

## 最新太陽像と宇宙天気予報 その4

柴田一成（京大理：花山天文台）

### 7. ひので衛星が見た最新太陽像

ひので衛星は高度 680 キロを周回し、重量が 870 キログラム、衛星の長さは 4 メートルほどで、太陽同期軌道と言って、24 時間太陽が観測できる軌道を回っています。非常に精密な望遠鏡を、あのような大爆発の激しい振動の中で打ち上げて、しかも正常に動くのですから、人類の技術能力というのは大したものだと思います。

ひので衛星は三つの装置を持っています。まず、極端紫外線分光装置 (EIS)。極端紫外線の領域のスペクトルを観測することにより、コロナのガスの速度や密度を測定します。それから X 線望遠鏡 (XRT)、これは「ようこう」の X 線望遠鏡と良く似ていて、精度が数倍良くなっています。最後に可視光磁場望遠鏡 (SOT)。これは全く新しいもので、宇宙空間で大気の揺らぎに邪魔されないで可視光や磁場を観測するという望遠鏡です。これは日本が開発したものです。

何ととっても、まずこれを見ていただきたいと思います。図 19 は可視光で見た太陽で、黒点も一つあります。地上で見るのであればせいぜいこのぐらい (左図) なのですけれども、宇宙空間に行きますと空気がありませんから揺らがないのです。だんだん拡大していくと (右図)、本当の太陽の表面が見えてきます。この拡大画像は人工衛星ならではの解像度です。粒状斑 (対流セル) や粒状斑の間の輝点が無数に見えます。これが太陽の表面の正体なのです。

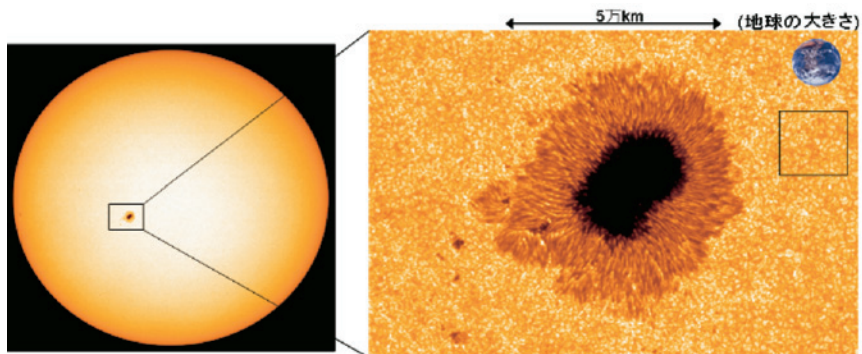


図 19 ひので衛星搭載の可視光磁場望遠鏡 (SOT) で見た太陽表面 (光球)

ひので衛星には夜がないので、図 19 右のような観測が 24 時間以上（数日間）連続してできます。そのような観測によって作られたムービーを見ますと本当に感動します。不思議なことに内向きの流れと外向きの流れが同時に存在しているのですね。それで、だんだん明るい点々が暗部に形成され、それがつながって黒点にひび割れのような構造（ライトブリッジ）が出来ていくのですね。これらが原因で実は黒点がボカッと割れて、そのうちバラバラになっていくのです。

図 20 はカルシウム・フィルターを通して見た黒点周辺の彩層（光球の上層大気）の映像です。ジェットだらけ、小爆発だらけであることがわかりになるでしょう。図 21 左の新聞記事にはジェットの時間変化の拡大画像が示されています。恐らく宇宙空間のどこを取って見ても、実際は太陽大気に似ているのではないかとわたしは思っています。ジェットはすでに活動銀河の中心核、ブラックホール天体、原始星などで続々と発見されて、天文学・宇宙物理学の主役になりつつありますが、私は最近天文学者に話をするたびに、「どんな天体现象でも、将来、空間分解能をどんどん上げて観測していったら、そのうち太陽のコロナに似て、ジェットだらけ、爆発だらけであることが、わかるようになりなりますよ。」と言っています。これはプラズマ物理学に基づく、私の「予言」です。

