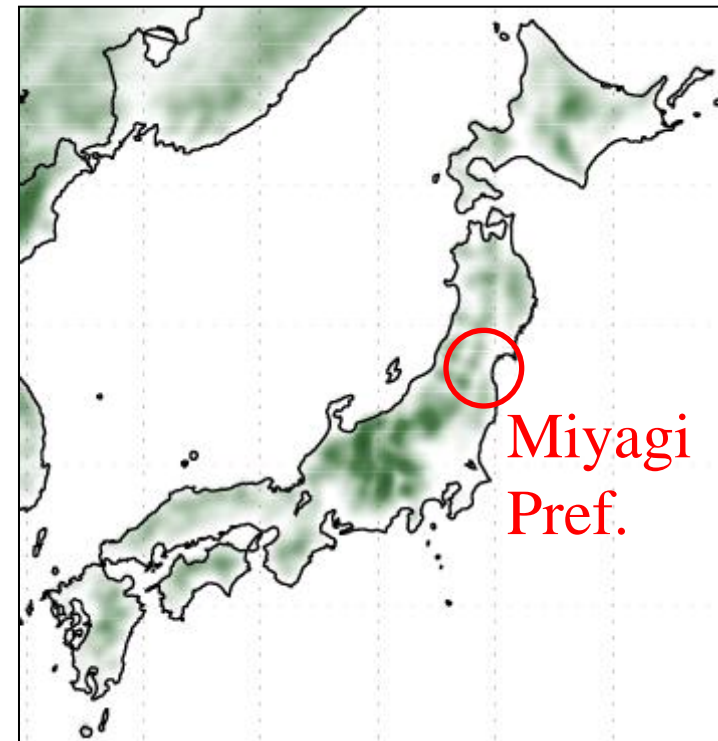


# 1km格子で再現された2003/2004 年の気温日変化の地域性

沢田雅洋  
岩崎俊樹  
(東北大学)



# ヤマセに関連する局地気候研究

10kmメッシュダウンスケール 1000年程度

気候モデルの結果(MRI, AORI)をダウンスケール  
→ヤマセの頻度や強度を自動検出し統計調査

**1kmメッシュダウンスケール 100か月程度**

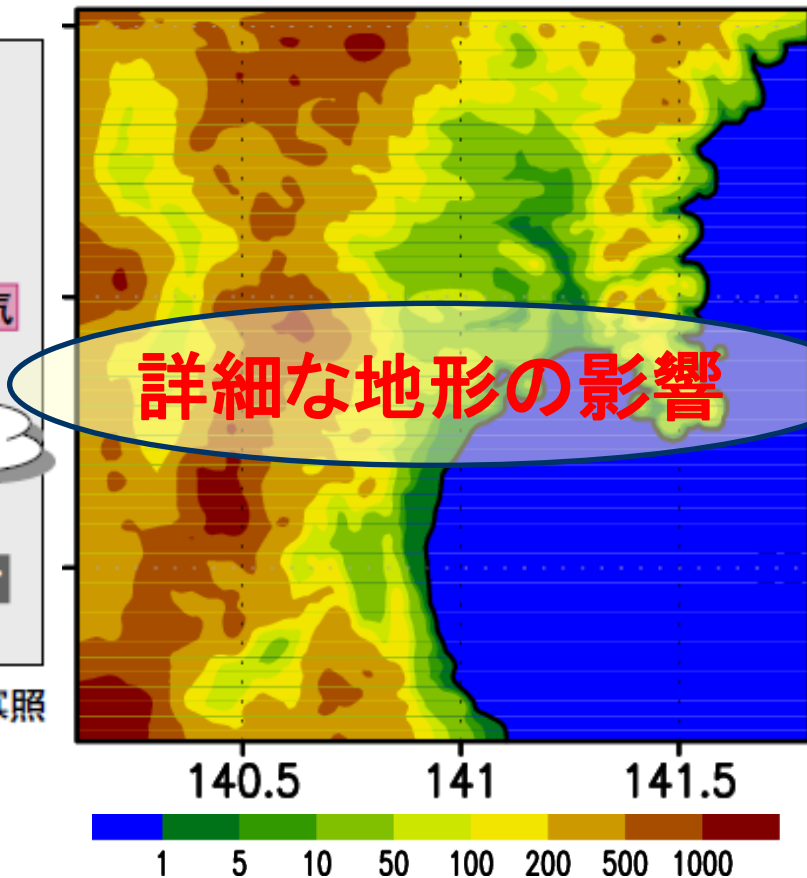
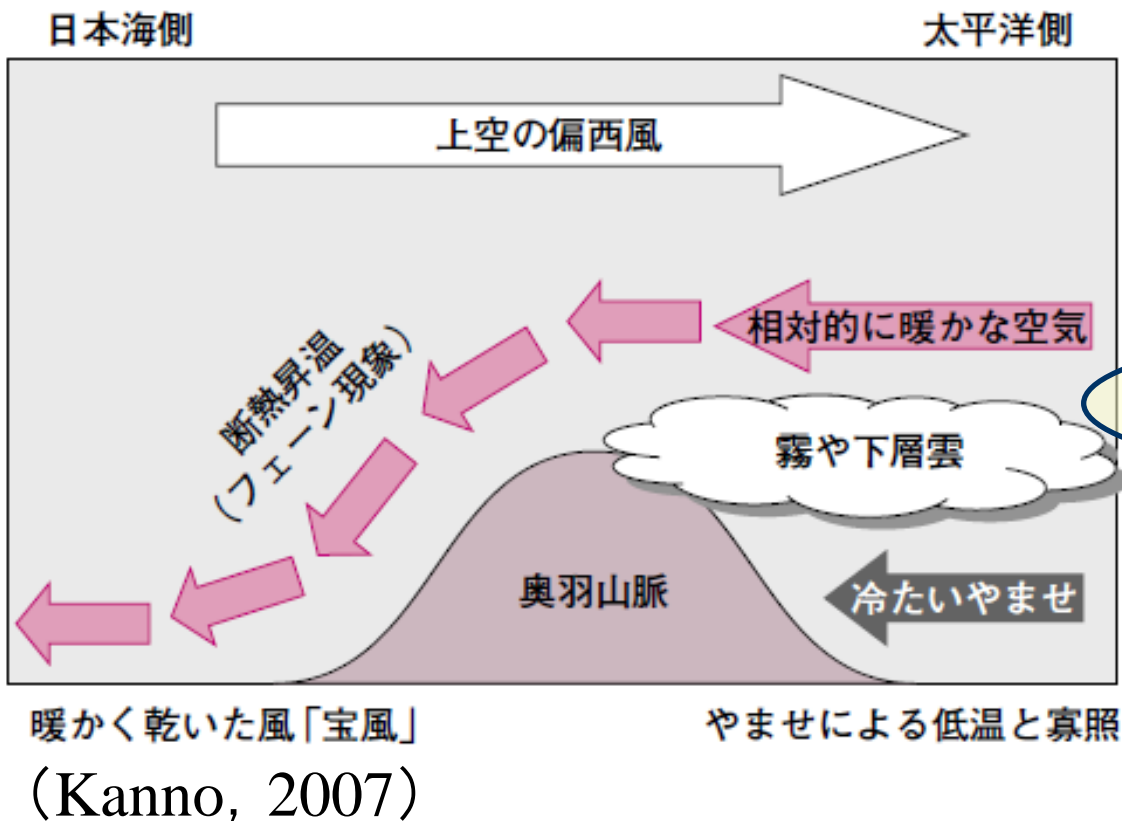
**ヤマセと冬季モンスーンの地域特性の理解**  
**2003年7月 v.s. 2004年7月の比較**

100mメッシュダウンスケール 100日程度

下層雲解像モデルによる雲の形成過程研究

# 研究背景

1kmメッシュ 気象データ => 農業利用



力学的ダウンスケーリングが有効・有用

# 研究目的

## Final goal

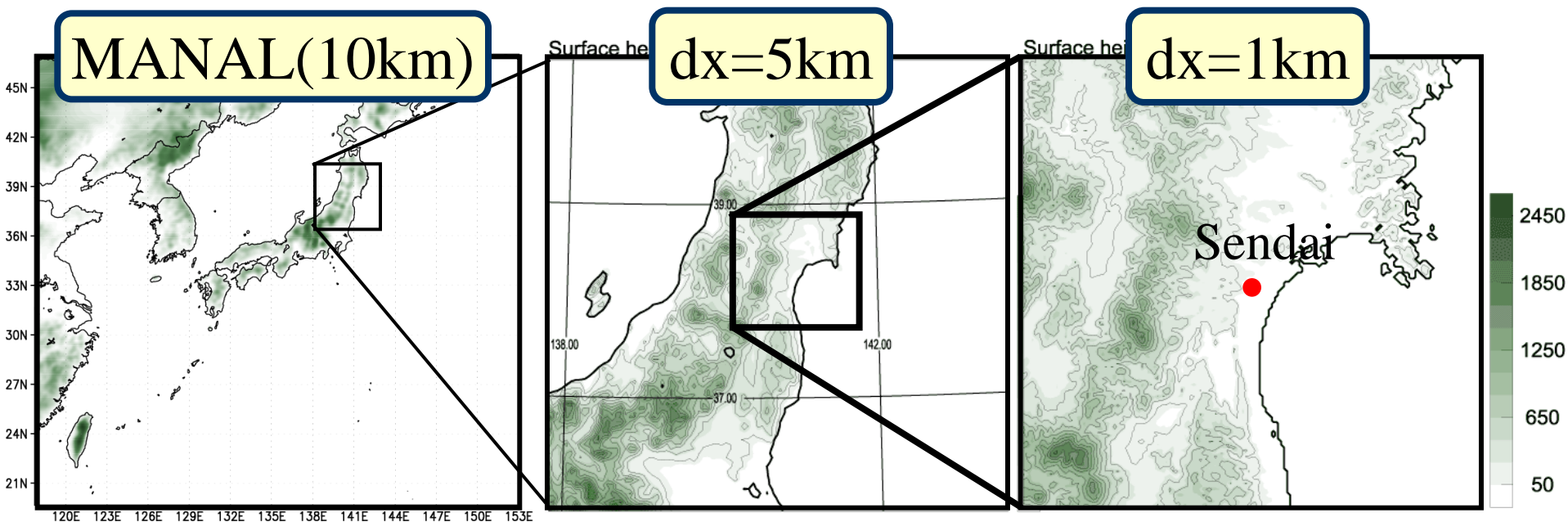
- ヤマセの地域特性の理解
  - 地域気候 (気温、雲、風などの日変化...)
  - 力学的ダウンスケーリングの有効性・有用性
- 農業利用
  - 高解像度の気象データをどう使うか (使えるか)

## Today's topic

1km水平格子で再現された2003/2004年  
(冷夏/暑夏)の気温日変化(最低気温、最高  
気温、日較差)の地域性を調べる

# モデル(JMA-NHM)の設定と計算領域

格子数/解像度	101x101: 5km	151x151: <b>1km</b>
計算時間	2003/2004年6月30日～7月31日(32日)	
地表面過程	SiB (Simple Biosphere)	同左
雲物理	5-classバルク法	同左
対流スキーム	Kain-Fritsch	<b>なし</b>
放射	北川(2000), 藪他(2005)	同左
雲量	部分凝結	同左



# 日平均、最低、最高气温@地上2m

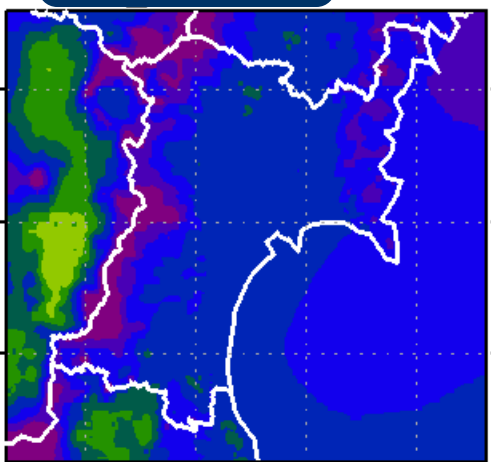
月平均值

最低气温

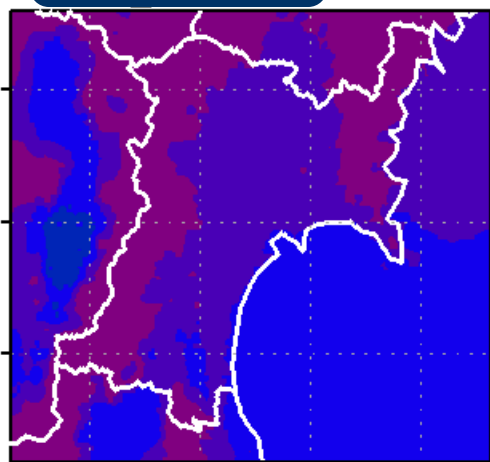
最高气温

2003年

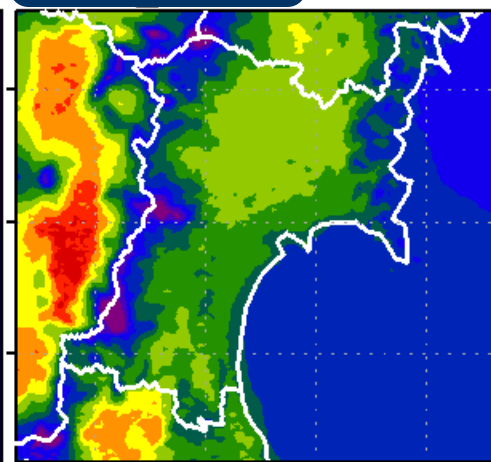
38.8N  
38.4N  
38N



<2004\_ave>



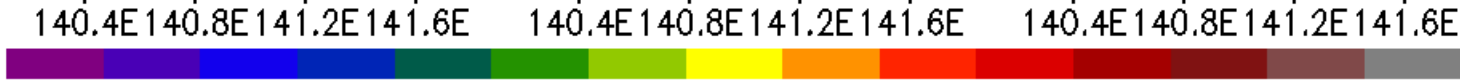
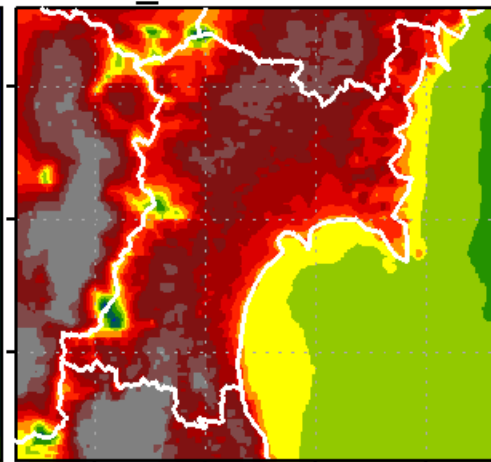
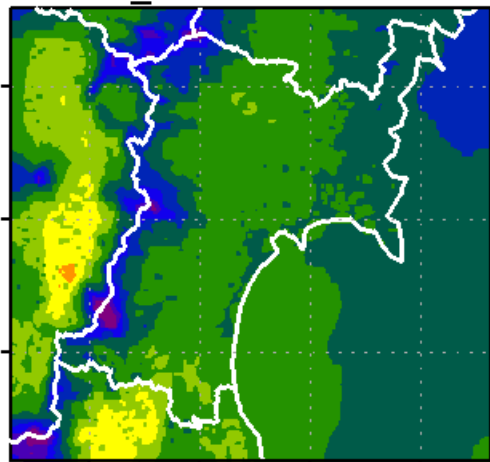
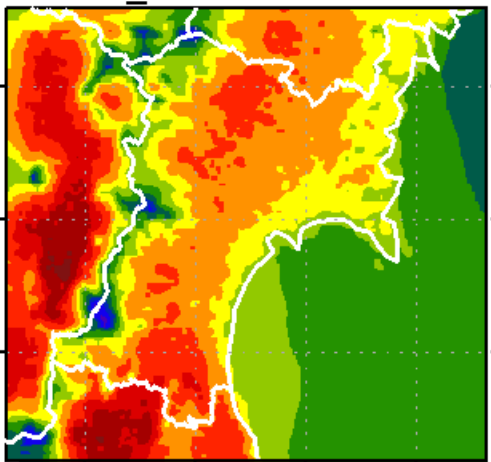
<2004\_min>



<2004\_max>

2004年

38.8N  
38.4N  
38N



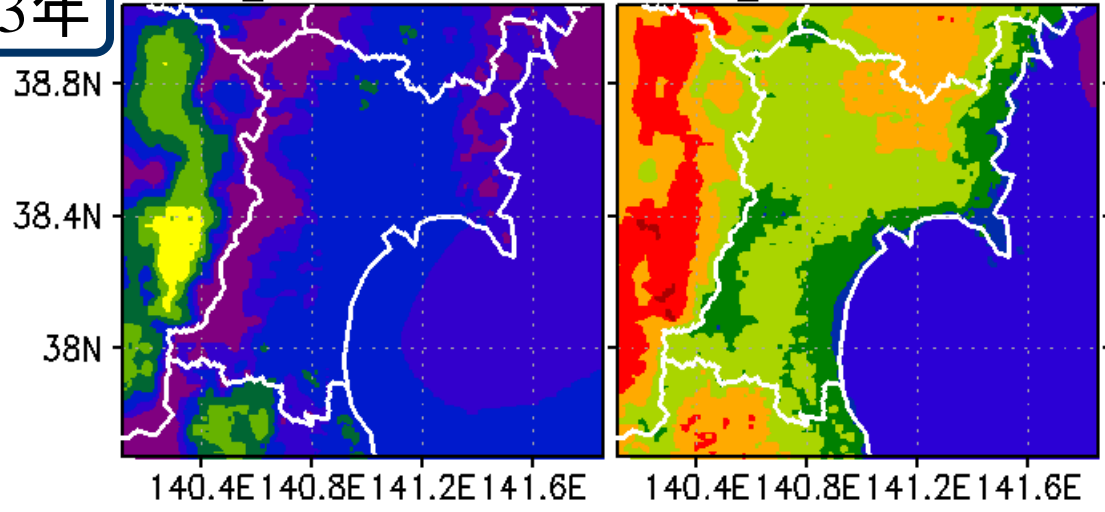
16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29

# 日平均、最低、最高气温@地上

月平均值

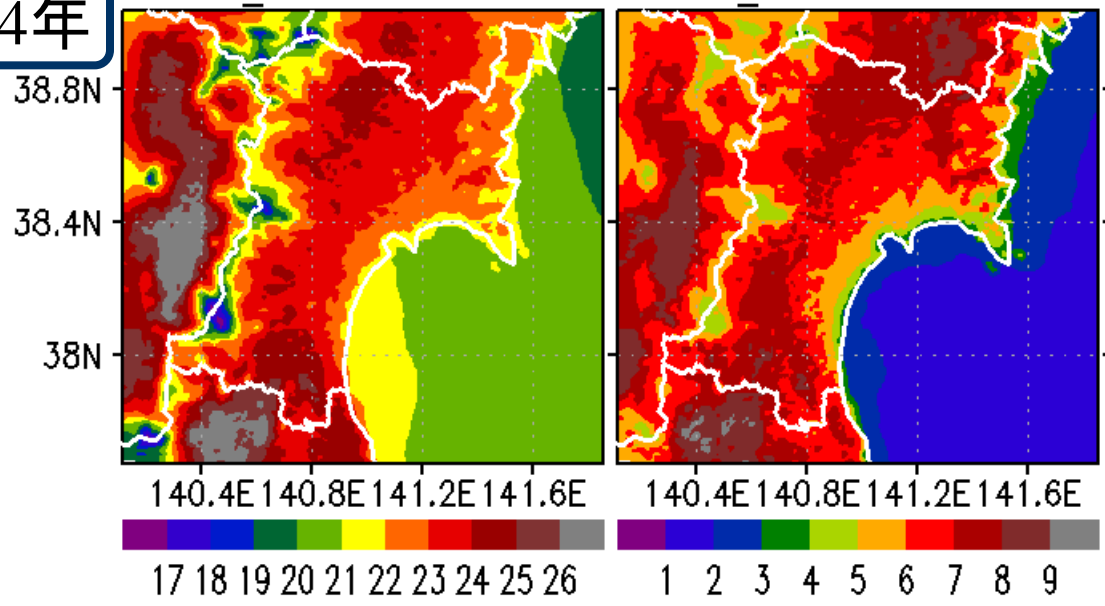
日較差

2003年



日較差 = 最高气温 - 最低气温

2004年



Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height

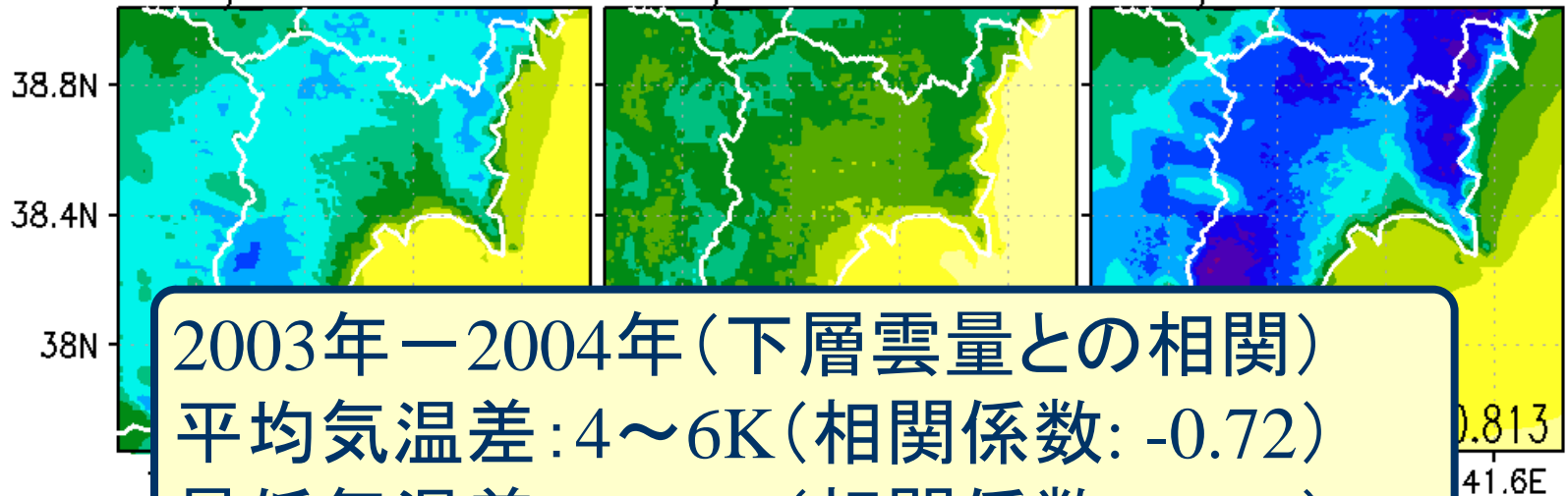


# 2003年と2004年の差

月平均気温差

日最低気温差

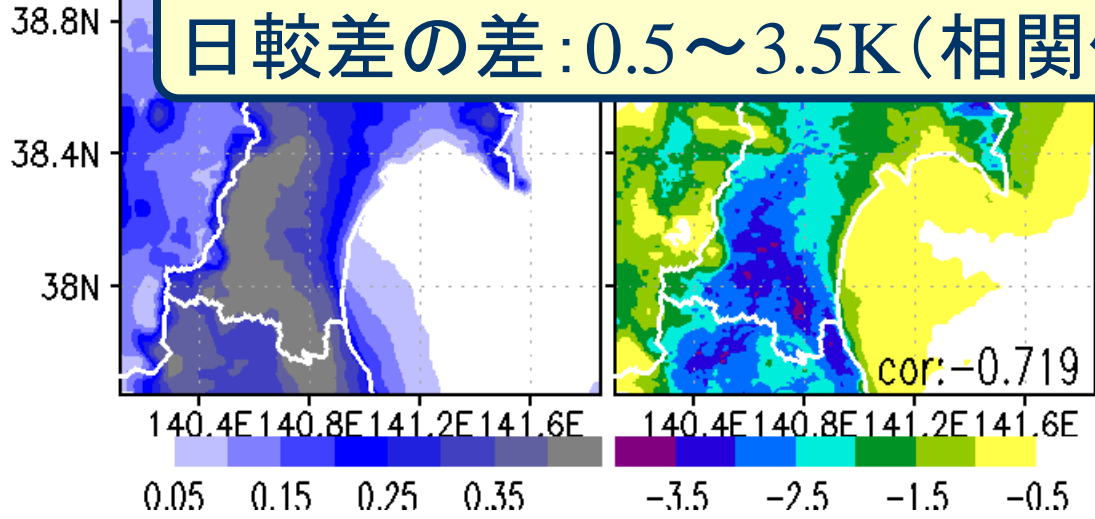
日最高気温差



2003年－2004年（下層雲量との相関）

- 平均気温差：4～6K（相関係数：-0.72）
- 最低気温差：3～5K（相関係数：-0.39）
- 最高気温差：4～7K（相関係数：-0.81）
- 日較差の差：0.5～3.5K（相関係数：-0.72）

下層雲量



下層雲量との空間相関  
海上は除く

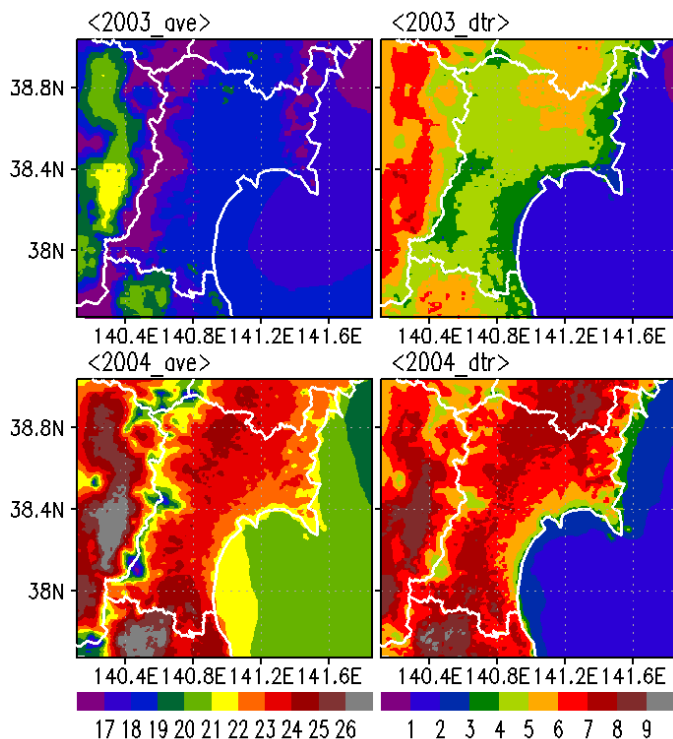


# 地域性の分類

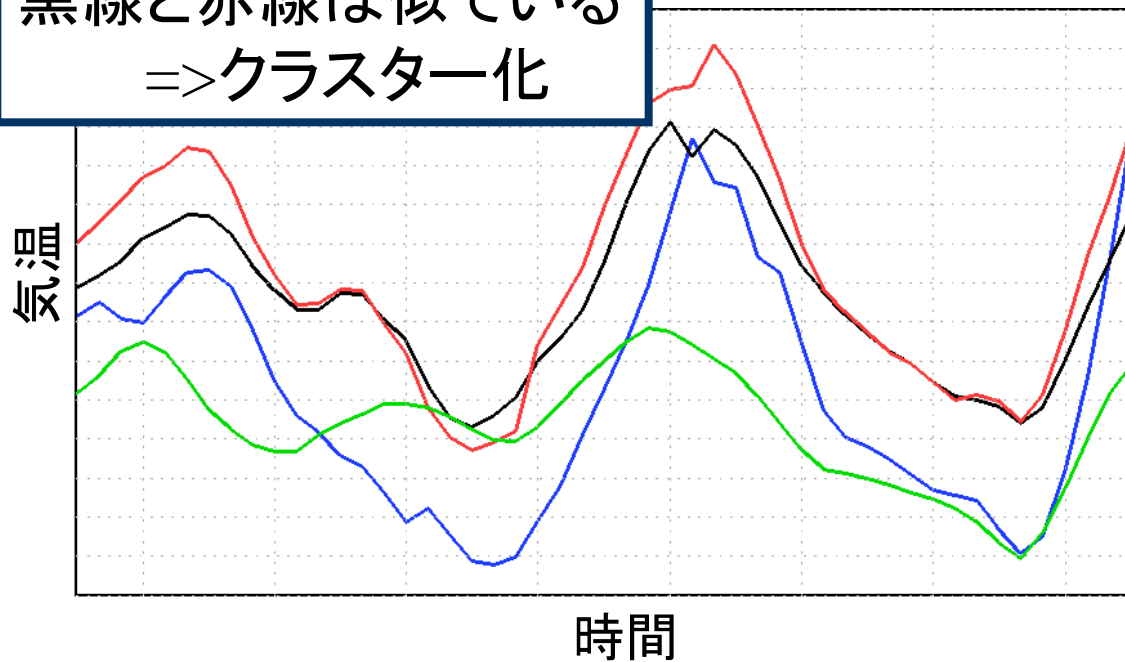
気温日変化の地域的な特徴は？

⇒ クラスター解析 (ward法) で日変化の類似性で6~7地域に分類

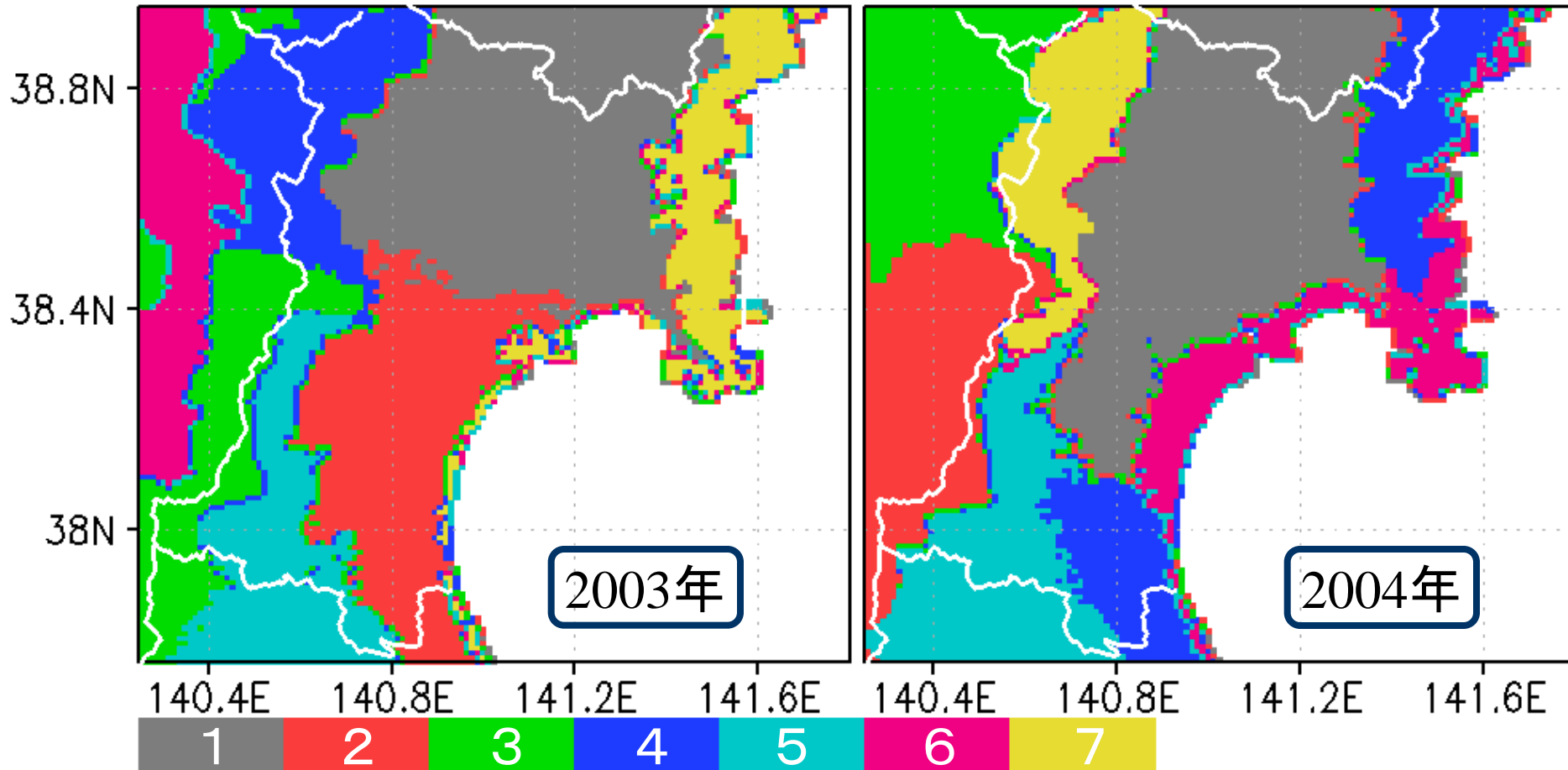
- 平野、山沿い、海岸沿い、内陸など
- 2003年/2004年の違いは？



黒線と赤線は似ている  
⇒ クラスター化



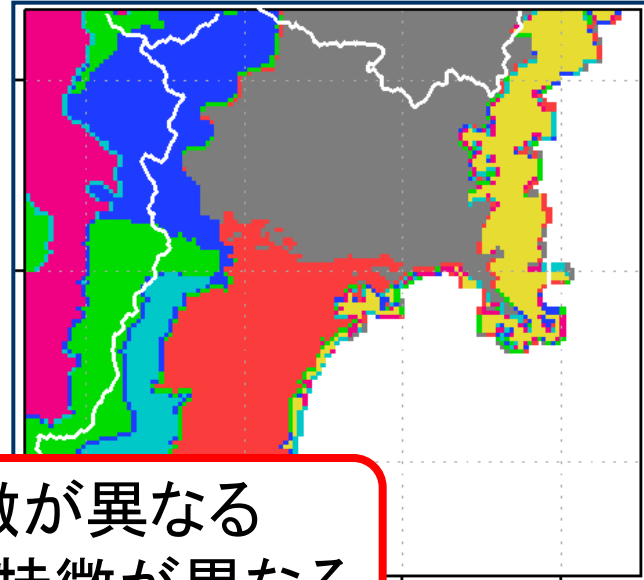
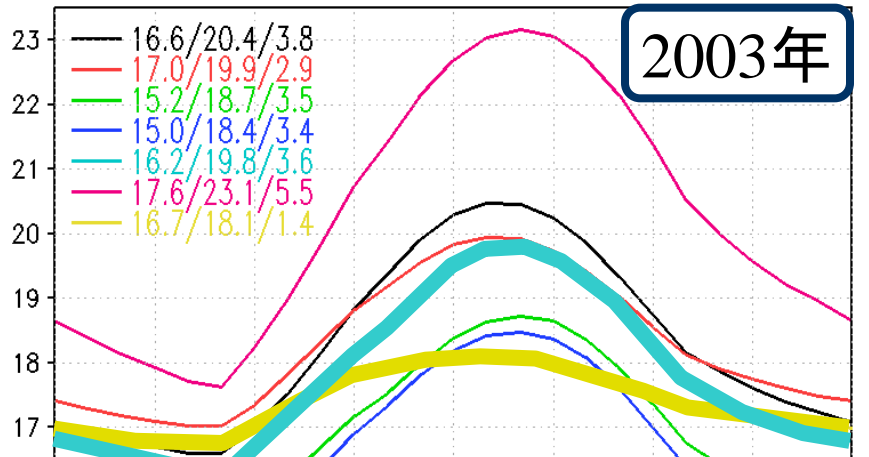
# 気温日変化の地域性の分類



