



これまでも、  
これからも。

三菱電機は、1960年代に宇宙事業に参画して以来、  
宇宙インフラの発展に挑み、実現してきました。

技術を磨き、人々に豊かさを提供し続けることが私たちの責務です。

これからも宇宙事業を通して安心して豊かな暮らしを支え続け  
挑戦と変革のマインドをもって よりよい未来を切り拓きます。

三菱電機の宇宙システム

# NAOJ

No. 352

National Astronomical Observatory of Japan

PRINT ISSN 0915-8863  
ONLINE ISSN 2436-7230

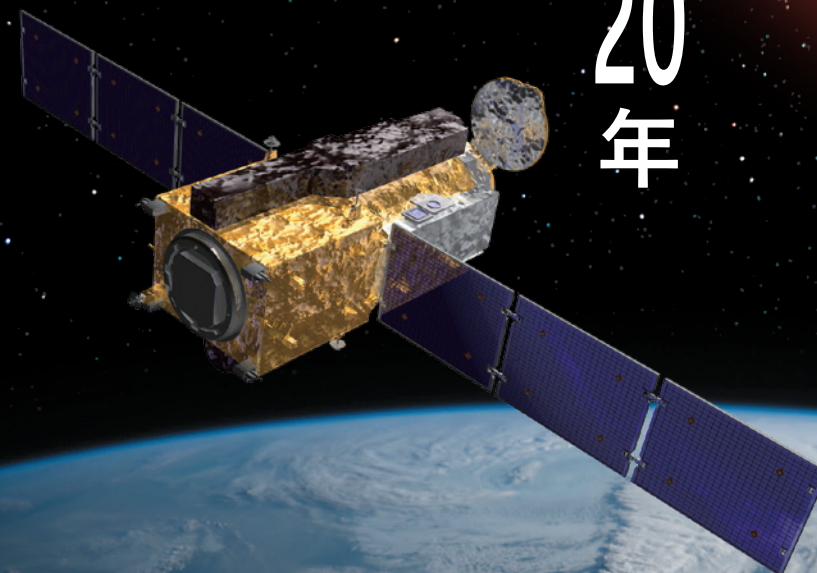
## NEWS

国立天文台ニュース

Hinode  
2006-2026  
YEARS



「ひので」衛星  
20年



**太**陽は、地球に住む私たちに光と熱を届けてくれる、最も身近な恒星です。しかしその姿は決して静かではありません。表面には黒点が現れ、周囲では高温大気の流れや爆発現象が起こり、ときにその影響は地球近傍にまで及びます。太陽活動は美しいオーロラを生み出す一方で、大気圏外の人工衛星や通信などに影響を与えることもあります。太陽を知ることは、宇宙にある1つの恒星を理解するだけでなく、私たちの社会を取り巻く宇宙環境を知ることであります。

**太**陽観測衛星「ひので」は、2006年9月23日6時36分（日本時間）に打ち上げられて以来、20年にわたって太陽を見つめ続けてきました。可視光、極端紫外線、X線という3つの“目”で、太陽表面から外側に広がる高温の大気までを観測し、刻々と変化する磁場が形づくる構造と大気の変動を捉えてきました。こうして得られた観測によって、磁場がどのようにエネルギーを蓄え、爆発を引き起こすのか、さらにエネルギーが運ばれて加熱現象へとつながるのかを探るための貴重なデータが積み重ねられてきました。

**20**年という時間にも特別な意味があります。太陽の活動は、およそ11年の周期で強くなったり弱くなったりします。つまり、「ひので」は太陽活動のほぼ2周期分を、1つの衛星・同じ観測装置で見続けてきたことになります。活動が激しい時期も比較的穏やかな時期も同じ視点で記録し続けてきたことは、太陽活動の変化を長い時間軸で理解するうえで大きな強みです。打ち上げ当初には想定していなかった研究も、長期データを重ねることで可能になってきました。

「**ひので**」の成果は日本だけにとどまりません。観測データは世界中の研究者に利用され、多くの発見や新しい研究を支えてきました。「ひので」は、太陽を撮影する衛星であると同時に、国際的な太陽研究の基盤であり、「ひので」衛星に続く新しい観測へとつながる入口にもなってきました。本特集では、「ひので」が見つめてきた20年を振り返りながら、太陽のどのような姿が見えてきたのか、そこから何が分かり、何が次の課題として残されているのかを紹介します。衛星と観測装置の仕組み、代表的な研究成果、長期運用を支えてきた現場の取り組み、そしてこれからの太陽観測へと続く流れをたどります。20周年を迎えた「ひので」の歩みを通して、身近でありながら奥深い太陽の世界を感じていただければと思います。



**勝川行雄**  
KATSUKAWA, Yukio  
太陽観測科学プロジェクト

# 太陽を見つめ続けて20年

「ひので」による太陽研究

1

EIS

Solar Min

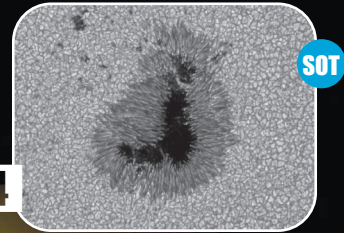


2



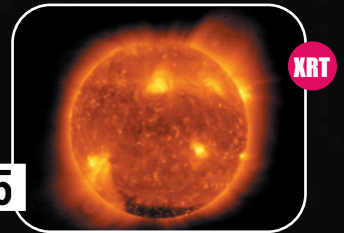
3

4



SOT

5



XRT

Solar Max

- 1 極端紫外線撮像分光装置（EIS）が捉えた太陽コロナの温度構造。太陽活動が極小期から極大期へ移ると、コロナの高温成分が大きく変化することが分かる。クレジット：Naval Research Laboratory for EIS Team
- 2 太陽観測衛星「ひので」は、2006年9月23日にM-Vロケット最終号機により打ち上げられた。クレジット：JAXA/ISAS
- 3 内之浦宇宙空間観測所で最終試験中のSOLAR-B衛星。打ち上げ後に「ひので」と命名された。クレジット：JAXA/ISAS
- 4 可視光・磁場望遠鏡（SOT）が観測した黒点。SOTは数多くの黒点を観測してきたが、とりわけ代表的なのが、日本列島のようにも見えるこの黒点。クレジット：NAOJ/JAXA
- 5 X線望遠鏡（XRT）で観測した太陽の広域コロナ画像。クレジット：NAOJ/JAXA

アンケートにお答えいただいた方の中から**10**名様に

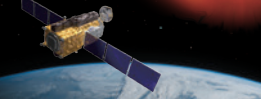
**国立天文台特製2027年カレンダー**をプレゼント！

（回答期限：2026年12月15日）

<https://forms.cloud.microsoft/r/FRXEusjzLE>



表紙画像クレジット  
「ひので」：NAOJ/JAXA  
太陽コロナ：  
NAOJ/JAXA/MSU  
地球：NASA



\*画像は制作中のものです

## C O N T E N T S

|    |                                      |                              |
|----|--------------------------------------|------------------------------|
| 02 | 太陽を見つめ続けて20年「ひので」による太陽研究             | 勝川行雄                         |
| 04 | 「ひので」衛星搭載の観測機器                       | 久保雅仁<br>成影典之                 |
| 06 | 「ひので」衛星で太陽フレアはどこまで分かったか？             | 川畑佑典                         |
| 08 | 「ひので」衛星でコロナ加熱はどこまで分かったか？             | 岡本文典                         |
| 10 | 「ひので」20年間の観測ギャラリー                    |                              |
| 12 | 座談会<br>「ひので」20年——開発・科学・運用、そして次の太陽観測へ | 原 弘久<br>鳥海 森<br>吉田 南<br>勝川行雄 |

### 次号予告

次号（26/27年冬号）は、電磁波・重力波・ニュートリノ・宇宙線を組み合わせて宇宙を探るマルチメッセンジャー天文学の特集です。2026年ノーベル物理学賞を受賞したIceCubeによるニュートリノ観測や、KAGRAによる重力波観測、電磁波でのフォローアップ観測など、多様な観測装置と研究分野の連携が切り拓く新しい天文学の姿を紹介します。

### NAOJ NEWS / 国立天文台ニュース

No.352 2026年秋号

© 2026 NAOJ（本誌記事の無断転載・放送を禁じます）

発行日／2026年10月24日

発行／大学共同利用機関法人 自然科学研究機構  
国立天文台ニュース編集委員会

〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1  
TEL 0422-34-3958（出版室）  
FAX 0422-34-3952（出版室）  
国立天文台代表 TEL 0422-34-3600  
質問電話 TEL 0422-34-3688  
shuppan@ml.nao.ac.jp  
<https://www.nao.ac.jp/about-naoj/reports/naoj-news/>



