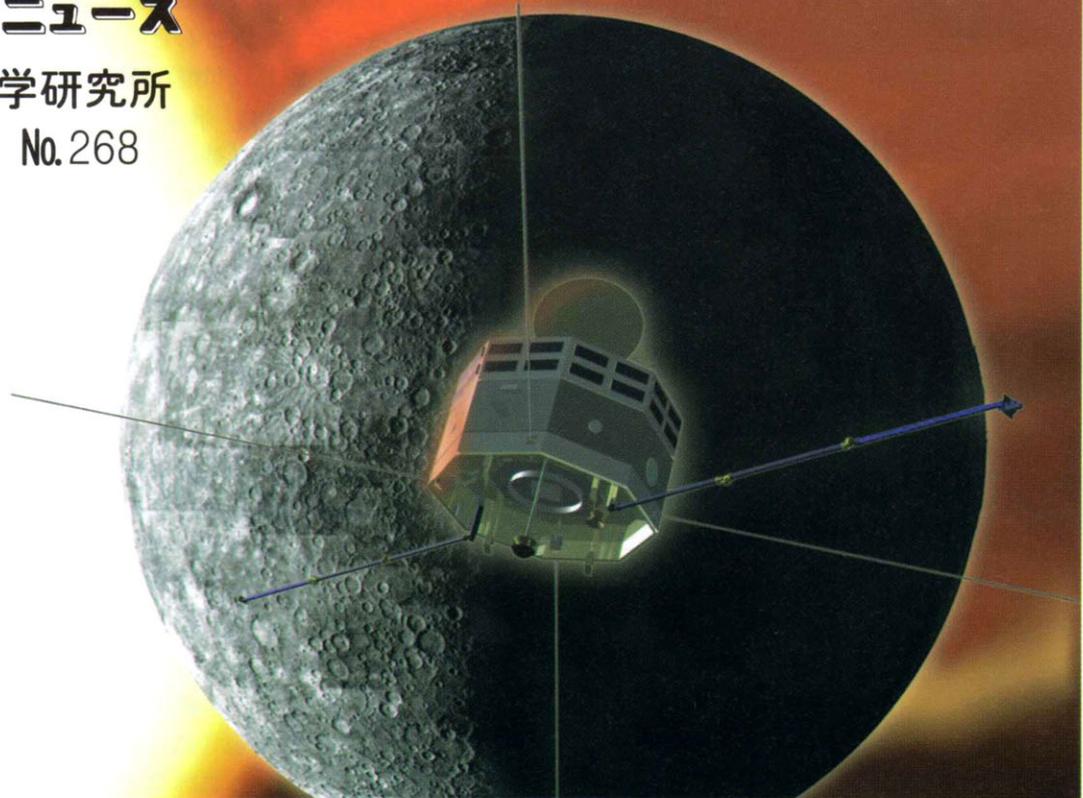




宇宙科学研究所

2003.7 No.268



▲BepiColombo 水星磁気圏探査機 (MMO) (本文記事参照) 提供：京都大学宇宙空電波科学研究センター

〈研究紹介〉

大都会－東京の真ん中と初期宇宙

金沢大学理学部 村上 敏 夫

1. いきさつ

宇宙研の屋上に、直径が1.3mφもあるかなり大きな望遠鏡があることを知っていますか？13年前の日本なら3番目くらいに大きかった。でも、「こんなに空が明るい大都会の中では、何か意味のある観測ができるとは思えない」が常識的な判断でしょう。この程度の大きさの望遠鏡は、今なら地方公共団体に幾つもある時代です。にもかかわらず、この望遠鏡を使って、宇宙物理の最前線に“果敢に挑戦”しようとする物語です。まだ成果は出ていませんが、読んでみて下さい。

私は長く宇宙研に在籍しました。そして2年前に金沢大学に移りました。研究室には毎年たくさんの学生が希望に燃えてやってきます。大学院生を含めてもう10名にもなります。「彼らに面白いことをやらせたい」。もちろん私の専門は人工衛星を使ったガンマ線バーストの観測。今も、金沢大学でASTRO-E2衛星に搭載する半導体検出器を製作し、宇宙研の活動の一翼を担っています。しかし、本来は2000年に打ち上がり、データの山になるはずだった我がASTRO-E衛星は、軌道も期待も“ちょっと”外れて、データが無くなってし

まいました。困った！4年生にいきなり衛星開発は無理ですし、そんな私の頭に浮かんだのが、この望遠鏡を使った観測でした。それでは宇宙研屋上のドームとその内部の望遠鏡の写真を紹介しましょう。A棟前のロケットとこの銀色に輝くドームは「宇宙への窓」と見えませんか？

2. それで何をやるのさ？

私は最近、とても奇妙な研究を始めています。ガンマ線バーストを使って～130億年前の宇宙の様子を調べようとしたのです。つい最近、WMAP衛星のマイクロ波の観測から、「宇宙は137億年前にビッグバンで始まり、135億年前には最初の星が作られ、それは巨星だった」と報告されました。新聞にもデカデカと出ましたね。この最初の巨星の崩壊でブラックホールが作られるのですが、その時にガンマ線バーストを出す。巨大望遠鏡「すばる」を使っても、この時代を見ることはできません（がんばって～100億年前までかな）。ガンマ線バーストは、そのような遠方から平気で来ているらしいのです。そこで、ガンマ線バーストの明る

さと頻度分布を使って～130億年前の星の誕生の様子を“多くの批判”にさらされながら計算していました。批判の多くは、「現在までにガンマ線バーストの年齢がわかっているのは～100億年前までだが、より暗いガンマ線バーストがたくさんあるからといって、それを勝手に遠くまで外挿するのは冒険だ!」というものでした。全く道理です。内挿ならともかく、もともとどうして作られたか分からないガンマ線バーストの明るさ分布を使って、外挿するんですから“無理を承知”でした。その研究の中で、それなら一個でも良いから～130億年前の年齢（距離）を観測して確認したい。私の計算が正しいか？確認ができる。距離か年齢を測る実験が出来ないか？と、金沢のおいしい魚と和菓子を食べながら考えていました。もし～130億年前のガンマ線バーストが複数見つければ、初期宇宙の星の生成の歴史も分かりますし、それに最も遠い天体を見た“男”になれる。



