

# 熱中症リスク評価シミュレータの開発と応用

江川 隆輔 (東北大学サイバーサイエンスセンター) 堀江 祐圭 (日本気象協会)  
小島 和也、長谷川 一馬、西尾 渉 (名古屋工業大学)



## 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、**死亡例**も報告されている。熱中症の主な要因である**体温上昇**、**発汗量**の解析を行うことで、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
- 様々な条件を考慮して取得した基礎データを**データベース化**、新たな**対策指標**が必要

## 解析手法

- 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、図1に示したフローチャートに従って実行。
- 温度上昇解析は**生体熱輸送方程式**を用いて、**熱伝導**や表面から外気への**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を行う。
- 外気温:40°C、湿度50%で暑熱ばく露における体表面温度上昇の解析一例(図2)

## データベース化

- 様々な暑熱環境下における体温変化や発汗量等の解析結果をデータベース化(**計7296パターン**)
- 【解析条件】
  - 対象モデル: 22歳, 65歳, 3歳, 7歳モデル
  - 外気温
  - 相対湿度
  - 太陽光(晴れ, 曇り, 室内)
  - 運動強度(静止, 軽い運動, 適度な運動, 激しい運動)
- 解析結果を気象データと連携することで、熱中症のリスク評価を手軽に行えるよう、データを提供

## データベース化結果・今後の展望

- コードをSX-ACE用に最適化したことで、熱中症環境を模擬したデータベース化(図3)を効率化
- 太陽光の影響を考慮し、より正確に体温変化を再現するため分解能を1mmとした解析の検討
- 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

