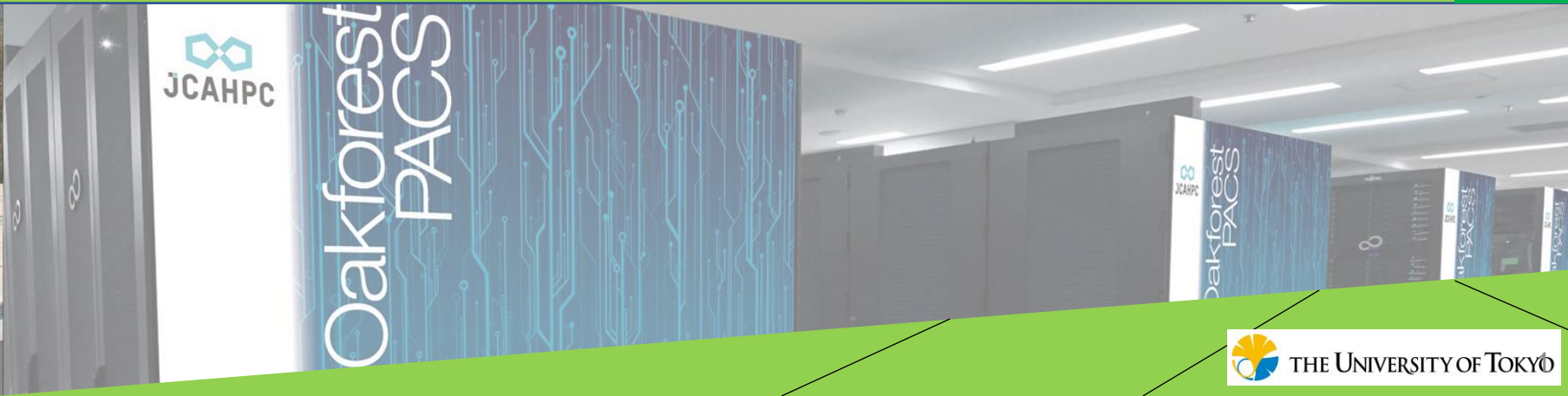
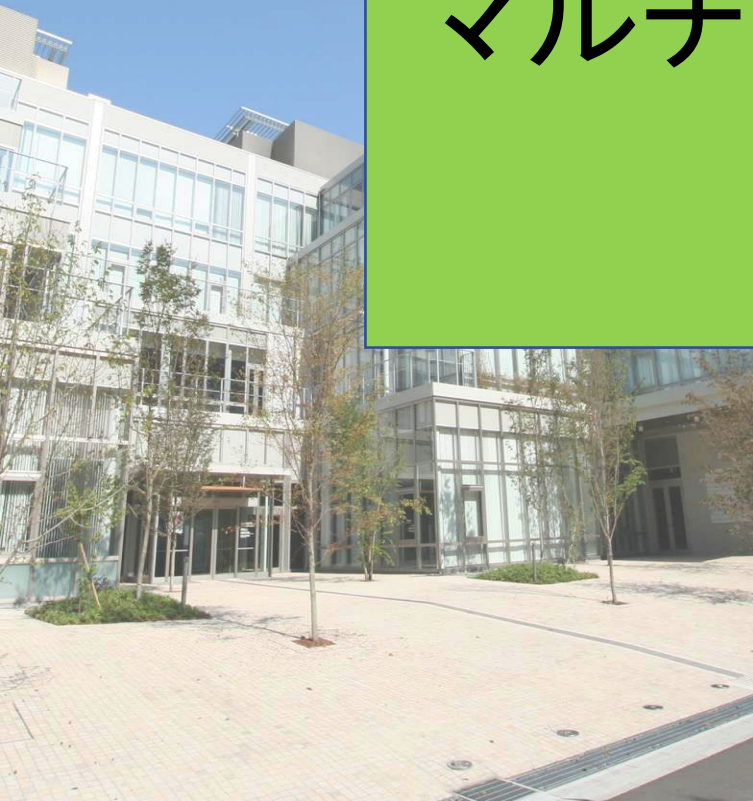