図1 宇宙研屋上に設置された赤外線望遠鏡のドーム。宇宙研の敷地内からは見えないこのドームの存在を知る人は少ないでしょう。

3. 方法

ガンマ線バーストは、その爆発中に限れば大変に明るい。宇宙で最大の爆発と呼ばれます。いままでは、中性子星を残す超新星の爆発が最大の爆発と信じられてきましたが、1997年になって、ブラックホールを残すガンマ線バーストがより大きな爆発であると確認されたのです。数十億光年先で発生なら、双眼鏡でも観測出来る程に明るいのです。バースト中では、可視光では9～13等級程度の「光フラッシュ」が観測されます。「光フラッシュ」と特別に呼んだのは、これが1～2分間程度しか続かないからです。すぐに減光していってしまう。ガンマ線バーストが130億光年の先で起きてても観測できそうなのは、この明るさにあるのですが、悲しい程に短命です。この数分間に勝負をかければ、130億光年先の様子も夢ではない！やってみる

価値はあるのではないか？光を受けるだけではなく、距離（年齢）も測定しなければなりません。この困難をやろうと言うわけです。ちょっと専門用語を使いますが、距離（年齢）は宇宙膨張による輝線の赤方偏移： z を使います。水素のライマン α 線が $z\sim 10$ （130億光年）では赤外線になりますから、分光装置を持った赤外線検出器NICMOSを使うことになります。このアイデアを持って最初に相談に行ったのは名誉教授の奥田先生でした。先生のためわく、「赤外線に限れば東京の空は岡山と同じだよ。やってみてごらん」と言われたのです。そこで、宇宙研の中川先生と村上（浩）先生に、「この望遠鏡がほしい。もっと観測条件が良い野辺山に持って行きたい」と脅迫したら、「そうね、1億円もあればできるだろう!」と言われて、引き下がりました。「なら天文台の小林先生に相談すれば、助けてくれるよ」とてもうれしい答えでした。それから小林先生と山崎さんと鈴木くんとで作業を始めました。数年間も使われたことが無く、壊れた98からLinuxに変更し、インターネットに接続してNICMOS赤外線検出器の整備。これを助手になった米徳くんと学生が参加して始めたのです。ガンマ線バースト研究会を主催されていた京都大学の中村先生と筑波大の梅村先生が「科研費を取ろうよ!」とプッシュしてくださって、科研費で活動できるようになりました。

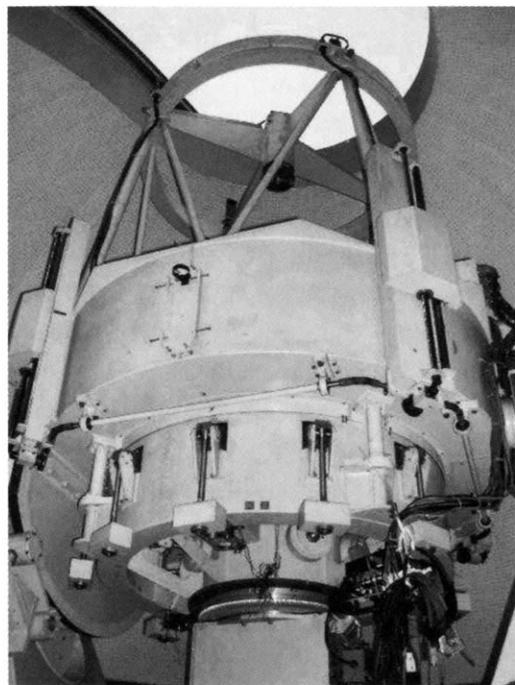


図2 ドーム内部の望遠鏡。国内で最大の望遠鏡が1.8 m ϕ であることを考えると、直径が1.3m ϕ は結構大きい。その後の多くの公共天文台のデザインの参考となった。赤外線専用望遠鏡で、可視光に限れば小型のアマチュア望遠鏡に負ける。可視光では16号線に近い相模原では、なかなか観測が出来ない。最大の光は、隣の運動公園の照明ライトからです。

4. 開発

ガンマ線バーストの発生は、HETE-2やSwiftのような人工衛星からリアルタイムでメールで受けます。あらかじめどの方向で発生するか分からないガンマ線バーストを待ち受けるシステムは、このメールで突然たたき起こされて動き始めます。1.3mφの巨大望遠鏡とドームが、電子メールに反応して突然動き出すのはさすがにダイナミックです。ただ、これはとても危険なことで、はさまれたら事故になりますから注意しています。独占できる専用望遠鏡の強みですね。寝ていた恐竜が立ち上がってくるような感じです。しかし98月にチューニングされているこのシステムの手度はとても遅く、目標天体までには2分もかかることがわかり失望してしまいました。現在では、無人でも金沢からの遠隔操作でも動かせる状態にあります。金沢にいて、東京のシステムを整備することはなかなか大変です。去年は投入した旅費だけでも150万円を越えました。幸いX線グループの井上先生が私を客員にしてください、村上(浩)先生が共同利用研究に採択してくださいました。それでも宇宙研のシステムを金沢で開発するのは難しいことです。そこで考えたのは、大きさは0.3mφと小さいが、同じ様なシステム(ドーム、赤道儀、検出器、Linux)一式を金沢大学の屋上にも設置して、技術を磨くことにしたのです。ここで確立した手法を東京に移植して、できるだけ東京には行く回数を減らす。全てネットに繋がったパソコンでの制御ですから、金沢でもある程度の開発が出来ました。

