

d4PDFを用いたヤマセの 再現性評価と将来変化

舩井 博一, 石田祐宣
弘前大学大学院理工学研究科

背景

RCP8.5シナリオ：平均**3.7°C**上昇

<地球温暖化問題の現状>

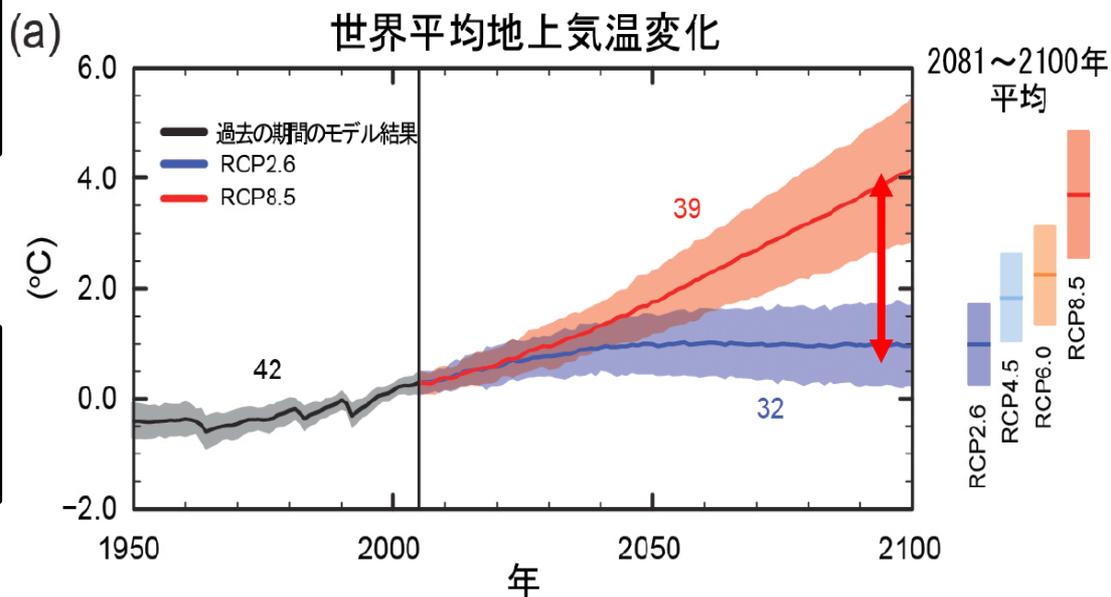
IPCC(気候変動に関する政府間パネル)第5次報告書

Working Group I, IPCC (2013)

21世紀末(2081~2100年)
世界平均地上気温



RCP8.5シナリオ
平均**3.7°C**上昇



温暖化時におけるヤマセの**頻度**や**強度**の変化
将来の北日本の農業や社会にとって重要

背景

d4PDF：最大**100メンバ**のアンサンブル実験

<d4PDF> (database for Policy Decision making for Future climate change)

- 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース

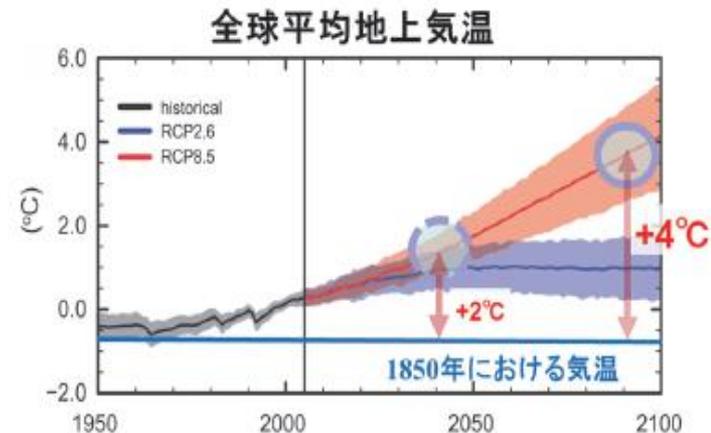
アンサンブル数
最大**100メンバ**



(従来：数個～10個程度)

高解像度 全球大気モデル
(60km)

高解像度 領域気候モデル
(20km)



d4PDF利用手引きより

極端事象の要因分析, 将来変化予測の不確実性の理解, 影響評価研究に有用

目的

将来気候のヤマセの**頻度**・**強度**の変化予測

大規模気候予測アンサンブル
実験データベース(d4PDF)

<Step1>

現在気候のヤマセの**再現性**評価



<Step2>

将来気候におけるヤマセの**頻度**や**強度**の変化

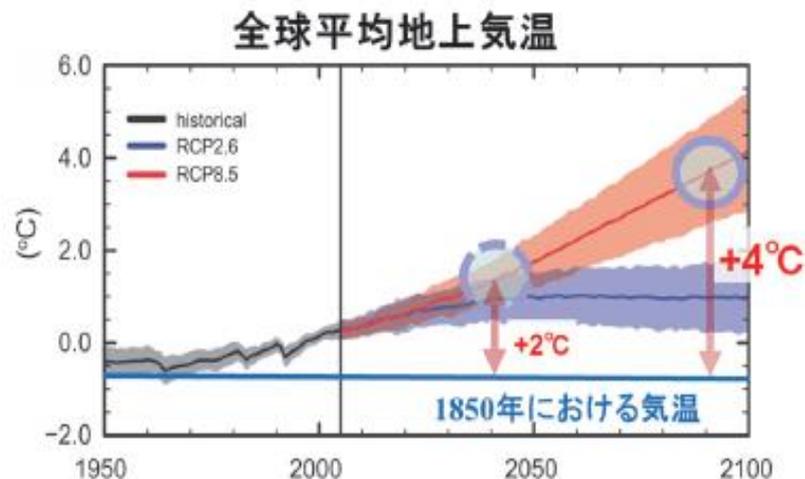
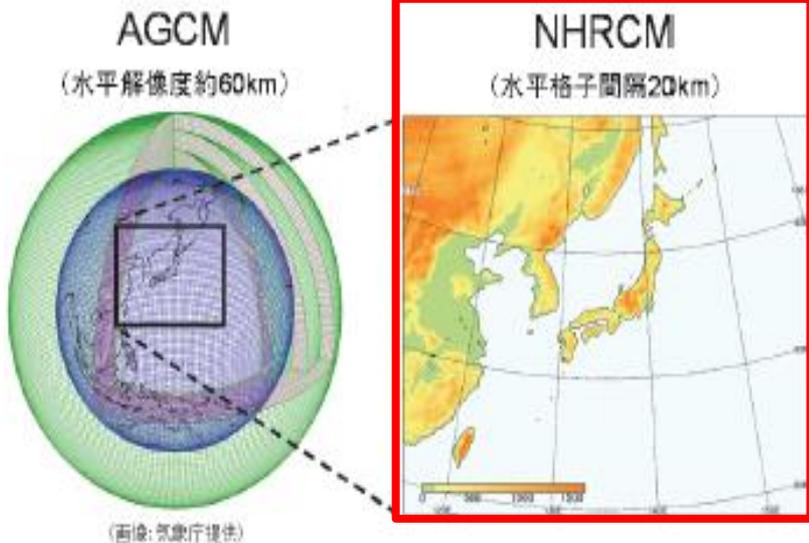
使用データ

d4PDF(大規模気候予測アンサンブル)

