

平成 15 年 9 月 3 日  
気象庁 気候・海洋気象部

## 配信資料に関する技術情報(気象編)第145号

－「暖・寒候期予報資料の解説」について－

技術情報第 143 号（平成 15 年 8 月 13 日発表）でお知らせしたとおり、暖・寒候期予報への力学的予測手法導入に伴い、平成 15 年 9 月から新しい寒候期予報資料（FAX 資料）を配信する予定です。

つきましては、新しい暖・寒候期予報資料に掲載する予想図表類の解説を作成しましたので、当該資料をご利用の際の参考としてご活用下さい。

# 暖・寒候期予報資料の解説

平成15年9月

気象庁気候・海洋気象部気候情報課

# 目 次

1. はじめに .....	1
2. 力学的予測手法 .....	3
2.1 力学的季節予報システムの概要 .....	3
2.1.1 はじめに .....	3
2.1.2 海面水温の予測 .....	3
2.1.3 運用 .....	4
2.2 循環場の予測に関する配信資料 .....	7
2.2.1 FAX 配信資料の仕様（暖・寒候期予報資料（2）～（3）） .....	7
2.2.2 海面水温と大気循環場の予測精度 .....	12
2.3 ガイダンスに関する配信資料 .....	22
2.3.1 ガイダンスの概要 .....	22
2.3.2 FAX 配信資料の仕様（暖・寒候期予報資料（4）） .....	23
2.3.3 ガイダンスの精度 .....	23
3. 統計的予測手法 .....	27
3.1 はじめに .....	27
3.2 統計的予測手法の概要 .....	27
3.2.1 最適気候値（OCN） .....	27
3.2.2 正準相関分析（CCA） .....	27
3.3 FAX 配信資料の仕様（暖・寒候期予報資料（1）） .....	27
3.4 統計的予測の精度 .....	27

## 1. はじめに

気象庁は、平成 15 年 9 月から暖・寒候期予報にも数値予報モデルによる力学的手法を導入する。3 か月予報のための計算を延長して行うもので、延長する期間において、予報初期の海面水温平年偏差とエルニーニョ予測モデル（大気・海洋結合モデル）が予測した海面水温偏差を組み合わせ、数値予報モデルの下部境界条件として用いる。予報初期の海面水温平年偏差を持続させる 3 か月予報とは、その点で技術的に大きく異なり、海洋の初期値を得るための海洋データ同化、大気・海洋結合系の変動を予測するための大気・海洋結合モデルが重要な役割を果たすようになる。当然のことながら、海面水温予測の精度は、予報資料の精度に大きく関わる。

第 2 章に述べるとおり、現状の力学的手法の予測精度は十分ではない。このため、暖・寒候期予報も 3 か月予報と同様に統計的予測手法と力学的手法を併せて用いる。今後、暖・寒候期予報の作成にあたっては、日本の天候の長期的な傾向と大気・海洋の実況監視結果を取りまとめた従前の暖・寒候期予報資料に加えて、統計的予測資料 1 枚と力学的予測資料 3 枚の FAX 資料（第 1.1 表）に基づいて作業を行う。

本解説資料では、これら合計 4 枚の FAX 資料に関して、主に資料の仕様と予測精度について解説する。第 2 章では力学的予測資料について解説する。まず、現業運用される力学的季節予報システムの概要について述べ、次に、数値予報天気図等の予報資料（暖・寒候期予報資料（2）～（3））の仕様、資料に関連する海面水温と大気循環場の予測精度について述べる。その次に、数値予報ガイダンス（暖・寒候期予報資料（4））の仕様と精度について述べる。第 3 章では、統計的予測資料（暖・寒候期予報資料（1））の仕様と予測精度について記述する。

平成 15 年 3 月の 3 か月予報への力学的手法の導入の際に、「3 か月予報資料の解説」（配信資料に関する技術情報（気象編）第 124 号、平成 15 年 2 月

28 日、気象庁気候・海洋気象部。）を発行し、3 か月予報用の FAX 資料の仕様や精度の他に、季節予報の予測可能性など資料を利用するに当たって必要とされる基礎知識、ガイダンスの作成法、統計的予測手法について記述した。これらの内容は、暖・寒候期予報の FAX 資料にも共通するので、本解説資料では記述しない。必要に応じて「3 か月予報資料の解説」を参照していただきたい。また、海洋データ同化や大気・海洋結合モデルについても本解説資料では記述していない。平成 15 年 10 月に刊行される予定の平成 15 年度季節予報研修テキスト等を参照されたい。

第 1.1 表 FAX で配信する暖・寒候期予報資料（１）～（４）の一覧

資料名		要素	概要	画種情報 (冒頭符号)	画種 番号
統計	暖・寒候期予報資料（１）	最適気候値（OCN）・正準 相関分析（CCA）予測資料	最適気候値法（OCN）・正準相関分析法（CCA） に基づく、気温・降水量・降雪量・梅雨時期 降水量予測値。	QLVX60 (FCXX60)	251
数 値 予 報 循 環 場	暖・寒候期予報資料（２）	アンサンブル平均予想図	数値予報モデルの下部境界条件として与え る海面水温平年偏差図、 アンサンブル数値予報による熱帯・中緯度循 環場（降水量、200hPa・850hPa 流線関数、 200hPa 速度ポテンシャル）のアンサンブル平均図 と同平年偏差図（降水量は平年偏差のみ）、 アンサンブル数値予報による北半球 500hPa 高度、日本付近 850hPa 気温・海面更正気圧 のアンサンブル平均図と平年偏差図。	QLVX61 (FCXX61)	252
	暖・寒候期予報資料（３）	高偏差確率・ヒストグラ ム・経年変化	アンサンブル数値予報による高偏差確率の 北半球分布図、各種循環指数の全アンサンブ ルメンバーによるヒストグラム、各種循環指 数の時系列図。	QLVX62 (FCXX62)	253
数 値 予 報 ガ イ ダ ン ス	暖・寒候期予報資料（４）	数値予報ガイダンス	アンサンブル数値予報に基づく、気温・降水 量・降雪量・梅雨時期降水量ガイダンス。	QLVX63 (FCXX63)	254

## 2. 力学的予測手法

### 2.1 力学的季節予報システムの概要

#### 2.1.1 はじめに

力学的季節予報システムの概要は、予報時間が延長されることと、海面水温の予測の方法が異なることを除き、「3か月予報資料の解説」の第3.1節に記述した内容と同じである（第2.1.1表）。「3か月予報資料の解説」には、大気モデル、アンサンブル手法、陸面初期値等についてまとめられているので、必要に応じて参照して頂きたい。本節では主に、海面水温の予測について述べることとする。

#### 2.1.2 海面水温の予測

気象庁の力学的季節予報システムでは、予測海面水温を与えた上で大気モデルによるアンサンブル予報を行う、いわゆるトゥー・ティア法（楠と長谷川、2000）を用いる。既に現業運用しているエルニーニョ予測モデル<sup>1</sup>を直接使う、すなわち大気・海洋結合モデルによる季節予報を行うことも形式的には可能ではある。しかしながら、エルニーニョ予測モデルで予測される海面水温はエルニーニョ現象に係る太平洋赤道域中・東部以外では季節予報に直接利用できる予測精度に達していないことと、中高緯度の季節予報に不可欠なアンサンブル予報を実施する上で大気モデルのみを分離した方が計算機資源の面で効率が良いことから、トゥー・ティア法を用いることとした。

トゥー・ティア法に利用可能と考えられる海面水温は、現時点では、エルニーニョ予測モデルの予測、予報初期の平年偏差が持続するとする持続予報、および平年偏差を0とする気候値予報の3者である。第2.1.1図に、2つのリードタイムについて3者のうち海面水温予測の誤差が最も小さいものを示す。この図からは、太平洋赤道域

中・東部ではリードタイムに関わらずエルニーニョ予測モデルの誤差がもっとも小さいが、他の海域では、リードタイム2か月では持続予報の誤差が、リードタイム8か月では気候値予報の誤差が最も小さい海域が多いなど、3者を組み合わせて予測海面水温とすることが適当であることがわかる。そこで、エルニーニョ予測モデルが予測するエルニーニョ現象に関連するシグナルをなるべく利用すること、3か月予報で持続予報を用いているため持続予報の重みを比較的大きくすることを勘案し、以下のとおり3者を組み合わせて予測海面水温として与えることとした；

- ① 予報2か月目<sup>2</sup>までは予報初期の海面水温平年偏差を持続させる（持続予報）。
- ② 予報3か月目以降は、過去の観測値から求めたエルニーニョ監視海域（B海域。北緯4度～南緯4度、西経90度～150度）の海面水温の基準値からの差（ここではB海域の値と呼ぶ）と全球各格子点の各月の海面水温との回帰式<sup>3</sup>に、エルニーニョ予測モデルが予測したB海域の値を適用した全球の海面水温偏差値と、持続予報（①の偏差を持続させる）とを組み合わせる。
- ③ ただし、予報3か月目以降の北（南）緯70度以北（南）と8月と9月の北緯30度以北については、気候値<sup>4</sup>と持続予報とを組み合わせる。
- ④ ②と③における持続予報の重みは、予報3か月目で2/3、4か月目で1/3、5か月目以降は0とする。

---

ている。

<sup>2</sup> 予報2か月目とは、例えば2月に発表する暖候期予報の場合には4月のことをいう。

<sup>3</sup> 回帰式の作成には、各格子点の値についてはNCEPの最適内挿法 ver.1の月別海面水温解析値(Reynolds and Smith,1994)を、B海域の値については気象庁海洋気象課の全球海面水温解析値（気象庁気候海洋気象部海洋課、1990）の基準値（1961～1990年の平均）からの差を用いた。回帰式の計算に用いた期間は1982～2001年の20年間である。

<sup>4</sup> これらの海域では、回帰式の精度が悪いため、B海域の値をもとに回帰した予測値は用いなかった。

---

<sup>1</sup> エルニーニョ予測モデルについては、平成15年10月に刊行予定の平成15年度季節予報研修テキストを参照されたい。平成15年7月のエルニーニョ監視速報分から改良されたエルニーニョ予測モデル（JMA-CGCM02）を用い

ただし、②のエルニーニョ予測モデルの値については、モデルの生の予測値ではなく、過去の予報実験の結果に基づいて統計的な処理を施したB海域の予測値（二階堂、1998）を原則とし、毎月10日頃に発表されるエルニーニョ監視速報の見通しとなるべく矛盾しないように与えることとする。エルニーニョ監視速報の見通しは、モデルだけでなく、実況等の総合的判断によるものなので、モデル結果が見通しと異なる場合が有り得る。具体的にはエルニーニョ現象等の見通しとモデル予測値が整合している場合には予報4～6か月目に該当する予測値（2月に発表する暖候期予報では6～8月の予測値）を3か月平均したB海域の値を用い、整合していない場合には予報4～6か月目の見通しを3階級（エルニーニョ、ラニーニャ、それ以外）化し、それぞれ過去のエルニーニョ時のB海域の値の3か月平均、ラニーニャ時のB海域の値の3か月平均、0とする。

### 2.1.3 運用

数値予報計算は、暖・寒候期予報およびその見直し発表が行われる月（2月、3月、4月、9月、10月）に、3か月予報用の計算（120日分）を90日分延長することにより行われる<sup>5</sup>。この計算は1日では処理しきれないため、90日分を3日に分けて計算する。予報の初期値の日付は月の半ばごろであり、暖・寒候期予報用のFAX資料の配信は月の下旬である。正確なスケジュールは、別途通知される。

---

<sup>5</sup> このため、これらの月に行われる3か月予報は、従来の初期海面水温偏差固定とやや異なることになる。

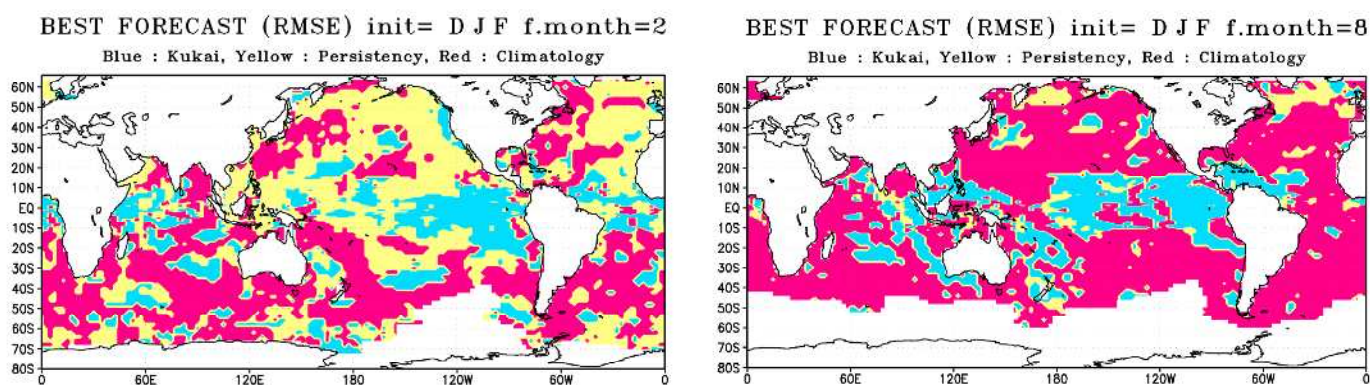
第 2.1.1 表 季節予報モデルの仕様 (1 か月予報モデルとの比較) (「3 か月予報資料の解説」より転載)

	季節予報モデル †	1 か月予報モデル	参考文献
予報時間	120 日 (210 日)	34 日	
切断波数	T63	T106	松村 (2000)
水平分解能	1.875 度, 約 180km	1.125 度, 約 110km	
鉛直層数	40 層	40 層	
モデル最上層気圧	0.4hPa	0.4hPa	
メンバー数	31	26 * <sup>2</sup>	
摂動作成手法	SV 法	BGM 法と LAF 法の組み合わせ	高野 (1994、2002) 経田 (2000)
海面水温	初期時刻の平年偏差固定 (初期時刻の平年偏差、気候値、エルニーニョ予測モデルによる予報値の組み合わせ* <sup>1</sup> )	初期時刻の平年偏差固定	野村 (1996)
海氷分布	平年値。ただし海面水温 4℃以上は海氷なしとする。	平年値。ただし海面水温 4℃以上は海氷なしとする。	野村 (1996)
陸面初期値	1 か月予報用の陸面解析値を水平内挿、高度補正	陸面解析値	徳広 (2002)

† ( ) 内に暖・寒候期予報の仕様を示す。( ) がない項目は 3 か月、暖・寒候期予報で共通。

\* 1 詳細は本文。

\* 2 水曜日、木曜日に 13 メンバーずつ行う。



第 2.1.1 図 エルニーニョ予測モデル(大気海洋結合モデル)、海面水温平年偏差持続(持続予報)、および気候値予報

のうちで最も RMSE の小さい予報。

1989~2000 年の 88 例の予報実験結果による。

青(灰色の陰):モデル、黄(白に近い陰):持続予報、赤(黒い陰):気候値予報

左: 12~2 月を初期値とするリードタイム 2 ヶ月の予報、右: リードタイム 8 ヶ月の予報



## 参考文献(第 2.1 節)

気象庁海洋気象部海洋課、1990:旬平均海面水温解析、測候時報、57,6,283-291.

