

季節予報（含 異常天候早期 警戒情報）の技術の現状

- 1．季節予報の概要
- 2．季節予報の技術
- 3．おわりに

1. 季節予報の概要

気象庁の季節予報

季節予報では、週～月～3か月間などの平均的な気温や降水量、天候等の大まかな傾向を、平年と比較しつつ予報する。

- 1か月予報
- 3か月予報
- 寒候期予報，暖候期予報
(それぞれ全般季節予報と地方季節予報)
- (異常天候早期警戒情報)

3つの階級

季節予報で気温、降水量等を予報する場合には「低い(少ない)」「平年並」「高い(多い)」の3つの階級を用いる。

各階級の区分値は、1981～2010年の30年間における出現率が等分(それぞれ33%)となるように決めてある。

階級区分値の求め方

北海道の冬平均気温の例(単位:)

北海道の冬平均気温(1981~2010年)

年	1981	1982	1983	1984	2008	2009	2010
気温平年差	-0.3	-0.5	+0.0	-1.4	-0.4	+1.7	+0.5



気温平年差を低い順に並べる

気温平年差	-2.3	-2.0	-1.4	-1.4	+1.6	+1.7	+2.1
-------	------	------	------	------	-------	------	------	------



「低い」10年、「平年並」10年、「高い」10年に分ける

10年(33%) 低い	10年(33%) 平年並	10年(33%) 高い
----------------	-----------------	----------------



平年並の範囲

-0.4 ~ +0.4

確率予報

予報期間の長い季節予報は、無視できないほど予測誤差が大きい。このため「気温が低い」といった断定的な表現は出来ず、確率を用いた予報表現としている。

気候的出現率

低い 33%	平年並 33%	高い 33%
-----------	------------	-----------



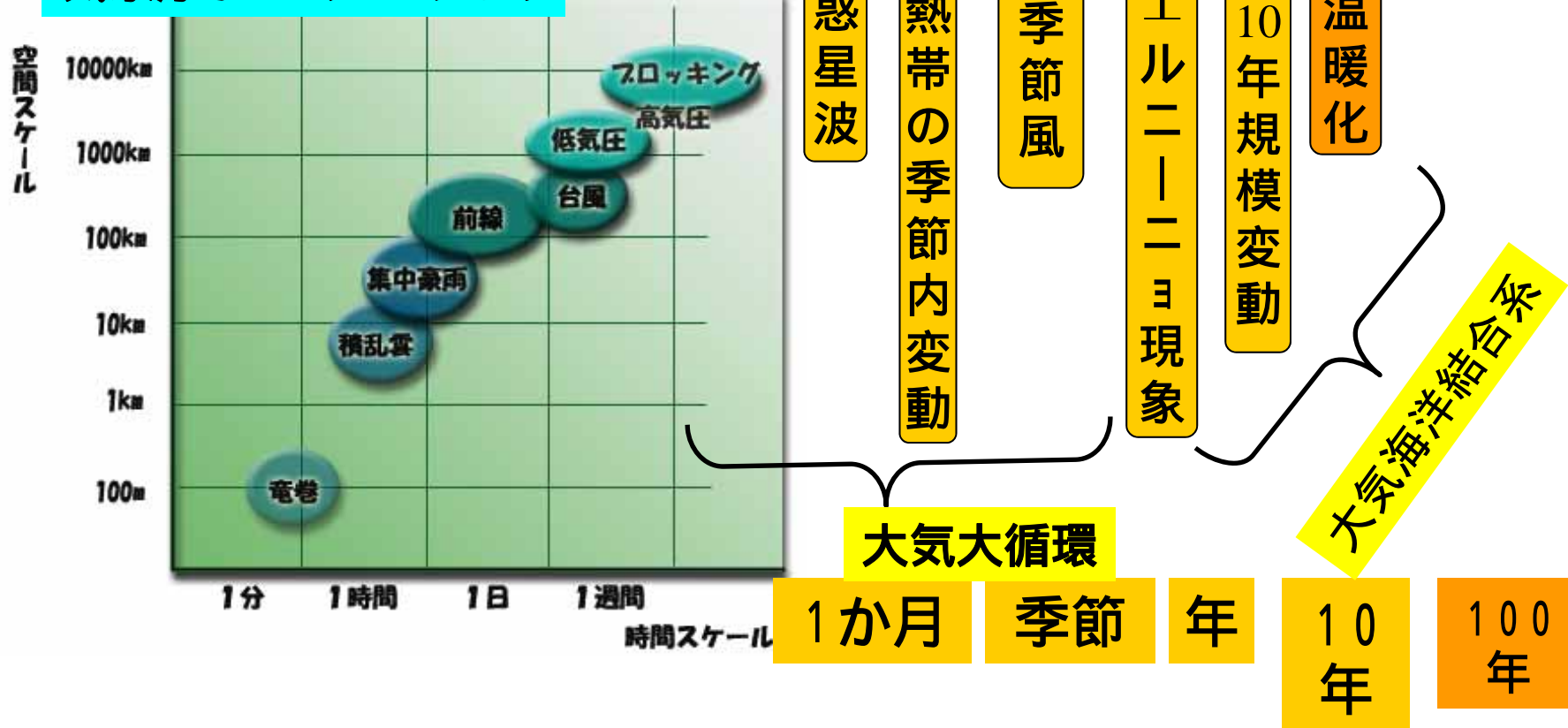
ある予報

低い 20%	平年並 30%	高い 50%
-----------	------------	-----------

季節予報とは、「夏は暑いが、今年はいつもの夏より暑い可能性が少し大きい」といった予報

季節予報が対象とする大気(気候システム)の大規模な変動

気象庁ホームページより



最小の時間単位の気象学的根拠(長期予報)

