

2010/2011年冬の天候と大気の流れの特徴

内 容

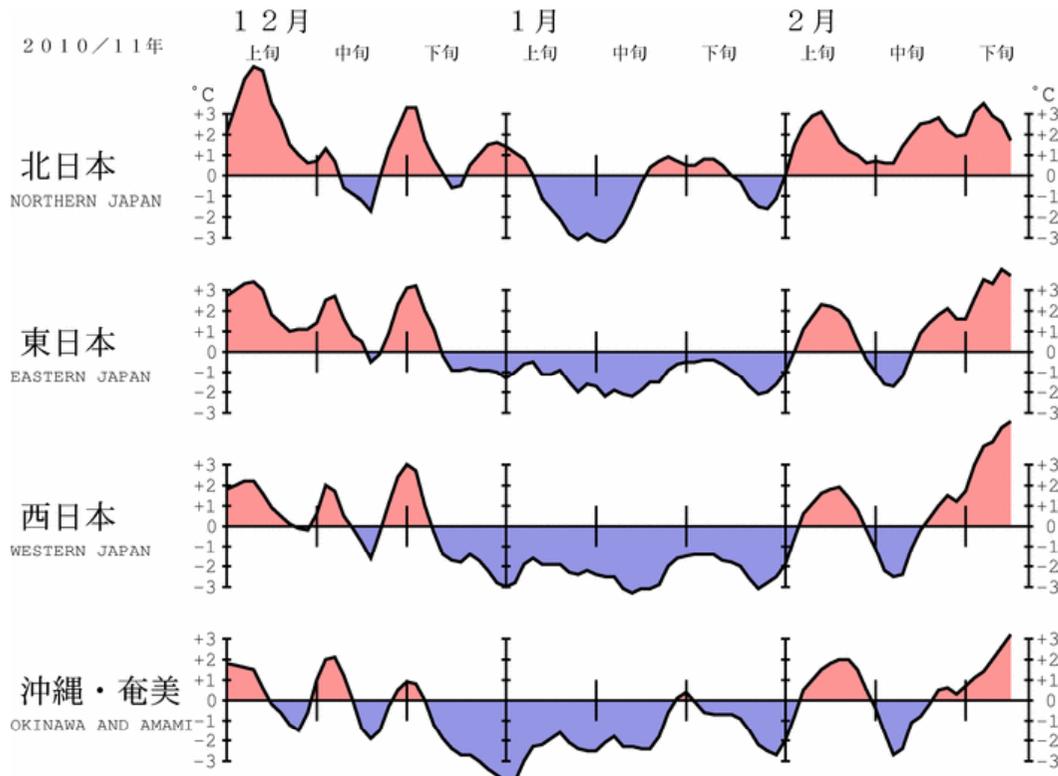
1. 2010/2011年冬の日本と世界の天候
2. 2010/2011年冬の循環場
3. 2011年1月の循環場
4. 2009/2010年冬と2010/2011年冬の比較
5. 北極振動と北大西洋の表層水温
6. WPパターンと日本の天候・ENSO
7. まとめ

1. 2010/2011年冬(12~2月)の日本と世界の天候

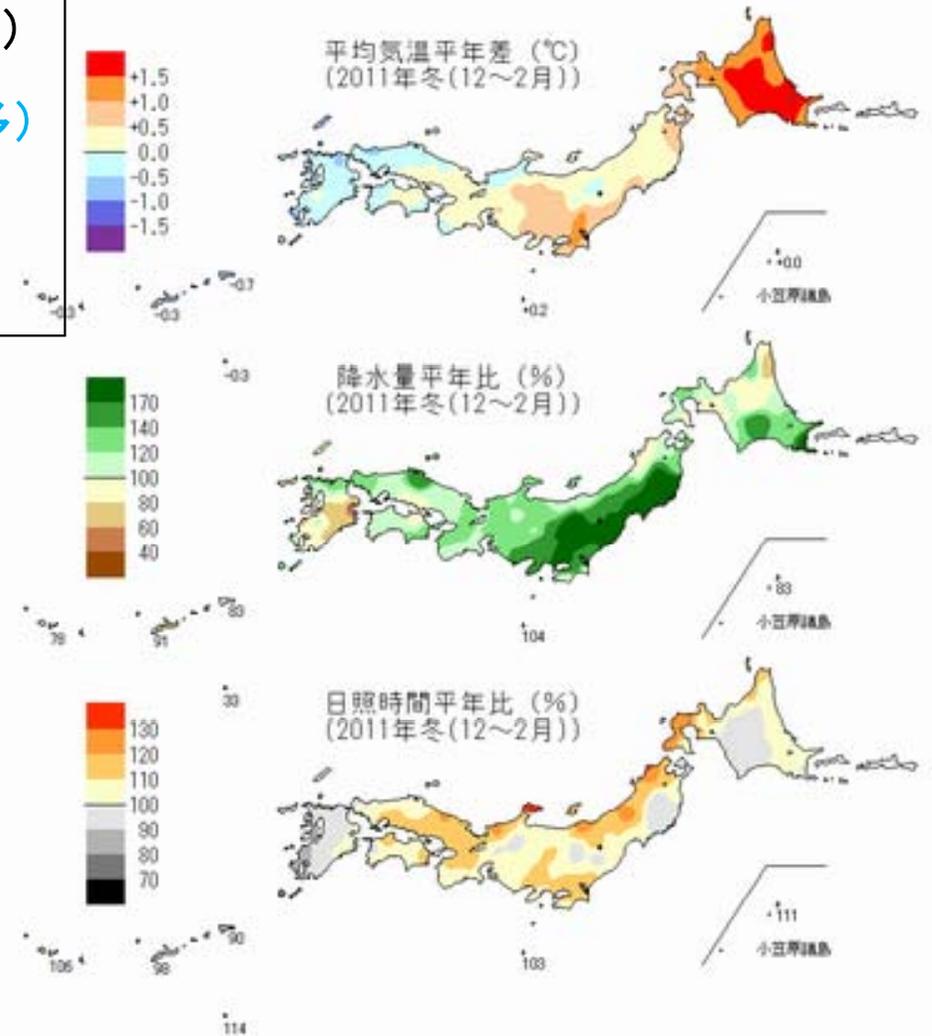
2010/2011年冬(12~2月)の天候

	気温	降水量	日照時間	降雪量
北日本	+0.9(高)	137%(多*)	106%(多)	79%(少)
東日本	+0.5(高)	139%(多)	109%(多*)	73%(並)
西日本	-0.2(並)	109%(並)	103%(並)	151%(多)
沖縄・奄美	-0.5(低)	83%(並)	97%(並)	

*: かなり低い(少ない)、かなり高い(多い)を表す。



地域平均気温平年差(5日移動平均値)の経過



2010/2011年冬の平年差(比)図
上から、平均気温、降水量、日照時間

2011年1月の天候

- ・1月としては、1986年以来25年ぶりに全国低温。
- ・北～西日本の日本海側の降雪量は平年より多く、330地点中37地点で1月の月最深積雪の記録を更新。
- ・北～西日本の太平洋側の降水量は、平年よりかなり少なかった。

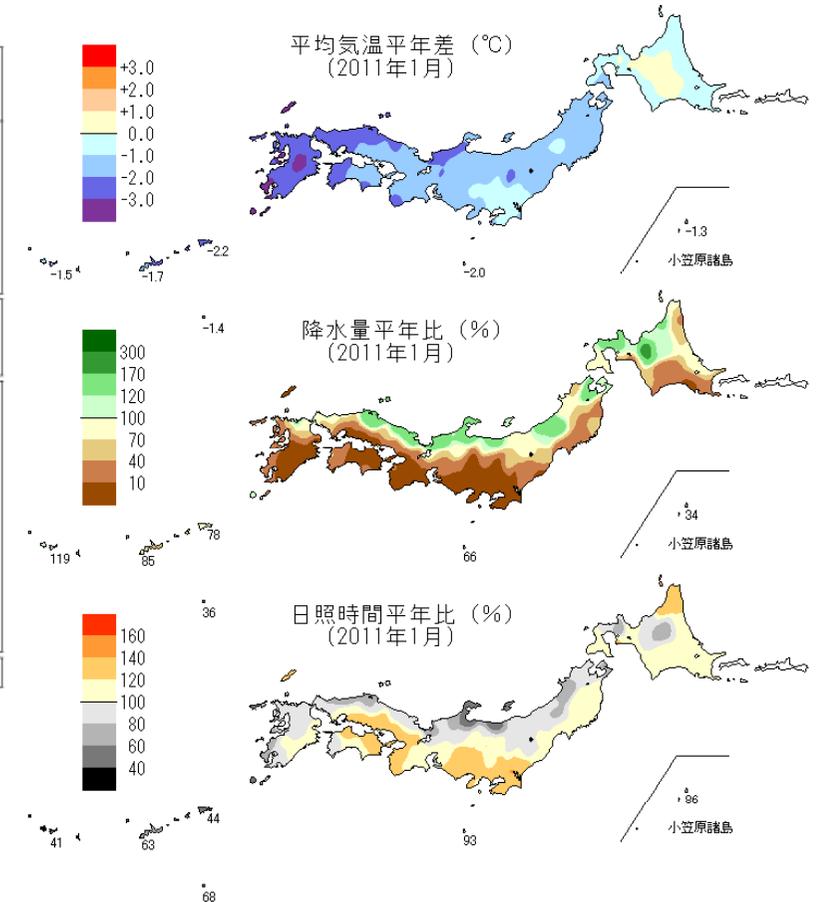
地域平均平年差（比）と階級（2011年1月）

	気温 平年差 ℃（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	-0.7 (-)	74 (-)* 日 111 (+) 太 42 (-)*	103 (0) 日 97 (0) 太 109 (+)	95 (0) 日 113 (+) 太 80 (-)
東日本	-1.3 (-)	38 (-)* 日 131 (+)* 太 14 (-)*	108 (+) 日 63 (-)* 太 119 (+)*	80 (0) 日 137 (+) 太 54 (-)
西日本	-2.3 (-)*	41 (-)* 日 74 (-) 太 14 (-)*	100 (0) 日 88 (-) 太 111 (+)	125 (+) 日 181 (+) 太 56 (0)
沖縄・奄美	-1.9 (-)*	100 (0)	42 (-)*	

階級表示 (-):低い(少ない) (0):平年並 (+):高い(多い)
(*)はかなり低い(少ない)、かなり高い(多い)を表す

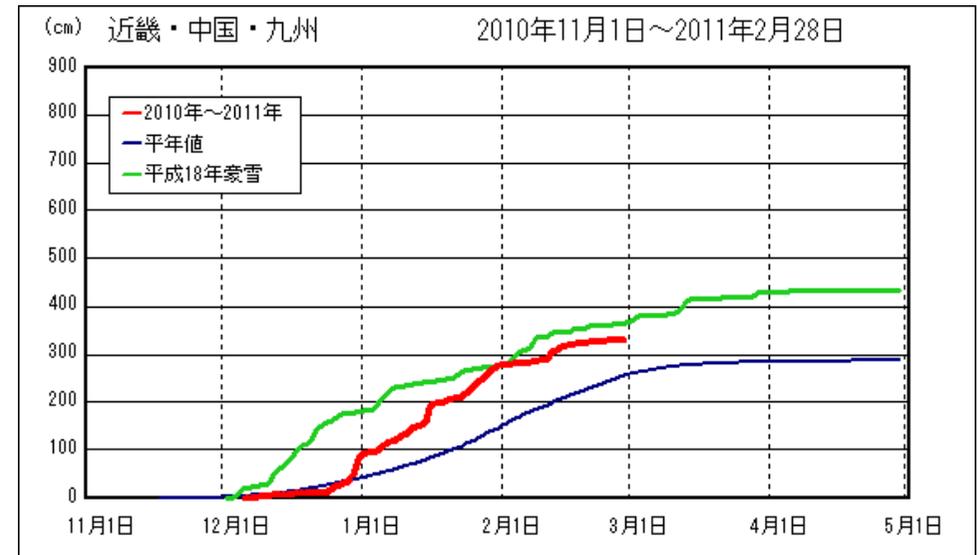
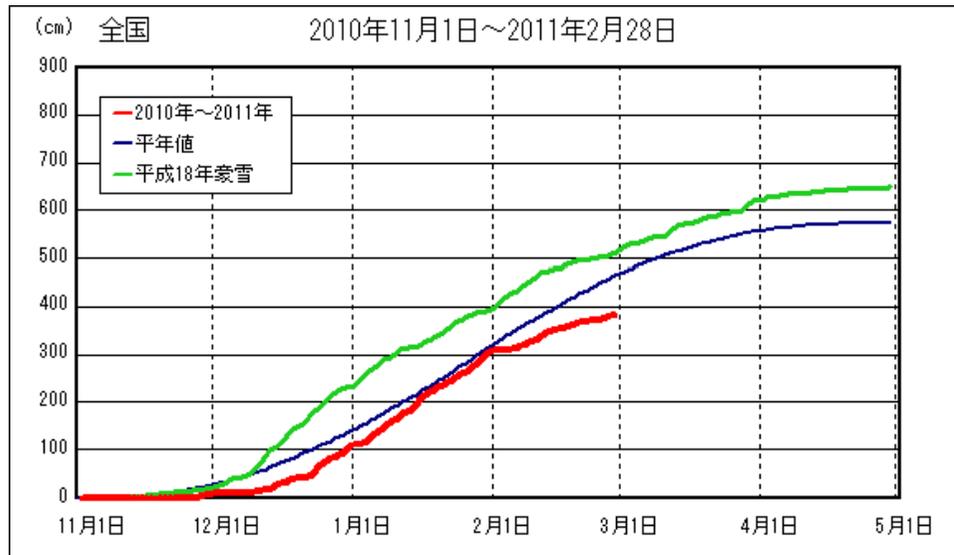
	気温 平年差 ℃（階級）	降水量 平年比 %（階級）	日照時間 平年比 %（階級）	降雪量 平年比 %（階級）
北海道	-0.3 (0)	78 (-) 日 118 (+) 才 63 (-) 太 36 (-)*	108 (+) 日 102 (0) 才 112 (+) 太 115 (+)*	94 (0) 日 114 (+)* 才 74 (-)* 太 82 (-)
東北	-1.2 (-)	68 (-) 日 110 (+) 太 39 (-)	97 (0) 日 87 (-) 太 105 (+)	97 (0) 日 122 (+) 太 77 (0)
関東甲信	-1.0 (-)	14 (-)*	122 (+)*	33 (-)
北陸	-1.8 (-)	131 (+)*	63 (-)*	137 (+)
東海	-1.5 (-)	14 (-)*	116 (+)*	140 (+)
近畿	-1.7 (-)	38 (-)* 日 120 (+) 太 8 (-)*	118 (+)* 日 90 (0) 太 128 (+)*	66 (0) 日 137 (+) 太 24 (0)
中国	-2.1 (-)*	83 (0) 陰 140 (+) 陽 14 (-)*	99 (0) 陰 78 (-) 陽 126 (+)*	171 (+) 陰 222 (+)* 陽 85 (+)
四国	-2.0 (-)	12 (-)*	113 (+)	0 (-)*
九州北部	-2.7 (-)*	43 (-)*	91 (-)	171 (+)
九州南部	-2.7 (-)*	30 (-)*	78 (-)*	350 (+)*
本 奄美	-2.8 (-)*	23 (-)*	85 (-)	350 (+)*
奄	-2.2 (-)*	64 (-)	48 (-)*	
沖縄	-1.7 (-)*	115 (+)	40 (-)*	

地域表示 日:日本海側 陰:山陰 本:本土(九州南部)
才:オホーツク海側 陽:山陽 奄:奄美
太:太平洋側



2010/2011年冬の累積降雪量

1月の降雪量は多かったが、12月と2月は少なかったため、冬の降雪量は、西日本は平年より多かったが、全国平均で見ると平年を下回った。

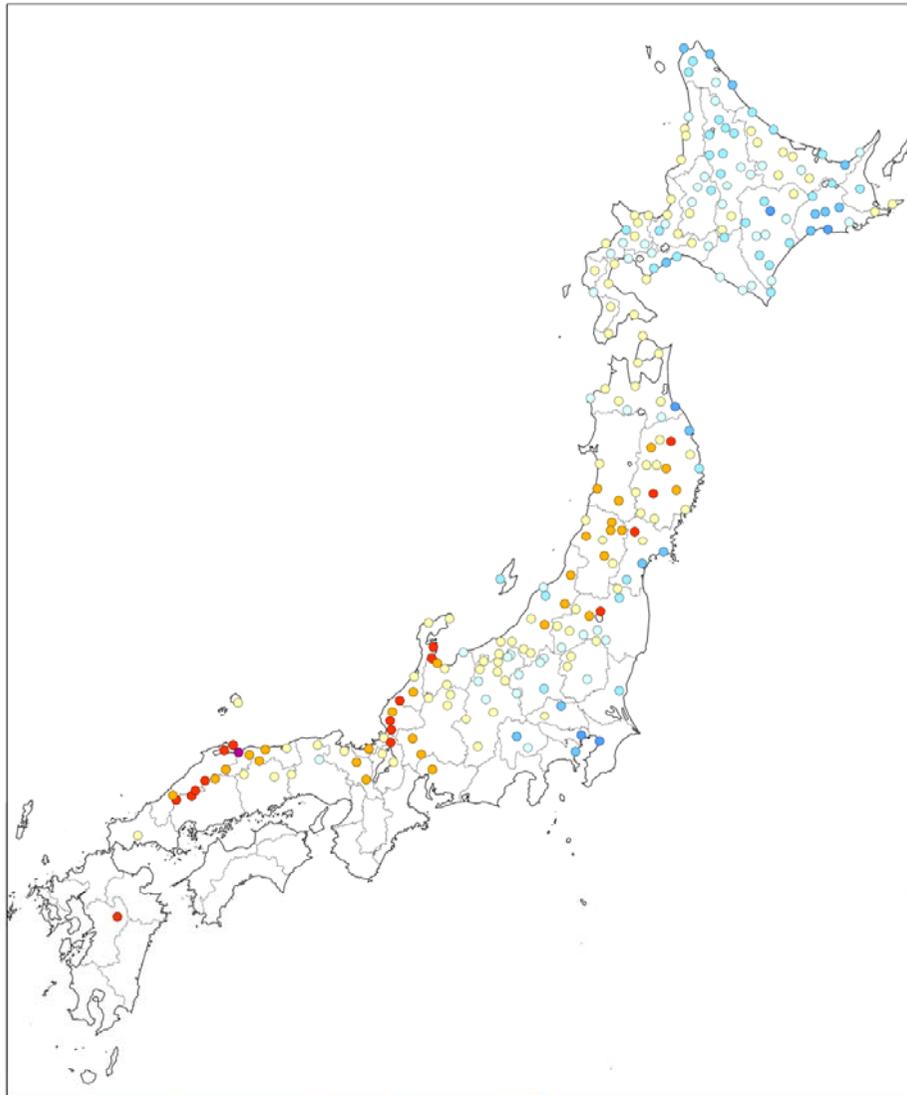


累積降雪量の全国(左)と近畿・中国・九州(右)の平均値の推移

気象官署およびアメダス観測所における累積降雪量(期間中の降雪の深さを合計した値)を全国・地域別に平均したもの。赤い線が今冬(平成22～23年、2月28日まで)、緑の線が平成18年豪雪時(平成17～18年)の経過を示す。平年値がない地点は計算に使用していない。また、今冬の値については、欠測が続いたことなどにより、信頼性のある値として求められない地点も使用していない。

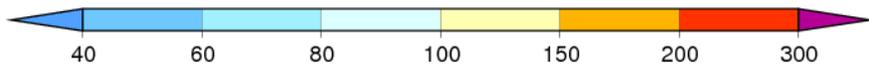
2010/2011年冬の積雪状況

冬の最深積雪は、北～西日本の日本海側で、平年を上回ったところが多かった。



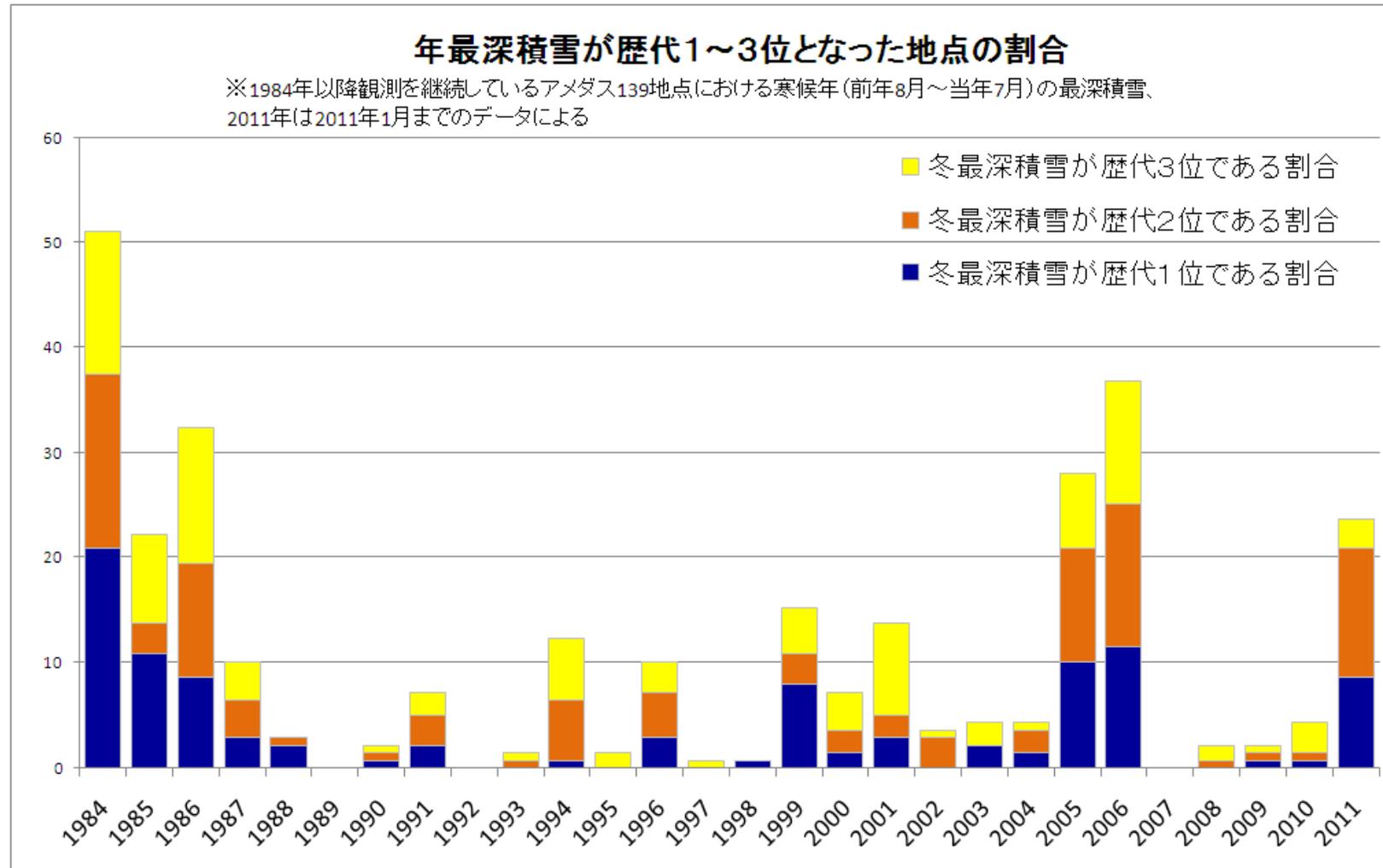
2010/2011年冬の積雪の深さの最大値と年最深積雪の平年値との比

2010年11月1日～2011年2月28日の期間における積雪の深さの最大値と年最深積雪の平年値との比。平年値は、気象官署は昭和46(1971)年から平成12(2000)年まで、アメダス観測所は概ね昭和56(1981)年から平成12(2000)年までの平均の値。



