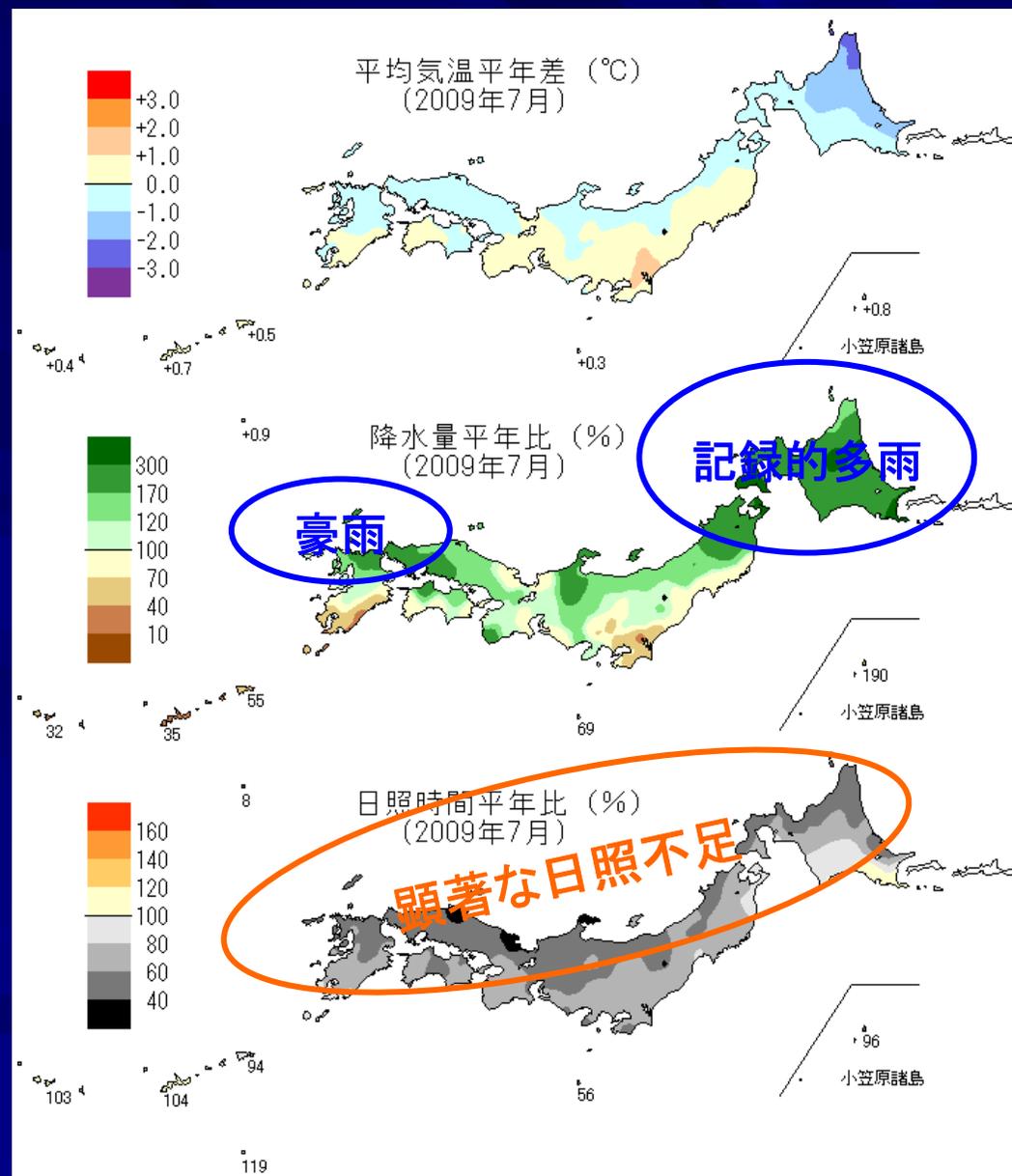


2009年夏の異常気象分析検討会

2009年7月の不順な天候をもたらした  
要因の分析

# 1. 天候の状況

# 気温・降水量・日照時間の分布図(2009年7月)

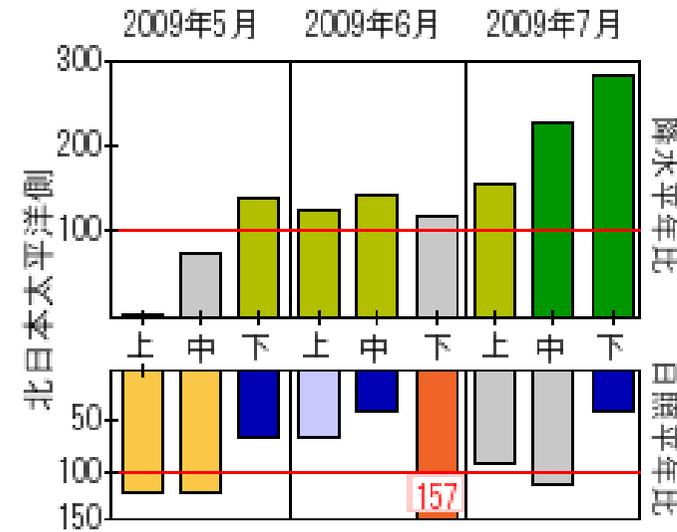
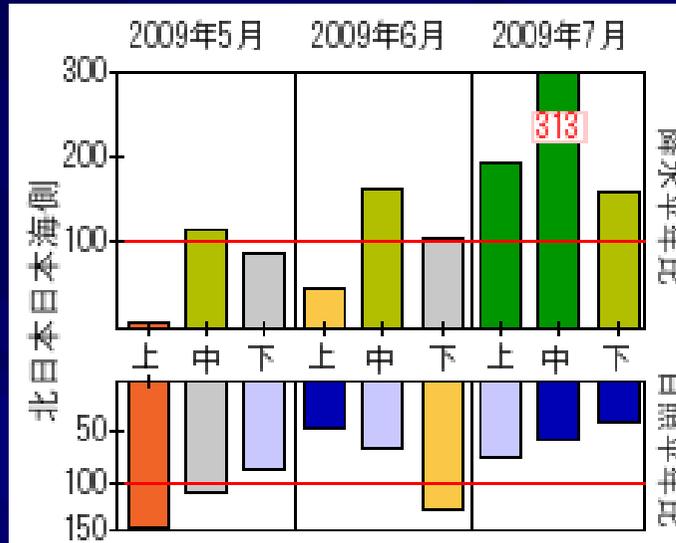


# 旬間降水量・日照時間平年比の時系列図

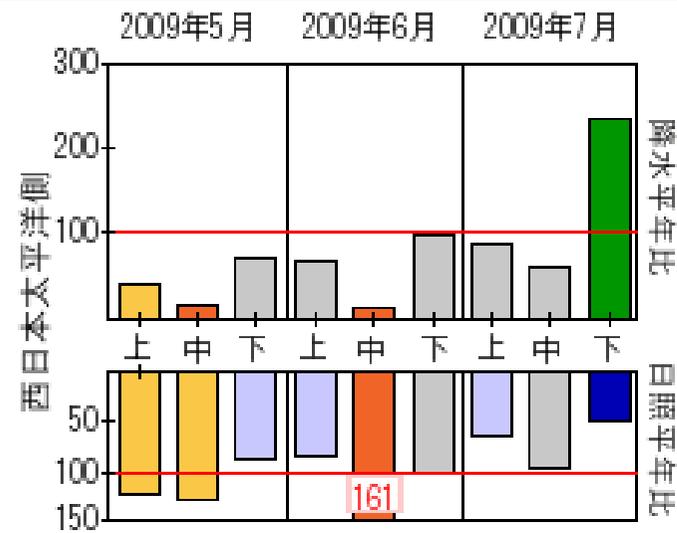
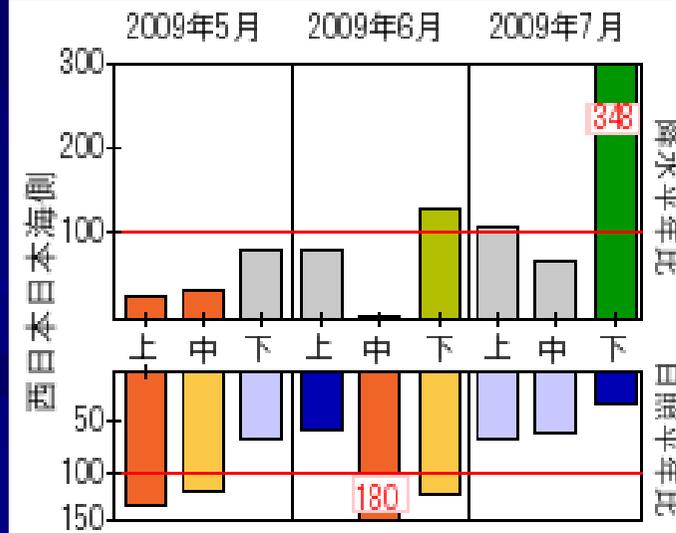
## 日本海側

## 太平洋側

北日本



西日本



## 地域平均平年差(比)と1946年以降の順位

2009年7月		気温		降水量		日照時間	
		平年差	階級・順位	平年比	階級・順位	平年比	階級・順位
北日本	日本海側	-0.5℃	低い	211%	2位	57%	1位
	太平洋側			209%	1位	78%	少ない
東日本	日本海側	+0.2℃	平年並	161%	多い	47%	2位
	太平洋側			100%	平年並	62%	かなり少ない
西日本	日本海側	-0.1℃	平年並	151%	多い	50%	1位タイ
	太平洋側			113%	多い	67%	3位
沖縄・奄美		+0.5℃	高い	55%	少ない	100%	平年並

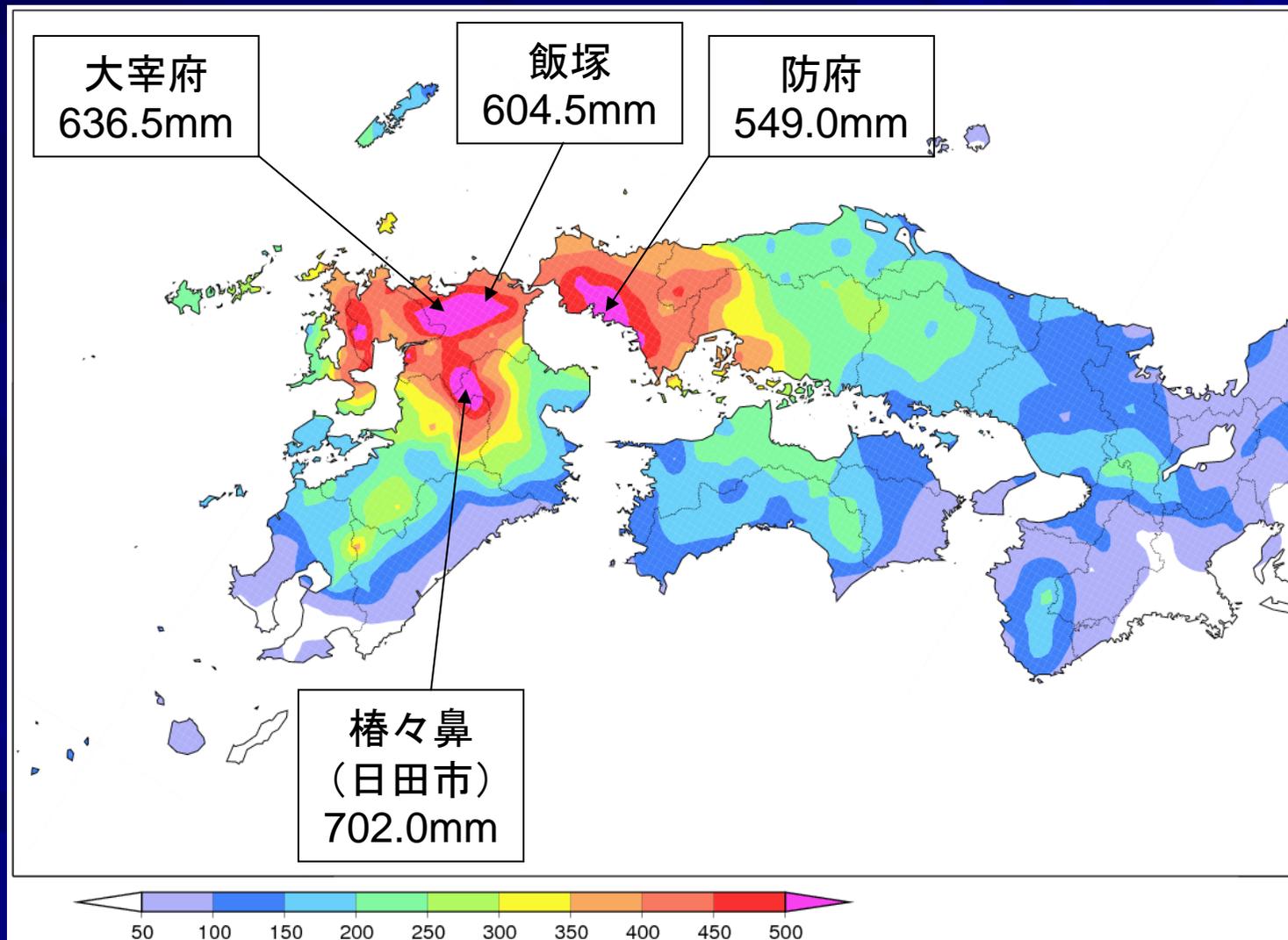
※ 順位は5位以内のみを記載した。

## 各地域の梅雨明けの時期

	梅雨明け(頃)			
	2009年	遅い方から	平年日	最遅日
東北北部			7/27	8/14(1991)
東北南部			7/23	8/09(1987)
北陸		4位タイ	7/22	8/14(1991)
関東甲信	7/14		7/20	8/04(1982)
東海	8/03	1位	7/20	8/02(1954)
近畿	8/03	1位	7/19	8/01(2003)
中国		1位	7/20	8/03(1998)
四国	7/31	2位タイ	7/17	8/02(1954)
九州北部		1位タイ	7/18	8/03(1998)
九州南部	7/12		7/13	8/08(1957)

