

# 第2回

## 長期予報についての基礎－2

- 季節予報で主として用いる天気図
- 季節予報でよく用いる用語類
- 確率予報の利用等

# 長期予報で使う天気図など

長期予報で使う天気図としては主に**500hPa**高度場。そのほかには低緯度の循環場がよく見える天気図、あるいはチベット高気圧などを見るための100hPaなども使う。

天気図の領域もアジア太平洋域だけでなく、北半球天気図。

高層天気図のほかに、境界条件としての海面水温分布図、あるいは対流活動などを把握するための気象衛星データなど。

# 平均値・平均図

1週間、1か月あるいは3か月間などの「平均値／平均図／平均天気図」などが用いられる。

長期予報の期間内には、いくつかもの高気圧や低気圧、あるいは前線などの影響も受けるが、適切な期間の平均操作により、個々の高・低気圧などに伴う短い周期の成分は消えて、大規模場の成分だけが残る。

# なぜ偏差図を使うか

平年の状態からの偏りを示す「**偏差値、偏差図**」が使われる。

長期予報では、気温や降水量などの平年からの**偏差**を予報の対象とする。

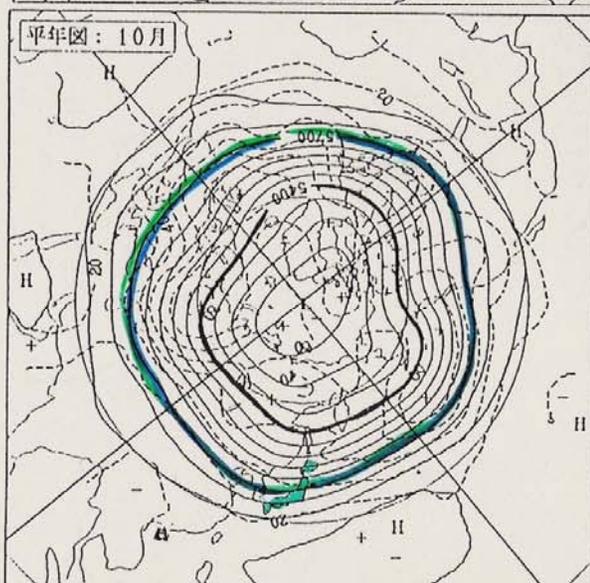
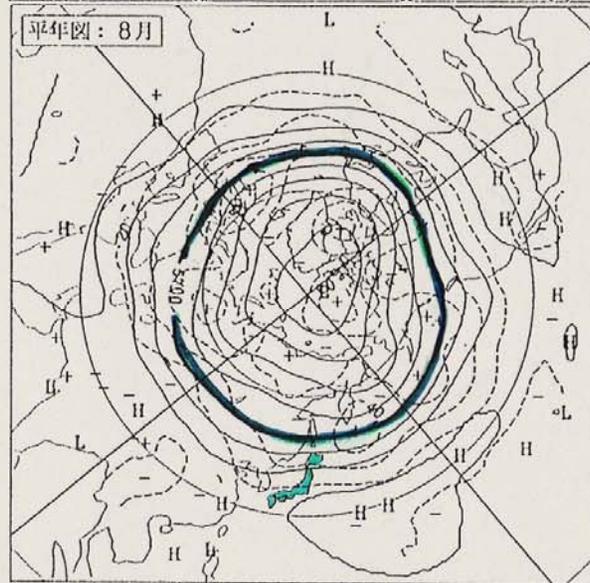
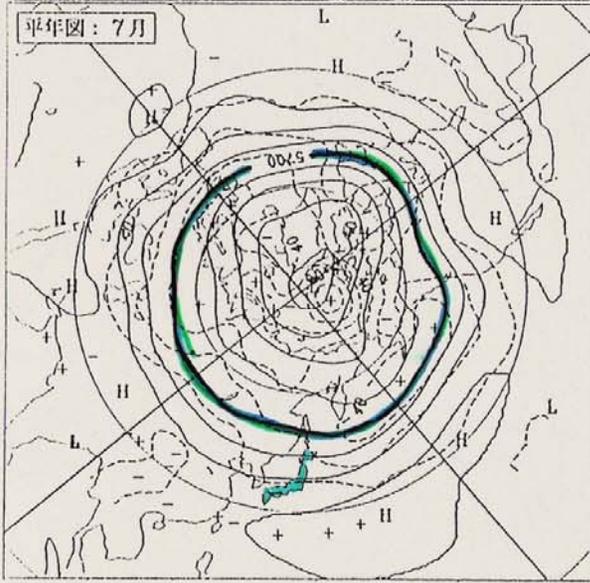
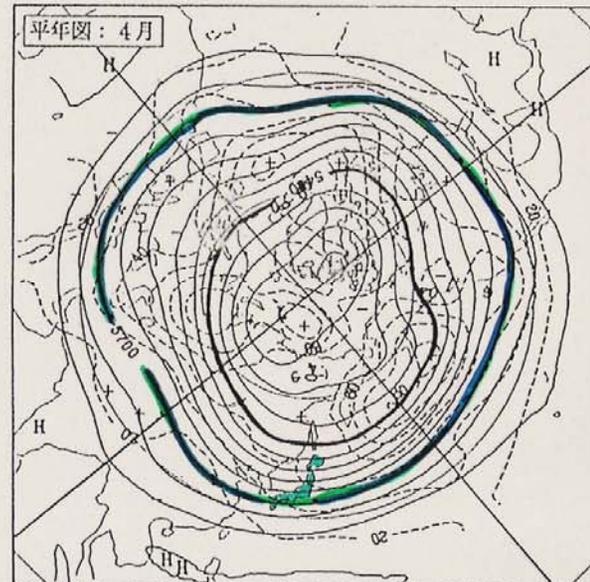
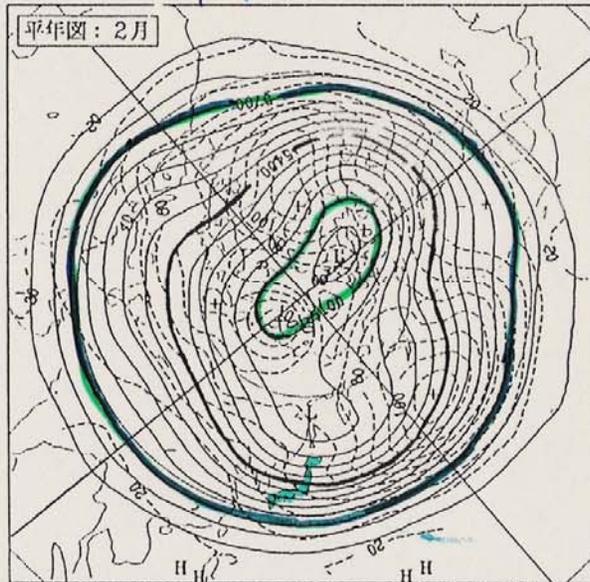
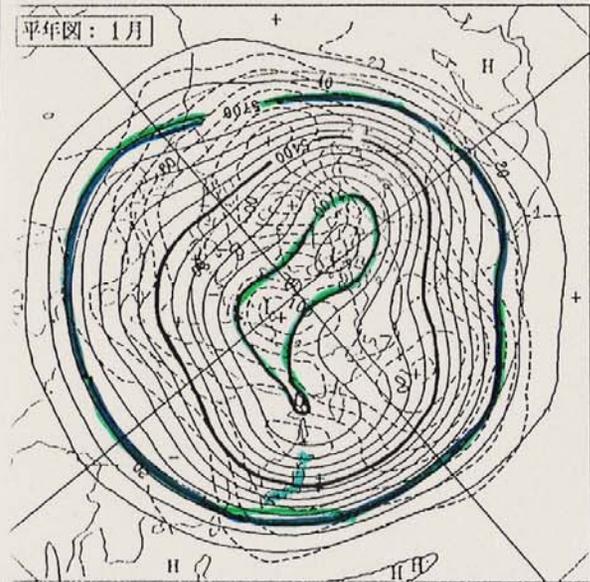
**予測因子**となる天気図などの循環場や境界条件なども**偏差値**や**偏差図**が都合が良い。

