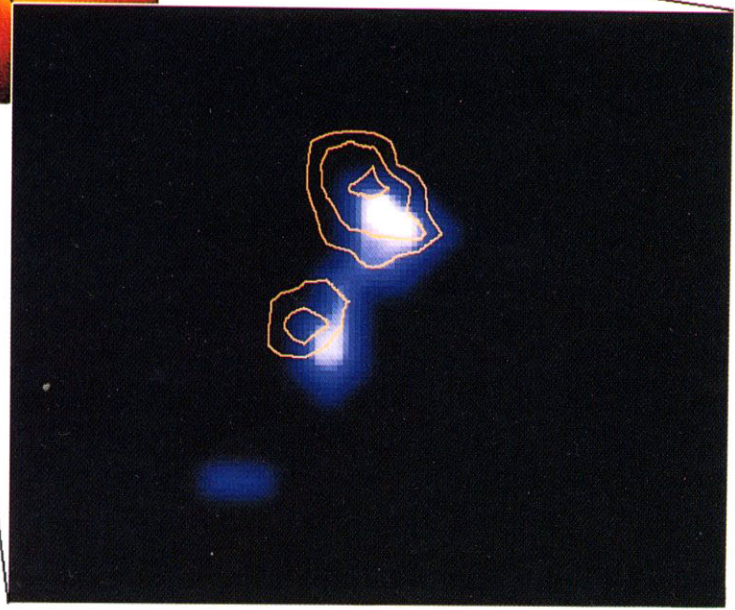
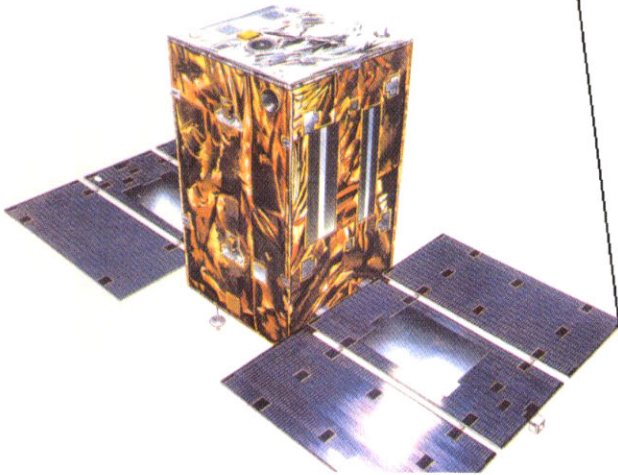
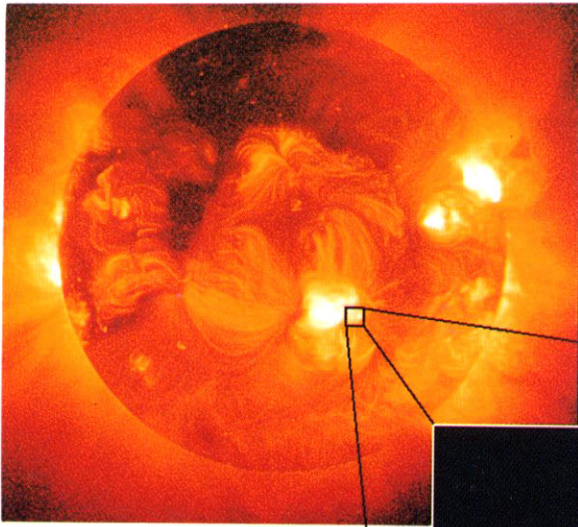


特集：

「ようこう」の見た太陽コロナ
— 華麗な天体プラズマの世界 —

宇宙科学研究所

1993.1



年 頭 の 辞

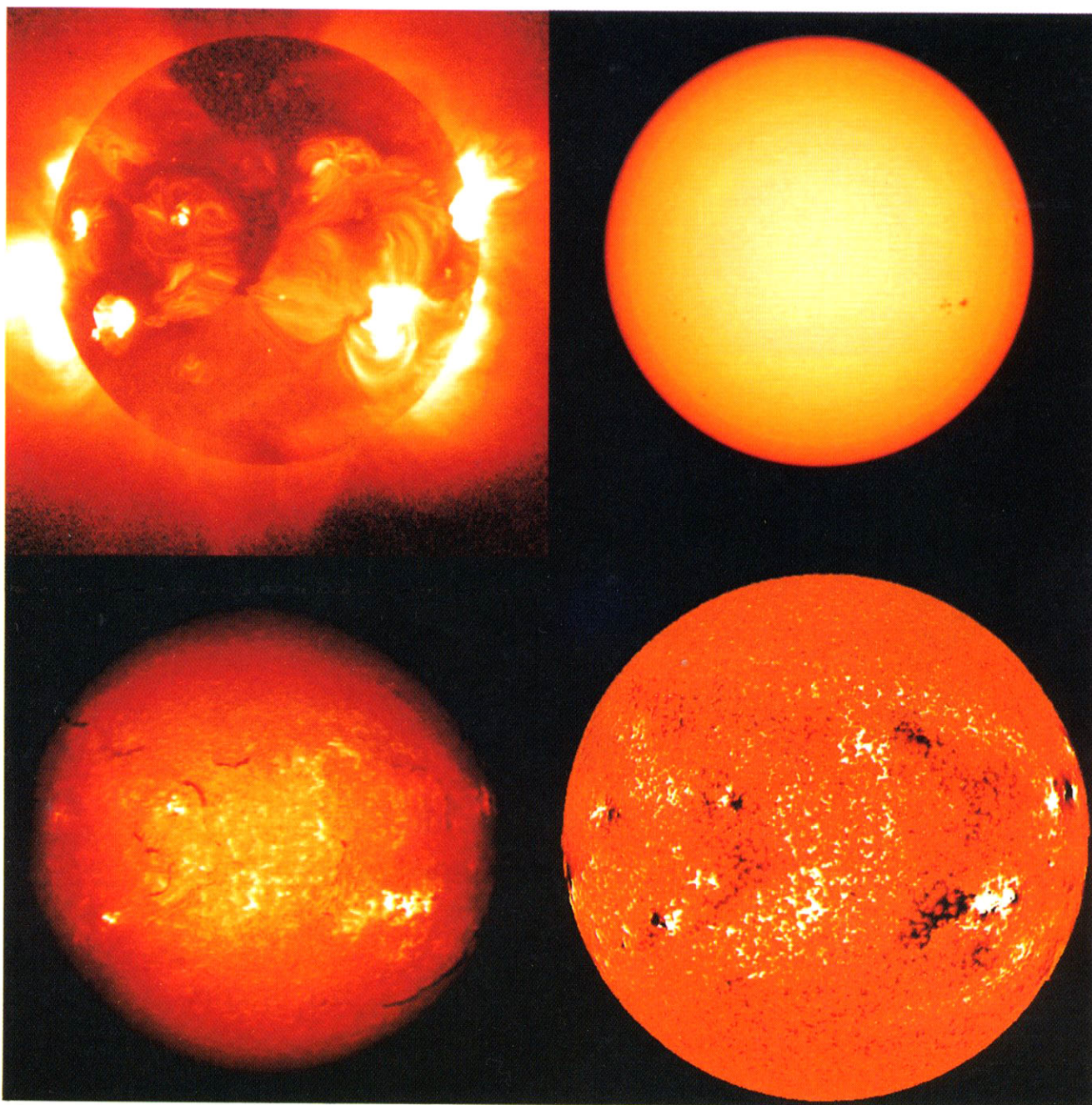
宇宙科学研究所長 秋 葉 鏡 二 郎

新年明けましておめでとうございます。

昨年は、国際宇宙年として多彩な行事があり、また、実質的な成果も数多く挙げた年でもありました。宇宙科学研究所としては何よりも長年にわたる日米協力が実って、昨年7月、無事GEOTAIL衛星を軌道に送り込み順調に観測成果を挙げつつあることを喜びとするものであります。さらに、「ようこう」の活躍は特筆すべきであり、この他にも「さきがけ」の帰還、有翼飛翔体の実験、人工オーロラ実験SEPAC、オーストラリアに於ける気球実験、エアターボラムジェットエンジンの基礎開発研究などで報われることの多かった一年でした。そして、今年は間もなく、世界の天文学研究者が注目するASTRO-Dの打ち上げ実験が行われます。

幸い宇宙科学研究所は今日まで12年の間、順調に発展を続けて参り、当初計画の規模はほぼ実現出来た段階にあります。一方、世界的に見れば、

今、宇宙開発は大きな転換期に直面しているように思われます。勿論、宇宙科学研究所はすでに十分吟味された、独自の長期計画に従って事業を進めており、急激な変化を必要とする状況ではありません。しかしながら、国際環境、社会環境あるいは開発や研究の内容は予想を超えた変化を遂げるのは当然であって、常にそれらに配慮し将来計画に反映させねばなりません。この時に当たり、これまでの実績を踏まえ、さらに今後10年ないし15年を見通して、研究所のより一層の発展を計る必要があります。そこで、現在そのような見直し作業が運営協議員会議の要請により、第二期計画策定委員会（仮称）で進められつつあります。21世紀を望み、国際的評価に値する研究所像を作り上げる事ができますよう、出来るだけ多くの方々にご意見をいただきたく、年頭の紙面を借りてお願い申し上げます。



X線（左上）、可視光（右上）、 H_{α} 線（左下）、マグネトグラフ（磁場強度の計測器：右下）で見た太陽

新年特集号に寄せて

ISASニュース編集委員長 松尾弘毅

「ようこう」の打ち上げ以来はや一年余りが過ぎました。我々ロケット側の人間は、長年の準備と極端な緊張の10分間ののち、あとはご親戚の方々でどうぞと捨てぜりふとともに次の苦労へと山（実験場）を下り、そこから衛星側の

苦楽が始まります。

ただ私には、新年にあたりその成果を紹介し喜びを新たにするという楽しみがあります。

充実した特集号だと自負しております。



打ち上げ前の「ようこう」

「ようこう（陽光：YOHKOH）」。いま、この名前は、世界中の太陽物理、および関連研究者の熱い視線を集めています。

1991年8月30日、宇宙科学研究所・鹿児島宇宙空間観測所から、M-3S II-6号機が打ち上げられました。長期にわたった生みの苦しみの後に、「ようこう」が誕生した瞬間です。太陽X線観測衛星「ようこう」には、2つの撮像観測機器〔軟X線望遠鏡（SXT）と硬X線望遠鏡（HXT）〕、軟X線の精密分光装置＝ブラッグ分光器（BCS）、X線からガンマ線までの広い範囲のスペクトル測定装置（WBS）が搭載されています。

これらの装置が何を狙っているか、まずは簡単に紹介しましょう。



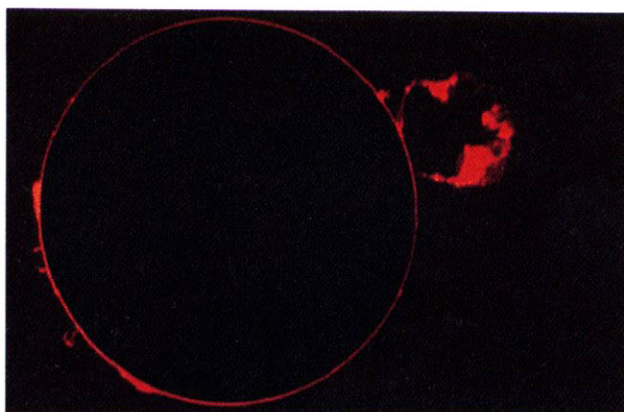
皆既日食で見られるコロナ

太陽コロナは超高温のプラズマの世界

可視光で見た太陽は約6000度の火の玉ですが、その外側に太陽の外層大気＝コロナが大きく広がっています。コロナは希薄なガスで、太陽本体と比べると明るさは100万分の1もありません。皆既日食のときに、専門家もアマチュアも望遠鏡を担いで日食地帯に集まるのは、コロナを十分に観測できるのが皆既日食のチャンスに限られているからです。

