

2015/16年冬の天候の特徴とその要因

【資料の内容】

冬平均の日本の天候と循環場の特徴

冬前半の記録的な高温・少雪について

1月下旬の東アジアの寒波

2016年3月7日（月）
異常気象分析検討会 定例会
気象庁気候情報課

冬平均の日本の天候と循環場の特徴

気候表(冬平均)

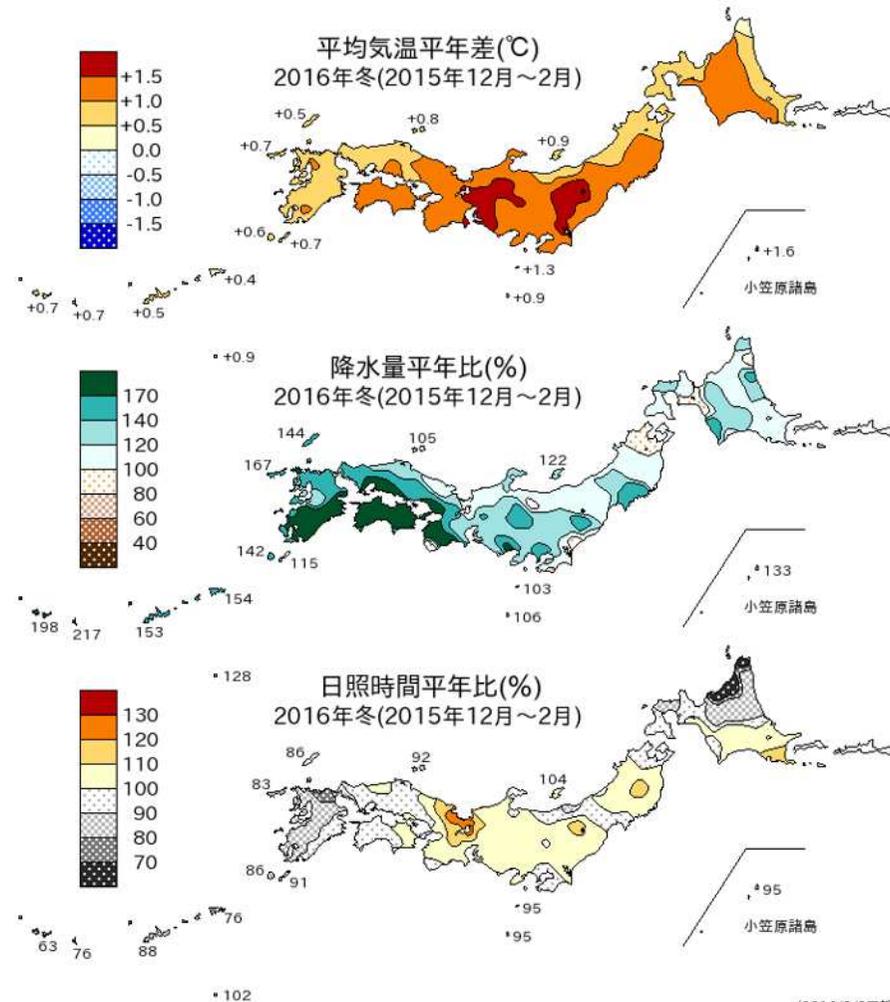
【気温】 全国高温(東日本は歴代2位、西日本は3位)

【降水量】 全国的に多雨(沖縄・奄美は1位、西日本太平洋側は3位)

【降雪量】 北日本でかなりの少雪(北日本日本海側は2位)

2016年 12月~2月の気候表

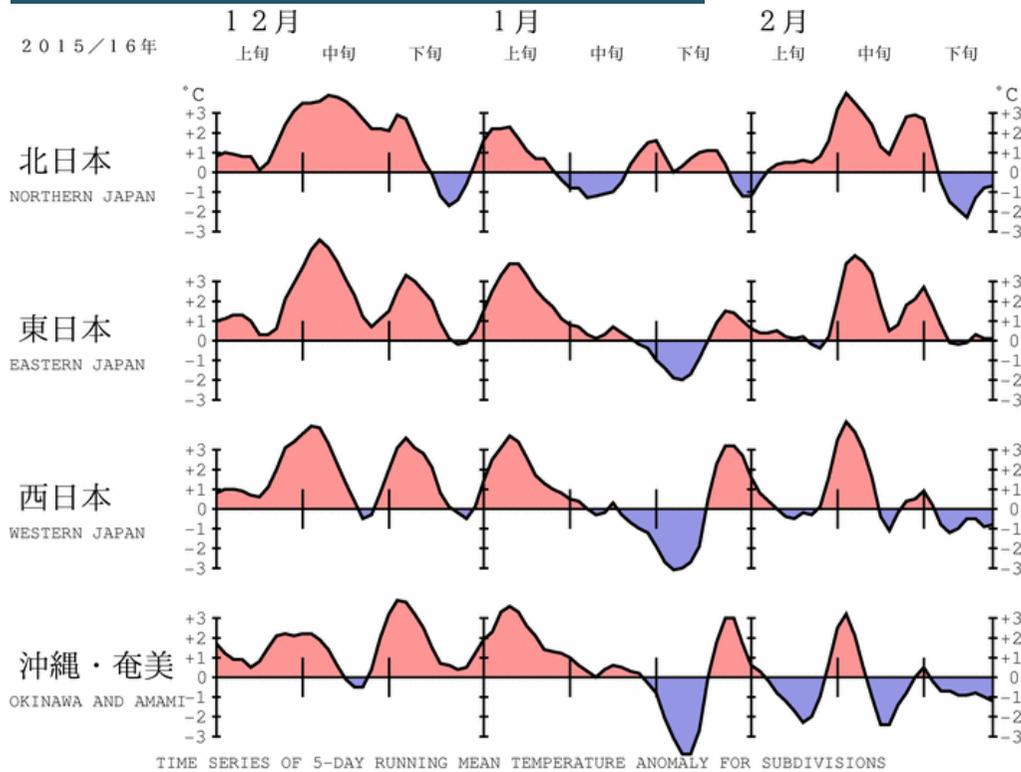
	気温 平年差 °C(階級)	降水量 平年比 %(階級)	日照時間 平年比 %(階級)	降雪量 平年比 %(階級)
北日本	1.0(+) 日 0.9(+) 太 1.1(+)	117(+) 日 111(+) 太 122(+)	96(-) 日 91(-) 太 101(0)	72(-)* 日 72(-)* 太 71(-)*
東日本	1.4(+)* 日 1.1(+) 太 1.4(+)*	127(+) 日 117(+) 太 130(+)	102(0) 日 102(0) 太 102(0)	54(-) 日 47(-) 太 57(-)
西日本	1.0(+)* 日 0.9(+) 太 1.1(+)*	164(+)* 日 143(+)* 太 181(+)*	95(-) 日 92(-) 太 97(0)	85(0) 日 118(+) 太 47(0)
沖縄・奄美	0.6(+)	188(+)*	74(-)*	—



気温、降水量、日照時間の推移

- 1月上旬まで全国的に高温。1月下旬には大陸からの強い寒気が流れ込んだ。

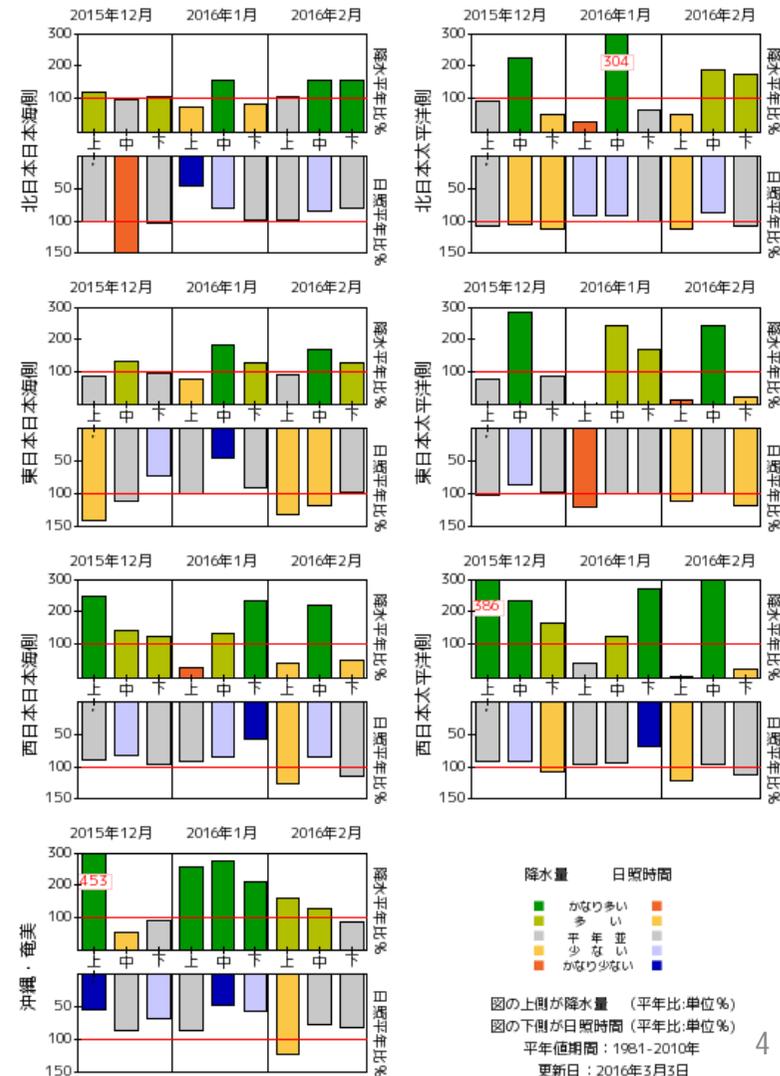
地域平均気温平年差の5日移動平均時系列



地域平均気温平年差の5日移動平均時系列

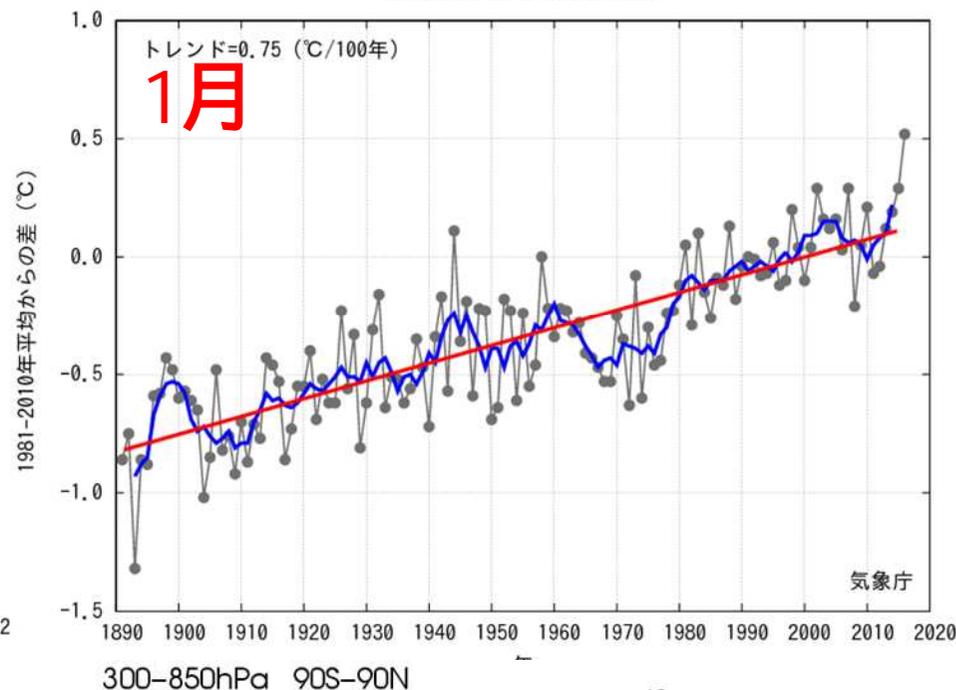
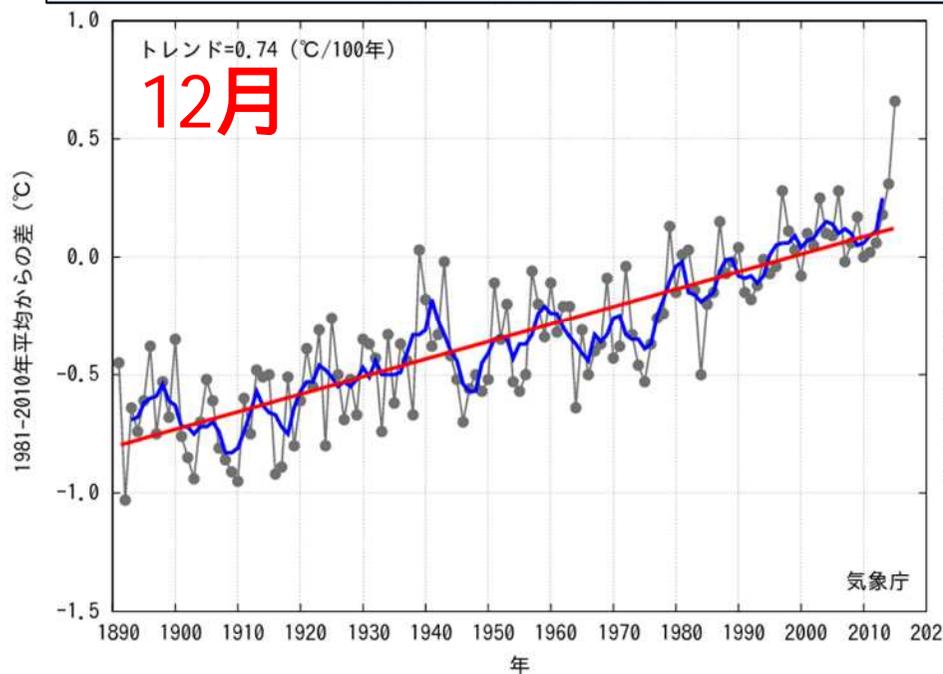
更新日：2016年3月3日

旬ごとの降水日照棒グラフ



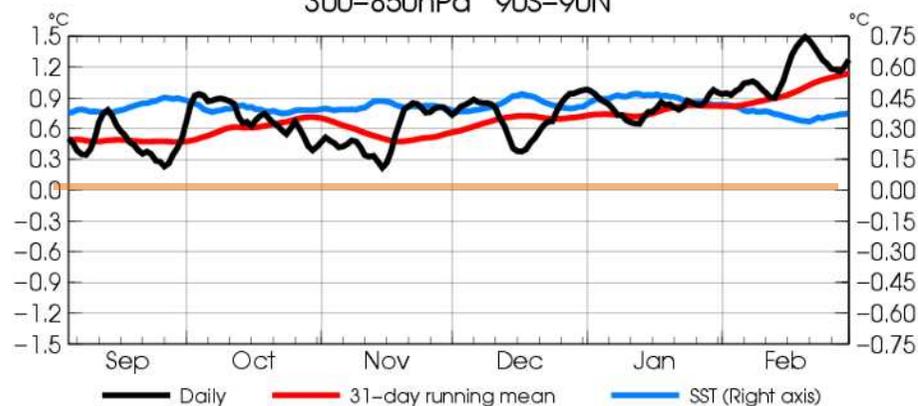
全球平均地上気温、層厚換算温度

全球平均気温は、12月、1月の両月とも、過去の記録を大きく上回って1位となった。層厚換算温度も1位が続いている。



層厚換算温度
(90S - 90N)

丸数字は1958年以降の月の順位
(5位以内)

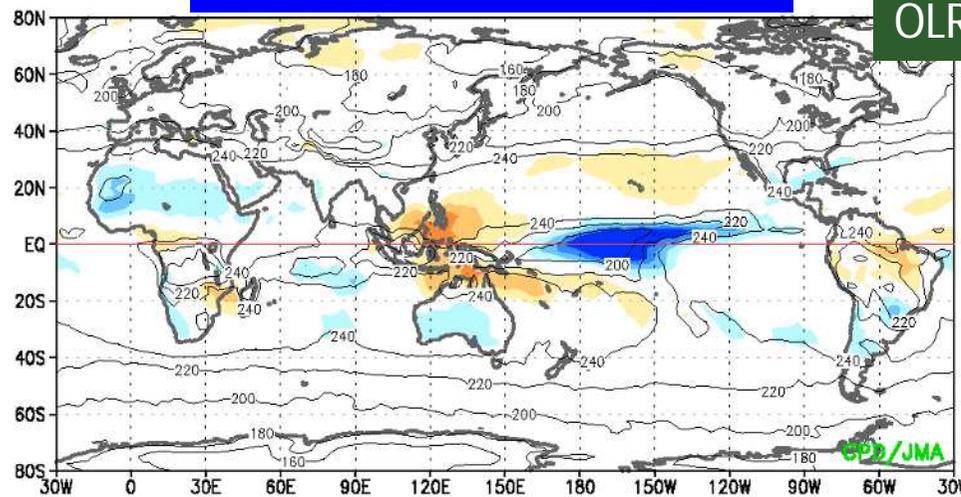


OLR、速度ポテンシャル(エルニーニョ年合成図と比較)

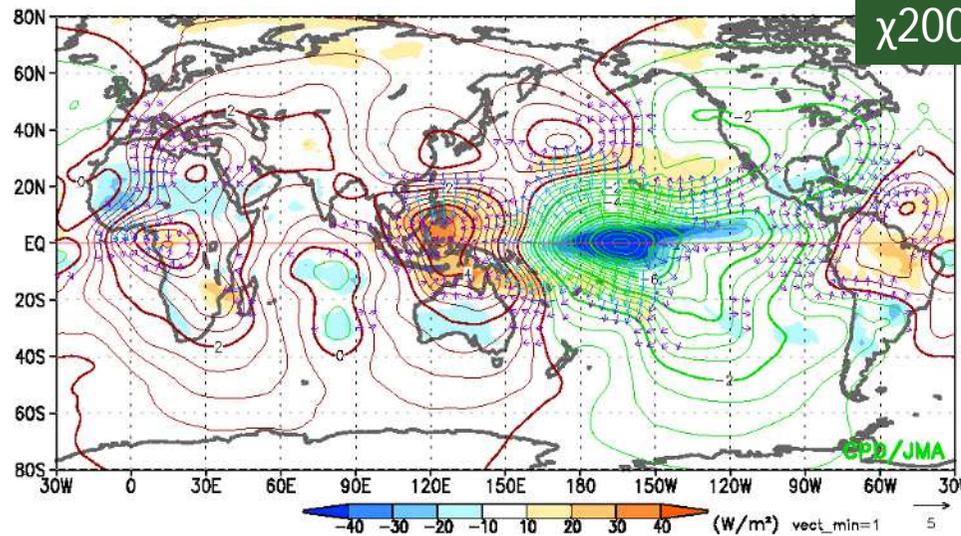
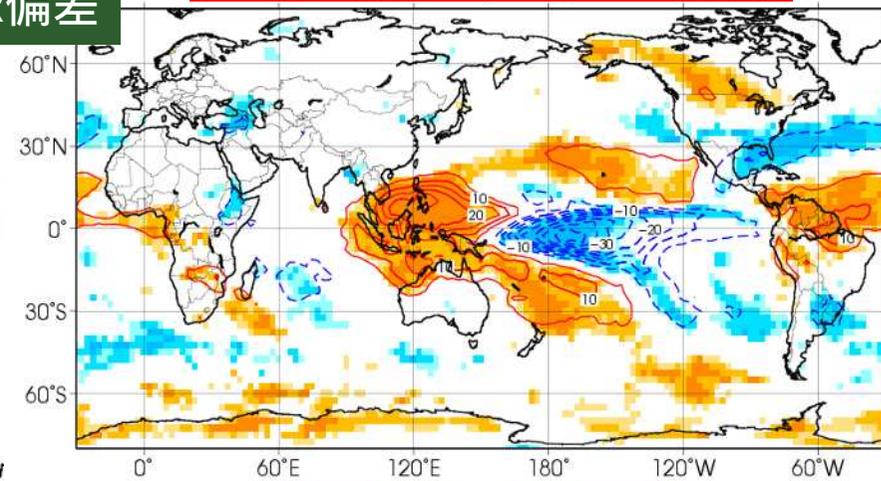
- 今冬(左図)は海洋大陸付近で対流不活発・上層収束偏差、太平洋中部で対流活発・上層発散偏差となった。エルニーニョ年の冬(右図)と特徴が一致。

今冬の実況

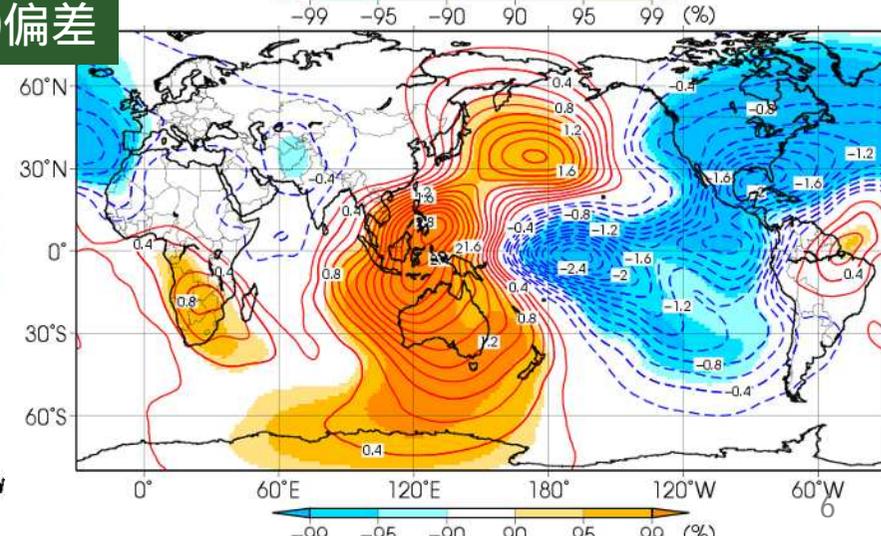
エルニーニョ年の合成図



OLR偏差



$\chi 200$ 偏差

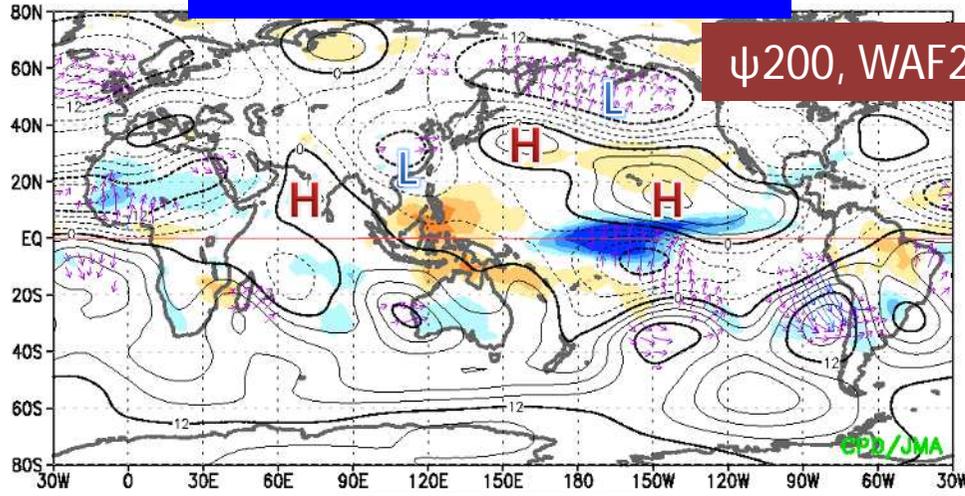


流線関数 (エルニーニョ年合成図と比較)

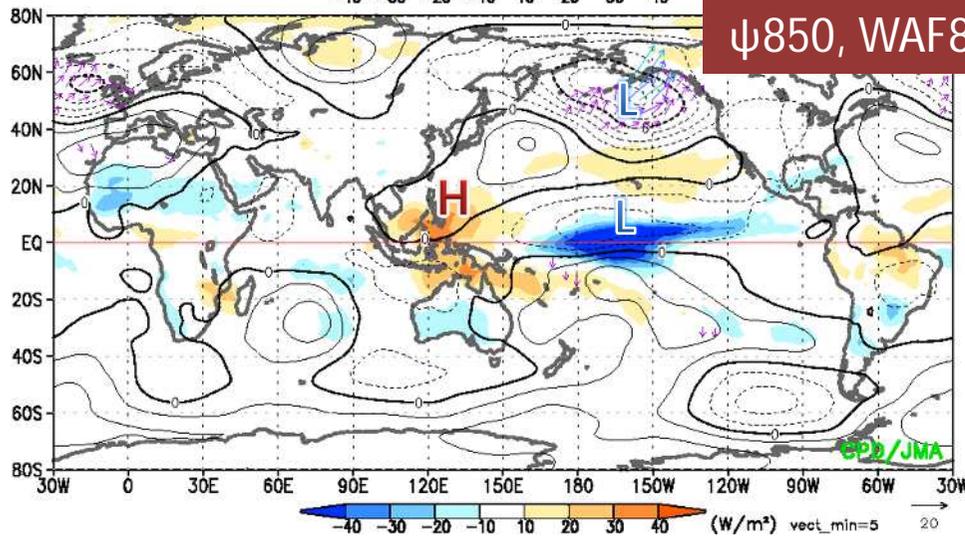
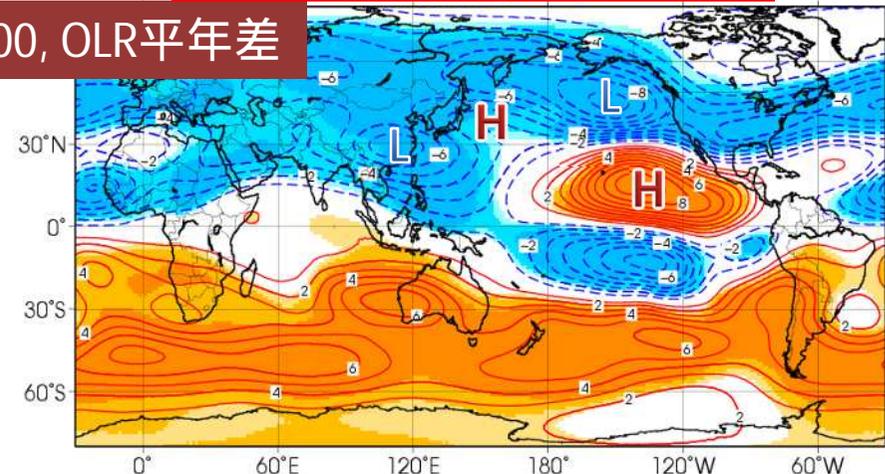
- 今冬 (左図) は、中国南部の上層で低気圧性循環偏差、フィリピン付近の下層で高気圧性循環偏差。エルニーニョ年の冬 (右図) と特徴が一致している。