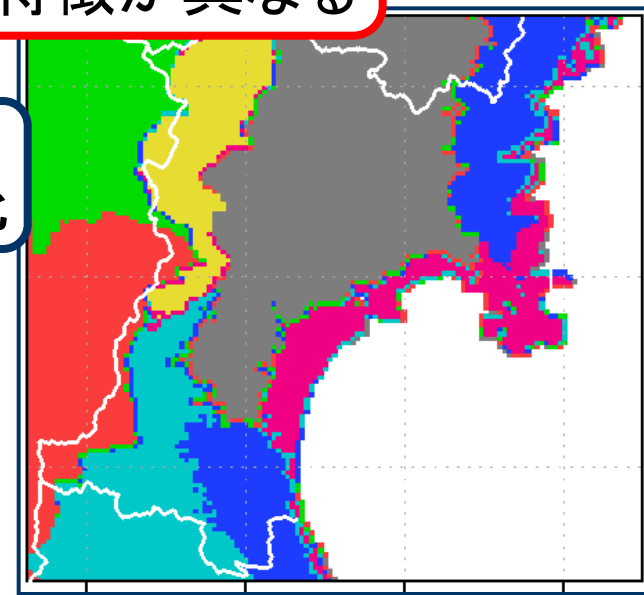
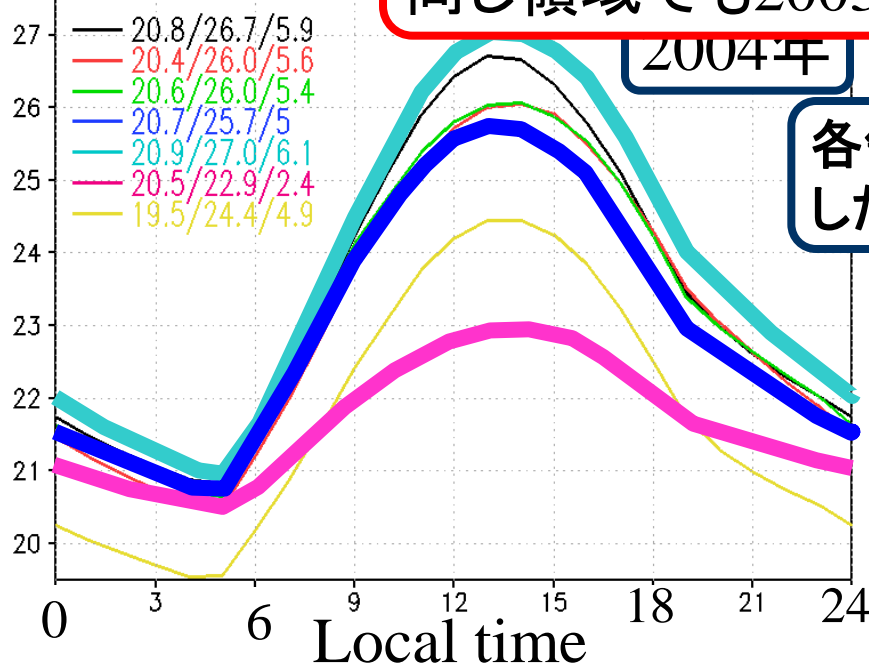
クラスター解析で日変化の類似性で分類  
各色は各クラスターを示す

2003/2004年でパターンが異なる

# 各地域における気温日変化の特徴

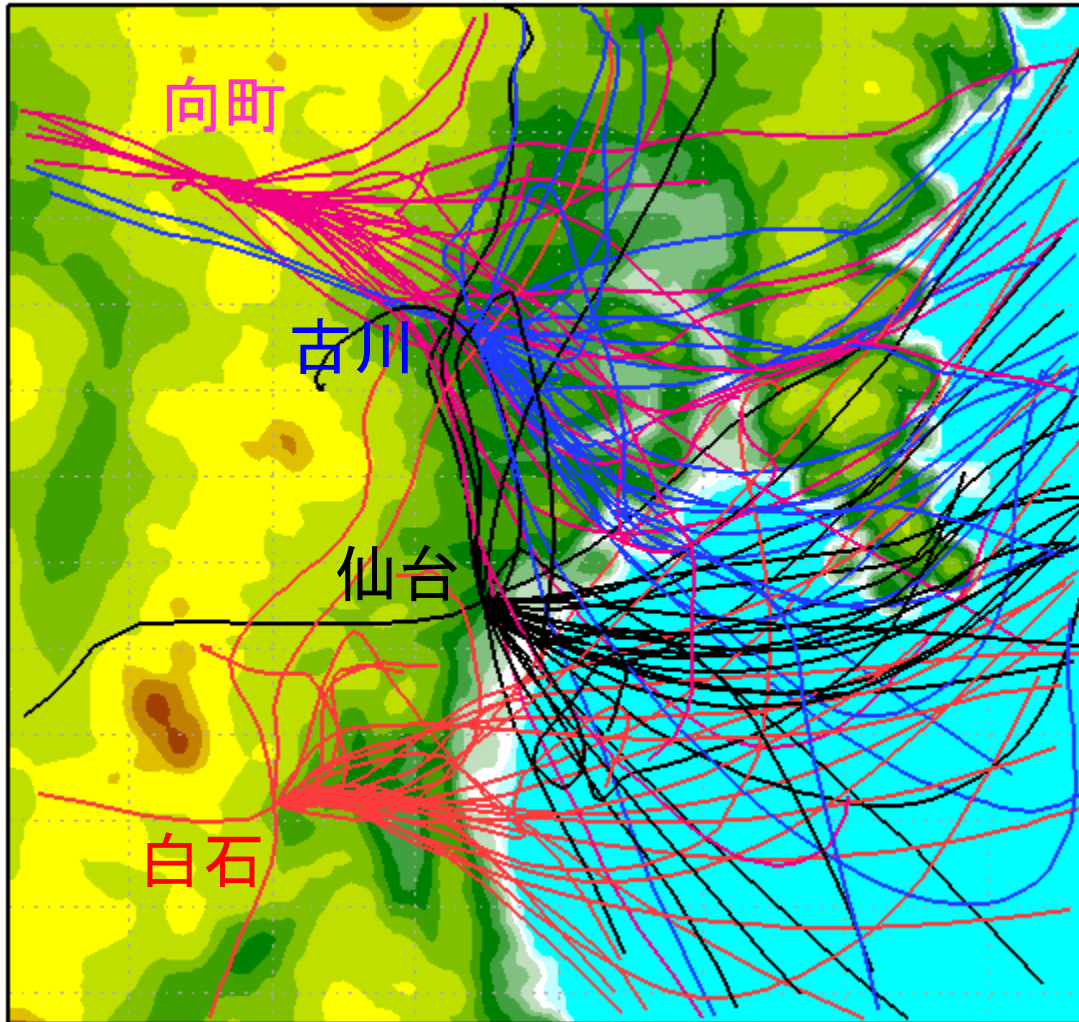


海沿いでも場所によって特徴が異なる  
 同じ領域でも2003/2004年で特徴が異なる



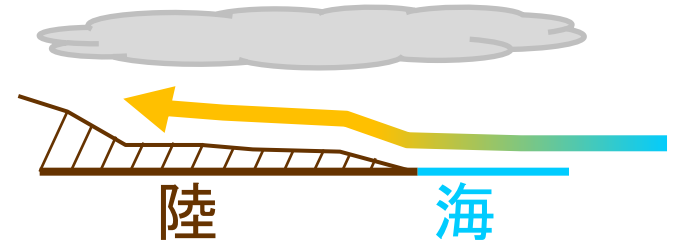
各領域で平均した気温日変化

# 地域性の異なる要因について



流跡線解析の概要  
 陸上での気団変質の差？  
 空気塊そのものの差？

2003年



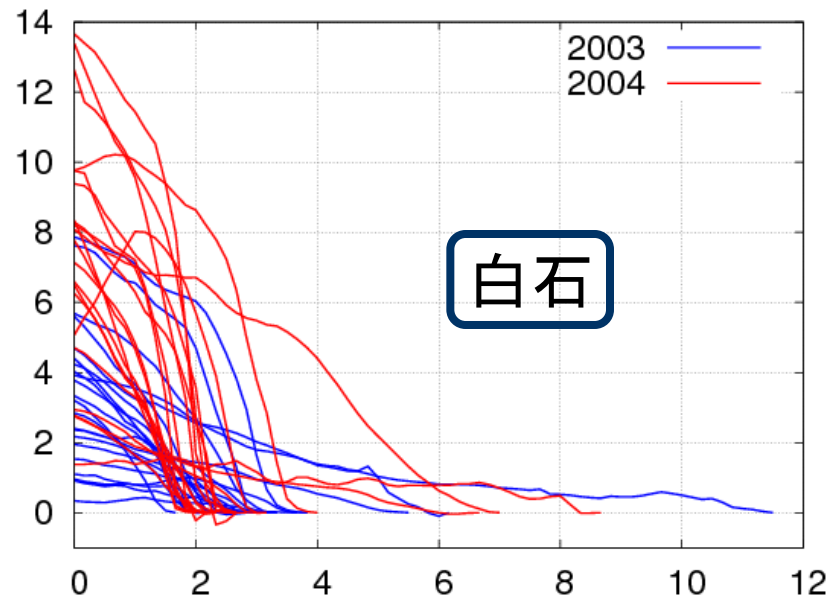
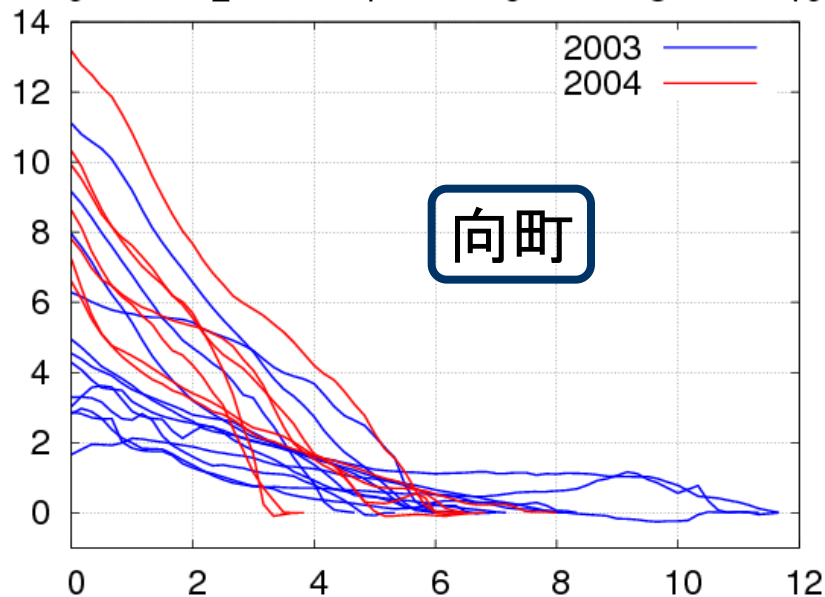
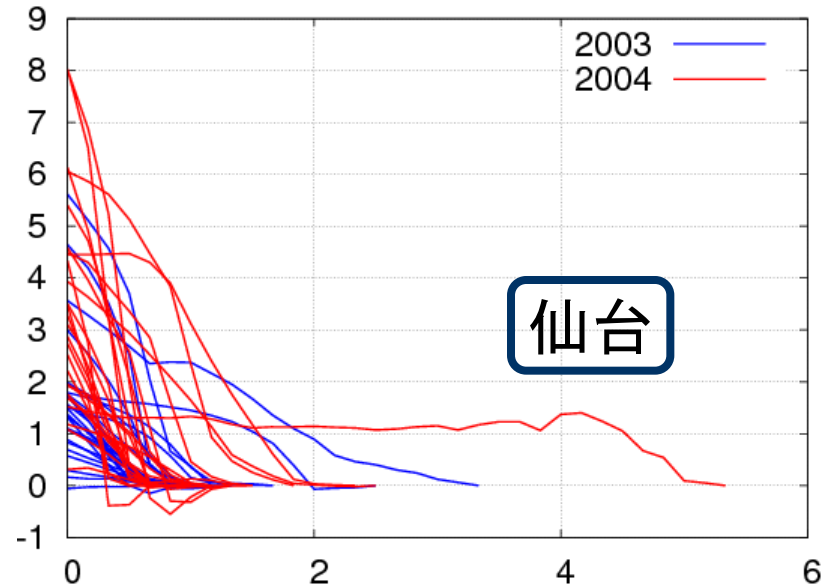
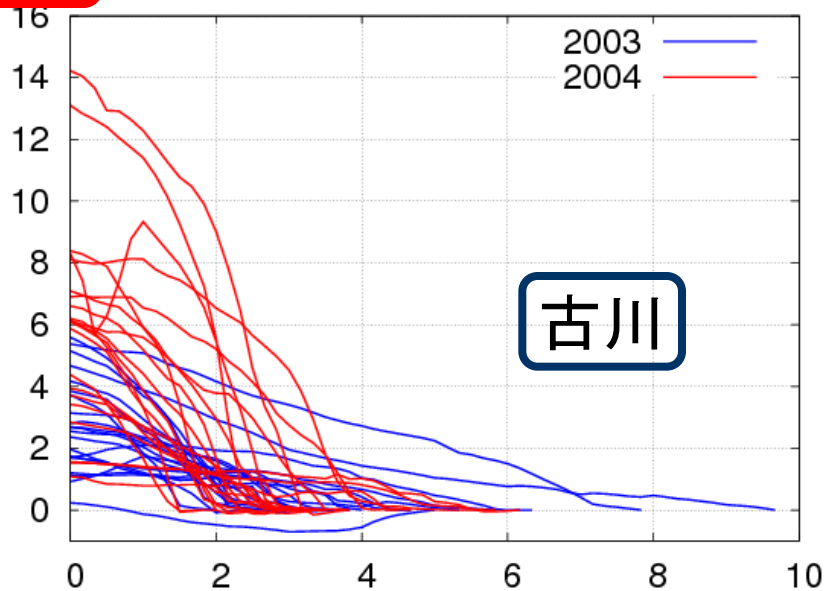
2004年



- ・ある時刻からスタート(31日間)
- ・高度20mで12時間前まで戻る
- ・側面(海上)に達したらストップ

# 流跡線に沿った温位偏差

14LT

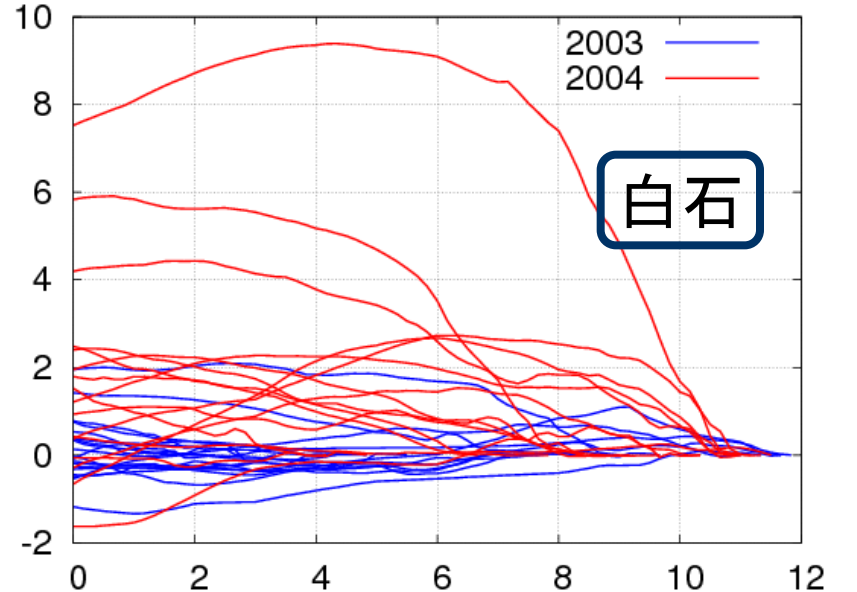
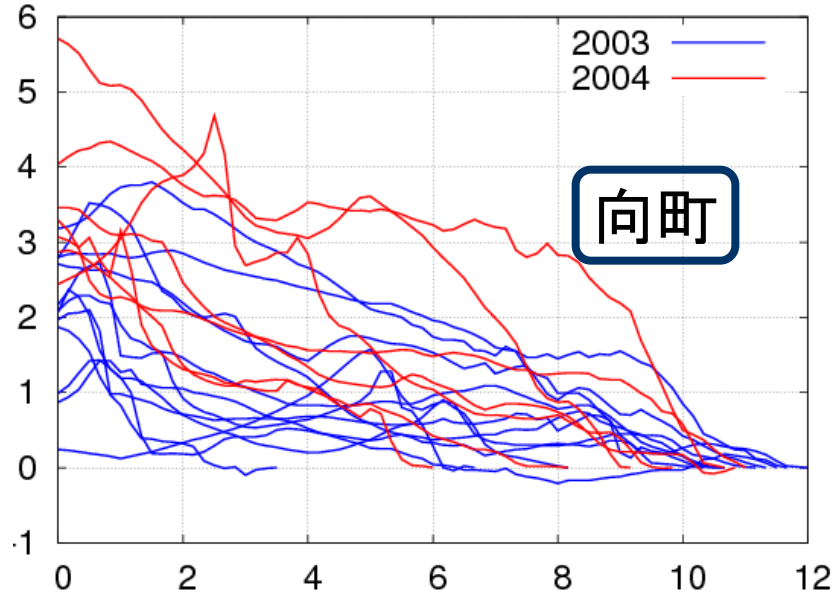
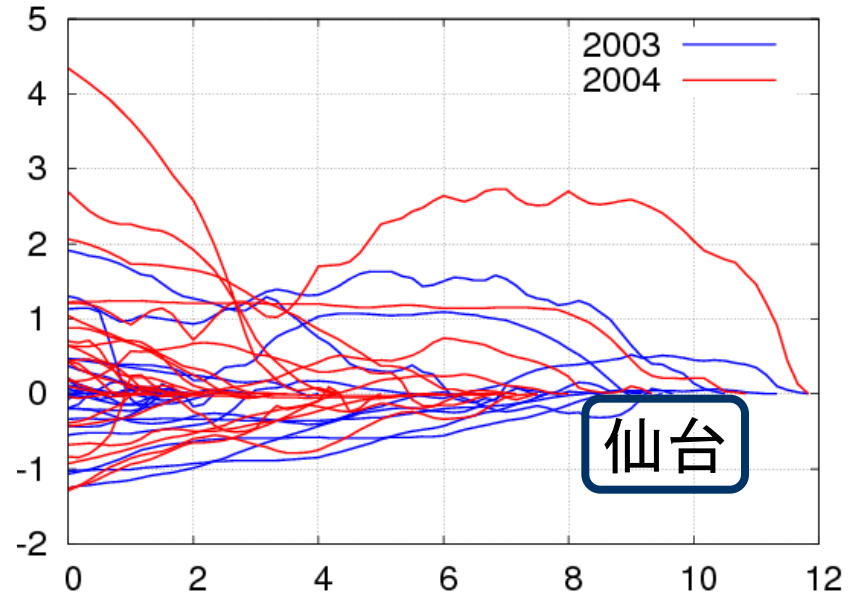
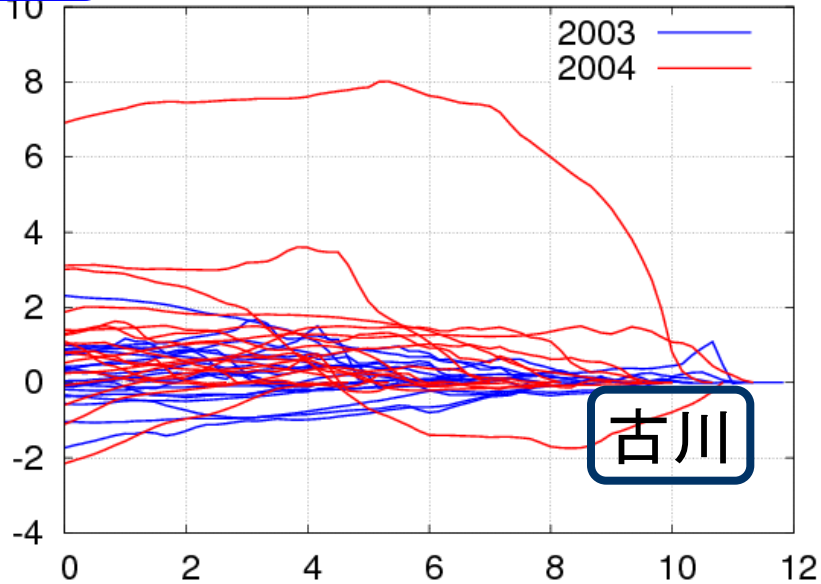


時間(hour)

時間(hour)

# 流跡線に沿った温位偏差

05LT



時間(hour)

時間(hour)

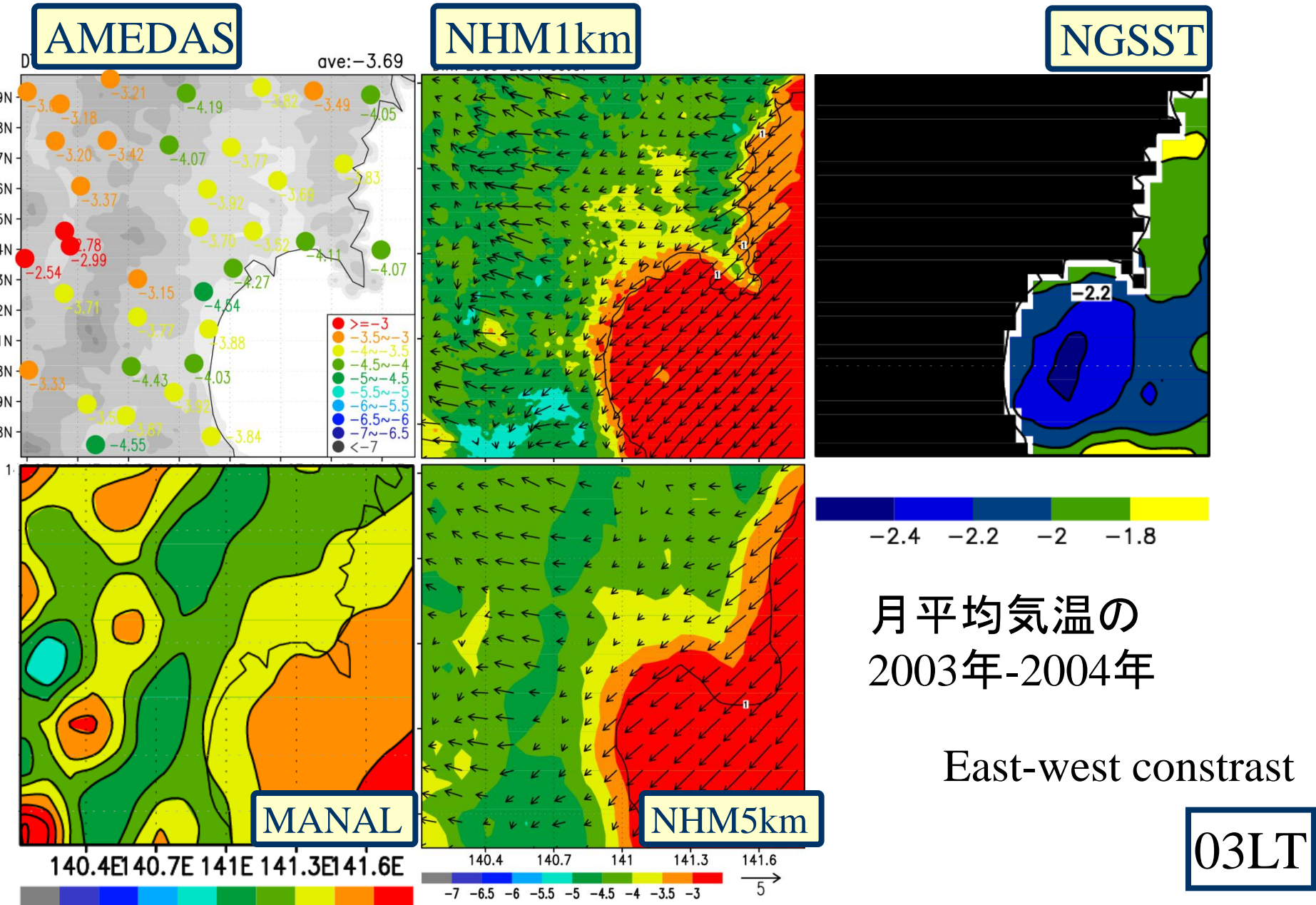
# まとめ

2003/2004年7月について、1kmメッシュで再現された気温日変化の地域性を調べた。

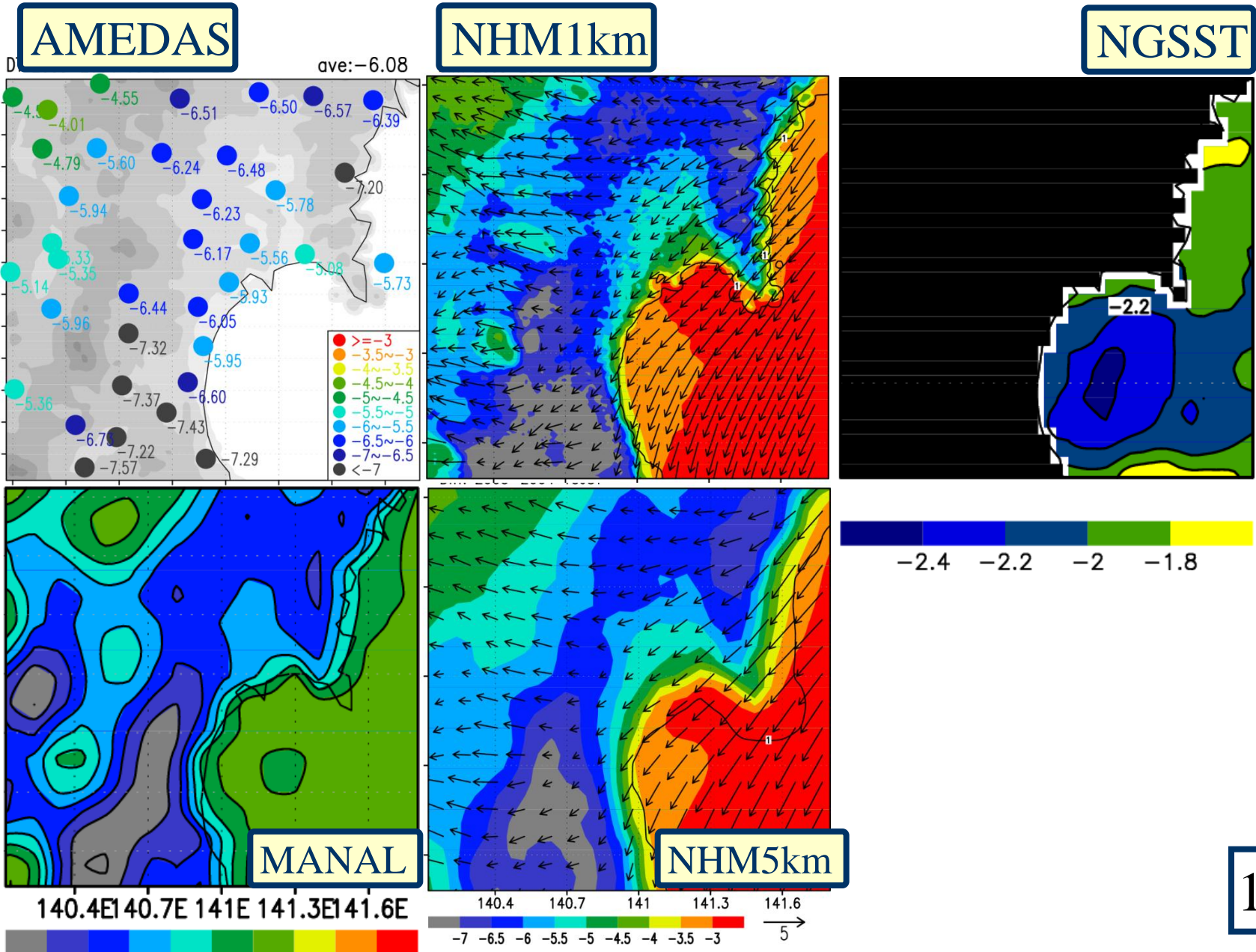
- ・平均気温: 2003年(4~6度低) < 2004年
- ・気温日較差: 2003年(1~3度小) < 2004年
  - 日最低気温: 2003年(3~5度低) < 2004年
  - 日最高気温: 2003年(4~7度低) < 2004年
- ・気温日変化の特徴をクラスター解析で分類
  - 同じ海岸域でも日較差などが異なる
  - 2003/2004年で地域性の分類が異なる
- ・気温差の要因を調べるため、後方流跡線解析
  - 日中: 陸上での昇温による
  - 夜間: ほとんど昇温しない~気塊そのものの温度差  
(当たり前?)



