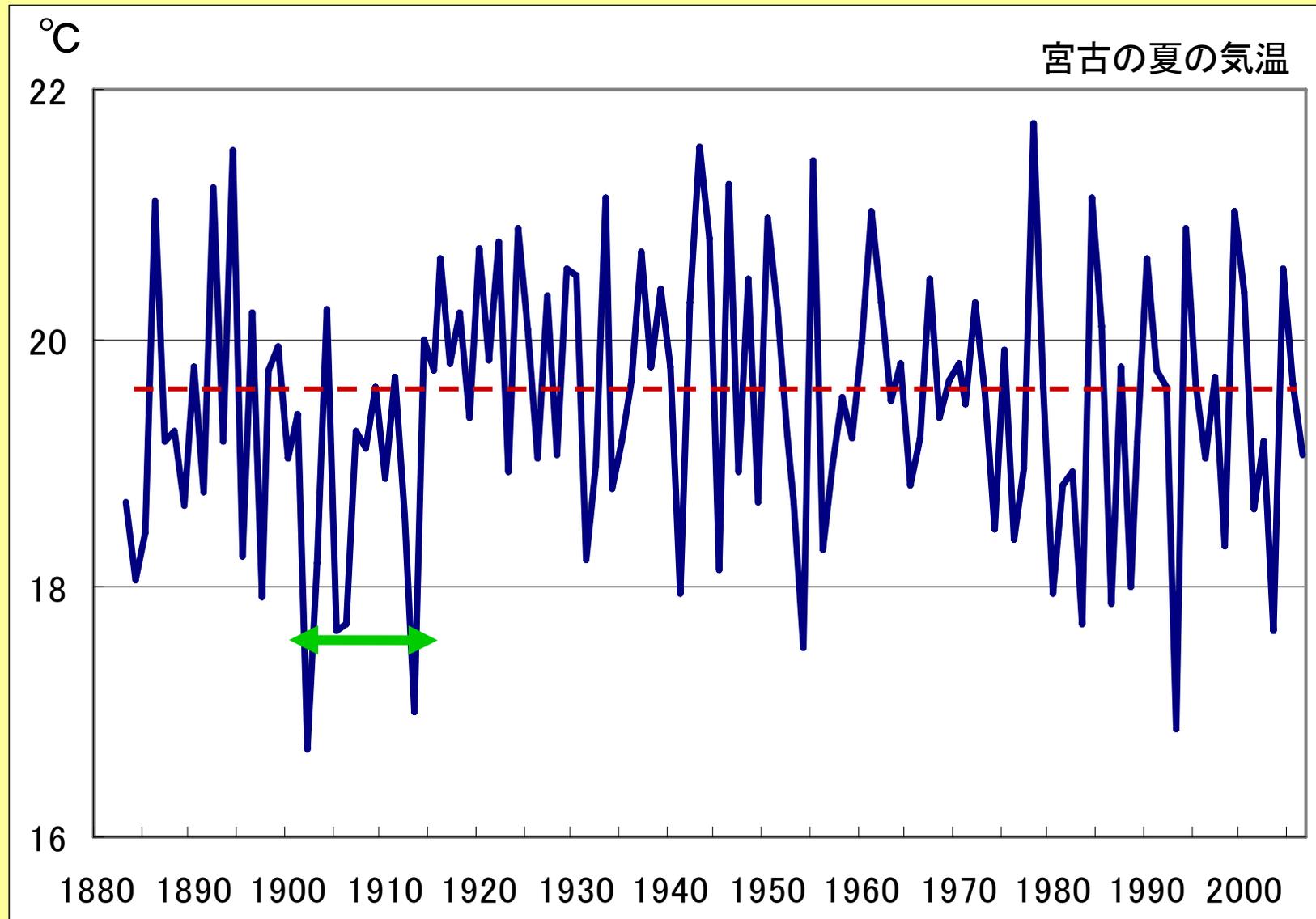


長期予報
(季節予報) の歴史

酒井 重典

東北の夏の気温の経過

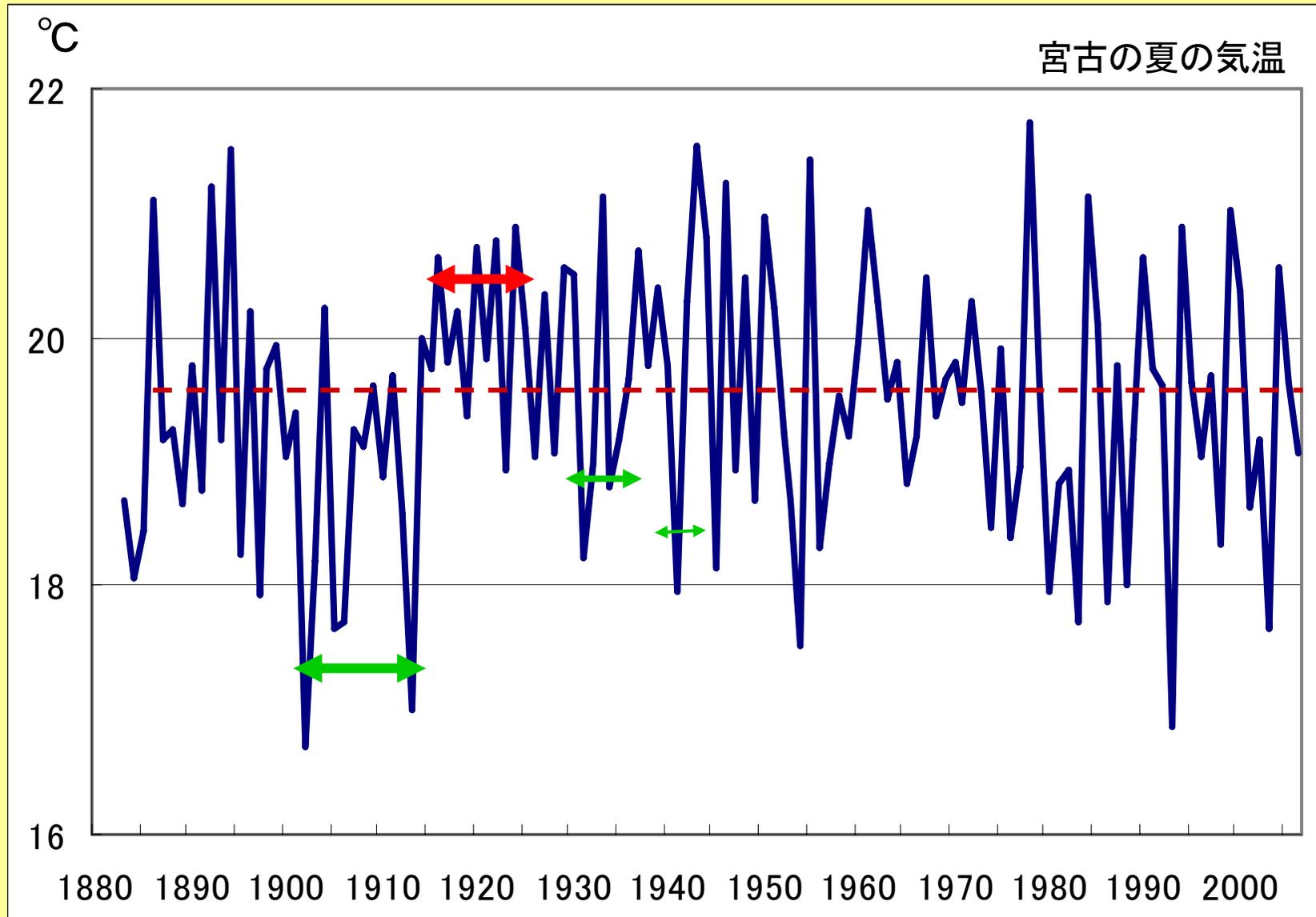


当時の主な研究

- ① 冷害と沿岸の4月頃の海水温と関係（関豊太郎）
- ② 凶冷と北方の高気圧からの北東風の関係（築地宜雄）
- ③ 北日本の低温をもたらす北海道から三陸東方の高気圧の原因として海水温が低いことを指摘（岡田武松）
- ④ 夏の低温の原因となる北海道東方海上に発生する局地的高気圧の予報の試み（安藤廣太郎）

これらの研究は「やませ」やオホーツク高気圧の発達に注目するもので、まさにポイントをついた研究

東北の夏の気温の経過



宮沢賢治と盛岡測候所

- “サムサノ夏ハオロオアルキ”とうたった宮沢賢治は、幼少の頃から青年期にかけては明治凶作群の真ただ中、晩年は昭和凶作群の始まりの時期に直面、東北地方の凶作を生涯を通して体験。

「グスコーブドリの伝記」の中では、夏の冷害を心配した火山技師のブドリが人工的に火山を噴火させ、炭酸ガス放出で温室効果により冷害を解消することになっている。

昨日はご多用のところいろいろとご教示を賜はりました。寢るに辱けなく存じます。お蔭様で本日は諸方に手配を定め、茲(こゝ)西三日中には充分安全な処(と)理(を)し、了(し)へるかと思(は)存(せ)ら(れ)ます。先(は)は(後)で(は)あ(は)げ(ま)す。あ(は)げ(ま)す。

昭和二年七月十九日

福井規矩三先生

宮沢賢治

冷害対策のための観測や 研究体制の充実

- ・ 東北各地に測候所の設立（昭和9年～昭和11年）
田名部、八戸、岩手山測候所
岩手山測候所は岩手山の8合目にあり、高層観測の役割
- ・ 観測船を配置して海洋観測
（八戸測候所、宮古測候所）