5. てんやわんやの予備観測

金沢での平行開発は成功でした。3月29日、東京のシステムがまだ立ち上がっていないときに、金沢のシステムがガンマ線バーストの観測に成功したのです。もちろん金沢のシステムには分光の能力はありません。観測が出来た証拠をお見せしましょう。CCDでの星の像で、○で囲んだところがガンマ線バーストに伴って出た「光フラッシュ」で、~13.1等級もありました。まだ誰も見たことが無い、何十億光年先から初めて今届く光は、まあ恋人を独占しているような気分ですね。5月28日のガンマ線バーストでは、宇宙研ドームも自動で反応しましたが、残念「光フラッシュ」はありませんでした。「光フラッシュ」のあるものと無いものがあります。理由はわかっていません。「アイデアは良し、さて1.3mφの出番です」。あとは分光して距離を決めることですが、まだNICMOS赤外線検出器とプリズム-グリズムは完成していません。Swift衛星が打ち上がるまでに準備しましょう。3年程度は観測を続けたいと思いますので、サポートをお願いします。それにしても、13年前のこの旧式望遠鏡をオーバーホー

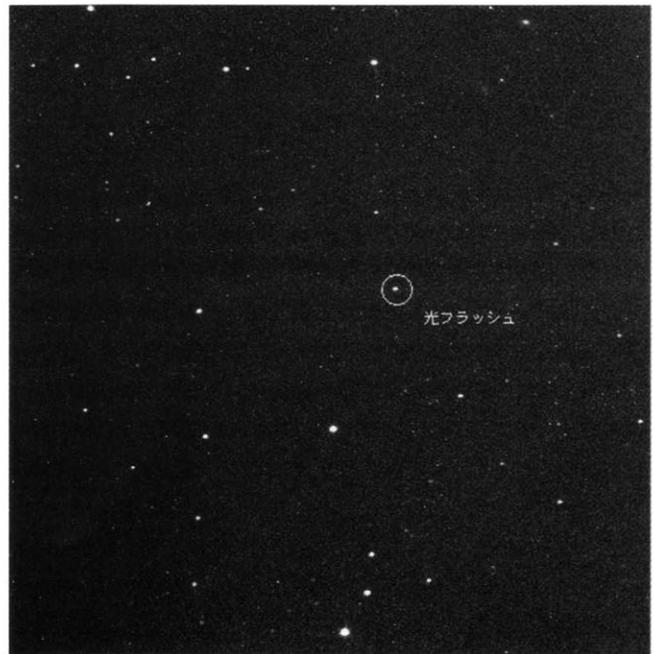


図3 金沢ドーム望遠鏡：0.3mφで観測したガンマ線バーストの光フラッシュ。~13.1等級もあったが、距離は数十億光年もの先である。こんなに小さな望遠鏡でも~19等級の星を観測することが出来、数十億光年先を見ることができる。

ルするお金がほしい(パトロンを探しています)。

6. 星を見てみたい!

この話を読んで、「私この屋上望遠鏡で星をみてみたい!」と思われた人も多いでしょう。残念ながら、赤外線用に開発されたこの望遠鏡は可視光には向いていないのです。鏡の一部に金が使われ黄色い星になり、像もちょっと悪い。観望会を期待した人は残念でした。こんな旧式の望遠鏡で、宇宙の始まりや最も遠い宇宙を狙う観測や研究ができるのは愉快です。「観測に成功してから書け!」ですね。この分野は、眠っていた望遠鏡の活用法として、現在世界中でブームになっています。もちろん、ガンマ線バースト発生、一日後もすれば、NTT、Keck、Subaru等の8mφもある巨大望遠鏡での観測も可能で、競争は熾烈なのです。こんな巨大望遠鏡が活躍する時代に、この仕事を始めてもう一つ驚いたことは、大都会：東京のど真ん中、理研の屋上で、たった一人で0.3mφで頑張る鳥居くんを知ったことです。最近の観測では必ず彼が単独で研究者メールに名前を出してくる。しかも彼の観測は世界から高い評価で迎えられている。まだゲリラが活躍できる学問です。

この号がISASで自前編集される最後の号になると聞きました。きっと、体裁を変えてJAXAとしての再出発となるでしょう。充実した広報誌の編集、発行を長い間ご苦労様でした。(むらかみ・としお)

お知らせ



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（7月・8月）

| | 7 月 | 8 月 |
|-------------|------------------------------------|-----|
| 相 模 原 | DOM-4 真空燃焼試験 22 ← (あきる野) → 7 | |
| | ASTRO-F 総合試験 | |
| 能 代 | LUNAR-A 母船-ペネトレータ噛合せ試験 21 ← → 末 | |
| | ASTRO-E2 一次噛合せ試験 1 ← → | |
| 三 陸 | ATREXエンジンシステム燃焼試験 20 ← → 8 | |
| | 第1次大気球実験 ← 18 | |

★人事異動

| 発令年月日 | 氏 名 | 異 動 事 項 | 現 (旧) 職 等 |
|----------|-----------|------------|------------|
| | | (昇 任) | |
| 15. 7. 1 | 森 田 泰 弘 | 宇宙推進研究系教授 | システム研究系助教授 |
| 〃 | 澤 井 秀 次 郎 | システム研究系助教授 | システム研究系助手 |

「宇宙学校 in たけとよ」受講者募集中

日時：平成15年8月2日（土）9:30～16:30

場所：愛知県知多郡武豊町字山ノ神20-1

武豊町立中央公民館

TEL 0569-73-2424

交通：名鉄「知多武豊駅」から徒歩8分

JR「武豊駅」から徒歩12分

●時間割

開校式 9:30～

第1時限（9:40～11:30）太陽系の謎に挑む

1. 惑星探査機による古代太陽系の発掘
岡田 達明 助手

2. 宇宙と生きもの 黒谷 明美 助教授

映画「オーロラのふるさと」

第2時限（12:10～14:00）宇宙を拓く技術

3. 近未来の宇宙ロケット

—宇宙旅行の実現をめざして—

成尾 芳博 助手

4. 日本初の小惑星探査ロボット「ミネルバ」
久保田 孝 助教授

映画「人工衛星」

第3時限（14:30～16:20）銀河とブラックホールの世界

5. 熱い宇宙 山崎 典子 助教授

6. 英雄という名の銀河

松原 英雄 助教授

映画「ブラックホールを探る」

●概要

対象：小学5年生以上対象

定員：各時限450名

応募方法：往復ハガキに住所、氏名、年齢、電話番号と希望する時限を第3希望まで書いて下記までお申し込みください。2名以上の場合は全員の氏名、年齢をお書きください。7月28日消印有効で先着順です。

