



<b>1. 利用の概略</b>
<p>1) 利用目的・内容</p> <p>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、複数の圧入井を合理的に配置するために、メタヒューリスティクスにより最適な井戸配置を探索する手法を開発することを目的とする。</p>
<p>2) 利用意義（産業利用の観点から）</p> <p>二酸化炭素地中貯留において、掘削・設置に高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、井戸の配置最適化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。</p>
<p>3) スーパーコンピューターを利用する必要性</p> <p>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、大幅な高速化が期待できる。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。</p>
<b>2. 成果の概要</b>
<p>1) 本利用で得られた成果（成果が得られなかった場合はその理由）</p> <p>※ 内容を以下のうちから選択の上、計算機利用の観点から得られた知見を中心に記載してください。</p> <p>（4. その他）</p> <p>井戸配置の最適化にあたり、次に述べる2つの観点で並列化したスキームの採用により、大幅な高速化が得られた。まず、メタヒューリスティクスでは、複数の解候補（井戸配置）の集合を一世代とし、シミュレーション結果から各解候補の目的関数を評価して次世代の解候補を発生する。このとき、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である。もう一点は、複数の地質モデルに対するシミュレーションの実行である。今回は、地質モデルの不確実性を考慮するため、確率的に具体化された複数の地質モデルを用意し、いずれのモデルに対しても安定して高い性能を発揮する井戸配置を探索する手法（ロバスト最適化手法）を考案して適用した。このとき、複数の地質モデルに対するシミュレーションも並列実行可能であり、通常のコピーでは実施できない規模の問題を取り扱うことができる。</p> <p>得られた結果をまとめると以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Oakforest-PACS の使用により、数値シミュレーションだけでなく、上記の並列化スキームの効果により大幅な高速化が可能となった（約 3200 倍高速化）。</li> <li>● 複数の地質モデルを考慮した最適解探索では約 50 万回の数値シミュレーションを要したが、Oakforest-PACS を使用することで、数日程度で完了できた。このことから、今回提案したロバスト最適化手法の実用性が十分にあることがわかった。</li> </ul>
<p>2) 社会・経済への波及効果の見通し</p> <p>本技術開発は、地球温暖化対策として重要な二酸化炭素地中貯留の研究開発と密接に連携している。今後、国が進める CCS 実証事業などにも活用される見通しである。</p>
<p>3) その他の成果</p> <p>特になし</p>

※記入の際は各項目の枠内に収まるように記入してください。補足資料を付加することは可能です。