

# **気候変動による暑熱・健康 等への影響に関する研究 (R6年度実施内容)**

**香川県気候変動適応センター  
(香川県環境保健研究センター)**

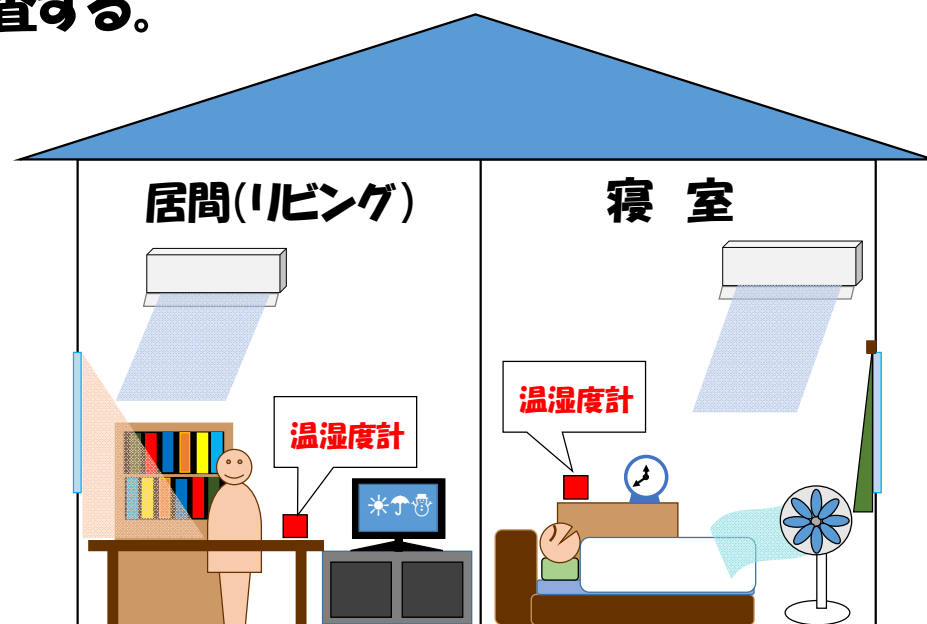
## R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

### 【調査の目的】

近年の香川県(高松市)における熱中症搬送者のデータ解析から搬送者のうち、**高齢者が約半数を占め、発生場所としては、住宅が最多**であることから、高齢者住居における暑熱状況を調べ、熱中症予防の対策資料として活用することを目指す。

### 【実施方法】

香川県内(今回は高松市内)の協力世帯に温湿度計を設置させてもらい、住宅における暑さ指数を調査するとともに、暑さの体感に関するアンケート等を実施し、体感と実際の暑さとの乖離や、冷房の使用の有無による室温等の違いを調査する。

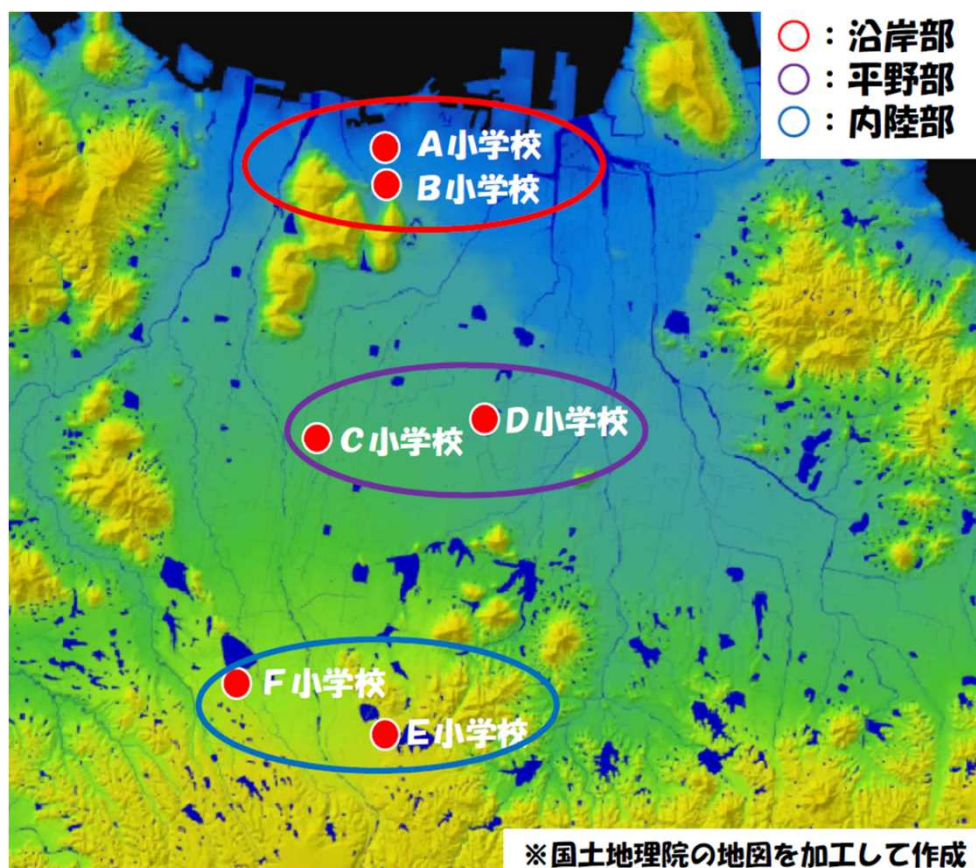


# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【測定について】

### 設置場所

高松市内の3つのエリア内に所在する小学校区(6校)内在住の65歳以上の協力世帯(各3世帯、計18世帯)の居間等及び寝室  
※外気温等の測定のため、小学校(6校)の百葉箱にも設置



地点名	所在
A小学校	沿岸部(人口集中地区)
B小学校	沿岸部(人口集中地区)
C小学校	平野部(人口集中地区近郊)
D小学校	平野部(人口集中地区近郊)
E小学校	内陸部(郊外)
F小学校	内陸部(郊外)

# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

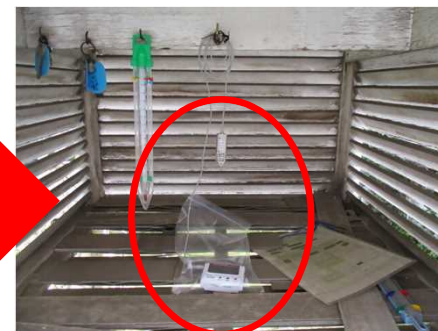
## 設置機器

高精度温湿度計(おんどとい(TR-72nw-S))

住居用は誤作動防止のため  
10cm角の小箱に収納



外気温等用は  
小学校の百葉箱内に設置



## 調査期間

住 居:令和6年7月10日~8月15日

小学校:令和6年7月1日~10月31日

## 測定内容

温度及び湿度(データロガーに15分間隔で記録)

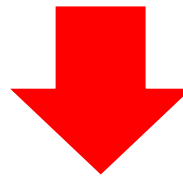
## R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

### 【温湿度計 ⇒ WBGTの換算について】

＜小野式※＞

Ta: 乾球温度(℃)  
RH: 相対湿度(%)  
SR: 全天日射量(kW/m<sup>2</sup>)  
WS: 風速(m/s)

$$\text{WBGT} = 0.735 \times Ta + 0.0374 \times RH + 0.00292 \times Ta \times RH \\ + 7.619 \times SR - 4.557 \times SR^2 - 0.0572 \times WS - 4.064$$



風速(WS)及び全天日射量(SR)  
を0として計算

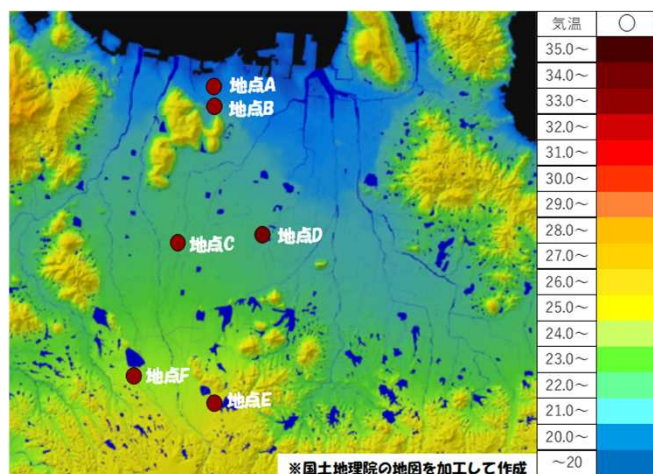
$$\text{WBGT} = 0.735 \times Ta + 0.0374 \times RH + 0.00292 \times Ta \times RH - 4.064$$

※小野雅司ら(2014):通常観測気象要素を用いたWBGTの推定. 日生氣誌, 50(4), 147-157. doi:10.11227/seikisho.50.147

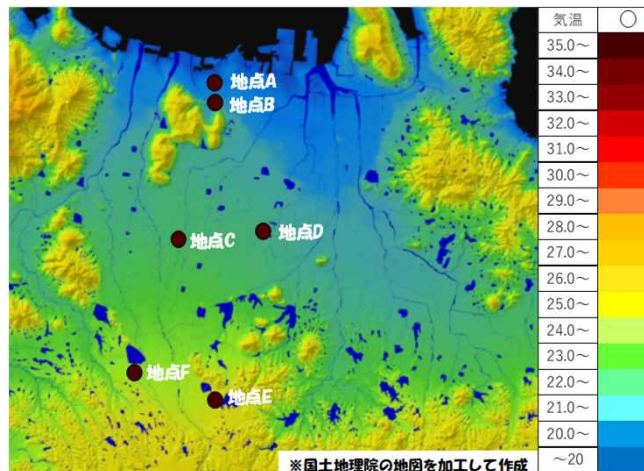


# R6年度研究内容(気象学的特徴等の把握)

## 【エリアごとの気温・WBGT】日最高気温・WBGT



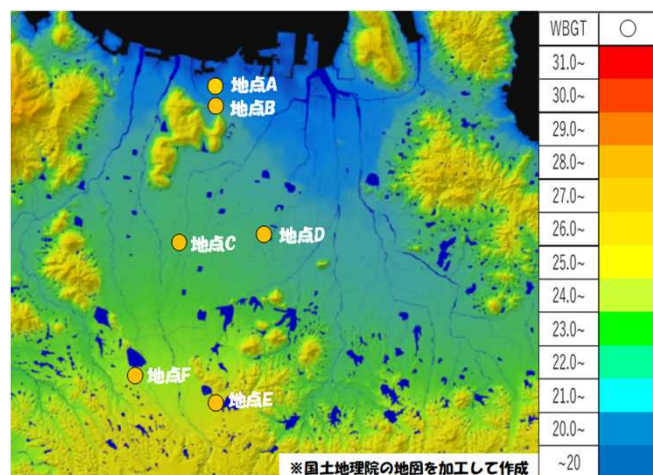
日最高気温の月平均(7月)



