

夏季の室内熱中症と睡眠障害を回避する 住まいと住まい方

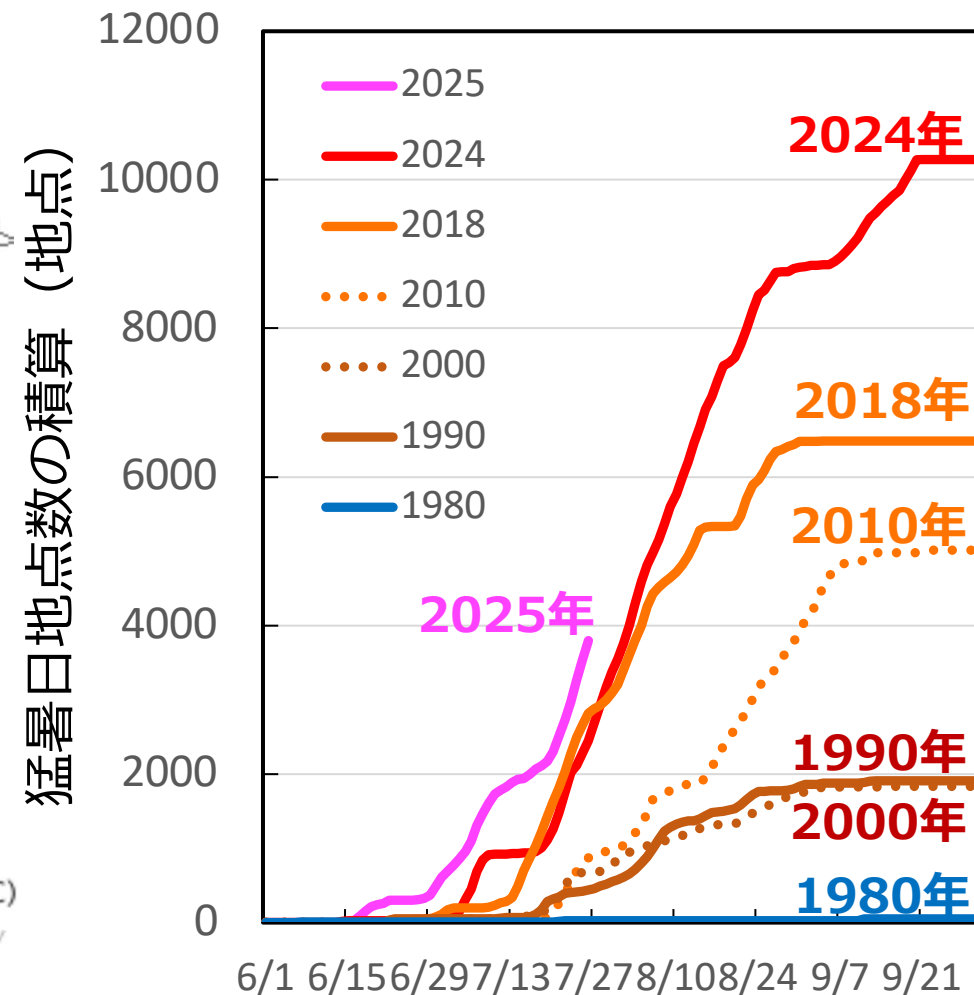
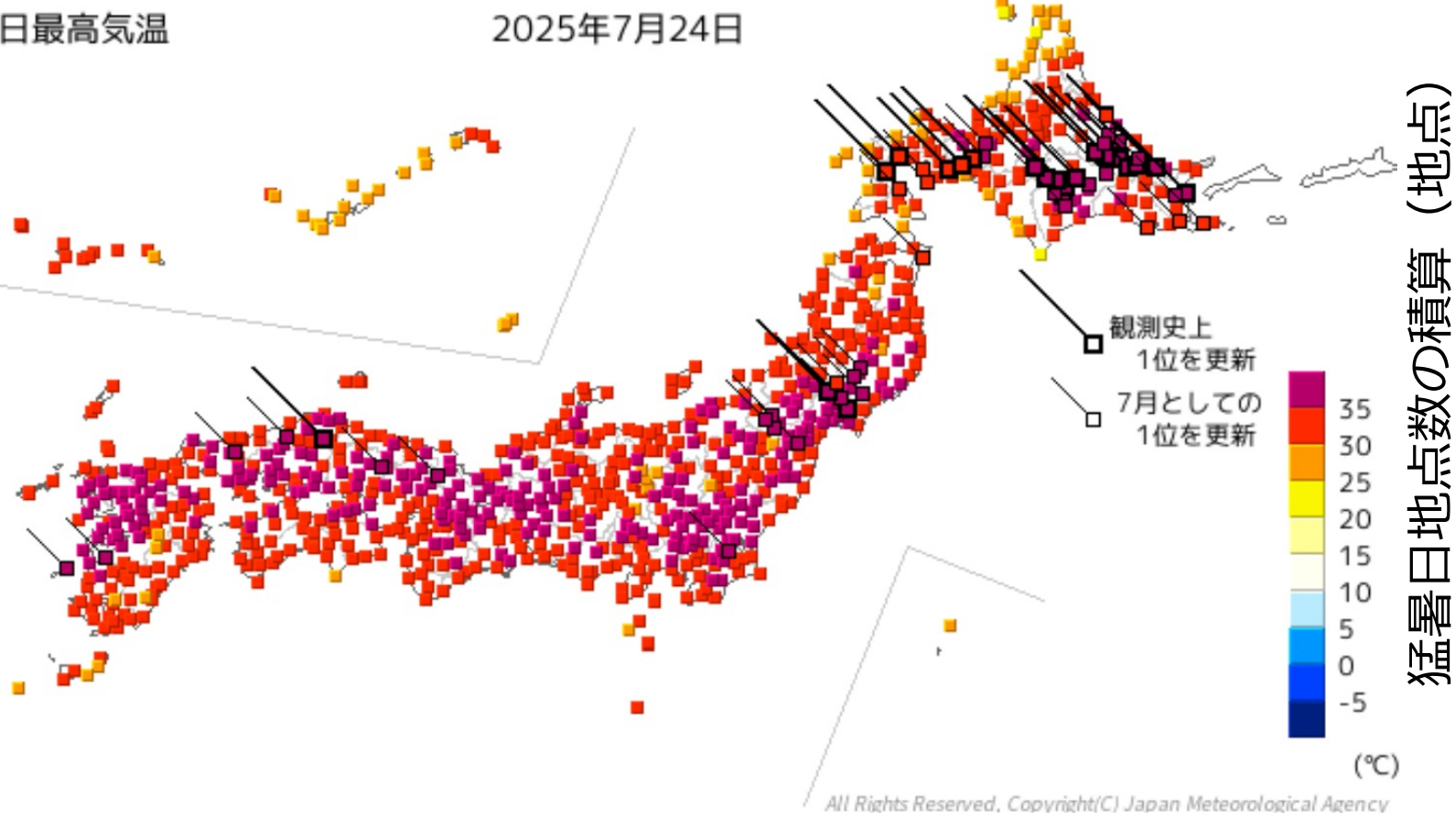


伊香賀 俊治

慶應義塾大学名誉教授

一般財団法人住宅・建築SDGs推進センター 理事長

2025年は気象観測以来の猛暑（北海道でも）



全国の気温観測所（約900地点）における
■ 35℃以上、■ 30℃以上の地点（2025年7月24日）
気象庁HP：気温の状況（日最高気温）



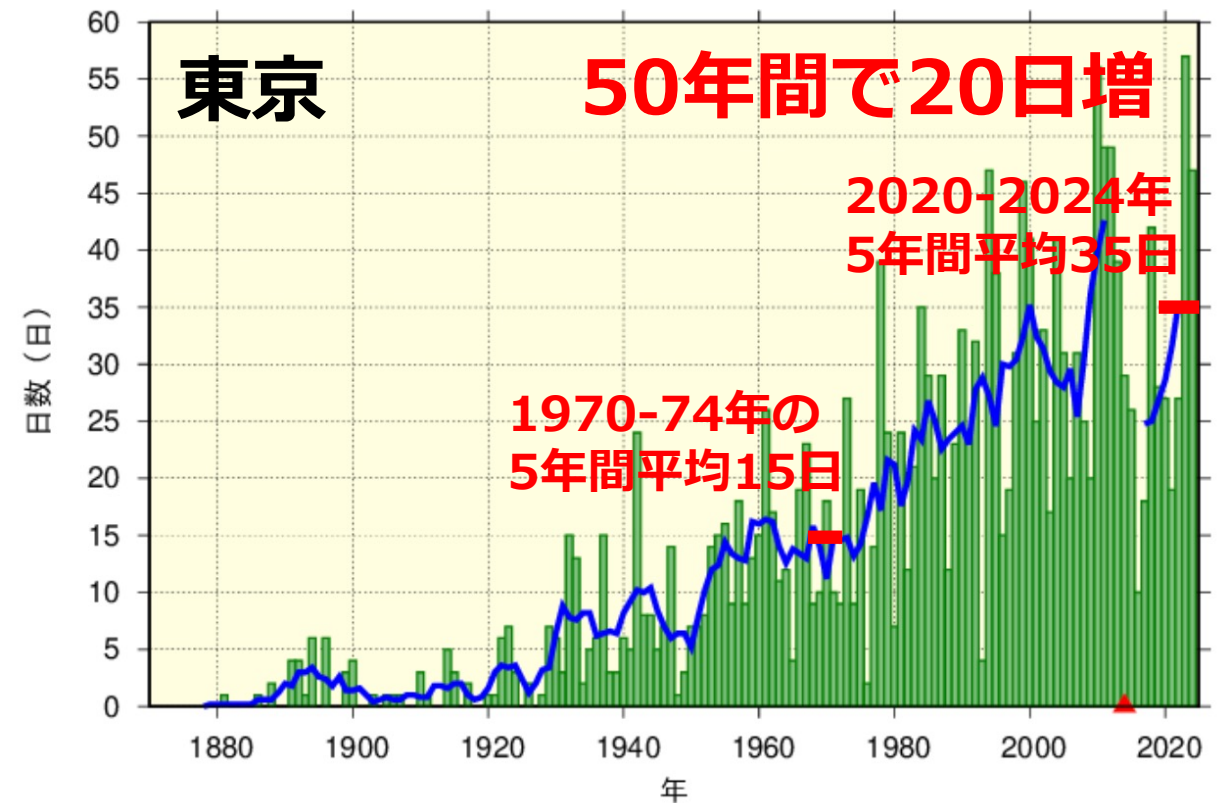
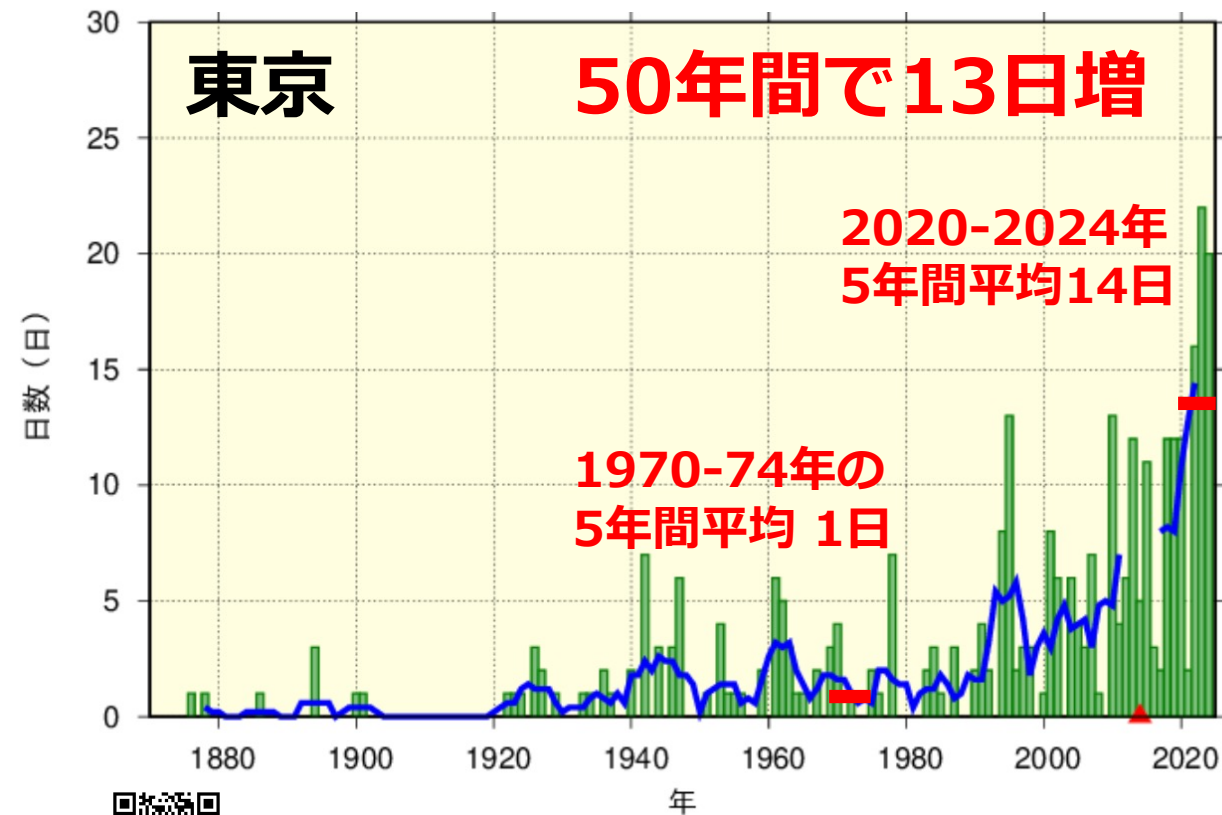
全国の気温観測所（約900地点）の猛暑日
地点数の積算（6月1日～9月30日）
気象庁HP:真夏日などの地点数 より作成

