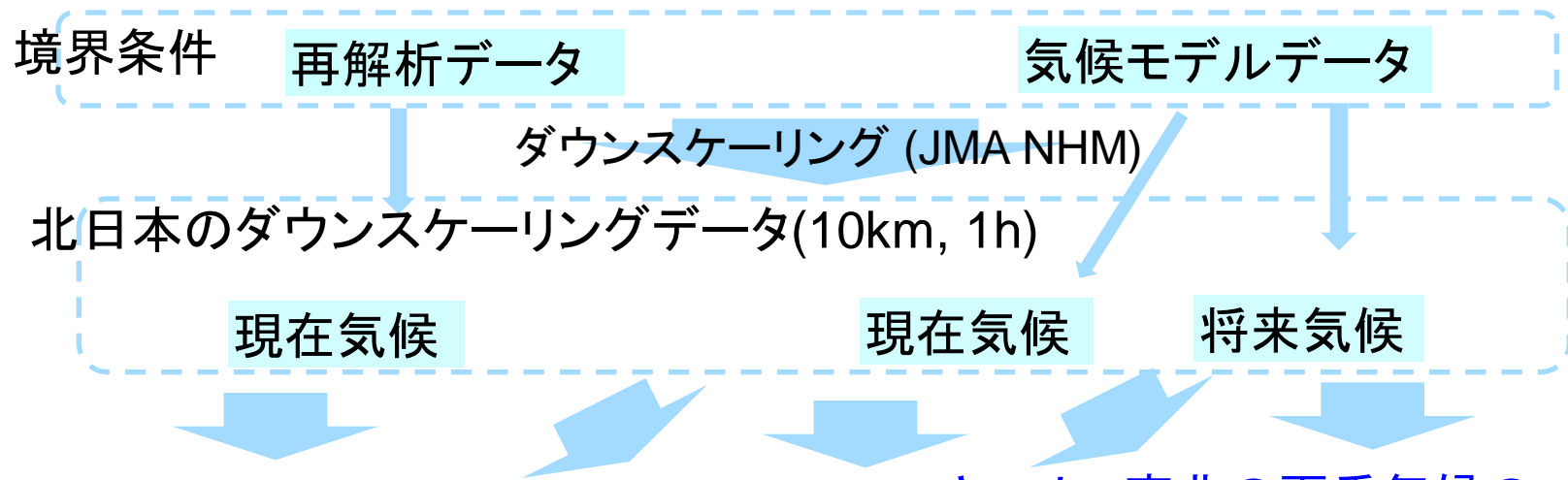


# 気候モデルのダウンスケーリングデータにおける ヤマセの再現性と将来変化2

島田照久 沢田雅洋 吉田龍平 岩崎俊樹  
東北大学大学院理学研究科

# ダウンスケーリングによるヤマセと局地気候研究

再解析データと気候モデルデータを力学的にダウンスケーリングして、ヤマセの将来変化と局地気候への影響を明らかにする。



ヤマセの理解  
(事例研究、長期変動)

現在気候の再現性を評価  
現在気候の自然変動度をどの程度表現しているか？

ヤマセ、東北の夏季気候の  
将来変化

- 将来気候の自然変動度の変化は？
- 局地気候への影響は？
- 不確実性の評価

北日本の局地気候を解析できる長期間の均質かつ同じ仕様のデータセット(10km, 1h) (20~33年) (同じモデル、スキーム、計算領域)

## 目的と今回の内容

予定していた2つの気候モデル(MRI AGCM, MIROC5)のダウンスケーリングが完了  
➡ 温暖化の影響評価に利用していただけるようになった

2つの気候モデル(MRI AGCM、MIROC5)のダウンスケーリングデータにおける、ヤマセの将来変化を調べる。

### 今回の内容

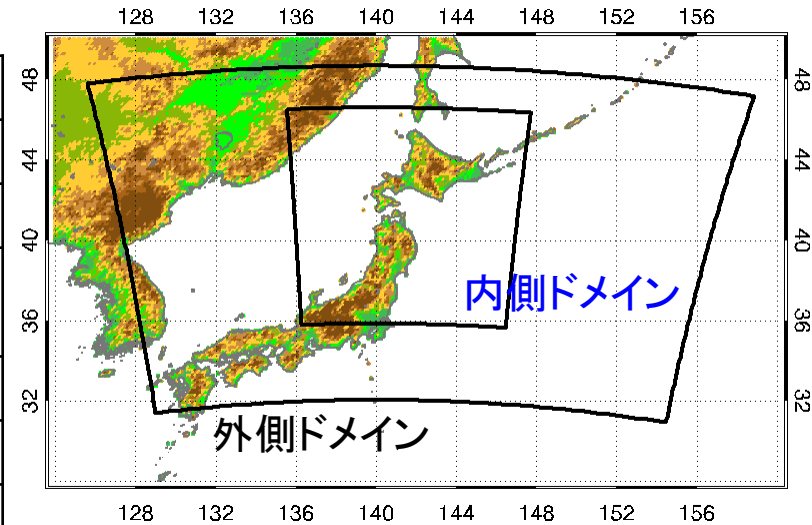
- 気温やSSTの将来変化
- ヤマセの将来変化
  
- ヤマセ卓越時の雲関連量についての補足

# ダウンスケーリングに用いたモデル

現業のメソ数値予報システム(MSM)で用いられている数値モデルを用いる。

## 計算の概要

数値モデル	JMA-NHM(気象庁非静力学モデル)
水平解像度	30km (81x61) / 10km(91x117)
鉛直解像度	38層(40-1120m)
計算期間	各年5月28日0時-9月1日0時(UTC)(96日) 6-8月
計算領域	右図
出力時間間隔	1 hourly
スキーム	境界層:Improved Mellor-Yamada Level3 対流: Kain-Fritsch scheme 雲物理:氷相を含むバルクモデル



モデルの計算ドメイン

6-8月について、北日本全体を10kmの格子間隔でカバーし、1時間毎に出力。

計算時間とのトレードオフ  
主要な地形は解像

日変化を解像

# 境界条件に用いた再解析・気候モデルデータ

	再解析データ (現在気候)	気候モデルデータ (現在気候、将来気候)	
モデル	JRA-25/JCDAS (Onogi et al. 2007)	MRI AGCM3.2S (Mizuta et al. 2012)	MIROC5 (Watanabe et al. 2007)
種類	再解析	AGCM	CGCM
期間	1979-2011年 (33年)	現在: 1979-2003年 (25年) 将来: 2075-2099年 (25年)	現在: 1981-2000年 (20年) 将来: 2081-2099年 (19年)
シナリオ	-	SRES A1b	RCP4.5
解像度	1.25° /6 h	20km, 6 h	1.25° /6 h
ネスティング	2回 (30km, 1h)	1回	2回 (気象研究所で20km, 1hデータを作成(環境省S-5-3))
SST	NOAA-OISST v2 (daily, 0.25° ) (COBE-SST(1979-1981年))	現在気候: HadISST 将来気候: CMIP3の18CGCMの平均のトレンドに現在気候の経年変動を加算(Mizuta et al. 2008)	-
特徴	-	CGCMの気候バイアスとSSTのバイアスの回避 (現在気候の再現性がよい)	大気海洋結合過程が含まれる (ヤマセがよく現れている)

