

# 大気大循環モデルによる湿潤惑星の数値実験

## A numerical experiment of a moist planet with a general circulation model

森川 靖大, 北大理/神大理, 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1, E-mail:morikawa@gfd-dennou.org

杉山 耕一朗, 北大理, 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目, E-mail:sugiyama@gfd-dennou.org

高橋 芳幸, 神大理, 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1, E-mail:yot@people.kobe-u.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

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

中島 健介, 九大理, 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1, E-mail:kensuke@geo.kyushu-u.ac.jp

林 祥介, 神大理, 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1, E-mail:shosuke@gfd-dennou.org

Yasuhiro MORIKAWA, Dept. of CosmoSciences, Hokkaido Univ./

Dept. of Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ., Kobe, 657-8501, Japan

Ko-ichiro SUGIYAMA, Dept. of CosmoSciences, Hokkaido Univ., Sapporo, 060-0810, Japan

Yoshiyuki O.TAKAHASHI, Dept. of Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ., Kobe, 657-8501, Japan

Masatsugu ODAKA, Dept. of CosmoSciences, Hokkaido Univ., Sapporo, 060-0810, Japan

Masaki ISHIWATARI, Graduate School of Environmental Sci., Hokkaido Univ., Sapporo, 060-0810, Japan

Kensuke NAKAJIMA, Dept. of Earth and Planetary Sciences, Kyushu Univ., Fukuoka, 812-8581, Japan

Yoshi-Yuki HAYASHI, Dept. of Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ., Kobe, 657-8501, Japan

Aiming for constructing an atmospheric general circulation model (GCM) with high readability and flexibility, desired program structures have been considered and their implementation tests have been performed. A flexible GCM whose programs can be easily changed is useful for investigating the structures of various planetary atmospheres from the viewpoint of comparative planetary science. In order to consider moist atmospheric circulations such as Earth and Jupiter, we have performed following attempts for facilitating exchanges of physical processes; (1) a design of physical process modules, (2) a development of a library for the production of test programs, (3) an improvement of document auto-generation library RDoc.

### 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、我々はそのプログラムの設計と実装を行ってきている (森川 他, 2005, 流体力学会 年会)。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状態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。

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

第 1 の試みとして、物理過程 1 つにつきモジュールを 1 つ用意し、そし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。その結果、格子点情報や物理定数などの実験設定パラメータがそれぞれのモジュールで使用されるのか、初期設定ルーチンを見れば明らかとなり、物理過程の交換やパラメータの管理コストを低減することが可能となる。

第 2 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を開発するとともに、テストプログラムの実行手順を定めた。この試みによりテストプログラム作成とテスト実行の手間が軽減され、デバッグ作業をこれまでよりも効率的に

行うことが可能となり、物理過程交換に伴うプログラム編集時間が短縮された。

第 3 の試みとして、Ruby によるドキュメント自動生成ライブラリ RDoc の Fortran 90/95 解析機能を強化し、ソースコードからドキュメントを自動生成するようにした。その結果ドキュメント生成のコストダウンが図られ、ほとんど手間をかけることなく最新のドキュメントが自動的に整備されるようになった。RDoc によって生成される HTML ドキュメントの例を Fig.1 に示す。

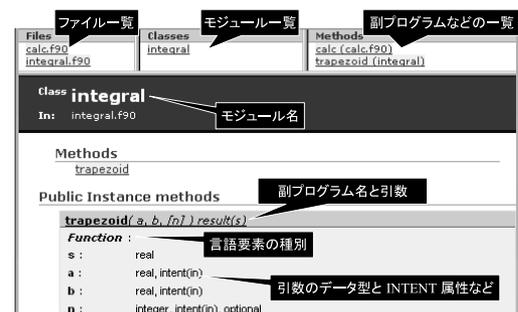


Fig. 1 HTML documents generated by enhanced version of RDoc Fortran 90/95 parser

### 3. 木星大気を念頭においた湿潤大気循環計算にむけて

これまで述べた試行のもとに、我々は木星の対流 (杉山 2007, 博士論文) を球面上において計算することを目指している。杉山 (2007) で使用されている重力、地表面気圧、大気主成分などを用いて計算を行い、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。今回の講演では、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。