

ダウンスケールのためのデータ同化
システムの構築に向けて
～海風の事例～

沢田雅洋

境剛志

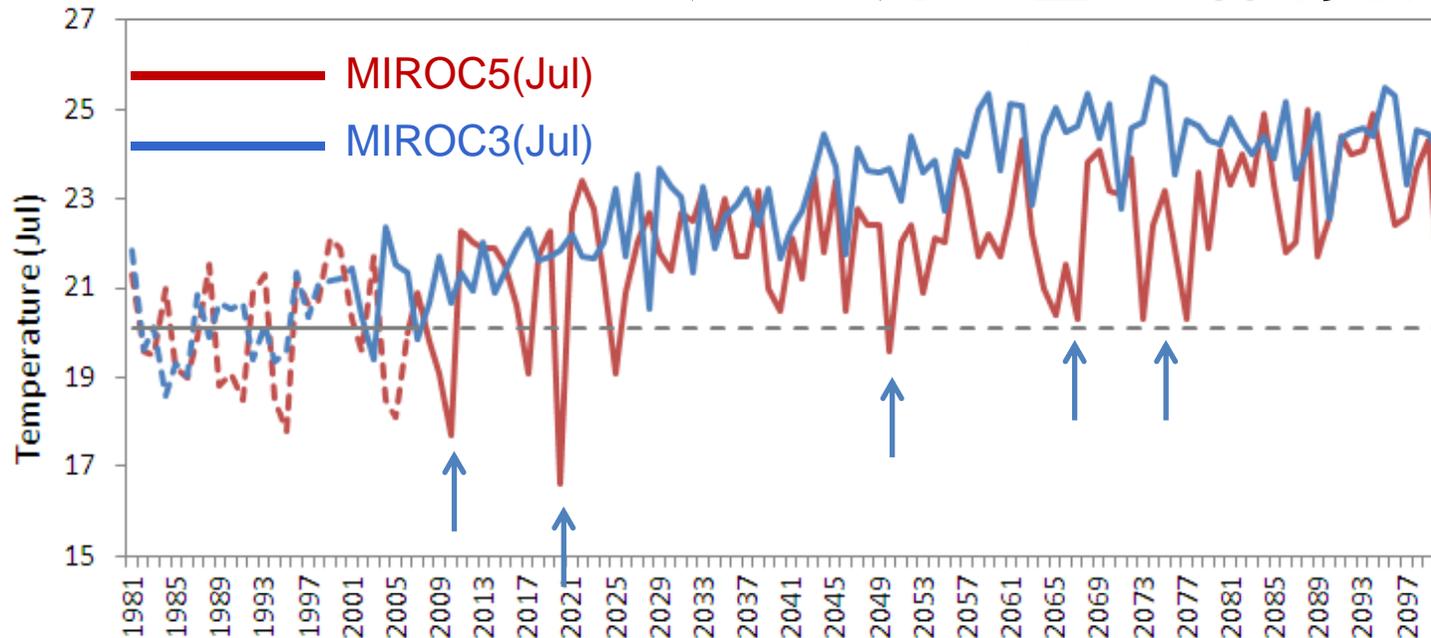
岩崎俊樹

ヤマセに関連する局地**気象**研究

温暖化してもヤマセは間欠的に起こりそう

MIROC-5 (東大AORI/国立環境研/JAMSTEC)

MIROC3とMIROC5の八戸の7月気温の時間変化



(菅野さんのスライドより)

=>風、下層雲のデータ同化

直前予報の改善&多目的利用(防災、交通、生活)

本日は...

仙台空港周辺の海風のデータ同化実験

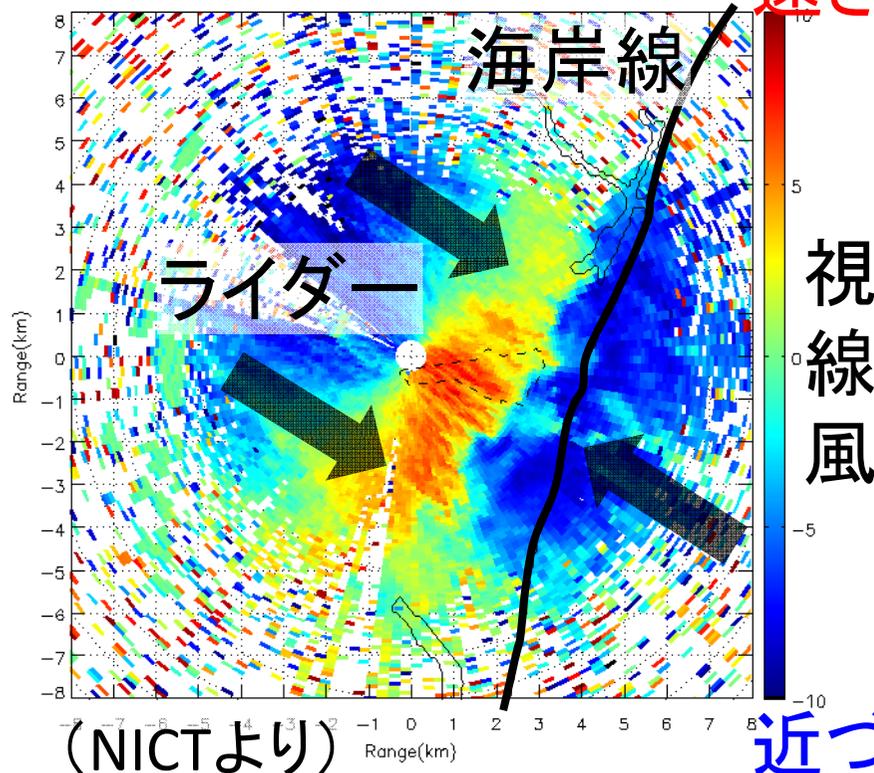
- 空港の実況監視システム(狭領域、短時間)
- 風だけの方が分かりやすそう
- 2007年6月にライダー観測を実施

2007.6.16.16:33 JST

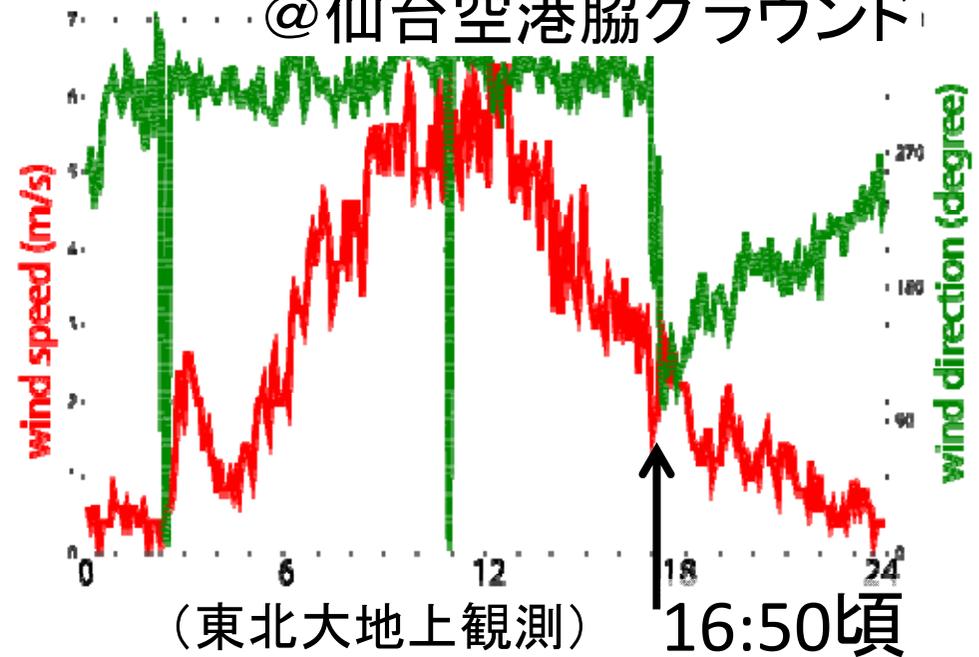
遠ざかる風

風向・風速の時系列

@仙台空港脇グラウンド



近づく風



目的

局所アンサンブル変換カルマンフィルタ(LETKF)
を用いた狭領域、短時間予報(ダウンスケール)
のためのデータ同化システムの開発・構築
=> (ヤマセの)延長予報

