

2022.3.10 成果報告会

令和3年度国民参加による  
気候変動情報収集・分析委託業務  
－ 成果報告 －

愛知県気候変動適応センター  
(愛知県環境調査センター企画情報部)

# 令和3年度国民参加による気候変動情報収集・分析事業

## 愛知県（3年目）

### 将来予測の実施

課題 気候変動による熱中症発症の将来変化

- ・ 熱中症発症の解析に適した手法の検討
- ・ 解析に必要となるデータ（熱中症発症等と気象条件の関係、熱中症による救急搬送者等）の追加収集
- ・ 暑熱環境発生条件の整理
- ・ 気候シナリオのデータの収集及び整理
- ・ 熱中症発症の将来変化推計
- ・ 暑熱対策に係る適応オプションの検討、分類及び整理

### 実施体制

環境省



委託

愛知県気候変動適応センター  
（愛知県の庁内組織）

解析検討・将来予測等に係る  
業務を再委託

### 将来予測計算の妥当性確認

検討委員会で科学的見地から妥当性を検証

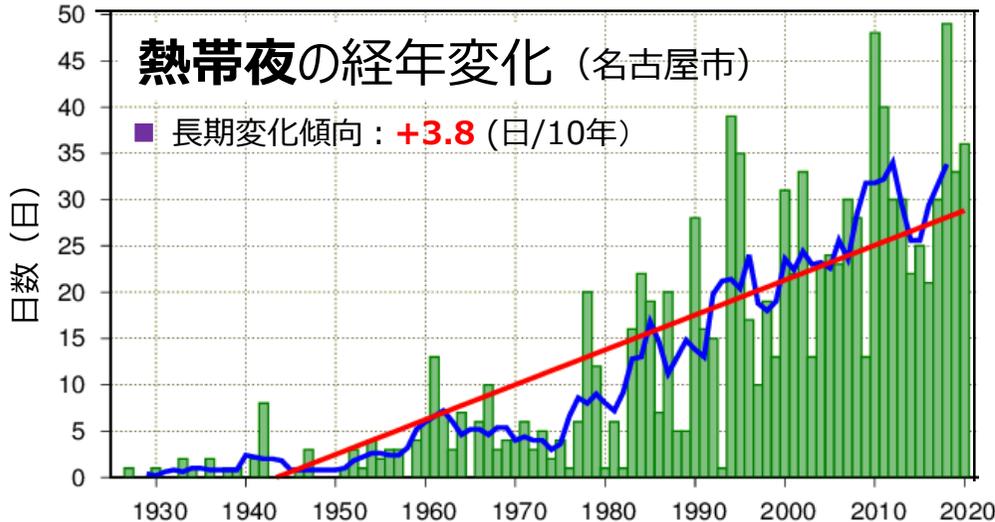
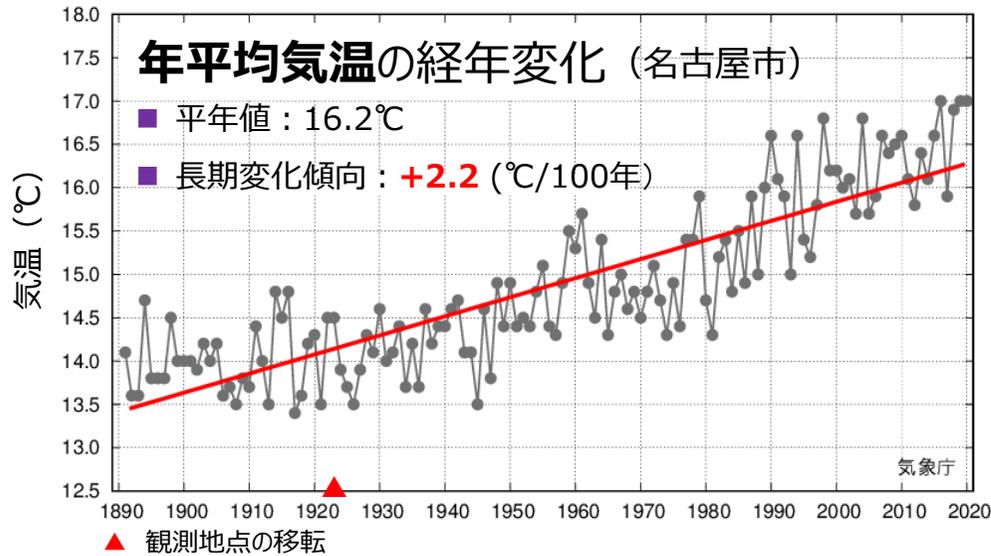
- ・ 熱中症発症の将来変化推計に用いる解析手法
- ・ 適用する気候シナリオ
- ・ 将来予測計算結果から得られる知見

### 普及啓発等

- ・ 環境イベント等における普及啓発
- ・ 「あいち環境学習プラザ」（愛知県の環境学習拠点）での啓発活動
- ・ 市町村連絡会議等における関係機関への啓発活動（1年目及び2年目業務で作成した啓発チラシ及びパネルも活用）

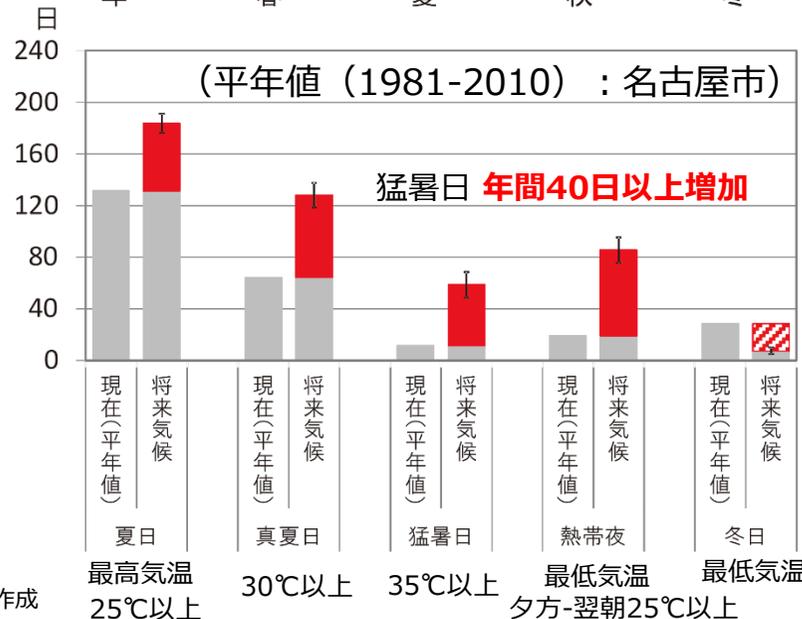
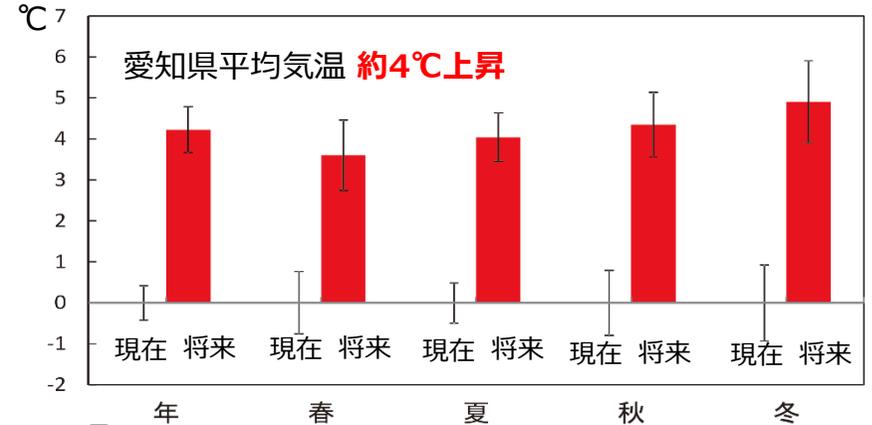
キックオフミーティング資料より

