

# 2013年5月13日の仙台山形の 気温差について(続報)

東北大院・理

岩場 遊\*、岩崎 俊樹、福井 真

## ◆ 地上気温予測の重要性

- 生活情報、農業、エネルギー

## ◆ 最高気温予報

- 数値予報(GSM, MSM) + ガイダンス
- 春から夏の東北地方は予報精度が低い  
↑ 太平洋側からの冷気の侵入具合で大きく変わるため

「最高気温」の予報精度(予報誤差)の例年値

単位: [°C]

表1 最高気温予報誤差の  
平年値(気象庁HP)

地方予報区	年平均	春 (4月)	夏 (7月)	秋 (10月)	冬 (1月)
北海道	1.7	2.1	2.0	1.5	1.4
東北	1.9	2.2	2.1	1.7	1.5
関東甲信	2.0	2.2	2.0	1.9	1.7
東海	1.8	2.0	2.0	1.7	1.6
北陸	1.8	2.0	1.9	1.6	1.5
近畿	1.7	1.8	1.7	1.7	1.4
中国	1.7	2.0	1.8	1.6	1.5
四国	1.7	1.9	1.7	1.5	1.4
九州北部	1.6	1.8	1.7	1.5	1.4
九州南部	1.6	1.8	1.7	1.5	1.5
沖縄	1.2	1.3	0.9	1.1	1.3
全国平均	1.7	1.9	1.8	1.6	1.5

GSM: Global Spectral Model

MSM: Meso-Scale Model

## ◆ ヤマセ

- 亜寒帯水域で涵養された冷気が海上を南下して東北地方にやってくる現象 (木村, 1995)
- 太平洋上での気団変質で特徴が決まる

## ◆ Kodama (1997) : 1993年のヤマセに対して流跡線解析

- 北東風と南東風で東北地方に到達する場合がある
- 両者で気団変質に違い  
北東風: 海面から加熱されて到達  
南東風: 海面から冷却されて到達

- 仙台の最高気温予報が大きく外れた  
(MSMでは約9 °C高く予報)
- 極端現象  
(仙台と山形で過去最大の最高気温差)
- 本事例に対する研究報告は無い

表2 5月13日の最高気温

5月13日の最高気温[°C]	山形	仙台
平年	21.3	19.0
2013年	29.1	11.4
偏差	+7.8	-7.6

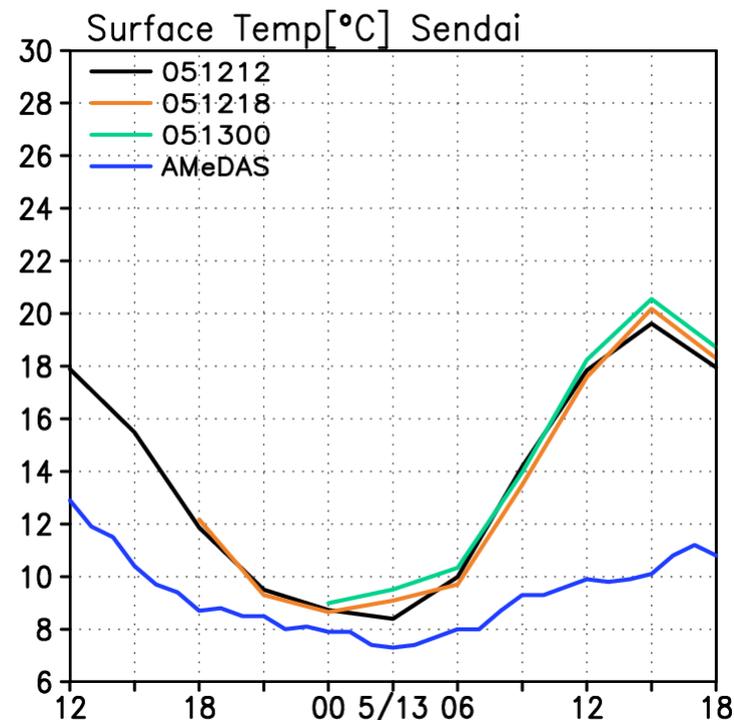


図1 仙台におけるMSM33時間予報の地上気温。色は初期時刻の違い。黒:12日12時、橙:12日18時、緑:13日0時

目的:  
仙台山形間の気温差のメカニズムの解明

表3 2013年5月13日15時の観測値

2013年5月13日 15時の観測値	山形	仙台
天気	晴れ	曇り
気温[°C]	28.7	10.1
風向	西南西	東
相対湿度[%]	24	94
雲量	5	10
視程[km]	25	3

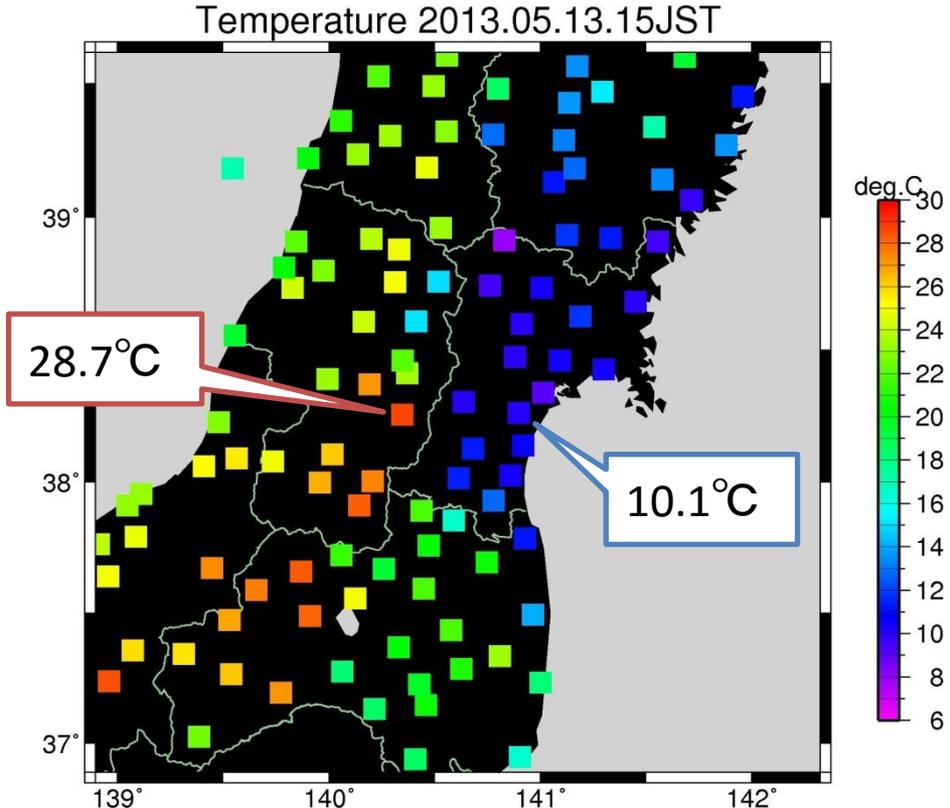


図2 5月13日15時の気温(アメダス)