# スーパーコンピュータの利用による マルチグリッド法の高速化に関する研究

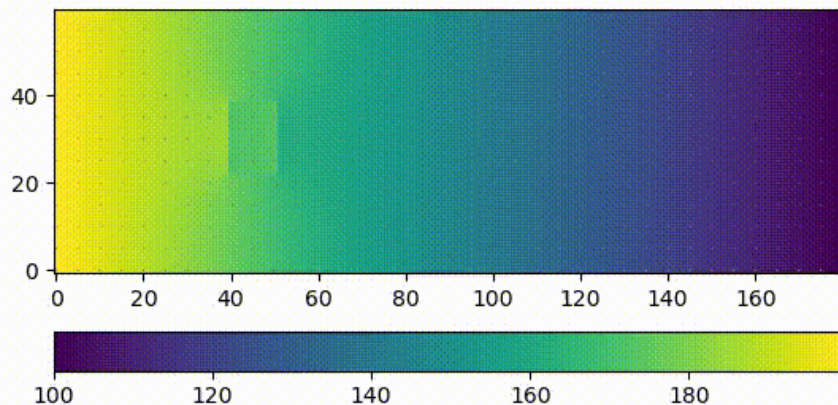
河合 直聡 (東京大学 情報基盤センター)



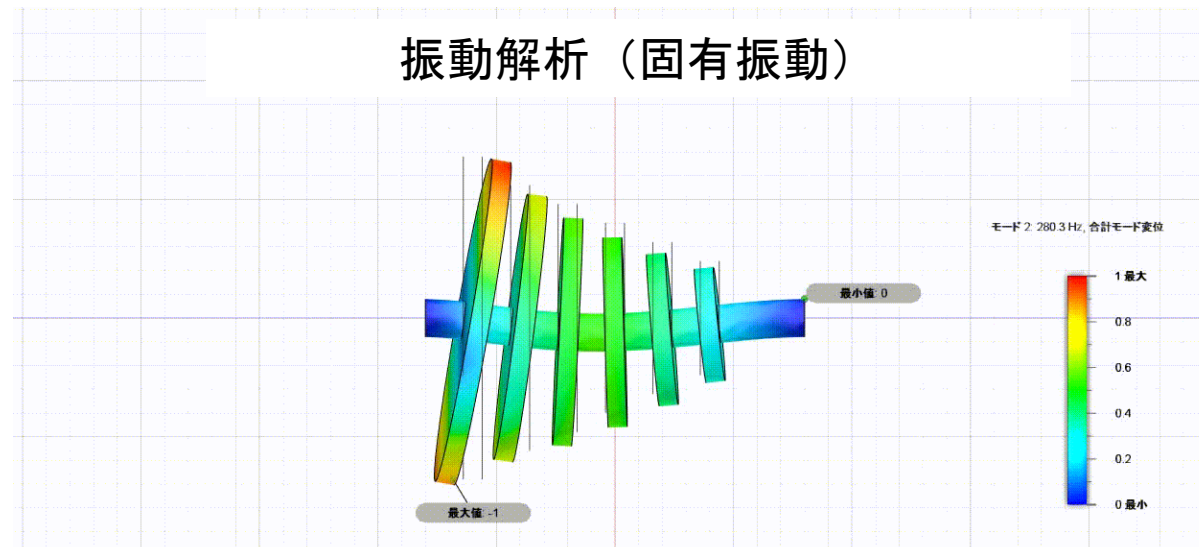
# 連立方程式とスーパーコンピュータ

連立方程式は多くのシミュレーションで頻出

流体解析（カルマン渦）