予報対象とする期間において、予測困難な大気の変動(予測のノイズ)がある。それらのノイズを予測対象としないよう、最小の時間単位を設けている。(時間平均することで、ノイズの影響を除去・軽減する。)

予報期間の区分	予測対象とする主な大気の変動(シグナル)	シグナルの特徴	予測困難な主な大気の変動(ノイズ)	ノイズの軽減
中期予報	日々の天気を支配する移動性の高・低気圧	波長4000km程度、日1000km程度で東進		
長期予報 (1か月予報)	天候を支配する偏西風の蛇行やブロッキング(大気内部の長周期変動)	数日から半月程度持続	移動性の高・低気圧	最小の時間単位を5日とすることにより、移動性の高・低気圧の予報への影響を軽減する
長期予報 (3か月予報)	エルニーニョ現象などの季節から年の時間スケールで変動する海洋の影響を受ける大気の変動	1か月程度以上持続	大気内部の長周期変動	最小の時間単位を1か月とすることにより、大気内部の長周期変動の予報への影響を軽減する
長期予報 (6か月予報)	同上	同上	同上	同上

2. 季節予報の技術

3か月予報、暖・寒候期予報の主なシグナル

エルニーニョ現象などの季節から年の時間スケールで変動する海洋の影響を受ける大気の変動
数値予報モデルは大気海洋結合モデル

異常天候早期警戒情報、1か月予報の主なシグナル

天候を支配する偏西風の蛇行やブロッキング(大気内部の長周期変動)
数値予報モデルは大気モデル

どちらも、ノイズ(不確実性)を評価するために、初期値が少しずつ異なる数値予報で構成される「アンサンブル予報」を利用

季節予報技術の進展

1995年：海洋データ同化の開始

96年：1か月アンサンブル数値予報の導入と確率予報の開始

99年：大気海洋結合モデルによるエルニーニョ予測の開始

2002年：陸面データ同化の開始

03年：数値予報モデルによる3か月、暖寒候期予報の開始

06年：大気長期再解析完了

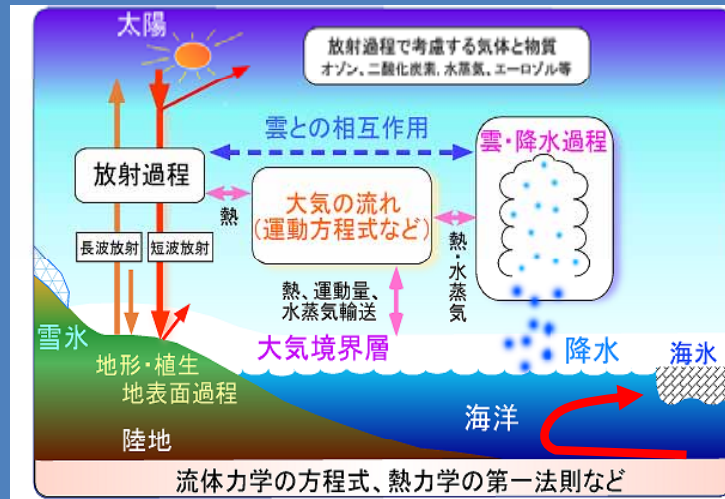
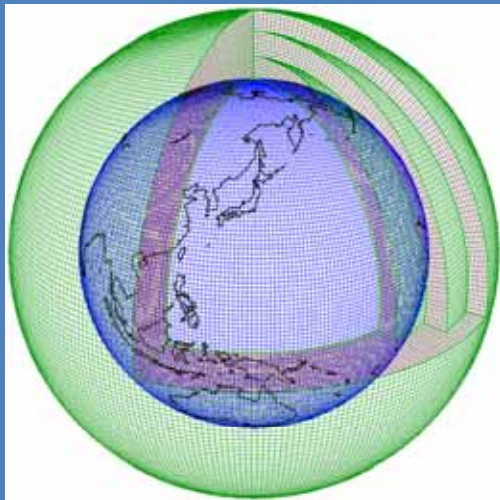
08年：数値予報ガイダンスの改良と異常天候早期警戒情報の提供開始

