

機械学習・統計モデル・都市街区気象モデルを用いた翌日の熱中搬送者数予測手法の開発



日下博幸 (Kusaka, Hiroyuki)

筑波大学 計算科学研究センター

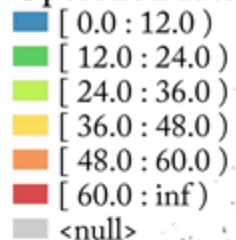
地球環境研究部門主任・教授



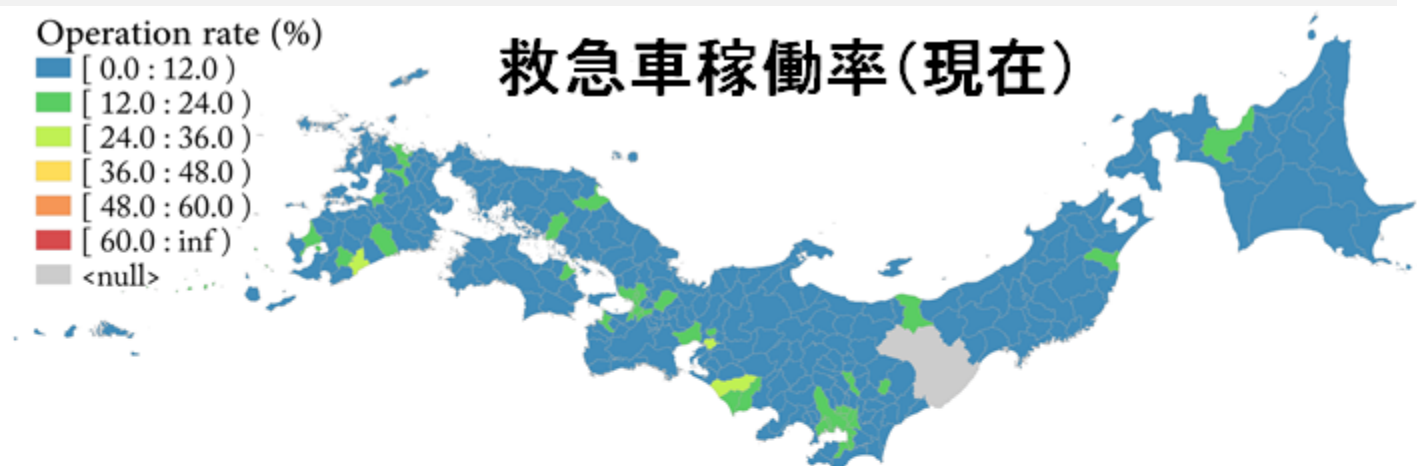
【背景】

- 熱中症は、病床占有率・救急車出動回数を増加させる。
- 適応策は、啓発（ソフト対策）と都市計画（ハード対策）で！

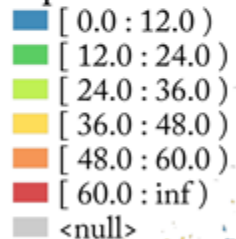
Operation rate (%)



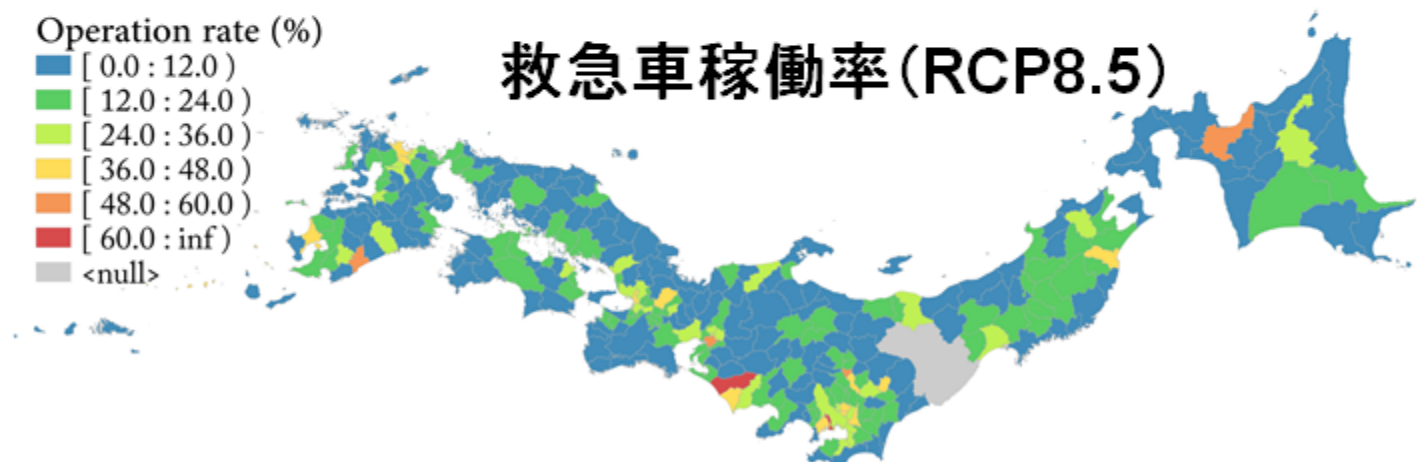
救急車稼働率(現在)



Operation rate (%)



救急車稼働率(RCP8.5)



2030-2050s
極端高温日

【背景】

- 熱中症は、病床占有率・救急車出動回数を増加させる。
- 適応策は、啓発（ソフト対策）と都市計画（ハード対策）で！



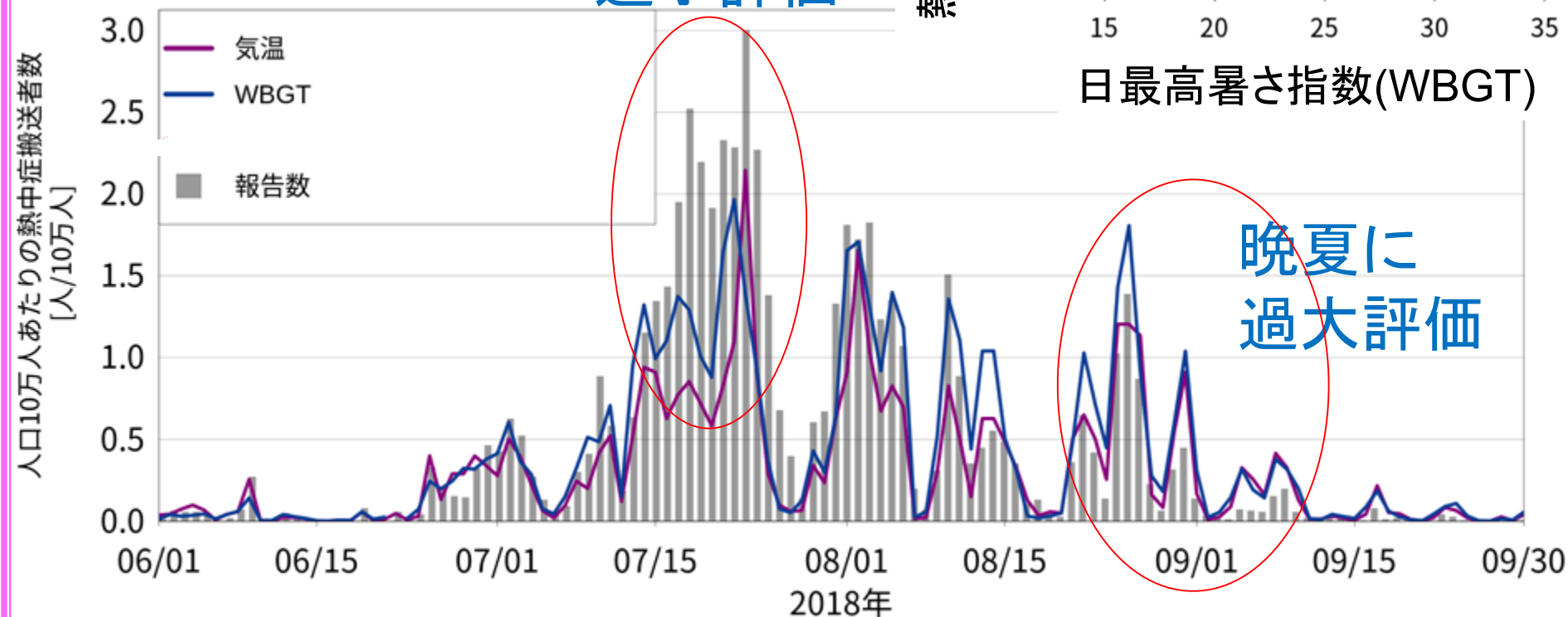
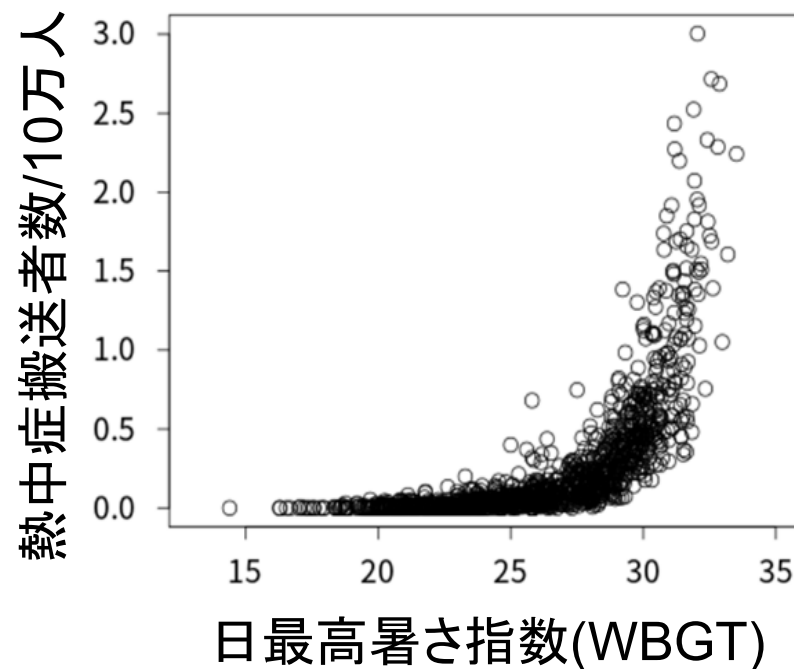
2030-2050s
極端高温日



