大阪HITEC　ヒートアイランド対策技術セミナー
2022年7月25日（月）

海風が都市域にもたらす気温低減効果

福山市立大学都市経営学部
講師　横山真

本日お話しする内容

夏季日中に海から吹く冷涼な海風が都市域にもたらす気温低減効果、その影響範囲や空間分布などについて、**都市気候の数値シミュレーション**（＝数値計算）技術を用いて解析した結果を中心にご紹介します。

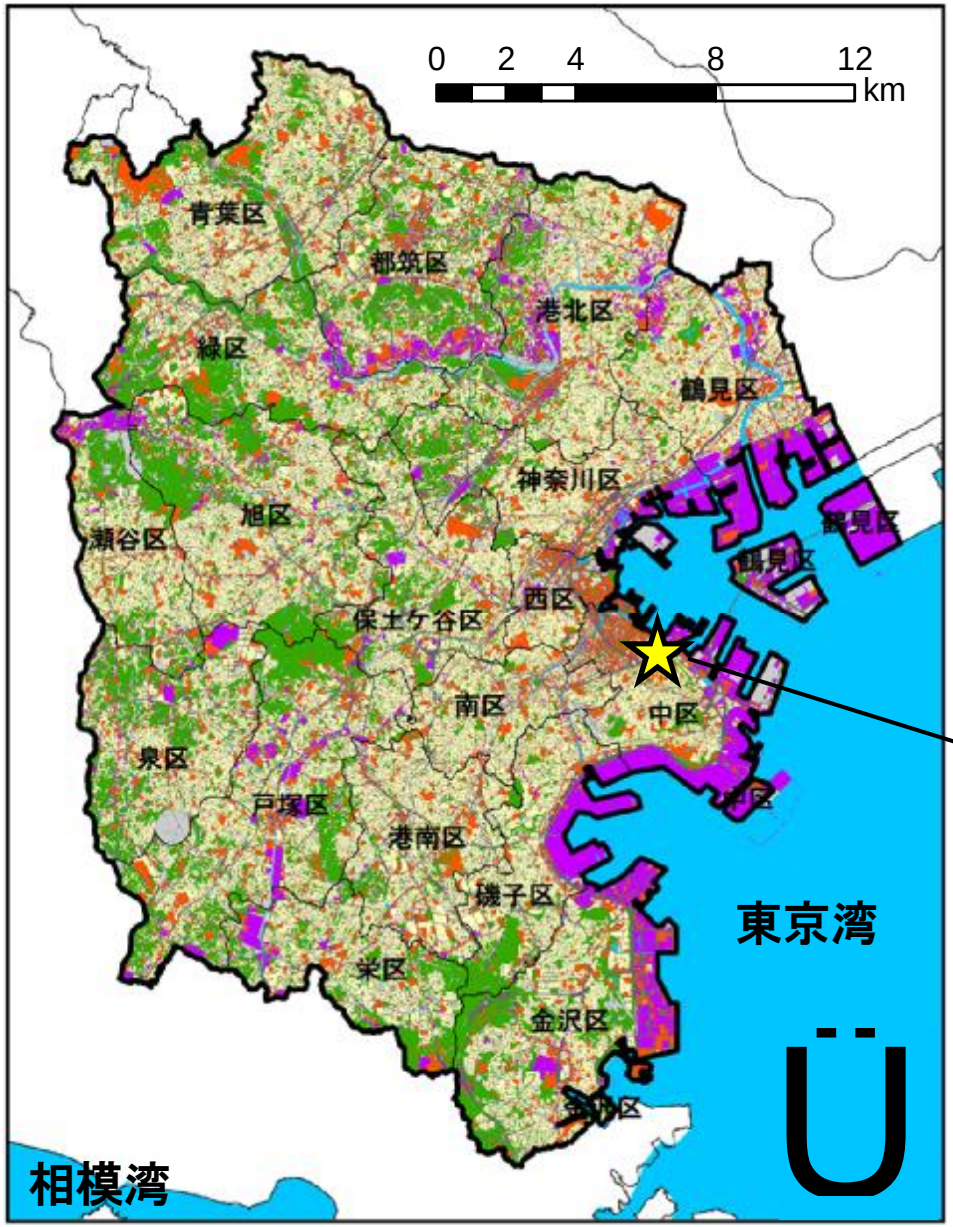
→ **海風の進入と気温の関係について　@横浜市**

→ 地形の起伏と海風の関係について　@横浜市、広島市

→ 河川と海風の関係について　@広島市

→ まとめ

海風の進入と気温の関係について



神奈川県横浜市

- 市全域で市街化が進行
- 気温実測調査等により、都市高温化の影響が報告
- 特に内陸部でその影響が顕著
- 午前中に東京湾、午後に相模湾からの2つの海風が卓越する

