



気象庁現業全球モデルによる 台風予報の現状と課題

2013年3月6日

第6回気象庁数値モデル研究会
「数値モデルによる台風予報の課題と展望」

気象庁予報部数値予報課 中川雅之・檜垣将和・氏家将志

内容

- 気象庁全球数値予報システムの概要
- 台風進路予報の現状と課題
- 台風強度予報の現状と課題
- 今後の開発計画とまとめ

気象庁全球数値予報システムの概要

気象庁の全球数値予報システムの概要

	全球数値予報システム※	週間アンサンブル予報システム (WEPS)	台風アンサンブル予報システム (TEPS)
目的	週間天気予報 府県天気予報 航空気象情報 台風予報	週間天気予報	台風進路予報
水平解像度	0.1875° (~20 km)	0.5625 ° (~55 km)	
鉛直層 (上端高度)		60 層 (0.1 hPa)	
予報時間 (初期時刻)	84 時間 (00, 06, 18 UTC) 216 時間 (12 UTC)	216 時間 (12 UTC)	132 時間 (00,06,12,18 UTC)
予報モデル	全球モデル(GSM)	GSM + 確率的物理過程強制法	
解析システム	全球解析 (4次元変分法)	全球解析 + 特異ベクトル法による初期摂動作成	
メンバー数	-	51	11

※ 高解像度(20km)全球数値予報システム、決定論的全球数値予報システムとも呼ぶ

全球モデルの概要

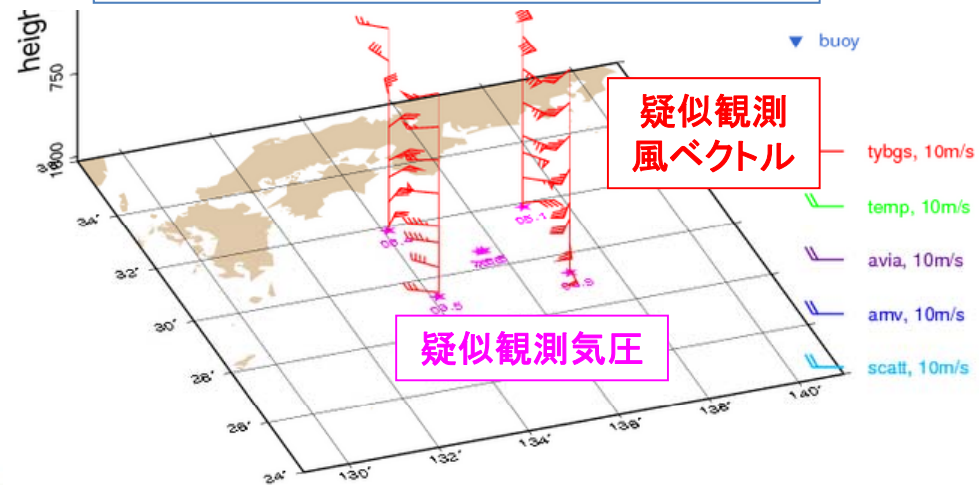
- 支配方程式 プリミティブ方程式（静力学近似）
- 解像度 TL959（約20km）、60層（地表～0.1hPa）
- 時間積分 2タイムレベル、セミインプリシット、
セミラグランジュ法
- 積雲対流 予測型荒川-シューバート
- 境界層 メラー・山田 レベル 2
- 放射(長波) k-分布法とテーブル参照法を併用
- 放射(短波) δ -Eddington 近似法（2方向近似）
- 雲 Smith (PDF型)
- 重力波抵抗 長波: Palmer et al.、短波: Iwasaki et al.
- 陸面 植物圏 (SiB) モデル
- データ同化 4次元変分法

疑似観測 台風ボーガス

bogus;偽の

- 台風周辺の観測データの不足を補うことを目的として、予報課が解析した台風中心位置、中心気圧、強風半径を元に典型的な台風構造を作成し、客観解析に利用する
- 海面更正気圧と指定気圧面(1000~300hPa)上の風のデータを作成し、他の観測データと共に同化する
- 非対称成分を第一推定値から抽出して加える