【現在の課題】

一般的に、翌日の熱中症リスクは暑さ指数(WBGT)を使って予測

初夏に
過小評価



機械学習・統計モデル・都市街区気象モデルを用いた翌日の熱中搬送者数予測手法の開発

- 説明変数に暑熱順化(暑さへの慣れ)を考慮する
- 線形の統計モデルから非線形のモデルに変更する



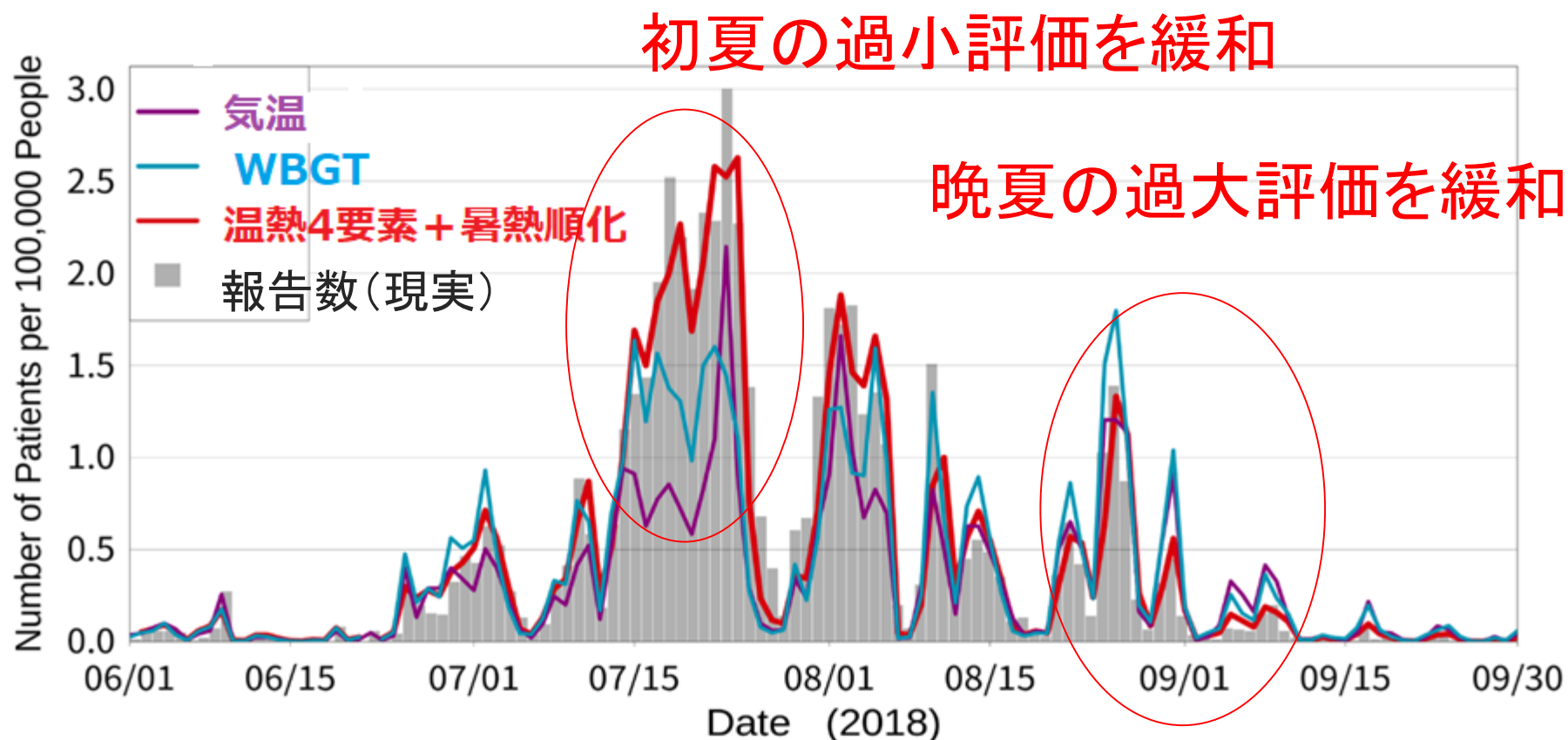
wikipediaより



【結果】

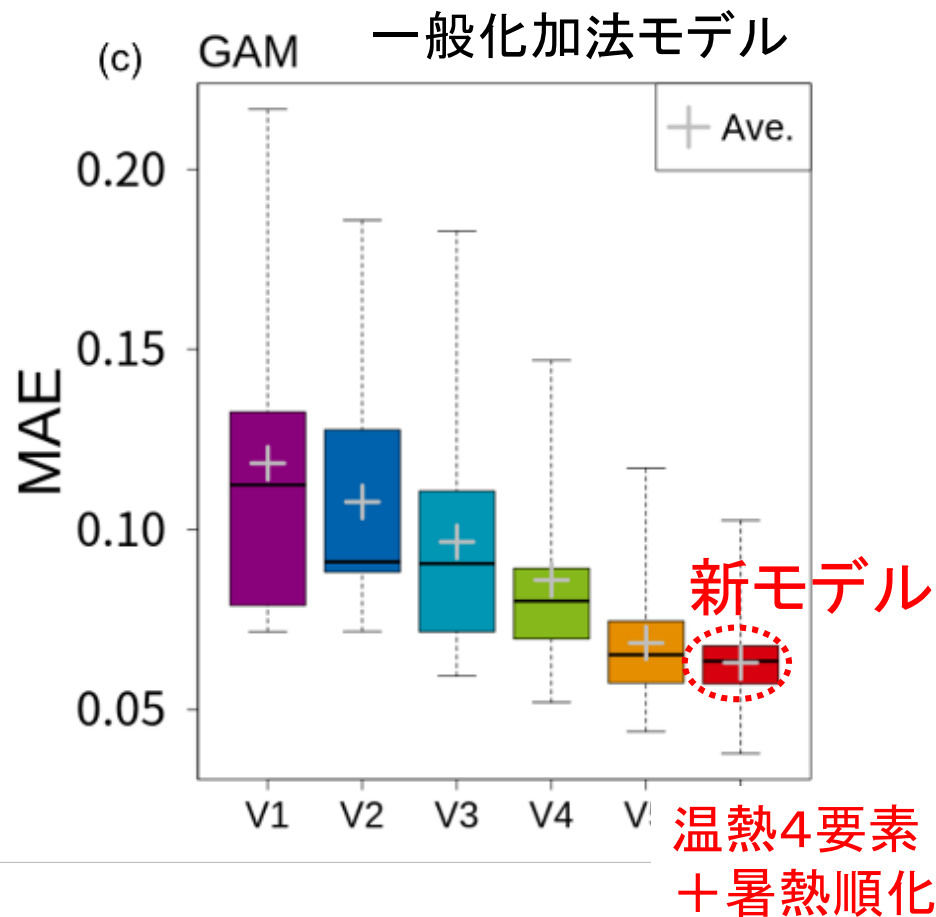
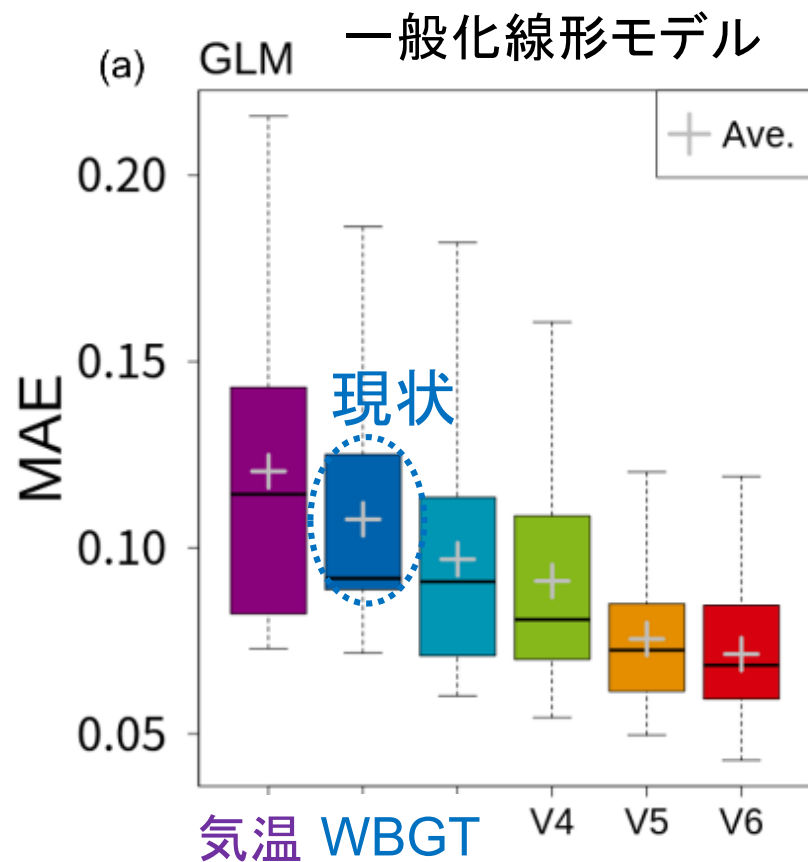
説明変数に暑熱順化(暑さへの慣れ)を考慮する

- ・ 積算日数 (初夏から何日目か?)
- ・ 前日の搬送者数



新モデルは、予測誤差を50%以上改善した

→ 環境省・気象庁の熱中症警戒アラートの向上に寄与できるかも



【課題】 有効な暑さ対策は？

ミスト散布



街路樹の設置



風の道

遮熱性舗装

打ち水

屋上緑化

Cool roof

太陽光パネル

機械学習・統計モデル・都市街区気象モデルを用いた翌日の熱中搬送者数予測手法の開発

9

世界最高クラス空間分解能の
都市気象シミュレーションモデル

気象学(日下)
+情報工学(朴)+建築工学(飯塚)

CCS学際共同研究の成果

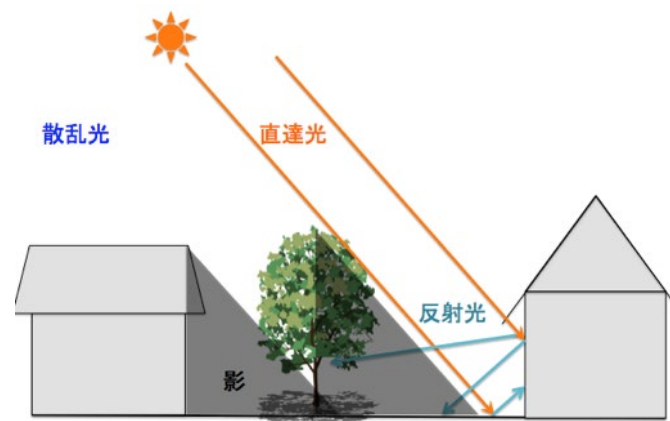
“City-LES”モデル

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0$$

