



▲技術発表会（本文、4ページ参照）

〈研究紹介〉

中性子星の磁場

堂谷忠靖

宇宙に存在する様々な天体の中で、中性子星はブラックホールに負けず劣らず特異な天体である。太陽と同程度の質量がありながら半径は10km足らずで、極限の密度、極限の重力、極限の磁場を持つ、まさしく極限の天体と言えるだろう。近年、「あすか」衛星を始めとするX線観測の進展もあって、その小さな体に似合わぬ多様な振る舞いが明らかになってきた。ここでは、中性子星の磁場をめぐる最近の研究の進展について概観してみたい。

中性子星は、超新星爆発で誕生する。太陽の8倍からおおよそ30倍程度の質量の星が一生の最後に超新星爆発を起こすと、あとに中性子星が形成されると考えられている。もとの星の中心核が角運動量や磁束を保存しつつ収縮すると仮定すると、生まれたての中性子星は、（その表面で）1億テスラという超強磁場を持ち、毎秒数百回という高速で自転することになる。ちなみに、地球磁場は2万分の1テスラ、実験室で定常的に作れる磁場は最大100テスラ程である。中性子星の磁場を磁束の保存で説明するのは正しくないと思われるも

のの、磁場強度として概ね正しい値を与える。

中性子星は、1967年に電波パルサーとして発見された。電波パルサーの輻射機構については、今もって議論が続いているが、もとは中性子星の回転エネルギーである。磁場を持ち高速回転する中性子星は、基本的には単極発電機と考えることができ、誘導電場で加速された電子（と陽電子）が雪崩式に増殖し、磁場に沿って加速度運動をする時に電磁波が放射されるようである。したがって、電波パルサーの回転はだんだん遅くなっており、その減速の割合から磁場の強さが推定できる。それによると、多くの電波パルサーは、1億テスラ程の磁場を持つ。また、自転の減速の割合から大まかな年齢を推定することができる。それによると、おおよそ百万年から一千万年ほどで、天文学的に言えば、電波パルサーは若い（死んで間もない）天体ということになる。電波パルサーの自転周期がだんだん伸びて10秒近くになると、電子の雪崩増殖がうまく起こらなくなり、電磁波が放射できなくなってしまう。電波パルサーの死である。

ところで、星の多くは連星系をなしている。近接連星系では、一方が超新星爆発を起こしても、系が壊れずに連星のまま残ることがある。この中性子星に相手の星からガスが落ち込むと、中性子星に落下する過程で膨大な重力エネルギー（静止質量エネルギーの1割）を解放し、一千万度を超える高温になってX線を放射するようになる。X線連星の誕生である。X線観測が本格的に始まった1970年代には、すでにX線連星には2種類あることがわかっていて。ひとつは、X線でパルスを放射しているX線パルサーである。やはり1億テスラ程の強い磁場を持ち、磁極に集中した降着物質からのX線放射が自転に伴い見え隠れする事で、パルサーとなっている。同じパルサーでありながら、電波パルサーとは輻射機構が全く異なるので注意。単独なら電波パルサーになるところが、たまたま連星に生まれて、相手からガスが落ちこちてきたため、X線パルサーになっていると考えられる。もうひとつは、非常に古い系である低質量X線連星である。X線パルスが見られないことから、磁場は弱いと考えられているが、ちゃんと測られたことはない。十万から百万テスラ程度だろうと、推測されている。なぜ磁場が弱いのかは、はっきりとはわかっていない。

このように、単独で生まれた中性子星と、連星系で生まれた中性子星で、きちんと棲み分けがなされてい

たのが、1980年代頃から新しい展開が見られるようになってきた。きっかけはミリ秒パルサーの発見である。宇宙で最も早いパルサーは、長らくカニ星雲中のパルサー（カニパルサー；周期33ミリ秒）であったが、1982年にミリ秒パルサーPSR B1937+21（周期1.56ミリ秒）が電波観測により発見された。PSR B1937+21の自転は減衰率が大変小さく、磁場の強さは約4万テスラ、年齢はざっと2億年になる事が直ちにわかった。その後、ミリ秒パルサーが次々と発見され、その多くは連星をなしている事が明らかになった。早い自転は若い中性子星の特徴だが、弱い磁場や大きな年齢などと矛盾する。一方、連星系中の古い中性子星というのは、低質量X線連星に他ならない。これらの観測事実を統一的に説明するのが「再生シナリオ」である。

低質量X線連星では、中性子星の周りに降着円盤ができていて。円盤中のガスは、中性子星近くでは回転周期が1ミリ秒以下になり、この回転するガスが中性子星に落下することで、中性子星の自転は徐々に早まって行く。低質量X線連星の寿命は十億年以上で、その間の質量降着で中性子星の自転周期をミリ秒まで上昇させるのに十分である。一方、伴星はガスを失ってだんだん軽くなり、やがてガスを供給できなくなってしまう。ここで低質量X線連星としての寿命が終わり、ミリ秒パルサーとして新たな活動が始まるわけである