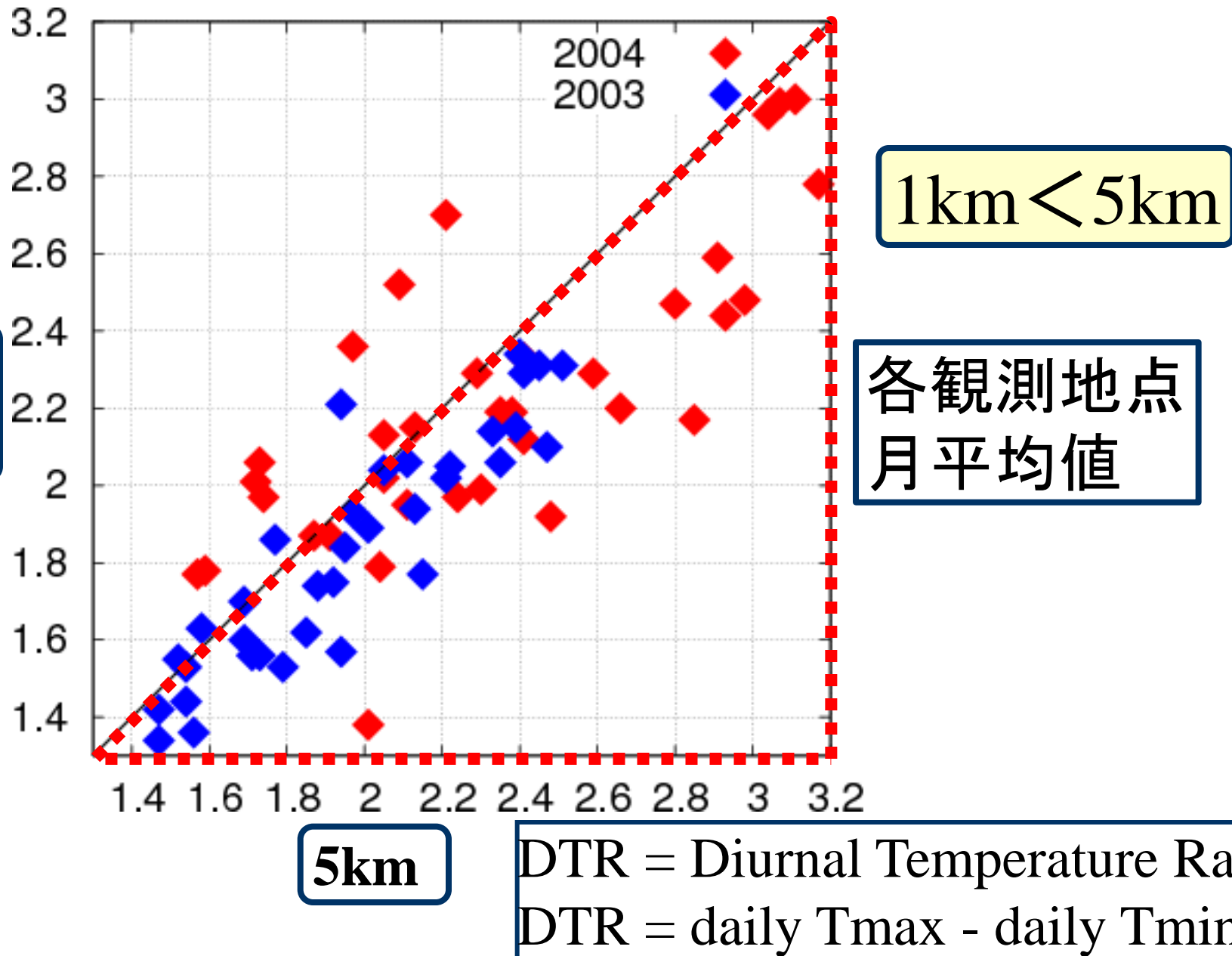
# Comparison of difference in Temp.



# Comparison of difference in Temp.



# 日較差のRMSEの散布図







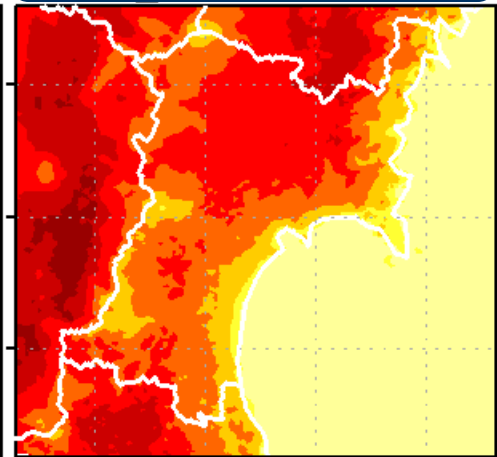
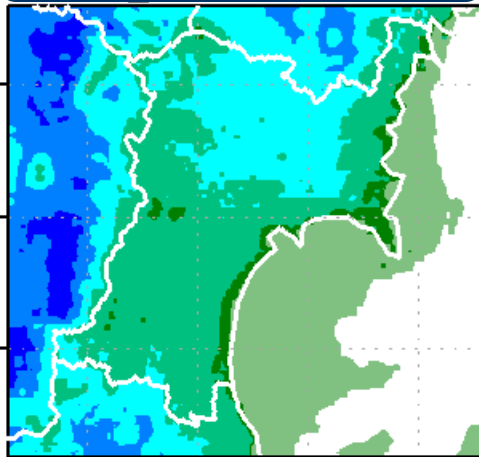
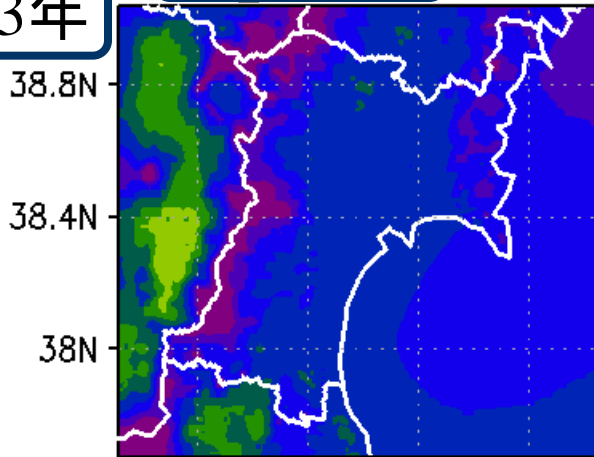
# 日平均、最低、最高气温@地上

月平均值

最低气温 - 平均

最高气温 - 平均

2003年

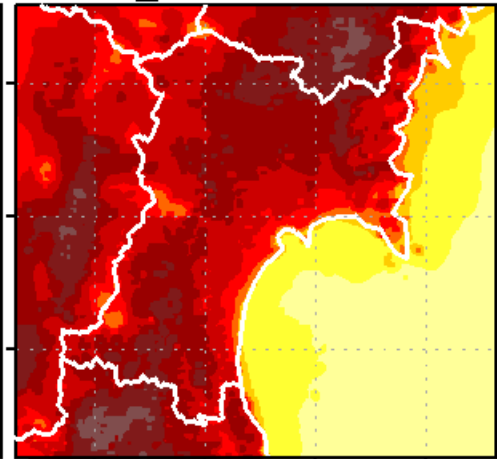
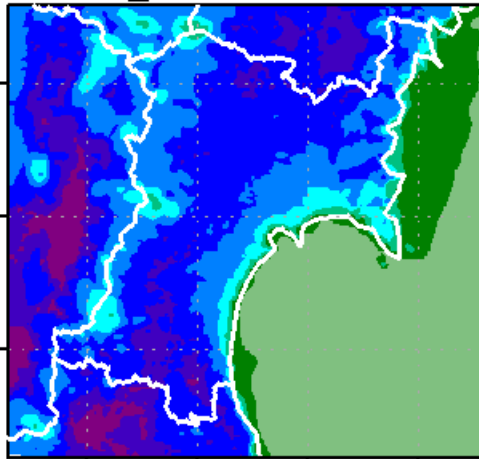
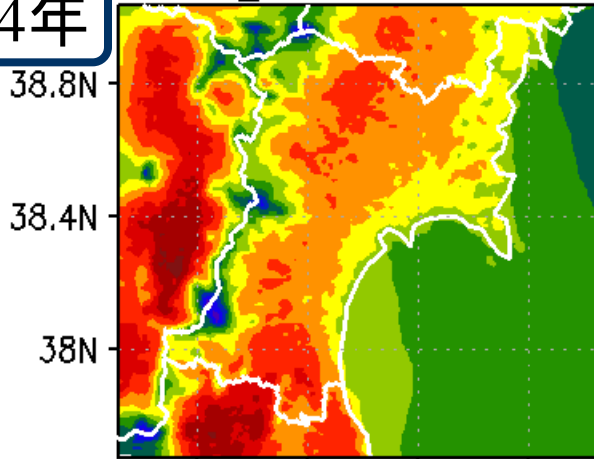


140.4E 140.8E 141.2E 141.6E  
<2004\_ave>

140.4E 140.8E 141.2E 141.6E  
<2004\_min>

140.4E 140.8E 141.2E 141.6E  
<2004\_max>

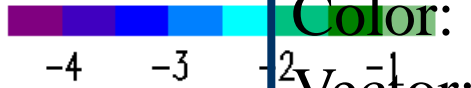
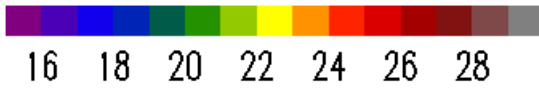
2004年



140.4E 140.8E 141.2E 141.6E

140.4E 140.8E 141.2E 141.6E

140.4E 140.8E 141.2E 141.6E



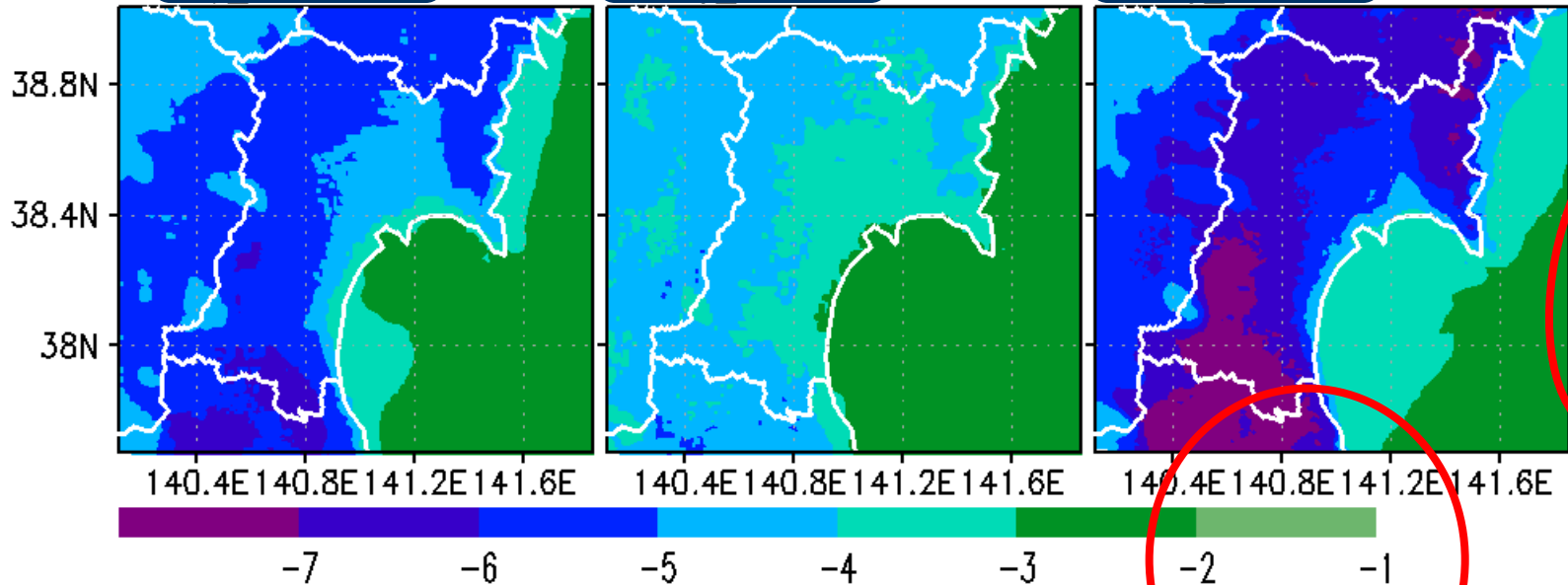
Color: temperature at 2-m height  
 Vector: wind at 10-m height

# 日平均、最低、最高気温@地上

月平均値

最低気温

最高気温



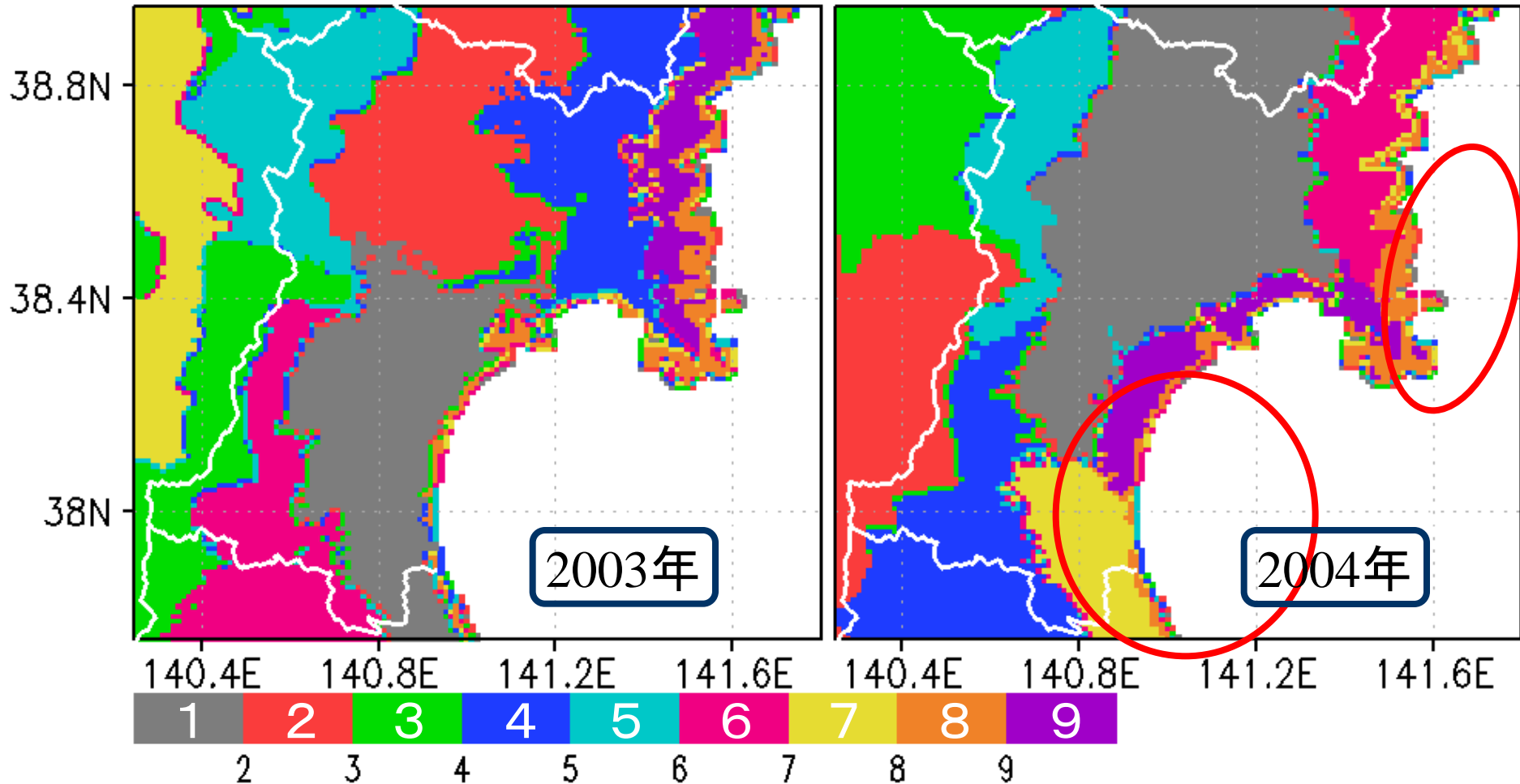
2003-2004年

地上気温の差(2003-2004): 3~7K

- ・場所(海岸、内陸、山岳)
- ・時刻(朝方、日中)

Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height

# 地域性の分類

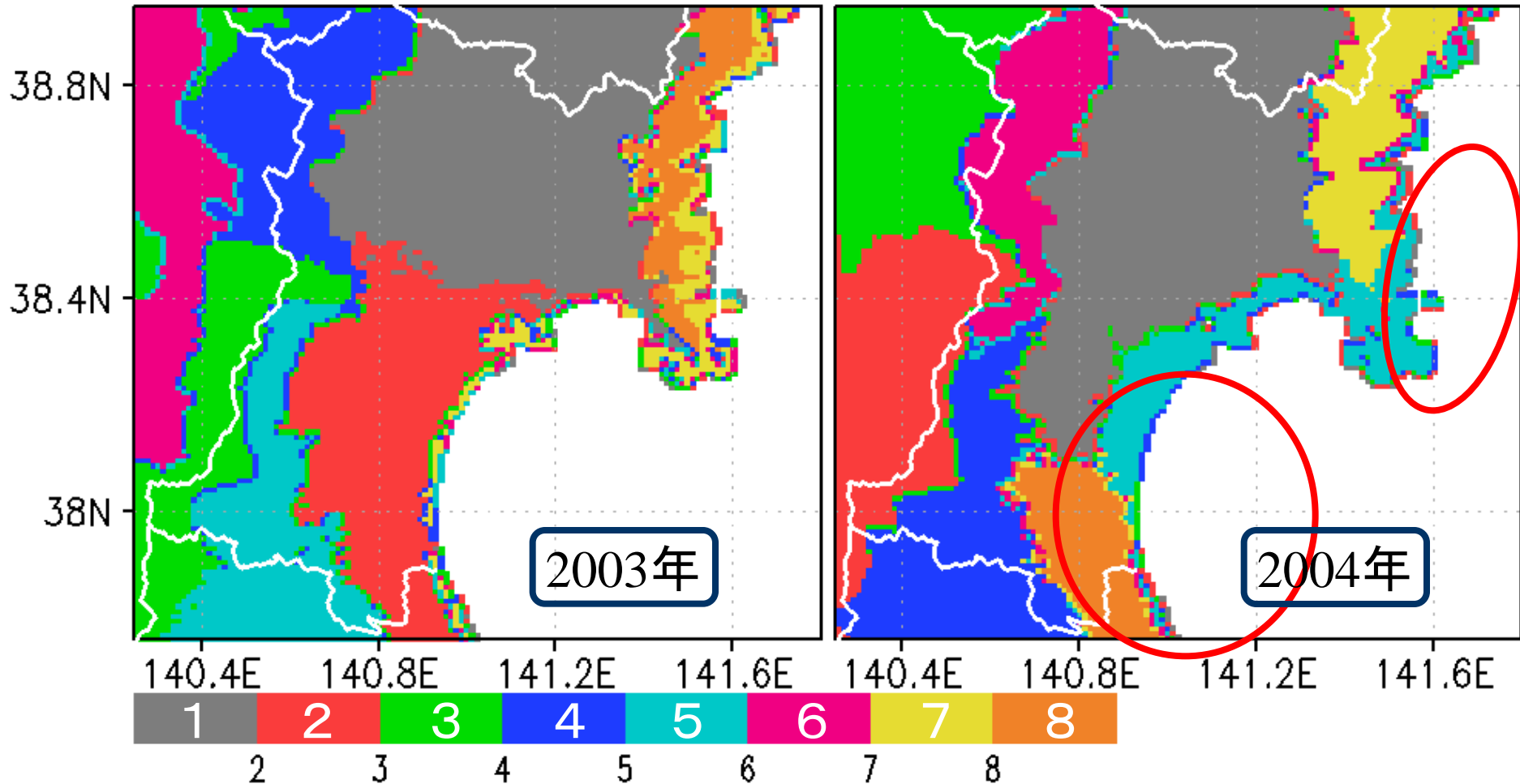


クラスター解析  
日変化の類似性で分類

Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height



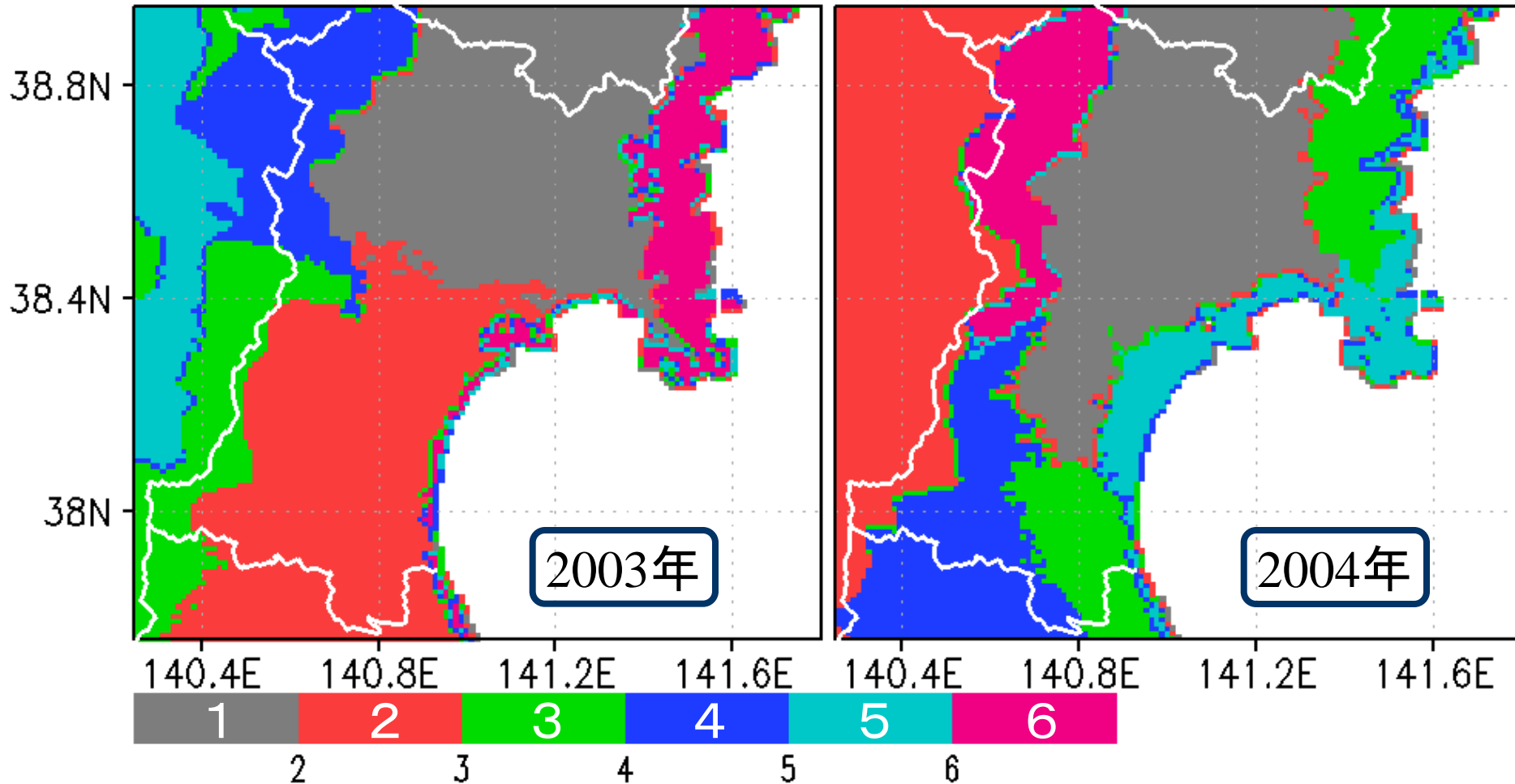
# 地域性の分類



クラスター解析  
日変化の類似性で分類

Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height

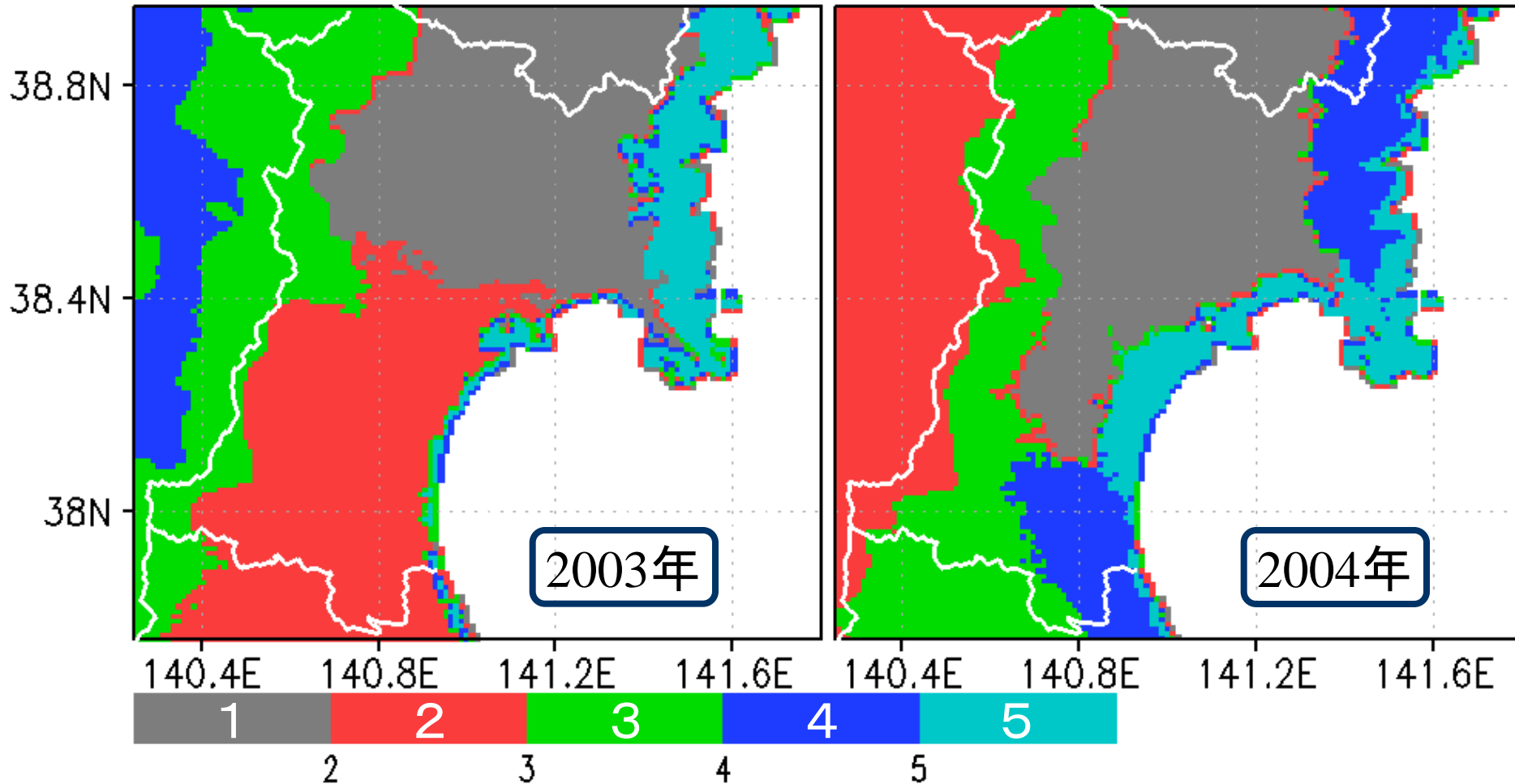
# 地域性の分類



クラスター解析  
日変化の類似性で分類

Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height

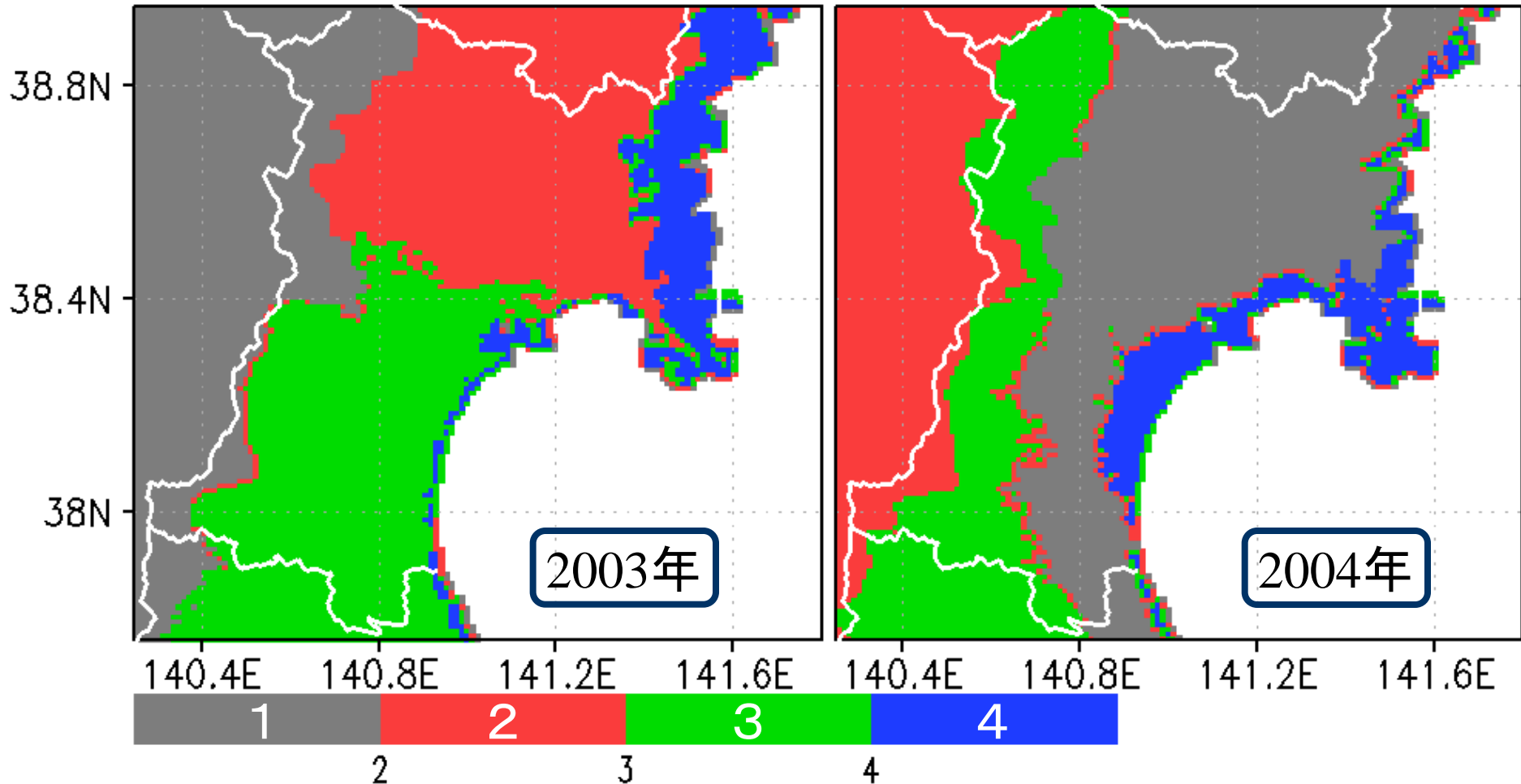
# 地域性の分類



クラスター解析  
日変化の類似性で分類

Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height

# 地域性の分類

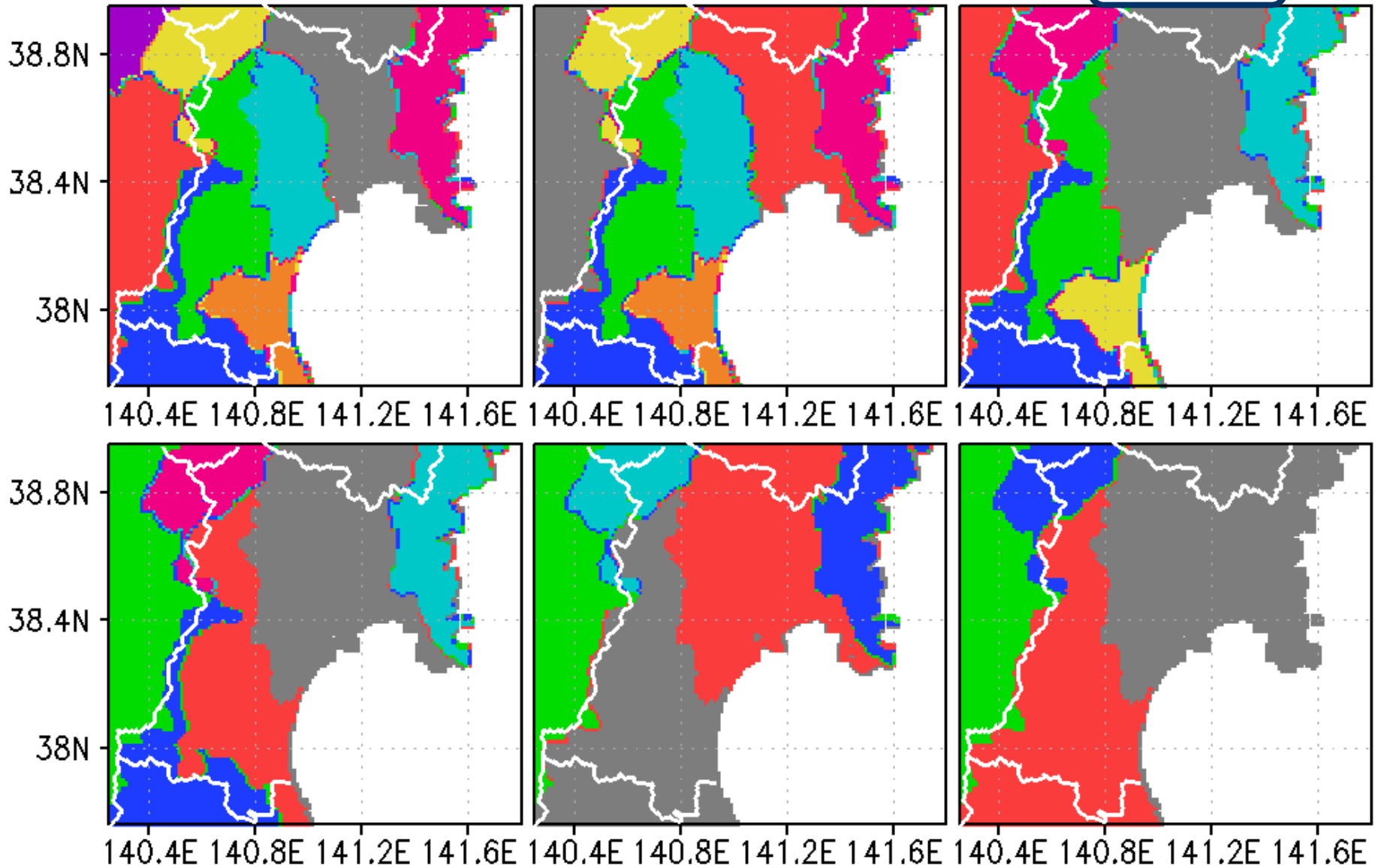


クラスター解析  
日変化の類似性で分類

Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height

# 地域性の分類

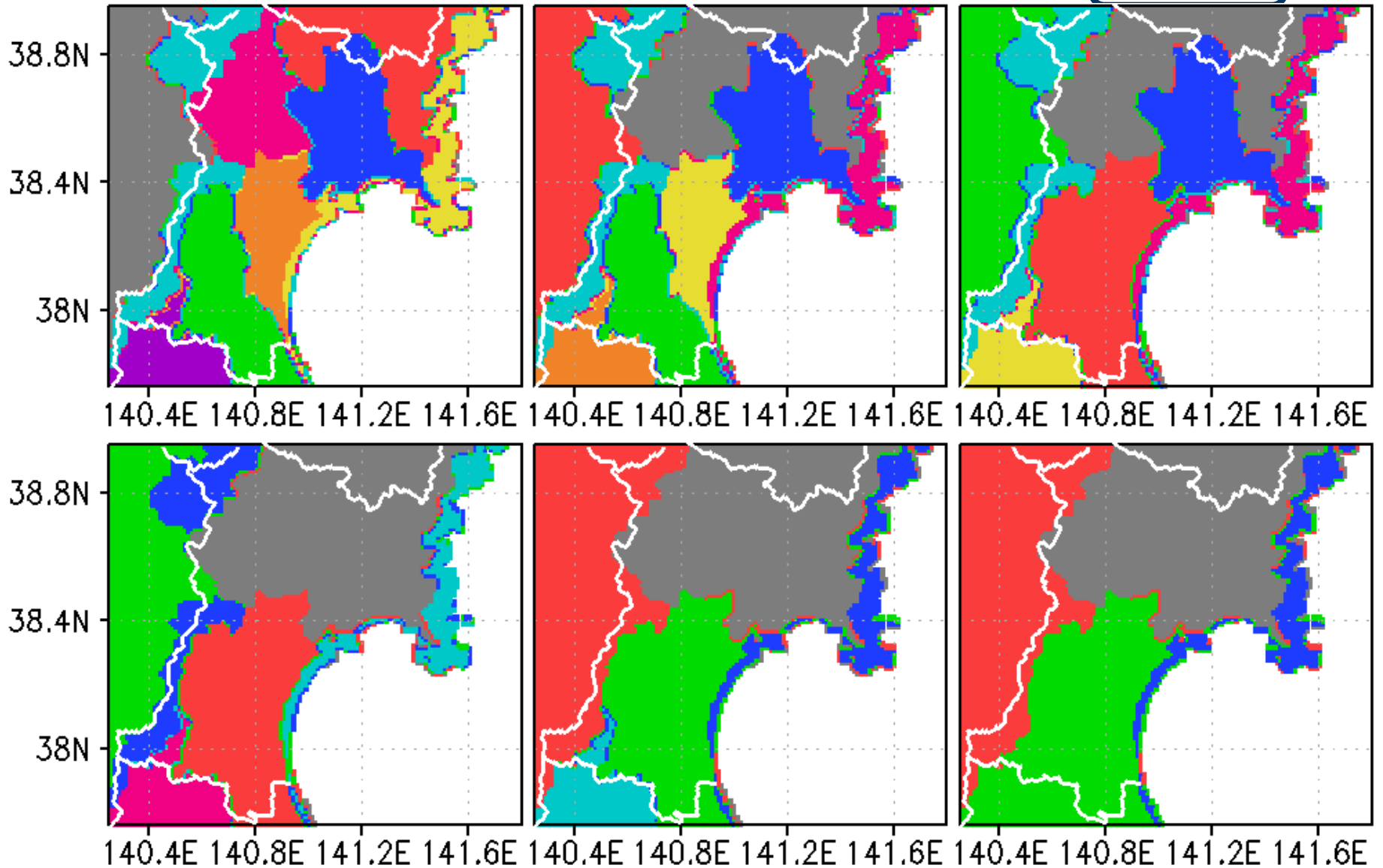
2003年



地上気温

# 地域性の分類

2004年

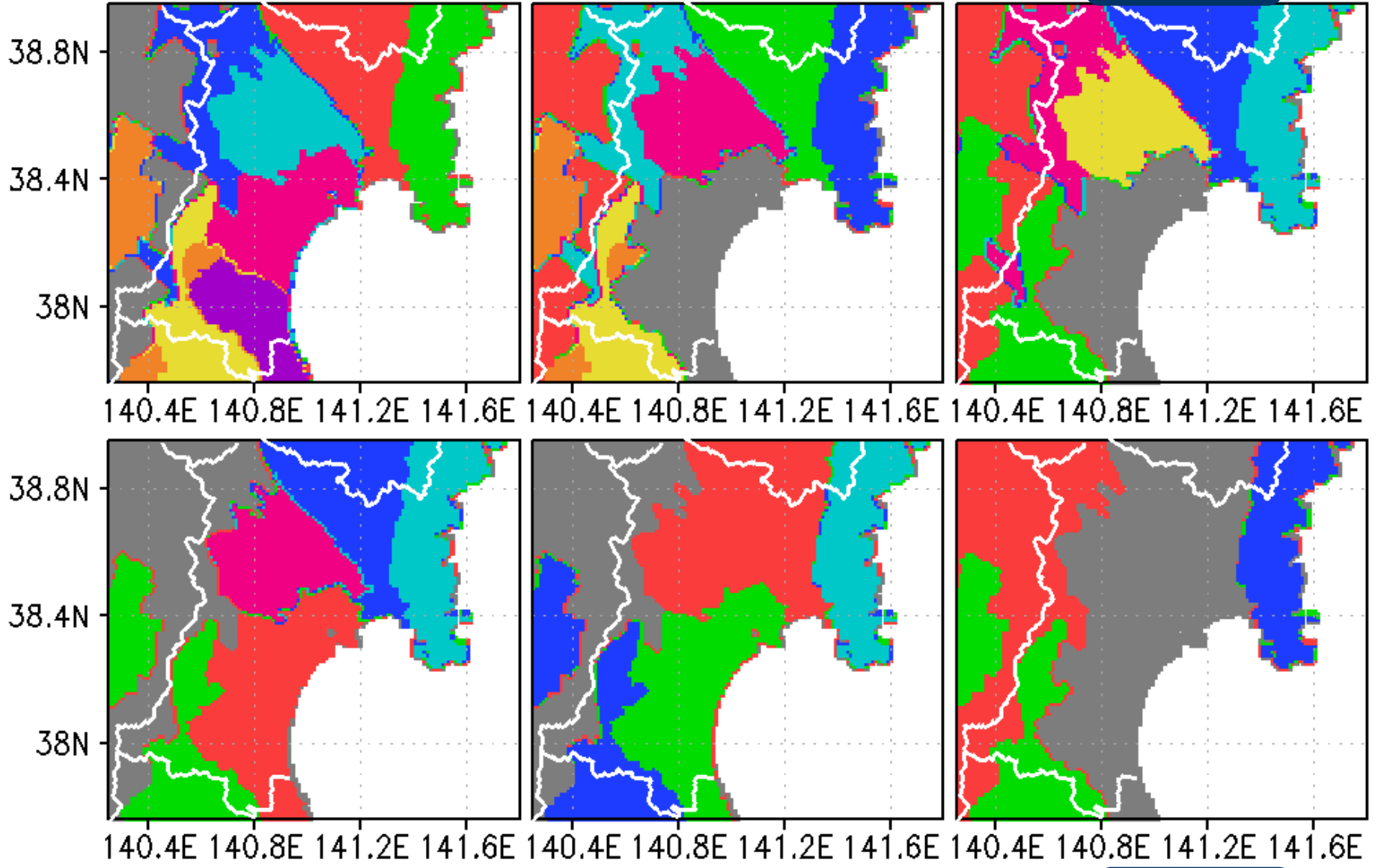


地上気温



# 地域性の分類

2003年

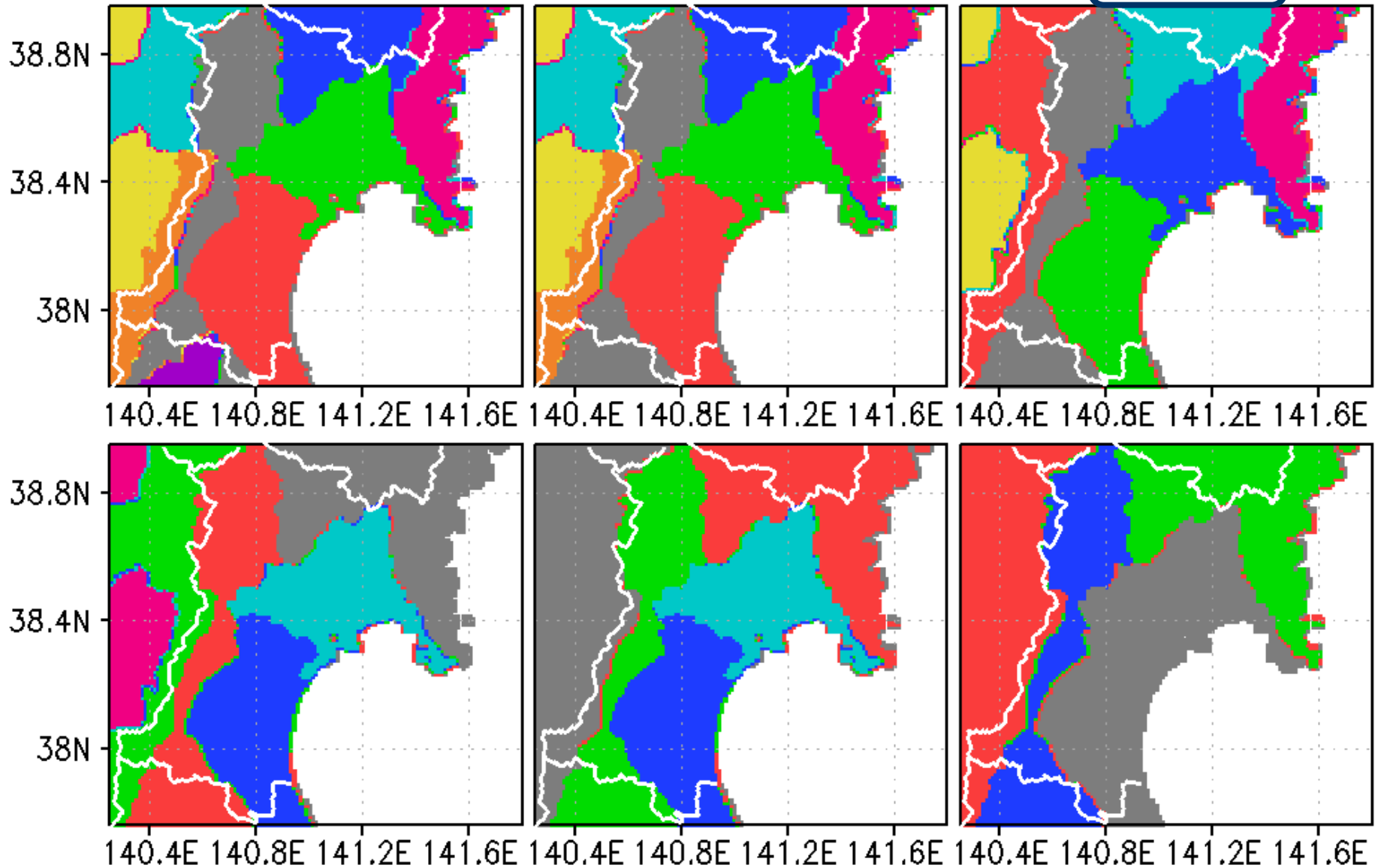


東西風



# 地域性の分類

2004年

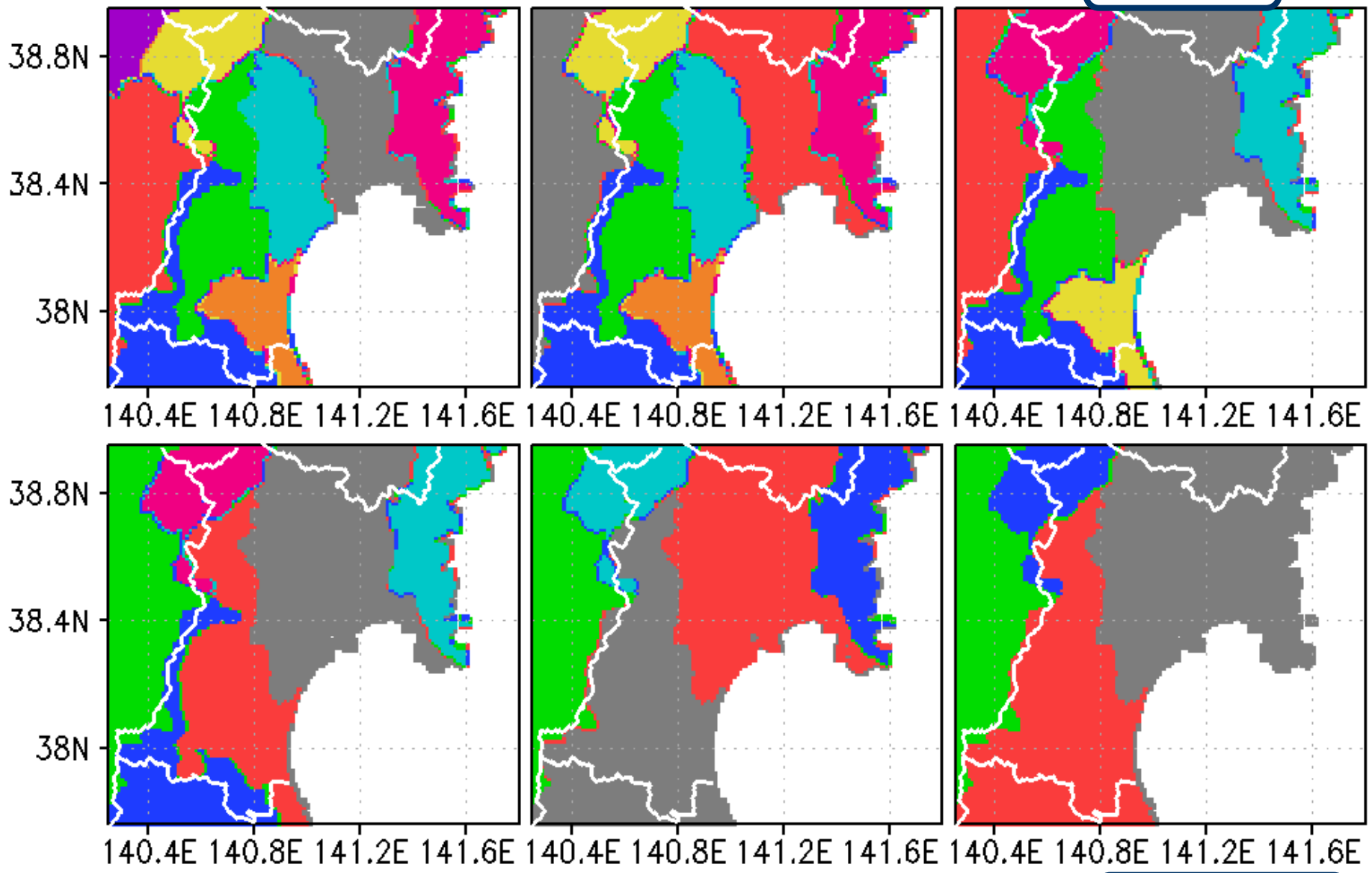


2 3 4 5 6 7 8 9

東西風

# 地域性の分類

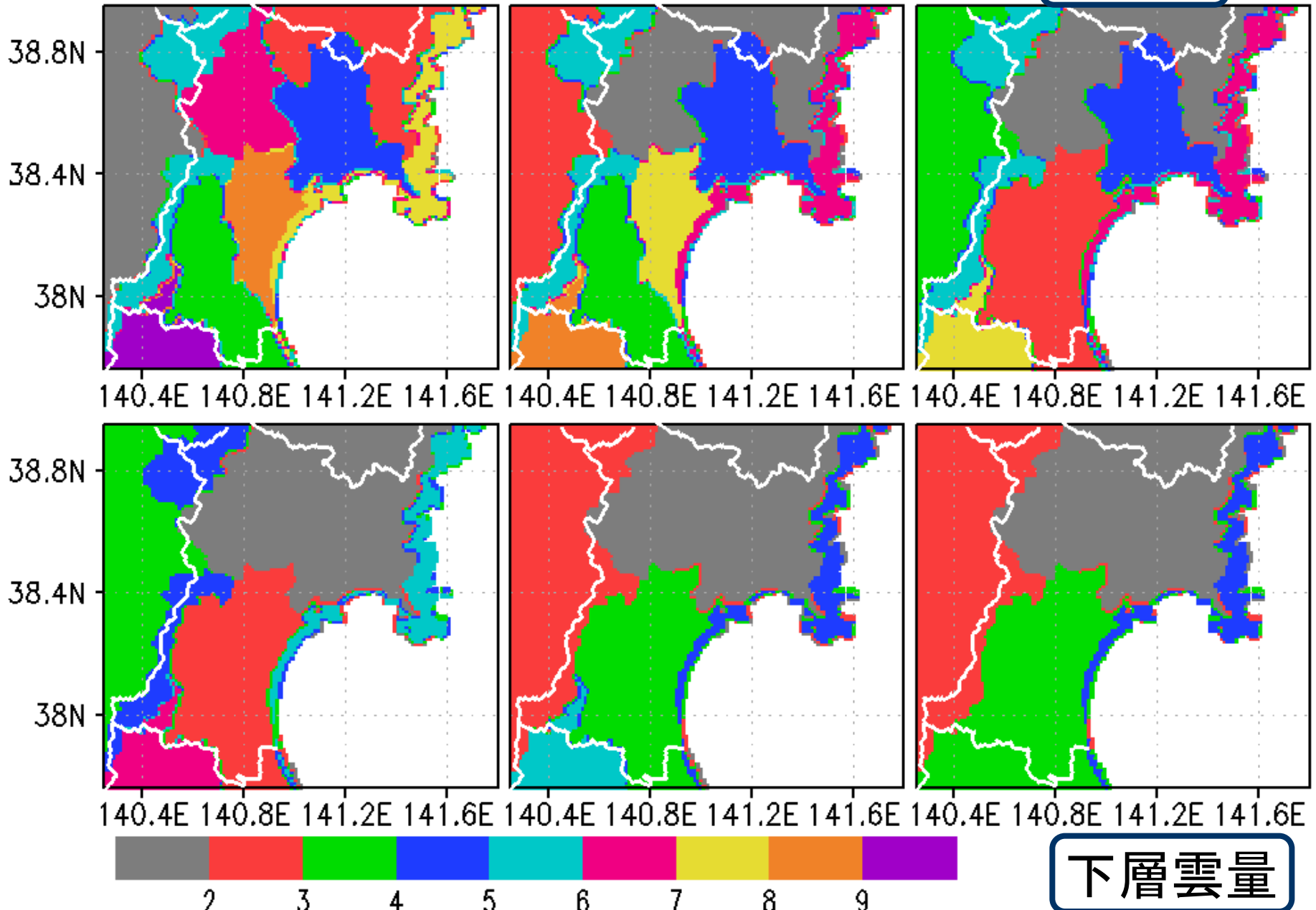
2003年



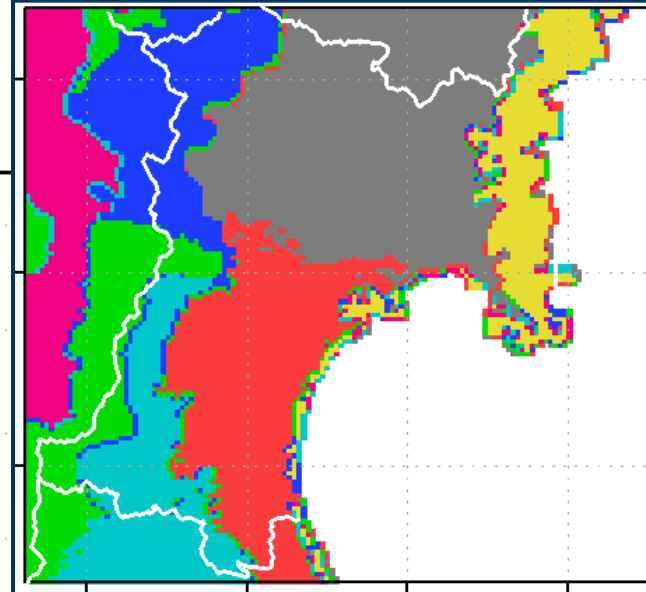
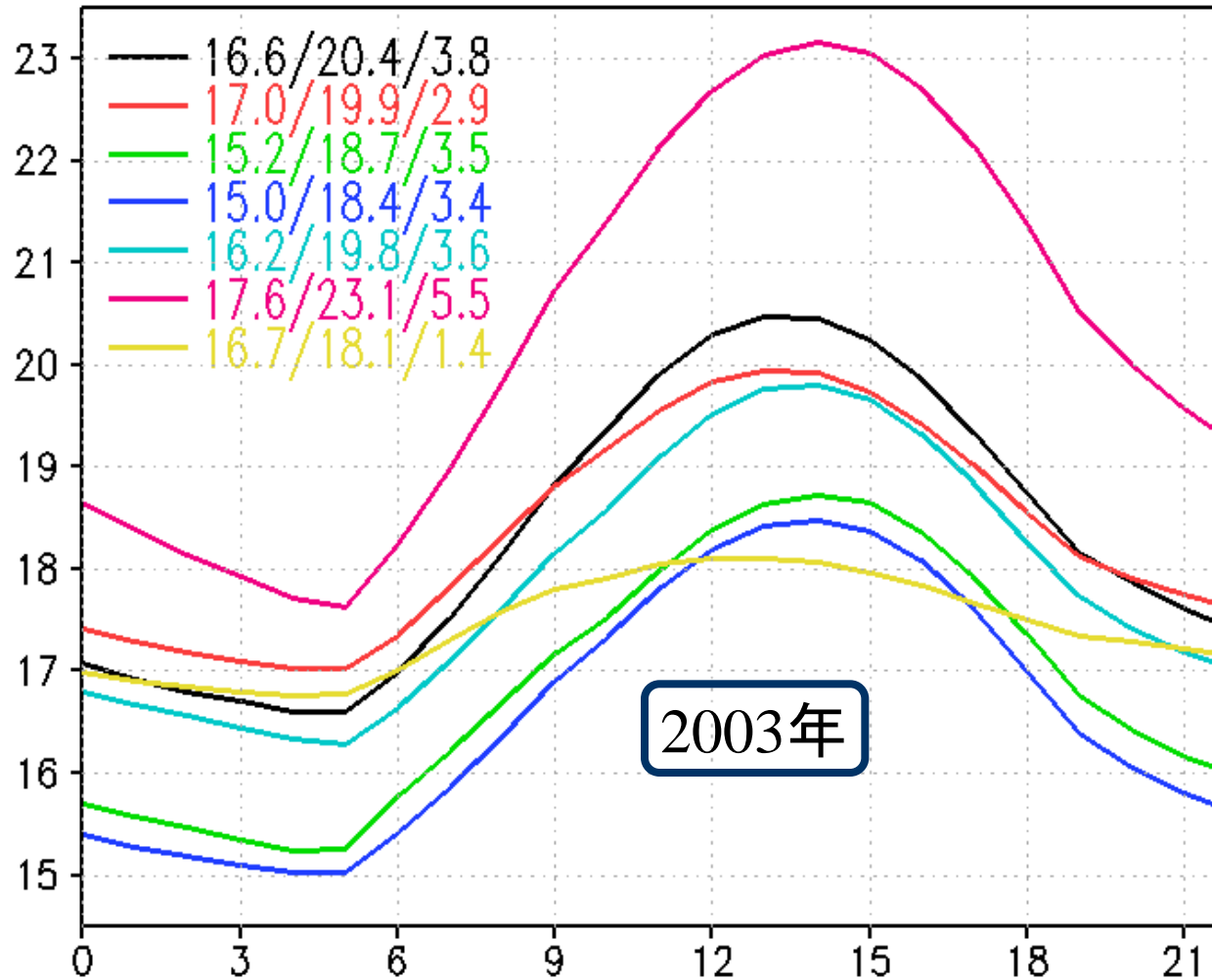
下層雲量

# 地域性の分類

2004年



# 各地域性の気温日変化の特徴

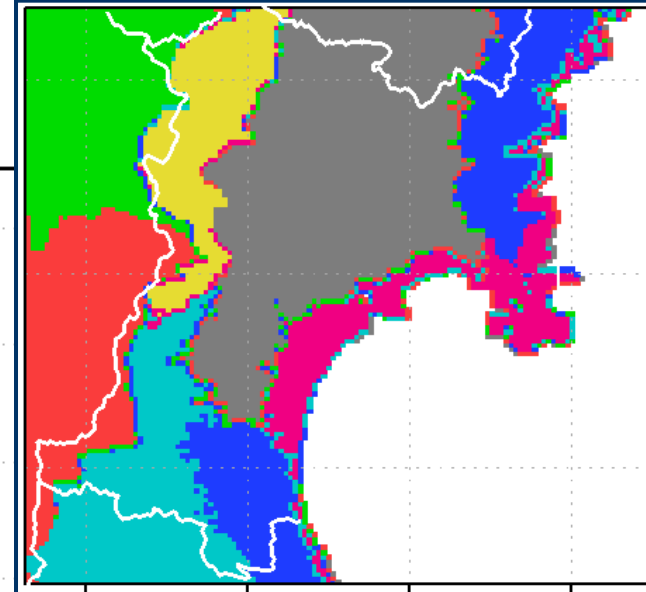
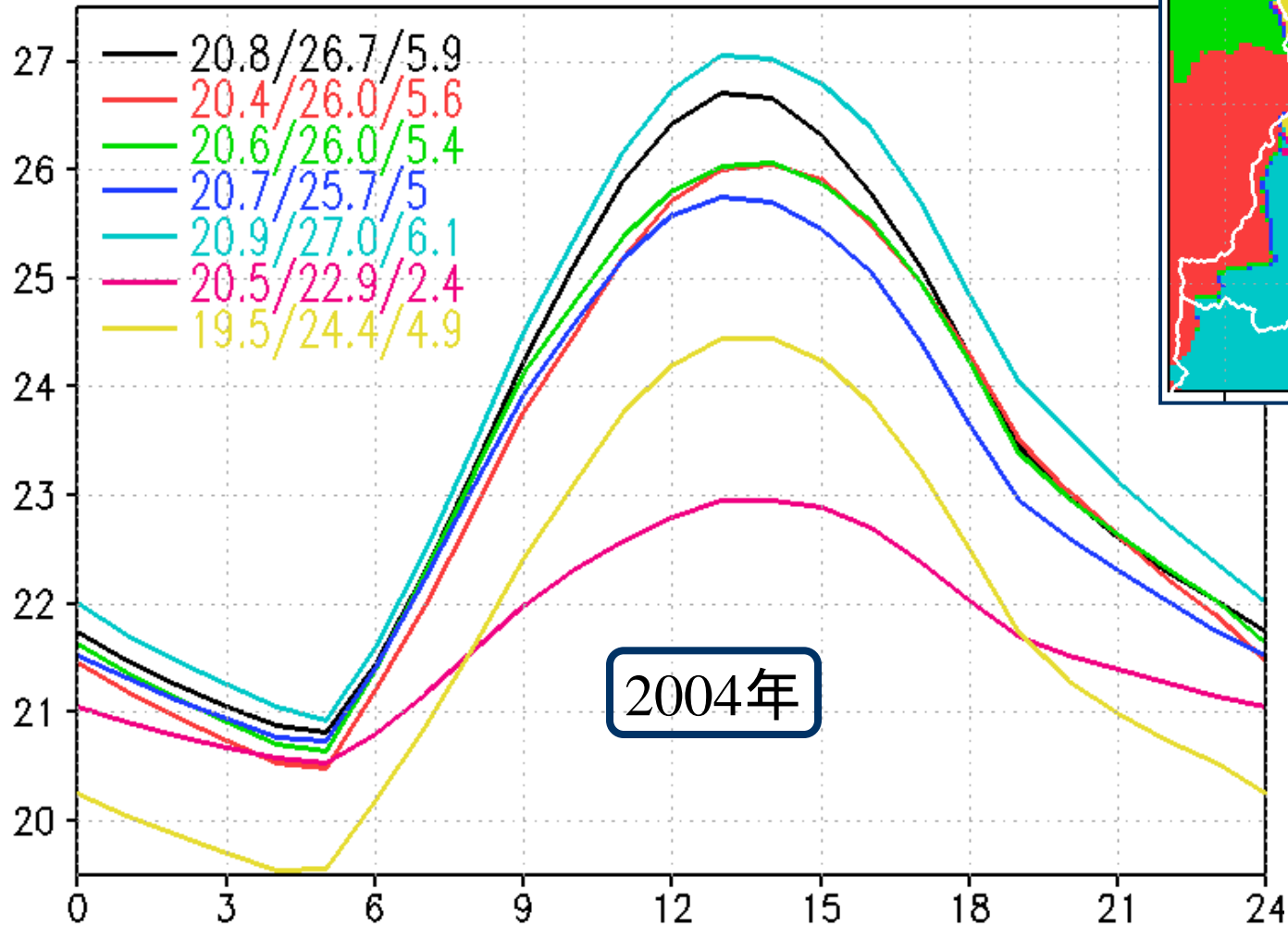


2003年

- A: 最低気温が低め
  - B: 気温日較差が大きい
  - C: 気温日較差が小さい
  - D: 最高気温が高め
- など

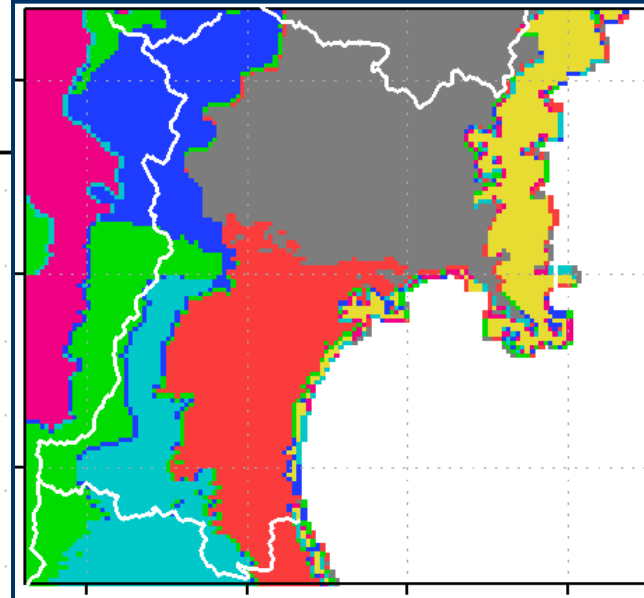
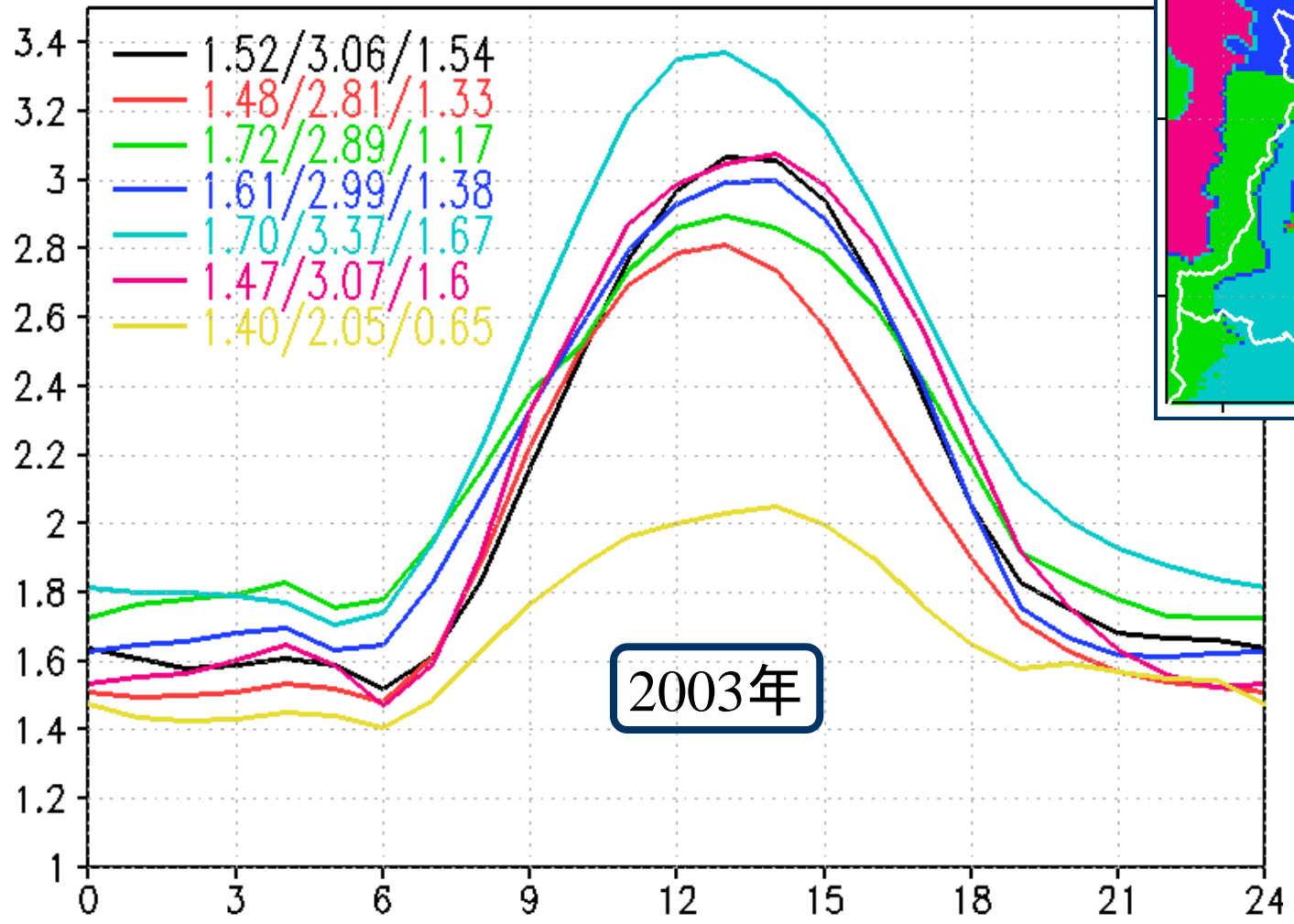
各分類域で平均した気温日変化

