

PACS-CS シンポジウム 2008年04月25日(金)

全球・領域気象予測モデルを用いた 地球環境研究と将来予測

次世代大気大循環モデルNICAMの
予報精度に関する解析的研究

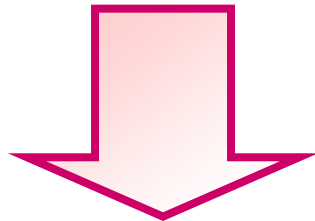
計算科学研究センター

地球環境分野

田中博・日下博幸

はじめに (NICAM)

東大気候システム研究センターと地球環境フロンティア研究センターの共同研究により、新しい全球雲解像モデルが開発された。(Sato et al. 2007)



全球非静力正20面体大気モデル

NICAM

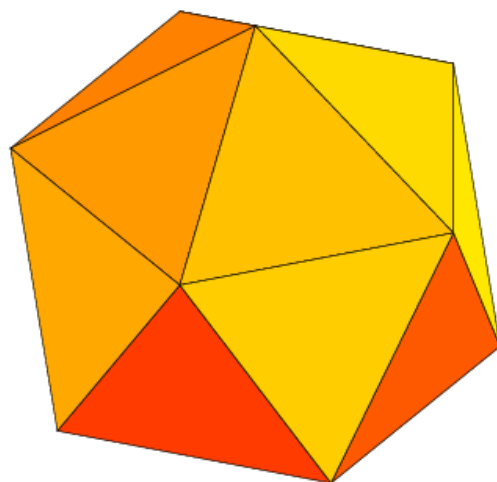
(Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model)

NICAM

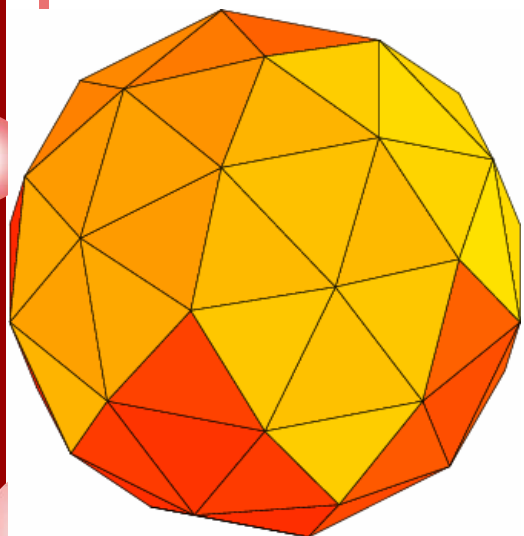
Original Icosahedron

Glevel-0

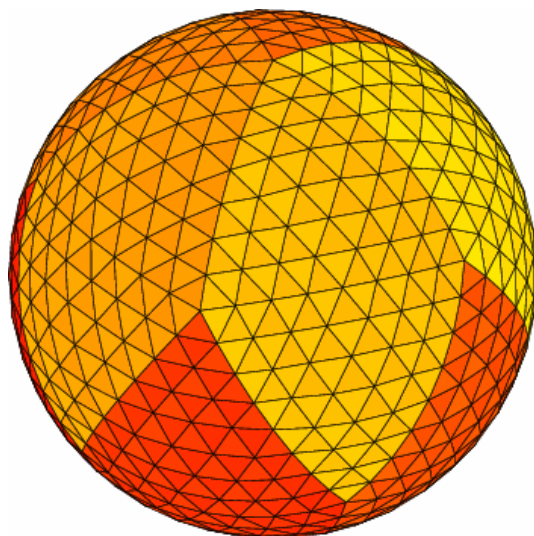
(by Satoh et al.)



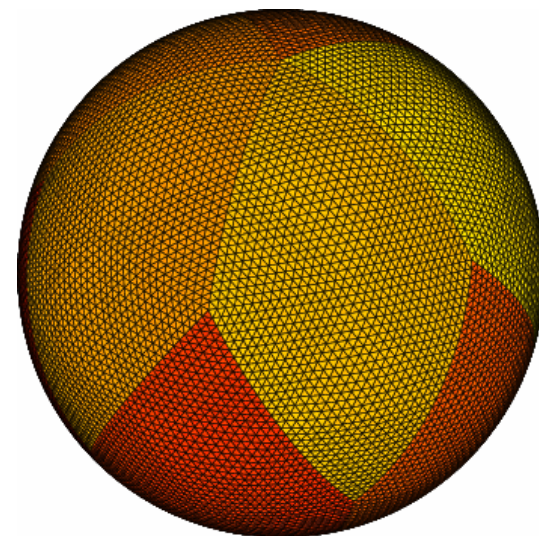
Glevel-1



Glevel-3



Glevel-5



正20面体格子

Glevel-5: $\Delta x=224\text{km}$

Glevel-6: $\Delta x=112\text{km}$

Glevel-7: $\Delta x=56\text{km}$

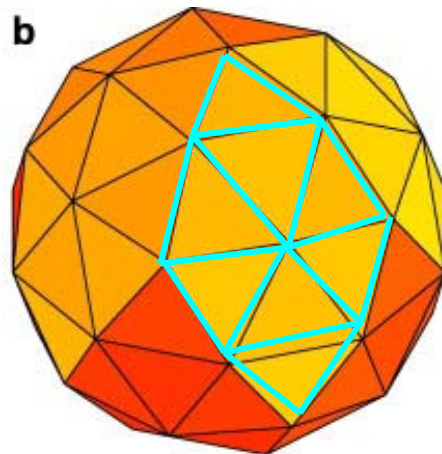
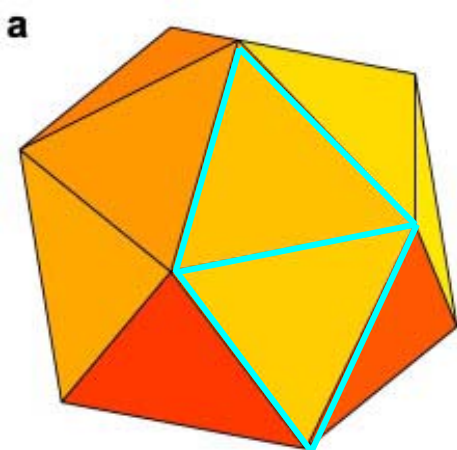
Glevel-8: $\Delta x=28\text{km}$

Glevel-9: $\Delta x=14\text{km}$

Glevel-10: $\Delta x=7\text{km}$

Glevel-11: $\Delta x=3.5\text{km}$

NICAM: 並列化計算領域



- 正20面体から出発、ひとつの菱形で(i,j)領域を組む (rlevel-0)
- 各三角形を4つの三角形に分割する (rlevel-1)。
- このプロセスをn回繰り返す (rlevel-n)。

* 水平格子間隔 *

rlevel-0	: 10領域
rlevel-1	: 40領域
rlevel-2	: 160領域
rlevel-3	: 520領域
rlevel-4	: 2560領域

10領域を 10, 5, 2, 1 ノードで計算可能

2560領域を256ノードで計算可能
1ノードで10領域を担当する。

目的

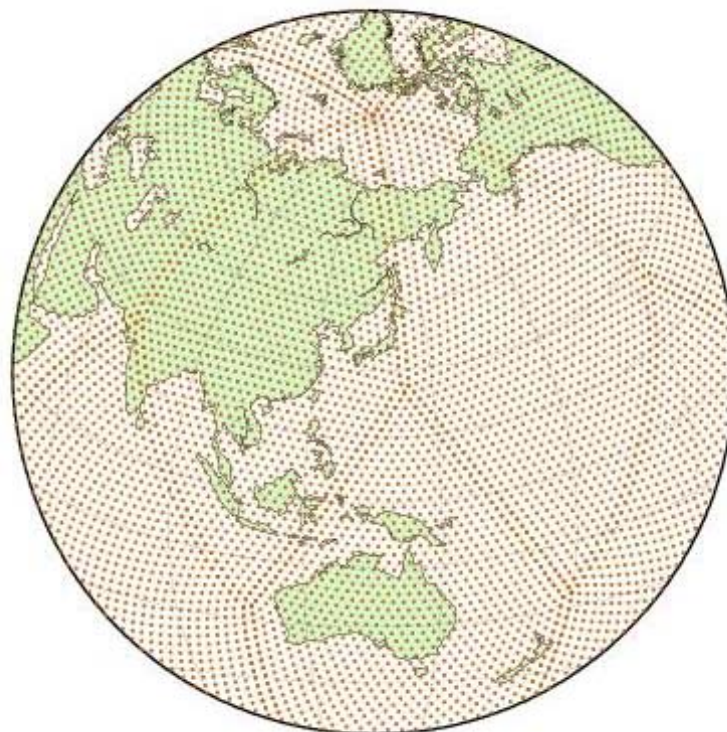
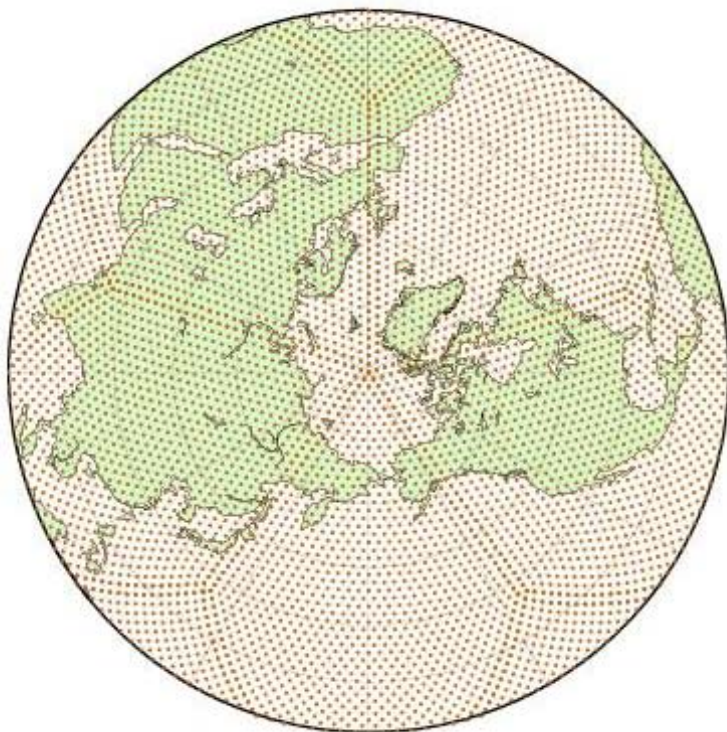
- NICAMの物理過程は開発途上のため、モデルの欠点を把握し改善するための基礎的なデータ解析が必要である。
- 本研究では、NICAMの出力を解析し、観測や他の全球予報モデルと比較することで、現時点でのその特性を評価することが目的である。