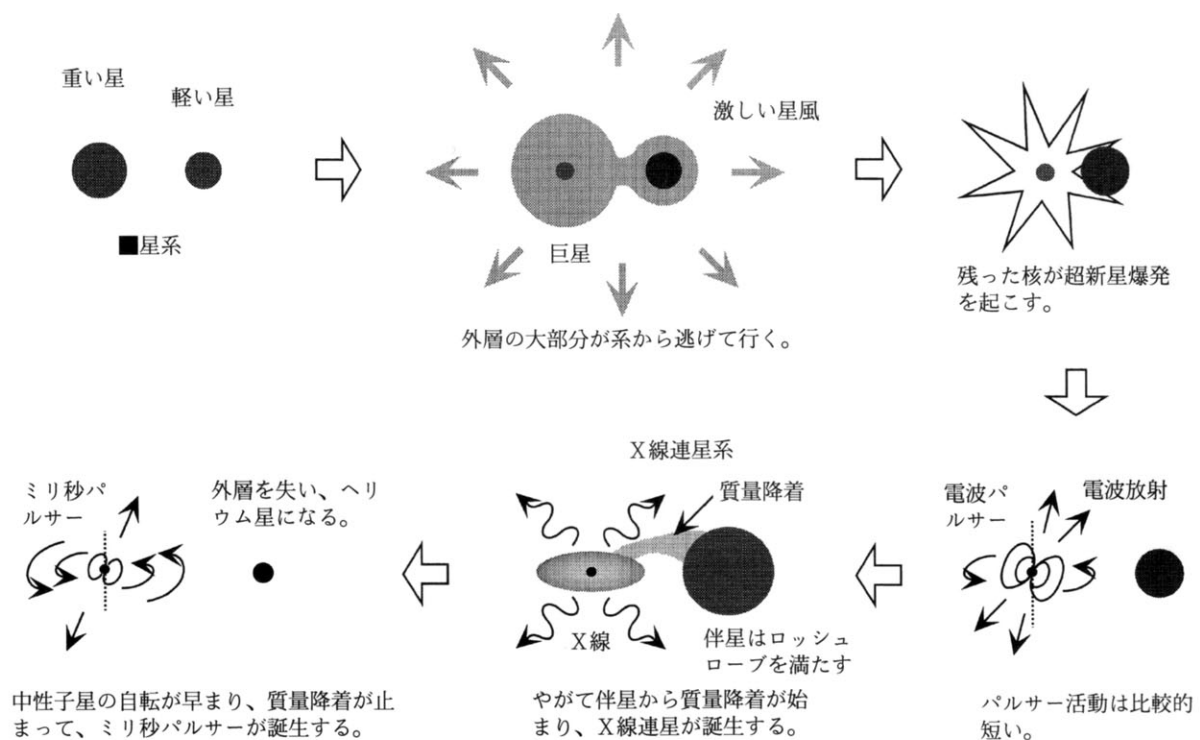


図1：連星系からX線連星ができ、ミリ秒パルサーへ進化する過程の模式図。

(図1)。この中性子星の再生機構はX線パルサーでも機能し、やはりミリ秒パルサーが形成される。

この再生シナリオは、いろいろな観測事実をうまく説明するものの、低質量X線連星中の中性子星が高速自転している直接的証拠はなかなか見つからなかった。ところが、1996年にいて座に出現したX線新星から、周期2.5ミリ秒のX線パルスが検出された。低質量X線連星中の中性子星が確かに高速自転していることが直接確かめられたのである。このX線新星は、ミリ秒パルサーになる一歩手前のX線連星と言えるだろう。

ところで、これまでに知られているX線パルサーは100近くになるが、その中にいくつかの変り種がいることが以前から知られていた。これがどうも新種らしいということで、1990年代の中頃から「異常なX線パルサー」と呼ばれるようになってきた。その特徴をあげると、(1)パルス周期が5~12秒に集中、(2)パルス周期が大きな割合で安定に増加、(3)伴星の兆候が見られない、(4)銀河面に位置する、(5)もっぱら軟X線を放射、(6)超新星残骸に付随、などとなる。質量降着に特徴的な自転周期の揺らぎや伴星の兆候が見られないことから、質量降着がエネルギー源だとは考えにくい。一方、パルス周期増加率から自転エネルギーの

減少率を求めると、X線光度を説明するには二桁ほど足りない。では、一体何がエネルギー源になっているのだろうか？ 自転が遅いにもかかわらず、パルス周期増加率（つまり、ブレーキのかかり方）が大きいことから、単純に磁場の強さを計算すると、百億から千億テスラという途方もない強さになる。一方、超新星爆発に際し、収縮するコア中で強い対流が発生すると、磁場が増幅され超強磁場の中性子星（マグネター；磁石星）ができる可能性が少し前から指摘されていた。そこで、「異常なX線パルサー」=マグネター、という図式が提唱され、たちまち研究者の間に蔓延するようになった。マグネターでは、磁場が強いだけに全磁気エネルギーも膨大になる。簡単に見積もってみると、この磁気エネルギーが（何らかの方法で）少しずつ輻射に転化すれば、マグネターの寿命（1~10万年程度）の間位はX線光度を維持できそうである。中性子星の磁場の起源と進化については、現在も議論が続いているが、単純には中性子星内部を流れる超伝導電流によって磁場が維持されていると考えられる。この超伝導電流が何らかの理由で散逸してX線放射に転化するのではないかと考えられるが、詳細は不明である。