気候モデル、シナリオについて、比較対照のためのマトリックスが閉じない。  
(期間、ネスティング条件も微妙に違う)。

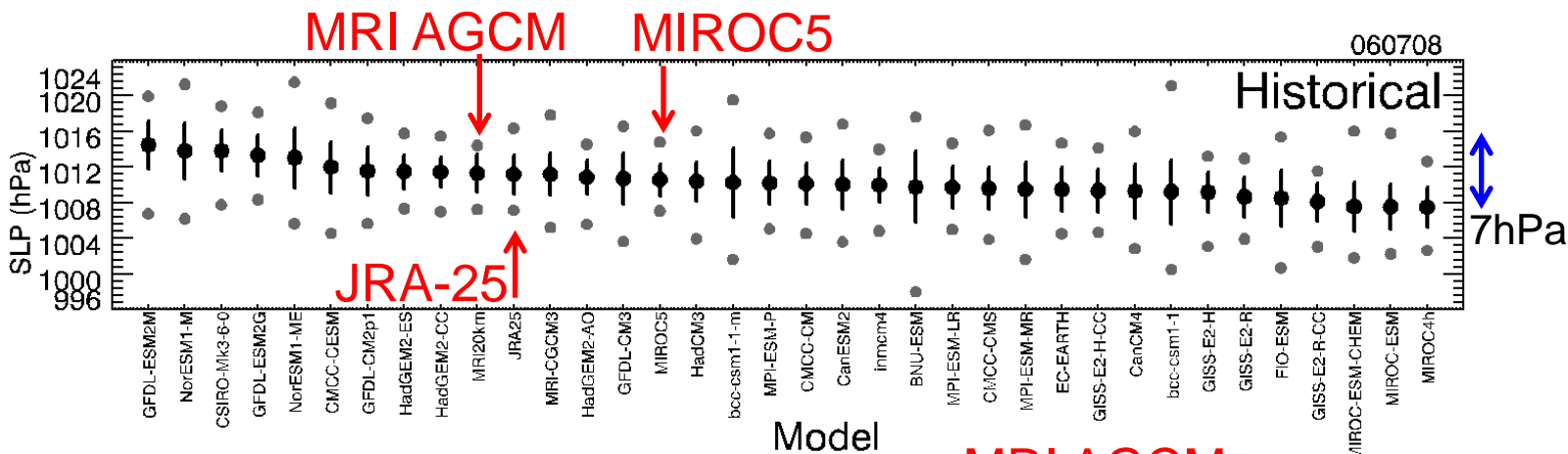
今回のデータの期間: JRA-25とMRIは、MRIの25年、MIROC5は、1981-1999, 2081-2099の19年。

# MRI AGCMとMIROC5のCMIP5内での位置づけ

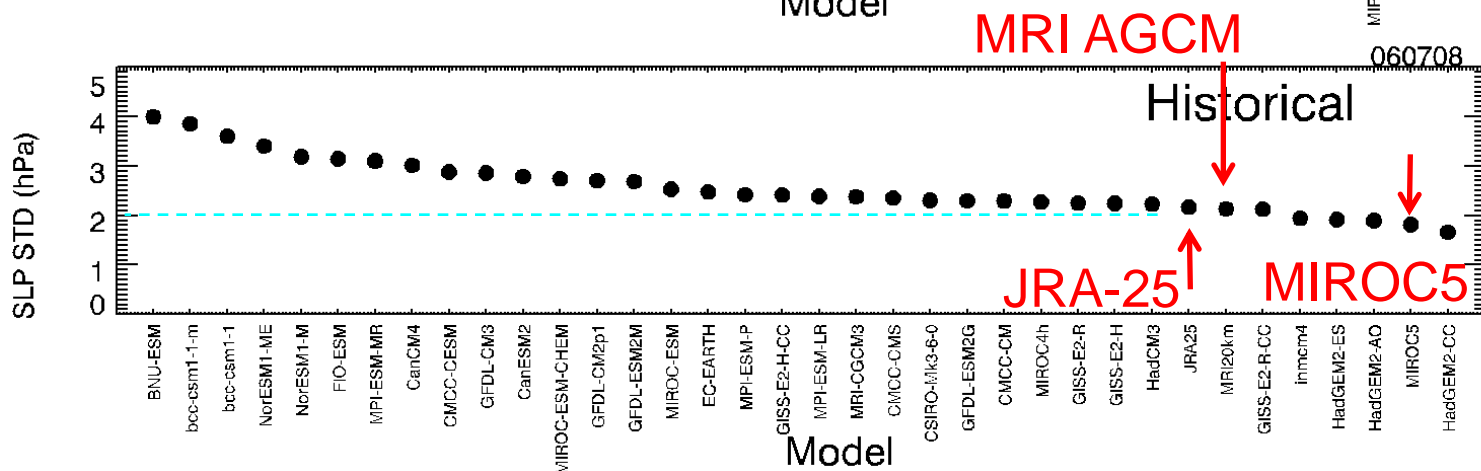
選択した気候モデルの他の気候モデルに対する位置づけが重要(不確実性の評価)

➡ 現在気候(6-8月、1979-2003)について、月平均のオホーツク海の領域平均気圧(オホーツク海高気圧インデックス)の変動をCMIP5の気候モデル(+MRI AGCM, JRA-25)と比べる

気候モデルごとの  
平均値、±1標準  
偏差、最大値、  
最小値。  
平均値の順に並  
べた。



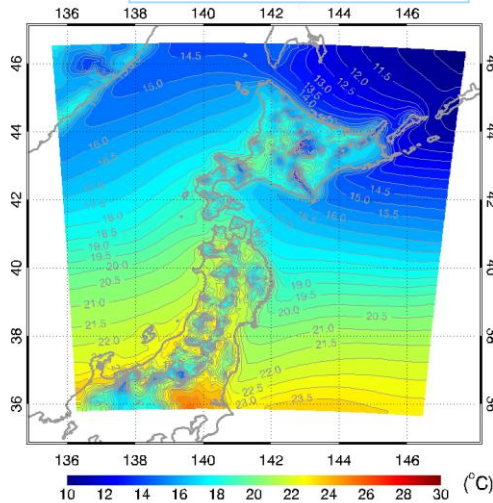
気候モデルごとの  
標準偏差。  
(~経年変動)  
大きさの順に並  
べた。



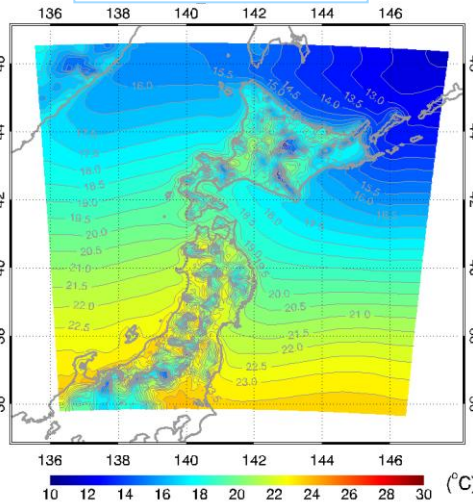
- MRI AGCMはJRA-25のとなりで、再現性がよい。
- MIROC5は、35の気候モデル中、JRA-25から4,6番目に位置する。
- 多くの気候モデルは、経年変動が大きすぎることを示唆される。