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_i \bar{u}_j}{\partial x_j} = -c_p \theta_0 \frac{\partial \bar{\Pi}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\tau_{ij} + 2\nu \bar{S}_{ij}) + \bar{F}_i + \bar{B} \delta_{ij}$$

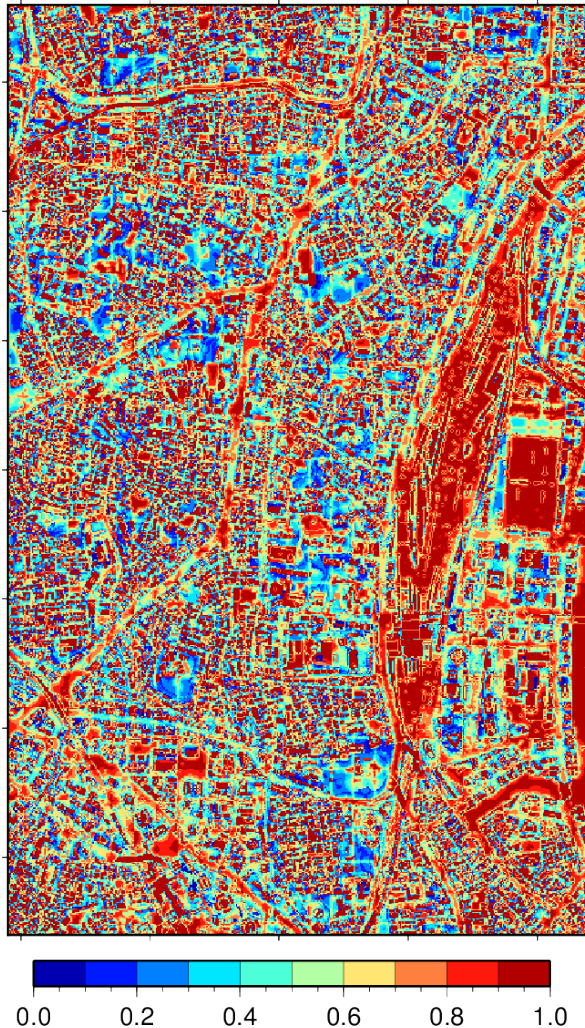
$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_j \bar{\theta}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(-\tau_{\theta j} + \kappa \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial x_j} \right) + Q + R$$

$$\frac{\partial \bar{q}_v}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_j \bar{q}_v}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(-\tau_{q_j} + \kappa_q \frac{\partial \bar{q}_v}{\partial x_j} \right)$$