# 愛知県における気温上昇



出典：気候変化レポート2018－関東甲信・北陸・東海地方－、A-PLAT及び気象庁ウェブページをもとに作成

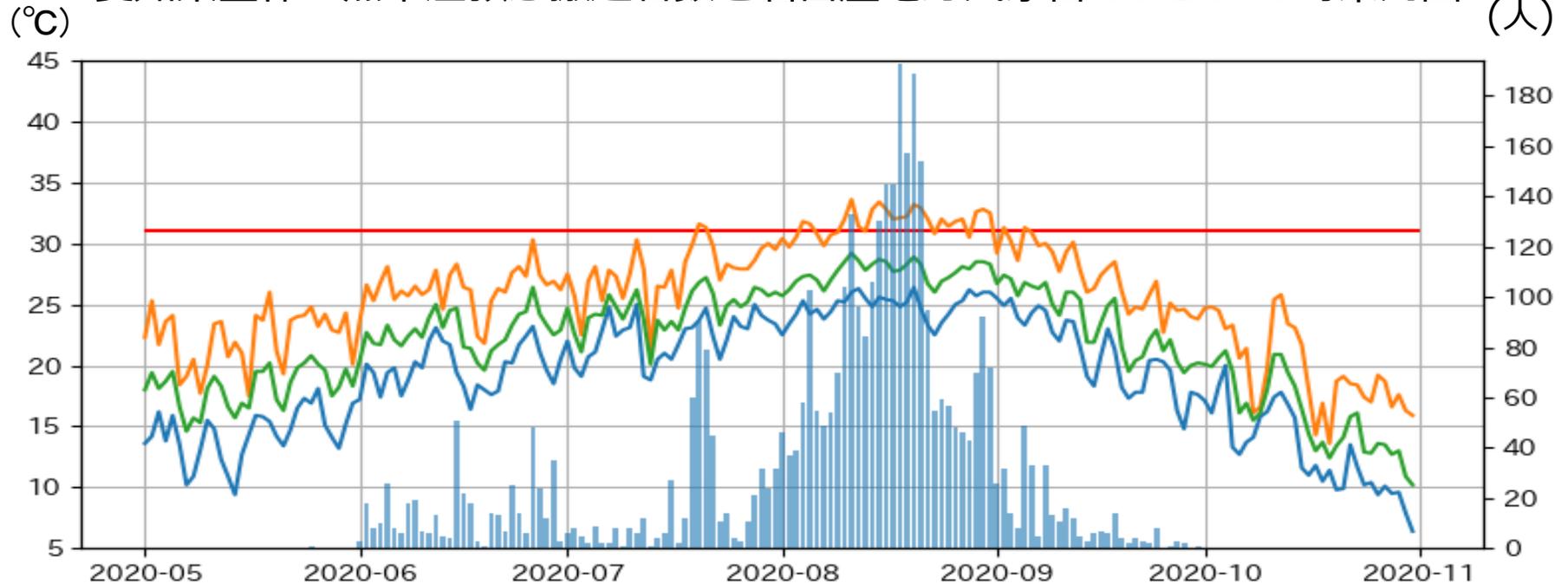
## 将来気候 (2076-2095) と現在気候 (1980-1999) の比較



夏日 最高気温 25℃以上  
 真夏日 最高気温 30℃以上  
 猛暑日 最高気温 35℃以上  
 熱帯夜 最低気温 25℃以上  
 冬日 最低気温 0℃未満

# 愛知県の熱中症救急搬送者数とWBGT

愛知県全体の熱中症救急搬送者数と名古屋地方気象台のWBGTの時系列図

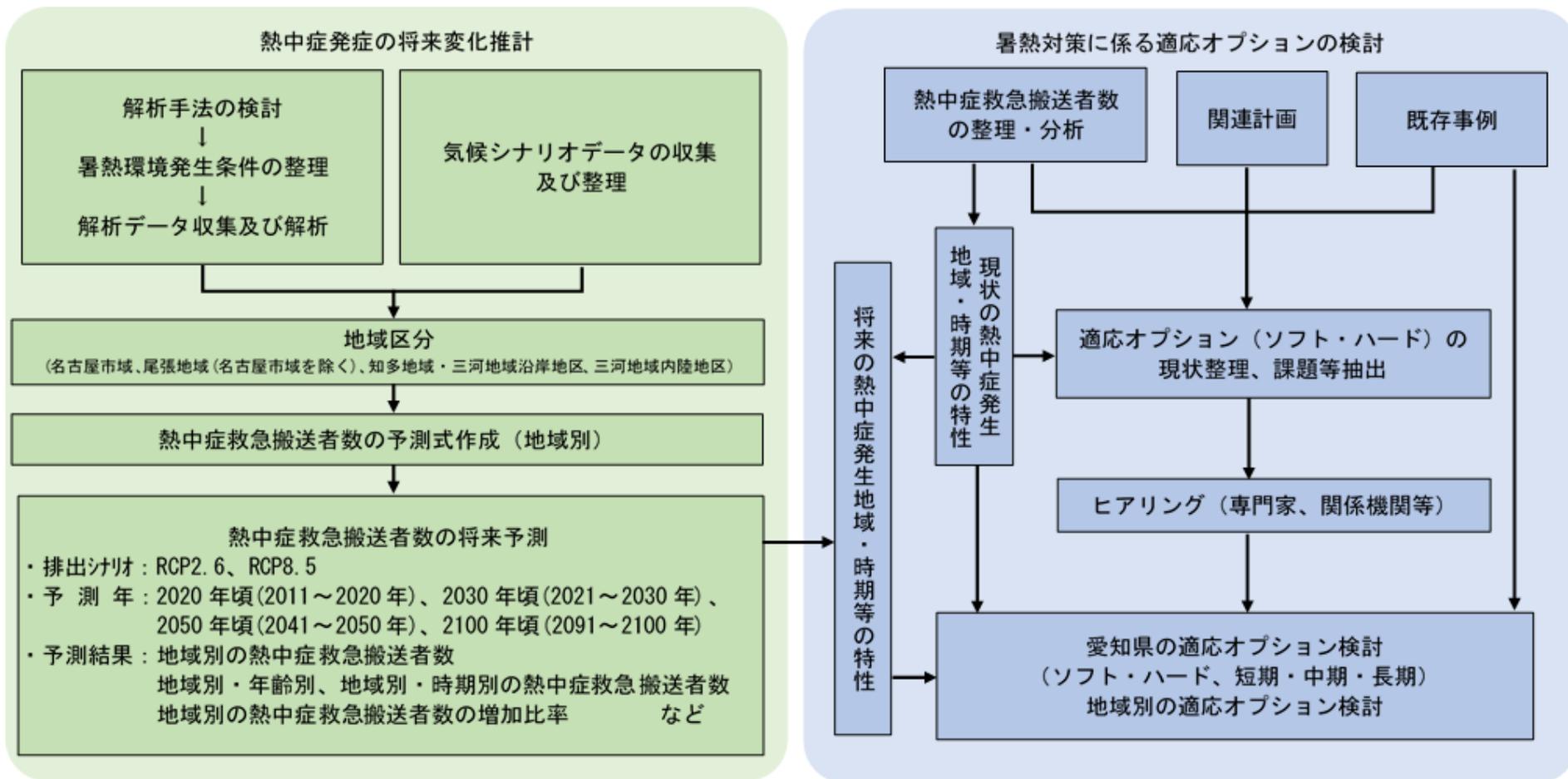


オレンジ:日最高、緑:日平均、青:日最低

$WBGT = 0.735 \times Ta + 0.0374 \times RH + 0.00292 \times Ta \times RH + 7.619 \times SR - 4.557 \times SR^2 - 0.0572 \times WS - 4.064$   
Taは気温(°C)、RHは相対湿度(%)、SRは全天日射量(kW/m<sup>2</sup>)、WSは平均風速(m/s) ※ 将来予測計算にも使用