経田正幸、2000:週間アンサンブル予報システムの性能、平成12年度数値予報研修テキスト、気象庁予報部、86-93.

楠昌司、長谷川直之、2000:力学的季節予報の背景、平成12年度季節予報研修テキスト、気象庁気候・海洋気象部、2-18.

高野清治、1994:アンサンブル予報、平成6年度長期予報研修テキスト、気象庁予報部、14-28.

高野清治、2002:各国におけるアンサンブル予報の現状と将来、気象研究ノート、日本気象学会、105-120.

徳広貴之、2002:陸面解析の現業化、平成14年度季節予報研修テキスト、気象庁気候・海洋気象部、76-77.

二階堂義信、1998:MOSによるB海域月平均海面水温偏差の予報、平成10年度全国季節予報技術検討会資料、気象庁気候・海洋気象部、87-92.

野村厚、1996:SST・海氷、数値予報課報告・別冊第42号、気象庁予報部、62-78.

松村崇行、2000:全球モデル、平成12年度数値予報研修テキスト、気象庁予報部、17-22.

**Reynolds, R. W., and T. M. Smith, 1994: Improved global sea surface temperature analysis using optimum interpolation. J. Climate, 7, 929-948.**

## 2.2 循環場の予測に関する配信資料

### 2.2.1 FAX配信資料の仕様

#### (暖・寒候期予報資料(2)～(3))

本項では、循環場の予測に関するFAX配信資料の仕様を述べる。配信資料作成にあたっての基本的な考え方は、「3か月予報資料の解説」で述べたとおりであり、配置を除き、図の多くは3か月予報資料の仕様と同じである。ただし、系統誤差補正とモデル平年値の求め方が3か月予報資料とは若干異なる<sup>1)</sup>。

以下、予報資料の詳細を示す。各項のタイトルには資料中の図の配置、等値線間隔等の詳細、資料のサンプルなど、資料に関連する図表の番号を付加したので参照されたい。本文中で断らない限り、予測資料の対象期間は、暖候期予報用は6～8月の3か月平均場、寒候期予報用は12～2月の3か月平均場である。

#### 1) 熱帯・中緯度予想図(暖・寒候期予報資料(2)の上3段)

##### (第2.2.1表、第2.2.1図、第2.2.3図)

海面水温偏差に対する熱帯および中緯度大気の平均的な応答を把握するための資料である。

要素は、数値予報モデルの下部境界条件として与える海面水温平年偏差、熱帯域の非断熱加熱偏差の予測を把握するための降水量平年偏差、熱帯と中緯度大気循環の予測を把握するための200hPaの速度ポテンシャルと同平年偏差、200hPaと850hPaの流線関数と同平年偏差で、予測値はすべてアンサンブル平均値である。

平年値としては、第2.2.2項で述べる過去18年分の予報実験の平均値(モデル平年値)を用いる。

#### 2) 北半球予想図(暖・寒候期予報資料(2)の

<sup>1)</sup>「3か月予報資料の解説」に詳しく述べられているように、3か月予報資料では、予報発表月の前々月末、前月末、および当月末を初期値とする過去18年分(1984～2001年)の予報実験の平均誤差を系統誤差として用いている。一方、暖・寒候期予報資料では、予報発表月の前月末を初期値とする過去18年分(1984～2001年)の予報実験の平均誤差を系統誤差として用いる。モデル平年値についても同じで

#### 下2段)

##### (第2.2.1表、第2.2.1図、第2.2.3図)

北半球中高緯度大気循環場の予測を把握するための資料である。要素は、アンサンブル平均(系統誤差補正後)した北半球域の500hPa高度と平年偏差、極東域の850hPa気温と平年偏差、極東域の海面更正気圧と平年偏差である。暖候期予報用には、海面更正気圧と平年偏差について、南西諸島の梅雨時期に相当する5～6月、南西諸島以外の梅雨時期に相当する6～7月の2か月平均場の資料も掲載する。平年値は、3か月予報資料と同じである。

#### 3) 高偏差確率分布図(暖・寒候期予報資料(3)の左上)

##### (第2.2.1表、第2.2.2図、第2.2.4図)

北半球中高緯度大気循環場の確率的な予測を把握するための資料である。

高偏差確率の定義、資料に用いる平年値、標準偏差は、3か月予報資料と同じである。

#### 4) 循環指数類ヒストグラム(暖・寒候期予報資料(3)の右上)

##### (第2.2.2図、第2.2.4図)

北半球中高緯度大気循環場の確率的な予測を把握するための資料である。

標準偏差で規格化した各種循環指数類(系統誤差補正後)のヒストグラムで、循環指数類の種類、階級の幅、平年値、標準偏差は、3か月予報資料と同じである。

#### 5) 循環指数類3か月平均時系列図(暖・寒候期予報資料(3)の下2段、左から3つ)

##### (第2.2.2図、第2.2.4図)

北半球中高緯度大気循環の経年変化について、実況経過とアンサンブル平均、および各メンバーの予測のばらつきを把握するための資料である。暖候期予報用は6～8月、寒候期予報用は12～2

ある。

月の3か月平均の直近30年分の実況と予測値（系統誤差補正後）の時系列データを表示する。予測値については各メンバーの値を×、アンサンブル平均、アンサンブル平均±標準偏差（スプレッド）を●で表示する。表示する要素、計算に用いる平年値、標準偏差、主成分の求め方は、3か月予報資料と同じである。

6) 層厚換算温度偏差 1か月平均時系列図（暖・寒候期予報資料（3）の下2段、右端）

（第2.2.2図、第2.2.4図）

帯状平均した対流圏の温度の変動について、実況経過とアンサンブル平均、および各メンバーの予測のばらつきを把握するための資料である。

実況については予報初期値の前月までの過去60か月分の時系列データを表示する。予測値は、暖候期予報用は8月まで、寒候期予報用は2月までの月平均の各メンバーの値を×、アンサンブル

平均、アンサンブル平均±標準偏差（スプレッド）を●で表示する。層厚換算温度の定義、平年値は3か月予報資料と同じである。

帯状平均した対流圏平均気温には、例えば1997/98年のエルニーニョ現象時の昇温などENSOの影響がよく反映される。また、1991年のピナトゥボ火山の噴火後の1992年に現れた低温など、大規模な火山噴火の影響が反映されることもある。帯状平均という、広い領域の平均量ではあるが、春期を中心に日本の地域平均気温と高い相関関係があり、夏の南西諸島では、他の循環指数と比べてかなり強い相関関係がある。

第2.2.1表 暖・寒候期予報資料(2)～(3)の分布図の等値線間隔等の詳細

資料名	対象期間	要素	線種	等値線間隔	陰影
暖・寒候期予報資料(2) アンサンブル平均	暖候期予報用は、6～8月の3か月平均。寒候期予報用は、12～2月の3か月平均	海面水温偏差	実線	0.5℃	負偏差
		降水量偏差	実線	2mm/日	負偏差
		200hPa 速度ポテンシャル	正は実線、負は破線	$3 \times 10^6 \text{m}^2/\text{s}$	
		200hPa 流線関数	正は実線、負は破線	$2 \times 10^7 \text{m}^2/\text{s}$	
		850hPa 流線関数	正は実線、負は破線	$0.5 \times 10^7 \text{m}^2/\text{s}$	
		200hPa 速度ポテンシャル偏差	実線	$1 \times 10^6 \text{m}^2/\text{s}$	負偏差
		200hPa 流線関数偏差	実線	$1 \times 10^6 \text{m}^2/\text{s}$	負偏差
		850hPa 流線関数偏差	実線	$0.5 \times 10^6 \text{m}^2/\text{s}$	負偏差
		500hPa 高度 同偏差	実線 破線	60m 30m	負偏差
		850hPa 気温 同偏差	実線 破線	3℃ 1℃	負偏差
	海面更正気圧 同偏差	実線 破線	4hPa 1hPa	負偏差	
		暖候期予報用の5～6月および6～7月の2か月平均	海面更正気圧 同偏差	実線 破線	4hPa 1hPa
暖・寒候期予報資料(3) 高偏差確率	暖候期予報用は、6～8月の3か月平均。寒候期予報用は、12～2月の3か月平均	高偏差確率 500hPa 高度（アンサンブル平均）	実線 実線	0.25 60m	0.5以上の正の高偏差に+、負の高偏差に-の影

暖・寒候期予報資料(2) アンサンブル平均予想図 初期値: UTC

海面水温偏差 3か月平均(暖候期用は6~8月、 寒候期用は12~2月)	降水量偏差(アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期用は6~8月、 寒候期用は12~2月)	
200hPa 速度ポテンシャル (アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期用は6~8月、寒候期用 は12~2月)	200hPa 流線関数(アン サンブル平均) 3か月平均(暖候期 用は6~8月、寒候期 用は12~2月)	850hPa 流線関数(アン サンブル平均) 3か月平均(暖候期用 は6~8月、寒候期用 は12~2月)
200hPa 速度ポテンシャル 偏差(アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期用 は6~8月、寒候期用 は12~2月)	200hPa 流線関数偏差 (アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期 用は6~8月、寒候期 用は12~2月)	850hPa 流線関数偏差 (アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期用 は6~8月、寒候期用 は12~2月)
500hPa 高度・偏差 (アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期 用は6~8月、寒候期 用は12~2月)	850hPa 気温・偏差 (アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期用 は6~8月、寒候期用 は12~2月)	海面更正気圧・偏差 (アンサンブル平均) 3か月平均(暖候期用 は6~8月、寒候期用 は12~2月)
	海面更正気圧・偏差 (アンサンブル平均) 5~6月の2か月平均 暖候期予報用のみ	海面更正気圧・偏差 (アンサンブル平均) 6~7月の2か月平均 暖候期予報用のみ

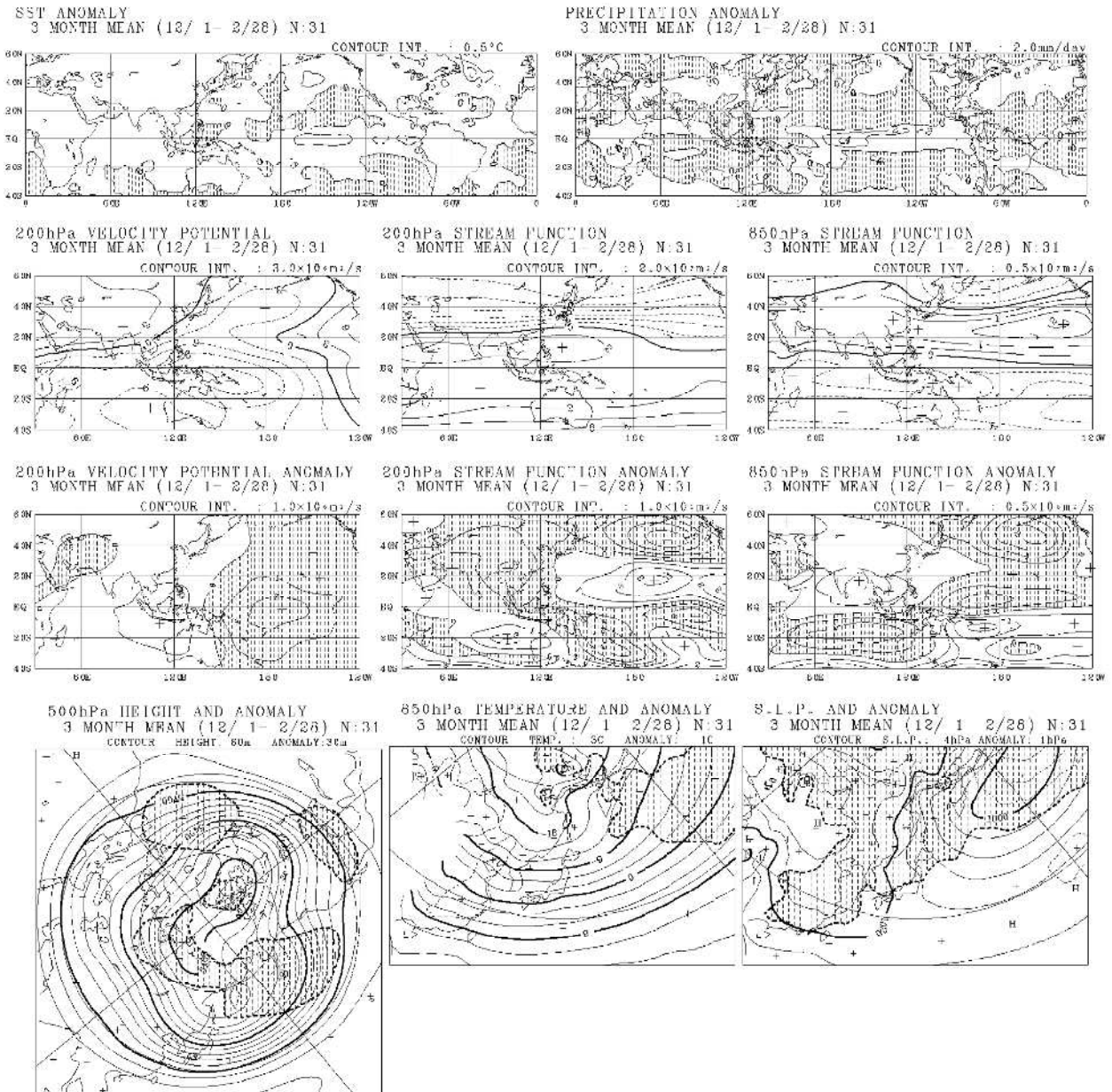
第2.2.1図 暖・寒候期予報資料(2)の配置

暖・寒候期予報資料(3) 高偏差確率・ヒストグラム・経年変化 初期値: UTC

500hPa 高度(アンサンブル 平均)・高偏差確率 3か月平均(暖候期 用は6~8月、寒候期 用は12~2月。右の ヒストグラムも同 じ)	ヒストグラム 東西指 数	ヒストグラム 東西指 数(極東 域)	ヒストグラム 東方海 上高度	ヒストグラム ホーヅク高 気圧指 数	ヒストグラム 沖縄高 度	ヒストグラム 極渦指 数	ヒストグラム 極渦指 数(極東 域)
	ヒストグラム 40度西 谷指数	ヒストグラム 極東中 緯度高 度	ヒストグラム 小笠原 高度	ヒストグラム 500hPa 高度第1 主成分	ヒストグラム 500hPa 高度第2 主成分	ヒストグラム 500hPa 高度第3 主成分	ヒストグラム 正規分 布:平均 0分散1
3か月平均時系列(暖候 期用は6~8月、寒候期 用は12~2月) 東西指数(極東域)	3か月平均時系列(暖候 期用は6~8月、寒候期 用は12~2月) 東方海上高度	3か月平均時系列(暖候 期用は6~8月、寒候期 用は12~2月) オホーヅク高気圧指数	月平均時系列 北半球層厚換算温度偏 差				
3か月平均時系列(暖候 期用は6~8月、寒候期 用は12~2月) 沖縄高度	3か月平均時系列(暖候 期用は6~8月、寒候期 用は12~2月) 500hPa 高度第1主成分	3か月平均時系列(暖候 期用は6~8月、寒候期 用は12~2月) 500hPa 高度第2主成分	月平均時系列 中緯度層厚換算温度偏 差				

