

太陽光球の対流運動

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

飯島陽久

2011年8月31日

1 序論

太陽の表面付近では、不透明度が急激に変化し、多くのエネルギーが上層大気に輻射によって輸送され、強く冷却される。輻射冷却によって表面の温度が下がると、Rayleigh - Taylor 的な不安定のために対流が起こる。そのような対流は、地上からは Benard セルのように観測される。

2 目的

太陽表面における微細磁束管の対流にともなう運動を輻射磁気流体シミュレーションによって調べる。この講演ではその準備として、

- 実験 1: 理想化した設定での微細磁束管の運動に関する先行研究の再現
- 実験 2: 作成した輻射輸送ソルバーのテスト

の結果を発表した。

3 実験 1

Steiner et al. (1998) による微細磁束管の 2 次元輻射磁気流体シミュレーションを参考にして、Ad-hoc な輻射加熱項と理想気体の状態方程式を用いた簡単な設定で再現した。結果、対流にともなう微細磁束管の運動を再現できた。しかし、底に固定壁をおいた境界条件のため、磁束の掃き寄せが起こりにくく、Kato et al. (2011) のような底ですばまった磁束管は形成できなかった。

4 実験 2

Kunasz & Auer (1988) の Short Characteristic 法を用いて、2 次元輻射輸送ソルバーを作成し、サーチライトビームのテストを行った。結果、解析解とよく一致することが確かめられた。数値計算手法特有のビームの広がりも確認できた。

磁気流体コードに組み込むにあたり、輻射加熱項を求めるために、輻射強度の角度積分を行う必要がある。そのためのモジュールを作成し、輻射加熱項を角度平均した輻射強度 J_ν から求める方法と、輻射フラックス F_ν から求める方法を比較した。結果、光学的に浅い場所では、輻射強度が

源泉関数から大きく離れており、 J_ν を用いた方が理論的に正しい値を与えるが、光学的に深い場所では、 F_ν から求めた方が、空間微分を含み輻射強度の空間変化に敏感なため、輻射加熱を正しく表すのに適していることが分かった。

5 今後の課題

今後は、磁気流体コードに輻射輸送ソルバーを組み込んで、輻射磁気流体コードを作成し、より詳しい解析を行う予定である。