※ 8月3日現在。遅いほうからの順位は、梅雨明けを特定できなかった1993年を除く。

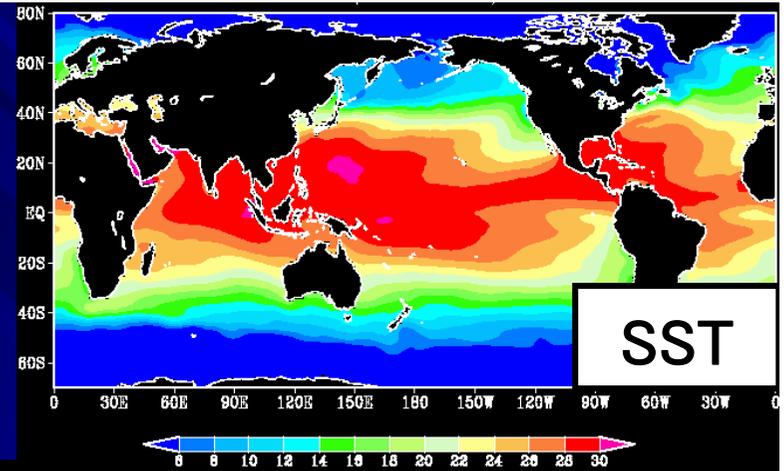
# 「平成21年7月中国・九州北部豪雨」 7/19～7/26の期間降水量分布



## 2. 循環場の状況

# 海面水温の状況

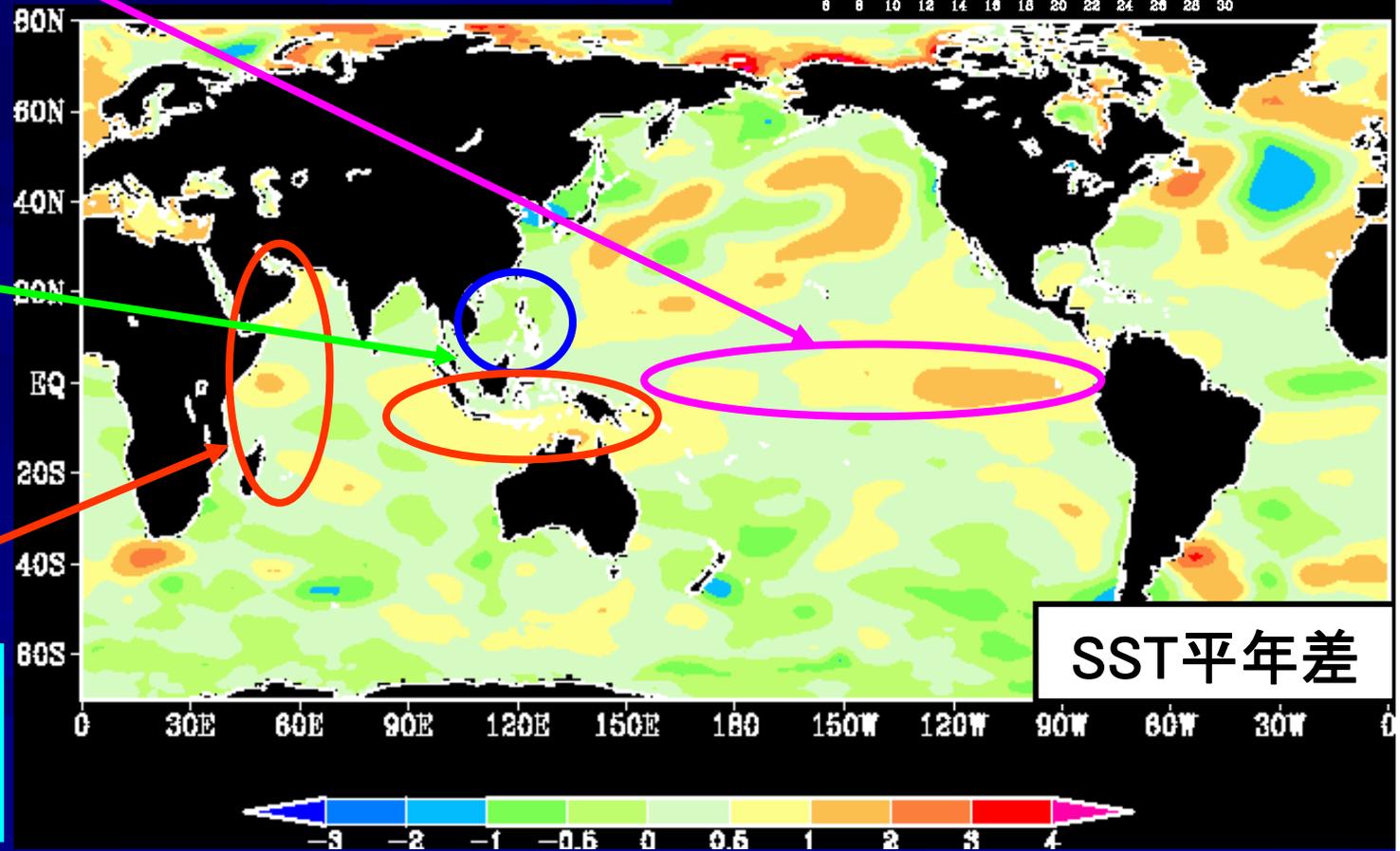
エルニーニョ現象の発生に伴い、太平洋赤道域で正偏差が広がっている。



フィリピン周辺やニューギニア北では負偏差が見られる一方、インド洋東部～海洋大陸南部では正偏差が広がる。

インド洋では西部や東部で正偏差が広がっている。

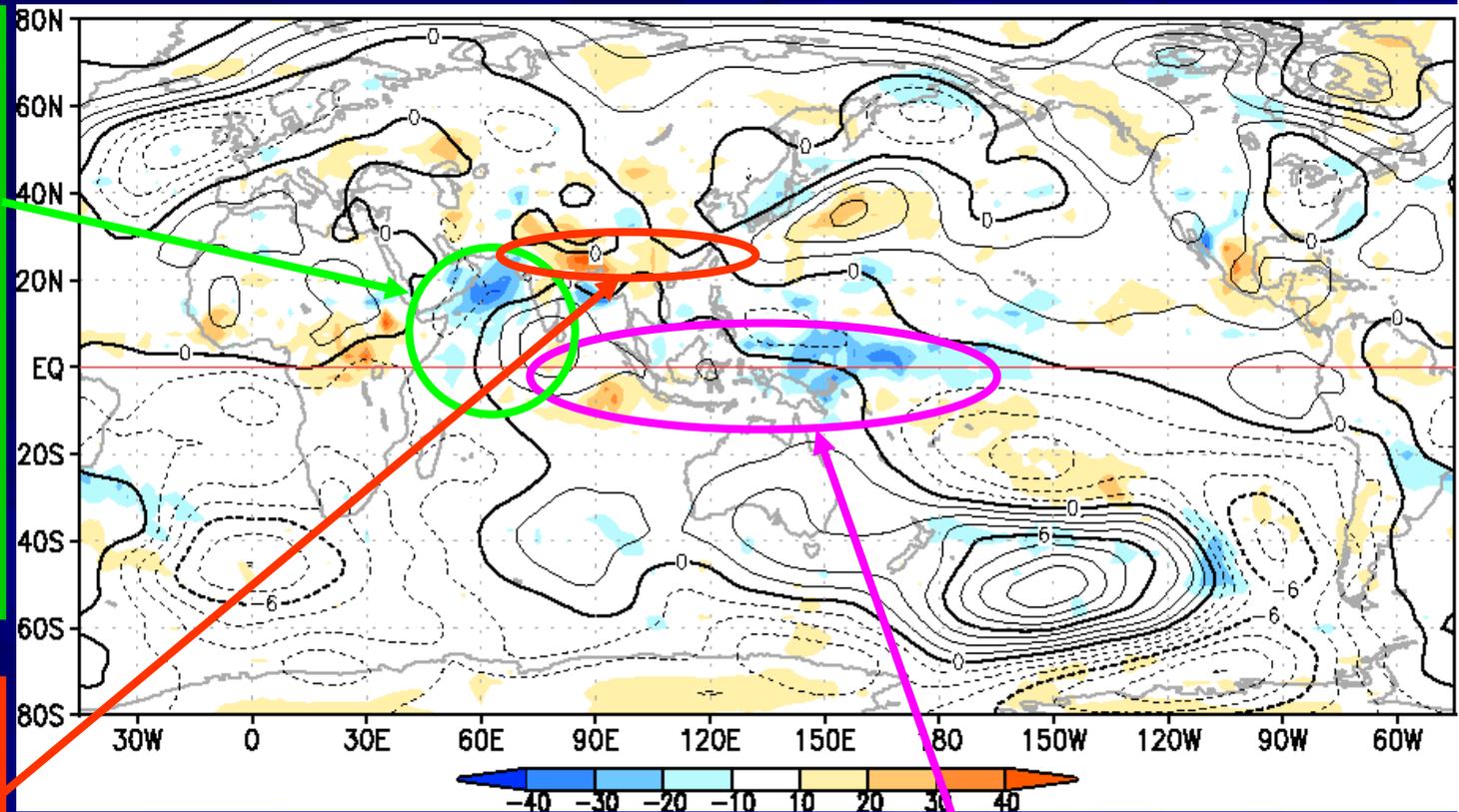
6月に続き7月の全球平均SSTは1位の高温(図略)



# 熱帯の対流活動と対流圏下層循環の状況

インド周辺では、アジアモンスーンに伴う下層循環が強く、アラビア海北部では対流活動が平年より活発だった。なお、インド北中部のモンスーンオンセットは平年より2週間程度遅れた。

一方、アジアモンスーンの北上は平年より弱く、バングラディシュ～華南にかけての20～25N帯は対流活動が不活発だった。



OLR偏差 (陰影、 $W/m^2$ ) と850hPa流線関数偏差 (等値線、 $\times 10^6 m^2/s$ )

ハドレー循環は南半球側にシフト。北半球亜熱帯域は、下降流偏差となった(図略)。

対流活動は、西部～中部太平洋赤道域で平年より活発で、インド洋東部赤道域で不活発。過去のエルニーニョ現象の特徴と概ね一致だが、西部太平洋が特異。

# 帯状平均場の特徴(高度緯度断面図)

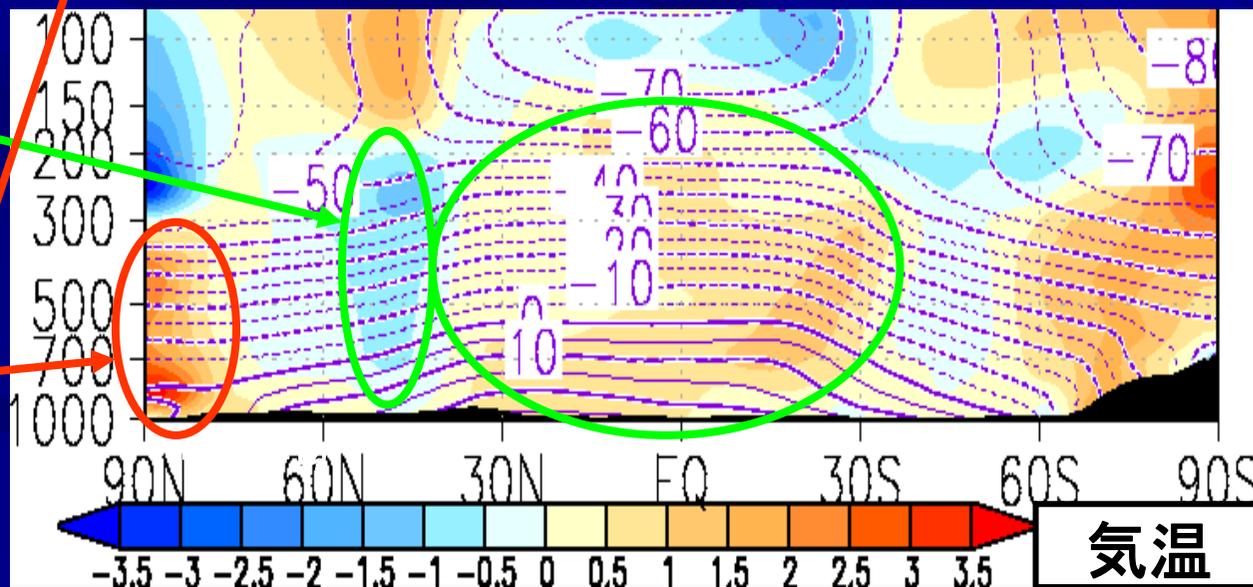
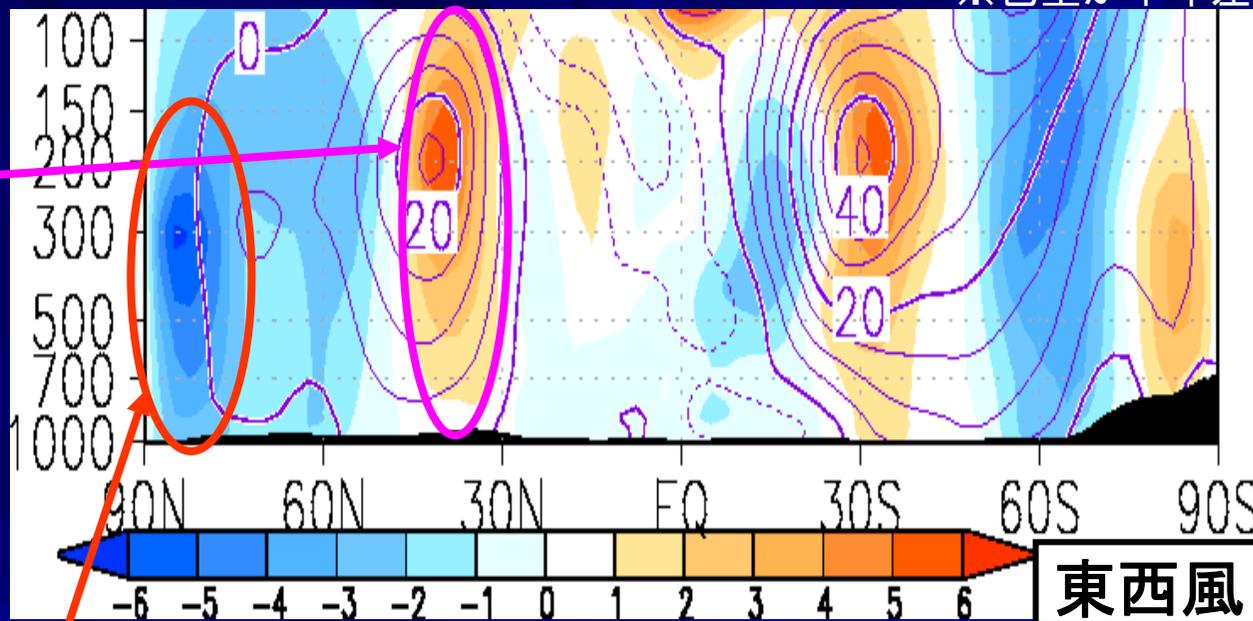
※色塗が平年差