さらに、このマグネターが、軟ガンマ線リピータと

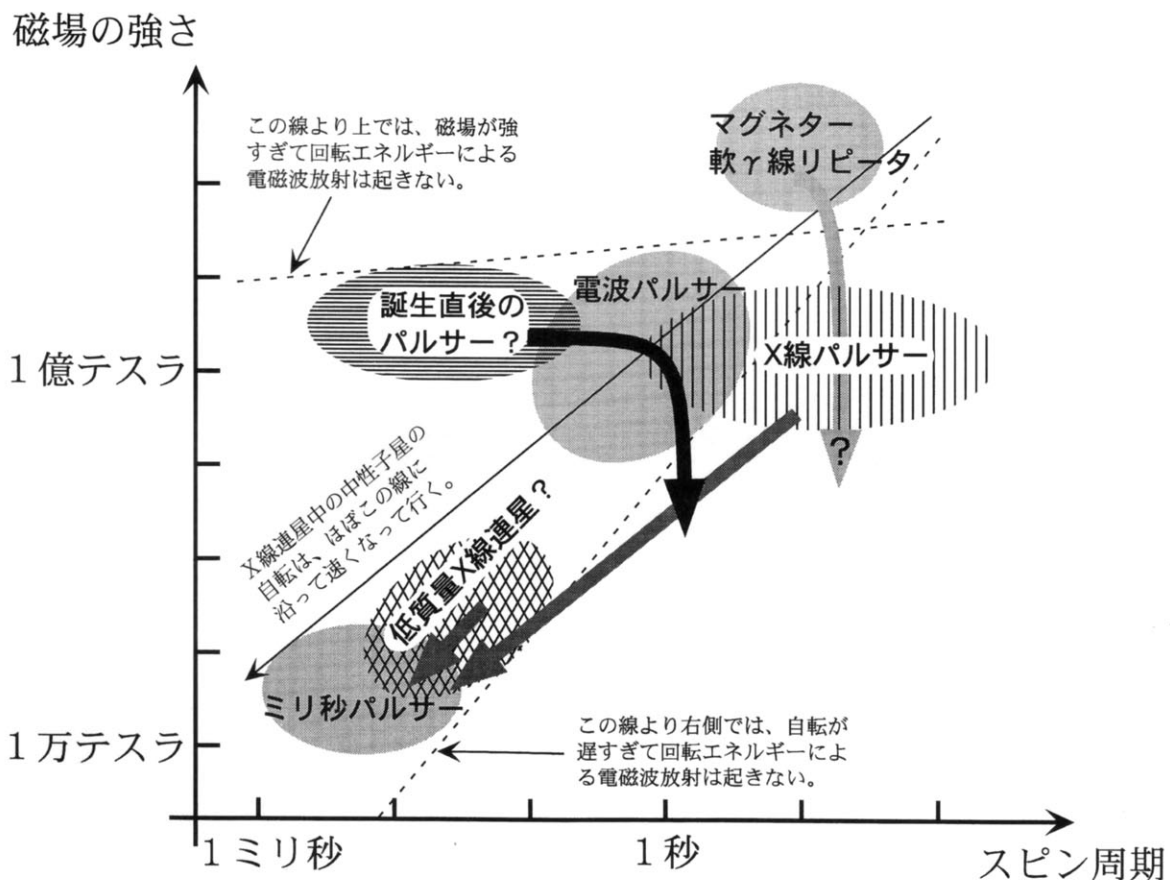


図2：様々な中性子星の、スピン周期と磁場強度による分類。

呼ばれる天体と関連するらしいことがわかってきた。この天体は、時たま軟ガンマ線でバーストを頻発する天体で、銀河系内に4天体が知られている。紛らわしいが、宇宙の遠方で起きる（古典的）ガンマ線バーストとは別の現象である。軟ガンマ線リピータがどういう天体か、なかなか観測が進まなかったが、1990年代に入ってX線など他波長での観測が進み、数秒のパルス周期、大きなスピン周期増加率、超新星残骸との関連などが明らかになり、マグネターの仲間ではないか、と言われるようになってきた。中性子星内部の磁力線の配置が突然変わることで、軟ガンマ線バーストに伴う膨大なエネルギー（太陽放射の千年分）が説明可能とも言われているが、これまた詳細は不明である。

これまで出てきた中性子星を、スピン周期と磁場で分類すると図2のようになる。ところで、これ以外の種類の中性子星は存在しないのであろうか？超新星残骸の寿命はわずか数万年なので、その近傍を探せば若い中性子星が網羅的に調べられそうである。これまでに発見されている超新星残骸は約220で、電波パルサーは1100を超えている。ところが、超新星残骸にパルサーが付随している例は、（偶然のものを除くと）20に満たないようである。中性子星を作らない超新星爆発は、（我々の銀河系では）少ないことを考えると、この数は驚くほど少ない。では、中性子星は一体どこへ行ってしまったのか？

この、パルサー不在問題は、ずいぶん前から指摘されていたが、だんだん明らかになってきたのは、「誕生間のないパルサーの典型はカニパルサー」ではないのではないか、ということである。最近このような例がX線観測で見つかるようになってきた。電波をほとんど放射しない若い中性子星である。典型は、カシオペアAという超新星残骸（年齢約340年）の中心付近に発見された中性子星（らしき天体）である。パルスは検出されていない。まだ暖かい中性子星表面（数百万度?）からの熱的放射が見えているのではないかと考えられている。ところで、最も若い超新星（残骸）といえば、SN1987Aがある。ニュートリノの観測から中性子星が生まれたと考えられているが、カニパルサーのようなパルサーが存在していないのは明白である。では、どのような中性子星が生まれたのだろうか？最近、可視光で2.1ミリ秒のパルスが検出されたという報告がなされたものの、多くの人は半信半疑である。今後の観測が期待される。

このように、中性子星をめぐる研究は、急速な進展を見せている。いちいち述べなかったものの、電波パルサーやマグネター、軟ガンマ線リピータの観測では、「あすか」の寄与も大きい。Astro-E II 衛星によってさらにどんな発見がなされるか、今から楽しみである。（どうたに・ただやす）

