

将来の暑さが学校活動やスポーツに 与える影響とその備え

気候変動適応センター 大山 剛弘



大山 剛弘（おおやま たかひろ）

気候変動適応センター

気候変動適応戦略研究室/研究員

専門：生気象学（せいきしょうがく）

※大気の状態が生体に及ぼす直接的、間接的な影響を研究する学問

高校生の頃の自分へ、環境問題を自分ごと化するためのアドバイス

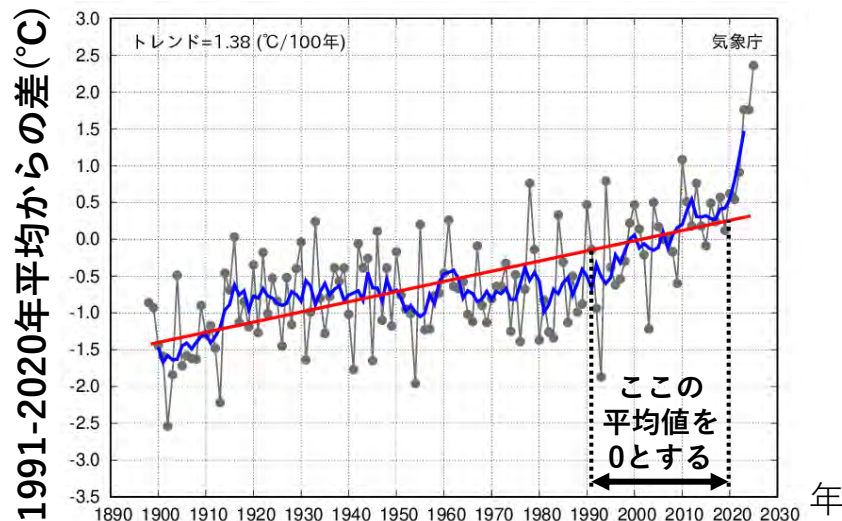
身近な環境（天気、気温、湿度…）と、
自分や周りの人たちの活動の様子を、日々観察してみよう！
例「今日は暑いけど、●●部はどんな活動をしているかな？」