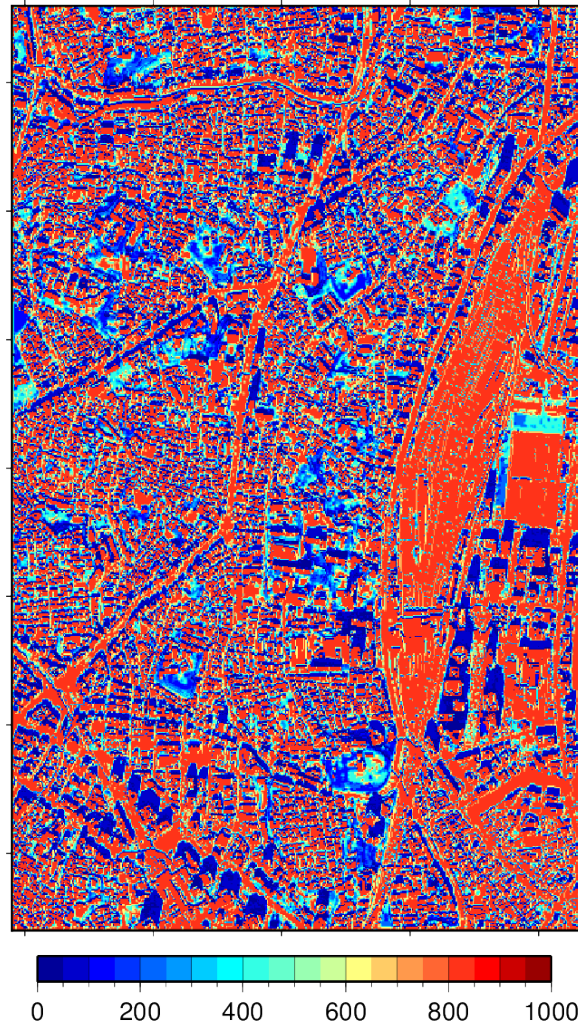


筑波大学で開発したシミュレーションモデル「City-LES」 10 で計算した品川駅周辺の放射と表面温度

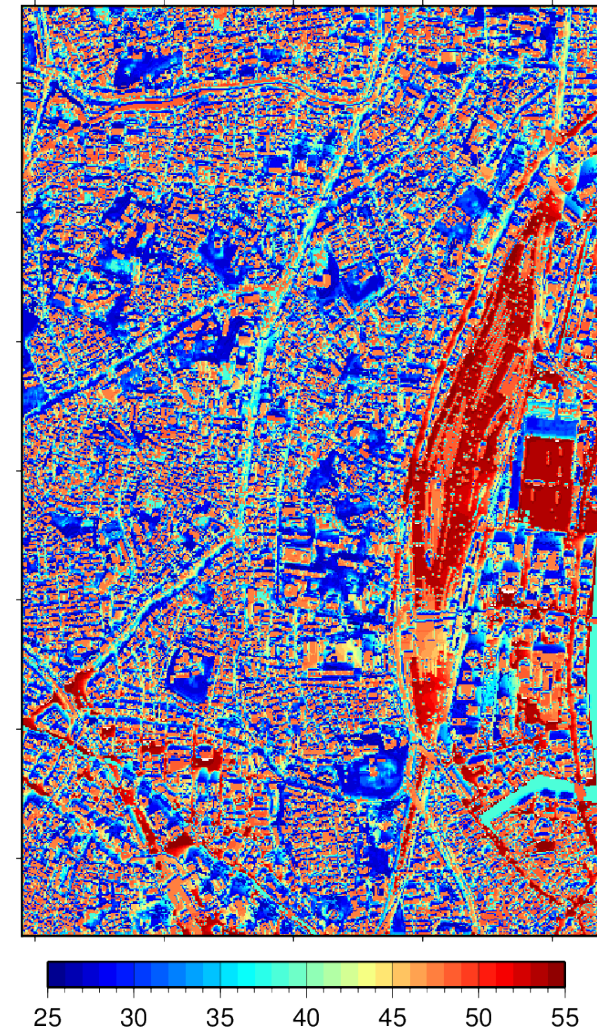
天空率



下向き短波

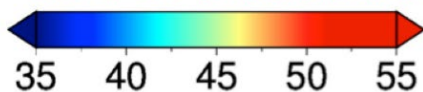
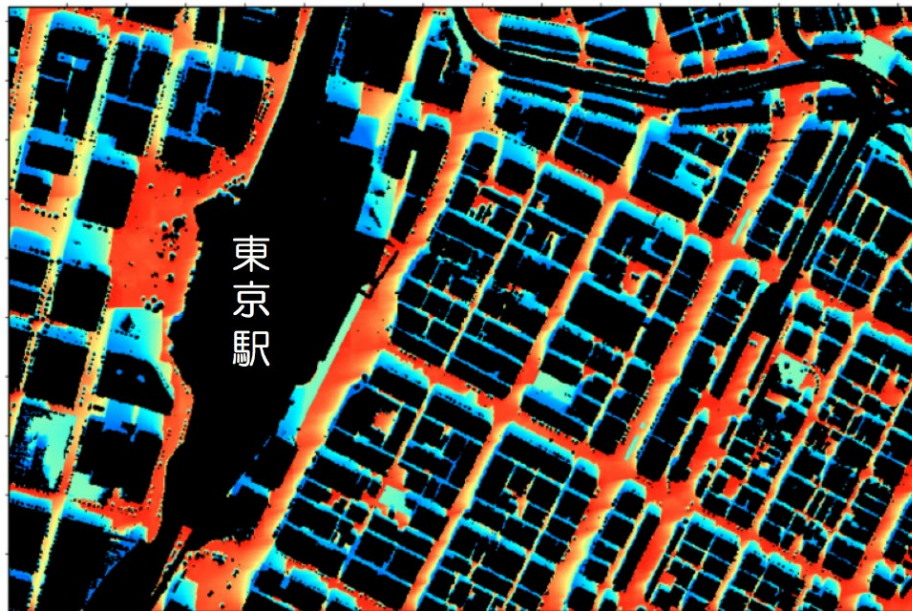


表面温度

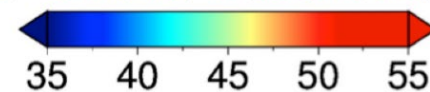
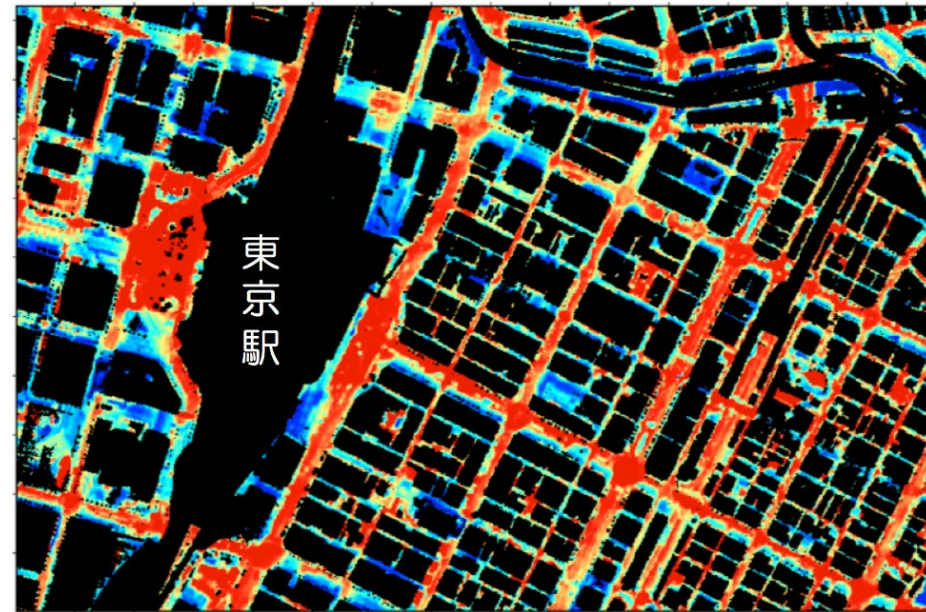


東京駅周辺の表面温度

予測値 (City-LES)

