

## オブジェクト指向言語 Ruby による地球流体シミュレーションにむけて

## Toward geo-fluid simulation with the object-oriented language Ruby

# 高橋 憲義[1], 堀之内 武[2]

# Noriyoshi Takahashi[1], Takeshi Horinouchi[2]

[1] 京大・理・地球物理, [2] 京大・宙空電波

[1] Department of Geophysics, Kyoto Univ., [2] RASC, Kyoto Univ.

<http://dennou-k.gfd-dennou.org/arch/ruby/index.htm>

大気の研究においては、様々な場面で数値シミュレーションが用いられる。その代表としては、大気大循環モデルとそのバリエーション(様々な結合モデル)が挙げられる。これらは大気や海洋における各種の物理過程を適当な形で取り込むことを目指した大規模なモデルであるが、一方で何らかのエッセンスを取り出したり、様々な近似を施した「簡単モデル」も重要な役割を果たしている。大循環モデルによるアプローチは、言わば地球を丸ごと再現することであるため、それだけで「理解」がもたらされるといは限らない。そのため、様々な度合いの簡単モデルの必要性は決してなくならないのである。しかし、簡単モデルには無数のバリエーションがあり得る。従って、望ましいプログラミングスタイルも大循環モデルとは異なる。後者の場合は労働を集約して一つのモデルを育てて行くことが肝要であるが、簡単モデルは個人が素早く開発できることが望ましい。よって、プログラミングに使用する言語の選択にも、開発効率という視点が重要である。ただし、簡単モデルでも高い分解能を用いる要求は当然あるので、ある程度の実行効率が達成出来る必要もある。

以上の背景より、本研究ではオブジェクト指向スクリプト言語 Ruby に着目し、Ruby を数値モデリングに使用するための基礎的な開発と実証研究を行う。Ruby はフリーソフトであり、UNIX を中心に Windows 等にも移植されている。その処理系は C で書かれており、C で書かれた拡張ライブラリーを簡単に作成でき、動的にリンクできる。このため、C や Fortran で書かれた資源を活用する 'glue' 言語として利用しやすい。Ruby は型のないインタプリタ型の言語であり、誕生当初からオブジェクト指向言語として注意深く設計されているため、後からオブジェクト指向機能を付加した言語に比べると、使いやすく取り付きやすい。Ruby の添付ライブラリーには、数値計算に欠かせない多次元配列が含まれていないが、最近では C のポインターを利用した数値型多次元配列 (NArray と呼ばれる) が広く使われるようになってきており、本研究でもそれを用いる。数値計算と同時に可視化が出来ることが望ましいが、それには「地球流体電脳クラブライブラリー」を用いる(本セッションにて講演あり)。

本研究ではまず、Ruby をベクトル計算機である富士通 vpp800 に移植した。NArray も移植し、ベクトル化が行われやすいようにする。これを用いて球面上の 2 次元流体モデルの作成を行っている。このモデルは、非発散順圧流体の渦度方程式を、球面調和関数を用いたスペクトル法により解く。既に FORTRAN77 による実装が石岡らにより行われており、成層圏の循環や地球・惑星の準 2 次元乱流の研究に使われている。本研究では、このモデルで用いられている球面調和関数ライブラリーを NArray のメソッドとして組み込むことで、ベクトル化を図る。講演では、ベンチマークの結果を示すと共に、Ruby を利用することで数値計算のプログラムが具体的にどのように簡単になるかを紹介する。今後は、グリッド法を念頭に置いたベクトル化対応を進めるとともに、通信の詳細を隠蔽して並列計算を行うための検討を行う。