振動解析（固有振動）



- N元連立一次方程式を解くのは高コスト（中学で習うのは2又は3元連立一次方程式）
- 或シミュレーションの精度向上→計算時間の増大



研究者や設計者

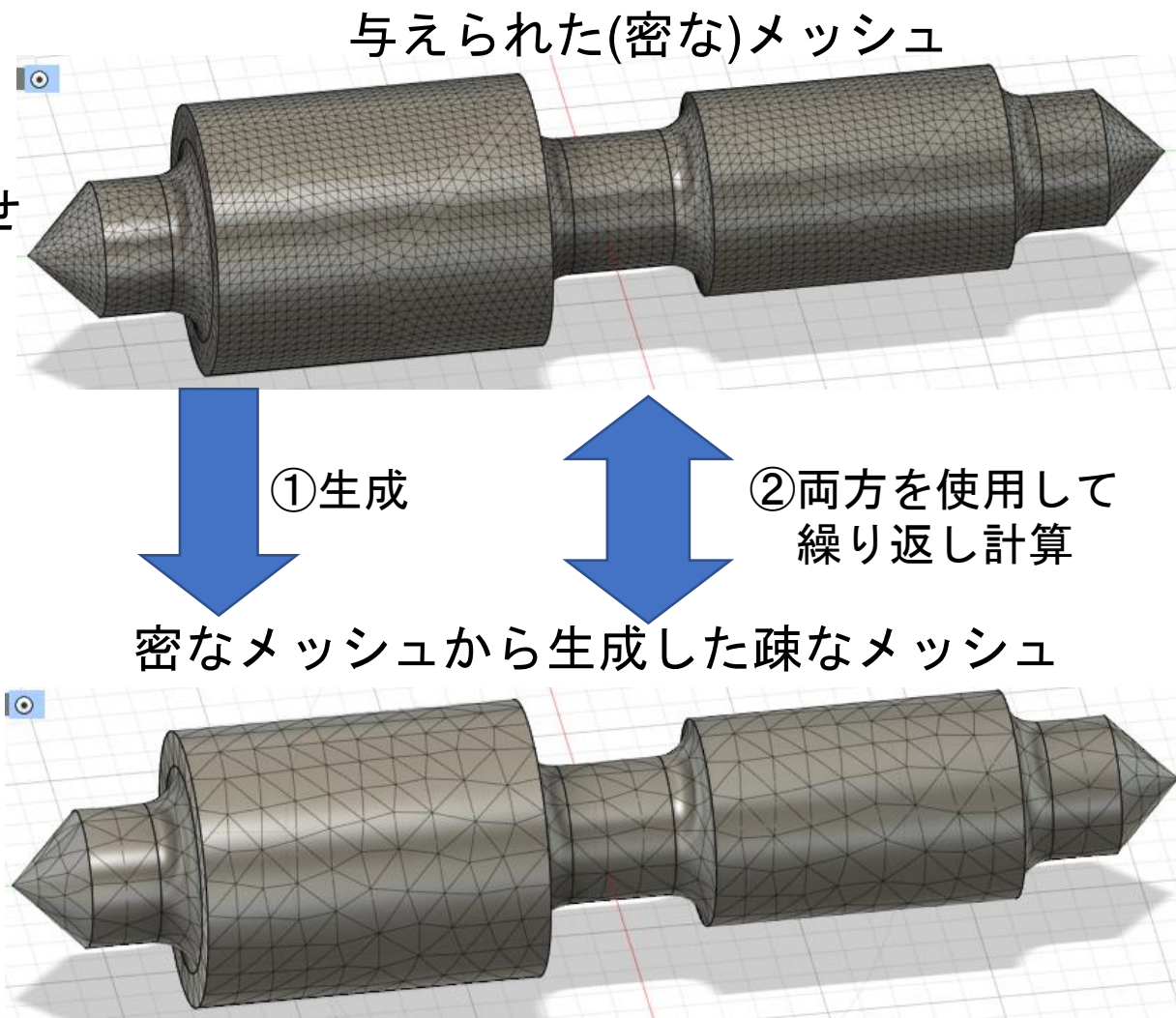
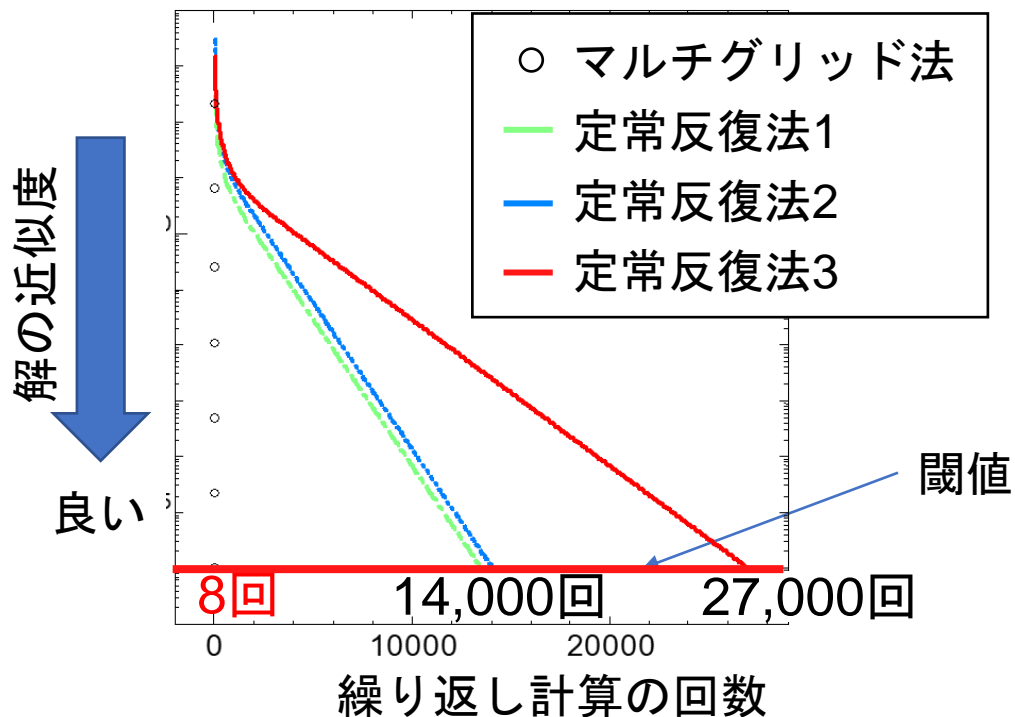
シミュレーションが早くなれば  
仕事ははかどるのに・・・。

