

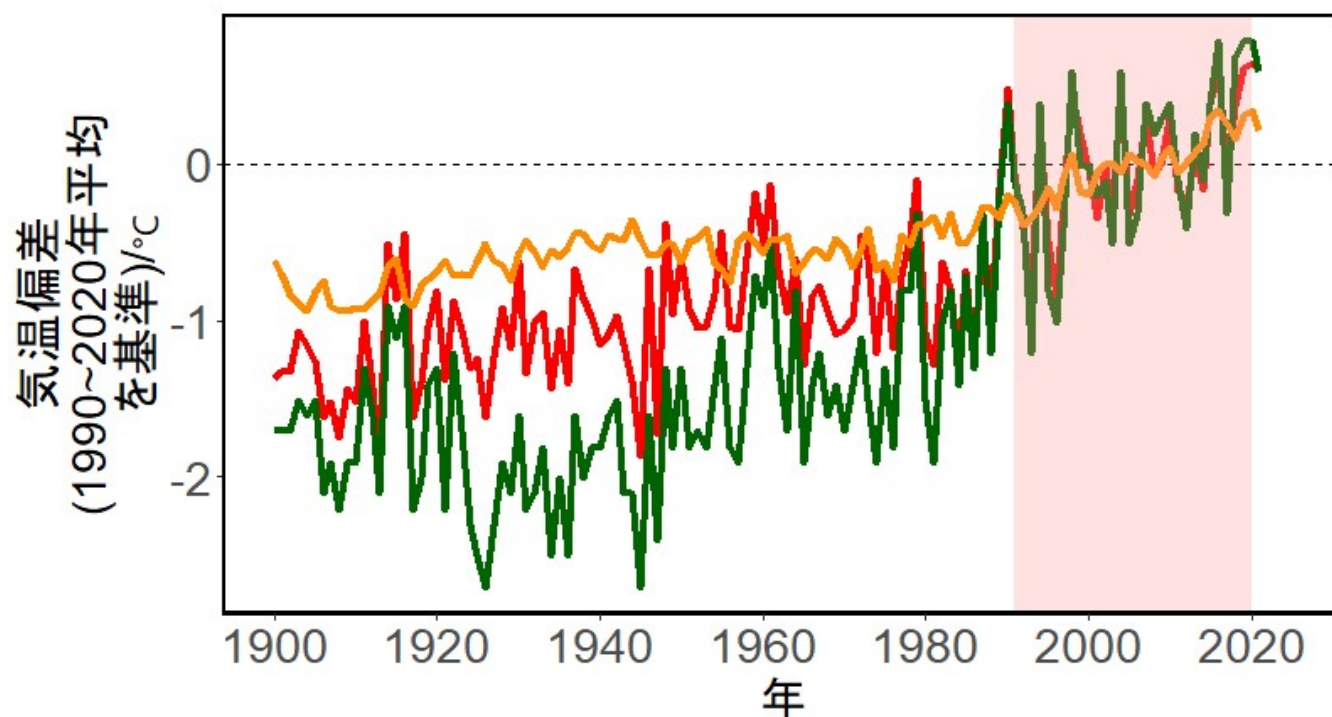
名古屋市環境科学調査センター
令和4年度調査研究発表会

人工衛星を用いた 地表面温度の測定

主任研究員 久恒 邦裕

気温変化グラフ

— 日本 — 名古屋 — 世界



気温変化 °C/100年
(1901-2020年の
データから計算)

- 全世界: 0.79
- 日本 : 1.30
- 名古屋: 2.00

地球規模の
気候変動に加えて
都市部特有の
ヒートアイランドの影響で
名古屋では
気温の変化が大きい

1991～2020年の30年間の平均値を基準とした、気温差
*各グラフの基準温度は異なります。

気候変動への対応



- ・ ＜緩和＞と＜適応＞を、同時に推進していく。

＜緩和＞：地球温暖化対策推進法

○省エネ、再生可能エネルギーの活用、植林など

＜適応＞：気候変動適応法

○熱中症予防、災害対策、高温耐性の農作物の開発など



【名古屋市】

第4次名古屋市環境基本計画

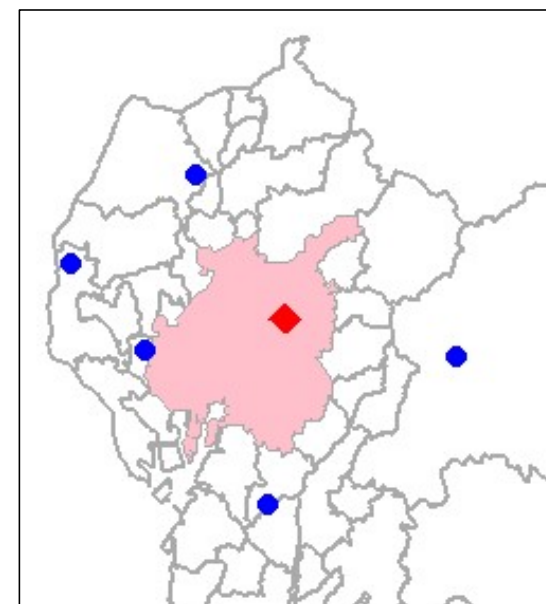
施策Ⅴ 気候変動に対する緩和策と適応策を推進する



気候変動・ヒートアイランド問題



- **気温**の測定が必須。
- 地域気象観測システム(アメダス)は、**約17km間隔**で設置(右図参照)。
- 名古屋市には**名古屋地方気象台**があるが、市内の気温分布は測定されていない。
- 市内の環境はオフィス街、住宅地、緑地など**多様**。
- <点>ではなく、<**面**>で測定が望ましい。
- しかし、気象観測装置の増設には**膨大なコストが必要**。



名古屋周辺の
アメダス設置場所

⇒ **リモートセンシング**技術を活用できないか？

リモートセンシング技術について

リモートセンシングとは、「物を触らずに調べる」技術*

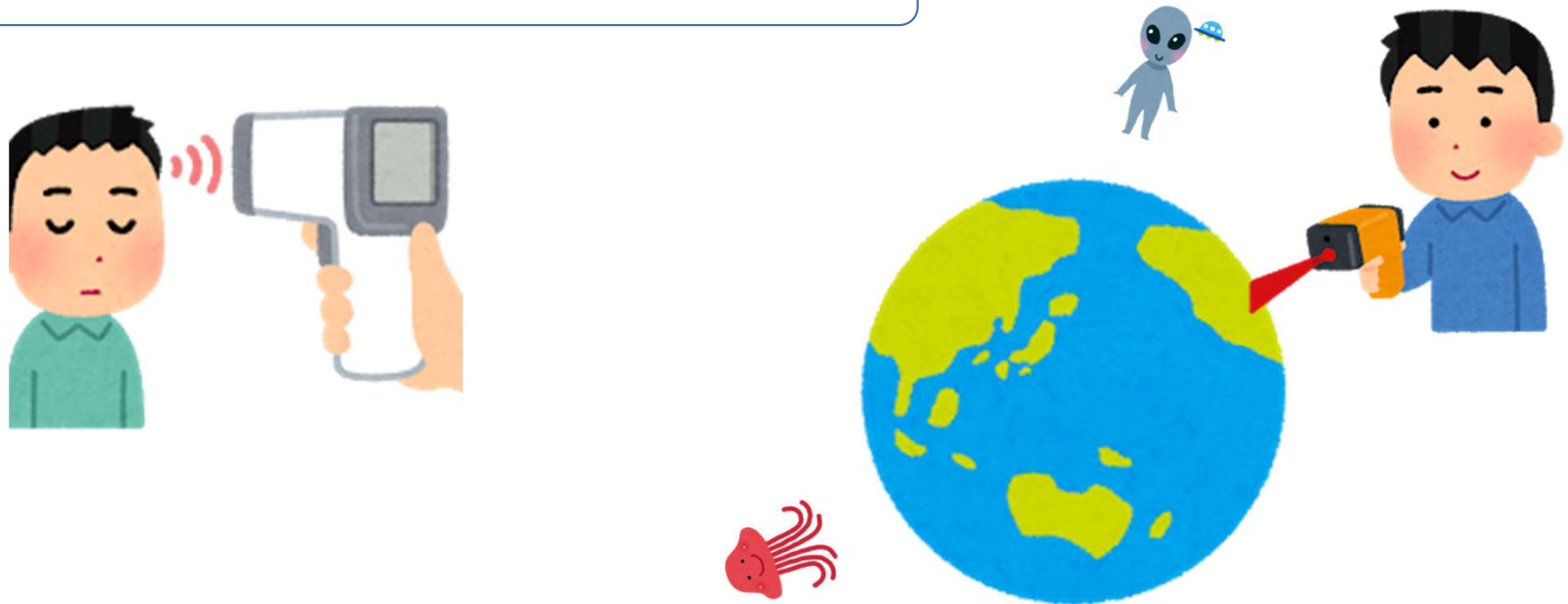
*) 一般財団法人 リモート・センシング技術センター

- 飛行機や人工衛星などで離れたところから観測する技術。
 - 気象衛星「ひまわり」などによる雨雲等の観測
 - 写真で地上の変化(災害等)の観察
- 目に見えない光を利用した観測も可能
 - 地表面温度 ← 今回使用する手法
 - 植生分布
 - 土砂災害予測



人工衛星から、地表面温度を見る

最近は、こうやって体温測ることも多いですね



衛星で地表面温度を測定するのも、こんな感じです

調査の目的

【目的】 名古屋市内の熱環境を、面的に把握する。

* 熱環境: 地表面温度や気温など、身近な熱(暑さ)に係る環境を表現しています。

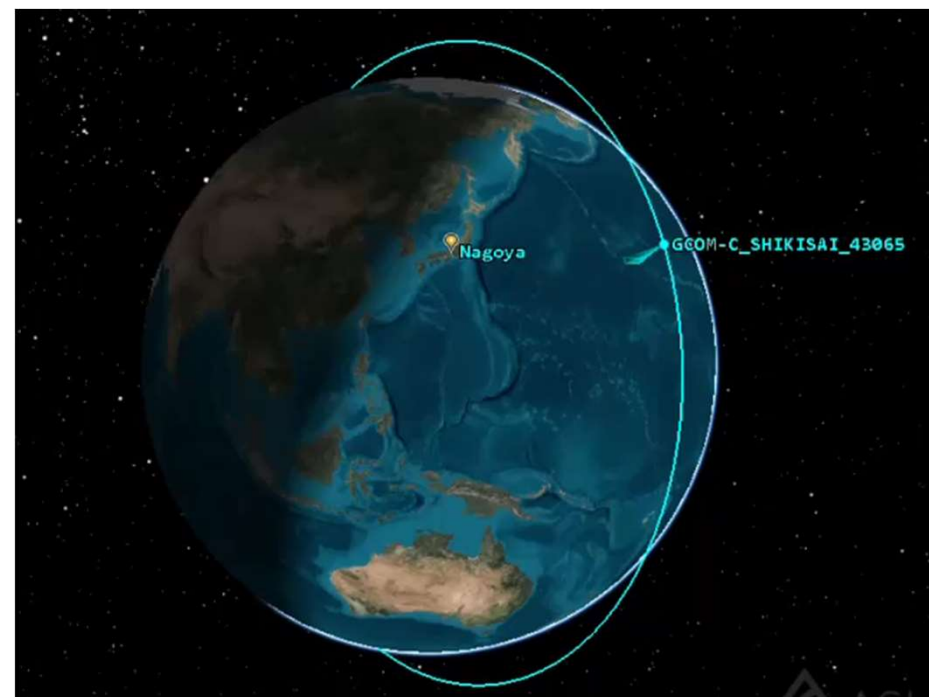
【手法】 1. 人工衛星によるリモートセンシングデータを用いて
地表面温度を測定する。
2. 地表面温度データを利用して、気温の推定を行う。

【人工衛星】 気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)