今冬の実況

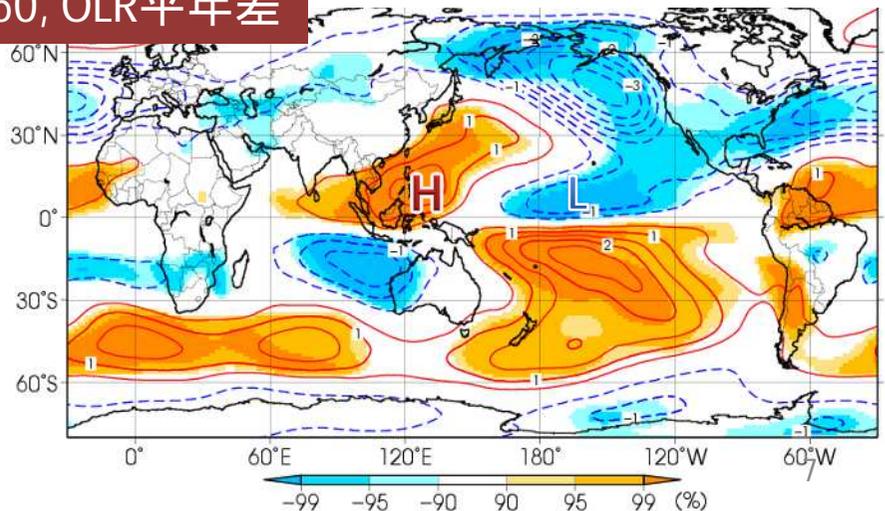
エルニーニョ年の合成図



ψ_{200} , WAF200, OLR平年差

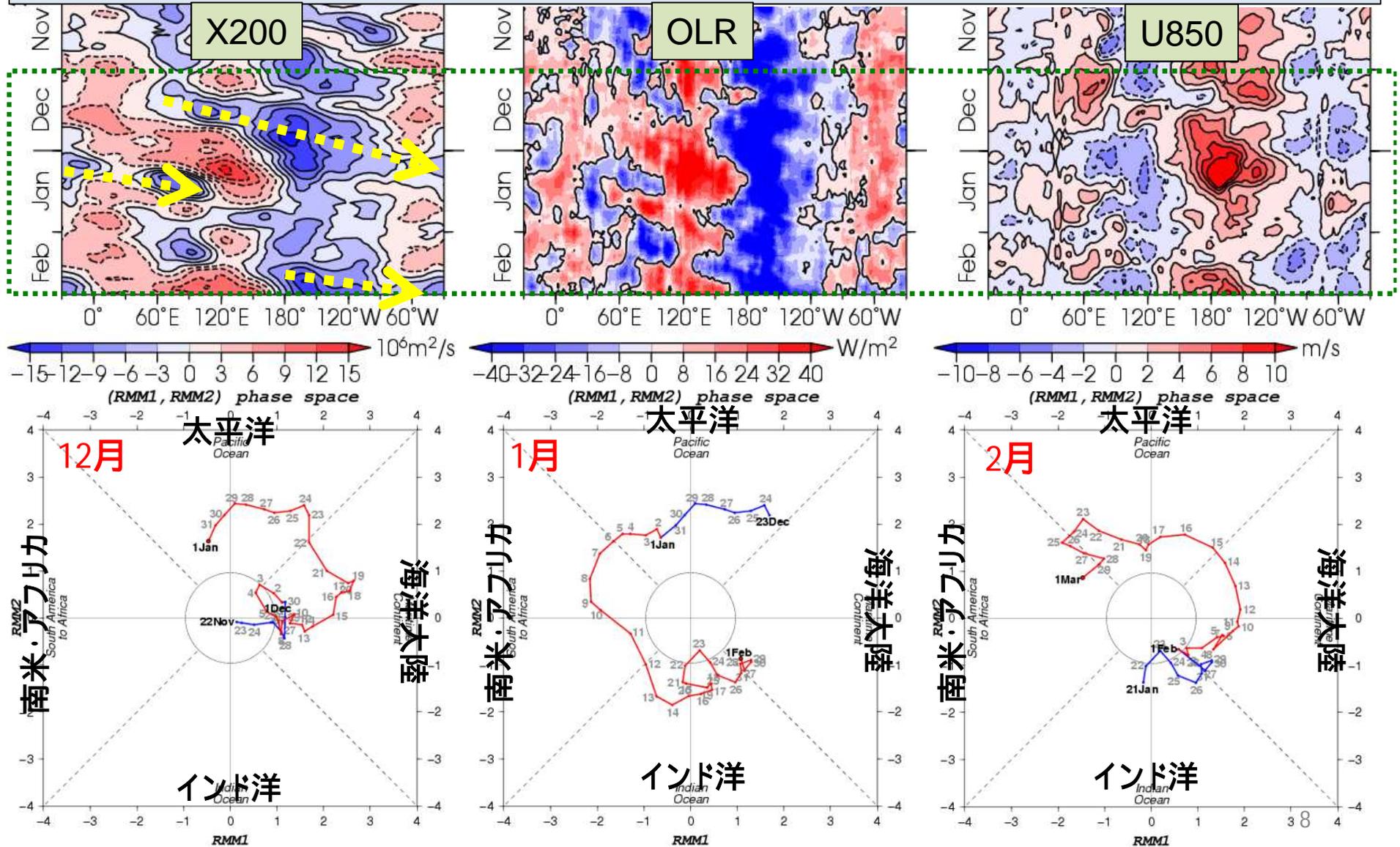


ψ_{850} , WAF850, OLR平年差



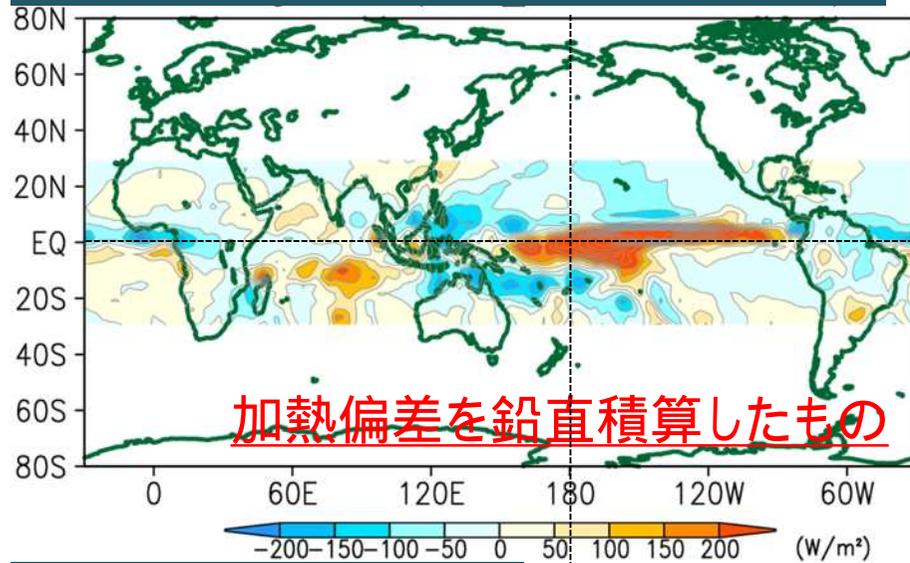
熱帯 季節内振動

赤道季節内振動に伴う対流活発な位相は、12月中旬から1月中旬前半にかけて海洋大陸～インド洋を東進した。インド洋東部～海洋大陸付近では不明瞭となった。



LBM実験結果 (冬平均の加熱実験)

【強制】非断熱加熱平年偏差

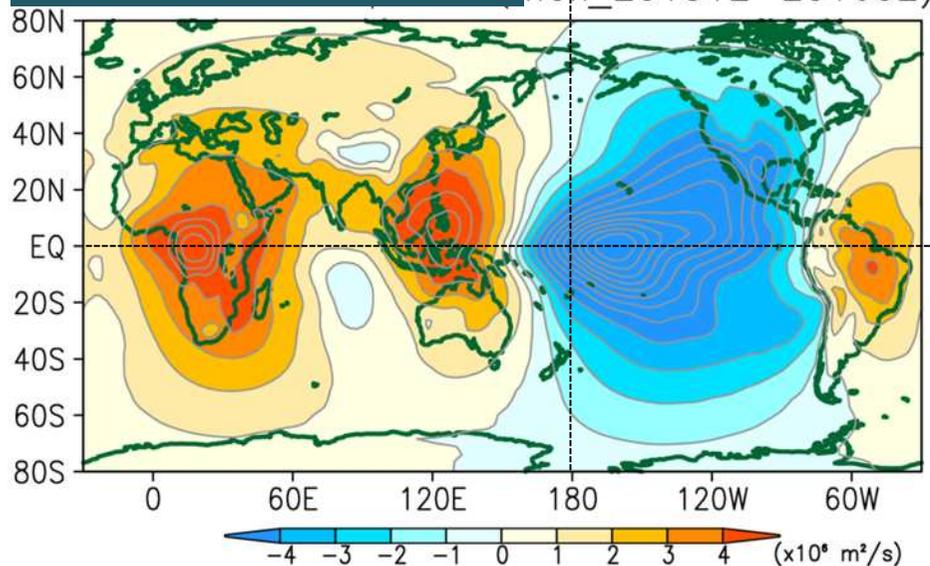


- LBM実行環境 (Watanabe and Kimoto 2000) は東京大学渡部先生よりご提供いただいた

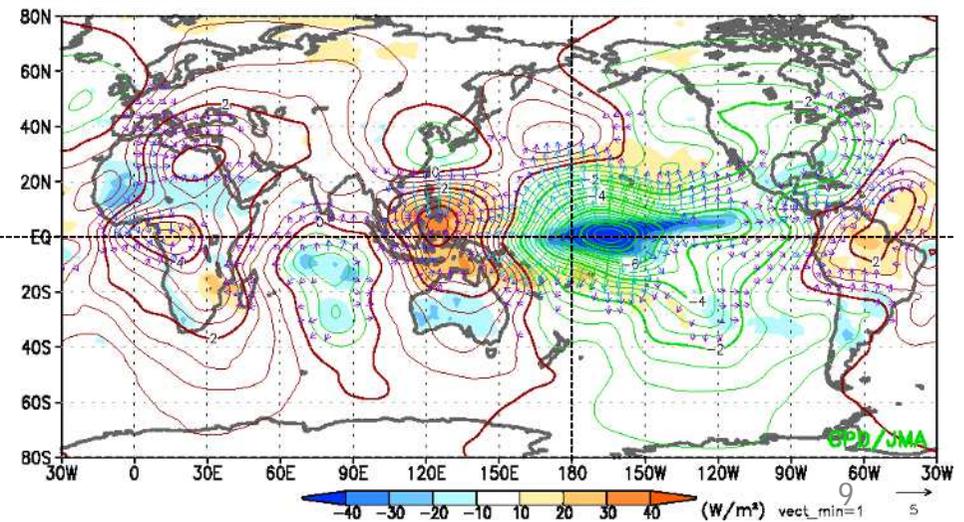
- 加熱強制域: 30°S–30°N
- 基本場: 冬平均の平年値

実況に対応して、太平洋の上層発散偏差、アフリカ、海洋大陸付近の上層収束偏差がLBM応答に現れた。

【応答】 $\times 200$ 偏差

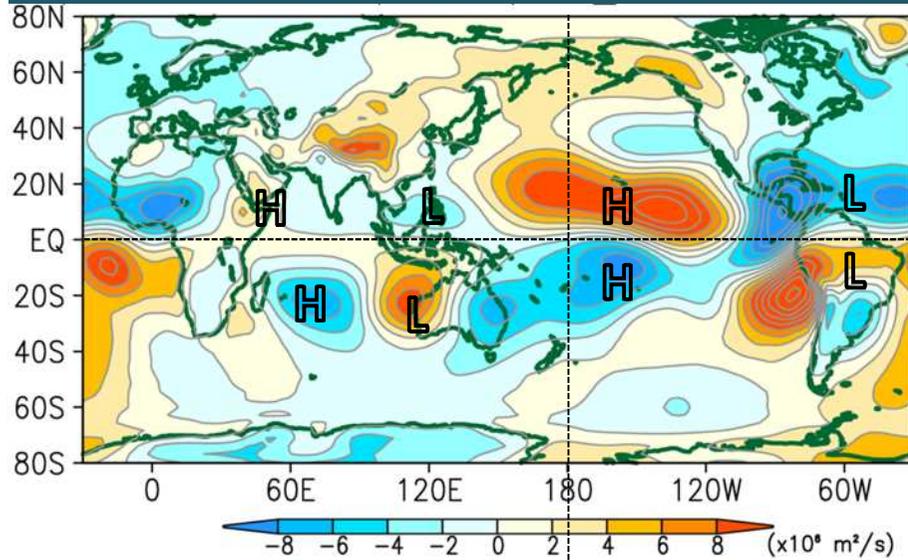


【解析】 $\times 200$ 平年偏差

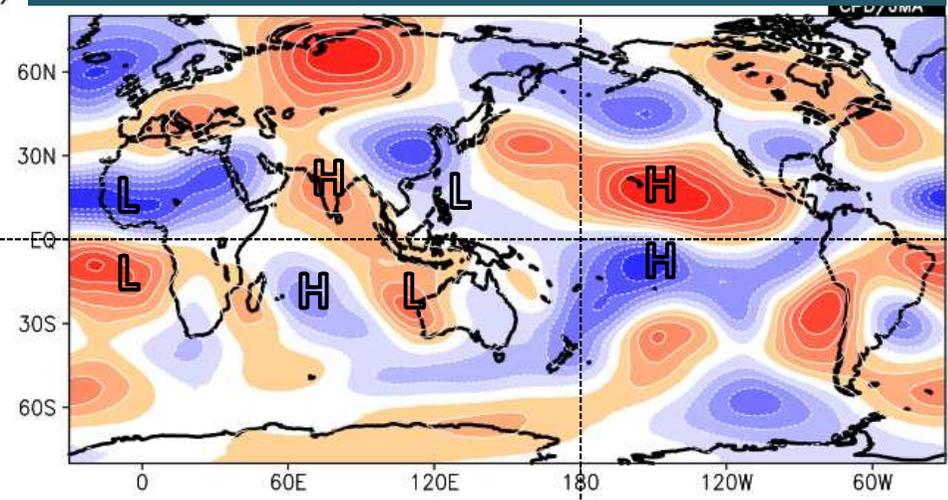


LBM実験結果 (冬平均の加熱実験)

【応答】 ψ_{200} 偏差 (带状平均除去)

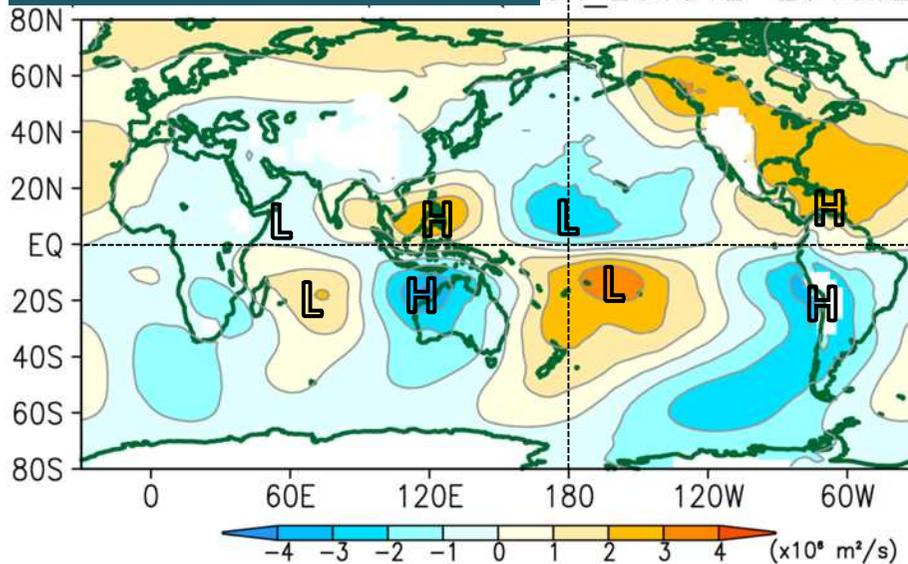


【解析】 ψ_{200} 偏差 (带状平均除去)

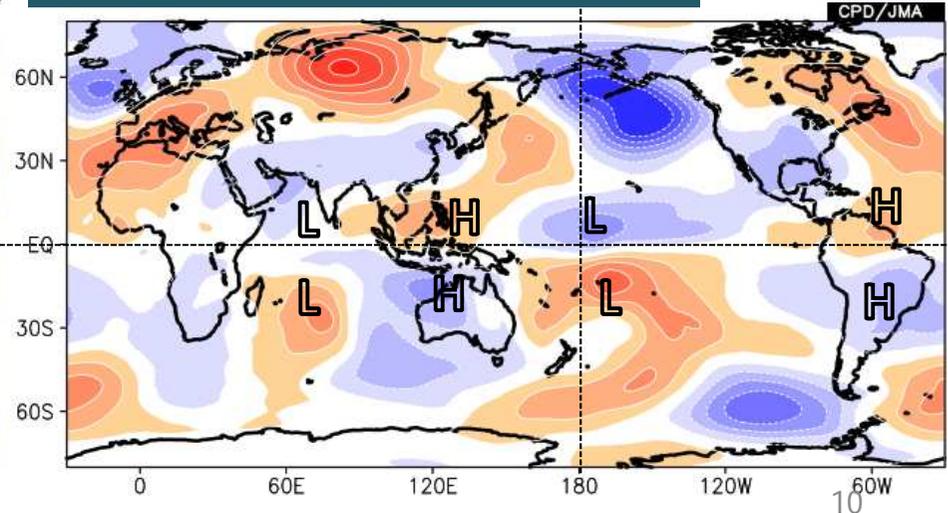


【応答】 ψ_{850} 偏差

on_201512-201602)



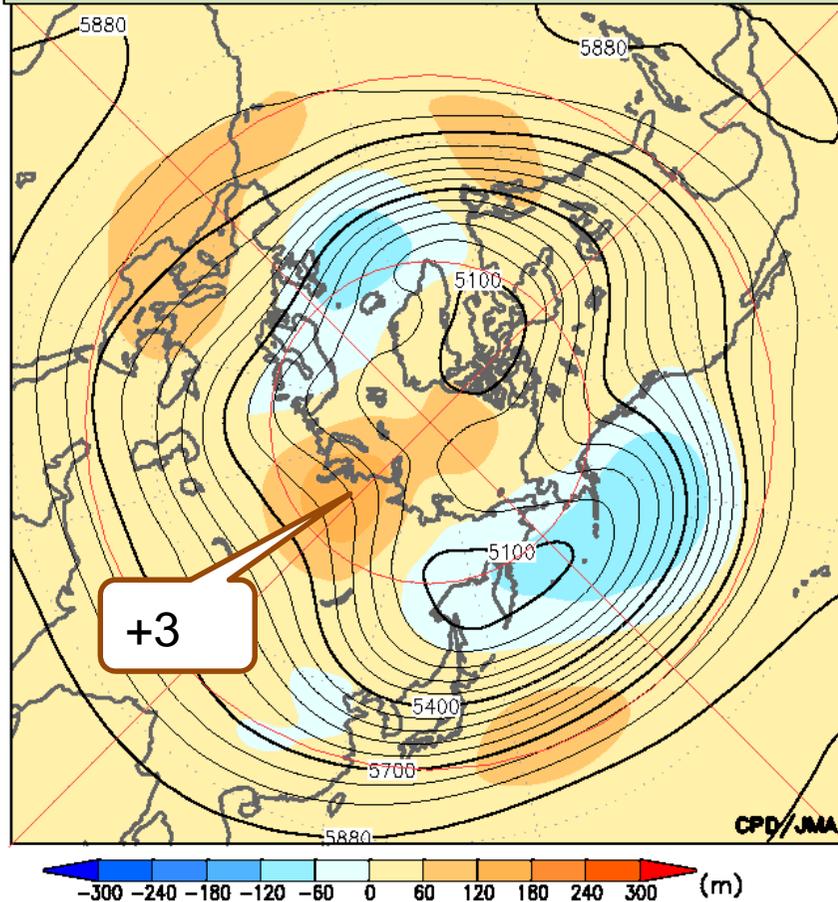
【解析】 ψ_{850} 偏差



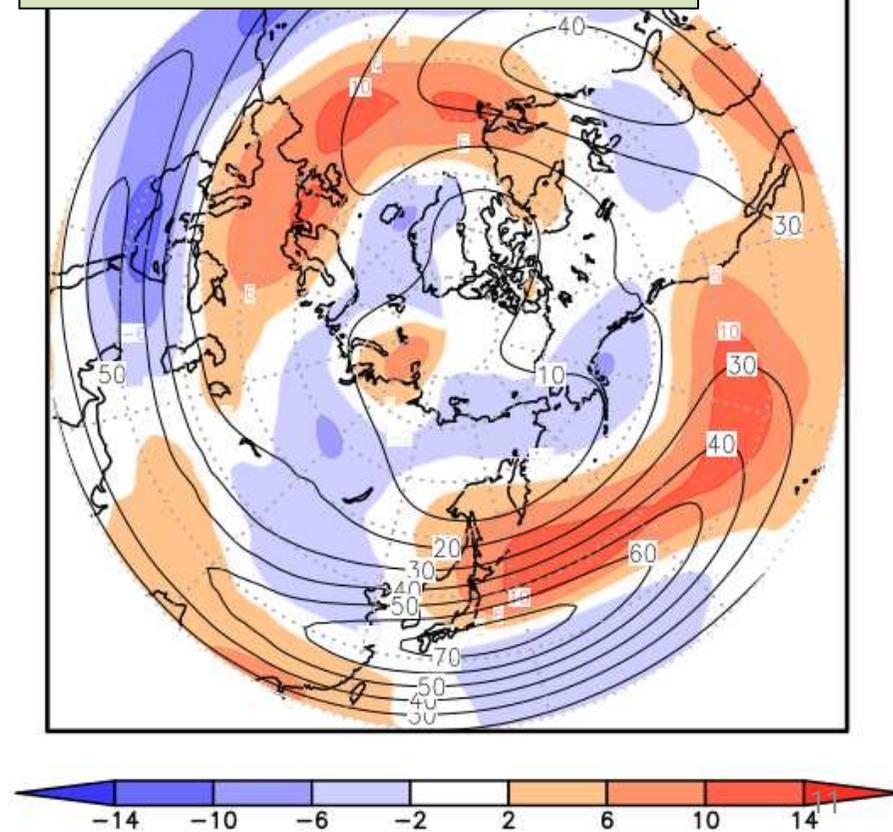
中高緯度：500hPa高度、偏西風（冬平均）

- ・東経90度付近にリッジ。北大西洋、アリューシャン付近は負偏差となった。
- ・中国付近は弱い負偏差、日本付近は正偏差。
- ・亜熱帯ジェット気流は、中国で南偏。日本付近の偏西風は北偏した。偏西風は、大西洋からヨーロッパにかけて明瞭だった。

500hPa高度(実線、m)・平年差(陰影)

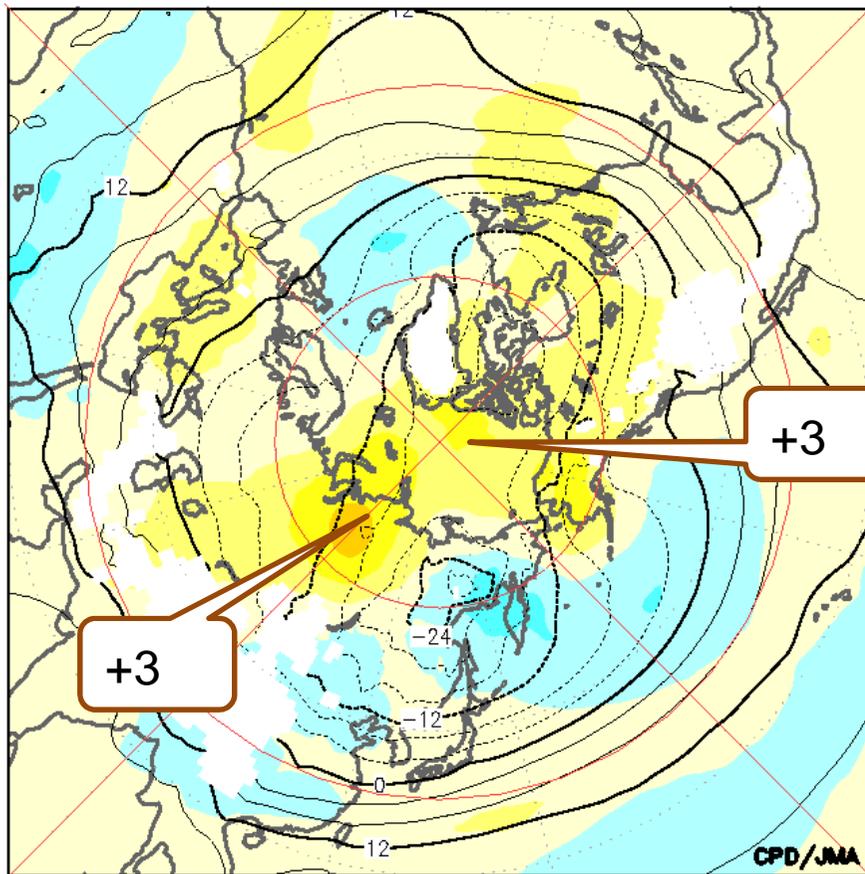


200hPa東西風平年差(陰影)、
平年値(黒線)、単位m/s

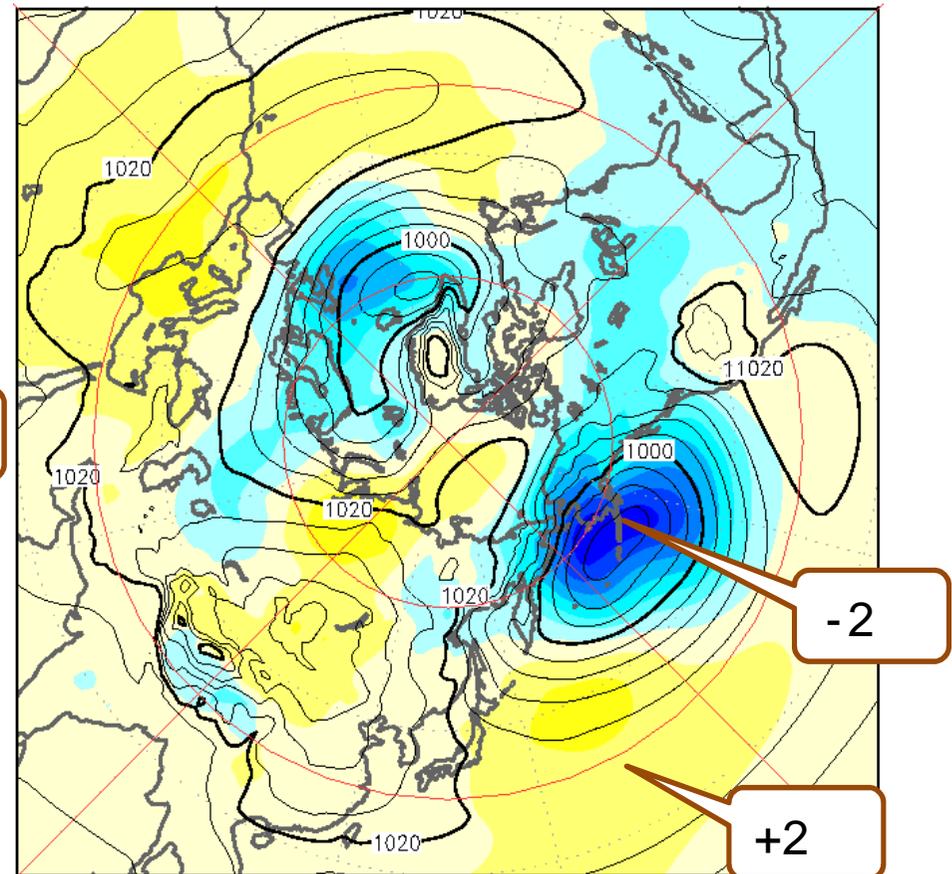


中高緯度：850hPa気温・海面気圧(冬平均)

- ・西シベリア～北米北部、ヨーロッパ南部で高温偏差だった。
- ・シベリア高気圧は中心付近は平年より強く、アリューシャン低気圧は平年の位置の東側で強かった。日本付近は高気圧偏差で冬型の気圧配置は平年より弱い。