NICAM g105

224 km grids

Icosahedral Grid Points

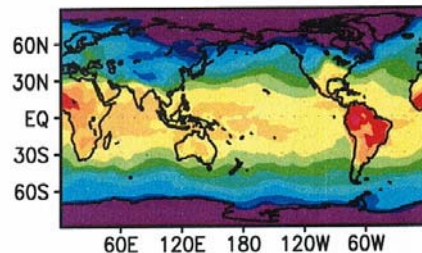
NICAM glevel = 5



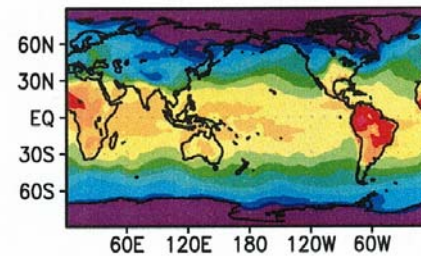
NICAM (t2m)
Init: 2007.03.21

地上気温の日変化

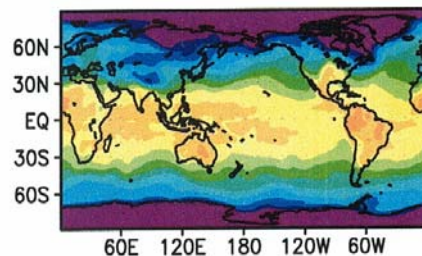
+00hr



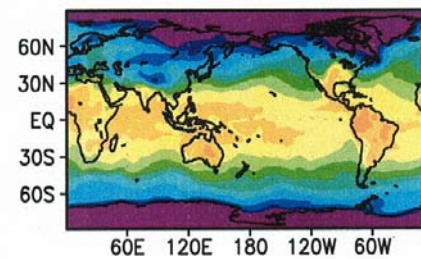
+00hr



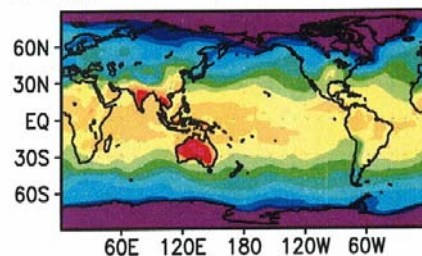
+06hr



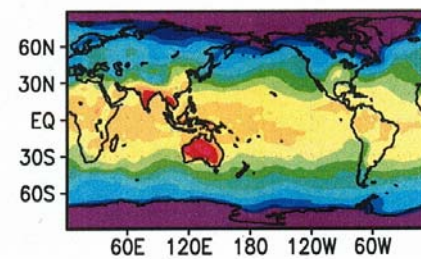
+06hr



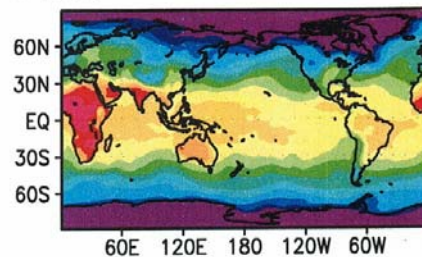
+12hr



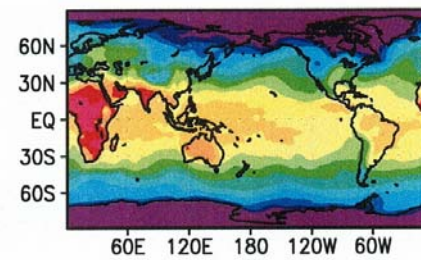
+12hr



+18hr



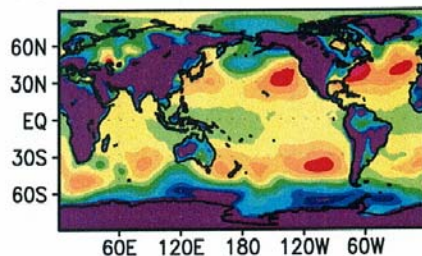
+18hr



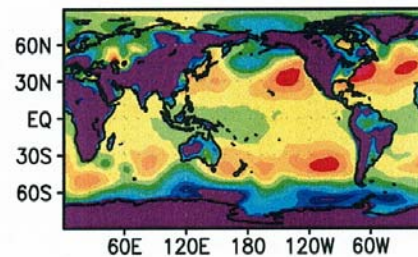
NICAM (ps)
Init: 2007.03.21

地上気圧の日変化

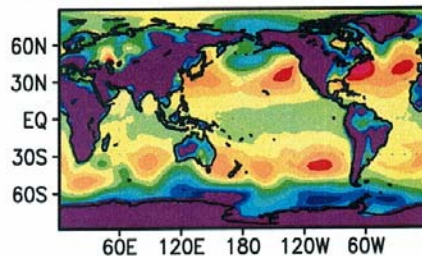
+00hr



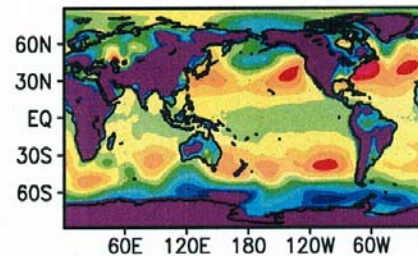
+00hr



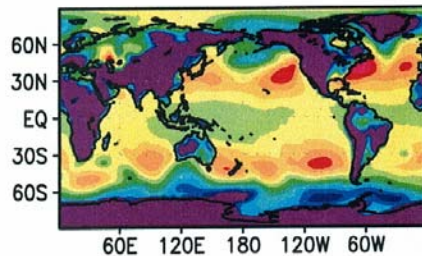
+06hr



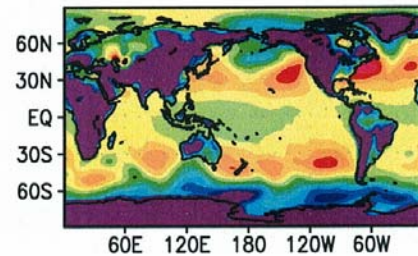
+06hr



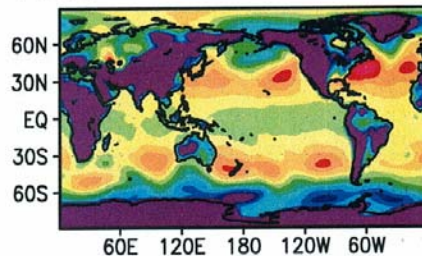
+12hr



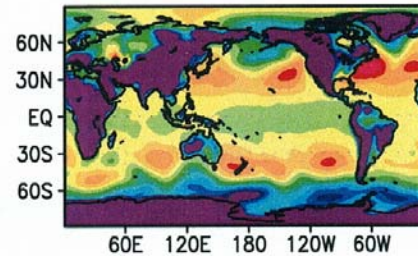
+12hr



+18hr



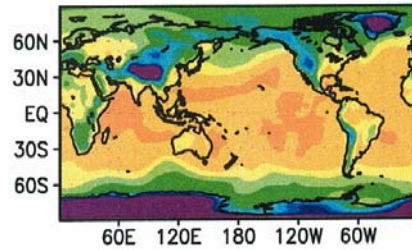
+18hr



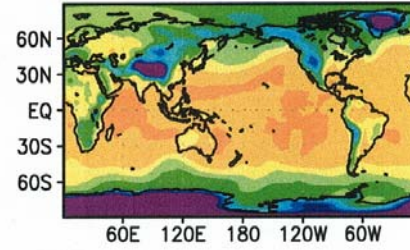
海面気圧の日変化

NICAM (pres)
Init: 2007.03.21

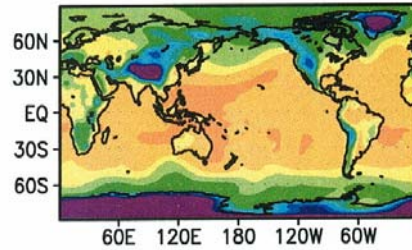
+00hr



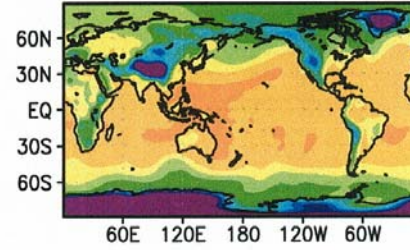
+00hr



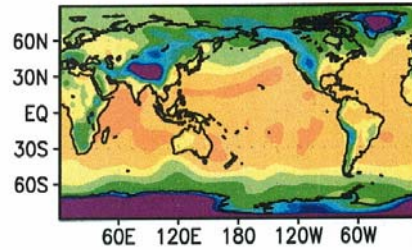
+06hr



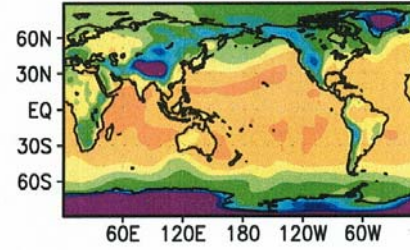
+06hr



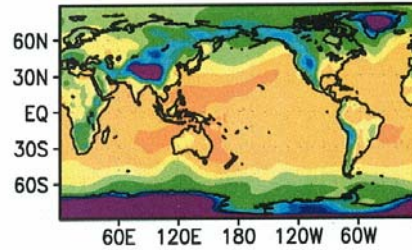
+12hr



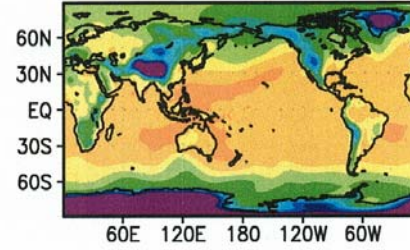
+12hr



+18hr



+18hr



NICAMの計算履歴

- glevel, 解像度、rlevel, 領域数、ノード数、備考
- gl=05, 224km, rl=00, 10領域、node=01 2007年1月開始
- gl=05, 224km, rl=00, 10領域、node=02 Done
- gl=05, 224km, rl=00, 10領域、node=05 Done
- gl=05, 224km, rl=00, 10領域、node=10 Done
- gl=05, 224km, rl=01, 40領域、node=10 Done
- gl=05, 224km, rl=01, 40領域、node=40 Done
- gl=06, 112km, rl=01, 40領域、node=40 Done
- gl=06, 112km, rl=02, 160領域、node=40 Done
- gl=06, 112km, rl=02, 160領域、node=160 Done
- gl=07, 56km, rl=02, 160領域、node=160 Done
- gl=08, 28km, rl=02, 160領域、node=160 実験中
- gl=06, 112km, rl=04, 2560領域、node=256 Done
- gl=07, 56km, rl=04, 2560領域、node=256 Done
- gl=08, 28km, rl=04, 2560領域、node=256 実験中