LETKF～データ同化手法の1つ、
開発コストが低い(手軽)

<ダウンスケール特有の問題点>

- ・(境界)摂動の与え方
- ・(予報)境界値の最適化

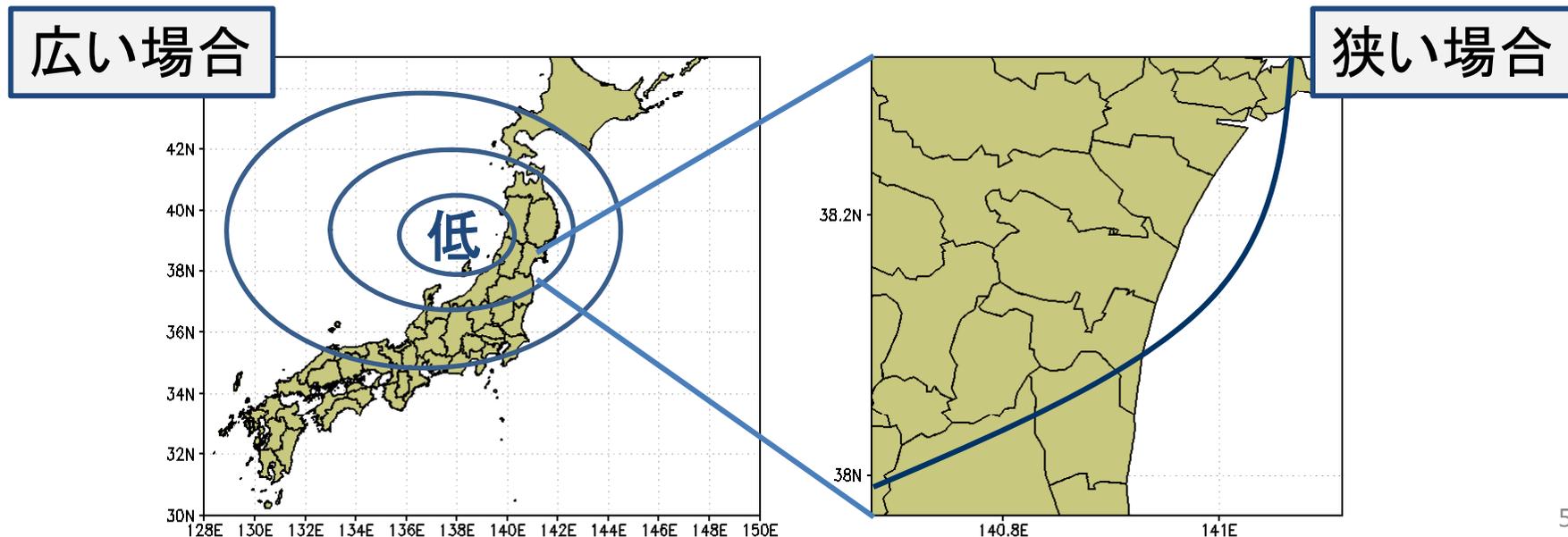
側面境界の扱い

- 側面境界固定(Miyoshi & Aranami 2006, Miyoshi & Kunii 2011)

広い計算領域: 擾乱(摂動)が発達

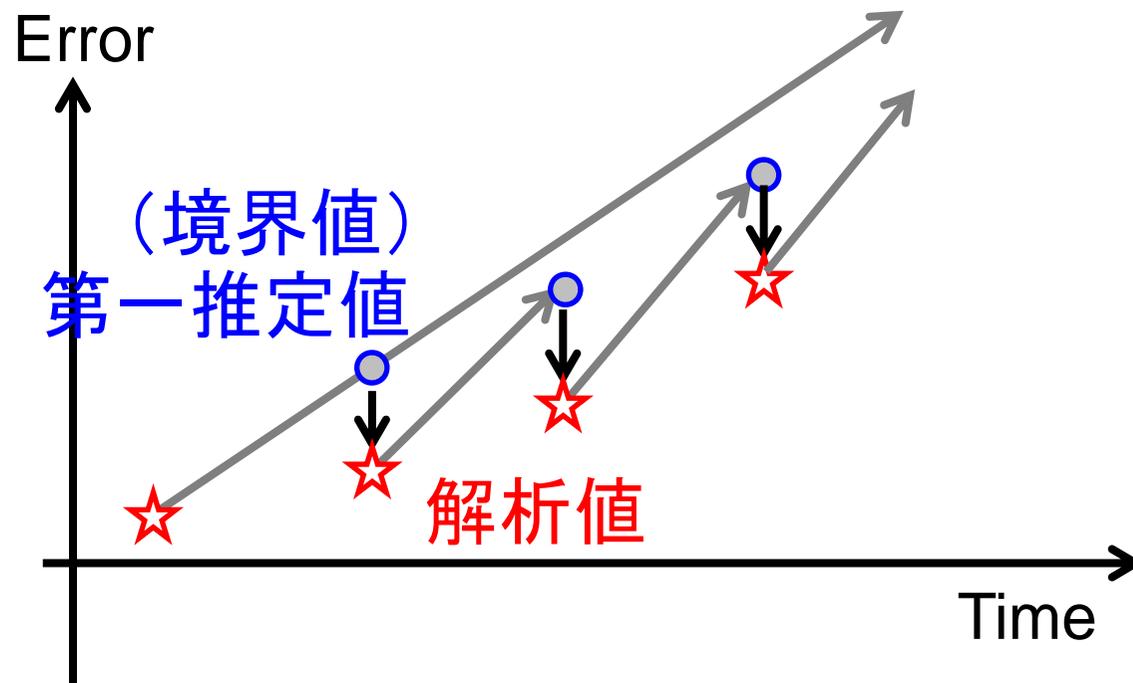
- 側面境界摂動(Saito et al., 2012)