申込先：〒470-2336

愛知県知多郡武豊町字山ノ神20-1

武豊町教育委員会町民会館準備室

★シンポジウム

「アストロダイナミクスシンポジウム」

開催日：7月24日（木）～25日（金）

場 所：宇宙科学研究所 研究・管理棟2階会議場

「月・惑星シンポジウム」

開催日：8月4日（月）～6日（水）

場 所：宇宙科学研究所 研究・管理棟2階会議場



★「はやぶさ」のイオンエンジン運用

5月9日に打ち上げられた小惑星探査機

「はやぶさ」は、その後も順調に飛行を

続け、1日に約30万kmの速さで遠ざかり

つつあります。ちょうど探査機との交信時間が1日毎

に2秒ずつ伸びている勘定です。7月はじめには、0.1

AU（天文単位）を超えました。

イオンエンジンの運用については関係各方面でご関

心とご心配をいただいております。高圧電源を用い

るために発生しうるガスを十分に出し切って（ベー

キング）大きな放電がないように準備を重ねて参りまし

て、わりに長い時間を要しての立ち上げとなりました。

エンジンは全部で4基あり、1つ1つの性能の確認と

「個性」を見極めていくところです。同時に運転する

台数は3台で、3台の高圧電源を4台にふりわけると

スイッチの選択も含めての確認だったので、時間を要したわ

けです。5月27日に、イオンエンジンにはじめて「灯

をいれ、先日6月25日には3台のエンジンを同時に稼働

させて加速を開始しました。

当初は、イオンエンジンの加速量はきわめて小さい

ことから、加速度計で計測できるものでもなく、長期

間にわたる軌道決定を行わないと加速性能の見極めは

できないと考えていました。しかし軌道修正作業で

「のぞみ」などでも用いてきた通称「マヌーバモニタ」

という2-way Dopplerの予想値と瞬時計測値の差を実時

間で表示する表示装置で、幸いにして実測できること

がわかり、現在では $4 \times 10^{-6} \text{G}$ という微弱な加速量を、

驚くべきことになりかなり高い精度で計測処理することが

できています。

現在のところ、イオンエンジンの性能は地上試験で

の値によく合致しており、順調な加速を行っています。

来年の地球スウィングバイまでに加速する量は500m

/sec弱で、おおむね年内いっぱいから来年はじめまで

には、要求された加速を完了できる見込みです。

（川口淳一郎）

★赤外線天文衛星ASTRO-Fの打上げ延期

ASTRO-F衛星は、天体からの赤外線を観測して、

宇宙初期の銀河の誕生や進化、暗黒星雲中での星や惑

星系の誕生の秘密を解き明かすのを目的とした衛星で

す。赤外線天体観測衛星としては日本で初めてのもの

で、2004年2月の打上げを目標にこれまで開発が進め

られてきました。しかし望遠鏡主鏡を支持する部分が、

打上げ時の振動や衝撃で壊れる可能性が明らかになり、

これを改修するために、残念ながら打上げが延期され

ることになりました。

ASTRO-Fは有効口径67cmの反射望遠鏡を搭載して

います。この望遠鏡は、液体ヘリウムを使って -270

$^{\circ}\text{C}$ 近くまで冷却して使用される特殊なものです。鏡は

炭化ケイ素で作られており、これがチタンやアルミな

どの金属でできた構造に取り付けられています。試作

品を用いた極低温下の試験では特に何事も起きません

でした。しかし実機の試験で、鏡の取り付け部分が外

れる不具合が起き、その強度が不足していることが明

らかになりました。この問題を解決するために対策委

員会が作られ、故障原因の詳しい調査や、改良方法の

検討が始まっています。

ASTRO-Fの打上げがいつになるかは、まだ決まっ

ていませんが、故障の原因究明と改修を行なって打ち

上げられる状態に復帰するには、1年程度かかる見込

みです。今後は、問題点を確実に直した上で、できる

だけ早く打ち上げられるよう、最大限の努力を払おう

と考えています。

ASTRO-Fを使ってどのような観測を行い、どのよ

うな研究を進めるかについては、国内外の多くの天文

研究者の参加を得て議論を進めてきました。この観測

計画を最終的に決定する日程も、打上げ延期に伴って

変更されることとなりますが、これまでの活発な議論

を中断することなく、少しでも多くの成果をあげられ

るよう、引き続き知恵を絞りたいと思います。

（村上 浩）

★ASTRO-E II 衛星の現状

ASTRO-E II 衛星の準備は2005年の打上げを目指し

て順調に進んでいます。2000年のASTRO-Eの打上げ

失敗の後、ASTRO-E II 計画は2001年4月に正式にスター

トしました。まずASTRO-Eと同じ衛星を作れるか？

という検討を中心にASTRO-E II の設計検討を約1年間

行いました。入手不可能な部品があるなどの理由で、

実は同じものを作ることはそう簡単ではないのです。

それと同時にリスクのない範囲内での観測装置の改良を検討し、ASTRO-Eの時のプロトモデル等を利用してその実証試験を行ってきました。これによって、ASTRO-Eでも史上最高のエネルギー分解能を達成していたX線分光検出器(XRS)のエネルギー分解能をさらに2倍向上し、これを冷却する冷媒(液体ヘリウムと固体ネオン)の寿命も1.5倍程度延ばすこともできました。またX線反射鏡の迷光を除去したり、X線CCDに放射線劣化対策をほどこし電極を付加するなどの改良も行います。これらの検討結果は2002年6月の設計確認会において所内の理工の諸先生方にレビューしていただきました。この7月からは、いよいよ一啗試験が始まります。宇宙研クリーンルームでは3衛星の試験が同時進行する時期もあり過密状態となりますが、お互いにスケジュールを調整し乗り切りたいと考えております。関係の方々には御協力をお願いいたします。10月には衛星として組み上がった姿を見られる予定です。(満田和久)