# 気温の比較 (現在気候の6-8月平均)

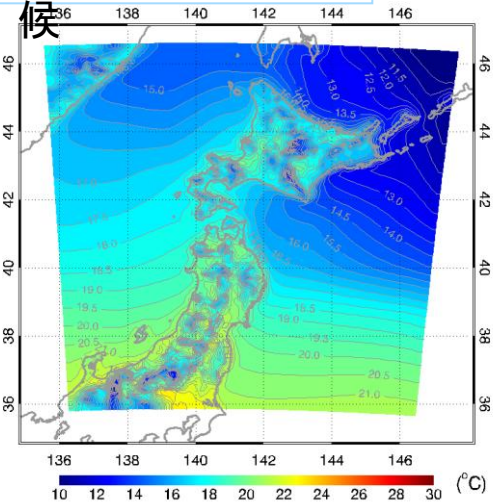
JRA-25再解析



MRI現在気候

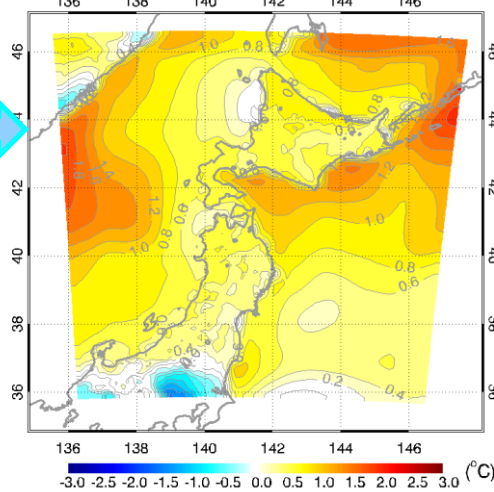


MIROC5現在気候



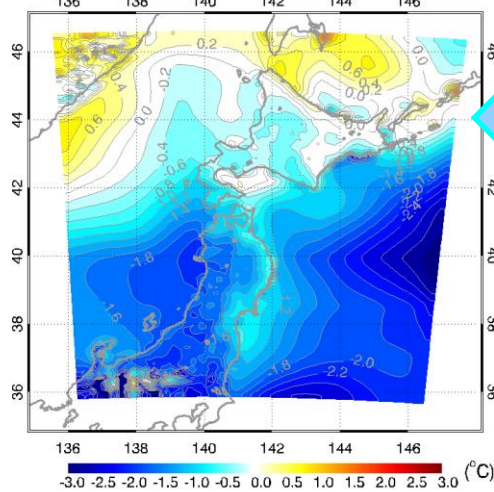
MRI-JRA25 (Present) June-August

MRI現在気候  
とJRA-25の差



MIROC5-JRA25 (Present) June-August

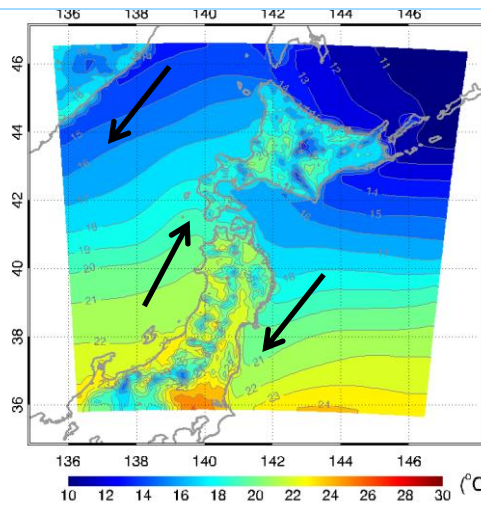
MIROC5現在気候  
とJRA-25現在気候  
の差



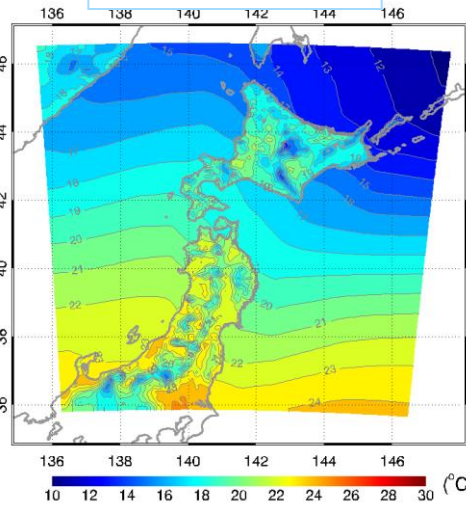
- MRIは、高温傾向(<math>1.0^{\circ}\text{C}</math>)
- MIROC5は、南部で低温が顕著(<math>\sim 2^{\circ}\text{C}</math>)

# 海面水温(SST)の比較 (現在気候の6-8月平均)

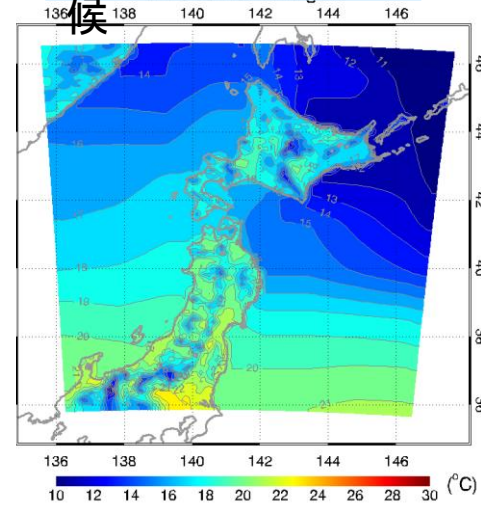
JRA再解析(OISST0.25°)



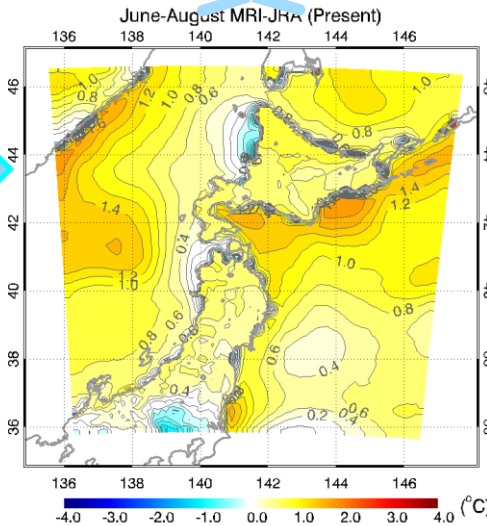
MRI現在気候



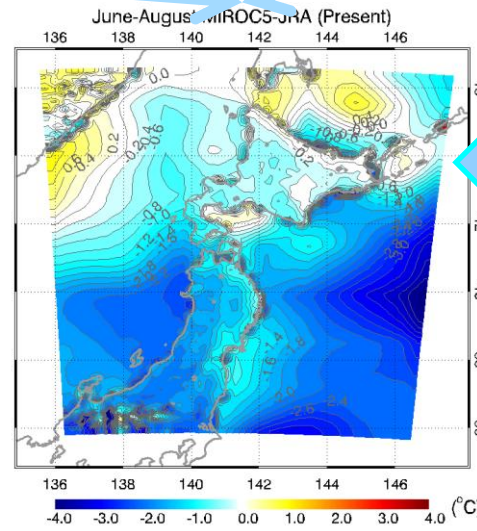
MIROC5現在気候



MRI現在気候  
とJRAの差



MIROC5現在気候  
とJRA-25現在気候  
の差



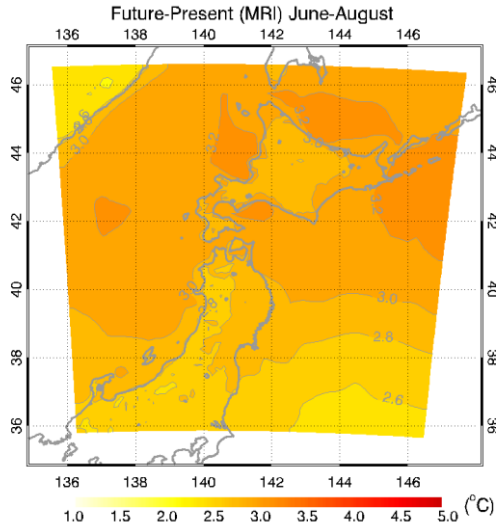
- SSTのバイアスは、気温バイアスと同じパターン。
- 気候モデルでは、沿岸の貫入構造が弱い(解像度が低いため)。