日食写真を詳しくみるとコロナにはさまざまな流線状の構造があります。光球（可視光で見た太陽の表面）のすぐ上の部分は彩層と呼ばれ、H α 線（水素のバルマー系列の線スペクトルのひとつ）だけを通すフィルターを使って見てみると、その様子が観察できます。すると、紅炎（プロミネンス）や暗条（フィラメント）と呼ばれる構造がやはり何かの流れのような形を現しています。この彩層の上に広がっているのがコロナなのです。いったい何がこうした構造を決めているのでしょうか。太陽では黒点やその周囲に強い磁極（磁石のN極、S極のようなもの）を持っています。また、黒点領域の外にも弱いけれども広がった磁極があります。じつは、これらの磁極からコロナに延び出した磁力線が、コロナの流線状の形を支配しているのです。逆に、コロナの形を観測することで、見えない磁力線を見ることができるようになります。

ところで、コロナは100万度以上の超高温の世界です。こんな高温では、ほとんど全ての物質の原子が、イオンと電子に分離して、プラズマ気体



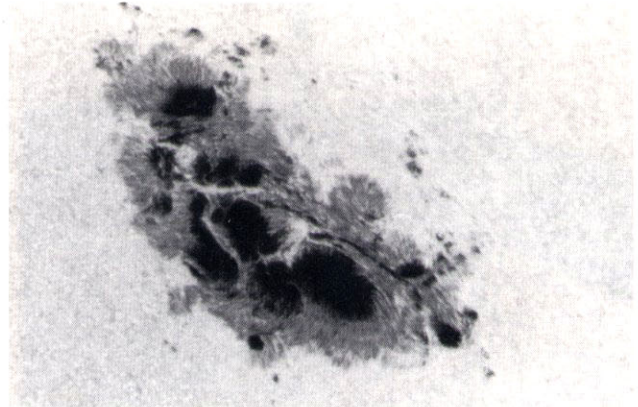
彩層とプロミネンス

の状態になっています。プラズマは電気をとても流しやすく、電流は磁力線に沿って流れ、さらに電流はまわりの磁力線をひねりあげ、こうして磁場を帯びたプラズマ（磁化プラズマ）中に、緊張した状態の磁力線ができてきます。ちょうどゴム紐を振りあげた様子を想像していただければいいでしょう。

「振りあげる」と言いましたが、そもそも電流を流す起電力のもととは、例えば黒点のN極、S極が相対的に移動したり、回転したり、という太陽表面の流体の流れです。太陽の自転は赤道ふきんで早く北極・南極に近づくにつれて遅くなるという妙な性質をもっており、これも磁力線を振りあげるのに影響します。こうして、コロナの磁力線は複雑な構造をして、時々刻々と変化するのです。「ようこう」はコロナの磁力線の構造の変化を追跡し太陽のダイナミックな姿を明らかにしているのです。

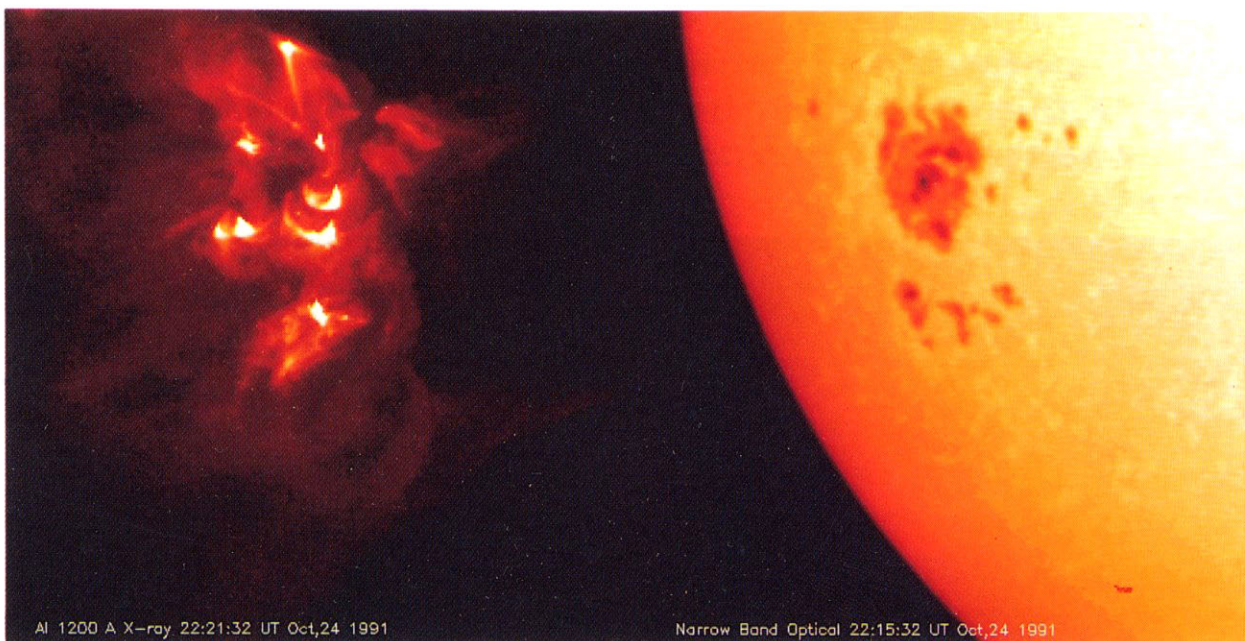
軟X線で見える太陽コロナ

「ようこう」はX線で太陽コロナを観測しています。なぜX線でその姿を見るのでしょうか。可視光では太陽本体が明るすぎて、コロナがなかなか見えません。太陽の光球は6000度の温度で強い可視光を放射しているのに対し、コロナは希薄で

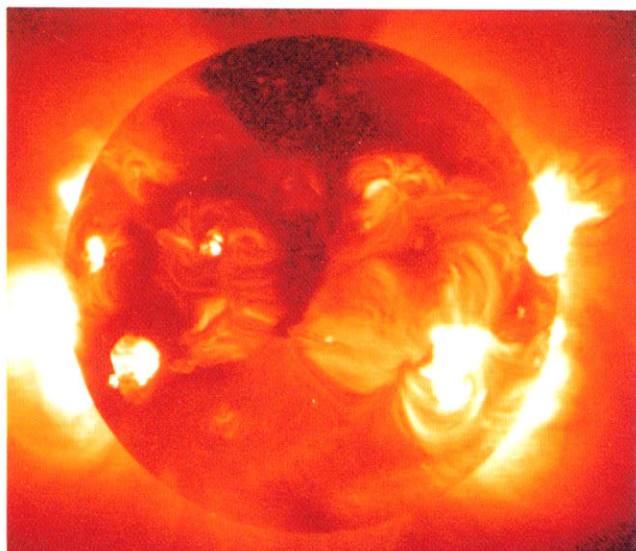


黒点の拡大図

暗すぎるのです。ところが、X線は100万度より高温の物質からだけ放射されます。つまり、光球はX線では真っ暗で、コロナだけが明るく輝くのです。日食のときには可視光でもコロナが見えますが、かんじんの中心部分は月に隠されて見えず、コロナの全体像が分かりません。また、コロナの可視光の輝きは光球からの光がコロナの物質に散乱されたものであるため、明るさはコロナの密度に比例しています。X線では、太陽の手前側のコロナの全体像が、いつでも観測できますし、その明るさは密度の2乗に比例しています。それだけ濃淡がクリアであり、磁力線の立体的構造を解明するのに適しています。コロナの時々刻々の変化を追うことになると、もうX線の独壇場と言ってもいいでしょう。



X線（左）と可視光（右）で見た黒点（同時に観測した）



「ようこう」軟X線望遠鏡が見た太陽

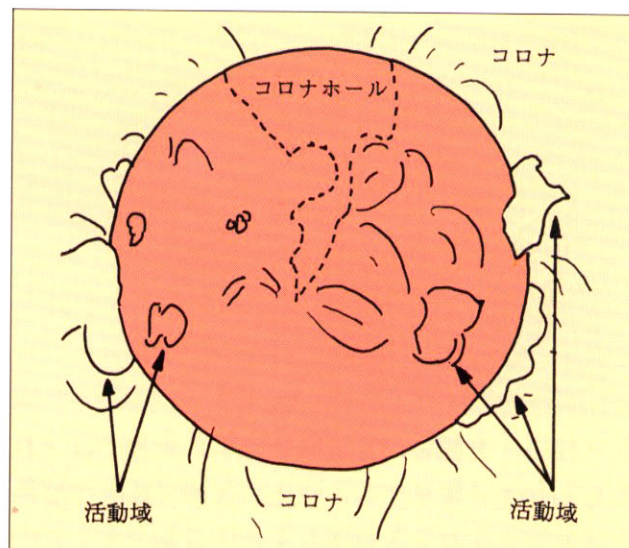
このコロナの観測は、「ようこう」では、軟X線望遠鏡（SXT）が担当しています。

硬X線、ガンマ線で見える太陽フレア

黒点の群れのあたりが、突然、輝きをまし、大量の高エネルギー粒子が惑星間空間に振りまかれる現象があります。これが太陽大気中での最大の爆発、太陽フレアです。太陽フレアは地球にもオーロラの発生や電波障害などの形で影響を及ぼします。太陽フレアが起こると数分から1時間以内の短い時間のあいだに、1メガトンの水爆10億個分のエネルギーが、高エネルギーの粒子、数千万～数億度の超高温プラズマ、物質の惑星間空間への放出などの形で、解放されるのです。太陽フレアは振りあげられ緊張状態にある黒点上空のコロナの磁力線が保持していたエネルギーが突発的に解放される現象であると理解されていますが、なぜこんな短時間に急激な爆発が起こるのか、



H α 線見た太陽フレア



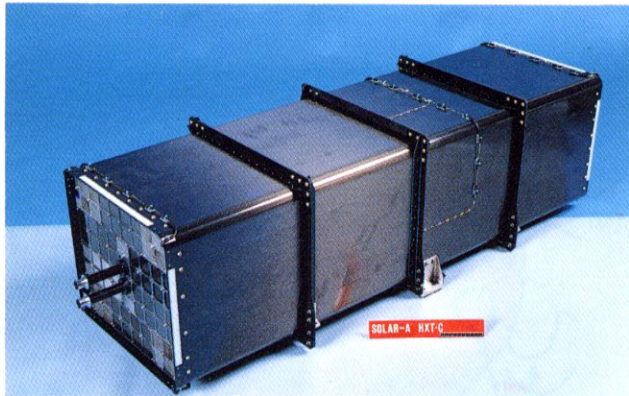
いまだ謎は解かれていません。

フレアの進行過程のなかで、とくに急激な現象が、インパルス相とよばれるフレア発生初期の時間帯に観測される「粒子加速」現象です。この時解放されるエネルギーの大部分が粒子（電子やイオン）の加速に費やされ、大量の太陽宇宙線が数秒～数十秒で作られだされます。フレアはまさしく天然の粒子加速器なのです。光速でちかくまで加速された電子が密度の高い彩層に飛び込むと、硬い（エネルギーの高い）X線が放射されます。従って、この硬X線を捕まえてやれば、粒子加速に関する情報が得られます。「ようこう」の硬X線望遠鏡（HXT）は、これを狙っています。