第2.2.2図 暖・寒候期予報資料(3)の配置

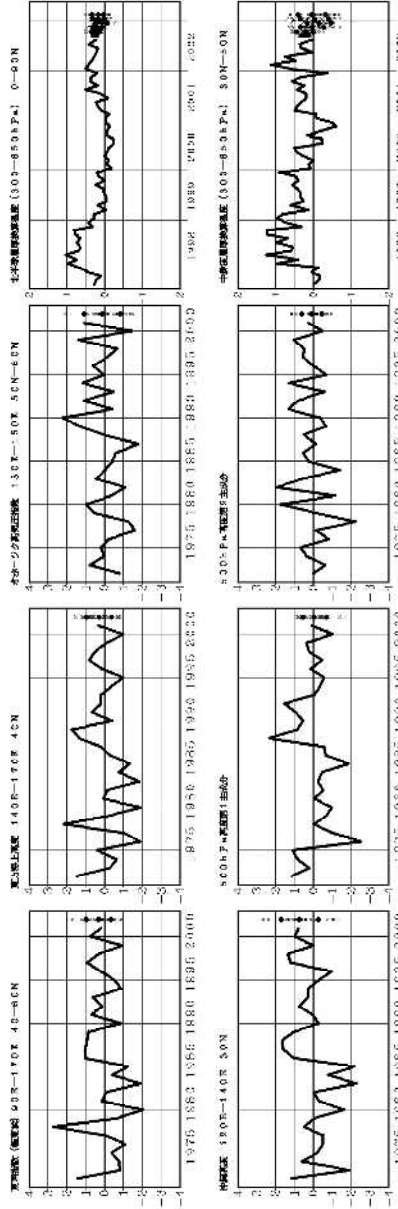
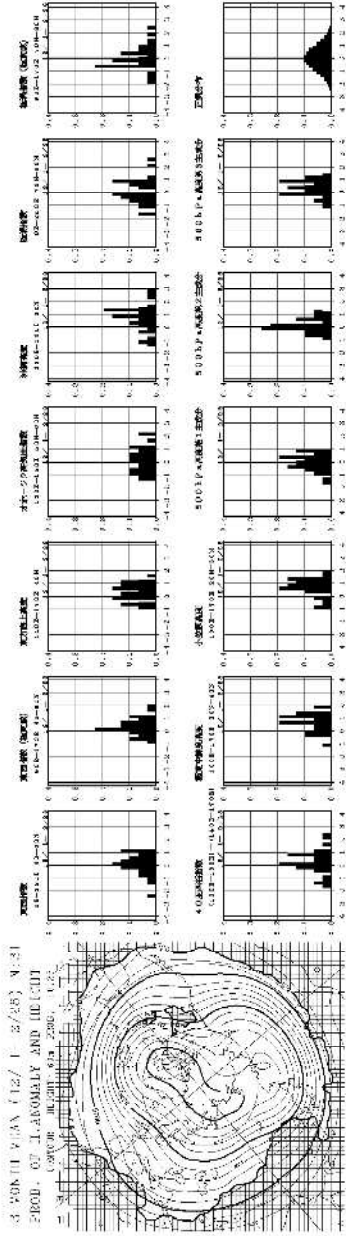
暖・寒候期予報資料（２）アンサンブル平均予想図 初期値：2002. 9. 10. 12UTC



第 2.2.3 図 暖・寒候期予報資料（２）（アンサンブル平均予想図）の例（2002 年 9 月 10 日 12Z を初期値とするアンサンブル平均）  
 1 段目：左）モデルの下部境界条件として与える海面水温偏差（等値線間隔 0.5°C、負に影）、2002 年 12 月～2003 年 2 月の 3 か月平均  
 右）アンサンブル平均した降水量年偏差（2mm/day、負に影）。2002 年 12 月～2003 年 2 月の 3 か月平均。  
 2 段目：左から、アンサンブル平均した 200hPa 速度ポテンシャル（ $3 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ ）、200hPa 流線関数（ $2 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}$ ）、850hPa 流線関数（ $0.5 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}$ ）。2002 年 12 月～2003 年 2 月の 3 か月平均。  
 3 段目：2 段目と同じ。ただし全て年偏差。等値線間隔は左から  $1 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $1 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $0.5 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ 、負に影。  
 4 段目：2 段目と同じ。ただし左から、500hPa 高度（実線、等値線間隔 60m）と年偏差（破線、30m）、850hPa 気温（実線、3°C）と年偏差（破線、1°C）、海面更正気圧（実線、4hPa）と年偏差（破線、1hPa）。  
 （暖候期予報用には、5 段目に 5～6 月及び 6～7 月の 2 ヶ月平均の海面更正気圧と年偏差図を掲載する。）

初期値：2002. 9. 10. 12UTC

暖・寒候期予報資料（3）高偏差確率・ヒストグラム・経年変化



第2.2.4図 暖・寒候期予報資料（3）（高偏差確率・ヒストグラム・経年変化）の例（2002年9月10日12Zを初期値）

- 左下
  - ：500hPa高度（実線、等値線間隔60m）と高偏差確率（0.25間隔、正の高偏差を+の影、負の高偏差を-の影で示す。2002年12～2003年2月の3か月平均。予測された北半球500hPa高度偏差の絶対値が、解析値の標準偏差の0.43倍を超える場合を高偏差と定義し、全アンサンブルメンバーのうちこのしきい値を超えるメンバーの比率を示す）
- 右上
  - 1 段目：循環指数類ヒストグラム。2002年12～2月3か月平均。横軸は標準偏差比で階級の中は1/4。左から、東西指数（北半球）、極東指数（北半球）、極東域東西指数、東方海上高度、オホーツク高気圧指数、沖縄高度、極渦指数（北半球）、極渦指数（極東域）。
  - 2 段目：1 段目と同じ。ただし左から40度西谷指数、極東中緯度高度、小笠原高度、北半球500hPa高度第1主成分スコア、第2主成分スコア、第3主成分スコア。右端には平均0標準偏差1の正規分布のヒストグラムを示す。詳細は、本文を参照のこと。
- 下
  - 1 段目（左から3つ）：解析、および予測された各種指数類の12～2月の3か月平均値の時系列。解析は過去30年（1972～2001年）分、予測は2002年12～2003年2月で、各メンバーの値を×、アンサンブル平均、アンサンブル平均±標準偏差（スプレッド）を●で表示する。要素は左から東西指数（極東域）、東方海上高度、オホーツク高気圧指数。
  - 1 段目（右端）：解析、および予測された月平均の北半球層厚換算温度（300hPaと850hPa間）偏差。解析値は過去60か月分。予測値は、1か月平均の各メンバーの値を×、アンサンブル平均、アンサンブル平均±標準偏差（スプレッド）を●で表示。
  - 2 段目（左から3つ）：1 段目の左から3つと同じ。ただし左から沖縄高度、北半球500hPa高度第1主成分スコア、第2主成分スコア。
  - 2 段目（右端）：1 段目の右端と同じ。ただし北半球中緯度（30°N～50°N）層厚換算温度（300hPaと850hPa間）偏差。

## 2.2.2 海面水温と大気循環場の予測精度

### 1) はじめに

数値予報モデルの系統誤差の推定と予測精度の確認を目的として、過去事例を対象としたハインドキャスト型の季節予報実験を行った。本項ではその結果に基づき、FAXで配信する暖・寒候期予報資料に関連する海面水温と大気循環場の予測精度について述べる。

予測精度の確認を目的のひとつとするので、予報実験の仕様は現業運用と同じであることが望ましい。しかしながら、計算機資源の制約で実験のアンサンブルメンバー数は5個と、現業の31個に比べかなり少なくせざるを得なかった。このため本項で述べるアンサンブル平均予報の誤差は、現業のアンサンブル平均の誤差に比べ数%は大きい可能性がある（「3か月予報資料の解説」参照）。また、後述するように海面水温の与え方も現業運用とは少し異なる。

「3か月予報の解説」で詳しく述べたとおり、リードタイムの長い3か月予報や暖・寒候期予報では、大気の初期値問題による第1種の予測可能性（高野、1999）が失われた後を予報対象とするので、中高緯度では決定論的には高い精度は期待できない。本来は確率的な予測の検証を行うべきであるが、メンバー数が少ないため出来なかった。本項では、アンサンブル平均予報の精度についてのみ、簡単に述べる。

### 2) 季節予報実験（ハインドキャスト）の仕様

暖候期予報用には1月31日12Zを初期値とする210日予報実験、寒候期予報用には8月31日12Zを初期値とする180日予報実験を行った。期間は1984年～2001年の18年分である。予報日数が長いこと、海面水温の与え方が異なることのほかは、以下のとおり「3か月予報資料の解説」に述べた予報実験と同じ設定である。

実験に用いた数値予報モデルは、平成15年3月からの力学的季節予報で現業運用しているモデル（T63L40V0103）である。大気の初期値は1984～1993年はヨーロッパ中期予報センター（ECMWF）

の15年（1979～93年）再解析データ（ERA15）、1994～2001年までは気象庁の全球客観解析値（GANAL）を用いる。また10hPa未満の大気の初期値は、96年末までは米国環境予測センター（NCEP）の成層圏解析を使い、97年以降は気象庁の上部成層圏解析（村上、1997）を用いる。積雪深や土壌水分などの陸面状態の初期値は、93年まではERA15で陸面モデルを強制して作成した値を用い（徳広、2001）、94年以降は84～93年までの10年平均値を用いる。アンサンブル手法はSV法（高野、1994）で5メンバーのアンサンブル予報を行う。

海面水温は、第2.1節で説明した現業での与え方と同様に、エルニーニョ予測モデルによる予測値、予報初期の海面水温平年偏差、および気候値の組み合わせで与える；

- ① リードタイム3か月までは予報初期の月の海面水温平年偏差を持続させる（持続予報）。
- ② リードタイム4か月目以降は、過去の観測値から求めたエルニーニョ監視海域（北緯4度～南緯4度、西経90度～150度）の海面水温の基準値からの差（B海域の値）と全球各格子点の各月の海面水温との回帰式に、エルニーニョ予測モデルが予測したB海域の値を適用した全球の海面水温偏差値と、持続予報とを組み合わせる。
- ③ ただし、リードタイム4か月目以降の北（南）緯70度以北（南）と9月と10月の北緯30度以北については、気候値と①の持続予報とを組み合わせる。
- ④ ②と③における持続予報の重みは、リードタイム4か月目で2/3、5か月目で1/3、6か月目以降は0とする。

①の持続予報に用いる海面水温は1993年まではNCEPの解析値（Reynolds and Smith, 1994）を、94年以降は気象庁の解析値（野村、1996）を用いる。海面水温偏差を求めるための平年値は現業数値予報で用いているNCEPの解析値の1981～1993年までの12年間の平均値である。また、②のエルニーニョ予測モデルの値については、モデルの生

の予測値ではなく、過去のエルニーニョ予測実験の結果に基づいて統計的な処理を施したB海域の予測値（二階堂、1998）、いわゆるMOSの値を用いる<sup>2</sup>。なお、第2.1節で述べたとおり、現業運用では、MOSを原則にエルニーニョ監視速報の見通しと矛盾しないように海面水温を与えている。

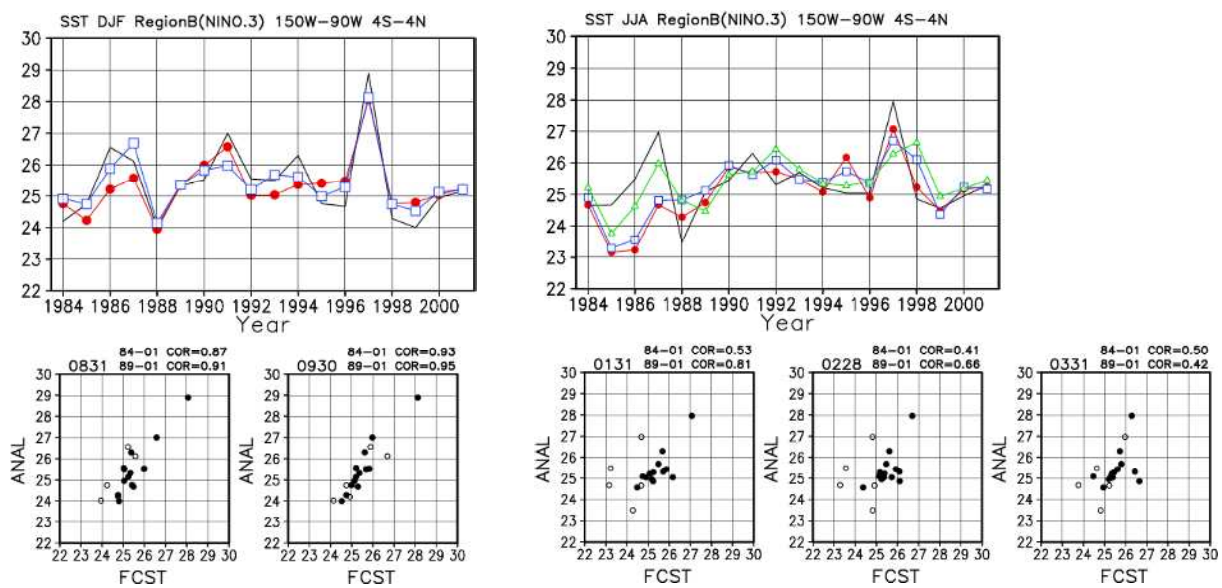
検証データとしては、海面水温予測に関してはNCEPの解析値を用いる。熱帯や全球の循環場の検証に関しては、予報実験期間に品質が均一であると考えられるCDASを用いる。降水量については、NOAAのCMAP（Xie and Arkin, 1997）を使う。ここでは、大気循環場について、予測値と解析値のそれぞれについて実験期間の1984年～2001年の18年平均からのずれを偏差とし、その偏差同士を

