

気候講演会
平成24年1月13日

異常気象の発生要因

気象庁地球環境・海洋部
気候情報課予報官
前田 修平

内 容

1. はじめに
2. 異常気象の主要因
3. 異常気象の予測の現状
4. おわりに

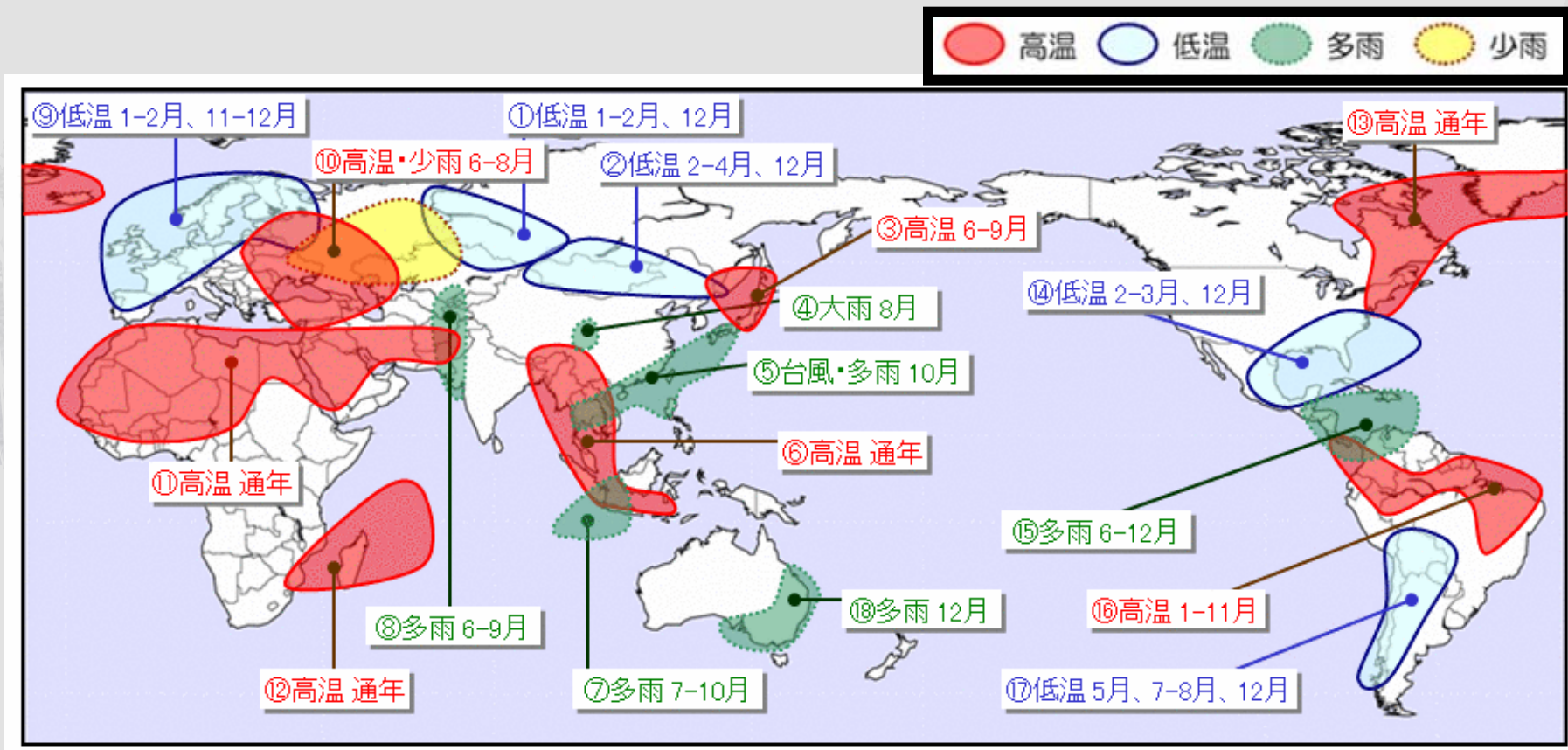
1. はじめに

異常気象とは？

(気象庁では)

- ◆ 気象のうち、人が一生の間にまれにしか経験しない現象
- ◆ 大雨や強風などの激しい数時間の気象から、夏の猛暑、数か月も続く干ばつなども含まれる
- ◆ 異常気象の発生数の統計などを定量的に議論する場合には、「ある場所(地域)で30年に一回程度発生する現象」としている

2010年の世界の異常気象

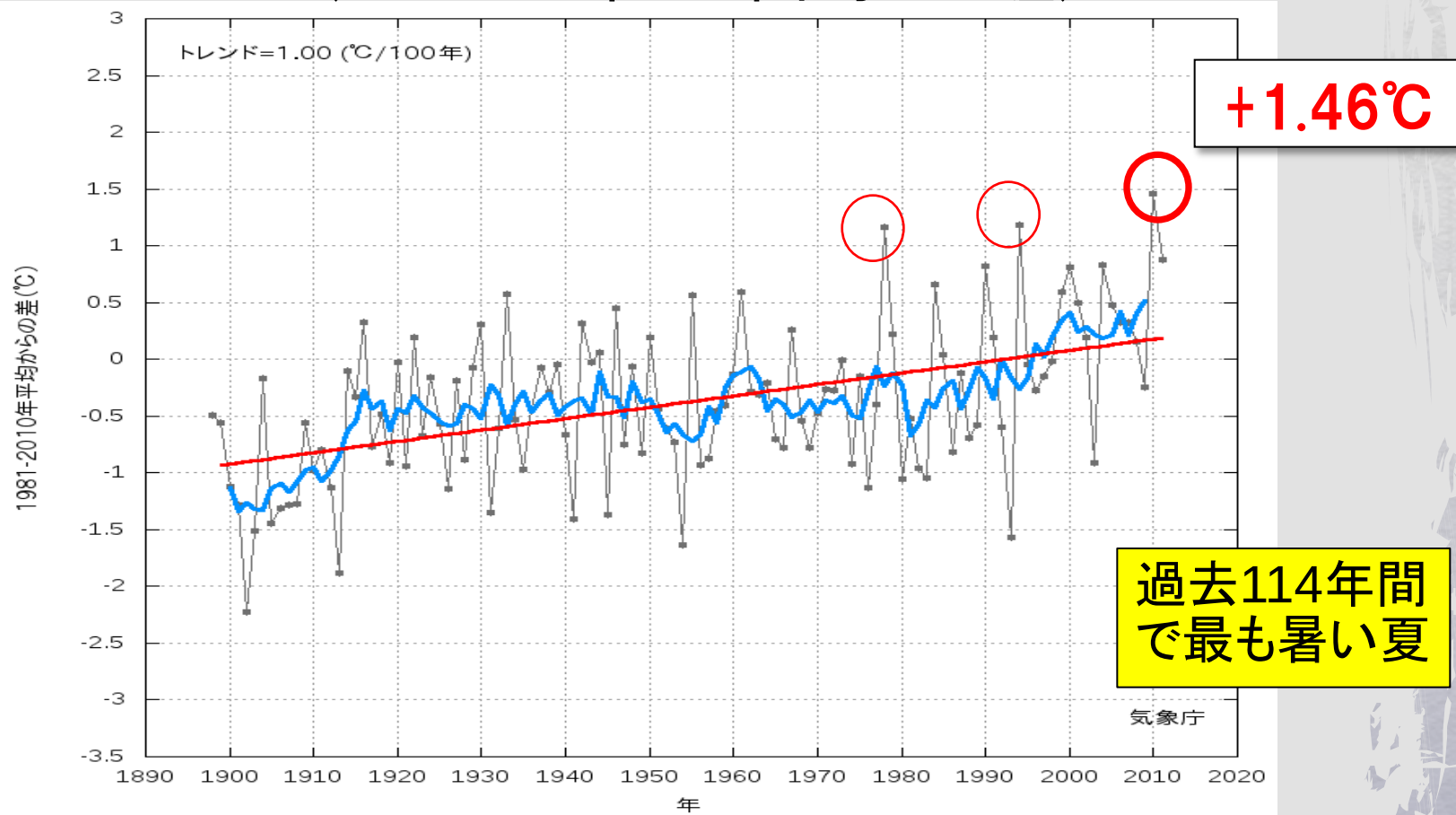


2010年の主な異常気象・気象災害の分布
(気象庁作成)