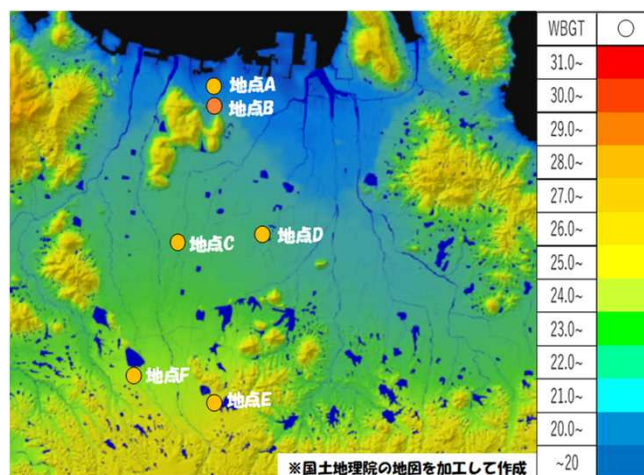
日最高気温の月平均(8月)

日最高気温の月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
7月	33.0	33.5	33.5	34.3	33.8	33.4
8月	35.0	36.0	35.4	36.0	36.0	35.3
9月	33.2	33.8	33.3	32.3	33.6	32.9
10月	25.9	25.5	25.7	24.6	26.0	25.0



日最高WBGTの月平均(7月)



日最高WBGTの月平均(8月)

【日最高気温・WBGT】  
沿岸部、平野部、内陸部  
であまり変わらない

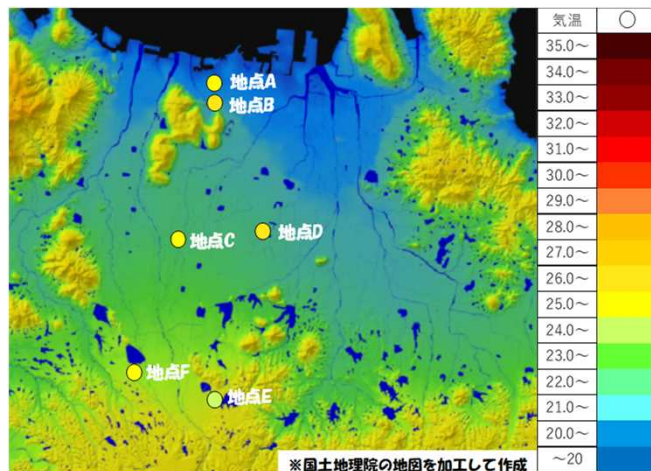
日最高WBGTの月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
7月	27.8	28.0	28.1	28.3	28.0	28.3
8月	28.8	29.2	28.8	28.8	28.8	28.8
9月	27.3	27.6	27.3	26.6	27.0	27.0
10月	21.4	21.2	21.3	20.7	21.1	20.8

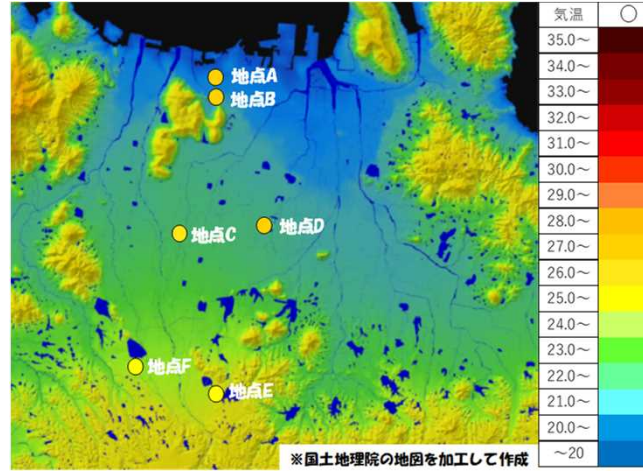


# R6年度研究内容(気象学的特徴等の把握)

## [エリアごとの気温・WBGT] 日最低気温・WBGT



日最低気温の月平均(7月)

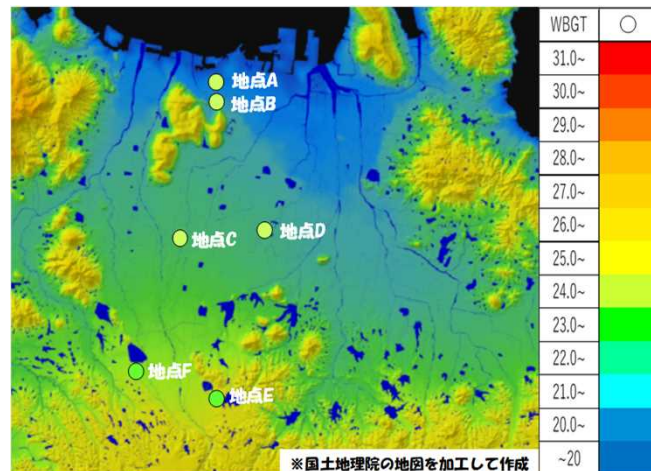


日最低気温の月平均(8月)

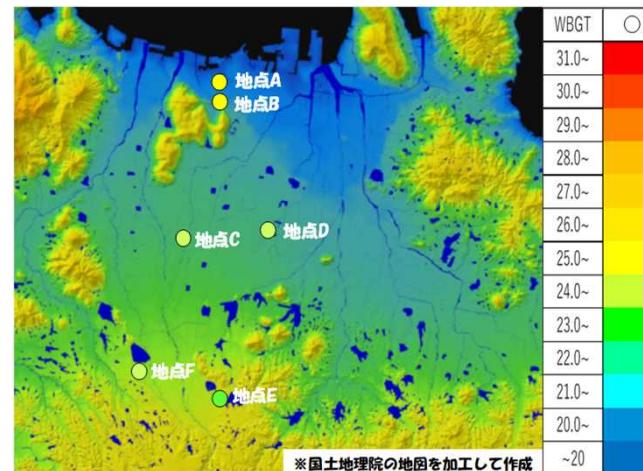
日最低気温の月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
7月	25.8	26.1	25.7	26.2	24.8	25.0
8月	27.1	27.1	26.3	27.2	25.1	25.5
9月	25.5	25.2	24.1	24.8	23.3	23.6
10月	19.0	18.7	17.4	18.3	17.1	17.3

**【日最低気温・WBGT】**  
**沿岸部 ≥ 平野部 > 内陸部**  
 の順で高い



日最低WBGTの月平均(7月)



日最低WBGTの月平均(8月)

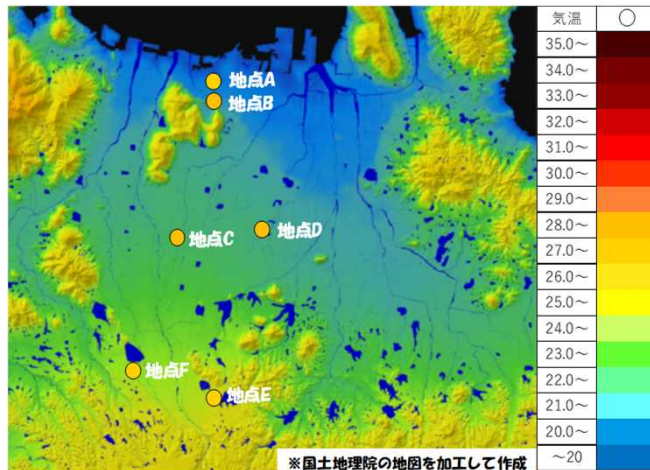
日最低WBGTの月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
7月	24.5	24.6	24.5	24.6	23.3	23.9
8月	25.1	25.1	24.6	24.9	23.4	24.1
9月	23.3	23.2	22.6	23.0	21.5	22.3
10月	17.0	17.0	16.4	16.8	15.7	16.2

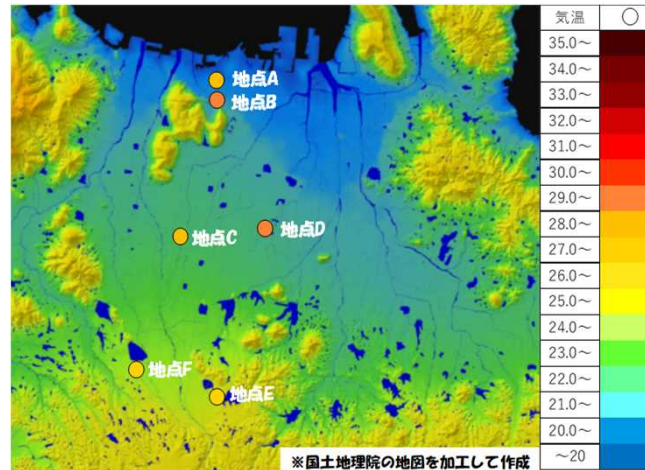


# R6年度研究内容(気象学的特徴等の把握)

## 【エリアごとの気温・WBGT】夜※平均気温・WBGT (※18時～翌6時)



夜平均気温の月平均(7月)

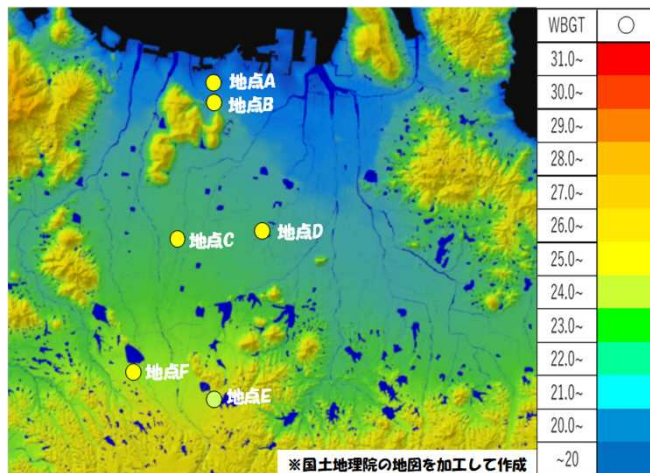


夜平均気温の月平均(8月)

