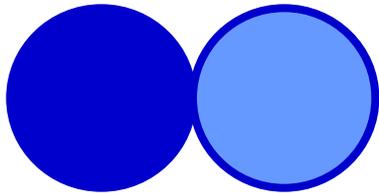


1か月予報を理解するために 必要な知識

と

1か月数値予報プロダクトの見方



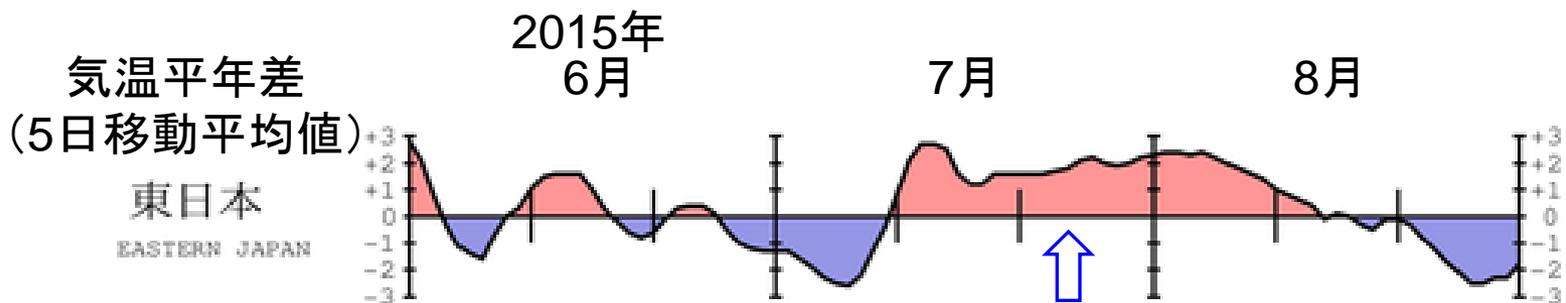
気象庁 地球環境・海洋部
気候情報課

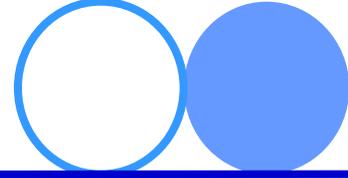
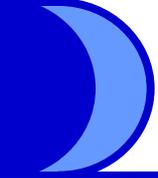
1か月予報を理解するために必要な知識

1. 気象庁が発表している季節予報
2. 季節予報に係る大気の大規模な変動
3. 季節予報のための数値予報システム

1か月数値予報プロダクトの見方

2015年7月23日(木)発表の事例から





1 気象庁が発表している季節予報



季節予報の種類

異常天候
早期警戒情報
毎週月・木曜日

5~14日先



日本海側

※7日間平均気温が「かなり高い(低い)」可能性30%以上、日本海側の7日間降雪量が「かなり多い」可能性30%以上の場合に発表。

1か月
予報
毎週木曜日

1か月
1週目 2週目 3~4週目



日本海側

3か月
予報
毎月25日頃

3か月
1か月目 2か月目 3か月目



日本海側

暖候期
予報
2月25日頃

暖候期(6月~8月)
梅雨時期(6月~7月)

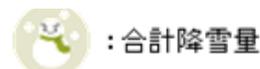
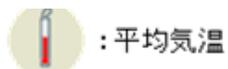
沖縄・奄美は5月~6月

寒候期
予報
9月25日頃

寒候期(12月~2月)

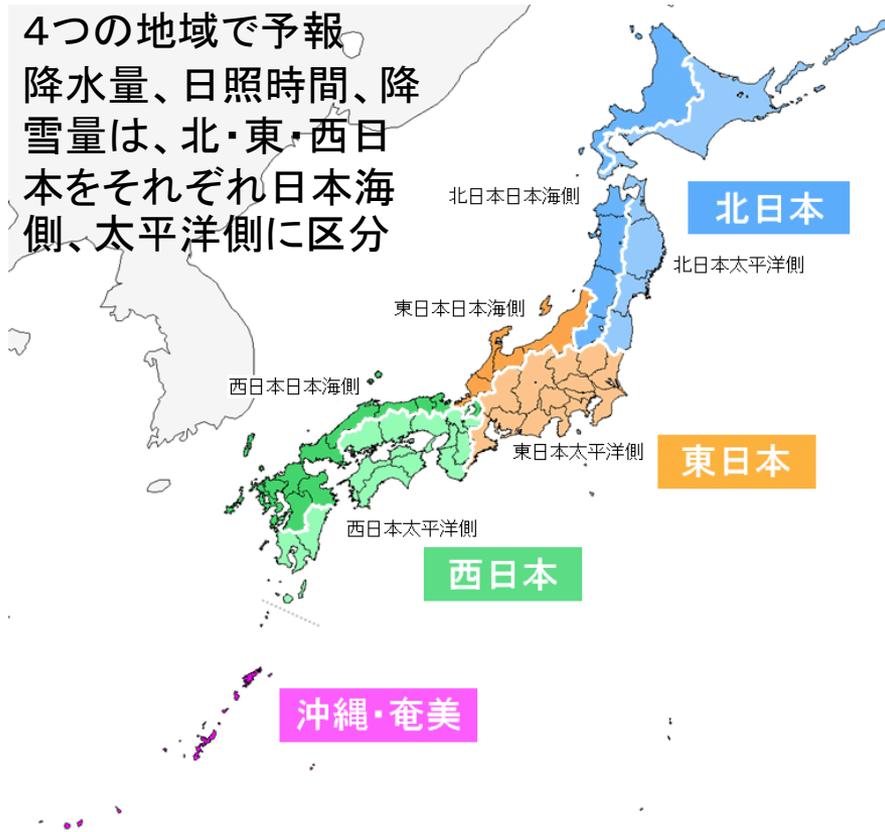
日本海側

青字は発表日

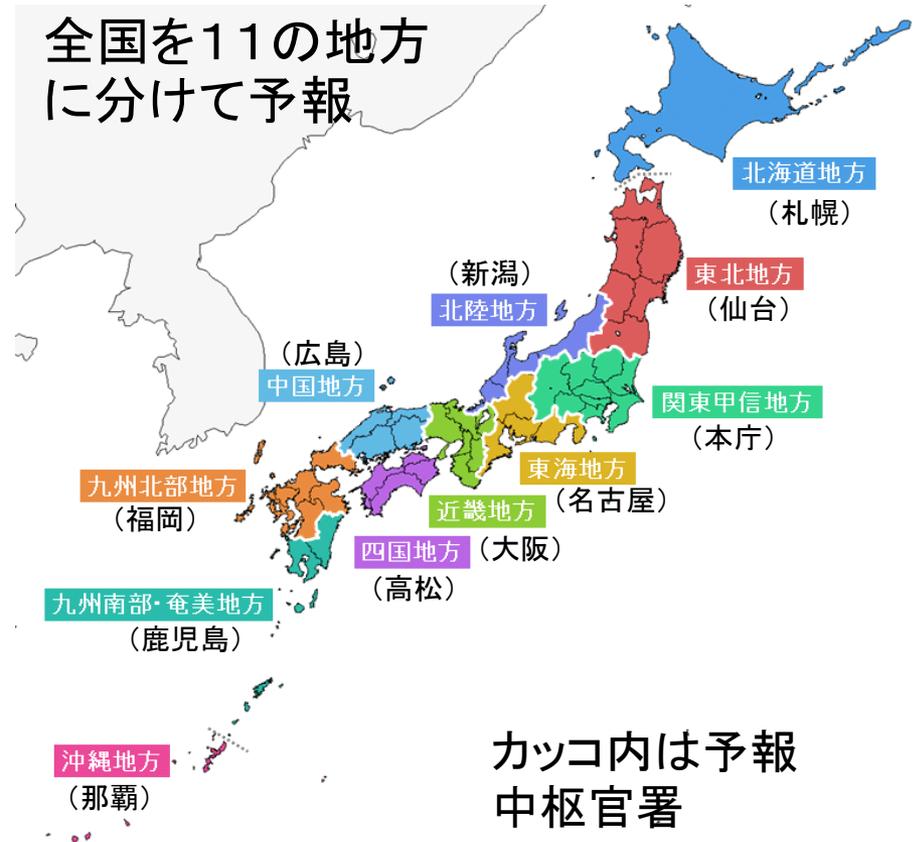


季節予報で用いる地域区分

4つの地域で予報
降水量、日照時間、降
雪量は、北・東・西日
本をそれぞれ日本海
側、太平洋側に区分



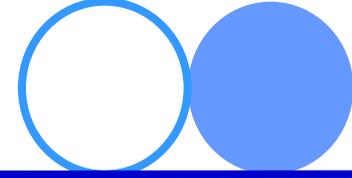
全国を11の地方
に分けて予報



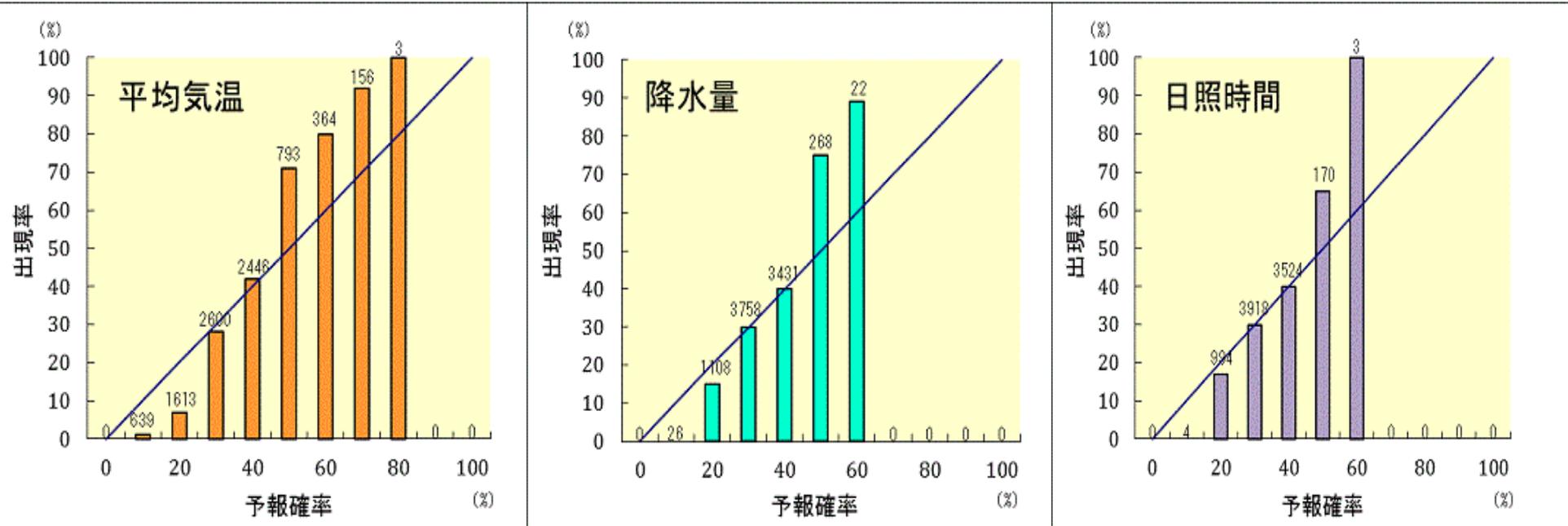
全般季節予報
気象庁本庁発表

地方季節予報
各予報中枢発表

季節予報の精度



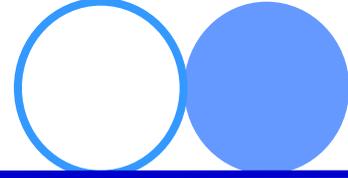
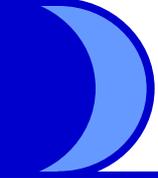
1か月予報



2009年～2013年発表の評価結果。

棒グラフは、「高い(多い)」「平年並」「低い(少ない)」の各階級の予報確率に対して、実際に各階級が出現した割合(出現率%)。図中の数字は各確率の予報発表回数。例えば「高い」の予報確率が40%のとき、実況で「高い」階級の出現率が40%であれば、予報確率は適切といえるので、棒グラフの出現率が対角線(実線)に近いほど、確率の信頼度は高い。

