

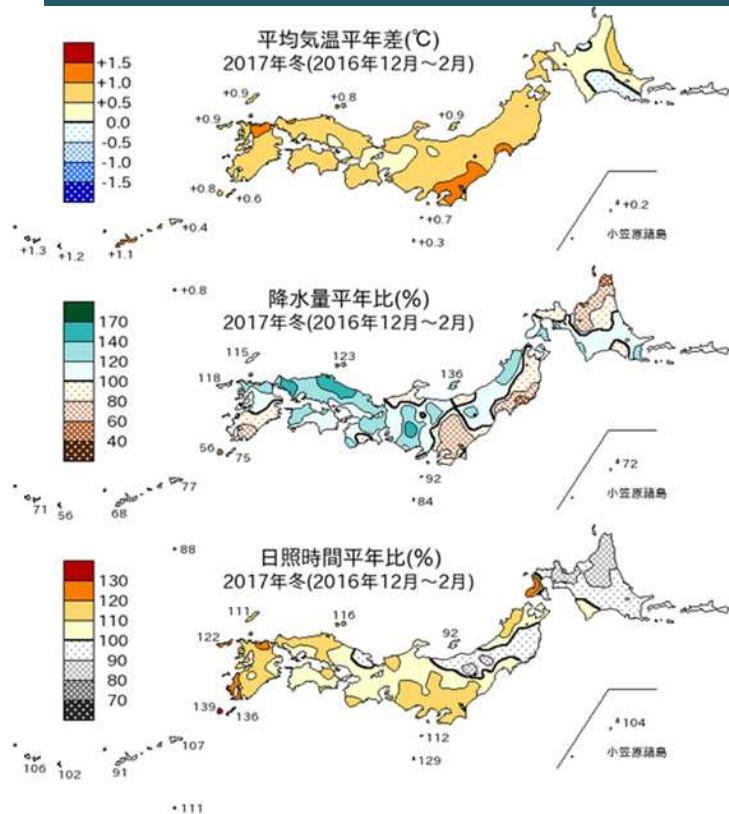
# 2016/2017年冬の 大気循環場の特徴

平成29年3月2日  
気象庁気候情報課

# 日本の天候・世界の気温

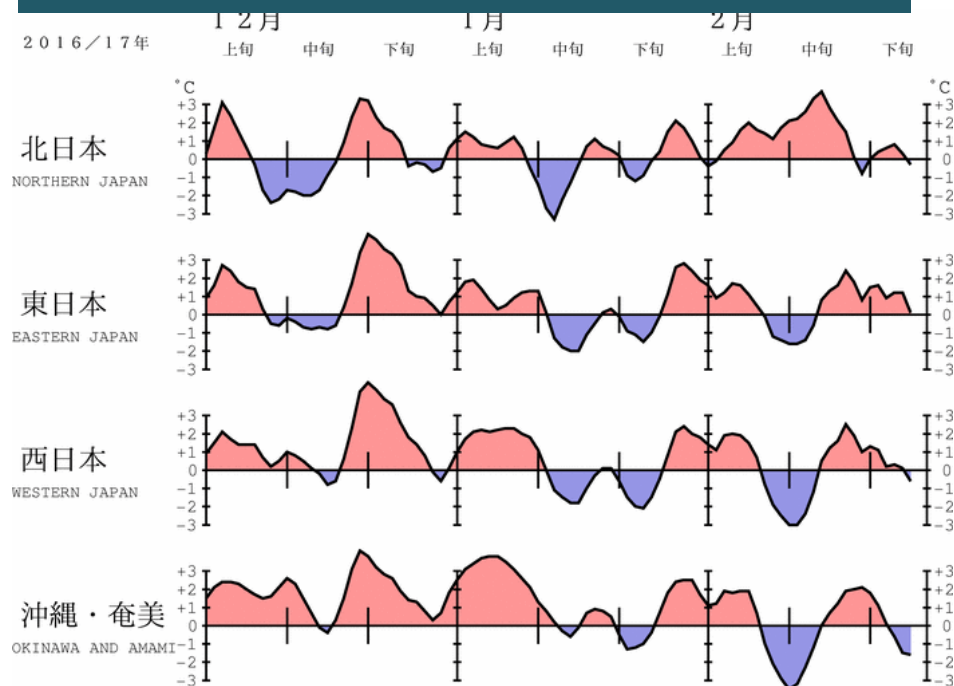
# 冬の日本の天候

## 気温/降水量/日照時間 平年差(比)



気温：全国高温  
降雪量：北日本はかなり少なく  
東日本で少ない。  
西日本は平年並。

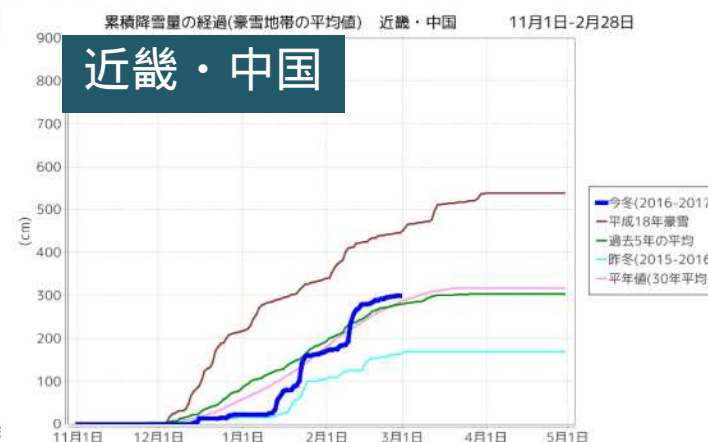
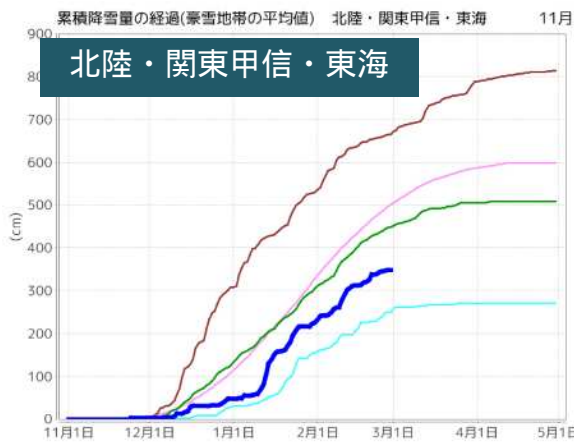
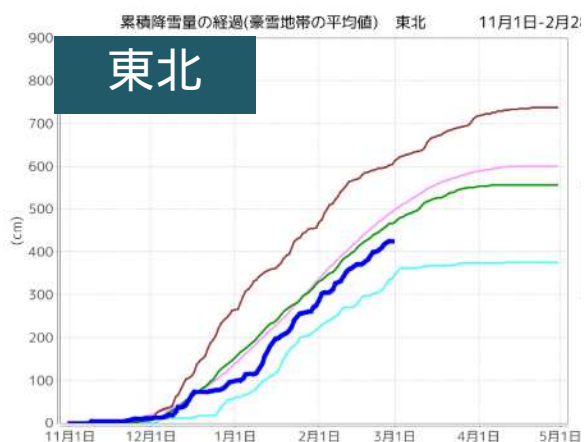
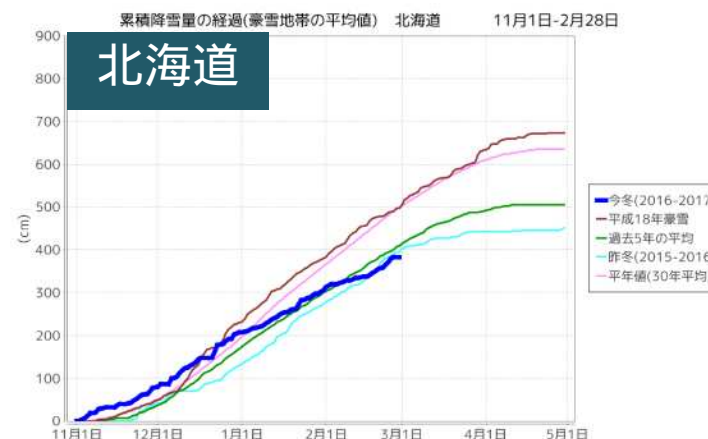
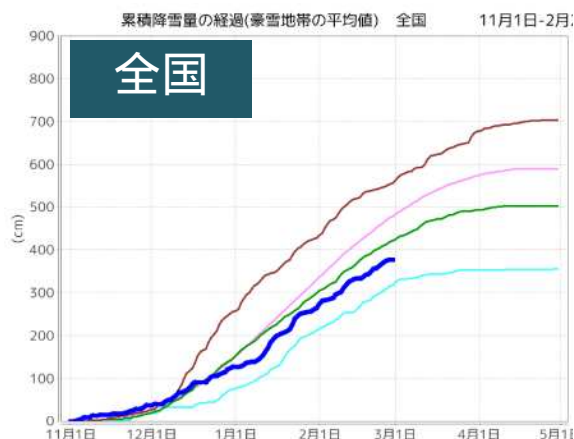
## 地域平均気温平年差の時系列



| 気候表   | 気温<br>平年差 | 降水量<br>平年比 |     | 日照時間<br>平年比 |     | 降雪量<br>平年比 |    |
|-------|-----------|------------|-----|-------------|-----|------------|----|
|       |           | 日          | 太   | 日           | 太   | 日          | 太  |
| 北日本   | +0.5      | 96         | 101 | 95          | 99  | 67         | 74 |
| 東日本   | +0.8      | 103        | 101 | 104         | 112 | 43         | 42 |
| 西日本   | +0.8      | 125        | 107 | 112         | 112 | 87         | 50 |
| 沖縄・奄美 | +1.1      | 69         |     | 102         |     | -          |    |

# 豪雪地帯の累積降雪量（11/1～）

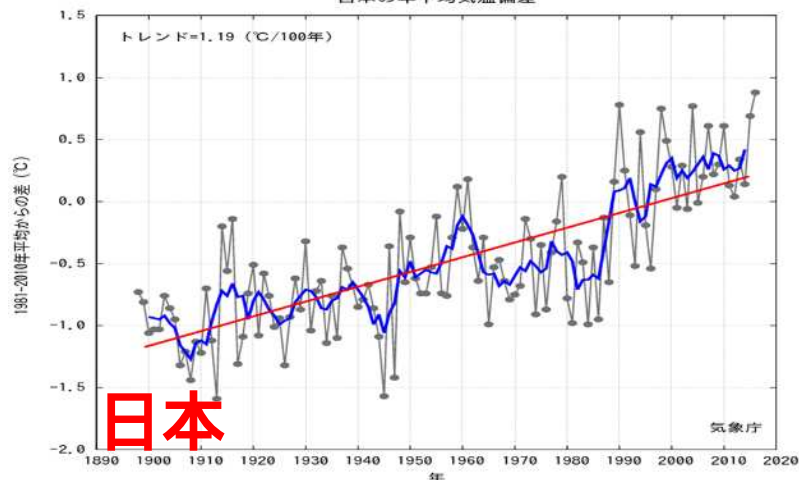
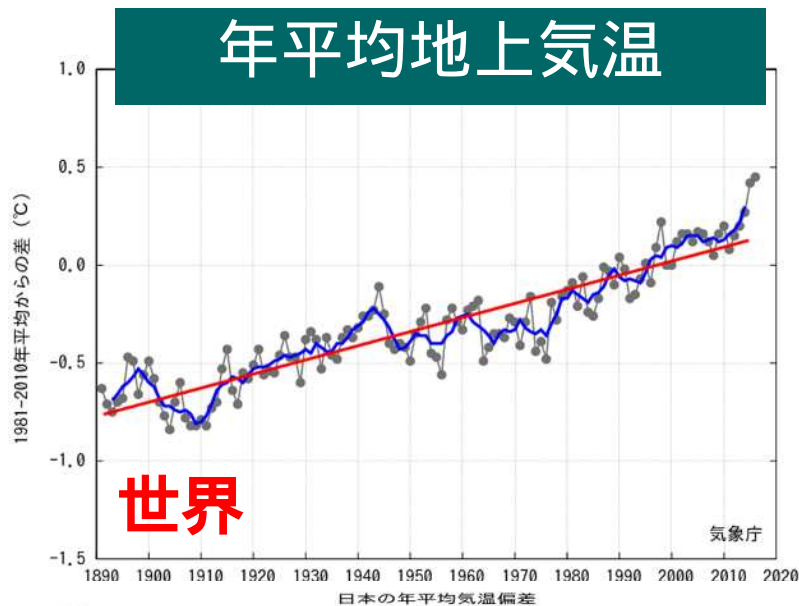
- ・ 北日本、東日本の豪雪地帯では平年より少ない。
- ・ 西日本の豪雪地帯では平年並。



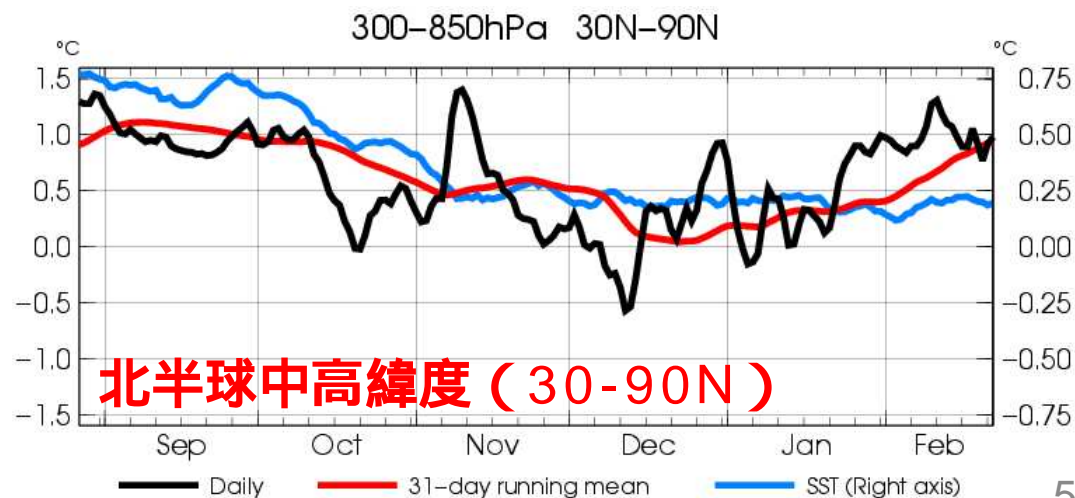
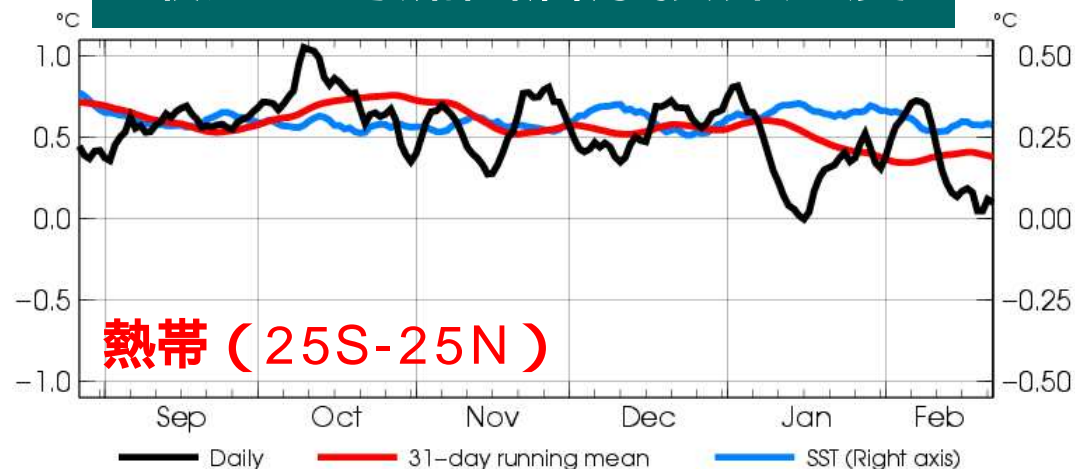
# 世界と日本の平均気温・対流圏層厚換算温度

- 2016年は世界と日本の年平均気温が共に1位の記録を更新。
- 層厚換算温度も高い状態が続いている。

## 年平均地上気温



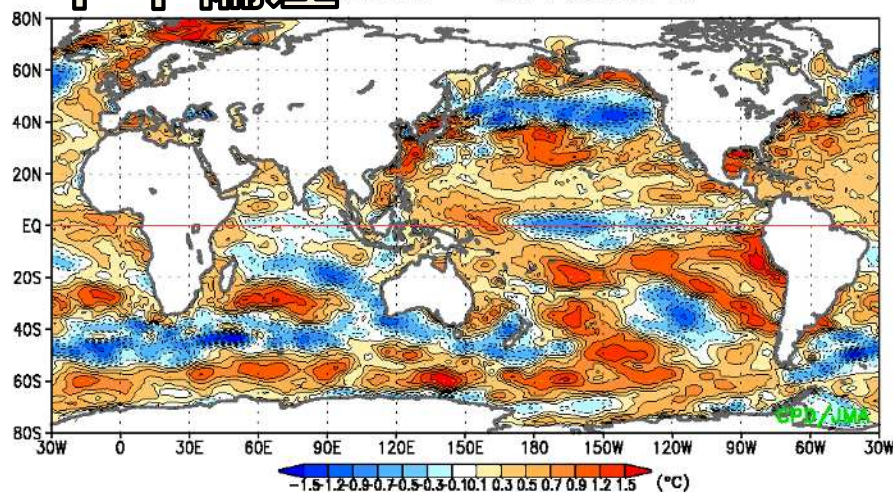
## 最近の対流圏層厚換算温度



# この冬の海況・循環場

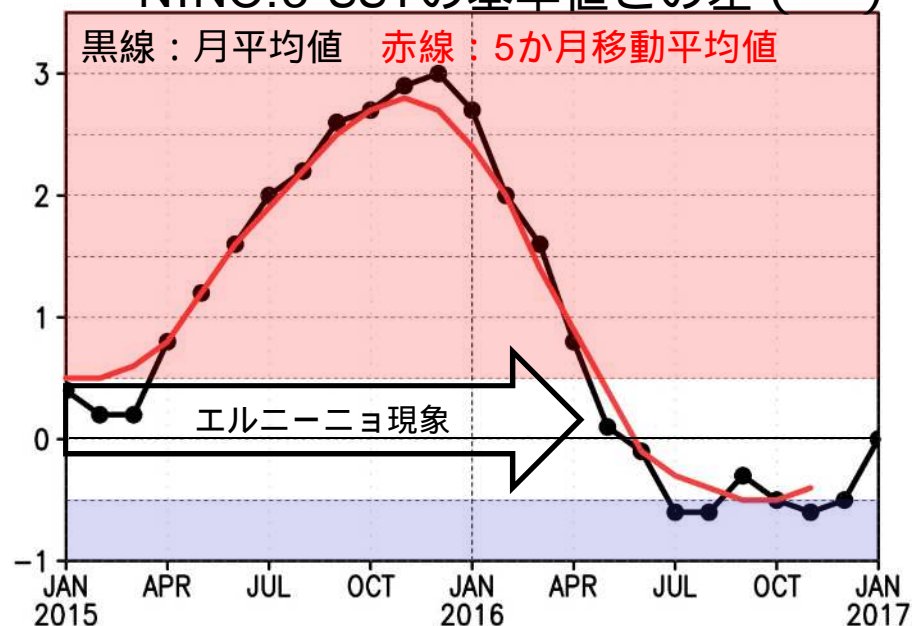
# 海面水温

平年偏差 2016 - 27Feb.2017



赤道域ではインド洋や太平洋中・東部で低温偏差、太平洋西部で高温偏差。南シナ海～フィリピン東海上で高温偏差。

NINO.3 SSTの基準値との差 ( )