お知らせ



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（4月・5月）

	4 月	5 月
相模原	MUSES-C 嚙合せ試験 (4月初旬～6月下旬)	
	INDEX PM 電気試験 (～4月中旬)	INDEX PM 姿勢系試験 (4月中旬～6月)
能代		KM-V2地上燃焼試験 (5月中旬：暫定日程)
三陸		第1次大気球実験 (5月中旬～6月上旬)
		サンディア：アメリカ ペネトレータ貫入試験 (5月下旬～6月上旬)



★第7回技術発表会

さる2月15日（木）、A棟2階大会議場において宇宙科学研究所の技術職員による第7回技術発表会が開催され、参加者

が100人近くと好評を得ることができました。発表件数は口頭発表8件、ポスター3件、ビデオ1件でした。内容は電気推進の高性能化と高分子材料を用いたインフレータブル構造などの基礎研究、ロケット開発初期

の技術的な問題点の克服と今日の大型ロケットへの適応およびその開発、衛星設計に必要な工学技術のデータベース化、さらには昨年11月にスピッツベルゲン（ノルウェー王国）で打ち上げられたロケットのビデオを交えた実験報告など、多岐にわたる興味深いものでした。この技術発表会は各技官の仕事の成果報告を自由に行うことができる場であり、また、エンジニアとして必要なプレゼンテーション能力を磨く良い機会でもあります。今後も技術職員のみならずの積極的な参加を期待しております。ただ、思うに、宇宙研を築き上げてこられた諸先輩方の数多くの体験談および培われてきたノウハウを聞く機会が技術発表会だけでなく、もっと多く持てたら…と。

（太刀川 純孝）

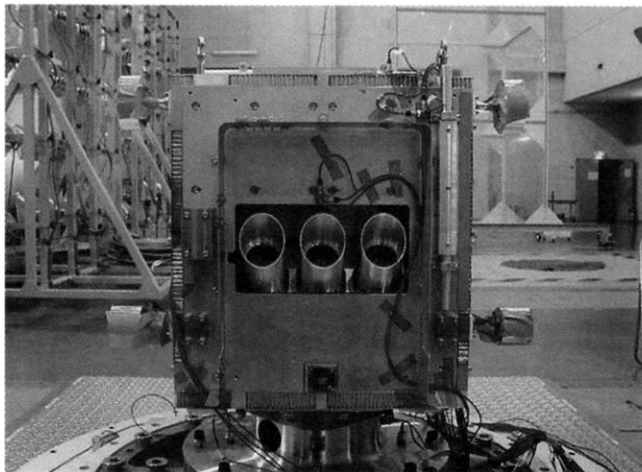
★INDEXについて

INDEX（INnovative-technology Demonstration EXperiment）衛星は、オーロラの微細構造観測、次世代工学技術の軌道上実証及びインハウス技術の蓄積を目的に、2001年度冬期H-II Aロケットのピギーバックによる打ち上げを目指して開発が進められている。

現在は、年末・年初に行われたMTM試験（写真）が無事終了し、INDEX衛星の心臓部である統合化制御装置（32bit RISKプロセッサ搭載）のPM試験が行われている。夏には旧風レーダを改修したアンテナがKSCから移設されて簡易地上局ができ、秋からはFMかみ合わせ試験へと進めていく予定です。

計画の趣旨から衛星システム構築から様々な試験まで自らの手で行っており、関係者全員が衛星作りの難しさを身にしみて味わっています。ときには手探りに近い状況の中で、ご協力をいただいている所内の関係者の方々、献身的に働いてくれる学生達に感謝します。

（水野 貴季）



★Nozomi-Mars Express ワークショップ

1月24～26日の3日間をかけて第1回Nozomi-Mars Express Workshopが開催されました。Mars ExpressはESAが2003年に打ち上げる火星探査機で「のぞみ」とほぼ同時期に火星に到着します。せっかく同時期に2つの衛星が火星を観測するのだから成果を最大にするために観測計画を立てる段階から協力をしようというのがWorkshopの趣旨です。参加者は両衛星搭載の観測機器の関係者に加え、「のぞみ」のプロジェクトには直接関わってはいないけれども火星観測に対して興味を持っている日本の惑星科学者などで総勢85名が集まりました。今回は第1回目と言うことでまずはお互いを良く知ろう（観測機器の性能・目的だけでなく人となりも）というのを目的に初日がMars Expressの搭載機器の紹介、2日目が「のぞみ」の搭載機器説明及び観測結果紹介、3日目は大気関連、固体表面関連、ランダーの3つのグループに分かれて具体的な観測項目などについての議論を行いました。2つの衛星で相補的な観測が出来る事等から予想以上に白熱した議論が続き、3日目などは時間が足りないと感じるほどでした。今回の議論を受けてCo-Iの交換を含め今後も継続して議論を続ける事となり、次回はこの秋に日本でテクニカルミーティングを来年年明けに第2回のワークショップを開き、その後は毎年交互にワークショップを開催しようという事となりました。