ブロッキング高気圧の予報実験

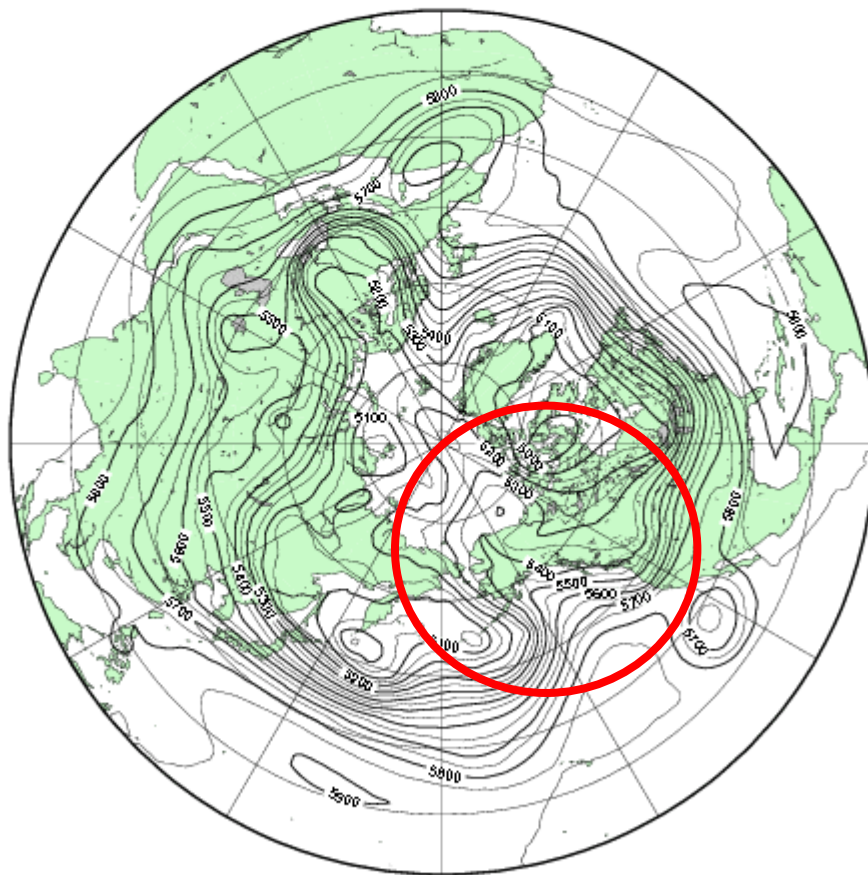
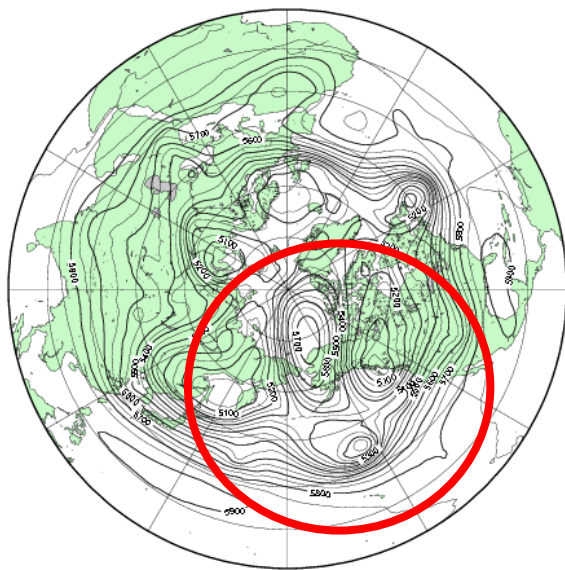
2007年11月27日以降にアラスカ
付近で発生したブロッキング

500 hPa Height

2007112712Z H+000 JMA/GPV/GSM

500 hPa Height

2007120212Z H+000 JMA/GPV/GSM



ブロッキング高気圧の例

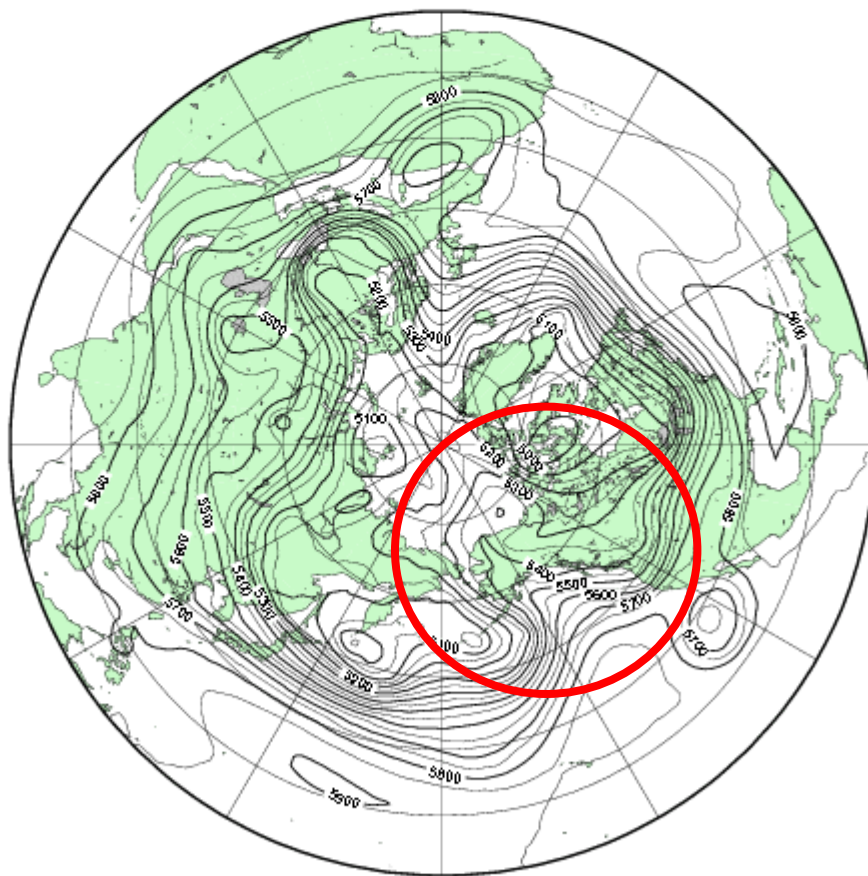
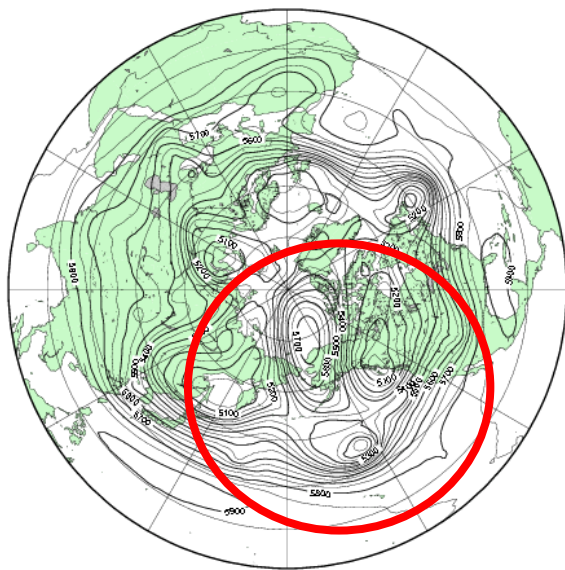
2007年11月27日を初期値とした
気象庁GSMモデルによる7日予報