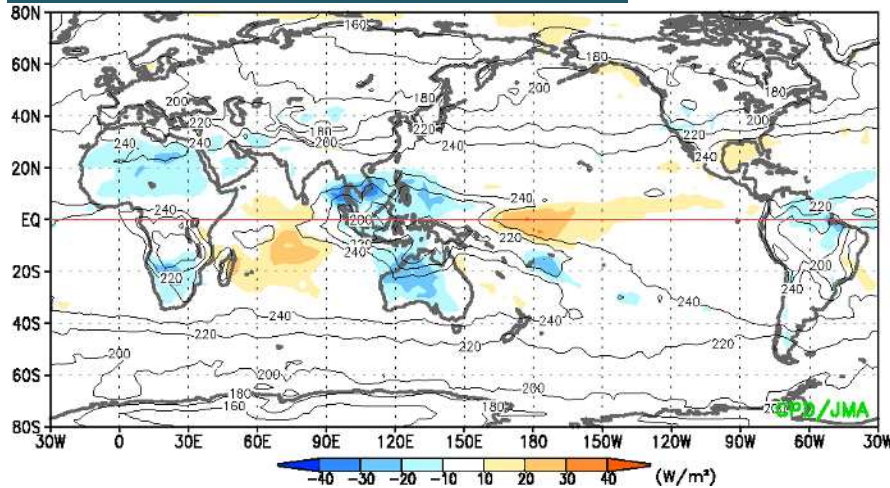
NINO.3の海面水温変動

- ・ 2016年7月から12月まで-0.5 付近 (ラニーニャ現象に近い状態) を推移
- ・ 気象庁の「ラニーニャ現象」の定義を満たさなかった

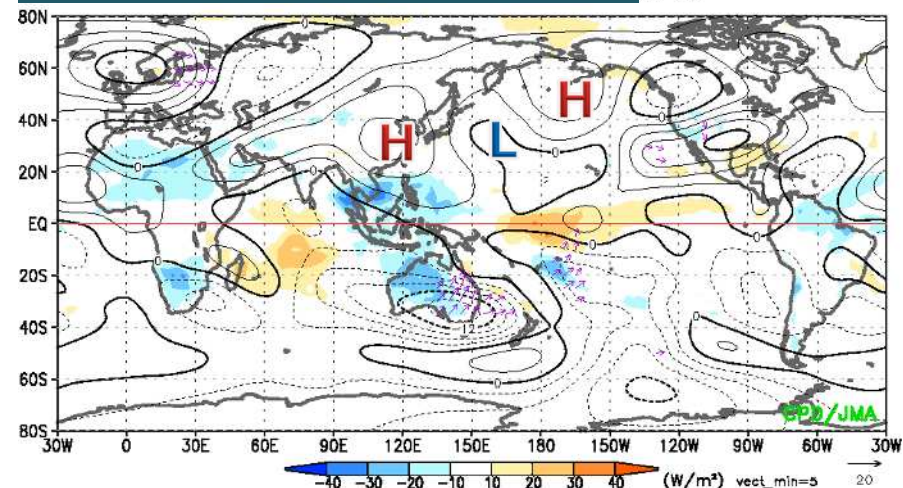
気象庁における[ラニーニャ現象]の定義：  
エルニーニョ監視海域 (NINO.3) における月平均SSTの基準値との差の5か月移動平均値が、6か月以上連続して-0.5 以下になった状態。(基準値：前年までの30年間平均値)

# 熱帯の大気循環(対流圏上層)

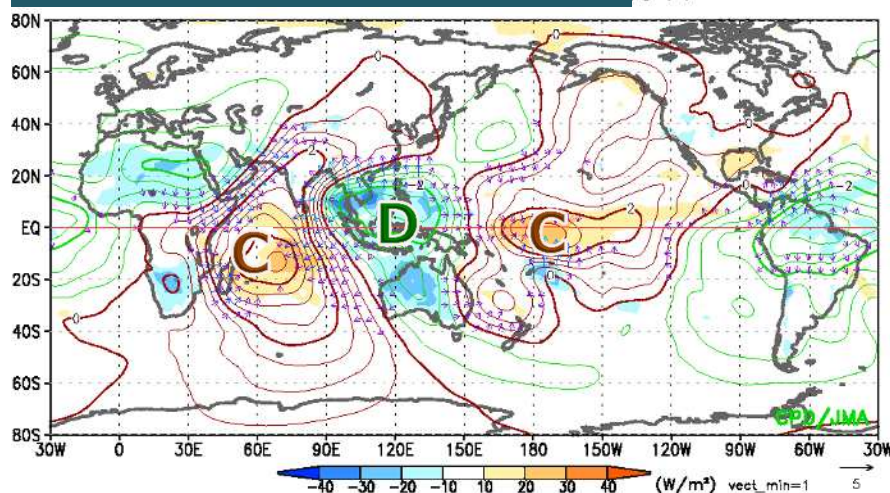
OLR解析&平年偏差 2017



$\psi_{200}$ /OLR平年偏差 2017



$\chi_{200}$ /OLR平年偏差 2017

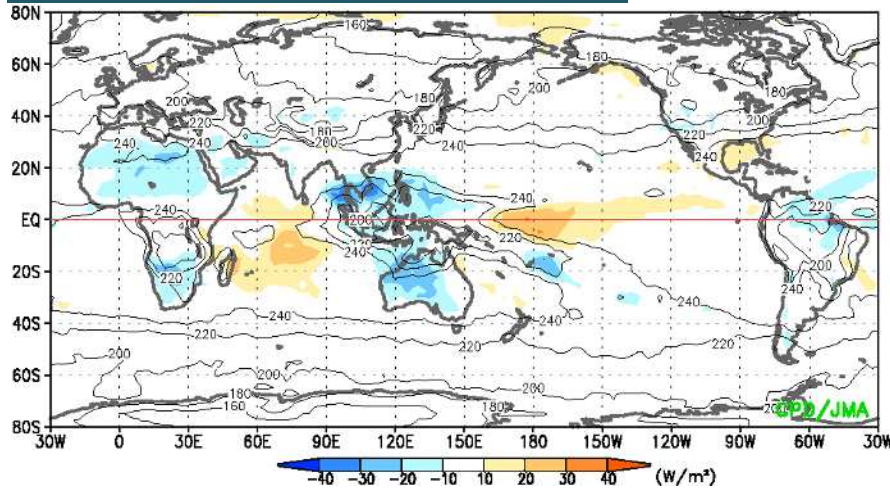


- ・インドシナ半島～フィリピン付近や海洋大陸付近で対流活発(発散偏差)、インド洋西・中部や太平洋赤道域では対流不活発(収束偏差)。
- ・対流活発と対応して、中国南東部でH循環偏差、日本の東海上でL循環偏差。

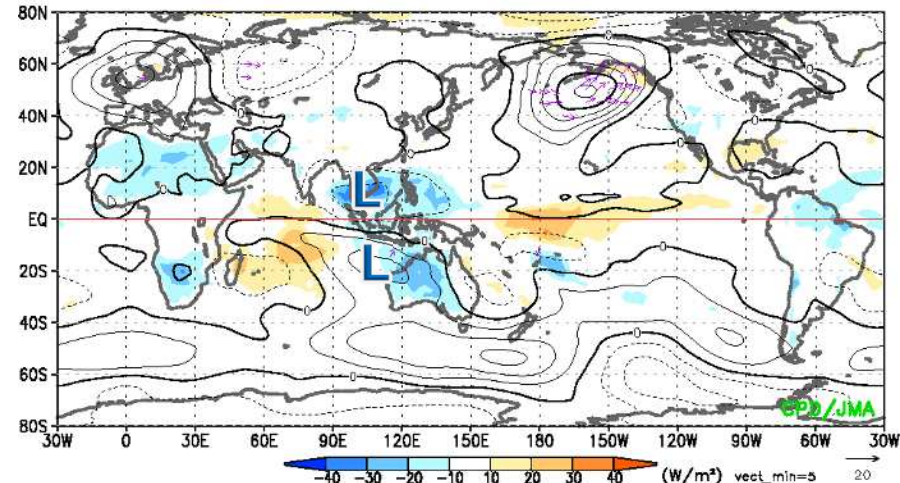


# 熱帯の大気循環(対流圏下層)

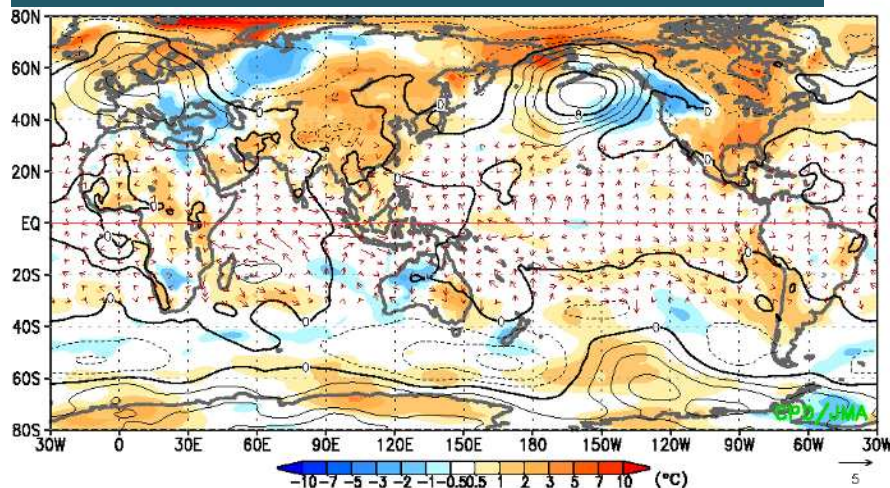
OLR解析&平年偏差 2017



$\psi_{850}$ /OLR平年偏差 2017



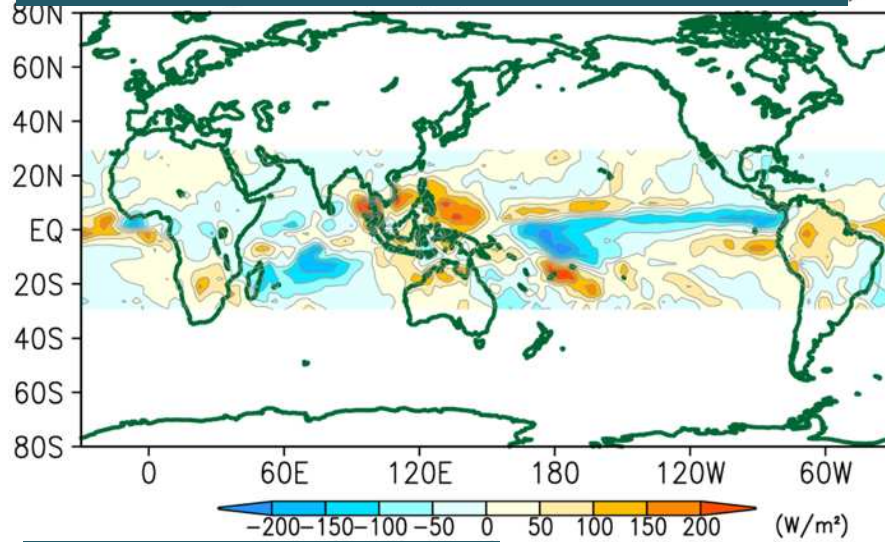
2m気温/海面気圧/10m風  
平年偏差



- ・ 対流活発と対応して、海洋大陸付近では南北半球対のL循環偏差が明瞭。
- ・ この循環偏差パターンと対応してフィリピン東海上～中国南部では南東風偏差場となった。

# LBM実験結果

## 鉛直積算した加熱平年偏差

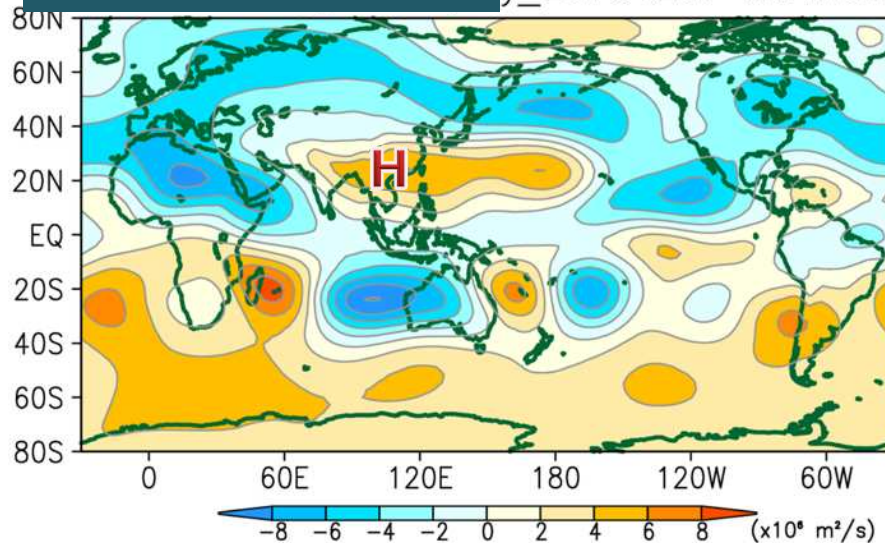


- 12/1~2/26平均のJRA-55の加熱偏差を強制項として与えて計算
- 基本場は12~2月平均
- 実験環境(Watanabe and Kimoto 2000)は東京大学渡部先生よりいただいた。

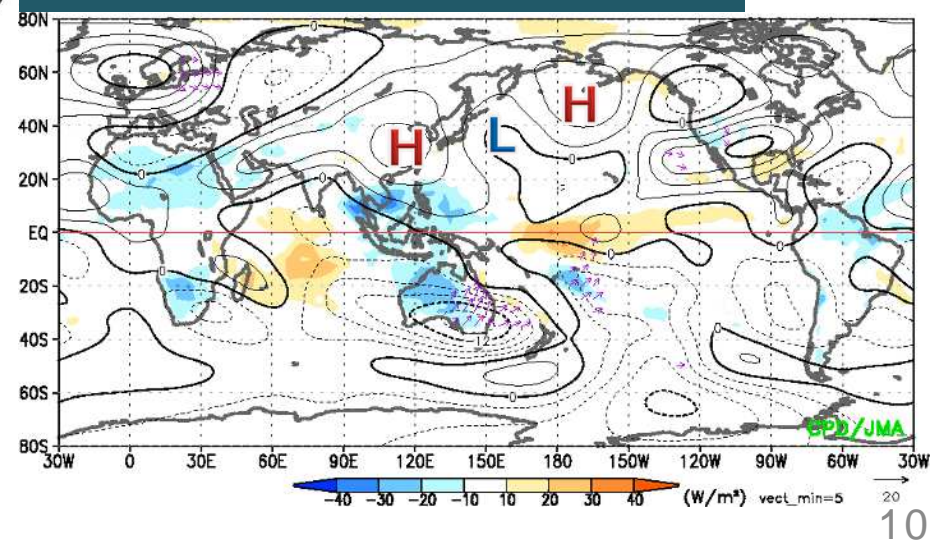
中国南部付近のH循環偏差はLBM実験で再現される。

## 【応答】 $\psi_{200}$

y\_20161201-20170226)



## 【解析】 $\psi_{200}$ 平年偏差

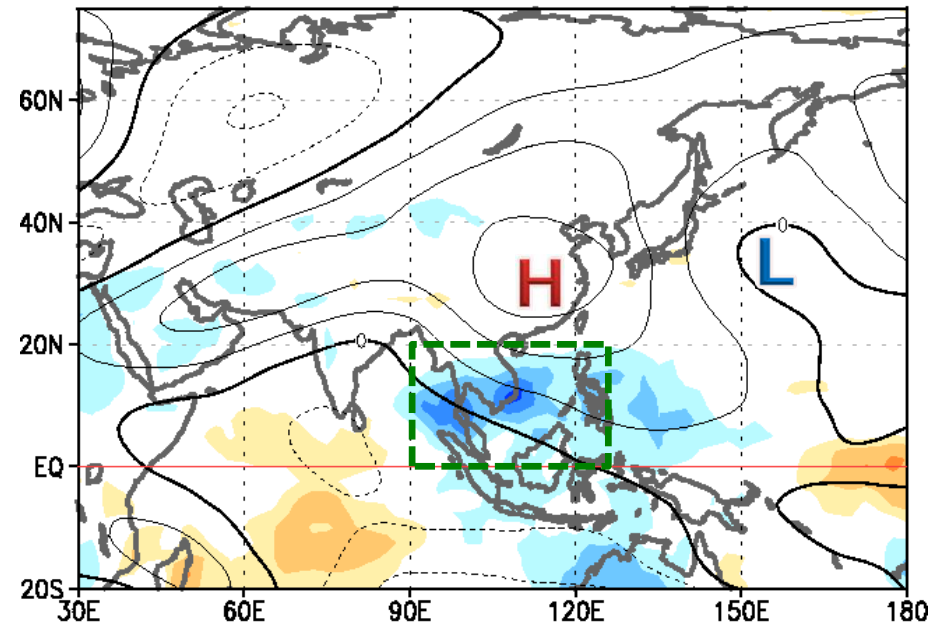
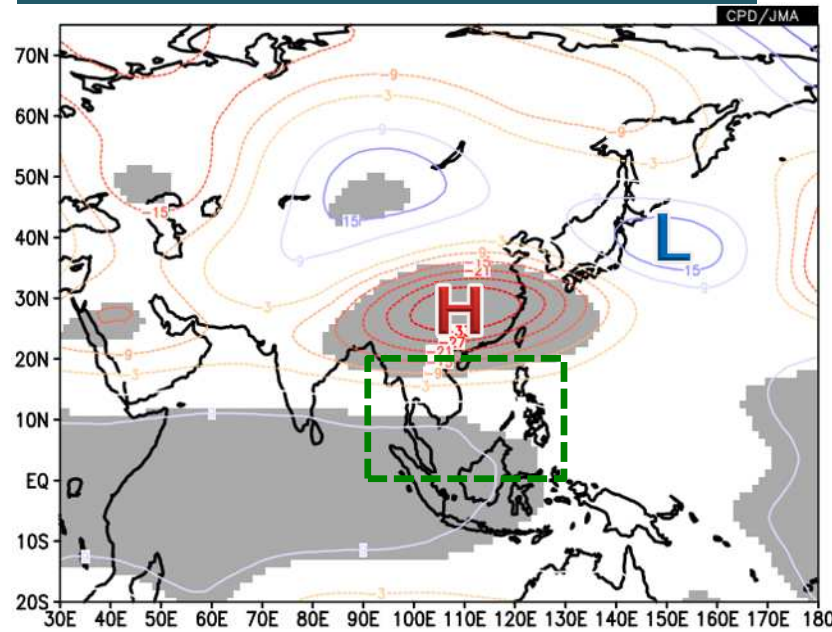


# 対流活発と亜熱帯ジェット気流の北偏

緑枠域で領域平均した  
OLRに回帰させたZ200

$\psi_{200}$ /OLR 平年偏差  
(12/1~2/27平均)

b.2017



統計期間は1979/80~2015/16年の冬。灰色陰影は95%有意な領域で、等値線は暖寒色を反転。

陰影: OLR平年偏差( $W/m^2$ )