# 各地域性の気温日変化の特徴



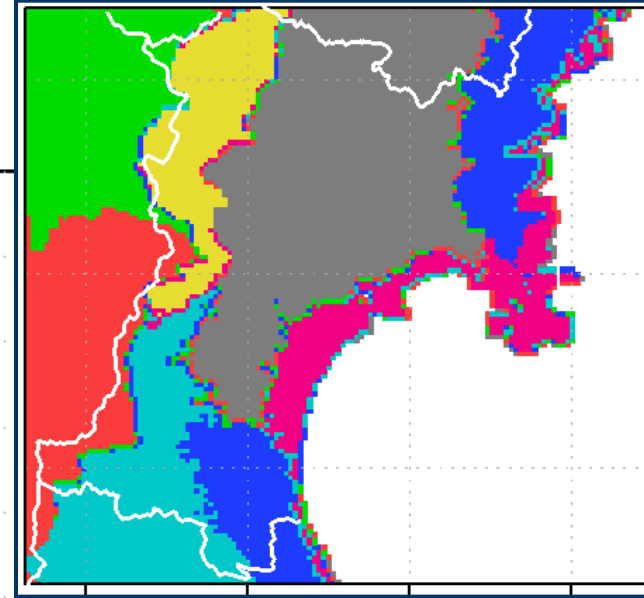
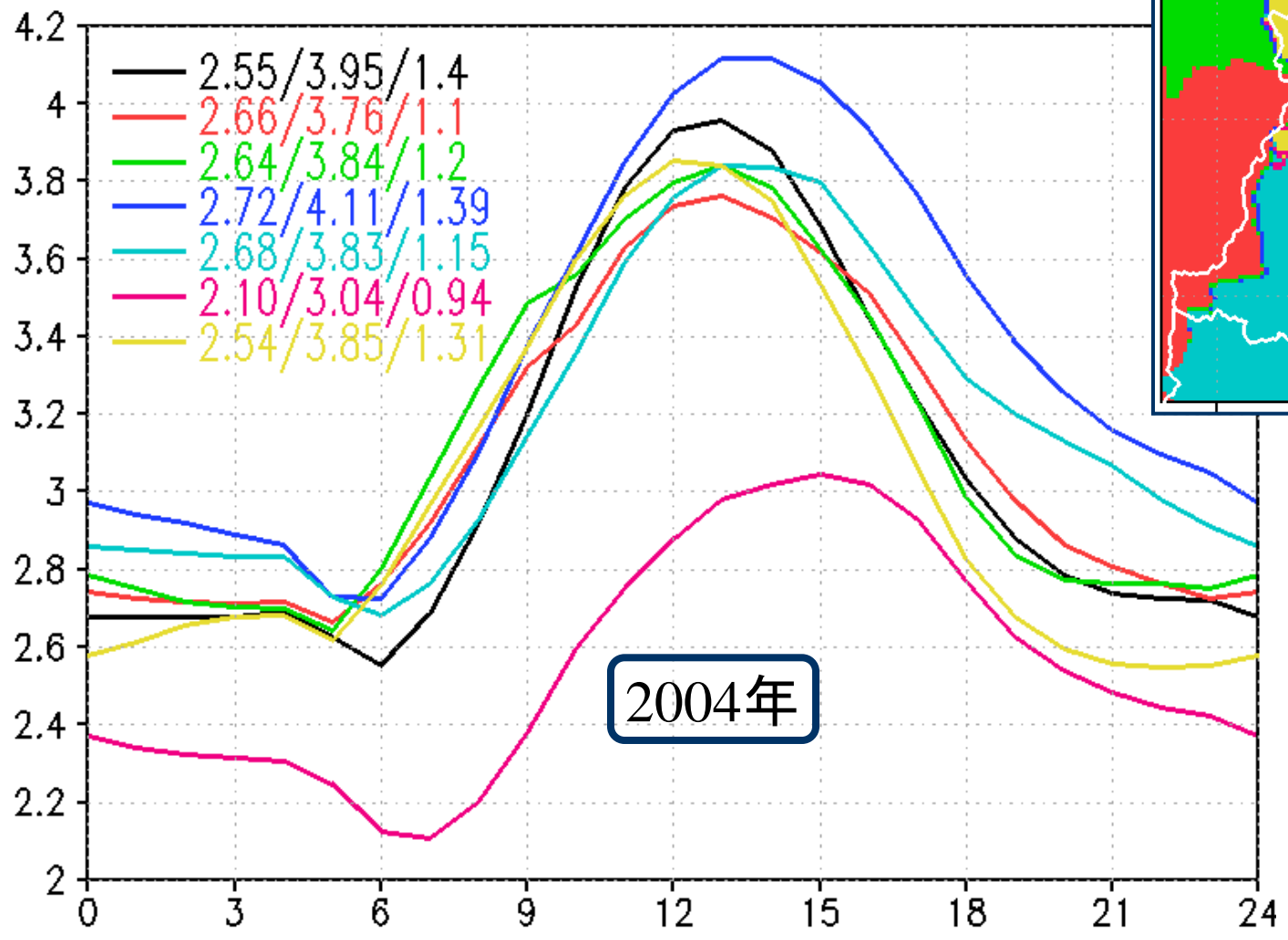
各分類域で平均した気温日変化

# 各地域性の気温日変化の標準偏差



各分類域で平均した気温日変化

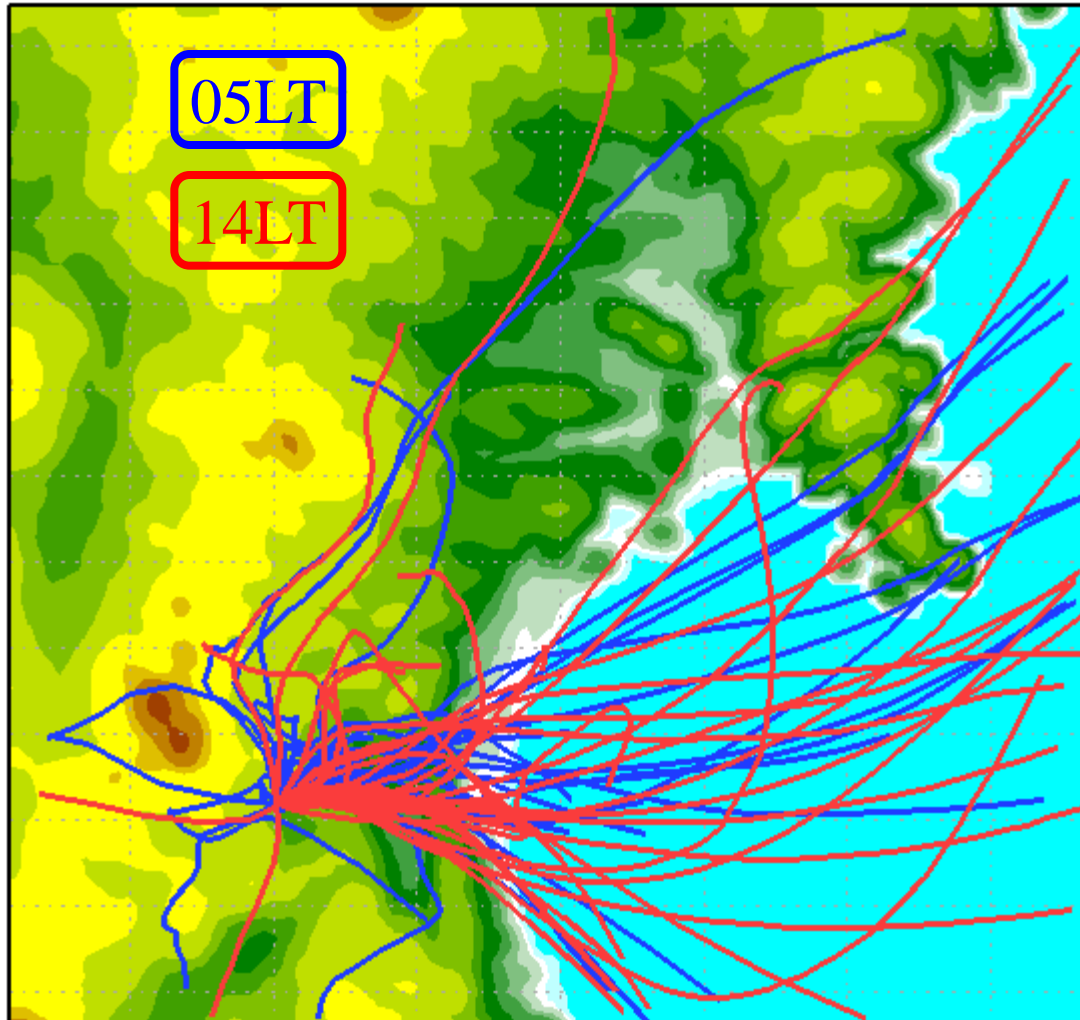
# 各地域性の気温日変化の標準偏差



各分類域で平均した気温日変化



# 地域性の異なる要因について

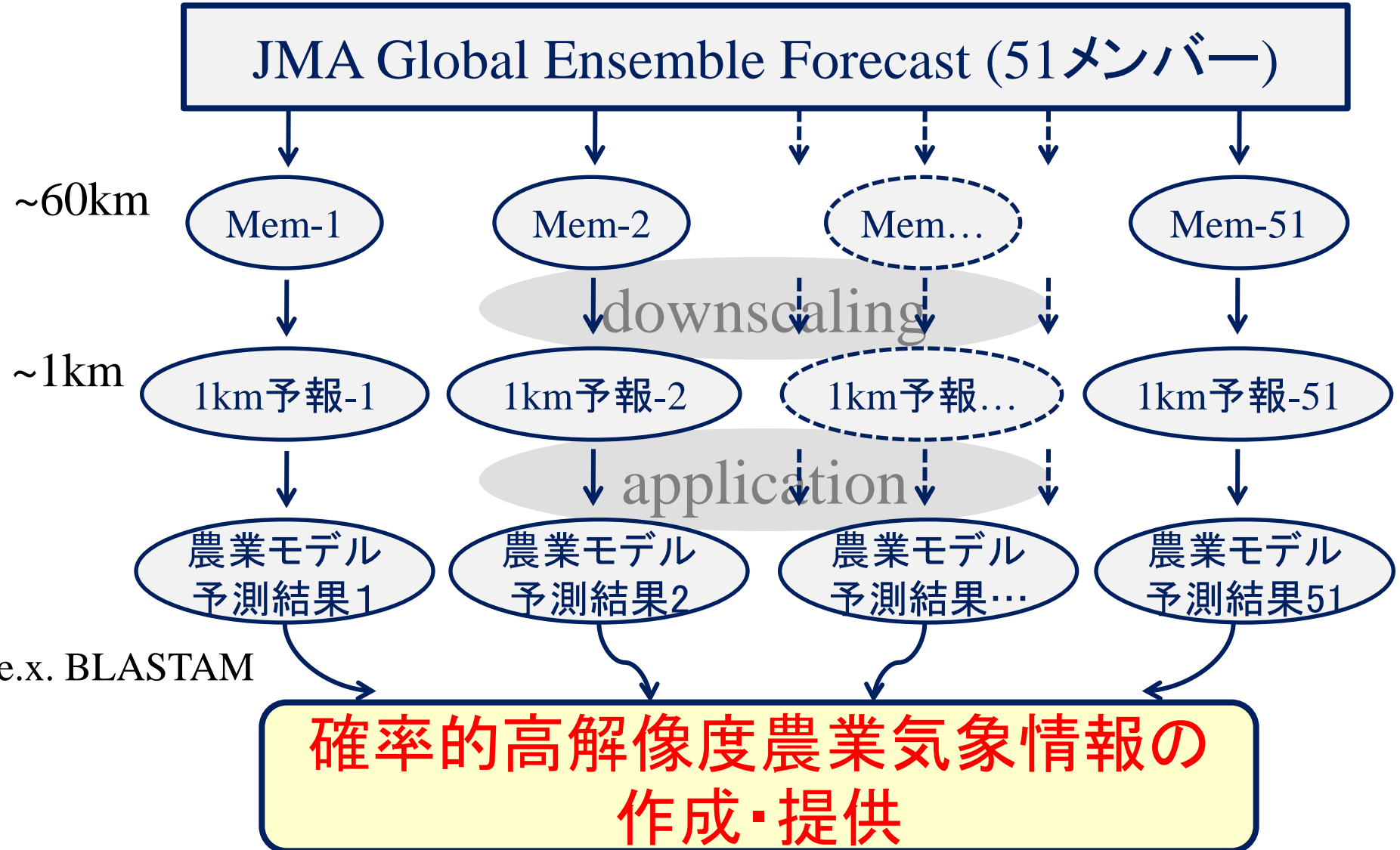


流跡線解析の概要  
陸上での気団変質の差？  
空気塊そのものの差？

地上気温の差(2003-2004): 3~7K  
・場所(海岸、内陸、山岳)  
・時刻(朝方、日中)



# 農業気象情報の確率予報システム



# ダウンスケールの誤差要因

全誤差

~2days?

初期値  
の誤差

グローバルスケール  
の境界値誤差

メソスケールの  
境界値誤差

DS(モデル)による誤差

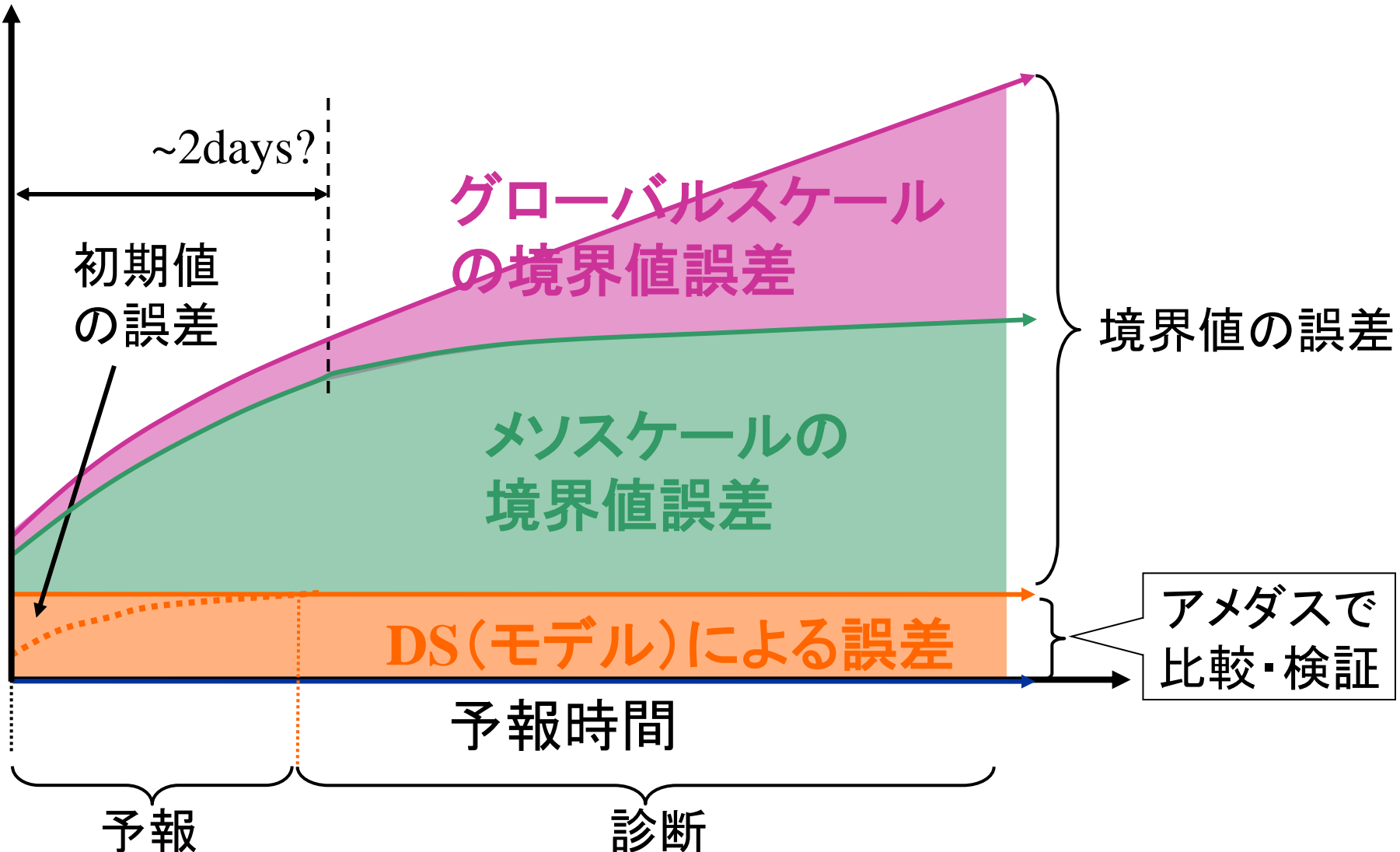
境界値の誤差

アメダスで  
比較・検証

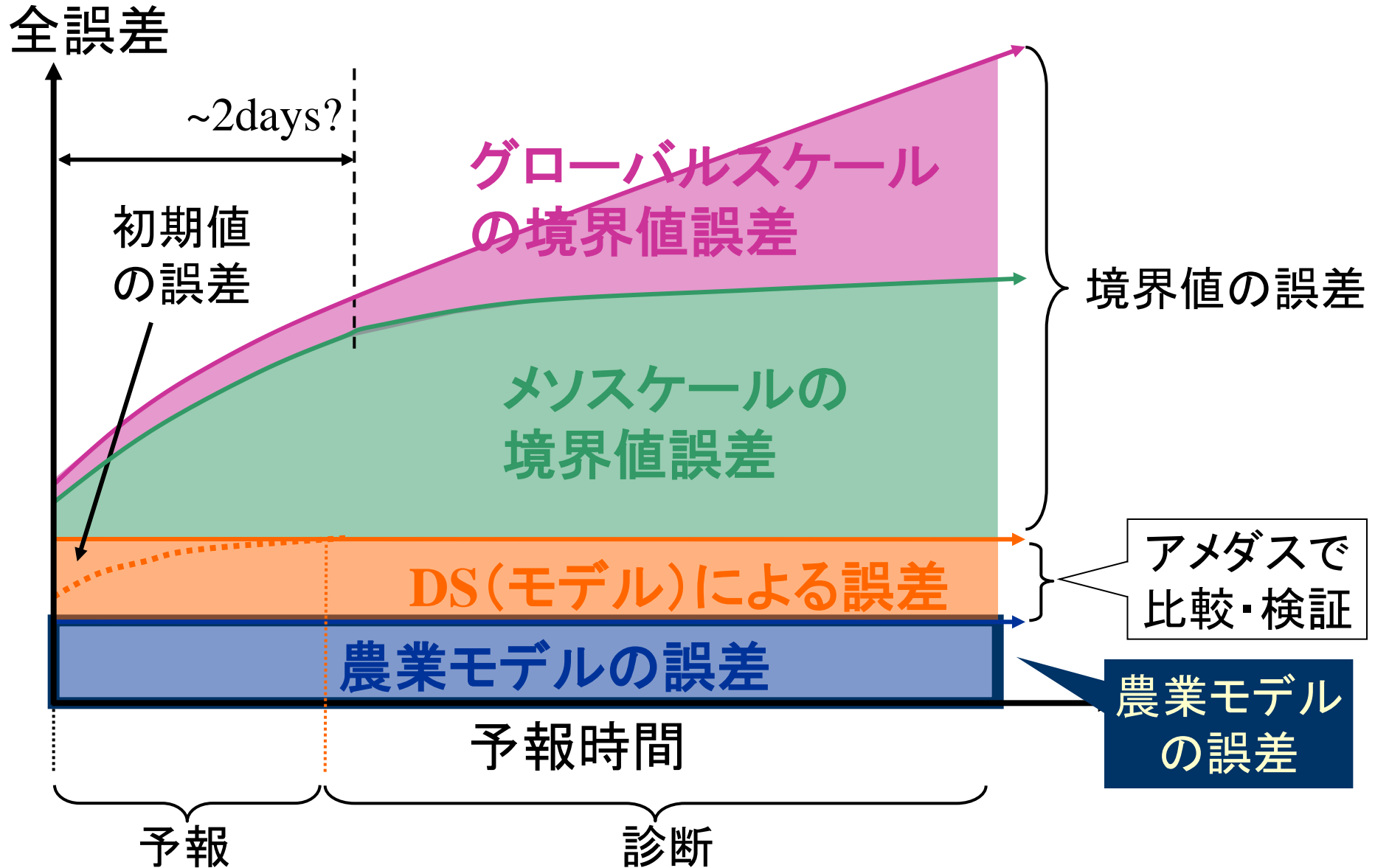
予報時間

予報

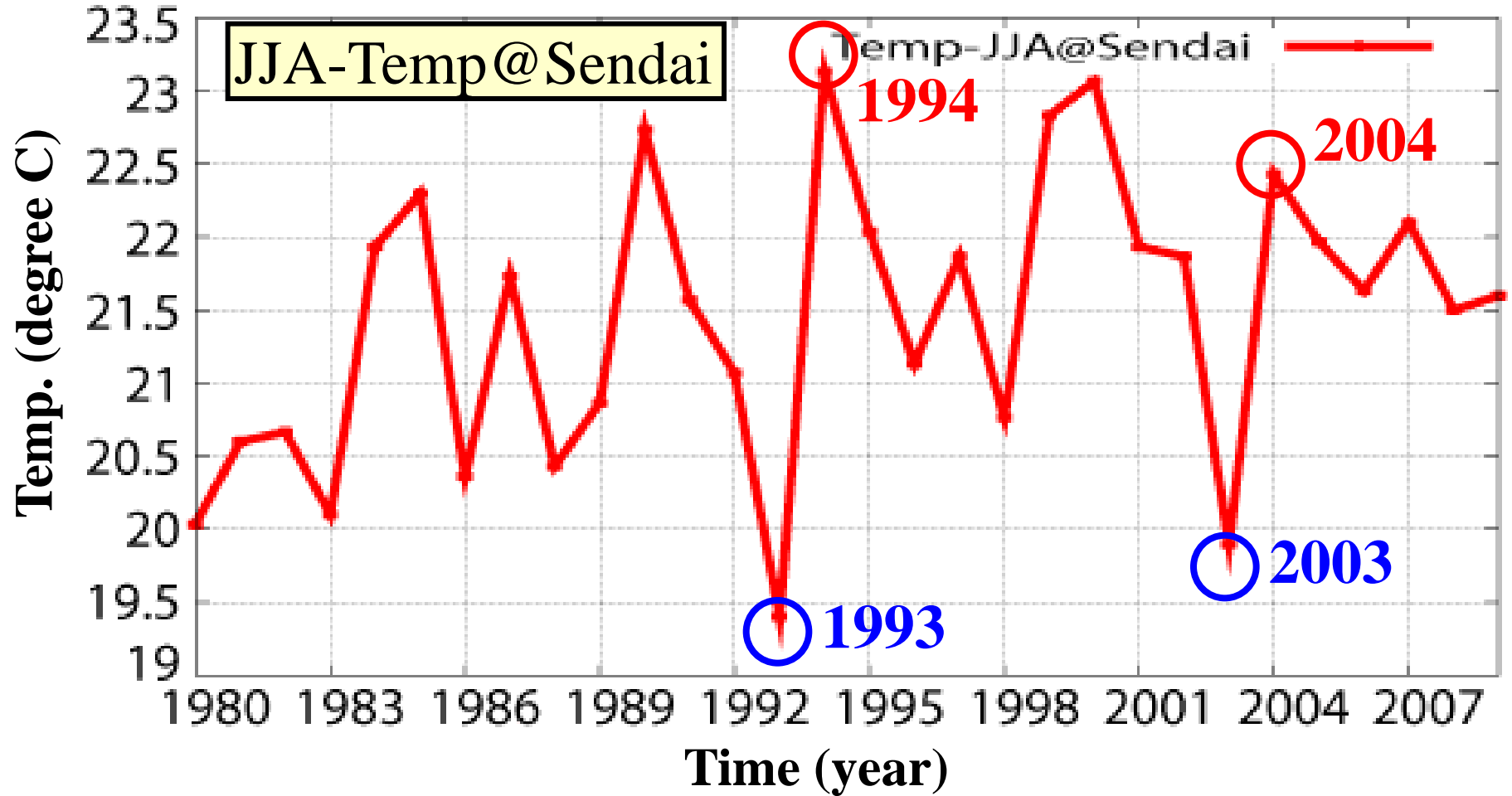
診断



# ダウンスケールの誤差要因 $+\alpha$

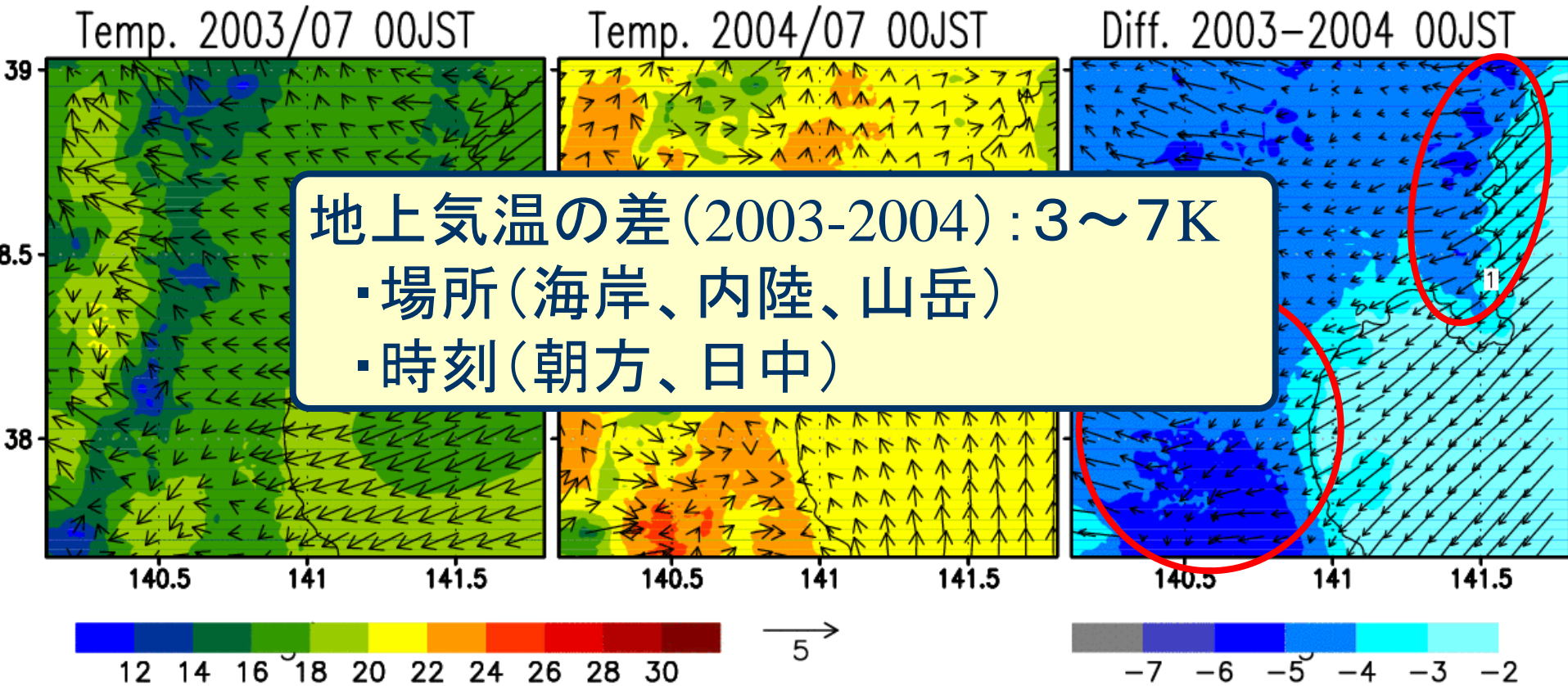


# 仙台の夏季地上気温の年々変動



アメダスの気温、6-8月の平均値

# 地上気温と風の日変化



Color: temperature at 2-m height  
Vector: wind at 10-m height



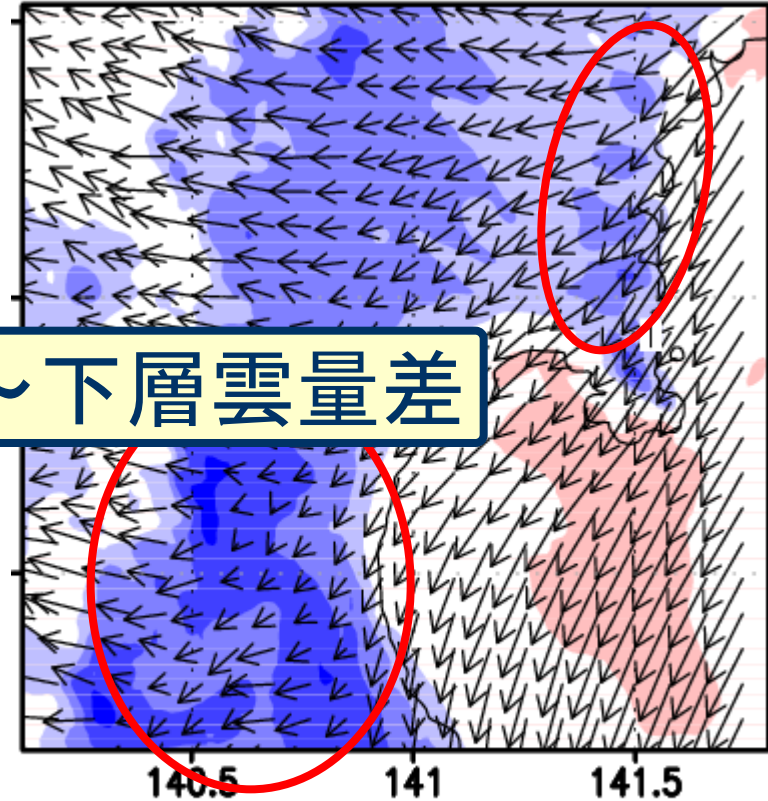
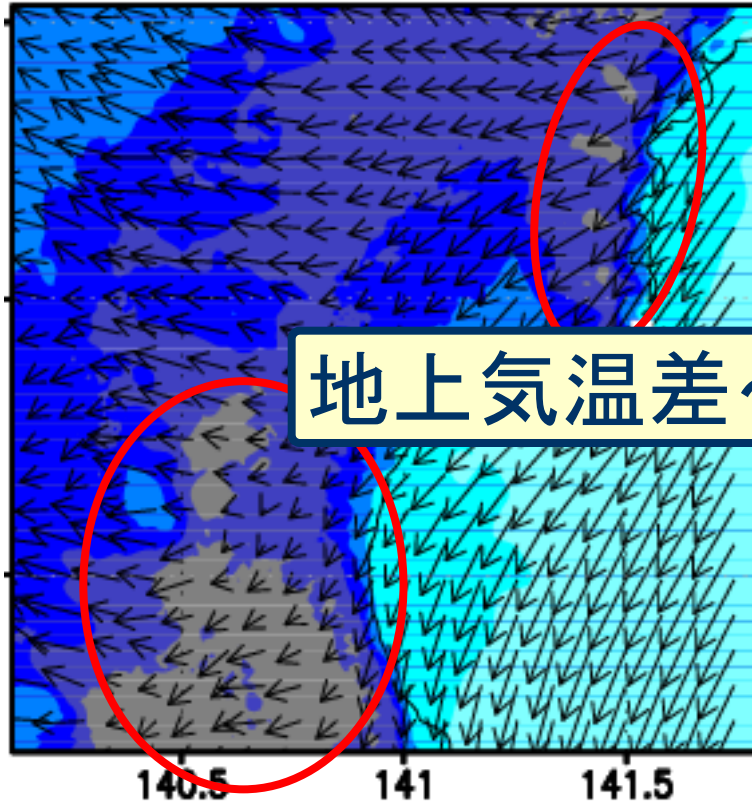
# 地上気温と下層雲量