50年間で猛暑日は13日増、熱帯夜は20日増

冷房なしで暮らせた昔とは違うことに注意

最高気温35℃以上の猛暑日
50年前の **1日** から **14日** に

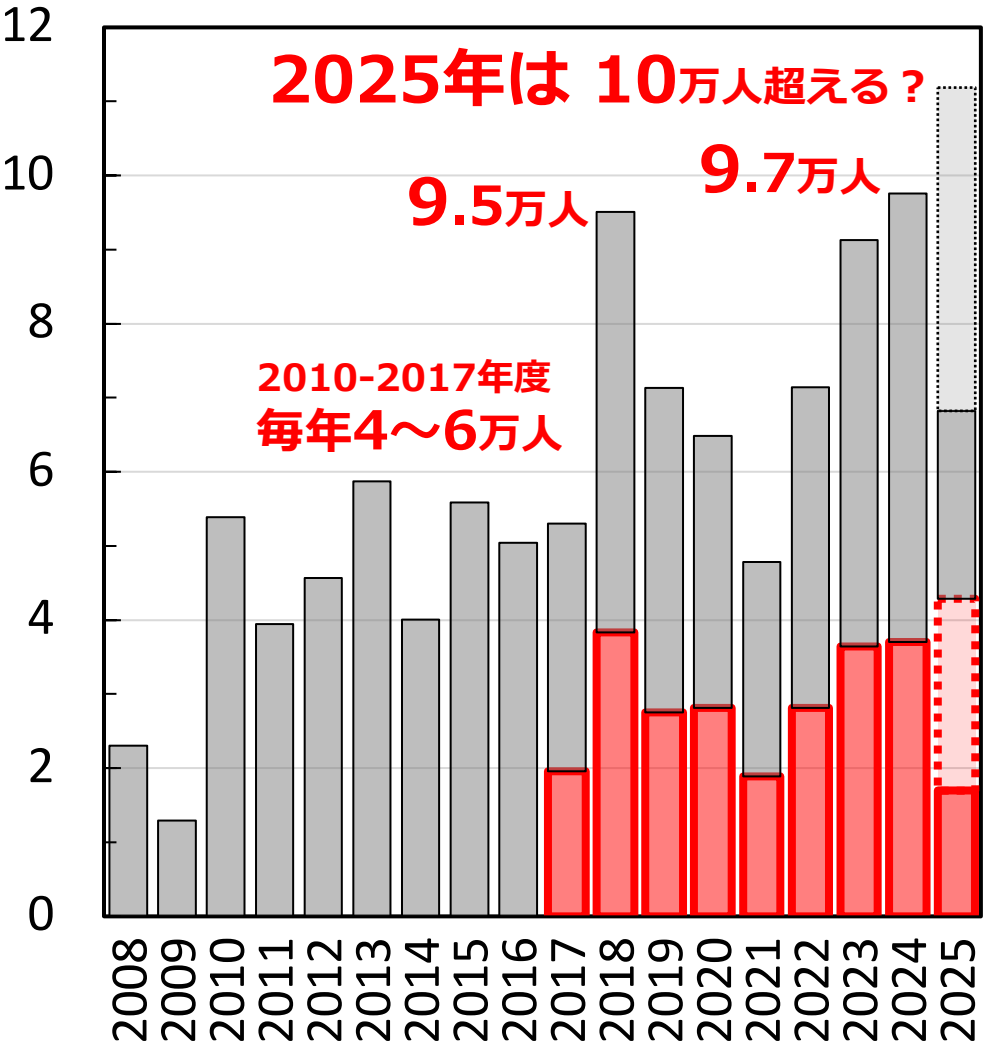
夜間最低気温25℃以上の熱帯夜
50年前の **15日** から **35日** に



気象庁：大都市における猛暑日・熱帯夜日数の長期変化傾向 https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr/himr_tminGE25.html

熱中症救急搬送の4割は住宅内

熱中症救急搬送人員数[万人/年]



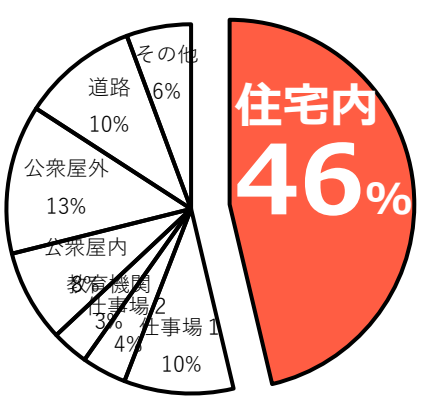
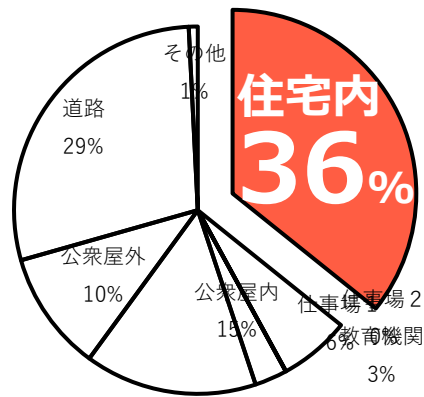
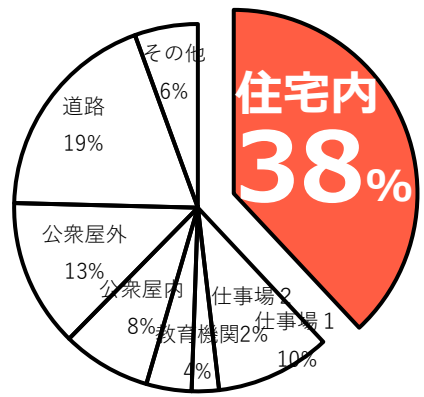
総務省消防庁「熱中症による救急搬送人員数」

2024年の熱中症救急搬送人数

全国 97,578人 東京都 2,897人 北海道 1,609人

その他

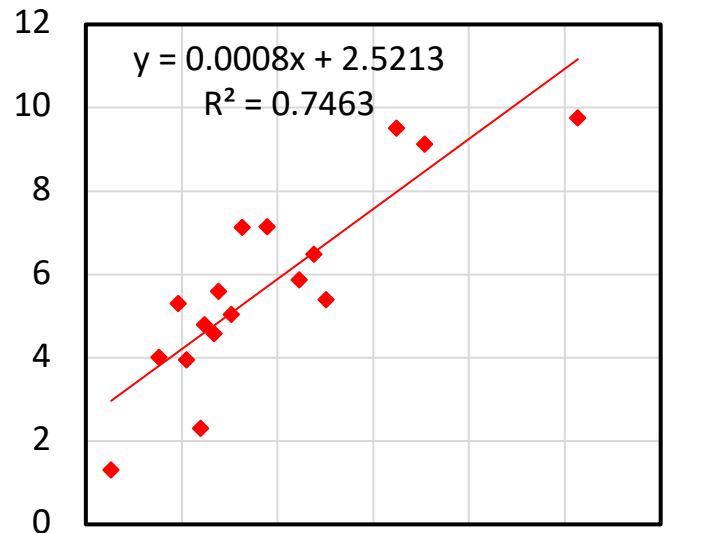
住宅内



北海道のエアコンの普及遅れが原因？

熱中症救急搬送人員数

[万人/年]



全国約900地点の猛暑日地点数の積算



気象庁HP:真夏日などの地点数より作成

全国の気温観測所 (約900地点)の猛暑日地点数の積算 (6月1日~9月30日) と熱中症救急搬送人員数の相関関係 (伊香賀分析)

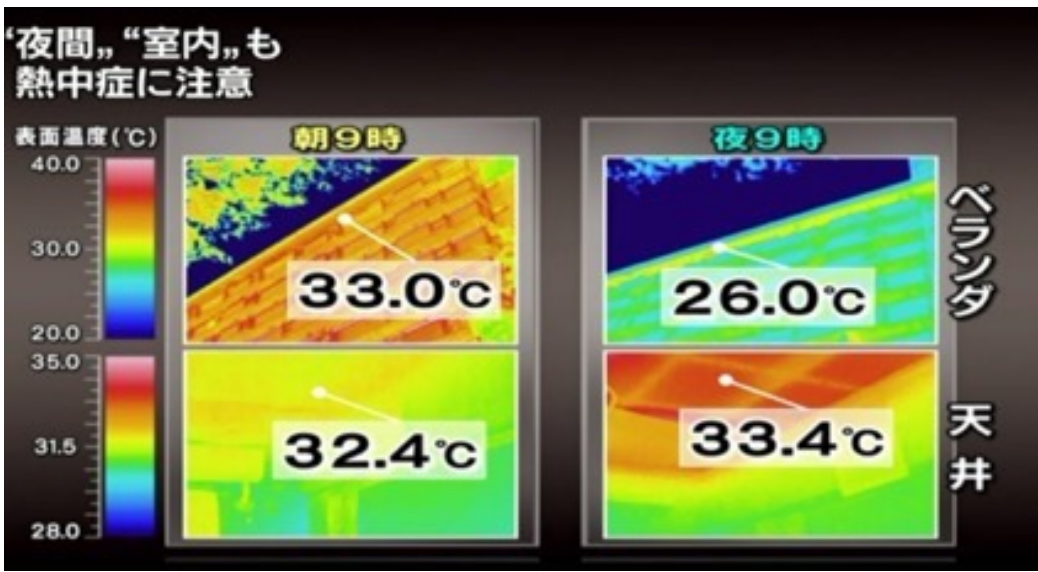
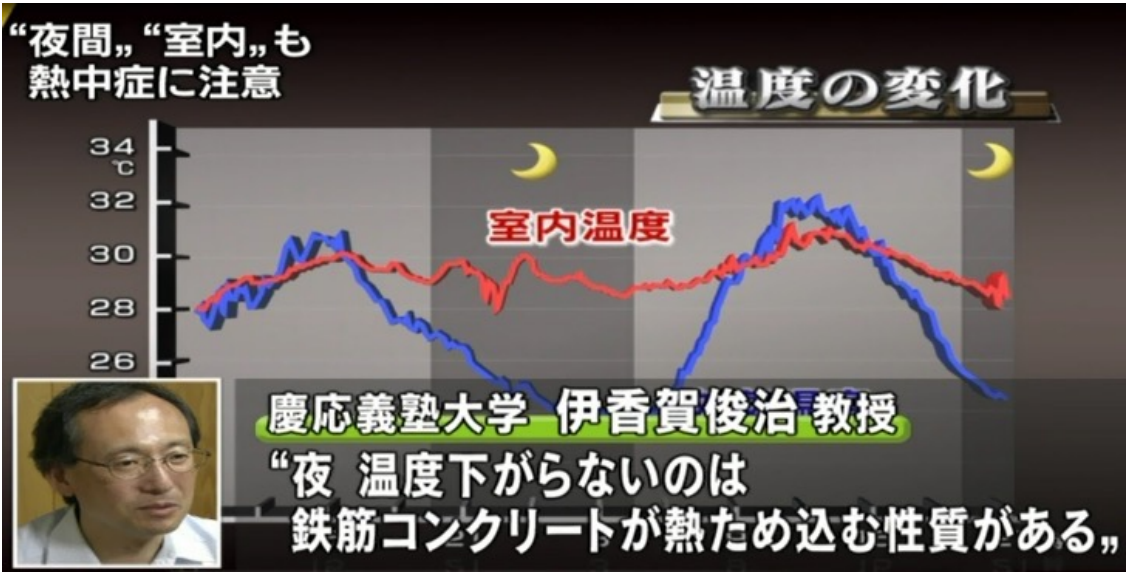
室内熱中症への注意喚起