## 500hPa高度場

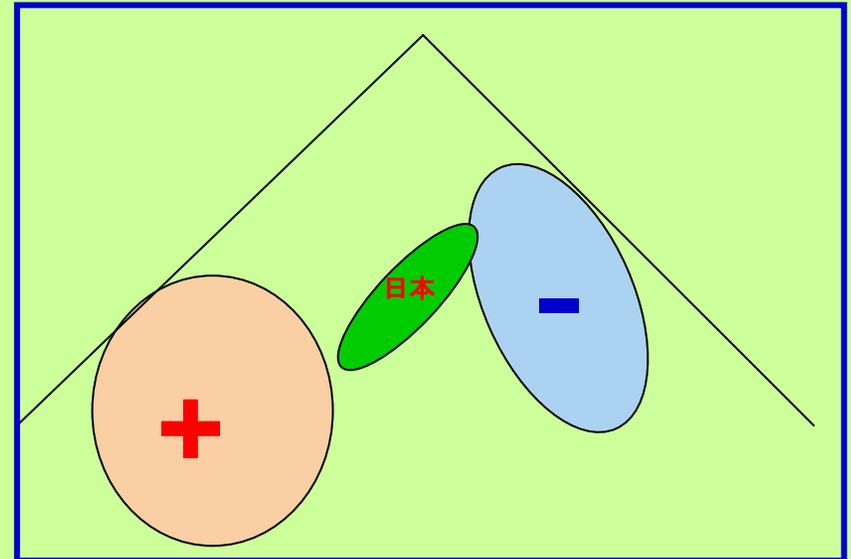
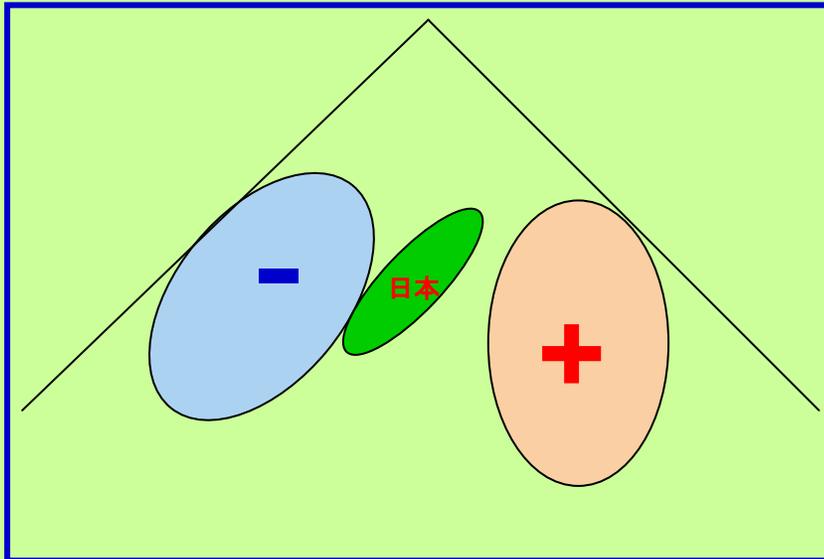
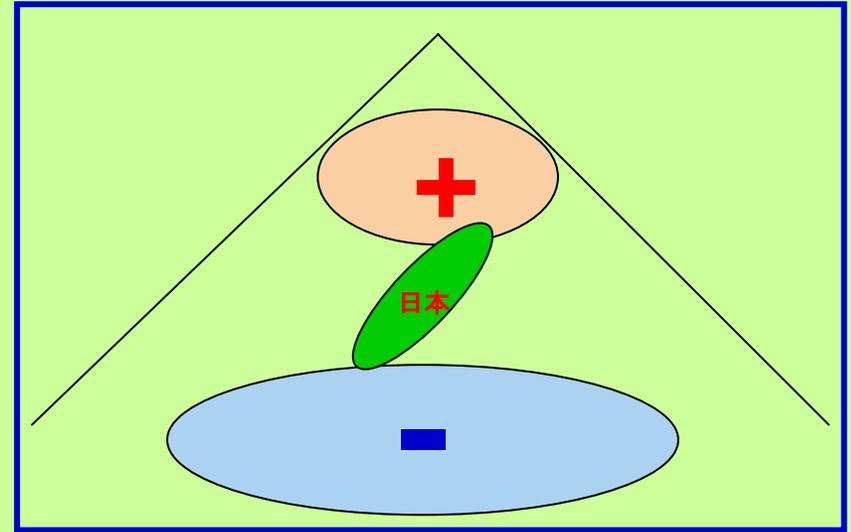
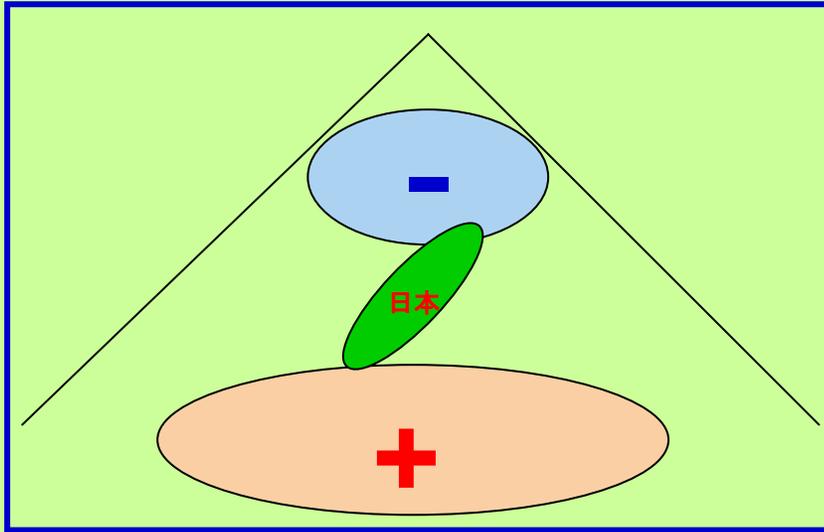
(1) 500hPa面は対流圏のほぼ中間の高度にあたり、大気全体の流れを代表する。

