

CMIP5マルチ気候モデルにおける ヤマセに関連する大規模大気循環の 再現性と将来変化

気象研究所気候研究部

遠藤洋和

研究目的

- CMIP5実験に参加したマルチ気候モデルを対象に、ヤマセに関連する大気循環の再現特性を調べる。
- マルチ気候モデルの将来予測実験データを解析し、ヤマセに関連する大気循環の将来変化とその不確実性を明らかにする。

CMIP5マルチ気候モデル

- CMIP5: 5th Phase of the Coupled Model Intercomparison Project
(第5期結合モデル相互比較実験)
- 結果はIPCC第5次報告書に使われる。
- 20世紀再現実験、近未来予測実験(2030年代まで)、長期予測実験などから構成される。
- 予測実験では、あらかじめ策定された温室効果ガス(CO₂など)やエアロゾルなどの排出シナリオを気候モデルに与える。

解析対象:

- 20世紀再現実験(historical)
- 長期予測実験(rcp45, rcp85)

34 model list = "ACCESS1-0, ACCESS1-3, BNU-ESM, CCSM4, CESM1-BGC, CMCC-CM, CMCC-CMS, CESM1-CAM5, CNRM-CM5, CSIRO-Mk3-6-0, CanESM2, FGOALS-g2, FGOALS-s2, FIO-ESM, GFDL-CM3, GFDL-ESM2M, GISS-E2-H, GISS-E2-R, HadGEM2-AO, HadGEM2-CC, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, IPSL-CM5A-MR, IPSL-CM5B-LR, **MIROC-ESM-CHEM**, **MIROC-ESM**, **MIROC5**, MPI-ESM-LR, MPI-ESM-MR, **MRI-CGCM3**, NorESM1-M, NorESM1-ME, bcc-csm1-1, inmcm4"

多くの大気モデルの水平解像度: 200~300km

気候モデルのヤマセ頻度の再現性

気候モデルのヤマセ頻度は系統的に少ない

#モデルの旬平均地上風を元に数えた

1981~2000年

CMIP3

ID	Model	Yamase frequency (per 20years)				
		May	Jun	Jul	Aug	JJ
1	CGCM3.1(T47)	2	3	5	4	8
2	CGCM3.1(T63)	2	0	1	0	1
3	CNRM-CM3	8	9	8	10	17
4	CSIRO-MK3.0	5	13	8	12	21
5	CSIRO-MK3.5	3	15	11	10	26
6	GFDL-CM2.0	6	10	7	4	17
7	GFDL-CM2.1	3	6	7	7	13
8	GISS-AOM	1	7	8	5	15
9	GISS-ER	11	20	4	4	24
10	FGOALS-g1.0	3	4	18	11	22
11	INM-CM3.0	4	11	3	5	14
12	MIROC3.2(hires)	5	8	5	4	13
13	MIROC3.2(medres)	6	8	2	0	10
14	ECHAM5/MPI-OM	6	7	4	2	11
15	MRI-CGCM2.3.2	6	14	18	19	32
16	INGV-ECHAM4	2	4	6	9	10
17	IPSL-CM4	10	14	19	15	33
18	ECHO-G	6	5	7	10	12
MME18		4.9	8.8	7.8	7.3	16.6
JRA-25		7	16	12	8	28

Endo (2012, JMSJ)

1981~2005年

CMIP5

ID	Model	Yamase frequency (per 25years)				
		May	Jun	Jul	Aug	JJ
A	bcc-csm1-1	1	1	3	6	4
B	CNRM-CM5	7	23	18	4	41
C	CSIRO-Mk3-6-0	12	12	14	15	26
D	CanCM4	3	5	2	11	7
E	CanESM2	3	7	3	10	10
G	FGOALS-s2	3	4	3	4	7
I	GFDL-ESM2G	9	7	3	8	10
P	inmcm4	7	4	4	9	8
Q	IPSL-CM5A-LR	9	13	11	13	24
R	IPSL-CM5A-MR	5	18	8	20	26
S	IPSL-CM5B-LR	28	27	13	8	40
T	MIROC-ESM-CHEM	4	9	1	2	10
U	MIROC-ESM	8	8	1	4	9
V	MIROC4h	3	14	3	8	17
W	MIROC5	5	4	7	4	11
X	MPI-ESM-LR	7	4	3	3	7
Y	MRI-CGCM3	6	6	8	14	14
a	MRI-AGCM3.2S	5	9	11	8	14
MME17		7.1	9.8	6.2	8.4	15.8
JRA-25		10	19	16	11	35

遠藤 (2012, H23RECCA報告書)

気候値の再現性 (6月)

モデルは太平洋高が強く、オホーツク高が弱いバイアスをもつ

再解析(JRA)

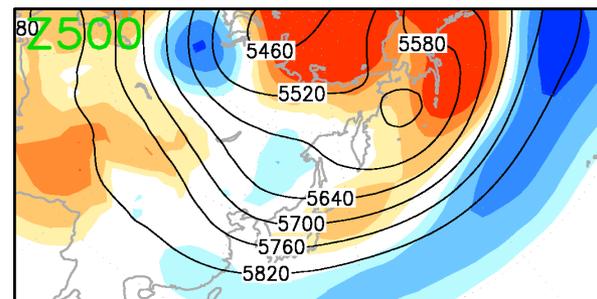
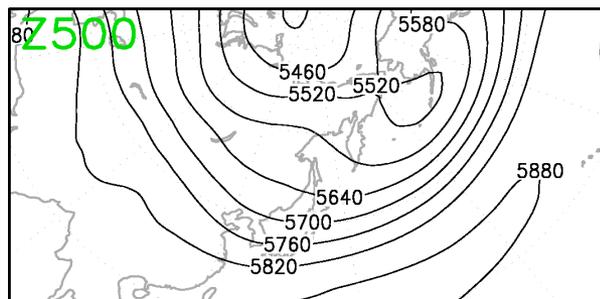
historical JRA jun

モデル平均

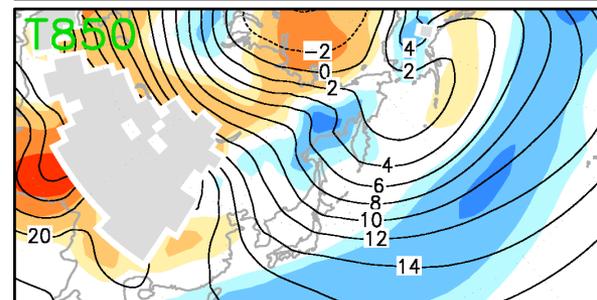
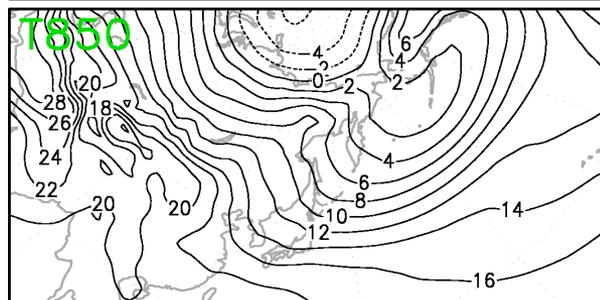
historical ALL34 jun