狭い計算領域: 擾乱(摂動)の発達が不十分



側面境界を修正する理由

側面境界に引きずられ、現実からずれるため

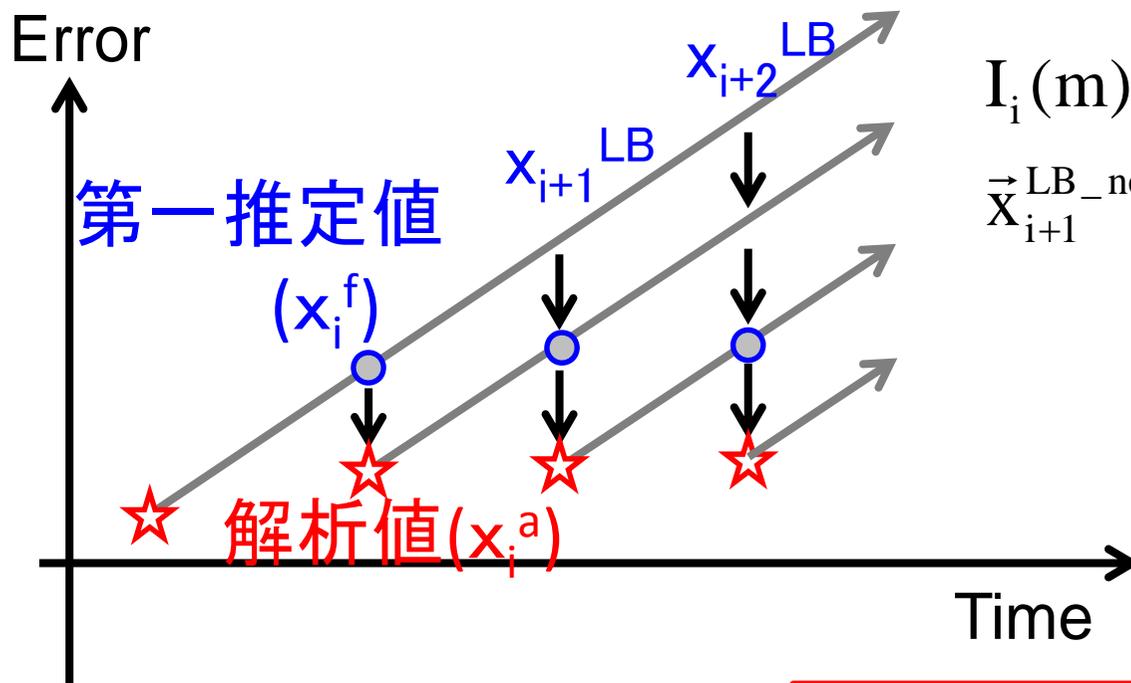


初期値を修正しても、ずれる。⁶

側面境界の修正方法

現時刻のインクリメントを(予報の)境界値に足す

※各メンバーに対して、個々の修正を適用



$$I_i(m) = \vec{x}_i^a(m) - \vec{x}_i^f(m)$$

$$\vec{x}_{i+1}^{LB_new}(m) = \vec{x}_{i+1}^{LB}(m) + \sum_{t=1}^i I_t(m)$$

(境、修士論文2009年度)

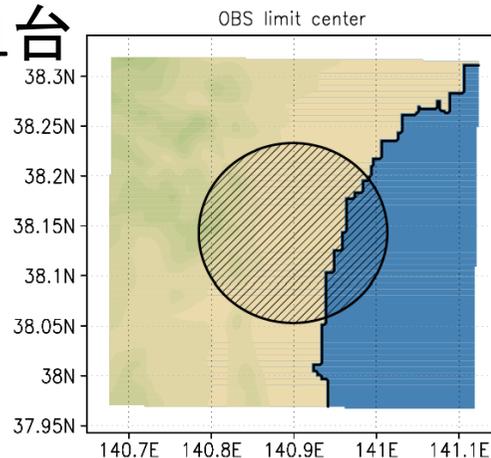
境界値のずれを修正することで、
予報が境界値に引きずられない

JMANHM+LETKFの概要

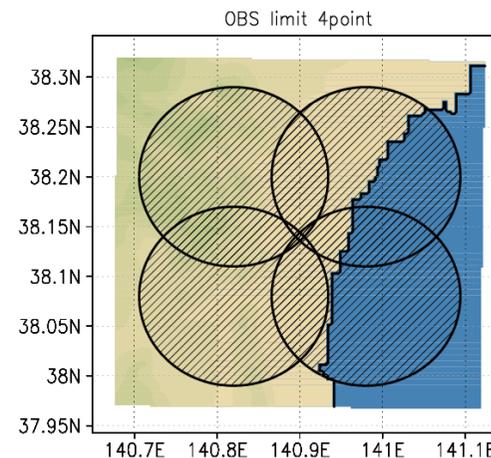
モデル	JMA-NHM (Saito et al., 2007)
格子数/解像度	96x96x40: 0.4km
計算時間	2007/6/16 14:00-18:00 JST
地表面過程	Beljaars and Holtslag (1991)
同化手法	LETKF (Miyoshi & Kunii, 2011)
水平/鉛直局所化	3km/0.5km
同化ウィンドウ	15分
共分散膨張	10%(固定)

