー電

極を用いた非破壊電気探査技術の開発、超臨界地熱資源技術開発 / 資源量評価、農業利用を想定したオープンループ型地中熱システムのポテンシャルマップ開発等です。次に産総研第 5 期中長期計画の中で本部門の役割について説明するとともに、環境調和型産業技術研究ラボやゼロエミッション国際共同研究センター等の融合研究に参加し、社会問題の解決に取り組むと説明しました。またその一環として、環境リスク評価概念を新型コロナウイルスへ拡張し、新型コロナウイルス感染リスク計測評価研究ラボの立ち上げを主導したと紹介しました。

祖徠正夫・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ長は「産総研における CO<sub>2</sub> の地中貯留および鉱物化に関する研究開発の課題と展望」という演題で講演しました。まず、地球温暖化対策としての CCUS(二酸化炭素回収・利用・貯留)の位置づけについて、IEA(国際エネルギー機関)報告書によると、2070 年までの累積 CO<sub>2</sub> 削減量の 15 % を CCUS が担うことが期待されていると紹介しました。次に産総研における CO<sub>2</sub> 地中貯留研究について説明しました。二酸化炭素地中貯留技術研究組合に参加し、研究課題としては CO<sub>2</sub> 長期モニタリング手法の開発、長期遮蔽性能評価手法の開発、ジオメカニクスモデリング手法の開発、社会受容性の向上・国際標



第 1 図 オンライン配信の様子



第 2 図 今泉博之研究部門長による講演

1) 産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

キーワード：CO<sub>2</sub> 地中貯留、ネガティブエミッション、風化促進、玄武岩、モニタリング、力学挙動、重力、自然電位、社会的受容性、地球物理学的シミュレーション

準化との整合を行っている」と述べました。次に玄武岩によるCO<sub>2</sub>固定の動向について、近年、安全性が高く世界各地に存在することから陸域および海域を対象とした玄武岩へのCO<sub>2</sub>貯留への関心が高まっていると説明しました。玄武岩をCO<sub>2</sub>貯留岩として活用することはCO<sub>2</sub>鉱物化を促進し、貯留層ポテンシャル拡大の切り札になる可能性がある」と紹介しました。また、カーボンリサイクルCO<sub>2</sub>地熱発電技術や玄武岩を用いたネガティブエミッション技術である風化促進技術についても概要を紹介しました。

萩原利幸・日本 CCS 調査株式会社取締役貯留技術部長による招待講演では、2012 年度から実施している苫小牧における CCS 大規模実証試験について、事業を通じて得られた様々な知見と今後の課題についてお話いただきました。CCS (CO<sub>2</sub> の回収・地中貯留) は地球温暖化抑止における重要対策の一つで、苫小牧実証試験では国内における初めての年間 10 万 t 規模の地中貯留を実証する事業であり、さる 2019 年 11 月に目標としていた累計圧入量 30 万 t を達成

して圧入を停止し、その後は圧入した CO<sub>2</sub> 挙動のモニタリングを継続していると説明しました。安全に貯留されていることを圧入レート・坑底圧力、モニタリングで計測した CO<sub>2</sub> 貯留領域などの様々なデータを用いて紹介いただきました。また将来的に日本の場合は年間 1 億 t 規模の CCS が想定される中で、国内の貯留適地に関しては 1990 年代から調査・検討が行われ、簡易な解析ではあるがそのポテンシャルがあると推定されること、一方で大量の圧入を行うためには多くの坑井を含む設備が必要となることから、今後の CCS 事業の速やかな進捗への期待が述べられました。今後の課題としては、CCS 自体のコスト低減、CO<sub>2</sub> 排出源からの輸送、適地のより詳細な評価、法的な制度の整備、地元の理解を良く得ること等を挙げられました。

藤井孝志・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ主任研究員は、「CO<sub>2</sub> 地中貯留における水理/力学的視点からの軟岩の特性評価」という演題で、貯留層への CO<sub>2</sub> 圧入過程で想定される応力場の変化が、微小断層を含む岩石の変形に伴う透水性に与える影響について紹介しました。まず、CO<sub>2</sub> 地中貯留条件下での軟岩の力学挙動(変形・せん断・すべり)と透水の関係について説明し、すべての岩石において、変形、破壊前における浸透率の値は一部に大小の変動が見られるものの、ほとんど変化しなかったが、変形後には変形前に比べ最大で 4 桁の大幅な変化があったことを紹介しました。次に、CO<sub>2</sub> 圧入過程による応力場の変化が透水挙動に及ぼす影響について説明し、各種岩石ごとの有効圧に対する浸透率の変化の違いが、形成された破断面のラフネスの違いに依存する可能性があることを報告しました。すなわち、今回の報告ではせん断に伴う浸透率の変化量、その後のすべりに伴う浸透率の変化挙動、ならびに有効圧変化と浸透率の関係について各種軟岩ごとで違いが見られ、その違い



