

アンサンブルダウンスケール リアルタイム予測システムの構築 — 気象場の検証 —

福井真*1 吉田龍平*1 島田照久*1 岩崎俊樹*1
紺野祥平*2 大久保さゆり*2 菅野洋光*3
南野謙一*4

*1 東北大 *2 東北農研 *3 中央農研 *4 岩手県立大

目次

1. はじめに
2. システム設計
3. 実況
4. 予報検証 (全球)
5. 予報検証 (ダウンスケール)
6. まとめ

1. はじめに

いもちリアルタイム実験

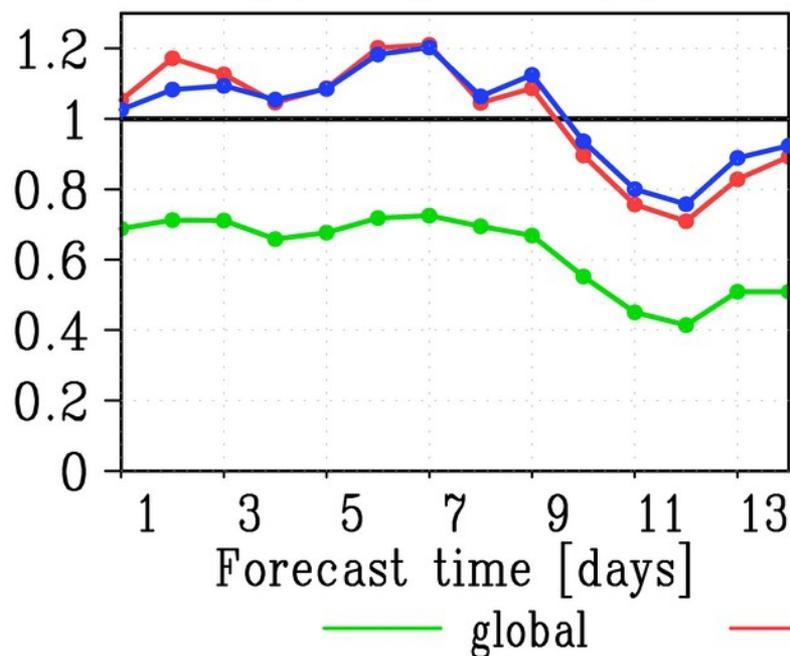
- 東北地方の農業
ヤマセが卓越すると、
 低温・湿潤・日照不足
 いもち病・低温障害の危険
- ヤマセ：
オホーツク海高気圧から吹き出す北東気流
背が低く、地形の影響を大きく受け複雑な分布

⇒ 信頼性のある高解像度予報

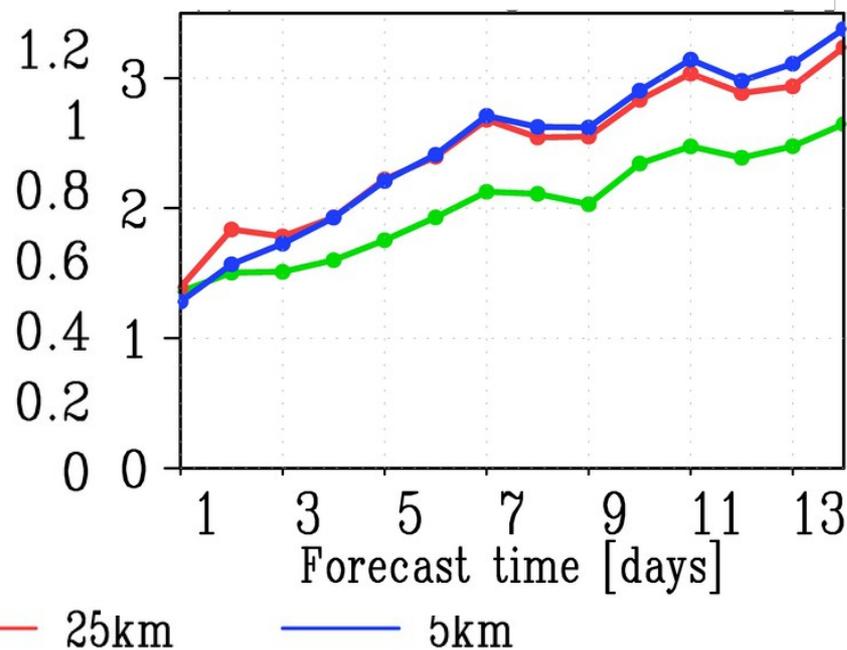
力学的ダウンスケーリング

- ・ 現実的な変動を再現
- ・ 側面境界値(低解像モデルの結果)の誤差を増幅
Large-scaleの誤差 + Small-scaleの誤差

(a) 自然変動度 (対観測比)



(b) RMSEs 単独DS



アンサンブル予報

確率的に扱える

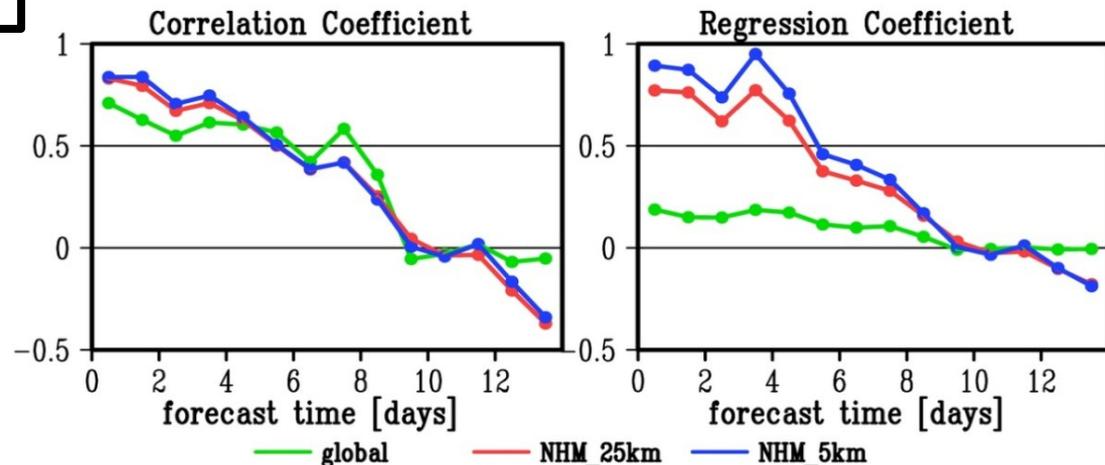
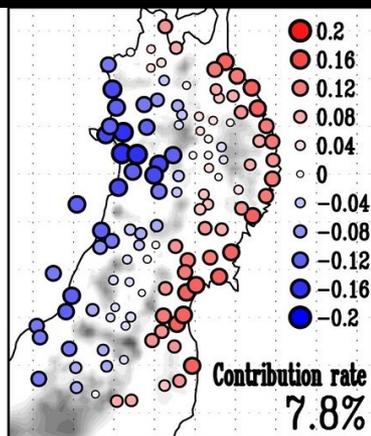
信頼性のあるシグナルを抽出できる

アンサンブルダウンスケールハインドキャスト実験

→ ヤマセモードに関して、予測可能性5日、観測に近い振幅

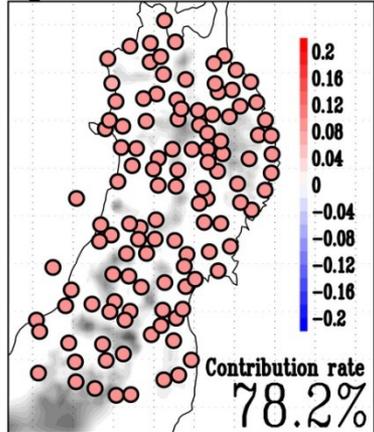
(Fukui et al. 2014)

2nd EOF mode

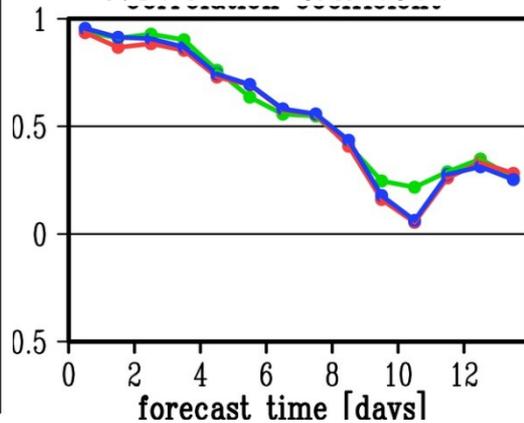


東北全域モード (第1モード：予測可能性8日)

