

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，従来の2倍の解像度を持つ1mmモデルにおいて，3時間の暑熱ばく露における体温変化や発汗量を5.8分で試算可能。
- 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

- 高齢者における太陽光・暑熱の複合ばく露時の体温変化 2種類の高齢者モデル(65歳モデル，75歳モデル)を用いて夏場の長期間解析を行い，体温変化，発汗量変化を推定を行う。解析期間は2018-2020年の6-9月とし，実際の気温，湿度，日射量を考慮し，様々な条件における深部温度，発汗量の変化を取得を行っている。
- 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
高齢者の熱中症に着目し，実際に搬送された患者の搬送時体温と，上記長期間解析により得られた推定深部体温とを比較することで，高齢者の発症が多い，非労作性熱中症の発症メカニズムを検討している。

解析結果・グラフ

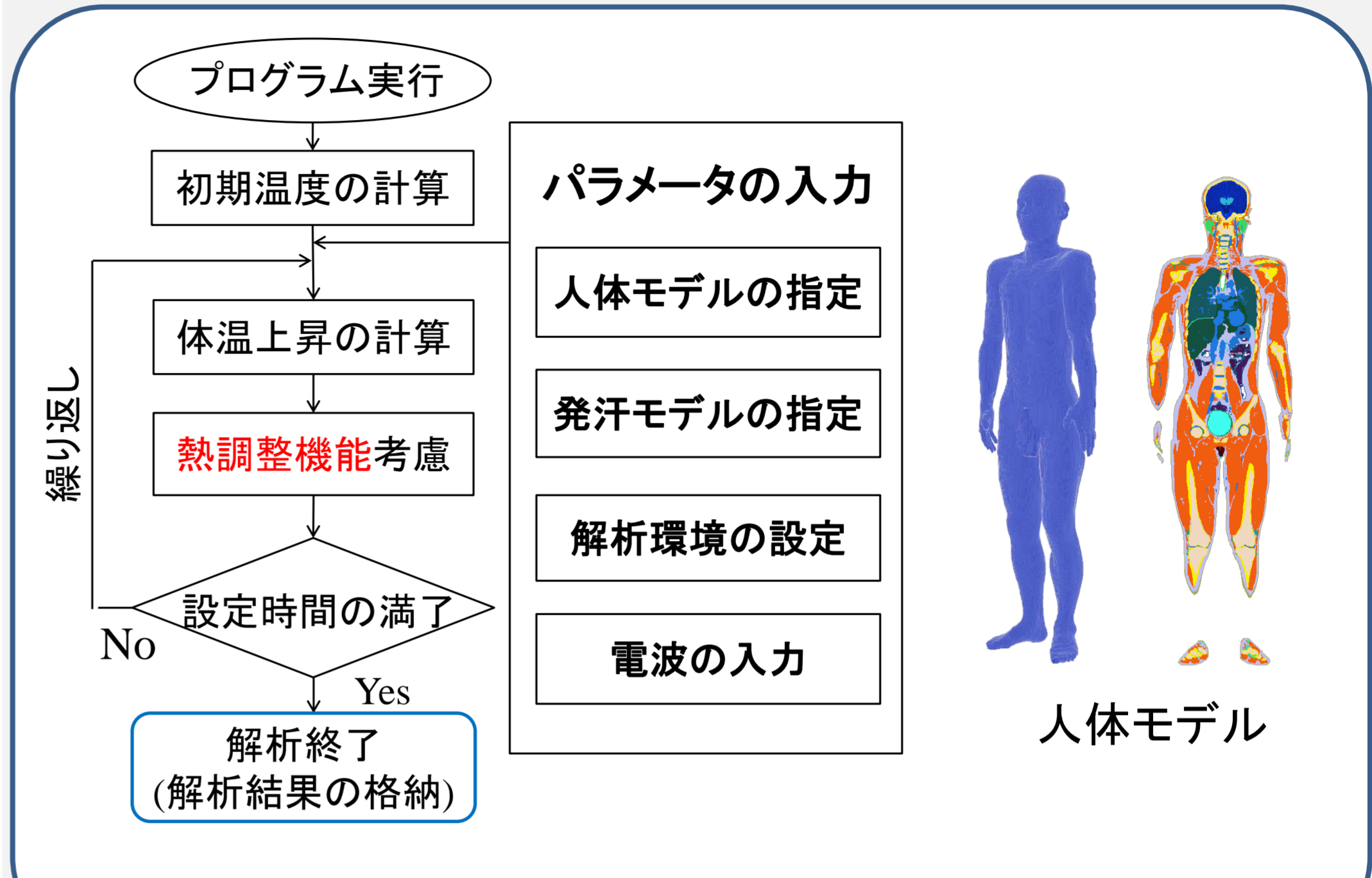


図1. 解析のフローチャート