- 文部科学省・気候変動リスク情報創生プログラムにより作成
→データ統合・解析ツールDIAS (Data Integration and Analysis System) 公開

- 気象研究所全球大気モデル
MRI-AGCM3.2 (Mizuta et al., 2012)

- 気象研究所領域気候モデル
NHRCM (Murata et al., 2013)



使用データ

d4PDF(大規模気候予測アンサンブル)

<実験設定と使用出力データ>

	過去実験(現在気候実験)	4°C昇温実験(将来気候実験)
実験年	1951年～2010年(60年) →本研究：1981年～2010年(30年) 夏季(6月～8月)	2051年～2110年(60年) →本研究：2081年～2110年(30年) 夏季(6月～8月)
初期値	創生プログラム20世紀末RCP8.5 シナリオ結果各年1月1日	創生プログラム21世紀末RCP8.5 シナリオ結果各年1月1日
入力データ	海面水温：COBE-SST2(Hirahara et al. 2014)、海氷密接度、海氷厚 温室効果ガス、オゾン、硫酸性・火山性エアロゾル濃度変化	海面水温：CMIP5の6種類の大気 海洋結合モデル 海氷密接度、海氷厚 温室効果ガス等外部強制因子 →2090年の値
アンサンブル数	100(全球モデル)、50(領域モデル)	90
変数	海面気圧[hPa]、気温[°C]	海面気圧[hPa]、気温[°C]
時間解像度	日別値(時別のデータを日平均)	日別値(時別のデータを日平均)

使用データ

d4PDFの検証データ

<地上気象観測データ>

- ・ 気象台, 特別地域気象観測所の観測データ
- ・ 仙台と稚内の海面気圧[hPa]
- ・ 八戸の気温[°C]
- ・ 日別値

<JRA-55> (Kobayashi et al., 2015)

- ・ 気象庁の長期再解析データ

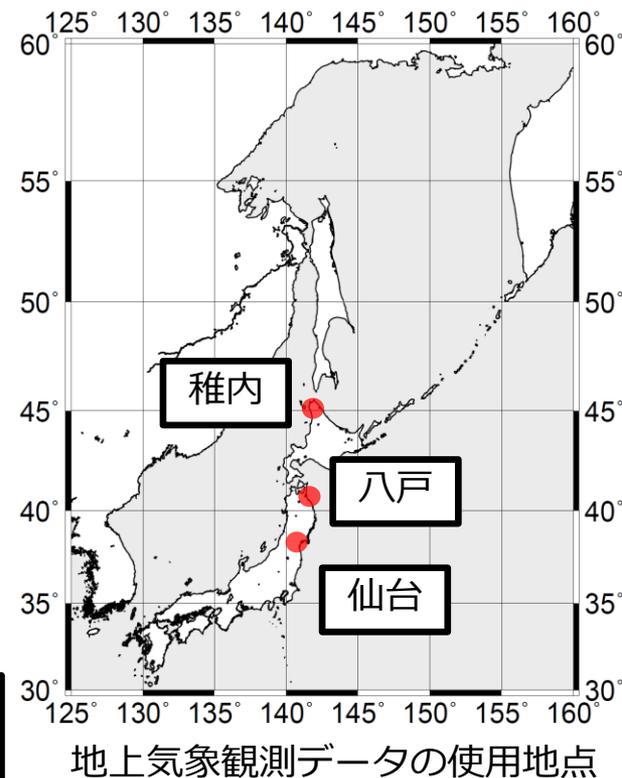
過去の観測データ

- ・ 地上気象観測
- ・ 高層気象観測
- ・ 気象衛星観測etc

数値モデル

過去の気象場
再現

空間解像度	1.25°×1.25°
時間解像度	日別(6時間別のデータを日平均)
変数	海面気圧[hPa]、気温[°C]



顕著イベントの要因分析
気候予測モデルの再現性評価

方法

ヤマセの定義(抽出条件)

<ヤマセ発達時>

稚内と仙台の海面気圧差(PDWS)が**強**

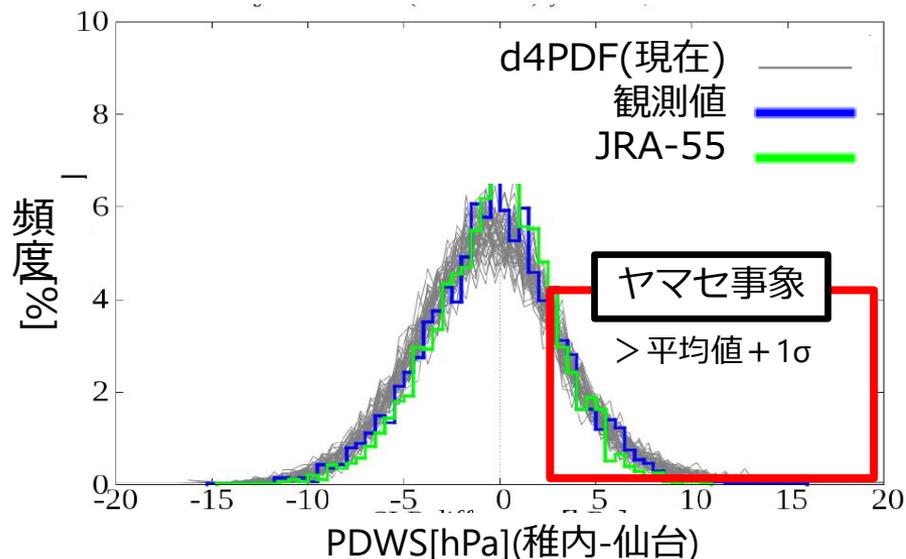
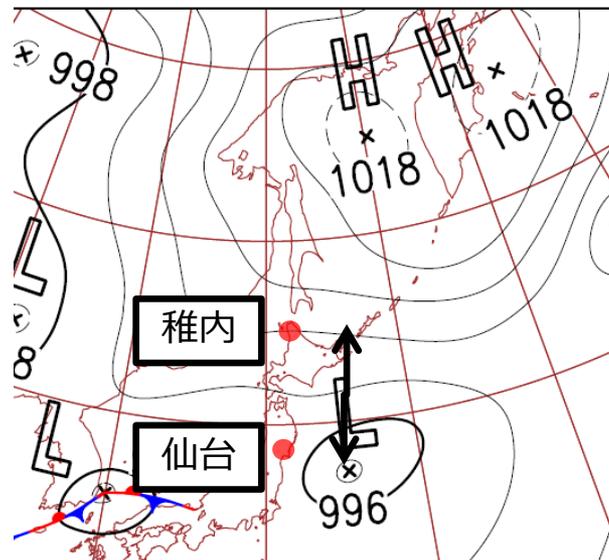
Kanno (2004)

PDWS > 平均値 + **1 σ** (σ : 標準偏差)

Shimada et al. (2014)