観測範囲

ライダー1台



ライダー4台

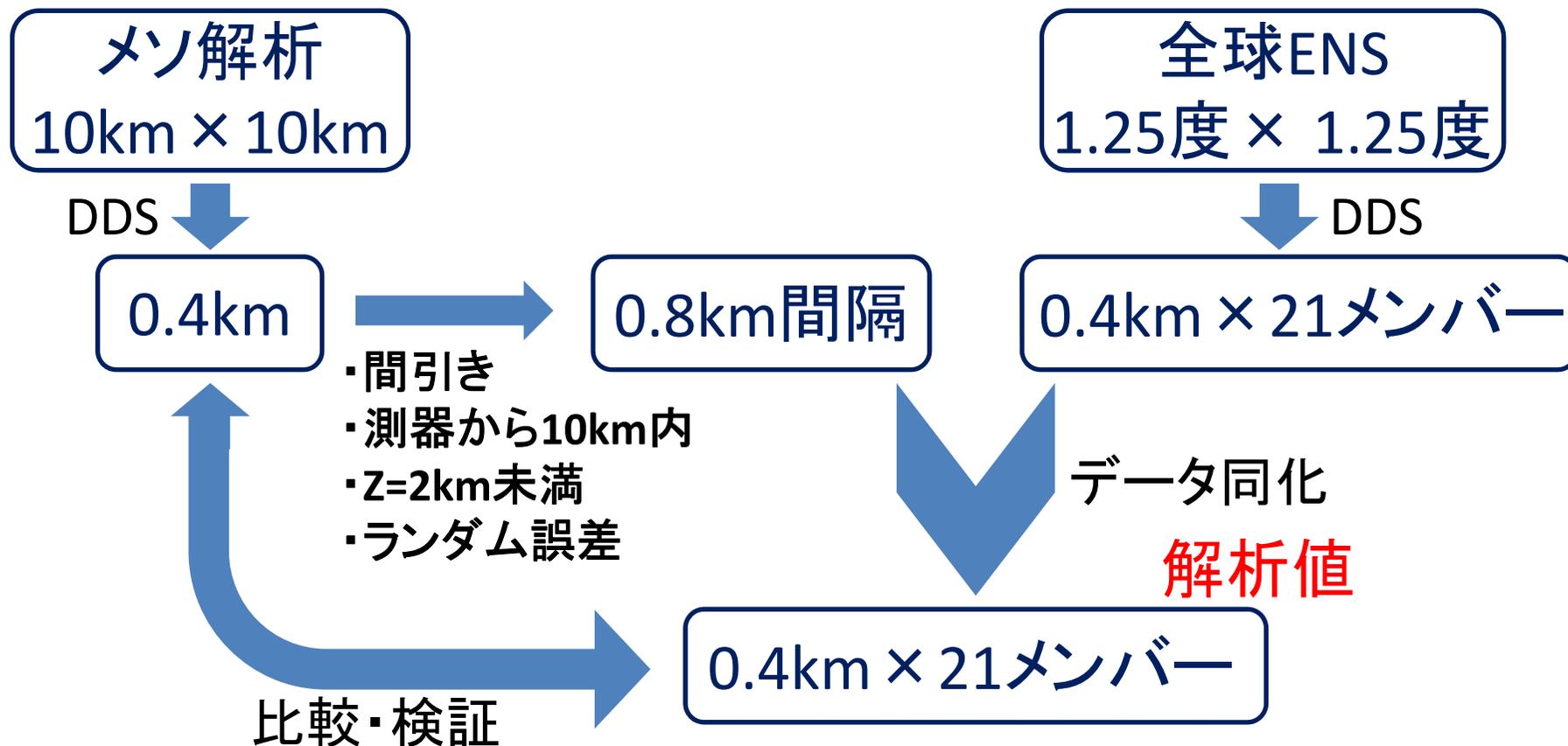


OSSEの実験設定

真値

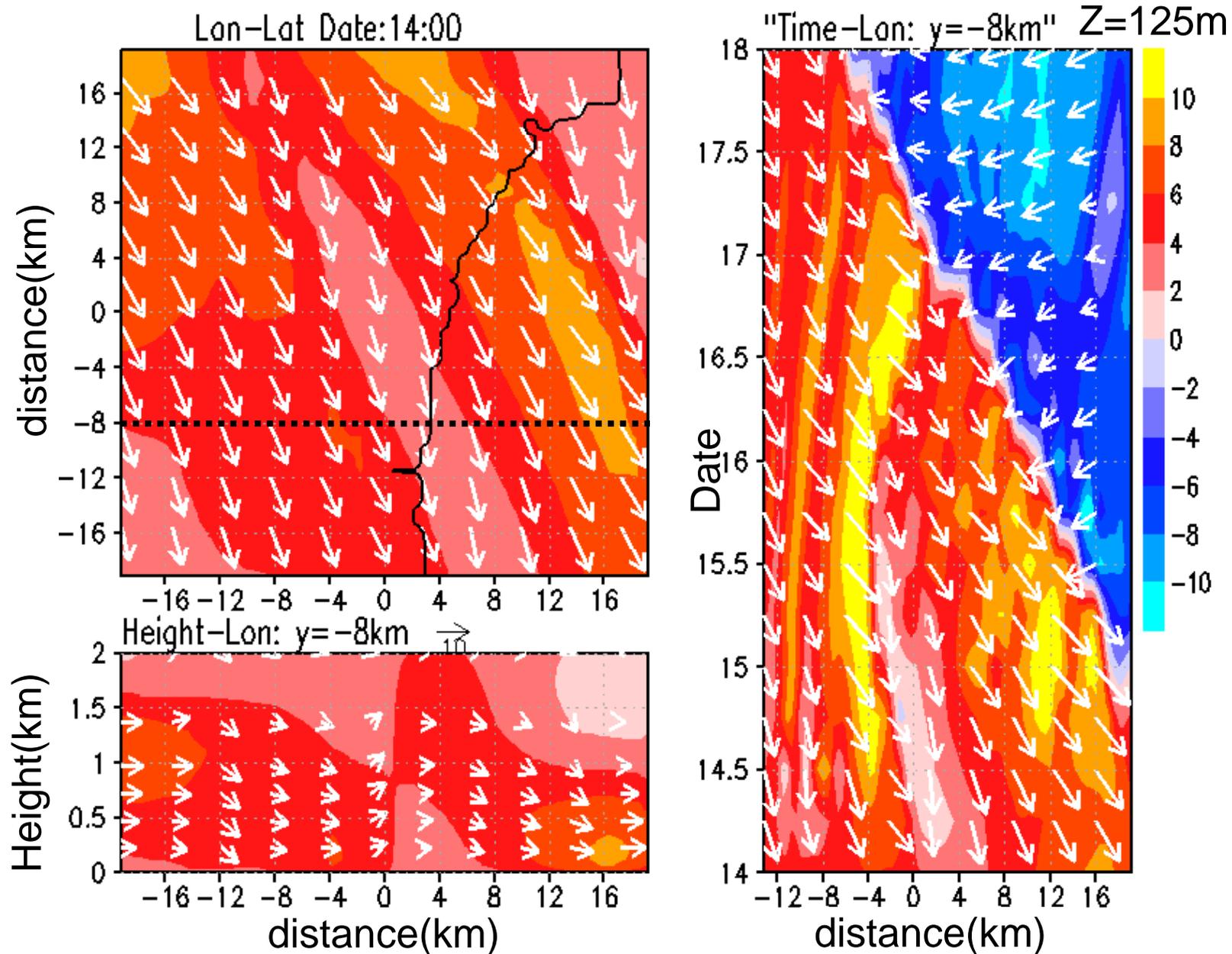
(疑似)観測値

予報(+側面境界の摂動)

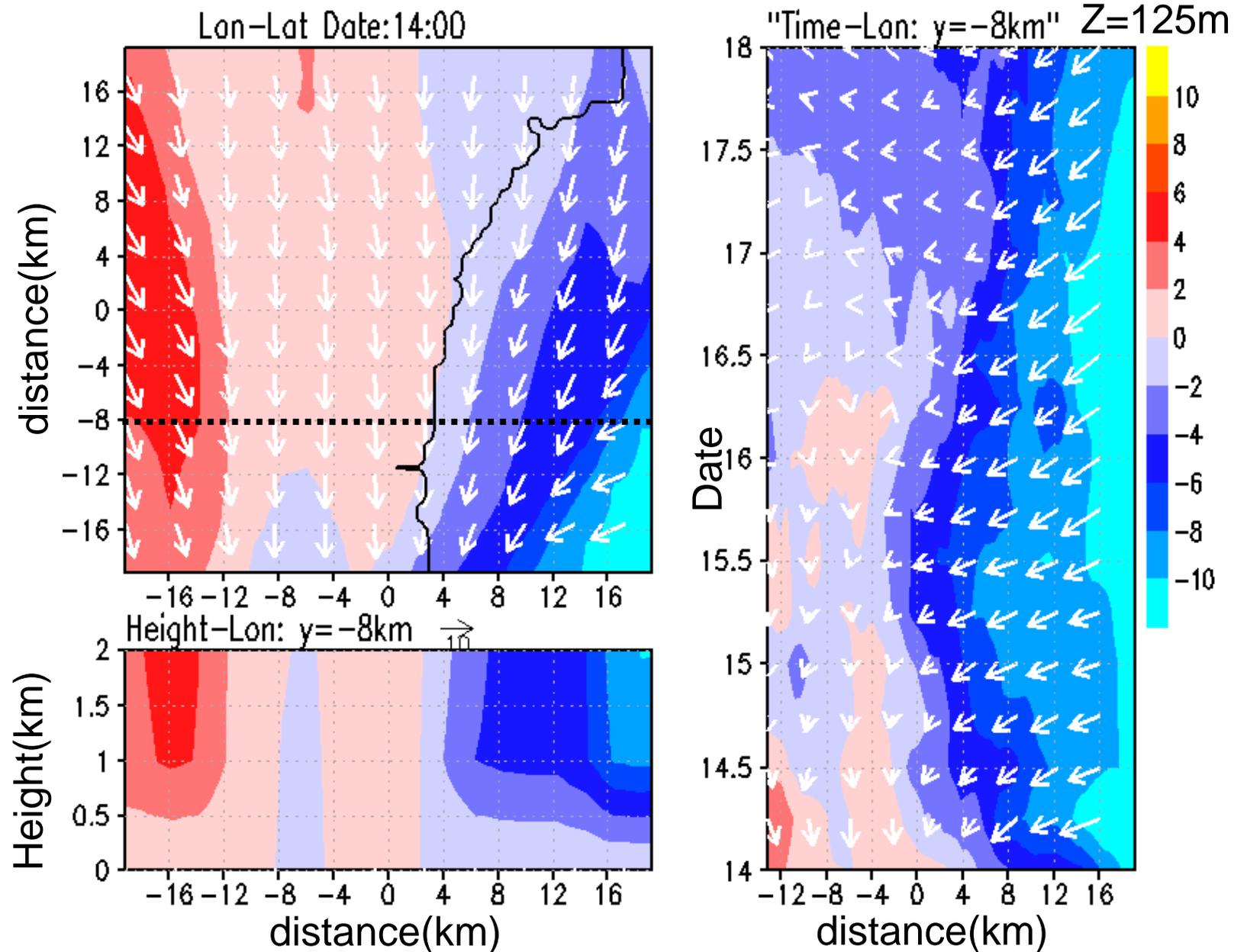


OSSE: Observation System Simulation Experiment
予報モデルを完全モデルとみなし、疑似的に観測値を作成し、観測システム・同化システムの評価を行う