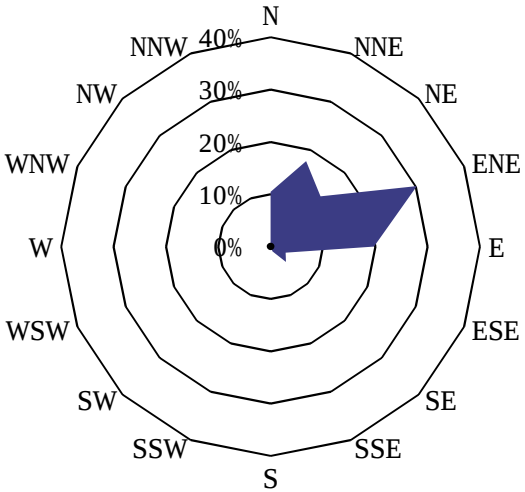
横浜地方気象台

【土地利用】

- 住宅用地
- 工業用地
- 水面
- 自然的土地利用
- 業務・商業用地
- 道路・鉄道等
- その他

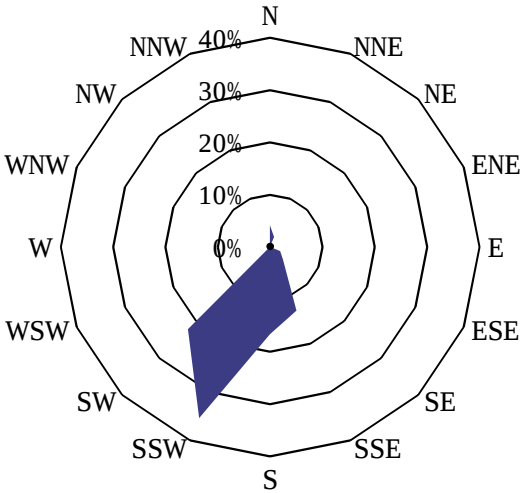
横浜地方気象台における風配図 （2015年7月21日～9月1日の晴天日）

東風日



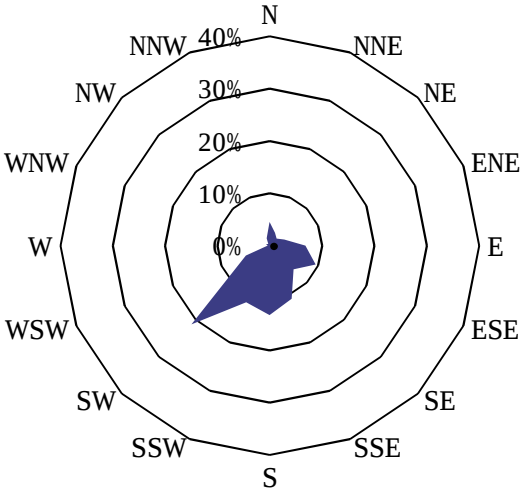
4日間

南風日



7日間

東+南風日

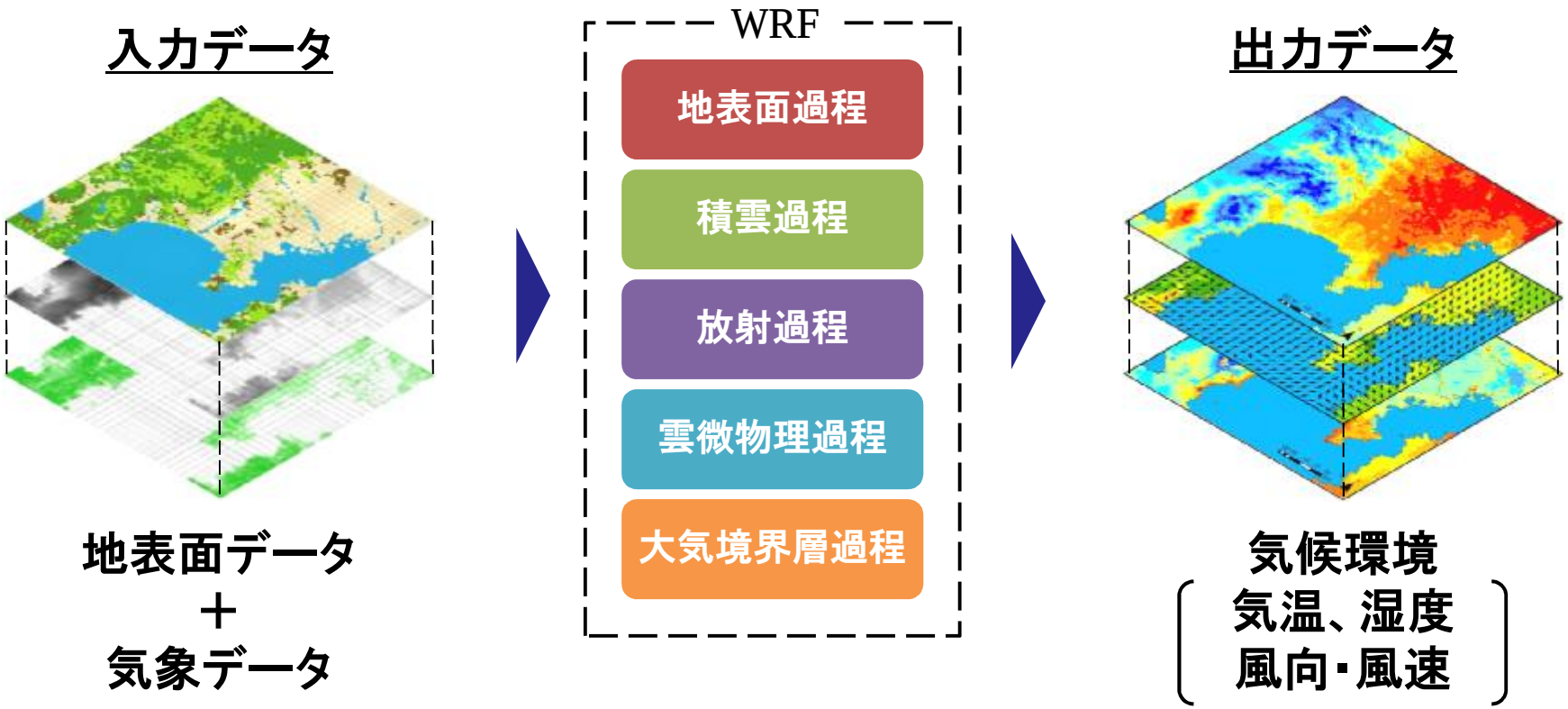


11日間

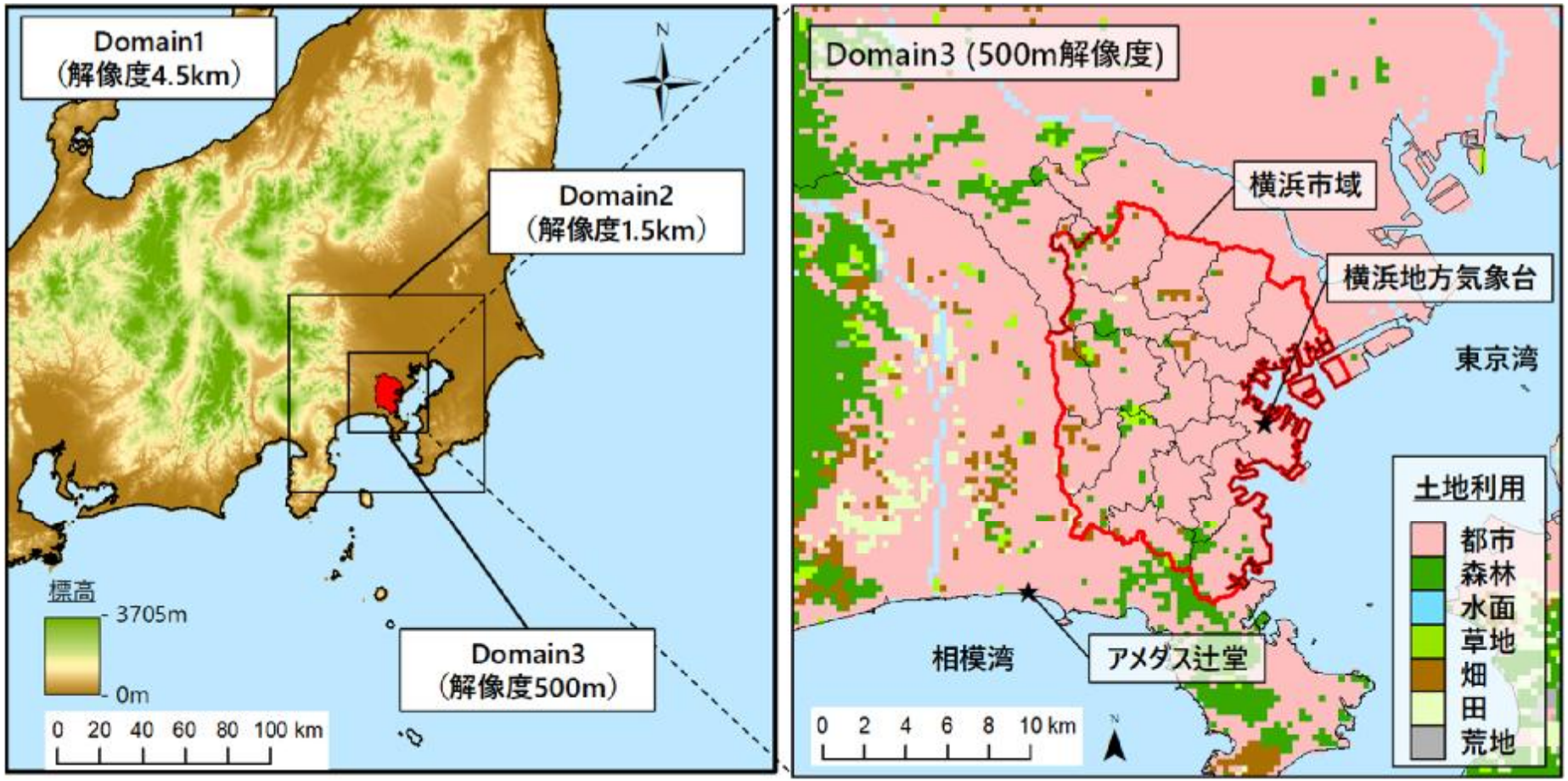
都市環境気候図の作成を最終目的として、
メソ気象モデルWRFによる数値シミュレーションを実施

メソ気象モデルWRF(Weather Research and Forecasting)

- 米国大気研究センター(NCAR)等が中心となって開発した数キロメートルから数千キロメートルの気象を計算するための気象モデル。
- 土地利用などの地表面データと計算対象期間の気象データを入力し、各種物理モデルを介して計算領域の気候環境(気温、風等)を計算する。