NHK クローズアップ現代 2010年9月2日19:30から



厚生労働省 熱中症対策検討会
2012年7月19日19時

NHKニュース 2012年7月19日19時



日本救急医学会調査に住まいと住まい方質問を追加

熱中症データベース2010に反映していただいた

* 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

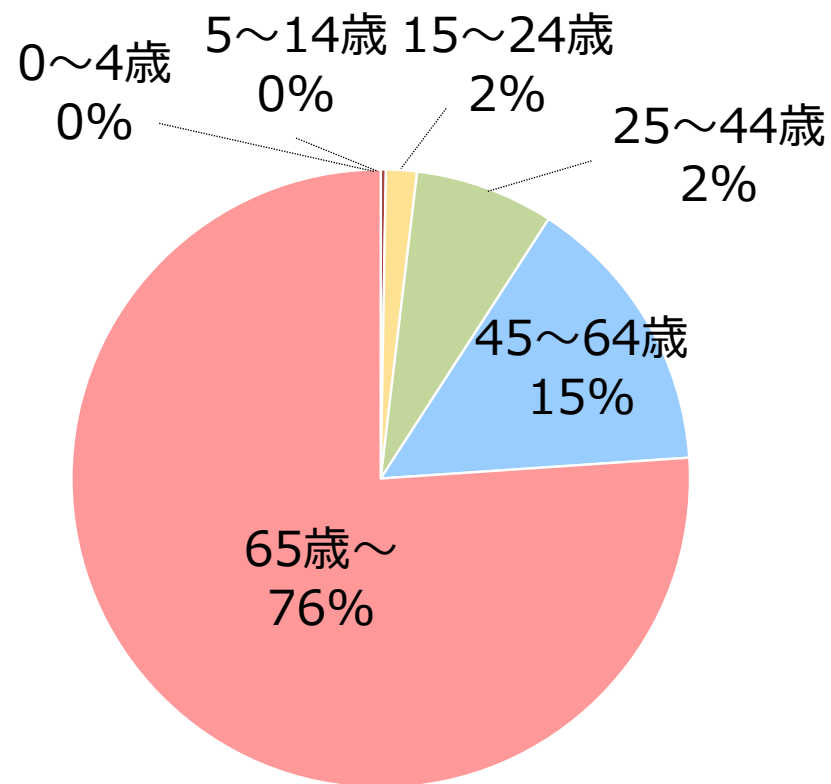
☐ 裸に近い ☐ 半袖 ☐ 厚着 ☒ 布団の中

2010年、2006・2008年の調査項目に
新たに追加

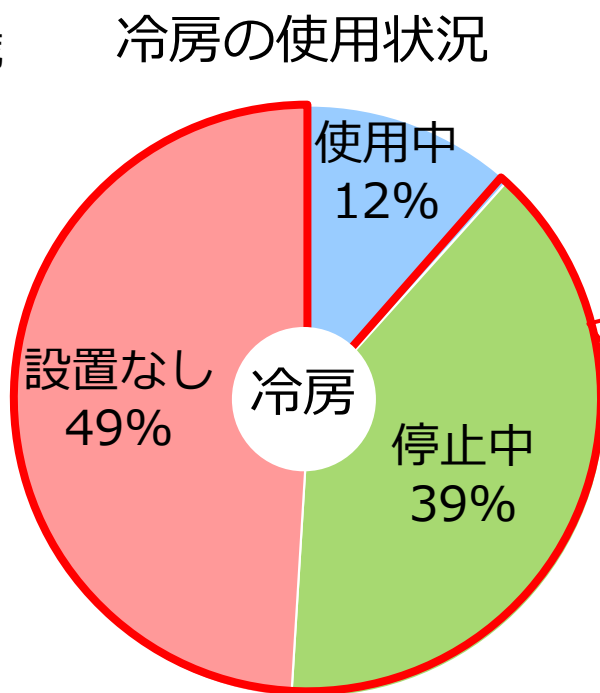
伊香賀俊治、堀 進悟、三宅康史、鈴木 昌、村上由紀子： 住環境と熱中症、日本臨牀 Vol.70, No.6, pp.1005-1012, 2012年6月

室内熱中症患者の年齢構成と住まい方

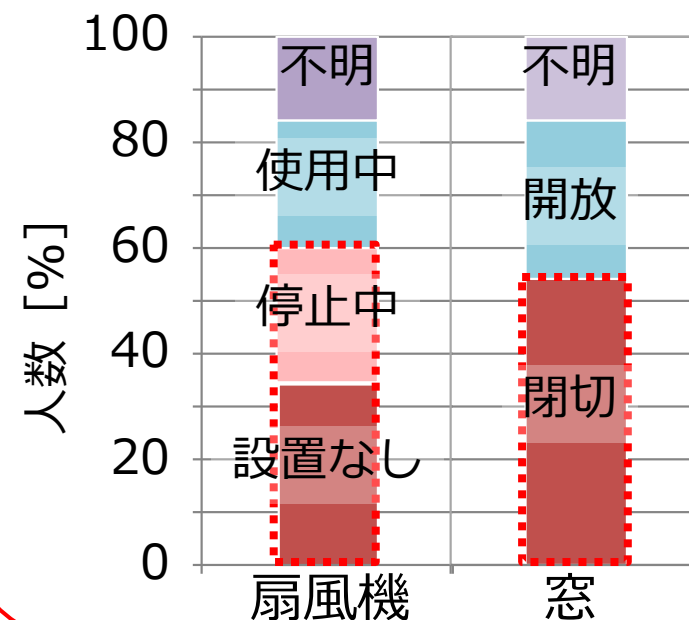
室内熱中症は65歳以上に多発



冷房・扇風機・窓開け
していない方に多数



冷房の不使用者の
扇風機・窓開けの実施状況



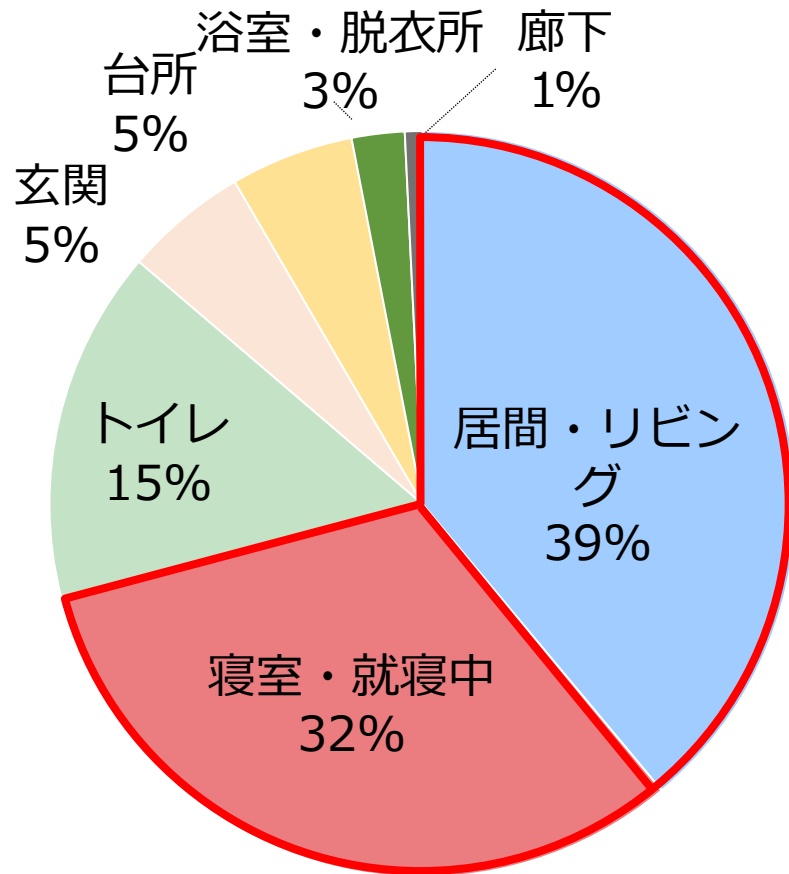
日本救急医学会熱中症データベース2010 (n=372)
うち65歳以上の方 (n=283) を対象に分析

日本救急医学会熱中症データベース2010 (n=372)
うち冷房使用状況のわかる方対象 (n=206)

