



ニューズ
No. 95

宇宙科学研究所
1989. 2

〈研究紹介〉

衝 撃 波

東北大学高速力学研究所 高山和喜

■ 衝撃波

超新星の爆発では天文学的な規模の衝撃波が現れます。一方、水中で直径1ミリに満たない微小な気泡が振動し崩壊するとき、ミクロな尺度で衝撃波が発生することが知られています。雷鳴は自然界で起こる身近な衝撃波、また、青信号で走り出す自動車の流れは、管内を伝わる衝撃波と類似現象です。この様に私たちの周りには、衝撃波や種々の衝撃波類似現象で取り囲まれています。

衝撃波とは、音速を超えて伝わる圧力の波です。双曲型微分方程式で記述される物理現象に固有な非線形の波動です。

衝撃波の存在を予言し最初に実証したのは、物理学者E.マッハの業績で、19世紀末のことでした。しかし、衝撃波の研究が重要になったのは、今世

紀の半ばすぎ、宇宙開発時代の幕開けの時からでした。宇宙船の大気圏再突入や超音速飛行で衝撃波の振舞いは重要です。衝撃波の研究は宇宙科学のある一面を支えていると言って過言ではありません。また今日、衝撃波の工学、理学あるいは医学への様々な応用が試みられ、衝撃波現象の基礎研究がますます重要になっています。

ここに東北大学高速力学研究所で行っている衝撃波研究の一端を紹介します。

■ マッハ反射

衝撃波が壁で反射するとき、衝撃波の入射角と反射角とは著しく異なります。さらに、反射する衝撃波は壁に垂直な分岐を作ることがあります。これはE.マッハが最初に明らかにした現象で、マ

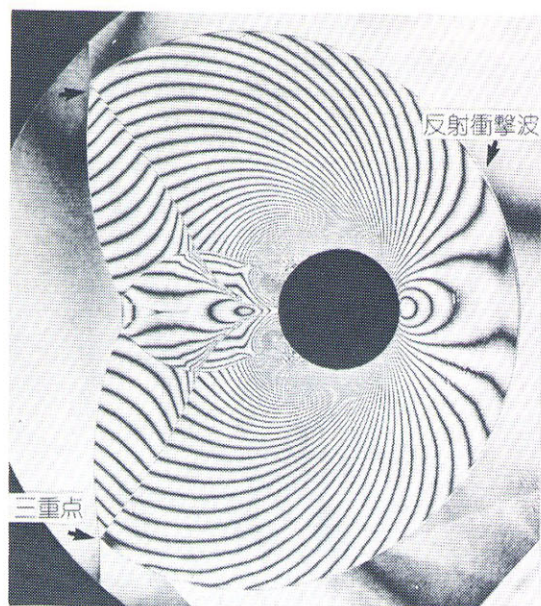


図1 円柱まわりの衝撃波

マッハ反射と名付けられ、衝撃波の反射するところ、気体、液体、固体あるいは混相媒体の中にも現れます。マッハ反射は流体力学の代表的な非線形現象で、衝撃波の振舞いを論ずるとき、まず明らかにすべき基礎現象です。種々の条件下で、マッハ反射の発生とその振舞いを実験的に理論的に解明しています。図1は円柱を過ぎる衝撃波のホログラフィ干渉計写真です。円柱の背後で衝撃波は回折し、矢印で示すようなマッハ反射の三重点と干渉する波が奇妙な模様を作り出しています。

■ フォン・ノイマンのパラドックス

フォン・ノイマンはマッハ反射の出現を予知する解析研究を行いました。彼のモデルは強い衝撃波に対し実験とよく一致します。しかし、弱い衝撃波では、ノイマンのモデルは実験結果と大きく食い違います。これはノイマンのパラドックスと呼ばれ、非常に興味ある基礎研究の課題です。液体や固体中では、大きな圧力振幅をもつ衝撃波でも速度は音速に近いので、弱い衝撃波となります。従って、液体や固体中の衝撃波の挙動を明らかにしようとする時、まず、ノイマンのパラドックスが解明されなければなりません。最近、これを解く糸口となる二、三の実験結果が得られています。

弱い衝撃波では、マッハ反射の三重点は不連続とはならず、多分、三重点近傍の衝撃波は気体の粘性などの効果と釣り合って、滑らかにつながることも原因の一つと考えられます。