日本付近では、6～9
月の異常高温

2010年夏の日本の異常高温

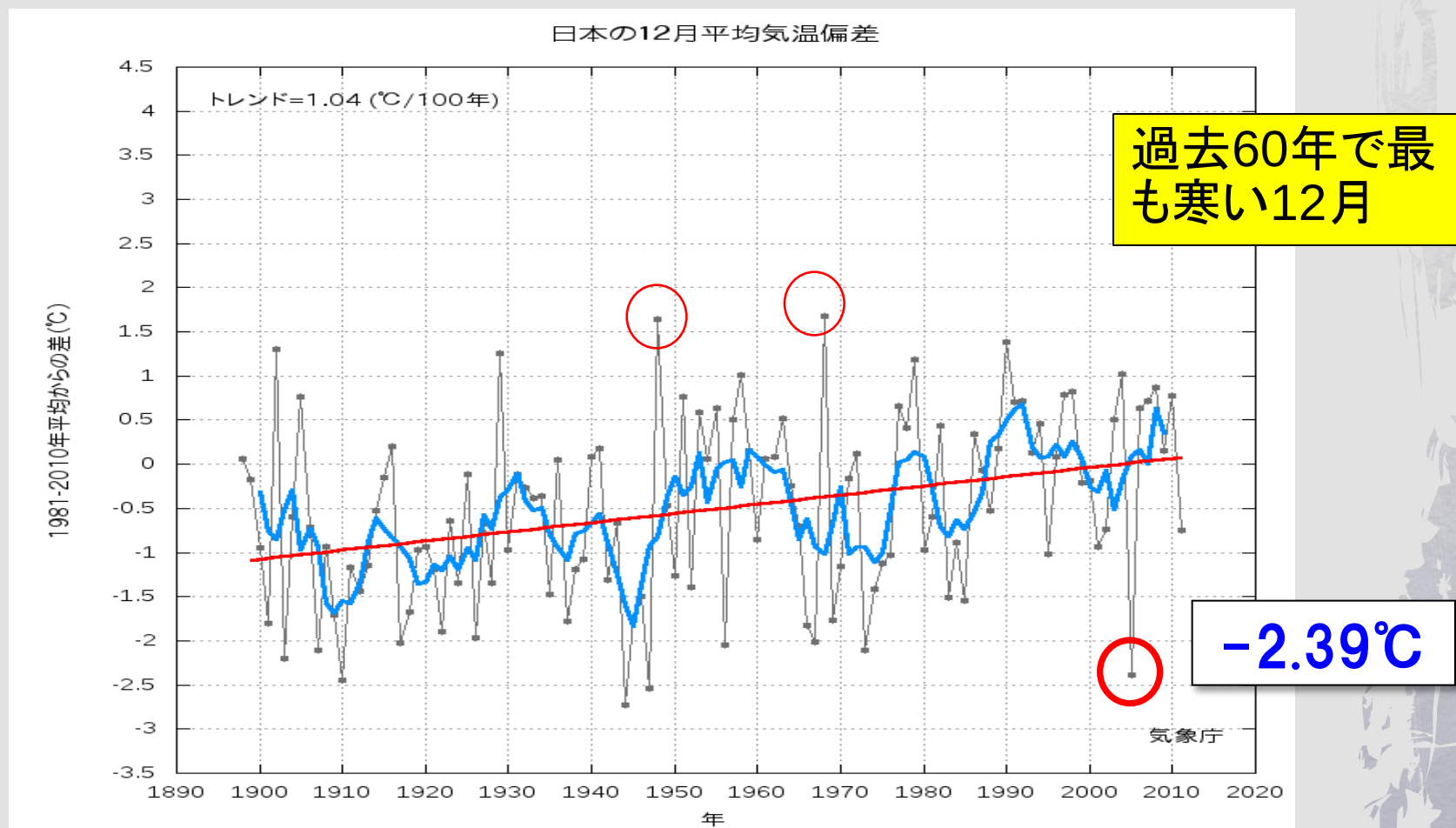
日本の夏季(6月～8月)平均気温平年差(1898～2011年)
(1981～2010年の30年平均からの差)



* 1898年以降観測を継続している気象観測所のうち、以下の17地点の平均気温データ。網走, 根室, 寿都(すっつ), 山形, 石巻, 伏木(高岡市), 長野, 水戸, 飯田, 鉾子, 境, 浜田, 彦根, 宮崎, 多度津, 名瀬, 石垣島

2005年12月の日本の異常低温

日本の12月の平均気温平年差(1898~2011年)
(1981~2010年の30年平均からの差)

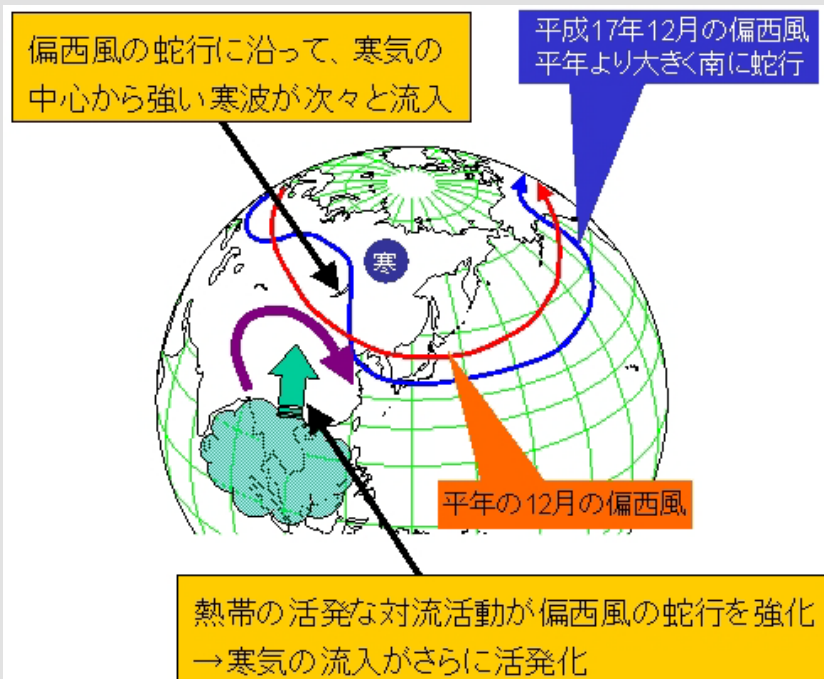


異常気象はなぜ発生するか？

- ◆ 大気や海洋などで構成される地球の“気候システム”の揺らぎ(変動)の結果、異常気象が発生する。

例：平成18年豪雪

ラニーニャ現象に伴う偏西風の蛇行などに加え、負の北極振動の影響で日本付近に強い寒気が南下した



偏西風の蛇行とは？

北極振動とは？

エルニーニョ・ラニーニャ現象とは？

予測は可能か？

地球温暖化の影響は？

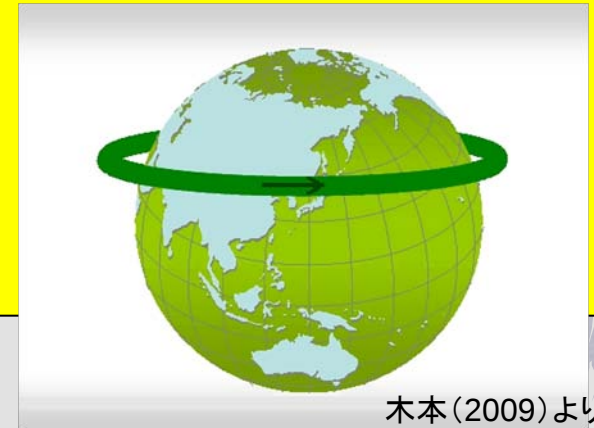
2. 異常気象の主要因

- ◆ 偏西風の蛇行の持続
- ◆ 北極振動
- ◆ エルニーニョ・ラニーニャ現象

キーワードは“偏西風”