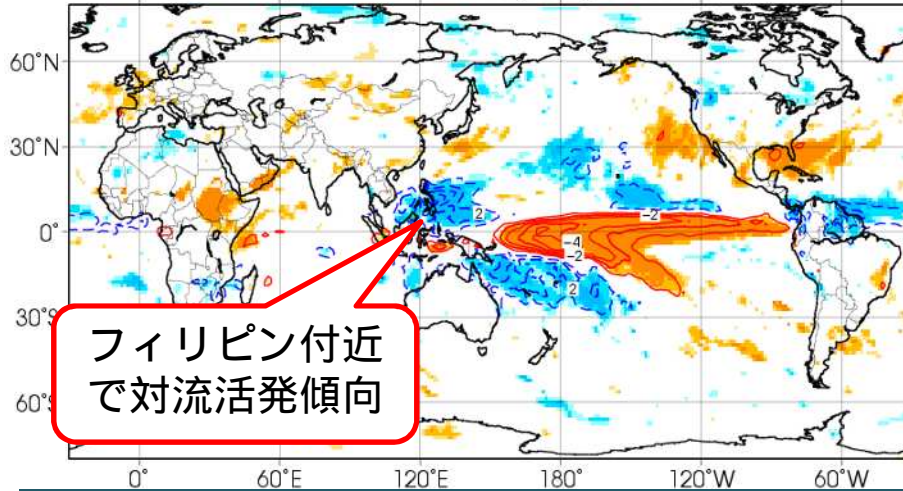
等値線: 200平年偏差( $10^6 m^2/s$ )

インドシナ半島~フィリピン付近で対流活発となる場合には、中国南部付近でH循環偏差となる傾向があり、この冬の特徴と整合している。

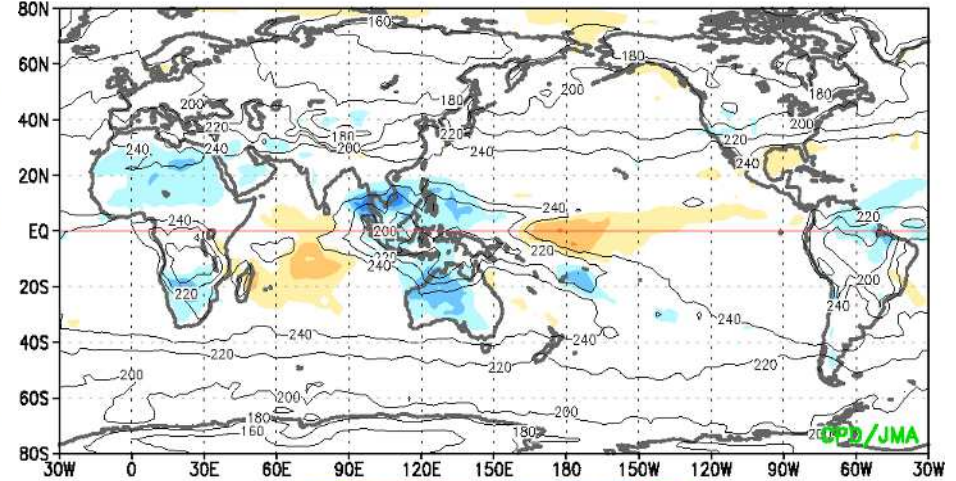
# ラニーニャ現象発生時の合成図との比較

(合成) 降水量偏差

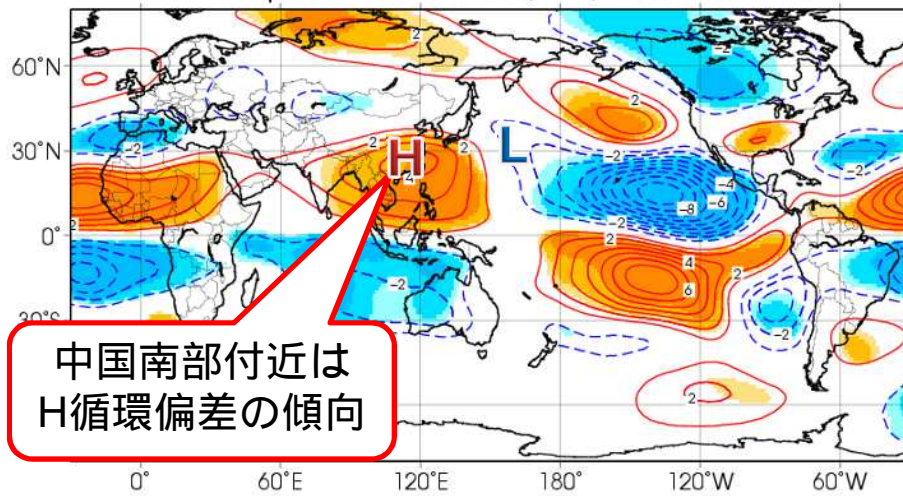
Period: Dec-Feb



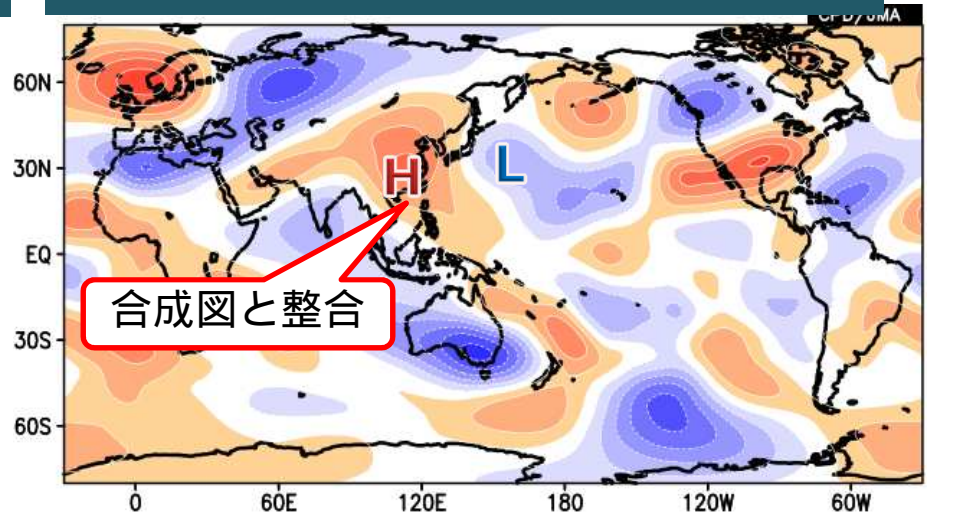
OLR 平年偏差(12/1~2/27)



(合成) 200偏差(帯状平均除去)



200平年偏差(12/1~2/27)



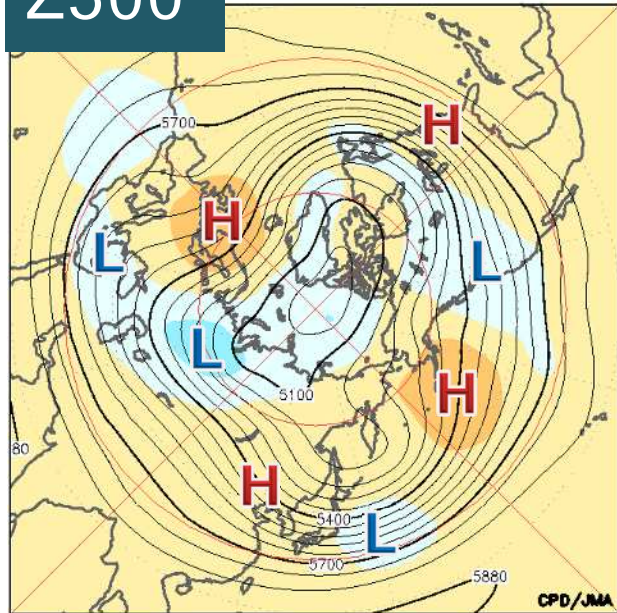
統計期間は1958/59~2012/2013年冬

帯状平均を除去している。 (10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>/s)<sup>12</sup>

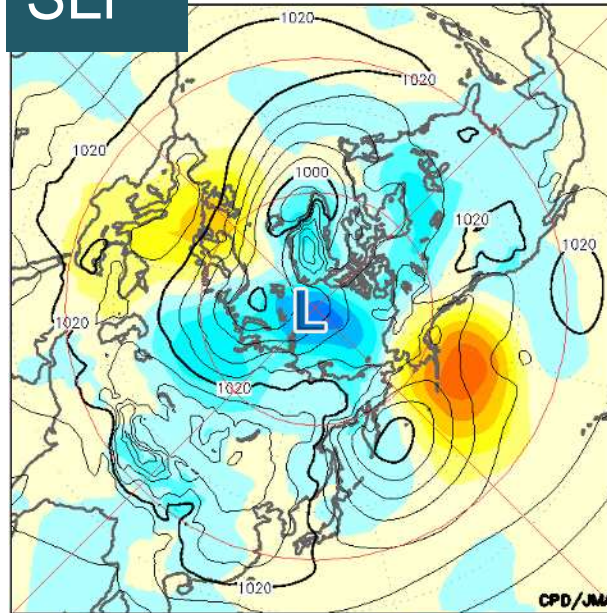
# 中・高緯度の気象循環

陰影: 平年偏差  
等値線: 解析値

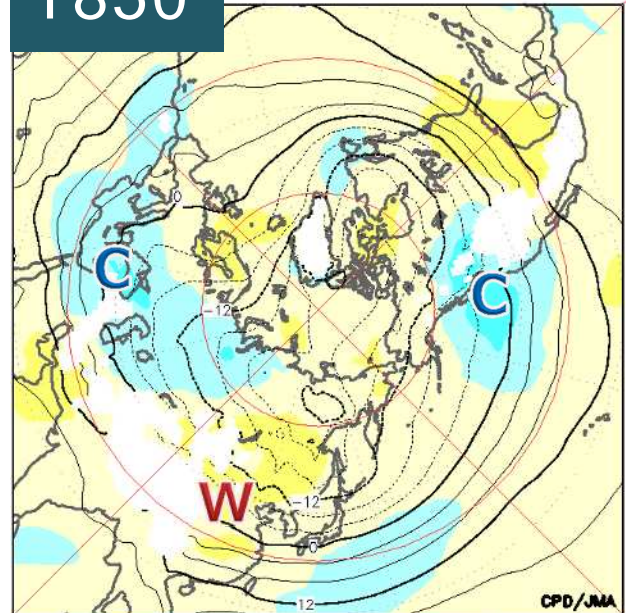
Z500 2016 - 27Feb.2017



SLP 2016 - 27Feb.2017



T850 2016 - 27Feb.2017



【Z500】極付近は負偏差。半球規模で波列パターンがみられ、特にユーラシア大陸北部で明瞭。ヨーロッパ北部や東アジア北部で正偏差、西シベリアで負偏差。

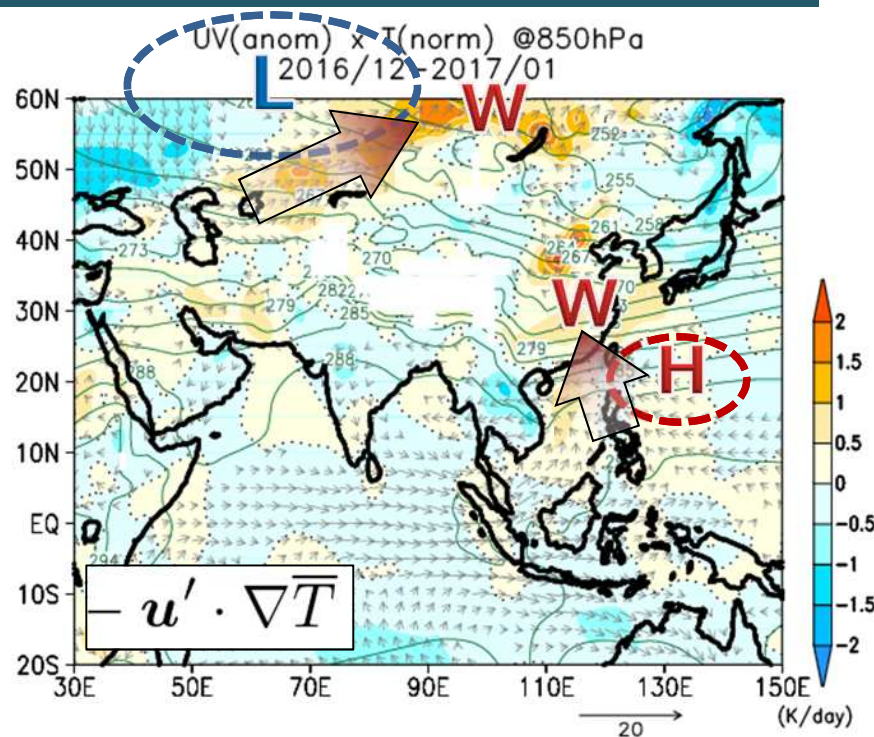
【SLP】北極海で低気圧が発達しやすい。ヨーロッパや北太平洋北東部で正偏差。アリューシャンLの活動、シベリアHの張り出しは平年より弱い。

【T850】東アジアで高温偏差、北米西部、ヨーロッパ東部～西シベリアで低温偏差。

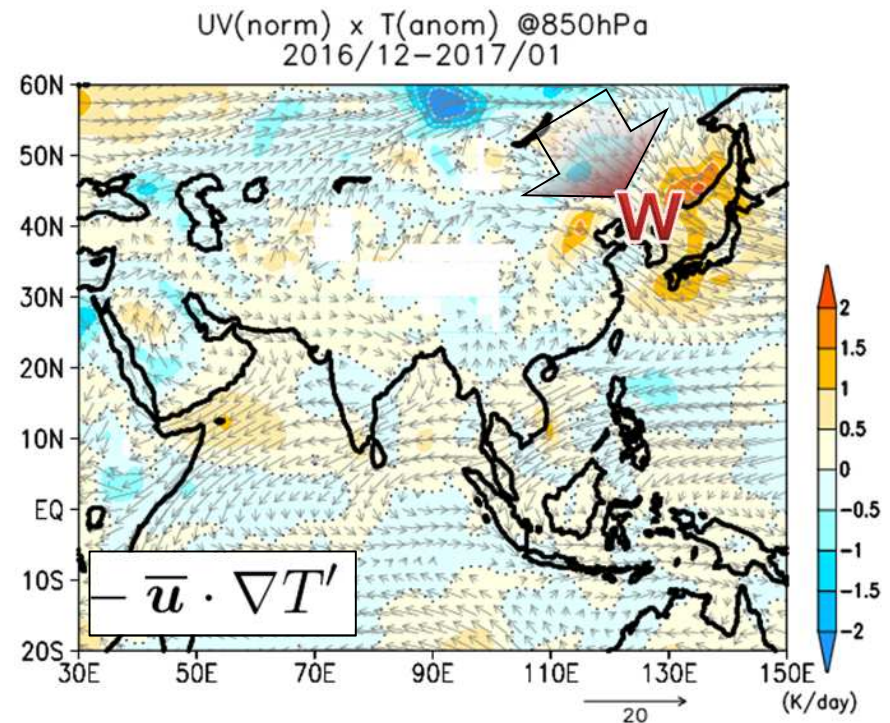
# 気温移流と大陸の高温(12~1月平均)

- ・北極海での発達した低気圧に対応して、シベリア域では西からの暖気の影響を受けやすく、大陸北東部の寒気は弱い。
- ・大陸の寒気が弱いため、日本を含む東アジアでは北からの寒気の影響を受けにくい。
- ・中国南東部付近では、高気圧の縁を回る南からの暖気の影響で高温。