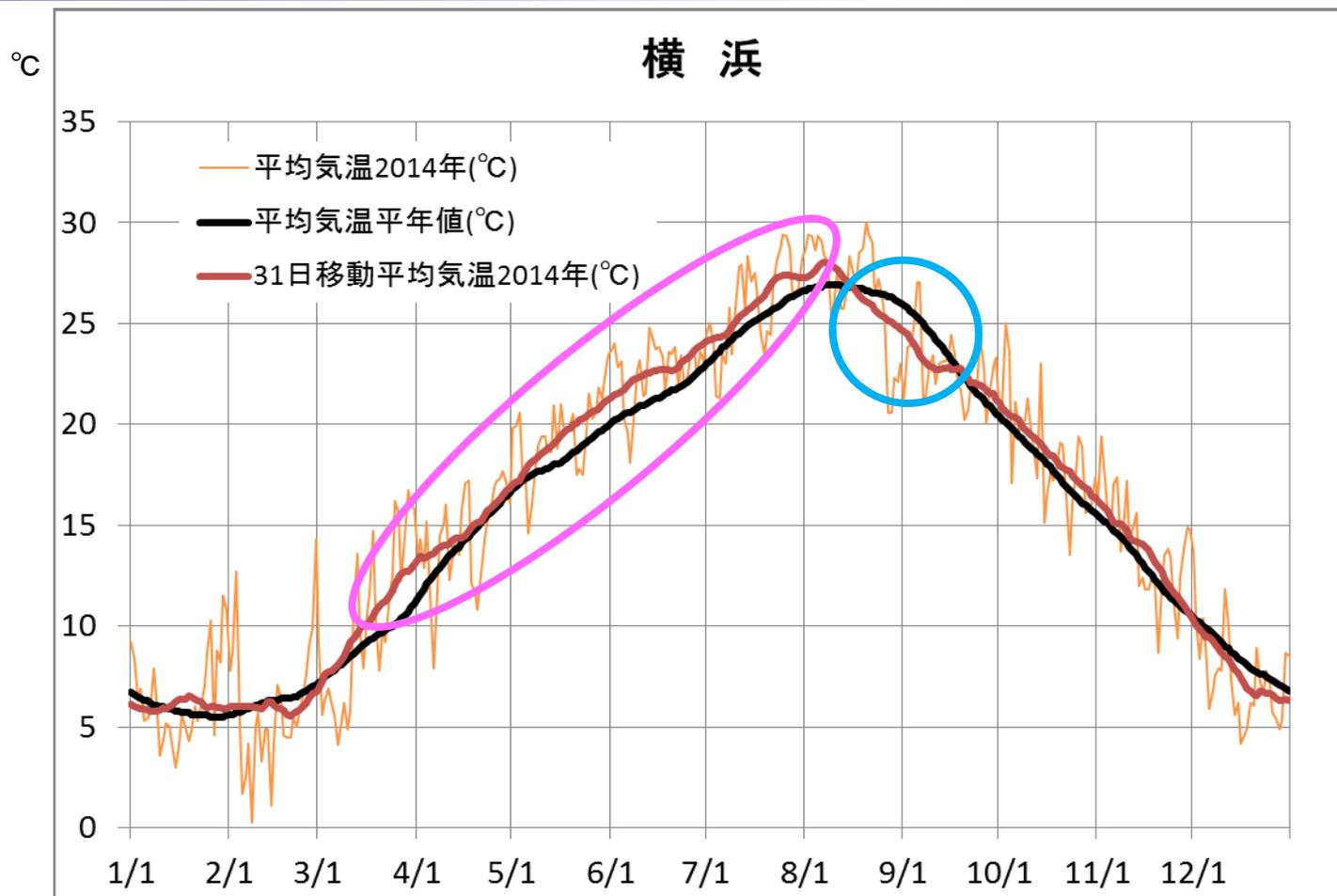




2 季節予報に関する大気の大規模な変動

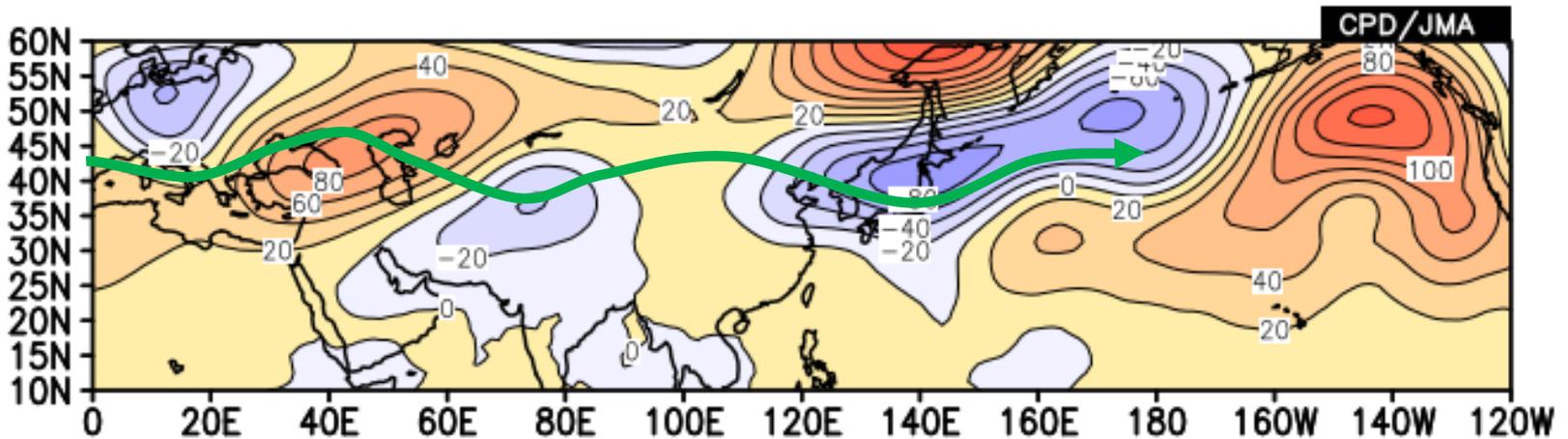


横浜の2014年の気温変化を例に



- 冬は低く夏は高い季節変化(太陽高度)と日々の変化が明瞭(総観規模高低気圧)
- 日々の変動で3月後半~8月前半平年より高い日、8月後半~9月前半平年より低い日が多い
- 31日移動平均(月平均)で季節変化の変調が明瞭
- 季節予報は日々の変動ではなく、より長い期間の気象要素の変動(「天候」)を予報

横浜の8～9月の低温の要因は？



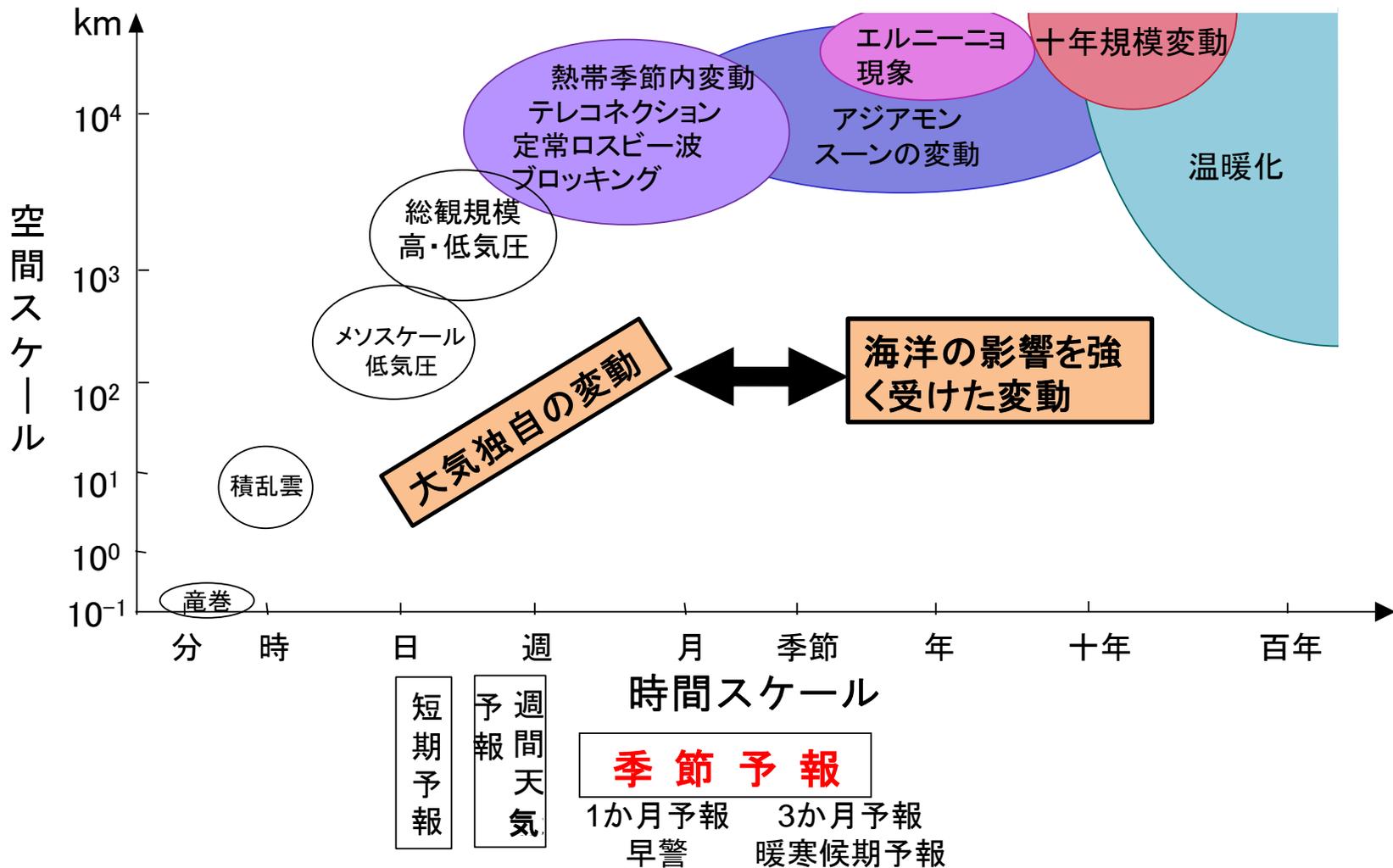
200hPa高度平年差(2014年8月15日～9月14日)

矢印は偏西風の蛇行のイメージ

- 日本を含む東アジアが広く200hPa高度の負偏差に覆われている
- この負偏差は、ヨーロッパから太平洋に連なる波列的な偏差パターンの一部
- この偏差パターンは亜熱帯ジェット気流の南北の蛇行に対応
- 波長6000km以上のジェット気流の蛇行の影響もあり日本(横浜)は低温となった

季節予報は総観規模の高・低気圧より時空間スケールの大きい変動に基づいて予測

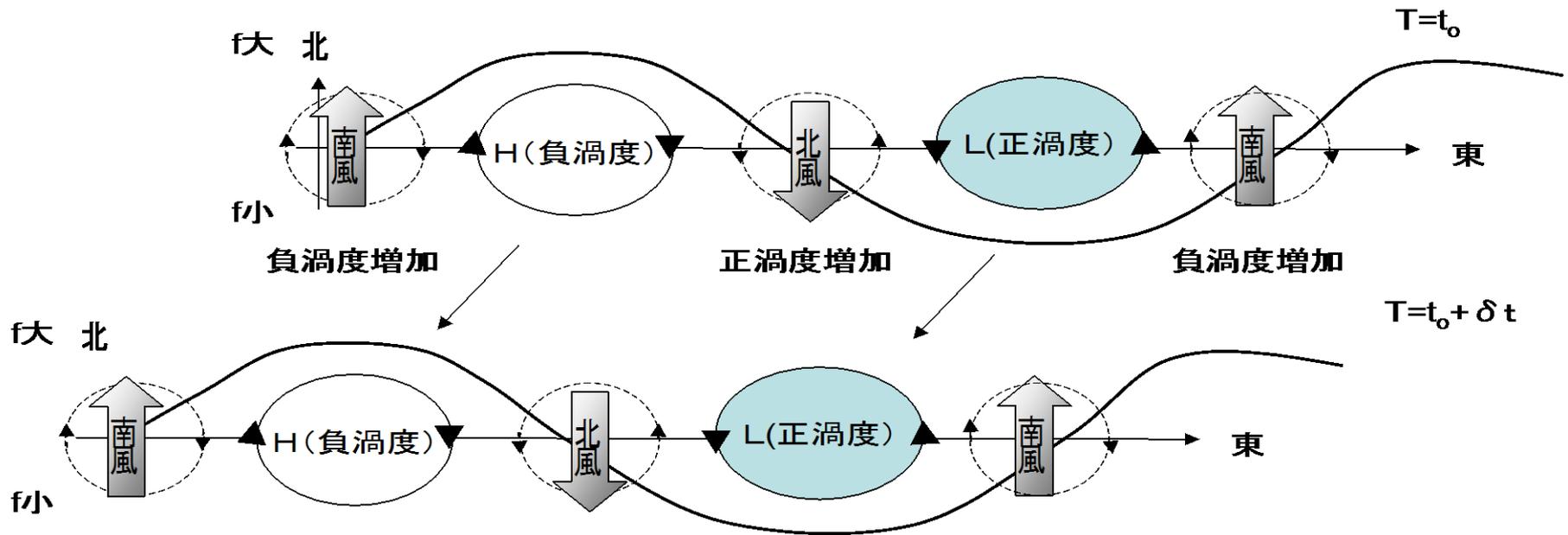
季節予報が対象とする大気の変動



○1か月予報では、熱帯季節内変動や定常ロスビー波などの動向に注目する



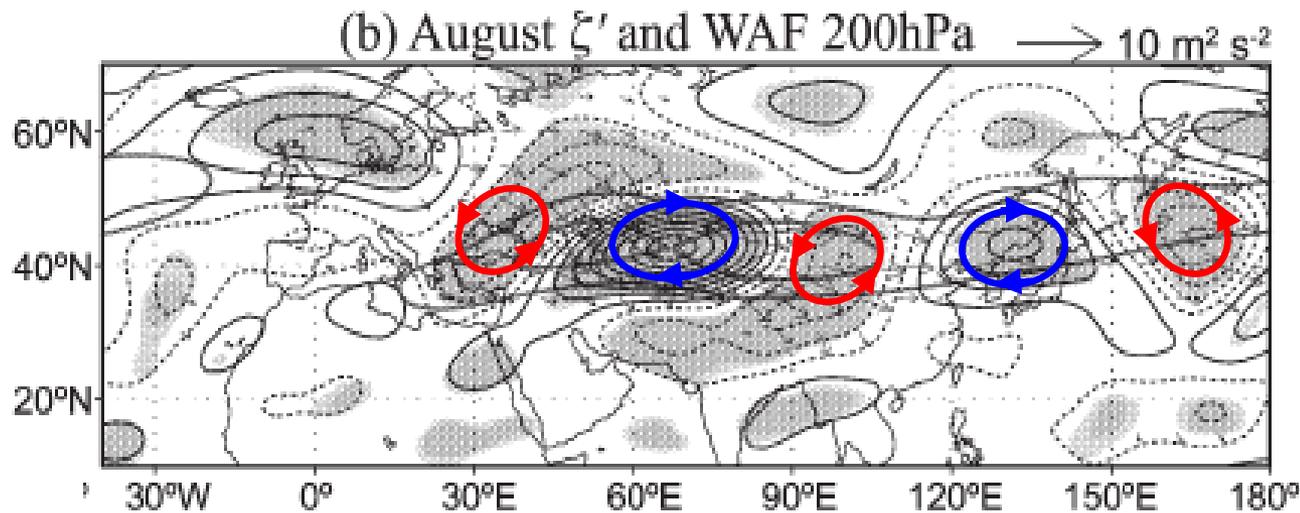
ロスビー波



- 地球上では絶対渦度 (地球自転による回転と大気自体の回転の和) が保存。空気塊が南下 (北上) すると、地球自転の効果が小さく (大きく) なるので、大気は低気圧性 (高気圧性) の回転 - 正の渦度 (負の渦度) が増える。
- ロスビー波自体は西進する性質 \leftrightarrow 偏西風とつりあうと停滞する (定常ロスビー波)。
- 定常ロスビー波束は、そのエネルギー (振幅の大きい部分) が東向きに伝播するという性質がある。