500 hPa Height

2007112712Z H+000 JMA/GPV/GSM

500 hPa Height

2007120212Z H+000 JMA/GPV/GSM



ブロッキング高気圧の例

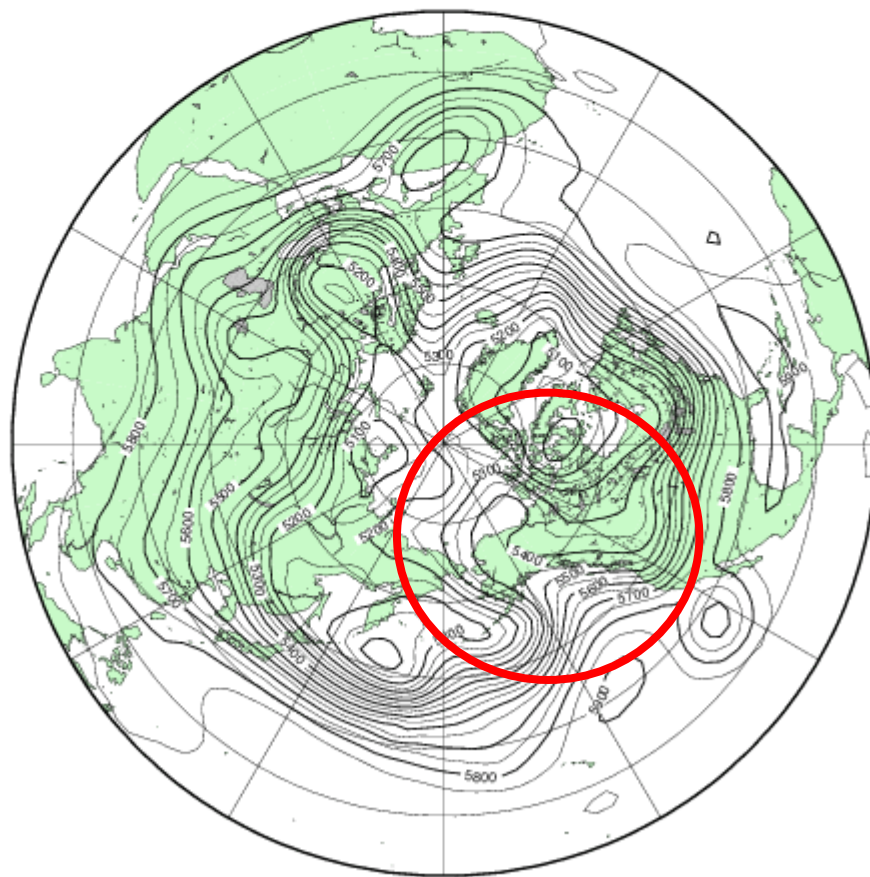
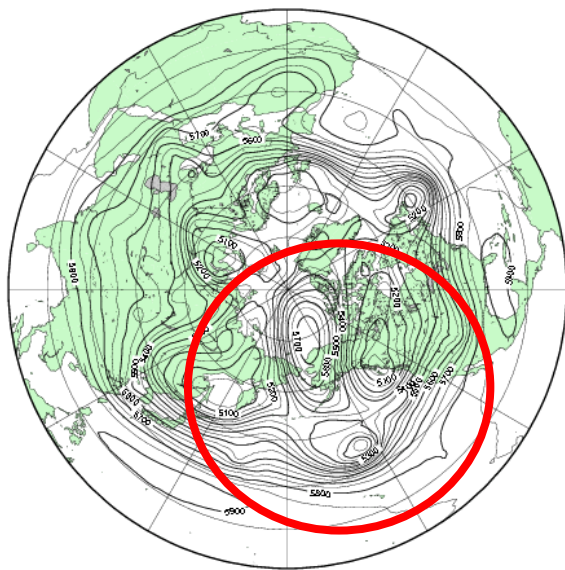
2007年11月27日を初期値とした
NICAM g15モデルによる14日予報

500 hPa Height

NICAM 2007112712Z+0HR

500 hPa Height

2007120212Z H+000 JMA/GPV/GSM



ブロッキング高気圧の例

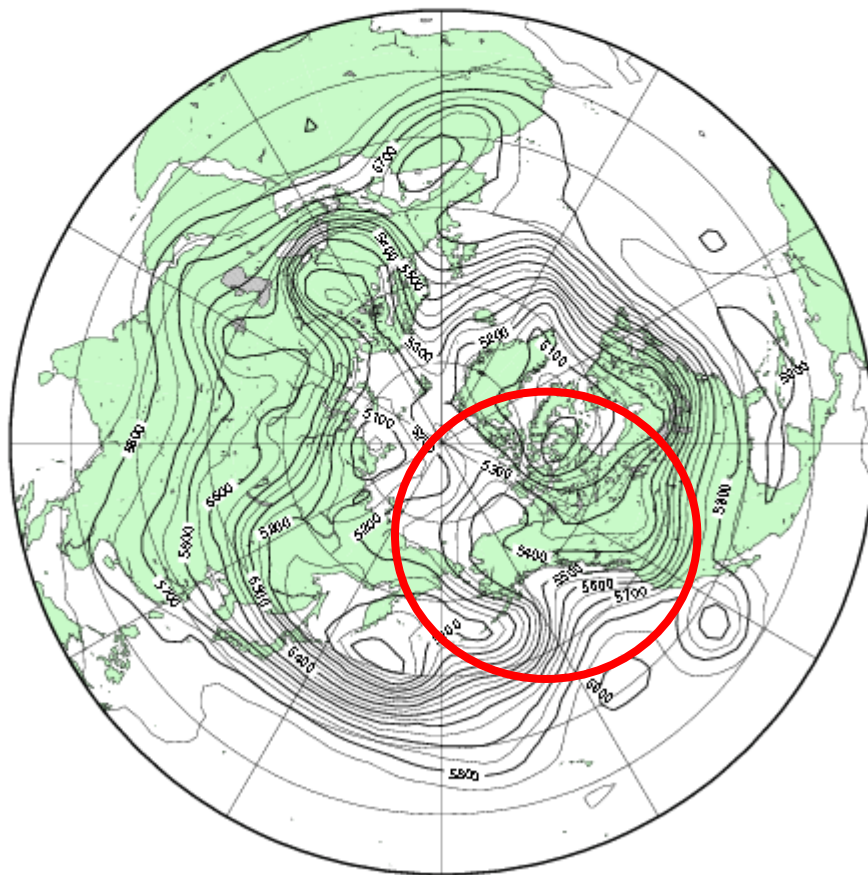
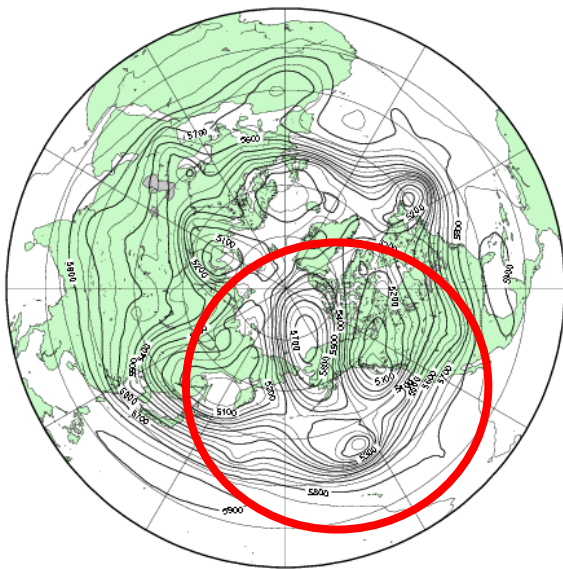
2007年11月27日を初期値とした
NICAM g16モデルによる14日予報

500 hPa Height

NICAM 2007112712Z+0HR

500 hPa Height

2007120212Z H+000 JMA/GPV/GSM



ブロッキング高気圧の例

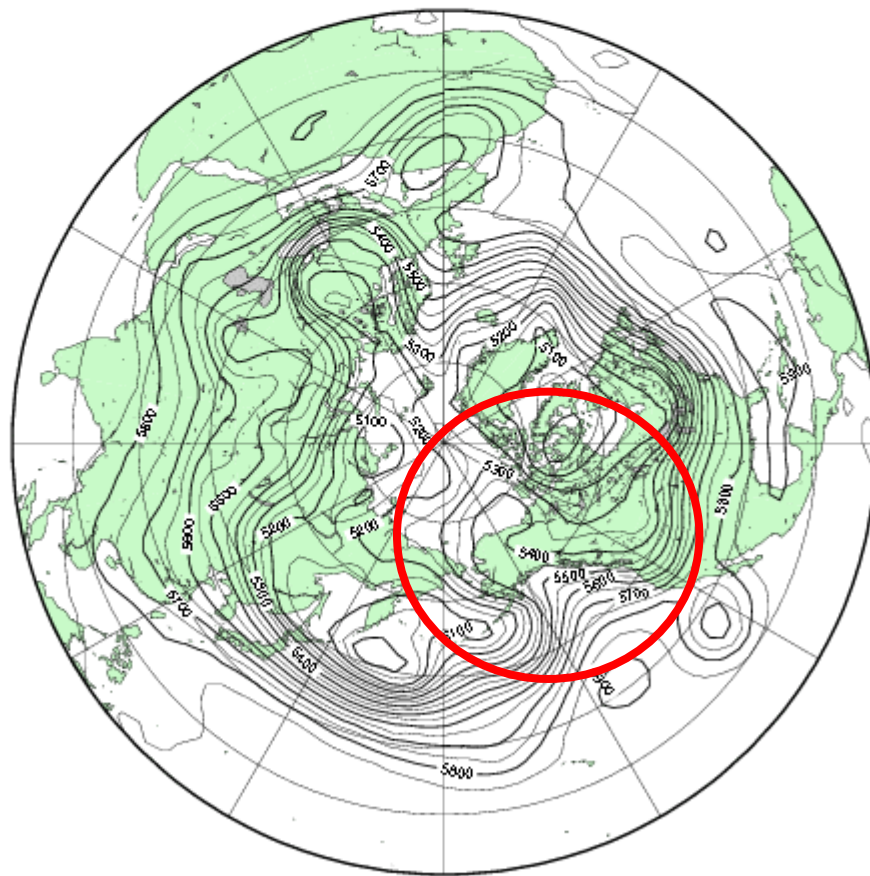
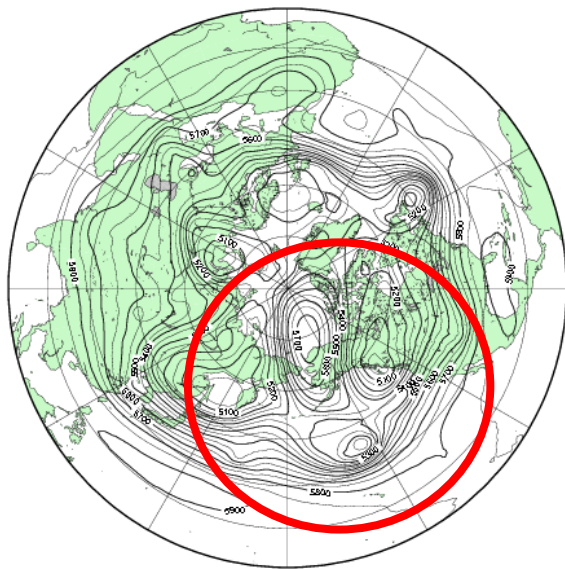
2007年11月27日を初期値とした
NICAM g17モデルによる14日予報

