



気象庁現業数値予報システム の現状と開発計画

平成29年5月25日

日本気象学会春季大会専門分科会

「気象庁データを利用した気象研究の現状と展望」

気象庁予報部数値予報課 石田純一

はじめに

- 気象研究コンソーシアムが設立されてから約10年が経過し、現在では様々な気象庁データが提供されている(本大会C104)
 - これらのデータが研究の発展に寄与していることを期待
- 気象庁予報部数値予報課では防災気象情報等の発表のための技術基盤として数値予報システムを運用している
- 本講演では気象庁の数値予報システムの役割と近年導入された多くの開発成果及び今後の開発計画について述べる
- また、適切な開発管理が多くの開発成果に結びついたとの認識の下、気象庁数値予報課での取り組みを紹介する

気象庁の現業数値予報システム一覧

数値予報システム (略称)	水平 分解能	鉛直層数 (最上層)	予報期間 (初期値の時刻 または実行頻度)	初期 値	主な利用目的
局地モデル(LFM)	2km	58層 (約20km)	9時間(毎時)	局地 解析	航空気象情報、防災気象 情報、降水短時間予報
メソモデル(MSM)	5km	76層 (約22km)	39時間(00,03,06,09,12, 15,18,21UTC、毎日)	メソ 解析	防災気象情報、降水短時 間予報、航空気象情報、 LFMの側面境界条件
全球モデル(GSM)	約20km	100層 (0.01hPa)	84時間(00,06,18UTC、 毎日) 264時間(12UTC、毎日)	全球 解析	天気予報・週間天気予報、 台風の進路・強度予報、 MSMの側面境界条件
全球アンサンブル 予報システム	約40km	100層 (0.01hPa)	5.5日間、27メンバー (06,18UTC#) 11日間、27メンバー (00,12UTC、毎日)	全球 解析	台風の進路予報、 週間天気予報
	約40km	100層 (0.01hPa)	18日間、13メンバー (00,12UTC、土・日曜日)	全球 解析	異常天候早期警戒情報
季節アンサンブル 予報システム	約55km	100層 (0.01hPa)	34日間、13メンバー (00,12UTC、火・水曜日)	全球 解析	1か月予報
	大気 約110km 海洋 約50～100km	大気60層 (0.1hPa) 海洋52層 +海底境界層	7か月間、 計51メンバー (00UTC、毎月)	気候 デー タ 同化	3か月予報、 暖候期予報、 寒候期予報、 エルニーニョ現象の予測

#全般海上予報区(赤道～北緯60度、東経100～180度)内に台風が存在する、または同区内で24時間以内に台風になると予想される熱帯低気圧が存在する場合、または、全般海上予報区外に最大風速34ノット以上の熱帯低気圧が存在し、24時間以内に予報円または暴風警戒域が同区内に入ると予想された場合に実行される。

近年の改良一覧 (GSM・MSM・LFM)

- GSM
 - 2016年3月:物理過程・力学過程の高度化
 - 物理過程全般にわたる改良
 - 2017年1～3月:全球アンサンブル予報システムの導入
 - これまでの台風・週間・1か月アンサンブル予報システムを統合
 - 予報モデルの高度化及び鉛直層数増強(60→100層)
 - LETKFによる初期値摂動及び海面水温摂動の導入
 - 2017年5月(予定):物理過程・力学過程の高度化及び背景誤差更新(→C102)
 - 物理過程全般にわたる改良
- MSM
 - 2015年5月:境界層過程の改良
 - MYNN3からMYNN2.5への変更
 - 2017年2月:asuca導入及び鉛直層数増強(→C103)
 - 物理過程、力学過程全般にわたる改良
- LFM
 - 2017年1月:力学過程・データ同化の改良
 - 計算安定性向上
 - 変分法バイアス補正の導入

近年の改良一覧(観測データ)

- 2015年6月 : GSMでMegha-Tropiques/SAPHIR輝度温度データ利用開始
- 2015年10月 : GSMでMetop/ASCAT海上風データ利用手法改良
- 2015年10月 : GSMでMETAR地上気圧データ利用開始
- 2015年12月 : MSMでMetop/ASCAT海上風データ利用開始
- 2016年3月 : GSM,MSM,LFMでひまわり8号AMVデータ利用開始
(→D404)
- 2016年3月 : GSM,MSMでひまわり8号CSRデータ利用開始(→D405)
- 2016年3月 : GSMでGPM/GMI輝度温度データ利用開始
- 2016年3月 : MSMでGPM/DPR, GPM/GMI, GNSS掩蔽観測データ利用開始
- 2016年3月 : MSMで国内高層気象観測データ利用手法改良
- 2016年9月 : GSMで台風ボーガス作成手法改良
- 2016年12月 : GSMでひまわり8号データ利用手法改良
- 2017年3月 : Suomi-NPP搭載ATMS及びCrIS並びにDMSP搭載SSMISデータの利用開始