計算領域と期間

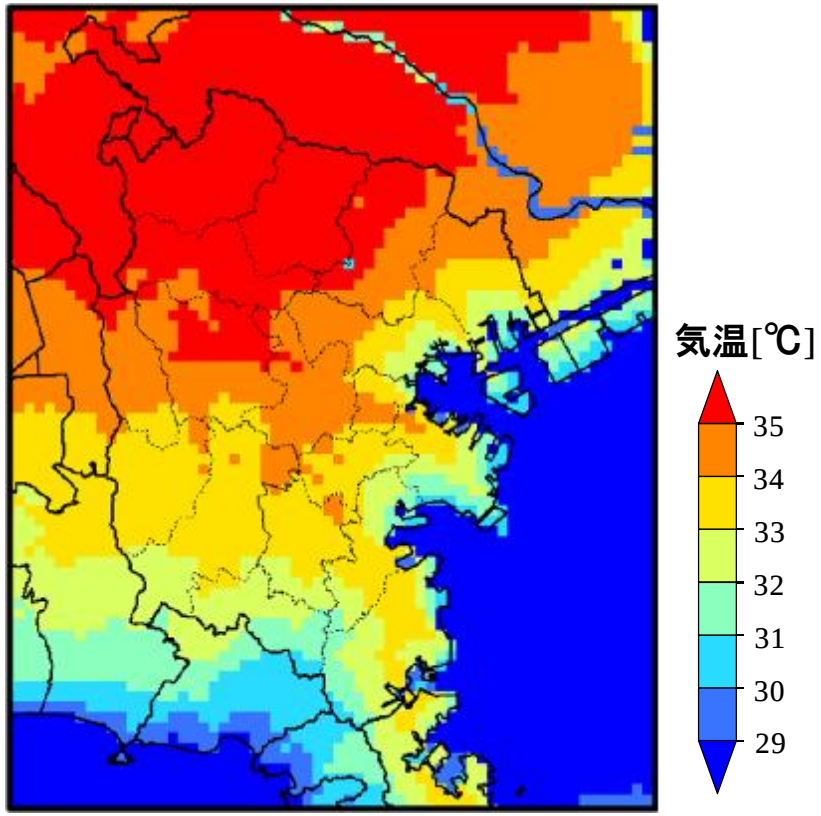


2015年7月21日～9月1日の気候環境を計算

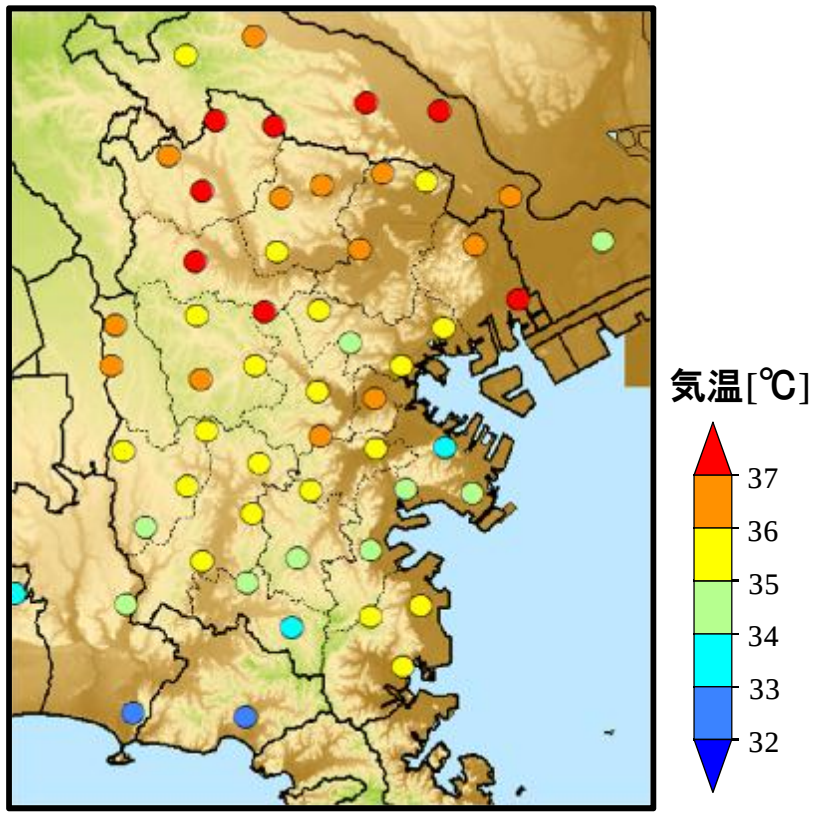
2015年8月7日12時の気温分布

東+南風日

数値計算結果

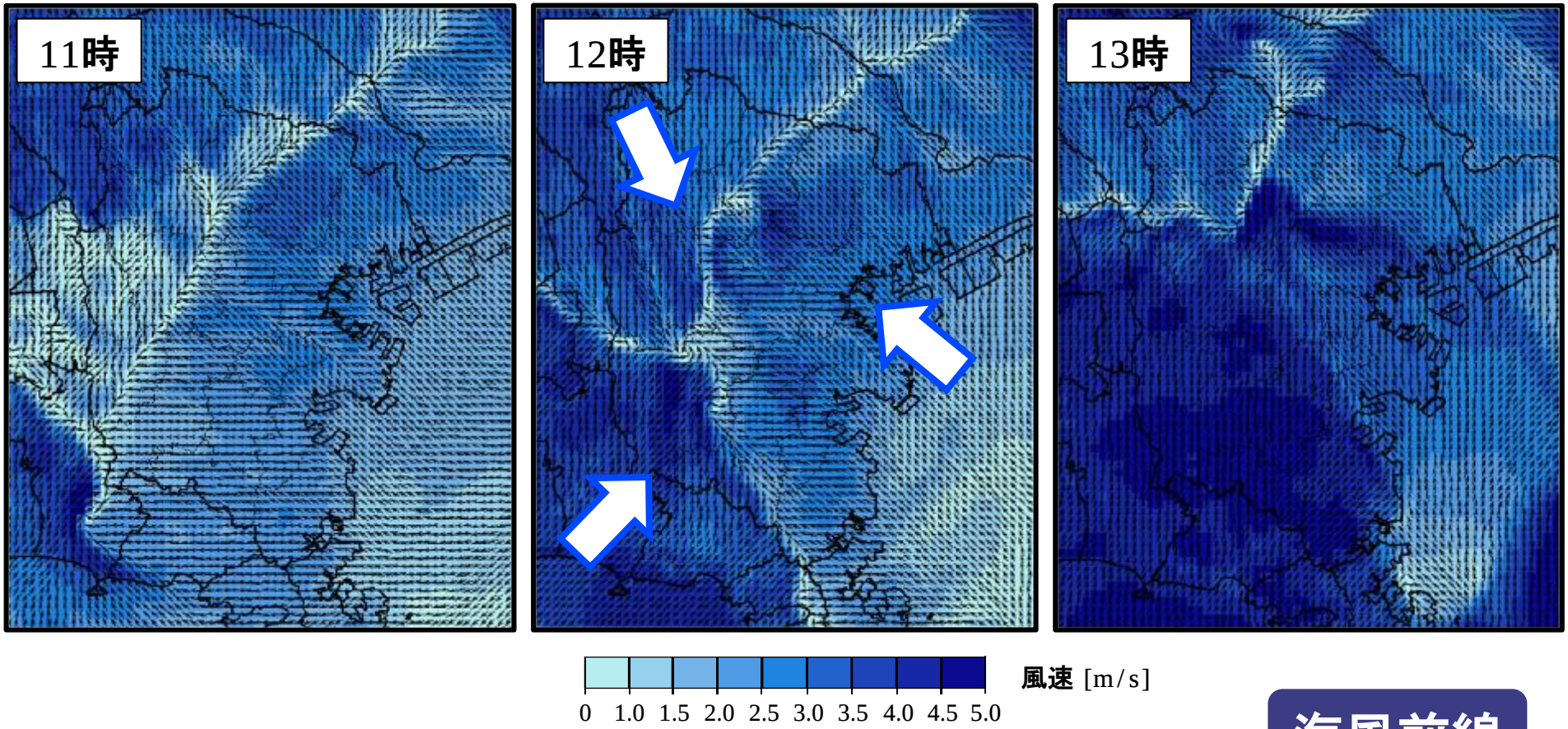


実測調査結果（百葉箱）



- 沿岸部から徐々に気温上昇し、北西部で高温化
- 数値計算と実測調査で分布傾向は概ね同じ

2015年8月7日の風分布

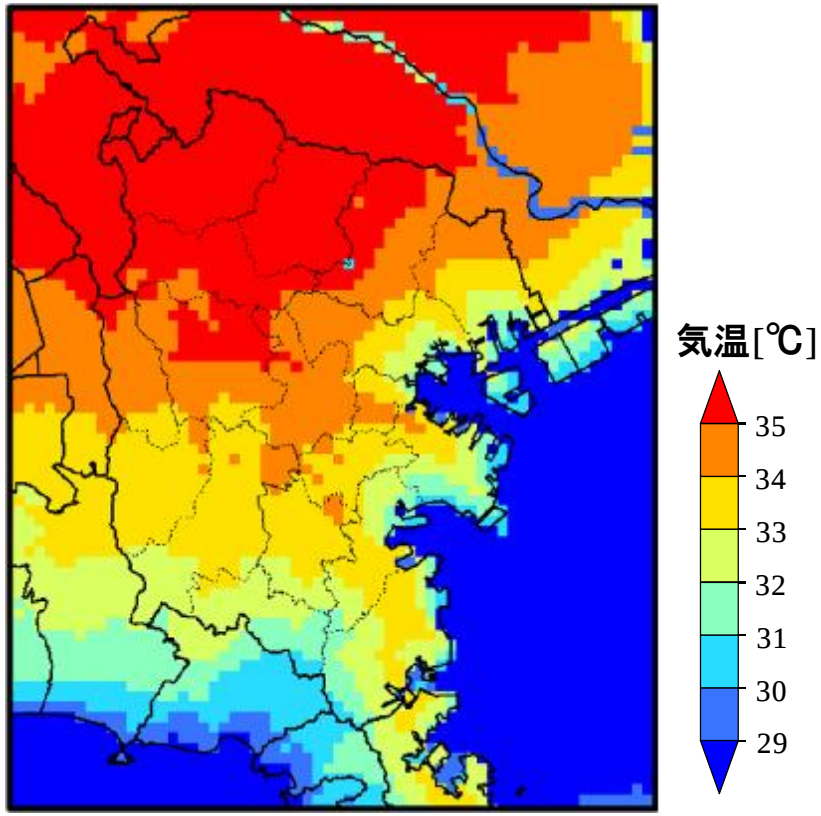


海風前線

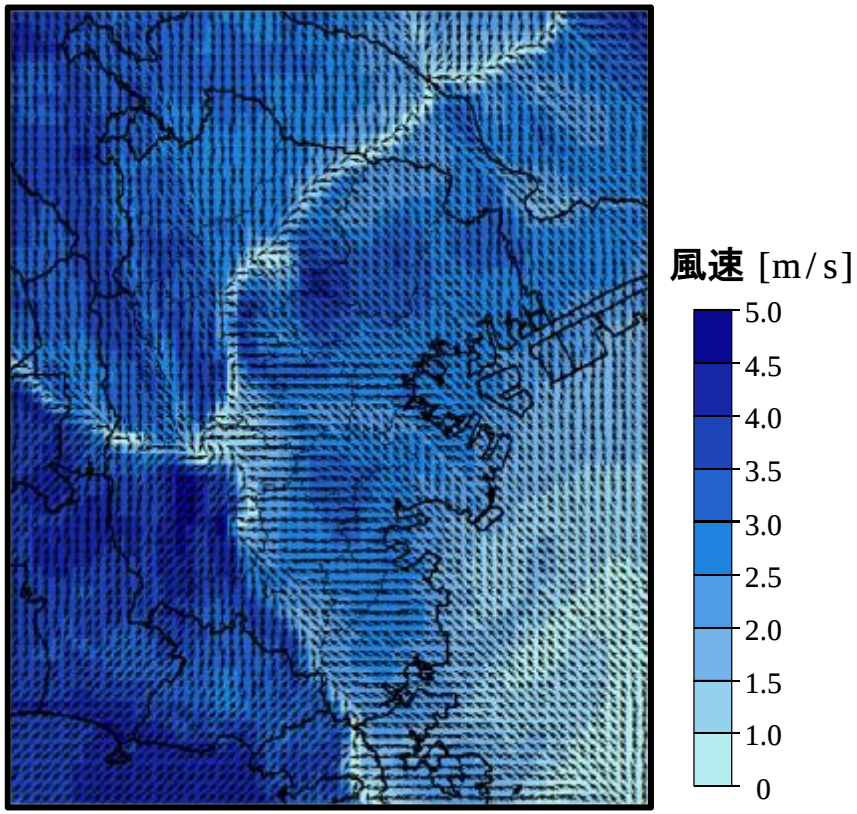
- 相模湾、東京湾から海風が進入する様子が見られる
- 特に相模湾側からの風速が大きく、境界では風速が低下

気温分布と風分布の関係（2015年8月7日12時）

数値計算結果



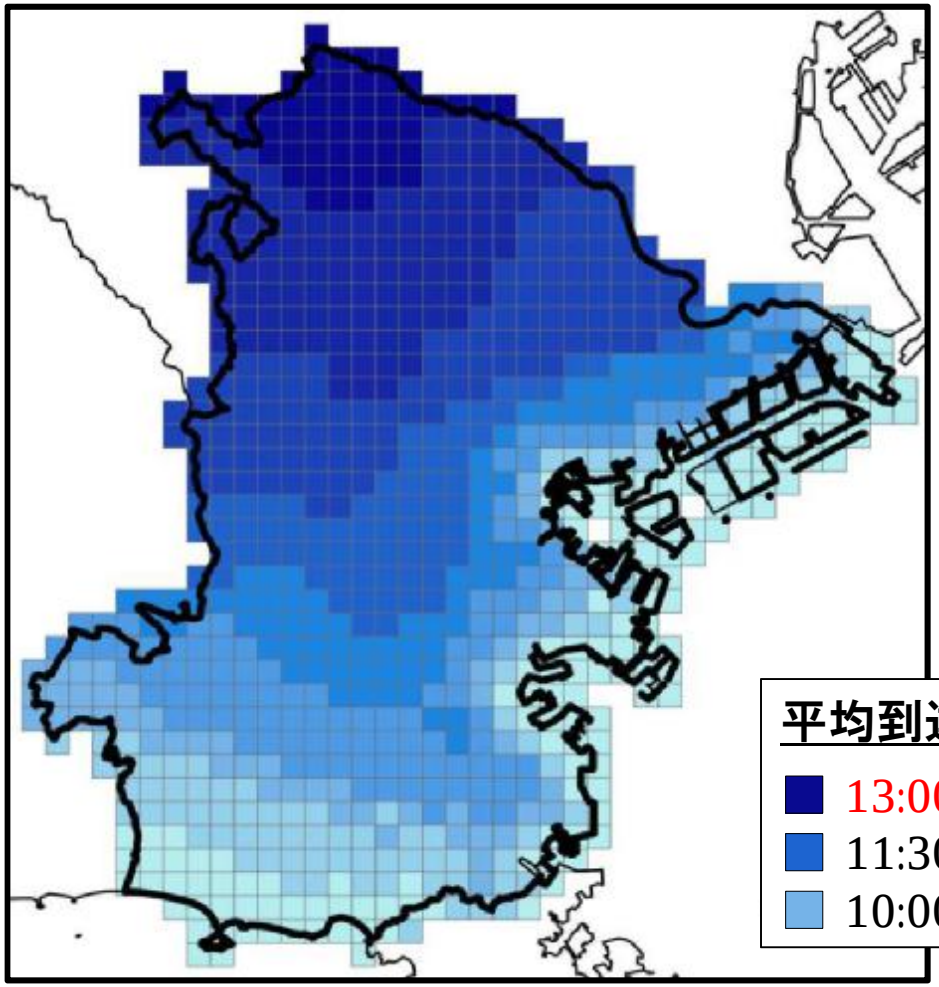
風分布



- 海風前線と高温域（35℃以上）の位置が概ね対応
- 海風前線の到達に伴って気温低下（または上昇抑制）

海風到達時間マップ（東+南風日）

佐々木唯，松尾薫，横山真，田中貴宏，佐土原聡，沿岸都市における夏季気温分布形成要因分析および都市気候ゾーニング手法に関する研究　ー谷戸地形を有する横浜市における都市環境気候図（クリマアトラス）作成を目的としてー，日本建築学会環境系論文集，pp.769-779，2018



2m/s以上の東風、南西風が
連続して吹く範囲
↓
海風到達域に設定
↓
海風到達域に入る時刻の
平均値を各メッシュで算出

平均到達時間

13:00-13:30	12:30-13:00	12:00-12:30
11:30-12:00	11:00-11:30	10:30-11:00
10:00-10:30	9:30-10:00	09:00-09:30

到達時間により、海風の活用度合を分類

本日お話しする内容

夏季日中に海から吹く冷涼な海風が都市域にもたらす気温低減効果、その影響範囲や空間分布などについて、**都市気候の数値シミュレーション**（＝数値計算）技術を用いて解析した結果を中心にご紹介します。

→ 海風の進入と気温の関係について　@横浜市

→ **地形の起伏と海風の関係について　@横浜市、広島市**

→ 河川と海風の関係について　@広島市

→ まとめ

地形の起伏と海風の関係について

神奈川県横浜市

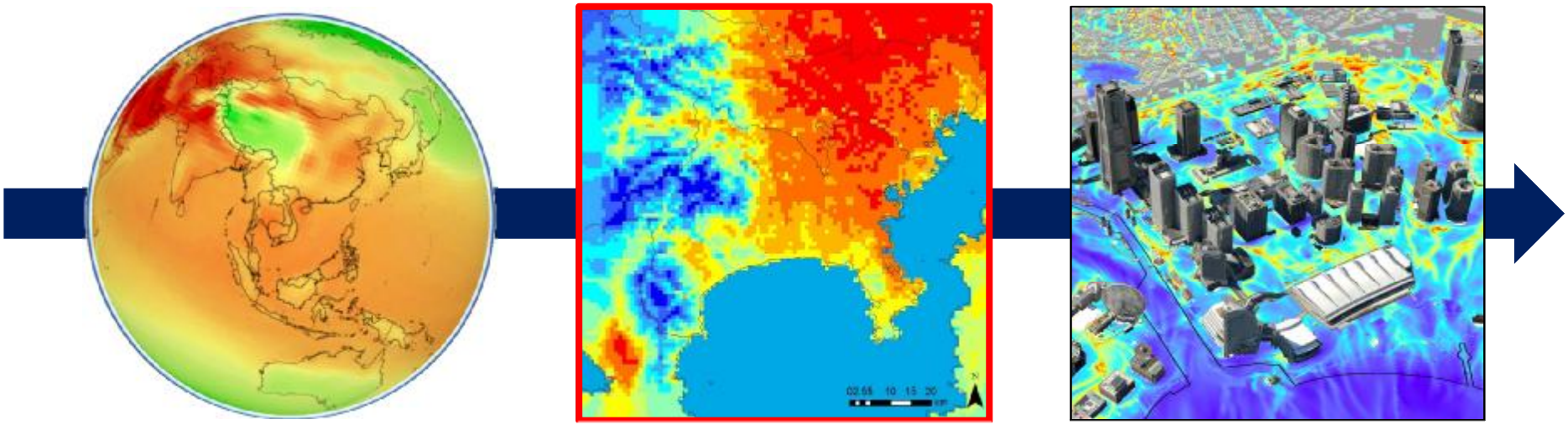
- 丘陵地の割合が大きく、内陸では台地と平地が複雑に入り組む
- 小規模谷（谷戸）が多数分布
- 谷部では潜在的に広域風の影響を受けにくい

微地形を反映した高解像度の数値シミュレーションを実施

※Google Earth Proにて作成

Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG)

- （国研）海洋研究開発機構（JAMSTEC）で開発が続けられている大気海洋結合モデル
- 全球スケール、メソスケール、都市スケール等の様々な気象の数値計算に対応したマルチスケールシミュレーションモデル
- 地球シミュレータに搭載され、大規模な数値計算の実行が可能



