九州大学情報基盤研究開発センター

民間利用成果報告書

提出日：2020 年　4 月　8 日

利用課題名		二酸化炭素地中貯留における井戸の最適配置技術の適用研究				
課題責任者	企業名	大成建設株式会社 印				
	フリガナ 氏名	ヤマモト　ハジメ 山本　肇 印	部署名	本社　技術センター　社会基盤技術研究部　地盤研究室	職位	主任研究員
	連絡先	住　所：〒245-0051 横浜市　戸塚区　名瀬町　344-1 E-mail：hajime.yamamoto@sakura.taisei.co.jp		TEL:0458147217 FAX:0458147258		
利用期間		2019 年　10 月　1 日　～　2020 年　3 月　31 日				
利用成果公開延期希望の有無		■　即時公開　・　□　公開延期（成果公開予定：　　年　　月）				

※利用成果報告書は原則公開ですが、課題終了後最大 2 年間公開を延期することが可能です。

- 本様式の変更はできません。
- 補足資料を付加することは可能です。

受付番号	3	受付日 2020 年 6 月 19 日	受付印	情報基盤研究開発センター長 九州大学 20.6.19 承認

九州大学
20.6.19
寄贈

■利用計画全体の概略（申込書と同じ内容を記述してください）

1） 利用目的

地球温暖化対策の一つである二酸化炭素地中貯留では，火力発電所などから排出される CO2 を地下深部の地層中に圧入する。本課題では、複数の井戸を合理的に配置するための最適化技術を開発することを目的とする。

2） 利用意義

二酸化炭素地中貯留において、掘削に高いコストを要する圧入井の本数や配置を最適化することは、経済的にプロジェクトを進める上での重要課題となる。超並列スパコンの利用により、井戸の配置最解探査を高速に実行できれば、プロジェクトリスクの低減に大きく役立つ。

3） 必要性

井戸配置の最適化には、数千回の数値シミュレーションを要する。スーパーコンピュータを用いることで、多数のシミュレーションを複数の計算ノードで並列実行でき、大幅な高速化が可能となる。最適化計算において多数の解候補の同時並列処理は超並列計算機のアプリケーションとして有望である。

■成果の概要

1） 本課題で得られた具体的な成果

二酸化炭素地中貯留において実用規模の地質モデルを対象とし、CO2 を圧入する圧入井戸の最適配置設計について検討した。対象としたサイトの計測データに基づいて地層境界や物性分布が表現され、総グリッド数が 10 万の地質モデルを用いた。最適な配置を探査するにあたり、メタヒューリスティクスと呼ばれる近似的最適化手法と数値シミュレーションを組み合わせた最適化ツールを使用した。メタヒューリスティクスでは、複数の解候補（井戸配置）を一世代とし、各々の解候補についてシミュレーションすることで目的関数を評価して、次世代の解候補を発生する。このツールを並列計算機に実装することで、同一世代の解候補のシミュレーションは並列して同時実行が可能となる。解候補を並列に扱うことで今回の最適解探査を約 10 倍高速化でき、約 10000 回のシミュレーション要した計算を約 2 週間で完了することができた。これより、二酸化炭素地中貯留での実用規模の地質モデルにおいて、メタヒューリスティクスを用いた井戸配置の最適設計が十分に可能であることがわかった。

2） 社会・経済への波及効果の見通し

スパコン利用は空間領域分割法を用いた大規模計算などの 1 ケースの計算速度を高速化させるだけではなく、工学分野におけるシミュレーションを数千回繰り返すことで最適に設計する計算においても実用性があることを示した。新しいスパコンの利用用途として社会に認知されることが期待される。

3） その他

特になし

■利用アンケートにご協力ください

1) 利用に関して有益であった事項

- ITOのCPUは他のスパコンのCPUと比較して特に高速に計算することができ、ある程度の空間規模のシミュレーションにおいてもノード内の並列計算のみで対応できた。
- フロントエンドノードの占有により、最適化プログラムの計算負荷を他ユーザーに影響せずに最適解探査できた。フロントエンドノードは、最適化ツールをスパコン上で運用する際に非常に重要である。

2) 利用に関して生じた問題点など

- 今回16ノード占有を申請して、ITOを使用した。各計算ノードにジョブを投入してから、実際に計算が開始されるまでに最大で5分程度の待ち時間が発生していた。
- ジョブの投入数に制限があり、不確実性の感度解析やパラメータスタディー等のより多くのジョブを処理したい際には問題となる。ジョブの投入数を1000程度まで拡張することを希望する。
- ノード内並列の計算は非常に効果的であるが、並列計算をノード間に拡張すると並列化効率が悪化する。

3) ユーザーサポートとして必要と考えられることについて

特になし

4) 施設利用に係る感想・改善を希望することについて

特になし

5) 本事業で得られた成果や公表する予定の成果があれば以降に記述をお願いします

特になし