（早川 基）



★セレーネ計画の月ミッション運用解析センター

月周回衛星セレーネの運用解析センターは、セレーネ衛星の管制と観測運用を行うだけでなく、得られた観測データの解析、保管、公開を行う研究センターと

しての役割も持っている。このセンターは宇宙研と宇宙開発事業団の共同で設置するもので、ミッションの性格から当初は都内の大学等の敷地に設置することを目指していたが、適当な候補が見つからず紆余曲折を経て、最終的に宇宙研に設置することになった。必要な床面積は全体で約400平米である。本来は衛星運用のための建物であるB棟（研究センター棟）に設置するのが望ましいが、B棟には現状このような広さの場所がないため、D棟（特殊実験棟）4階の旧セバック室とその周辺のいくつかの部屋を使用することになった。部屋の確保にはキャンパス施設整備委員会を通じ宇宙圏研究系の協力を得た。平成13年度に部屋の整備を行い14年度から機器を設置する予定である。完成すれば、大型の月周回衛星と2機の副衛星を管制する運用センターとして、また数十テラバイトの膨大なデータを扱うデータセンターとして活動する。現在の構想ではミッション終了後もしばらくはデータセンターとして世界の月研究者の研究センターの役割を果たすことになっている。旧セバック室は95～96年にSFUの運用管制室として使用され、衛星回収という困難なミッションを成功に導いた部屋である。アポロ計画以来最大級の月探査ミッションであるセレーネ計画もこの部屋から是非成功に導きたい。

（佐々木 進）

★駒場の宇宙学校

さる2月4日（日）、東京・目黒区駒場の東京大学教養学部において、宇宙学校が開催されました。大雪で苦労した1月の相模原の宇宙学校とは打って変わって天候に恵まれ、プログラムは相模原と同じでしたが多くの子どもたちをふくむ延べ836名の人々が参加され、非常に活気のある1日となりました。

最近の宇宙学校は、小中学生が少なくなり大人の姿が目立つのが気になっていましたが、今回の駒場の宇宙学校では、小中学生が多く、非常に嬉しい1日となり、久しぶりで華やいだ宇宙学校を行うことができました。

時間割りは、

◎ 1 惑星と生命：田中（智）・黒谷

◎ 2 ロケットと未来の宇宙開発 的川・橋本（正）

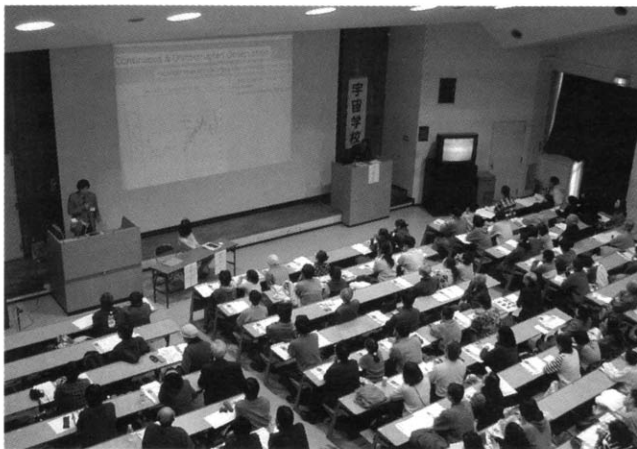
◎ 3 宇宙の謎に挑む 高橋（忠）・松岡

という布陣で、「宇宙に行ったオタマジャクシは無事に成長してカエルになったの?」とか「人工衛星が隕石にぶつかったらどうなりますか?」とか「火星探査機のぞみの次のステップはどんな観測ですか?」など

よい質問が相次ぎました。

なお各時間のQ&Aの後で、それぞれ「私たちの太陽系」「のぞみと惑星探査」「ブラックホールをさぐる」を上映しました。

（的川泰宣）



★カナダ宇宙庁長官の来所

モントリオールに本部のあるカナダ宇宙庁のマック・エヴァンズ長官が、さる2月20日に来所されました。同庁国際室のステファヌ・レッサール氏とカリーン・ドゥボン氏それにカナダ大使館のフィリップ・ヒックス氏が同行され、松尾所長はじめ数人でお会いしました。

エヴァンズ長官は2度目の来所ですが、他の方々は初めてとあって、宇宙科学研究所の組織や成果について熱心なQ&Aが交わされました。会談の後、1時間程度キャンパス内の施設をご案内し、飛翔体環境試験棟や構造機能試験棟などを興味深く回られました。とりわけ「ようこう」データ解析室での小杉教授の説明には大きな関心を示されたようでした。今後の緊密な協力を約してお別れしました。

（的川泰宣）



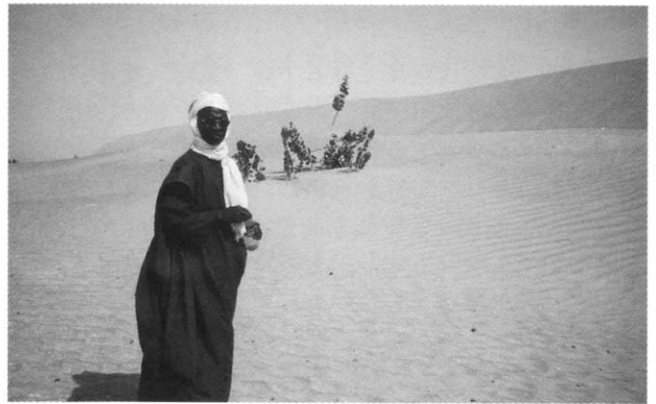
モーリタニア訪問

安 部 隆 士

モーリタニア・イスラム共和国は、これで4回目の訪問である。DASH実験のための着地点として考え始め、その後いろいろな伝をたどって現地を初めて訪問してから3年経ったことになる。今回の訪問目的は、DASH実験が再度延期になったことに伴い理解を求めるとともに、今後の進め方の打ち合わせのためであった。共同研究相手のヌアクショット大のハウバ先生と打ち合わせた後、DASH実験でお世話になるしかるべき方々に挨拶をして、滞りなく用件をすませることが出来た。