1. 学校活動への暑さの影響

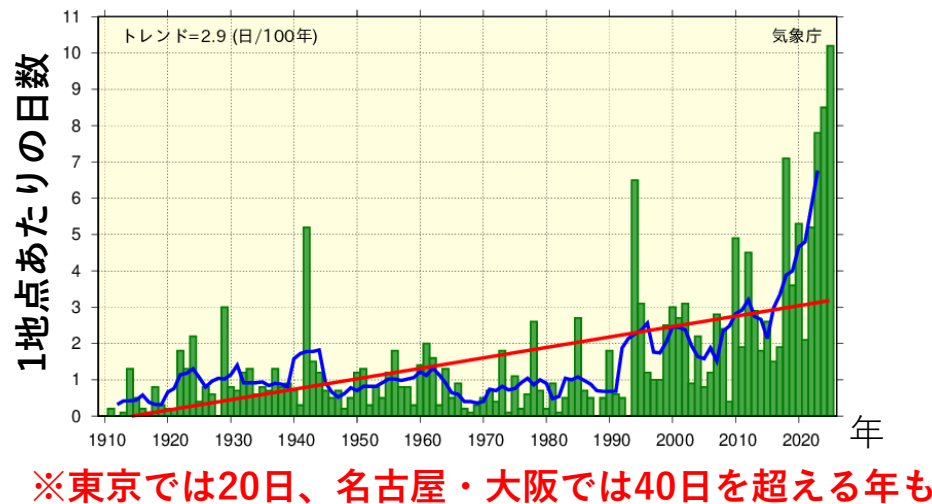
夏の暑さはどう変わってきたか

- 夏の平均気温は $1.38^{\circ}\text{C}/100$ 年の割合で上昇
(世界平均の**約2倍**)
- 猛暑日のような極端な暑さも増加傾向に

日本の夏(6~8月)平均気温偏差



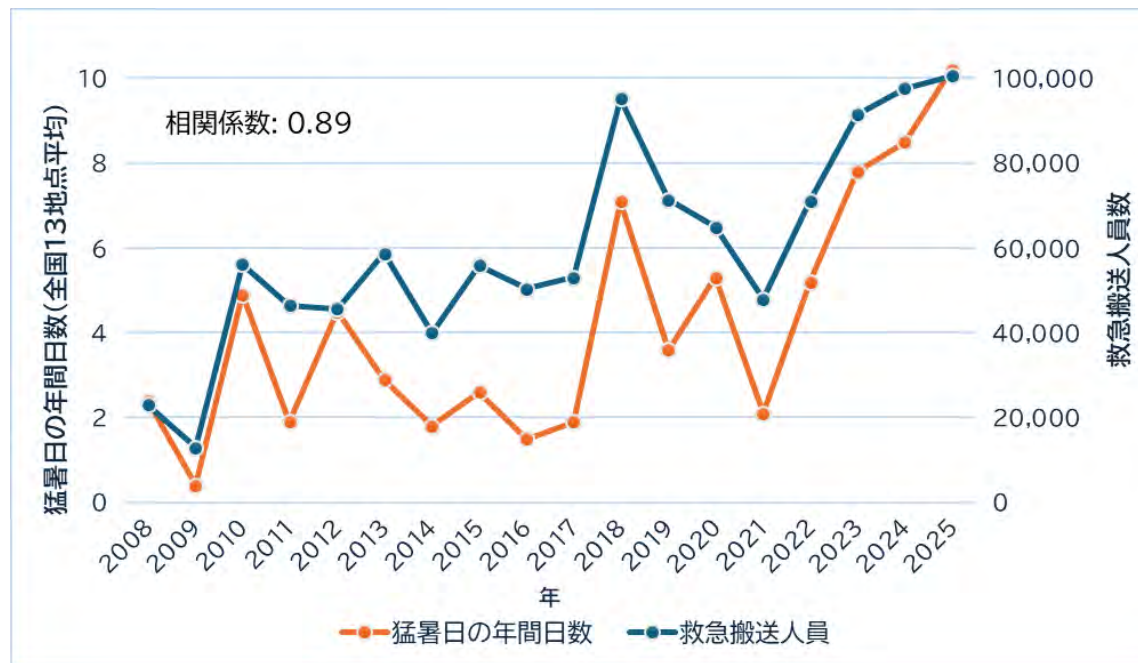
猛暑日(日最高気温 35°C 以上)の年間日数



出典：気象庁「日本の年平均気温」(左), 「大雨や猛暑日など(極端現象)のこれまでの変化」(右)

熱中症の発生状況（救急搬送, 死亡）

- 近年、年間5～10万件の熱中症救急搬送が発生
- 熱中症死亡者も年間1.5～2千人で増加傾向



出典：総務省消防庁と気象庁のデータをもとに国環研作成

- 学校活動は暑さの影響を受けやすい場の一つ

1. 外気にさらされやすい

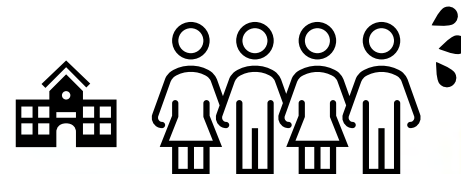
屋外活動の機会が多いため
(運動部活動、体育、運動会、登下校、自然観察など)

2. 熱が身体に入ってきてやすい

体重あたり体表面積が大きく、身長が低いため

3. 熱を身体の外に逃がしにくい

汗をかく能力が発達途上のため



- 定期的な運動は、心身発達、長期的な健康にプラス
- しかし、学校では年間数千件の熱中症が報告され、屋外活動が制約される事例も増加

将来の気候ではどうなってしまうのか？

2. 研究の目的と着目したポイント

- 目的：将来の学校活動(特に屋外)における暑さの影響と有効な対策を明らかにすること
- 着目したポイント
 - ① 将来の暑さはどうなっていくそうか？
 - ② 暑さの評価基準はどう設定するか？
 - ③ どんな影響があり、どんな対策が有効か？

