

気候変動や極端高温が熱中症に 及ぼす影響と適応策に関する研究

令和6年度 第1回気候変動適応セミナー「熱中症対策」
2024年7月22日@ZOOM

国立環境研究所 気候変動適応センター
岡 和孝

1. 気温変化

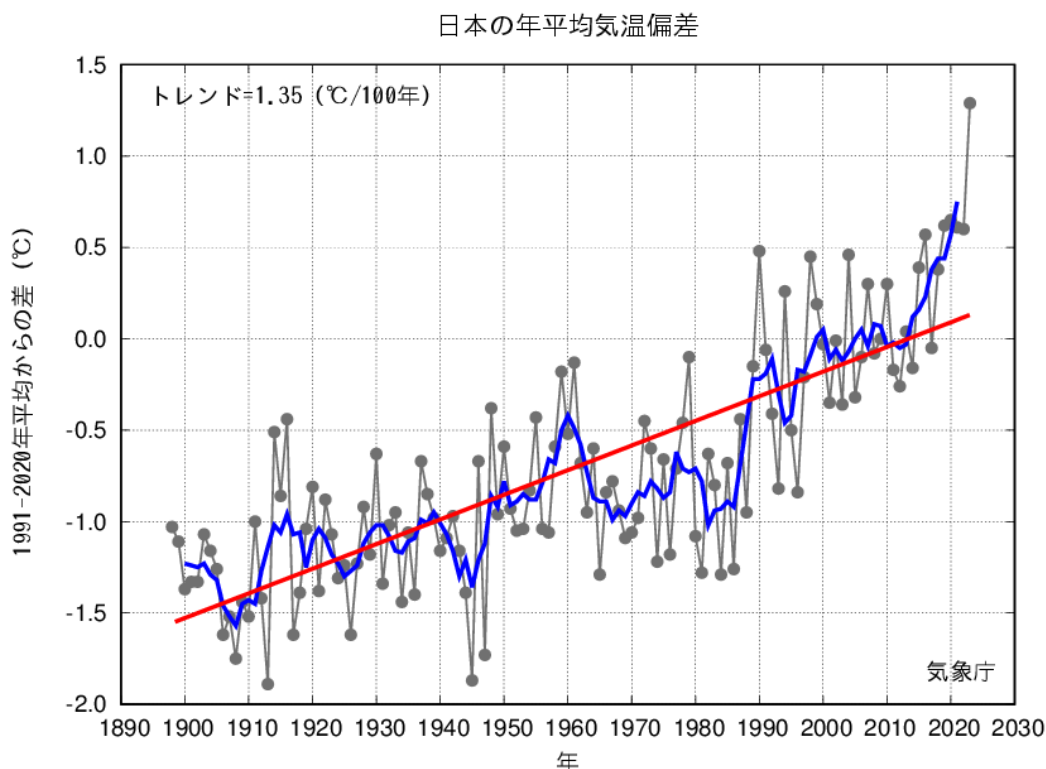
■ 日本における気温の変化

- 統計開始（1898年）以降，**最も暑い年は2023年**

- ✓ 年平均気温は**100年**あたり約**1.35℃**の割合で上昇
- ✓ 特に1990年以降，高温となる年が頻出

日本で暑かった年

- ① **2023年 (+1.29℃)**
- ② **2020年 (+0.65℃)**
- ③ **2019年 (+0.62℃)**
- ④ **2021年 (+0.61℃)**
- ⑤ **2022年 (+0.60℃)**



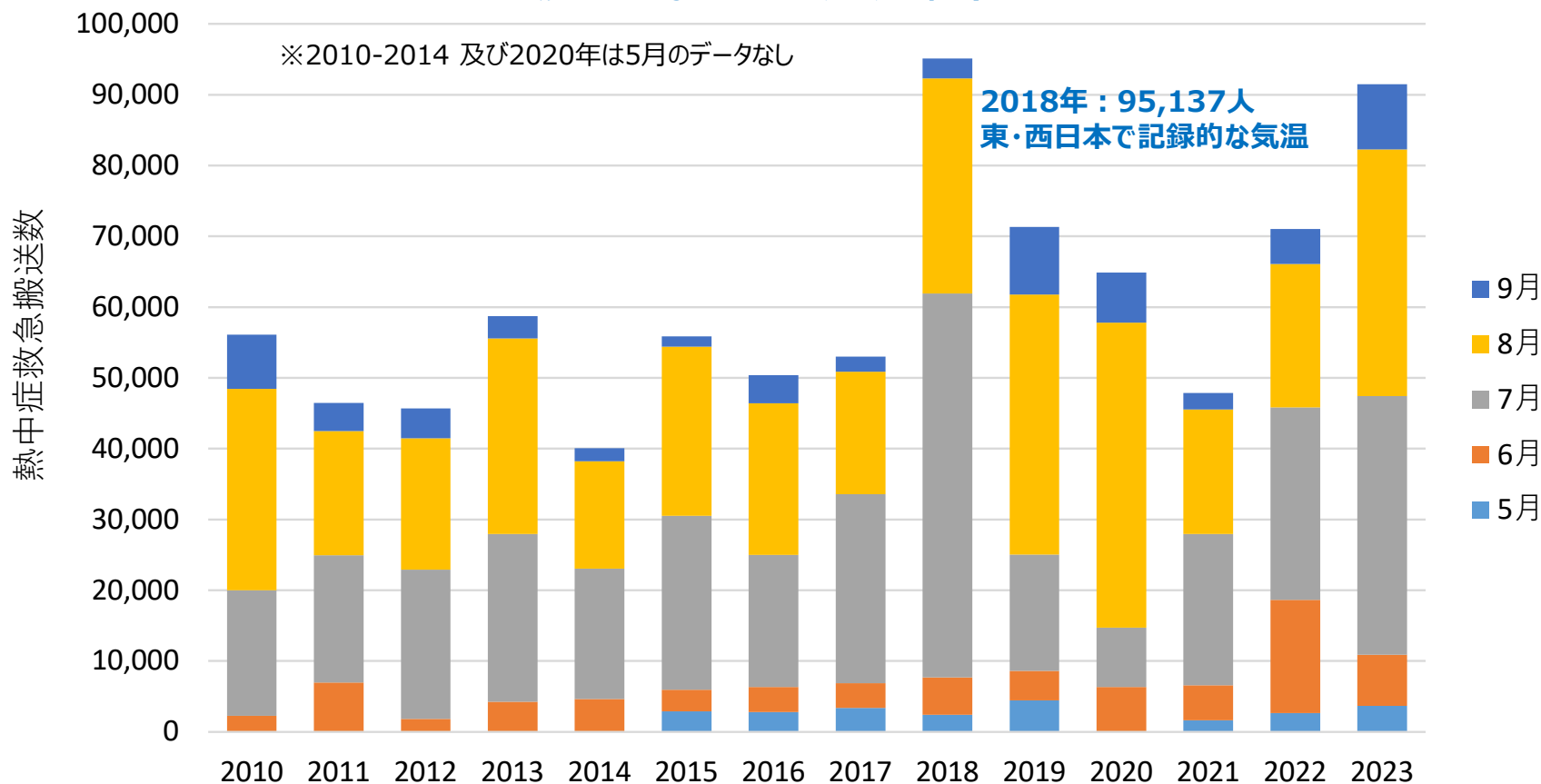
出典：気象庁HP 日本の年平均気温 http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html

