

令和 4 年度 (2022) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文： 第 25 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 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、村木綏
信州大学	加藤千尋
中部大学	小井辰巳、大嶋晃敏
東京大学	塚隆志、加藤勢、横江諄衡、川島輝能
日本原子力研究開発機構	土屋晴文
研究成果概要	<p>本研究は、太陽表面で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 (>100 MeV) を地上で観測することにより、太陽高エネルギー粒子加速機構を解明することを目的として行ってきました。世界の経度の異なる 7 高山に太陽中性子検出器を設置し、太陽中性子の 24 時間観測網を実現し、その日本における拠点が、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した。太陽中性子はこれまで世界の観測点を含め、10 イベント強しか検出されていませんが、これまでに 3 つのことがわかってきました。</p> <p>1 つめは、太陽表面での中性子の生成時間が、X 線やガンマ線などの電磁波と同時だと仮定すると、太陽表面でのイオン加速は、統計加速である、ということです。また、最近 Fermi 衛星に搭載されたガンマ線検出器の検出した >100 MeV ガンマ線フレアの統計解析の結果が論文に掲載され、検出された 45 イベントが、統計加速で加速されたイオンと太陽大気との相互作用の結果生成されるガンマ線として説明できる、という報告がありました。本来、太陽中性子の観測だけで中性子の生成時間がわかるイベントで、ショック加速と統計加速の区別を行いたいのですが、そのようなイベントは 1 イベントしかありません。</p> <p>2 つめは、今述べた 1 イベントについては、硬 X 線の生成時間に比べて、中性子の生成時間が長いイベントでした。硬 X 線は電子により生成されるので、電子と比べてイオンが長時間加速されていた可能性を示唆しますが、単にイオンが加速領域にトラップされていただけかもしれないので、確定的なことは言えません。仮にトラップであったとしても、イオンの加速機構は統計加速を示唆しています。</p>

3つめは太陽フレアで中性子の得るエネルギーは、軟 X 線の得るエネルギーの 0.1 % を超えないことです。軟 X 線の強度と、イオン加速は関係ないと考えてきましたが、イオンの得る全エネルギーと、軟 X 線の強度にはある程度の相関があることははっきりしました。

まだまだ、この研究は続ける必要があるのですが、本研究の代表者が定年退職するので、本年度をもって、本共同利用研究は終了することになります。2022 年の夏に乗鞍観測所で、観測を停止しました。24 時間観測網のうち、メキシコとボリビアの検出器については現地研究者が装置を保守してくれているので、今後とも太陽中性子を使った太陽高エネルギー粒子加速機構の研究は継続します。乗鞍 64m² 太陽中性子望遠鏡については、50cm×50cm×10cm のシンチレータを 512 枚使用したのですが、アルパカという実験グループから、そのシンチレータをアルパカで使用したい、と申し出があり、本年度は 240 枚を持ち出しました。本報告にある参加研究者の中には、アルパカ実験に従事する研究者も含まれています。

本研究は、代表者が現代表者になってからだけでも 16 年間継続してきました。東京大学宇宙線研究所の長年にわたるサポートに感謝します。また、乗鞍観測所の職員の方々の協力がなければ、本研究は継続できなく、心からありがとうございました。