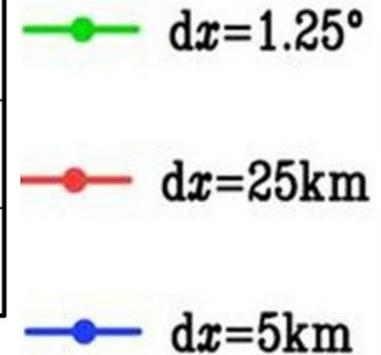
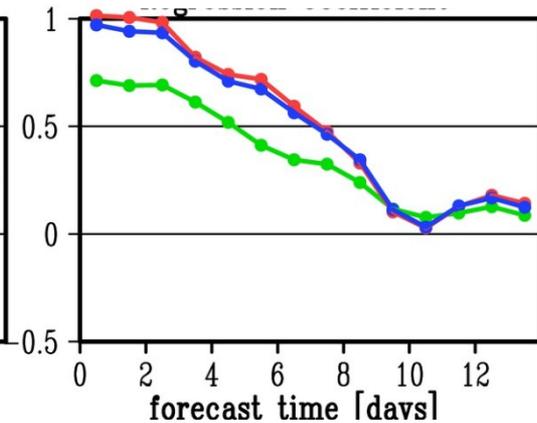
Eigenvector of 1st EOF Mode



観測との相関係数

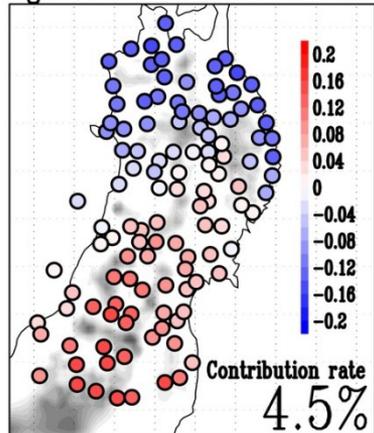


観測に対する回帰係数

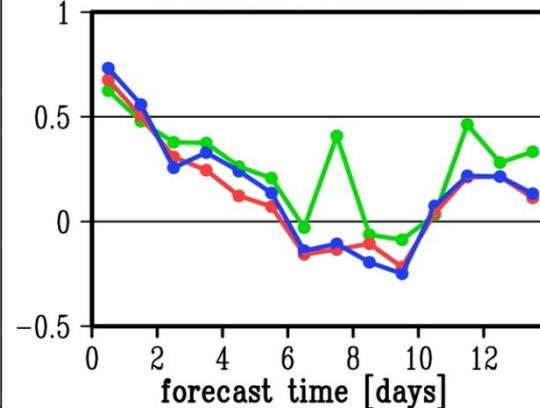


南北モード (第3モード：予測可能性2日)

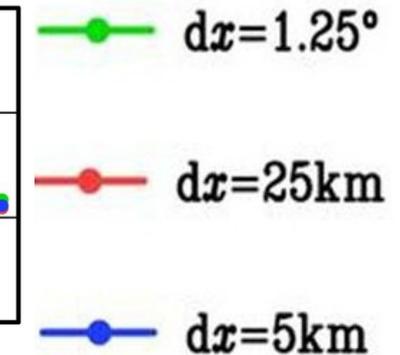
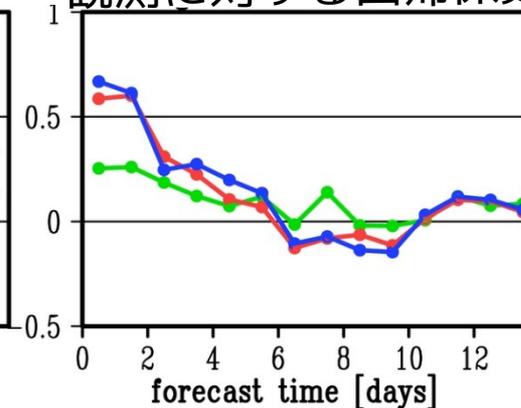
Eigenvector of 3rd EOF Mode



観測との相関係数



観測に対する回帰係数



目的

アンサンブルダウンスケール予報システムを構築し、
いもち病感染危険度の確率予報を提供する。

いもち病感染危険度診断モデルの入力値として、
アンサンブルダウンスケールによる気象データの
妥当性を調べる

リアルタイム実験を行うことで、
実際に運用する上での問題点を明らかにする。

2. システム設計

農業気象情報の確率予報システム

09JST

JMA Global Ensemble Forecast (27メンバー)

翌日03JST

~40km

Mem-1

Mem-2

Mem...

Mem-27

~10km

10km予報-1

10km予報-2

10km予報...

10km予報-27

農業モデル
予測結果 1

農業モデル
予測結果 2

農業モデル
予測結果...

農業モデル
予測結果 27

BLASTAM

確率的高解像度農業気象情報の作成・提供

13:30JST

全球アンサンブル予報

- 気象庁週間アンサンブル

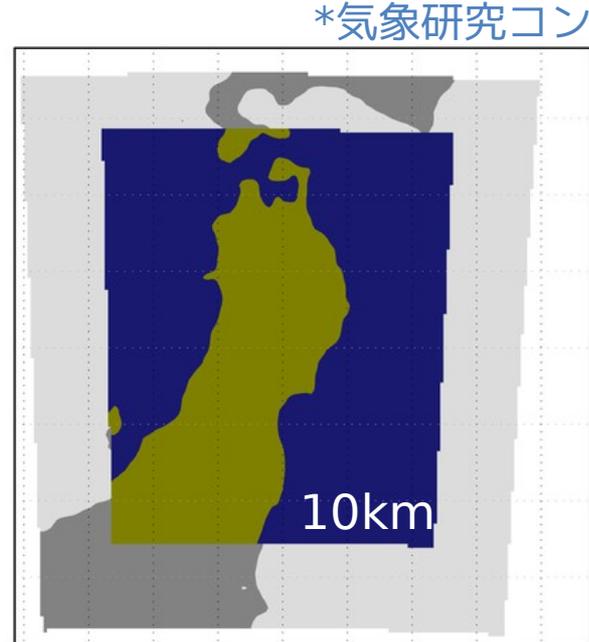
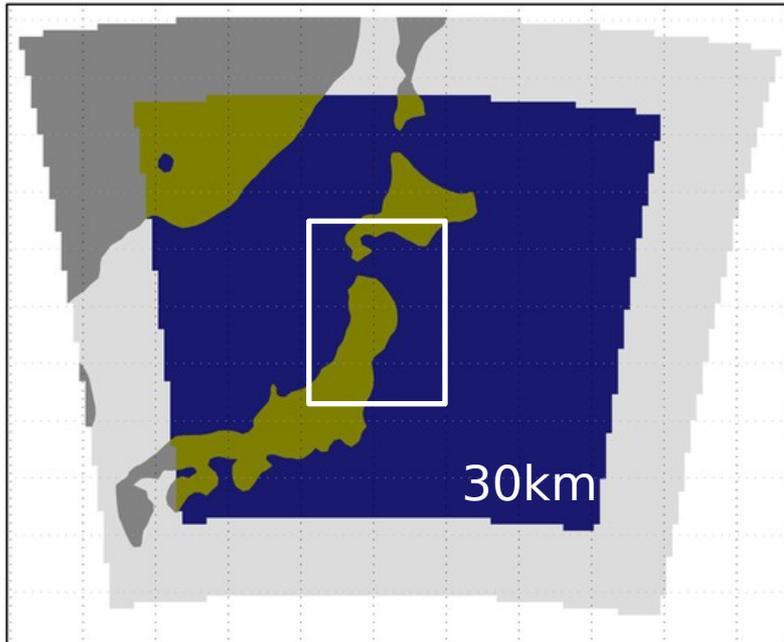
予報期間	264時間 (11日間)
水平解像度	TL479 (~40km:Reduced Gaussian grid)
モデル	気象庁全球スペクトルモデル (GSM)
鉛直座標	60層 (モデル上端0.1hPa: σ - p ハイブリッド座標)
メンバー数	27
初期摂動	特異ベクトル法 (Buizza and Palmer, 1995)
ターゲットエリア	北半球・南半球(乾燥SV, 評価時間:48時間)、 熱帯(湿潤SV、評価時間:24時間)
モデル摂動	確率的物理過程強制法 (Buizza et al. 1999)

http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/nwp/outline2013-nwp/pdf/outline2013_all.pdf

http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/nwp/specifications_models.pdf