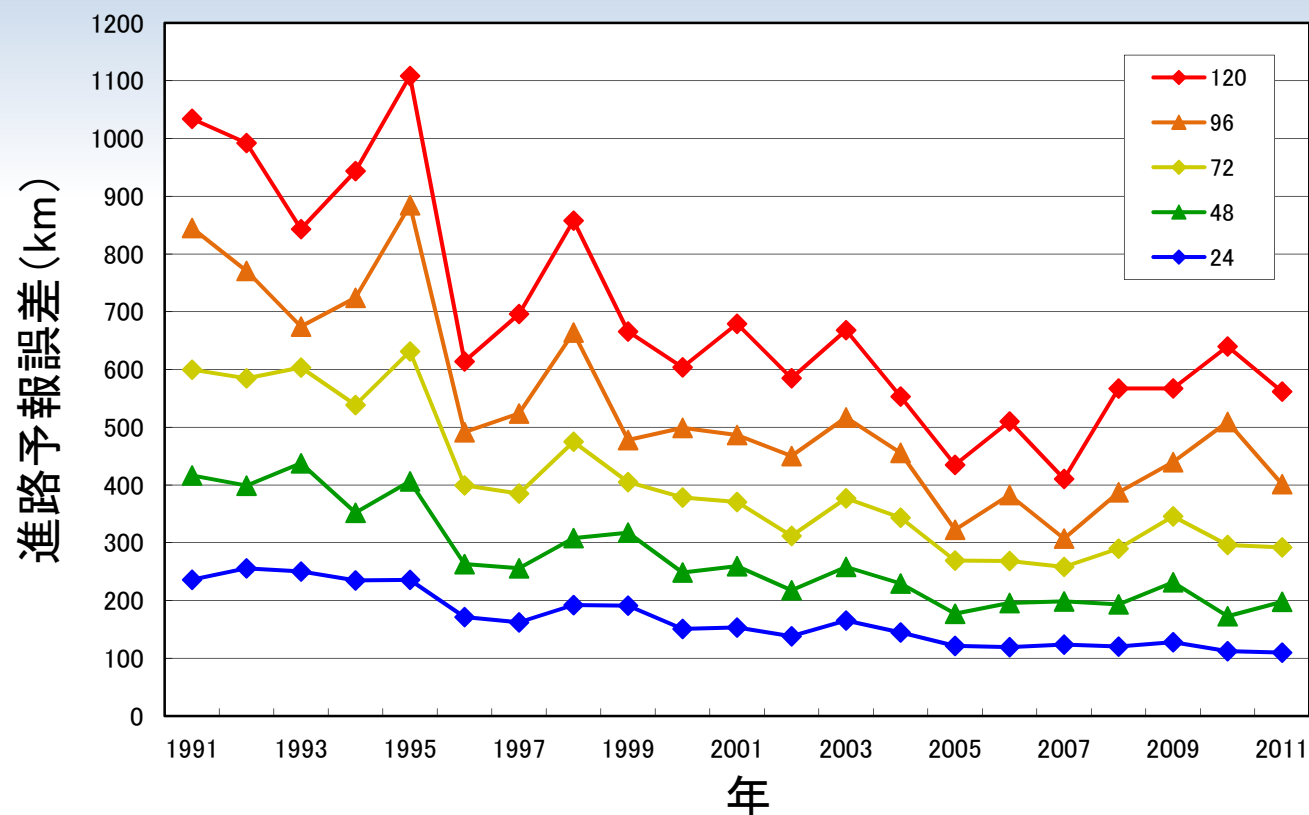
サンプルボーガスデータ配置 (T1014)
2010/10/29 18UTC



台風進路予報の現状と課題



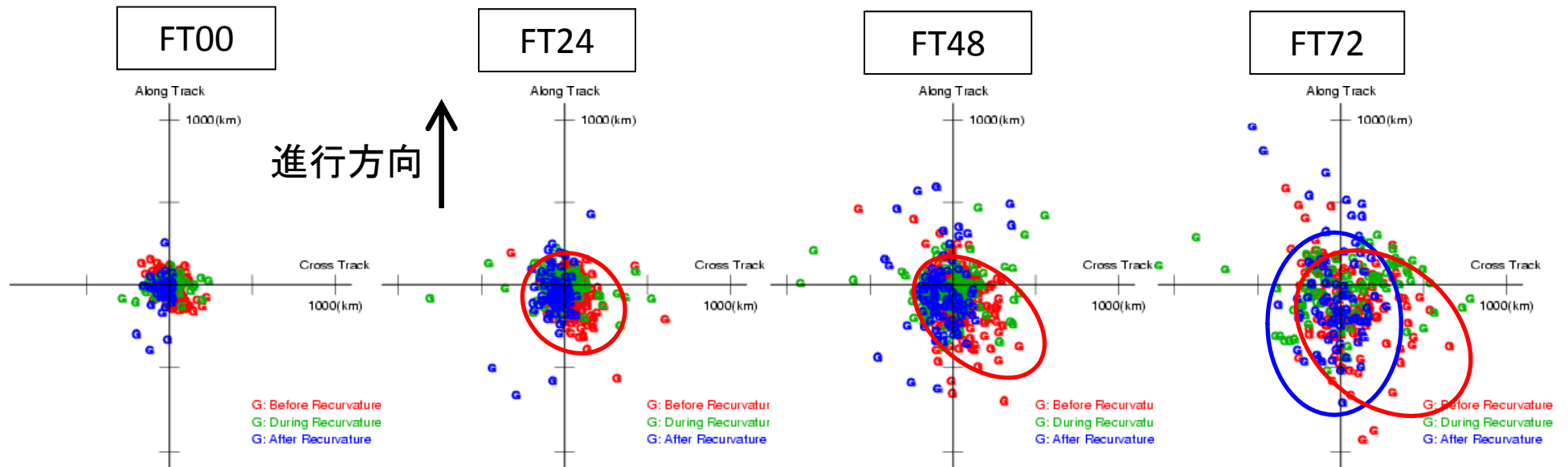
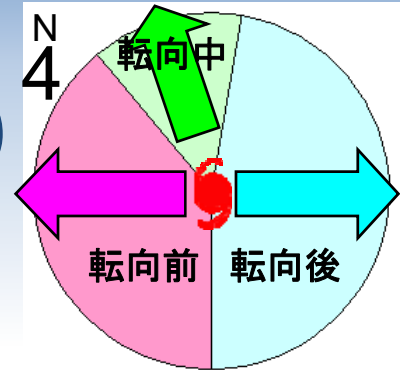
台風進路予報誤差の経年変化



高解像度全球数
値予報システム
北西太平洋領域

- 1996年3月に全球モデルの積雲対流過程の改良を行い、著しく性能が向上した
- 年々変動はあるものの、徐々に誤差が小さくなってきている
- 近年の精度向上には、初期値解析システムや観測データ利用手法の改良の効果も大きい

進路予報系統誤差(2011年)



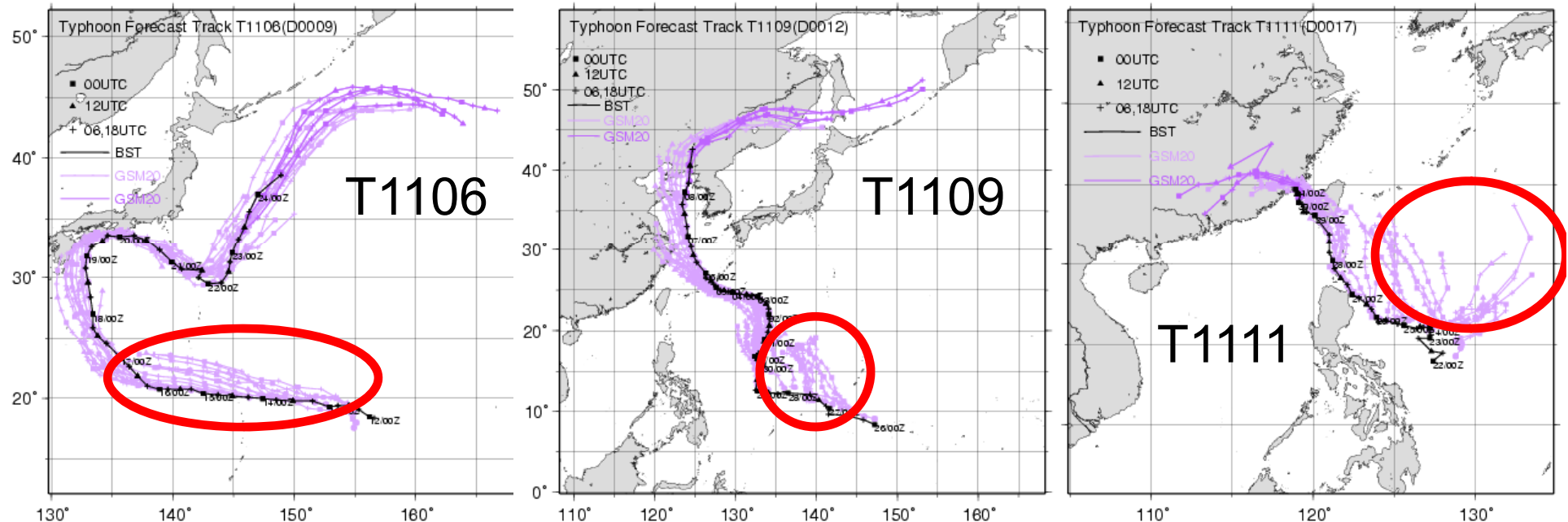
赤: 転向前、緑: 転向中、青: 転向後

● 転向前: 遅ければ右(北)

● 転向後: 遅い傾向(スローバイアス)