高エネルギーのイオンは、プラズマ粒子と衝突して、原子核反応を引き起こし、さまざまなガンマ線を放射します。「ようこう」の広帯域分光器（WBS）は、軟X線から硬X線、さらにはこのイオン起源のガンマ線までの広い範囲のフレアのスペクトルを観測し、粒子加速現象を解明するための基礎的データを提供しています。

大量の高エネルギー粒子が彩層に飛び込むと、周囲の物質が急激に加熱され、急膨張します。プラズマが乱流状態になりつつ、毎秒数百kmの速さで上昇します。「ようこう」では、こうしたプラズマの温度、密度、動きをブラッグ分光器（BCS）で詳細に調べています。（小杉健郎、常田佐久）

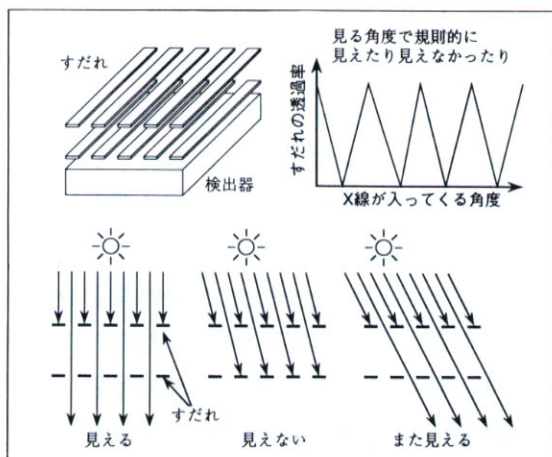
硬X線望遠鏡 (HXT)



「硬い」X線とは、太陽物理学の世界では、おおむね10キロ電子ボルト以上のX線（波長では約1オングストローム以下）を指す言葉です。このエネルギー以下の軟X線は、数100万度の太陽コロナ全般から放射されるのに対して、硬X線は主として、フレアが起こった時に数十キロ電子ボルト以上のエネルギーまで加速された電子から、もしくはフレア時に生成される数千万度の超高温ガスから放射されます。

この硬・軟X線の境目の波長、約1オングストロームという長さは、金属結晶の原子の間隔でであり、軟X線はいろいろ工夫すれば反射望遠鏡をつくることができますが、硬X線ではどうしてもレンズや鏡ができません。では、硬X線では、どうすれば画像が得られるでしょうか？

ピンホールを用いて写真を撮るのが一番簡単な方法ですが、角分解能を向上させ鮮明な画像を撮るためには小さなピンホールが必要で、そうすると感度が足りなくなってしまう。そこで、「すだれ」コリメータの技術を使います。これは、小

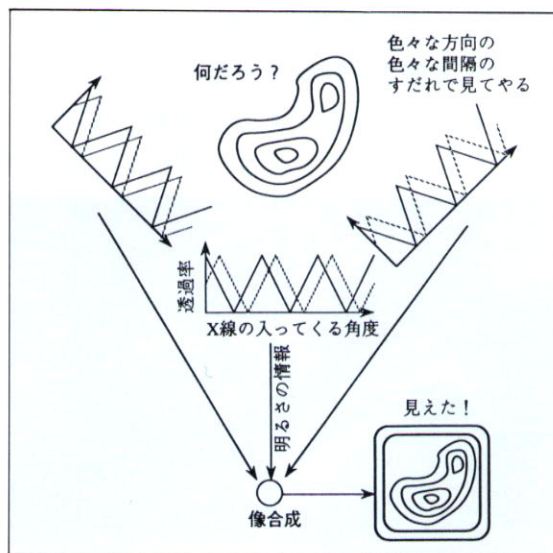


「すだれ」コリメータ

田稔先生の考案したもので、日本のX線天文学の伝統的な技術のひとつです。1981年打ち上げの太陽X線観測衛星「ひのとり」では、衛星のスピンを利用した「回転すだれ」が使われました。「ようこう」は3軸静止の衛星ですから、ひとつの「すだれ」からでは画像を得ることはできません。そこで、「ようこう」の硬X線望遠鏡 (HXT) では、スリットの向きとピッチの異なる64個の小型の「すだれ」を用いて、64個の検出器の強度の違いから画像が取得できるようにしました。原理的には数学のフーリエ変換によく似ているので「フーリエ合成型望遠鏡」と称していますが、実際には、大型コンピュータで「最大エントロピー法」などの複雑な解法を使って、画像の再生をしています。

「ようこう」の硬X線望遠鏡 (HXT) は、硬X線の撮像望遠鏡としては、NASAの太陽観測衛星SMM衛星、「ひのとり」の「回転すだれ」について、世界で3番目の硬X線望遠鏡ですが、約100キロ電子ボルトまでの硬X線像を4つのエネルギー帯で同時に撮像できる（30キロ電子ボルト以上では初めての撮像観測）、角分解能約5秒角（従来は約10秒角）、時間分解能0.5秒（約1桁の向上）という優れた性能を誇っています。打ち上げ以来既に約500個のフレアを観測しており、軟X線望遠鏡 (SXT) で撮られた画像と詳細な比較をすることで、太陽フレアの粒子加速の現場の詳細を明らかにしています。

（小杉健郎）

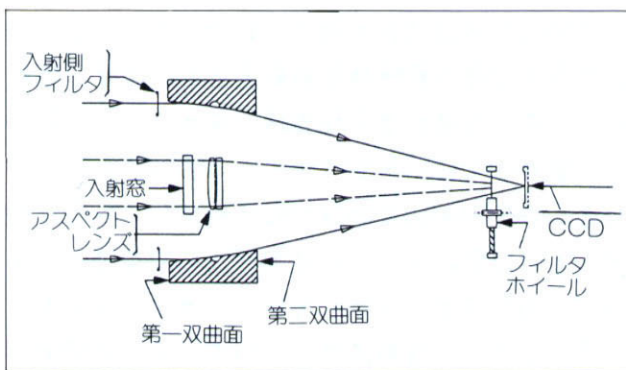


硬X線望遠鏡の画像再生の原理

軟X線望遠鏡 (SXT)



「ようこう」の軟X線望遠鏡は、X線反射望遠鏡とCCDカメラ（最近のホームビデオカメラ等に内蔵されている撮像素子）により太陽コロナやフレアを撮像する汎用の望遠鏡です。ミラーの性能は1970年代に活躍したスカイラブに積み込まれた太陽X線望遠鏡をはるかに凌ぎ、空間分解能約3秒角（太陽面上で約2000kmに相当）を達成し、さらに鏡面が精密に加工されているため、コントラストの高い画像を得ることができます。CCDカメラの前面には、数種の金属フィルターを備えたフィルターホイールがあって、100万度から数千万度までのいろいろな温度のプラズマからのX線放射を選択して観測できます。

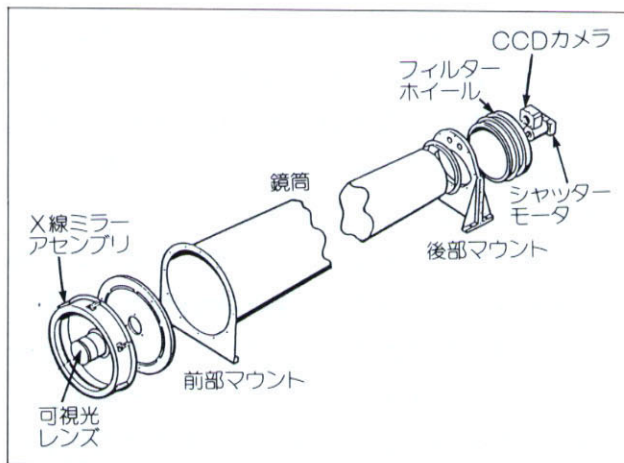


軟X線望遠鏡 (SXT) の原理図

軟X線望遠鏡の大きな特長は、リング状の斜入射X線ミラーの光軸上に可視光のレンズが置いてあり、X線画像だけでなく光の太陽像もほぼ同時に取得できるよう工夫してあることです。フィルターのいくつかはガラスでできており、これが光路上にあるとX線はガラスでシャットアウトされ、可視光の画像が得られるわけです。この工夫により、X線画像と光画像の1秒角の精度での重ね合わせが初めて実現しました。X線画像からはコロナの磁場のようすが、可視光の画像からはコロナ磁場の光球面での切り口である黒点などのようすが分かるので、この望遠鏡はまさに太陽磁場の3次元望遠鏡として働いているわけです。

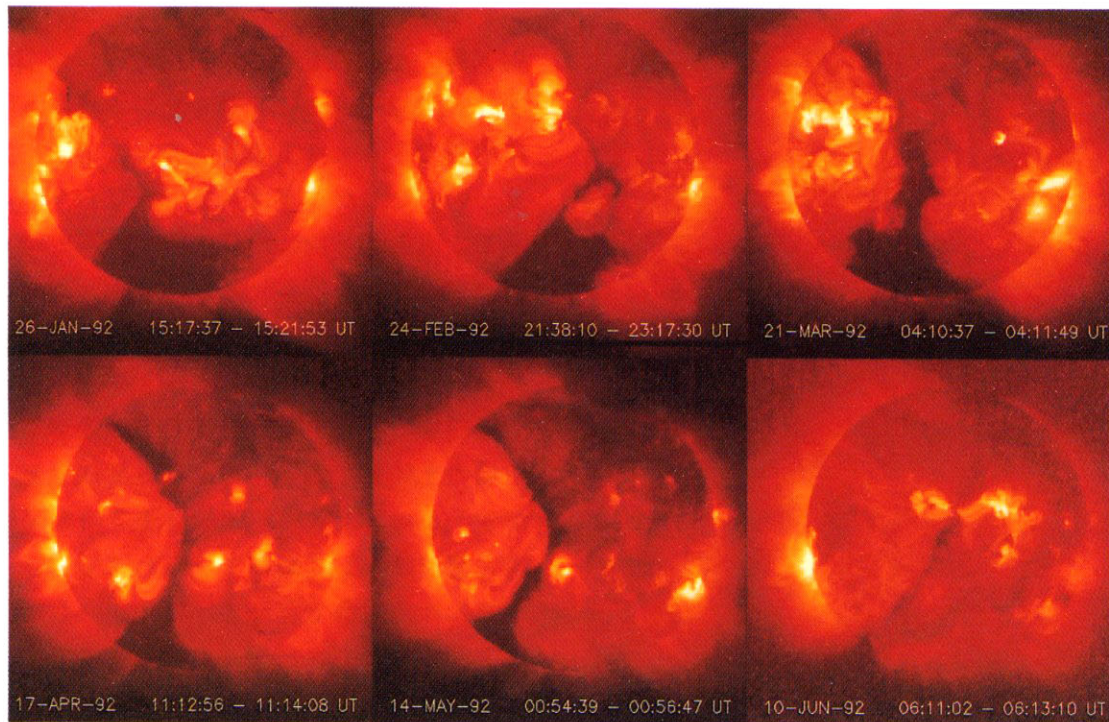
軟X線望遠鏡で忘れてはならないものが、衛星に搭載されたコンピュータの働きです。このコンピュータは、太陽活動の状況に応じ、地上との交信のないときにも、事前の地上からの指示に従って自ら観測条件を決定し、望遠鏡を制御しています。とくに重要なのが、画像データをこのコンピュータで解析しての自動観測制御機能で、例えばフレアが発生すると、その発生位置を探り、フレアの激しい変動を追跡すべく、2秒に1枚という速さでフレアの起こった領域だけを切り出して撮影します。またフレアの明るさは数分間のあいだに何桁も変わりますが、コンピュータが露出時間を自動的に最適化しています。「ようこう」の軟X線望遠鏡は、これまでに数百例のフレアの鮮明な画像を含む、約100万枚にもものぼる画像を地上に送ってきています。