全球スケール　　メソスケール　　都市スケール

マルチスケールシミュレーションのイメージ

14

計算領域と期間

2016年7月29日0時～31日0時、8月4日0時～7日0時

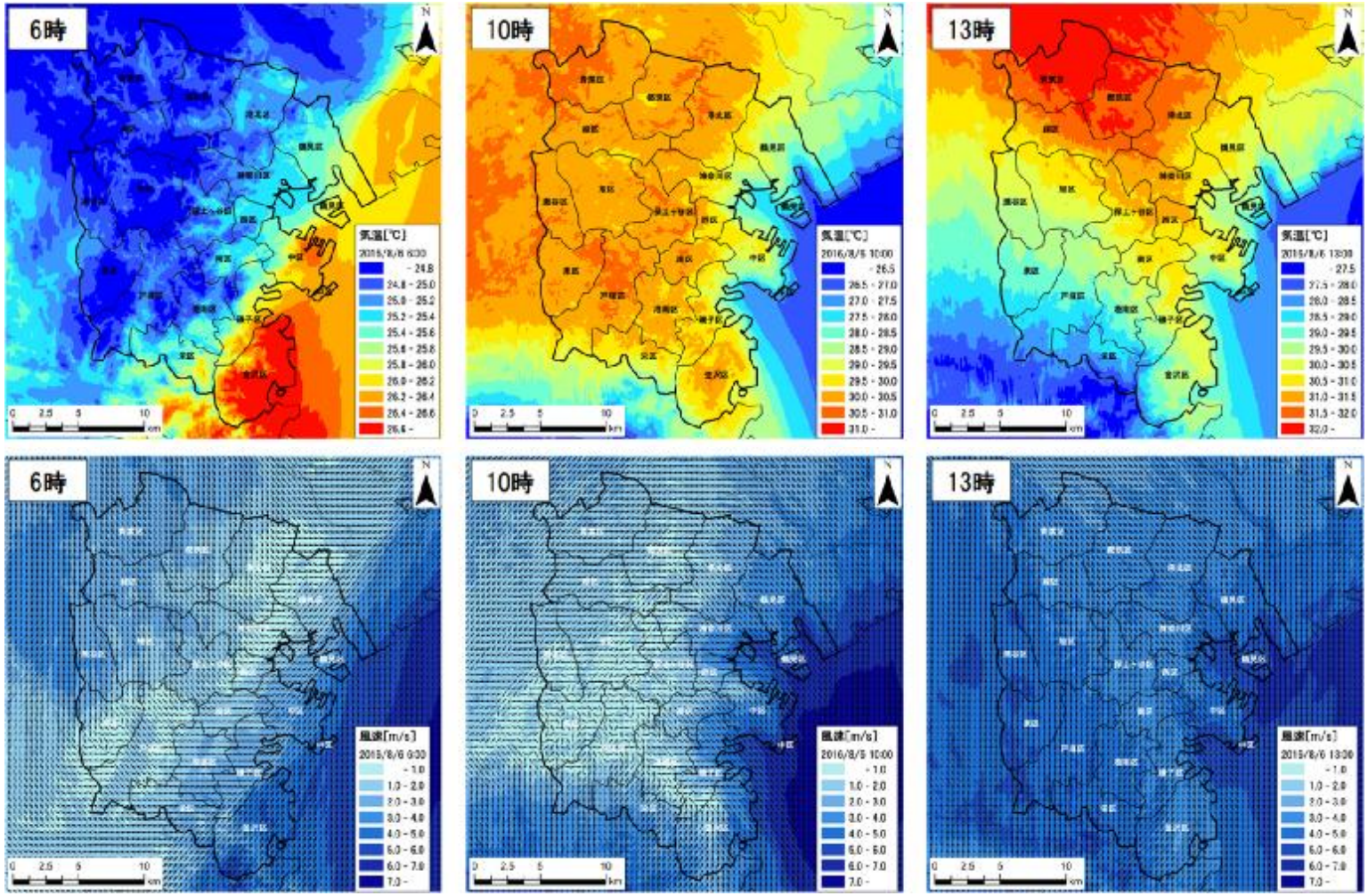
Domain1（2500m解像度）
192×192格子

Domain2（500m解像度）
512×512格子

Domain3（100m解像度）
512×512格子

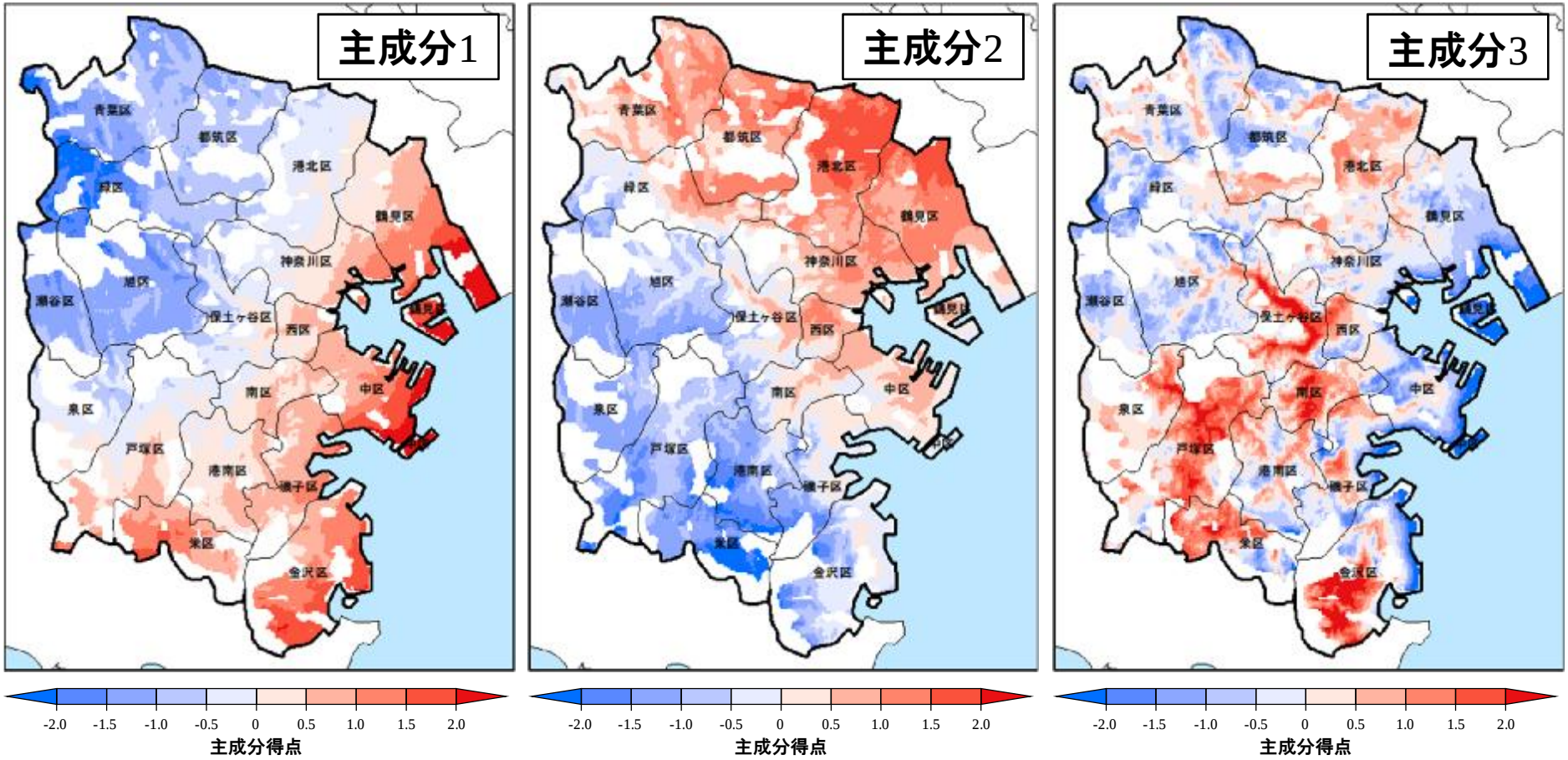
Domain3（100m解像度）の
結果を分析に使用

気温分布と風分布（2016年8月6日）



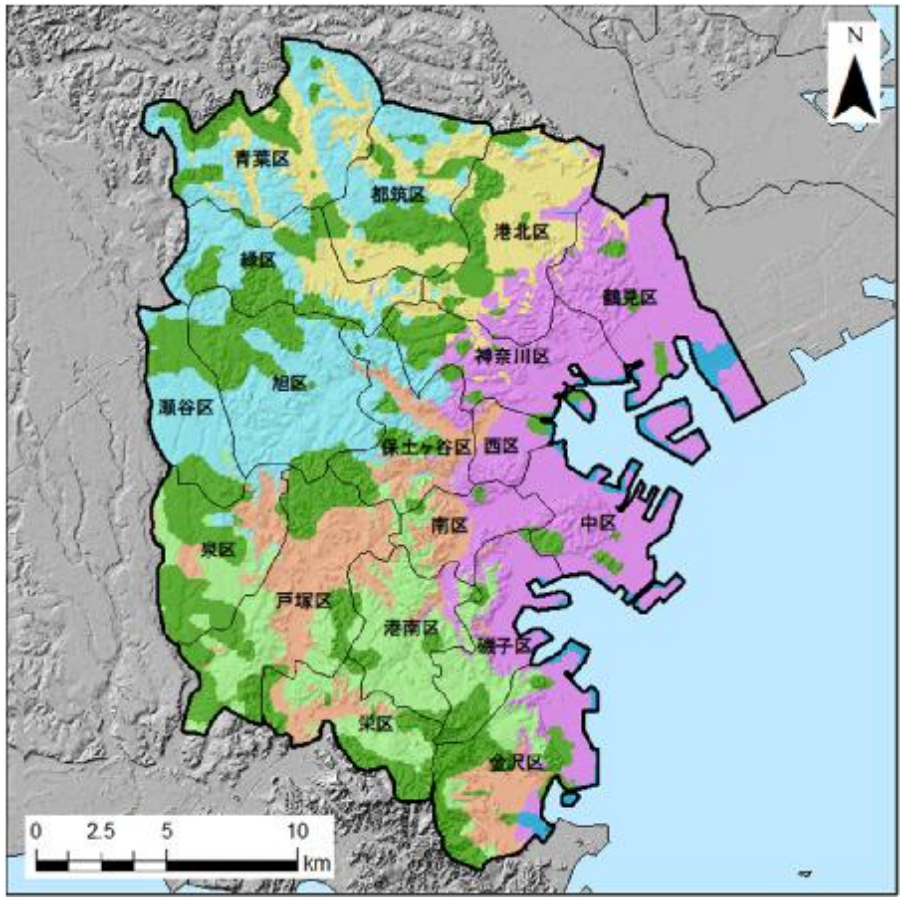
微地形の影響が見られ、谷部でやや高温

気温分布の主な要因を抽出（主成分分析）



気温は東京湾からの距離、相模湾からの距離、地形の凹凸と関連

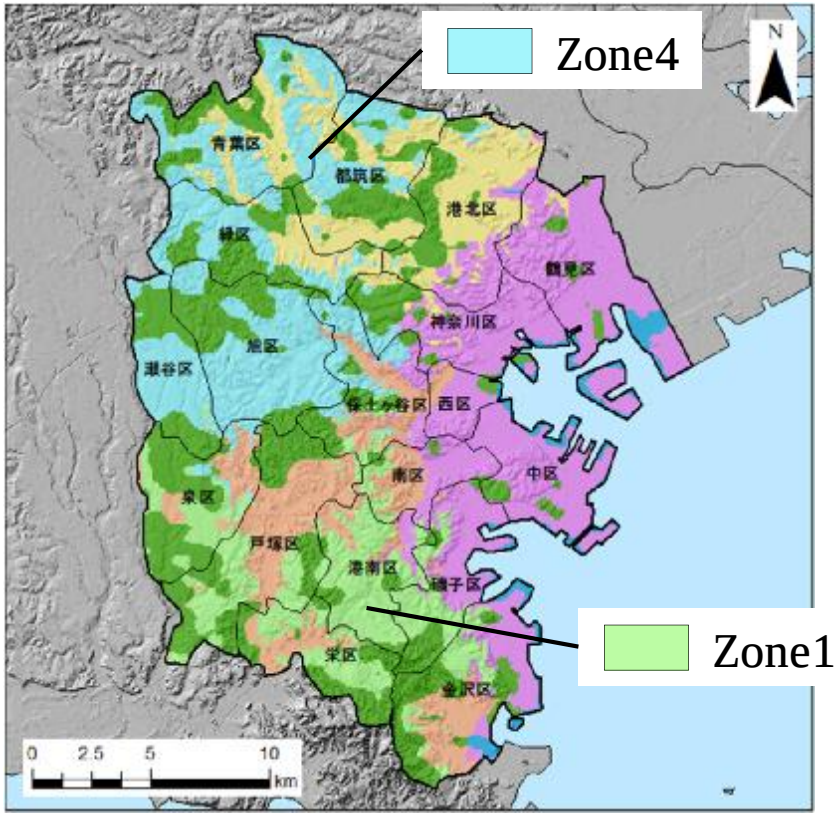
微地形を反映した都市気候ゾーニングマップ

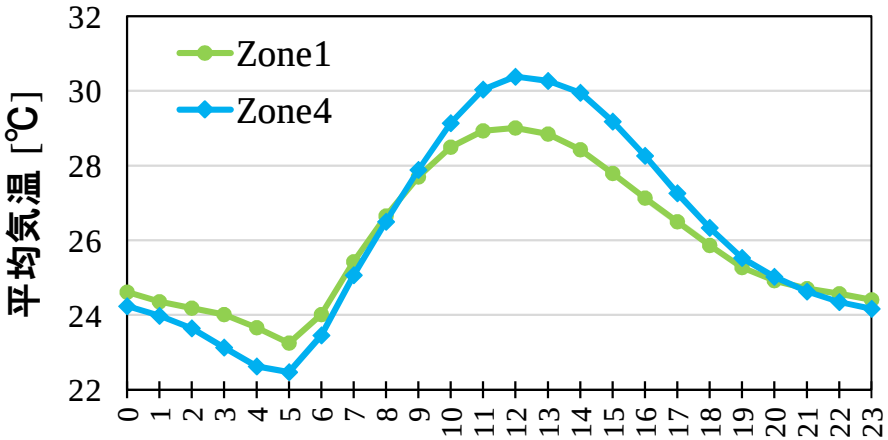


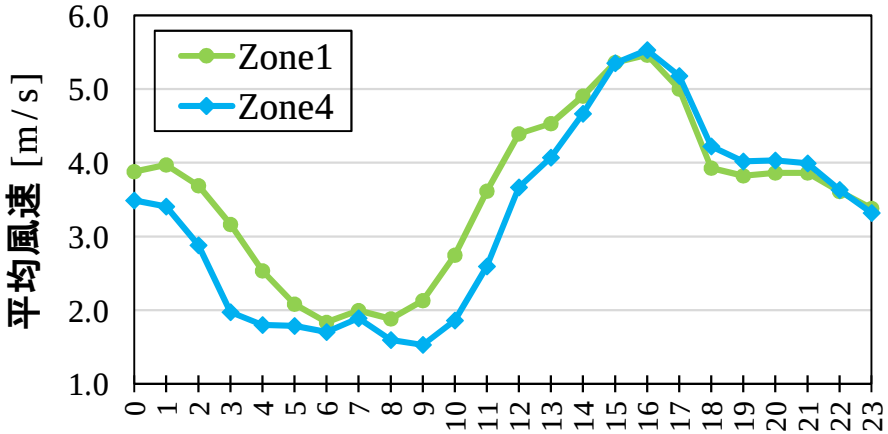
- Zone1 → 横浜市南部（台地）
- Zone2 → 横浜市南部（谷）
- Zone3 → 東京湾沿岸
- Zone4 → 横浜市北部（台地）
- Zone5 → 横浜市北部（谷）
- 緑地
- 水面

