



高齢者はなぜ自宅から 熱中症で搬送されるのか？

～計算科学と熱中症搬送者統計データの融合による
科学的な裏付けに向けて～

名古屋工業大学 × 名古屋市消防局
(協力) 横浜国立大学

名古屋工業大学 先端医用物理・情報工学研究センター
センター長 教授 平田 晃正
ahirata@nitech.ac.jp

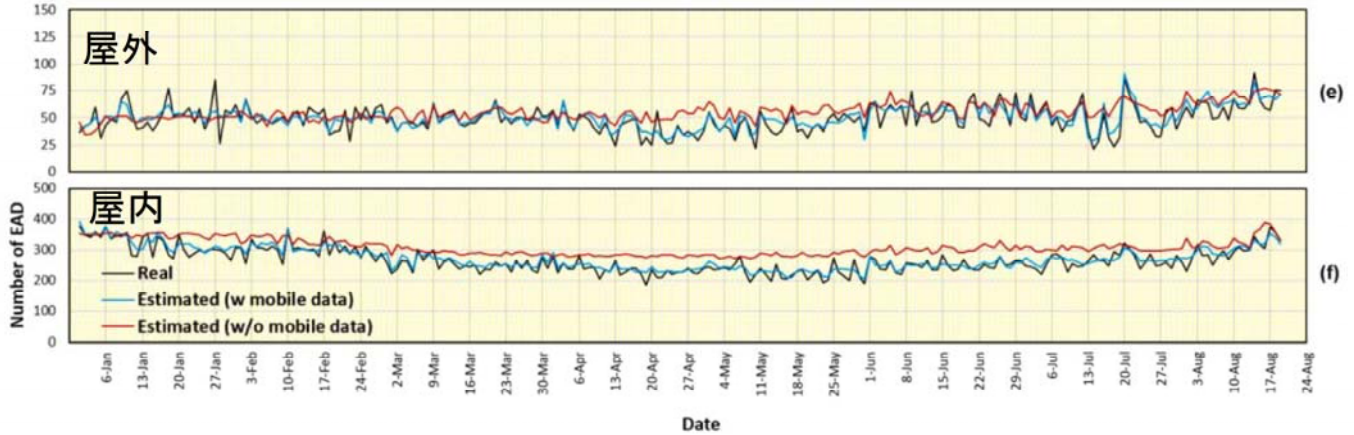
キーポイント

- 名古屋市消防局が**搬送時に取得したデータ**により、
高齢者の**熱中症発症過程を推察**
- 高齢の熱中症搬送者の**3割以上**は、体温調節機能が
著しく低下している可能性
- 脱水を伴う熱中症は、1日のみではなく、**数日間の蓄積**によって生じることを示唆

名古屋市における搬送者数について

名古屋市消防局と名古屋工業大学で共同研究を実施、救命救急搬送者数を予測する技術を開発中。その中で、特に、暑い日に増加する熱中症による搬送者数を分析。人命救助を支援するデータの提供

人流データと気象条件に搬送者数を予測した例[†]



人流の変化にともない、コロナ禍における救命救急搬送者数は減少傾向[†]。
熱中症搬送者数は、全国的にほぼ横ばい^{††}（名古屋市でも同様の傾向）

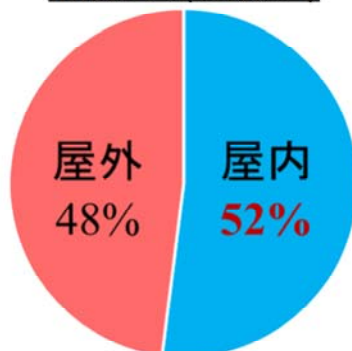
[†]Rashed et al, J. Biomed. Informatics, 117, 103743, 2021

^{††} 名古屋工業大学プレスリリース コロナ禍の熱中症搬送者数について～熱中症搬送者数予測技術からの知見～2017.6.30

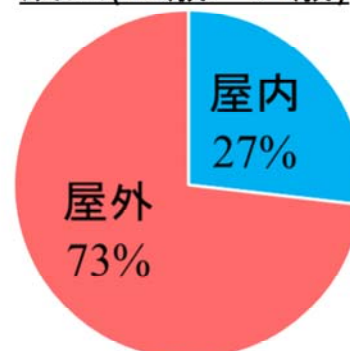
高齢者の熱中症

- ・発汗などの体温調節機能が低下、重症化率が高い
- ・屋内での発症(非労作性熱中症)が成人と比較して多い

高齢者(65歳 -)