■ 衝撃波のフォーカシング

水中で微小爆薬を起爆して球状衝撃波を再現性よく発生することが出来ます。回転楕円体形状の曲面を持つ容器を用いて、衝撃波を反射させフォーカスし高圧を発生することが出来ます。水中で温度上昇なしに、圧力だけを一瞬高めることは力学のおもしろい基礎研究です。図2は楕円の焦点の一つで4mgのアジ化鉛を起爆して得た衝撃波を、直径50mmの回転楕円体曲面のもう一つの焦点にフォーカスさせた瞬間のホログラフィ干渉計写真です。縞が密に集まったところが高圧部分を示しています。縞の分布を測って局所的に約800気圧の高圧が得られました。また、直径500mm×700mmの閉じた回転楕円体の焦点の一つで、100mgのPETNを起爆すると、もう一つの焦点に約10,000気圧にも達する高圧が発生できました。この手段は液体の物性研究などに利用できるかも知れません。水中衝撃波のフォーカシングを医療に応用し、腎臓結石や胆石を手術なしに破碎除去する装置が開発されています。これは衝撃波計測法の開発、数値シミュレーション法の利用、さらにマッハ反射の解明に始まる基礎研究の組み合わせされた成果です。

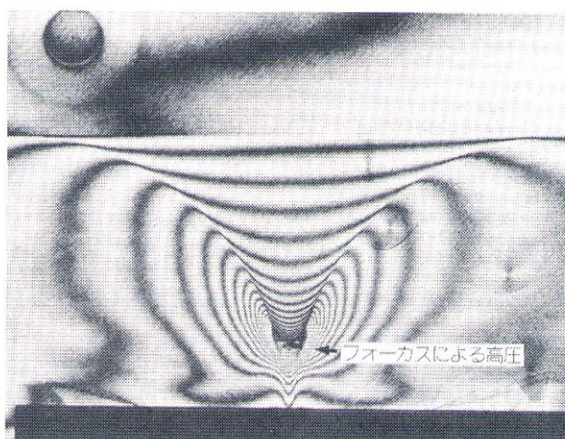


図2 水中衝撃波のフォーカシング

■ 気泡と衝撃波の干渉

液体中で微小気泡に衝撃波が衝突すると、気泡は収縮しもう一つの衝撃波を作りさらにマイクロジェットを発生します。この様な現象は気液二相流れのいたるところに現れます。この現象をホログラフィー干渉計法で観察した結果を図3に示します。直径1.7mmの空気泡に250気圧の過剰圧をもつ球状衝撃波が作用するとき、気泡は収縮し衝撃波の衝突した面に瞬間的に100気圧に近い局所的な圧力上昇が現れる、やがて、この高圧がマイクロな衝撃波の生成につながることを示しています。多相媒体中での衝撃波の構造や振舞いについて、今後いろいろな面から研究を進めることが必要です。この研究課題は興味ある非線形波動の解明ばかりでなく、重要な応用につながる基礎研究と考えられます。

E.マッハに始まった衝撃波の研究は、今や流体科学の一つの分野を形成しています。基礎研究の成果を待って、今後、極限状態の生成、極超音速

流れに代表される航空宇宙工学、材料科学あるいは医療など幅広い応用の展開が期待されています。
(たかやま・かずよし)