【調査期間】 2021年度

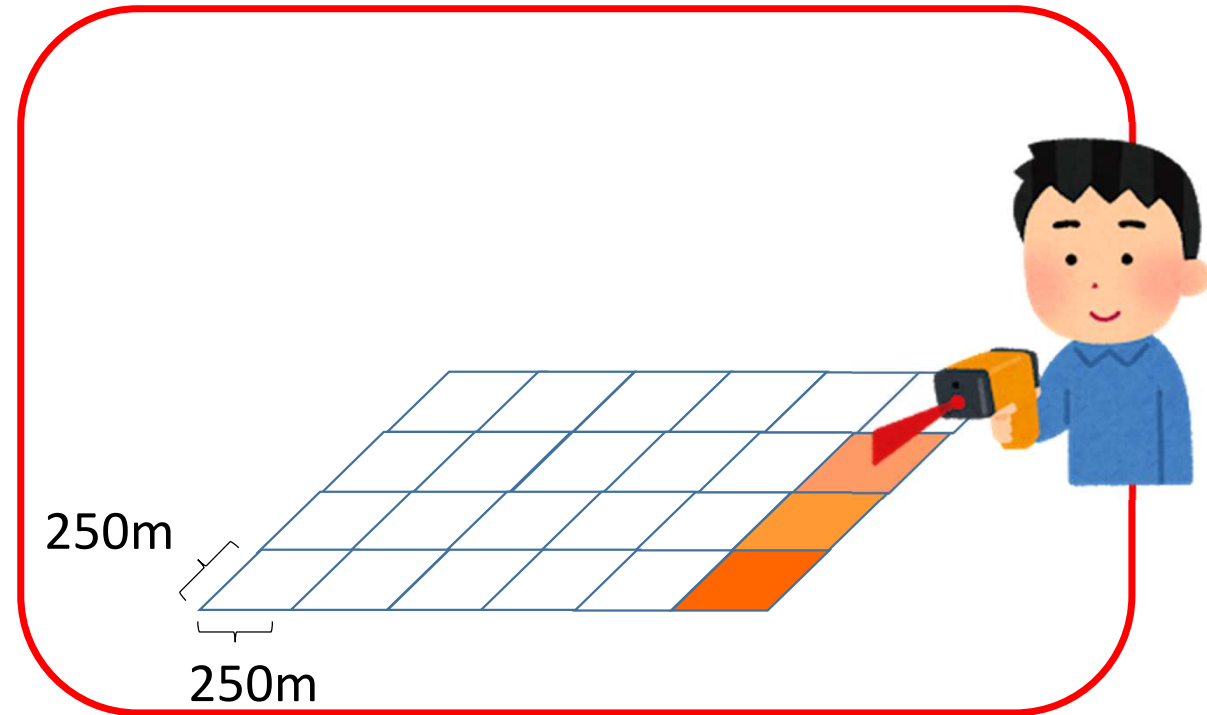
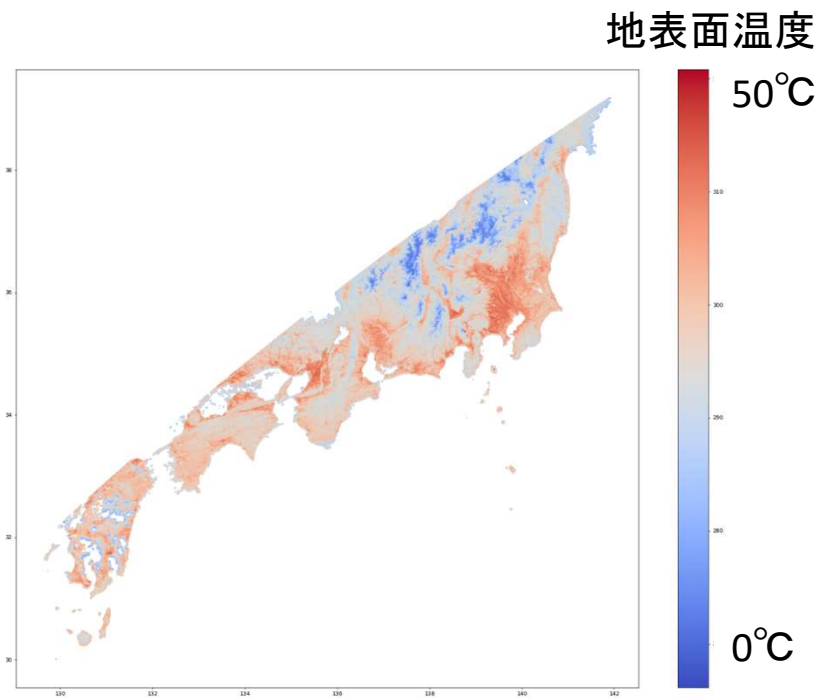
人工衛星「しきさい」について

- 大量のデータが、無料で公開
- 2, 3日ごとに同じ軌道を通る。
(毎日、同じ観測はできない)
- 決まった時間でのみ観測。
 - ・ 日中のデータは午前9～11時頃
 - ・ 夜間のデータは午後9～11時頃
- 雲があると測定できない。



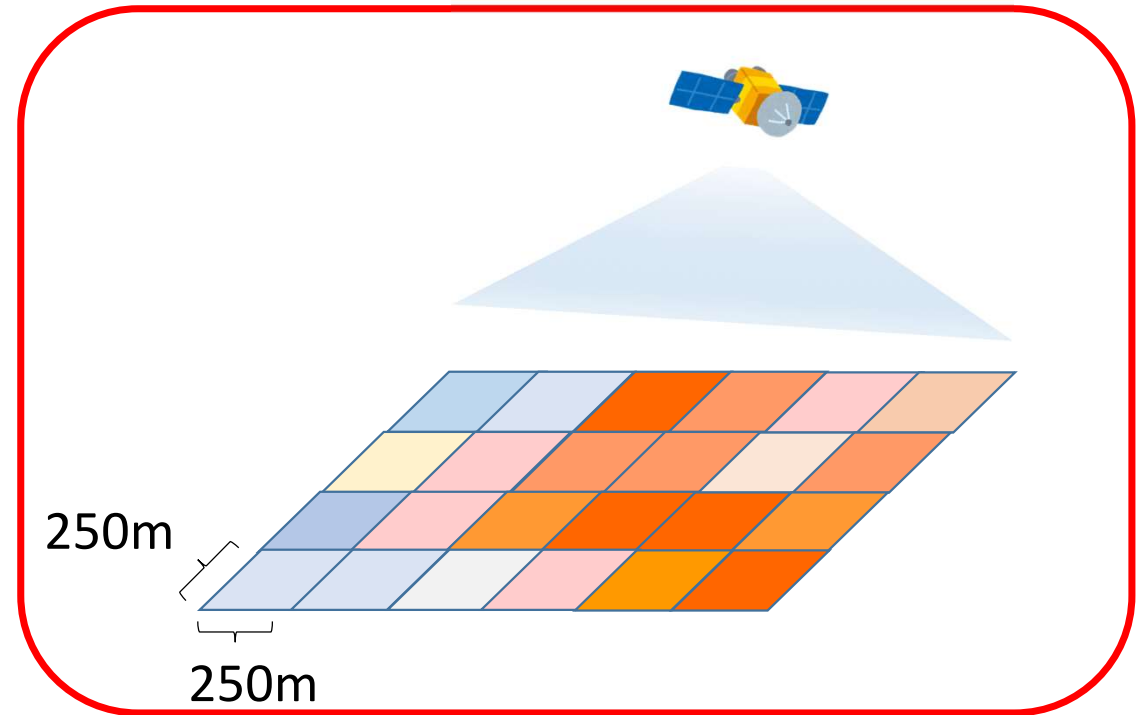
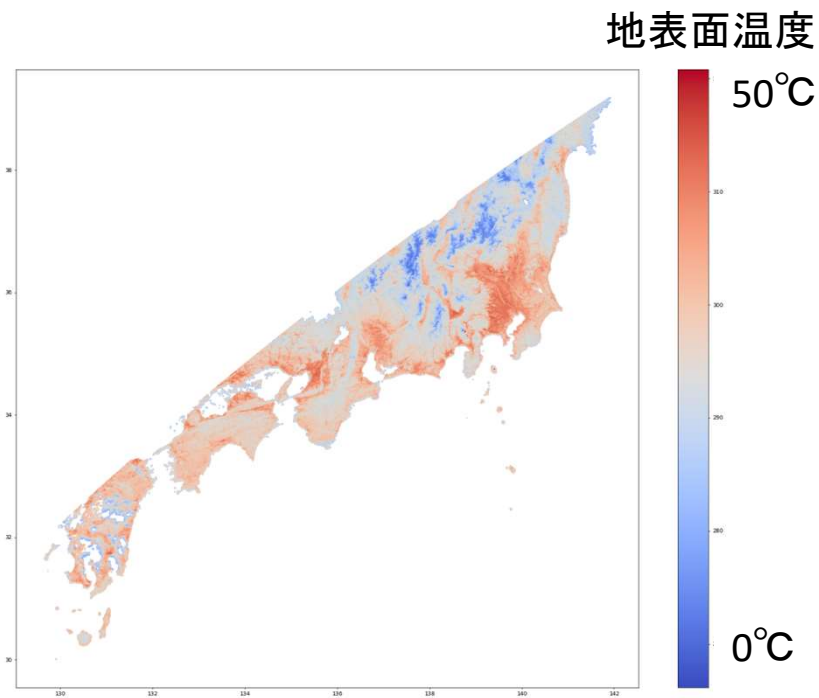
人工衛星「しきさい」による地表面温度 測定の特徴

- 250m四方で1点、測定データが得られる。



人工衛星「しきさい」による地表面温度 測定の特徴

- 250m四方で1点、測定データが得られる。



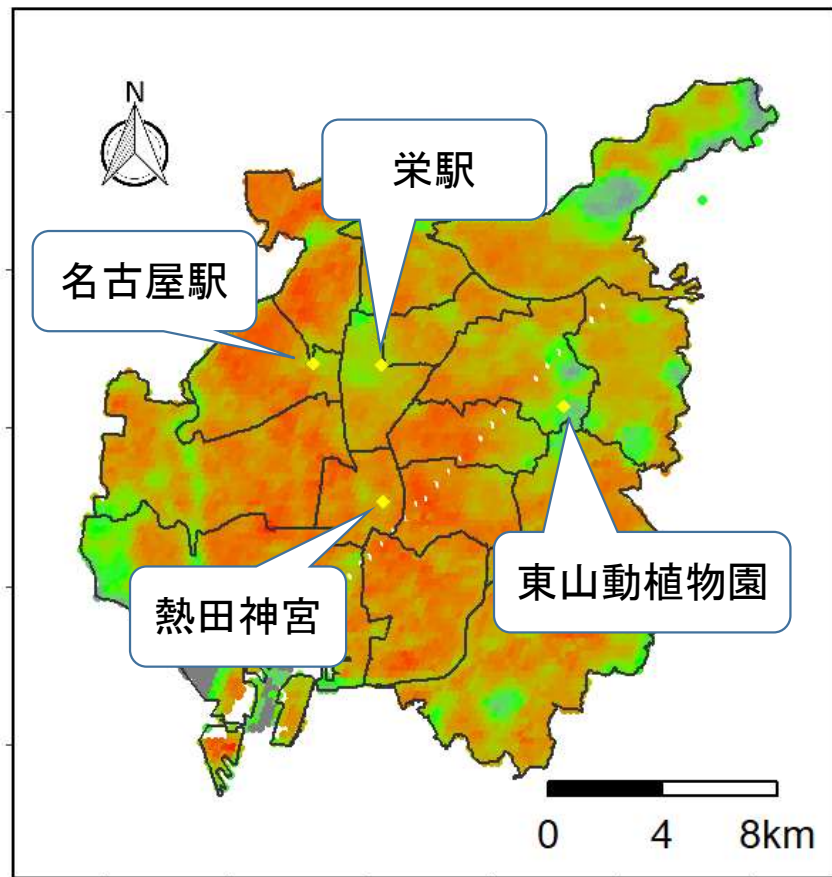
地表面温度データの図示

- 夏および冬のデータについて、晴れた日の昼と夜のデータを選択

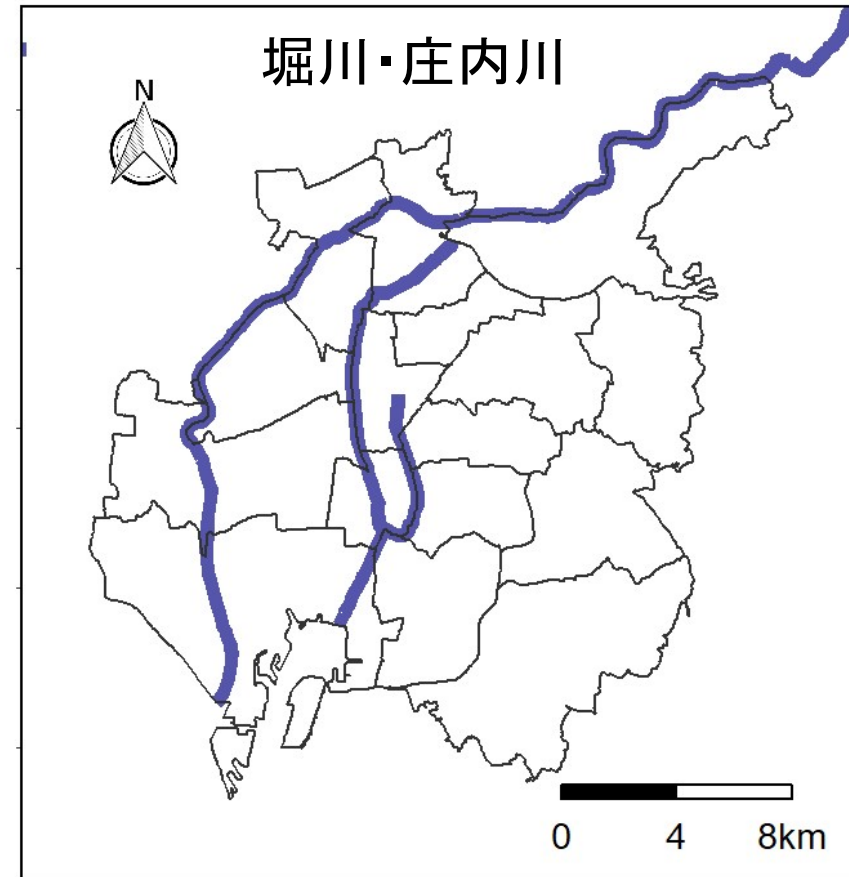
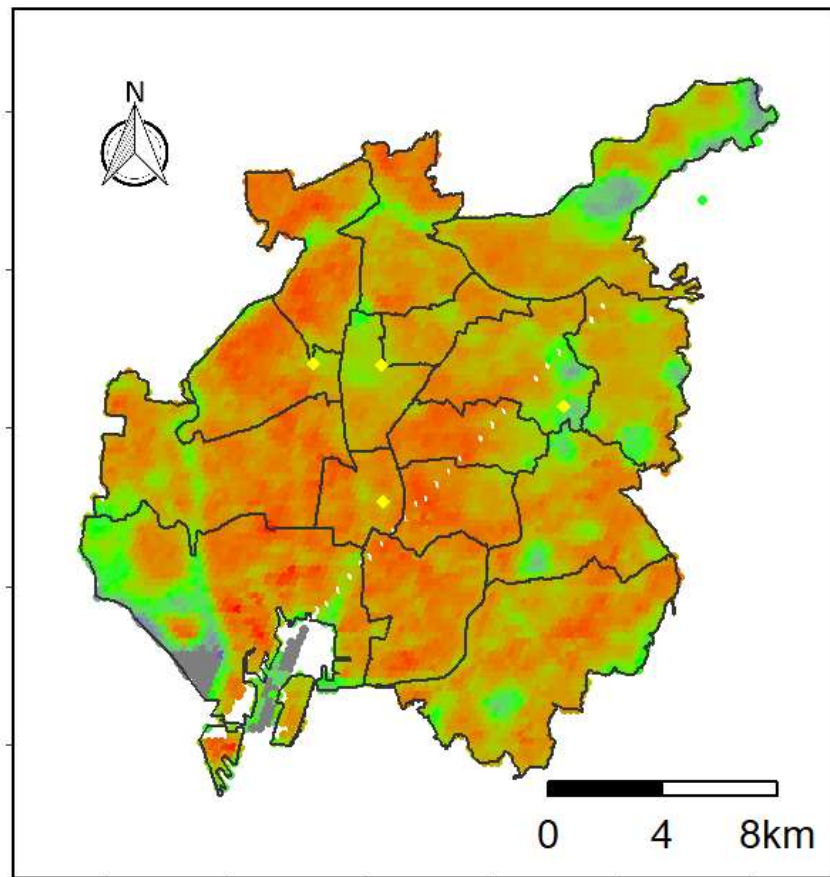
	昼	夜
晴れの日の判定	9～12時のうち8割以上の時間で日照が確認された日	12～16時のうち8割以上の時間で日照が確認された日
夏(7～9月)	24日間	14日間
冬(12～2月)	34日間	30日間