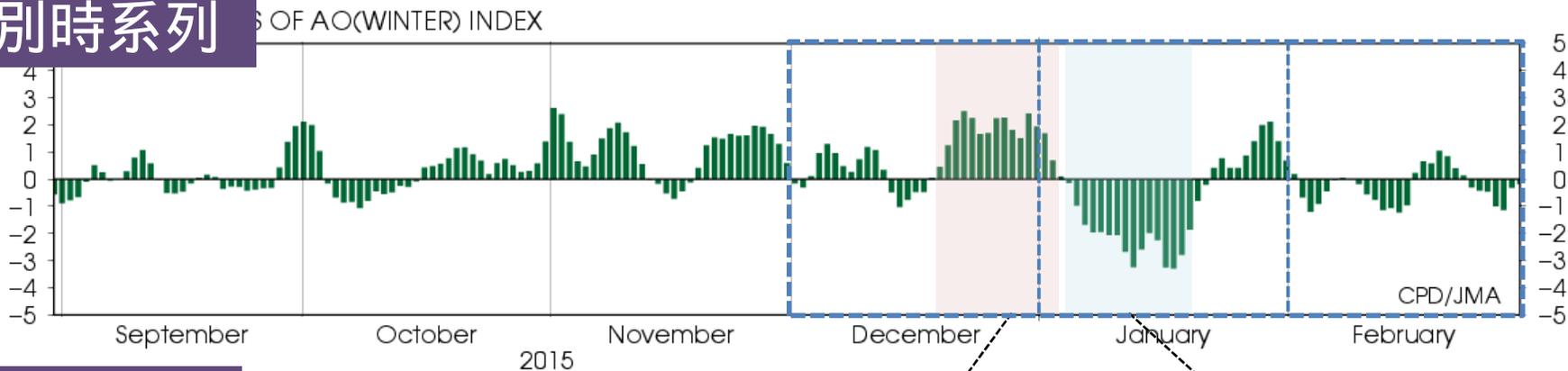
850hPa気温(実線、)・平年差(陰影)



海面気圧(実線、hPa)・平年差(陰影)

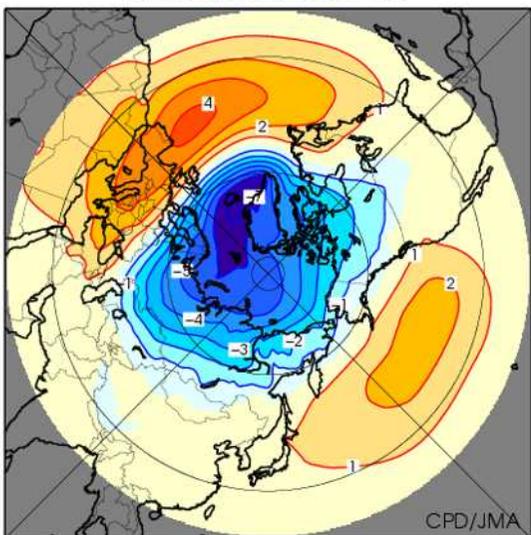
北極振動 (AO)

日別時系列



AOパターン

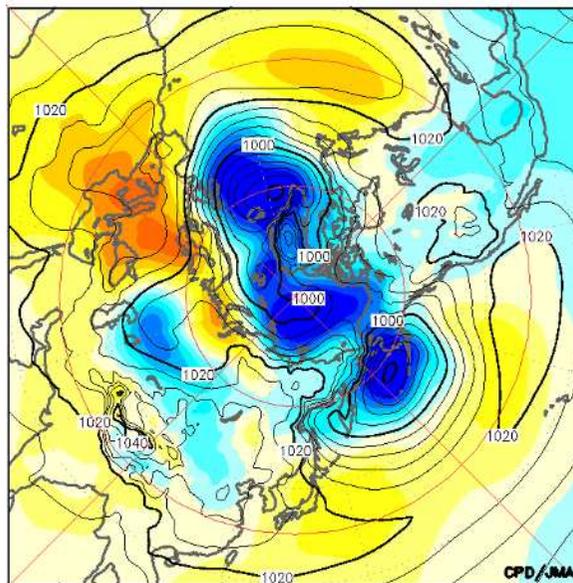
AO(WINTER) PATTERN



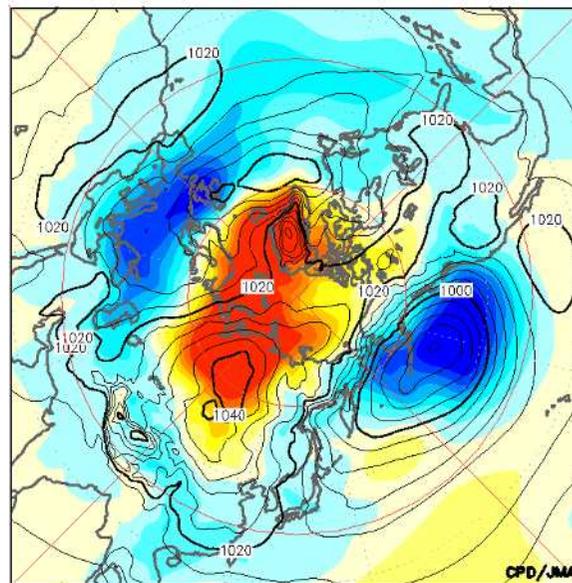
1月上旬前半に、AOが正から負に変化した

海面気圧

19Dec.2015 - 03Jan.2016



04Jan.2016 - 20Jan.2016



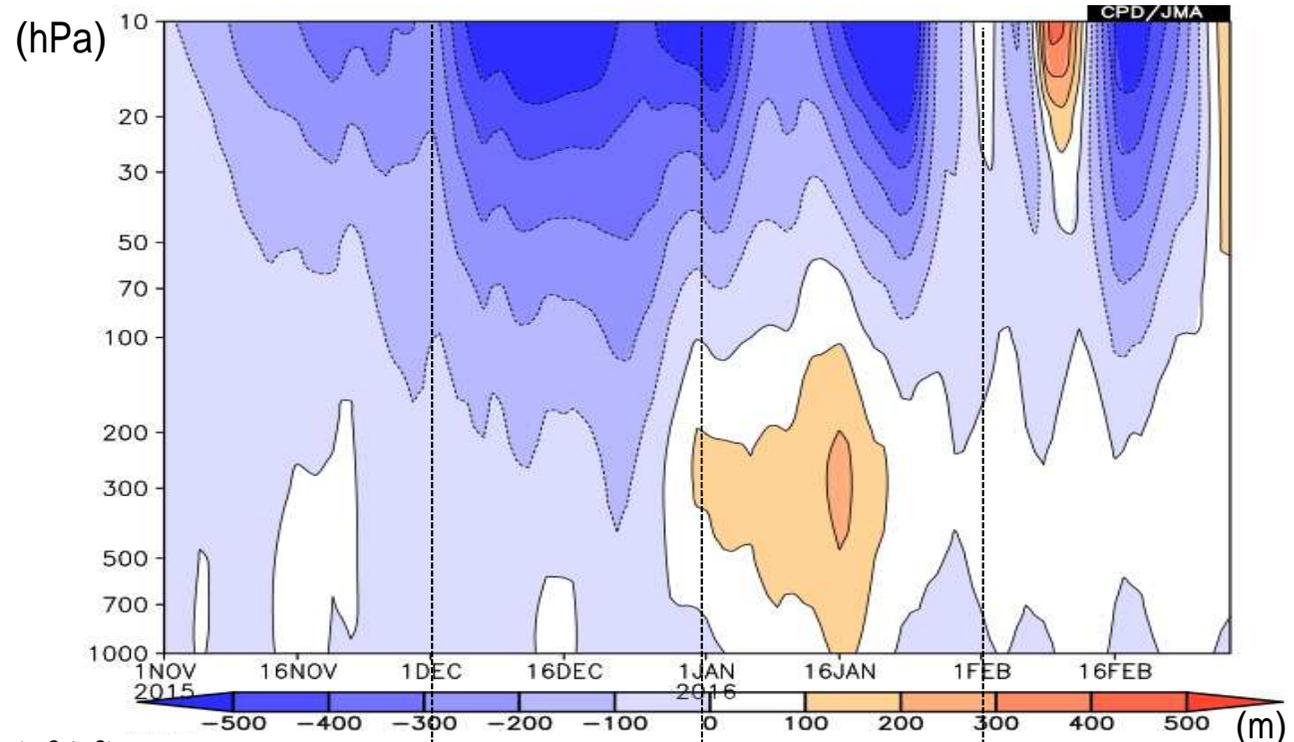
-12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 (hPa)

-12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 (hPa)

等値線: 解析、陰影: 平年偏差

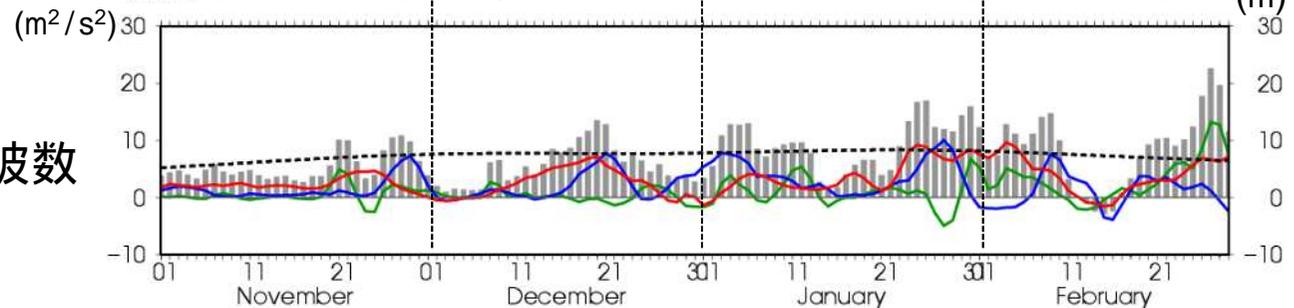
成層圏-対流圏カップリング

60°-90°N平均
高度平年偏差の
時間-鉛直断面図



30°-90°N平均
100hPa E-Pフラックス
鉛直成分

灰色バー(黒破線): 全波数
成分の解析(平年)値
色線: 波数1、2、3成分

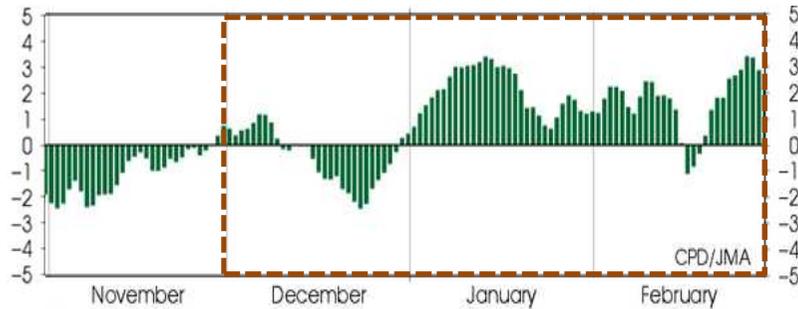


ロスビー波の鉛直伝播が平年より弱かったことと対応して、1月末～2月の一部期間を除いて成層圏の極うずは平年より強い状態となり、12月は対流圏極域での高度負偏差(正のAO)と対応していた。

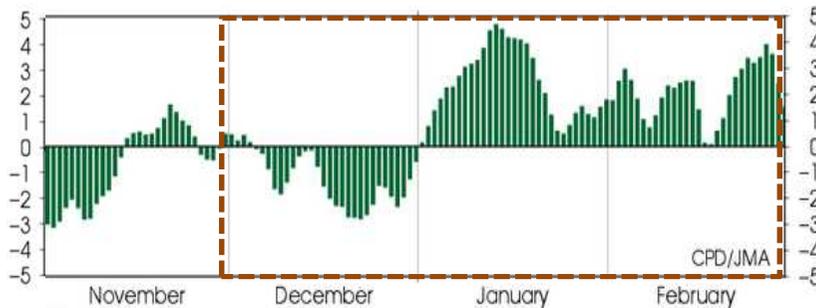
テレコネクション指数 (PNA指数、 EU指数)

パターン・指数時系列

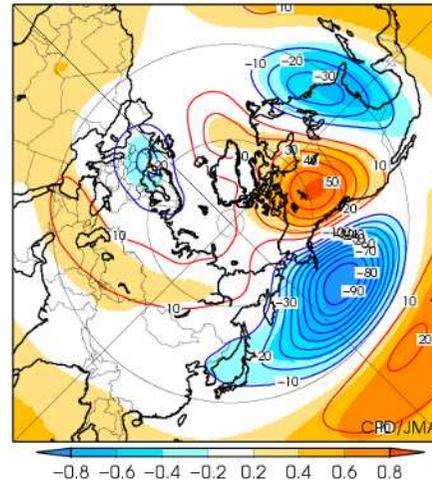
PNA



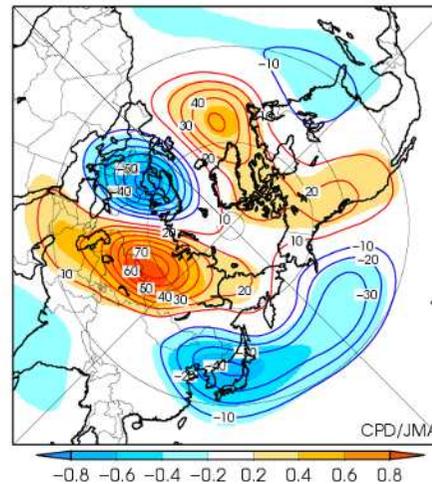
EU



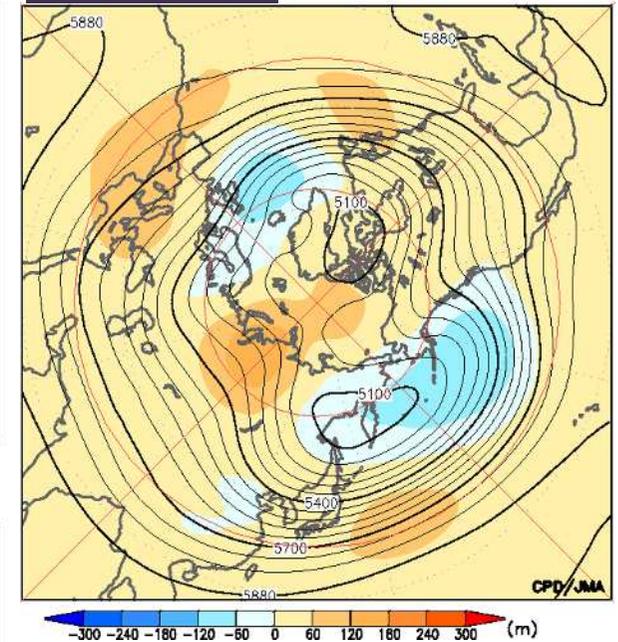
PNA PATTERN



EU PATTERN



Z500

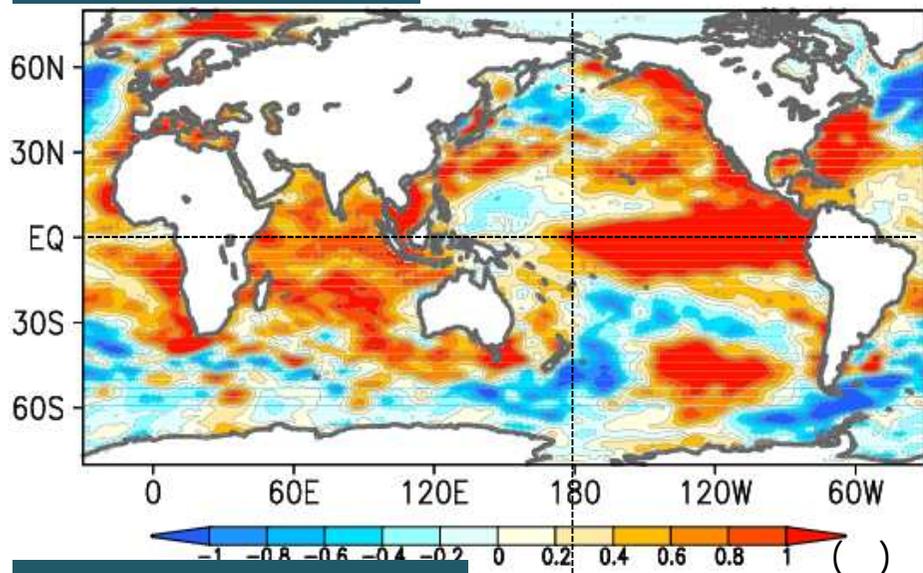


・PNA、EU指数ともに、
12月は負、1月以降
は正の値で経過した。

丸数字は1958年以降の月の順位
(5位以内)

全球SST感度実験結果(12/1 ~ 2/20平均)

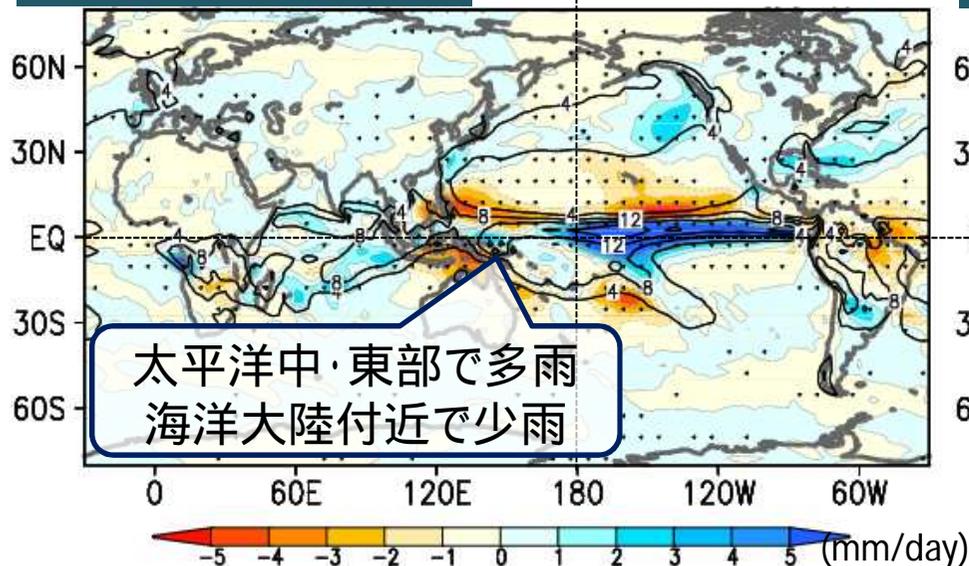
SST 平年偏差



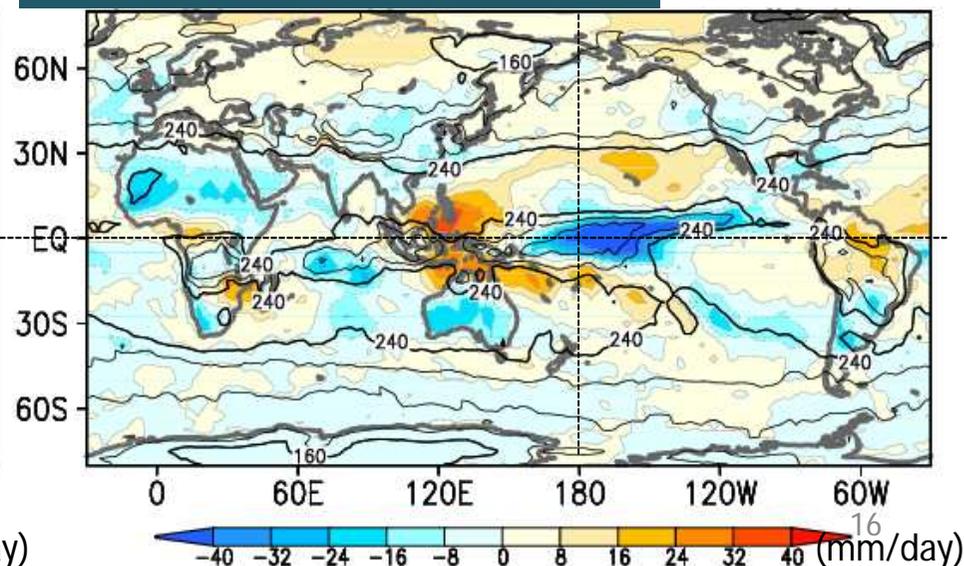
- 大気モデル: 気象庁1か月予報モデル (GSM1103C、解像度はTL159L60)
- アンサンブルメンバー数: 11
- 大気初期値: 全球速報解析値
- 海面水温・海氷: COBE-SST
- 初期時刻: 2015/11/01 12Z
- 応答: SST解析値実験 - 気候値実験

(左図) 等値線: SST解析値実験の結果
陰影: 応答 (黒点は95%有意)

【応答】降水量

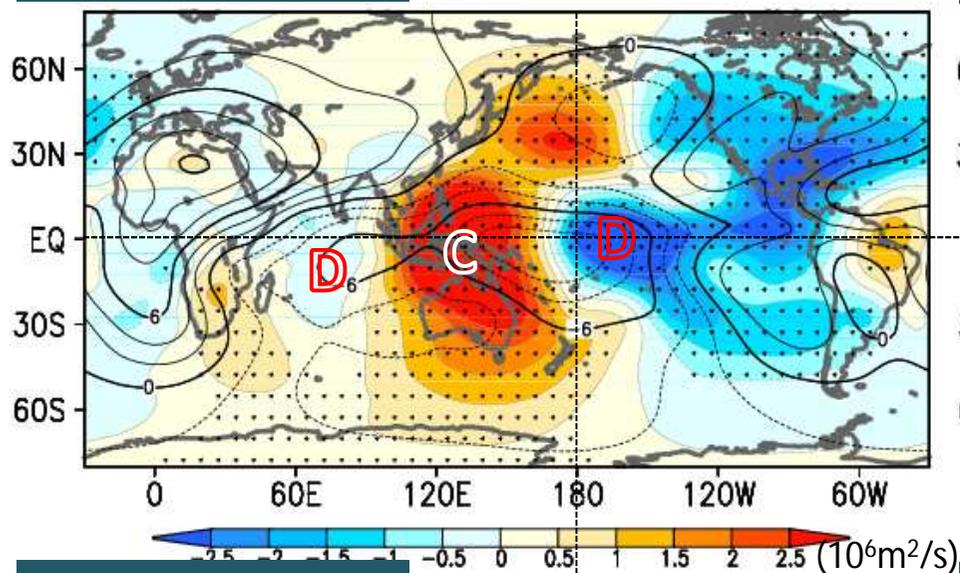


【解析】OLR 平年偏差

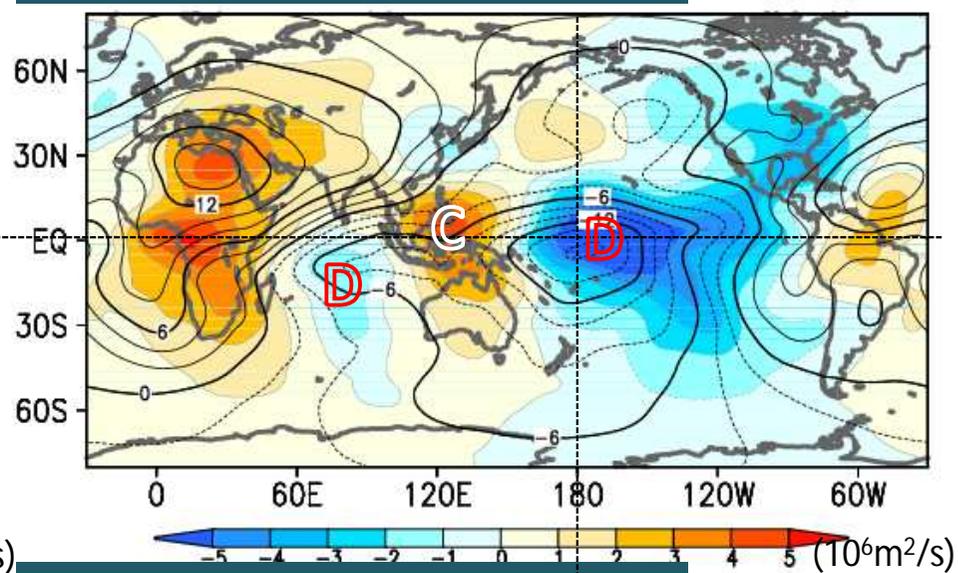


全球SST感度実験結果 (12/1 ~ 2/20平均)