陰影: バイアス

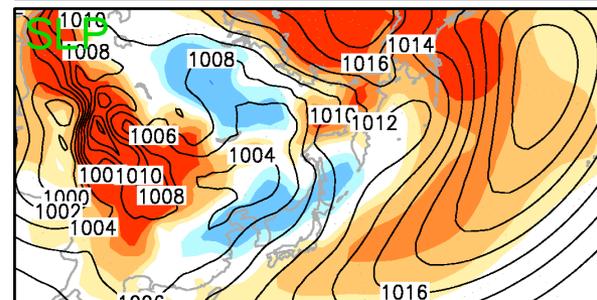
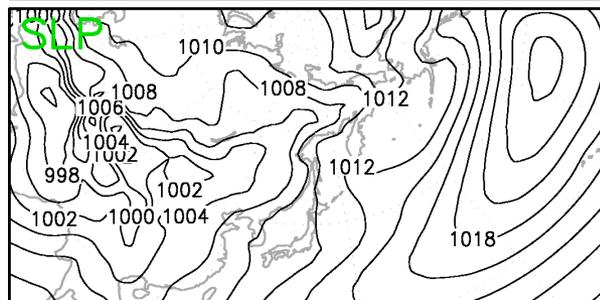
Z500



T850



SLP



Z500とT850は全球平均バイアスを差し引いた

気候値の再現性 (7月)

モデルは太平洋高が強く、オホーツク高が弱いバイアスをもつ

再解析 (JRA)

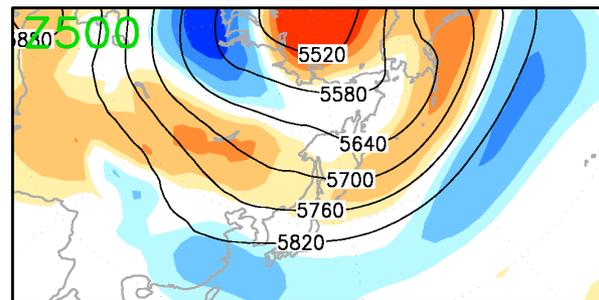
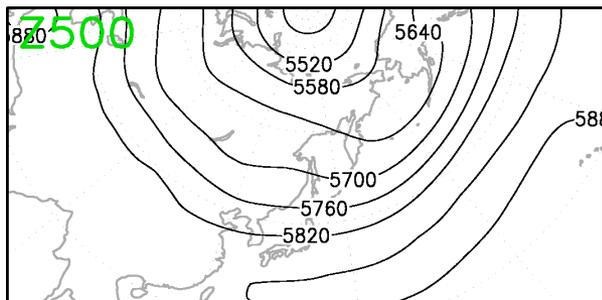
historical JRA jul

モデル平均

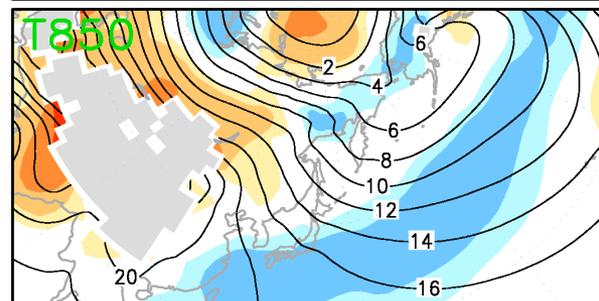
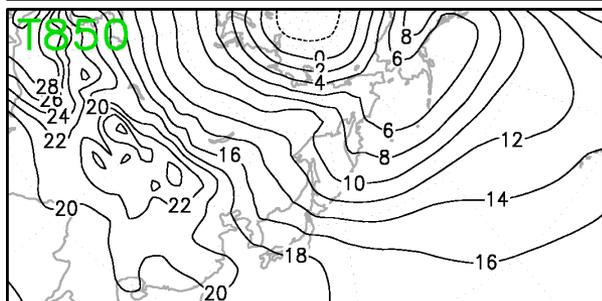
historical ALL34 jul

陰影: バイアス

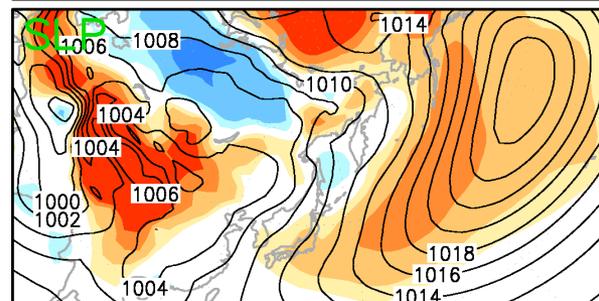
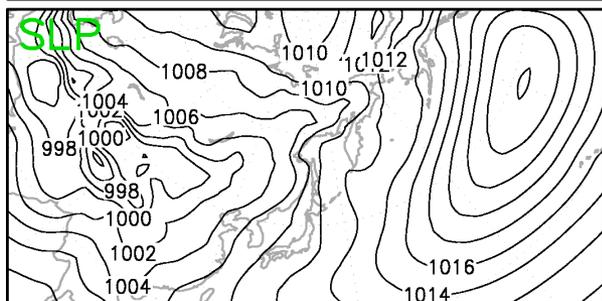
Z500



T850



SLP



Z500とT850は全球平均バイアスを差し引いた

極東東西指数 (FEZI)

$$\text{FEZI} = \text{Z500 (40N, 90-170E平均)} - \text{Z500 (60N, 90-170E平均)} \rightarrow \text{規格化}$$

気象庁の長期予報現業で長らく使われている

[7月, JRA]
1981~2005年

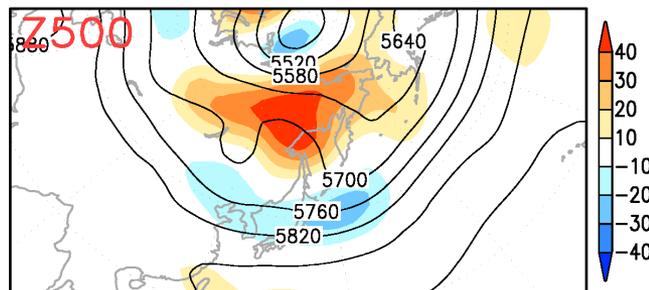
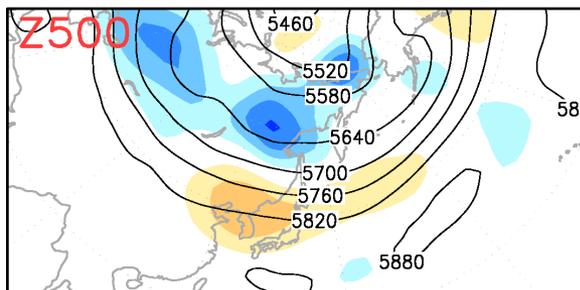
高指数年 (5事例)

低指数年 (5事例)