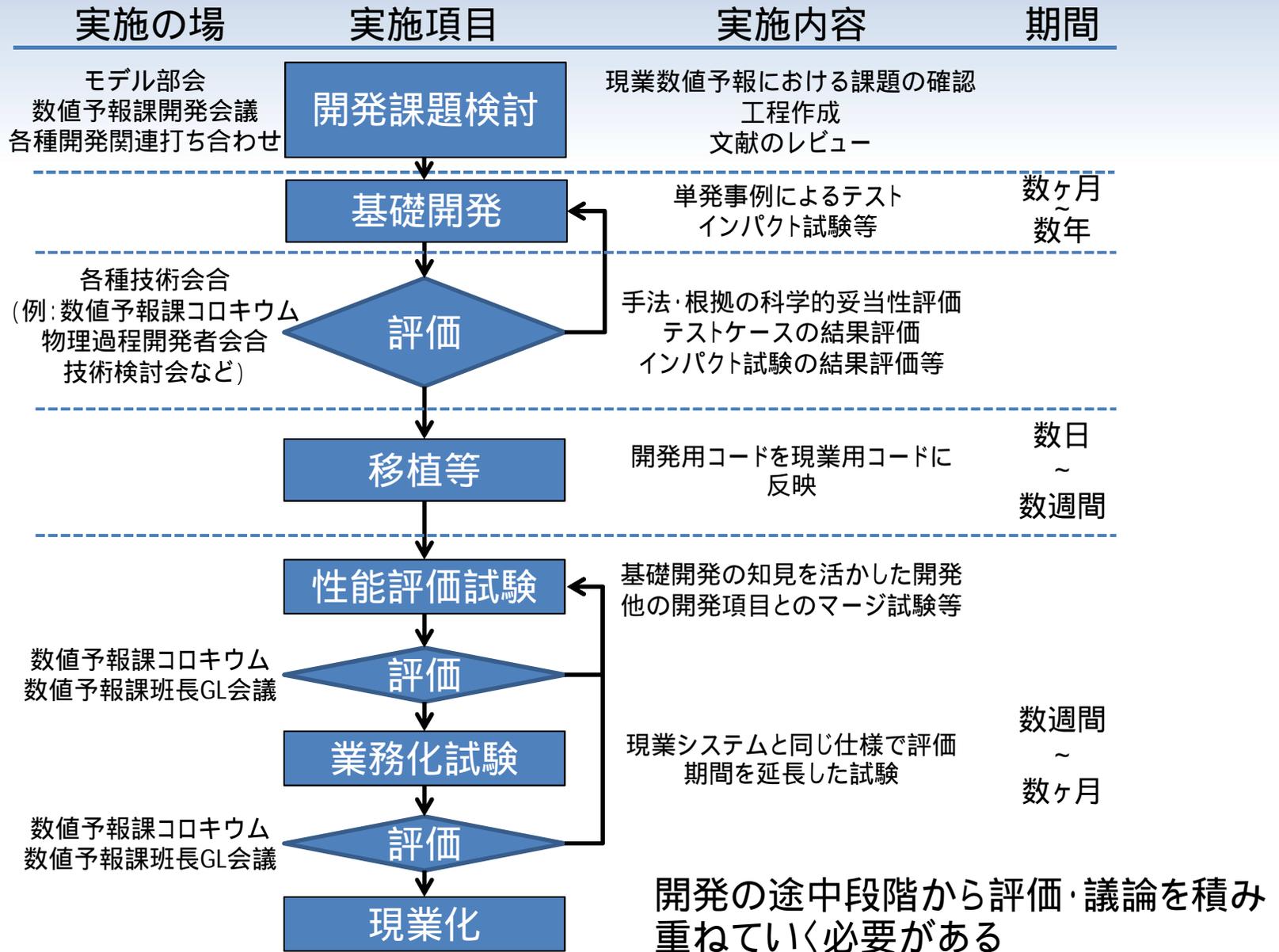
近年の開発管理

- 近年、数値予報システムを構成する予報モデル(物理過程・力学過程)、データ同化、観測データ利用において多くの開発成果が実用化されるようになってきた
 - これは最近(2,3年)のことであり、それまでは必ずしも順調ではなかった(→C102, C103)
- 開発管理の検討を行い、従前と大きく変えたことが多くの開発成果をもたらした
 - 開発フローの明確化
 - プロジェクト管理システム・バージョン管理システムの導入による開発履歴の適切な管理

