

平成 29 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、埴隆志、濱口佳之、川端哲也、周啓東、
上野真奈、佐藤健太、篠田麻衣子、朝野彰、中村裕樹、森俊文、宗像恒、大橋健、
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、太陽表面で生成される高エネルギー (>100 MeV) 中性子を地上で検出することにより、太陽表面における高エネルギー粒子加速機構の解明を行うことを目的とします。中性子は電荷を有しないので加速されませんが、加速された陽子や原子核が太陽大気と相互作用して中性子が生成されます。中性子は太陽地球間の磁場に影響されずに直進するので、加速時の情報を保って地球に到来し、加速粒子そのものよりも、加速機構の研究には適していると考えられています。しかし、これまでの太陽中性子の地上での検出例は 10 例程度と稀少で、軟 X 線の強度で分類した太陽フレアの中でも大規模な太陽フレア時にしか検出されていません。検出例は少ないですが、太陽は異なる電磁波で常時モニターされているので、それらの観測結果を合わせることで、粒子加速についての詳細な議論ができます。太陽表面での粒子加速の理解は、将来的には宇宙線の起源の解明に貢献できると期待されています。

太陽中性子の地上での検出が難しい理由は、地球大気中で中性子が減衰してしまうことです。従って、太陽中性子の観測は高山、かつできれば赤道に近いところで行われるのが望ましいです。また、100 MeV 以下の中性子の減衰は著しく、地上での太陽中性子検出器では >100 MeV の中性子が検出対象となっています。名古屋大学を中心とするグループは稀少な太陽中性子イベントを逃さず検出するために、世界の異なる経度の高山に検出器を設置し、太陽中性子 24 時間観測網を維持してきました。宇宙線研究所乗鞍観測所に設置されている 64m² の太陽中性子望遠鏡は、観測網のなかで最大の面積を有し、その中心拠点となっています。これまでこの観測網を用いて、中性子の太陽表面での生成時間が硬 X 線やガンマ線などの非熱的電磁波と同じだと仮定した場合には、太陽表面でショック加速のような高効率の加速は働いていない、ということがわかってきました。また、それとは別に、電子が加速された際に生成される硬 X 線の生成時間と比べて長時間中性子が生成されるイベントがあることもわかってきました。この観測網は 2003 年に

実現しましたが、2008年から始まった第24太陽活動期にもデータ取得を続け、太陽高エネルギー粒子加速機構の更なる解明を目指し、観測を継続しています。

本共同利用研究は、第24太陽活動期における乗鞍観測所の太陽中性子望遠鏡の保守を目的としています。乗鞍観測所は2004年から、冬期には閉鎖し、電力の供給を停止しています。冬期と言っても実際には10月から翌年の6月末までを指し、太陽中性子望遠鏡は1年の大半無人で稼働しています。そのため、太陽中性子望遠鏡は通常、太陽光による自然エネルギーを用いて稼働しています。共同利用研究経費は、夏期に名古屋から乗鞍観測所に何回か出張し、太陽中性子望遠鏡の保守を行うための旅費として使用しています。現在太陽中性子望遠鏡の稼働に必要な電力は70ワットです。パソコンやデータ取得回路の電源を夏期の間AC100Vに切り替えることにより、必要な電力を3分の2にすることができます。また、太陽光による電力は22台あるバッテリーと併用して供給されます。夏期には、複数台あるバッテリーチャージャーと、予備のバッテリー3台を利用して、太陽中性子望遠鏡用のバッテリーの充電を順番に行います。もう一つ夏期に行う大事な仕事としては、検出器が正常に稼働しているかどうかの確認です。現在、計64台の1m²シンチレーション検出器と400本の比例計数管に電力を供給していますが、記録されているデータはそれらの出力を組み合わせた10秒ごとの計数だけです。その値が異常な変動を示さないことで、正常稼働していると考えられますが、確認のために夏期に1台ごとに信号の確認を行っています。また、データ収集用のパソコンにはネットワークアドレスを割り当ててもらっているので、冬期でも夏期でも名古屋からデータ取得の状況をモニターし、名古屋から乗鞍までデータを転送しています。

太陽フレアの規模は一般に軟X線の強度で分類されています。その中でXクラスと呼ばれる規模のフレアは、第22太陽活動期で153回、第23太陽活動期では125回発生しましたが、第24太陽活動期においては2018年3月26日現在49回しかありません。しかも第24太陽活動期は2014年2月に極大を迎え、現在は下降線をたどっています。昨年度はXクラスよりもさらに1桁規模の小さなフレアも含めても11回しかありませんでした。しかしながら、2017年9月に、Xクラスの10倍に相当する太陽フレアが2回発生しました。これは、第24太陽活動期において1,2位の規模の太陽フレアです。どちらも乗鞍の夜にフレアが発生しており、24時間観測網でも太陽中性子は検出されませんでした。太陽活動が極大期でない時期に、大きな太陽フレアが発生するのはこれまでも何回かあったことです。来年度以降も高エネルギー粒子加速機構の解明につながる太陽中性子イベントの検出を目指し、乗鞍での太陽中性子観測を継続していきます。