

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2018年06月10日採択

申請者氏名	行方宏介 (会員番号 6586)
連絡先住所	〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
所属機関	京都大学理学研究科宇宙物理学教室
職あるいは学年	D1: 学振
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	1. 研究集会での口頭発表 2. 共同研究 3. 研究集会での口頭+ポスター発表
講演・観測・研究題目	1. 講演題名:「Statistical Studies of Solar White-light Flares and Comparisons with Superflares on Solar-type Stars」 2. 共同研究題目:「太陽型星のスーパーフレア・巨大黒点の時間発展に関わる観測的研究」 3. 講演題名:「Lifetime, Emerging and Decay Rates of Star Spots on Solar-type Stars Estimated by Kepler Data and Comparisons with Sunspots」
渡航先 (期間)	アメリカ (2018年7月15日~8月5日)

私たち京都大学の研究グループは、太陽型星(G型主系列星)におけるスーパーフレアという現象を研究し、「スーパーフレアはどのようなメカニズムで起きるのか?」という問題に取り組んでいます。今回私は、2018年7月15日~8月5日に、アメリカの3都市(ロサンゼルス・コロラド・ボストン)を訪問し、私の研究成果について、国際会議での発表、及び共同研究を行ってきました。まず、最初に、ロサンゼルスにて、国際会議 COSPAR に参加しました。本会議は、今回で42回目の開催で、太陽・地球分野の数千人もの研究者が一同に会す、世界規模の会議です。本会議にて、太陽フレアと恒星のスーパーフレアの比較から得られた、スーパーフレアのエネルギー解放機構について、口頭発表を行いました。スーパーフレアは白色光フレア(可視光増光)として発見されていることから、そのエネルギー解放機構を紐解くには、太陽の白色光フレアと比較することが重要であると考えられます。そこで、私たちは、太陽観測衛星 SDO、Hinode、及び Kepler 衛星のデータを駆使し、太陽の白色光フレア・恒星のスーパーフレアの統計的性質を比較する研究を行い、空間分解して観測のできない恒星のスーパーフレアも、同様の物理メカニズム(磁気リコネクション)で起きているということを観測的に証明しました。発表では、スーパーフレアを起こす星は年齢などに何か関係があるのか、若い星は磁場の分布はどうなっているのか、などの質問が出ました。我々の研究によって、太陽とよく似た年齢のスーパーフレア星も見つかっていますが、太陽型星での磁場分布は観測的にはあまりよくわかっていない部分も多く、将来的に研究すべき内容だと感じました。また、Reichel Osten 氏の発表では、フレア時のエネルギー分配則が、恒星フレアと太陽フレアでどう違うかという重要な研究のレビューがなされていました。発表後に Osten 氏と話をしたところ、恒星フレ

アの X 線・可視光の同時観測はそこまで多くなく、CME は未検出だとおっしゃっていました。将来的に、可視光・X 線の同時観測に加えて分光観測を行い、フレアのエネルギーが放射エネルギーと運動エネルギーにどのように分配されているのかを調べることで、恒星フレアが太陽フレアと同じなのか、そうでないのかを調べる必要があると感じました。

次に、コロラド大学にて、同大学の Adam Kowalski 氏と、(1) 我々が観測した恒星フレアの $H\alpha$ 線のブルーシフトスペクトル (Honda et al. 2018) をどのように解釈するか？(2) 太陽型星のスーパーフレアがどのようなスペクトルを示すのか？という内容の共同研究を行いました。(1) に関しては、短い滞在期間中にもかかわらず、Kowalski 氏の 1 次元輻射輸送流体コード (RADYN) を用いて試験を行いました。結果、微弱なブルーシフト ($\sim 10 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$) を示したものの、観測 ($\sim 100 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$) を説明するには足りませんでした。また、この微弱なブルーシフトはシミュレーションの下部境界の影響も考えられ、さらに深い領域までの拡張が必要です。一方で、 $H\alpha$ 線の長波長側に吸収があった場合も、同様のスペクトルを示すことから、これはポストフレアループによって吸収を受けているのかもしれないと考えられます。今後の研究で、観測を説明するモデルを作ろうと話しました。また、(2) については、磁場が強いと期待される恒星フレア (Namekata et al. 2017) は、フレアリボンが広がるスピードも速いと期待され、単位面積当たりのエネルギーインプット時間が太陽フレアよりも短く、フレアのスペクトルに大きく影響を与えうるという議論をしました。これを足がかりに、今後も共同研究をやっていこうという話になりました。他にも、コロラド大学では、Ed Cliver 氏と太陽でのスーパーフレア発生可能性について議論し、Kevin France 氏には UV での恒星フレア観測結果について教わり、非常に充実した日々を過ごしました。

その後、自分はボストンに向かい、国際会議「Cool Stars 20」に参加しました。これは、太陽型星などの磁気活動性を示すあらゆる星を取り扱う会議で、主に太陽コミュニティの学会しか参加したことがなかった自身にとっては非常に有意義な会議でした。ここで自分は、恒星黒点の寿命の観測について、ポスター紹介のための口頭発表+ポスター発表 (b 講演相当) を行いました。ポスターには多くの方が来てくださり、特に、自分の恒星黒点の寿命を測定する研究が、恒星の自転周期の決定にも重要な役割を果たすというコメントは、新たな発見でした。一方で、空間分解した黒点と、星全体としての光度曲線の関係に疑問を抱く方が多く、両者の違いを今後研究していかなければなりません。そこで、シアトル州ワシントン大学の James Davenport 氏と共同で、以上の問題に取り組むことになり、今後の共同研究の足がかりにもなりました。会議では、Gaia 衛星の成果報告、Kepler 衛星の後継機である TESS 衛星の観測開始などが特集されており、プロジェクトの規模の大きさや期待される成果などに心踊らされました。また、恒星の磁気活動性の研究業界では、磁気活動性の長期変化 (太陽の 11 年周期に対応) や、スナップショット的な黒点の分布に関する研究が多いのが印象的で、個々の黒点の時間変化はあまり研究が進んでいないのが現状のようでした。こうした発表を聞くことで、自分の研究が世界のフロンティアにいることを認識し、その重要性を実感しました。

これらの訪問で得た成果を、京大せいめい望遠鏡での高分散分光観測など、私たちのグループの今後の研究計画にも生かしていきたいと考えています。最後に、この研究会の主催者の方々はもちろんのこと、このような貴重な渡航の機会を下さった日本天文学会と早川幸男基金、および関係者の方々に深く感謝いたします。ありがとうございました。