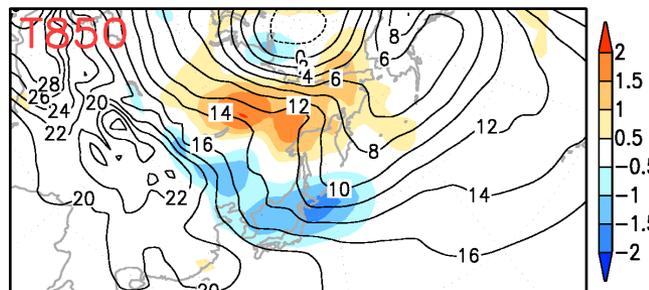
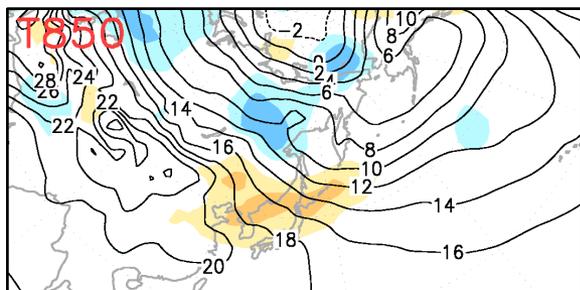
historical JRA FEZI-high5 jul

historical JRA FEZI-low5 jul

Z500

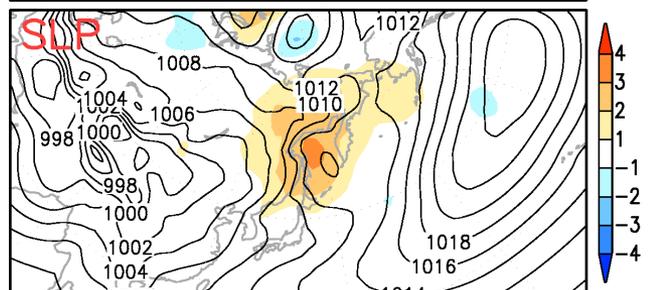
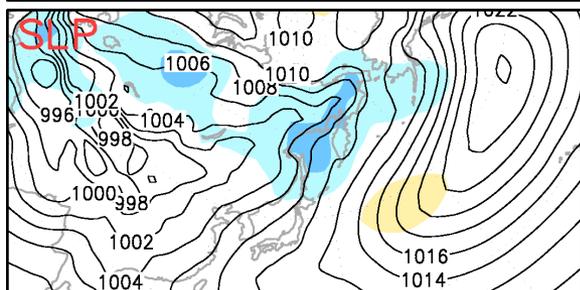


T850



気温差 (°C)
北・日 -1.4
北・太 -1.6
東北・太 -1.8

SLP



日照比 (%)
北・日 94
北・太 78
東北・太 66

FEZIと北日本太平洋側の天候

FEZIはヤマセ現象と関連深い

地上気温

日照時間

(極東東西指数(トレド'除去済)
平均気温(トレド'除去済))

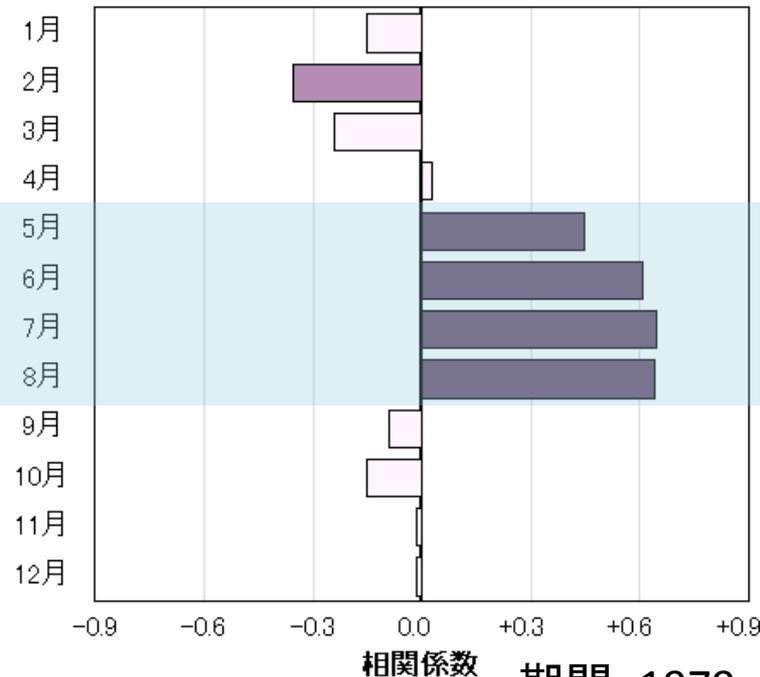
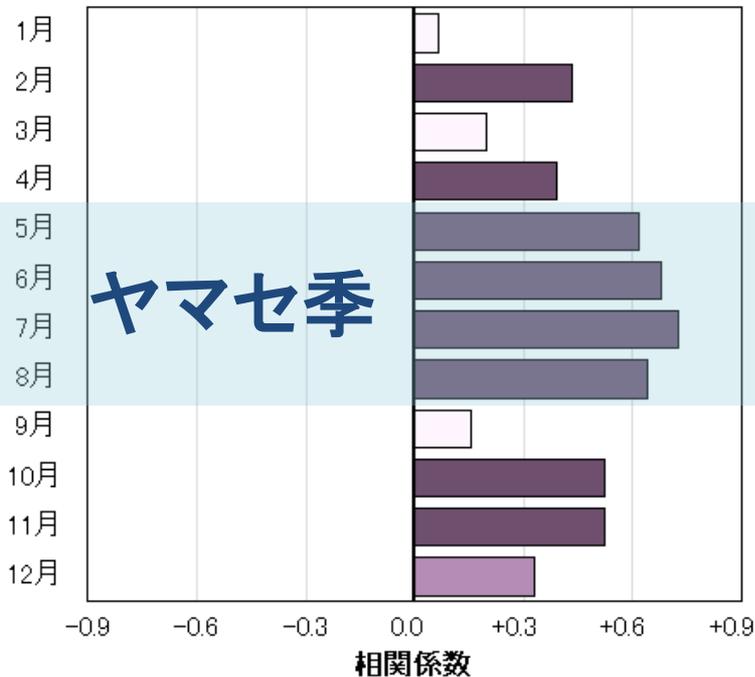
(極東東西指数
日照時間)

北日本太平洋側

北日本太平洋側

有意 両側90% 両側95%

有意 両側90% 両側95%



期間: 1979~2008年
(作成: 気候情報課)

FEZI低指数年の循環場合成図(6月)