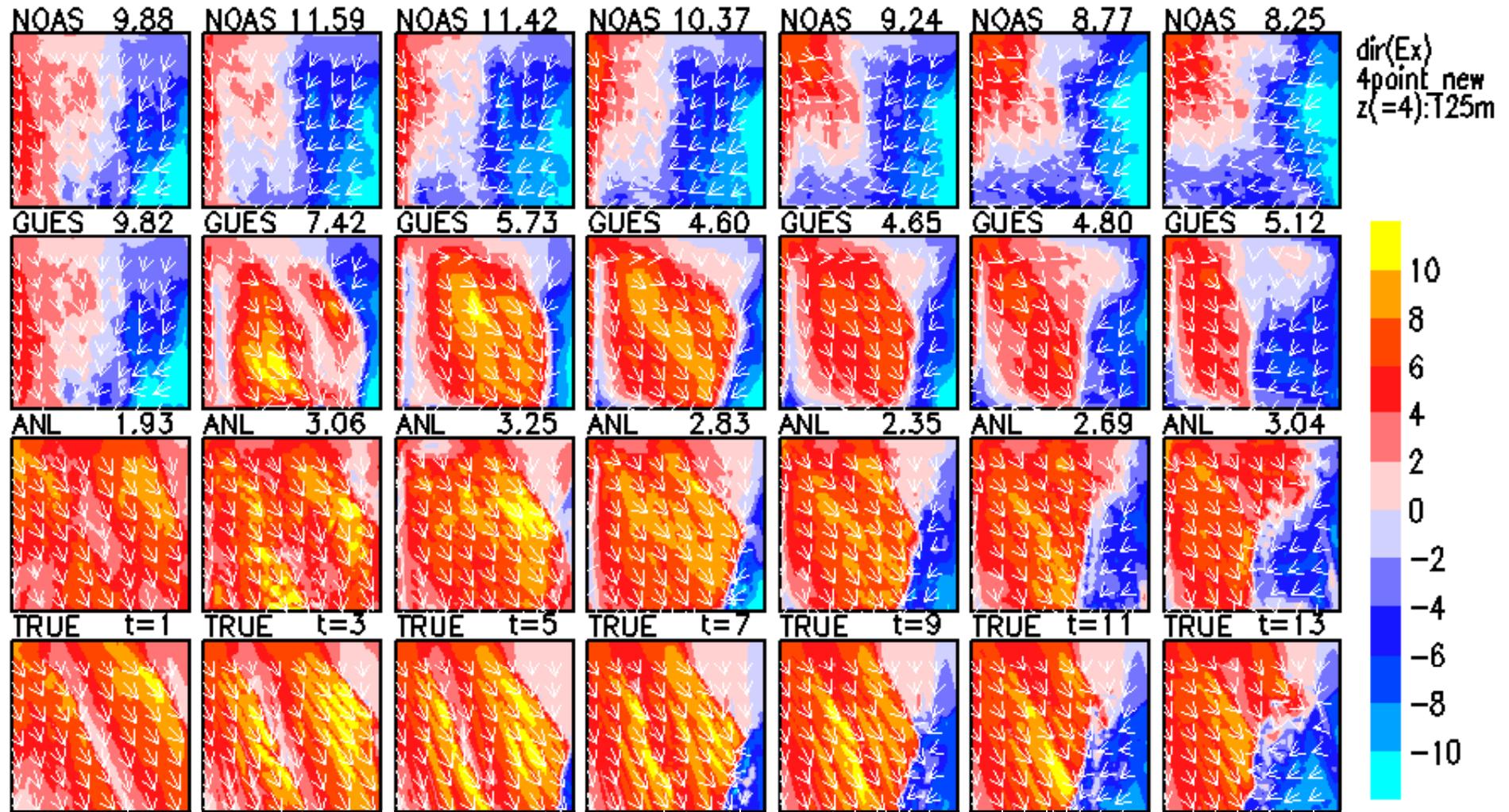
真値で再現された海風



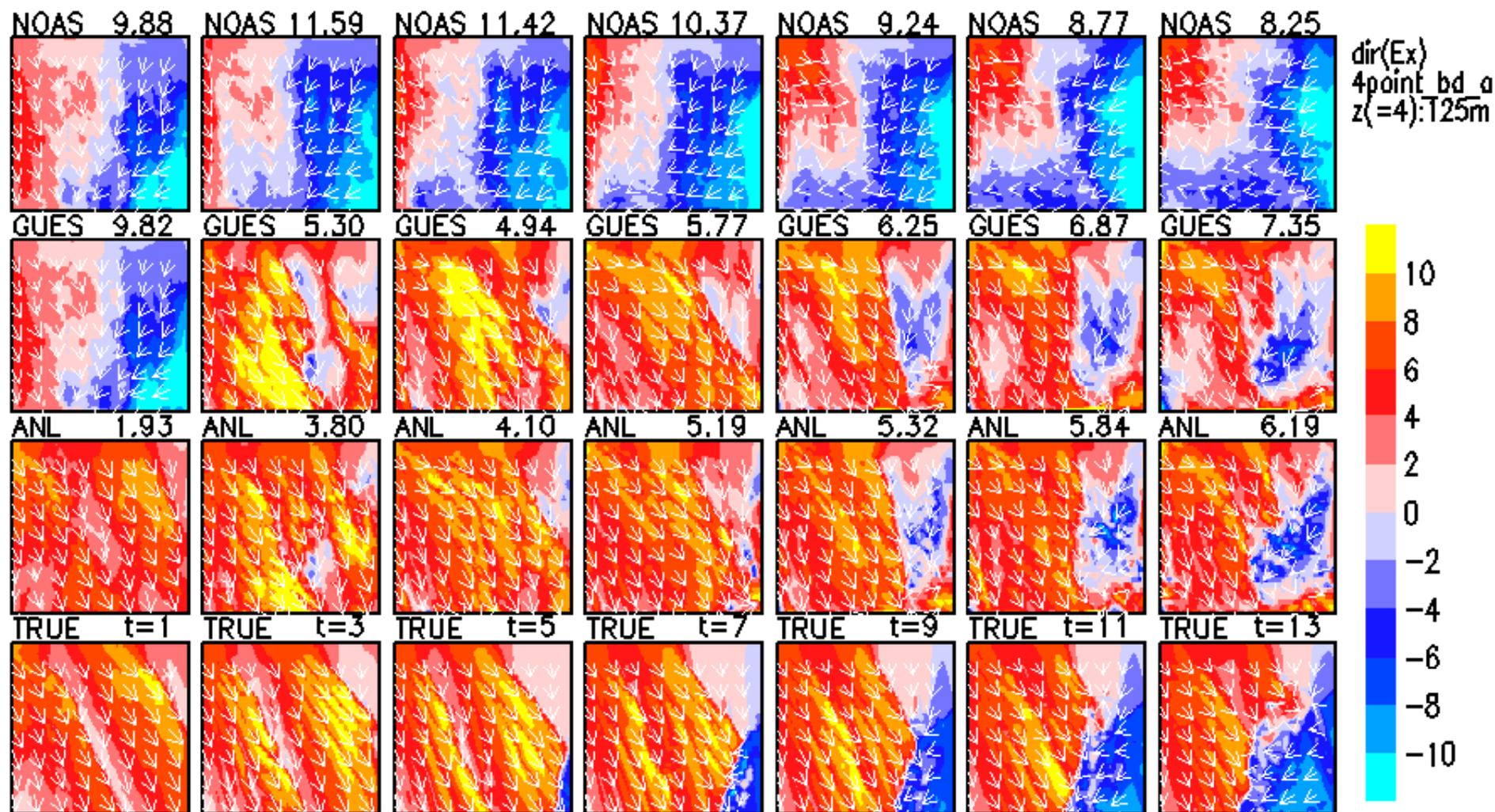
予報値で再現された海風



Lidar4台の動径風同化



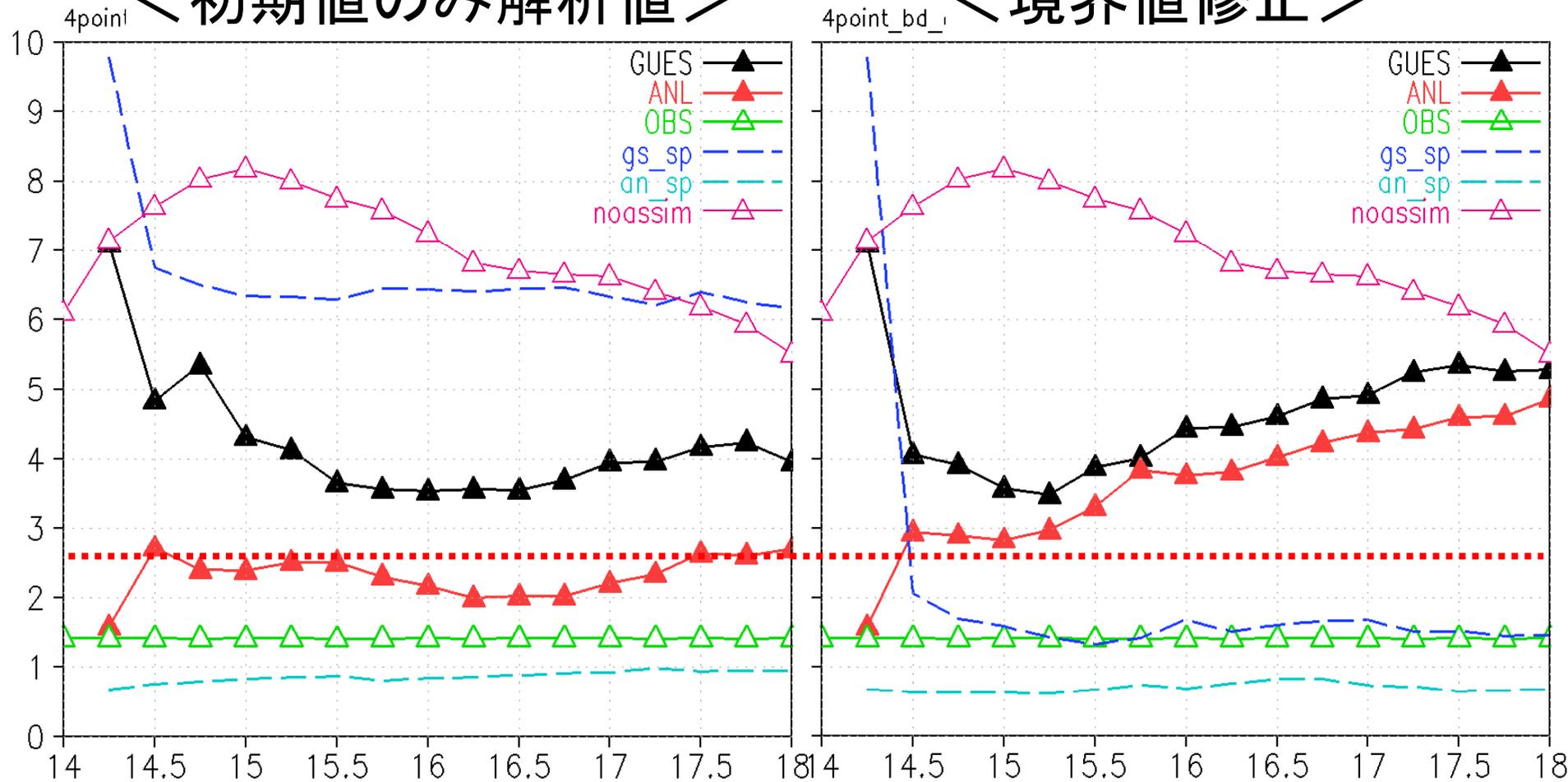