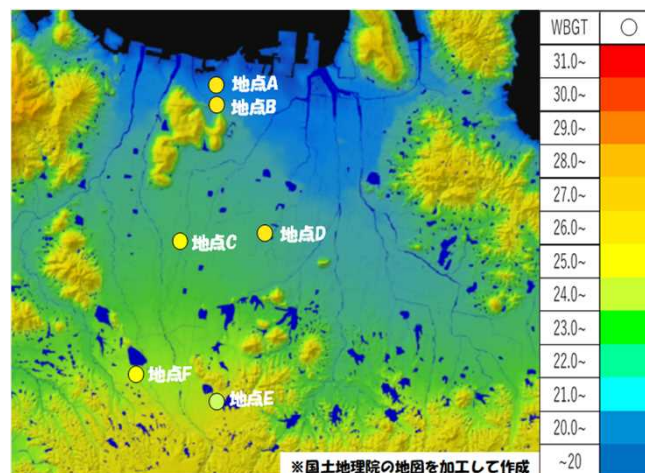
夜平均気温の月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
7月	27.9	28.1	28.0	28.5	27.0	27.1
8月	28.9	29.1	28.7	29.4	27.4	27.7
9月	27.3	27.1	26.2	26.9	25.2	25.6
10月	20.7	20.5	19.5	20.2	18.9	19.0

【夜平均気温・WBGT】  
沿岸部、平野部＞内陸部  
の順で高い



夜平均WBGTの月平均(7月)



夜平均WBGTの月平均(8月)

夜平均WBGTの月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
7月	25.5	25.5	25.6	25.8	24.6	25.1
8月	26.2	26.2	25.9	26.1	24.7	25.4
9月	24.4	24.3	23.9	24.2	22.8	23.5
10月	18.4	18.3	17.9	18.2	17.1	17.6



# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【アンケート調査(2種類)について】

### ① 基本情報調査

協力者の基本情報(年齢、同居家族の有無、朝・昼・夜の主な生活場所等)及び住宅の基本情報(築年数、建物の種類・構造、機器の設置場所の状況等)

### ② カレンダー型のアンケート

起床時:起床時間、起きた時の体感、エアコン等冷房機器の使用状況  
就寝前:居間等にいた時間、居間での冷房機器の使用状況

日	月
<b>記入例</b>	
朝 起きた時間 6	
起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	
就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	
昼 居間にいた時間 11時～22時	
居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	

7月 住居の暑熱環境調査 カレンダー型アンケート記録用紙

整理番号: \_\_\_\_\_  
お名前: \_\_\_\_\_

日	月	火	水	金	土
10	11	12	13		
朝 起きた時間 6 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ
起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い
就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )
昼 居間にいた時間 11時～22時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時
居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )

14	15	16	17	18	19	20
朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ	朝 起きた時間 時ごろ
起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い
就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	就寝中に使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )
昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時	昼 居間にいた時間 時～時
居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )	居間で使った冷房 エアコン 扇風機 なし その他( )

# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【就寝時の暑さの感じ方とWBGTの関係について】

各協力世帯について、カレンダー型のアンケートをもとに、**午前0時から起床時間までの暑さ指数(WBGT)の平均値**を起床時の体感と関連付けて評価した。

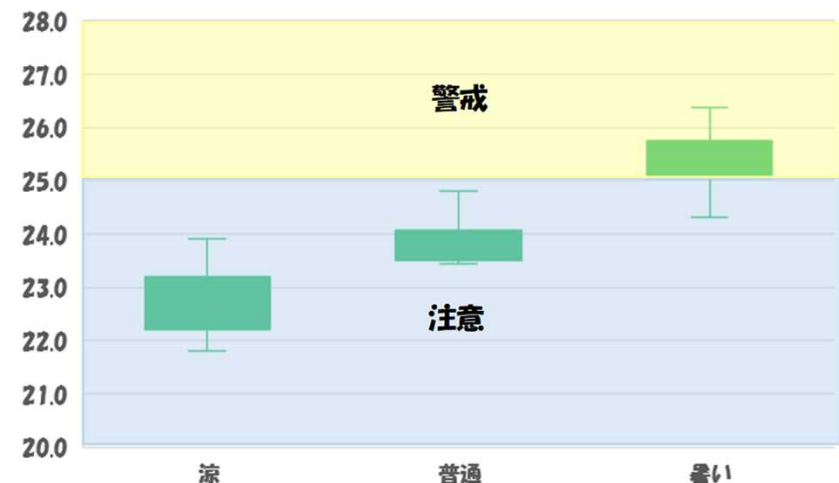
### カレンダー型アンケート

水	木	金
10	11	12
朝 起きた時間 <b>6</b> 時ごろ	朝 起きた時間 <b>7</b> 時ごろ	朝 起きた時間 <b>6</b> 時ごろ
起きた時の体感 涼・普通・ <b>暑い</b> ・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・普通・暑い・ひどく暑い	起きた時の体感 涼・ <b>普通</b> ・暑い・ひどく暑い
就寝中に使った冷房 エアコン・ <b>扇風機</b> ・なし	就寝中に使った冷房 エアコン・ <b>扇風機</b> ・なし	就寝中に使った冷房 エアコン・ <b>扇風機</b> ・なし
その他( )	その他( )	その他( )

### 温湿度測定から求めた睡眠時の平均WBGT

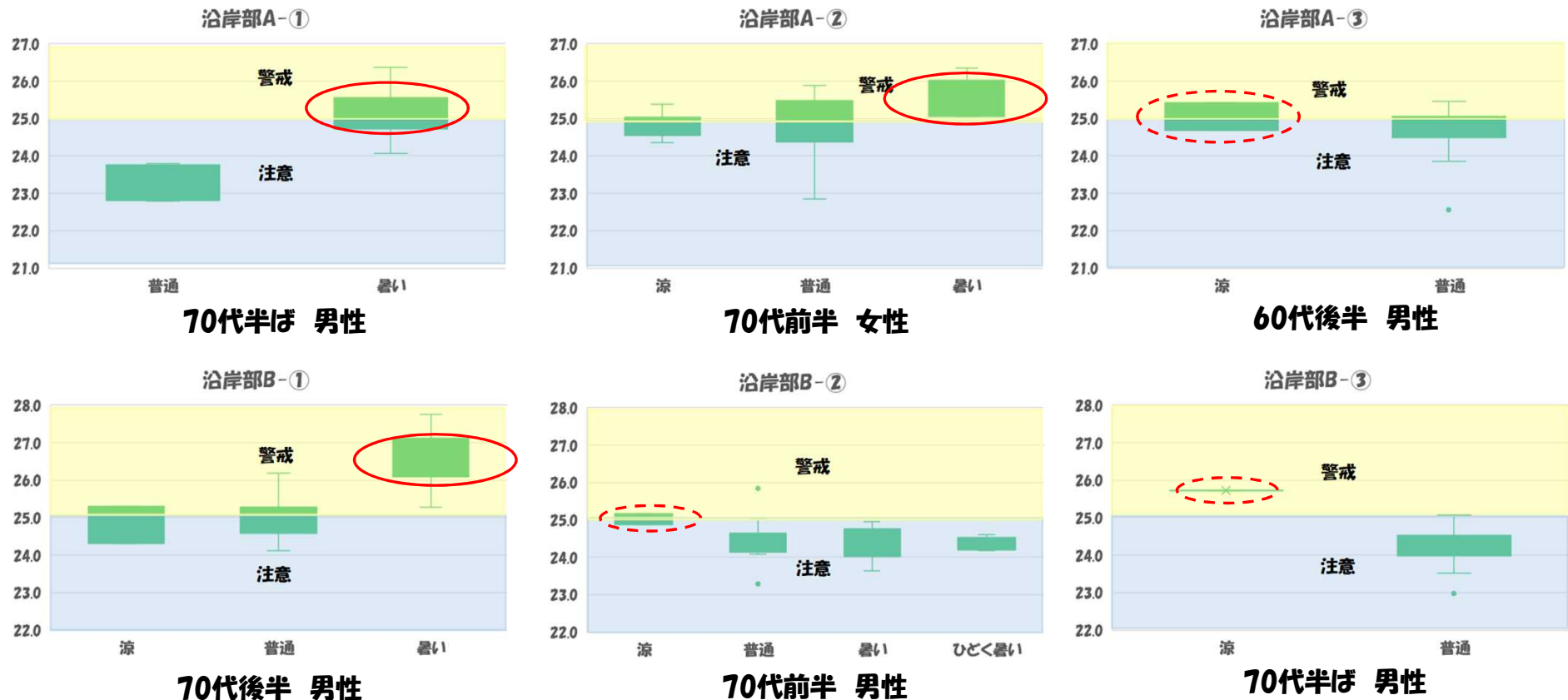
時間	WBGT	時間	WBGT	時間	WBGT
0:00	24.5	0:00	23.1	0:00	24.5
0:15	24.5	0:15	23.5	0:15	24.5
0:30	24.5	0:30	23.5	0:30	24.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
5:30	26.2	6:30	24.5	5:30	25.2
5:45	26.3	6:45	24.5	5:45	25.3
6:00	26.5	7:00	24.5	6:00	25.5
平均	<b>26.1</b>	平均	<b>24.2</b>	平均	<b>25.1</b>

### 感じ方と暑さ指数(WBGT)の関係



# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【暑さの感じ方】沿岸部(人口集中地区)