ヤマセ事象として抽出

コンポジット(合成)図を作成
再解析データと比較



現在氣候

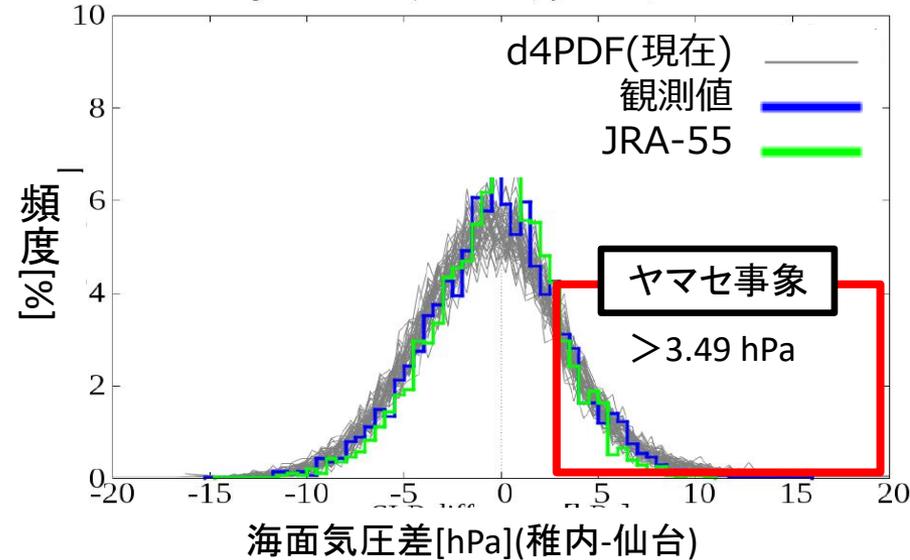
結果

気温：0.8°C高温バイアス

<PDWS> (仙台と稚内の海面気圧差)

- 概ね正規分布
- d4PDF：観測値, JRA-55に対応

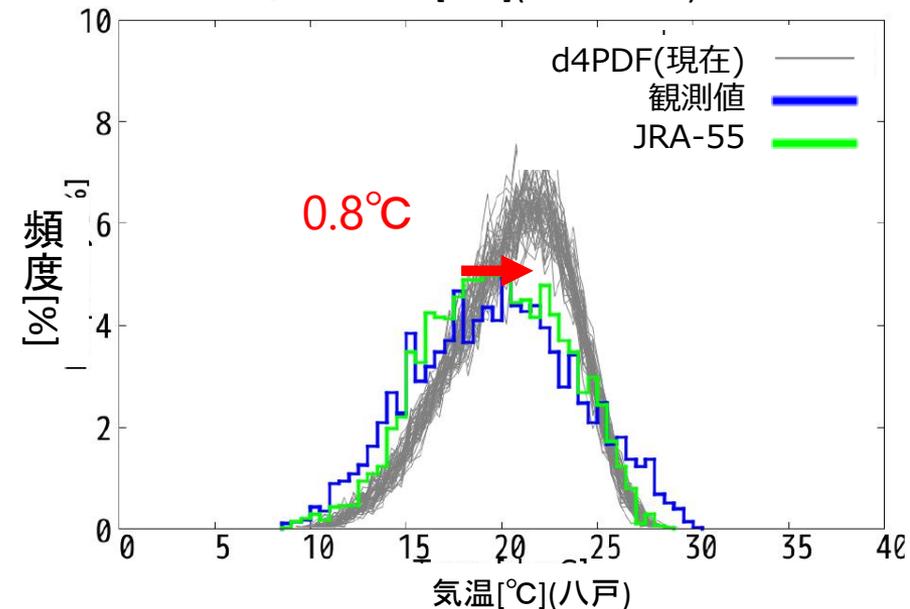
	平均値	標準偏差(σ)	平均値 + 1 σ	ヤマセ事象の割合
観測値	-0.39	3.59	3.20	13.9%
JRA-55	-0.32	3.18	2.86	14.5%
d4PDF	-0.49	3.98	3.49	14.1%



<気温> (八戸)

- d4PDF：0.8°Cの高温バイアス
- 分布形も異なる

	平均値(°C)	標準偏差
観測値	19.6	4.19
JRA-55	19.6	3.58
d4PDF	20.4	3.13



各要素の頻度分布(現在)

(上)：稚内と仙台の海面気圧差[hPa], (下)：八戸の気温[°C]

