

報道解禁日時: 2026 年 4 月 10 日正午 (新聞の場合は同日夕刊)

2026 年 4 月 8 日

沖縄科学技術大学院大学
国文学研究資料館
山形大学
弘前大学
名古屋大学

藤原定家の日記と埋没樹木が明かす 800 年以上前の「宇宙の嵐」の痕跡

歴史文献と最高レベルの精度の炭素 14 分析を組み合わせることで、予測が難しく危険な太陽プロトン現象を効率的に探索する新たなアプローチが構築され、より多くの事象の特性を理解するための基盤が築かれました。

本研究は、国文学研究資料館、山形大学、弘前大学、名古屋大学などと共同で行われたもので、研究成果は学術誌『Proceedings of the Japan Academy, Series B』に 2026 年 4 月 10 日に掲載される予定です。

美しいオーロラとして観測される極端な太陽活動は、私たちが地表にいる限りは無害ですが、地球の磁気圏や大気といった防護の外に出れば、太陽フレアやコロナ質量放出など、太陽の猛威に直接さらされることになります。

こうした太陽の爆発現象は、ときに太陽プロトンイベント (SPE) という現象を引き起こします。これは、高エネルギー粒子が光速の最大 90% に達する速度で地球に向かって放出される現象です。1972 年には、アポロ 16 号とアポロ 17 号の月面探査ミッションの合間に太陽プロトン現象が連続して発生しました。もしこれらがどちらかのミッション中に起きていれば、宇宙飛行士たちは致死レベルの粒子線に無防備にさらされていた可能性があります。人類が再び月を目指す中、こうした突発的な現象の解明は、今まさに早急に進めなければならない課題です。

この度、沖縄科学技術大学院大学 (OIST) と、国文学研究資料館、山形大学、弘前大学、名古屋大学などの研究者からなる研究チームは、中世の記録を手掛かりに、青森県に埋もれていたアスナロの木を用いて超高精度の炭素 14 分析を行うという新たなアプローチを提示しました。この複合的な手法を用いることで、太陽活動が極めて活発だった 1200 年の冬から 1201 年の春に太陽プロトン現象が発生していたことを特定しました。この研究成果は『Proceedings of the Japan Academy, Series B』に、2026 年 4 月 10 日に掲載されます。

報道解禁日時: 2026年4月10日正午 (新聞の場合は同日夕刊)

[OISTで太陽地球環境・気候ユニット](#)を率いる宮原ひろ子准教授は次のように説明しています。「これまでの研究では、数千年に1度しか起こらない極めて強力な現象に主眼が置かれてきました。本論文は、比較的小規模で検出が難しい太陽プロトン現象を効率的に捉えるための基盤を提供しています。頻度が10倍以上高いため、今後より多くの現象を研究することが可能になり、こうした現象が発生しやすい条件をよりの確に推定できるようになると期待しています。」

北の空に現れる赤い光

太陽プロトン現象から放出される高エネルギー陽子のほとんどは、地球の磁場によってそらされます。磁場が宇宙空間に開いている極付近や、特に強い現象が発生した際には、一部の陽子が磁場を突破して大気と衝突することがあります。こうして生成された炭素14は、大気中を地球規模で循環し、有機物に取り込まれます。埋没した樹木などに残された有機物に含まれる炭素14の濃度を測定することで、過去1万年にわたる太陽活動の変動を特定することができます。10年以上にわたる研究の末に開発された超高精度測定法により、現在では従来の方法では検出できなかったわずかな変動も観測可能となり、比較的小さい大規模太陽プロトン現象の検出が可能になっています。

しかし、この超高精度測定法は時間がかかるため、研究チームはまず、過去に太陽がいつプロトン現象を起こしていた可能性が高いかを見極め、分析年代を絞る必要がありました。本研究において、最初の手掛かりとなったのは、平安時代末期から鎌倉時代初期にかけて活躍した公家・歌人の藤原定家(1162–1241)が記した日記『明月記(めいげつき)』です。定家はこの中で、西暦1204年2月、京都の北の空に赤い光を目撃したと記録しています。