- 条件に合う日のデータを平均して、以降に図示

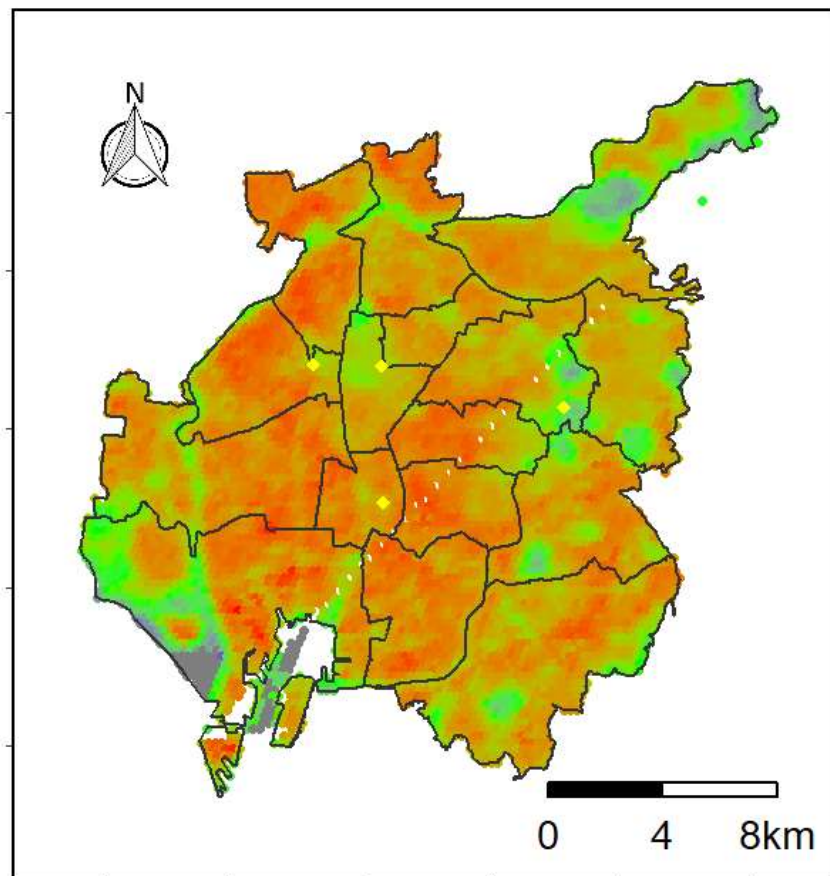
2021年度 夏の地表面温度



2021年度 夏の地表面温度

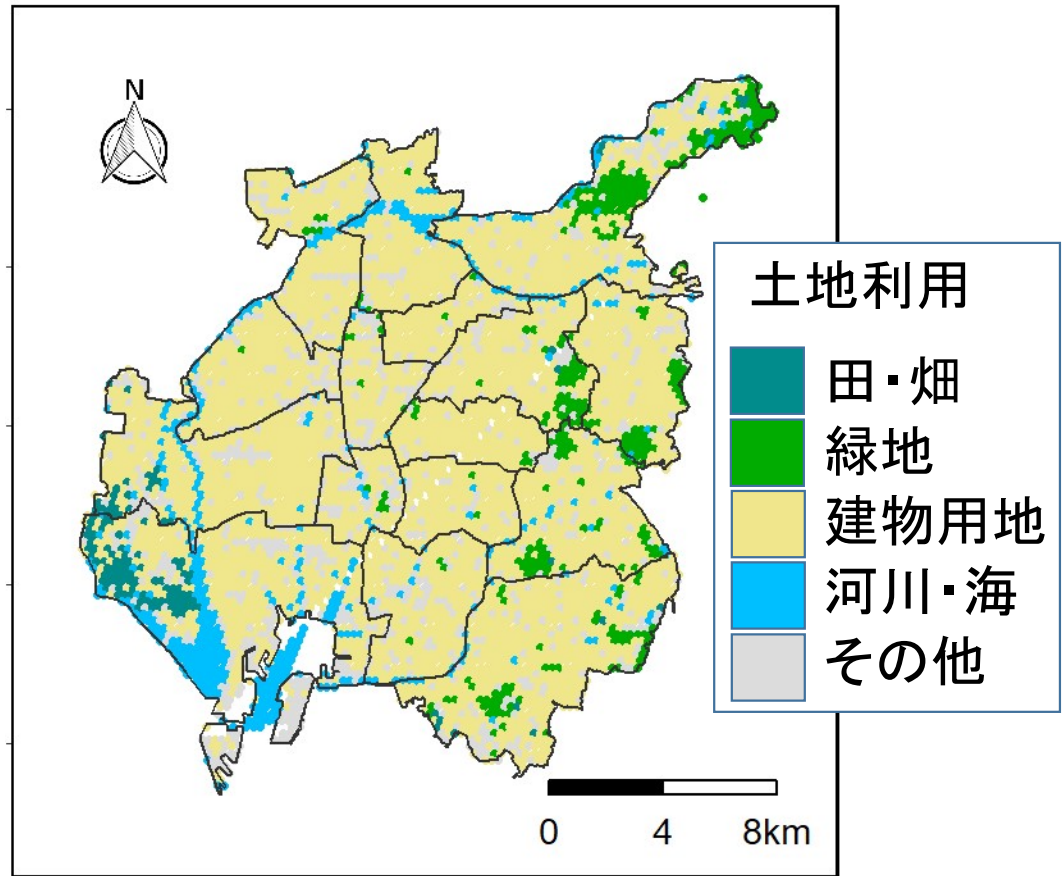


2021年度 夏の地表面温度



平均
表面
温度
(°C)

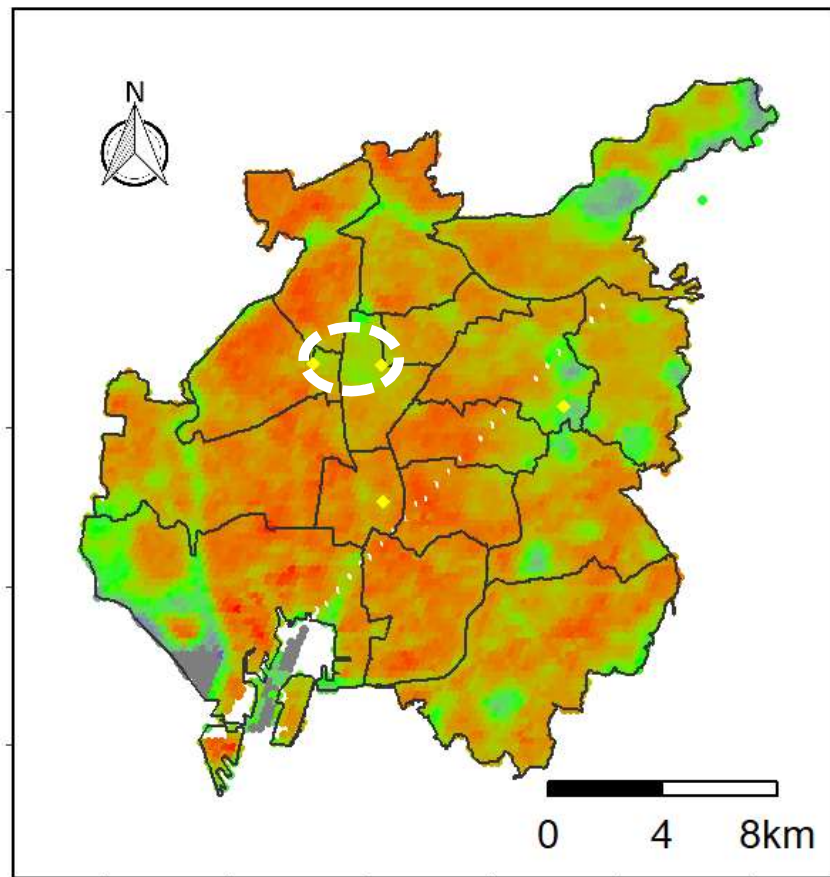
45
40
35
30



土地利用

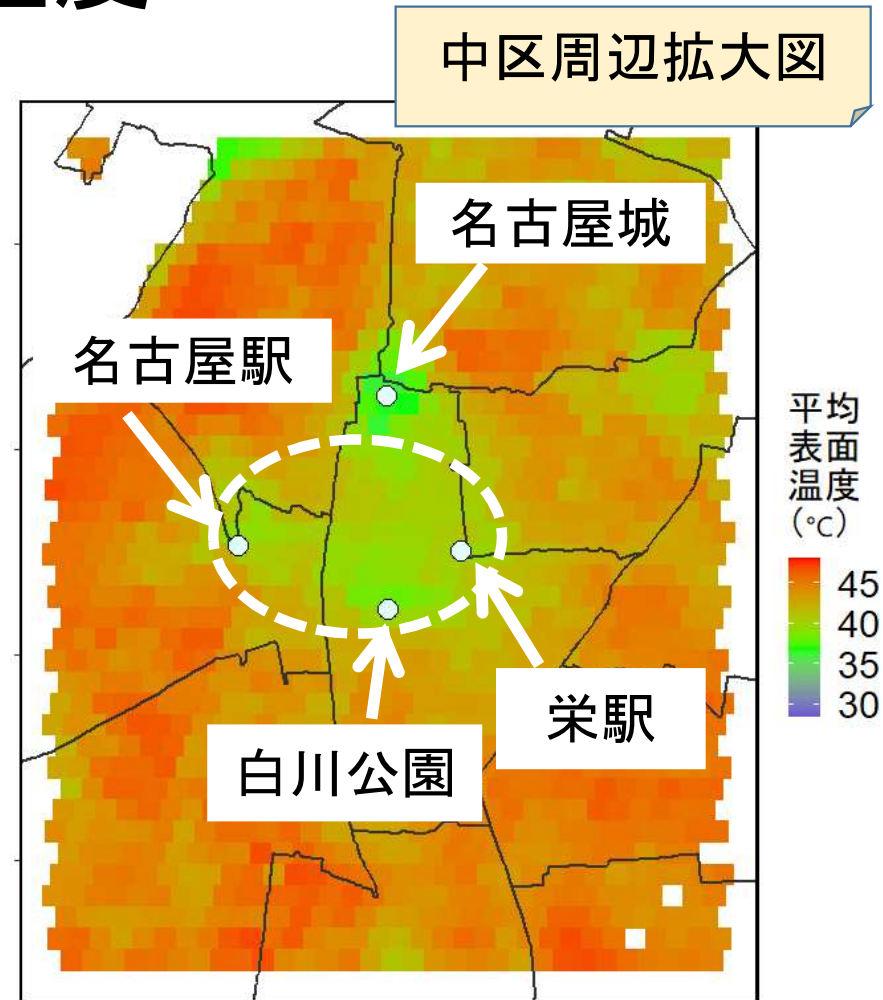
- 田・畑
- 緑地
- 建物用地
- 河川・海
- その他

2021年度 夏の地表面温度



平均
表面
温度
(°C)

