

1. 利用の概略（各項目数行）（明朝 10.5pt, 行間 14pt 以上）

1) 利用目的・内容

これまでの地下水解析は、主にパソコンで対応できる 100 万メッシュ程度の規模で推移してきたが、近年のニーズは、実規模を詳細に反映した 1000 万メッシュ以上の大規模なモデルへの対応も必要である。この種の大規模解析にも対応できるように、2021 年度はスーパーコンピューターを用いた 3 次元問題に対する PCG 法による並列プログラムを開発することを目標とした。

2) 利用意義（企業利用の観点から）

シングルコア CPU の演算性能は動作クロックの問題から大幅な上昇は見込めず、演算性能をより高性能化するには並列システムに対応した開発が必要と考える。また近年の地下水解析のニーズを踏まえると、1000 万メッシュを超える巨大モデルを実用的な実行時間で終了させることが必要である。これらの問題を解決する方策として、「MPI を用いた並列プログラム開発」および「スーパーコンピューターの利用」は重要であると考えられる。

3) スーパーコンピューターを利用する必要性

地下水解析を行うモデルでは、①不透水性基盤および帯水層の形状が複雑、②帯水層・難透水層といった透水性の違いにより隣接するメッシュの流速変化が大きい、③細分化が必要な揚水井戸の取り込む必要がある等、制約条件が多い。さらに、多くの予測条件下かつ非定常で予測解析を行うためには、スーパーコンピューターを用いた並列処理が必須である。

2. 成果の概要（明朝 10.5pt, 行間 14pt 以上）

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）

※ 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。（最大 1000 字程度）

（ 1. 計算科学, 2. コンピュータ・サイエンス, 3. プログラムチューニング, 4. その他 ）

① 異なったハード・ソフト環境において、複数のコアを用いて並列化したプログラムを採用すると、解析時間は短縮される傾向がみられ、次のような結論を得た。

- ・動作周波数が速くコア数が多い PC を利用しても、並列化の効果は 2 倍程度に留まる。
 - ・動作周波数は遅いが CPU を 2 個搭載した WS (OS : Windows10) では、4 コア程度まではコア数を増やしたことによる並列化の効果が認められるが、4 コア以上になると効率が落ちる。
 - ・WS の OS を Linux に変更すると、Win10 に比べ計算時間が速くなる。ただし 4 コア以上では効率が低下する。
 - ・OBCX ではコア数にほぼ比例して計算時間が速くなり、メッシュ数 2700 万でもその傾向が認められる。
 - ・解析規模から区分すると、PC では数十万メッシュ、WS で 100 万メッシュ、それ以上は OBCX を利用して行うのが効率的である、また、計算時間の短縮を目指すには、並列化解析ソルバーを積極的に利用すべきである。
- ② 上記で有効性を確認した並列化ソルバー(PCG 法)を既往地下水流動解析ソフト (MODFLOW) に導入した。主な変更点は部分領域法の採用と領域分割に伴う係数行列の変更である。小さい解析領域ではあるが、並列化した MODFLOW の動作を確認し、並列化しないモデルとの比較を行いその有効性も確認できた (現在、より実務に対応できるよう非定常化と非線形化を実施中)。

2) 社会・経済への波及効果の見通し（数行）

将来、並列化したプログラムを利用した解析が主流になっていく可能性が高いと考えている。

3) その他の成果（数行）

2022 年春季地下水学会 (2022. 5) で研究開発の一部を発表する。