

可変性と可読性を考慮した大気大循環モデルの開発と 湿潤惑星の数値実験

*森川靖大 (北大理), 石渡正樹 (北大地球環境), 杉山耕一郎 (北大理),
高橋芳幸 (神戸大理), 小高正嗣 (北大理), 中島健介 (九大理), 林祥介 (神戸大理)

1. はじめに

我々は、地球的条件に限らない様々な条件での大気循環の数値計算の実行、および循環構造の考察を行うことを目的として、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つ大気大循環モデル (GCM) の姿を模索する試行を行ってきている (森川 他, 2005, 気象学会 秋季大会). ソースコードレベルの変更から計算スキームの交換まで、様々なレベルにおいてモデル変更が柔軟に行えるようにプログラム構造の設計を行い、広範なパラメータスタディや、GCM の計算ルーチンの一部を取り出した低次モデルの作成などを手間をかけずに行えるようにすることを目指している.

これまでに、FORTRAN 77 を基盤とする AGCM5 (SWAMP Project, 1998) を参考に、データ入出力ライブラリ gt4f90io (森川 他, 2005) の整備、変数命名規則などのプログラム書法をまとめた dcmmodel プログラミングガイドラインの策定、Fortran 90/95 の機能を積極的に活用した陽解法力学コアの作成と実装実験をおこなってきた。また、Ruby によるドキュメント生成ライブラリ RDoc の強化を行い、Fortran 90/95 プログラムのドキュメント作成の自動化を可能とした (森川 他, 2007, 天気).

今回は、地球や木星大気といった湿潤大気循環計算を念頭におき、物理過程交換を容易にするための工夫を行った。本研究のモデルは DCPAM (Dennou-Club Planetary Atmospheric Model) として、インターネット上 (URL: <http://www.gfd-dennou.org>) に公開している。

2. 物理過程交換を容易にするための工夫

放射、サブグリッドスケールの乱流拡散など各物理過程のモジュールにおいて、それぞれのモジュールに 1 つの初期設定ルーチンと複数の演算ルーチンを用意するようにモジュール設計を行った (図 1 参照). FORTRAN 77 を基盤とする AGCM5 においては、格子点情報や物理定数といったモデル設定のパラメータがあるファイルで一括管理し、個々の演算ルーチンはそのファイルを参照することでパラメータを読み込んでいる。しかし、パラメータを 1 つのファイルで一括管理する方式では、複数のモデル間で物理過程を共有する際、それぞれの物理過程内部のソースコードを読み解く必要が生じる。一方で様々な物理過程を着脱する上でパラメータ管理や整理が煩雑になるという問題もある。今回の試みでは、初期設定ルーチンの引数は格子点情報や物理定数などのパラメータとし、初期設定ルーチンが呼び出された際に渡されたパラメータはモ

ジュール内で保持する。演算ルーチンの引数はいわゆる予報変数のみである。この設計により、各物理過程においてどのパラメータが使用されているかがソースコード上において明瞭となり、物理過程の計算スキームの交換が容易に行えるようになった。

もう 1 つの試みとして、Fortran 90/95 におけるテストプログラム作成支援ライブラリ dc_test を開発し、プログラムテストの実行手順を定めた。モデル開発において、プログラムの部品ごとのテストは必須であるが、テストプログラム作成などにかかる手間と時間は少なくない。dc_test は配列同士の比較のための煩雑なコードを隠蔽することでテストプログラムのコードを簡素化し、結果としてテストプログラム作成の手間を軽減する。また、テストプログラムとしてモジュールファイル名の末尾に _test を付加したファイルを用意し、テストプログラムのコンパイルと実行は make test コマンドによって行うという手順を定めた。この試みによりテストプログラムの作成と実行がほぼ定型的に行えるようになり、デバッグ作業効率が向上した。

3. 湿潤惑星の数値実験にむけて

これまで述べた工夫を活用し、我々は、木星雲層を念頭においた 3 次元大気循環の計算を行うことを目指している。計算設定としては、木星の雲層対流を扱った杉山 (2007, 博士論文) の 2 次元計算と同様なものを用いる。すなわち、重力加速度は木星のものとし、地表面気圧は 30 気圧、大気主成分は水素とする。凝結成分としては水蒸気のみを考え、地球的な状況と木星的な状況での湿潤対流の振る舞いの相違に関して力学的考察を行うことを目指す。講演では、この計算を行うための予備的な実験結果を示す予定である。

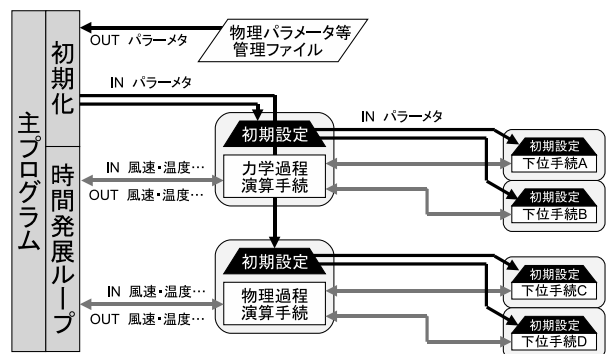


図 1: Fortran 90/95 を基盤とする DCPAM のプログラム構造。計算に必要なパラメータは全て初期設定手続で受け取り、各モジュール内で保持される。