シルクロードパターン

- 盛夏期にチベット高気圧の北縁を流れる亜熱帯ジェットに沿って伝播する定常ロスビー波に関わる卓越した偏差パターン。
- 日本付近を覆う背の高い高気圧の生成にも関係

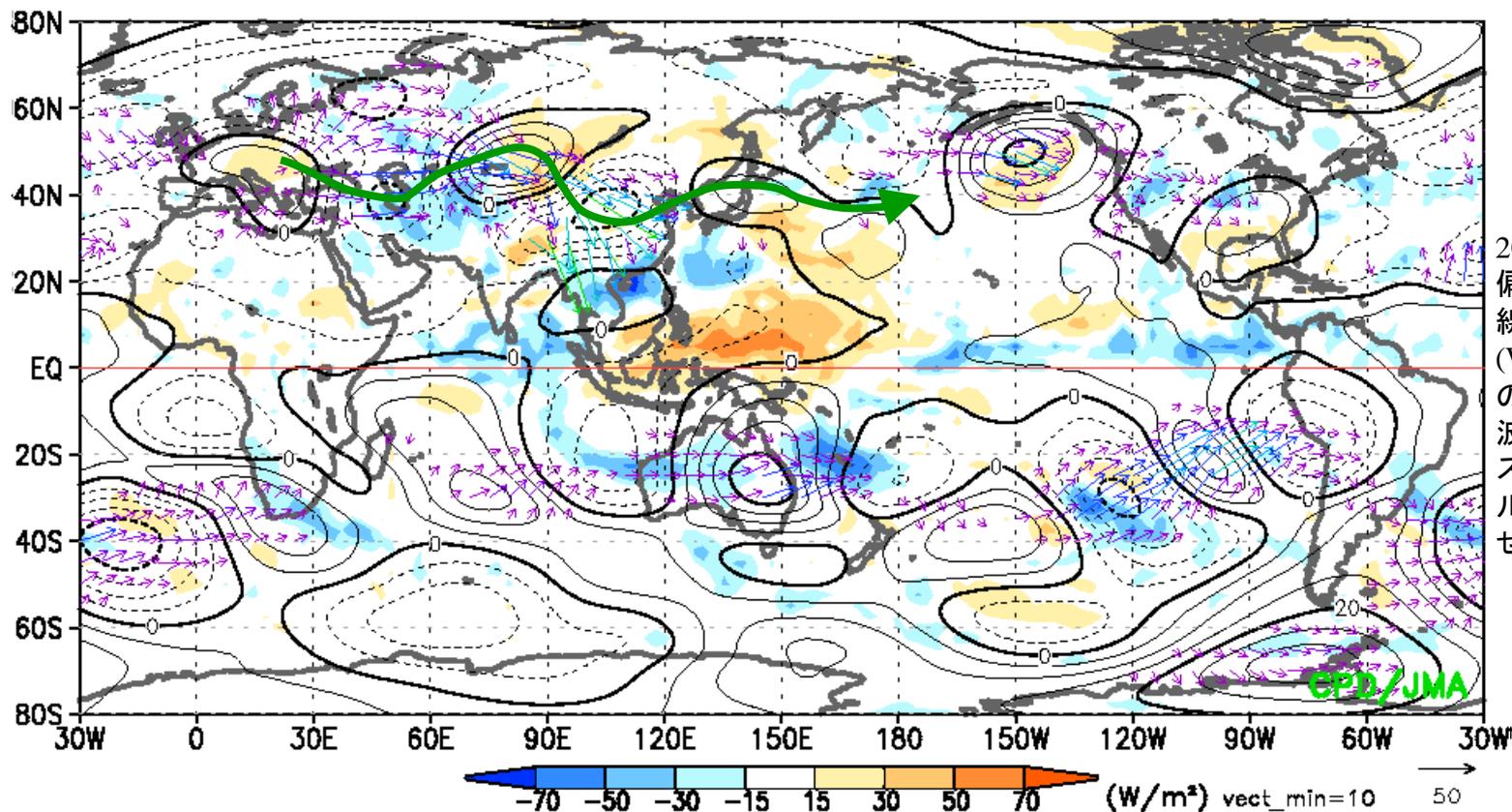


(小坂 2011、天気2011 6月号、第2図より)

(20N-60N, 30E-130E)のV200の第1主成分
に回帰した200hPa渦度偏差

シルクロードパターン(動画)

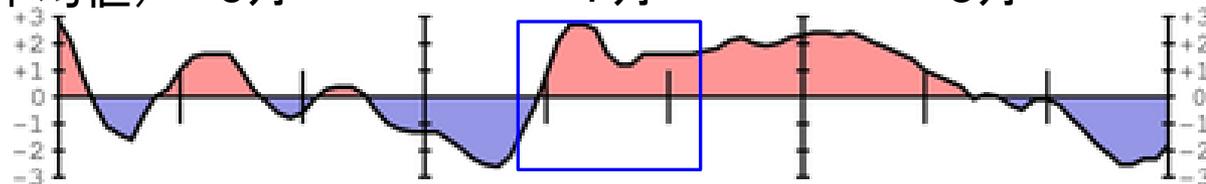
16Jul.2015 - 22Jul.2015



200hPa流線関数平年
偏差($10^6\text{m}^2/\text{s}$: 実
線)・OLR平年偏差
(W/m^2 : 陰影): 熱帯
の対流活動の指標、
波の活動度フラック
ス(m^2/s^2 : ベクト
ル): 偏西風を蛇行さ
せるエネルギー

気温平年差
(5日移動平均値) 2015年
6月

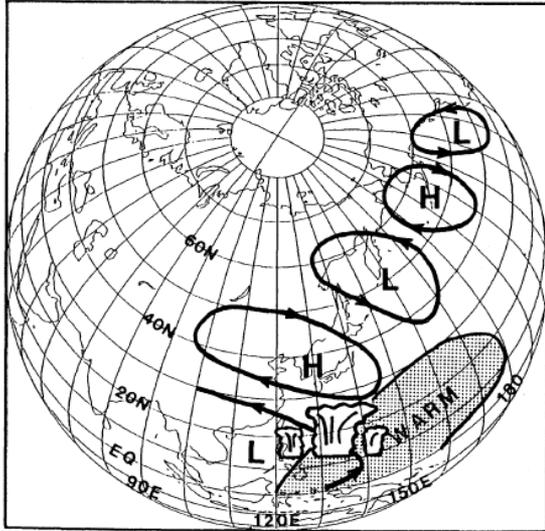
東日本
EASTERN JAPAN



※流線関数
風の流れを表し、正(負)偏
差は高(低)気圧性の回転
偏差であることを示す

PJ(Pacific-Japan) パターン

Nitta, 1987より

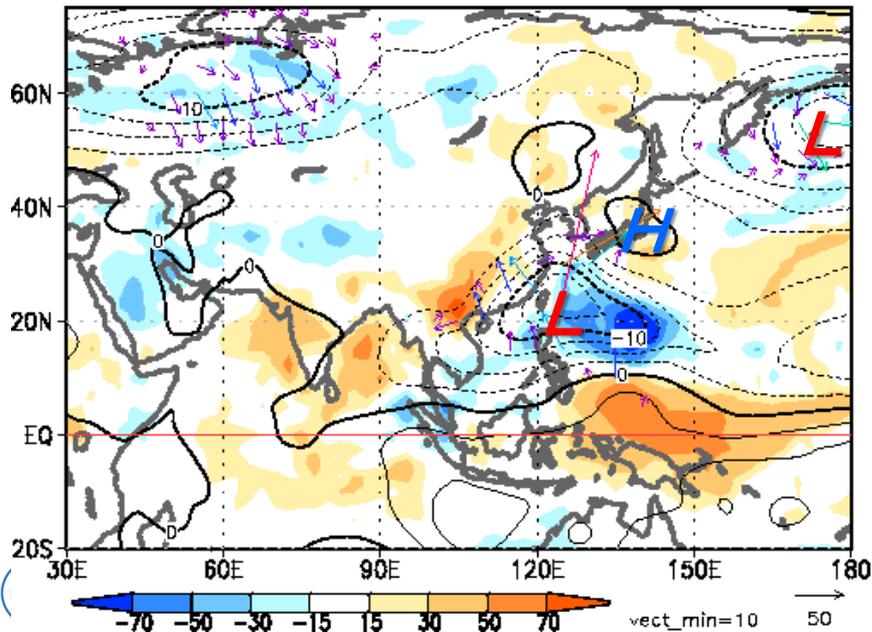


- ・Nitta(1986, 1987)で示された、北半球夏季における、フィリピン付近の積雲対流活動と東アジア循環場との関係。
- ・熱帯の季節内変動は、フィリピン付近の対流活動を通じて、日本の夏の天候に影響を及ぼす。

➤ フィリピン付近の対流が強い
→本州付近で太平洋高気圧が強い

2015年7月10日前後の東日本の高温

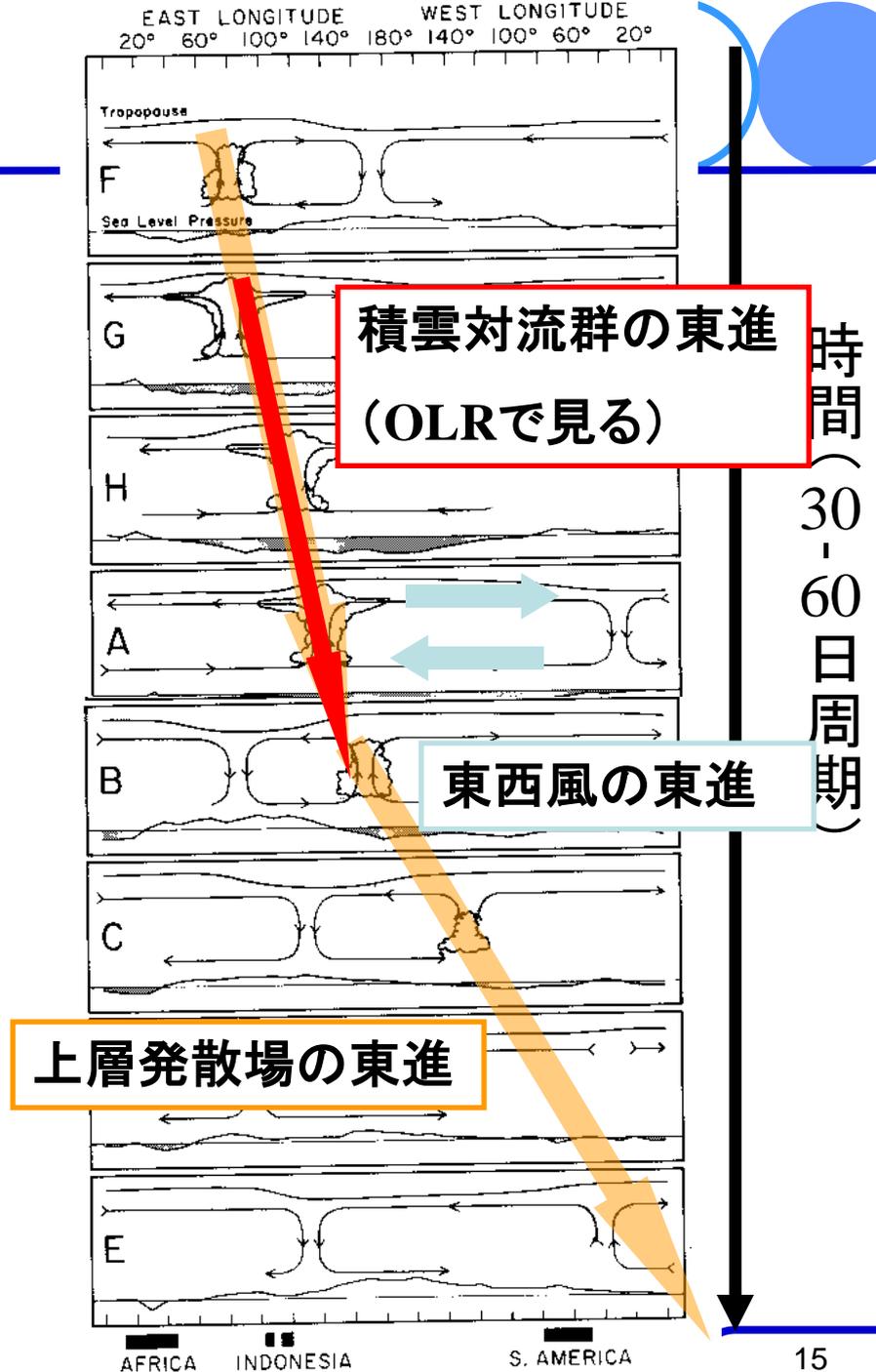
- ・フィリピンの北東で対流活動活発
- ・東日本で高気圧性偏差
(=太平洋高気圧の勢力強まる)
→高温へ寄与、梅雨明け(関東甲信)