地上気温の差

下層雲量の差

Diff. 2003-2004 14JST

Diff. 2003-2004 14JST



地上気温差～下層雲量差

-7 -6 -5 -4 -3 -2

-0.4 -0.3 -0.2 -0.1 0.1 0.2 0.3 0.4

LLC: Low-Level Cloud

# アメダスの気温との比較

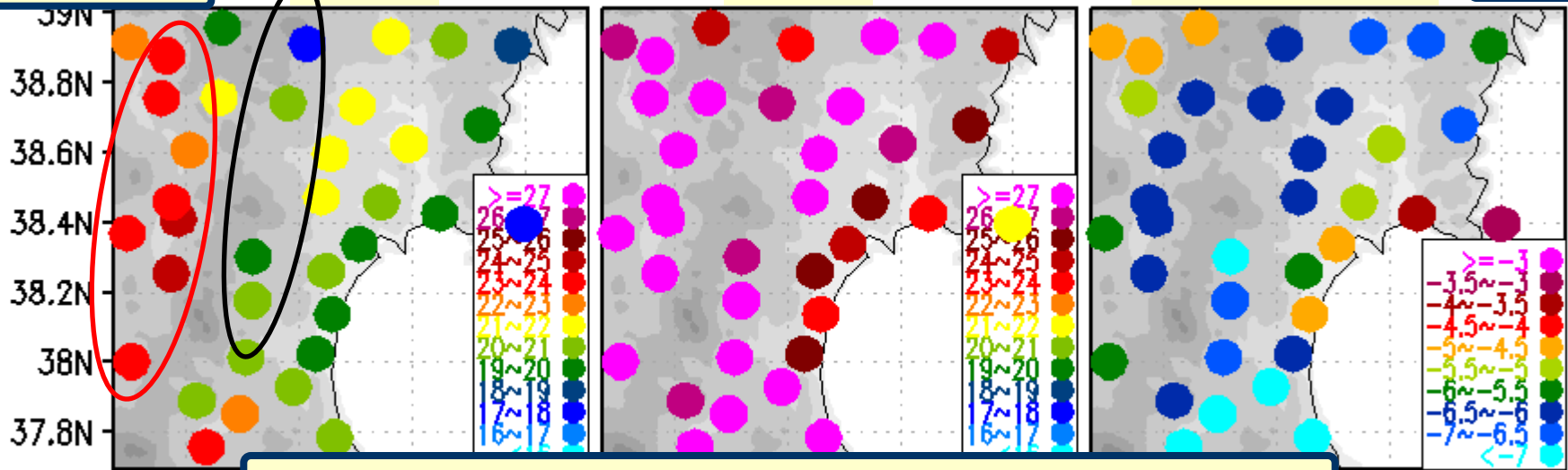
NHM1km

2003

2004

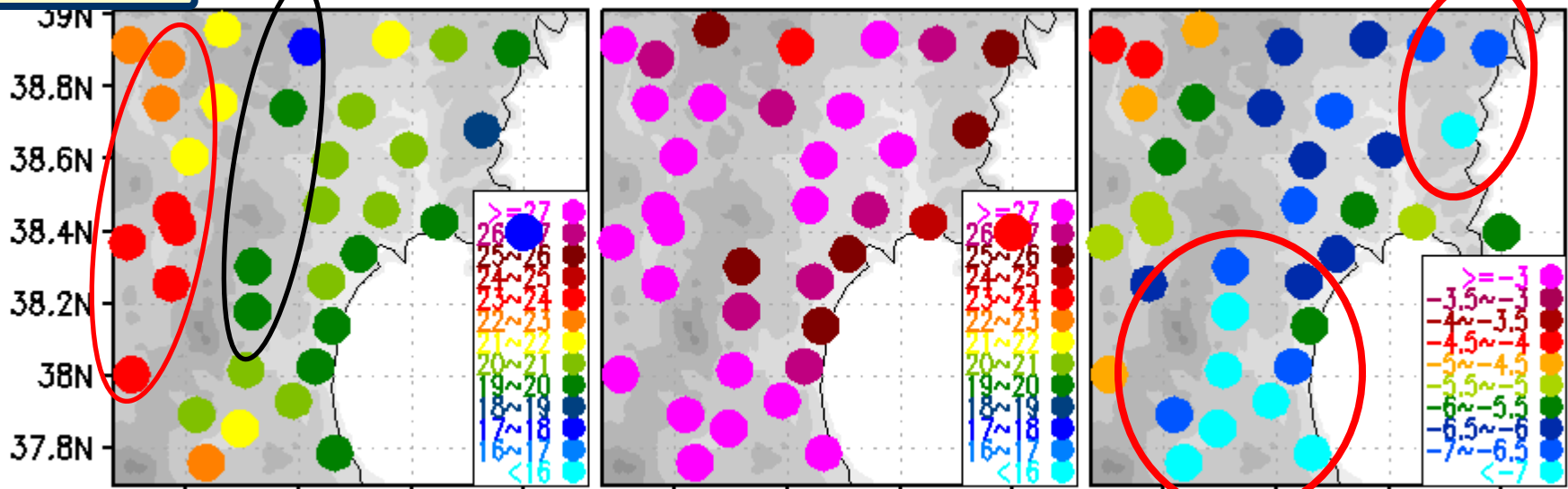
2003-2004

14LT



再現された気温場～観測と整合

AMEDAS



# 誤差について

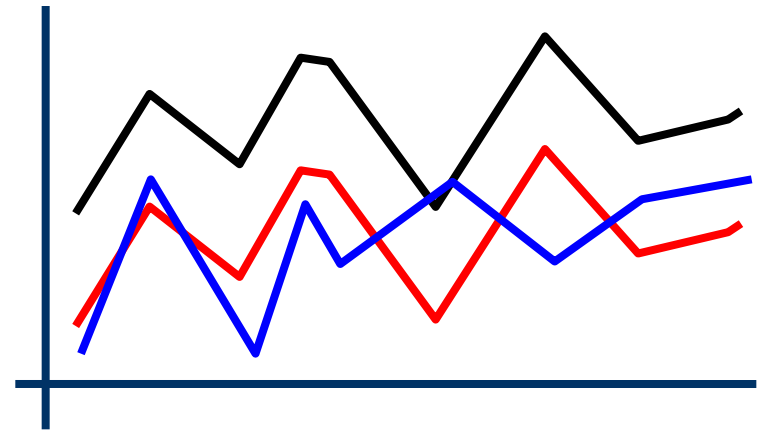
ME: 平均誤差 (バイアス)

$$ME = \frac{1}{31} \sum_{n=1}^{31} (T_m - T_o)$$

RE: ランダム誤差

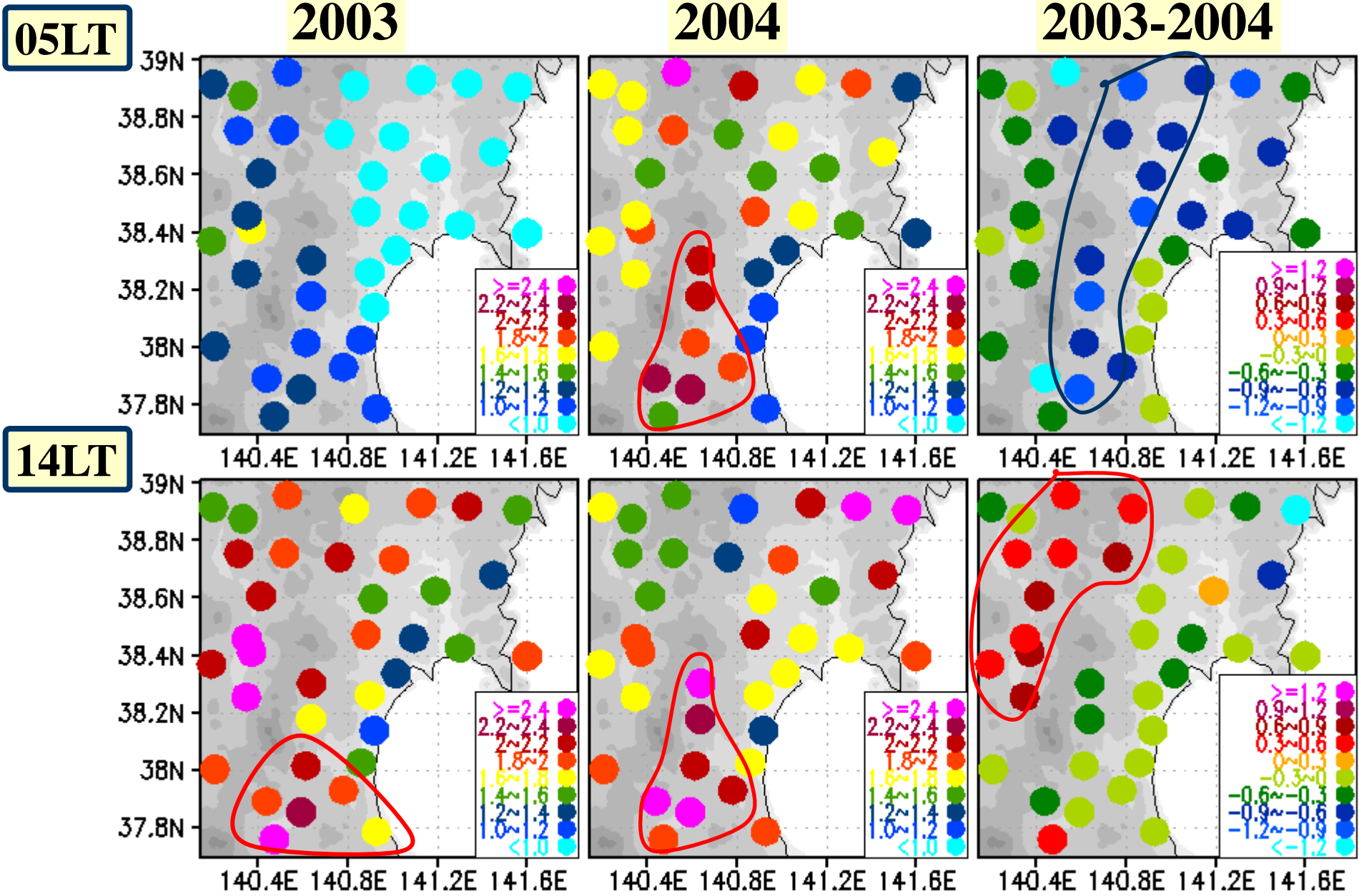
$$RE = \left\{ \frac{1}{31} \sum_{n=1}^{31} (T_m - T_o - ME) \right\}^{1/2}$$

$T_m$ : モデルの地上気温  
 $T_o$ : アメダスの地上気温



各地点、各時刻で計算

# 2003/2004の地上気温のランダム誤差



# まとめ

## ■ 2003/2004年7月の地域気候

- ・気温日変化の局所性(海岸、山岳、内陸)
- ・局所性の年々差
  - ⇒ 総観場(下層雲量)が異なるため

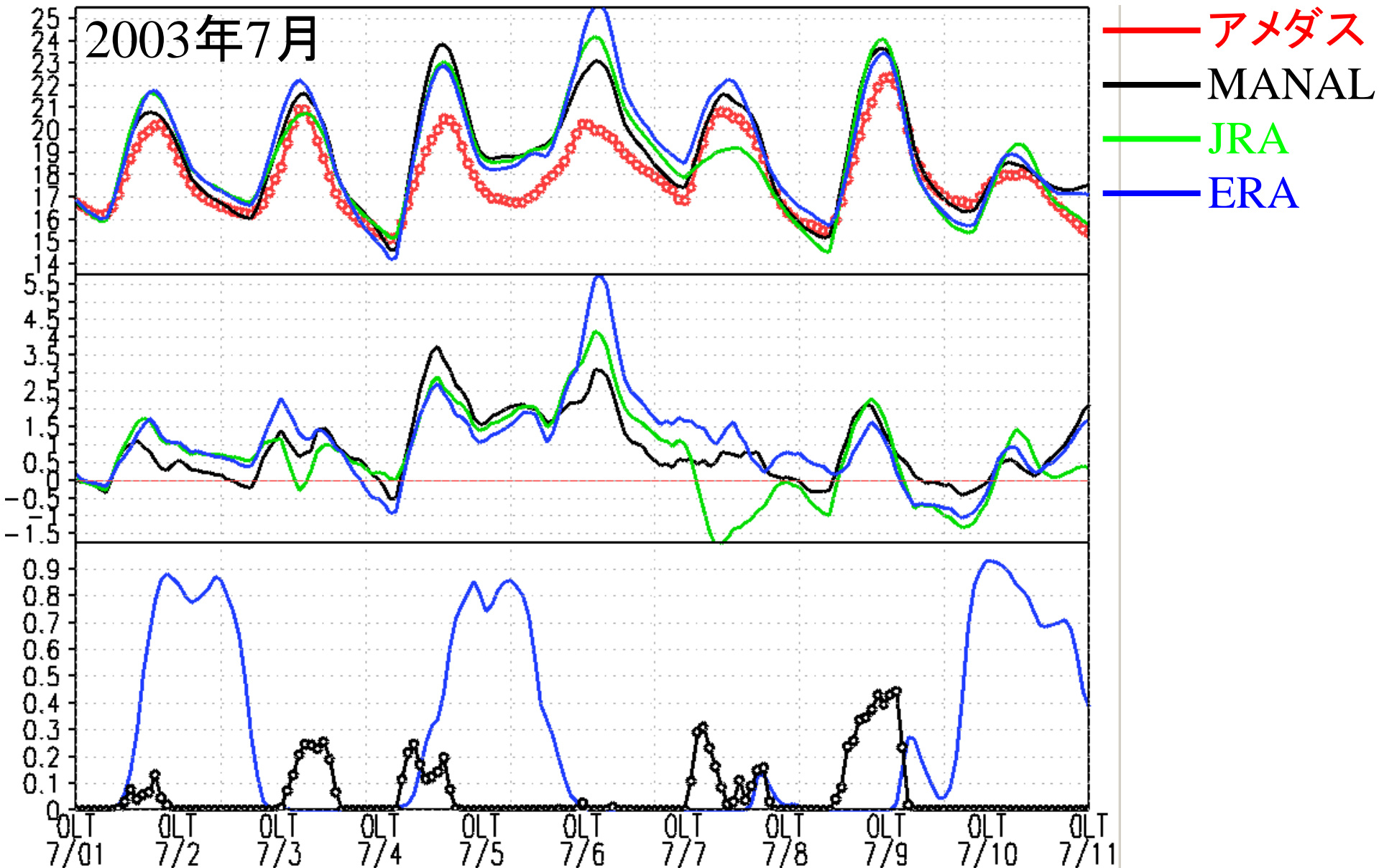
## ■ ダウンスケーリングによる誤差

- ・気温バイアス: **-1~2K bias**, ランダム誤差: **1~3K**
- ・ランダム誤差: 日中大(2003)、夜間大(2004)
- ・ランダム誤差: 内陸 > 海岸域
- ・気温日較差: **1kmメッシュで誤差を低減**
  - ⇒ 雲の再現性が良くなった?(要確認)

# 今後の課題

- ヤマセの理解
- 1kmメッシュの有難味
- 初期値・境界値の影響
- 誤差要因の特定、改善
- 気象データの使い道

# 初期値・境界値の影響





# まとめ-2

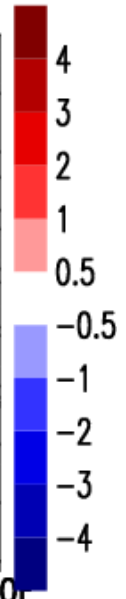
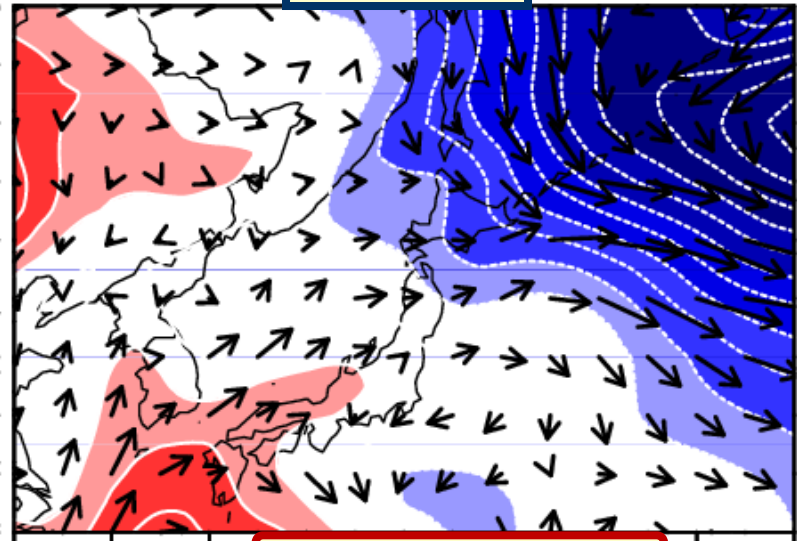
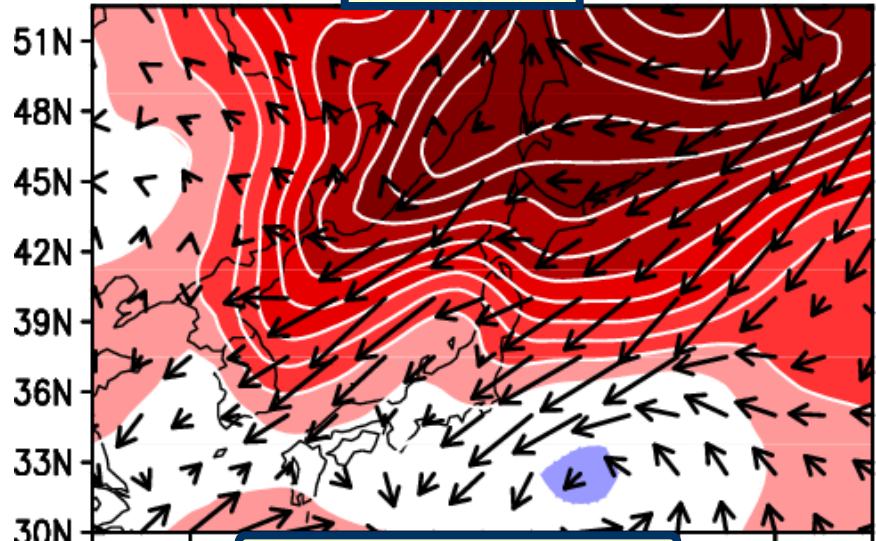
## ■ 誤差要因

- 気温ME/RMSE : ~1K warm bias, ~2K
  - 2003: RE is large in daytime
  - 2004: RE is large in night-early morning time
  - Regional feature: RE is larger in inland than in coastal area
  - Error of DTR: reduce by NHM1km  
(downscaling gain???)
- Error of shortwave radiation is related to error of temp in 2003.  
(cloud amount might be overestimated in nighttime in 2004)
  - is closely related to Error of DTR

# Synoptic pattern in 2003/2004 Ps & Wind

2003/07 m

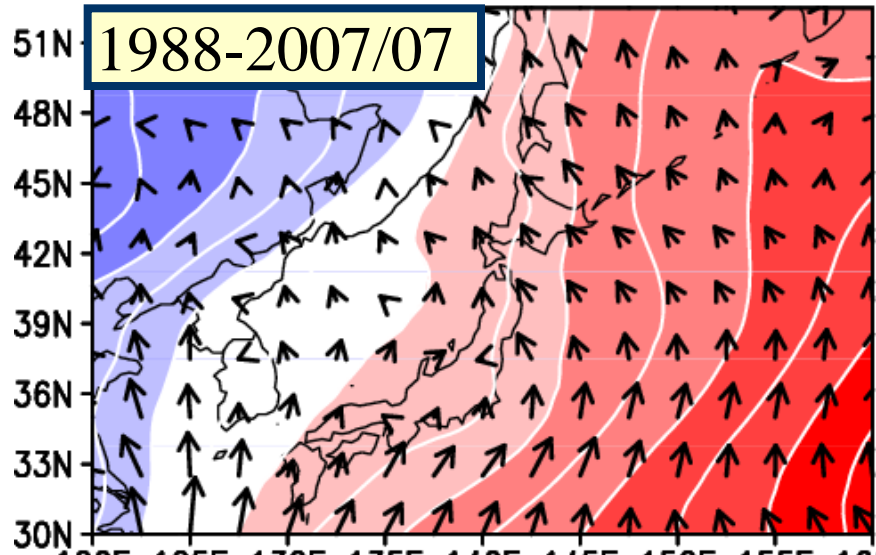
2004/07 n



Cold summer

Hot summer

1988-2007/07



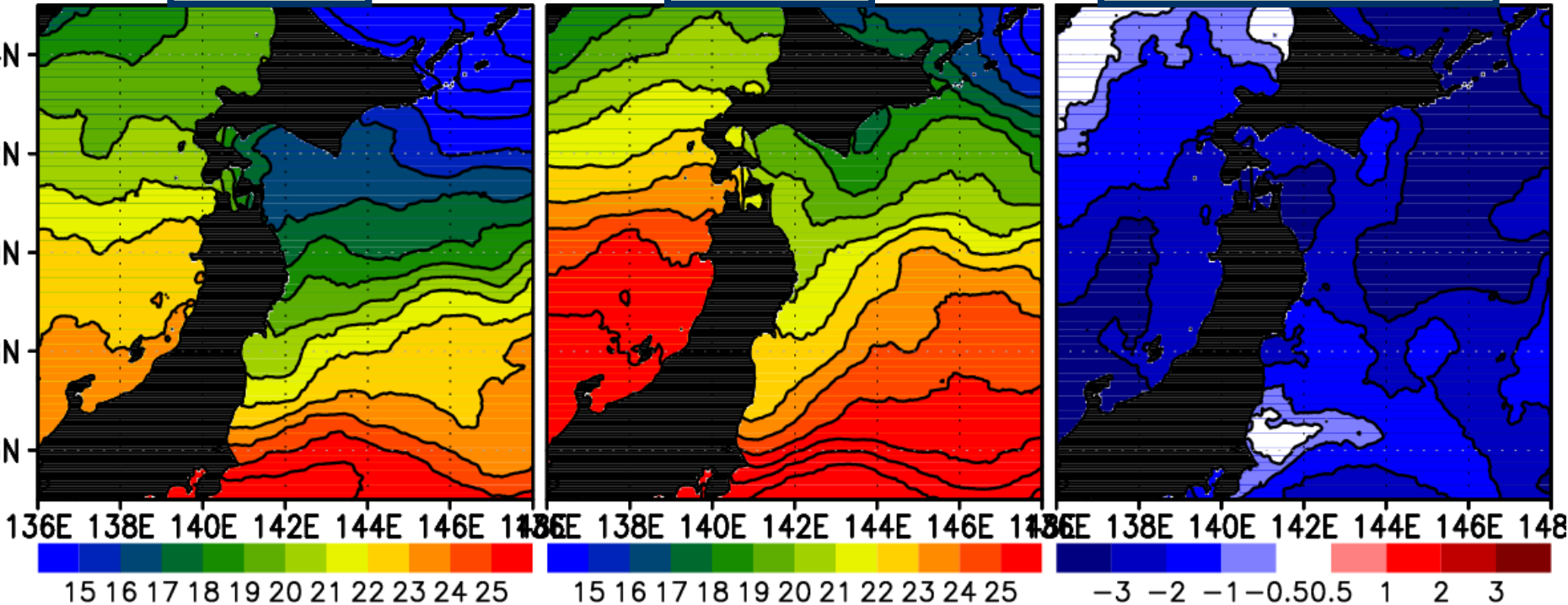
Monthly mean by JRA  
Top-left: 2003/7 anomaly  
Top-right: 2004/7 anomaly  
Bottom-left: 20-yr mean