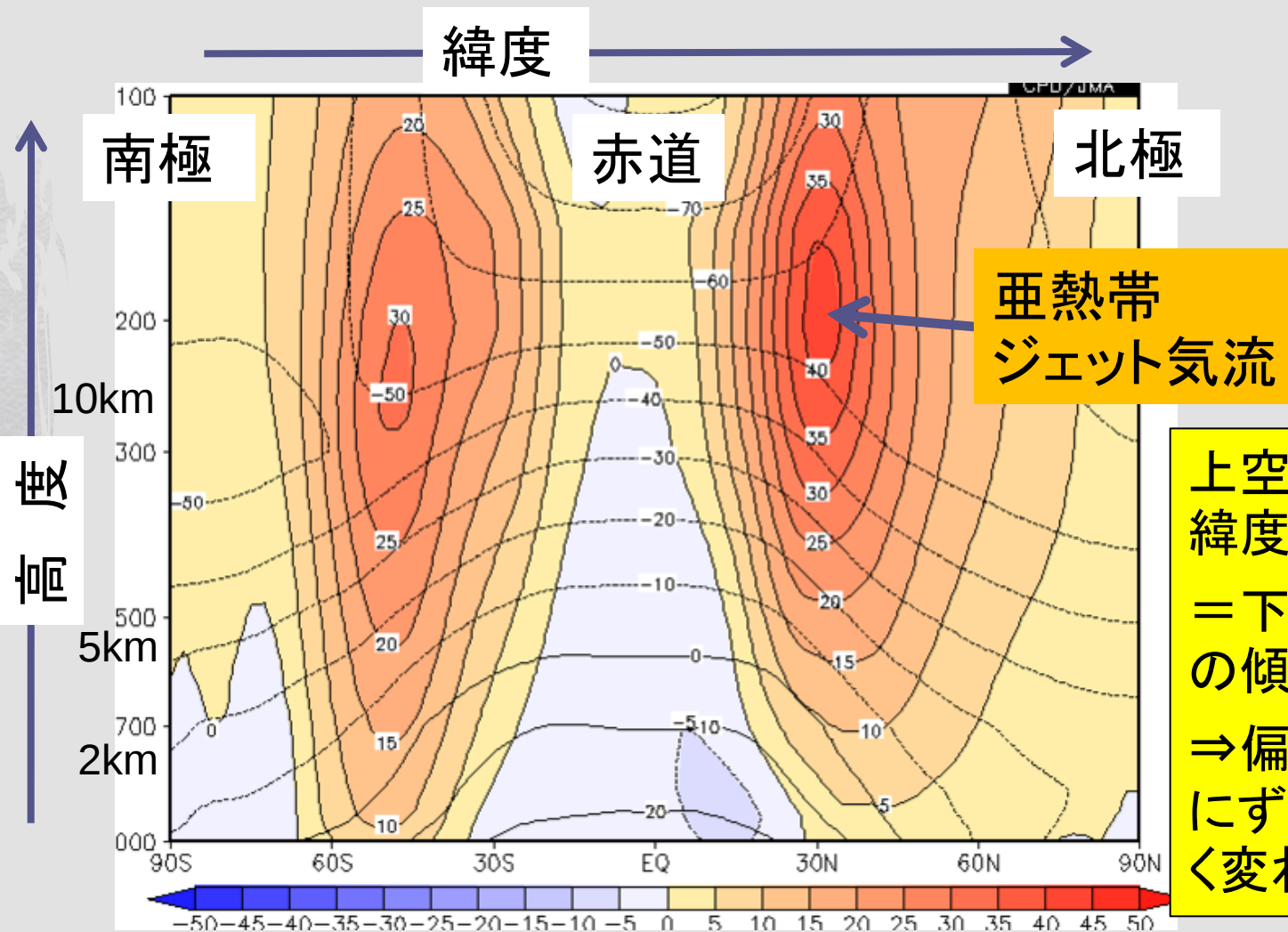
偏西風とは

- ◆ 地球を東西に巡って流れる西風
- ◆ 南・北極域の地上付近と低緯度を除き年間を通じて流れている
- ◆ 対流圏の上層に亜熱帯ジェット気流と寒帯前線ジェット気流と呼ばれる風速の極大域(偏西風の軸)がある



木本(2009)より

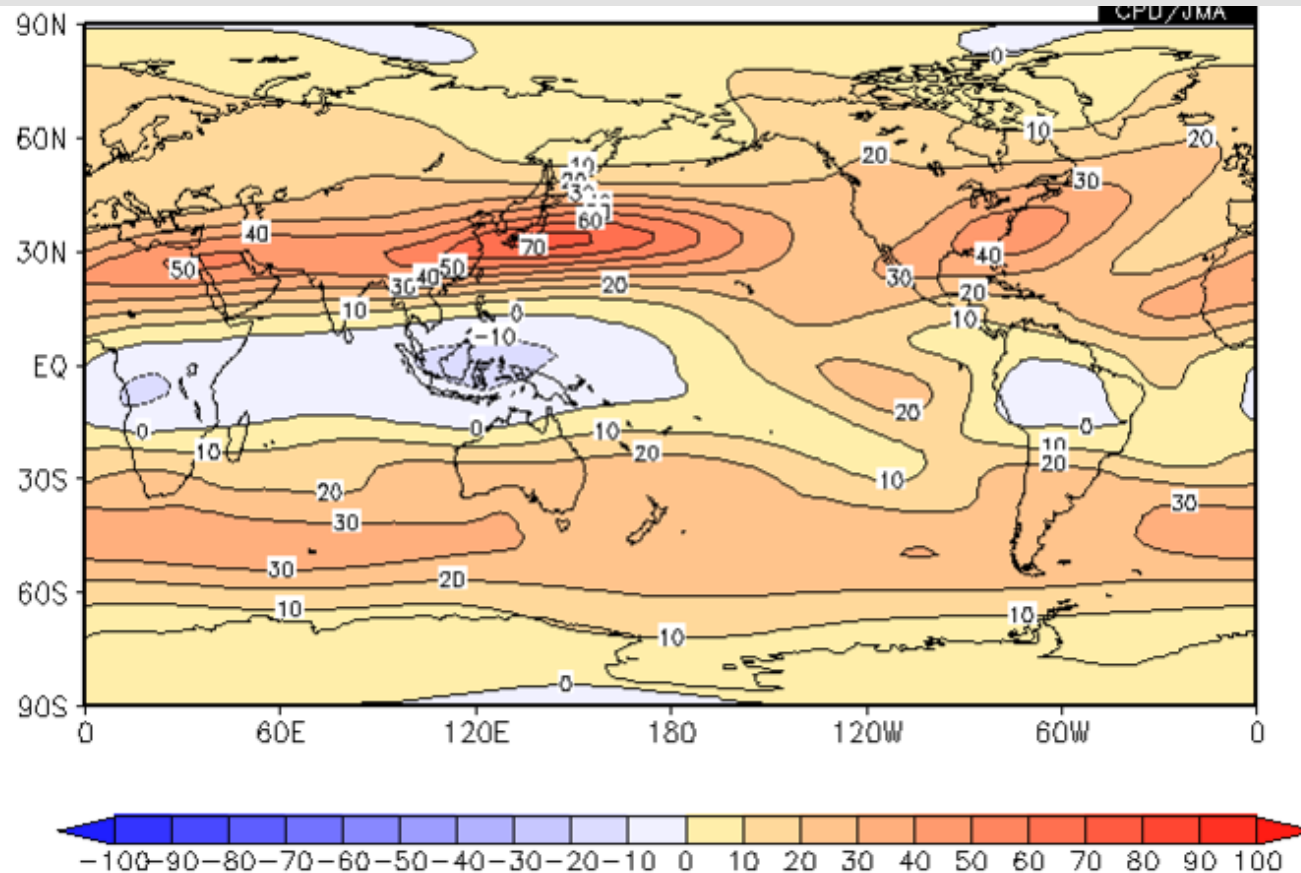
偏西風の緯度高度分布(冬)



上空の偏西風が強い
緯度帯
＝下層の気温の南北
の傾きが大きな緯度帯
⇒偏西風の軸が南北
にずれると気温が大きく
変わる

地球を一周年平均した東西風(m/s, 色)と気温(°C, 等値線)の緯度高度断面図。冬(12~2月)の平年値(1981~2010年の30年平均)

上空の偏西風の緯度経度分布(冬)

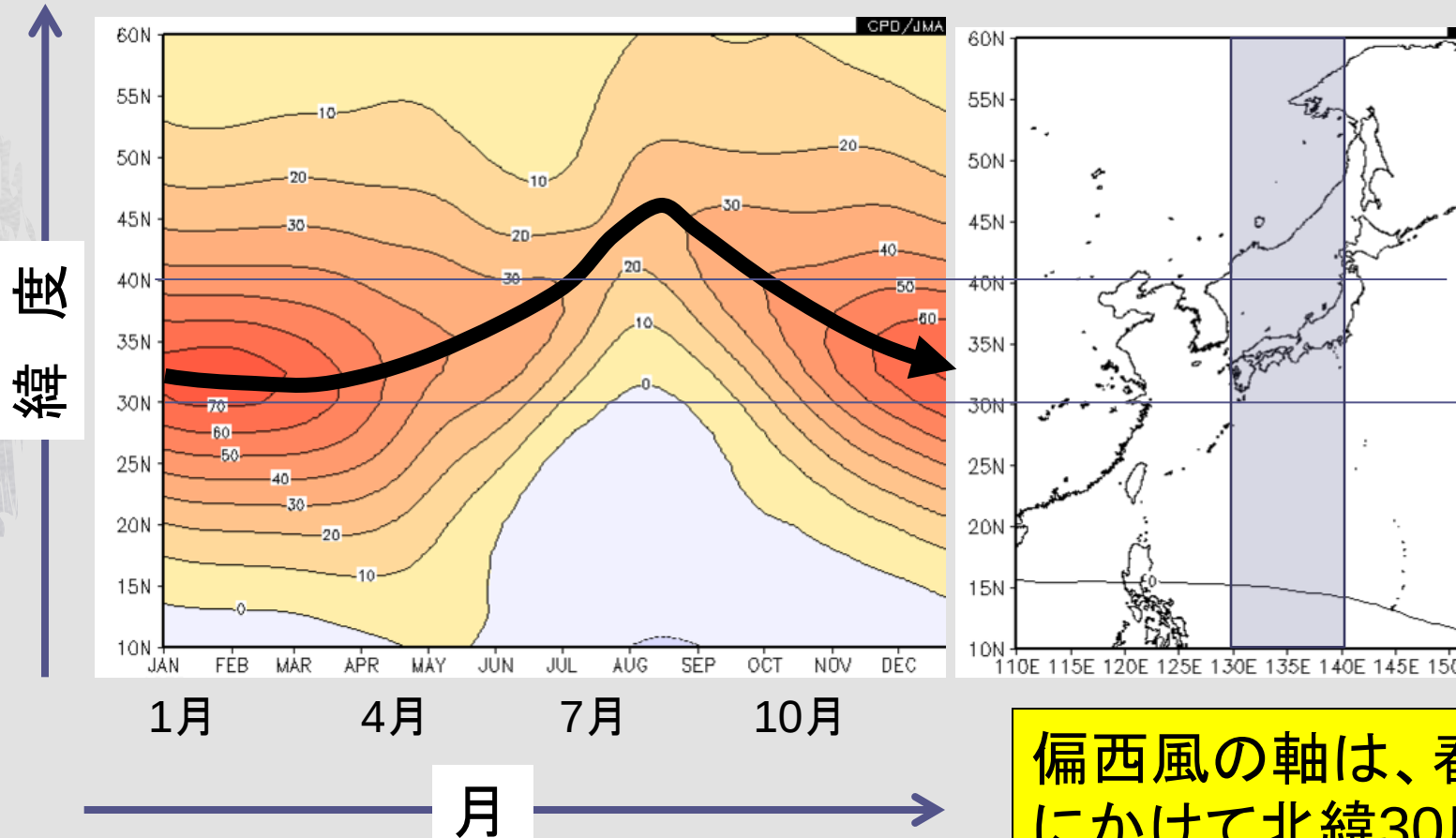


中緯度、特に、日本付近*の天候は、偏西風の変動の影響を受けやすい

* 長期間の平均場が経度によって異なるのは、偏西風が地形や海陸分布の影響を受けるため。

冬(12~2月)の200hPa(上空約12km)の東西風の平年値(m/s、1981~2010年の30年平均)

