

住宅内での熱中症対策に関する検討事例

1. 高齢者住宅の夏季室内環境・住まい方調査
2. 高齢者の住宅内熱中症リスク評価モデル
3. 付録(熱中症データベース2010の室内関連分析)

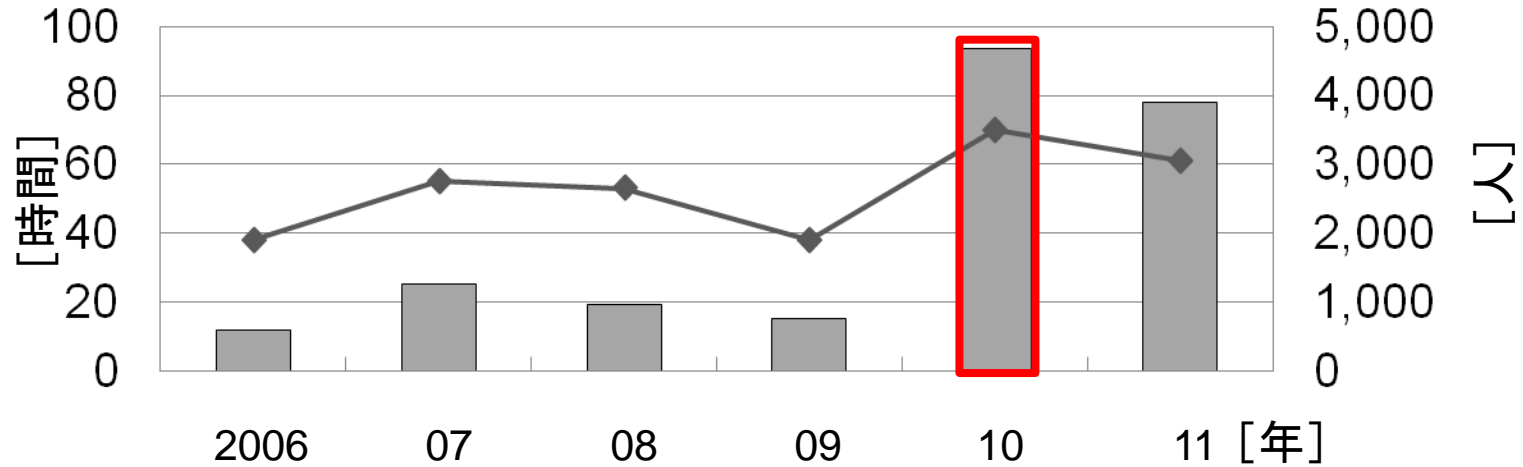
伊香賀 俊治

慶應義塾大学 理工学部システムデザイン工学科 教授



夏季における住宅内熱中症の増加

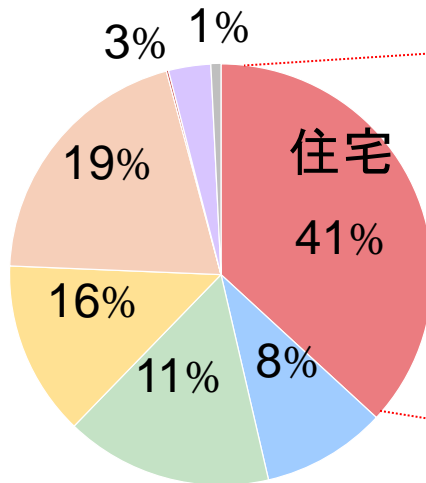
■ 東京都の6～9月の熱中症患者数^{文1} ◆ 東京(大手町気象台)の6～9月の30℃以上出現時間^{文2}



2010年の東京都における熱中症患者の発生場所^{文1}

発生場所

- 運動中
- 仕事場
- 公衆出入場所
- 屋外
- 屋内(住宅以外)
- 学校・幼稚園
- 不明



65歳以上

72%

年齢

- 0～6歳
- 7～18歳
- 19～39歳
- 40～65歳

文1: 国立環境研究所 熱中症患者速報ホームページ 文2: 気象庁ホームページより作成



高齢者住宅の夏季室内環境・住まい方調査

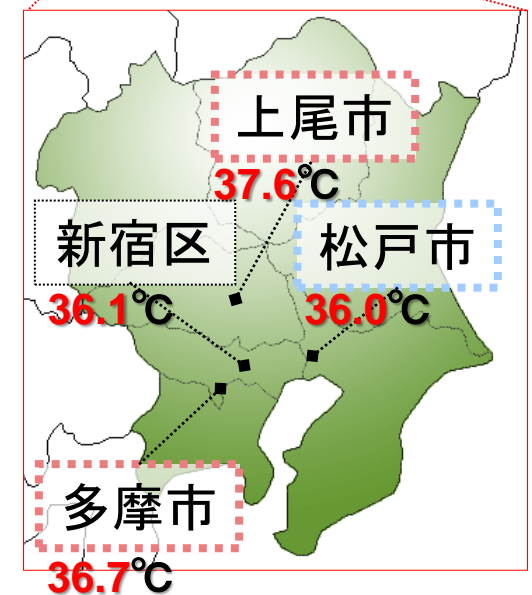
2010年熱中症発症者宅の実測調査

- (東京都新宿区 1戸、2010.8-9)
- (千葉県松戸市 1戸、2011.7)
- (東京都多摩市 1戸、2011.7)



高齢者住宅の夏季室内環境・住まい方を調査

- (埼玉県上尾市 13戸、2011.6-7)
- (東京都多摩市 57戸、2011.7-8)



