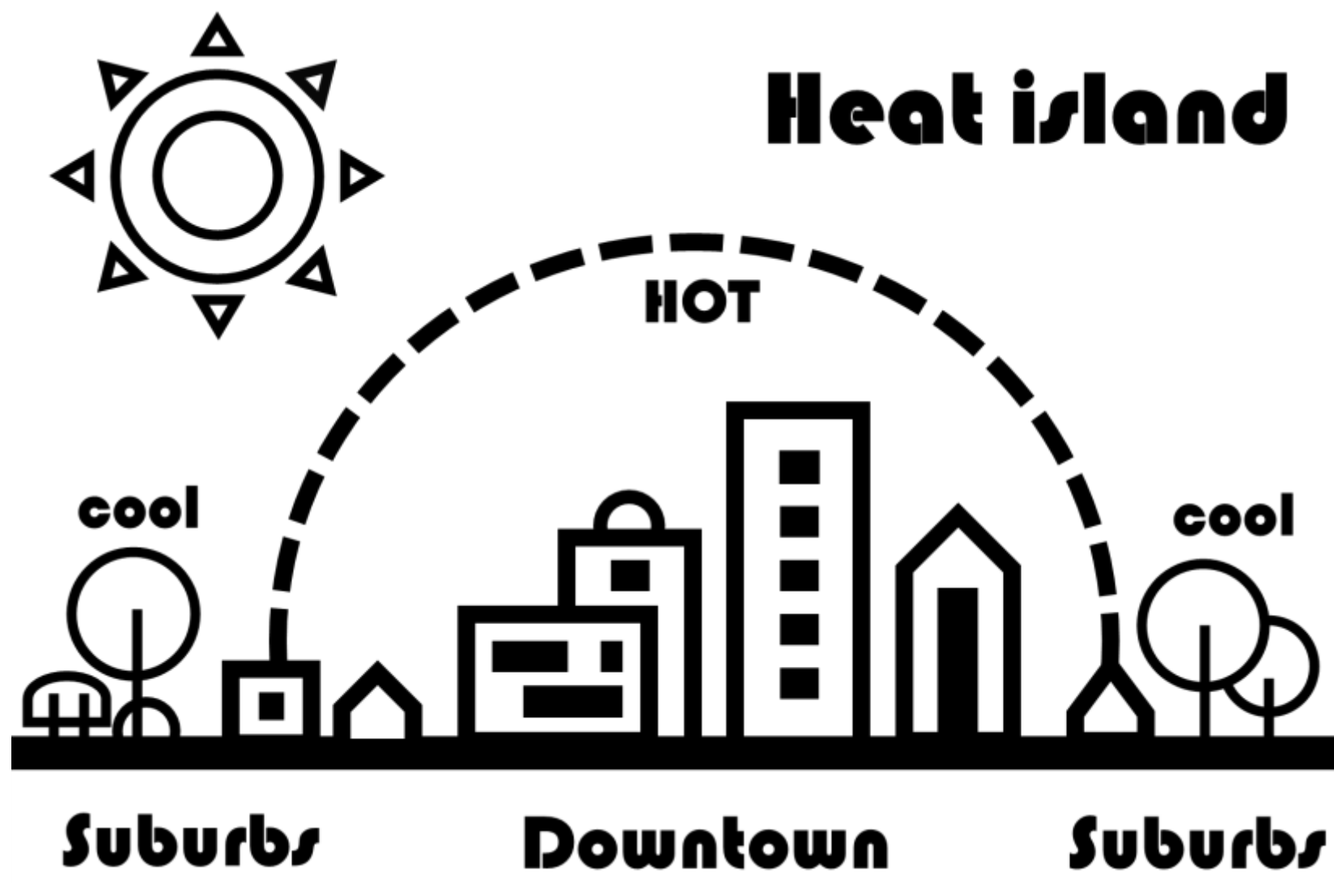


WRF-BEP/BEMに基づく都市形態による暑さ指数の時空間分布に関する研究



研究背景：都市化によってヒートアイランドは熱波を悪化させ、熱中症の多発を招きます。暑さ指数(WBGT)は、熱中症のリスクを事前に警告するために2013年から環境省によってオンラインで公開されていますが、まだ欠点があります：