10年：大気海洋結合モデルによる季節予報の開始

3か月予報、暖・寒候期予報

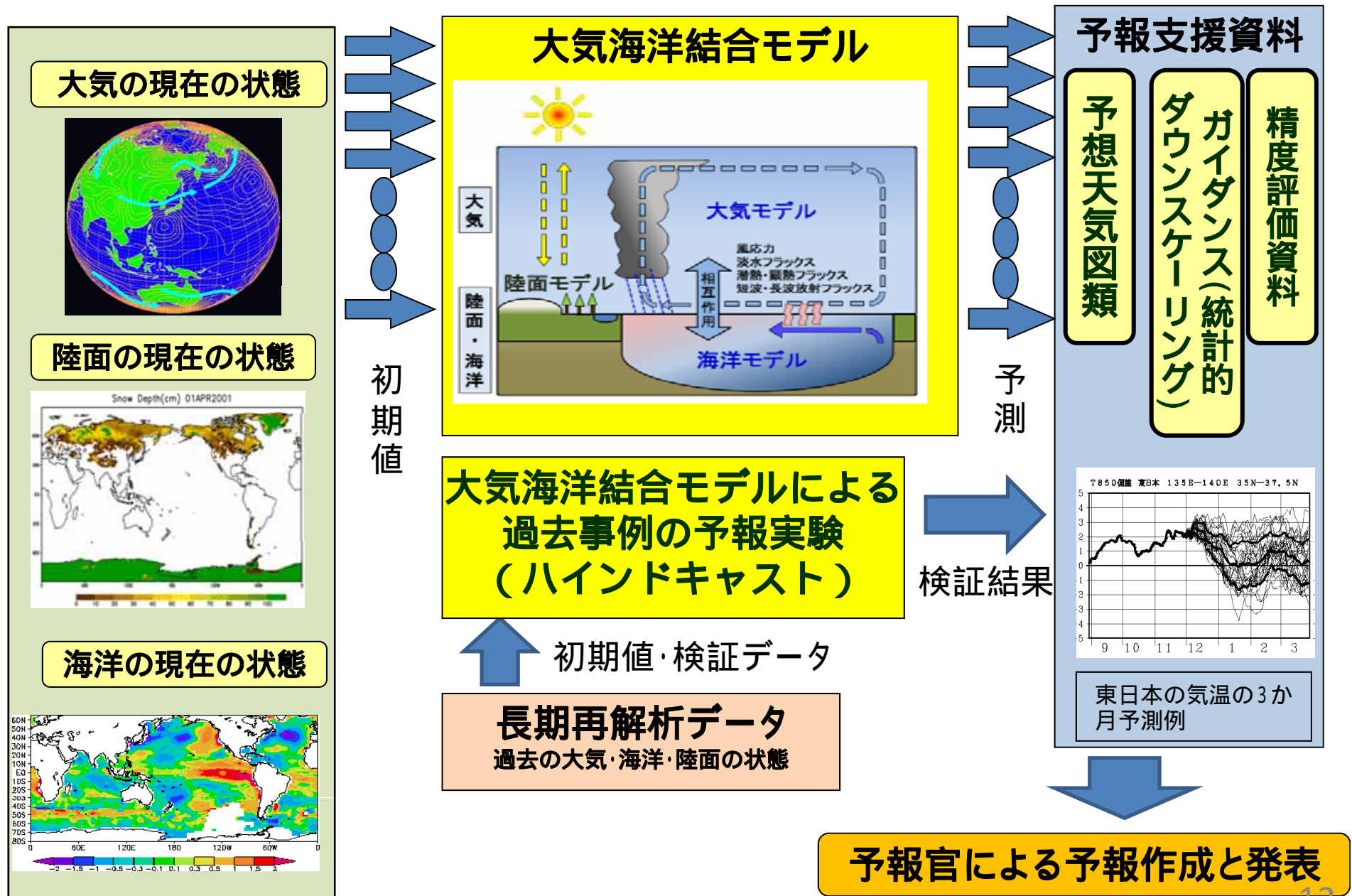
大気・海洋・陸面の初期状態

数値予報モデル(大気海洋結合モデル)



大気・海洋・陸面の将来の状態

3か月・暖寒候期予報の作成

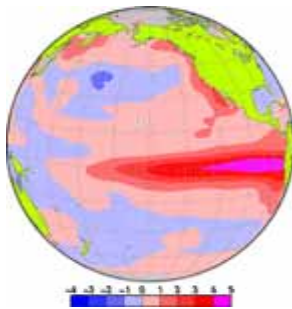
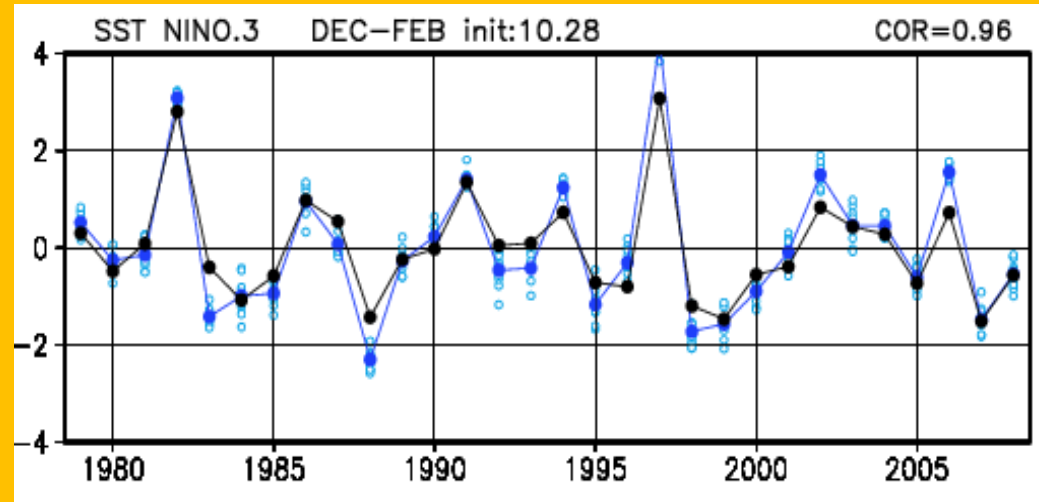


数値予報モデルによる予測の精度

エルニーニョ現象の予測:

: 実況 ● : 予測

エルニーニョ監視海域の海面水温 (NINO.3) の予測精度。1979 ~ 2008年の10月28日初期値の12 ~ 2月の予測:



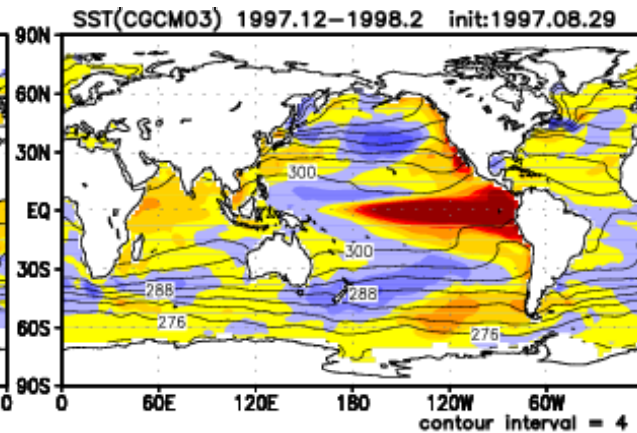
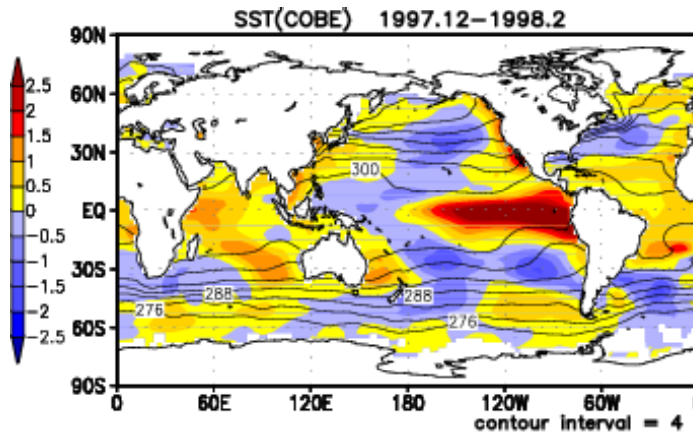
エルニーニョ現象は半年程度先ならば予測は十分可能

エルニーニョ現象の予測事例

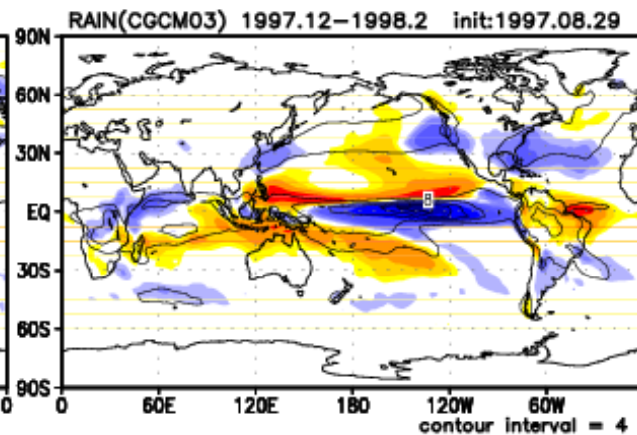
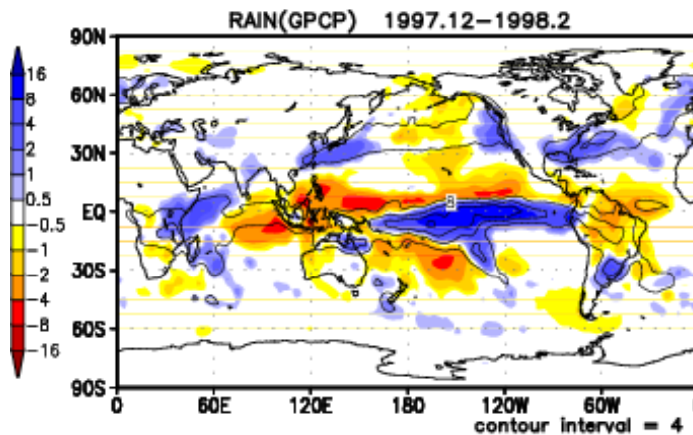
1997.8.29を初期値とする1997.12～1998.2の予測

実況 OBS.