国立天文台ニュース編集委員会

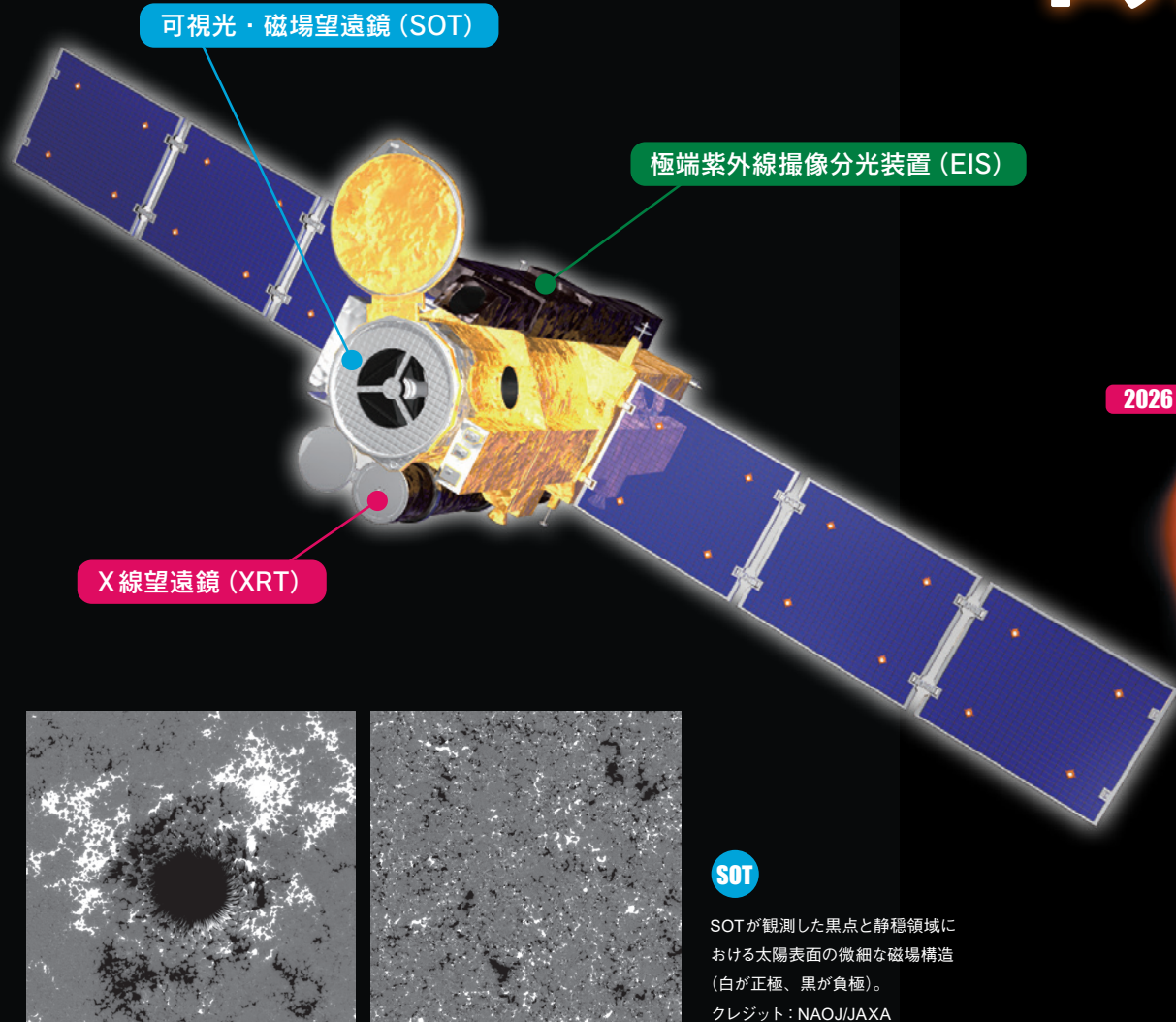
●編集委員：小久保英一郎（委員長・天文シミュレーションプロジェクト）／石井未来（ハワイ観測所）／岩田悠平（水沢VLBI観測所）／勝川行雄（太陽観測科学プロジェクト）／平松正顕（天文情報センター）／林 満（アルマプロジェクト）／藤井友香（科学研部）／東谷千比呂（先端技術センター）

●編集：天文情報センター出版室

紙版の発送停止や発送先変更のご依頼は  
こちらのフォームから  
<https://forms.office.com/r/97uZF7KH2Y>



# 「ひので」衛星搭載の観測機器

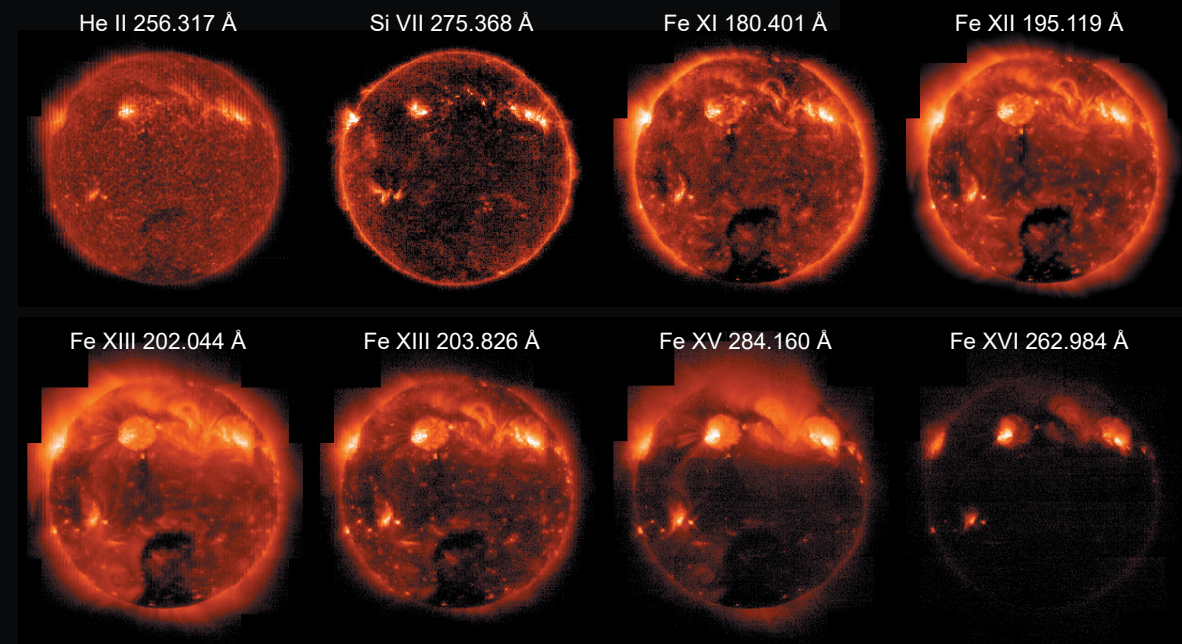


SOT

SOTが観測した黒点と静穏領域における太陽表面の微細な磁場構造（白が正極、黒が負極）。  
クレジット：NAOJ/JAXA

EIS

EISがさまざまな極端紫外線輝線で観測したコロナ（ラベルが観測した輝線を示す）。クレジット：JAXA/NASA/ESA Hinode/EIS



XRT

XRTが観測したX線コロナの20年にわたる長期変動。図は、約11年の太陽活動周期を1周で示している。  
クレジット：NAOJ/JAXA/MSU

**可**視光・磁場望遠鏡 (SOT) は、口径50 cmの光学望遠鏡に撮像観測装置・偏光分光観測装置を組み合わせたものです。打ち上げから20年が経った現在も、太陽観測衛星としては最大口径を有します。大気の影響を受けない宇宙空間から太陽表面を0.2秒角という高い空間分解能で観測し、ゼーマン効果を利用して磁場の強さと向きを精密に測定します。この分解能と偏光精度を両立させて太陽表面を長期連続観測できる装置は現在他に類を見ず、SOTは唯一無二の観測手段であり続けています。この能力により、黒点だけでなく静穏領域や極域にも微細な磁場構造が満ち、絶えず浮上・消滅を繰り返していることが明らかになるなど、太陽の磁場の描像を大きく塗り替えました。

**X**線望遠鏡 (XRT) は、X線を集光する特殊な鏡を用いて、太陽の上空に広がる高温の大気「コロナ」を観測します。100万度を超えるプラズマの分布や時間変化を詳しく捉え、フレアや活動領域、コロナホールの姿を明らかにし、プラズマの温度や密度の空間分布を調べることができます。「ようこう」の軟X線望遠鏡より空間分解能が約3倍高く、打ち上げから20年が経った現在も太陽コロナ研究の貴重な観測手段となっています。



久保雅仁  
KUBO, Masahito  
SOLAR-C プロジェクト



成影典之  
NARUKAGE, Noriyuki  
太陽観測科学プロジェクト

**極**端紫外線撮像分光装置 (EIS) は、細いスリットで太陽像を走査し、回折格子を用いて太陽大気から放射される極端紫外線を波長ごとに分けて観測する装置です。さまざまな輝線の強度や波長、幅を詳しく測定することで、コロナや遷移層のプラズマの温度や密度、運動速度、元素組成などを明らかにすることができます。従来の装置に比べて感度が約10倍に向上し、高い空間分解能でコロナの分光観測を可能にしたことが特徴です。