- まばらなモニターでは、都市中の暑さ指数の分布を反映することはできない；
- ほとんどのモニターは、密集した建物が風や放射などに与える影響を考慮せず、開けた場所に設置されています。

どうすればいいのでしょうか？ モニターを広範囲に配置し維持することは非現実的ですが、代わりに気象-都市キャノピー連成モデルWRF-BEP/BEMを用いて、都市内のWBGTの時空間分布を再現し、都市形態との関係を調べることができます。

暑さ指数の算出方法：観測機器に基づく計算および気象データに基づく推定

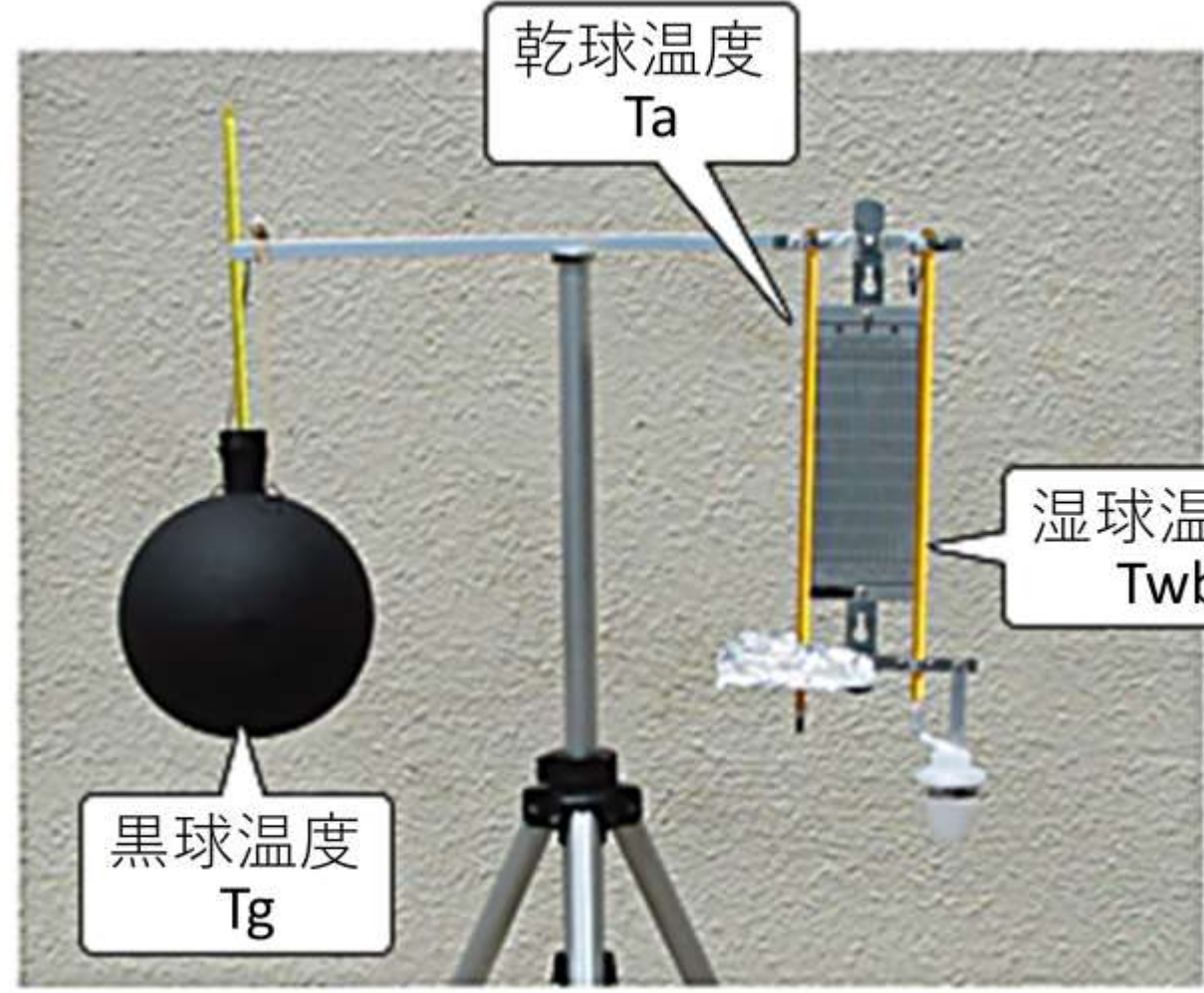


図1 WBGT測定装置

ISOの標準計算式： $WBGT = 0.7 \times T_{wb} + 0.2 \times T_g + 0.1 \times T_a$ 各項の意味は図1を参照

観測機器に基づく

- 測定システムには3種類の温度計があり、オープンエリアに設置されている。
- T_a , T_{wb} , T_g はそれぞれ乾球温度計、湿球温度計、黒球温度計で測定した値。
- 温度計は地上1.5mの高さに設置されている。

モデルによる気象データに基づく

- 湿球温度は気温、気圧、湿度によって再帰的に計算できます。
- 黒球温度は、気温、全天日射量(SR)、風速(U)に基づく経験式から求めることができます。

$$T_g = T_a + \frac{(SR - 38.5)}{(0.217SR + 4.5U + 23.5)}$$

モデリング手法：グリッド化された都市キャノピーパラメータ(UCPs)をWRF-BEP/BEMにインポート

- 2018年から2022年の猛暑日を研究対象として選択し、合計85日を選択しました。
- グリッド化UCPsは、WRF-BEP/BEMのより正確な入力となるよう、東京都23区のGIS建物情報に基づいて算出しました。図2c。このケースをUCPsと呼びます。
- ただ、ケース1CATは、すべての都市グリッドのパラメータを23区の平均値として、対照実験として作成された。図2b。
- グリッド化UCPsは、モデルの各計算グリッドに独立した幾何学的パラメータを与え、都市形態が微気候に与える影響を再現する上で重要な要素となっています。図3。