ダウンスケールモデル設定

モデル	JMANHM (Saito et al. 2007)	
水平解像度	30km (75×75)	10km (65×80)
初期値 / 側面境界値	週間アンサンブル予報* (TL319) interpolated to 1.25° grid	30kmのDS結果
メンバー数	27	



*気象研究コンソーシアムより提供

3. 実況

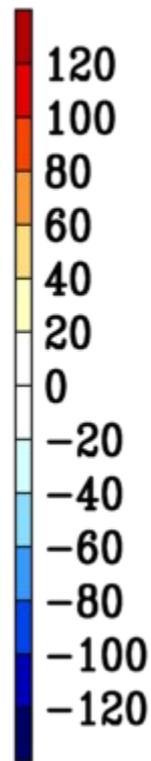
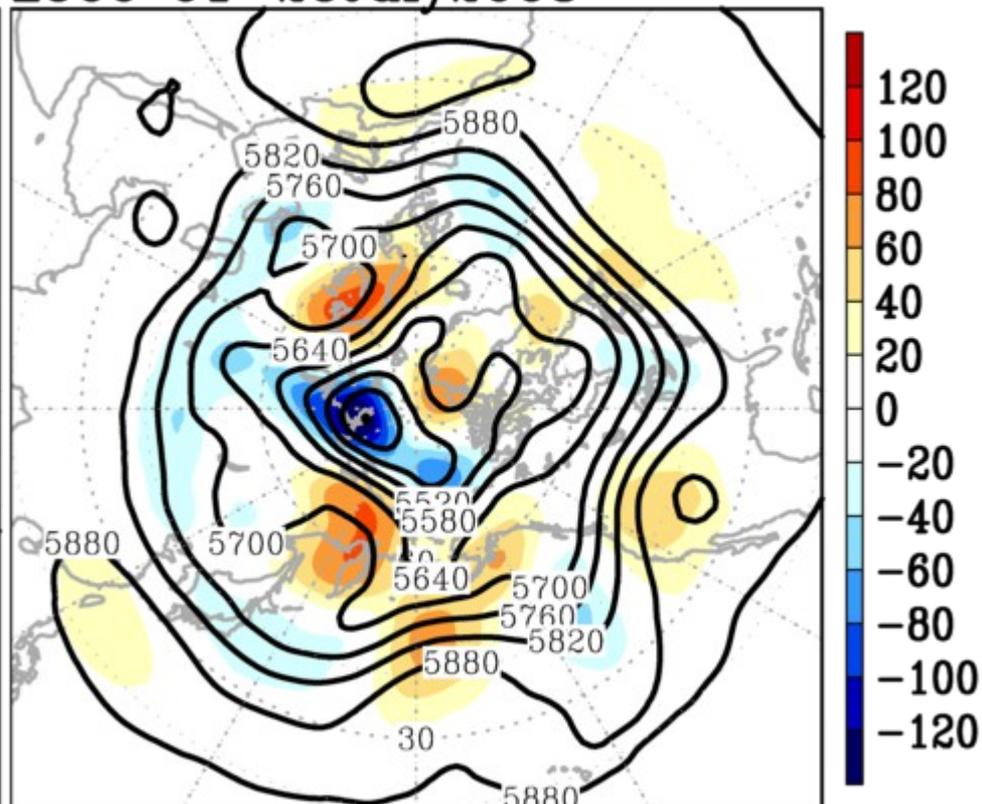
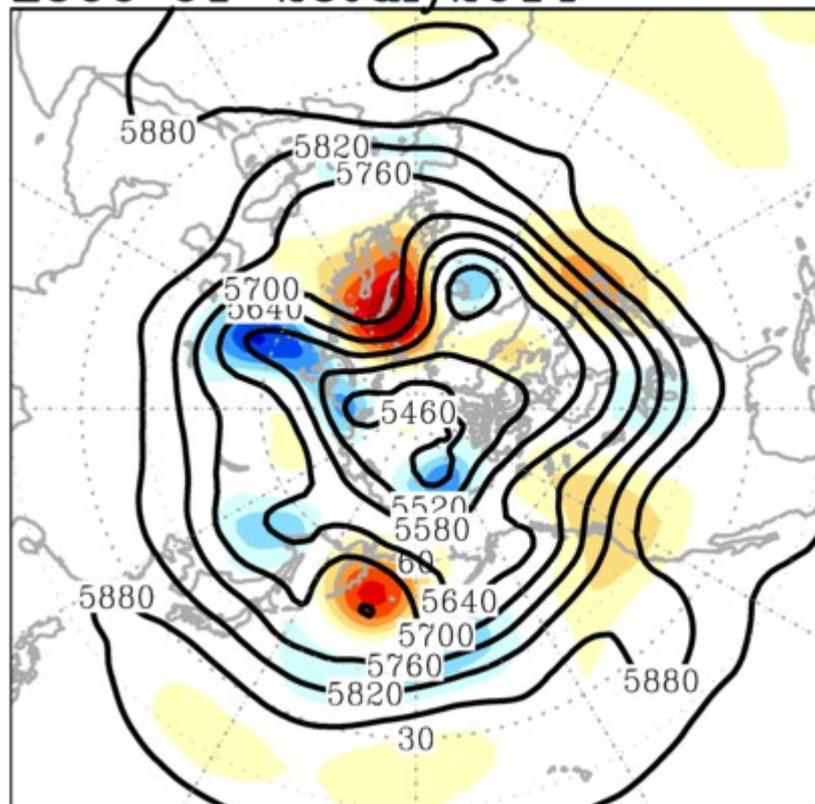
大規模場 (2014年7月1日～25日)

Z500 等値線： 期間平均値 (WEPSの初期値)