- 宮城県全域や岩手県沿岸で低温
- 山形、米沢、会津盆地で高温
- 湿度や視程にも奥羽山脈を挟んだコントラスト

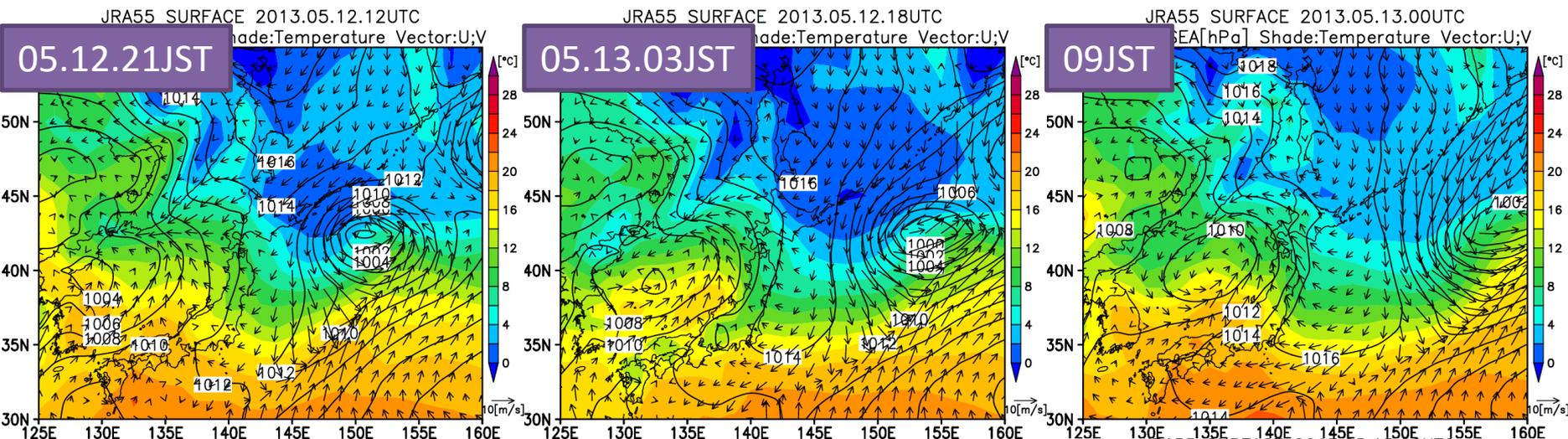
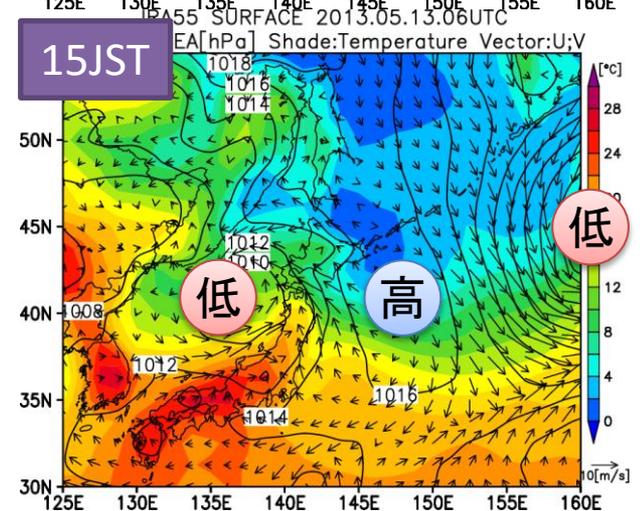


図3 JRA-55 (Kobayashi et al., 2015) 地表面の気温(シェード)、海面更正気圧(コンター)、風。水平解像度は1.25度。

- オホーツク海に高気圧
- 太平洋を低気圧が北東進
- 日本海を低気圧が東進
- オホーツク海の高気圧が太平洋側に張り出し
- 13日15時、東北地方で南東風と南西風が収束



ヤマセは細かい地形の影響を受けるため高解像度モデルが必要  
⇒ 力学的ダウンスケーリング

表4 計算設定

数値モデル	気象庁非静力学モデル (JMA-NHM)
初期時刻	2013.05.11.21JST
タイムステップ	10秒
空間解像度	水平2 km (300x300)、鉛直38層
モデルトップ	14.5 km
初期値境界値	気象庁現業メソ解析 (5km、3時間毎)
海面水温	MGDSST (daily、0.25°)
乱流過程	改良 Mellor-Yamada Level3 スキーム (Nakanishi and Niino, 2009)
放射過程の雲量	部分凝結スキーム
積雲対流	なし

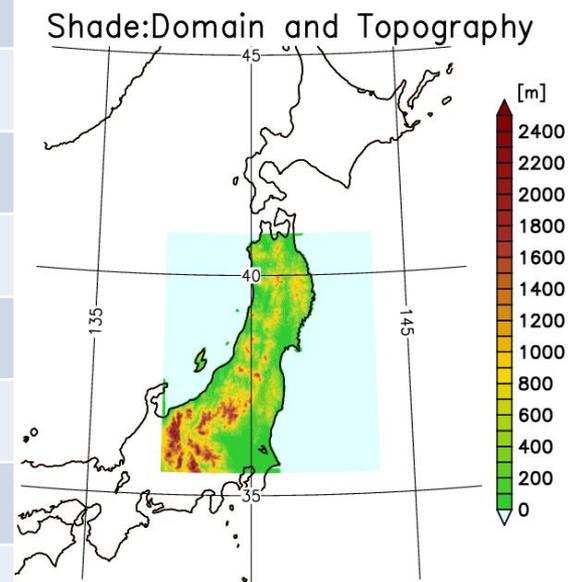


図5 計算領域と地形

検証に用いるデータ:

- アメダスと気象台による地上観測
- JRA-55

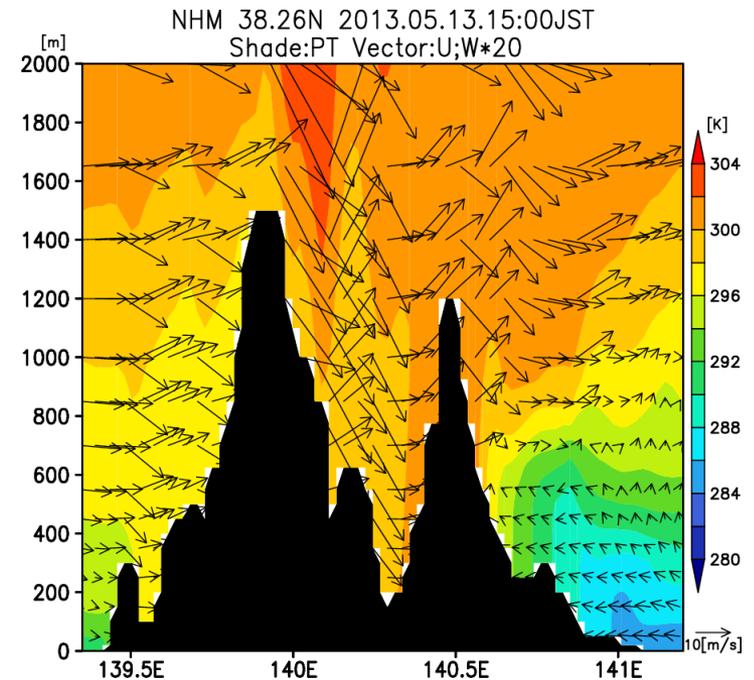
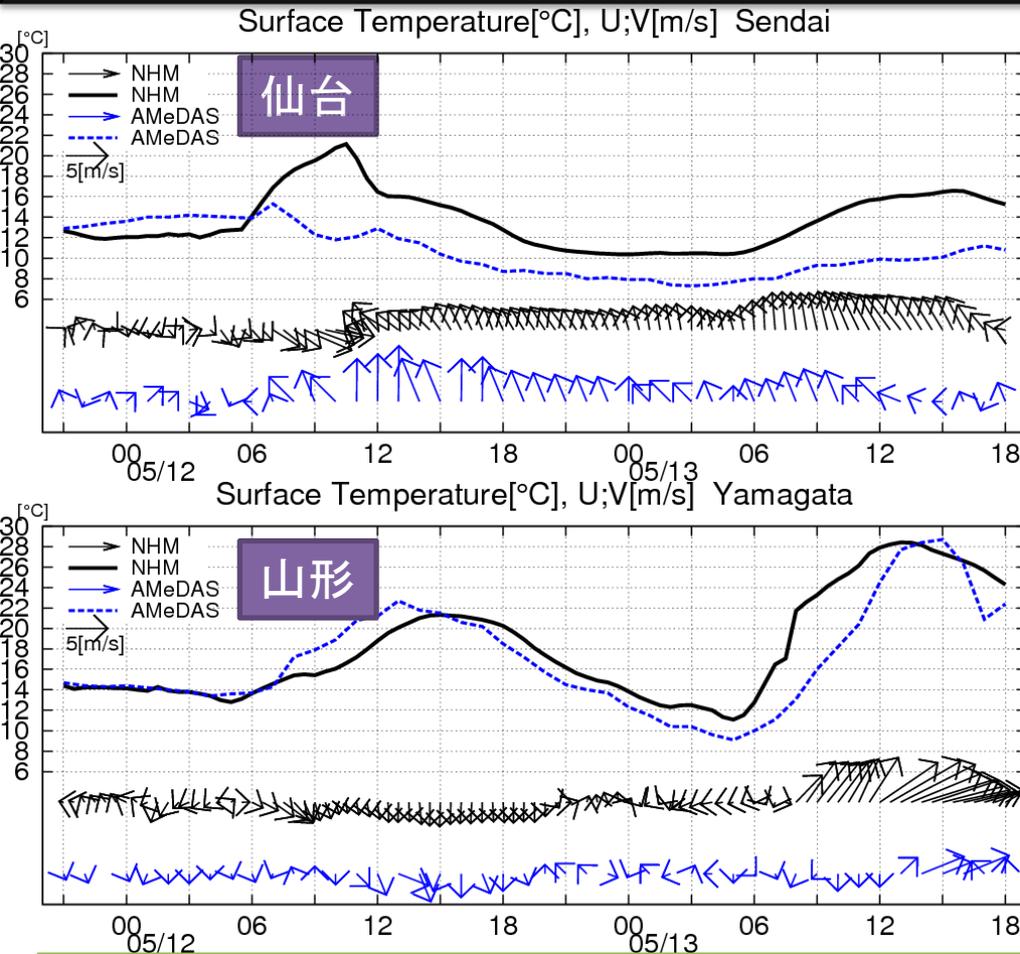


図7 38.26Nにおける13日15時の温位と風の高度-経度断面。鉛直風速は20倍に誇張。

図6 仙台と山形における地上の気温、風  
黒:NHM、青:アメダス

- 仙台の最高気温は観測より約5°C高い(MSMから4°C改善)
- 13日日中、仙台は東寄り、山形は西寄りの風
- 太平洋側の冷氣層は奥羽山脈より低い  
⇒ 仙台山形間の気温差