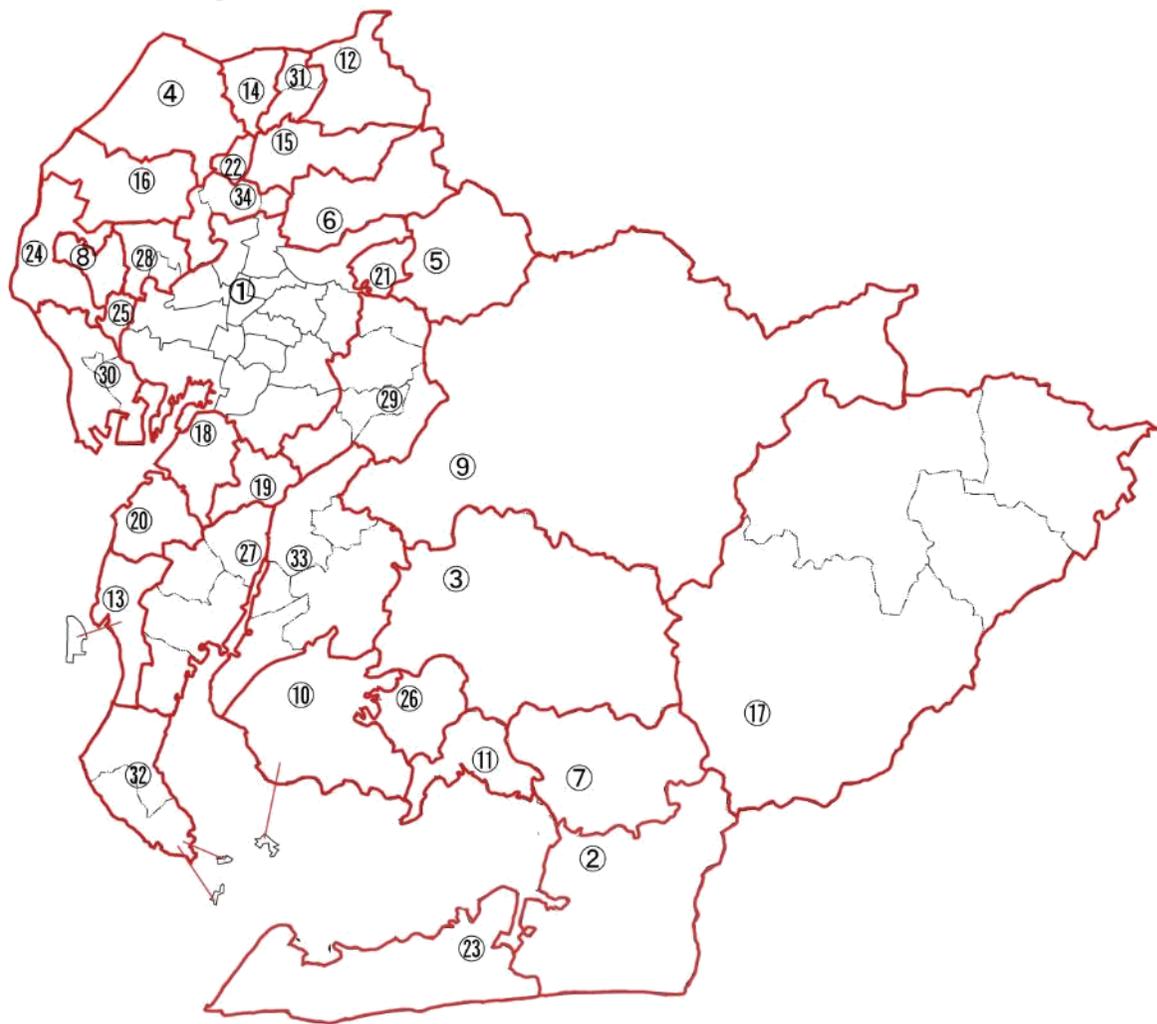
- 搬送者数は日最高WBGT 31°C (赤線) 以上で大きく増加

# 熱中症発症の将来変化推計、暑熱対策に係る適応オプションの検討の流れ



地域気候変動適応計画の充実及び適応策の効果的な実施に向けて、熱中症発症の将来変化を推計し、科学的知見を得るとともに、熱中症予防のための暑熱対策に係る適応オプションの検討及び整理を実施

# 愛知県内消防本部（34本部）の熱中症救急搬送者数を収集

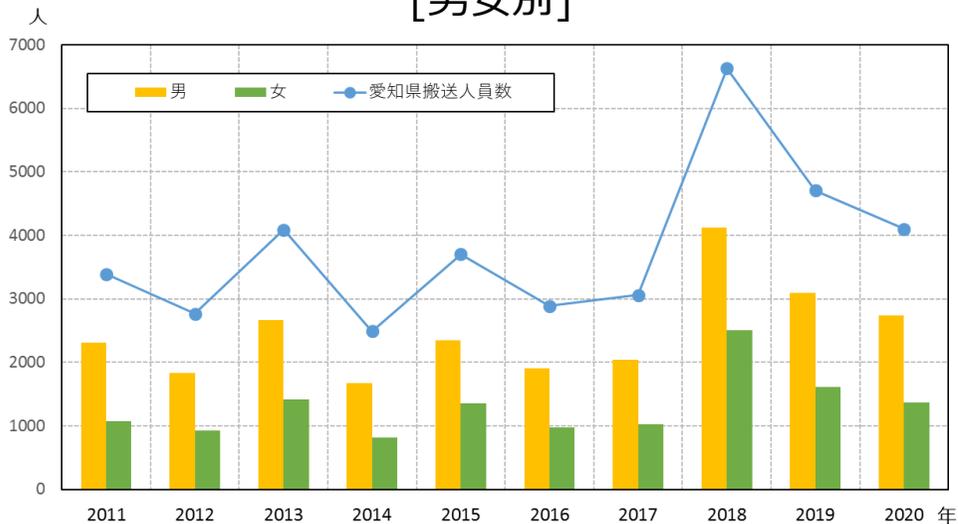


- ①名古屋市
- ②豊橋市
- ③岡崎市
- ④一宮市
- ⑤瀬戸市
- ⑥春日井市
- ⑦豊川市
- ⑧津島市
- ⑨豊田市
- ⑩西尾市
- ⑪蒲郡市
- ⑫犬山市
- ⑬常滑市
- ⑭江南市
- ⑮小牧市
- ⑯稲沢市
- ⑰新城市（新城市・設楽町・東栄町・豊根村）
- ⑱東海市
- ⑲大府市
- ⑳知多市
- ㉑尾張旭市
- ㉒岩倉市
- ㉓田原市
- ㉔愛西市
- ㉕蟹江町
- ㉖幸田町
- ㉗知多中部広域事務組合（半田市・阿久比町・東浦町・武豊町）
- ㉘海部東部消防組合（あま市・大治町）
- ㉙尾三消防組合（日進市・みよし市・東郷町・豊明市・長久手市）
- ㉚海部南部消防組合（弥富市・飛島村）
- ㉛丹羽広域事務組合（大口町・扶桑町）
- ㉜知多南部消防組合（南知多町・美浜町）
- ㉝衣浦東部広域連合（碧南市・刈谷市・安城市・知立市・高浜市）
- ㉞西春日井広域事務組合（清須市・北名古屋市・豊山町）