温度：各地域の2011年最高気温

住宅の室内環境測定と熱中症対策実態調査

2011年5月14日にTAMA市民大学講座『なぜ夜中に熱中症？』で講演
2011年6月27, 28日にTAMA市民大学会員に『熱中症説明会』を開催

配布物

- ◇ 温湿度計
- ◇ 夏季における住まい方・住宅仕様等に関するアンケート用紙

実測期間

2011/7/5～23



説明会の様子



温湿度計

アンケート用紙

回答者

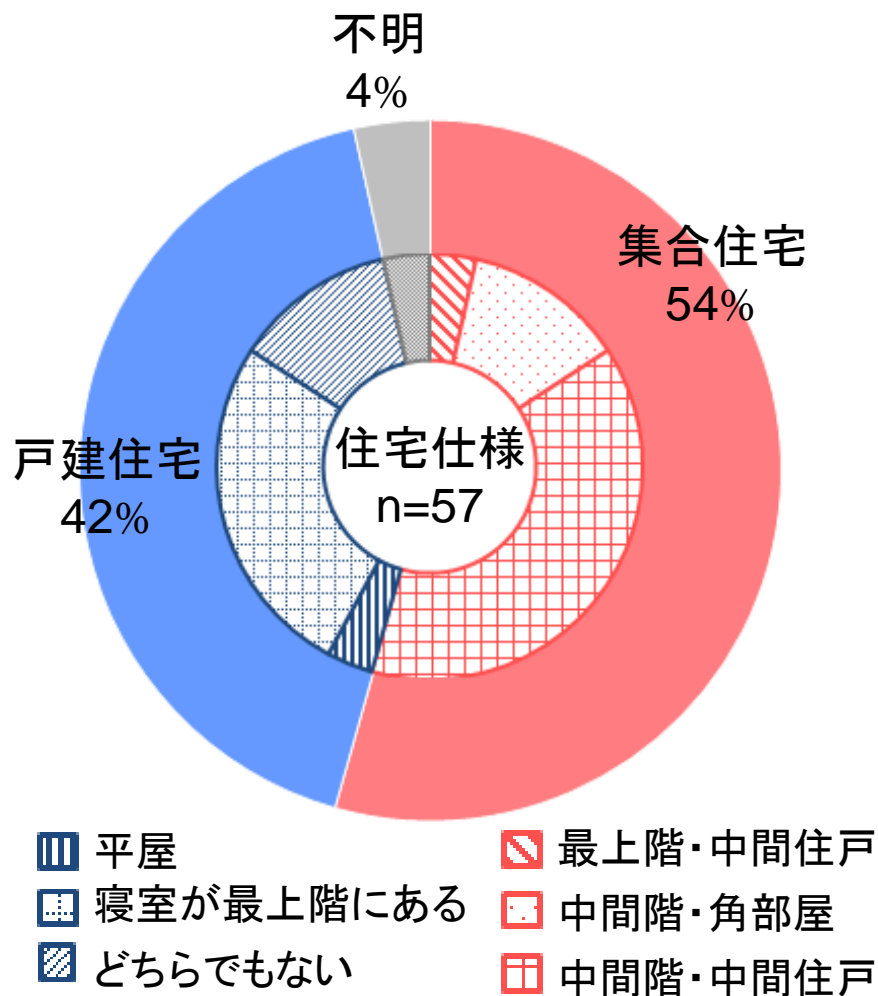
57名

調査内容

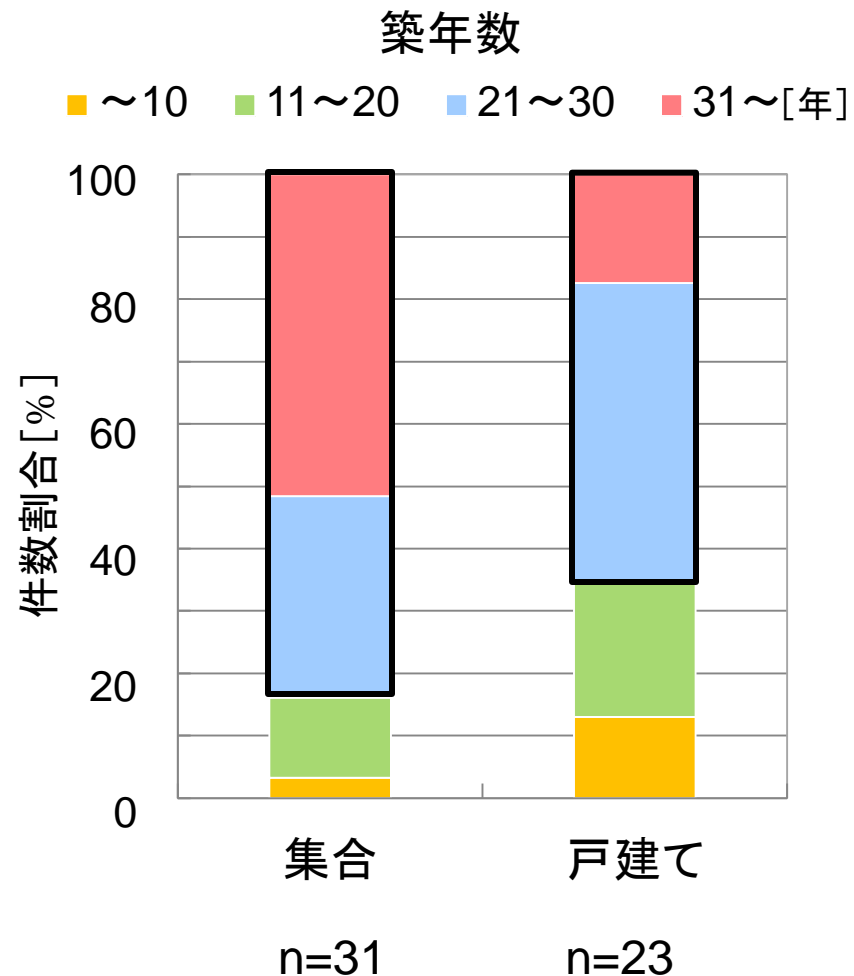
- ◇ リビングの温湿度
- ◇ 夏季における住まい方・住宅仕様



測定対象住宅の特徴



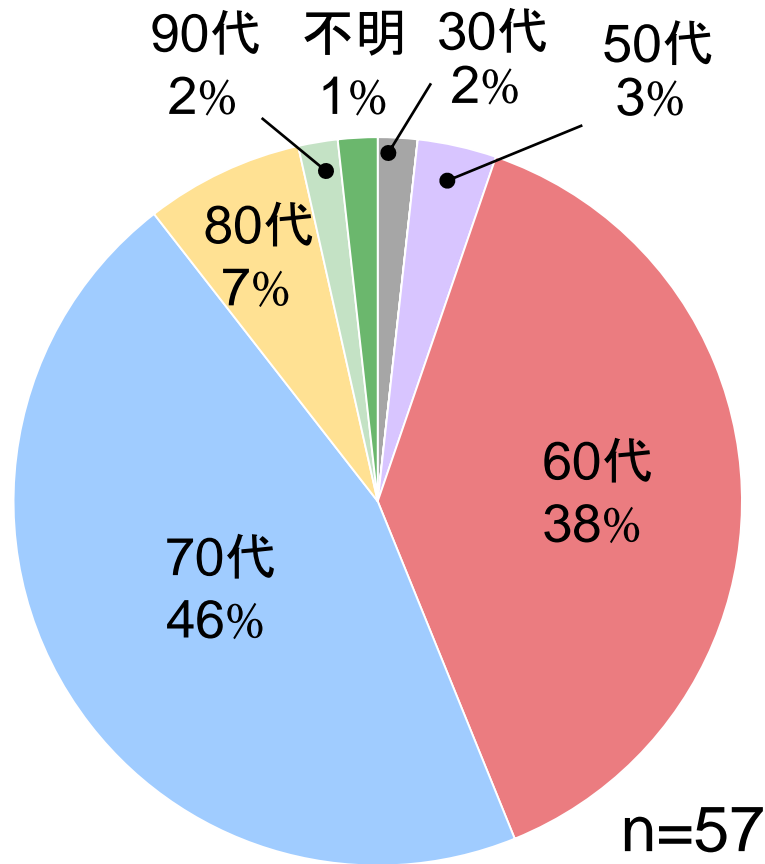
* 集合→中間階・中間住戸
戸建→寝室が最上階にある住宅が多数



* 築年数20年以上の住宅が多数



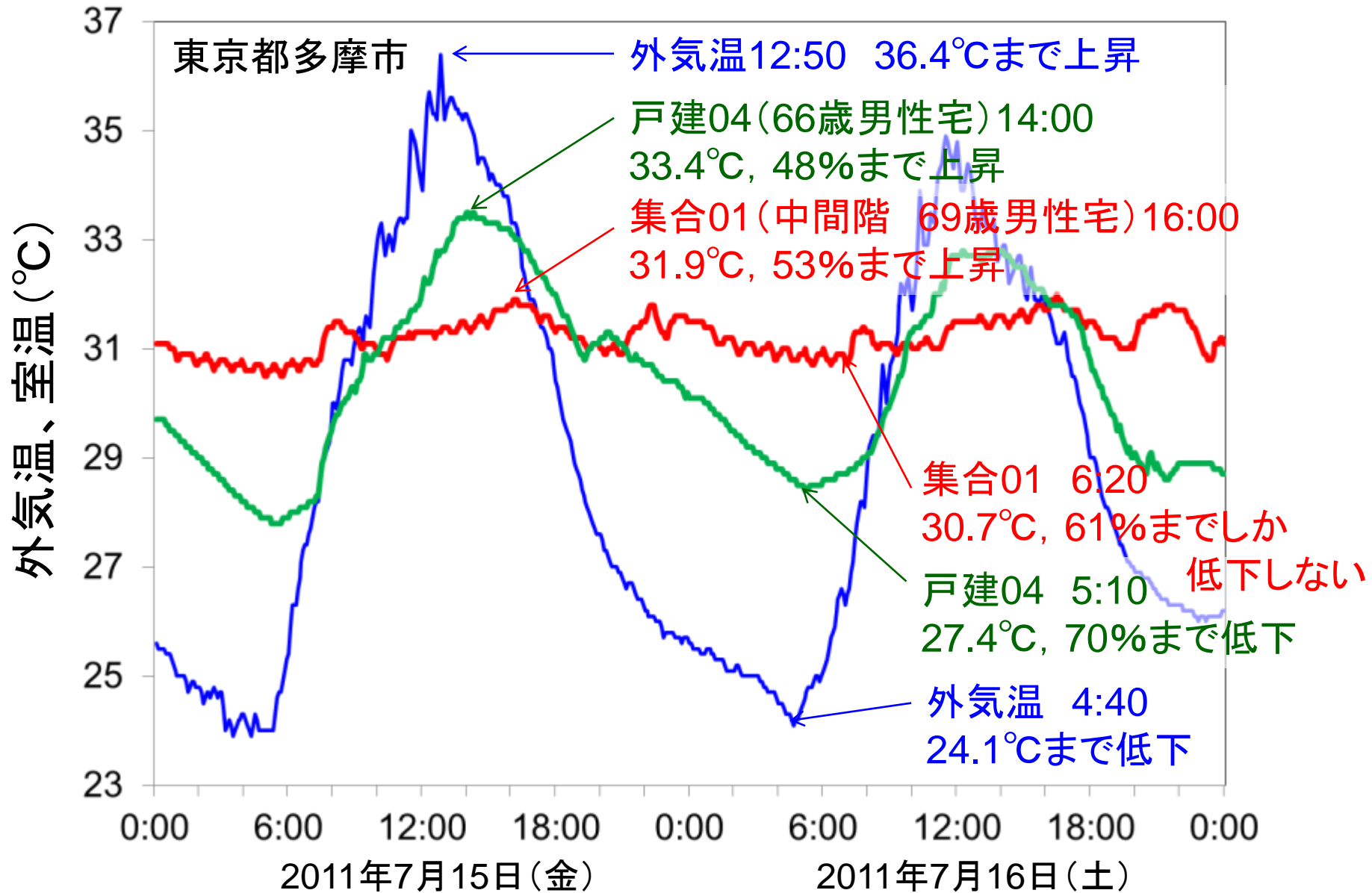
協力者の年齢割合



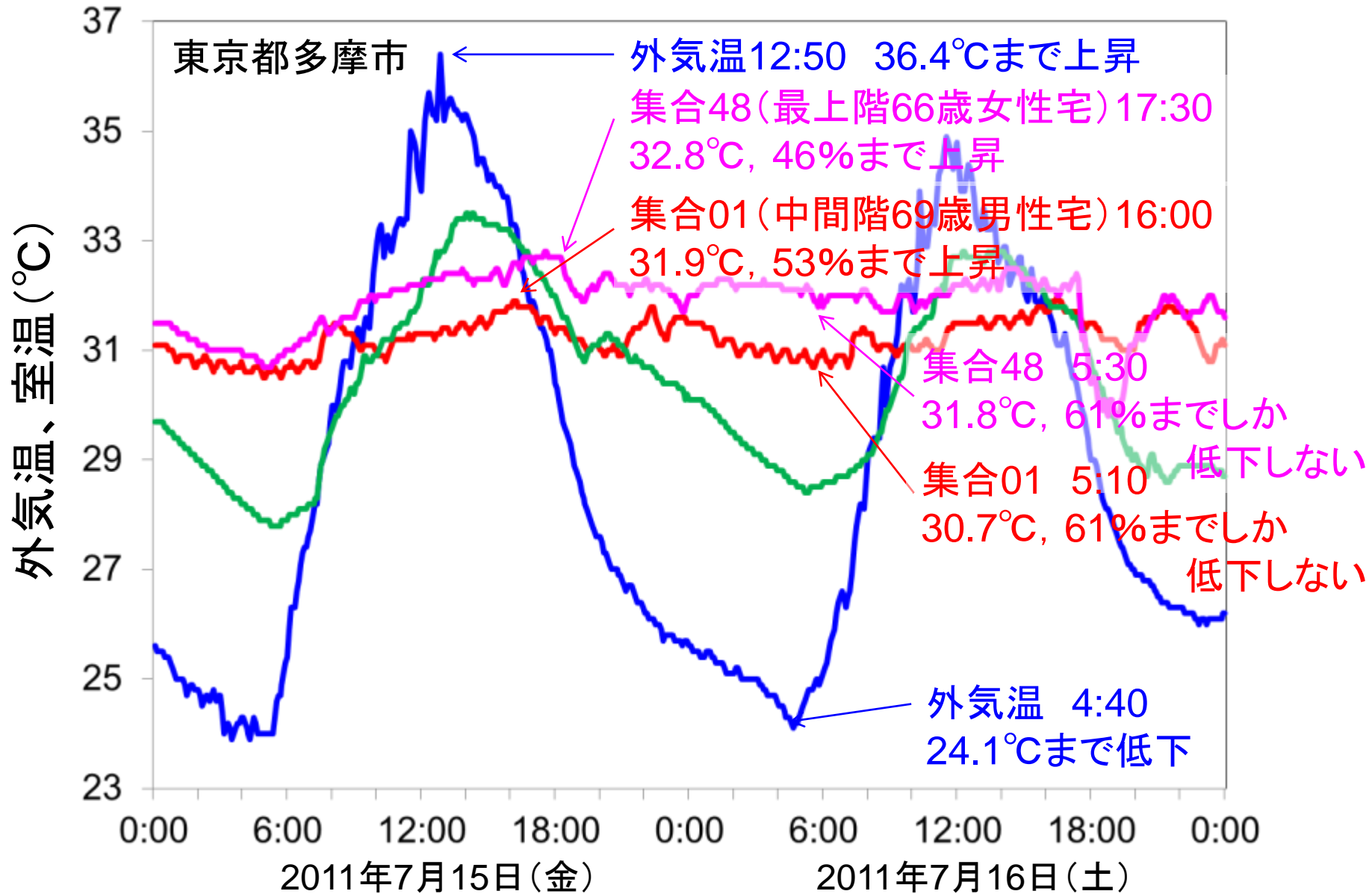
* 8割以上が60代、70代の方



集合住宅では昼間の温度上昇は少ないが朝まで暑い



集合住宅の最上階はさらに暑い

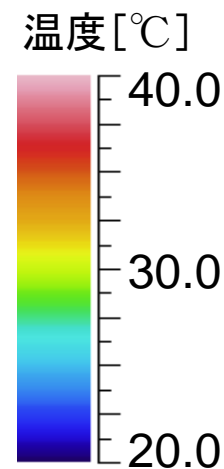
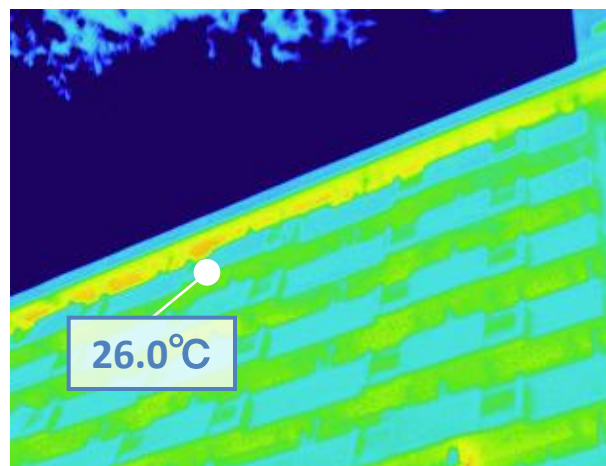
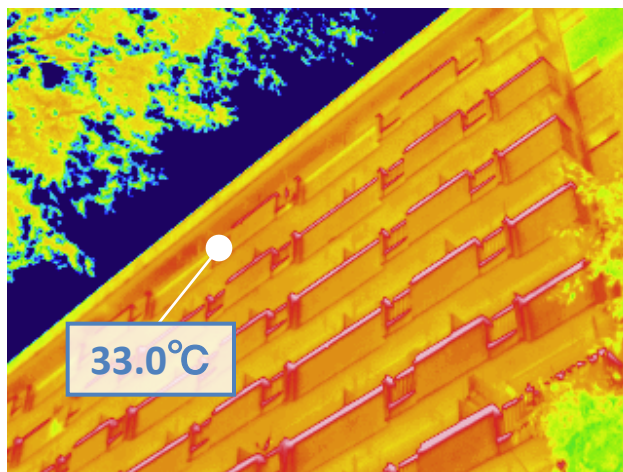


断熱が不十分な場合、最上階の天井面は夜まで高温

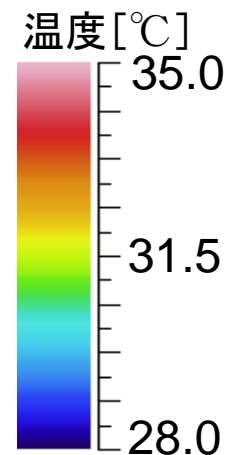
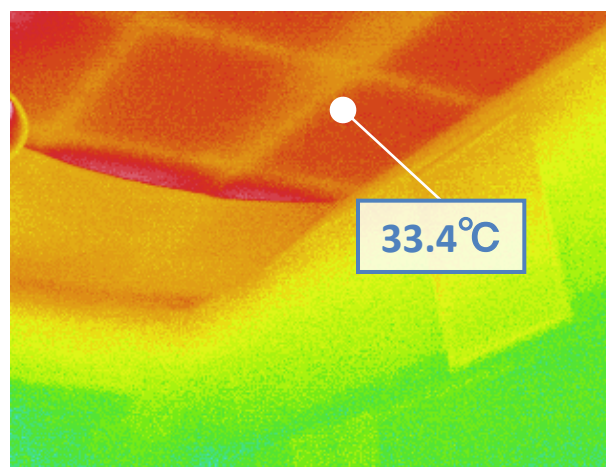
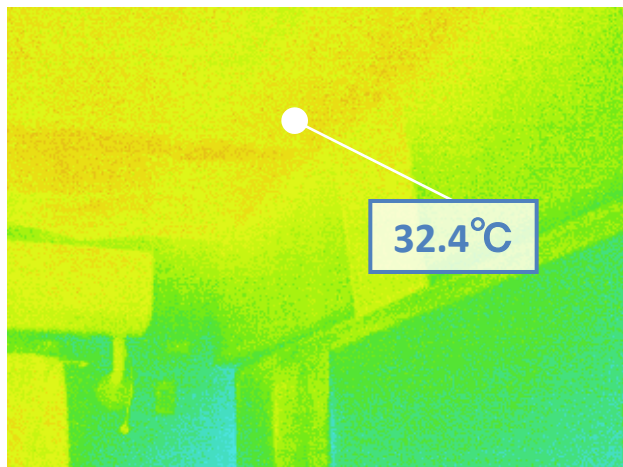
昼 測定日時: 2011/7/5 9:00頃

夜 測定日時: 2011/7/5 21:00頃 松戸市の住宅

室外



室内



- * 鉄筋コンクリートの構造体に熱が溜まる
- * 天井面からの放射熱により住宅内の温度が上昇

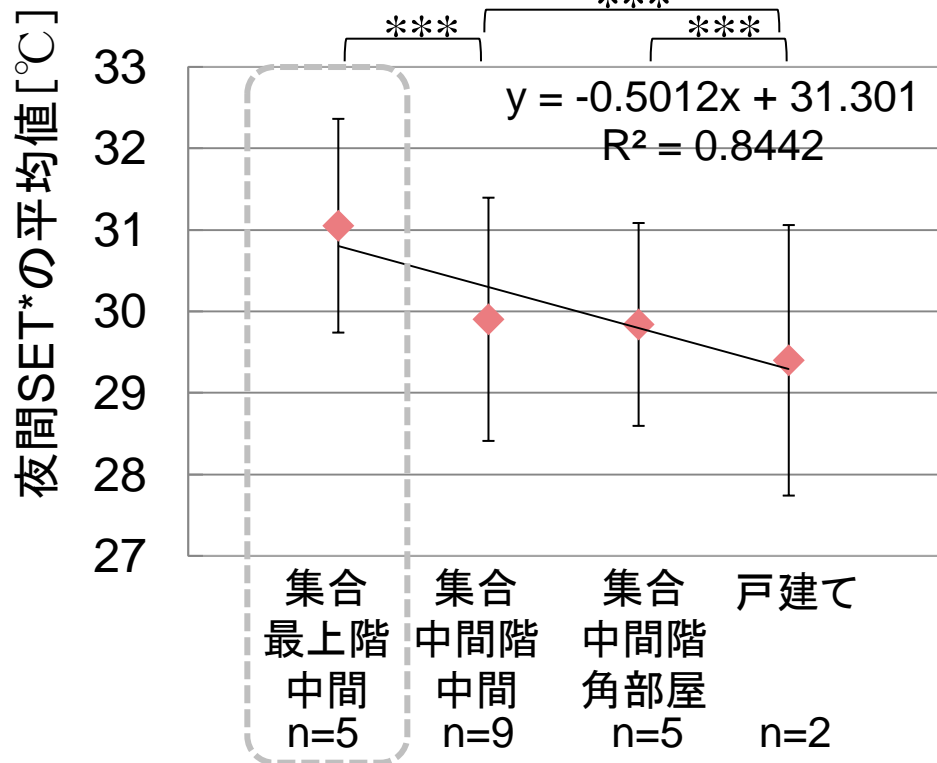


熱中症発症
リスクが上昇

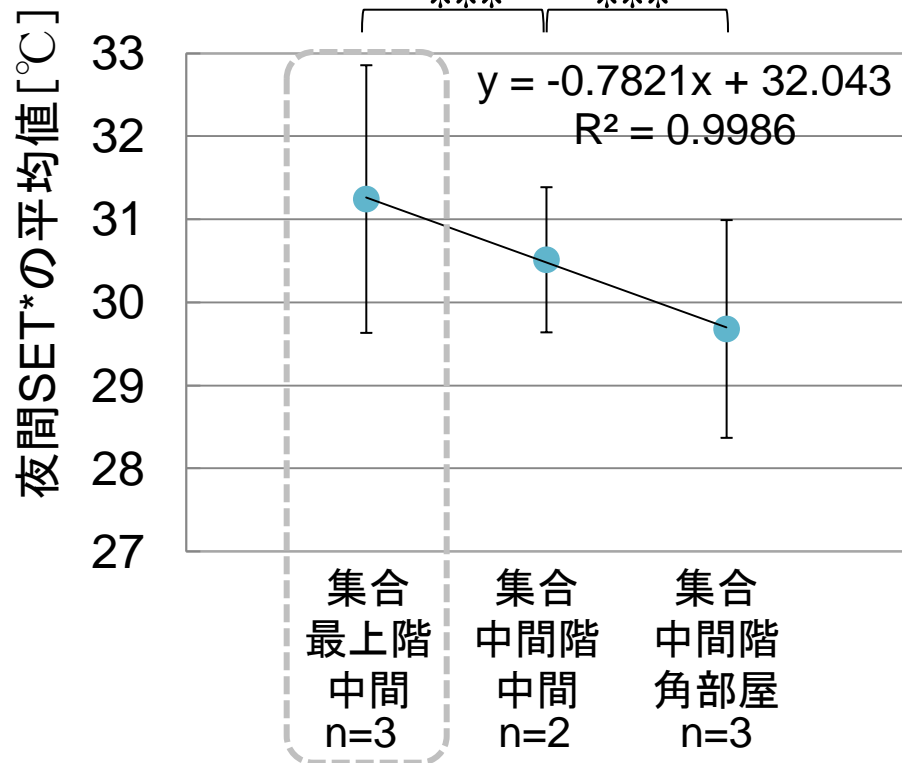


住宅形式・位置と夜間の室内体感温度SET*

(東京都多摩市^{注1})



