日本流体力学会年会 2005
AM05-13-013

大気大循環モデル用力学コアの設計と実装実験：可変性と可読性の高いプログラムへの試み

Design and implementation tests of a dynamical core for a general circulation model with a flexible and readable source code

○ 森川 靖大, 北大理, 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目, E-mail:morikawa@ep.sci.hokudai.ac.jp
石渡 正樹, 北大地球環境, 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 5 丁目, E-mail:momoko@ees.hokudai.ac.jp
高橋 芳幸, 北大理, 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目, E-mail:yot@ep.sci.hokudai.ac.jp
小高 正嗣, 北大理, 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目, E-mail:odakker@gfd-dennou.org
林 祥介, 北大理, 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目, E-mail:shosuke@gfd-dennou.org

Yasuhiro MORIKAWA, Division of Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., Sapporo 060-0810, Japan
Masaki ISHIWATARI, Graduate School of Environmental Sci., Hokkaido Univ., Sapporo 060-0810, Japan
Yoshiyuki O.TAKAHASHI, Division of Earth and Planetary Sci.,Hokkaido Univ., Sapporo 060-0810,Japan
Masatsugu ODAKA, Division of Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., Sapporo 060-0810, Japan
Yoshi-Yuki HAYASHI, Division of Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ., Sapporo 060-0810, Japan

Aiming for an atmospheric general circulation model (GCM) with readability and flexibility, a dynamical core is newly designed and implemented. Readability and flexibility are expected to be increased by the use of advantageous features of Fortran90 and by proposing a programming style. The programming style is to help us imagine the corresponding equations of the original physical system. The implemented dynamical core is examined by the benchmark test for GCM dynamical core proposed by Held and Suarez (1994)(1). According to the results of 1200 day integration with the horizontal resolutions of T21, T42, and T63, it is confirmed that the Hadley circulation and mid-latitudinal disturbances are well expressed.

1. はじめに

モデル設定の可変性とソースコードの可読性を合わせ持った大気大循環モデル (GCM) の姿を模索するべく, 新たにその力学コアの設計を行い, そのプログラム実装と試験計算を行った. 可読性の向上によりプログラムの編集のコストの削減が期待され, 可変性の向上により新たなプログラムの追加や既に組み込まれているプログラムの分離を容易にすることが期待できる. モデル設定の切り替えが簡単な GCM が提供されることにより, さまざまな惑星大気の条件に応じた数値計算の実行が容易になり, 比較惑星科学的な見地からの惑星大気構造の考察の進展が期待される.

2. 力学コアの設計と実装

可読性と可変性向上のための工夫として, FORTRAN77 から大きく拡張された Fortran90/95 の機能を活用した, いくつかの試みを行った.

第 1 の試みは, モデル内部の階層化である. モジュール, 構造体といった機能を利用することで, プログラム間の関係をシンプルで明瞭なものにし, 個々のプログラムの可変性の向上を目指す. 現状の階層構造の概念図を Fig.1 に示す.

第 2 の試みは, ソースコードの可読性の向上である. まず, 次元, 物理量, 時間ステップといった情報が一目で分かる変数命名規則を考案している. 次に, 配列を演算結果の値として返すことが可能になった Fortran90/95 の関数を利用することで, ソースコードを数式に似た形で書くことを試みている. そして, 簡素なインターフェースを持つデータ I/O ライブラリに煩雑なコード部分を任せることで, GCM 本体の I/O コードを簡素化している.

第 3 の試みは, ソースコードの改変や読解に必須となるドキュメントの整備を容易にするための仕組みの考案である. ソースコードにドキュメントを埋め込み, ソースコードからドキュメントを自動生成することにより, その管理コストを下げる工夫を行っている.

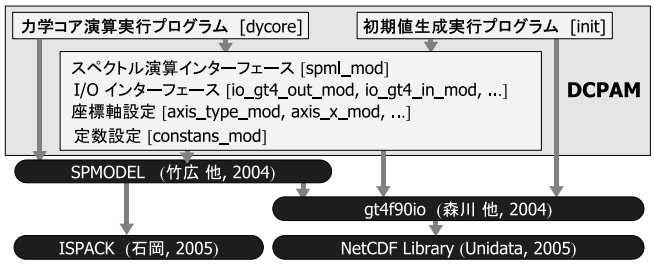

Fig. 1 Structure of DCPAM

3. 力学コアの動作テスト

力学コアとして正しく動作するのかを確認するために, Held and Suarez (1994)(1) ベンチマークテストでの性能チェックを行った. 力学コアの定式化, 離散化, 時間積分法に関しては, 従来の GCM で用いられている標準的なものを用いる. 数理モデルにはプリミティブ方程式を用いる. 水平離散化にはスペクトル法を用い, 球面調和関数で展開し三角形切断をおこなう. 鉛直離散化には Arakawa and Suarez スキームを用いる. 時間積分には陽解法リープフロッグスキームを用い, 計算モードの増幅を抑えるため, Asselin フィルターを適用する.

Held and Suarez (1994) と同様の設定のもとで 1200 日数値積分を行い, 彼らの結果とよく似た結果が得られることを確認した.

今後は力学コアに陰解法時間積分スキームの組み込みを行う他, 物理過程の導入も行う.

本研究のモデルは DCPAM (Dennou-Club Planetary Atmospheric Model) と名付け, インターネット上 (URL: http://www.gfd-dennou.org) に公開している.

参考文献

(1) Held, and Suarez, 1994: "A proposal for the intercomparison of the dynamical cores of atmospheric general circuation models." Bull. Am. Meteor. Soc., 75, 1825–1830.