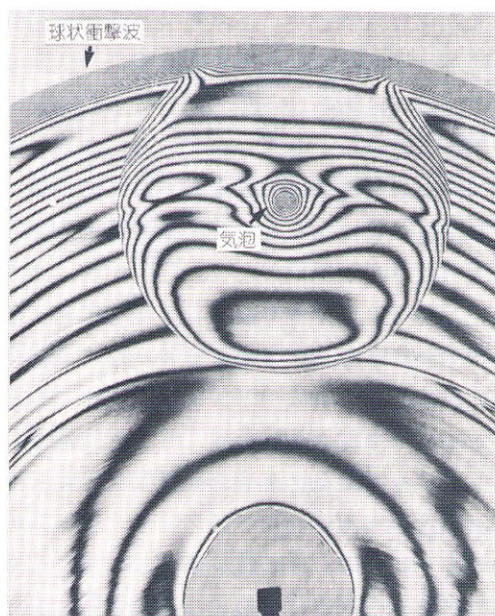


図3 気泡と衝撃波の干渉

お知らせ

磁気圏・電離圏シンポジウム

日時 平成元年3月14日(火)～15日(水)
場所 相模原キャンパス本館2階会議場

スペース・プラズマ研究会

日時 平成元年1月24日(火)
場所 相模原キャンパス本館2階会議場

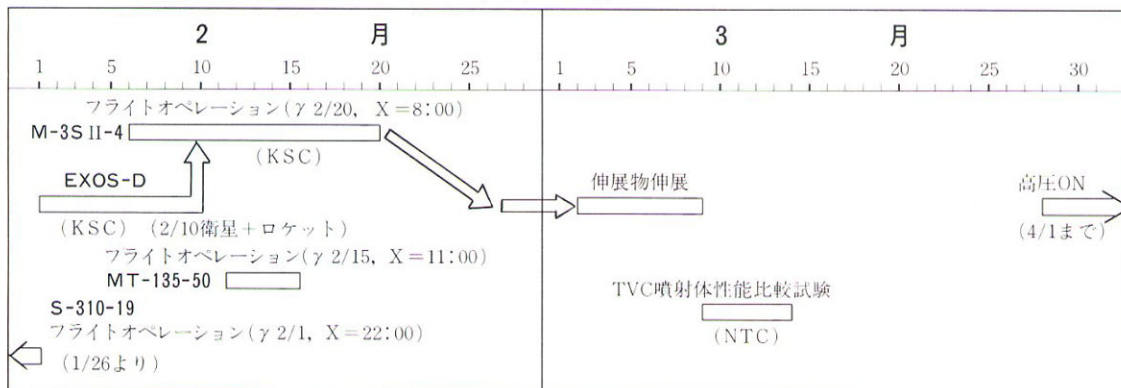
問合せ先 宇宙科学研究所研究協力課
共同利用係 0427(51)3911(内2234)

★人事異動

発令年月日	氏名	異動事項	現(旧)職等
昭和64年 1月1日	荒川 義博	(客員部門) 宇宙推進研究系 助教授	東京大学助教授 工学部
平成元年 2月1日	田村 善昭	(採用) 宇宙輸送研究系 助手	



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール(2月・3月)





★M-3S II-4号機の打上げ準備

第12号科学衛星EXOS-Dを打上げるためのM-3S II型4号機の組立ては昨年12月初旬から鹿児島宇宙空間観測所で行われた。本機の第3段までの基本部分は前3機とほぼ同一であるが、SMRCによる3軸制御の試験等の新しい試みも加えられている。衛星を遠地点10,000kmの長楕円軌道に投入するための第4段KM-Dは新設計になるもので、後方着火・伸張ノズル等の新方式が採用されている。作業は順調に進み12月20日に全作業を終了して後は衛星の搬入待ちの状態にある。一方衛星は、初期のICの入手遅れを遠因とするスケジュールの遅れに苦しみながらも年末年初の作業を通じてこれを回復し、相模原での全試験を終了した衛星は1月30日鹿児島に向けて発送された。2月2日より衛星系の、同6日よりロケット系の現地作業が始まり、2月20日午前8時の打上げを迎える予定である。

(～表紙カット～ EXOS-D伸張マストの最終試験、撮影：新倉克比古) (松尾弘毅)

★昭和63年度ブラジル大気球実験

昭和63年度ブラジル大気球実験は10月末から12月初めにかけてブラジルのINPE研究所と日本との共同実験として行われた。日本側から参加した機関は宇宙科学研、東大理、大阪市大、山形大、立教大、理研、高エネルギー研であった。ブラジルの大気球放球場はINPE研究所のあるサン・ジョゼより北方300km西経46°34′、南緯21°51′に位置するポソス・デル・カルダス飛行場である。放球したのはB150 1機、B550 2機で計3機である。1号機の観測目的は超新星S N 1987 Aから発生される硬X線の観測である。昭和63年11月24日20時14分にダイナミック方式を用いて放球された。気球は正常に上昇し、2時間30分後に水平浮遊に入り、翌朝8時32分放球場より西方180kmに達した所で指令電波により観測器を気球から切り離し回収した。この間、観測器は正常に動作し所期の成果を納めることができた。2号機の目的は、超新星から発生するガンマ線の観測であり、昭和63年11月28日21時12分に放球された。放球時に放球用ワイヤー