## 850hPa水平風偏差の寄与



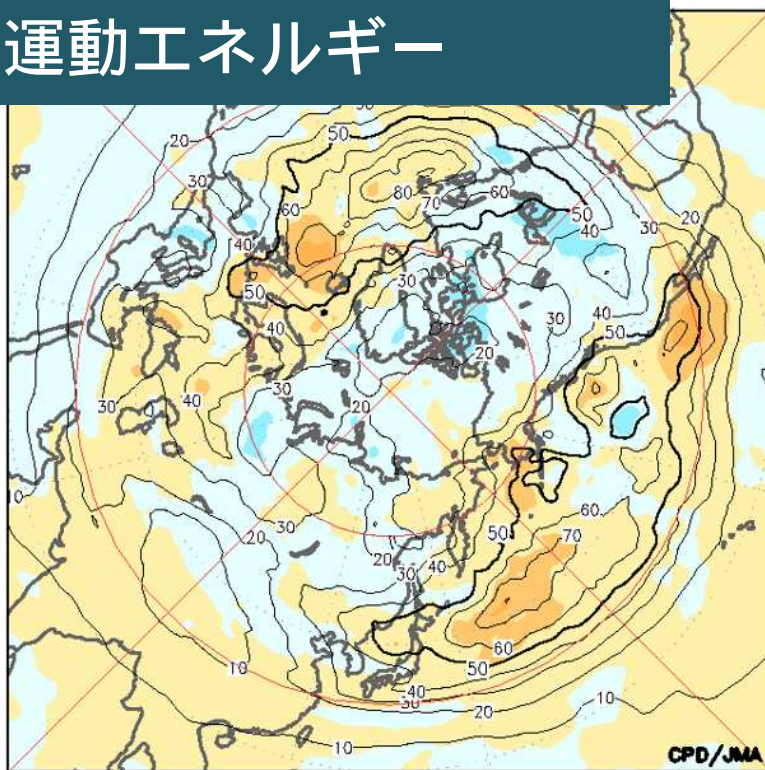
## 850hPa気温偏差の寄与



# 中・高緯度の気象循環

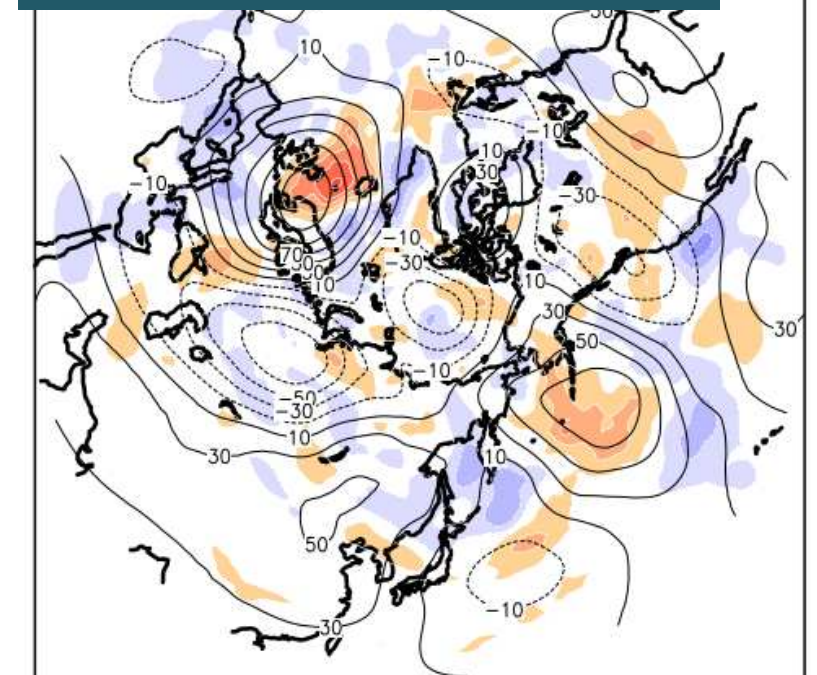
12/1~2/20平均

500hPa高周波擾乱の  
運動エネルギー



陰影: 平年偏差、等値線: 解析値

500hPa高周波擾乱の  
フィードバック効果



陰影: 高度変化率、等値線: 高度偏差

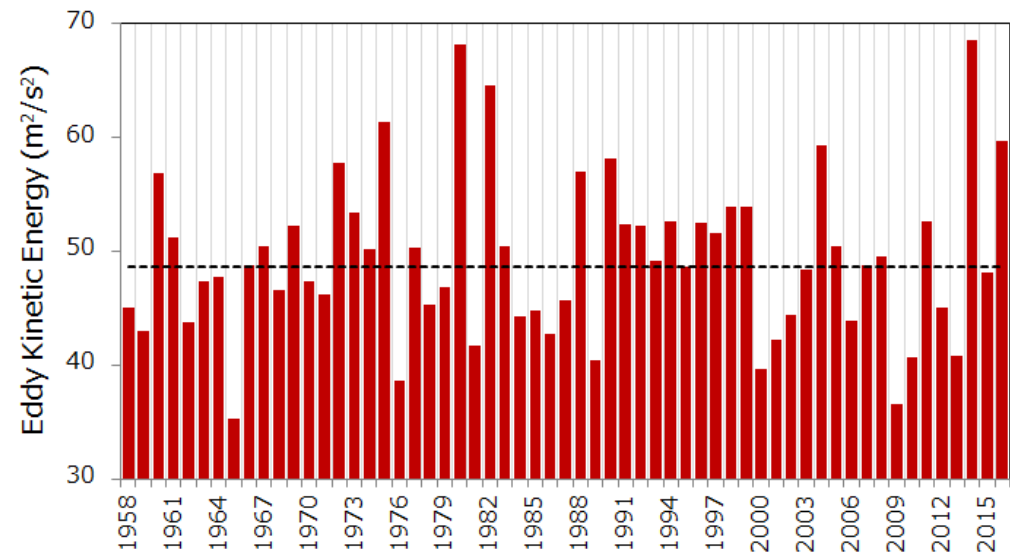
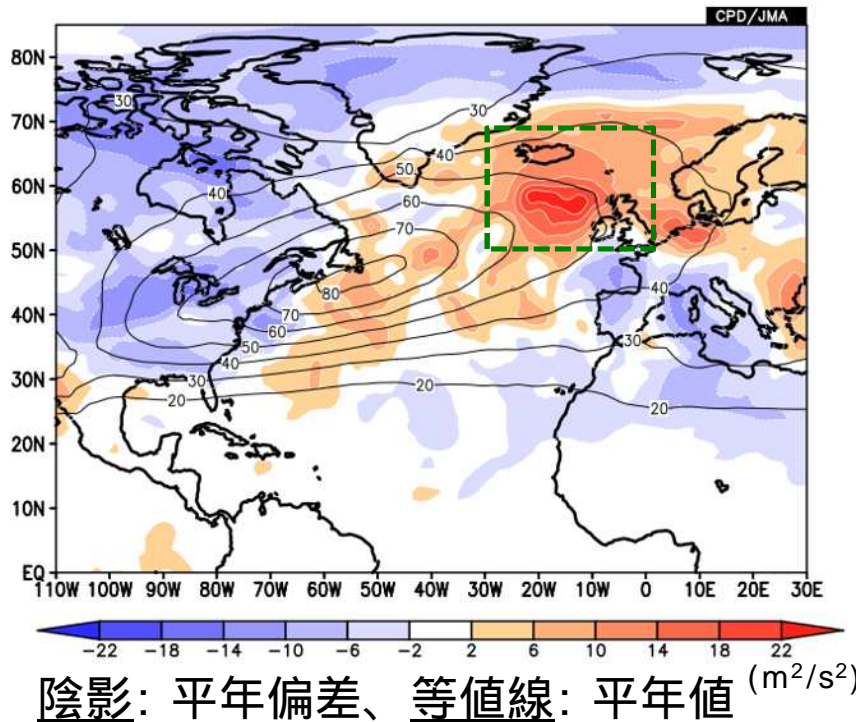
2~8日周期成分の渦度フラックス発散に伴う高度変化率の平年偏差で定義。東京大学中村研究室ご提供のプログラムを使用。

英国付近や北太平洋中部の高度正偏差には、高周波擾乱のフィードバック効果による寄与がみられる。

# 北大西洋北部の擾乱活動との関係

500hPa高周波擾乱の  
運動エネルギー(KE500)  
(12/1~2/20平均)

緑枠域で領域平均したKE500  
(1958/59~2016/17年の各冬)



黒点線: 平年値

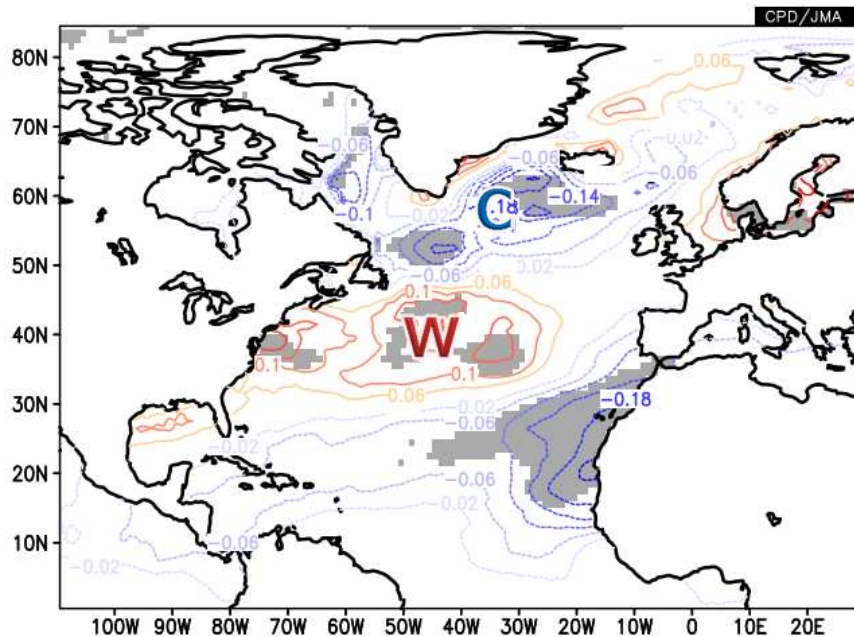
“2015”は2015/16年冬を表す。  
2016/17年冬は2/20までの平均。

- 北大西洋のストームトラックの東~北東側で高周波擾乱の活動が活発
- 英国~その西海上での擾乱の活動は、平年よりかなり活発だった。



# 北大西洋北部の擾乱活動とSST

領域平均KE500に回帰させたSST

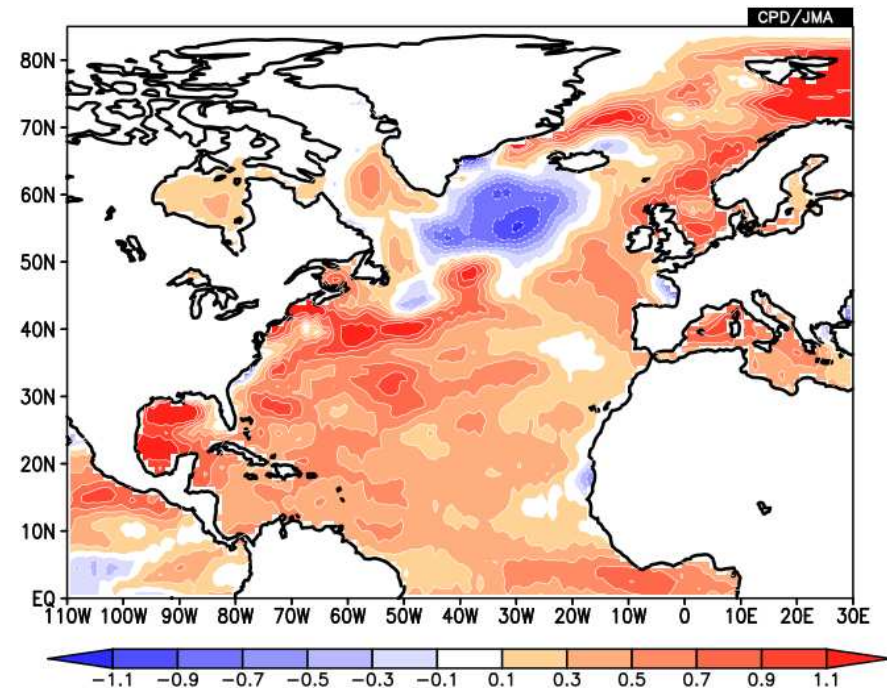


等値線: 回帰係数

灰色陰影: 95%信頼度水準で統計的に有意な領域

統計期間は1958/59~2015/16年冬

SST平年偏差  
(2016/12/1~2017/2/27平均)

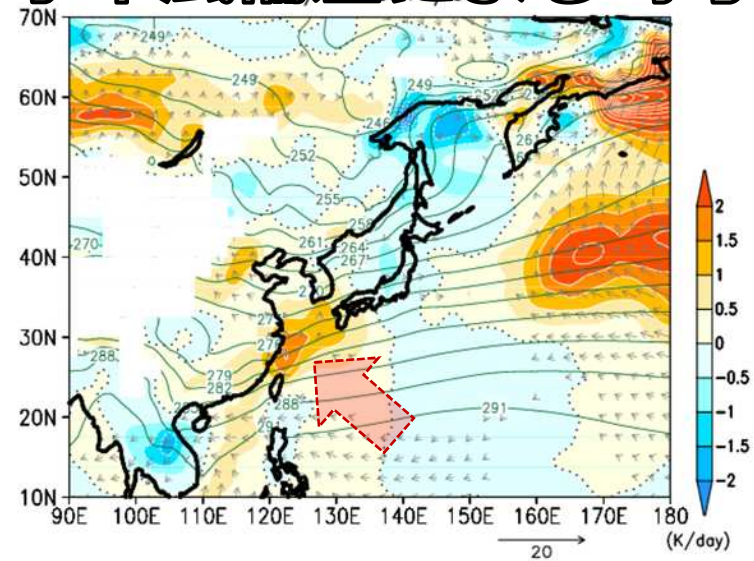
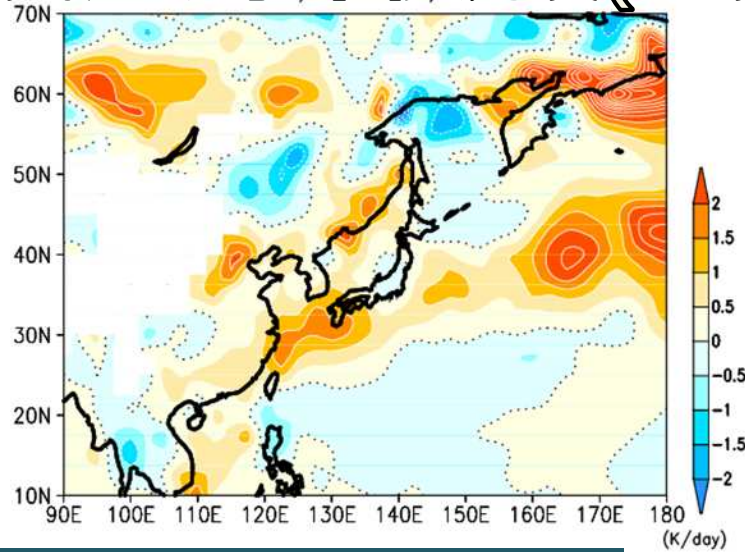


・英国の西海上で高周波擾乱の活動が活発な場合には、北大西洋の50°N付近でSSTの南北勾配が強い傾向があり、今冬の分布と整合している。

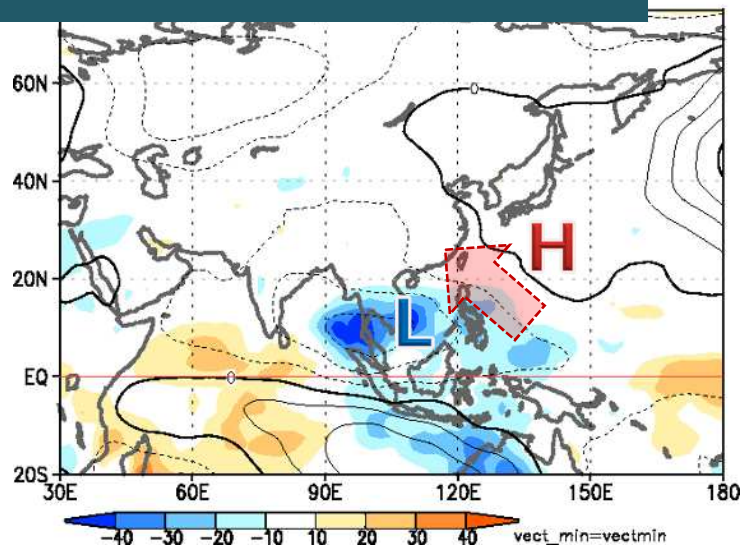
# 沖縄・奄美の高温

# 850hPa熱収支(12~1月平均)

気温の水平移流項(全項) 水平風偏差による寄与



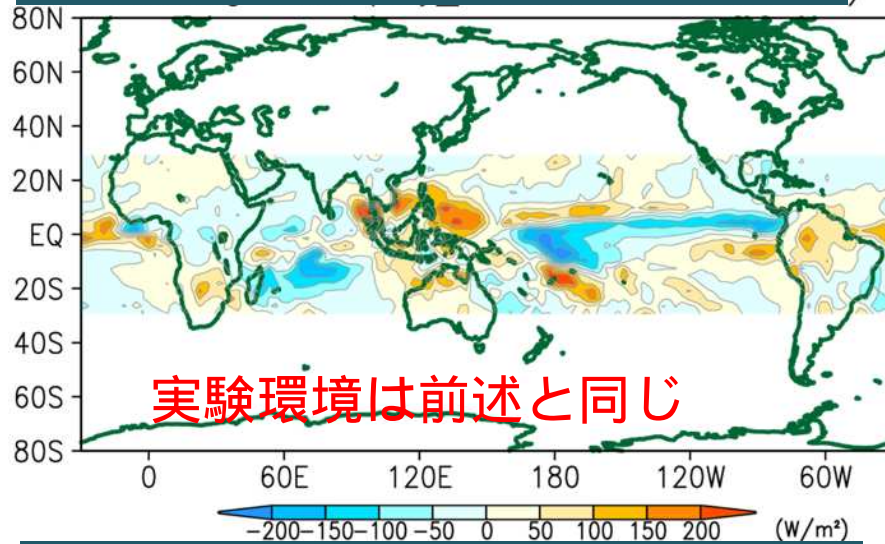
## 850/OLR 平年偏差



インドシナ半島付近のL循環偏差や日本の南海上のH循環偏差と対応して、フィリピン東海上~東シナ海では南東風偏差場となり、北からの寒気の影響を受けにくかった。

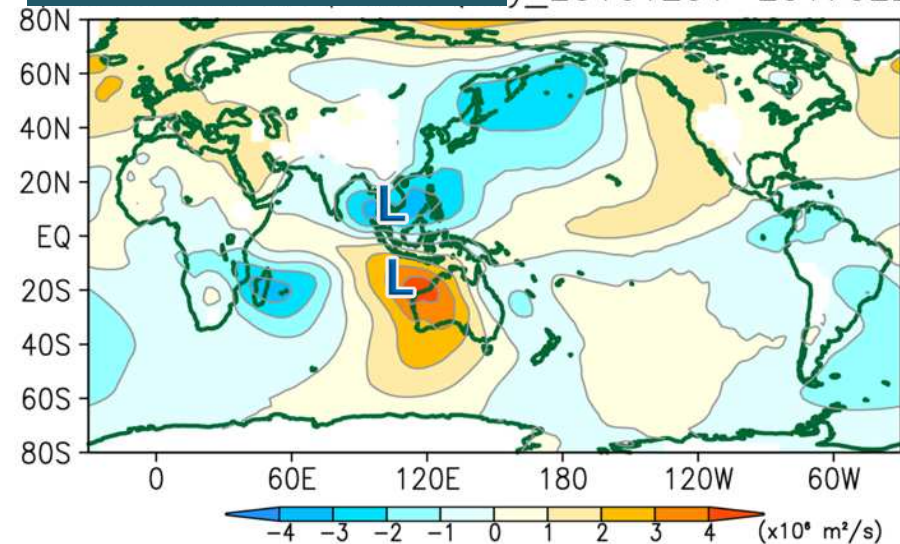
# LBM実験結果、ENSO合成図

鉛直積算した加熱平年偏差

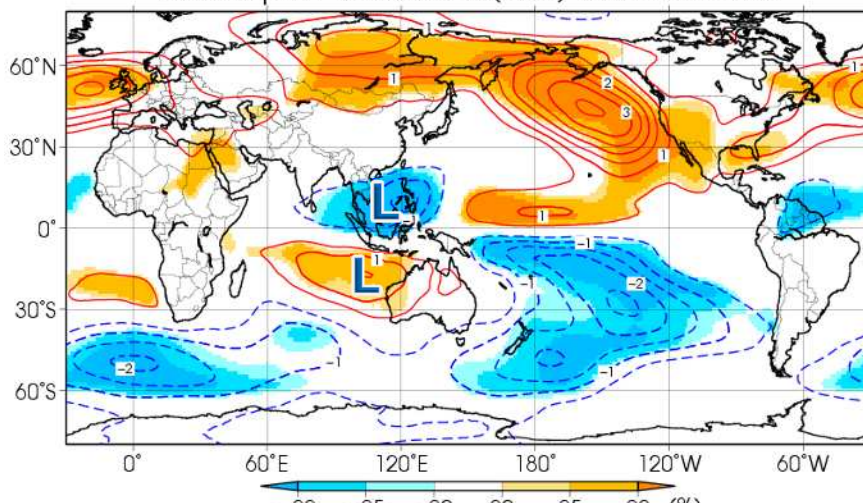


【応答】 $\psi_{850}$

y\_20161201-20170226)

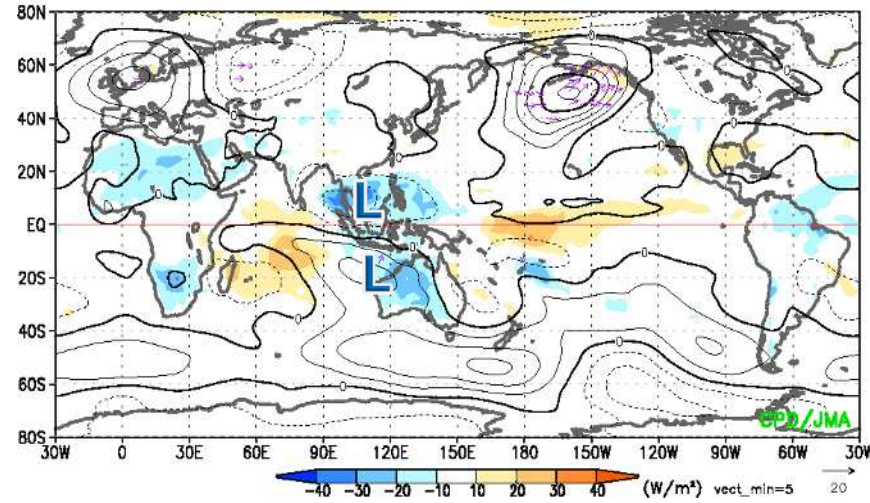


ラニーニャ現象時の合成図



統計期間は1958/59~2012/2013年冬

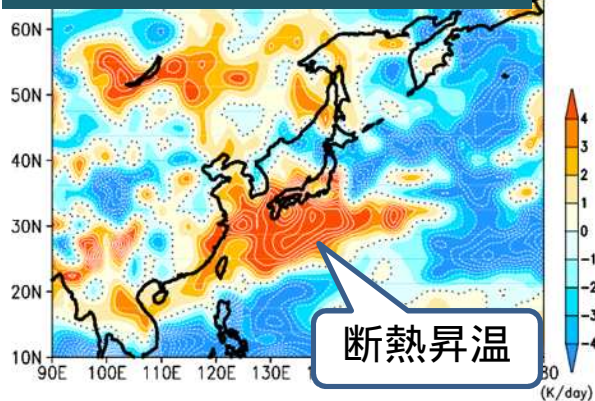
【解析】 $\psi_{850}$ 平年偏差



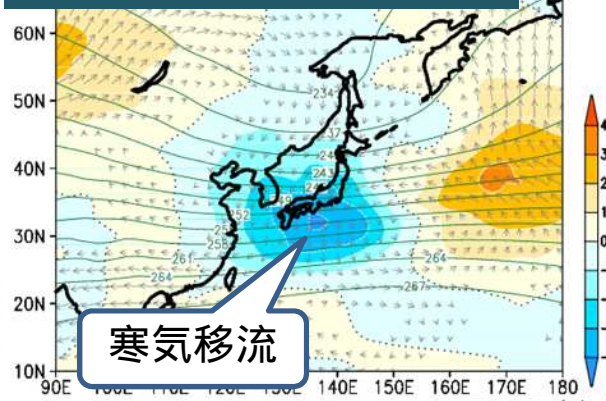
# 南海上の高気圧

日本の南海上では、中国の上層高気圧性循環偏差に伴う寒気移流に対応して下降流偏差となり、地上付近で高気圧を強めたとみられる。

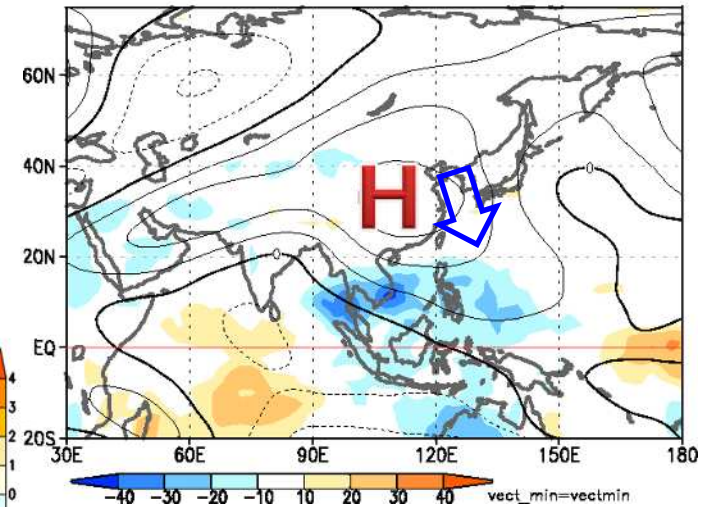
鉛直流偏差による気温平年値の移流 (500hPa)