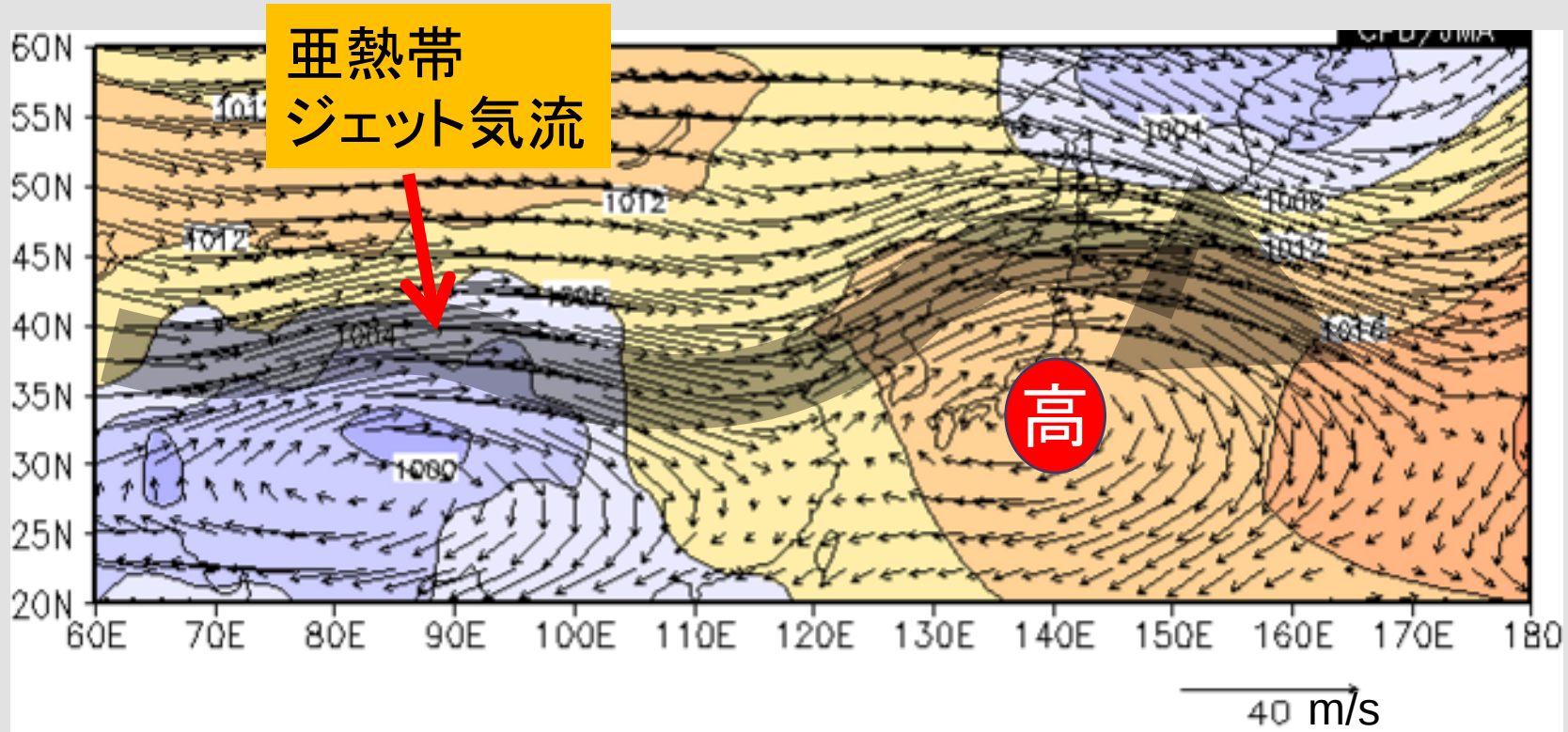
日本付近の上空の偏西風の季節変化



東経130～140度で平均した200hPa(上空約12 km)の東西風の時間緯度断面図。平年値(1981～2010年の30年平均)。

偏西風の軸は、春から夏にかけて北緯30度付近から45度付近まで弱まりながら北上、秋から冬にかけて強まりながら南下

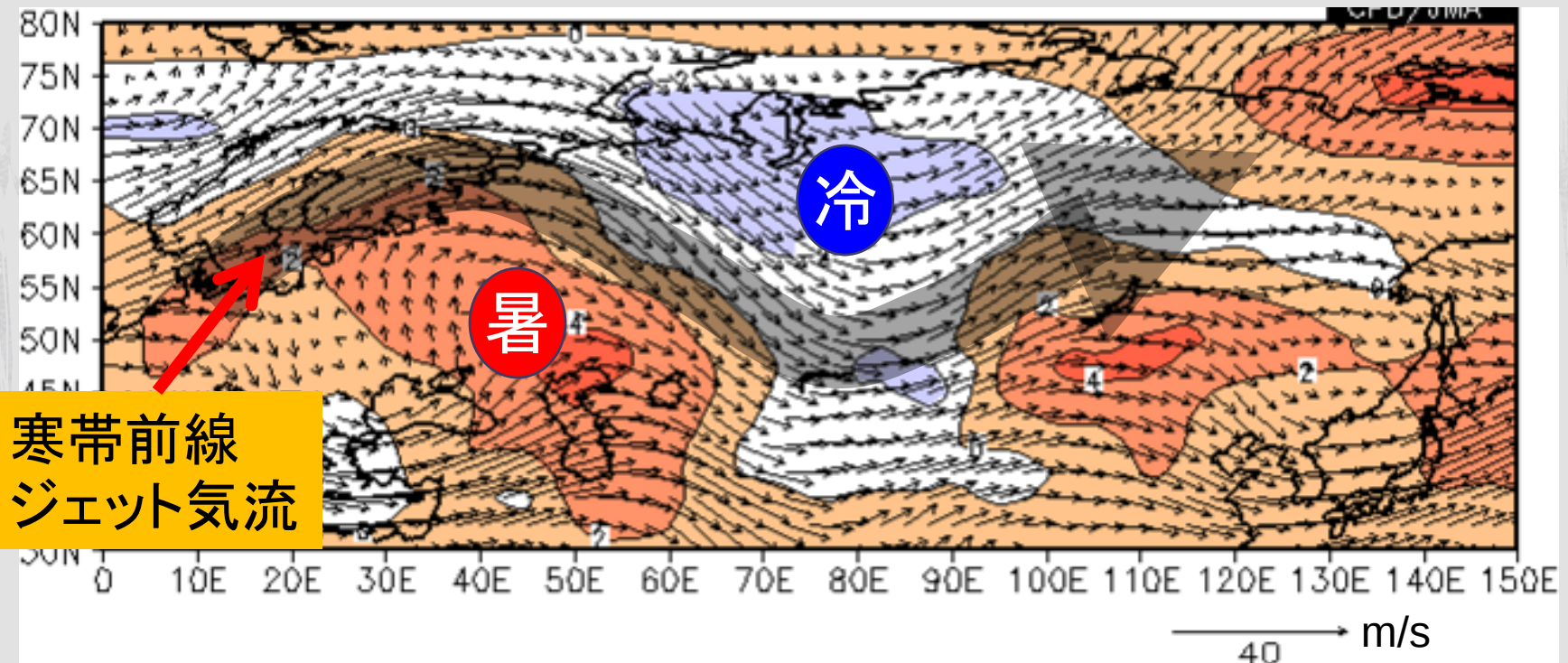
2010年夏の偏西風の北への蛇行の持続



2010年8月16日～9月15日の31日間の200hPa(上空約12km)の風(→)。等値線は海面気圧。

- ・亜熱帯ジェット気流が日本付近で北に大きく蛇行した状態が持続
- ・日本付近は太平洋高気圧に広く覆われ続け、猛暑

2010年夏前半の偏西風の北への蛇行の持続



2010年6月16日～7月15日の30日間の300hPa(上空約9km)の風(→)。等値線は850hPa(上空約1.5km)の気温平年偏差。

- ・寒帯前線ジェット気流がロシア西部で北に大きく蛇行した状態が持続
- ・暑い空気に覆われつつけたロシア西部で異常高温

偏西風はなぜ蛇行するか？

偏西風の「蛇行」の正体は、地球が“球で回転している”ために存在する大気の大規模な「波（ロスビー波）」



「波（ロスビー波）」の重要な性質

- ①本来はこの「波」は西に進むが、偏西風によって東に流され、停滞することがある
- ②停滞する「波」のエネルギーは東向きに進む

「蛇行の持続」による異常気象

異常気象の「連鎖」

「波（ロスビー波）」の生成・増幅メカニズム

- ①大気の流れの不安定性による増幅
- ②ヒマラヤなどの大規模な山岳による強制
- ③水蒸気の凝結などによる大気の局所的な加熱による強制など