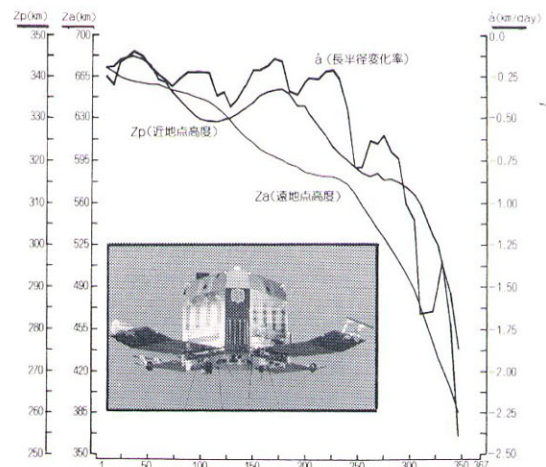
「おおぞら」の落下

オーロラ帯と南大西洋地磁気異常帯におけるプラズマ波や降下粒子の観測、高エネルギー粒子の世界分布や成層圏オゾン分布の測定など種々の科学成果をあげた第9号科学衛星EXOS-Cが、12月26日深夜第26,805周回で大気圏に再突入した。昭和59年2月14日の打ち上げ以来、4年と10ヵ月余りであった。突入地点はニューギニア上空とみられる。長いアンテナと太陽電池パドルのためか12月12日（遠地点高度385km、近地点275km）から姿勢が乱れ始めて日照中での充電が十分に行われず夜間の観測に支障を来した。このため再突入直前の可視軌道は夜間で受信できなかった。26日午後の受信では機器の温度上昇は認められない。宇宙開発事業団の増田追跡所でも11月28日からドップラー観測を開始したが、姿勢の不安定のため落下日時の子報が難しく、事業団のデータ処理課の方々が苦勞された。すべての観測機器が正常であり、またEXOS-Dとの共同観測も考えられていたためその消滅が惜しまれる。しかし「おおぞら」

の経験はまた今後EXOS-DやGEOTAILに引き継がれている。

最後に「おおぞら」の設計、製作、打ち上げおよび運用に携わった多くの方々、また再突入にあたり予報を出して下さった宇宙開発事業団の関係者に御礼申し上げたい。

(中村良治)



1988年における「おおぞら」の軌道変化



が方位角センサー（GA）に接触し、GAをもぎ取って放球されたため、方向規正を動作させることができなかった。気球は3時間10分後に水平浮遊に入り、観測器は翌朝8時30分放球場より西方300 kmの地点で気球より切り離し回収した。この間、方向規正以外の観測器は正常に動作した。姿勢制御が行えなかったため、データ解析はかなりてまどりそうである。3号機は回収したガンマ線観測器を修理し、12月8日22時10分に再度放球したが、放球に失敗した。

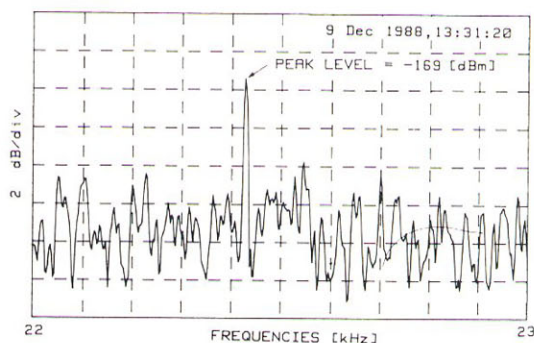
B550 気球は日本では放球した事が無い大きな気球であり、ダイナミックランチング方式での迫力のある放球を目のあたりに貴重な経験をした。

（山上隆正）

★パイオニア10号を用いた重力波検出実験

NASAのパイオニア10号は現在、地球から68億 kmを飛行中である。この探査機と地球間の距離は重力波により変動を受けると予想されるので、探査機から発射される電波を物差しとして、宇宙背景重力を検出しようという実験が12月5日開始された。宇宙背景重力は、ビッグバンなどに関連した創成期の宇宙構造や、宇宙の暗黒物質を考える上で重要なものである。