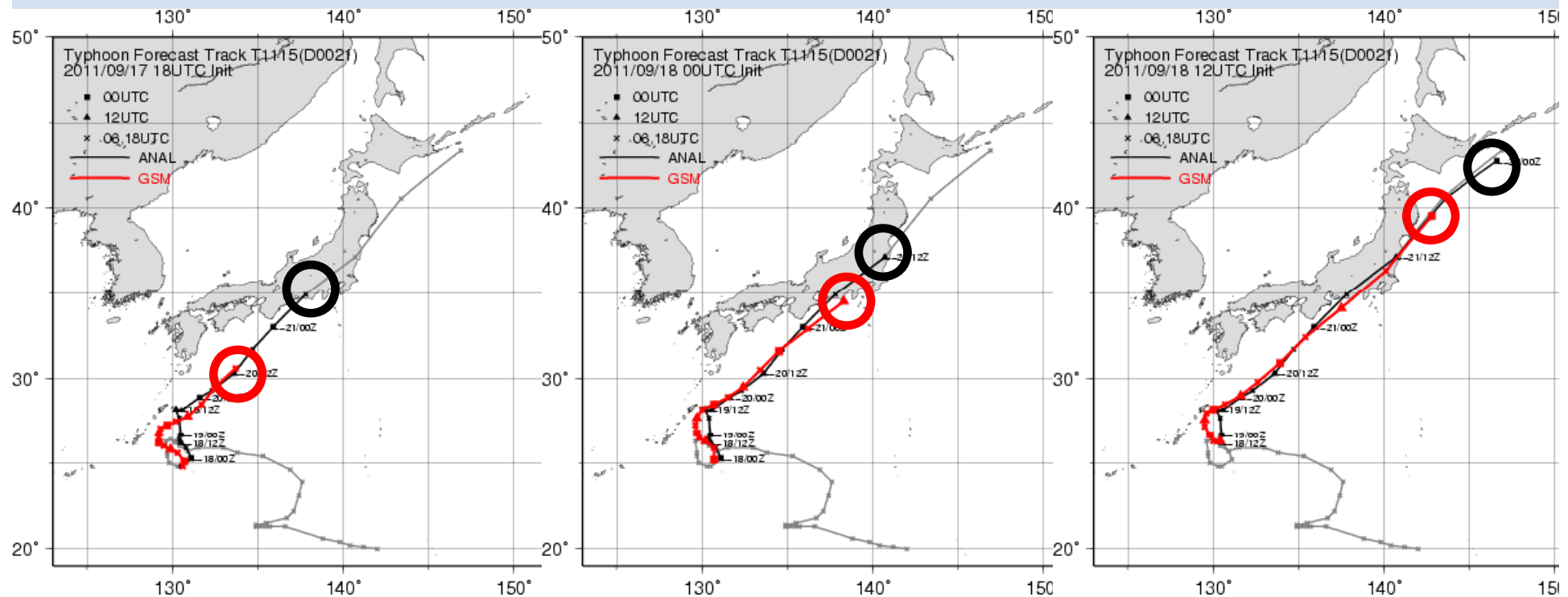
北西太平洋領域

系統誤差の例① 北上傾向



- 複数の事例で、転向前の北上傾向が認められる
 - T1106については、西進時の北上傾向とともに、転向のタイミングのずれも見られる
 - T1111については、複雑な運動をしているときに、北上を予想している
 - 原因は一つではなさそう: 初期場、台風の構造、亜熱帯高気圧、...