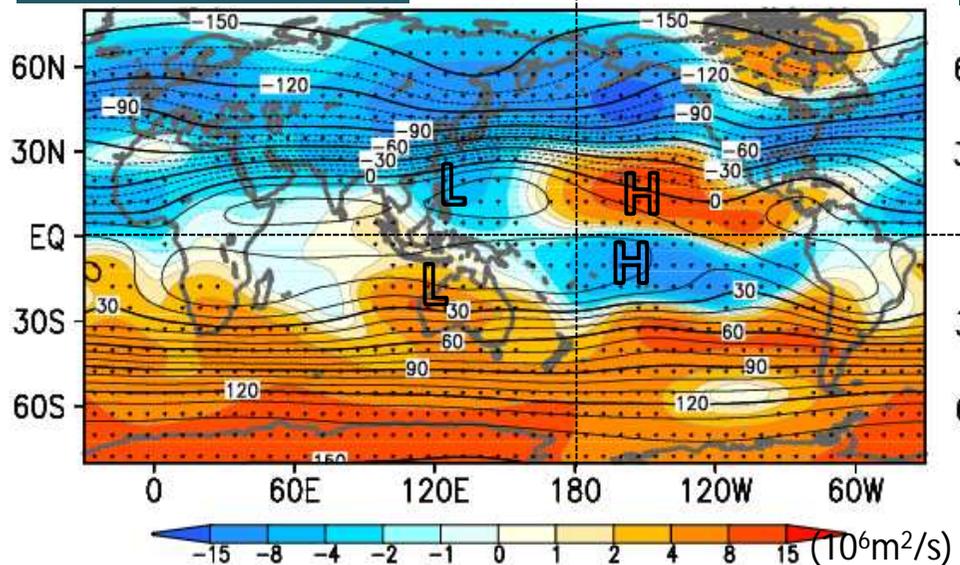
【応答】 χ_{200}



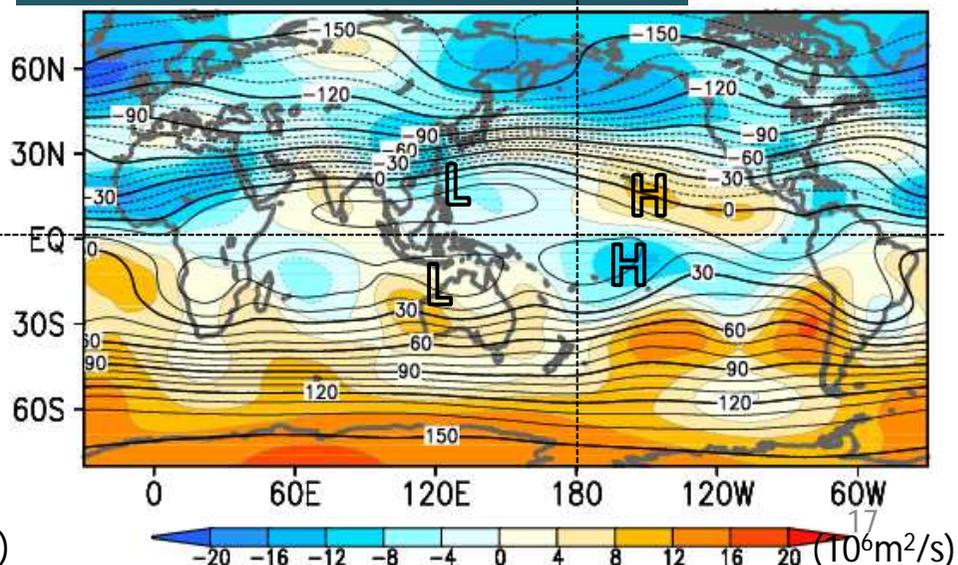
【解析】 χ_{200} 平年偏差 20



【応答】 ψ_{200}

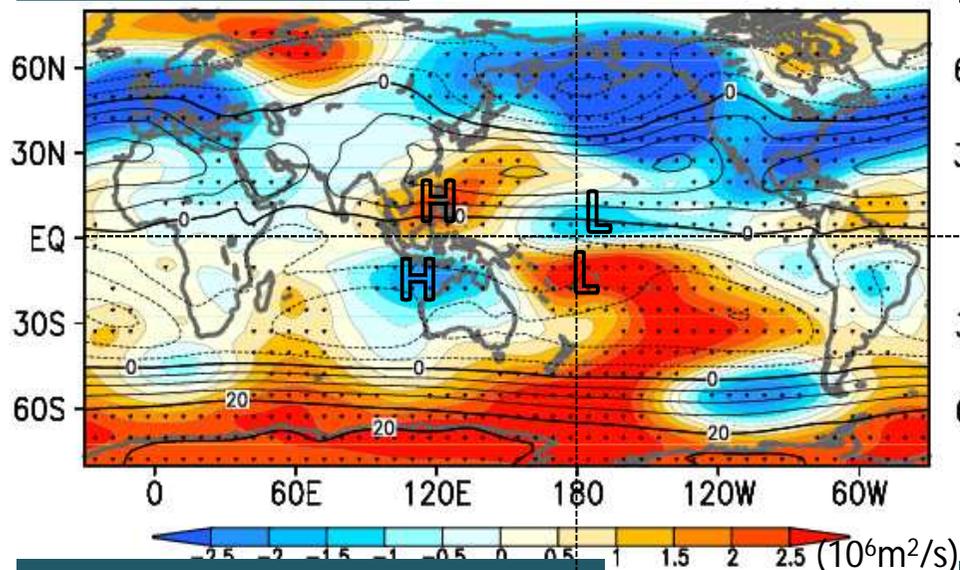


【解析】 ψ_{200} 平年偏差

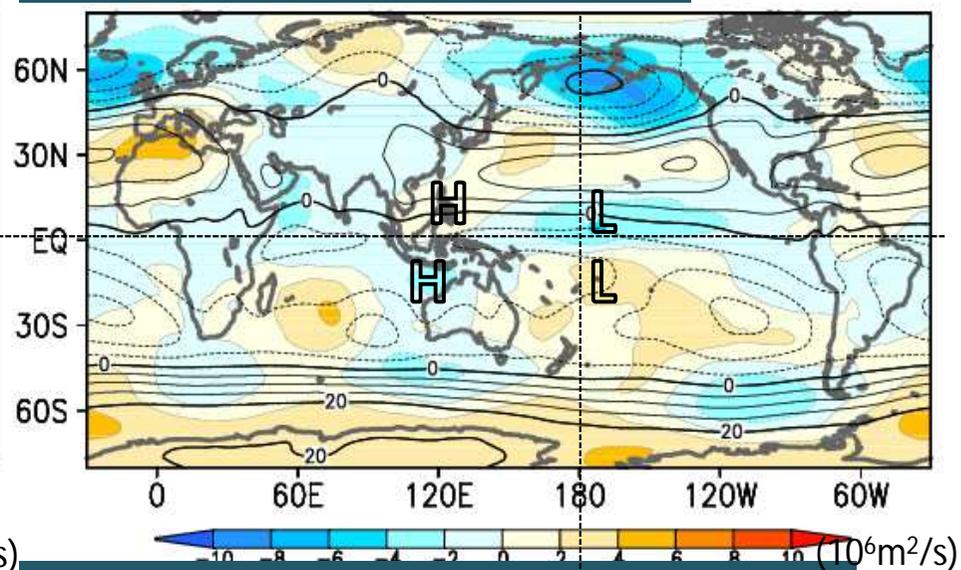


全球SST感度実験結果 (12/1 ~ 2/20平均)

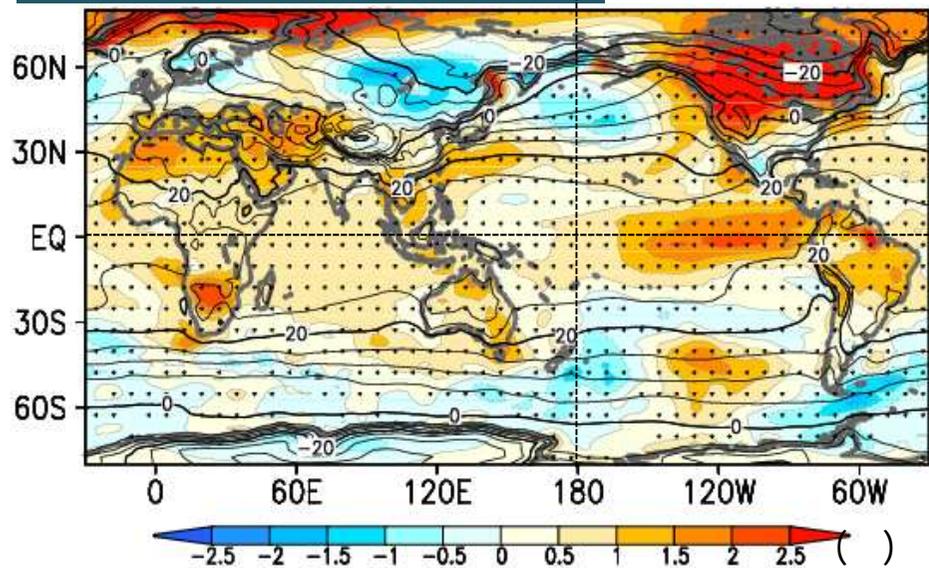
【応答】 ψ_{850}



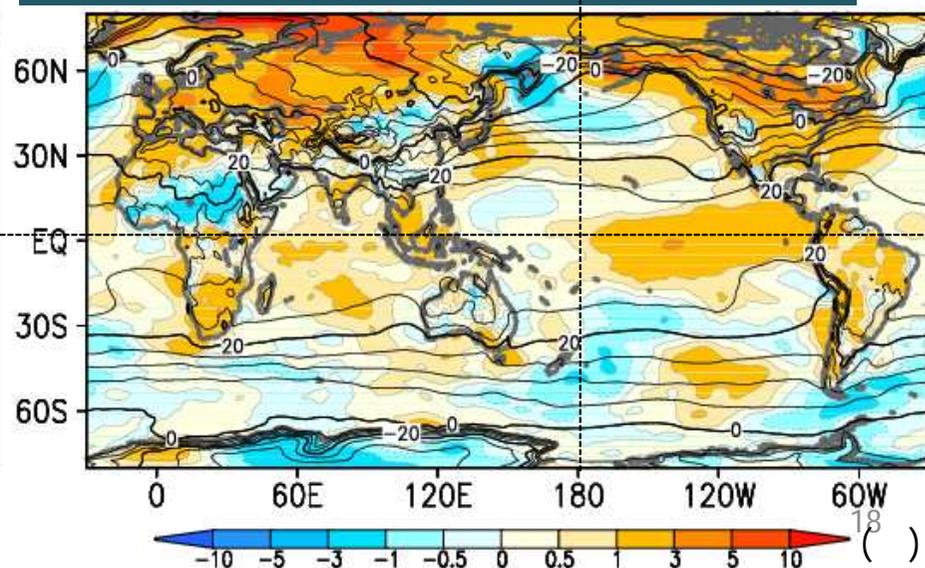
【解析】 ψ_{850} 平年偏差



【応答】 地表面気温

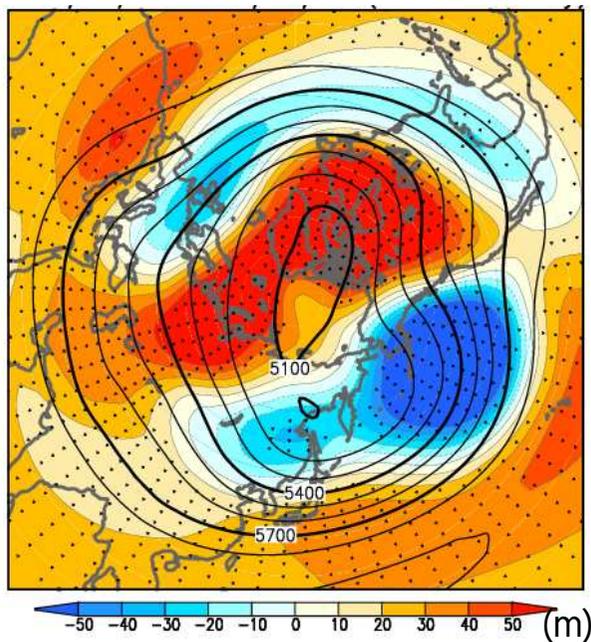


【解析】 地表面気温平年偏差

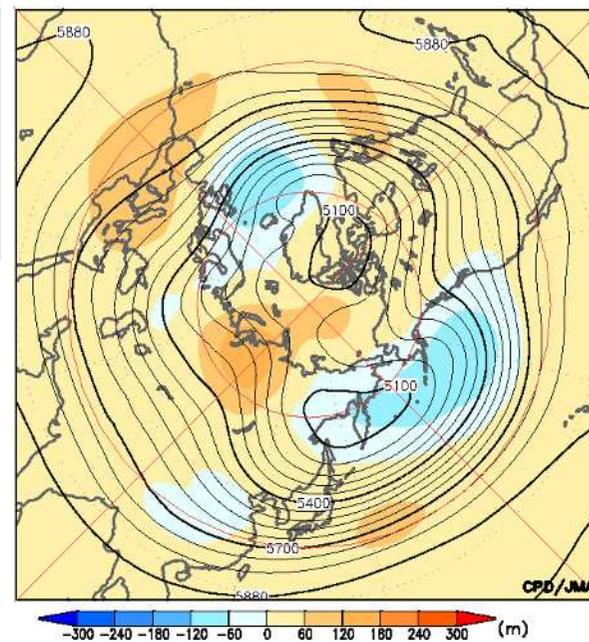


全球SST感度実験結果 (12/1 ~ 2/20平均)

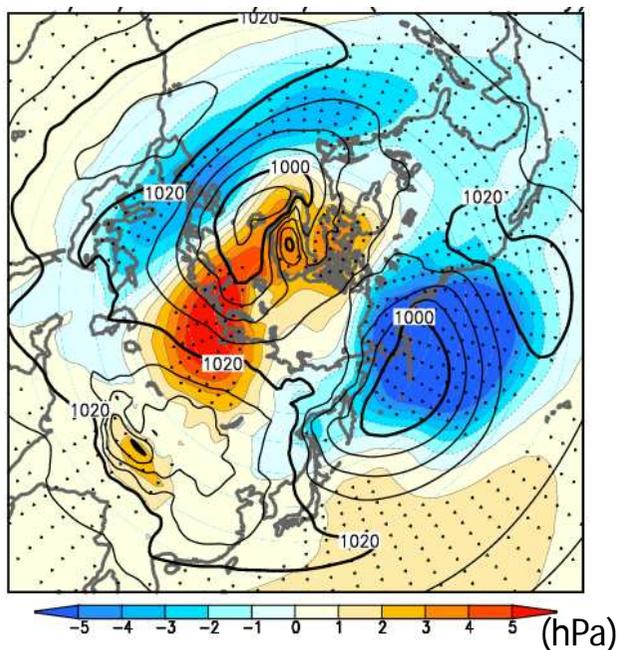
【応答】
Z500



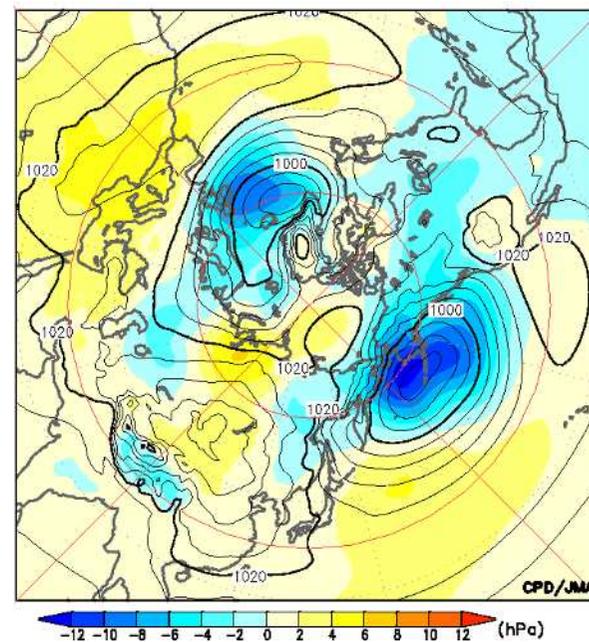
【解析】
Z500
平年偏差



【応答】
SLP



【解析】
SLP
平年偏差



北極海の海氷

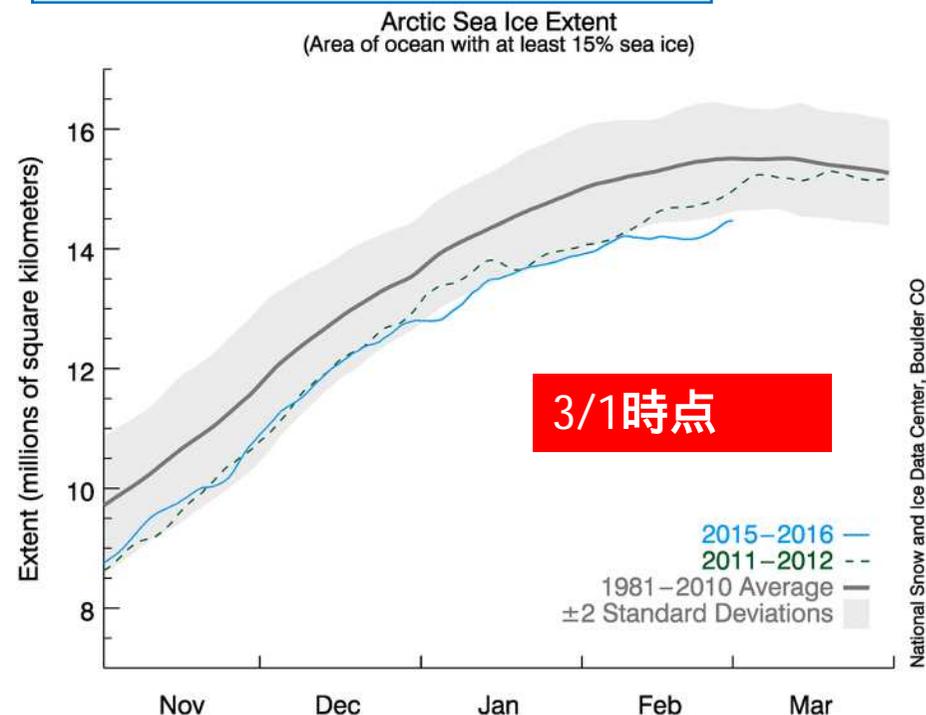
- ・北極海の海氷は平年と比べて少ない状態で推移した。
- ・海氷域面積は1979年以降で、12月では4番目に、1月、2月はもっとも少なくなった。
- ・ベーリング海、バレンツ海周辺の海氷は平年より少なかった。

北極海の海氷分布 (3/1)

橙線: 81-10年の中央値



北極海の海氷面積の推移

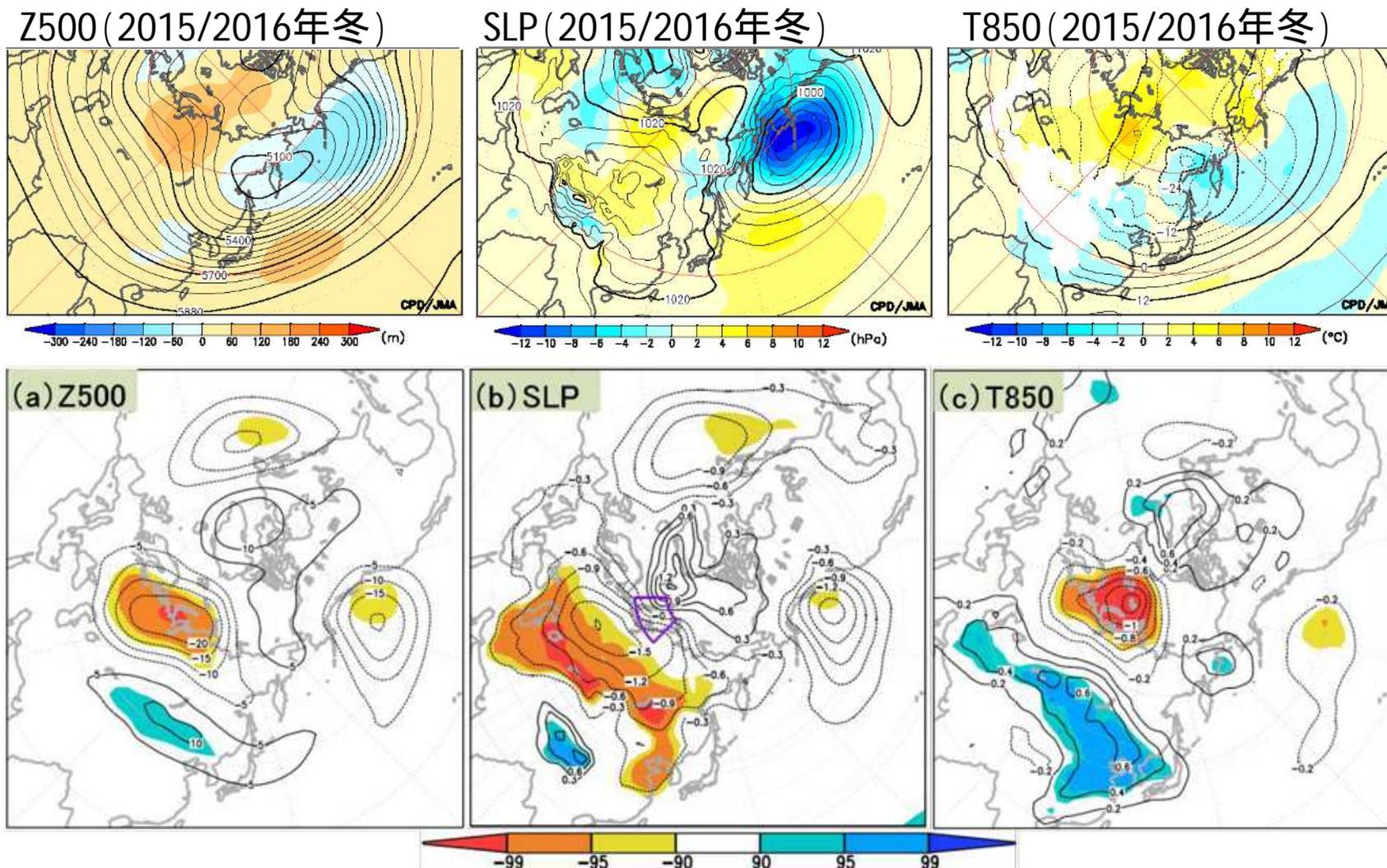


米国雪氷データセンターHPより転載

<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>

バレンツ・カラ海付近の海氷域面積との相関

・2015/2016年冬の循環場は、平年より強いシベリア高気圧など、バレンツ海・カラ海の海氷面積が少ない場合の統計的な特徴と一致していた。

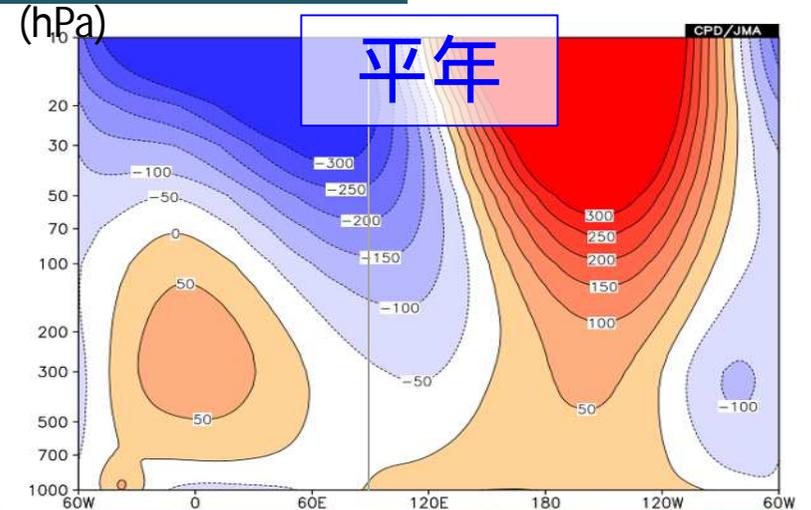
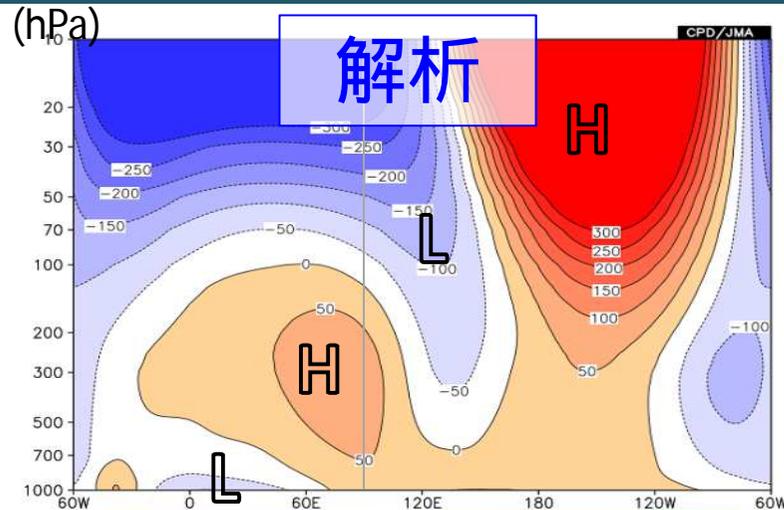


第 3.1.25 図 バレンツ海・カラ海 (70°N~80°N、45°E~90°E (b)の紫色の枠) で領域平均した冬平均海氷密度に対する冬平均(a) 500hPa 高度、(b) 海面気圧、及び(c) 850hPa 気温の回帰係数 21
気候系監視年報2012より

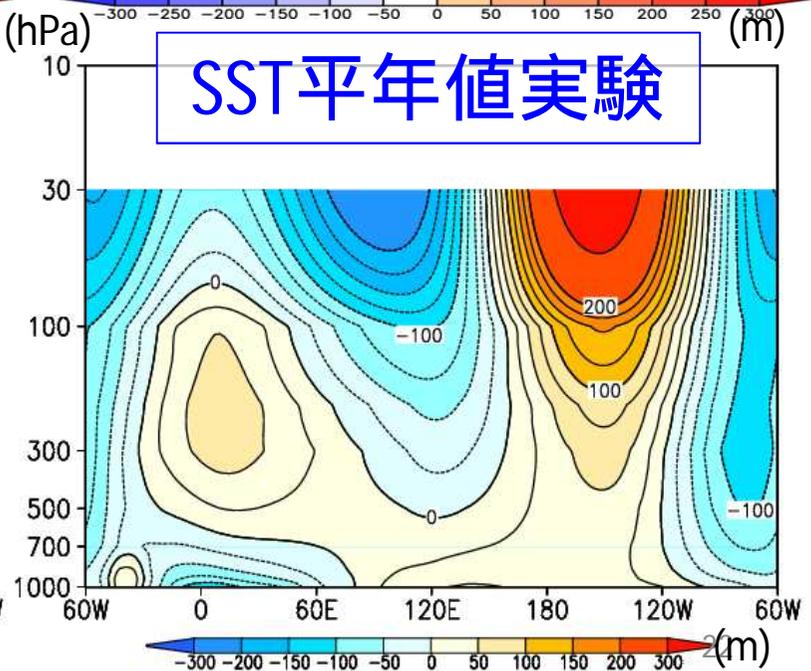
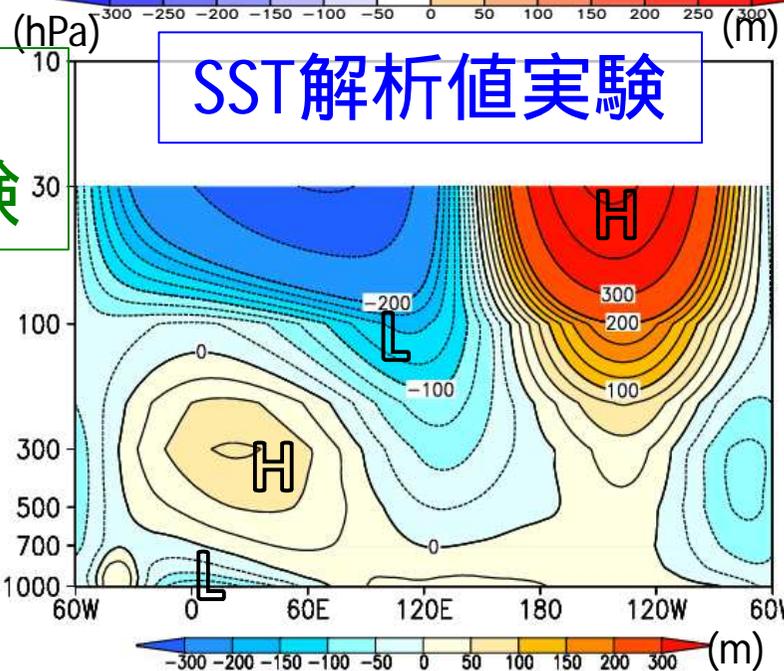
全球SST感度実験結果(冬(12/1~2/20)平均)