(埼玉県上尾市)



在室可能性の高い夜間(22:00 ~ 6:00)を分析

- * 集合住宅の夜間SET*は約30°Cと高温
- * 集合住宅の最上階の夜間SET*が最も高い

注1 住まいのアンケートにおいて、築年数20年以上、夜間の冷房使用・日よけの設置を「行っていない」と回答した方を対象

*: p<0.05、** : p<0.01、*** : p<0.001

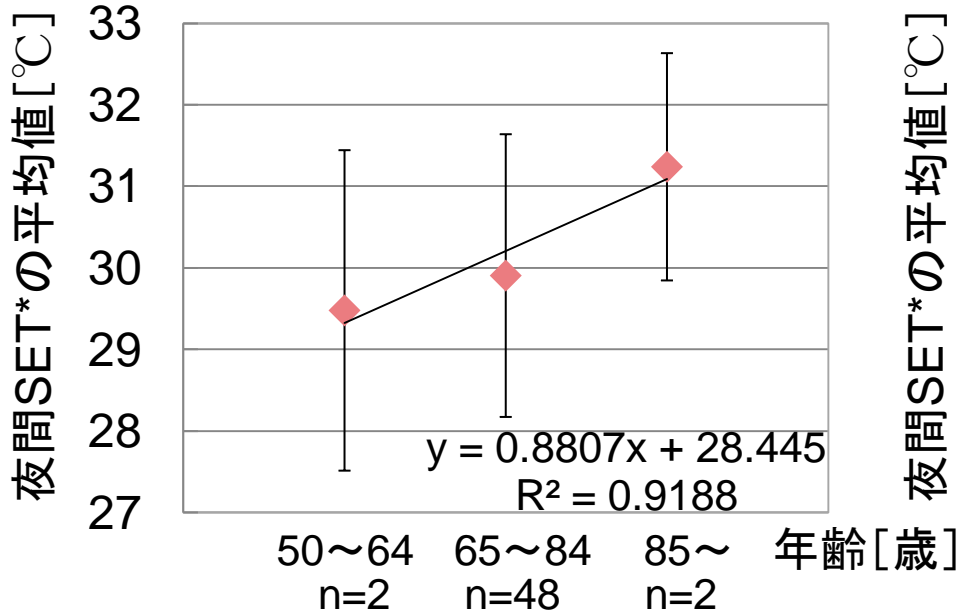


年齢毎の住宅内の温熱環境と温冷感 (東京都多摩市)

在宅し、起床している可能性の高い時間

就寝前(20:00~23:00)のSET*

時間

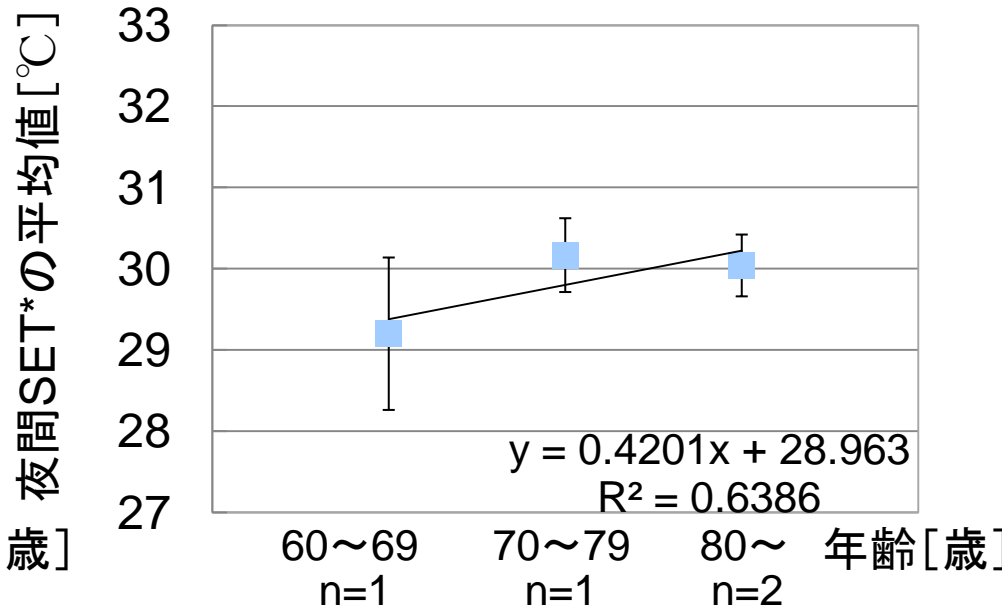


住まいの暑さ...

「全く感じない」「あまり感じない」と回答

夜間(22:00~6:00)のSET*

時間



* 年齢の増加とともに、高温な温熱環境においても「暑い」と感じず生活している人が多い可能性

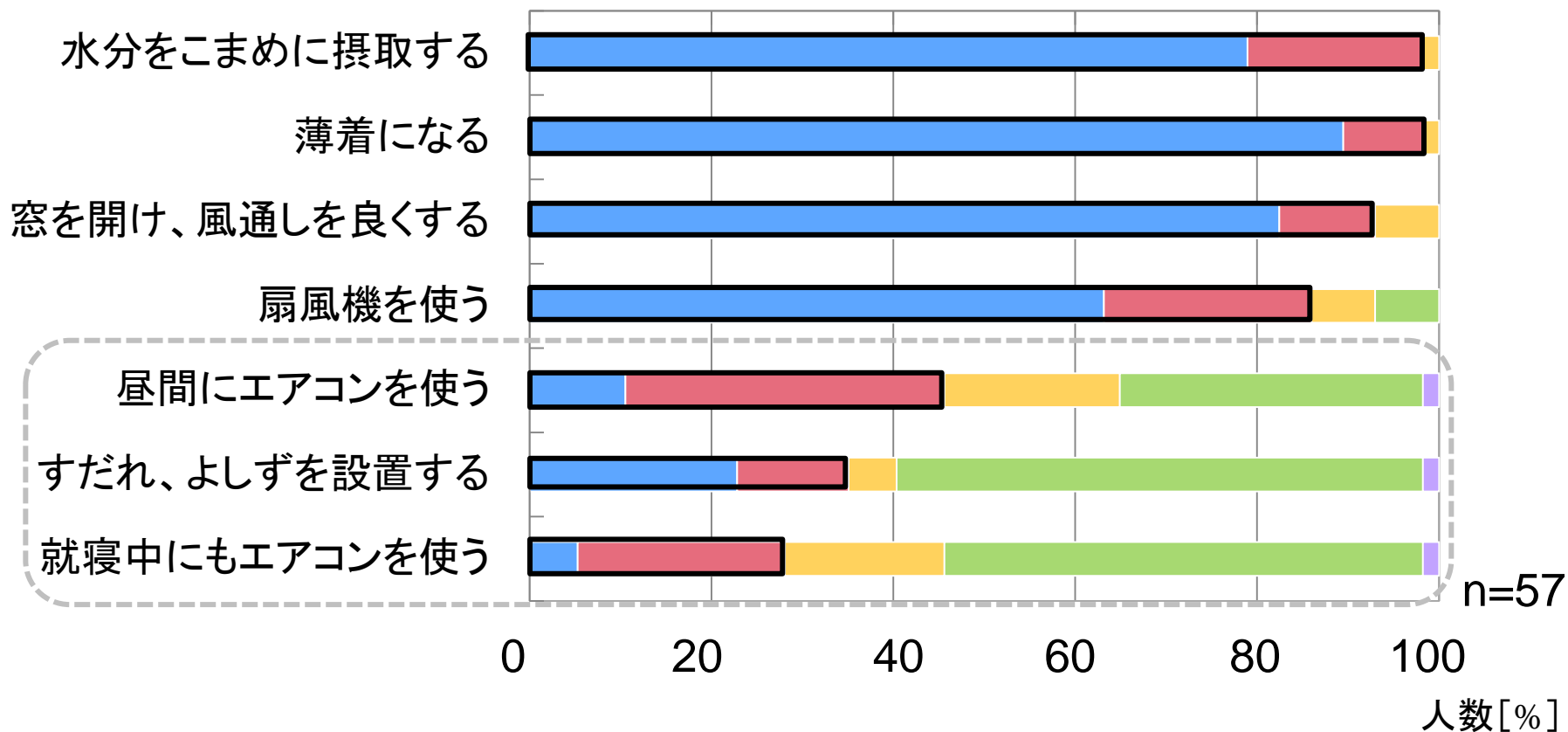
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$



暑さ対策の実施状況

質問:「暑さを緩和するために以下の対策を行っていますか？」

■ 積極的に行っている ■ 時々行っている ■ あまりおこなっていない ■ 全く行っていない ■ 無回答

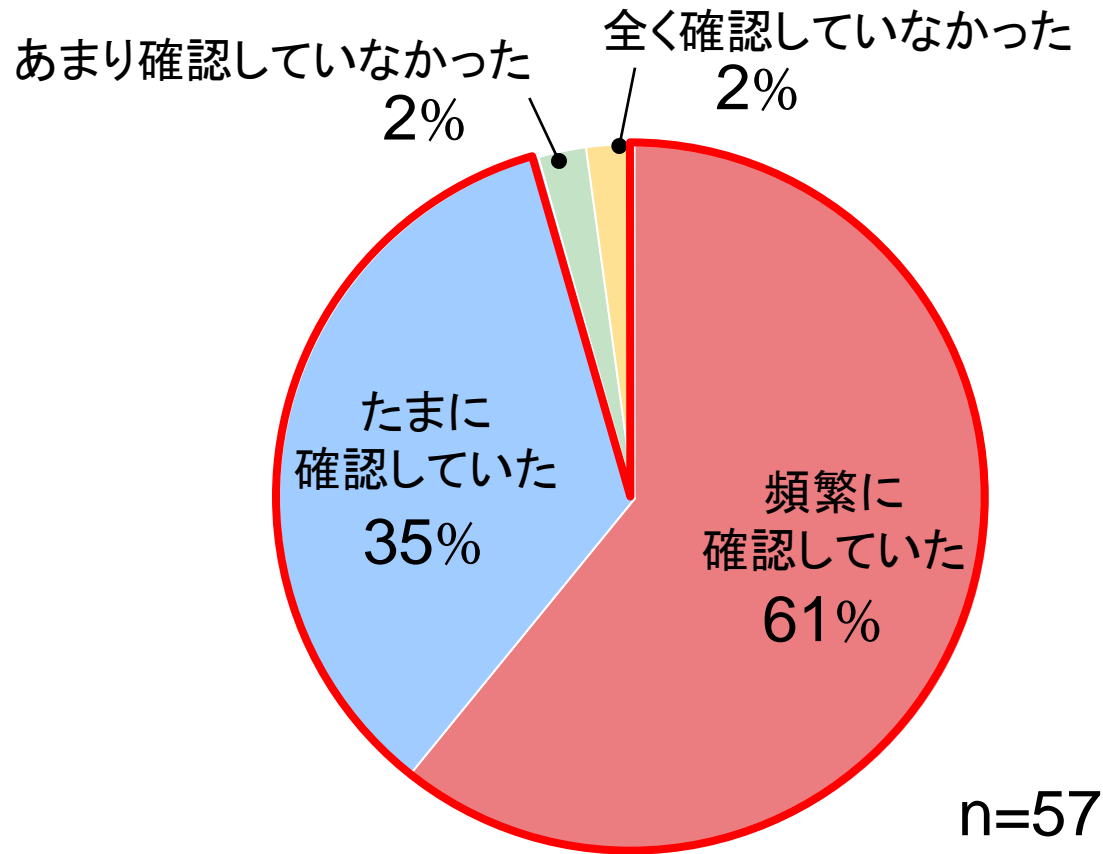


* すだれ、よしずを設置し日射を防ぐ人、昼・夜エアコンを使用する人が少ない



温湿度計設置の効果①

質問:「温湿度計に表示される温度や湿度を確認していましたか？」



⇒ 9割以上が温湿度計を確認

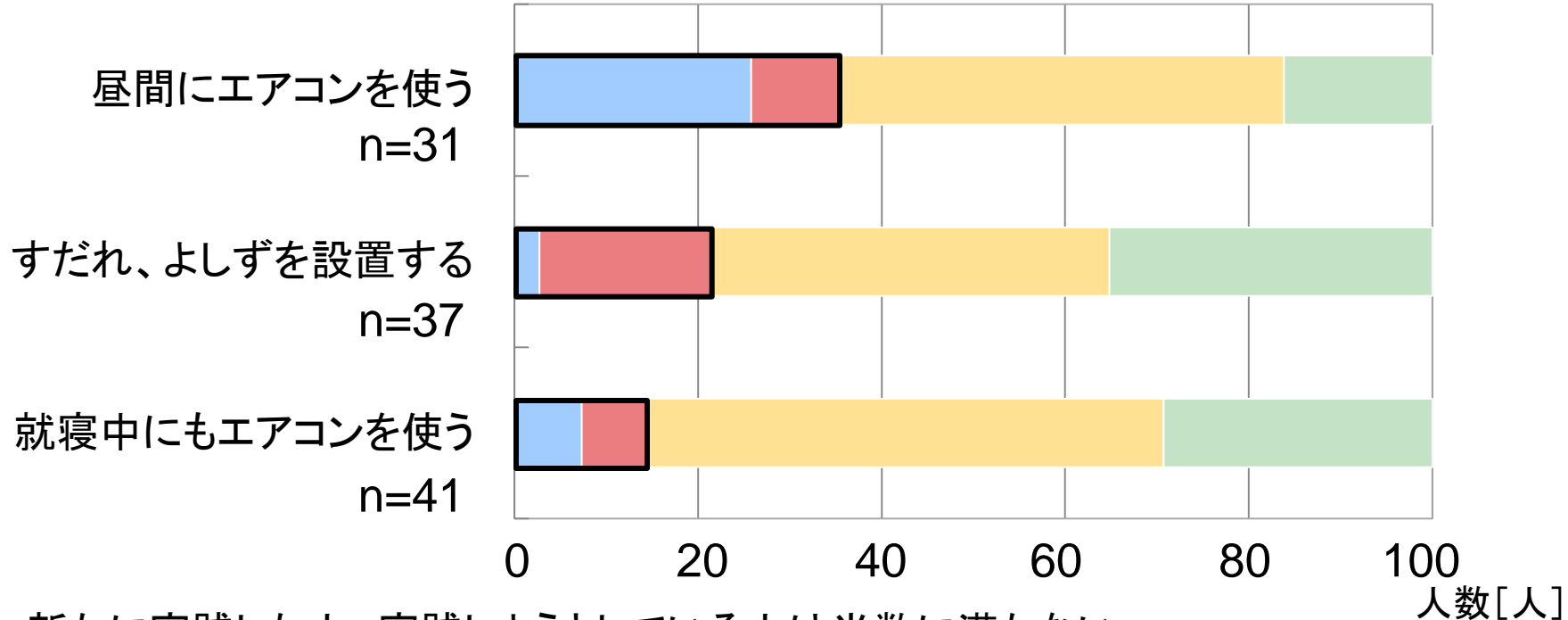


温湿度計設置の効果②(東京都多摩市アンケート)