(2) 500hPaの高度偏差と地上気温の偏差との相関が高い。

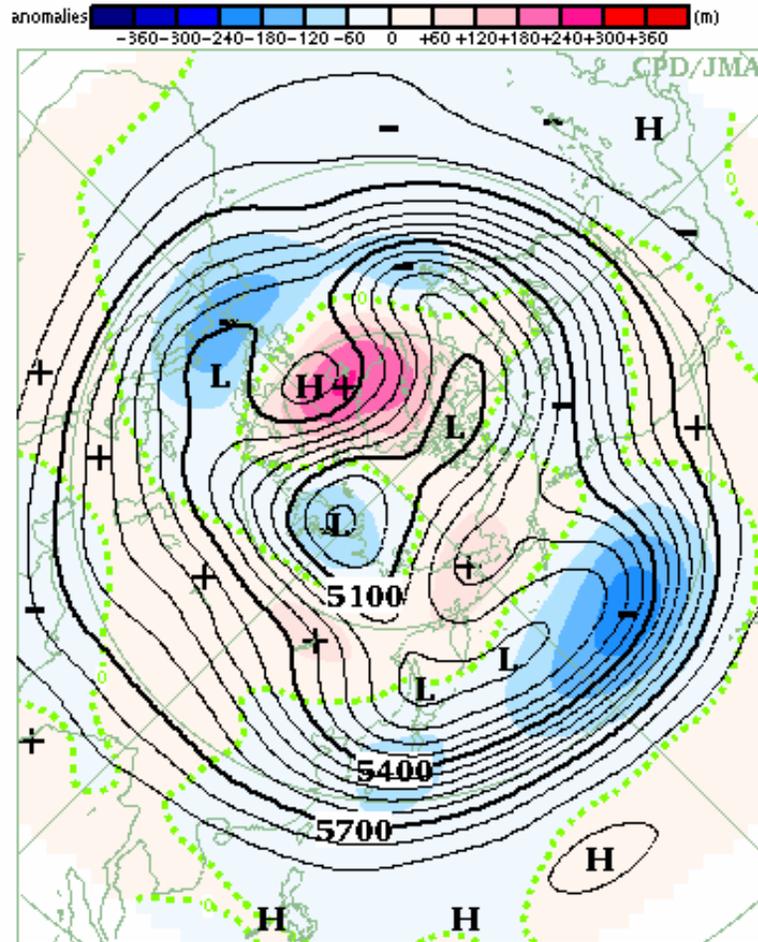
# 平年の月平均500hPa天気図



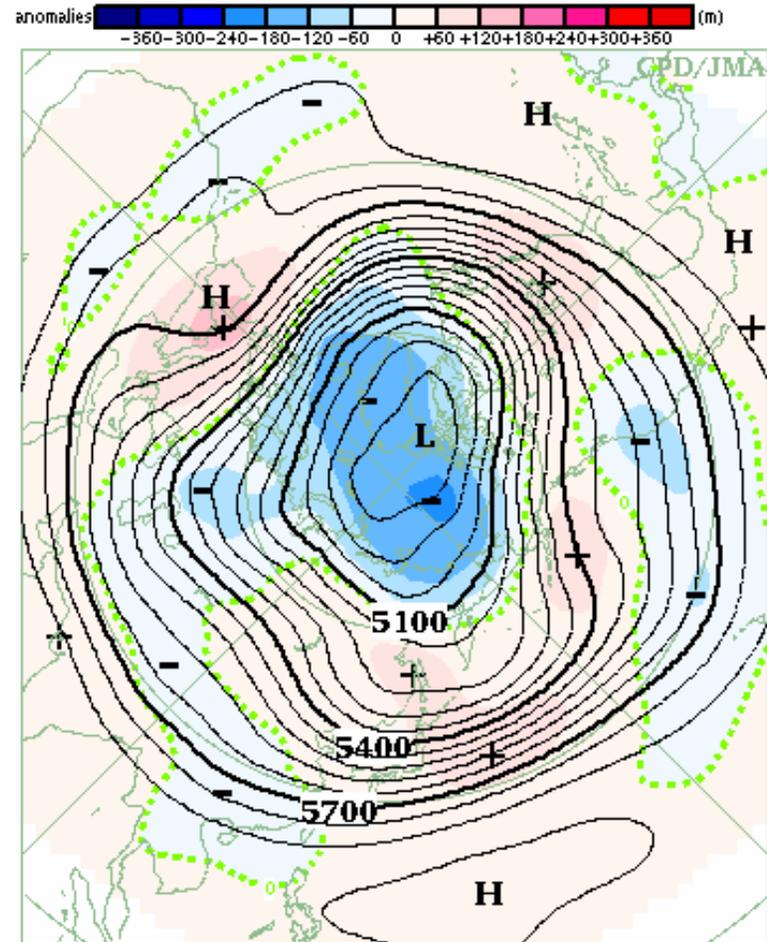
# 主な500hPa偏差図パターンと天候



# 暖冬と寒冬の500hPa高度場の比較

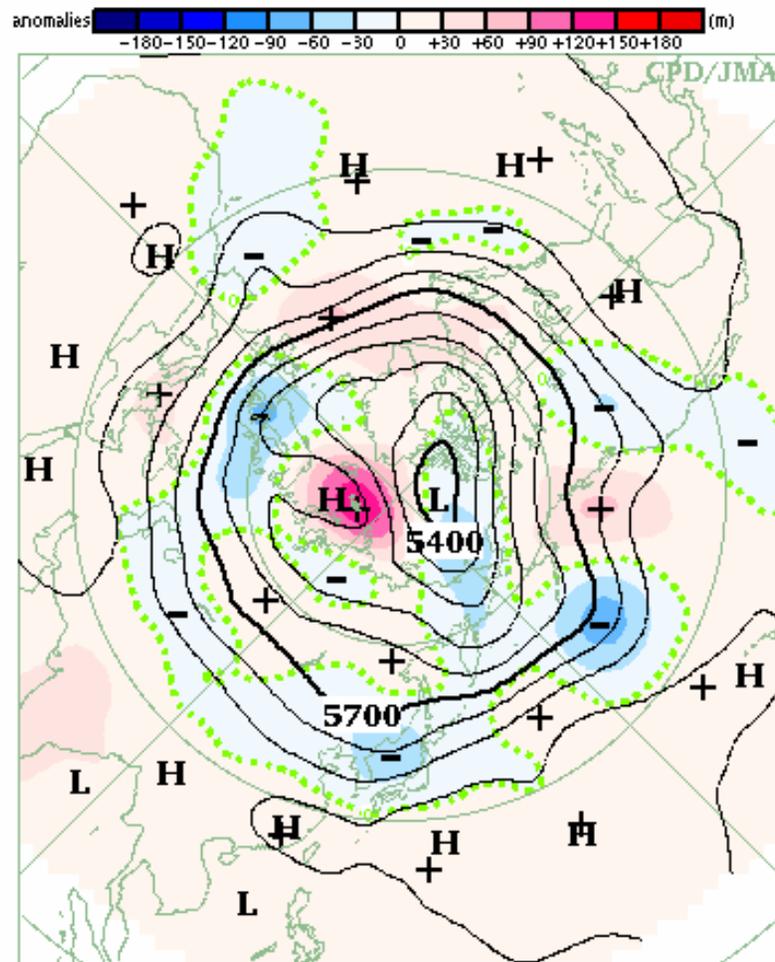


**MONTHLY MEAN 500hPa HEIGHT AND ANOMALY  
IN THE NORTHERN HEMISPHERE (Feb. 1986)**  
Contours show heights in an interval of 60m.  
Shaded patterns show height anomalies.  
Base period for normal is 1971-2000.

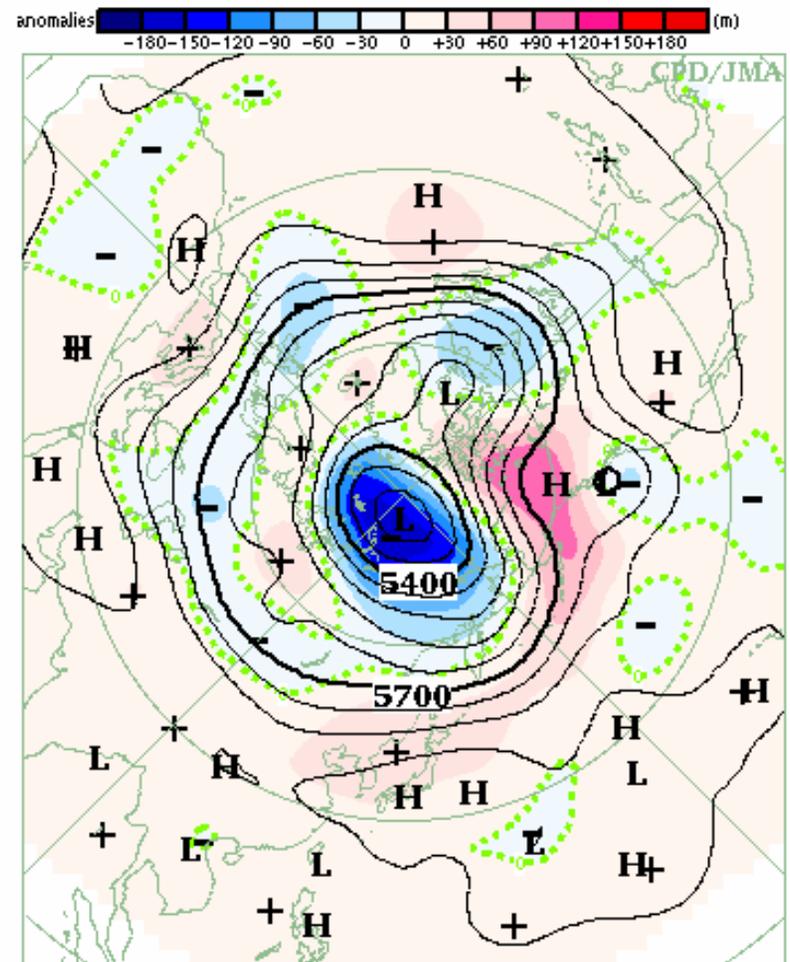


**MONTHLY MEAN 500hPa HEIGHT AND ANOMALY  
IN THE NORTHERN HEMISPHERE (Jan. 1993)**  
Contours show heights in an interval of 60m.  
Shaded patterns show height anomalies.  
Base period for normal is 1971-2000.

# 冷夏年と暑夏年の500hPa偏差図の比較

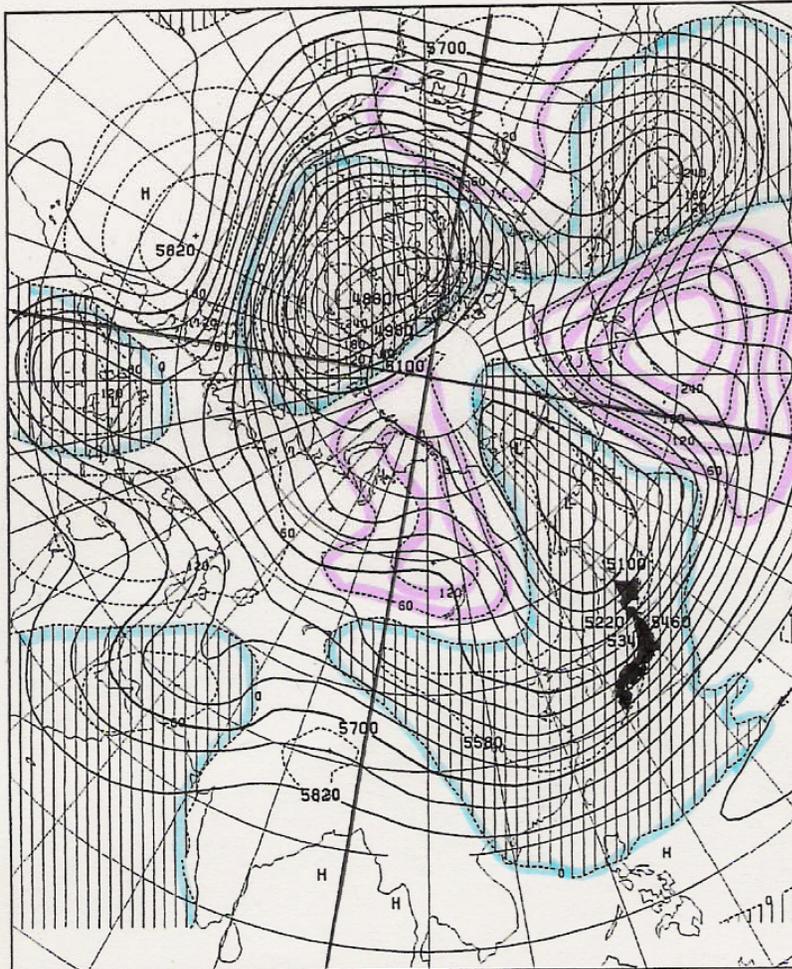


**MONTHLY MEAN 500hPa HEIGHT AND ANOMALY  
IN THE NORTHERN HEMISPHERE (Aug. 1993)**  
Contours show heights in an interval of 60m.  
Shaded patterns show height anomalies.  
Base period for normal is 1971-2000.