（常田佐久）



軟X線望遠鏡の分解図

太陽コロナのダイナミクス



「ようこう」の軟X線望遠鏡(SXT)は、CCDを検出器としており、デジタル画像が連続的に取得できるようになりました。これをビデオに編集し、繰り返し観察することで、これまで見つけれなかった多くの現象が発見されつつあります。ここでは、その代表例を紹介してみましょう。

活動域コロナの連続的膨張

軟X線で明るく輝く活動域のコロナは、「ようこう」が観測を始める前には、黒点の磁場でしっかり固定され、ジワジワと加熱されている濃いプラズマ領域であると考えられてきました。しかし、SXTで撮られたビデオを観察しますと、活動域コロナはときどき熱いプラズマ気体がその中に注入される高温の磁気ループの群のように見えます。また、この領域はしっかり固定されじっとしているわけではなく、毎秒数kmから数十kmという低速度で、ゆっくり外に向かって連続的に膨張しているという意外なことが分かりました。

活動域コロナは密度が高いので、太陽からの物質の放出量としては意外に高い割合を占め、もし、これらが惑星間空間まで出てきているなら、太陽風の成分として無視できない割合を占めます。この様な磁気加速による成分はこれまでの太陽風理論では予想されていなかったものです。

頻発する大規模コロナ構造の変化

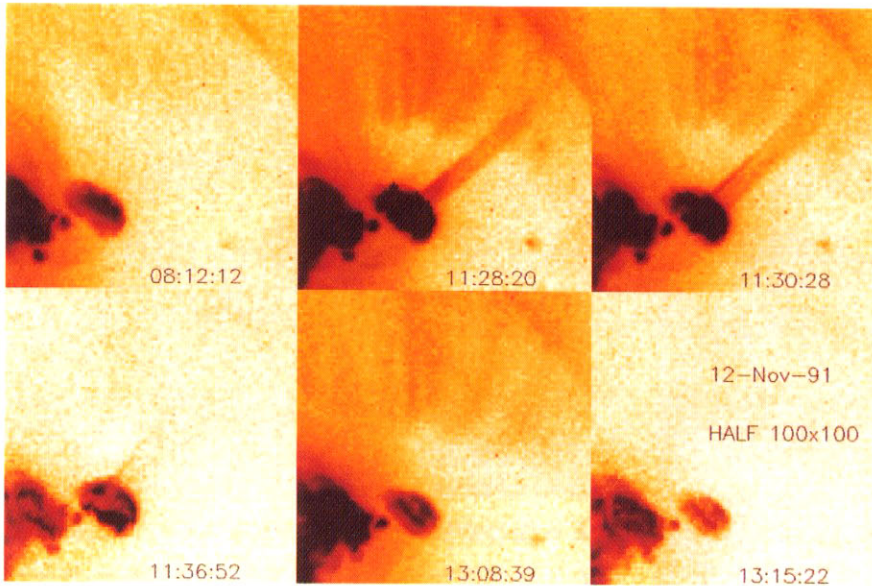
目を静かな領域（活動域の外部）のコロナに転ずると、ここでも従来想像されていたよりずっとダイナミックな現象が起こっています。まず活動域から離れた静かなダークフィラメント（暗条）にときどき起こる変化がその上空に大きなX線で光るアーケード（ループの列）を作り出します。また、活動域内の小さい変化が周辺の弱い磁場のコロナに大きな変化を引き起こし、これが伝わってX線アーケードの形成を引き起こす例も見られるなど、静かな領域のコロナは、いつも大きく変化しています。活動域コロナと静かな領域のコロナの活動はお互いに関連し、太陽を包む一つの大きなシステムを形成しているのです。

剛体回転するコロナホールの謎

太陽は、赤道付近で速く、緯度が高くなるにつれて遅くなるという妙な自転をしています。これは、太陽が地球のような固体（剛体）ではないので可能なのです。ところが、コロナホールと呼ばれるコロナが極めて希薄で暗い領域は、ひとり剛体のように回転をしています。この現象は、太陽内部の磁気活動が関係していると考えられます。

「ようこう」の連続画像を用いて、今その研究が本格化しようとしています。（内田 豊）

軟X線で見たジェット現象



「ようこう」SXT像の連続写真を見ると、コロナはいたるところで激しく変動しているのがわかります。なかでもひととき目をひくのが、「ジェット」現象です。「ジェット」とは細長く絞られた高速のガス流のことを言います。最近十数年の間にクエーサーからハレー彗星にいたるまで、宇宙のあらゆるところで不思議な「ジェット」が続々と発見されたことはまだ記憶に新しいところですが、「ようこう」はこの「宇宙ジェットの発見の時代」に新たな1ページを加えました。

上図をご覧ください。これは太陽全面のSXT像の一部(36万km×36万km)を切り出して、時間の順に並べたものです。通常の写真と違って反転(ネガ)になっていますのでご注意ください。つまり暗く見えるところは実際にはX線で明るく光っているところです。左上の図が1991年11月12日の8時12分12秒(世界標準時)、真中上の図が11時28分20秒、右上の図が11時30分28秒、等々、となっています。8時12分には何も見えなかった図の中央付近に、11時28分になると突然細長い暗い筋模様が出現しています。これが「ジェット」です。長さはおおよそ20万km、見かけの速度は秒速100 km以上、運動エネルギーは 10^{27} erg程度と推算されました。

「ジェット」は13時08分になると完全に消滅しています。

ビデオにして見るとダイナミックな噴出の様子がよく見えて非常に印象深いのですが、この現象

が本当に物質の噴出現象であるという直接的な証拠はまだありません。この点はクエーサーや電波銀河から噴出しているジェットと同じです。しかし、様々な状況証拠から、少なくともクエーサーのジェットよりは本当のジェットらしく、物質が噴出しているようです。

さて、ではなぜこのような「ジェット」が発生したのでしょうか？ その鍵はジェットの足元にあります。

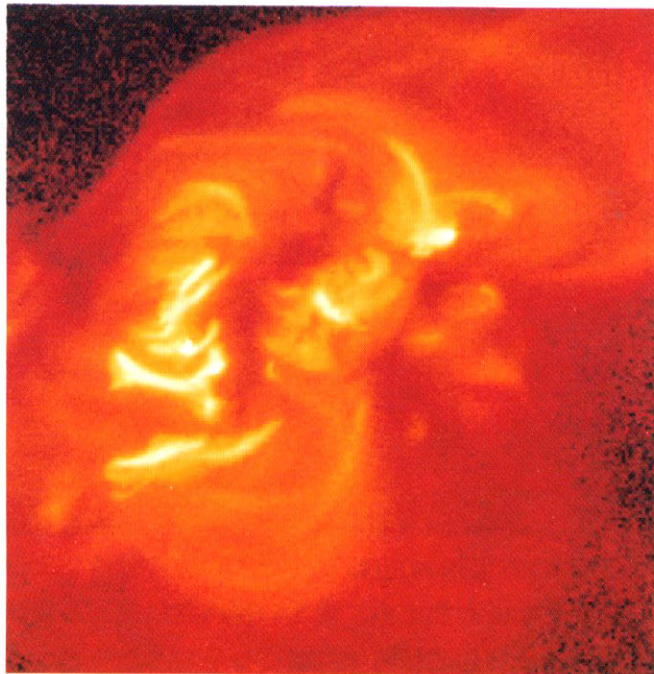
足元の楕円状に見える領域は実は小さな活動領域に対応しており、ちょうどジェットが噴出した時にそこで小さなフレアが発生していたのです。さらにジェットが消滅した後の足元の活動領域をよく見ると、穴があいたように見えるではありませんか！ どうやらフレアの際に磁気リコネクション(磁力線のつながりかえ)が起こって磁力線のトポロジーが変わり、見かけ上の穴(プラズマの希薄なところ)ができたようです。ジェットはそのときに解放されたエネルギーで加速され、磁力線に沿って噴出したのではないか、という仮説が生まれました。もちろん、これを確かな説にするにはまだまだ多くの研究が必要です。

ここで説明したような大規模なジェットは「ようこう」打ち上げ以後、1ヵ月に少なくとも10例以上発生し、ジェットの総数はすでに100例を超えています。上で述べた仮説は果たしてどのくらい普遍的なのか、宇宙に見られる他のジェット現象と共通点はあるのか、フレアやコロナ加熱機構とどのような関係があるのか、などなど、謎はつきません。

今後の研究の進展がたいへん楽しみです。

(柴田一成)

ピカピカ輝く無数の小爆発現象



黒点群の近辺，すなわち活動領域の上空のコロナの様子を軟X線望遠鏡で詳しく見てみましょう。

軟X線で見ると活動領域は，細いひも状の構造の集まりから成り立っていることがわかります。このひも状の構造は「磁気ループ」(磁力管)と呼ばれ，太陽面から出てきた磁力線の形を表しています。磁場の強い活動領域では，加熱されたプラズマが磁力線に閉じ込められているために軟X線で特に強く輝くループとして観測されているのです。おもしろいことに，非常に強い磁場を持つ黒点の真上のコロナは軟X線では全く光っていません。

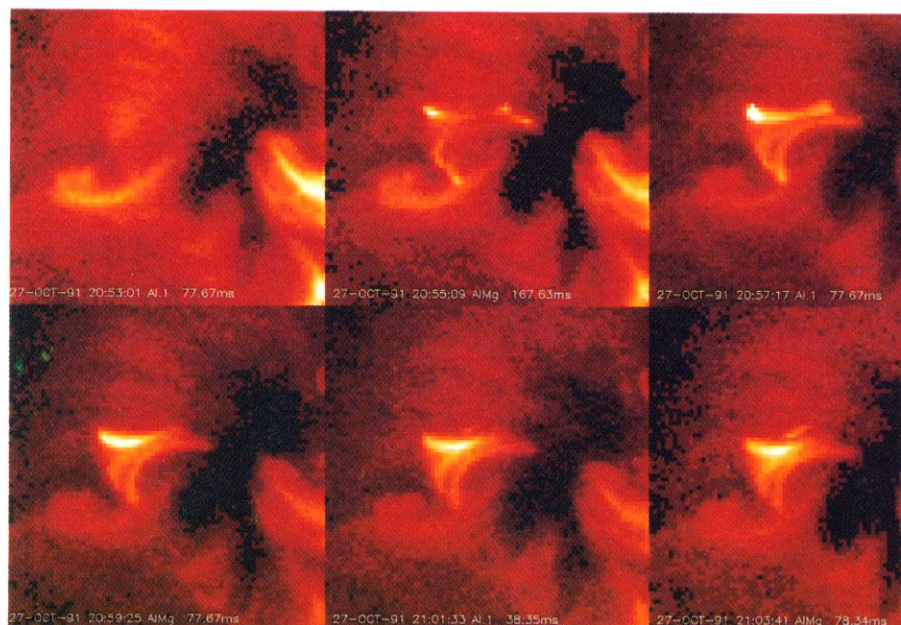
ん。むしろ黒点の周辺部分でやや強い磁場のある領域が明るく輝いているのです。

軟X線望遠鏡は太陽面上の約1800kmの大きさの物体を見分ける能力を持ち，活動領域を約30秒に1枚の割合で連続撮影しています。このすばらしい能力によって，活動領域の小さなループがいたるところで頻繁に，数分から十数分の寿命で突然明るく輝く現象が発見されました。爆発の規模は最も小さいフレア（太陽面爆発）よりもさらに1桁から数桁小さい現象です。詳しく調べると，複数のループが交差したりまとわりつくような形態をとる場合が多いことが分かりました。これは異なるループが接近することにより何らかの相互作用によって磁場のエネルギーが解放され，ループ内のプラズマが加熱されることが，活動領域の中でいつも起きていることを示しています。