陰影： 平年値 (JRA55の1984-2013年) からの偏差

Z500 01-25July2014

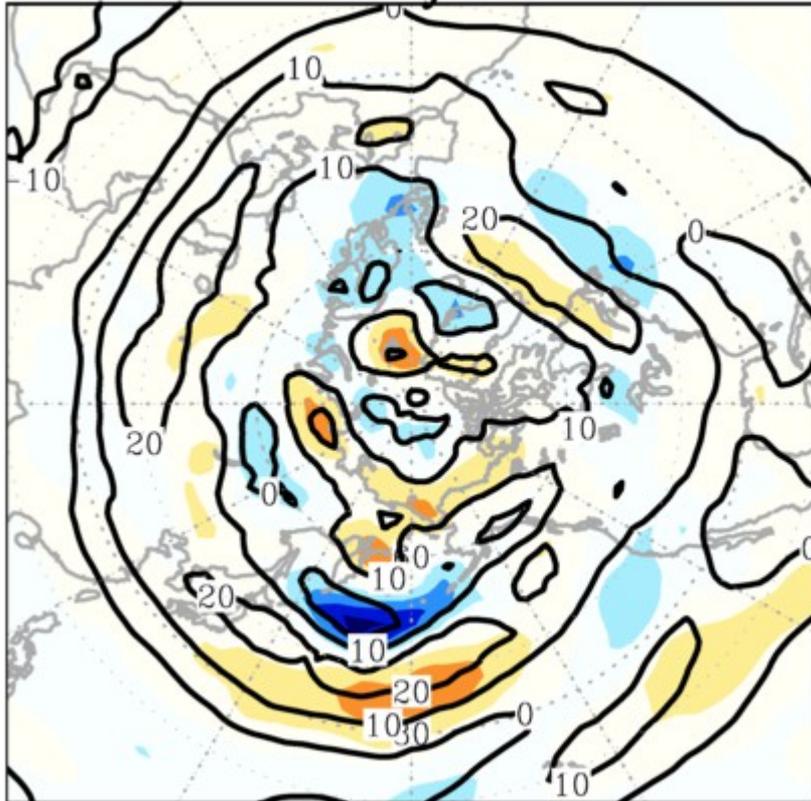
Z500 01-25July2003



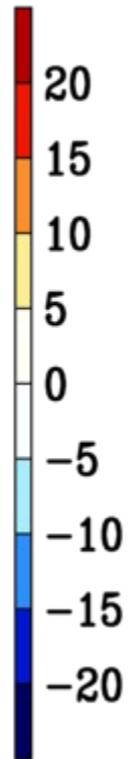
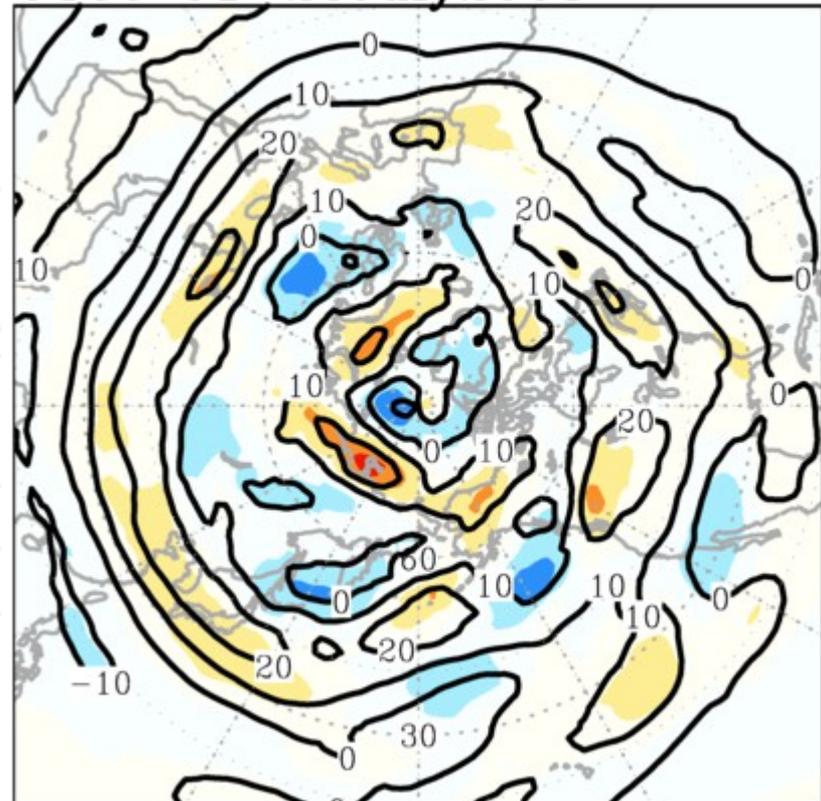
大規模場 (2014年7月1日～ 25日)

U300 等値線： 期間平均値 (WEPSの初期値)
陰影： 平年値 (JRA55の1984-2013年) からの偏差

U300 01-25July2014



U300 01-25July2003

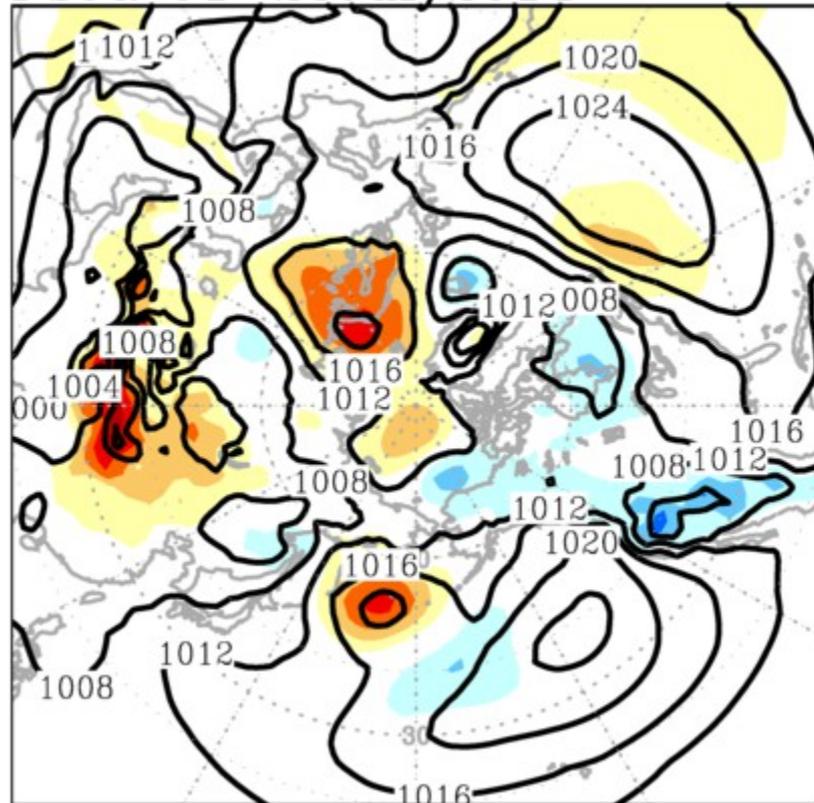


大規模場 (2014年7月1日～25日)

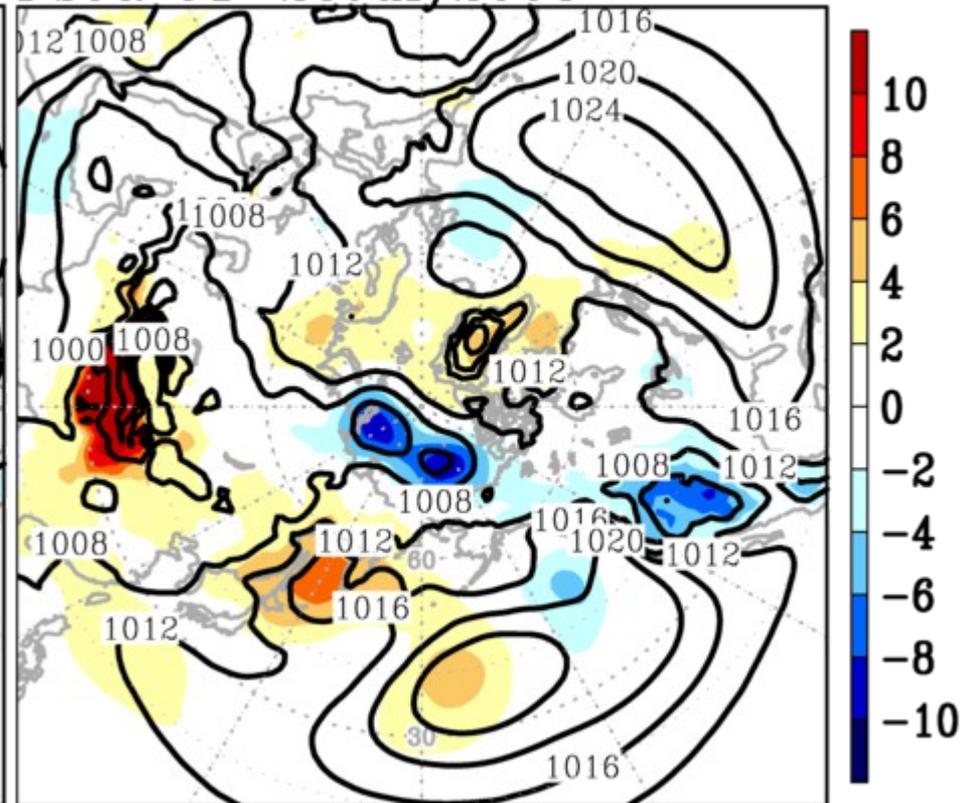
Psea 等値線： 期間平均値 (WEPSの初期値)

