



地球シミュレータ産業利用シンポジウム 2008年9月5日

二酸化炭素地下貯留に関する 大規模シミュレーション技術の開発

プロジェクト責任者

大成建設(株) 山本 肇

二酸化炭素の回収・貯留技術(CCS)



Carbon dioxide Capture and Storage

地球温暖化対策

▶火力発電所等の排ガスから分離・回収
▶パイプラインなどを通じて輸送
▶地中(あるいは海洋)に

Cool Earth50

2050年までに現在の50%に削減

- エネルギー使用に伴うCO₂を大幅に減少さ せた上で、発生したCO₂の半分以上を回収
 ・貯留する必要がある
- ▶ 特定の技術だけでは達成不可能であり、省 エネ、再生可能エネルギー、原子力、CO₂ 回収貯留等の主要な削減技術の全てを最 大限活用する必要がある





海外事例:ノルウェイ・スライプナー





- ▶ 北海油田
- ▶ 深さ2.5kmの地層から天然ガスを産出
- ▶ 商品化のためCO₂を分離回収 → 大気排出
- > 1992に45US\$/tの炭素税が導入
- > 1996年から現在まで年間100万t/年を圧入



CO2の貯留メカニズム



1. 構造トラップ

■ 不透水層による移動阻害

2. 残留ガストラップ

- 岩石空隙中に気泡として残留
- 3. 溶解トラップ
 - 地下水中への溶解
- 4. 鉱物トラップ
 - 炭酸塩鉱物の生成



Modified from Los Alamos National Lab.'s website

鉱物トラップ







- ▶CO₂地下貯留によって副次的に生じる周辺環境影響を 予測する技術の開発
- ≻ケーススタディー:商業規模貯留(1000万トン/年)による地下水影響の予測(東京湾)

本研究:広域地下水環境への影響(1000万グリッド)



従来:CO₂の貯留層内挙動 (10万グリッド)

地球シミュレータが必要になる理由



1. 計算の非線形性

- 超臨界状態では,温度・圧力により密度や粘性が大きく変化
- 水と二酸化炭素の相互作用(溶解, 混相流特性)
- → 強い非線形性,計算時間大
- 2. 高解像度グリッド(1000万以上)の必要性
 - A) 広域の詳細地形の考慮: 広域地下水の流動形態は, 地表地形の凹凸 形状に支配される.
 - B)解析領域の広さ:地中貯留で対象となる領域が極めて広い. (平面的 に数10km~数100km,深度方向数km)
 - C) 地質構造の複雑さ: 我が国では, 数m~数10mサイクルの細かな砂泥 互層が多く, その分布特性を反映する必要がある.
- 3. 他の並列計算機での実績
 - Linux Clusterや通常のスパコンでは 100万グリッドが実用的限界

利用計画



▶平成19年度

- TOUGH2-MP ECO2Nを地球シミュレータに実装
- 関東地方南部地域を対象とした水理地質構造モデル(1000万グリッド程度)の構築
- 大規模モデルによる二酸化炭素の圧入シミュレーションによる広域地下水環境影響の解析

▶平成20年度

- 解析対象領域をさらに広げ(関東地方全域),水理 地質モデルの見直しを行う.
- 観測データ(水圧、水質、温度)によるモデル検定
- 最新の知見を総合的に反映したモデルによる、シミュレーションの実施













今年度の成果



- ▶ 本プロジェクトの初年度である今年度は、地球シミュレータでプロ グラムを実行するための準備期間として、申請プログラムの最 適化を行った.
 - TOUGH2の書換え、Aztecソルバーの改良
 - ベクトル化率93.7%, 並列化効率99.93%
- ▶ 関東平野南部地域を対象に,1000万グリッド規模の予備解析 を実施した(128ノード:1024AP).
 - 地球シミュレータによる大規模解析は、二酸化炭素の局所的 的な地中挙動と広域的な周辺環境影響を総合的に検討する上で有効であることが分かった。





本研究は、文部科学省平成19年度地球シミュレータ産業戦略利用プログラム「二酸化炭素地下貯留に関する大規模シミュレーション技術の開発」の一環 として行われたものです.

プロジェクトメンバー(敬称略) 大成建設(株) 技術センター 七井慎一, 今村 聡, 青木智幸, 小川豊和 ローレンスバークレー国立研究所 Keni Zhang, Karsten Pruess, 唐崎建二 (独)産業技術総合研究所 丸井敦尚 サンコーコンサルタント(株) 佐々木勝司, 日向 哲

地球シミュレータの利用では,次の方々のご指導・ご協力をいただきました. (独)海洋研究開発機構 新宮 哲氏,上原均氏、西川憲明氏,廣川雄一氏 NECシステムテクノロジー(株)野口孝明氏