

気象庁数値予報モデルによる 2011-2012 年冬の予測

服部 正隆・平井 雅之 (気象庁地球環境・海洋部気候情報課)

1. はじめに

2011-2012 年冬 (2011 年 12 月～2012 年 2 月) は、大西洋からユーラシア大陸にかけての偏西風 (寒帯前線ジェット気流、亜熱帯ジェット気流) の蛇行が非常に大きく、ユーラシア大陸中央部で顕著な低温となった。その要因については、平成 23 年度異常気象分析検討会定例会において検討され、以下のように指摘されている。

- ① インド洋東部～インドネシア付近の対流活動が活発であったことにより、亜熱帯ジェット気流が日本付近で南に蛇行しやすかったこと。
- ② 北大西洋熱帯域の対流活動が活発であったため、寒帯前線ジェット気流が蛇行しやすかったこと。

また、ラニーニャ現象や、バレンツ付近の海氷が少なかったことも、要因となった可能性がある。

本発表では、季節予報モデルによるこれらの予測結果やモデルにおける予測可能性について検証する。

2. 気象庁季節予報モデルの概要

現在気象庁で運用されている季節予報モデルの概要を第 1 表に示す。気象庁と気象研究所で共同開発された大気海洋結合モデル(JMA/MRI-CGCM; 気象庁地球環境・海洋部 2010)であり、51 メンバーによるアンサンブル予報を行う。海氷分布は平年値を用いている。詳細は、気象庁地球環境・海洋部(2010)などを参照していただきたい。

3. 使用したデータ

本調査で使用したデータは以下の通り。

I アンサンブル予報データ

2011 年 11 月 10 日初期値による 2011 年 12 月～2012 年 2 月を対象にした 3 か月予報データを用いる。

II 実況データ

大気解析値は JRA-25/JCDAS(Onogi et al. 2007)、海面水温解析値には COBE-SST(Ishii et al. 2005)、降水量は CMAP(Xie and Arkin 1997)を用いた。

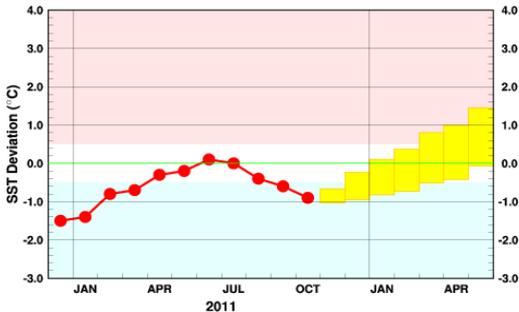
第 1 表 気象庁季節予報モデル概要

モデル	概要	大気海洋結合モデル(JMA/MRI-CGCM)
	モデルと分解能	
アンサンブル予報システム	手法	大気BGM法+海洋初期摂動とLAF法の組み合わせ
	メンバー数	51 (5日ごとLAF, 1初期日9メンバー×6初期日)
初期条件・境界条件	大気初期条件	気象庁気候データ同化システム(JCDAS)
	海洋初期条件 (または境界条件)	気象庁全球海洋データ同化システム(MOVE-G)
	陸面初期条件	平年値
	海氷分布	平年値

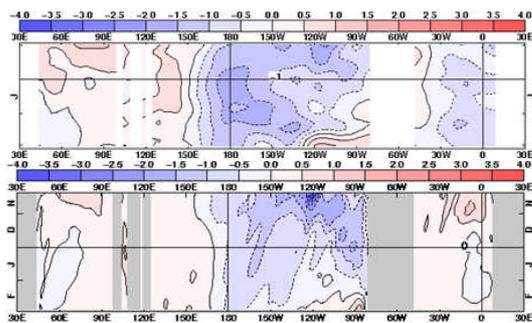
4. 海洋の状況

エルニーニョ監視海域 (NINO.3; 5° N~5° S、150° W~90° W) 海面水温の今期の実況は、ラニーニャ現象がピークを過ぎて徐々に弱まる状況だった。予測は第1図に示すように概ね傾向を捉えていた。