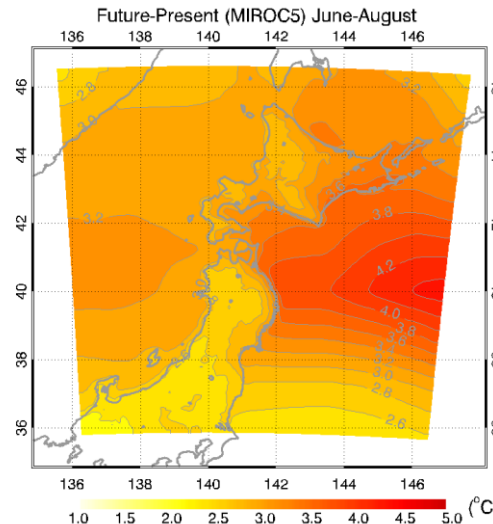
# 気温とSSTの将来変化 (6-8月平均)

気温

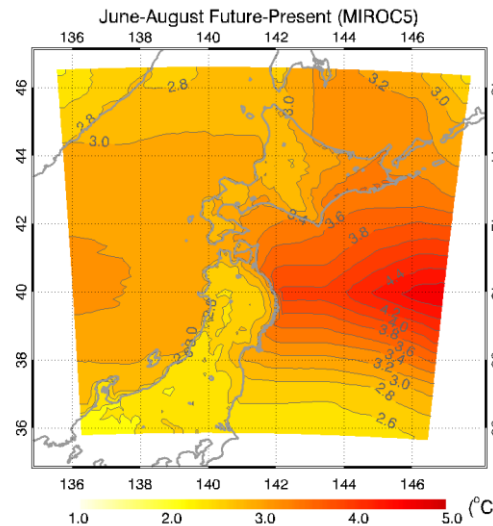
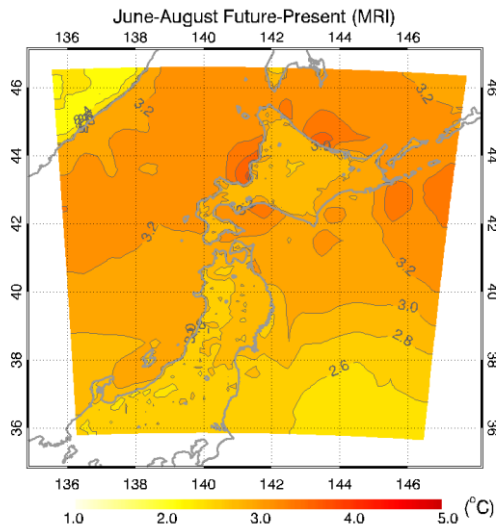
## MRIの将来変化



## MIROC5の将来変化



SST

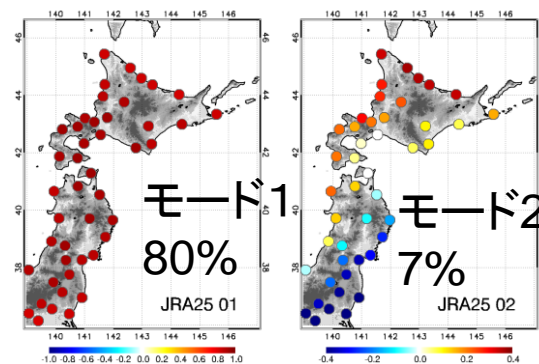


- 将来気候のパターンは、現在気候のものとほぼ同じ。
- 陸上の昇温は、MRIで2.8-3.2°C、MIROC5で2.6-3.4°C
- MIROC5の昇温は、東北沖で顕著(~4.0°C)。沿岸部に影響。

# 気温の変動パターン(気象官署の地点でのEOF解析)

気温の変動パターンを比べる。

- 1: 領域全体(日変化、季節変化)
- 2: 南北パターン(梅雨前線)
- 3: 東西パターン(ヤマセ)



## 第3モード

気象官署観測

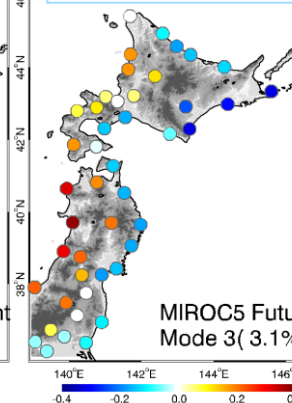
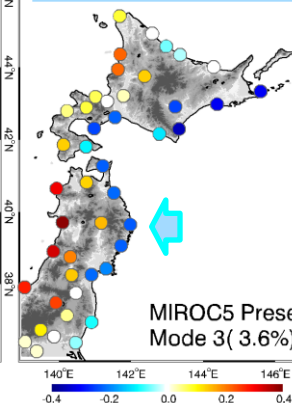
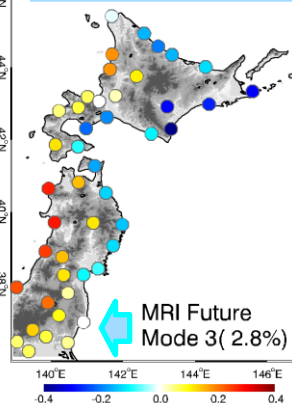
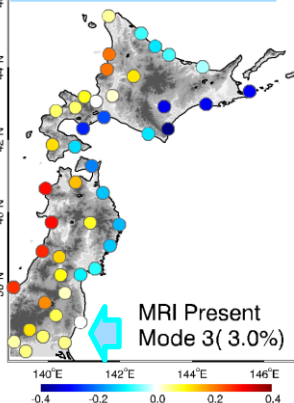
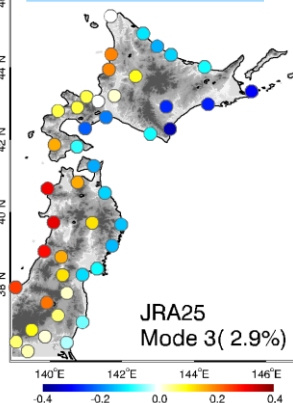
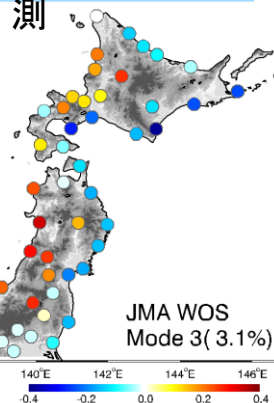
JRA再解析

MRI現在気候

MRI将来気候

MIROC5現在

MIROC5将来



データ/モード	気象官署観測	JRA再解析	MRI現在	MRI将来	MIROC5現在	MIROC5将来
1st	77.0	80.7	80.2	81.8 ↑	77.0	78.1 ↑
2nd	6.6	6.9	7.0	6.1 ↓	8.3	8.1 ↓
3rd	3.1	2.9	3.0	2.8 ↓	3.6	3.1 ↓

- 各データセットで、上位3モードのパターンと寄与率は同じ程度。気温変動は変化なし。
- MRIとMIROC5の各モードの寄与率の将来変化は一致(北部での大きい昇温、ヤマセの減少)

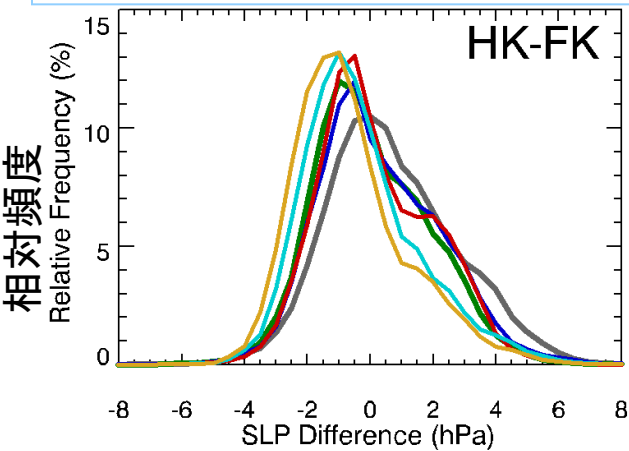
# ヤマセインデックスによるヤマセの将来変化(1)