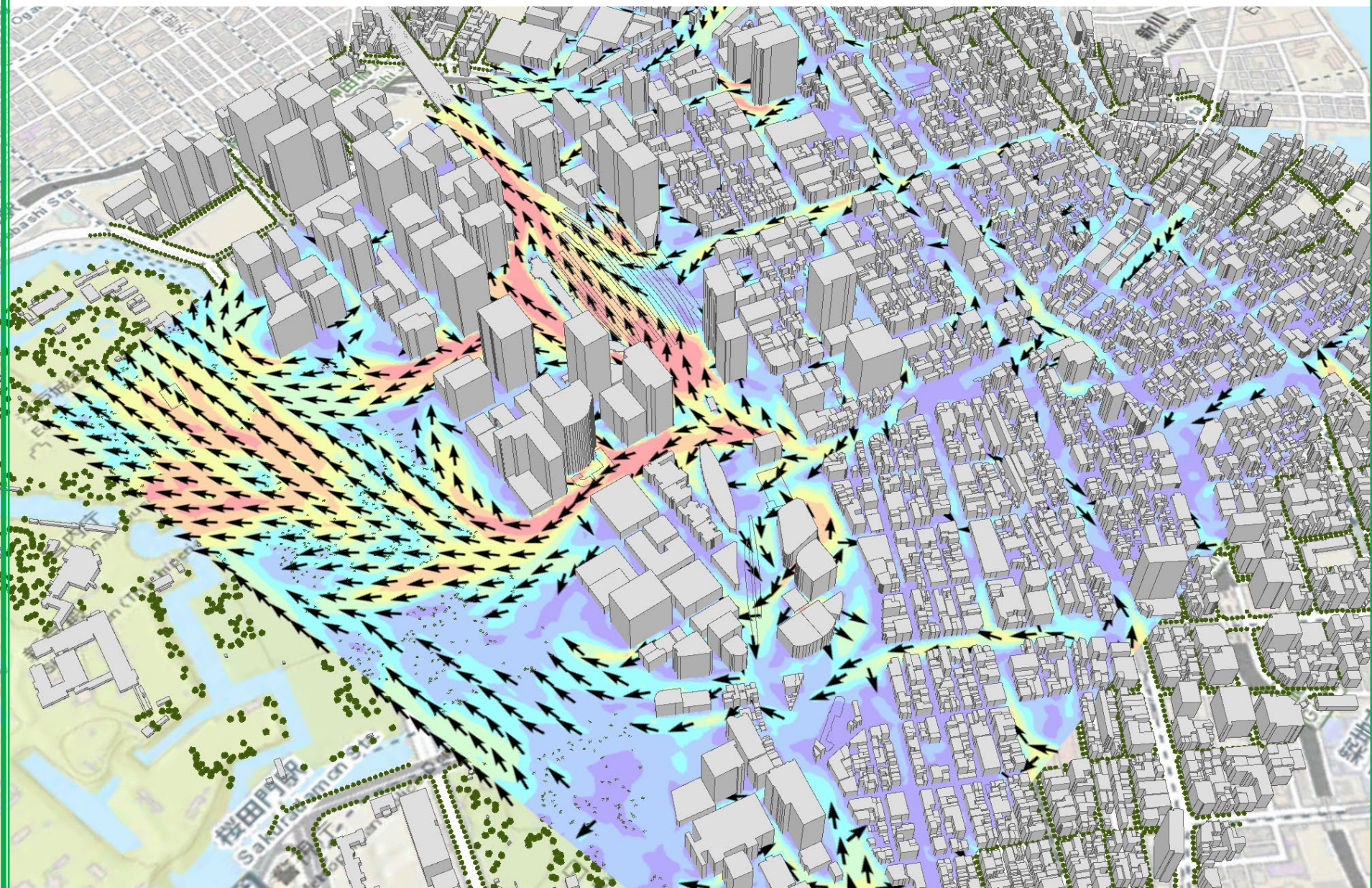


観測値 (ヘリコプター観測)



ビル陰や土地被覆が計算にきちんと反映されている

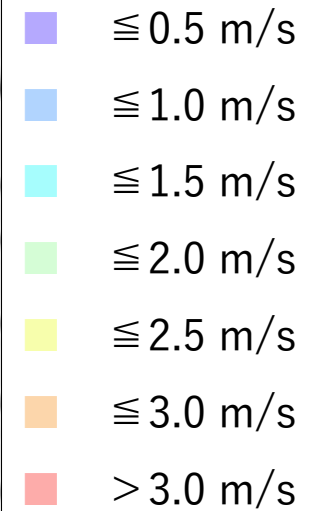
東京駅周辺の風



東京駅周辺の風(拡大図)

13

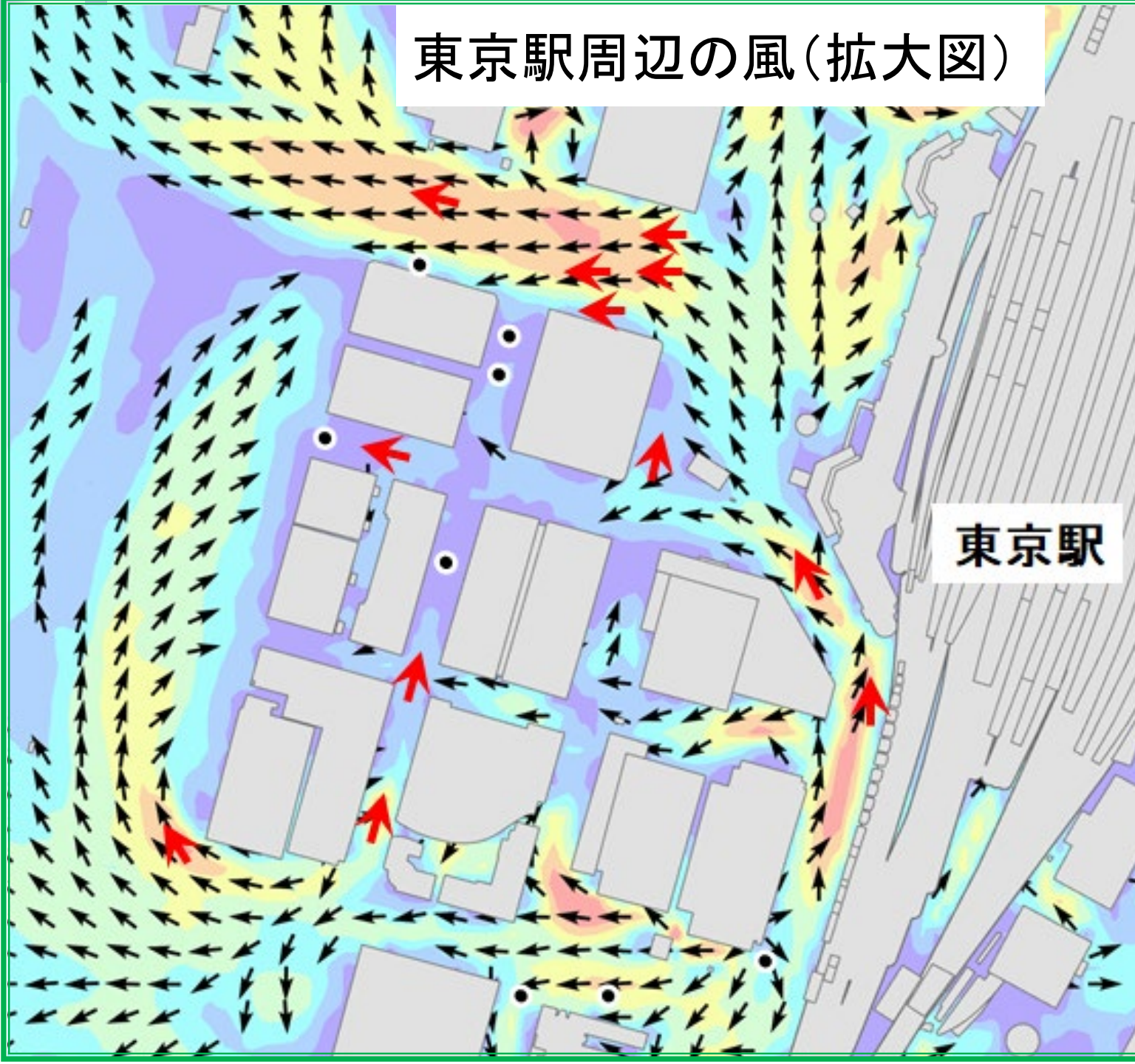
風速 (モデル)



観測結果



東京駅



多治見市の暑熱環境緩和策(駅前公園)