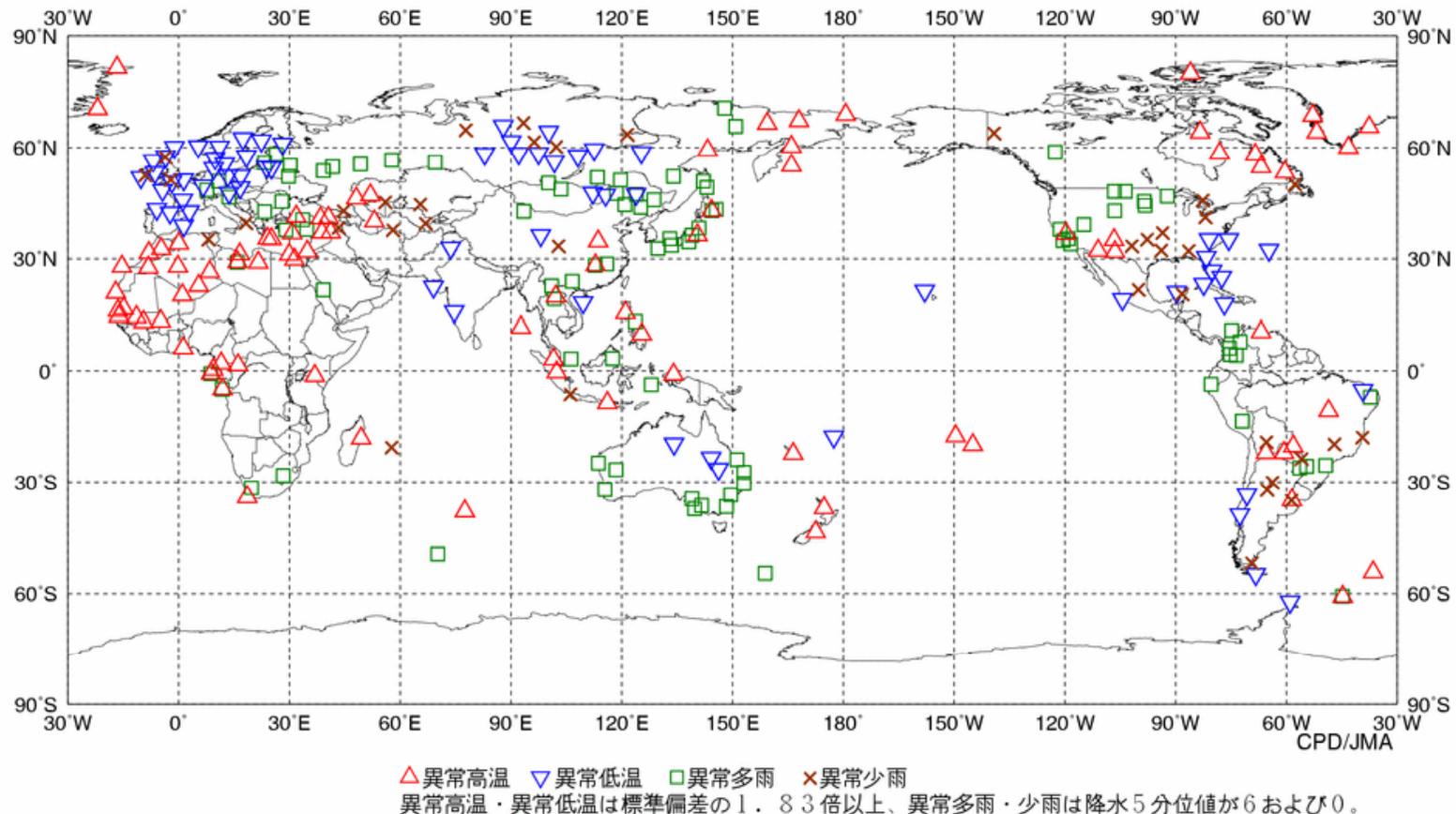
年最深積雪の推移(1984年以降)

年最深積雪が歴代1～3位となった地点の割合は、平成18年豪雪以来5年ぶりに20%を上回った。



2010年12月の世界の異常天候発生地点

ヨーロッパ、西シベリア東部～中国北東部、米国南東部は、異常低温、オーストラリア東部は、異常多雨となった。

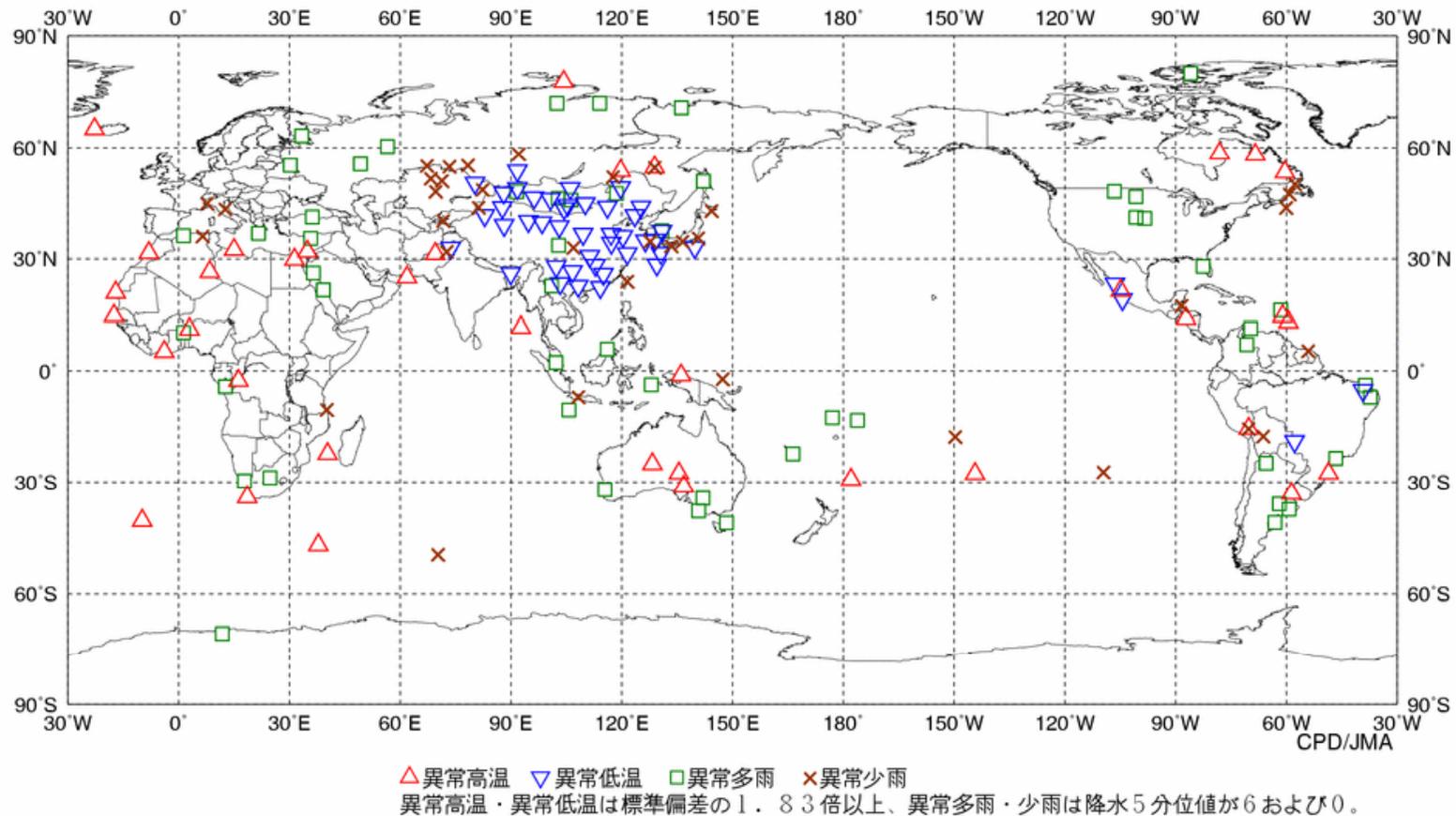


異常高温・異常低温および異常多雨・異常少雨が発生した地点を緯度5度×経度5度の領域毎に選んで表示した分布図

異常高温・異常低温は、1971～2000年の30年間の気温から求めた平年値と標準偏差を基準にして、月平年値との差が当該月における標準偏差の±1.83倍以上となった場合を異常と判断。異常多雨・異常少雨は、1971～2000年の間のどの年の降水量よりも多かった、あるいは少なかった場合を異常と判断。

2011年1月の世界の異常天候発生地点

モンゴル～中国は、異常低温、南アフリカ、ブラジル南東部は、異常多雨となった。



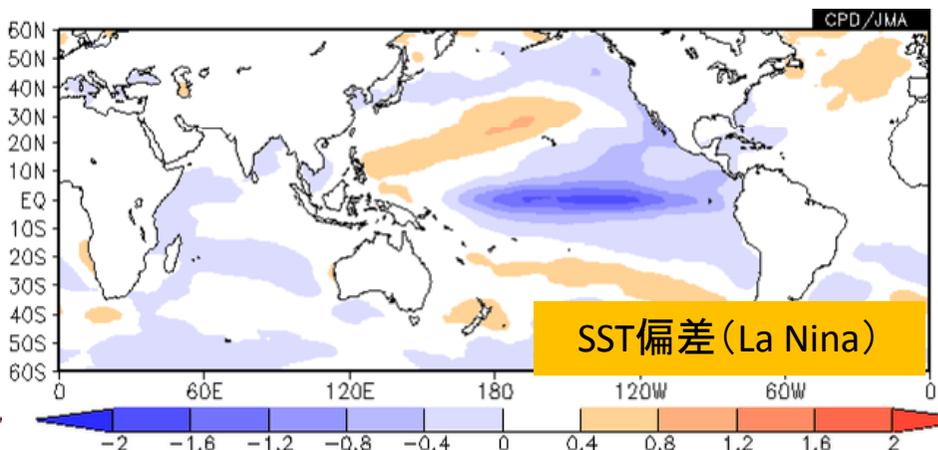
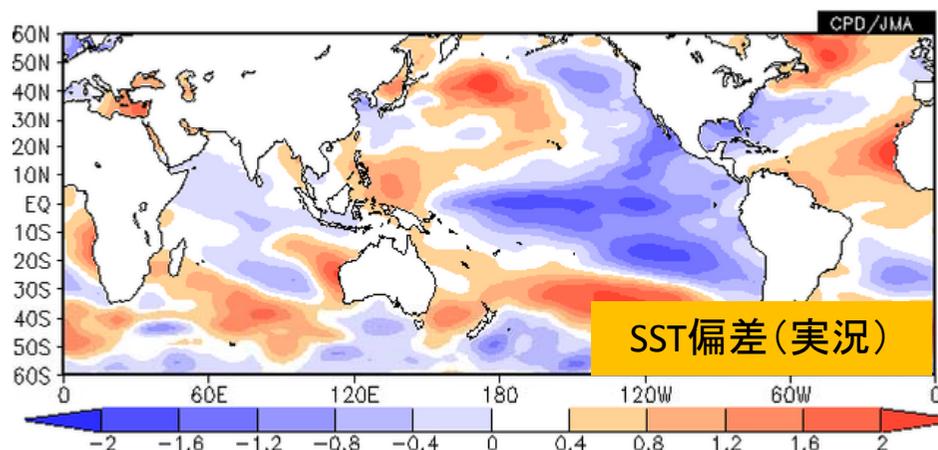
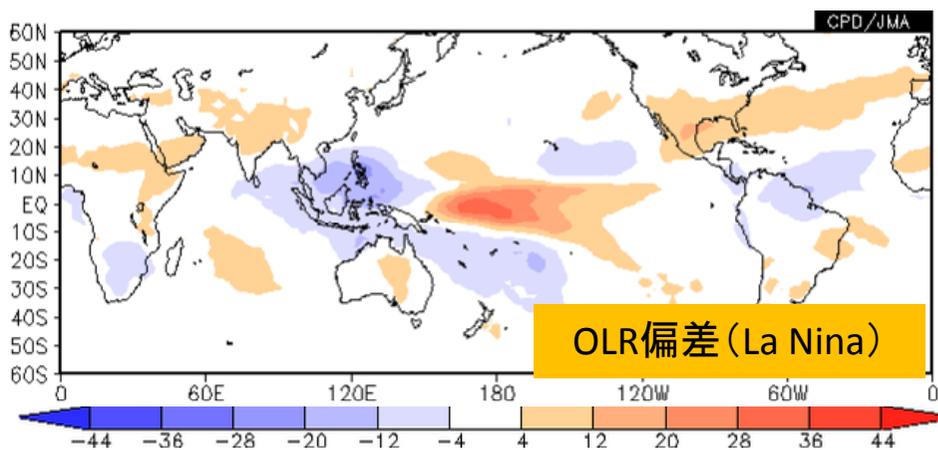
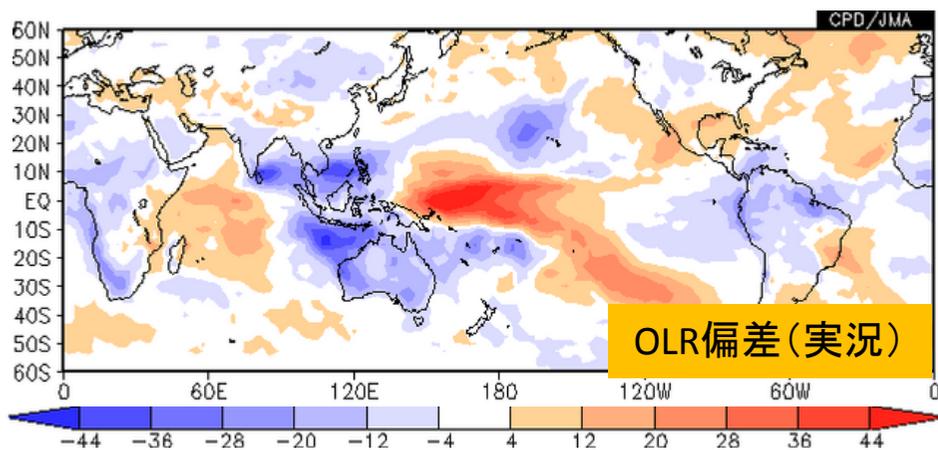
異常高温・異常低温および異常多雨・異常少雨が発生した地点を緯度5度×経度5度の領域毎に選んで表示した分布図

異常高温・異常低温は、1971～2000年の30年間の気温から求めた平年値と標準偏差を基準にして、月平年値との差が当該月における標準偏差の±1.83倍以上となった場合を異常と判断。異常多雨・異常少雨は、1971～2000年の間のどの年の降水量よりも多かった、あるいは少なかった場合を異常と判断。

2. 2010/2011年冬(12~2月)の循環場

2010/2011年冬の熱帯の循環場<1>

- ・海面水温(SST)は、ラニーニャ現象に伴い、中部～東部太平洋赤道域で負偏差、西部太平洋は正偏差。負偏差域は、ラニーニャ合成図と比べてやや西寄り。
- ・熱帯の対流活動は、インド洋東部～海洋大陸付近で平年より活発、西部～中部太平洋赤道域で不活発。

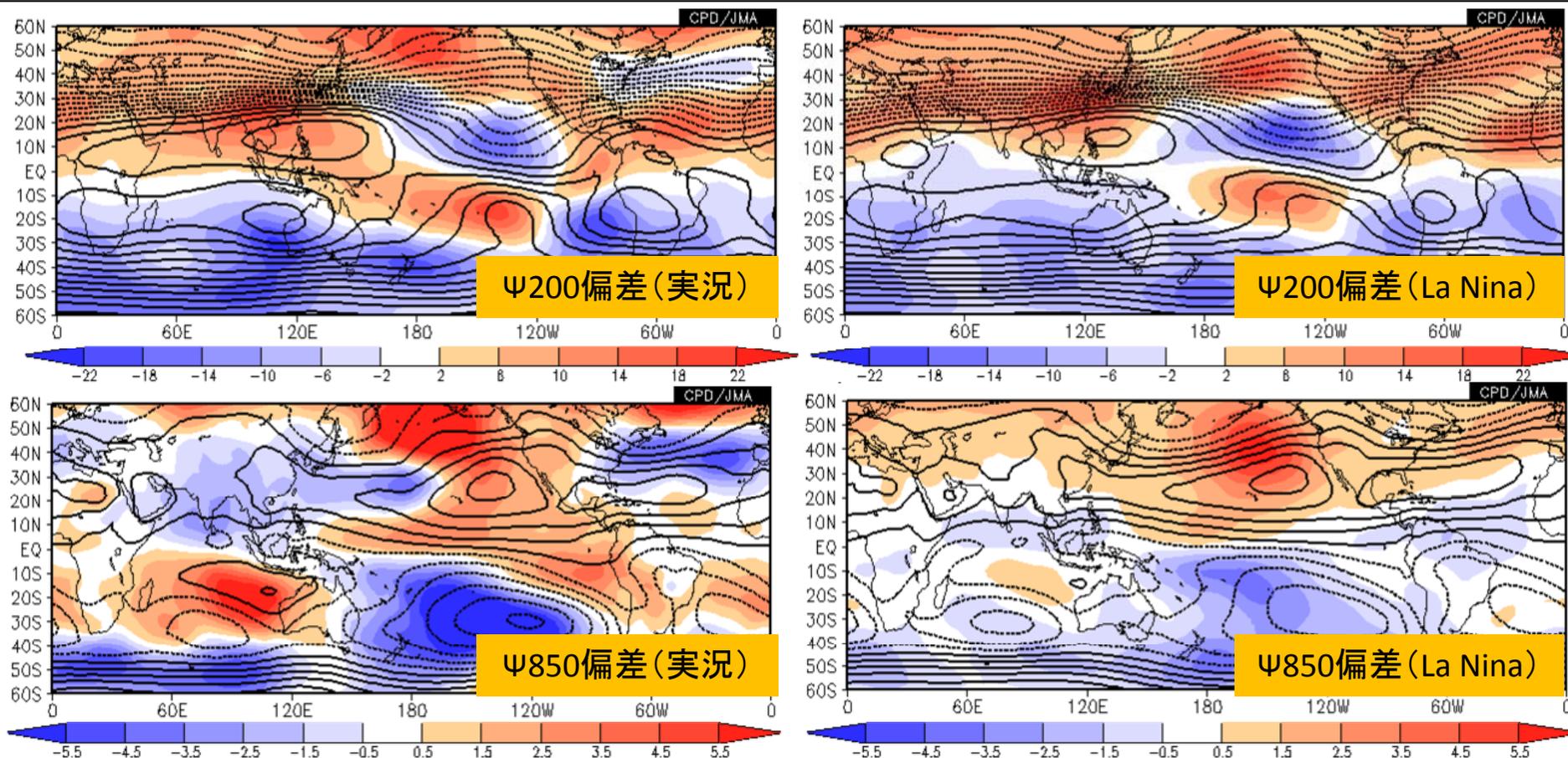


2010/2011年冬平均 OLR(上段)及びSST(下段)の平年差と対応するラニーニャ*合成図

*ラニーニャ現象年: 1984/85, 1988/89, 1995/96, 1998/99, 1999/2000, 2005/2006, 2007/2008

2010/2011年冬の熱帯の循環場<2>

- ・対流圏上層では、インドシナ半島の北付近を中心に、高気圧性循環偏差が明瞭。日本の南東海上は、低気圧性循環偏差。
- ・対流圏下層では、日本の南海上は、低気圧性循環偏差。これは、ラニーニャ合成図では見られない。

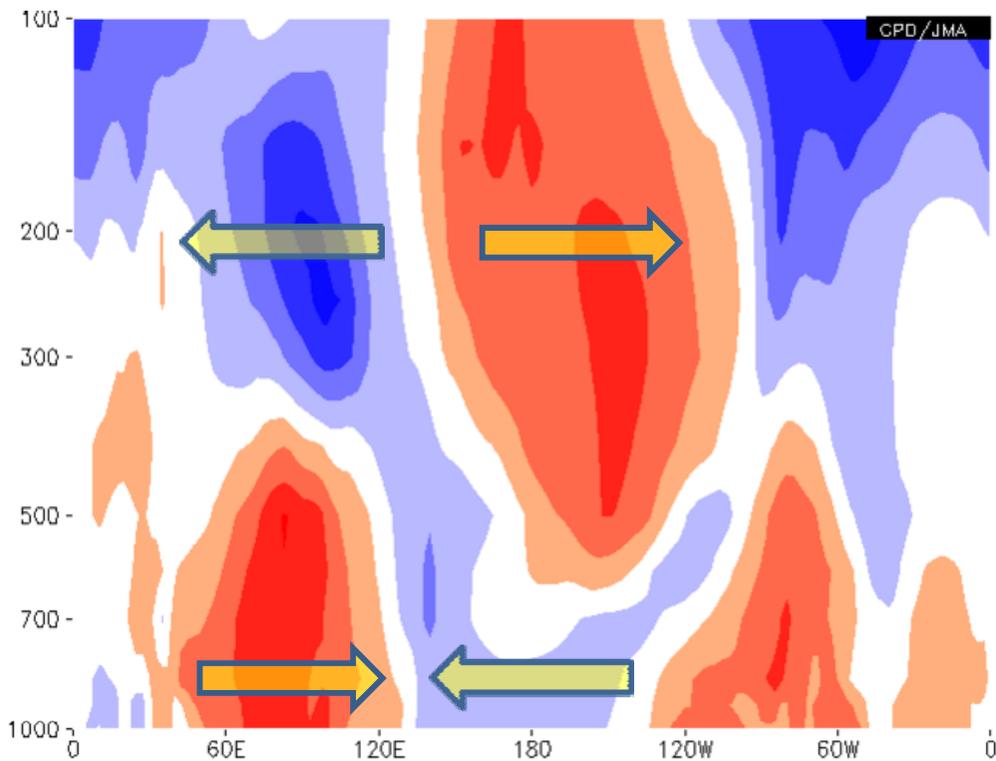


2010/2011年冬平均 200hPa(上段)及び850hPa(下段)流線関数及び平年差
と対応するラニーニャ*合成図

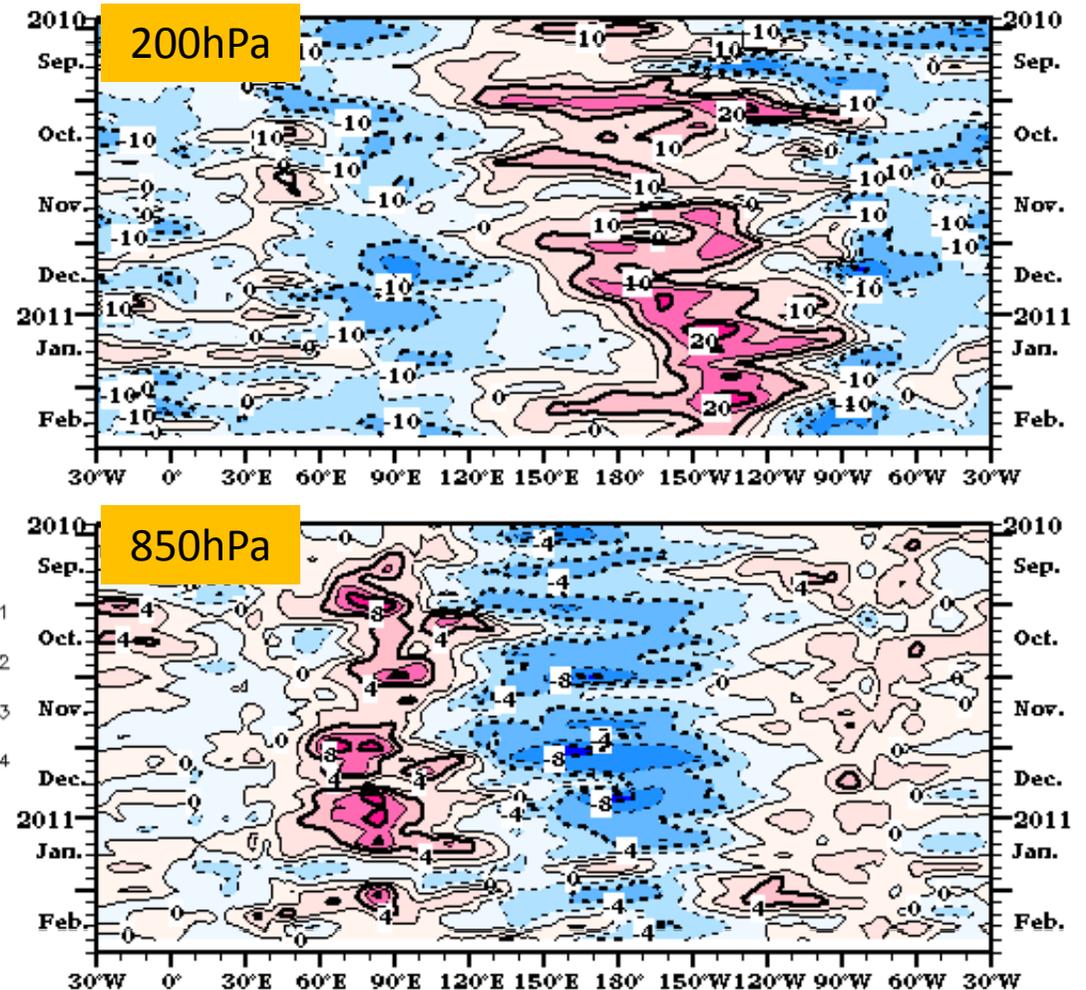
*ラニーニャ現象年: 1984/85, 1988/89, 1995/96, 1998/99, 1999/2000, 2005/2006, 2007/2008