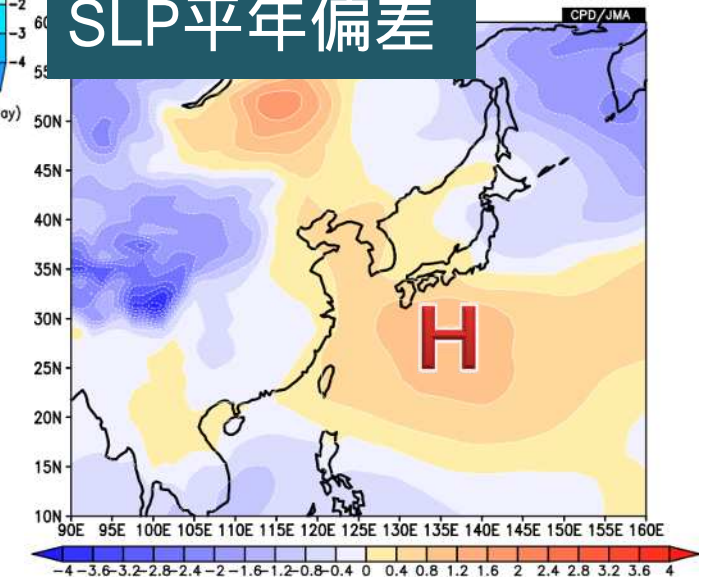
水平風偏差による気温平年値の移流 (500hPa)



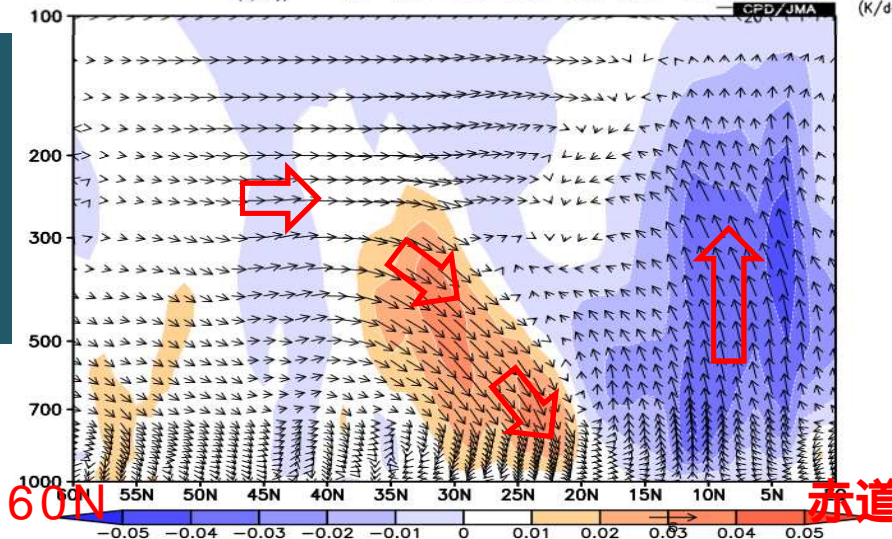
200/OLR平年偏差



SLP平年偏差



120-140Eで平均した子午面循環(偏差)  
矢印:  $V_x$   
陰影:



いずれも  
12/1-2/27平均

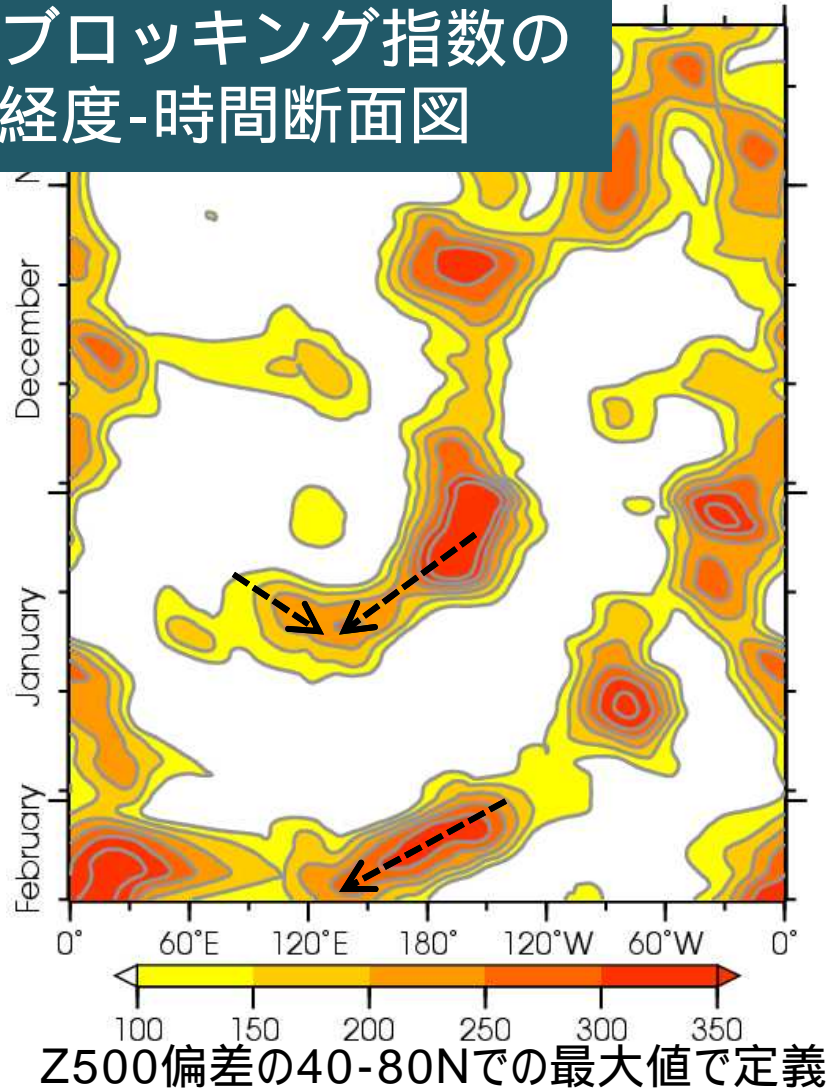
60N 55N 50N 45N 40N 35N 30N 25N 20N 15N 10N 5N 赤道

1月中旬、2月上旬のブロッキング

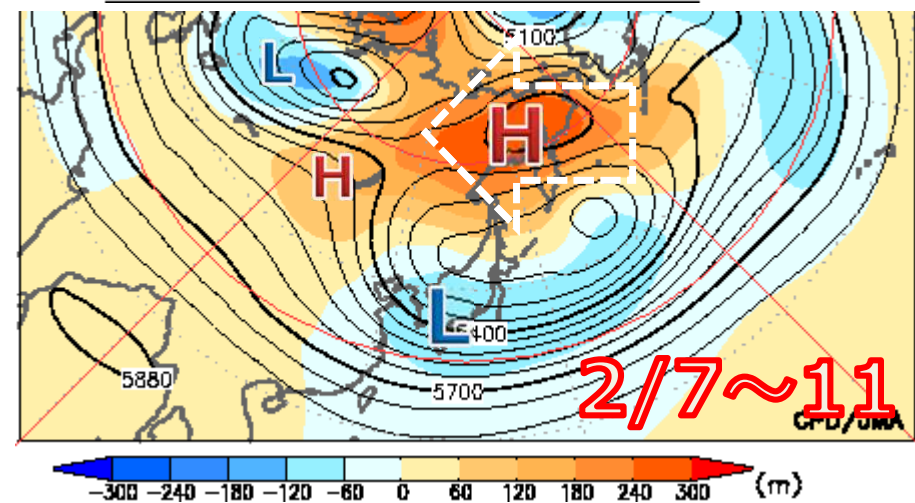
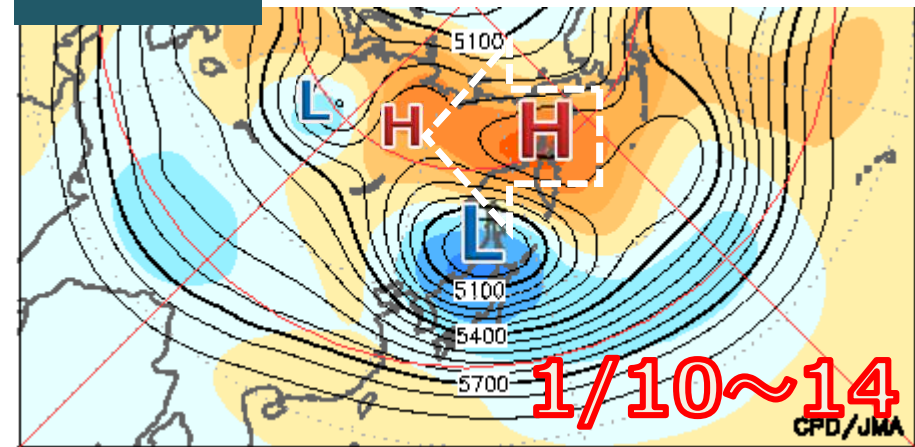
# ブロッキング高気圧の西進

・1月上～中旬と2月上旬の2回にわたって、アラスカ付近でブロッキング高気圧が発達し、その後西進した。「太平洋起源型」

## ブロッキング指数の 経度-時間断面図



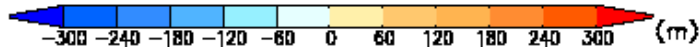
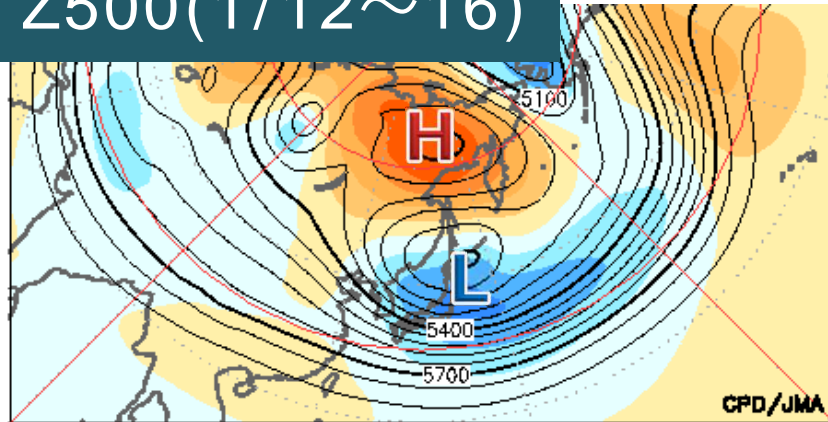
## Z500



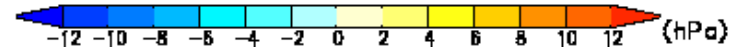
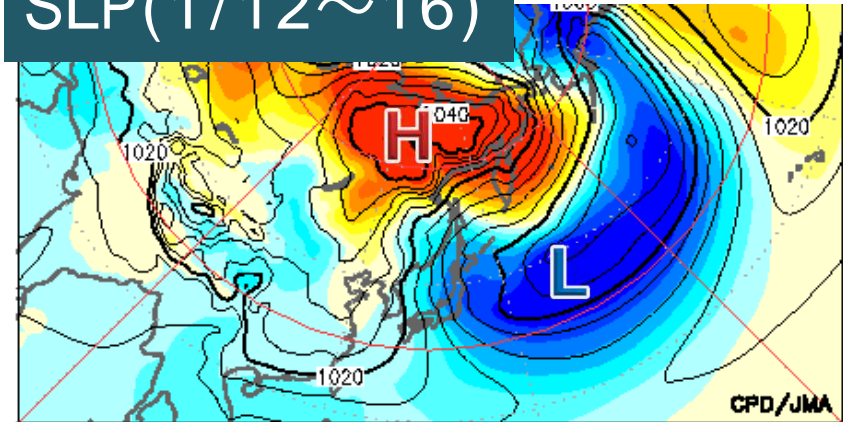
# ブロッキング トラフの深まり 寒気流出

・ブロッキング西進に伴って、地表付近で高気圧偏差となり、日本付近ではトラフが深まり、一時的に強い寒気が南下した。

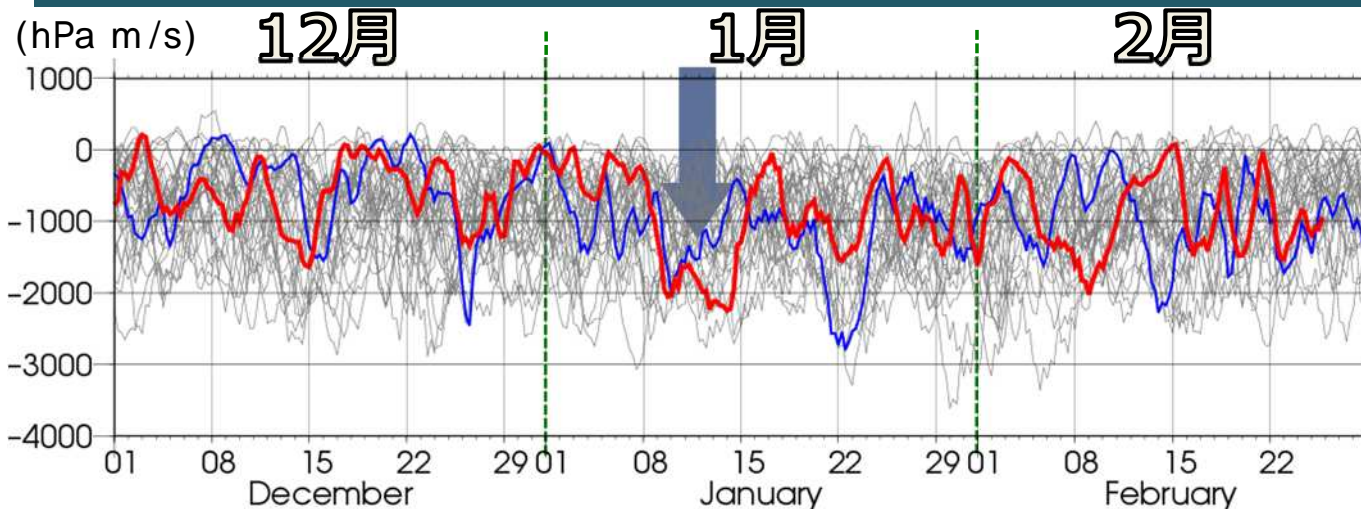
Z500(1/12~16)



SLP(1/12~16)



## 90-135E平均の280K面以下の寒気質量flux南北成分



赤線: 2016/17年冬  
 青線: 2015/16年冬  
 灰線: 1981/82年  
 ~2014/15年冬

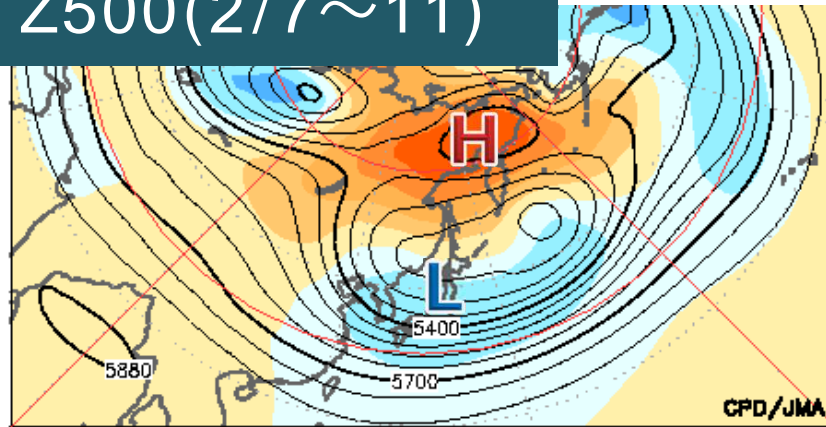
寒気流出解析(東北  
 大岩崎研究室ご提供)の  
 データを用いて算出。



# ブロッキング トラフの深まり 寒気流出

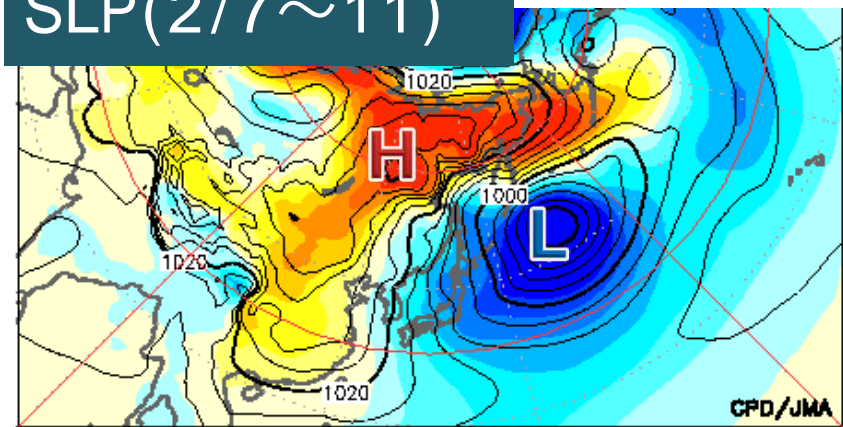
・ブロッキング西進に伴って、地表付近で高気圧偏差となり、日本付近ではトラフが深まり、一時的に強い寒気が南下した。

Z500(2/7~11)