今日は、これまでに分かったことを中心に
お話しします。

3. これまでに分かったこと

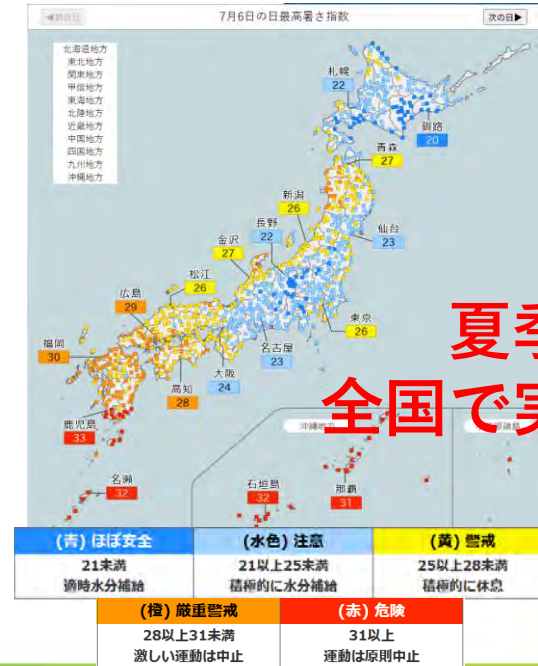
将来の暑さの予測（方法）

- 指標：暑さ指数（湿球黒球温度、WBGT）
 - 人体の熱収支に影響の大きい**湿度、気温、日射、風速**といった要素を考慮した指標



室内用 Ver.4 日本生気象学会		相対湿度 [%]																	
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
気温 [℃]	40	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	36	37	38	38	39	39	40	
	39	27	28	29	30	31	32	33	33	34	35	35	36	37	37	38	38	39	
	38	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	35	36	36	37	37	38	39	
	37	26	27	28	29	29	30	31	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37	
	36	25	26	27	28	29	29	30	31	31	32	33	33	34	34	35	35	36	
	35	24	25	26	27	28	28	29	30	30	31	32	32	33	33	34	34	35	
	34	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31	31	32	32	33	34	34	
	33	23 <td>24</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>29</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>31</td> <td>31</td> <td>32</td> <td>33</td> <td>33</td>	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30	30	31	31	32	33	33	
	32	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29	29	30	31	31	32	32	
	31	21	22	23	24	24	25	26	26	27	27	28	29	29	30	30	31	31	
	30	21	21	22	23	23	24	25	25	26	26	27	28	28	29	29	30	30	
	29	20	21	21	22	23	23	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29	29	
	28	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	
	27	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	
	26	18	18	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	
	25	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	
	24	17	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	
	23	16	17	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	
22	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24		
21	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	24		
【注意】この図は「日射のない室内専用」です。屋外では使用できません。また、室内でも日射や発熱体のある場合は使用できません。そのような環境では、黒球付きのWBGT測定器等を用いて評価して下さい。																			

【注意】この図は「日射のない室内専用」です。屋外では使用できません。また、室内でも日射や発熱体のある場合は使用できません。そのような環境では、黒球付きのWBGT測定器等を用いて評価して下さい。



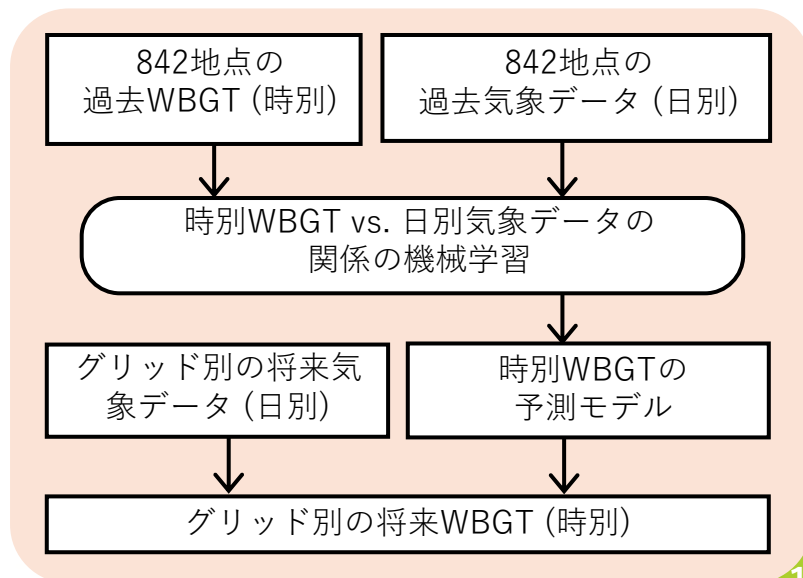
出典：日本生気象学会「日常生活における熱中症予防指針 Ver.4, 2022」（中），
環境省「熱中症予防情報サイト」（右）

- 気候予測データは日別の場合が多いが、
学校活動の評価には**時間別のデータ**がほしい
⇒ 日別の気象データ*から、時間別の暑さ指数を予測する
モデルを開発
- 5つの気候モデル**に基づく
気候予測データ(NIES2020)に、
開発したモデルを適用し、
日本全域の暑さ指数を予測