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

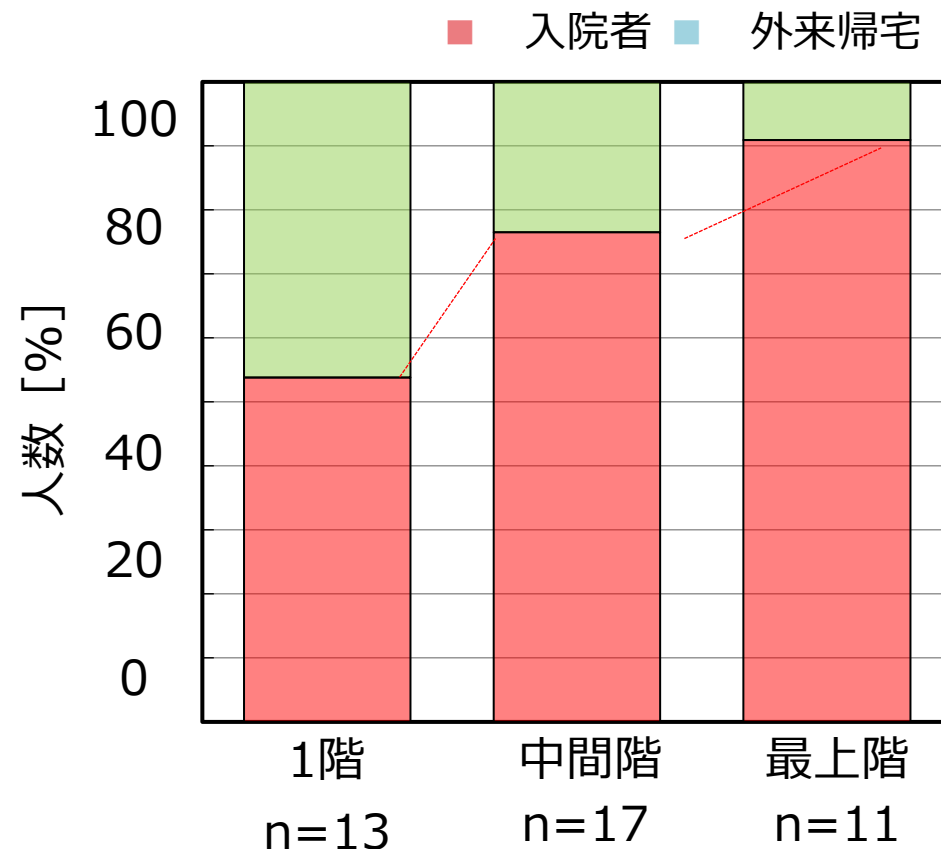
住宅内熱中症患者の住まいの状況（共同住宅）

「居間」と「寝室・就寝中」が多数



日本救急医学会熱中症データベース2010（n=372）
うち発生場所が明確な方（n=131）を対象に分析

最上階では重度な熱中症患者が多数

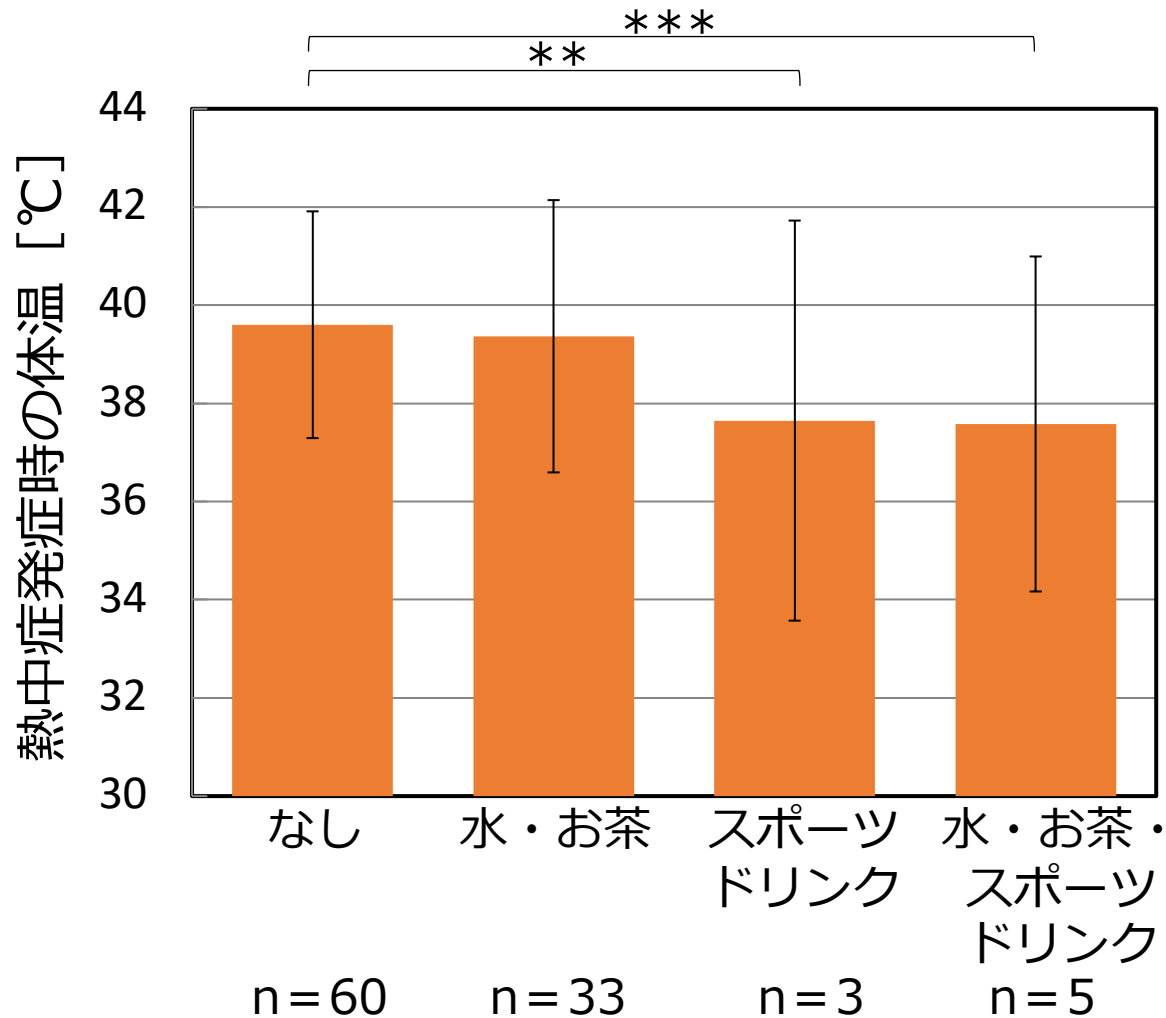


日本救急医学会熱中症データベース2010（n=372）
うち集合住宅の住戸位置が明確な方（n=41）を対象に分析

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

水分摂取による比較（65歳以上）

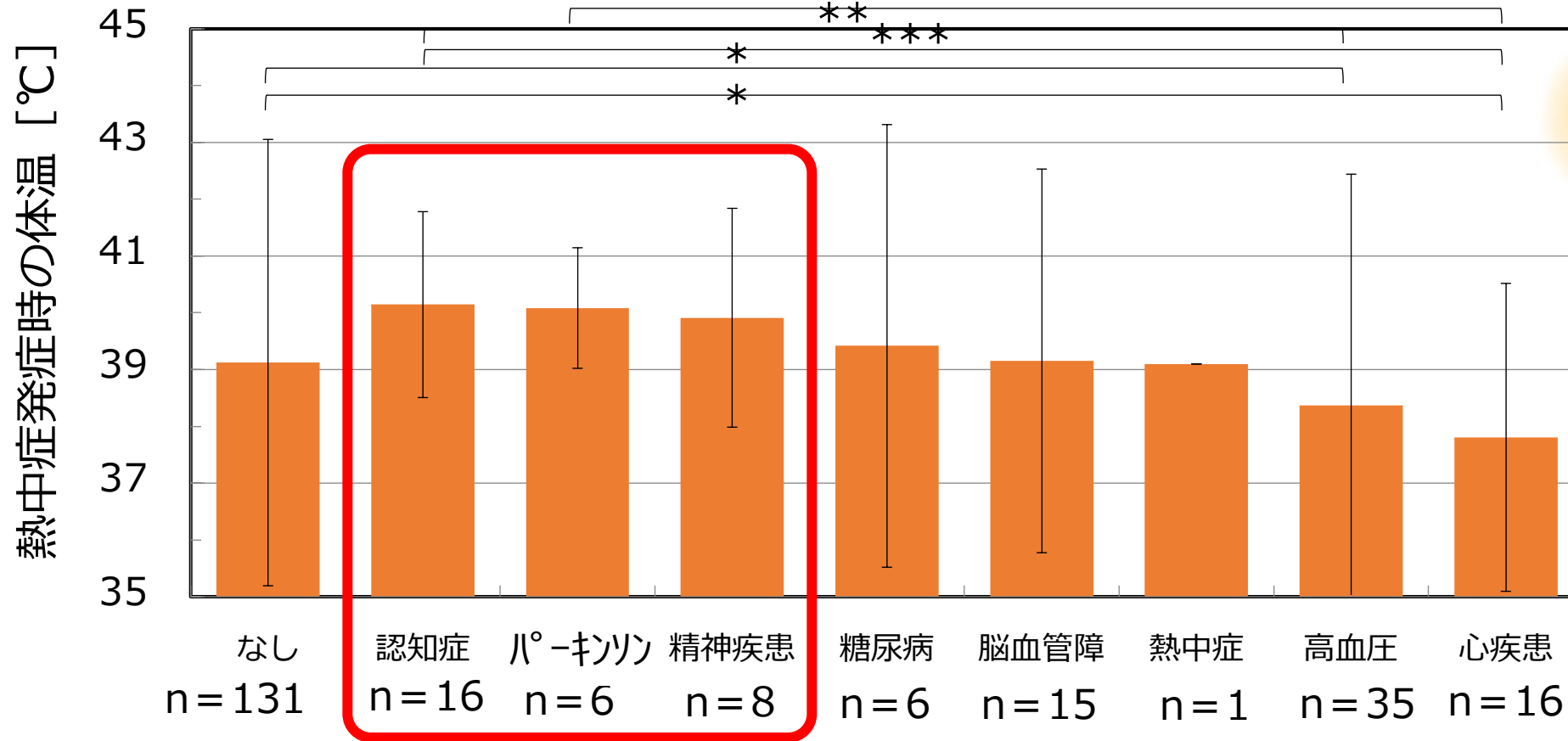
※2008年のデータのみを用いた分析



伊香賀俊治： 住居と熱中症、熱中症 ～日本を襲う熱波の恐怖～、日本救急医学会編、へるす出版、pp.110-119、2011.5

既往歴による比較（65歳以上）

※2006、2008年のデータを用いた分析



**認知症・パーキンソン・
精神疾患患者が高体温で救急搬送**

→暑熱環境で適切に
体温調節ができてい
ない可能性

心疾患・高血圧が有意に低い・・・熱中症の初期症状に敏感な可能性

伊香賀俊治：住居と熱中症、熱中症 ～日本を襲う熱波の恐怖～、日本救急医学会編、へるす出版、pp.110-119、2011.5

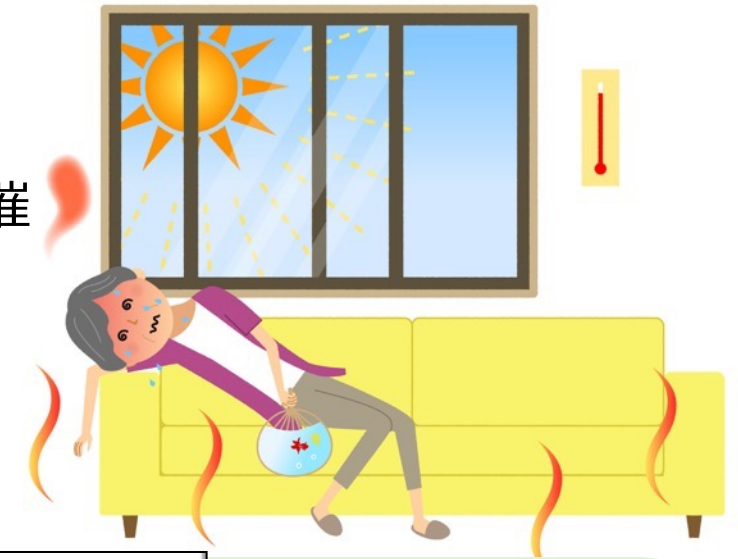
** : $p < 0.01$ 、*** : $p < 0.001$ 、その他 : n.s. (no significant)

高齢者の住まいの熱中症対策調査

2011年5月14日に多摩市民大学講座『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



表

裏

温湿度計

アンケート用紙

回答者

57名

説明会の様子

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

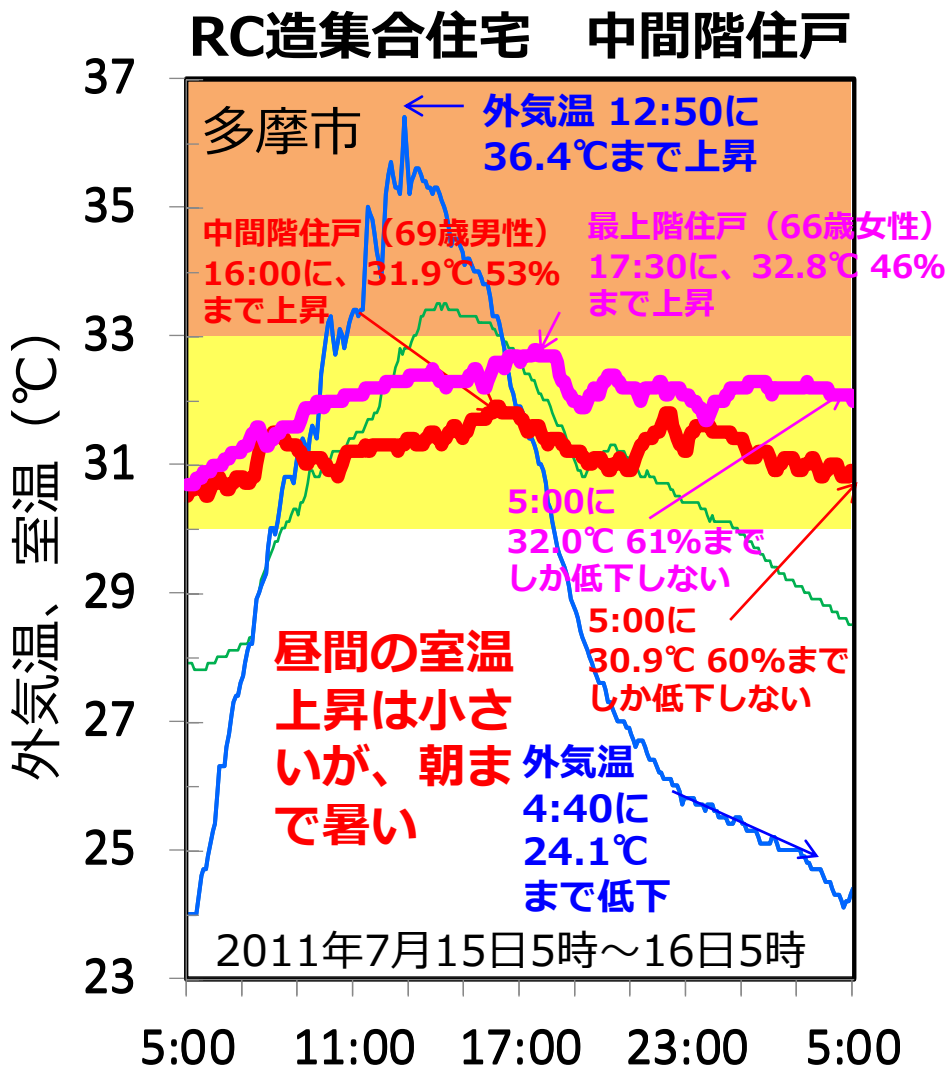
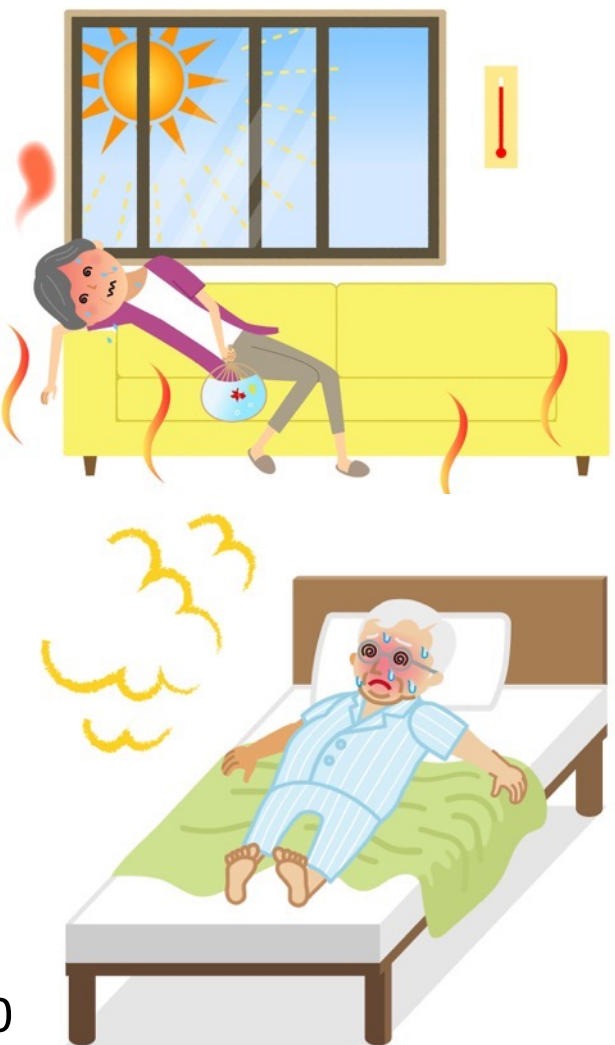
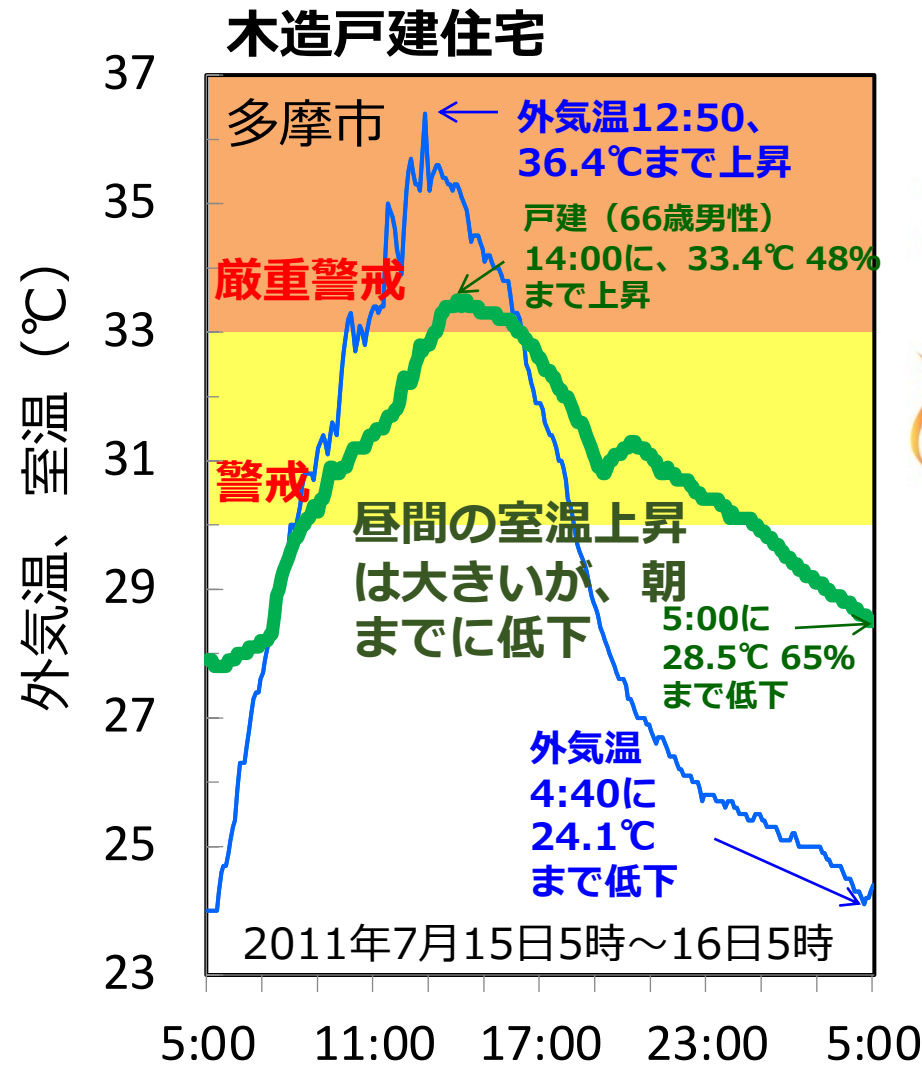