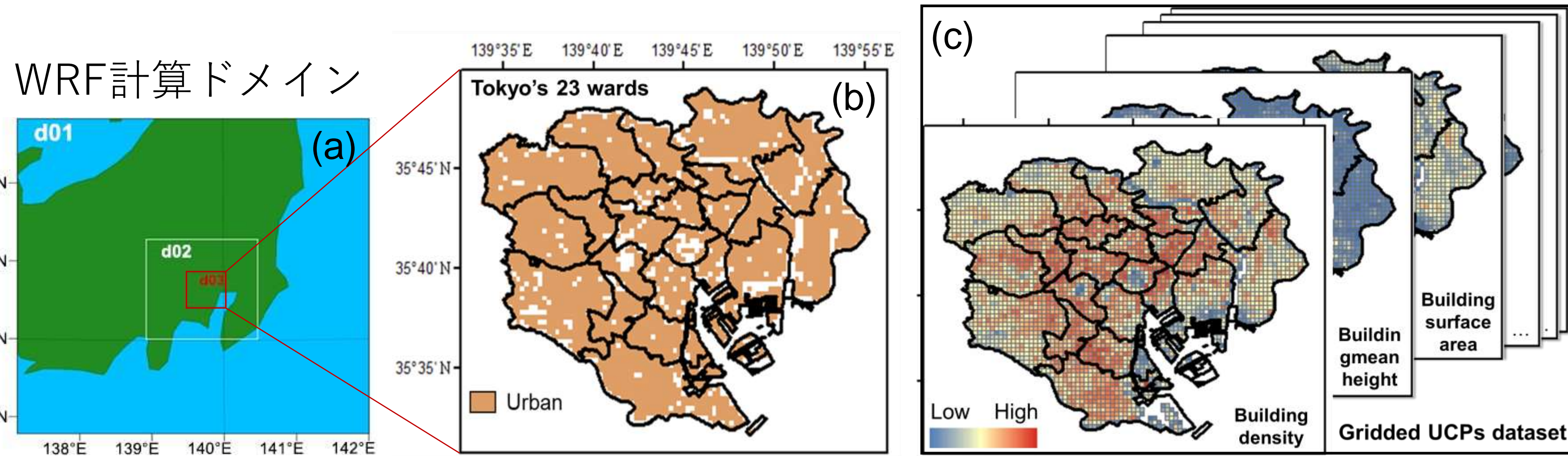


図2 シミュレーション領域(a)と都市キャノピーパラメータの入力設定。(b)1CAT、(c)UCPs

