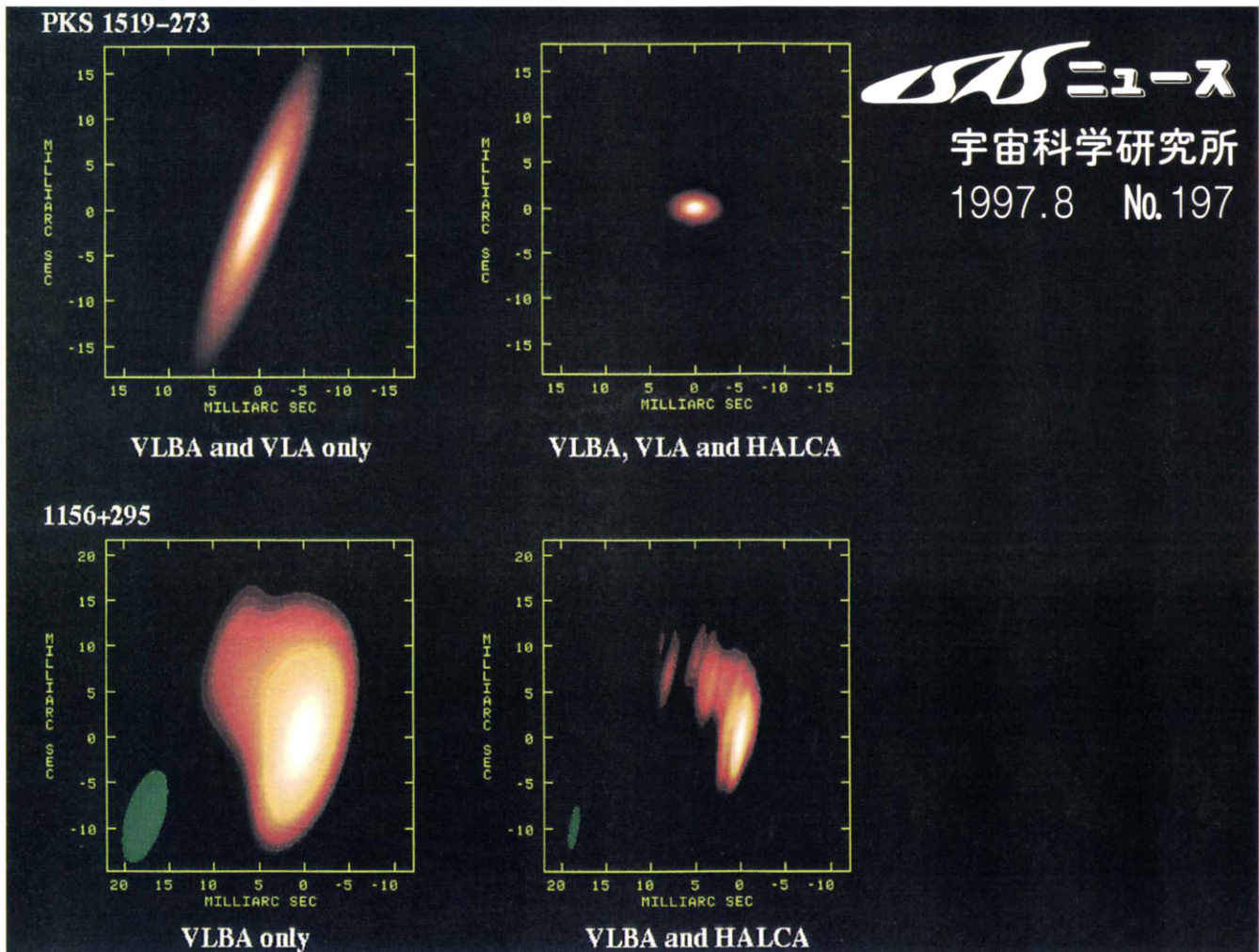




▲電波天文衛星「はるか」がとらえたクェーサー（本文記事参照）

〈研究紹介〉

赤外線観測というタイムマシン

宇宙科学研究所 中川 貴雄

1. 宇宙の誕生と進化

私たちが住んでいるこの宇宙は、何時、どこで、どのようにして作られたのでしょうか。これは、人類にとって大きな謎です。天文学者は、この大きな謎に答えようと、研究を続けてきました。

20世紀にはいって、この謎に関連して2つの大発見がありました。まず、1929年にハッブルというアメリカの天文学者が、「多くの銀河は私達から遠ざかっており、遠くにある銀河ほど、私達から高速で遠ざかっている」ということを発見したのです。私達だけが宇宙のなかで特別な場所にあるとは思えません。したがって、ハッブルの発見は「全ての銀河の間の距離が広がっている」ということを示しています。すなわち、私達の宇宙は膨張しているというのです。

すると、時間をさかのぼると、銀河と銀河の間の距

離は昔は小さかったということになります。そして、その考えを延長すると、今から150億年ほどまえには、銀河がお互いに重なってしまうことになります。これは、一体どういうことなのでしょう。

この疑問の解決の糸口が、1965年に得られました。アメリカのベル研究所において、空のあらゆる方向から、一定の強さのマイクロ波の電波がやってくることが偶然に発見されたのです。これこそが、過去の宇宙の名残であると解釈されました。

この解釈には少し説明が必要です。銀河が重なってしまうような過去にまで宇宙をさかのぼると、銀河も星もなく、高温で高密度の物質が満たしていた「火の玉」のような状態であったと想像されます。このような状態では、光が自由には走ることができない「曇り」の状態になっています。しかし、宇宙膨張のために温

度と密度がさがると、宇宙が「晴れ上がり」、光が自由に走ることができるようになります。ベル研究所で発見された電波は、このように「曇り後晴れ」の時に
出た光のなれの果てであると考えられたのです。宇宙は「火の玉」から始まり、膨張してきたというのです。