赤道域では、海面水温偏差は期間を通して太平洋中部で負偏差が持続する予測となっており、実況と比較し、概ね予測できたと言える (第2図)。東西海面風応力偏差の実況は、第3図のように太平洋中央部で東風となっていたが、予測でも期間内は東風応力となっていた。

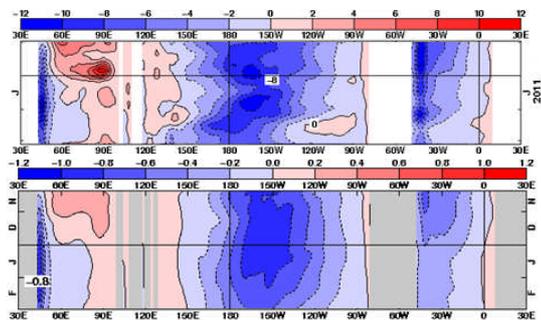


第1図 エルニーニョ監視海域における11月12日初期値 (3か月予報使用) の偏差予測

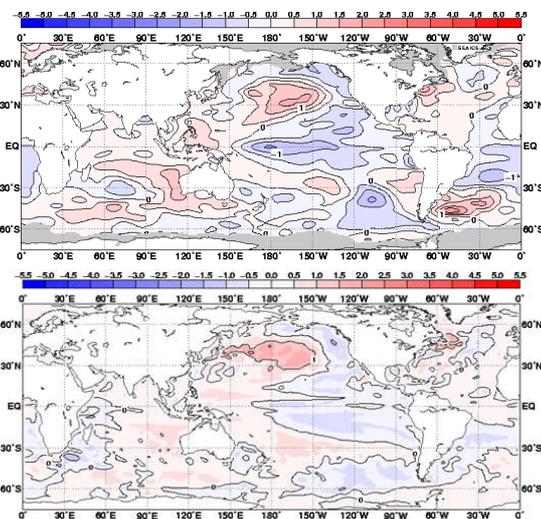


第2図 赤道域の海面水温偏差 (上段: 実況、下段: 予測) [K]

第4図に期間内平均した海面水温偏差の分布を示す。熱帯域について、実況では先に示した通り、卓越する東風により赤道域の冷水域が西進、太平洋中央部が負偏差のピーク、一方で海洋大陸付近からインド洋にかけて正偏差となっていた。予測は概ねこれと一致し、海洋大陸付近からインド洋中央部まで広い範囲での正偏差をとっていた。なお、ラニーニャ現象時に統計的に見られるインド洋の正偏差とは一致しない。



第3図 赤道域の海面風応力 (上段: 実況、下段: 予測) [N/m²]



第4図 海面水温偏差全球分布図 (上段: 実況、下段: 予測) [K]

