

9-3. 融合研究 | 太陽活動の気候影響

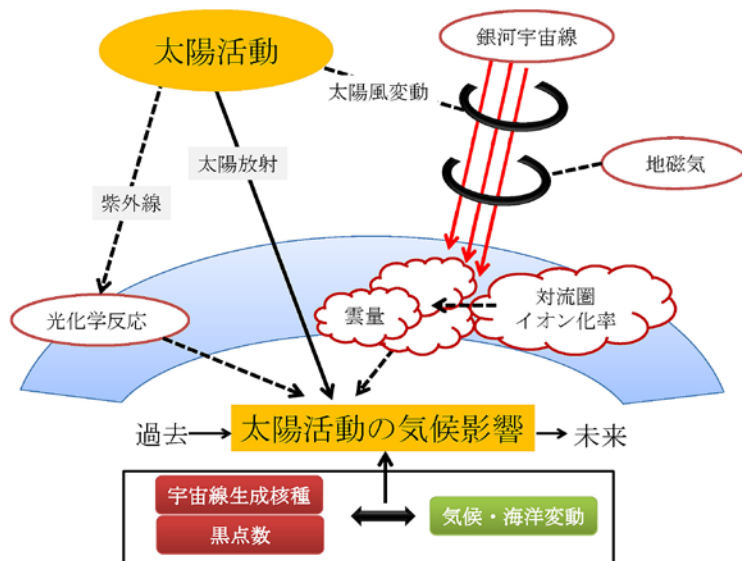
太陽活動の気候影響の紹介

太陽活動の変動が気象や気候に影響を与えるのでしょうか。天文学、太陽物理学、気象学、気候学、古気候学、海洋学などを専門とする研究者が、過去 200 年以上に亘り考えてきたテーマです。2000 年前、中国の宮廷天文学者たちは、太陽活動の変動を調べるため、太陽黒点の様子を史書に記録しました。1801 年、ウィリアム・ハーシェルは、太陽黒点の出現数とロンドンの小麦の市場価額に有意な関係を見出し、イギリス王立協会が発行する学術論文誌に報告しました。太陽黒点数が減少すると気候が変化し、さらに、小麦の収穫量が変化して市場価額に影響を与えると結論しています。この研究は、太陽-気候-社会（人間生活）の結びつきを考察した初めての試みとされています。太陽活動の変動の特徴を正しく把握し、その気候変動や現代社会への影響を探ることは、今もなお学術的・社会的に重要な研究課題です。

太陽活動は約 11 年の周期で変動し、さらに数十年から数千年の時間スケールで変動することが知られています。人工衛星を使った観測から、約 11 年の周期変動に伴って太陽放射量が 0.1% ほど変動することが知られています。理論計算によると、太陽放射量の 0.1% の増加は全球平均気温を約 0.05℃ だけ上昇させることになります。海洋表層の海水温の観測データや過去の太陽活動指標と気候変動指標の関係を解析から、約 11 年の周期変動に伴い、気温が理論値のから推定される 2 倍ほどの振幅で変動することが明らかになっています。これを科学的に説明するには、今後の更なる研究が必要です。

太陽活動がほぼ停滞したかのように太陽黒点がほとんど観測されなかったマンダー極小期の時代（西暦 1645-1715 年の 70 年間）には、少なくとも大西洋およびヨーロッパと北アメリカなどの周辺地域で著しく寒冷化した証拠が多数確認されています。1780 年冬季にはニューヨーク湾が結氷してマンハッタンからスタッテンアイランドへ歩いて渡れ、アイスランドでは海氷が何マイルにもわたって島を取り囲んで長期間に渡って港湾が閉鎖したことで漁業や交易に打撃を与えたと記録されています。太陽活動の沈静化が寒冷化をもたらすと結論づけるのは時期尚早ですが、太陽活動が中-長期的な気候変動に影響を与えるとの考えは、多くの研究者に支持されています。ただ、その確固たる証拠を得るためには、これからも、定量的な気候変動復元や太陽活動の年々変化のデータを蓄積していく必要があります。