2. 銀河の誕生

興味深いのは、この宇宙からやって来る電波が、極めて一様であるということです。これは、宇宙が晴れ上がった時期には、宇宙には特別な構造がなく、極めて一様であったということです。もし、特別に物が集まっているところがあれば、電波の強度のむらとして見えるはずだからです。

一方、現在の宇宙には、星あり、様々な銀河ありと、大変に豊かな様相を示しています。極めて一様な過去の宇宙から、現在の豊かな宇宙へは、どのように進化してきたのでしょうか。この過程を調べるためには、どのようにして銀河が生じてきたかを調べる必要があります。すなわち、タイムマシンを使って、過去の銀河、すなわち原始銀河の誕生を調べなければなりません。一体、そのようなタイムマシンがあるのでしょうか。

3. 赤外線観測というタイムマシン

宇宙の観測には、電磁波を用います。電波、赤外線、目に見える光、X線なども、全てこの電磁波の一種です。電磁波は、秒速30万kmという超高速で伝わります。しかし、宇宙は広大ですから、この高速の電磁波をもってしても、宇宙を旅するには時間がかかります。たとえば、すぐとなりの銀河であるアンドロメダ大星雲までも、光が伝わるには200万年もの時間がかかるのです。逆に言うと、今私達が見ているのは、アンドロメダ大星雲の今の姿ではなく、200万年前の姿なのです。さらにより遠くの銀河を観測すれば、より昔の銀河を観測することになります。したがって、遠くの銀河を見るということは、単に遠くを見るということだけではなく、過去の銀河の姿、過去の宇宙の姿を見るということにもなるのです。すなわち、遠くの天体を観測するということは、過去を見るタイムマシンを手に入れるということになるのです。

ただし、このタイムマシンを使うには、注意が必要です。先ほど、過去の銀河（すなわち、遠くの銀河）ほど、高速で遠ざかっているということを申し上げました。実は、高速で運動する天体から出る光は、ドップラー効果（遠ざかる救急車からのサイレンの音が、近づく時の音よりも低く聞こえるのも、この効果によるものです。）という影響を受けます。通常の銀河では、エネルギーのピークは目に見える光の領域にあるのですが、遠方の銀河になると、このドップラー効果のために、エネルギーのピークが赤外線の領域に来てしまいます。したがって、タイムマシンを有効に使っ

て原始銀河を発見/研究するためには、目に見える光ではなく、赤外線の領域で高感度の観測を行うことが必要になるのです。

4. Astro-F 衛星計画

原始銀河を発見/研究することを主目的として、私たちはIRIS（Infrared Imaging Surveyor）という天体赤外線観測衛星を打ち上げたいと検討を続けてきました。幸いIRISはAstro-Fという名前で認められ、2002年度の打上げを目指して、今年度からその開発が始まりました（図1）。

Astro-F衛星は、赤外線の広い範囲において、今までにない高感度で天体観測を行う衛星です。その観測方法は、新たな天体を発見することを主眼として、空の広い範囲を観測するサーベイ観測が主体となります。