ヤマセインデックスをバイアス補正して、将来変化を検討する。  
 東北地方全体のヤマセをよく表現する津軽海峡インデックス(函館-深浦の気圧差)を用いる。

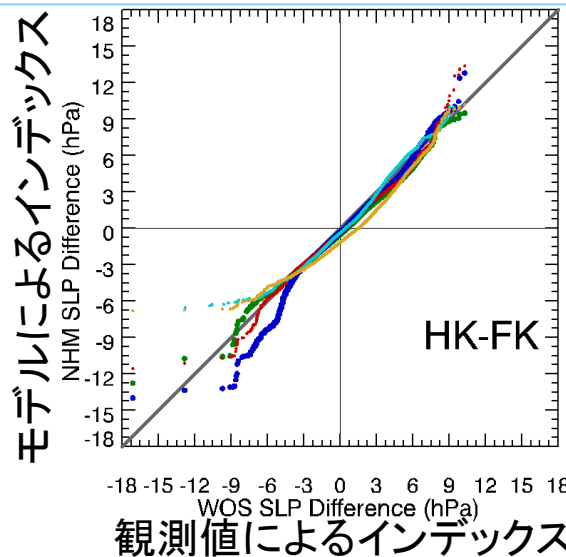
累積密度関数に基づく方法

観測 JRA MRI現在 MRI将来 MIROC5現在 MIROC5将来

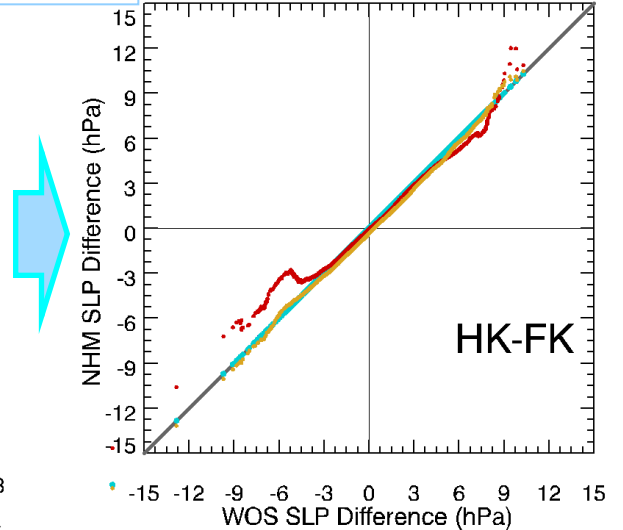
JRA25 MRI P MRI F MIROC5 P MIROC5 F



ヤマセインデックスの頻度分布



観測値に対するqqプロット

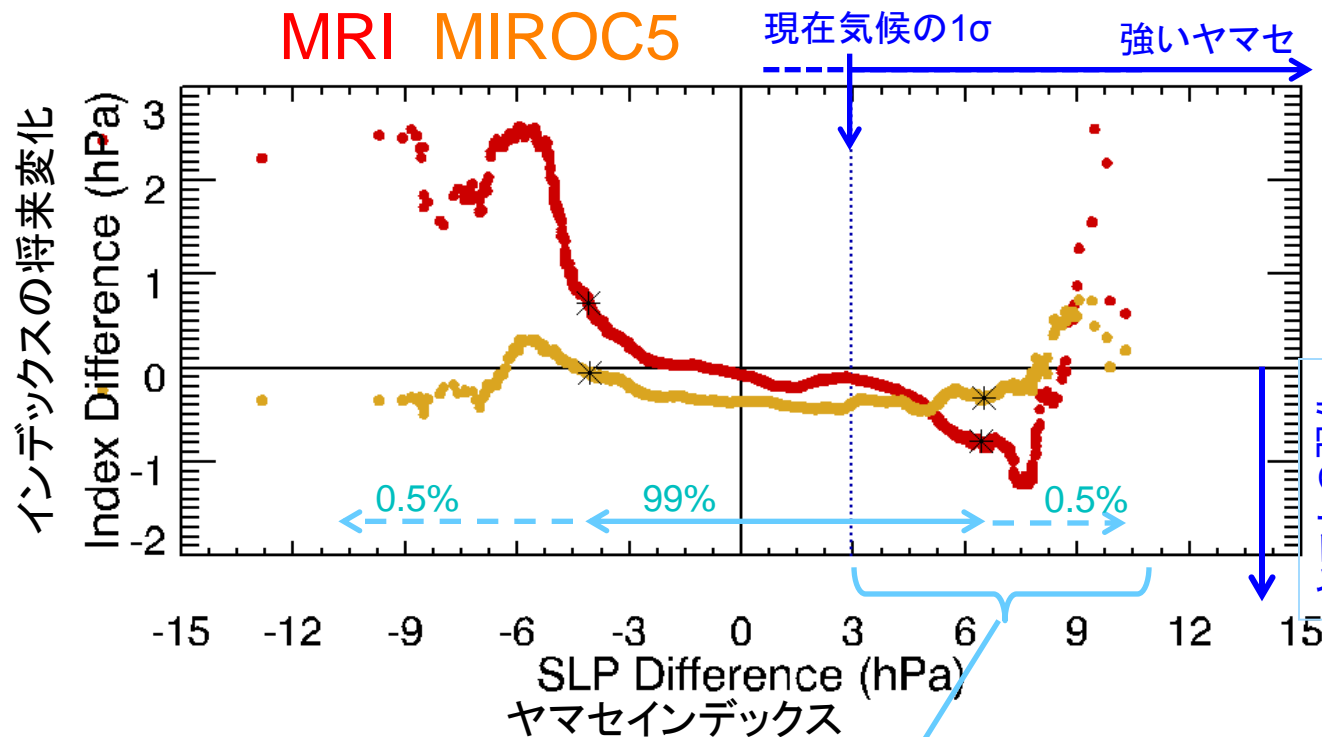


差分を将来気候に加える。

現在気候について、累積頻度ごとに観測に一致させるように差分を求める。

将来変化(直線からのずれ)を表すと、

# ヤマセインデックスによるヤマセの将来変化(2)



ヤマセインデックスの、  
現在気候の値(累積頻度)  
ごとの将来変化

**MRI:** 強いヤマセが  
減少。  
**MIROC5:** 全体的に  
ヤマセの頻度が減少。

1σを越えるインデックスの平均値と頻度

	現在気候	MRI 将来気候	MIROC5 将来気候
平均値 (将来変化)(hPa)	4.10 -	3.89 (-0.21)	3.91 (-0.18)
頻度(%)	16.2	15.2	13.0

