

熱中症リスク評価シミュレータの開発と応用

江川 隆輔 (東京電機大学) 滝沢 寛之 (東北大学サイバーサイエンスセンター)
 堀江 祐圭, 木幡 咲英理 (日本気象協会), 小寺 紗千子, 高田 旭登, 木下 晃太郎, 植田 晴大 (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モデルで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。
- 名古屋市消防局と連携し、熱中症搬送者データを用いて高齢者の熱中症発症メカニズムについて考察。
- 長期間解析(2018-2020年6-9月)により得られた推定深部体温と実際に搬送された患者の搬送時体温とを比較、数日間の熱負荷蓄積が起因していることを示唆(図2参照)。

今年度の研究計画

- 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
 これまでに構築した熱中症搬送者数予測技術を、気象の異なる8都道府県に展開、その有効性を示す。解析期間は2013-2019年6-9月とし、入力変数には、一日の平均気温と、暑熱ばく露解析により算出した総発汗量、最大体温上昇値をそれぞれ用いる。
- 白内障発症メカニズム解明のための解析コードの改良と統計的考察
 新たな応用展開として、これまで紫外線や外気温との関連性があるとされてきた核白内障発症のメカニズムについて、その発生要因を考察する。複合物理解析コードを改良、眼球(水晶体)の高精度推定を可能にし、核白内障有病率との相関を調査する。

解析結果・グラフ

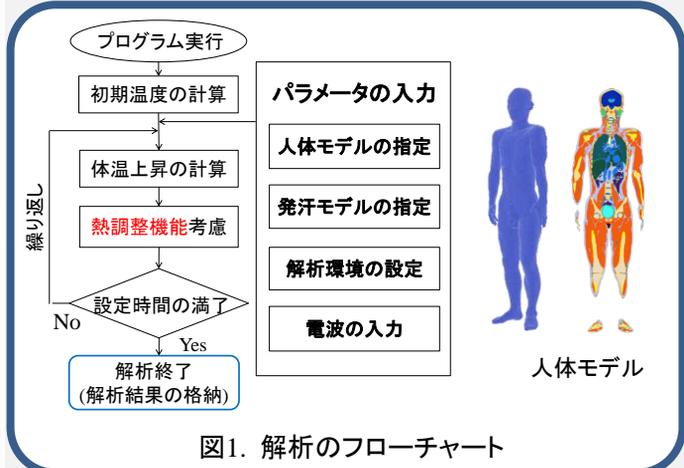


図1. 解析のフローチャート

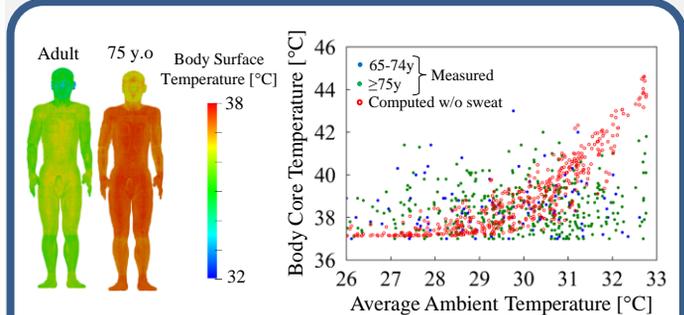


図2. 年代別温度分布の再現と熱中症搬送者(屋内・高齢者)の搬送時体温と解析値の比較

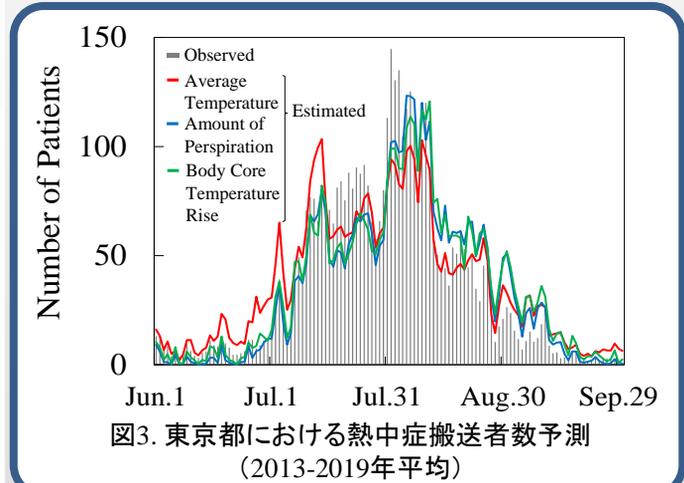


図3. 東京都における熱中症搬送者数予測 (2013-2019年平均)

- 一例として、東京都における熱中症搬送者数の予測結果を示す(図3参照)。各入力変数において、高い予測精度を示しており(決定係数 $R^2 \geq 0.8$)、特に暑熱ばく露解析の結果を用いた予測で高い精度が得られた。