赤外線望遠鏡にとって、太陽はもちろんのこと、地球も強大な熱源です。そのため、これらの熱源を避けるよう、Astro-Fでは太陽同期軌道という軌道を採用

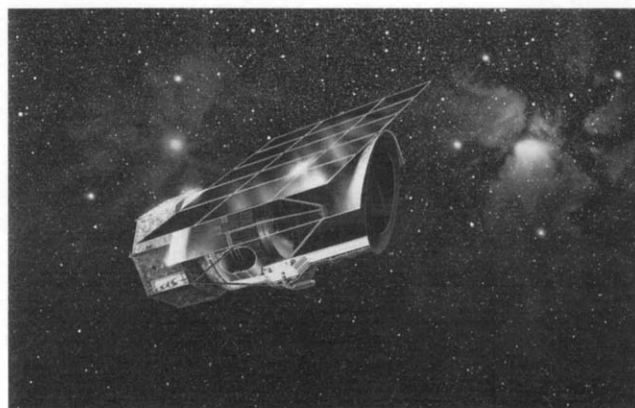


図1 Astro-F衛星の外観図

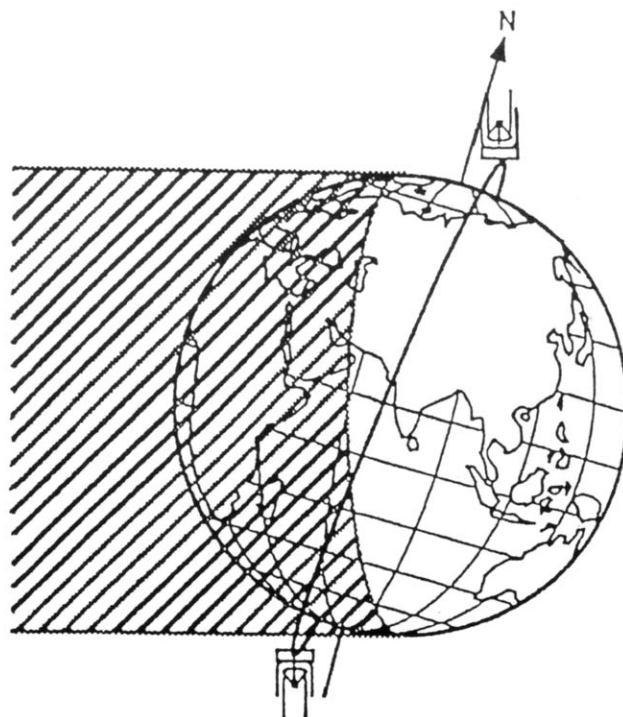
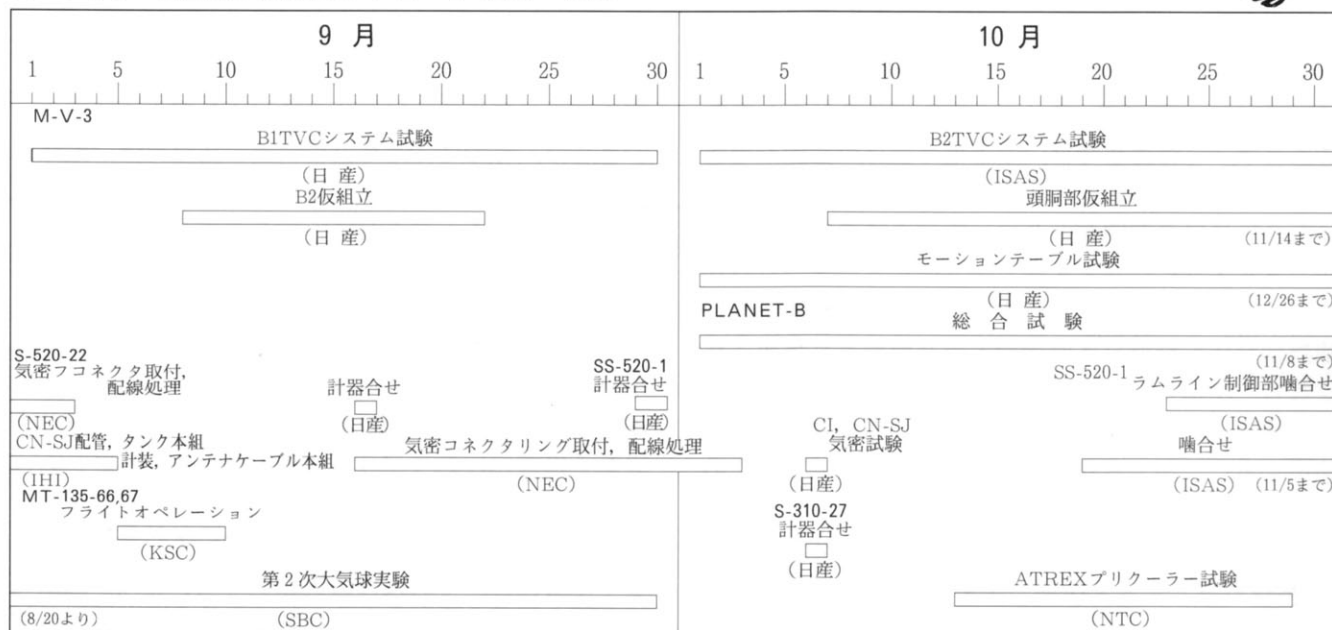


図2 Astro-F衛星の軌道と姿勢

お知らせ



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（9月・10月）



★一般公開に1万人余



さる7月26日（土）、恒例の宇宙科学研究所一般公開が行われた。台風が日本列島を直撃という事態と重なり、出足が心配されたが、人々の宇宙熱はすごく、1万400人（主催者発表）が相模原キャンパスに溢れた。今年の目玉は何といってもさる2月12日にデビューしたM-Vロケットとそれが軌道へ運んだ衛星「はるか」であったが、輝かしい成果を治めつつあるX線天文学や磁気圏プラズマ物理学の展示も人気があり、ミニミニ宇宙学校や大気球、将来計画とともに、熱心なQ&Aの姿があちこちで展開された。今年の異色コーナーとしては、PLANET-Bの展示のそばの「あなたの名前を火星へ！」が挙げられる。小さな机の上のレポート用紙に名前を登録すれば、マイクロフィルムにインプットされて来年7月打上げのPLANET-Bに貼りつけられ火星まで飛んで行くと言って、大勢の人々が群がって名前を記入



していた。それにしてもこの悪天候にも拘わらずこんなに沢山の人が駆けつけるとは！1年に200億円余の税金を投入しているための関心だけではない。日本人も宇宙が好きなのである。さる7月4日、アメリカの火星パズファインダーの着陸の際に、NASA/JPLのホームページは7億人以上がヒットしたと言う。文部省も私たちも日本人の宇宙への期待を余りに過小評価してはいまいか。一般公開に集められたエネルギーをもっと国づくりに生かしていきたいものである。

（的川泰宣）

★ASTRO-E 音響試験

西暦2000年に打上げ予定のASTRO-E衛星の開発は、現在構造試験モデルの段階に進んでいます。6月30日から一週間は、試験体を宇宙開発事業団つくば宇宙センターの総合環境試験棟に移し、衛星本体および搭載各要素の音響試験が行われました。ASTRO-Eは打上げ状態での高さが約5mと、宇宙研では例を見ない大型衛星であるため、宇宙研で行われる組立や試験作業はあまり場所に余裕が無い状態で行われています。しかし、H-IIで打ち上げる衛星を同時に複数開発することができる宇宙開発事業団の設備はすべてにおいて大きく、作業は開梱から設置・試験・撤収と良好な環境下で非常に順調に進行しました。今回の試験で用いた建物で同時に開発が進められている事業団の「ADE OS-II」や「ETS-VII（きく7号/おりひめ・ひこぼし）」と並べると、ASTRO-Eですらこじんまりとして見えます。しかし、かえって機能が凝縮されているようにも感じられるのはおもしろい事です。

試験は、打上げ環境を模した45秒間の音響を23秒ず

つ2日に分けて加える，という手順で行われました。その結果，衛星本体には特に目につく不具合は生じていない事，および各部の振動データについてもほぼ予定通り取得できた事を確認しました。音響によって生じる振動等の詳細は，今後の解析により明らかになります。（尾崎正伸）

