

平成 26 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文： 第 24 太陽活動期における太陽中性子の観測

英文： Observation of solar neutrons in solar cycle 24

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、増田公明、阿部文雄、埜隆志、濱口佳之、ロペス・ディエゴ、佐々井義矩、瀧谷寛樹、日高直哉、松林恵理、牧野友耶、鈴木麻末、河嶋孝則、福永大輔、竹内雄也、周啓東、杉浦佑樹、奥野友貴、脇山雄多、四谷祐輔、引持力哉、村木綏

信州大学 宗像一起

中部大学 柴田祥一

研究成果概要

本研究は、太陽表面で加速されたイオンと太陽大気との相互作用で生じる中性子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イオン加速機構を解明しようとするものです。イオンは電荷を有し、太陽-地球間の磁場に巻きついて地上に到達するため、その到来時間・到来方向を調べても、太陽表面での粒子加速機構を簡単に知ることはできません。そのため、電荷を持たず直進してくる中性子を加速機構の解明に用いています。宇宙線研究所乗鞍観測所での本研究は 1990 年から太陽中性子望遠鏡を用いて継続されていますが、中性子が地球大気中で減衰を受けることから、高山でも太陽が真上付近にいないと観測が困難となります。太陽中性子イベントはこれまで 10 例程度しか観測されておらず、イベントを逃さないためには異なる経度の高山での観測が必要です。そのため、2003 年からは世界 7 箇所での太陽中性子 24 時間観測網を実現して観測を継続しています。

これまでの観測結果から、太陽表面での中性子の生成時間を高エネルギー X 線やガンマ線と同じだと仮定すると、中性子が生成されるような (1 億電子ボルトを超える) 高エネルギーのイオン加速の場合、ショック加速と呼ばれる高効率の加速機構は働いていないことがわかってきました。しかし、この仮定そのものが成り立たないイベントも検出され、今後の課題は数イベントでいいので、加速時間の仮定なしに中性子のエネルギー分布を求める必要があります、24 時間観測網の運転を継続しています。その中で乗鞍は 7-9 月以外は観測所が閉鎖される関係から、唯一太陽光発電と風力発電を利用した自然エネルギーにより運転しています。本共同研究は、自然エネルギーを用いた定常的な運転と、冬季 (9 か月の閉所期間) にできなかった装置の保守を行うものです。

まず、平成 25 年度冬期の間にバッテリー電圧が低下してパソコンの電源が完全にオフになっていたのを、平成 26 年度開所後に復帰させました。バッテリーは、太陽光や風力による発電で充電します。パソコンはバッテリーに接続されていてこれまで電源が完全にオフになることはありませんでした。今回は平成 25 年度冬期までに風力発電機が設置されなかったのを、平年と比べバッテリー電圧の低下を招いたと考えられます。観測所の開所時は AC100 ボルトを使用できるので、パソコンの電源は AC100 ボルトから供給するとともに、22 台あるバッテリーの充電を各 2 回行いました。また、平成 25 年度に購入した風力発電機を平成 26 年 9 月に設置しました。例年ですと乗鞍の強風のため 2 か月程度で故障するのが平成 26 年度は少なくとも 3 か月以上は稼働していたことが確認されています。おかげで、平成 27 年 3 月末でもバッテリーは正常電圧値を保持しています。

検出器の保守については、全部で 64 台あるシンチレーション検出器の光電子増倍管の出力、荷電粒子除去用の比例計数管 80 本、中性子到来方向測定用の比例計数管 320 本、高エネルギー中性子検出用の比例計数管 480 本のチェックを行いました。平成 25 年度と比べて問題となる点はありませんでした。

太陽は 11 年のサイクルで活動期をくり返し、第 24 太陽活動期は平成 26 年の 2 月に極大を迎え、これから数年間は太陽中性子イベントを検出する可能性が高いです。乗鞍も含め、世界 7 箇所の太陽中性子観測網の頭上に太陽があった時間帯に発生した大規模太陽フレア（太陽表面で起こるエネルギー解放現象）に伴い検出された太陽中性子イベントを第 24 太陽活動期において探索した結果、1 イベントも検出されませんでした。太陽フレアの規模は、常時太陽をモニターしている衛星搭載の X 線検出器で決めたものです。X 線は電子の加速に対応していて、イオンの加速に対応した中性子との相関は明らかではありませんが、それ以外に太陽フレアの規模を示すパラメータはないので、このような解析を行っています。

太陽中性子観測網、という点ではメキシコの 4,600m 高山であるシェラネグラ山頂に、既存の太陽中性子望遠鏡と比べて高感度の検出器が宇宙線ミュオンと太陽中性子の同時観測を平成 26 年に開始して、太陽中性子の観測体制は強化されています。ガンマ線衛星 Fermi でも太陽フレアガンマ線が複数検出されているほか太陽衛星「ひので」による磁場の詳細観測等、中性子以外の太陽フレア観測も活発に行われています。今後ともこれまで同様乗鞍の太陽中性子望遠鏡の安定な稼働に務め、太陽中性子イベントの検出を目指したデータ解析を継続して、太陽高エネルギー粒子加速機構の解明を目指します。