

# 国立天文台 天文シミュレーションプロジェクト 成果報告書 (平成18年度)

提出期限：平成19年4月6日(金)17:00 必着

応募カテゴリ (いずれかを選択)      B  
システム (いずれかを選択)      VPP

プロジェクト ID: ikt37b

研究代表者 (現在のユーザ ID : takhshkn)

氏名	高橋 邦生		
所属機関名	総合研究大学院大学		
連絡先住所	〒181-8588 三鷹市大沢 2-21-1		
電話番号	0422-34-3767		
E-mail	kutaka@solar.mtk.nao.ac.jp		
職または学年	D3		
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名	櫻井 隆		

研究課題名

(和文)	光球磁束管の生成と運動に関する 3次元磁気流体シミュレーション
(英文)	Three Dimensional MHD Simulation of Photospheric Magnetic Flux Tube (Formation and Dynamics)

研究分担者

氏名	所属機関名	E-mail	ユーザ ID
野澤 恵	茨城大学	snozawa@env.sci.ibaraki.ac.jp	nozawast

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

- “光球磁束管の生成と運動に関する 3次元磁気流体シミュレーション”, 高橋邦生, 2006年度 国立天文台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11月30日

成果の概要

本研究では、光球面で観測される微細な磁束管の形成過程に注目して、対流層上部 (光球下約 1000km) からコロナ (光球上部約 3000km) までを計算領域に含む 3次元磁気流体数値シミュレーションを行った。まず、昨年度から引き続き、以下の点に関して計算コードの開発と改良を行った。

- 粘性と熱拡散の効果を扱うためのモジュールの開発
- 移流部の数値計算手法の改良 (単調性と凹凸性を保証する有理関数 CIP 法を採用)

以下、成果の概要を示す。まず我々が注目している 1kG 以上の微細な磁束管 (約 1 秒角) の形成過程は、磁束管内部の対流不安定に伴う下降流 (対流崩壊:convective collapse) により、磁場を増幅するというものである。観測的には、対流崩壊を起こす磁束管が微細なこと、大気のゆらぎやケーデンス (対流崩壊現象は分のオーダーの現象) などの問題で全くと言ってよいほど観測的な検証は行われていない。しかし、昨年に打ち上げられた「ひので」衛星を用いれば観測的な検証が可能である。例えば、可視望遠鏡の偏光分光装置 (Stokes Polarimeter) を用いて、対流崩壊に伴う下降流を検出しようとする試みが行われている。ただし、対流運動による速度擾乱が伴うので、観測データの中から対流崩壊を起こしている磁束管を探すことは難しい。よって、シミュレーションによる検証が必要である。特に微細磁束管の生成過程や運動を明らかにすることができれば観測との比較が可能となり、双方をうまく組み合わせた研究ができる。以上のような観点から、本年度は簡単なモデルを用いた予備的な計算を行った。

以下、我々が得たシミュレーション結果の一例を示す。

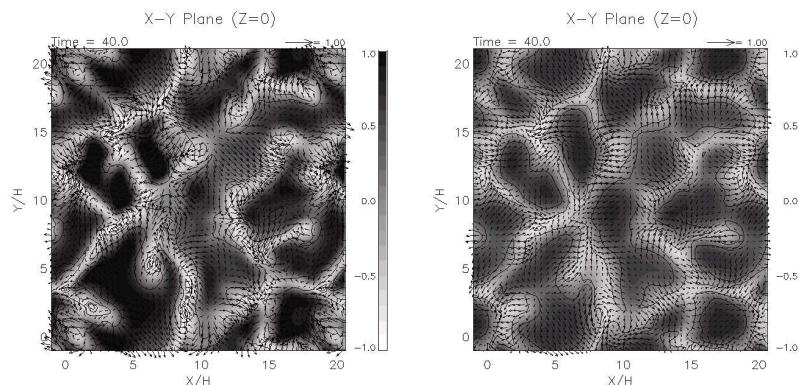


図 1:  $t/\tau=40$  での光球 ( $Z=0$ ) 面の図。色は鉛直方向の速度場を、等高線は磁場強度を示す。ベクトルは速度の水平成分。左図は光球付近で放射冷却を考慮した場合。右図は断熱の場合を示す。また、磁場強度が強い部分は対流が沈み込むところに対応している。左図では 800 から 2000G、右図では 200-500G 程度の磁場強度となっている。

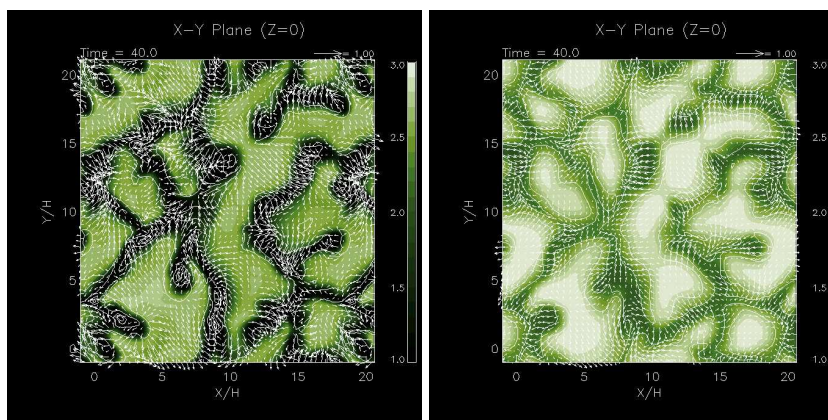


図 2: 図 1 と同様。ただし、カラーは温度である。初期の光球の温度を 1 としてある。右図では全体的に温度が高くなっており、もはや光球面とは言えないくらいの温度になっている。

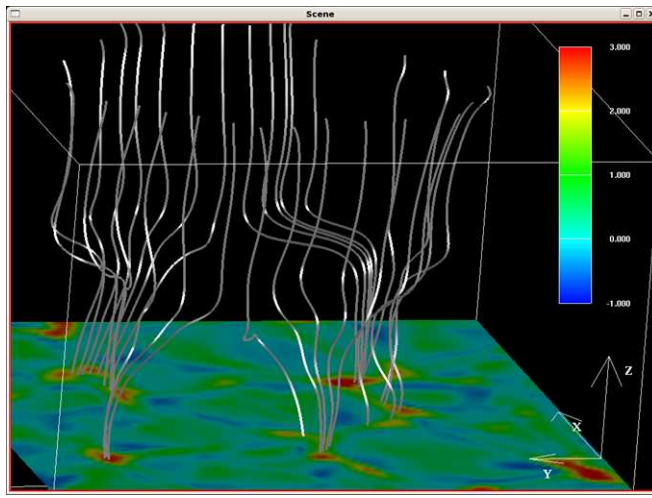


図 3: 磁場強度が強くなったときの磁力線の様子。カラーは光球面での磁場強度を示す。磁場強度が強いところでは、磁束管は収束しているのがわかる。また、初期に一方向にあった磁場も対流運動の影響で逆方向の磁場が現れている。

まだ、定性的ではあるが、対流崩壊により観測的に見られる強い磁束管が形成されることが示された。今後、さらなる解析を行い投稿論文としてまとめる予定である。