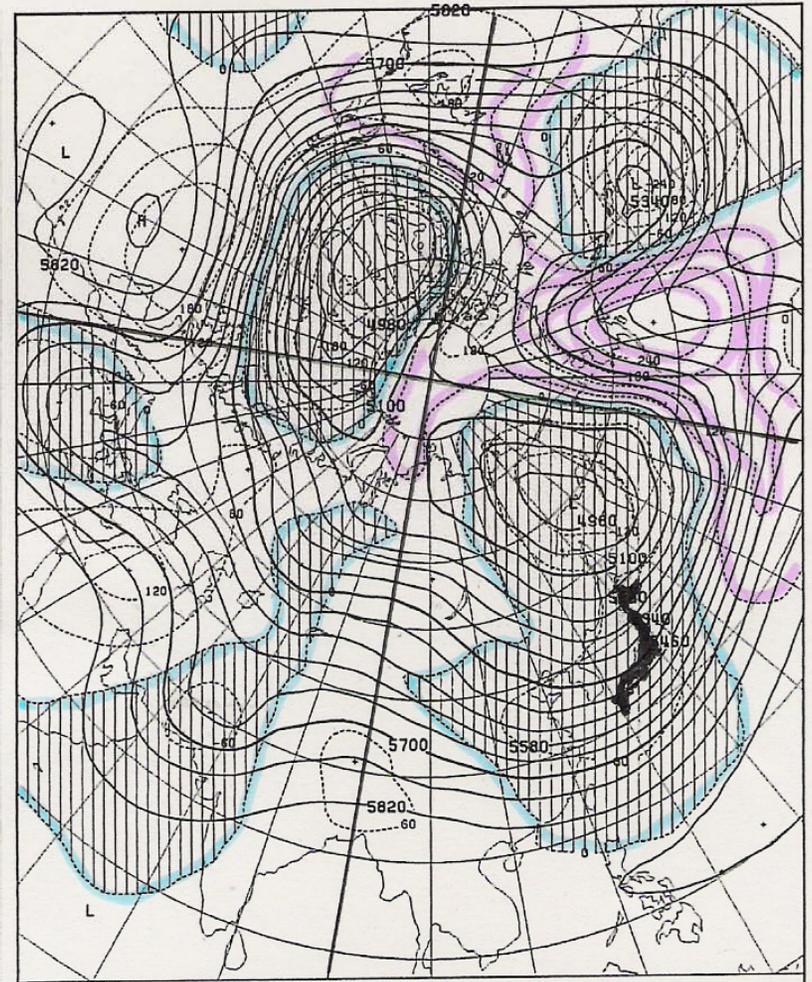


**MONTHLY MEAN 500hPa HEIGHT AND ANOMALY  
IN THE NORTHERN HEMISPHERE (Aug. 1994)**  
Contours show heights in an interval of 60m.  
Shaded patterns show height anomalies.  
Base period for normal is 1971-2000.

# 寒気南下



12/29



12/31

# 循環指数

大気大循環の場を簡便に把握するための指標となる。

等圧面上の特定高度、あるいは特定の緯度間の高度や高度偏差の差などで表す。  
(主に500hPa高度場を用いる)

東西指数      極うず指数      中緯度高度指数  
数沖縄高度指数      オホーツク高気圧指数  
東方海上高度指数      西谷指数      、、、

# 東西指数

偏西風の蛇行の程度を見る指標となる。

緯度40度と60度の平均高度の平年差の差として求める。北半球全体や極東域(90E~170E)などを対象とする。

高指数を東西流型、低指数を南北流型といい、蛇行が大きい状態。

# 極うず指数

極うずの発達の日安(極付近の寒気蓄積の度合い)を見ることができる。

500hPa高度場で北緯70度と80度の高度偏差の和として求める

極うず指数の正(高度が高い)は極の寒気が放出されている段階、指数が負(高度が低い)は、寒気の蓄積段階と判断する。

# 中緯度高度指数

500hPa高度場で、東経90～170度の領域における北緯30度と40度の高度偏差の和として求める。

この指数が負の場合は中緯度への寒気の南下を意味する。

# 東方海上高度指数

500hPa高度場で、東経140～170度の領域における北緯40度の高度偏差の和として求める。

日本の東海上の高度を見ており、とくに北日本方面への寒気の南下を判断することが出来る。

# 中・高緯度の循環指数—1

名称	定義	概要
北半球極渦指数 (NHPV)	70°Nと80°N、0°E～20°Wの 高度偏差の和	極付近の寒気の強さの指標となる循環指数で、マイナスが寒気蓄積、プラスが寒気放出期を表す。
極東極渦指数 (FEPV)	70°Nと80°N、90°E～170°Wの 高度偏差の和	極東域で計算した極渦指数。
北半球東西指数 (NHZI)	40°Nの0°E～20°Wの高度偏差 -60°Nの0°E～20°Wの高度偏差	偏西風の蛇行の程度をみる循環指数で、負は蛇行が大きく、正は蛇行が小さいことを表す。
極東東西指数 (FEZI)	40°Nの90°E～170°Eの高度偏差 -60°Nの90°E～170°Eの高度偏差	極東域で計算した東西指数。単に東西指数と呼ぶことがある。
オホーツク海高気圧指数 (OKHOTOK)	50°N～60°N、130°E～150°Eの 高度偏差の和	オホーツク海付近の高度を表わし、暖候期に正の場合、オホーツク海高気圧が出現しやすい。
中緯度高度 (MIDH)	30°N～40°N、90°E～170°Eの 高度偏差の和	負の場合は中緯度に寒気が南下し、中緯度帯の高度が低いことを表す。極東中緯度高度とも呼ぶ。
沖縄高度 (OKINAW)	30°N、120°E～140°Eの 高度偏差の和	負の場合は南海上に寒気が南下しやすく、南海上の高度が低いことを表す。
小笠原高度 (OGASH)	20°N～30°N、130°E～170°Eの 高度偏差の和	亜熱帯高気圧の強さをみる循環指数。正の場合は北西太平洋の亜熱帯高気圧の強まりを表す。
極東亜熱帯指数 (WPAH)	20°N、90°E～170°Eの高度偏差 -30°N、90°E～170°Eの高度偏差	太平洋高気圧の軸が北偏しているか、南偏しているかの指標。
極東60度西側高度 (60NFEW)	60°N、90°E～130°Eの 高度偏差の和	日本付近の偏西風の蛇行と寒候期における大陸の高気圧の発達指標。
東方海上高度 (ESEA)	40°N、140°E～170°Eの 高度偏差の和	日本の東海上の高度。マイナスは東海上に寒気が南下しやすい。
40度西谷指数 (WTR40)	40°N、100°E～130°Eの高度偏差 -140°E～170°Eの高度偏差	気圧の谷の位置が日本より東にあるか、西にあるかの指標。負(正)の場合は西(東)谷傾向が強い。
30度西谷指数 (WTR30)	30°N、100°E～130°Eの高度偏差 -140°E～170°Eの高度偏差	北緯30度で計算した西谷指数。通常は40度西谷指数を用いる。
第1主成分 (EOF1)	北半球500hPa高度の第1主成分	多くの種類のデータを直交する主成分に要約する統計的手法。気候情報課では季節毎に求めている。
第2主成分 (EOF2)	北半球500hPa高度の第2主成分	上記と同じ手法により得られる第2主成分。

中・高緯度 (特に記述がない場合は500hPa高度)