当時としては画期的な立体的な気象観測網を展開

中央気象台にも長期予報研究室→長期予報掛が発足

季節予報の発表開始

昭和17年 8月 1か月予報

9月 3か月予報

翌18年 4月 暖候期予報

昭和20年12月 1か月予報のラジオ放送開始

21年 1月 3か月予報も放送開始

昭和24(1949)年2月:長期予報の発表中止

11月:長期予報課の廃止

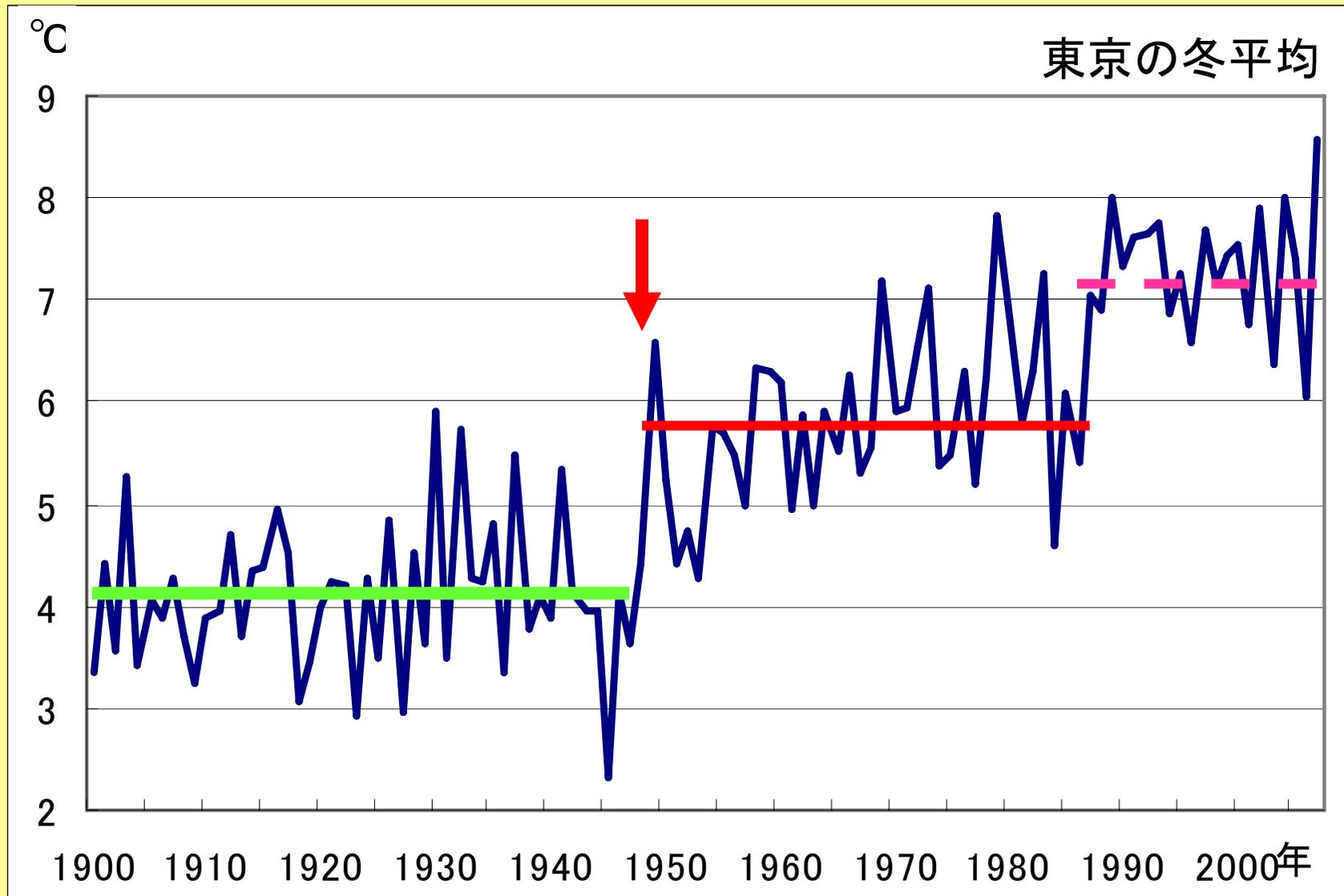
長期予報発表の中止の主な理由

- ① 記録的な暖冬に対する予報が大きくはずれたことで部外から強い批判、そして部内的にも技術的に時期尚早と判断。

なお、昭和24年の冬は天候ベースの変わる時期にあたっており、それまで続いていた寒冬の時代から暖冬の時代へと大きくシフトした変わり目の冬であった。

- ② 中央気象台の機構改革にあっていた。

冬の気温の経年変動(東京)



予報発表再開・組織の復活にむけて

- ① 半球規模の高層資料等の整備
- ② 予報法の基礎的な研究の進展
- ③ 農業関係者等からの強い要望

- 昭和28年2月：長期予報の発表が再開
- 昭和33年6月：長期予報管理監
- 昭和49年4月：長期予報課

これ以降長期予報業務の改善が精力的に進められた。

一箇月予報(季第1号)

昭和28年2月25日

中央気象台

尚う1箇月間の天候について調査した予報の結果は次のとおりです

全般予報

1. 天候

3月上旬、低気圧帯は春型の発達で見せま
す。旬末には、シベリアの高気圧が北海道
方面に張り出し、本州東海上に弱高または低
気圧が現われましょう。天候は、北海道では
曇り寒く、比較的好むやかに経過しますが、
本州中部では曇り寒く、また3~4日曇りの多
い期間がありましょう。

3月中旬、大陸高気圧はおおむね強く、低
気圧は本州東方洋上で発達し、冬型の気圧配
置にもとる見込です。なお、旬末ごろ、福永
方面に寒気高気圧が現われるかも知れませんが、
一様に南風の吹く穏かな天候は期待でき、本
州下は、一時的風雨(特に夜間風雪)のおこ
りそうです。

3月下旬、北極圏低気圧の気圧帯が現われ、
北海道のそそき本州は曇天に曇雨が多い。
天気がぐずつく見込です。

2. 気温

3月上旬、平均ではやや高いですが、旬末
ごろは西日本は平年並で、その他はやや低温
になりましょう。

3月中旬、全般にやや低温の傾向があり、
前により一時はかなりの低温が起るかも知れ
ません。なお、旬末には、北日本五のそそき平
年にもとる見込です。

3月下旬、北海道方面は寒気が大きく、低
温から低温になりましょう。本州は日中は暖
い日もありますが、平均では、北部は平年並
で南部はやや高い見込です。

3. 降水量

3月上旬、九州・中国は多く、北日本は少
い傾向でしょう。その他は平年並ですが、本
州南岸ではやや多い傾向も可能です。

3月中旬、北日本では平年並ですが、太平
洋側下はやや多い傾向ありそうです。その他
はやや少ない見込です。

3月下旬、西日本および中部日本では暖し
て多く、前よりもかなりの雨量が予想されま
す。東北海方の東海岸では少ないしやが多く、
その他はやや少ないでしょう。

関東・甲信地方予報

3月の天候は、始めは春型でしので多いで
すが、上旬末から月半ばまでにかけては暖し
て不穏で天候が曇り寒く、また一時は低気圧
帯が春型にもどり、北風の強い日が続きまし
ょう。なお、中旬には一時的風雨が起りそう
です。下旬は曇雨天が多く、天候はしばらく
ぐずつく見込です。

気温変化の傾向は、現在寒気天候の高気圧
系はだいが弱まって、春の気候が現われてき
ました。このため、この冬の寒気の大きい寒
潮は一応終り、上旬末から月半ばまでにかけ
て多少の暴寒を見てもしょうが、月平均で
は、はからやや高温に予想されます。

次に降水量は、上旬は不確定ですが、例年
並で、関東地方ではやや多い傾向があるかも
おぼろげです。なお、中旬はやや少ないですが、下
旬は多く、かなりの雨量が期待されます。

三箇月予報(季第2号)

昭和28年3月7日

中央気象台

尚う3箇月間の天候について調査した予報の結果は次のとおりです

全般予報

3月概況

1. 中旬、大陸高気圧はやや強く、低気圧は
本州東方洋上で発達し、一時冬型の気圧配置
にもとる見込です。

下旬、本州東海上に弱高が停滞し、低気
圧が現われ易いでしょう。

2. 天候、中旬は南風の吹く穏かな天候は期
待でき、本州では一時的風雨(北日本では前
により風雪)が起りそうです。また下旬は北
海道型のそそき本州は曇り曇雨天が多く、3
~4日ぐずつく見込です。

3. 平均気温、例年よりやや高い傾向が多い
ですが、中国・九州ははかばかでしょう。なお
変動があり、中旬は一時的低温が現われ、ま
た下旬は高温が維持されます。

4. 降水量、北海道西部はやや多く、関東以
西の太平洋側ではやや多い傾向があります。
その他は曇り曇り平年並の見込です。

5. 降雪量、北海道、東北地方は平年並です
が、北陸方面はやや少ない傾向です。

4月概況

1. 大陸高気圧はやや強く、移動性高気圧の
通過が多いでしょう。低気圧は2個ぐらい発
達し、上旬にはかなり強いものが現われるか
も知れません。

2. 天候、2~3日風雨が降り、北海道方
面では曇り曇り見込です。また、本州は高気
圧におおわれ、とせどき晴れますが、高気圧
の経路がやや北進し、天候の変化が曇り曇り

いでしょう。

3. 平均気温、北海道、東北北部はやや低温
の見込です。その他は平年並ですが、北陸で
は高温、西日本では暑日の傾向がありまし
ょう。

4. 降水量、関東以西は曇り曇り、北海道
は曇り曇り少ないでしょう。その他は平年
並ですが、東北地方の太平洋側ではやや多い
かも知れません。

5月概況

1. 月平均気圧は例年にくらべ福永および日
本海方面が高く、本州東方洋上で低く、小笠
原方面の高気圧はあまり発達しない見込です。
このため本州周辺にはしばしば冷気団が現
われ、気圧配置はやや不順に経過しましょう。

2. 天候、曇り曇り天候変化ははげしく、一時
的風雨が例年より多い見込です。また前より
暖かそう、降ひょうなどの異気象も起りそ
うです。

3. 平均気温、変動が大きく、北海道方面で
は一時は相当の低温が現われる心配があり、
月を通じても完全に暖かくなるものと思われ
ます。

4. 降水量、北陸以北はやや多く、関東以西
はやや少ないでしょう。中部山岳は平年並の見
込です。

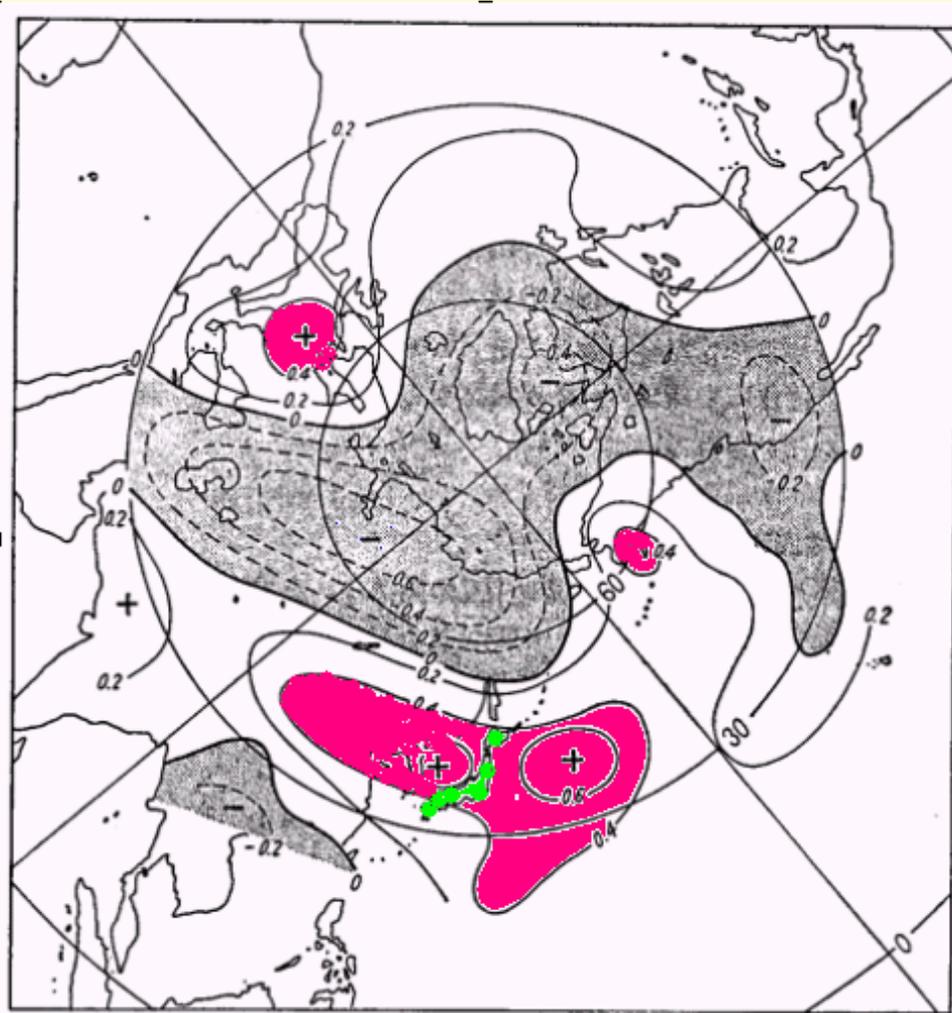
正誤 天候予報編第131号、地域
別予報、3月「東北中部」は「東北西部」の誤記。