2010/2011年冬の熱帯の循環場<3>

インド洋～太平洋のウォーカー循環は、平年よりかなり強かった。



赤道付近(5S-5N)の2010/2011年冬平均東西風規格化平年差の高度-経度断面図

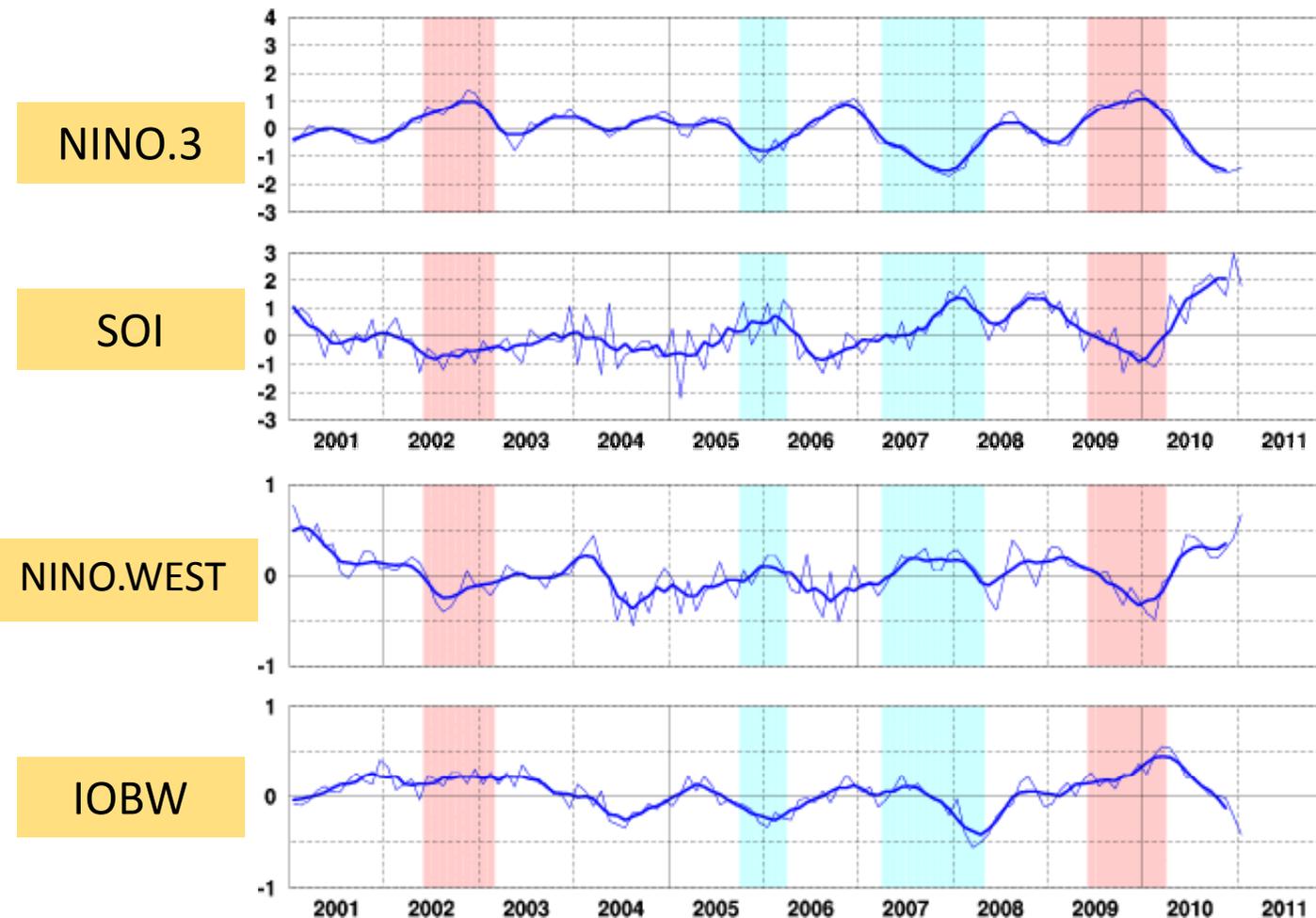


赤道付近(5S-5N)の5日平均200hPa(上)及び850hPa(下)東西風平年差の時間-経度断面図

赤色:西風偏差、青色:東風偏差

熱帯監視指数

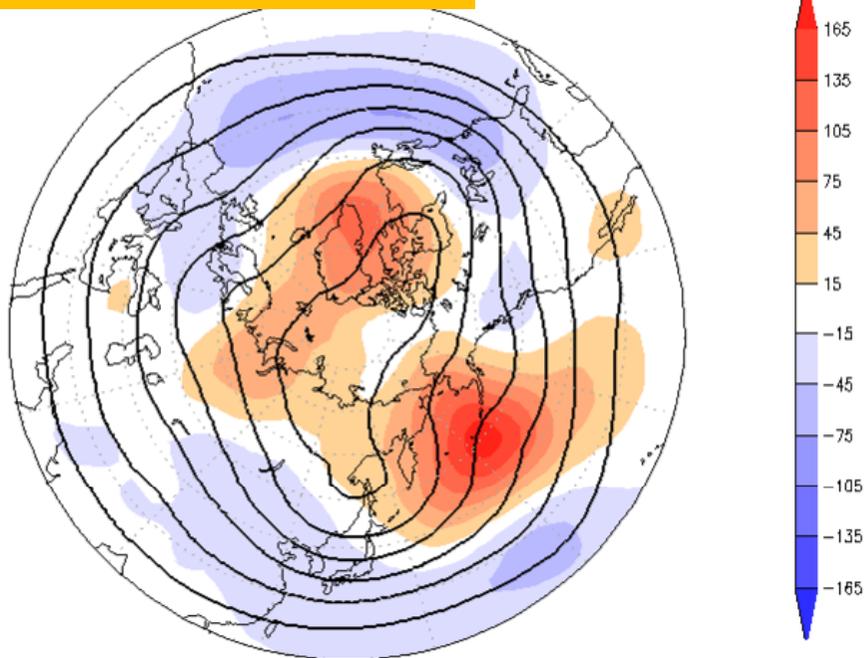
- ・2010年秋～冬におけるエルニーニョ監視海域(NINO.3)のSSTの基準値との差は、過去のラニーニャ年と比べて負偏差の大きい部類に入る。
- ・南方振動指数(SOI)は、過去最も大きな値レベルで推移。
- ・2010/2011年冬は、西部太平洋熱帯域(NINO.WEST)のSSTの基準値との差は正偏差、インド洋(IOBW)では負偏差。



2010/2011年冬の北半球の循環場

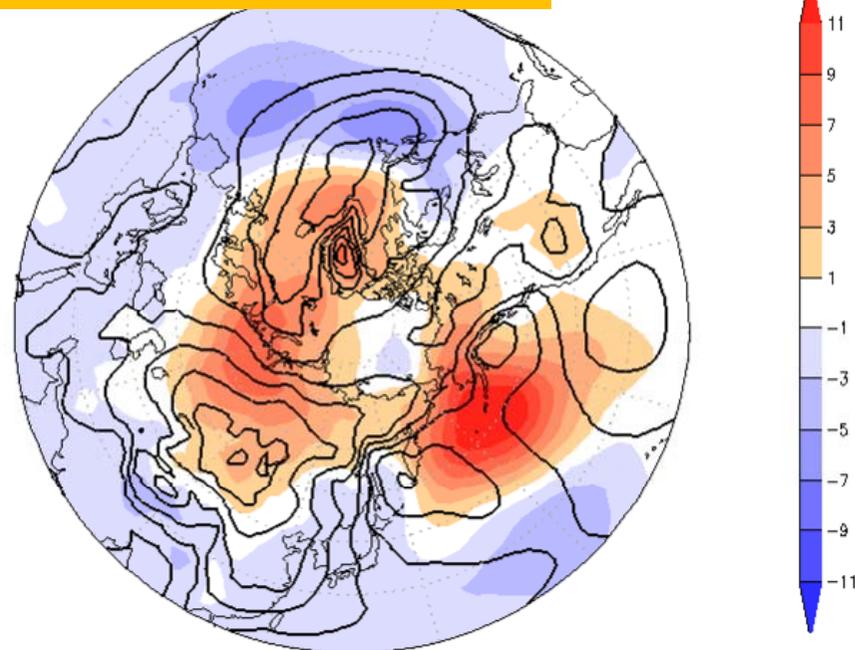
500hPa高度及び平年差

CPD/JMA



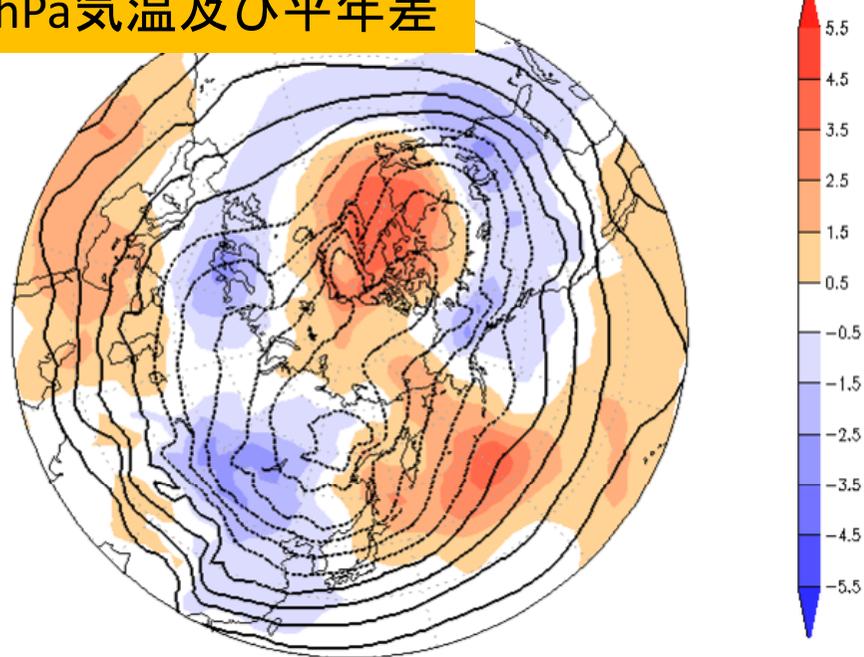
海面気圧及び平年差

CPD/JMA



850hPa気温及び平年差

CPD/JMA

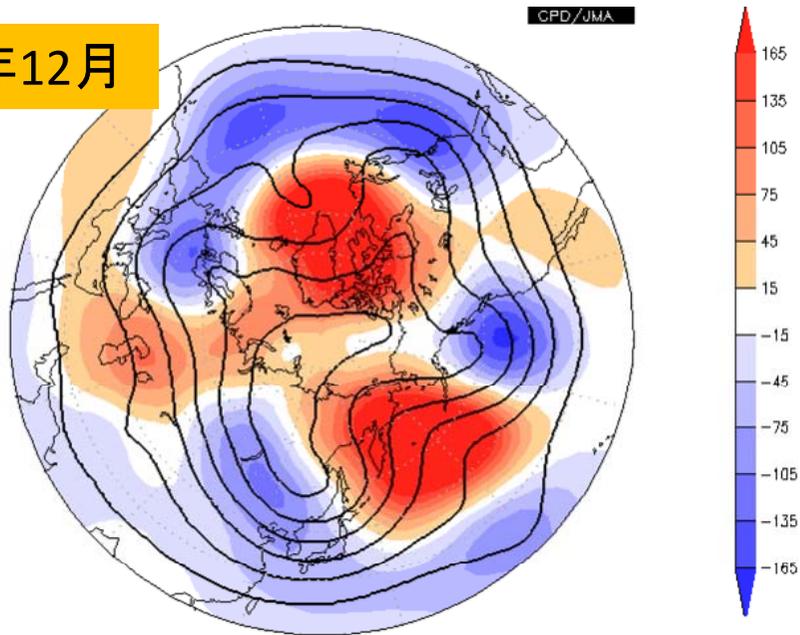


- ・負のAOが卓越。
- ・シベリア高気圧が強く、アリューシャン低気圧は弱い。
- ・モンゴル～中国、西日本では、対流圏下層は低温偏差、北日本は高温偏差。

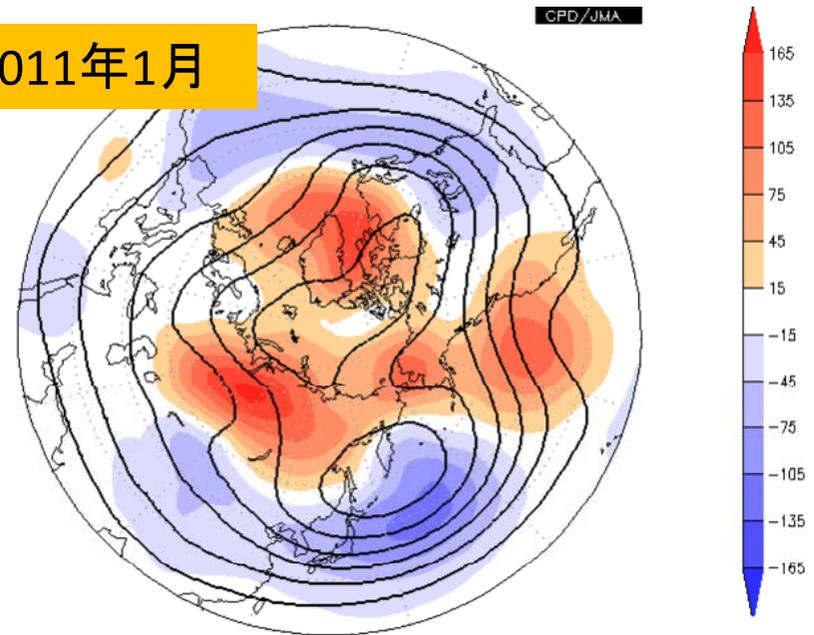
500hPa高度及び平年差(各月)

- ・1月までは負のAOが卓越したが、2月は正の位相となった。
- ・2月の太平洋東部～北米は、ラニーニャ年冬の合成図の特徴が現れた。

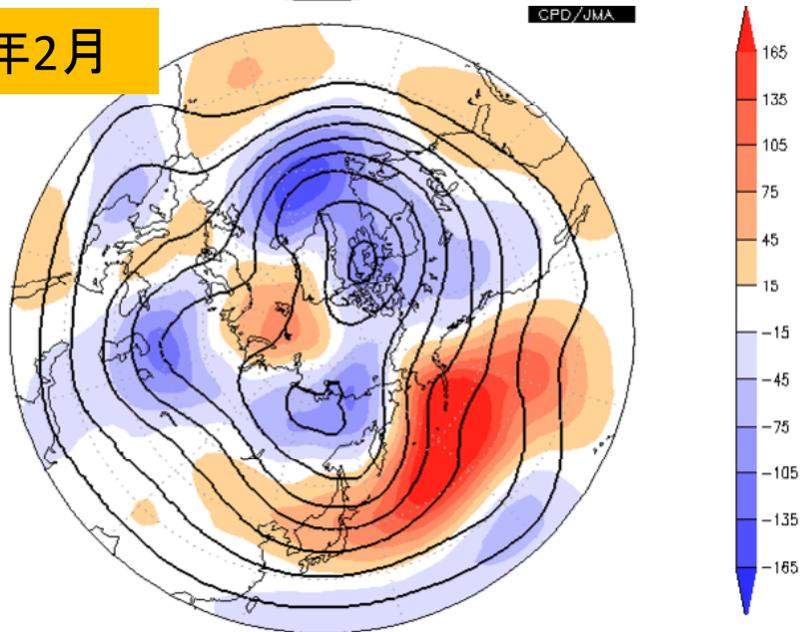
2010年12月



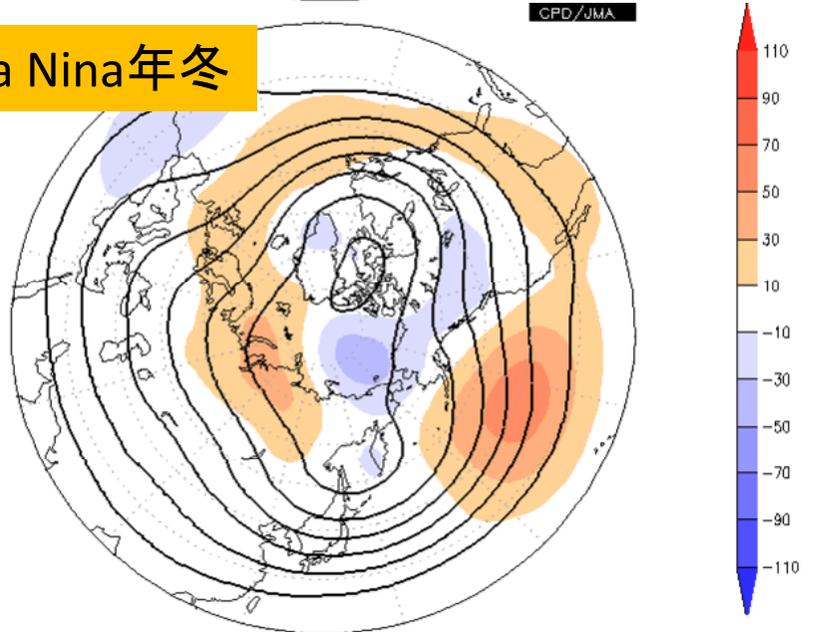
2011年1月



2011年2月

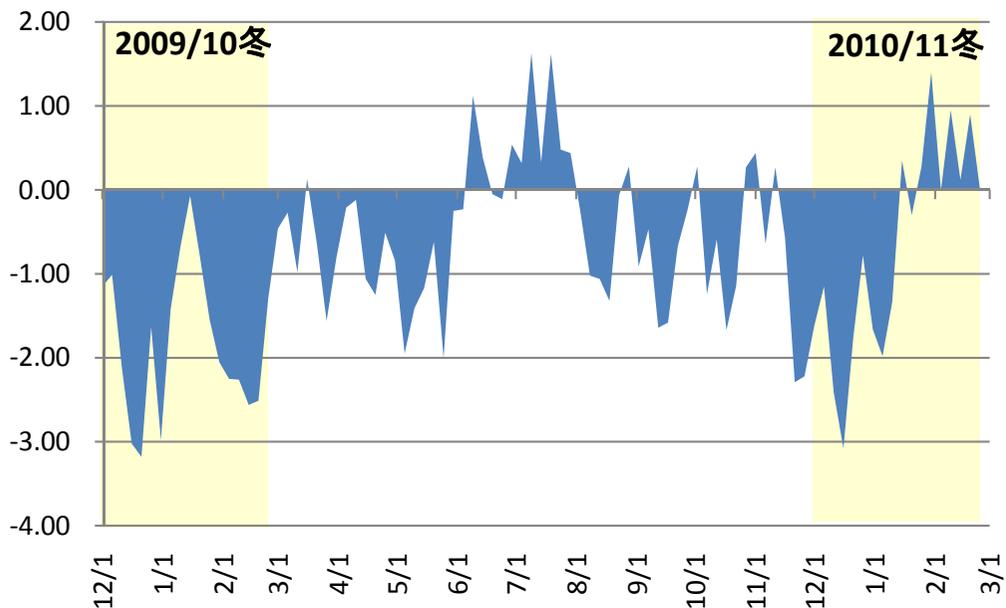


La Nina年冬

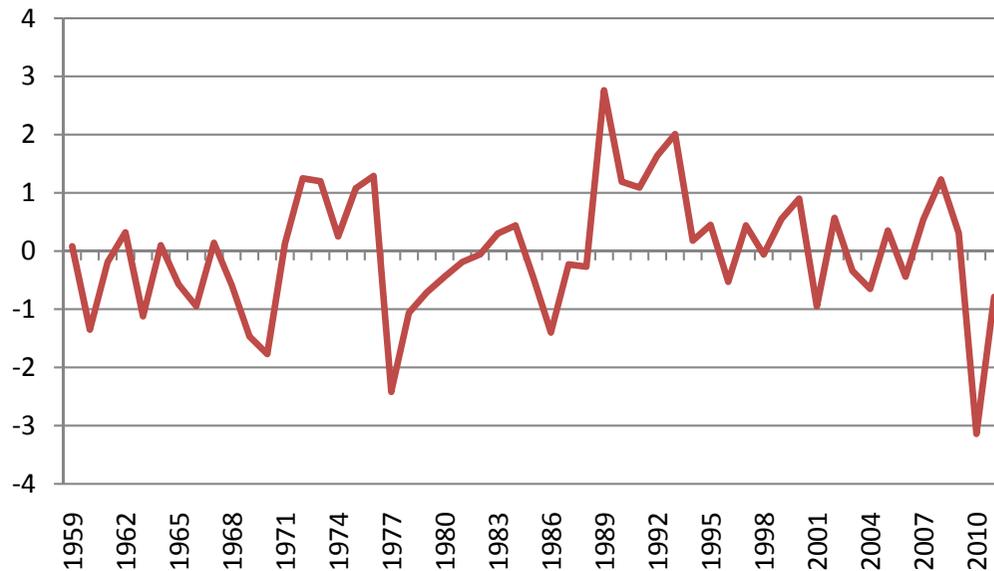


北極振動(AO)*

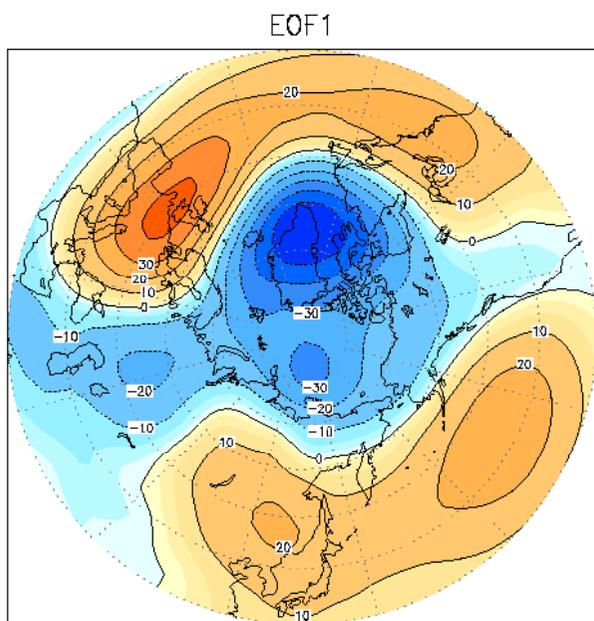
*冬(12~2月)の500hPa高度(30N以北)のEOF第1主成分スコア



冬のZ500 EOF-1の5日平均スコアの経過
〈2009年12月~2011年2月〉



冬のZ500 EOF-1の経年変化
〈1958/59年~2009/2010年の冬〉



- ・2010/2011年冬は、前半に負のAOが卓越。後半は正の位相に変わった。
- ・2010/2011年冬のスコアは、-0.79で、1958/59以降の負の値としては11番目。

