

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2019年06月10日採択

申請者氏名	川畑佑典 (会員番号 6244)
連絡先住所	〒 252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
所属機関	日本天文学会
職あるいは学年	D3
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	Chromospheric magnetic field: A comparison of He I 10830 Å observations with nonlinear force-free field extrapolation
渡航先 (期間)	ドイツ (2019年8月24日～8月31日)

今回、私はドイツのゲッティンゲンで開催された "Solar Polarization Workshop 9" という研究会に参加しました。この研究会では太陽大気における偏光の形成の素過程に加え、実際の偏光観測データ解析や磁気流体数値計算モデリングの結果が議論されました。

この研究会で私は "Chromospheric magnetic field: A comparison of He I 10830 Å observations with nonlinear force-free field extrapolation" というタイトルで口頭発表を行いました。太陽において太陽フレア、コロナ質量放出 (CME) に代表されるような爆発的な物理現象は磁場を介したエネルギー変換によって起こっていることが知られています。一方で「どのような条件が満たされた時にフレア・CME 駆動されるのか」という大問題が未解決として残されています。駆動機構の候補には磁場のねじれ度合いの増加、もしくは鉛直方向の磁場の減少率、といった磁場の3次元分布に起因する磁気流体力学的不安定 (Kruskal & Schwarzschild 1954, Kliem & Török 2006) が提案されています。これらのモデルを検証するためには「フレア発生直前に磁場がどのように分布しているか」を観測的に示唆することが重要な鍵となります。太陽観測においては磁場の測定は主に偏光分光観測に基づいて行われていますが、偏光信号の大きさの制限のため、主に光球 (太陽表面) の観測に限られています。そのため実際にフレアが発生している数 Mm から数 100Mm 上空のコロナの磁場の観測は現状では困難な状態です。そこで開発されたのが①低プラズマ  $\beta$  と②力学的平衡の2つを仮定し、光球から上空の磁場を推定する非線形フォースフリー磁場 (NLFFF) 外挿という手法です。しかし NLFFF 外挿モデルにも弱点があり、①の仮定である低プラズマ  $\beta$  は光球では妥当でないという指摘があります (Gary 2001)。そこで我々は2つの活動領域の観測結果に対して、光球より約 1500km 上空の彩層の磁場を He I 10830 Å の偏光観測から導出し、光球から NLFFF 外挿を行った結果との比較を行いました。NLFFF の 1500km 高度での磁場ベクトルと He I 10830 Å から求めた磁場ベクトルの非ポテンシャル性を Shear Signed Angle (SSA) と呼ばれる指標で見積もりました。その結果、彩層高度において実際の彩層磁場は NLFFF 外挿の予測よりエネルギーの高い非ポテンシャル性を有している可能性があることを示しました。この結果は、現状の NLFFF モデルでは上空の3次元磁場構造を十分に再現できておらず、上空には過去に推測された

よりも高い磁気エネルギーが存在することを示唆しています。

口頭発表後に Solanki 氏から、今回の研究では 1500km の高さを比較しているが He I 10830 Å は様々な形成高度の情報を持っているので他の高度での比較も行うべきだ、という指摘をいただきました。私の研究では一つの高度のみでしか比較を行なっていなかったので、論文投稿前に非常に有意義なコメントをいただくことができました。また Jafarzadeh 氏から重力やガス圧をモデルに組み込むことで太陽の低層大気の磁場分布にどのような変化が生まれうるかについての話を聞くことができました。

他の研究者の方々の発表も興味深いものが多くあり非常に勉強になりました。de la Cruz Rodriguez 氏の発表では、異なる機器で観測されたデータを組み合わせ、散乱偏光や3次元の輻射輸送を考慮することで、従来の輻射輸送 inversion に比べ高精度な物理量導出が可能になることが報告されました。現在観測が行われているや GREGOR や SST、将来観測が予定されている DKIST など、多くのデータが異なる機器で取得されることが期待されるので、非常に有効な手法であると感じました。また Asensio Ramos 氏からは深層学習を偏光データに適用するアイデアが多く提案されました。Asensio Ramos 氏の話に限らず、今回の会議で印象的であったのは偏光分光データの解析に深層学習の手法を取り入れた研究が多く行われ始めているという点でした。日本では太陽のデータの解析に深層学習を適用する手法はあまり浸透しておらず、そこから得られている新規性の高い様々な結果は印象的でした。会議中に Asensio Ramos 氏と深層学習を元にした解析の今後の展望を議論することができました。偏光分光データの inversion に限らず、長期間観測を行なっているデータ、膨大な多波長データ、3次元磁気流体計算などにも適用できる可能性があることを聞くことができました。DKIST、EST、Sunrise-3 といった太陽偏光分光観測の将来ミッションに向けて日本でも新しい解析手法を開発していく必要があることを認識しました。会議の最後には3年後の2022年に Solar Polarization Workshop 10 が京都で開催されることが発表され、より良い成果を次回の会議で報告できるよう一層研究に励もうと強く感じました。

最後になりましたが、今回の渡航に対し多大な援助をいただいた、日本天文学会早川幸男基金および関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。