当時の予法則の一例

- セントポールの気圧（ベーリング海にある観測点）の変化から、梅雨入りあるいは曇雨天ベースへの変化を見つける予報則
- マーカス島の成層圏の風の変化から梅雨入り・明けの時期を予測する方法
- シベリアのエニセースクの冬の気圧の変動の特徴から北日本の夏の気温を予報する方法

不十分な資料の中で、特定ポイントや地域の気象要素の変動の特性を把握して、循環場の移り変わりを推定していた。

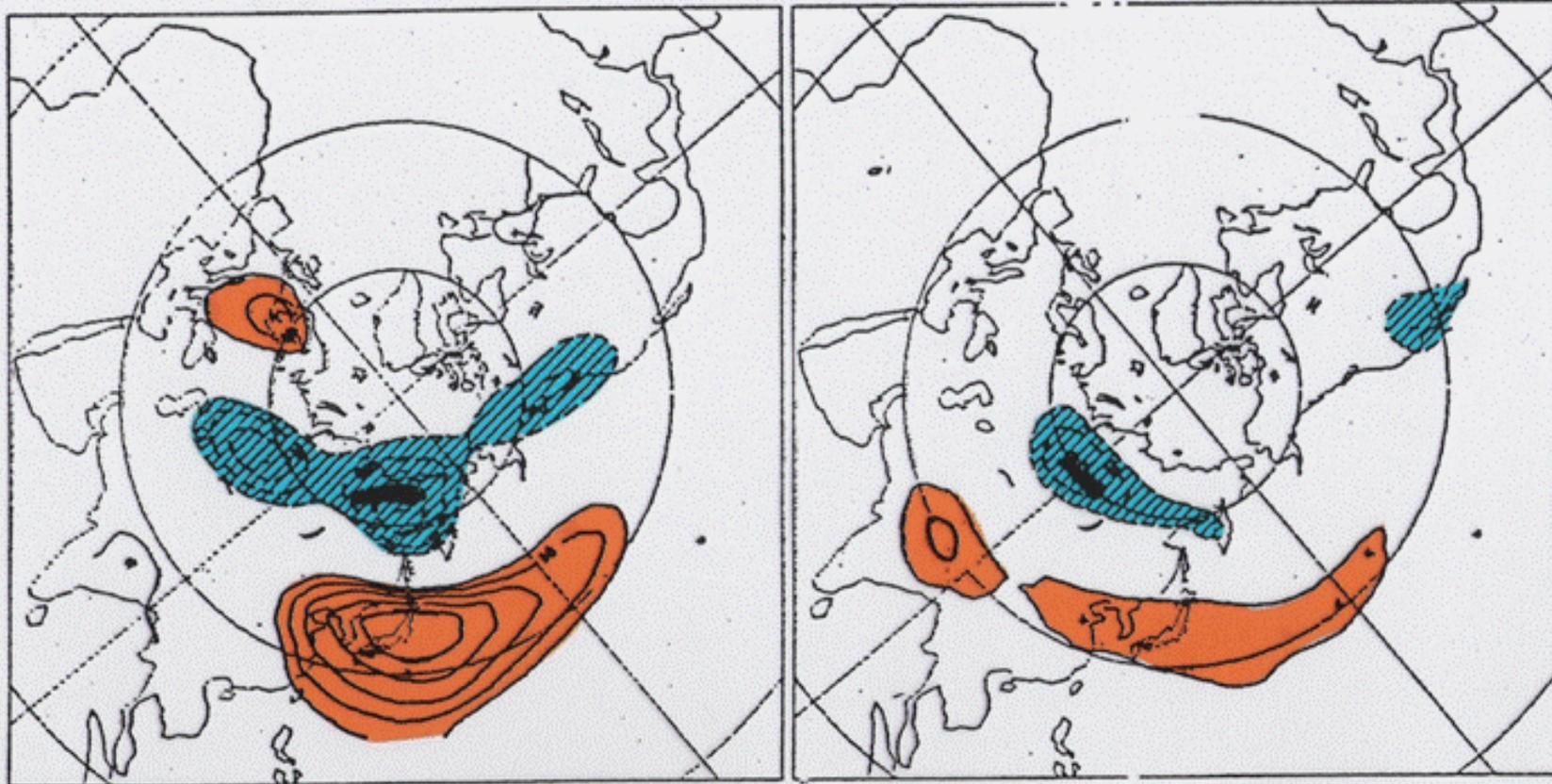
相関シノプティクス



東京の気温と 500mb 高度の同時相関図 (2月)

- ・ 予報要素と北半球全体の気圧場との相関分布図を基に解析する
- ・ 天気予報における天気図の総観解析と同様な考え方で、天候と循環場との関係などを解釈できる
- ・ いわゆるテレコネクション
- ・ その後の長期予報の方法の大きな柱となった

気温と500hPa高度場との相関関係



1月の気温と1月の気圧の関係

1月の気温と12月の気圧の関係

東日本の気温と北半球500hPa高度場との相関関係

統計的手法

統計的手法： 相関法、周期法、類似法など

- ・ 統計的手法は、予測の方法としてはある程度の妥当性を持っているが、その結果を解釈する物理的根拠に乏しいという問題、データの量に限度があるという欠陥。
- ・ 統計的手法にとっては蓄積された過去資料がよりどころであるが、現在利用できる資料はたかだか数十年。
- ・ とくに近年のように“観測開始以来の・・・”というほどに平年からの偏りの大きな天候が出てくる状態を、この方法で予測することは非常に困難。

気候系監視資料が充実してきたことで、物理的な解釈を加え、現在でも3か月予報や暖・寒候予報に適用されている。

また、実況経過と循環場の関係を解釈するには有効な方法

長期予報で用いる主な用語類

循環指数: 大気の大循環場の状態を簡便に見るために作られた指数。特定の等圧面の高度あるいは緯度間の高度差や高度偏差などで表される。

長期予報では主に500hPa高度場を用いている。

東西指数: 偏西風の蛇行の程度を見る目安

極渦指数: 極うずの発達を目安で、極付近の寒気蓄積の度合いを見る

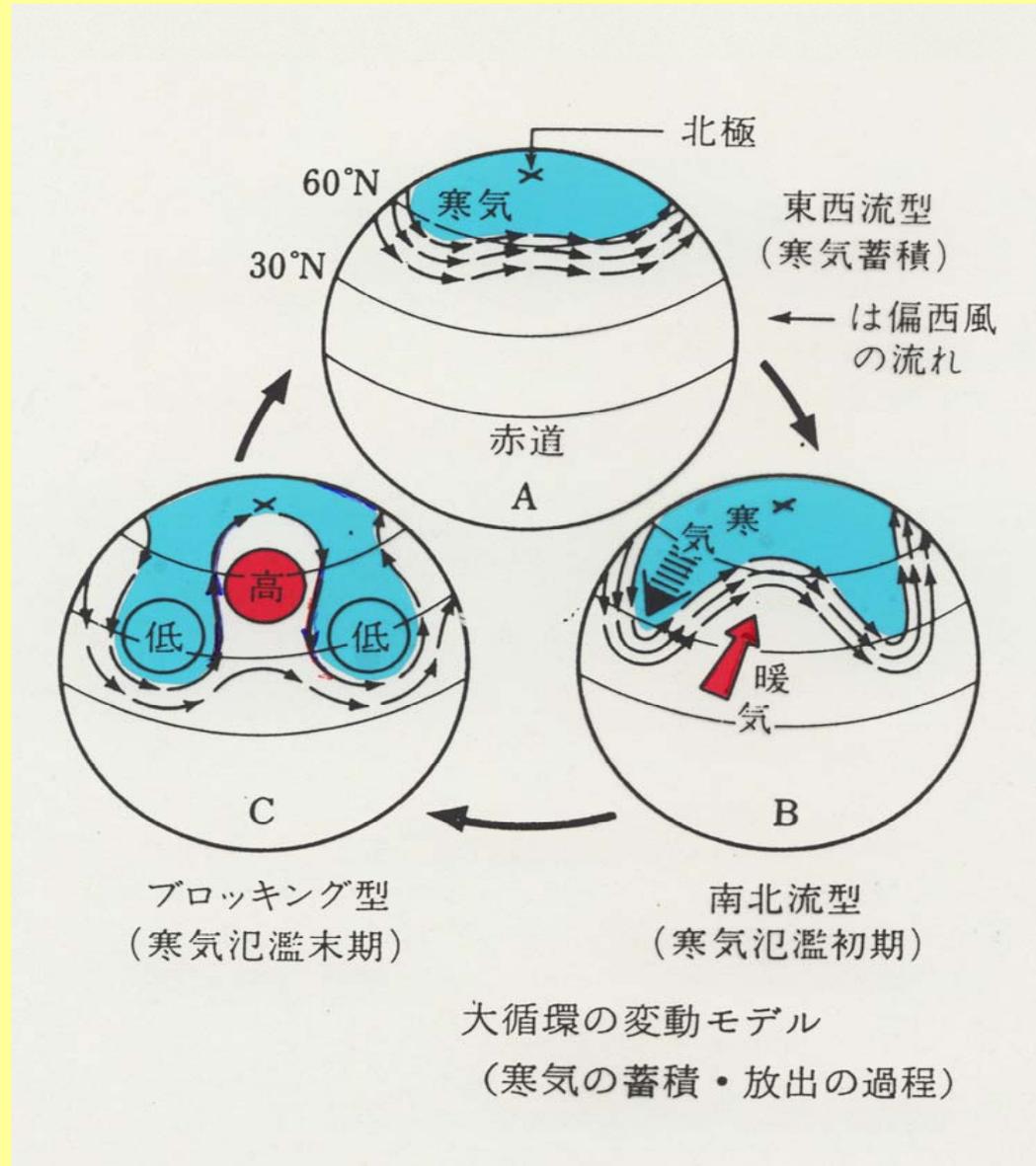
ブロッキング現象: 偏西風の蛇行が大きくなり、流れが分流してその状態が1週間程度以上続く場合