陰影： 平年値 (JRA55の1984-2013年) からの偏差

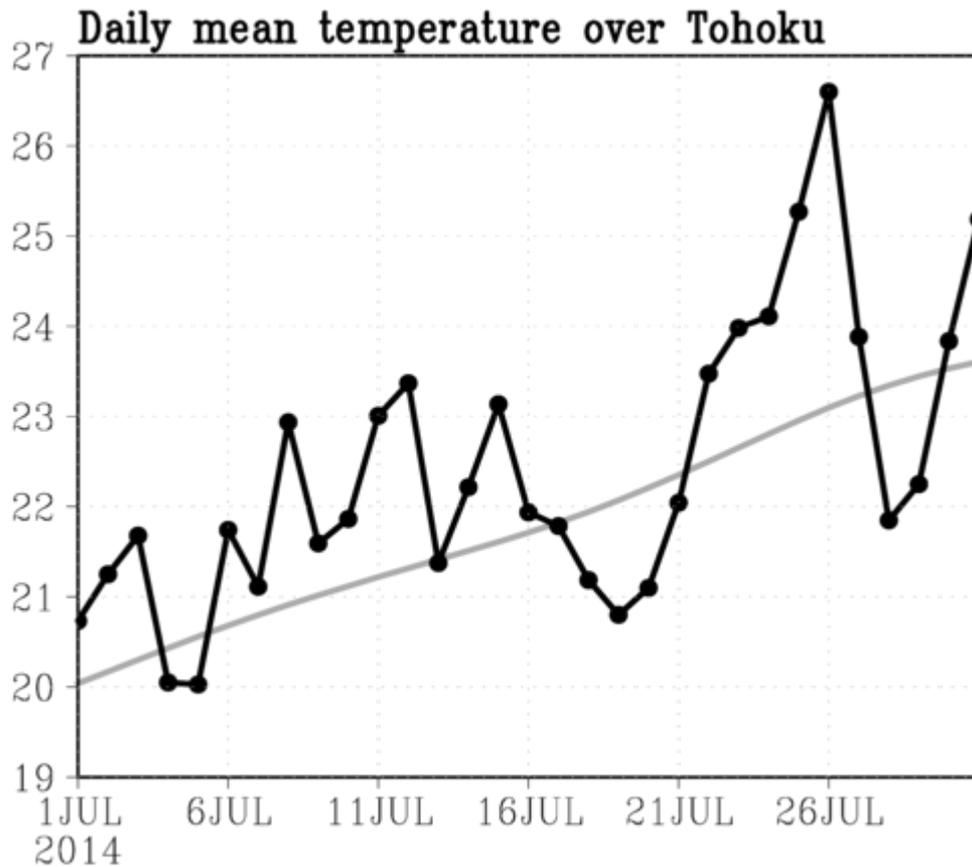
Psea 01-25July2014



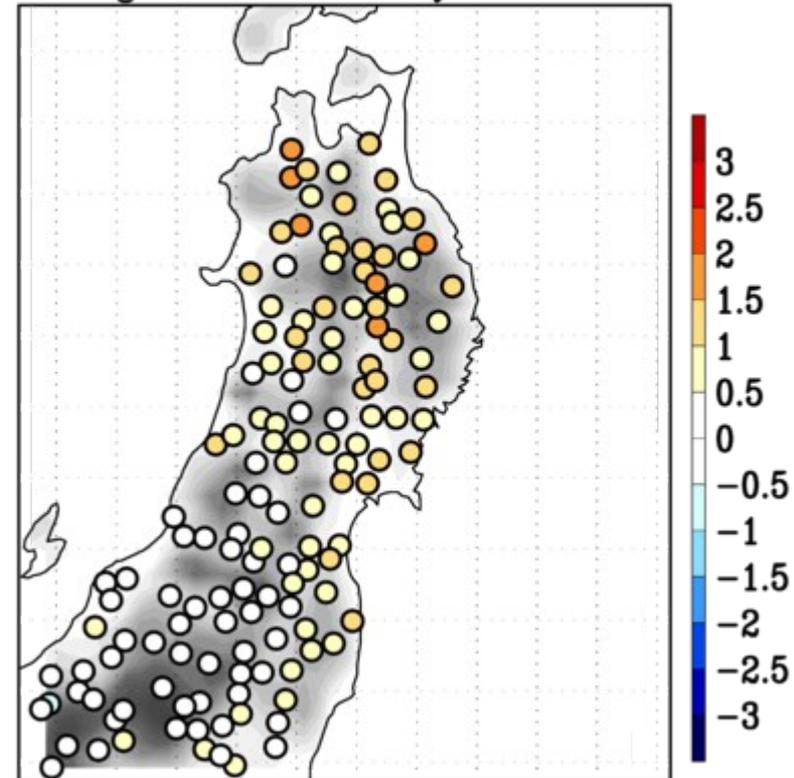
Psea 01-25July2003



東北地方の地上気温



Daily mean temperature Anomaly
Averaged over 1-25 July 2014



予報検証(全球)

評価方法

- RMSE
- スプレッド
- アノマリー相関 (ACC)

$$ACC = \frac{\sum_i^N (x_i^{\text{fcst}} - x_i^{\text{clm}} - \overline{x^{\text{fcst}} - x^{\text{clm}}}) (x_i^{\text{anal}} - x_i^{\text{clm}} - \overline{x^{\text{anal}} - x^{\text{clm}}})}{\sqrt{\sum_i^N (x_i^{\text{fcst}} - x_i^{\text{clm}} - \overline{x^{\text{fcst}} - x^{\text{clm}}})^2 \sum_i^N (x_i^{\text{anal}} - x_i^{\text{clm}} - \overline{x^{\text{anal}} - x^{\text{clm}}})^2}}$$

- 気候値 JRA55 (1984-2013) daily
- 解析値：週間アンサンブル初期値

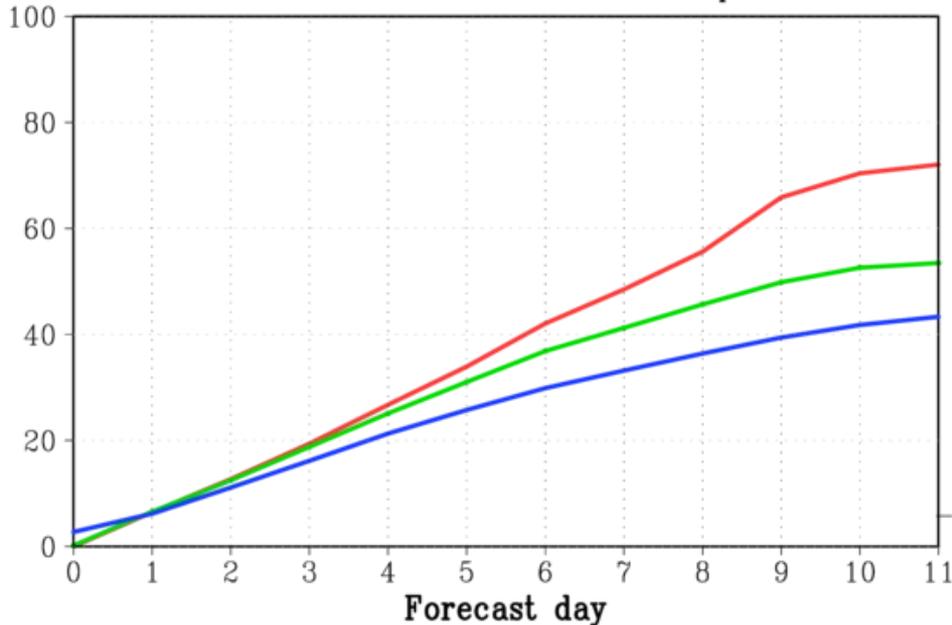
Z500 (北半球、期間平均)

RMSE & Spread

RMSEs & Spreads of Z500 [100–170E, 20–60N]

Initial : 00 UTC 01–14 July 2014, Ensemble size : 27

Control Ensemble mean Spread

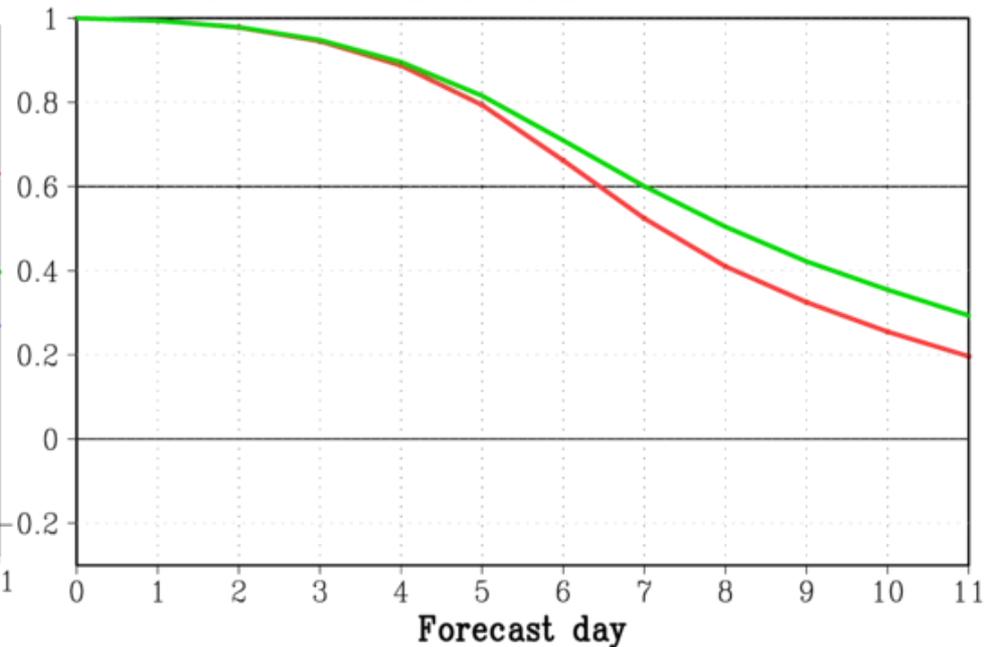


ACC

Anomaly correlation of Z500 [0–360E, 20–90N]