# 中・高緯度の循環指数-2

中・高緯度	北極振動 (AO)	北半球20°N以北の月平均海面気圧 (ここでは1000hPaを使用) 偏差の第1主成分のスコア	北極を中心とする海面気圧偏差と、北大西洋と北太平洋の逆符号の海面気圧偏差の振動。北極振動が弱くなると、冬季に極の寒気が南下しやすくなる。
	EA パターン指数 (EA)	500hPa高度の規格化偏差、 (55°N, 20°W)/2 - (25°N, 25°W)/4 - (50°N, 40°E)/4	大西洋北部とヨーロッパ大陸で、500hPa 高度偏差が大きく異なるパターン。アイスランド低気圧の強さや大西洋亜熱帯高気圧の北偏に関係する。
	PNA パターン指数 (PNA)	500hPa高度の規格化偏差、 (20°N, 160°W)/4 - (45°N, 165°W)/4 + (55°N, 115°W)/4 - (30°N, 85°W)/4	太平洋中部の20°N帯に高気圧→アリューシャンに低気圧→カナダ西部に高気圧→米国南東部に低気圧と、高・低気圧の列ができて持続するパターン。
	WA パターン指数 (WA)	500hPa高度の規格化偏差、 (55°N, 55°W)/2 - (30°N, 55°W)/2	大西洋西部の南北で、500hPa 高度偏差が大きく異なるパターン。正の場合、大西洋西部のジェット・アイスランド低気圧・亜熱帯高気圧が弱くなる。
	WP パターン指数 (WP)	500hPa高度の規格化偏差、 (60°N, 155°E)/2 - (30°N, 155°E)/2	太平洋西部の南北で、500hPa 高度偏差が大きく異なるパターン。正の場合、アリューシャン低気圧が弱く、日本上空のジェットが弱くなる。
	EU パターン指数 (EU)	500hPa高度の規格化偏差、 (55°N, 75°E)/2 - (55°N, 20°E)/4 - (40°N, 145°E)/4	ユーラシア大陸上を波列が見えるパターン。プラスの時、日本付近に寒気が南下しやすい。
	北大西洋振動指数 (NAO)	1950年～2000年の月平均500hPa 高度偏差の回転 EOF の第1モードのスコア。	本来の定義は、ポルトガルのリスボンとアイスランドのレイキャビクとの気圧差。
対流圏層厚換算温度	全球 (TCT9_9)	300hPa-850hPaの層厚高換算温度の90°N～90°S帯状平均偏差	全球の平均的な大気温度を表わす。
	北半球 (TCT9_0)	300hPa-850hPaの層厚高換算温度の90°N～EQ帯状平均偏差	北半球全体の平均的な大気温度を表わす。
	北半球高緯度 (TCT8_6)	300hPa-850hPaの層厚高換算温度の80°N～60°N帯状平均偏差	北半球高緯度の平均的な大気温度を表わす。
	北半球中緯度 (TCT5_3)	300hPa-850hPaの層厚高換算温度の50°N～30°N帯状平均偏差	北半球中緯度の平均的な大気温度を表わす。日本付近の気温と正相関がある。
	熱帯 (TCT2_2)	100hPa-850hPaの層厚高換算温度の20°N～20°S帯状平均偏差	熱帯地方の平均的な大気温度を表わす。エルニーニョ現象が発生すると高くなる。

# 熱帯と海洋の循環指数—1

熱帯 大気 ・ 海洋	インドモンスーン 循環場指数 (WSI1)	5°N~20°N, 40°E~80°Eの 850hPaの東風成分-200hPa東風成分	インド夏季モンスーンの対流活動を表わす CI1 と 相関が高い。プラスのときは活発。
	東南アジアモンスーン 循環場指数 (DU2)	5°N~15°N, 90°E~130°Eの850hPaの 東風成分 - 22.5°N~32.5°N, 110°E ~140°Eの850hPaの東風成分	フィリピン周辺の対流活動の状況を表わす CI2 に 関連し、符号反転した下部対流圏の渦度に相当す る。プラスのときは活発。
	インドモンスーン OLR 指数 (CI1)	10°N~25°N, 70°E~100°Eの OLR偏差を符号反転	ベンガル湾およびインド周辺の OLR で、インド夏 季モンスーンの対流活動を表わす。プラスのとき は活発。
	東南アジアモンスーン OLR 指数 (CI2)	10°N~20°N, 115°E~140°Eの OLR偏差を符号反転	フィリピン周辺の OLR で、東南アジア夏季モンス ーンの対流活動を表わす。プラスの時は活発。
	ダイポール・モード 指数 (DIPOLE)	海面水温の規格化偏差、 (10°S~10°N, 50°E~70°E) - (10°S~EQ, 90°E~110°E)	熱帯インド洋の南東部スマトラ沖で通常より海面 水温が低く、西部で通常よりも海面温度が高くな る海面水温偏差の二極構造。
熱帯 大気 ・ 海洋	夏季アジアモンスーン OLR 活動度指数 (SAMOI_A)	OLRの規格化偏差の符号反転 (5°N~25°N, 80°E~105°E) + (5°N~20°N, 107.5°E~140°E)	アジアモンスーンの活動の強さを示す (ベンガル 湾付近とフィリピン付近で計算)。
	夏季アジアモンスーン OLR 北偏度指数 (SAMOI_N)	OLRの規格化偏差 (EQ~10°N, 70°E~140°E) - (20°N~30°N, 70°E~100°E) - (15°N~25°N, 102.5°E~140°E)	アジアモンスーンの北偏度を表わす (インド~フ ィリピン付近で計算)。
	夏季アジアモンスーン OLR 西偏度指数 (SAMOI_W)	OLRの規格化偏差 (5°N~20°N, 107.5°E~140°E) - (5°N~25°N, 80°E~105°E)	アジアモンスーンの西偏度を表わす (フィリピン 付近-ベンガル湾付近で計算)。
	エルニーニョ監視海域の 基準値との差 (SSTDIF)	4°N~4°S, 150°W~90°W の海面水温の基準値との差	エルニーニョ監視海域 (ペルー沖) の基準値 (1961 年~1990年) との差。
	南方振動指数 (SOI)	タヒチとダーウィンの海面気圧差	タヒチとダーウィンの海面気圧の差。エルニーニ ョ現象発生時には、東風が弱く負の値をとる。
	上層雲量指数 (HCLD-PH)	20°N~10°N, 110°E~140°E の上層雲量偏差	フィリピン付近の対流活動の強さを表わす。
	上層雲量指数 (HCLD-MC)	5°N~5°S, 110°E~135°E の上層雲量偏差	インドネシア付近の対流活動の強さを表わす。
上層雲量指数 (HCLD-DL)	5°N~5°S, 170°E~170°W の上層雲量偏差	日付変更線付近の対流活動の強さを表わす。	

# 熱帯と海洋の循環指数—2

熱帯 大気 ・ 海洋	赤道域200hPa東西指数 (U200-IN)	5° S~5° N、80° E~100° Eの 東西風偏差	インド洋赤道域の 200hPa の東風偏差。
	赤道域200hPa東西指数 (U200-CP)	5° S~5° N、180° ~125° Wの 東西風偏差	太平洋赤道域中部の 200hPa の東風偏差。 (U850-CP の定義と領域が違うので注意)
	赤道域850hPa東西指数 (U850-WP)	5° S~5° N、160° E~175° Wの 東西風偏差	太平洋赤道域西部の 850hPa の東風偏差。 (監視海域の定義と領域が違うので注意)
	赤道域850hPa東西指数 (U850-CP)	5° S~5° N、170° W~135° Wの 東西風偏差	太平洋赤道域中部の 850hPa の東風偏差。 (U200-CP の定義と領域が違うので注意)
	赤道域850hPa東西指数 (U850-EP)	5° S~5° N、130° W~100° Wの 東西風偏差	太平洋赤道域東部の 850hPa の東風偏差。
	領域平均海面水温偏差 (REGION_D)	14° N~EQ、130° E~150° Eの 海面水温偏差	太平洋熱帯域西部の海面水温偏差
	領域平均海面水温偏差 (REGION_A)	4° N~4° S、160° E~150° Wの 海面水温偏差	太平洋赤道域中部の海面水温偏差
	領域平均海面水温偏差 (REGION_B)	4° N~4° S、150° W~90° Wの 海面水温偏差	太平洋赤道域東部の海面水温偏差 (エルニーニョ監視海域)
領域平均海面水温偏差 (REGION_C)	EQ-10° S、90° W-80° Wの 海面水温偏差	太平洋赤道域ペルー近海の海面水温偏差	

(気象庁)