850hPa流線関数偏差(等値線)、ロスビー波束(→)、OLR平年偏差(陰影)、(2015年7月8日~13日平均)

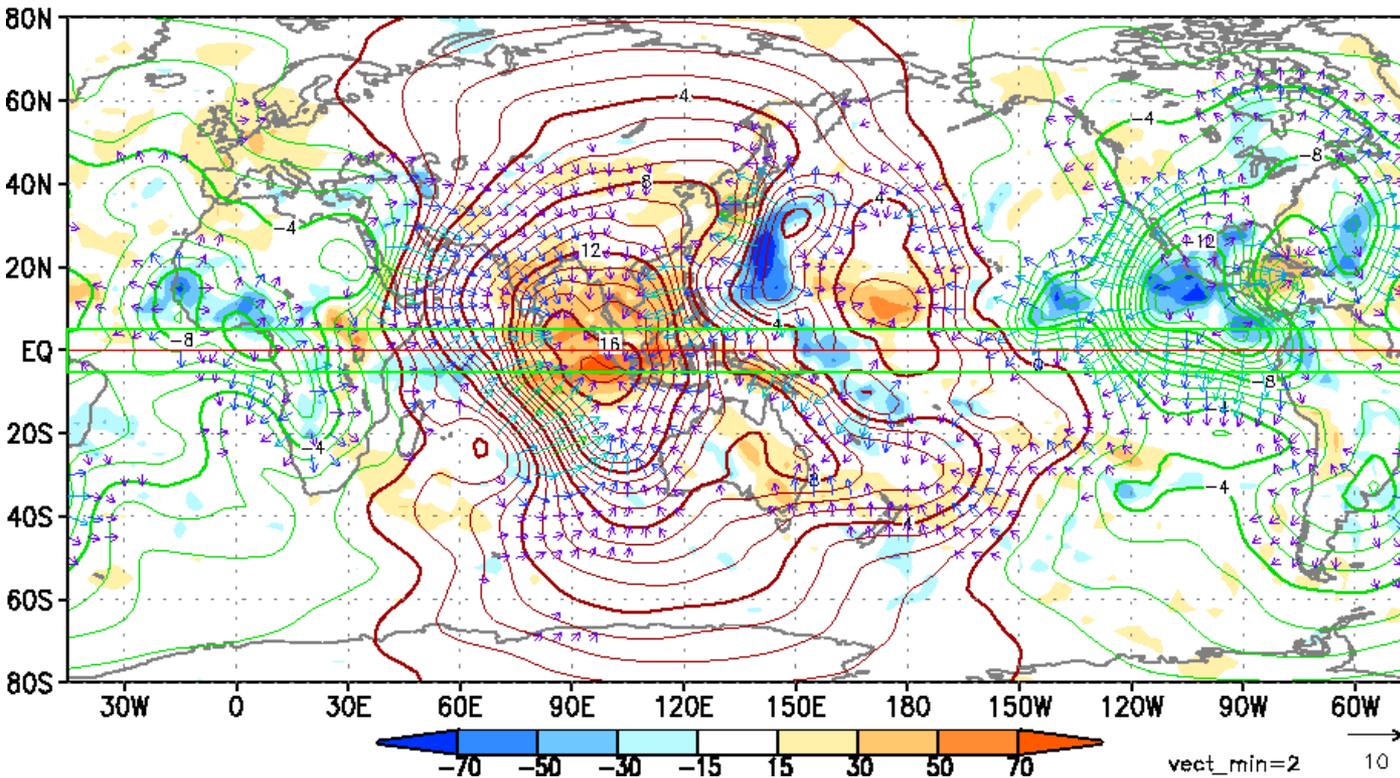
赤道季節内変動

- ・ 発見者にちなんで、MJO (Madden Jullian Oscillation) とも言う
- ・ 赤道域の対流活動や循環の 30~60日周期の変動
- ・ 時には、数週間位相が固定される場合もあるので、1~数週間の影響がある
- ・ 中・高緯度の変動にも大きな影響を及ぼす



赤道季節内変動のアニメーション

2006. 10.11 - 10.15

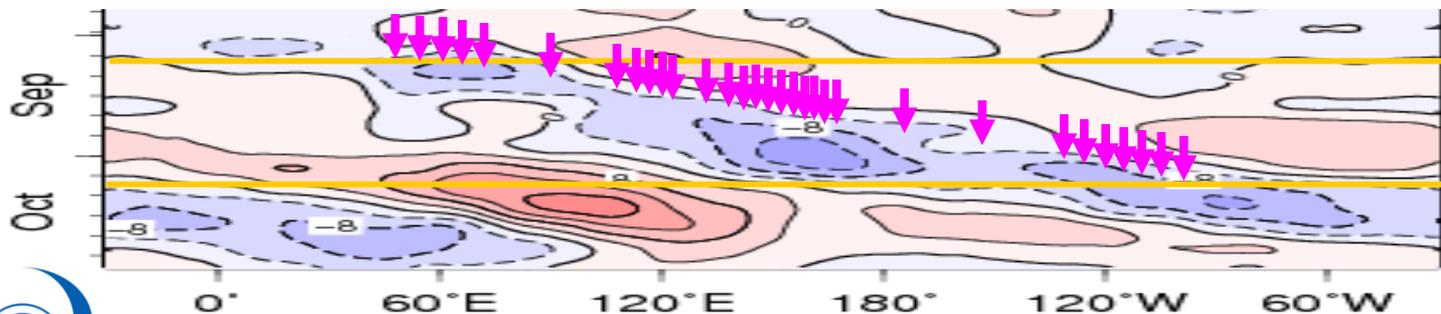


-OLR偏差 (W/m^2)
 青：対流活発
 橙：対流不活発

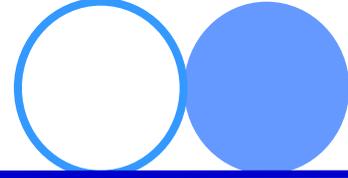
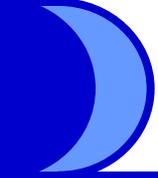
-200hPa速度ポテンシャル偏差
 ($10^6 m^2/s$)
 緑：上層収束
 茶：上層発散

-200hPa発散風偏差
 ベクトル (m/s)

(下図)
 200hPa速度ポテンシャル偏差
 (5S-5Nの領域で平均).
 青：上層収束
 赤：上層発散



※速度ポテンシャル
 風の発散・収束を表し、
 正(負)偏差は、発散(収
 束)偏差であることを示す。
 上層の発散域は対流活
 発域に概ね対応。



3 季節予報のための数値予報システム



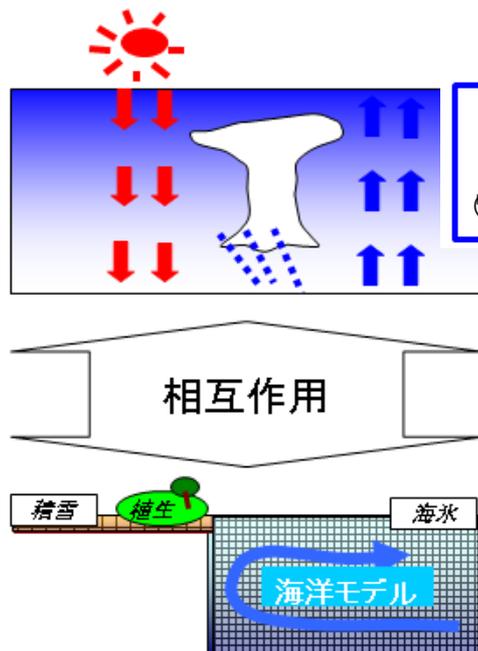
季節予報に用いる数値予報モデル

○すべての季節予報

大気の予測可能性を見積もるため、アンサンブル予報システムを用いる約50個のアンサンブルメンバーをもとに予測

○1か月予報・異常天候早期警戒情報

定常ロスビー波や熱帯の季節内変動など内部変動の予測に適する解像度の細かい大気モデルが必要



大気海洋結合モデル
解像度: 110km 60層
(海洋モデル: 解像度0.3×0.5度、53層)

大気モデル
解像度: 55km 60層

○3か月予報や暖・寒候期予報

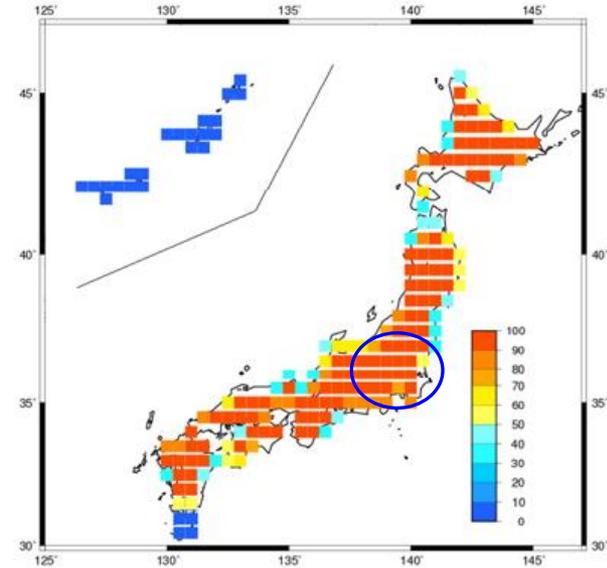
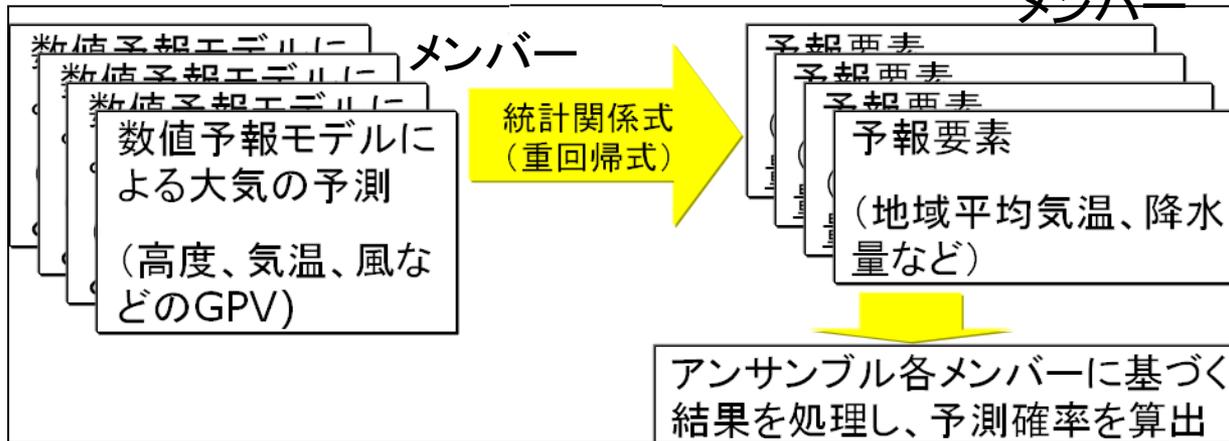
—「シグナル」となる海洋の変動(エルニーニョ現象等)を予測することが重要

—海洋の変動も大気の影響を受けることから両者の相互作用を予測できる「大気海洋結合モデル」が必要(平成22年2月より導入)

数値予報ガイダンス

例)
地上気温・
925hPa湿数GPV

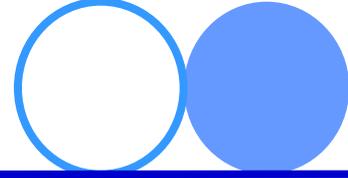
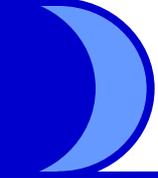
例)
関東甲信地方の
気温



※統計関係式は、1981～2010年の予報実験結果を用いて、あらかじめ作成しておく。

1か月予報・早警ガイダンスの仮予測因子に使われている格子点
(カラーは陸面積率(%)を示す)
仮予測因子: 地上気温、925hPa・700hPa気温、925hPa・700hPa湿数、700hPa上昇流、雲量、降水量、925hPa・850hPa・500hPa風、500hPa高度

数値予報プロダクトから、気温等確率や天候に翻訳する際に定量的な評価を行うため、数値予報ガイダンスを作成



1か月数値予報プロダクトの見方

2015年7月23日発表の1か月予報を例に



気象庁から提供している1か月予報プロダクト

○即時情報

- ・1か月予報(全般・地方)(XML電文)
 - ・1か月予報解説資料(全般・地方)
 - ・1か月予報支援資料
 - ・1か月予報資料(循環場予想図等)
 - ・1か月予報ガイダンス
 - ・1か月予報アンサンブル統計格子点値
 - ・1か月予報メンバー別全球格子点値
- ・気象業務支援センターから提供。
 - ・アンダーラインは、気象庁HPからも一部提供。

○非即時情報

- ・1か月予報ガイダンスの過去予報実験データ
- ・1か月過去予報実験格子点値

※現在利用している数値予報モデルで1981年以降の予測をしたデータ



予報支援資料(左)と予報解説資料(右)

全般季節予報支援資料 1か月予報 2015年7月23日
予報期間：7月25日～8月24日 気象庁地球環境・海洋部

1か月予報(平成27年7月23日発表)の解説

向こう1か月の天候の見通し
(7月25日～8月24日)

気象庁地球環境・海洋部

全般季節予報

(1) 特に注意を要する事項

北・東日本では、期間のはじめは気温がかなり高くなる場所があるでしょう。

(2) 出現の可能性が最も大きい天候

北日本では、天気は数日の周期で変わりますが、平年に比べ晴れの日が少ないでしょう。東日本太平洋側と西日本、沖縄・奄美では、平年に比べ晴れの日が多いでしょう。東日本日本海側では、平年と同様に晴れの日が多いでしょう。