比較検証する。

### 3) 海面水温の予測精度

まず、2) のようにして与えた海面水温の予測精度について述べる。<sup>3</sup>

第2.2.5図は、エルニーニョ監視海域の海面水温の予測と対応する解析値である。本解説で述べる1月末初期値用の夏（6～8月の3か月平均）の海面水温予測値と8月末初期値用の冬（12～2月の3か月平均）の海面水温予測値に加えて、見直し発表用の2月末・3月末・10月末を初期値とする予報実験用の海面水温予測値も掲載する。エルニーニョ監視海域の海面水温予測は、冬の予測のほうが夏の予測よりも精度が高い。これは、春を越えたエルニーニョ現象の予測が難しいとい



第2.2.5図 エルニーニョ監視海域（南緯4度～北緯4度、西経150度～90度の平均）の予測海面水温（℃）。左は冬（12～2月）の予測、右は夏（6～8月）の予測

上：1984年～2001年の時系列。横軸は予報初期値の年を表す。黒線は解析値、赤線（●）は8月31日初期値用（左）と1月31日初期値用（右）の予測、青線（□）は9月30日初期値用（左）と2月28日初期値用（右）の予測、緑線（△）は3月31日初期値用（右）の予測

下：時系列に対応する散布図。横軸が予測、縦軸が解析値。左から、8月31日、9月30日、1月31日、2月28日、および3月31日初期値用。○は1984年～1988年、●は1989年～2001年。図の右上の数字は予報値と解析値の年々変動の相関係数（上は1984年～2001年、下は1989年～2001年）を表す。

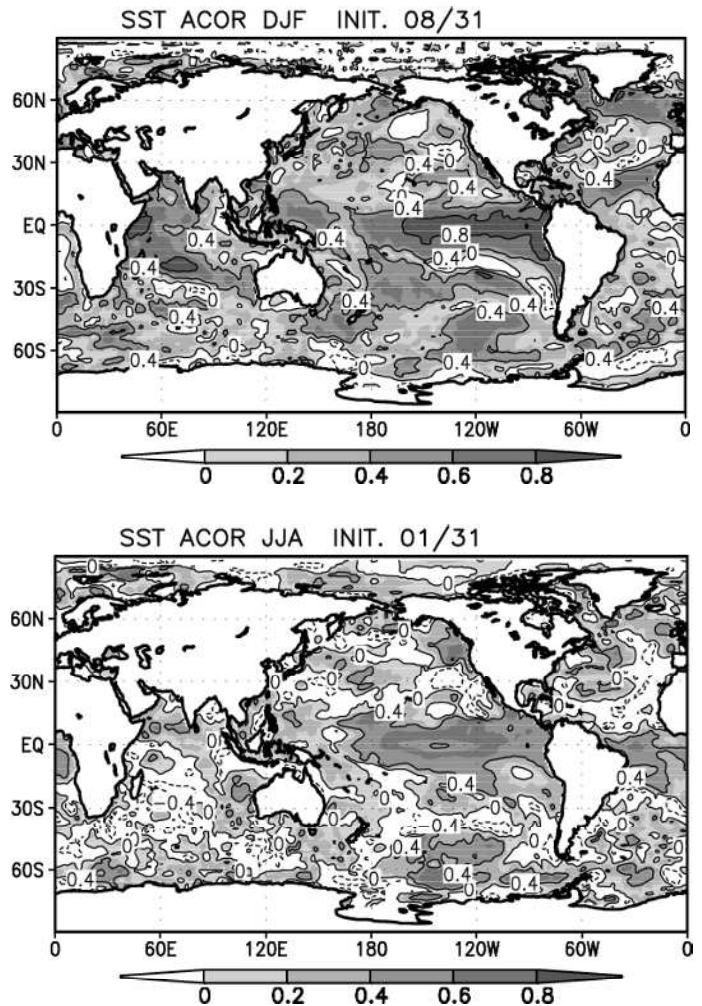
<sup>2</sup> ただし、MOSのない期間（暖候期予報用は、1984年・2000年・2001年、寒候期予報用は、1984年・1996年・2001年）は、観測されたB海域の値を用いる。

<sup>3</sup> ここで示すのは、エルニーニョ予測モデルの精度ではない。それについては、平成15年度季節予報研修テキストを参照されたい。



う、これまでに知られているエルニーニョ予測の誤差傾向と矛盾しない。冬に関してはリードタイムの短い9月末初期値用の予測海面水温の方が8月末初期値用のそれよりも精度が高いが、夏に関してはリードタイムが短い方が精度が高いとは言えない。これは、夏は、エルニーニョ監視海域に関しては初期海面水温偏差の持続（持続予報）の重みが大きすぎるせいかも知れない。ただし、この傾向は海域により異なり、例えば夏の赤道域のインド洋東部では、リードタイムが短いほうが明らかに精度がよい（図略）。今後、持続予報の重みを海域や季節ごとに検討することで、海面水温予測の精度向上が期待できる。なお、夏の予測に顕著であるが、1988年の前後でエルニーニョ予測の誤差が大きく異なる。これは、エルニーニョ予測において海洋の初期値を作成するために使用する大気的全球解析データ（気象庁の全球解析）の質が1988年を境に大きく変わるためのものである。このため、以後は主に1989年～2001年の検証結果について述べる。

第2.2.6図は1989年～2001年の13年分のデータから求めた、各格子点における海面水温予測値と解析値の相関係数で、海面水温の予測精度の空間分布を示す<sup>4</sup>。エルニーニョ現象に関連する熱帯域の中部～東部太平洋で比較的精度がよいが、他の海域では精度が悪い。また、冬の予測のほうが夏の予測よりも精度がよい。



第 2.2.6 図 海面水温の予測精度。上が 8 月 31 日初期値用の冬（12～2 月）の予測、下が 1 月 31 日初期値用の夏（6～8 月）の予測  
予測値と解析値の年々変動（1989 年～2001 年の 13 年間）の相関係数。

<sup>4</sup> t 検定によれば、13 年分のデータでは相関係数が約 0.55 以上の格子点が危険率 5%未満で両者の相関関係が有意となる。

#### 4) 大気循環場の予測精度 (冬)

以下、8月31日を初期値とする冬(12~2月)の大気循環場の予測精度について述べる。2)で示した現業運用と同様な仕様に基づくハインドキャストと並行して、観測された海面水温を大気モデルに与えた季節予報予測可能性実験<sup>5</sup>(以下、SMIP2と呼ぶ。小林ら、2003)が気象研究所で行われた。海面水温の予測が完全な場合に、大気の大気循環場の予測がどの程度可能かを調べるものである。そこで、本項では、8月31日を初期値とするSMIP2の結果とハインドキャストの結果とを比較して述べることにする。なお、本項では全てアンサンブル平均の予測精度について述べる。

第2.2.7図はアンサンブル平均した降水量予測の精度(アノマリー相関係数)の空間分布である。12~2月の3か月平均で、上がハインドキャスト(1989年~2001年)の結果、下がSMIP2(1979年~1999年)の結果である。降水量偏差は、大気大循環を駆動する重要な熱源のひとつである水蒸気の凝結に伴う加熱(非断熱加熱)の偏差を表していると考えてよい。ハインドキャストでは、エルニーニョ現象に関連する熱帯域の中部~東部太平洋で比較的精度がよいものの、その他の領域では赤道域も含めて精度が悪い。SMIP2はハインドキャストよりも全般に精度がよく、特に日本の天候と関係の深い西部熱帯太平洋域でもアノマリー相関係数が0.6以上の領域が広がっている。

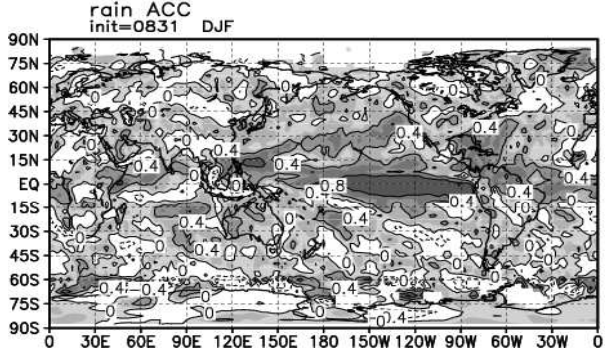
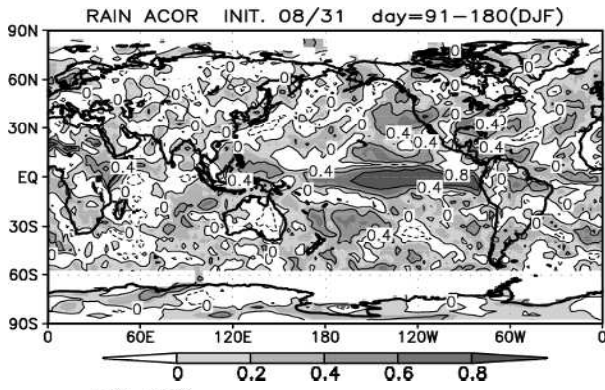
次に、対流圏の下層循環の予測精度を850hPa面の流線関数(第2.2.8図)で確認する。ハインドキャストでは、日付け変更線より東の太平洋から北米にかけて予測精度がよい。これらの領域は、気候系監視報告別冊第9号(気象庁、2003)のエルニーニョ監視海域の海面水温による大気循環場の線形回帰分布図で示されたように、エルニー

ニョ現象との関係が強い領域である。3)で示したようにエルニーニョ監視海域の海面水温が予測できているので、熱帯域の中部~東部太平洋で降水量、すなわち非断熱加熱偏差が予測でき、その結果としてこれらの領域で大気循環がある程度予測できた、と考えられる。しかしながら、西太平洋では精度が悪い。一方、SMIP2では西太平洋やインド洋にも精度のよい領域が広がっている。

第2.2.9図は、500hPa高度の精度を示す。ハインドキャストでは熱帯から亜熱帯域で帯状に、また、北太平洋の東部で精度がよい。これらの領域もエルニーニョ現象との関係が強い領域である(エルニーニョ現象時には、熱帯域で帯状に500hPa高度が高い傾向がある。これも気象庁(2003)で確認できる)。日本付近には0線がとおり、北日本は負の領域に覆われている。SMIP2でも精度のパターンはハインドキャストのそれと似ているが、全般に精度がよく西日本以南は0.4以上である。

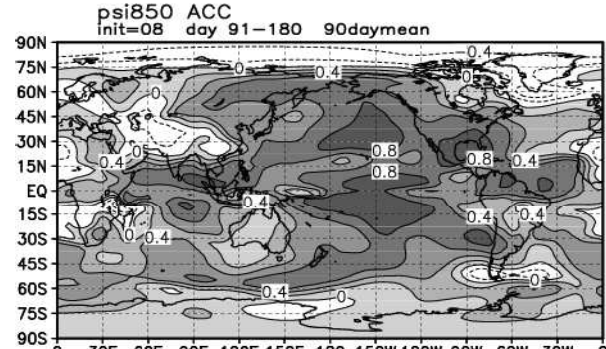
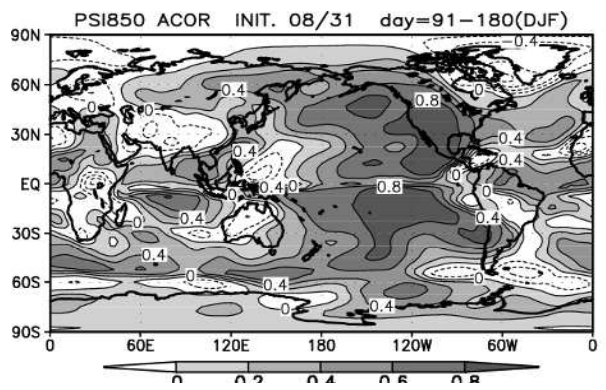
ハインドキャストの850hPa温度(第2.2.10図)も、やはりエルニーニョ現象との関係が強い領域では精度がよいが、日本付近には0線がとおり北日本は負である。SMIP2は日本付近も精度がよい。第2.2.11図は、日本付近の領域平均した850hPa温度のハインドキャストの予測と実況の時系列と散布図である。北日本域ではアンサンブル平均のアノマリー相関が0以下であるが、南に行くに従い精度が上がる。この傾向は、第2.3節で示す気温の数値予報ガイダンスの傾向と一致する。

<sup>5</sup> この実験は、ハインドキャストと同じ気象庁の全球モデル(T63L40V0103)を用いて行われた。1979年~1999年の21年間を対象とし、2月末、5月末、8月末、および11月末からの7か月積分である。実験のアンサンブルサイズは6であるが、本解説では、ハインドキャストと合わせるためアンサンブルサイズは5としてある。t検定によれば、21年分のデータでは相関係数が約0.45以上の格子点が危険率5%で両者の相関関係が有意となる。

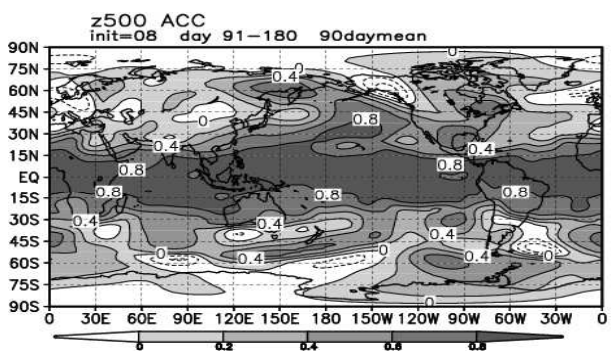
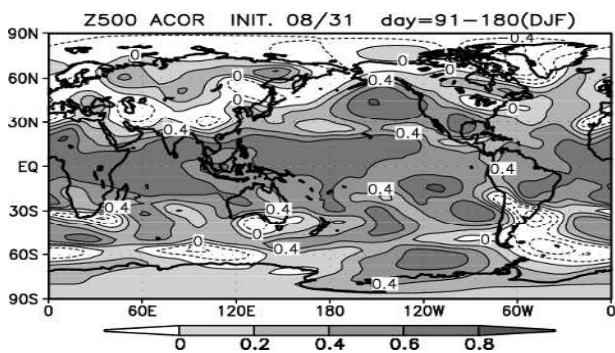