成人(18歳 - 64歳)



2019 - 2020 名古屋市 (名古屋市消防局提供)

問題点: 従来研究では、搬送者数や症状のみに着目

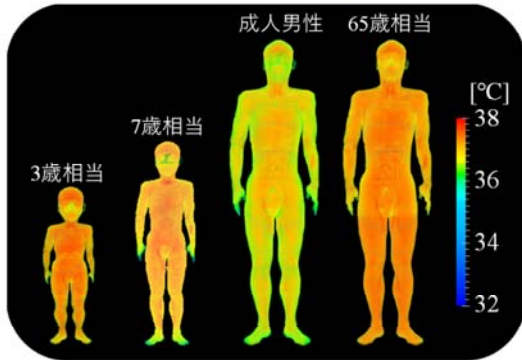
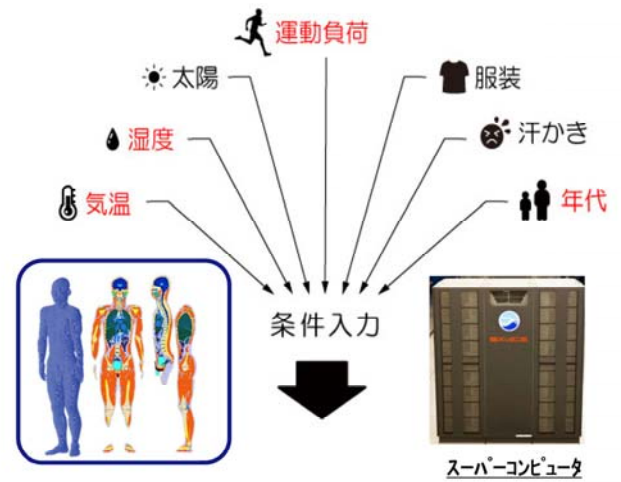
⇒ 高齢者が自宅で熱中症に至る過程については不明な部分が多い

高齢者が屋内で熱中症に至るまでの過程を科学的に考察

本研究グループの技術とこれまでの成果

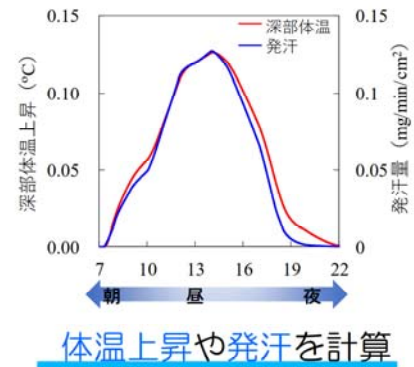
技術の特徴

- 詳細な人体モデルを利用(2mmの解像度、計算点:805万点)
- 太陽光(電磁波)と外気温(熱)などの複数の物理現象をスーパーコンピュータ上で再現
- 温度上昇に伴う生理応答(発汗、血管拡張)を考慮
- 生理応答などの年齢性依存や出生地による影響などをモデル化することで、**子供・高齢者・外国人**に対する試算も可能
- 統計データとの融合による**熱中症搬送者数予測**



過去のプレスリリース

- 高齢者の熱中症 (2012, 2014年)
- 子供の熱中症リスク(2011, 2016年)
- 世代別リスク評価と熱中症セルフチェック (2016, 2017年)
- 暑熱順化 (2018年)、作業者向けのアラート手法 (2020年)
- 熱中症搬送者予測 (2019年、2020年)



測定条件について

- 名古屋市 2019年 (5/1 ~ 9/30), 2020年 (5/1 ~ 8/31)
- 搬送者の年齢、発生場所、発生状況に加え、**わきの下温度を測定**(必要に応じて複数回測定)
- 情報管理の観点から、患者の診断データとのリンクはできない。

分析対象 内訳

年齢	屋内(人)	屋外(人)	合計(人)
0~64歳	267	769	1036
65~74歳	235	130	365
75~歳	596	338	934

救急搬送データ(熱中症)：名古屋市消防局取得

65歳以上の屋内で熱中症を発症した搬送者に着目

➡ スーパーコンピュータによる解析により、搬送者の個々人の状況を模擬

名古屋市 2019年(5/1～9/30)、2020年(5/1～8/31)