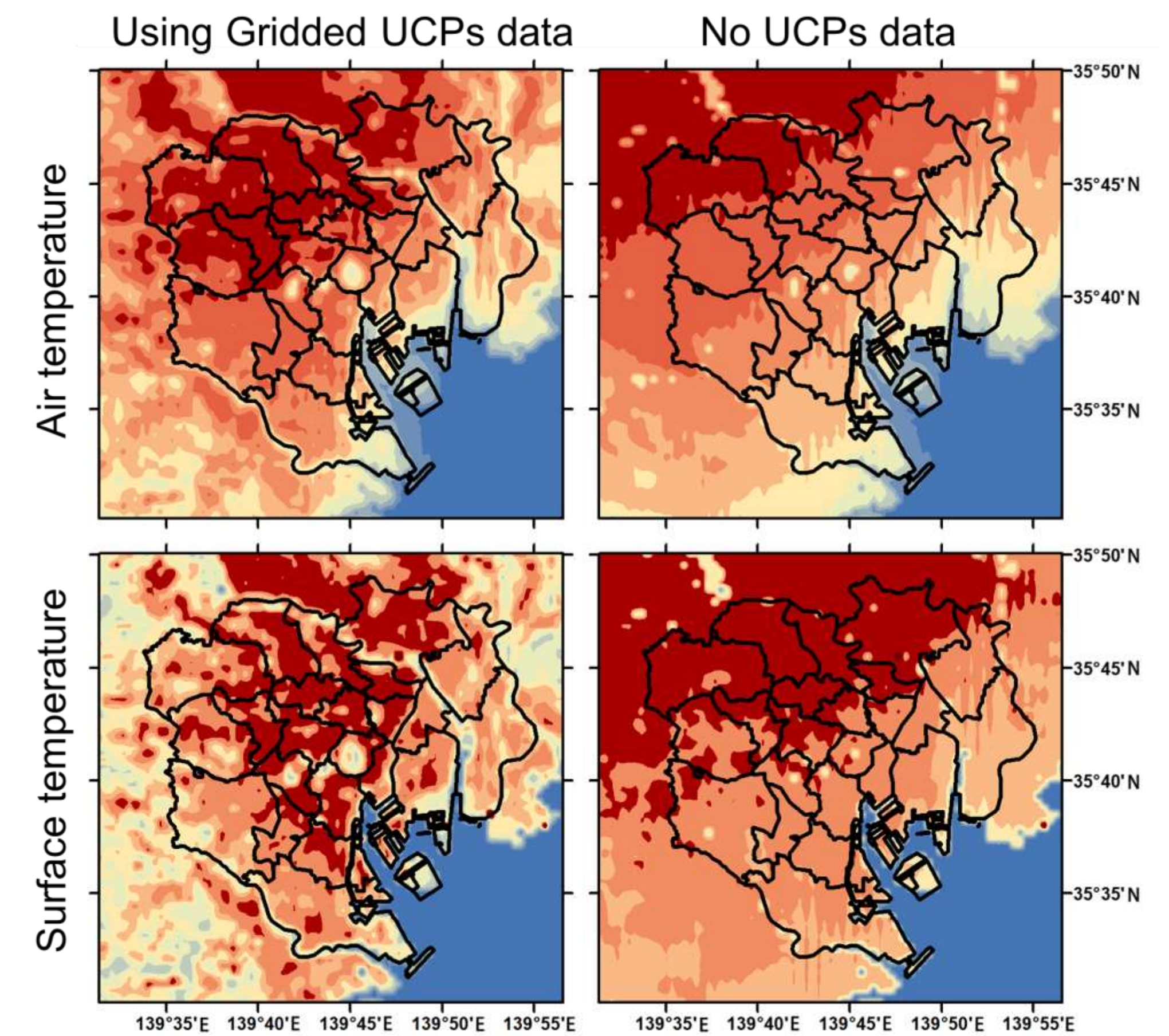


図3 グリッドUCPを使用と使用しない場合のシミュレーション結果の比較

計算結果と結論