帯状平均した亜熱帯ジェットは、やや南偏した緯度帯に位置して、平年よりかなり強い(3σを超えている)。

↑  
整合的  
↓

熱帯対流圏の気温は、平年よりかなり高くなっている。一方、40~50N帯は平年より低くなっている。

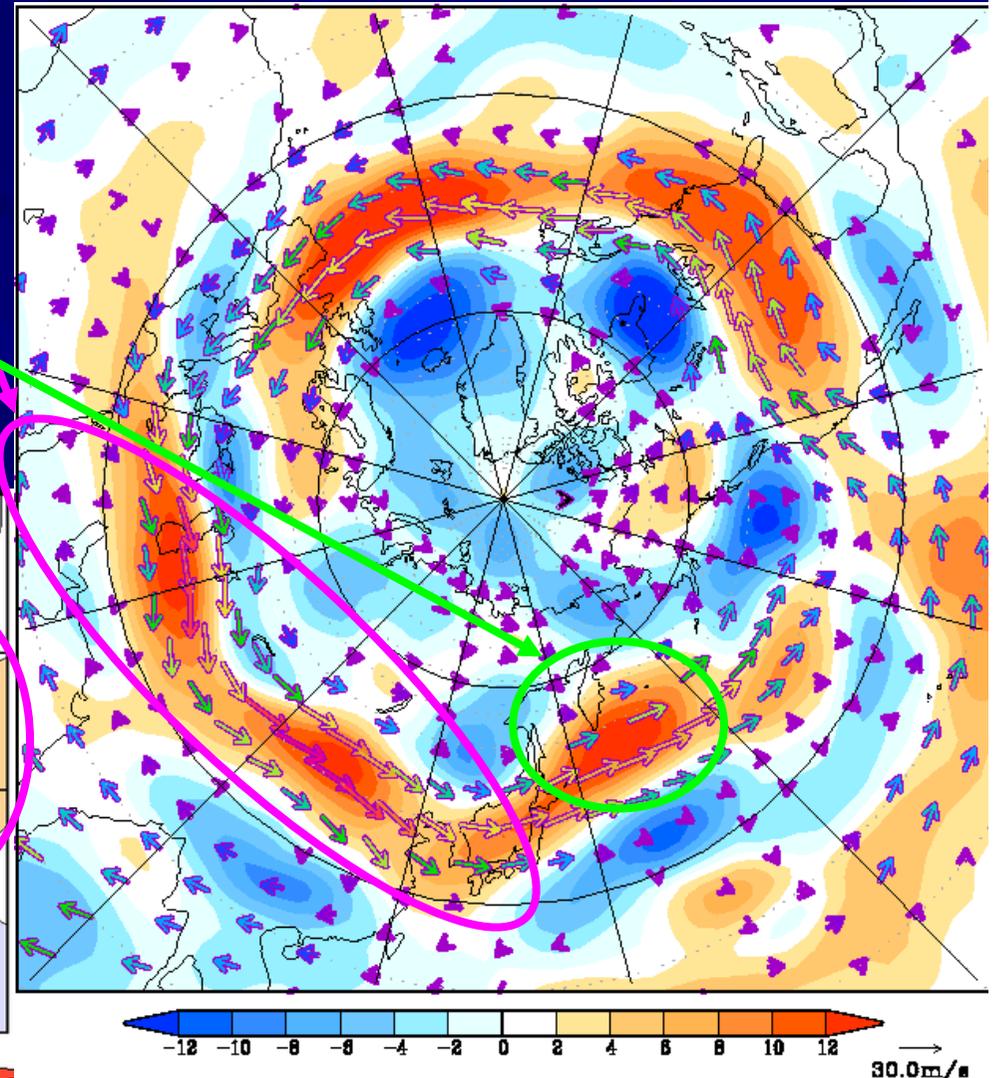
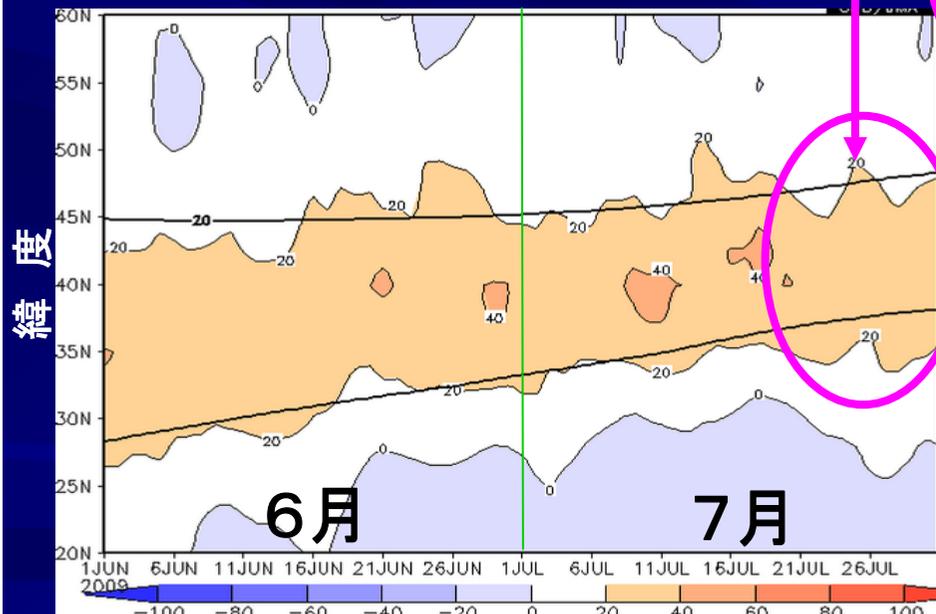
負のAOの卓越に伴い、高緯度の東風偏差、高温偏差が顕著。



# ジェット気流の状況

アジア域の亜熱帯ジェットは、蛇行しつつ、  
平年より南偏して平年よりかなり強い。南  
偏は下旬になって明瞭となった。

亜熱帯ジェットが北偏、寒帯前線  
ジェットが南下した日本の東海上で  
ジェットが平年よりかなり強い。高周波  
擾乱が強めた効果も見られる(図略)。



60～150E平均200hPa東西風実況値(陰影)と 200hPa風ベクトル実況と風速平年差(陰影)  
平年値(20m/sを黒線で表示)

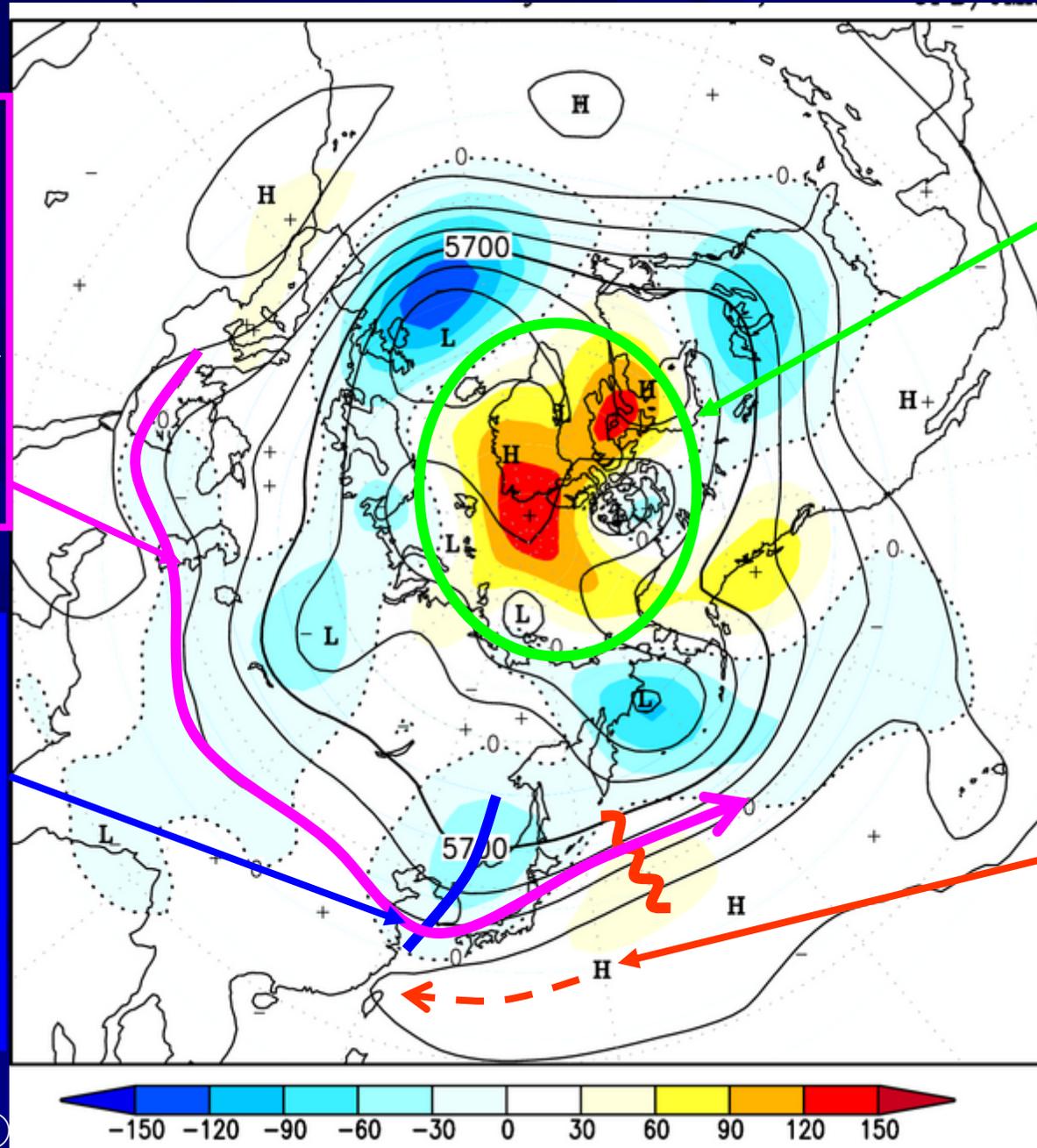
# 月平均500hPa高度・同平年差から見た北半球の循環

亜熱帯ジェットに沿った準定常ロスビー波の波束伝播がしばしば見られ、亜熱帯ジェットの蛇行が明瞭だった。

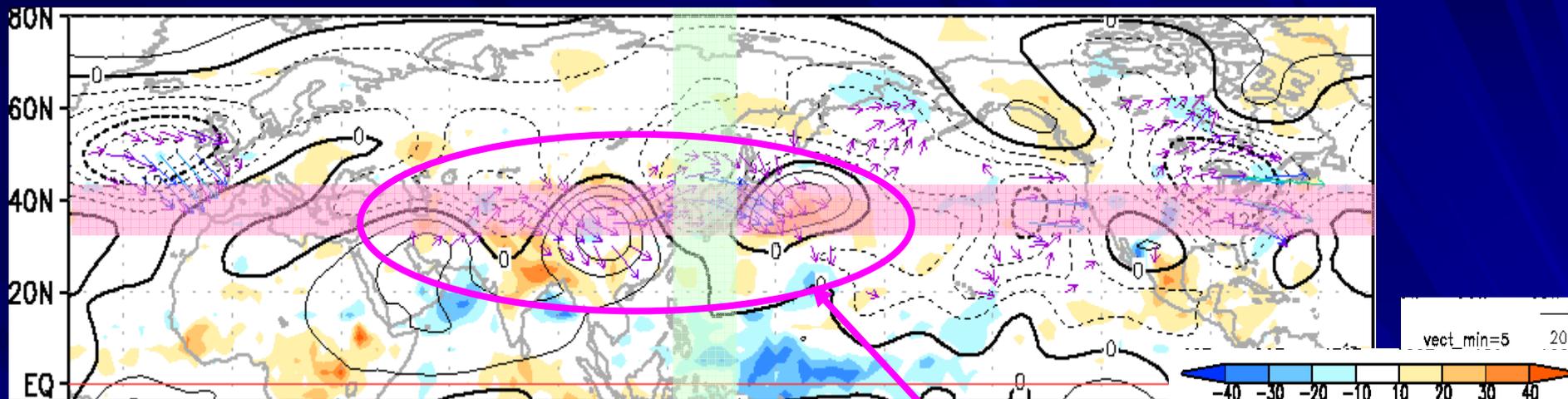
日本の西で気圧の谷が深まり、東海上でリッジが発達し、日本上空は西南西の流れが卓越した。

極付近は正偏差で負のAOが卓越した。

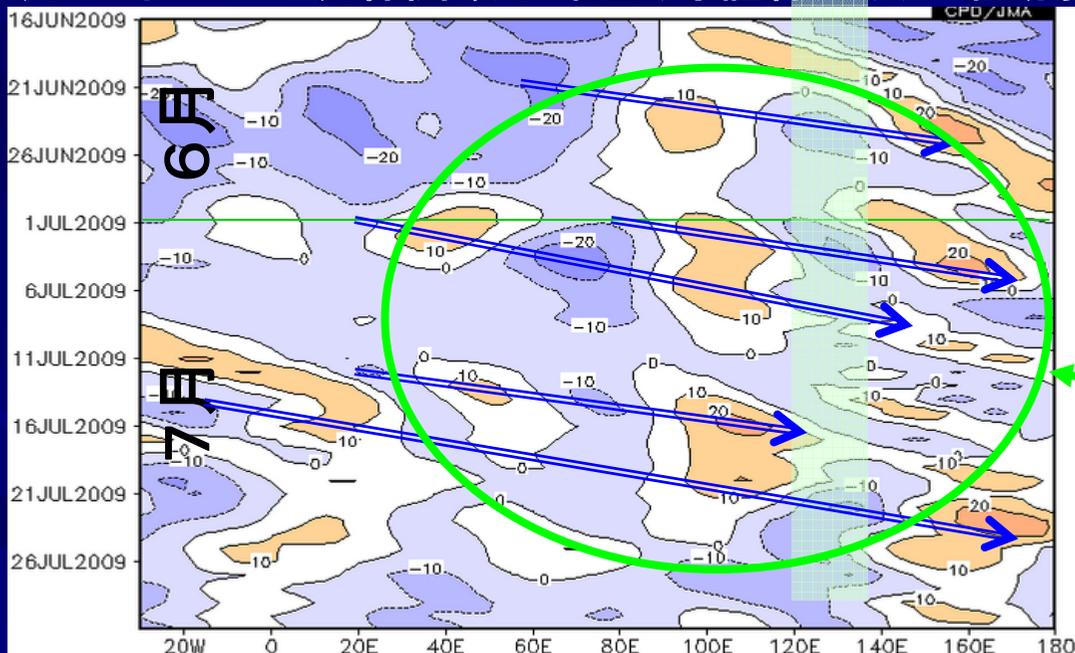
日本付近の経度帯では、亜熱帯高気圧は西に張り出し、北への張り出しは弱かった。



# 準定常ロスビー波の波束伝播の様子



月平均200hPa流線関数平年差(等値線)・波の活動度フラックス(矢印)・OLR平年差(色塗)