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低温で湿潤な停滞性の高気圧

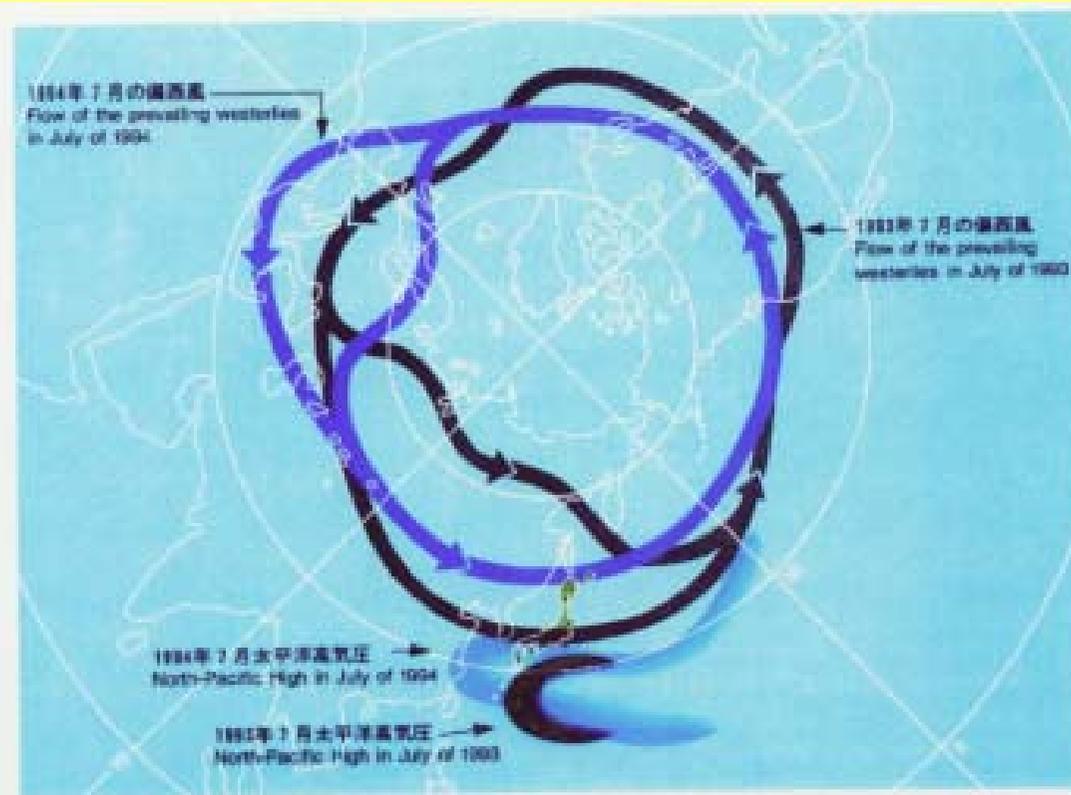
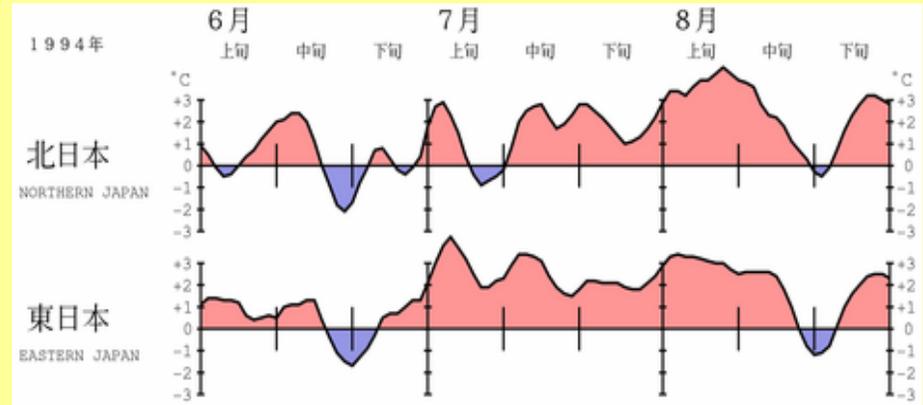
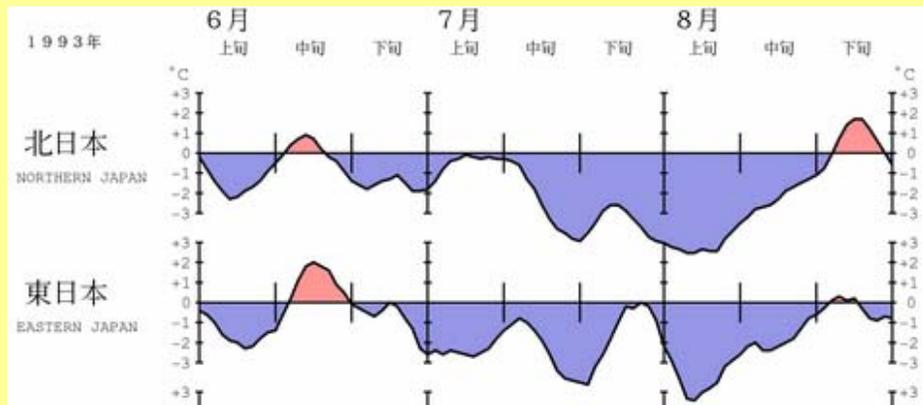
亜熱帯高気圧: 北半球では北緯20度～30度を中心に存在する高気圧で夏期に発達する

チベット高気圧: 北半球夏期のモンスーンに時期に、チベット高原上の対流圏上層に現れる高気圧

偏西風の流れのパターンについて

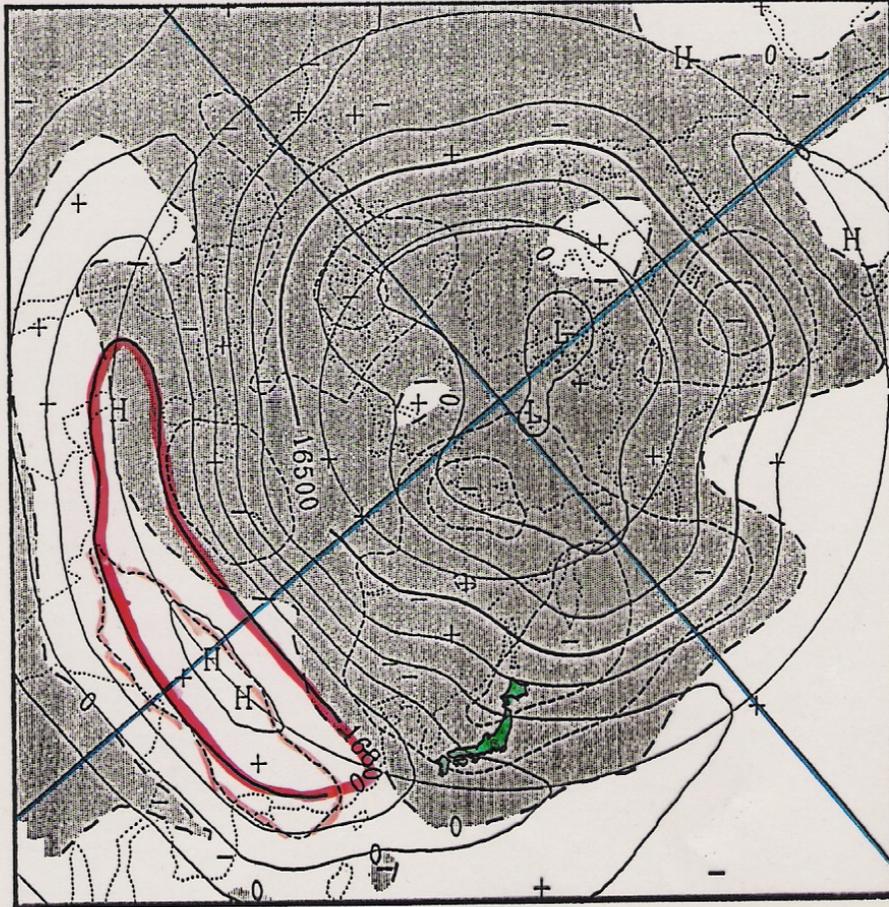


冷夏と暑夏の偏西風の流れ

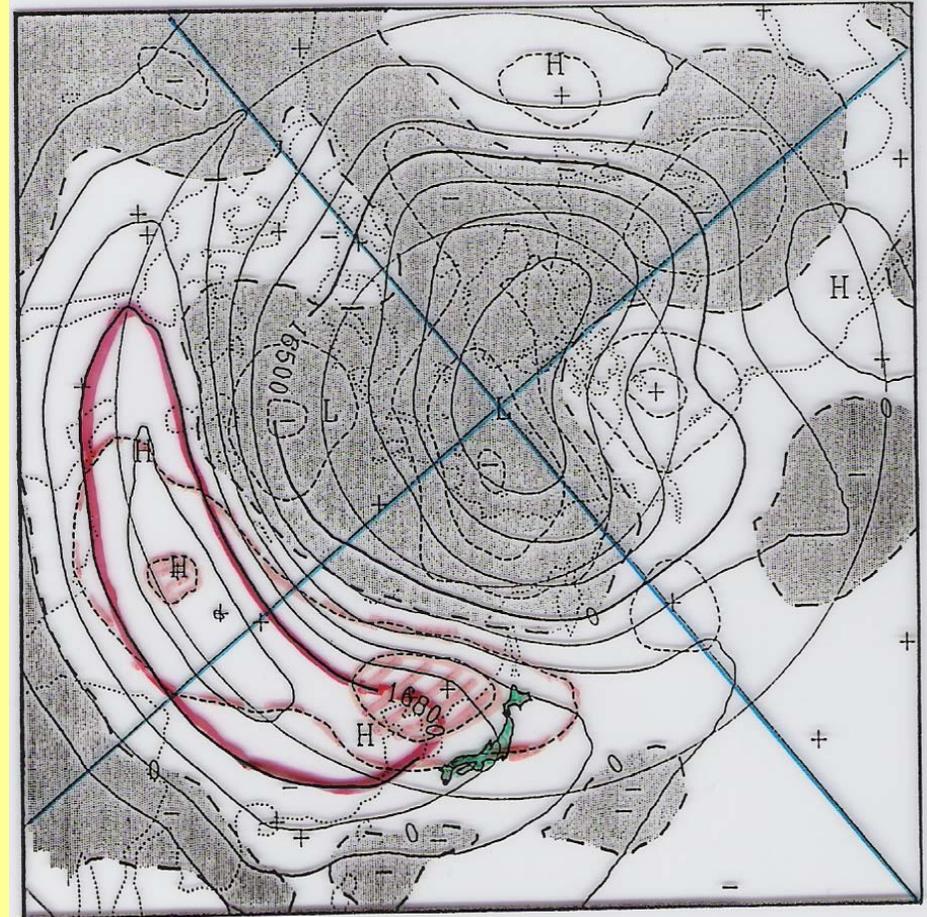


1993年と1994年の偏西風と北太平洋高気圧の位置 Figure 5. Flow of the prevailing westerlies and the location of the North-Pacific High in 1993 and 1994

