

地球流体電脳倶楽部 dcmode! プロジェクトについて

竹広 真一

2019 年 3 月 29 日

はじめに

- シミュレーションモデルは巨大化し複雑になってしまった
 - 単純な流体計算 + 多くの物理素過程 (放射・乱流過程, 雲・降水などの構成物質の相変化などなど)
- ひとりで掌握するのは容易ではない
 - プログラムを理解することが難しい
 - モデルの正しさをチェックするのが難しい
 - 素過程モデルとの比較検討
 - 概念モデルを作るためのシステムの抽出

⇒ “モデルギャップ” 問題 (Held 2005)

はじめに

- この“ギャップ”を埋めるために...
 - さまざまなレベルの複雑度のモデルを階層的に使い、結果を比較していくことが必要
 - 複数の数値実験を同時に円滑に行える計算環境が必要

dcmodel プロジェクト

さまざまな複雑度の階層的数値モデル群を開発・維持
<http://www.gfd-dennou.org/library/dcmodel/>

dcmodel のモデルの特徴

- 様々な複雑度のモデル
 - 簡単なモデル(素過程モデル・概念モデル)から複雑なシミュレーションモデルまで
 - 現象の理解と複雑なモデルの正当性のチェックのため
- 共通の「型」を持ったモデル
 - ⇒ プログラムコードの可読性を上げる
 - 共通の書式・変数名規則・入出力ルーチン・データ書式
 - 複雑度の異なる多数のプログラムを用いた数値実験を同時に効率的に行うために重要
 - 一つプログラムを学習 ⇒ 他のプログラムの理解が加速
 - 複数のモデルの数値計算結果の後処理・可視化の共通化
 - モデルのユーザーにとっても可読性は重要
 - 元となる物理モデルとの比較確認

dcmodel のモデルの特徴

- 誰でも使えるモデル・プログラム
 - ソースコードから全てインターネット上で公開
 - 他の研究者の結果を誰でも追試できることが重要
- 様々な規模の計算機で実行できるモデル
 - パソコンからスーパーコンピュータまで
 - 学生が学部・大学院教育で用いた教材を、そのまま最先端の研究として用いることができる
- 解説文書の整備されたモデル
 - チュートリアル文書・参考書・モデル解説書をモデル開発と共通の形式で整備
 - プログラムの維持管理にとっても解説文書は重要
 - 元の物理モデルの確認のため

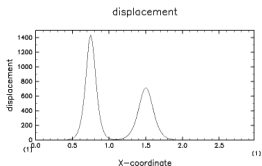
dcmodel の構成要素

- 入出力ライブラリ, 各種ツール
 - gtool5
- スペクトル変換ライブラリ
 - ISPACK/spml
- さまざまなモデル
 - spmodel : 階層的地球流体スペクトルモデル群
 - deepconv : 非静力学雲解像モデル
 - DCPAM : 惑星大気大循環モデル
 - dcrtm : 惑星大気放射伝達モデル
 - (dcpom) : 惑星海洋モデル
 - (dcpcm) : 惑星惑星気候モデル

文書開発ツール

- rdoc-f95 ⇒ doxygen

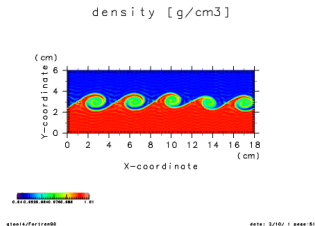
spmodel の出力例



16/03/2016 20:00-10-08

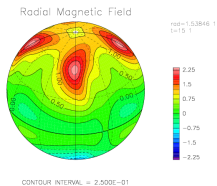
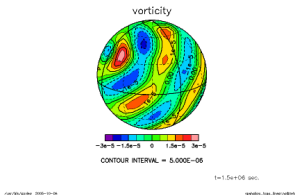
t=0.1

16/03/2016



KdV 方程式のソリトン解

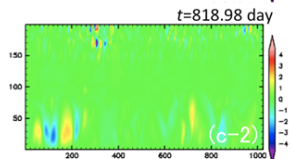
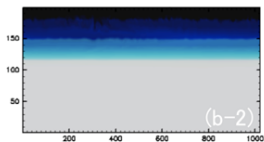
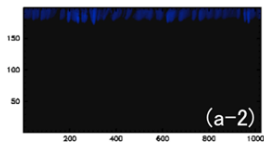
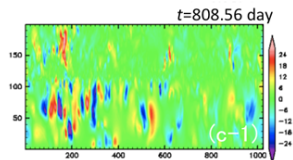
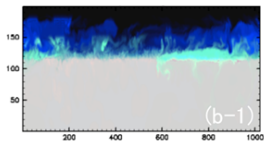
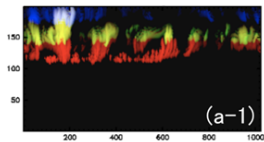
Kelvin-Helmholtz 不安定



回転球面上のロスビー波伝播

回転球殻 MHD ダイナモモデル

deepconv の計算例



雲混合比

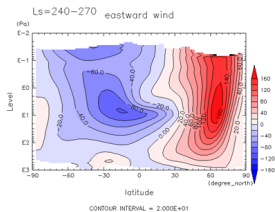
水蒸気混合比

鉛直速度

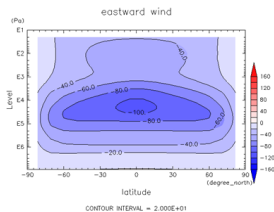
DCPAM の計算例

- 各地球型惑星大気の大循環計算例
 - (上段:東西風, 下段:温度)

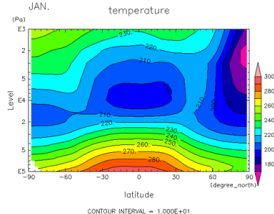
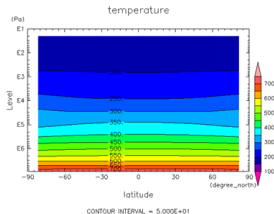
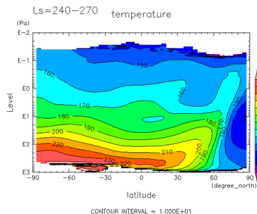
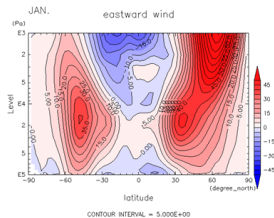
火星



金星



地球



- Fortran90/95 のドキュメンテーションツール
 - ソースプログラムからモジュール, 関数, サブルーチン, namelist 変数を自動解析し, マニュアルを生成
 - ruby のドキュメンテーションツール rdoc を Fortran90/95 用に拡張



rdoc-f95 で生成された dcpam のレファレンスマニュアル