今までの訪問とは異なり、実験地として予定している砂漠地帯に行かずに首都のヌアクショットだけに居たため、この街の変化が目についた訪問でもあった。思いおこせば、初めて来たときには、街の様子に驚いたものである。伝統的なものが色濃く残っており、人びとはギリシャ時代のような伝統的な貫頭衣であるブーブーを着ているが、目に付いたものである。ちなみにこのブーブーは日本でいうと和服にあたり、昔父親がわが家に帰ると和服に着替えたように、外では洋服で働く人も家では必ずブーブーに着替える。つい最近までは、仕事場でもブーブーでよかったそうである。今回の印象は、車の増えたこと（それも新車が増えている）、新しい建物の建設が目についたこと、現地の女性の洋服姿を目にしたこと（普通は、サリー風のゆったりした服にスカーフと言ったイスラム風ではあるがカラフルなものを着ている）、携帯電話が爆発的なブームになっていること、などいわゆる近代化が急速に進んでいることであった。

いつもは田舎周りばかりしていたのだが、今回は首都のヌアクショットにいて、多少趣の異なる経験もさせて頂いた。実は、私の訪問とほぼ時期を同じくして、ヌアクショット大主催の国際ワークショップが開催され、そのため、海外からの客を招いての正式な晩餐会が開かれ、ついでに参加させて頂く機会があった。同行のハウバ先生に聞くと、ビーチで行われるとのこと。ビーチにあるホテルででもするのかと思いきや、ハウバさんの車でかけて行くと、真っ暗な道を延々走り、



あげくに海岸にある砂丘に入って行き、ホテルなど見あたらないあたりで車を止め、ここだと言う。暗がりの中、あたりを見渡すと、テントがはっており、そこが今夜の会場であった。テントと言っても相当ひろいものであり、ゲストは5, 60人もいたであろうか。中には、敷き詰められた絨毯の上の低いテーブルにごちそうがならべられてあり、客がそろると、主催者である学長があいさつをするでもなく、ただ彼の行動につれ、全員がそれまで土足であったものが、やおら脱いでテーブルのまわりに座り、それほど騒ぎもなく、むしろ淡々と食べ始めることで、晩餐会が開始された。出し物としては、民族歌謡と多少の踊りといったところで、それほど派手なものではないと思うのだが、こちらの人は、それまで淡々と食事していたのとは、打って変わって、悦にいらっているようであった。そのうちに食事もおわると、またもや、特にあいさつするでもなく、あっさりお開きとなり、みなさん、風のように自分の車で帰宅となったものであった。まことに、あっさりしたものである。こちらは、イスラム文化ということで、アルコールは御法度であり、酔ってのバカ騒ぎもなく、多少拍子抜けでもあるが、いかにもこちら風であり、昔の遊牧時代のなごりがそのままのこっているかのようなやり方に興味を覚えたのだった。

まことに、世界はひろく、興味はつきないものである。

(あべ・たかし)



気球、惑星の空を飛ぶ！

矢島 信之

1783年、人類は空高く昇る手段“気球”を手に入れました。すると、気圧計、湿度計などを積み、どこまでも高く昇ろうとする科学者達が現れました。無謀にも、何の防護もなしに一気に1万メートル近くまで昇るのですから、命を落とす人もいました。でも、地球という惑星について少しでも多くを知りたかったのです。成層圏が発見されたのも、そうした気球による観測の成果です。時が過ぎ、今は衛星によって宇宙空間から地球を見下ろし、詳しく観測できる時代になりました。

さて、他の惑星の探査では、上記の経過とは逆向きに、探査機はまずは惑星の衛星となって観測を始めます。そして、次の段階では、より接近して観測しようと、地表にまで降り立つか、大気があれば気球を浮かべようとするのは当然の流れとなります。ローバーのように地表を動き回るのも有効な手段ですが、気球の魅力は、風に乗って広く浮遊することです。

大気があって気球を浮かべることができる惑星は、火星、金星、土星の衛星タイタンです。大気の主成分は、火星と金星が炭酸ガス、タイタンが窒素です。また、木星、土星、天王星、海王星は水素のガス体で、それより軽い気体はないため、熱気球の原理で浮上するしかありません。地表の圧力、温度を比べると、タイタンが地球に一番近く、火星は地球の成層圏に相当します。特異なのは金星で、90気圧、470℃の高温、高压の世界です。高度50kmでやっと地球表面と同じです。しかも、高度50kmから70kmにかけて硫酸の雲があり、地表を視界から遮っています。

気球が浮遊したことのある惑星は、今のところ金星のみです。それは、旧ソ連、フランス共同のプロジェクトでした。(1985年、Vega1号、2号、高度50km)。それ以降実行に移された計画はありませんが、多くの研究があり、さまざまなアイデアが提案されています。

私達は、気球工学部門を中心に、金星の20km以下の低い高度に気球を浮かべようと研究しています。そこは、300℃、20気圧以上という気球を浮かべるにはとても厳しい条件です。私達の考えている気球は、地球上のそれとは異なり、直径1m程の金属製の球です。高温、高压に強く、システムもシンプルなのが利点です。課題はいかに軽く作るかです。