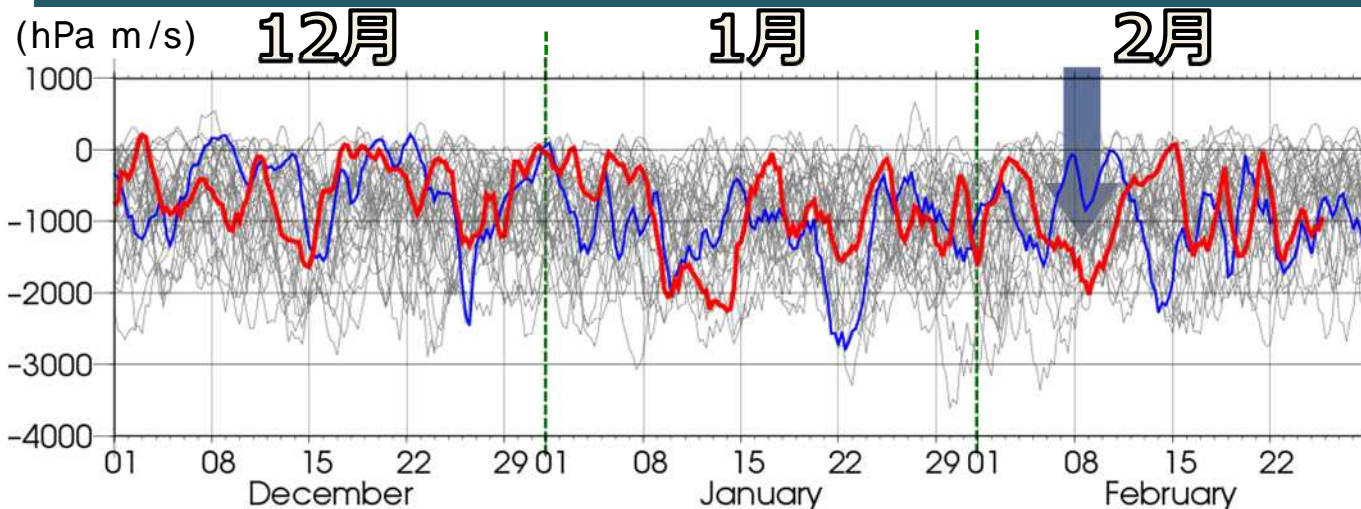
-300 -240 -180 -120 -60 0 60 120 180 240 300 (m)

SLP(2/7~11)



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

## 90-135E平均の280K面以下の寒気質量flux南北成分



赤線: 2016/17年冬  
 青線: 2015/16年冬  
 灰線: 1981/82年  
 ~2014/15年冬

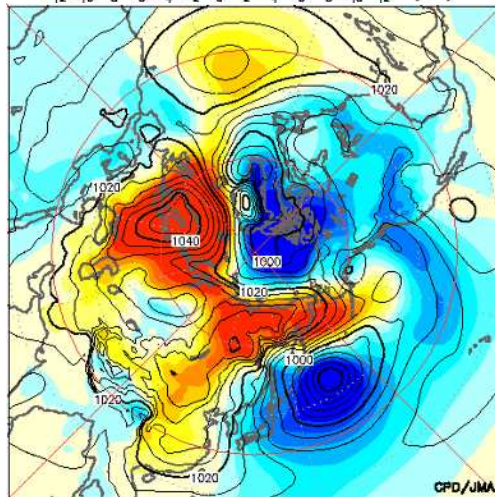
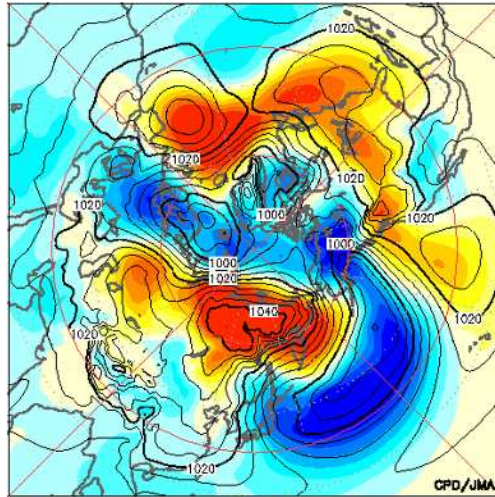
寒気流出解析(東北  
 大岩崎研究室ご提供)の  
 データを用いて算出。

# PV-inversion

300hPaのPV偏差を与えると、地表付近では実況と対応する高気圧偏差を誘起。

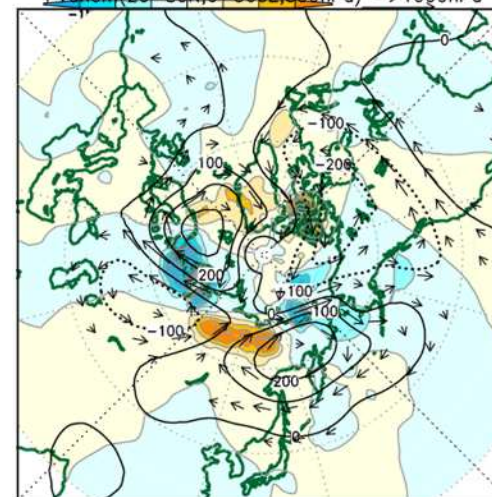
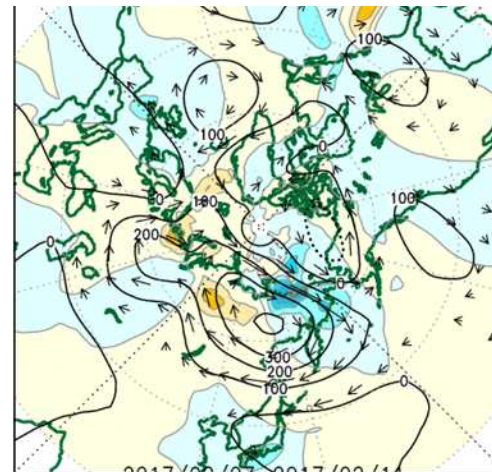
実況SLP

1/12-16

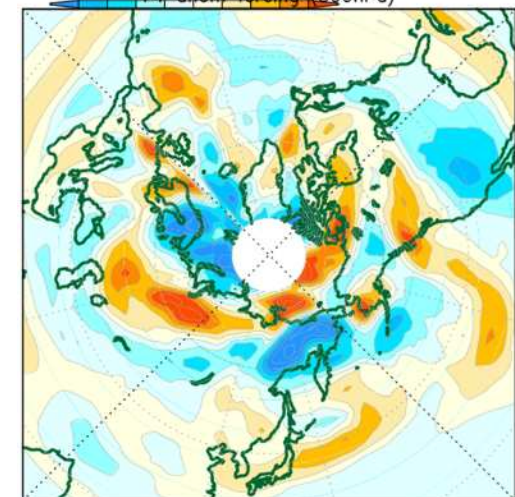
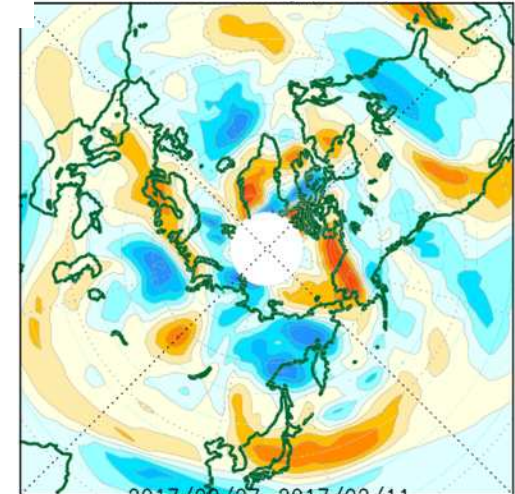


2/7-11

PV偏差により誘起される1000hPaの高度偏差場（実線）、風（矢印）、気温平年値の移流に伴う温度変化（陰影）



与えたPV偏差@300hPa

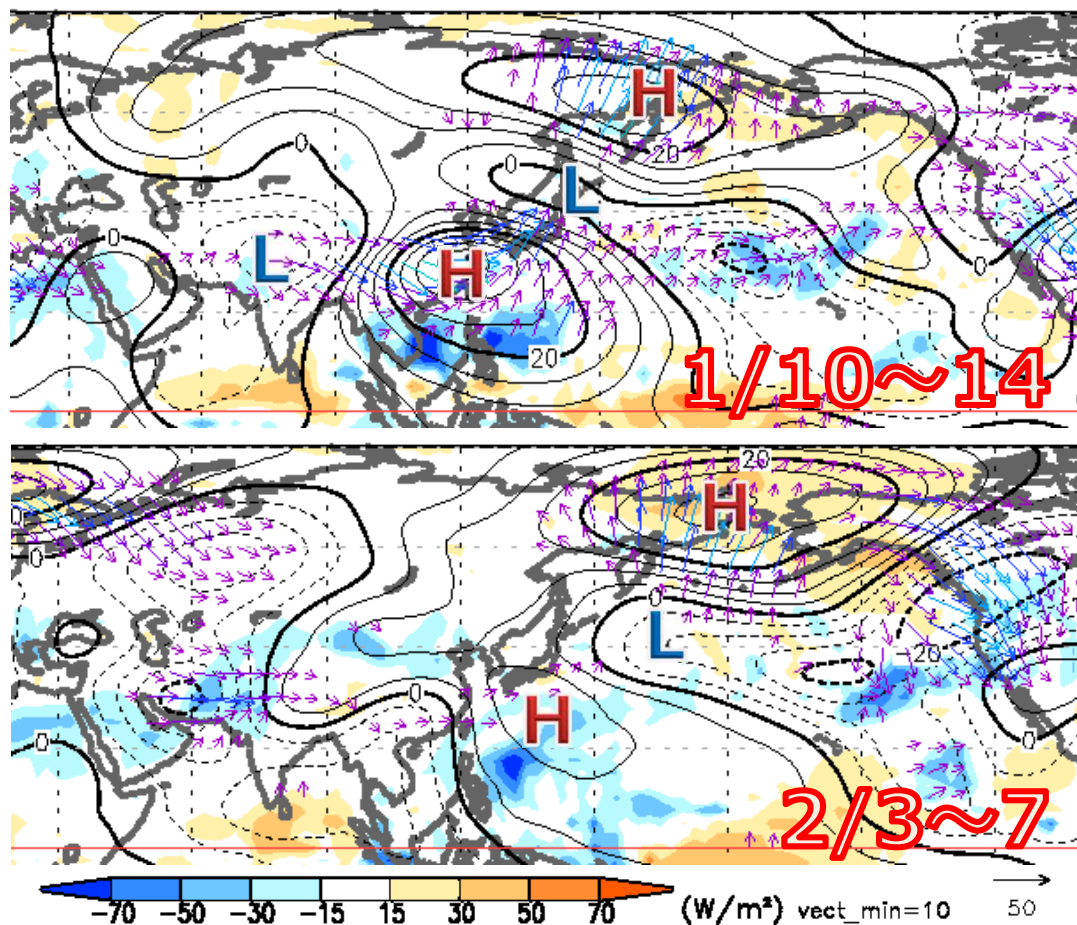


# 熱帯の対流活動による寄与

インドシナ半島～フィリピン付近での対流活発が、偏西風の蛇行(準定常ロスビー波の波束伝播)を通してブロッキングの形成に寄与した可能性

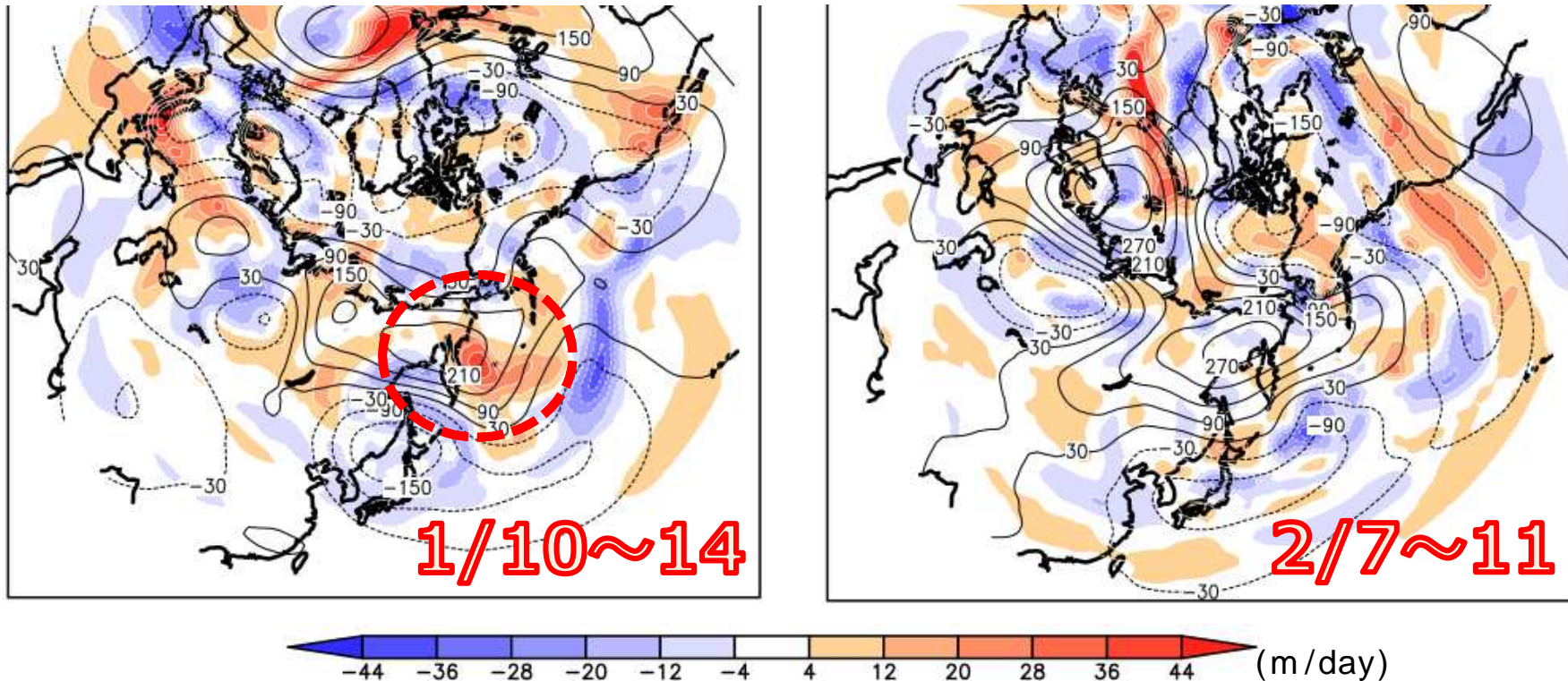
200/OLR平年偏差、波の活動度  
フラックス

等値線: 200平年偏差( $10^6\text{m}^2/\text{s}$ )  
陰影: OLR平年偏差  
矢印: 波の活動度フラックス



# 高周波擾乱による寄与

## 500hPa高周波擾乱によるフィードバック効果



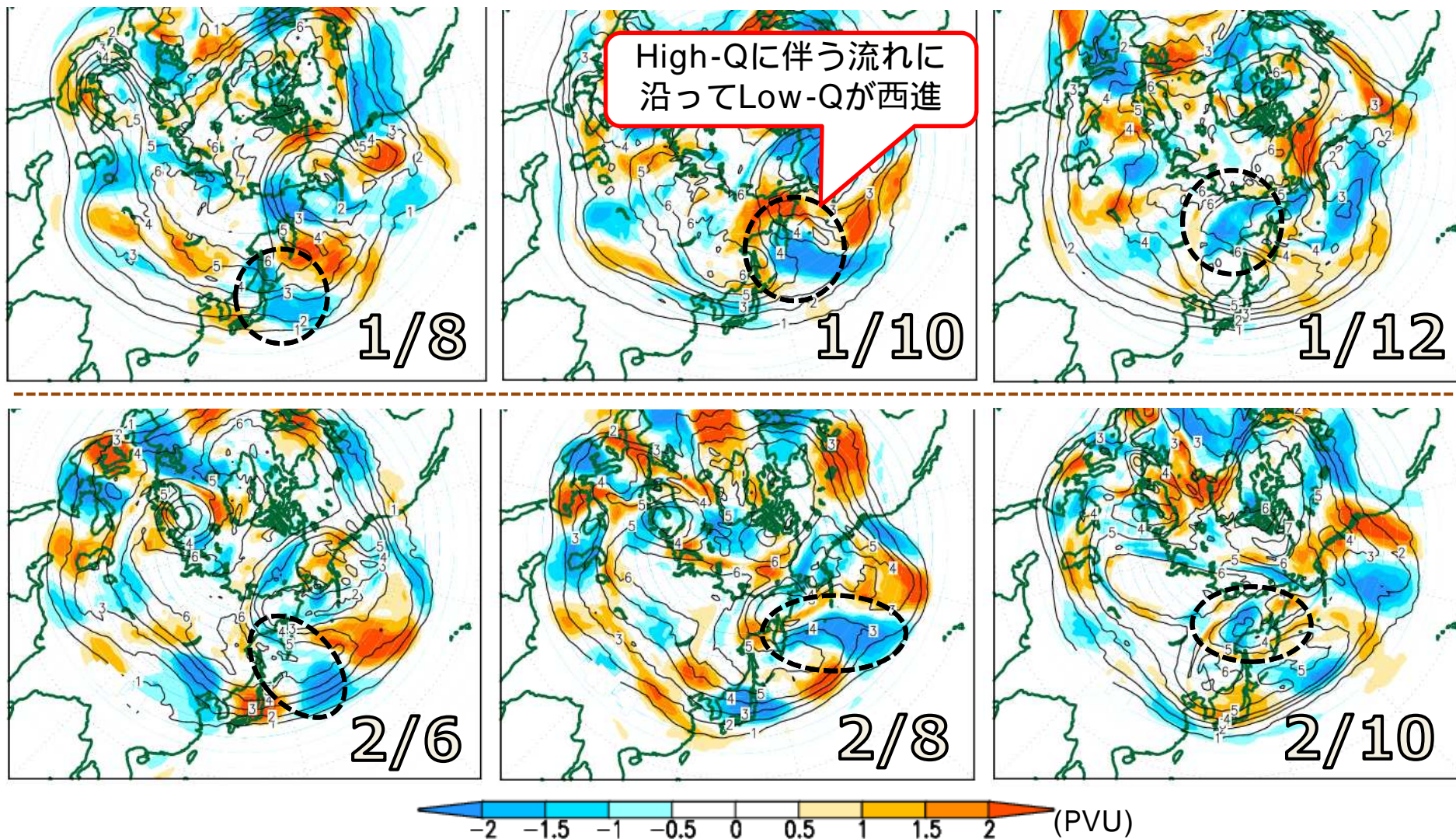
等値線：Z500平年偏差(m)

陰影：500hPaの2~8日成分の渦度フラックス発散に伴う高度変化率の平年偏差(m/day)