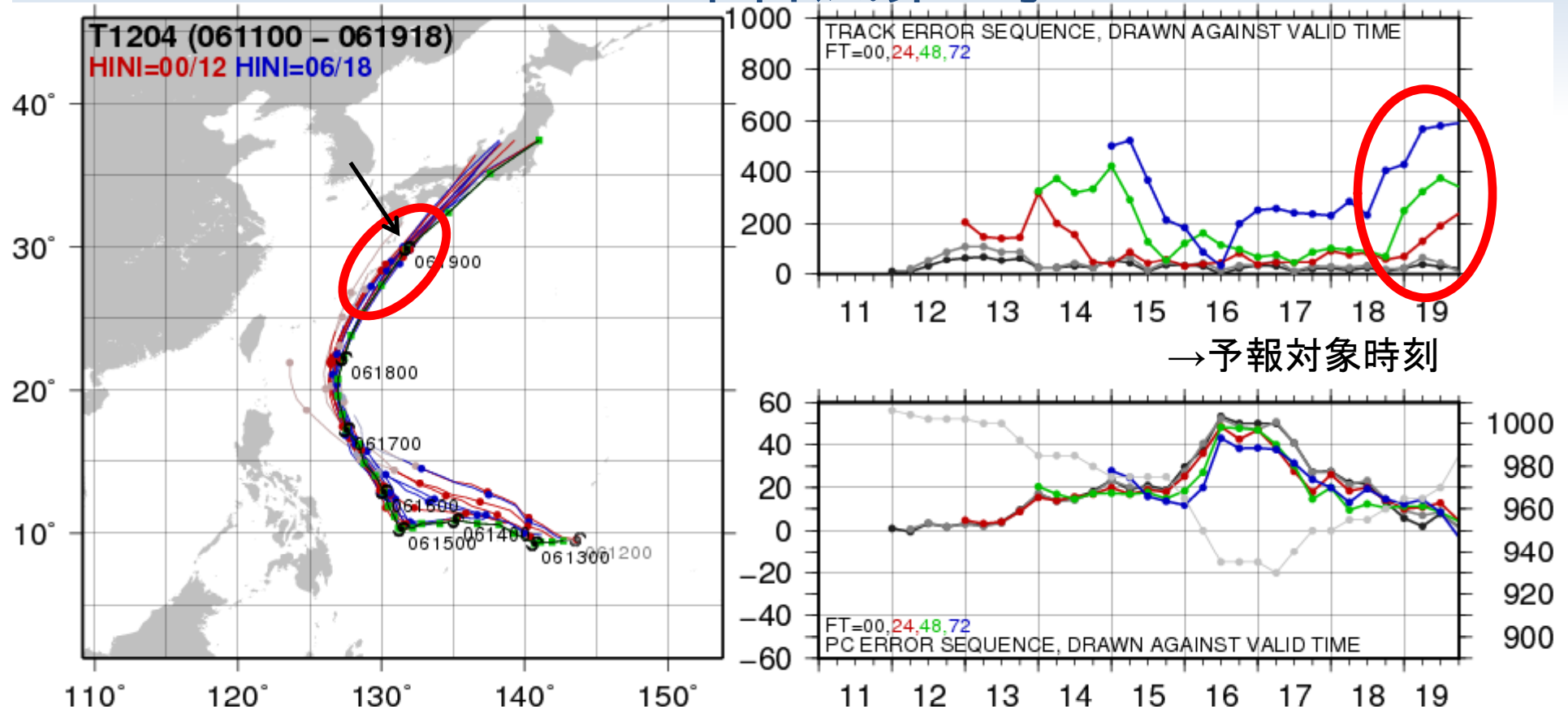
系統誤差の例② スローバイアス



- 2011年台風第15号の例
 - ○:84時間予報の位置
 - ○:対応するベストトラックの位置
- 但し、事例によっては予報が早めのこともある

スローバイアスが顕著だった事例

- 2012年台風第4号 -

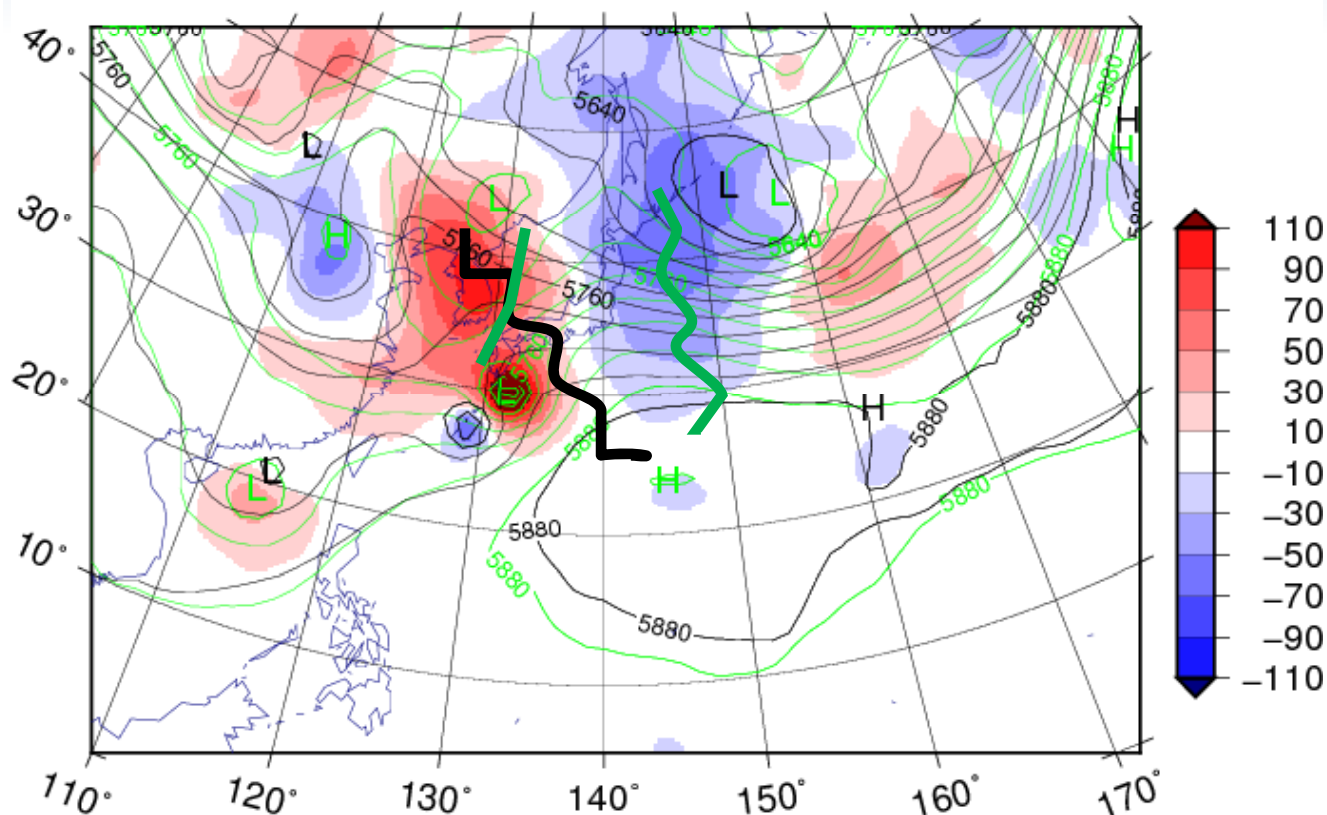


- 6/19を予報対象時刻とした予報で特に進路予報誤差が大きい
- 予報での台風の進みが遅い傾向
- 方向は概ね予想できている

500hPa高度 予報－解析差

対象時刻は6月19日00UTC

init=2012061600, valid=2012061900, FT=72



- 72時間予報と解析の差
- 黒線:予報、緑線:解析
- シェード: 予報－解析
- 解析

- 朝鮮半島付近に深いトラフ、その前面にリッジが存在
- 台風を北東進させるような場

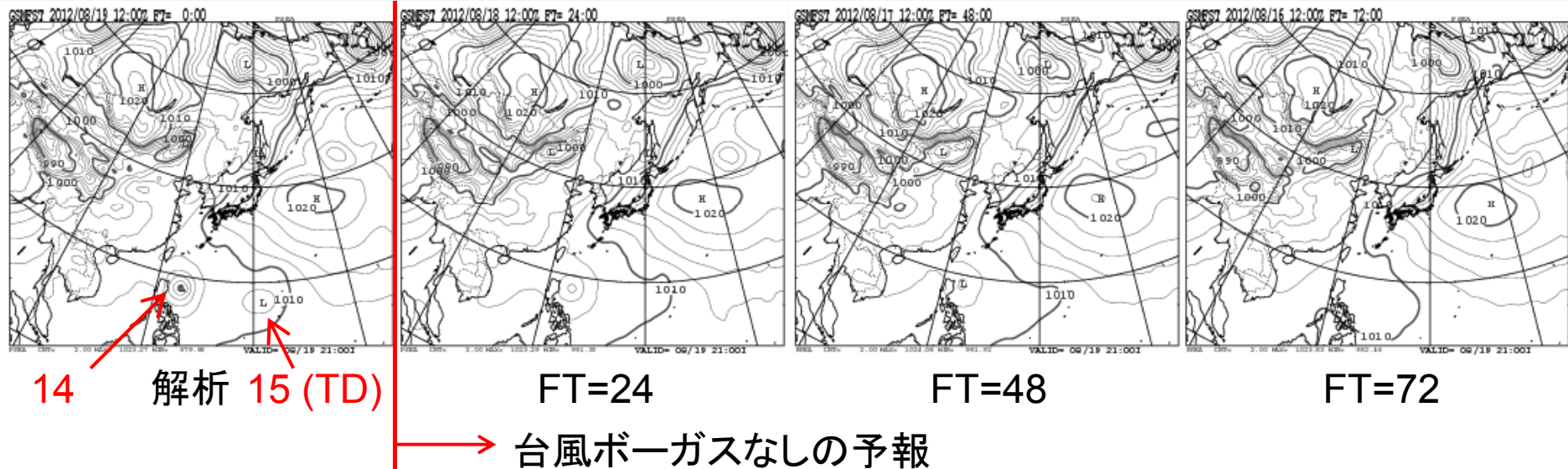
- 予報
 - 解析で見られるような、トラフ・リッジが表現されていない
 - 台風進行方向前面はリッジ気味
 - 300hPaでも同様に表現に問題があった

台風強度予報の現状と課題

台風発生時の表現

- 2012年台風第14号 -

対象時刻は全て8月19日12UTC



- 解析に台風ボーガスが入り始めたのは8月18日00UTC
- 台風発生時に、初期値の古い予報ほど、弱く予想している
 - 多くの事例で一貫した傾向
 - 統計検証でも、転向前のステージでは中心示度が浅い