# SST distribution in 2003/2004

2003/07

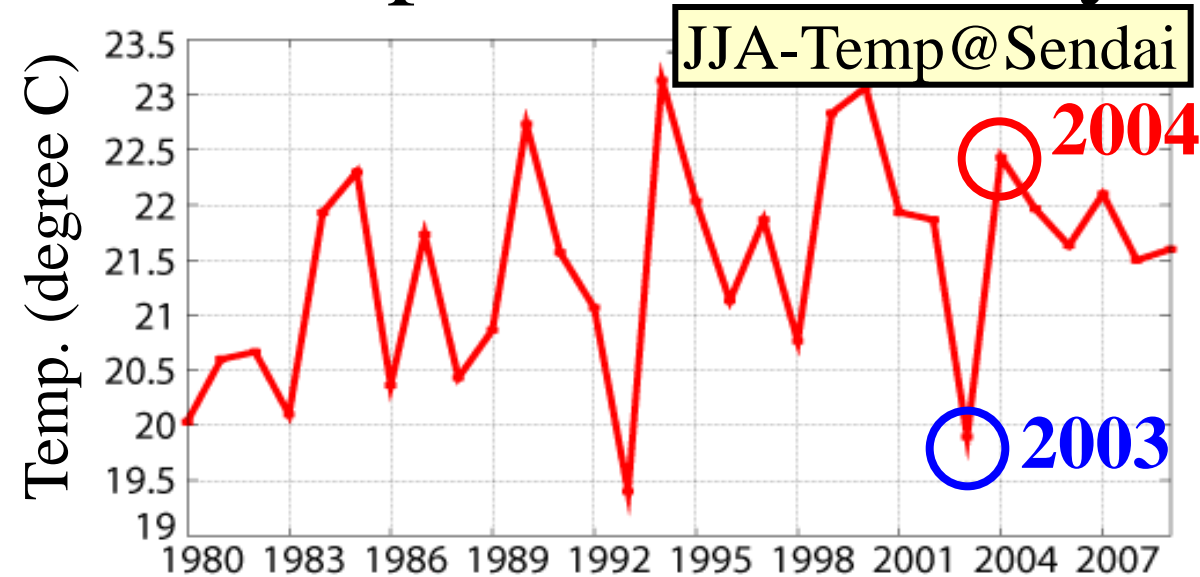
2004/07

2003/07-2004/07

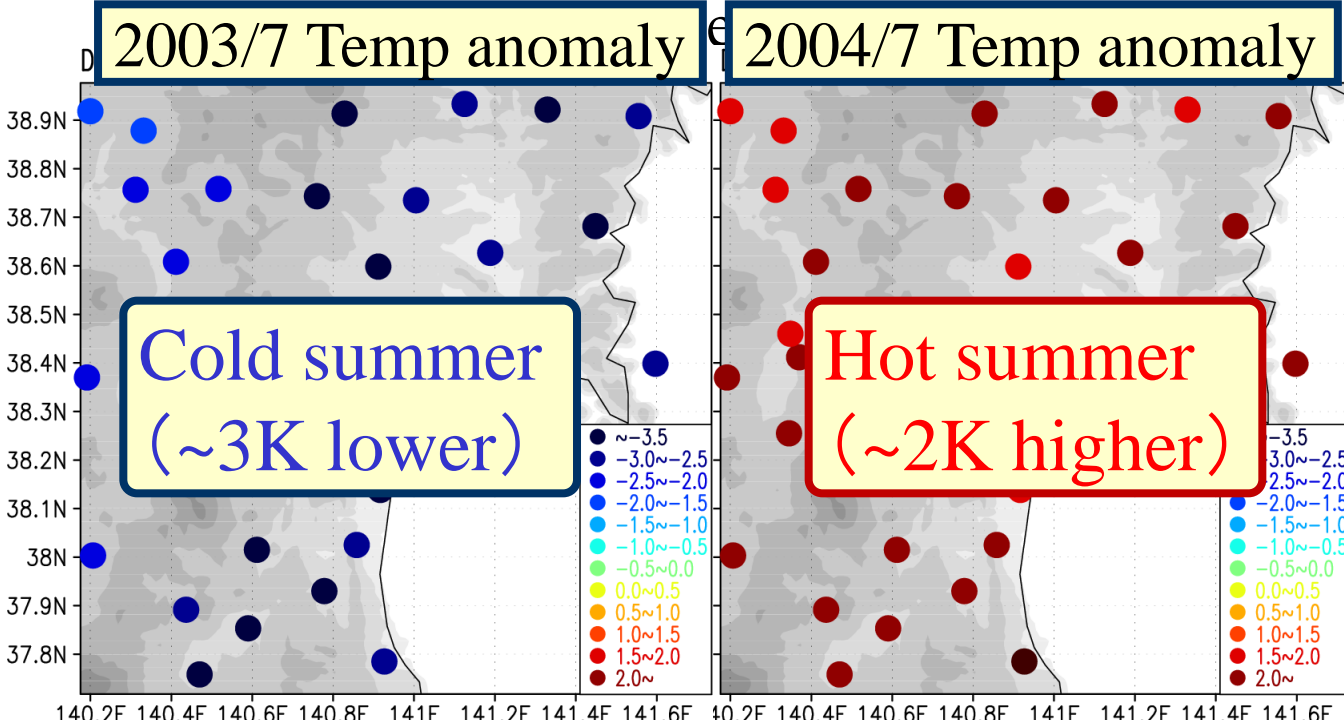


Monthly mean by NGSST  
Left: 2003/7  
Center: 2004/7  
Right: 2003/7- 2004/7

# Temperature anomaly in 2003/2004

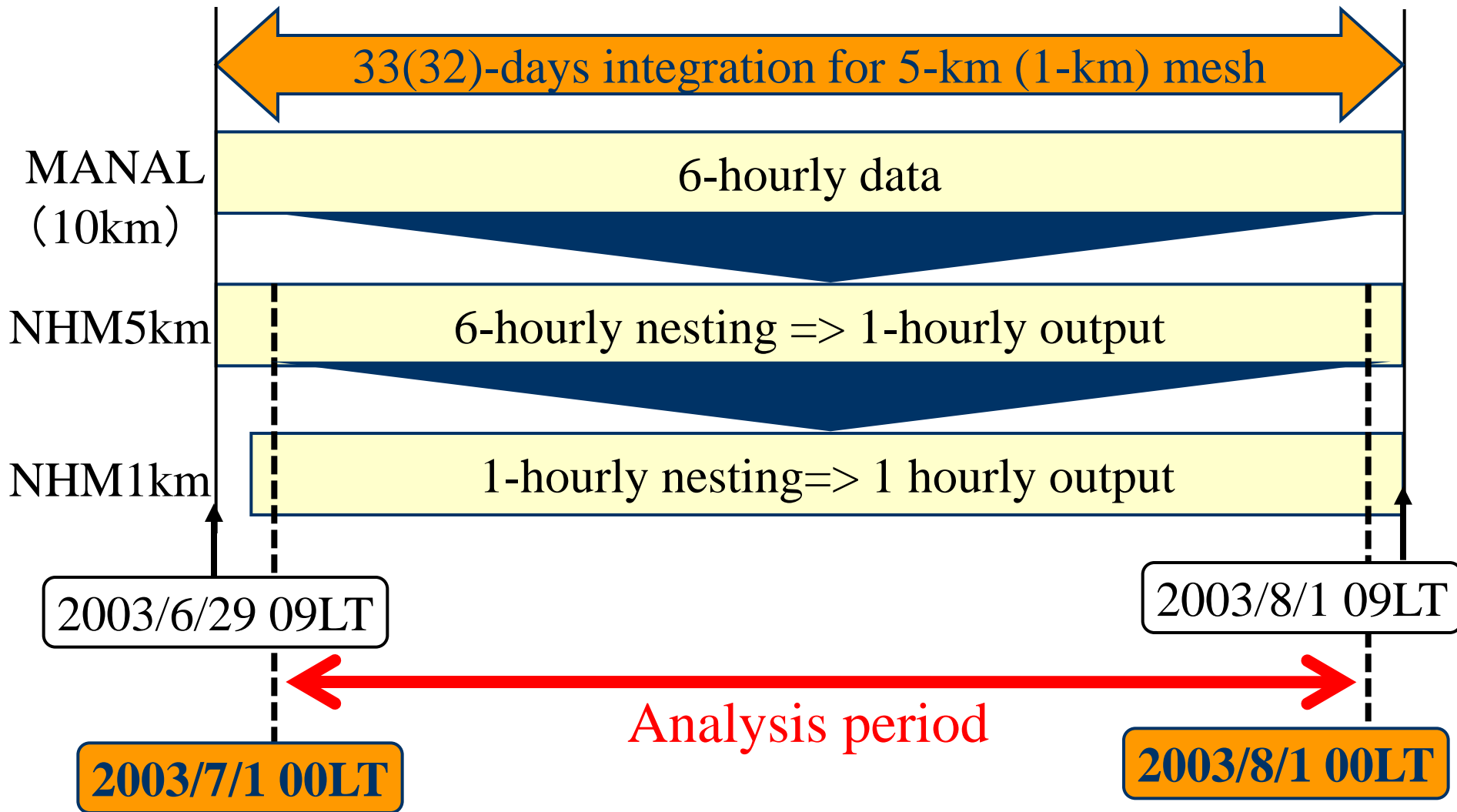


AMeDAS: Automated Meteorological Data Acquisition System



Monthly mean  
by AMeDAS

# Experimental design



MANAL : mesoscale objective analysis with 10-km mesh by JMA



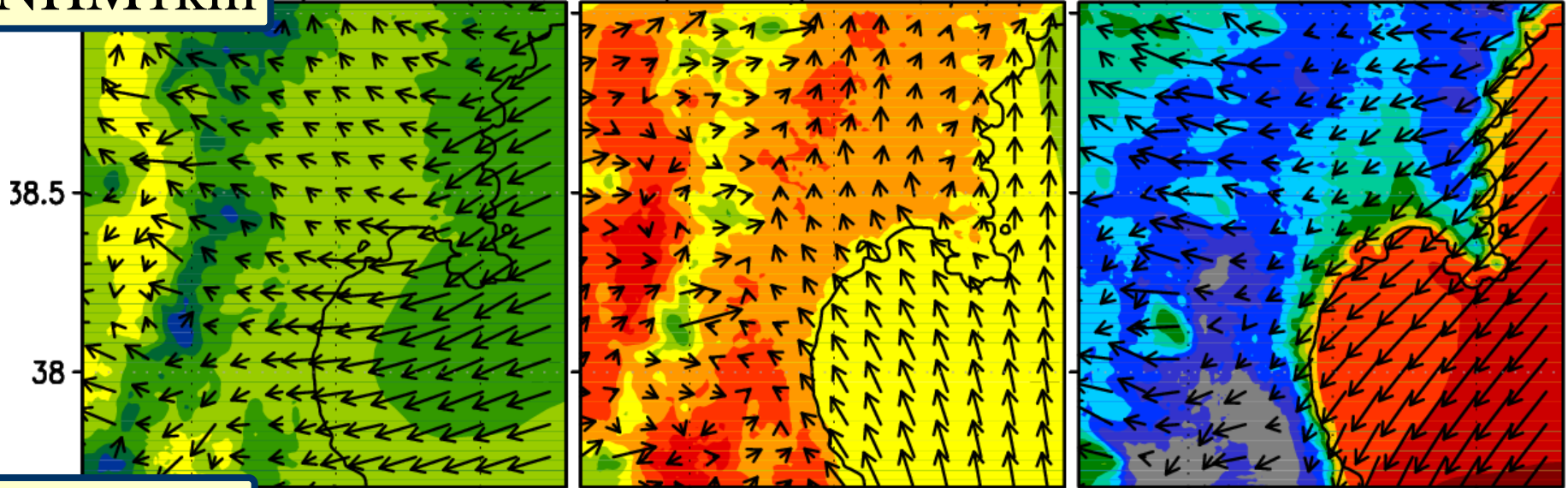
# Comparison of Temp in 2003/2004

NHM1km

3/07 mean

Temp. 2004/07 mean

Diff. 2003-2004

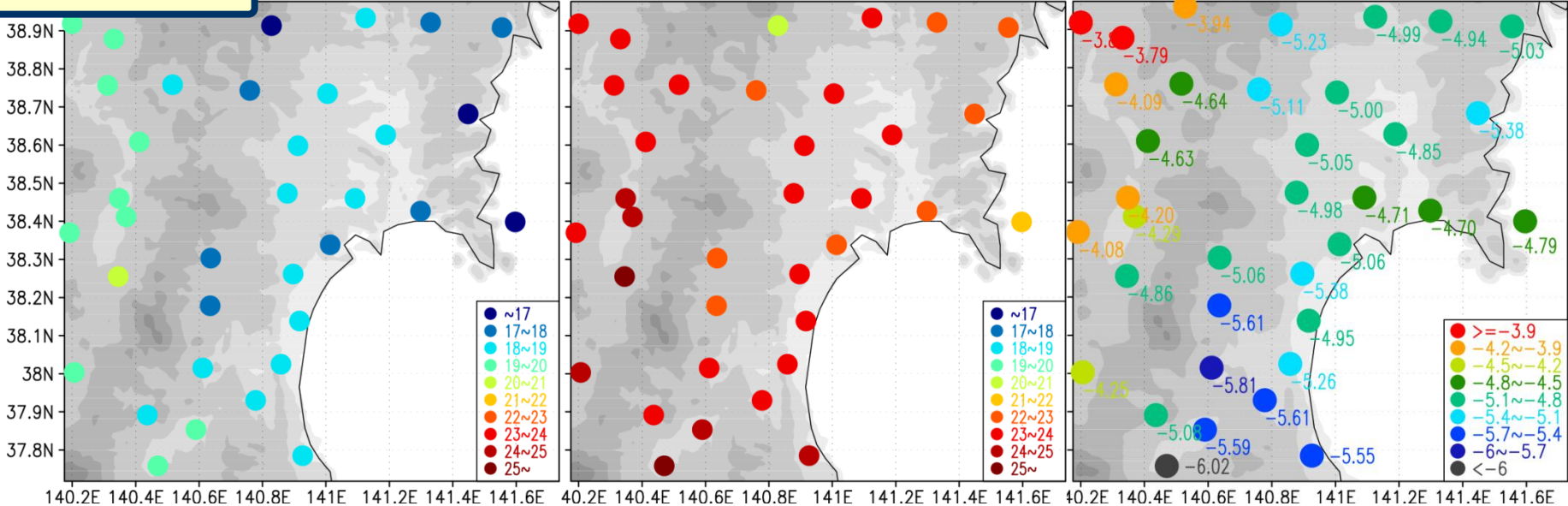


AMEDAS

07 ave:18.4

MEAN of TEMP 2004/07 ave:23.3

DIFF of tave 2003/07 ave:-4.89



# Comparison of temperature in 2003/2004

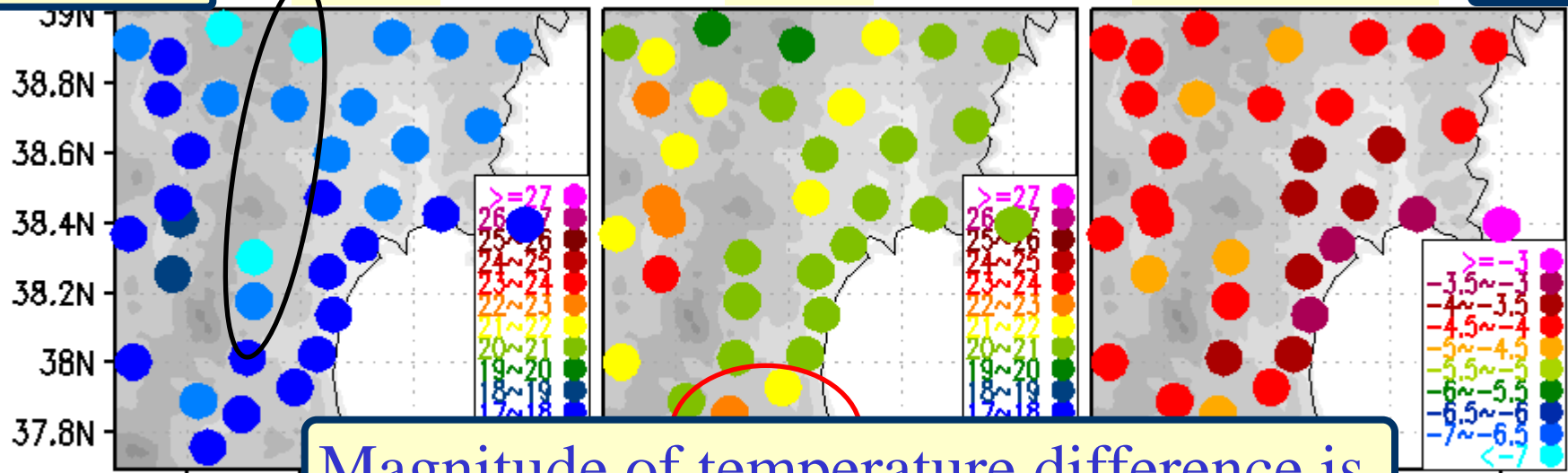
NHM1km

2003

2004

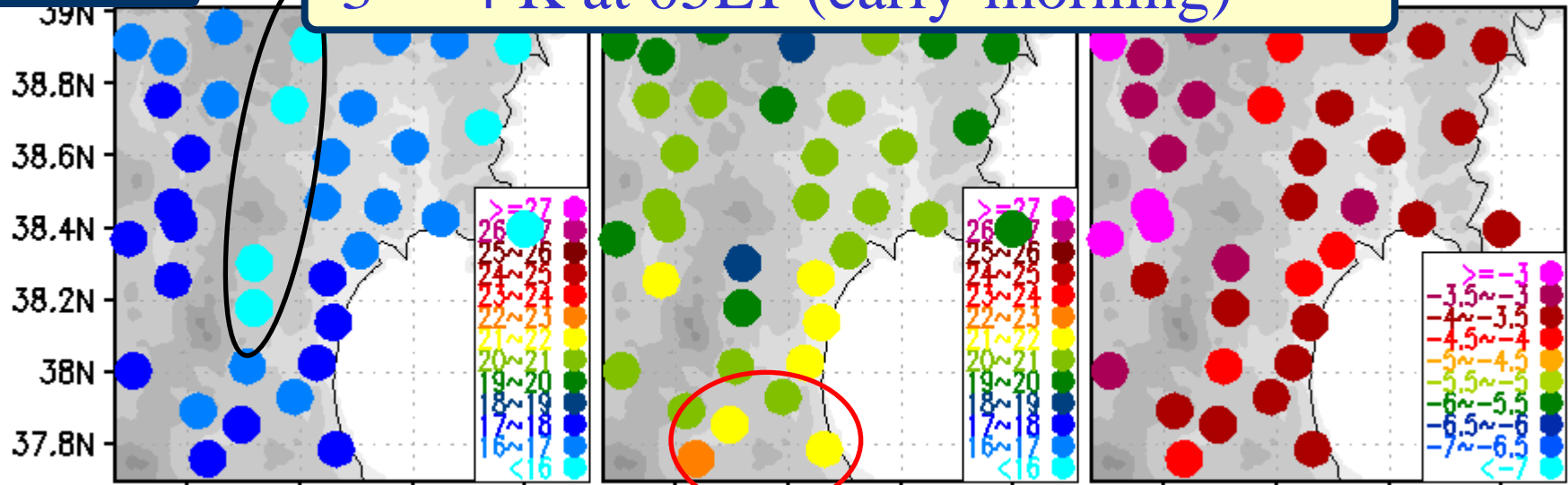
2003-2004

05LT



Magnitude of temperature difference is -3 ~ -4 K at 05LT (early-morning)

AMEDAS

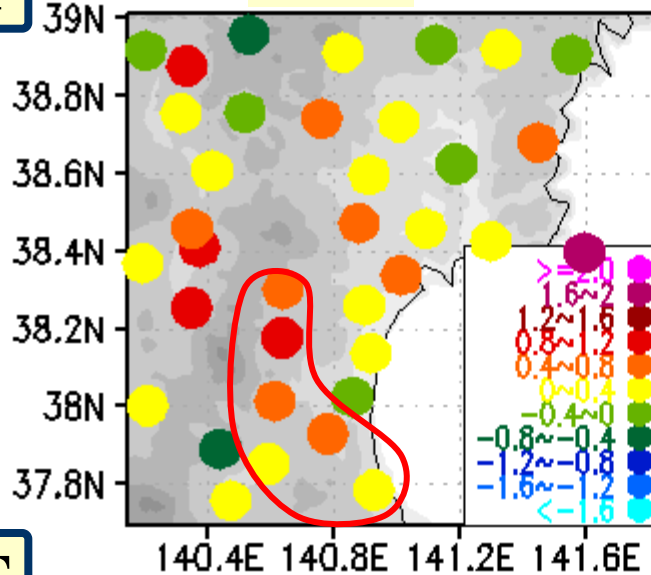




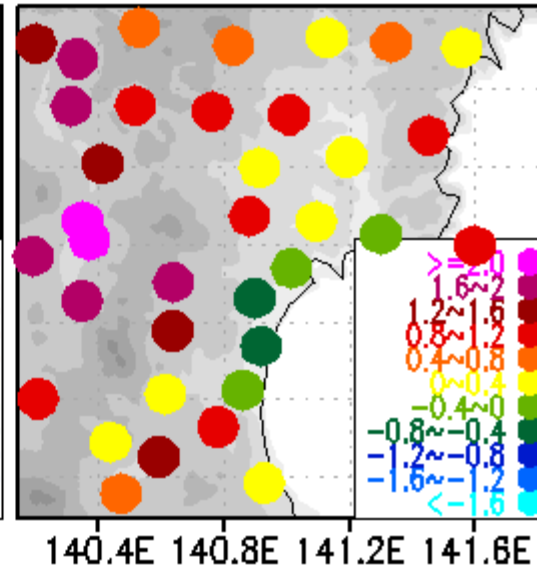
# Mean error map of Temp in 2003/2004

05LT

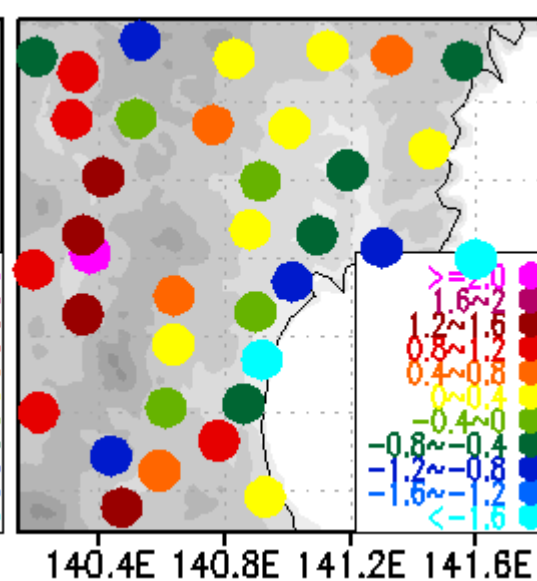
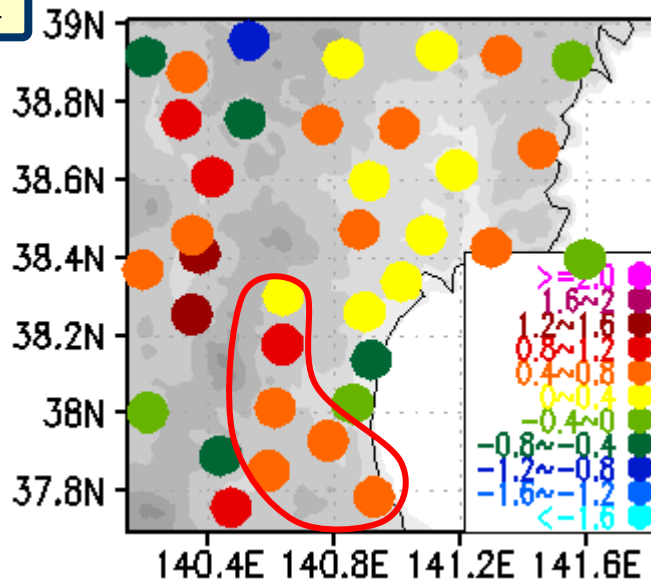
2003



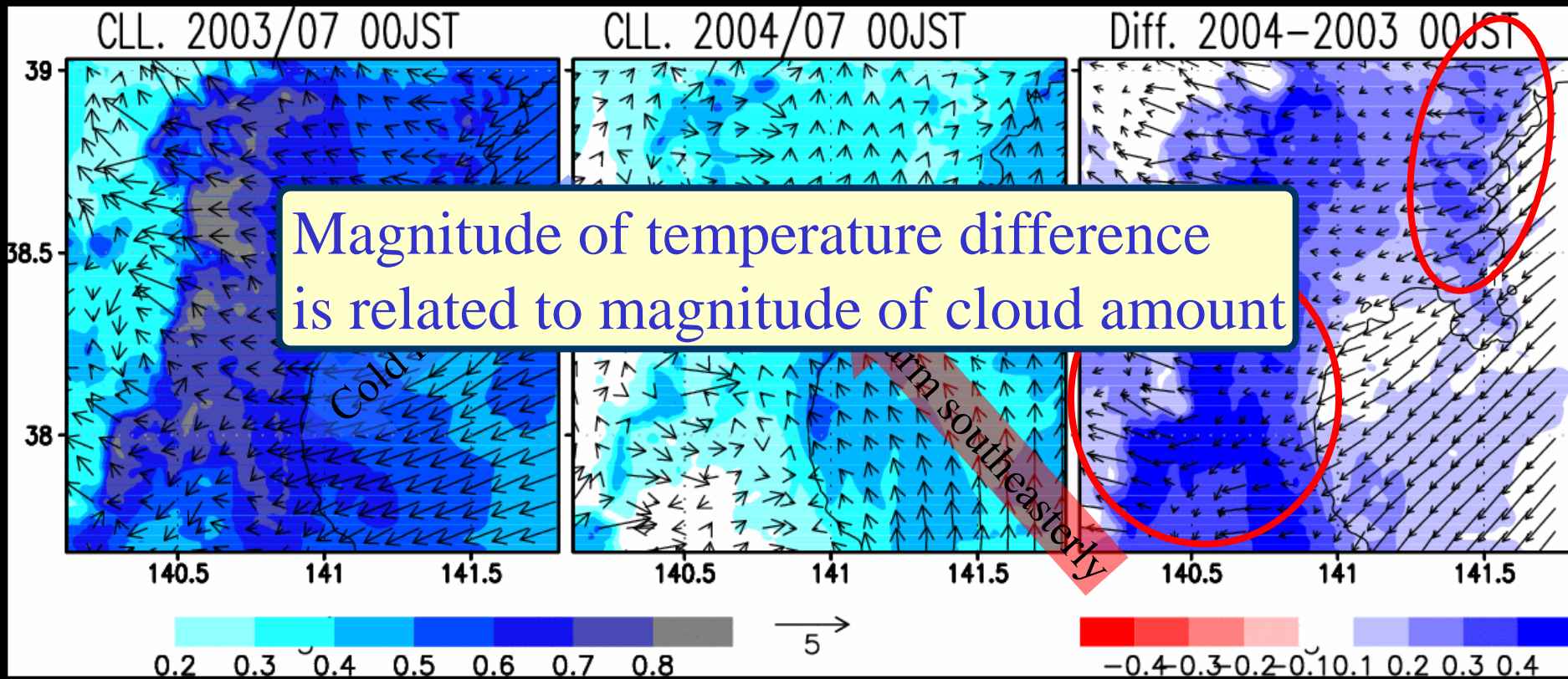
2004



14LT



# Diurnal variation of low-level cloud

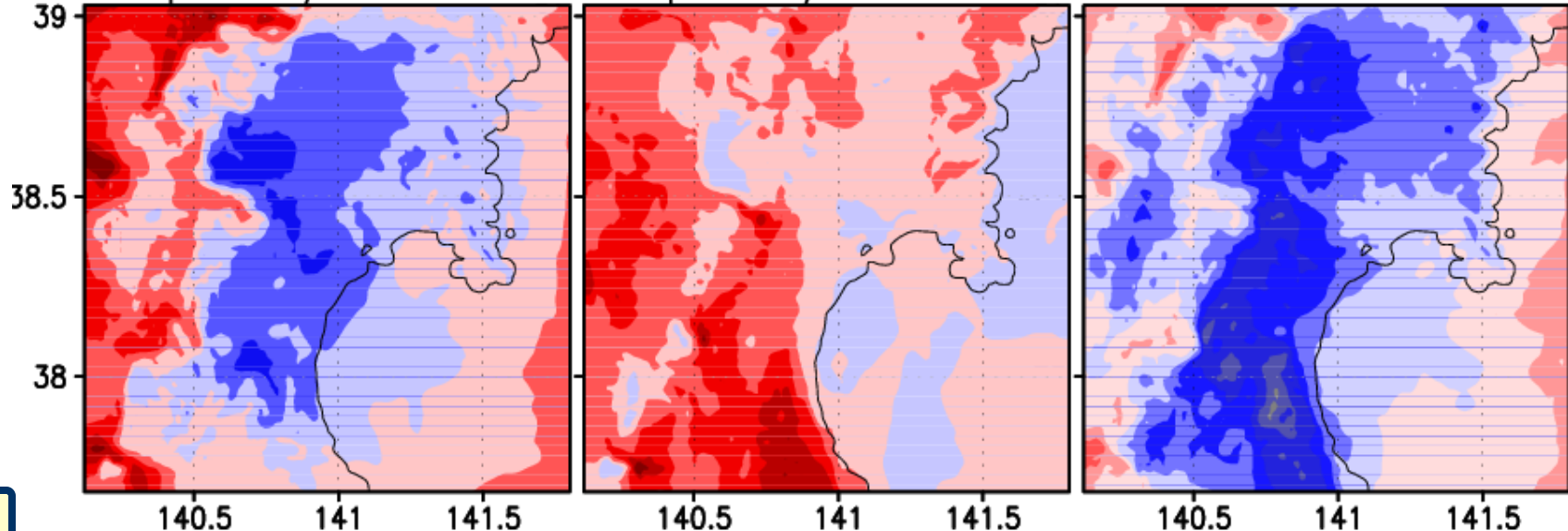
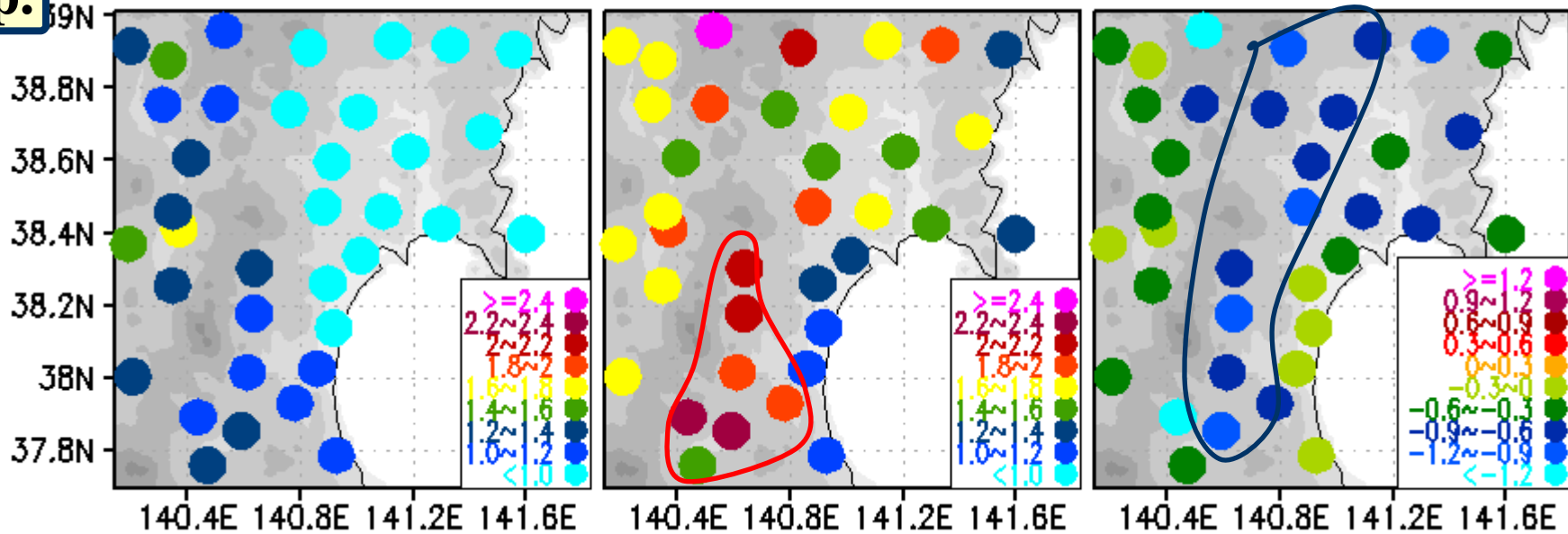


Color: low-level cloud  
Vector: wind at 10-m height

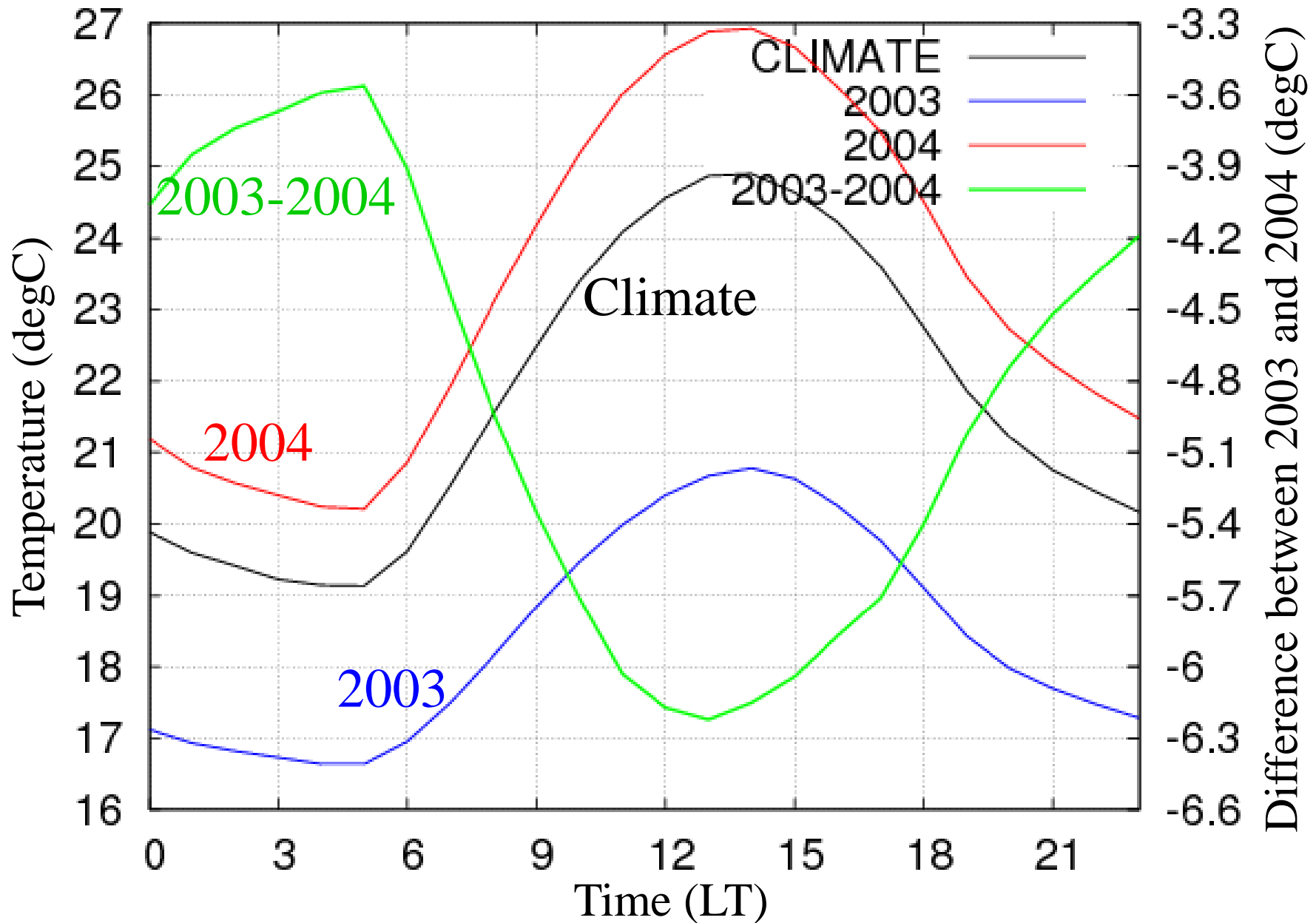
# Day-to-day variation of LLC

**05LT**
**LLC**
**2003** 03/07 05LT

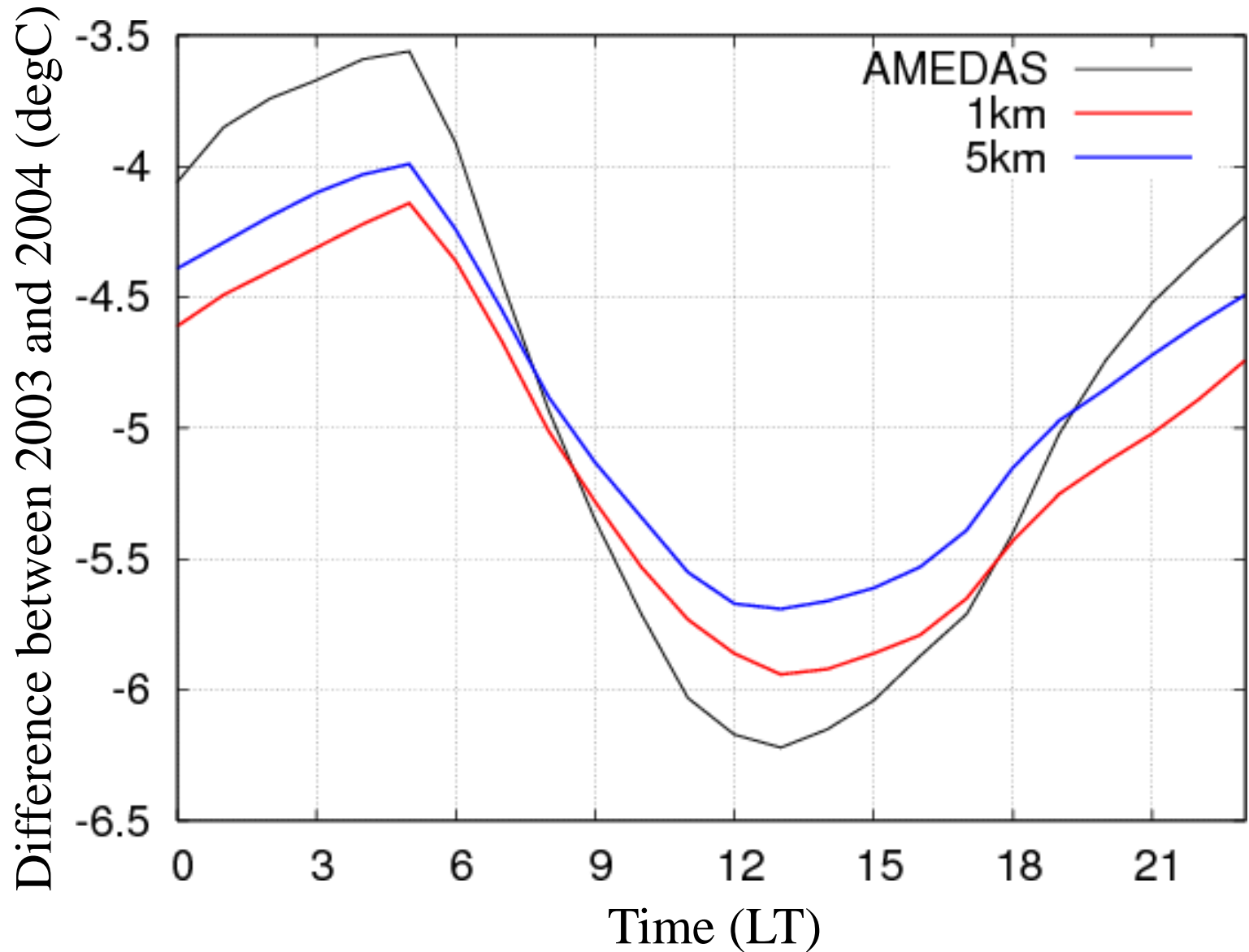
**2004** 04/07 05LT

**2003-2004** 05LT

**Temp.**


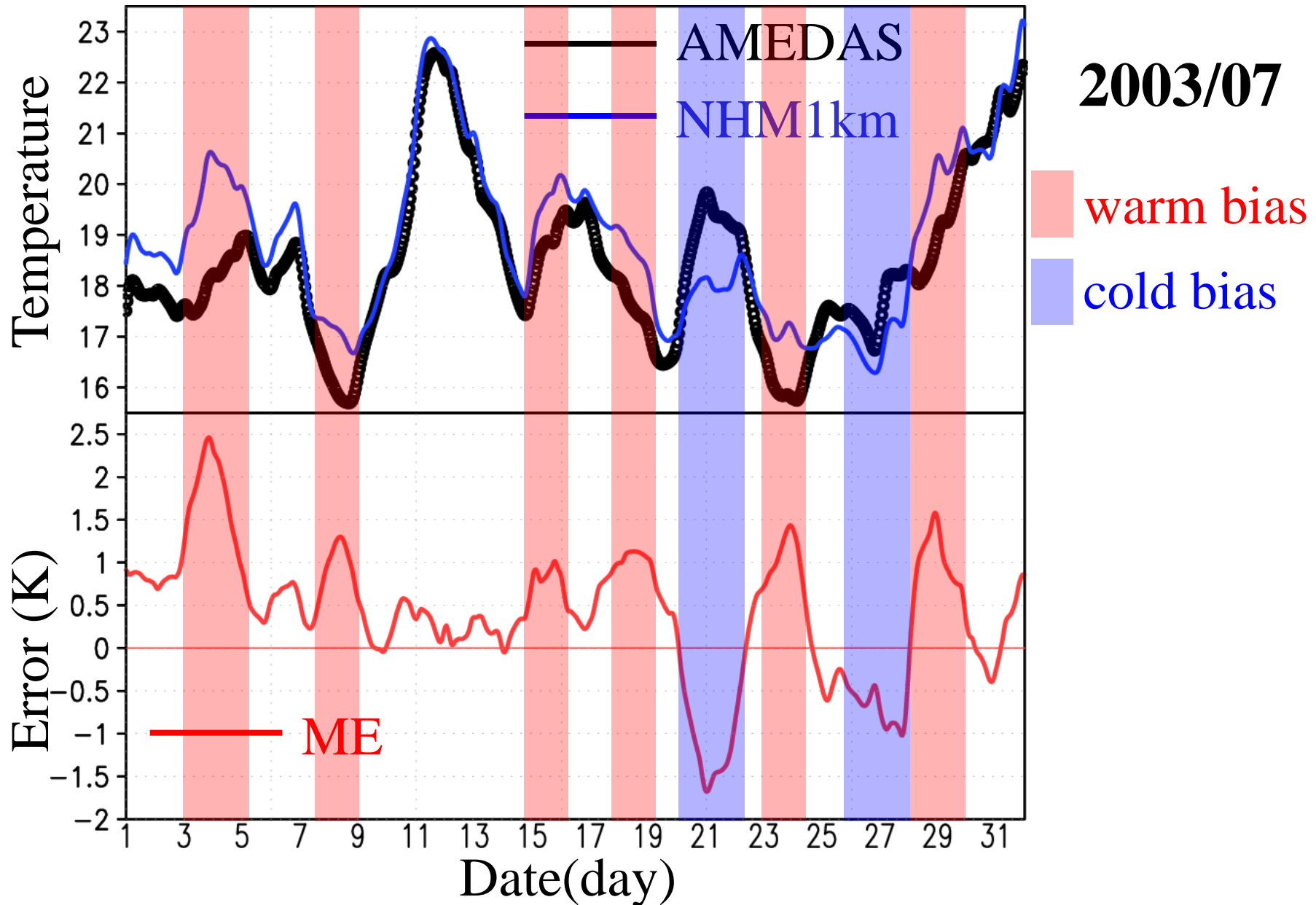
# Diurnal variation of surface Temp.