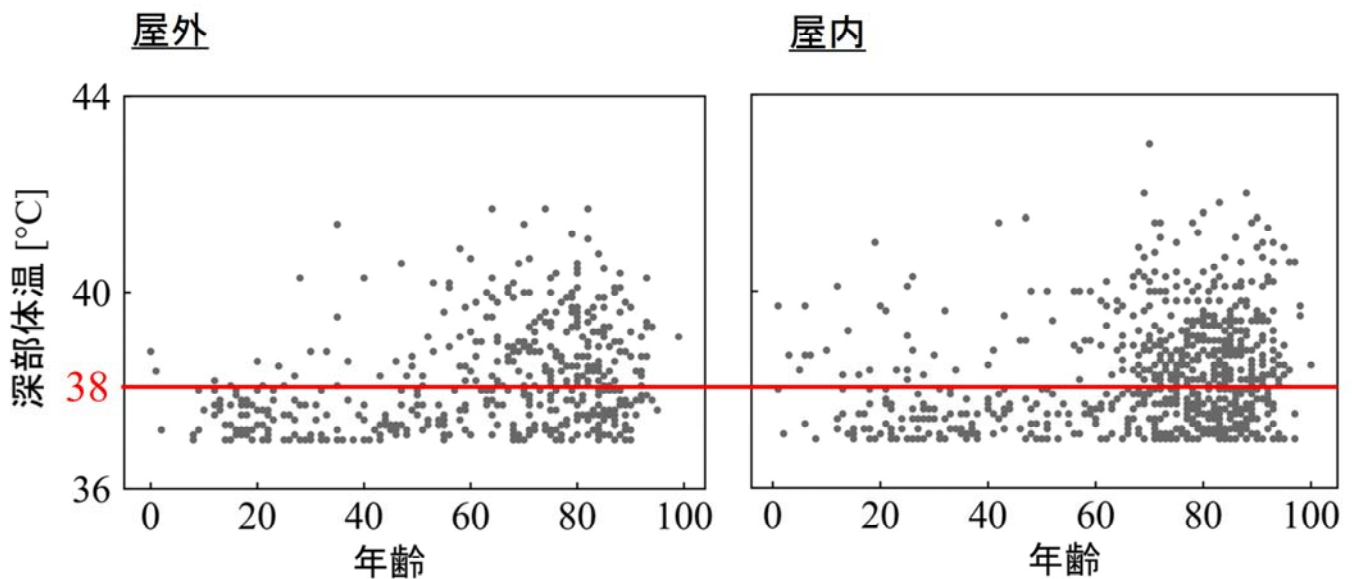
搬送日時	年齢	発生場所	搬送時体温(°C)	屋内/屋外
2019/5/3 13:02	59	共同住宅・居室	36.3	屋内
2019/5/3 15:49	73	一般道路	38.2	屋外
2019/5/4 13:01	84	一般住宅・居室	37.7	屋内
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2020/8/31 16:57	25	一般道路	37.6	屋外
2020/8/31 17:40	93	共同住宅・居室	38.5	屋内