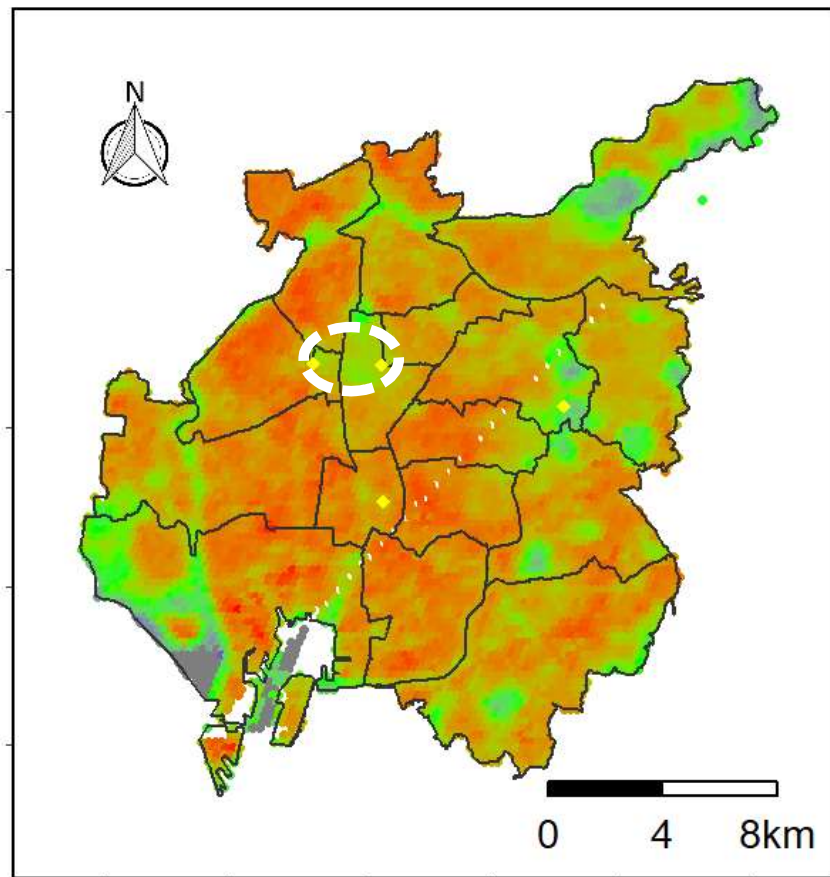
45
40
35
30



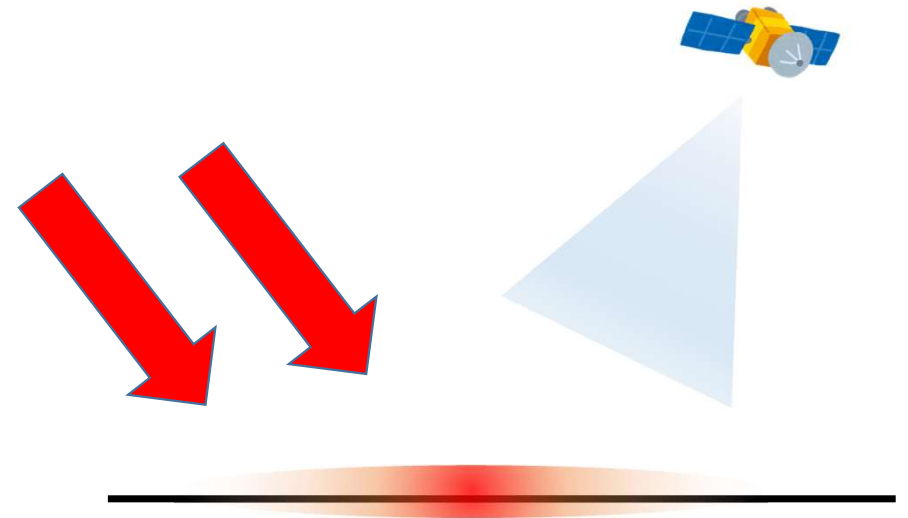
平均
表面
温度
(°C)

45
40
35
30

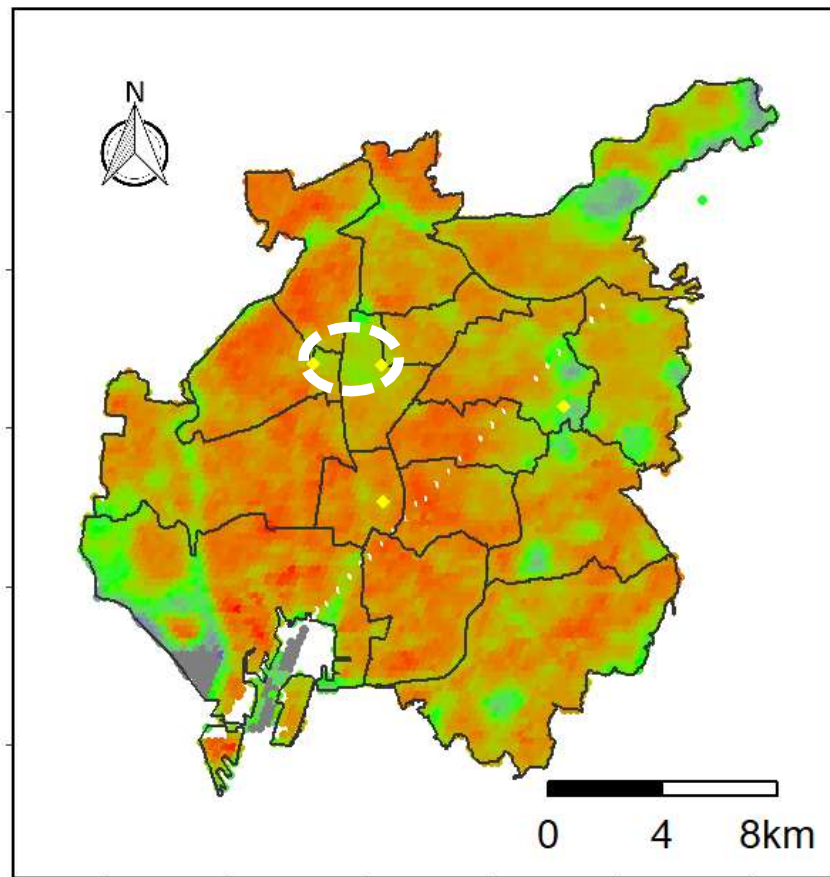
2021年度 夏の地表面温度



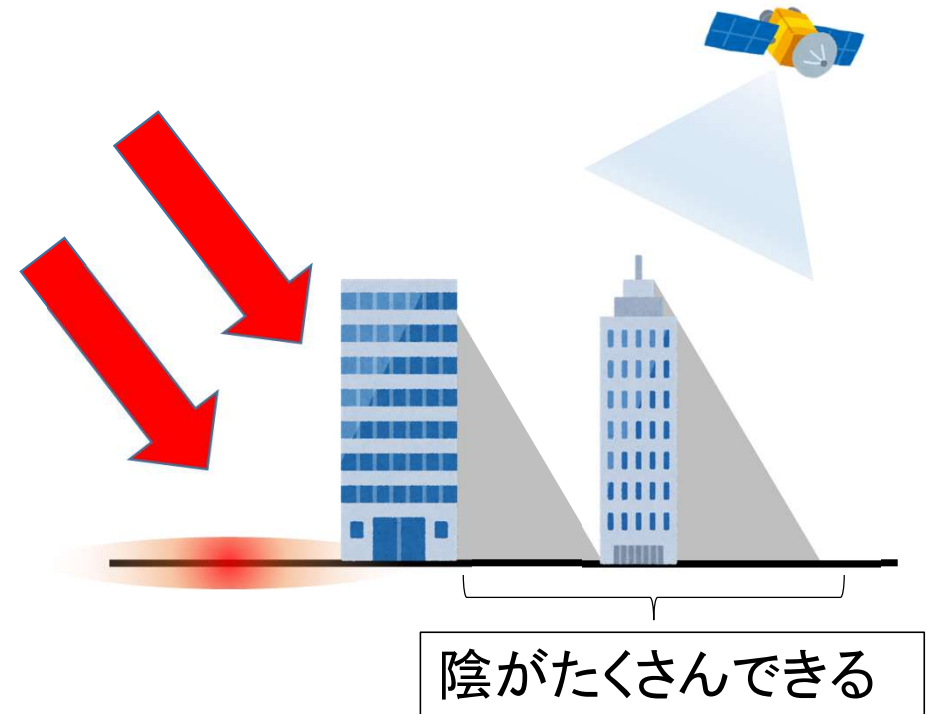
- 名古屋駅～栄周辺には低温の地域が広がり、その周辺に高温の領域が広がっている。



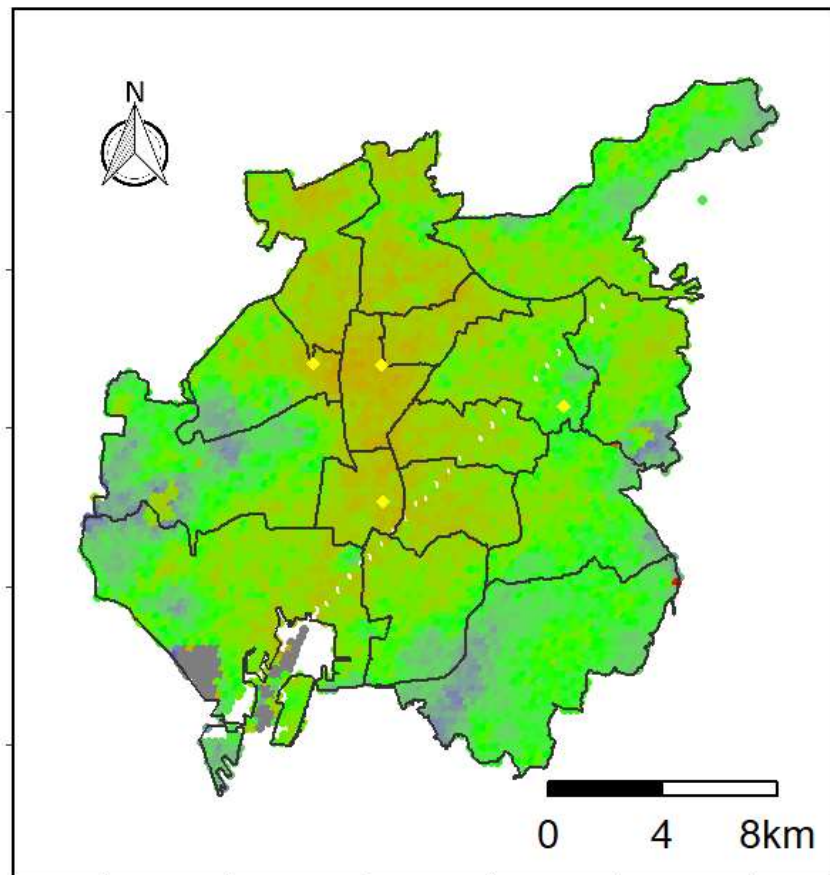
2021年度 夏の地表面温度



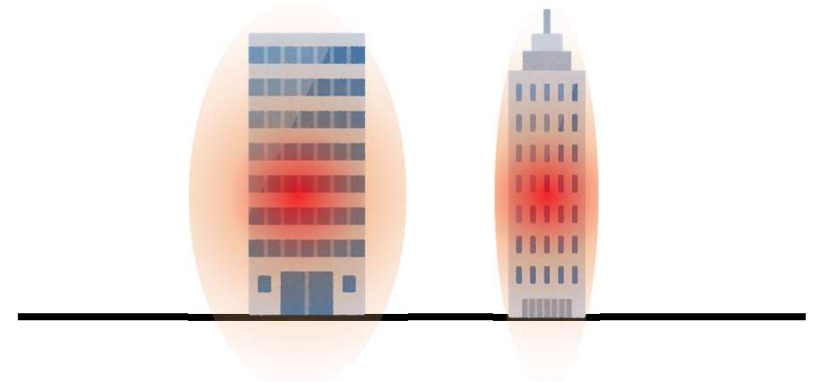
- 名古屋駅～栄周辺には低温の地域が広がり、その周辺に高温の領域が広がっている。



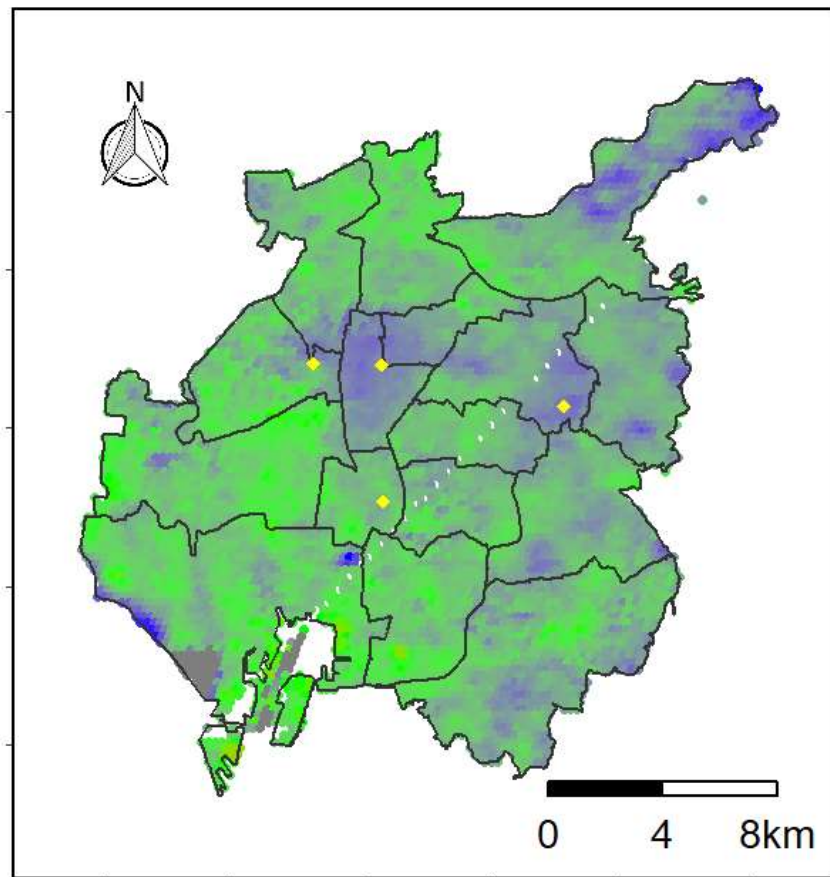
2021年度 夏の地表面温度(夜)