二次循環の分布

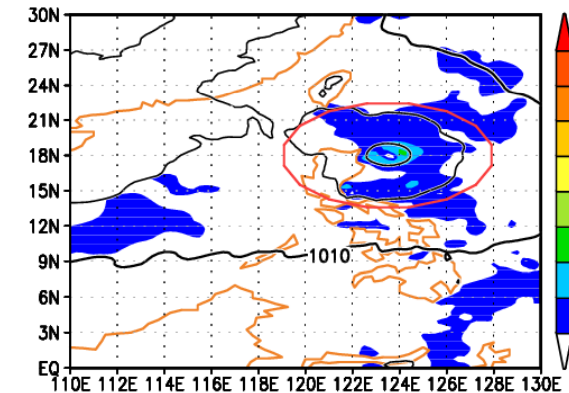
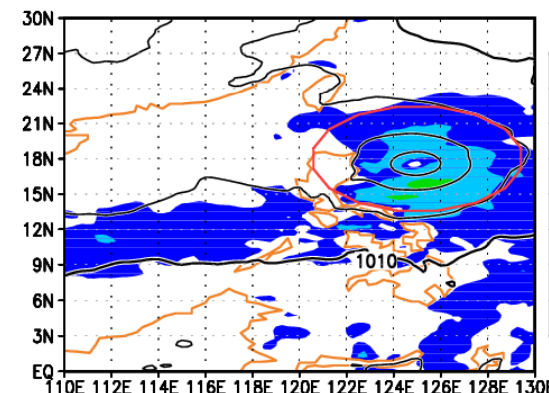
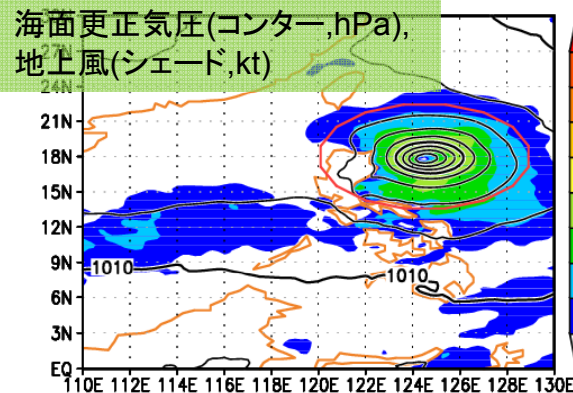
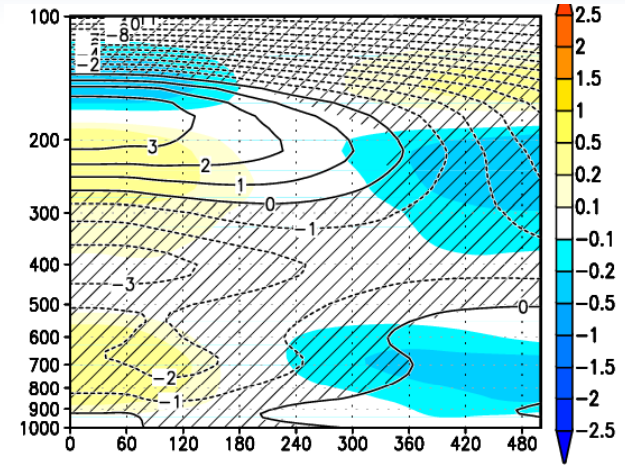
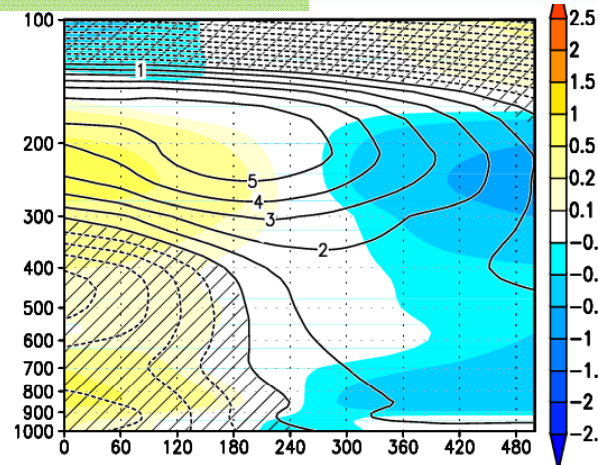
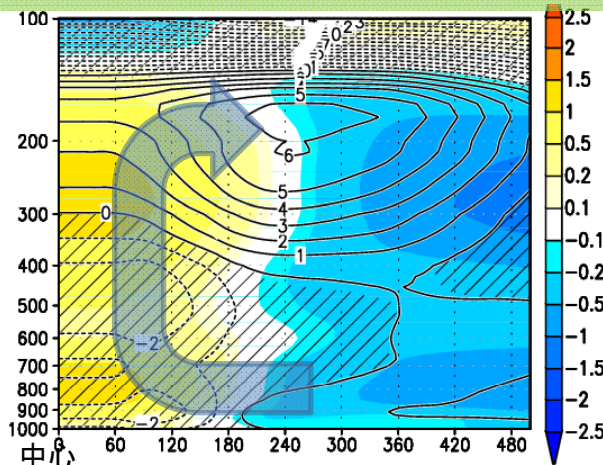
対象時刻は全て8月20日00UTC

解析

FT=36

FT=60

中心から500km円内で接線方向平均した
動径方向の風速(コンター,m/s),気温の動径方向平均からの偏差(K)



