

非静力学モデルと次世代数値予報

Development of nonhydrostatic model and next generation NWP at JMA

齊藤 和雄[1]

Kazuo Saito[1]

[1] 気象庁・数値予報

[1] Numerical Prediction Division, JMA

1. はじめに

気象の分野では、コンピュータの黎明期にあたる 1950 年代から「数値予報」の試みが始まり、1960 年代から実用化され今日に到っている。この間、ハードウェアとしてのコンピュータの発展とともに、ソフトウェアとしての気象モデルは、方程式系や物理過程の精密化などにより進化を続けてきた。特に近年は、計算機能力の飛躍的な向上と非静力学モデルの発展により、従来の気象モデルとは質的に異なるレベルで、大気状態の再現が可能になりつつある。ここでは、非静力学モデルと気象研究所や気象庁で行われてきた地球シミュレータを意識したモデルの開発についてレビューし、非静力学メソモデルを用いた次世代数値予報の姿について議論する。

2. 非静力学モデル

現在の気象庁の現業的な数値予報モデルでは、鉛直方向の運動方程式を静力学平衡の関係に置き換える静力学近似が用いられている。静力学近似は、大気の大規模運動のように鉛直方向のスケールが水平方向に比べて十分小さい場合には良い精度で成り立つが、鉛直方向の不安定に起因する対流や小スケールの地形効果については、必ずしも成り立たない。非静力学モデルでは、水平分解能に原理的な制限がなくなり、小スケールの現象をより正確に表現することが可能になるが、3次元運動場の影響を考慮した気圧の計算が必要となるため、その取扱いに工夫が必要になってくる。

気象庁では、気象研究所が中心になって 1980 年代から非静力学モデルの開発とそれを用いた研究が行われてきた。1999 年からは、気象庁の次世代領域予報のための現業数値予報と研究の双方に資する非静力学コミュニティモデルの開発が気象庁数値予報課と気象研究所を中心に始まっている。

気象庁では、数値予報課と気象研究所で、平成 10 年度から文部科学省科学技術振興調整費研究「高精度の地球変動予測のための並列ソフトウェア開発に関する研究」の副課題「非静力学モデルの最適化並列プログラム構築に関する研究」に取り組んできた。この研究では、地球シミュレータを意識して、数千 km 四方の領域を対象に個々の雲を解像する高精度非静力学大気モデルの開発が行われ、寒気吹き出し雲の数値シミュレーションなどが行われた。

平成 14 年度からは文部科学省の公募型委託研究「人・自然・地球共生プロジェクト」が始まっており、温暖化予測「日本モデル」ミッションの課題の一つとして、「高精度・高分解能気候モデルの開発」が行われている。この課題は、20km メッシュ全球気候モデル及び数 km メッシュ雲解像モデルを開発し、地球温暖化がアジアモンスーンや台風、集中豪雨等にどのような影響を与えるかについて調べる、というもので、気象庁（気象研究所と数値予報課）は、(財)地球科学技術総合推進機構などと共同で、この研究を行っている。この研究で得られる高解像度非静力学モデル開発の経験は、気象庁の次世代現業メソ数値予報システムの開発にも生かされるものと期待できる。

3. 次世代数値予報

気象庁は 2001 年から水平分解能 10 km のメソ数値予報モデル (MSM) の運用を開始している。2002 年 3 月からは、MSM の初期値解析に、領域モデルとしては世界で初めて、4次元変分法を現業化している。気象庁では、平成 15 年度末を目途に MSM を非静力学モデルに置き換える計画で、現在そのための開発を行っている。現業メソ数値予報では、防災情報の高度化を支援できる予報精度が要求される一方で、現業モデルとしての高速性と 1 年を通じて高いレベルでの計算安定性も要請される。気象庁の現業用非静力学モデル (NHM) は、当初は MSM と同じ領域と分解能 (10km) で現業化する予定だが、平成 18 年度に運用開始が計画されている次期数値解析予報システムでは、その水平分解能を 5km にして 1 日 8 回運用し、より高頻度に精度の高い防災支援情報を提供する計画である。また初期値作成手法にも非静力学モデルをベースとした新しい変分法同化システム (JNOVA) を導入することを目指している。