結果

気温バイアス補正：分布形が改善

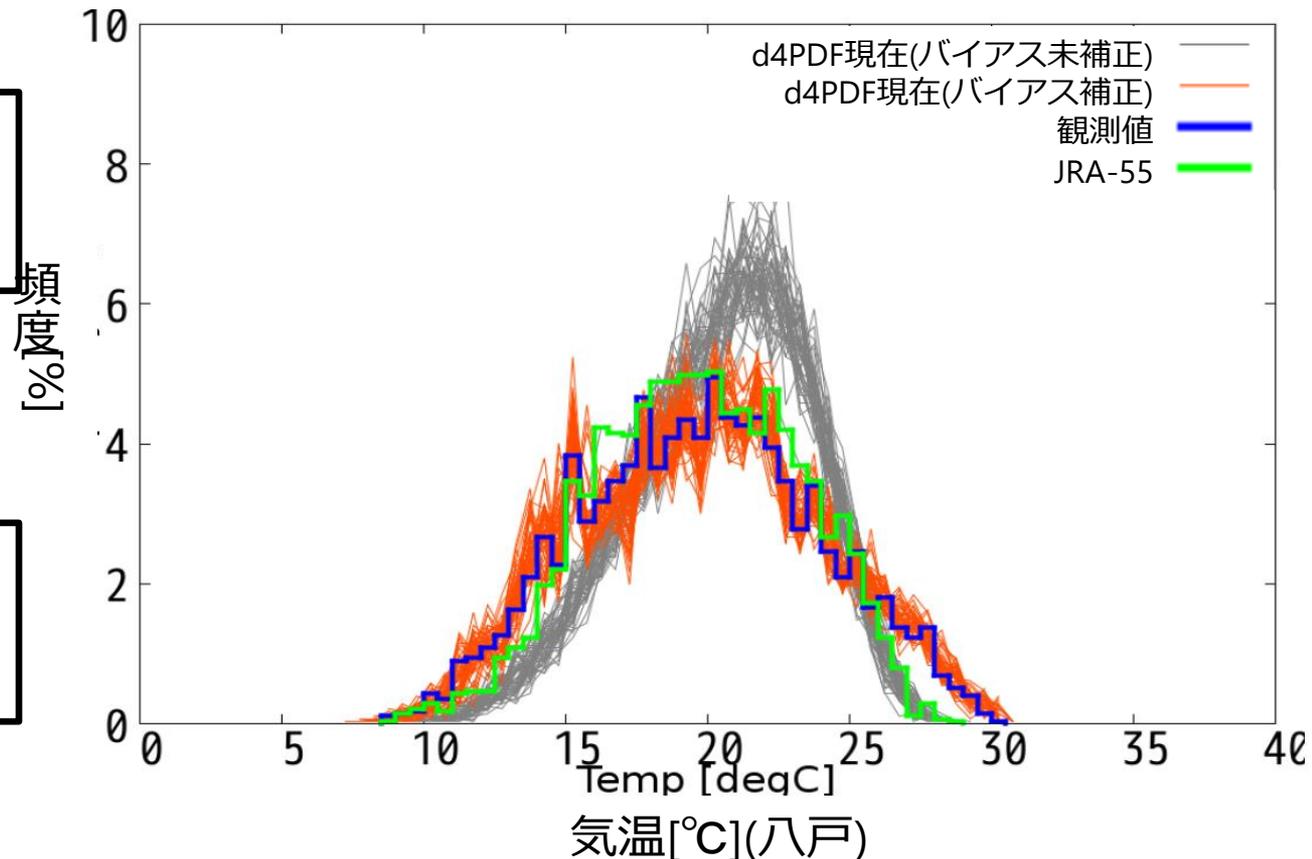
lizumi et al. (2011)の累積分布関数(CDF)法

- 観測値のCDFをd4PDFに適用し、分布形が整合するようにする

d4PDF(補正後)
観測値に対応



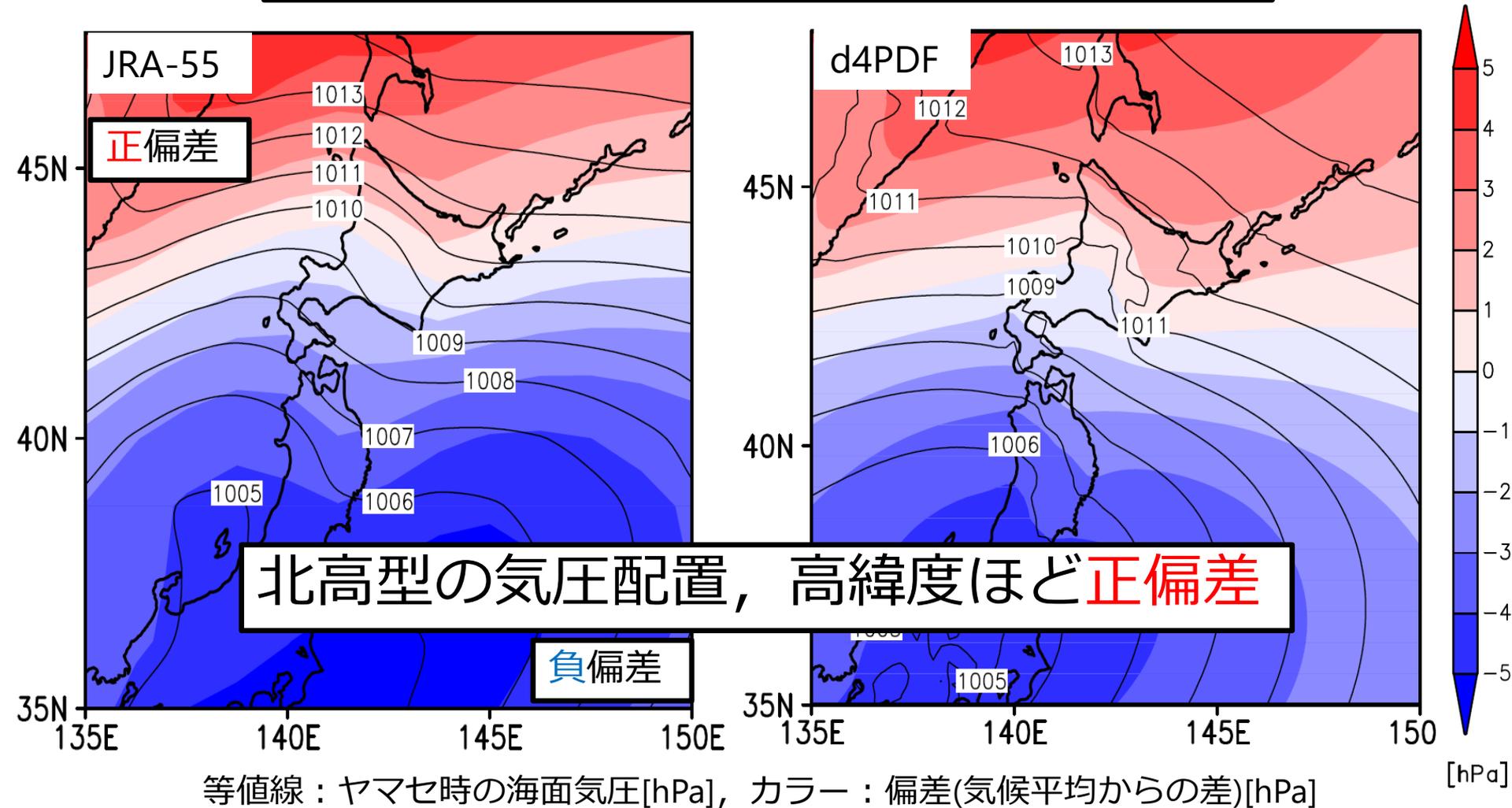
将来気候にも
適用



結果

d4PDF : ヤマセ発達時の特徴を再現

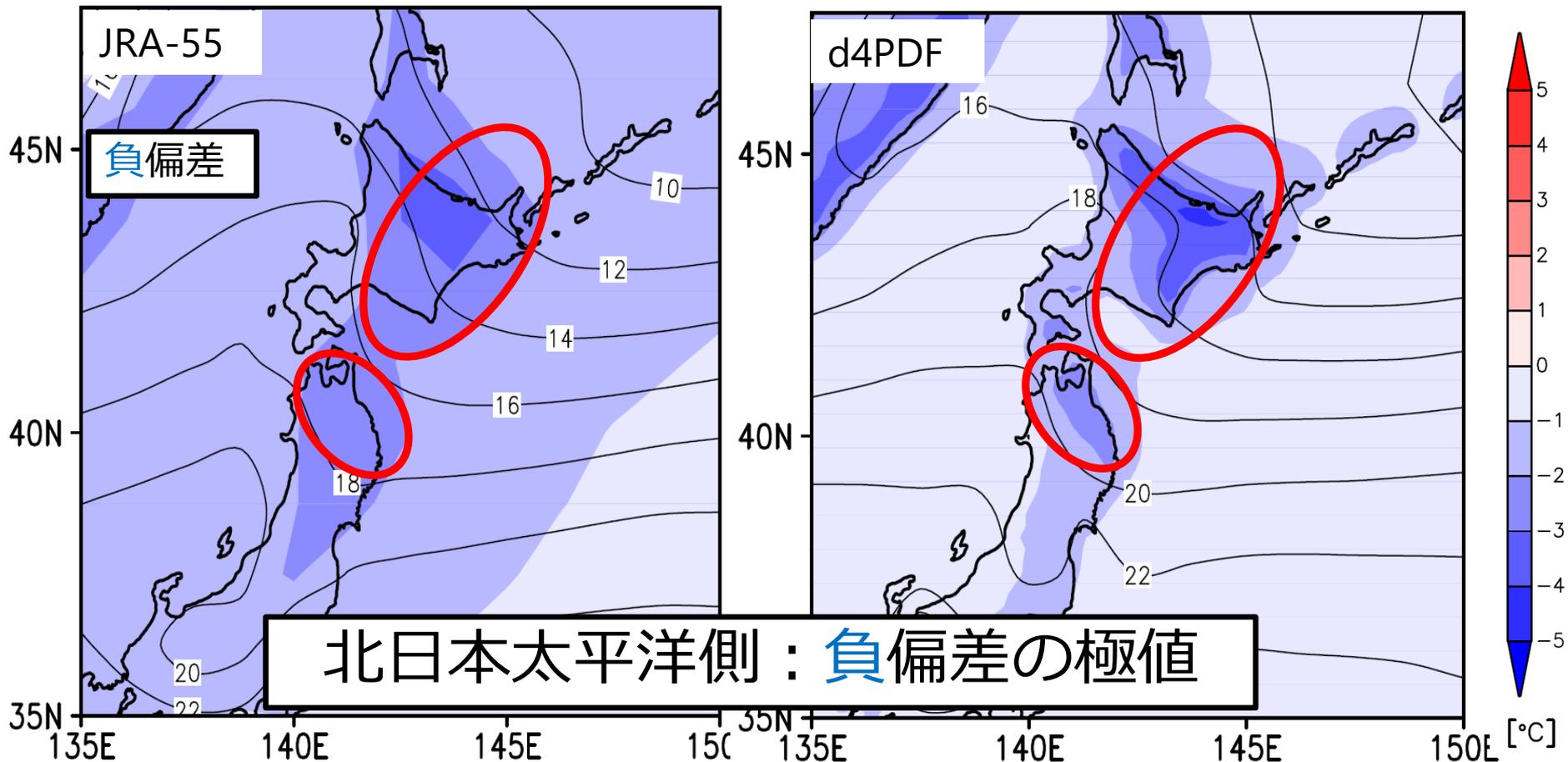
ヤマセ時の海面気圧のコンポジット



結果

d4PDF : 負偏差の極値再現

ヤマセ時の気温のコンポジット



北日本太平洋側 : 負偏差の極値

等値線 : ヤマセ時の気温[°C], カラー : 偏差(気候平均からの差)[°C]

将来気候