第 2.2.7 図 冬（12～2 月）の降水量の予測精度。上が 8 月 31 日初期値のハインドキャスト、下が 8 月 31 日初期値の SMIP2

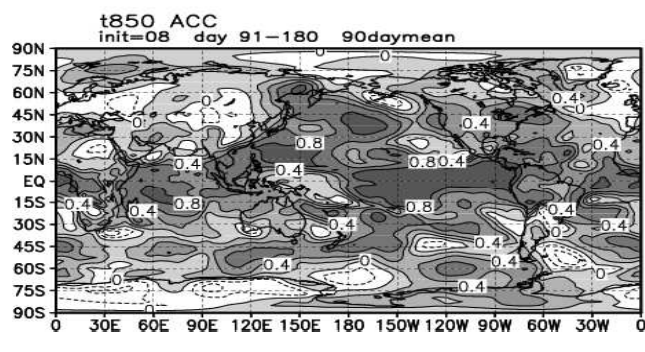
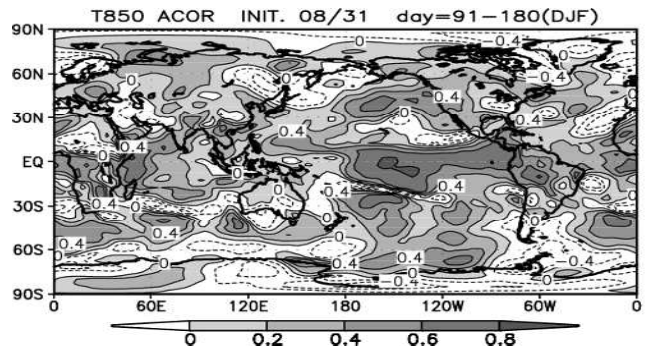
アンサンブル平均予測値（偏差）と解析値（偏差）の年々変動（ハインドキャストは 1989 年～2001 年の 13 年間、SMIP2 は 1979 年から 1999 年の 21 年間）の相関係数。等値線間隔は 0.4。



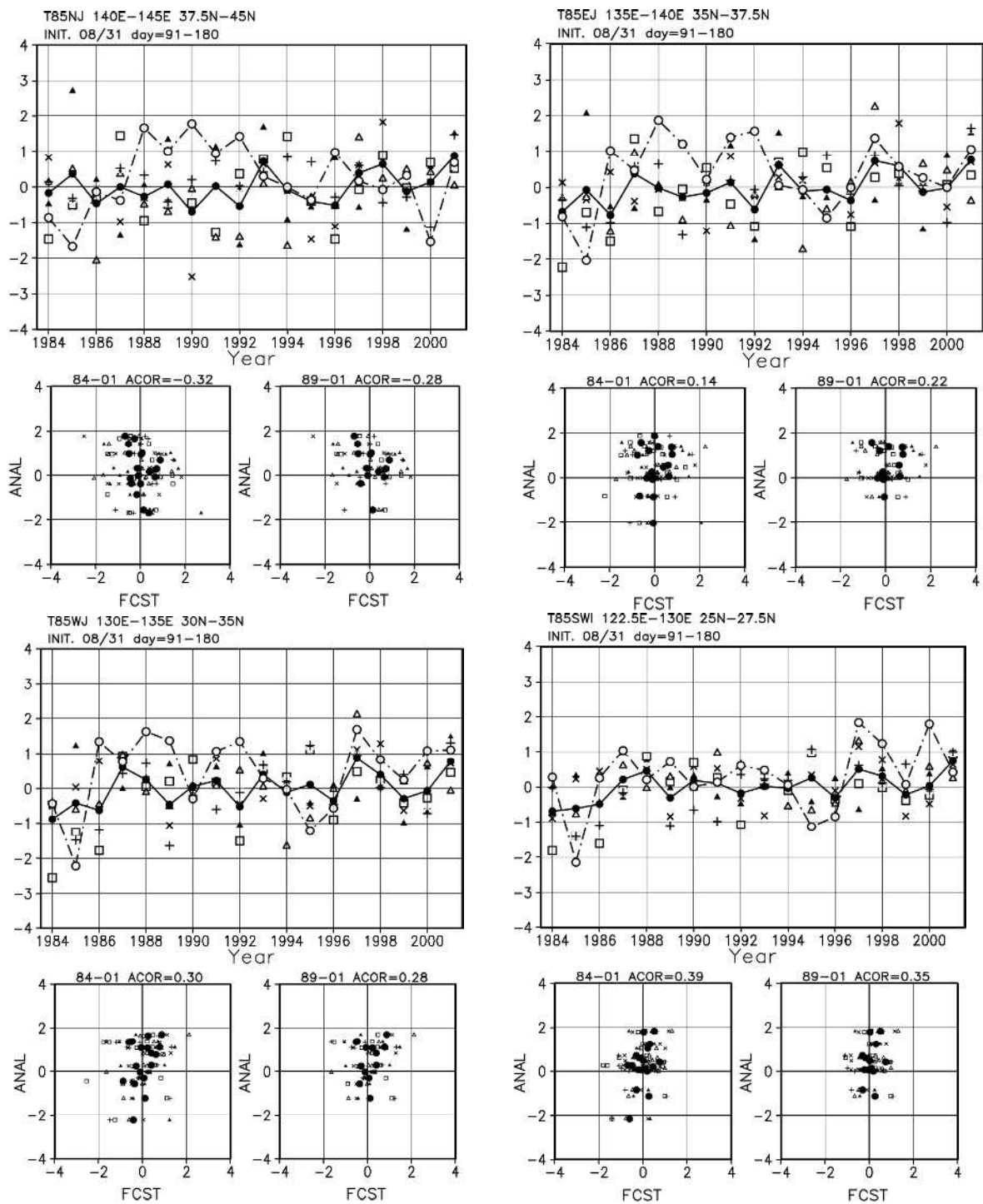
第 2.2.8 図 第 2.2.7 図と同じ。ただし 850hPa の流線関数



第 2.2.9 図 第 2.2.7 図と同じ。ただし 500hPa の高度



第 2.2.10 図 第 2.2.7 図と同じ。ただし 850hPa の気温



第 2.2.11 図 8 月 31 日を初期値とする冬(12~2月)の領域平均した 850hPa 気温偏差の予測。単位は℃。

左上：北日本域（東経 140 度～145 度、北緯 37.5 度～45 度）

右上：東日本域（東経 135 度～140 度、北緯 35 度～37.5 度）

左下：西日本域（東経 130 度～135 度、北緯 30 度～35 度）

右下：南西諸島域（東経 122.5 度～130 度、北緯 25 度～27.5 度）

各領域上) 1984 年～2001 年の時系列。実線はアンサンブル平均値、一点破線は解析値の年平均偏差。□△▲×印は各メンバーを表す。横軸は初期値の年（例えば 1984 は 1984 年 8 月 31 日初期値の冬(12~2月)の予測)を表す。

各領域下) 散布図。各領域ともに左が 1984 年～2001 年、右が 1989 年～2001 年。横軸が予報値で、縦軸が解析値。●がアンサンブル平均予報、その他が各メンバーの予報。図の右上の数字はアンサンブル平均予報値と解析値の年々変動の相関係数を表す。

## 5) 大気循環場の予測精度 (夏)

次に、1月31日を初期値とする夏(6~8月)の大気循環場の予測精度について述べる。SMIP2は1月末を初期値とする実験が行われていないので、2月末を初期値とする夏の結果と比較する。

第2.2.12図は降水量予測の精度である。やはりハインドキャストでは、エルニーニョ現象に関連する熱帯域の中部~東部太平洋で比較的精度がよいものの、その他の領域では赤道域も含めて精度が悪い。SMIP2はハインドキャストよりも全般に精度がよく、日本の天候と関係の深い西部熱帯太平洋域でもアノマリー相関係数が0.4以上の領域が広がっている。赤道域のインド洋の西部と東部でも精度がよい。

第2.2.13図は、850hPa流線関数の予測精度である。これもハインドキャストではエルニーニョ現象と関係の強い、熱帯域の中部~東部太平洋と北緯40度付近の北太平洋で精度がよい。SMIP2では、やはり全般に精度がよく、西部熱帯太平洋域やインド洋での精度もよい。

第2.2.14図は、500hPa高度の予測精度である。ハインドキャストではインド洋と日本の東海上で精度が高い。これらの領域も夏にエルニーニョ現象との関係が強い領域である。SMIP2では熱帯域全体で精度が高く、日本付近にも東西に精度のよい領域が伸びている。

ハインドキャストの850hPa温度(第2.2.15図)も、やはりエルニーニョ現象との関係が強い領域では精度がよいが、日本付近は0に近い。SMIP2の日本付近は0.4以上ある。ハインドキャストの850hPa温度の年々変動を時系列(第2.2.16図)で見ると、西日本や南西諸島では、観測の変動に比べ、アンサンブル平均の年々変動が非常に小さく、かつ、スプレッドも小さいことがわかる<sup>6</sup>。

「3か月予報資料の解説」で3か月予報の範囲では、夏期には中緯度でも帯状平均など東西に広

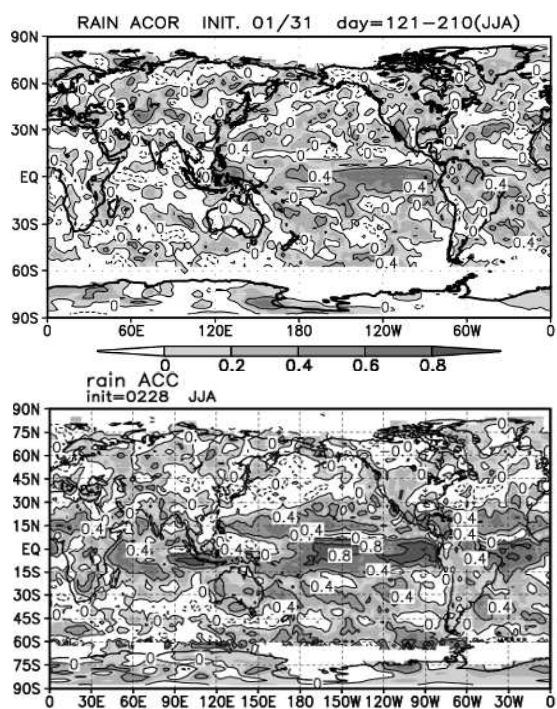
い領域で平均した場の予測精度がよいことを示した。リードタイムが長く海面水温の予測精度が低下する暖候期予報ではどうであろうか? 第2.2.17図に予報資料で用いている循環指数のひとつである極東中緯度高度(東経90度~170度、北緯30度~40度で平均した500hPa高度偏差)の予測と実況の時系列と散布図を示す。高度場の上昇傾向、年々変動ともにある程度予測できていることがわかる。極東中緯度高度は、北日本から西日本にかけての夏の気温と関係が強いので、予報を組み立てる上で有力な資料となりうる。

## 6) まとめ

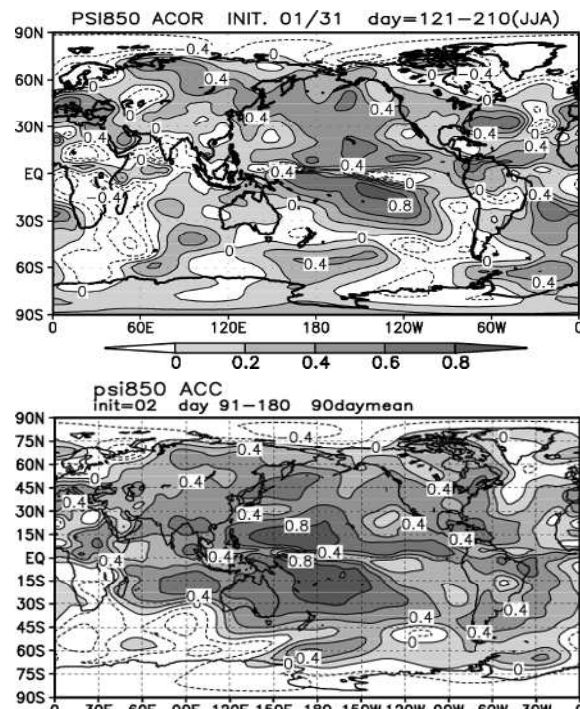
過去事例を対象としたハインドキャスト型の季節予報実験を行った。大気循環場の予測精度は全般に低い、エルニーニョ現象に関連する変動については、ある程度予測できている。観測された海面水温を与えた季節予報予測可能性実験(SMIP2)の結果に比べ、熱帯・中高緯度循環ともに精度が劣り、特に日本の天候と関係の深い、西太平洋域における精度の違いが大きい。このことは予想されることだが、逆に言えば今後の海面水温予測の精度向上によって、大気循環場の予測精度の向上が見込まれることを意味している。

本解説資料には、見直し発表用の予報実験(2月末、3月末、および9月末を初期値とする予報実験)について全く記述していない。今後、平成15年度季節予報研修テキストに評価結果を記述する予定なのでそれを参照されたい。

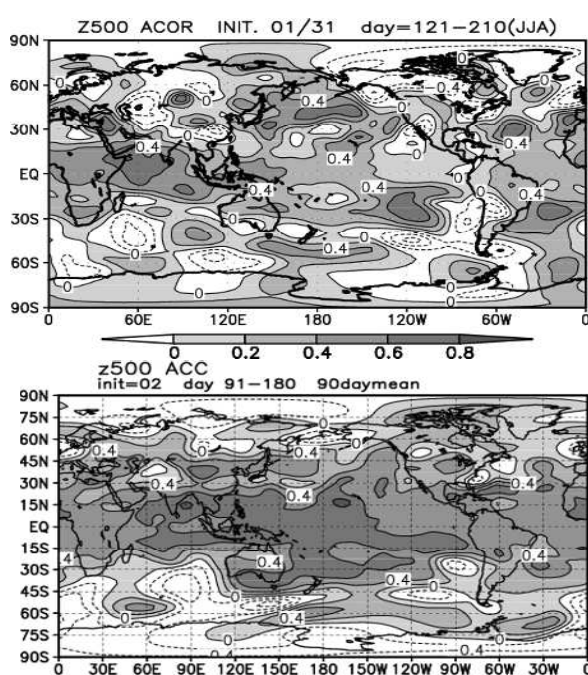
<sup>6</sup> これらの領域でスプレッドが非常に小さいことは、アンサンブル予報で予測される確率分布がシャープになりすぎる、という傾向があるということを示す。予報資料を利用するに当たっては注意が必要である。



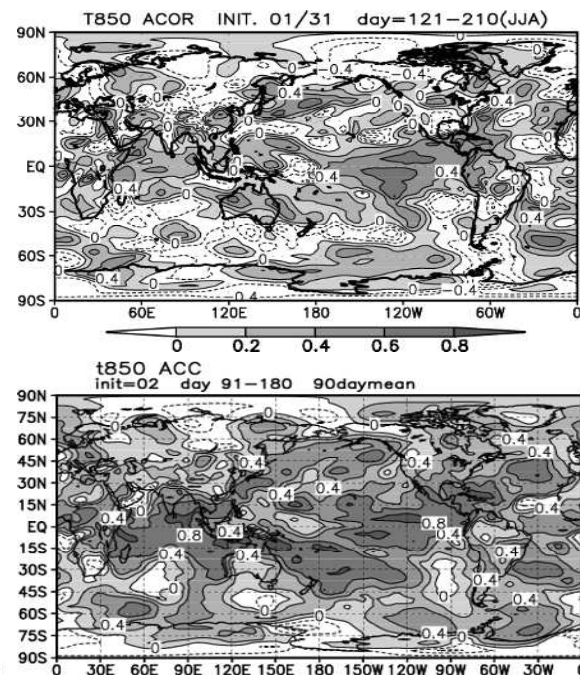
第 2.2.12 図 第 2.2.7 図と同じ。ただし、夏(6~8月)の降水量の予測精度。上が1月31日初期値のハインドキャスト、下が2月末初期値のSMIP2