Initial : 00 UTC 01–14 July 2014, Ensemble size : 27

Control Ensemble mean



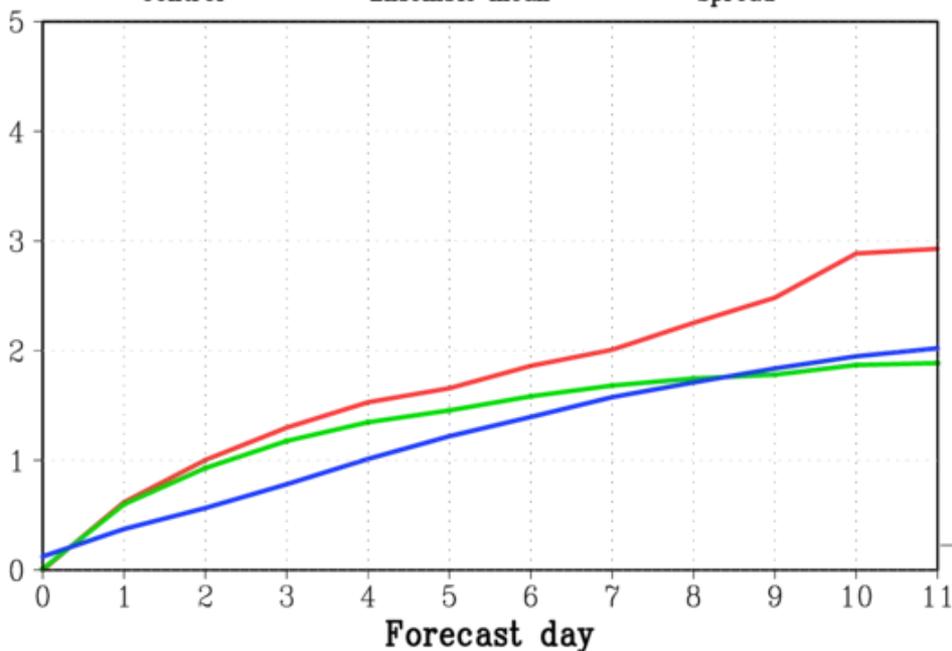
T850 (日本周辺、期間平均)

RMSE & Spread

RMSEs & Spreads of T850 [120–150E, 30–60N]

Initial : 00 UTC 01–14 July 2014, Ensemble size : 27

Control Ensemble mean Spread

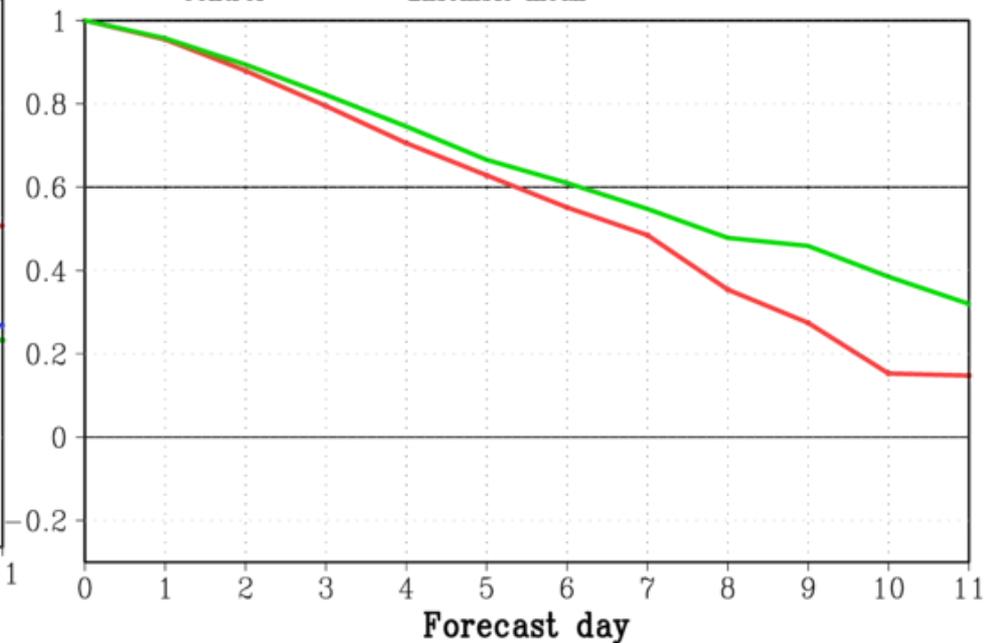


ACC

Anomaly correlation of T850 [120–150E, 30–60N]

Initial : 00 UTC 01–14 July 2014, Ensemble size : 27

Control Ensemble mean



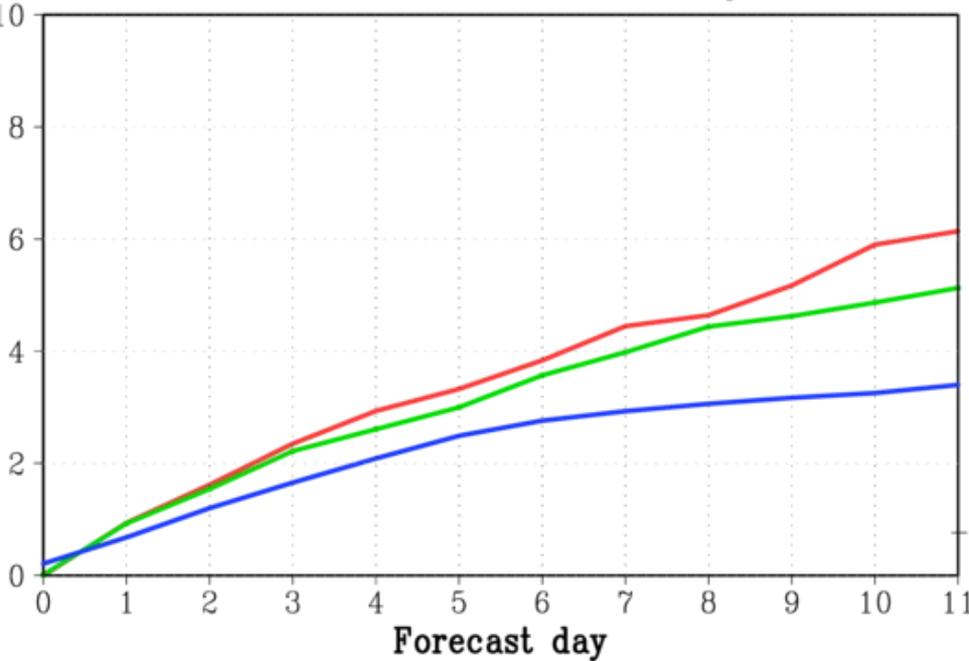
Psea (日本周辺、期間平均)

RMSE & Spread

RMSEs & Spreads of Psea [120–150E, 30–60N]