★国際共同水星探査計画BepiColombo、宇宙開発委員会における評価を経て次の段階へ

太陽に最も近い灼熱の惑星である水星は、飛翔体を用いた直接観測としては1970年代の米国のMariner 10によるフライバイ時の観測があるだけです。Mariner 10は水星にはないと考えられていた磁場と磁気圏活動の予想外の発見をもたらしましたが、その究明は30年以上続く夢に留まっていました。

ISASでは1997年に水星探査ワーキンググループを結成し、1998年に日本独自の水星探査計画を纏めました。1999年のESA(European Space Agency)からの共同検討の提案、2000年のISASの参加意志の表明を経て、2000年にBepiColombo計画がESAの大型計画(Cornerstone)として正式に選定されました。ISASにおいては、2001年の宇宙理学委員会への提案を経て、2002年初頭に評価のうえ正式に認められています。

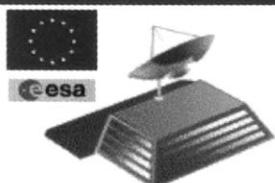
BepiColomboは、ESAとISASがそれぞれ探査機システムを担当する初めての本格的な日欧国際共同プロジェ

クトで、水星に2機の周回機と1機の着陸機、計3機の探査機を送り込み、地球型惑星として最も未知の惑星である水星について磁場、磁気圏、内部、表層を初めて多角的・総合的に詳細に観測する野心的な計画です。日本は周回機の1つである水星磁気圏探査機(MMO: Mercury Magnetospheric Orbiter)を担当します。ESAは、打上げロケット、惑星間巡行用のエンジン、もう1つの周回機である水星表面探査機(MPO: Mercury Planetary Orbiter)並びに水星着陸機(MSE: Mercury Surface Element)を担当します。観測機器に関しては、全探査機において日欧が競争開発し、観測計画については共同で立案・実施します。打上げは2010年度、水星観測開始は2014年度を予定しています。

この6月に、基礎研究フェーズ(2003年度)から開発研究(PM)フェーズ(2004年度)に着手することを要望したことに伴い、宇宙開発委員会の計画・評価部会のもとで、東京大学の佐藤勝彦教授を主査とする水星探査プロジェクト評価小委員会が開かれました(6月13日および24日)。プロジェクトの意義、目標及び優先度の設定、宇宙科学全体の方針の要求条件への適合性、開発方針、基本設計要求の妥当性及びシステム選定、リスク管理、実施体制、資源配分の観点からの厳正な議論の結果、BepiColomboプロジェクトが開発研究フェーズに進むことが妥当であると判断されるという喜ばしい結果となりました。先行して行われるアメリカのMessenger計画(2004年打上げ、2009年水星観測開始)でも水星環境探査や内部・表層探査が行われますが、BepiColomboプロジェクトは、水星の磁場構造の全球的な観測により、地球との比較を初めて可能にするとともに、磁気圏の高精度・高分解能観測により、地球との比較から磁気圏の普遍性と特異性を明らかにするという点で、大きな成果を挙げることが期待されています。

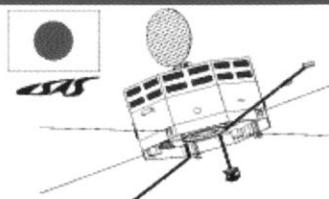
これまでと同様に、ESAとの密接な連携のうえ、国内の大学・諸研究機関の方々、また欧州の関係研究者ともども、本格的な立ち上げを行っていく予定です。今後ともよろしくお祈いします。(山川 宏)

水星表面探査機



MPO (Mercury Planetary Orbiter)

水星磁気圏探査機

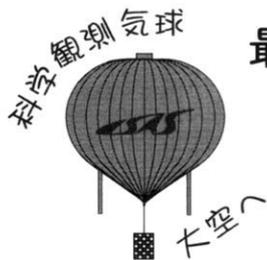


MMO (Mercury Magnetospheric Orbiter)

水星着陸機



MSE (Mercury Surface Element)



最終回

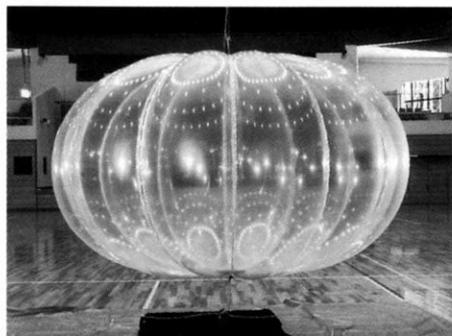
科学観測用大気球の今後

山上 隆正

「科学観測気球大空へ」シリーズの最後として、科学観測のための大気球の今後について述べることにした。気球の歴史は、1789年にモンゴルフィエ兄弟によってあげられた熱気球が始まりで今から約215年も前のことであった。戦後、プラスチック産業が発展するにつれて、気球素材としてプラスチックフィルムを用いた科学観測のための気球が作られようになり、今日の大気球の発展への道を切り開いてきた。この古い飛翔体である気球が今日でも多に利用される要因として、ロケット、人工衛星と比較して下表のような特徴があげられる。気球に搭載する観測器の制約は、大きさの面ではほとんど無く、重量においても日本の場合、安

| | 観測時間 | 制約 | 機動性 | 回収 | 経費 |
|------|------|----|-----|----|----|
| 大気球 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ロケット | × | × | △ | × | △ |
| 人工衛星 | ○ | × | × | × | × |