# 「ひので」衛星で太陽フレアは

1

**1** 可視光・磁場望遠鏡が測った、フレアを起こした黒点の磁場。白と黒は磁力線が太陽から出ている場所と入っている場所、赤い矢印は表面に沿った磁力線の向きを示す。境目に沿って強くねじれている。クレジット：NAOJ/JAXA

**2** 表面の磁場をもとにシミュレーションした、上空の磁力線の姿。赤い磁力線が黒点の上でねじれた束を作る。クレジット：Schrijver et al. (2008)

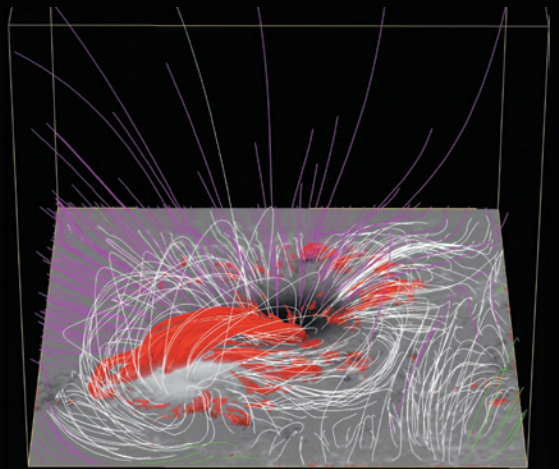
**3** 「ひので」のX線望遠鏡が捉えた2006年12月13日の大フレア。左から爆発の前（2時6分）、最中（2時40分）、約3時間後（5時15分）。クレジット：NAOJ/JAXA

**4** **3**と同じフレアを可視光・磁場望遠鏡で捉えた太陽表面。黒点のそばが2本の帯のように光る（フレアリボン）。クレジット：NAOJ/JAXA

**5** 2017年9月10日、太陽の縁で起きた大フレア。左はSDO/AIAの極端紫外線画像で、明るい三角形がつなぎかわってできた磁力線の束、上へ伸びるのがつなぎかわりの現場。「ひので」極端紫外線撮像分光装置で測定したのが中央（高温ガスの明るさ）と右（高温ガスの動き）。クレジット：Warren et al. (2018)

どこまで分かったか？

2



**太**陽では、ときどき「太陽フレア」と呼ばれる大爆発が起こります。そのエネルギー源は、表面から上空のコロナへ伸びる磁場です。磁場はねじられることでエネルギーをため込み、磁力線がつなぎかわる磁気リコネクションによって、ねじれたゴムひもがほどけるように一気にエネルギーを解き放ちます。

**「ひので」**以前は、その磁場を向きまで含めて正確に測るのが困難でした。地上の観測では大気のゆらぎで像がぼやける上、ゆらぎ自体が見かけの偽信号を生みます。この壁を破るのに必要だったのが、大きな口径と大気に乱されない宇宙の「目」です。太陽望遠鏡として今も宇宙最大の口径50 cmをもつ「ひので」の可視光・磁場望遠鏡により、0.2秒角の高解像度で磁場の向きと強さを精密に測れるようになりました。

**し**かし測れるのは太陽表面の磁場だけで、エネルギー源を探るには立体的な把握が必要です。そこでコロナの磁場については、磁力線が力のつりあう形に落ち着く性質を利用して、3次元的な構造が推定されてきました。モデリングの出来は、この足元のデータで決まります。以前は視線方向の強さが主な手がかりで、モデルで推定されるのはねじれない磁力線だけでした。向きまで測れて初めて、ねじれを含む精密なモデリングができるようになったのです。「ひので」のデータで計算すると、黒点上空にねじれた磁力線の束が浮かび上がりました。

**「ひので」**はフレアのエネルギーが解き放たれる瞬間も克明に捉えました。以前からフレアが磁気リコネクションで起きているらしいことは分かっていました。その結果プラズマがどれだけ熱せられるのか、どう動くのか、そしてなぜ磁気リコネクションが理論の予想をはるかに超える速さで進むのかは、分からないままでした。X線望遠鏡はさまざまな温度のガスの分布と時間変化を、極端紫外線撮像分光装置はその現場の温度と運動を、それぞれ定量的に測ります。ガスは数千万度まで熱せられ、秒速200 kmで激しく乱れていました。この乱れこそが磁気リコネクションを速めている有力な候補として、検証が進んでいます。

**大**きなフレアは通信や測位を乱し、人工衛星を故障させます。そこで、いつ、どれくらいの規模でフレアが起こるのかを前もって予測する宇宙天気予報が必要になります。このうち「どれくらい」に関して磁場観測から見積もる道筋をつけたことは、「ひので」の大きな成果です。一方で「いつ」については、引き金が分かっています。この謎に挑むのが、2028年度の打ち上げを目指す次の太陽観測衛星「SOLAR-C」です。その日を楽しみに、今も「ひので」のデータと向き合っています。



**川畑 佑典**  
KAWABATA, Yusuke  
SOLAR-C プロジェクト

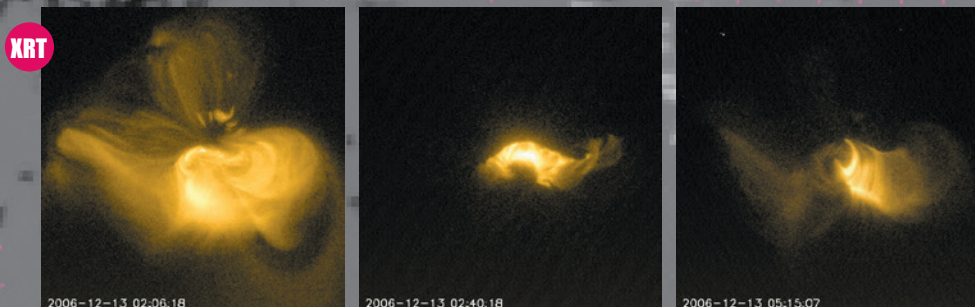
GUIDE 0019

太陽の像をゆがめる地球大気

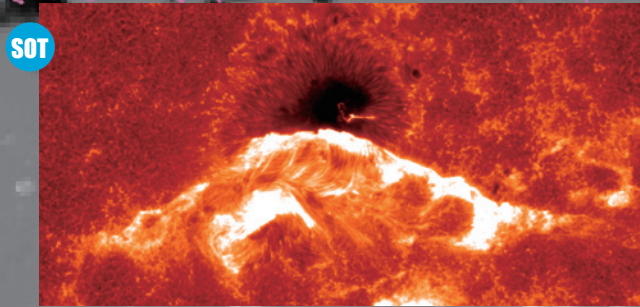
<https://www.nao.ac.jp/naoj-news/explanation/0019.html>



3



4



5



# 「ひので」衛星でコロナ加熱はどこまで分かったか？

**太**陽表面の温度は6,000度であるのに対し、その上空のコロナは100万度という高温です。これほど熱いコロナはどのように作られているのでしょうか。これが「コロナ加熱問題」と呼ばれる、太陽研究における難問の1つです。加熱源として波動、及びナノフレアが長年挙げられていますが、理論的な研究の進展とは裏腹に、いずれも観測的な証拠が乏しいものでした。

