

XMM-Newton衛星で観測した乙女座銀河団中心部のX線画像

宇宙科学最前線

銀河団の高温ガスから元素の
合成史・星の形成史を読み解く

松下恭子

東京理科大学理学部第一部物理学科講師

超新星爆発による元素合成

私たちの体をつくっている元素や地球をつくっている元素はいったいどのようにして合成されたのか、ご存知だろうか？ 酸素や鉄のような我々の身のまわりにある元素のほとんどは、超新星爆発によって合成され、宇宙空間にまき散らされたものである。超新星爆発とは、夜空に突然明るく輝く星であり、ある種の恒星が死ぬときの大爆発である。超新星爆発を起こす元の星の性質、つまり、重い恒星が寿命を迎えたときの大爆発なのか、軽い恒星の連星系があるときに起こす大爆発なのかにより、合成される元素の組成比が決まる。それゆえ、宇宙にどのような元素がどれだけ存在するのかが分かれば、今までにどのような超新星爆

発がどれだけ起こったのか、つまり、どのような星がどれだけ生まれて死んでいったのかの手掛かりを得ることができる。

我々は特に、銀河団や楕円銀河の重力によって閉じ込められた高温ガスに含まれる元素の量を調べることにより、元素の合成史とともに、さまざまな銀河を構成する星の形成史を調べようとしている。太陽のような恒星は、重力によりたくさん集まって銀河になる。我々が属する銀河は「銀河系」と呼ばれ、それを横から見たのが夜空を横切る天の川である。楕円銀河は、楕円形をした銀河の一種であり、我々の銀河系のような渦巻形をした銀河とは、形だけでなく、恒星の性質なども異なる。これらの銀河が数百個から数千個、重力によって集まった集団が銀河団である。

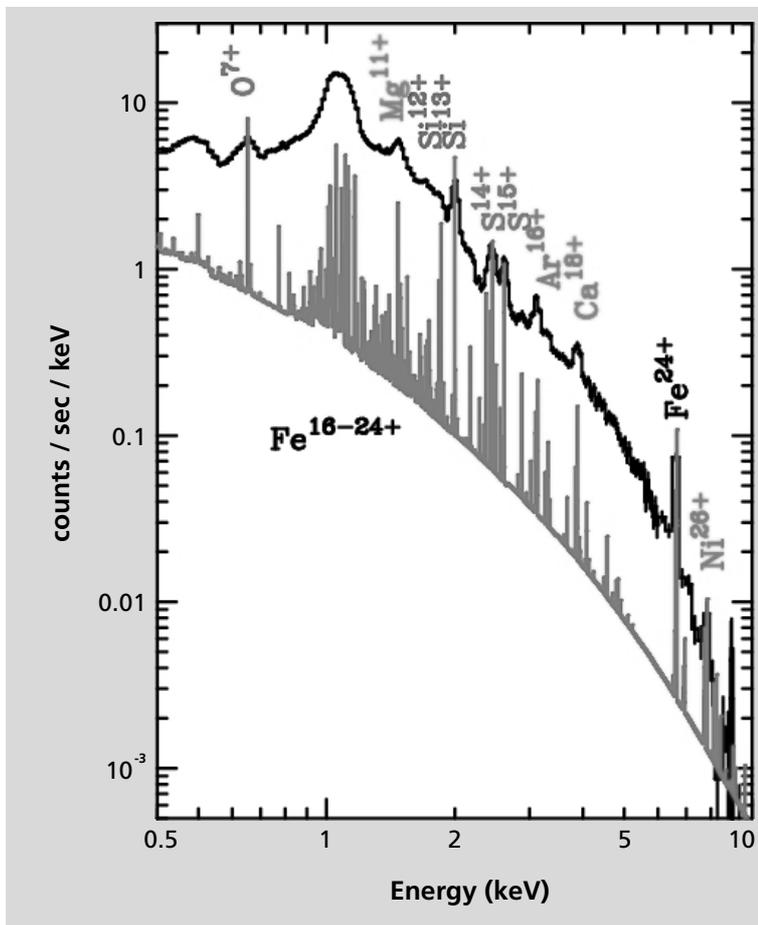


図1 XMM-Newton衛星が観測した乙女座銀河団からのX線スペクトル。横軸はX線のエネルギー、縦軸はそのエネルギーでのX線光子の数の分布になる。上の線は実際に検出器が受けた生のスペクトル、下の線が検出器の影響を受ける前の高温ガスが放射しているはずのスペクトルである。

この高温ガスの量は非常に多い。宇宙の物質の多くは、実は恒星ではなく、高温ガスなのである。例えば銀河団では、銀河と銀河の間を高温のガスが埋めつくしており、その質量は銀河の質量の数倍もある。ガスの温度は数百万度から1億度と、とんでもなく高い。楕円銀河では、質量は恒星の1%程度であるものの、数百万度のガスが存在している。楕円銀河の場合、このガスは恒星から出てきたものであり、恒星に含まれる元素の組成比と同じ組成比を持っている。従って、銀河の中で起こる超新星爆発によって合成された酸素や鉄の量を調べるためには、このようなガスに含まれる量を調べるのが不可欠なのである。