冬(12~2月)の500hPa高度(30N以北)のEOF第1主成分(冬のZ500 EOF-1)

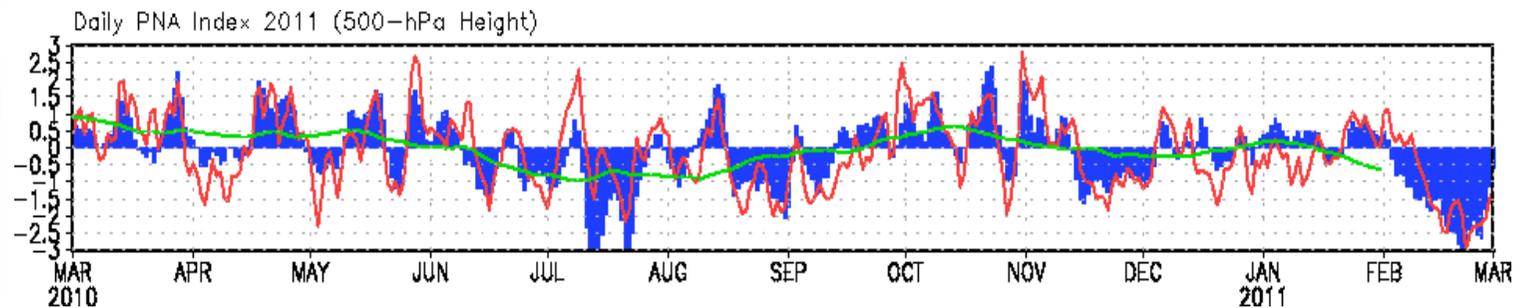
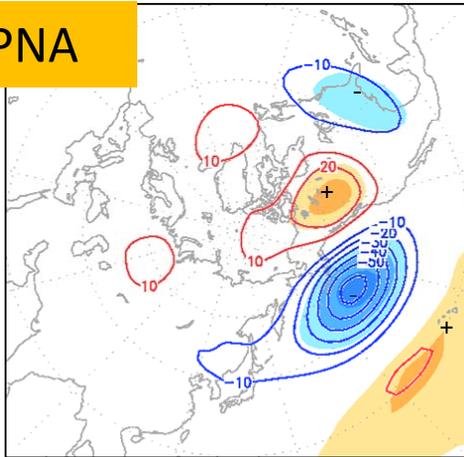
統計期間: 1958-2004年

データ: 1978年まではERA-40、1979年以降はJRA-25

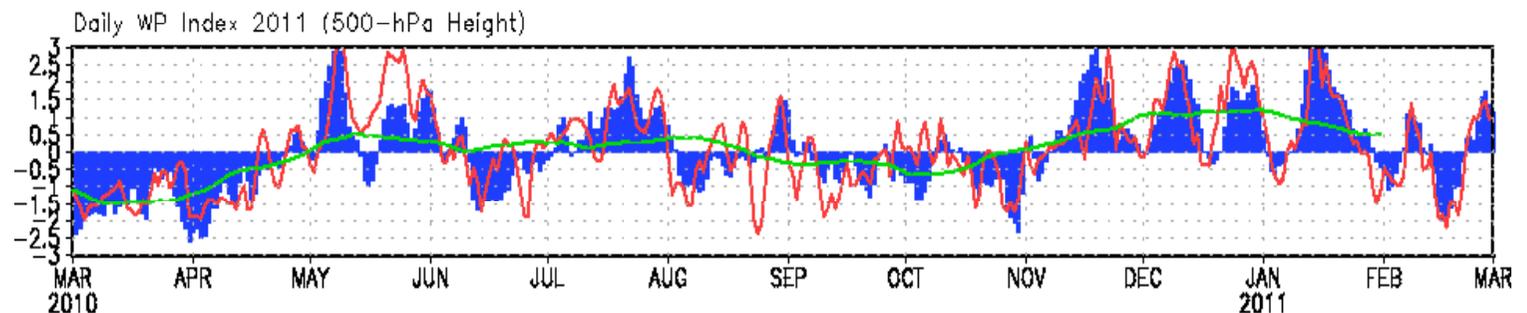
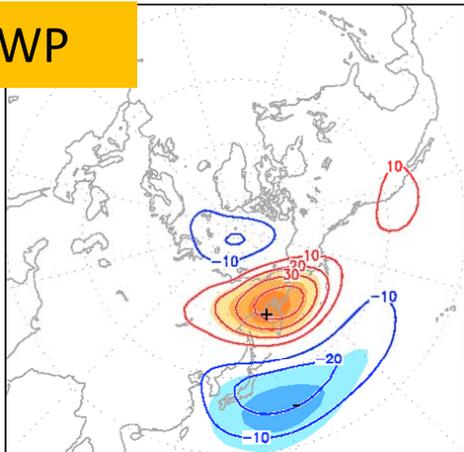
テレコネクション指数<1>

- ・PNAパターンは、2011年2月に負の位相が卓越。
- ・WPパターンは、2010年11月後半～2011年1月に、しばしば正の位相が卓越。

PNA



WP



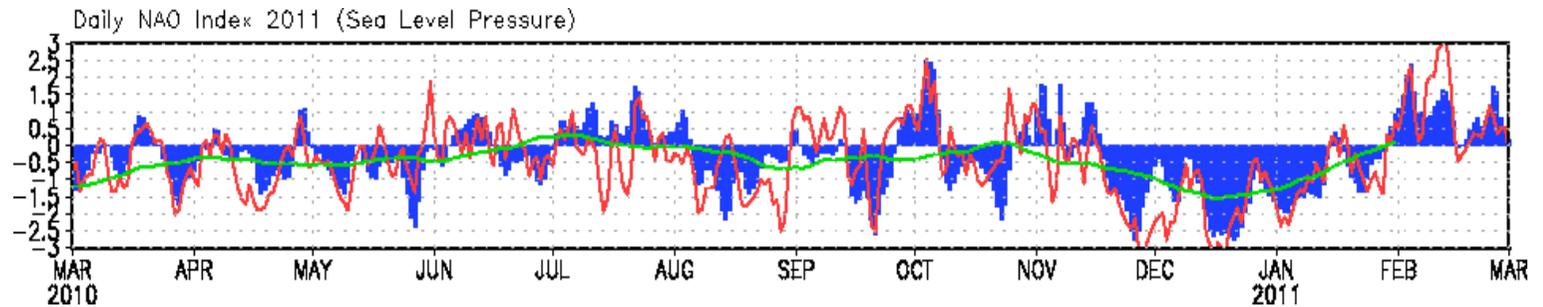
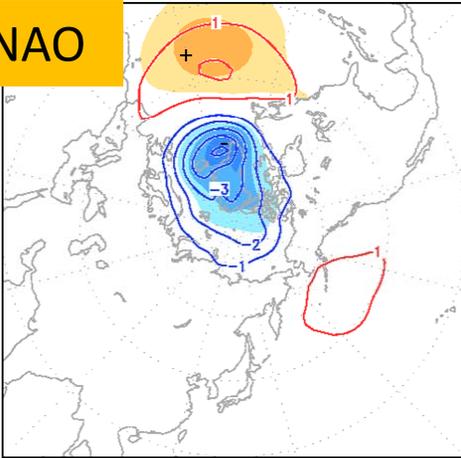
PNA(上)とWP(下)指数の推移<2010年3月～2011年2月>

500hPa高度データを用いて、Wallace and Gutzler 1981を参考に作成。

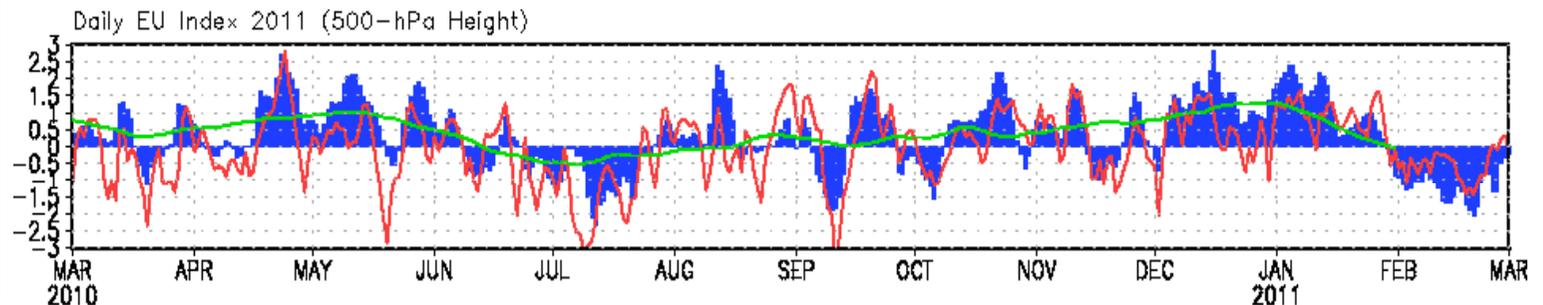
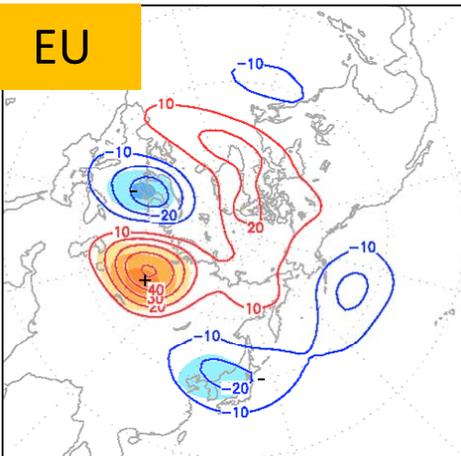
テレコネクション指数<2>

- ・NAOパターンは、2010/2011年冬の前半に負の位相が卓越。
- ・EUパターンは、2010年12月～2011年1月は正の位相、2011年2月は負の位相が卓越。

NAO



EU

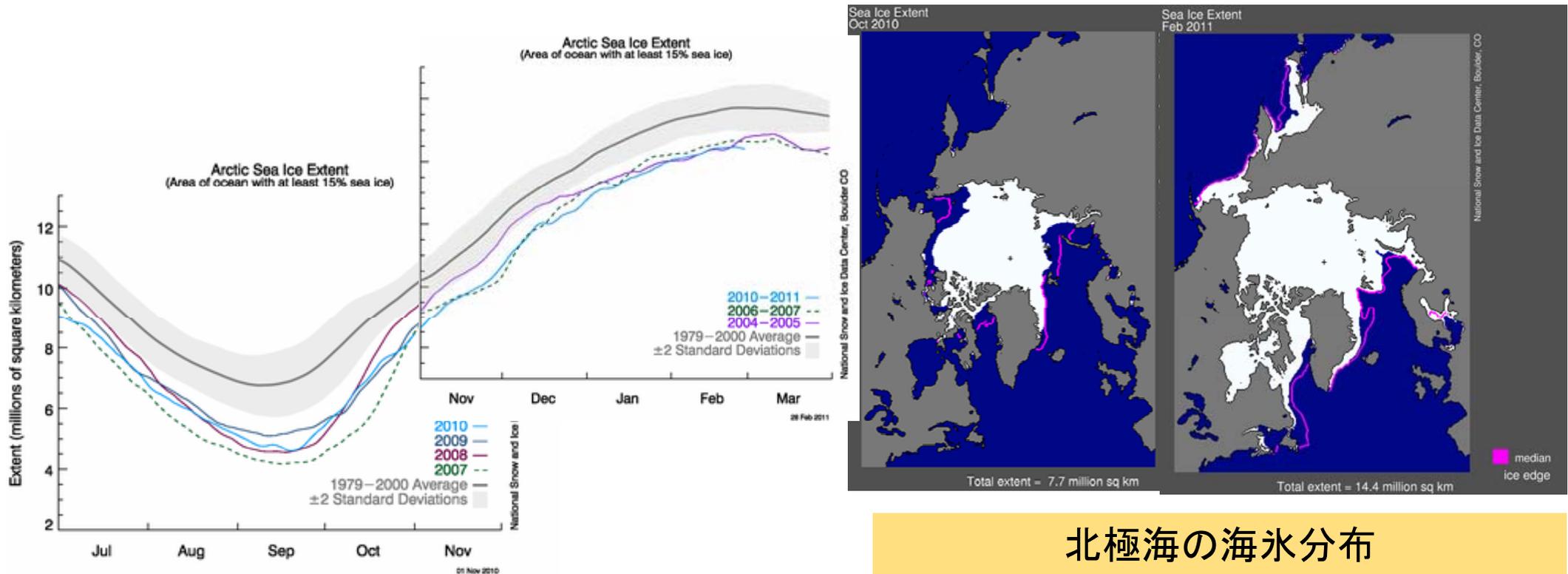


NAO(上)とEU(下)指数の推移<2010年3月～2011年2月>

NAOは海面気圧、EUは500hPa高度データを用いて、Wallace and Gutzler 1981を参考に作成。

北極海の海氷

- ・2010年の北極海の海氷面積の年最小値(9月)は、2007年、2008年に次いで3番目に少なかった。
- ・北極海の海氷面積は、2010年11月以降、過去最小レベルで推移。



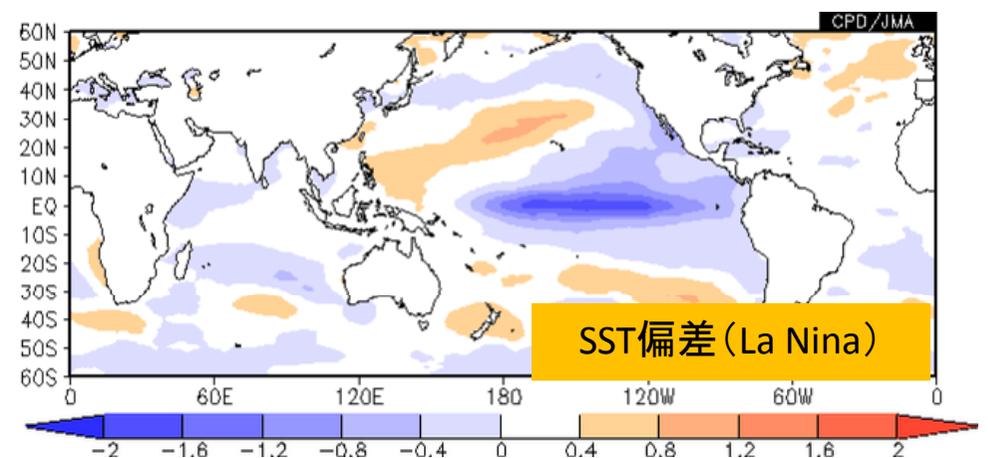
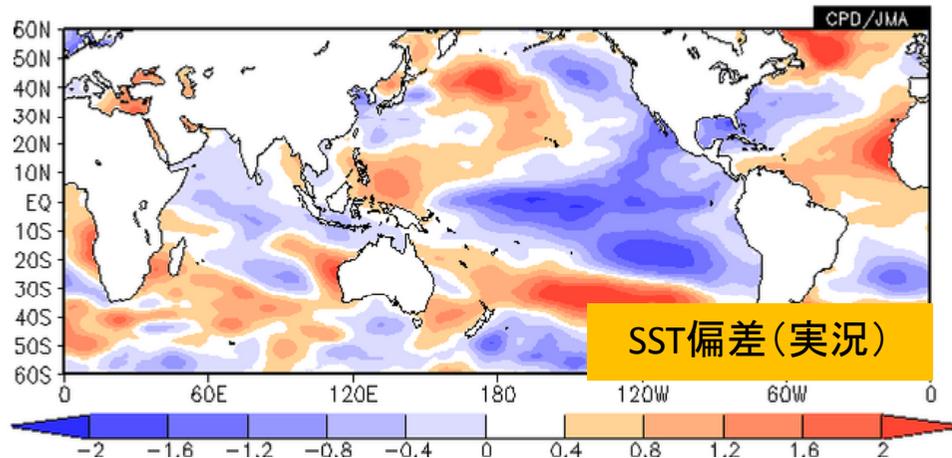
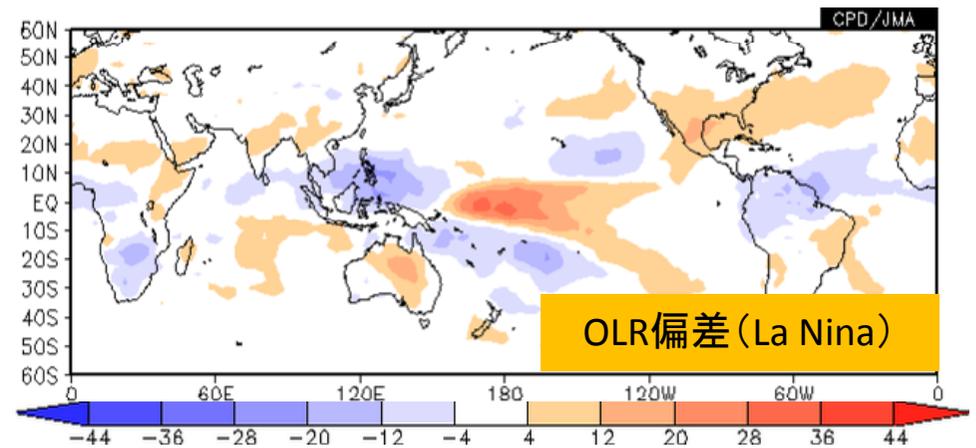
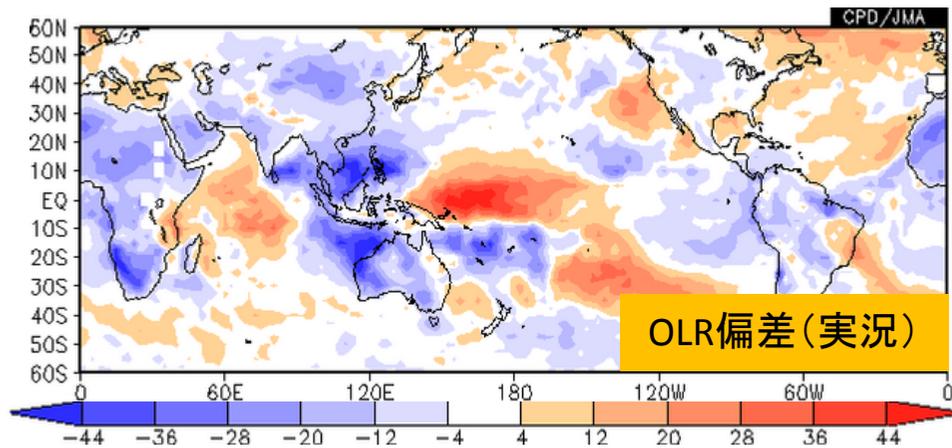
北極海の海氷面積の推移
(2010年11月～2011年2月)
米国雪氷データセンター作成。

北極海の海氷分布
(左:2010年10月、右:2011年2月)
赤線:平年の分布。米国雪氷データセンター作成。

3. 2011年1月の循環場

2011年1月の熱帯の循環場

- ・海面水温(SST)は、太平洋赤道域の負偏差は、ラニーニャ合成図と比べてやや西寄り。フィリピンの東は正偏差、インド洋は負偏差。
- ・熱帯の対流活動は、インド洋東部～フィリピン、オーストラリアの北西で非常に活発。フィリピン付近の活発域は、ラニーニャ合成図と比べてやや西寄り。

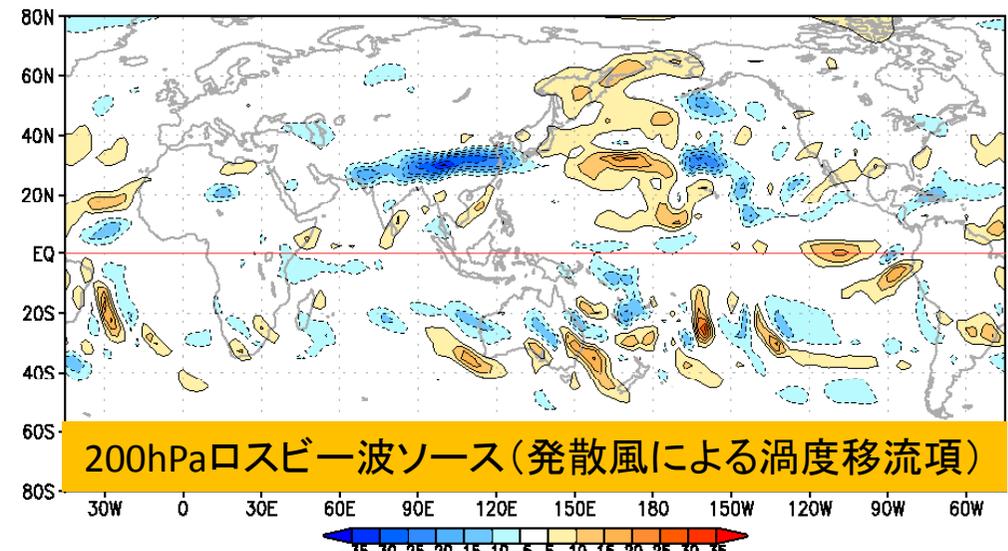
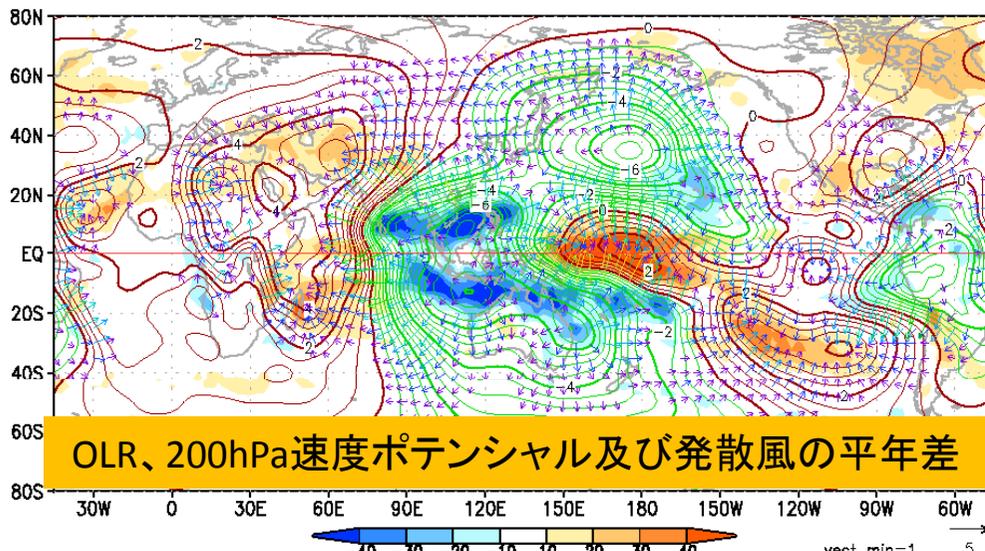
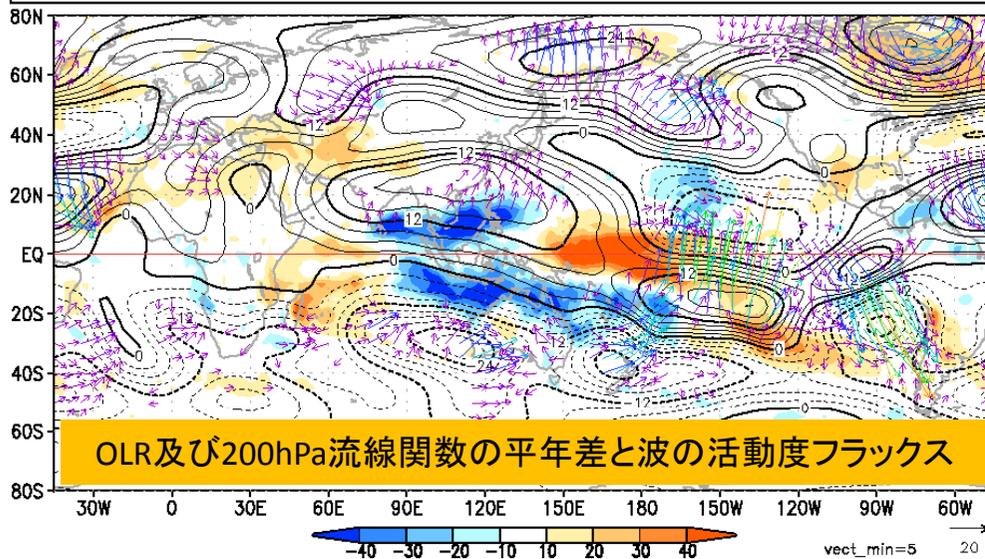