★MIC自律撮像試験

来夏打上げ予定の火星探査機PLANET-Bには可視光撮像カメラ（MIC）が搭載されますが，これを用いて火星の衛星であるフォボスとダイモスの写真を撮ることを計画しています。しかしながら，PLANET-Bと火星の衛星が遭遇する機会は年に数回しかなく，すれ違う相対速度は秒速数kmという速さ，またPLANET-Bはスピン安定型の探査機で回転しているため，写真を撮るチャンスは8秒に1回しかありません。その上火星の衛星の軌道は正確にはわかっていないので，最接近時に衛星をMICの視野の中に捉えることは非常に難しい問題です。

そこでMIC搭載ソフトには，目標衛星の動きを推定して自律的に視野方向を変える機能を持たせています。この機能を実証するため，写真1のようにPLANET-Bのスピンを模擬するテーブルと衛星の動きを模

擬する移動台車を用いて試験を行いました。結果は写真2のように，最初は多少視野中心からずれたところに衛星を捉えていても，搭載ソフトが自動的に視野中心にとらえるように修正しています。

この試験結果から，自律撮像機能は正しく動作していることが確認されたので，今後は詳細な追尾精度評価を行って，打上げに備えていきます。（橋本樹明）

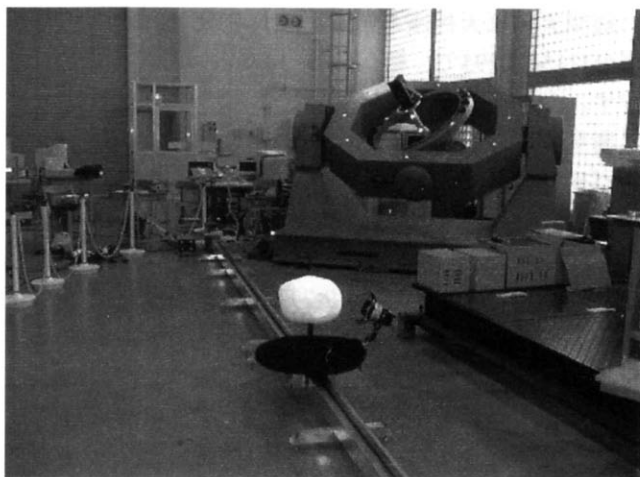


写真1 実験システムの外観

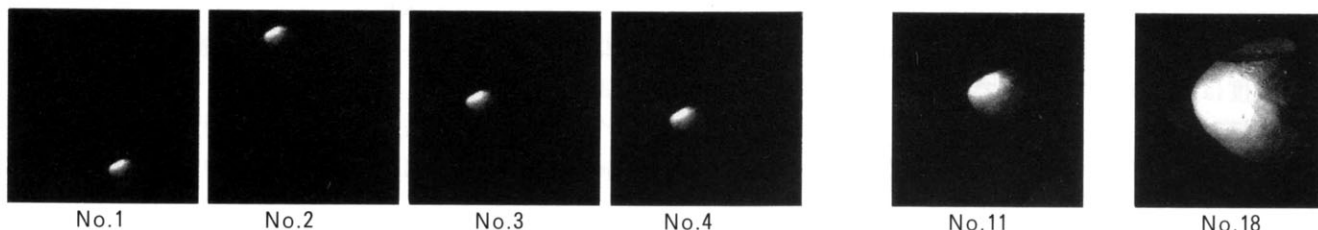


写真2 フォボス模型を撮像した画像

★相模原キャンパスにハクビシン

タヌキが相模原キャンパスにときどき出没することは，すでに ISASニュースにも載っています。6月26日の夜に正門から本館にむかう歩道脇の杉の上にハクビシン（白鼻心）がいました。ハクビシンは鼻筋が白いのが特徴で，同じ食肉類のタヌキ（イヌ上科）と体つきや大きさは似ていますが，ネコ上科に属します。成体は頭胴長約50cm，尾長約40cmで，写真でも左に長い尾がたれています。ハクビシンは台湾か中国からの移入種だといわれています。1950年に山梨県で野生のハクビシンが確認され，丹沢や相模原での棲息も報告があります。頭骨の形態が中国のハクビシンと異なることから，古くから日本に棲息するとも考えられます。ただ，同じ種でも異なる生育環境に適応して個体の形態が変化することがまあり，形のみではわかりません。

当夜は木の下をいく人かが取り囲んだことから，身

の丈に比べて立派な威嚇音を発しながら樹上を移動して姿を消しました。多摩丘陵一帯では，開発により棲息環境を奪われた先住タヌキがヒトに化け人間社会に紛れ込んでいるとの伝承があります。このハクビシンも昼の間は宇宙研の中でヒトの姿をして歩いているかもしれません。化けタヌキならともかく，トラの子分にあたるハクビシンは，いくらペットショップで扱われているとはいえ，鋭い牙を持つためご用心。

（山下雅道）



「はるか」、電波望遠鏡群とキューサー核の初映像

平 林 久

「はるか」VSOPチーム

電波天文衛星「はるか」は、人類初のスペースVLBIによるキューサー核の映像を作り出しました。人類は地球より大きな電波望遠鏡を手に入れました。

観測天体は天秤座のキューサーPKS1519-273と大熊座のJ1156+295で、観測波長は18cm（周波数1.6GHz）です。

衛星「はるか」の8mアンテナが受信したデータは、西バージニア州グリーンバンクのテレメトリー局に中継されました。共同観測局としてVLBA（8000kmにひろがるVLBI専用電波望遠鏡群の25mアンテナ10局）が使われました。天体1519-273の観測実験では、VLA（ニューメキシコ州の25mアンテナ27基がまとまって130mアンテナ相当として稼働）も、参加しました。各局で記録された受信情報をもとに、アメリカ国立電波天文台ソコロ（ニューメキシコ州）の相関装置が、データの合成（相関）を行い、電波画像づくりに成功しました。