SST Anomalies

第2表 エルニーニョ監視海域における実況値表

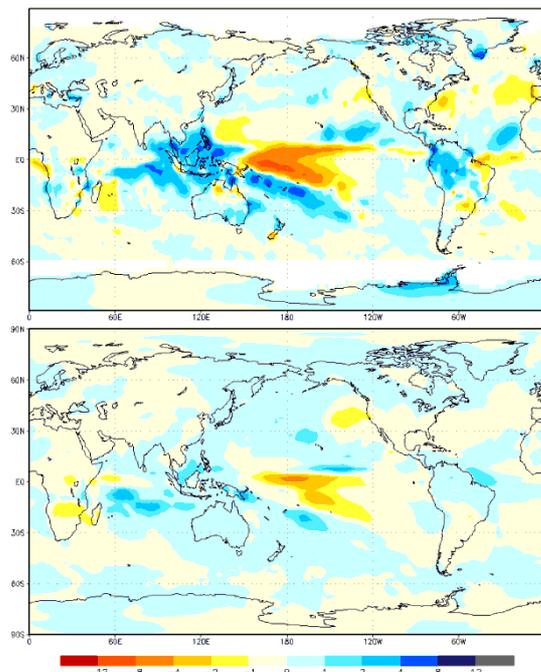
平成24年9月7日

Area		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	Record since 1949				
NINO.3 5°N-5°S 150°W-90°W	SST	24.7	24.3	24.0	23.9	24.3	25.1	26.2	27.0	27.5	27.2	27.0	26.5	25.8	35(199711)-21(194506)				
	anomaly	-0.4	-0.6	-1.0	-1.1	-0.9	-0.5	-0.2	-0.1	0.0	+0.1	+0.5	26.7	26.6	26.3	26.0	25.8	25.5	24(199712)-20(198812)
													+0.8	+0.7					35(199603)-19(194512)
	5-month max	-0.4	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.3	-0.1	+0.1	+0.3	+0.4	+0.7	+0.8	+0.9	+0.7	+0.5		31(194212)-14(198810)
													NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE					31(199710)-14(194507)

5. 大気の状態

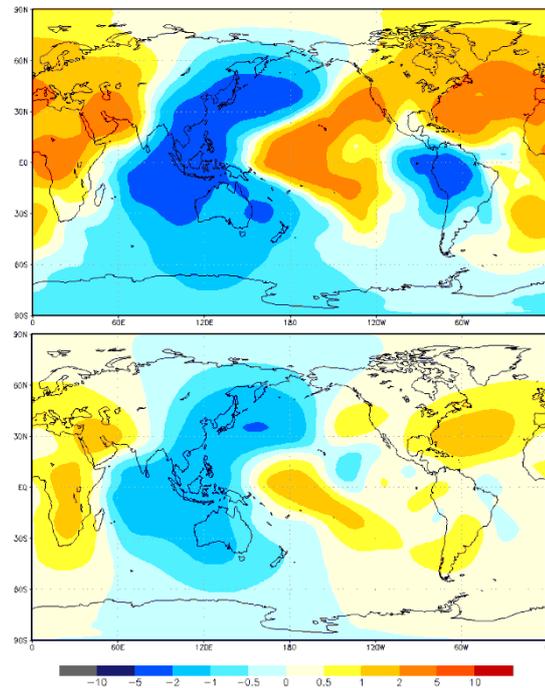
第5図に期間内平均した降水量偏差分布を示す。予測では、偏差の程度は小さいものの、実況で現れている海洋大陸付近での対流活動が活発、太平洋中部で対流が不活発となっている偏差パターンは予測できた。なお、実況の図では CMAP より半旬ごとのデータを用いているため、2011年12月2日～2012年2月25日までの平均を該当期間とみなす。

さらに、第6図、第7図、第8図に 200hPa 速度ポテンシャル (CHI200)、200hPa 流線関数 (PSI200)、850hPa 流線関数 (PSI850) の偏差分布図を示す。CHI200 については太平洋西部からインド洋にかけての対流活動活発偏差を十分に予測できていたと言える。PSI200 と PSI850 については、インド洋やユーラシア大陸南部、太平洋は概ね予測できていた。ただし、実況で見られるシベリア北部のブロッキング高気

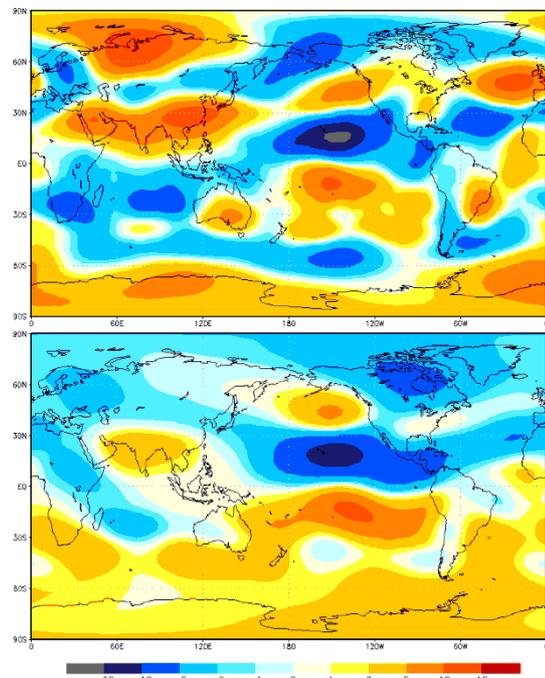


第5図 降水量偏差全球分布図 (上段：実況、下段：予測) [mm/day]