OLR平年差及びSST平年差(2011年1月)と対応するラニーニャ*合成図

*ラニーニャ現象年: 1985, 1989, 1996, 1999, 2000, 2006, 2008

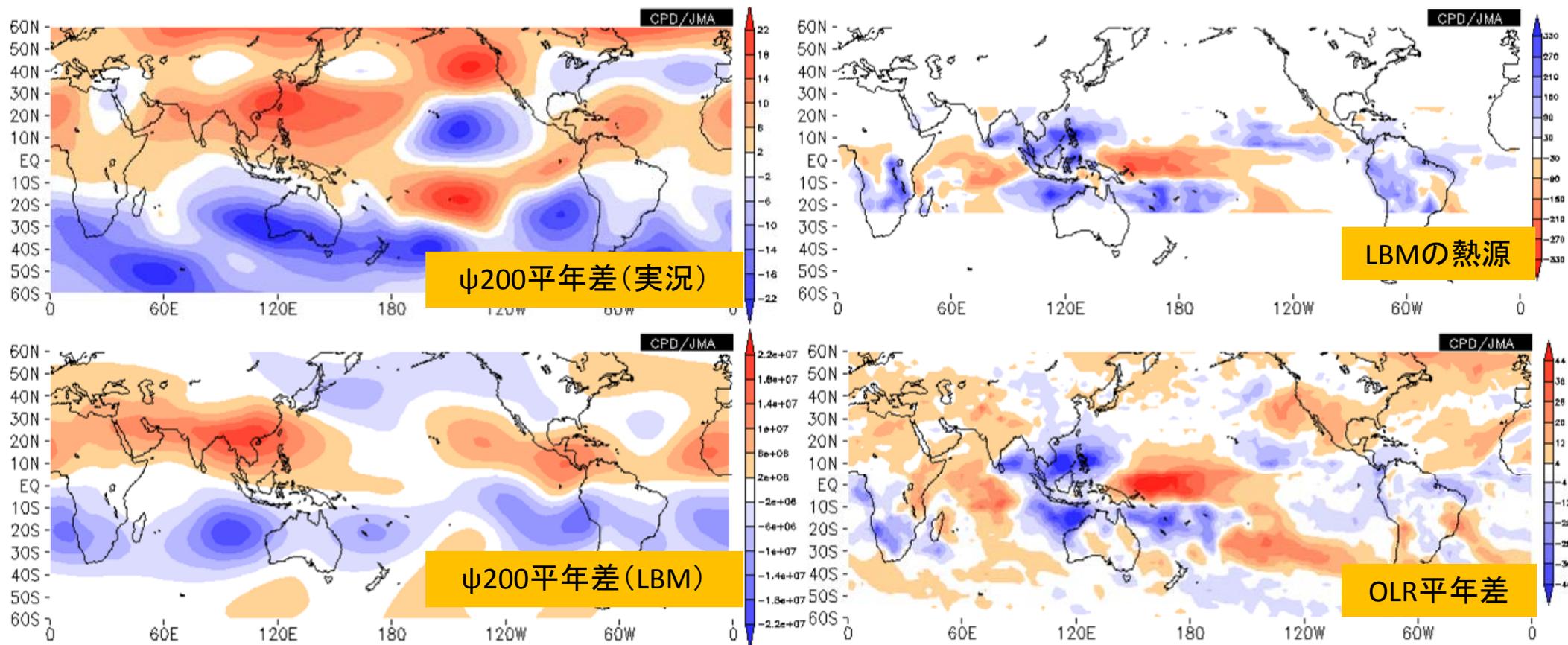
200hPa高度場とOLR < 12/20 ~ 1/18 >

- ・ラニーニャに伴って、インド洋東部～フィリピン付近で対流活動が非常に活発。
- ・これに対応して、対流活発域の北側に、明瞭な高気圧性循環偏差が形成。
- ・この高気圧性循環偏差から日本付近に向けて、ロスビー波束が伝播し、日本の東海上は低気圧性循環偏差となる。



2011年1月の線形傾圧モデル(LBM)の応答<対流圏上層>

200hPaにおける、アジア南部の高気圧性循環偏差と日本の東海上の低気圧性循環偏差は、熱帯域の熱源に対するLBMの応答結果でもみられた。



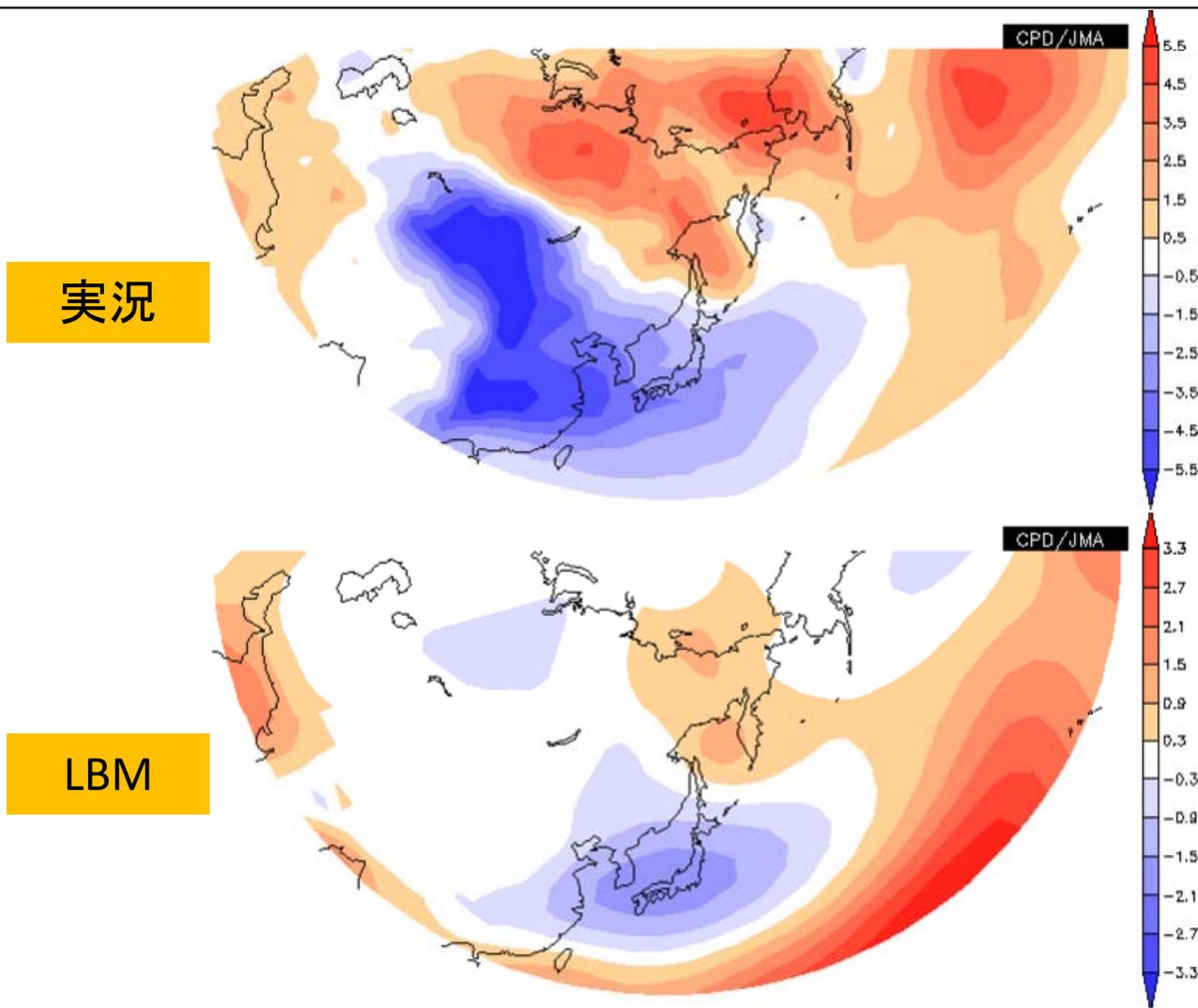
200hPa流線関数平年差(2011年1月)とLBMの応答結果(基本場は気候値)

LBMの熱源(鉛直積分した加熱率の平年差、25S-25N)とOLR平年差

※ LBMは、東京大学大気海洋研究所の渡部准教授(異常気象分析検討会作業部会長)より提供頂きました。

2011年1月の線形傾圧モデル(LBM)の応答<対流圏下層>

850hPaにおける、日本付近の低温偏差は、熱帯域の熱源に対するLBMの応答結果でも見られた。



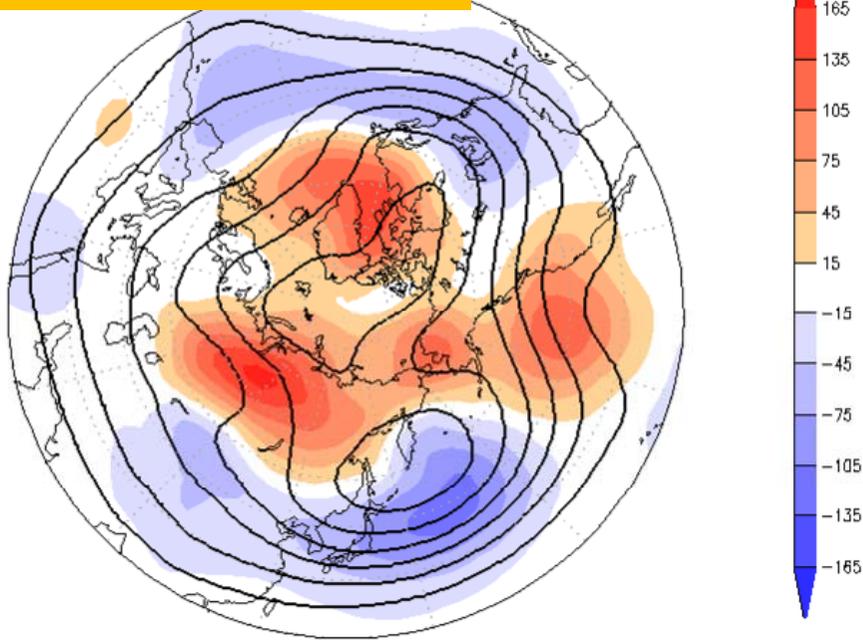
2011年1月の850hPa気温平年差の実況(上)とLBMの応答結果(下)

※陰影間隔の違いに注意(実況:LBM=5:3)

2011年1月の北半球の循環場

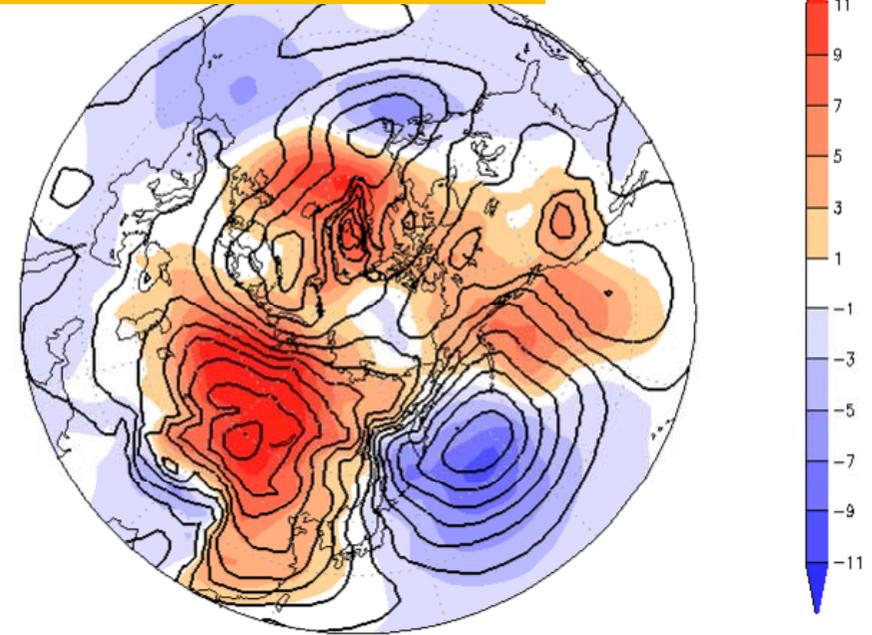
500hPa高度及び平年差

CPD/JMA



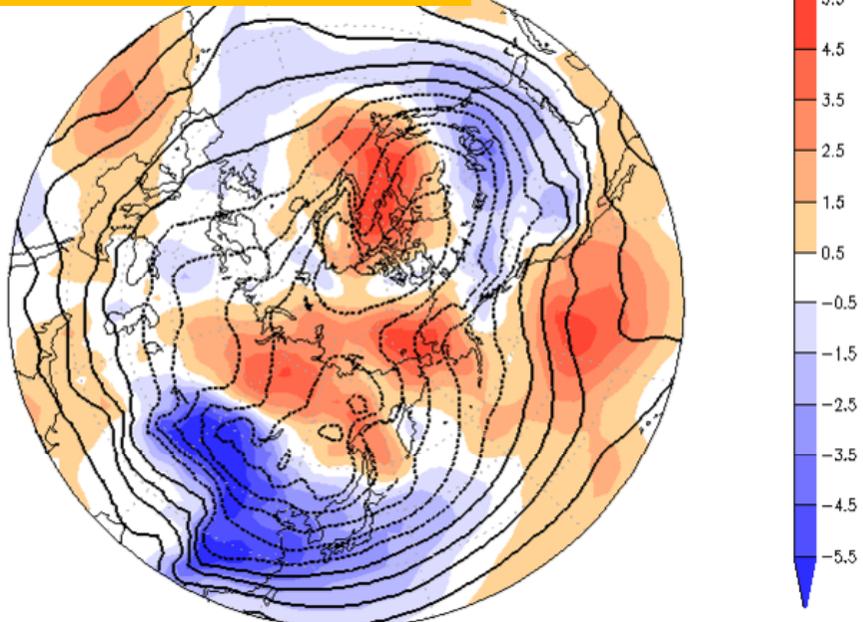
海面気圧及び平年差

CPD/JMA



850hPa気温及び平年差

CPD/JMA

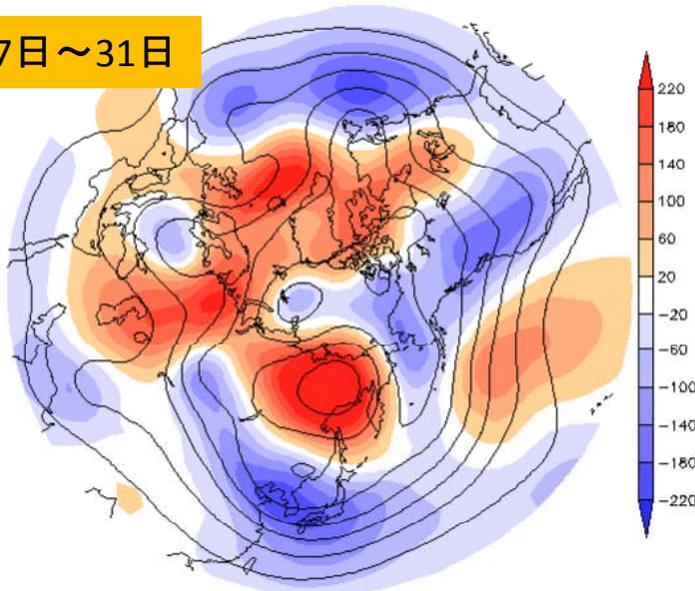


- ・西～中央シベリアにリッジ、日本の東海上にトラフが分布。
- ・シベリア高気圧が強く、日本の東海上ではアリューシャン低気圧が強い。
- ・モンゴル～中国、日本では、対流圏下層は顕著な低温偏差。

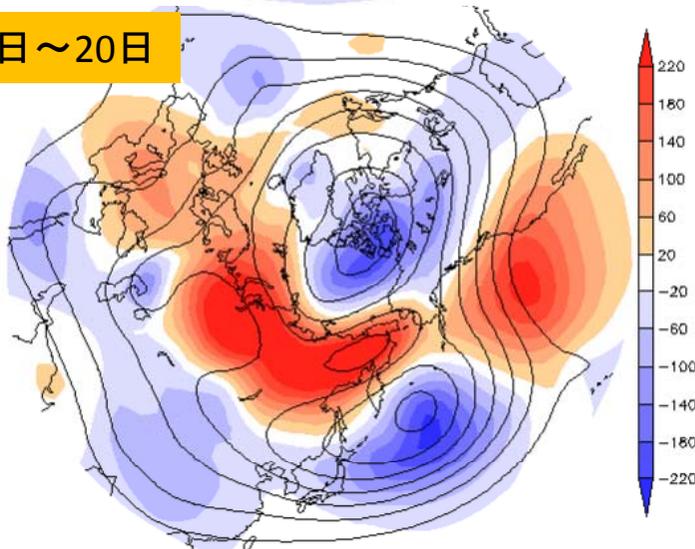
ブロッキング高気圧<1>

- ・12月末～1月初めと1月中頃に、東シベリア付近でブロッキング高気圧が形成。
- ・日本付近は、逆位相のトラフ場となった。

2010年12月27日～31日

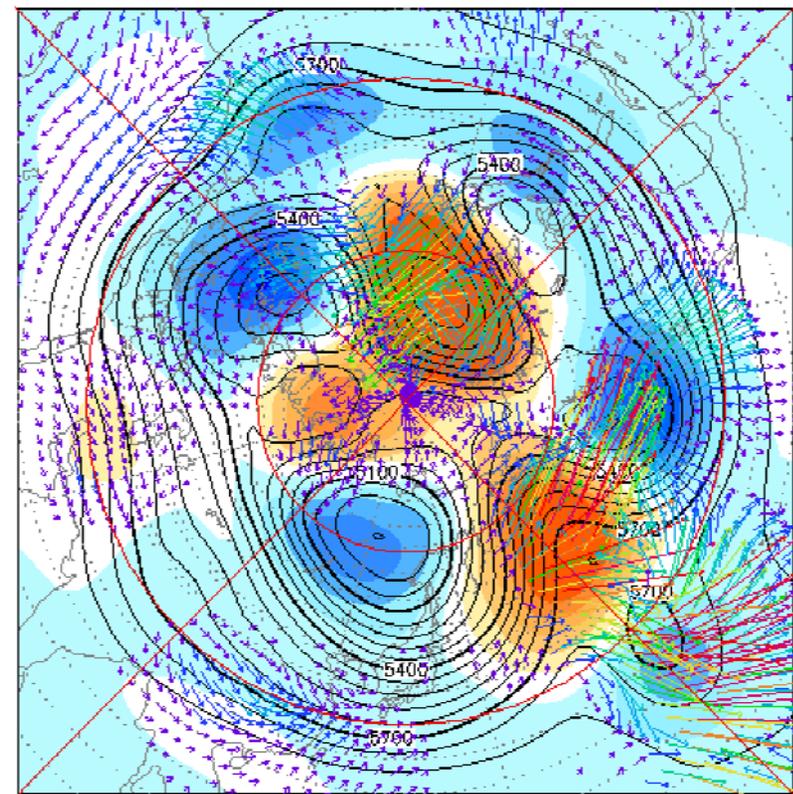


2010年1月16日～20日



5日平均500hPa高度及び平年差

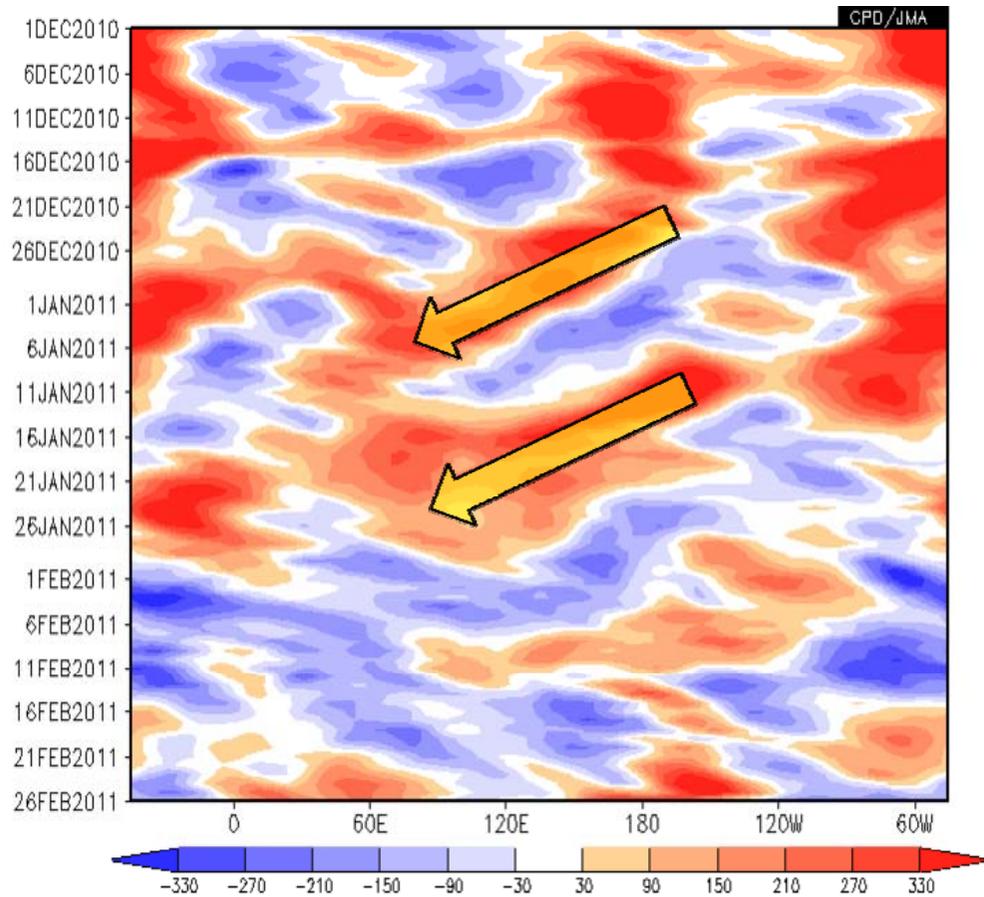
12.16 - 12.20



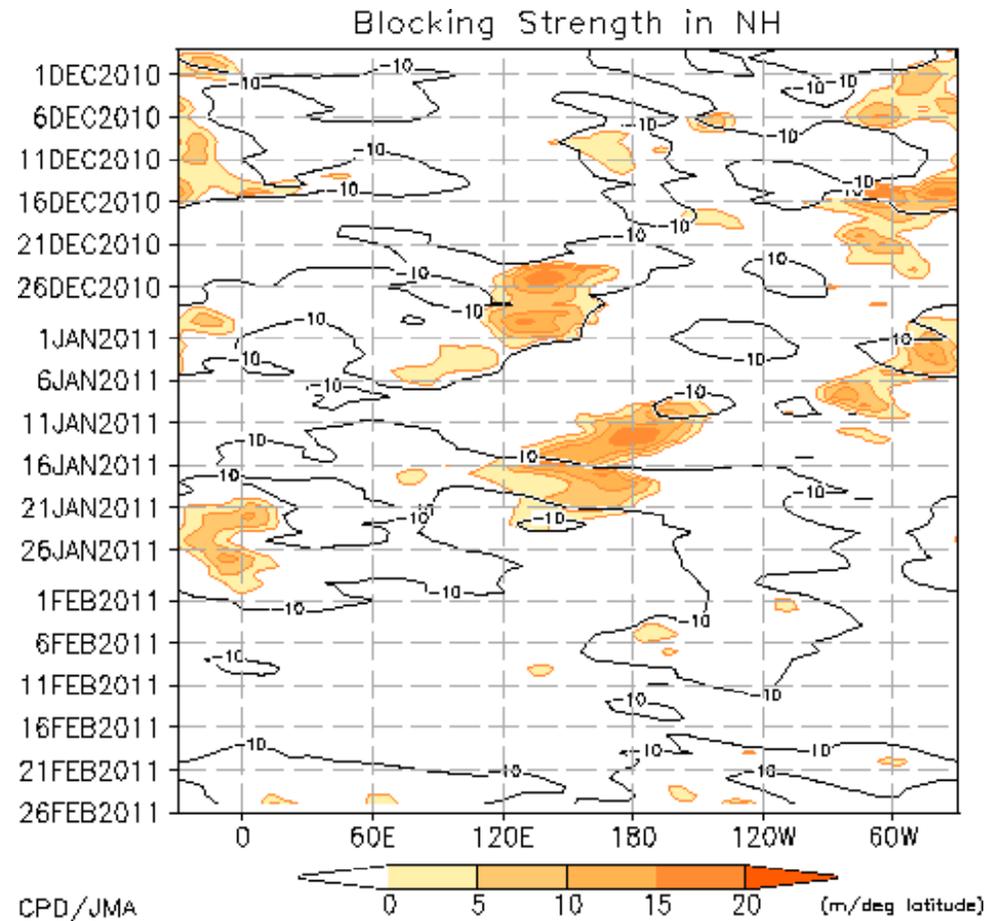
5日平均500hPa高度及び平年差と
250hPa波の活動度フラックス
(Takaya and Nakamura 2001)

