

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書 (平成 16 年度)

提出期限：平成17年3月14日(月)17:00 必着

応募カテゴリ (いずれかを選択) A ・ B ・ **C**

システム (いずれかを選択) VPP ・ GRAPE

プロジェクト ID: rmo46c

研究代表者 (現在のユーザ ID : odakams)

氏名	小高 正嗣	
所属機関名	北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻	
連絡先住所	〒 060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目	
電話番号	011-706-3566	
E-mail	odakker@gfd-dennou.org	
職または学年	助手	
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名		

研究課題名

(和文)	天体内流体現象の理解のための流体数値モデルの開発と数値実験
(英文)	Numerical experiments for understanding fluid motion in celestial bodies and development of related numerical software

研究分担者

[illegible]

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

(1) このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

[講演論文集]

佐々木洋平, 小高正嗣, 竹広真一, 林祥介, 「ダイナモベンチマークにおける磁場生成維持機構の解析」, 日本流体力学会年会 2004 講演論文集, ながれ 23 別冊, 608–609.

[学会発表]

小高正嗣, 石渡正樹, 竹広真一, 石岡圭一, 林祥介, 「SPMODEL の一環としての球面浅水モデル」, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会, 幕張メッセ国際会議場, 2004 年 5 月 10 日 (講演番号 J031-012)

小高正嗣, 石渡正樹, 竹広真一, 石岡圭一, 林祥介, 「階層的地球流体力学スペクトルモデル集 SPMODEL」, 日本気象学会春季大会, 気象庁, 2004 年 5 月 16 日, (講演番号 P122)

佐々木洋平, 小高正嗣, 林祥介, 竹広真一, 「ダイナモベンチマークケース 1 における磁場生成維持機構の解析」, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会, 幕張メッセ国際会議場, 2004 年 5 月 12 日 (講演番号 E012-004)

(2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

成果の概要

今年度は、これまでに我々が開発してきた鉛直方向と水平方向のスケールが同程度の「深い対流」を計算する回転球殻磁気流体モデルを用いた天体固有磁場生成の数値計算結果の解析と、安定密度成層内で生じる鉛直スケールの小さい「浅い対流」を記述する三次元回転球面流体モデルの開発を行った。数値計算結果の解析とモデル開発に重点を置いたので、VPP5000の利用は解析と移植性検討を目的とした限定的なものになった。

(1) 回転球殻磁気流体モデルを用いた数値計算結果の解析

回転球殻磁気流体モデルを用いた数値実験として、昨年度我々は Christensen *et al.* (2001) ダイナモベンチマーク実験の Case0 と Case1 の設定を与えた数値計算を VPP5000 上で行ってきた。今年度は Case1 の計算結果の解析を行い、流れ場と磁場の空間構造と磁場の生成維持機構について考察を行った。流れ場は回転軸方向に沿った4つの局在した負の渦柱によって特徴づけられ、磁力線はその渦柱に巻き付いたような構造を持つ。この流れ場と磁場の構造は時間とともに西へゆっくりとドリフトし、そのメカニズムは磁気地衡流とそれによる渦管とポロイダル磁場の引き伸ばしであることを定性的に示した。子午面内と球殻表面の流れ場と磁場の分布を用いて、この数値解に現れる磁場の生成維持に対する α 効果と ω 効果の重要性について考察を行った。

(2) 三次元回転球面流体モデルの開発と基礎的な数値実験

「浅い対流」を計算する回転球面静水圧流体モデルの、力学コア部分の開発を行った。開発にあたっては、数値モデルソースコードの可読性向上に注意を払った。具体的には Fortran90 の機能であるモジュール・構造型・総称手続きなどを積極的に活用し、SPMODEL ライブラリ (竹広 他, 2004) において用いられていた関数および変数命名規則を拡張した命名規則を考案し用いた。入出力データの形式とデータ入出力ライブラリには、それぞれ gtool4 netCDF 規約 (豊田 他, 2000) と gt4f90io (森川 他, 2004) を使用し、入出力手続きの簡略化を図った。

力学コアの動作試験として、Held and Suarez (1994) の GCM 力学コアのベンチマークテストを行った。力学コアの水平離散化にはスペクトル法を用い、球面調和関数で展開し三角形切断をおこなう。鉛直離散化には Arakawa and Suarez (1983) のスキームを用いる。水平解像度 T21、および T42 で 1200 日積分を行った結果、ハドレー循環や中緯度擾乱は表現できることが確認された。T42 で行った計算では、帯状平均東西風の 200 – 1200 日平均値に関して、Held and Suarez (1994) で示された T63 の結果と同様な結果が得られた。

開発した力学コアは DCPAM (Dennou-Club Planetary Atmosphere Model) と名付け、<http://www.gfd-dennou.org/arch/dcpam> に公開した。