温湿度計

アンケート用紙

高齢者の住まいの熱中症対策調査

断熱材がなく熱も溜め込む
古いコンクリート造住宅は
24時間暑いまま



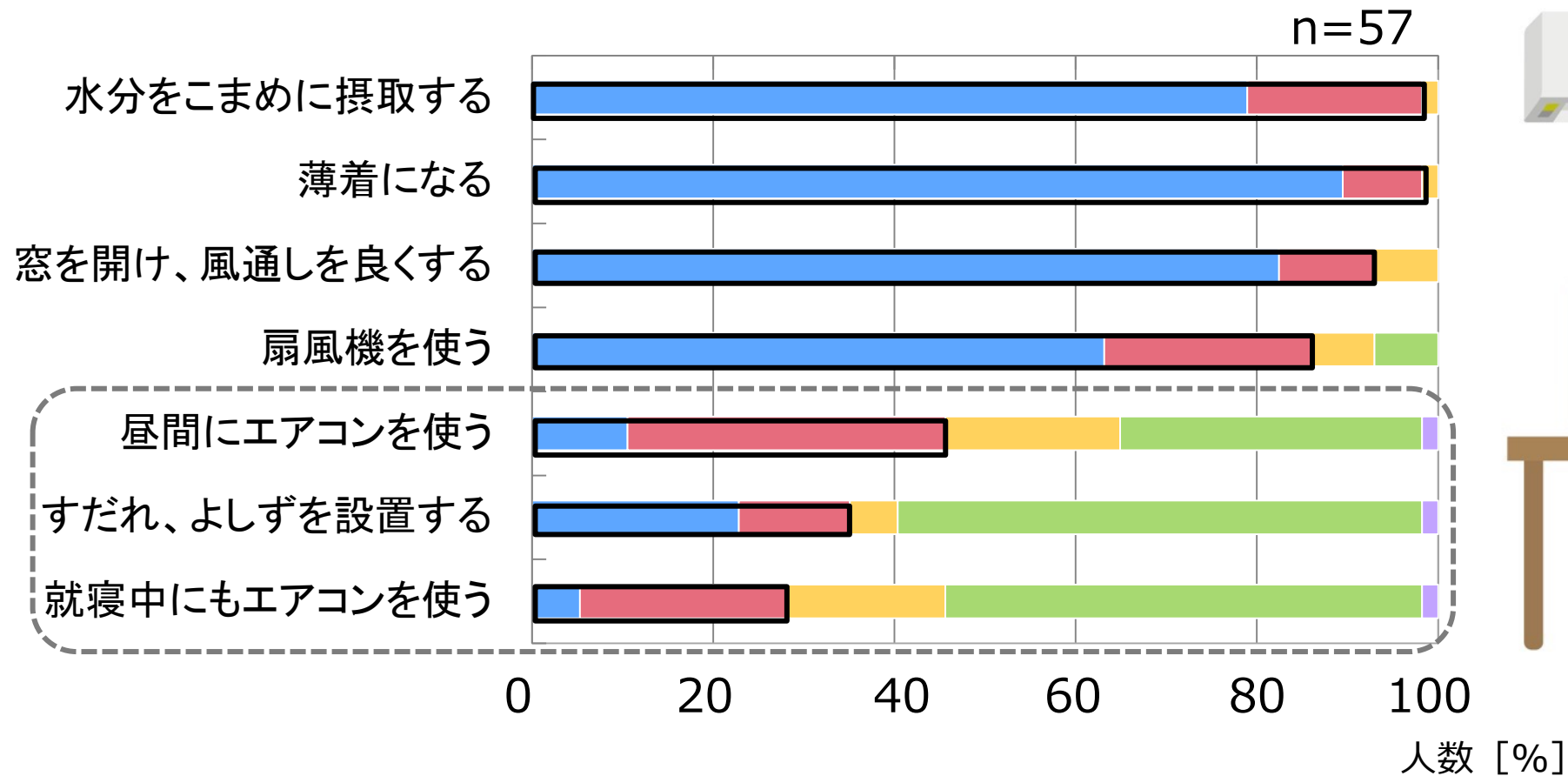
色分けはの典 日本生気象学会「日常生活における熱中症予防指針 ver.4（2022.5）」室内相対湿度50%程度

<https://seikishou.jp/cms/wp-content/uploads/20220523-v4.pdf>

高齢者が実行している住まいの暑さ対策

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



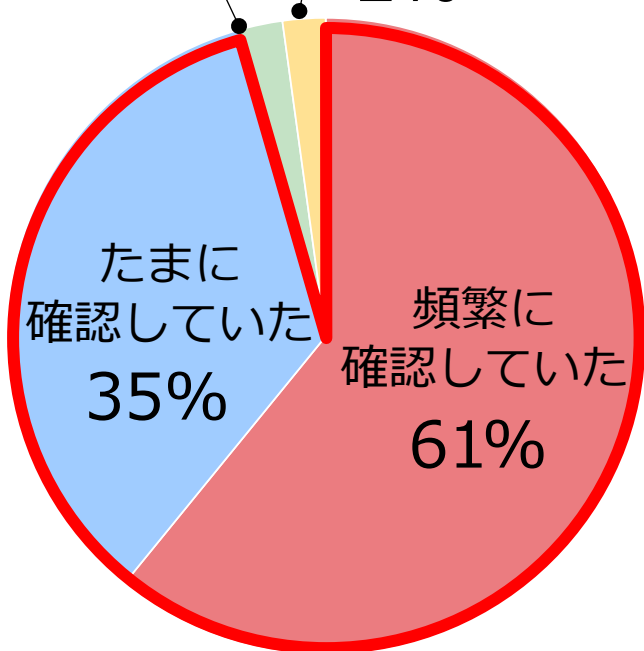
* すだれ、よしずを設置し日射を防ぐ人、昼・夜エアコンを使用する人が少ない

感覚に頼らず、温湿度計をチェック！

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？

あまり確認して
いなかった 2%

全く確認して
いなかった 2%



→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

n=57

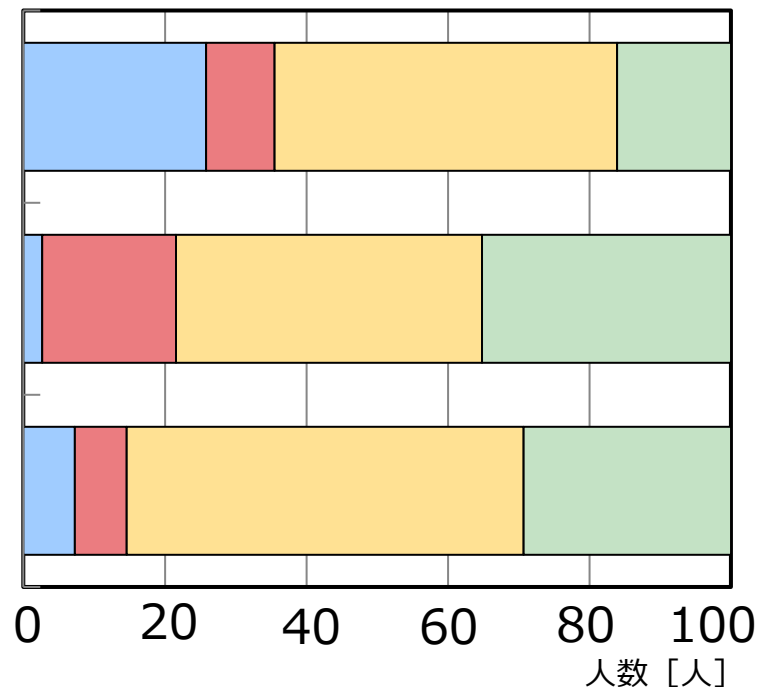
質問：温湿度計に表示される温度や湿度を確認することで、暑さを緩和する対策を行おうと思うようになりましたか？

■ 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

昼間にエアコンを使う
n=31

すだれ、よしずを設置する
n=37

就寝中にもエアコンを使う
n=41



⇒ 9割以上が温湿度計を確認

* 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

住まいと住まい方から熱中症を予測



人体温熱生理モデルの改良によって体温を予測

皮膚血流量・発汗量を左右する係数の変更

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

蓄熱量 伝導 血流 潜熱 対流顕熱

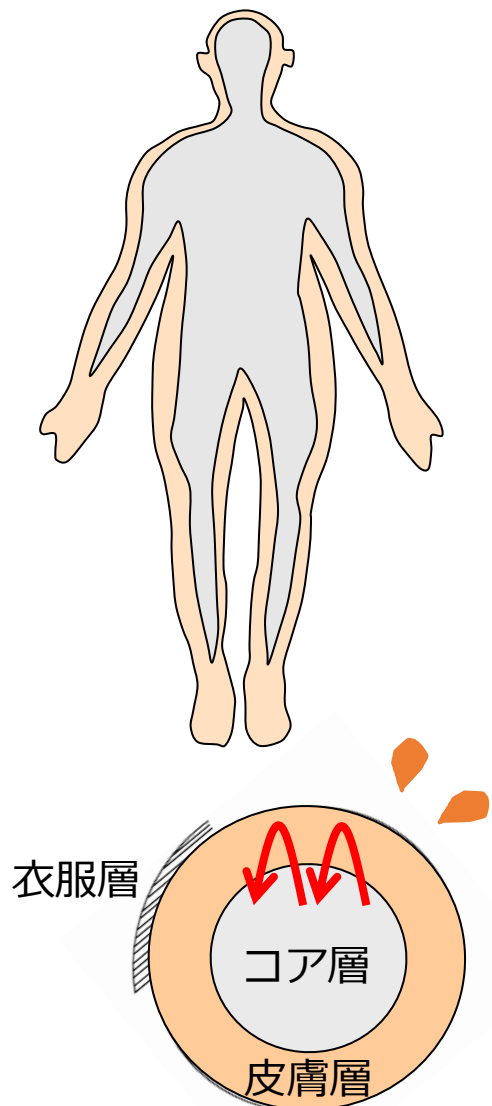
コア層 $S_{cr} = (M - Q_{res}) - K (T_{cr} - T_{sk}) - \underbrace{c_{p,bl} m_{bl} (T_{cr} - T_{sk})}_{\text{血流}}$