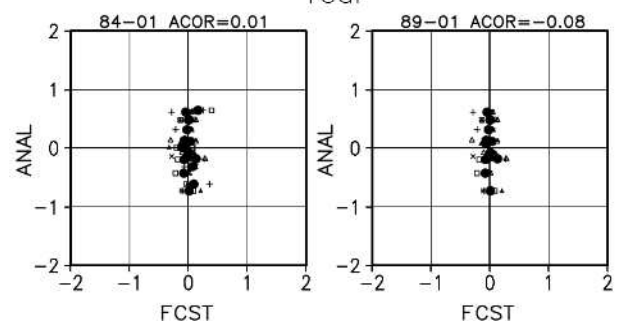
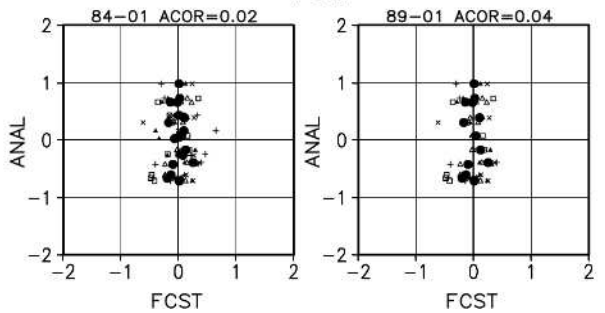
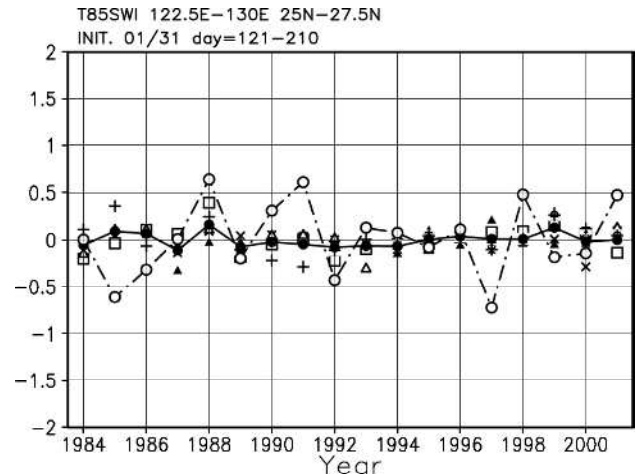
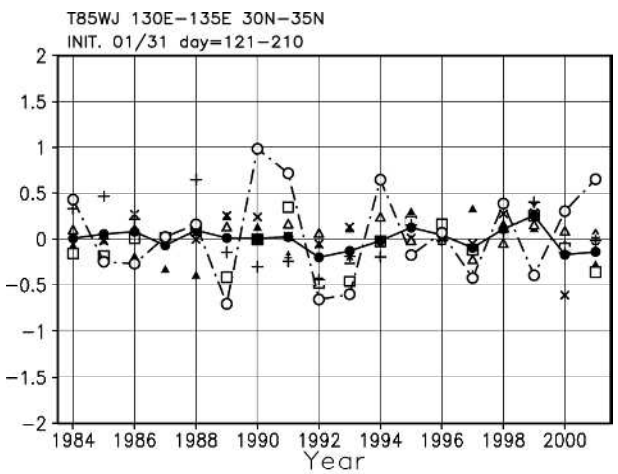
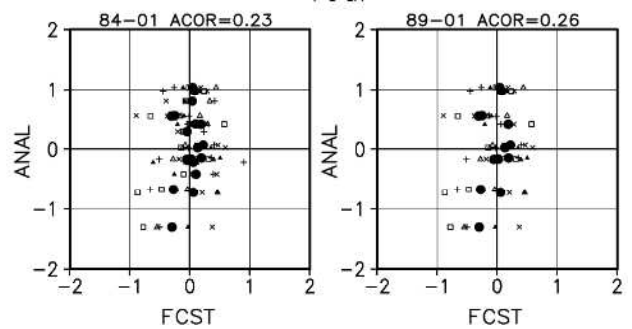
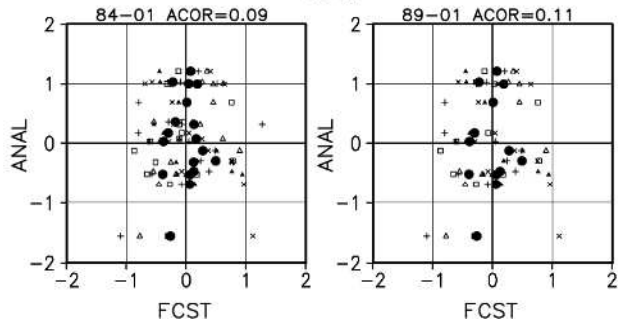
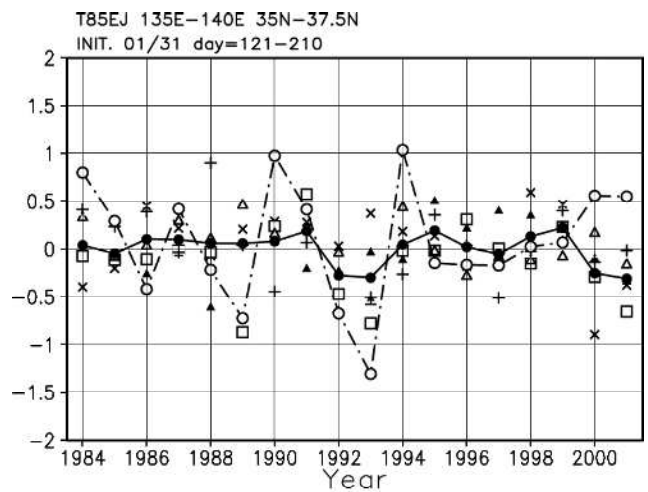
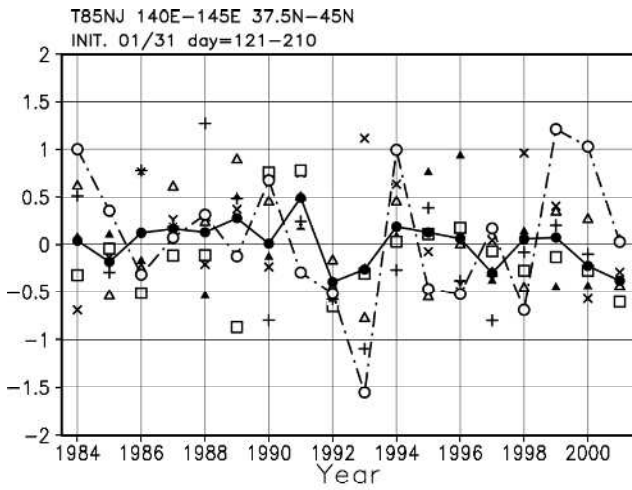
第 2.2.13 図 第 2.2.12 図と同じ。ただし 850hPa の流線関数



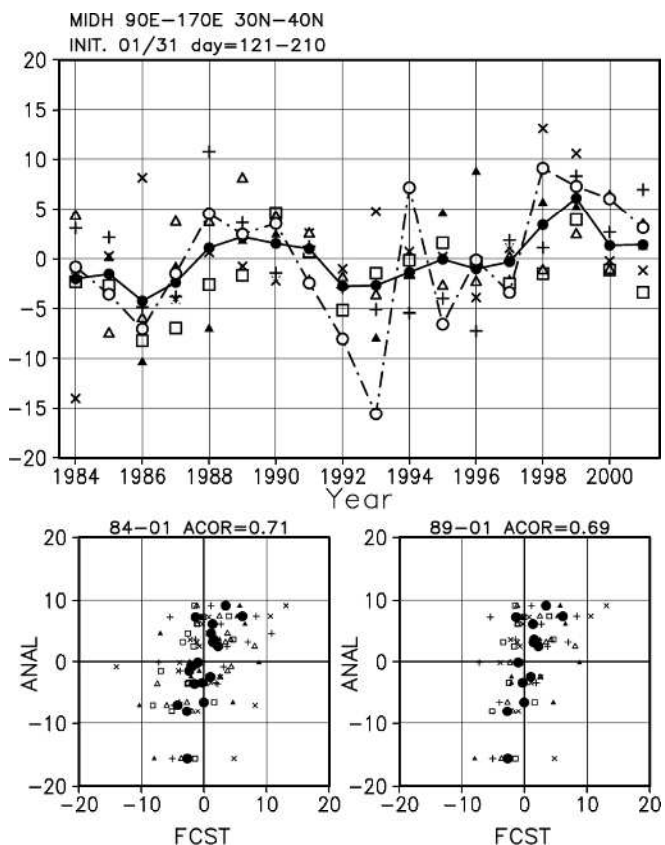
第 2.2.14 図 第 2.2.12 図と同じ。ただし 500hPa 高度



第 2.2.15 図 第 2.2.12 図と同じ。ただし 850hPa 気温



第 2.2.16 図 第 2.2.11 図と同じ。ただし、1月31日を初期値とする夏(6~8月)の領域平均した850hPa気温偏差の予測。



第 2.2.17 図 第 2.2.16 図と同じ。ただし、1 月 31 日を初期値とする夏(6~8 月)の極東中緯度高度(東経 90 度~170 度、北緯 30 度~40 度で領域平均した 500hPa 高度偏差)の予測

## 参考文献 (第2.2節)

- 気象庁、2003：気候系監視報告別冊第9号、118pp.
- 楠昌司、長谷川直之、2000：力学的季節予報の背景、平成12年度季節予報研修テキスト、気象庁気候・海洋気象部、2-18.
- 小林ちあき、高野清治、2003：季節予報予測可能性実験SMIP2、平成14年度全国季節予報技術検討会資料、気象研究所、11-22.
- 高野清治、1994：アンサンブル予報、平成6年度長期予報研修テキスト、気象庁予報部、14-28.
- 高野清治、1999：大気の予測可能性について、平成11年度季節予報研修テキスト、気象庁気候・海洋気象部、2-7.
- 徳広貴之、2001：陸面モデルオフライン実験の検証、平成13年度季節予報研修テキスト、気象庁気候・海洋気象部、51-57.
- 二階堂義信、1998：MOSによるB海域月平均海面水温偏差の予報、平成10年度全国季節予報技術検討会資料、気象庁気候・海洋気象部、87-92.
- 野村厚、1996：SST・海氷、数値予報課報告・別冊第42号、気象庁予報部、62-78.
- 村上茂教、1997：上部成層圏解析、数値予報課報告・別冊43号、気象庁予報部、87-101.
- Reynolds, R. W., and T. M. Smith, 1994: Improved global sea surface temperature analysis using optimum interpolation. *J. Climate*, 7, 929-948.
- Xie, P. and P. Arkin, 1997: Global precipitation: A 17 year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates and numerical model outputs. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 2539-2558.



## 2.3 ガイダンスに関する配信資料

### 2.3.1 ガイダンスの概要

暖・寒候期予報用の数値予報ガイダンスは、3か月予報用のガイダンスと同様の方法により作成されるので、ここでは概略のみを示し、詳細については「3か月予報資料の解説」を参照とする。

#### 2.3.1.1 予測式の作成

##### (1) 予測対象期間

ガイダンスの予測対象期間は、夏（6～8月）または冬（12～2月）の3か月単位である。ただし、梅雨の降水量は6～7月（南西諸島は5～6月）の2か月単位とする。

##### (2) 予測式

ガイダンス算出に用いる予測式は、3か月予報ガイダンスと同様に、循環場の客観解析値と地上気候要素との線形重回帰式を作成するPPM(Perfect Prognosis Method)方式を用いた。

予測式の作成に用いた循環場の客観解析値は、ヨーロッパ中期予報センター(ECMWF)の再解析データ(ERA15)と気象庁全球客観解析値(GANAL)を接続した1979～2001年の23年間のデータである(冬の場合は、1979/80冬～2001/02冬)。

##### (3) 目的変数

目的変数の要素は、夏または冬期間の平均気温、降水量、降雪量、および梅雨の時期の降水量の平年差(比)である。目的変数の対象地域は全国予報区、地方予報区及び細分地域を合わせた34地域である。

##### (4) 説明変数(予測因子)

説明変数に用いる解析値は、予測対象地域近傍の循環場格子点における各要素(仮予測因子)の中から、ステップワイズ法により5個程度を選択した。仮予測因子の一覧を第2.3.1表に示す。

##### (6) 予測式の作成方法

3か月平均気温と3か月降水量の予測式では、より多くのサンプル数を確保するため、予測対象期間である夏または冬期間を中心として、前後に1か月ずらした期間のデータも予測式の作成に用いた。例えば、夏を対象とする予測式を作成する

には、5～7月、6～8月及び7～9月の3か月平均のデータを用いた。これにより予測式のサンプル数は67～69個となる。

3か月降雪量の予測式では、予測対象となる12～2月の3か月平均データのみを用いた。同様に、梅雨降水量の予測式に関しては6～7月(南西諸島は5～6月)の2か月平均データのみを用いた。

第2.3.1表 仮予測因子の一覧

表中の記号の意味は以下のとおり。

○：すべての目的変数で採用

▲：目的変数が降水量、降雪量の場合に採用

	暖候期予報	寒候期予報
高度850hPa	—	—
高度500hPa	○	○
高度300hPa	○	○
風の東西成分850hPa	○	○
風の東西成分500hPa	○	○
風の東西成分300hPa	○	○
風の南北成分850hPa	▲	—
風の南北成分500hPa	○	○
風の南北成分300hPa	○	○
気温850hPa	○	○
気温500hPa	○	○
気温300hPa	○	○
比湿850～300hPa平均	—	▲
比湿500～300hPa平均	—	—
比湿300hPa	—	—
渦度850hPa	○	○
渦度500hPa	○	○
渦度300hPa	○	○
東西高度差850hPa	—	—
東西高度差500hPa	○	○
東西高度差300hPa	—	—
南北気温差850hPa	—	—
南北気温差500hPa	○	○
南北気温差300hPa	—	—

#### 2.3.1.2 ガイダンス予測値の計算

アンサンプル予報モデルの各メンバーに予測式を適用してメンバー毎のガイダンス予測値を算出し、これらを平均することにより、アンサンプル平均のガイダンス予測値が得られる。なお、仮予測因子の値は、3か月予報の場合と同様に、予測