「はるか」と地上電波望遠鏡群は、「はるか」の軌道が地球表面から最大2万1000kmまで離れる事により、実質3万kmの巨大な電波望遠鏡を合成しました。今回の解像度は約1000分の1秒角で、これは、月面上に置いたほぼ2mのものを見込む角度です。ハッブル宇宙望遠鏡の0.1秒の解像度の100倍の分解能がありますので、ハッブル宇宙望遠鏡の1画素を1万画素まで分解できるという事です。

観測された天体は、どちらもキューサーで、遠い活動的な銀河の中心核です。

PKS1519-273では、赤方偏移が測られておらず距離が不明ですが、中心部分が非常に狭く、ほとんど分解されないことがわかります。見えている形は、全体のシステムで決まるビームの形と同じです。

この天体は以前からとてもコンパクトな天体である事が知られていました。このため、1986年に米日豪のチームで行われた、TDRS衛星を使った初のスペースVLBI予備実験でも、この天体が観測されました。中心部は1兆度を超える輝きです。いちばん最初に、このように観測しやすく、システムの性能が見やすい天体を選ぶ事が重要です。

これにたいして2番目に観測されたJ1156+295では、（宇宙論のモデルによりますが）距離が60億光年ほどです。左上に（天球上で北東に）むかって中心からカーブを描いて間欠的に、250光年ほどの距離まで、ものが飛び出しているように見えています。これは薄いプ

ラズマが中心の明るいところから飛び出しながら電波で光っているのだと考えられます。

どちらの場合も、中心にひそむ巨大ブラックホールが関与していると考えられています。今後、VSOP計画が狙う大きなターゲットです。

「はるか」を除いた地上の電波望遠鏡だけでも画像をつくる事ができます。こうして画像を比較すると、解像度が数倍にあがり、細かな構造が見えるのがわかります。表紙の4組の画像では、「はるか」が参加した今回の結果（右図）と比較するために、「はるか」のデータを除いたもの（左図）と比較しています。

今後の課題は、より高い周波数での観測を成功させる事、衛星、テレメトリー局、参加電波望遠鏡、相関局がスムーズに運用される事、これらを結ぶデータの流れと処理が確立する事です。

5GHz帯でも干渉実験に成功しました。続いて映像もできました。最高周波数の22GHz帯では、7月に入って「はるか」が天体からの水蒸気のメーザーの電波を受信できました。こちらは、干渉、映像が困難で大きな課題です。

今後、より短い波長での観測により、最高では波長1.3cmで、更に13倍に解像度があがります。その時には、ハッブル宇宙望遠鏡の1画素を170万画素に分解するという性能が実現します。

これは人類が平和的につくる巨大な電波の瞳です。世界5カ所のテレメトリー局、世界40局、15カ国の電波望遠鏡群、世界3カ所の相関処理センターというひろがりをもつ、国際的な試みです。今回参加したVLBA10局の例では、今後のVSOP計画に30パーセントの時間の参加を表明しています。



「はるか」、VLBA、グリーンバンク・テレメトリー局の協力によるキューサーの観測

マイクロプロセ

宇宙空間では物質の大部分はプラズマと呼ばれる電離気体の形で存在しています。

このうち温度数百万度から数億度までのプラズマをX線で観測することができます。このような高温プラズマは地上ではまず見られませんが、宇宙では、星のコロナ、超新星残骸、連星系、銀河、銀河団など、実に様々な階層の天体に、むしろ普遍的に存在しています。

宇宙プラズマ中には酸素や炭素、鉄などの重元素が存在しています。これらの原子核のまわりにある電子が、プラズマ中にある自由電子の衝突を受けて電離したり、よりエネルギーの高い準位に叩き上げられ、これに引き続いて空いた準位に再び電子が落ち込むときに、二つの準位の差のエネルギーを持つ「特性X線」が放出されます。この特性X線のエネルギーは元素によって異なり、また同じ元素でも電離の程度によって変わってきますから、特性X線を観測することでプラズマの状態について詳細な知識を得ることができます。

ビッグバン理論によれば、宇宙が始まったばかりの頃には、宇宙には水素とヘリウム以外の元素はほとんど存在しなかったことが分かっています。一方、現在の宇宙には重元素が豊富に存在しています。現在ではこれらの重元素は、宇宙が誕生してからおよそ百億年の間に星の中で合成され、それが超新星爆発でばらまかれることによって宇宙空間に蓄積していったものと考えられています。

私達はこのような重元素放出の現場を超新星残骸に垣間みることができます。超新星爆発により、秒速1万kmもの速さで吹き飛ばされた星のガスは星間物質と衝突して数百万度から数千万度の高温プラズマを作ります。これが超新星残骸です。「あすか」のCCDカメラで撮影した超新星残骸「カシオペアA」の珪素の特性X線での画像を図1に示します。中心で起こった爆発により、珪素が宇宙空間にばらまかれている様子がよく分かるでしょう。特性X線を用いた撮像観測は高い波長分解能、大きな有効面積を持つ「あすか」によって初めて可能になったものです。重元素が放つ特性X線により、超新星残骸の年齢、プラズマの密度、重元素の組成を知ることができます。このような特性X線によるプラズマ診断は、超新星残骸だけでなく、高温プラズマを有する上記の様々な階層の天体についても行われており、超新星の研究や、宇宙ガスの組成の進化の研究など、様々な研究に活かされています。