本実験は宇宙研とJPL（ジェット推進研究所）との共同実験として提案された。実験内容としては、ボイジャーオカルテーション実験用として臼田宇宙空間観測所に設置されたオープンループ受信機を用いて、2 GHzにおいて 10^{-4} Hz以下の微小な周波数変化を検出することになる。基準となる周波数源として、本来高安定な水素メーザが欲し



いところであるが、今回はセシウム発振器を用いた。

図は受信キャリアを示すが、受信レベルが-169 dBmで、ノイズレベルよりも約8dB（6倍）高い状態（検出器の帯域幅9.5Hzにおいて）であり、結果は上々である。今後これをデータ処理して、上記のような周波数変化を抽出することになる。

このパイオニア10号は、以前にも追跡受信しようとしたが、失敗している。従って今回の成功は、臼田局通信設備の性能検証という点からも、意義が大きい。

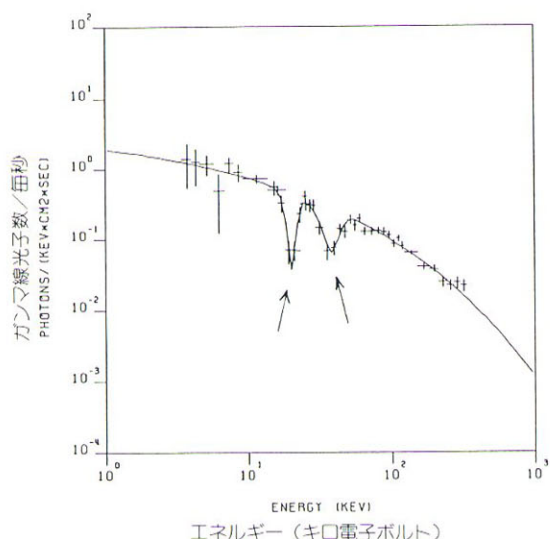
（河島信樹，高野 忠）

★「ぎんが」が捉えたガンマ線バーストの発生天体

宇宙研は1987年2月に「ぎんが」の愛称で呼ばれるX線天文衛星を打ち上げました。この科学衛星にはX線検出器の他に、宇宙研とロスアラモス国立研究所（アメリカ）との間で共同製作されたガンマ線バースト検出器も搭載されていました。

さてガンマ線バーストとは宇宙からガンマ線光子が（主に数10キロ電子ボルトから数100キロ電子ボルト）、短時間だけ（バースト的で多くは10秒以下）降り注ぐ天体現象に付けられた名前です。部分的核実験停止条約の締結後に、その履行を監視するために打ち上げられていた人工衛星にたびたび変なガンマ線フラックスが短時間だけ受かることから発見されました。この発見は1967年に行われましたが、人工衛星からでしか観測出来ないことや、短時間の現象であることのためになかなか原因がわからず、発生天体の種類やエネルギー源などが未知のままでした。

さて『ぎんが』で観測されたいくつかのガンマ線バーストのスペクトル（入って来た光子のエネルギーを横軸に、あるエネルギー幅に入った光子



図は縦軸にガンマ線バーストの観測光子の数を、横軸に各光子のエネルギーを描いたものです。約20キロ電子ボルトと40キロ電子ボルトのエネルギーのところは他のところに比べて減少しているのがわかる。二つのエネルギーの比は正確に1:2となり、サイクロトロン過程によるものであることを強く示唆する。

の数(縦軸)を作ってみると、2カ所のエネルギーで、光子の数がまわりに比べて減っていることが確認されました。図1にそのスペクトルの一例を示します。矢印で示した2カ所の

エネルギーで減少しているのが分かります。しかも2カ所で見られる減少のエネルギーの比が正確に1:2となっていることが特徴です。

こんなガンマ線バーストの例が3例ほど見つかりました。これが「ぎんが」の世紀の大発見と言うわけです。

我々はこの構造の原因を以下のように考えるとする論文を科学雑誌ネイチャー (Vol. 335, p235, 1988) に投稿し、おおきな反響を得ました。それはエネルギーで1:2のようなハーモニック構造を作り得る基礎プロセスはサイクロトロン吸収しか無いだろう。サイクロトロン吸収とは強磁場中を回転する電子のエネルギーが原子核のまわりの電子のように量子化されるとするものです。サイクロトロン吸収とすると約 10^{12} ガウスの極めて強い磁場を必要とし、この様に強い磁場を持ち得る天体は中性子星と呼ばれる天体しか無いと結論するものです。これでここ20年来疑問として残っていたガンマ線バーストと呼ばれる現象の発生天体が強い磁場を持った中性子星とほぼ特定されたことになります。エネルギー源やガンマ線を中性子星の上で作るメカニズムの研究が今後の課題となります。