乙女座銀河団の高温ガスを観測

物質は一般に、温度が高いほど高いエネルギーの電磁波を放射する。温度が数百万度から数千万度の高温ガスは強いX線を放射しており、我々はそのX線を観測することができる。また、このような温度になると、酸素や鉄などは強く電離され、特定のエネルギーの輝線を強く放射する。スペクトル全体の形と輝線の強度から各元素の量を知ることができる。

表紙は、我々から最も近い銀河団、乙女座銀河団の中心部のX線画像である。図1は、そ

の領域からのX線スペクトルである。酸素(O)や鉄(Fe)だけではなく、マグネシウム(Mg)やケイ素(Si)、硫黄(S)、アルゴン(Ar)、カルシウム(Ca)、ニッケル(Ni)からの輝線がはっきりと検出されている。我々は、これらの輝線の強度からそれぞれの元素の量を求め、どのような超新星爆発により合成されたのか、つまりどのような星がどれだけあったのか、また、このような高温ガスに含まれる元素が、我々の近傍の天の川の星々やまた太陽に含まれる元素と同じ起源を持つかどうか調べている。

乙女座銀河団のような銀河団の中心部では、銀河団の中心に位置する楕円銀河の恒星から最近放出されたガスと、最近起こった軽い恒星を起源とする超新星爆発により合成された元素の寄与が重要である。中心から離れると、さまざまな銀河から長年にわたって、さまざまな超新星爆発により合成された元素の寄与が重要になる。図2に、乙女座銀河団中心部の高温ガスの酸素、マグネシウム、ケイ素、鉄の分布を示す。中心にある楕円銀河からの寄与により、どの元素も中心に向かってその組成比が増加している。ケイ素と鉄はその比が太陽とほぼ同一であり、同じように組成比が中心に向かって増加している。それに比べ、酸素、マグネシウムは、ケイ素、鉄よりその組成比が少ない。特に酸素の組成比は、ケイ素、鉄の半分以下である。

図3では、高温ガスのマグネシウムと酸素の比を銀河系の星々の比と比べている。これらの二つの元素は、重い星が死ぬときに起こす超新星爆発によってのみ合成される。図3から、高温ガスに含まれるマグネシウム/酸素比は、銀河系の星々の比とよく一致していることが分かる。この観測事実は、少なくともこれらの二つの元素比に関しては、銀河系と楕円銀河で、超新星爆発による元素合成に大きな差がないことを意味する。

問題はケイ素と硫黄の合成

問題は、ケイ素、鉄に比べ、酸素の組成比が半分以下であることである。実は、超新星爆発による元素合成の標準的なモデルでは、このような組成比は再現できない。我々は、観測データから元素組成を求める際に問題となるさまざまな不定性を議論したが、結局、酸素の組成比が少ないという結論を補強しただけであった。

軽い恒星を起源とする超新星は、主に鉄を合成すると考えられていた。我々は、実はこの

超新星が楕円銀河ではケイ素もかなり合成するのではないかと考えている。楕円銀河では恒星のほとんどが古いものである。一方で軽い恒星を起源とする超新星の明るさは、系の年齢に依存することが知られている。超新星の明るさと元素合成には関係があるため、古い恒星系と若い恒星系では、軽い星を起源とする超新星の元素合成に系統的に差があるのではないかと考える。さらに我々は、銀河系においても元素を多く含むおそらく最近つくられた星は、酸素に比べケイ素を多く含んでいるらしいことを発見した。この結果は、銀河系でも楕円銀河でも、系が古くなるほど、軽い星を起源とする超新星がケイ素をたくさん合成するのではないかと示唆する。

もう一つの問題は、硫黄の組成比が中心から離れるほどケイ素の組成比からずれることであった。観測された領域のうち最も外側における硫黄/ケイ素比は、中心の値の半分であった。この領域では、重い星を起源とする超新星の寄与が大きいことが酸素/鉄比から分かる。ケイ素と硫黄はほぼ同じように合成されると考えられていたが、観測を説明するためには、重い星を起源とする超新星では、硫黄はケイ素ほど合成されないということになる。

ケイ素は、しばしば重い恒星の超新星爆発により合成される元素として、議論されていた。従って、軽い恒星を起源とする超新星もケイ素を合成するとすると、ケイ素を用いた議論はかなり危険になる。重い恒星を起源とする超新星によってのみ合成される、酸素やマグネシウムの組成比が重要になってくるが、これらの元素の組成比は一般には観測が難しい。乙女座銀河団は最も我々に近い銀河団であるために、観測が可能だったのである。また、重い星を起源とする超新星では、硫黄はケイ素ほど合成されないとすると、硫黄/ケイ素比は重い恒星の超新星の寄与のよい指標となり得る。実は、硫黄/ケイ素比は観測的な不定性が少ないために、非常に都合が良い。