津軽海峡インデックスは、太平洋側と日本海側の東西気圧差

~ヤマセによる下層冷気層の静水圧の寄与

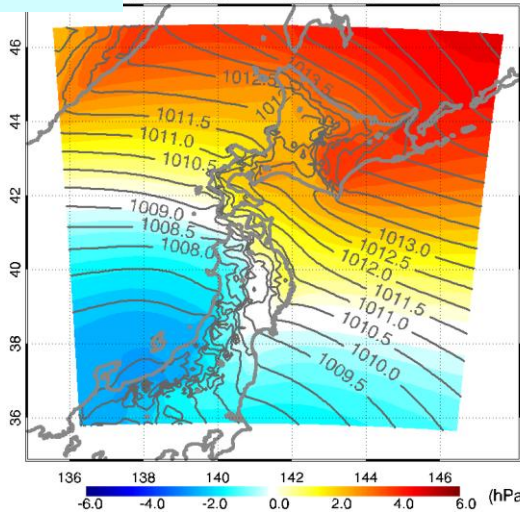
東西気圧差が減少~下層冷気の温度上昇

(0.2hPa) 1500m(1000m)以下が  
0.3°C(0.5°C)上昇

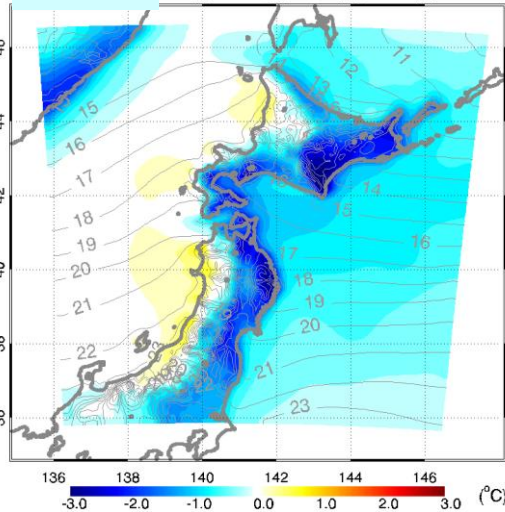
0.2hPaの減少、1~3%の頻度の減少

# ヤマセ卓越時の場の特徴 (JRA-25)

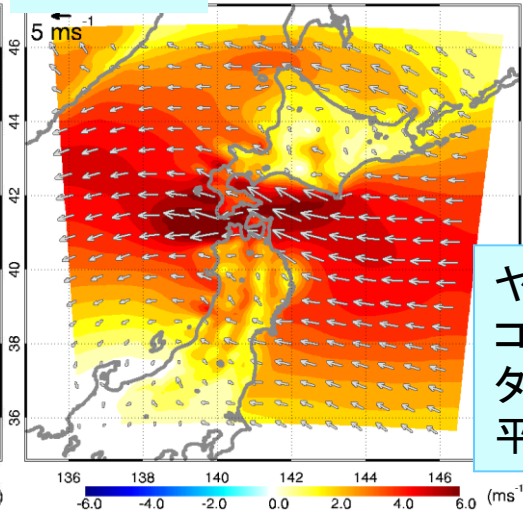
**SLP** A25-NHM PSEA (Tsugaru Strait Index)  
138 140 142 144 146



**気温** NHM TS (Tsugaru Strait Index)  
140 142 144 146

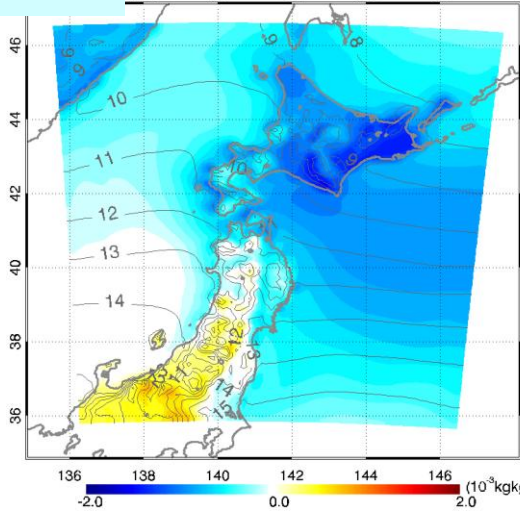


**10m風** JV10ne (Tsugaru Strait Index)  
140 142 144 146

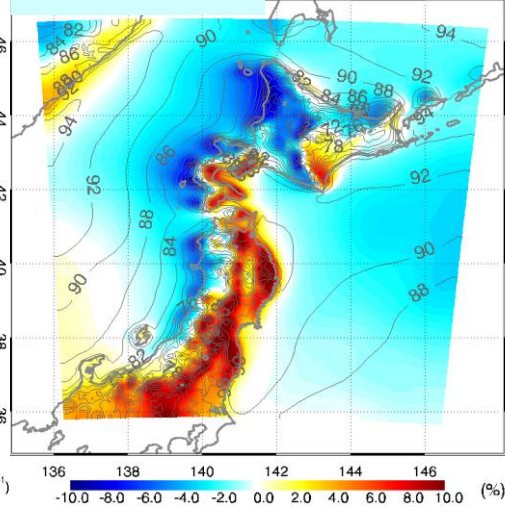


ヤマセ卓越時の  
コンポジット(コン  
ター、ベクトル)と  
平年偏差(カラー)

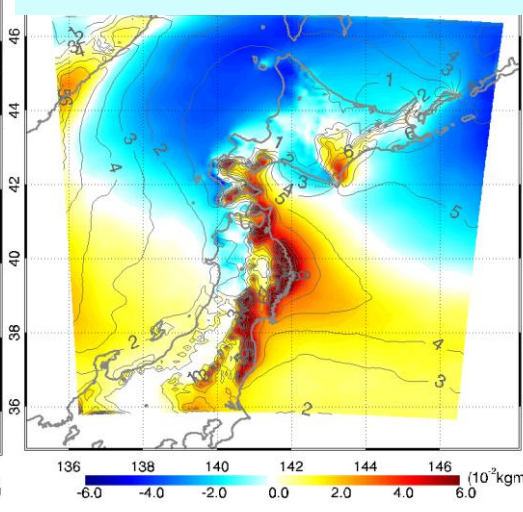
**比湿** A25-NHM SPFH (Tsugaru Strait Index)  
138 140 142 144 146



**相対湿度** Tsugaru Strait Index  
142 144 146



**下層鉛直積算雲水量**



- 太平洋側の高圧偏差・低温・低比湿、東風

- 雲形成に重要な地形が偏差場で明瞭

# ヤマセ卓越時の場の将来変化(1)

SLP

気温

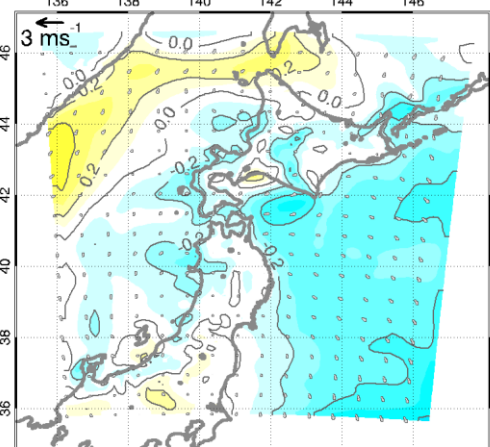
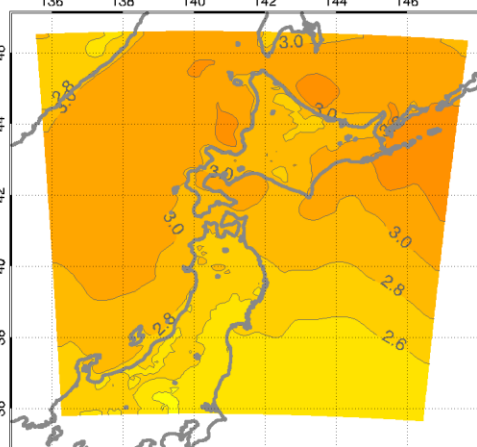
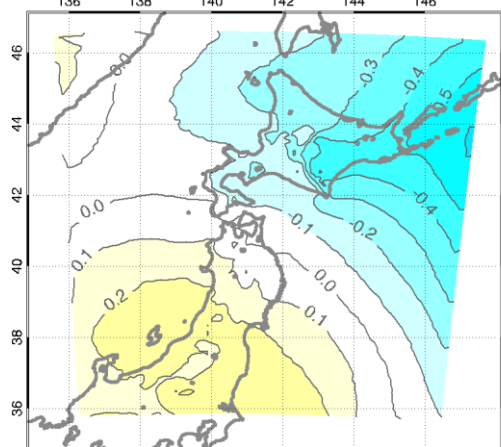
10m風

MRI

MRI20km\_SPA PSEA (Tsugaru Strait Index)

MRI20km\_SFA (Tsugaru Strait Index)