Lidar4台の動径風同化&境界修正



Lidar4台の動径風同化&境界修正

＜初期値のみ解析値＞

＜境界値修正＞

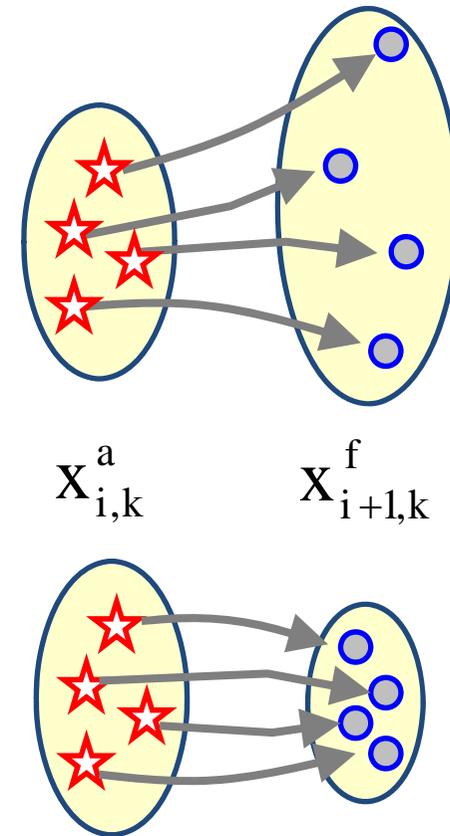
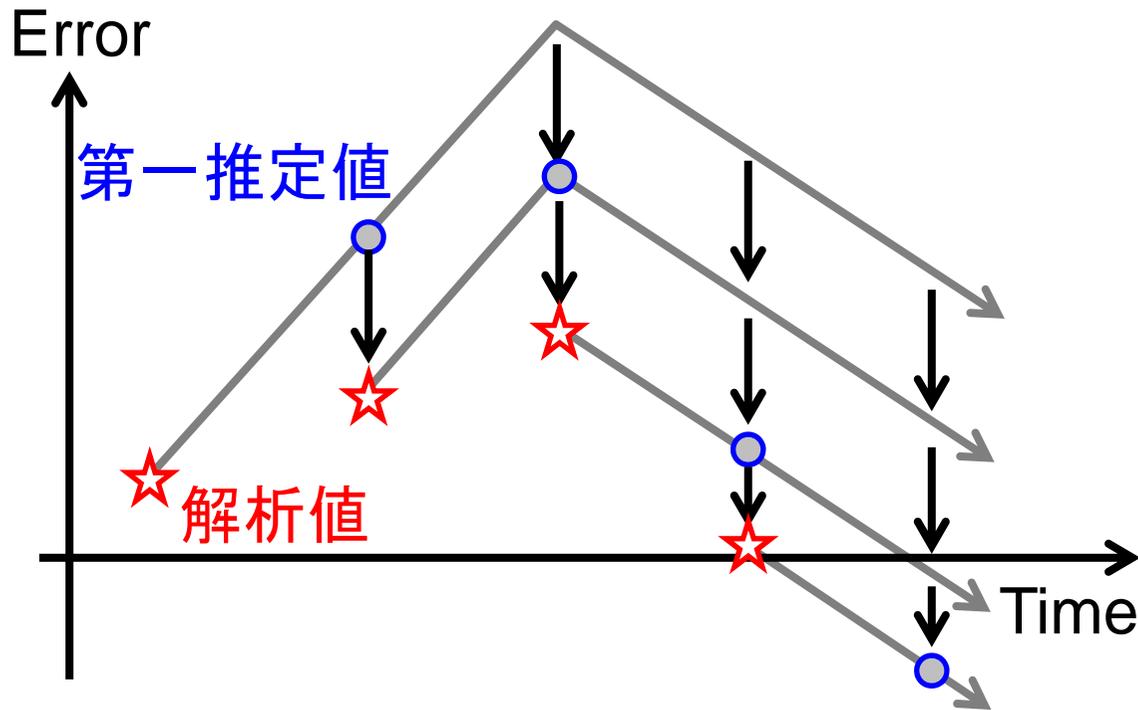