500 hPa Height

NICAM 2007112712Z+0HR

500 hPa Height

2007120212Z H+000 JMA/GPV/GSM



ブロッキング高気圧の例

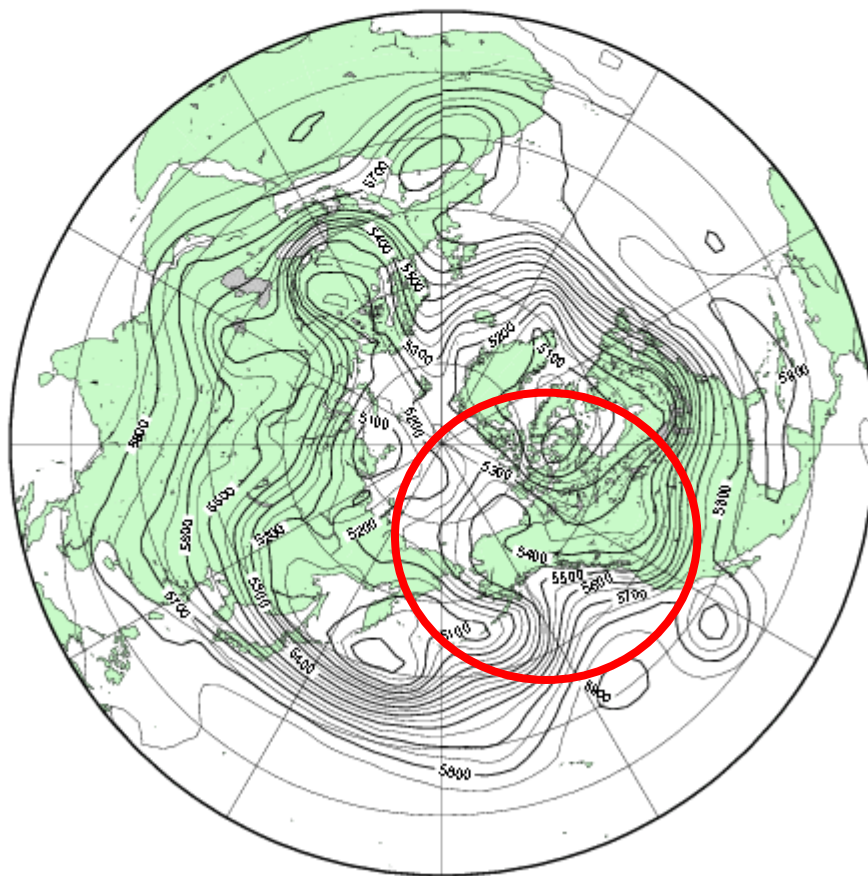
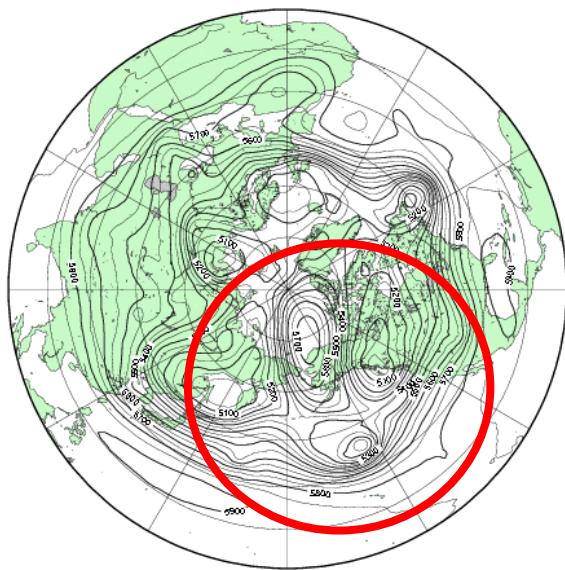
2007年11月27日を初期値とした
NICAM g17モデルによる14日予報
r104-n256

500 hPa Height

NICAM 2007112712Z+0HR

500 hPa Height

2007120212Z H+000 JMA/GPV/GSM



順圧S-モデルによるブロッキングの数値実験

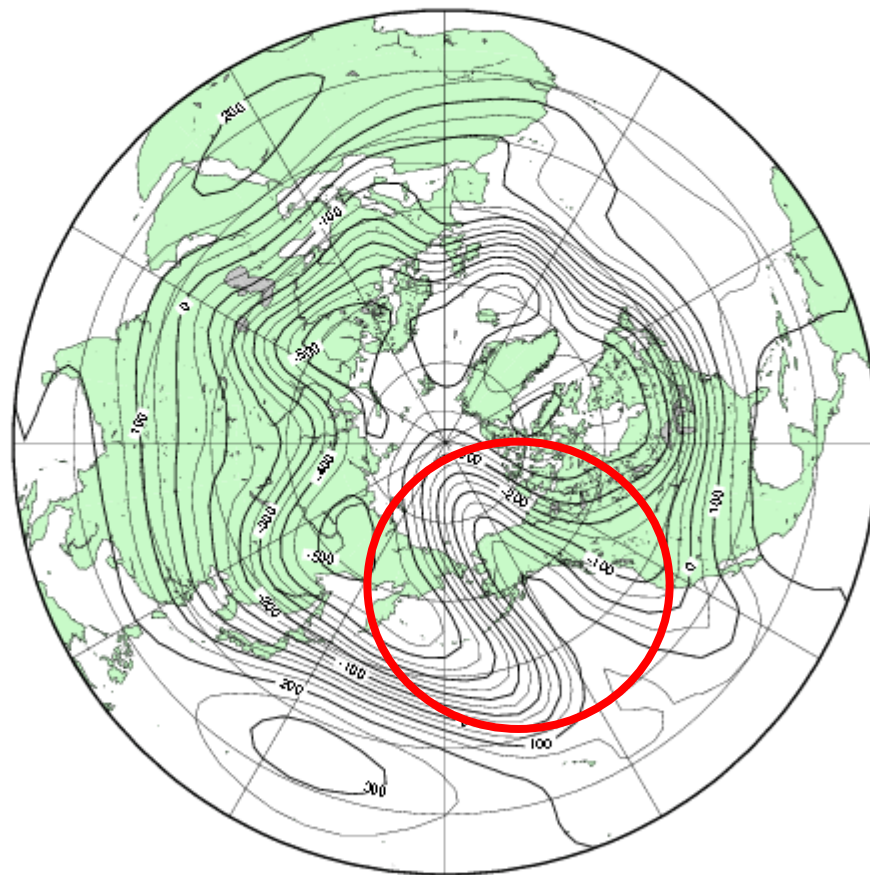
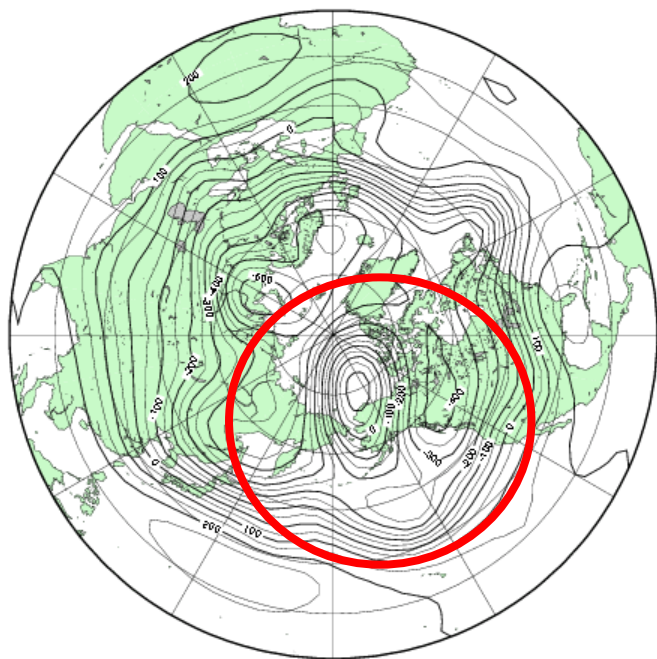
大気鉛直平均場を予測対象とした筑波大学順圧S-モデル

Barotropic Height

200711301200Z H+000h

Barotropic Height

JMA/GPV 200712021200Z



PACS-CSでの実行例

- Rlevel 0 1 2 3 4 **4 days Run**
- 最大node数 10 40 160 640 2560
- 01ノード: gl05r100 (4 days) Elap TIME (job_0004): 10285 (sec)
- 10ノード: gl05r100 (4 days) Elap TIME (job_0004): 1423 (sec)
- 40ノード: gl05r101 (4 days) Elap TIME (job_0004): 389 (sec)
- 160ノード: gl05r102 (4 days) Elap TIME (job_0004): 259 (sec)
-

PACS-CSでの実行例

- 256 ノード: **gl06**rl04 14 days run
- Elap TIME (put_0003): 5825 (sec) 97 min
- Elap TIME (job_0005): 4071 (sec) 68 min
- Elap TIME (get_0008): 1533 (sec) 26 min
- 256 ノード: **gl07**rl04 14 days run
- Elap TIME (put_0003): 38922 (sec) 10.8 hr
- Elap TIME (job_0005): 42059 (sec) 11.7 hr
- Elap TIME (get_0008): 2158 (sec) 36 min
- 160 ノード: **gl08**rl02 1 days run
- Elap TIME (put_0003): 37238 (sec) 10.3 hr
- Elap TIME (job_0005): 10186 (sec) 2.8 hr
- Elap TIME (get_0008): 4928 (sec) 82 min

予報実験の解析手法

- JMA-GSMの初期値をNICAMの初期値として入力し、その予報値とJMA-GSMの予報値及びJCDASの解析値との比較を行う。
- 予報精度の評価には、RMSE(二乗平均平方根誤差)やAC(アノマリー相関)を用いる。
- 全24の予報事例を解析し、季節平均・年平均を行う。

※JMA-GSM (Japan Meteorological Agency Global Spectral Model)

※JCDAS (JMA Climate Data Assimilation System)