2. 熱中症の現状

■ 熱中症救急搬送数

- 熱中症により毎年4～9万人の搬送者数が発生

熱中症による救急搬送数の経年変化

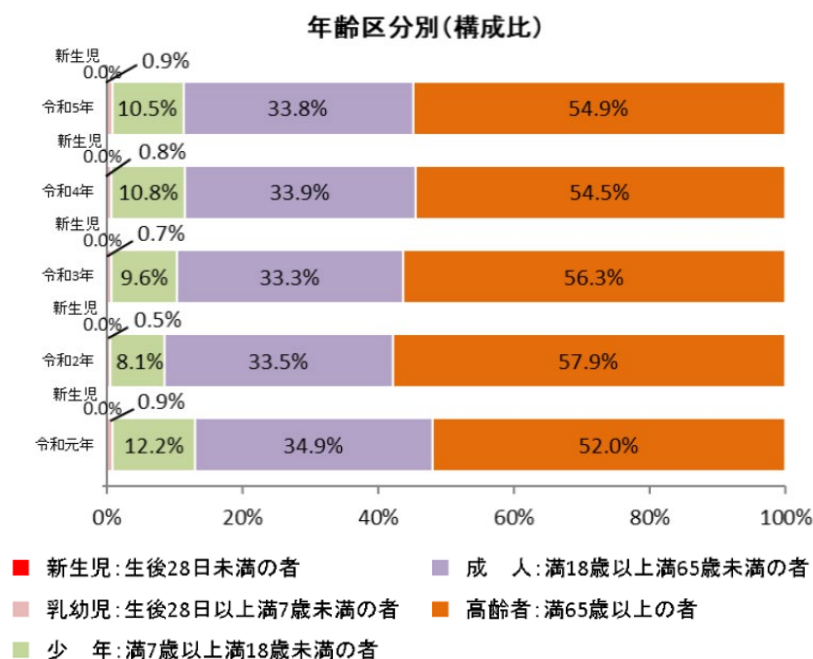


出典：総務省消防庁資料（<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke>）をもとに国立環境研究所が作成