高度(带状平均からのずれ)の経度-鉛直断面 70°-80°N平均

JRA-55

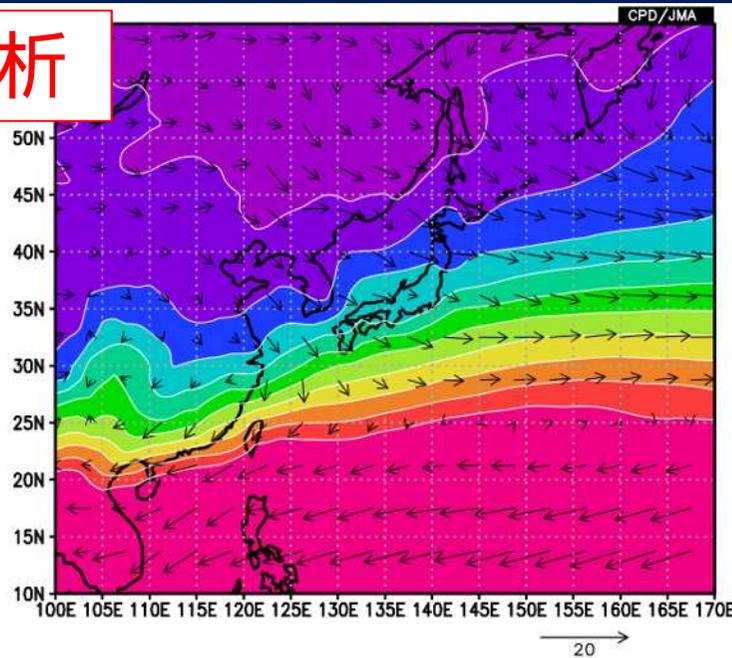


全球SST
感度実験

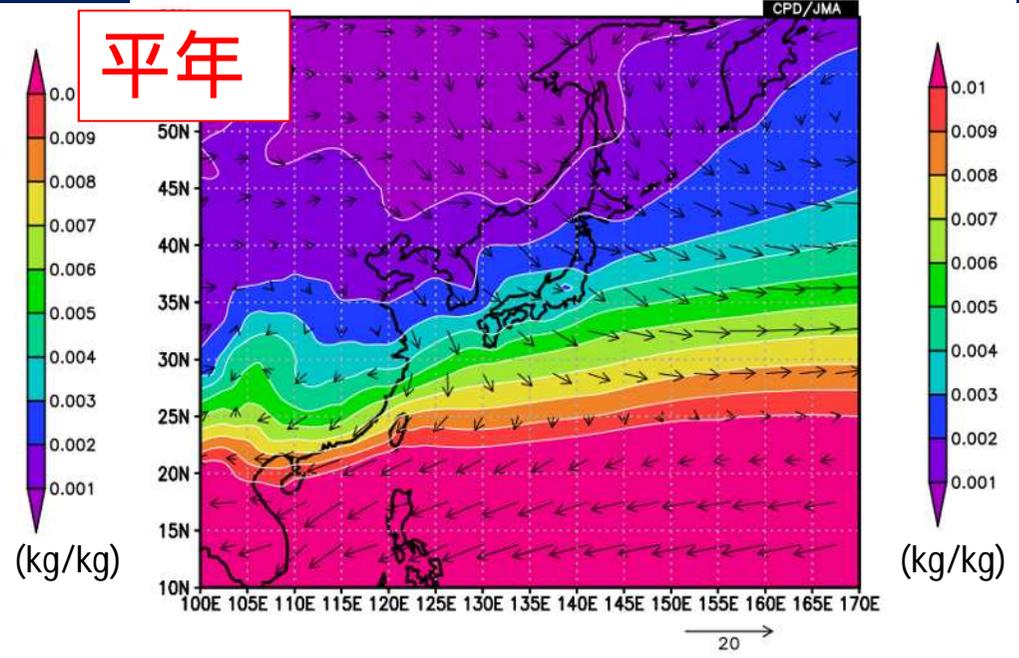


925hPa比湿/風 (冬平均)

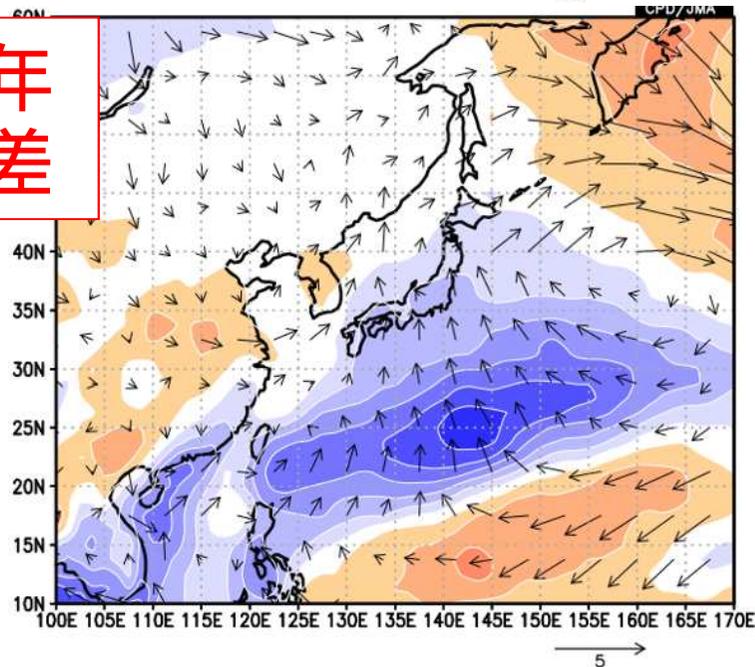
解析



平年



平年
偏差



矢印: 925hPa風、陰影: 925hPa比湿

- 日本付近では、例年と比べて、北からの乾燥した気流が入りにくく、南側の湿った気流の影響を受けやすかった。

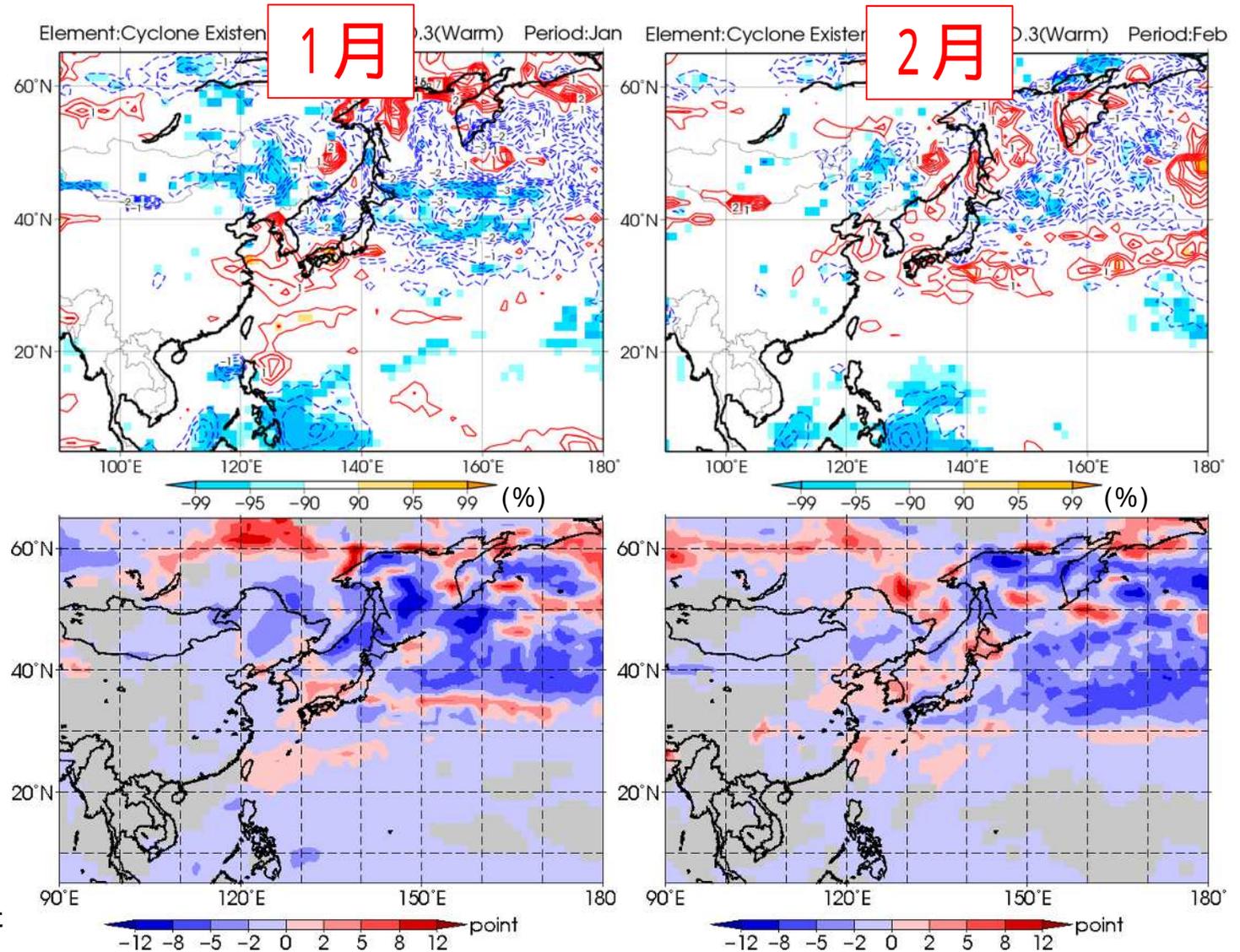
低気圧の存在頻度(1、2月)

エルニーニョ
現象時の合
成偏差

等値線: 合成偏差
(0.5%間隔)

陰影: 信頼度水準
統計期間: 1959 ~
2013年の55年間

平年偏差
(2016年)



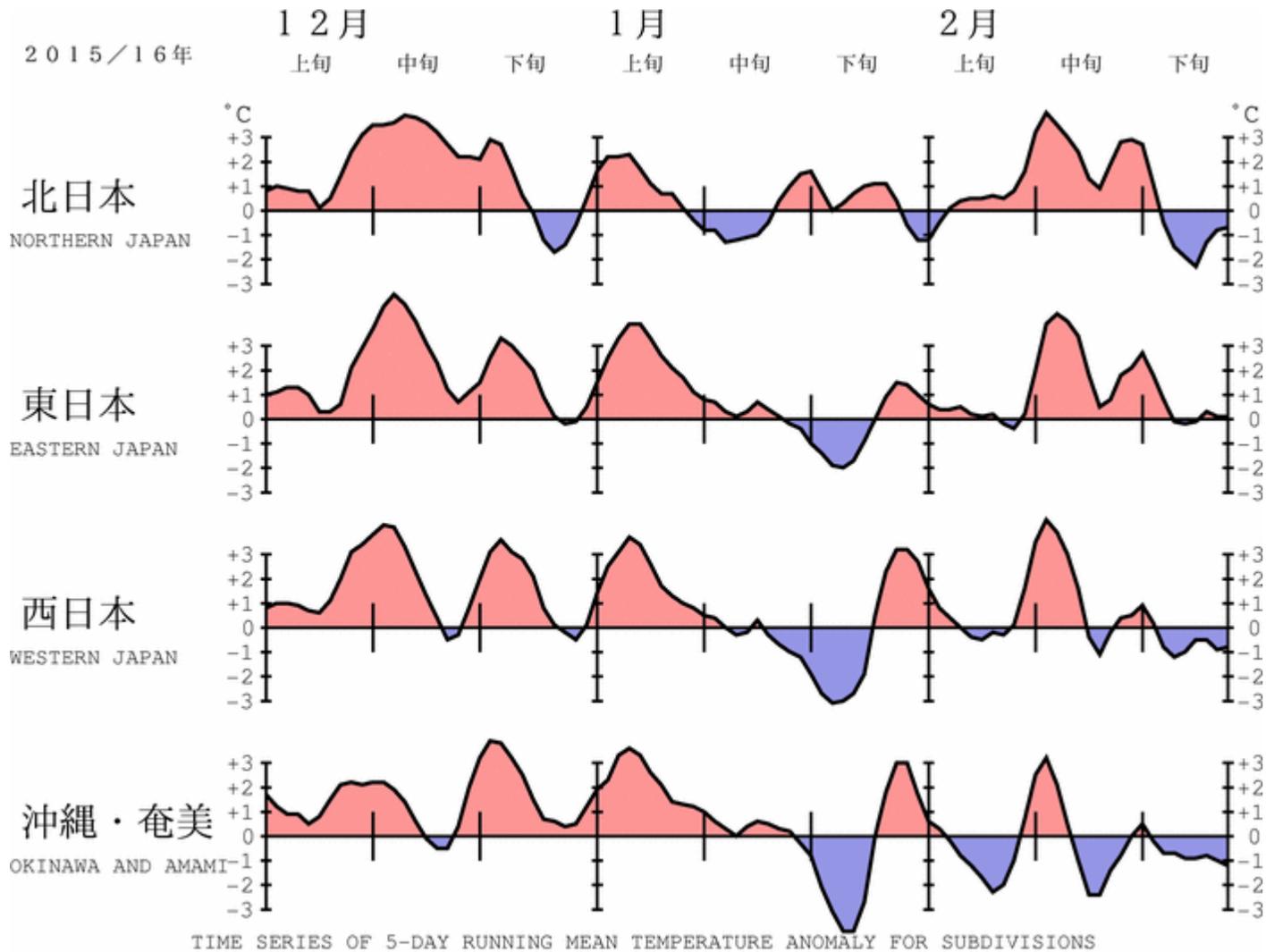
北海道大学大学院 稲津先生
ご提供のプログラムを用いました

まとめ(冬平均の日本の天候と循環場の特徴)

- 冬平均では全国的に高温、特に12月の高温が顕著だった。
- 全国的に降水量が多かった。南西風偏差となり平年と比べ暖湿流が入りやすい場だった。
- 熱帯の対流活動と循環は、エルニーニョ現象発生時に統計的にみられる特徴と、おおむね一致していた。
- シベリア高気圧は中心付近は平年より強く、アリューシャン低気圧は平年の位置の東側で強かった。日本付近は高気圧偏差で冬型の気圧配置は弱い。
- 北極海の海氷は少なかった。今冬の循環場の特徴は、バレンツ海・カラ海の海氷面積が少ない場合の統計的な特徴と一致している。
- 12月と1月の全球平均地上気温は過去の記録を大きく上回る1位となった。

冬前半の記録的な高温・少雪

気温の経過



地域平均気温平年差の5日移動平均時系列

更新日：2016年3月3日

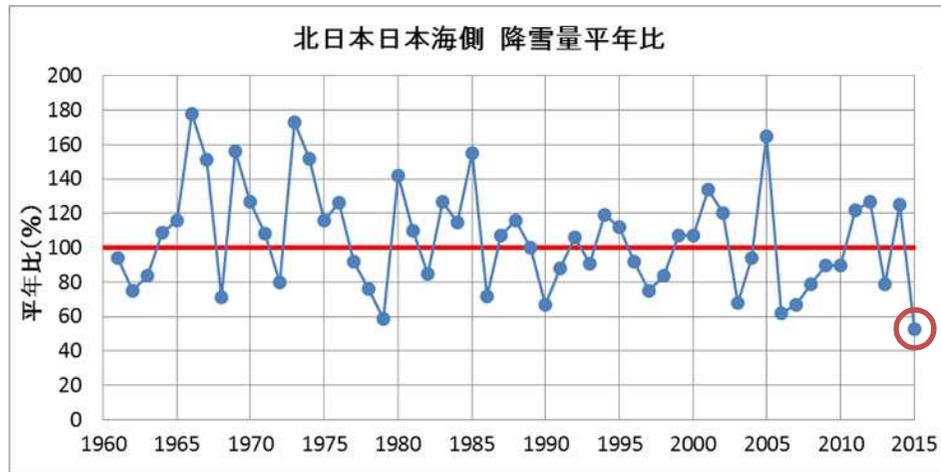
12月の月平均気温（1946年～）

北日本4位 東日本1位

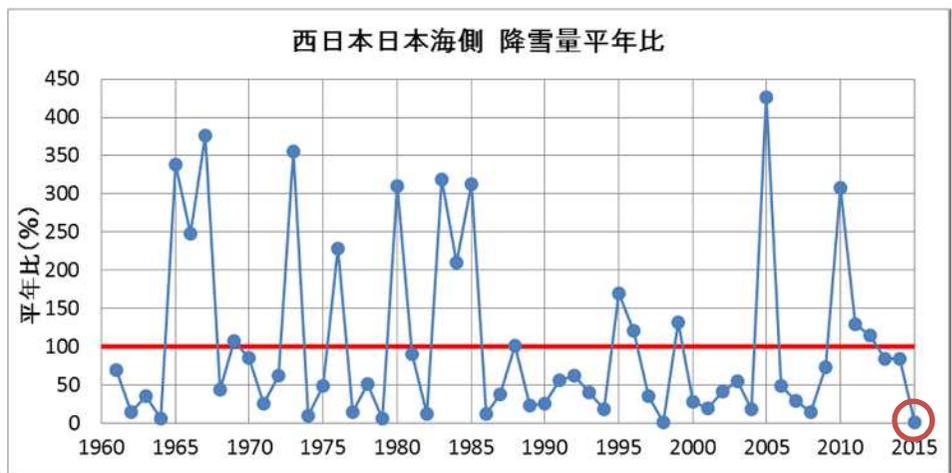
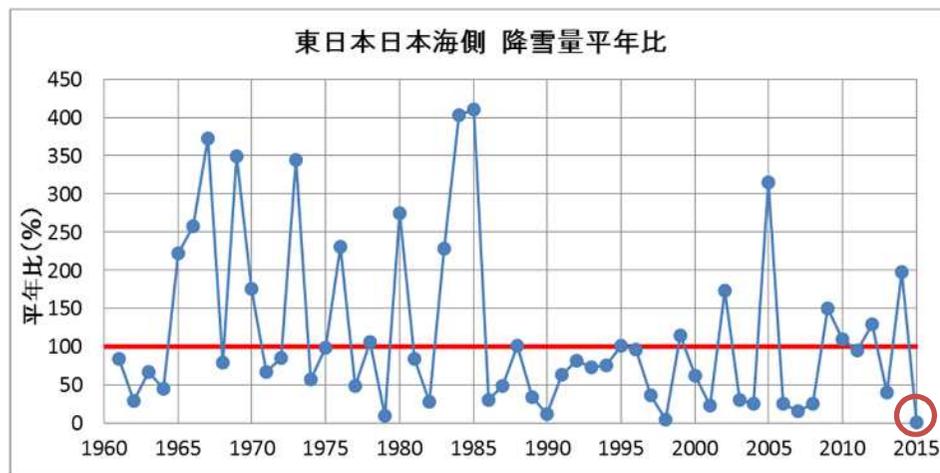
西日本3位 沖縄・奄美 2位

丸数字は1961年（統計開始）以降の旬の順位（5位以内）

12月の降雪量

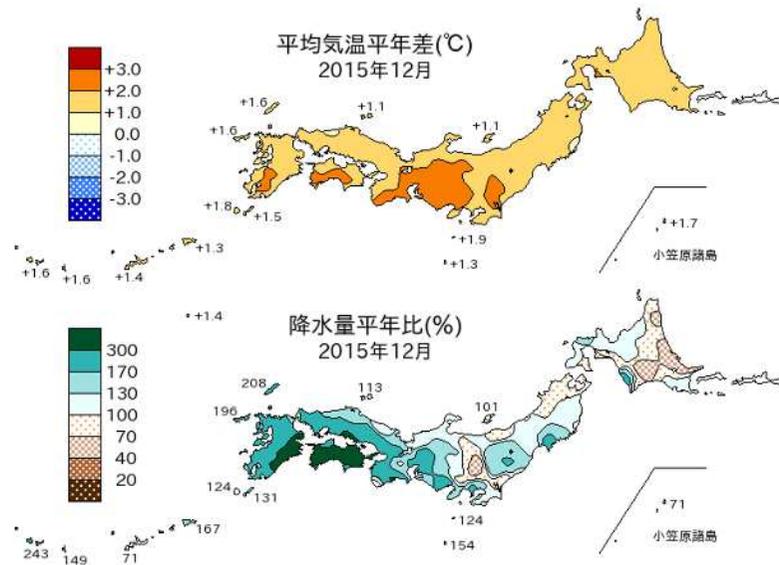
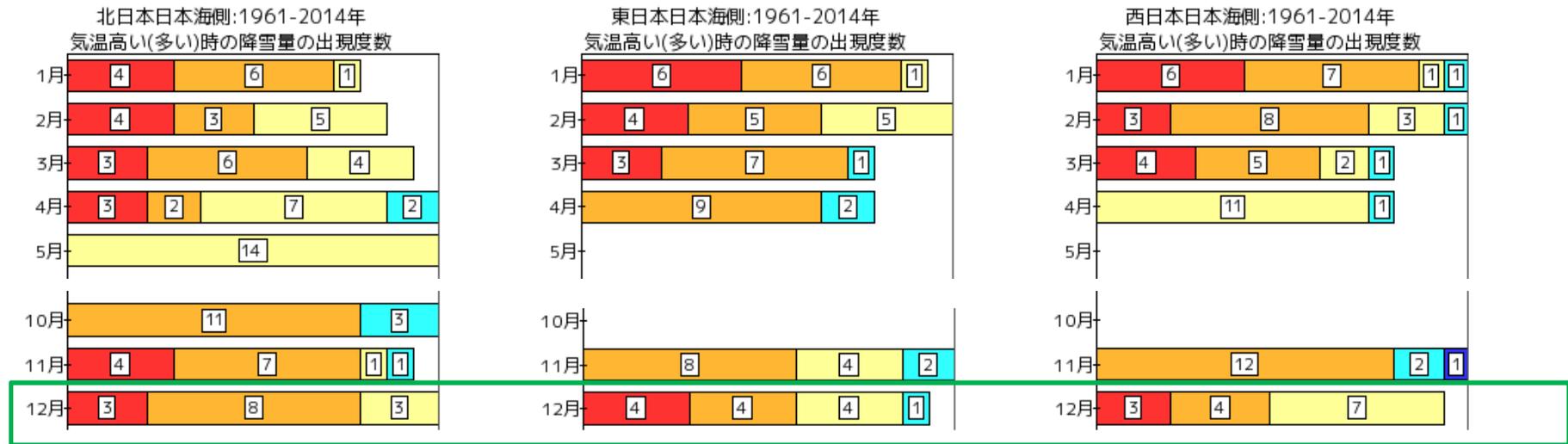


・2015年12月の降雪量は、全国的に記録的に少なかった。



高温時の降雪量平年比の出現頻度

- ・統計的には高温の場合には少雪である事例がほとんど。
- ・2015年12月は高温、少雪だった(降水量は全国的に多かった)



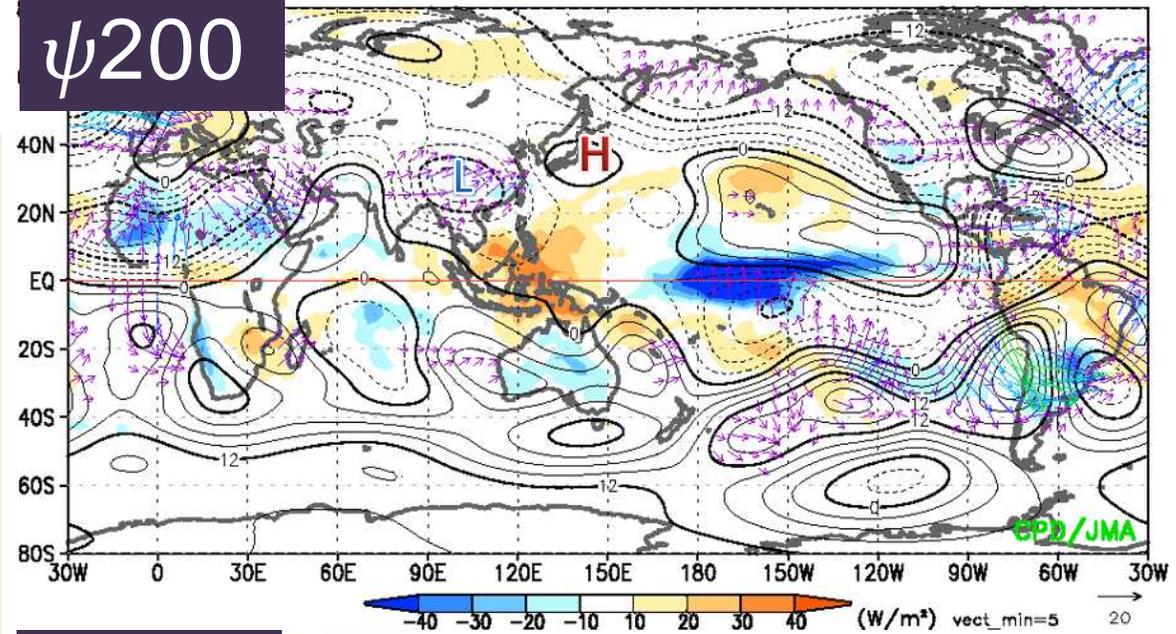
地域平均平年差(比)と階級 2015年12月

	気温 平年差 °C (階級)	降水量 平年比 % (階級)	日照時間 平年比 % (階級)
北日本	+1.6 (+) *	108 (+) 日 106 (0) 太 110 (+)	111 (+) 日 115 (+) 太 108 (+)
東日本	+1.9 (+) *	134 (+) 日 107 (0) 太 141 (+)	97 (0) 日 109 (+) 太 94 (-)
西日本	+1.7 (+) *	235 (+) * 日 182 (+) * 太 279 (+) *	94 (0) 日 90 (-) 太 97 (0)
沖縄・奄美	+1.5 (+) *	172 (+)	69 (-) *

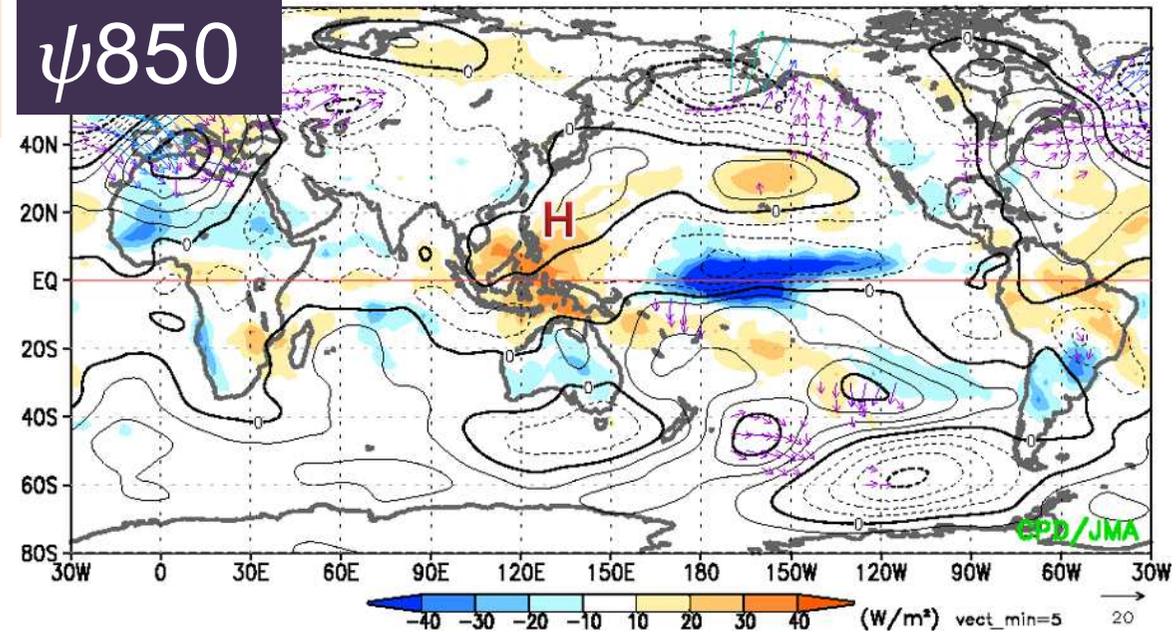
熱帯の循環 (12/1-1/10)

- ・エルニーニョ的な対流活動偏差、循環偏差が明瞭にみられた。
- ・中国南部で上層低気圧性循環偏差、日本付近の高気圧性循環偏差
- ・フィリピン付近で下層高気圧性循環偏差