月平均で見ても、アジア域の亜熱帯ジェットに沿った準定常ロスビー波の波束伝播が明瞭である。

時間断面図では、110Eでリッジ、130Eでトラフを強める波束伝播が頻繁に見られている。流線関数偏差の中心を結ぶ断面では、英国西からの伝播の様子がよりはっきりとする(図略)

※ 波の活動度フラックスを参考に波束伝播の様子を青矢印で記入した。

35~45N平均200hPa流線関数平年差の時間経度断面

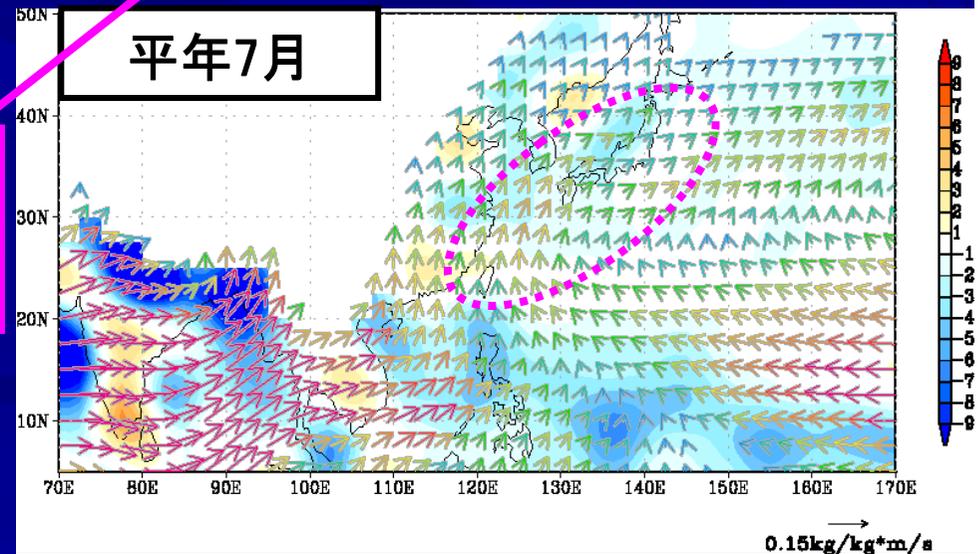
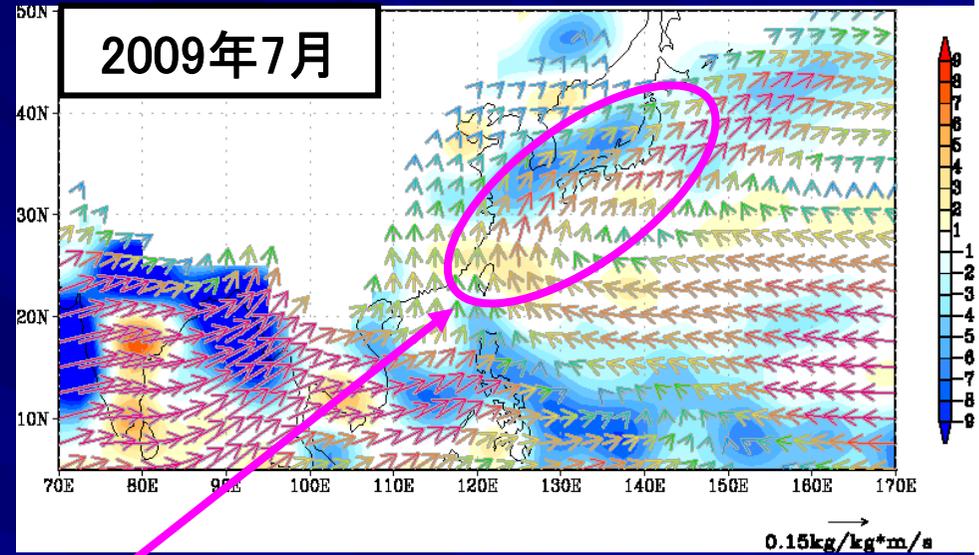
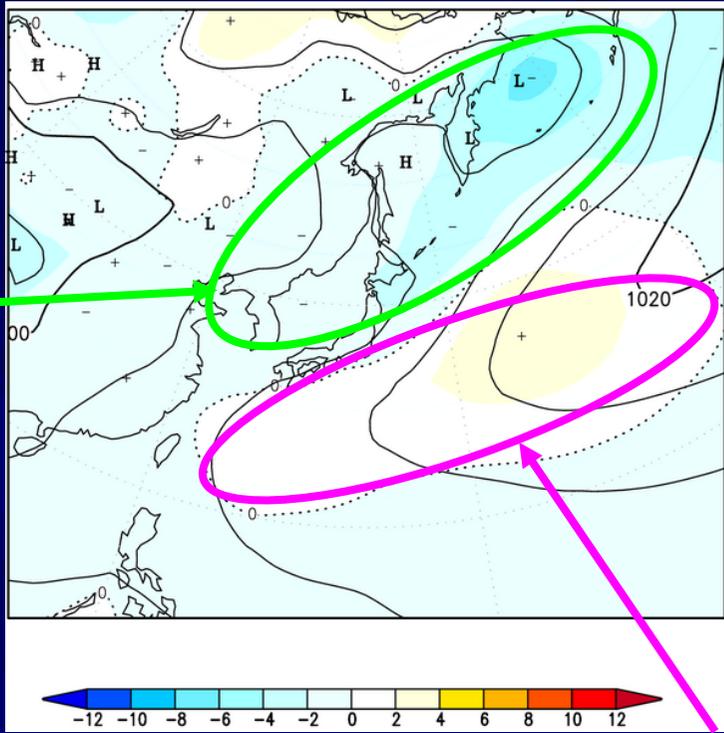
循環場の状況 ⑥

2009年夏の異常気象分析検討会

# 日本付近の地上付近の大気の流れ

月平均海面更正気圧・同平年差(色塗)

月平均925hPa水蒸気フラックス(矢印)・  
同発散(陰影:青が収束側)



南海上を沖縄方面に張り出した太平洋高気圧の縁辺で水蒸気フラックスが平年より強く、日本海南部～北日本で収束。

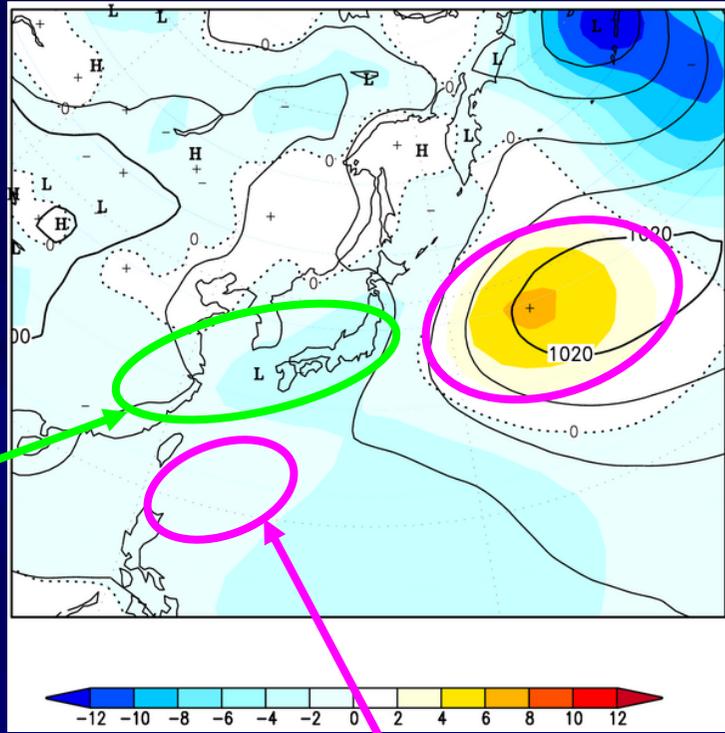
日本海から北海道では傾圧性が平年より強く、高周波擾乱の活動度も平年より活発だった(図略)

循環場の状況 ⑦

2009年夏の異常気象分析検討会

# 7月下旬の日本付近の地上付近の大気の流れ

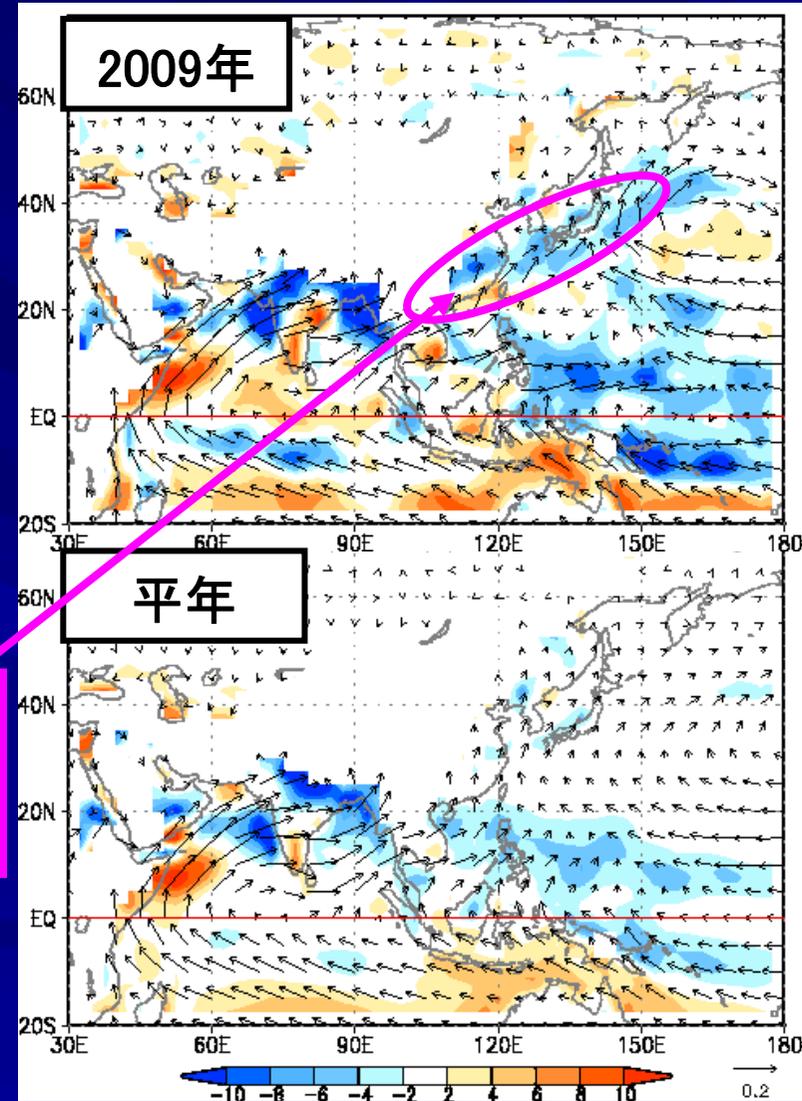
旬平均海面更正気圧・同平年差(色塗)



台湾東で弱まりつつある太平洋高気圧の縁辺をまわって、南シナ海から連なる下層暖湿流が九州北部を指向。

梅雨前線が本州上まで南下。

旬平均925hPa水蒸気フラックス(矢印)・同発散(陰影:青が収束側)(7/22~28)



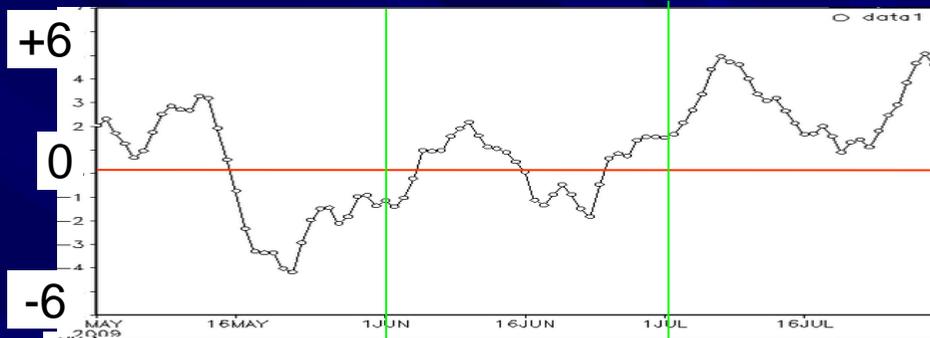
## 日本の天候と関連する循環場のポイント

- ① 北半球の亜熱帯ジェットは、帯状平均で南偏しており、1979年以降、7月として最も強かった(3 $\sigma$ 超)。日本付近でもかなり強かった。
- ② アジアでは、月を通してほぼ同じ経度帯で亜熱帯ジェットが蛇行した。130Eがトラフ、160Eがリッジとなり、日本付近は西谷となった。
- ③ 亜熱帯高気圧は、日本の南海上を西に張り出し、本州付近への張り出しは弱かった。太平洋高気圧の縁辺をまわる下層暖湿流が、東シナ海から日本海沿岸を經由し、北日本を指向した。
- ④ 盛夏期に向けての、極東域での亜熱帯ジェットの北へのシフトが未だ見られていない。7月下旬は、アジア域20N帯での対流活動が不活発だった。