全性の上で500kg以下としているが、外国では2~3トン程度までの観測器をあげている。気球の利点は計画立案から実験までの期間が短く、突発的な現象を最先端の技術で観測できること、また回収が可能で観測器を改善し更に精度の高い再実験を行うことで、信頼度の高い観測が実現できる。気球工学部門が東京大学宇宙航空研究所に設立されて以来、「より高く」「より長時間の観測」を目標に気球工学部門は発展してきた。「より高く」に関して、2002年には10kg程度の観測器を高度50km以上まで飛翔させることを目標に研究開発を行ってきた超薄膜型高高度気球が高度53.0kmまでの飛行に成功した。この気球は、日本が世界で初めて開発した厚さ3.4 μ mのポリエチレンフィルムで製作され、容積が60,000 m^3 であった。到達高度53.0kmはこれまでの世界最高高度51.8kmを30年ぶりに更新するものとなり、世界でも高い評価を受けている。現在はさらに薄いフィルムの開発が進められており、製造用ダイスの開発、巻き取り装置の改善等により、試作フィルムとしては厚さ3.0 μ mができています。フィルムの機械的性能試験の結果では問題なく気球材料と



使用できる性能を有している。この3.0 μ mフィルムを用いて、容積60,000 m^3 の気球を製作し飛翔させた場合、高度55.0kmまで

飛行させることが可能で、更に、1.5倍の容積90,000 m^3 の気球では、高度60kmまでの飛行も夢ではない、現実のものとなる日もそこまで来ている。一方、重量500kg程度の観測器を高度40km以上で実験を可能にするための、フィルム厚20 μ mで製作される大型気球の開発も進めている。これまで日本で成功している最大容積の気球は200,000 m^3 であるが、2003年度に500,000 m^3 の大型気球の飛翔試験が計画されており、成功すれば、さらに質の良い高精度な科学観測が可能になるものと期待される。

一方「より長時間の観測」に関しては、これまでに開発してきた飛翔方法には、ブーメラン気球、パトロール気球、気球中継気球、衛星中継気球等であり、日本で最長観測時間は87時間、約3.7日間の観測が行われた。また、日中共同大洋横断気球や日露共同実験のカムチャッカから放球しモスクワ近郊で回収する実験では2~6日の観測が行われた。更に南極周回気球では南極の夏の時期に放球し、約1ヵ月間の周回飛行も行われてきた。最近、日没時でも気球内ガス温度の低下量を軽減するための気球材料の研究開発も行っている。温度低下量を半分にすることができれば、倍の飛翔が可能となる。また、世界でも最近開発が活発に行われている気球内部に圧力をかけておくスーパープレッシャー気球の開発研究も進めている。従来大型気球重量と同等で、内圧に耐えられる気球材料の開発製造が行われ、将来のスーパープレッシャー気球の誕生を実現できるものが開発されつつある（写真は直径3mのパンピング型気球の破壊試験）。この様な気球が完成すれば、日伯豪共同実験のようにブラジルから放球しオーストラリアで観測器を回収する飛行計画も可能になり、



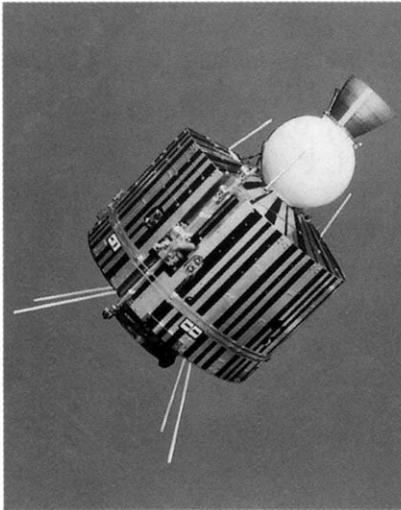
2週間程度の長時間観測ができる(図)。また、南極での実験を計画すれば高度40km以上で100日間程度の観測時間を実現できるものと

期待している。宇宙科学研究所は、今年10月より宇宙開発事業団、航空宇宙技術研究所と統合されることとなった。この機会に、大気球事業を宇宙科学、宇宙工学を支える1つの重要な手段として、また、宇宙開発技術者の自由な発想を実用に結びつけていく手段として、しっかりと位置付け、大気球事業の拡充がなされることを強く希望している。(やまがみ・たかまさ)

たんせい3号

井上 浩三郎

1976年2月、日本初のX線天文衛星CORSAを搭載したM-3Cロケットが太平洋の藻屑と消えた後、東大宇宙研はM-3Cの第1段モータの長さを3割あまり伸ばして推力を増強した第三世代のミューであるM-3Hに進みました。その1号機で打ち上げたのが、試験衛星「たんせい3号」です。1977年2月19日14時15分に打ち上げられ、3段目の燃焼の後、衛星が地球を約半周回したところでキックモータを衛星タイマにより点火して、近地点高度791km、遠地点高度3813km、傾斜角65.7度の高傾斜角軌道を実現しました。



キックモータを付けた「たんせい3号」

衛星姿勢制御実験

ヒートパイプ、表面塗装を塗りわけることによる熱設計など衛星搭載機器の動作は、シャットオフバルブ作動コマンドの誤動作を除いてすべて正常で、多くの良好な工学および科学データを得ることができました。「たんせい3号」では、姿勢制御実験が最も重要な項目であり、約2週間の前半にコールドガスジェット装置による実験、後半に沿磁力線安定化実験を予定しました。しかしながら、予期せぬシャットオフバルブの妨害電波による誤動作のため、ガスジェットによる実験は途中で中止し、沿磁力線姿勢安定化実験に入りました。

沿磁力線安定化実験は、まず第22周目にヨーヨーデスピナによりスピンを7分間に1回程度のほぼ零に近い値に低下させたあと、沿磁力線安定化マグネットの展開を行いました。そこで衛星のライブレーションを測定したところ、衛星基準軸（もとのスピン軸）と地磁気磁力線のなす角は周期9分ないし12分で変化し、地球を1周する間には40度から130度の値になっていました。その後第32周目から39周目にかけてのオペレーションにより、第41周目では衛星基準軸と地磁