WBGTの時空間分布特性に対する都市形態の影響

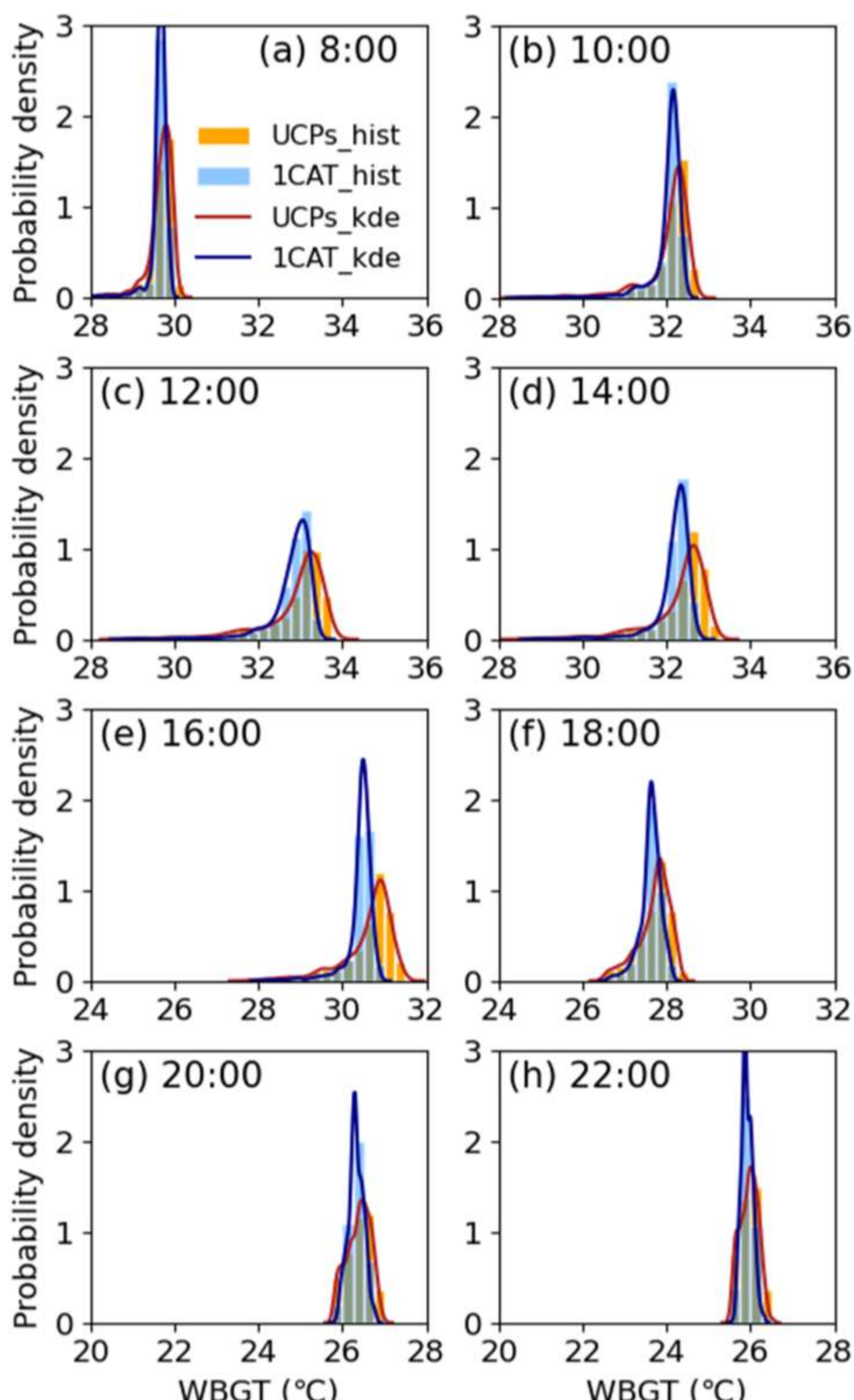


図5 東京都23区内のWBGT確率密度分布時間帯別 (ピンの幅は0.25°C)