+

※応急処置の冷却による影響を排除するため、37°C未満の搬送者データは除外

7

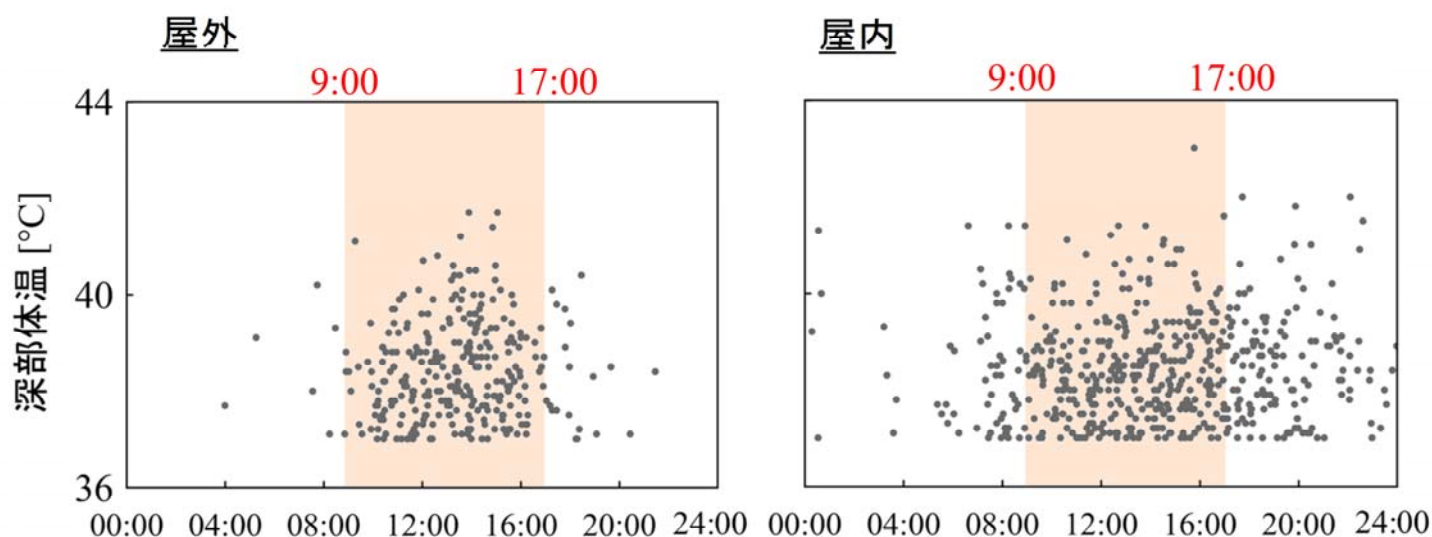
ビッグデータ分析：搬送時体温と年齢の関係



- ・熱中症の発症は65歳以上で急増
- ・屋内、屋外にかかわらず年齢とともに体温は上昇
→ 65歳以上においては、約42%の搬送者が38°C以上

8

搬送時体温と搬送時間の関係（65歳以上）



屋外：一般的な活動時間である午前9時から午後5時の間に発症

屋内：幅広い時間帯で発症

- ・日中に温まった建材の熱放散による、長時間にわたった影響
- ・睡眠中に脱水症をおこした可能性

9

2019年、2020年の名古屋市における搬送者数の内訳（分析対象）

年齢	屋内(人)	屋外(人)	合計(人)
0~64歳	267	769	1036
65~74歳	235	130	365
75~歳	596	338	934
0~64歳(37°C以上)	113	308	421
65~74歳(37°C以上)	132	82	214
75~歳(37°C以上)	427	221	648