暖気核、二次循環ともに初期値の古い予報ほど弱くなる

気圧と加熱率の分布

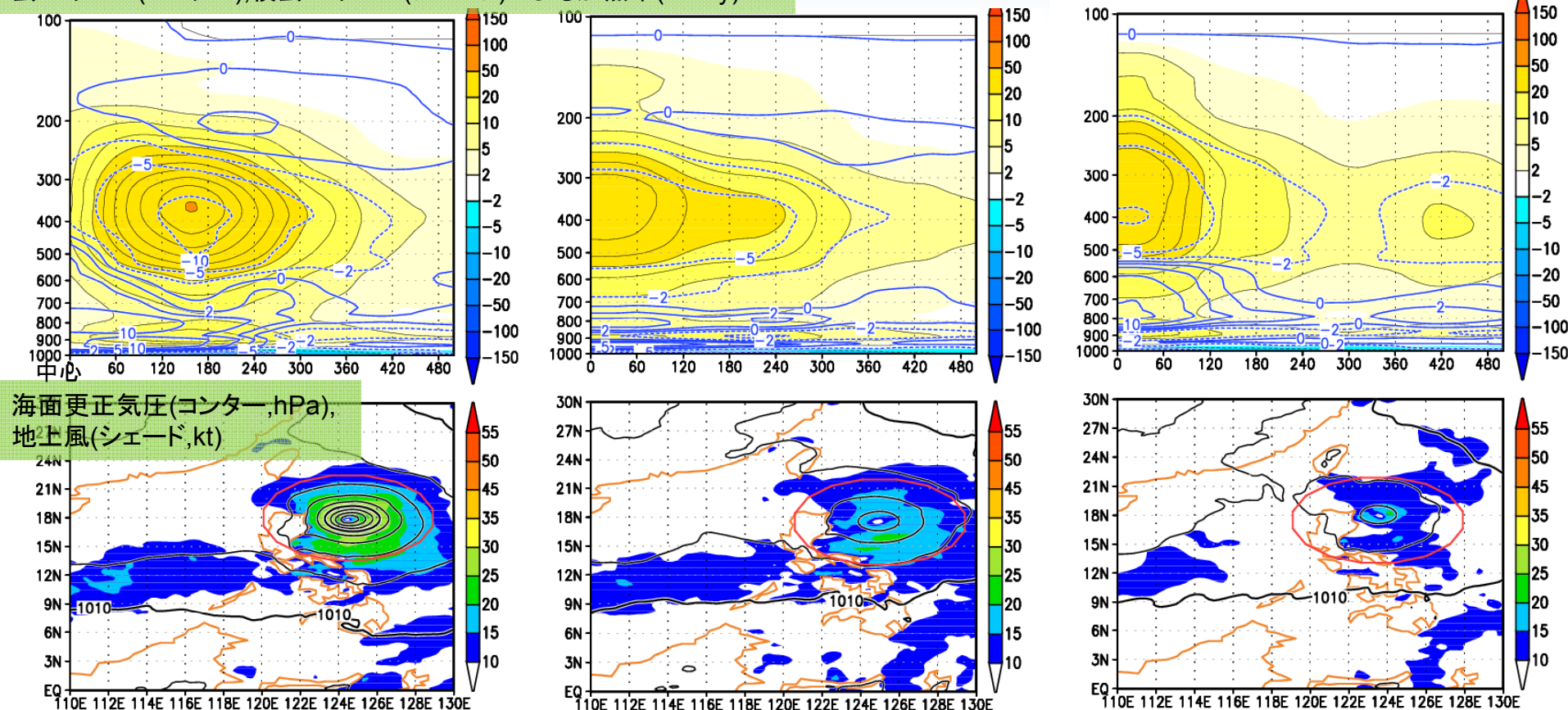
対象時刻は全て8月20日00UTC

解析(ただし加熱率は第一推定値)

FT=36

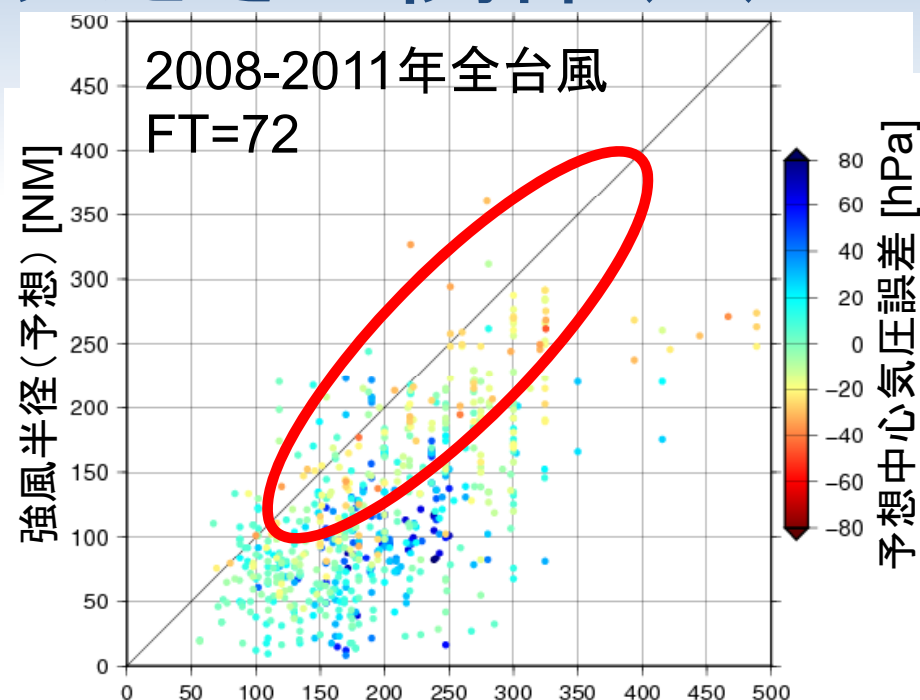
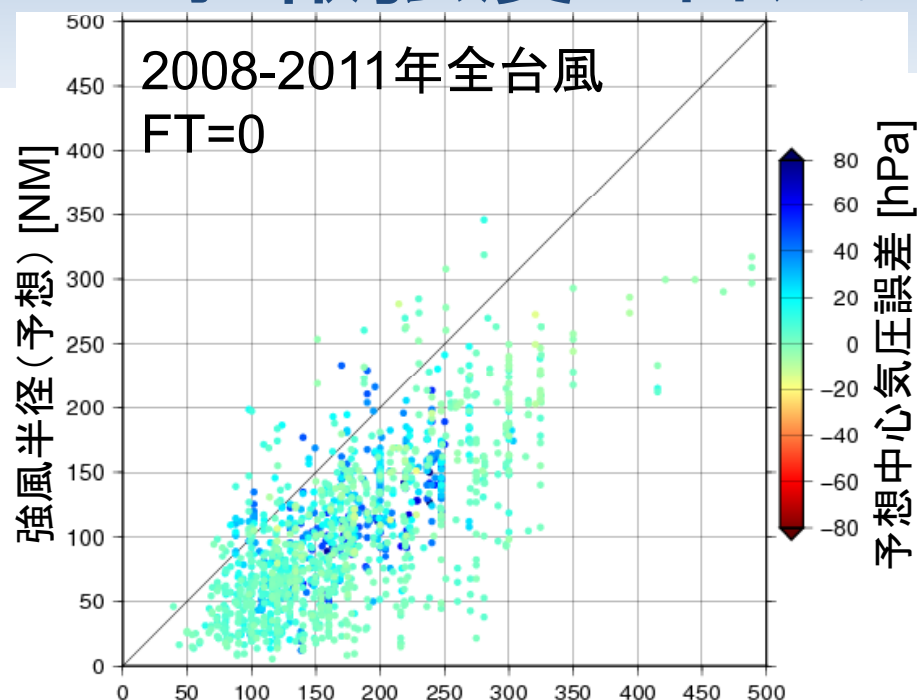
FT=60

中心から500km円内で接線方向平均した
雲スキーム(コンター),積雲スキーム(シェード)による加熱率(K/day)



初期値の古い予報ほど、加熱率が全体的に小さくなるとともに、積雲による加熱が中心付近の対流圏上層にシフトする傾向が見られる

予報強度と台風の大きさの関係(1)