ASTRO-EIIに期待

ところで、日本のX線天文衛星ASTRO-EIIが平成17(2005)年度以降に打ち上げられる予定である。ASTRO-EIIに搭載される検出器は、X線のエネルギーを今までになく精密に求めることができる。特に、銀河団などの高温ガスのように広がった天体に対して威力を発揮する。その結果、弱い輝線でもその強度を正確に求めることができるようになる。また、強度

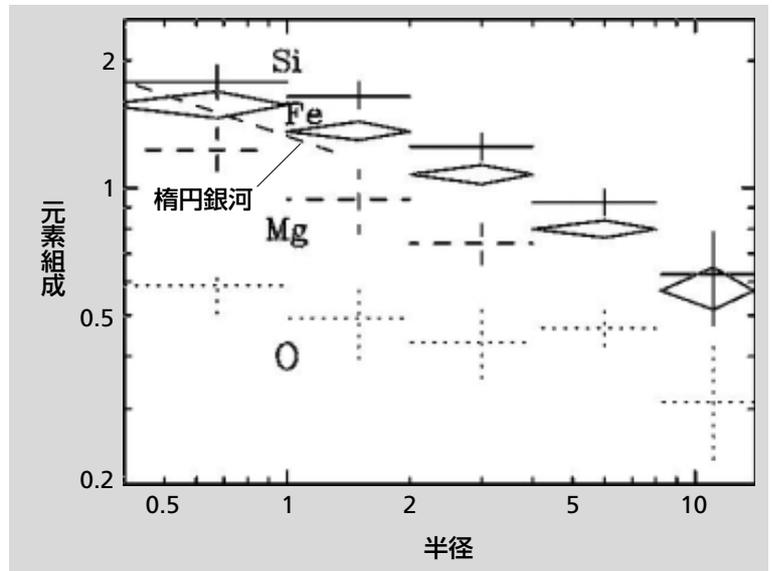


図2 乙女座銀河団中心部の高温ガスの酸素(O)、マグネシウム(Mg)、ケイ素(Si)、鉄(Fe)の分布。横軸は半径。縦軸はそれぞれの元素の数と水素の数の比を太陽での値で割ったものである。直線の破線は可視光の観測から予測される中心にある楕円銀河の元素組成比。

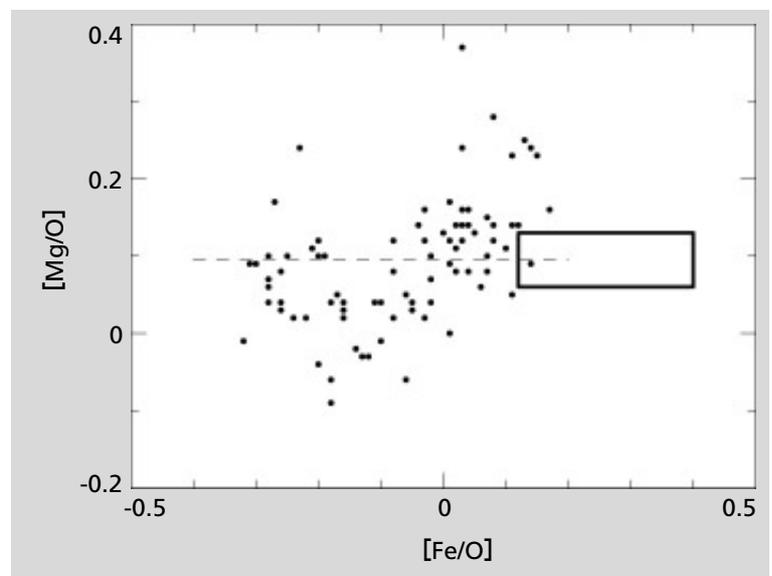


図3 乙女座銀河団中心部の高温ガスのマグネシウムと酸素の比(□)を鉄と酸素の比に対してプロットしてある。それぞれの点は銀河系の星の組成比である。なお、太陽の元素組成比を単位として、対数表示を行っている。

から元素組成比に変換する際の不定性も抑えることができる。その結果、さまざまな銀河団、楕円銀河のいろいろな元素の組成比を正確に求めることができるようになる。超新星による元素合成の議論や、元素の合成史、銀河の星の形成史の議論の進展が期待される。

(まつした・きょうこ)

参考文献

Matsushita K., Finoguenov A., Boehringer H., 2003, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 401, p443

太陽観測衛星SOLAR-B 第一次噛合せ試験

6月半ばに始まったSOLAR-B衛星の第一次噛合せ試験も、そろそろ大詰めを迎えようとしています。NASA担当の可視光磁場望遠鏡の焦点面検出器部、同じくX線望遠鏡の鏡筒部の製作スケジュールの遅れにより、試験直前までこれらの機器の搬入日程確定に難儀をしました。試験の順番を組み替え、NASA担当の機器の一部の部品については一次噛合せ試験後に持ち帰って交換することにして、何とか予定通り、6月14日から試験を開始することができました。

6月中の2週間は、宇宙研の科学衛星でシステムを初めて担当する三菱電機鎌倉製作所の皆さんに宇宙研の地上系設備に慣れていただくことも兼ねて、電源系や通信系試験装置のバリデーション、ISACS-PLNを用いてのコマンド送信・管制系の確認に充てました。また、衛星バス部の組立てを開始しました。