## 仙台の低温の要因を明らかにする

ヤマセの気団変質の理解には  
流跡線解析が有効

手法:4次のルンゲ・クッタ法

計算開始時刻:5月13日15時

計算時間 仙台:30時間

山形:5時間30分

10個のパーセルをランダムに  
散らし、平均

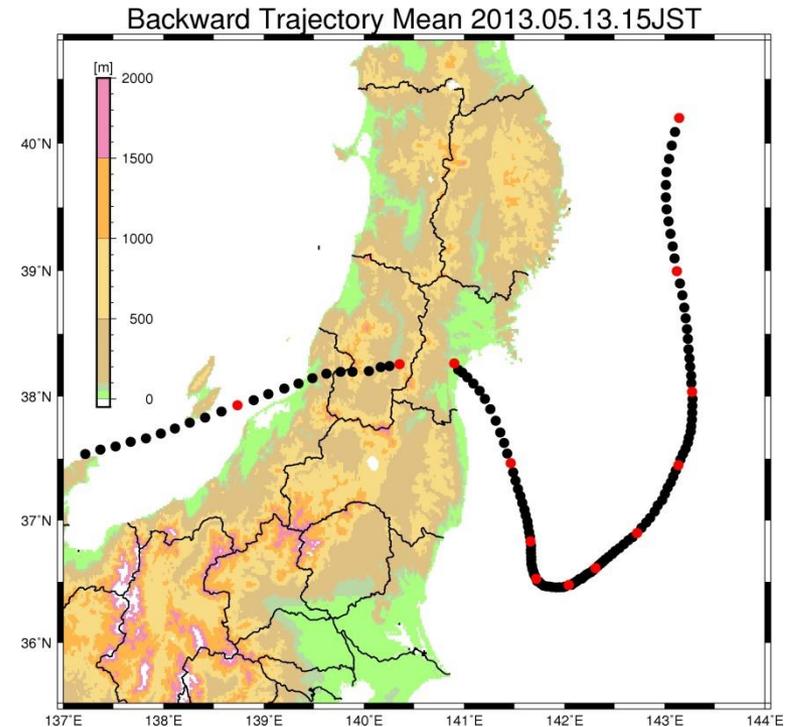


図8 15分毎の流跡線の位置。赤点は3時間毎。

- 仙台の空気は太平洋から、山形の空気は日本海から  
↑ 奥羽山脈の地形の効果
- 仙台の空気は一旦南下後、北上して到達

# 仙台に到達した空気と総観場の関係

Backward Trajectory Mean 2013.05.13.15JST

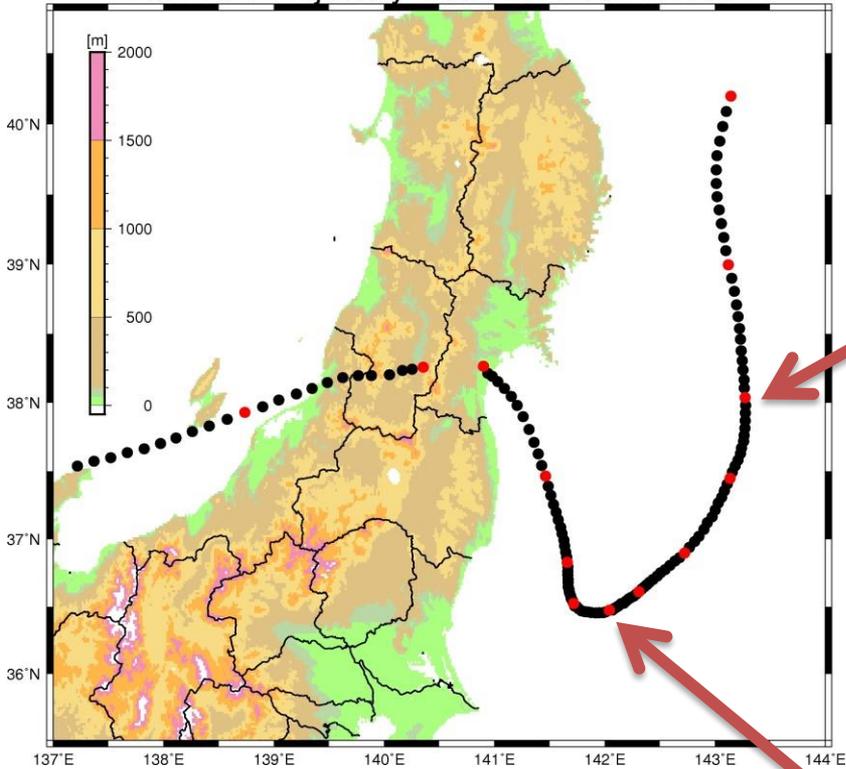


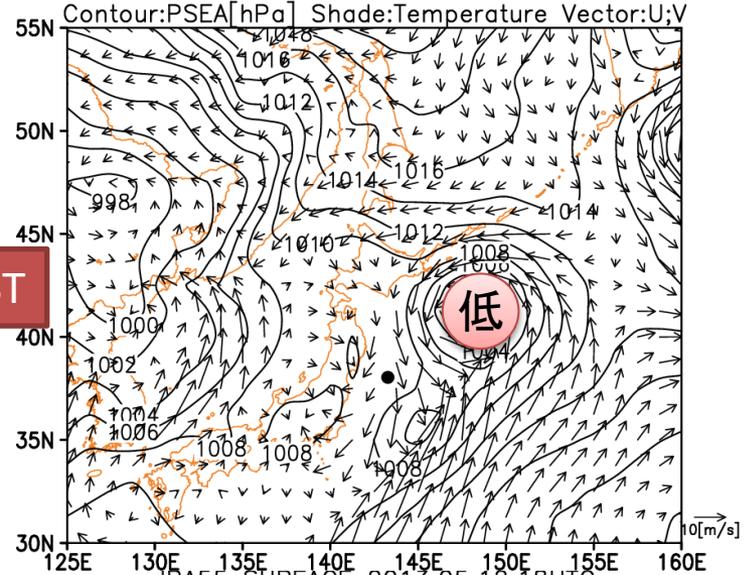
図8(再掲)