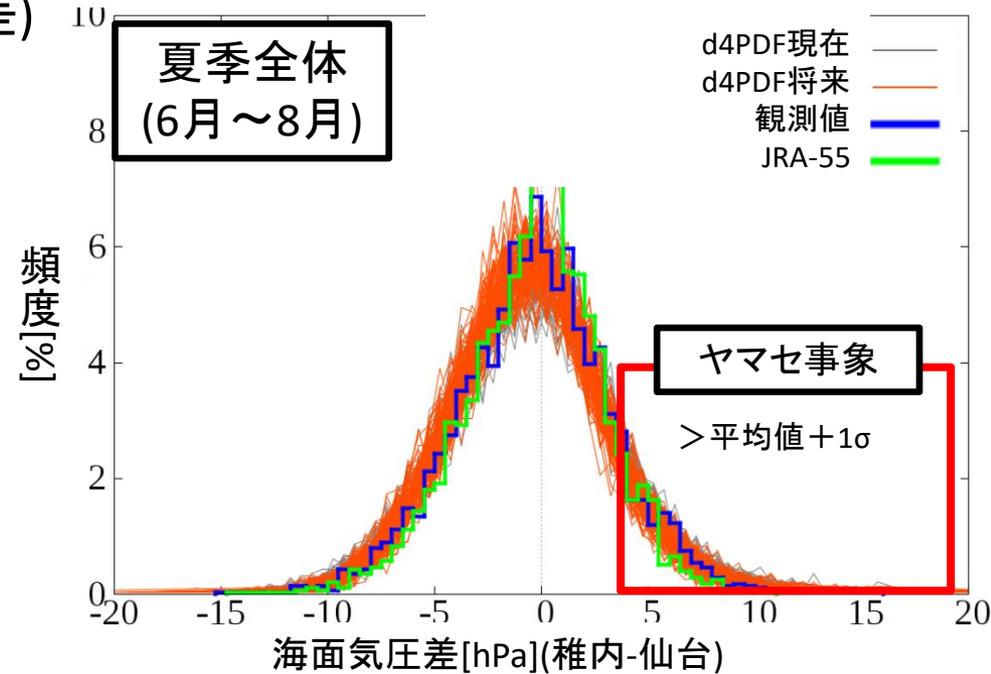
結果

将来ヤマセ頻度：9.2%減少

<PDWS> (仙台と稚内の海面気圧差)

- ・平均値変化わずかに**負**
→ヤマセ発達しにくい変化

d4PDF現在気候	d4PDF将来気候(変化量)
-0.49	-0.55 (-0.06)



- ・ヤマセ頻度の変化
→夏季全体で**9.2%減少**
→月別でも全てで減少

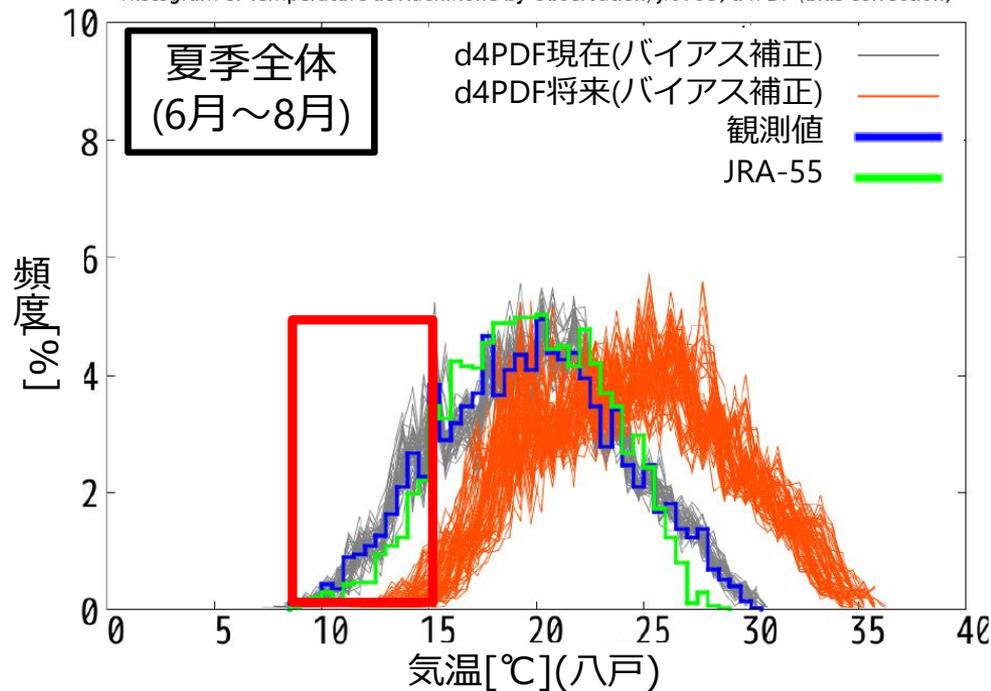
頻度[%]	夏季(6月~8月)	6月	7月	8月
観測値	13.9	5.3	4.4	4.2
JRA-55	14.5	5.3	4.6	4.6
d4PDF(現在)	14.1	4.3	4.5	5.3
d4PDF(将来)	12.8	4.0	4.1	4.7

結果

d4PDF将来：4.7°C昇温，低温事象93.8%減少

<気温> (八戸)