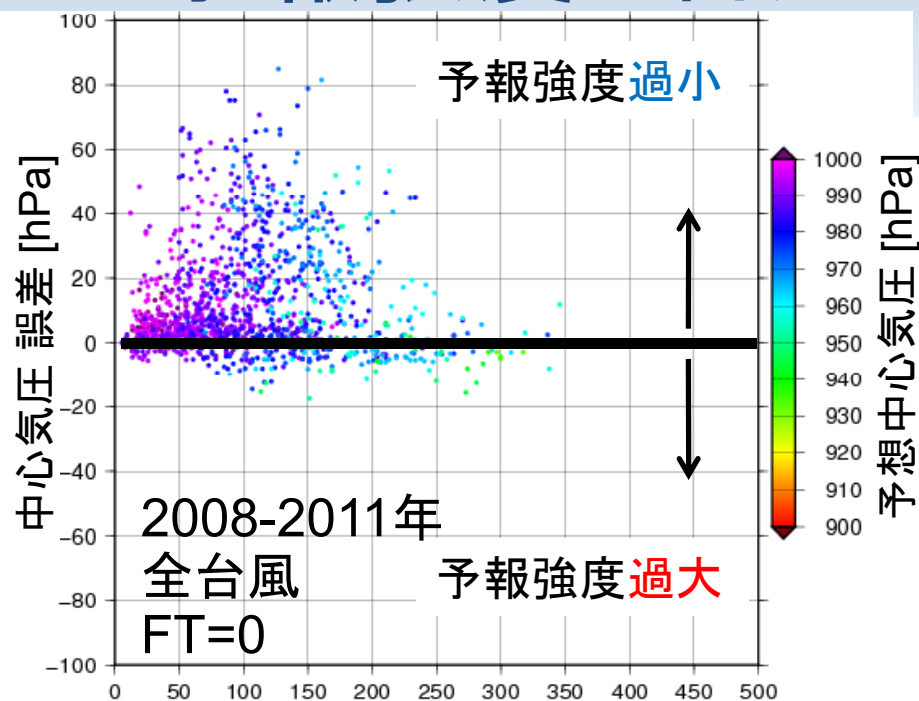


小← 強風半径(解析) [NM] →大

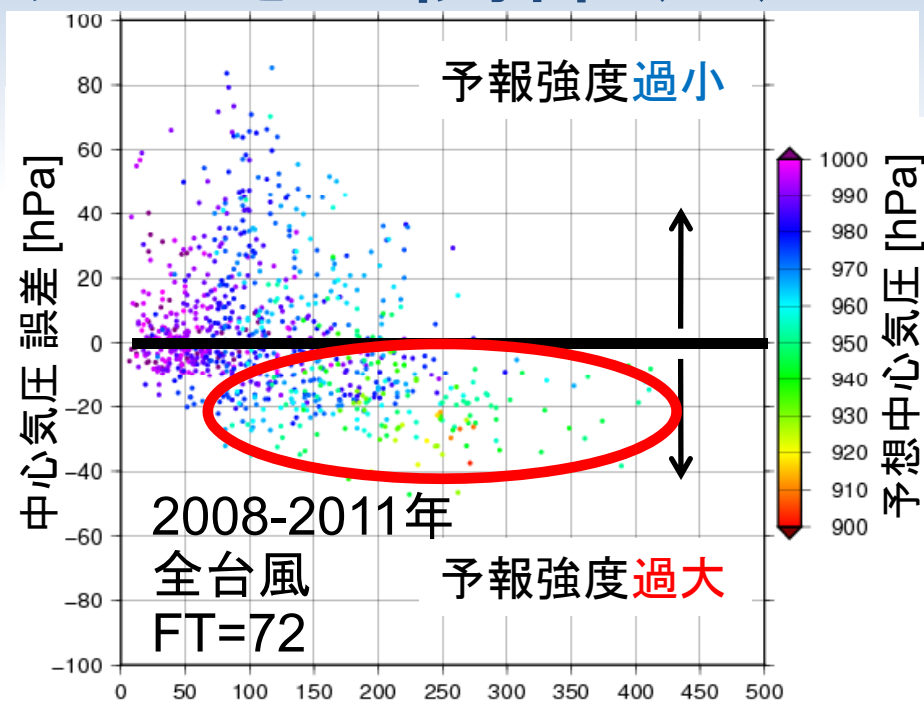
小← 強風半径(解析) [NM] →大

- GSMの予想する台風は総じて小さめ傾向(強風半径=30kt半径)
- 実況と同程度の大きさで表現されている台風は、予報時間が進むと強度過大になる傾向
- 実況と同程度の強度を予想した台風は、強風半径が小さくなる傾向
- 台風中心付近の対流圏下層で雲スキームによる加熱が大きいことと関連がある可能性

予報強度と台風の大きさの関係(2)



小← 強風半径(予想) [NM] →大

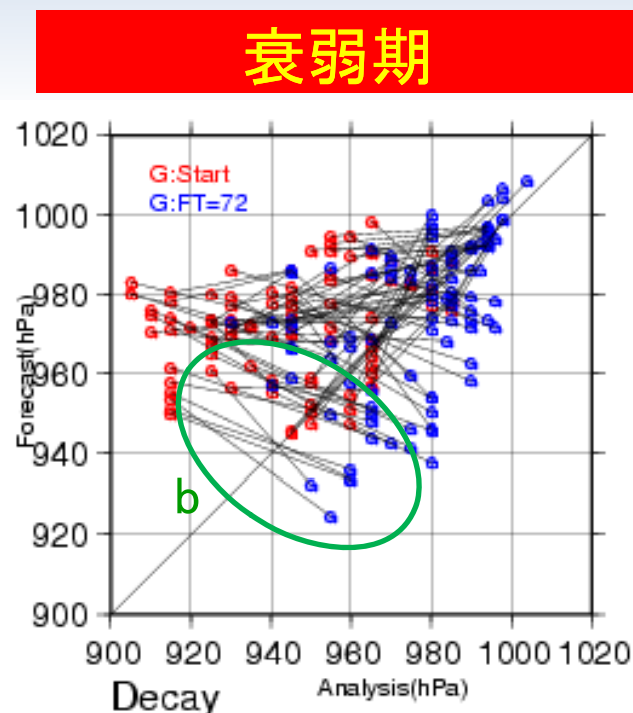
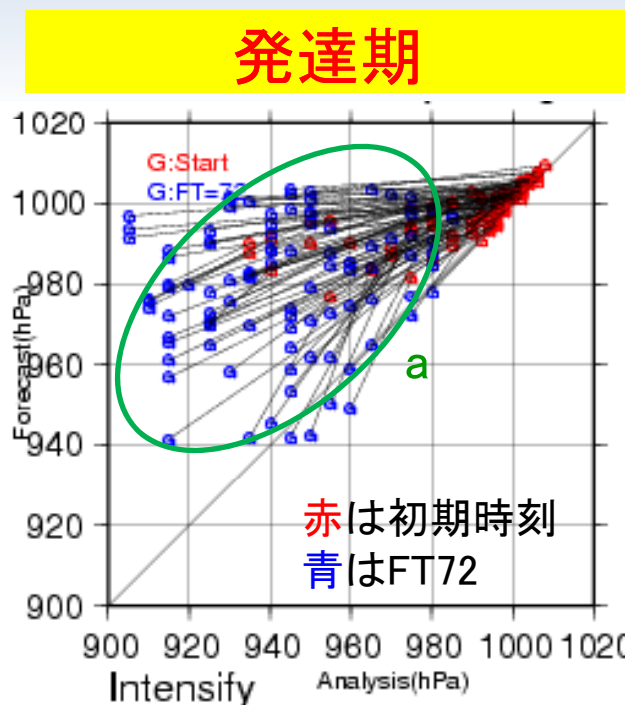