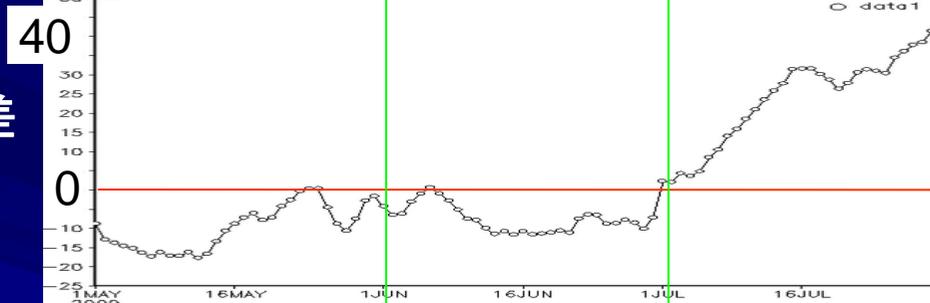
# 3. 要因分析

# 熱帯対流圏の昇温と亜熱帯ジェット強化

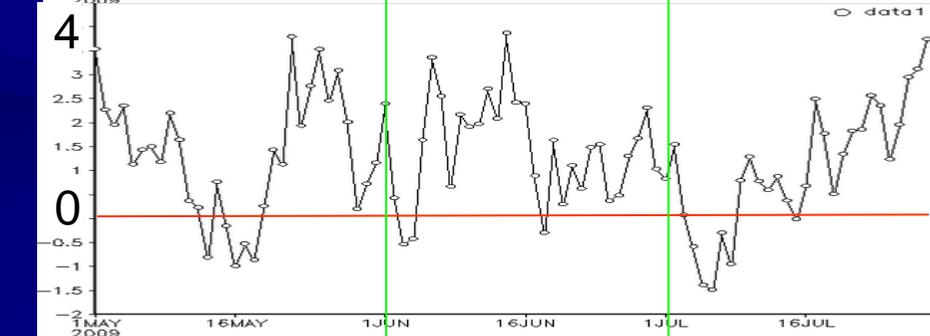
200hPa東西風平年差  
(30~50N帯状平均)  
単位:m/s



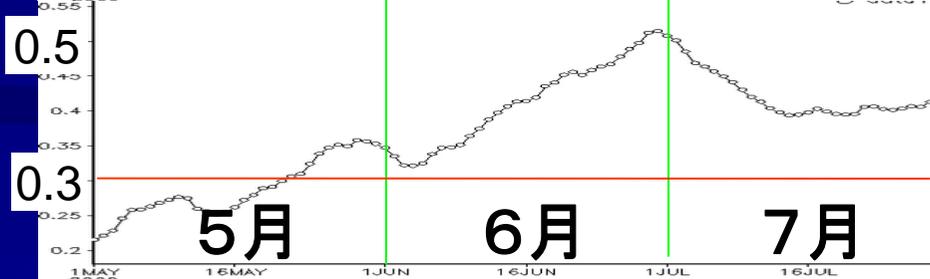
200-850hPa層厚平年差  
(25S~25N帯状平均)  
単位:gpm



OLR平年差  
(25S~25N帯状平均)  
単位:W/m2



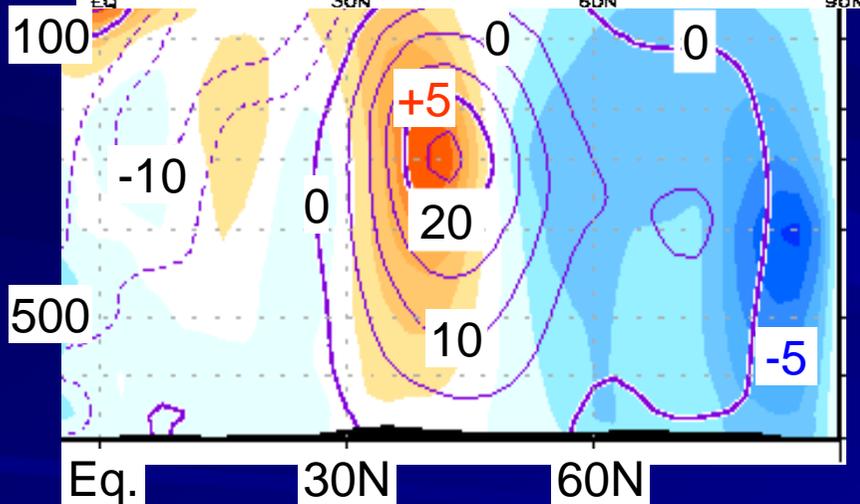
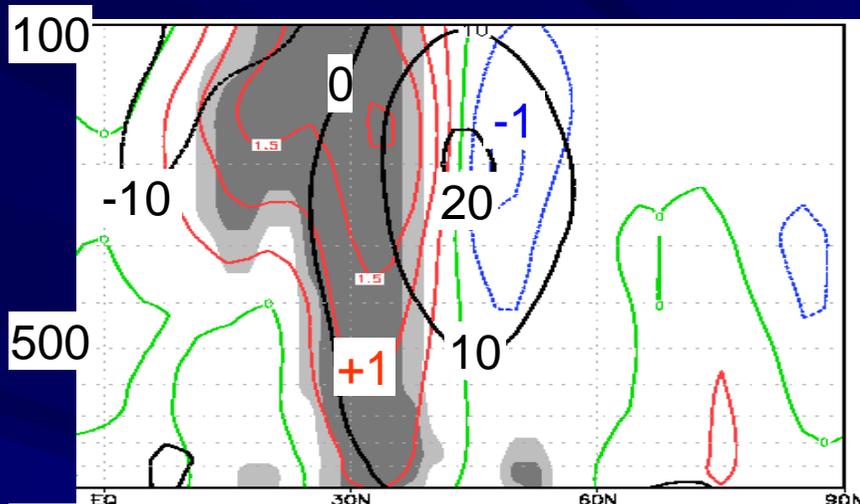
SST平年差  
(25S~25N帯状平均)  
単位:°C



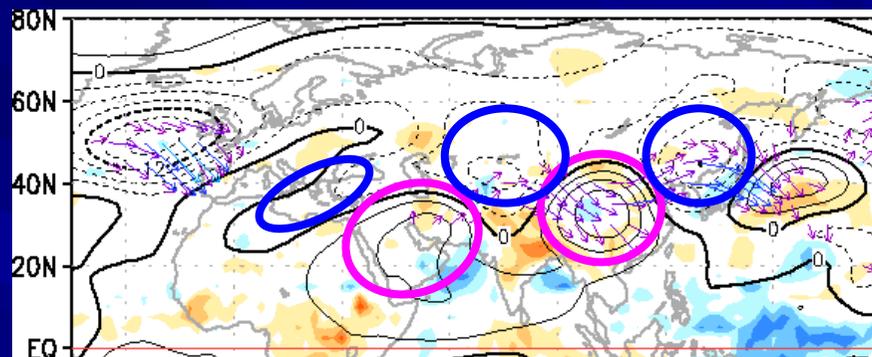
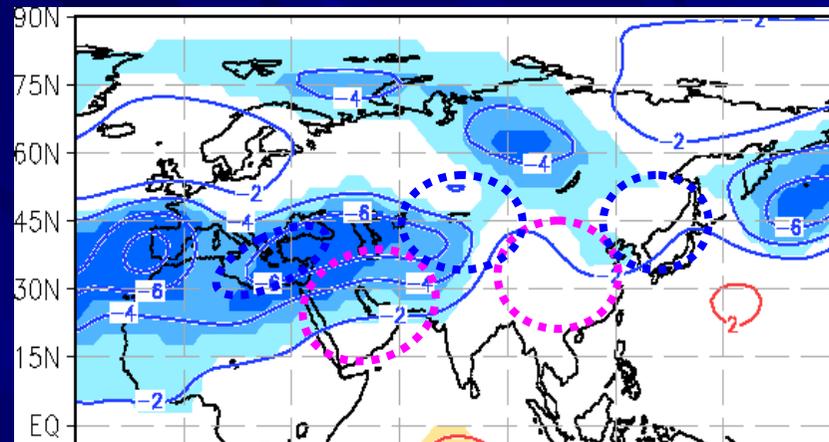
5月                      6月                      7月

6月以降の急激な熱帯SSTの昇温に遅れて、7月頭の対流活動活発化を契機として、熱帯対流圏気温が7月に急上昇した。これと同期して、北半球の亜熱帯ジェットが強まっており、帯状平均では1979年以降7月として断トツに強かった。なお、熱帯対流圏気温は、過去のエルニーニョ・ポストエルニーニョ年と同等の最も高いレベルだった(図略)。

# エルニーニョ現象と亜熱帯ジェットの関係



带状平均東西風の高度緯度断面  
 上: エルニーニョ現象発生時の7月合成図  
 (黒線: 平均、色線: 平年差、陰影: 有意領域)  
 下: 2009年7月(黒線: 実況、色塗: 平年差)

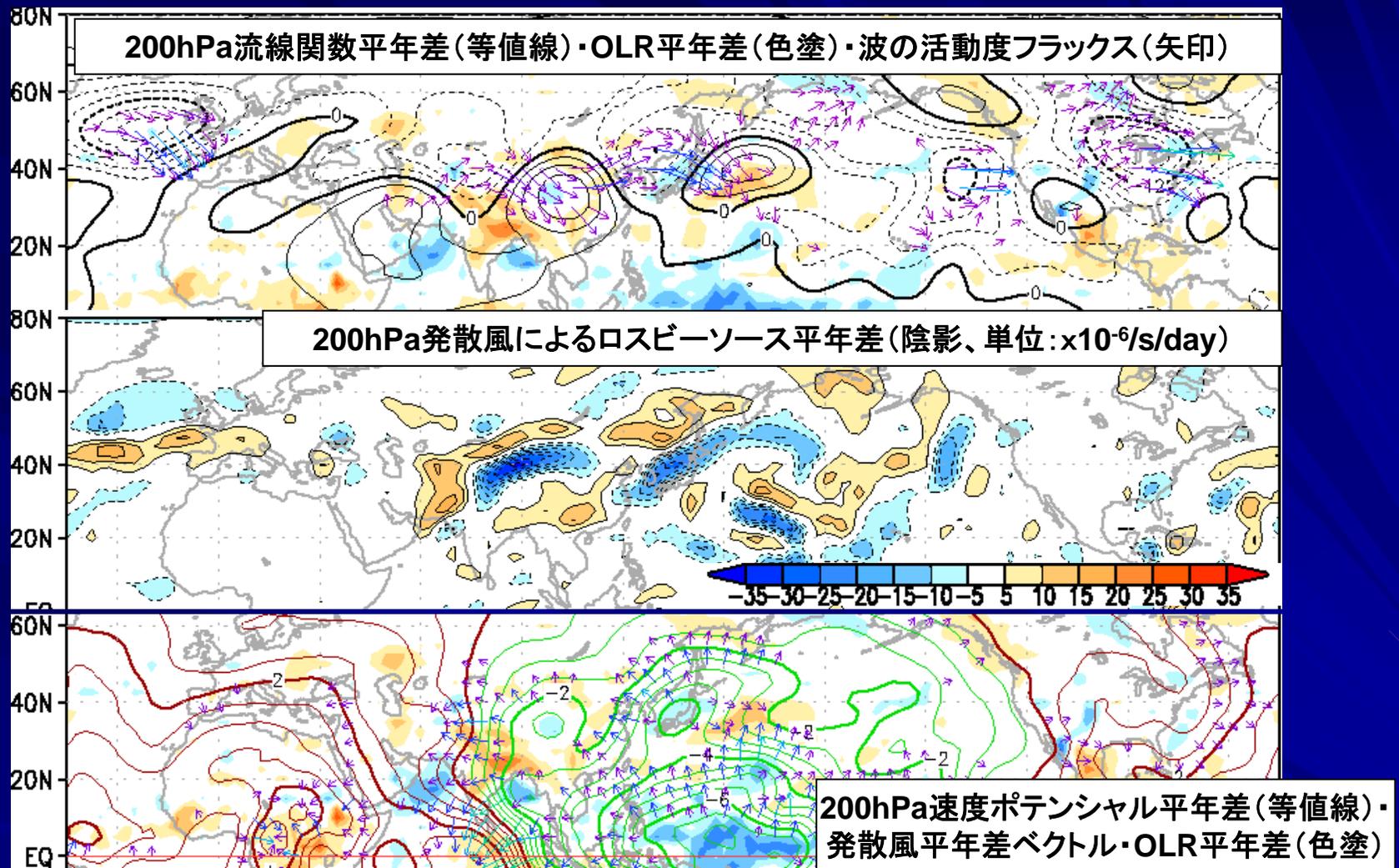


200hPa流線関数平年差

上: エルニーニョ現象発生時の7月合成(色塗: 有意領域)  
 下: 2009年7月(等値線: 平年差、色塗: OLR平年差)

带状平均東西風のやや南偏傾向や亜熱帯ジェット沿いの蛇行の位相もおおよそ一致している。

# 亜熱帯ジェットのスネ行への熱帯対流活動の寄与は？



トラフ前面の上層発散風による負の渦度移流による効果が明瞭で、それに伴い、波の活動度フラックスも強まって、東側の高気圧性循環を強めている。アラビア半島の高気圧性循環にアラビア海の対流活動の寄与を期待するが、ロスビーソースはでていない。