* 気温、相対湿度、日射量、風速

**世界各地で開発されている全球気候モデル

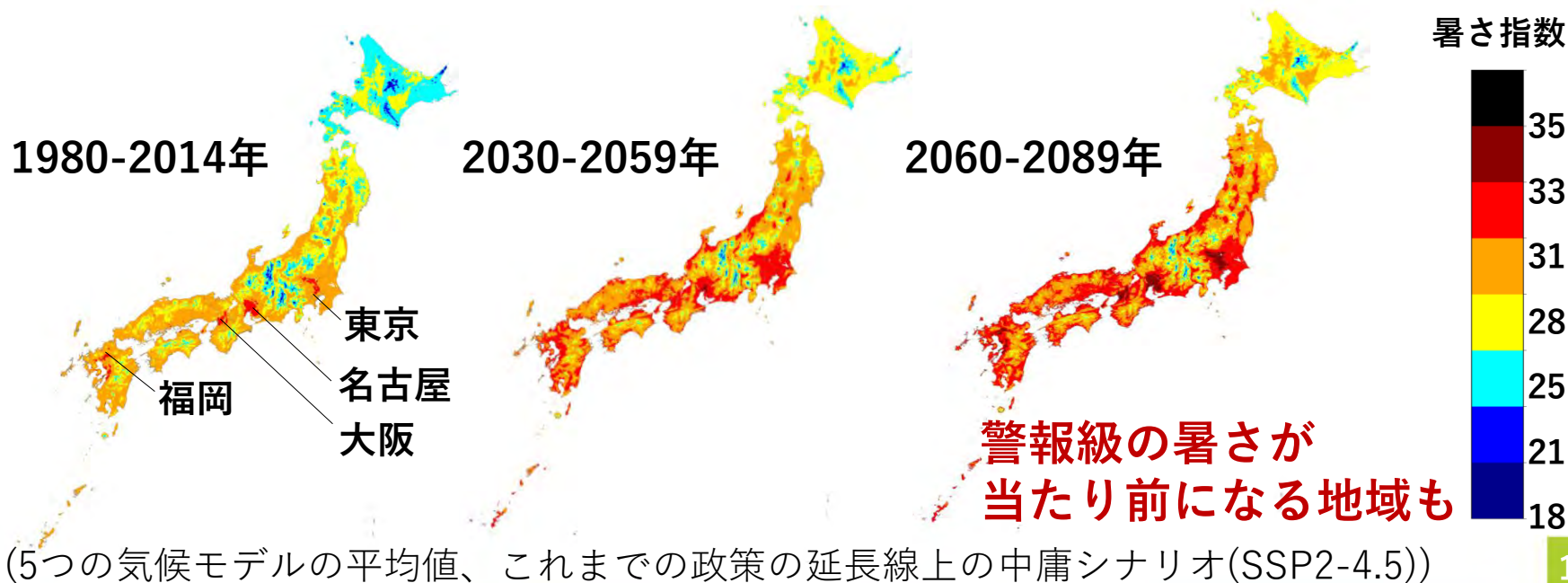
暑さ指数の予測フロー



将来の暑さの予測（結果）

- 将来の時間別の暑さ指数を、日本全国、高解像度(1km)で予測

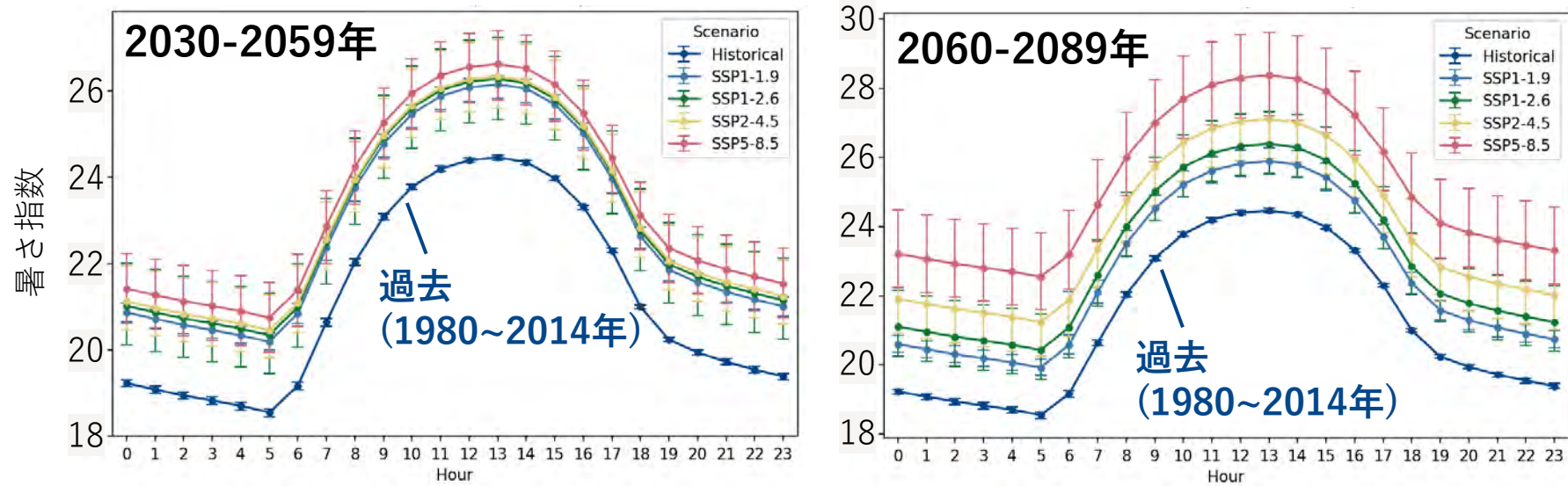
暑さ指数の分布（8月の上位3日、12時）



将来の暑さの予測（結果）

- 将来の時間別の暑さ指数を、日本全国、高解像度(1km)で予測

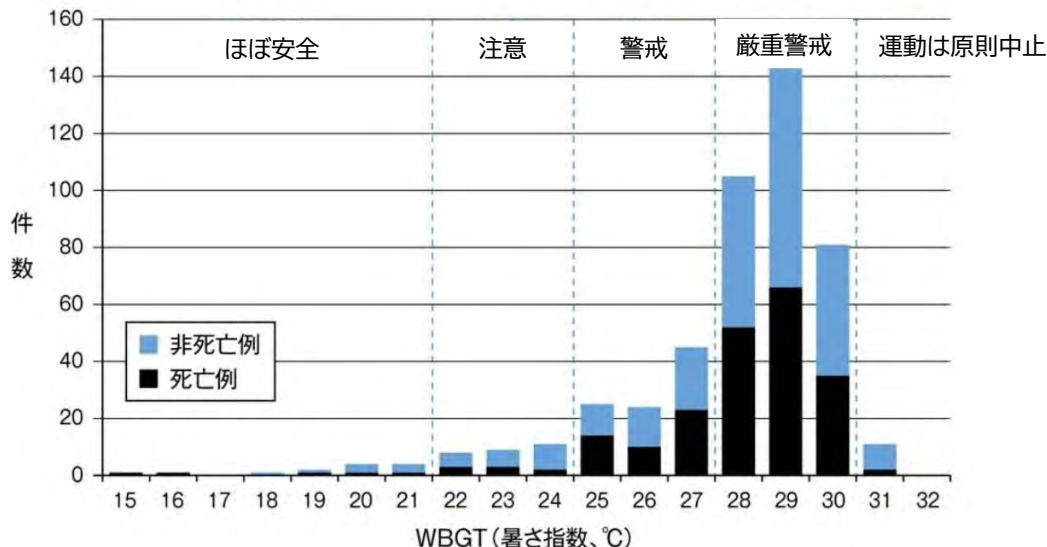
➤ 1日の中での暑さ指数の変化（全国・8月の平均値）



（点は気候モデルの平均値、エラーバーは気候モデルによる差（最小～最大））

- 現行の基準は、過去の熱中症発生状況に基づき設定
- より正確には、活動条件*に応じて基準は異なるべきでは？