最近耐熱温度が500℃にもなるPBOというフィルム

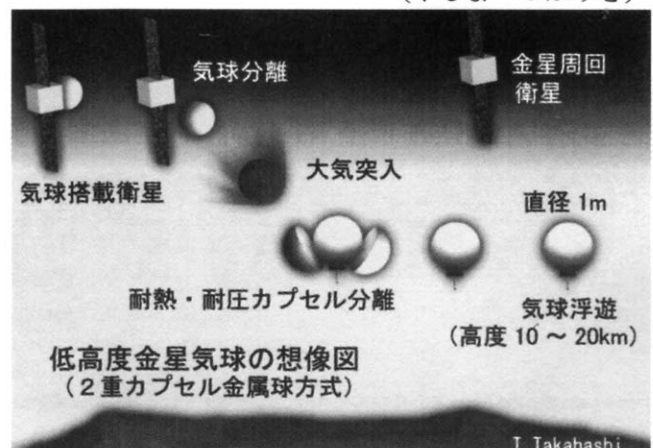
が現れました。その温度に耐えるフィルムの接合法は未開発ですが、膨張型の気球の可能性も大きくなりました。上記金属気球と組み合わせた、おもしろい気球も考えられます。

搭載装置も高温に耐えられなければなりません。前々号で紹介された、高温エレクトロニクスに熱い期待が寄せられています。それでも動作範囲外の場合は、冷却器を用意しなければなりません。

火星とタイタンは温度も低いので、地球と同じような薄いフィルムで作った大型の膨張型の気球を浮かべることができます。しかし、現用の気球は、満膨張になるとガスが溢れ出る排気孔を持っているため、日没とともにガス温度の低下で体積が収縮し、高度が下がってしまいます。これを補償するには、バラストを投下しなければなりません。はるばる遠くまでバラストを運ぶのも無駄なことですし、そうしても飛翔日数が飛躍的に延びるわけではありません。

いつまでも気球を飛び続けさせるには、排気孔がなく、外気圧との差が増加して上昇が止まるスーパープレッシャー気球を実現する必要があります。私達は、新しい気球設計法を考案し、長年の課題を解決しました (ISASニュース, No.222)。外形はカボチャのように扁平で、表面にはビーチマットのような膨らみが縦に入っています。その小さな曲率半径の効果で、フィルムに発生する力は大幅に減少し、強い気球となります。フライトテストにも成功しました。惑星の空にカボチャ気球が長期間浮遊し、地表の拡大画像や多くの観測データを地球に送って来る日が遠からずくるでしょう。

(やじま・のぶゆき)





ロケット実験班に参加して

雛田元紀

3月末でいよいよ定年です。今日まで約35年間、「ロケットのこと」一筋で参りました。時には気分転換と称して「ある海域における魚の適正分布の理論的研究」と言うたわいもないこと等に脱線したこともありました。そう言えば宇宙科学研究所誕生前の所謂「中枢研」構想では、プロジェクト開発を目指した応用研究と一般的な基礎研究の割合は、組織としても個人としても七対三程度が良からうとのご説明だったように記憶しています。当初の構想通り余裕のある研究所になって行けばより理想的でしょう。

この間、普通では経験できないことを色々やらせて頂きました。内之浦出張も合わせて2年を越したでしょうか。その日の疲れをその日の内に「すっかり取るため」と称して、夜毎芋焼酎を痛飲していた時期もありました。当時喫煙も度が過ぎておりましたが、禁煙を契機に、ここ20年程はお酒にはすっかり興味を無くしております。若い頃をご存じの方にたまにお会いすると一様に怪訝な顔をされますが、代償として随分太ってしまいました。最初から太っていたとのご指摘が聞こえそうですが、それ以前は今ほどではありませんでした。

さて、内之浦での余暇、待機の過ごし方にも触れておきましょう。私自身は実験場ではスクラブル、宿では、芋焼酎を飲みあるいは麻雀をしながら、歓談して時間を過ごしてきました。リラックスが目的なのは当然ですが、副産物として、チームワーク育成、知的、肉体的俊敏さの養成などにも役だっています。発射前後数分間の緊張状態で、的確な判断と迅速な行動が求められる飛行保安管制の訓練には、最適な余暇の過ごし方との意見に便乗して楽しんで参りました。

研究所に入り立ての頃は、ロケット実験班はラムダ計画主任である野村民也先生（元宇宙航空研究所所長、元宇宙開発委員会委員長代理）を中心に総力を揚げてラムダ4Sロケットによる初の人工衛星を目指し、土日返上で、日夜取り組んでおりました。外部から寄せられた大きな期待感の裏返しとでもいうのでしょうか、なかなか衛星実現に至らず、世間の苛々も頂点に達した頃、ようやく昭和45年2月11日5号機で「おおすみ」誕生となりました。下っ端の私も何か自分でも手柄を立てたような、晴れ晴れした気分を味わせて頂きました。

た。当時の感激と、それに至るまでに実験班の受けた学識経験者や一部報道からの手厳しいご批判は新米の私にも最も鮮明な記憶として、脳裏にやきついております。ラムダ4号機3・4段の追突事故は外部から初歩的ミスと糾弾されました。第3段残留推力によるその可能性を予想できなかった不明を深く恥じもいたしました。が、あまりに厳しいご批判に反論したいお気持ちを抑えられたリーダーの先生方はさぞや大変だったことと想像いたします。批判、評価、反省などの言葉は最近でもよく耳にしますが、深い見識に基づいた、建設的で責任ある批判、評価であってほしいものです。