質問:「温湿度計に表示される温度や湿度を確認することで、暑さを緩和する対策を行おうと思うようになりましたか？」

→ 温湿度計設置前に各対策を行っていなかった人を対象に分析

■ 新たに実践した ■ 今後新たに実践しようと思う ■ 実践しようと思わない ■ 無回答



* 新たに実践した人、実践しようとしている人は半数に満たない

⇒ 住まい方の改善に加え、住宅の熱性能から熱中症予防が必要

慶應義塾大学伊香賀研(村上由紀子)+慶應医学部堀進悟研 共同研究2009-2011



日除け、冷房によって夜間の室温が改善

日除け(すだれ・よしず)の設置

築年数・・・20年以上

住宅形式・・・集合住宅

すだれ・よしずの設置・・・
中間階中間住戸



「全く行わない」「あまり行わない」と回答



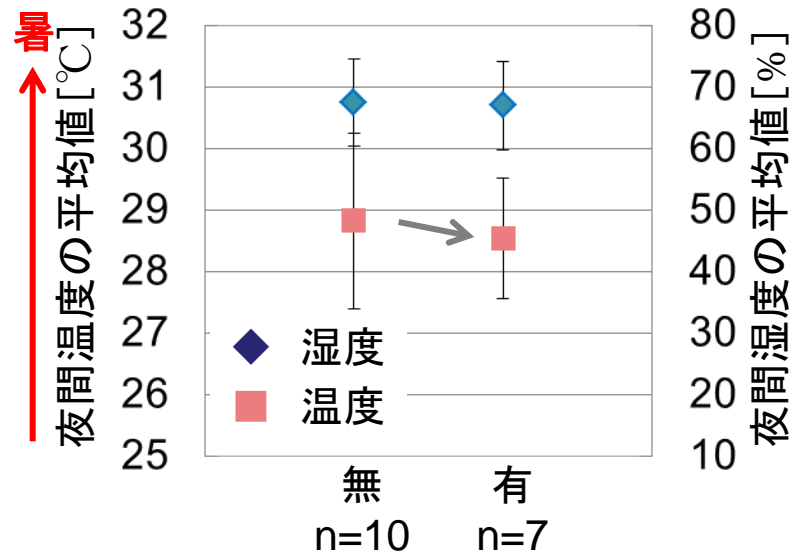
冷房の使用

築年数・・・20年以上

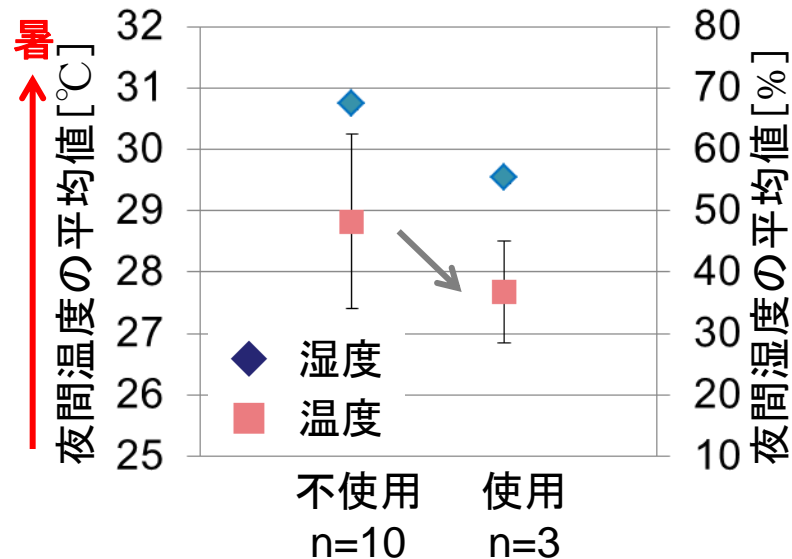
住宅形式・・・集合住宅 中間階中間住戸

夜間の冷房使用・・・

「全く行わない」「あまり行わない」と回答



よしず・すだれの設置



冷房使用



多摩市における調査のまとめ

* 住まいを「暑い」と感じている人が多数

⇔ すだれ、よしずを設置し日射を防ぐ人、
昼・夜エアコンを使用する人が少ない

⇒ 暑さを我慢？

⇒ 「暑い」と感じた時には、すでに遅い可能性がある

* 暑さ対策を行っていない場合、夜間は**気温29℃以上**となり得る

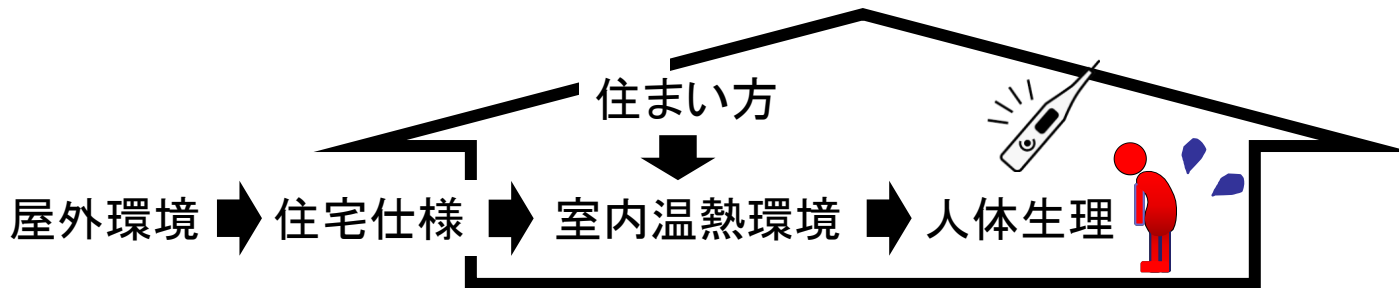
* 最上階の日最高気温平均が**32℃**と高温

⇒ 日よけ・冷房を使用し、住宅内の温熱環境を適切に管理する事が重要

⇒ **温湿度計に設置し、住宅内の温湿度を確認することが重要**

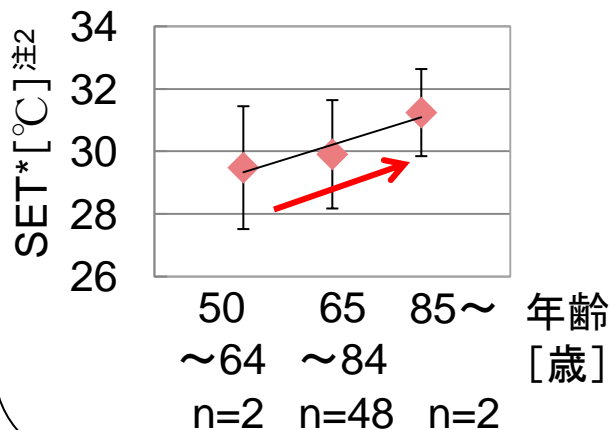


高齢者の住宅内熱中症リスク評価モデルの開発

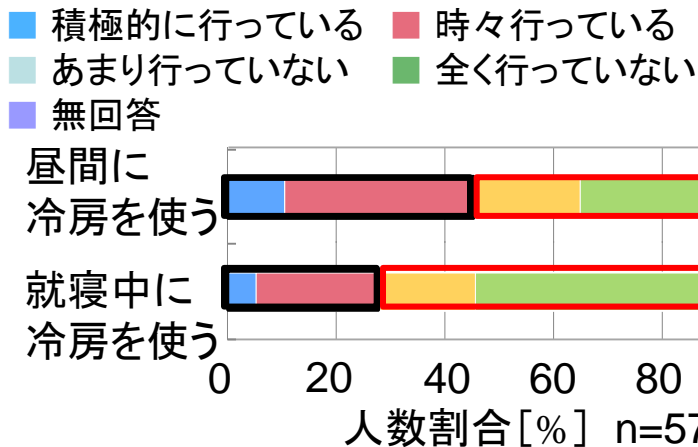


高齢者が住んでいる住宅の温熱環境の実測・住まい方に関するアンケート調査を実施(2011年)

* 年齢と室内温熱環境^{注1} *



* 高齢者の冷房使用状況 *



ヒアリング調査の様子

- ⇒ 高齢者は暑熱な温熱環境においても「暑い」と感じず、暑さ対策を実施しない可能性
- ⇒ 住宅仕様・住まい方の改善策の提唱と促進が急務

注1: 2011年7月5 ~ 23日の20:00 ~ 23:00の室内温度の平均値 注2: 標準新有効温度

高齢者の住宅内熱中症リスク評価モデルの開発フロー



気象条件

住宅仕様
住まい方

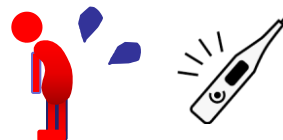
熱・換気
回路網計算

室内
温熱環境

STEP1
人体温熱
生理モデル

STEP2
体温

熱中症
リスク



* STEP1 人体温熱生理モデルの改良 ⇒ 暑熱環境における高齢者の体温予測モデル

- 1-1. プログラムの変更・改良
- 1-2. 精度検証

* STEP2 体温と熱中症リスクの関係の把握 ⇒ 熱中症リスク評価指標の構築
⇒ 高齢者の住宅内熱中症リスク評価モデル

* STEP3 ケース・スタディ

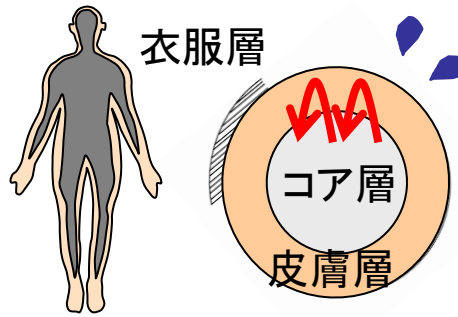


伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子: 住環境と熱中症、日本臨床 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月

Ikaga Lab., Keio University

人体温熱生理モデル改良の方向性

既存の人体温熱生理モデル「Two-nodeモデル^{文1}」を改良



* 皮膚層
$$\underline{S_{sk}} = \underbrace{K(T_{cr} - T_{sk})}_{\text{伝導}} + \underbrace{c_{p,bl} m_{bl} (T_{cr} - T_{sk})}_{\text{血流}} - \underbrace{E_{sk}}_{\text{潜熱}} - \underbrace{(Q_{cv} + Q_r)}_{\text{対流顕熱}}$$

蓄熱量

* コア層
$$\underline{S_{cr}} = \underbrace{(M - Q_{res})}_{\text{代謝量}} - \underbrace{K(T_{cr} - T_{sk})}_{\text{伝導}} - \underbrace{c_{p,bl} m_{bl} (T_{cr} - T_{sk})}_{\text{血流}}$$

蓄熱量 代謝量 呼吸 潜熱・顕熱

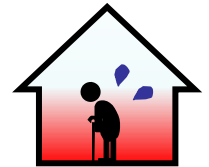
Two-nodeモデルの評価対象

- * 快適(約20~28°C)な温熱環境
- * 健康な若年成人男性



本研究における評価対象

- * 暑熱環境
- * 高齢者



- ① 熱収支プログラムにおける皮膚血流量・発汗量を左右する係数の変更
- ② 発汗プログラムの改良

S_{sk} : 皮膚層の蓄熱[W/m²], S_{cr} : コア層の蓄熱[W/m²], E_{sk} : 皮膚表面の潜熱伝達量[W/m²], Q_{cv} : 膚表面における対流熱伝達量[W/m²], Q_r : 膚表面における放射熱伝達量[W/m²], Q_{res} : 呼吸による全熱放散量[W/m²], M : 代謝量[W/m²], T_{sk} : 皮膚層の体温[°C], T_{cr} : コア層の体温[°C], K : コア層と皮膚層の有効熱伝導率[5.28W/(m²·K)], $C_{p,bl}$: 血液の比熱[4.187kJ/(kg·K)], m_{bl} : 血流量[kg/(m²·s)],

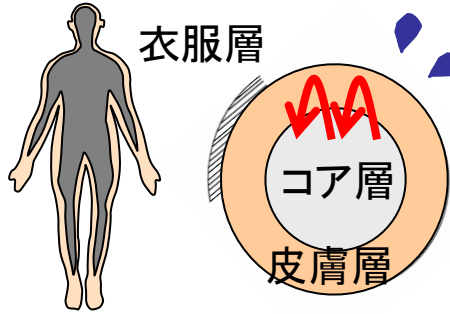
文1: A.P. Gagge, An Effective Temperature Scale Based on a Simple Model of Human Physiological Regulatory Response, 1971