クラスター分析により、主成分得点に基づくゾーニングを実施

微地形を反映した都市気候ゾーニングマップ

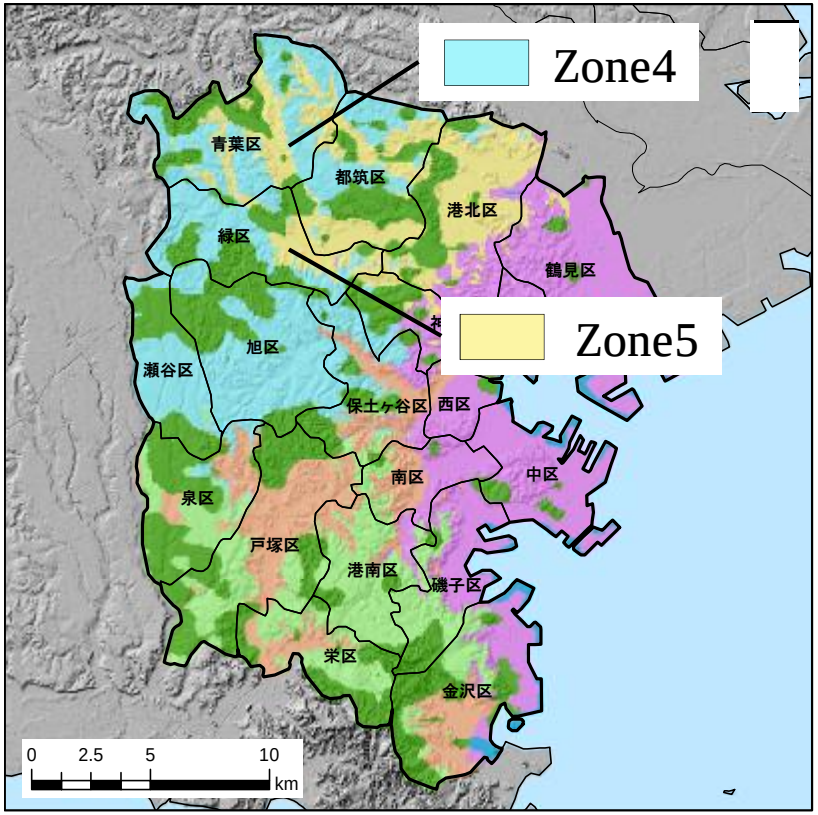


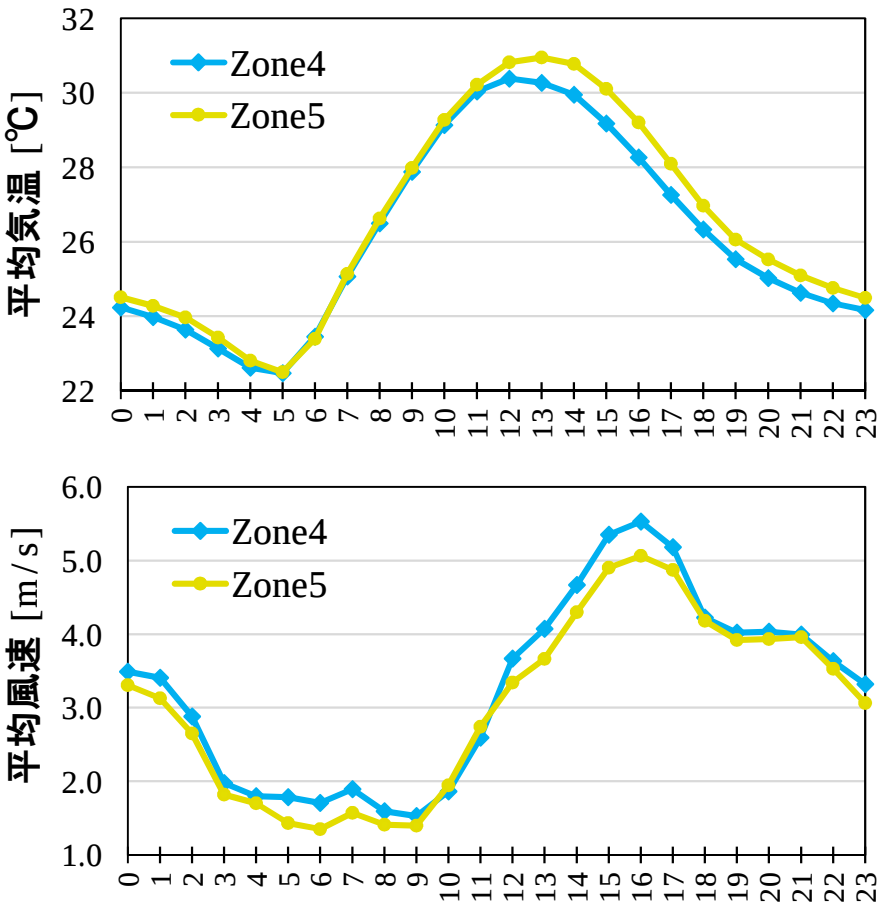




Zone1（市南部の丘陵上部）とZone4（市北部の丘陵上部）では
風速上昇・気温上昇の傾向が異なる（海風進入の違い）

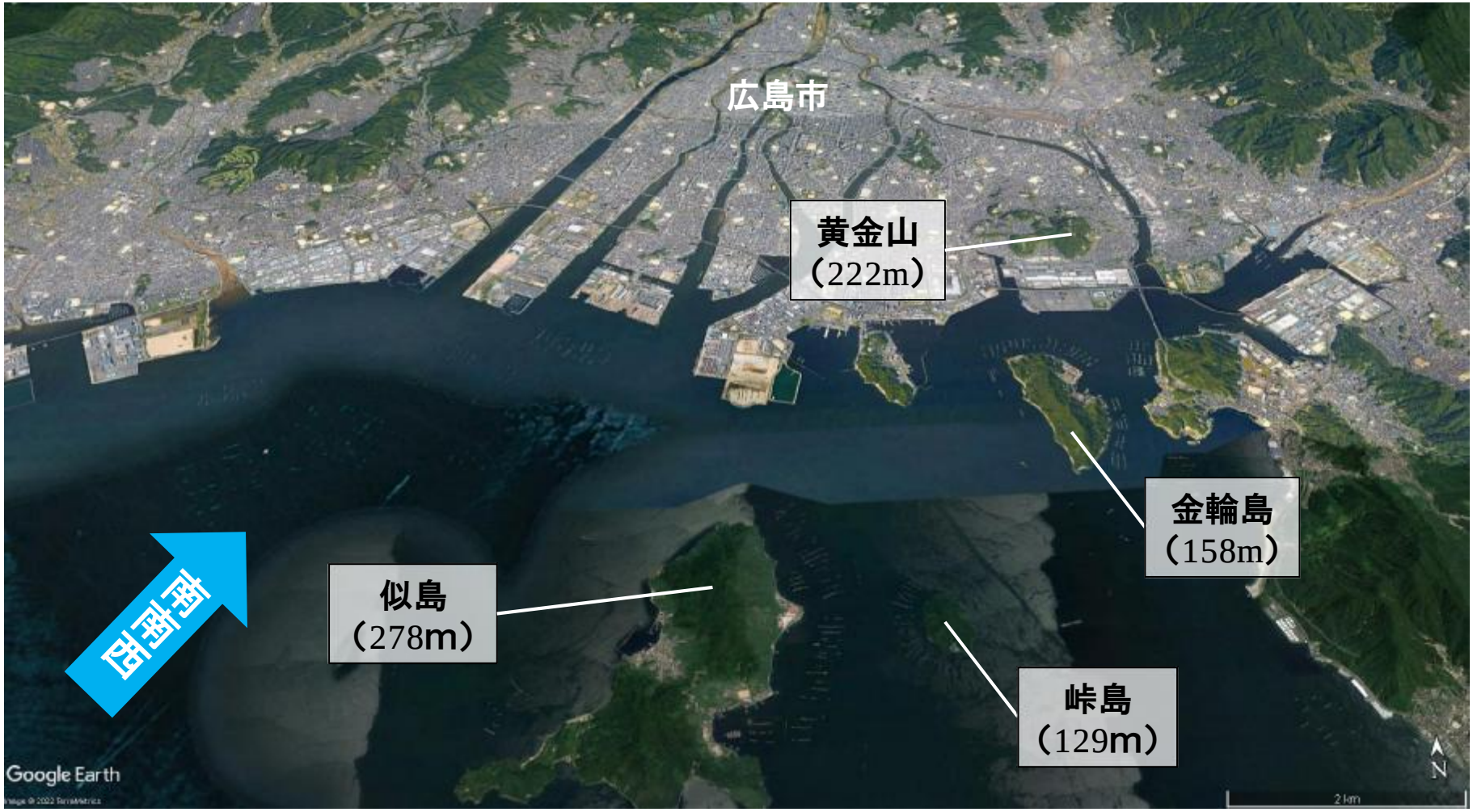
微地形を反映した都市気候ゾーニングマップ





Zone4（市北部の丘陵上部）とZone5（市北部の丘陵下部）では
気温・風速の最大値が異なる（風通し環境の違い）

沿岸地形による海風阻害時間数マップ

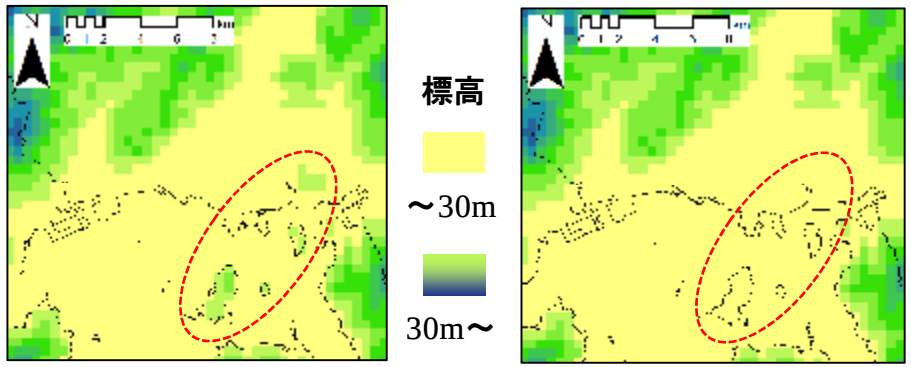


沿岸域の起伏が海風効果に影響を与えている？

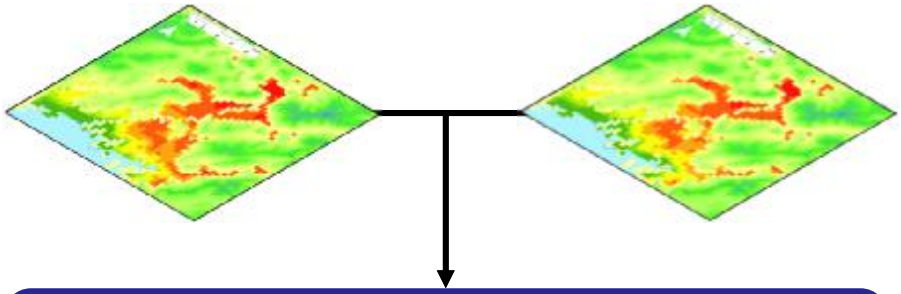
沿岸地形による海風阻害時間数マップ

大田修平，松尾薫，横山真，田中貴宏，広島市平野部の温熱環境の現状分析及び沿岸地形が海風効果に与える影響に関する研究，日本建築学会中国支部研究報告集，pp.351-354，2019