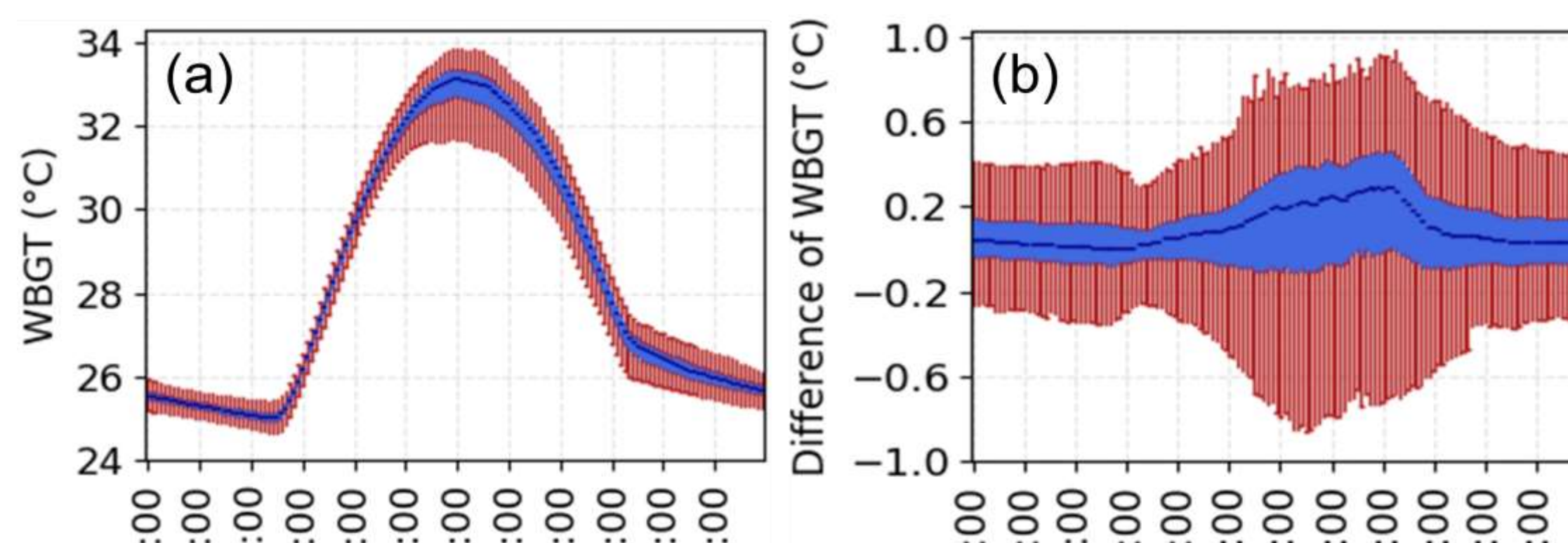


図4 東京都23区内のWBGTの各時間帯の箱ひげ図。(a)ケースUCPs、(b)ケース間の差異(UCPs-1CAT)

WBGTの時間分布特性 - 図4および図5

- 図4aによって、地域間のWBGTの差は正午頃にピークに達し、その後わずかに縮小し、午後にはほぼ変化しませんでした。
- 都市形態によるWBGTの差は、日没頃に急速に減少するまで、午後を通して顕著でした。

WBGTの空間分布特性 - 図6

- 23区は東京湾に近いので、海洋によって引き起こされる顕著な温度勾配は、都市の形態によって引き起こされる影響を混乱させます。ただし、対照実験1CATを使用すると、

