



研究背景と目的

- 毎年、多くの人々が**熱中症**により救急搬送されており、**死亡例**も報告されている
- この対策として、日本の夏場などの熱中症環境における人の**体温上昇**を解析する必要がある
- 解析した結果から熱中症のリスク評価を行い、**熱中症予防の普及・啓発**に貢献することが目的

解析手法

- 温度上昇解析は、**熱拡散方程式**に生体の特徴を考慮し、時間ステップで逐次計算を行う
- 計算機上での様々な環境を模擬した仮想空間に配置した人体モデルに対して、解析する
- 図1に示したフローチャートに従って実行
- また、体温上昇に伴う**発汗**及び**血流量変化**など**熱調整機能**を考慮した混成解析手法を実現

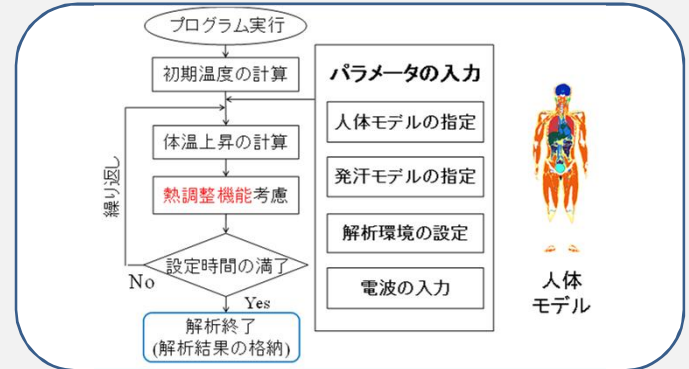
解析の高速化

- リスク評価に必要なデータの蓄積、また、更なる現実化のため、**熱中症環境の模擬**を検討
- しかし、解析コードを市販のワークステーションで実行する場合、**7時間**の解析時間を要するため上記を検討する上で不適
- そこでコードを**スーパーコンピュータSX-ACE**に実装し、**ベクトル化(ループレベル最適化)・並列化(MPI)**を行い、ノード当りの性能を向上させた

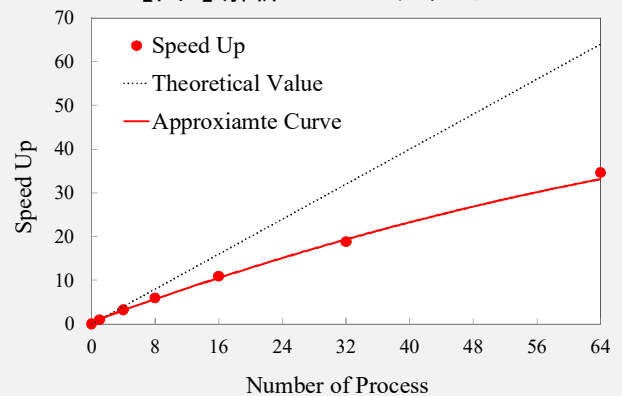
高速化結果・今後の展望

- コードをSX-ACEに**最適化**したことで、解析時間の短縮(図2)、そのコードを用いて熱中症環境を模擬した解析(図3)が実現
- 今後の課題は、データ転送による**遅延**、**演算量インバランス**の解決による並列化率の向上
- 気象データと連携した**準リアルタイムでのリスク評価技術**の構築、さらに地球温暖化に対する**新規シミュレーション基盤技術**の開発を目指す

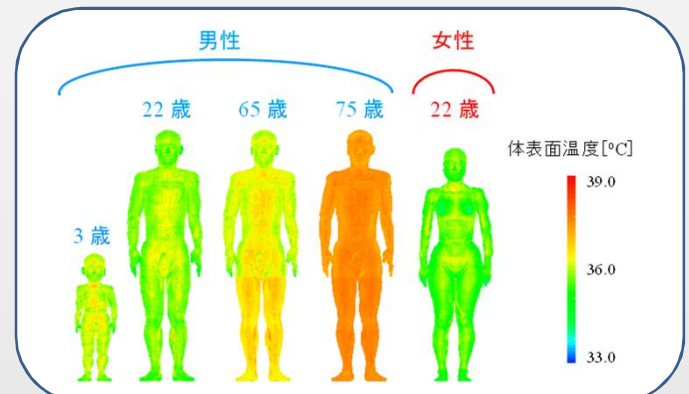
解析結果・グラフ



【図1】解析のフローチャート



【図2】並列プロセス数の増加に対する計算時間の加速率



【図2】暑熱ばく露における表面温度上昇の解析結果

【図2】並列プロセス数増加に伴い加速率は上昇。しかし、理論値64倍に対し、加速率は34.6倍。これは主に**演算量のインバランス**による**並列化率の低下**や、ノード間通信時のデータ転送量の際に発生する**遅延**によるものと考えられる。

【図3】3時間の暑熱ばく露(37°C)を行った際の**体表面温度**で、75歳相当の成人男性が他のモデルに比べて、最も大きく上昇。これは、**発汗機能の相違**によるもので、高齢者が若年者に比べて**発汗量が少なく**、**発汗の開始が遅れる**ことが原因だと考えられる。