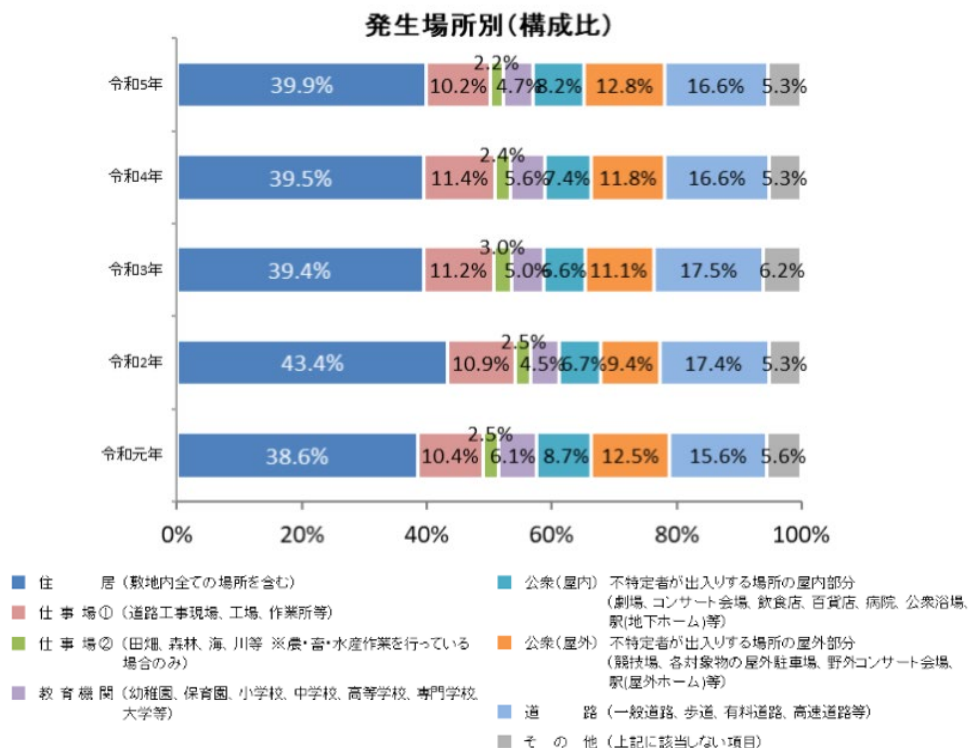
2. 熱中症の現状

■ 熱中症救急搬送数

- ・ **高齢者が半数**を占める. ⇒ **高齢者対策が重要に**
- ・ **住居が発生場所の4割**を占める. ⇒ **住居対策が重要に**



出典: 総務省消防庁「令和5年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況」

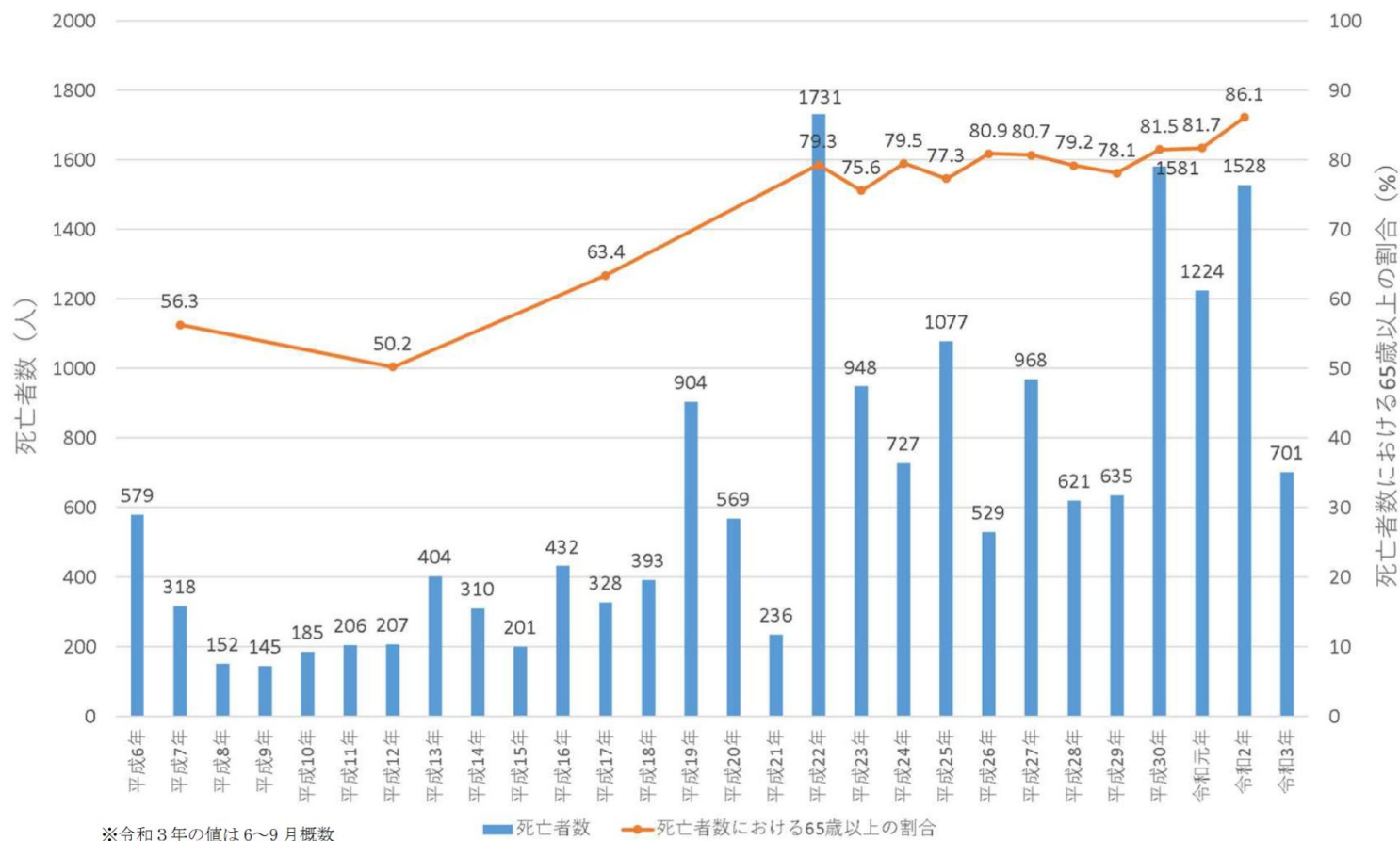


出典: 総務省消防庁「令和5年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況」

2. 熱中症の現状

■ 熱中症による死亡

- 熱中症による死亡者数は1000人前後（自然災害は100～200人）⇒ **熱災害**
- 熱中症による死亡者の**8割**を**高齢者**が占める．⇒ **高齢者対策が重要に**

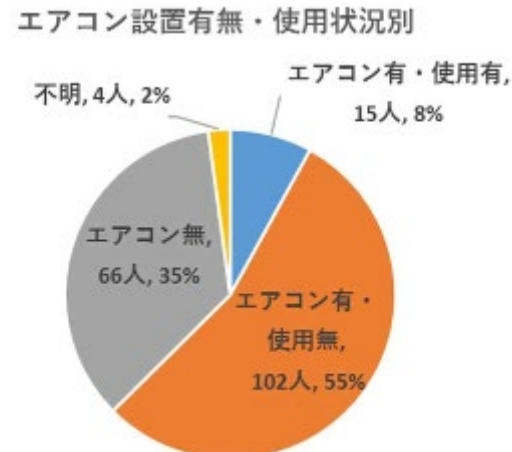
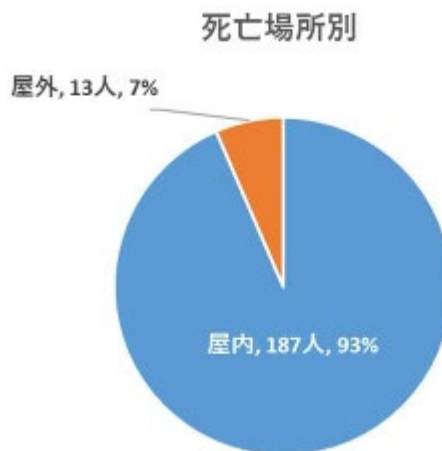
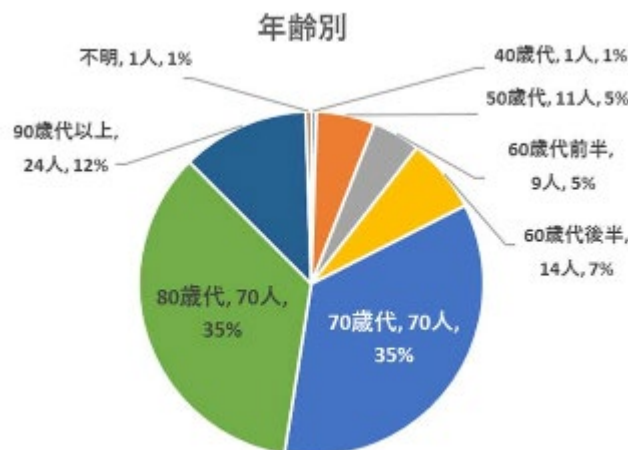


出典：熱中症対策推進会議「熱中症対策行動計画」（令和4年）

2. 熱中症の現状

■ 熱中症による死亡（東京23区，令和2年夏）

- 熱中症による死亡者（200人）の内訳をみると，**9割が65歳以上**の高齢者。
- 9割が屋内**で亡くなっている。⇒ **高齢者対策＋住居対策が重要に**
- 屋内で亡くなった方のうち**9割がエアコンを使用していなかった**（屋内で亡くなった方のうちの約7割は**単身者**）。⇒ **エアコンの適切な利用が重要に**



出典：熱中症対策推進会議「熱中症対策行動計画」（令和3年）

2. 熱中症の現状

■ 複合災害（自然災害×健康影響）

- 自然災害に伴う影響

- ✓ 夏季における**停電** ⇒ エアコンが使えないことに伴う熱中症リスク上昇

⇒ **適応策**：非常用電源としての再生可能エネルギーの活用（+ 蓄電池の導入）

- ✓ 2019年9月，関東地方に上陸した台風としては観測史上最強クラスの勢力で上陸
- ✓ 千葉県を中心に甚大な被害が発生．死者9人，重軽傷160人
- ✓ 停電の影響により，千葉県で9月9日～15日の期間に498人の熱中症救急搬送が発生．前週（2～8日）より約3倍増加