では，もしこのように小さな爆発現象が森の中の一本一本の木のようにたくさん起こっているとしたらどうなるのでしょうか？一つの爆発による加熱エネルギーは小さいけれども，その集合(森)による加熱エネルギーは膨大なものになる可能性があります。今までは，太陽の内部で発生した音波や磁場の波（アルフベン波）によって活動領域のコロナが加熱されると考えられてきましたが，小爆発現象の集合による活動領域コロナの加熱という新しい考えが「ようこう」の観測で生まれました。

今後の詳しい解析結果が楽しみです。

(清水敏文)



上図：軟X線望遠鏡の写した活動領域拡大画像。

左図：活動領域の短い時間の変化。

軟X線で捉えた磁力線つながかえの現場

21-FEB-1992 Solar Flare on the East Limb



昨年2月21日、太陽の東の縁で発生したフレアの軟X線画像をお見せしましょう。この画像は、太陽光球に頭を出したN極とS極の間を結ぶ巨大な磁力線のループが地球からその姿を見るのに適した方向にそそり立っていて、フレアの構造を知

るのに最適です。ループの頂上付近でX線が明るく輝いていますが、まさにここが磁場のエネルギーが解放された現場と考えられます。

ループ内の高温ガスの温度は、外側に行くほど高くなっています。磁気中性線上で爆発的な磁力線のつながかえが起こってエネルギーが解放され、ガスが高温に加熱されるのですが、この観測は磁力線のつながかえが起きて間もない周辺部では温度が高く、つながかえから切り放されてから時間の経った内部では既に冷却が始まっていることを示しています。

この画像は、磁力線のつながかえによってエネルギーが解放されていく過程の存在をほぼ間違いなく示した最初の観測例で、「ようこう」の優れた性能を示すもっとも良い例の一つです。

(常田佐久)

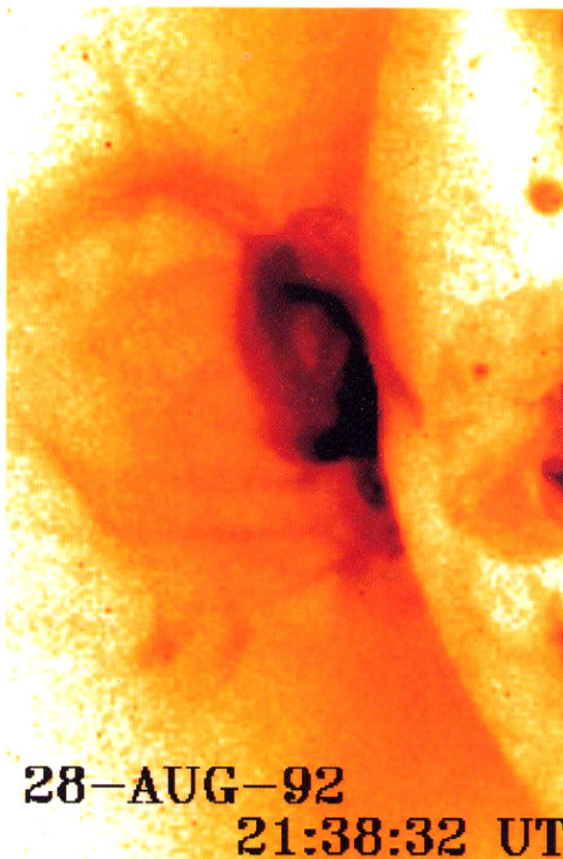
プロミネンスの爆発的上昇とコロナの物質放出

コロナの中に浮かんでいるプロミネンス(紅炎)は1~2ヵ月ほど安定な姿を保っていたかと思うと、突然爆発的に上昇を開始して見えなくなってしまう。このプロミネンスの爆発的上昇にともなってコロナの中を高速で伝わって行く球面波状の構造が観測されますが、これはコロナの物質放出(CME)と呼ばれる現象です。2~3日後には地球にその衝撃波がやってきて磁気嵐やオーロラを発生させることもあります。

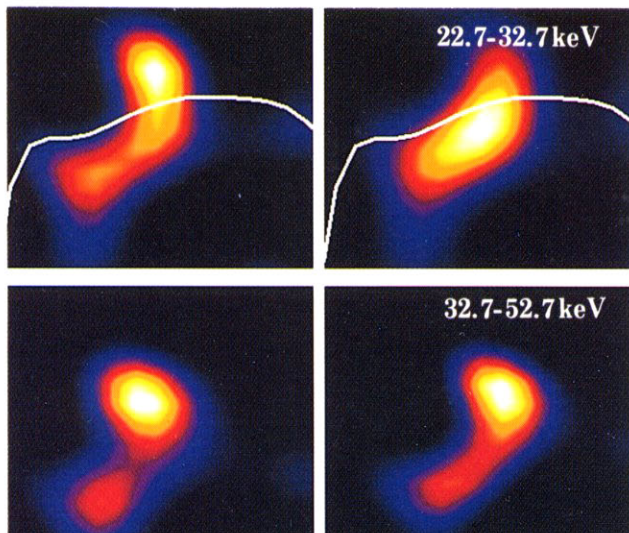
1992年8月28日に太陽の東縁で発生した、プロミネンスの上昇の軟X線写真では(細かい構造を見るためネガ写真にしています)、プロミネンスそのものは低い温度であるため写っていませんが、プロミネンスを取り囲む磁力線を示す、奇妙によじれた線が何本も写っています。そしてその外側には、望遠鏡の視野の限界を越えて膨張しつつある、半球状のCMEが見事に撮影されています。太陽の縁に近いところに見られる明るい部分は、プロミネンスの上昇に伴って発生したフレアで、惑星間空間に向かって飛んで行くプロミネンスの下側で磁場エネルギーの解放が起きていることを示しています。プロミネンスの爆発的上昇にともなうX線コロナの構造がこれだけ細かく撮影された

のは初めてであり、プロミネンス上昇の原因やCMEが形成されるプロセスを解明する上で貴重なデータとなるでしょう。

(渡辺 晃)



硬X線で見た太陽フレア



硬X線の二つのエネルギー帯で見たフレアの硬X線画像の変化。左がスパイクの明るい時間帯、右が暗い時間帯の画像（画像の一边は3万km）。

ます（左図の白線がN極とS極の境目）。これは、硬X線が二つの場所を結ぶ磁気ループの根元から強く出ていることを示しています。

二つ目玉の硬X線の明るさの変化を詳しく調べると、二つ目玉それぞれの明るさが0.1秒以内の精度で同時に変化していることがわかりました。これは、硬X線を出しているのは光速近くまで加速された電子であることを示しています。

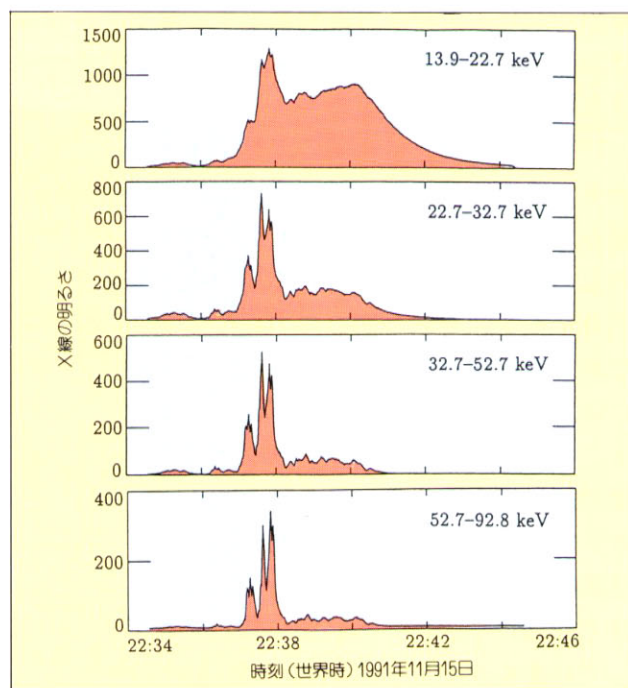
一方、硬X線が暗くなったスパイクの谷間では、硬X線像は33keV以上の高いエネルギーで二つ目玉なのに対して、23~33keVの低いエネルギーのX線ではその真ん中付近で一つ目玉となっています。このことは、電子の加速は磁気ループの頂上付近で起こっており、電子の加速の弱まったスパイクの谷間では低エネルギーの電子がループの頂上近くで捕捉されていて、エネルギーの低い硬X線を出し続けているため、と考えられます。

このように硬X線像変化を詳しく調べることは「ようこう」で初めて可能になったことで、電子の加速機構はもちろん、フレアの基礎過程の解明に大きな威力を発揮しています。（坂尾太郎）

「ようこう」に搭載された硬X線望遠鏡（HXT）は、エネルギーの高いX線（硬X線）で太陽フレアの姿を撮像します。太陽の表面にはいたるところN極とS極の「磁石」が顔を出しており、この両極をつなぐ磁力線（磁気ループ）がコロナ中で様々に相互作用することで、フレアは起こります。硬X線は、フレアが生み出した高エネルギーの電子が太陽の大気に衝突することで出ていると考えられています。従って硬X線の観測からは、電子が磁気ループのどこで、どのように加速されるか、さらに硬X線がどのようにして放射されるか、を知る手がかりが得られます。

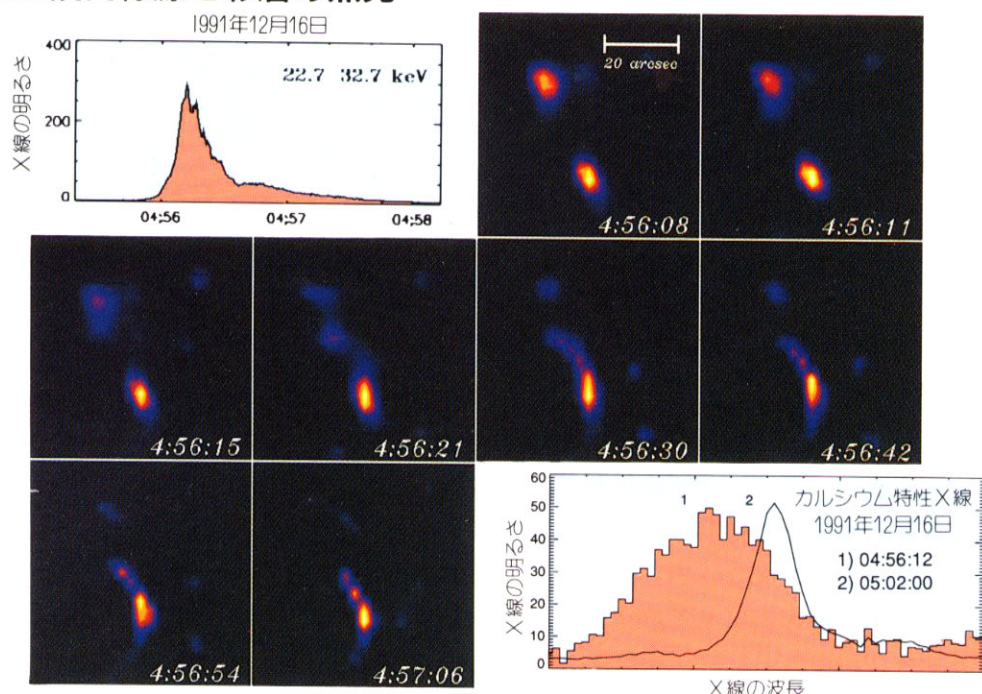
ここでは1991年11月15日に起こったフレアを例として、硬X線でフレアがどのように見えるのか紹介しましょう。