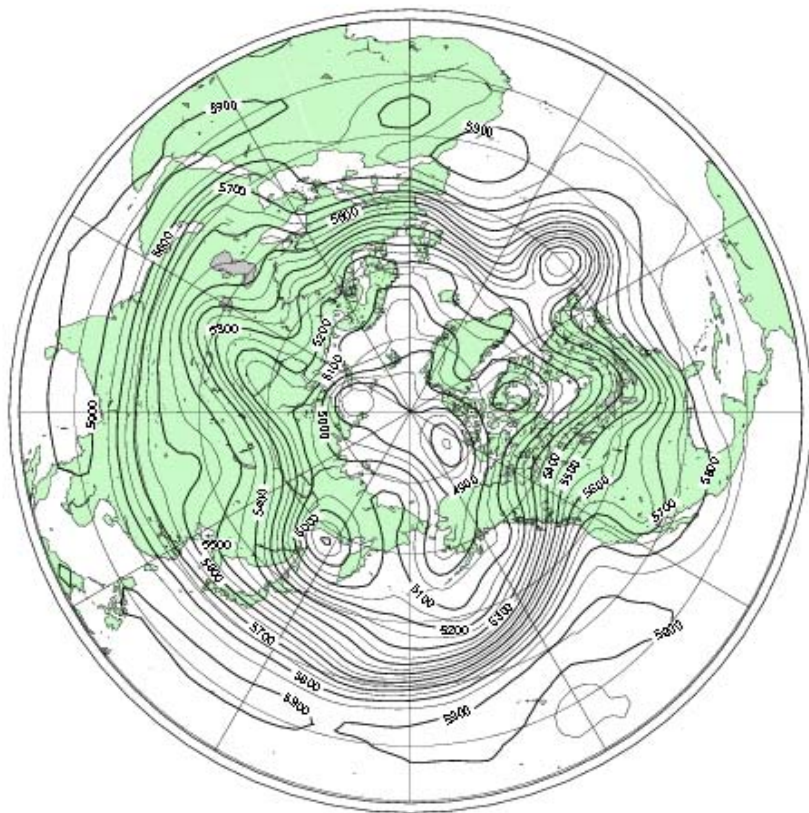
結果①

NICAMにおける14日予報の出力結果

(左: 北半球500hPa高度場 右: 東西風の鉛直断面)

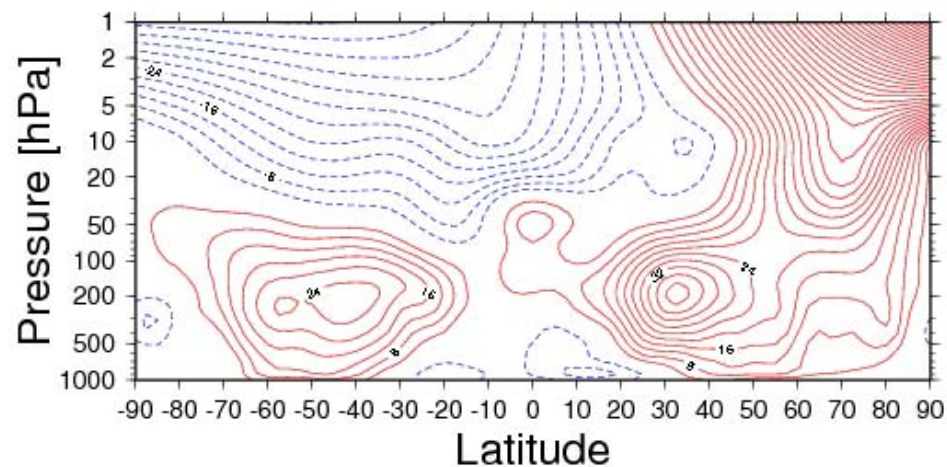
500 hPa Height [m]

NICAM 2007010112z +000hr



Zonal Mean Wind [m/s]

NICAM 2007010112z +000hr

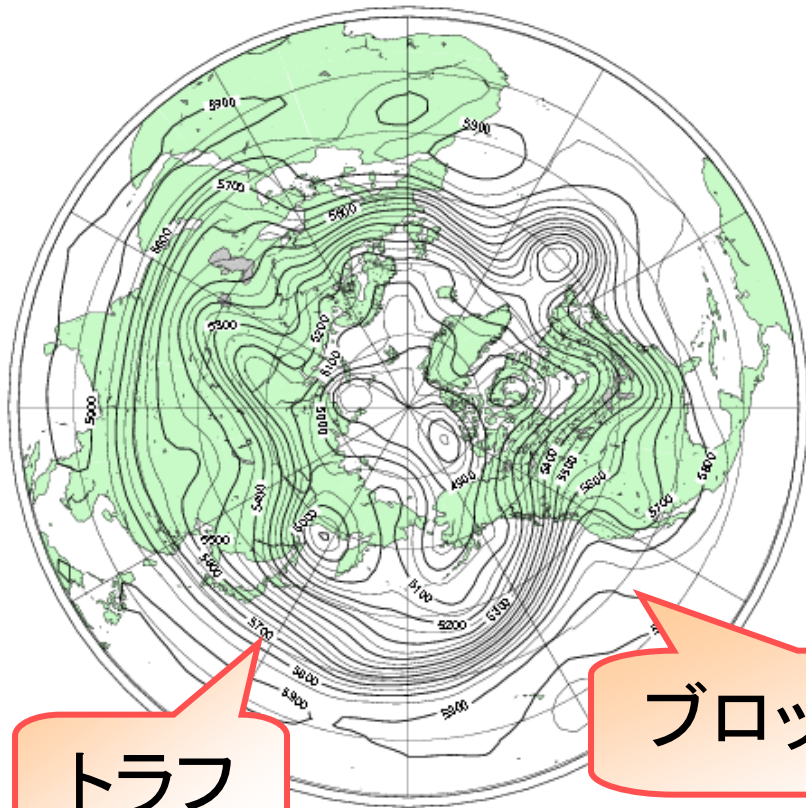


結果①

NICAMにおける14日予報の出力結果

(左: 北半球500hPa高度場 右: 東西風の鉛直断面)

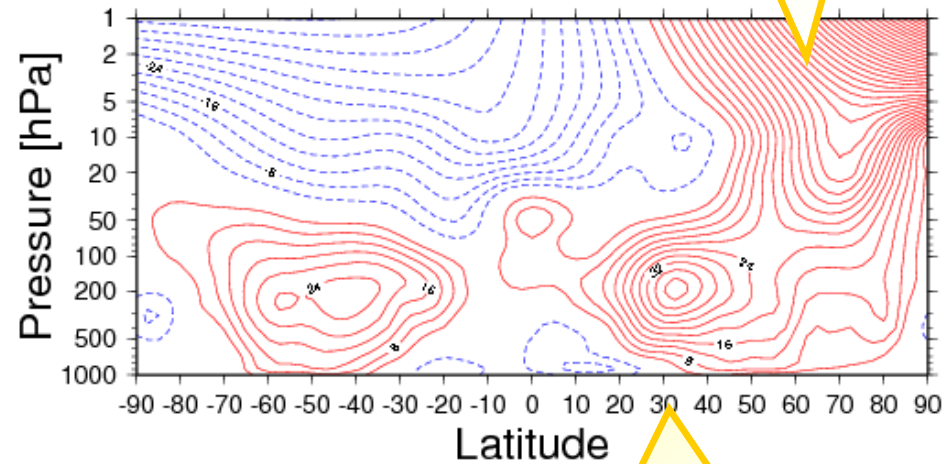
500 hPa Height [m]
NICAM 2007010112z +000hr