台風15号の被害を受けた地域（千葉県）



出典：朝日新聞

3. 熱中症対策

■ 熱中症警戒アラート (気象庁・環境省)

- 熱中症の危険性が極めて高くなると予測された際に、危険な暑さへの注意を呼びかけ、予防行動を促すための情報

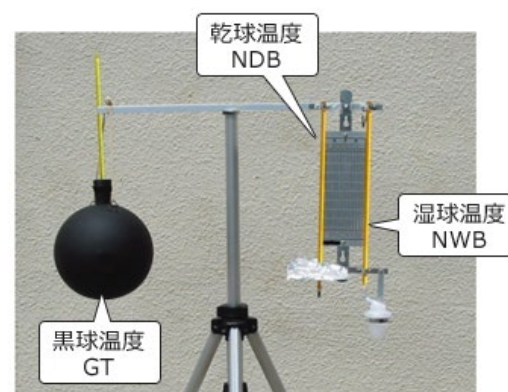
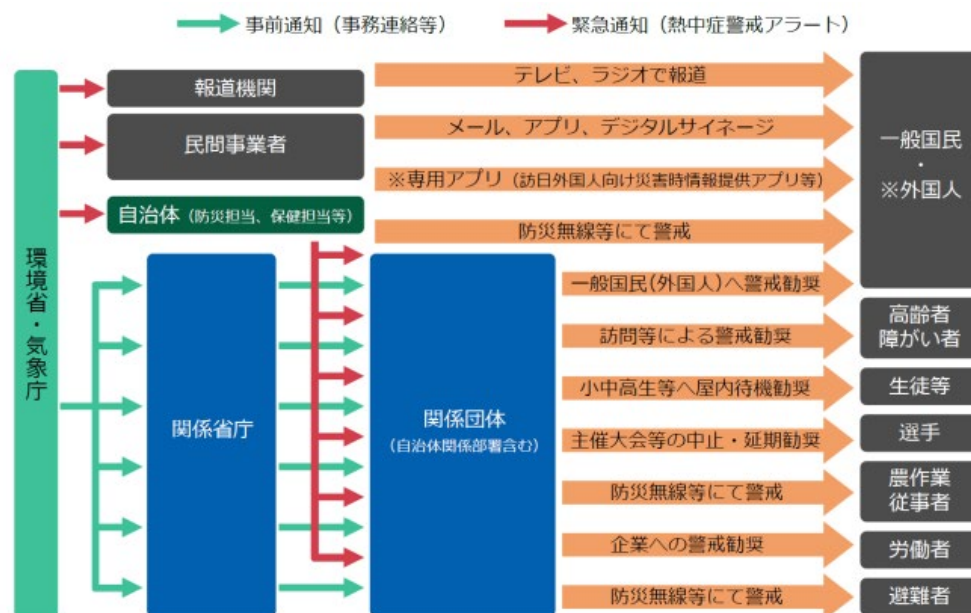
➤ 翌日もしくは当日の**暑さ指数(WBGT)**が**33℃以上**になると予想される場合に発令

● 対象地域

- 2020年度は関東甲信のみ
- 2021年度から全国に拡大

■ 熱中症特別警戒アラートとクーリングシェルター

- 2024年4月スタート

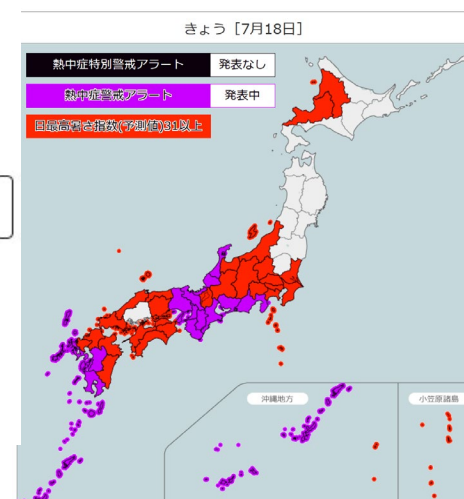


暑さ指数(WBGT)測定装置

屋外の場合

$$WBGT = 0.7T_w + 0.2T_g + 0.1T_d$$

T_w : 湿球温度, T_g : 黒球温度, T_d : 乾球温度

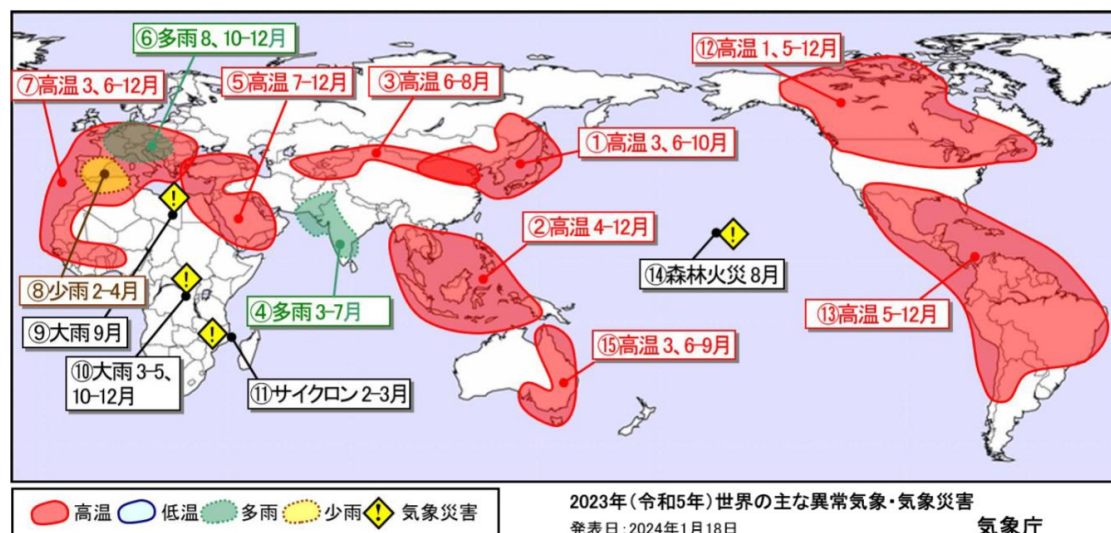


出典：環境省HP (熱中症予防情報サイト)