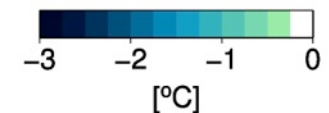
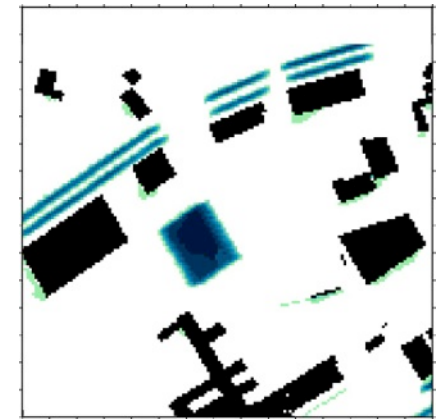
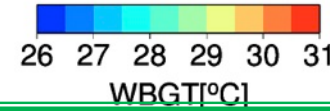
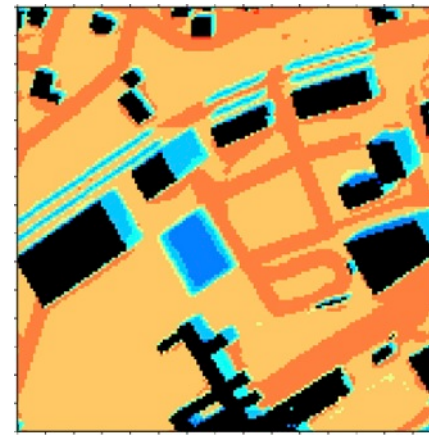
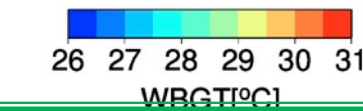


多治見市HPより

公園と街路樹無し

対策後

緩和量



公園では、
気温は -1.5°C
WBGTは -3°C

今後の予定

■ 気象モデルWRFと街区気象モデルCity-LESの結合

(都市全域から街区までのシームレスなシミュレーション)

■ 観測によるCity-LESモデルのさらなる精度検証とモデルによる温暖化適応策の評価

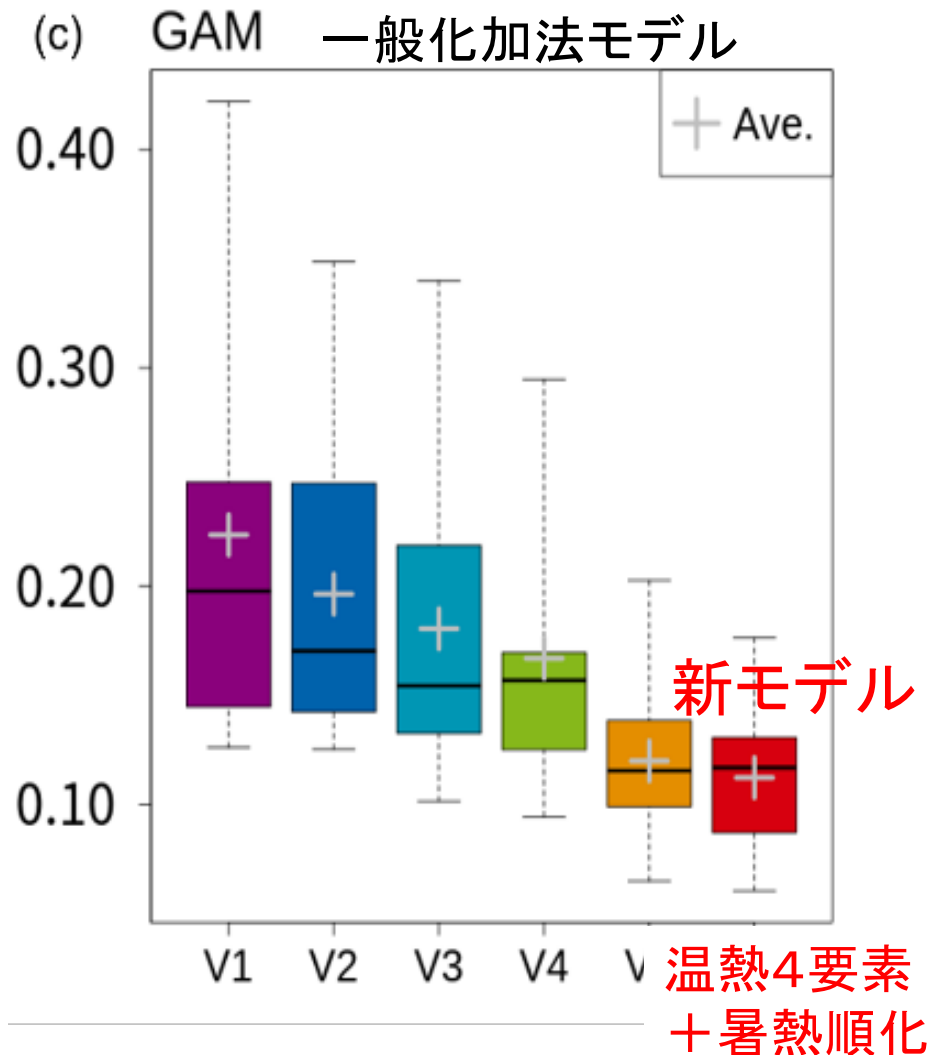
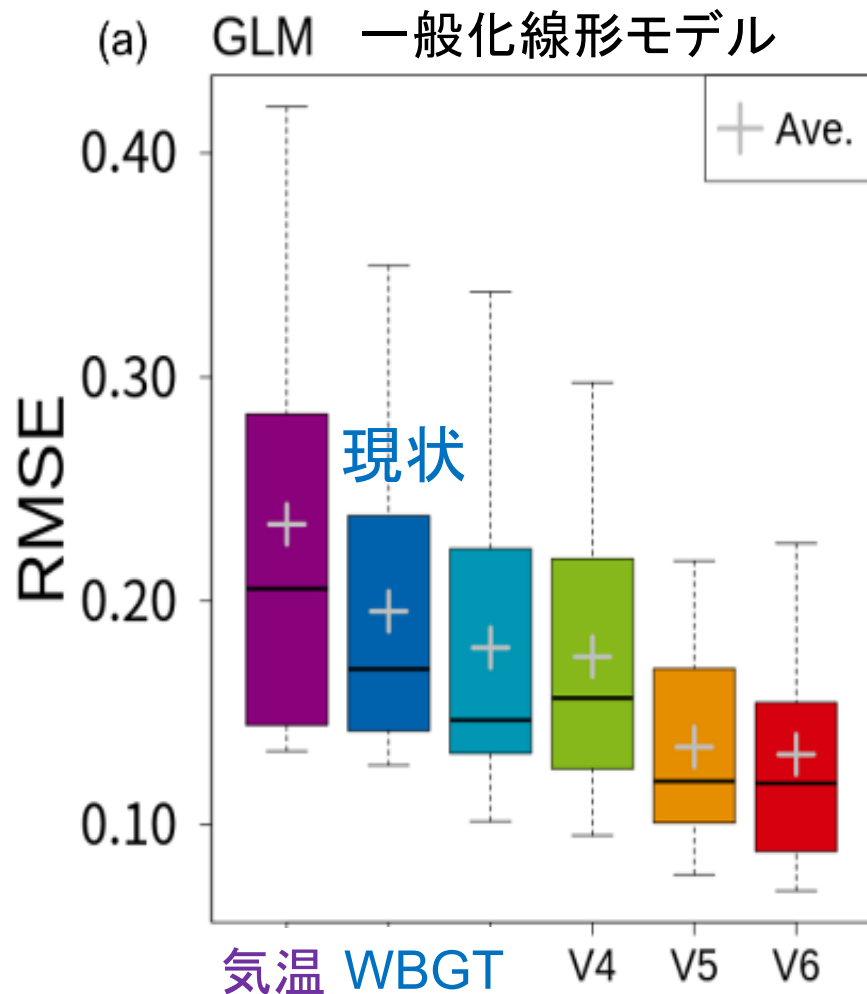
■ 猛暑日に熱中症患者が占める病床数の予測



謝辞：本研究の一部は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20192005)により実施された。多治見駅前公園の実験については、筑波大学計算科学研究センターと多治見市との連携協定の下に行われたものである。本研究の成果は、池田貴史君、佐藤拓人君、佐藤亮吾君をはじめとする日下研究室の学生たちの協力のもとに得られた。