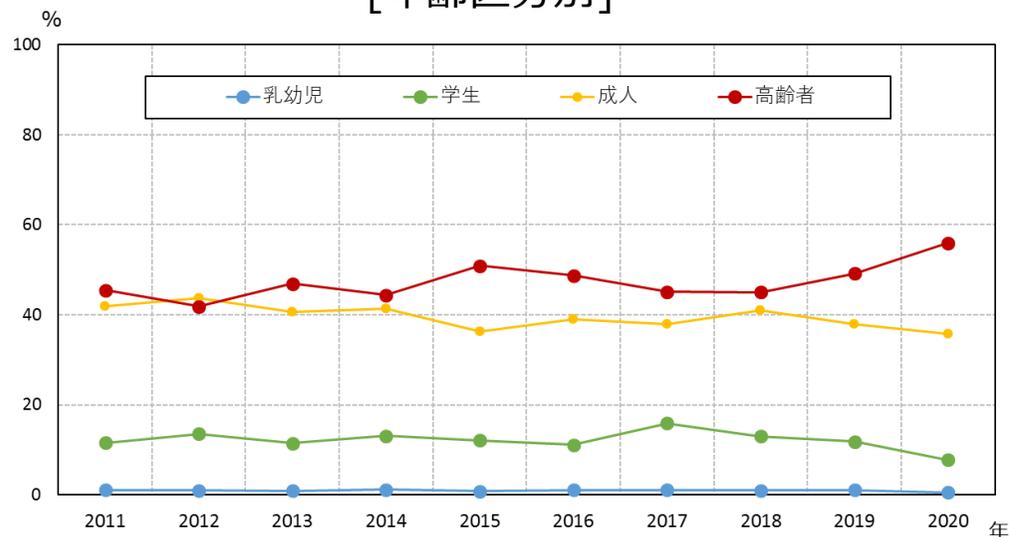
※建制順

# 愛知県（34本部合計）の熱中症救急搬送者数の現状

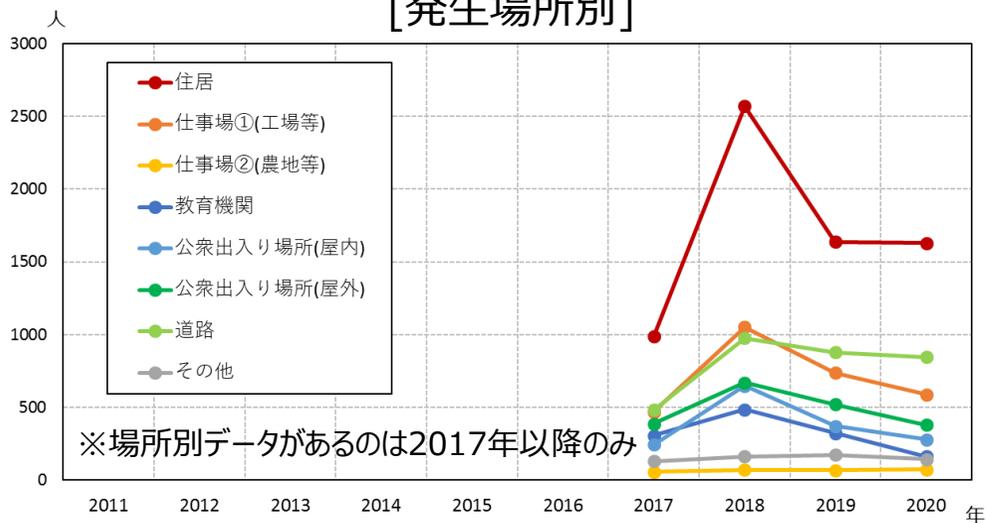
[男女別]



[年齢区分別]



[発生場所別]



乳幼児：7歳未満 学生：7歳以上18歳未満  
成人：18歳以上65歳未満 高齢者：65歳以上

- 県内の搬送者数は、女性より男性が多く、成人や高齢者が多い傾向
- 発生場所別では、住居が最も多いが、道路や工場等からの搬送者も多い傾向

# 令和3年度愛知県気候変動適応検討委員会

## 開催日

第1回 2021年10月4日  
第3回 2022年2月15日

第2回 2022年1月25日、27日  
Web会議形式（第2回は分割開催）

## 議事

- ・ 愛知県での熱中症発症の将来変化推計について
- ・ 愛知県での暑熱対策に係る適応オプションについて

## 令和3年度愛知県気候変動適応検討委員会委員

所属	職名	氏名
名古屋大学大学院環境学研究科 都市環境学専攻	教授	飯塚 悟 氏
国立研究開発法人国立環境研究所 気候変動適応センター 気候変動適応戦略研究室	主任研究員	岡 和孝 氏
中京大学 スポーツ科学部 スポーツ健康科学科	教授	松本 孝朗 氏
愛知県環境調査センター	研究監	福永 泰生

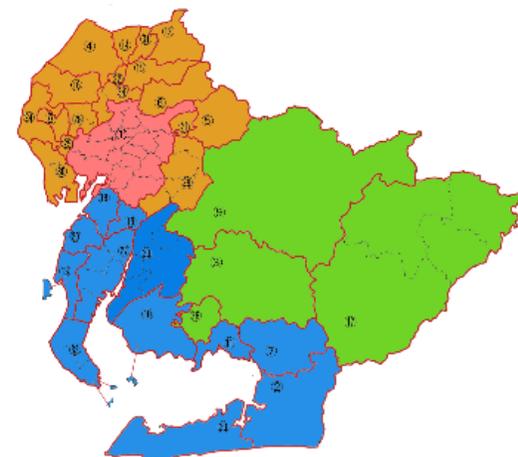
(敬称略／研究監を除き五十音順)



# 委員会、有識者ヒアリングを踏まえた検討方針

## 熱中症発症の将来変化推計の検討方針

- 消防本部の救急搬送者数データの精査は難しく、外れ値も馴化のタイムラグ等を表している可能性があるため、データスクリーニングはしない(原データを使用)。
- 気象要素との関係は、単位人口当たりの熱中症救急搬送者数で検討
- 熱中症搬送者数は、気温(乾球温度)よりも湿球温度の方が相関が高いと考えられるので、湿度を考慮した日最高WBGTを予測に使用
- 予測データは、日本全国1kmメッシュ統計的ダウンスケーリング(CMIP5: 4つの気候モデル(MIROC5、MRI-CGCM3、HadGEM2-ES、GFDL-CM3))を用い、モデル間の差を確認
- 排出シナリオはRCP2.6とRCP8.5を設定
- 予測対象時期は、5月~10月を設定
- 予測式は、気象庁の予報区分を参考にした4地域で検討  
(名古屋市域、尾張地域(名古屋市域を除く)、  
知多地域・三河地域の沿岸地区、三河地域の内陸地区)
- 推計人口として、日本版SSP市区町村別人口シナリオ第2版データを使用