マルチモデル平均は低指数時の大気循環偏差の特徴を良く再現

1981~2005年

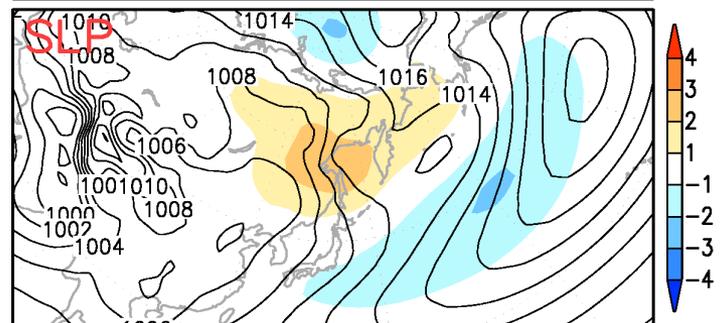
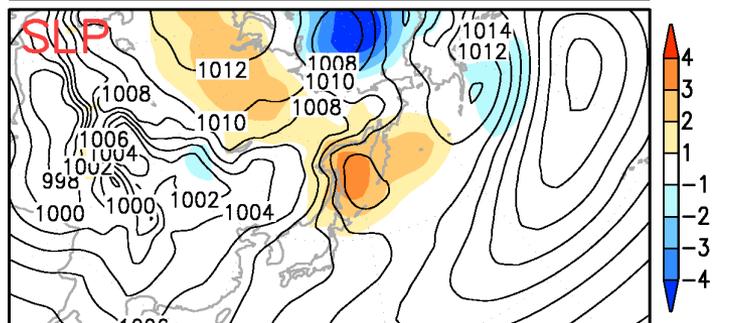
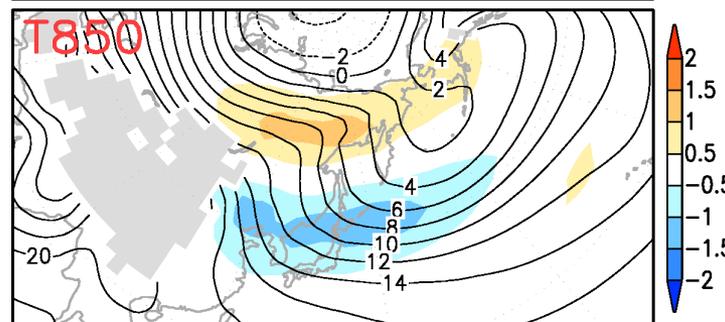
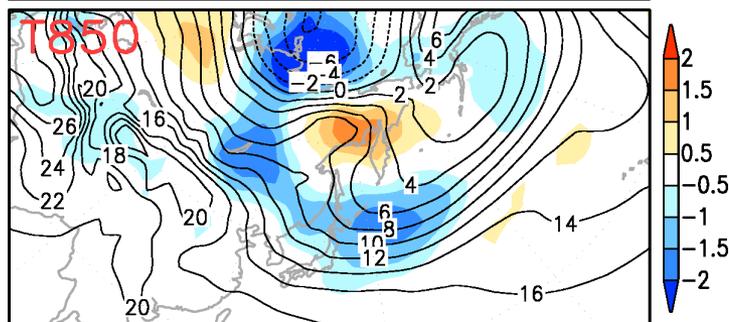
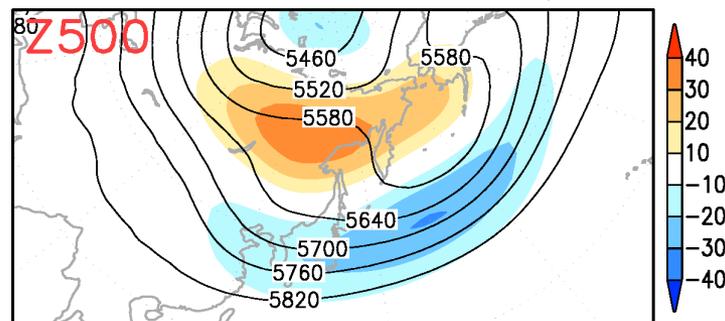
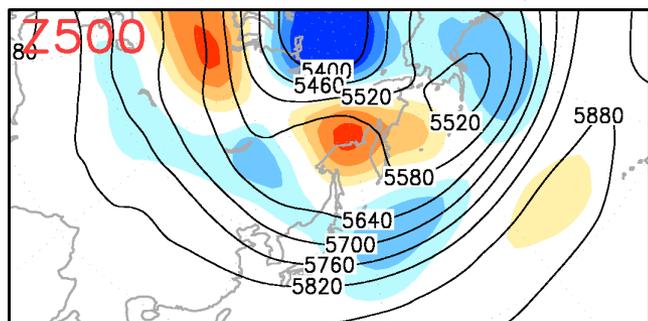
再解析(JRA)

モデル平均

5事例平均

historical JRA FEZI-low5 jun

historical ALL34 FEZI-low5 jun



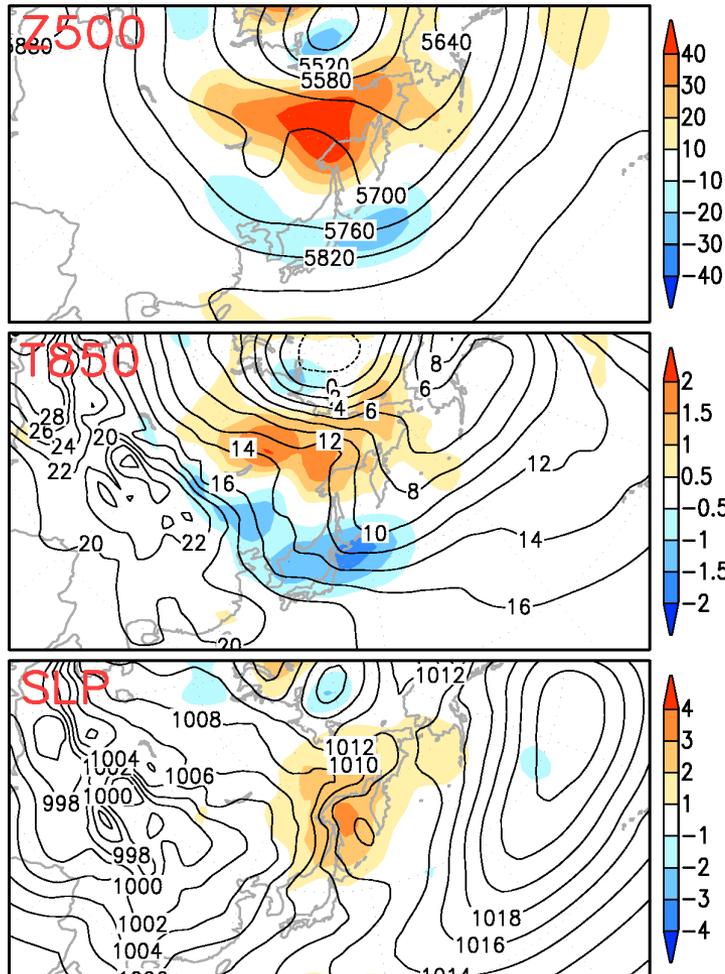
FEZI低指数年の循環場合成図(7月)