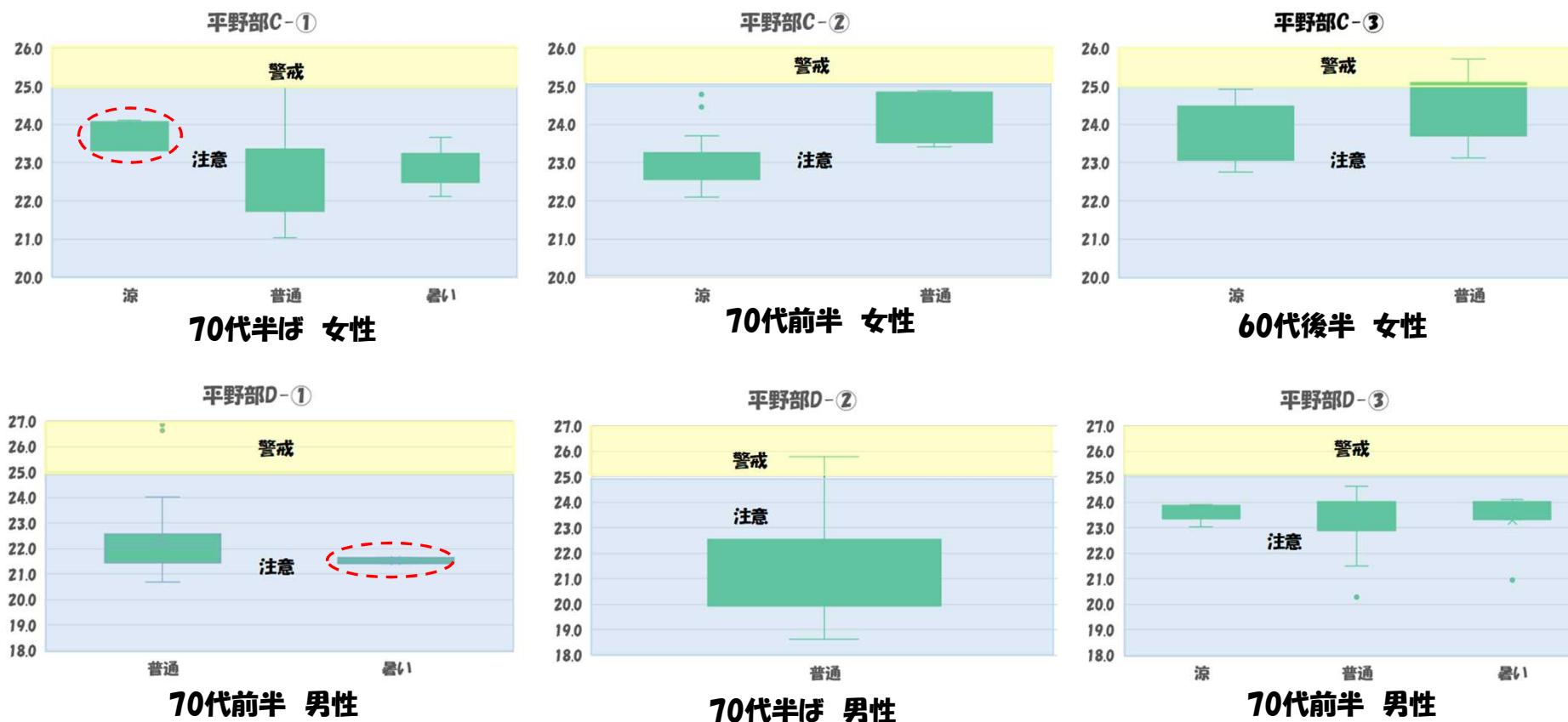


- ・暑さの感じ方とWBGTの高低に逆転がある方が一部見られた。  
(A-③、B-②、B-③)
- ・暑いとは感じているものの、就寝時のWBGTが高い方が一部見られた。  
(A-①、A-②、B-①)



# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

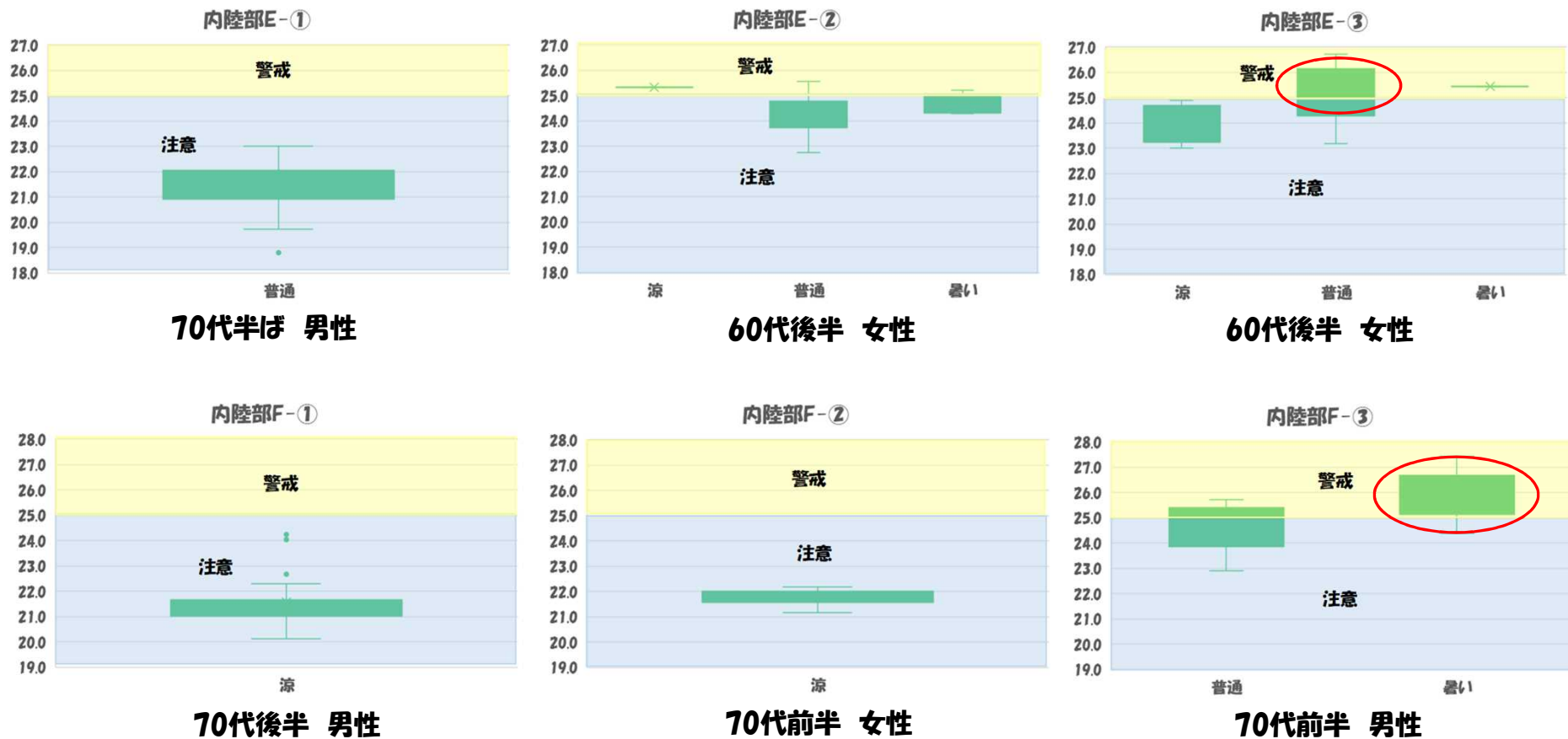
## 【暑さの感じ方】平野部(人口集中地区近郊)



- ・低いWBGTの範囲内ではあるが、暑さの感じ方と数値の高低に逆転がある方が一部見られた。(C-①)
- ・就寝時のWBGTは全般的に低く抑えられていた。

# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

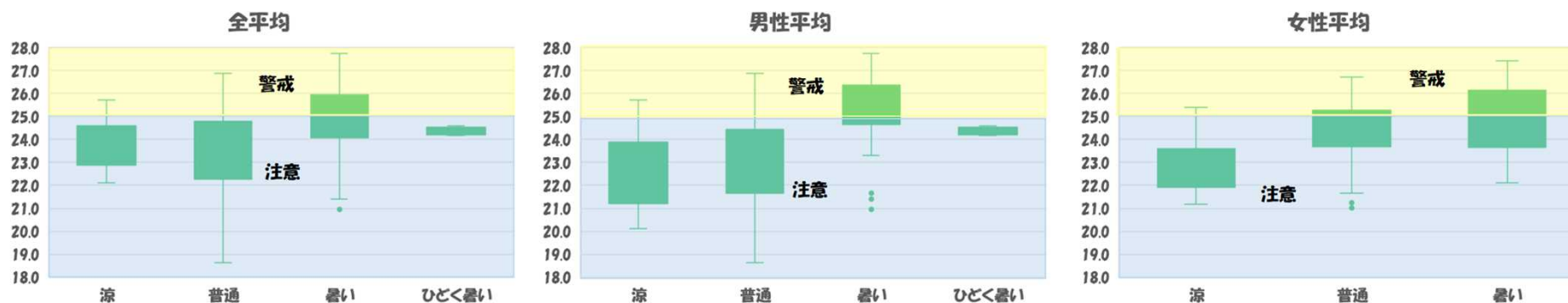
## 【暑さの感じ方】内陸部(郊外)



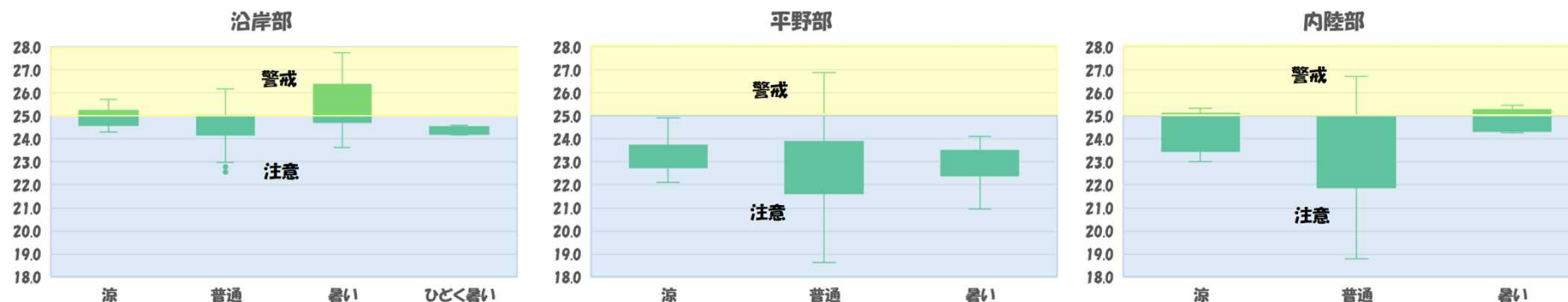
・暑いとは感じているものの、就寝時のWBGTが高い方が一部見られた。  
(E-③、F-③)

# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【暑さの感じ方】参考データ



・性別による暑さの感じ方に大きな違いは見られなかった。

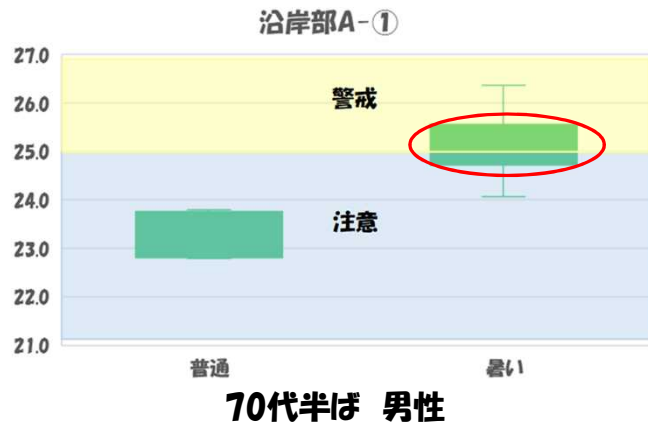


・暑さを感じるWBGTは全般的に沿岸部では高く、平野部では低かった。

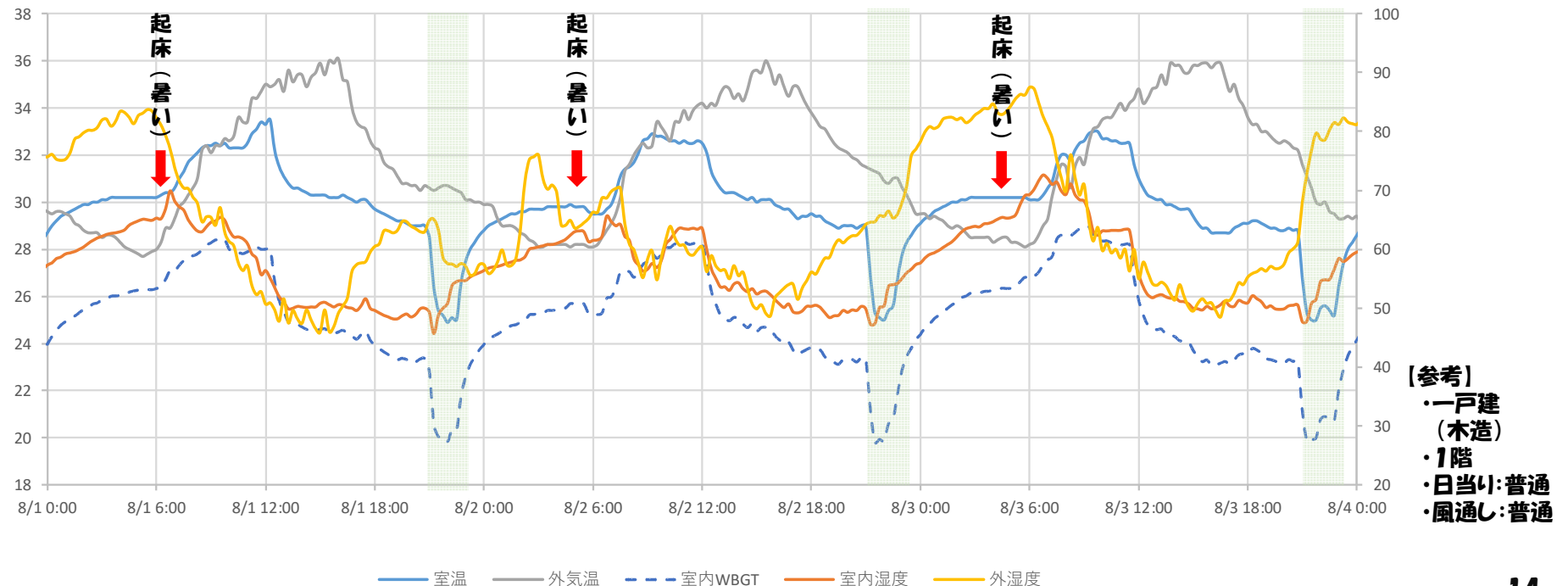


## R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

### 【寝室の暑熱環境の主な例】沿岸部A-①…エアコンのタイマーを使用

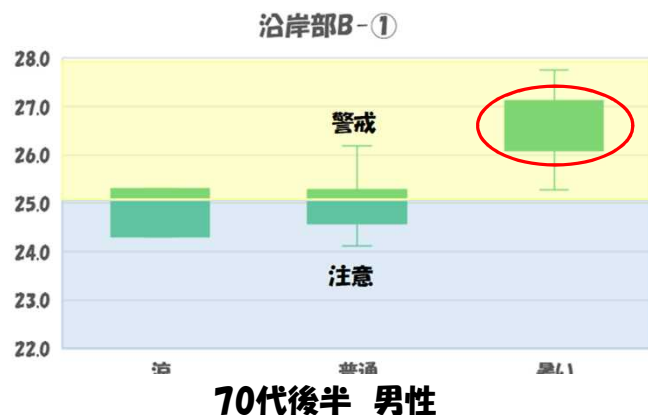


**エアコン**を使用しているため、一旦、大きく室温等が下がるが、**タイマー**を使用(または電源OFF)しているため、**室温等が徐々に上昇**し、起床時には暑く感じていると思われる。

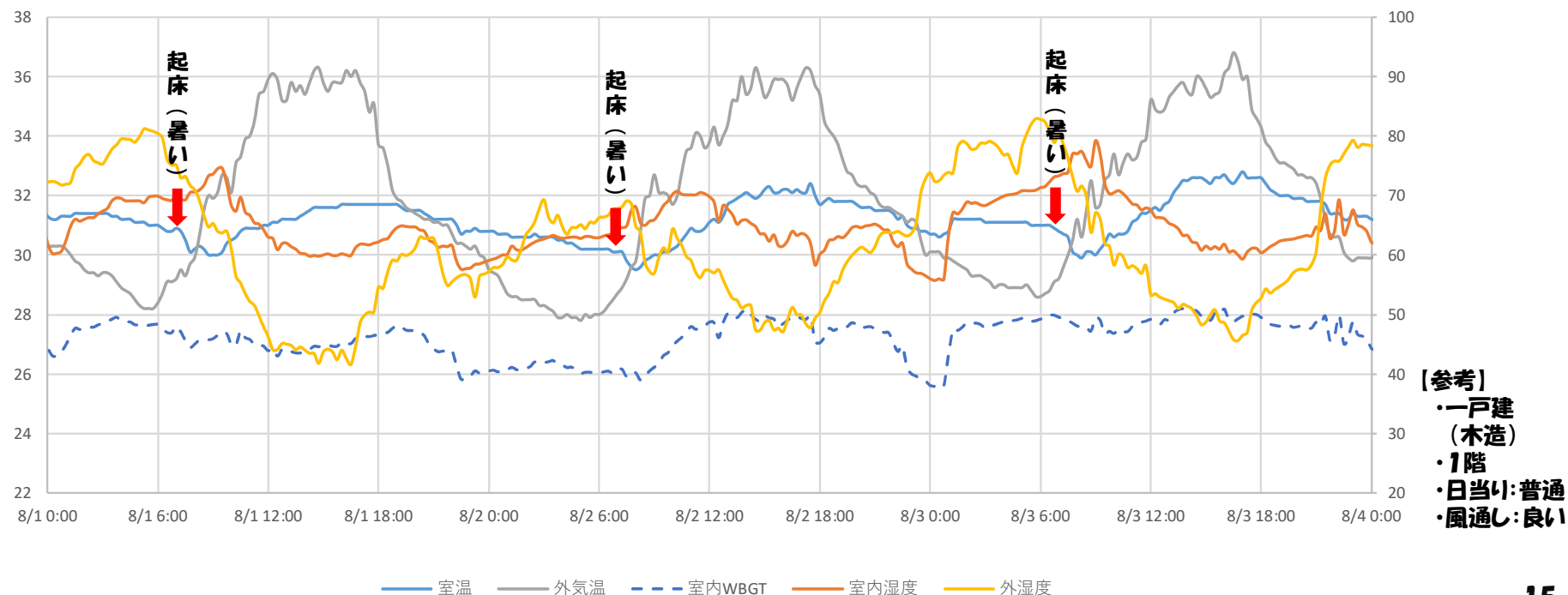


## R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

### 【寝室の暑熱環境の主な例】沿岸部B-① … エアコンを未使用

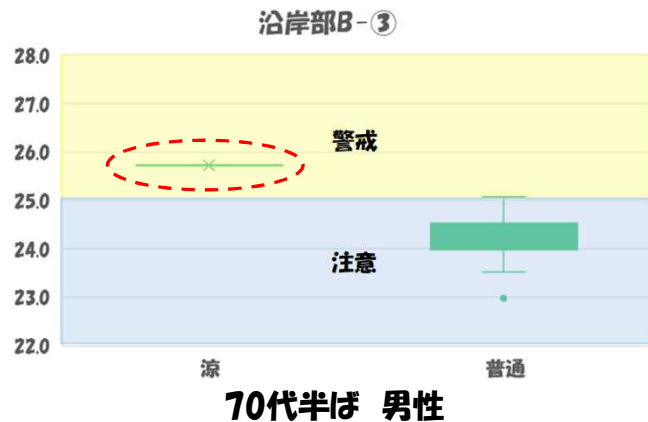


**エアコンの使用がないため、全体的に室温等が高く、起床時に暑く感じるものと思われる。**  
**また、室温が30℃を超え、暑さ指数(WBGT)も28(厳重警戒)付近まで上がっていることがあるので、熱中症に注意が必要である。**

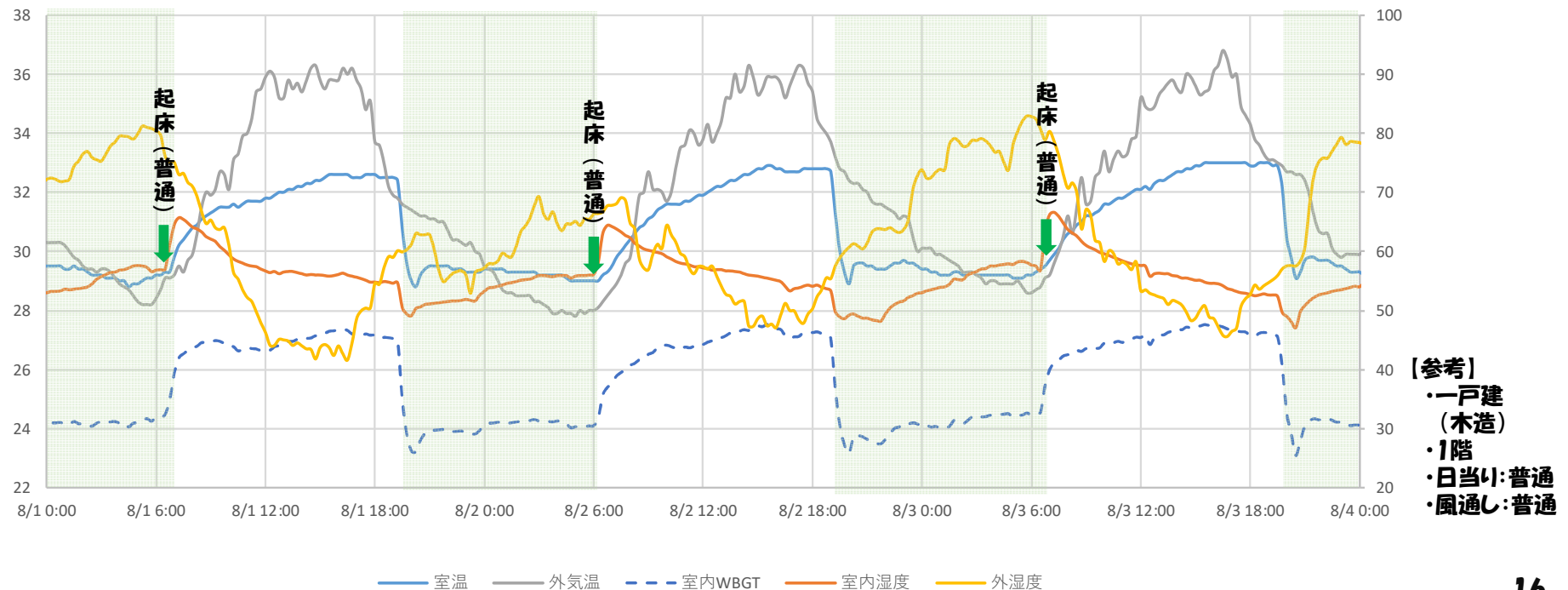