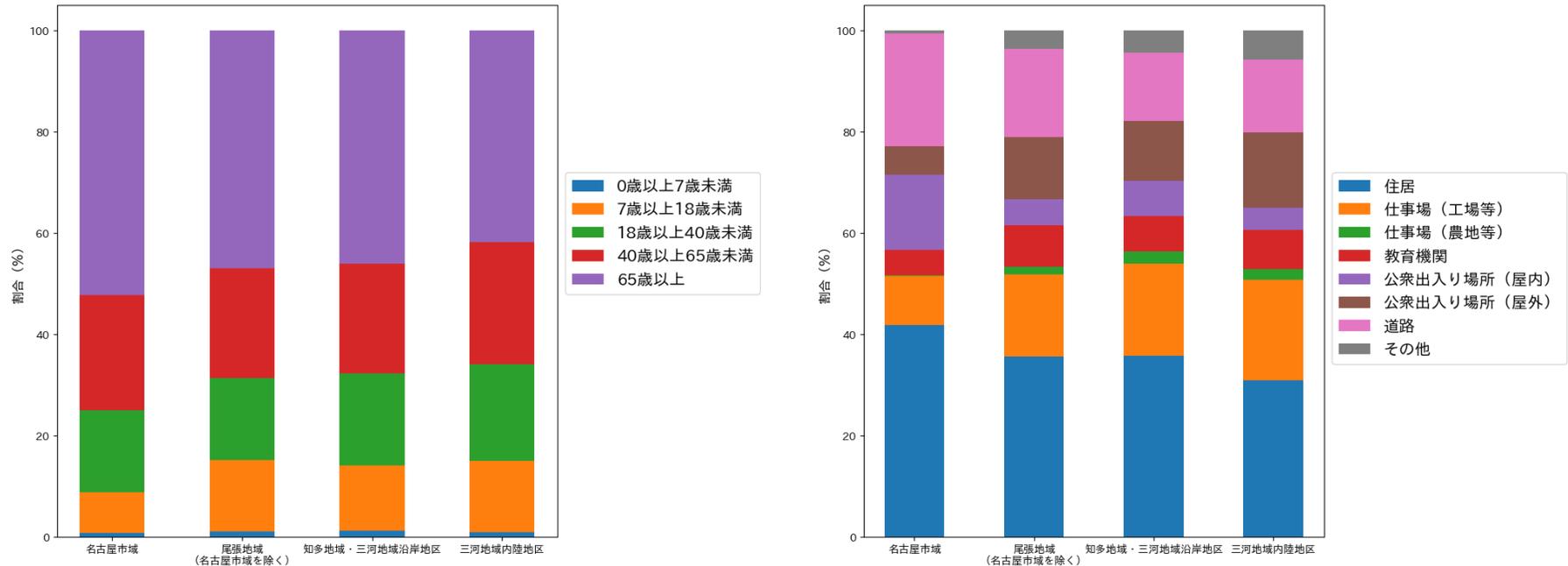


## 暑熱対策に係る適応オプションの検討方針

- 熱中症発症の将来変化推計結果、関係機関等へのヒアリング結果をもとにして、地域に適した適応オプションを検討
- ソフト面の適応オプションは、啓発など短期間で実現可能なものを中心に検討し、ハード面の適応オプションは、2050年頃、2100年頃の将来リスクを想定して検討

# 各地域の熱中症救急搬送者数の特徴

各地域別の傾向例（左：年齢別、右：発生場所別）

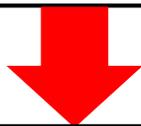


- 年齢別で見ると、どの地域も65歳以上の高齢者の割合が多い。
- 発生場所別で見ると、名古屋市域とその他のエリアで傾向が異なり、名古屋市域は仕事場（工場・農地等）の割合が少なく、住居、公衆出入り場所（屋内）、道路の割合が多い。  
→地域の特性に応じて適応オプションを検討する必要がある。

# 熱中症救急搬送者数と気象・気候データ解析

## ①熱中症救急搬送者数予測式の作成

熱中症救急搬送者数と  
各気象要素との関係を解析

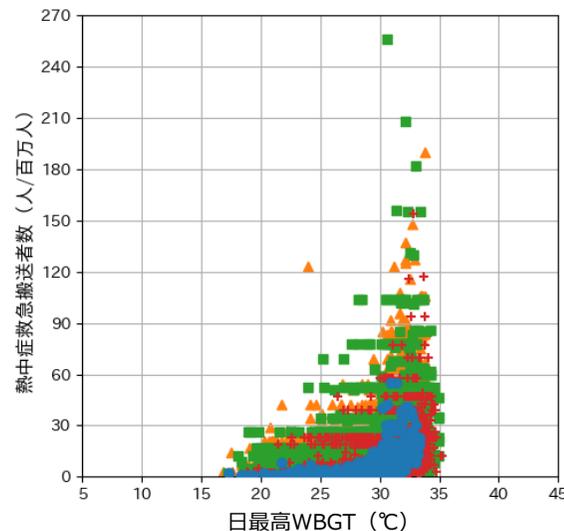


熱中症救急搬送者数の  
発生予測式の導出

## ②将来の熱中症救急搬送者数の予測

気候変動データの解析、算出による  
WBGTの将来変化の把握

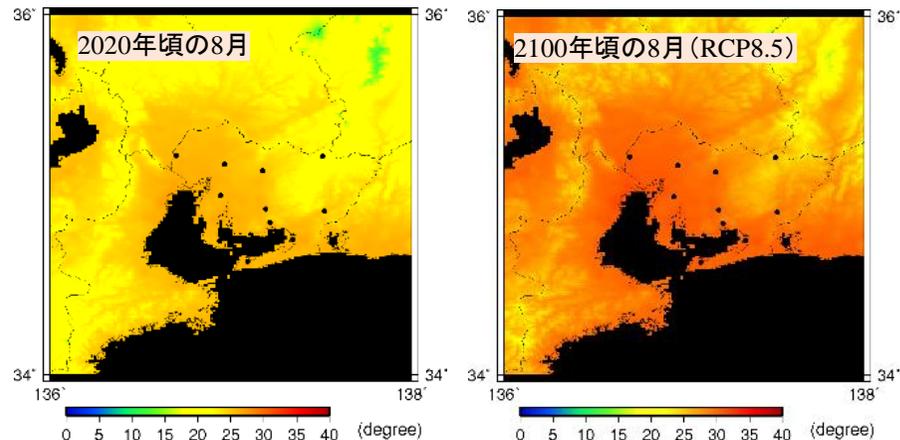
2030年頃（2021-2030年の平均）、  
2050年頃（2041-2050年の平均）、  
2100年頃（2091-2100年の平均）  
における熱中症救急搬送者数を予測