7月からはいよいよ試験本番。バス系の各機器が衛星に組み付けられ、電気インタフェースが一つずつ確認されました。このころ国立天文台の高度環境試験棟では、アメリカから運び込まれた焦点面検出器部が日本側製作の可視光磁場望遠鏡の本体に結合され、さまざまな角度から望遠鏡の性能がチェックされ、最後にはシーロスタットを通して太陽光を導き入れ、望遠鏡が所期の性能を達成していることを確認しました。8月中旬にはイギリスから極端紫外線撮像分光装置が、下旬にはアメリカからX線望遠鏡が到着、さらに国立天文台から可視光磁場望遠鏡が宇宙研に搬入されてきました。ここで、毎年恒例の宇宙研一般公開日。新クリーンルームの東半分にはすべての望遠鏡がシリンダー形状の光学架台に据え付けられて鎮座し、西側には衛星バス部があるという状態で、2階通路の窓から衛星を見ていただくことができました。

9月10日には衛星バス部に光学架台部を結合。3つの望遠鏡を抱いた衛星としての形が完成。残る機械作業は、電気計装と多層膜断熱材の組付け。これらも程なく完了し、9月中旬からは熱制御系、環境計測系の電気インタフェース確認を経て、後回しにした姿勢軌道制御系のいくつかの機器の電気インタフェース確認へと進みました。



SOLAR-B衛星。2004年10月1日、宇宙研の新クリーンルームにて。

ここまでの歩みはいたって順調で、ステータス信号のビット反転やらメモリ内でのMSB/LSB順の取り違えなどのごく軽微なインタフェース上の齟齬が見つかった程度でした。「好事魔多し」という言葉があるし、ちょっと順調過ぎて危ないかな、という嫌な予感がし始めた9月30日、導通試験のために計装ケーブル間に差し込んだブレークアウトボックスの2つの端子の間でショート事故発生。ストレスが危惧される機器が一つで、入り口のところの部品交換だけで済んだのは不幸中の幸いでした。それでも、この機器を部品交換修理に出すために、衛星の解体（と再組立て、試験の順序を組替えて観測機器の電気インタフェース試験実施、また解体）と修理後の機器の再取り付け、衛星組立てなどで約10日間の追加作業が発生し、祝日と土曜日も作業する羽目になりました。

11月冒頭の時点で、上記の事故対応は終了しました。新たに見つかった不具合としては、観測機器制御ロジックにソフトウェア不具合がいくつかある程度で、一次噛合せ段階としては、ほぼ事前の予測の範囲内で順調に試験が進められてきていると評価しています。

しかしながら、試験が佳境を迎えるのはこれからです。この記事が活字になる11月20日ころまでに、すべての機器を同時に動作状態にして観測機器と姿勢軌道制御系の性能を詳細に評価する総合動作試験を終えなければなりません。さらに、可視光磁場望遠鏡がその撮像性能(0.2秒角分解能)をフルに発揮する上での最大の難関と予想される衛星姿勢の微小擾乱レベルを測定し、衛星内の可動部品に起因する擾乱がすべて許容範囲内にあることを確認しなければなりません。試験は12月中旬まで続きます。

振り返れば、相次いで襲来する台風にも、今日は何時までで試験を打ち切ろうかと悩まされていたのも、さすがに11月を迎える今日このごろとなつては昔話になりました。関係各メーカーの方々とともに最後まで気を緩めずに頑張りますので、応援をよろしく願います。

(小杉健郎)

復活したSFU

11月2日より東京都台東区上野公園にある国立科学博物館に新館がオープンし、その2階展示室にSFU(スペースフライヤーユニット)が永久展示されることになりました。SFUの正式名は宇宙実験・観測フリーフライヤーで、1995年3月18日種子島宇宙センターからH-IIロケット試験機3号機によって静止気象衛星「ひまわり5号」とともに打ち上げられました。数々の宇宙実験の後、1996年1月13日に軌道上でスペースシャトル「エンデバー号」に搭乗した若田光一宇宙飛行士によって捕獲・回収され、同月20日にはケネディー宇宙センターに帰還しました。詳細は『ISASニュース』No.190(1997年1月号)「特集 SFUとその成果」をご参照ください。

国立科学博物館の新館2階展示室のテーマは「科学と技術の歩み」で、実物標本資料を中心に展示されています。この展示室には私たち宇宙研のルーツである航空研究所時代の



の航研機、同じく目黒区の駒場キャンパスにその設計事務所があったYS-11などなじみ深い資料とともに、ペンシルロケットやベビーロケット、そしてSFUが展示されています。展示に先立ち、昨年9月より私たちは分散保管されていたSFUの機器の集積に取り掛かり、休日を返上して少しずつ再組立てを行いました。その結果、写真のようにようやく

