

2020(令和二)年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：第 24/25 太陽活動期における太陽中性子の観測

英文：Observation of solar neutrons from solar cycle 24 to 25

研究代表者 名古屋大学 松原豊

参加研究者

名古屋大学 伊藤好孝、三宅美沙、濱口佳之、川端哲也、菅澤佳世、佐藤健太、大橋健、尾崎公祐、黒田裕介、藤川由衣、多田悠馬、山崎里奈、野橋大輝、宇佐見雅己、原田莉奈、村木綏

信州大学 加藤千尋

中部大学 柴田祥一

東京大学 塚隆志

研究成果概要

本研究は、太陽フレアと呼ばれる太陽表面における爆発的なエネルギー解放現象に伴い加速された高エネルギーイオンと、太陽大気との相互作用で生成される中性子（エネルギーは 100 メガ電子ボルト以上）を地上で観測することにより、太陽表面における高エネルギー粒子加速機構を解明しようとするものです。名古屋大学宇宙地球環境研究所を中心とするグループは、経度の異なる世界 7 箇所の高山に太陽中性子検出器を設置し、太陽中性子の 24 時間観測を行ってきました。その中心にあるのが、東京大学宇宙線研究所乗鞍観測所に設置された 64m² の太陽中性子望遠鏡です。これまでの太陽中性子観測によって、中性子の生成時間がガンマ線や X 線といった電磁波と同時だと仮定すれば、太陽表面におけるイオンの加速は統計加速であることがわかってきました。また、太陽フレアで中性子が得るエネルギーは、軟 X 線が得る全エネルギーの 0.1% を超えないこともわかってきました。現在の目標は、太陽表面における中性子の生成時間を仮定しなくても、加速機構がわかるイベントを検出することです。

本共同利用研究は、乗鞍観測所が開所する夏期に、太陽中性子望遠鏡の保守を行なうことを目的として採択されました。太陽中性子望遠鏡は冬期もデータ取得を継続するため、電力供給は太陽電池パネルと 22 台あるバッテリーの併用による自然エネルギーで行っています。夏期における保守は具体的には、1) 供給電力の半分を AC 100V に変更する、2) バッテリーを充電する、3) 検出器が正常に動作しているかどうかチェックする、です。ところが、2020 年 3 月頃より、新型コロナウイルスが日本中に流行し、乗鞍観測所の開所すら危ぶまれました。幸い宇宙線研究所に努力していただき、1 か月強ではありますが、乗鞍観測所を開所していただきました。乗鞍観測所には東京大学のネッ

トワークがあるのですが、昨年4月末より観測所のネットワークにアクセスできない状態が3か月続いていたので、開所していただかなければ、データ取得が継続できているかどうかもわかりませんでした。ネットワークは開所後すぐに復帰しました。一方で、開所していただいたものの観測所を訪問する際の条件は、コロナ禍で厳しくなり、1回上山して、電力供給の半分をAC100Vに変更することしか行えませんでした。最低もう1回観測所を訪れ、全部自然エネルギーに戻す必要がありましたが、その作業は乗鞍観測所の職員の方に行なってもらいました。

太陽活動は、約11年の周期で変動し、極大期ほど黒点の数が多く、エネルギー解放の大きな太陽フレア（巨大フレア）の頻度も多くなります。2020年のうちに第24太陽活動期から第25太陽活動期に移行した、と言われていています。第22太陽活動期からの3太陽活動期では、巨大フレアの頻度が徐々に少なくなっていて、第25太陽活動期ではもっと少なくなる、という予想もあります。太陽フレアで中性子の得るエネルギーは軟X線の0.1%を超えないことがわかっているので、巨大フレアが少なくなると、検出される中性子の数も少なくなります。中性子は大気中で減衰するので、太陽中性子の観測には赤道付近の高山が望ましいです。乗鞍観測所は北緯36度、標高2,770mにあります。一方で、メキシコの太陽中性子検出器は北緯19度、標高4,580mに、ボリビアの太陽中性子検出器は南緯16度、標高5,250mにあり、太陽中性子の観測条件としては乗鞍よりもはるかに好い条件にあります。中性子は質量を持っているので、太陽-地球間の所要時間がエネルギーによって異なります。太陽中性子望遠鏡は、異なるエネルギーで中性子の検出率を測っているので、十分な数の中性子が検出できれば、太陽表面での中性子の生成時間もわかり、かつ加速機構もわかります。検出される中性子の数が少なければ、それはできません。

これらのことを踏まえ、第25太陽活動期における太陽中性子観測は、メキシコとボリビアで行う予定です。長い間乗鞍観測所にはお世話になりましたが、乗鞍における太陽中性子観測は、来年度を最後に終了する予定です。