トラフ

ブロッキング

Zonal Mean Wind [m/s]
NICAM 2007010112z +000hr



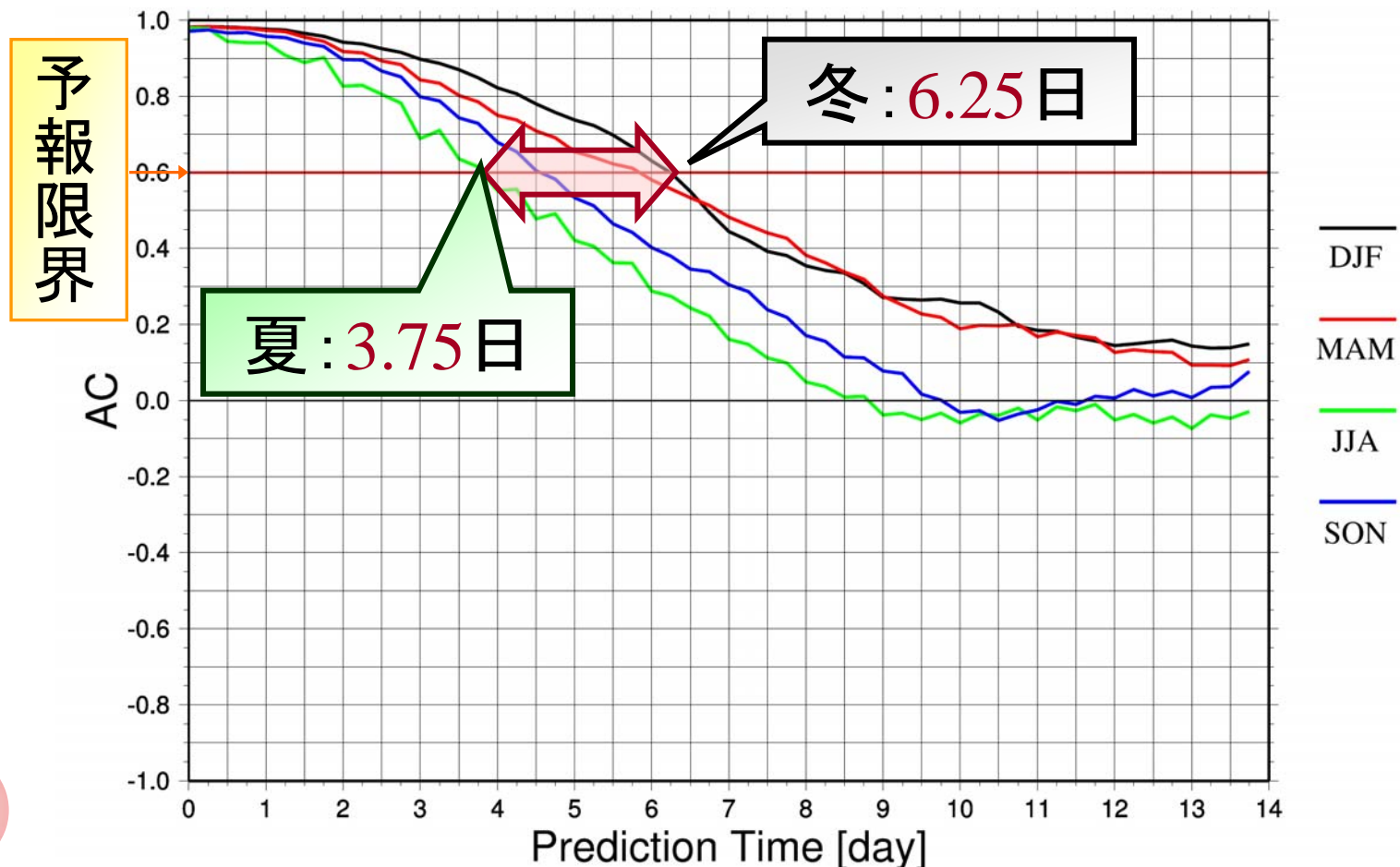
極夜ジェット

亜熱帯
ジェット

結果③

季節平均したNICAMにおける北半球500hPa高度場の14日予報に対するACの時系列図

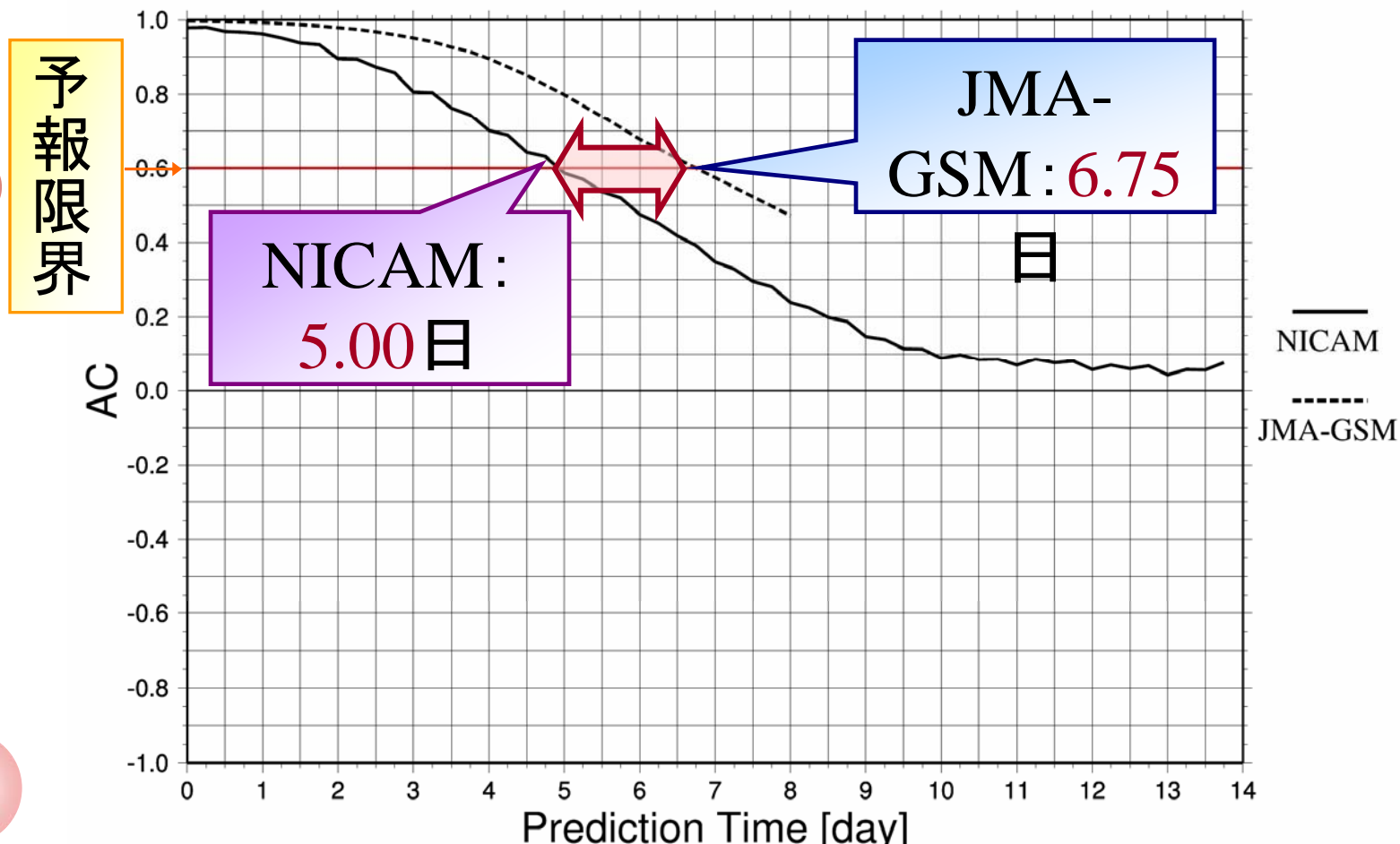
Anomaly Correlation at 500 hPa Height
NICAM 2006 & 2007 Seasonal Mean



結果④

年平均した北半球500hPa高度場の14日予報に対するACの時系列図

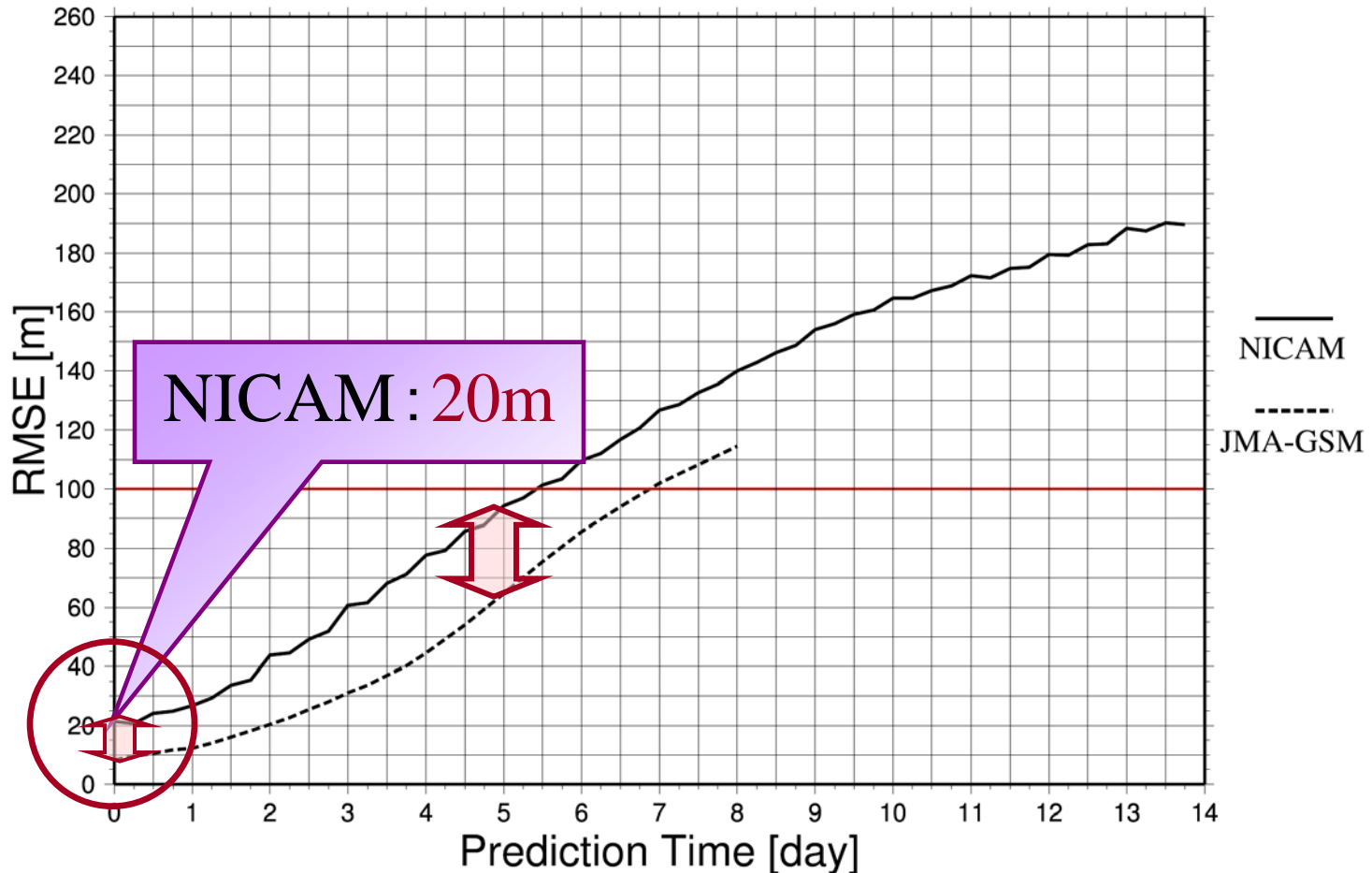
Anomaly Correlation at 500 hPa Height
2006 & 2007 Annual Mean



結果⑤

年平均した北半球500hPa高度場の14日予報に対するRMSEの時系列図

RMSE at 500 hPa Height
2006 & 2007 Annual Mean



結論①

- 平均予報限界時間

NICAM : 5.00日 ≪ JMA-GSM : 6.75日

- NICAMの予報特性

①北半球全域において高度場を実況よりも低く予報

②誤差が大きい地域: 中緯度から高緯度にかけて

結論②

- NICAMがJMA-GSMよりも予報精度が悪かった要因

①初期値作成時の誤差

(初期時刻におけるRMSE : 20m)

* 初期値作成方法 *

JMA-GSMの初期値

(等緯度経度系 (2.5° × 2.5° 間隔) ・p系鉛直17層)



NICAMの初期値

(正20面体格子系・幾何学的z系40層)



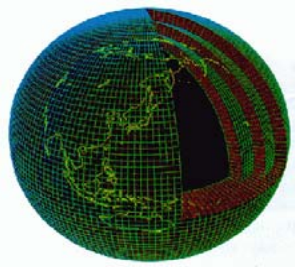
地球生物環境部門

日下博幸

kusaka@ccs.tsukuba.ac.jp

2008年4月25
筑波大学

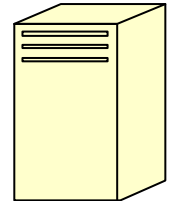
気象庁天気予報 GSM, RSM, MSM



筑波大GPV/JMA データベース



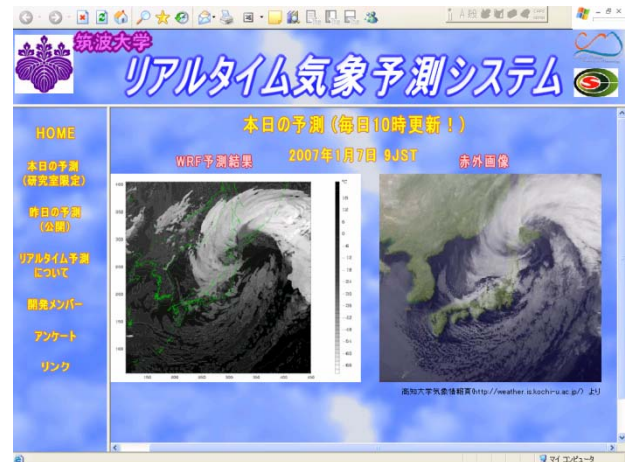
初期値作成 Linux-PC



WRF on PACS-CS



可視化 Linux-PC





筑波大学

リアルタイム気象予測システム



HOME

本日の予測
(研究室限定)