一般見学者にお見せできるところまでSFUの実機を組立てることができました。この組立てには、多くの学生たちが参加してくださいました。この場を借りて感謝致します。

私たちは、国立科学博物館にSFUの実機を展示することにより、宇宙分野への教育普及活動の一翼を担えたと考えています。多くの方々に上野でSFUをご覧いただければ、私たちが1年かかって再組立てした苦勞も報われるでしょう。

(清水幸夫)

ISASメールマガジン 毎週火曜日に発行

2000年のホームページ新以来、懸案になっていたISASメールマガジンが、9月7日から毎週火曜日に発行されています。

登録ページにアクセスすると、「世界の宇宙科学の拠点であり、日本の宇宙科学の総本山である、JAXA宇宙科学研究本部がおくるメールマガジン! 最先端の宇宙科学に従事している研究者の、汗と涙と喜びに満ちた生の声

をお届けします。宇宙の謎を追う冒険に参加しませんか?」の文字が飛び込んできます。ISASメールマガジンに賭ける意気込みをくみ取っていただけると、担当者一同の励みになります。

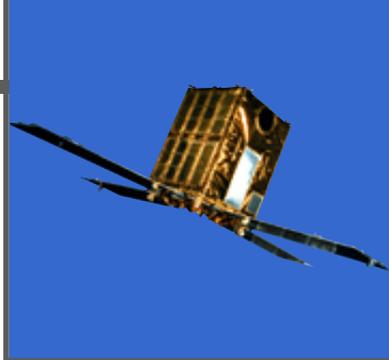
10月末で登録者は600名を超えています。これから登録される方は宇宙科学研究本部ホームページ <http://www.isas.jaxa.jp/j/> からどうぞ。(山本悦子)

ロケット・衛星関係の作業スケジュール(11月・12月)

	11月		12月	
相模原	頭	ASTRO-EII FM総合試験		末
			頭	ASTRO-F FM総合試験 末
	頭	SOLAR-B FM一次噛合せ		中旬
	頭	INDEX FM総合試験		末
		下旬	上旬	S-310-35号機 フライトオペレーション (アンドーヤロケットレンジ)
筑波	頭	SELENE FM単体環境試験		末

(FM : Flight Model)

浩三郎の 科学衛星秘話



「ぎんが」



井上浩三郎

「ぎんが」には、3種類の観測器が搭載されていました。主観測器は、この種の観測器としては世界最高の感度を持ち、X線強度の時間変動の観測によってX線源の構造を探る大面積比例計数管(LAC)。ほかは、ガンマ線バースト検出器(GBD)と全天X線監視装置(ASM)でした。

観測機器は1987年2月24日に高圧電源の投入が行われましたが、大マゼラン雲に超新星が出現したため急ぎ観測態勢に入り、標準的X線源であるカニ星雲による較正と並行してLACによる観測を開始しました。ASMおよびGBDは、3月末から稼働を始め、ASMは2個のX線新星を発見し、GBDは最初のバーストを3月4日に観測しました。

固唾を呑んだパドル展開

「ぎんが」は科学衛星で初めての本格的な3軸姿勢制御で、大変な技術開発がありました。ほかにもいくつかの課題を抱えながらの開発でした。システムを担当したNECの松井さんは、当時苦労したことを次のように語っています。

—まずは、4枚の太陽電池パドルを秒のオーダーで同期させて展開する初めての経験でした。打上げ後3日目から衛星を分離し、スピンを止め、ホイールを回転させパドルを展開させる一連のシーケンスがあります。このとき、もしパネル展開のタイミングがわずかでもずれると衛星はタンブリングし、姿勢制御困難な状態に陥る可能性もあり、大変心配しました。—

結果的には無事、初期姿勢確立まで良好に行われました。このシーケンスは、その後の宇宙研の衛星の基本になりました。

観測成果

「ぎんが」の観測器はこれまでのX線天文衛星で最も感度が高く、多くのX線源を観測し、新しい事実を次々と発見し、特に銀河系外のX線源の観測に威力を発揮しました。これらの多くの素晴らしい成果の詳細を述



観測器をチェックされる榎野文命先生(右)

超新星からのX線をとらえた「ぎんが」その2

べることはできませんが、主なものは次の通りです。

- (1) 超新星SN1987AからのX線の検出
- (2) 新しいX線パルサーの発見
- (3) 明るいX線新星の発見
- (4) ガンマ線バーストのスペクトル構造の解明

特に、LACの感度は非常に高く、全世界の貴重な共有財産として、国内外からの観測の申し込みが殺到しました。衛星主任の榎野文命先生は、日夜その対応に追われたそうです。

日食でセーフホールド姿勢へ落ちる

ミッションも終わりに近づいたころ、ハワイ上空辺りで長い日食に遭遇し、「ぎんが」はセーフホールド姿勢に落ち込みJVC(アンダーボルテージコントロール)が動作し、各機器がオフされる予想外の出来事が発生しました。

これは普通、衛星は日照(昼)、日陰(夜)を繰り返しながら周回しており、夜(日陰)の後には太陽(日照)が来ることを前提に衛星はロジックが組まれ、姿勢を常に保持していますが、太陽が来ないと衛星は姿勢保持ができなくなり、セーフホールド姿勢に落ちたのです。

