

仕 様 書

1. 件名

海洋玄武岩 CCS における地化学シミュレーション

2. 作業の目的

産業技術総合研究所 地質調査総合センター（以下、「産総研」という。）は、令和5年度より戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期「海洋安全保障プラットフォームの構築」のサブテーマ「海洋玄武岩層を活用した大規模 CO₂ 貯留・固定化技術に関する基礎調査研究」に参画している。本テーマにおいて、産総研は他機関との連携の下、玄武岩海山を模擬した貯留構造について、CO₂ の圧入および鉱物固定化を再現するモデルの構築を目指している。このような状況に鑑み、本作業は、海洋玄武岩に対する二酸化炭素回収・貯留（以下、「CCS」という。）における CO₂ 挙動予測の一環として、予察的な地化学-流動連成シミュレーションを実施するものである。

3. 作業の概要

拓洋第五海山の弾性波探査による構造推定に基づいて作成された海山モデルに対して、米国ローレンスバークレー国立研究所が開発したシミュレータである TOUGHREACT を用いて CO₂ 流動-地化学反応連成シミュレーションを実施し、地化学反応パラメータおよび流動パラメータが鉱物の溶解・沈殿反応と CO₂ 鉱物固定量・固定速度に及ぼす影響について感度解析を行う。また、CO₂ 貯留促進法について検討を実施したうえで、予測 CO₂ 貯留量を算出する。

4. 作業項目

- (1) TOUGHREACT の計算コードに内在する問題の回避策の検討
- (2) 地化学反応モデル作成と CO₂ のバッチ反応シミュレーション
- (3) 海山モデル作成と CO₂ の地化学反応-流動連成シミュレーション
- (4) CO₂ 貯留促進手法の感度分析

5. 作業項目別仕様

- (1) TOUGHREACT の計算コードに内在する問題の回避策の検討

- ・ TOUGHREACT の計算コードにおいては、地化学計算と流動計算の間での H₂O および CO₂ の質量収支の扱いや、イオン強度上限の設定が、計算の安定性に大きく影響することがわかっている。これらの設定次第では解が得られない場合もある。この課題に対して、有識者へのヒヤリングや、簡易な検証シミュレーションを実施することで回避策を検討する。
- (2) 地化学反応モデル作成と CO₂ のバッチ反応シミュレーション
- ・ 産総研により提示された拓洋第 5 海山を含む海洋玄武岩の鉱物組成データ、および岩石学的パラメータ等に基づいて、6 ケースの岩石モデルを作成する。
 - ・ 玄武岩に対する CCS の先行事例を参照し、化学反応に関与する二次鉱物を設定する。その際、予察的なシミュレーションを実施することで計算の安定性や反応の妥当性を確認し、二次鉱物の設定を調整する。
 - ・ 地化学反応に関連するパラメータである、二次鉱物組合せ、孔隙率、反応表面積、温度等について、感度分析を実施したうえで、CO₂ 鉱物化量に寄与する化学反応の素過程を把握する。
- (3) 海山モデル作成と CO₂ の地化学反応一流動連成シミュレーション
- ・ 産総研により提示された拓洋第 5 海山の地質構造モデルにおいて、CO₂ 圧入ターゲットとして想定される低速度体を模した二次元の放射状グリッドモデルを作成する。
 - ・ バッチ反応シミュレーションの結果に基づいて最適な岩石モデルおよび地化学反応関連パラメータを抽出し、反応一流動連成シミュレーションにより、CO₂ 圧入後 1,000 年程度までの鉱物化量を算出する。
 - ・ 流動に関するパラメータである、浸透率、kv/kh、CO₂ 圧入形態等による感度分析を実施する。
- (4) CO₂ 貯留促進手法の感度分析
- ・ 玄武岩海山内部の孔隙構造は必ずしも均質でないことが予想されるため、CCS の実現に向けてはあらかじめ CO₂ 貯留を促進するための対策を検討しておく必要がある。ここでは、想定される CO₂ 貯留促進手法として、玄武岩の水圧破碎や溶解促進等のオプションを抽出する。
 - ・ (3) の反応一流動連成シミュレーションに対して、上記のオプションを適用した感度分析を実施し、CO₂ 貯留促進手法の適用性を評価する。

6. 特記事項

- ・ TOUGHREACT およびその他必要なソフトウェアは請負者が用意すること。
- ・ 2025 年度 SIP 成果報告会を見据え、2025 年 9 月末を目途に中間報告を実施すること。報告形態はスライドを用いたプレゼンテーション形式とする。

7. 提示する情報

- ・ 拓洋第 5 海山を含む海洋玄武岩の鉱物組成データ、および岩石学的パラメータ等
- ・ 拓洋第 5 海山の地質構造モデル

8. 納入の完了

「8. 納入物品」に記載された納入物品が過不足なく納入され、仕様書を満たしていることを確認して、納入の完了とする。

9. 納入物品

成果報告書（紙媒体および電子ファイル*）一式

成果報告書には、TOUGHREACT の設定条件と、計算結果を印刷した図面を含むこと。

*電子ファイルで納入する場合は USB メモリ等の外部電磁記録媒体を用いないこと

10. 納入期限および納入場所

納入期限：2026 年 1 月 30 日

納入場所：国立研究開発法人産業技術総合研究所

研究戦略本部 CCUS 実装研究センター

つくば中央事業所 7 群 7-3 D 棟 221b 室

茨城県つくば市東 1-1-1

11. 知的財産権等

- (1) 本契約の履行において生じた頭書記載の「成果報告書」にかかる知的財産権を含む一切の権利（法律上保護される利益も含む）は、産総研に帰属するものとする。当該権利のうち、請負者に生じた権利については、発生と同時に産総研に移転するものとする。

- (2) 産総研及び請負者は、契約金額に、前述した権利移転の対価が含まれていることを相互に確認する。
- (3) 請負者は、(1)により産総研に移転又は帰属した著作権につき、著作者人格権を行使しないものとする。
- (4) 請負者は、産総研に対し、納品した成果品が第三者の知的財産権を侵害しないことを保証するものとする。なお、納品した成果品について、第三者の権利侵害の問題が生じ、その結果、産総研又は第三者に費用や損害が生じた場合は、請負者は、その責任と負担においてこれを処理するものとする。

12. 付帯事項

- (1) 請負者は、請求担当者の求めにより、作業の進捗状況及び作業内容について報告しなければならない。
- (2) 本仕様書の技術的内容及び知り得た情報については、守秘義務を負うものとする。
- (3) 本仕様書の技術的内容に関する質問等については、請求担当者との協議すること。また、本仕様書に定めのない事項及び疑義が生じた場合は、調達担当者との協議のうえ決定する。

以上