

MRI/NPD-NHMの開発課題と気象庁の開発計画

斉藤和雄（気象庁数値予報課）

1. はじめに

気象研究所/数値予報課統一非静力学モデル(MRI/NPD-NHM)は、1999年2月の両機関の合意と開発開始から2年半を経過している。この間、最初の統合バージョンの作成、モデルの並列化、ソースコードの部外提供、現業版の開発、全球オプションの試験的開発などが行われてきている。モデルは気象研究用と現業天気予報の双方に資することを目標に開発が行われてきているが、まだ多くの開発課題を残している。ここでは、MRI/NPD-NHMの開発課題について列挙するとともに、気象庁の計画を紹介し、議論の材料としたい。

2. 開発課題

(以下には開発中のものも含む)

2.1 音波の扱い

1) AE (Anelastic = 非弾性) :

非弾性の近似により音波をフィルター、楕円型気圧診断方程式を直接法で解く。

MRI/NPD-NHMでのAEの用途 :

i) 研究用LESモデル

ii) 気圧場初期値化としての利用

マップファクタの考慮

気圧方程式逐次解法の導入

2) HI-VI (セミインプリシット) :

音波項を水平、鉛直とも陰解法、楕円型気圧傾向方程式を直接法で解く。

a) 大規模並列計算時の効率性

b) 急峻な地形に対する計算安定性?

気圧方程式逐次解法の導入

非線形項を含む陰解法

3) HE-VI (スプリットイクスプリシット) :

音波項を鉛直方向のみ陰解法するとともに、小さなタイムステップで扱う。鉛直1次元楕円型気圧傾向方程式を解く。

a) forward-backward時間積分法の精度?

b) 急峻な地形に対する計算安定性?

2.2 時間積分

現状はleap-frogにタイムフィルターを併用。

より高次精度の積分スキーム (e.g., Runge-Kutta法)

2.3 移流 (あるいは空間差分) の精度

現在のスキームは中央2次 + 風上値による補正

3次風上,あるいは中央4次は逐次版のみ

中央4次など高次スキームの並列化

有限体積法 (PPMなど)

コンパクト差分、結合コンパクト差分

セミラグランジアンスキーム

CIP法

2.4 重力波の扱い

重力波の陰的取り扱いのオプション

2.5 座標系

課題: 地形に沿った座標系の改良

下層 z^* 、上層 z 系のハイブリッド化

気圧座標系は?

ステップ座標系

2.6 全球非静力学モデル

HI-VIをベースに全球オプションを追加した。本格的な高分解能全球モデルとしては課題山積。

HE-VIスキームと並列版への移植

極の取り扱い:

Semi-implicit, semi-Lagrangian

Reduce grid

等角投影で別計算?

2.7 境界条件

a) 側面:

現状は風、温位、水蒸気、気圧のみの一方向ネスティング

乱流エネルギー、雲物理変数のネスティング

双方向ネスティング技術の開発

b) 上部:

現状は断熱固定壁 + レーリーダンピング吸収層

放射条件

ネスティング

2.8 地表面過程

地被状態 (海氷、積雪) の扱い:

陸面過程 (SiB) の導入:

2.9 境界層過程

現状は K_H (と K_M) に制限:

鉛直拡散のインプリシット化

2.10 乱流モデル

現状は1.5次のTKEクロージャ:

2方程式モデル ($k-\epsilon$)

Level 3 モデル

2.11 雲物理

研究用の高精度化:

氷晶生成項、あられ生成項の改善

4 Ice スキーム (ひょうの予報変数化)

BIN法

現業用の高速化：

簡易版作成による高速化

10km前後で運用する場合のtuning

(現状では、弱雨過少、強雨過多)

対流パラメタリゼーションを併用するか？

タイムステップを延ばす場合の安定性

のりしろを現状の1から可変に

二次元領域分割

双方向ネスティング

地球シミュレータに向けた最適化

2.11 対流パラメタリゼーション

Arakawa-Schubertスキーム検証と並列版移植

他のパラメタリゼーション

2.14 応用モデル

領域気候モデル：長期積分のチェック

台風モデル：

高精度化が必要、2ウェイ？

2.12 放射

：現在のバージョンは旧JSMのものがベース

2.13 並列化

2.15 データ同化

解析予報サイクルの構築

メソデータのNHMによる同化

4次元変分

3. 気象庁の計画

次期システムまでのNHM現業化のプラン(2003年度～)

1) 現行MSMに代わる防災用短時間局地予報モデルの運用：

領域・分解能、とも現行MSM(361*289*40, 10km)にほぼ準拠：未確定要素あり

2) 中枢飛行場周辺を対象とする高分解能局地予報モデルの運用：

水平5km、100*100、50-60層程度。NAPS外で運用：未確定要素あり

Plan of Numerical Assimilation and Prediction System of JMA