昨日の予測
(公開)

リアルタイム予測
について

開発メンバー

アンケート

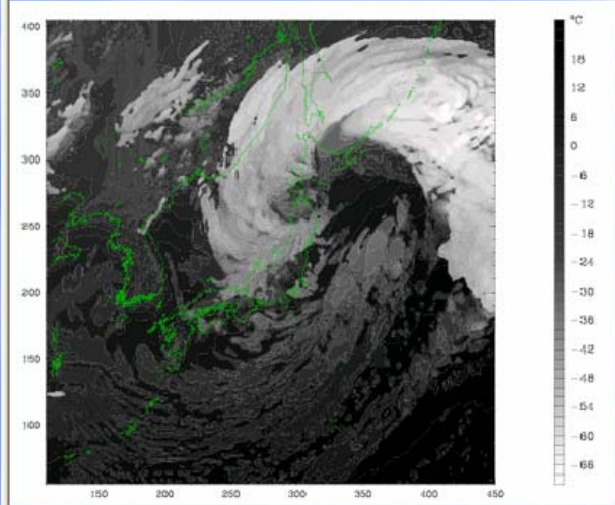
リンク

本日の予測 (毎日10時更新!)

WRF予測結果

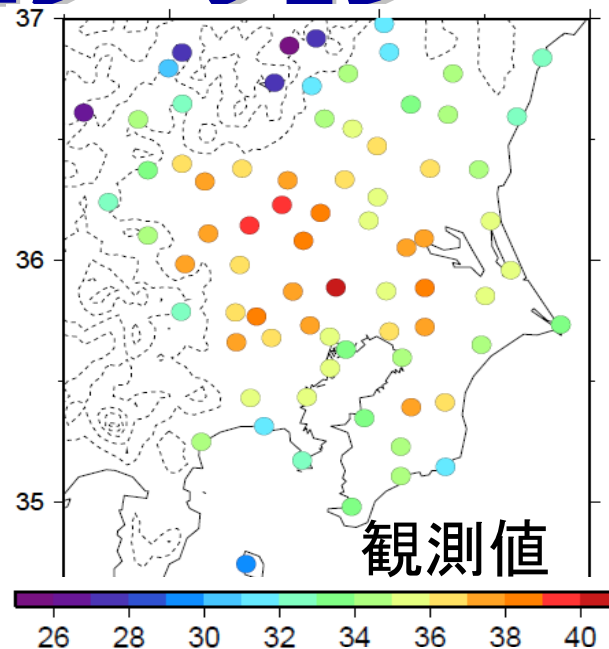
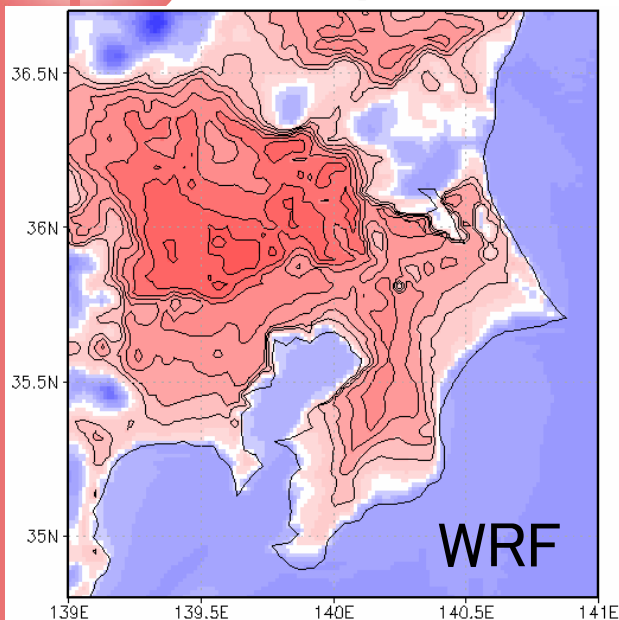
2007年1月7日 9JST

赤外画像

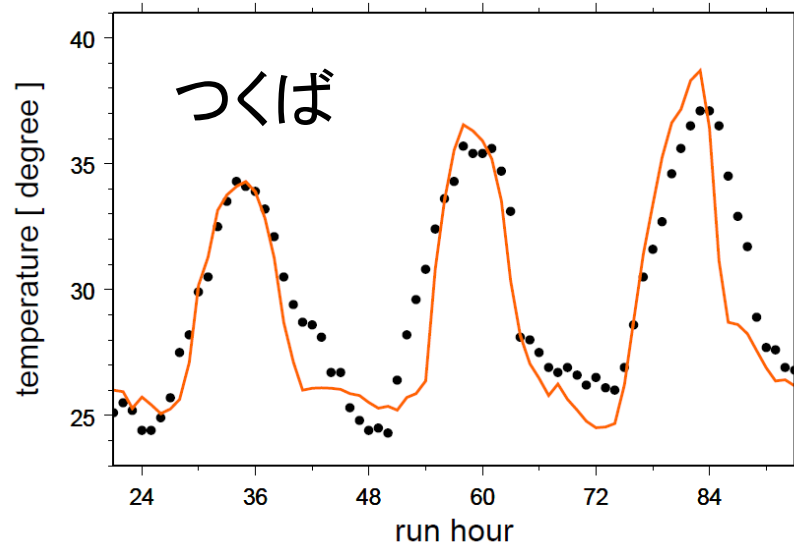


高知大学気象情報頁 (<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>) より

猛暑のシミュレーション

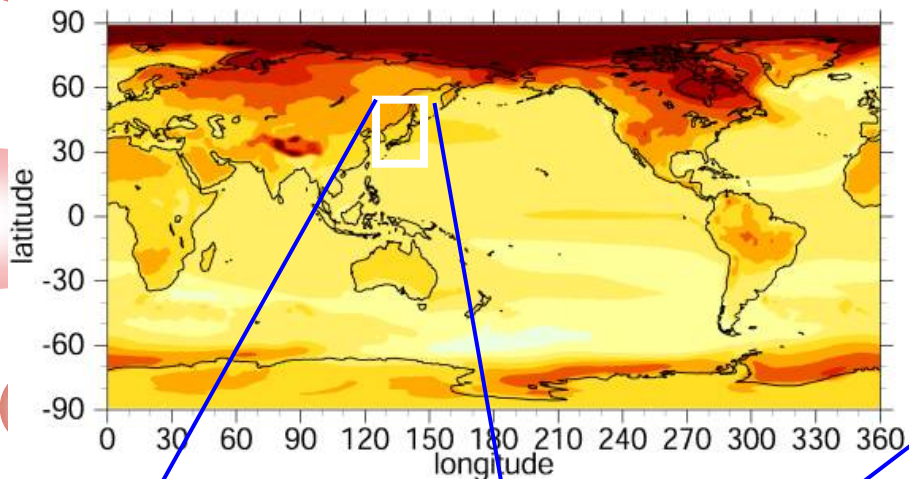


2007年8月16日
日本が一番暑かった日
午後2時の地上気温



県スケールでの地球温暖化予測

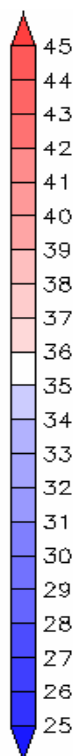
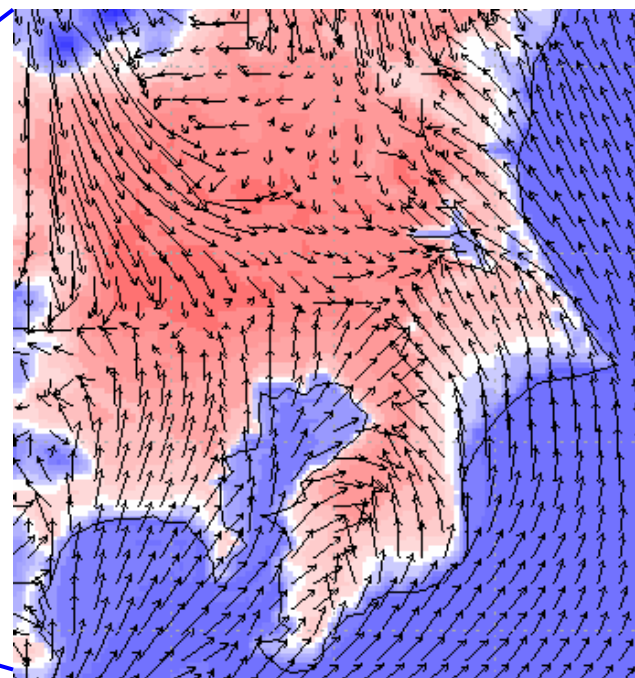
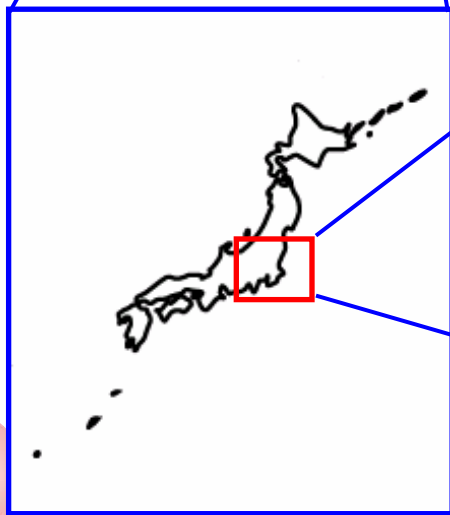
平均気温(2071-2100)-平均気温(1971-2000)



(CCSR,2004)



2070年の猛暑日





地球生物環境部門
地球環境分野

END

2008年4月25
筑波大学

Arctic Oscillation Index

Barotropic Component of the Atmosphere