Initial : 00 UTC 01–14 July 2014, Ensemble size : 27

Control Ensemble mean Spread

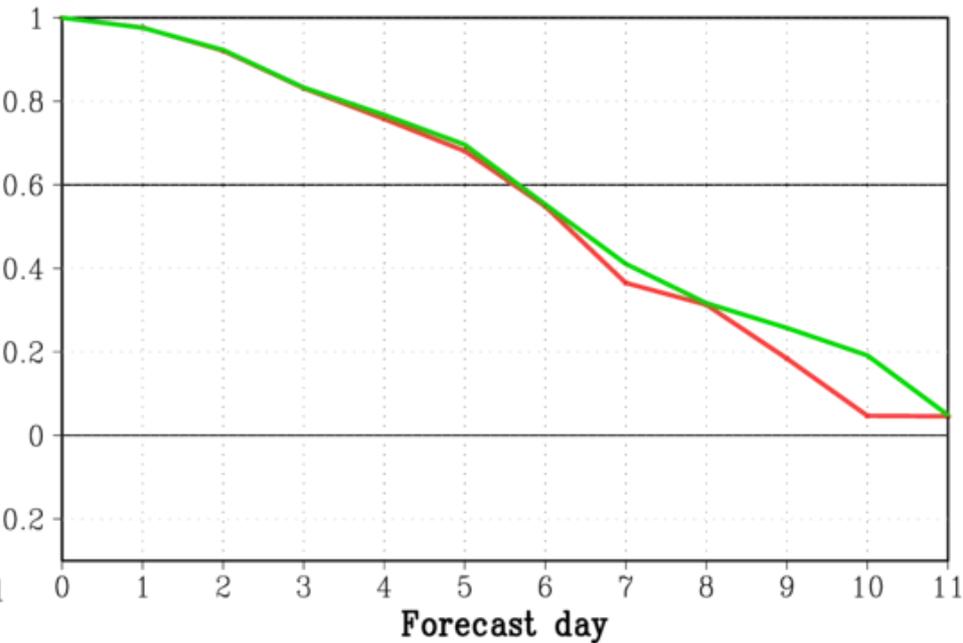


ACC

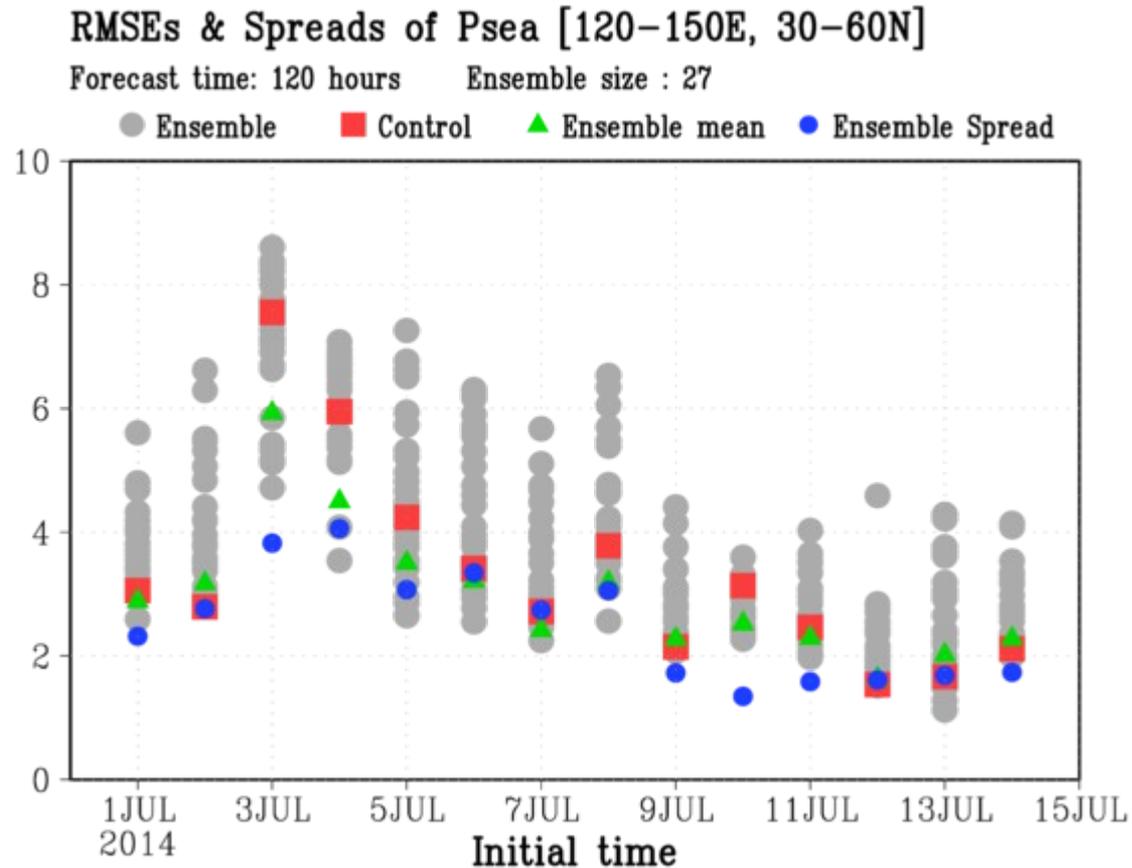
Anomaly correlation of Psea [120–150E, 30–60N]

Initial : 00 UTC 01–14 July 2014, Ensemble size : 27

Control Ensemble mean



Psea RMSE & Spread (日本周辺、FT=120h)



スプレッドが予測の困難さの指標となり得ている

予報検証（ダウンスケール）

地上気温

降水量

下向き短波放射

地上風速

検証データ

AMeDAS

- 2014年7月の観測値があり、NHMの計算領域にある。
- 過去30年(1984-2013年)において、欠損が7年分以下
⇒ 日射量(8地点)
- NHMで陸地として扱われている4点に囲まれている
⇒ 降水量(197地点)、 気温・風速(138地点)
- 00-23JSTの1時間値を用いて日毎のデータとする



指標

RMSE、Mean error(ME)、Random error(RE)

$$ME_i = \frac{1}{M} \sum_j (x_{i,j} - a_{i,j}), RE_{i,j} = (x_{i,j} - a_{i,j} - ME_i)$$

$$\frac{1}{NM} \sum_{i,j} (x_{i,j} - a_{i,j})^2 = \frac{1}{N} \sum_i \left(ME_i^2 + \frac{1}{M} \sum_j RE_{i,j}^2 \right)$$

Brier Skill Score (0以上で気候値予報より良)

$$BSS = \frac{BS^{clm} - BS^{fcst}}{BS^{clm}}$$

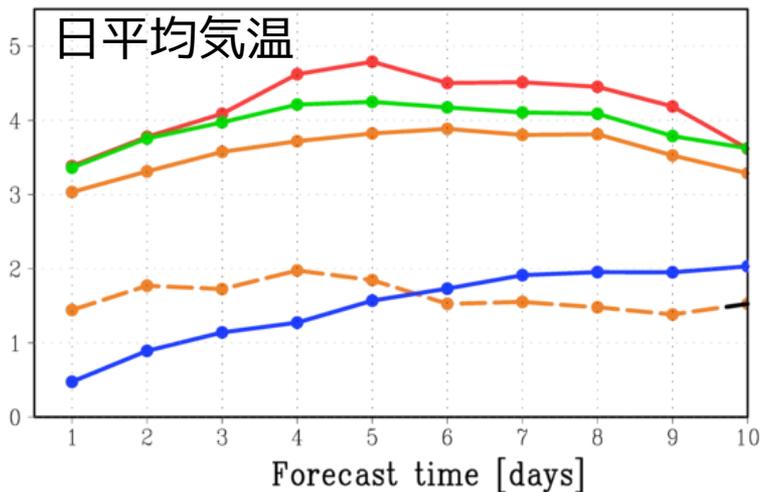
$$BS^{fcst} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i^{fcst} - a_i)^2$$

$$BS^{clm} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i^{clm} - a_i)^2$$

RMSE & Spread

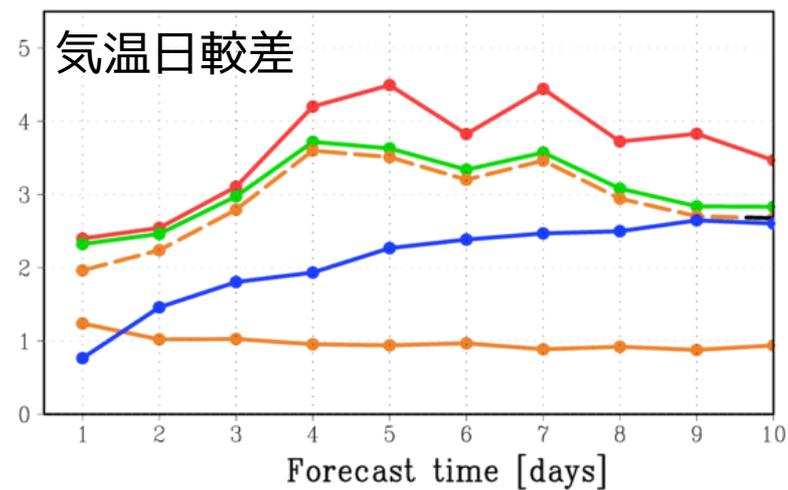
RMSEs & Spreads of Tmean [K]