**「ひので」**はこの状況にメスを入れるべく、太陽表面や太陽大気をこれまでにな精度で観測し、その結果、加熱源は何かということに留まらず、コロナ加熱に必要なエネルギーの流れや熱化を検証する段階へと研究を進展させました。

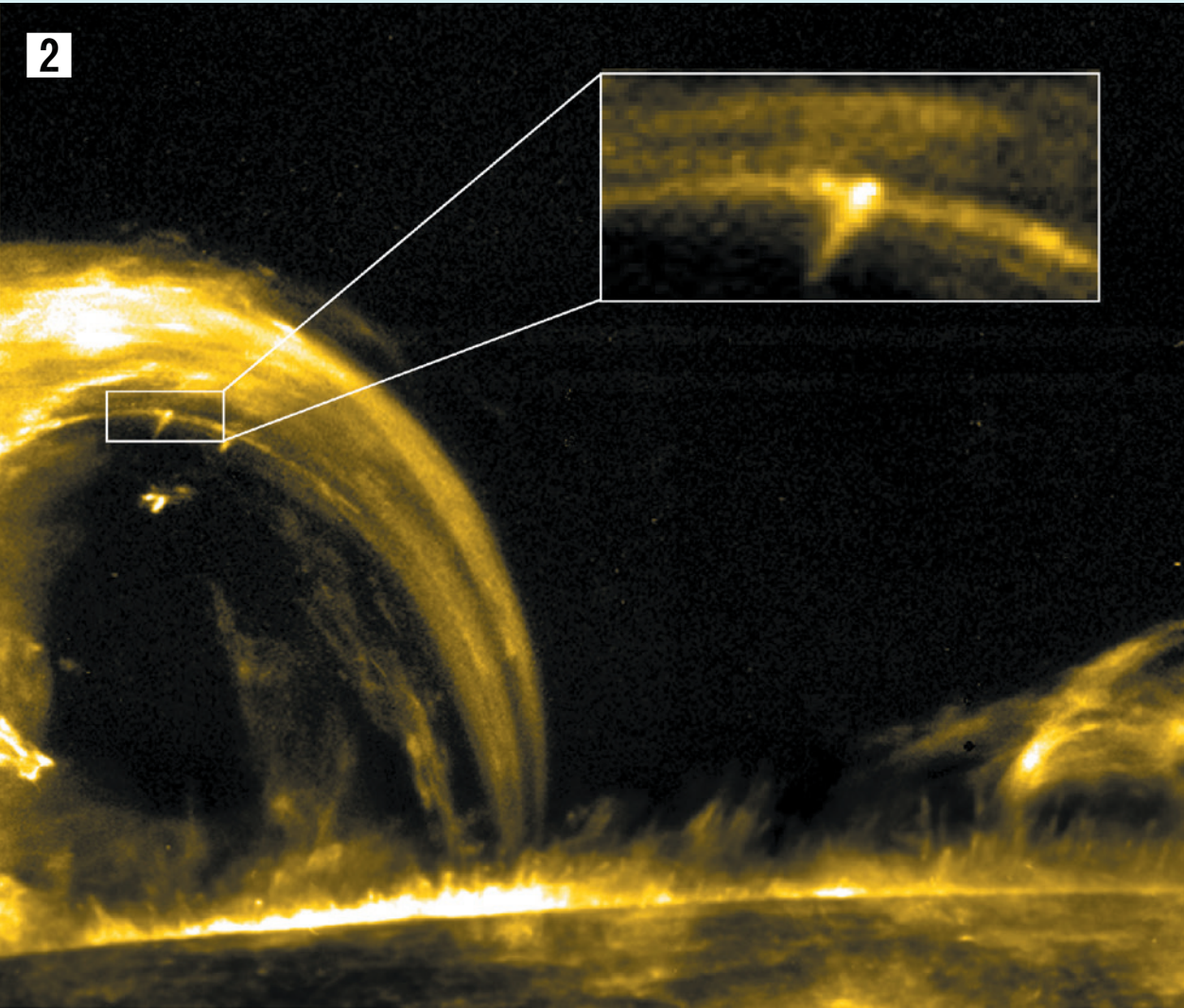
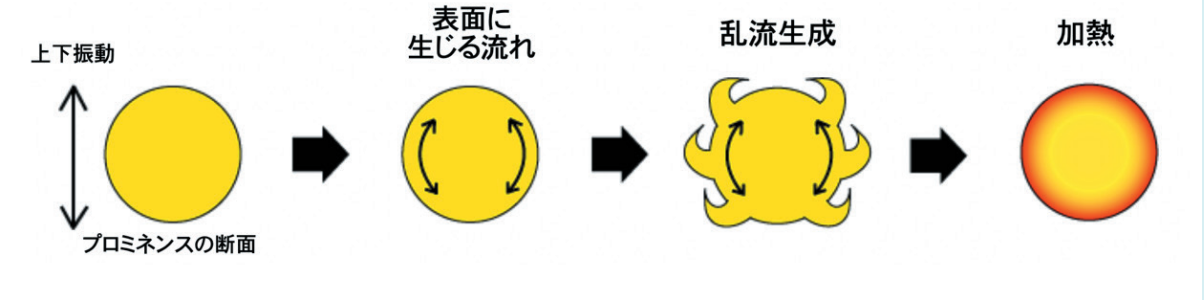
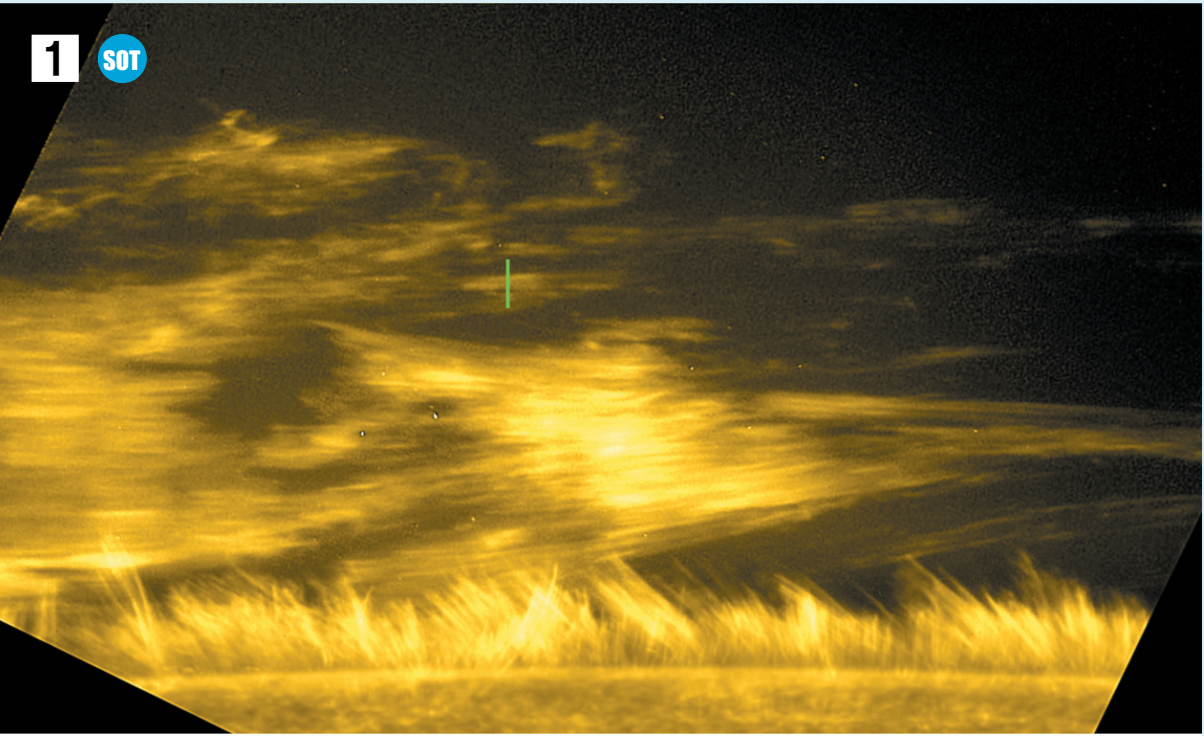
**特**に、プロミネンスの振動、スピキュールやコロナジェット、ナジェット、太陽表面の磁場の変動など、波動の証拠が数多く得られ、そのエネルギーはコロナ加熱に十分な量を持つことが示されました。また、「ひので」の性能を補完すべく開発されたNASAの衛星「IRIS」との協調観測からはプロミネンスを伝わる波動の熱化を示唆する成果も出ています。さらに、「ひので」によるコロナの分光観測からも波動が熱化し、コロナの加熱や太陽風の加速に寄与している可能性が示されています。しかしながら、波動の持つエネルギーが熱に変換される割合や熱化の詳細なメカニズムはまだ未解明です。

**他**方のナノフレアについては、「ひので」による直接的な観測はなされていないものの、コロナの撮像と分光観測の組み合わせから、コロナは定常・一様に加熱されるのではなく、小規模で突発的な加熱がさまざまな頻度や規模で起こっている可能性が高いことが示されています。その他、先述の「IRIS」によりナノフレアと思われる微細な現象が近年初めて報告されましたが、まだ報告例も少なく、現在その発生メカニズムやその頻度について研究が行われています。

GUIDE 0020

太陽大気の構造

<https://www.nao.ac.jp/naoj-news/explanation/0020.html>

「太陽研究は時を越えて」

メイン講演会2 (国立天文台 大セミナー室)

太陽を見つめて20年

～ 太陽観測衛星「ひので」～

岡本 丈典 (国立天文台、総合研究大学院大学 助教)