## R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

### 【寝室の暑熱環境の主な例】沿岸部B-③ … エアコンを連続使用



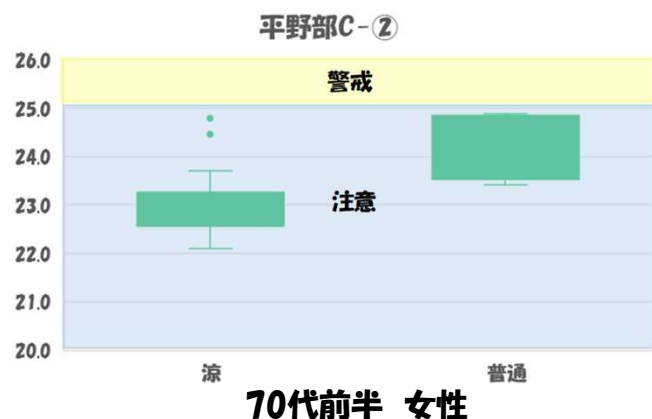
**エアコンを連続的に使用しているため、室温等の変動が少なく、暑さ指数(WBGT)も適度に保たれており、起床時にあまり暑く感じないものと思われる。**



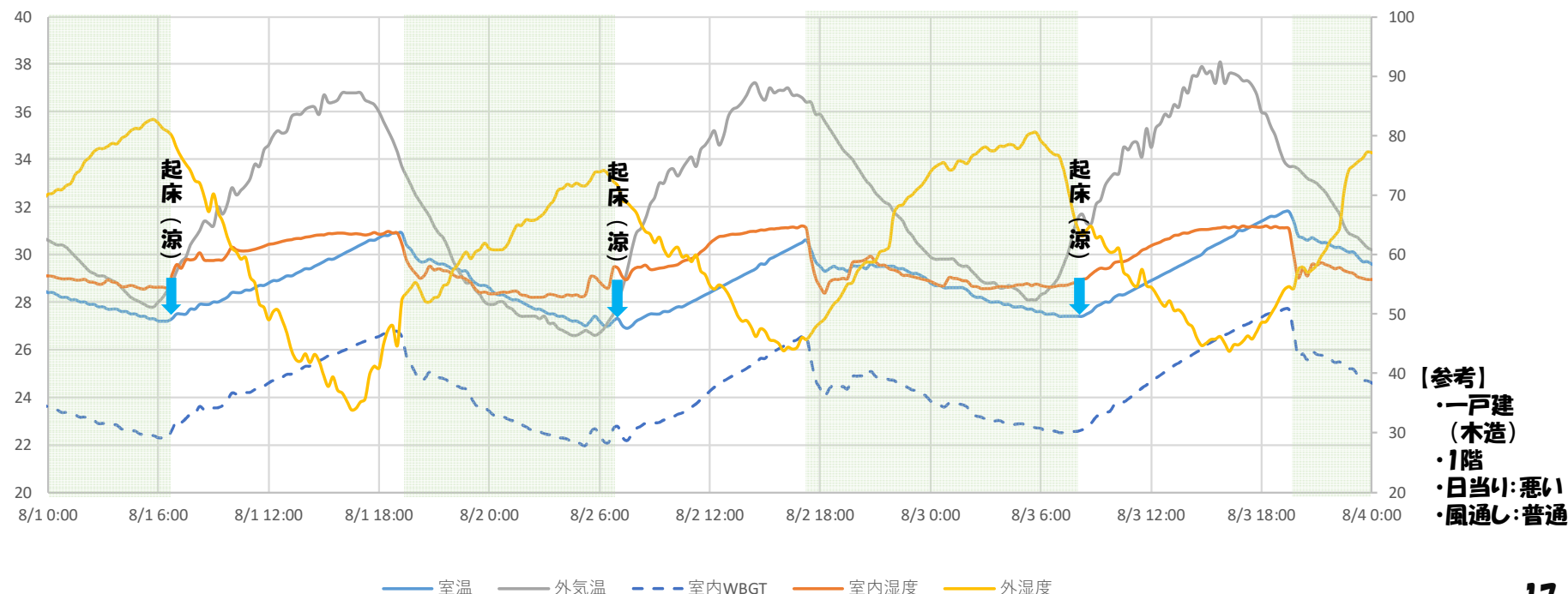


# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【寝室の暑熱環境の主な例】平野部C-②…隣の部屋のエアコンを連続使用

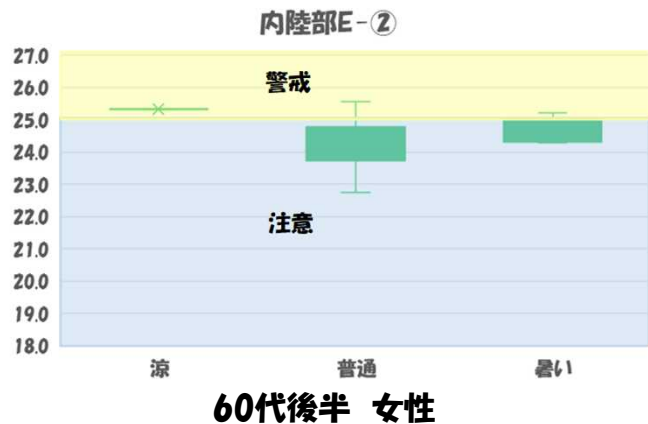


隣の部屋のエアコンを連続的に使用しているため、室温等の変動がゆるやかで、暑さ指数(WBGT)も適度に保たれており、起床時あまり暑く感じないものと思われる。

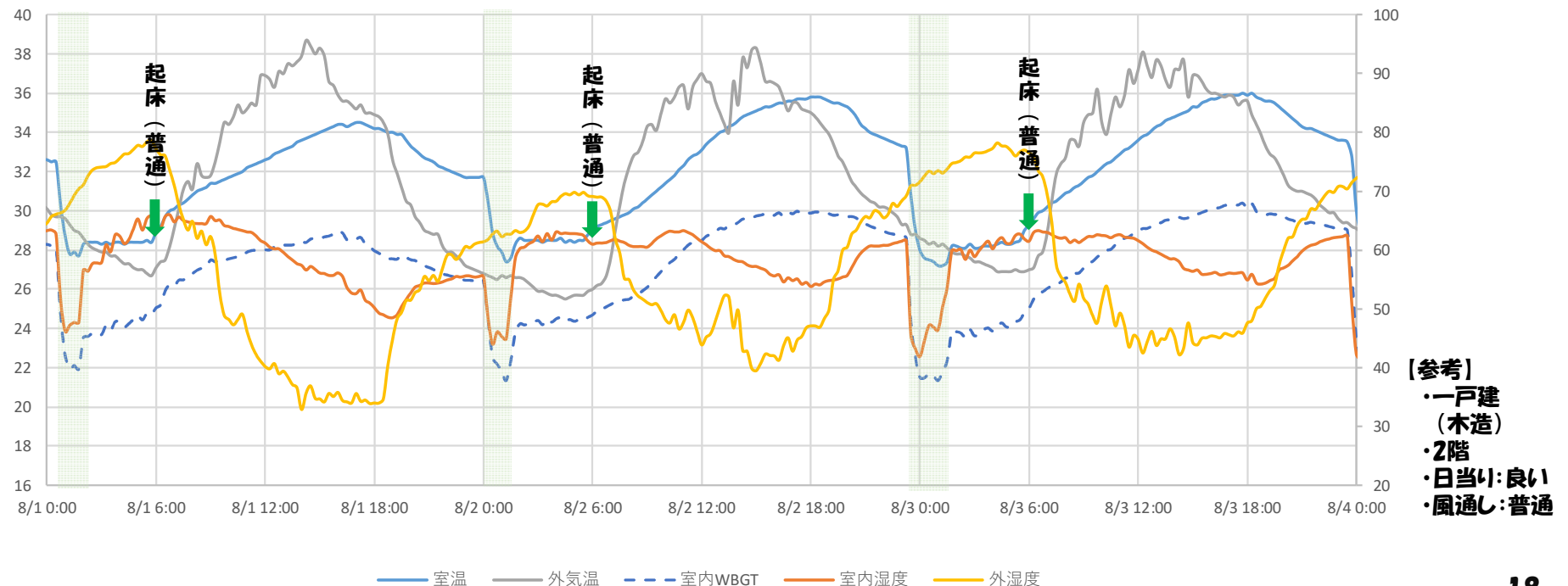


# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【寝室の暑熱環境の主な例】内陸部E-② …エアコンのタイマーを使用

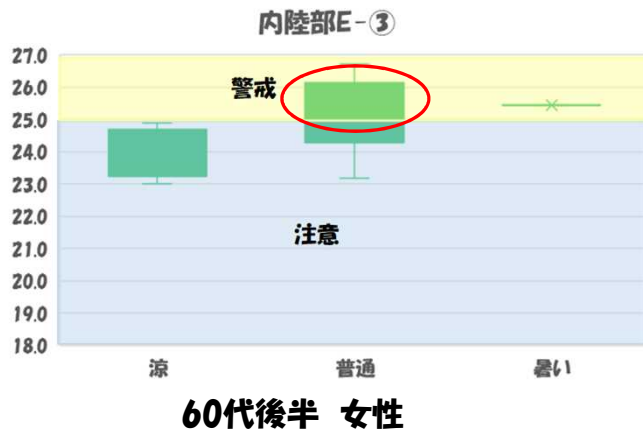


**エアコン**を使用しているため、一旦、大きく室温等が下がるが、**タイマー**を使用(または**電源OFF**)しているため、室温等が徐々に上昇はするものの、**湿度**が抑えられたため、暑さ指数(WBGT)は、大きく上昇せず、起床時もあり暑く感じないものと思われる。