^{14}C や ^{10}Be は宇宙線生成核種と呼ばれ、それらの生成率は太陽活動の影響を受ける宇宙線の強度の変化によって変化します。過去に数万年間に遡っての太陽活動の長期変動を調べるには、樹木年輪の ^{14}C や極域氷床コアの ^{10}Be の分析が有効とされています。 ^{14}C や ^{10}Be の分析から、過去 1 万年間の完新世にマンダー極小期と類似した



「太陽活動の気候影響」研究のスキーム。

太陽活動の衰退エピソードが12回繰り返し引き起こされた可能性が指摘されています。宇宙線生成核種と古気候のデータを突き合わせることで、太陽活動によって駆動される長い時間スケールでの気候変動の理解は格段に促されると考えられます。

2017年3月7日から20日にかけて、太陽の黒点が一つも観測されていないという状況が発生しました。マウンダー極小期の時代には、黒点周期に対応する太陽磁場の周期（シュワーベサイクルの周期）は約14年だったと推定されています。2008年に始まった第24太陽活動周期の黒点周期は、約13年と長くなっており、マウンダー極小期の時代と似ています。これから太陽活動が停滞期に入るかもしれないとの指摘がなされ、近未来に地球規模で寒冷化が引き起こるかという仮説が論じられています。その真偽に対して意見を述べるためには、太陽活動の気候への影響について多様な観点で検討していく必要があります。

この四半世紀、太陽活動の変動が気候や人間社会への影響を与えるメカニズムを検討するうえで有効な証拠が蓄積されてきました。本研究が進める融合プロジェクト「太陽活動の気候影響」は、太陽物理学、気象・気候学、環境学、古気候学、地球電磁気学、宇宙線物理学などの最新の知見を融合し、太陽活動の変動性を把握し、太陽によって駆動される地球システムの理解を促し、将来の地球環境の予測に貢献することを目標としています。

2017年度 太陽活動の気候影響の主要な成果

1. ウルフ極小期の太陽活動

樹木年輪や氷床コアに記録された過去の太陽活動や宇宙線変動を解読する研究「宇宙線考古学」を進めてきた。樹木年輪の高精度な¹⁴C分析を行い、約11年で太陽黒点数が増減する太陽黒点周期「シュワーベサイクル」の周期変動特性や太陽面爆発イベントについての新たな知見が得られた。本年度は、屋久杉の12-14世紀に形成された年輪の¹⁴C測定を重点的に行い、12世紀には太陽面爆発イベントと関連すると考えられる¹⁴C濃度の急な増加や14世紀前半に太陽活動が低下したウルフ（Wolf）極小期にシュワーベサイクルの周期が長くなるという興味深い事実が明らかとなった。

2. 湖底堆積物の新たな編年法の確立

中-長期的な太陽活動の変動により生じられる気候変動を科学的に論じるために、過去の長期気候変動が連続的に記録されている堆積物コアの高精度編年法の確立が望まれていた。現在、堆積物の効率的・効果的な分析法が開発され、長期に亘り高時間分解能で気候変動を解読することが可能となっている。しかし、堆積物から解読された気候変動時系列に正しい時間軸を与える手段がなく、「太陽活動の気候影響」などを検討する研究の障害となっていた。本年度は、堆積物の光学的特性に着目し、堆積物の¹⁴C年代測定の結果を校正して気候変動時系列に正しい時間軸を与えるユニークな方法を確立した。今後、この方法を導入することで、さまざまな時間スケールで太陽活動と気候変動の関連性を検討していく予定である。

3. パレオアジアの古気候研究ネットワークの整備

新学術領域研究「パレオアジア文化史学」の計画研究「アジアにおけるホモ・サピエンス定着期の気候変動と居住環境の解明」では、現生人類ホモ・サピエンスがアジア各地に移住・定着した時代の気候変動の詳細を探る研究を進めるため、「パレオアジア古環境研究ネットワーク」を、イスラエル・オマーン・パキスタン・ベトナム・モンゴルの大学・研究機関と連携して整備してきた。パレオアジア古環境研究ネットワークは、過去の気候変動を詳細に解明して太陽活動の変化等により生じられる中-長期的な気候変化と、その人間社会への影響を検討することを目指している。