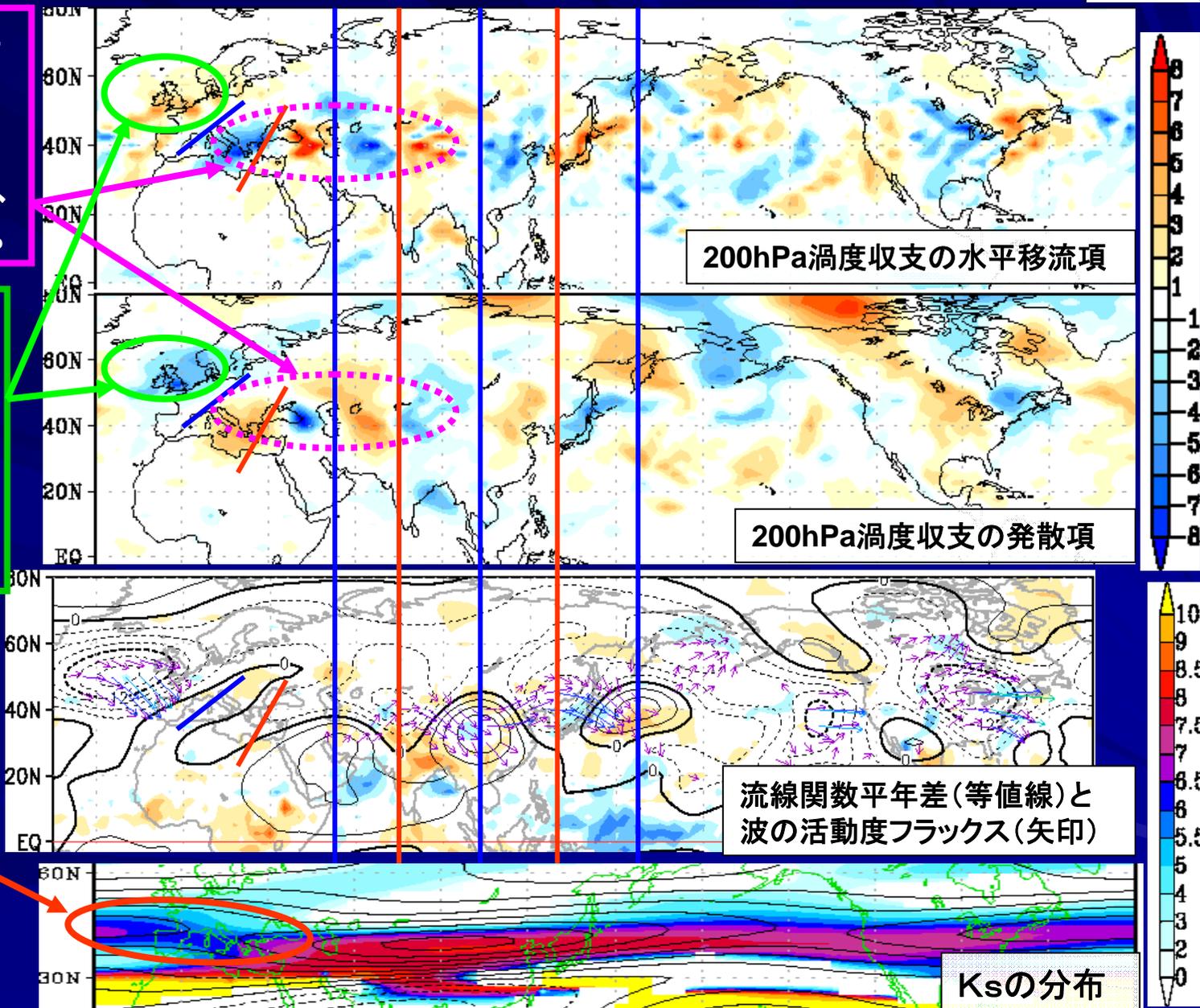
# 亜熱帯ジェットのスネ行と渦度変化傾向

$\times 10^{-6}/s/day$

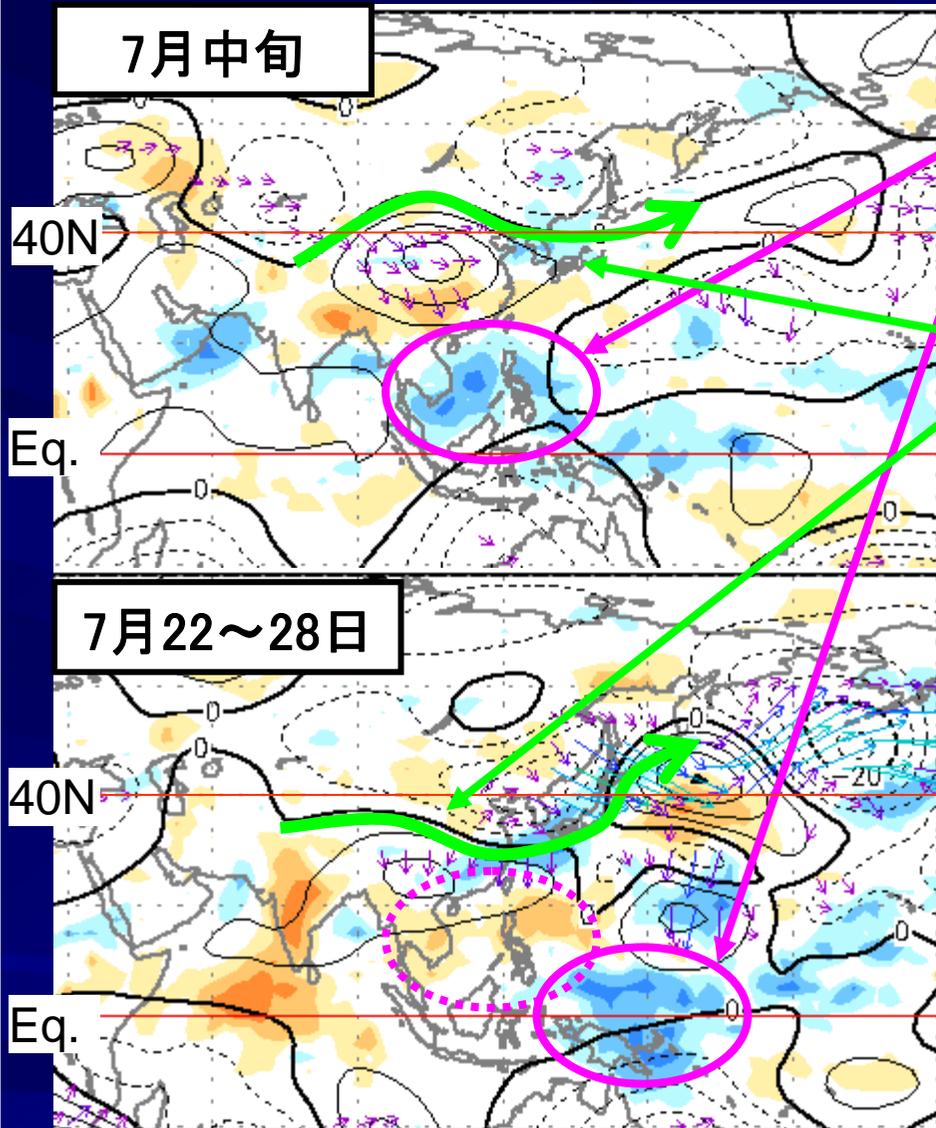
地中海東部からチベットにかけての渦度収支各項は、平年と同じ位置で、平年より強かった。

英国付近の渦度収支各項の寄与は平年では見られないもの。地中海東部と関連しているように見える。

月平均WAFでは、波束伝播が地中海東部で途切れているが、Ksの分布からは導波管が見られる。



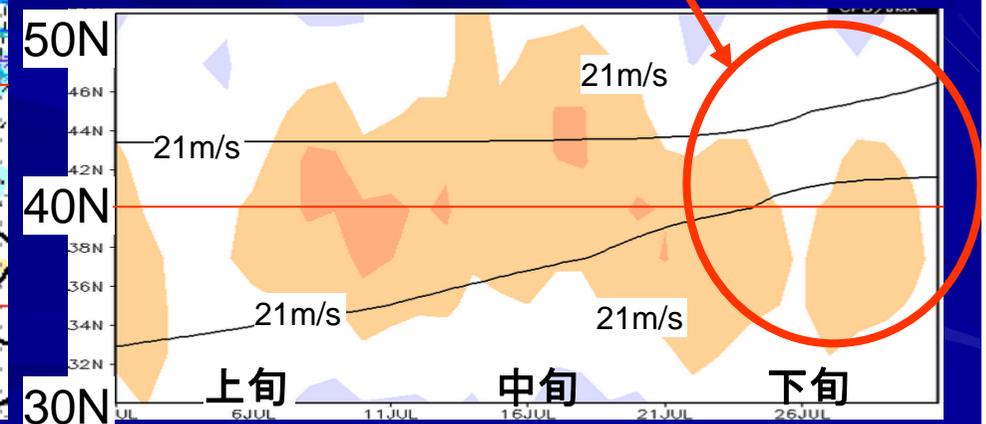
# 7月中旬から下旬にかけての循環場の変化



南シナ海～フィリピンで中旬に活発だった対流活動は下旬には不活発となり、西部太平洋赤道域で活発化した(明瞭ではないが、MJO位相の東進に伴うものか)。

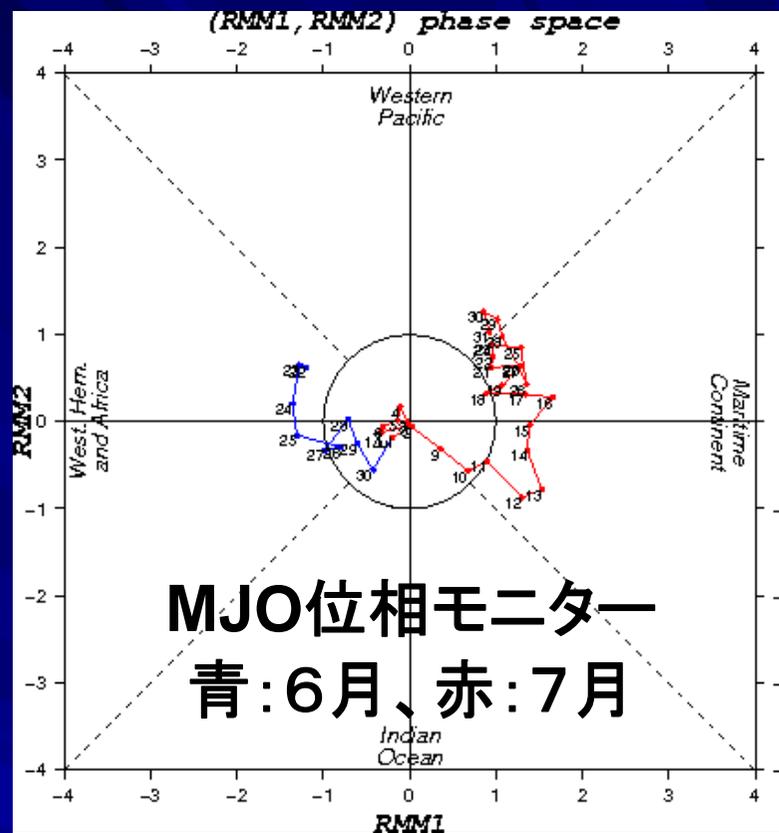
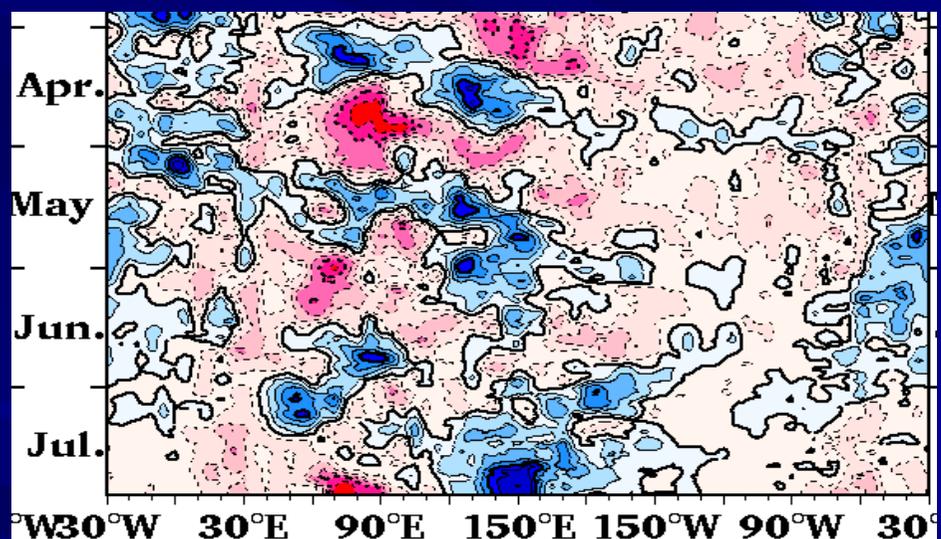
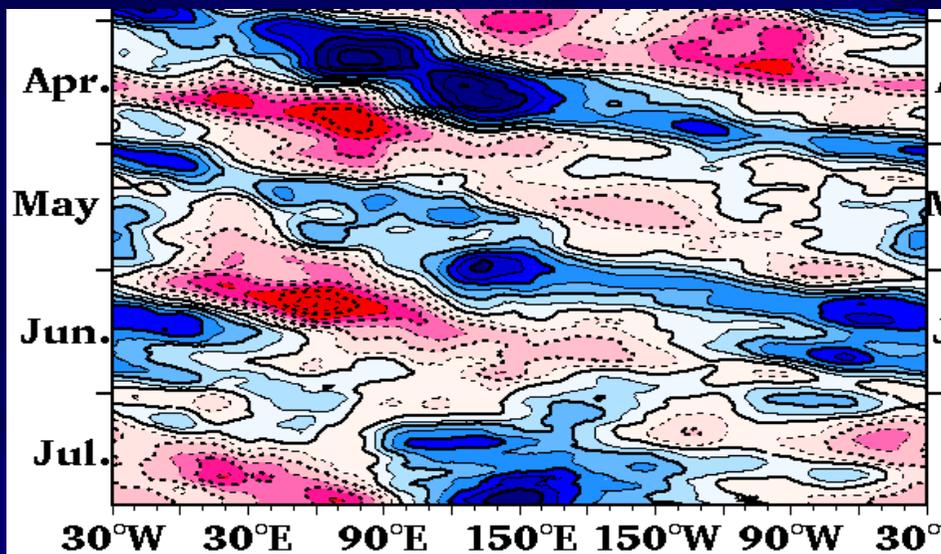
東アジアでは、トラフ・リッジの位相はほぼ停滞したままで、亜熱帯ジェットが南下。30N帯では波の活動度フラックスの発散による西風加速が明瞭。

日本付近での盛夏期へ向けての亜熱帯ジェットの北へのシフトが未だ見られていない。



月平均200hPa流線関数平年差(等値線)・波の活動度フラックス(矢印)・OLR平年差(色塗) (色塗)と平年値(黒線)の緯度時間断面

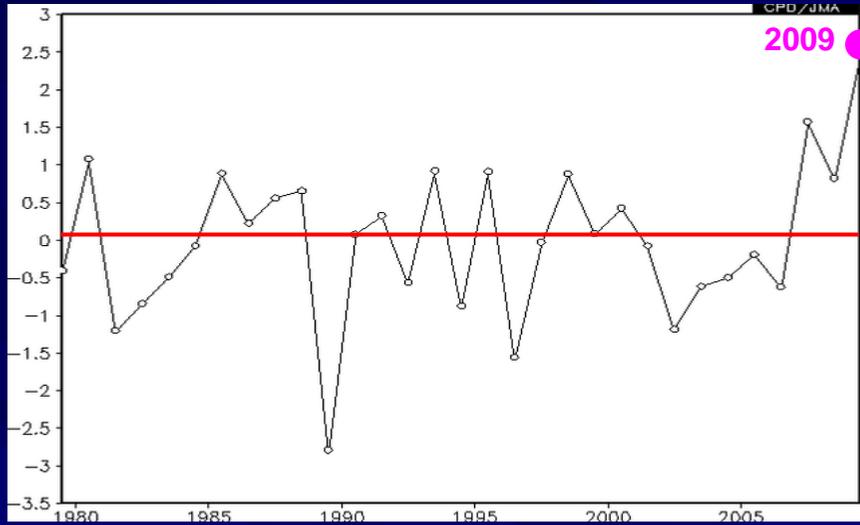
# MJOの状況



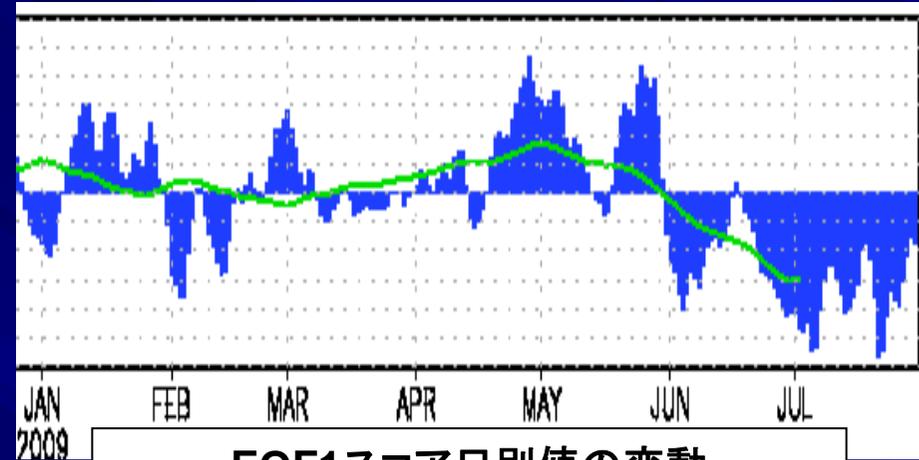
明瞭ではないものの、MJOに伴う対流活動が活発な位相が、7月下旬には西部太平洋を東進。月末にはほぼ停滞。