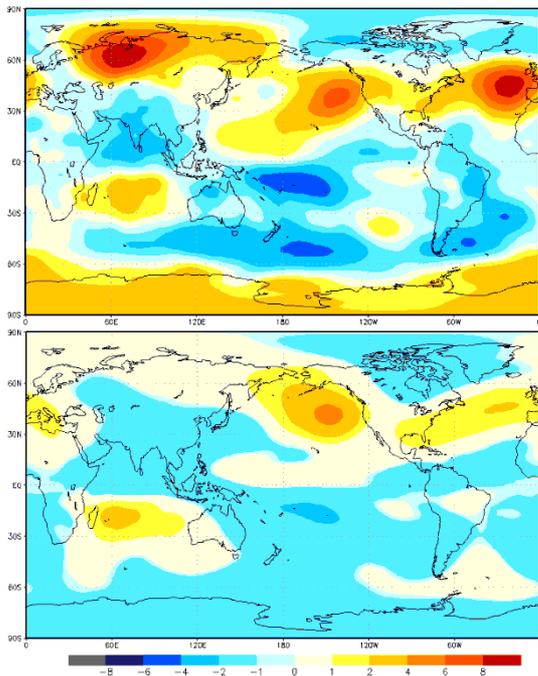
圧は適切に予測することができなかった。



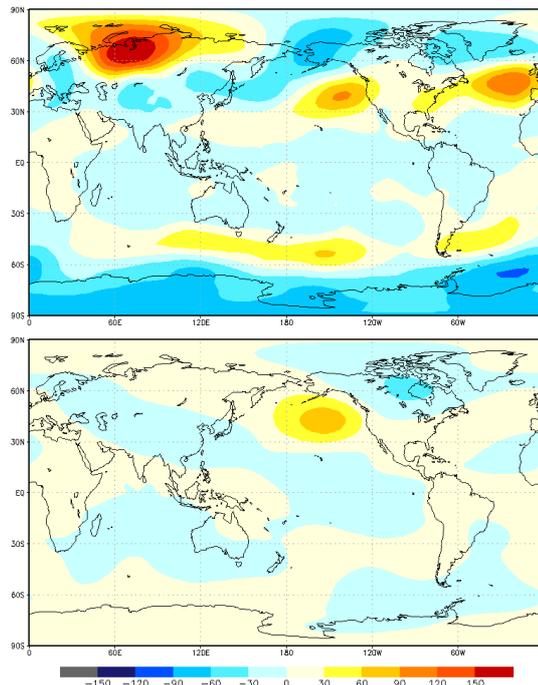
第6図 CHI200hPa 偏差全球分布図 (上段：実況、下段：予測) [$10^6\text{m}^2/\text{s}$]



第7図 PSI200hPa 偏差全球分布図 (上段：実況、下段：予測) [$10^6\text{m}^2/\text{s}$]



第 8 図 PSI850hPa 偏差全球分布図 (上段 : 実況、下段 : 予測) [$10^6\text{m}^2/\text{s}$]

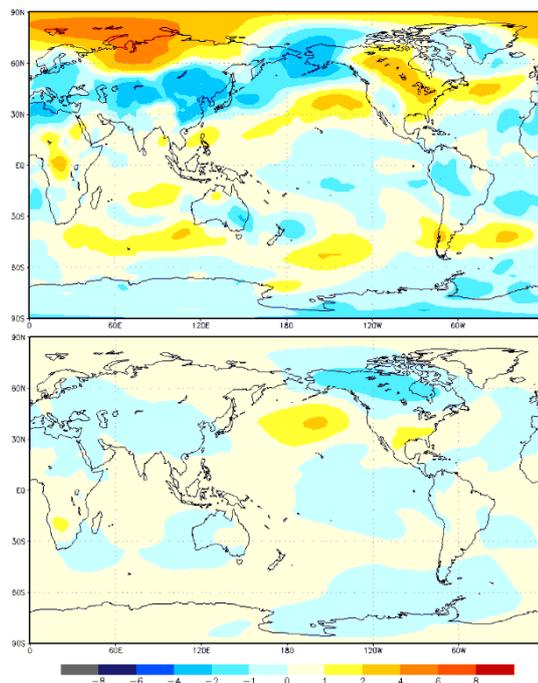


第 9 図 Z500hPa 偏差全球分布図 (上段 : 実況、下段 : 予測) [m]