スーパーコンピュータを使用して連立一次方程式の求解を高速化

# マルチグリッド法

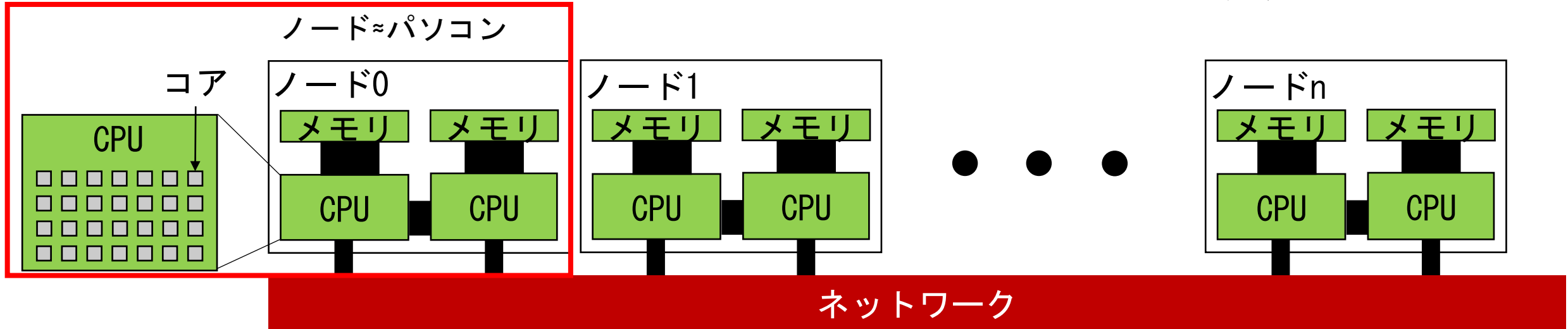
## 大規模な連立一次方程式を解くのに効果的な手法

- 定常反復法の1つ
  - 同じ計算手順を繰り返して近似解を取得
- 密なメッシュを元に、疎なメッシュを生成・使用
  - 解は局所的な変化と大域的な変化の重ね合わせ
  - 密なメッシュ：局所的な変化に強い
  - 疎なメッシュ：大域的な変化に強い
  - 他の手法と比較して、少ない繰り返し計算