暑夏と冷夏のチベット高気圧の違い



1993年7月



1994年7月

異常天候の監視」の業務を充実

- ・ 国内の天候は、”三八豪雪の頃から異常気象が現れやすくなってきた。

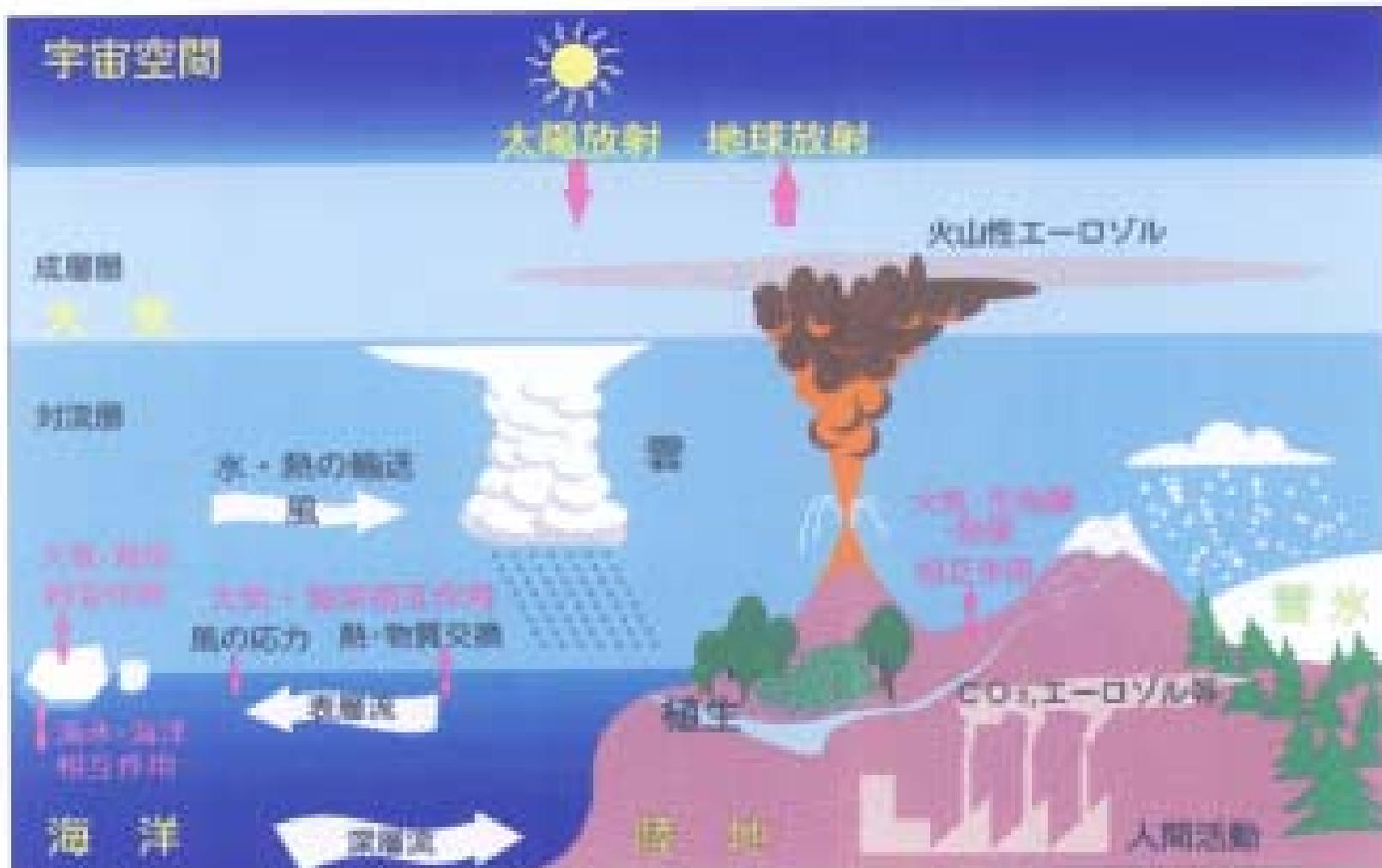
世界的には、1972年には大規模なエルニーニョ現象が発生し、異常気象が多く現れた。このような世界の異常天候が日本の社会や経済へ少なからぬ影響を与えることが分かってきた。

- ・ 復活した長期予報課の業務の中で特に注目すべきは、世界の異常天候監視業務を充実させたこと。

- ・ 昭和49年10月「異常天候監視報告」を刊行。
- ・ 昭和62年には「気候系監視報告」となり、
- ・ 本年3月からは「気候系監視速報」となって、さらに内容が充実してきた。

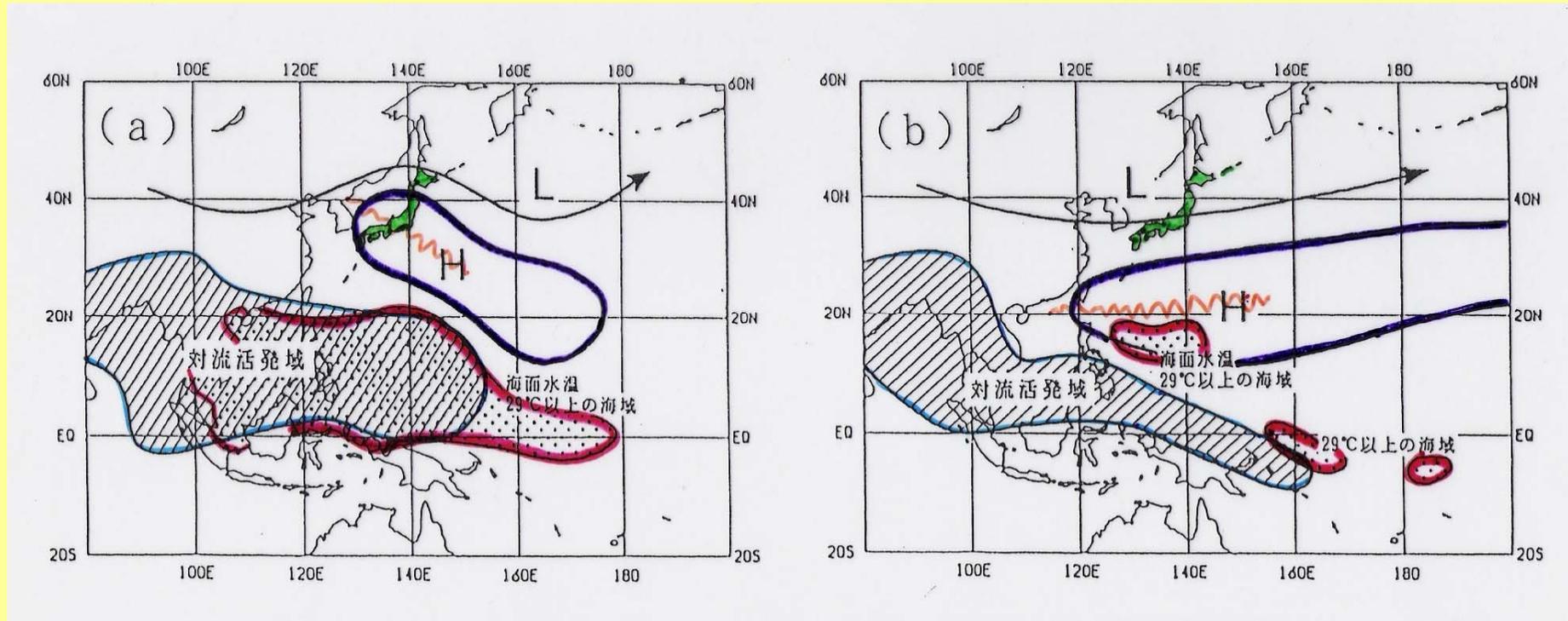
精度の良い予報をするためには、境界条件の状態を正確に把握し、大気の変動についての理解を深める必要

気候系と各要素の相互作用



気候系と各構成要素の相互作用

盛夏期の亜熱帯高気圧と 対流活動および海面水温の関係



猛暑干天の例

低温また天候不順の例

(長期予報研修テキスト、1992年)より

熱帯西部太平洋の海面水温

・対流活動と大気の応答

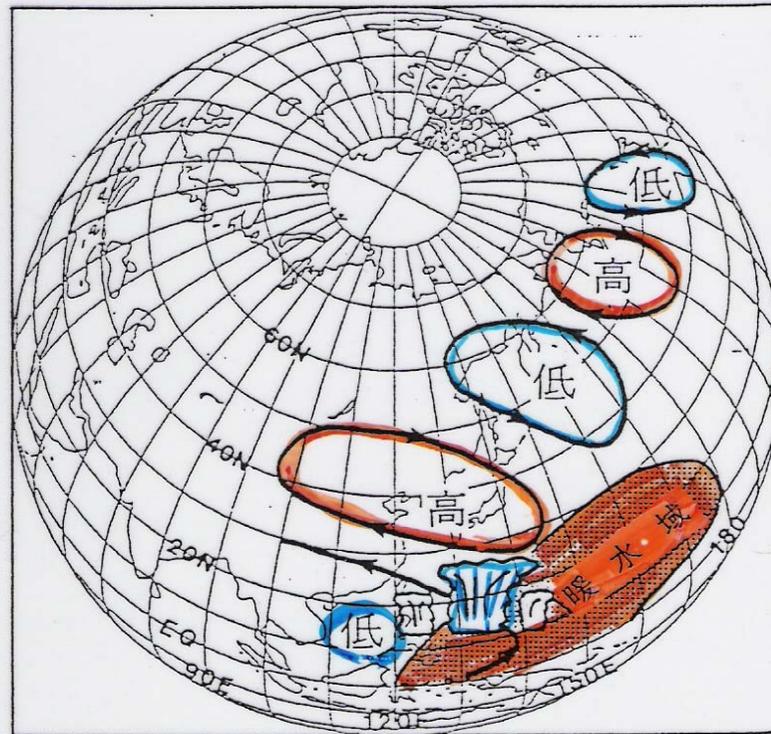
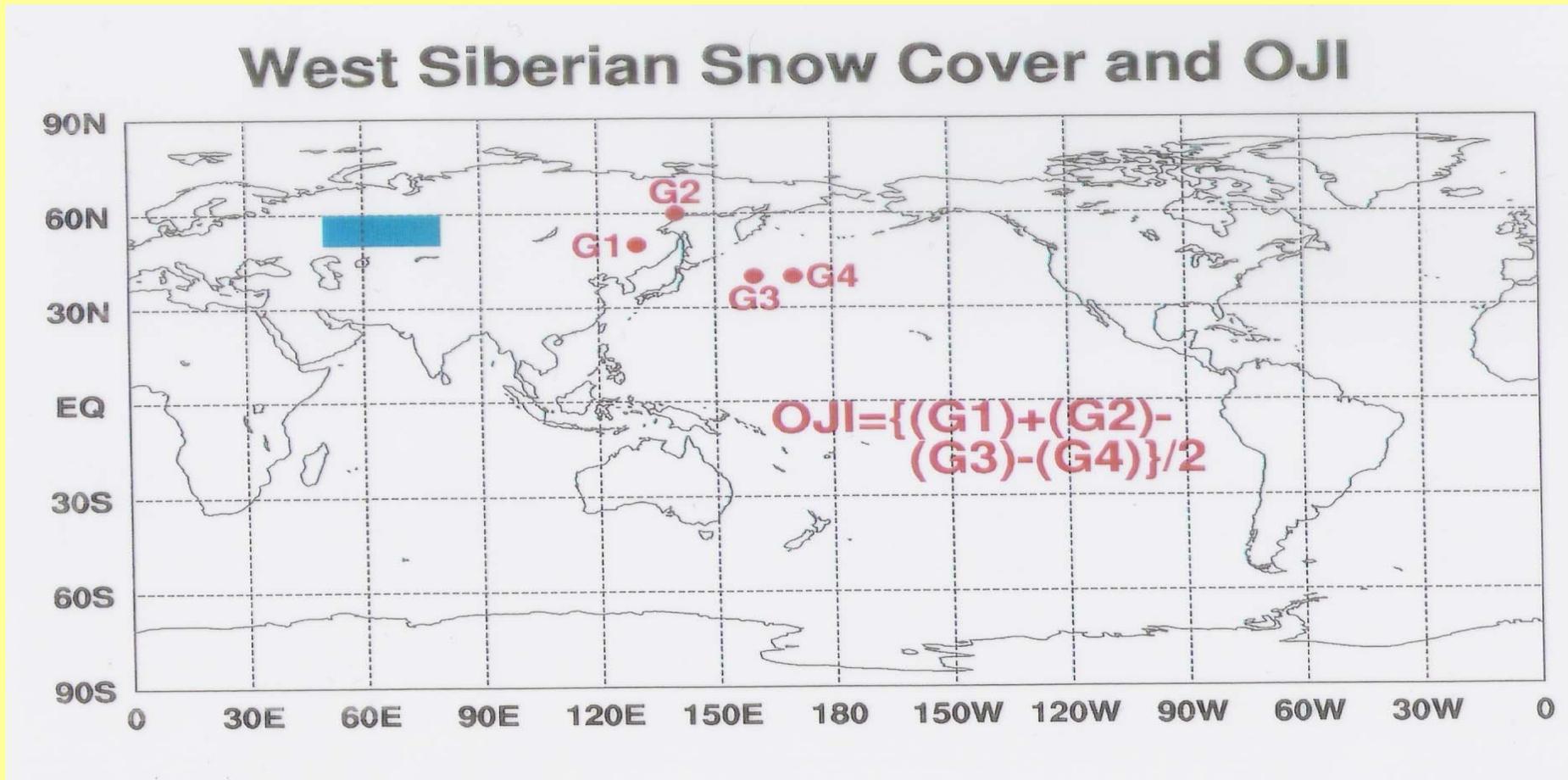