計算による分析：搬送時の状況を模擬

高齢者：体温調節機能の低下

- 暑さを感じる感覚に遅れ
- 主に足での発汗機能の衰え

計算機で再現

健全な成人、65歳、75歳モデル
汗を全くかかないモデル

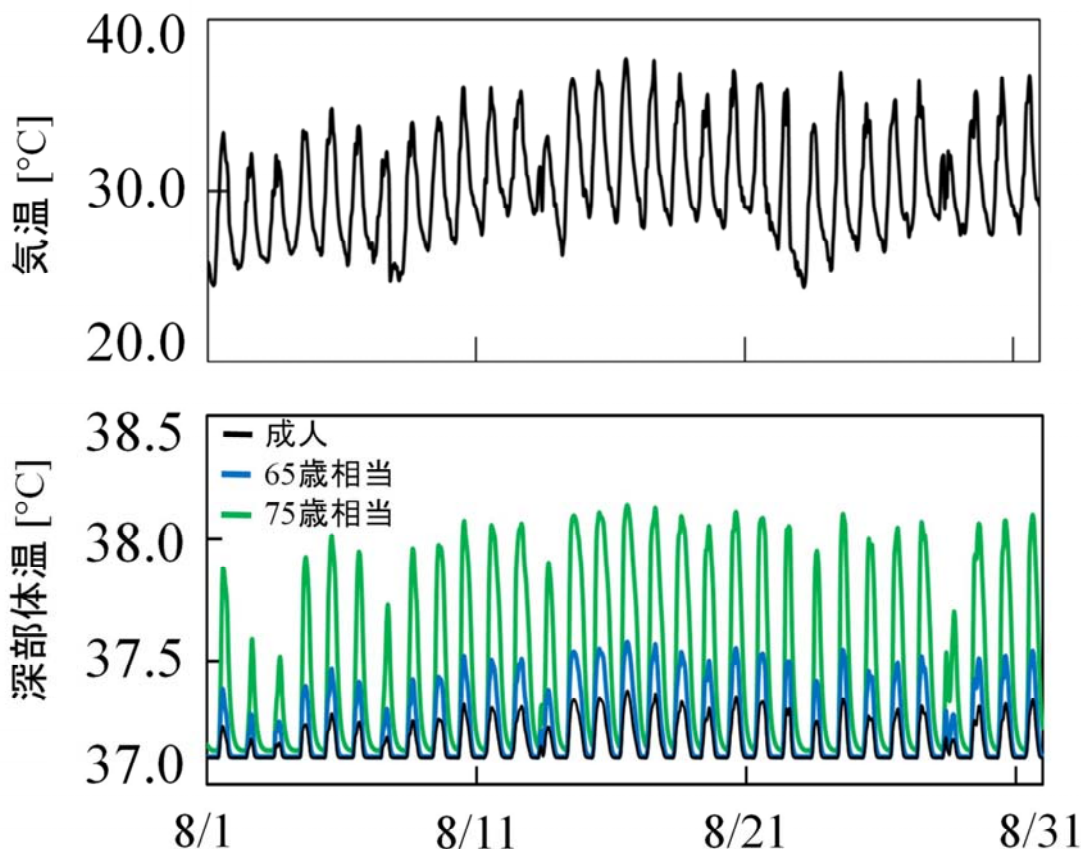
計算条件

- 🌡️ 気温 ... 2019年(5/1~9/30), 2020年(5/1~8/31)の
- 💧 湿度 ... 名古屋市の気象データを使用。屋外の温湿度を、屋内も同じとして適用(一般に、屋内は数°C低い値†)
- 👤 年代 ... 体温調節機能の低下を段階的に模擬した
65歳モデル(65~75歳相当)、75歳モデル(75歳以上)
- 👕 服装 ... 半袖、長ズボン
- ☀️ 太陽光 ... 屋内搬送者を対象としたため
- 🏃 運動負荷 ... 太陽光や運動量の影響はないものと仮定

†堀越哲美 “日本の住宅の室内気候の実態 - 温熱環境と季節変動” 学術の動向, vol.24, no.8, pp.50-58, 2019.