2026/10/24 (土) 14:45～

三鷹キャンパス 特別公開

三鷹・星と宇宙の日2026



ライブ配信・アーカイブ配信あり



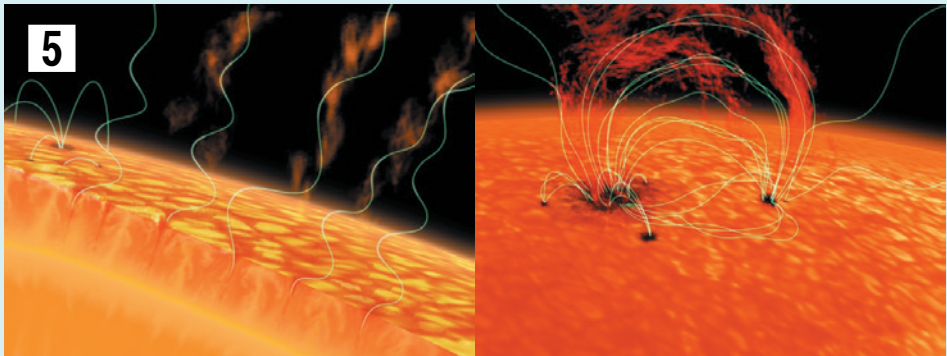
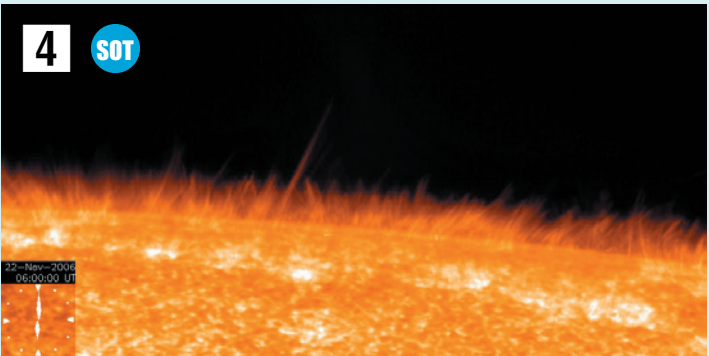
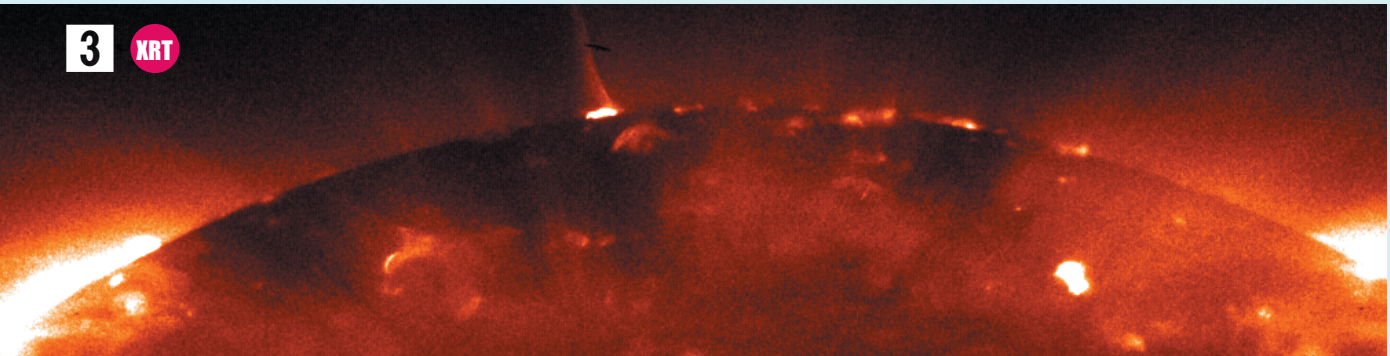
三鷹・星と宇宙の日2026

<https://www.nao.ac.jp/news/events/2026/20260709-opensday.html>

- 「ひので」が観測したプロミネンスと波動の熱化の模式図。プロミネンスを構成する微細構造が振動すると、その表面に乱流が生じ、波のエネルギーが熱エネルギーに変換される。クレジット：NAOJ/JAXA
- 「IRIS」観測によるループとナノフレアの候補。大きなループから垂直方向に小さなジェットが見られ、これがナノフレアの直接撮像ではないかと考える研究者もいる。クレジット：ノーサンブリア大学
- 「ひので」が観測したコロナジェット。このジェットに沿う波動の存在が確認されている。クレジット：NAOJ/JAXA
- 「ひので」が観測したスピキュール。太陽表面から鉛直向きに伸びた構造で、常時横揺れが見られる。クレジット：NAOJ/JAXA
- コロナ加熱メカニズムの候補の模式図。左が波動による加熱、右がナノフレアによる加熱。クレジット：JAXA/ISAS



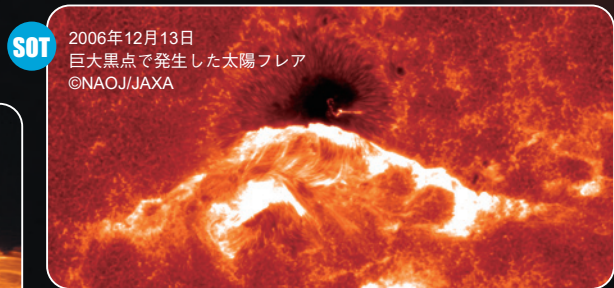
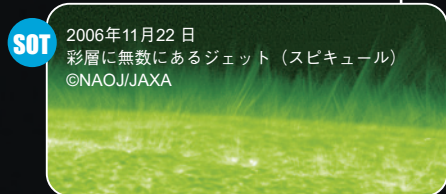
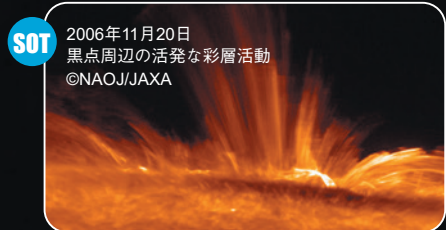
岡本丈典  
OKAMOTO, Takenori  
SOLAR-C プロジェクト



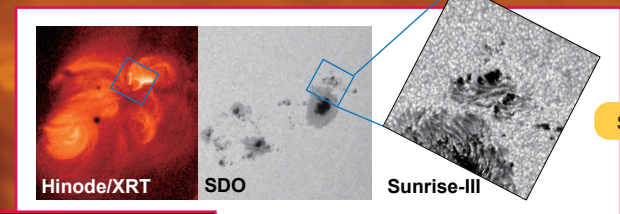
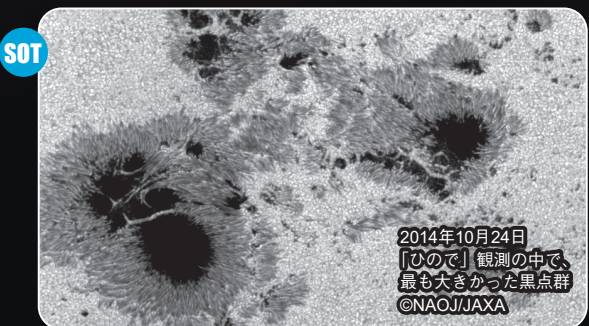
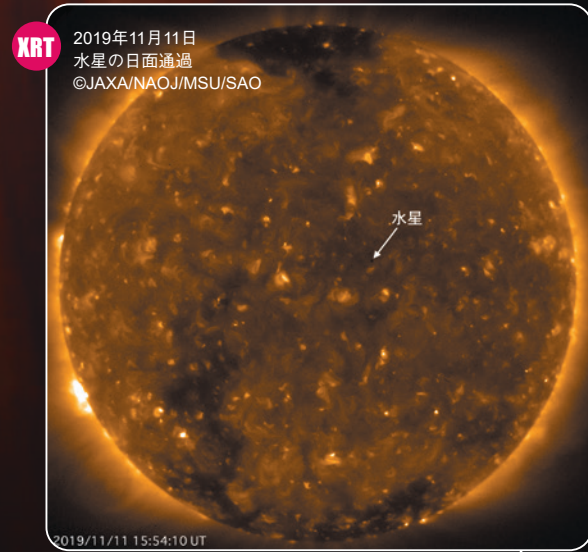
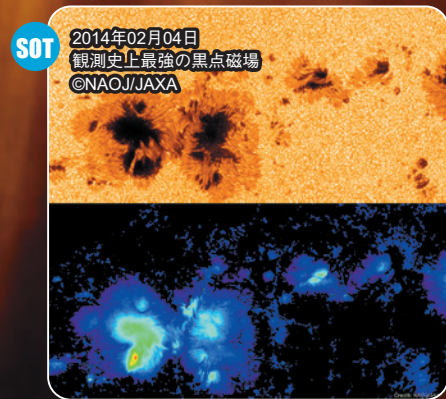
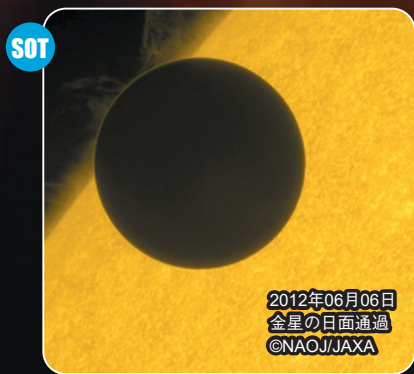
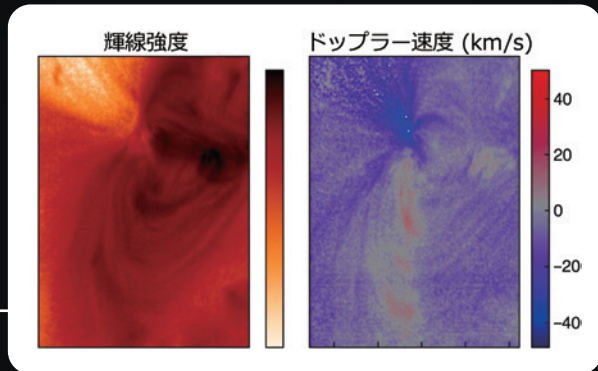
# 「ひので」20年間の観測ギャラリー

- SOT** 可視光・磁場望遠鏡  
(Solar Optical Telescope)
- XRT** X線望遠鏡  
(X-Ray Telescope)
- EIS** 極端紫外線撮像分光装置  
(Extreme-ultraviolet Imaging Spectrometer)