セーフホールドとは、衛星に重大な不具合が発生したとき衛星を助けるために、ある安全な姿勢に自動的に持っていくことです。

このセーフホールド姿勢を元に戻すのに数日間かかります。内之浦の運用担当者から「衛星が長生きすると、いろいろなことが起こりますねえ」とメッセージが送られてきたと、当時観測機器を担当していた牧島一夫先生(現東大教授)は思い出を語っておられます。

「ぎんが」における国際協力

「ぎんが」の観測機は英国、米国など外国の研究者と共同で製作、試験などを行い、多くの観測を行って、素晴らしい成果を挙げました。そのため多くの研究者が日本を訪れ、また日本からも英国、米国などへ訪れ、機器の開発やデータ解析などを行いました。

外国の研究者の中には1ヶ月以上滞在した人もおり、内之浦に滞在したイギリスの方(岸良の児玉旅館に宿泊していた)は大の魚好きで「1年分の魚を食べました」と喜んでいました。

かくて1987年2月5日に打ち上げられた「ぎんが」は、1991年11月1日に大気圏に突入し消滅しましたが、すべての観測機器は最後まで正常に動作し、約350のX線天体を観測しました。消滅後もデータの解析および論文の作成は、外国の研究者と続けられました。

(いのうえ・こうぞぶろう)

過去の「東奔西走」では、海外出張中の失敗を面白おかしく書く方と、実直に出張の様子を述べられる方に分かれる気がする。自分も若いころは(他人にとっては)面白い失敗も多く繰り返してきたが、さすがに40の坂を半ば越えると、失敗を失敗とも思わず、一日たてば忘れてしまうという態度が身に付いたため、さて何を書いたらよいものかと考えてしまった。やはり、まじめに出張の様子を述べ、若い人たちに「海外出張かくあるべし」と思っていたくようなことを書くことに致しましょう。

機内持ち込み手荷物の中は……

10月の初めにスウェーデンのキルナまで行った理由は、ESAが火星周回軌道に投入したマーズ・エクスプレスのデータを眺めるためである。

話は変わるが、先日、読み切れぬ数のメールに辟易し、なぜこのように多いのかと分類したところ、自分には宇宙研研究者という本務に始まり、末は自宅の犬の散歩係に至るまで20以上の仕事があって、それに関連するメールが矢継ぎ早に来ることが判明した(犬からはさすがに来ない)。道理で、研究などできつこないと半ば納得したが、それにつけてもときにはサイエンスの薫りにも触れたいも

のと、人様のデータながらスウェーデン宇宙物理研究所(IRF)がマーズ・エクスプレスに搭載したプラズマ観測機器ASPERAの初期の結果をのぞきに行ったのである。

行きの道中は、研究室D1の金尾さんと一緒だった。彼女は3ヶ月キルナに滞在して、ASPERAデータから火星プラズマ境界域の物理を盗み取ってくる腹なのである。成田空港で彼女と落ち合うと、異様に重たそうなバッグを抱えている。女性のバッグの中身を詮索するのいかにがなものかと思ったが、思わず^{なだ}質すと、日本食品だという。そんなものならば預けたトランクに入ればよかったじゃないか。しかし実は、トランクは満杯で、4kgの超過重量に対して3万円の超過料金を払ったという。その4kgが実はさらにトランクに入っている日本米の重量とピタリ一致というから、つまり1kg当たり7500円のお米を担いで北極圏まで出掛けたわけだ。2日後、キルナでは彼女のロッジの台所で、高価なおにぎりをこ

しらえている様子を見ることができた。

火星周辺のプラズマの中は……

さて、コペンハーゲン、ストックホルムを経てキルナにたどり着いた我々を、冷たい雨が迎えてくれた。前回キルナを訪れたときは大違いである。あの時は、全天を覆い尽くすオーロラが迎えてくれたのに。研究所にいる二穴君が来てくれ、IRFにて早速データの説明を聞く。病気をしていた山内君も前回に比べると驚くほどの回復ぶりに参加。教授となったStas Barabashも自慢げにデータの説明をする。

3軸制御の探査機にプラズマ観測装置を積むことの不利は頭では分かっていたが、実際にデータを見ると、なかなかこれは難物と思わされる。静電偏向電極で空間を角度スキャンしているため、一つの3次元速度分布関数を取得するのに3分という長い時間がかかる。その間に探査機は長い距離を飛んでしまうため、分布関数の変化からプラズマの変化する境界を同定することは困難に思われた。かといって電子のデータは2次元データに限られ、しかも磁力計を搭載していないので異方性をどのように解釈してよいのか、もう、よく分からない。これは苦勞するなあと思いつつも、やはり、自分たちで観測装置を組み立て、自分の手でデータを取ったチームの心意気には頭を下げるしかない。しばらく眺めるうちに、だんだんと想像力も増してきて、火星周辺のプラズマの中で何が起きているのか、ああでもないこうでもない議論できる時間を、うれしく思うのであった。