- 日中とは逆に、名古屋駅～栄周辺で地表面温度が高くなっていた。
- 日中に建物(コンクリート)が溜めた熱が夜に観測される。
- ヒートアイランドで特徴的な現象

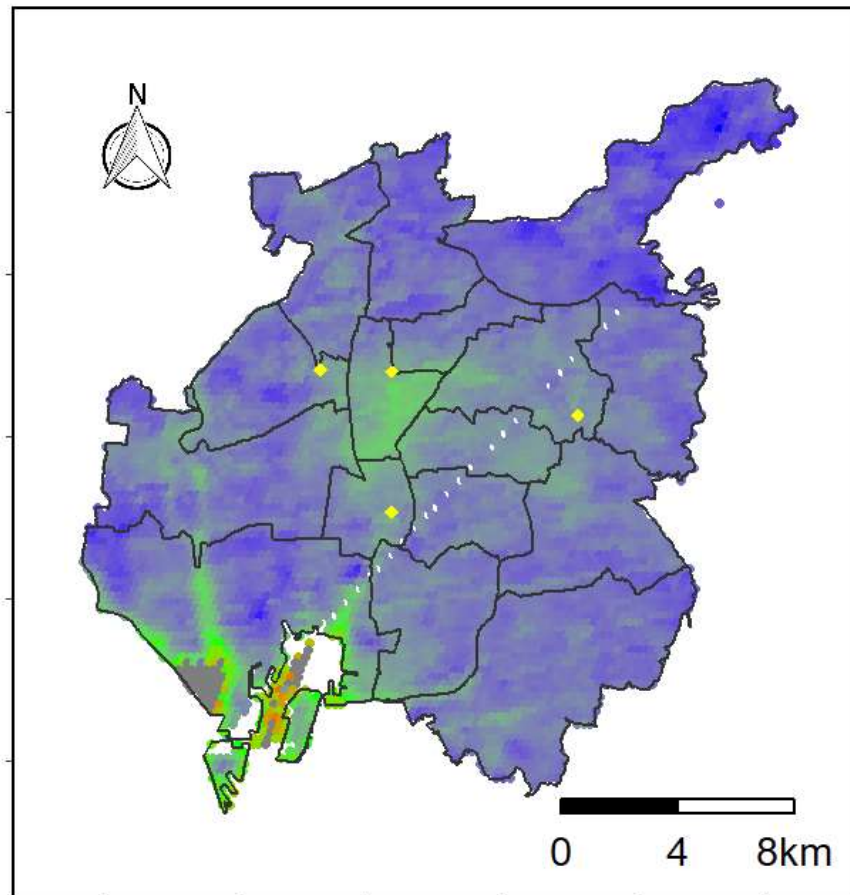


2021年度 冬の地表面温度



- 地表面温度は全体的に低いが、高温と低温の地理的な傾向は夏と同じであった。

2021年度 冬の地表面温度(夜)



- 栄周辺で、**ヒートアイランド**が観察された。
- 河川が周辺と比較して高温で、**温**
まりにくく冷めにくい水の性質が顕著であった。

気温データとの比較

気温データとの比較(名古屋市内)

- 名古屋市千種区には気象庁の設置した**名古屋地方気象台**があり、気温(以降、気象台データ)の測定を行っている。
- 一方、2021年4月から名古屋市では**市役所**で気温(以降、市役所データ)の測定を行っている(右写真)。

1. 地表面温度と、上記の2地点の気温がどのようになっているのか、比較する。
2. 気象台データと市役所データの24時間の変動を比較する。



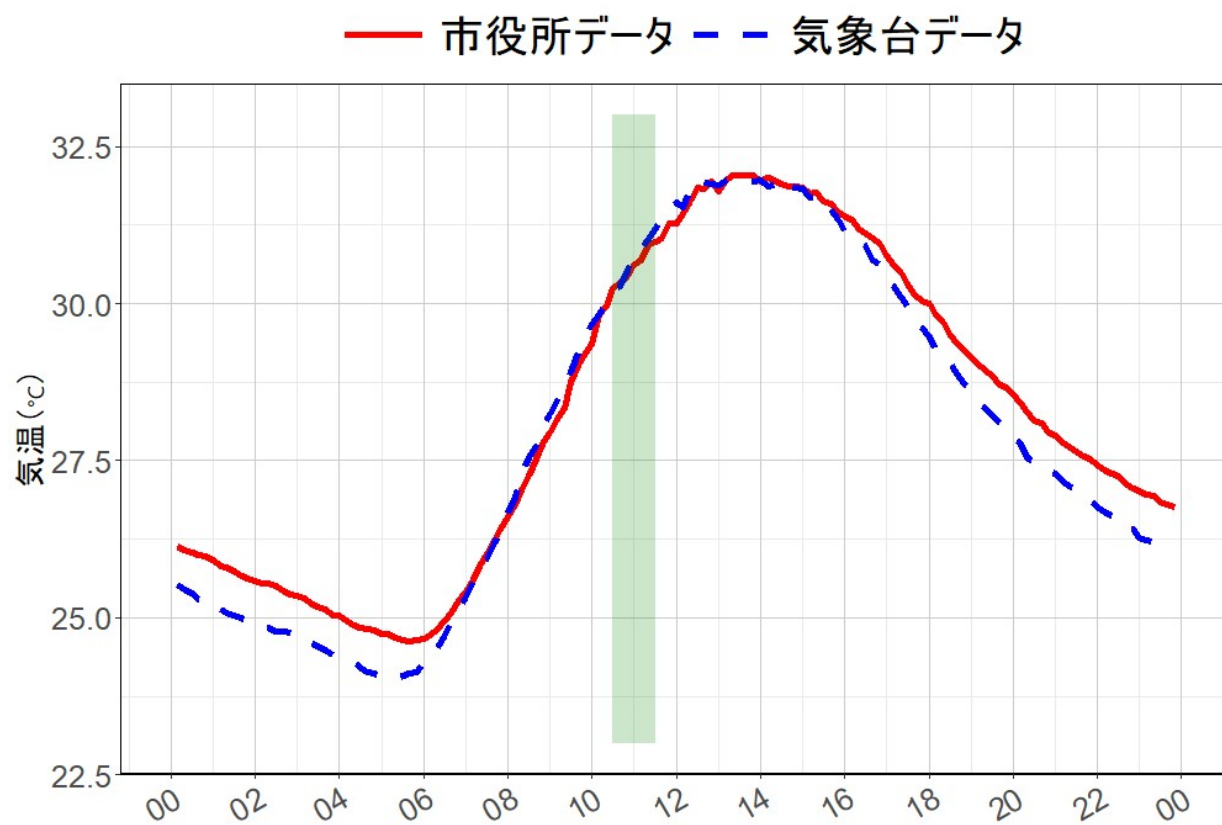
地表面温度データの図示

- 夏および冬のデータについて、晴れた日の昼と夜のデータを選択

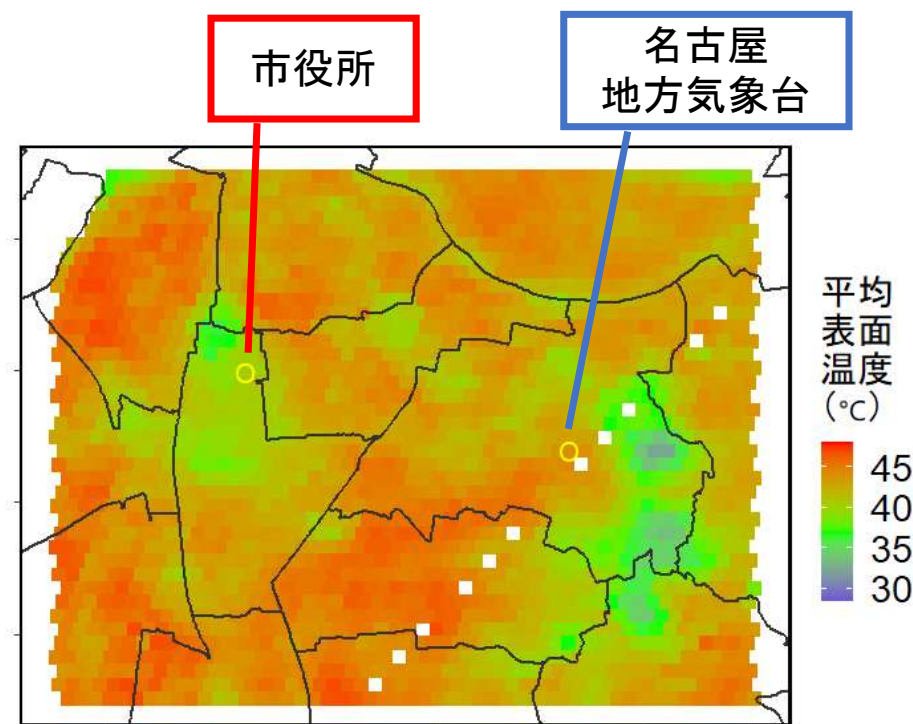
	昼	夜
晴れの日の判定	9～12時のうち8割以上の時間で日照が確認された日	12～16時のうち8割以上の時間で日照が確認された日
夏(7～9月)	24日間	14日間
冬(12～2月)	34日間	30日間

- 条件に合う日のデータを平均して、以降に図示

夏(7~9月)の気温比較と地表面温度(昼)

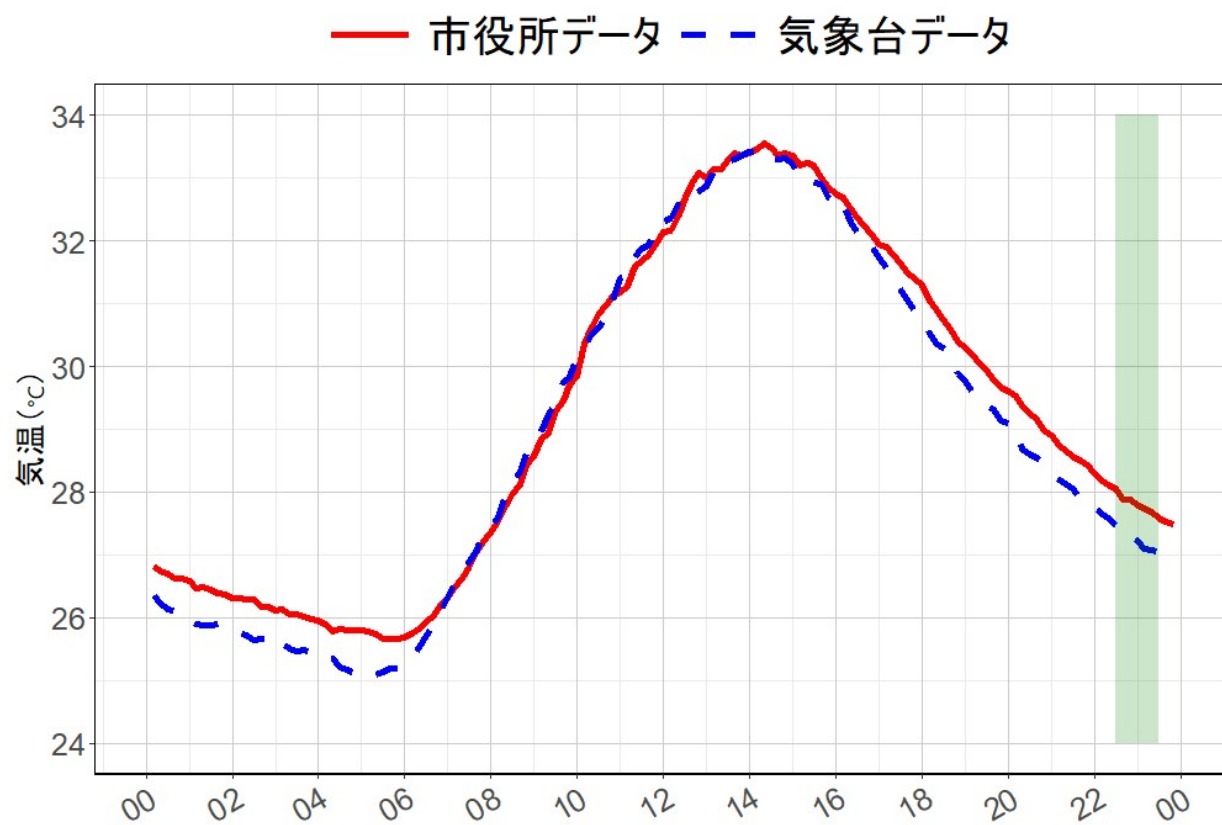


気温データ

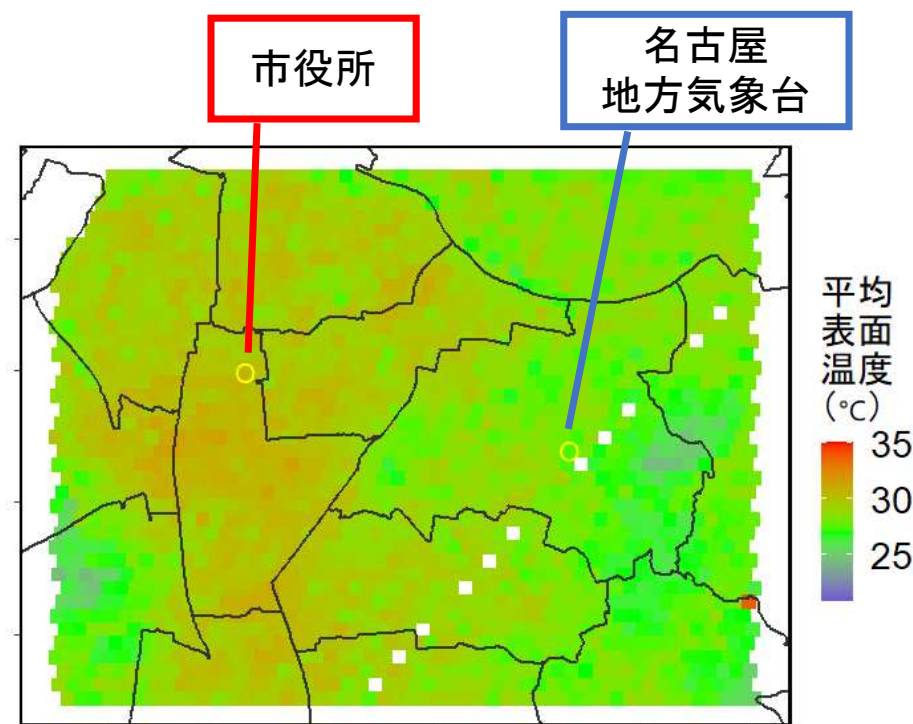


地表面温度データ

夏(7~9月)の気温比較と地表面温度(夜)