図 熱帯西部太平洋域の海面水温，対流活動と中緯度大気の応答の模式図

海面水温が高い年の夏，フィリピン付近の対流活動が活発化し，大気中に大規模な波動(ロスビー波)を作り，そのため日本付近は高気圧に覆われる(Nitta, 1987)。

西シベリアの積雪状況とオホーツク海高気圧の関係



力学的長期予報の導入

- 1990（平成2）年3月：
長期予報にはじめて力学的手法を導入
（15日数値予報）
- 1996（平成8）年3月：
1か月予報にアンサンブル予報の導入
季節予報の確率予報の開始
- 2003（平成13）年：3か月予報、寒候期・
暖候期予報にアンサンブル予報を導入

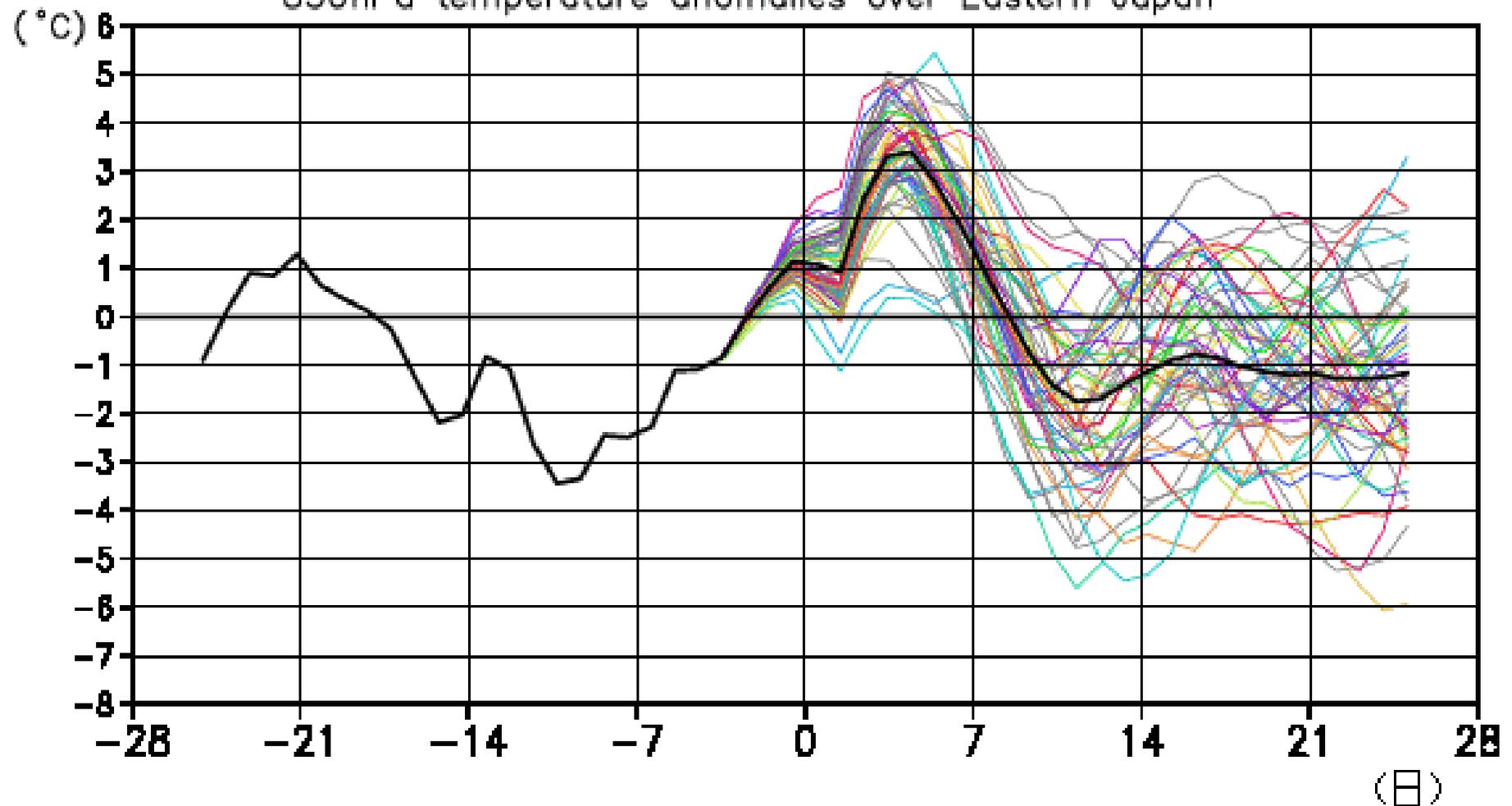
カオスとアンサンブル予報

- 数値予報の初期値に含まれる誤差は、時間とともに増幅する。これは、大気的基本的な性質によるものである。この性質はカオスと呼ばれている。
- 大気のこのカオス的な性質に対処するため、「アンサンブル予報」という数値予報の手法が開発されてきた。これは、ある時刻に少しずつ異なる初期値を多数用意して多数の予報を行い、その統計的な性質を利用して最も起こりやすい気象現象を予報するものである。

気温予報の例

850hPa気温偏差 東日本 (135E-140E, 35N-37.5N)

850hPa temperature anomalies over Eastern Japan



1 か月予報資料 (2) アンサンブル平均図

初期値 : 2007. 6. 7.12 UTC

28(2-29)DAY MEAN (6/ 9- 7/ 6)

500hPa HEIGHT AND ANOMALY

CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 30m



7(2- 8)DAY MEAN (6/ 9- 6/15)

500hPa HEIGHT AND ANOMALY

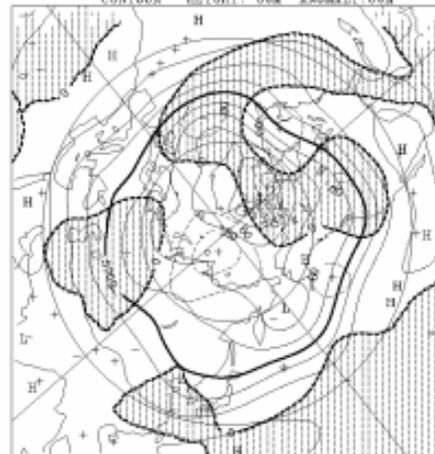
CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m



7(9-15)DAY MEAN (6/16- 6/22)

500hPa HEIGHT AND ANOMALY

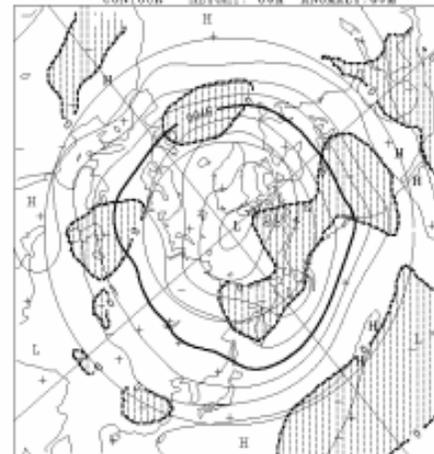
CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m



14(16-29)DAY MEAN (6/23- 7/ 6)