予測の難しさ

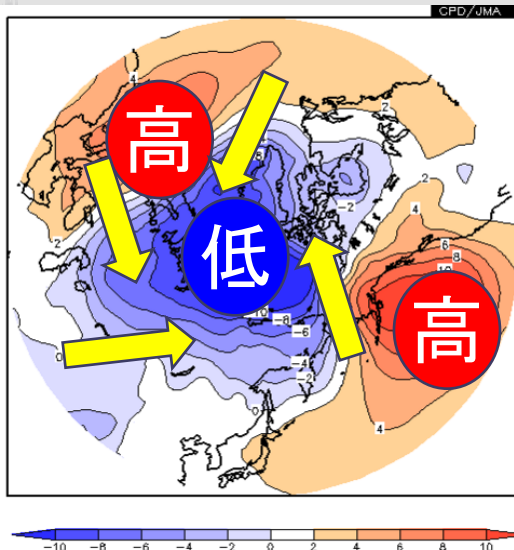
エルニーニョ現象の影響など

*「波」の振幅が非常に大きくなり、ついには「波」ではなく孤立した「渦」(ブロッキング高気圧など)となることもある

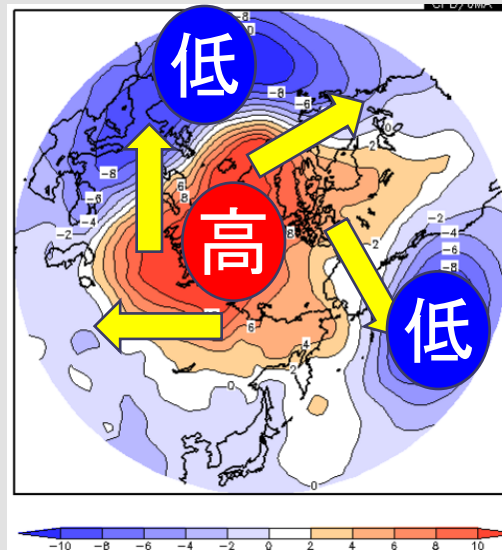
北極振動とは？

- 北極地方と中緯度域の海面気圧が、シーソーのように片方が高いと他方が低くなる現象。
- 北極地方の海面気圧が平年より高く、中緯度域が低い場合（負の北極振動）、極域の寒気が中緯度に流れ込みやすい。正の北極振動の場合、寒気の南下が弱い

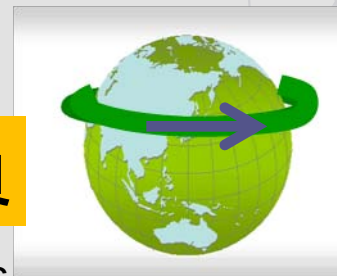
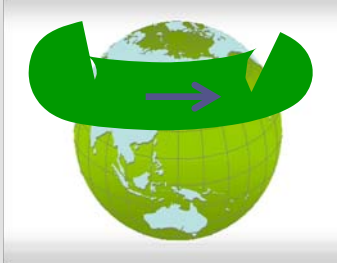
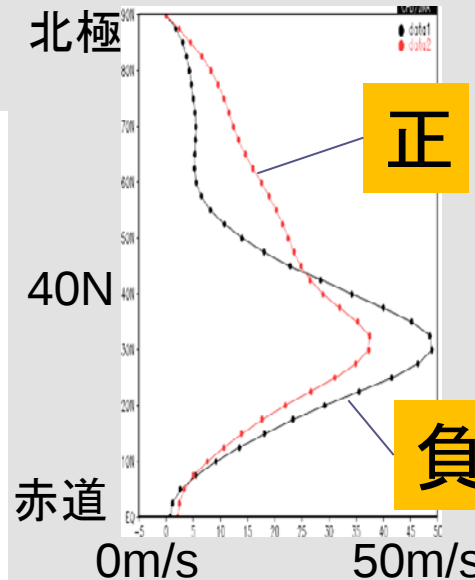
正の北極振動



負の北極振動



北極振動が卓越した冬の海面気圧偏差(hPa, 色)。
左: 1988/89年冬(12~2月)、右: 2009/10年冬



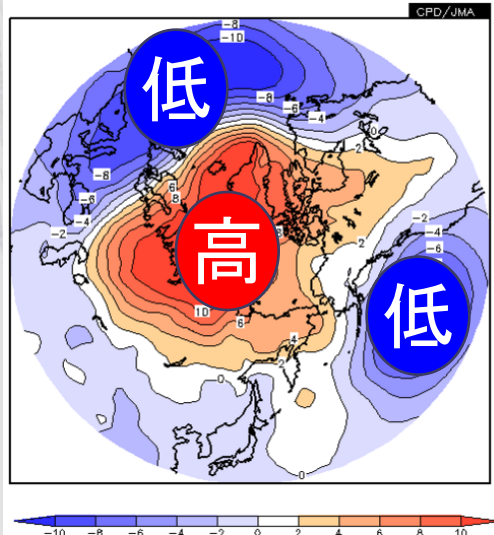
同左。ただし、地球を一周平均した200hPa東西風の緯度分布。赤道から北極まで。赤が正(1988/89)、黒が負(2009/10)の年

北極振動は偏西風の南北シーソー(正: 北、負: 南)でもある

2009/10年冬、欧州や北米での寒波

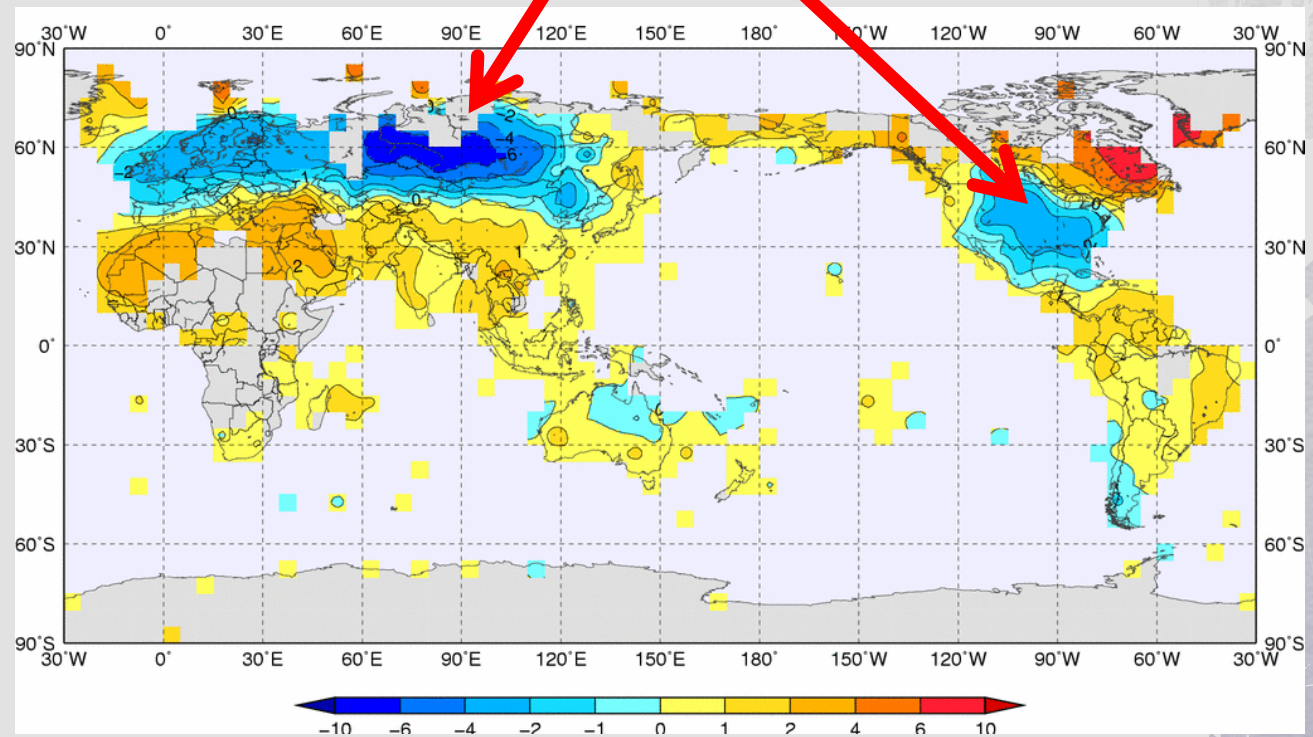
2009/10年冬(2009年12月～2010年2月)は、負の北極振動が卓越したため、ヨーロッパ、東アジア、米国などの北半球中緯度帯では、顕著な寒波や記録的な大雪に見舞われた。