赤道域200hPa速度ポテンシャル平年差(上:青=発散域)・OLR平年差(下:青=負偏差域)の時間経度断面

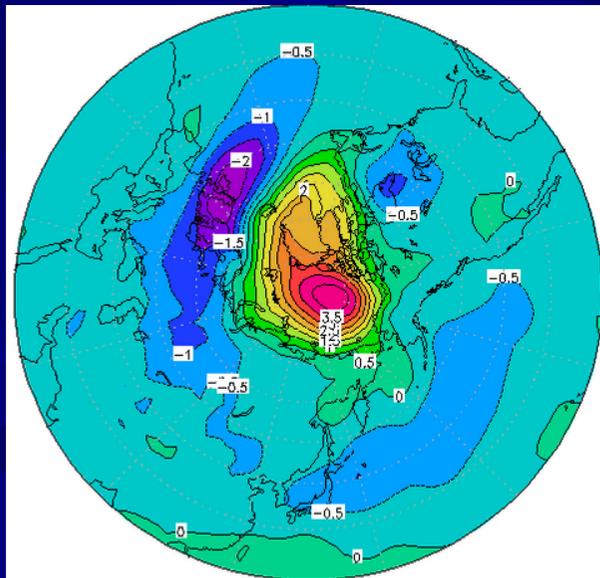
# AOの状況



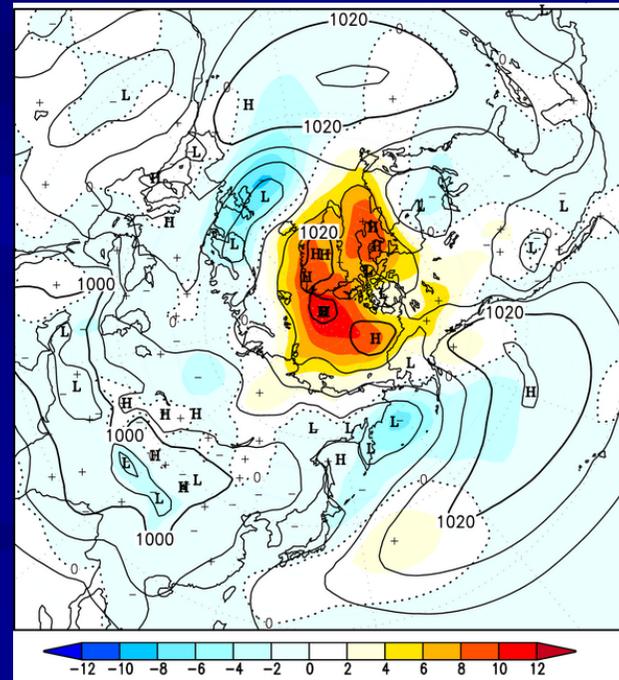
EOF1スコアの経年変化



EOF1スコア日別値の変動



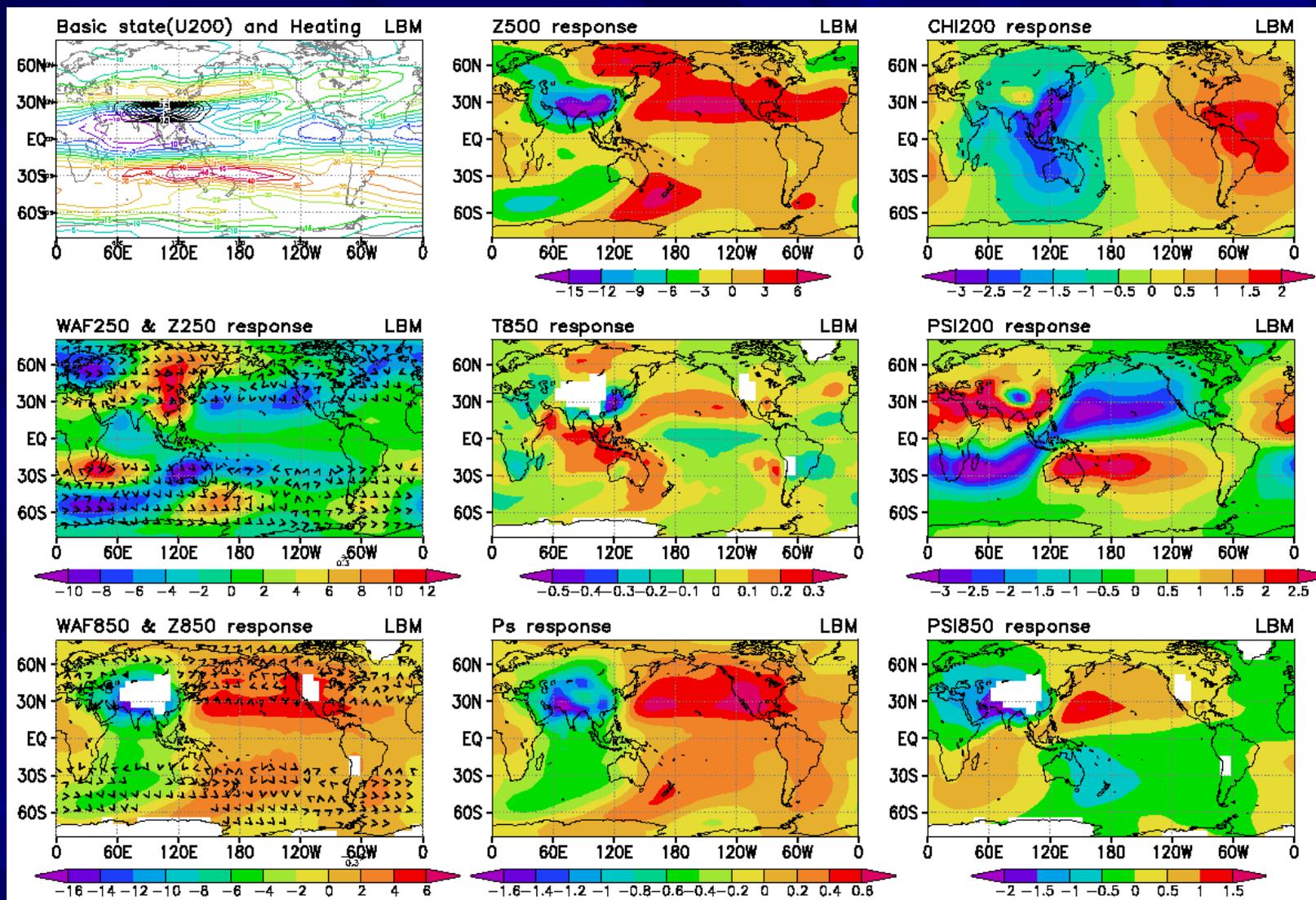
7月SLPのEOF1パターン



2009年7月のSLP

※符号が逆になっているのに注意。

# LBMによるモンスーン域20N帯の負の熱源応答(正負をひっくり返す)



各要素ともに、弱いアジアモンスーン時の偏差分布となっている。2009年7月の場合とは20度ほど西にずれているが、亜熱帯ジェット沿いの波列も再現している。

## 要因分析のまとめ

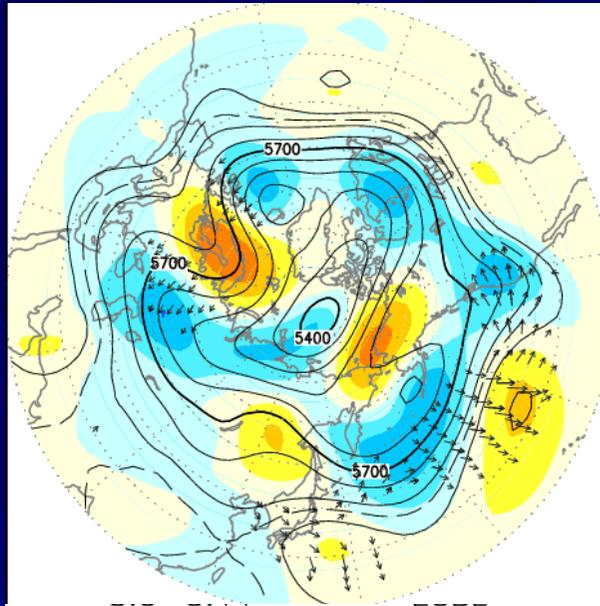
- ① 2009年7月の日本の不順な天候は、沖縄方面に張り出した太平洋高気圧の縁辺をまわる暖湿流と朝鮮半島付近で深まった気圧の谷に伴う平年より活発な低気圧や前線の活動によってもたらされた。
- ② このような大気の流れは、アジア域での亜熱帯ジェットの強化と蛇行によってもたらされた。
- ③ 亜熱帯ジェットの強化は、エルニーニョ現象をはじめとする海面水温の上昇による熱帯対流圏の昇温の影響だと考えられる。
- ④ 亜熱帯ジェットの蛇行パターンは、強化・南偏したジェットが地形の影響を受けた可能性もある。
- ⑤ 7月下旬以降の盛夏期になっても不順な天候が継続しているのは、エルニーニョ現象の影響に加え、赤道季節内振動(MJO)の影響により、西部太平洋の対流活動が赤道寄りにシフトしているためと考えられる。

## 4. 今後の見通し

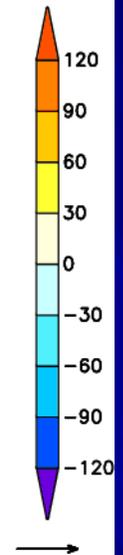
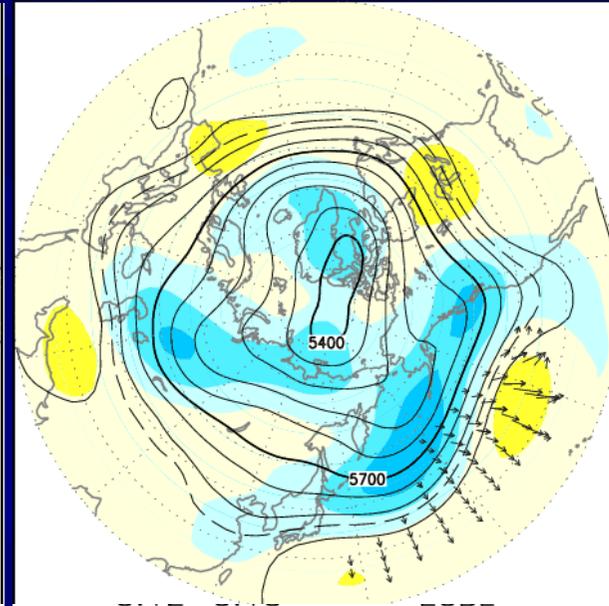
8/2初期値による  
2週間予報(アン  
サンブル平均)

500hPa高度・  
平年差

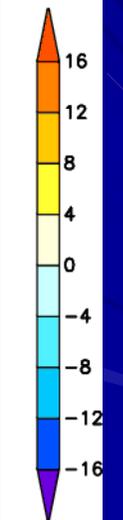
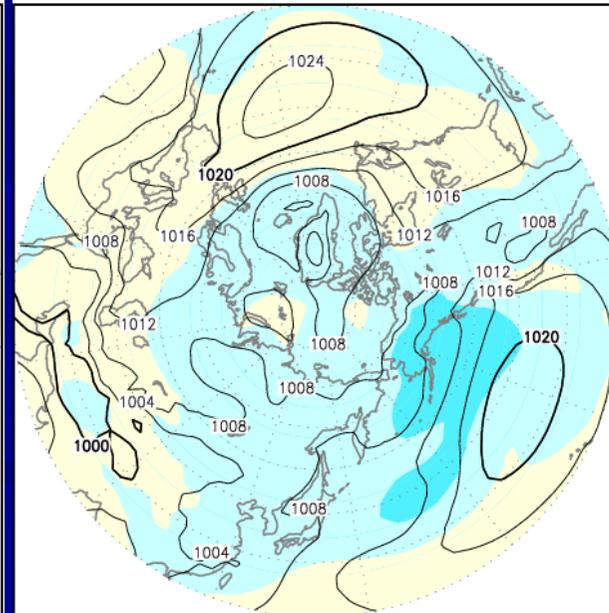
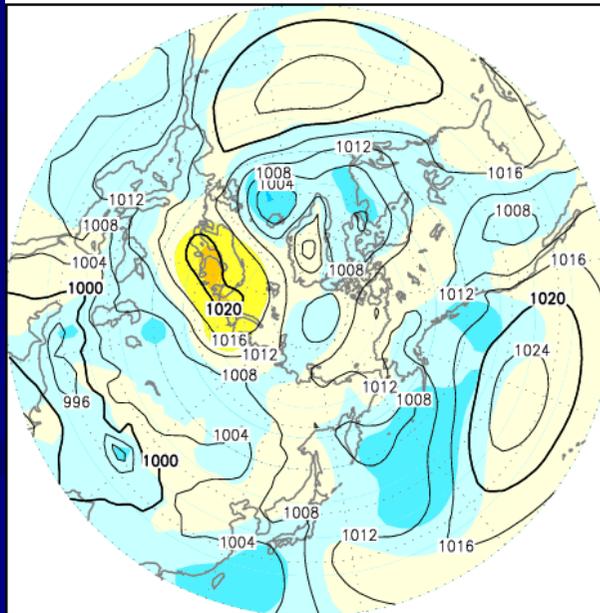
8/5~8/11