# スーパーコンピュータ向けのマルチグリッド法の改良

スーパーコンピュータの特徴を考慮した改良が必要



スーパーコンピュータの性能を活かすために  
考慮すべき項目の一部

- ノード内並列化
- ノード間並列化
- CPUでの演算量、メモリからのデータ転送量、ネットワークを介した通信量の良好なバランス

マルチグリッド法の問題点

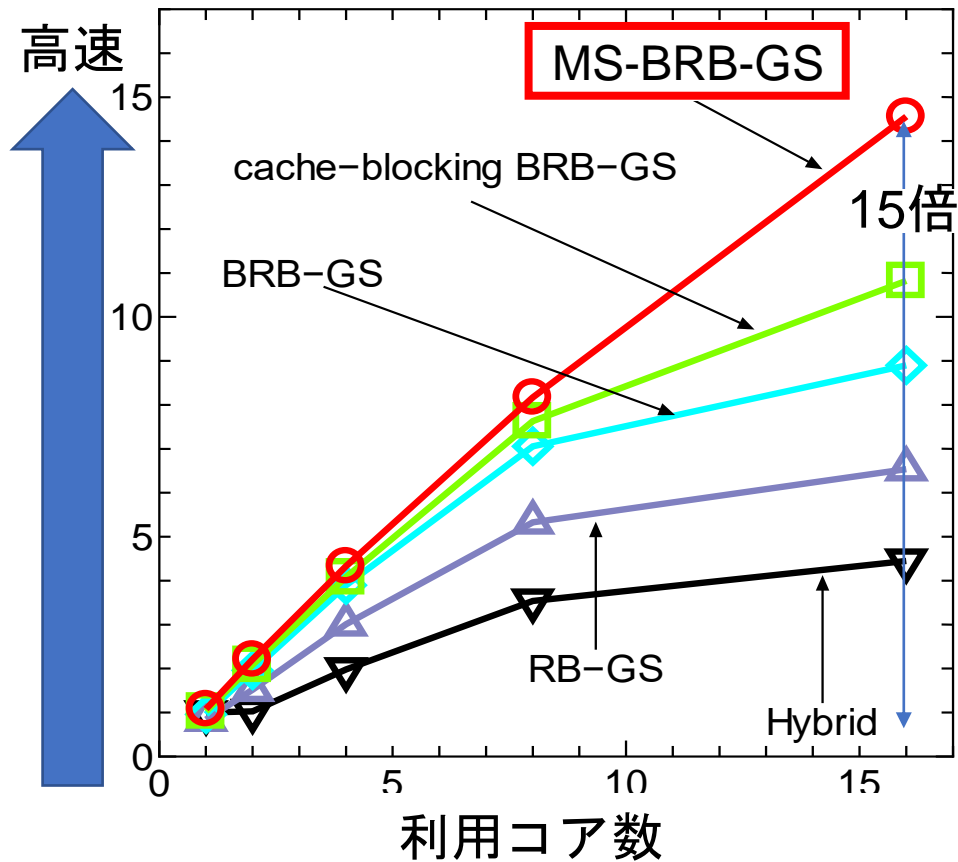
- 並列化が難しい場合がある
- CPUでの演算量に対して多いメモリ転送量
- 高並列化に伴う通信量の増大

