

熱中症リスク評価シミュレータの開発と応用

江川 隆輔、滝沢 寛之 (東北大学サイバーサイエンスセンター) 柏 達也、田口 健治(北見工業大学)
堀江 祐圭(日本気象協会) 小寺 紗千子、西村 卓、上松 涼太、三浦 郁亮(名古屋工業大学)



研究背景と目的

- 熱中症による死亡者数は増加傾向。死亡例も報告。
- 本研究グループでは日本の夏場などの環境において、熱中症の主な要因である体温上昇、発汗量の解析を実施。
- 解析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活動に寄与することが目的。

解析手法

- 計算機上にて、様々な環境を模擬した仮想空間に人体モデルを配置，図1に示したフローチャートに従って体温変化や発汗量を計算。
- 温度上昇解析は生体熱輸送方程式を用いる。組織間の熱伝導や体表面から外気への熱伝達に加え，体温上昇に伴う発汗，血流量変化による熱輸送などの熱調整機能(システムバイオロジー)，太陽光吸収による熱発生を考慮し，時間領域有限差分法で逐次計算。

これまでの主な成果

- 2015年からの採択課題により高速化・並列化による準リアルタイム熱中症リスク評価システムを確立。ロードインバランスの解消等により，3時間の暑熱ばく露における体温変化や発汗量を29秒で試算可能。
- 温熱調整モデルの高精度化により，年代や出生地の違いによる温度変化を推定可能とした(図2参照)
- 解析結果のデータベース化することで，気象と個人の年代，活動状況を考慮した熱中症リスク評価Webシステムを構築

今年度の研究計画

- 太陽光。暑熱の複合ばく露が体温に与える影響調査
体表面解像度補完アルゴリズムによって人体モデルを改良し，太陽光ばく露のさらなる高精度化を実現する。
- 熱中症搬送者数をはじめとする統計データと解析結果との連携
スーパーコンピュータによる解析の応用展開として，熱中症搬送者数などの統計データ，気温や湿度，暑さ指数WBGTなどの気象データ，解析結果である深部体温上昇，発汗量などの各種パラメータとの関連性について調査し，応用展開を目指す。
- これまでに得られた知見に基づき，数日間にわたる暑熱ばく露を行った際の生理応答を解析し，データベース化を行い，熱中症搬送者数との関連性について調査を行っている。