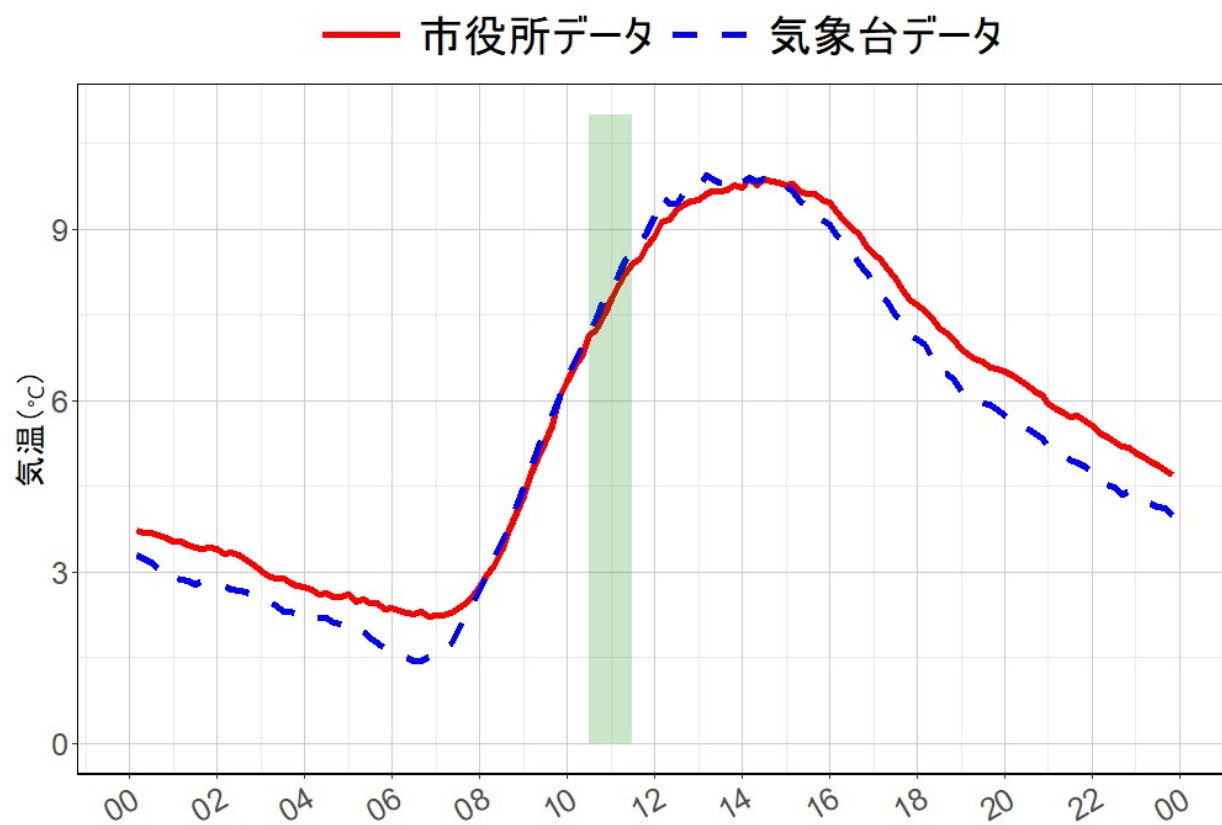


気温データ

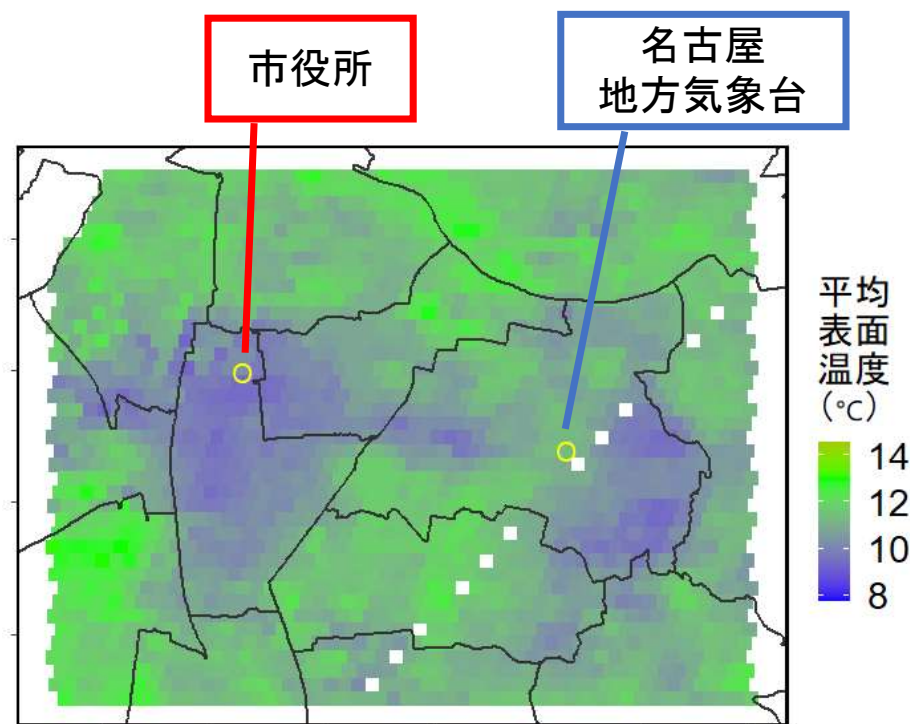


地表面温度データ

冬(12~2月)の気温比較と地表面温度(昼)

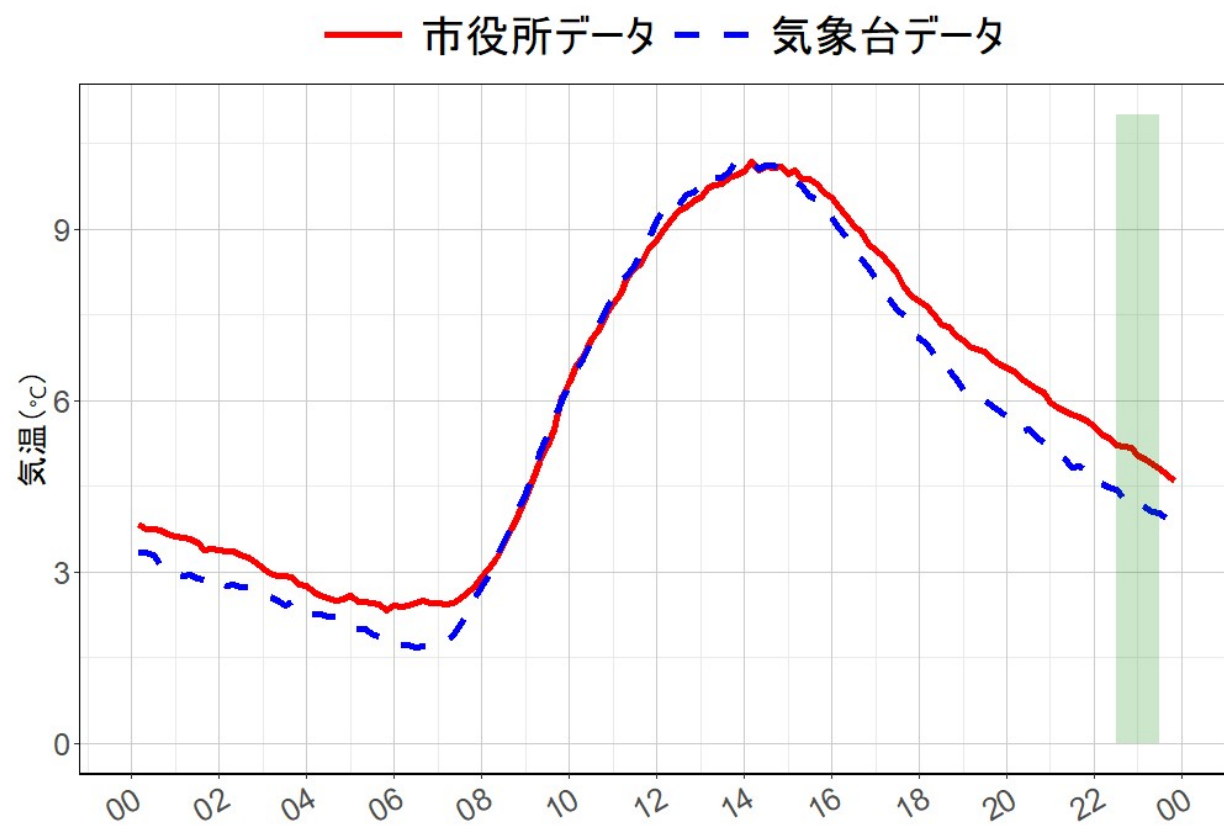


気温データ

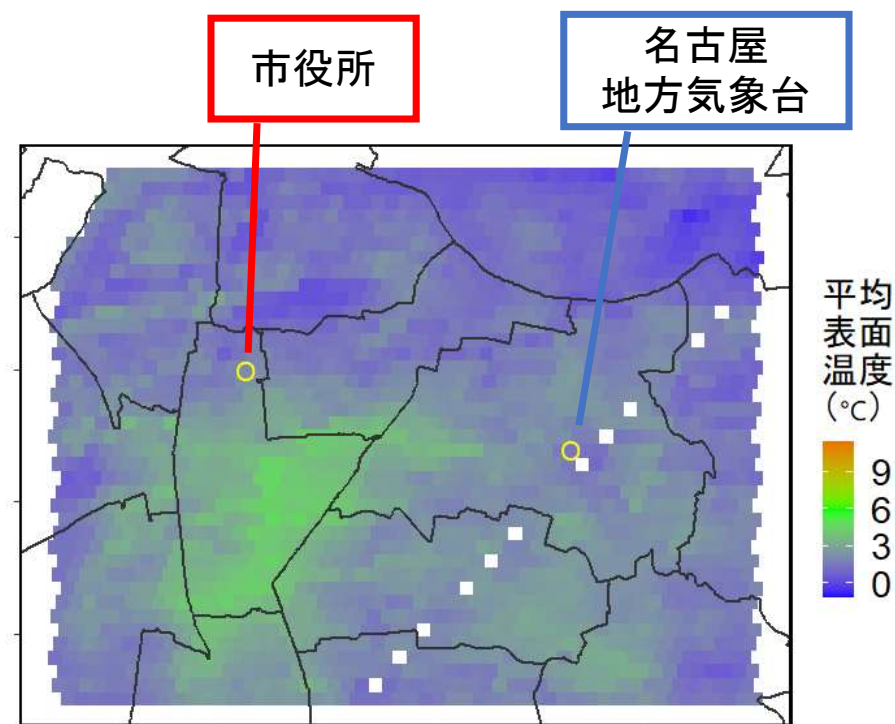


地表面温度データ

冬(12~2月)の気温比較と地表面温度(夜)