ブロッキング高気圧<2>

北太平洋からシベリアに向けて、高気圧偏差の位相が西進。



60Nに沿った500hPa高度平年差の
時間-経度断面図

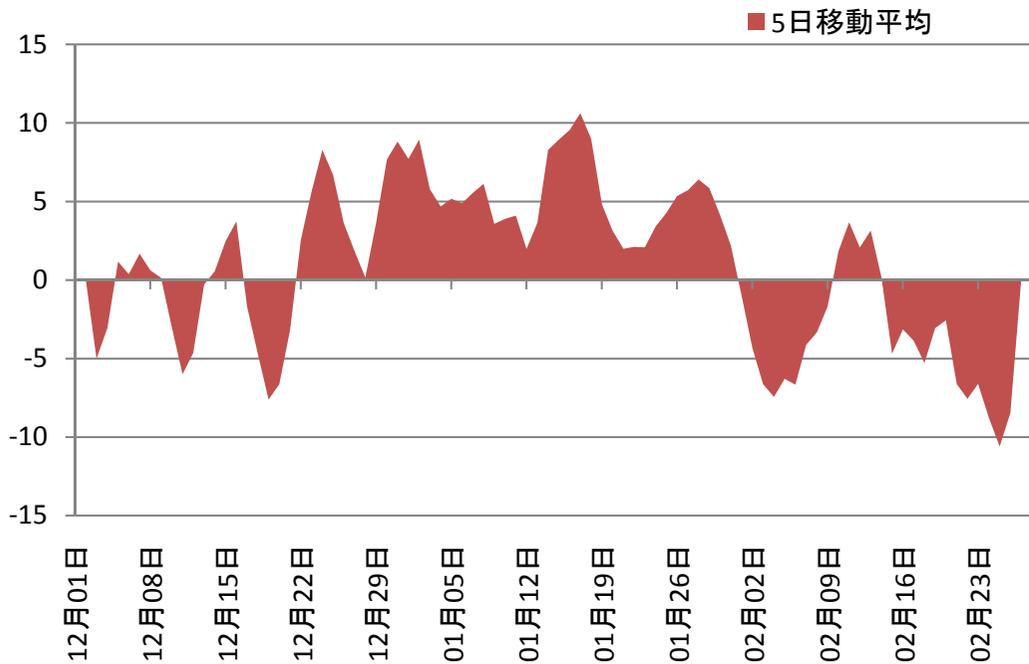


ブロッキング指数(Tibaldi et al. 1994)
の時間-経度断面図

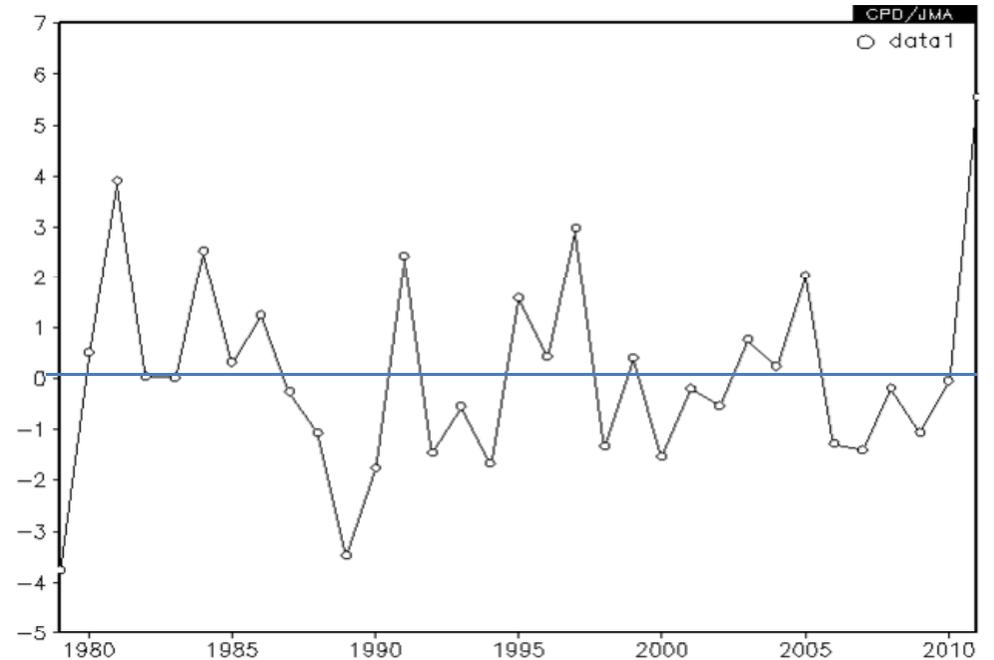
日本付近の東西気圧傾度*

西側領域(30-40N, 125E)の海面気圧平年差から東側領域(30-40N, 145E)の海面気圧平年差を引いた値

- ・2010年12月末～2011年1月末に、日本付近の海面気圧の東西傾度が強い状態が続いた。
- ・2011年1月の日本付近の海面気圧の東西傾度は、1979年以降の1月で最も大きかった。



2010/2011年冬の経過(5日移動平均)
＜2010年12月～2011年2月＞

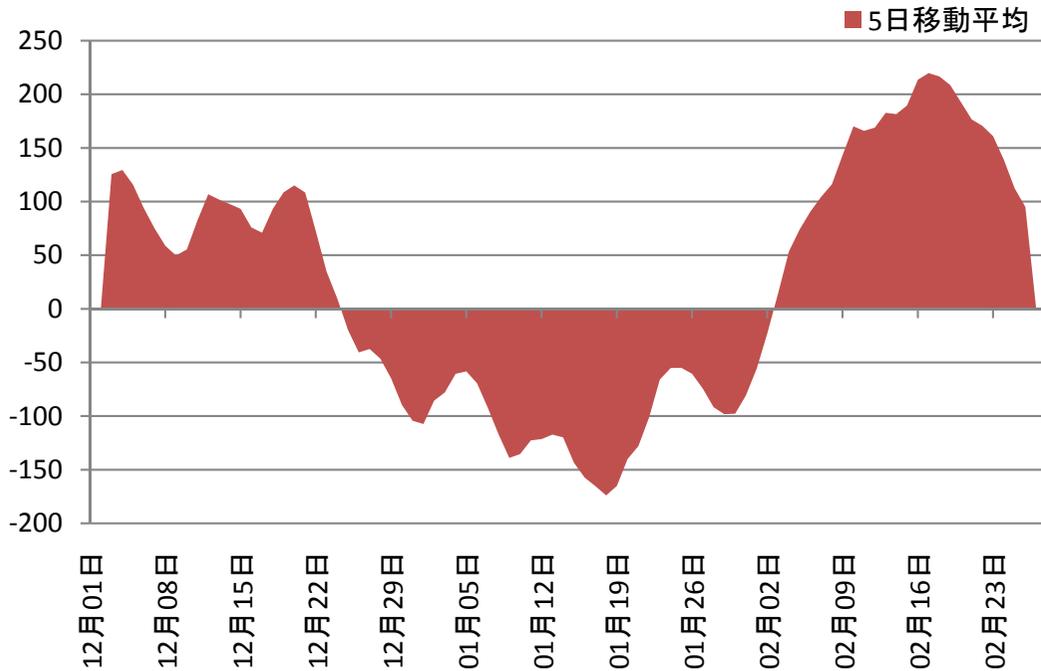


1979～2011年の1月の経年変化

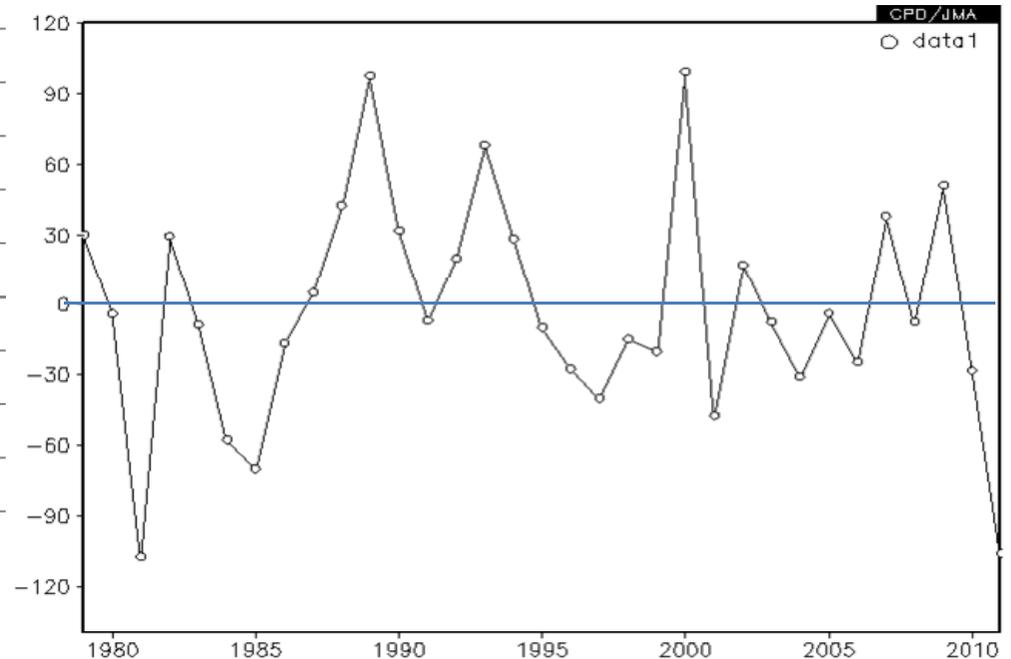
東方海上高度指数*

日本の東方海上(40N, 140-170E)で領域平均した500hPa高度平年差

- ・2010年12月末～2011年2月初めに、日本の東海上の500hPa高度が平年より低い状態が続いた。
- ・2011年1月の東方海上高度指数は、1979年以降の1月で1981年に次いで2番目に小さい値だった。



2010/2011年冬の経過(5日移動平均)
〈2010年12月～2011年2月〉

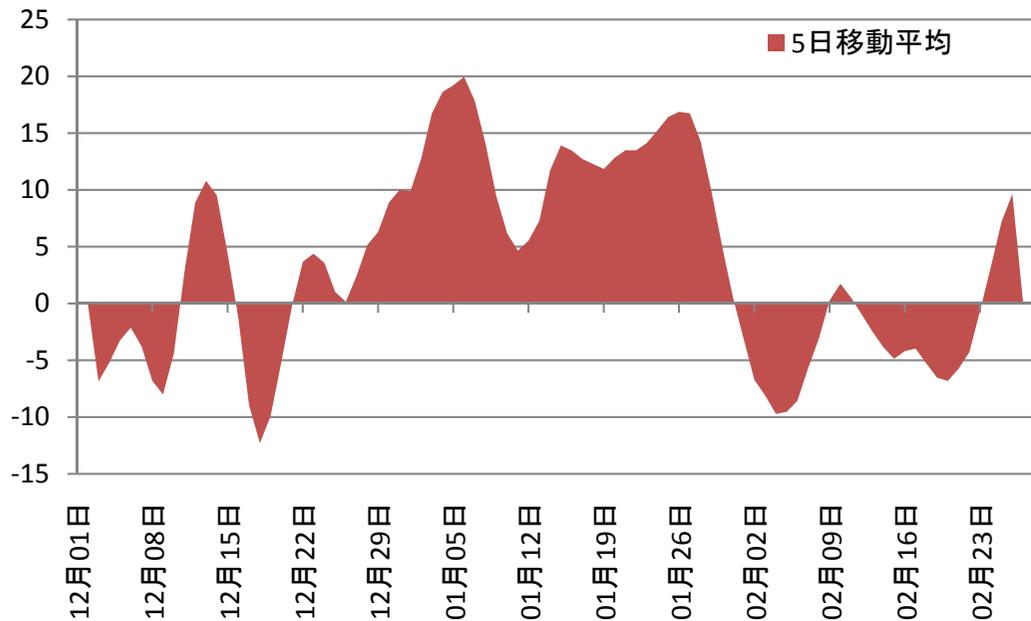


1979～2011年の1月の経年変化

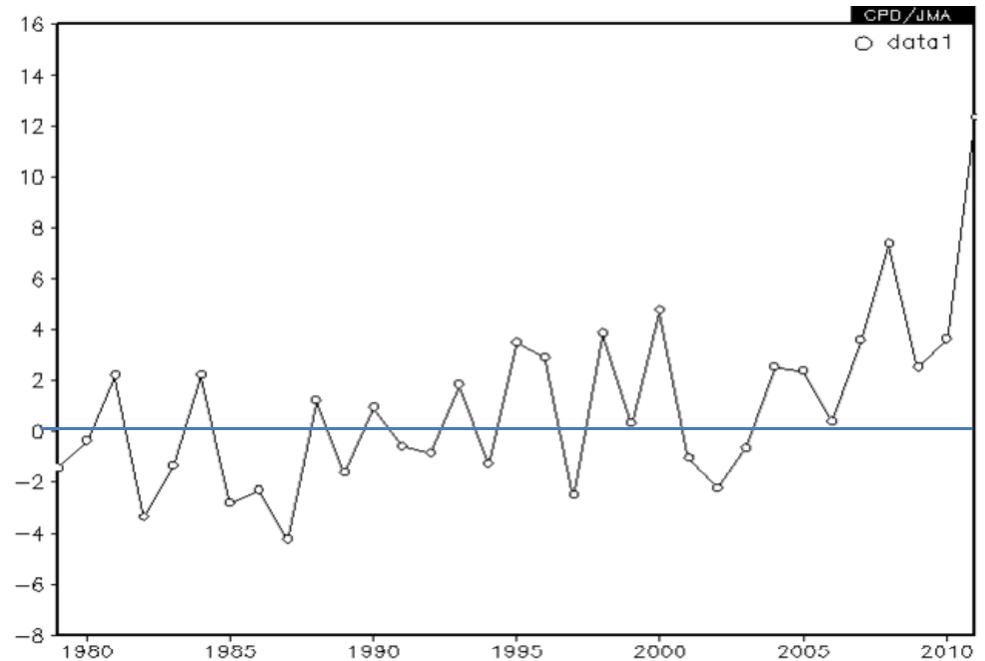
シベリア高気圧*

中心付近(45-55N, 90-105E)で領域平均した海面気圧平年差

- ・2010年12月末～2011年1月末に、シベリア高気圧は平年より強い状態が続いた。
- ・2011年1月のシベリア高気圧の中心付近の海面気圧平年差は、1979年以降の1月で最も大きな値だった。



2010/2011年冬の経過(5日移動平均)
＜2010年12月～2011年2月＞



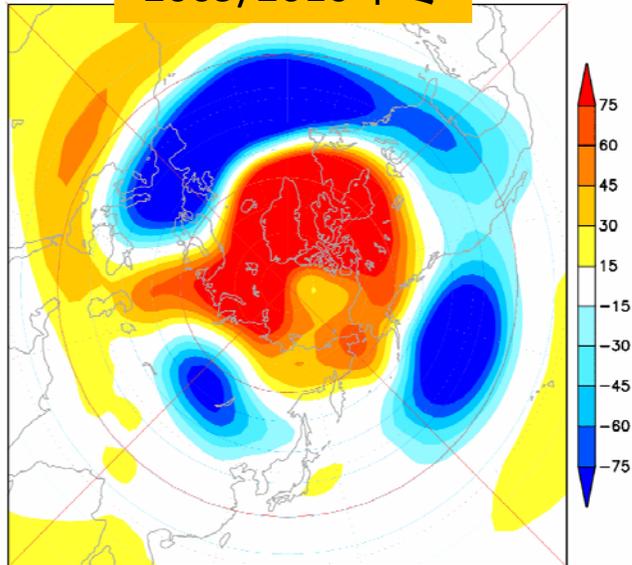
1979～2011年の1月の経年変化

4. 2009/2010年冬と2010/2011年冬の比較

500hPa高度及び平年差

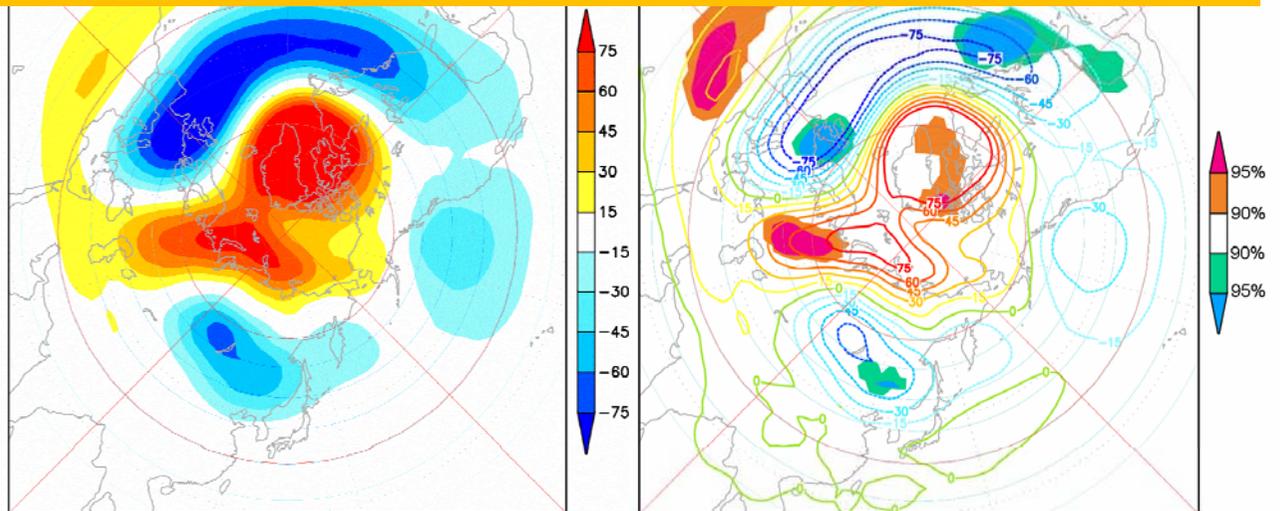
2009/2010年冬は、エルニーニョ年冬の負のAOの特徴が見られ、2010/2011年冬は、ラニーニャ年冬の負のAOの特徴が現れた。

2009/2010年冬

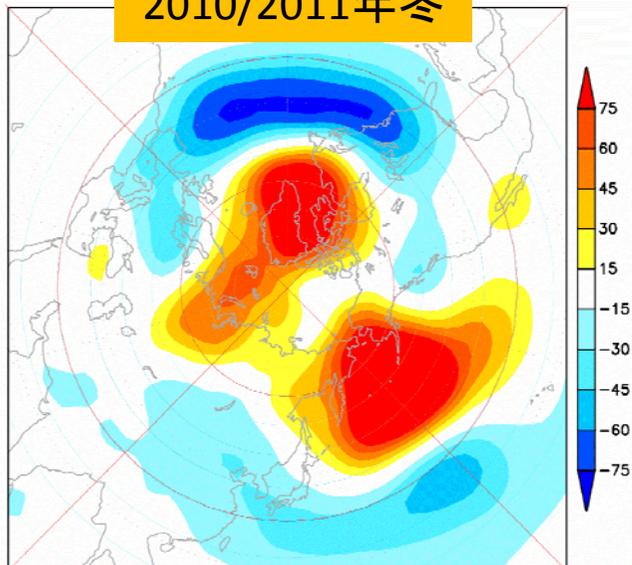


エルニーニョ年冬の負のAO合成図(左:偏差、右:有意検定)

1965/66, 1968/69, 1969/70, 1976/77

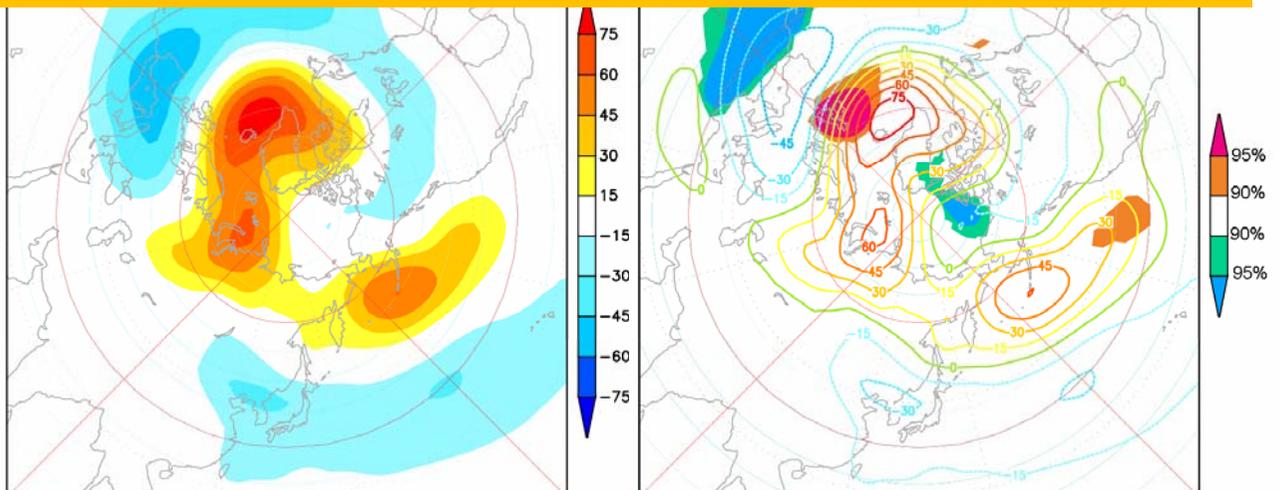


2010/2011年冬



ラニーニャ年冬の負のAO合成図(左:偏差、右:有意検定)

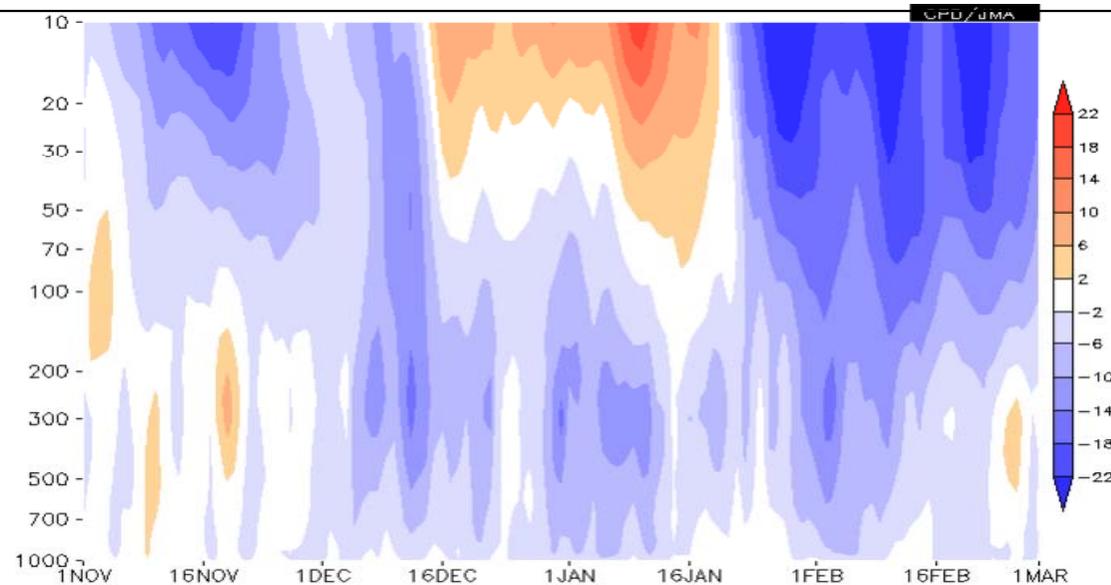
1964/65, 1967/68, 1984/84, 1995/96, 2005/6