太陽観測衛星「ひので」は、可視光・紫外線・X線の3つの「目」で、太陽を20年見つめ続けてきました。黒点数に表れる太陽活動の推移とともに、姿を変える黒点、その上空の彩層のダイナミクス、コロナの輝き、そしてフレアの爆発の瞬間まで――。20年分の記録が映し出す太陽の躍動を、「ひので」の画像で体感してください。



**EIS** 2007年02月20日  
活動領域の縁にある太陽風の源  
©Harra et al. (2008) より

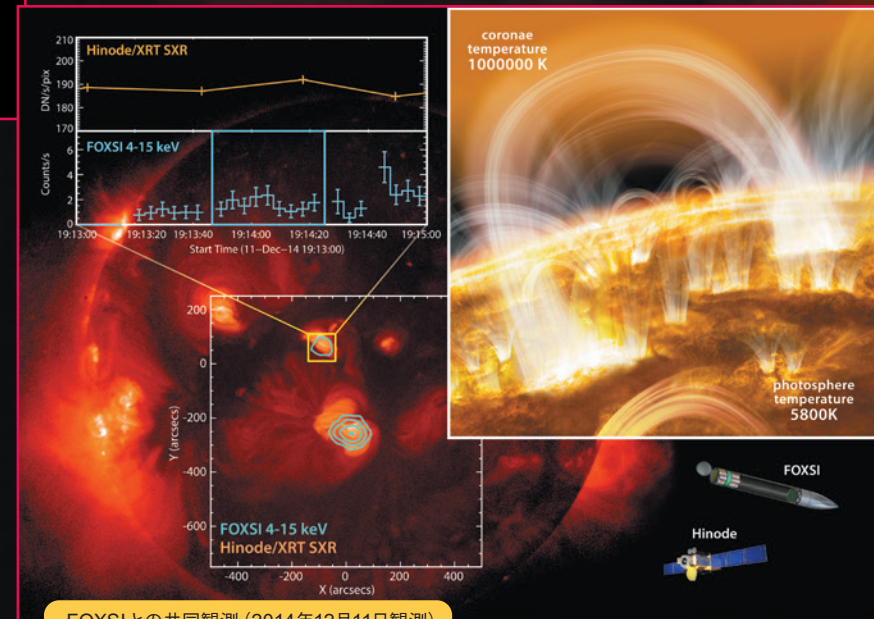


Sunrise-IIIとの共同観測（2024年7月13日観測）

Sunrise-III 気球実験との共同観測。Sunrise は、紫外線・可視光・赤外線の高い波長域で高解像度・高精度に偏光観測する気球実験。「ひので」との同時観測により、太陽表面から彩層に至る磁場構造を捉え、コロナ加熱とフレア発生機構の理解に向けた研究が進められている。  
© NAOJ/JAXA/Sunrise-III/TuMag/NASA

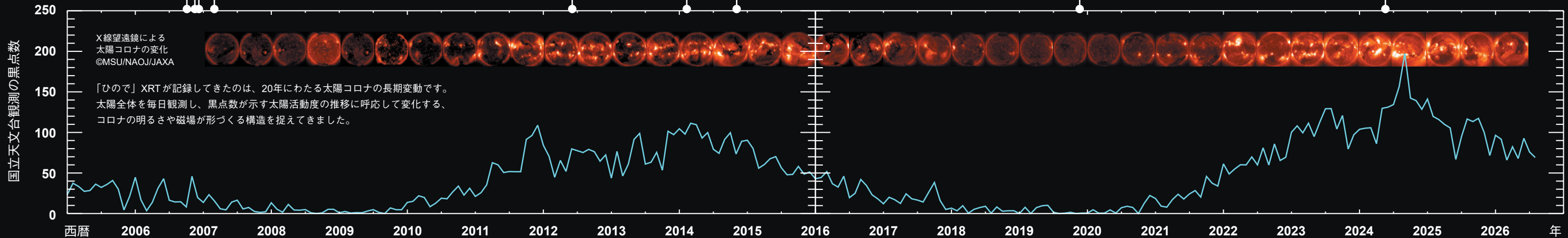
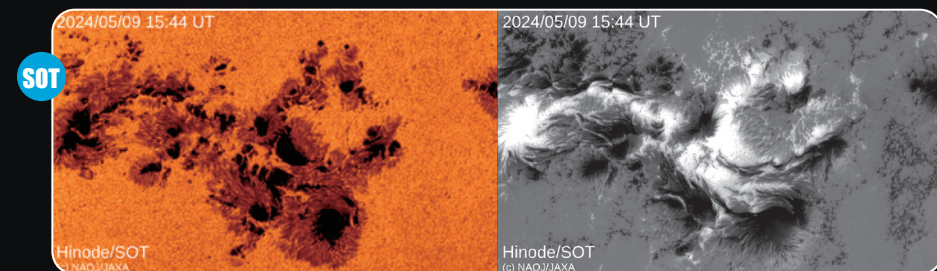
CLASPとの共同観測（2019年4月11日観測）

CLASP2ロケット実験との共同観測。CLASP は紫外線偏光を測定する観測ロケット実験で、「ひので」の太陽表面磁場観測と組み合わせることで、太陽表面からコロナ直下までの磁場のつながりを初めて実測で明らかにした。  
© NAOJ/IAC/NASA/MSFC/IAS



FOXSI-2ロケット実験との共同観測。FOXSIは太陽をX線撮像分光観測するロケット実験。「ひので」X線望遠鏡との同時観測で、フレアが発生していない領域でも、1000万度を超える超高温プラズマが存在することを示した。  
© ISAS/JAXA, UC Berkeley, NASA, NAOJ

2024年05月09日  
磁気嵐を引き起こした巨大フレアの母体となった黒点群 ©NAOJ/JAXA



# 「ひので」20年——開発・科学・運用、そして次の太陽観測へ



**勝川 行雄**  
KATSUKAWA Yukio  
(太陽観測科学プロジェクト)



**原 弘久**  
HARA Hirohisa  
(SOLAR-Cプロジェクト)



**吉田 南**  
YOSHIDA Minami  
(JAXA 宇宙科学研究所)



**鳥海 森**  
TORIUMI Shin  
(JAXA 宇宙科学研究所)

## 「ようこう」の次に何をやるか？ から始まった

**鳥海** 僕は「ひので」が打ち上がってから参加した世代なので、まずは打ち上げ前の話を聞きたいです。計画はどのように始まったのでしょうか。

**原** 「ようこう」(SOLAR-A) が成果を出し始めた1992年頃から、次の計画を議論し始めました。当初は可視光望遠鏡 (SOT) とX線望遠鏡 (XRT) を組み合わせ、光球の磁場・運動とコロナの構造を同時に見て、両者をつなぐ構想でした。1993年頃に極端紫外線 (EUV) 分光の必要性が加わり、速度・温度・密度などを測れる紫外線分光装置 (EIS) が3つ目の柱になりました。可視光望遠鏡の口径は本当は大きくしたかったのですが、M-Vロケットの制約などで最終的に50 cmに落ち着きました。

**鳥海** 日本、米国、英国の開発分担も、最終的に決まるまでにはかなり調整があったのでしょうか。

**原** 最終的には、SOTを日本と米国、XRTを日本と米国、EISは日米に加えて英国も参加することで実現にこぎつけました。SOTの場合、初期には彩層を観測するカルシウム線分光も検討されていましたが、限られた予算と衛星質量の中で取捨選択を重ねました。どの装置も1つの国では完結せず、望遠鏡・検出器・制御系などを分担して強みを組み合わせた結果です。



X線コロナ：©Montana Univ.  
衛星：©JAXA

## 光球からコロナまでをつなぐ

**勝川** 「ひので」が掲げた科学目標は、大きく3つあります。(1) 太陽磁場がどのように生成され、どのように変遷するのか、(2) 太陽表面からコロナへ磁気エネルギーがどのように運ばれるのか、そして、(3) フレアなどの爆発現象でエネルギーがどのように解放されるのか。光球の磁場と運動を高い空間分解能で捉え、その上空の現象と結びつけることが中心にありました。当時と今とでは、コロナ加熱の捉え方も違っていたのでしょうか。

**原** 当時は、コロナの加熱が磁力線を描くコロナループ全体に分布している、というイメージが今より強かった印象があります。だからこそ、足元でのエネルギー入力を見て、それに対してループ全体がどう応答するかを捉える必要があると考えていました。一方で、光球は0.2秒角、コロナは1〜2秒角と観測データの解像度に差があり、両者をもとに磁力線のつながりやエネルギーの流れがどうなっているかを調べることは今でも容易ではないです。その課題は、SOLAR-Cのような次世代観測にも引き継がれています。

## SOTが変えた太陽磁場の研究

**勝川** SOTの成果を振り返ると、どこが大きかったと思いますか？

**鳥海** 太陽内部から表面へ、黒点などの磁場構造が現れる「浮上磁場」の研究では、シミュレーションと観測を直接比較できるようになったことが大きいです。衛星なので、活動領域が現れる瞬間から高品質な磁場データを長時間取り続けられます。さらに、小さな浮上磁場を数多く観測して統計を取ることで、大きな活動領域から粒状斑スケールの現象ま