- 低気圧西側の風で南へ
- ↓
- 高圧部南側を回る風で北へ

05.12.15JST

05.13.03JST

JRA55 SURFACE 2013.05.12.06UTC



JRA55 SURFACE 2013.05.12.18UTC

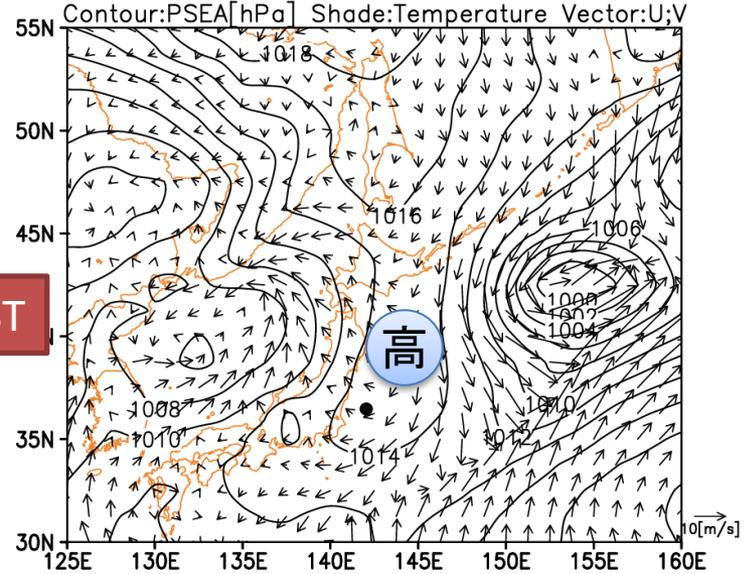


図9 JRA-55地表面気圧、風。黒点は流跡線の位置。

# 仙台に到達した空気の気団変質

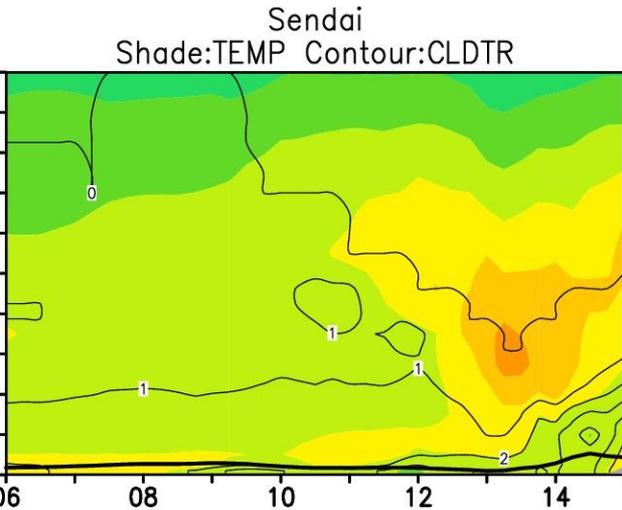
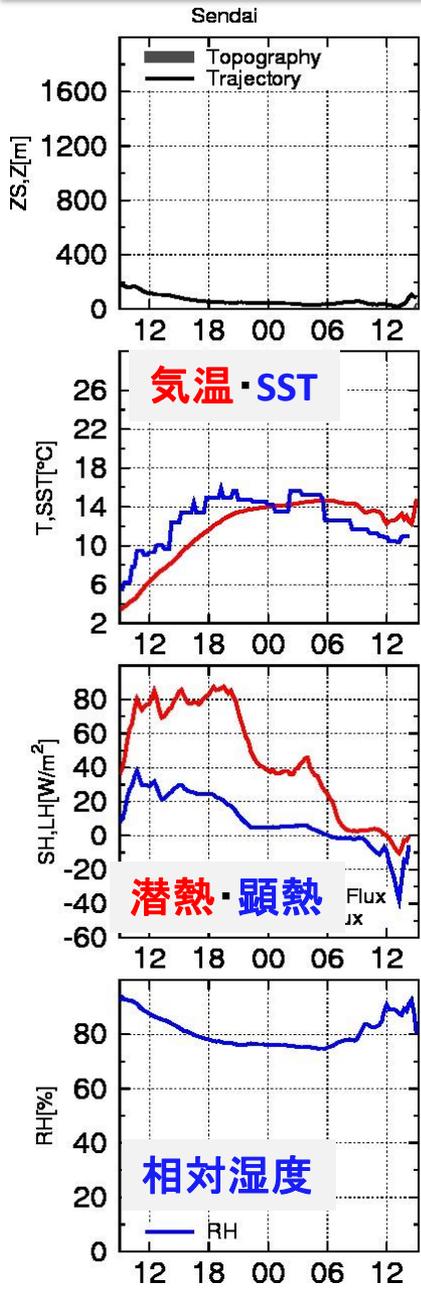


図9 流跡線に沿った気温 (シェード)、雲量(コンター)

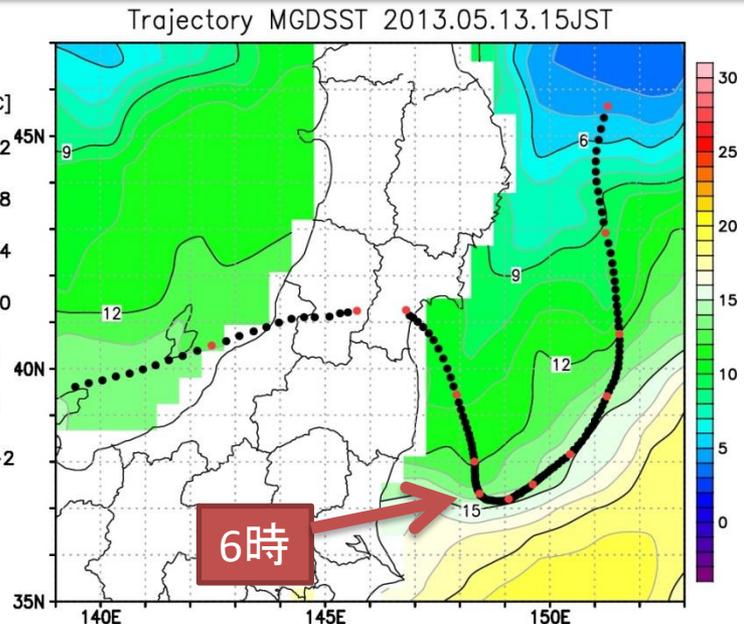


図11 15分毎の流跡線の位置と13日のMGDSST

南下:

- 気温上昇 (気温 < SST)
- 潜熱フラックス大: 海から水蒸気の供給

北上:

- 気温下降 (気温 > SST)
- ⇒ 凝結 (下層雲の発達) ⇒ 低温

Kodama (1997)の南東風の場合と同様の特徴

図10 15時に仙台に到達した流跡線に沿った変化

NHM: 観測に比べて約5 °C高い  
 ↑ 12日午前の上昇

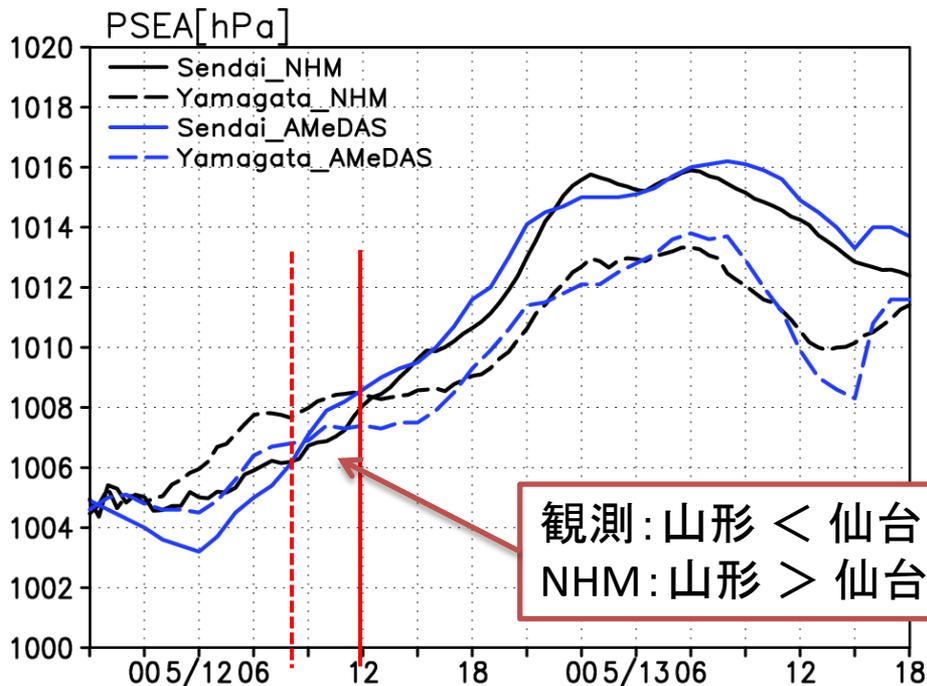


図12 仙台(実線)と山形(破線)の海面更正気圧。  
 黒: NHM、青: 観測

- 西向き気圧傾度が弱まる
  - ✓ 山越えの西風
  - ✓ 太平洋側下層の冷気の後退

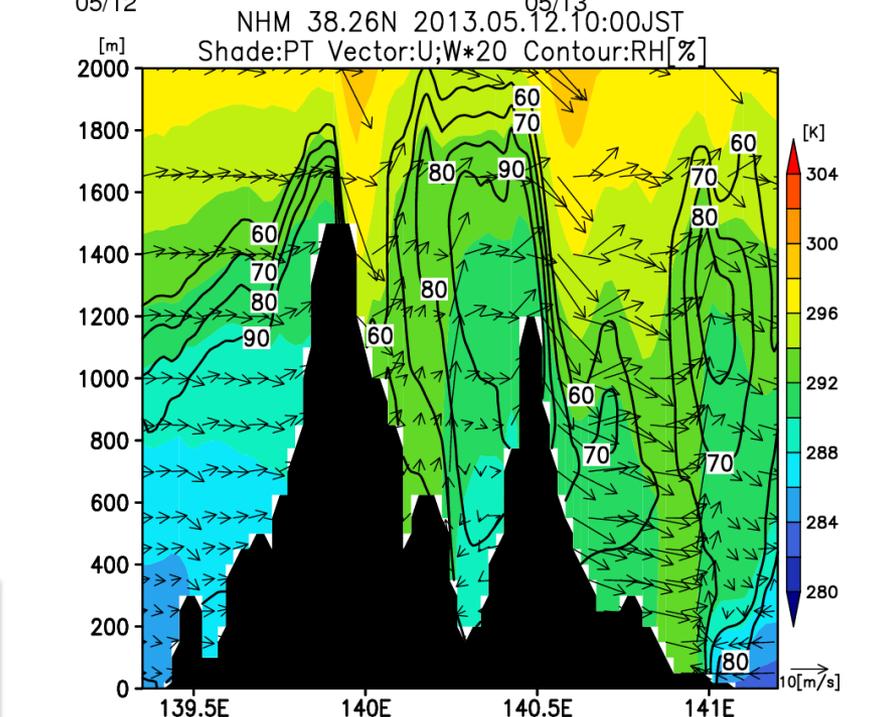
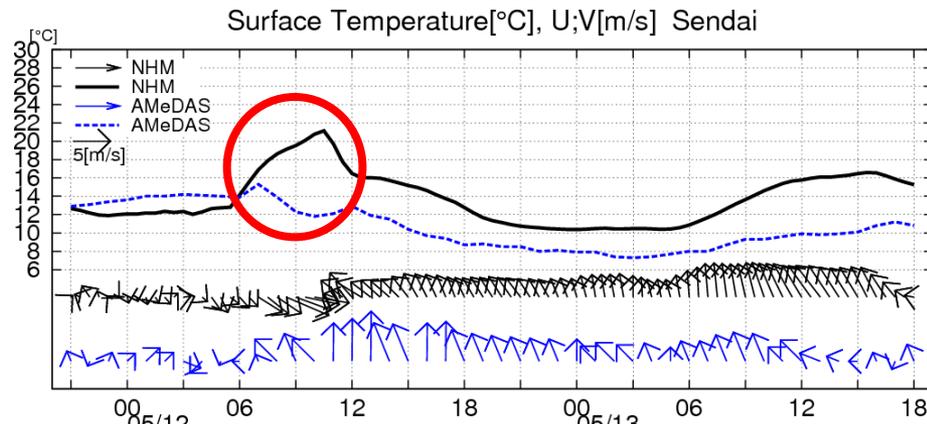


図 38.26Nにおける12日12時の温位(シェード)、  
 相対湿度(コンター)、風の高度-経度断面。

計算時間	2013年5月5日12UTC ~ 13日12UTC (192時間)
タイムステップ	10秒
水平解像度	2km (150x150)
鉛直層	38層 (40-760m)
モデルトップ	14.5 km
初期値境界値	気象庁現業メソ解析 (地上5km、p面10 km、3時間毎)
メンバー数	10
同化ウインドウ	3時間
同化する観測	地上気圧 (11地点、1時間毎)
局所化半径	200 km, $-0.4 \ln \left( \frac{p}{p_0} \right)$
膨張係数	1.2
側面境界摂動	(他年の同時刻との差) × 0.2