*地域、時期、活動の種類、場所など

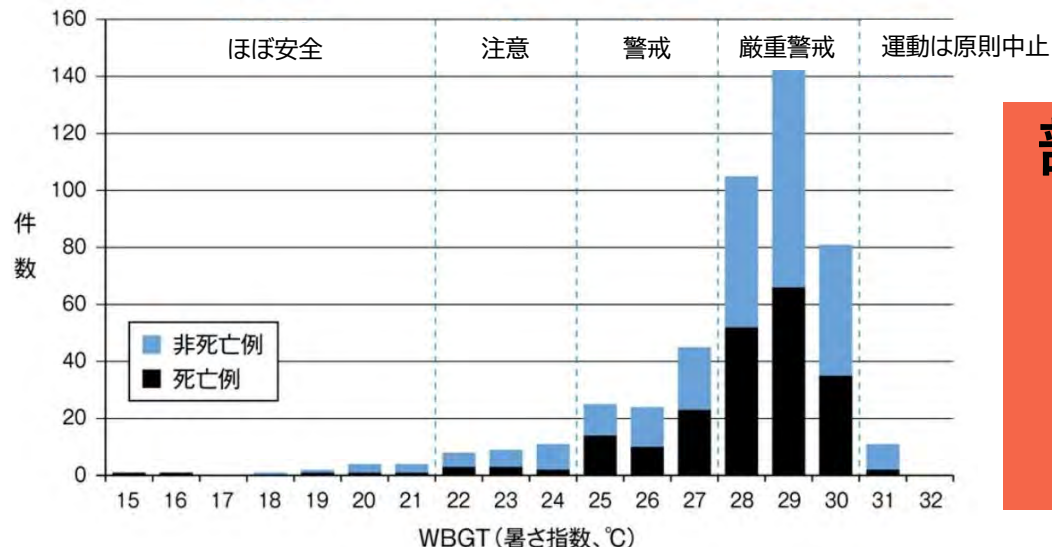


運動中の熱中症発生時の暑さ指数

出典：日本スポーツ協会(2025)「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」

- 現行の基準は、過去の熱中症発生状況に基づき設定
- より正確には、活動条件*に応じて基準は異なるべきでは？

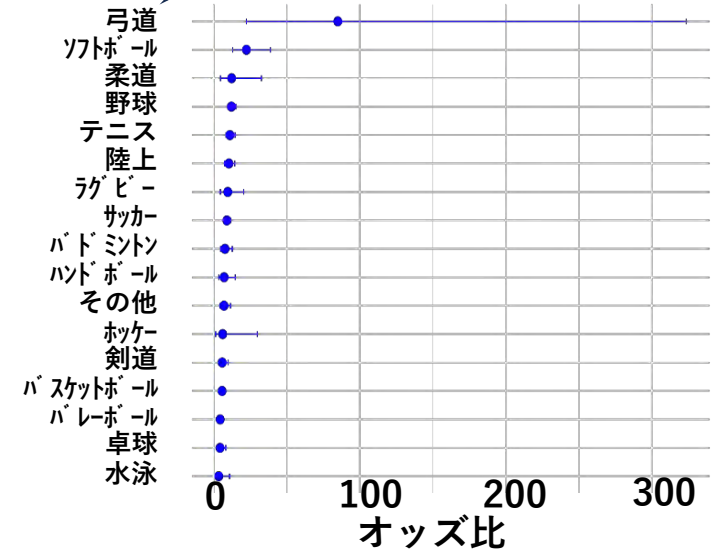
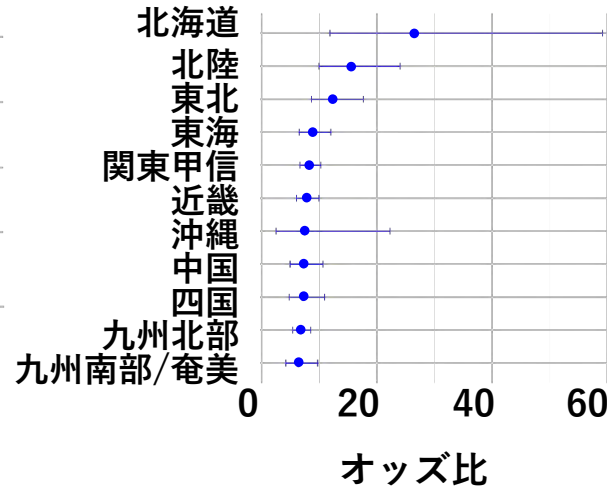
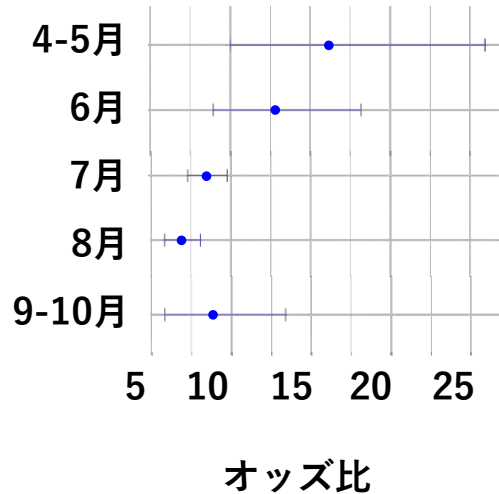
*地域、時期、活動の種類、場所など



運動中の熱中症発生時の暑さ指数

部活動中の熱中症の記録と暑さや活動のデータから「どんな場合にリスクが高まるのか」を分析（疫学研究）