(3) 確率

1か月	気温(%)	1か月	降水量(%)	日照時間(%)
	低並高		少並多	少並多
北日本	20:40:40	北日本日本海側	20:40:40	40:40:20
		北日本太平洋側	20:40:40	40:40:20
東日本	20:30:50	東日本日本海側	30:40:30	30:40:30
		東日本太平洋側	40:40:20	20:30:50
西日本	20:40:40	西日本日本海側	30:40:30	20:40:40
		西日本太平洋側	30:40:30	20:40:40
沖縄・奄美	30:30:40	沖縄・奄美	30:40:30	20:40:40

気温	1週目(%)	2週目(%)	3～4週目(%)
	低並高	低並高	低並高
北日本	20:30:50	20:40:40	40:30:30
東日本	10:20:70	20:40:40	30:40:30
西日本	20:40:40	20:40:40	30:40:30
沖縄・奄美	20:50:30	20:50:30	30:30:40

最近1週間の天候経過

最近1週間(7/16～7/22)は、期間の前半は、台風第11号が日本の南からゆっくり北上し、16日に高知県に上陸後、17日に日本海に進んだ。この台風の影響で、東・西日本では太平洋側を中心に大雨となった。期間の後半は、東日本では太平洋高気圧におおわれ概ね晴れたが、西日本では南からの湿った気流の影響で、九州や四国を中心に曇りや雨となった日が多かった。北日本では期間を通して前線が停滞したため、曇りや雨となった日が多かった。沖縄・奄美では、期間の前半は概ね晴れたが、期間の後半は熱帯低気圧や湿った気流の影響で、曇りや雨となり、大雨となったところがあった。九州南部は17

予報のポイント

- 東日本では、期間の前半を中心に太平洋高気圧の張り出しが強いでしょ。向こう1か月の気温は高く、期間のはじめは気温がかなり高くなる場所もあるでしょう。また、東日本太平洋側では、向こう1か月の日照時間が多くでしょう。
- 北日本では、気圧の谷の影響を受けやすく、向こう1か月の日照時間は平年並か少なく、降水量は平年並が多い見込みです。

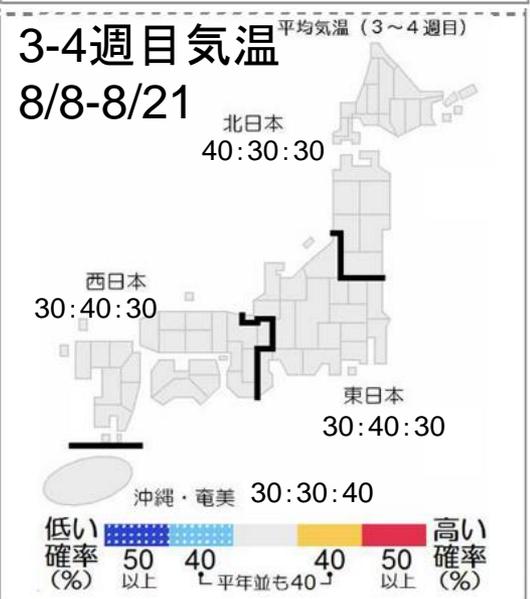
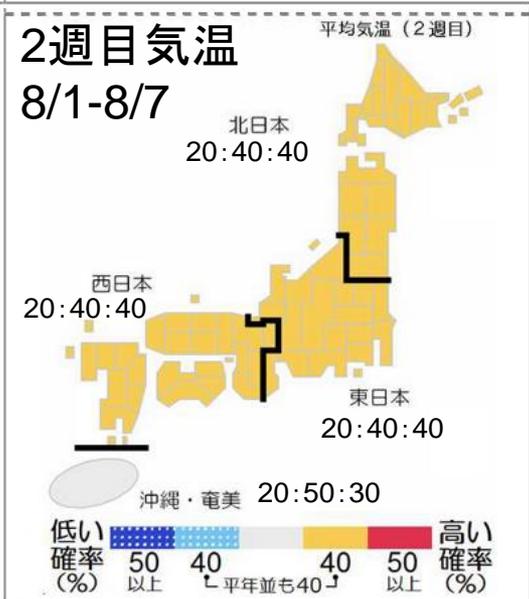
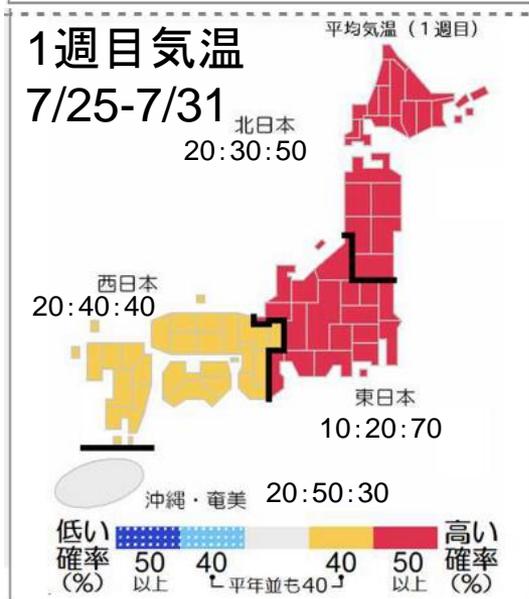
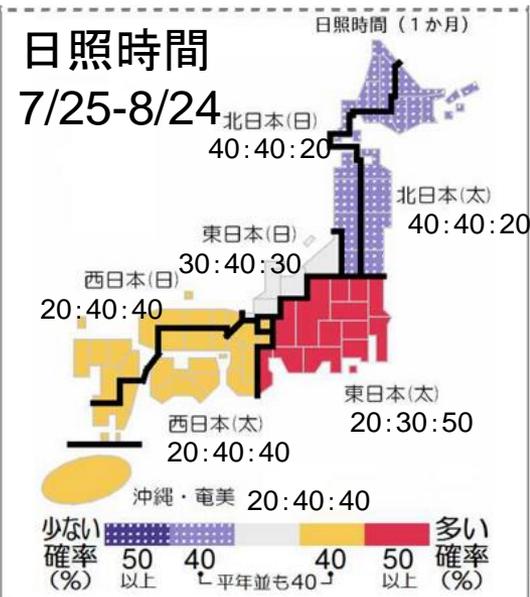
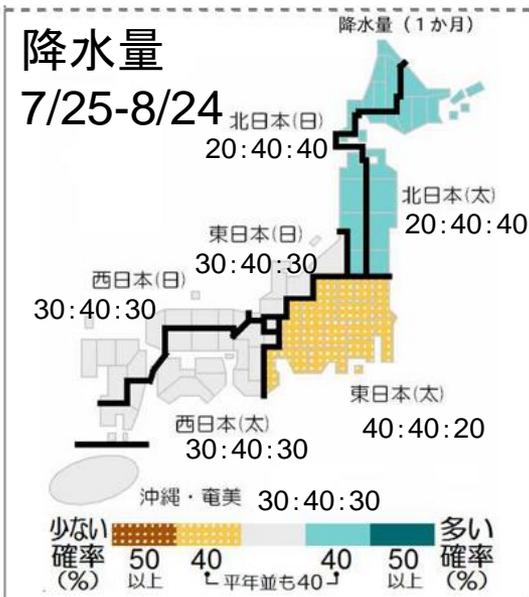
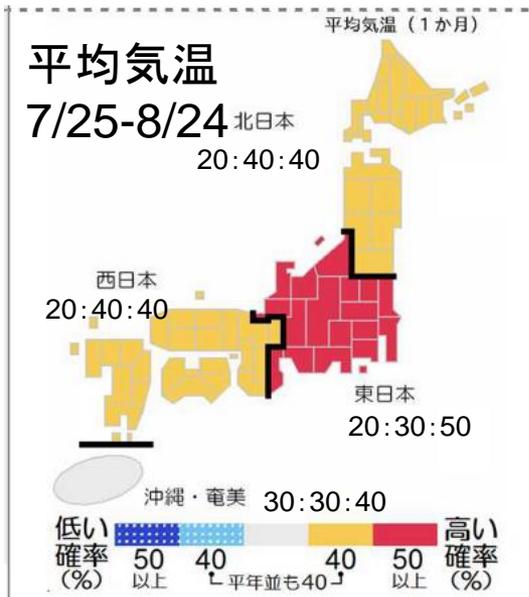
1か月の平均気温・降水量・日照時間

地域	側面	平均気温(1か月)		降水量(1か月)		日照時間(1か月)	
		低並高	傾向	少並多	傾向	少並多	傾向
北日本	日本海側	低20並40高40%	平年並か高い見込み	少20並40多40%	平年並か多い見込み	少40並60多20%	平年並か少ない見込み
	太平洋側	低20並40高40%	平年並か高い見込み	少20並40多40%	平年並か多い見込み	少40並60多20%	平年並か少ない見込み
東日本	日本海側	低20並30高50%	高い見込み	少30並40多30%	ほぼ平年並の見込み	少30並40多30%	ほぼ平年並の見込み
	太平洋側	低40並40多20%	高い見込み	少40並40多20%	平年並か少ない見込み	少20並30多50%	多い見込み
西日本	日本海側	低20並40高40%	平年並か高い見込み	少30並40多30%	ほぼ平年並の見込み	少20並40多40%	平年並か多い見込み
	太平洋側	低20並40高40%	平年並か高い見込み	少30並40多30%	ほぼ平年並の見込み	少20並40多40%	平年並か多い見込み
沖縄・奄美		低30並30高40%	ほぼ平年並の見込み	少30並40多30%	ほぼ平年並の見込み	少20並40多40%	平年並か多い見込み

- 気象事業者等が季節予報の根拠を理解するための補助資料(支援センターから提供)
- 予報、最近の天候経過、予報資料の解釈の仕方等について掲載(専門知識が前提)

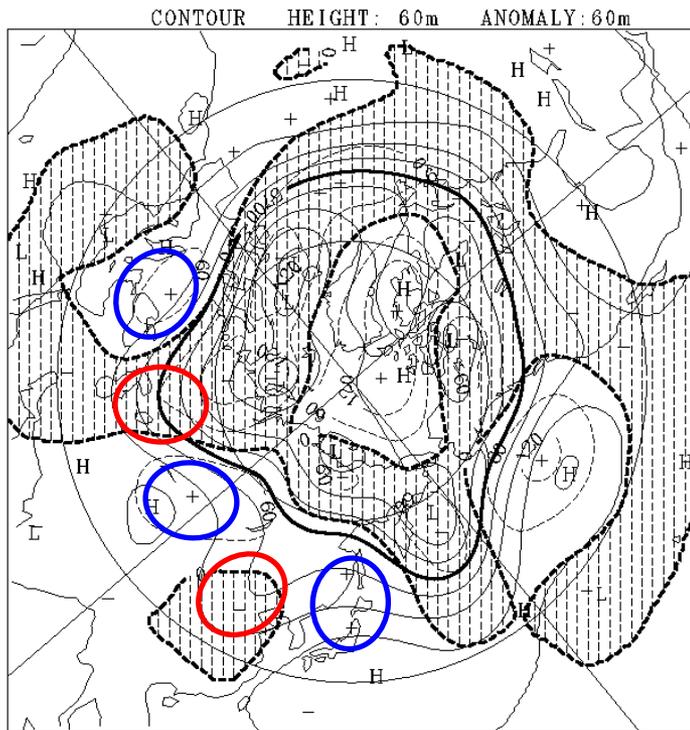
- 一般利用者が季節予報を適切に理解するための解説資料(気象庁HPにも掲載)
- 予報(地図表示)、予報のポイント、予想される天候等を掲載(専門知識は不要)

2015年7月23日発表の1か月予報

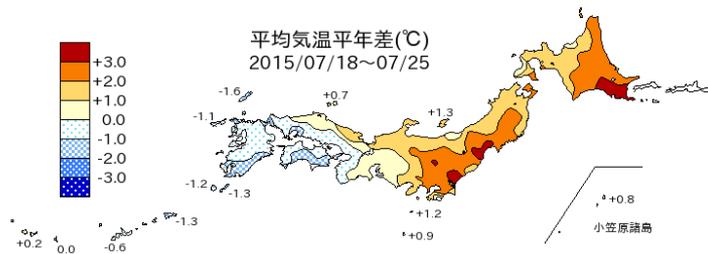
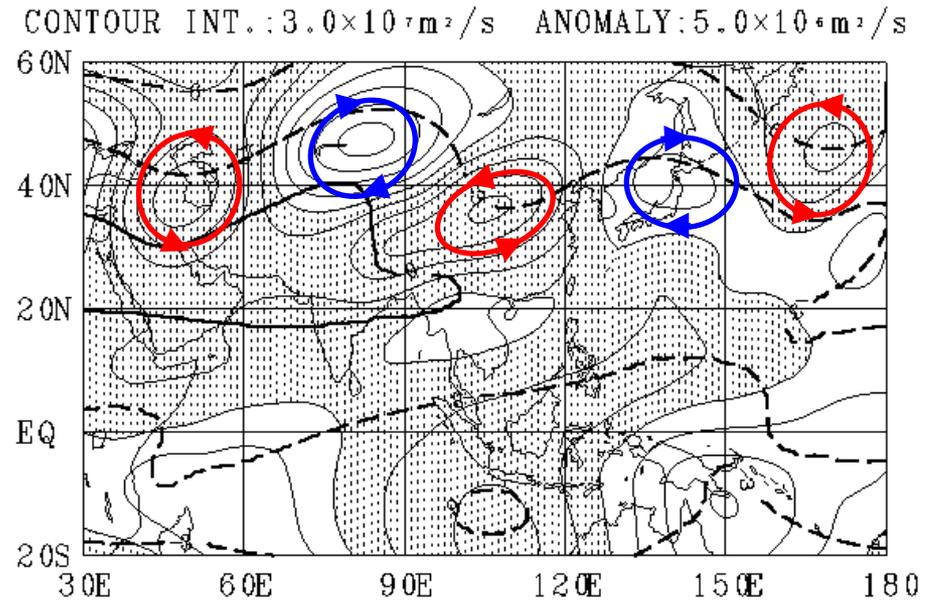