ψ_{200}

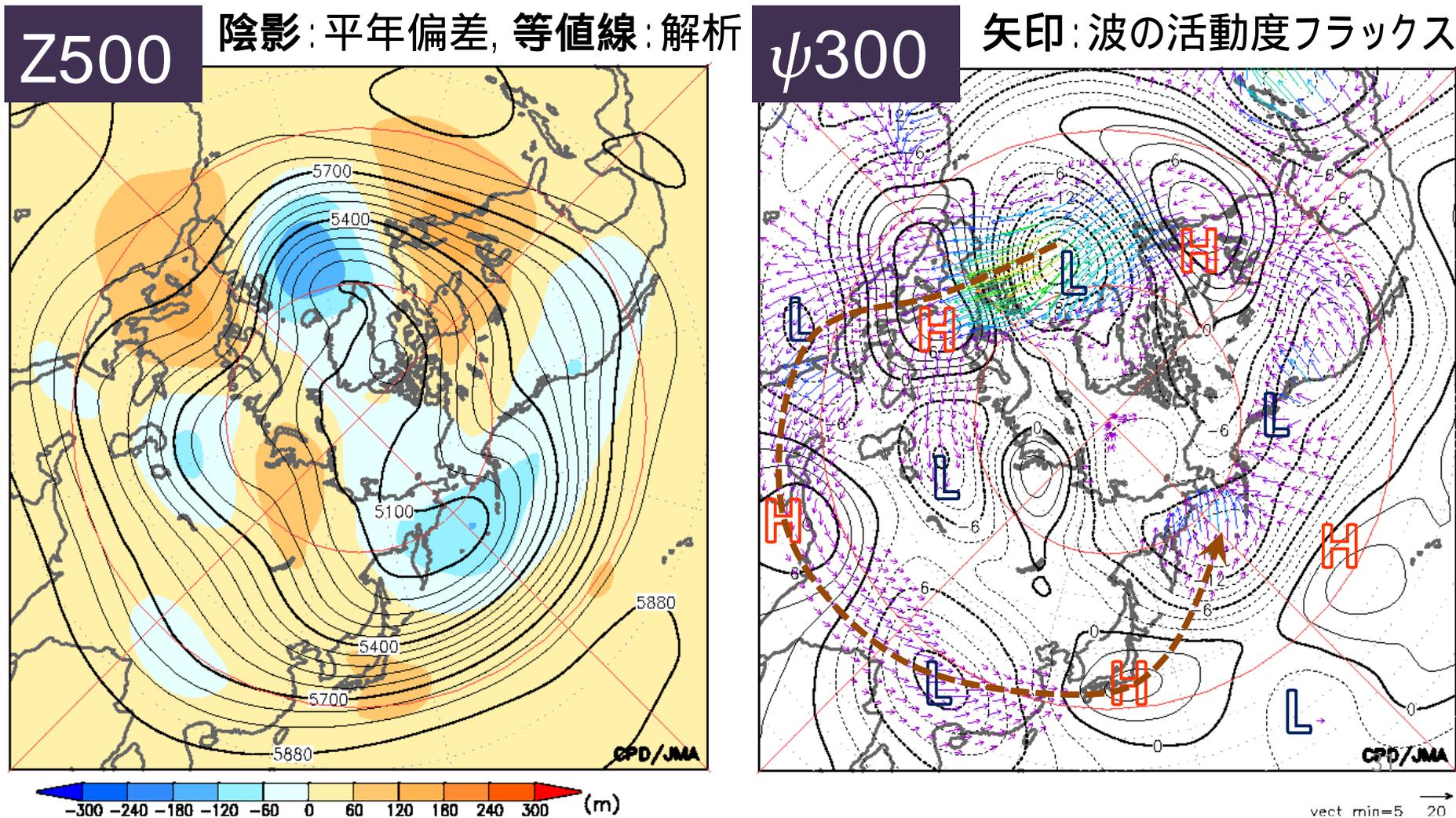


ψ_{850}



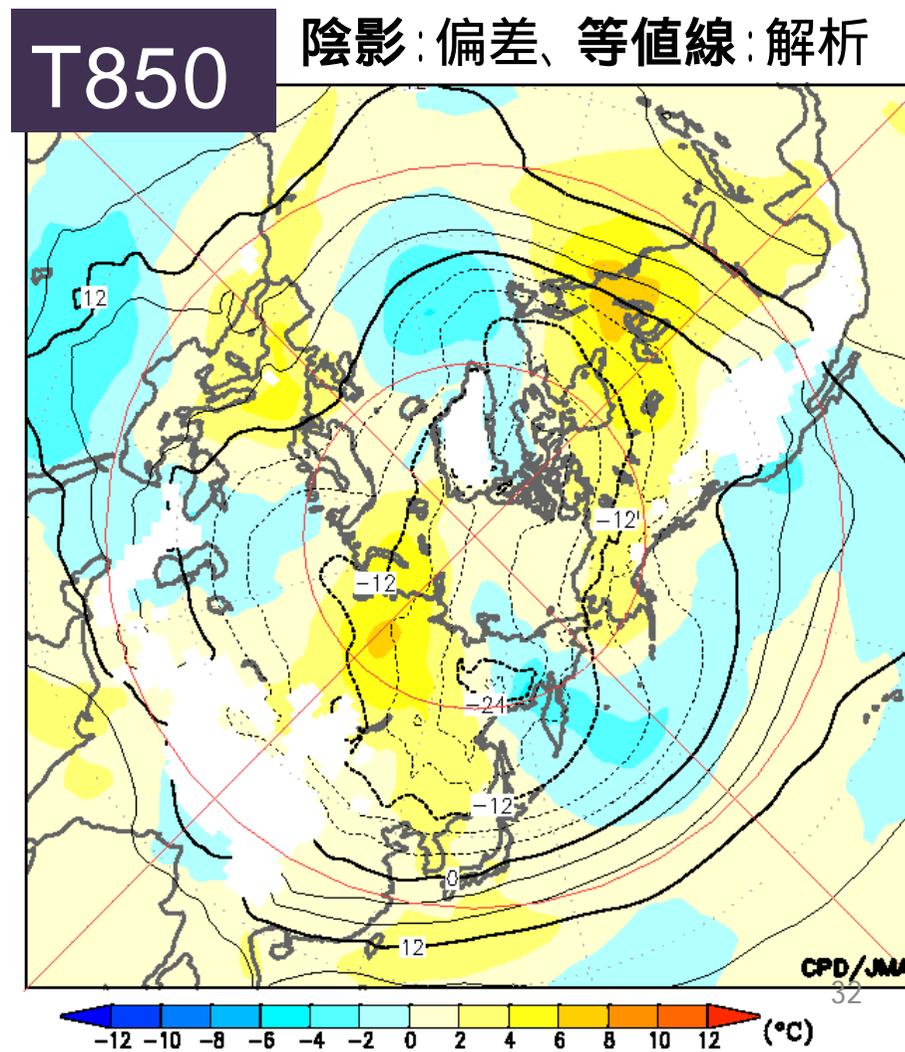
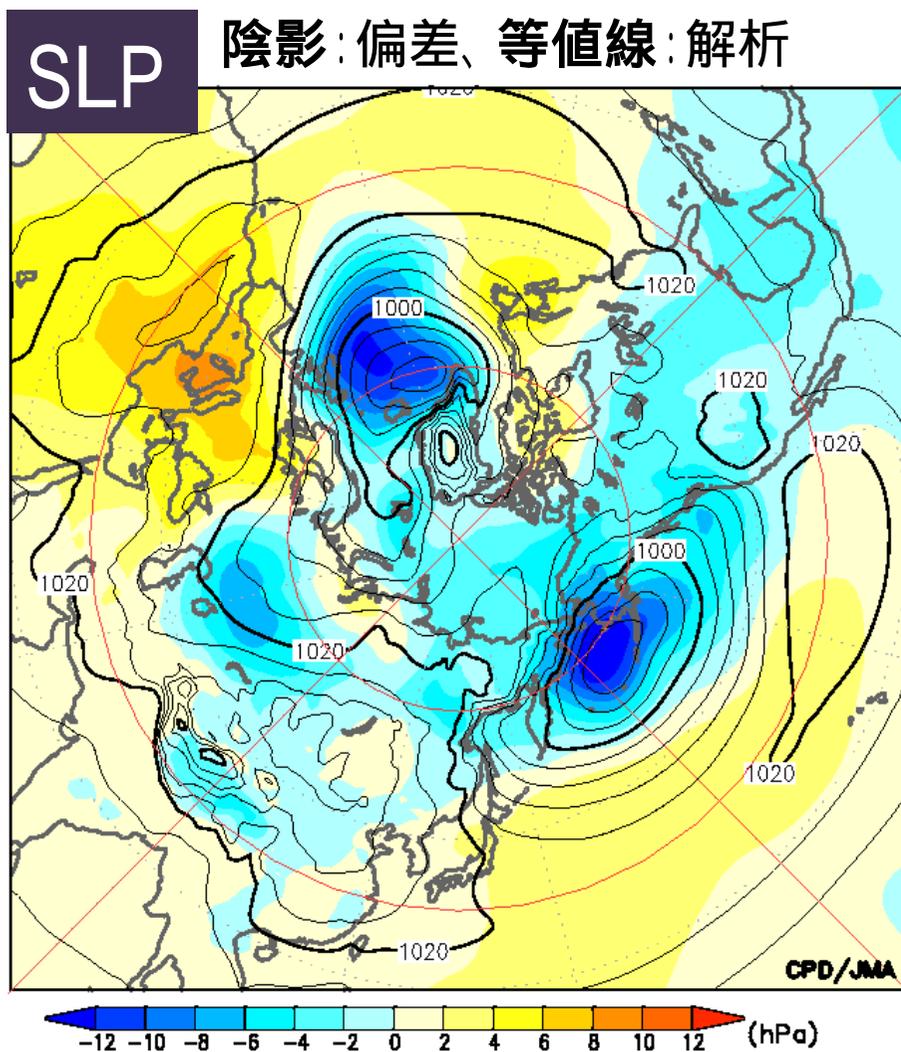
500hPa高度、300hPa流線関数偏差とWAF (12/1-1/10)

- ・北米～ヨーロッパで明瞭な波列パターン ヨーロッパで正偏差(リッジ)
- ・ユーラシア大陸北回り・南回り双方で波束伝播 日本付近で正偏差
- ・12月は負のEUパターンが明瞭だった。



海面気圧、850hPa気温(12/1 - 1/10)

- ・アイスランド低気圧、アリューシャン低気圧が発達
- ・日本の東海上で低気圧が発達しにくく、冬型の気圧配置は弱かった
- ・大陸の寒気は平年と比べて弱かった

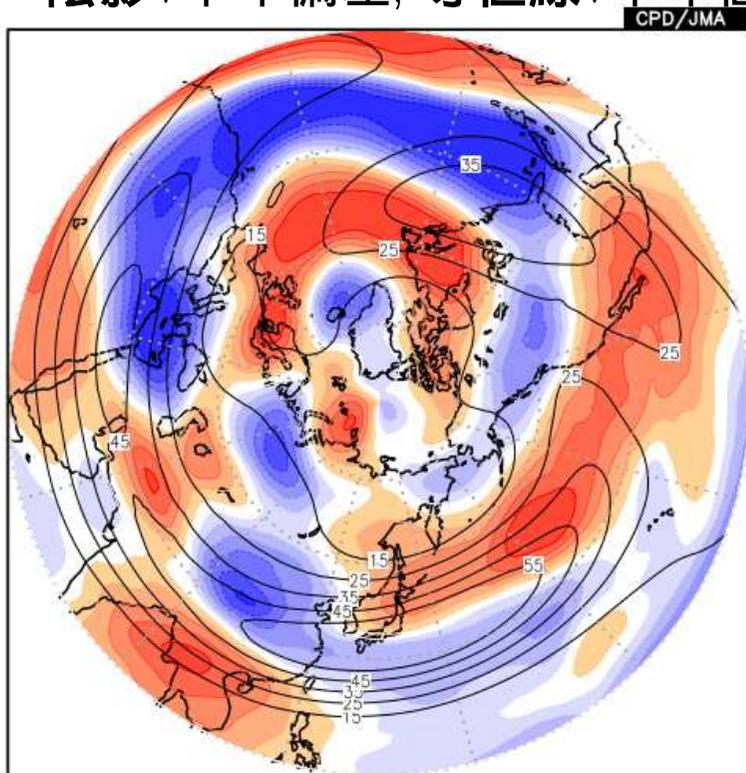


偏西風(12/1 - 1/10)

- ・偏西風は大西洋～ヨーロッパで明瞭
- ・亜熱帯ジェット気流は中国付近で南偏、日本付近の偏西風は北偏

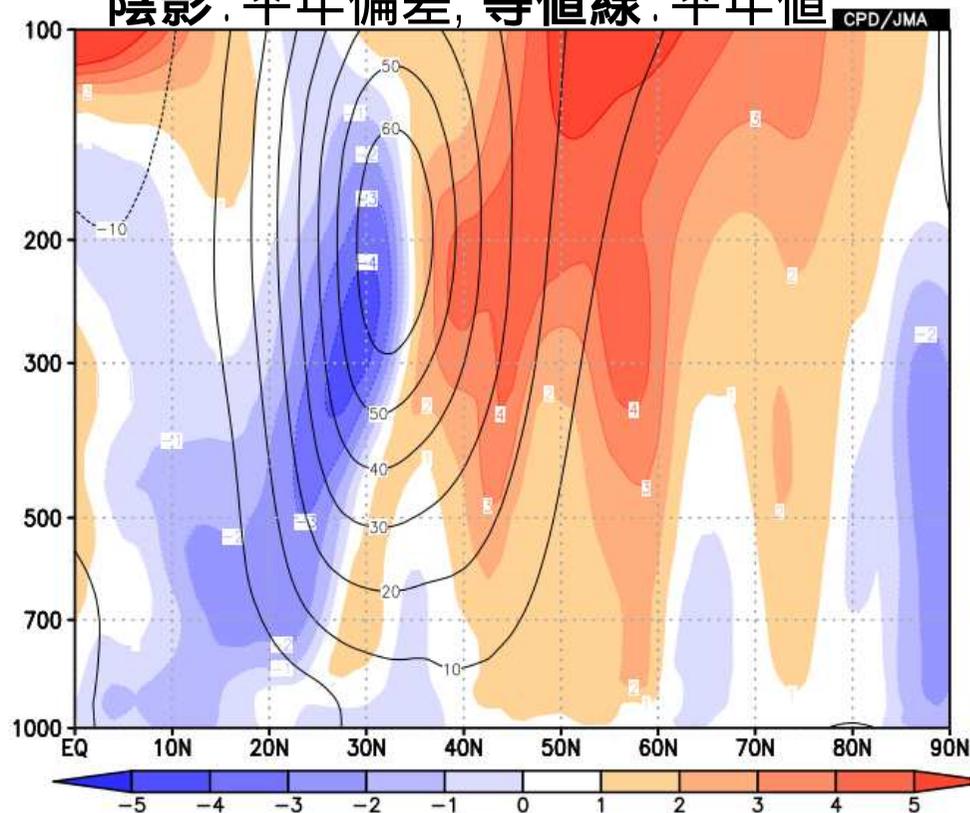
U200

陰影：平年偏差, 等値線：平年値



日本付近(120E-150E 平均)の
緯度高度断面図

陰影：平年偏差, 等値線：平年値

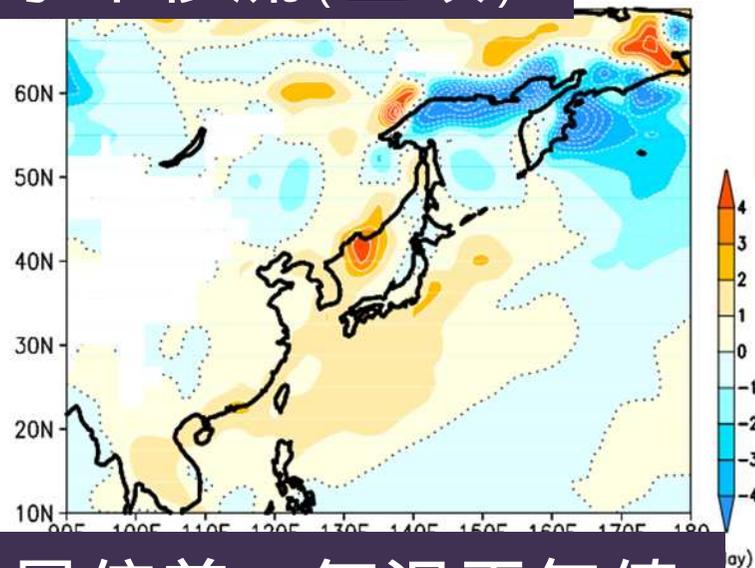


赤道

北極

925hPa熱収支解析(12/1 - 1/10)

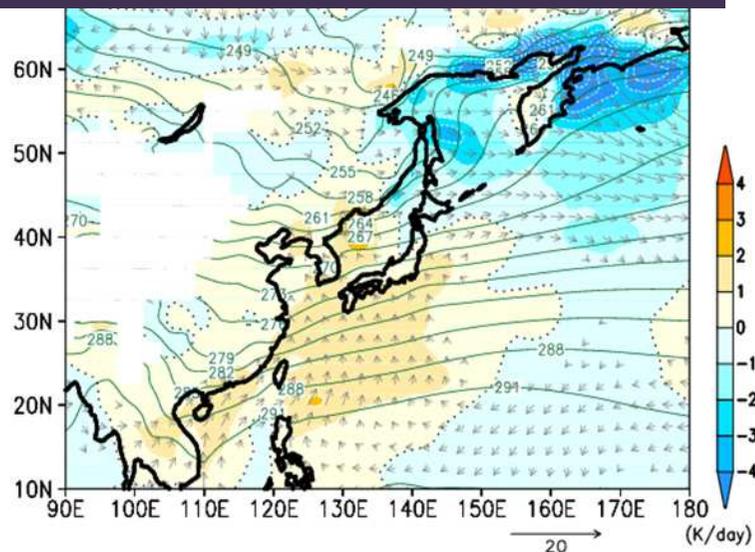
水平移流(全項)



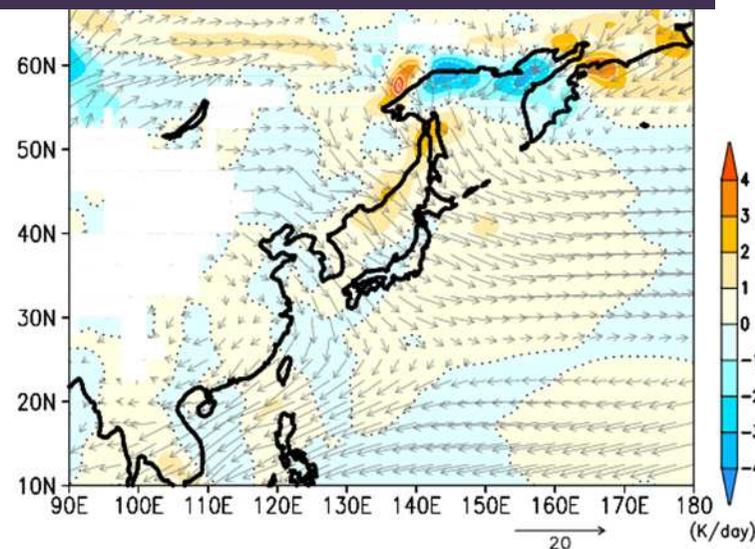
・例年と比べて、北からの寒気が入りにくく(左下)、大陸の寒気は弱く(右下)、日本付近の高温に寄与

陰影: 移流による気温偏差の時間変化率
緑線: 気温平年値
灰色矢印: 風ベクトル

風偏差 × 気温平年値



風平年値 × 気温偏差

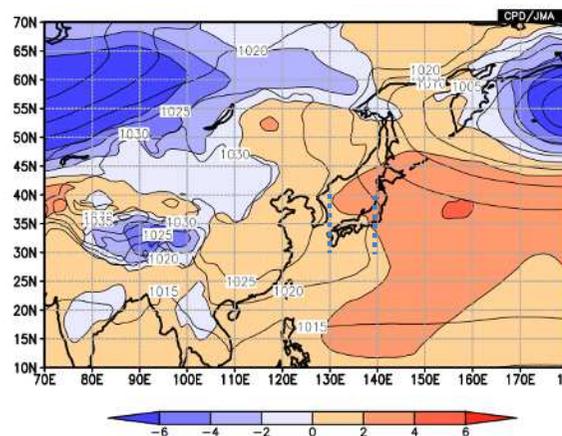
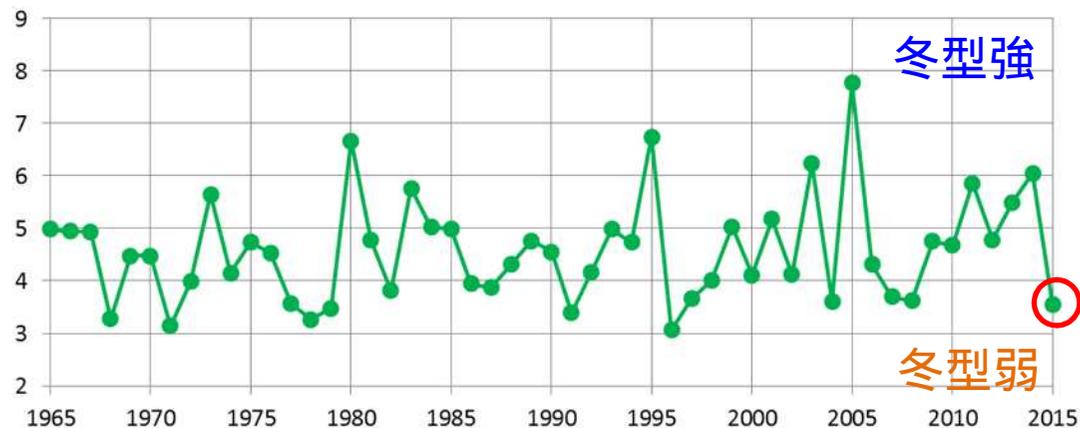


弱い冬型の気圧配置

- ・日本付近の冬型の気圧配置は弱かった
- ・大陸の寒気は非常に弱かった

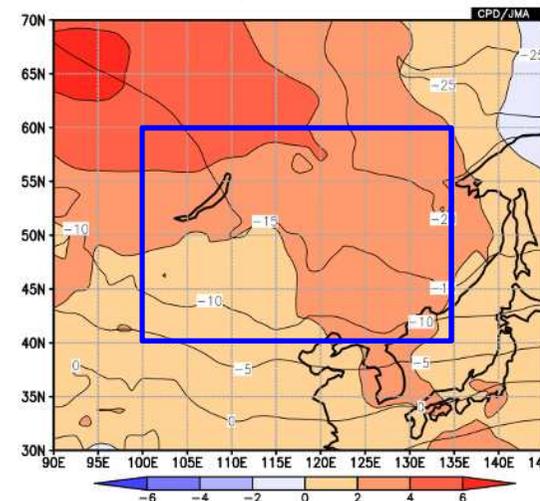
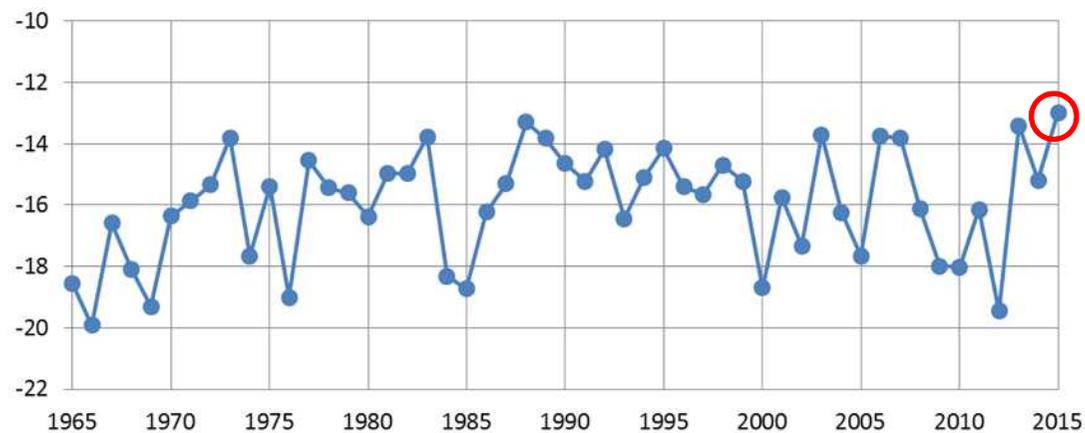
35N帯気圧傾度（冬型の気圧配置の強さの目安）の年々変動（12月）

* 30N - 40N 平均の130Eと140Eの気圧の差



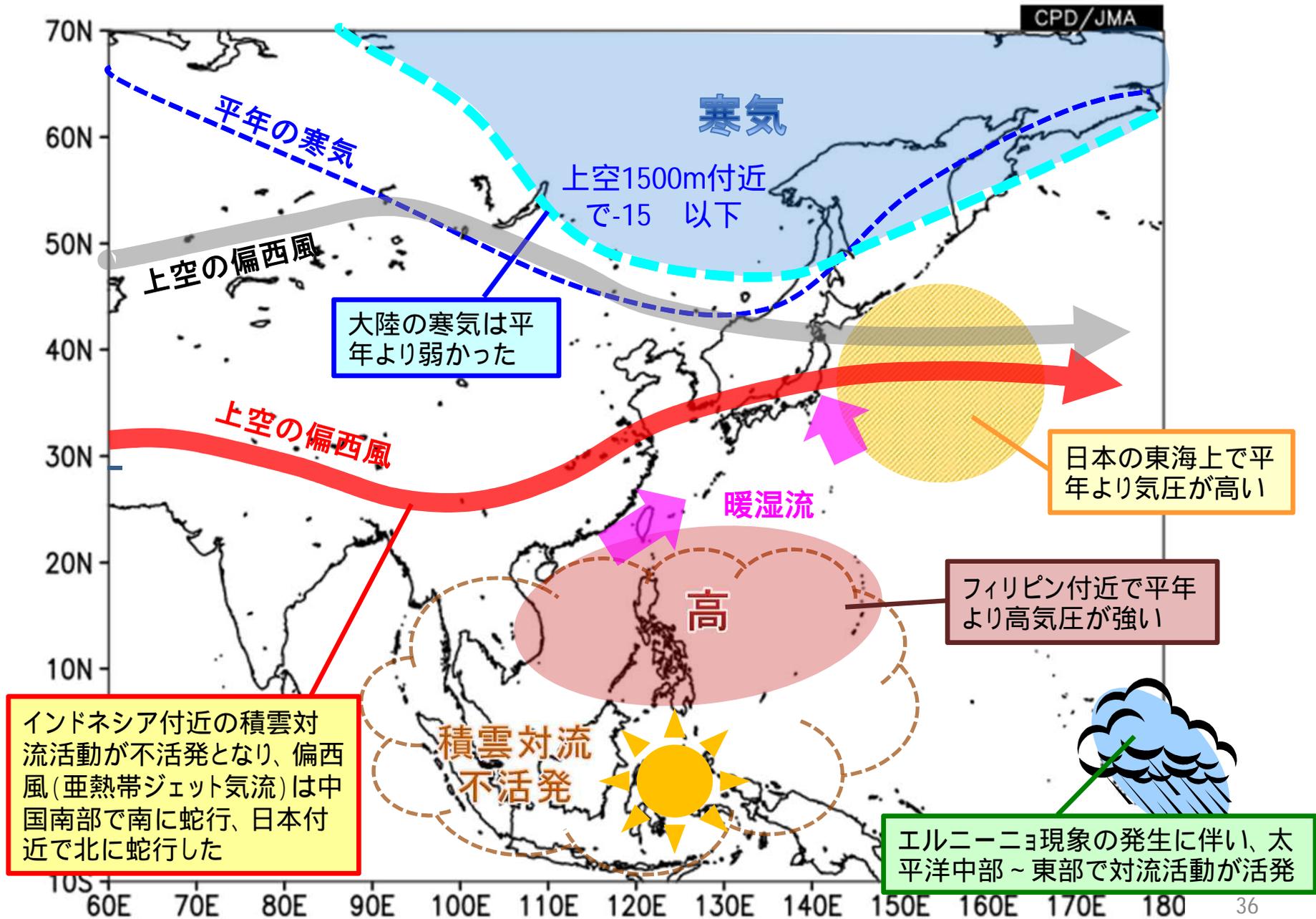
海面気圧
陰影: 偏差
実線: 実況
12月平均

40-60N 100-135E における925hPa気温の平均の時系列（12/1 - 1/10）



850hPa 気温
陰影: 偏差
実線: 実況
12/1 - 1/10平均

2015年12月～2016年1月上旬の高温の要因



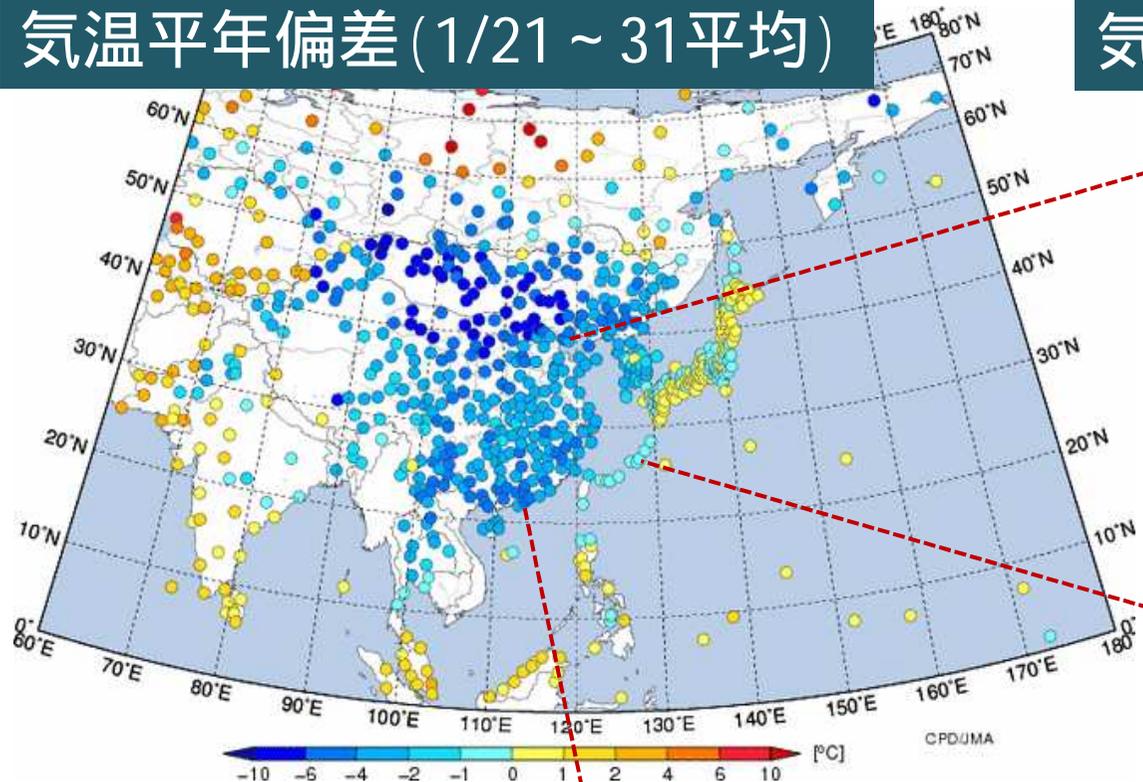
まとめ(冬前半の記録的な高温・少雪)