衝突励起・電離にともなう特性X線によるプラズマの研究は、次世代のX線天文衛星によって更に精緻な

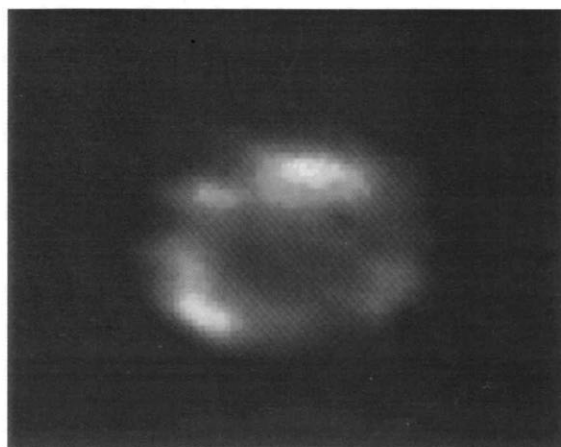


図1 超新星残骸「カシオペアA」の珪素の特性X線による画像

ものとなってゆくでしょう。例として温度5000万度のプラズマ中で自由電子と衝突電離平衡に達した鉄からの特性X線をASTRO-E衛星に搭載されるXRSで観測した場合に期待されるスペクトルを示します。「あすか」では一本にしか見えなかったヘリウム様の鉄のK α 線(6700電子ボルト近傍)がXRSの更に高い波長分解能によって複数に分離されているのが分かるでしょう。高い波長分解能によりプラズマの視線方向の速度をこれまでよりも精密に測ることができるようになります。また、分解された各輝線の相対的な強度は、プラズマの密度によって変化します。この性質を使えば、少なくとも星のコロナや激変星では、「温度」に加えてプラズマのもう一つの基礎的な物理量である「密度」を何等の仮定なしに観測から直接得られるようになります。このように「あすか」によって開花した特性X線分光は、宇宙高温プラズマの性質を探る新たな手段としてその地位を確実なものにしています。

(いしだ・まなぶ)

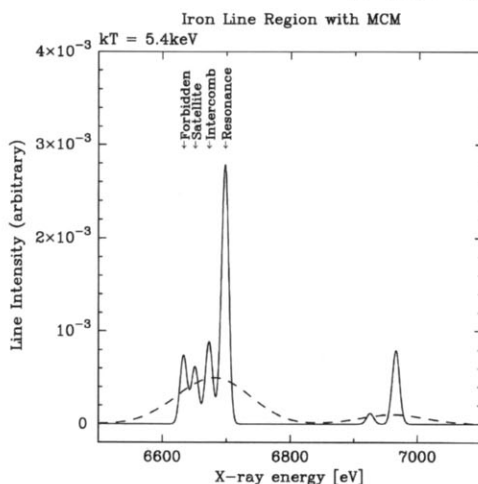


図2 ASTRO-E XRSで予想される鉄の特性X線のスペクトル(点線は「あすか」のCCDカメラのスペクトル)

エーゲ海の「ノー・プロブレム」

星 野 真 弘

エーゲ海に浮かぶパロスと呼ばれる島で、磁気圏物理学関連の国際会議「Solar-Terrestrial Coupling Processes」がありました。日本からの参加は4名、全体で50名程度の中身の濃い会議でした。国際会議は時々リゾート地で行うことがあります、今回の会議もまさに夏のバカンス地といったところでしょうか、青く澄み切った空と海、まばゆいばかりの白塗りの家々が並ぶ風景、そして燦々と降り注ぐ太陽を浴びながらのギリシャでの会議でした。

エーゲ海は日本から遠く、ヨーロッパの都市で一泊しないと行けません。私はフランクフルト、アテネ経由でパロス島に向かいます。さて少々疲れ気味でアテネに着いた途端、いつもの在り来たりの海外出張とは違う何かが始まりました。アテネ空港でパロス島への飛行機の搭乗手続きを済ませてゲート前までいくと、知り合いを何人か見つけます。「やあやあよく来たね」といつもの挨拶をして仕事の話などをしているとアナウンスがあり、「テクニカルな理由により飛行機が遅れます」と放送が入ります。パロス行きだけでなく他の便も遅れているようです。1時間ほど待っても「テクニカルな理由で飛行機が遅れます」と何度も放送するだけ。業を煮やして航空会社の人に状況を聞いても「ノー・プロブレム」の返事が返ってくるだけ。一緒に待っていた米国やドイツの友人は、「ギリシャはこんなところさ、驚かないね」と、特に気に留めていないようです。1時間半置きに数便アテネからパロスへの飛行機があったと思いますが、続々と会議に参加する人たちがやってきて、「君は何時の便か」「飛行機が遅れているから君のは3時間は待つぞ」などとやっています。スケジュール通りに動いていないのを、皆さん楽しんでいる(?)ようですが…ところが、実は「テクニカルな理由」とは、航空管制官のストライキが急に始まったからで、夕方の便以降はすべてキャンセル、そして殆どの人が船に乗り換え6時間かけて辿り着くという有り様でした。おまけに夜の9時アテネ港発、朝の午前3時パロス着のエーゲ海クルーズ(?)です。(私は午後の最初の便を予約していたので、夕刻には飛行機に乗れて無事パロスまで着きました。いつも人生こうだといいたくありません。)

さて話題を変えてレストランの話。例えばフランスでは「ビストロ」と書かれているのは気さくな感じのレストランの位置づけですが、ギリシャではそのランクのレストランを「TAVERNA (食べるな)」と呼びます。「タベルナ」ではドイツの友人に勧められて地

酒の「ウゾ」を飲んでみました。葡萄の皮から作った白っぽい色をした甘い香りのする飲み物です。ウェーターも嬉しそうな顔をして運んでくるので、察しはついたのですが…お勧めします。私のようにお酒に弱い者には、とんでもない飲み物です。