4. 推進費研究（極端高温と健康影響）

■ 極端高温がますます深刻に

- 2021年6月29日, **カナダ**のブリティッシュコロンビア州で**49.6℃**を記録, **熱波**により1週間で**500人以上が死亡**
- 2022年に世界中で極端高温が発生. **ポルトガルとスペイン**では, 7月の1週間に**熱波**で**2,000人以上が死亡**
- **日本**では2022年6月下旬から7月上旬にかけて**猛暑日**（35℃以上）が**連続発生**
- 2023年も**世界中で熱波**が発生 ⇒ **最も暑い年に**



出典：気象庁HP（2023年の主な天候の特徴・気象災害）

4. 推進費研究（極端高温と健康影響）

■ 背景

- **熱中症**による救急搬送数や死亡者数が**高い水準**で推移。 **高齢者**が救急搬送の50% , 死亡者の80%を占める。
- **熱中症警戒アラート**がスタート（2021年に全国展開）
- 近年, 世界各地で**極端高温**が発生。状況はより深刻に。
 - カナダ：2021年6月に49.6℃を記録, 500人以上が熱中症で死亡
 - 日本：2022年6月下旬から7月上旬に猛暑日が連続発生
- **気候変動**により今後さらに**極端高温**が**深刻化**, **多発化**する可能性
⇒ 甚大な**熱中症被害**の発生や**医療・介護供給体制の崩壊**が危惧
- **環境省**が**極端高温**時も見据えた**対策強化**の検討を開始



極端高温下における対策が急務。現状では知見が殆どない

4. 推進費研究（極端高温と健康影響）

ST: サブテーマ

ST1: 過去及び将来の**極端高温**等の発生に関する気候研究
(東京大, 海洋研究開発機構, 産業技術総合研究所, 岡山理科大)

- ・ **日本・都市スケールでの極端高温等の発生**に着目

研究
成果

因果関係探索の
ためのフィードバック

極端高温等の気候予測情報等

因果関係探索の
ためのフィードバック

ST2: **集団レベル**における暑熱健康影響・適応策研究
(東京大, 長崎大, 筑波大)

- ・ **熱中症警戒アラートの導入効果の定量化, 将来予測** 等

ST3: **医療・介護供給体制（社会レベル）**における暑熱健康影響・適応策研究
(北海道大, 小樽商科大)

- ・ **医療・介護への影響とレジリエンス** 等

研究
成果

研究
成果

暑熱健康影響の低減に向けた在り方の検討
(熱中症警戒アラート, エアコン利用等)

ST4: **個人レベル**における暑熱健康影響・適応策研究
(国立環境研究所, 九州大, 北海道大)

- ・ **高齢者のエアコン不使用の生理学的背景と使用促進** 等

レジリエンス
向上
への提言



- 環境省
- 気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）
- 地方公共団体, 地域気候変動適応センター, 他

4. 推進費研究（極端高温と健康）

■ 長期的な暑熱適応効果を考慮した熱中症救急搬送数の将来予測

【背景と目的】

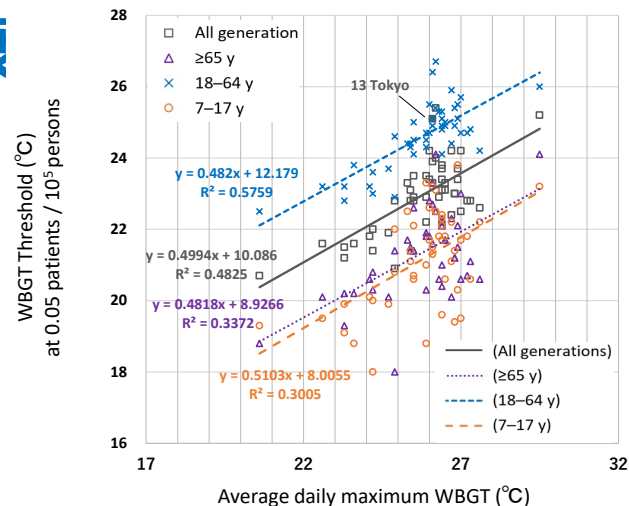
- これまでの熱中症搬送数の予測では、**長期的な暑熱適応の効果**が考慮されていなかった。
- 「地理的な暑熱適応」を「時間的な暑熱適応」に読み替えることにより（**都市アナロジー手法**）、熱中症搬送数の将来予測を行った。

【研究成果】

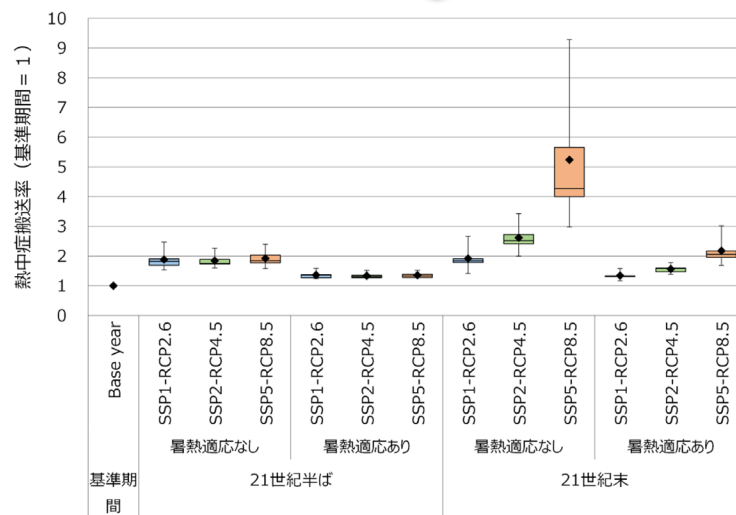
- 長期的な暑熱適応の効果を検討しても、気候変動の進行により熱中症搬送率が増加
- 更なる熱中症対策の必要性が示唆

2023年7月5日 プレスリリース！

<https://www.nies.go.jp/whatsnew/2023/20230705/20230705-2.html>



熱中症救急搬送数が増加し始めるWBGT値の地域性
(Oka et al., 2023a)



長期的な暑熱適応効果を考慮した場合としない場合
の熱中症救急搬送数予測 (対象世代: 65歳以上)