蓄熱量 代謝量 呼吸 伝導 血流

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

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

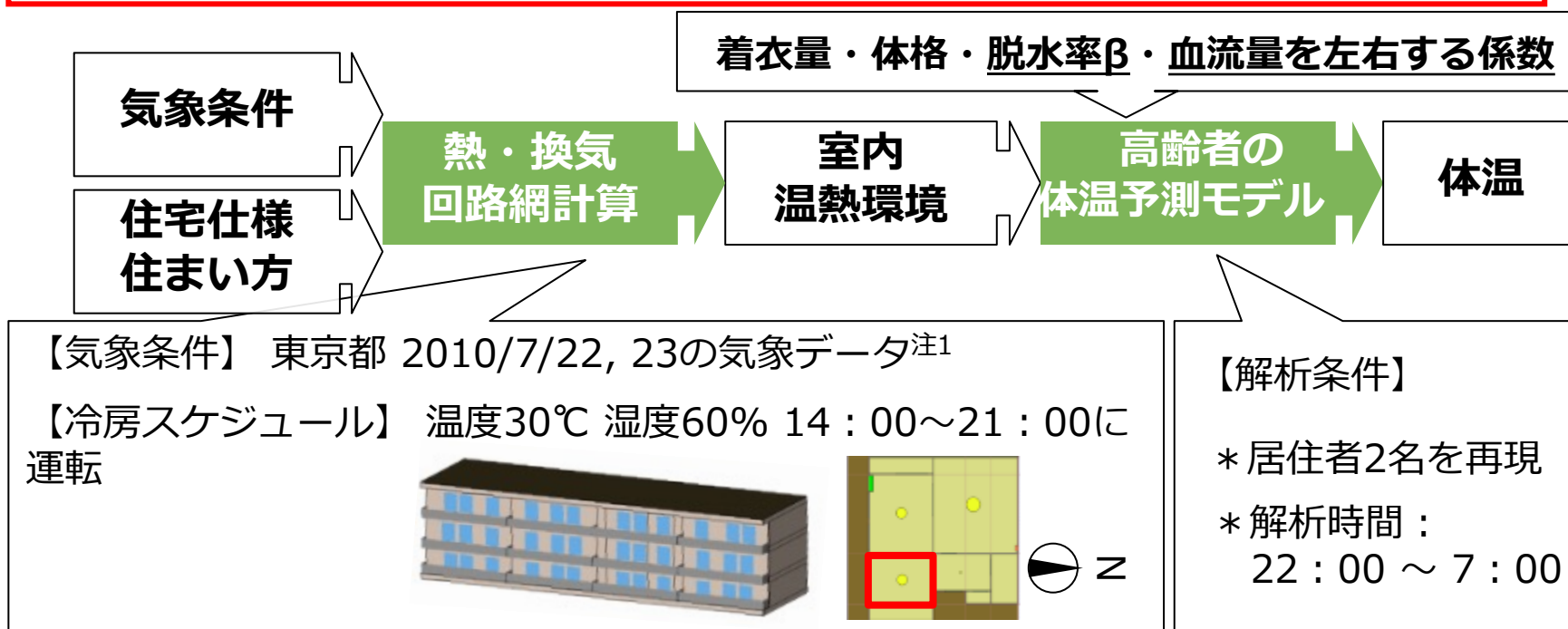
住まいと住まい方から熱中症を予測

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℃まで上昇し熱中症が発症

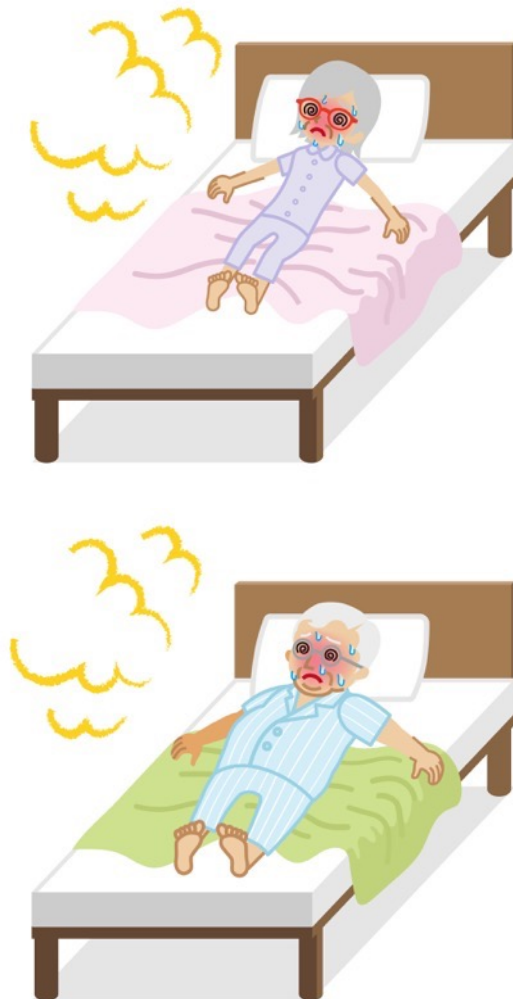
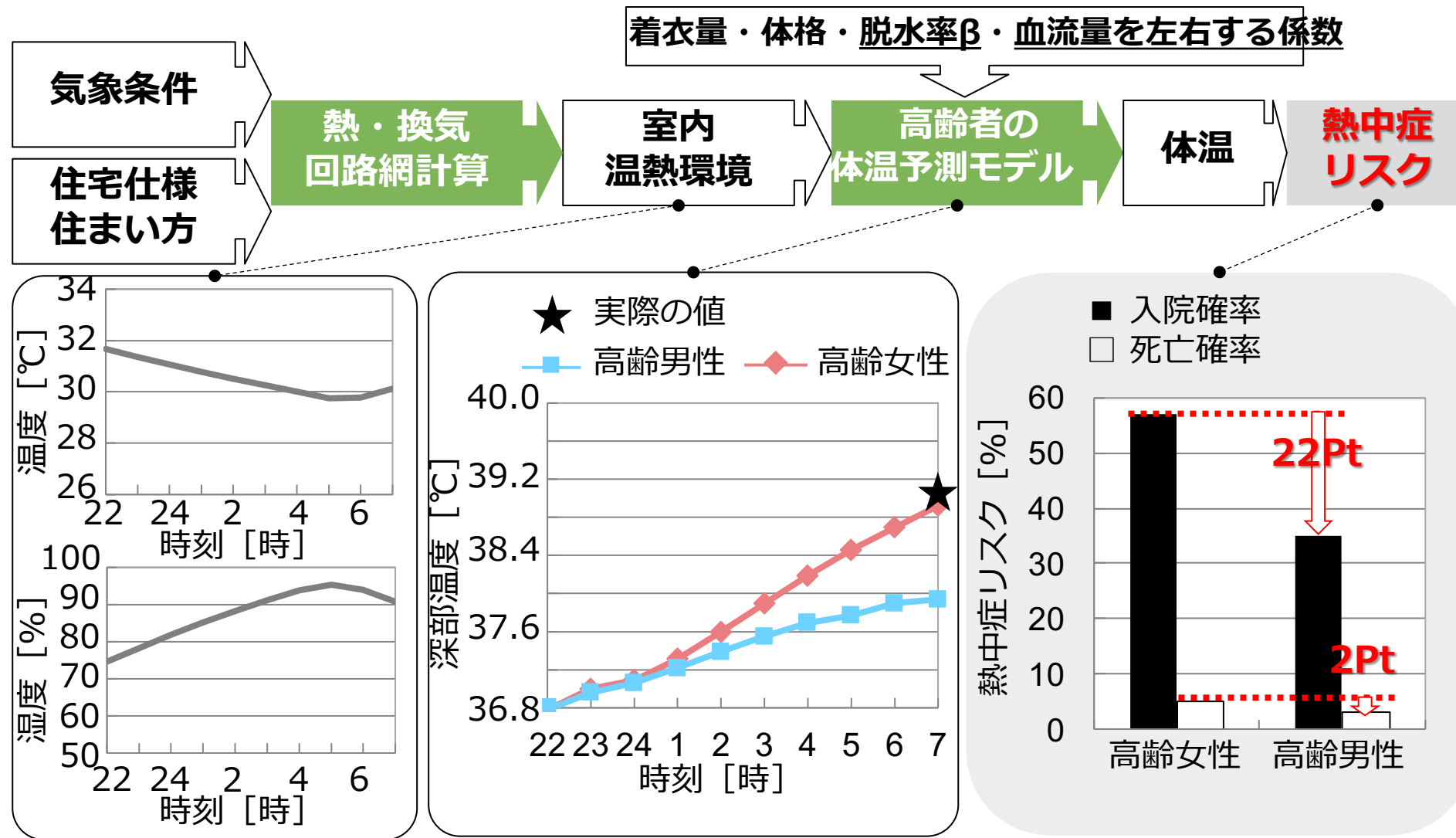


注1：気象解析ソフトMETEONORMを用いて算出

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

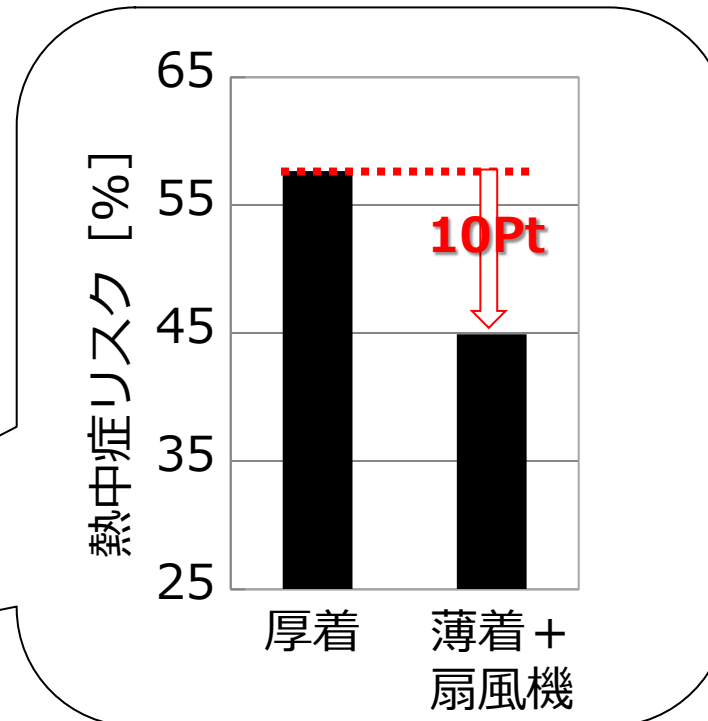
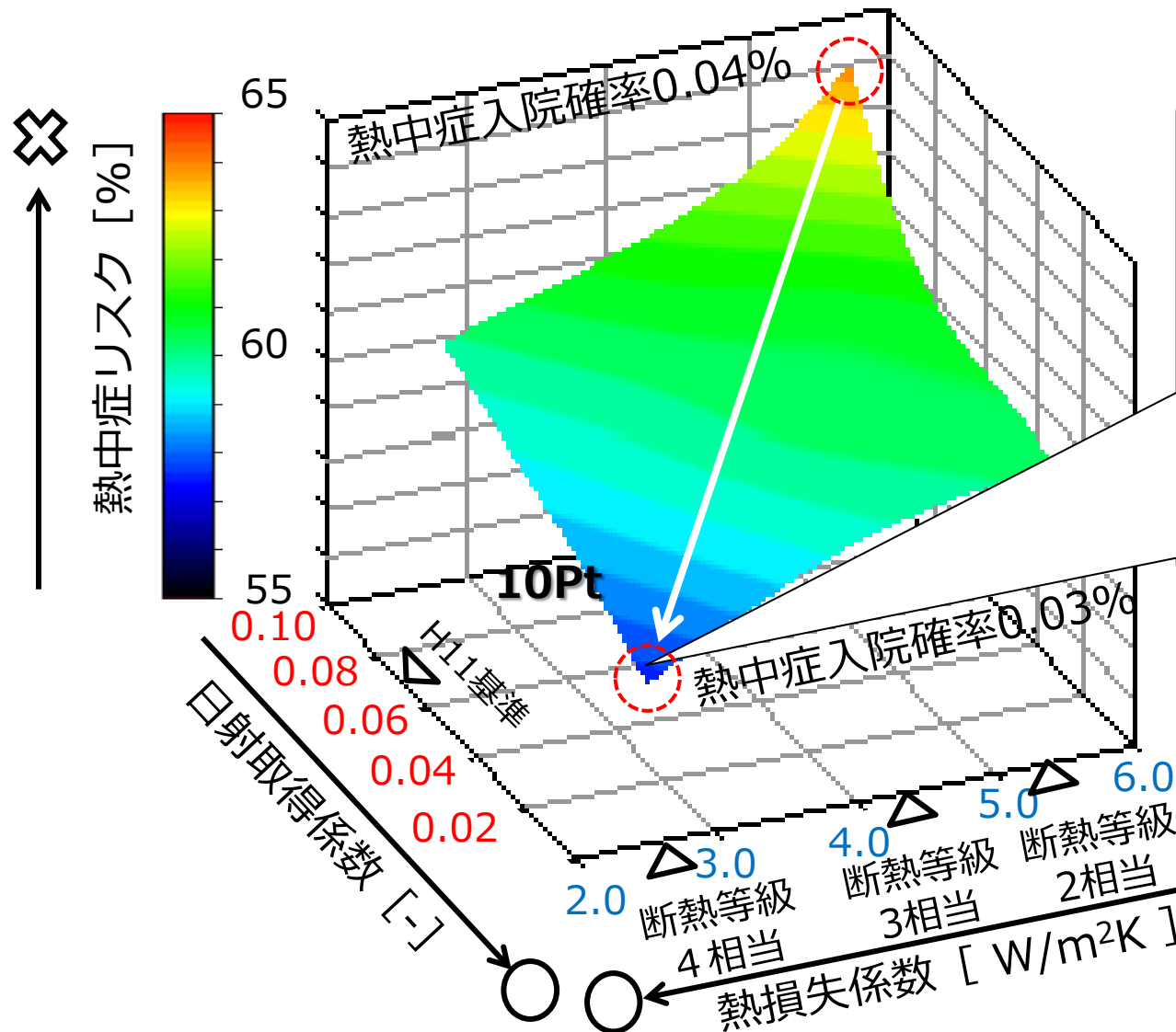