1月中旬前半については、ブロッキング高気圧に対応した高度正偏差に対して、高周波擾乱のフィードバック効果による寄与がみられる。

# ブロッキングの西進と負PVの補給

・極東域のトラフを回る形で、負渦位大気が東シベリア付近へ侵入。



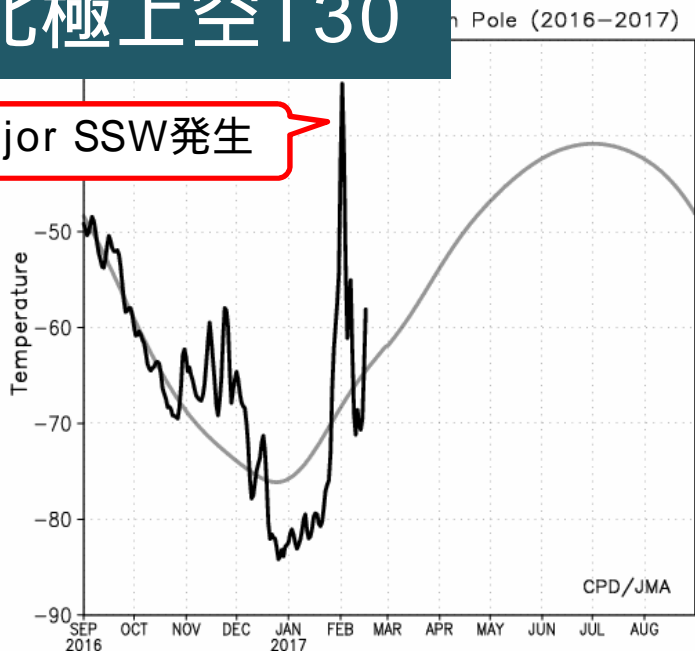
等値線：10日以上周期成分、陰影：2～8日周期成分、図は12Zのもの

# 1月下旬に発生した 成層圏大規模突然昇温

# 成層圏大規模突然昇温の発生

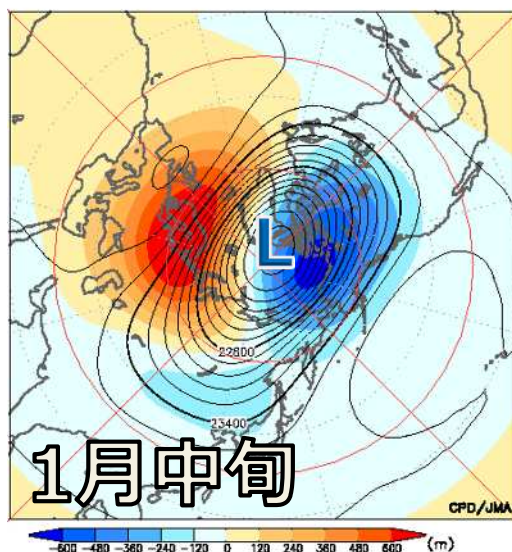
## 北極上空T30

Major SSW発生



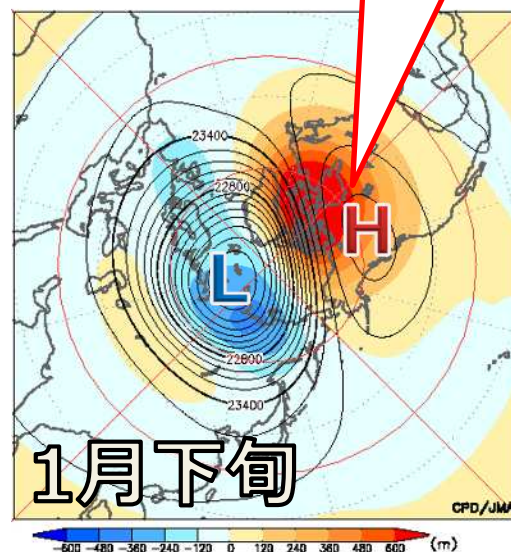
## Z30

11Jan.2017 - 20Jan.2017



1月中旬

21Jan.2017 - 30Jan.2017

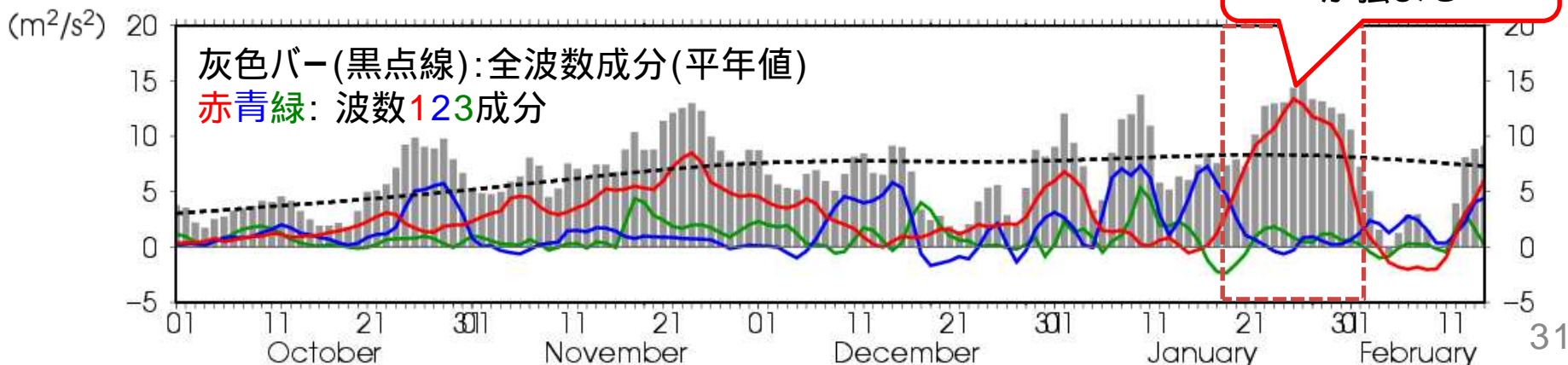


1月下旬

アリューシャンH  
が張り出す

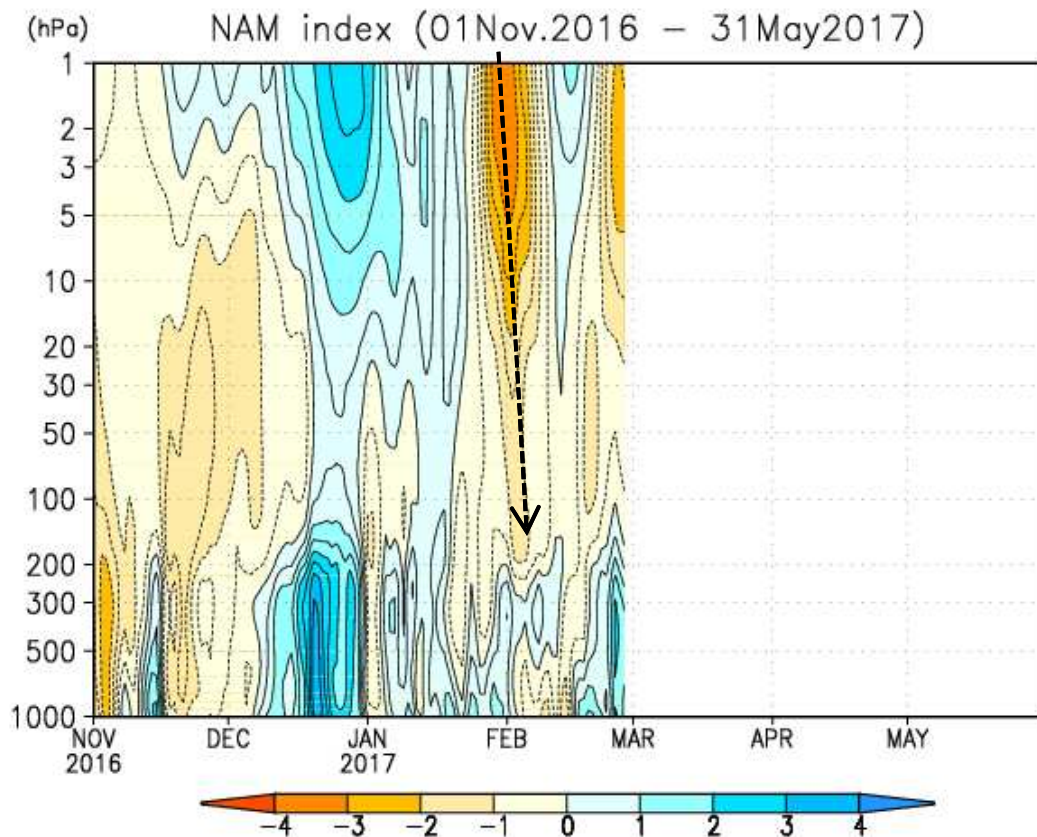
## 30-90N平均の100hPa E-Pフラックス鉛直成分

波数1の鉛直伝播  
が強まる



# 北半球環状モード(NAM)

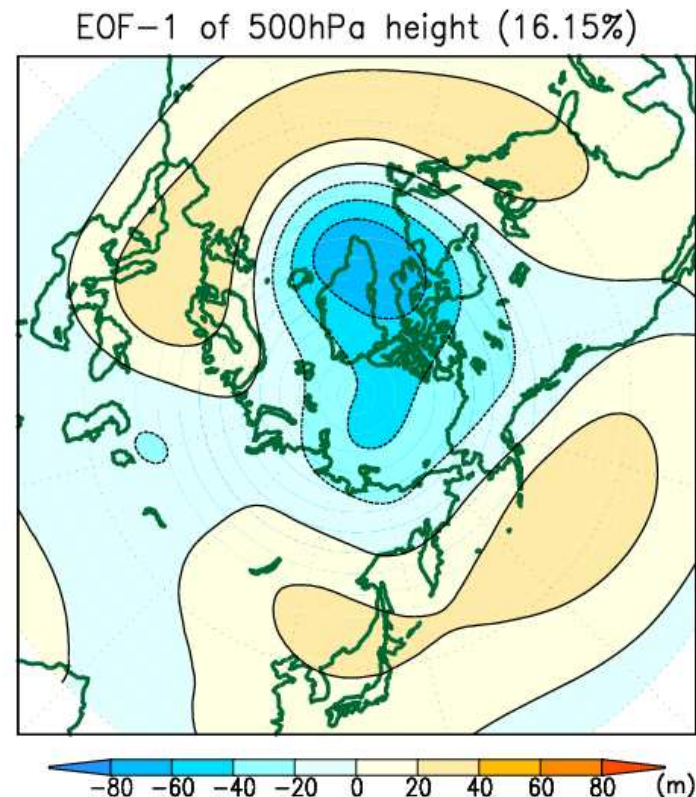
## NAM指数の時間-鉛直断面図



NAM指数: NAMパターンと高度偏差との内積

NAMパターン: 1958/59~2012/13年11~4月の20N以北における月平均高度偏差のEOF-1

## NAMパターン(500hPa)



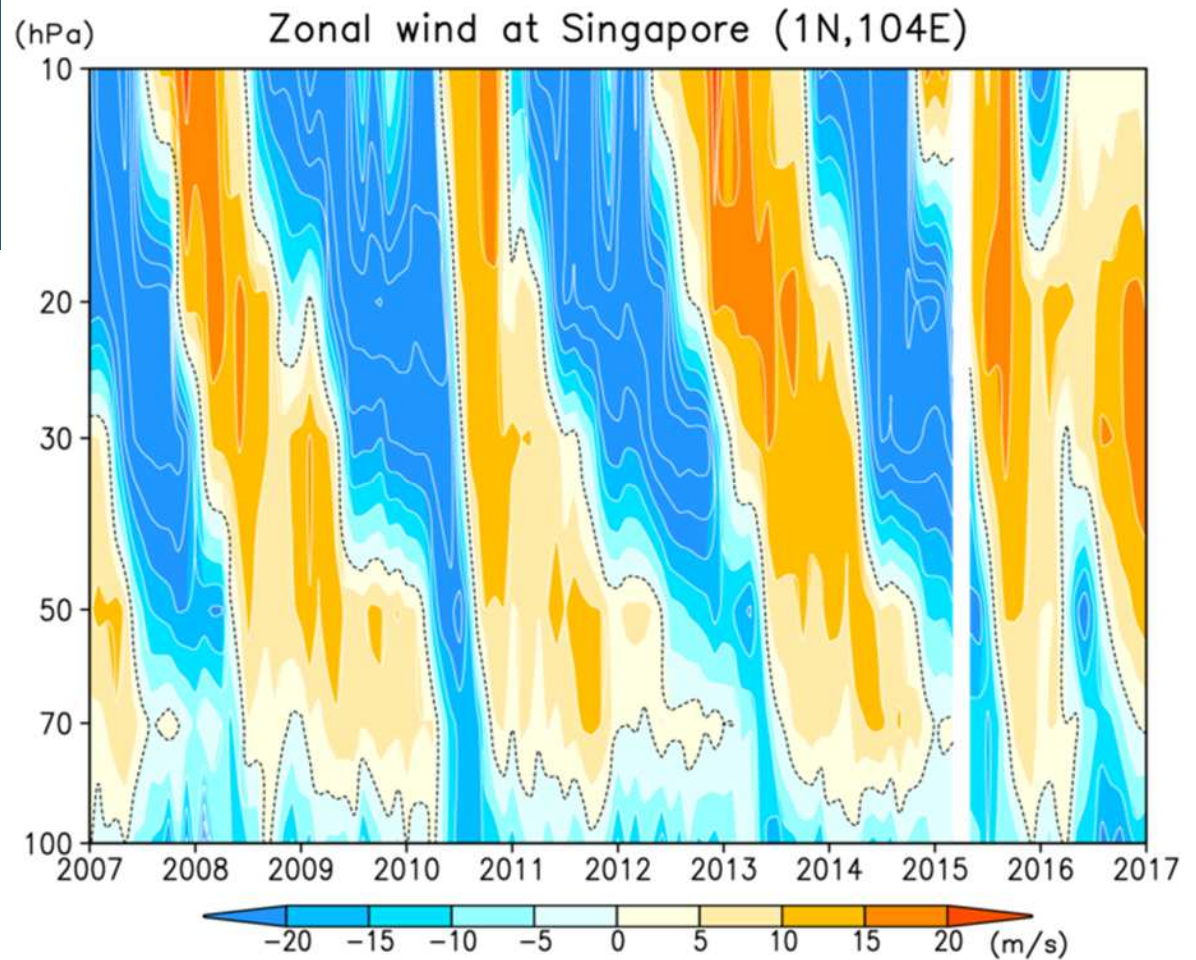
SSWの発生に伴って、NAMの負位相(断面図の暖色系)のシグナルが数日かけて下降したが、対流圏の環状モードへの影響については不明瞭だった。



# 赤道成層圈QBO

# 赤道成層圏QBO

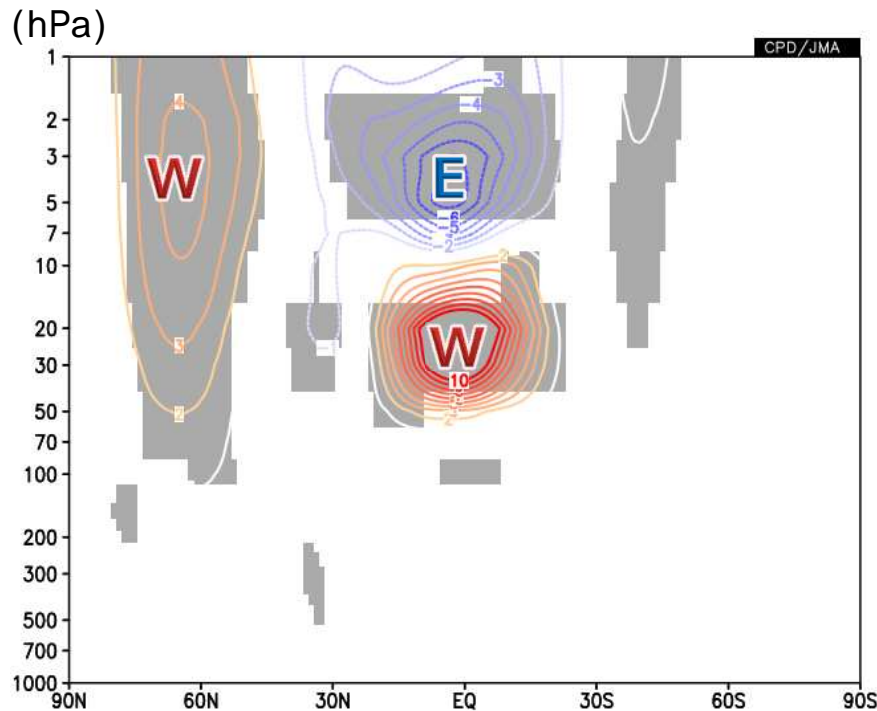
シンガポール  
(1°N、104°E)  
上空の月平均東西風



・赤道成層圏QBOは西風位相の状態に移っている。

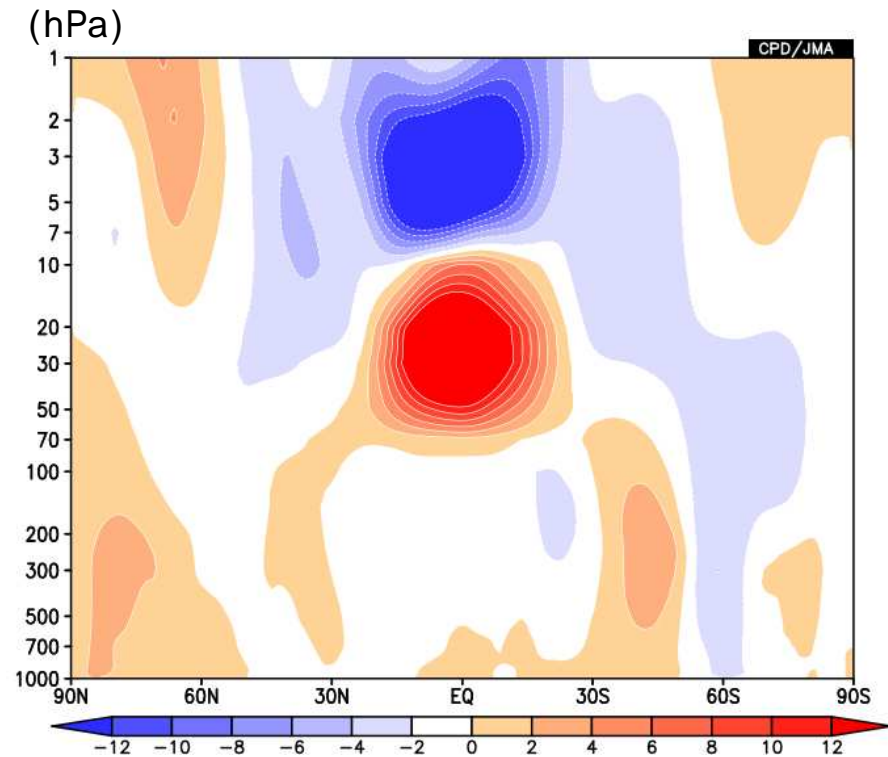
# QBOと極夜ジェット

シンガポール上空U30に  
回帰させた帯状平均U



統計期間: 1964/65~2015/16年冬  
灰色陰影: 95%信頼度水準で統計的に有意な領域

帯状平均東西風平年偏差  
(12/1~2/27平均)