予測 Prediction Init : 1997.8.29



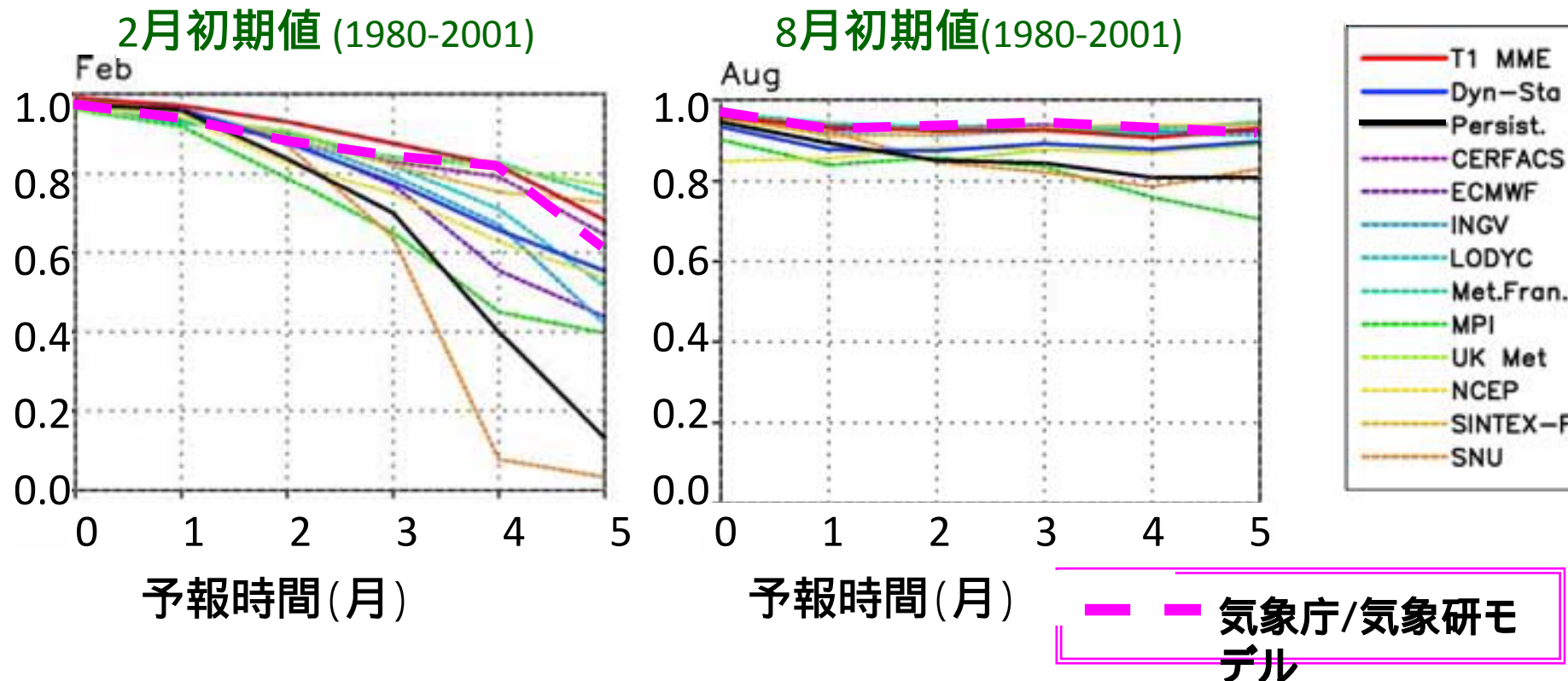
海面水温 SST
色: 平年偏差



降水量 Prec.
色: 平年偏差

エルニーニョ現象をよく予測。エルニーニョ現象の影響と考えられる、熱帯太平洋域以外の海面水温、降水量もよく予測。

数値予報の精度(エルニーニョの予測)



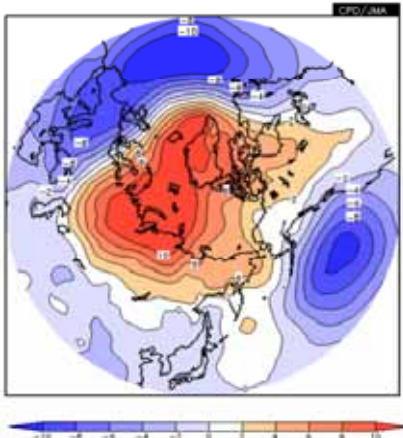
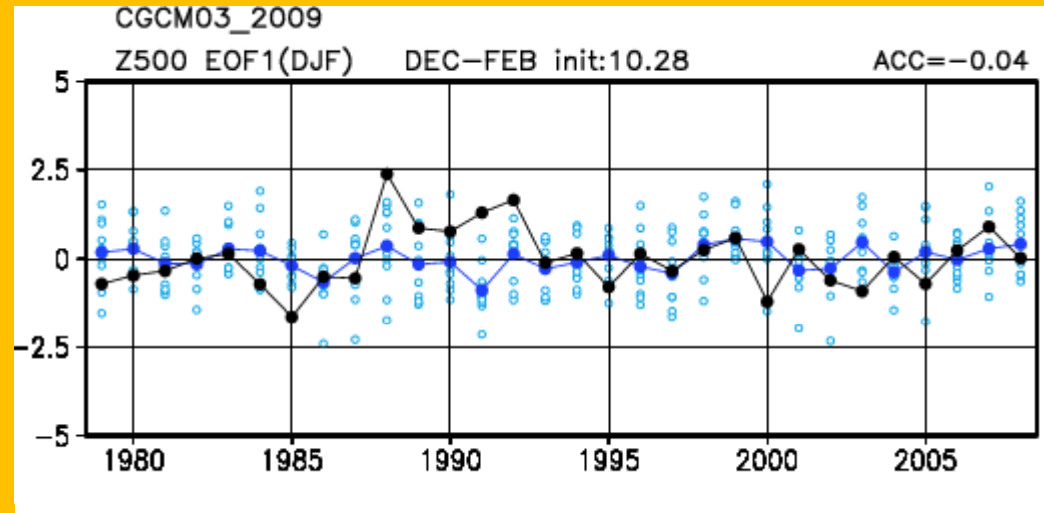
大気海洋結合モデルの予測精度:エルニーニョ予測(NINO.3.4)のアノマリ相関係数
(Jin et. al(2008)の図8から引用し、気象庁/気象研モデルの精度を追記)

数値予報モデルによる予測の精度

北極振動の予測:

: 実況 ● : 予測

冬の北半球500hPa高度第1主成分(北極振動に対応)の予測精度。1979~2008年の10月28日初期値の12~2月の予測:



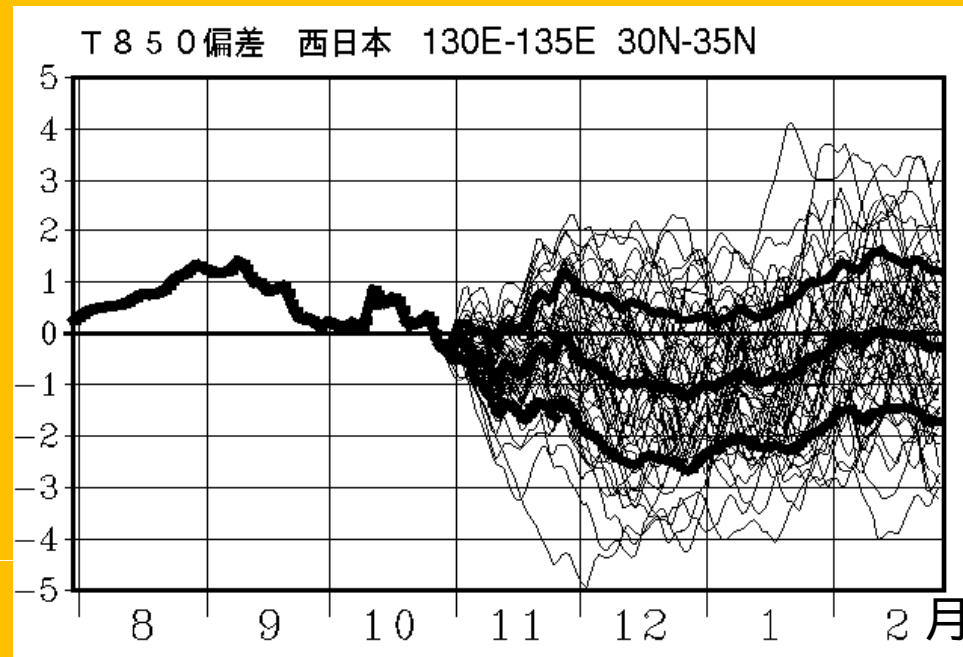
現状では季節予報の時間スケールでの北極振動の予測は困難

予測の壁：大気のカオス的性質

- 北極振動など大気の変動には、現在のほんのちょっとした違いが将来の大きな違いとなるカオス的な性質がある。このため、季節予報は、確率的な予報とならざるを得ない。

例：2010/11年冬の西日本上空の気温偏差の予測：

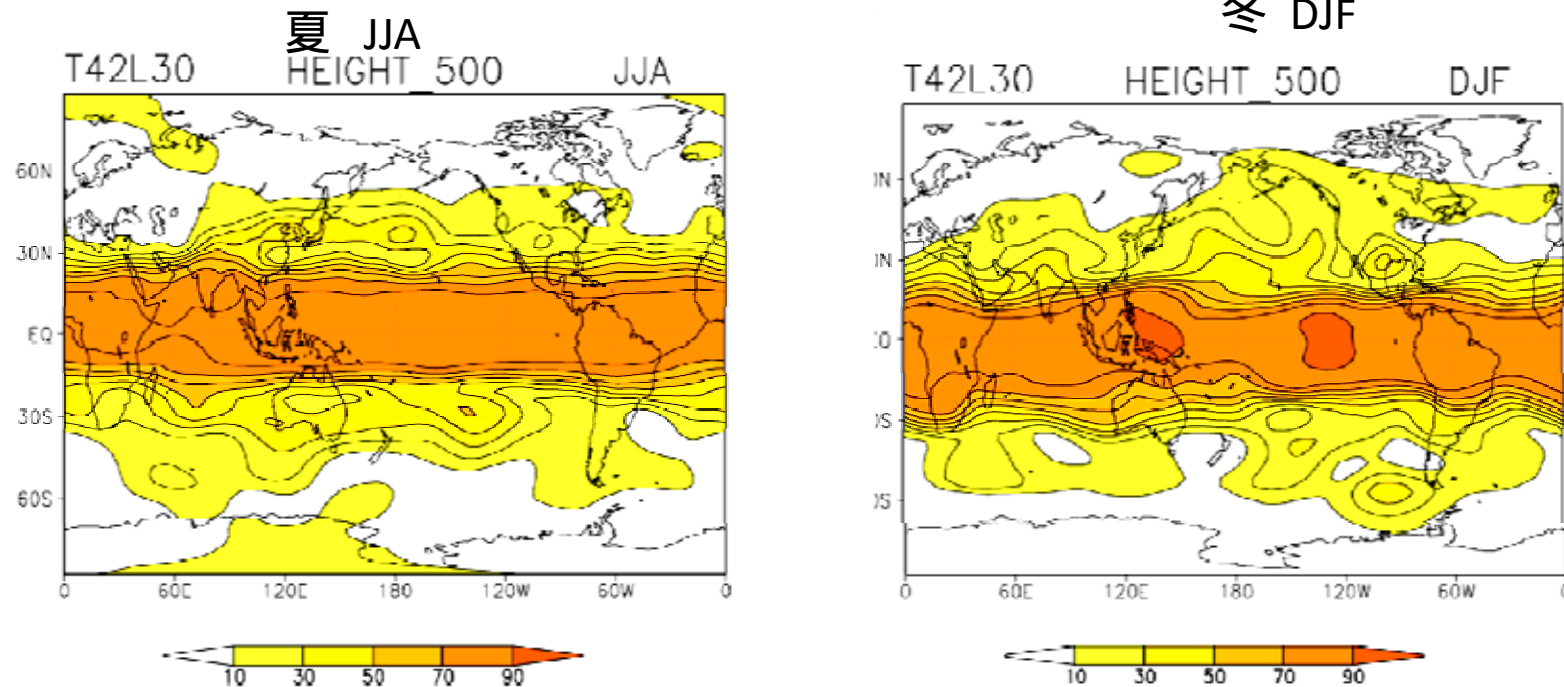
2010年11月初期値の30日平均850hPa気温偏差の予測。西日本。細い実線は初期値を少しだけ変えた51個の数値予報の結果。