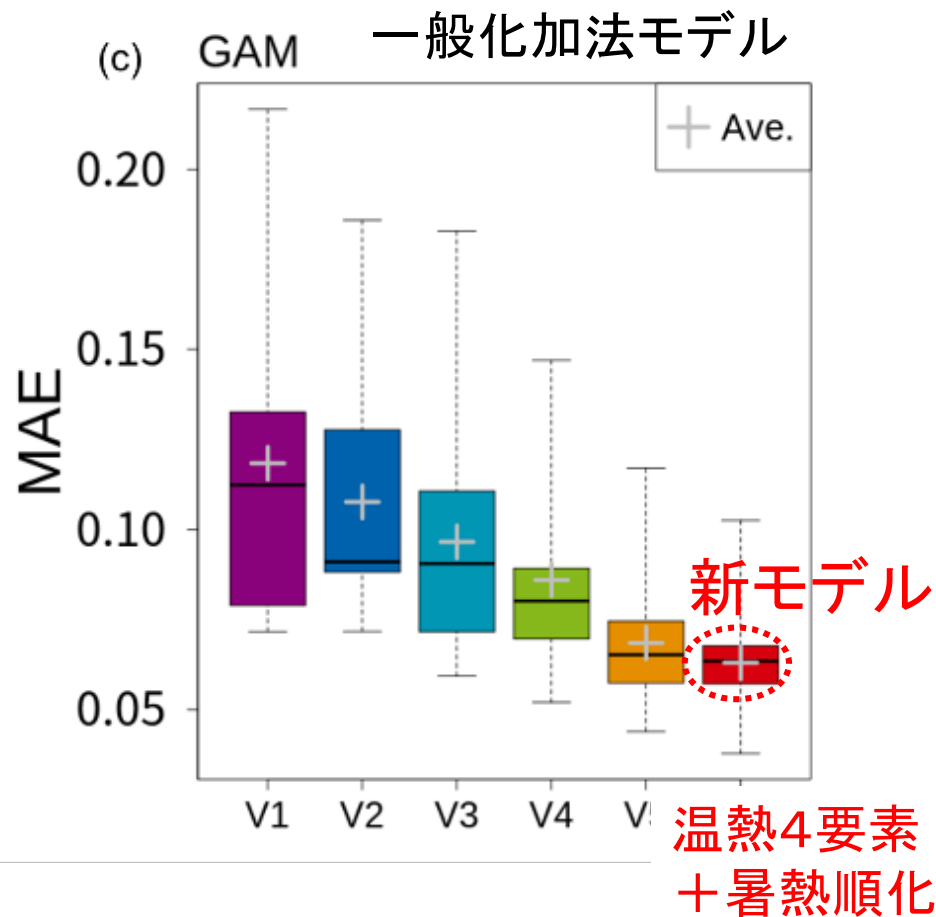
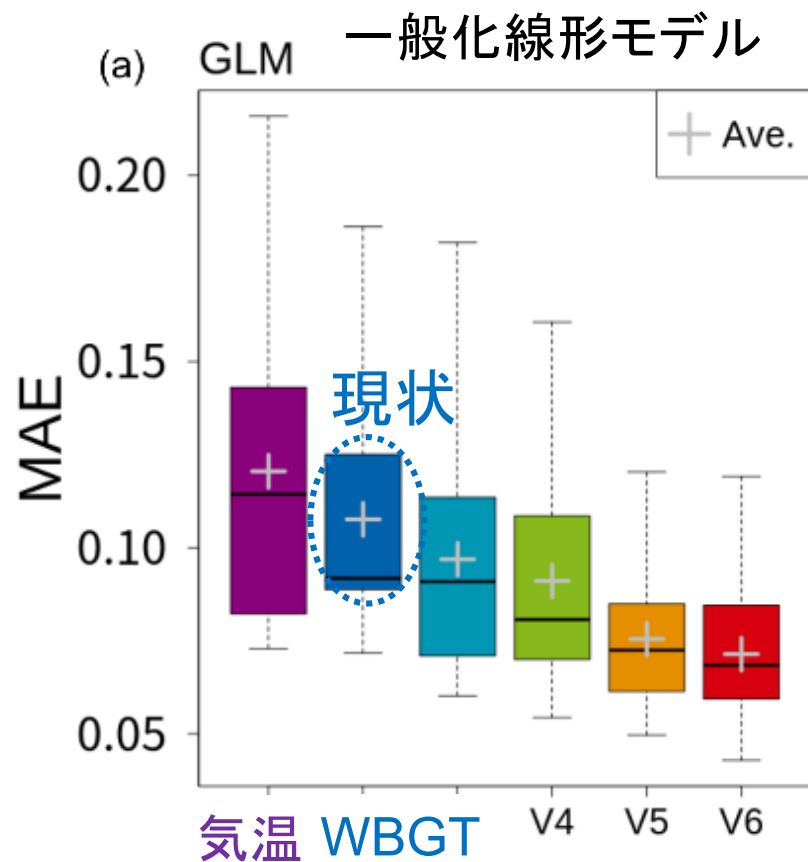
參考資料



新モデルは、予測誤差を50%以上改善
手法の変更よりも説明変数の変更の方が大事

新モデルは、予測誤差を50%以上改善した

→ 環境省・気象庁の熱中症警戒アラートの向上に寄与できるかも



2020/08/25事例

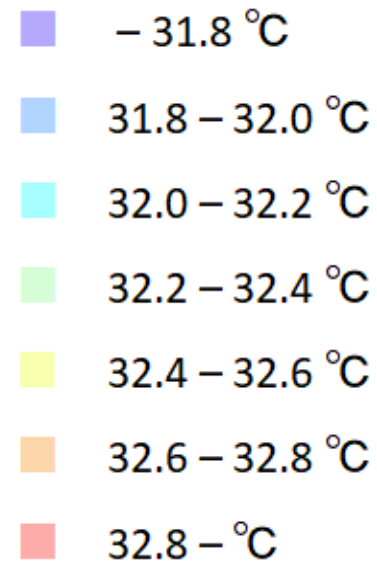
気温 [°C]