# ブロッキング現象

偏西風の蛇行が大きくなり、流れが分流してその状態が1週間程度以上続く。

偏西風が南から北へ蛇行したところにブロッキング高気圧が形成される。

偏西風の流れを阻害し、異常高温や異常低温などが長く続くことから異常気象の原因といわれる。

# オホーツク海高気圧

暖候期にオホーツク海や千島付近に現れる停滞性の高気圧。

梅雨期から夏に現れることが多く、北日本の太平洋側に低温で湿った北東の風を吹かせ、冷夏の要因の一つ。

500hPa高度場で **東経130～150度**、**北緯50度と60度**の高度偏差の和をオホーツク海高気圧指数としている。

# 太平洋高気圧

夏期を中心に発達する準定常的な高気圧で季節変化が大きい。

北半球では北緯30度～40度の北太平洋東部に中心がある。その西縁の日本付近まで張り出している部分は小笠原高気圧ともよばれる。

# 亜熱帯高気圧

北半球では北緯20度～30度を中心に存在する高気圧で夏期に発達する。

赤道付近で上昇した気流が下降する場にあたり、中層および上層で高温・乾燥している背の高い高気圧。

# チベット高気圧

北半球の夏期モンスーンの時期に、チベット高原上の対流圏上層に現れる高気圧。

100hPa（高度およそ15～16km）  
天気図で明瞭に見られる。

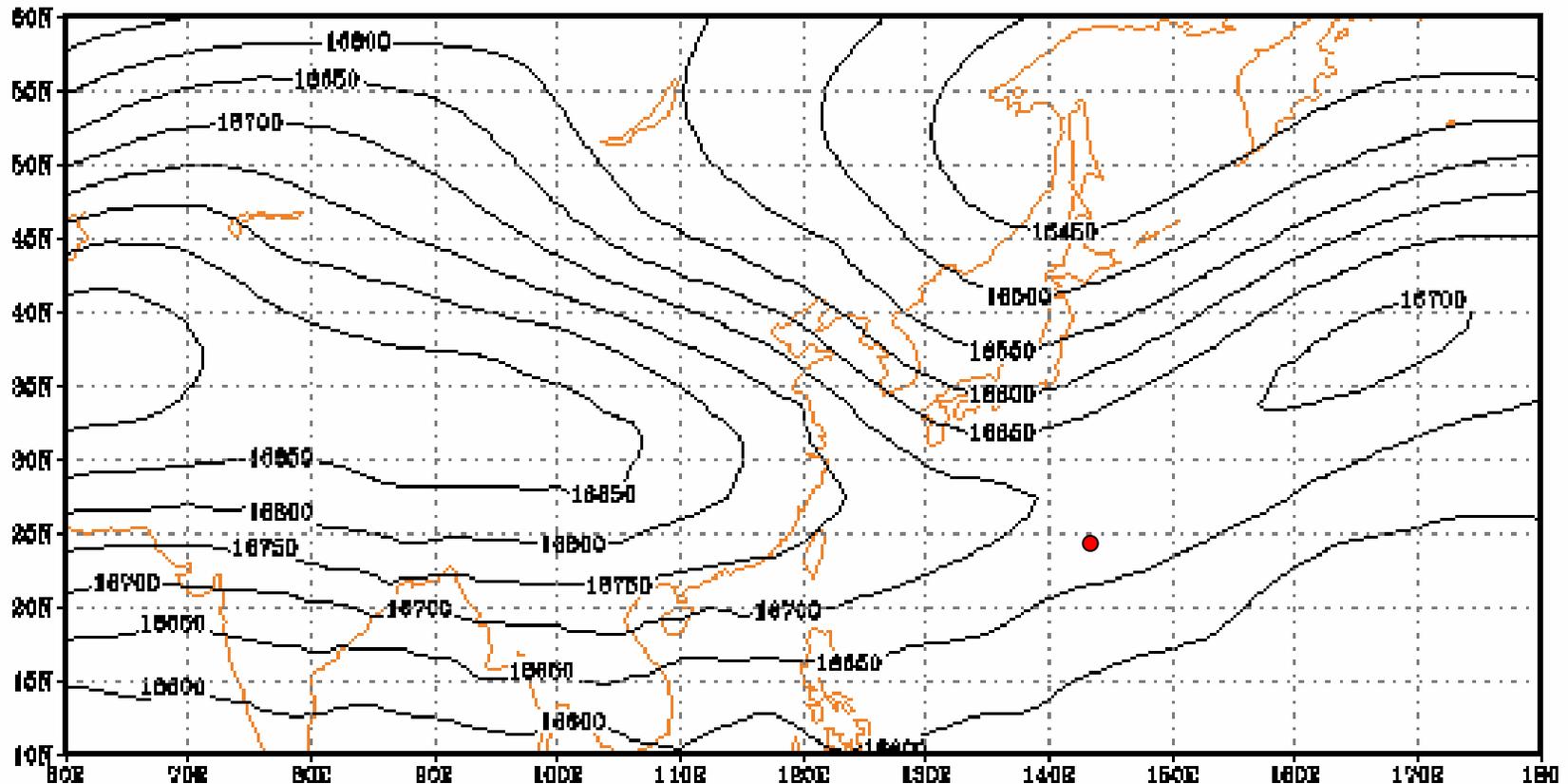


# チベット高気圧

(2005年梅雨中期)

JMA GSM 05070712 T=00 100hPa

2005年7月7日12Z



# 季節内変動

大気中のさまざまな変動の中で、数週間から数か月程度の周期の現象を季節内変動としている。

とくに熱帯域では対流活動の活発な領域が東進しながら30～60日かけて地球を一周するのに伴って、東西風や海面気圧の変化もあわせて東に移動していく。その影響が中緯度大気へも影響してくる。

長期予報上ではとくに注目する現象。

# 南方振動指数

熱帯の西部太平洋と東部太平洋の間の地上気圧が、数年ごとにシーソーのように変動する現象を南方振動という。

エルニーニョ現象と関係の深い指数。

南太平洋のタヒチとオーストラリアのダーウィンの地上気圧の差を指数化したものを南方振動指数としている。

エルニーニョ現象発生時にはこの指数がマイナスとなることが多い。

## ENSO (えんそ)

エルニーニョ現象 (El Nino) と南方振動は、密接に関連しながら発生している同一の現象を、大気側と海洋側の両面でとらえている現象であることから、それをまとめて表現した用語。

El Nino と Southern Oscillation (南方振動) の頭文字をとっている。

## ウォーカー循環

低緯度における平均的な東西循環。

エルニーニョ現象発生時には、その上昇域と下降域がずれてくる

## 熱帯収束帯

南北両半球からの貿易風が収束する帯状の領域。

貿易風は北半球では北東から南西へ、南半球では南東から北西へ。赤道付近にはこれらの風が収束する帯状の領域が存在する。

# 北極振動(AO)

冬季北半球の循環で卓越する変動パターン。北極域の気圧が負の偏差のとき、中緯度の海上を中心に正の偏差となる変動。

北半球500hPa高度場を主成分分析すると、その第一主成分が北極振動パターンに相当するようである。

## アノマリー相関

高度場や気温場などを比較する際に、その偏差値を用いて相関を求めて比較する。類似度合いなどを調べる際に用いる

# 速度ポテンシャル

速度ポテンシャルは風の流れの分布を示す。速度ポテンシャルが大きい場所から小さい場所へ風が吹いている。

熱帯域での大規模な対流活動の監視に有用な物理量。通常200hPa面で見ている。そこでの発散の状況を把握。

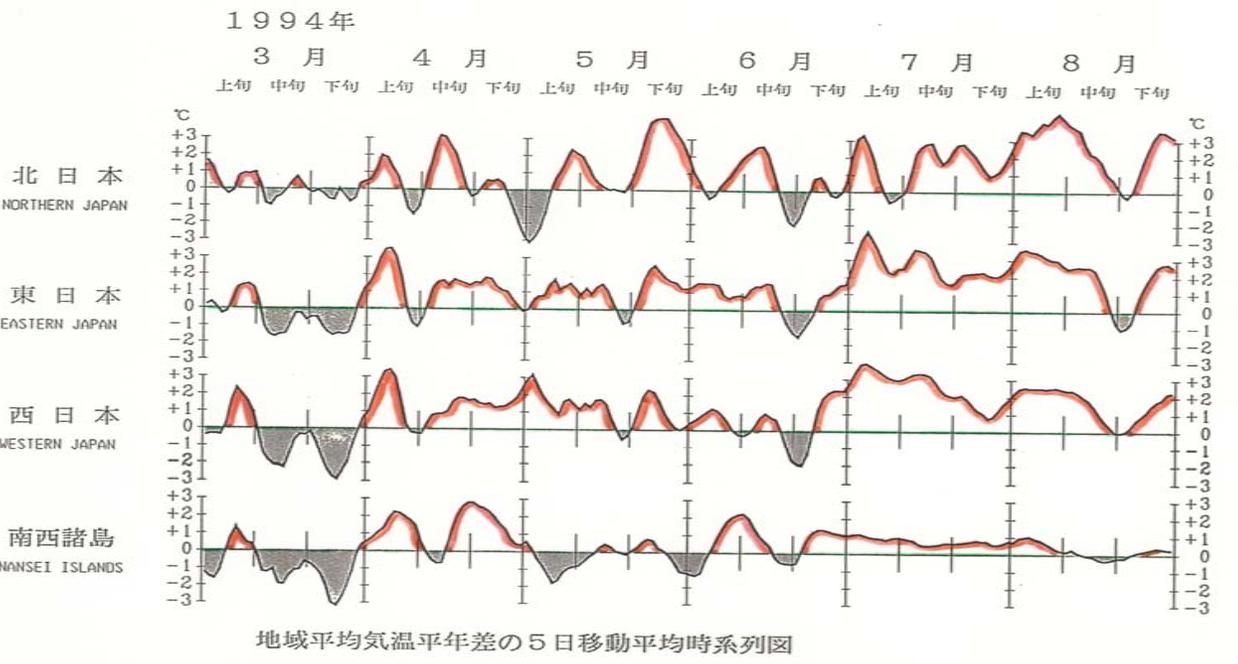
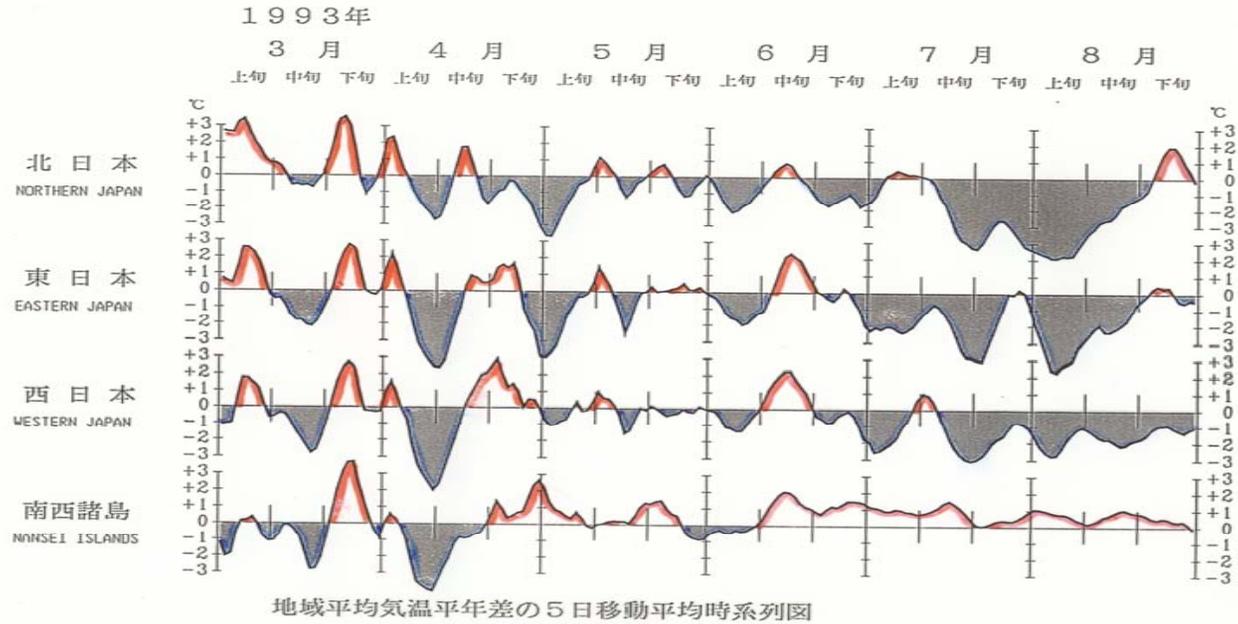
# 暑夏・冷夏 / 暖冬・寒冬