- ・ 将来：4.7°C昇温
→ 世界平均(4°C)よりも昇温量大
- ・ 低温(日平均気温15°C未満)
→ 93.8%減少



	d4PDF現在気候	d4PDF将来気候(変化量)
平均値[°C]	20.4	25.1(+4.7)
低温(15°C未満)割合[%]	14.6	0.9

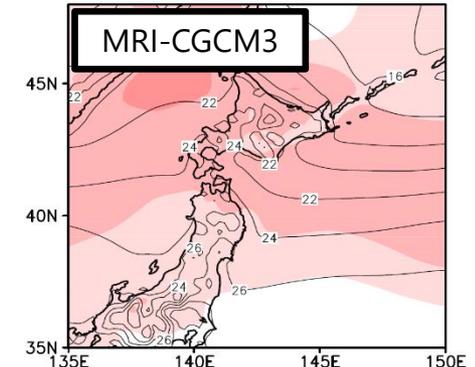
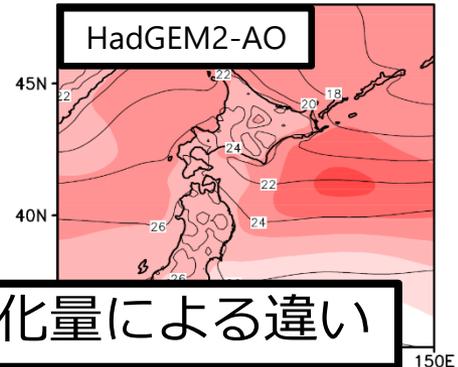
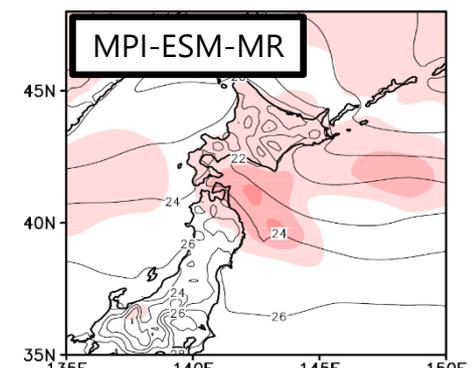
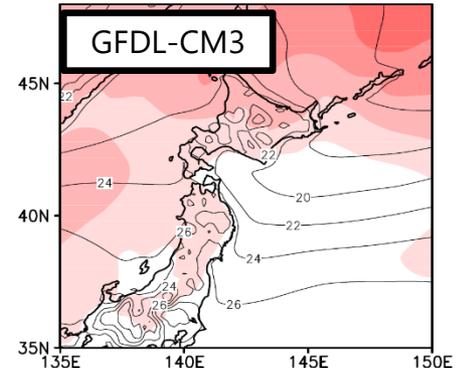
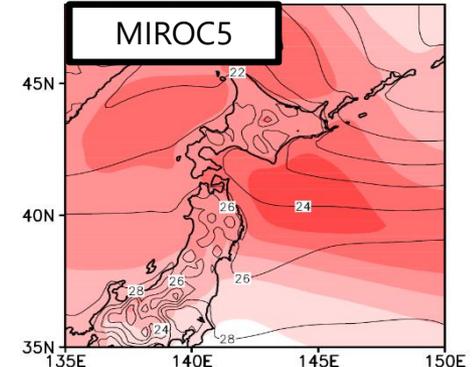
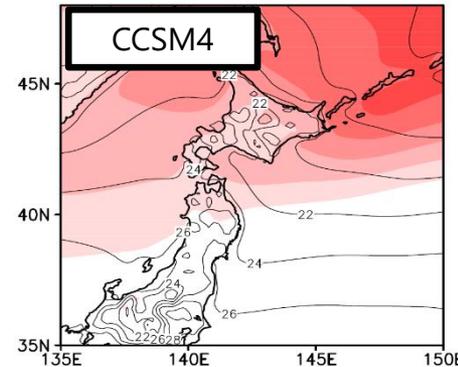
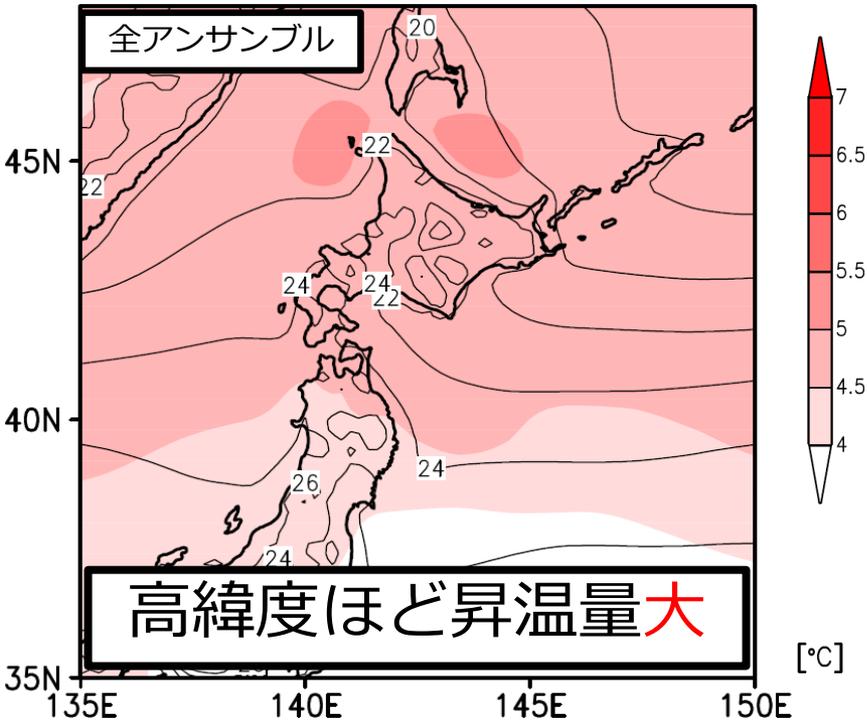