で、多様なスケールの背後に共通の物理法則があるのではないか、という議論につながりました。また、SOTの高精度な磁場ベクトルデータを境界条件として、コロナ磁場を予測するモデルの研究が加速しました。2006年12月のフレア観測など、数値シミュレーションと観測の融合もあり、1つのイベントから多くの論文が生まれました。

**原** 一方、SOTの場合、狭帯域フィルター (リコフィルター) が不調で思うように動かせず、限られた波長でしか磁場画像を取得できないという問題も打ち上げ当初からありました。太陽表面の磁場分布の時間変化を追うという当初の狙いには、かなり影響がありました。

**勝川** そのような状況でも、カルシウム線の動画は非常に印象的でした。地上望遠鏡ではシーイングのため、当時は安定した動画を得るのが難しかった。

**鳥海** 「ひので」は、スピキュールやジェット、波動、プロミネンスを高コントラストで連続的に捉えました。教科書や図鑑にも広く使われましたが、重要なのは「きれいな映像」であること以上に、時間発展を追えることで多くの科学成果につながった点です。フレア観測では、2006年にMクラスフレアをいくつか捉えた後、2011年頃まで大きなフレアが起きない長い極小期に入りました。「このまま大きなフレアが見られないのではないか」と話題になるほどでした。ただ、静穏期だったからこそ小さな浮上磁場や粒状斑スケールの現象に目が向き、当初は想定していなかった研究が育った面もあります。高分解能で見て初めて、存在自体が認識された現象も多くありました。長期間にわたり安定した品質で太陽を見続けられる衛星だからこそ、観測対象そのものを広げることができました。

## EISが明らかにした高温プラズマの動き

**勝川** 原さんにとって、EISの最も大きな成果は何ですか。

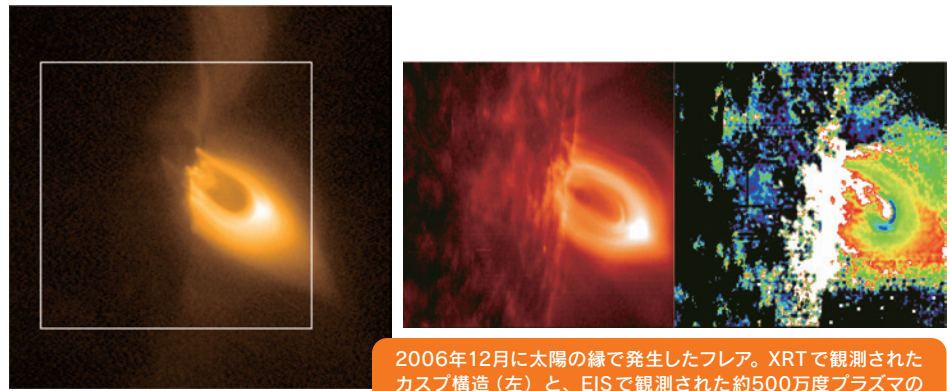
**原** 発光領域のスペクトル解析から、プラズマの流れや速度構造、温度分布を明らかにしたことです。それ以前は「こうなっているはずだ」と模式図で想像していた現象が、ドップラーシフトとして実際に見えるようになりました。フレアの彩層蒸発流や、リコネクションに伴うインフロー／アウトフローも観測されています。ただ、漫画のようにきれいな形がそのまま見えると思っていたのですが、現実はずっと複雑でした。アルヴェン速度に相当する高速流がかすかに見える事例もある一方、常に見えるわけはありません。暗くて感度が足りないのか、あるいはプラズマが塊として動き、全体として遅く見えているのか。空間・波長分解能と感度を高めたSOLAR-Cで、ようやく見分けられる部分が残っています。

**鳥海** 2010年にSolar Dynamics Observatory (SDO) 衛星が観測を開始した効果も非常に大きかったですよね。

**原** EISはスリットで太陽の一部を走査するため、それだけでは太陽面のどこを見ていたのか把握しにくいという課題がありました。ところがSDOによって全面画像が得られるようになり、EISが捉えた現象の空間的・時間的な構造を追えるようになったことも、成果につながっています。

## 太陽風の源

**勝川** 太陽風や、その源であるコロナホールの研究では、SOTの高解像度な磁場データをどう生かせるでしょうか。SOTのデータだけでは、



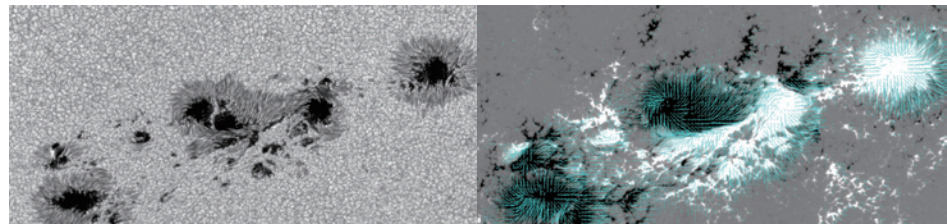
2006年12月に太陽の縁で発生したフレア。XRTで観測されたカスプ構造 (左) と、EISで観測された約500万度プラズマの紫外線輝線 (強度：中／輝線幅：右)。(Hara et al. 2008)

観測領域がコロナホールに対応していて、太陽風の源となっているのかを判断しにくいです。

**吉田** 空間分解能も違いますし、コロナと光球のあいだには観測している温度域にもギャップがあります。光球の微細な磁場構造と、コロナにあるブルームと呼ばれる構造、さらに太陽風の流れをどう結びつけるかは、まだ十分に解明できていません。高解像度観測で見える小さな構造と、太陽全体のグローバルな構造を結びつけることも、依然として課題です。

**勝川** 吉田さんが研究を始めたとき、「ひので」データに何を期待していましたか？

**吉田** 私が「ひので」を使い始めたときには、



2011年2月に巨大フレアを起こした黒点周辺の磁場ベクトル。2009年に始まった第24活動周期は立ち上がりが遅く、この黒点で生じたフレアが最初の巨大フレアとなった。クレジット：NAOJ/JAXA

**ようこう**：1991年に打ち上げられた日本の太陽観測衛星 (SOLAR-A)。X線観測によりコロナ加熱やフレアの理解を大きく前進させた。約10年間観測を行い、2004年に運用を終了した。

ようこう衛星が10年間にわたって観測した太陽コロナの変遷

**GUIDE 0021**  
太陽を観測する人工衛星・探査機  
<https://www.nao.ac.jp/naoj-news/explanation/0021.html>

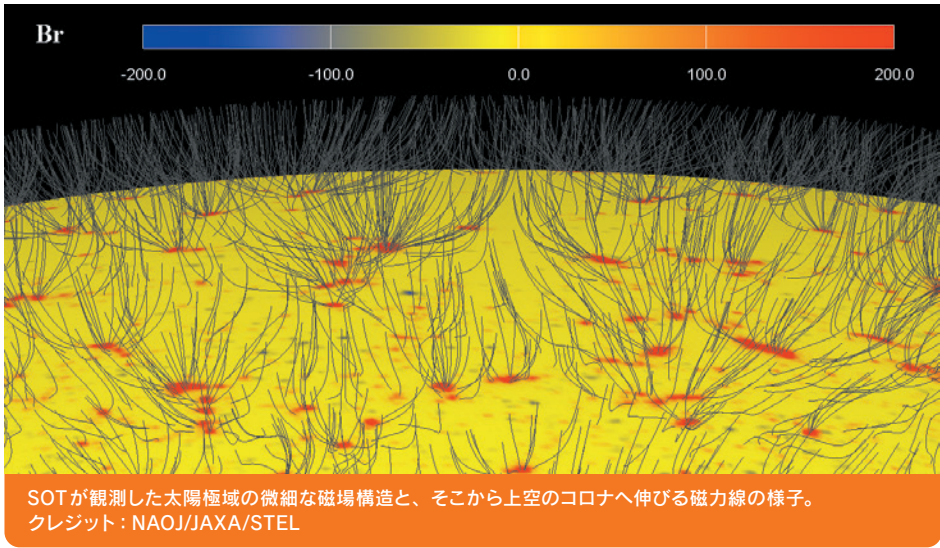


**Solar Dynamics Observatory (SDO)**：2010年に打ち上げられた米国NASAの太陽観測衛星。太陽全体の紫外線画像と磁場画像を高頻度で連続観測し、太陽表面の磁場やコロナの時間変化をモニターするための基盤データを提供している。

**Solar Orbiter**：2020年に打ち上げられたヨーロッパ宇宙機関 (ESA) の太陽探査機。太陽に接近しつつ太陽表面やコロナを観測し、探査機によるその場観測と組み合わせ、太陽風の起源やコロナ構造を調べる。さらに黄道面から傾いた軌道をとることで、太陽極域の観測も行っている。