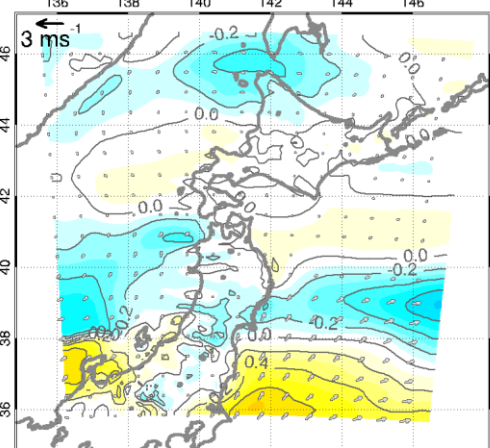
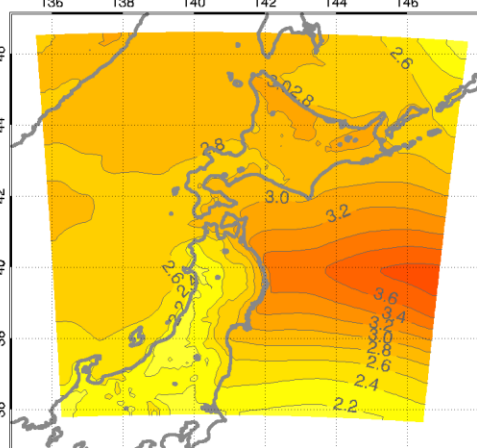
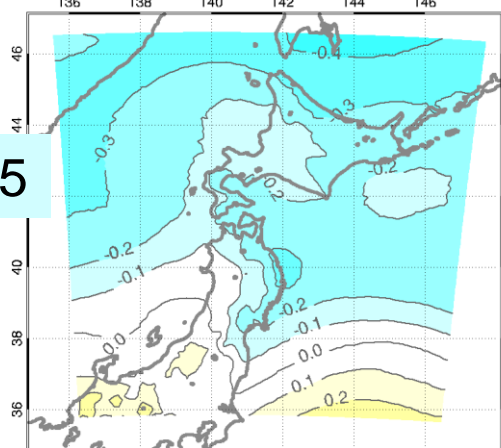
MRI F - MR (Tsugaru Strait Index)



MIROC5\_MRI3 - MIROC5\_MRI1 PSEA (Tsugaru Strait Index)

MIROC5\_MRI3 - MIROC5\_MRI1 TS (Tsugaru Strait Index)

MIROC5 F - MIROC5 P UV10ne (Tsugaru Strait Index)



Color scale for SLP (hPa): -2.0 to 2.0

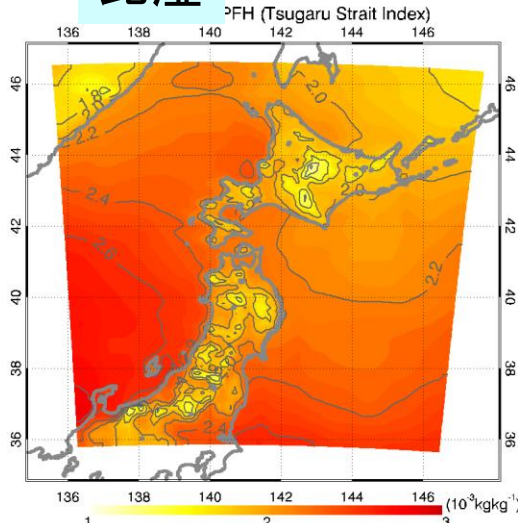
Color scale for Temperature (°C): 1.0 to 5.0

Color scale for 10m Wind (ms⁻¹): -2 to 2

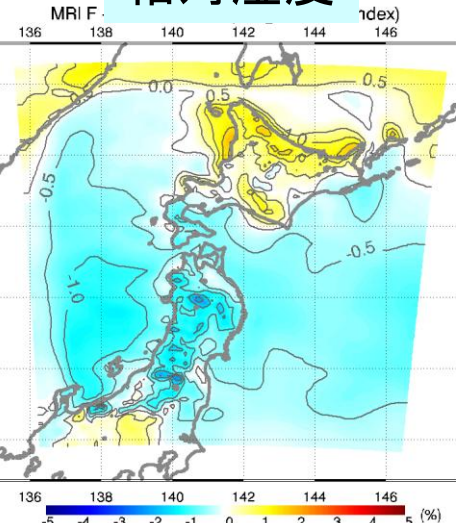
気圧傾度の減少、夏季平均よりは気温上昇が小さく、海上風は弱化。

# ヤマセ卓越時の場の将来変化(2)

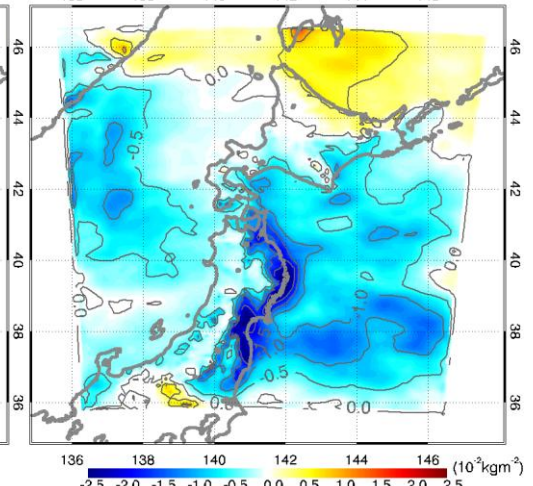
比湿



相対湿度

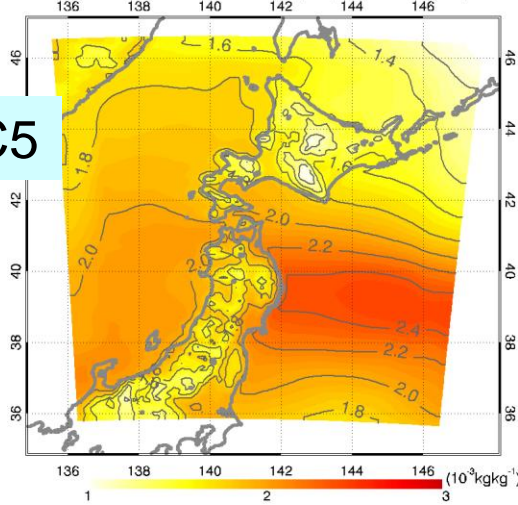


下層鉛直積算雲水量

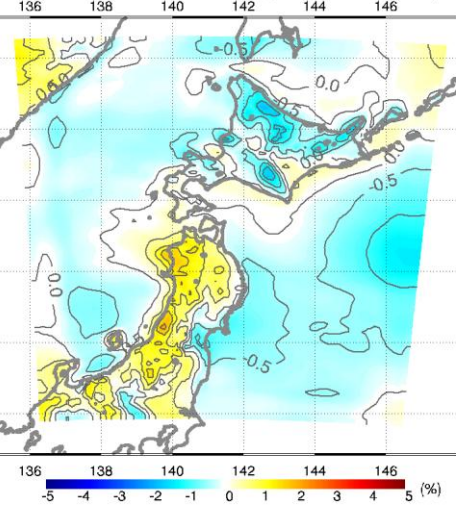


MRI

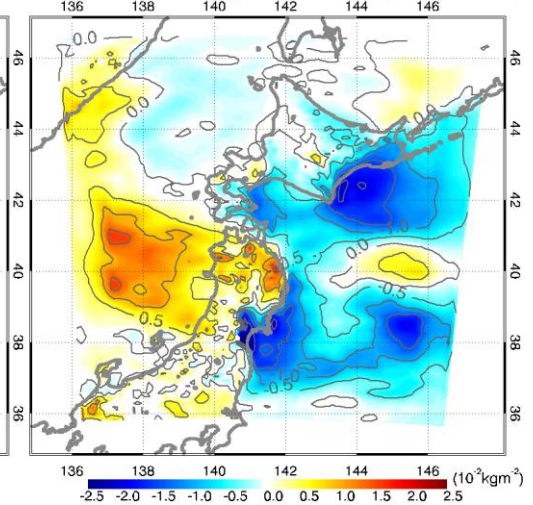
MIROC5 F - MIROC5 P SPFH (Tsugaru Strait Index)