① 皮膚血流量・発汗量を左右する係数の変更

STEP1 人体温熱生理モデルの改良

1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証



* 皮膚層
$$\underline{S_{sk}} = \underbrace{K(T_{cr} - T_{sk})}_{\text{伝導}} + \underbrace{c_{p,bl} m_{bl} (T_{cr} - T_{sk})}_{\text{血流}} - \underbrace{E_{sk}}_{\text{潜熱}} - \underbrace{(Q_{cv} + Q_r)}_{\text{対流顕熱}}$$

* コア層
$$\underline{S_{cr}} = \underbrace{(M - Q_{res})}_{\text{蓄熱量}} - \underbrace{K(T_{cr} - T_{sk})}_{\text{伝導}} - \underbrace{c_{p,bl} m_{bl} (T_{cr} - T_{sk})}_{\text{血流}} - \underbrace{Q_{res}}_{\text{代謝量}} - \underbrace{R_{res}}_{\text{呼吸}} - \underbrace{E_{sk}}_{\text{潜熱・顕熱}}$$

* 高齢者は若年成人男性に比べ皮膚血流量・発汗量が減少^{文1}

* 心疾患・高血圧により血流量が減少^{文2}

皮膚血流量

血管拡張制御係数 γ_1

$$m_{bl} = \frac{6.3 + \gamma_1 (T_{sk} - 36.8)}{1 + 0.5 (T_{sk} - 33.7)}$$

変更前	高齢者 ^{文1}	心疾患 高血圧 ^{文2}
200	⇒ 104	74.9

発汗量

発汗制御係数 γ_2

$$m_{rsm} = \gamma_2 (T_b - 36.49) \exp\left(\frac{T_{sk} - 33.7}{10.7}\right)$$

m_{rsw} : 発汗量

変更前	高齢者 ^{文1}
170	⇒ 122

文1: 井上芳光ら, 発汗および脈管反応の身体部位差からみた加齢特性, 日本運動生理学雑誌, 1995

文2: 小林公也, うつ血性心不全患者における血中カテコールアミンの肝での代謝, 日内会誌, 1980

② 発汗プログラムの改良

STEP1 人体温熱生理モデルの改良

1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証

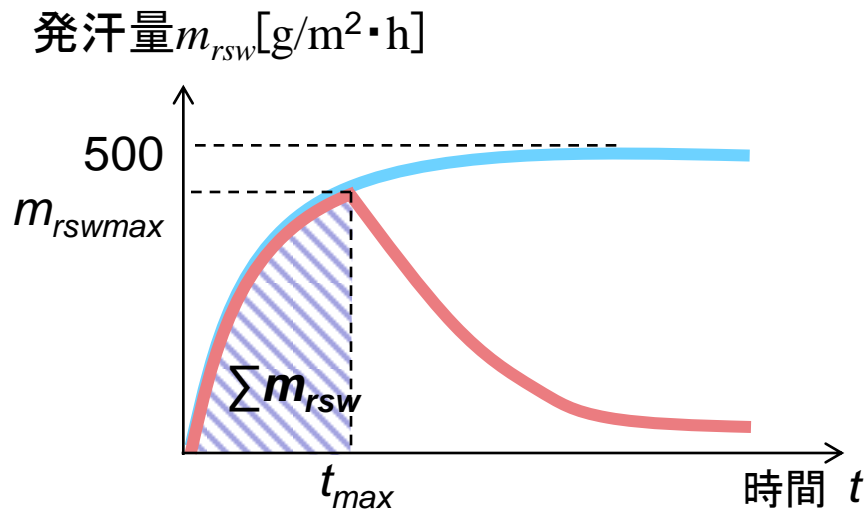
多量発汗と熱中症発症の関係^{文1}

多量発汗の持続 ⇒ 脱水状態 ⇒ 発汗量の減少 ⇒ 体温上昇 ⇒ 熱中症発症

⇒ 脱水状態による発汗量の減少をプログラムで再現

脱水率 β を設定

— Two-nodeモデル — 改良後のモデル



$\Sigma m_{rsw} < \text{体重} Wt \times \beta$ ならば

$$m_{rsw} = \gamma_2 (T_b - 36.49) \exp\left(\frac{T_{sk} - 36.49}{10.7}\right)$$

$m_{rsw} > 500$ ならば $m_{rsw} = 500$

$\Sigma m_{rsw} \geq \text{体重} Wt \times \beta$ ならば

$$m_{rsw} = m_{rswmax} \cdot \exp(-\alpha \cdot (t - t_{max}))$$

m_{rsw} : 発汗量, Σm_{rsw} : 発汗積算量,
 m_{rswmax} : 発汗が減少し始める発汗量, t : 時間, t_{max} : 発汗が減少し始める時間

発汗減少係数 α を設定

文1: 中山昭雄編, 温熱生理学, 1981

伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子: 住環境と熱中症、日本臨牀 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月

脱水率 β と発汗減少係数 α の決定

STEP1 人体温熱生理モデルの改良

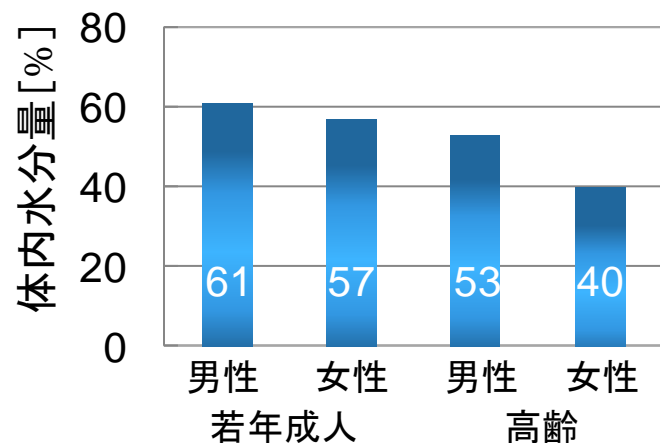
1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証

脱水率 β [%]=(発汗積算量/体重)×100	5 ~ 10%	11 ~ 14%	15 ~ 20%
身体の状態 ^{文1} (若年成人男性)	疲労感	深部体温の急上昇	循環不全 昏睡状態

⇒ 若年成人男性: 脱水率 $\beta \geq 11\%$ で脱水状態となり発汗減少

年齢・性別毎の体内水分量^{文2}



若年成人男性の脱水率11%と体内水分量の割合から年齢・性別毎の脱水率を算出

	男性	女性
若年成人	11%	10.3%
高齢者	9.6%	6.2%

⇒ 高齢男性: 脱水率 $\beta \geq 9.6\%$ 、高齢女性: $\beta \geq 6.2\%$ で脱水状態となり発汗減少

若年成人男性被験者実験による既往研究^{文2}を基に発汗減少係数 $\alpha = 0.7 \times 10^{-3}$ と決定

文1: 中山昭雄編, 温熱生理学, 1981 文2: 川西秀徳「高齢者の水分補給」, FOOD Style 21, 2003 Vol.7

伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子: 住環境と熱中症、日本臨牀 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月

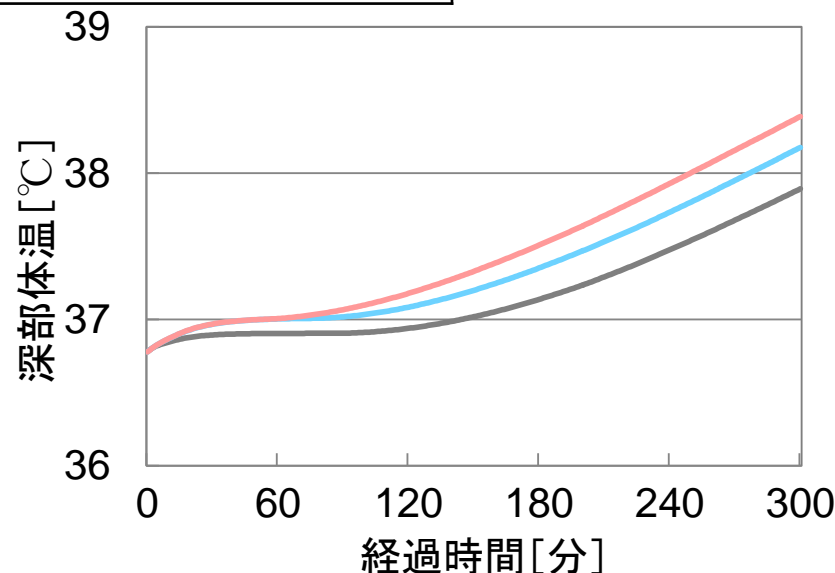
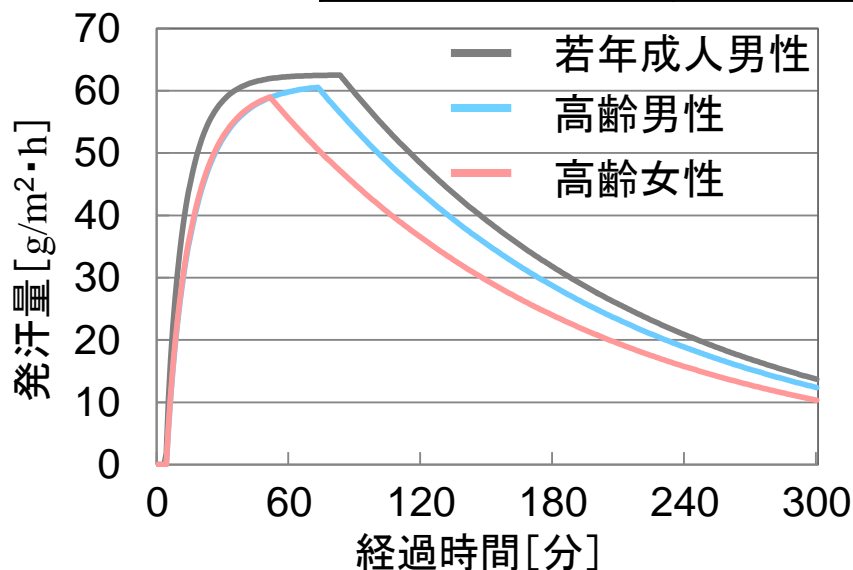
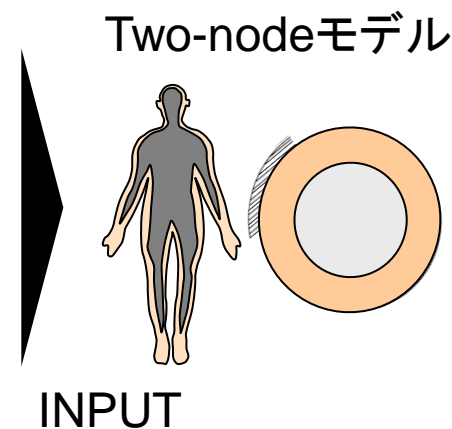
プログラム変更・改良後の年齢・性別毎の発汗量と体温

STEP1 人体温熱生理モデルの改良

1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証

温度[°C]	33		若年成人男性	高齢男性	高齢女性
MRT[°C]	34	着衣量[clo]	0.3		
湿度[%]	70	代謝量[W/m ²]	58.2		
風速[m/s]	0.1	体重[kg] ^{文1}	72	54.5	48.0
		身長[cm] ^{文1}	170	158	146
		体表面積[m ²] ^{文2}	$88.83 \times (\text{体重})^{0.444} \times (\text{身長})^{0.665}$		



➡ 若年成人に比べ高齢者(特に女性)の発汗減少の開始時間・発汗速度が速く体温が上昇しやすいことを確認

文1: 中山昭雄編, 温熱生理学, 1981 文2: 藤本薫喜ら, 日本人の体表面積に関する研究, 日本衛生学雑誌 1968

伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子: 住環境と熱中症、日本臨牀 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月

熱中症データベース2010を利用した精度検証

STEP1 人体温熱生理モデルの改良

1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証

「熱中症データベース2010^{注1}」を使用

* 年齢 * 性別 男性 女性

* 搬送年月日・日時

* 住所

* 搬送病院名

* 救急隊が到着した時の体温 °C

* 発汗の有無 あり なし

* 既往歴の有無とその病名

* 水分摂取の有無
 無 水 お茶 スポーツ飲料

* 入院の有無 有 日 無

* 転帰 生存退院 死亡

* 熱中症が発症した具体的な場所

・屋外 炎天下 日陰

・屋内 エアコン 使用 停止 なし
窓 開放 閉め切り

扇風機 あり なし

具体的な場所

* 住宅形式

木造戸建 木造アパート マンション

* 部屋の位置

最上階 中間階 1階 その他

* 着衣の状況

裸に近い 半袖 厚着 布団の中

2010年、2006・2008年の調査項目に
新たに追加



精度検証 方法の概要(1/2)

STEP1 人体温熱生理モデルの改良

1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証

熱中症データベース 2010

* 搬送年月日・時刻・住所

* 窓の開閉 * 住宅形式 * 部屋の位置

* エアコン・扇風機の使用状況

* 年齢・性別

* 既往歴

* 着衣量

* 体温

着衣量・体格・脱水率 β ・血流量を左右する係数

比較

気象条件

住宅仕様
住まい方

熱・換気
回路網計算

室内
温熱環境

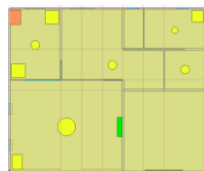
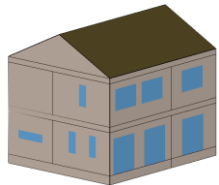
高齢者の
体温予測モデル

体温

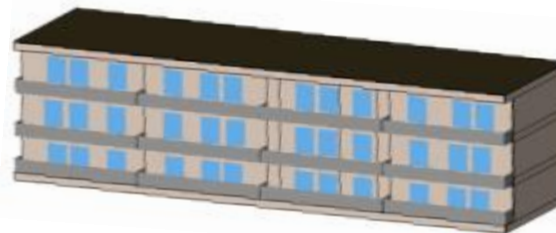
【解析モデル】

* 木造戸建て住宅：一般的な木造戸建住宅^{文1}

* RC造集合住宅：一般的な公営集合住宅^{注1}



1階平面図



平面図

* 断熱性能：竣工・改修年で判断し、3パターンを設定 (S55以前・S55基準・H4基準)

精度検証 方法の概要 (2/2)