(Oka et al., 2023b)₁₁

4. 推進費研究（極端高温と健康影響）

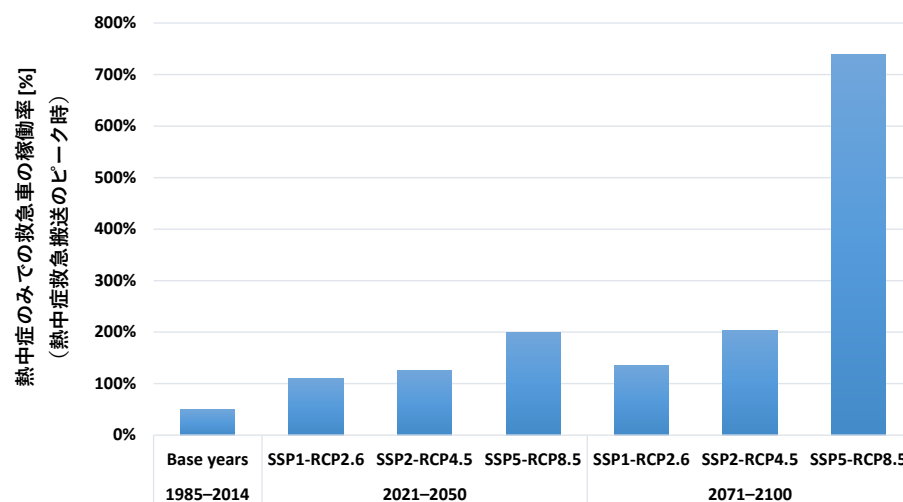
■ 気候変動下の極端高温による熱中症発生で救急車が足りなくなる

【背景と目的】

- 増加が予想される救急車要請に対応することが可能かを明らかにすることが重要に
⇒ 対応可能な数以上の救急車要請により、**救急搬送困難事案**の発生が懸念
- 東京都を対象に50年に一回の極端高温下における救急搬送困難事案の発生可能性に関する将来予測を行った。

【研究成果】

- 熱中症救急搬送のピーク時（14時）に熱中症のみで救急車の稼働率が100%を超える事案の将来的な発生可能性を予測
- 温室効果ガス削減とともに、熱中症リスク低減の取組や、救急車の適正利用等の必要性が示唆



2024年5月29日 プレスリリース！

<https://www.nies.go.jp/whatsnew/2024/20240529/20240529.html>

熱中症による救急車要請に対応するための救急車の稼働率の予測結果

(Oka et al., 2024)

4. 推進費研究（極端高温と健康影響）

■ 気候変動に伴う暑熱関連死亡の将来予測

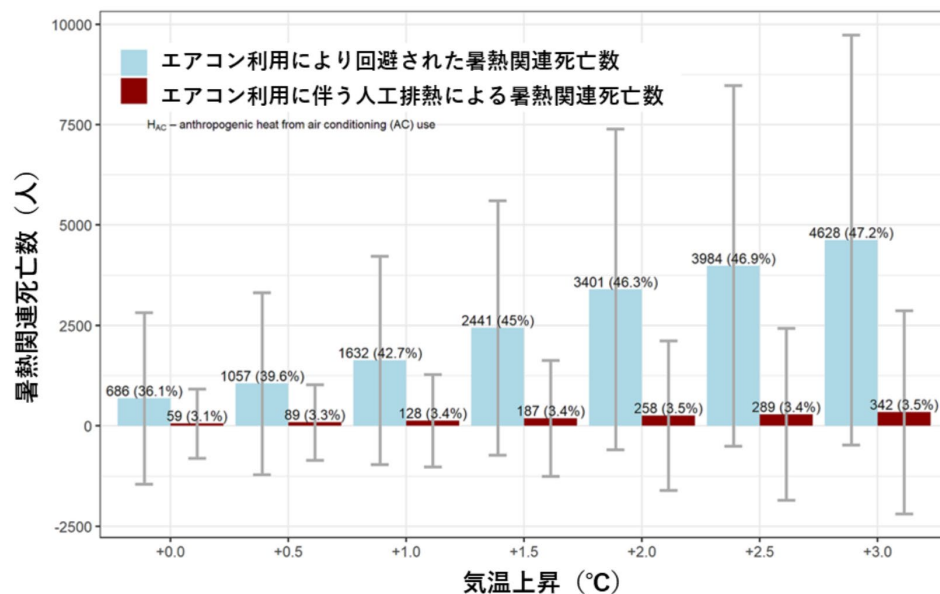
【背景と目的】

- ・ エアコン利用は、暑さから身を守るための有効な手段に
- ・ その一方で、エアコン利用に伴う屋外への人工排熱により都市部の気温が上昇
- ・ 暑熱関連死亡数に注目し、エアコン利用がもたらす影響を評価

【研究成果】

- ・ エアコン利用により、現在・過去気候条件下では36%、+3.0℃シナリオでは47%の暑熱関連死亡数が減少
- ・ 人工排熱により、現在・過去気候条件下では3.1%、+3.0℃シナリオでは3.5%の暑熱関連死亡数が増加
- ・ 人工排熱低減対策が重要に

2023年12月28日 プレスリリース！
<https://www.nies.go.jp/whatsnew/2023/20231228-2/20231228-2.html>



現在・過去気候条件下(+0.0℃)及び+0.5-3.0℃シナリオ毎の暑熱関連死亡数。括弧内のパーセンテージはエアコン保有率が0%の場合に予測される暑熱関連死亡数に対する割合を示す。

4. 推進費研究（関連研究）

■ 熱帯夜と死亡リスクの関係

【背景と目的】

- 暑熱による健康影響について、これまで日中の気温に注目が置かれていたが、夜間の気温あるいは最低気温による健康影響は注目されてこなかった。
- 熱帯夜($T_{\min} \geq 25^{\circ}\text{C}$)の発生が死亡に及ぼす影響を分析

【研究成果】

- 熱帯夜と11の死因に関連が見られた。
- 熱帯夜の影響は即時的で、数週間持続
- 南に比べ北の方が熱帯夜の影響が大きい。
- 晩夏に比べ初夏の方が熱帯夜の影響が大きい。

⇒ 最低気温に対する健康対策の必要性が示唆された

各種メディアで紹介！

11の死因：心血管疾患（CVD）、虚血性心疾患（IHD）、脳血管疾患（CVD）、虚血性心疾患（IHD）、脳血管疾患（CBVD）、脳出血（CH）、脳梗塞（脳血管疾患（CBVD）、脳出血（CH）、脳梗塞（CIN）、呼吸器疾患（RD）、肺炎、慢性閉塞性肺疾患（COPD）、喘息、腎疾患、高齢