式に適用する前に系統誤差修正を行う。

気温や降水量の3階級の出現確率を表す確率ガイダンスは、3か月予報ガイダンスと同様に、各メンバーから計算されたガイダンス値の存在確率の分布関数を平均し、これをそれぞれの階級区間で積分することにより算出する。

### 2.3.2 FAX 配信資料の仕様（暖・寒候期予報資料（4））

暖・寒候期予報用のガイダンス資料として、夏または冬の予報期間に対するガイダンスの予測値がFAXで配信される。配信される資料のうち「暖・寒候期予報資料（4）」がガイダンス資料で、予測値が表形式で掲載され、予測値のヒストグラムも掲載される。

暖・寒候期予報資料（4）のサンプル（寒候期予報用）を第2.3.1図に示す。左から順に3か月平均気温、3か月降水量、3か月降雪量のガイダンスの表を掲載する。降雪量の予測対象地域は日本海側のみで、太平洋側および南西諸島の予測値はすべて空欄となる。降雪量の西日本日本海側には九州北部は含まれない。

なお、暖候期予報の場合は、降雪量の欄が梅雨降水量に置き換わり、予測対象地域ではない北海道は空欄となるほか、九州南部全域も九州南部と奄美で期間が分かれてしまうので空欄となる。

#### (1) 気温、降水量、降雪量のアンサンブル平均ガイダンス

各メンバーから算出されたガイダンスの値のアンサンブル平均を表示する。平均気温は平年差（単位：℃）とその階級（3階級）を示す。降水量、降雪量は平年比（単位：%）とその階級（3階級）を示す。なお、ガイダンスの予測対象期間の横には、ガイダンス算出に利用されたアンサンブル予報モデルのメンバー数が表示される。

#### (2) 気温、降水量、降雪量の確率ガイダンス

各メンバーから算出されたガイダンスの存在確率の分布関数を平均した後、3階級の各階級区間で積分したものを表示する。

#### (3) 気温、降水量、降雪量のヒストグラム

各メンバーから算出されたガイダンスのヒストグラムを掲載する。

平均気温は、北日本、東日本、西日本、南西諸島の4地域を示す。横軸は平年差（単位：℃）、縦軸は度数である。

降水量は、北日本・東日本・西日本の各地域の日本海側と太平洋側、および南西諸島の7地域を示す。横軸は平年比（単位：%）、縦軸は度数である。

降雪量は、北日本・東日本・西日本の各地域の日本海側の3地域のみ表示する。横軸は平年比（単位：%）、縦軸は度数である。なお、暖候期予報資料の場合は、ここに梅雨降水量のヒストグラム（7地域）を示す。

なお、ヒストグラムは各地域の地図上の位置関係と合うように、北日本が右になるように配置した。

### 2.3.3 ガイダンスの精度

ここでは、暖・寒候期予報モデルのハインドキャストのデータを利用してガイダンスを検証した結果について説明する。

ハインドキャストの設定等は第2.2.2項で示した通りで、ガイダンスの検証期間も1988～2001年の14年間である。評価方法は、RMSEスキル（表中のRS）、アンサンブル平均ガイダンスの属する階級によるカテゴリー予測をHeidkeスキル（表中のHS）、確率ガイダンスをブライアスコア・スキル（表中のBS）の3種類である（第2.3.2表）。

表中の数値はスキルスコアを100倍した値で、スキルが気候値予報を上回る時は正の値となり（完全予報の時に最大100）、気候値予報を下回る時は負の値となる。表中の地域の並びはFAX配信資料に合わせた。なお、各スキルの定義については「3か月予報資料の解説」を参照されたい。

ただし、実際の暖・寒候期予報ではメンバー数は31個であるの対し、ハインドキャストでは5個で、ガイダンス予測値は極端な値の確率が出やすい。このため、実際の予報資料のスキルは、ここ

で示すガイダンスのスキルより大きいと考えられる。

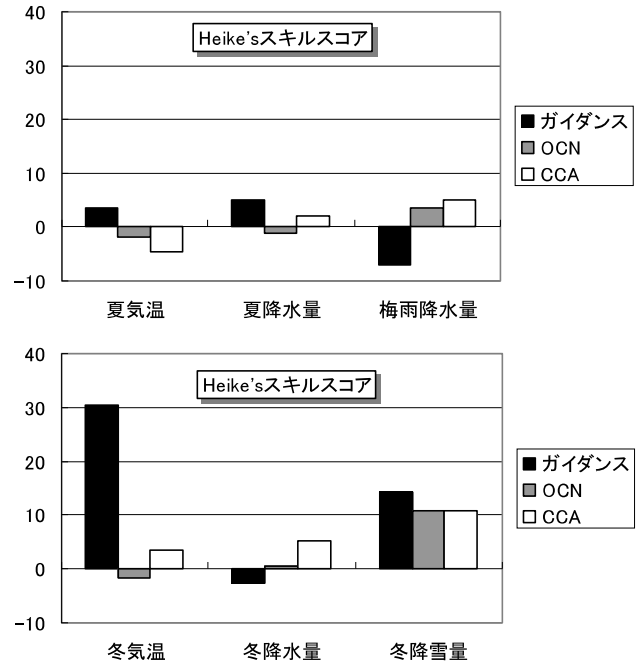
第 2.3.2 表で示した Heidke スキルを見ると、夏の予測については、気温はスキルのある地域とない地域があり、全体としては気候値予報と同程度である。夏の降水量、梅雨降水量についても同様である。

冬の予測については、気温は東日本～南西諸島でかなり高いスキルがある。これは、近年の高温傾向を予測できているためと考えられる。降雪量は、東・西日本の日本海側でスキルが見られ、近年の少雪傾向を予測できている。

RMSE スキルやブライアスコア・スキルにおいては、冬の気温以外はほとんどスキルが見られない。予測値や予測確率の利用にあたっては、値そのものより、偏差傾向を重視する必要がある。

第 2.3.2 図に、数値予報ガイダンスと OCN、CCA の Heike のスキルスコア（適中率のスキル）を全国平均で比較した棒グラフを示す。数値予報ガイダンスの冬気温のスキルが他と比べて格段に大きいことが分かる。また、夏の気温や降水量、冬降雪量の予測においては、数値予報ガイダンスが統計予測資料より若干優れている。逆に、梅雨降水量や冬降水量では数値予報ガイダンスが最もスキルがないという結果となっている。

このように、季節や要素によって、各予報資料の精度は異なり、常に数値予報ガイダンスのみを用いることが最良とは限らない。暖・寒候期予報を行うにおいて、3 か月予報と同様に、数値予報ガイダンスと統計予測資料・実況解析資料を併用して、予報を作成することが重要である。



第 2.3.2 図 数値予報ガイダンス・OCN・CCA のスキル  
各予報資料の予報実験（'88～'01年の夏および'88/89～'01/02年の冬）における Heike のスキルスコア（適中率のスキルスコア）の全国平均。スペースの関係で第 2.3.1 図より前に置く。



第2.3.2表 数値予報ガイダンス予測の評価(暖・寒候期予報)

※記号や数値の説明は本文2.3.3項を参照

地域名\スコア名	夏平均気温			夏降水量			梅雨降水量			冬平均気温			冬降水量			冬降雪量		
	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS
北日本	-6	4	-14	12	36	-5	-10	14	-11	-22	14	-16	-21	25	-4			
北日本日本海側	-8	4	-11	-10	4	-11	-21	-29	-15	-24	-7	-10	-48	-7	-33	-23	-7	-38
北日本太平洋側	-6	-7	-28	4	14	-1	-5	4	-7	-20	14	-13	-8	4	-11			
東日本	3	14	-3	-11	-18	-32	-8	-18	-13	11	46	-9	-7	-18	-6			
東日本日本海側	-6	-7	-23	0	14	-2	-19	-18	-11	9	36	-1	-2	25	9	17	25	-23
東日本太平洋側	3	-7	-14	-10	-18	-22	-17	-39	-22	12	36	-3	-8	-18	-8			
北海道全域	-6	-7	-13	-20	14	-13				-27	-7	-12	-27	-29	-39			
北海道日本海側	-7	14	4	-14	4	-4				-27	-18	-15	-57	14	-30	-20	36	-14
オホーツク海側	-13	-7	-24	-10	-18	-14				-19	-7	-19	-11	-7	-15			
北海道太平洋側	-5	-7	-11	-9	14	-1				-25	-18	-40	-15	-18	-23			
東北全域	-6	-18	-27	-1	-29	-4	-10	14	-11	-13	-18	-19	-7	-7	2			
東北日本海側	-6	-7	-27	-1	-7	-2	-21	-29	-15	-23	-29	-33	-11	-7	-17	-14	-7	-23
東北太平洋側	-7	14	-12	-1	-7	-6	-5	4	-7	-6	-29	-23	-5	4	5			
東北北部	-4	4	-8	-1	-7	-9	-12	-18	-9	-13	-18	-46	-1	-7	-7			
東北南部	-7	-39	-41	1	-18	3	-9	4	-18	-4	-7	-10	-4	4	9			
関東甲信全域	4	4	-10	-8	-18	-17	-12	-18	-12	13	14	9	-8	-7	0			
北陸全域	-6	-7	-23	0	14	-2	-19	-18	-11	9	36	-1	-2	25	9	17	25	-23
東海全域	0	-7	-19	-9	-7	-9	-13	-29	-17	13	36	7	-5	4	-9			
西日本	-4	-18	-5	1	14	-4	-13	-29	-26	21	36	18	-15	25	-10			
西日本日本海側	-6	-39	-39	-4	14	-8	-9	4	-3	18	36	14	-16	4	-21	21	25	12
西日本太平洋側	-3	4	3	-4	-7	-5	-3	4	-24	24	36	18	-7	4	-12			
南西諸島	9	14	3	2	14	3	0	25	-3	27	25	18	-24	-29	-43			
近畿全域	-2	4	-3	-4	-18	-3	0	4	-2	13	36	1	-14	4	-8			
近畿日本海側	-4	-18	-16	-4	-7	-6	-6	4	-2	9	14	-5	0	4	2	8	-18	-1
近畿太平洋側	0	4	-3	-2	4	-5	-10	-7	-14	16	36	9	-9	-18	-14			
中国全域	-5	-18	-33	-4	-7	-8	-9	-7	-6	20	36	12	-22	14	1			
山陰	-8	-18	-32	-9	14	-7	-2	25	1	16	25	3	-29	-7	-9	25	36	15
山陽	-5	4	-6	-2	-7	-7	-3	-18	-1	19	36	20	-13	-7	-18			
四国全域	2	-7	-5	-5	4	-14	-5	-7	-16	23	36	17	-19	14	4			
九州北部全域	-6	-18	-27	5	14	0	-8	14	-3	23	36	13	-11	-18	-22			
九州南部全域	-1	14	-17	-6	-7	-18				21	25	21	-1	-18	-25			
九州南部	-1	-18	-19	-2	-18	-1	2	4	-2	25	25	22	-4	-29	-25			
奄美	-3	-29	-29	-10	-7	-14	-4	-7	-2	14	14	-3	-14	-7	-21			
沖縄全域	9	-7	4	3	4	3	-1	4	-5	30	36	26	-23	-7	-29			

※検証期間は1988～2001年の夏と1988/89～2001/02年の冬。

※数値予報の初期時刻は、暖候期予報は1月31日12UTC、寒候期予報は8月31日12UTC。

### 3. 統計的予測手法

#### 3.1 はじめに

3か月予報と同様に、暖・寒候期予報においても、最適気候値 (Optimal Climate Normal、以下 OCN) 手法と正準相関分析 (Canonical Correlation Analysis、以下 CCA) 手法による2種類の統計予測資料を利用する。

暖・寒候期予報で用いる OCN 手法と CCA 手法は基本的に3か月予報で用いるものと同じなので、ここでは概要を簡単に述べるにとどめるが、詳細は「3か月予報資料の解説」を参照されたい。

#### 3.2 統計的予測手法の概要

##### 3.2.1 最適気候値 (OCN)

OCN 手法は、近年の気候的特徴 (例えば、暖冬傾向など) が今年も続くと仮定する持続予報の一種で、気温や降水量の実況から長期トレンドや数十年スケールの変動を把握して、それを延長して予報とする。

予測対象は、数値予報ガイダンスと同じで、全国34地域における夏 (6~8月) または冬 (12~2月) の平均気温と降水量、冬の降雪量および梅雨 (6~7月、南西諸島は5~6月) の降水量の年差 (比) である。

予測対象年の前10年間の各要素の観測値の平均を予測値とし、その予測値の属する階級をカテゴリー表現の予測値とし、10年間の階級別出現率を確率表現の予測値としている。

##### 3.2.2 正準相関分析 (CCA)

暖・寒候期予報で用いる CCA 手法は、3か月予報用のものと同様に、発表月の前3か月の全球月平均海面水温 ( $2^{\circ} \times 2^{\circ}$  格子) の主成分を説明変数に用いていて、重回帰予測による手法と同等である。確率表現の予測値の作成も、3か月予報と同じく、重回帰分析における誤差分散の推定法を適用した。予測対象は OCN 手法と同じである。

#### 3.3 FAX 配信資料の仕様 (暖・寒候期予報資料 (1))

暖・寒候期予報用の統計予測資料として、夏また

は冬の予報期間に対する統計予測値が FAX で配信される。配信される資料のうち「暖・寒候期予報資料 (1)」が統計予測資料で、予測値が表形式で掲載される。

暖・寒候期予報資料 (1) のサンプル (寒候期予報用) を第3.3.1図に示す。上の表が OCN 手法による予測、下の表が CCA 手法による予測を示す。

双方とも数値予報ガイダンスの表と同じ形式 (2.3.2.2 項参照) となっていて、OCN または CCA 手法による予測値とその階級、および予測確率を示す。左から順に3か月平均気温、3か月降水量、3か月降雪量の予測を掲載する。降雪量の予測対象地域は日本海側のみで、太平洋側および南西諸島の予測値はすべて空欄となる。

暖候期予報用資料の場合は、降雪量の欄が梅雨降水量に置き換わり、予測対象地域ではない北海道の欄は空欄となるほか、九州南部全域も九州南部と奄美で期間が分かれてしまうので空欄となる。梅雨期間降水量の北日本は東北のみである。

#### 3.4 統計予測資料の精度

第3.3.1~3.3.2表に、OCN 手法と CCA 手法の精度を示す。数値予報ガイダンスと同じく、検証期間は1988~2001年の14年間 (寒候期予報は1988/89~2001/02年の冬を予測) で、RMSE スキル (RS)、Heidke スキル (HS)、ブライアスコア・スキル (BS) を示す。