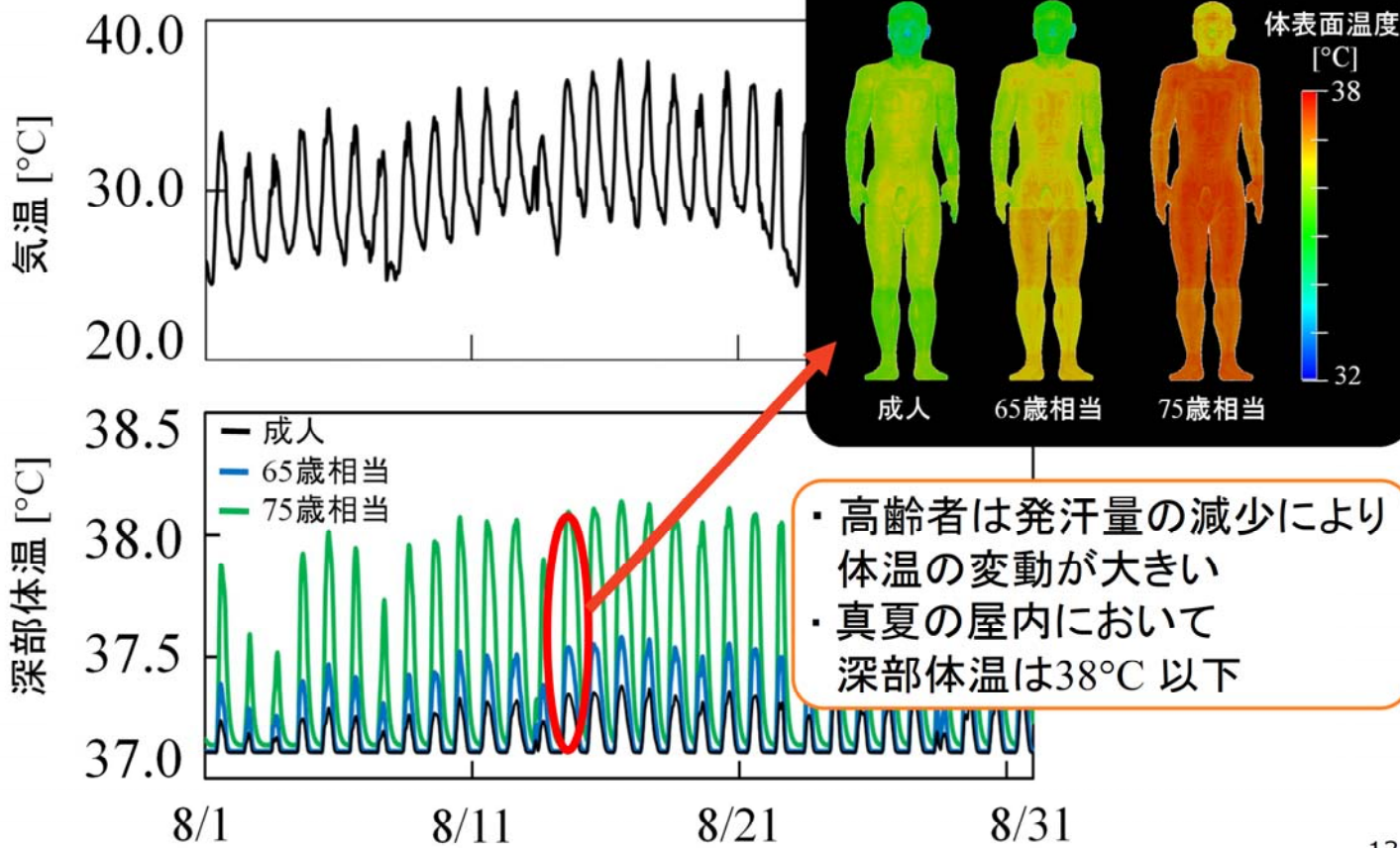
深部体温（解析値）の時間変化

(例)
2020年8月



深部体温（解析値）の時間変化

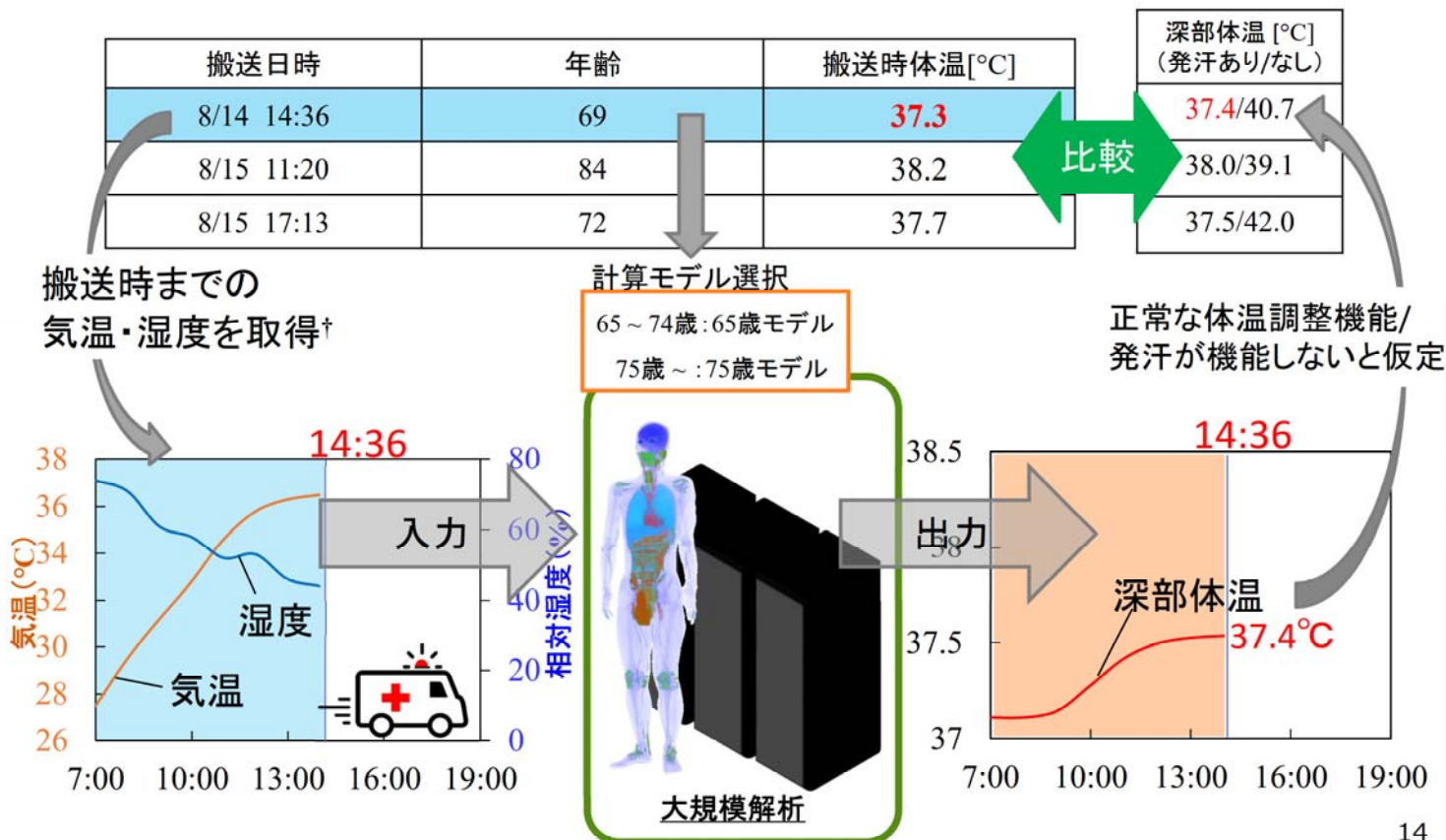