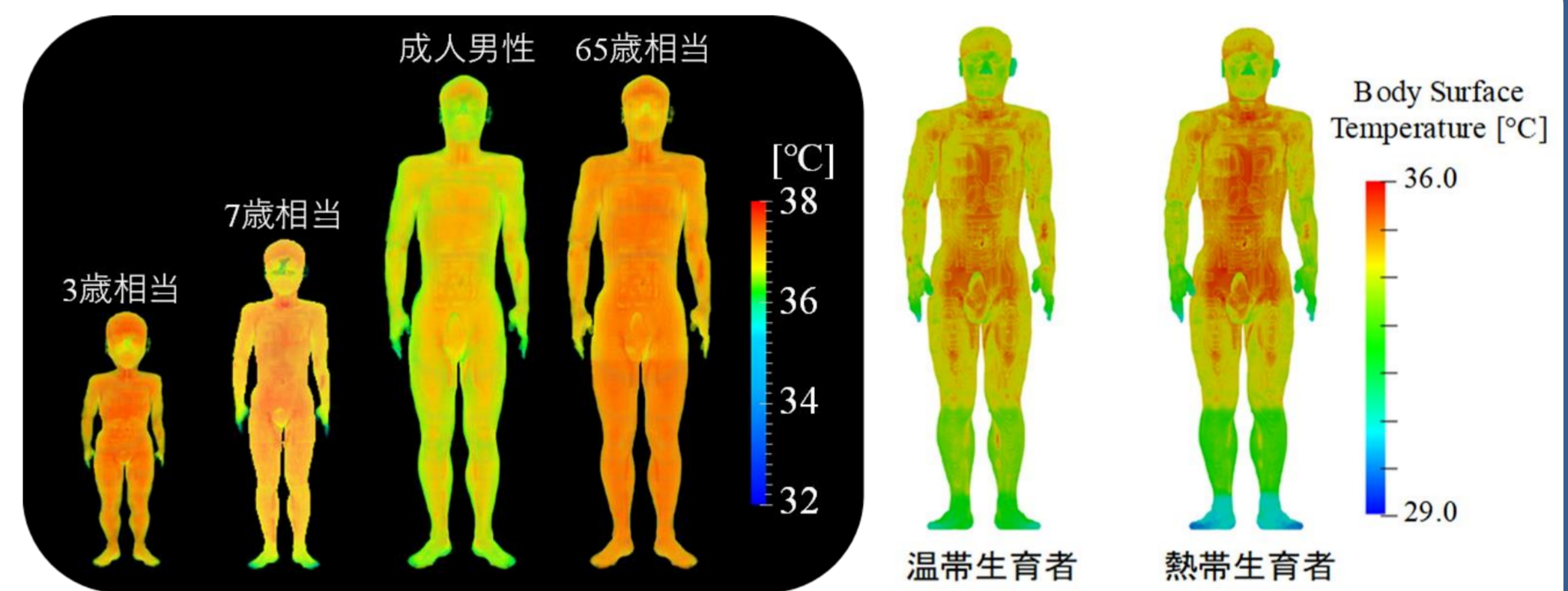


図2. 温熱調整モデルの改良による年代別・出生地別温度分布の再現結果

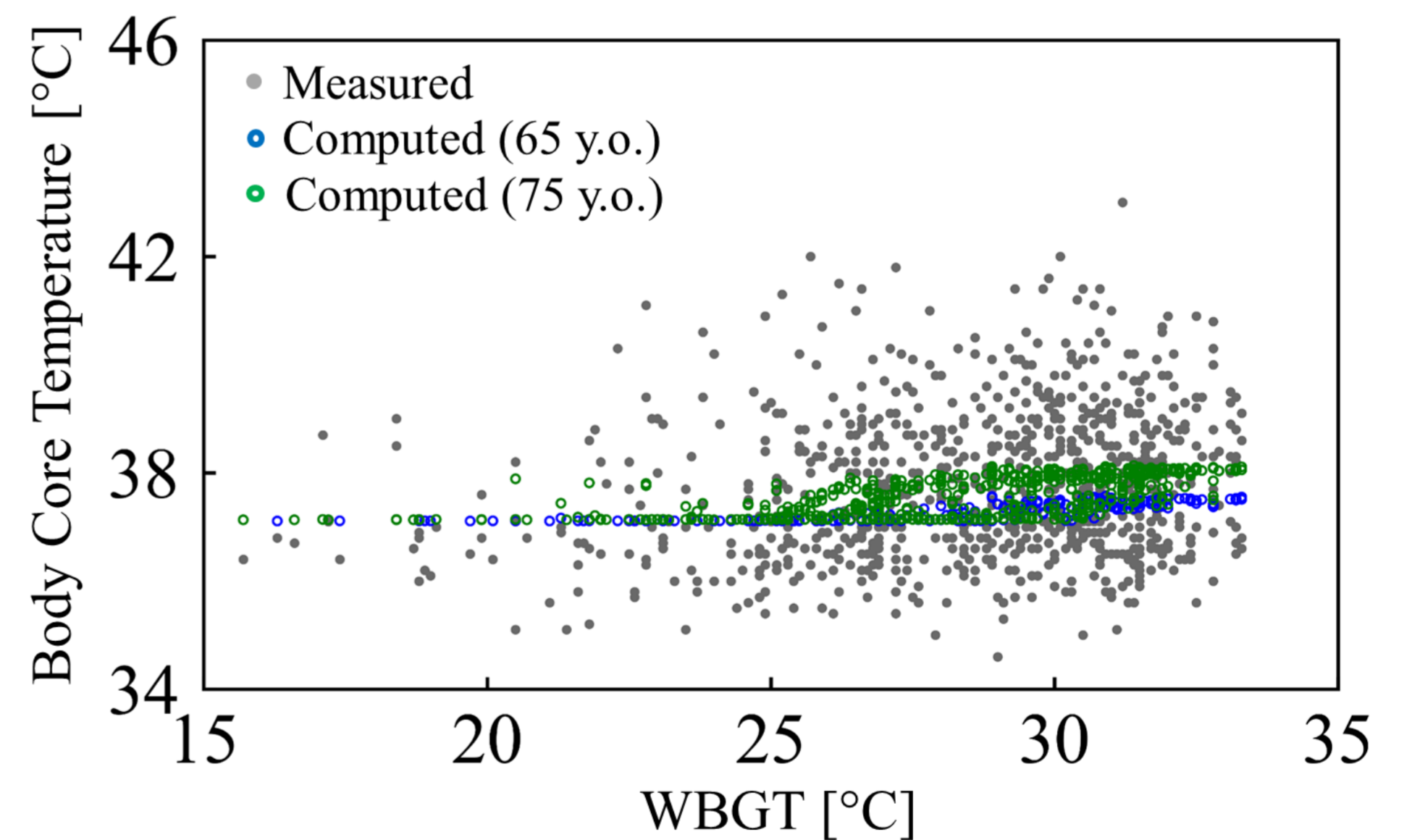


図3. 熱中症搬送者(屋内・高齢者)の搬送時体温と長期間解析による同日時での推定深部体温の比較

- 熱中症搬送者の搬送時の環境での推定体温と実際の測定体温の比較(図3参照)。推定体温にくらべ測定体温が高く，高齢の熱中症搬送者は，発汗量などの体温調整機能が十分でないことが予想される。