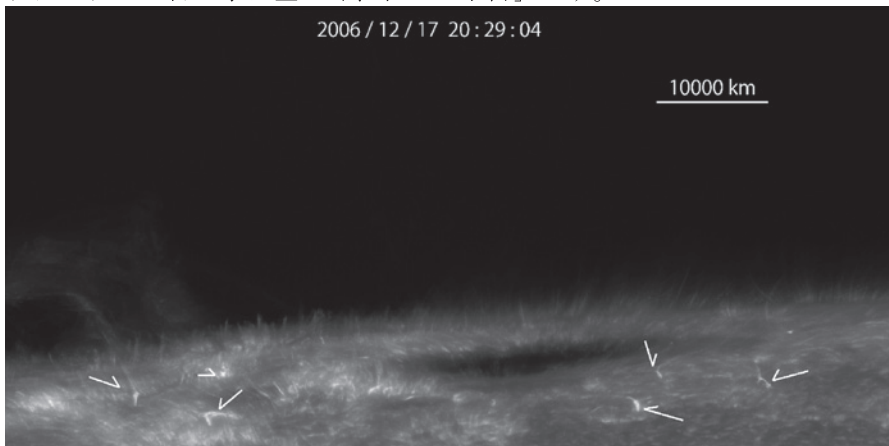


図 20 ひので衛星搭載の可視光望遠鏡で見た彩層の様子。太陽の縁近傍を見ている。黒い楕円の領域は黒点。無数の微小ジェットが見える。  
2006 年 12 月 17 日カルシウム II H フィルターによる。  
(Shibata et al. (2007) Science 318, 1591 より)

図 21 右は朝日新聞で、カラー写真で紹介された現象ですが、これもやはり映像になりました。水平の筋模様は静かなプロミネンスです。プロミネンス全体は一見じっとしているのですが、良く見ると、何かすごくユラユラ揺れています。このような振動は、アルベン波と呼ばれる波の存在を示しています。長らく予想はされていたけれど直接観測されたことのないアルベン波が、ついに初めて発見されました。それから、このように太陽のリムには無数のスピキュールが見えます。これもやはり一種のジェット現象で、ゆらゆら揺れています。つまり、アルベン波が存在していることを示しています。スピキュールの発生機構はまだ解明されていません。

衛星「ひので」が1月14日、約2分ごとにとらえた彩層のジェット=柴田一成教授提供

12:14:32 12:16:55 12:19:19 12:21:43

— 1" —

### コロナ超高温の謎迫る 京大チーム

太陽表面とコロナの間にある大気層「彩層(さいそう)」(厚さ2000~1万km)で、細長い高速のガスの流れである「ジェット」現象が無数に起きていることを、京都大の柴田一成教授(太陽宇宙プラズマ物理学)らのチームが突き止めた。太陽表面の温度が約6000度なのに対し、コロナが約100万度もの超高温を保つ理由は天文学最大の謎の一つ。柴田教授は「ジェットが運ぶエネルギーがコロナを加熱している可能性がある」としている。7日付の米科学誌「サイエンス」オンライン版に掲載される。

宇宙航空研究開発機構の太陽観測衛星「ひので」のデータを分析。柴田教授らが確認したジェットは長さ2000~5000km。コロナ中にジェットが多数存在することは知られているが、彩層のジェットの長さはこの100分の1程度。【鶴谷真】

朝日新聞 2007年12月7日

## 「コロナ100万℃」謎解けた?

### プロミネンスで波動確認

#### 太陽観測衛星「ひので」

①「ひので」が撮影した上空を流れるプロミネンス  
②「ひので」が撮影した太陽リムに揺れる太陽風機 国立天文台提供

昨年打ち上げられた太陽観測衛星「ひので」を使い、宇宙を「ひので」の波動が存在していることが確認された。宇宙航空研究開発機構と国立天文台、京都大などが表面より上空を流れるプロミネンスの解明に成功した。表面の揺れを顕微鏡に映し出す「ジェット」を観測した。表面で生じる強い磁気力によって、動かしにくいプロミネンスが、上空の大気が揺れることで、太陽の表面から上空へ伸び、コロナが加熱される可能性があるという。7日付の米科学誌「サイエンス」に発表された。

国立天文台の藤本圭典・特別研究員は、「大気には約1万度のガス(プロミネンス)に音速100倍の速度で、太陽表面から上空へ伸び、コロナが加熱される可能性がある」としている。7日付の米科学誌「サイエンス」に掲載された。

【鶴谷真】

図 21 ひので衛星の成果を報じる新聞記事(左:毎日新聞、右:朝日新聞 2007年12月7日)

図 22 はたまたま大フレアをとらえた映像です。今、黒点が一番少ない時期ですので、めったにフレアというのは起きません。これは恐らく、ひの

で観測チームへの、神様のプレゼントだろうと思います。

この中に天文ファンの方もおられると思いますが、 $H\alpha$  フィルターというのを最近アマチュアの人でも使えるようになりまして、それを使うとプロミネンスが見えます。図 23 のようなすごい模様があって、しかもわたしが一番びっくりしたのは、このような泡のような気体が発生して浮き上がっているのです。水のような現象だったら別に不思議ではないのですが、この太陽は全然種類が違います。磁場の力が支配的です。ある意味でガチガチのものだと思っていたら、このように、水の中の泡のようなものが非常にたくさんありまして、世界中の研究者がびっくりしています。