観測

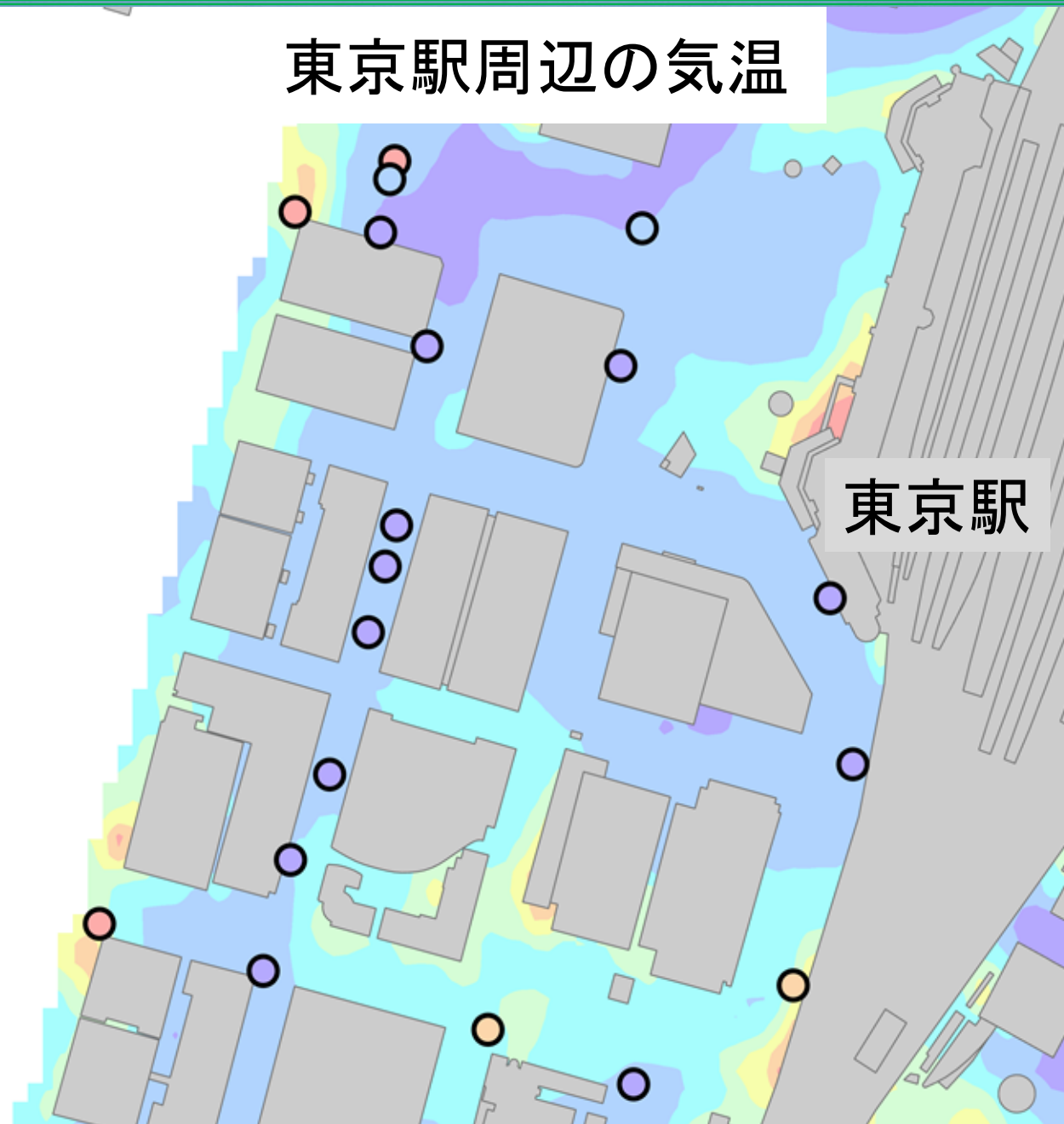
丸印：気温の観測値

シミュレーション

シェード：気温の計算結果



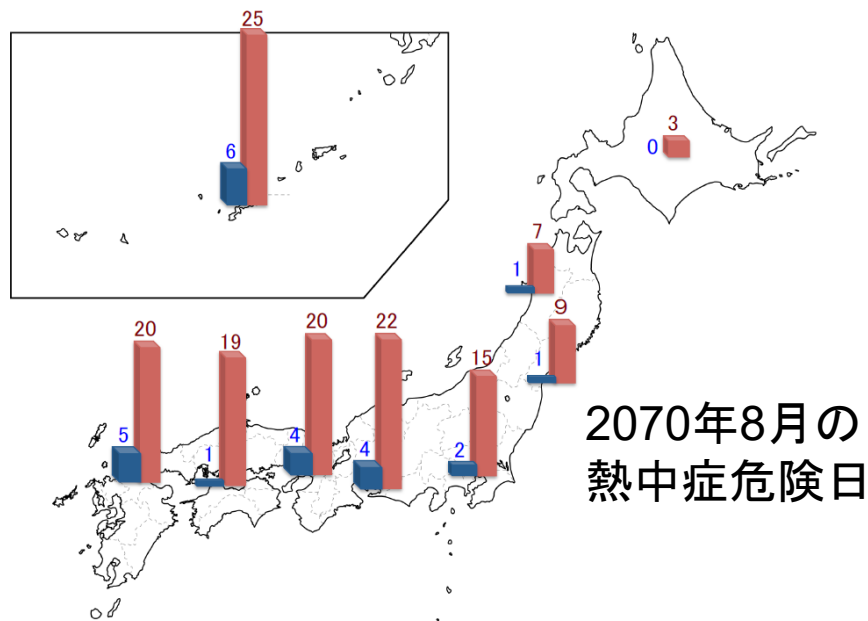
東京駅周辺の気温



都市気候へのダウンスケーリング

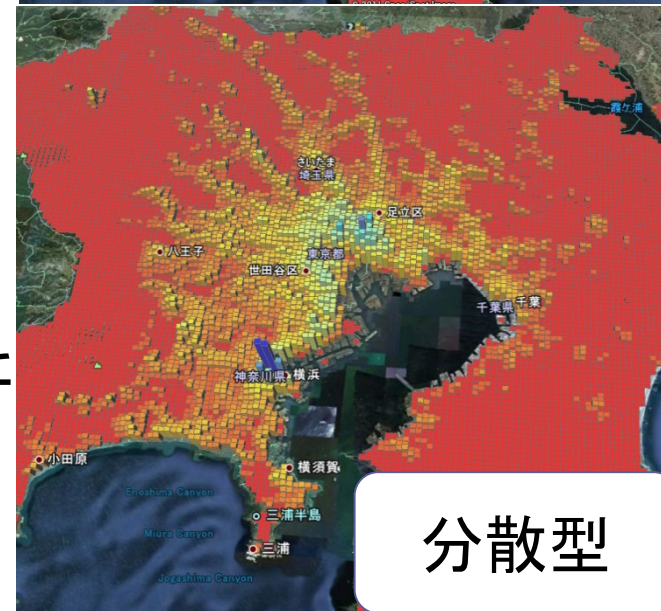
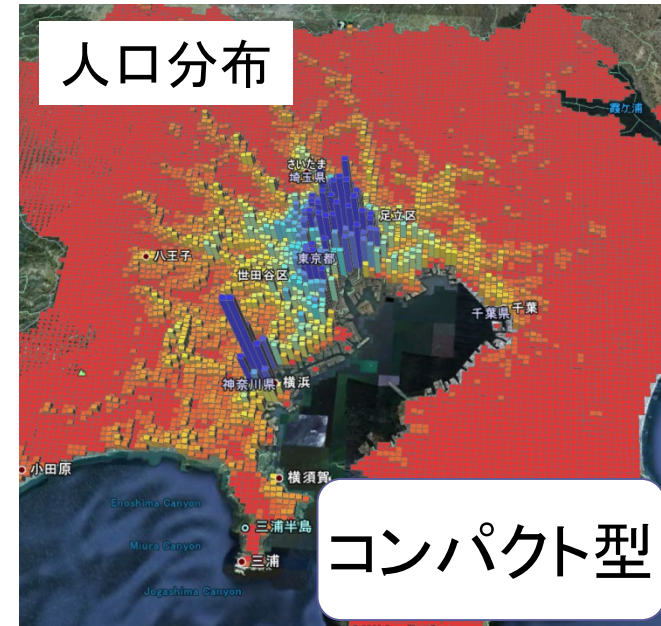
20
20

都市気候の将来予測を世界に先駆けて実施
→2070sの8月の半分は熱中症危険日
(Kusaka et al. 2012)



次に、将来の都市シナリオの影響を調査した
(Kusaka et al. 2016)

人口分布

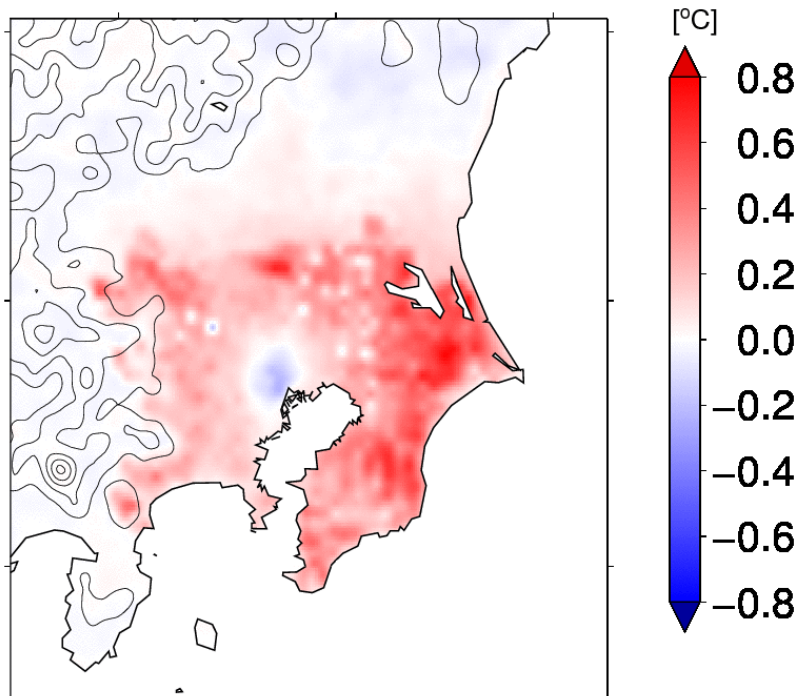


WRF/UCMモデルを用いた実験結果から

首都圏の将来気候予測に対する都市シナリオの影響は小さい
(→都市改変で暑さを緩和することは難しい)

WRF/UCMで予測した将来気温に対する都市シナリオ効果

• 分散型都市の効果



• コンパクトシティの効果