小← 強風半径(予想) [NM] →大

- 予想強風半径(30kt半径)ごとにGSM予報と解析の強度を比較
- 強風半径が小さい台風では強度を弱めに予想する事例が多い
 - 小さくて強い台風を表現するのは難しい
- 予報時間が進むと強度過大になる事例が増える
 - 強風半径が大きい台風、強度が強い台風で顕著

発達ステージ別の強度

- 強度について中心気圧の変化傾向で検証すると...
 - 減衰ステージでも発達する予報がかなりある
 - 統計的にみて、多くの事例で傾向さえ当てることができていない
- 改善が必要



変化傾向 = 予報開始時刻から対象とする時刻までの
変化傾向

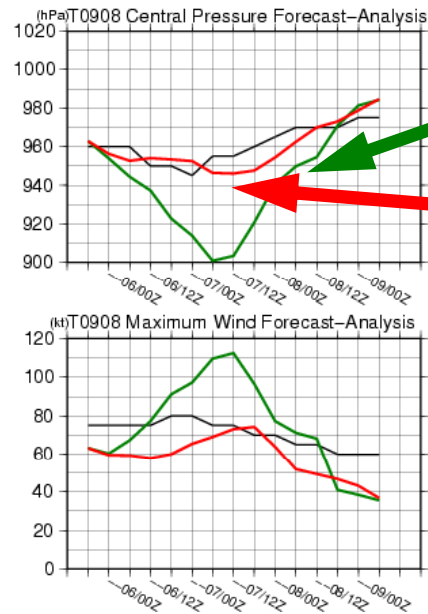
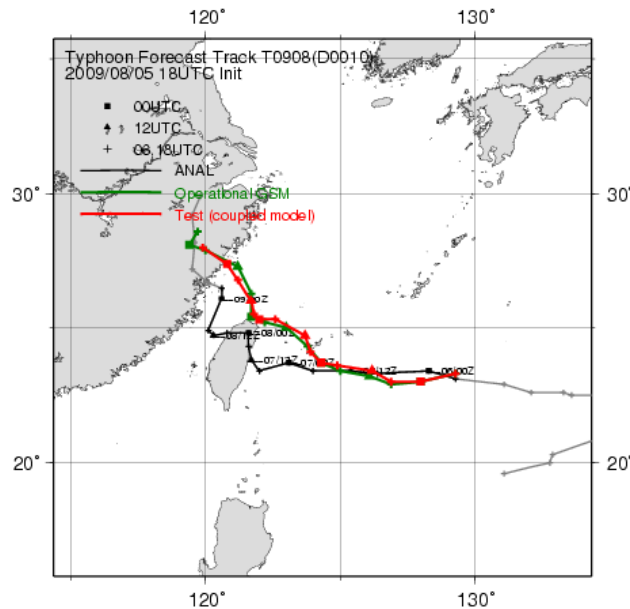
- 発達ステージでは、予報はほぼ全て発達
- 減衰ステージでも、発達する予報がかなりある
 - すなわち、減衰するサンプル数自体が少ない

今後の開発計画とまとめ

海洋混合層モデルとの結合

— T0908の強度予測 —

T0908(D0010) Typhoon Forecast (Track and Intensity) -- 2009/08/05 18UTC --



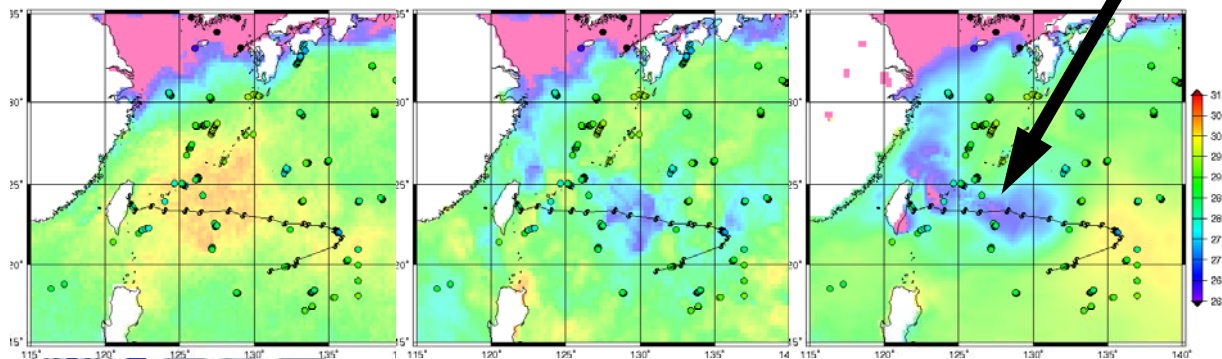
- 現業GSMは強度を実際より強く予報
- GSMに海洋モデルMRI.COMを結合し実験
- 台風によるSST低下を考慮することにより、予報強度が実況に近づいた

(台風中心付近の強い風
→海面下の低温の海水が表面へ
→海から大気への熱フラックス減少
→台風発達が抑制)

現業SST(固定)

衛星観測SST

結合モデルSST



新しい計算機システム (2012/6/5更新)での改善計画

- 全球数値予報システム

- TL959L60(トップ0.1hPa) → TL959 L100(トップ0.01hPa)

- 力学・物理過程計算の高精度化

- 衛星データ(GNSS、AIRS等)の有効利用

- 鉛直高解像度化により、下層表現の改善をねらう

- アンサンブル予報システム

- 週間EPS: TL319L60M51 → TL479 L100 M27 × 2回/日

- 府県程度で地域特性を考慮できるように

- 顕著現象の予測精度を向上

- 台風EPS: TL319L60M11 → TL479 L100M25

- 台風進路の信頼度情報の精度向上(メンバー数増)

- 台風に伴う顕著現象の予測精度を向上

その後、週間・台風・2週先アンサンブル予報を生成するEPS(統合EPS)を
現業化し、開発効率を高める

鉛直層数増強のねらい

- 物理過程の精度向上
 - 対流圏を鉛直高解像度化することにより、物理過程の精度向上が期待
- モデルトップの引き上げ
 - 衛星観測データのさらなる利用
- 成層圏の精度向上
 - 非地形性重力波などの精度向上を通じて、対流圏の精度向上にも寄与

まとめ

- 進路予報
 - 長期的には徐々に改善傾向～初期場の改善の効果も大きい
 - 転向前に北上傾向
 - 原因は一つではなさそう: 初期場、台風の構造、亜熱帯高気圧、...
 - 転向後にスローバイアス傾向
 - まず環境場の予報の改善が必要
- 強度予報
 - 台風発生時に弱く予想する傾向
 - 積雲対流スキームとの関連を調査中
 - 予報時間が進むと強風半径を小さく予想する傾向
 - 台風中心付近の下層で雲スキームによる加熱が大きいとの調査あり
 - 減衰ステージでも発達を予想することがしばしば見られる
 - 積雲対流、雲、境界層等、物理過程による加熱・加湿率の調査を進める
- 今後の開発計画
 - 海洋混合層モデルとの結合
 - 鉛直層数増強・モデルトップ引き上げ、EPS水平高解像度化・メンバー数増
 - 引き続き物理過程等の改良を行う

ありがとうございました