## 解析結果・グラフ

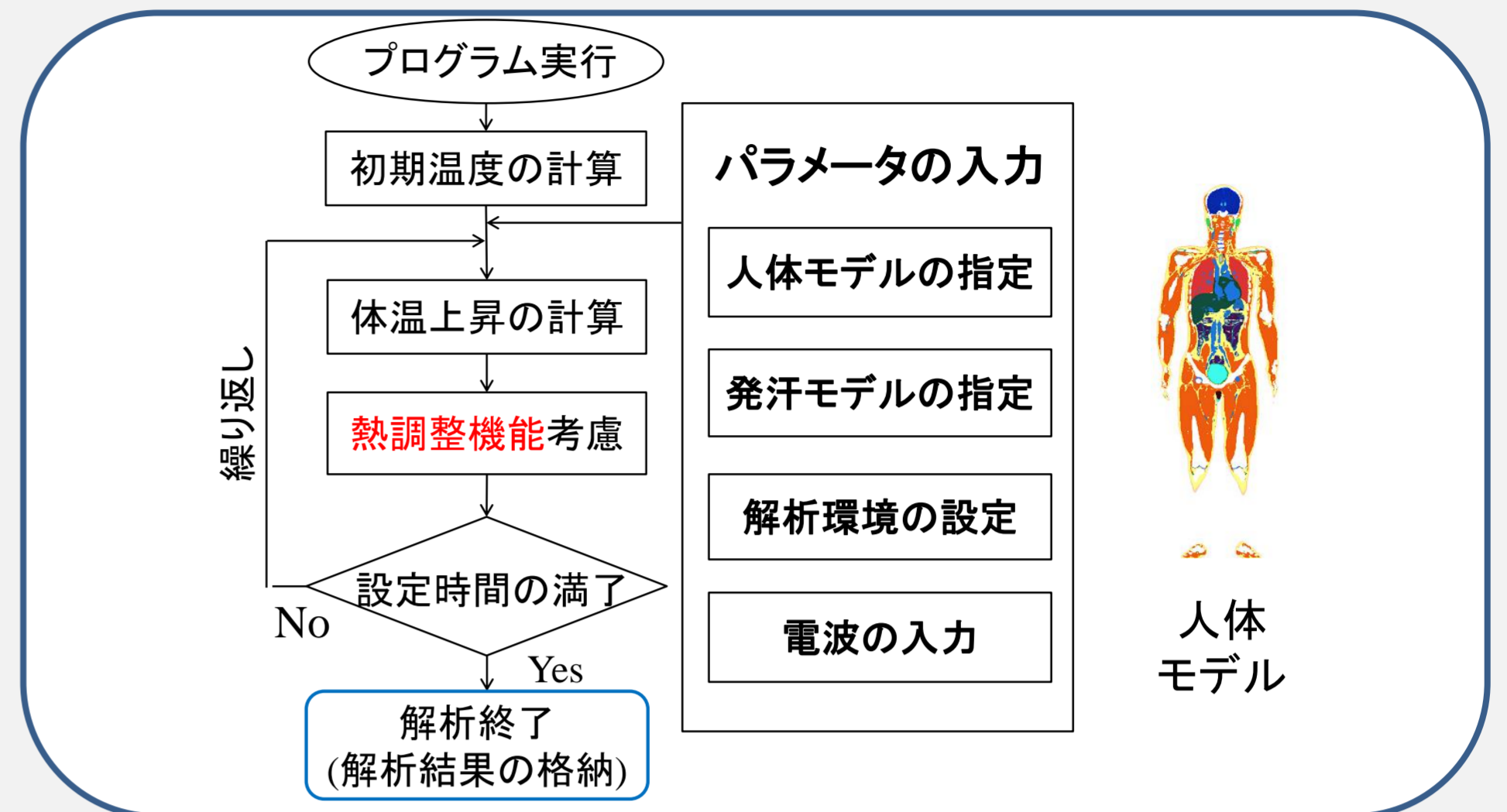


図1. 解析のフローチャート

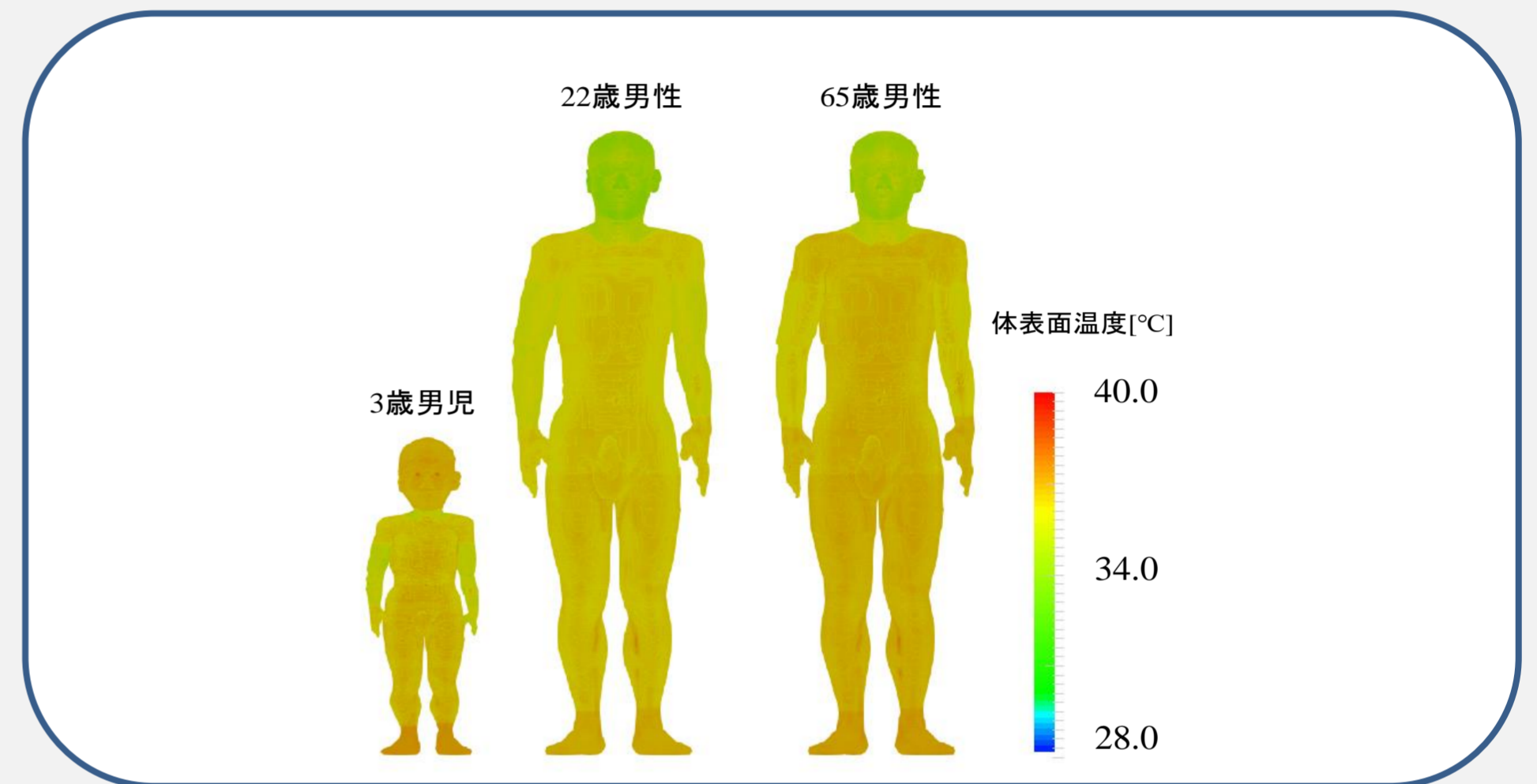


図2. 体表面温度の分布

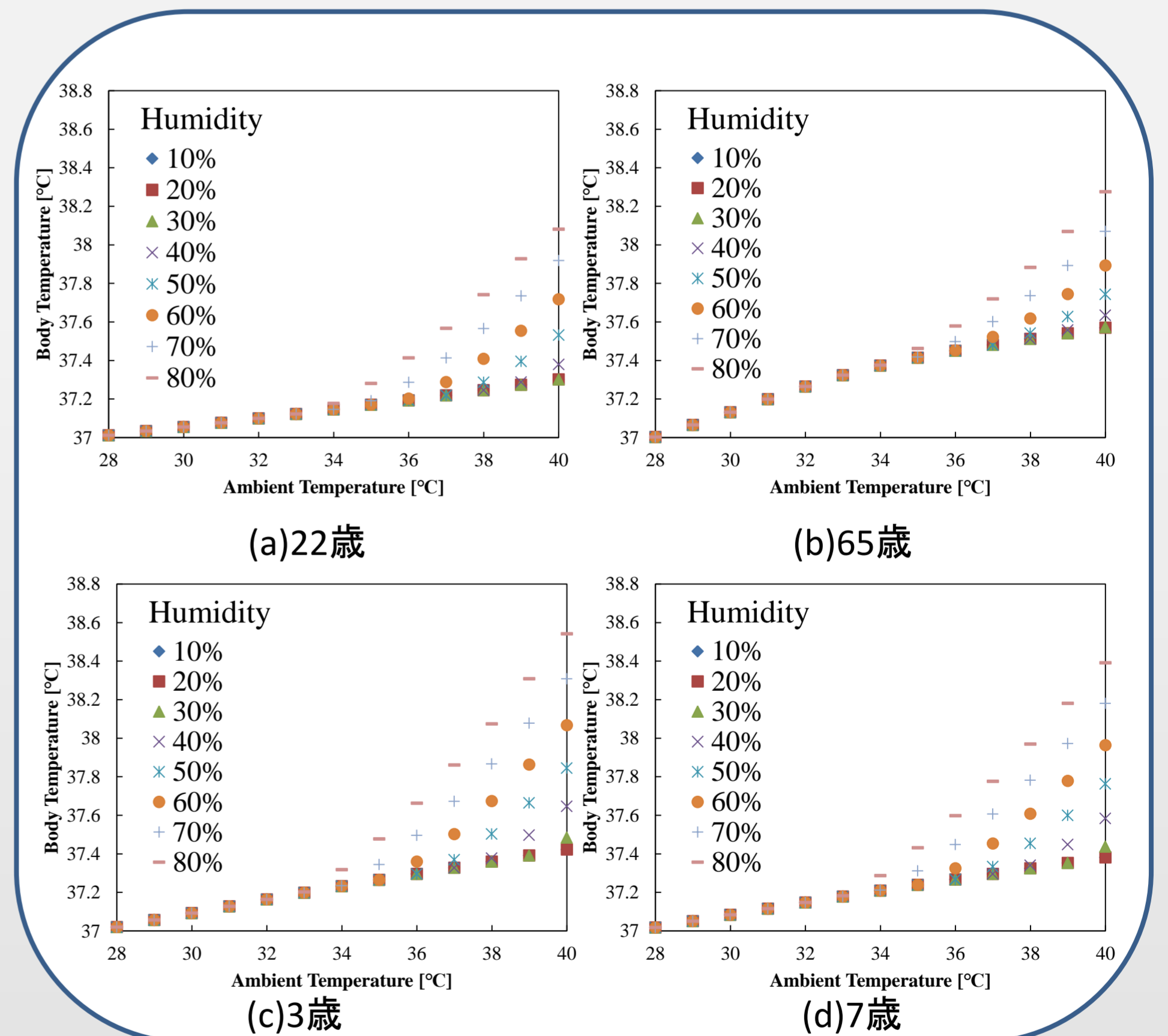


図3. データベース化に用いた一部解析結果

- 湿度が高くなるほど、外気温の上昇に伴う体温上昇率が上昇(図3)。湿度の増加に伴い、汗による蒸散熱量が減少することが原因
- 日本気象協会『熱中症セルフチェックシステム』に本解析結果が導入されるなど、熱中症予防への普及啓発活動に貢献 <https://www.netsuzero.jp/selfcheck>