**Parker Solar Probe**：2018年に打ち上げられた米国NASAの太陽探査機。太陽から約10太陽半径までで最接近し、その場で太陽風の粒子・磁場・波動などを測定することで、太陽風の加速やコロナ加熱の物理に迫る。

**Multi-slit Solar Explorer**：米国で開発中の太陽観測ミッション。高い時間・空間分解能でEUV分光撮像観測を行い、太陽コロナのダイナミックな現象を詳細に捉えることを目指す。2027年打ち上げ予定。



SOTが観測した太陽極域の微細な磁場構造と、そこから上空のコロナへ伸びる磁力線の様子。  
クレジット：NAOJ/JAXA/STEL

いますが、すごい積み重ねです。

**勝川** 大学院生が衛星運用に参加する点も、「ひので」らしさでしょうか。

**吉田** 実際に運用に携わって初めて3つの望遠鏡がどう協調し、観測計画がどう組み立てられるのかを理解できました。運用に入る前と後では、衛星データの見方も変わりました。以前は公開データを解析する側からしか見ていませんでしたが、運用に参加すると、衛星の指向やデータ量、3つの望遠鏡の優先順位など、1つの観測の背後に多くの判断があることが分かります。

**勝川** 3つの望遠鏡をうまく連携させた観測を行うには、担当者同士のコミュニケーションも重要ですね。

**吉田** そうですね。英語を聞き取ること自体が訓練になりますし、毎日の会議で同じような言い回しに触れていると、少しずつ理解できるようになってきました。海外の担当者も、名前だけ知っている存在から、一緒に観測を作る相手になっていきます。国際会議で会ったときにも話しかけやすくなりました。これは、学生が運用に参加する大きな意義だと思います。

**勝川** 長期運用では、Xバンド通信以外にも予想外のトラブルがありました。

**原** 3つの望遠鏡のデータを処理する装置の一部に不具合が起き、ある望遠鏡の観測データが記録されるメモリ領域に、別の望遠鏡のデータが混ざるといった現象が起きました。突然データが崩れて出てきて、最初は何が起きたのか分からなかった。原因を究明してパッチをあて、完全に復旧させることができました。それ以外にも姿勢異常や各装置の劣化などがあり、その都度対応してきました。20年続いたこと自体が、1つの技術的成果です。

## 「ひので」がつないだ国際共同研究

**勝川** 国際的な共同研究にも、大きな役割がありました。私の場合は、ドイツやスペインの研究者とSOTデータを解析し、その経験がSunrise気球実験やSOLAR-Cにもつながりました。初期には、「ひので」のデータを使いたいという海外の研究者が、国立天文台や宇宙研まで足を運んでくれました。

**鳥海** その後も、国立天文台が海外の著名な研究者を客員教授として招へいしてくれたことは、若手研究者にとって非常に有意義でした。そこで知り合った方々と、その後の共同研究につなげることができました。

**勝川** 海外に滞在して行う共同研究も、若い研究者にはぜひ経験してほしいです。

**吉田** 最近はオンラインで気軽に話ができるので、わざわざ行く動機を作りにくい面も正直あります。ただ、先輩が海外へ行く姿を見て「自分も行きたい」と思うこともあります。海外の太陽探査機であるSolar OrbiterやParker Solar Probeなどのデータを使いたいと考えていますが、日本で取り組んでいる方は多くないです。Solar Orbiterは地球と違う方向から太陽を観測できることが強みですが、太陽を見る角度が刻一刻と変化するため、単純に「ひので」やSDOと並べればよいわけではありません。だからこそ、各装置をよく知る研究者との共同研究が必要だと感じています。

**鳥海** 学会で話すだけでも関係を築くことができますが、相手の研究室に滞在すれば、日常的な議論の中で解析の考え方や問題の見つけ方まで共有できます。自分の論文を紹介しに複数の研究機関を回ることもありました。「ひので」の外側の研究ほど、相手チームの中に入り込む経験が重要になると思います。

## 20年分のデータから次の発見へ、そしてSOLAR-Cへ

**鳥海** これから「ひので」のデータでどのような研究ができるかを考えると、20年という期間は太陽活動のおよそ2周期分に相当します。XRTとEISによる太陽全面の定期観測、SOTの極域磁場マップなど、長期にわたって蓄積されたデータがあります。画像データを単純な活動指標に圧縮するだけでなく、空間構造やスペクトル情報も用いた統計解析を進めたい。さらに、長期変動の解明に加えて、大量のデータを用いることで、超強磁場などの稀少な現象を見いだすような研究も可能になると思います。

**原** 「ひので」でしか得られない観測は、20年経った今もあります。SOLAR-CやMulti-slit Solar Explorer (MUSE) など次世代装置が打ち上げられる前にEISでどこまで迫ることができるか、学生がデータに習熟する場としても価値があります。そこで身につけた経験は、

SOLAR-Cなどの解析へ自然につながります。

**勝川** 現在開発中のSOLAR-Cでは、何を最も見たいですか。

**原** EISで見たかったけれど、暗くて十分に見えなかった細かな速度構造です。空間・波長分解能と感度が上がれば、磁気リコネクション領域の速度構造や温度構造がかなりはっきりするはずです。磁気エネルギー変換に重要だと考えられている衝撃波があるのか、磁気流体力学だけで説明できるのか、非熱的で高エネルギーな粒子の効果が重要なのかという議論にも踏み込めるでしょう。

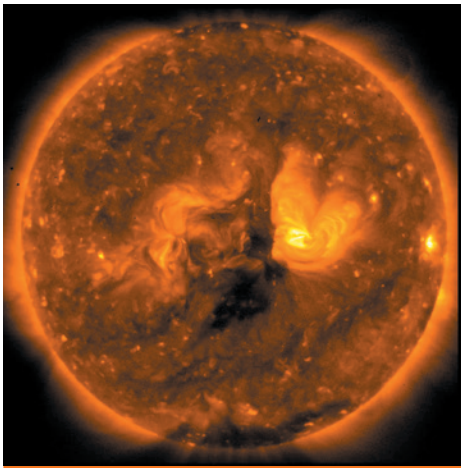
**吉田** 私は、ローカルな微細構造とグローバルな太陽風構造をつなげたいです。Solar Orbiterなど太陽近傍で太陽風を観測するデータと、「ひので」やSOLAR-Cの高解像度コロナ観測を組み合わせることで、太陽風の根元から地球近傍までをひとつづきに理解できる可能性があります。

**鳥海** MUSEやSOLAR-Cと組み合わせて研究するには、どのようなデータが必要でしょうか？

**吉田** 高い時間分解能のコロナ観測に加えて、その足元の磁場や彩層・遷移層の状態を同時に把握できるデータが必要です。SOTは、安定して高品質な磁場データを取得できるのが強みです。新しい衛星の観測と併せて「ひので」で同じ領域を観測することができれば、新旧ミッションが重なる時期ならではの貴重なデータになります。

**原** SOLAR-Cでは、遷移層の高解像度観測にも期待しています。10万度から数十万度のプラズマを、高い分解能と感度で捉えたい。そこは光球とコロナのあいだに位置し、エネルギー解放が集中的に起きている可能性のある領域です。時間発展を追えるようになれば、これまで見えなかった現象が現れてくると思います。

日本主導の国際協力で開発中の次期太陽観測衛星「SOLAR-C」。「ひので」の技術を継承し、紫外線の高空間・時間分解能観測で、太陽コロナのエネルギーの流れや加熱、フレアのエネルギー解放の仕組みに迫る。  
クレジット：JAXA/NAOJ



XRTで観測した太陽コロナ。太陽の極域（北極・南極）にX線で暗く見える領域がある。これをコロナホールと呼び、太陽風が吹き出す源となっている。このときは赤道付近にもコロナホールが現れていた。クレジット：NAOJ/JAXA

## 2033年度まで運用を見据えて

**勝川** 「ひので」は2033年度まで運用を継続する方針です。これにより、SOLAR-Cとの共同観測も十分に行えるようにする計画です。ただし、国内外とも予算や人員には限りがあります。運用を効率化し、限られたリソースで質の高いデータを残す必要があります。

**鳥海** 観測を整理し、標準的で一貫したデータセットを残すことも大切です。観測プログラムをその都度変えるのではなく、1つの活動領域を継続して追うような、研究に使いやすいデータを確実に残していきたいです。あとは、観測要求を文字で入力すると、AIが観測計画の案を作ってくれ、あとは修正するだけにできるような仕組みを作ることができれば、運用も楽になりますね。

**原** もちろん、SOLAR-CやMUSEとの共同観測へつなげることも重要です。「ひので」だけを知る研究者を育てるのではなく、「ひので」で衛星の仕組みやデータ解析を学び、次のミッションの運用や研究をリードできる人材を育てていきたいです。



2023年に国立天文台が主催した第16回「ひので」国際会議（新潟朱鷺メッセにて）。日本・ヨーロッパ・米国が持ち回りで国際会議を毎年開催しており、「ひので」に加えて他の人工衛星や地上望遠鏡、数値シミュレーションなどの最新成果が紹介され、活発な議論が行われる。クレジット：NAOJ