解析結果・グラフ

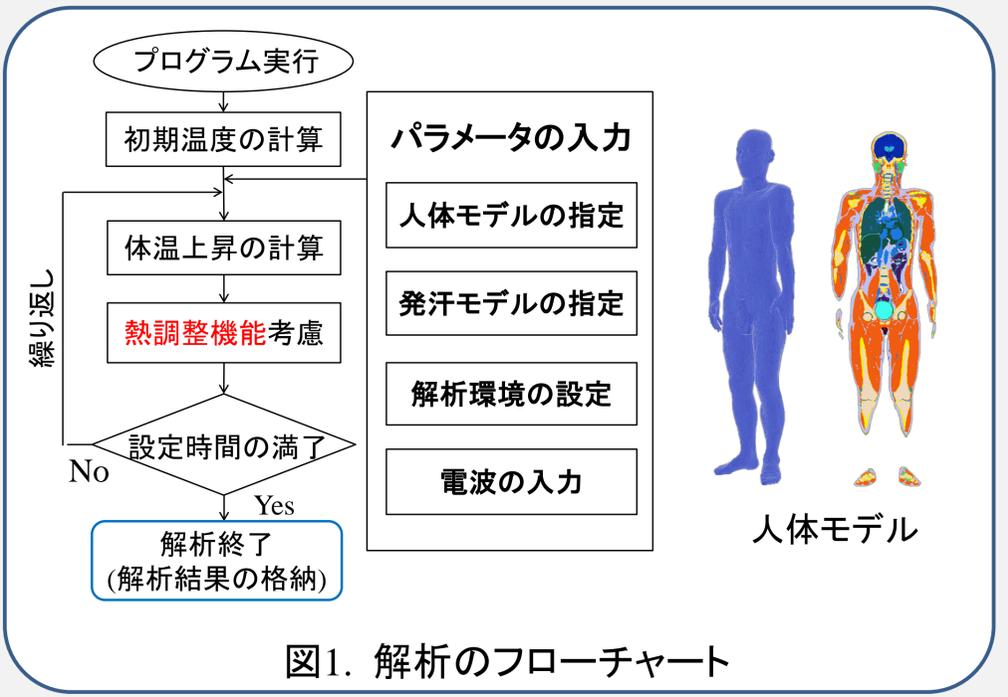


図1. 解析のフローチャート

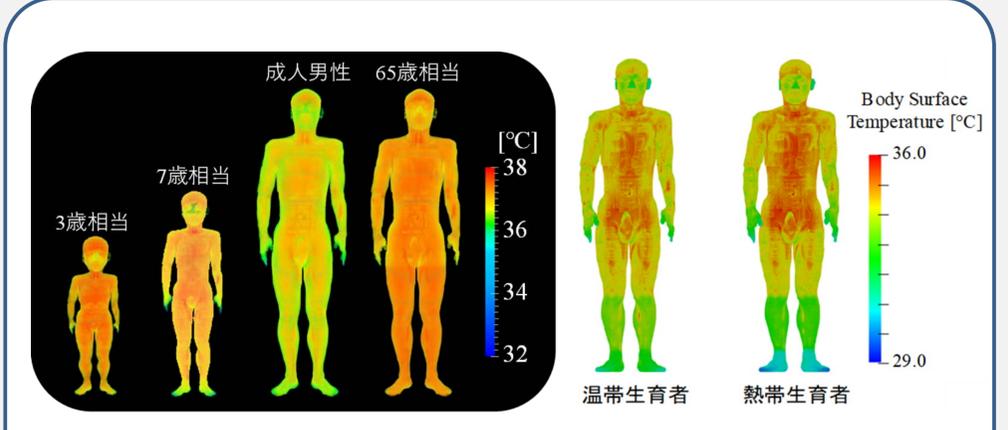


図2. 温熱調整モデルの改良による年代別・出生地別温度分布の再現結果

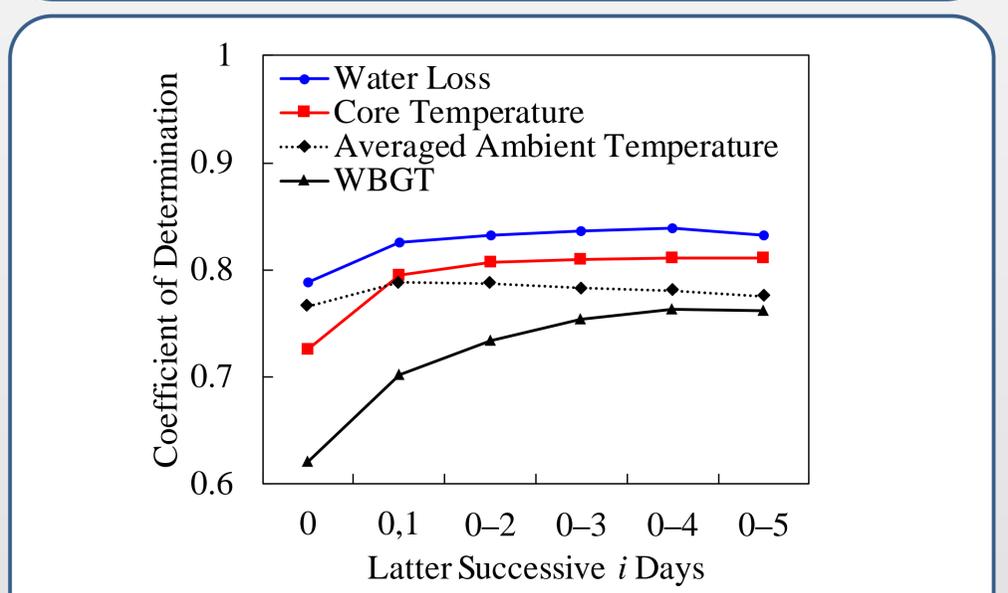


図3. 熱中症搬送者数との決定係数の比較 (高齢者、過去6年の平均値)

- 基礎検討として，高齢者における熱中症搬送者数と各パラメータとの関連性の調査を行っている(図3参照)。気象データ(平均気温，WBGT)よりも，大規模解析結果(深部体温，発汗)のほうが相関が高く，過去数日間の累積のほうが相関がよい。