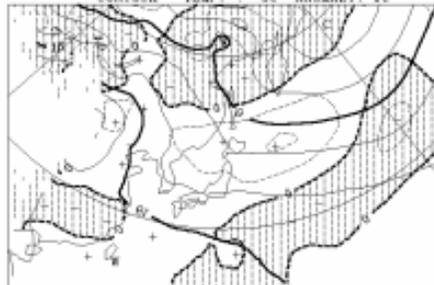
500hPa HEIGHT AND ANOMALY

CONTOUR HEIGHT: 60m ANOMALY: 60m



850hPa TEMPERATURE AND ANOMALY

CONTOUR TEMP: 3C ANOMALY: 1C



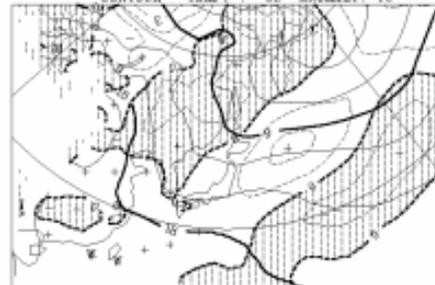
850hPa TEMPERATURE AND ANOMALY

CONTOUR TEMP: 3C ANOMALY: 1C



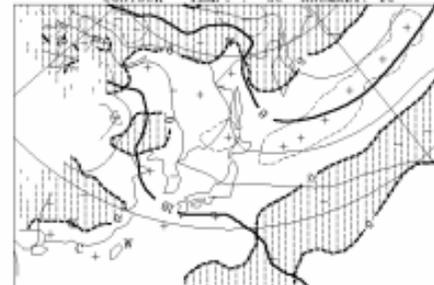
850hPa TEMPERATURE AND ANOMALY

CONTOUR TEMP: 3C ANOMALY: 1C



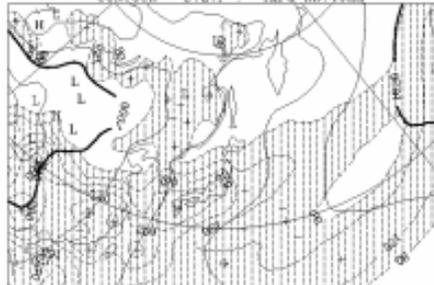
850hPa TEMPERATURE AND ANOMALY

CONTOUR TEMP: 3C ANOMALY: 1C



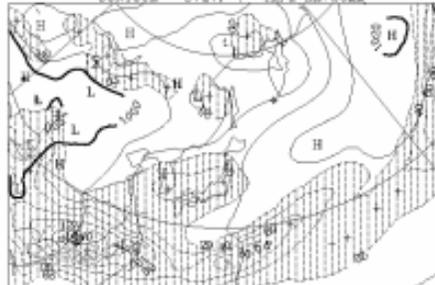
S.L.P. AND RR

CONTOUR S.L.P.: 4hPa RR: 40mm



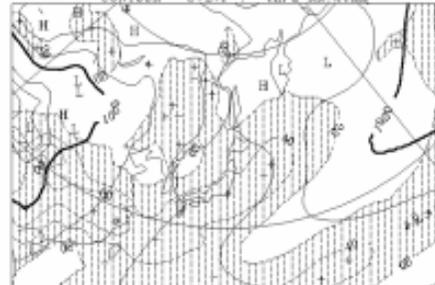
S.L.P. AND RR

CONTOUR S.L.P.: 4hPa RR: 20mm



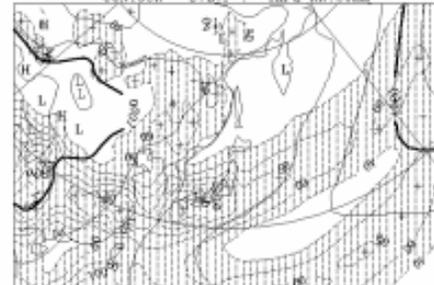
S.L.P. AND RR

CONTOUR S.L.P.: 4hPa RR: 20mm



S.L.P. AND RR

CONTOUR S.L.P.: 4hPa RR: 20mm



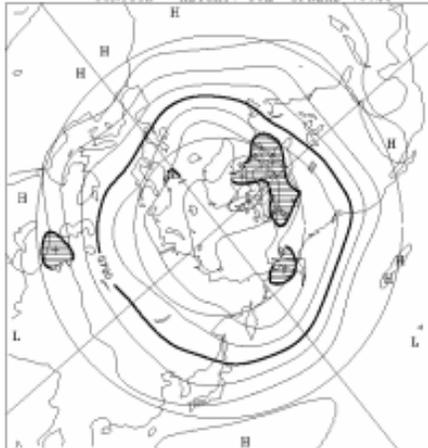
1 か月予報資料 (3) スプレッド・高偏差確率

初期値 : 2007. 6. 7.12 UTC

28(2-29)DAY MEAN (6/ 9- 7/ 6)

500hPa SPREAD AND HEIGHT

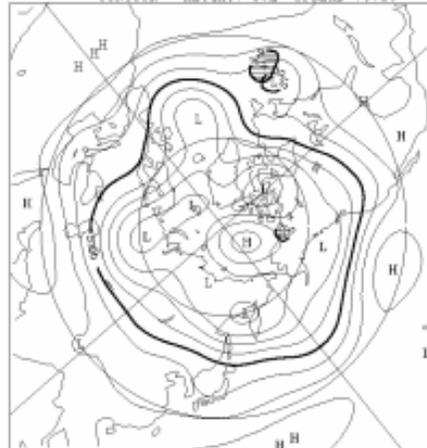
CONTOUR HEIGHT: 60m SPREAD : 0.20



7(2- 8)DAY MEAN (6/ 9- 6/15)

500hPa SPREAD AND HEIGHT

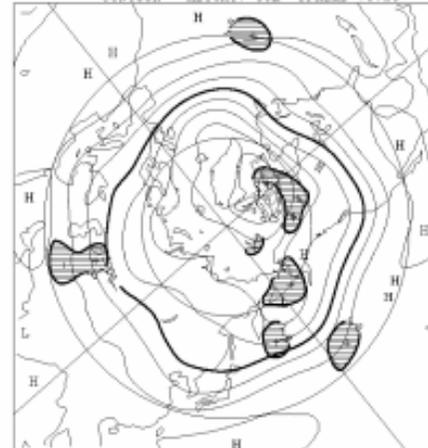
CONTOUR HEIGHT: 60m SPREAD : 0.20



7(9-15)DAY MEAN (6/16- 6/22)

500hPa SPREAD AND HEIGHT

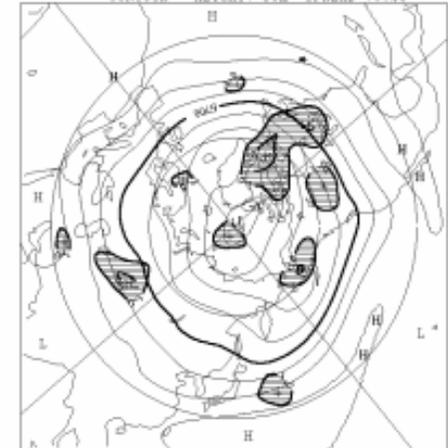
CONTOUR HEIGHT: 60m SPREAD : 0.20



14(16-29)DAY MEAN (6/23- 7/ 6)

500hPa SPREAD AND HEIGHT

CONTOUR HEIGHT: 60m SPREAD : 0.20



PROB. OF H.ANOMALY AND S.D.

CONTOUR S.D. : 30m PROB. : 0.25



PROB. OF H.ANOMALY AND S.D.

CONTOUR S.D. : 30m PROB. : 0.25



PROB. OF H.ANOMALY AND S.D.

CONTOUR S.D. : 30m PROB. : 0.25

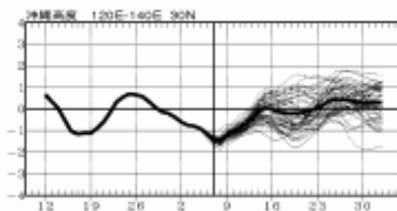
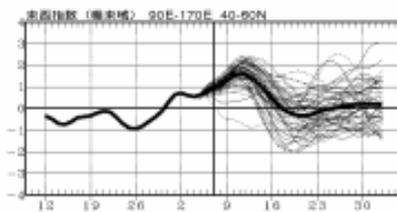
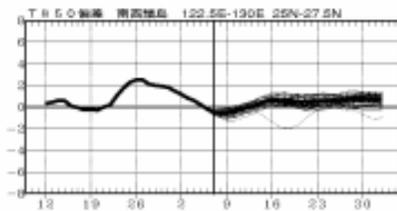
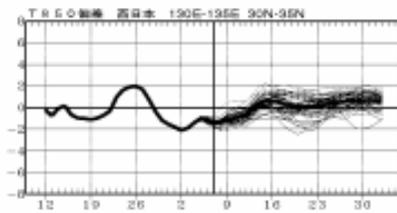
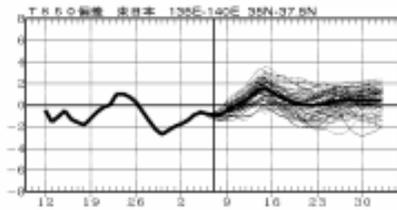
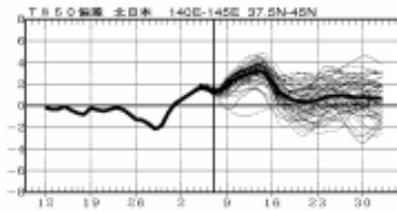


PROB. OF H.ANOMALY AND S.D.

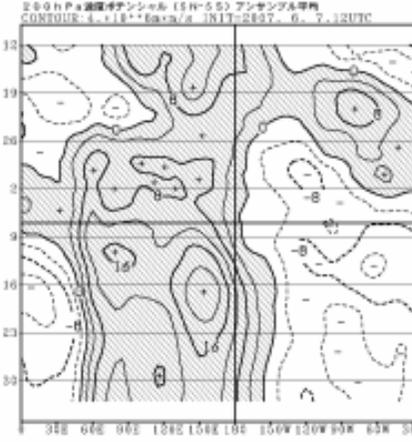
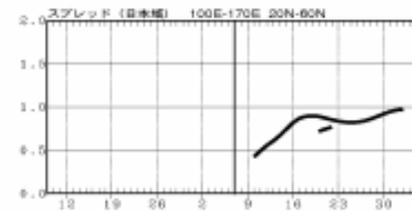
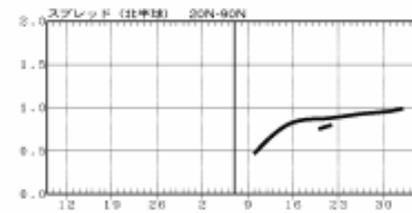
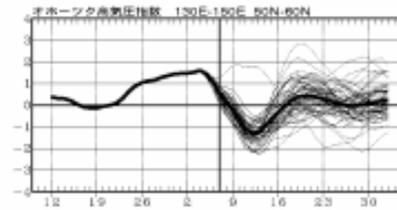
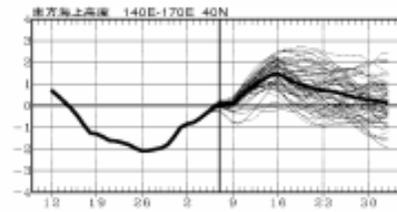
CONTOUR S.D. : 30m PROB. : 0.25



1 か月予報資料 (4) 各種時系列



初期値 : 2007. 6. 7.12 UTC



1 か月予報資料 (7) ガイダンス (北・東)

初期値：2007 年 6 月 7 日 12 UTC

(1 週目気温：6 月 9 日～6 月 15 日)

上段：期間平均予測式による確率ガイダンス 中段：日別予測式によるガイダンスと出現率 下段：期間平均予測式によるガイダンスと出現率

地域	気温 (°C)			確率/出現率 (%)	天気	備考	地域	気温 (°C)			確率/出現率 (%)	天気	備考	地域	気温 (°C)			確率/出現率 (%)	天気	備考
	低	並	高					低	並	高					低	並	高			
北日本	+1.3			高	晴	0.0	東日本	+0.1			並	晴	0.0	北海道全域	+1.4			高	晴	0.0
北日本日本海側	+1.4			高	晴	0.0	東日本日本海側	+0.5			高	晴	0.0	東北全域	+0.7			高	晴	0.0
北日本太平洋側	+1.1			高	晴	0.0	東日本太平洋側	+0.0			並	晴	0.0	関東・甲信全域	+0.5			並	晴	0.0
	+1.8			高	晴	0.0									+0.5			並	晴	0.0

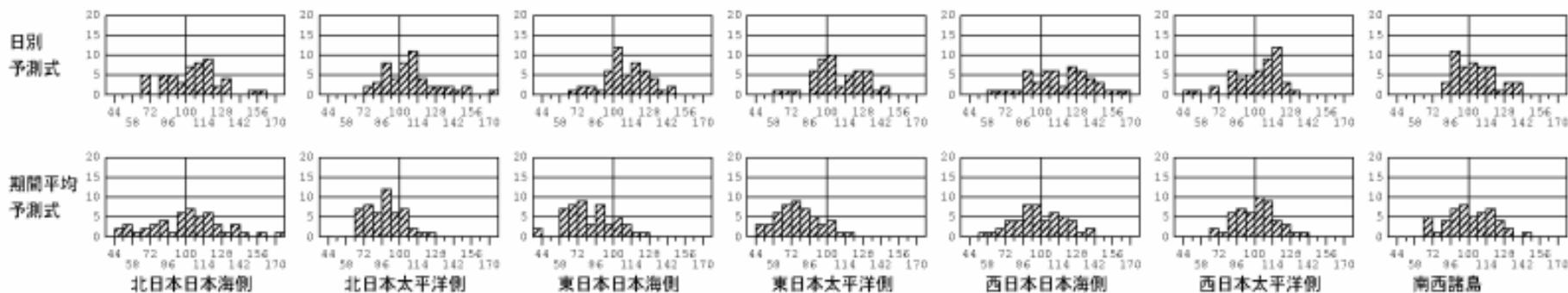
(2 週目気温：6 月 16 日～6 月 22 日)