- 当日と前日の暑さ指数が、熱中症の発生と有意に関係
- 同程度の暑さ指数(28-31℃)でも、**時期、地域、部活動によって熱中症の発生しやすさは大きく異なった**



水分補給の頻度, 厚手の服, 練習場の風通しが影響か

WBGT28-31℃における月、地域、部活動別の熱中症の発生しやすさ (オッズ比 2010～2019年)

- 当日と前日の暑さ指数が、熱中症の発生と有意に関係
- 同程度の暑さ指数(28-31℃)でも、**時期、地域、部活動により熱中症の発生しやすさは大きく異なった**

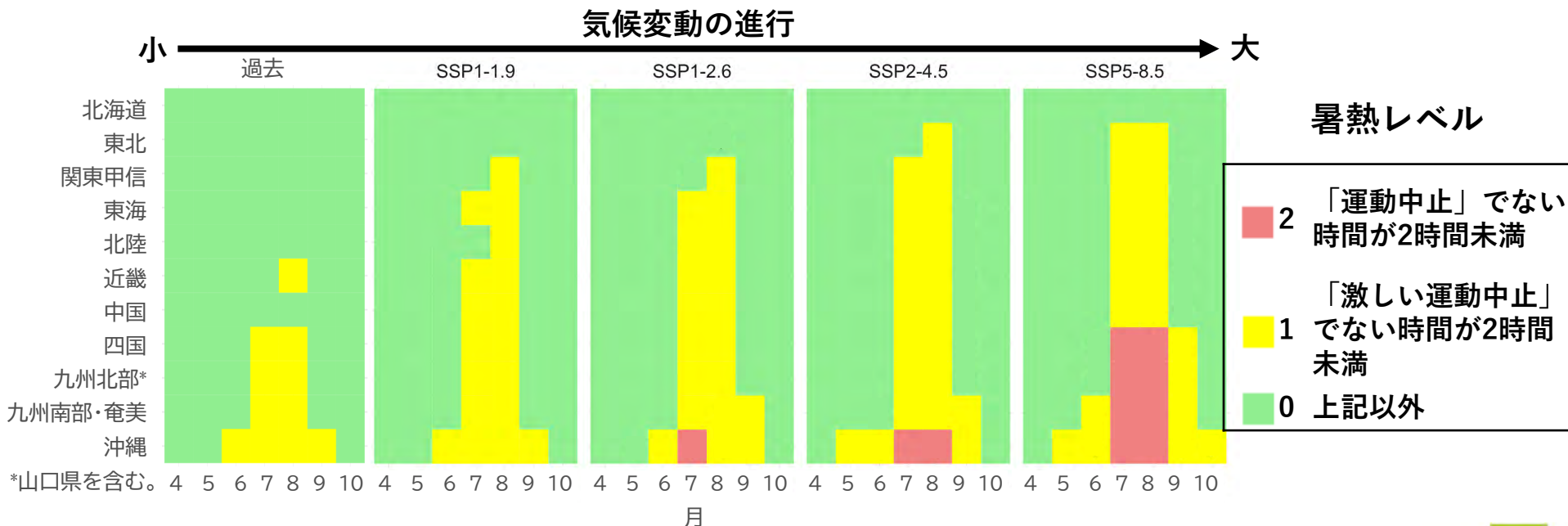
層化変数	熱中症が起こりやすかった条件
部活動	弓道, サッカー・フットサル, ソフトボール, 野球, テニス, 陸上
夏季平均WBGT	暑さ指数 ≤ 18
月	4~6月
地域	北海道, 東北, 北陸
場所	運動場・校庭, 学校外運動場・競技場, 道路
年	2019