マルチモデル平均は低指数時の大気循環偏差の特徴を良く再現

1981~2005年
5事例平均

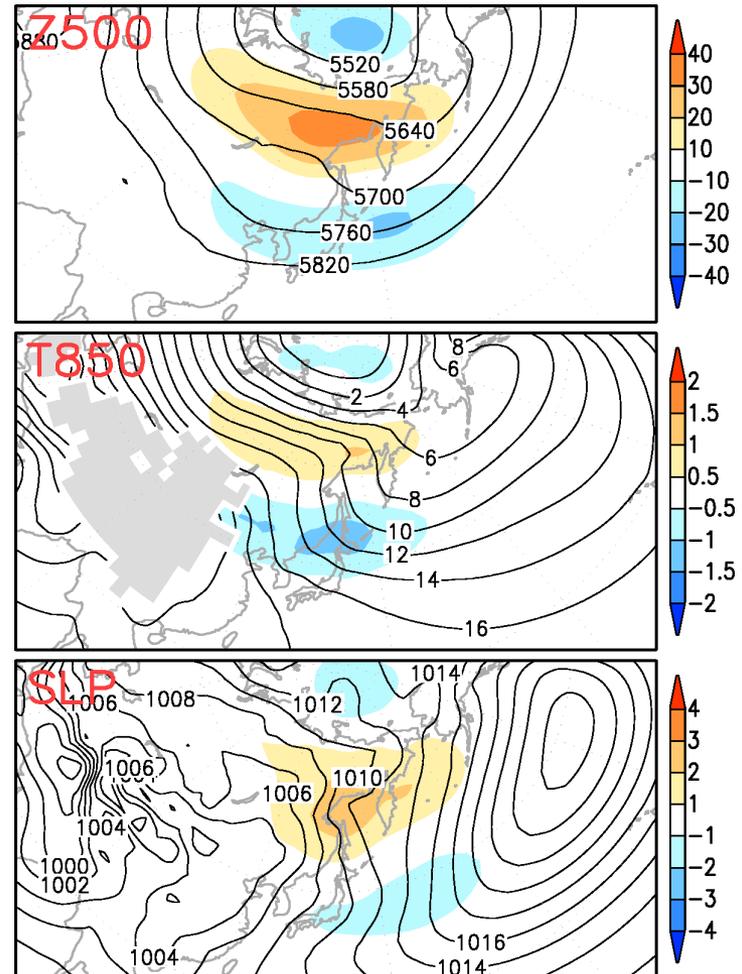
再解析(JRA)

historical JRA FEZI-low5 jul



モデル平均

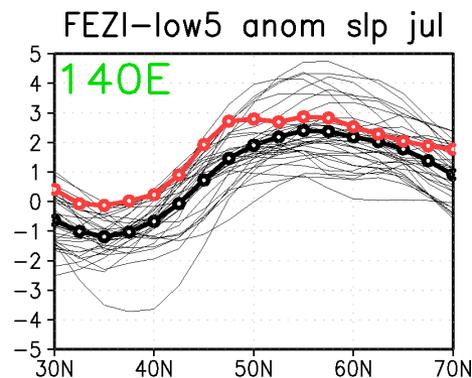
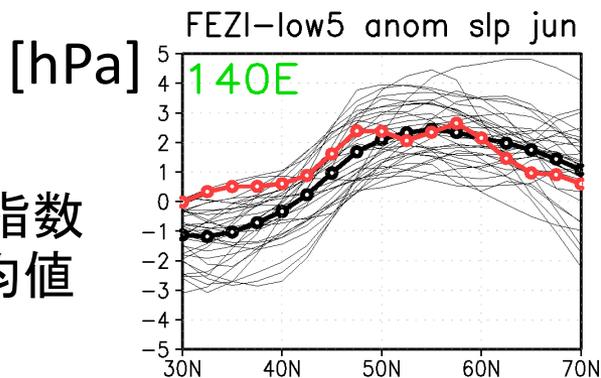
historical ALL34 FEZI-low5 jul



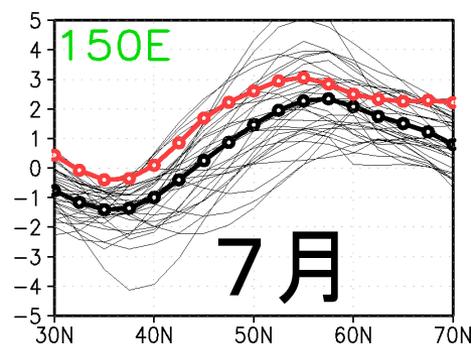
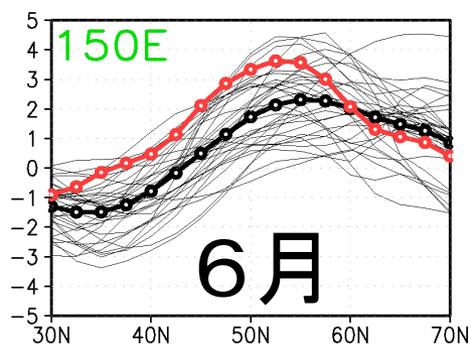
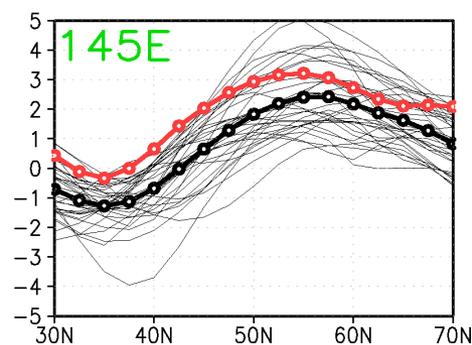
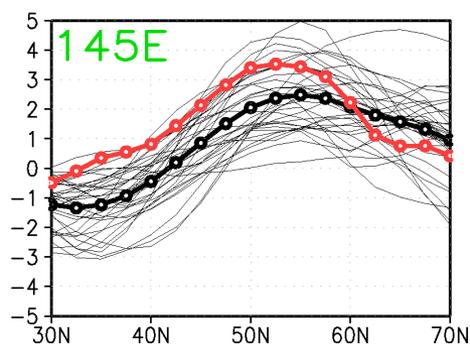
FEZI低指数年のSLP偏差