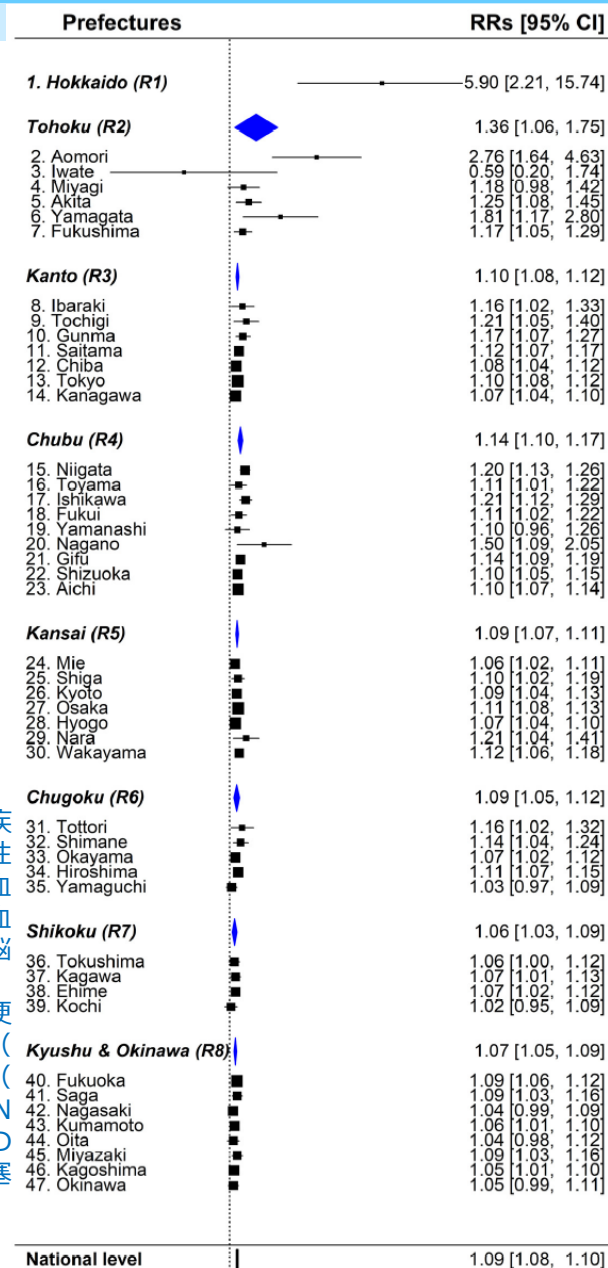


図 熱帯夜が全11の死因に及ぼす影響

5. 地域との共同研究

■ 共同研究（適応型）

- 環境研究の発展及び気候変動適応法第11条に定める地域への技術的援助の一環として、「気候変動適応に関する**地域気候変動適応センター**等との共同研究」を実施
- R3年度より第2フェーズがスタート。 **R7年度まで延長**

■ 課題名（2024年7月現在）

	課題名	参加機関（地域適応C）
1	LCCACとの共創による地域の適応に関する情報デザイン	長野県，大分県，滋賀県，栃木県
2	気候変動による暑熱・健康等への影響に関する研究（R3－R7年度）	香川県，川崎市，静岡県，神奈川県，栃木県，大阪府，愛媛県，長崎県，福島県，埼玉県，群馬県，鹿児島県
3	気候変動影響検出を目的としたモニタリング体制の構築	長野県，静岡県，富山県，山梨県
4	既存インフラとグリーンインフラの統合的活用による気候変動適応の検討	千葉県，長野県
5	自然湖沼における気候変動影響の観測と評価	北海道，秋田県，福島県，茨城県，栃木県，滋賀県，鹿児島県
6	沖縄県のサンゴ礁生態系への気候変動・地域環境複合影響を軽減するための赤土流出削減指標策定	沖縄県
7	果樹晩霜害の適応策検討に資する多面的気象観測調査	長野県，富山県

5. 地域との共同研究

■ 背景

- 効果的な対策を実施するためには地域状況を把握する必要がある。
- 地域状況を把握するための技術や知見が不足している場合もある。

■ 目的

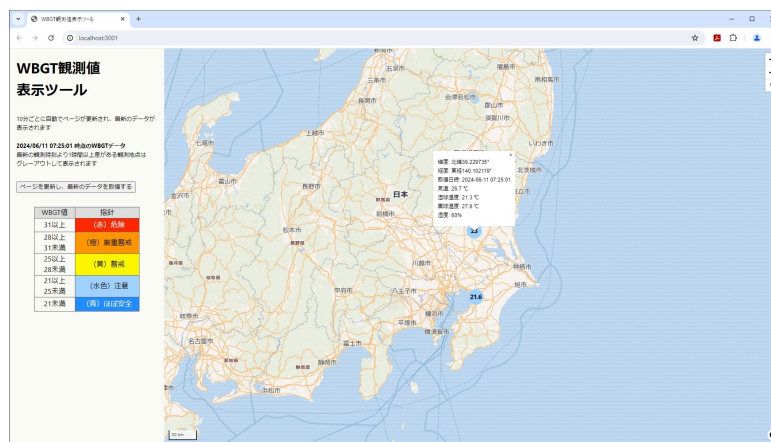
- 地域状況を把握するための研究の実施
- 得られた知見を活用し、適応策検討のための基礎資料として活用