夏の気温(6～8月の3か月の平均)が、  
気候値の3階級区分で「高い」にランクさ  
れる場合を暑夏、「低い」場合が冷夏

冬の気温(12～2月の3か月の平均)が、  
気候値の3階級区分で「高い」にランクさ  
れる場合を暖冬、「低い」場合を寒冬

# 1993年 の冷夏

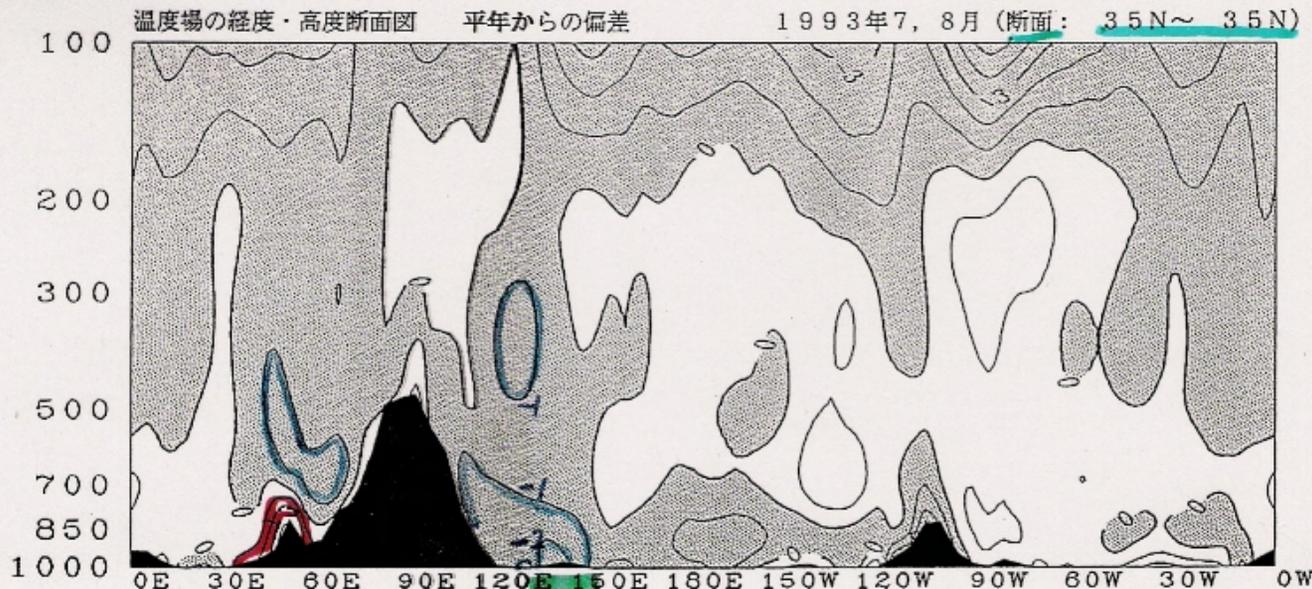
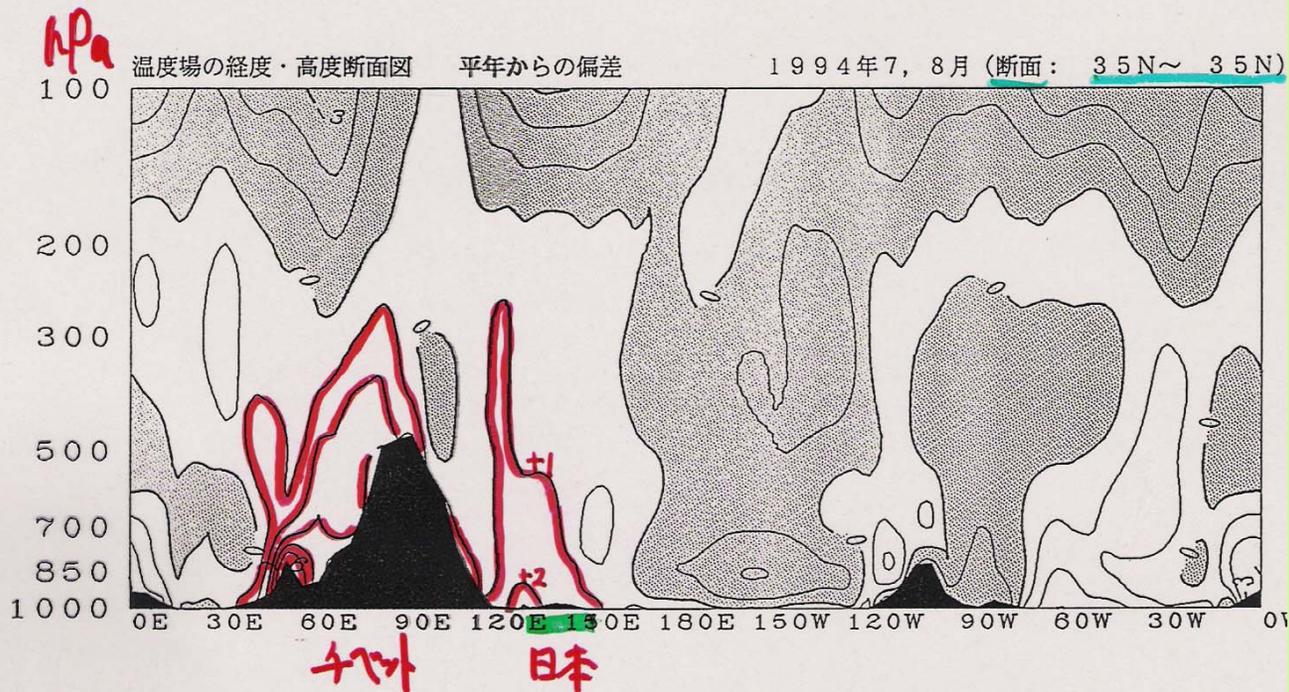
# 94年の 暑夏