モデルは低指数時のオホーツク高の発達と南下が弱い

1981~2005年
各モデルの低指数
年(5事例)平均値



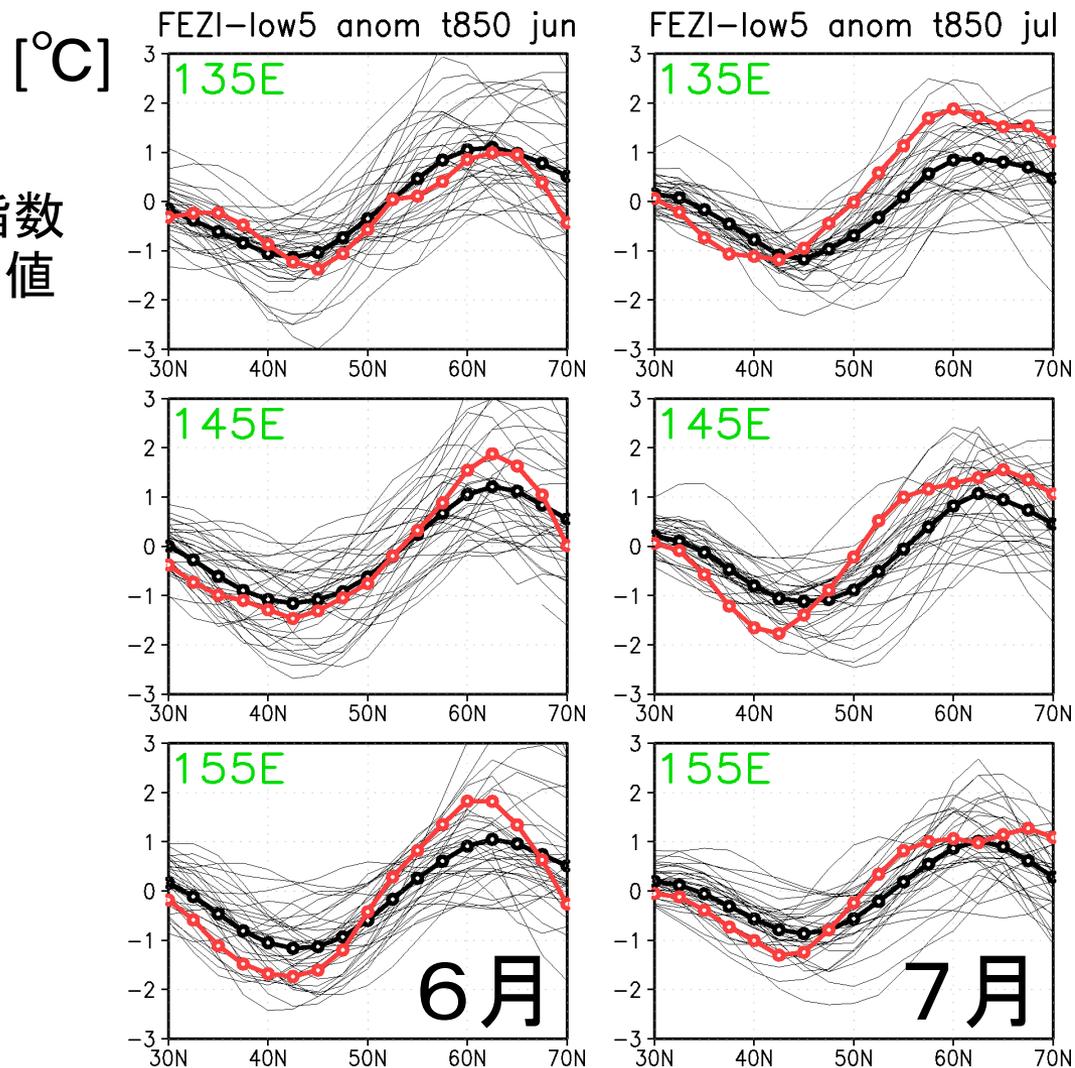
細黒線:各モデル
太黒線:モデル平均
太赤線:JRA



FEZI低指数年のT850偏差

低指数時の寒気の強度と南下が弱い

1981~2005年
各モデルの低指数
年(5事例)平均値



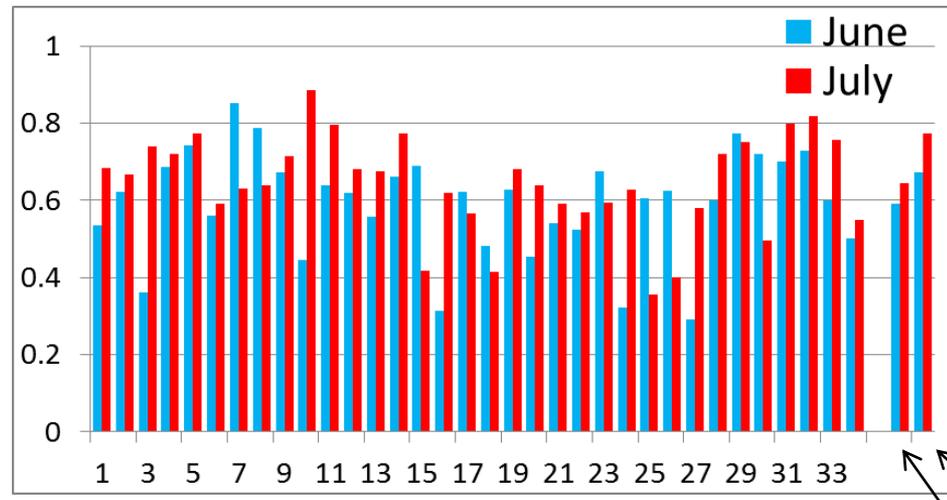
細黒線:各モデル
太黒線:モデル平均
太赤線:JRA

FEZIとオホーツク高、気温の関係： 相関係数

- いくつかのモデルが現実的な高い相関関係を示す
- モデル間のばらつきが大きい

OHTK

SLP (140-160E, 50-60N)
