

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17年度）

提出期限：平成18年3月20日(月)17:00 必着

応募カテゴリ（いずれかを選択） A

システム（いずれかを選択） VPP

プロジェクト ID:whi31a

研究代表者（現在のユーザ ID : isobehr）

氏名	磯部洋明	
所属機関名	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻	
連絡先住所	〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 理学部 1 号館	
電話番号	03-4851-4596	
E-mail	isobe@eps.s.u-tokyo.ac.jp	
職または学年	日本学術振興会特別研究員 PD	
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)	太陽活動領域の形成と加熱
(英文)	Formation and heating of active regions in the Sun

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

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

論文

- "Three dimensional simulation of solar emerging flux using the Earth Simulator I. Magnetic Rayleigh-Taylor Instability at the Top of the Emerging Flux as the Origin of Filamentary Structure", Isobe, H., Miyagoshi, T., Shibata, K., & Yokoyama, T. 2006, PASJ 印刷中

国際会議集録

- "Formation and dynamics of Current Sheet" Isobe, H. 2005, "Formation and Dynamics of Current Sheets", Proceedings of the International Scientific Conference on Chromospheric and Coronal Magnetic Fields (ESA SP-596), ed. D.E. Innes, A. Lagg & S.K. Solanki, Published on CDROM, p.24.1

国際会議発表

- "Formation and dynamics of Current Sheet" Isobe, H., Chromospheric and Coronal Magnetic Fields, Katlenburg-Lindau, August 30-September 2, 2005（招待講演）
- "Three-Dimensional MHD Simulations of Emerging Flux and Associated Magnetic Reconnection", H. Isobe, T. Miyagoshi, K. Shibata & T. Yokoyama, The 6th Solar-B Science Meeting, Kyoto, November 8-11, 2006（招待講演）
- "Three-dimensional disruption of coronal arcade fields by an emerging flux tube", S. Notoya, T. Yokoyama, K. Kusano, T. Sakurai, T. Miyagoshi, H. Isobe, & T. Yamamoto, The 6th Solar-B Science Meeting, Kyoto, November 8-11, 2006（ポスター発表）
- "Observations and simulations of solar flares", H. Isobe, Earth Sun System Exploration: Energy Transfer, Kona, Hawaii, January 16-20, 2006（招待講演）
- "Observations and MHD simulations of fine structure in magnetic reconnection in the solar corona", H. Isobe, Harry Petschek Symposium on Magnetic Reconnection, Maryland, March 21-23, 2006（招待講演）

学会・研究会発表

- "浮上磁場に伴うコロナアーケード磁場の崩壊及び放出過程"、能登谷瞬、横山央明、草野完也、桜井隆、宮腰剛広、磯部洋明、山本哲也、日本天文学会 2005 年秋季年会
- "活動領域の形成と加熱"、磯部洋明、能登谷瞬、大規模シミュレーションプロジェクト・ユーザズミーティング、国立天文台、2006 年 1 月 11 日 13 日

成果の概要

太陽内部からの磁場の浮上、コロナでの磁気リコネクション、対流と磁場の相互作用による構造形成と波動の発生など、様々な物理過程を含む活動領域の形成と加熱の過程を、セルフコンシステントな MHD シミュレーションによって調べるのが本シミュレーション課題の目的であった。今年度の成果は大きくわけると、浮上磁場・磁気リコネクション領域の微細構造形成メカニズムのとそのコロナ加熱メカニズムの解明、及び対流層とコロナを同時に解くシミュレーションコードの開発である。

まず対流の影響を考えない、浮上磁場とコロナ磁場との磁気リコネクションの 3 次元高解像度シミュレーションを行い、浮上磁場中で磁気レイリーテイラー不安定によりフィラメント構造と微細電流シートが形成されること、その結果コロナ磁場との磁気リコネクションにも微細構造が発達することを示した。フィラメント構造は浮上磁場領域の H α 像で観測されるアーチフィラメントの起源を、微細電流シートは TRACE 衛星による極紫外線で明らかにされた非一様なコロナ加熱の起源を自然に説明することができる。また、磁気レイリーテイラー不安定によるフィラメント構造の発達のため、浮上磁場とコロナ磁場の間の大規模電流シートにも微細構造が発達する。その結果、テアリング不安定性が局所的に起こり、電流シートの中に小さなプラズモイドが多数できること、そして一つ一つのプラズモイドが噴出した際に、速い磁気リコネクションとエネルギー解放が局所的に起こることを発見した。これはフレア等、磁気リコネクションに関係したエネルギー解放現象で普遍的に見られる、空間的な微細構造と速い時間変動をうまく説明できる。さらに、このシミュレーションで示されたような理想 MHD 不安定による電流シート内の乱流の発生とプラズモイドのダイナミクスは、天体磁気リコネクションにおける大問題である、グローバルスケールとミクロスケールがいかにカップルしているか、という階層結合の問題を解く一つの手がかりを与える。

また、コロナ磁場の現実的な形状として、アーケード状の磁場を仮定した場合、浮上磁場との相互作用によりアーケード磁場が変形し、自分自身で磁気リコネクションを起こして噴出するケースを発見した。これは浮上磁場によるフィラメント噴出トリガーのモデルとなりうる。

また、現在光球面の対流運動と彩層・コロナを同時に解いて、対流と磁場の相互作用による構造形成と波動の発生、伝播過程を調べるため、Lax-Wendroff 法及び CIP-MOCCT 法を用いた既存の MHD コードに、対流を解くための境界条件と、熱伝導、運動粘性を陽的に解くモジュールを実装し、2 次元磁気対流の線形・非線形テスト問題を終えた。これまでに Lax-Wendroff 法を用いて、対流層からコロナをつなぐ垂直磁場が存在した時、対流運動によって波動が発生し、磁気音波を介してコロナへエネルギーが伝わる過程のシミュレーションを行った。磁場の強さを変化させた時の予備的な結果では、コロナへ抜けるポインティングフラックスが、平均磁場の強さが数百ガウス程度で極大値をとることが分かっている。これは、磁場が強い場合は対流が弱く、磁場が弱い場合は対流が強くてもポインティングフラックスは小さい、ということ で定性的には説明できる。同様の傾向は Katsukawa & Tsuneta (2005) による高解像度偏光観測でも得られている。次年度はこれを 3 次元に拡張して磁気対流とコロナ加熱のシミュレーションのパラメータサーベイを行い、次年度後半に打ち上げ予定の Solar-B のデータとの比較も行う予定である。