8/12~8/18

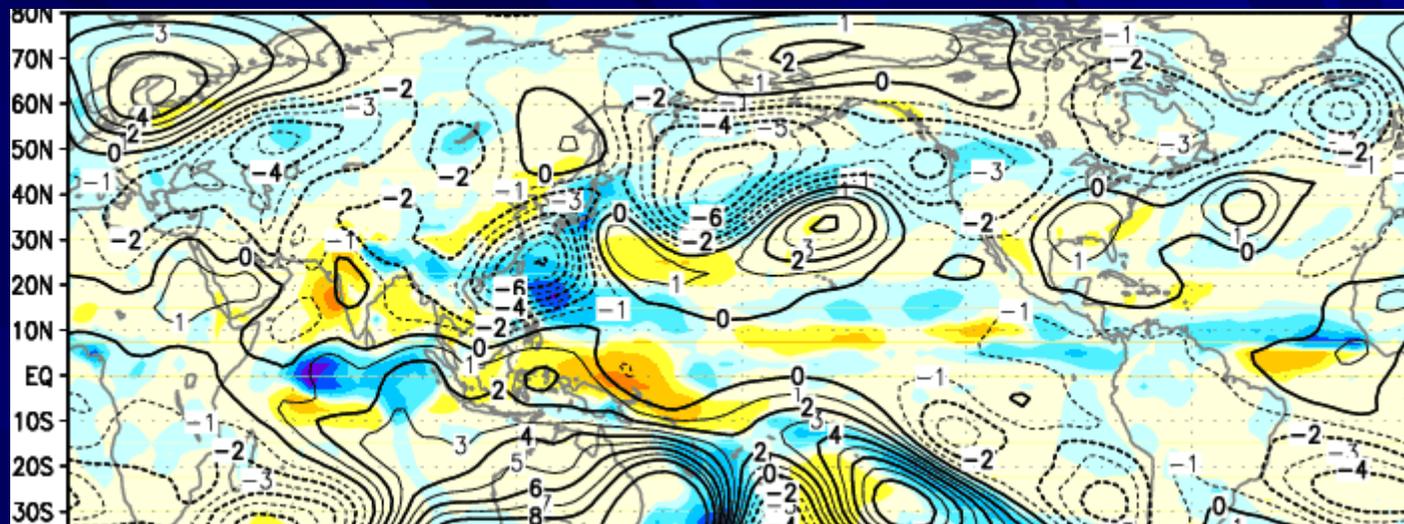


海面更正気  
圧・平年差



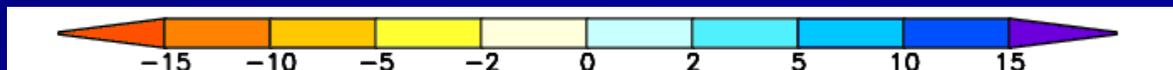
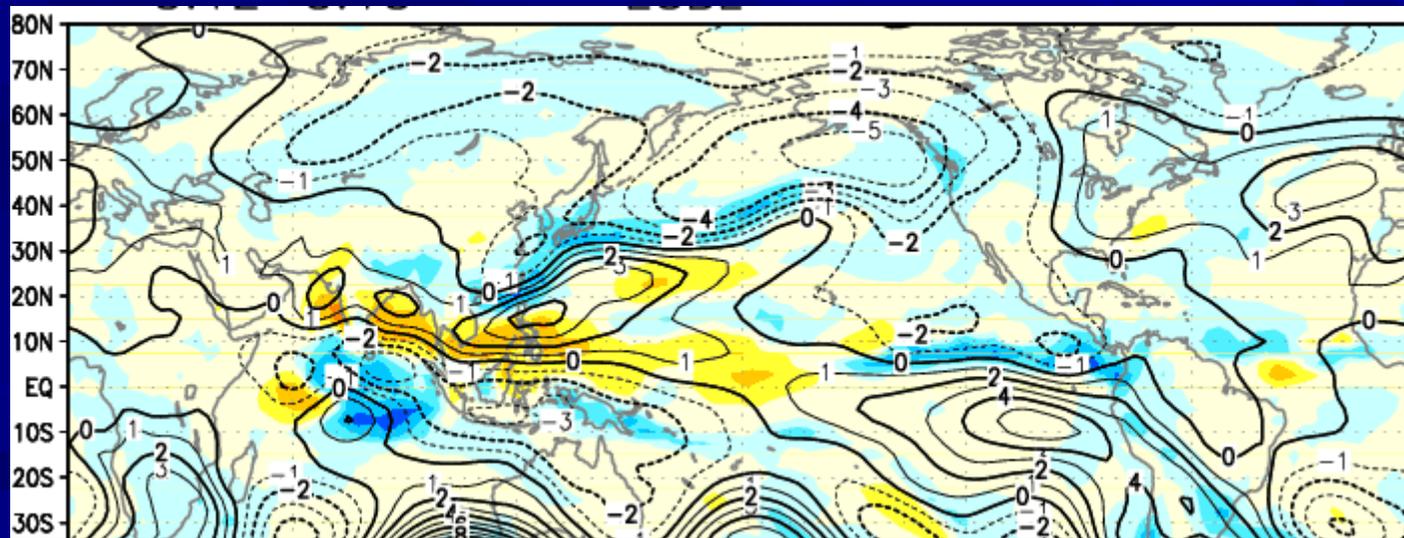
8/2初期値による  
2週間予報(アン  
サンブル平均)

8/5~8/11



850hPa流線  
関数平年差・  
降水量平年差

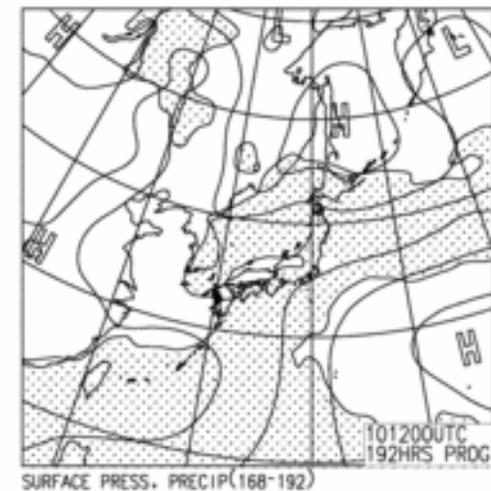
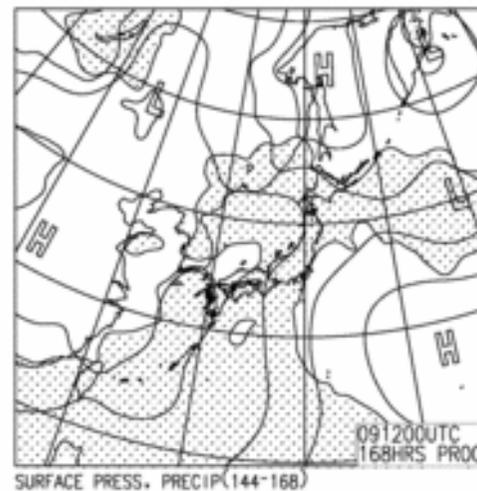
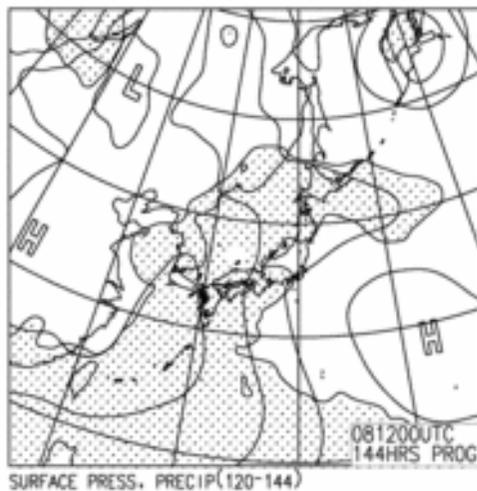
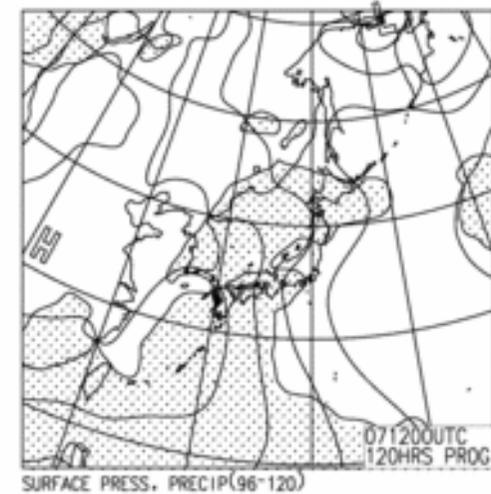
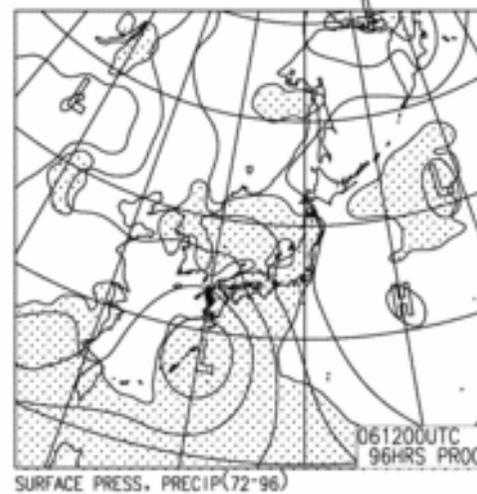
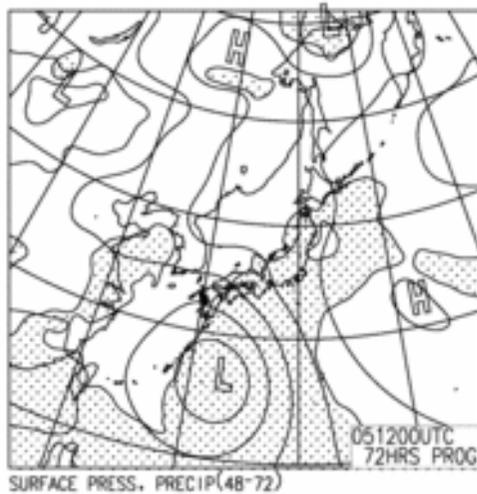
8/12~8/18



# 週間予報(センタークラスター平均図)

FEFE19 021200UTC AUG 2009

ENSEMBLE PREDICTION CHART



# 今後の見通し

7月31日に発表された1か月予報および最新の週間予報によれば、向こう2週間も、

- ・北日本では気圧の谷の影響で曇りや雨の日が多く、オホーツク海高気圧の影響を受ける可能性もあります。
- ・また、東日本と西日本では、太平洋高気圧に覆われて晴れる日もありますが、南からの暖かく湿った気流の影響で曇りや雨の日が多い見込みです。

# 5. 見解案

# 困み文案

## 【不順な天候】

- ・北日本の多雨、日本海側の日照不足、九州北部地方から東海地方にかけての梅雨明けの遅れが記録的だった。また、「平成21年7月中国・九州北部豪雨」が発生した。

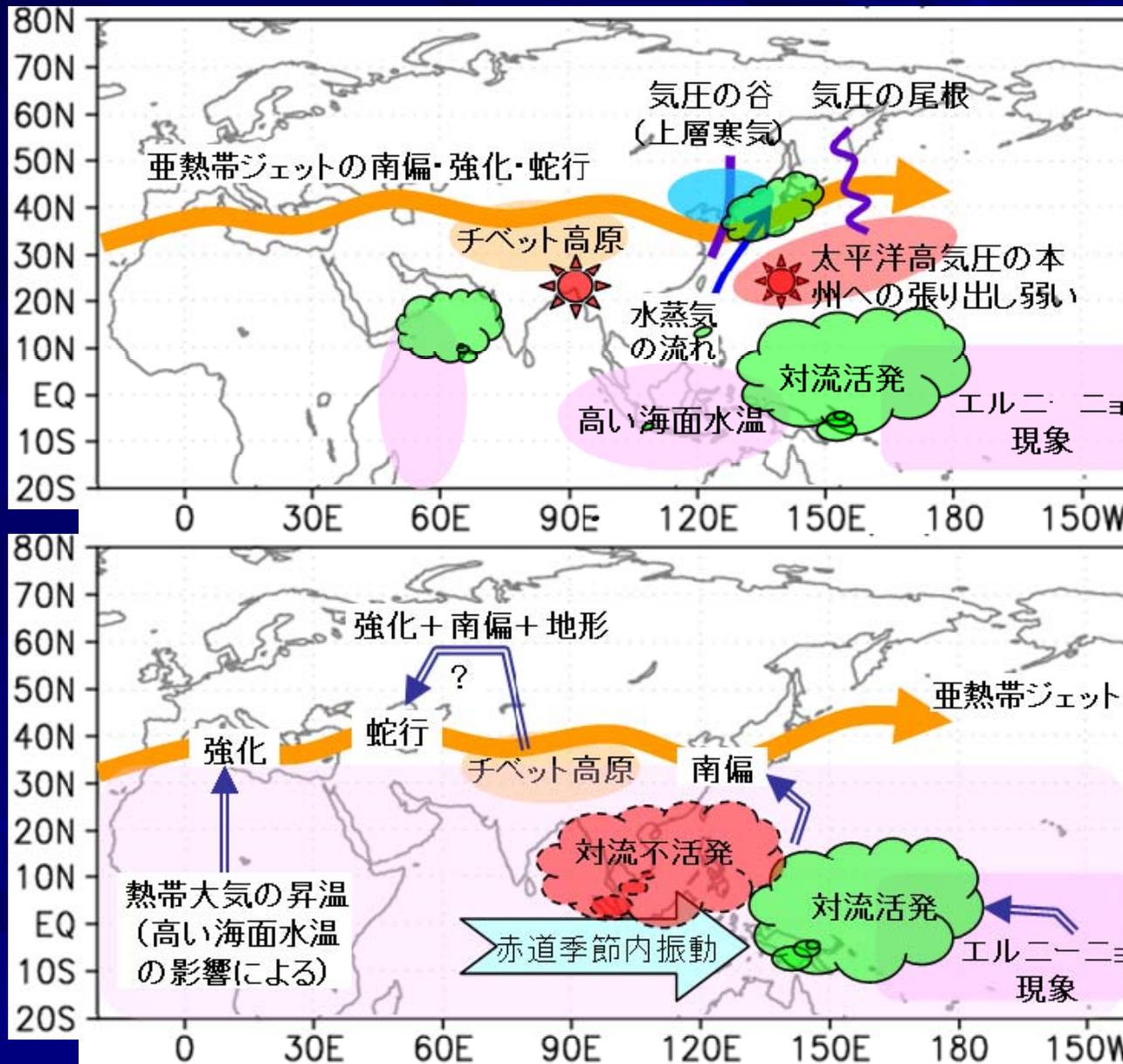
## 【特徴的な気圧配置】

- ・太平洋高気圧の本州付近への張り出しが弱く、西日本から北日本にかけて低気圧や前線の活動が活発だった。

## 【その要因】

- ・この気圧配置は、亜熱帯ジェット気流の南偏と蛇行の持続に伴うものである。
- ・エルニーニョ現象や熱帯大気の気温が平年より高かったことが、亜熱帯ジェット気流の南偏と蛇行に影響し、太平洋高気圧の本州付近への張り出しを弱めた。
- ・エルニーニョ現象に加えて赤道季節内振動\*も、盛夏期における太平洋高気圧の張り出しが弱いことに影響した。

# ポンチ絵



大気の流れの  
特徴

要因の概念図