第 3 図 徂徠正夫・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ長による講演



第 4 図 萩原利幸・日本 CCS 調査株式会社取締役貯留技術部長による招待講演



第 5 図 藤井孝志・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ主任研究員による講演



は各種岩石の破断面におけるラフネスの違いが要因の一つであることがわかりました。さらに、本実験で用いたすべての岩石のうち、全応力過程において浸透率変化が最も小さい岩石が存在することがわかり、このような種類の岩石は、CO<sub>2</sub> 地中貯留に対し、キャップロックの健全性がきわめて高い可能性があることが示されました。

堀川卓哉・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ研究員は、「重力・自然電位を用いた低コストモニタリング技術の開発」という演題で、低コストな物理探査手法の研究結果を発表しました。地下に圧入したCO<sub>2</sub>の挙動を探知し監視するモニタリングは、CO<sub>2</sub> 圧入の安全管理と最適化、そして圧入終了後においても長期間漏洩等の予期せぬ事態の検知を目的とし、CCS 事業の実施だけでなく社会的受容性確保のためにも不可欠であると述べました。そのため、当研究グループでは弾性波探査などさまざまな物理探査モニタリング手法のなかでも、コスト面で比較的に有利な重力探査・自然電位探査を用いた受動的な物理探査手法を中心に研究・開発し、その成果を講演しました。重力探査は、CO<sub>2</sub> と地下水の密度の差を利用して地下のCO<sub>2</sub> 流体の挙動を重力変化として地表付近からモニタリングする技術であり、産総研では世界に先駆けてCCSサイトにおける超伝導重力計を用いた高精度重力モニタリング技術の開発に取り組み、苫小牧の実証試験サイトにおいて6年以上という長期間の連続観測に成功し、ハード・ソフトの両面において当該技術の運用手法を確立できたと発表されました。また自然電位とは、地下での流体移動や酸化還元反応などにより地面に自然発生する電位のことです。それを計測すればCO<sub>2</sub> 圧入に伴う貯留層内の流体流動や坑井周囲へのCO<sub>2</sub> 到達や漏洩を検知できる可能性があり、2021年12月から始まったばかりの実サイトでの自然電位のモニタリングについて、観測データの速報と将来展望が講演されました。



第 6 図 堀川卓哉・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ研究員による講演



第 7 図 加野友紀・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ主任研究員による講演

加野友紀・CO<sub>2</sub> 地中貯留研究グループ主任研究員は、CO<sub>2</sub> 地中貯留に関する地球物理学的シミュレーション技術の開発と貯留層モニタリング設計に関する研究を紹介しました。CCSでは、CO<sub>2</sub> が安全に貯留されていることを確認し、早期に漏洩を検知するためのモニタリング手法の開発が不可欠となっています。そこで具体的な研究事例として、CO<sub>2</sub> を50年間圧入後、漏洩の開始有無を設定したシナリオで流動シミュレーションを実施し、さらにそのシミュレーション結果を基に計算した各種地球物理学的物性値の分布から物理探査における観測量を試算した結果について解説しました。繰り返し弾性波探査、超伝導重力計による定点連続観測、繰り返し二次元重力測定、繰り返し地表変動計測、坑井電位の坑口連続観測等に対する具体的な試算を実施することで、各種探査手法における時空間的な漏洩検知精度の範囲を予測できることが述べられました。貯留層モニタリングの設計を行う際、このように低コストで連続的な物理観測手法で得られる異常の検知や漏洩箇所の特定制等の情報を予測する技術は、有効かつ効率的なモニタリングネットワーク・プラン設計に役立つことが期待されます。

本シンポジウムの講演要旨が収録された「GREEN Report 2021」は、当研究部門のwebサイト (<https://unit.aist.go.jp/georesenv/>) にて公開しています。

Public Relations Committee, Research Institute for Geo-Resources and Environment (2022) Report of the 35th GSJ Symposium — Research activities on carbon dioxide geological storage in AIST toward realization of a future zero-emission society — .

(受付：2022年6月1日)