

# 可変性と可読性を考慮した大気大循環モデルの開発: ソースコードの簡潔さを重視したモデル設計

\*森川靖大 (北大理), 石渡正樹 (北大理), 高橋芳幸 (神戸大理),  
杉山耕一郎 (国立天文台), 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

本研究の目的は、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を行い、循環構造に関する地球流体力学的な理解を得るための道具としての大気大循環モデル (GCM) を開発することである。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モデルを模索すべく、これまでにプログラム書法の考案や基盤ソフトウェアの開発を行ってきた。

森川 他 (2007, 気象学会 秋季大会) では、水平離散化にスペクトル法、鉛直離散化に差分法 (Arakawa and Suarez, 1983) を用いた力学過程と、放射、積雲過程などに関する簡単な物理過程スキームで構成されたモデルにおいて、オブジェクト指向プログラミングによるモデル設計を行い、モデルを構成する物理素過程プログラムの独立性の向上を試みた。本講演では、我々のこれまでのモデルの可変性について検討を行い、そこで得られた問題点を元にモデルの再設計と実装を行った。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. オブジェクト指向的構造の検討

森川 他 (2007) では、オブジェクト指向的なモジュール設計を行い、物理素過程ルーチンの独立性の向上を試みた。オブジェクト指向プログラミングは、手続き (サブルーチンや関数) を計算すべき対象と合わせてオブジェクトとして管理する手法である。Fortran における実装は Akin (2003) 『Object-Oriented Programming Via Fortran 90/95』を参考に、モジュールと構造体の活用によって実現された。各物理素過程プログラムでは、初期化ルーチンと演算ルーチンを用意するよう設計した。主プログラムからは初期化ルーチンに対して必要なパラメータ (座標や物理定数等) を全て与え、演算ルーチンに対して計算する予報変数を与える。その結果、プログラム同士は手続きを通してのみ関係することになるため、その依存関係を単純にすることは可能となった。

しかし一方で、初期化ルーチンに対しての引数を明示的な受渡しや、オブジェクト指向的な設計のための前処理、後処理のために、ソースコードが冗長となり、プログラムの流れを把握するのに時間を要するようになってしまった。これらの検討から、ソースコードの簡潔さを維持しつつ、オブジェクト化によるプログラムの独立性の向上を行うことは困難であることが示された。

## 3. データ入出力についての検討

モデルのデータ入出力についても再検討を行った。森川 他 (2005, 気象学会 秋季大会) では、モデルのデータ入出力のためのシンプルなインターフェースを提供する gt4f90io ライブラリを開発、整備し、これをモデルへと導入してきた。しかし本研究のモデルのように、出力する変数や出力先のファイルの数がおよそ 10 を超えてくるような比較的大規模なモデルを使用する際には、ライブラリをさらに整備、拡張する必要があることが分かった。森川 他 (2005) のインターフェースでは、様々な物理素過程プログラムを着脱する際に、様々は物理量に対して出力するステップや平均化の処理を制御するためのソースコードをモデル側で用意せざるを得ない。ここでは gt4f90io の仕様を再検討し、これらの拡張機能を持つインターフェースの開発を行った。このインターフェースにより、モデルからプログラムの着脱を阻害していた煩雑なソースコードを排除することが可能となった。

## 4. モデルの再設計と実装

上記の検討結果をもとに、ソースコードを簡潔にすることをこれまでよりも重視したプログラム構造となるようモデルを再設計した。工夫の一つとして、図 1 に示すように、各プログラムをいくつかのカテゴリに分類し、その依存関係を明確にした。この設計をもとにモデル実装を行った。今後は、モデルの並列化を行った際にもソースコードの簡潔さをどこまで確保することが可能であるかを検討する予定である。

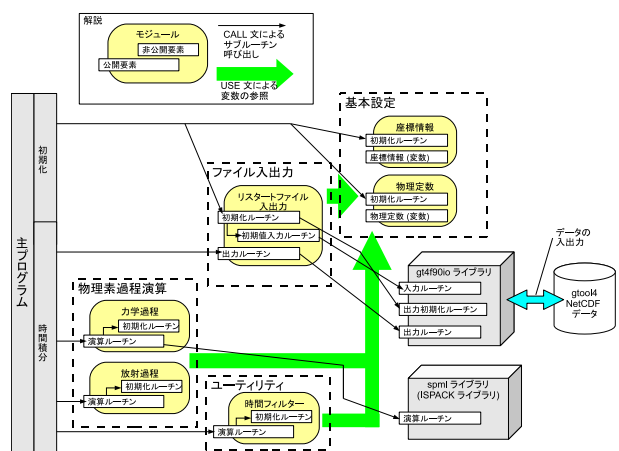


図 1: DCPAM におけるプログラム分類の概略。破線の四角が分類の大枠を示す。右下の gt4f90io, spml はそれぞれデータ入出力とスペクトル演算に関するライブラリである。