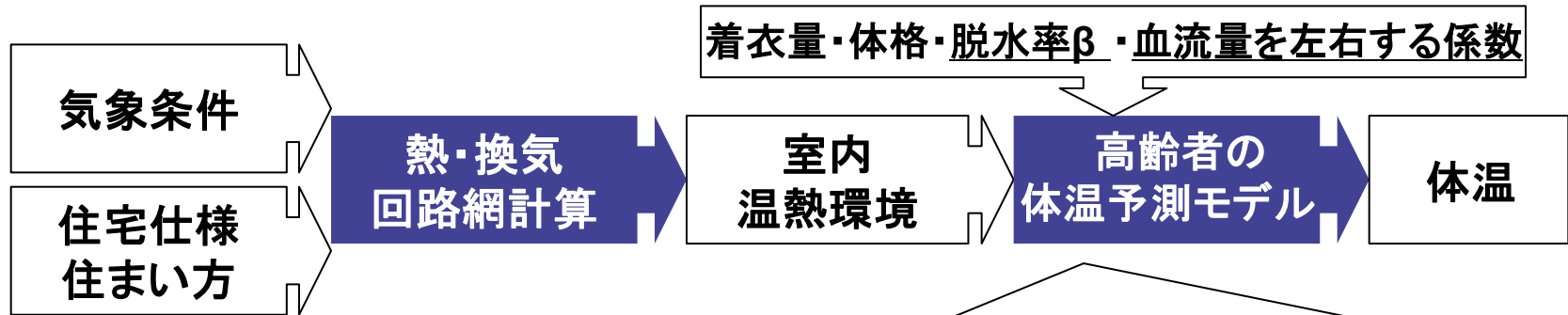
STEP1 人体温熱生理モデルの改良

1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証

熱中症データベース 2010

- * 搬送年月日・時刻・住所
- * 窓の開閉
- * エアコン・扇風機の使用状況
- * 年齢・性別
- * 体温
- * 既往歴
- * 着衣量



【解析条件】

* 性別毎の体格

* 着衣量[clo]の設定^{文3}

	高齢男性	高齢女性	薄着	0.30
体重[kg] ^{文1}	54.5	48.0	厚着	0.56
身長[m] ^{文1}	158	146	裸に近い	0.17
体表面積[m ²] ^{文2}	88.83 × (体重) ^{0.444} × (身長) ^{0.665}		布団の中	0.72

文1: 中山昭雄編, 温熱生理学, 1981 文2: 藤本薫喜ら, 日本人の体表面積に関する研究, 日本衛生学雑誌 1968

文3: 空気調和・衛生学会, 快適な温熱環境のメカニズム, 1997

伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子: 住環境と熱中症、日本臨牀 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月



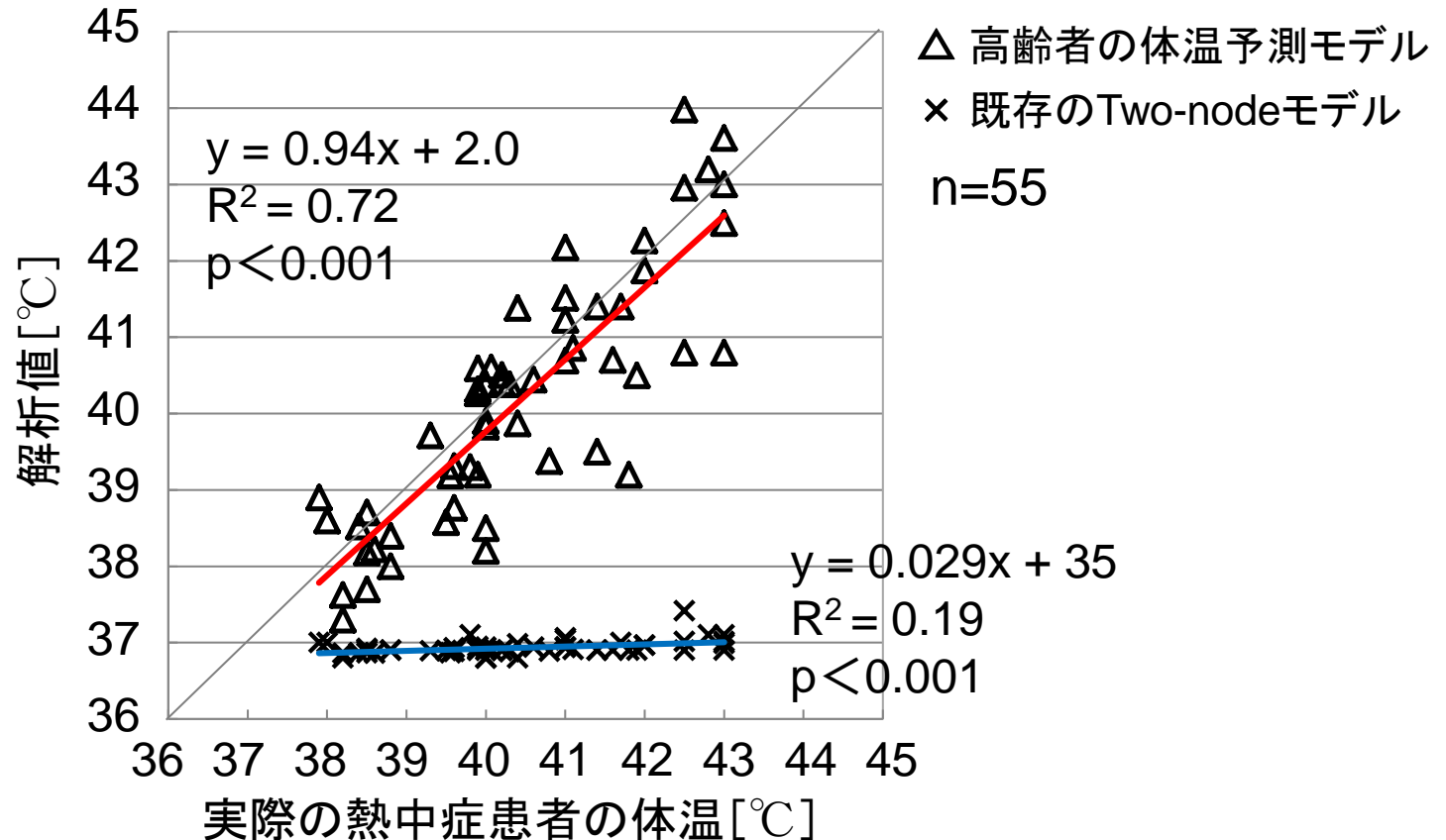
精度検証の結果

STEP1 人体温熱生理モデルの改良

1-1. プログラムの変更・改良

1-2. 精度検証

「熱中症データベース2010」において住宅の状態が明確であった患者を対象に検証



⇒ 実際の値と解析値が概ね一致



体温と熱中症リスクの関係

「熱中症データベース」を基に発見時の体温と熱中症リスクの関係を把握

⇒ ロジスティック回帰分析：多変量解析の一種

「入院・死亡の有無」という2値反応データを目的変数、
「深部体温」を説明変数として入院・死亡確率を予測

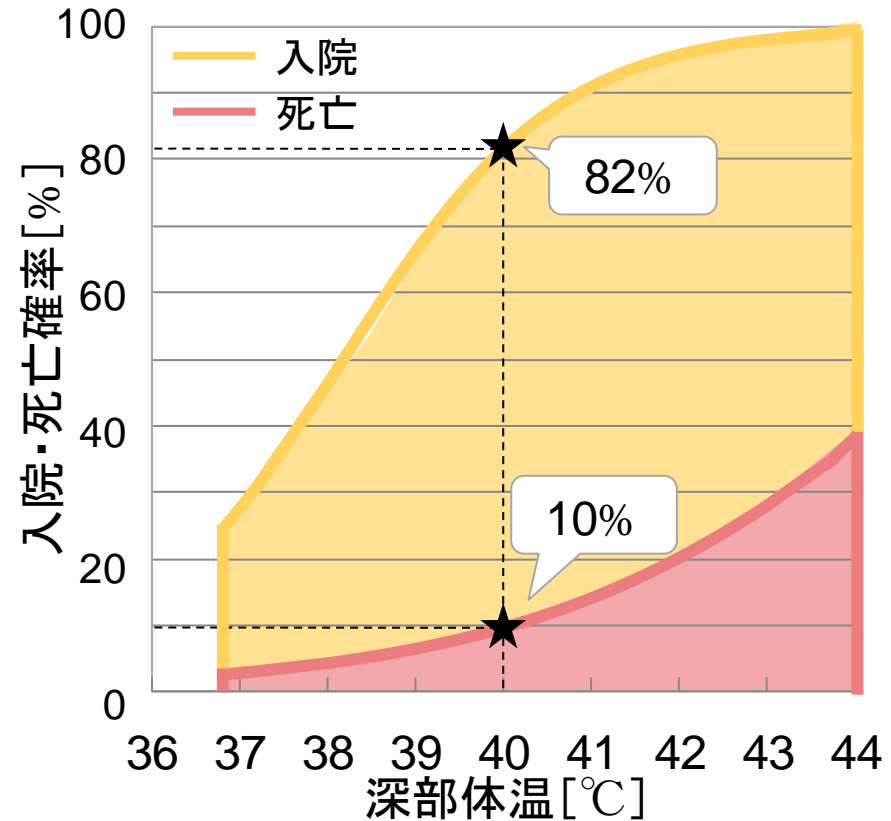
入院確率[%] =

$$\left(\frac{\exp(-34.7 + 0.90 \times \text{体温})}{1 + \exp(-34.7 + 0.90 \times \text{体温})} \right) \times 100$$

死亡確率[%] =

$$\left(\frac{\exp(-19.5 + 0.43 \times \text{体温})}{1 + \exp(-19.5 + 0.4 \times \text{体温})} \right) \times 100$$

H^{注1} > 0.05, p < 0.05



⇒ 入院・死亡確率を熱中症評価指標(熱中症リスク)として用いる

注1 HoamerとLemeshowの検定:有意水準5%より大きいため、ロジスティック回帰モデルが適合していることを意味
伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子: 住環境と熱中症、日本臨牀 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月



ケース・スタディ1: 解析条件

STEP3 ケース・スタディ

3-1. 調査対象住宅の再現

3-2. 住宅仕様・住まい方の検討

2010年に行った実測・ヒアリング調査を基に解析

* 場所: 東京都内の公営集合住宅 * 階層: 8階建集合住宅 3階中間住戸

* 家族構成: 79歳男性と78歳女性(心疾患の既往歴あり)の2人暮らし



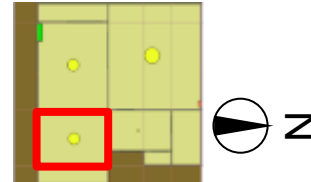
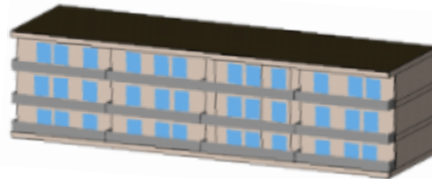
2010/07/22 寝る前にエアコンを切り、タオルケットをかけて就寝したが、翌朝、深部体温が約39°Cまで上昇し熱中症が発症

着衣量・体格・脱水率 β ・血流量を左右する係数



【気象条件】東京都 2010/7/22, 23の気象データ^{注1}

【冷房スケジュール】温度30°C 湿度60% 14:00~21:00に運転



【解析条件】

* 居住者2名を再現

* 解析時間:
22:00 ~ 7:00

注1: 気象解析ソフトMETEONORMを用いて算出

伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子: 住環境と熱中症、日本臨牀 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月

性別・既往歴による熱中症リスクの比較

STEP3 ケース・スタディ

3-1. 調査対象住宅の再現

3-2. 住宅仕様・住まい方の検討

着衣量・体格・脱水率 β ・血流量を左右する係数

気象条件

住宅仕様
住まい方

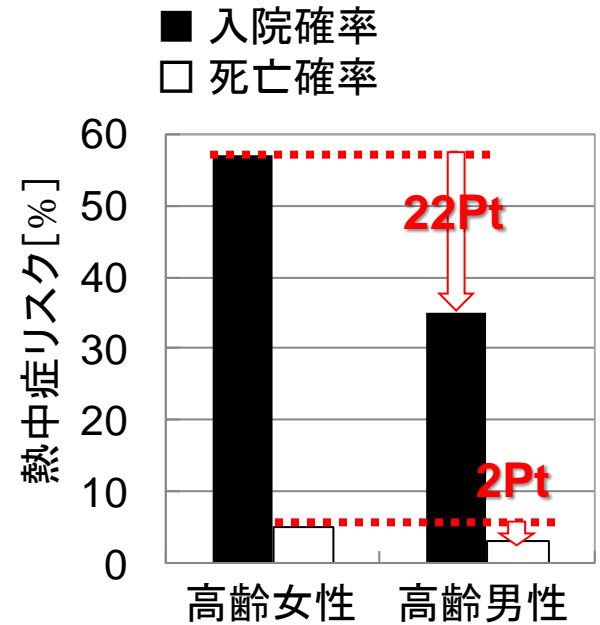
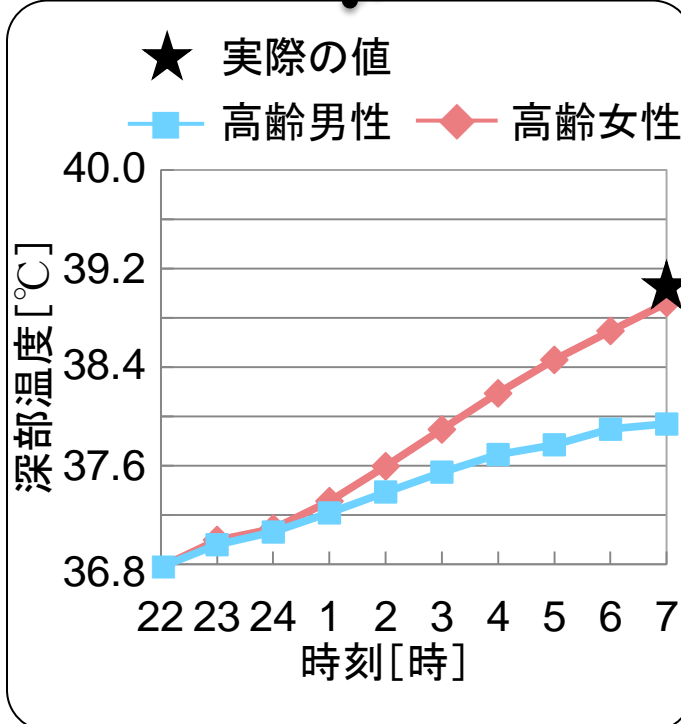
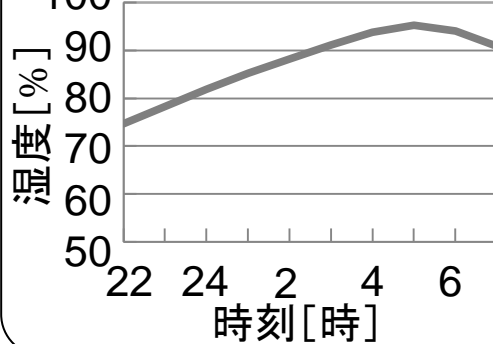
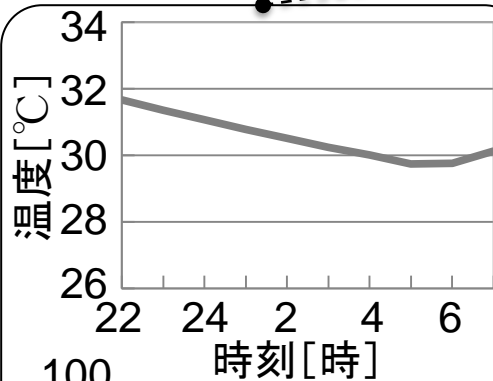
熱・換気
回路網計算