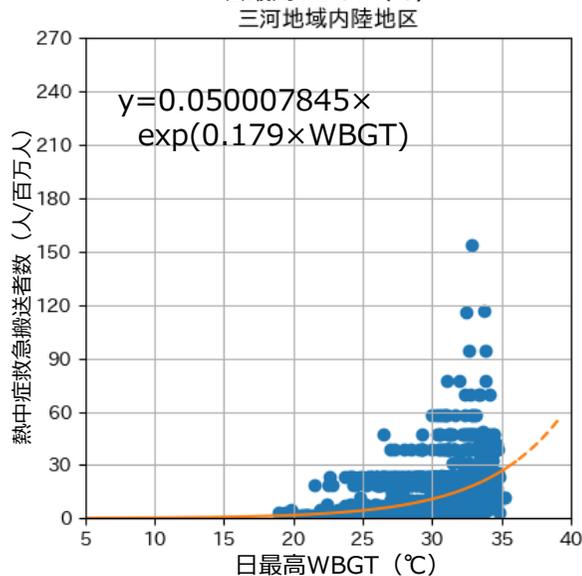
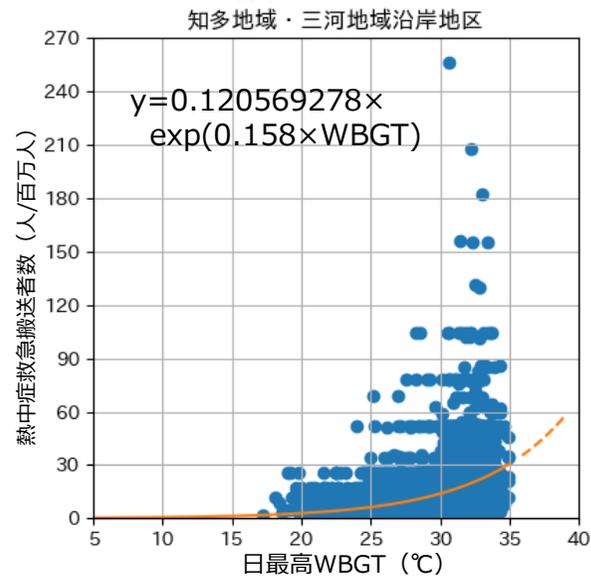
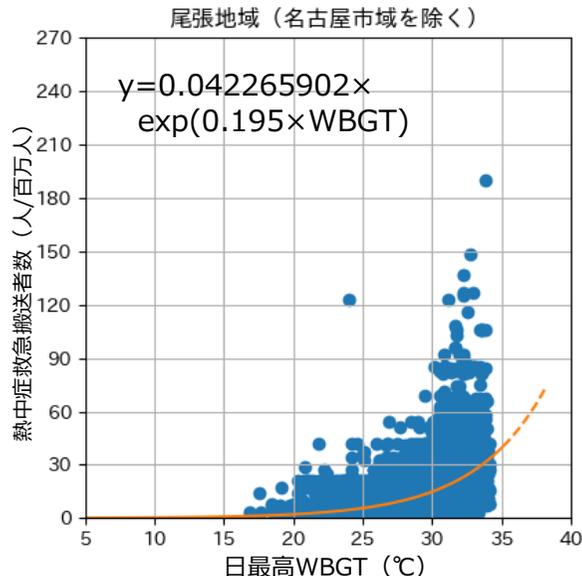
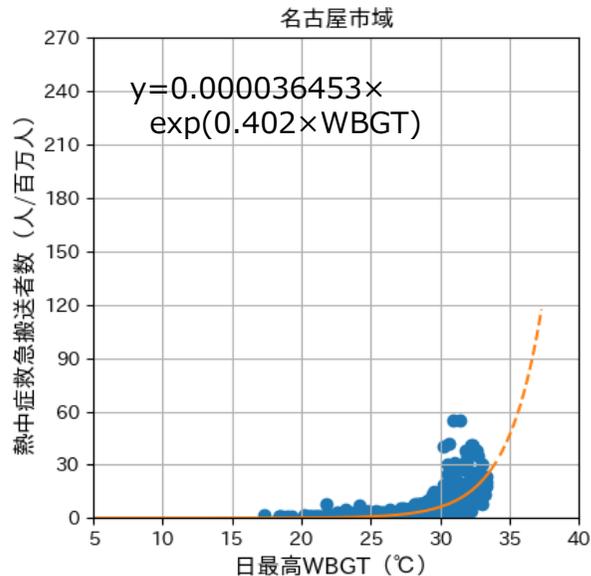
【熱中症救急搬送者数とWBGTの  
関係解析例】  
(地域別散布図)

● 名古屋市域 N=10743  
▲ 尾張地域（名古屋市域を除く） N=11190  
■ 知多地域・三河地域沿岸地区 N=11136  
+ 三河地域内陸地区 N=4454

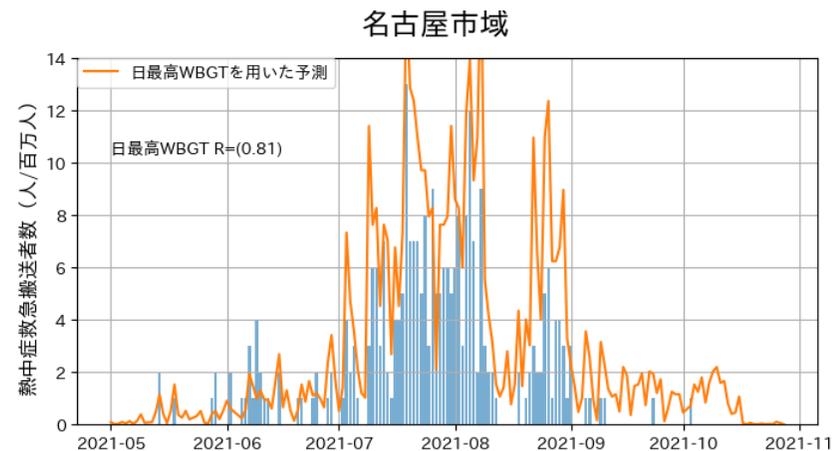
【日本全国1kmメッシュ統計的ダウンスケーリングデータ(CMIP5)から  
算出した気候変動データ解析例(MIROC5の日平均WBGTの水平分布図)】



# 日最高WBGTを用いた熱中症救急搬送者数の予測式



4つの地域別に2011-2020年の熱中症救急搬送者数と日最高WBGTの関係から予測式 (破線は外挿) を導出



予測式との比較例

# 日平均WBGT予測値から日最高WBGT予測値の算出

## 名古屋地方気象台におけるWBGT算出例

名古屋 2021年8月4日 (1時間ごとの値)					
時	気温	湿度	風速	全天日射量	WBGT
	(°C)	(%)	(m/s)	(MJ/m <sup>2</sup> )	(°C)
1	26.4	86	1.3		25.1
2	26.3	85	0.7		24.9
3	25.7	88	0.8		24.6
4	26	87	1.6		24.8
5	25.5	89	2.1	0	24.5
6	26.2	85	2.1	0.16	25.0
7	27.4	78	1.4	0.76	26.5
8	28.6	73	2.4	1.47	28.0
9	30	65	2	2.29	29.0
10	31.7	61	1.2	2.71	30.2
11	33.1	56	1.8	3.25	30.8
12	33.6	54	1.7	3.17	31.0
13	33.9	59	2.9	2.82	31.9
14	33.9	56	4.1	2.17	31.2
15	33.6	57	4.1	2.62	31.2
16	33.1	57	4.4	2.05	30.5
17	32.3	57	4.7	1.39	29.1
18	31.7	63	4.7	0.71	28.4
19	30.3	69	3.9	0.14	26.9
20	29.4	74	3.1	0	26.4
21	28.7	77	3.2		26.1
22	28.3	79	3.2		26.0
23	27.9	81	1.8		25.9
24	27.8	82	0.7		26.0
	日平均気温	日平均湿度	日平均風速	全天日射量 (時間平均)	
	29.6	71.6	2.5	1.1	28.3

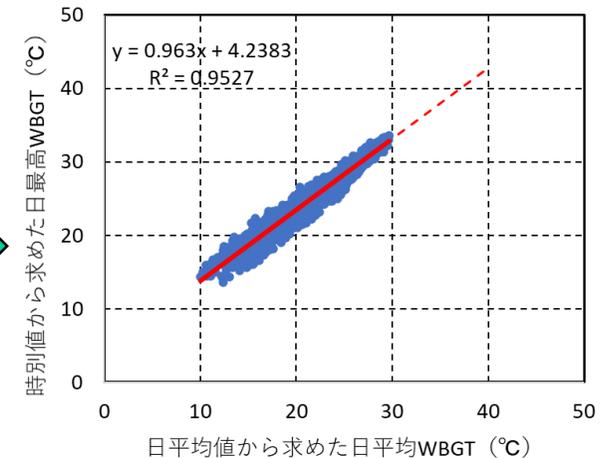
日最高WBGT  
(熱中症搬送者数の予測式の導出に使用)

関係をプロット

日平均WBGT  
(将来気候同様に日平均気温、湿度、風速、全天日射量から算出)

## 名古屋地方気象台における日最高WBGTと日平均WBGTとの関係 (破線は外挿)

日最高と日平均の関係 (5~10月)