気磁力線のなす角の最大値が6度から18度の値になり沿磁力線安定化制御システムが正常にその機能を果たしていることが実証されました。

ひやりとさせられたキックモータ点火前の首振り

第1周目にサンチャゴ局で取得した「地球の裏側」でのテレメータデータを再生した結果、初めて判明し大変肝を冷やしたのですが、キックモータの点火前、衛星とキックモータが結合している期間にコーニング運動が発生し、半頂角で15度~17度までに成長していました。幸いにも、キックモータ点火燃焼に伴いこれはジェットダンピングにより減衰して、更にモータ分離後のニューテーションダンパ作動により再びスピン軸方向は一定に保たれ危うくことなきを得ましたが、これは衛星搭載ヒートパイプ中の少量の流体による運動エネルギー消散によって引き起こされたことが明らかになり、今後の大きな教訓になりました。



キックモータ点火前の首振りと点火後の
ジェットダンピングによる首振り減衰の様子

残念だったシャットオフバルブ誤動作

コールドガスジェット装置による一連の姿勢制御実験終了後に閉じる予定のシャットオフバルブが、実験の途中で閉じてしまい、この実験は早期中止を余儀なくされました。しかしその時開発された技術やソフトウェア開発を含む実験準備の経験は、後の「さきがけ」「すいせい」における姿勢制御技術の基礎となりました。

この誤動作は、コマンド系が地上電波の妨害を受けたため、今後衛星コマンド系の設計において、重要項目についてはコマンド制御を二重にするなどの手段により誤動作防止に一層の配慮を払うことになりました。
(いのうえ・こうざぶろう)

さと頻度分布を使って～130億年前の星の誕生の様子を“多くの批判”にさらされながら計算していました。批判の多くは、「現在までにガンマ線バーストの年齢がわかっているのは～100億年前までだが、より暗いガンマ線バーストがたくさんあるからといって、それを勝手に遠くまで外挿するのは冒険だ!」と言うものでした。全く道理です。内挿ならともかく、もともとどうして作られたか分からないガンマ線バーストの明るさ分布を使って、外挿するんですから“無理を承知”でした。その研究の中で、それなら一個でも良いから～130億年前の年齢(距離)を観測して確認したい。私の計算が正しいか?確認ができる。距離か年齢を測る実験が出来ないか?と、金沢のおいしい魚と和菓子を食べながら考えていました。もし～130億年前のガンマ線バーストが複数見つければ、初期宇宙の星の生成の歴史も分かりますし、それに最も遠い天体を見た“男”になれる。

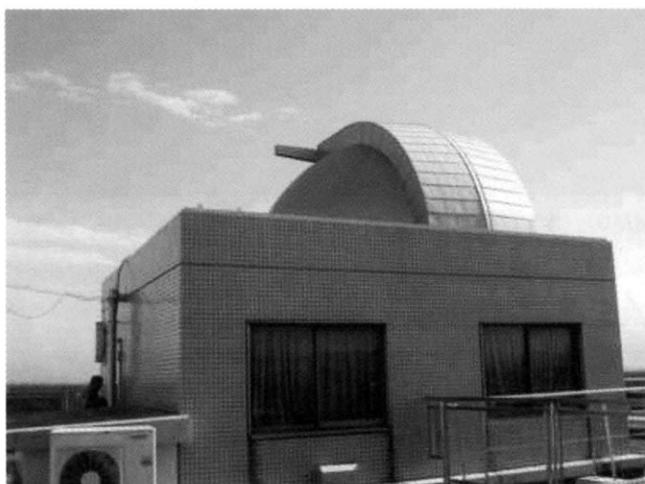


図1 宇宙研屋上に設置された赤外線望遠鏡のドーム。宇宙研の敷地内からは見えないこのドームの存在を知る人は少ないでしょう。

3. 方法

ガンマ線バーストは、その爆発中に限れば大変に明るい。宇宙で最大の爆発と呼ばれます。いままでは、中性子星を残す超新星の爆発が最大の爆発と信じられてきましたが、1997年になって、ブラックホールを残すガンマ線バーストがより大きな爆発であると確認されたのです。数十億光年先で発生なら、双眼鏡でも観測が出来る程に明るいのです。バースト中では、可視光では9～13等級程度の「光フラッシュ」が観測されます。「光フラッシュ」と特別に呼んだのは、これが1～2分間程度しか続かないからです。すぐに減光していってしまう。ガンマ線バーストが130億光年の先で起きてても観測できそうなのは、この明るさにあるのですが、悲しい程に短命です。この数分間に勝負をかければ、130億光年先の様子も夢ではない!やってみる

価値はあるのではないか?光を受けるだけではなく、距離(年齢)も測定しなければなりません。この困難をやろうと言うわけです。ちょっと専門用語を使いますが、距離(年齢)は宇宙膨張による輝線の赤方偏移: z を使います。水素のライマン α 線が $z\sim 10$ (130億光年)では赤外線になりますから、分光装置を持った赤外線検出器NICMOSを使うこととなります。このアイデアを持って最初に相談に行ったのは名誉教授の奥田先生でした。先生のためわく、「赤外線に限れば東京の空は岡山と同じだよ。やってみてごらん」と言われたのです。そこで、宇宙研の中川先生と村上(浩)先生に、「この望遠鏡がほしい。もっと観測条件が良い野辺山に持って行きたい」と脅迫したら、「そうね、1億円もあればできるだろう!」と言われて、引き下がりました。「なら天文台の小林先生に相談すれば、助けてくれるよ」とてもうれしい答えでした。それから小林先生と山崎さんと鈴木くんとで作業を始めました。数年間も使われたことが無く、壊れた98からLinuxに変更し、インターネットに接続してNICMOS赤外線検出器の整備。これを助手になった米徳くんと学生が参加して始めたのです。ガンマ線バースト研究会を主催されていた京都大学の中村先生と筑波大の梅村先生が「科研費を取ろうよ!」とプッシュしてくださって、科研費で活動できるようになりました。