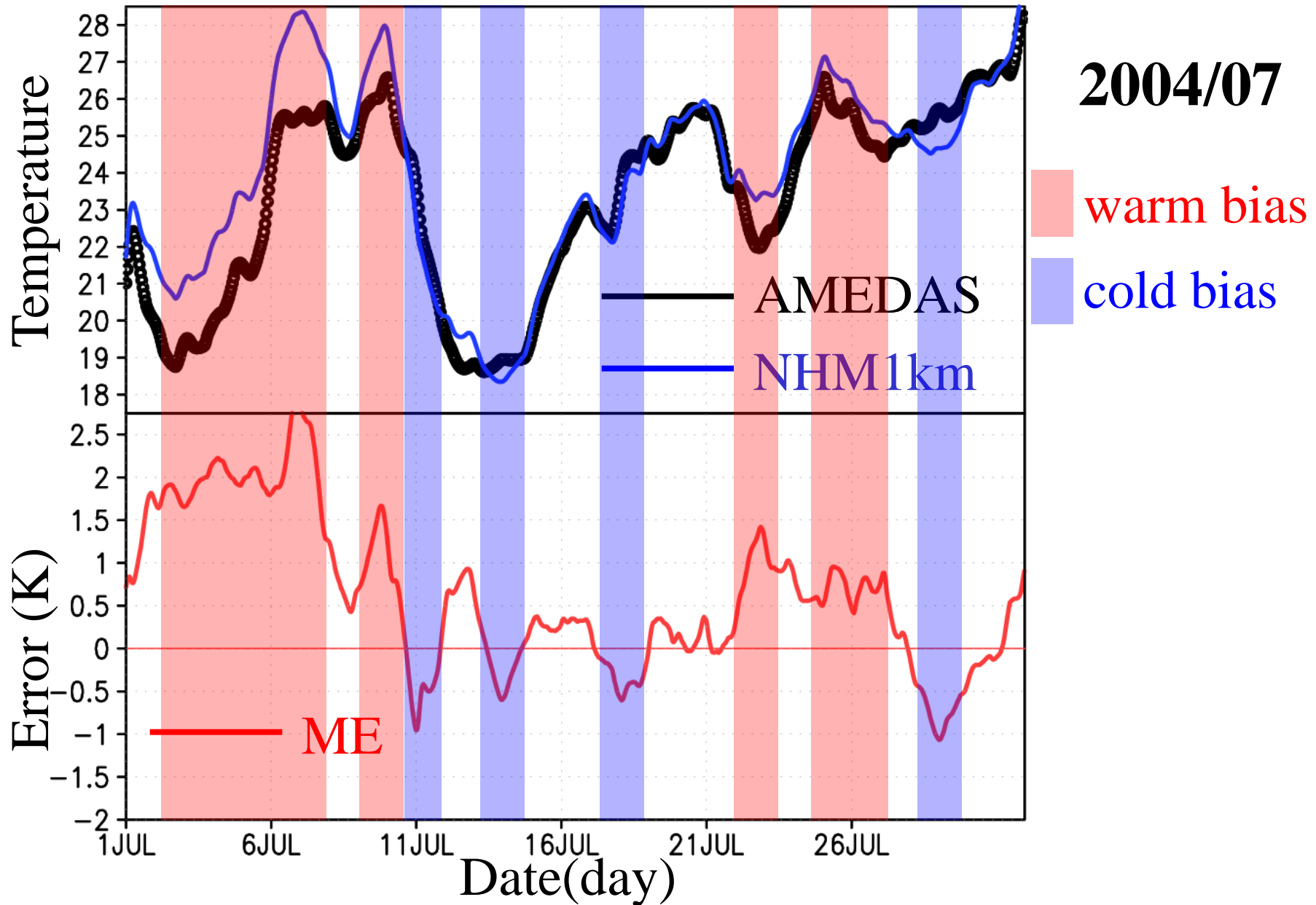
# 2003/2004年の気温差の時系列



# Time-series of Temp in NHM1km/AMEDAS



# Time-series of Temp in NHM1km/AMEDAS

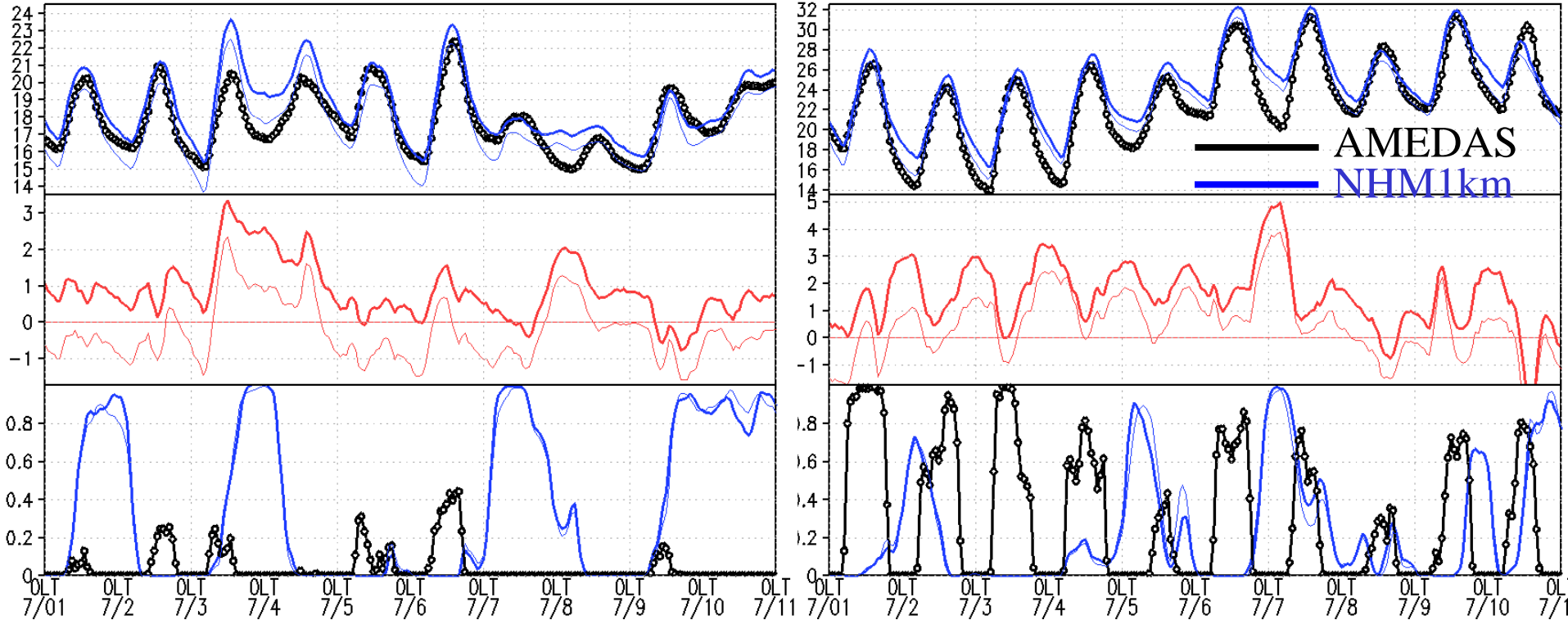




# Time-series of Temp in NHM1km/5km/AMEDAS

Date: 2003/07/01-11

Date: 2004/07/01-11



Date(hour) — Sunshine duration (AMeDAS)

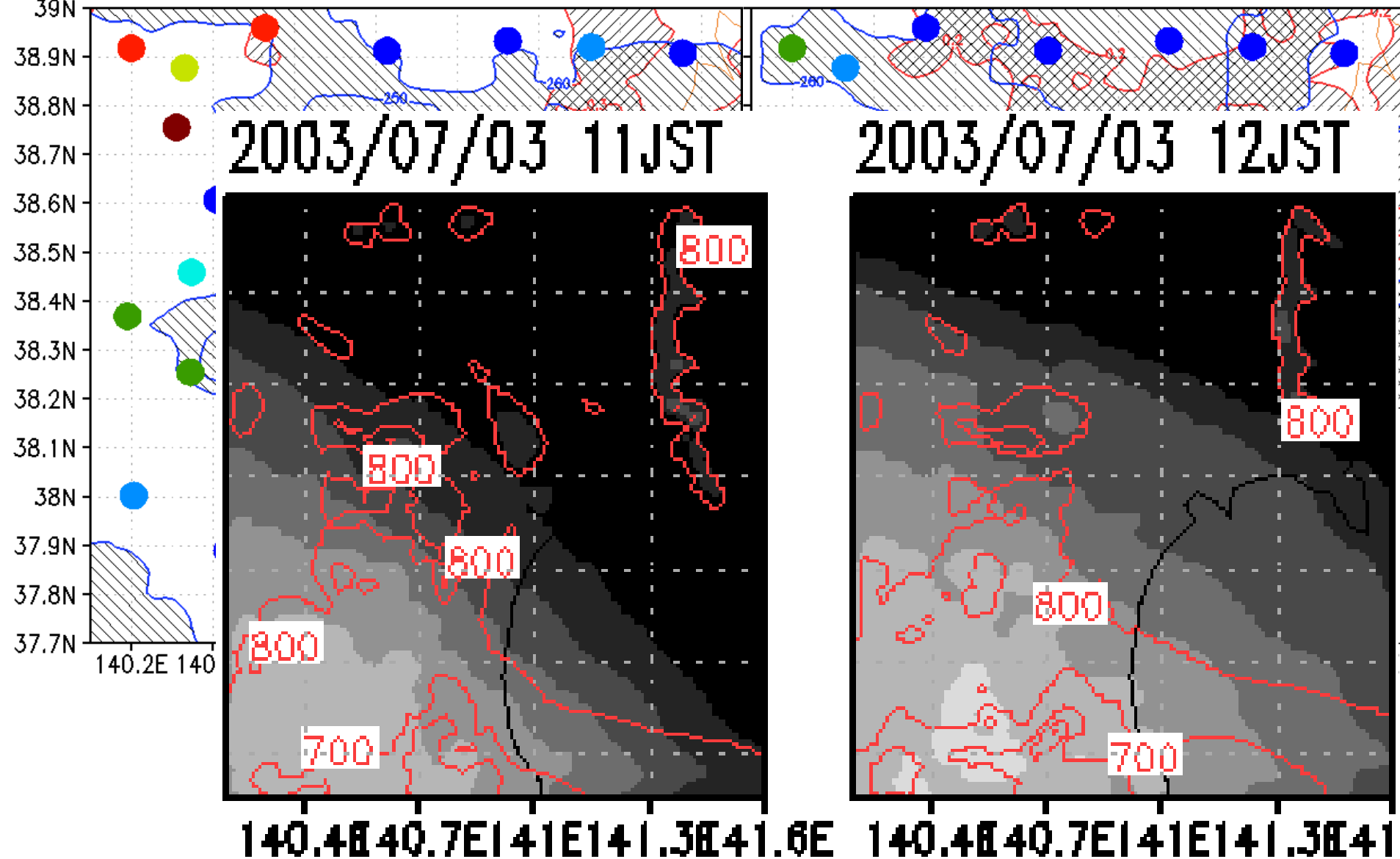
— Total cloud fraction (NHM1km)

雲あり(モデル)→夜間のwarm bias  
=>放射冷却の抑制

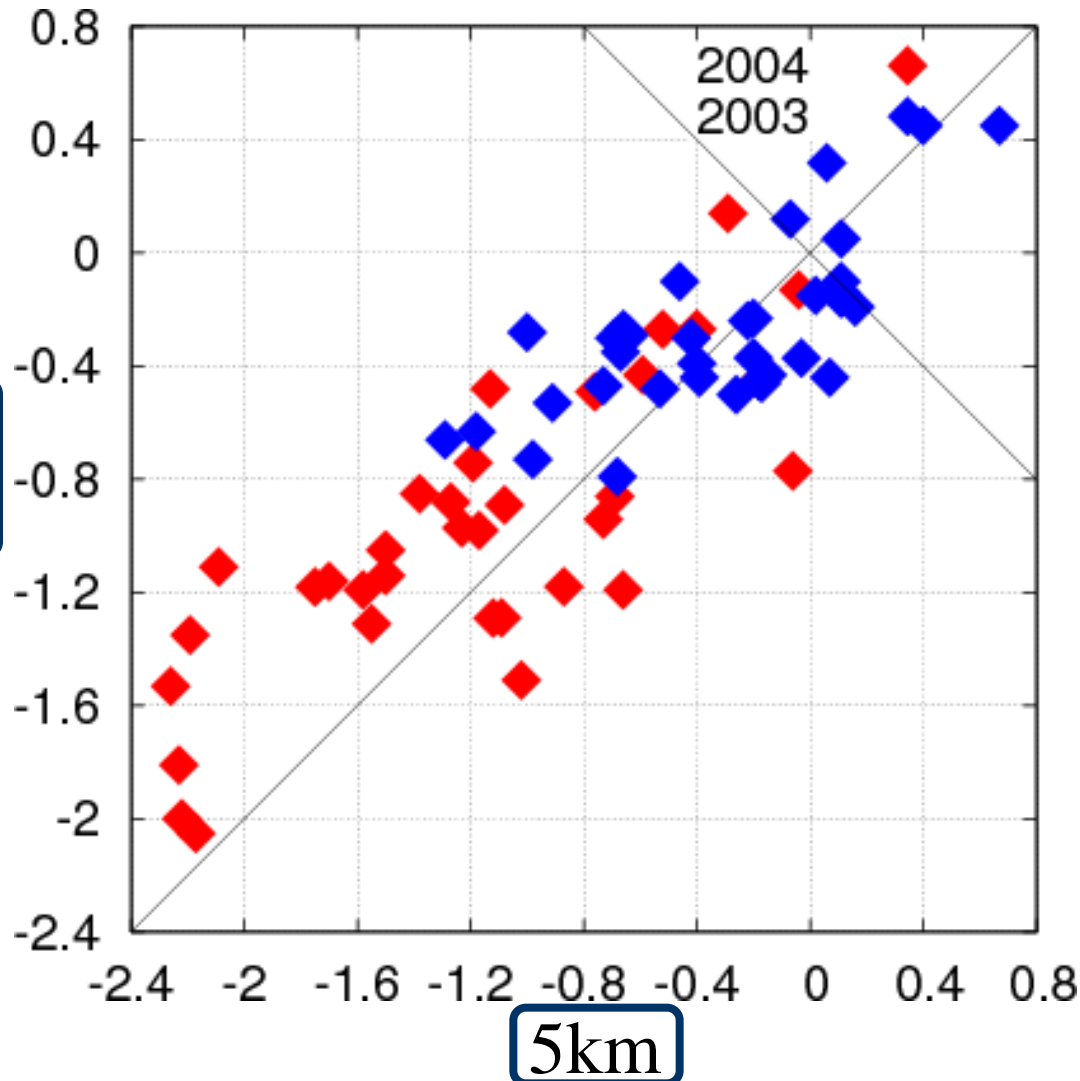
# VIS/IR1 and sunshine duration

VIS/IR1 & Sunshine 2003/07/03 11:00

VIS/IR1 & Sunshine 2003/07/03 12:00



# Scatter plot of ME in DTR



2003/7: 1km ~ 5km  
2004/7: 1km < 5km

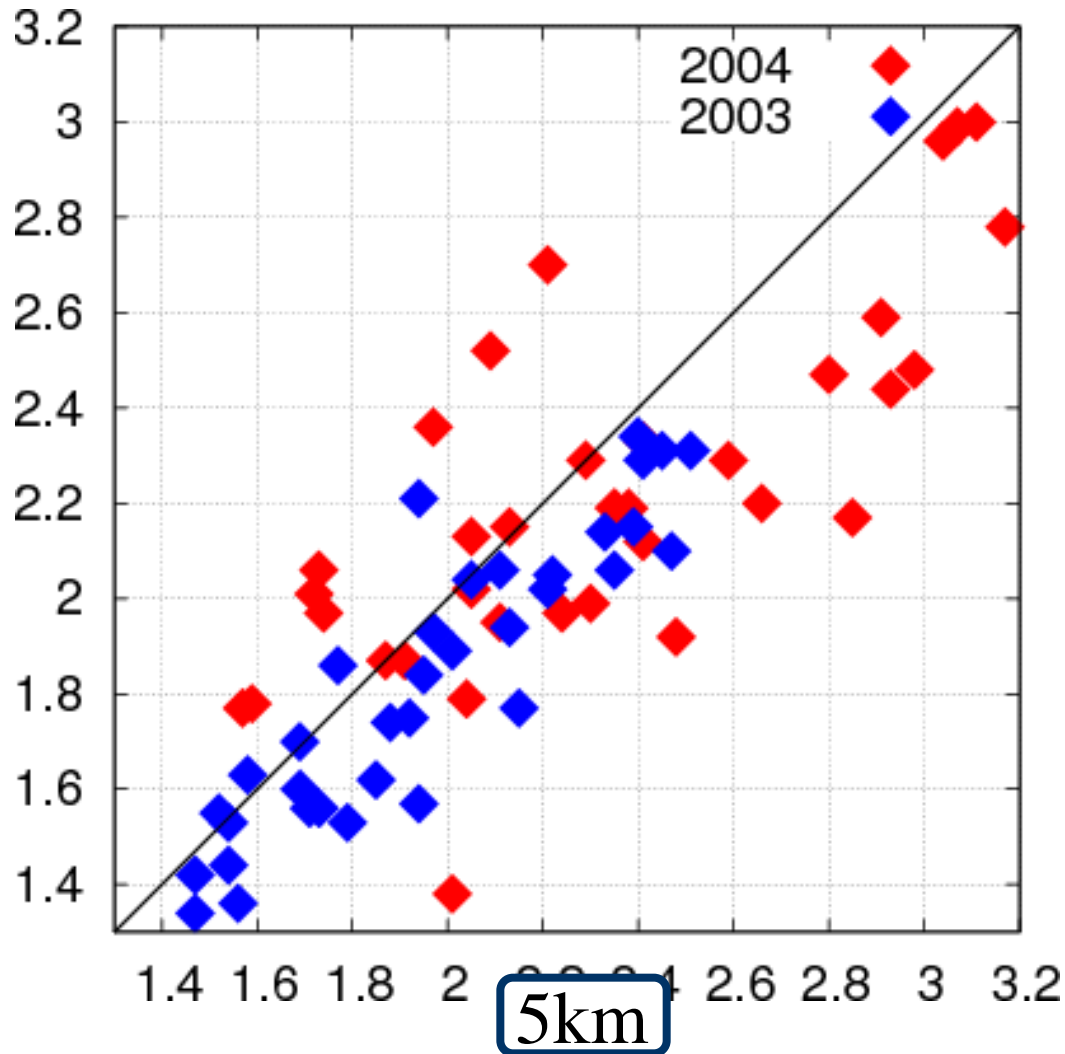
Monthly mean  
at each station

Downscale gain???

DTR = Diurnal temperature range

DTR = daily maximum temp. - daily minimum temp.

# Scatter plot of RMSE in DTR

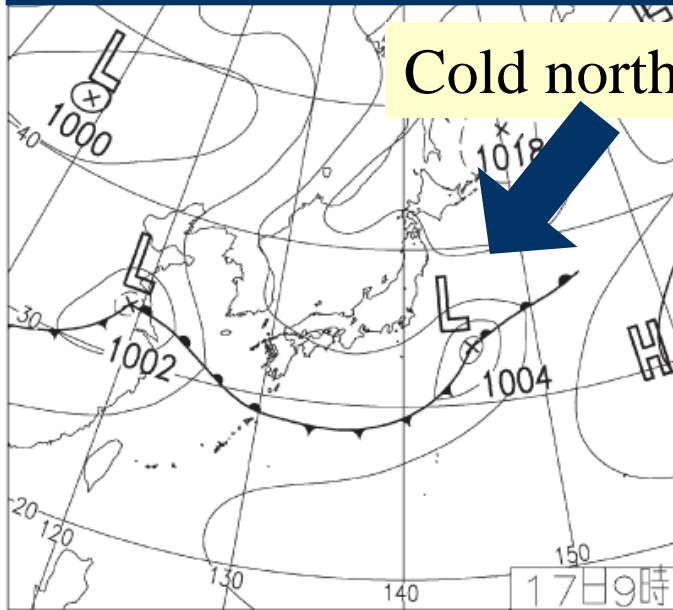


2003/7: 1km ~ 5km  
2004/7: 1km < 5km

Monthly mean  
at each station

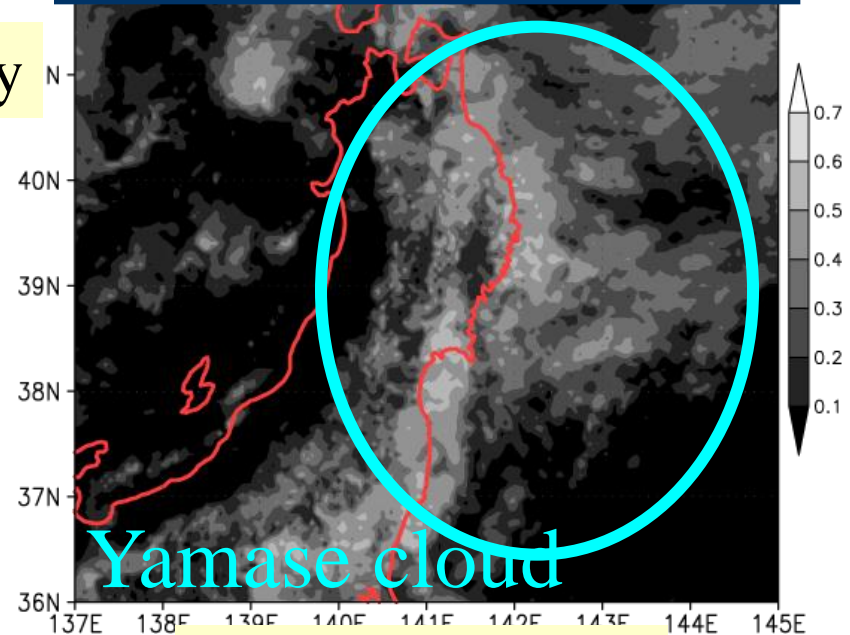
# ヤマセとは

2003/7/17 09JST weather chart



(from TENKI)

2003/7/17 12JST GMS/VIS



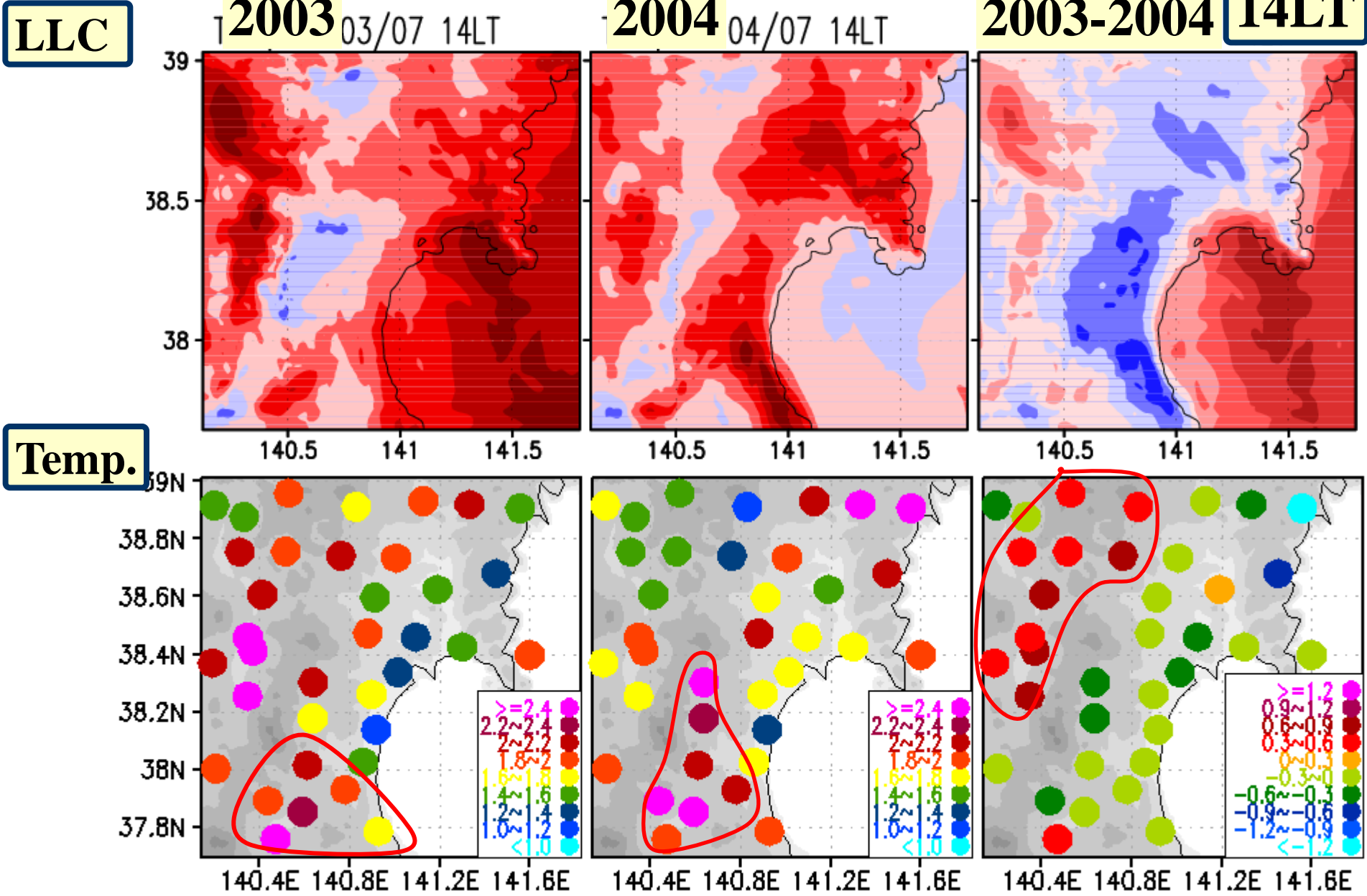
(from Kochi Univ.)

- Cold and moist easterly~northeasterly, usually associated with low-level clouds (Yamase cloud).
- yields a cold summer (1993, 2003), serious damage to rice crop.

# ヤマセに関連する局地気候研究

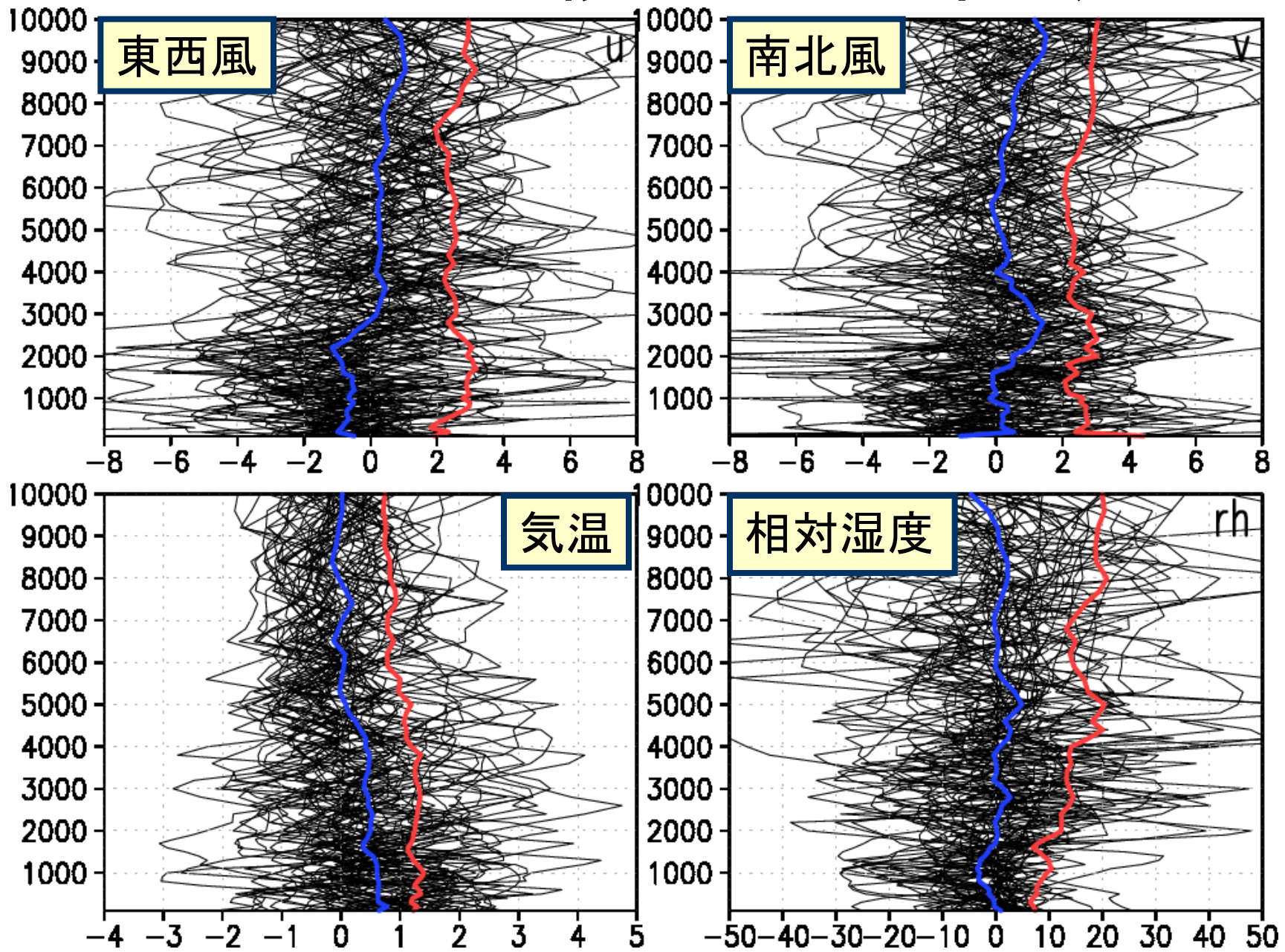
- 温暖化研究 10kmメッシュ
  - 気候モデルのダウンスケールで地球温暖化時のヤマセの発生頻度、強度の予測
- **地域特性研究 1kmメッシュ**
  - **事例研究(2003年7月と2004年7月の比較)**
- 物理過程研究100mメッシュ
  - 下層雲解像モデルによる雲の形成過程研究

# 下層雲量と気温誤差の日々の変動





# ゾンデとの比較 ~2003年7月~



# ゾンデとの比較 ~2004年7月~