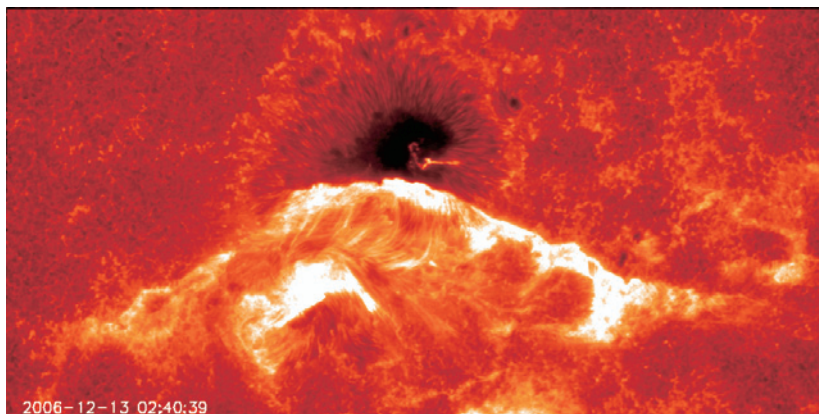


図 22 ひので衛星可視光望遠鏡（カルシウムフィルター）がとらえた太陽フレア（2006年12月13日）

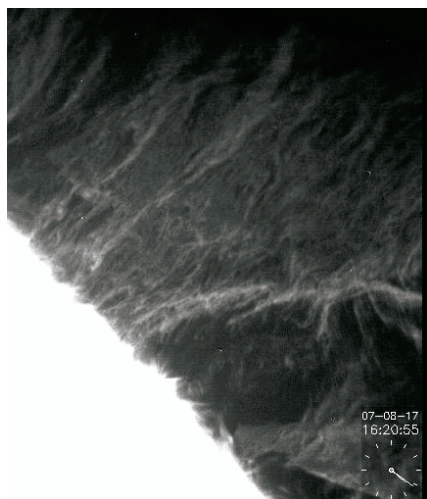


図 23 ひので衛星可視光望遠鏡が撮影した太陽プロミネンス  
（カルシウムフィルターによる）

以上、ひので衛星の発見を、ここで短くまとめておきましょう。

(1) ひので衛星は、太陽大気（光球、彩層、極域コロナホール）が、誰が想像していたよりも激しく活動していることを明らかにしました。

(2) ひので衛星は、いたるところにアルベン波（磁力線の波）とジェットを発見しました。また、ジェットのあるものは磁気リコネクションによって形成されていることもわかりました。コロナが 100 万度に加熱されている原因は、このような波、あるいは、ジェット（磁気リコネクション）によるのかもしれませんが。

(3) 黒点、プロミネンスでは、謎の微細構造、謎の動的現象が、続々と発見されました。

ひので衛星は、他にまだ実に多くのことを発見しつつあります（図 24）。コロナ加熱の原因は何か、フレアのきっかけは何か、宇宙天気予報は可能か、新しく発見された黒点の微細構造の原因は何か、などが、今後次第に明らかにされていくでしょう。今は太陽研究の黄金時代です。今後の太陽研究の発展をご期待ください。

ご清聴ありがとうございました。

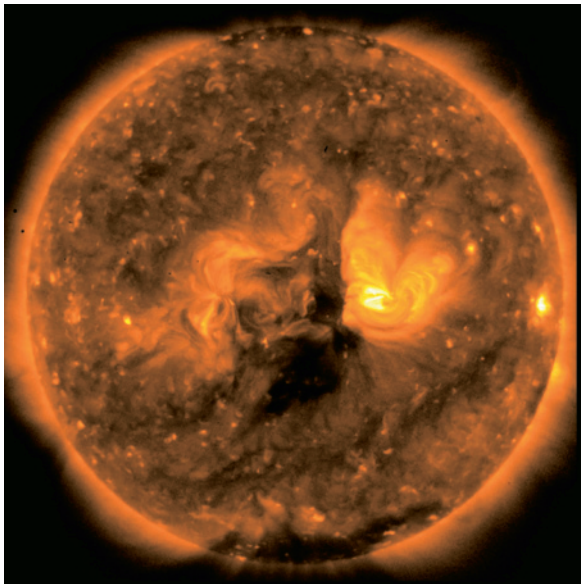


図 24 ひので衛星 X 線望遠鏡が見た太陽（2007 年 3 月 2 日）

（本記事は、2008 年 3 月 22 日（土）京都大学百周年時計台記念館 国際交流ホールで開催された第 1 回 NPO 花山星空ネットワーク講演会での講演に基づくもので、講演録画を文章化したものに、かなり加筆訂正を行ったものです。）