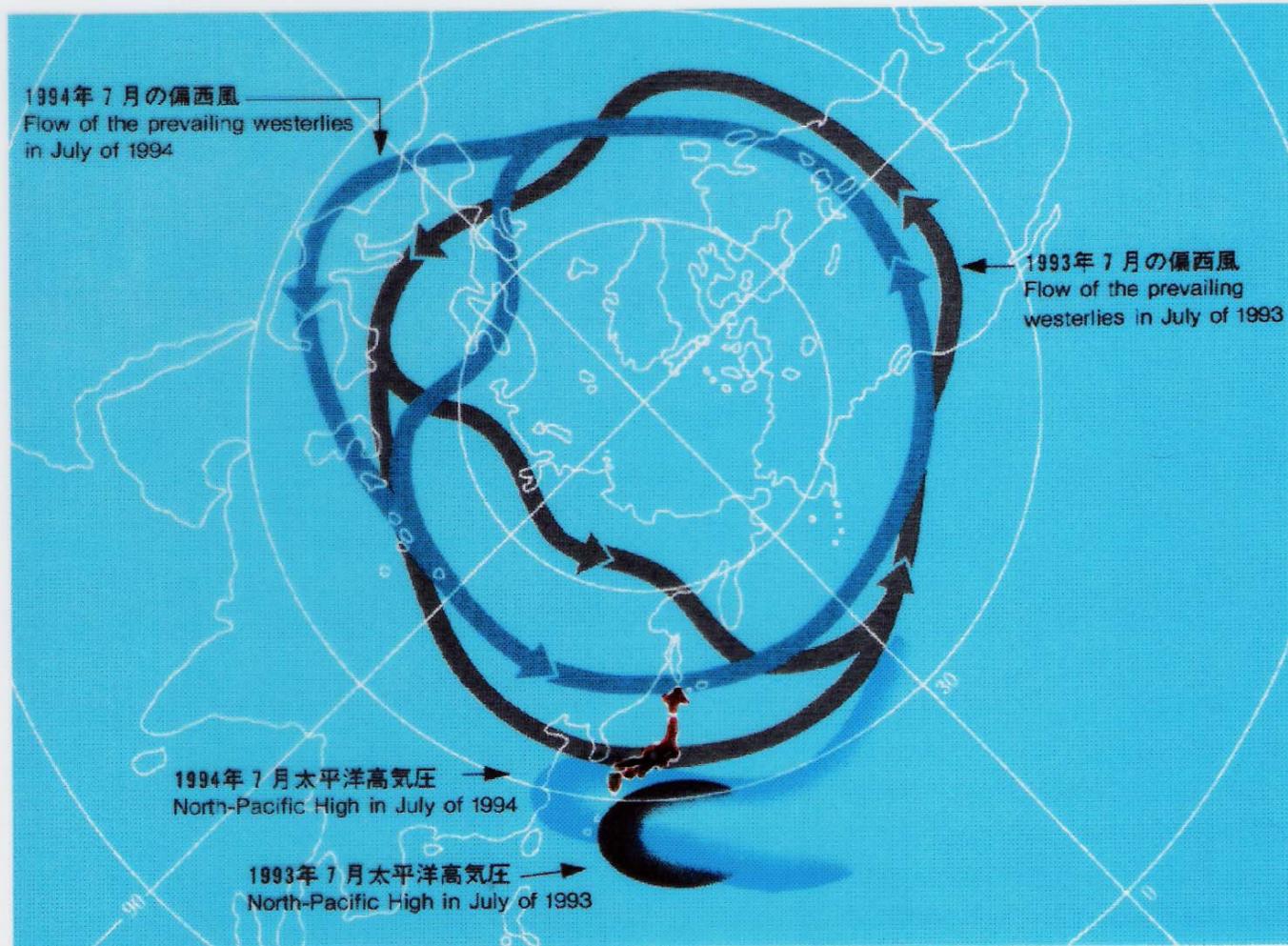
# 1994年の猛暑 と1993年の冷 夏時の気温の 鉛直断面図

(北緯30度に  
沿った気温偏  
差)

(気象)庁



# 冷夏年と暑夏年の偏西風の流れの比較



5 1993年と1994年の偏西風と太平洋高気圧の位置 Figure 5 : Flow of the prevailing westerlies and the location of the North-Pacific High in 1993 and 1994

# 北暖西冷型

月平均や季節平均気温を平年差で表したときに、日本列島全体の特徴を一言で表現する際の分布型の一つ。北日本が正偏差、西日本方面が負偏差の場合を「北暖西冷」という。

東日本で折れ曲がり、北東から南西方向に連なっているので、北と西という表現になる。暖(暑)、冷, 並を組み合わせて用いる。

この他に「北冷西暑」、「北冷西並」等ともいう。

# 確率予報の利用

従来の予報では“気温は高い”と断定的な表現で、その予報が実現する可能性についての情報は含まれていなかった。

確率つけた長期予報では、予報の信頼度と危険率も合わせて表現している。

# コスト/ロス モデル

確率値P%の予報が100回発表されたとする。

この予報により1回あたり **C**の費用の対策をとる

この対策により1回あたりの損失軽減額を **L**

対策費の総計  $\text{Cost} = C \times 100$

損失軽減の総計  $\text{Los} = L \times P$

従ってこの予報を使い、何らかの対策をとるとい  
う意思決定は  $\text{Los} > \text{Cost}$  が条件となる。

$$P > (C / L) \times 100$$

この中の  $C / L$  が コスト・ロス比( $\times 100$ で%)

コスト・ロス比が、予報された**確率値(%)**より小さいときには対策をとるほうが有利である。

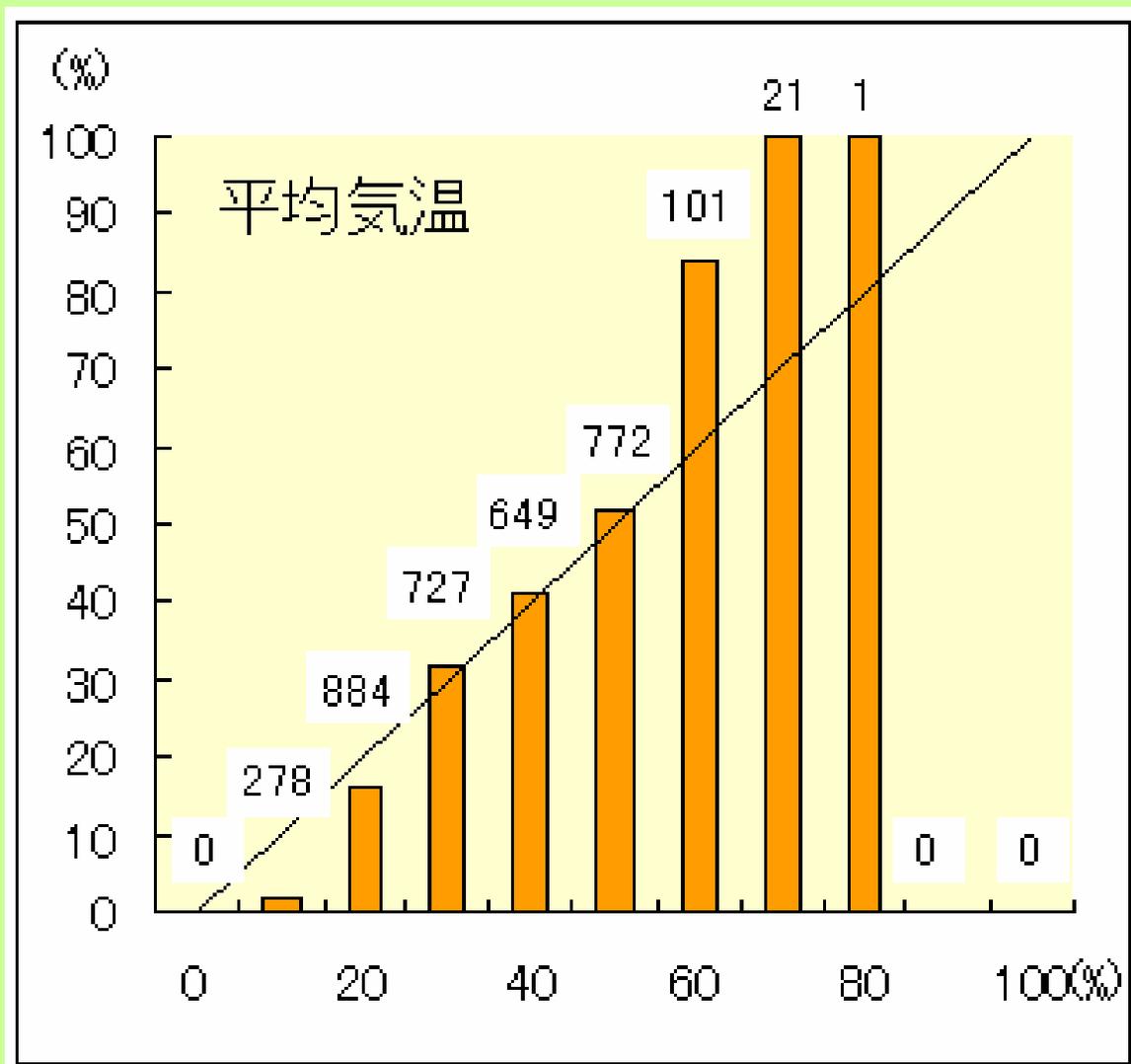
# 確率予報の評価

## (1か月予報の例)

発表した**確率の値**が**適切であったか**どうかについて評価する。例えば、気温であれば「高い(低い)」と予報して実際に「高く(低く)」なった**割合**。

確率が適切であれば、予報した階級が実際に出現する割合にほぼ等しくなる

# 1か月予報における確率の評価



# 第2回 おわり