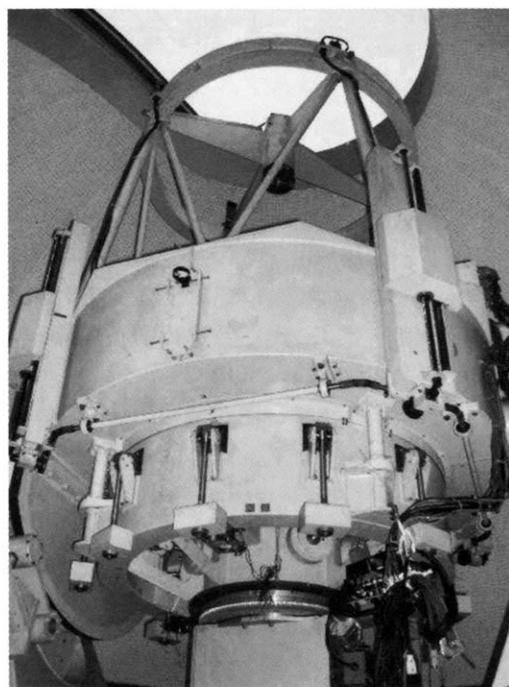


図2 ドーム内部の望遠鏡。国内で最大の望遠鏡が1.8 m ϕ であることを考えると、直径が1.3 m ϕ は結構大きい。その後の多くの公共天文台のデザインの参考となった。赤外線専用望遠鏡で、可視光に限れば小型のアマチュア望遠鏡に負ける。可視光では16号線に近い相模原では、なかなか観測が出来ない。最大の光は、隣の運動公園の照明ライトからです。



“天よ裂け、地よ裂けよ、はやぶさは幾千里の彼方に旅立つ”

帯広畜産大学 根本 義久

平成15年5月9日（金）午後1時29分、大きな夢と期待がつまった1機の小さな探査機が文部科学省宇宙科学研究所・鹿児島宇宙空間観測所（鹿児島県肝属郡内之浦町：大隅半島の東南端）から大空に飛び立った。2km先の射点で静座していたロケットに閃光が走った。一瞬に広がった白煙の中から上部が白、下部がメタリックグレーの直径2.5m、長さ約30mの機体が射角を保ったまま、ランチャーを駆け上った。と同時に、天も裂けよ、地も裂けよ、とばかりの雷鳴に似たバリバリという空気を切り裂く音が耳を突き抜け、五臓六腑にしみわたるショックウェーブが体に心地よくあたる。「うまく行ってくれよ。」思わず、心の中で叫ぶ。機体は、所定軌道を刻一刻と駆け上がっていく、白煙を残して。

約75秒後、4段のうちの第1段が切り離され、第2段の点火により膨張する白煙の端から、第1段が推力を失い、ゆるやかにおだやかに落ちてくる。「よし、前回の宿題はクリアしたぞ。」。所定軌道延長上にポッカーリと空いた青空の中、第2段も順調に駆け上がっていく。この頃には、青い空に白煙をひく白い点が見えるだけとなっているが、3分から4分たつたろうか、第2段もきれいに分離され、第3段が点火するのがはっきり分かった。

水平飛行に移った機体の仕事は、探査機の分離だ。しかし、この探査機は直接惑星間軌道に投入されるため、日本の持つ追尾ネットワークでは分離は確認不可能であり、米国のNASAに追尾が託された。

約30分後、鹿児島空港に向かうタクシーの中、時事通信からのメール号外で、分離の確認、打ち上げ成功を知った。本当にホットしたと同時に、良く知る関係者の破顔一笑が脳裏に浮かび、妙にうれしくなった。同乗したこの研究所のOB先生にも、「先生、分離確認、打ち上げ成功と時事が伝えてますよ。」と伝えた。車内に安堵の空気と歓喜の声が満ちあふれた。こうして、

緊張と感動の1日は暮れようとし、一路、東京へと鹿児島空港から、成功を祝うかのような虹色に彩色された飛行機で飛び立った。感動の余韻を残しながら・・・

思えば、私が宇宙を担当した期間は、天国から地獄に突き落とされる（もっとも、当事者はもっと深刻だった）繰り返しだった。あるいは、逆に自分が疫病神なのではないか、と真剣に思い悩む繰り返しであった（繊細な人だったら、本当に自殺をしていたかも知れないくらいかと思う）。このロケットの前号機の打ち上げは失敗だったが、原因究明を良く知る私が思うには、本当に不運であったとしかいいようがないところが推定原因だったりするので、“不運”という言葉が私の心に重くのしかかる。衛星用ロケットとしては2機、観測ロケットといった小さなロケットでも数機、探査機・衛星の不具合も集中するという、この研究所が開発初期のトラブルを克服し、順調に打ち上げを重ねてきた歴史の中の不具合・失敗の実に約6割から7割に関与したことになる。この3月までも、打ち上げを間近に控え、「絶対に関与しないようにならなくては・・・」と心に念じていたところであり、4月に担当から離れ、直接担当しない立場で立ち会った打ち上げ成功に、いささか不本意ではあるが、“ああ、やはり、科学では割り切れないディスティニーといった非科学的な事実があるなあ”と思い、“でも、そうやって本当に良かった”と心にのしかかっていた暗雲を払いのけた気がした。

（ねもと・よしひさ：前文部科学省宇宙科学専門官）



本号が宇宙研スタッフが版組を行う最後のISASニュースになります。来号からはプロの編集者によるデザインとなり、新企画も登場します。今後も編集委員一同内容の充実に努力して参ります。新しいISASニュースにご期待下さい。（山村）

ISASニュース

No.268 2003.7

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所（文部科学省） ☎229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 042-759-8008

The Institute of Space and Astronautical Science

◆本ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話（庶務課企画・広報係）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>）。