将来ヤマセによる低温の強度：弱化

結果

将来：北日本4°C以上昇温

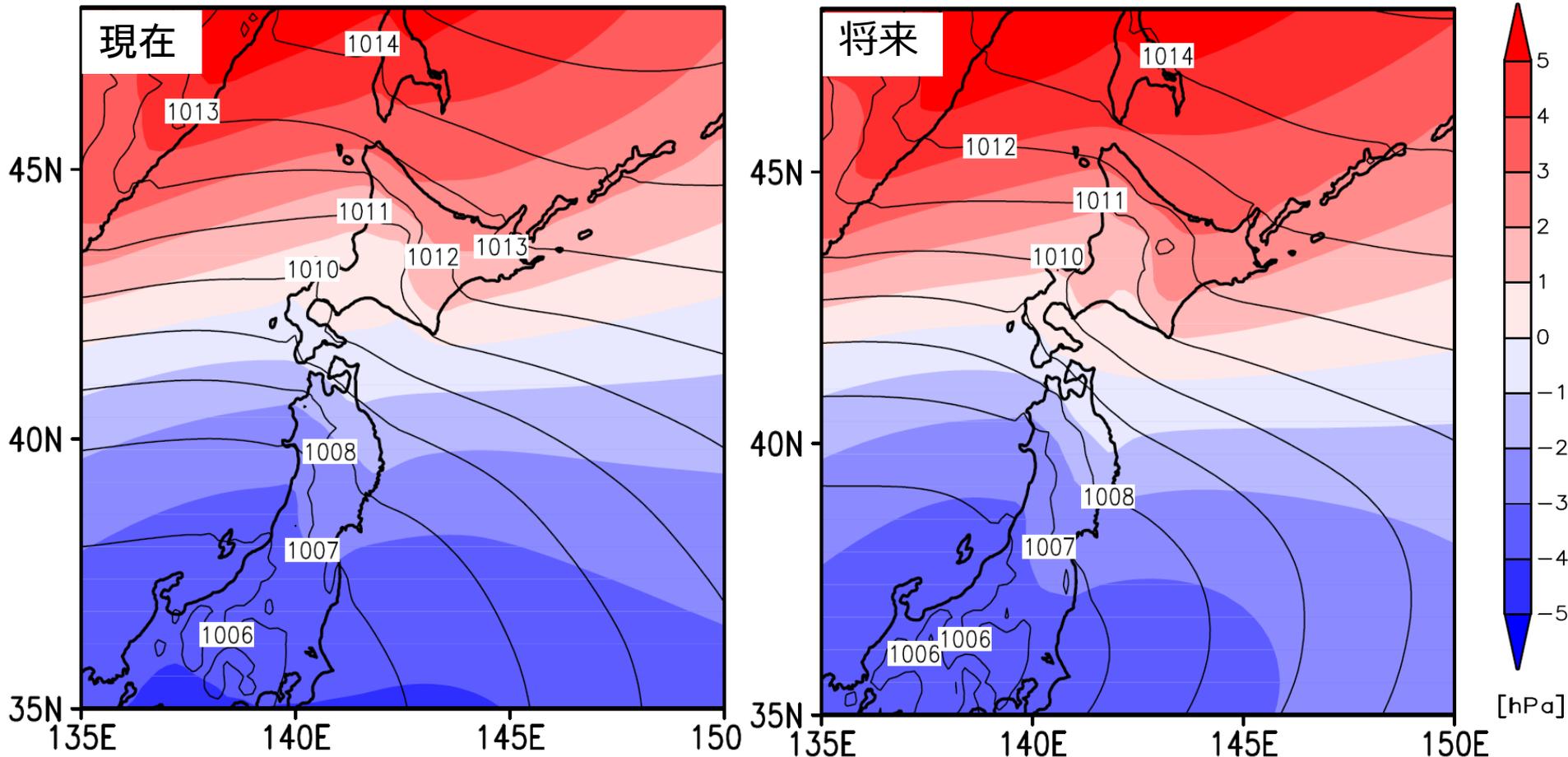
夏季(6月~8月)平均



結果

将来ヤマセ：北高型気圧配置持続

現在と将来のヤマセ時の海面気圧の比較

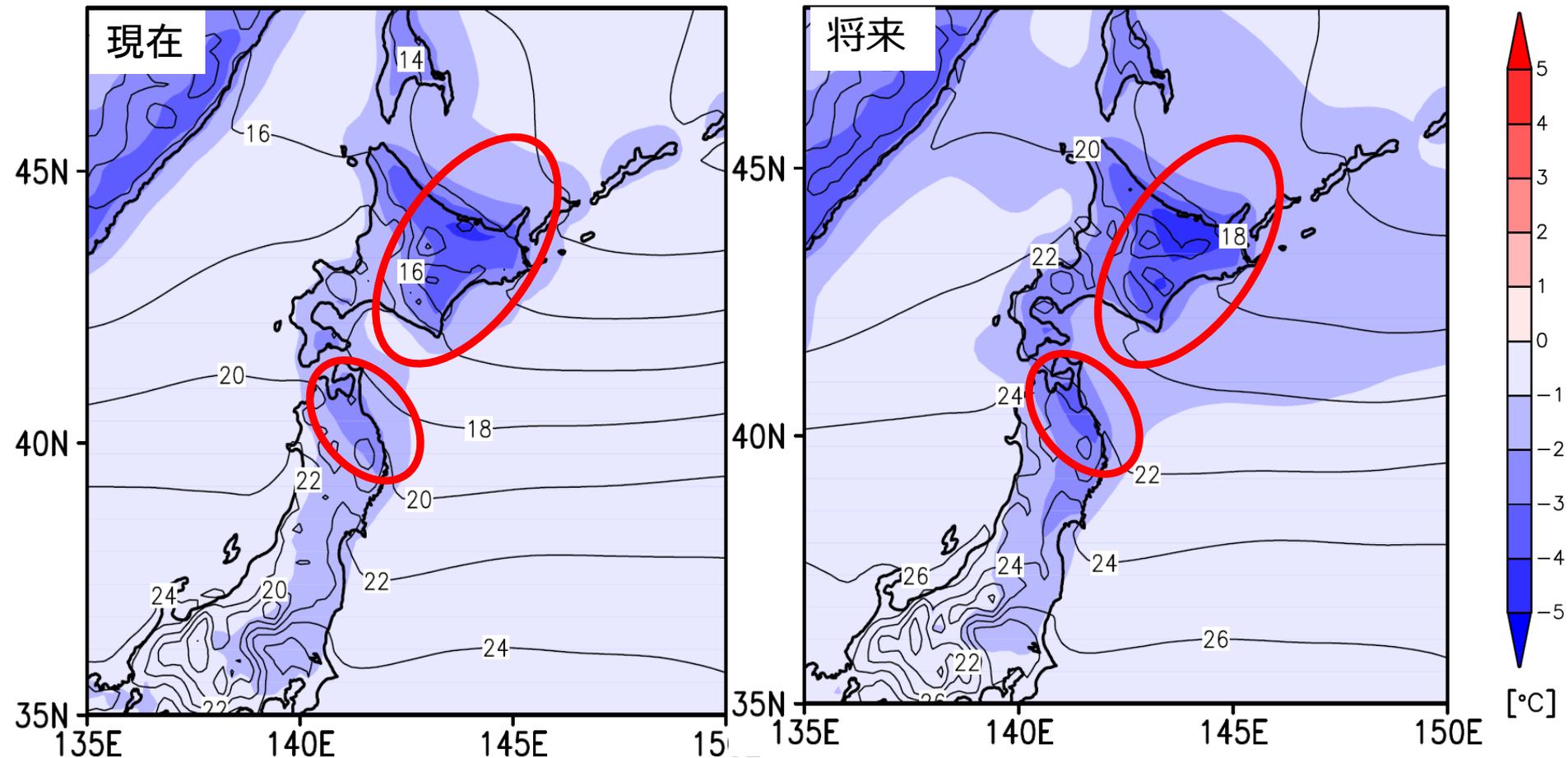


現在と将来のヤマセ時の海面気圧の比較.(左)現在,(右)将来,コンター：気圧[hPa],カラー：偏差[hPa]