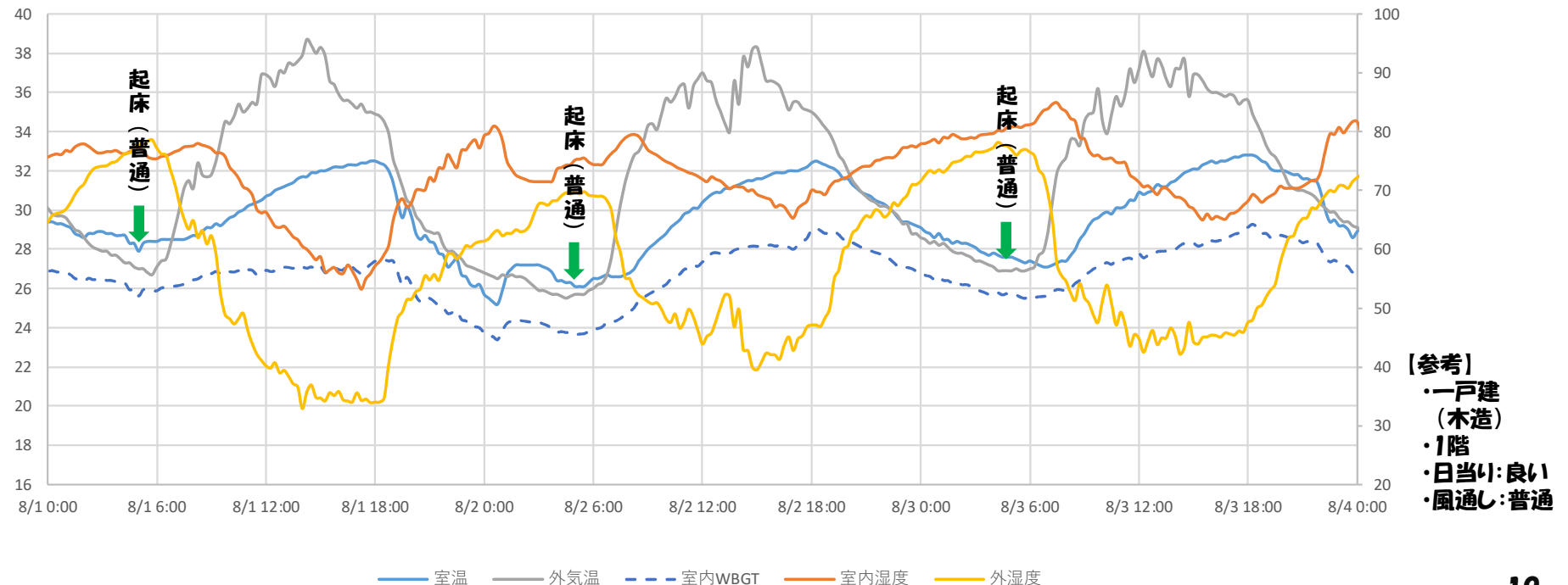


## R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

### 【寝室の暑熱環境の主な例】内陸部E-③ …エアコンを未使用



エアコンの使用がないため、**全体的に室温等が高い**が、室内外ともに夜間の気温は沿岸部や平野部に比べて低くなっていることや、暑さに体が慣れることによってあまり暑さを感じないものと思われる。





# R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

## 【寝室の暑熱環境】参考データ

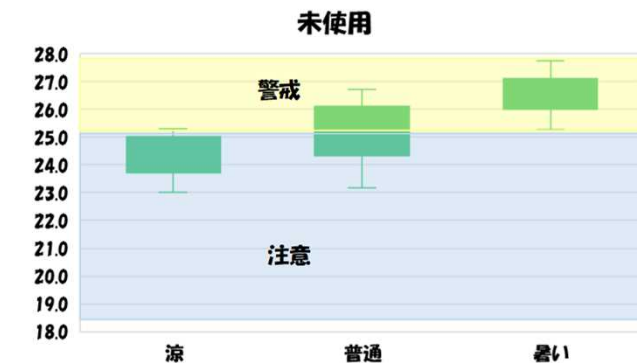
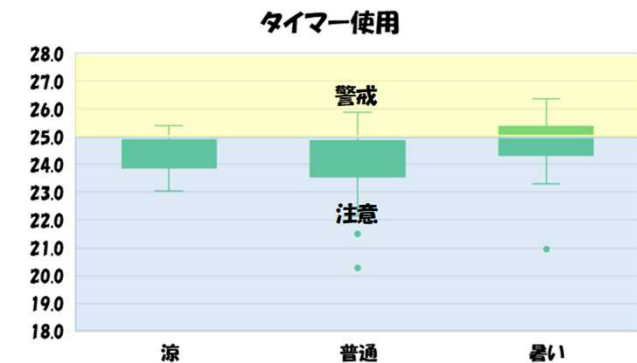
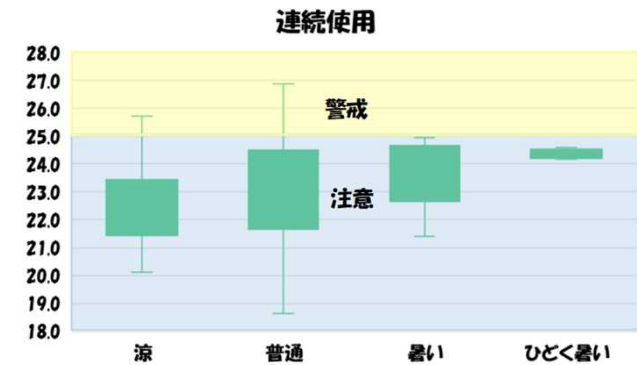
就寝時のエアコン使用方法の違いによる暑熱環境の比較

期間	エアコンの使用方法								
	連続使用(10世帯)			タイマー使用(4世帯)			未使用(2世帯)		
	WBGT	室温(℃)	湿度(%)	WBGT	室温(℃)	湿度(%)	WBGT	室温(℃)	湿度(%)
8月1日～9日	23.1	27.5	59.0	24.5	28.6	62.0	26.3	29.2	72.7
全期間 7月10日～8月15日	23.0	27.0	62.2	24.4	28.2	64.6	25.7	28.5	73.3



期間	連続使用						タイマー使用		
	対未使用低減率			対タイマー使用低減率			対未使用低減率		
	WBGT	室温	湿度	WBGT	室温	湿度	WBGT	室温	湿度
8月1日～9日	12.2%	5.7%	18.9%	5.5%	3.7%	4.9%	7.1%	2.1%	14.7%
全期間 7月10日～8月15日	10.3%	5.0%	15.2%	5.6%	4.1%	3.8%	5.0%	1.0%	11.9%

- ・エアコン連続使用は、未使用に比べ、平均で、室温では5%程度の低下である一方、湿度で15%以上、WBGTで10%以上の低減効果が見られた。
- ・タイマー使用でも、未使用に比べ、平均で、湿度で10%以上、WBGTで5%以上の低減効果が見られた。



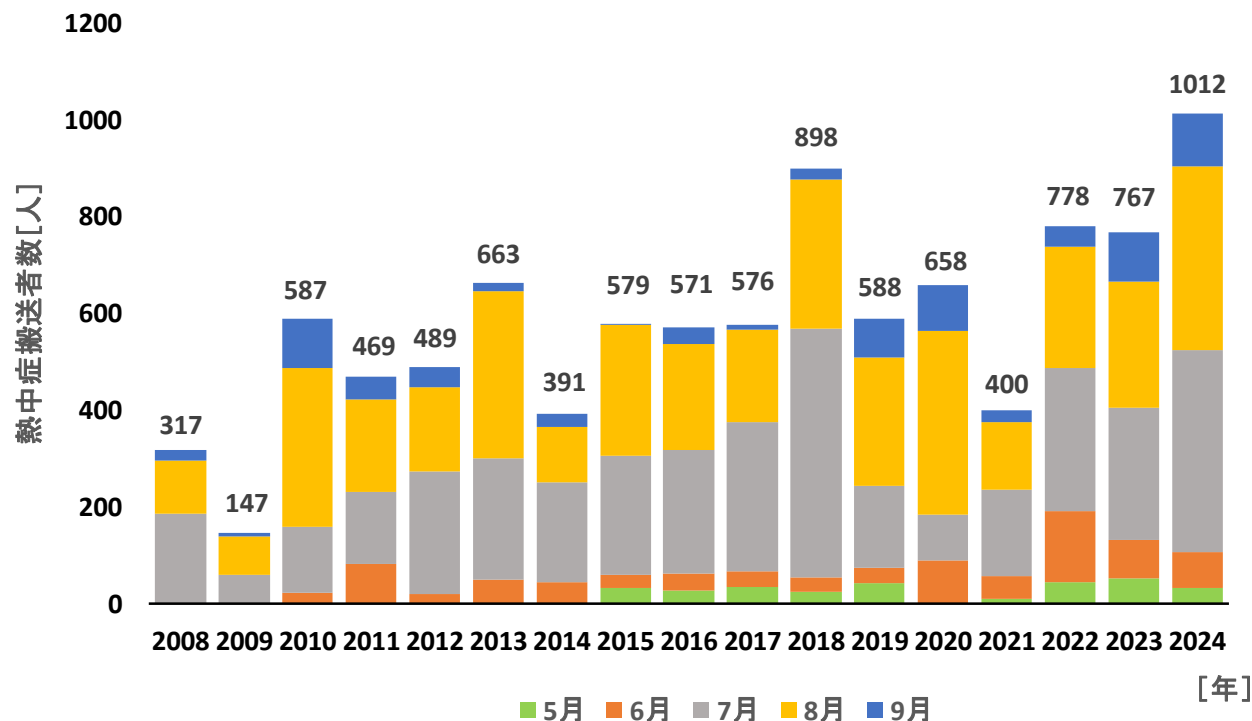
## R6年度研究内容(高齢者の住居における暑熱環境調査)

### 【暑さの感じ方と寝室の暑熱状況】まとめ

- 一定の条件の仮定の下ではあるが、暑さの感じ方とWBGTの高低に逆転がある方が一部見られた。
- 暑いとは感じているものの、就寝時のWBGTが高い方が一部見られた。
- 就寝時にエアコンを使用はしているものの、短時間でタイマーを使用(または電源OFF)しているため、室温等が徐々に上昇し、起床時には暑く感じている方が一部見られた。
- 就寝時にエアコンを連続的に使用している方は、室温等の変動が少なく、WBGTも適度に保たれていた。(エアコン未使用の方に比べて平均でWBGTは10%以上、湿度は15%以上の低減効果が見られた。)
- 隣の部屋のエアコンを連続的に使用している方は、室温等の変動がゆるやかで、WBGTも適度に保たれていた。
- 沿岸部で就寝時にエアコンを使用していない方は、日によっては、室温が30℃を超え、WBGTが28℃程度まで上がっていたが、内陸部ではそれほど過酷な状況にはならず、暑さを感じずにいられるケースもあった。