研究中の解決法：OpenMP・MPI並列化、MS-BMC(BRB)-GS、並列Aggregation、領域分割法、通信隠蔽・・・etc

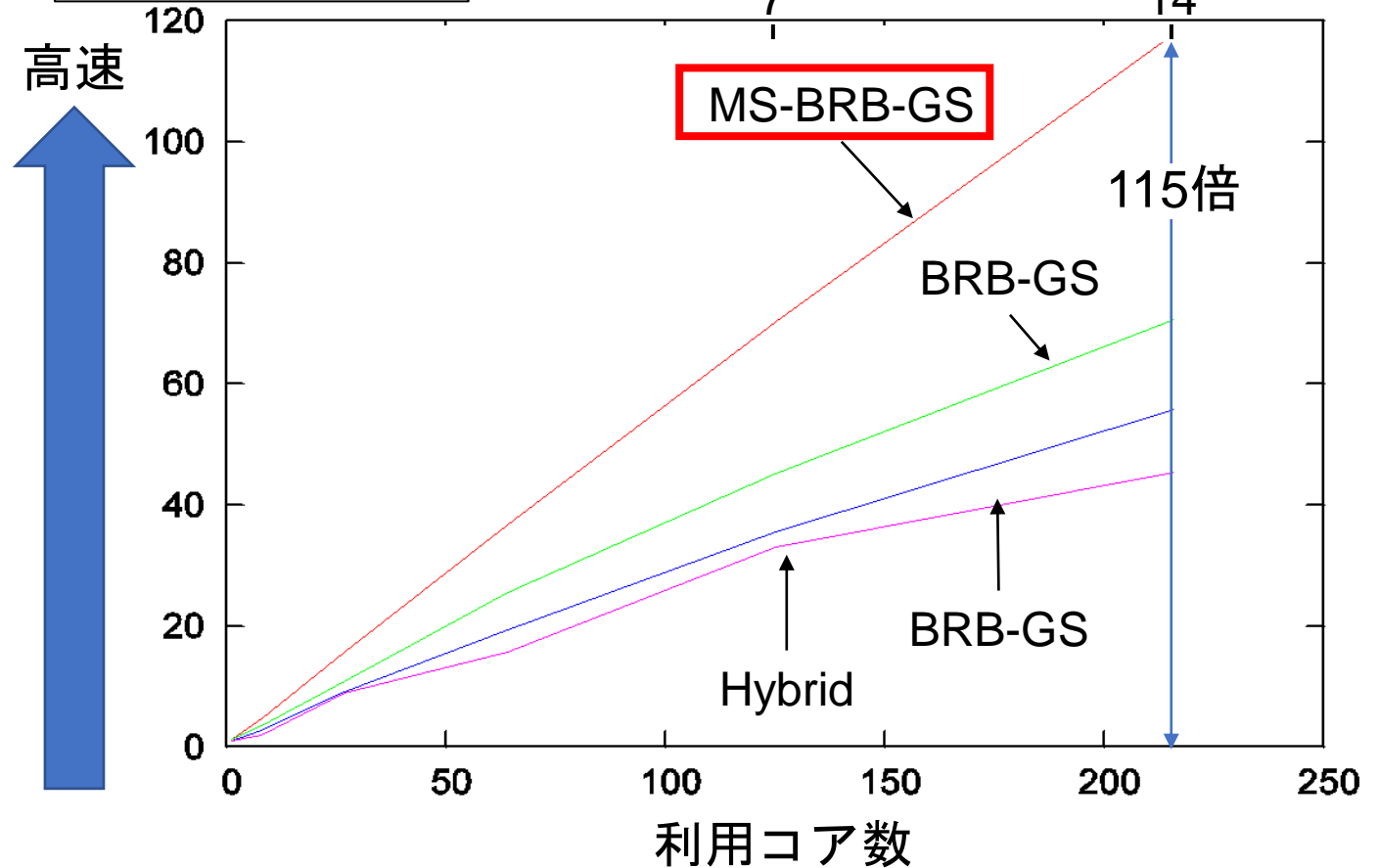
# 研究成果

さまざまな研究の成果により、高速化を達成

ノード内並列化



ノード間並列化



ノード間並列化の結果は未知変数が4.5億の連立一次方程式を6.7秒で求解

スパコンでのさまざまな計算の高速化や利用高度化のための研究活動を行っています。

ご視聴、誠にありがとうございました。  
ご質問等ございましたら、是非Q&Aのコーナーをご利用ください。

Thank you for watching