右図はこのフレアのX線の明るさの時間変化です。22.7keV（キロ電子ボルト）以上の高いエネルギーのX線は明るさが約1分間の短い時間に3回、スパイク状の変化をしていることがわかります。このような激しい変化を示す時間帯はフレアの「インパルス相」と呼ばれ、電子の加速が特に強く起こっています。このスパイクのもっとも明るい時間帯とスパイクの谷間の時間帯の硬X線画像を上図に示しました。これを見るとスパイクの頂上では硬X線像は二つ目玉とそれをつなぐループ状の形が見えます。二つ目玉の明るいところは、他の観測から丁度N極とS極「磁石」が顔を出しているところに対応している事が分かっている



1991年11月15日のフレアの明るさの変化

二つ目玉の硬X線源と彩層の蒸発



1991年12月16日のフレアのX線の明るさの変化
(左上)と硬X線画像の変化、カルシウムイオ
ンの特性X線のスペクトル変化(右下)。

太陽フレアが起これるとコロナの磁気ループの中
で加速された電子が彩層に突入し、温度が低く(1
万度)高密度の彩層のガスを急激に加熱します。
加熱されたガスは彩層から蒸発し、再び磁気ルー
プを上昇し、磁気ループを高温(2000万度以上)
高密度のガスで満たします。このような「彩層の
蒸発」モデルが「ようこう」の観測によって証明
されたのです。

ここでは1991年12月16日のフレアについて紹介
しましょう。これは硬X線で見ると約30秒しか続
かないスパイク状の明るさの変化を示すフレアで
したが、その放射源の構造は見事に「二つ目玉」
になっています。この硬X線で観測される「二つ
目玉」は磁気ループで加速された電子が彩層に飛
び込んでいることを示しています。

この時の様子をブラッグ分光器で見てしまし
ょう。硬X線が明るい時間帯のカルシウムイオ
ンの特性X線を見ますと、通常のカルシウムイオ
ンの特性X線と比べ、波長が短く(青く)なって
いることが分かります。これは、カルシウムイ
オンのX線を出している高温ガスが太陽の外側
に(我々に向かって)高速で吹き出しているた
め、ドップラー効果のため波長が短く(青く)
なっているのです。このことは、硬X線を発生
する加速された電子が彩層に突入し、加熱され
た高温ガスが彩層

から蒸発し非常な速さで飛び出してくる何よ
りの証拠です。その速さは、毎秒1000kmにも
達します。ブラッグ分光器によって、太陽大
気のダイナミックな高温ガスの動きを見事に
捕らえることが出来たのです。

ブラッグ分光器の性能は、太陽大気のダイ
ナミックな動きばかりではなく高温ガスの性
質を調べるのにも有効な働きをします。高温
ガスのイオンからは、様々な波長の特性X線
が光るのですが、特定の波長の特性X線の明
るさの比から、その高温ガスの温度を見積も
ってやる事が出来ます。ブラッグ分光器で鉄
イオンの特性X線を詳しく観測してやると、「
彩層の蒸発」によって大量にできる2000万
度の高温ガスのほかにもっと温度の高い約
4000万度の「超高温ガス」が存在している
ことが明らかになりました。

フレアに伴う「彩層の蒸発」現象によって
大量に作り出される2000万度の高温ガスの
他に存在する「超高温ガス」がどのように作
り出されるのか、これは今のところ謎なのです。

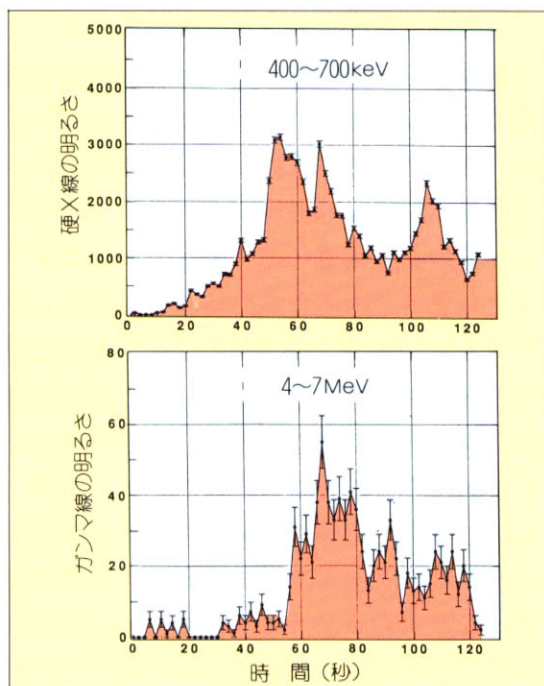
(渡邊鉄哉, 印田美香)

X線～ガンマ線で調べる太陽の粒子加速

「粒子が、いつ、どこで、そしてどのようにして加速されるのか？」という問題は、フレア現象を解明する上で重要な研究テーマですが、粒子加速が起きているフレアの現場へ行くと、そのありさまをじかに見ることはできません。そこで、加速された粒子が衝突で作り出すX線やガンマ線の発生のようなすくなく観測し、この謎に満ちた粒子加速の問題を解明していくことになります。

高エネルギーに加速された電子は、太陽表面にある粒子と衝突して急ブレーキ（制動）がかかり、この時X線が放射されます。これは制動放射とよばれます。一方、高エネルギーの陽子や重い原子核は、太陽大気中にあるさまざまな粒子と激しく衝突し、ガンマ線や中性子などをつくり出します。ガンマ線は、衝突に関与した原子核の種類により、ある決まった一定のエネルギー値をとるため、ラインガンマ線とよばれています。これらがフレアの粒子加速の謎を解く鍵となるのです。

左図は、1991年10月27日に発生したフレアで広帯域分光器がとらえた硬X線とガンマ線の明るさの時間変化を示しました。硬X線は加速された電子の制動放射で生じ、ガンマ線は陽子の起こす原子核反応から作り出されます。両者の明るさの時間変化の違いは、電子と陽子の加速過程の違いに



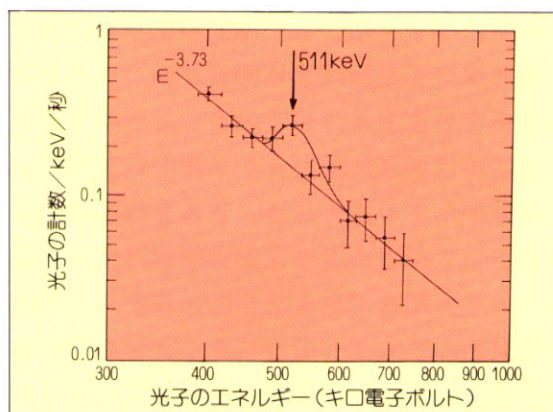
フレアの硬X線とガンマ線の明るさの変化の例

よって起こるものと考えられ、このフレアでは電子が陽子よりも先行して加速されているようです。X線、ラインガンマ線の詳しい測定から、電子は1MeV(メガ電子ボルト)、陽子は10MeV以上まで加速され、太陽表面で激しい制動放射や原子核反応を起こしていることが分かっています。

しかし、全てのフレアで同じ様な現象が起こるとは限らず、他のフレアでは電子だけが効率良く加速され、陽子はあまり加速されていない例なども観測されており、フレアによって多種多様な現象が起きているようです。

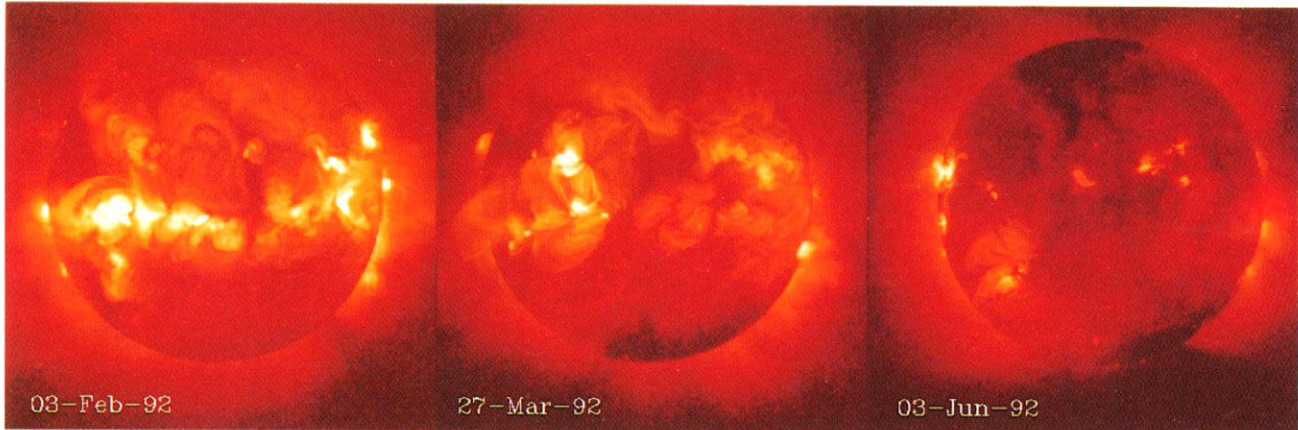
他のフレアでは、原子核反応によってつくられた電子の反物質である陽電子（プラスの電荷をもった電子）がつくられた証拠が得ています。この陽電子は電子と合体すると、忍者顔負けの早技で瞬時に消滅し、2個の511keV（キロ電子ボルト）のガンマ線光子に化けてしまいます。右図には511keVのエネルギーにわずかなピークが見られますが、これは陽電子消滅によってつくられたものと考えられます。このラインガンマ線は、制動放射や他のラインガンマ線にくらべると、長い時間にわたって放射されつづけるという特徴があり、その時間変化から陽電子がどこでつくられ、またどこで消滅したかという手がかりが得られます。このフレアの例では陽電子が太陽表面のごく近くの彩層中で消滅したことを示唆しています。

広帯域分光器の観測結果から、一口にフレアといっても多種多様なタイプがあり、フレアによってX線やガンマ線の発生のようなすが、かなり異なることがわかります。（吉森正人）