## R6年度研究内容(熱中症リスクに関するデータの収集及び分析)

### ◆ 熱中症搬送者の推移(香川県)



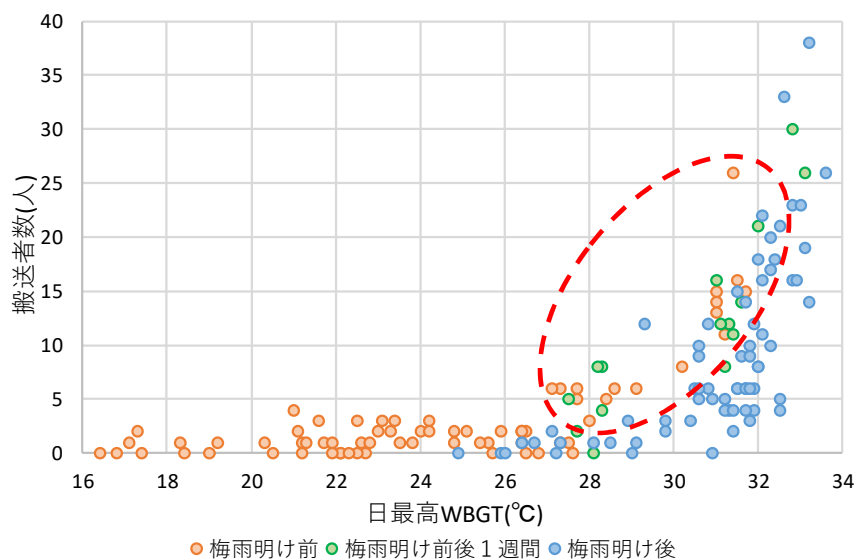
香川県における熱中症搬送者数の推移(5~9月,2008~2024年)

※総務省消防庁のデータを用いて作図

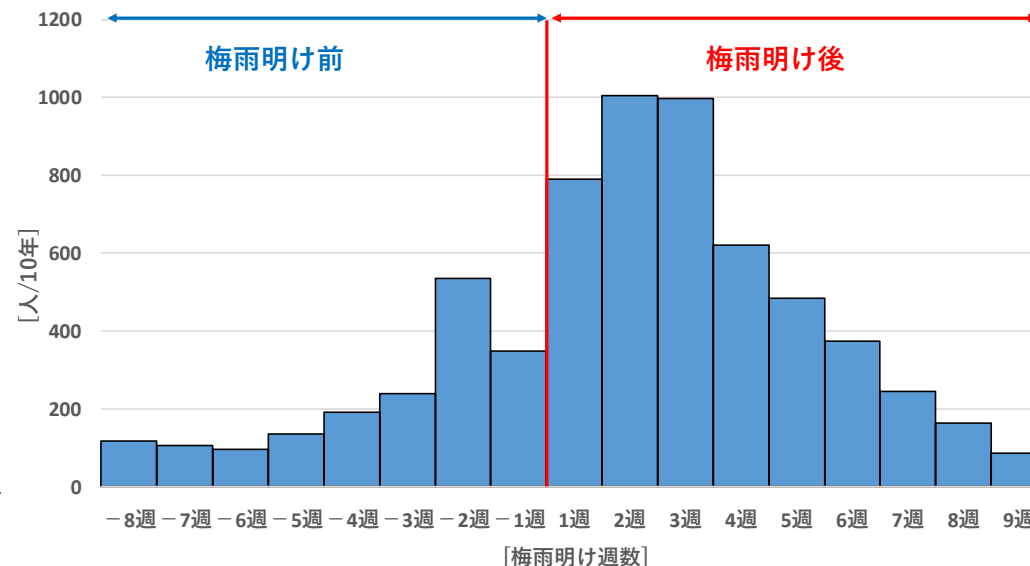
- ・2024年5月~9月における搬送者数は**1012人**(うち、**905人**が7月~9月)
- ・搬送者が1000人を超えるのは2008年の調査開始以降初めて
- ・熱中症警戒アラート発表回数は**44回**(前年[30回]の**約1.5倍**)

# R6年度研究内容(熱中症リスクに関するデータの収集及び分析)

## ◆ 熱中症搬送者数(香川県)と日最高WBGT、梅雨明け



香川県における熱中症搬送者数と日最高WBGT  
の関係(令和6年5月～9月)  
※総務省消防庁及び環境省のデータを用いて作図



香川県における梅雨明け前後の週ごとの熱中症救急  
搬送者数(平成27年～令和6年の5月～9月)  
※総務省消防庁及び気象庁のデータを用いて作図

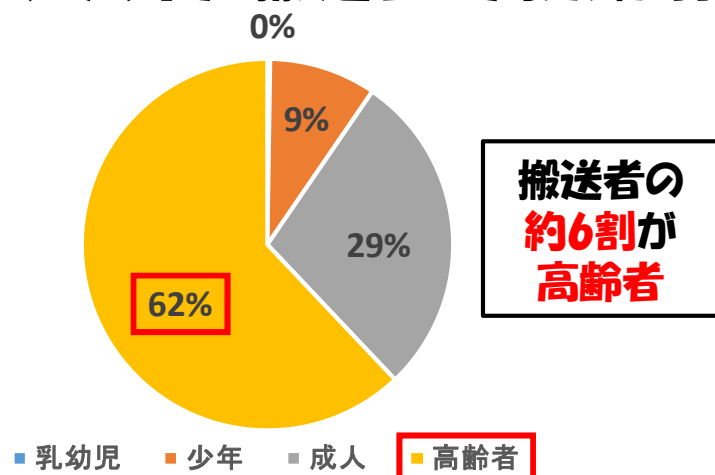
- 日最高WBGTが**28℃前後**を境に搬送者数が急激に増加する傾向
- 同じWBGT値であっても、梅雨明け前のほうが梅雨明け後に比べて搬送者数が高い傾向(27～31℃付近)

- 搬送者数は梅雨明け前1週目から梅雨明け後1週目にかけて**約2.3倍**に増加
- 梅雨明け数週間間は搬送者数が高い水準を維持、その後、徐々に減少



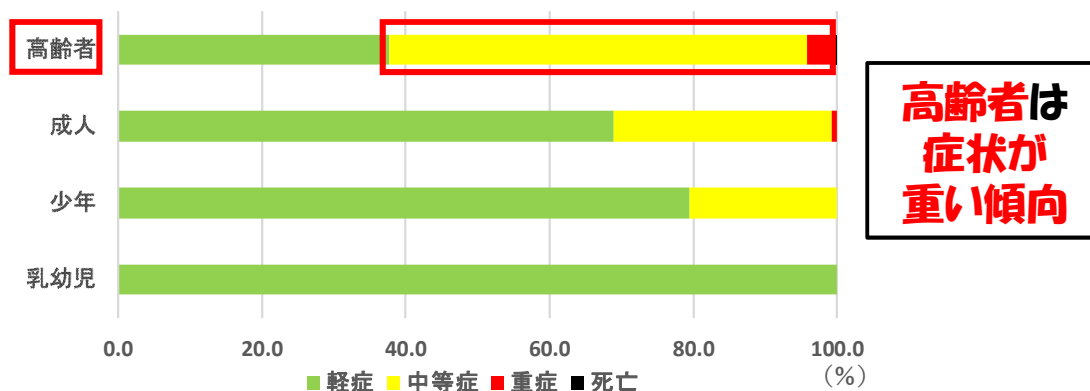
# R6年度研究内容(熱中症リスクに関するデータの収集及び分析)

## ◆ 熱中症搬送者の内訳(高松市消防局)



搬送者割合(高松市消防局)

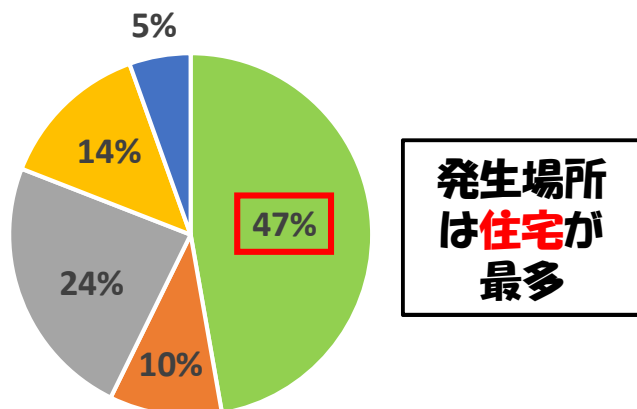
※高松市消防局のデータを用いて作図



年齢層別の症状割合(高松市消防局)

※高松市消防局のデータを用いて作図

高齢者は  
症状が  
重い傾向

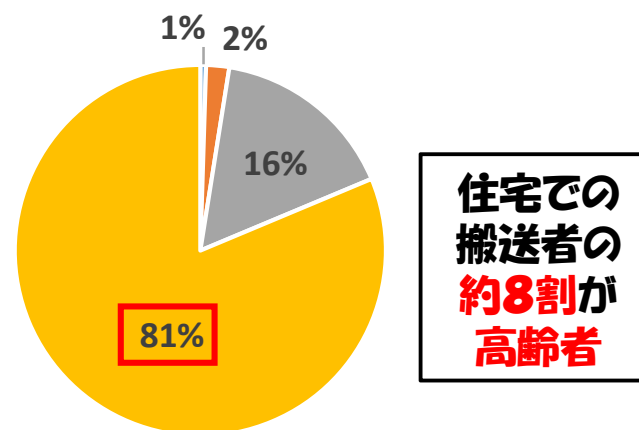


発生場所  
は住宅が  
最多

■ 住宅 ■ 仕事場 ■ 公衆 ■ 道路 ■ その他

熱中症発生場所割合(高松市消防局)

※高松市消防局のデータを用いて作図



住宅での  
搬送者の  
約8割が  
高齢者

■ 乳幼児 ■ 少年 ■ 成人 ■ 高齢者

住宅における年齢層別割合(高松市消防局)

※高松市消防局のデータを用いて作図

## その他(普及啓発)

### ◆【ワークショップ「暑さ指数を知って熱中症に備えよう！」の開催】



- 本格的な夏の猛暑に備え、暑さ指数(WBGT)を測定しながら熱中症について学ぶ小学生向けのワークショップをR5年度より開催しており、今年度は、小学校2校で合計192名の6年生の児童を対象に実施した。
- 前半の【講座】では、気候変動適応センターの職員が簡単なクイズを交えながら気候変動の現状や影響について解説を行った。
- 後半の【グループワーク】では、グループごとに、ポータブル型の測定機を使って校内(屋内・屋外)の暑さ指数を測定し、場所や条件ごとの暑さ状況の違いを比較し、グループで考察することで、熱中症対策について考えた。