- ・QBOが西風位相の場合には、成層圏高緯度域は西風偏差となる傾向がある。
- ・平均的に極夜ジェットが強い状態には、QBOの位相が寄与した可能性がある。

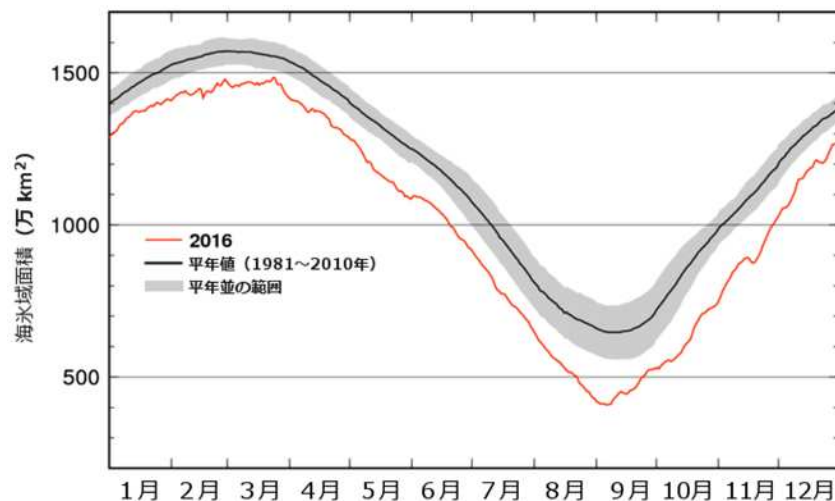
# 北極海の海水

# 北極海の海氷

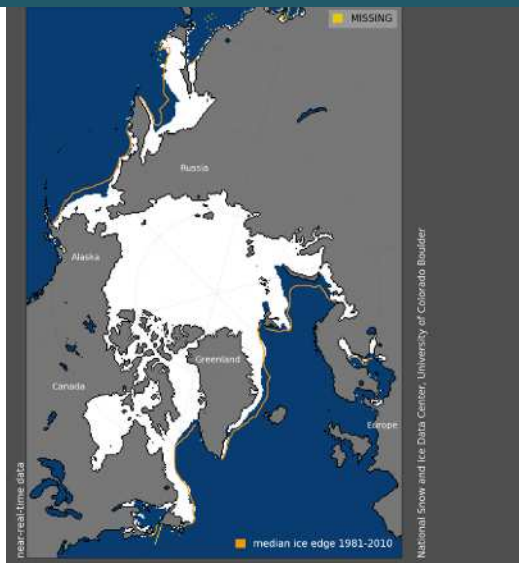
## 北極海の海氷域面積の推移

赤線:2016年、黒線:1978~2015年  
灰色陰影: 平年並の範囲

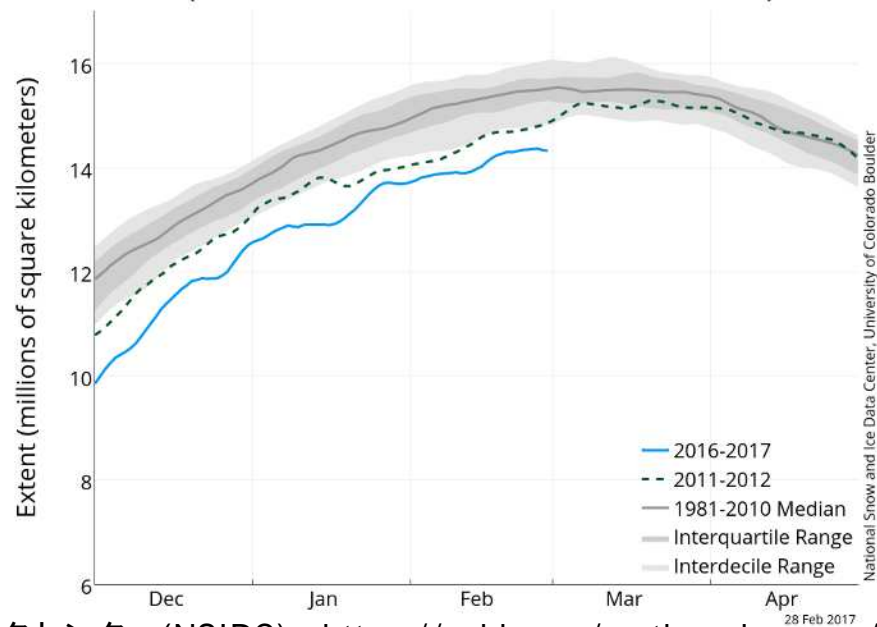
北極海の海氷域面積は、2016年を通して平年と比べてかなり少ない状態となった。



## 2月末時点の海氷分布



Arctic Sea Ice Extent  
(Area of ocean with at least 15% sea ice)



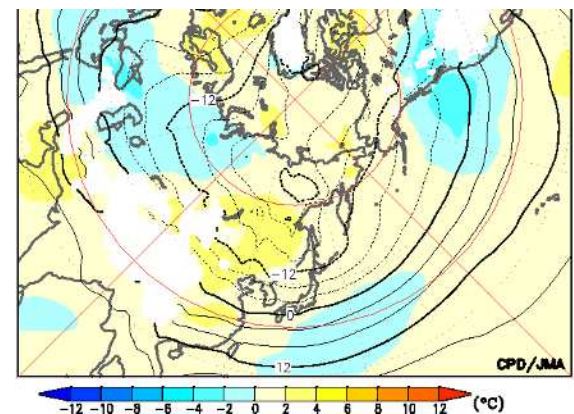
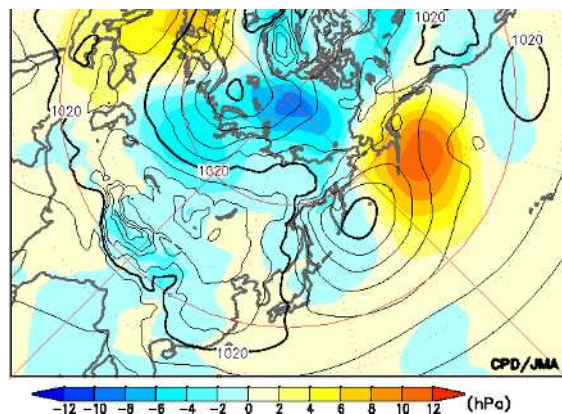
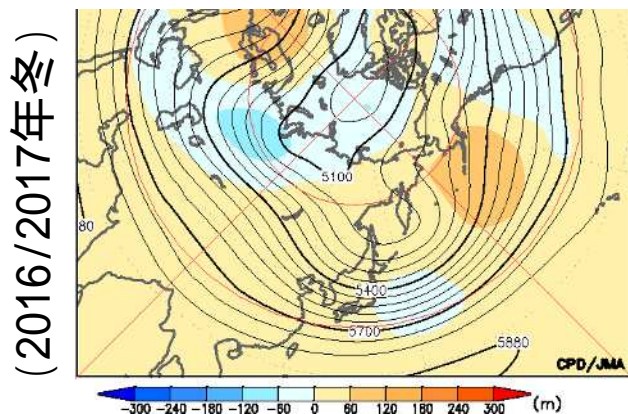
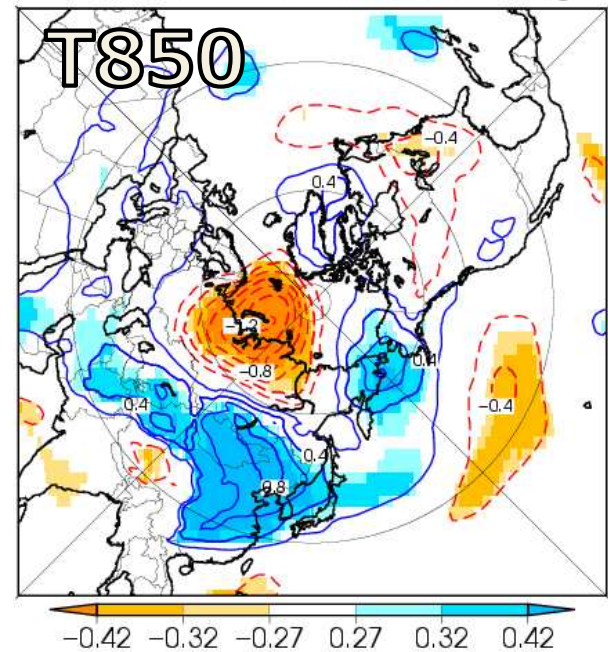
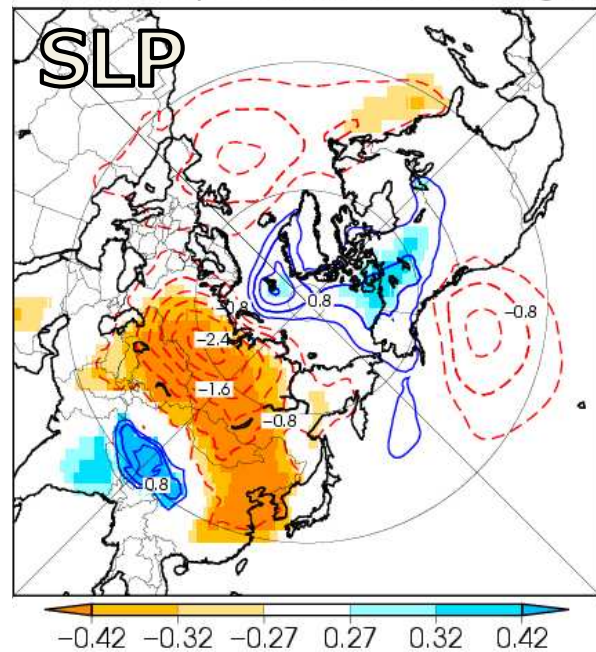
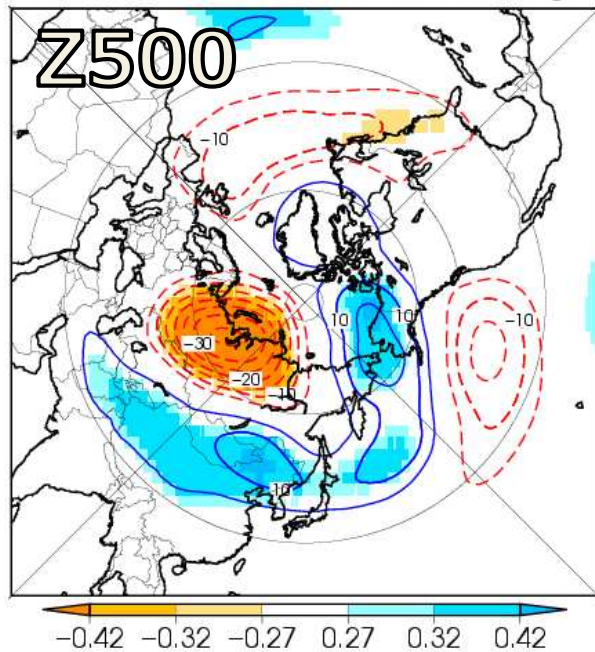
# バレンツ・カラ海付近の 海水密接度との相関・回帰係数

等値線: 回帰係数、陰影: 相関係数、統計期間: 1979/80~2015/16年の12~2月

Element:z500 Period:Dec-Feb (Lag+0)

Element:slp Period:Dec-Feb (Lag+0)

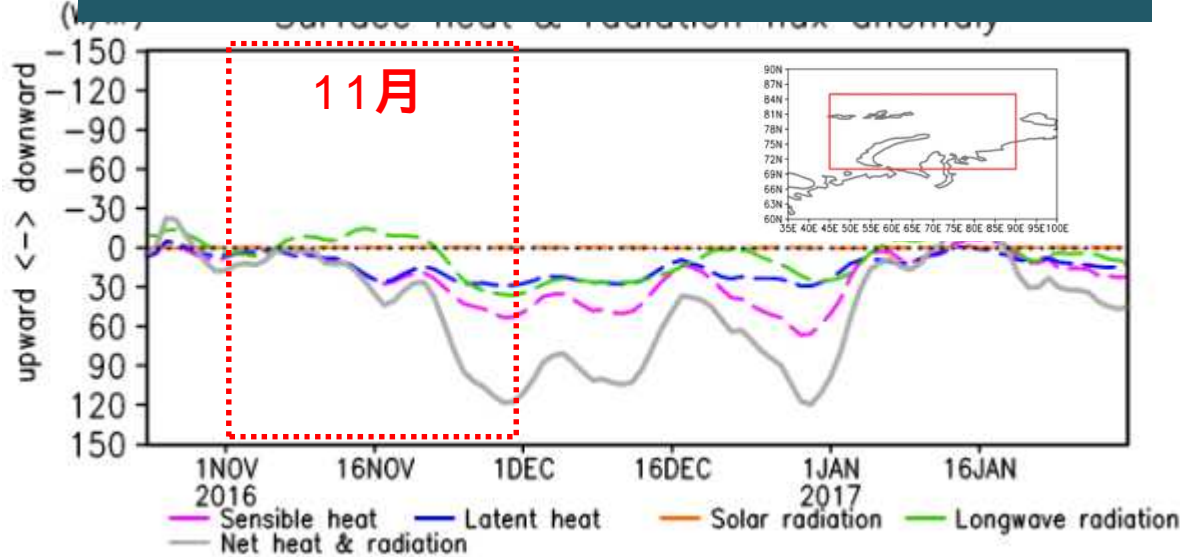
Element:t850 Period:Dec-Feb (Lag+0)



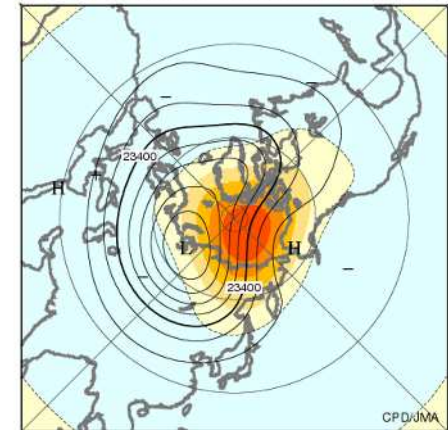
# バレンツ海付近地表面熱フラックスと循環場(11月)

## 70-85N、45-90E平均地表面熱フラックス

下向き偏差  
上向き偏差

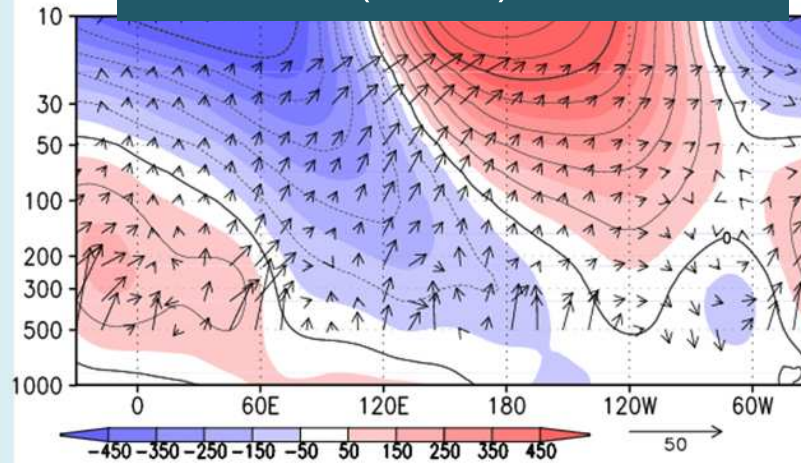


## Z30 (11月)



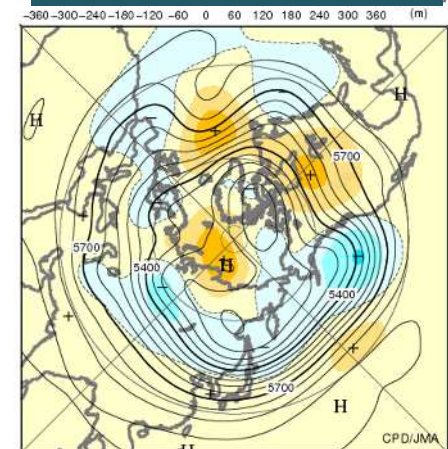
Monthly mean 30 hPa height and anomaly in the Northern Hemisphere (Nov.2016)  
The contours show height at intervals of 120 m.  
The shading indicates height anomalies.  
Anomalies are deviations from the 1981-2010 average.

## 60-85N平均 高度の経度-鉛直断面(11月)



矢印: PlumbのWAF、陰影: 高度eddy成分

## Z500 (11月)

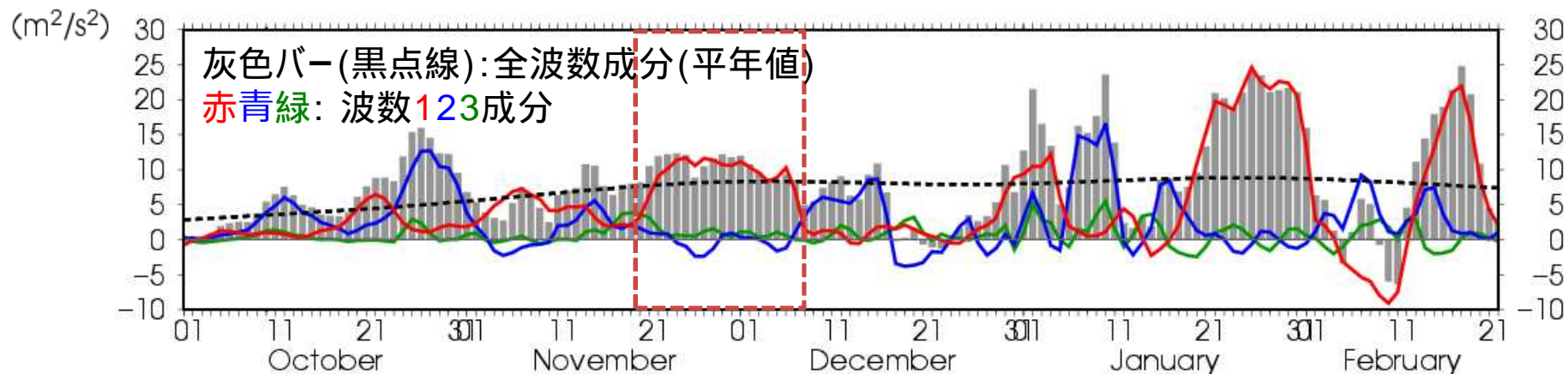


Monthly mean 500 hPa height and anomaly in the Northern Hemisphere (Nov.2016)  
The contours show height at intervals of 60 m.  
The shading indicates height anomalies.  
Anomalies are deviations from the 1981-2010 average.

- ・バレンツ海付近の熱フラックスは、11月～12月は上向き（海 大気）偏差が持続。
- ・11月はバレンツ海付近でリッジとなり、上方への波束伝播がみられる。
- ・対応して、成層圏の極渦は弱い状態となった。

# EPフラックス (2016年11月)

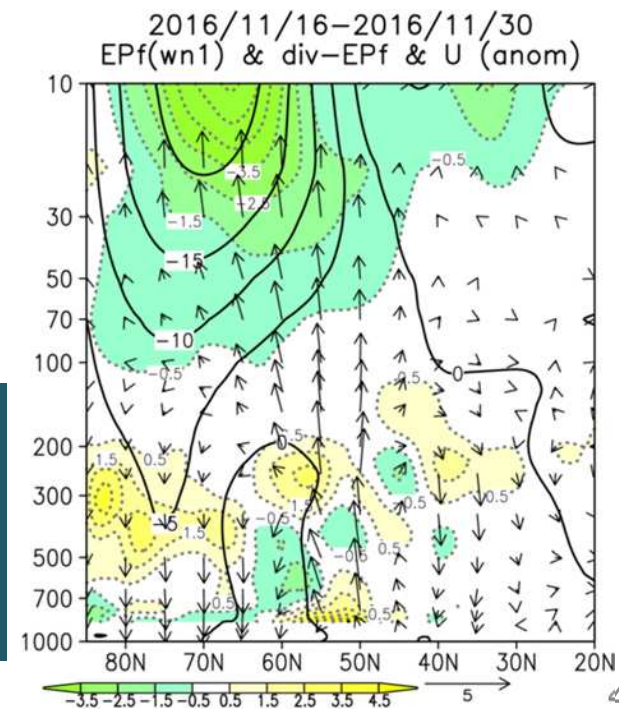
## 60-90N平均の100hPa E-Pフラックス鉛直成分



・11月後半に、高緯度域でE-Pフラックスが上向きの偏差となり、東西波数1の寄与が大きい。

### E-Pフラックス波数1成分偏差 (11月後半)

矢印: EPフラックス  
 陰影: フラックス収束発散  
 実線: 風速偏差





# 2016年11月の海面気圧、850hPa気温

・バレンツ・カラ海付近のブロッキング高気圧に対応して、極域の東半球側で高気圧が強かった。西半球側では低気圧偏差となった。

・このため、北極海では暖気移流場で顕著な高温、ユーラシア大陸～北西太平洋の中緯度帯では極域の寒気放出に伴い広く低温偏差だった。

01Nov.2016 – 30Nov.2016

01Nov.2016 – 30Nov.2016