実況経過(前1週間:7/18-24)

500hPa高度・偏差



200hPa流線関数・偏差

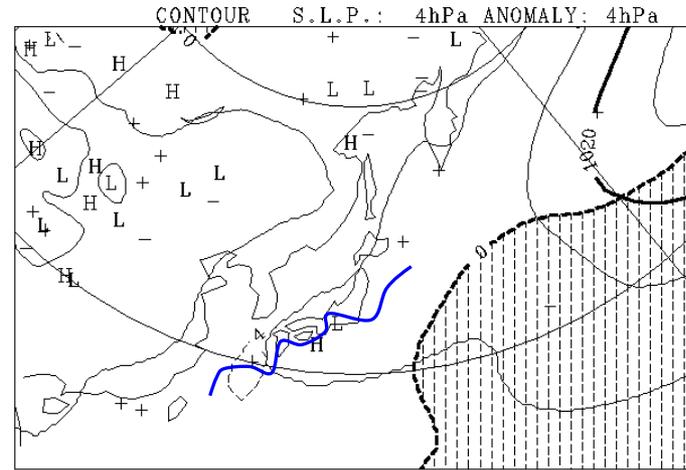
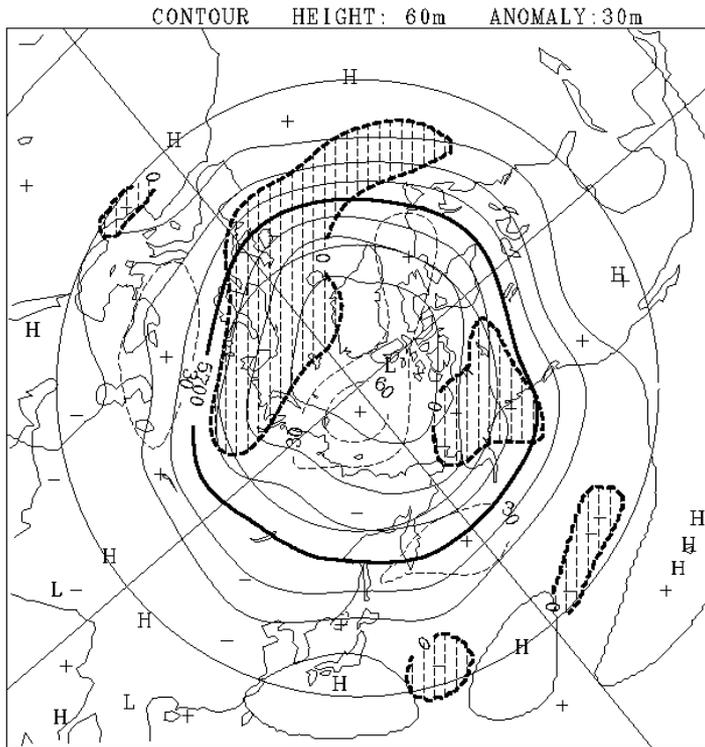


○亜熱帯ジェット上の波列(シルクロードパターン)が明瞭で、日本付近は亜熱帯高気圧に覆われ、東日本以北の高温が顕著。西日本以南は湿った気流が入り、低温傾向。

○東・北日本中心の高温がいつまで続くかがポイント。

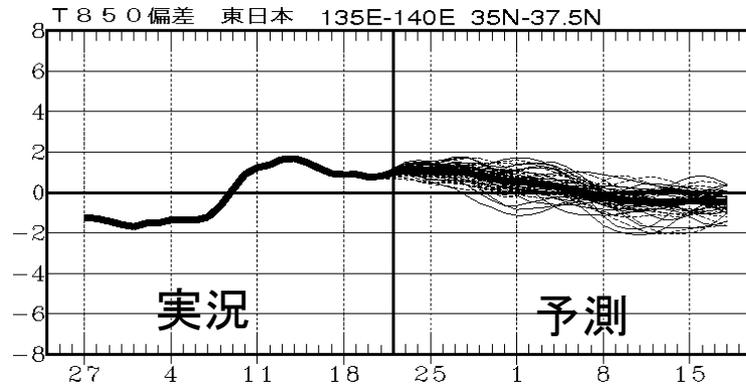
1か月平均場(中高緯度)

500hPa高度・偏差



← 海面気圧・偏差

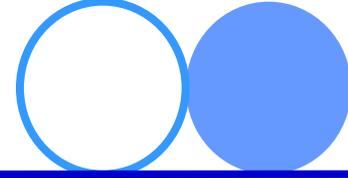
850hPa気温偏差
(東日本)



細線: 各メンバー
太線: アンサンブル平均

- 500hPa高度: 亜熱帯高気圧の北への張り出しが強い
- 海面気圧: 日本付近で太平洋高気圧が強い
- 850hPa気温: 1週目を高温のピークに次第に低下

1か月平均場(熱帯①)

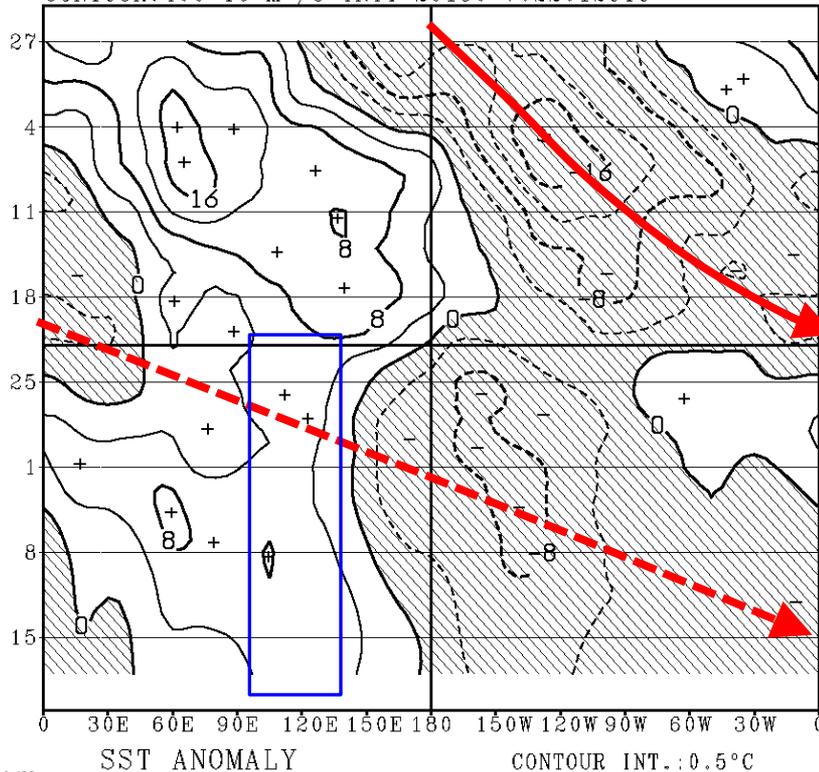


200hPa速度ポテンシャル偏差

200hPa速度ポテンシャル偏差(5N-5S)アンサンブル平均
CONTOUR: $4.0 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ INIT=2015. 7. 22. 12UTC

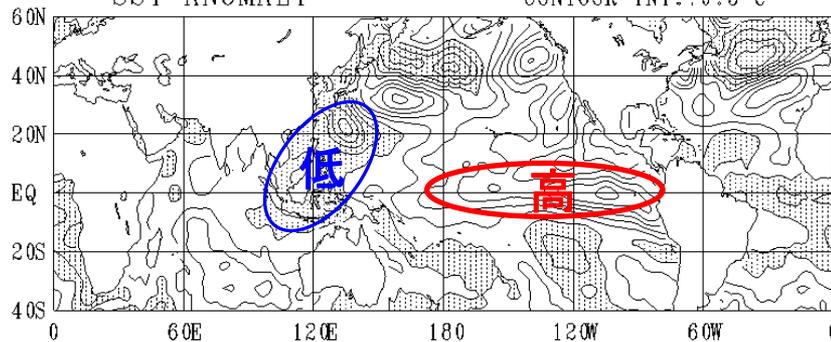
実況経過

予想



- 赤道季節内変動(MJO)に伴う対流活発域(速度ポテンシャルの負偏差に対応: 赤矢印)は、実況では比較的明瞭であるが、予測は不明瞭
- 実況外挿も加味し、1週目から2週目にかけてインド洋から太平洋中部へ。その後は大西洋に。
- エルニーニョ現象に伴い、フィリピン周辺で海面水温負偏差で、この付近で対流活動が活発化しにくい(速度ポテンシャルはこの付近で正偏差)。
⇒PJパターンのポテンシャルは小さい。

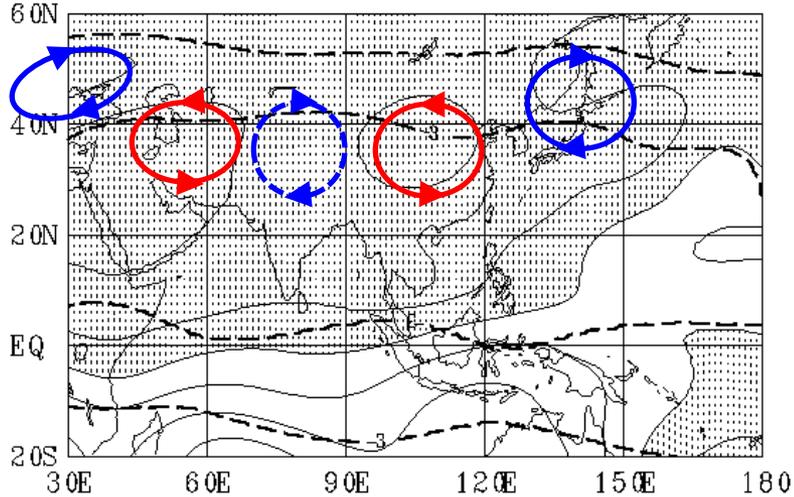
海面水温偏差(実況)



1か月平均場(熱帯②)

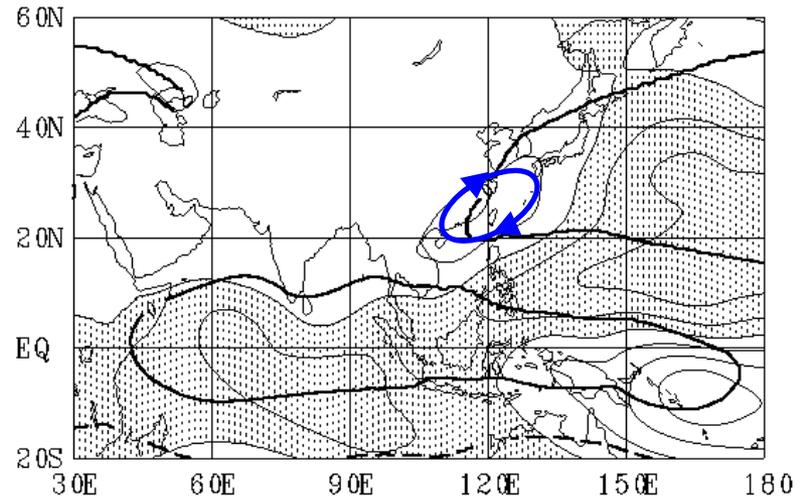
200hPa流線関数・偏差

CONTOUR INT.: $3.0 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}$ ANOMALY: $5.0 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$



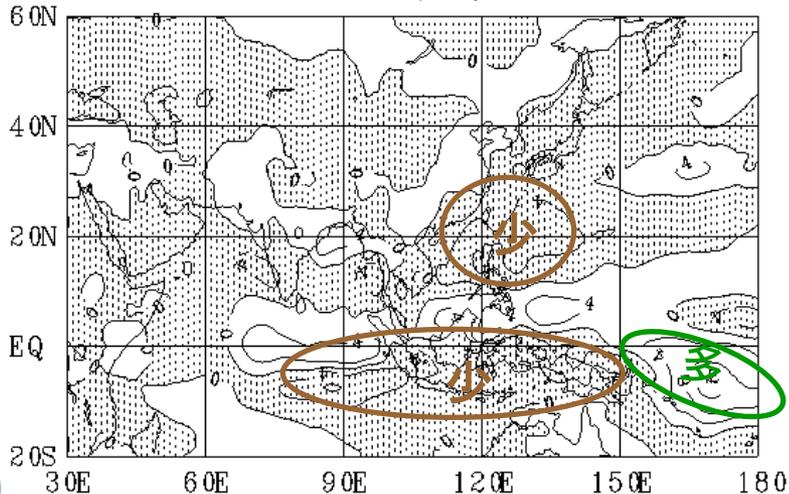
850hPa流線関数・偏差

CONTOUR INT.: $1.0 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}$ ANOMALY: $2.0 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$