Heidke スキルについて概観すると、夏・冬ともに、OCN 手法と CCA 手法はおおよそ同じ地域にスキルが見られる。OCN 手法が近年の天候の傾向を捉え、CCA 手法も全球海面水温を説明変数に用いることで数十年スケールなどの長期的な変動を捉えやすいため、双方の手法とも、冬の東日本の気温や夏の北日本の降水量など、気温や降水量に長期トレンドや気候ジャンプの出ている地域においてスキルが出ていると考えられる。

RMSE スキルやブライアスコア・スキルでは、CCA 手法の夏の気温を除いてほとんどスキルが見られない。予測値や予測確率の利用にあたっては、値そのものより、偏差傾向を重視する必要がある。また、数値予報ガイダンスと統計予測資料、実況解析資料

を併用することが重要である。

	12月 2月				12月 2月				12月 2月					
	気温 (℃)	確率 (%)	低	高	降水量 (%)	少	多	降雪量 (%)	少	多	多			
日本全	0.3	正	10	40	101	等	20	40	40					
東北日本全	0.3	正	10	40	102	等	20	40	40					
東北太平洋側	0.3	正	10	40	83	正	30	40	30	38	並	20	80	20
東北全	0.4	正	10	40	103	正	40	40	40					
東北日本全	0.4	正	10	40	100	正	30	40	30	69	少	50	50	0
東北太平洋側	0.4	正	10	40	103	正	40	40	40					
近畿全	0.3	正	10	40	100	並	30	30	30					
北海道日本全	0.3	正	10	40	102	並	20	30	30	10	並	10	30	10
ホクリツク側側	0.4	正	20	30	100	正	40	10	50					
北海道太平洋側	0.2	正	20	30	83	正	30	40	30					
関東全	0.4	正	10	40	101	等	30	30	30					
東北日本全	0.4	正	10	40	105	多	0	60	40	36	等	20	70	10
東北太平洋側	0.4	正	10	40	89	等	30	40	30					
東北北部	0.3	正	10	40	81	多	40	30	30					
東北西部	0.4	正	10	40	107	多	20	30	30					
関東全	0.3	並	10	40	103	並	40	10	30					
関東全	0.4	並	10	40	100	並	30	40	30	69	少	50	50	0
関東全	0.4	並	10	40	101	並	40	30	30					
西日本全	0.3	正	10	40	93	等	30	40	30					
西日本日本全	0.3	正	10	40	97	等	40	30	30	75	並	50	40	10
西日本太平洋側	0.3	正	10	40	100	並	30	40	30					
西日本全	0.3	正	10	40	89	並	40	30	30					
近畿全	0.4	正	10	40	102	並	30	30	40					
近畿日本全	0.3	正	10	40	110	多	0	40	60	37	並	40	40	20
近畿太平洋側	0.4	正	10	40	103	多	10	30	20					
中国全	0.4	正	10	40	101	並	30	40	40					
山陰	0.4	正	10	40	101	並	30	40	30	69	並	50	30	10
山陽	0.4	正	10	40	102	並	40	20	40					
中国全	0.3	正	10	40	89	等	30	30	40					
九州北半全	0.3	正	10	40	83	並	50	30	30					
九州南半全	0.3	正	10	40	89	並	40	30	40					
九州西部	0.3	正	10	40	89	並	40	30	40					
奄美	0.4	正	20	30	83	並	40	30	10					
沖縄全	0.3	等	0	30	82	並	40	30	30					

(注) 降水量における西日本太平洋側は九州北半全を含めない。

	12月 2月				12月 2月				12月 2月					
	気温 (℃)	確率 (%)	低	高	降水量 (%)	少	多	降雪量 (%)	少	多	多			
北日本全	0.3	等	20	30	101	並	20	30	30					
北日本日本全	0.3	等	20	30	101	並	25	40	34	64	等	40	31	27
北日本太平洋側	0.3	等	20	30	100	等	30	40	31					
北日本全	0.3	等	17	33	107	等	18	32	34					
北日本日本全	0.3	等	22	33	103	等	20	20	43	69	少	50	20	34
北日本太平洋側	0.3	等	16	34	103	並	18	32	44					
北海道全	0.4	正	27	35	89	並	36	31	33					
北海道日本全	0.4	正	26	30	88	並	30	39	31	37	並	40	31	29
ホクリツク側側	0.3	正	26	39	100	並	40	37	33					
北海道太平洋側	0.4	正	26	34	89	並	25	41	34					
関東全	0.3	等	18	37	103	多	23	31	47					
東北日本全	0.3	正	14	31	106	多	15	24	61	31	並	39	39	22
東北太平洋側	0.3	正	21	33	101	並	33	40	31					
東北北部	0.4	正	21	32	85	並	34	33	33					
東北西部	0.3	正	12	33	110	多	13	30	57					
関東全	0.3	等	16	33	112	等	10	35	43					
関東全	0.3	等	23	33	103	等	20	28	43	68	少	50	20	21
関東全	0.3	正	20	30	107	並	22	26	42					
西日本全	0.3	等	15	37	100	等	25	32	33					
西日本日本全	0.3	等	17	33	100	等	28	30	39	62	等	49	37	10
西日本太平洋側	0.3	等	15	35	100	等	22	40	33					
西日本全	0.3	等	18	31	109	等	18	32	44					
近畿全	0.3	正	27	39	104	並	20	26	44					
近畿日本全	0.3	等	24	33	110	多	12	32	53	74	並	40	28	36
近畿太平洋側	0.3	正	18	33	103	並	24	32	44					
中国全	0.3	並	13	34	103	並	18	41	40					
山陰	0.3	並	20	37	103	並	29	37	34	56	少	50	34	13
山陽	0.3	等	18	33	103	等	20	30	44					
中国全	0.3	等	15	35	99	等	24	30	40					
九州北半全	0.3	正	17	33	88	等	37	33	40					
九州南半全	0.3	等	18	37	93	等	31	39	40					
九州西部	0.3	等	16	37	95	等	32	36	38					
奄美	0.3	等	27	16	107	等	17	41	42					
沖縄全	0.3	正	12	32	110	並	18	30	45					

(注) 降水量における西日本太平洋側は九州北半全を含めない。

第3.3.1 図 暖・寒候期予報資料（1）のサンプル（寒候期予報用資料）



第3.3.1表 統計予測の評価（OCN手法）

※記号や数値の説明は本文3.4項を参照

地域名\スコア名	夏平均気温			夏降水量			梅雨降水量			冬平均気温			冬降水量			冬降雪量		
	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS
北日本	-3	4	-5	0	25	-14	-3	25	-3	-22	-18	-48	-13	-7	-17			
北日本日本海側	-2	4	-7	-1	14	-9	-8	14	-13	-23	-18	-33	-12	14	-16	-19	25	-22
北日本太平洋側	-3	14	-7	-1	14	-11	-1	14	-5	-21	-18	-48	-12	4	-21			
東日本	2	-7	-7	-4	-18	-9	-6	-7	-17	-13	14	-13	-11	-7	-15			
東日本日本海側	-2	14	-8	-5	4	-12	-6	-18	-11	-14	4	-13	-3	-7	-11	-18	25	-9
東日本太平洋側	3	-18	-5	-5	-18	-8	-7	-18	-19	-14	4	-13	-12	-7	-15			
北海道全域	-4	-7	-9	-3	14	-6				-22	-18	-41	-12	25	-24			
北海道日本海側	-3	4	-9	-4	14	-11				-22	-18	-41	-16	25	-15	-12	57	3
オホーツク海側	-4	4	-9	-8	-18	-9				-20	-29	-44	-4	-29	-7			
北海道太平洋側	-4	-7	-9	0	14	-23				-21	-18	-47	-11	-7	-21			
東北全域	-3	14	-15	-6	-7	-14	-3	25	-3	-20	4	-25	-9	-7	-21			
東北日本海側	-1	46	-6	-9	4	-19	-8	14	-13	-23	14	-23	-2	25	-11	-21	36	-13
東北太平洋側	-3	25	-11	-4	-18	-12	-1	14	-5	-20	14	-23	-9	4	-20			
東北部	-3	14	-6	-9	4	-19	-4	-29	-12	-24	14	-30	-1	4	-21			
東南部	-1	4	-15	-5	-7	-14	-5	14	-6	-14	14	-17	-8	4	-13			
関東甲信全域	3	-18	2	-6	-18	-10	-7	-18	-27	-10	4	-13	-10	-18	-10			
北陸全域	-2	14	-8	-5	4	-12	-6	-18	-11	-14	4	-13	-3	-7	-11	-18	25	-9
東海全域	3	-29	-2	-2	-7	-14	-5	-7	-18	-12	-7	-13	-14	4	-24			
西日本	1	-7	-10	-7	4	-15	-6	-18	-32	-10	4	-13	-13	14	-27			
西日本日本海側	0	-7	-7	-8	-7	-17	-8	4	-21	-11	4	-13	-14	4	-22	-9	-18	-20
西日本太平洋側	2	-18	-1	-8	4	-14	-7	-7	-10	-10	4	-14	-12	14	-15			
南西諸島	3	4	-10	0	-18	-23	-6	4	-25	9	-7	-2	-5	-18	-12			
近畿全域	1	-7	-3	-6	4	-18	-6	-18	-17	-15	14	-13	-14	4	-25			
近畿日本海側	-1	-7	-11	-6	4	-18	-9	4	-11	-16	-7	-21	-14	14	-13	-16	-18	-30
近畿太平洋側	2	-7	-10	-5	14	-15	-6	-7	-12	-13	-7	-13	-12	-7	-19			
中国全域	-1	4	-8	-6	-7	-12	-6	4	-14	-14	4	-13	-14	14	-18			
山陰	-2	14	-7	-5	14	-5	-5	25	-5	-14	14	-11	-14	14	-27	-5	4	-13
山陽	-1	-7	-10	-7	4	-9	-7	-7	-18	-14	-7	-13	-12	-7	-19			
四国全域	3	-18	-10	-8	4	-20	-7	14	-15	-10	4	-14	-12	4	-21			
九州北部全域	0	-7	-4	-10	4	-17	-10	14	-14	-7	14	-14	-12	4	-23			
九州南部全域	2	-7	-10	-7	-7	-17				-6	-7	-10	-9	4	-20			
九州南部	2	-7	-10	-7	-7	-10	-7	-7	-16	-6	4	-10	-10	-7	-25			
奄美	-3	-18	-16	-4	-7	-14	-5	4	-12	-2	-7	-12	-5	4	-5			
沖縄全域	6	14	-5	-1	25	-6	-6	-7	-21	14	36	8	-5	-7	-13			

※検証期間は1988～2001年の夏と1988/89～2001/02年の冬。

第3.3.2表 統計予測の評価 (CCA手法)

※記号や数値の説明は本文3.4項を参照

地域名 \ スコア名	夏平均気温			夏降水量			梅雨降水量			冬平均気温			冬降水量			冬降雪量		
	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS	RS	HS	BS
北日本	0	-7	-8	-6	46	-6	-5	36	-14	-13	4	-8	-8	4	9			
北日本日本海側	0	14	-11	-14	14	-9	-3	14	-11	-13	14	3	-17	-7	-9	-19	25	-18
北日本太平洋側	-1	14	-2	-4	14	3	-4	14	-7	-11	-7	-8	-1	14	7			
東日本	3	-18	-3	-10	-18	-19	-7	-7	-8	-26	25	-6	-13	-7	-5			
東日本日本海側	1	4	-2	-10	-7	-20	-8	-18	-12	-22	4	-14	-7	14	-10	-21	14	-32
東日本太平洋側	3	-29	-7	-8	-7	-13	-8	4	1	-28	4	-13	-13	-7	-8			
北海道全域	-2	-18	-4	-24	25	-19				-10	14	-2	-13	-7	-14			
北海道日本海側	-2	4	-3	-24	25	-4				-11	4	-1	-15	36	-7	-4	57	-8
オホーツク海側	-2	4	-2	-17	-18	-15				-11	-7	-13	-5	-18	1			
北海道太平洋側	0	-18	-1	-8	14	-4				-8	-18	-14	-10	4	-3			
東北全域	0	14	-5	-11	-7	-6	-5	36	-14	-17	14	-4	-5	-7	2			
東北日本海側	2	14	5	-9	-7	-7	-3	14	-11	-19	4	-11	-19	-7	-19	-31	36	-12
東北太平洋側	-1	25	0	-11	-29	-14	-4	14	-7	-15	4	-12	-3	14	7			
東北北部	-1	4	-4	-9	4	-6	-9	-29	-8	-15	14	-8	-2	-7	-8			
東北南部	0	4	-2	-13	-18	-12	-1	25	8	-14	4	-3	-1	4	7			
関東甲信全域	3	-29	-3	-9	-18	-20	-7	-18	-2	-23	4	-15	-11	-18	-2			
北陸全域	1	4	-2	-10	-7	-20	-8	-18	-12	-22	4	-14	-7	14	-10	-21	14	-32
東海全域	5	-18	1	-12	4	-14	-8	-18	-13	-27	4	-16	-17	-7	-9			
西日本	7	-7	17	-8	-7	-14	-8	-29	-15	-25	4	-12	-12	14	-2			
西日本日本海側	6	4	13	-4	14	-20	-6	-7	-17	-24	4	-12	-11	14	-7	-16	-7	-22
西日本太平洋側	9	-18	26	-11	-7	-21	-12	-39	-29	-26	4	-10	-12	14	-1			
南西諸島	4	14	11	-11	-7	-1	-7	-7	-5	-21	-18	-17	1	-7	0			
近畿全域	5	-18	7	-14	-18	-22	-13	-18	-19	-27	4	-15	-16	-7	-5			
近畿日本海側	1	4	1	-13	-29	-24	-13	4	-11	-23	4	-23	-20	25	3	-9	-7	-16
近畿太平洋側	6	-7	14	-14	4	-23	-14	-29	-19	-28	4	-12	-13	-18	-9			
中国全域	4	14	7	-3	-29	-15	-7	4	-13	-26	4	-9	-14	14	0			
山陰	3	25	3	-4	14	-13	-4	25	-1	-23	14	-15	-7	14	-4	-20	4	-22
山陽	6	-7	18	-4	-18	-14	-9	-18	-17	-28	4	-14	-16	-18	-12			
四国全域	9	-18	16	-10	14	-22	-13	-18	-22	-24	4	-10	-9	-7	-4			
九州北部全域	7	4	18	-3	4	-17	-5	14	-10	-22	4	-12	-10	4	-16			
九州南部全域	10	25	9	-13	-18	-23				-23	-7	-15	-5	14	1			
九州南部	11	25	13	-11	-7	0	-10	-7	-14	-21	-7	-12	-8	14	-4			
奄美	-2	-18	-4	-6	-7	-16	4	25	8	-28	-7	-18	3	25	1			
沖縄全域	6	14	6	-8	-7	-8	-10	-7	-11	-19	-7	-5	-1	4	-2			

※検証期間は1988～2001年の夏と1988/89～2001/02年の冬。