— RMSE of Control — RMSE of Ensemble mean — Ensemble spread
 — Mean Error of Ensemble mean — Random Error of Ensemble mean



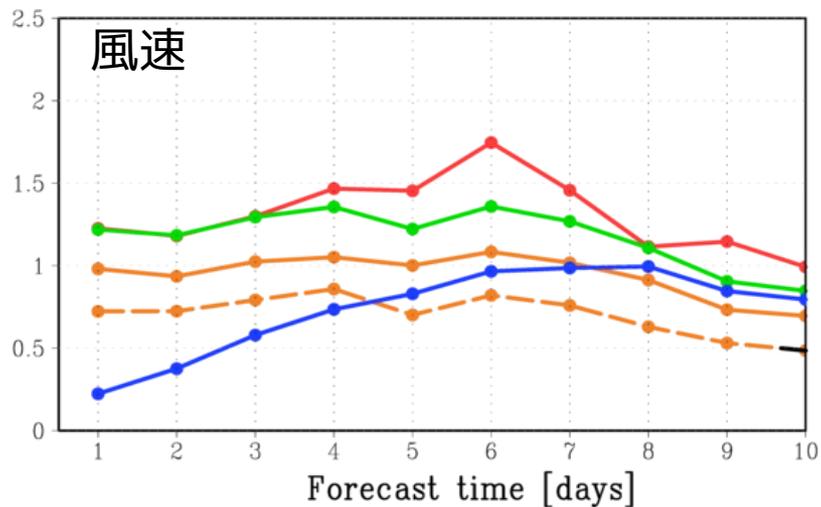
RMSEs & Spreads of Tdr [K]

— RMSE of Control — RMSE of Ensemble mean — Ensemble spread
 — Mean Error of Ensemble mean — Random Error of Ensemble mean



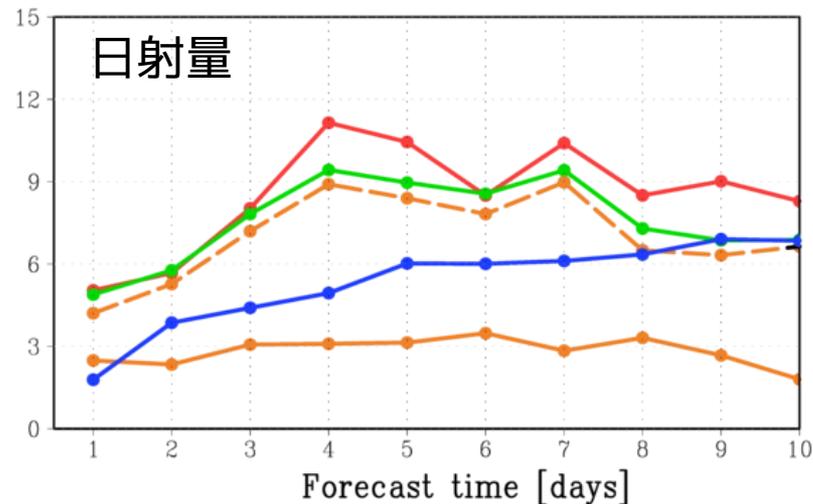
RMSEs & Spreads of WS2 [m/s]

— RMSE of Control — RMSE of Ensemble mean — Ensemble spread
 — Mean Error of Ensemble mean — Random Error of Ensemble mean

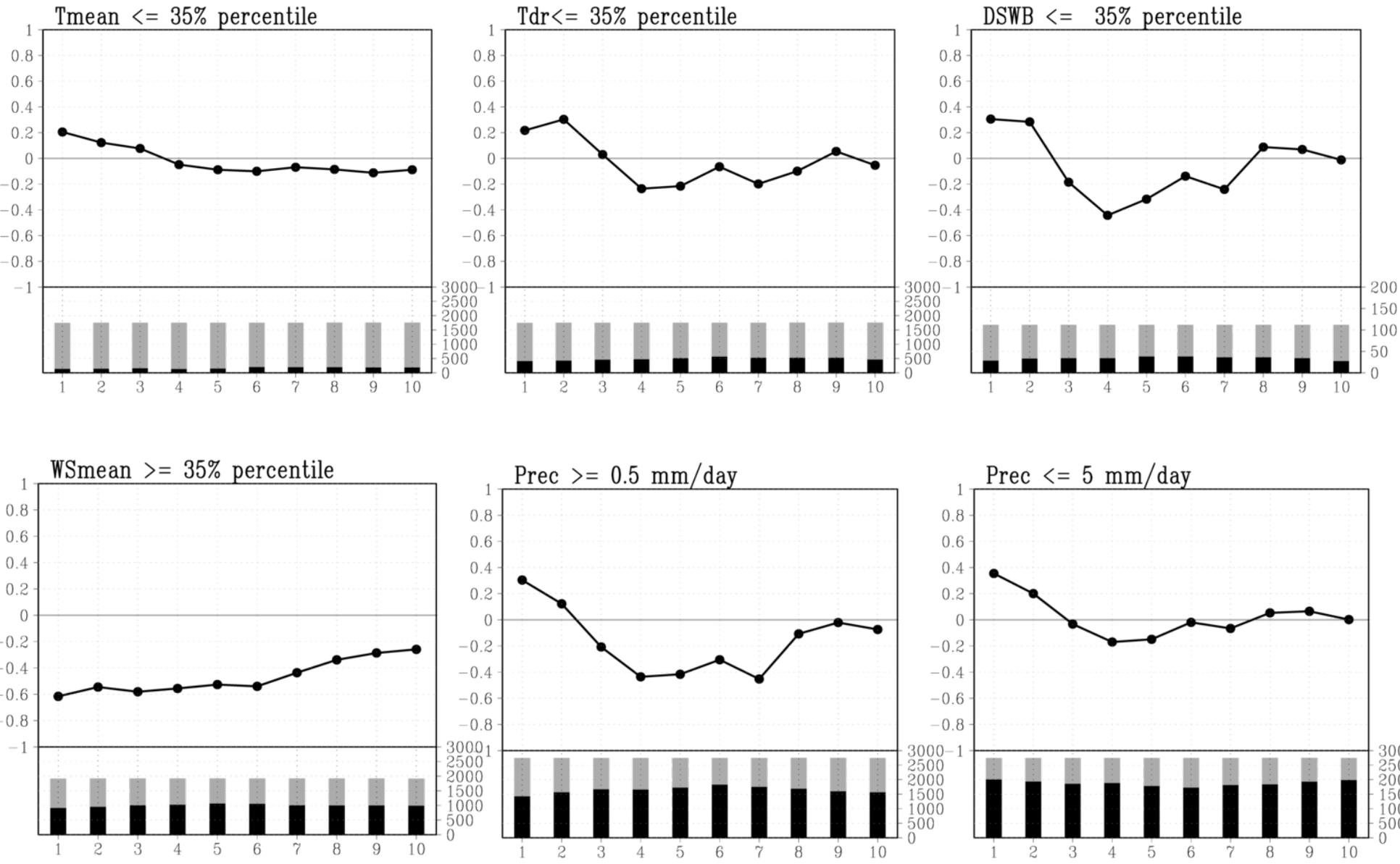


RMSEs & Spreads of DSWB [MJ/day]

— RMSE of Control — RMSE of Ensemble mean — Ensemble spread
 — Mean Error of Ensemble mean — Random Error of Ensemble mean



Brier Skill Score



まとめ

アンサンブルダウンスケールリアルタイム予測システムを構築し、試験運用を行った。

- 全球アンサンブル予報

5-6日は予測可能

- ダウンスケール気象場

気温日平均： MEが主（ $\sim 3\text{K}$ ）、RE（ $\sim 1.5\text{K}$ ）

→ 陸面スキームの見直しの必要

ハインドキャストを利用したバイアス補正

気温日較差 REが主（ $\sim 3\text{K}$ ）、ME（ $\sim 1\text{K}$ ）

← 日射による影響が支配的

風速 : ME($\sim 1\text{m/s}$) & RE ($\sim 0.7\text{m/s}$)

確率予測として

→ 2-3日

今後の課題

- リアルタイム
 実用(精度)、計算コスト両面を考慮した
 最適なデザイン
 解像度、メンバー数、予報時間
- ポストプロセス