⇒ 上記の場合は、基準を下げたり、熱中症対策を強化すべき

暑さによる将来の影響（運動部活動）

- 多くの地域で「激しい運動は中止」、四国以南で「運動は中止」基準に達する月も

➤ 時期、地域、部活動など条件により、さらに危険度は上がる



*山口県を含む。

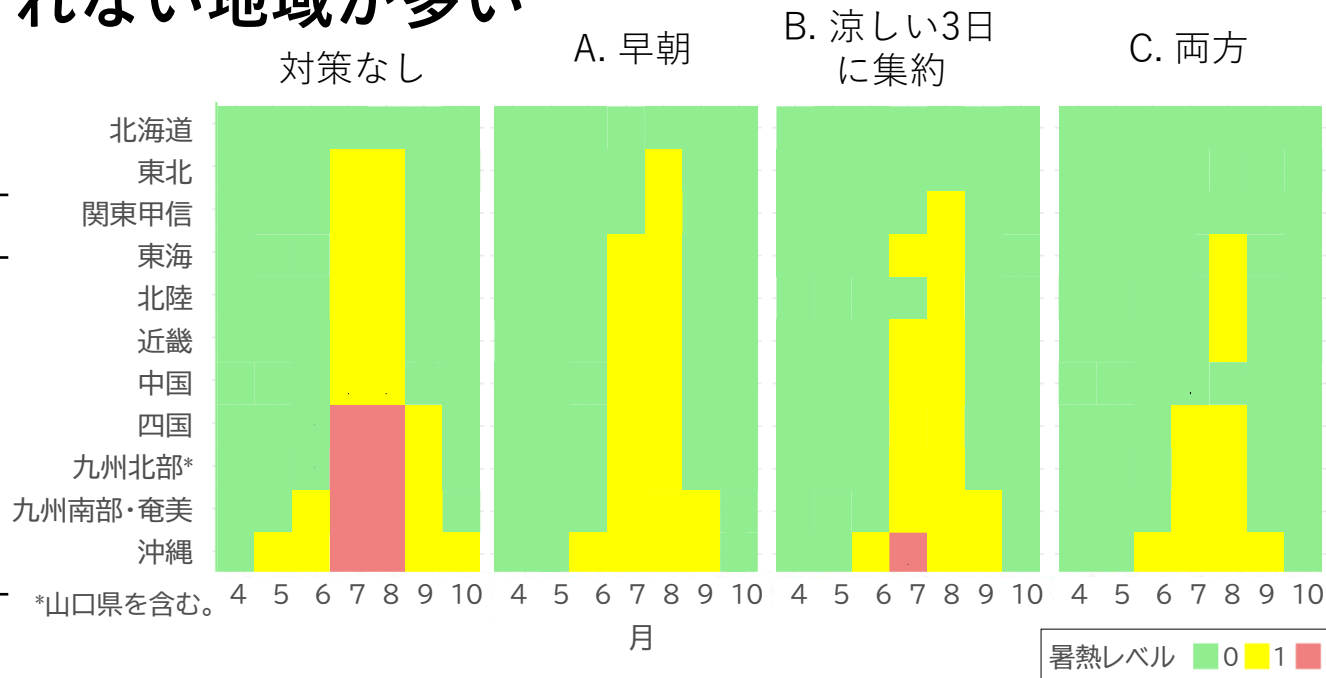
2060-80年代に運動部活動がおかれる暑さ（地域別、5気候モデルの平均値）

暑さによる将来の影響（運動部活動）

- 温暖化が進行すれば、朝練や屋外活動減といった対策だけでは影響を回避しきれない地域が多い

3つの対策

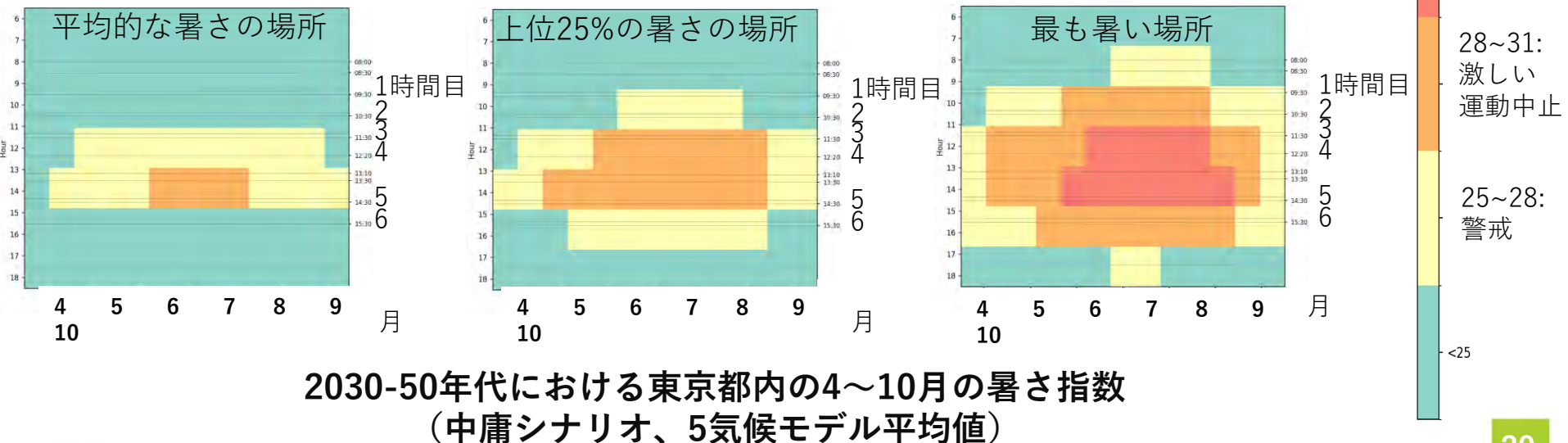
対策	内容
A	早朝（7時～8時台）を活動時間に含める
B	屋外活動を週5日から涼しい3日に集約
C	AとBを同時に実施



2060-80年代における暑さ対策の効果
（顕著に気候変動が進むシナリオ、地域別、5気候モデル平均値）

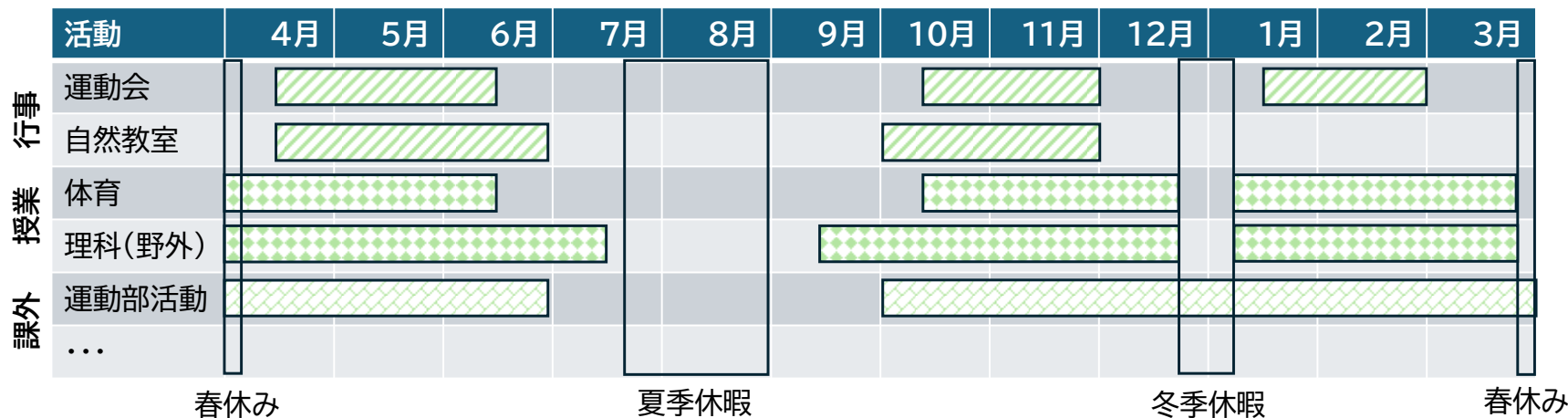
暑さによる将来の影響（屋外活動全般）

- 暑さを時間割に重ねると、場所によって影響は大きく異なる
- 最も暑い場所では、6~9月、3~6時間目が原則運動中止に
⇒学校ごとに、暑さを考慮した時間割や年間予定の設計、避暑設備などの対策が重要に



4. おわりに

- 将来の気候予測に応じて、学校ごとに時間割や年間予定を設計できるデータベースの作成
- 学校関係者（教職員、生徒、保護者）との協働による
教育現場で実現可能な暑熱対策の検討



• わかったこと

- 部活動～学校活動全般で、将来暑さの影響が増す
- 地域、季節、活動を踏まえた**柔軟な熱中症防止**が必要
- 時間割、年間予定、設備など**抜本的な対策**も重要

• 伝えたいこと

- 暑さひとつ見ても、これまでの当たり前が通じない時代に
- まず、**暑いときは無理せず／させず活動**してください！
- より**安全で、充実した学校生活に向けて、
前例にとらわれず議論**してみてください！

※[Good news] つくば市内全ての小中学校・義務教育学校の体育館で、令和10年度には空調が使えるようになるそうです。