フレアで見られた陽電子消滅の証拠

「ようこう」打ち上げ後の太陽活動の推移



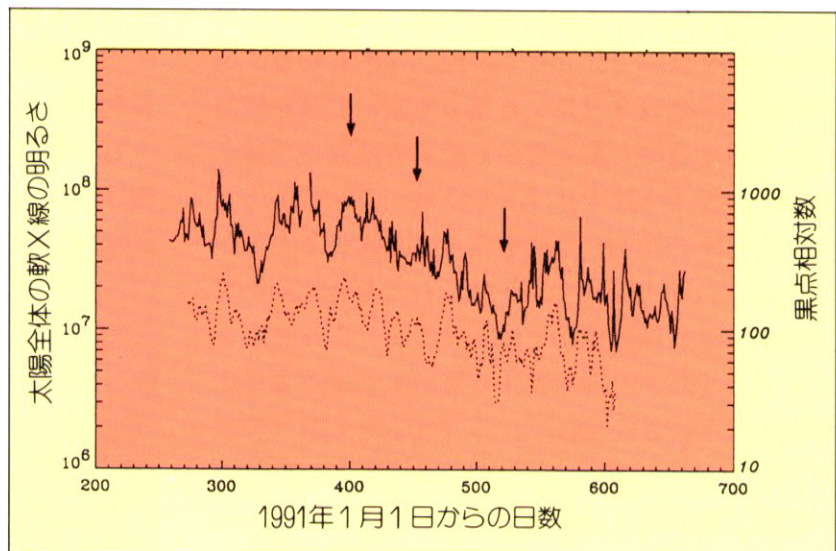
グラフ中の矢印に対応した軟X線画像。コロナ全体が次第に暗くなっていることが分かります。

良く知られているように、太陽活動には11年の周期があり、太陽の活動性の指標となる黒点の数などがこの周期で増減します。今回の太陽活動の極大期のピークは、予想より1年以上も早く、1989年12月であったと言われています。「ようこう」は、太陽活動の極大期を少し過ぎた頃に打ち上げられたので、「ようこう」で観測しているのはだんだん元気のなくなっていく太陽といってよいでしょう。その様子を見てみましょう。

- 軟X線太陽像では、このページの上図にまとめたように活動領域の数の減少が顕著です。また、それとともに活動領域のサイズが小さくなっていくことも注目されます。
- 太陽全体のX線の明るさを黒点相対数（黒点の活動、数を示す指数）と比べてみました。両者の短い時間の変化が似通っていることが分かるでしょう。これは異なる磁極を持つ黒点間を磁力線が結んでいること、その磁力線のまわりのプラズマが太陽表面から数千km以上上空のコロナ域ではX線で輝くことと関係しています。
- 軟X線分光器（BCS）で観測した硫黄のスペクトルを、三つの時期で比較してみました。通常、フレアの無いときのコロナは200~400万度なのですが、そこに少しでも

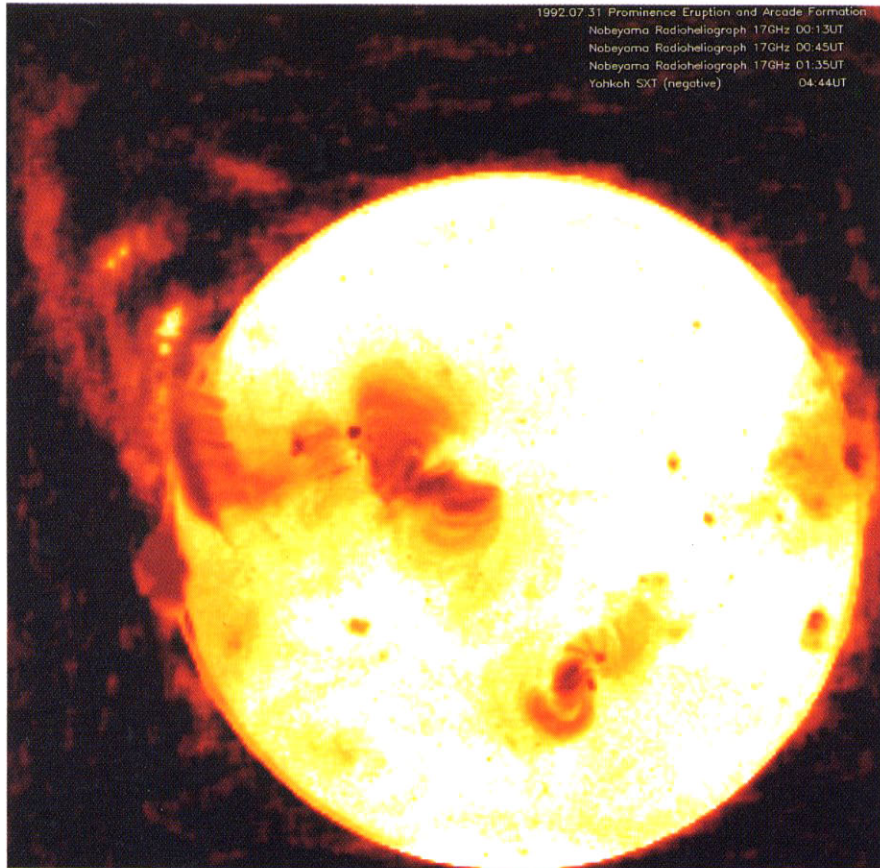
より温度の高い成分が出来ると、敏感に硫黄の特性X線の明るさが増すのです。この観測の結果、活動の激しい時期には、コロナを加熱する通常の機構とは異なる特殊な加熱機構が存在するらしいこと、もっと詳細に眺めると、フレアの規模を小さくしたようなマイクロフレアとでも言えるような現象がより高温のガスを作り出していることが分かりました。

「ようこう」衛星のように長期間にわたって太陽コロナの全体像をX線で観測したという例はこれまでにありません。これからどのようにコロナが変化していくのか、「ようこう」の今後の観測結果が本当に楽しみです。（原 弘久，渡邊鉄哉）



軟X線望遠鏡で得られた太陽全体のX線（0.3~4keV）の明るさの変化。点線は比較のため黒点相対数を示した。

「ようこう」と電波ヘリオグラフ



で、丸い太陽像は「ようこう」の軟X線望遠鏡によるX線画像のネガ表示です。太陽の外側に上昇して行くプロミネンスは100万度のコロナに浮かぶ1万度の低温のガスで、磁場に支えられています。プロミネンスは通常数ヶ月にわたって安定に存在していますが、稀に突発的に上昇し、分裂します。このプロミネンスの爆発的な上昇の原動力が何なのか良く分かっていません。しかし、弓状になって上昇するプロミネンスはその下方の磁力線を引き延ばし、最終的には引き延ばされた磁力線を引きちぎってしまいます。ちぎれた磁力線は再結合をしてエネルギーを解放していることが軟X線像に

「ようこう」の打ち上げに半年ほど遅れて、国立天文台野辺山太陽電波観測所では電波ヘリオグラフが1992年3月に完成し、6月末から定常観測を始めました。

これは口径約80cmのパラボラアンテナ84台を逆T字型に東西490m、南北220mの長さに並べた電波干渉計です。観測周波数は17GHz（波長1.8cm）で、空間分解能10秒角（太陽表面で7000km）、時間分解能50ミリ秒です。フレアで加速された電子は黒点の磁場に巻き付いて、電波を放射しますが、この装置では時々刻々電波による太陽画像を描き出すことができます。アンテナ数が多いことと、各アンテナの位相・振幅を精度良く求めることが出来るアンテナ配列等が配慮されたため、極めて質の良い電波画像を得ています。また、1万度までの高温プラズマが放射する電波も観測することができます。ここでは「ようこう」と電波ヘリオグラフの見事な連携プレーの具体例を紹介します。

図は、1992年7月31日に発生したプロミネンスの上昇とアーケードの加熱現象です。太陽の外側のプロミネンスは電波ヘリオグラフによる電波像

黒く小さいループが南北方向（図では上下方向）に並んで形成されていることからわかります。これらの小さなループの列をアーケードと呼びます。アーケードの温度は数100万度程度まで加熱されているようです。アーケードのループは再結合された磁場の形（磁力線）を表しています。その両側には、京都大学飛騨天文台H α 線の画像に、フレアで良く知られている二つのリボンが見られます。ここに説明した現象はこれまでいく人かの研究者が提唱しているモデルと極めて良く似ています。

1992年11月2日には最大級のフレアが日本の昼間に観測されました。電波ヘリオグラフでは西側の縁から見え隠れする電波像を得ました。「ようこう」は残念ながら、フレアの立上りからピークまでの期間は地球の夜側をとんでいました。しかし、ピーク過ぎの時間帯からは観測があり、硬X線望遠鏡でも数多くの画像が得られたそうです。詳しい位置合わせ等の打ち合わせが硬X線グループとも始められています。これも結果が楽しみです。

（鰻目信三）

電波からX線へ

小田 稔

1947年頃だったと思う。戦後の物も金もない時代に、高倉達雄さんと一緒に阪大の屋上にあった小さな小屋にたぶん世界最小の電波天文台を開設した。初めての事で色々苦勞した。ある時、メーターが振り切れて、故障かと大騒ぎをしたがこれは、たぶん日本ではじめて観測された太陽の大きな爆発だった。

その頃小塩さん達と、今でいう電波干渉計のアイデアを思いついたが、僅かな予算の工面がつかず、あきらめた。そんな事からいま計画されているVSOPを、私としてはセンチメンタルな感情をもって、かげながら見守っている。

それから10年余りたった。MITでロッシ先生と共に宇宙物理の講座を開設する事になっていた私は生まれたてのX線天文学にとび込む事になった。何かX線の望遠鏡をつくる方法はないかと寝てもさめても考え続けていた。そんなある日、二十日ねずみの車からふと思いついたことを聞いて、ロッシ先生はこれは日本のすだれ（バンブースクリーン）のコリメーターだね、とご機嫌だった。

高倉さんは、気球にすだれを載せてX線フレア位置を決めようと思いついた。気球の飛んでいる数時間にフレアが起きるかどうかは、予測はするが、賭けのようなものなのだが、運よくフレアが起きてくれた。まもなく太陽は静かになったから、10年近くこれがX線フレアの位置決定の唯一の観測になった。

その直後、ミュンヘンのある会議で、そのうちに硬X線フレアが太陽面をはいずりまわる様子を見せてやる、と見得を切ったことがある。誰も本気にしなかったが、ゴダードのフロストだけが、味方をしてくれた。それを実現したのが“ひのとり”である。精密なすだれがつくられ、太陽表面やその上空を竜のようにはいまわる硬X線フレアの像が、高倉さんや小杉さん達によって作られたのである。後に、日米セミナーで東京に来たフロストと、渋谷の居酒屋で祝杯をあげた。

その頃、牧島さん達はフーリエ・トランスフォーム・テレスコプという名称で画像をつくる“すだれ”の設計を考えていた。これが小川原さんを

中心とするSOLAR-Aで実現した。これには色々紆余曲折があった。NASAのテーマ決定の方式とISASのやり方とではうまくかみ合わないのだが、何とか両方が一応満足出来るやり方を工夫した。これを私は“玉虫色の合意”と呼んだ。見方によって青くも赤くも見える合意の方式というわけである。

その頃堂谷さんが書いた余りに巧みな画像作成の修士論文を読んで、本当にそんなにうまくいかなったと思ったが、牧島さん達の大変な技術と努力で載せるところまでこぎつけて、SOLAR-Aは、8月30日に打ち上げられて“ようこう”となった。打ち上げの二日前、シシリイ島のパレルモ天文台から電話があつて、まだ若い台長のピポ・ヴァイアーナ教授が急死したと知らされた。ピポとは二人とも独身だった頃から、37年来の付き合いで、私たち夫婦とピポ夫妻とは親しく行き来するようになっていた。ピポは初めて太陽のX線像を撮った人である。“ようこう”の画像をはじめに見せたかった人の一人である。