降水量偏差

CONTOUR INT.: 4.0mm/day

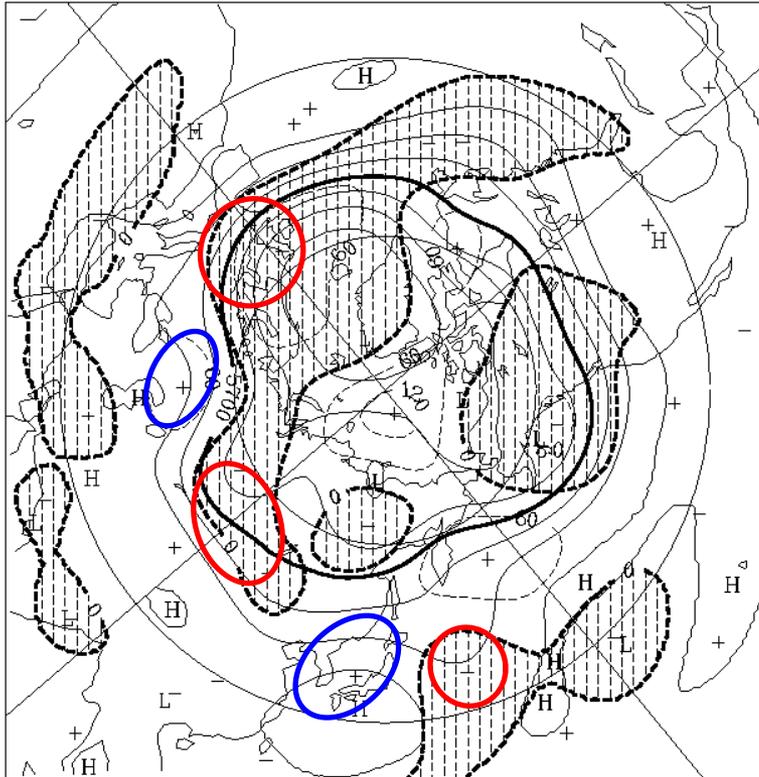


- 亜熱帯ジェットに沿う波列(左上図)が分布(シルクロードパターン)
⇒ 本州付近は高気圧に覆われやすい。
- フィリピン付近の対流活動の不活発(左下図)に対応して、下層で高気圧性の循環偏差が卓越(右上図)。
⇒ 沖縄・奄美も下層の高気圧に覆われやすい。

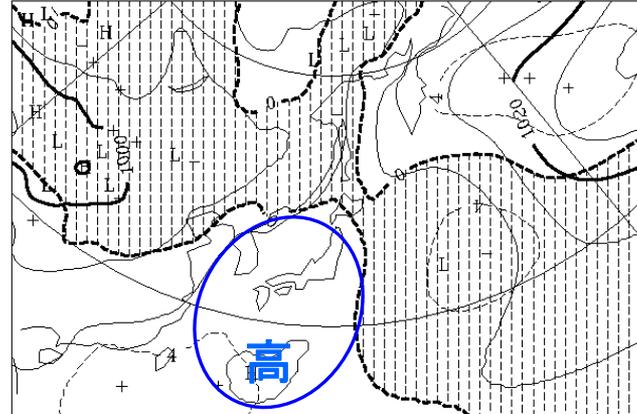
1週目(7/25-7/31)の平均場

500hPa高度・偏差

CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m

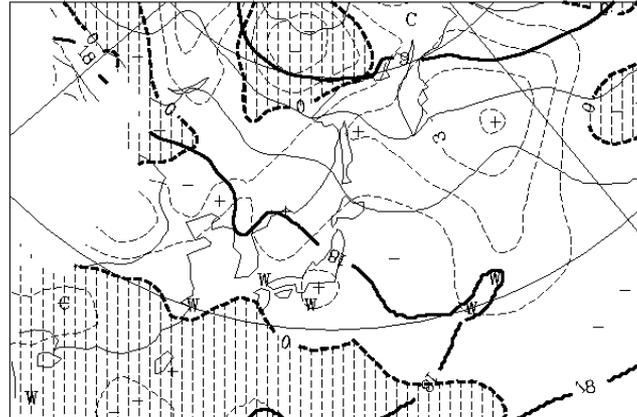


CONTOUR S.L.P.: 4hPa ANOMALY: 4hPa



地上気圧・偏差

CONTOUR TEMP.: 3C ANOMALY: 1C

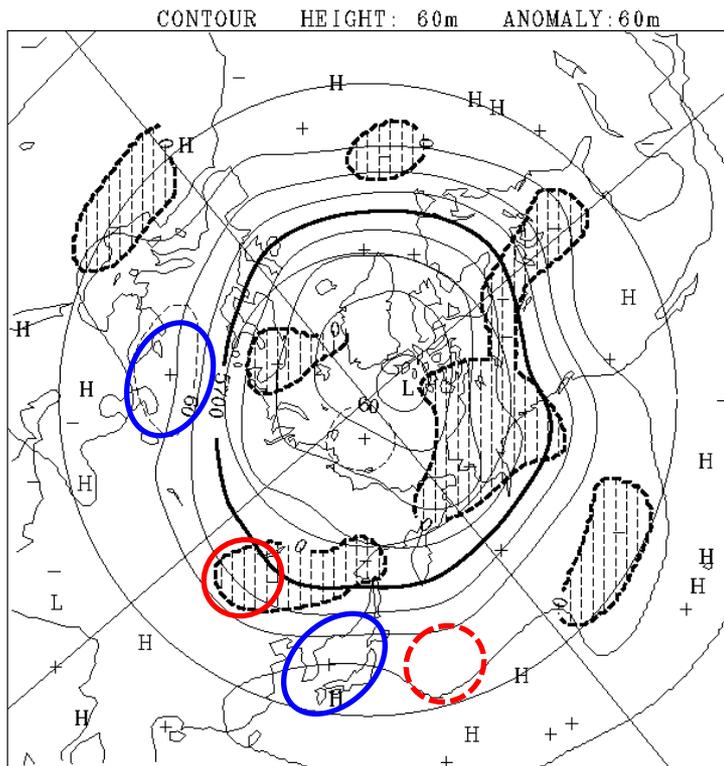


850hPa高度・偏差

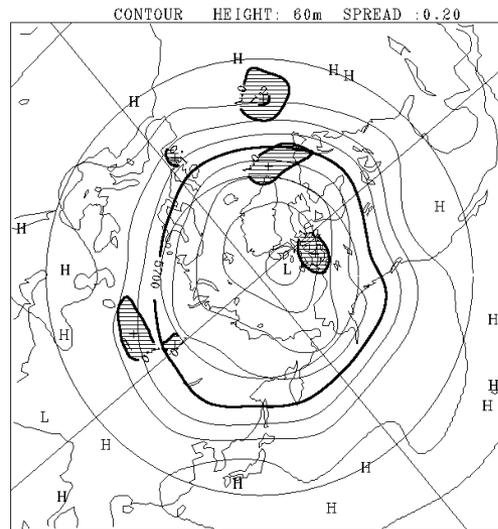
- 500hPa: 亜熱帯ジェット上には波列がみられ、日本付近は亜熱帯高気圧の強い状態が続く
- 地上気圧: 太平洋高気圧に覆われる(ただし、週間予報資料から台風第18号が西日本以南に影響)
- 850hPa気温: 東・北・西日本で正偏差。沖縄・奄美は負偏差。

2週目(8/1-8/7)の平均場(中高緯度①)

500hPa高度・偏差



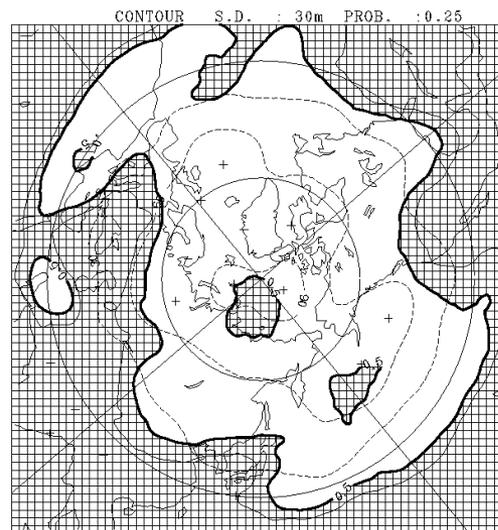
500hPa高度スプレッド



・スプレッド

メンバー間の予測のばらつきを示す。予測の不確実性を把握。陰影は自然の標準的な変動よりモデルのばらつきが大きい領域。
 ⇒日本周辺および上流側のスプレッドは比較的小さく、不確実性は小さい。

500hPa高度高偏差確率



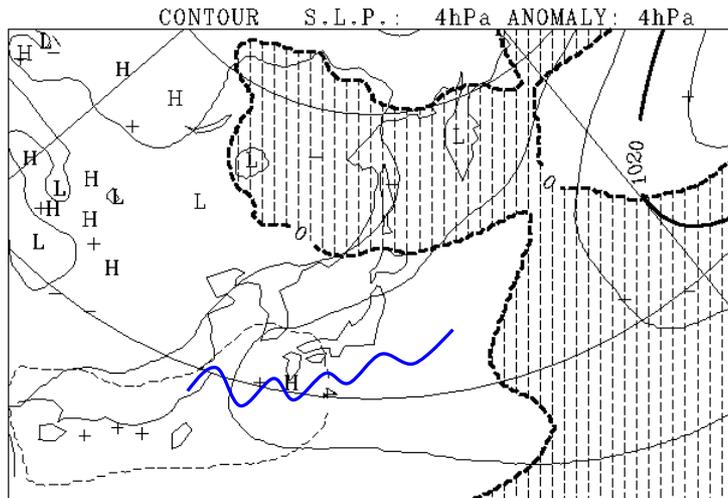
・高偏差確率

高度の予測の偏りを表し、予測のシグナルを把握。+の格子は正の高偏差確率で、全メンバーの50%以上が、「高い」階級の高度に入る。
 ⇒正の高偏差確率が大きく、日本付近が正偏差になる可能性は大きい。

○500hPa高度: 1週目に比べ、波列は多少不明瞭となるが、日本付近は亜熱帯高気圧に覆われる。

2週目(8/1-8/7)の平均場(中高緯度②)

地上気圧・偏差

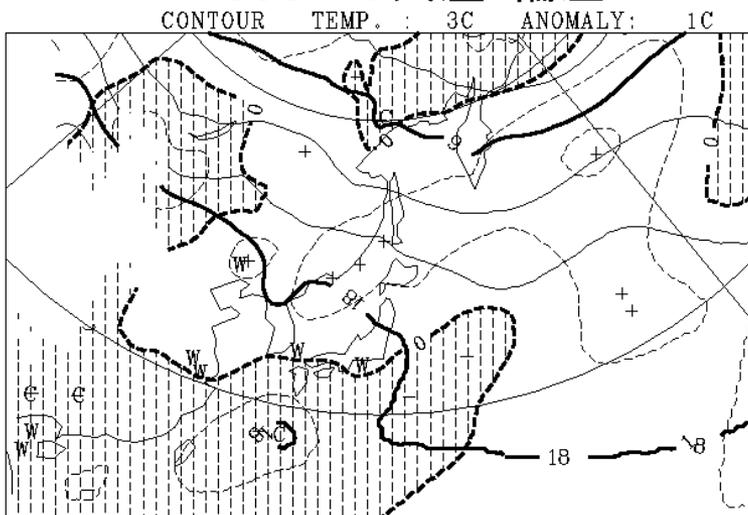


- 地上気圧: 日本の南海上に気圧の峰があり、本州付近は太平洋高気圧に覆われる
- 850hPa気温: 北日本中心の正偏差。西日本・沖縄・奄美は負偏差

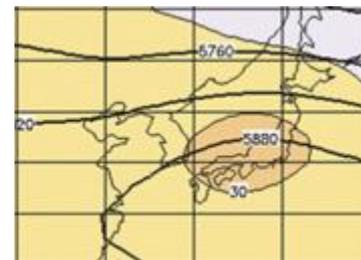


- スプレッドは小さく、高偏差確率も見られることから、モデルどおり考える。
- ただし、亜熱帯高気圧勢力下は下層の気温が低めに出る傾向があるので、西日本以西は上方修正。

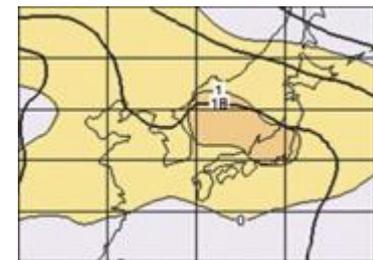
850hPa気温・偏差



500hPa高度・偏差



850hPa気温・偏差

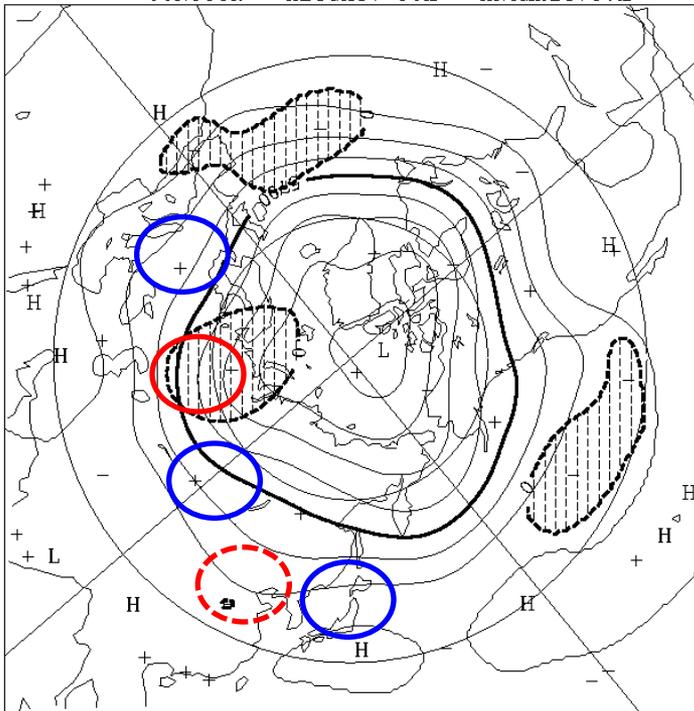


東・西日本が亜熱帯高気圧に覆われたときの合成図

3～4週目(8/8-8/21)の平均場(中高緯度)