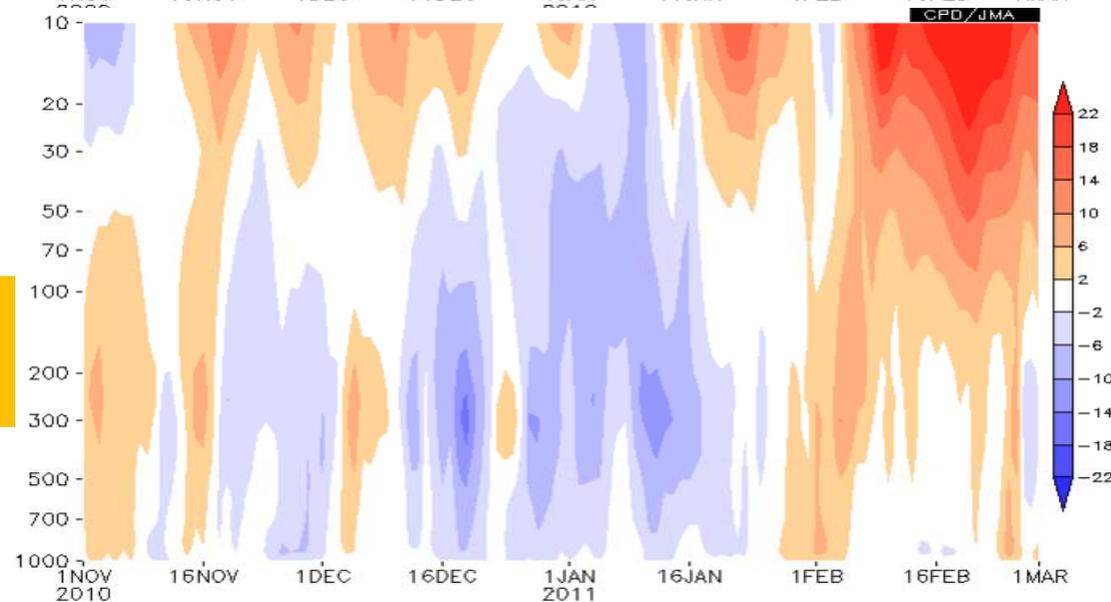
対流圏～成層圏の東西風平年差の推移(60°N)

- ・2009/2010年冬は、12月前半と1月末～2月初めに、東風偏差(青色域)が成層圏から対流圏に伝播した様子が見られた。
- ・2010/2011年冬は、1月中頃に東風偏差が対流圏まで伝わった。

2009/2010年冬
(11月～2月)



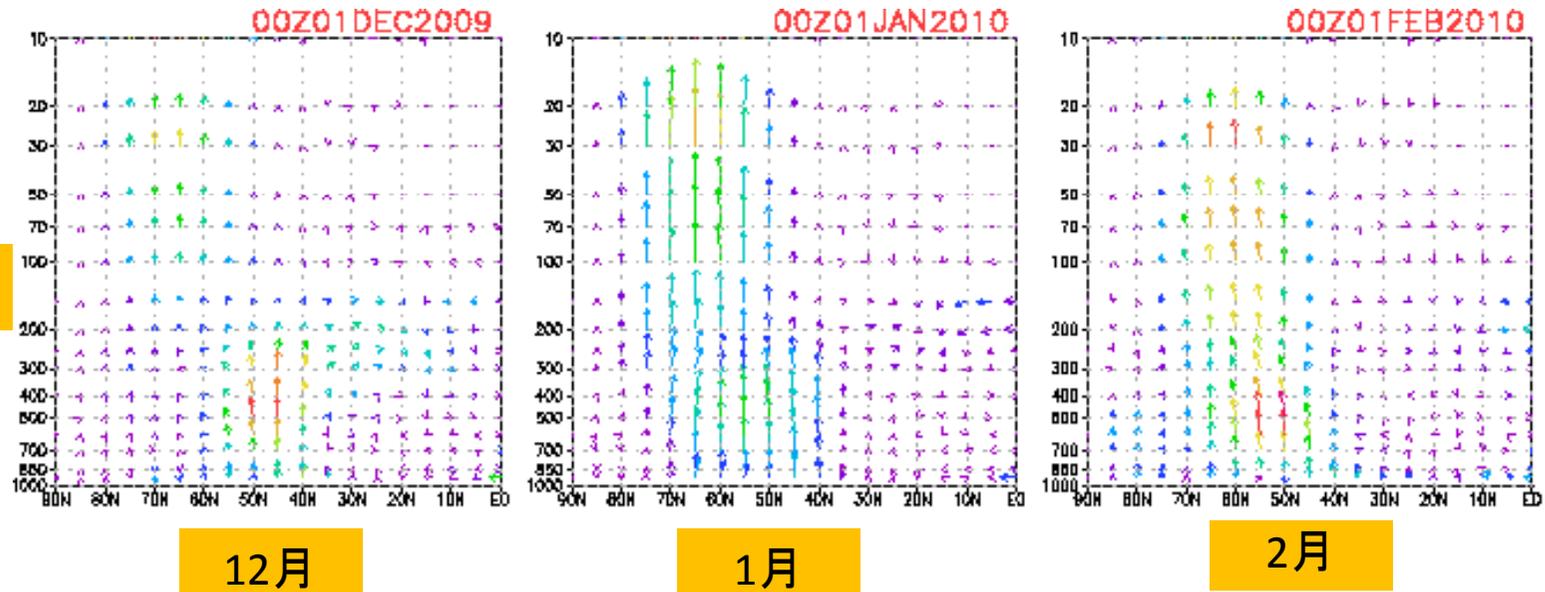
2010/2011年冬
(11月～2月)



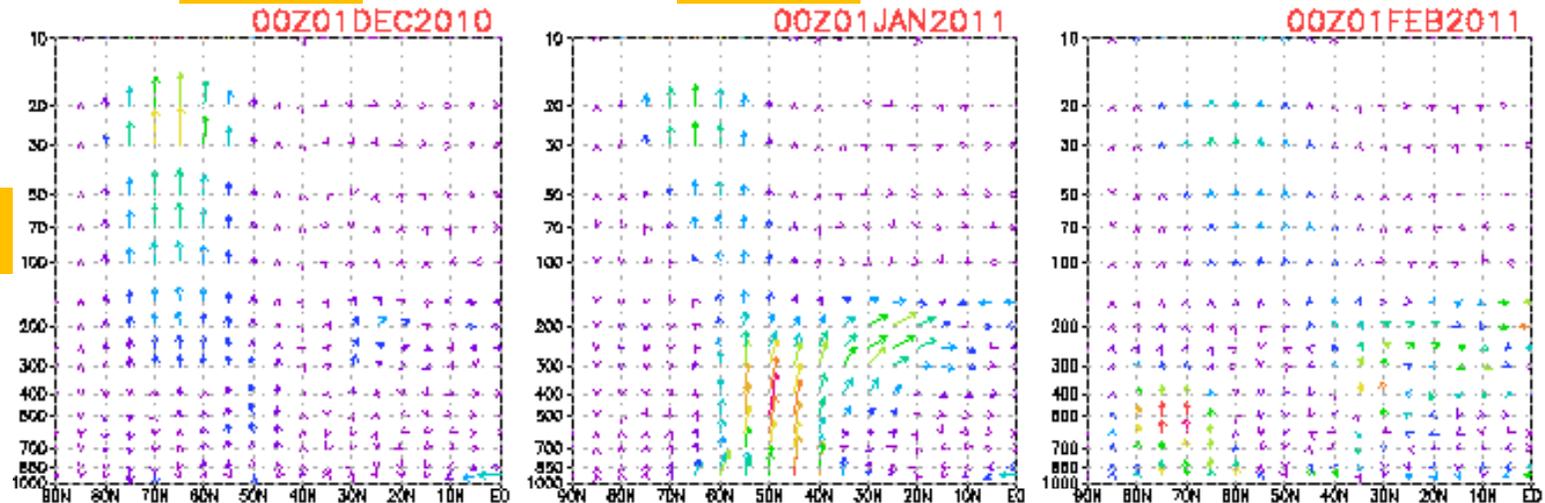
プラネタリー波の鉛直伝播

プラネタリー波の対流圏から成層圏への伝播は、2010/2011年冬は、2009/2010年冬と比べて弱かった。

2009/2010年冬



2010/2011年冬

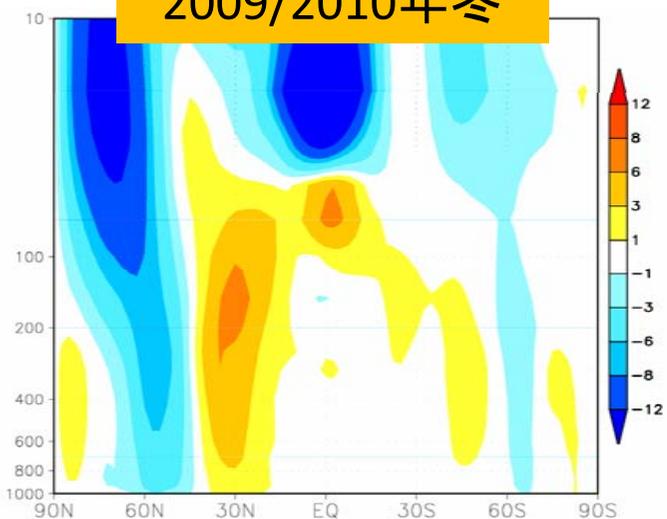


EPフラックス(波数1成分)の緯度-高度断面図
(10hPa~1000hPa)

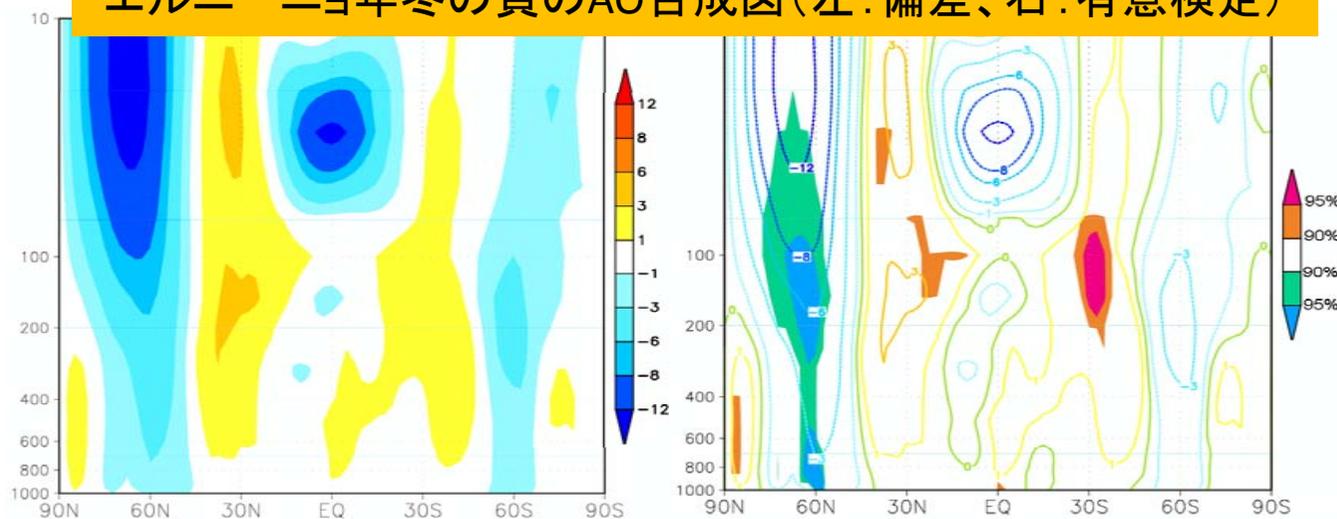
東西風及び平年差(緯度-高度断面図)

- ・北半球成層圏の偏西風は、2009/2010年冬は平年より弱く、2010/2011年冬は強かった。負のAO年では、エルニーニョ時の方がラニーニャ時と比べて、より弱い傾向が見られる。

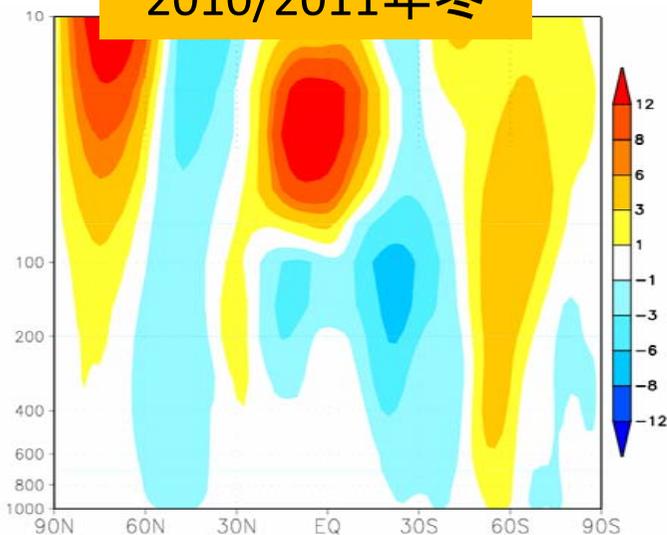
2009/2010年冬



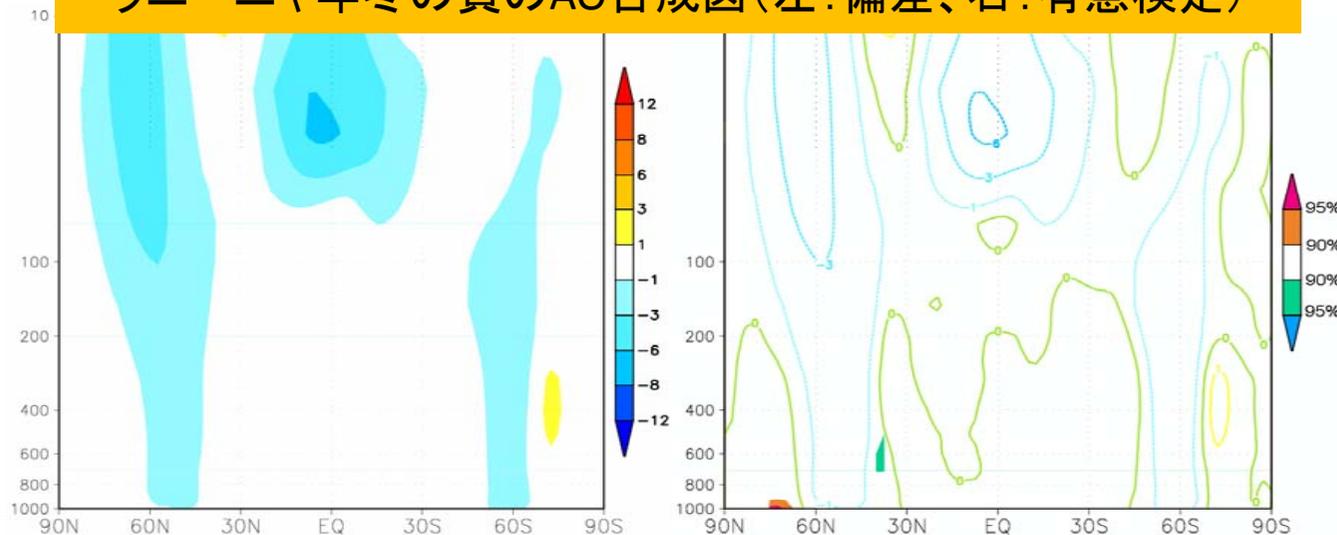
エルニーニョ年冬の負のAO合成図(左:偏差、右:有意検定)



2010/2011年冬



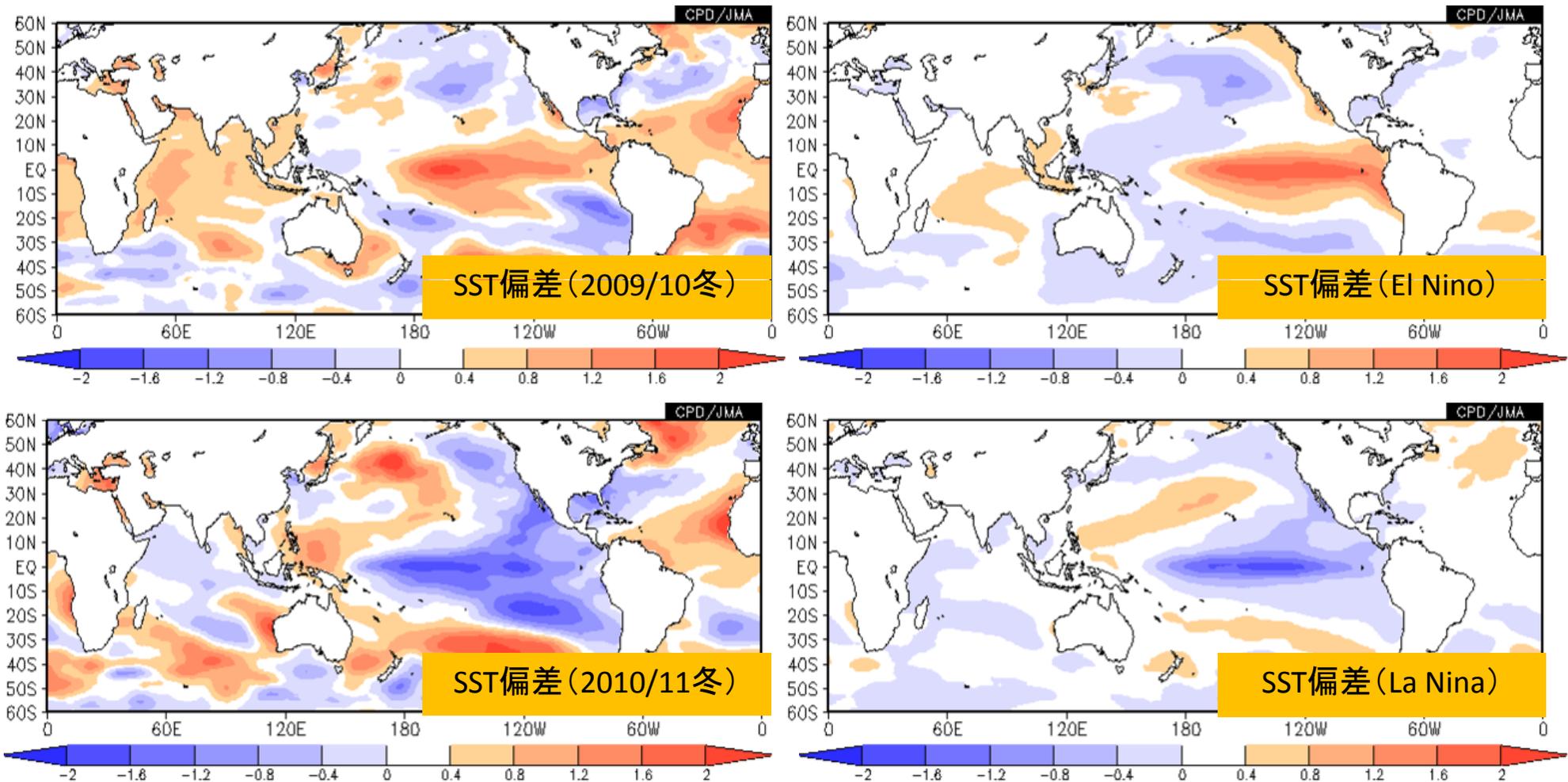
ラニーニャ年冬の負のAO合成図(左:偏差、右:有意検定)



5. 北極振動と北大西洋の表層水温

冬の大西洋Tripoleパターン

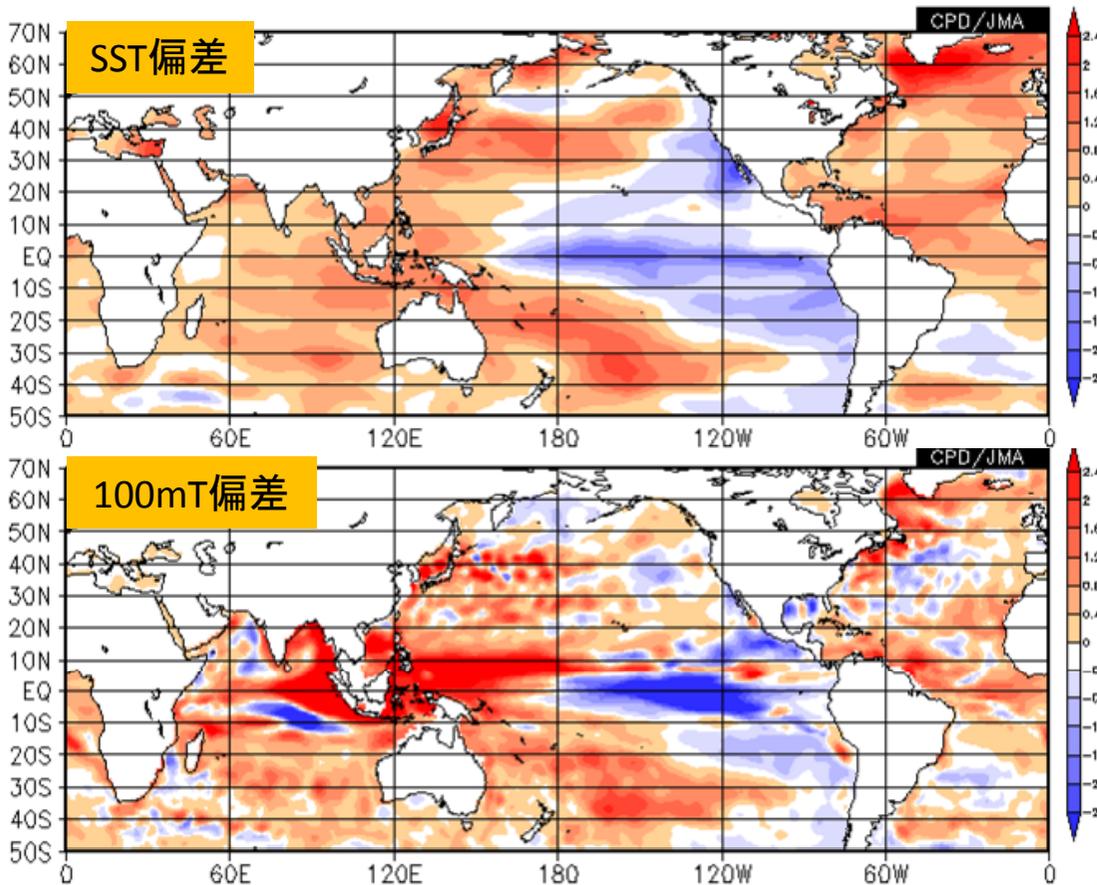
- ・北大西洋では、2009/2010年冬(エルニーニョ)、2010/2011年冬(ラニーニャ)ともに、tripole パターンが見られた。