-1を掛けた



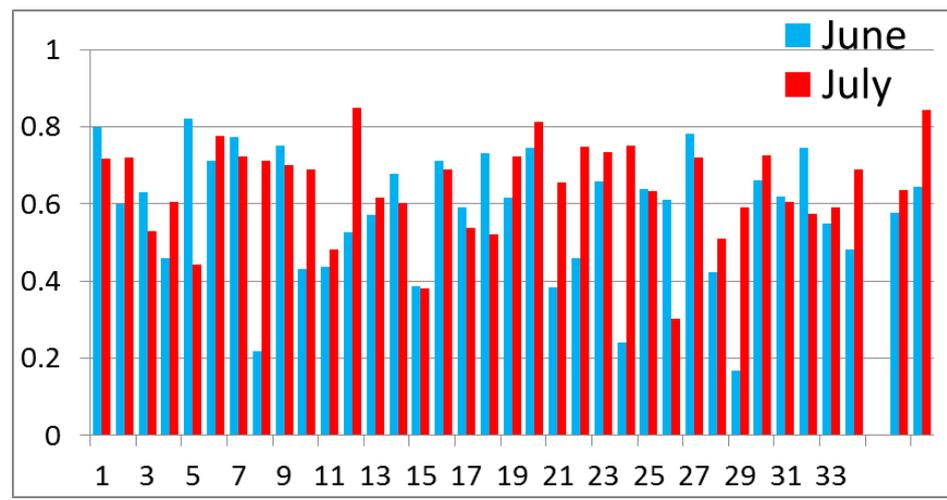
1981~2005年
年々変動成分
から計算

横軸:モデル

JRA
モデル平均

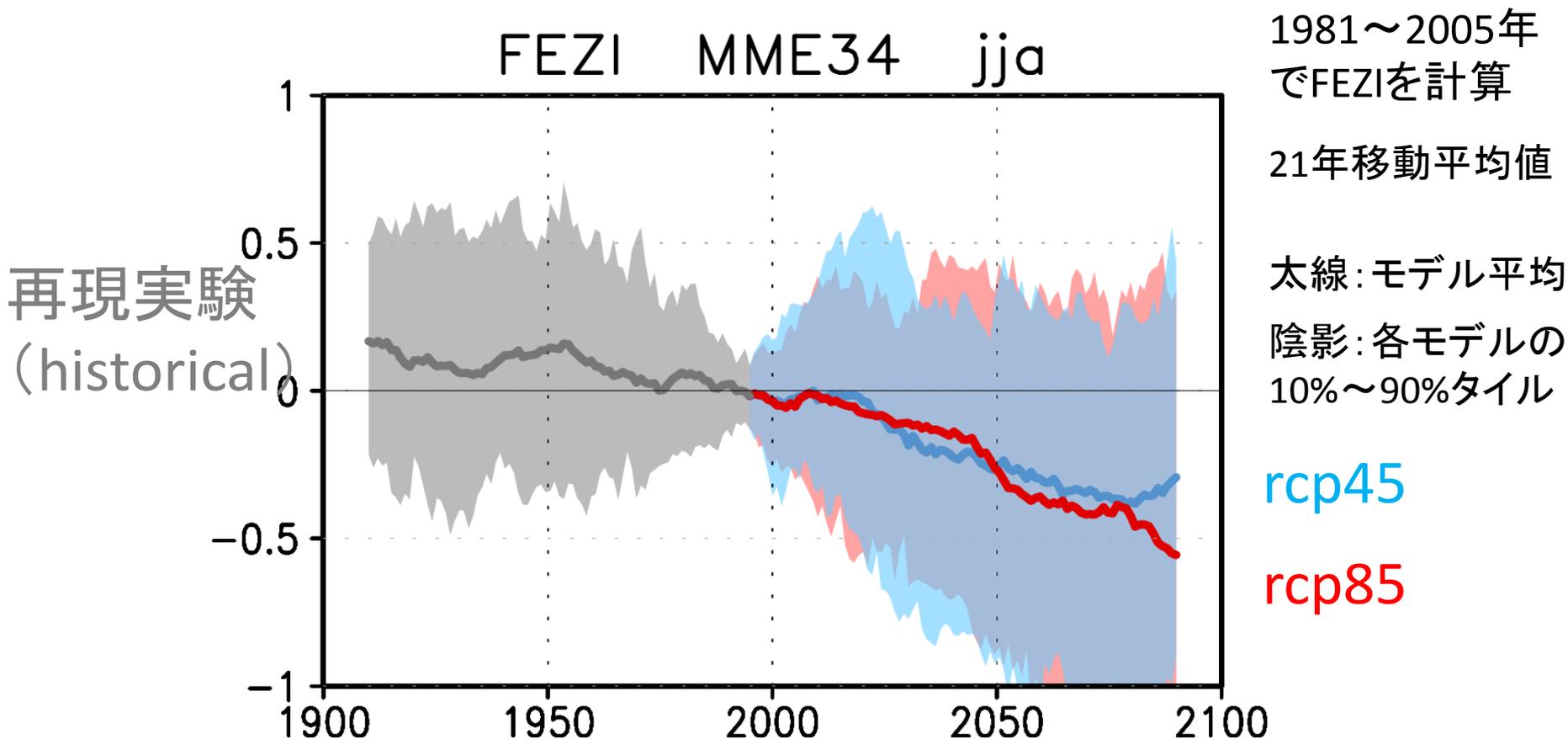
TNJ

T850(140-150E, 40-45N)



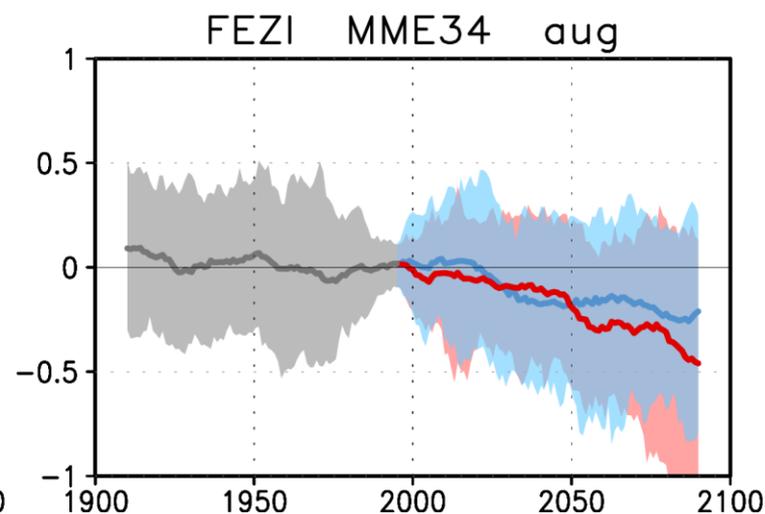
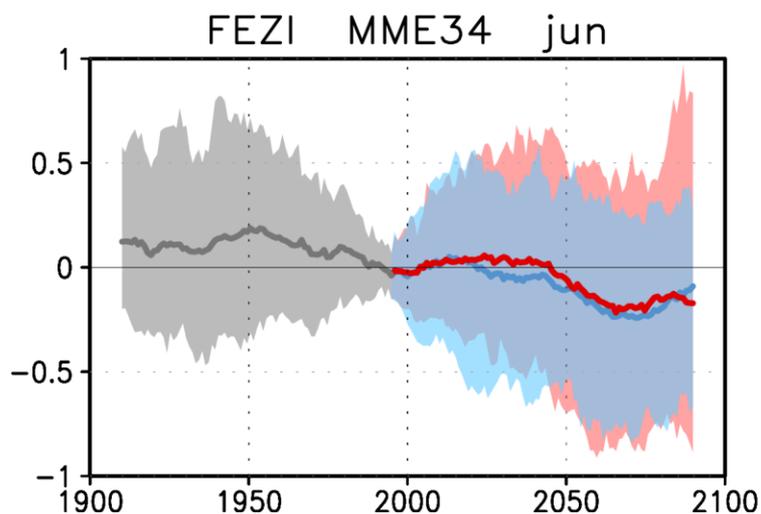
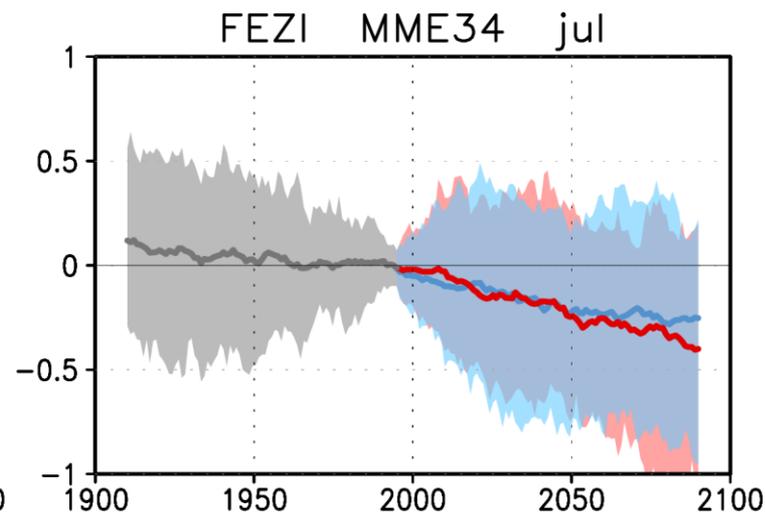
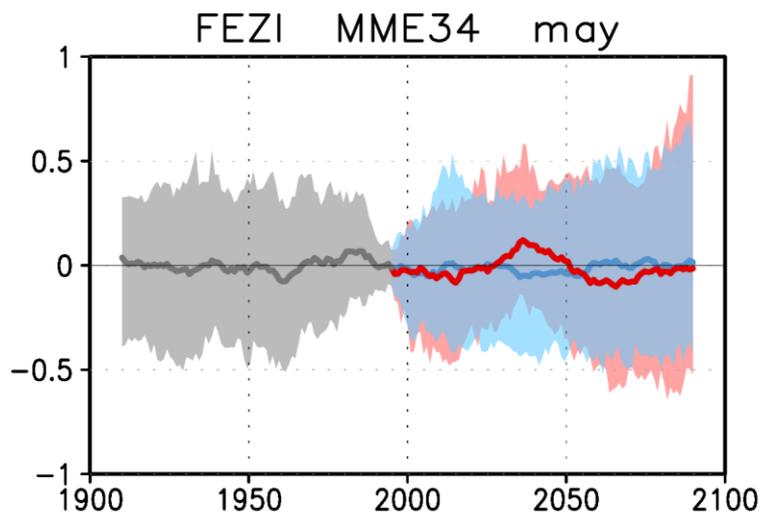
過去・将来実験におけるFEZIの変化(夏平均)