MIROC5 F - MIROC5 P RHSFC (Tsugaru Strait Index)



MIROC5 F - MIROC5 P QC\_1000\_850hPa (Tsugaru Strait Index)



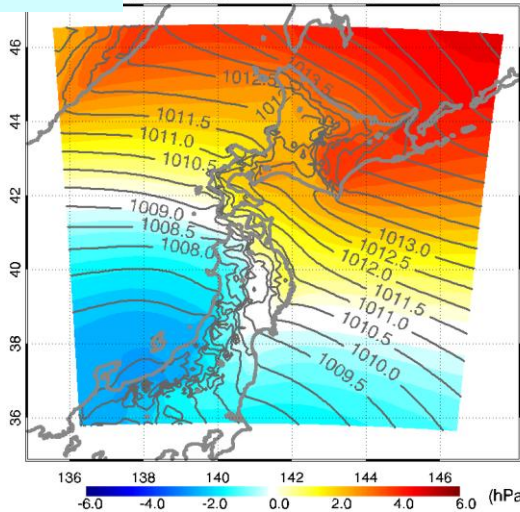
MIROC5

比湿は増加、海上で雲水量が減少

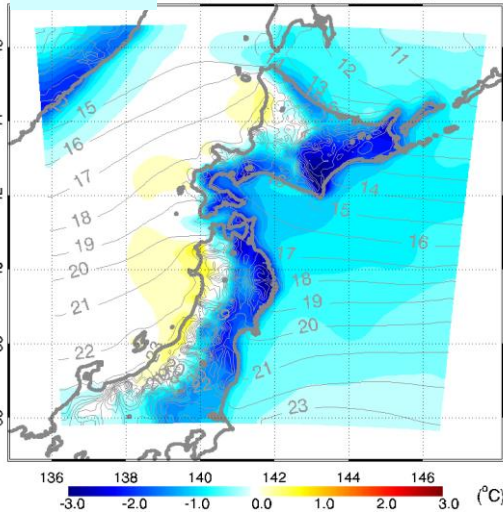
→類似点や相違点その要因については、今後の課題

# ヤマセ卓越時の場の特徴 (JRA-25)

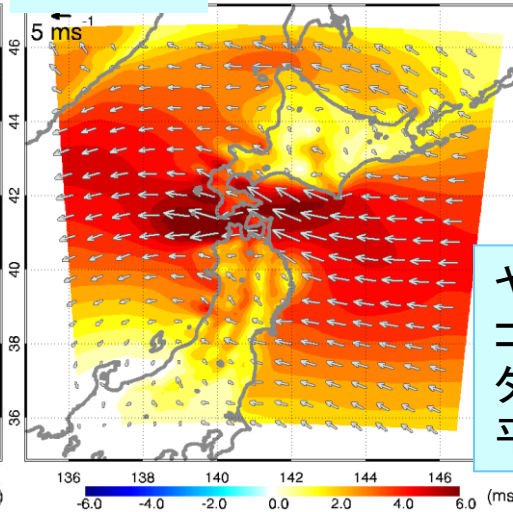
**SLP** A25-NHM PSEA (Tsugaru Strait Index)  
138 140 142 144 146



**気温** NHM TS (Tsugaru Strait Index)  
140 142 144 146

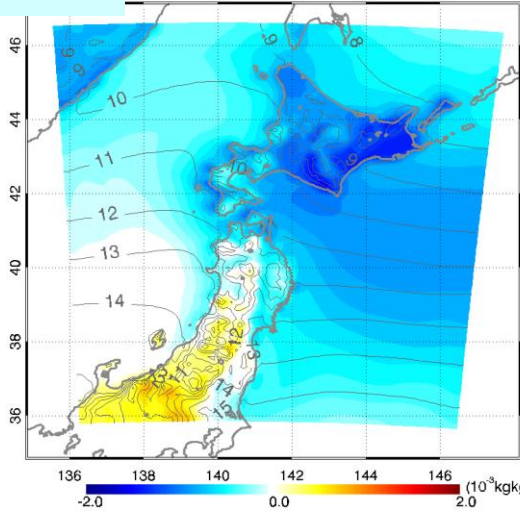


**10m風** JV10ne (Tsugaru Strait Index)  
140 142 144 146

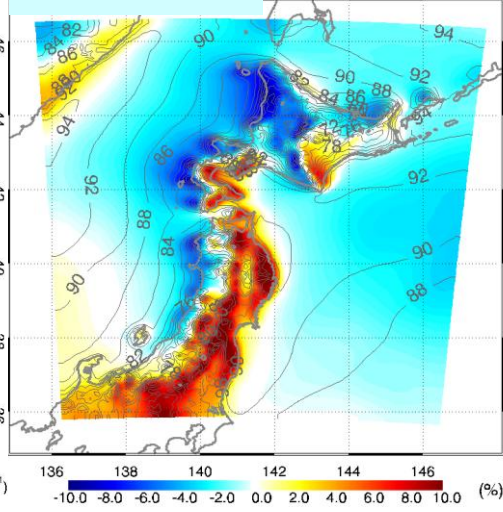


ヤマセ卓越時の  
コンポジット(コン  
ター、ベクトル)と  
平年偏差(カラー)

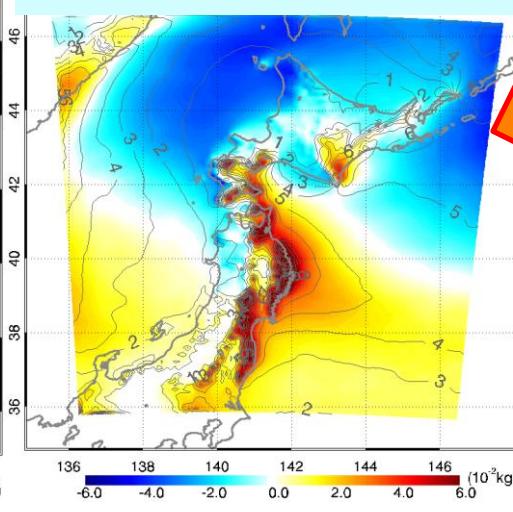
**比湿** A25-NHM SPFH (Tsugaru Strait Index)  
138 140 142 144 146



**相対湿度** Tsugaru Strait Index  
142 144 146



**下層鉛直積算雲水量**



- 太平洋側の高圧偏差・低温・低比湿、東風

- 雲形成に重要な地形が偏差場で明瞭



## まとめと今後の方針

気候モデル(MRI AGCMとMIROC5)のダウンスケーリングデータを用いて、ヤマセの将来変化について調べた。

- MRIには、高温バイアス、MIROC5には顕著な低温バイアスがあるが、気温変動の卓越モードは、現在・将来気候とも同じ。
- 気温上昇後も、ヤマセ型の気象状況は現在気候と同様に発生するが、その頻度はやや減少、強度はやや弱くなる。
  - MRI AGCM: 強いヤマセが減少。
  - MIROC5: 全体的にヤマセの頻度が減少。
- ヤマセ卓越時には、オホーツク海周辺の雲水量は、平年値に比べて負偏差になり、日射は正偏差になる。本州周辺の変化とは明瞭な対照をなす。

### 今後の方針

- 重要地形周辺の解析
- MRI AGCMとMIROC5の他の気候モデルに対する位置づけを確認。
- MRI AGCMとMIROC5の差の要因(ダウンスケールデータで可能な範囲で)