負の北極振動



2009/10年冬平均海面気圧偏差(hPa)

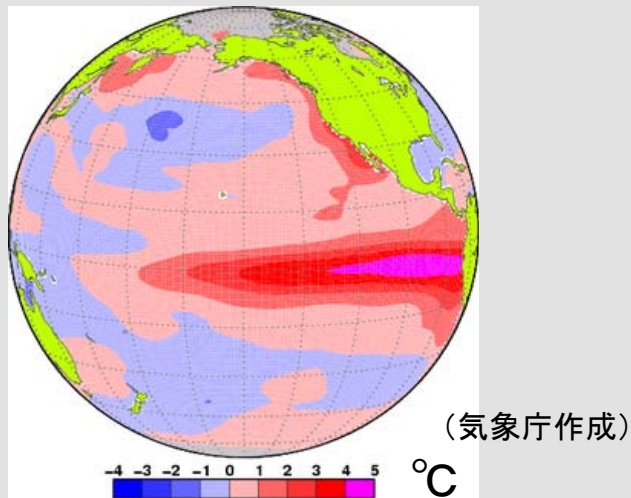
顕著な低温



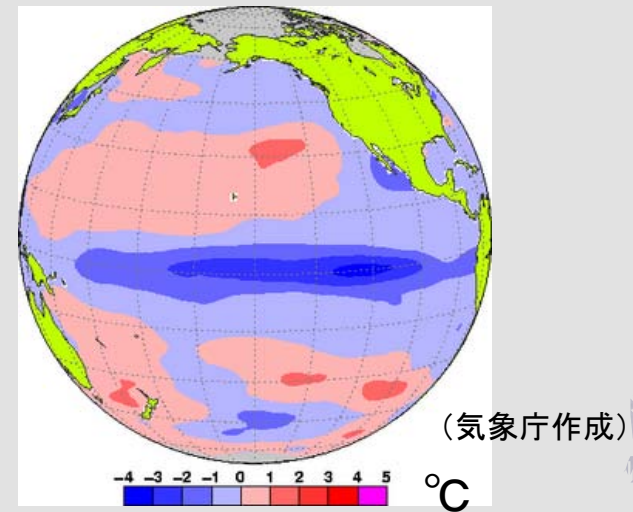
2009/10年冬平均気温平年差(°C) (気象庁作成)

エルニーニョ／ラニーニャ現象とは？

- 発生は、太平洋赤道域の日付変更線付近から南米ペルー沿岸
- 海面水温が数年おきに大きく変化し、半年～1年半程度続く現象
- 平年より高温状態がエルニーニョ現象、低温状態がラニーニャ現象
- エルニーニョ／ラニーニャ現象が発生
⇒地球規模で大気の流れが変化し、世界中の天候に影響



エルニーニョ現象発生時の
海面水温平年差(1997年11月)



ラニーニャ現象発生時の
海面水温平年差(1988年12月)

エルニーニョ／ラニーニャ現象と異常気象

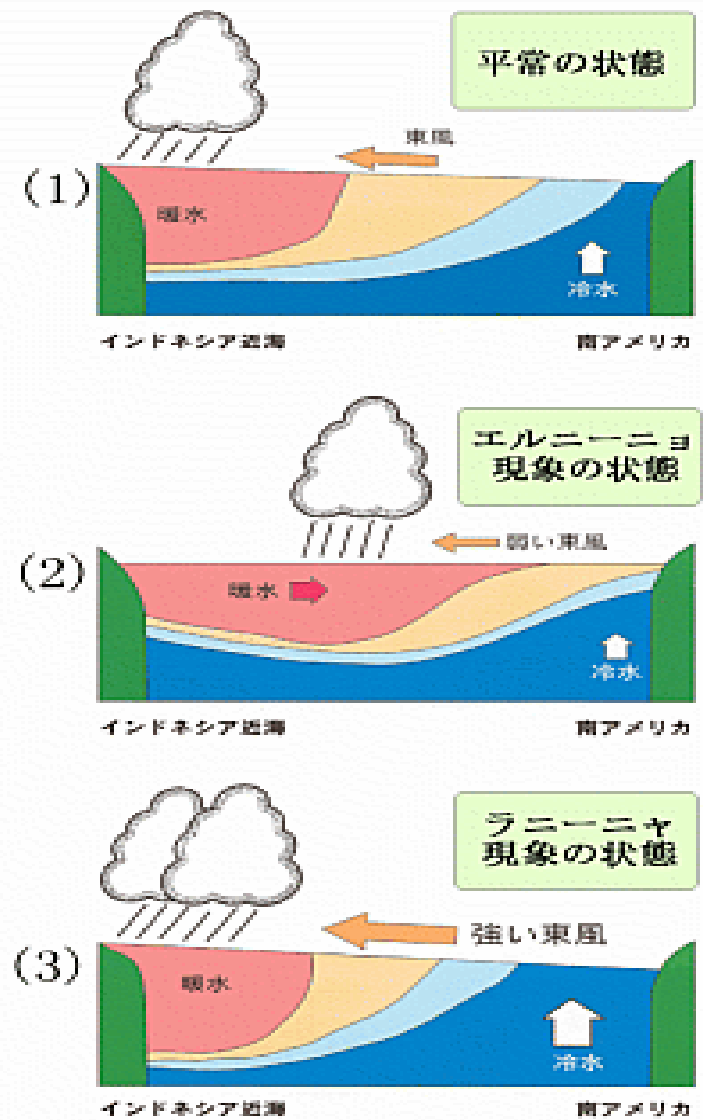
熱帯太平洋の海面水温が、通常と比べて大きく変わる



熱帯の大規模な雨雲の分布や大気の流れが変わる

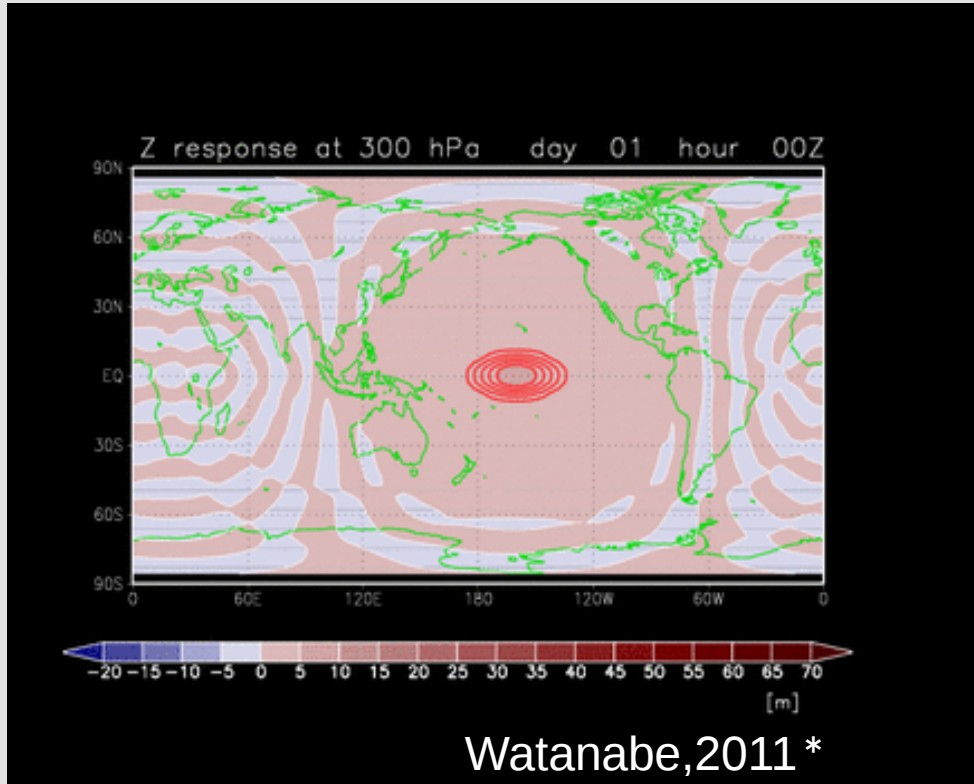


- 熱帯地方で大雨や干ばつが発生
- また、熱帯以外の地域の大気の流れにも影響を及ぼす。



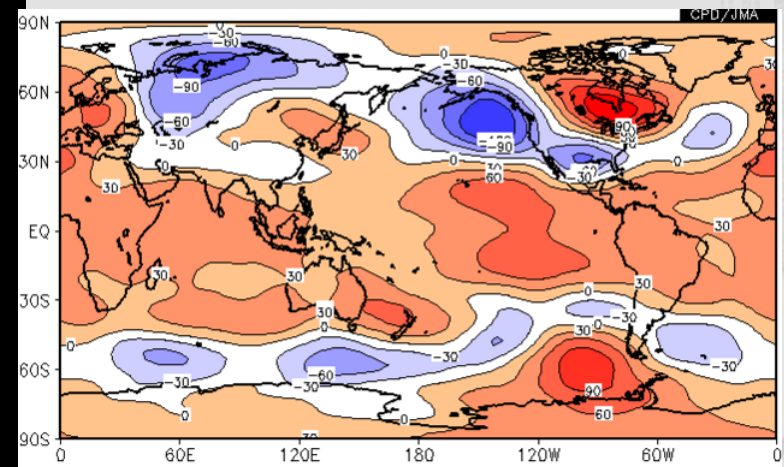
(気象庁作成)