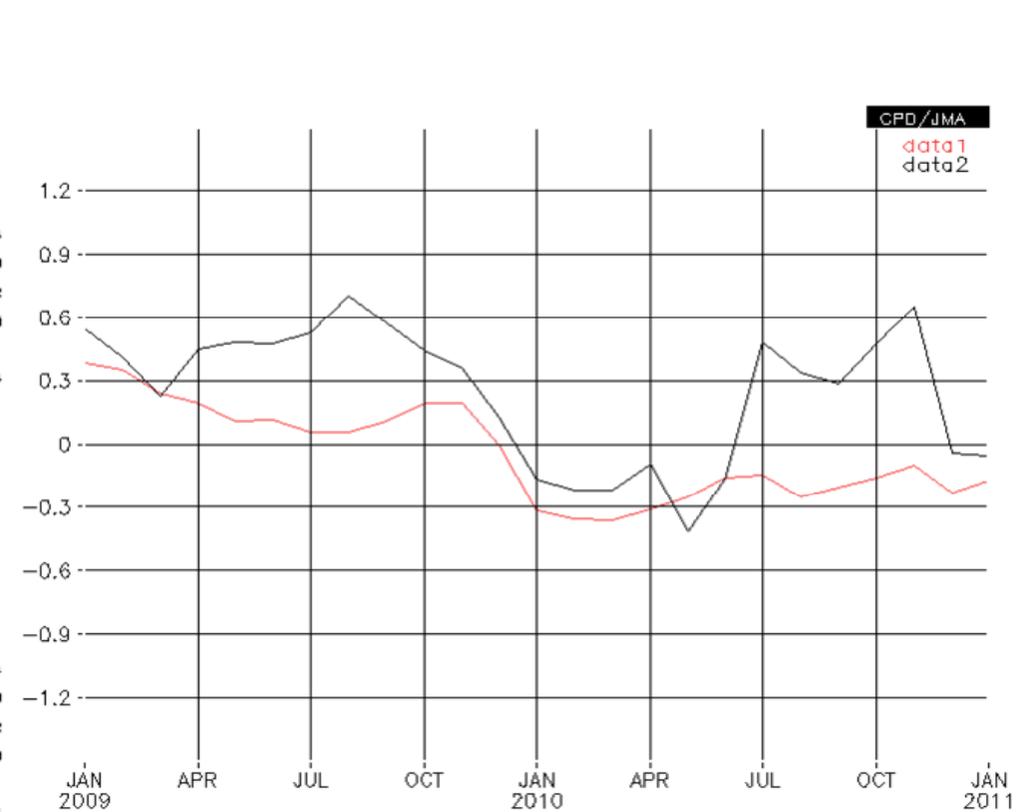
2009/2010年冬(左上)と2010/2011年冬(左下)のSST平年差と
対応するエルニーニョ/ラニーニャ合成図

海面水温 (SST) と100m水温

北大西洋中央部では、2009/2010年冬から続いていたSST負偏差は、2010年夏～秋頃に正偏差となった後、2010/2011年冬に再び負偏差となった一方、100m水温は負偏差が継続した。



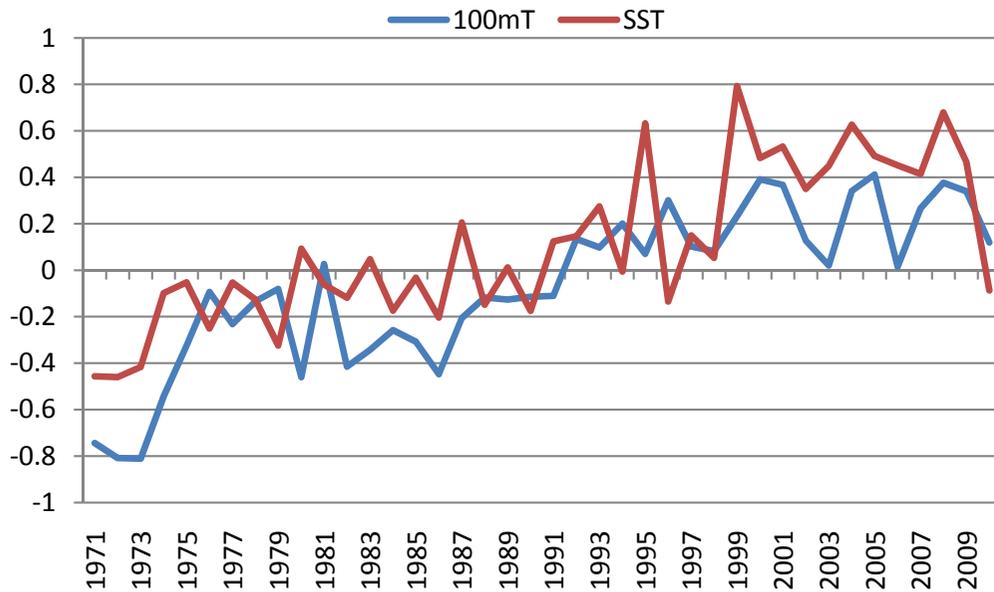
SST平年差(上)及び100m水温平年差(下)
〈2010年8月～2010年10月〉



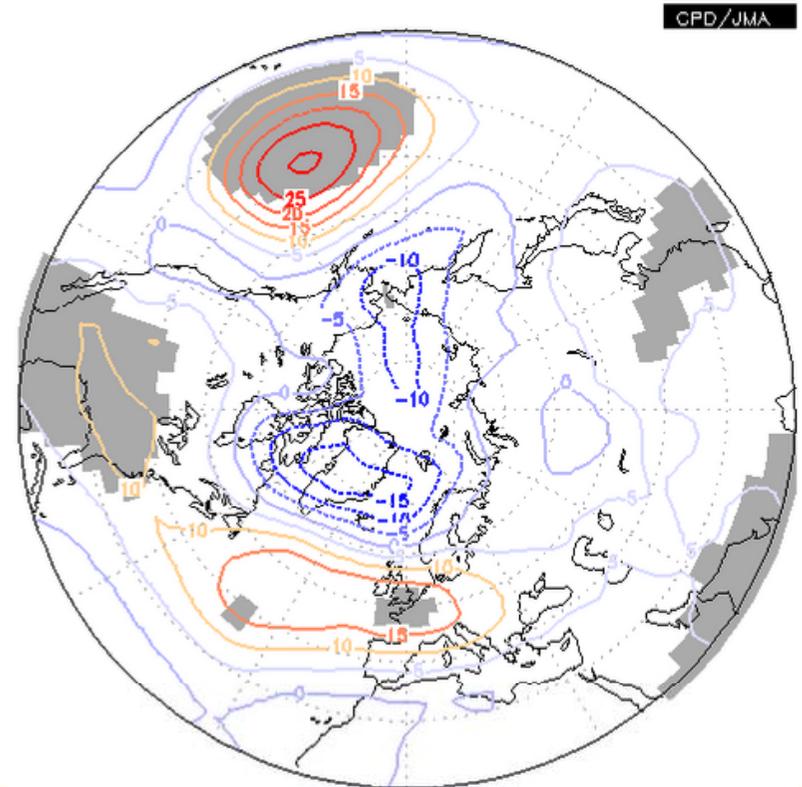
北大西洋中央部(30N-40N、60W-10W)における
100m水温平年差(赤)及びSST平年差(黒)の経過
〈2009年1月～2011年1月〉

北大西洋中央部(30N-40N、60W-10W)の100m水温

8~10月の北大西洋中央部の100m水温は、引き続き冬のAOと関係がありそう。



北大西洋中央部における、**8~10月平均100m水温**平年差(青)、及び、**引き続き12~2月平均SST**平年差(赤)の経年変化
<1970/71~2009/2010年>



8~10月平均した北大西洋中央部の100m水温平年差に対する、引き続き冬(12~2月)の500hPa高度の回帰係数

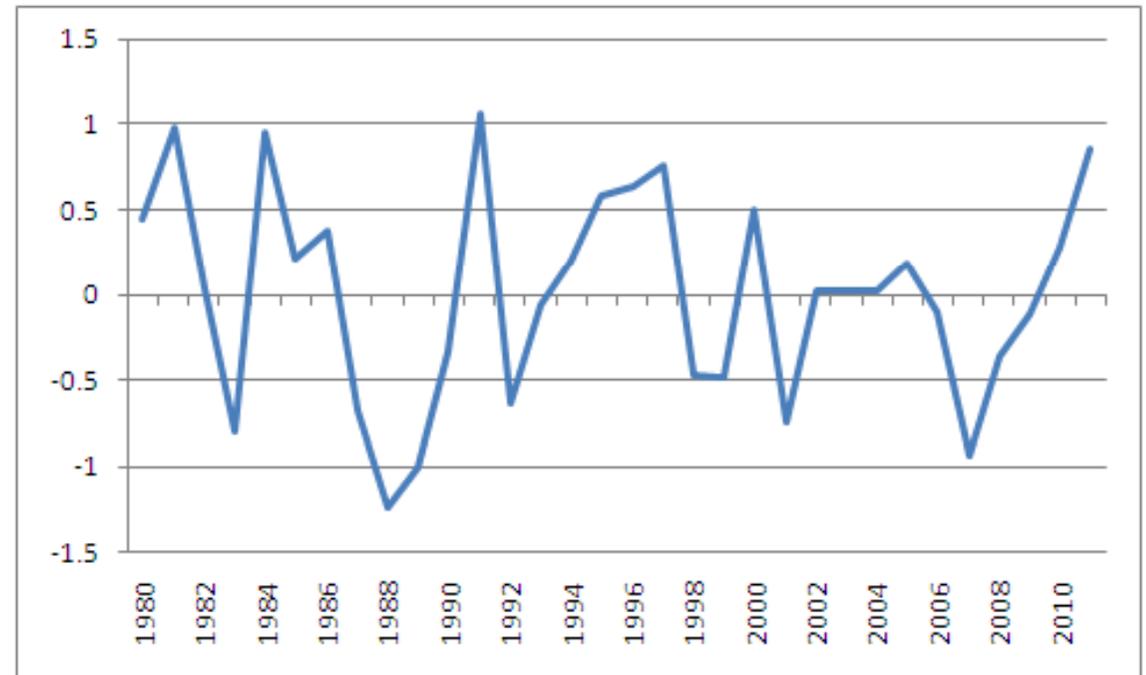
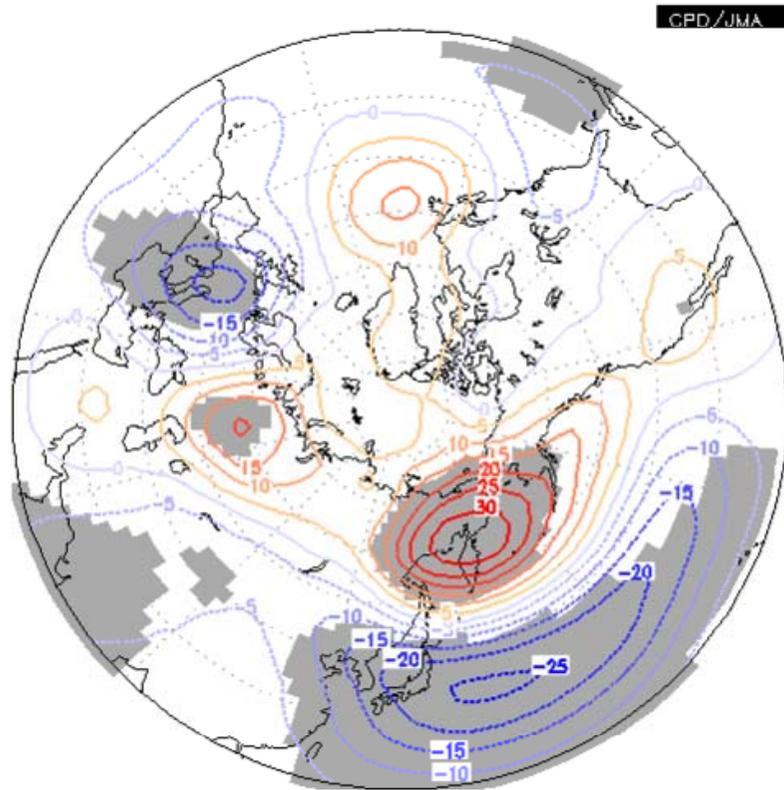
統計期間: 1979/80~2009/10年。

陰影: 危険率5%で有意な領域

6. WPパターンと日本の天候・ENSO

冬のWPパターンの経年変化

2010/2011年冬は、10数年ぶりに、正のWPパターンが卓越した。



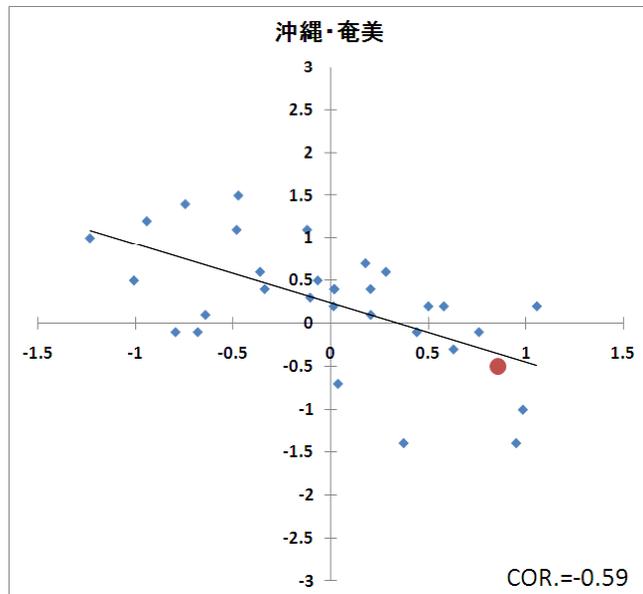
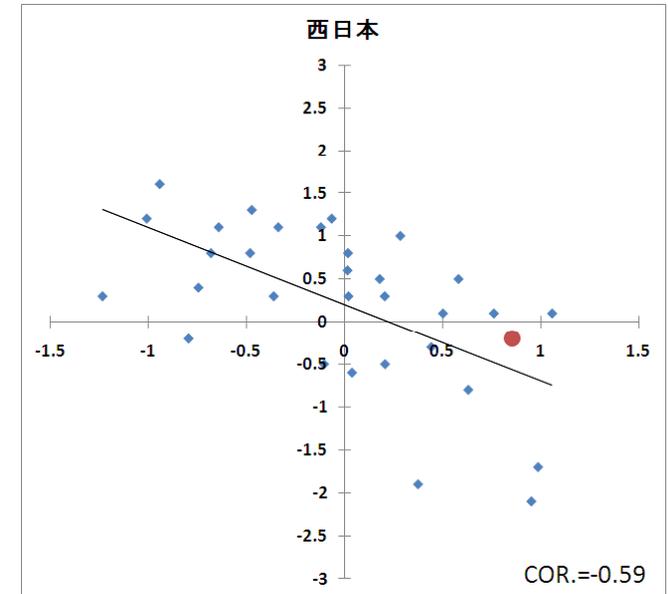
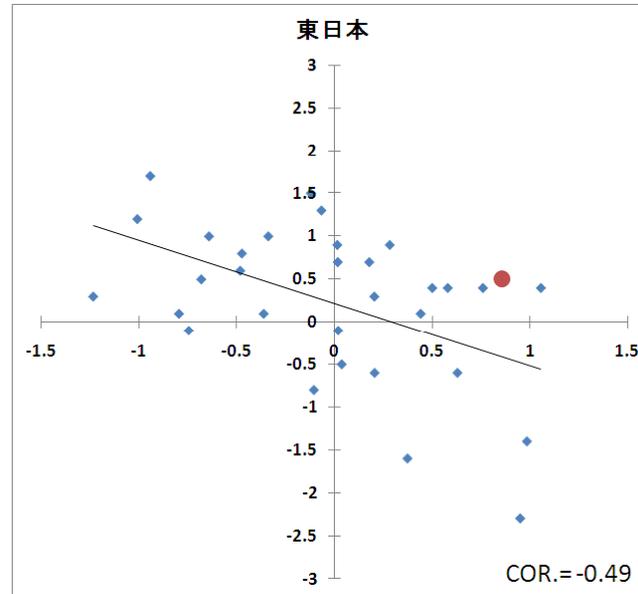
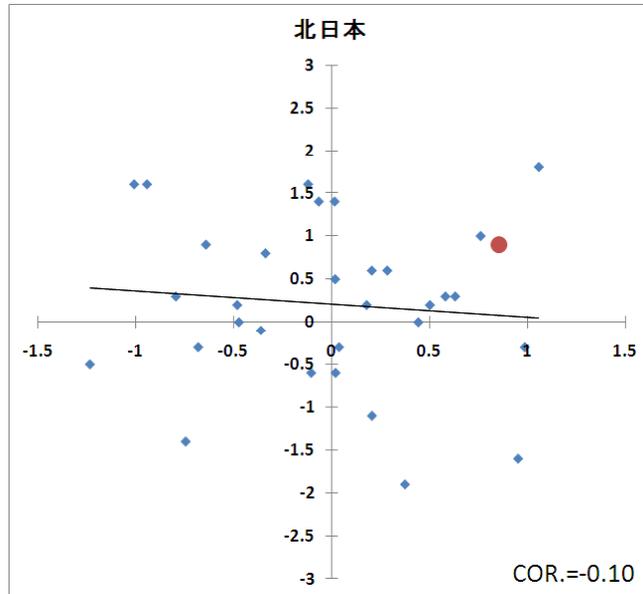
冬平均したWP指数に対する 500hPa高度の回帰係数

WP指数は、Wallace and Gutzler (1981)に基づく。回帰係数は、1979/80～2009/2010年冬の31例から求めた。陰影は信頼度95%で有意な領域。

冬平均したWP指数の経年変化 〈1979/80～2010/2011年冬〉

WPパターンと日本の気温

東日本、西日本、沖縄・奄美の冬平均気温とWPパターンには、統計的に有意な負の相関関係がある。

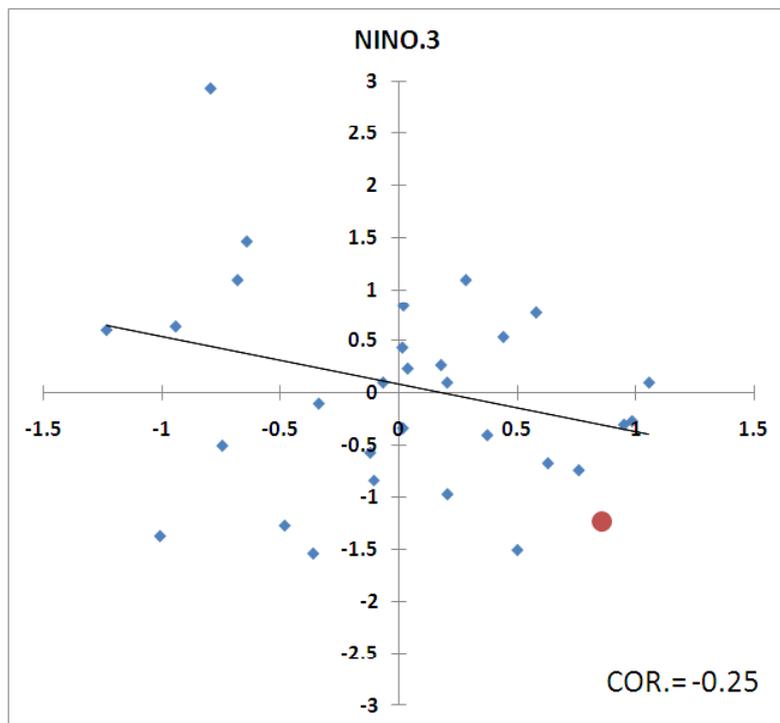


冬平均した日本の地域平均気温とWP指数の散布図

1979/80～2009/2010年冬の31例。2010/2011年冬は赤い点で示す。
CORは両者の相関係数を示す。相関係数の95%信頼度の境界は、 ± 0.36 。

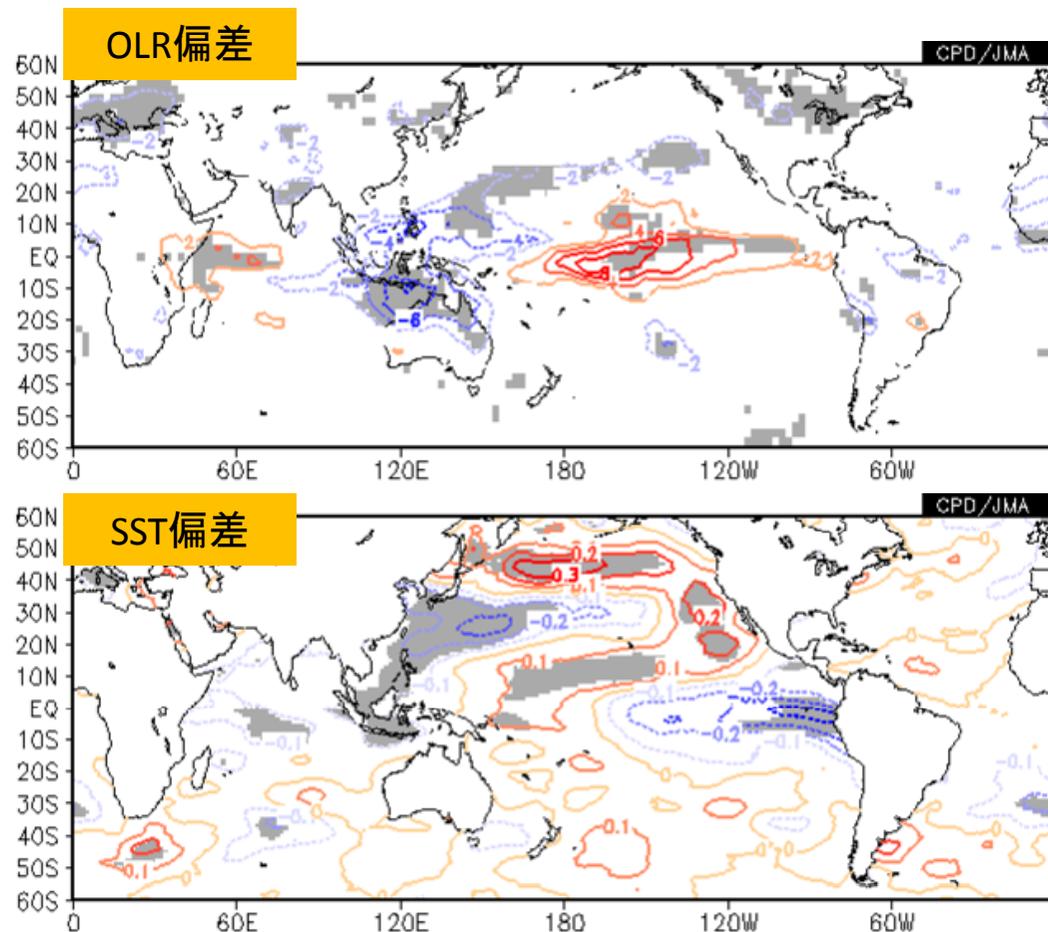
WPパターンとENSO

WPパターンは、統計的に有意ではないものの、エルニーニョ／ラニーニャ現象とある程度関係はありそう。



冬平均したWP指数とNINO.3のSSTの 散布図

1979/80～2009/2010年冬の31例。2010/2011年冬は赤い点で示す。CORは両者の相関係数を示す。相関係数の95%信頼度の境界は、 ± 0.36 。



冬平均したWP指数に対する OLR(上)及びSST(下)の回帰係数

1979/80～2009/2010年冬の31例。陰影は信頼度95%で有意な領域。

7. まとめ

【2010/2011年冬の循環場の特徴】

- ・ラニーニャ現象に伴い、インド洋～海洋大陸付近で対流活動がかなり活発となった。過去のラニーニャ年と比べて、12～1月におけるこの対流活動活発域は、西寄り傾向だった。
- ・冬の前半は、負の北極振動が卓越したが、後半は正の位相に変わった。
- ・12月末～1月に、東シベリア付近でしばしばブロッキング高気圧が形成された。

【2011年1月の天候と背景】

2011年1月は、冬型の気圧配置が続き、断続的に強い寒気が流れ込んだ影響で、全国的に気温は平年より低く、北～西日本の日本海側の降雪量は平年より多かった。

このような大気の流れをもたらした主な要因としては、以下が考えられる。

- ① 負の北極振動が卓越した。
- ② 東シベリア付近でブロッキング高気圧がしばしば形成された。
- ③ ラニーニャ現象に伴って、インド洋東部～フィリピン付近の対流活動が活発となり、この対流活動に励起されたロスビー波束が日本付近に伝播した。