

SPMODEL の一環としての球面浅水モデル

A shallow water model on a sphere as a part of SPMODEL

小高 正嗣[1]; 石渡 正樹[2]; 竹広 真一[3]; 石岡 圭一[4]; 林 祥介[1]

Masatsugu Odaka[1]; Masaki Ishiwatari[2]; Shin-ichi Takehiro[3]; Keiichi Ishioka[4]; Yoshi-Yuki Hayashi[1]

[1] 北大・理・地球惑星; [2] 北大・地球環境; [3] 九大・理・地惑; [4] 東大・数理

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [2] Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University; [3] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [4] Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo

<http://www.gfd-dennou.org/arch/spmodel/>

我々は可読性と可変性の高い数値モデル群開発の試みとして、階層的地球流体スペクトルモデル集 (SPMODEL) の開発と整備を行ってきた (Takehiro et al., 2002). SPMODEL では、地球惑星流体力学における主要な方程式系のスペクトル法による数値モデル群を提供することをめざしている。SPMODEL では、スペクトル変換のための Fortran 90 関数群を構築整備し、モデル群はこれを利用する。また、データ入出力には Fortran90 による netCDF 入出力ライブラリである gt4f90io ライブラリ (gtool4 project, 2000) を利用する。これらのモジュールやライブラリを用いることによって、モデル群全体として一貫したソースコードの記述が可能となるのみならず、高い可読性と可変性を期待することが出来る。

これまでに、非発散渦度方程式のような比較的簡単な方程式系において SPMODEL の枠組でモデルを構築した場合には、ソースコードの可読性と可変性を高めることが可能なことを示してきた。本研究では SPMODEL の枠組でより複雑な方程式系に基づく数値モデル開発が可能かどうかを調べるため、SPMODEL の一環として球面浅水方程式モデルの開発を試み、そのソースコードの可読性と可変性の検討を行った。

基礎方程式は渦度発散型の球面浅水方程式である。数値粘性は考慮していない。非線形項の計算はスペクトル変換法を用いて行い、波数切断は三角切断である。時間方向の離散化は leap frog スキームと台形公式を組み合わせた semi-implicit スキームを用いて行った。計算モード除去のために Asselin の時間フィルターを導入している。

開発した数値モデルのコードチェックとモデルの性能評価のため、Williamson et al. (1992) によって提案されている浅水方程式モデルの標準試験 case-5 を行った。切断波数を 21, 42, 63, 106 とし計算し、いずれの分解能においても Williamson et al. (1995) のスペクトルモデルの結果と整合的な山を越える流れと波の伝播を得た。規格化された全エネルギーと全エンストロフィーの初期値からの誤差は $10E-7$ 程度の値に収束する。ソースコード中にて配列を扱う関数を多用することによる計算コストの増加は、実用上無視できる程度に抑えられている。浅水方程式モデルのソースコードは、モデルの基礎方程式との対応が良く、可読性の高いものとなっており、鉛直層数の増加、強制項などの物理過程の追加も容易である。

今後は、大気大循環モデルのように格子点を用いた有限差分法とスペクトル法を併用する数値モデル開発の可能性について検討していく予定である。

参考文献

Takehiro et al. 2002: <http://www.gfd-dennou.org/arch/spmodel/>, GFD Dennou Club.

gtool4 project 2000: <http://www.gfd-dennou.org/arch/gtool4/>, GFD Dennou Club.

Williamson et al. 1992: J. Comput. Phys., 102, 211-224.

Williamson et al. 1995: J. Comput. Phys., 119, 164-187.