住まいと住まい方から熱中症を予測



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

住まいと住まい方から熱中症を予測

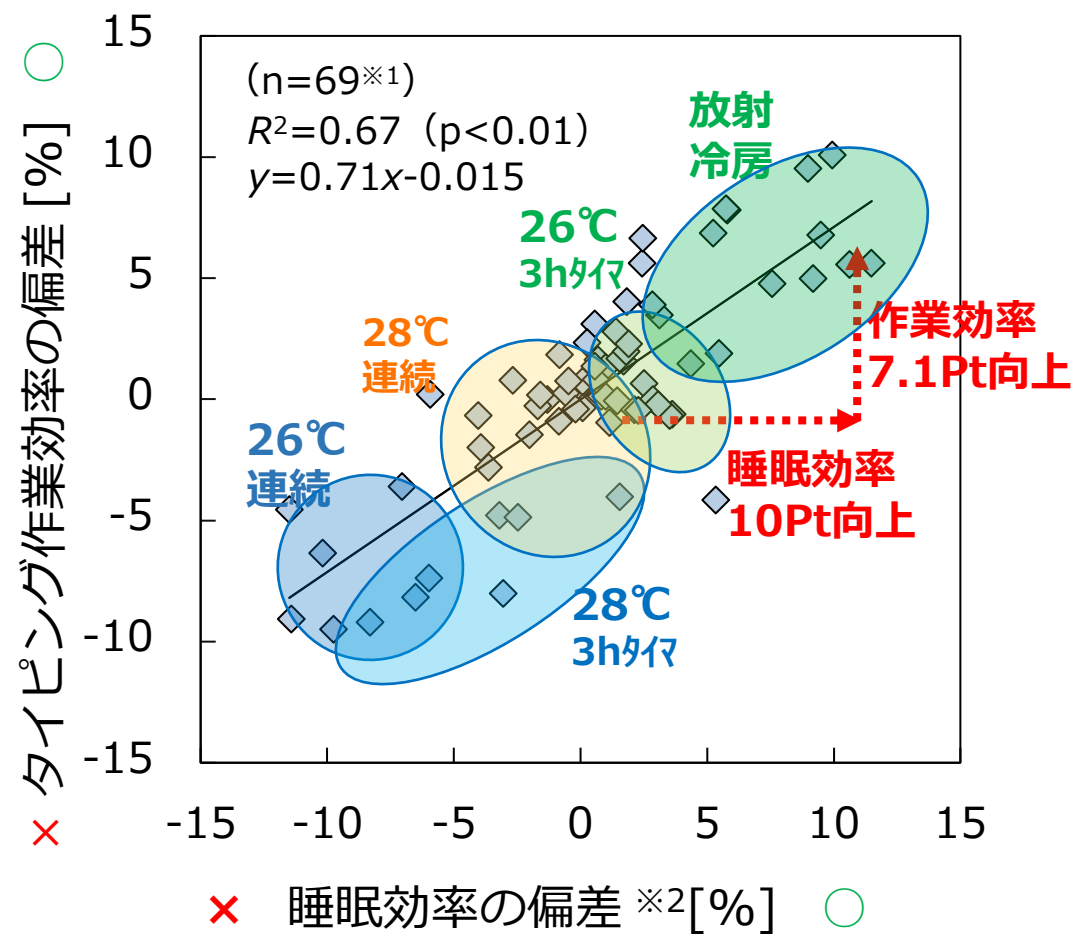


H11年基準（断熱等級4相当）の住宅における住まい方の改善効果

(2010年の東京23区の高齢者熱中症患者数 / 東京23区の高齢者人口) × 100
 = (993 / 1,755,000) × 100 = 0.06%

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

睡眠障害を回避する住まいと住まい方



※1 作業前又は作業後に温熱環境に不満を抱いていた被験者を除外
※2 偏差 (=日ごとの値 - 個人の平均値) を用いることで個人差を極力排除

	実験 i	実験 ii	実験 iii
目的	①冷房制御が睡眠の質に与える影響 ②睡眠の質が翌日の生産性に与える影響		
日程	2013年8月	2014年8月	2014年8月/2015年8月
被験者※1	男子大学生8名	男子大学生8名	男子大学生16名
実験場所	【睡眠】実験住宅1内住戸 【作業】実験住宅1内集会室		【睡眠】実験住宅2 【作業】大学教室

※住宅断熱性能：現行省エネ基準適合



睡眠計(HSL-102-M)



実験住宅 1 の外観



放射冷房パネル

実験住宅 2 の内観（放射冷房パネル）



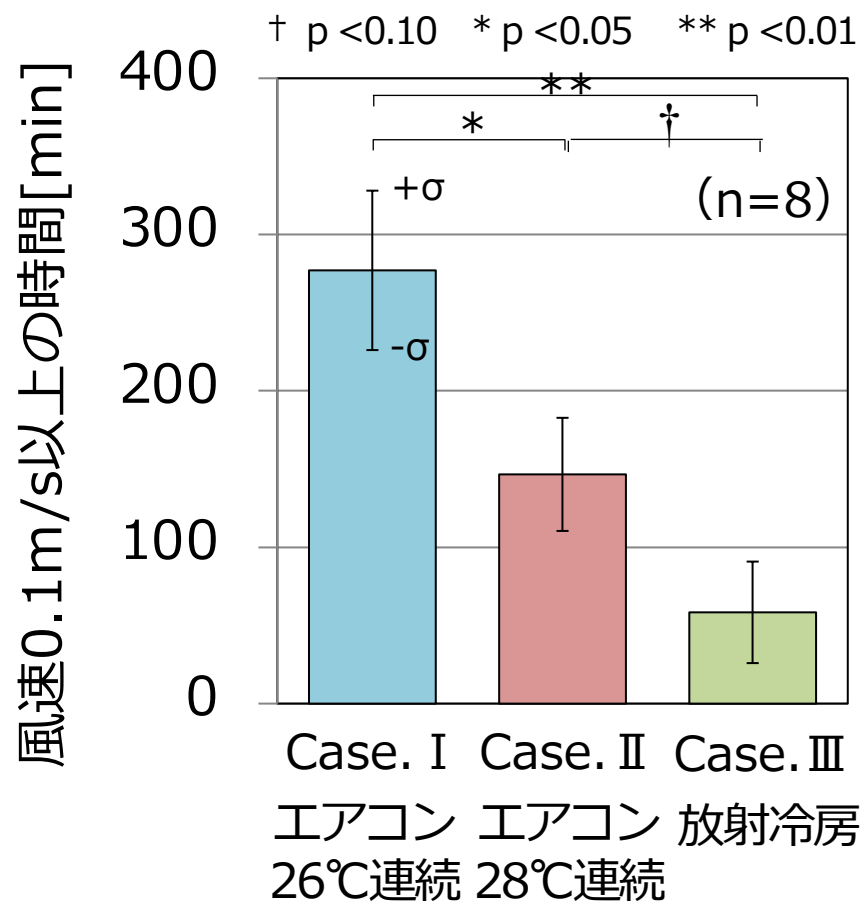
実験住宅 2 の外観

本多英里、伊香賀俊治、大平昇、岡島慶治、海塩渉：夏季の温熱環境制御が睡眠と翌日の作業効率に与える影響の経済性評価、日本建築学会環境系論文集，第81巻，第724号，523-534，2016.6

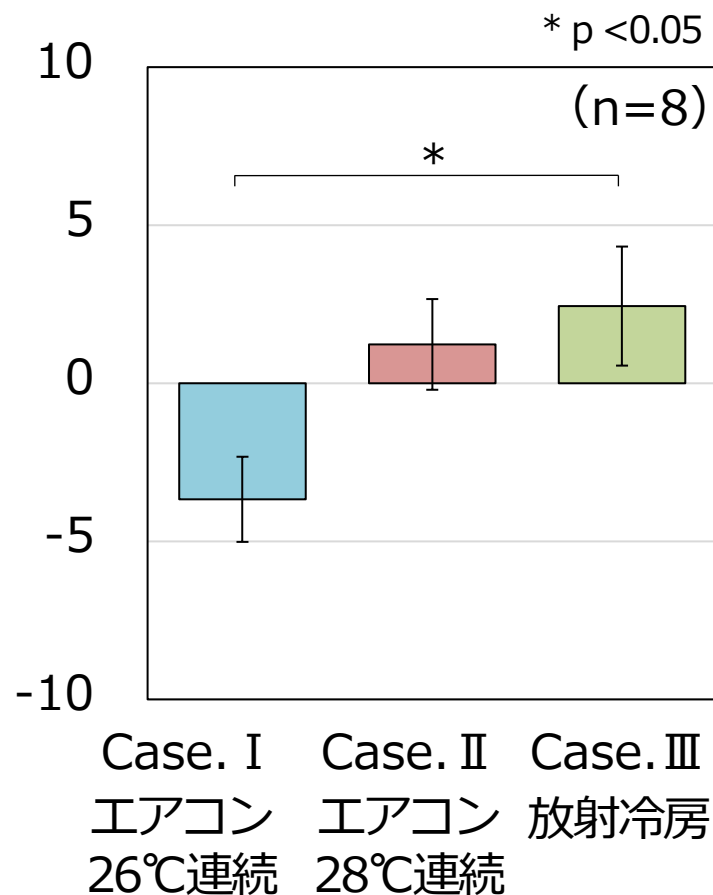
睡眠障害を回避する住まいと住まい方 室内気流の睡眠効率への影響

就寝中の風速0.1m/s以上の時間数

睡眠効率（平均値との差）



睡眠効率（平均値との差） [%]



睡眠障害を回避する住まいと住まい方

睡眠効率の変化による経済的影響※1

翌日の作業効率の経済評価

睡眠効率低下

作業効率の低下

人件費のロス

$$Z [\text{円/人/日}] = \text{人件費}[\text{円/人/日}] \times S[\%] \times P[\%]$$

睡眠効率低下に伴う
経済的損失

1日の労働時間（8時間）
における人件費※2

睡眠効率
の低下率※3

睡眠効率1%低下に伴う
作業効率の低下率

睡眠効率1%低下に伴い、作業効率（タイピングの正答率）
0.78%低下

エネルギー消費量の変化による経済的影響

エネルギー消費量の増加

冷房費の増加

$$X [\text{円/人/日}] = y [\text{kWh/m}^2/\text{日}] \times 22.1 [\text{円/kWh}]^{\ast 4} \times 55.68 [\text{m}^2] \div 4 [\text{人}]$$

エネルギー消費量増加
による経済的損失

エネルギー消費量
の変化量※2

夏季の家庭用
エネルギー価格

冷房面積

世帯人数

※1 多和田友美ら「オフィスの温熱環境が作業効率及び電力消費量に与える総合的な影響」

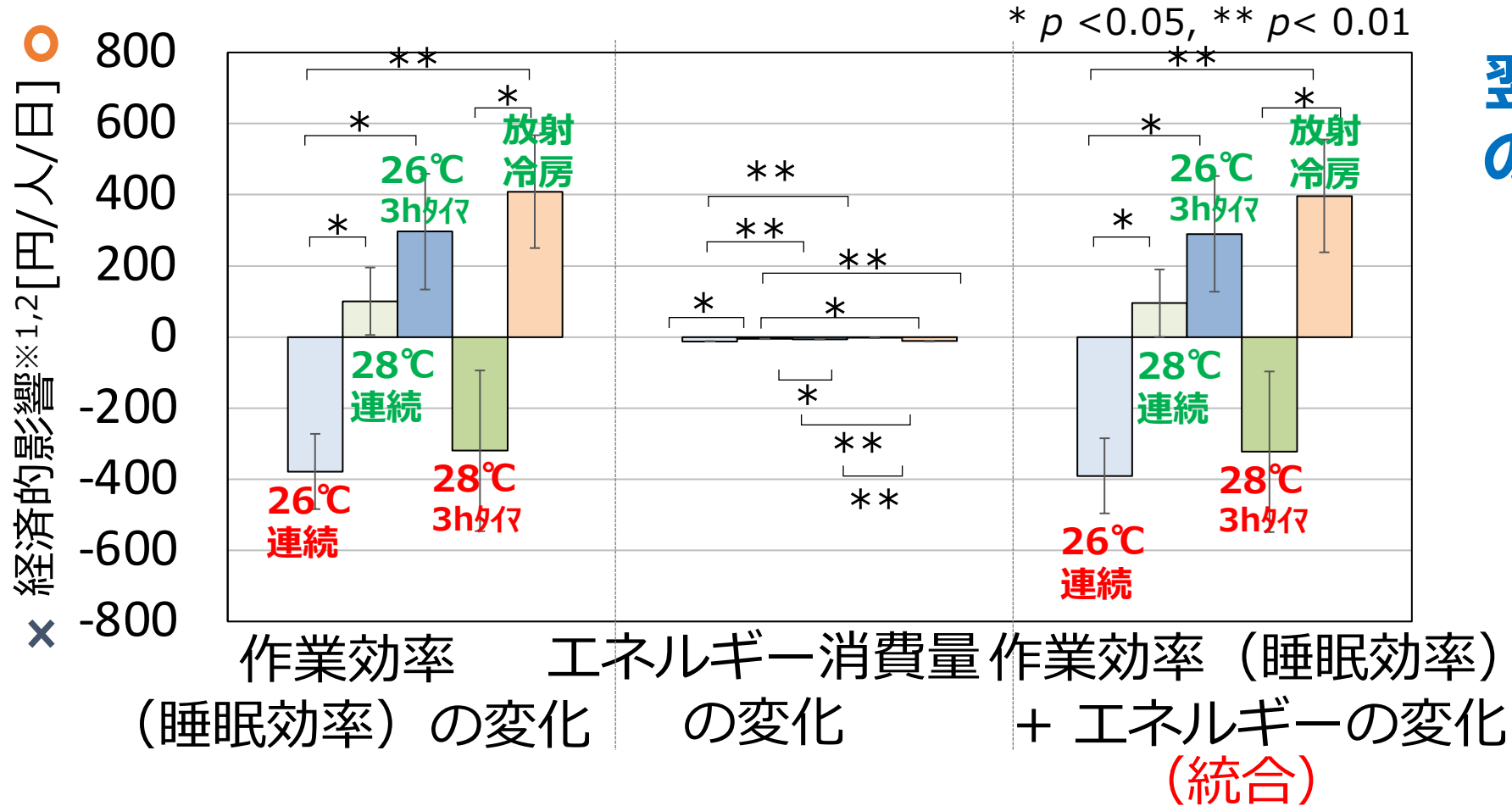
日本建築学会環境系論文集, 第75巻, 第648号, 213-219, 2010.2 を参考に設定