次の式で地形の影響を除去できます。

$$WBGT^* = (WBGT_{UCPs} / WBGT_{1CAT}) \times WBGT_{ave}$$

- 等価WBGT (WBGT*)は、都市形態がWBGTの空間分布に与える影響を直感的に反映することができ、その影響は昼よりも午後に大きくなるのがわかります。

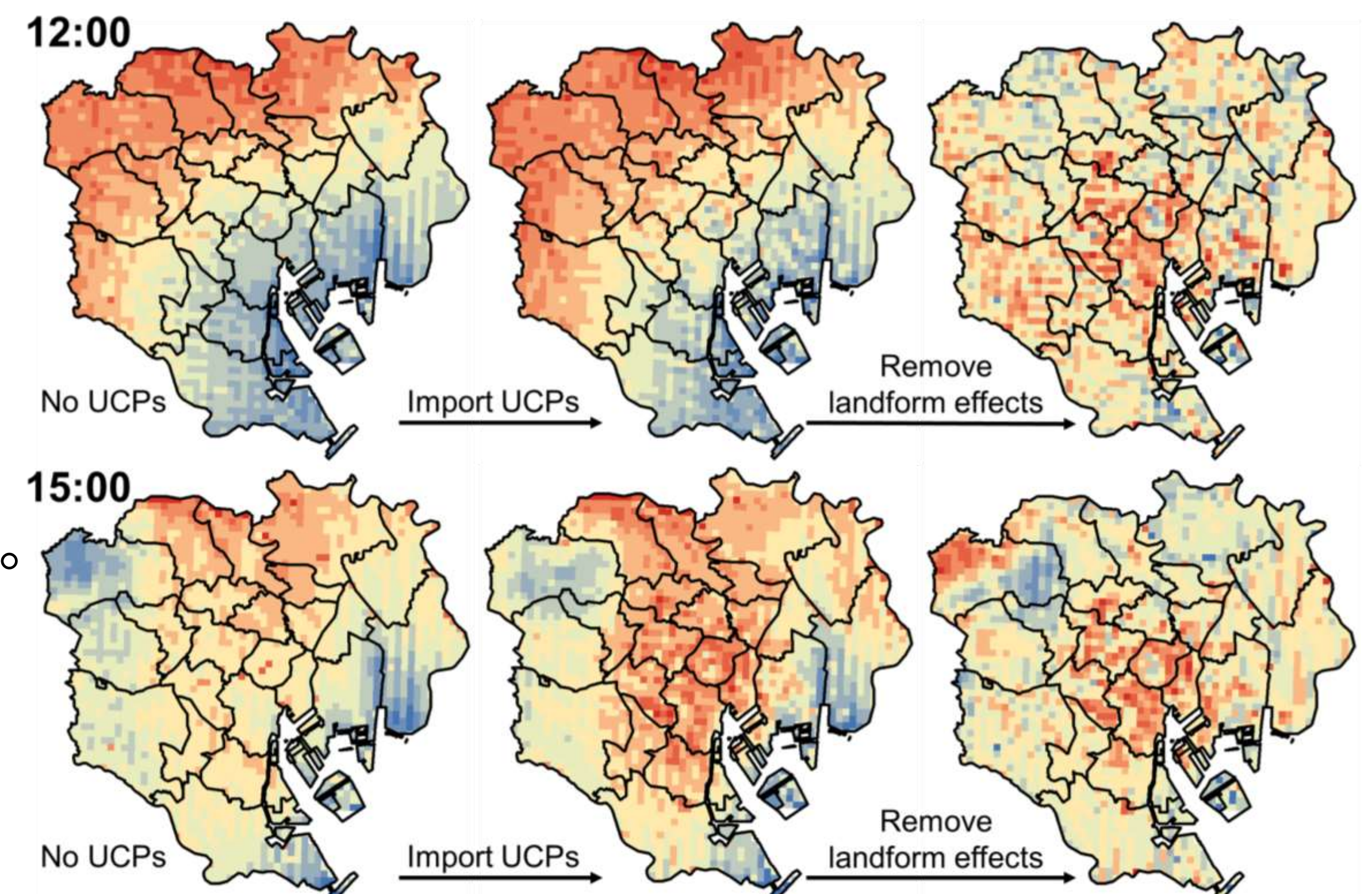


図6 東京都23区内の12時と15時の正規化WBGTの空間分布