

## 可変性と可読性を考慮した大気大循環モデルの設計と実装実験: 物理過程モジュールでの試み

### Design and implementation tests of a general circulation model with flexible and readable code: design of physical process module

# 森川 靖大 [1]; 石渡 正樹 [2]; 高橋 芳幸 [3]; 小高 正嗣 [1]; 林 祥介 [1]

# Yasuhiro Morikawa[1]; Masaki Ishiwatari[2]; Yoshiyuki O. Takahashi[3]; Masatsugu Odaka[1]; Yoshi-Yuki Hayashi[1]

[1] 北大・理・宇宙理学; [2] 北大・地球環境; [3] 神戸大・理

[1] Department of CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [2] Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University; [3] Dept. of Earth & Planetary Sciences, Kobe Univ.

可読性と可変性に優れたソースコードを持つ大気大循環モデル (GCM) の姿を模索するべく、我々はそのプログラムの設計と実装を行ってきている。プログラムの改良や変更が容易で、系の設定や物理過程の変更が容易に行える GCM の存在は、素過程の様相が未知であるさまざまな惑星大気の循環構造の考察を行い比較惑星科学的考察を進める上できわめて有用である。これまでに、データ入出力ライブラリの整備 (gt4f90io ライブラリ, 森川 他, 2006) ならびにスペクトル計算ライブラリの整備 (SPMODEL ライブラリ, 竹広 他, 2006) と、変数命名規則などのコーディングルールを制定を進め、FORTRAN 77 基盤であった AGCM5 (SWAMP Project, 1998) を参考に、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た (森川 他, 2005, 合同大会 情報地球惑星科学セッション)。今回は、(1) ドキュメント自動生成ライブラリ RDoc を用いたモデルドキュメントの自動生成、(2) データ入出力ライブラリ gt4f90io の改良、(3) 物理過程のモジュール管理方法の検討、を行った。以下順にそれぞれの詳細を記述する。

RDoc はオブジェクト指向スクリプト言語 Ruby のドキュメント自動生成ライブラリである。この Fortran 90/95 ソースコード解析機能強化版 (森川 他, 2007) を利用することにより、GCM のドキュメント (リファレンスマニュアル) を自動生成できるようにした。この手法によって HTML 形式のドキュメントが作成され、ブラウザによって参照可能となる。マニュアル文書だけでなく GCM のソースコードも簡単に閲覧でき、モジュール間の依存関係をリンクで追うこともできる。

gt4f90io は数値計算プログラムのためのデータ入出力 Fortran 90/95 汎用ライブラリである。gt4f90io の目的は、予報変数の時間積分の演算に関するソースコード部分と、演算に必要な情報の入出力処理に関するソースコード部分との分離を明確に行えるようにすることである。この目的を達成するために、gt4f90io の入出力サブルーチンの機能の強化を行うと共に、コマンドライン引数処理や日時の取り扱い、計算時間測定のためのモジュールの作成を行った。

物理過程の変更を容易にするための工夫として、物理過程の演算を行うモジュールの管理方法について考察を加えた。AGCM5 では、ある物理過程に対して複数の数値スキームを交換して使用できるようにするために、スキームごとに異なるソースコードファイルを用意しサブルーチン名は同名にしておくことがなされていた。例えば、積雲対流の取り扱いでは、2 種類の数値スキーム a と k を交換するために、ファイル内のサブルーチン名は共通のまま対応する 2 つのファイル p2cuma.F と p2cumk.F を用意し、Makefile によってその選択を行い、実行ファイルを作成していた。しかし、この管理方法では、プログラムソースコードにおいてはどのサブルーチンを使用しているのか判別できない。そこで、各数値スキームごとに別々のモジュールを用意し、サブルーチン名は共通するが、どのスキームを用いるかは USE 文に陽に記述する、という管理手法を試みることにした。スキームを交換するためには、プログラムソースのモジュール名を書き換える必要があるが、ソースコードレベルでの種々のチェックや情報隠蔽が可能となり、結果として管理コストも低いうえ間違いを起こしにくいプログラム構造を構築することができると期待される。この管理方針により、モデルの可変性がどの程度向上するかについての検討は、実装実験を通じて行っていく予定である。

我々のモデルは DCPAM (Dennou-Club Planetary Atmosphere Model) として <http://www.gfd-dennou.org/library/dcpam> に公開している。