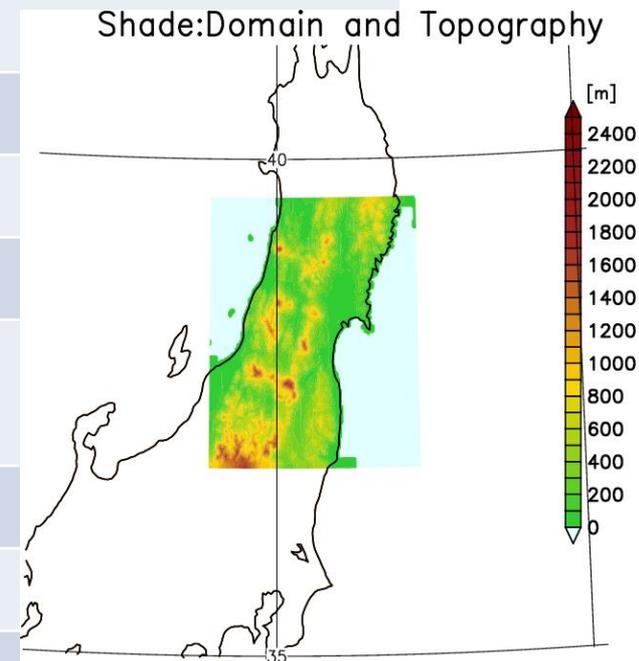
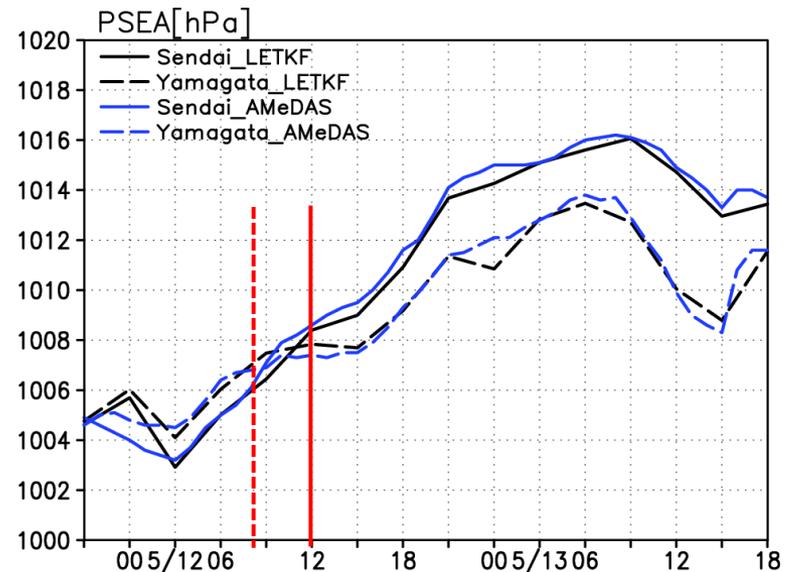
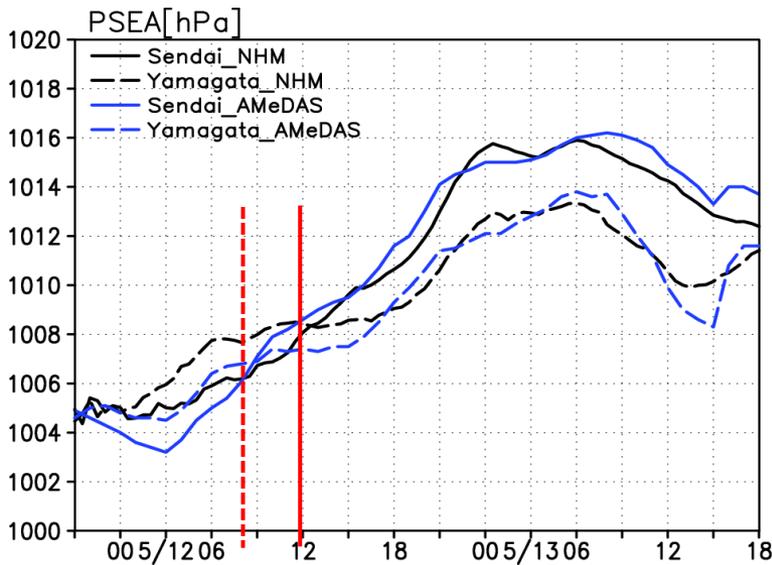
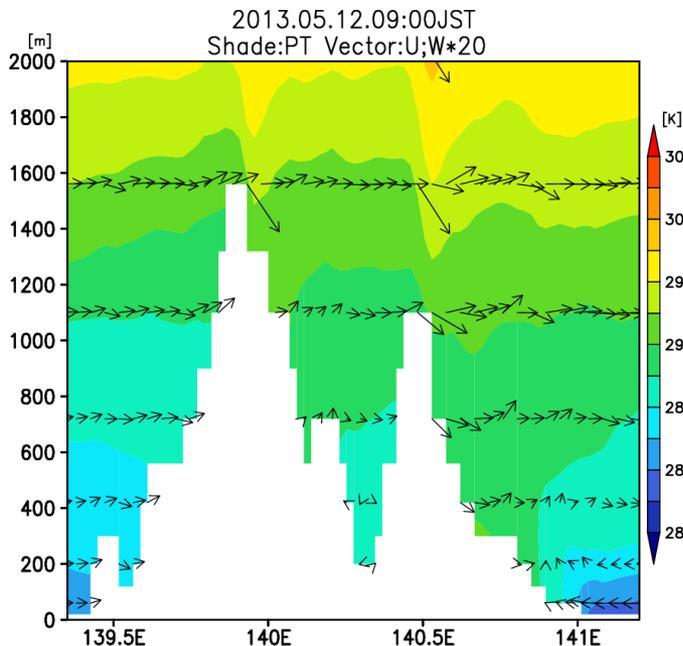