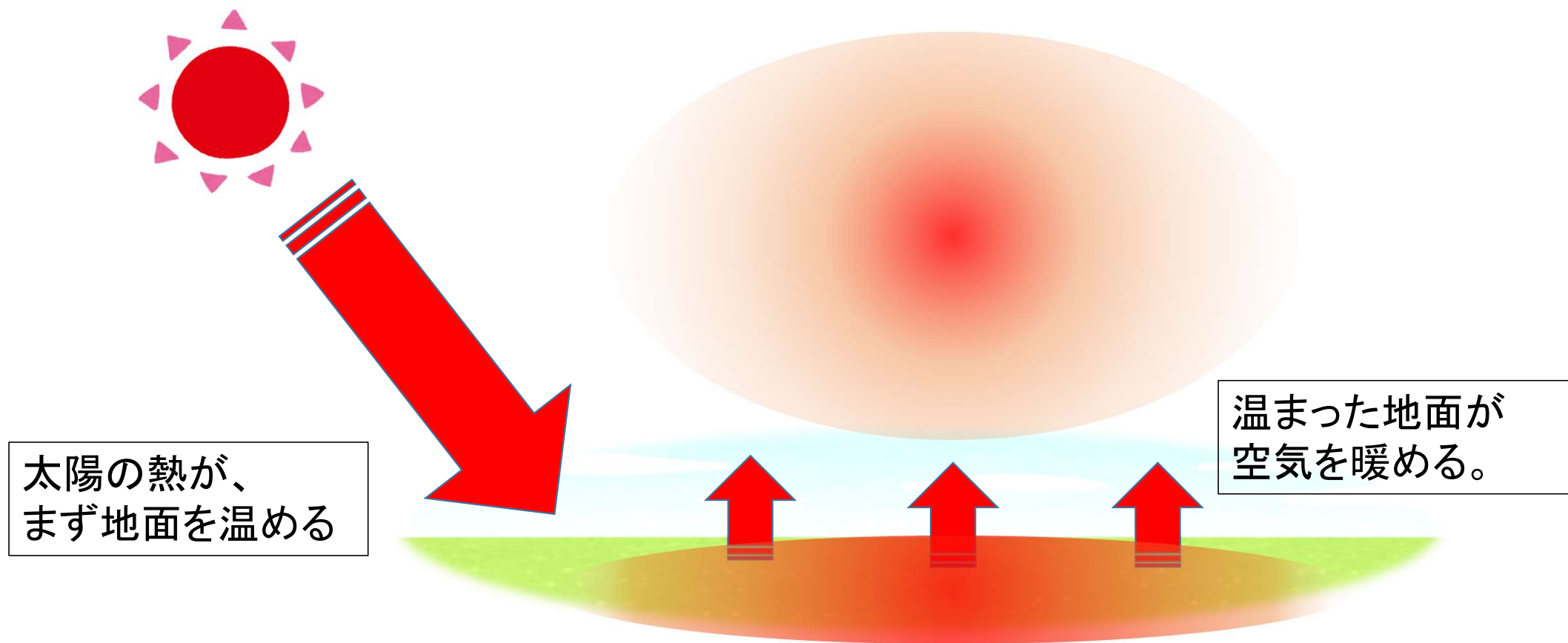
気温データ



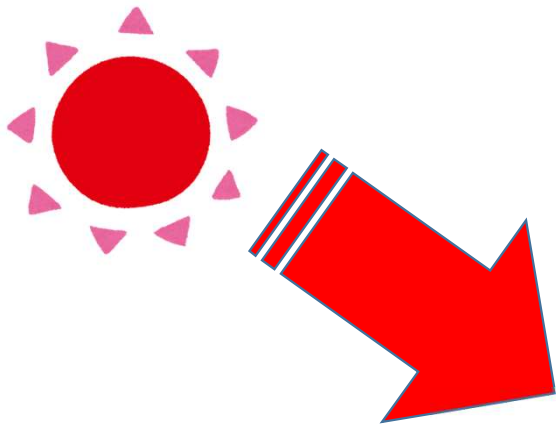
地表面温度データ

地表面温度から気温の推定

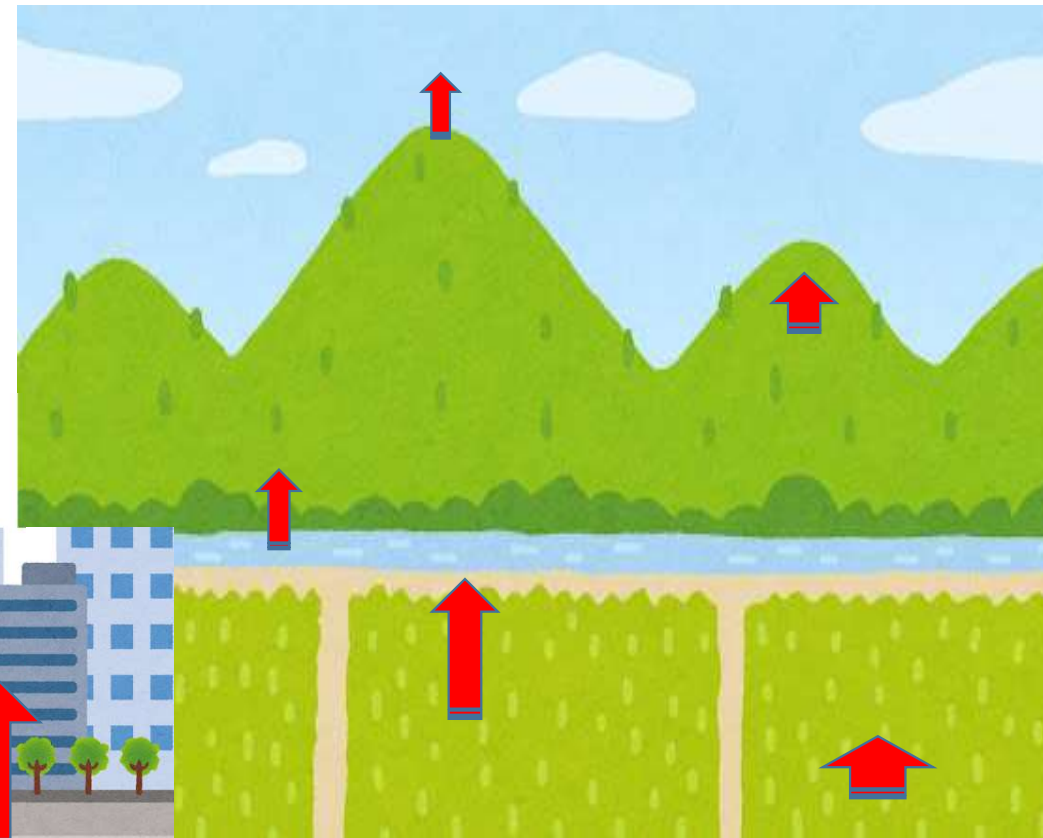
気温が上がる原理



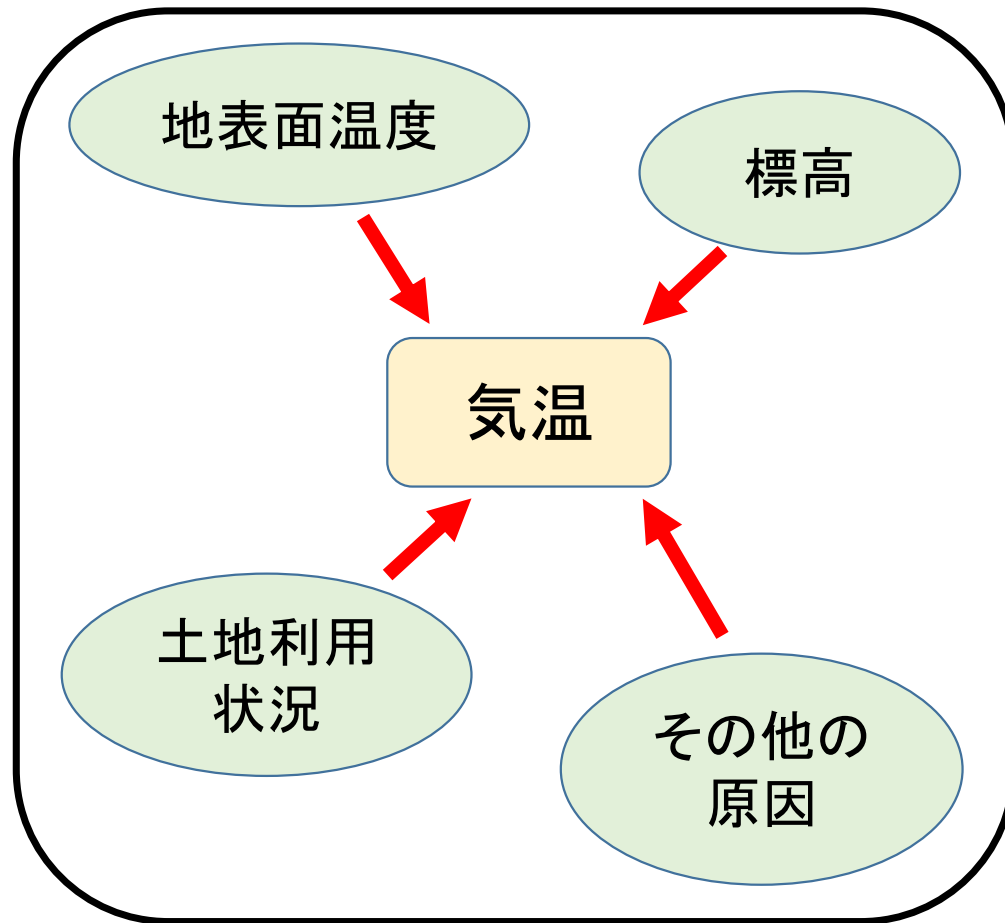
気温が上がる原理



その他、地面の状況や
標高なども、気温に影響している。



気温に影響を与えるもの



影響の関係を
数式で表現する。



ただし、具体的にはどのように
影響しているのかは複雑で不明



機械学習の活用

機械学習(人工知能、AI)の活用

機械が状況に応じた判断を自分で下す技術



自動運転

お掃除ロボットの
動き方



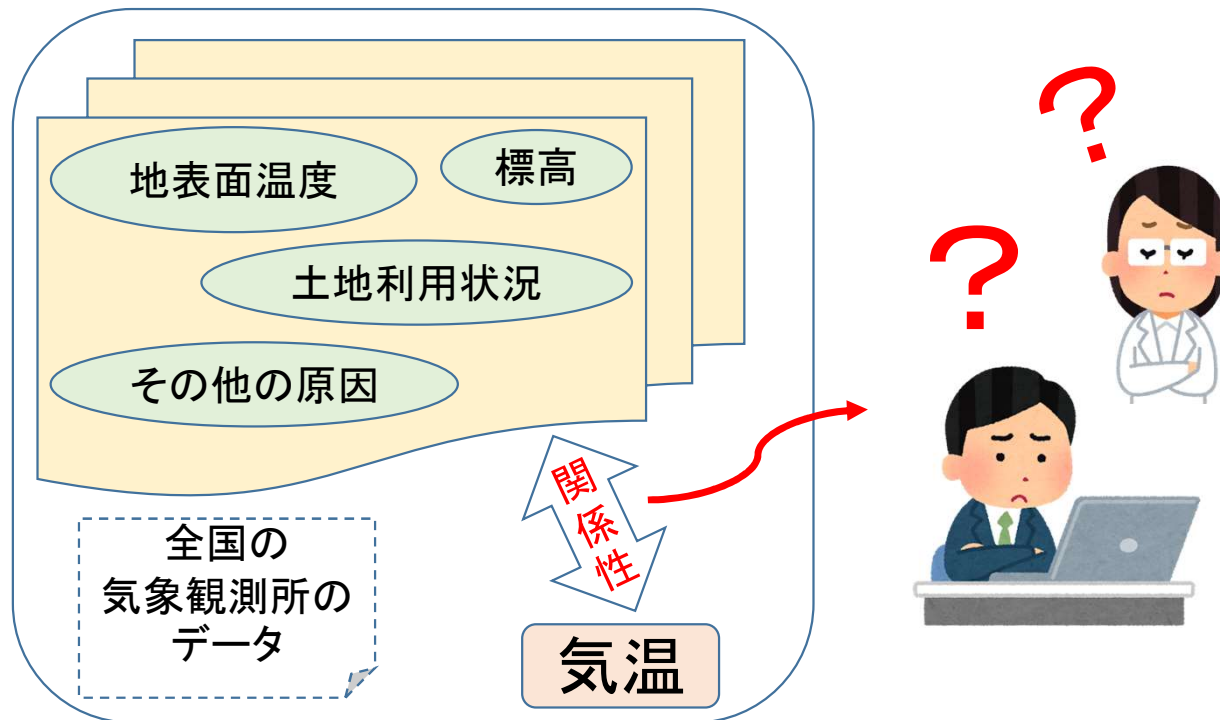
ゲーム

広告の最適化



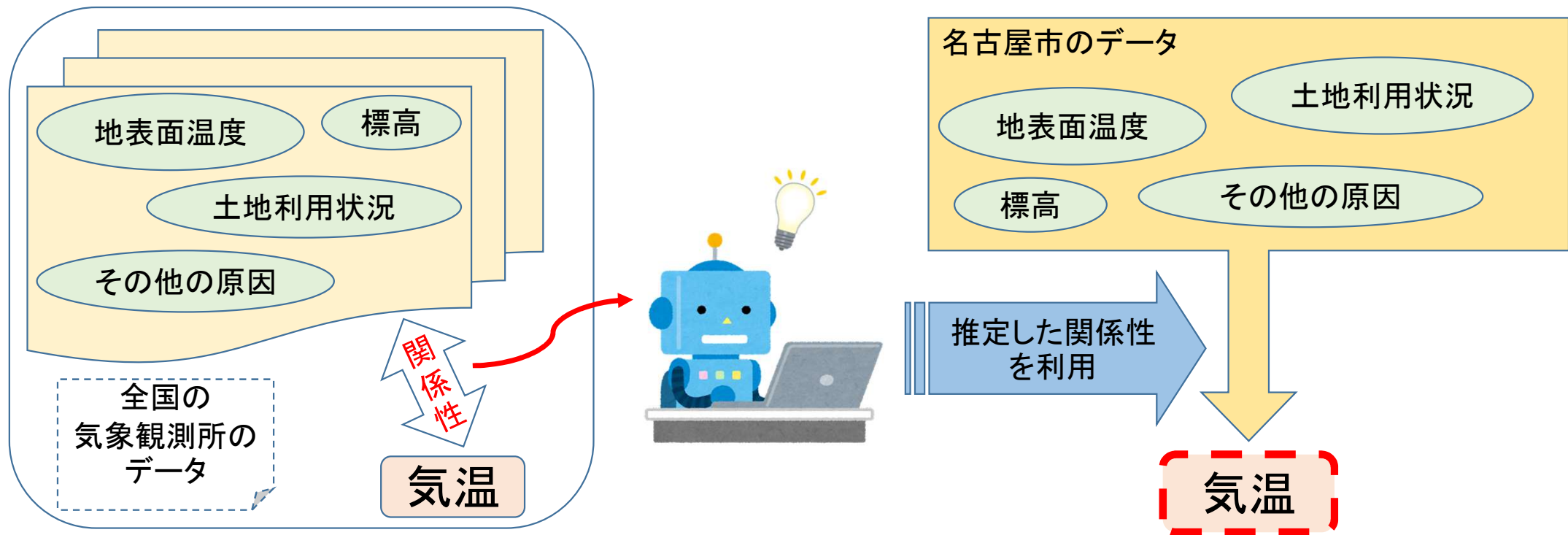
機械学習による推定

- **機械学習**とは、複雑な**関係性**を機械(コンピュータ)に自動的に学習して数式にしてもらい、その結果を用いて新たな推定を行う。

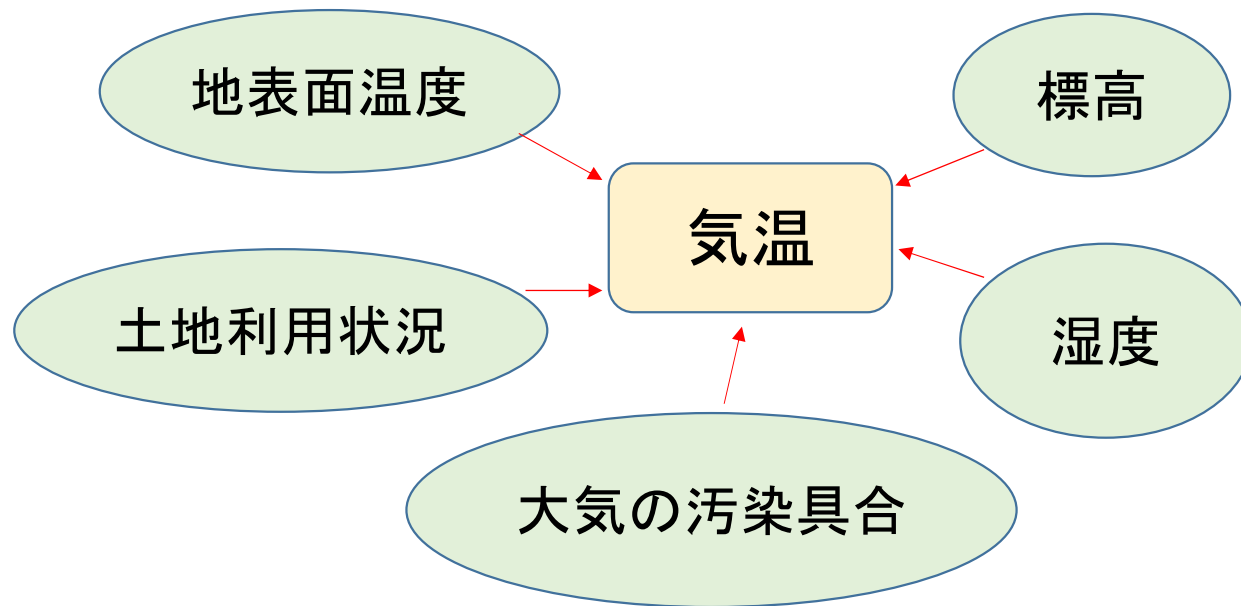


機械学習による推定

- **機械学習**とは、複雑な**関係性**を機械(コンピュータ)に自動的に学習して数式にしてもらい、その結果を用いて新たな推定を行う。



推定に使う項目

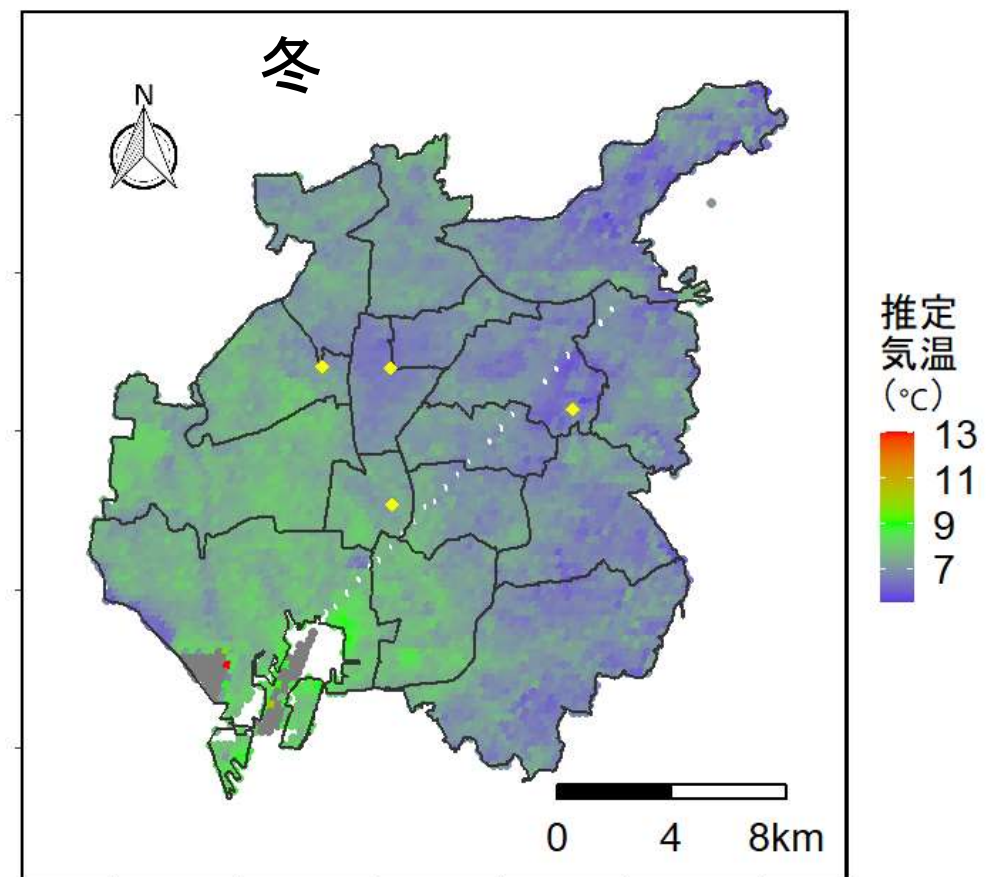
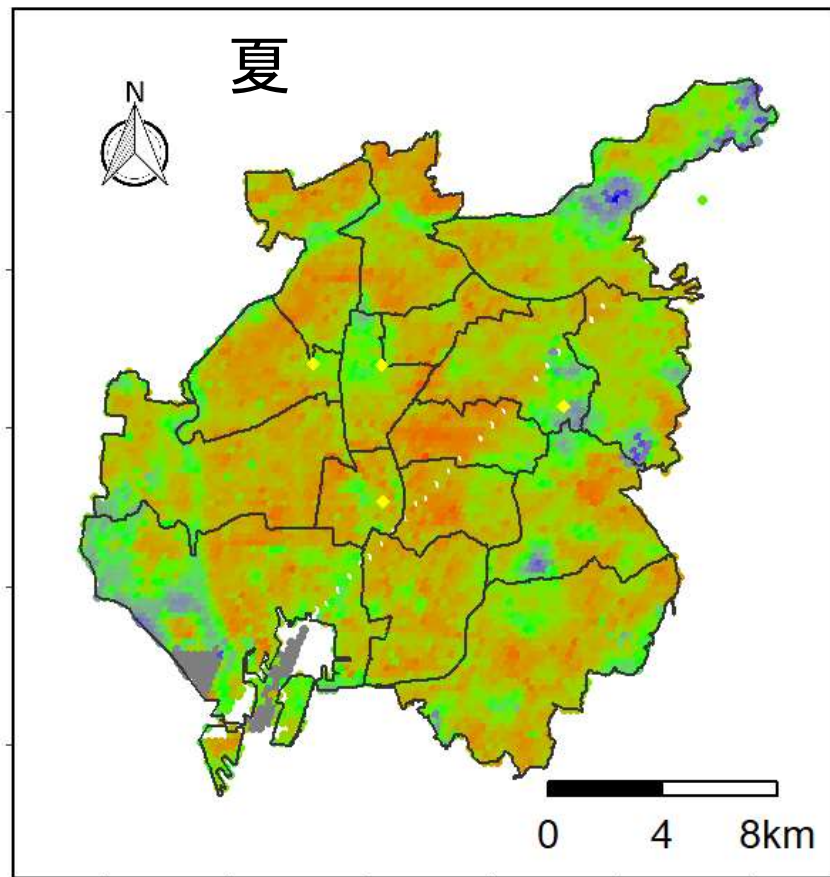


どのような項目を使って
計算をするかは
人間(研究者)が
選び出して
指示しています