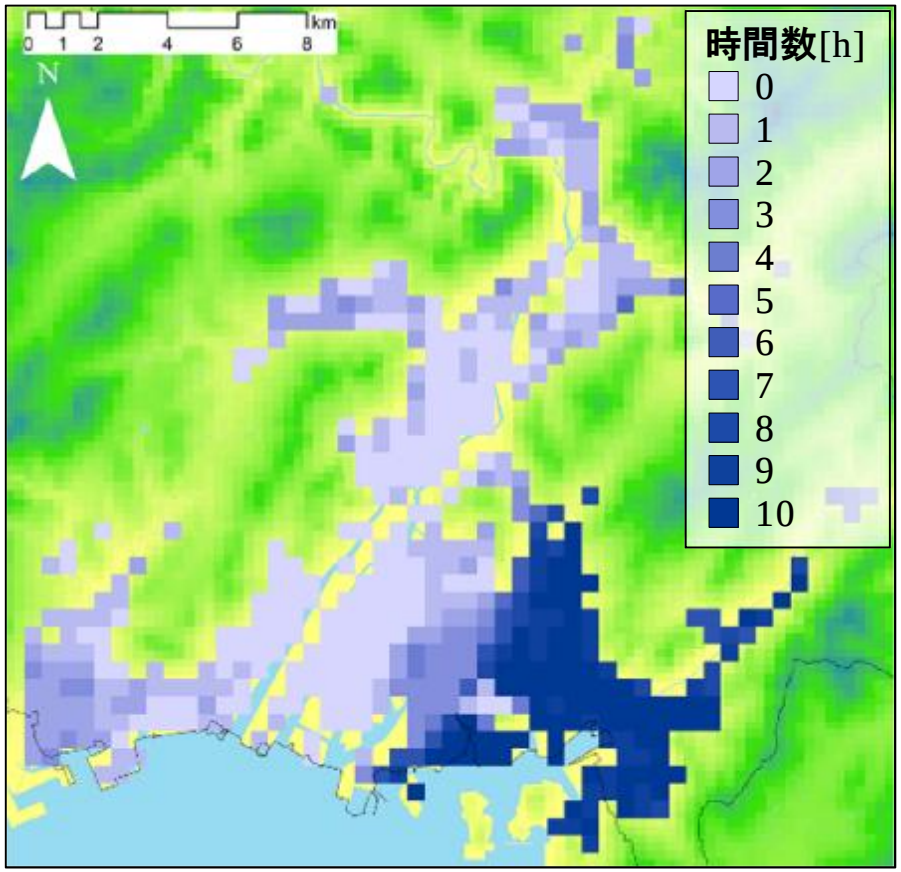
現状ケース　　平坦地想定ケース



WRF　　WRF



メッシュ毎にケース間で気温差が生じた時間を積算



デルタ東側では沿岸域の起伏により海風効果が得られにくい

本日お話しする内容

夏季日中に海から吹く冷涼な海風が都市域にもたらす気温低減効果、その影響範囲や空間分布などについて、**都市気候の数値シミュレーション**（＝数値計算）技術を用いて解析した結果を中心にご紹介します。

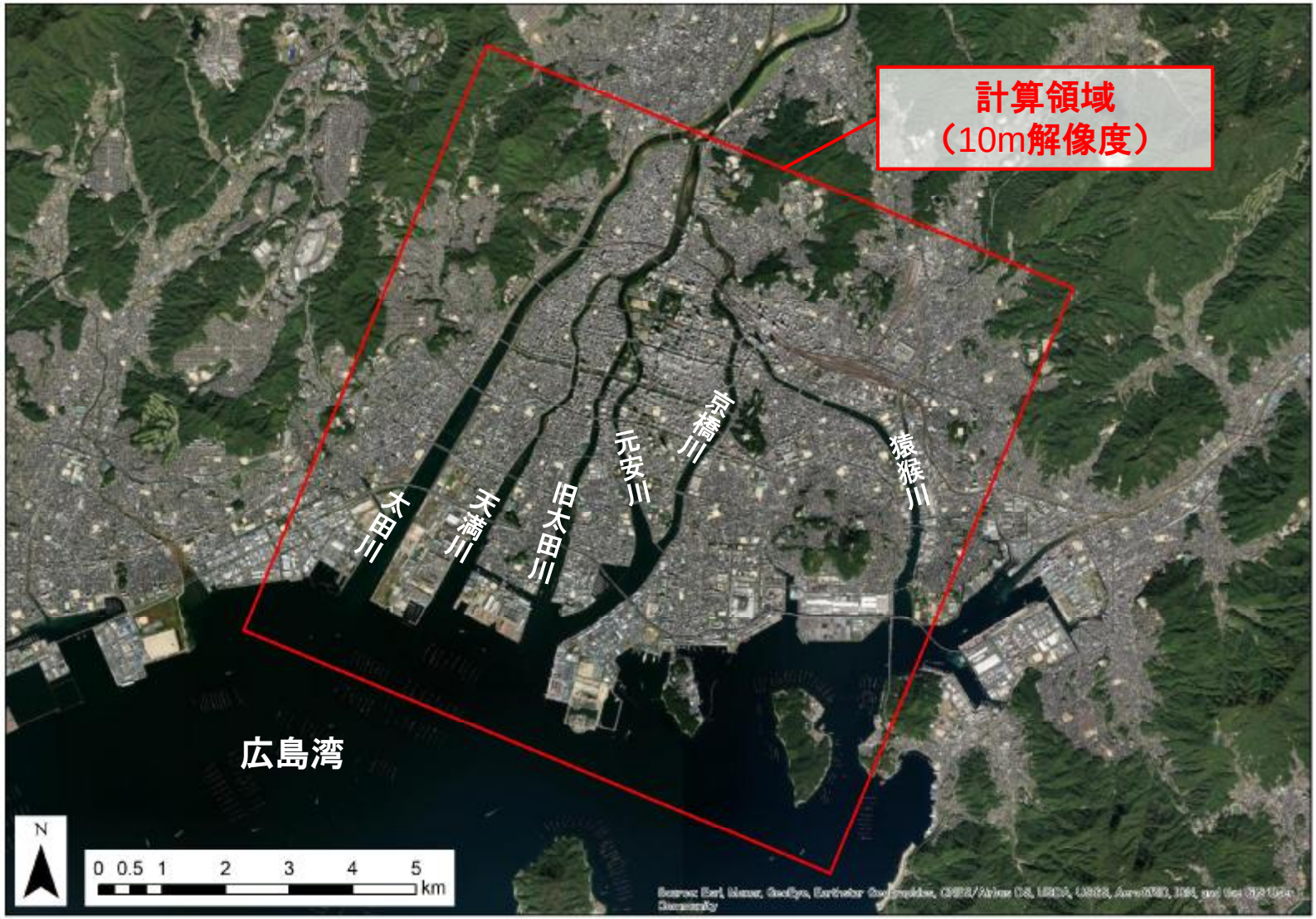
→ 海風の進入と気温の関係について　@横浜市

→ 地形の起伏と海風の関係について　@横浜市、広島市

→ **河川と海風の関係について　@広島市**

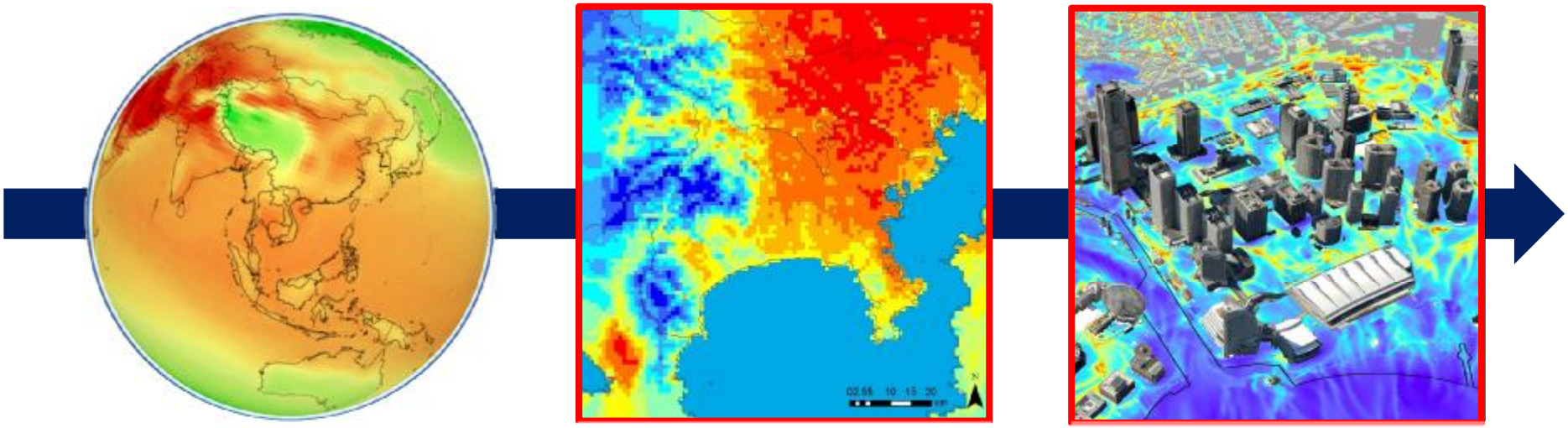
→ まとめ

広島県広島市のデルタ地形



Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG)

- （国研）海洋研究開発機構（JAMSTEC）で開発が続けられている大気海洋結合モデル
- 全球スケール、メソスケール、都市スケール等の様々な気象の数値計算に対応したマルチスケールシミュレーションモデル
- 地球シミュレータに搭載され、大規模な数値計算の実行が可能