500hPa高度・偏差

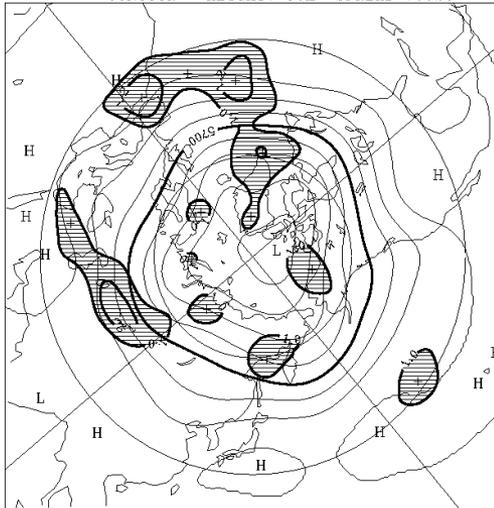
CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m



○500hPa高度: 弱いながら波列が引き続き見られ、日本付近は気圧の尾根で、南から東・西日本に亜熱帯高気圧が張り出す。

500hPa高度スプレッド

CONTOUR HEIGHT: 60m SPREAD: 0.20

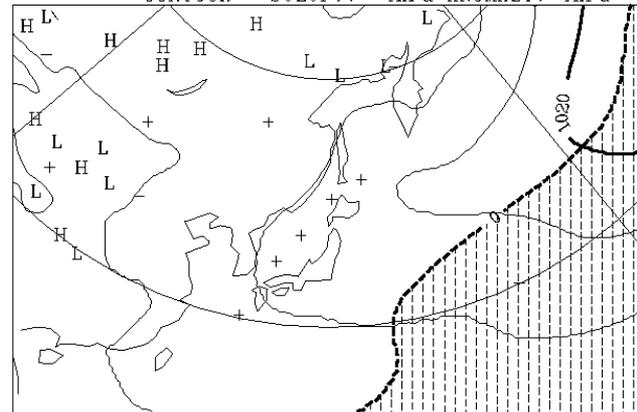


・スプレッド

日本周辺のスプレッドは比較的小さいが、亜熱帯ジェット上の上流側のヨーロッパから中央シベリアでやや大きくなる。

地上気圧・偏差

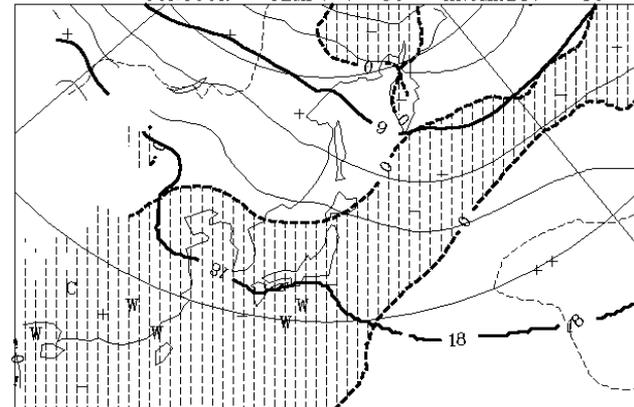
CONTOUR S.L.P.: 4hPa ANOMALY: 4hPa



○地上気圧: 本州付近は、太平洋高気圧に覆われる

850hPa気温・偏差

CONTOUR TEMP.: 3C ANOMALY: 1C



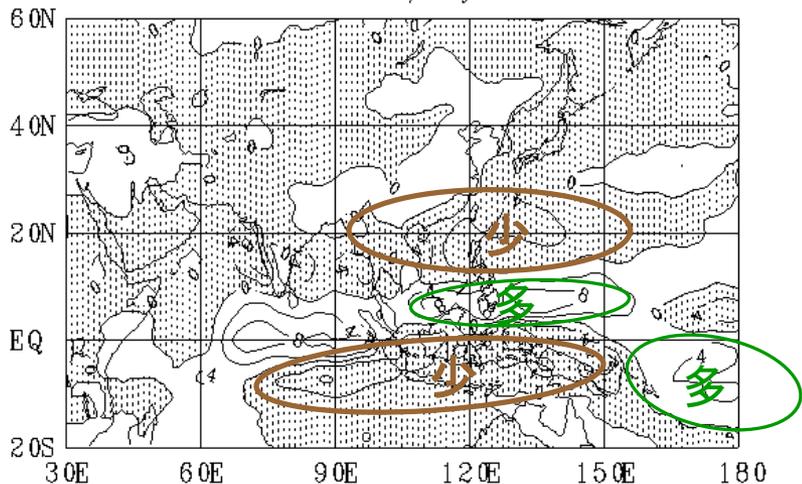
○850hPa気温: 全国的に弱い負偏差



3～4週目(8/8-8/21)の平均場(熱帯域)

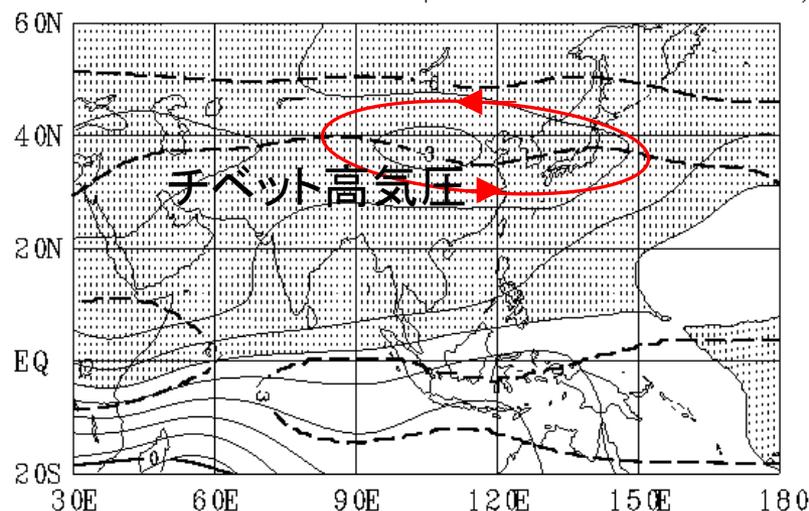
降水量偏差

CONTOUR INT.: 4.0mm/day



200hPa流線関数・偏差

CONTOUR INT.: $3.0 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}$ ANOMALY: $5.0 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$



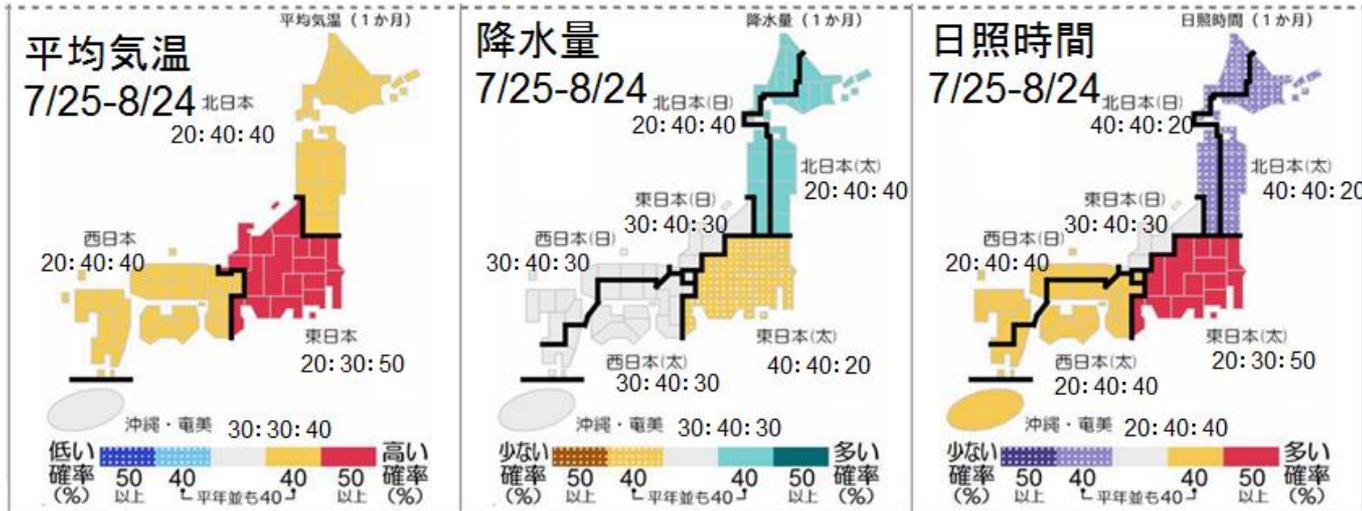
○200hPa流線関数:エルニーニョ現象やMJOの位相(対流活発域は大西洋)により、インドネシアやフィリピン中心に、対流不活発。この応答によりチベット高気圧は弱く、亜熱帯ジェットは日本付近でやや南偏する予想。



- 亜熱帯ジェットの南偏やフィリピン付近の対流不活発の影響(PJパターンの逆位相)を考慮すると、本州付近の亜熱帯高気圧の張り出しは弱まると考える。
- 500hPa高度では上流側のスプレッドが大きいことなどから、波列による日本付近がリッジになる信頼性は比較的小さい。
- 熱帯の影響を重視し、亜熱帯高気圧の張り出しが弱く、高温は一段落の可能性。

1か月予報ガイダンス(1か月)

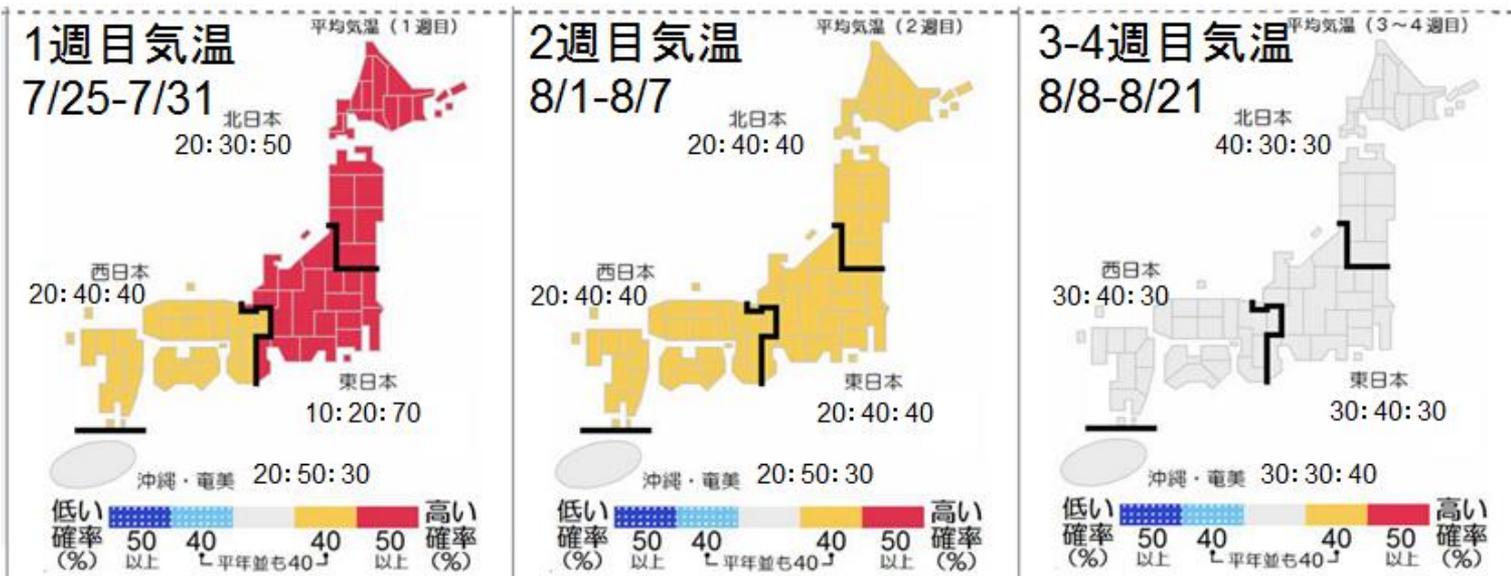
		気温	降水量	日照時間
北日本	日本海側	7:43:50	52:34:14	30:43:24
	太平洋側		42:38:20	15:42:43
東日本	日本海側	17:35:48	51:32:17	12:35:53
	太平洋側		38:34:28	11:22:67
西日本	日本海側	30:49:21	60:28:12	17:37:46
	太平洋側		56:28:16	11:29:60
沖縄・奄美		24:30:46	39:41:20	19:30:51



- 気温: 高温傾向を採用。西日本は2週目の高温を考慮。
- 降水量: 西日本は目先の台風の影響を考慮。北日本は後半に高気圧が弱まる可能性を考慮。
- 日照時間: 北日本は後半に高気圧が弱まる可能性を考慮。そのほかは多照傾向を採用。

1か月予報ガイダンス(週別気温)

	1週目	2週目	3-4週目
北日本	2:56:42	9:43:48	23:39:38
東日本	1:20:79	20:38:42	36:32:32
西日本	12:45:43	35:43:22	43:36:21
沖縄・奄美	21:51:28	24:41:35	32:32:36



- 1週目: 概ねガイダンスどおり。週間天気予報の気温を考慮。
- 2週目: 概ねガイダンスどおり。西日本は亜熱帯高気圧圏内の低温バイアスを考慮して、高温側に多少シフト。
- 3~4週目: 概ねガイダンスどおり。循環場のイメージから多少調整。

- 実況の天候(高温)がどのような大気の流れによるものか？
⇒偏西風の蛇行「シルクロード・パターン」が主要因
- 実況の天候(高温)がいつまで続くか
⇒高温傾向は2週間程度先まで続きそう
- その信頼性は？
⇒スプレッドや熱帯の状況から信頼性は大きい
⇒亜熱帯高気圧圏内の低温バイアスも加味(気温上方修正)
- 3~4週目は？
⇒中高緯度の偏西風の蛇行の信頼性は小さくなることから、
熱帯の影響をより重視
- どのような循環場・天候か？
⇒エルニーニョ現象やMJOから、亜熱帯ジェットは南偏し
高温は一段落の可能性