初雪の中で……

キルナでは、食べることにはあまり苦勞しない。悪く言えば選択の余地があまりないのである。最初の晩は町一番のホテルのバイキング、次の日は山内君のお宅にお呼ばれ。3日目になると行くところはなく、泊まっているロッジの台所でステーキを焼いて二穴君、風間君、金尾さんとワインを2本空ける。日本から持っていった「スターウォーズ」のDVDを皆で見て楽しくお開き。翌朝はロッジの周りを初雪が覆っていた。

帰る飛行機を待つ間メールをチェックすると、父が入院との報。17年前、新婚旅行先のバルセロナから自宅に電話すると祖母が亡くなってお葬式の準備最中ということもあったが、それほど早くは日本に帰れない。2日後、成田から病院に行けば、父は医者と喧嘩をするほどには元気で、それから2週間後にはペースメーカーを体に埋め込んで無事退院。一件落着のスウェーデン訪問でした。

(なかむら・まさと)



初冠雪の中、バスを待つ金尾さんと二穴君。



只今，編集集中

構造機能試験棟，2階光学計測室の奥に，16ミリフィルムの缶が山のように積まれている。Mロケット開発研究のころから撮影記録してきたものだ。現在，私はその蓄積されたフィルムのカットポジ編集に携わっている。

電通テックという会社で映像制作のプロデューサーをしていた私と宇宙研とのかかわりは1985年8月，第10号科学衛星「すいせい」の映像記録から始まる。それから13年，第18号科学衛星「のぞみ」の記録と作品を最後に手掛け退職した。このような背景があって，昔を懐かしみながら作業をしている。

——「すいせい」のフライトオペレーションで，初めて鹿児島宇宙空間観測所（現在の内之浦宇宙空間観測所）入りしたときの事です。当時，宿舎は銀河荘でした。体を動かして汗をかいた後の冷えたビールはうまいものです。夕食時間，ひと風呂浴びてさっぱりした監督，カメラマンらと1階の大食堂に集合しました。席に着くとロケット班の林さん，データセンターの桜井さん，記録班の前山さんから皆さんのサイン入り一升瓶が回ってきました。これが，本タイトルと同じ「いも焼酎」と後で知りました。食前，焼酎を酌み交わす皆さんを後目に，私はただ一人ビールを楽しんでいたのです。何せアルコールは，ビールしか受け付けられない体なのです。

といいますのも，得意先の一つにビール会社があり，この会社の販売促進用ビデオパッケージの台本に製造工程のシーンがありました。その撮影終了後，試飲コーナーでビールを呑みながらの打ち合わせとなります。1週間続く

坂本頼俔

元・(株)電通テック
現・ブロードバンドテレビ(株)

撮影なので，必然的にビール漬けとなるのです。特に大ヒット商品となった[一番搾り 生]の映像完成打上げでのこと，場所はK社の社員クラブ。大広間の卓上には大壺40本が並んでいます。なんと脇にはPケース(大壺20本入り)が料飲店のように山積みされているではないですか。得意先，代理店，映像，

印刷関係の代表合わせて12名，席に着き宴が始まる。K社の皆さんは業種柄か酒豪ぞろい，次々と中ジョッキが空になる。手拍子が鳴り，私も一気に空けていく(これもプロデューサーの仕事)。このときが，人生最初で最後の記録となった大壺15本。以来，ビール体質に変造してしまったのです。ちなみに，このときの最高は25本を空けた当社のカメラマンでありました。——

週2回，光学計測室の錠を開け入室する。すると，たちまち現像液と定着液の匂いが鼻をくすぐる。そこにはビール工場の麦汁仕込室の薫りがある。頭れる40年分のネガフィルム，ポジフィルム群。研究・開発・実験・打上げの歴史だ。

そんな素敵な空間で，今日も編集作業を始めるのである。

(さかもと・よりさと)



「のぞみ」打上げ前日，鹿児島宇宙空間観測所にて。

惑星が生まれるところを見たい!

赤外・サブミリ波天文学研究系助教授

片坐宏一

—今月号の「宇宙の〇人」で紹介している「が
か座β星における微惑星のリングの発見」の論
文はイギリスの科学雑誌『Nature』（2004年10
月7日号）に掲載され、新聞各紙でも取り上げら
れました。研究グループの一人として、観測した
ときから大発見の感触はあったのでしょうか。

片坐：実は、まったくありませんでした(笑)。すばる
望遠鏡に取り付けた中間赤外線撮像分光装置
COMICS^{コミックス}で、がか座β星を観測したのは2003年
12月です。観測は2日間でしたが、どちらもいまひとつ
の天気でした。がか座β星は南天にあり、すば
る望遠鏡があるハワイでは高くまで昇ってきません。高度の低い天体は
大気の影響を受けやすく、天気が悪くと観測データの精度は極端に落
ちます。観測所への報告書には、「天気が悪く、観測データは多分使い
物にならないでしょう」と書いたほどです。