- 多数のモデルがFEZIの低下を予測する
- モデル間のばらつきが大きい



過去・将来実験におけるFEZIの変化(月平均)

特に、ヤマセ季后半の7～8月に低下する傾向

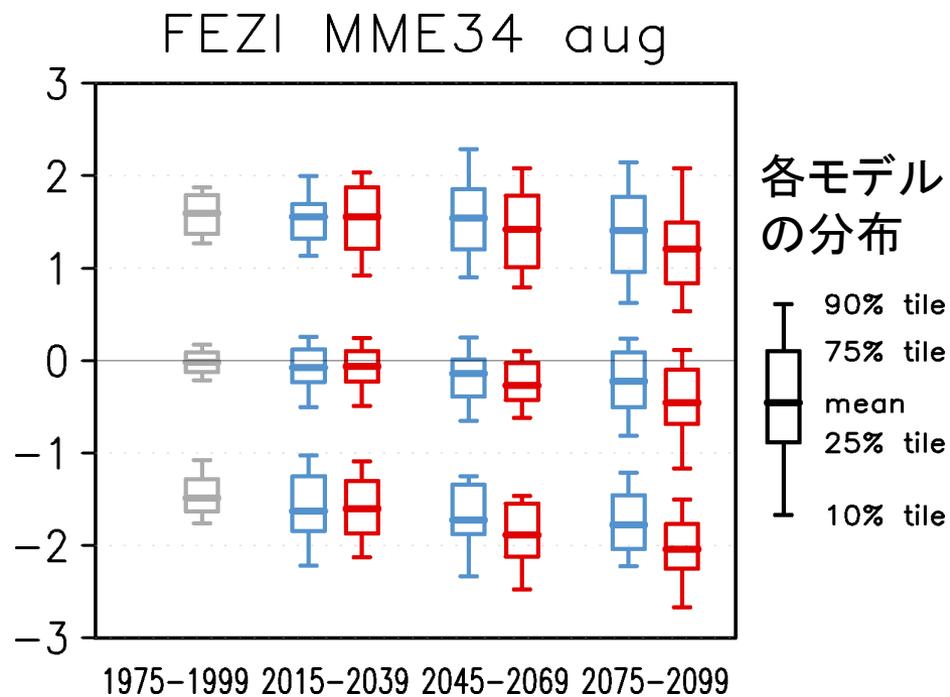
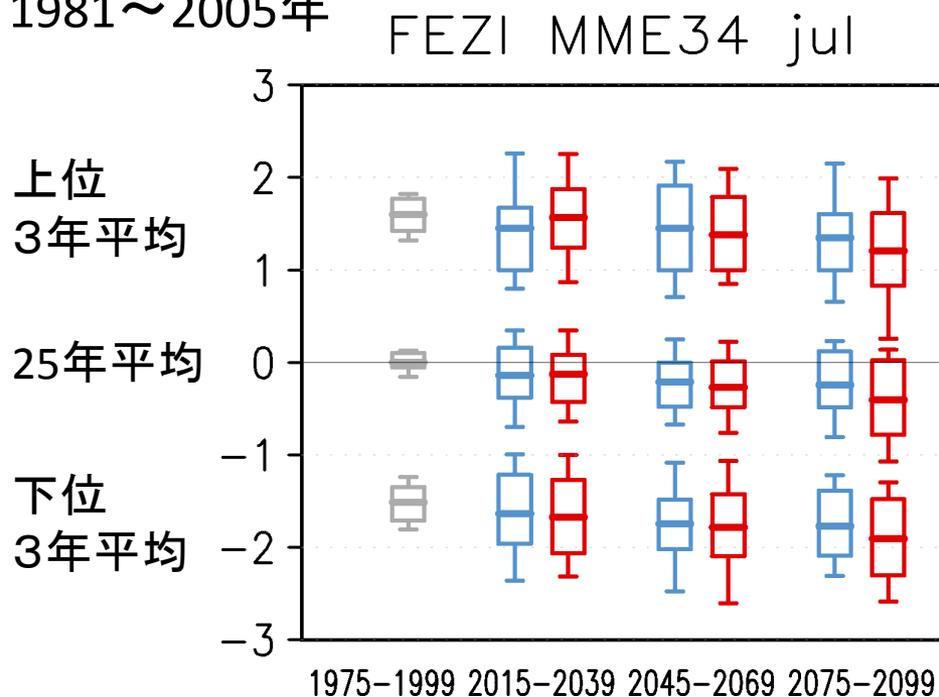


過去・将来実験におけるFEZIの変化(月平均)

変動度の変化は不明瞭

基準期間:

1981~2005年



7月

8月

historical

rcp45

rcp85

まとめ

- 1) 500hPa高度から定義される極東東西指数(FEZI)は、ヤマセ現象に関連する大規模な大気循環の変動を良く捉える指標である。
- 2) CMIP5マルチ気候モデル群は、FEZI低指数時にみられる大規模大気循環の特徴について、モデル間のばらつきが大きいものの概ね現実的に再現する。ただし、モデルが再現するオホーツク海高気圧の発達と日本への寒気南下の程度は弱い傾向がある。
- 3) 将来予測実験では、ヤマセ季後半の7~8月にFEZIの低下を予測するモデルが多いものの、予測値のモデル間のばらつきは大きい。