結果

将来ヤマセ：北日本太平洋側気温の負偏差

現在と将来のヤマセ時の気温の比較

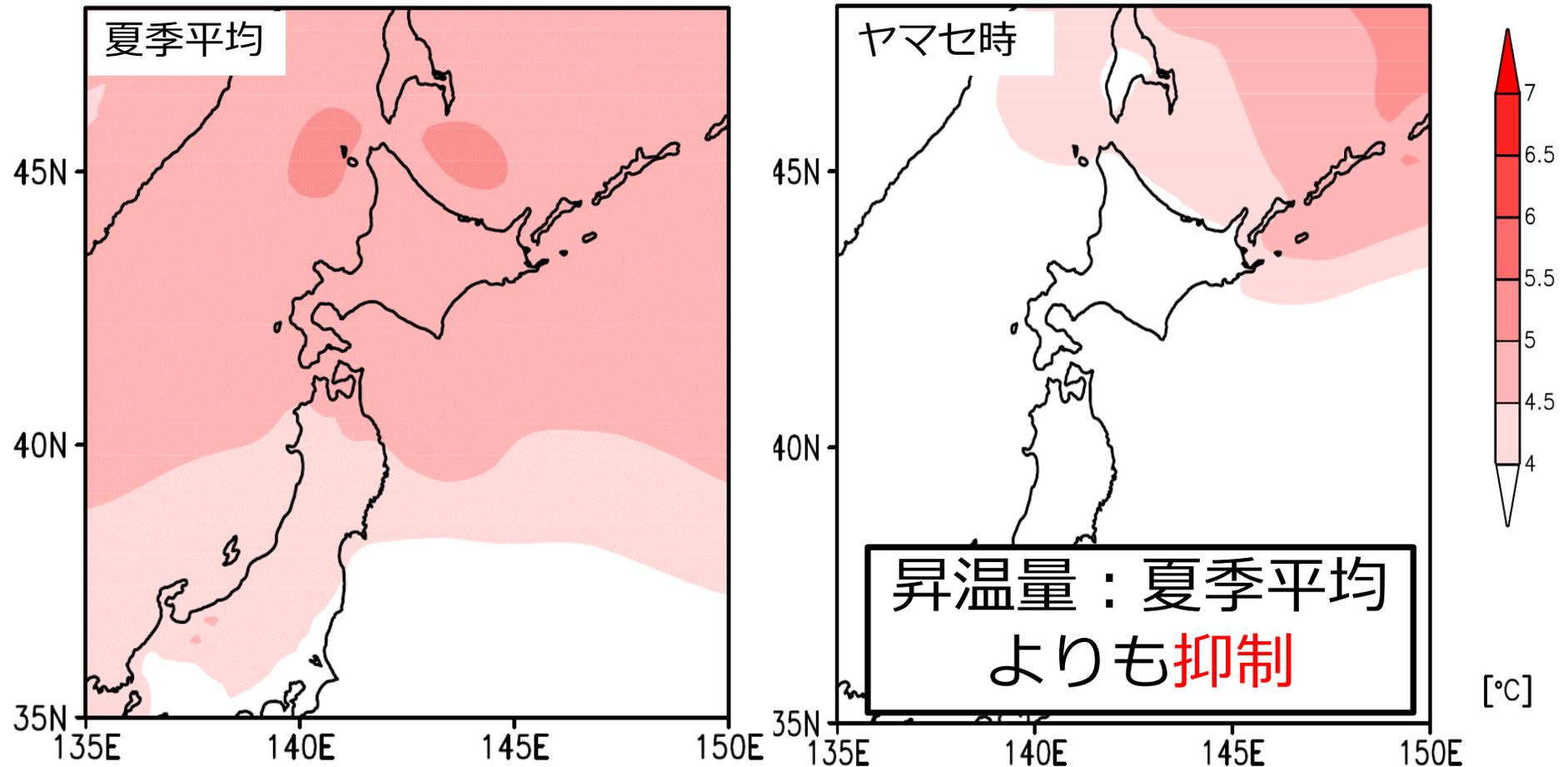


現在と将来のヤマセ時の気温の比較.(左)現在,(右)将来,コンター：気温[°C],カラー：偏差[°C]

結果

将来ヤマセ：夏季平均より昇温**抑制**

気温の将来変化の比較



夏季平均とヤマセ時の現在と将来の気温の変化(将来-現在).カラー：将来変化[°C]

考察

他の先行研究結果と調和的

	本研究	島田ら(2013)	島田ら(2014)	Endo (2012)
使用モデル	MRI-ACGM3.2(60km) NHRCM(20km)	MRI-AGCM(20km)	MRI-AGCM(20km) MIROC5 (20 km)	CMIP3マルチモデル
シナリオ	RCP8.5	SRES A1b	SRES A1b	SRES A1b
インデックス	PDWS	PDWS	津軽海峡 東西気圧差 (函館-深浦)	10日間 平均風向
将来変化	<ul style="list-style-type: none">・ 頻度 →夏季全体9.2%減 (変化割合)・ 強度 →極端低温イベントの減少	<ul style="list-style-type: none">・ 頻度 →ほとんど変化なし・ 強度 →気圧傾度、負偏 差の弱化	<ul style="list-style-type: none">・ 頻度 →夏季全体1~3%減・ 強度 →極端な低温イベ ントの減少	<ul style="list-style-type: none">・ 頻度 →5月に減少、8月 に増加

頻度：減少傾向先行研究と概ね整合
強度：弱化傾向概ね整合



本研究の結果の妥当性

まとめ

将来ヤマセ：頻度9.2%減少,低温事象93.8%減少

大規模気候予測アンサンブル実験データ(d4PDF)

<Step1>

現在気候のヤマセの再現性評価

- PDWS：観測値に対応、八戸気温：0.8°Cの高温バイアス
- 北高型の気圧配置，高緯度ほど正偏差が再現
- 北日本太平洋側気温の負偏差の極値が再現
→ヤマセ時の典型的な特徴を再現

<Step2>

将来気候におけるヤマセの頻度や強度の変化

- 将来ヤマセの頻度は9.2%減少
- 低温(日平均15°C未満)93.8%減少
- 現在気候のヤマセ時の特徴が将来気候でも見られる
- 将来変化の結果は他の研究と調和的

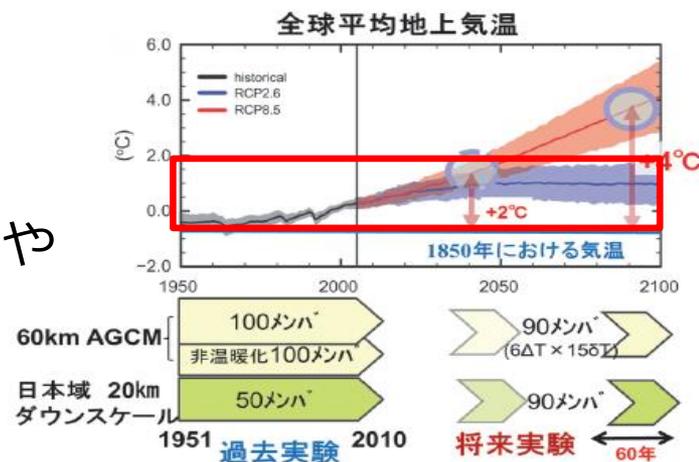
ヤマセ発生し続ける

1. バイアス補正

- 気候モデル：バイアスが存在→補正が必要
→lizmi (2011)の累積分布関数法(CDF法)を用いて、バイアスを補正
→空間的な補正を行うには、各グリッド/各地点ごとに補正する必要
→理想の補正方法を検討

2. 2°C昇温実験との比較

- d4PDFは2°C昇温実験も行っている(未公開)
→異なる温暖化シグナルによるヤマセの頻度や強度の違い



3. 他のインデックスとの比較

- Shimada et al. (2014)では、ヤマセインデックスの種類により再現される結果に多少の結果が異なる
→他のインデックスを用いて本研究の結果と比較

4. 各SST別の頻度や強度の変化

- ・ SST別の気温の将来変化分布異なる
 - ヤマセ時の将来変化にも違いが見られる可能性
 - 各SST別に頻度や強度の変化を調べて比較

5. 冷害が発生しやすい時期をより詳細に解析

- ・ 7月下旬：冷害が発生しやすい(出穂期)
 - 夏季全体ではなく月別、旬別に頻度や強度を調べる
 - より詳細な将来変化、季節進行の変化も？

6. より極端なヤマセ事象の将来変化

- ・ 30年に1回、100年に1回レベルのヤマセ(or 93年ヤマセ)
 - d4PDFは極端現象の将来変化の不確実性を十分に評価
 - インデックスを変えてより極端な事象の将来変化を調べる