- 冬前半は全国的に記録的な高温、少雪となった。
- 大陸の寒気は非常に弱かった。
- 熱帯の対流活動はエルニーニョ現象発生時に典型的な偏差分布だった。これに対応して偏西風は日本の西で南に、日本付近では北に蛇行した。
- 東日本以西の下層は南西風偏差場となり、北からの寒気の流れ込みが弱かった。これはフィリピン付近の下層の高気圧性循環偏差にともなうもので、エルニーニョ現象の発生に伴い海洋大陸付近で広く対流不活発となったことが影響していると考えられる。
- 記録的な高温の背景には全球的な高温の状況がある。

1月下旬の東アジアの寒波

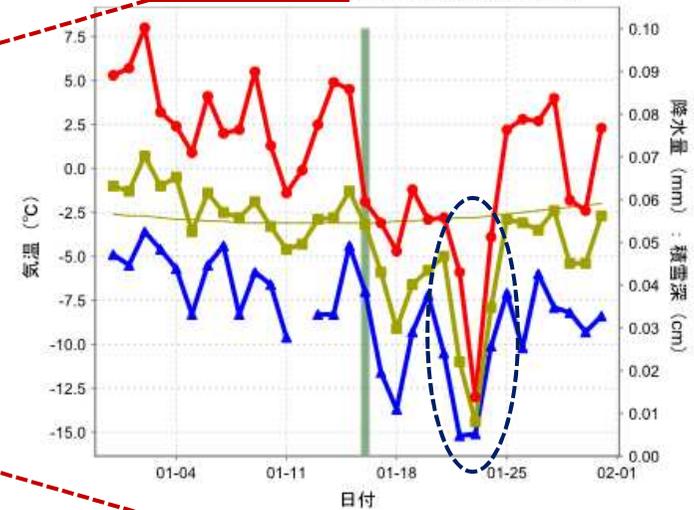
1月下旬の寒波の状況

気温平年偏差 (1/21 ~ 31平均)

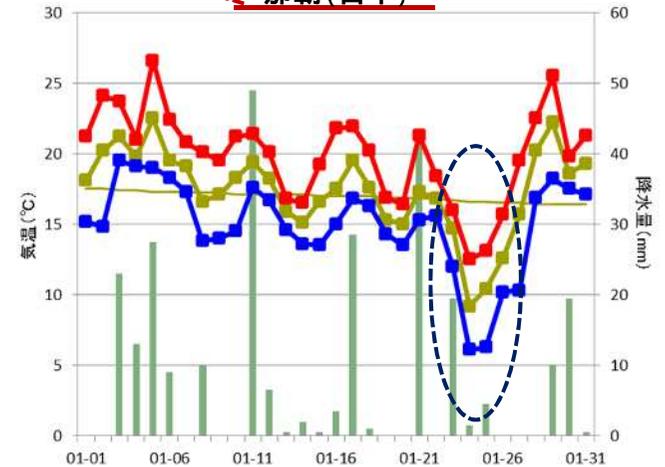


気温・降水量の日別時系列

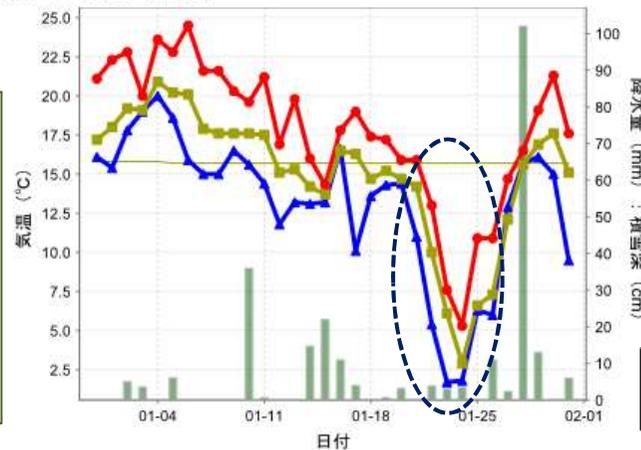
ペキン (北京) [中華人民共和国]



那覇 (日本)



シェンチェン (深セン) [コウントン (広東) 省]
[中華人民共和国]



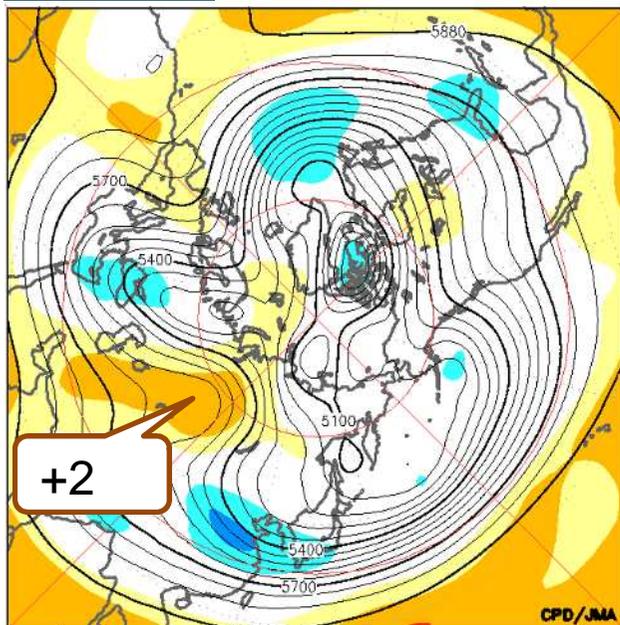
- 気温は、下旬前半に急激に低下し、平年と比べてかなり低くなった。

■ 平均気温 ■ 最高気温 ■ 最低気温 ■ 平均気温(平年) ■ 最高気温(平年)
■ 最低気温(平年) ■ 降水量 ■ 積雪深 x 降水データなし

1/21 ~ 25平均場の規格化偏差

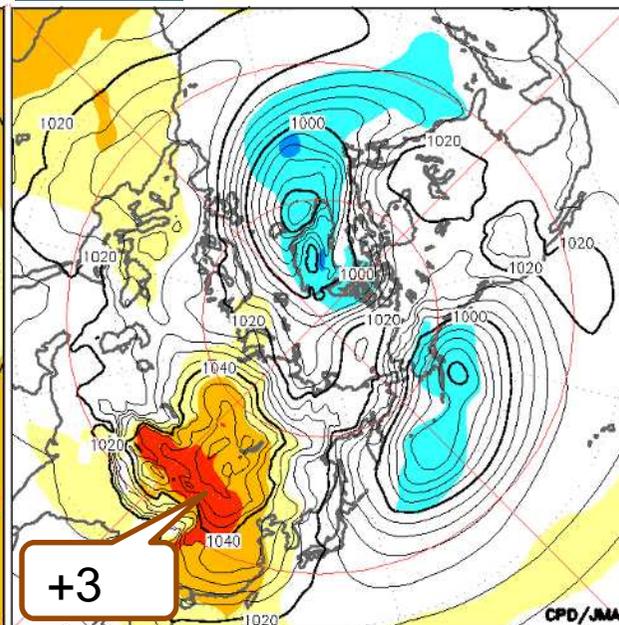
Z500

16 - 25Jan.2016



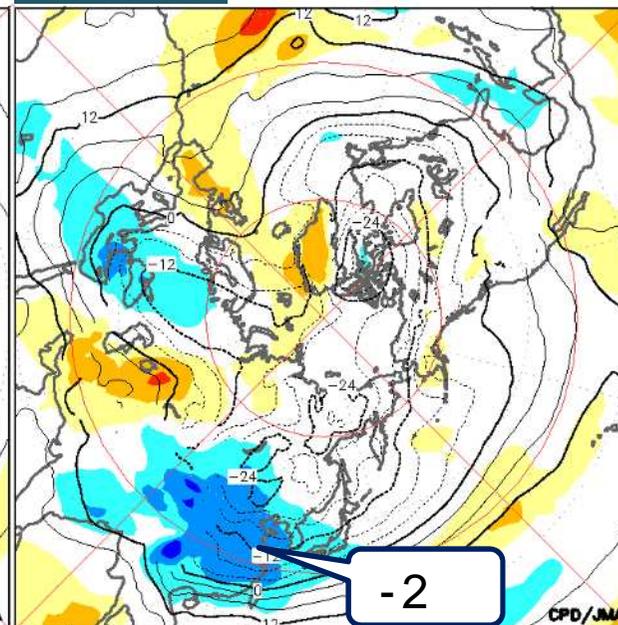
SLP

2016 - 25Jan.2016



T850

16 - 25Jan.2016

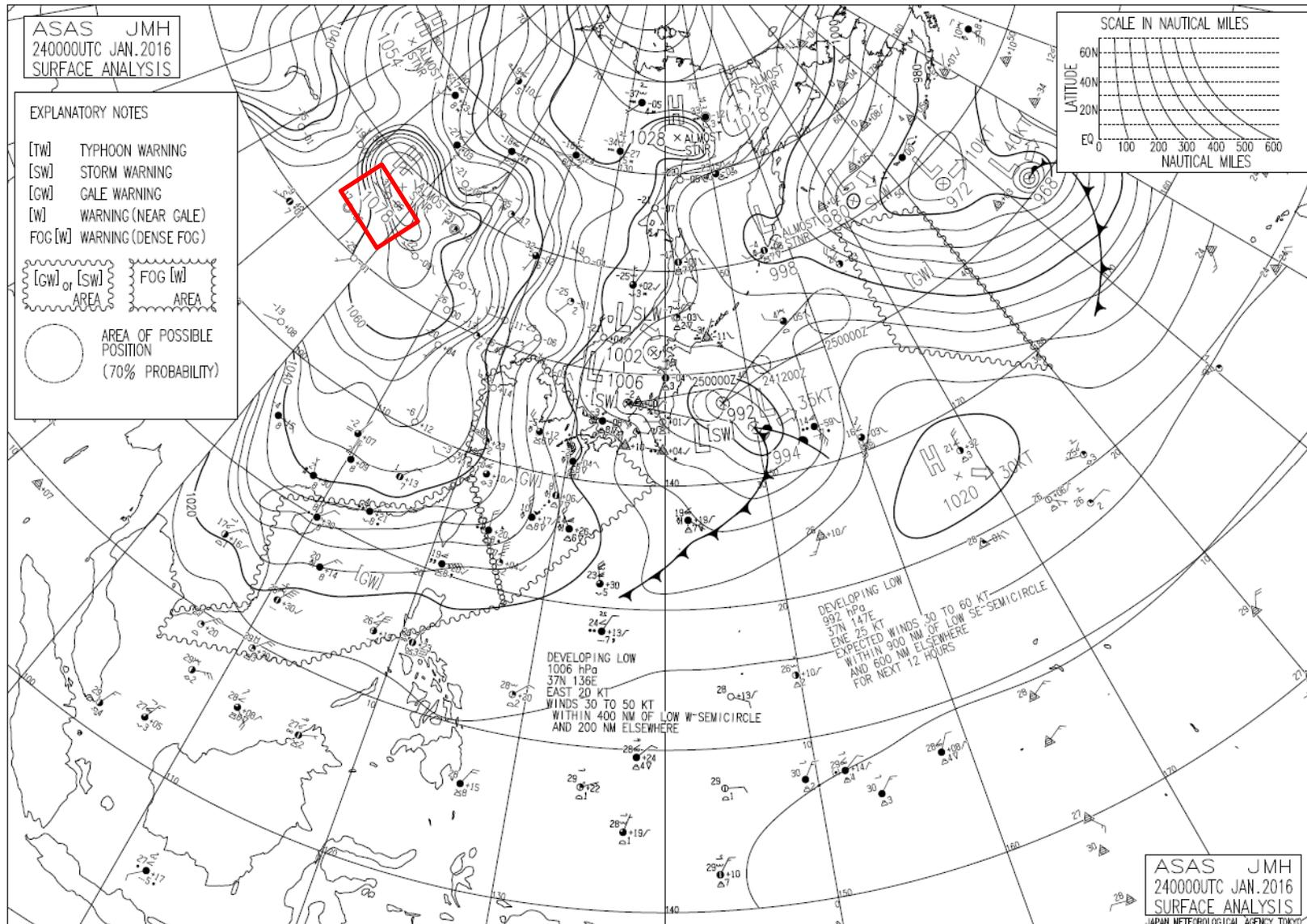


等値線: 解析、陰影: 規格化偏差

- 西・中央シベリアでの明瞭なリッジと対応して、シベリア高気圧の勢力が強まり、東アジアへ張り出した。
- 中国東部付近における対流圏下層の気温は、低温偏差が明瞭となった。

地上解析天気図(2016年1月24日00UTC)

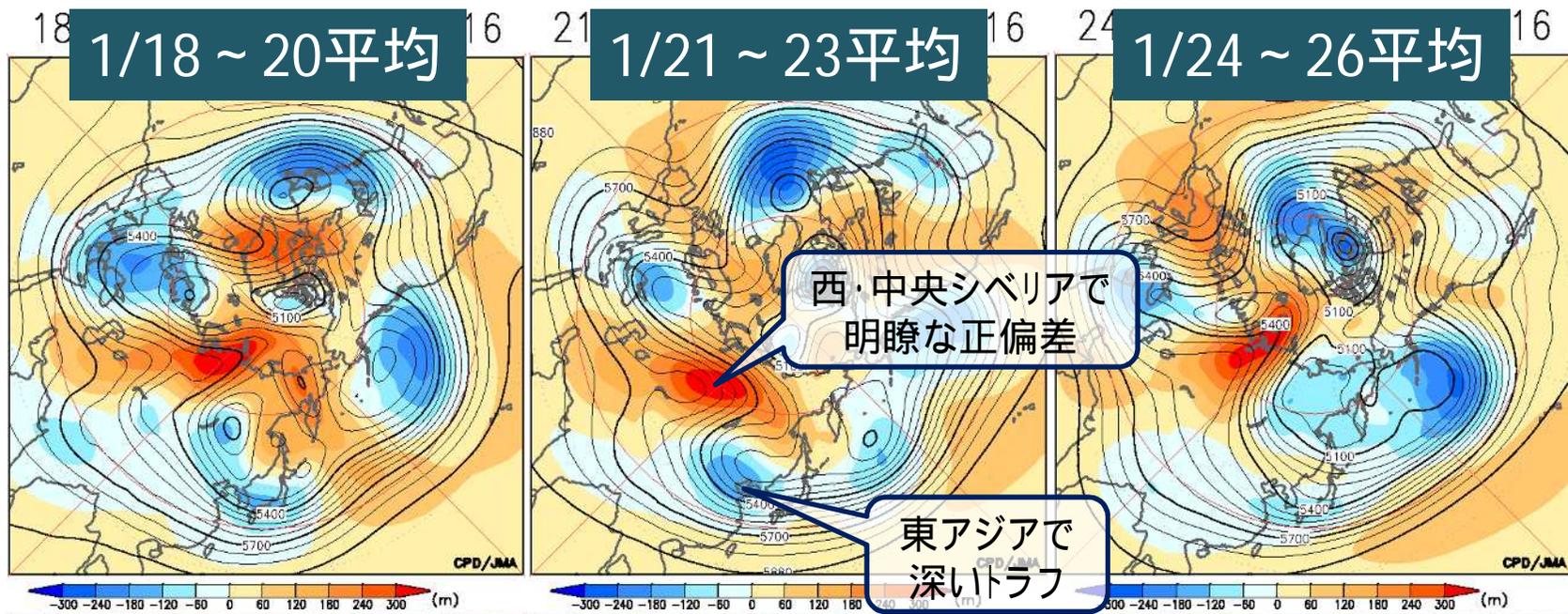
シベリア高気圧の中心付近では、1078hPaの気圧が解析された



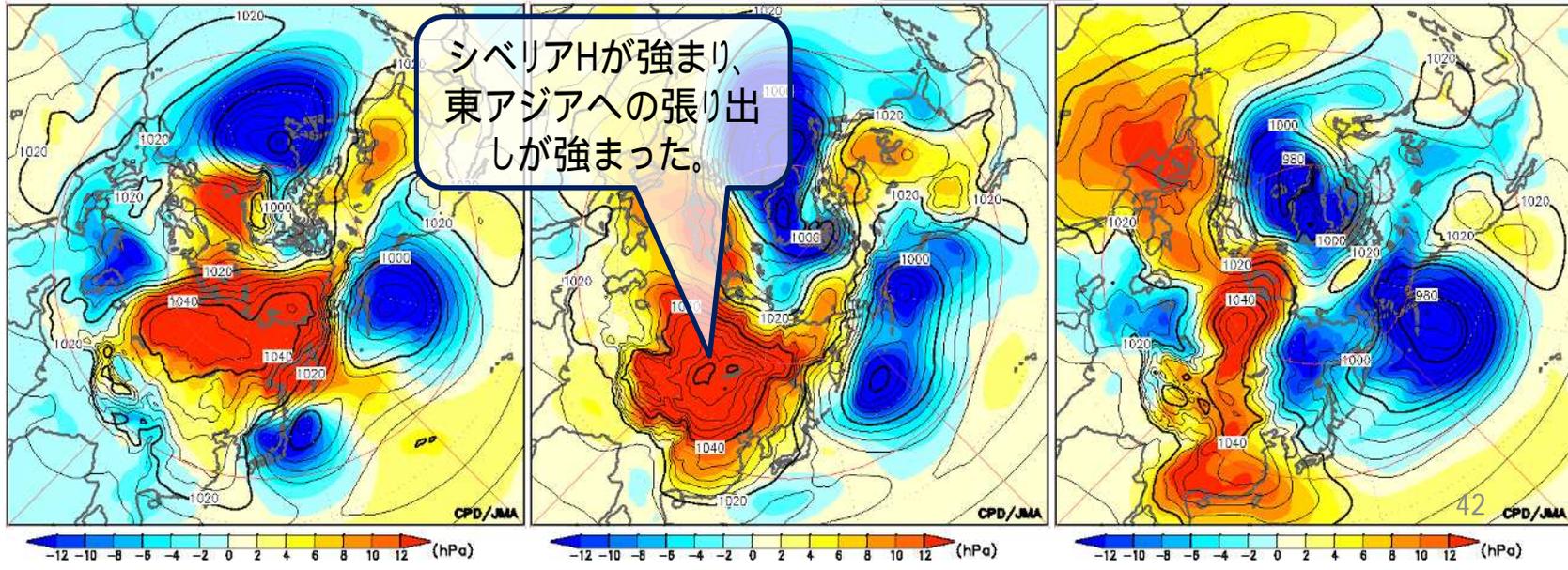
500hPa高度、海面気圧の推移

等値線: 解析、陰影: 平年偏差

Z500



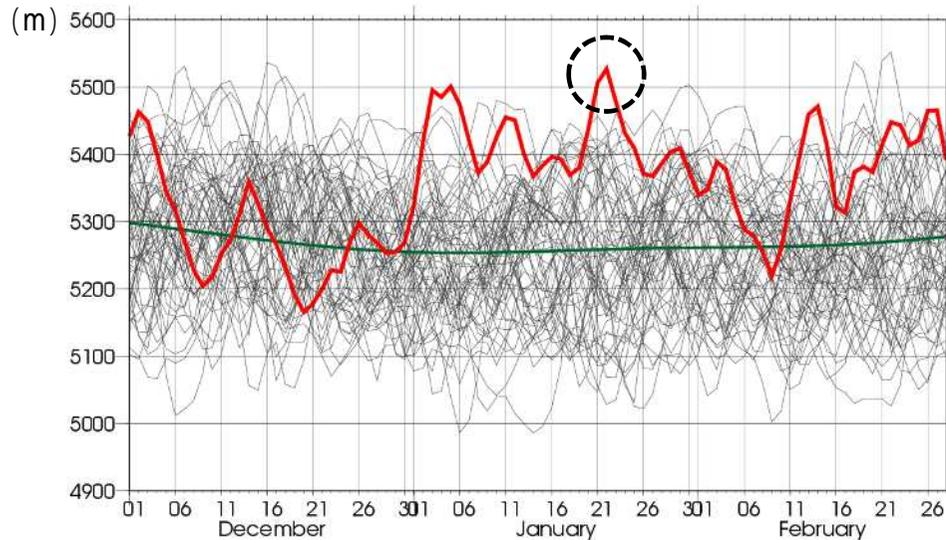
SLP



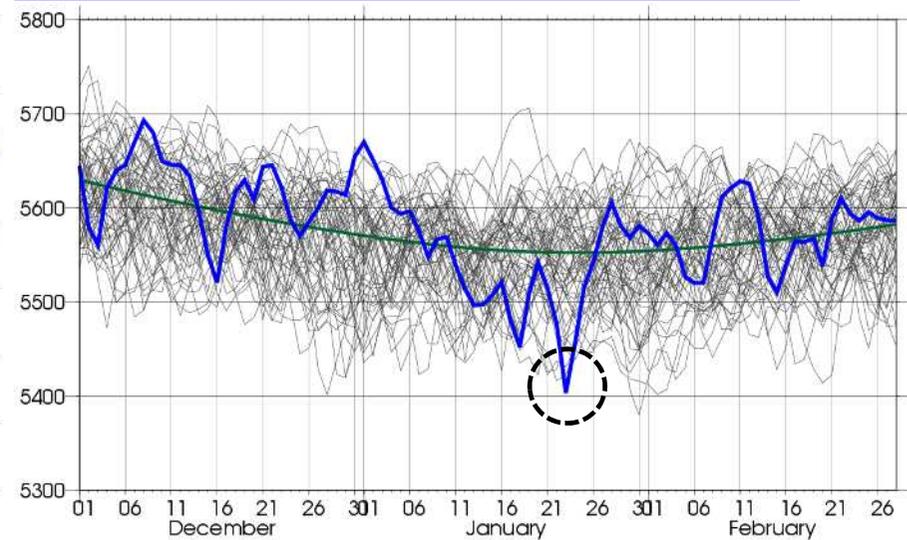
西・中央シベリアのリッジ、東アジアのトラフの強さ

領域平均Z500の日別時系列(各年冬)

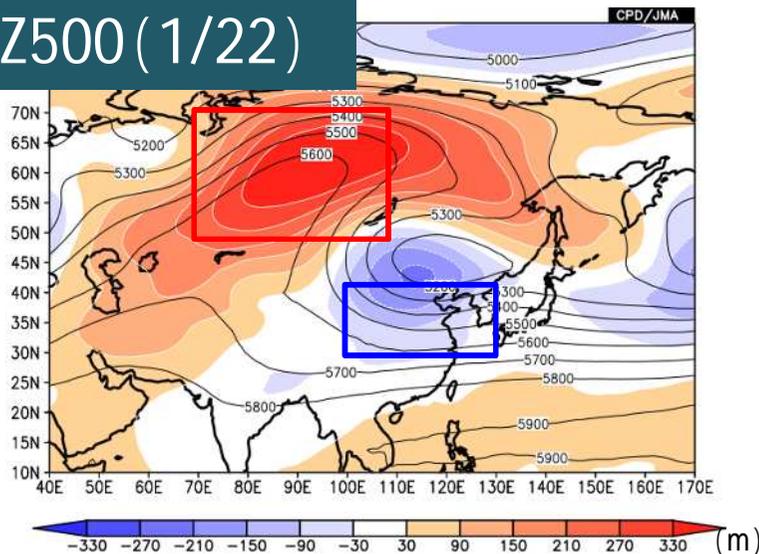
50°-70°N、70°-110°E平均



30°-40°N、100°-130°E平均



Z500(1/22)