■ 実施内容

- ① 意見交換の場の設置
- ② 暑熱環境に関する気象学的観測の実施
- ③ 熱中症救急搬送数データの収集
- ④ 熱中救急搬送数に関する研究



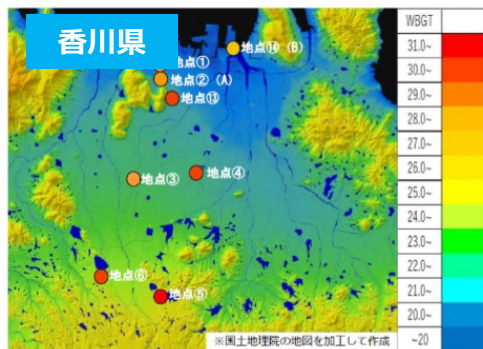
観測に利用したWBGT測定機器



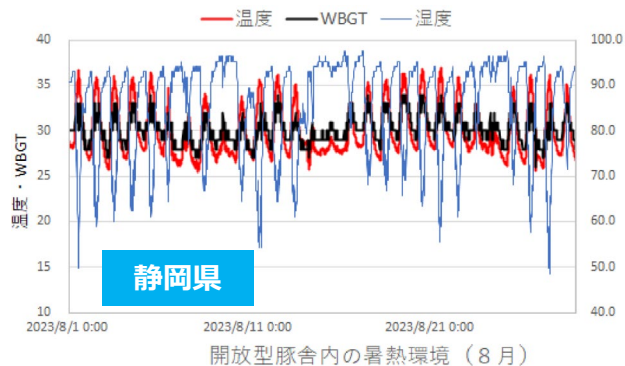
WBGT観測値表示ツール（開発中）

5. 地域との共同研究

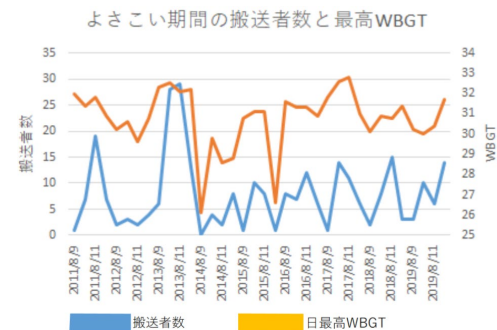
■ WBGT観測（一部抜粋）



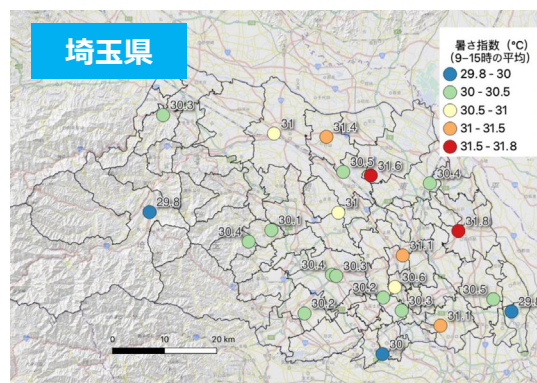
日最高WBGTの月平均（高松市：7月）



開放型豚舎内の暑熱環境（8月）



高知県



サッカー場の人工芝と天然芝（大阪市内）

各時間帯(毎正時)における「対策なし」との差の平均値比較(℃)

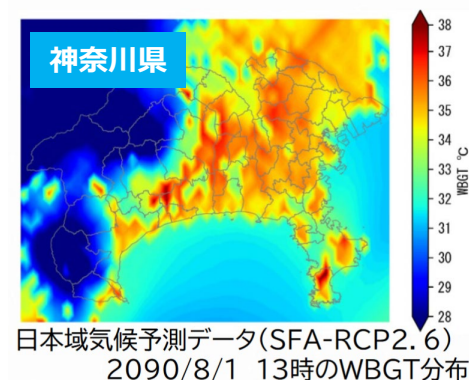
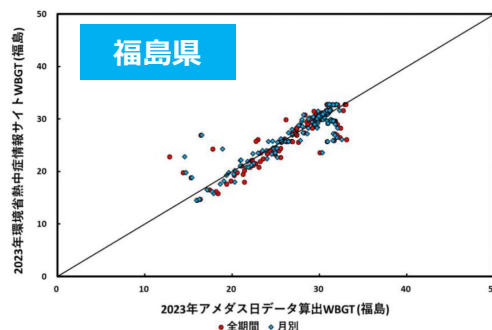
時間帯	すだれ	カーテン	レース	遮熱シート	ゴーヤ	シェード
8-18時	0.05	-0.07	0.22	-0.08	-0.31	-0.15
8-12時	0.21	0.03	0.27	0.03	-0.23	-0.02
13-18時	-0.09	-0.15	0.17	-0.17	-0.38	-0.26
max	-0.45	-0.44	0.004	-0.45	-0.64	-0.50

大分県

詳細については下記サイトに資料を掲載しています：
<https://adaptation-platform.nies.go.jp/ccca/research/heat-adapted/index.html>

5. 地域との共同研究

■ 熱中救急搬送数やWBGTの分析・予測（一部抜粋）

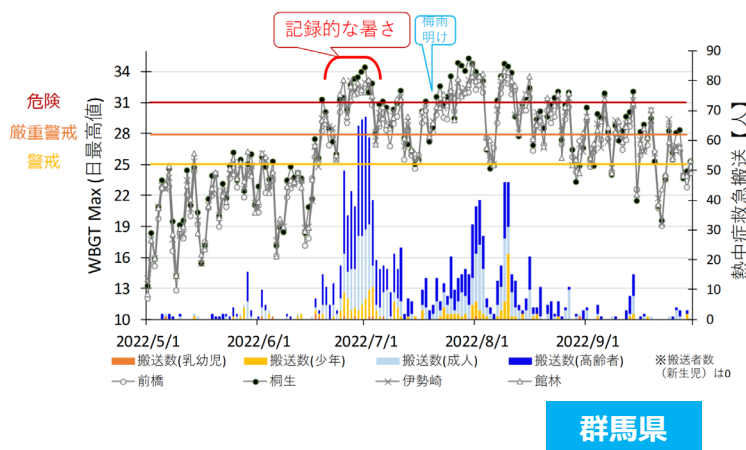
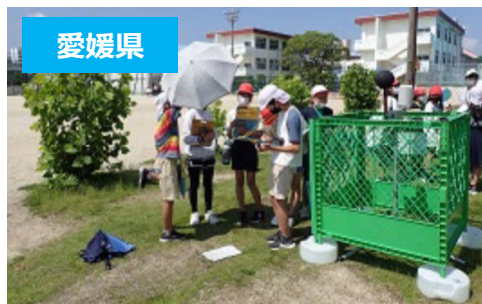
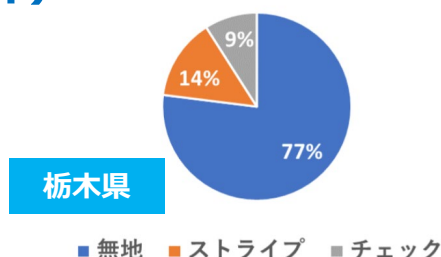


■ 普及啓発（一部抜粋）

日傘の柄はどれがいいか



教員研修の様子（10/5）



詳細については下記サイトに資料を掲載しています：
<https://adaptation-platform.nies.go.jp/ccca/research/heat-adapted/index.html>

6. まとめ

- 既に多くの熱中症が発生している中，更なる気温上昇はより深刻な影響をもたらす。
- しかし，**適切な対策を取れば熱中症は防げる影響**である。
- 政府による熱中症対策の取り組みが進みつつある：「熱中症（特別）警戒アラート」「熱中症対策実行計画」「気候変動適応法の改正」ほか
- 将来の気候変動も見据え，**地域の特性を考慮した，きめ細やかな取組が必要**に
 - キーワード：普及啓発，暑さの把握，高齢者，住居，学校，事業者，等
- 国立環境研究所は，関連機関との連携のもと，**熱中症リスク低減**に資する**研究活動**を推進していきます。

謝辞

本発表の一部は、環境省・（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20231007：極端高温等が暑熱健康に及ぼす影響と適応策に関する研究）及び国立環境研究所の気候変動適応研究プログラムによる成果にもとづいている。

ご清聴ありがとうございました