画像1: 藤原定家と『明月記』の写本

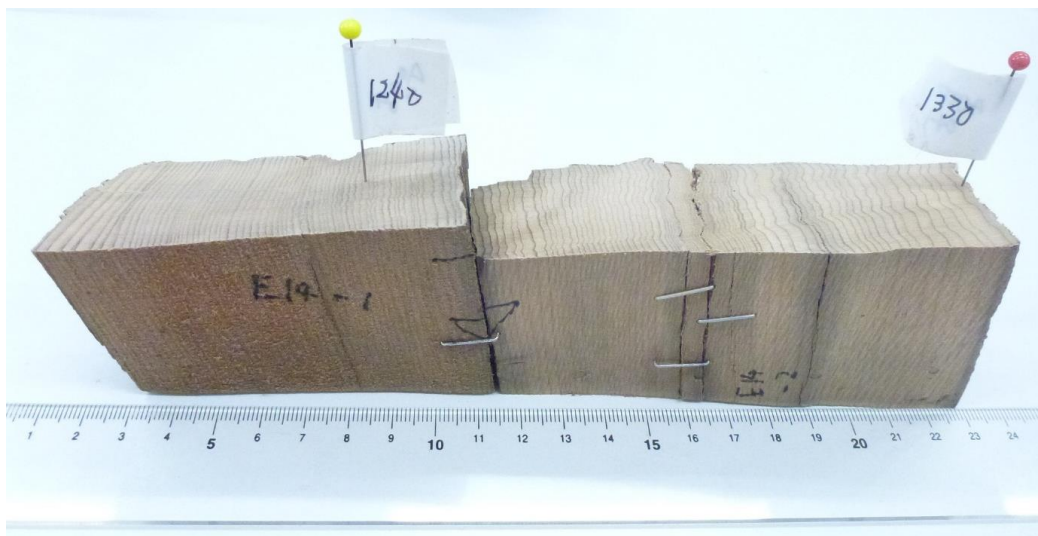
(左) 江戸時代に描かれた藤原定家の肖像。(右) 藤原定家の日記『明月記』の江戸期写本。右側のページには、北の空に赤い光が見えたという記述が確認できる。左: ©菊池与斎 (パブリックドメイン) / 右: ©国立公文書館 (パブリックドメイン)

報道解禁日時: 2026 年 4 月 10 日正午 (新聞の場合は同日夕刊)



画像 2 : 遠軽町の上空に現れた赤いオーロラ ©Tomohiro M. Nakayama (CC-BY-NS)

太陽プロトン現象自体が直接オーロラを引き起こすわけではありません。しかし、オーロラを引き起こす宇宙天気現象に付随してしばしば発生するため、オーロラの記録は、研究者が調査すべき年代を絞り込む手掛かりとなります。研究チームが、青森県北部で発掘されたアスナロの年輪の炭素 14 含有量を測定したところ、大規模な太陽プロトン現象が発生したことを示唆する急激な増加が確認されました。最大級のものと比較すると小さいものの、人類が直接観測した中で最も大きかった 1956 年 2 月のプロトン現象より 10 倍以上大きなものでした。年輪年代学 (地域の気候に関連した年輪成長パターンの比較に基づく年代決定法) と組み合わせると、この事象が西暦 1200 年の冬から 1201 年の春までの間に起こっていたことが分かりました。ちょうど、中国で赤い低緯度オーロラが観測されたのと同じタイミングでした。



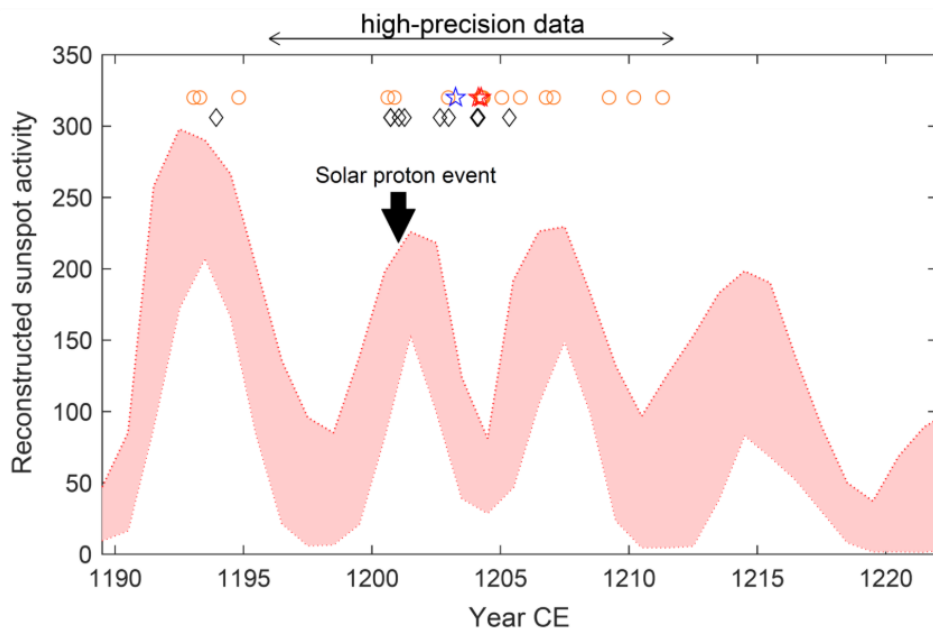
画像 3 : 青森県北部・下北半島で出土したアスナロの試料 (東北大学提供) ©宮原ひろ子 (OIST)