3か月平均場の(潜在的)予測可能性

夏(6~8月)と冬(12~2月)の500hPa高度

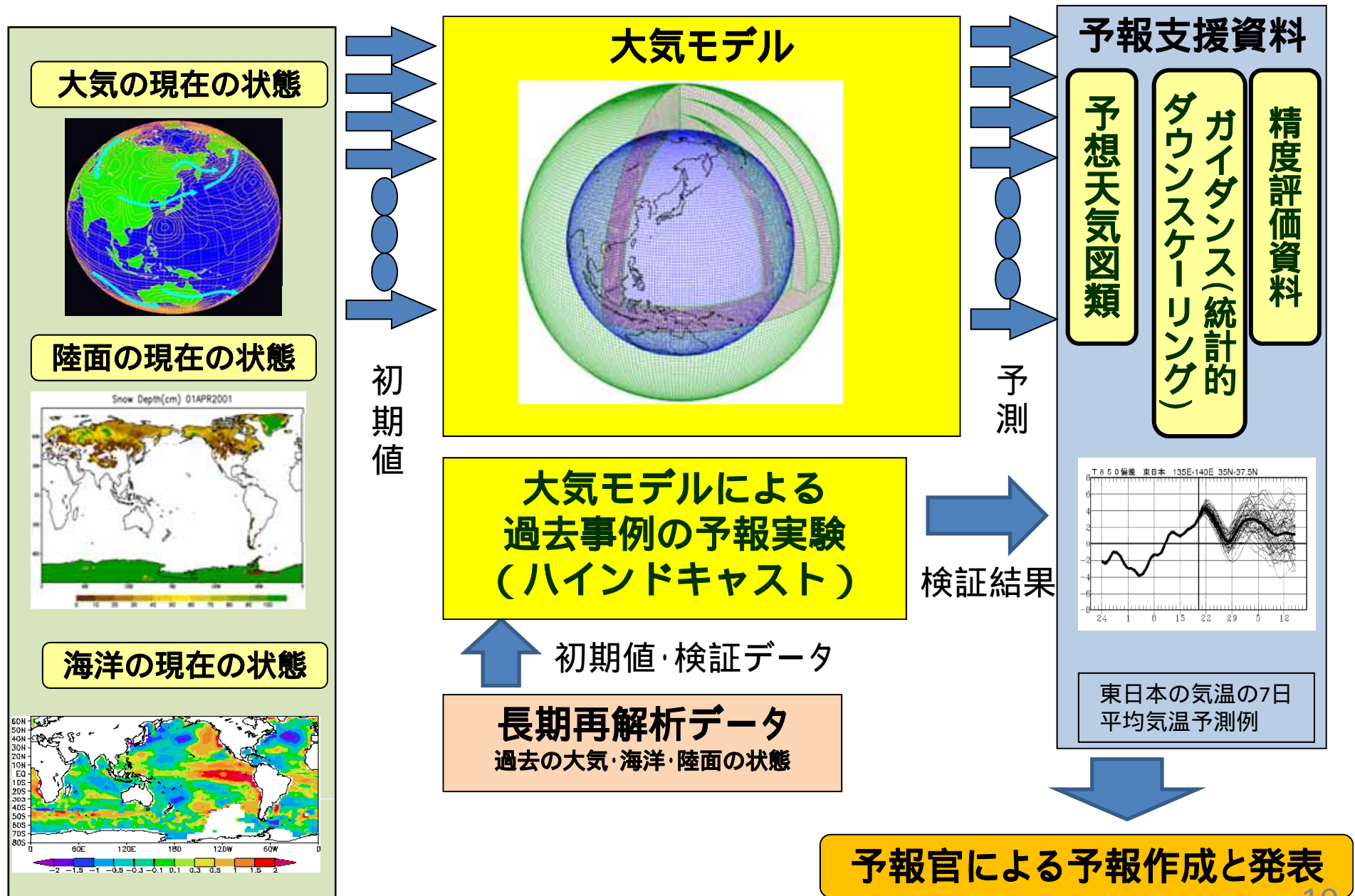
Signal / (Signal+Noise)



Sugi 2002

- ・海面水温が「完全に予測」された場合に、大気の変動の何%が予測可能か見積もった。
- ・日本付近では、大気の変動の20~40%程度が予測可能。

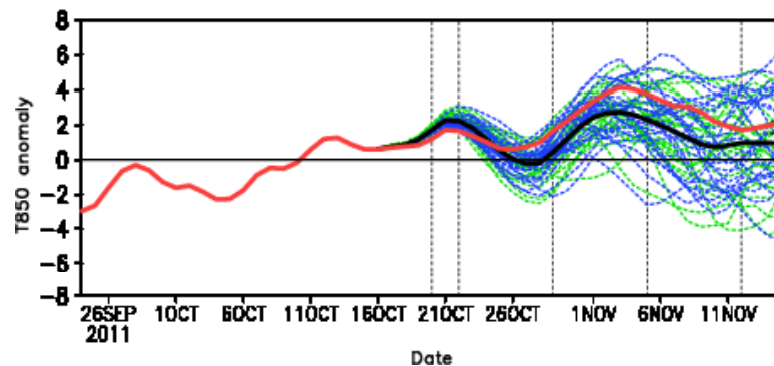
1か月予報、異常天候早期警戒情報の作成



2011年11月上旬の顕著な高温の予測事例

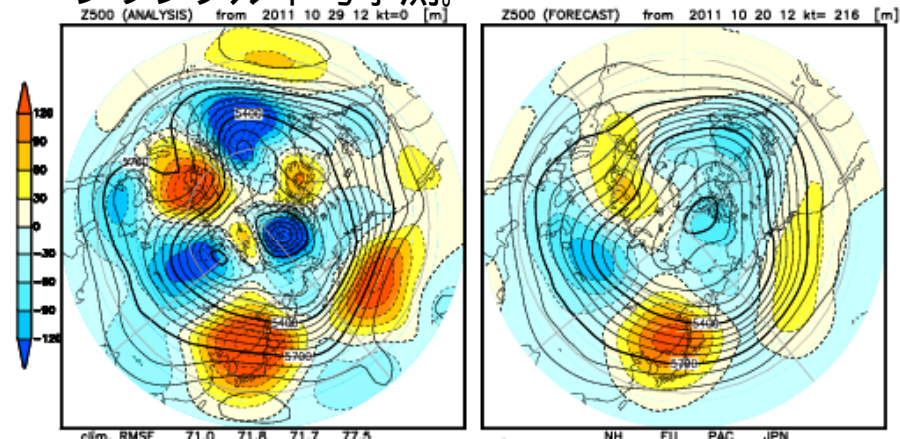
- ・2011年11月上旬は、西日本、沖縄・奄美を中心に顕著な高温となった。
- ・その要因は、日本付近での偏西風の北への蛇行
- ・蛇行の要因のひとつは、インド洋での活発な雲活動(熱帯の季節内変動(MJO)に伴うもの)。