がか座β星は、星の周りに塵とガスから成る円盤を持つ、とても有名
な天体です。このような円盤の中で、塵が集まって微惑星となり、微惑
星が衝突・合体を繰り返しながら惑星が誕生すると考えられています。
中間赤外線を使うと、円盤をつくっている塵を観測することができます。
COMICSを開発しているときから、がか座β星を狙っていました。しかし、
なかなか観測する機会に恵まれず、ようやく念願がかなったときは天気が
悪い。ちょっと悲しかったですね。

ところが、岡本美子研究員が観測データの解析を進めていく
うちに面白そうな結果が出始めた。円盤が放つ中間赤外線を
COMICSで分光観測すると、塵の大きさや種類が分かります。その結
果、微惑星がリング状に分布していることが明らかになってきたので
す。「これはNature級の発見だ」と分かるまでに2ヶ月かかりました。
詳細は、「宇宙の〇人」や宇宙研のホームページの宇宙ニュース(<http://www.isas.jaxa.jp/j/snews/2004/1007.shtml>)をぜひご覧ください。

—今回の発見を可能にしたポイントは?

片坐：まずは、すばる望遠鏡の性能。そしてCOMICSの性能です。分光
データを取りながら天体の像もモニターするという観測しやすさへの配
慮の行き届いた中間赤外線の観測装置として、世界で最も早く立ち上
がったCOMICSを用いることで、今までにない詳しい観測が可能になっ
たのです。

—片坐さんは、なぜ赤外線天文学を選んだのですか?

片坐：赤外線が、人類にとって新しい波長の電磁波だからです。新しい
ことを開拓していくのが好きなんです。新しい波長で宇宙を見ると、必ず



かたざ・ひろかず。1961年、兵庫県尼崎市生まれ。1990年
京都大学大学院理学研究科修了。京都大学大学院理学研
究科研究員、科学技術庁科学技術特別研究員(郵政省通信
総合研究所勤務)を経て、1992年、東京大学理学部天文学
教育研究センター助手。2000年4月、宇宙科学研究所助教授。
専門は赤外線天文学。すばる望遠鏡の中間赤外線撮
像分光装置COMICSを開発。現在は、赤外線天文衛星
ASTRO-F、SPICAの開発に携わる。

新しいものが見えてくる。それが面白い。

—2000年に宇宙研に移り、現在は赤外線天文
衛星ASTRO-F、SPICAの開発をされているそう
ですね。

片坐：がか座β星の円盤は、1983年に打ち上げられた赤外線天文衛
星IRASの観測によって発見されました。IRASは初めて赤外線ですべて
を観測した衛星です。IRASよりもっと高い感度・分解能で全天を観
測し、赤外線天体のカタログを刷新しようというのが、ASTRO-Fです。
たくさんの円盤を観測することで、円盤がどのように進化していくかが明
らかになるでしょう。

ASTRO-Fの次に計画されているSPICAは、3.5mの大口径です。す
ばる望遠鏡では観測できないような暗い天体も見えてくるでしょう。
星の周りの円盤は塵とガスから成りますが、今観測できているのは塵
だけです。大口径、そして宇宙で観測するSPICAは、ガスが放つ赤外
線も詳しく観測できますから、円盤の全体像に迫ることができるよ
うになります。

—子どものころの夢は?

片坐：小学生のころは、大工さんになりたかったんです。物をつくること
が大好きだったので。

—では、これからの夢は?

片坐：がか座β星は、惑星の形成過程からいともかなり進化していて、も
う惑星ができてはいるはず。もっと早い段階、惑星が生まれるところを
見たいですね。そのためには、地上でも宇宙でも、さらに大きな望遠鏡
が必要です。

日本でも、地上に口径30mの望遠鏡をつくるという計画があります。
SPICA級の衛星を複数打ち上げて干渉計にしよう、もっと大口径の望
遠鏡を打ち上げようという構想もあります。でも、お金をかけて力づくで
大きくしたくだけでは面白くない。新しいアイデアや方法を持ち込んで、今
までできなかったことができるようにならないと、進歩ではありません。し
かも、それを自分でやりたい。自分でいろいろ工夫して観測装置をつくり、
今まではかの人が見るできなかった新しいものを見たいですね。

ISASニュース No.284 2004.11 ISSN 0285-2861

発行/独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部
〒229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL: 042-759-8008

本ニュースに関するお問い合わせは、下記のメールアドレスまでお願いいたします。
E-Mail: newsedit@adm.isas.jaxa.jp

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

*本誌は再生紙(古紙100%)を使用しています。



編集後記

ASTRO-EII衛星の打上げ延期は、H-IIAロケットの再開に集
中するためであるが、メーカーや世界中の研究者など、皆
さまにはご迷惑をおかけしている。チームメンバーの一人として、次
の打上げウィンドウへ向けて、衛星の維持・管理に万全を尽くすとも
に、データを心待ちにする科学者の一人として、爪を研ぐことも忘
れてはなるまい。衛星そのものではなく、科学的成果こそが目的なの
だから……。(中澤知洋)

デザイン/株式会社デザインコンビピア 制作協力/有限会社フォトンクリエイト