さて、大先生のお教えもご紹介しておきましょう。「おおすみ」に漕ぎ着けた後のある朝、故玉木章夫先生（元東大宇宙航空研究所所長）が「何もしてないと研究所に来るのが恥ずかしくなるだろうね。そうになったら辞めるしかない。」と仰いました。この心構えで勤めるよう心掛けて参りました。皆様は堂々と来られているようで、安心です。

故森大吉郎先生（初代宇宙科学研究所所長）からは、「不具合、事故などの究明課程で、能力や手腕、責任感や熱意の程度がわかるもんですよ。」と伺いました。グループで仕事をしていると、個人個人のことは表に現れ難いものですが、そのような時には否応なしに現れて仕舞うし、その後の信用度にも関わるので心しなさいと仰ったのしょう。また、「問題ないものは変えるべからず」、「実験の前祝いは決してするべからず」等と折々にご注意頂きました。無論ご意志は尊重して参りましたが、後輩たちはどうでしょうか。

所帯の小さい宇宙研では、互いに協力、連携して大きな成果を挙げてきました。若い研究者の独立性は最大限尊重される一方、ことに当たっては自我を抑え全員で取り組むことが求められてきました。多くの雑多な雑用も当然のこととして受け入れられ、何方からも不平、不満を聞きません。これは極めて希なことですが、これこそが宇宙研の発展の原動力です。今後もこの伝統が若い人を含めて尊重、維持されることを期待します。

以上宇宙研のためとあれこれ並べて仕舞いました。在職中、所内外の多くの先輩、同僚、後輩にご指導、ご支援を頂きました。皆様に深く感謝しております。

（ひなだ・もとき）



旧き友「あけぼの」

鶴田 浩一郎

この3月で私は定年を迎え宇宙研を退職する。気持ちでは「未だ若僧」のつもりでいても客観事実は否定できない。ついに、思い出めいた文章を書かされる羽目に立ち至った。記憶力に問題のある私は「思い出」が苦手なのである。大雑把な記憶によると、私が衛星開発に関わるようになったのは「じきけん」衛星開発に見習いとして参加した1976年頃のことだったと思う。

私にとって本命は次の「あけぼの」衛星であった。当時EXOS-Dと言っていたこの衛星の責任者だった大林先生が体調を悪くされ、私が跡を継ぐことになった。丁度その頃、宇宙研の衛星が国際的に認められ始めようとしている時期で、私達も何とか「あけぼの」を一流の衛星にしたいという熱い思いがあった。先行していた衛星に米国のS3-3とスウェーデンのヴィキング衛星があり、この二つの衛星を超える必要があったため、観測機にも軌道にも妥協の余地がない状態で計画は出発することとなった。工学担当は中谷先生（途中で名取先生に交代）であった。

私どもの分野では電場や磁場、プラズマ波動を測るため数十メートルのアンテナや数メートルの伸展マストを持った「花魁のかんざし」と揶揄されるような形状の衛星が必要である。しかし、「じきけん」では輸入したアンテナがうまく動作しなかったし、本格的に使えるブームも無かった。そのため「あけぼの」では新規に国産のアンテナやブームを開発することにした。「Geotail」や「のぞみ」のアンテナやブームの基礎は「あけぼの」での三浦・名取研でのブームの開発、籾田先生や森田氏の伸展物のダイナミックス解析にあるといえる。余談であるが籾田先生の主導で定期的開催されていた伸展物のダイナミックスに関する検討会には私も出席していた。難解な数学を理解することはついに出来なかったが、専門家がちゃんと考えてくれているのだという安心感を得るのには役立った。

「あけぼの」は軌道の関係でそれまでの宇宙研の衛星の中で最も放射線被爆量の多い衛星となることが解っていた。当時、宇宙研には放射線対策の専門家はいなくて、結局素人集団が俄か知識を持ち寄って対策を講じることになった。使用部品の放射線試験が必要だと言うことで、東海大学原研の高見先生やいろんな方にお願ひして照射試験を行った。ともかくも相当量の部品について照射試験を実施し、弱い部品の一部は2重化して対処するなど過剰防衛とも言える対策を施した。また論理素子は耐放射線部品を米国から輸入して使用した。この米国から輸入した耐放射線論理素子はその後リード部分のメッキが剥離すると言う大問題を起こした。フライトモデルの製作過程で発生した不具合で、打ち上げ延期に直結しかねない重大事であった。急速米国へ飛び、代替品の早期納入を迫ったが埒があかない。結局現有品のリードを再処理してメッキ剥離を防ぐということになった。再処理は日本電気の社内で行われたが、他社の使用分も含め1万点近いICのリードを手作業で処理した日本電気には企業の良心と気概を見た思いがした。

「あけぼの」は総合試験でも問題が続出した。連日連夜のトラブルシューティングに頭を寄せ合う、川口さん、大島さん他当時の若手の顔が浮かぶ。そこには責任者も発注者も企業も無く、ただ一群の技術者が一つの問題の解決に頭を寄せ合っている姿があった。プロジェクトに関する私の原風景である。

当初1年はもたせたいと願った「あけぼの」は打ち上げ後12年を経過して今なお健在である。まさか、私の退職後まで現役を続けるとは想像もしていなかった。論文もそこそこに出だし、何人かの博士も出たことから、少し気楽にしてあまり若者の手を煩わせない老後を送ってくれることを願っている。

(つるた・こういちろう)

ISASニュース

No.240 2001.3

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 042-759-8009

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(庶務課法規・出版係)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>)。