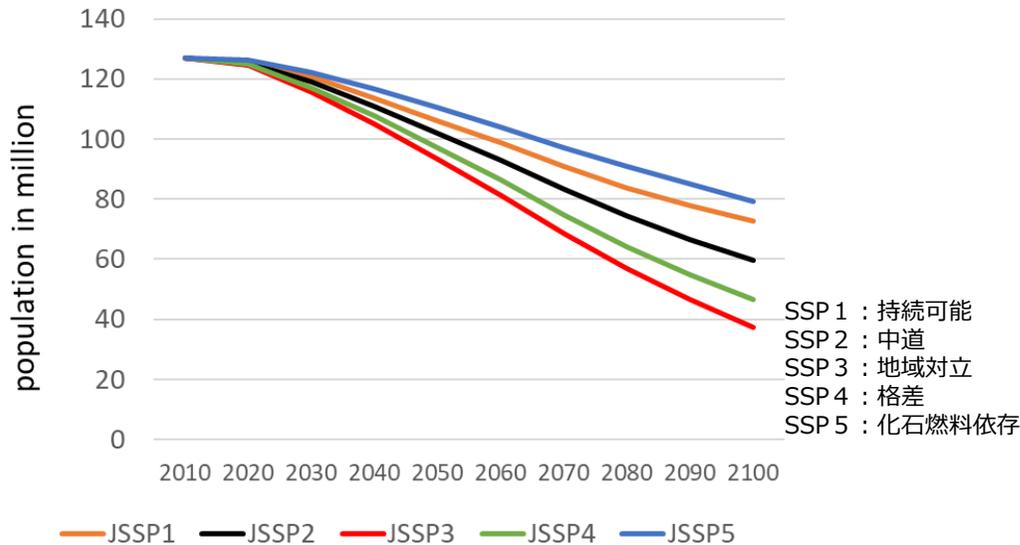


※ 変換式

$$\begin{aligned} \text{日最高WBGT (°C)} \\ = \text{日平均WBGT (°C)} \times (0.96) + 4.24 \end{aligned}$$

- 日本全国1kmメッシュ統計的ダウンスケーリングデータ (日別値) から算出した日平均WBGT予測値を日最高WBGTへ変換して熱中症救急搬送者数の予測式に使用

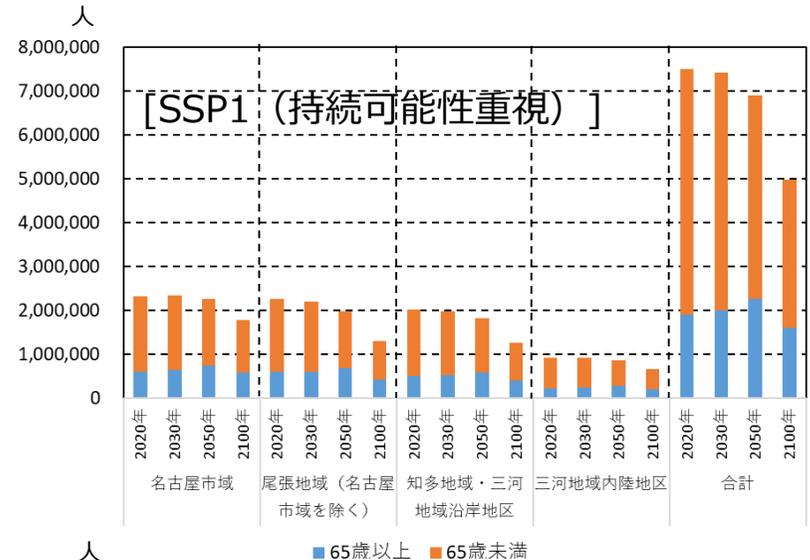
# 各地域の将来人口の推計



SSP : 将来の社会経済の発展の傾向を仮定した共有社会経済経路

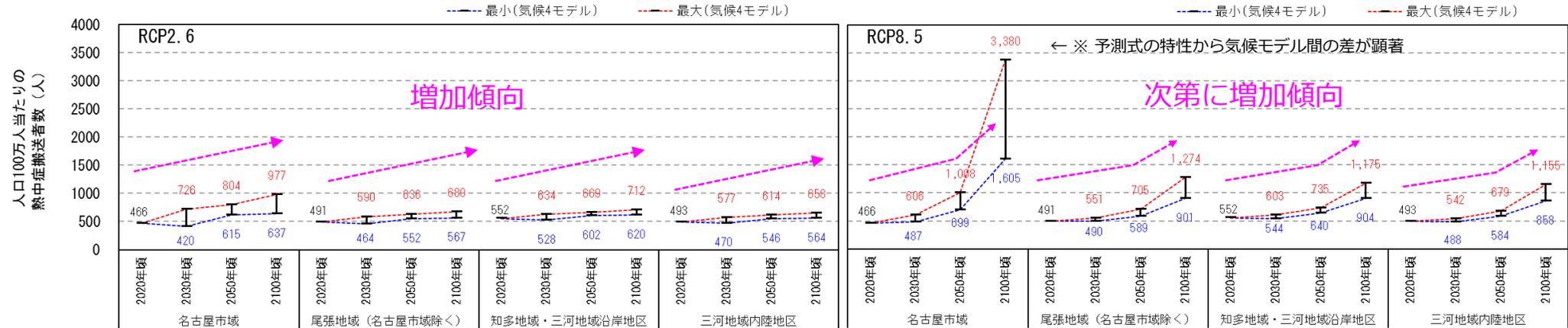
## 日本版SSPの人口推移

- 将来の推計人口について、国立環境研究所から公開されている「日本版SSP別人口シナリオ第2版」データを使用
- IPCC第6次評価報告書（AR6）を参考にRCP2.6での予測にはSSP1、RCP8.5での予測にはSSP5の推計人口を使用
- 市町村別推計人口から各地域別推計人口を推計

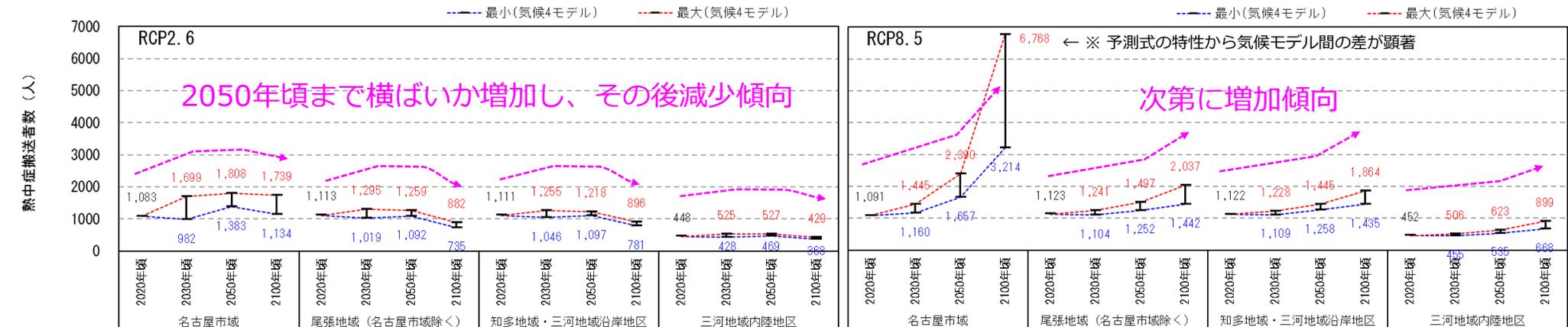


## 日本版SSP1とSSP5の推計人口の推移

# 熱中症救急搬送者数の将来予測結果 (左 RCP2.6-SSP1、右 RCP8.5-SSP5)



## 単位人口当たりの熱中症搬送者数の推移 (2020年頃からの増加比率から算出)



## 推計人口を考慮した熱中症搬送者数の推移 (2020年頃からの増加比率から算出)

推計値については、使用した予測式や気候モデルによる特性などの不確実性に留意する必要がある。

# 暑熱対策に係る適応オプション案の整理

- ・ 緩和策の促進により、RCP2.6（最も気温上昇の低いシナリオ）となった場合であっても、単位人口当たりの熱中症救急搬送者数は増加する予測が得られたことから、潜在リスクに対応しつつ将来リスクに備える暑熱対策に係る適応オプションの実践強化（普及啓発）が重要
- ・ RCP8.5（最も気温上昇の高いシナリオ）では、熱中症救急搬送者数が増加する傾向が、更に顕著となる可能性がある。