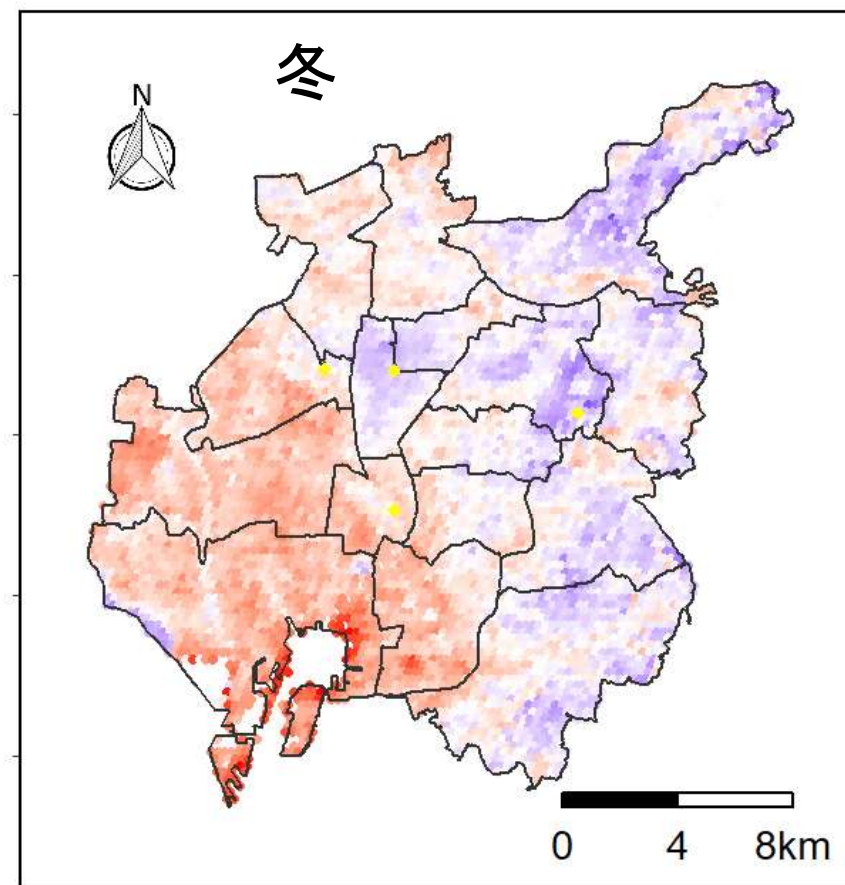
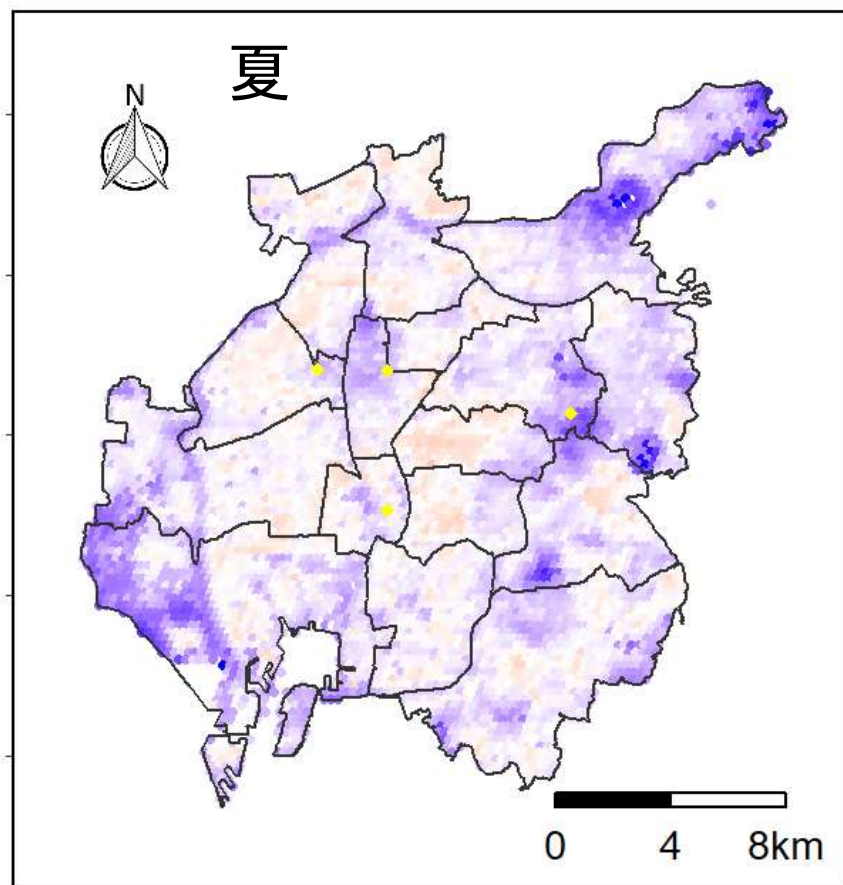


解析方法	解析手段 : R(ver. 4.1.3)
ランダムフォレスト	Library(caret), method=rf

気温の推定結果(2021年度:午前11時の平均)



気温の推定結果(2021年度:午前11時の平均) (気象台基準)



まとめ

- ・リモートセンシング技術を用い、名古屋の熱環境を調査。

地表面温度(名古屋市全域)

	昼	夜
夏	緑地、都心部で低温	都心部で高温
冬	緑地、都心部で低温	都心部で高温

気温(市役所と気象台の比較)

	昼	夜
夏	市役所で、やや低温	市役所で高温
冬	市役所で、やや低温	市役所で高温

ヒートアイランド現象を確認

- ・機械学習により、気温を推定。気象台と比較
夏: 名古屋全域で、おおむね同程度の気温
冬: 東部では低く、西部で高くなる傾向

課題

- **局所的な排熱**(エアコンの室外機、小型のボイラー、車など)からの影響は考慮していない。
- **風**による影響は考慮していない。

気温に影響を与えるものは多い。
より精度よく気温を推定するためには
上記のような影響も、考慮する必要がある。

謝辞

- 地表面温度データ(GCOM-Cで測定されたデータから計算されたLSTデータ)は、宇宙航空研究開発機構より提供を受けました。
- 気象データは、気象庁のHP(<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)からダウンロードしました。
- 土地利用データは「国土数値情報」(国土交通省)(<https://nlftp.mlit.go.jp/index.html>)をもとに作成しました。
- 名古屋市役所での気温測定データは名古屋市環境局環境企画部脱炭素社会推進課から提供を受けました。

厚く御礼申し上げます。