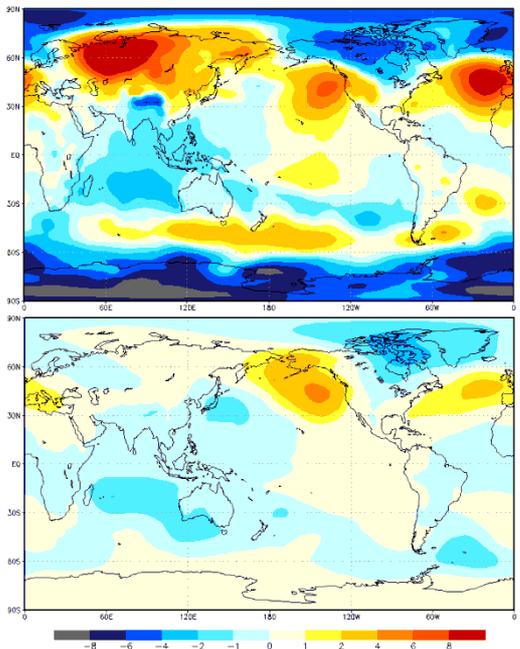
最後に第 9 図、第 10 図、第 11 図に 500hPa 高度 (Z500)、850hPa 気温 (T850)、海面気圧 (SLP) の偏差分布図を示す。ユーラシア大陸中央部の東西に延びる低温偏差は予測されているが、ユーラシア大陸北部のブロッキング高気圧の表現は弱い。このことから、ブロッキング高気圧から射出伝播によって深まったと考えられる、北日本付近のトラフの深まりを捉えられず、日本域においては北日本の低温については適切な予測ができなかった。

6. ユーラシア大陸の低温状況

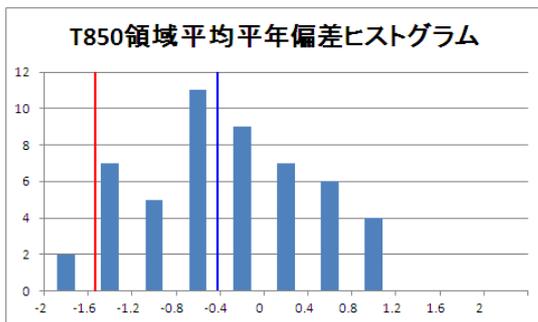
第 12 図にユーラシア大陸中央部における各メンバーの T850 平年偏差をヒストグラムにしたものを示す。ここではユーラシア大陸中央部として 30°N から 50°N 、 30°E から 120°E までの領域を定めている。モデルと実況の差異の大きい山岳地



第 10 図 T850hPa 偏差全球分布図 (上段 : 実況、下段 : 予測) [K]



第 11 図 SLP 偏差全球分布図 (上段：実況、下段：予測) [hPa]



第 12 図 北緯 30° ~ 50°、東経 30° ~ 120° における領域平均した T850 平年偏差のメンバー毎の値の件数。青線はアンサンブル平均の値、赤線は実況の値。

帯を含んでいるため参考程度となるが、実況における値は-1.6、全メンバーの平均は-0.4であった。多くのメンバーが実況ほどの顕著な低温を予測できていないが、いくつかのメンバーではブロッキング高気圧の予測もでき、領域平均した T850 も実況並かそれ以上の低温を予測できていた。このメンバーによる各種予測分布図をアンサンブル平均による予測と比較することで、ど