(3、4 週目気温：6 月 23 日～7 月 6 日)

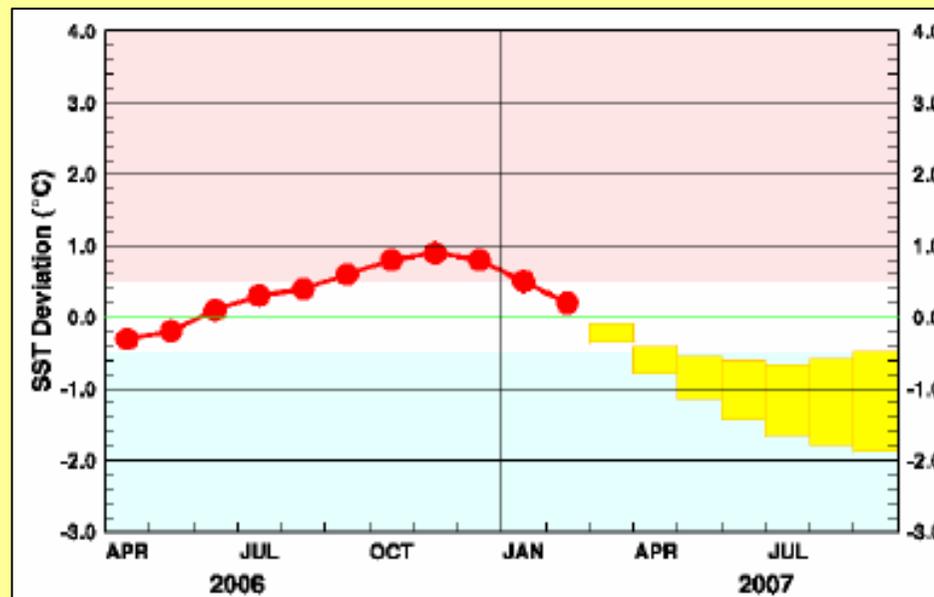
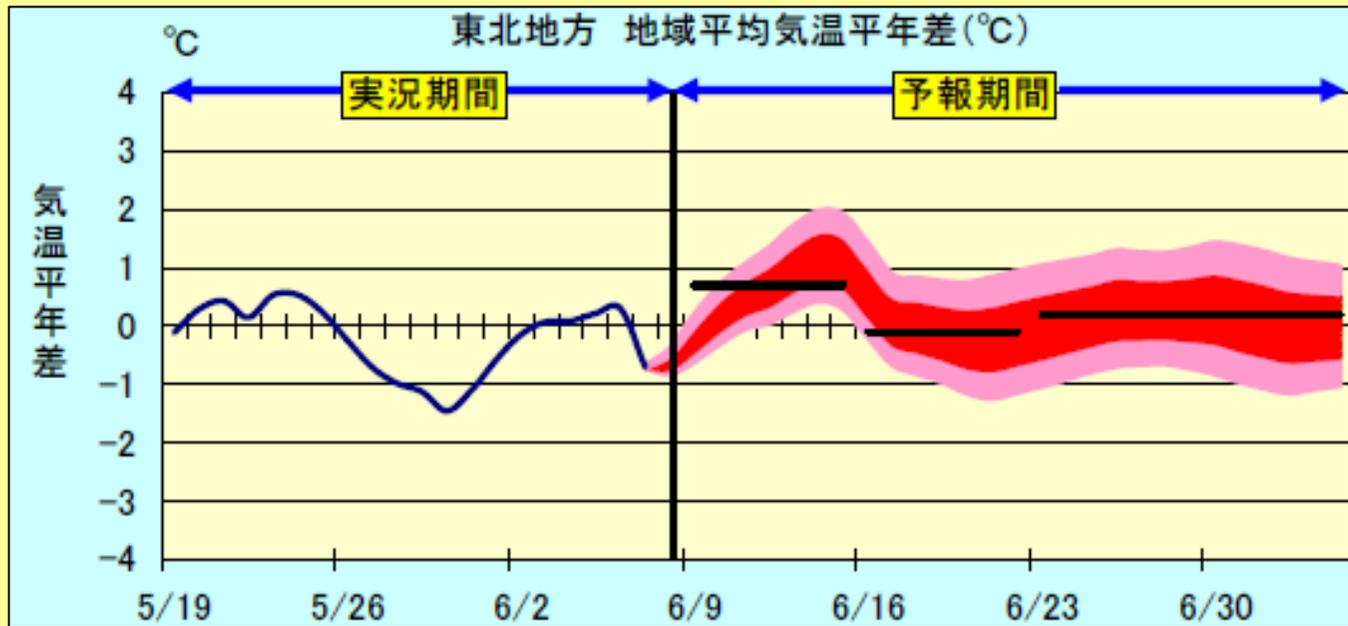
地域	気温 (°C)			晴れ日数 (日)		降水日数 (日)		雨日数 (日)	
	低	並	高	平年差	平年値	平年差	平年値	平年差	平年値
北日本	-0.1			0.0	2.0	0.3	2.3	0.1	0.8
北日本日本海側	0.0			-0.1	2.0	0.3	2.3	0.2	0.7
北日本太平洋側	-0.2			-0.1	2.0	0.3	2.3	0.1	0.9
東日本	+0.0			0.3	2.0	-0.0	2.1	-0.2	1.4
東日本日本海側	+0.0			0.0	2.0	0.0	2.0	0.2	1.3
東日本太平洋側	0.0			0.1	2.0	-0.0	2.1	0.2	1.4
北海道全域	-0.1			-0.0	2.0	0.3	2.3	0.2	0.6
東北全域	-0.1			-0.0	2.0	0.2	2.2	0.0	1.1
関東・甲信全域	+0.0			0.3	2.0	0.2	2.0	0.2	1.3
北陸全域	+0.0			0.2	2.0	0.0	2.0	0.2	1.3
東海全域	+0.0			0.4	2.0	-0.4	2.2	-0.1	1.6

地域	気温 (°C)			晴れ日数 (日)		降水日数 (日)		雨日数 (日)	
	低	並	高	平年差	平年値	平年差	平年値	平年差	平年値
北日本	+0.4			0.7	2.0	-0.3	2.3	-0.1	1.7
北日本日本海側	+0.4			0.7	2.0	0.4	2.0	0.3	1.3
北日本太平洋側	+0.4			0.8	2.0	-0.0	2.0	-0.0	1.7
東日本	+0.1			1.6	2.0	-0.0	2.0	-0.7	2.4
東日本日本海側	+0.0			1.6	2.0	-1.0	2.0	-0.7	2.4
東日本太平洋側	+0.1			1.4	2.0	-0.0	2.0	-0.6	2.4
北海道全域	+0.3			0.4	2.0	0.2	2.0	0.3	1.1
東北全域	+0.4			1.1	2.0	-0.0	2.0	-0.0	2.1
関東・甲信全域	+0.1			1.7	2.0	-0.0	2.0	-0.5	2.1
北陸全域	+0.0			1.6	2.0	-1.0	2.0	-0.7	2.4
東海全域	+0.1			1.4	2.0	-1.0	2.0	-0.5	2.7

4 週降水量 ヒストグラム



今夏の天候の見通し



[エルニーニョ監視海域](#)の海面水温の基準値との差の5か月移動平均値の2月までの推移（折れ線グラフ）とエルニーニョ予測モデルから得られたその後の予測（ボックス）

各月のボックスは、海面水温の基準値との差の5か月移動平均値が70%の確率で入る範囲を示す。（基準値はその年の前年までの30年間の各月の平均値）。

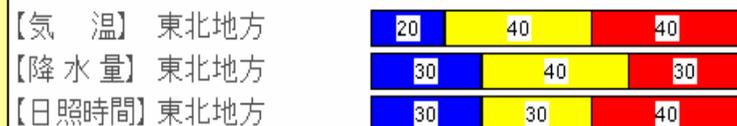
東北地方の1か月子報

(6月8日発表)

向こう1か月の平均気温は、平年並または高い確率がともに40%です。

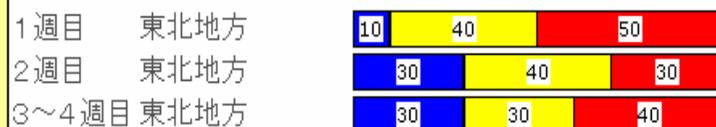
週別の気温は、1週目は高い確率が50%です。

<向こう1か月の気温、降水量、日照時間の各階級の確率(%)>



凡例: ■ 低い(少ない) ■ 平年並 ■ 高い(多い)

<気温経過の各階級の確率(%)>



凡例: ■ 低い ■ 平年並 ■ 高い

<予報の対象期間>

- 1か月 : 6月9日(土)~ 7月8日(日)
- 1週目 : 6月9日(土)~ 6月15日(金)
- 2週目 : 6月16日(土)~ 6月22日(金)
- 3~4週目 : 6月23日(土)~ 7月6日(金)

東北地方の3か月子報

(5月24日発表)

この期間の平均気温は、高い確率が50%です。

6月 東北地方は平年と同様に曇りや雨の日が多いでしょう。

気温は、平年並または高い確率がともに40%です。

7月 東北地方は平年と同様に曇りや雨の日が多いでしょう。

気温は、平年並または高い確率がともに40%です。

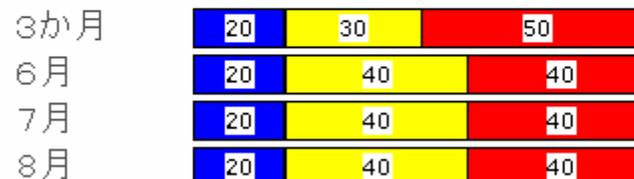
8月 東北地方は平年と同様に晴れの日が多いでしょう。

気温は、平年並または高い確率がともに40%です。

<向こう3か月の気温、降水量の各階級の確率(%)>

【気温】

[東北地方]



【降水量】

[東北地方]



凡例: ■ 低い(少ない) ■ 平年並 ■ 高い(多い)

現在の長期予報に対する考え方

- 現在の技術で ”予測可能なもの(要素)“、また ”定量的な評価が可能なもの“ を予報の対象。したがって、台風や梅雨の予報等は明瞭な予報根拠がある場合のみ予報する。
- 予報は文章による天候経過の記述ではなく、要素別予報を中心として発表している。
- 気温・降水量・日照時間について確率表示の予報。

- 力学的方法による長期予報

- 確率をつけた長期予報

が実現した

ここで改めて、季節予報業務の揺籃期に、
幾多の苦勞を克服しながら季節予報を生み育
て、手塩にかけて季節予報を可愛がってきて
くださった多くの先輩の皆様に心から感謝申
し上げます。

おわり

御清聴ありがとうございました