さて会議も終わり帰宅の旅路に着くときまたハプニングがありました。殆どの参加者は会議の会場となっているホテルに宿泊しますが、私を含めて数名は予約が溢れてしまい、約3km程離れた別のホテルに泊っていました。朝夕の「通勤」を含め足が必要なときは、会場となっているホテルがワンボックス車を出してくれました。ハプニングは会議も終わりチェックアウトの朝。私と会議で知り合ったイタリア人は、パロス空港より9時55分の飛行機でアテネに戻るの、空港まで送ってってもらえるかどうか前日に確認し、朝8時半に私達のホテルまで迎えに来てくれるようお願いしておきました。ところが8時45分頃になってもホテルの車はやってきません。心配になりホテルに電話すると「今行く、ノー・プロブレム」です。アテネに着いたときからこの言葉は何度も聞いているので、またかとあきらめ気味。9時になってもやってきません。これは大変、空港まで20km以上はあります。もう一度会議場のホテルに電話すると、「空港に宿泊客を送っていているので、その後迎えに行く」と、とんでも無いことを言います。怒りを抑えてタクシーを呼ぶことにしましたが、そのタクシーも「今すぐ行く」と言っておいてなかなかやってきません。なんと迎えに来たのが9時30分。大慌てでタクシーに乗り込み、未舗装の道路を土煙を立てて飛ばし空港に着いたのが、9時55分。チェックインカウンターにかけ込み「遅れたけれど飛行機に乗れるか」と聞くと、飛行機を指さして「ノー・プロブレム。」なんとのおんびりした所なんだろう。

ギリシャは日本とは時間の捉え方が違うのでしょうか。色々ハプニングがありましたが、それでもエーゲ海はとても良いところでした。ある日会議を終えてから、崖に立つ灯台までハイキングをしましたが、爽やかな風に吹かれて眼下を見るとイルカが泳いでいます。旅情を満喫させてくれます。いつものように本や書類を抱えて出かけたのに、殆ど何も仕事はやらずに帰ってきました。(いつもは宇宙研では出来ない仕事が海外出張中にできるのに) それくらい優雅な会議でした。

(ほしの・まさひろ)

スペースVLBI入門 (2)

波を集めて像をつくる

平林 久

すごく単純化します。よくわかった人は細かな事に目をつむってください。よくわからないと思う人はまず私を信じてみてください。

レンズの絵を描きます。左の方に光の点があったとすると、反対のどこかに集まります。その時は、どこを通った光も「光路差」は同じです。レンズの中は光がゆっくり進むので光からみた光路差（時間）は同じです。光路差が同じだから、光の波が打ち消さずにそろって到達したのだとも言えます。

別の点からの光は、また別の所に集まります。

それぞれの所に光の強さに感じるもの、視細胞をおけば、光を感じる事ができます。これをほどよく並べると、それが網膜面になり、レンズの部分は水晶体のうちの瞳の部分になり、目ができあがりです。

これで、方向の違いによる明るさの分布（映像）が得られます。撮像装置のできあがりです。

網膜に至るまでは、光は波として振る舞っています。瞳のいろいろな部分を通った光もそれぞれに進んで、強め合ったり弱め合ったりしています。目は、瞳の各部分を素子とする干渉計だと言ってもいいのです。

極端な話、瞳だって全てが開いて光を通す必要はありません。瞳の前に好きな模様のマスクをかけてみましょう。それでもそれなりに像は見えるはずで。更に極端に、2カ所だけ光を通せるようにしたら、理科で習った光の干渉実験そのものです。

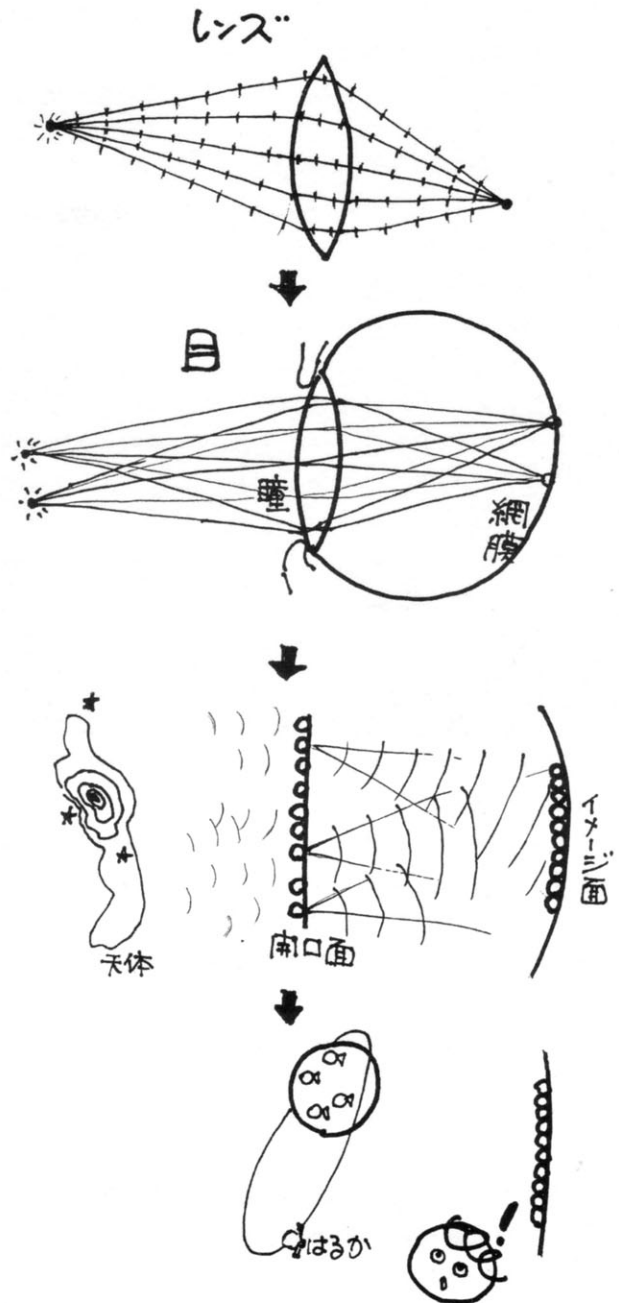
ここまでは、光の話をしてきましたが、根本的には波であればなりたつ話をしてきたつもりです。ですから、事は電波でも、音波でさえも同じです。