第一推定値 (GUESS)、解析値の誤差が徐々に増加
 > スプレッドが極端に小さくなるため

以前の側面境界の修正方法の問題点

誤差が線形に増加していない場合、
境界値の修正がうまくいかない

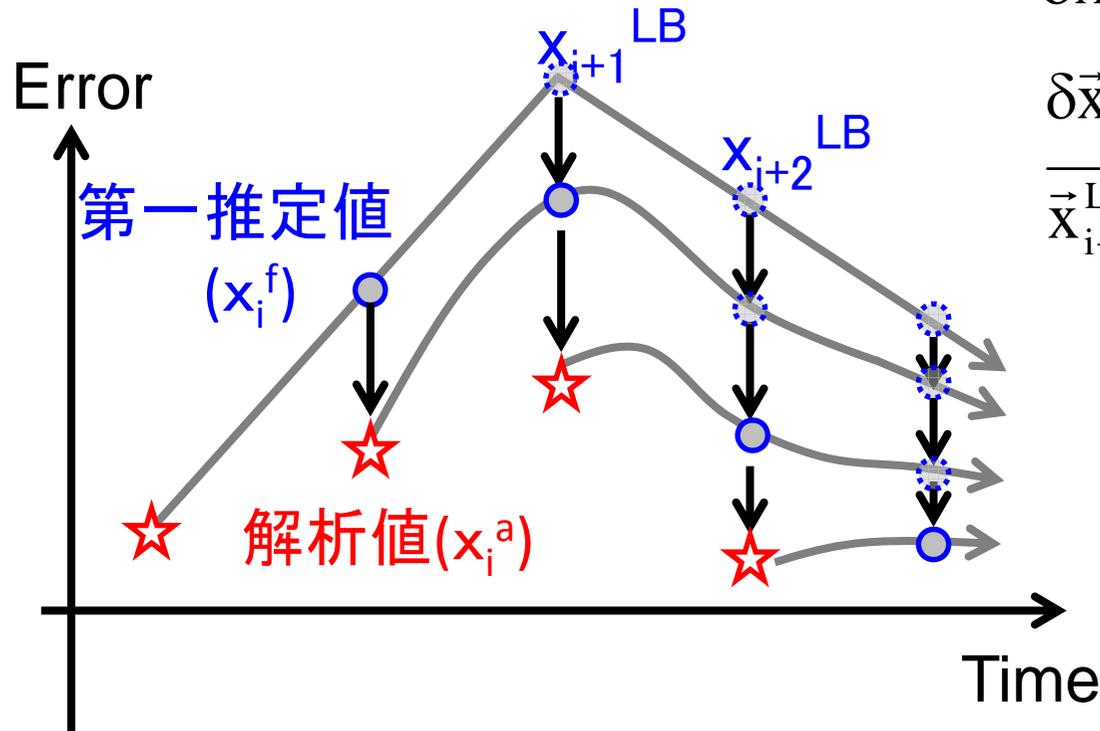
スプレッドが
広がらない



側面境界の修正方法～その1～

現時刻の線形結合の係数(T)を境界値修正に使用

※平均場を修正、摂動は親モデルから。



$$\delta \vec{x}_i^a(m) = \delta \vec{x}_i^f(k) T_i(k, m)$$

$$\delta \vec{x}_{i+1}^{LB_new}(m) = \delta \vec{x}_{i+1}^{LB}(k) T_i(k, m)$$

$$\vec{x}_{i+1}^{LB_new}(m) = \delta \vec{x}_{i+1}^{LB_new}(m)$$

i: 時間

K, m: メンバー

a, f: 解析, 予報

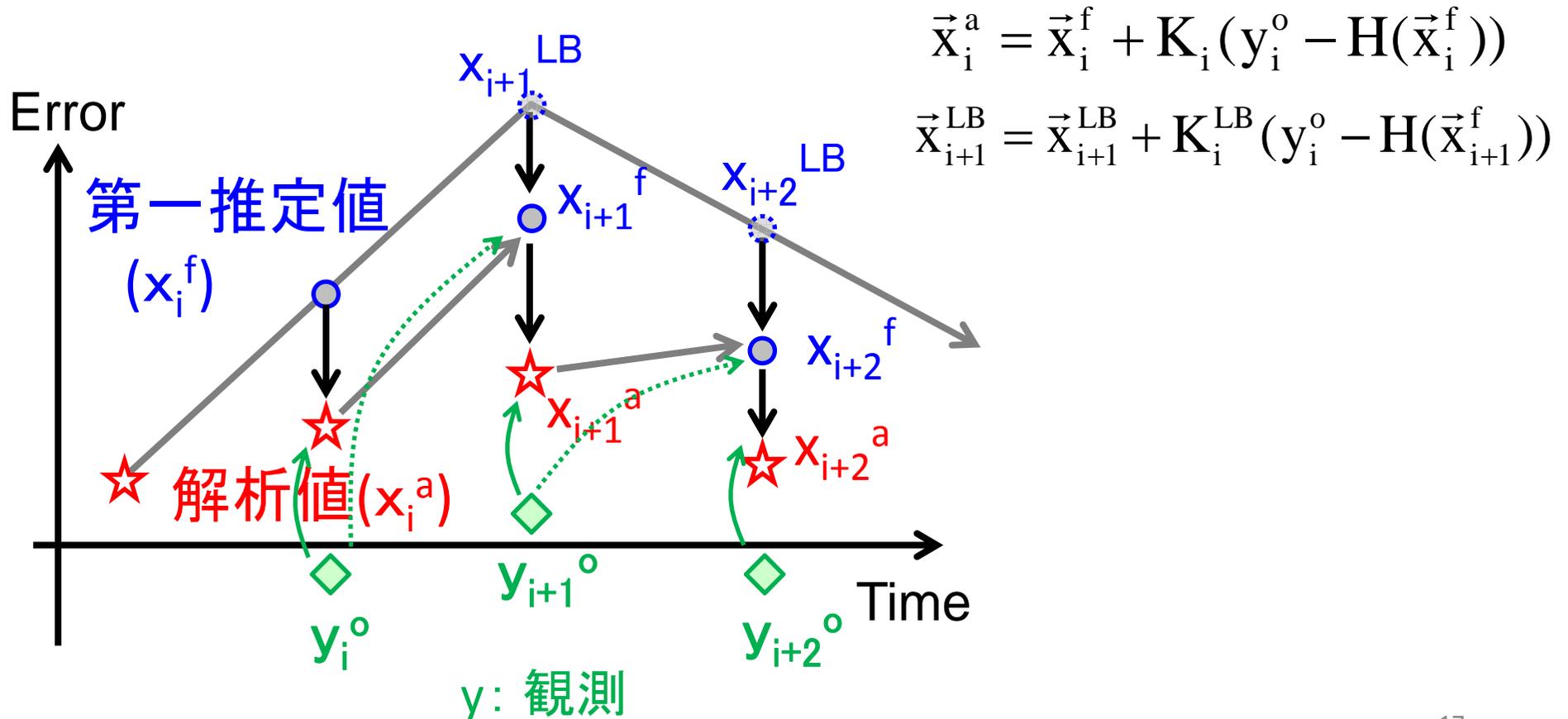
δx : アンサンブル摂動

T: アンサンブル変換行列

側面境界の修正方法～その2～

(予報)境界値も同化(次のステップのみ)