西日本上空の850hPa気温平年偏差(赤)とその予測(青と緑)。7日移動平均



10月20日初期値

北半球500hPa気温高度(線)と平年偏差(色)の実況(左)と予測。2011年10月29日からの7日平均。アンサンブル平均予測。



10月20日初期値

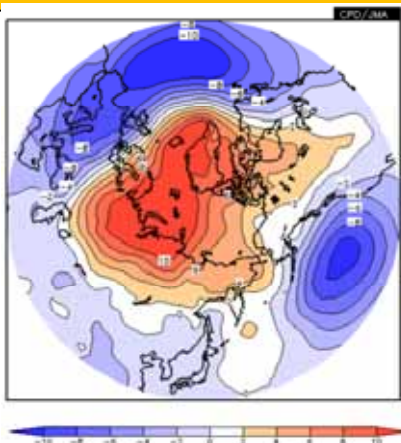
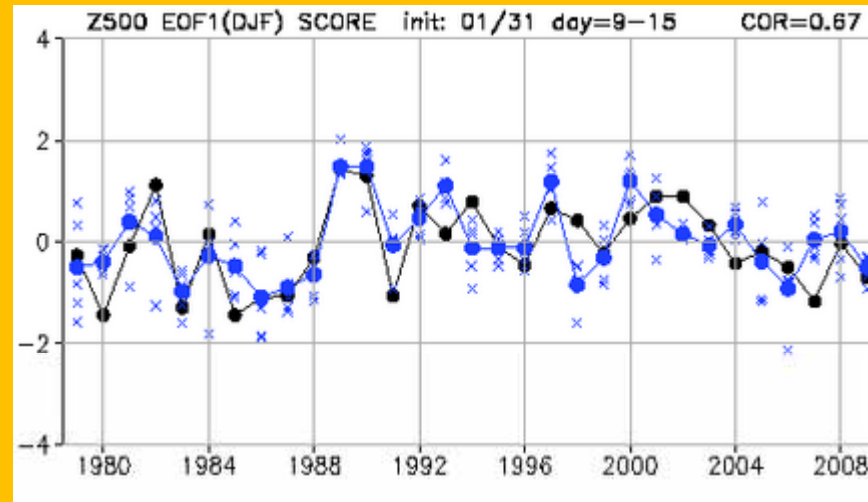
- ・10月21日発表の1か月予報に用いた数値予報では、アンサンブルメンバー間でばらつきはあるものの、それらの現象と、日本付近の顕著な高温を概ね予測。

数値予報モデルによる予測の精度

北極振動の予測:

: 実況 ● : 予測

冬の北半球500hPa高度第1主成分(北極振動に対応)の予測精度。1979~2009年の1月31日初期値の2週目(予報9~15日の7日平均)の予測:



予報2週目なら、北極振動は一定の精度で予測できる

異常天候早期警戒情報とは

- ・2008年3月に提供開始
- ・5～14日後の顕著な現象の発生可能性の予測
 - ・**顕著な高温や低温に関する情報***
 - ・**利用者は対策を実施するまで数日の準備期間を持てる**

<http://www.jma.go.jp/jp/soukei/>

* 7日間の平均気温(平年差地域平均値)が、「**かなり高い**」または「**かなり低い**」となる確率が30%以上と予測した場合に発表。「**かなり高い**」「**かなり低い**」という気温は、その時期としては10年に一度程度しか発生しない顕著なもの。

低い 33%	平年並 33%	高い 33%
かなり低い 10%		かなり高い 10%

異常天候早期警戒情報の成績

7日間平均気温が「かなり高い」の成績

	現象あり	現象なし	総数
発表あり	480	290	770
発表なし	508	2322	2830
総数	988	2612	3600

7日間平均気温が「かなり低い」の成績

	現象あり	現象なし	総数
発表あり	153	117	270
発表なし	186	3144	3330
総数	339	3261	3600

- ・発表すれば、6割は「かなり」となる。
- ・また、9割程度は「高い」または「低い」となる。

上:7日間平均の地域平均気温が「かなり高い」となった場合、現象ありとカウント

下:7日間平均の地域平均気温が「かなり低い」となった場合、現象ありとカウント

2008年3月～2011年1月発表分までの300事例に基づき、全国の12地域(各地方予報区、ただし九州南部・奄美地方については、九州南部と奄美地方に細分)で集計。

http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/soukei/explanation/accuracy_issue.html

3. おわりに

- ・季節予報とは、「夏は暑いが、今年はいつもの夏より暑い可能性が少し大きい」といった予報
- ・予測精度に見合った利用と解説
- ・社会的に影響が大きい「顕著な現象の発生の可能性の予測」は、現在の技術では2週目まで
- ・今後、数値予報モデルの改善を行うことや、気候システムの変動とその予測可能性に関する知見を深めることで、情報の改善が見込まれる

季節予報を意思決定に利用するための課題

情報作成者の現状

季節予報技術は着実に向上

一方、
利用者側のニーズ把握が不十分
利用拡大に向けた取組が不十分

利用者の現状

情報内容が不満
・精度が低い
・確率情報はわかりにくい
・地域平均は使いにくい 等
意思決定に利用する方法・有効性がわからない

季節予報が意思決定に十分に活用されていない
(情報作成者と利用者間にギャップ)

季節予報が利活用される仕組みを探り出す必要がある

季節予報利用分野の専門機関と情報利活用の成功事例を創りだす試みに着手

交通政策審議会気象分科会:「気候変動や異常気象に対応するための気候情報とその利活用について」、年度内に提言