※2 労働経済白書による2013年の現金給与額（月額）及び月間労働時間を用いて算出

※3 睡眠効率が最大となる27.6℃の値を基準 ※4 東京電力が設定している夏季の家庭用電力の電力料金価格

睡眠障害を回避する住まいと住まい方

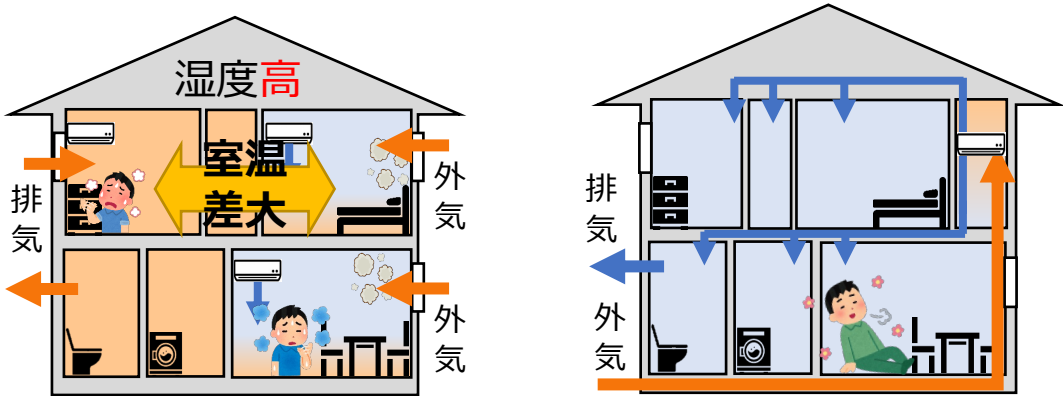
■ Case. I (24) ■ Case. II (24) ■ Case. IV (8) ■ Case. V (7) ■ Case. VI (16)
【A/C 26℃連続】 【A/C 28℃連続】 【A/C 26℃ 3hタイマ】 【A/C 28℃ 3hタイマ】 【放射冷房】



翌日の作業効率
の経済評価

※1 () 内はサンプル数 ※2 算出式は多和田友美、伊香賀ら「オフィスの温熱環境が作業効率及び電力消費量に与える総合的な影響」日本建築学会環境系論文集, 第75巻, 第648号, 213-219, 2010.2 を参考に設定

睡眠障害を回避する住まいと住まい方



個別空調

全館空調

断熱等級5 : $UA=0.6W/m^2 \cdot K$ 以下

対象地域 : 東北～九州 (省エネ地域区分5・6地域)
調査期間 : 冬季 2021年1月20日～2021年2月20日
夏季 2020年7月20日～2020年8月31日

※測定は期間中任意の10日間

有効サンプル : 冬季 14世帯27名、夏季 12世帯29名

測定内容 :

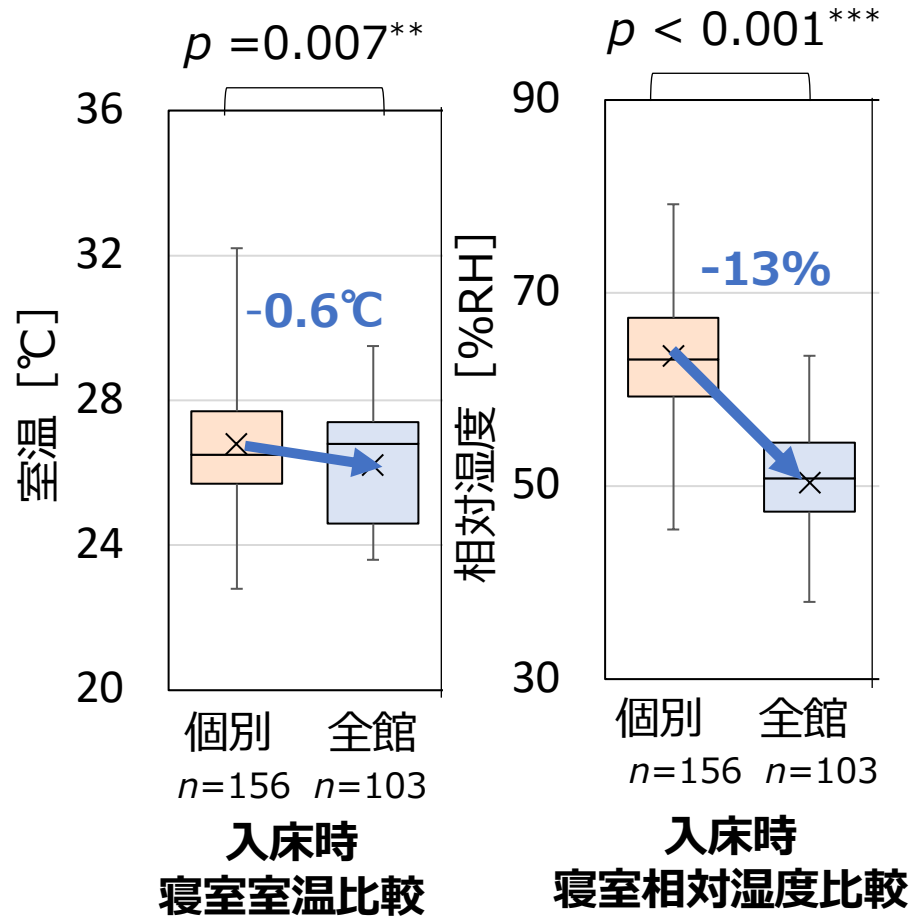
質問紙調査票
日誌・健康診断書
説明書・同意書

温湿度計
(居間・寝室・脱衣所
床上1m、床上0m)

家庭血圧計
(起床時・就寝前・
入浴前) (冬季のみ)

睡眠計
(就寝中)
MTN-220

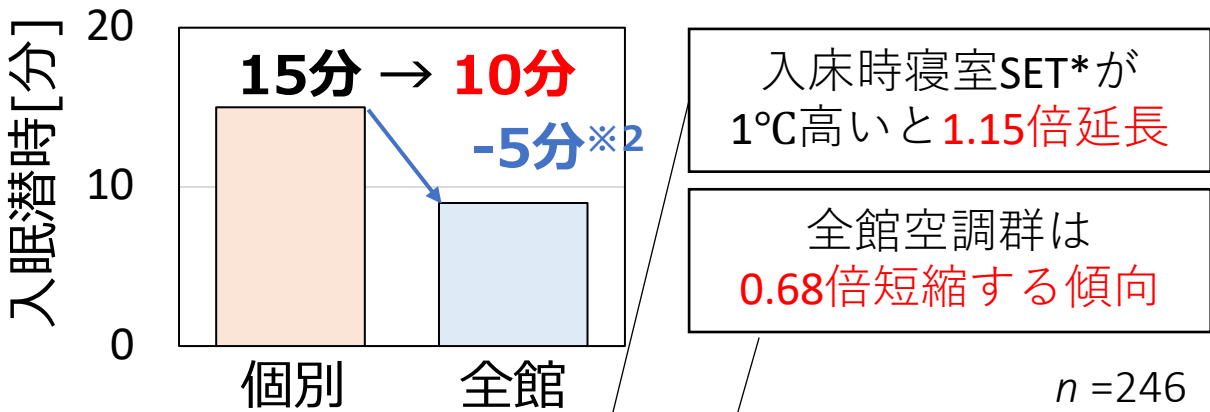
断熱性能が同じでも個別空調に比べて全館空調は
入床時 $0.6^{\circ}C \cdot 13\%$ 、就寝時 $0.3^{\circ}C \cdot 13\%$ が低い



梅本大輔, 伊香賀俊治ほか: 全館冷暖房による均一な温熱環境が居住者の睡眠指標へ及ぼす影響, 日本建築学会環境系論文集, 88 巻 (2023) 807 号

睡眠障害を回避する住まいと住まい方

夏季の入眠潜時

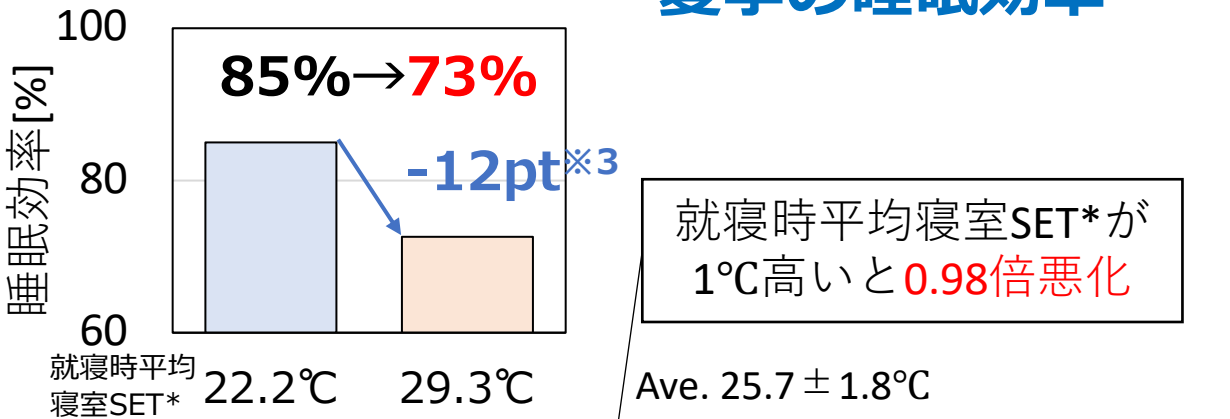


目的変数			入眠潜時※1[分]	
説明変数			Exp(B) (95%CI)	有意確率
	定数	-	20.813 (10.292-41.680)	<0.001***
日レベル	入床時寝室SET*	[°C]	1.152 (0.984-1.348)	0.079 [†]
	飲酒	[1]あり ref.なし	1.411 (0.948-2.101)	0.090 [†]
個人レベル	空調方式	[1]全館空調 ref. 個別空調	0.684 (0.445-1.051)	0.083 [†]
	年齢	[歳]	0.987 (0.969-1.005)	0.152
	冷え性	[1]あり ref.なし	1.554 (0.983-2.457)	0.059 [†]

※1 分析の関係上、0分は0.1分として投入 (相関係数) 入床時寝室SET*, 飲酒:-0.063 年齢, 冷え性:-0.250

※2 0.684 × 15 補正赤池情報基準: 733.351
空調方式, 年齢: 0.199 空調方式, 冷え性: -0.308
[†] p<0.10, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

夏季の睡眠効率



目的変数			睡眠効率[%]	
説明変数			Exp(B) (95%CI)	有意確率
	定数	-	74.185 (62.767-87.680)	<0.001***
日レベル	就寝時平均 寝室SET*	[°C]	0.978 (0.961-0.995)	0.014*
	飲酒	[1]あり ref.なし	0.994 (0.953-1.036)	0.759
個人レベル	空調方式	[1]全館空調 ref. 個別空調	1.054 (0.953-1.165)	0.304
	年齢	[歳]	1.002 (0.997-1.006)	0.481
	冷え性	[1]あり ref.なし	0.970 (0.871-1.081)	0.581

※3 0.978 ^ 7.1 × 85 補正赤池情報基準: -365.969
(相関係数) 入床時寝室SET*, 飲酒:-0.063 空調方式, 年齢: 0.199 空調方式, 冷え性: -0.308
年齢, 冷え性: -0.250

夏季の室内熱中症と睡眠障害を回避する 住まいと住まい方



ご聴講ありがとうございました