のような要素がユーラシア大陸の低温に寄与したかを調べた (図省略)。

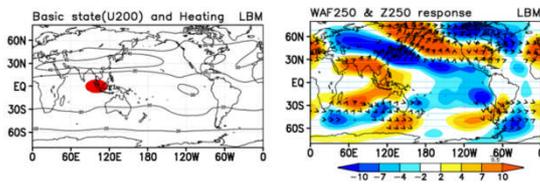
低温が顕著なメンバーはアンサンブル平均と比べて以下の特徴が見られる。

- SST はインドネシアからベンガル湾にかけて高温。
- Z500 は日本付近の谷が深い。ブロッキング高気圧の予測もできている。
- SLP はシベリア高気圧を強く発達させている。
- 降水量はインドネシア付近からインド洋の東にかけて正偏差となっている。
- CHI200 はインド洋で強い負偏差となっている。
- PSI200 はインド洋北部、インドネシアの対流活動活発域の北西で強い正偏差、PSI850 はインド付近で負偏差となっている。

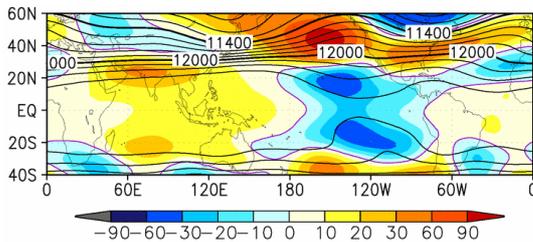
低温となったメンバーでは、偏西風の蛇行と、インド洋から太平洋の熱帯の対流活動が実況と同程度に強く予測されている。ただし、海氷の影響や大西洋における対流活動との関係については顕著な特徴が分らなかった。

最後に、第 13 図に紹介する LBM 理想実験結果と今回のアンサンブル平均を比較したところ、ラニーニャを想定して海洋大陸の西側に熱源を置いた際の Z250 の線形定常応答が今回のアンサンブル予報における Z200 のユーラシア大陸における波束伝播に相当する分布と似ていた。LBM でもユーラシアの低温傾向が出ている。ラニーニャの影響によりインドネシア付近が高温であったことによる線形定常応答と整合的であり、ユーラシア大陸の低温に影響したと見ることができる。

松野—ギル応答の一部と見られるアラビア半島からインドシナ半島の東西に大きな高気圧性循環から、北北東にロスビー波束伝播が見られ、その影響でユーラシア大陸の中緯度から日本の東にかけて、東西に伸びた低気圧性の偏差が見られる。



線形傾圧モデル*(LBM;1月基本場)の熱強制(左)と応答(右、Z250、帯状平均からのずれ)。
*東京大学・渡部准教授(異常気象分析作業部会長)より提供頂きました。



第 13 図 上段：理想実験における熱源設置場所および Z250 偏差全球分布図。下段：今期間の Z200 偏差全球分布図

7. まとめ

季節予報モデルによる 2011-2012 年冬の予測では、アンサンブル平均でもユーラシア中緯度の東西に広く渡った低温に関しては概ね予測できていた。その要因をユーラシア大陸の低温が顕著だったアンサンブルメンバーから探ると、熱帯域のラニーニャ現象によるインドネシア付近からインド洋東部にかけての SST 正偏差や対流活動活発傾向を概ね予測できていたことによると考えられる。一方、シベリアのブロッキング高気圧はアンサンブル平均での予測は難しかった。海氷に関しては今回触れていないが、現在平年値を用いている季節予報モデルに今後海氷モデルが組み込まれることから今後の成果が期待される。

参考文献

気象庁 地球環境・海洋部, 2010; 季節予報への大気海洋結合モデルの導入. 平成 22 年度季節予報研修テキスト, 104pp.

Ishii, M., A. Shouji, S. Sugimoto, and T. Matsumoto, 2005: Objective analyses of SST and marine meteorological variables for the 20th century using ICOADS and the Kobe collection. *Int. J. Climatol.*, 25, 865-879.

Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira, 2007: The JRA-25 Reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan*, 85, 369-432.

Xie, P. and P. A. Arkin (1997): Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates and numerical model outputs, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, Vol. 78, pp. 2539-2558.