報道解禁日時: 2026 年 4 月 10 日正午 (新聞の場合は同日夕刊)

「この高精度なデータによって、太陽プロトン現象を検出できたことで、当時の太陽活動のサイクルを正確に再構築することも可能になりました。プロトン現象は、本来は太陽活動サイクルにともなって変動する炭素 14 を乱す面もあるのです。」と宮原准教授は言います。「現在、太陽活動の周期はおよそ 11 年ですが、当時はわずか 7~8 年だったことが分かり、太陽が非常に活発だったことを示しています。私たちが見つけた太陽プロトン現象は、こうしたサイクルがピークを迎えた年代に発生したものでした。」

今後の研究の可能性

本研究は、太陽活動の記録がない時代における太陽の振る舞いに関する理解を埋める一助となり、太陽プロトン現象のような予測不能で危険な現象がいつ起こりやすくなるかについての手がかりを深めるものです。精密な炭素 14 測定は、他の手法と組み合わせることで可能性が大きく広がります。宮原准教授は以下のように述べています。「歴史文献は、候補となる年代の手がかりを与えてくれます。一方、年輪年代学は、検出された太陽プロトン現象と文献に記録された黒点やオーロラの報告とを直接比較することを可能にします。過去の太陽活動を正確に再構築し、極端な宇宙天気の特徴をより深く理解するためには、このような統合的なアプローチが不可欠です。私たちが今回発見した太陽プロトン現象は、太陽周期のピーク付近で発生していました。しかし、文献に記録されている数日にわたる低緯度オーロラの一部は、太陽周期の極小期付近で発生していたようです。これは予想外の結果であり、太陽表面の状態がどのようなときにこうした現象が起こりうるのか、今後の研究で明らかにしていくことを楽しみにしています。」



画像 4 : 中世における太陽活動周期

炭素 14 記録に基づいて再構築された太陽周期 (y=0 を基準活動レベルとする) に、歴史的記録を重ねた図。オレンジ色の円はオーロラの観測時期、青と赤の星印は『明月記』などに記されていた数日にわたる低緯度オーロラ現象、黒のひし形は大きな黒点の出現を示している。本研究で見つかった太陽プロトン現象は矢印で示した。©宮原ほか (2026 年)

報道解禁日時: 2026年4月10日正午 (新聞の場合は同日夕刊)

画像

画像 1 と 2 を含む写真数点を、以下のリンクからダウンロードできます。クレジット情報を明記の上ご利用ください。

<https://filesender2.oist.jp/filesender/?s=download&token=ef37a229-ae5a-4eef-af2a-bd43253b5ad1>

論文情報

タイトル: Extremely Active Sun from 1190 to 1220 in the Medieval Period: Intercomparison of Historical Records and Tree-ring Carbon-14

掲載誌: Proceedings of the Japan Academy, Ser. B

著者: Hiroko Miyahara, Ryuho Kataoka, Kazuaki Yamamoto, Fuyuki Tokanai, Toru Moriya, Mirei Takeyama, Hirohisa Sakurai, Motonari Ohyama, Kazuho Horiuchi and Hideyuki Hotta

掲載日: 2026年4月10日

DOI: <https://doi.org/10.2183/pjab.102.011>

問合せ

<研究について>

- 宮原ひろ子 沖縄科学技術大学院大学 h.miyahara@oist.jp
- 山本和明 国文学研究資料館 yamamoto.kazuaki@nijl.ac.jp
- 門叶冬樹 山形大学 学術研究院 理学部担当/高感度加速器質量分析センター tokanai@sci.kj.yamagata-u.ac.jp
- 堀内一穂 弘前大学 大学院理工学研究科 kh@hirosaki-u.ac.jp
- 堀田英之 名古屋大学 宇宙地球環境研究所 hideyuki.hotta.info.aaa@g.thers.ac.jp

<その他>

- 沖縄科学技術大学院大学 (OIST) 戦略広報セクション
E-mail: media@oist.jp 電話: 098-982-3447
- 国文学研究資料館 管理部総務課広報室
Email: jigyuu@nijl.ac.jp 電話: 050-5533-2984
- 山形大学総務部総務課秘書広報室
Email: yu-koho@jm.kj.yamagata-u.ac.jp 電話: 023-628-4008
- 弘前大学理工・農生事務部 総務グループ庶務担当
Email: r_koho@hirosaki-u.ac.jp 電話: 0172-39-3510
- 名古屋大学 総務部広報課
E-mail: nu_research@t.mail.nagoya-u.ac.jp 電話: 052-558-9735