室内
温熱環境

高齢者の
体温予測モデル

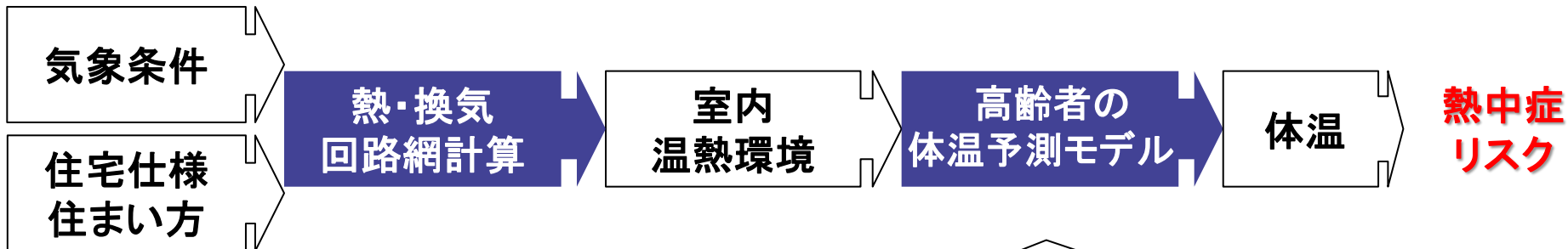
体温

熱中症
リスク



集合住宅最上階の熱中症リスクが高い

【解析目的】RC造集合住宅の各階の熱中症リスクの比較



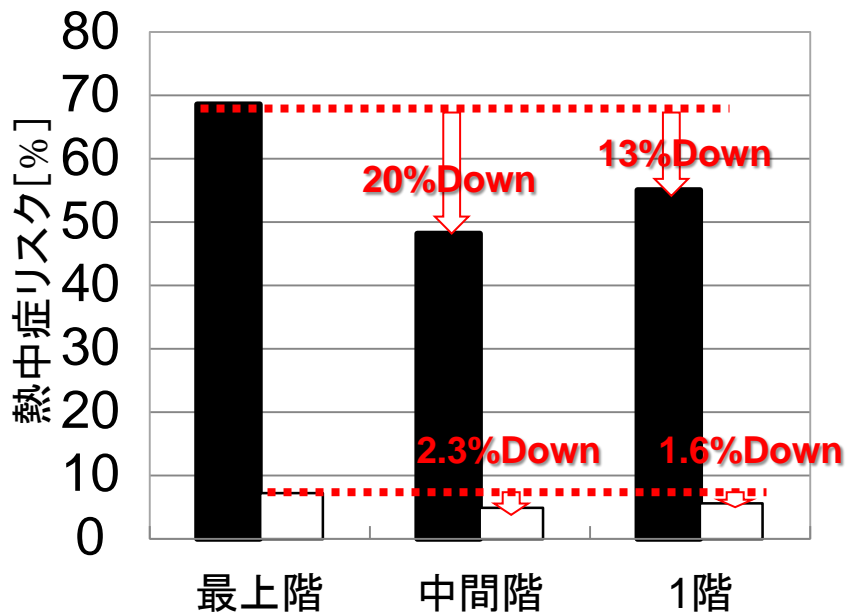
【気象条件】東京都 2010/7/22 14:00 ~ 18:00

【解析モデル】RC造 集合住宅

【解析条件】高齢男性 * 体重:56[kg]

* 体表面積:151[m²]

* 着衣量:0.56[clo]

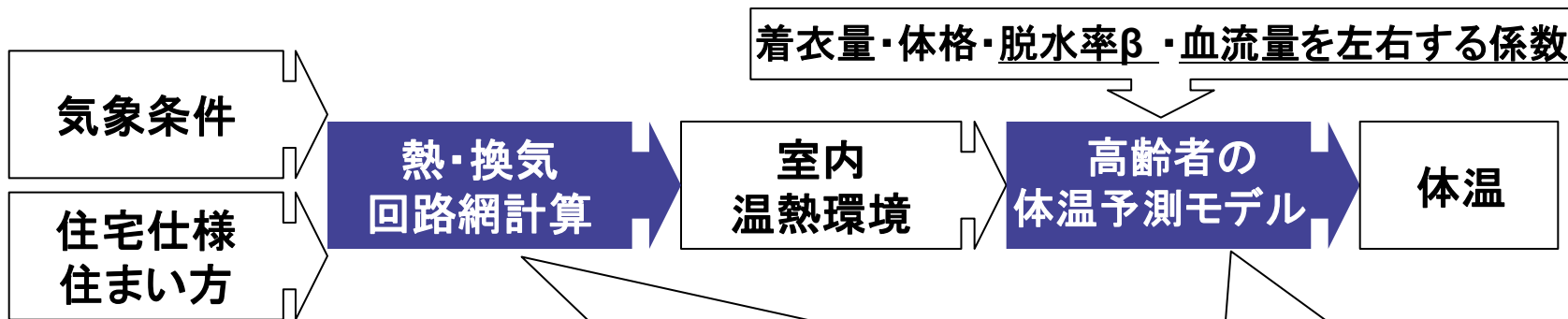


⇒ 最上階の熱中症リスクが高い

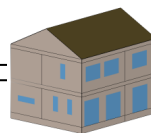


ケース・スタディ2: 解析概要

STEP3 ケース・スタディ 3-1. 調査対象住宅の再現 > 3-2. 住宅仕様・住まい方の検討



【気象条件】東京 2010/7/22の気象データ



【解析モデル】一般的な木造戸建住宅

断熱材	窓	日射遮蔽		熱損失係数 [W/m ² k]	日射取得係数 [-]
		外付け ブラインド	日よけ		
少	大	×	×	5.61	0.113
少	大	○	×	5.18	0.094
並	中	○	○	5.02	0.085
並	小	○	○	4.36	0.065
多	大	○	×	2.70	0.030

【解析条件】

心疾患のある高齢女性

着衣量 [clo]	扇風機
厚着 0.56	+
薄着 0.30	+

解析時間: 14:00 ~ 18:00

住まいと住まい方からの熱中症予防

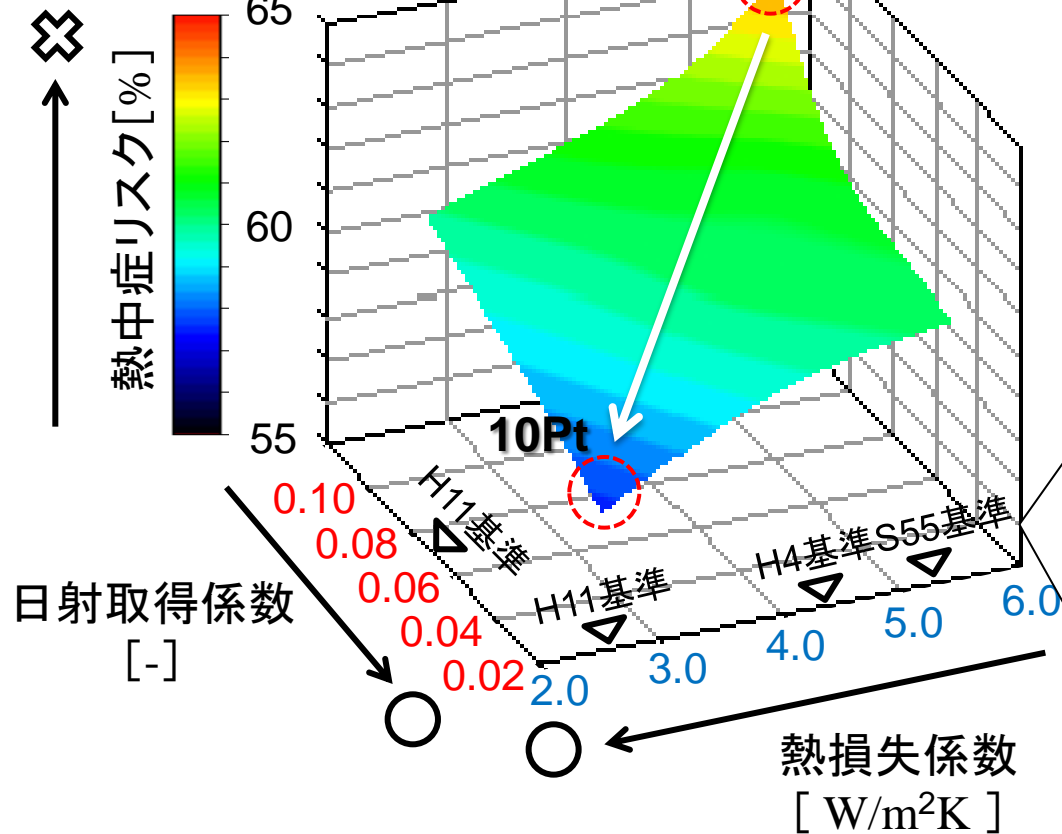
STEP3 ケース・スタディ

3-1. 調査対象住宅の再現

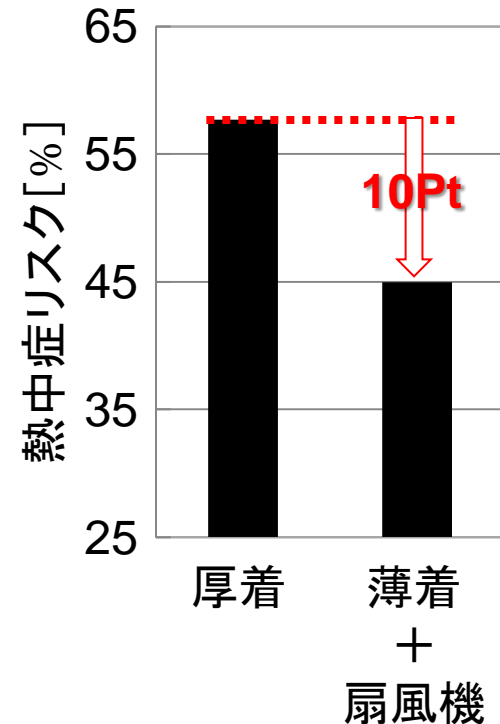
3-2. 住宅仕様・住まい方の検討

構築した熱中症リスク評価指標を用いてケース毎の熱中症リスク(入院確率)を算出

▽ : 省エネ基準

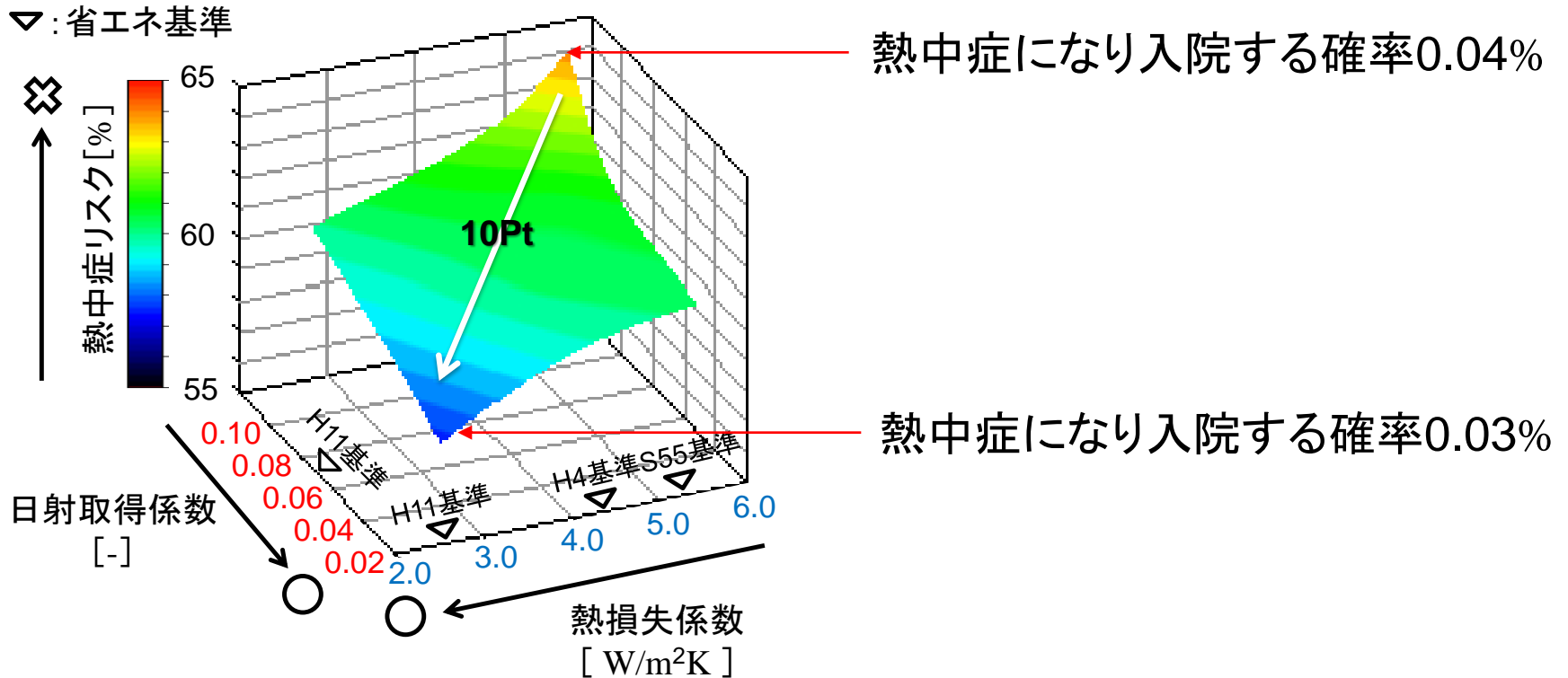


H11年基準の住宅における
住まい方の改善効果



東京23区における熱中症リスク

$$\begin{aligned}
 & \text{(2010年の東京23区の高齢者熱中症患者数} \div \text{東京23区の高齢者人口)} \times 100 \\
 & = (993 \div 1755000) \times 100 \\
 & = 0.06\%
 \end{aligned}$$