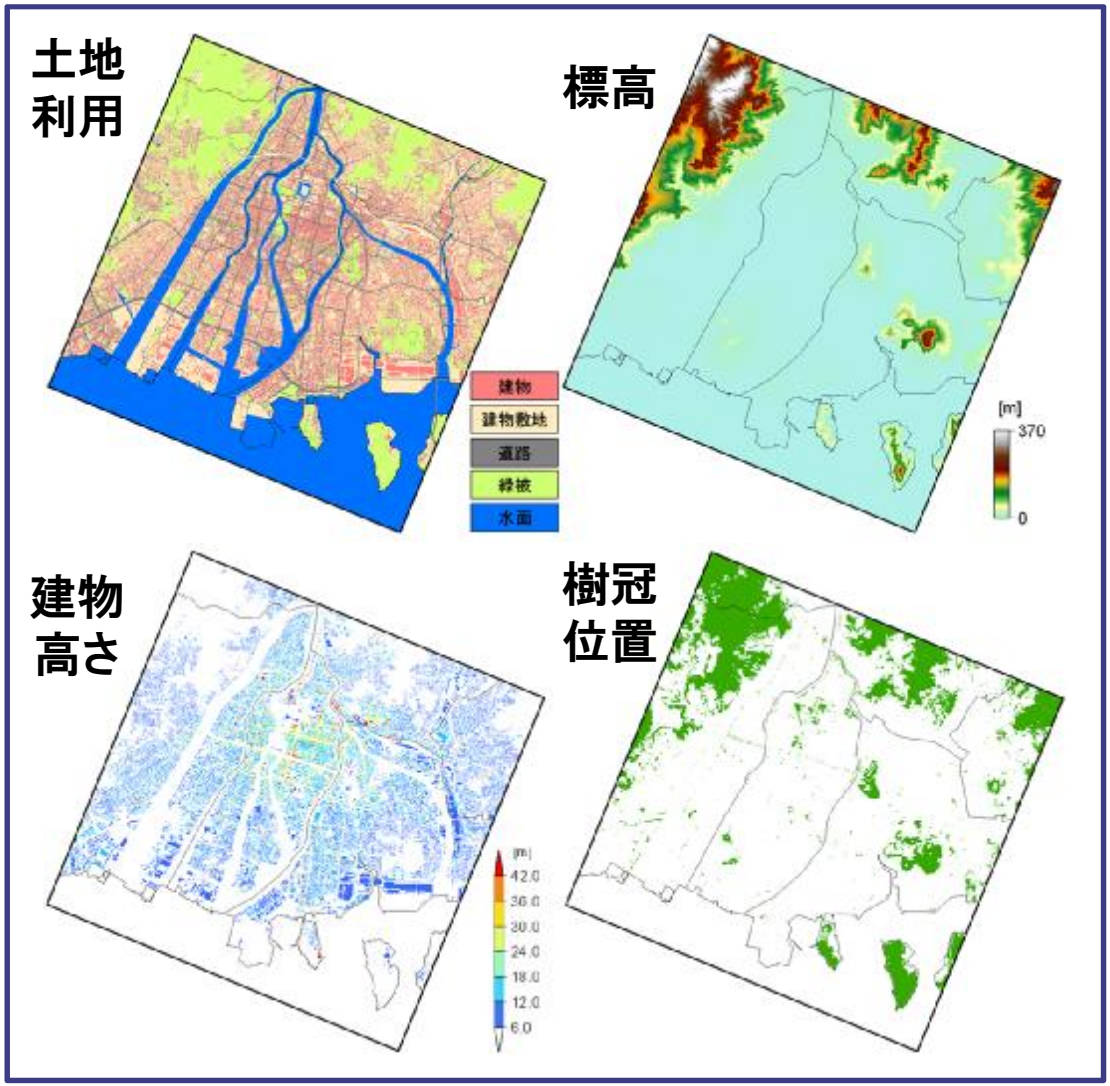


全球スケール　メソスケール　都市スケール

マルチスケールシミュレーションのイメージ

河川と海風の関係について

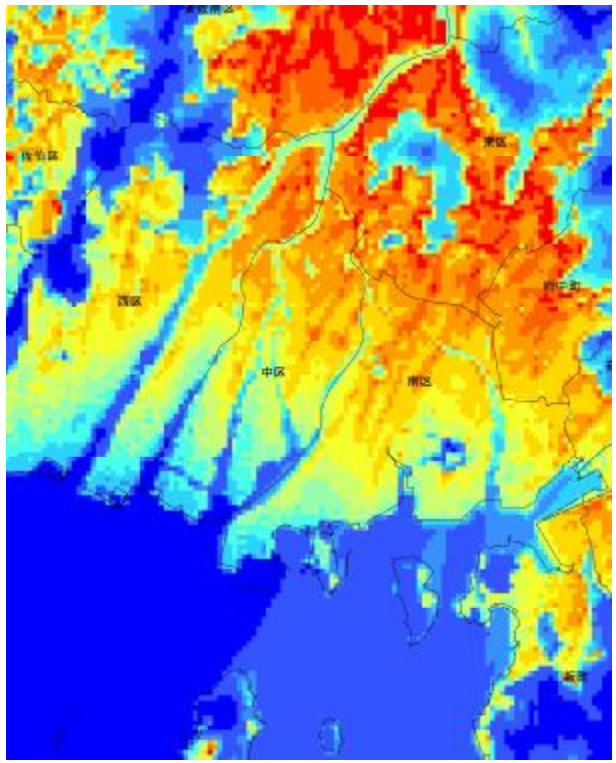
地表面条件



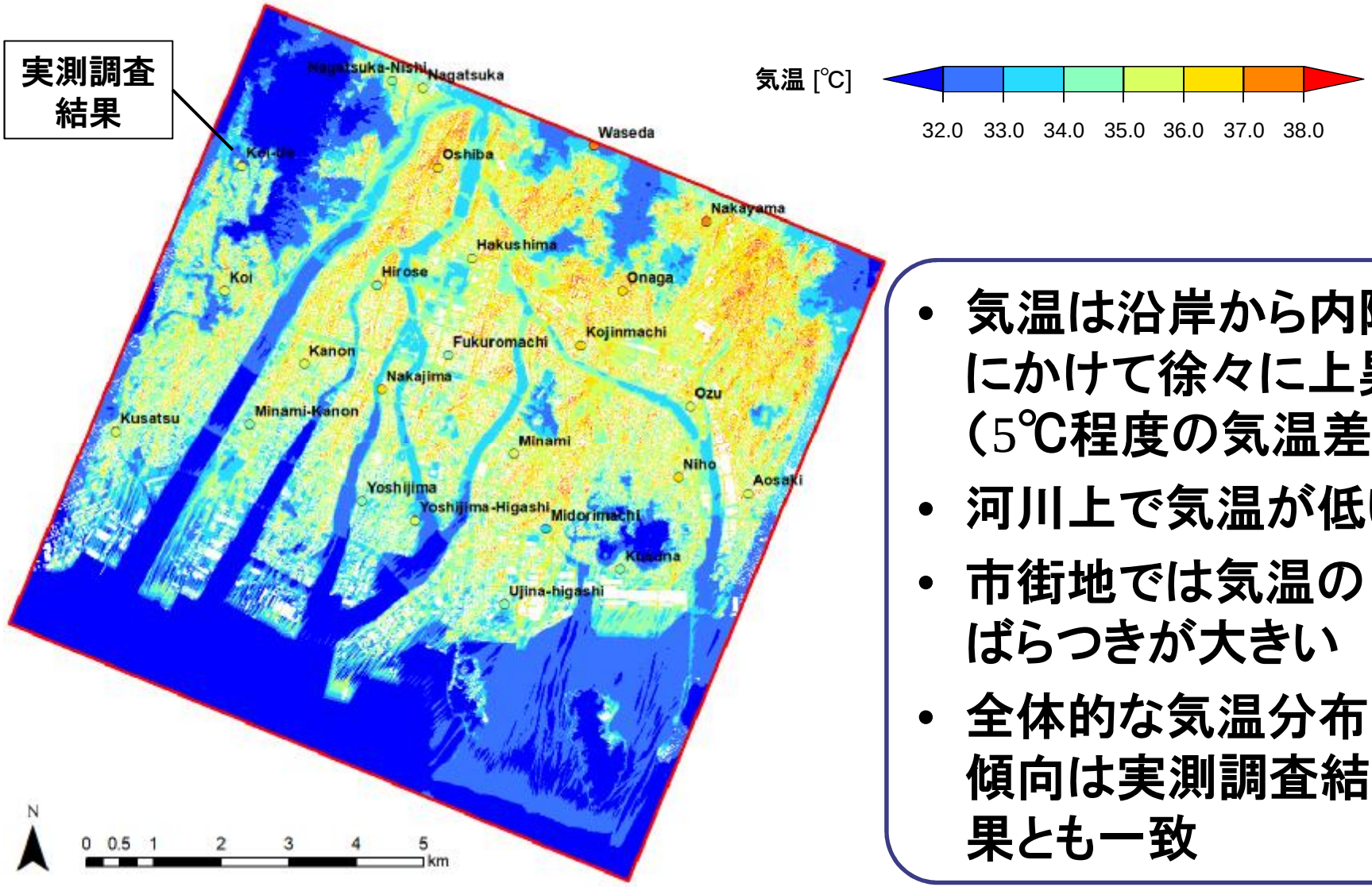
＋

気象条件

100m解像度の
シミュレーション結果

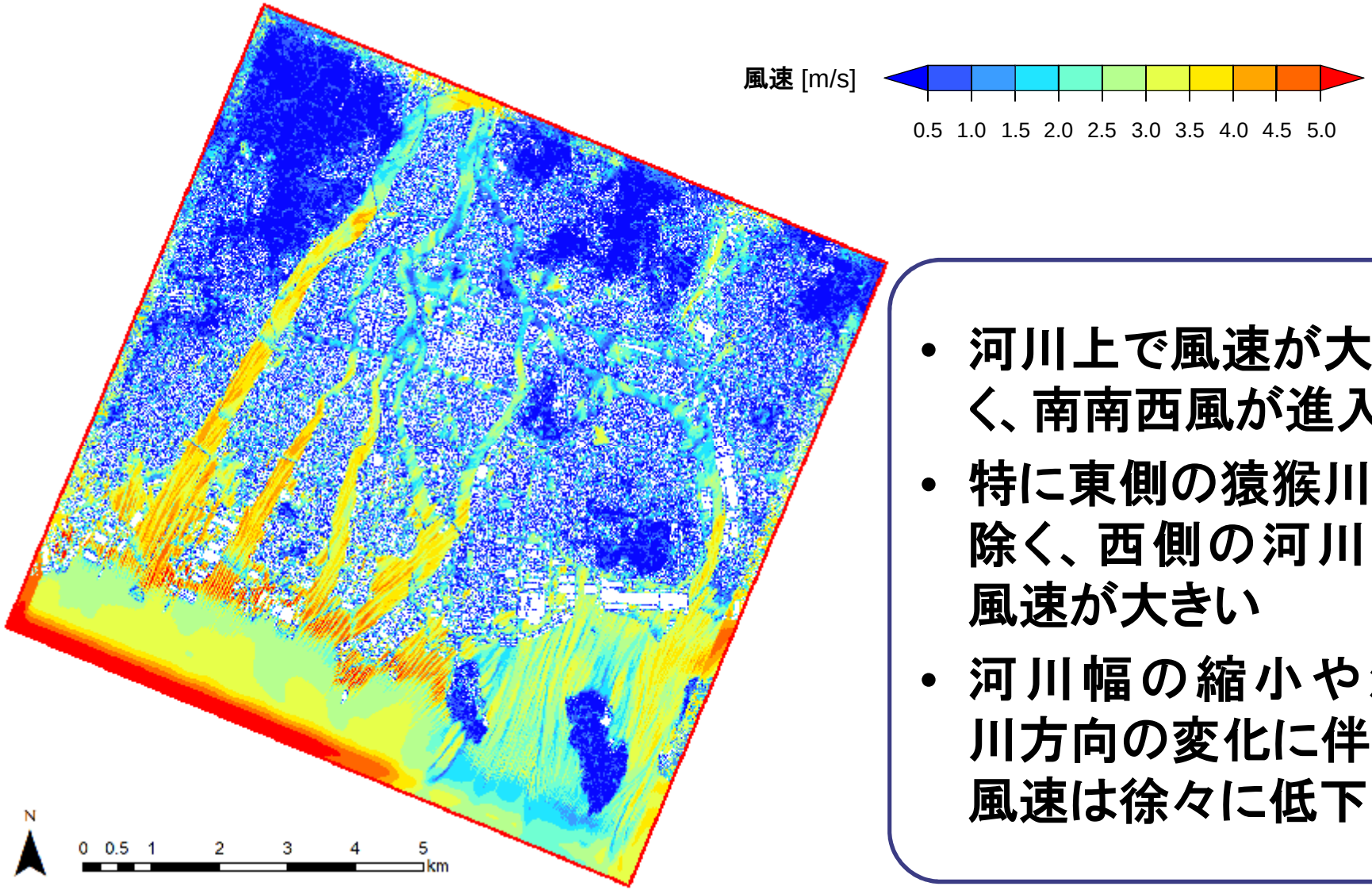


気温分布（2013年8月13日　13：00～13：10）



- 気温は沿岸から内陸にかけて徐々に上昇（5℃程度の気温差）
- 河川上で気温が低い
- 市街地では気温のばらつきが大きい
- 全体的な気温分布傾向は実測調査結果とも一致