発想の転換をします。波を瞳の各部で捕らえてしまったらどうでしょう。波として振る舞っているのですから、刻々として変化する多量の情報の流れです。

そうしたら、右側の網膜の面（イメージの面）で波がどう強め合ってどうなるかを計算するのは原理としては簡単です。計算はFFT（高速フーリエ変換）そのものです。これを実現するアナログ回路では、バトラーマトリックスというのがあって、FFTと等価です。

光に較べて振動数の低い電波では、波として捕らえる事が可能です。このために、波長が長くて不利なはずの電波が、光よりも圧倒的な解像度を誇れるのです。

更に、対象の方が時間的に変わらないようなものがあると、更にうまい方法があります。開口合成型とい



われる電波望遠鏡は、この方法を使います。VLBIやスペースVLBIもこのやり方です。

「なんだ、VSOPの巨大な瞳も私の目も同じなんだ」と、うなずいていただけたら、今回は大成功です。

原理は簡単ですが、現実はなかなか厳しいのです。後は、私より優れて若い村田さんがお相手します。

(ひらばやし・ひさし)



「宇宙研との40年」

木村 磐根

筆者と宇宙研との関わりは随分長いものになりました。厳密には宇宙科学研究所になるまでの東大宇宙航空研究所よりさらに前の生産技術研究所の時代からです。すから丁度40年になります。

大学院修士課程学生の頃、秋田での“発音弾法による風と気温の観測”のためのロケット実験に参加したのが最初ですが、1962年内之浦に発射場KSCができてすぐにK-8-11号ロケットを用いて100KHz近傍の電波雑音と、依佐見の長波信号の受信という電波関係の実験を初めて行いました。天文台の高倉先生との共同実験でしたが、線状アンテナをどう伸展させるかといったような今から思うとプリミティブなことにも双方全く経験がなく、巻尺状の材料を巻いたものを生産研の屋上から落下させて、伸展状況を観察したりしたことも懐かしい思い出です。当初はもちろんロケット実験だけですが、毎年夏期、冬期ほぼ2回の実験に参加し、関与したロケット数は13機に上りました。その後衛星実験ができるようになって、「でんぱ」「じきけん」「あけぼの」「ジオテール」のプロジェクトに参加する事ができました。これらのうち、ロケットではほとんど失敗はなく、「でんぱ」衛星が、打上げ後3日で駄目になった以外は、大変高い成功率であったのは幸いでありました。

これらの中で、南極サイプス局からのVLF送信電波を「じきけん」衛星で受信し、この電波が、磁気圏内をスパイラル運動する高速電子とサイクロトロン相互作用して起こす現象を観測する実験を行いましたが、サイプス局、その送信制御を行うスタンフォード大学、カナダの地上観測局の間をATS-3静止衛星で結び、またスタンフォードと私達の滞在したローズマン追跡局（ノースカロライナ）との間は電話で結んだ超立体的な、リアルタイム磁気圏プラズマアクティブ実験となりました。これはNASAの支援を得て、宇宙研の向井教授、京大超高層の松本教授、スタンフォード大のTim Bellさんらとの共同実験でしたが、7月中旬から実験を始めて、ほぼ1ヶ月間、期待した現象に全く遭遇できず落胆していたところ、立て続けにその現象が

観測できたのがすごく感動的でした。また「あけぼの」衛星では、金沢大の長野教授はじめ多数の国内、国外の研究者の協力を得て、アラスカ・フェアバンクス のHIPAS電離層加熱設備、ノルウエー・トオロムゼの同様の加熱設備との共同実験も成功裡に行われました。これらはいずれも、電離圏を含む広域プラズマ空間を実験室としたアクティブ実験のプロブとして衛星を使ったもので、今よく言われるテレサイエンスの走りとも言えます。これらの実験はともに文部省科研費国際学術研究の支援でおこなわれたものであります。

これまで、宇宙研では理学委員会委員として、また運営協議員会の委員として、長らく観測ロケット、科学衛星の打上げ計画策定と実験実施に関与させて頂いてまいりましたが、平成8年3月に京都大学を停年退官しましたので、運営協議員としての任期も今年の4月で終わり、宇宙研とのフォーマルなつながりはなくなりました。長い宇宙研とのお付き合いであったと感じています。お蔭で、筆者としては日本の宇宙科学の黎明期から、今日に至る発展の歴史にそって、研究活動が続けることができたことを大変幸せに感じ、これらの活動を支援頂いた東大生産研、宇航研時代の、また宇宙研の先生方に心から感謝しております。

昨年からは宇宙開発事業団の衛星の打上げ前の審査や、スペースステーションによる宇宙環境利用に関する研究委員会に加わることになり、宇宙研とは別の宇宙開発の仕事に携っております。また奇特定の事業家がおられ、最近宇宙科学・技術に関する展示館を京都に作る計画が持ち上がり、そのお手伝いもしています。筆者も未だ当分宇宙と縁が切れそうもありません。

（京都大学名誉教授、大阪工業大学情報科学部教授
きむら・いわね）



編集委員になって3年になります。この間、ISASニュースはA4版になり、インターネット版ができ、原稿を電子媒体で集めるなど、編集スタイルも随分変わりました。図表のサイズを定規で測り、文字数を電卓で計算してレイアウト用紙に割り付けていた時代が懐かしいです。（橋本）

ISASニュース

No.197 1997.8

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

◆本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。（無断転載不可）

*なお、本ニュースは、インターネットでもご覧になれます（<http://www.isas.ac.jp>）。