色線: 2015/16年冬、緑線: 平年
灰色線: 1958/59 ~ 2014/15年冬

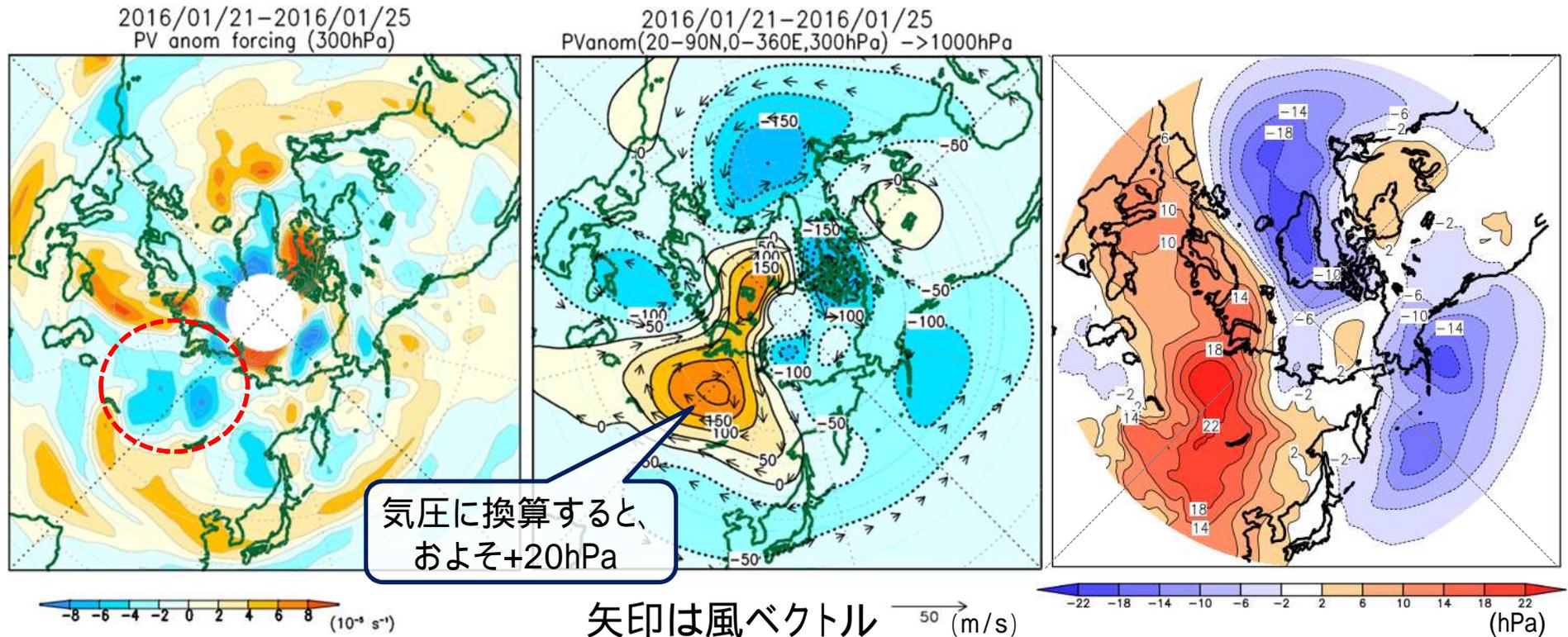
- 西・中央シベリアのリッジや東アジアのトラフは、1月後半頃としてはかなり強かった。

PV-inversion (1/21 ~ 25平均)

与えた300hPa準地
衡流PV偏差 (s^{-1})

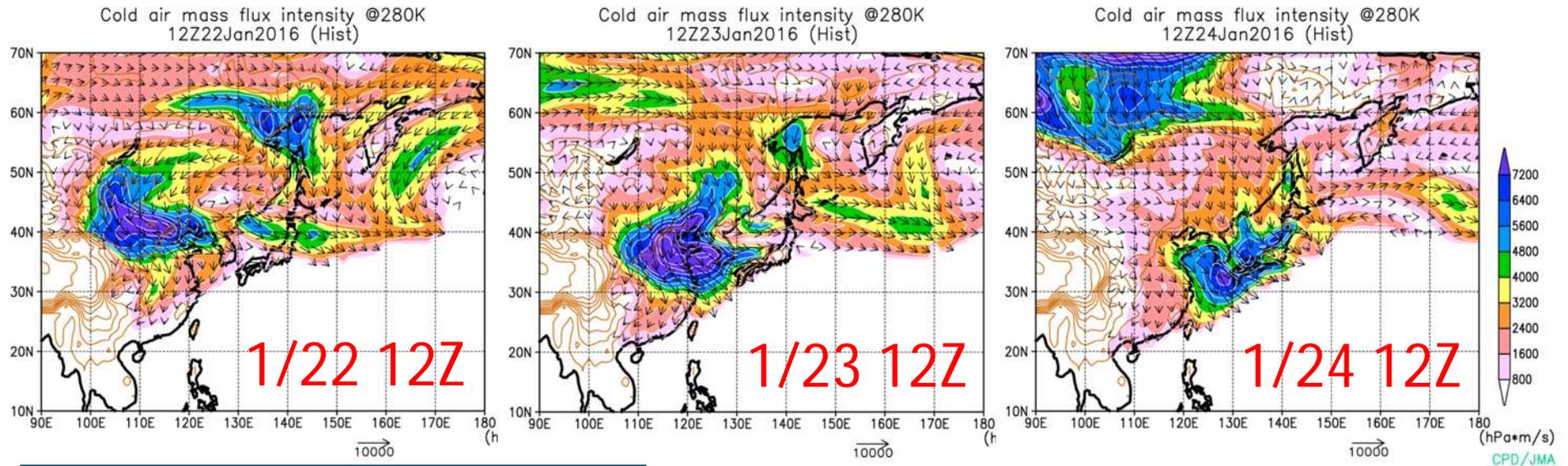
PV偏差によって強制
されるZ1000偏差 (m)

SLP平年偏差 (hPa)

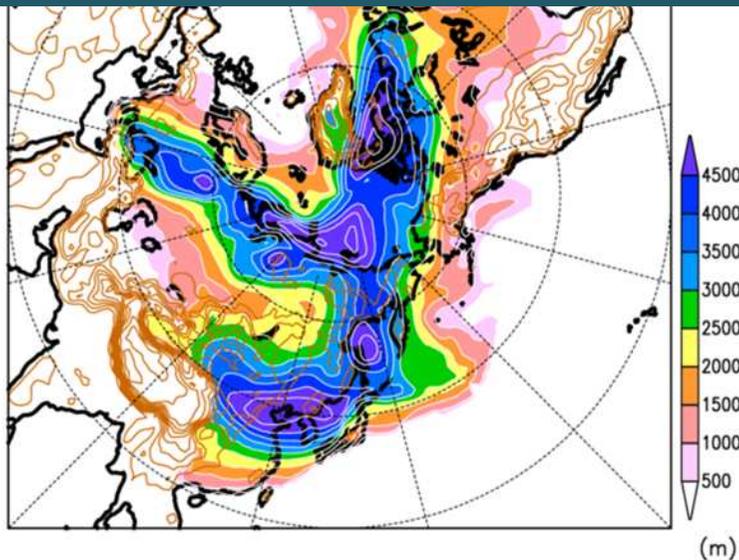


- 西・中央シベリアの負のPV偏差(リッジ)に伴って、下層に高気圧が誘起されており、シベリア高気圧の強化と対応している。

280K面の寒気質量フラックスとその強度(1/22~24)



280Kジオポテンシャル高度 (1/23 12Z)

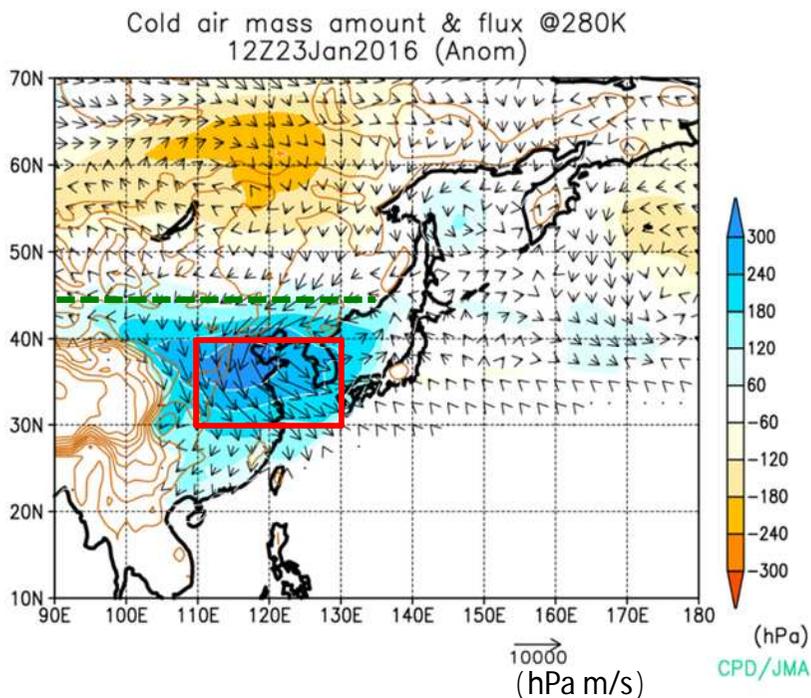


陰影: 寒気質量フラックス強度 (hPa m/s)
矢印: 寒気質量フラックス (hPa m/s)

- 下旬前半に、中国東部～西日本を
中心に強い寒気の南下がみられた。

寒気南下の強さの時系列

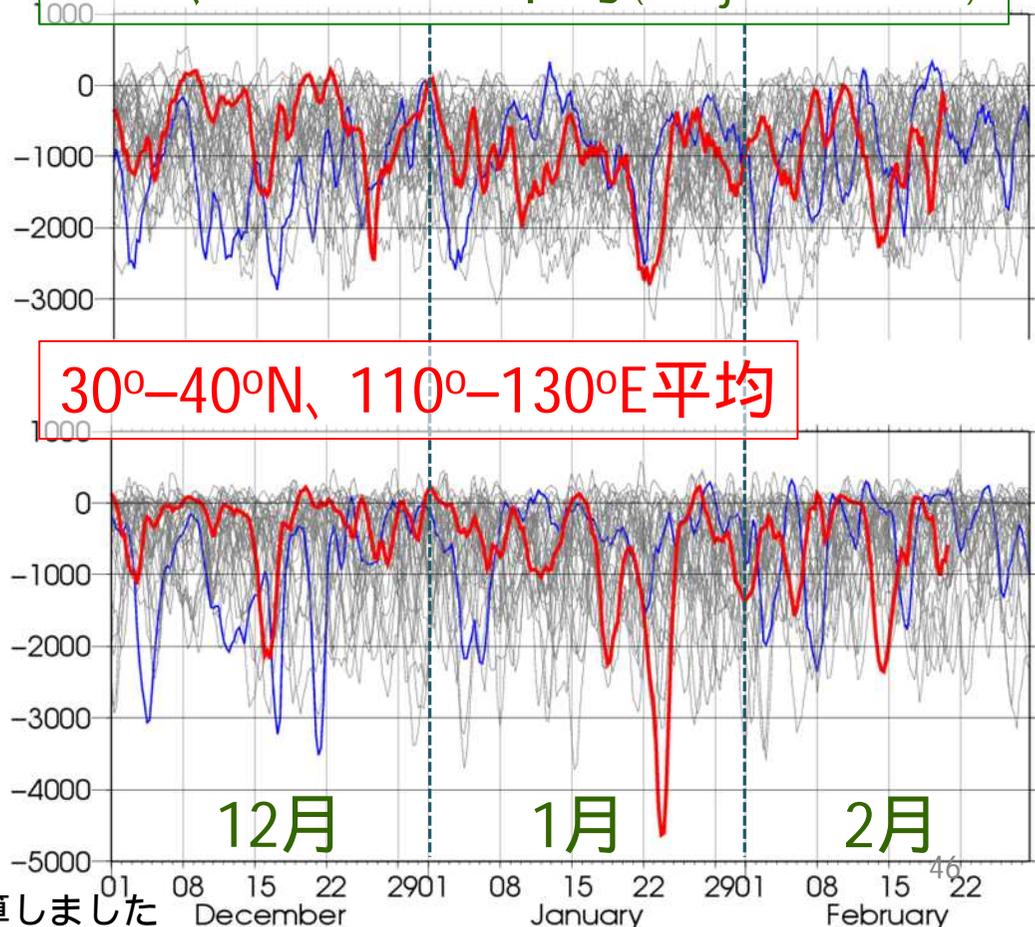
280K寒気質量フラックス&
強度の平年偏差 (1/23 12Z)



280K寒気質量フラックス南北成分
(hPa m/s) の6時間毎の時系列

赤線: 2015/16年冬、青線: 2005/06年冬
灰色線: その他の1981/82年以降の冬

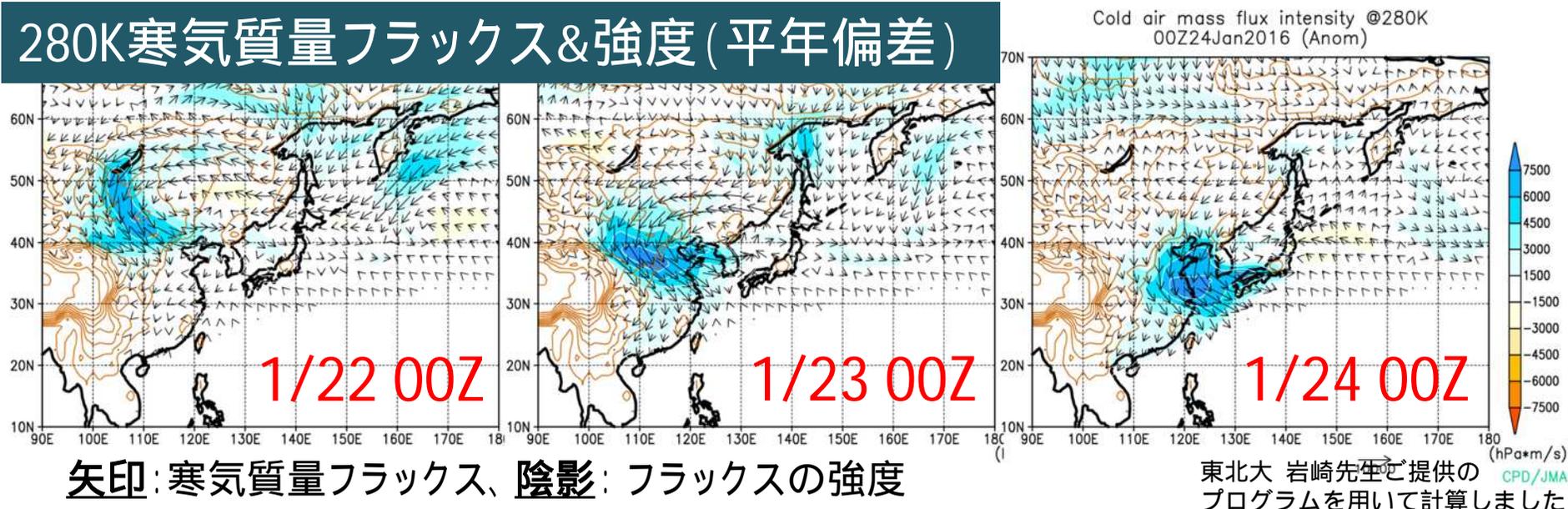
45°N、90°-135°E平均 (Shoji et al. 2014)



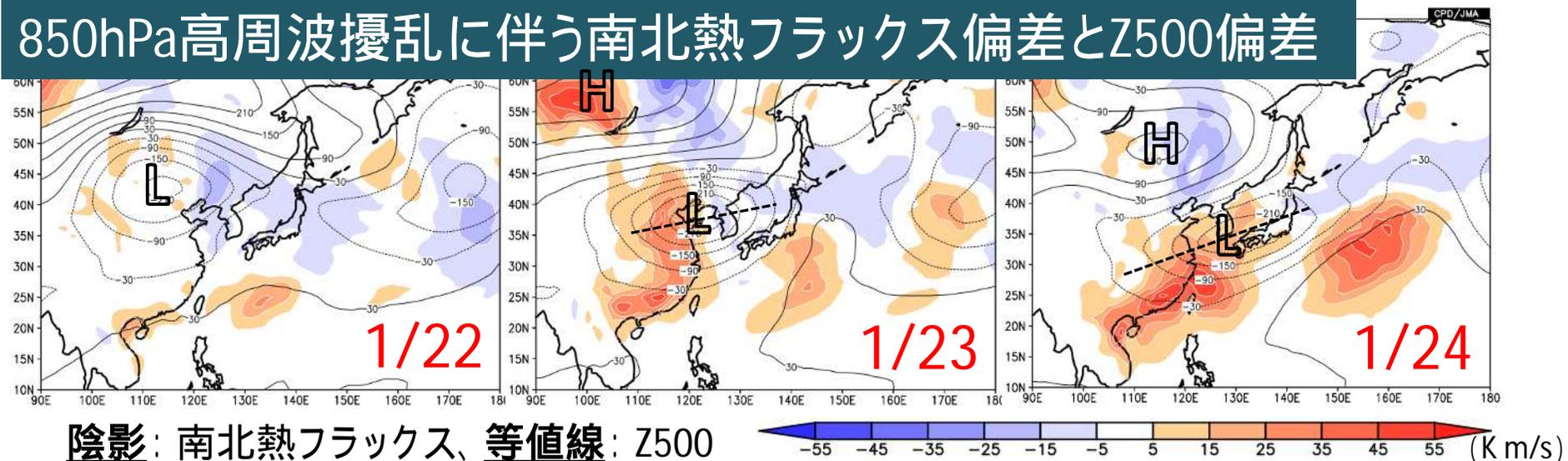
-西回りでの寒気の南下の強さは、1981/82年冬以降では、最大水準だった。

寒気南下とトラフ、対流圏下層の傾圧性

280K寒気質量フラックス&強度(平年偏差)



850hPa高周波擾乱に伴う南北熱フラックス偏差とZ500偏差



- 寒気南下とトラフの深まり、下層の強い傾圧性がよく対応

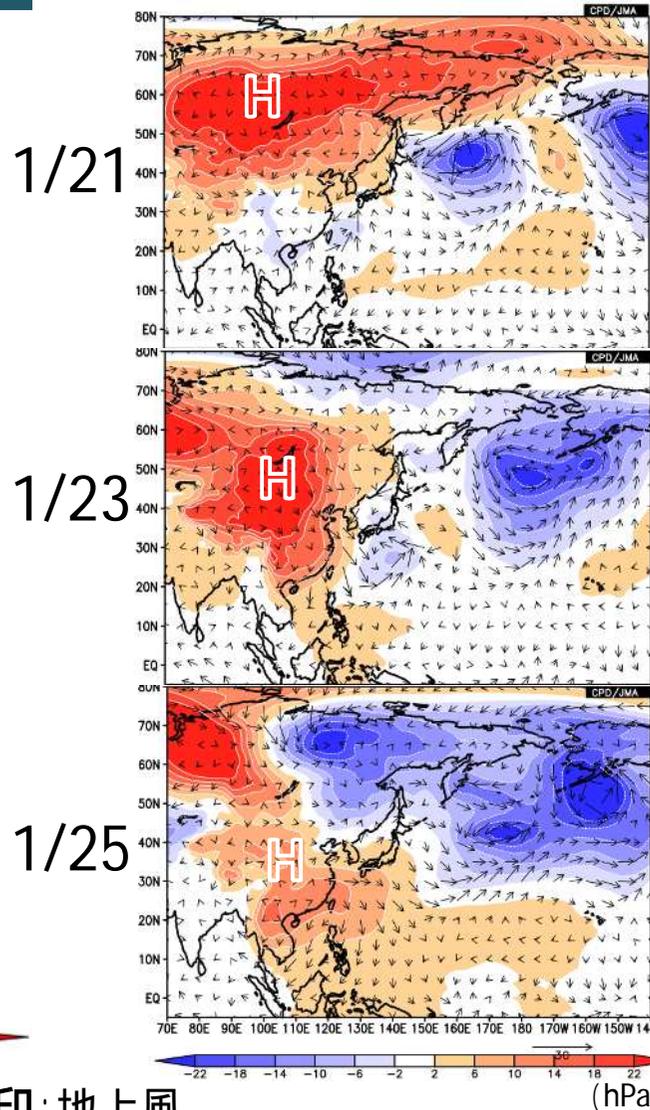
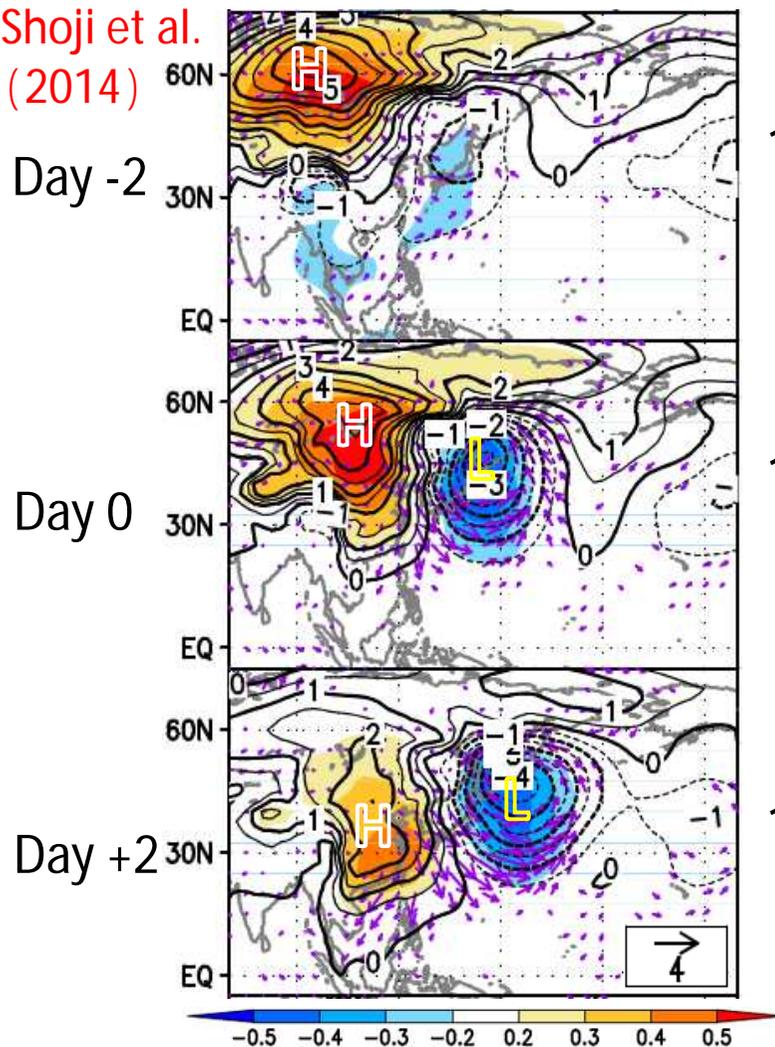
【統計解析】西回りの寒気流出と関連する循環場

90°-135°Eでの南向き寒気
質量フラックスとのラグ相関

SLP/地上風平年偏差

陰影: SLP平年偏差、矢印: 地上風平年偏差

Shoji et al.
(2014)

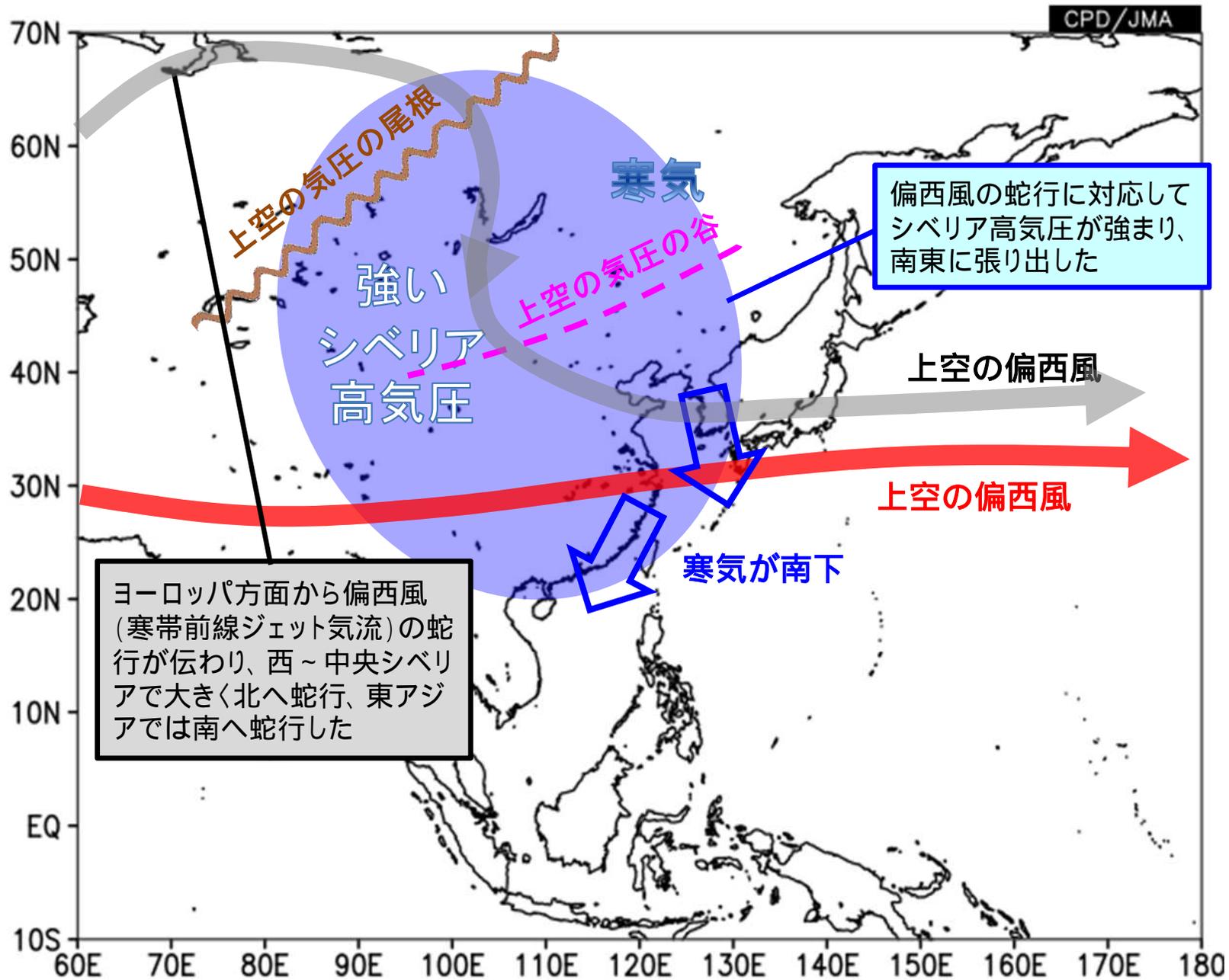


- シベリア高気圧の東アジアへの張り出しは、西回りの寒気流出時に統計的にみられやすい特徴と整合していた。

等値線(陰影): SLPの回帰(相関)係数、矢印: 地上風

(hPa)

2016年1月下旬の低温の要因



(まとめ)1月下旬の東アジアの寒波

- 東アジアでは、1月下旬前半に気温が急激に低下し、平年と比べてかなり低くなった。
- この期間、中国東部～西日本を中心に強い寒気の南下がみられた。西回りでの寒気の南下の強さは、1981/82年冬以降では最大水準だった。
- 500hPa高度をみると、西・中央シベリアでリッジが発達し、シベリア高気圧の強化やその東アジアへの張り出しと対応していた。
- シベリア高気圧の東アジアへの強い張り出しは、西回りの寒気流出時に統計的にみられやすい特徴と整合していた。

(まとめ) 2015/16年冬までの天候について

- 2014年夏に発生したエルニーニョ現象は、2015年11月から12月にかけて最盛期となった。
- 全球平均気温は過去の記録を大きく上回る高温となっている。地球温暖化の影響にくわえ、エルニーニョ現象による寄与が考えられる。
- この冬の日本の天候は全国的に高温、多雨となった。特に冬前半は記録的な高温、少雪となった。
- 日本付近の冬型の気圧配置は平年より弱かった。フィリピン付近や日本の東海上の高気圧性循環偏差など、エルニーニョ現象発生時に統計的にみられる循環場の特徴が見られた。
- 1月下旬には東アジアに記録的な寒波が到来した。西回りでの寒気の南下の強さは1981/82年冬以降では最大水準だった。