図 計算領域と地形

- 地上気圧同化による風・気温場へのインパクトを調べる



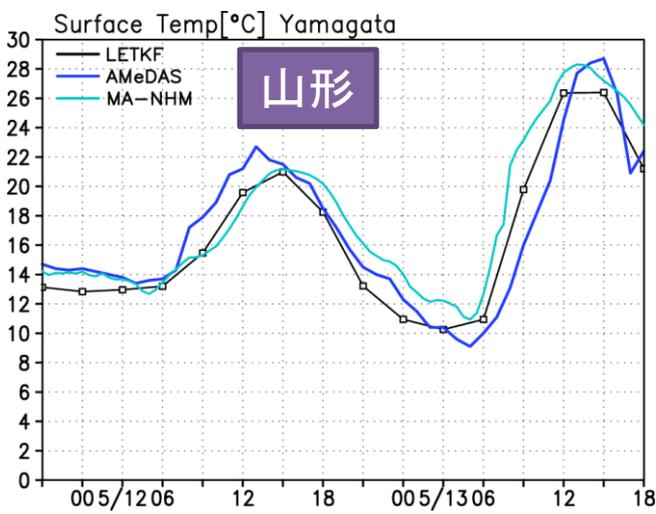
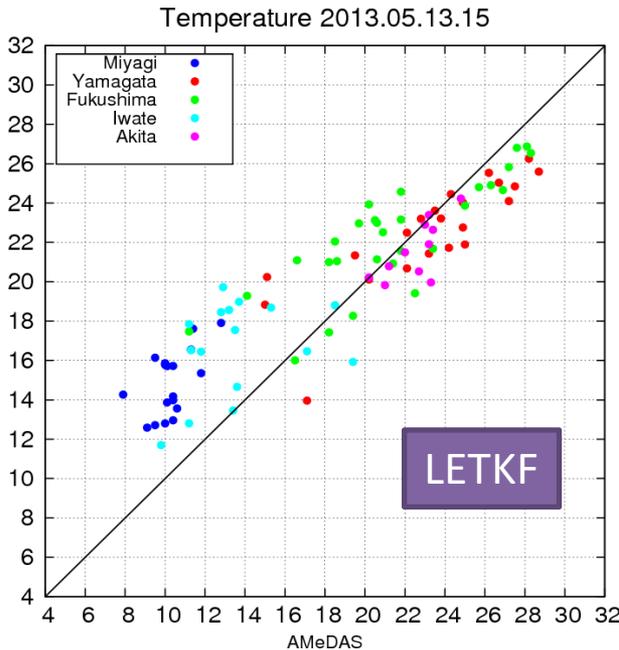
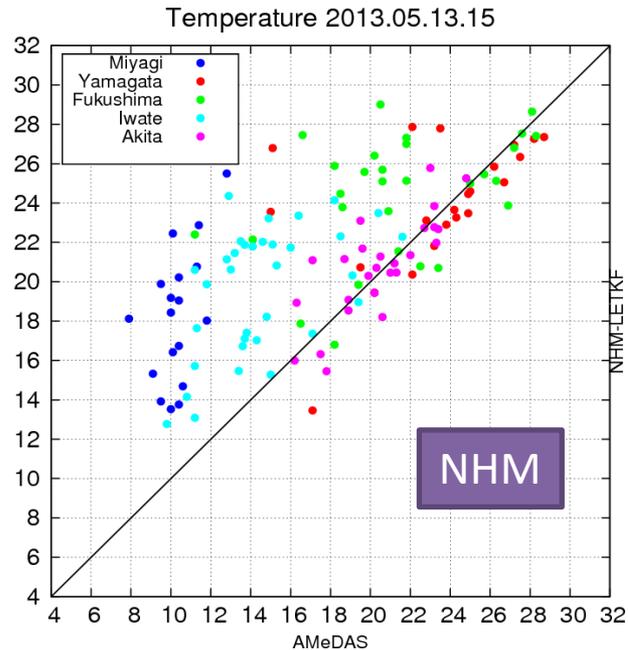
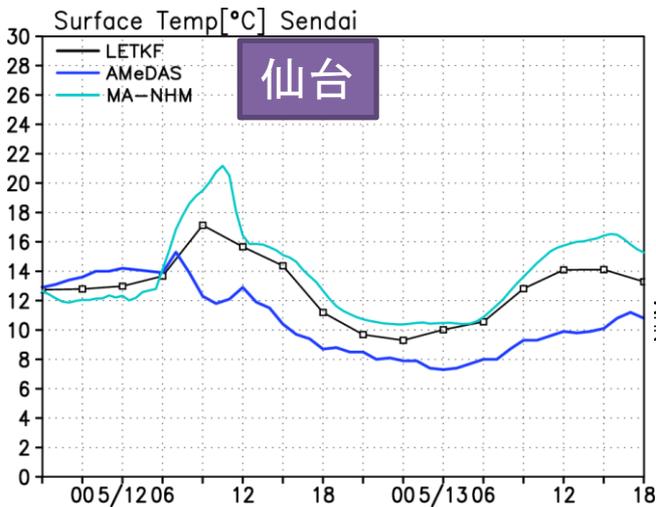
仙台(実線)と山形(破線)の海面更正気圧。黒:NHM、青:観測



- 気圧傾度の改善  
⇒ 山越えが弱まる
- しかし、西向き気圧傾度は弱い  
⇒ 冷気の侵入が不十分

38.26Nにおける12日9時の温位と風の高度-経度断面

# 地上気温の変化



5月13日15時の地上気温。横軸：アメダス、縦軸：シミュレーション

• 地上気圧のみの同化で地上気温が改善

仙台と山形における地上の気温、風  
黒：LETKF、水色：NHM、青：アメダス

## ◆ 気温差のメカニズム

- 奥羽山脈で下層の東風と西風が収束
- 太平洋側の冷気が奥羽山脈よりも低い  
⇒ 両地点の空気の起源の違い

## ◆ 仙台の空気

- 一旦南下後北上して到達・SST負偏差  
⇒ 下層雲の発達

## ◆ NHM-LETKF

- 地上気圧の同化による気温の改善が確認できた

## ◆ 課題

- (NHM)鉛直方向の高解像度化
- (LETKF)東北大スパコンで計算(メンバー増、計算領域拡大)