熱中症で救急搬送の有無からのリスクは算出されるが、熱中症によって倒れたが、救急搬送されなかった人を加味できない

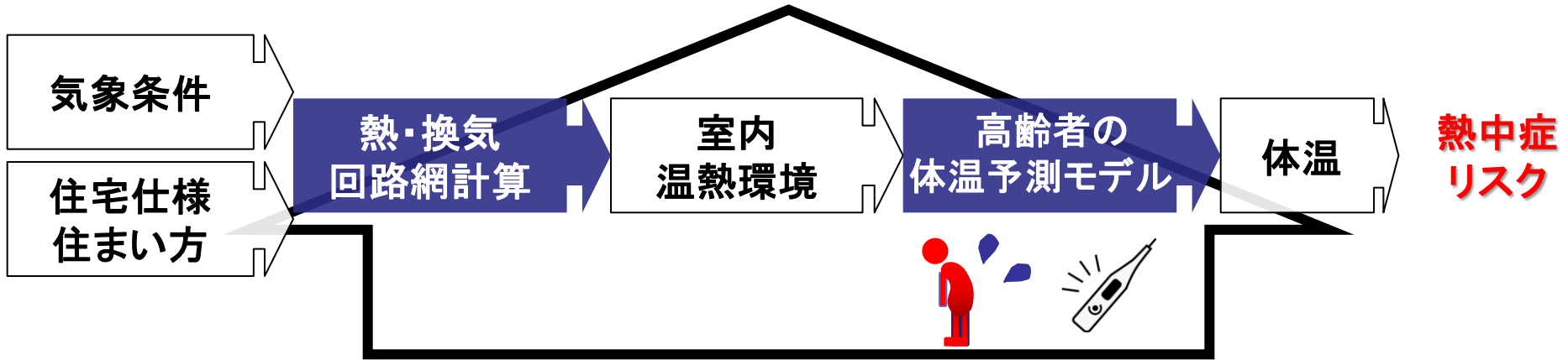


まとめ

高齢者の住宅内熱中症が多発

原因: 暑さの感じにくさ等から室内温熱環境の適切な管理が困難

高齢者の住宅内熱中症リスク評価モデルの開発

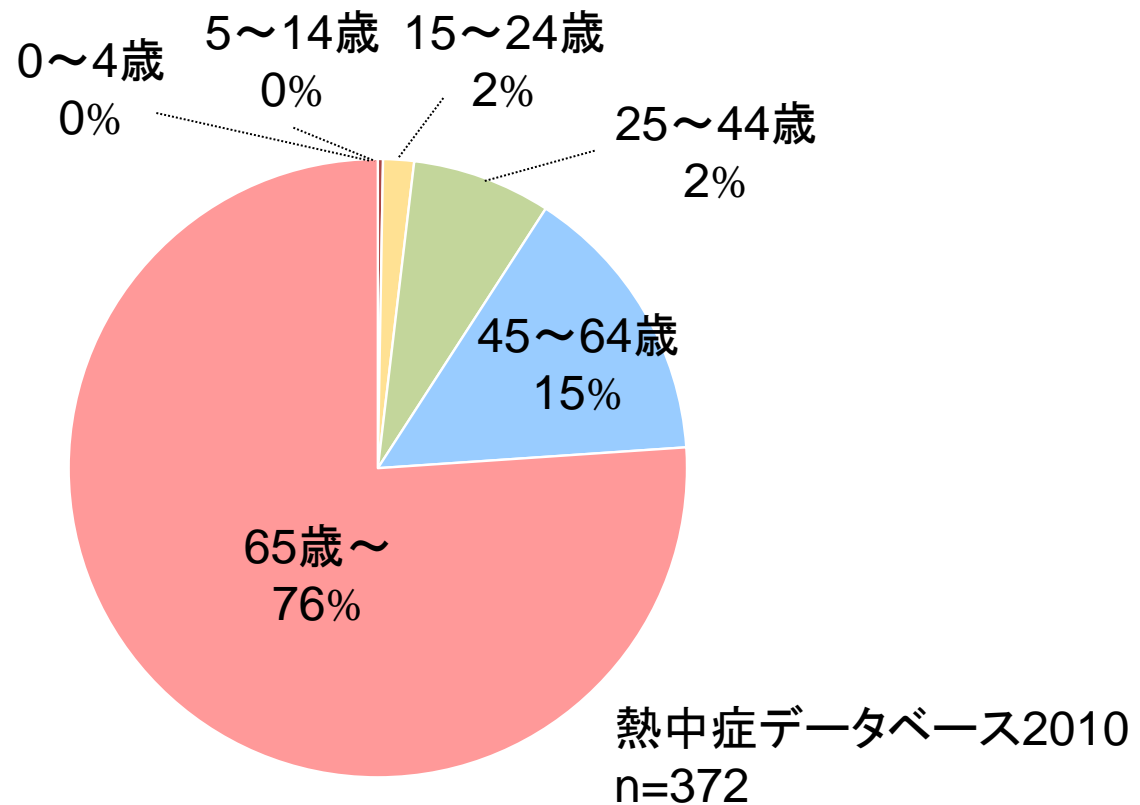


住宅仕様・住まい方から体温を介し熱中症リスクの算出が可能

住宅仕様・住まい方の予防策の提唱と促進に貢献



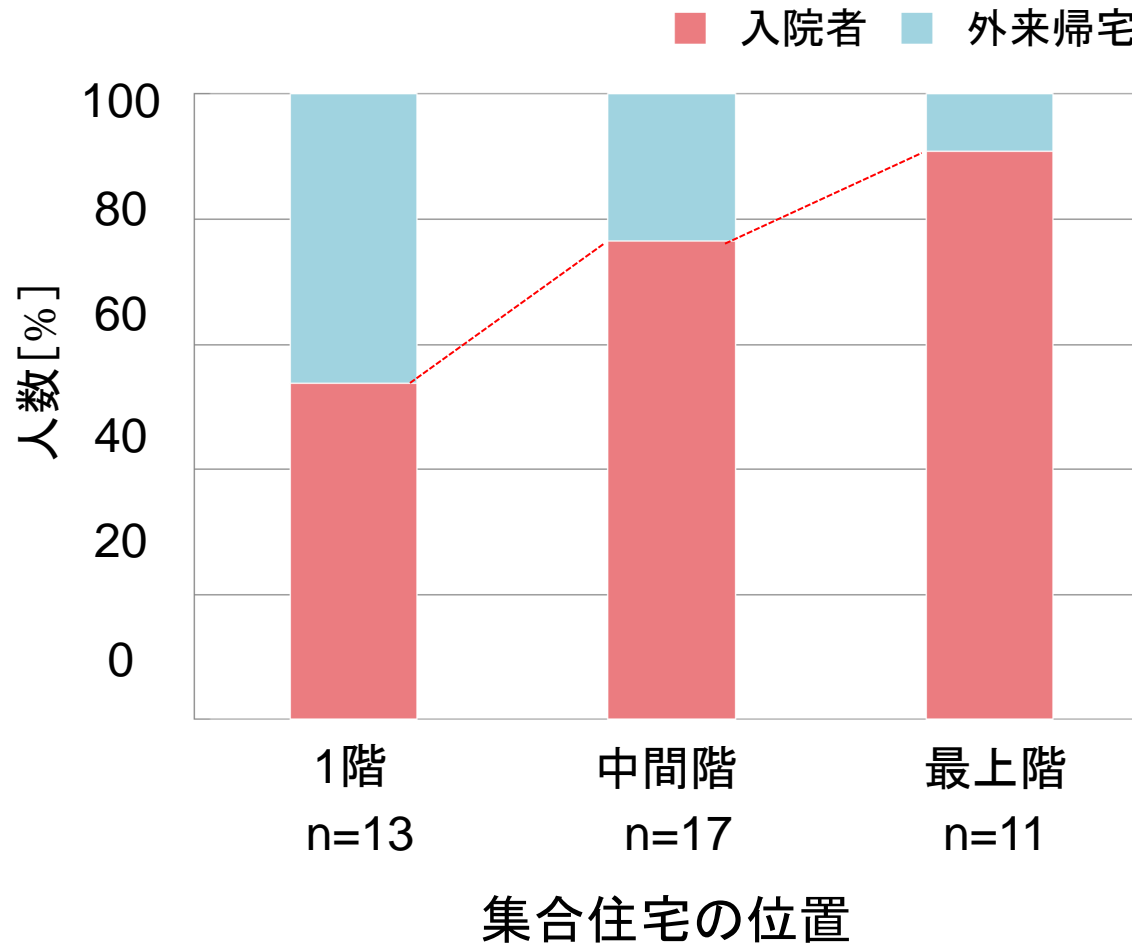
付録 住宅内での熱中症患者の年齢割合



* 住宅内での熱中症は65歳以上の方に多発
⇒ 65歳以上の方(283例)を対象に分析



集合住宅の位置と熱中症重症度

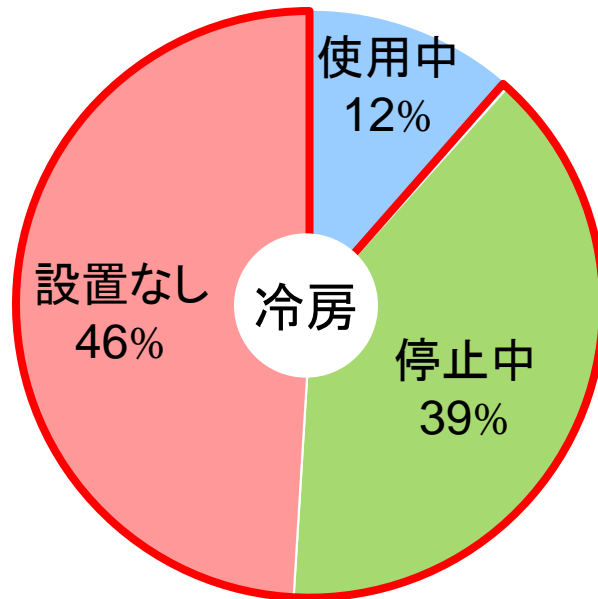


* 集合住宅の最上階では重度な熱中症患者が多数



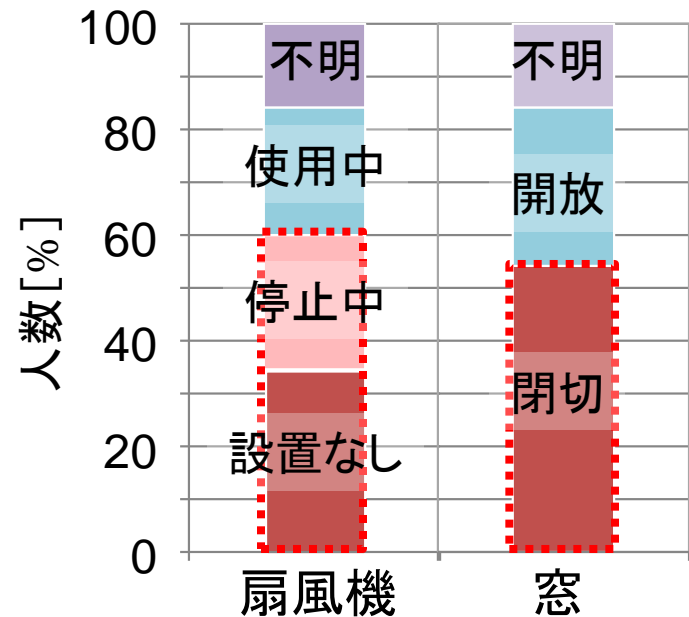
住宅内における熱中症患者の暑さ対策実施状況

冷房の使用状況



熱中症データベース2010
n=206(冷房使用状況のわかる方対象)

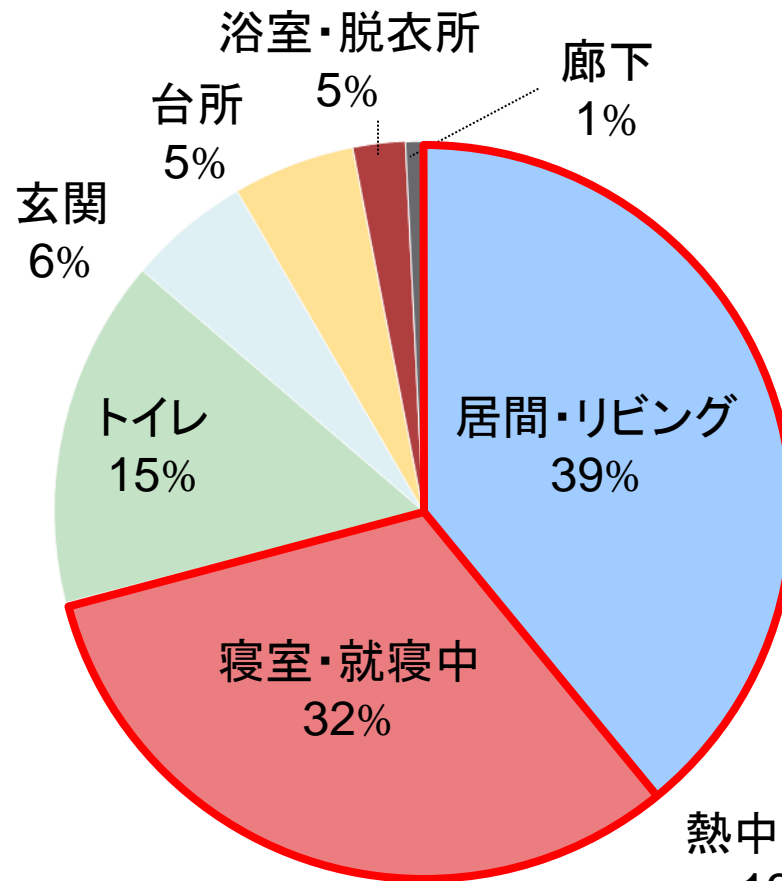
冷房の不使用者の 扇風機・窓開けの実施状況



* 住宅内における熱中症患者は
冷房・扇風機を使用していない方、窓開けを行っていない方が多数



住宅内における熱中症の発生場所



熱中症データベース2010
n=131(発生場所が明確な方対象)

* 「居間・リビング」に続き「寝室・就寝中」が多数

⇒ 温熱環境が適切に管理しにくい就寝中が危険！



2011年の住宅内における熱中症 調査まとめ

- * 外気温、日照時間が高い日ほど患者数・入院者数も多い
- * 集合住宅での熱中症が多く、特に集合住宅の最上階では重度な熱中症患者が多数
 - ⇒ * 鉄筋コンクリート造により熱がこもりやすい
 - * 天井面からの放射熱により住宅内の温度が上昇
 - ⇒ 熱中症発症リスクが上昇
- * 住宅内における熱中症患者は冷房・扇風機を使用していない方、窓開けを行っていない方が多数
- * 「居間・リビング」に続き「寝室・就寝中」が多数
 - ⇒ 温熱環境が適切に管理しにくい就寝中が危険！