ピポの死を知らされた私は、昔から親しかったリカルド・ジャコーニに電話をかけた。ところが、リカルドはこっちも大変なんだと言って絶句している。ほんの2～3時間前に息子が事故で即死したというのである。慰める言葉もなかった。二度あることが三度あるなら、今度は衛星かと憂鬱になった。私はもはや隠居の身だが、打ち上げ当日は、内之浦にずうっと電話をつないでいた。衛星が“ようこう”として大活躍をすることになって、胸をなでおろしたことだった。

昨年6月、パレルモで天文台創立200周年記念とピポの追悼を兼ねた会議が開かれた。内田豊さん達が大活躍だった。12月中旬にハワイのハワイ島で開かれた国際宇宙年をしめくくる会議の議長をたのまれた。出かける前日に日本天文学会誌の“ようこう”特集が届いた。多数の論文が出ていてそれに日米英の著者の名前が入りまじって見事だと思ったので、目次をスライドにしてもっていた。

(元宇宙科学研究所所長、おだ・みのる)

国際協力の仲間の声

「ようこう」は米英両国との緊密な国際協力によって順調に開発、製作、運用が行われ、現在まで多大な成果をおさめてきました。現在も、多くの海外からの研究者が宇宙科学研究所で「ようこう」衛星の運用、データ解析に従事し、国内研究者と密接な関係を保っています。ここでは、「ようこう」計画当初から参加され、国際協力計画の指導的な役割をはたして下さった二人の研究者の声をご紹介します。



The YOHKOH SXT experiment is a collaboration of four U.S. laboratories with Japanese colleagues at the Institute of Space and Astronautical Science, the National Astronomical Observatory of Japan, and the University of Tokyo.

Since the beginning of scientific observing by Yohkoh the SXT has recorded nearly 1 million X-ray images of the sun. These pictures are of 2 types. X-ray images of the entire sun and surrounding corona are made about once every 5 minutes with an exposure of a few seconds. These beautiful pictures reveal the rotation of the sun and the large, relatively faint, X-ray structures of the hot corona which change on time scales of 10 minutes to days. At the same time SXT records images of bright X-ray emission around solar active regions and flares with exposures as short as 1 ms and a picture 2 sec. These fast partial-sun

movies reveal the high speed, high temperature, phenomena associated with solar activity. It is these types of phenomena which are of primary interest to most Yohkoh scientists.

It is agreed by all persons involved in the Yohkoh mission, both in the U.S. and in Japan, that the success of SXT is a good example of the benefit of international scientific collaboration. No individual nation was prepared to conduct a mission of the scientific capability of Yohkoh but by working together it has been possible to achieve this excellent scientific result. Now Yohkoh team members from all groups and countries are working together to analyze and publish the results of the first year of operation even as Yohkoh observations continue.

L. W. Acton

Lockheed Palo Alto Research Laboratory, U.S.

ローレン=アクトン

(ロッキード・パロアルト研究所)

「ようこう」の軟X線望遠鏡(SXT)は、アメリカの4つの研究所と日本の宇宙科学研究所、国立天文台および東京大学の協力で作られました。

「ようこう」SXTは観測を始めてから100万枚近い数の太陽像を撮ってきました。SXTで撮る太陽像には2種類あり、1つは太陽とその周囲のコロナの全体像で、約5分ごとに数秒間の露光で撮像されます。これらの美しい画像は太陽の自転の様子と、10分から数日の時間スケールで起こるコロナの大規模な構造の変化をあらわにしてくれます。これらの画像と同時に、SXTは太陽の活動領域およびフレアの明るいX線像を2秒ごとに、最小1ミリ秒の露光時間で撮像します。この高速撮像した太陽の「部分像」は太陽活動にともなった高速・高温の現象を我々に見せてくれます。これらの現象には、多くの「ようこう」研究者が非常に興味を持っています。

日米を問わず、「ようこう」に関わった全ての人
は、SXTの成功が国際的な科学協力のたまものであることを知っています。ひとつの国のみでは「ようこう」ミッションを遂行することはできませんでした。一緒に協力することで初めて、この素晴らしい科学的成果を手にすることができたのです。「ようこう」による観測を継続しながら、いろいろな国、グループを含む「ようこう」チームメンバーは、目下最初の1年間に取得されたデータの解析と論文の執筆を協力しながら進めています。



During Solar Flares very large quantities of high temperature gas or plasma are produced in periods as short as one minute. The Bragg Crystal Spectrometer, which was provided by the UK Mullard Space Science Laboratory and Rutherford Appleton Laboratory groups, NAOJ and ISAS with support from the US E.O. Hulburt Centre, is designed to obtain good quality high resolution X-ray spectra in three seconds or less so as to determine plasma properties such as temperature and velocity in a time that is short compared to the energy release time of the Solar Flare.

After more one year of successful operation in orbit, the instrument has obtained spectra for more than 200 flares. These are now being studied by a team of UK, Japanese and US scientists and are telling us much about the way in which plasma is produced and flare energy is transported in the Sun's atmosphere. One of the great strengths of the Yohkoh

programme is the way in which it provides the opportunity for the world's leading Solar Physicists to work together as a team using not only the excellent data from Yohkoh observations but also optical, radio and other data from ground based observatories. The UK groups are very pleased to be involved in this most effective international collaboration and are delighted with the success of Yohkoh.

J. L. Culhane
Mullard Space Science Laboratory, U.K.

J. L. カルヘーン (マラード宇宙科学研究所)

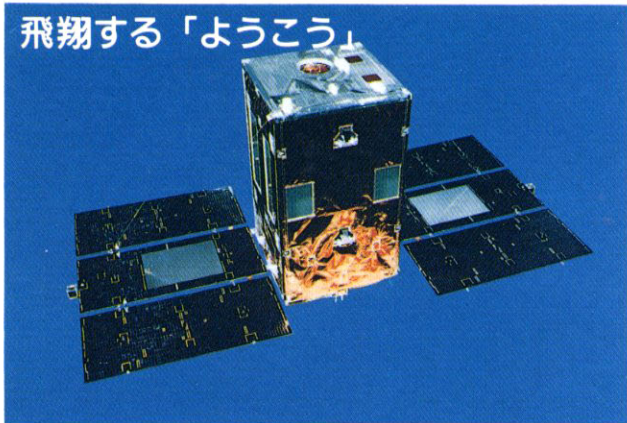
太陽フレアが起こると、大量の高温ガス（プラズマ）が1分ほどの短い間に作り出されます。ブラッグ分光器（BCS）は、イギリスのマラード宇宙科学研究所、ラザフォード=アップルトン研究所、日本の国立天文台と宇宙科学研究所、そしてアメリカのE.O.ハルバートセンターの協力で作られましたが、このBCSは、3秒以内の時間分解能で良質の高分解能X線スペクトルを得ることができ、温度や速度などのプラズマの諸量を、フレアのエネルギー解放の時間スケールより短い時間で得るように設計されています。

「ようこう」の1年あまりの順調な運用を通じて、この装置は200個以上のフレアのスペクトルを得てきました。これらのデータは現在、イギリス、日本、そしてアメリカの科学者によって研究されており、プラズマがどのようにして作り出され、フレアのエネルギーがどのようにして太陽の大気中を運ばれるのかを明らかにしつつあります。

「ようこう」計画の優れている点の1つは、世界中の主要な太陽物理学者がひとつのチーム内で協力して働いていること、また、「ようこう」による素晴らしいデータだけでなく地上観測による可視光、電波、およびその他のデータも総合して解析を進めている点です。我々イギリスのグループは、このもっとも効果的な国際協力に参加できたことをうれしく思い、また「ようこう」の成功を非常に喜んでいます。

(訳：坂尾太郎)

飛翔する「ようこう」



「ようこう」は、1981年に現宇宙研の前身である東京大学宇宙航空研究所が最後に打ち上げた「ひのとり」衛星につぐ我が国2番目の太陽観測衛星である。月日の経つのははやいものでその間宇宙研も大きく変貌し、また宇宙科学も広範な進歩を遂げている。僅か190kgの「ひのとり」衛星が、2トンを超すNASAの太陽観測衛星SMMを凌ぐ大活躍をし、日本の太陽X線物理学を世界の最先端に押し上げたことを鮮明に記憶している人は、今ではもはや少数派かもしれない。「ようこう」はこの実績を基に、世界中の天体物理学者の強い期待と支持により実現した衛星である。幸い、衛星は期待通りというよりは、むしろ期待を大きく上回る活躍をしている。

その理由は何といっても衛星自身の優れた機能にあるが、それには国際協力のもとに参加した多数の関係者の叡智と努力の結果であることを忘れてはならない。この衛星は日本のプロジェクトでありながら、計画の最初の段階から広範な国際協力によって推進されてきた。衛星計画が国際協力を重視することは当然の趨勢であるが、「ようこう」はその流れを大きく加速したといえよう。衛星計画の素案が検討され始めた段階で、国内の関係者は海外からの多数の太陽物理学者を招き国際的なブレインストーミングを行い基本的な方向づけをすると同時に、各国での関連技術の実情調査を行った。この結果を基に、日米英の研究グループによる国際協力と作業分担が決められた。その後、計画は一貫して内外の研究者の見事なチームワー

クによって進められている。

衛星計画に関与した人びとのうち、外国も含めて宇宙研以外の研究者の比重が非常に大きいのもこの衛星の特徴のひとつである。従来宇宙研の衛星は、宇宙研の内部に中核のあるような研究分野のものが主体であった。これは日本の初期の宇宙科学が比較的限られた分野を中心に発展してきたことの必然的な結果であるとも言える。しかし、宇宙科学の広範な進展により、いまでは宇宙研が中核となれる分野はもはや限られており、宇宙研が広く各分野の要望を取りまとめるためにどのように対応すべきかが問われている。その意味で前回の「ひのとり」について今回の「ようこう」も、この問題に対する一つの回答を与えている。

「ようこう」は、計画の当初かなり長いあいだHESP(High Energy Solar Physics)と呼ばれていた。それが、正式に衛星計画として承認されたときに、新しく設定された太陽物理衛星(SOLAR)のシリーズの第一号機として、SOLAR-Aと改名された。前回の「ひのとり」が、天文衛星(ASTRO)シリーズの第1号機、ASTRO-Aとして実施されたのについて、再度新しいシリーズの第1号機として幸先の良いスタートを切ったのは誠に喜ばしい限りである。現在NASAでは、太陽観測衛星HESPの計画が提案されている。先般NASA本部を訪れたとき、太陽物理担当部局のチーフから「ようこう」の大成功にちなんでNASAでもISASが一度使ったHESPという名前を使っても良いだろうかとはたずねられ、いささか面はゆい思いをした。

いま日本の太陽物理研究グループは、はやくも「ようこう」に次ぐ太陽観測衛星の計画を練っている。そして、これはすでに「ようこう」の時にもまして世界の天文関係者の熱い視線が集まっている。「ひのとり」、「ようこう」と連続大ヒットにより、日本の太陽X線研究は文字どおり世界をリードする地位を確立した。これも一重に内外の関係各位の終始変らぬご支援ご協力によるものであり、この機会をかりて厚くお礼申し上げる次第である。

(小川原嘉明)

ISASニュース

No.142 1993.1.

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部省) ☎229 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 0427-51-3911

The Institute of Space and Astronautical Science

◆ISASニュースに関するお問い合わせは、庶務課法規・出版係(内線2211)までお願いいたします。