

図5 「ひので」X線望遠鏡が撮影したX線ジェット（矢印）。太陽の北極に位置するコロナホールの中で頻発していることが発見された。

されてきている。

コロナのプラズマ運動をとらえる

「ひので」には可視光望遠鏡とX線望遠鏡のほかに、極端紫外線撮像分光装置（EIS）が搭載されている。EISはコロナと、コロナと彩層の中間層（遷移層）のプラズマの性質を詳しく観測する装置で、極端紫外線と呼ばれる紫外線でも波長が短い光を使って分光観測を行う。この波長域には、コロナや遷移層から放射される数百本の輝線が含まれており、太陽プラズマの温度、運動速度、密度などの物理量を得ることができる。EISは目

的に応じて複数の輝線を選択し同時に観測することができるため、1度の観測で太陽の多温度構造を調べることができる点も大きなメリットである。

EISの観測例として、太陽の活動領域を13階電離した鉄イオンが放射する輝線（27.4nm）で見た結果を示す（図6）。この輝線は180万度ほどのプラズマから放射されるもので、ドップラーシフトと幅から、その温度に対応するプラズマの運動や乱流を精密に測定することができる。ループ状に見えるコロナ構造（図6左）の足元近くでは、輝線が青方偏移していること、つまり上昇流が存在してい

ることがわかる（図6中）。EISの空間分解能は2秒角（太陽面の1400kmに相当）。これだけの解像度で実際にプラズマの流れや乱流らしき構造が存在することを明確に示したのは初めてのことである。

このようなプラズマの流れと乱流はどの活動領域でも存在しているようで、コロナ加熱メカニズムの理解を進展させる貴重なデータをもたらしてくれた。

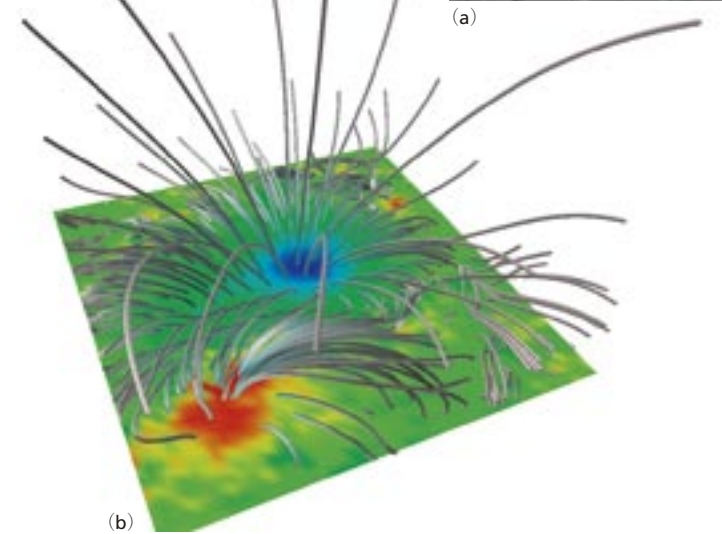
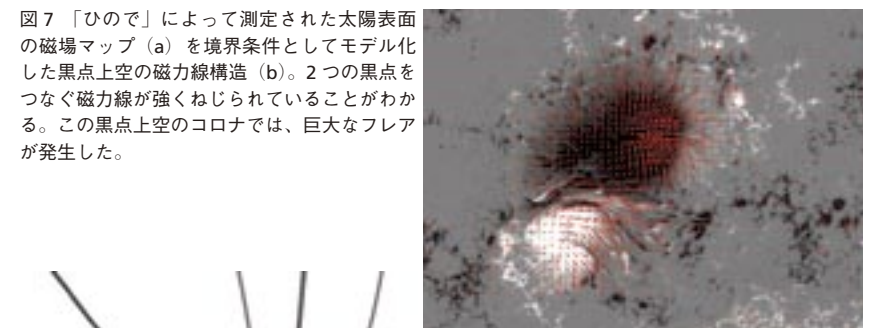
宇宙天気予報の実現をめざして

太陽大気の中で磁場とプラズマが引き起こすさまざまな現象の背後にある物理過程を探ることは、太陽・地球間の宇宙

環境を理解する「宇宙天気」の研究にもつながってくる。

太陽で巨大な爆発現象（フレア）やコロナホールが発生すると、高エネルギー粒子が地球にも到来し、地磁気の擾乱を引き起こす。その結果、遠距離通信を行うことが困難になったり、複数衛星からの信号によって正確な位置情報を知るGPS（全地球測位システム）による位置精度が一時的に悪化したりするなど、人びとの生活にも影響を与える。太陽についての基礎的な研究は、高度化する社会インフラへの影響、地球環境への影響の観点からも、近年、重要な研究テーマとなっている。

なかでも、太陽フレアの発生に至る磁気エネルギーの蓄積過程や、その蓄積されたエネルギーが瞬時に解放される機構の理解は、宇宙天気研究の中心的な課題である。「ひので」可視光望遠鏡による



(b)

(a)

(a)

太陽の「音」を聞いて内部を探る

長島 薫

総合研究大学院大学 天文科学専攻博士課程／日本学術振興会特別研究員

太陽の観測は、太陽が放つさまざまな電磁波を望遠鏡でとらえることで行われてきた。しかし、電磁波で調べられるのは太陽の表面とその上空の大気だけで、どの波長域であっても内部を見ることはできない。修士課程時代、太陽フレアを調べていた私には、これがもどかしかった。なんとかして内部を見たい一心で、私は「日震学」に取り組み始めた。

日震学とは、太陽表面の振動を観測して、これをもとに内部構造を探る手法である。地震波を利用して地球内部を探る、地震学の太陽版だ。熱いガスからなる太陽の内部では、乱流運動により絶え間なく音波が発生している。これが地震波の代わりになる。太陽の音波を直接聞くことはできないが、可視光での観測からドップラー効果を利用して、音波による表面の揺れを測ることができる。太陽内部での音波の伝わり方は、温度・密度などの物理量で決まってくるので、逆に太陽の「音」から内部の物理量が計算できる。このとき、物理量と観測量との関



係がわかっていれば、いきなりコンピュータで計算もできるが、そうでない場合は流体力学や統計数学を駆使してこの関係式を立てる必要がある。というわけで、私の日常には地道な手計算も多い。最終的にはコンピュータによる数値計算を行うが、こうやって物理・数学を武器に一から自分で組み立てていくのも楽しいものだ。

「ひので」の可視光望遠鏡は空間分解能が高いので、他の広視野の観測機器と相補的に活用することで、日震学の研究に新しい道が開かれた。太陽活動周期を支配するダイナモ機構解明にもいつかつながりたいと、今日も私は太陽の「音色」に聞き入っている。

図6 活動領域を「ひので」極端紫外線撮像分光装置により鉄イオンが放射する輝線で測定した結果。(左)輝線強度(光子数)、(中)ドップラー速度、(右)輝線幅。ループ構造の足元に上昇流が存在し、また大きな乱流が存在していることが明らかになった。

