

2019(令和元)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、阿部文雄、三宅美沙、濱口佳之、川端哲也、上野真奈、佐藤健太、中村祐樹、大橋健、丹羽巧、亀井悠平、山川竹玄、藤井大翔、塚田舞、尾崎公祐、黒田裕介、藤川由衣、多田悠馬、山崎里奈、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	<p>本研究は、太陽表面で起るフレアと呼ばれる爆発的なエネルギー解放現象に伴い生成される高エネルギー (> 100 MeV) 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。太陽フレアに伴い加速されるのは電荷をもたない中性子ではなく電荷をもったイオンですが、そのイオンが太陽大気と相互作用することによって中性子が生成されます。太陽-地球間には磁場が存在するため、イオンは地球まで到達する間に散乱を受けますが、中性子は直進するため、加速されたイオンそのものを観測するよりも、太陽表面における加速時の状況を理解するためには有効であると考えられます。一方で中性子は地球大気中で減衰を受けるため、太陽が観測点の上空にいる間しか太陽中性子を観測する機会がありません。そのため、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、世界の異なる経度の高山に太陽中性子検出器を設置し、24 時間体制で太陽中性子観測を行ってきました。地上で観測される高エネルギー太陽中性子イベントの発生はまれで、これまで太陽中性子は 10 例強しか観測されていません。</p> <p>本共同利用研究は、東京大学宇宙線研究所乗鞍観測所内に設置された 64m² 太陽中性子望遠鏡の保守を、乗鞍観測所が開所する 7 月-9 月に行なうものです。観測所が開所している時期には電力の供給が行われないため、太陽中性子望遠鏡の稼働は、バッテリーと太陽電池を併用した自然エネルギーによる電力供給で行われています。悪天候が続く、供給電圧が 11.6V を下回ると PC 以外の電力供給を停止し、12.1V 以上に回復すると稼働を再開するシステムです。観測所が開所するとすぐに上山し、PC や、データ取得回路の一部の電力を AC100V から供給するように変更します。これにより、全供給電</p>

力の3分の1をAC100Vから供給できることとなります。観測所が閉所する直前には、電力供給を冬期仕様に戻します。バッテリーは22台使用していますが、太陽中性子を観測していない夜間には、順次充電を行います。以上が本共同利用研究の主な活動の1つです。また、太陽中性子望遠鏡では64台のシンチレーション検出器と400本の比例計数管を使用していますが、それらの検出器1台1台の信号が正常に得られているかどうかの確認も行います。省電力化のため、これらの情報はデータとしては記録されていないので、個々の信号の確認も夏期における重要な仕事となります。乗鞍観測所のネットワークも、自然エネルギーで供給されているため、ネットワークを使用させていただくことにより、観測所に行くことなく、データを名古屋に転送することが可能です。

太陽活動期は、黒点数の増減の周期で定義され、およそ11年で1つの活動期となります。このことに研究者が気づいた18世紀半ばから太陽活動期が定義されたため、現在は第24太陽活動期の末期または第25太陽活動期の開始に対応しています。これまでの我々の研究から、太陽フレアで中性子に与えられるエネルギー量は、軟X線の得る全エネルギーの0.1%を超えないことがわかっています。従って、軟X線フラックスで定義された巨大フレアの時に、太陽中性子信号を探すという解析を行っています。この巨大フレアの発生頻度は、太陽活動極大期に必ずしも多いわけではないのですが、2019年度は巨大太陽フレアが1度も発生せず、乗鞍以外の検出器も含め太陽中性子信号は得られませんでした。

これまでの太陽中性子観測で、太陽表面でのイオン加速についてわかってきたことは2つあります。太陽表面でのイオン加速については、1980年代の理論的な研究により、ショック加速と呼ばれる効率のよい（より高いエネルギーまで粒子が加速される）加速機構と、統計加速と呼ばれる効率のよくない加速機構の2つが提唱されていました。太陽中性子のこれまでの観測結果は、後者を示唆しています。また、電子加速に対応する硬X線の生成時間と中性子の生成時間を比較できるイベントが1イベントだけありましたが、硬X線の生成時間と比較して、中性子の生成時間は十分に長い、という結果でした。現在の太陽中性子研究の焦点は、(1) 高エネルギー (>100 MeV) 太陽中性子を生成するような太陽フレアでは、本当に効率のよい加速は起こっていないのか、(2) 硬X線の生成時間と中性子の生成時間は異なっているのか、について結論づけることで、あと一息のところまで達しています。

現在の太陽では数か月にわかって黒点が観測されていないので、太陽活動は活発とは言えません。しかしながら巨大太陽フレアがいつ起こるのかは予測できないので、乗鞍観測所を含む世界観測網による太陽中性子観測は今しばらく続ける予定です。

整理番号 D01