(例)
2020年8月



13

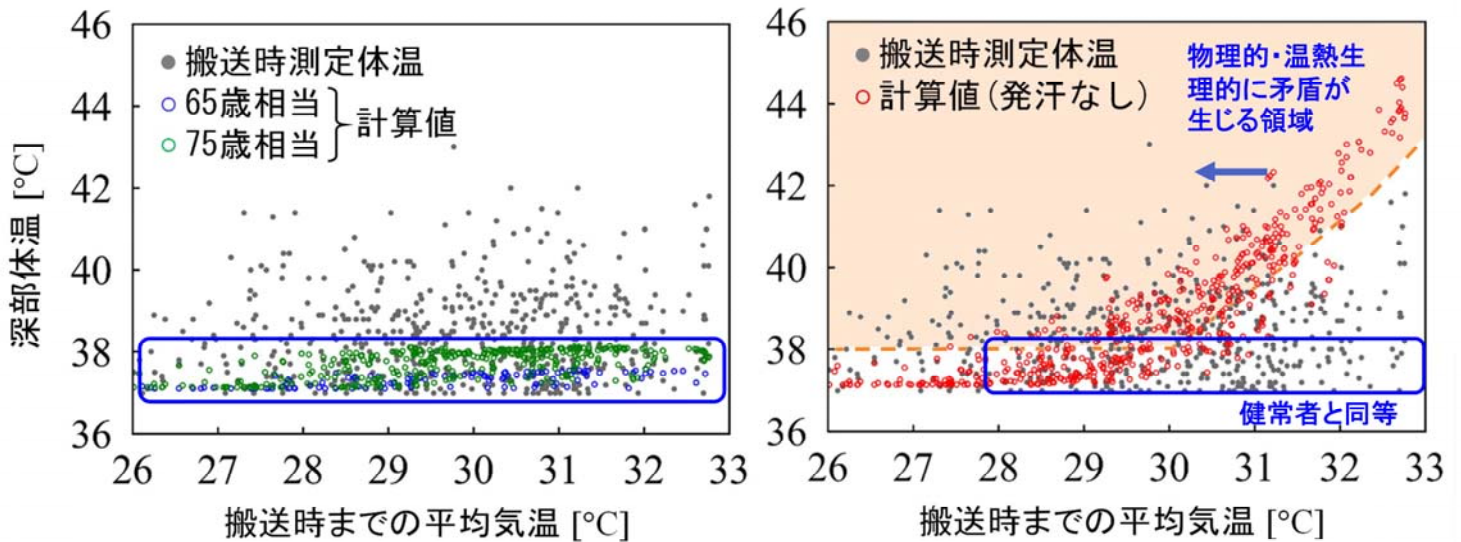
搬送時間までの深部体温を推定

救急搬送データ: **屋内**から搬送された高齢者を抽出(解析対象:1,299人)