適応策によって暑熱リスクを回避することが必要

暑熱対策効果の実効性が高い適応オプションに係る資料を収集（文献調査・ヒアリング）し、検討、分類して整理

4つの地域特性を踏まえ、各地域において効果的な適応オプションを整理

# 暑熱対策に係る適応オプション案の整理

## ソフト面の適応オプション

適応オプション	施策内容	事業主体 (想定)			継続 新規	効果発 現まで の時間	期待 される 効果の 程度
		行政	事業者	個人			
熱中症警戒アラートの効果的周知	テレビ、メールマガジン、SMSなど様々なコンテンツやICTを活用し、県民に対して直接、熱中症リスクに応じた注意喚起情報等を提供	●	●		継続+新規	短期	◎
	作業現場におけるWBGTや熱中症警戒アラートの見える化の促進	●	●		新規	短期	○
熱中症予防のための普及啓発の実施	Webページによる保健、医療面、学校現場での熱中症の注意喚起と熱中症に関する情報(救急搬送状況等)の公表	●			継続	短期	○
	エアコン利用と適切な室温管理に関する普及啓発の実施	●	●	●	継続	短期	◎
クールライフ・ワーク(あいちCOOL CHOICE)の推進	県内のクールシェアスポットの登録施設を増やし、Webページにより情報提供	●	●		継続+新規	短期	○
	事業所の夏季のクールビズ、早朝勤務等のクールワークを促進	●	●		継続	短期	○

備考) [効果発現までの時間] 短期：2030年頃  
 [期待される効果の程度] ◎：期待される効果が高い ○：期待される効果がある（中程度）

# 暑熱対策に係る適応オプション案の整理

## ハード面の適応オプション

適応オプション	施策内容	事業主体(想定)			継続 新規	効果発 現まで の時間	期待 される 効果の 程度
		行政	事業者	個人			
緑化の推進	公園緑地、道路、屋上、駐車場、緑のカーテン等の都市緑化の推進	●	●	●	継続+ 新規	中期	○
	水と緑のネットワーク(生態系ネットワーク)形成の推進	●	●		継続+ 新規	長期	○
路面の高温化抑制	公共施設、公園、歩道等の路面の透水性舗装、保水性舗装による顕熱低減の促進	●			新規	長期	◎

備考) [効果発現までの時間] 中期：2050年頃 長期：2100年頃  
 [期待される効果の程度] ◎：期待される効果が高い ○：期待される効果がある（中程度）

# 暑熱対策に係る適応オプション案（地域別）

## 名古屋市域 / 尾張地域(名古屋市域を除く)

地域	適応オプション	事業主体		
		行政	事業者	個人
名古屋市域	高齢者にとって伝わりやすい内容を取りまとめたリーフレット等の資料を作成し、4月に様々なルートを通じて周知する。	●		
	市の見守り活動、ゴミ出し支援等の行政サービスや、地域の事業者とも連携した、高齢者への見守り・声かけ活動を強化する。	●		
	5月～10月に人が多く集まるイベント主催者向けの「イベントにおける熱中症対策ガイドライン」を市町村等へ広く配布するとともに、ホームページ上で公開し、イベント主催者の活用を促す。	●		
尾張地域 (名古屋市域を除く)	高齢者にとって伝わりやすい内容を取りまとめたリーフレット等の資料を作成し、4月に様々なルートを通じて周知する。	●		
	学校現場において、熱中症の予防や児童生徒が熱中症を発症した場合の対応が的確に行われるよう、予防方法や応急措置等についてまとめたパンフレット、ポスター、映像資料等の普及を図る。	●		
	スポーツ活動中の熱中症事故防止に関して、市町村やスポーツ関係団体等に向けて周知を図るとともに、各協議会、研修等で注意喚起を実施する。	●		

# 暑熱対策に係る適応オプション案（地域別）

## 知多地域・三河地域沿岸地区 / 三河地域内陸地区

地域	適応オプション	事業主体		
		行政	事業者	個人
知多地域・ 三河地域 沿岸地区	高齢者にとって伝わりやすい内容を取りまとめたリーフレット等の資料を作成し、4月に様々なルートを通じて周知する。	●		
	工場における熱中症の予防に関し、事業者の実施すべき事項を取りまとめ、業界団体等に周知するとともに、県労働局及び労働基準監督署を通じて事業者に対する指導等を実施する。	●		
	事業者の管理下での労働衛生管理に加え、「クールワークキャンペーン」を推進する。	●	●	
	農作業中の熱中症事故防止に向けて、春の農繁期や熱中症予防強化キャンペーン期間を中心に、農業者や農業法人等に対して、市町村、関係団体を通じて注意喚起や予防法を周知する。	●		
三河地域 内陸地区	高齢者にとって伝わりやすい内容を取りまとめたリーフレット等の資料を作成し、4月に様々なルートを通じて周知する。	●		
	工場における熱中症の予防に関し、事業者の実施すべき事項を取りまとめ、業界団体等に周知するとともに、県労働局及び労働基準監督署を通じて事業者に対する指導等を実施する。	●		
	事業者の管理下での労働衛生管理に加え、「クールワークキャンペーン」を推進する。	●	●	
	学校現場において、熱中症の予防や児童生徒が熱中症を発症した場合の対応が的確に行われるよう、予防方法や応急措置等についてまとめたパンフレット、ポスター、映像資料等の普及を図る。	●		
	スポーツ活動中の熱中症事故防止に関して、市町村やスポーツ関係団体等に向けて周知を図るとともに、各協議会、研修等で注意喚起を実施する。	●		

# 普及啓発資材の活用



愛知県気候変動適応センター

## 普及啓発資材（チラシ）



問合せ先 愛知県気候変動適応センター（愛知県環境調査センター 企画情報部内） ☎052-910-5489

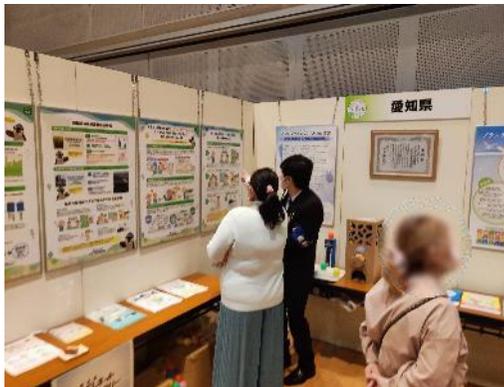


## 普及啓発資材（パネル）

※ あいち環境学習プラザで展示

分かりやすい愛知県の気候変動適応普及啓発資材として、1年目事業及び2年目事業でそれぞれ作成したチラシ及びパネルを活用

# イベントブース出展等での啓発



- 12件（13日）のイベントにブース出展し、県民、事業者へ気候変動適応の必要性を普及・啓発
- 県内市町村、関係機関対象の適応研究会で本事業を紹介

## 3年間の業務経験を活かして

- 当適応センターにとって、初めてとなる多くの業務に取り組み、実践することができた。次第に専門的知見を必要とする内容にシフトしていったことから、専門的知見や能力を有する事業者の支援を受けつつ、国立環境研究所や有識者の皆様から様々な御指導や御助言、関係機関からの御協力をいただきながら、経験を積むことができた。
- 得られた知見は、県民の関心が高く優先的な対応が求められる気候変動適応としてはもとより、適応への網羅的関心を高め、適応策を検討し、実践してもらうことを目指す啓発にも活用する。
- 将来予測には不確実性がある。今後、予測に用いたシナリオや統計データ等が拡充されていくにつれ、予測精度の向上が期待されることから、順応的に取り組みを続ける必要があると考える。