開発フロー

- 問題点の発見、認識共有がスタート
 - ニーズ(=現業数値予報システムの運用目的)に応じた問題点が最優先
- どのようなメカニズムで問題が生じているかを突き詰める
 - 開発工程の中で大きなウェイトを占めると共に広範なスキルが重要
 - 気象学、物理学、計算機科学、統計学...
 - スキーム間、予報モデル・データ同化・観測データ間での相互作用があることを考慮する
- メカニズムに応じてスキームの改良を実施
 - 既存のスキームの問題となる部分を修正
 - 適切な新しい手法の取り入れ(スキームの一部や全体)
 - いかに適切な手法を選択できるかがキーポイント
 - スキーム全体を取り入れる(取り替える)ことは慎重な対応が必要
- 基礎開発としてスキーム単体での性能調査から評価・検証を繰り返してシステム全体での評価・検証へとつなげていく(PDCAサイクル)
- これまでは、“良い”スキーム(例:最先端の現業数値予報センターで実用化されたスキーム、研究ベースで開発された高度化・精緻化したスキーム...)を手当たり次第に試すという開発の進め方だった
 - 昔はそれで精度向上したが、システムが複雑化した現在では不可能

現業化までの開発フロー



開発計画(全球関連)

H28年度

H29年度

H30年度

H31年度以降

短期予報
週間予報
台風情報等

全球数値予報
システム

水平20km,鉛直100層

物理・力学過程改良
観測データの
利用方法改良

- 物理過程・力学過程改良
- データ同化手法の開発・改良
- 観測データの利用開始・利用手法改良

数日先の顕著
現象に関する
確率的情報

全球アンサンブル
予報システム

水平40km,鉛直100層
27メンバー

摂動作成
手法改良

- 再予報計算開発・実施
- アンサンブル手法の改良

計算機移行

次期スパコン

水平13km,鉛直128層
ハイブリッドデータ同化

水平27km,鉛直128層
51メンバー

開発計画(領域関連)

H28年度

H29年度

H30年度

H31年度以降

1日程度先の顕著現象に関する確率的情報

メソアンサンブル予報システム
水平5km,鉛直48層
11メンバー

asuca導入 鉛直層増強
水平5km,鉛直76層
11メンバー

次期スパコン

水平5km,鉛直76層
21メンバー

本運用

水平5km,鉛直96層
21メンバー

アンサンブル手法の開発

航空予報
防災気象情報支援
顕著現象の短期予報

メソ数値予報システム
水平5km,鉛直76層

asuca版変分法データ同化導入

水平5km,鉛直96層
予報時間延長
ハイブリッドデータ同化

物理過程・力学過程改良
データ同化手法の開発・改良
観測データの利用開始・利用手法改良

計算機移行

防災気象情報支援
飛行場予報

局地数値予報システム
水平2km,鉛直58層

水平2km,鉛直76層
予報時間延長
解析サイクル高度化

物理過程・力学過程改良
データ同化手法の開発・改良
観測データの利用開始・利用手法改良

毎時大気解析
水平5km,鉛直(48+2)層

asuca版変分法データ同化導入

水平2km,鉛直76層

まとめと今後

- 気象庁は多くの数値予報システムを運用している
 - 数値予報課では全球モデル、メソモデル、局地モデル、全球EPS、メソEPS(試験運用)を開発・運用
 - 主として防災(全球→台風、メソ・局地→強雨)気象情報を対象としつつも天気予報、航空気象情報等様々な分野で用いられている
- 近年、多くの開発成果が実用化されるようになってきた
- 開発管理の強化を行ったことがその大きな要因
 - 開発フローの明確化
 - プロジェクト管理システム・バージョン管理システムによる開発履歴の適切な管理
- 新しい計算機では多くの仕様向上を予定しており、適切な開発管理の下、進めていきたい
- 研究コミュニティとの連携においては、問題意識や知見の共有等を適切に実施していきたい