14

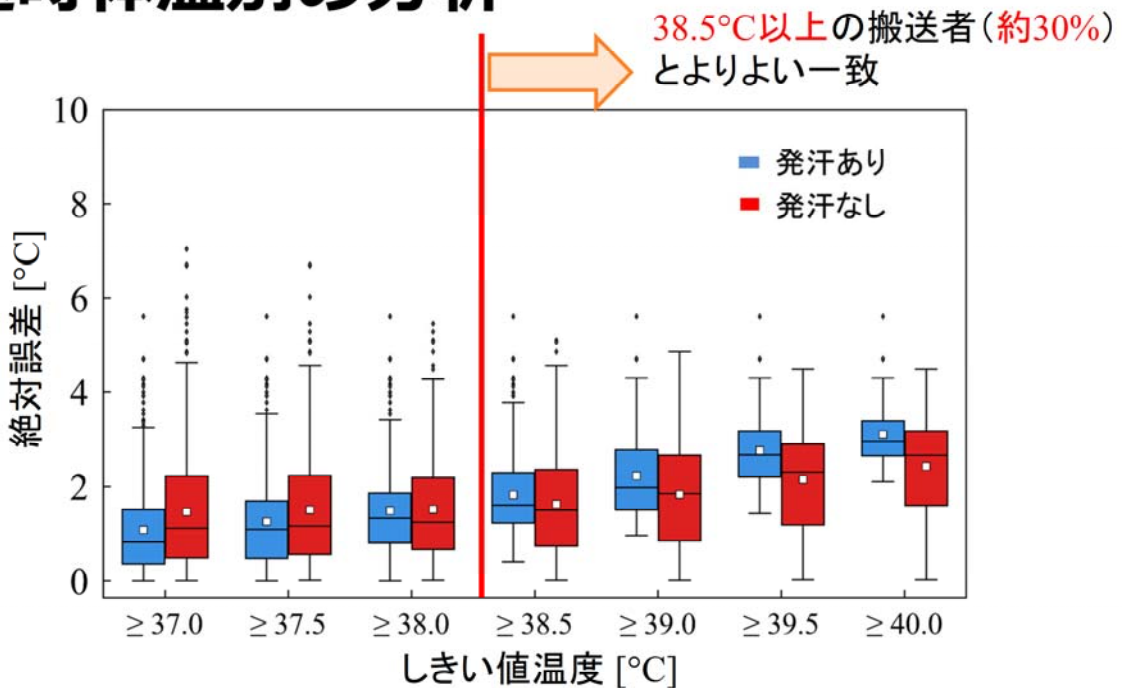
測定値と解析値の比較



標準的な発汗を模擬した場合(左)より、発汗がない場合(右)のほうが、搬送時に測定された体温とよく一致

- 暑さの知覚を含む体温調節機能が著しく低下している可能性
- 脱水症の可能性**

搬送時体温別の分析



健全な体温調整機能と仮定した場合、搬送当日の汗の量:
最大**500g**程度(体重の1%未満)

脱水症状は数日間の蓄積による影響の可能性

まとめ

- **日本の住宅環境**における**高齢者の熱中症発症メカニズム**の一部を分析
 - 数百名規模の深部体温を測定するとともに、安静状態で搬送されるまで過ごした方の深部体温を推定、比較した。
 - 1.暑さを感じる機能が著しく低下している可能性
 - 2.のどが渇いていなくても、数日間にわたって少しずつ脱水症状に至る可能性
- 本人が自覚していない可能性があるため、客観的データに基づき、**周りからの呼びかけが重要**

高血圧、心疾患、肝臓病、腎臓病などの疾患
抗コリン作用のある薬は、発汗抑制をきたす可能性。
利尿剤は脱水を引き起こしやすくなる
日常生活における熱中症予防Ver3.1、日本生気象学会、2021

17

熱中症予防対策（名古屋市消防局より） ～当たり前の対策を当たり前にやりましょう～

- こまめに水分補給をする。
「喉が渇く前に飲みましょう。」
- エアコン・扇風機を使用する。
「室温28℃を目安にエアコンをつけましょう。」
- シャワーやタオルで身体を冷やす。
「こまめに冷やしてリフレッシュしましょう。」
- 運動を控える。
「暑い日は決して無理をしないようにしましょう。」
- 涼しい服装にする。
「通気性の良い服を着ましょう。」
- 部屋の風通しを良くする。
「家の中の向き合う窓を開けましょう。」

自分だけではなく、自分の家族や友人にも伝えることが大切

名古屋市消防局と名古屋工業大学では、予測技術などに関する共同研究を継続しています。

取材申込：名古屋市消防局救急部救急課救急係まで

18