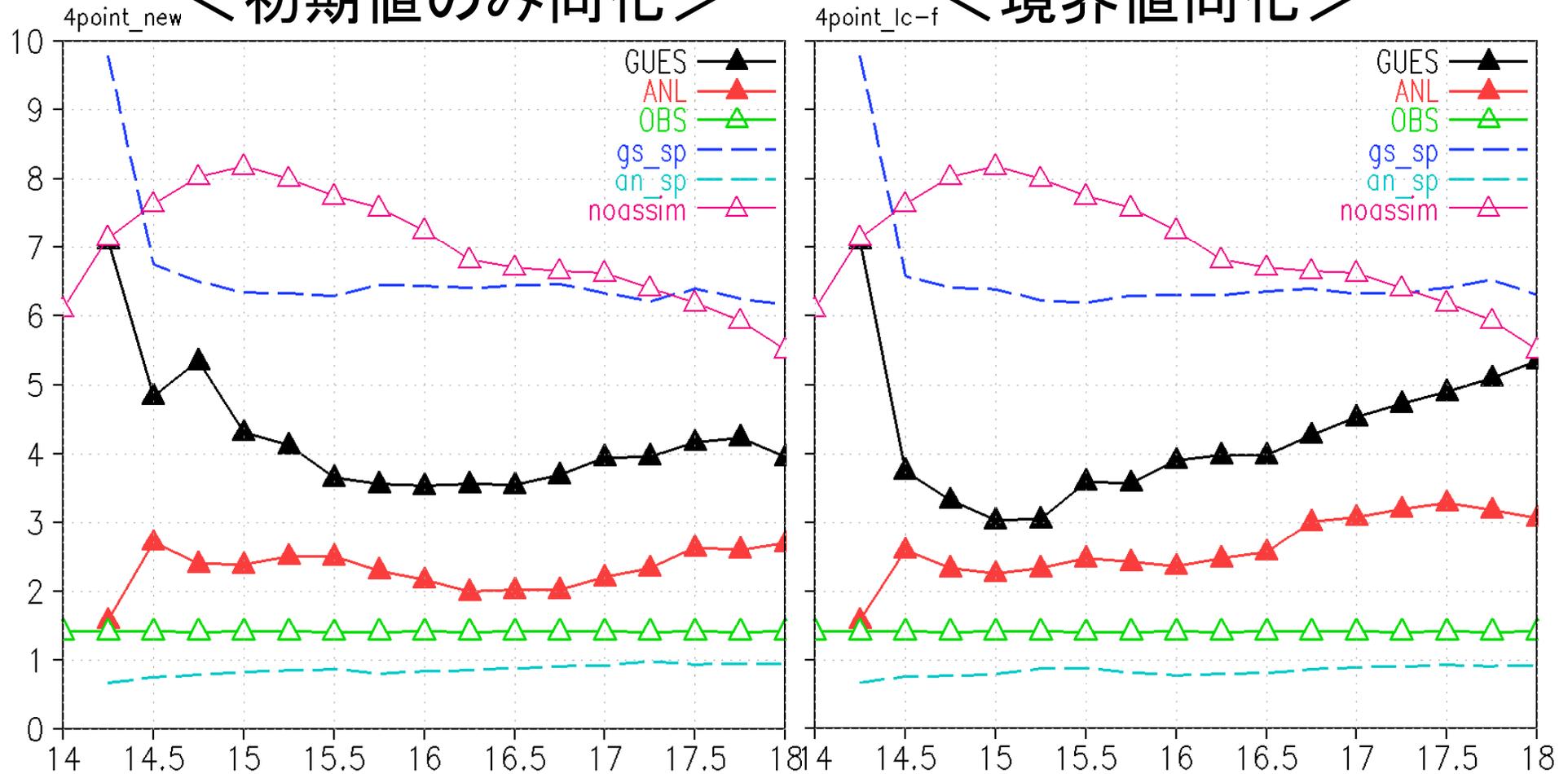
※平均場を修正、摂動は親モデルから。



Lidar4台の動径風同化&線形結合

＜初期値のみ同化＞

＜境界値同化＞

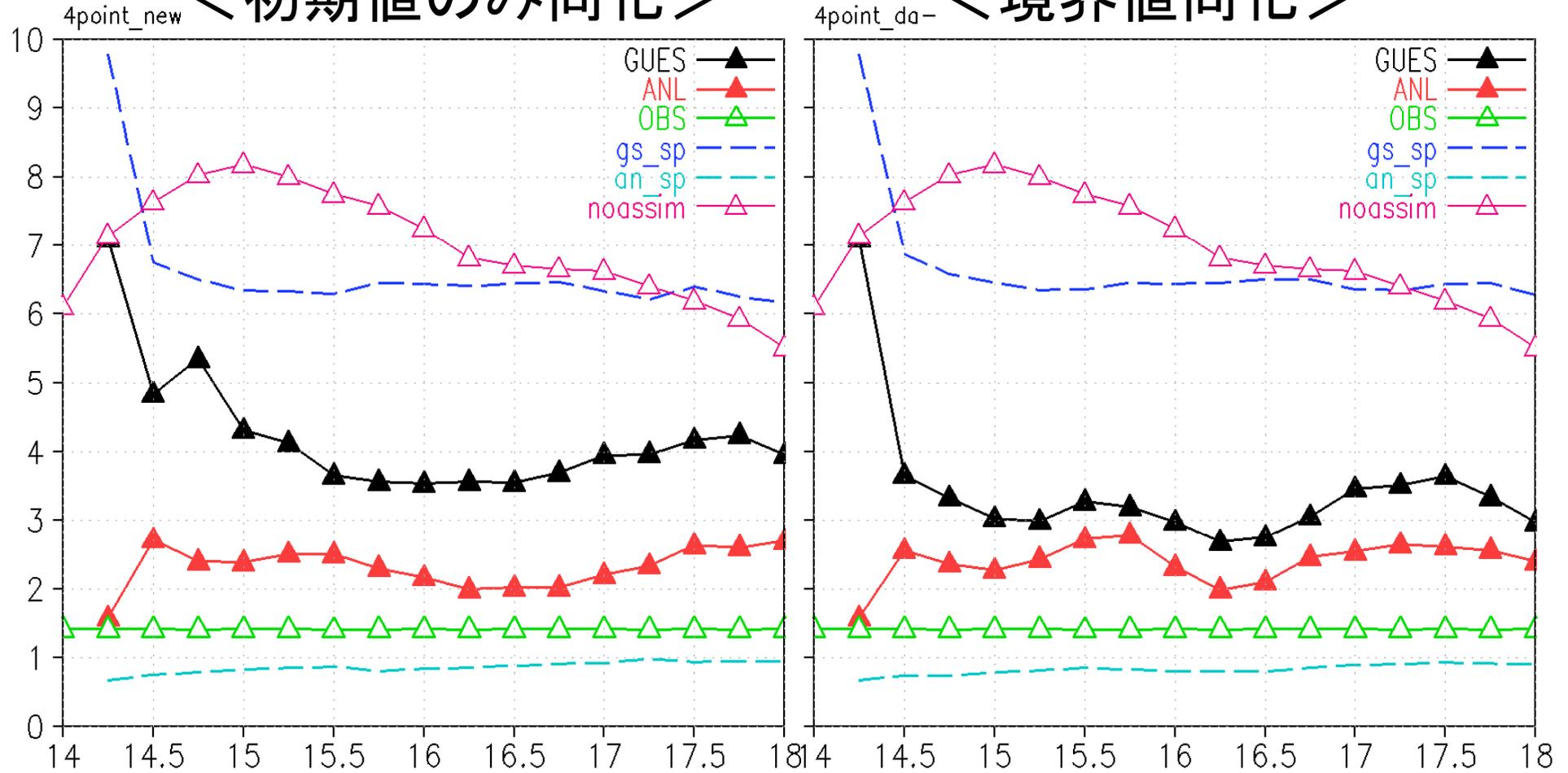


初期のみ第一推定値(GUESS)の誤差が減少
> 予報後半で境界修正がうまくいっていない

Lidar4台の動径風同化&境界同化

＜初期値のみ同化＞

＜境界値同化＞



第一推定値(GUESS)の誤差が減少
＞延長予報に有効

まとめと課題

- ダウンスケールのための同化システムの構築を目指し、LETKFを用いたライダーのOSSEを行った
- 以前の境界修正方法の問題点を改善
 - 境界摂動の与え方を工夫
 - 予測境界値のアンサンブル平均場のみ修正、摂動は残す
 - …力学的整合性が保たれているか？
 - 境界修正の仕方を変更
 - 修正量を線形結合で作成→予報初期のみ**第一推定値の誤差減少**
 - 修正量を同化で作成→**第一推定値の誤差減少**
 - …同化サイクルを2回(少しコストがかかる)
- 雲をどうする？…衛星データ・レーダーアメダスの同化？
- 延長予報のための同化システムの高度化…境界修正方法をより高度に？
- 他事例での適用