エルニーニョ/ラニーニャ現象の中高緯度大気への影響(ひとつのメカニズム)



中部太平洋赤道域での大気加熱(赤色の楕円)に対する大気の線形応答(シミュレーション)。300hPa(上空約9km)の高度で、中緯度の正は偏西風の北への蛇行、負は南への蛇行に対応。

* 2011年に開催された"Twelfth Joint Meeting for the Seasonal Prediction of the East Asian Winter Monsoon"における発表資料より



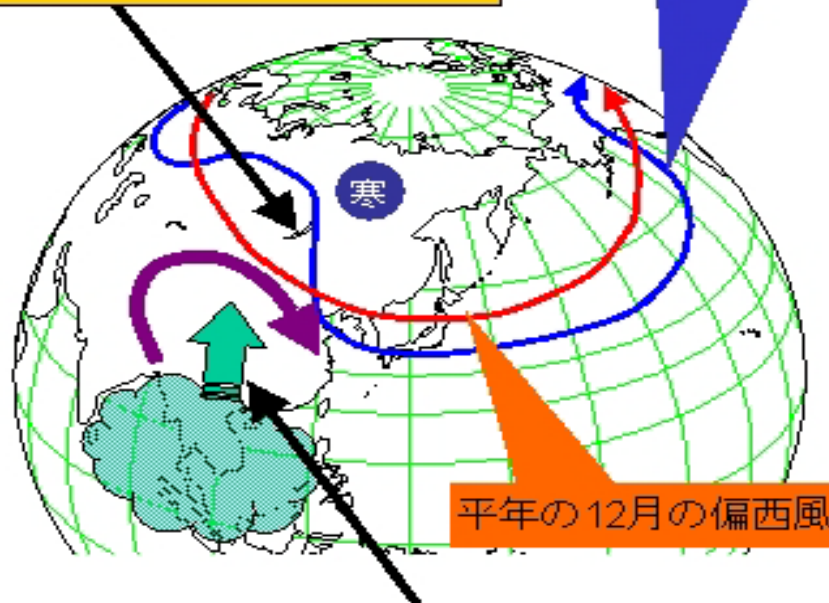
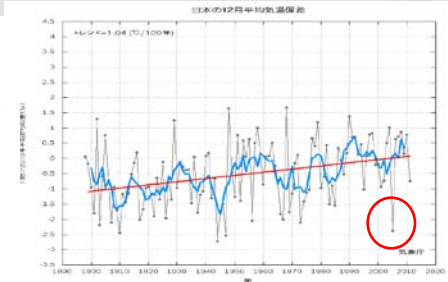
顕著なエルニーニョが発生していた1997/98年冬の300hPa(上空約9km)の高度偏差。

熱帯域における水蒸気の凝結に伴う大気加熱が、中緯度に「波」、すなわち偏西風の蛇行を作る

2005年12月の異常低温の要因

負の北極振動と寒帯前線ジェット気流の南への蛇行による寒気流入

平成17年12月の偏西風
平年より大きく南に蛇行



気象庁報道発表資料
(2006年1月25日)を
一部改変

ラニーニャ現象の影響による熱帯での活発な対流活動(大気加熱)に伴う亜熱帯ジェット気流の南への蛇行による寒気流入

異常気象は、複数の要因が重なって発生することが多い

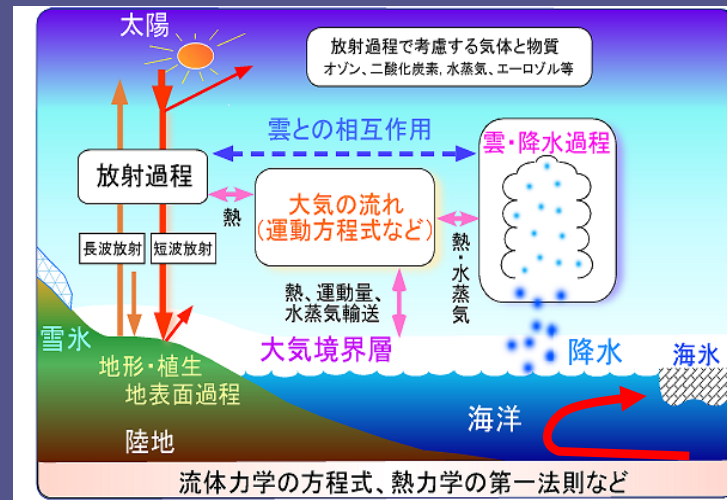
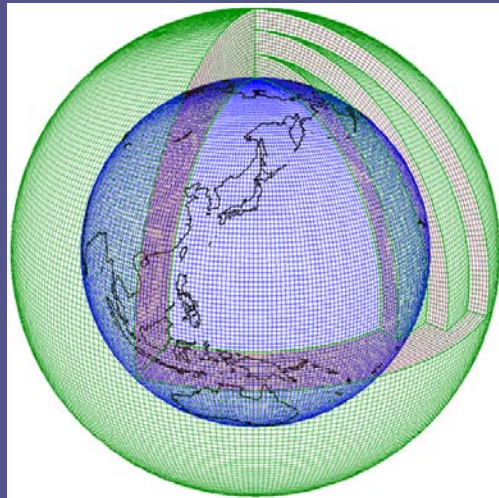
予測は可能か？

3. 異常気象の予測の現状

気候システムの変動の予測

大気・海洋・陸面の初期状態

数値予報モデル



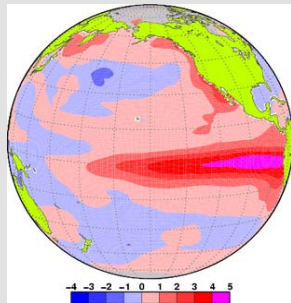
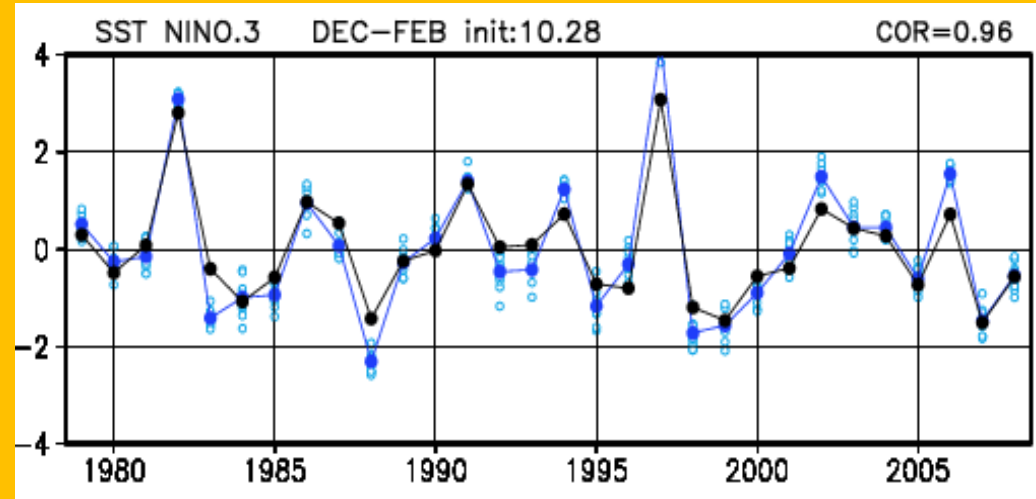
大気・海洋・陸面の将来の状態

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:



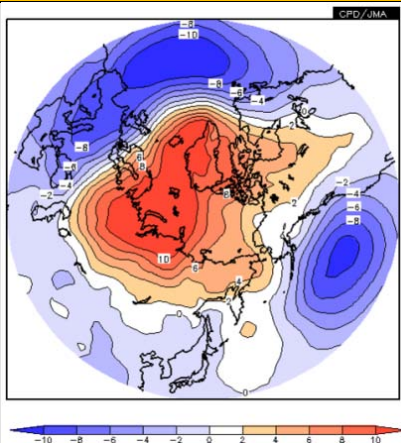
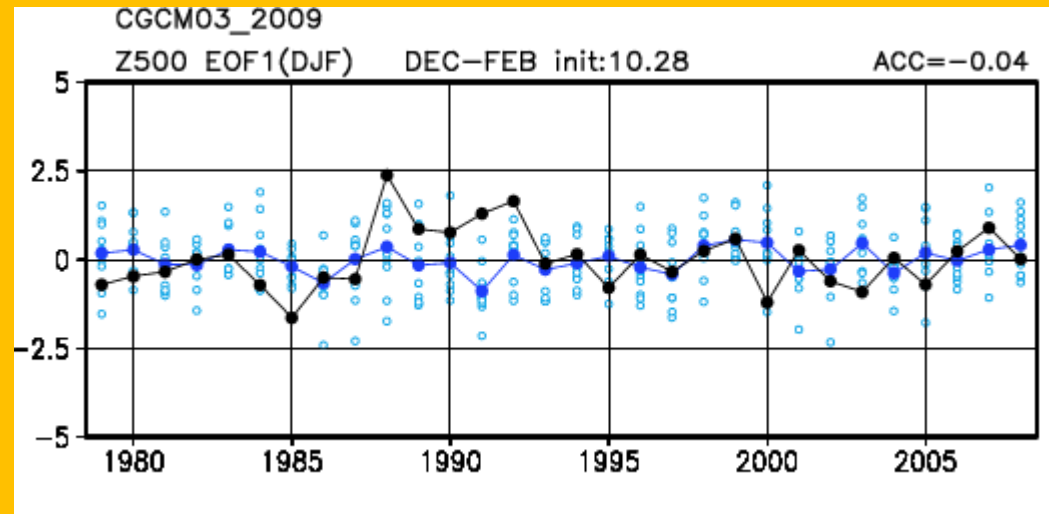
エルニーニョ現象は半年程度先ならば予測は十分可能

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:



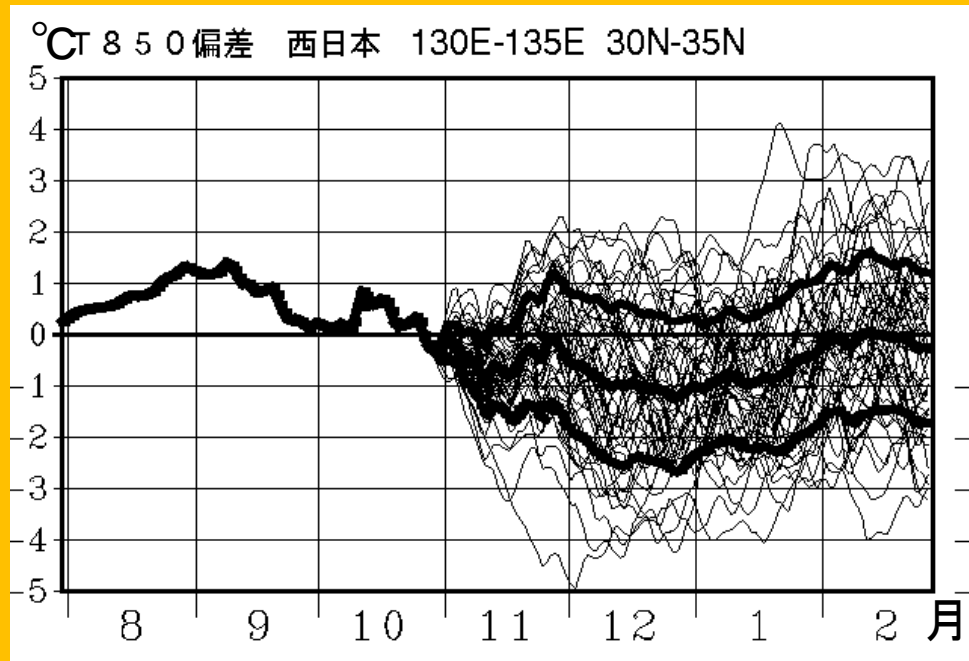
現状では季節予報の時間スケールでの北極振動の予測は困難

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、季節予報の時間スケールでは異常気象を予測することは難しい

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。



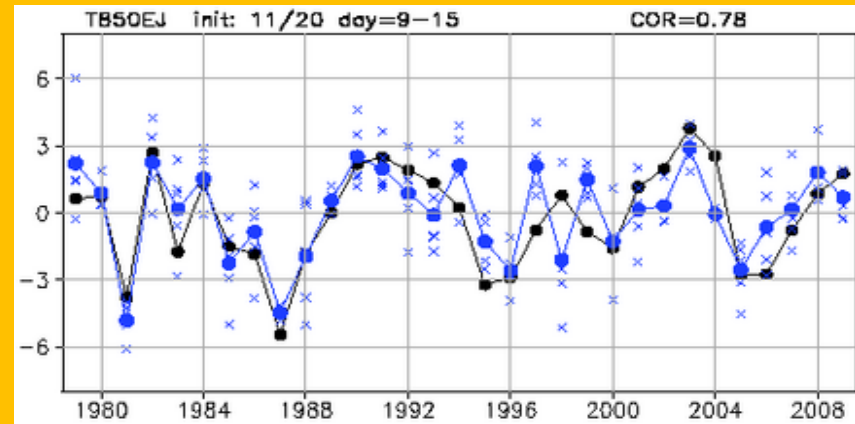
2週目の気温の予測精度

- ◆ 2週目の顕著な高温や低温の予測はある程度可能。

例：東日本上空の
の気温の予測精度：

東日本上空の850hPa気温偏差の予測精度。初期値は、1979～2009年の11月20日。予報9～15日目の7日間平均気温偏差の予測。

●：実況 ●：予測



2週間先の顕著な高温や低温を対象とした異常天候早期警戒情報を発表(2008年3月～)²⁸



4. おわりに

- ◆ 大気や海洋などで構成される地球の“気候システム”の揺らぎ(変動)の結果、異常気象が発生する
 - ◆ 代表的な揺らぎとしては、偏西風の蛇行、北極振動、エルニーニョ/ラニーニャ現象がある
 - ◆ 異常気象はこれらの揺らぎが重なって発生することが多い
 - ◆ 日本における異常気象の発生を、季節予報で予測するのは困難だが、2週間程度先なら可能性がある
 - ◆ 地球温暖化との関係は次の講演
-
- ◆ 本日配布したリーフレットでは、気象庁が提供する異常気象に関わる情報を紹介しています

発生している世界の異常気象の状況

例：2011年6～9月のインドシナ半島の多雨

報道発表資料
平成23年10月12日
気象庁

6月から9月にかけてのインドシナ半島の多雨について

1. 降水の状況

インドシナ半島では、夏のモンスーンによる雨季にあたる6月から9月にかけて、平年より雨の多い状況が続き、チャオプラヤ川やメコン川の流域では洪水による大きな被害が報道されている。6月から9月までの4か月降水量は、タイ北部のチェンマイで921mm（平年比134%）、タイの首都バンコクで1251mm（同140%）、ラオスの首都ビエンチャンで1641mm（同144%）になるなど、インドシナ半島のほとんどの地点で平年の約1.2倍から1.8倍の多雨となった（図1中央）。主な地点の月降水量の経過（図1）や毎月の降水量平年比の分布（図2）に見られるように、この多雨をもたらした降雨は、上記の河川流域全体に、雨季の期間を通して、平年よりも多く降り続いたというのが特徴である。

また、その後10月上旬にも、チャオプラヤ川流域の広い範囲で100～200mm程度の降水量が観測されており、多雨の状態が続いている。

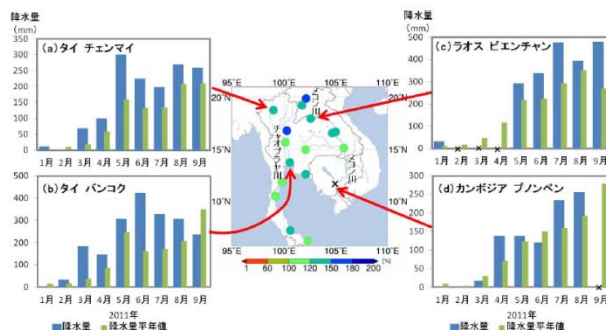


図1 2011年6～9月の4か月降水量平年比の分布と主な地点の月降水量の経過
平年値は1981～2010年の平均。分布図の×はプノンペンの位置を、経過図の×はデータの未入電を示す。

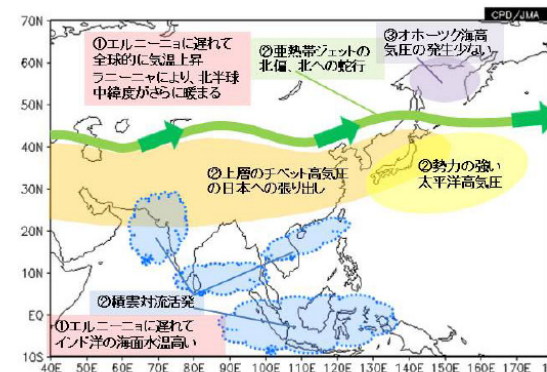
異常気象の要因に関する見解

例：2010年夏の極端な高温の要因（異常気象分析検討会による分析）

異常気象分析検討会の検討結果の概要

～ 平成22年（2010年）夏の極端な高温をもたらした要因の分析 ～

標記を対象とした異常気象分析検討会を開催し、今夏（2010年6～8月）の日本の極端な高温をもたらした大規模な大気の流れについて、その要因を分析し、以下の見解をまとめました。



第1図 2010年夏（6～8月）の日本の極端な高温をもたらした要因の概念図
①～③は、本文中の「2. 大気の流れの特徴と要因」のそれぞれの番号に対応。

今後、異常気象に関する情報を
より適時＆適確に提供