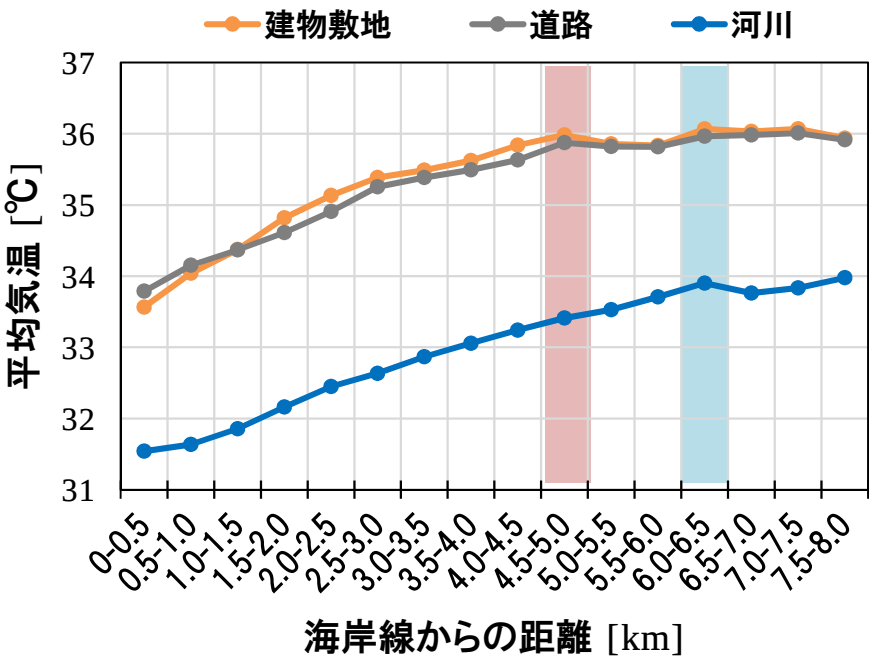
風速分布（2013年8月13日　13：00～13：10）



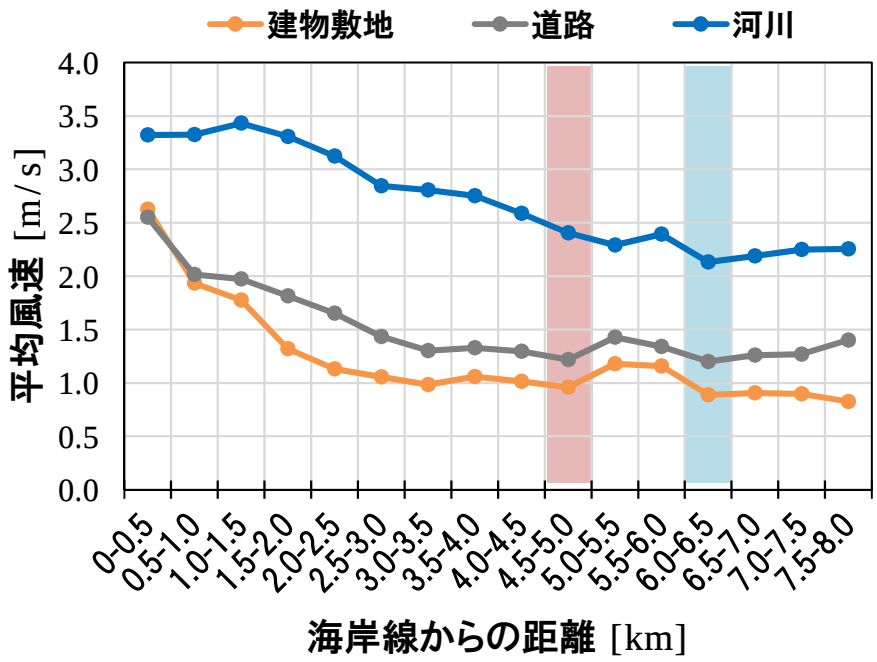
- 河川上で風速が大きく、南南西風が進入
- 特に東側の猿猴川を除く、西側の河川で風速が大きい
- 河川幅の縮小や河川方向の変化に伴い風速は徐々に低下

海岸距離との関連（2013年8月13日　13：00～13：30）

500m毎の平均気温

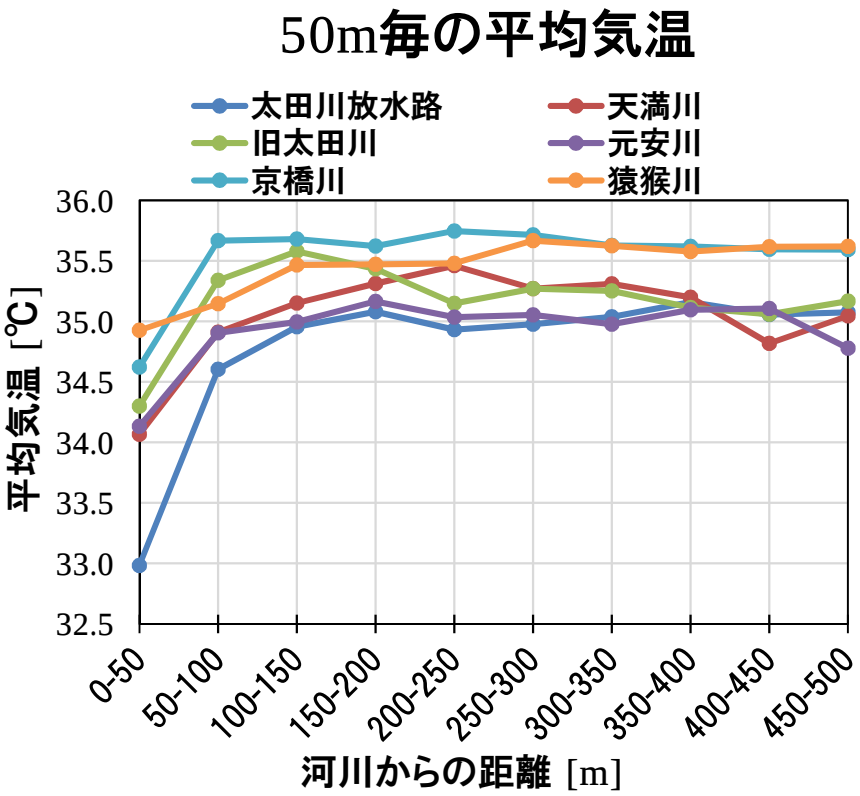


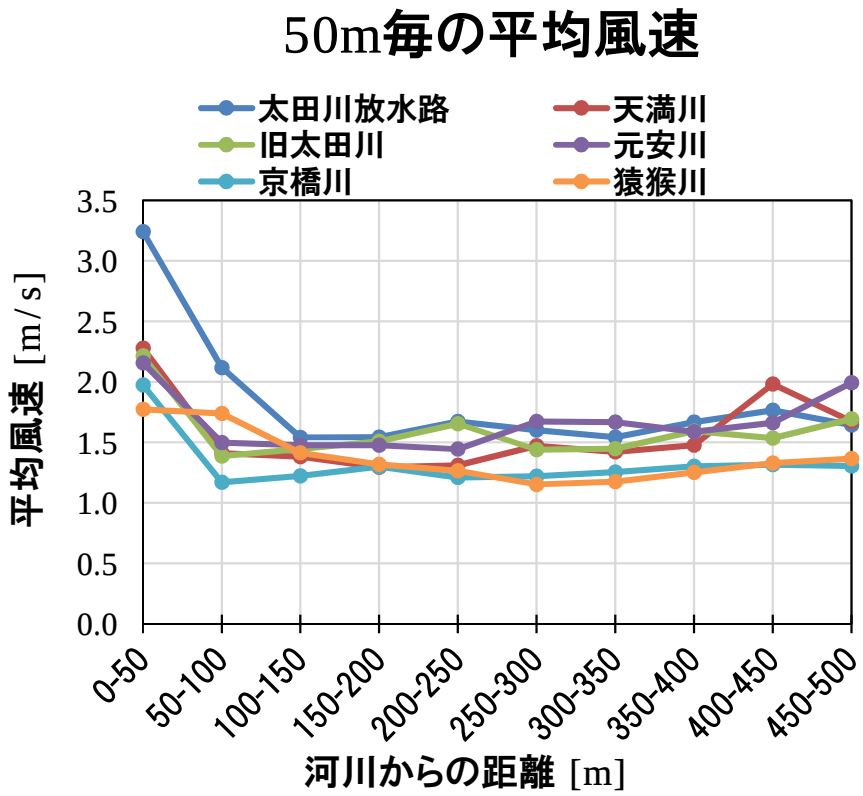
500m毎の平均風速



- 気温は沿岸から徐々に上昇し、風速は沿岸から徐々に低下
- 市街地は海岸線から約5km、河川では約7kmまでの変化が大

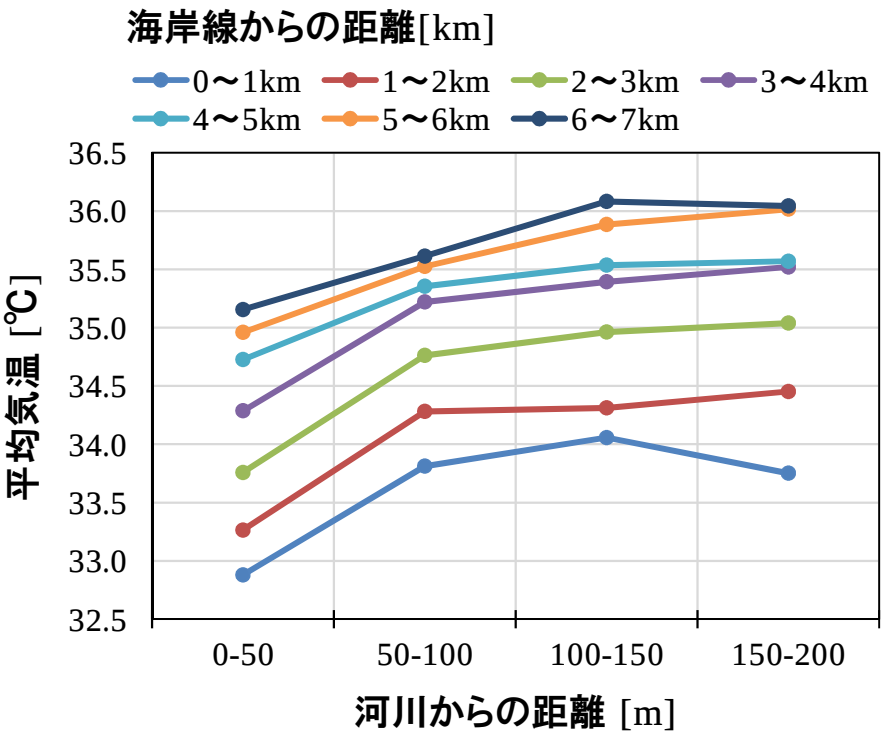
河川距離との関連（2013年8月13日　13：00～13：30）

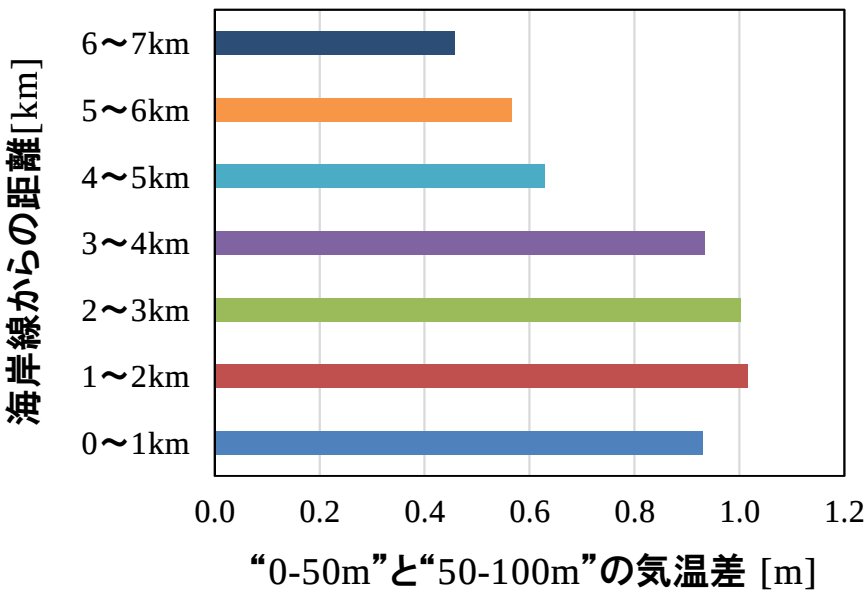




- 河川直近の気温が低く、風速は大きいが、影響範囲は限定的
- 河川毎に変化幅は異なり、大田川放水路で最も大きい

海岸距離、河川距離と気温の関係
（2013年8月13日　13:00～13:30）





- 沿岸に近い方が河川直近の気温が低下傾向
- 海風の到達範囲内で河川の気温低減効果が大きい

本日お話しする内容

夏季日中に海から吹く冷涼な海風が都市域にもたらす気温低減効果、その影響範囲や空間分布などについて、**都市気候の数値シミュレーション**（＝数値計算）技術を用いて解析した結果を中心にご紹介します。

→ 海風の進入と気温の関係について　@横浜市

→ 地形の起伏と海風の関係について　@横浜市、広島市

→ 河川と海風の関係について　@広島市

→ まとめ

まとめ

u　海風の進入と気温の関係について　@横浜市

→　海風は沿岸から内陸に徐々に進入

→　海風前線の到達に伴って気温低下（または上昇抑制）

→　横浜市では13時半までに概ね全域が到達圏内に

u　地形の起伏と海風の関係について　@横浜市、広島市

→　横浜市内の小規模谷では海風の影響を受けにくい

→　広島市では沿岸域の起伏が主にデルタ東側の海風効果を阻害

u　河川と海風の関係について　@広島市

→　河川上を海風が遡上する様子が見られ、幅や向きにより減衰する

→　河川の影響範囲は限定的だが、海風の到達範囲内で効果が大きい

ご清聴ありがとうございました

福山市立大学都市経営学部
講師　横山真
m-yokoyama@fcu.ac.jp

FUKUYAMA CITY UNIVERSITY
福山市立大学