(村上敏夫)



★ソ連の月・火星計画

ソ連はこのほど1990年代の火星探査計画を改定し、また20世紀の末までに月のサンプルを地球に持って帰るミッションを1992年に計画開始すると発表した。

新しい火星探査計画によれば、1994年に火星オービターを打ち上げ、軌道上から火星大気にバルーンを放出するとともに、火星表面に恒久的な気象観測基地とペネトレータを配置する。

「このミッションにより、1996年に打上げを予定している火星ローバーを降ろす場所を見つける」とは、ソ連宇宙科学研究所(IKI)の新所長A.A.ガレーエフの言葉。以前は1994年の打上げで火星ローバーを持って行くと言っていた計画が若干変更された模様。

一方、ソ連の月探査は1992年の月オービターで再開され、月面の詳細な撮像、表面の化学組成のデータ集め、磁場・重力場等の調査を行う。このデータは、将来の月計画に生かされるが、とりあえず1996年の月の裏側からのサンプルリターン・ミッションの着陸地探しに役立つだろう。

この月・火星探査計画の詳細は、さる12月14～19日に開かれたソ連とフランスの宇宙計画懇談会に提出された。

なお、さる1月29日にはソ連の“フォボス2号”が火星の引力圏に入ったが、慎重な軌道標定の後、4月に劇的なフォボス接近とランダー投下を試みる。小天体へのプローブ投下は初めてであり、国際的に熱い期待が寄せられている。

(AW & ST, 1989年1月2日号)



宇宙利用という新しい宇宙科学

宇宙科学研究所 堀内 良

はじめに、この欄に宇宙利用関係の研究紹介の連載を企画したので“はしがき”を書くようにとの御注文を受けた。面白いトピックスや研究内容はこれからの連載に期待するとして、宇宙利用研究の推進に関する宇宙研の役割を御紹介して責をふさぐこととしたい。

宇宙環境利用研究の展開 スペースシャトルに象徴されるような宇宙輸送システムの進歩と能力の増大は宇宙を探索の場からその環境を利用する場へと夢を広げることを可能にしてきた。そして米国主導ながらESA、カナダ、日本の国際協力によるスペースステーションも今世紀末を目標に建設が進められる。このような宇宙利用の基盤の整備に対応して、新しい皮袋にもる新しい酒づくりとなる宇宙利用研究の内容の充実と深化が要請されることになる。

宇宙利用研究の推進体制 宇宙開発委員会・宇宙基地特別部会の報告では宇宙基地を利用する研究の推進体制として、さしあたり産・官・学をたてわりにして文部省が所轄する大学等の研究者の宇宙基地利用研究の推進ととりまとめは宇宙研が行うのが適当とされた。これを受けて、宇宙研では宇宙利用委員会（委員長・秋葉教授）を設置し、実務を担当する付属施設として宇宙基地利用研究センターを発足させた。1988年には約7000万円の予算もつき研究推進の業務を開始している。現在の陣容はセンター長を堀内が併任し、専任は山下助教授、和泉助手に吉野さんと小さな所帯できりきり舞いをしている。

宇宙利用研究の主要分野は現在のところ6分野、天体物理学・太陽系科学・地球観測・微小重力科学・ライフサイエンス・理工学実験であり、それぞれに研究班が組織されている。このうち天体、太陽、地球の3分野は既に確立された分野で、研究テーマの評価や選択についても成熟している。これに対し微小重力科学、ライフサイエンス、理

工学実験の3分野は研究者のコミュニティの組織化を含めて、研究テーマや内容の成熟性を高めるため予備実験や基礎研究の推進を図ることが必要とされている。このため宇宙利用委員会としてはこの3分野について宇宙基地利用基礎実験費によって研究の推進をはかっている。この実験費は公募により大学等の研究者から提出された研究計画を利用委員会評価小委員会で審査し、これに基づいて配分される。

これらの研究班には、小班が設けられ、研究連絡など研究の組織化が進められている。現在のところ微小重力科学の小班は凝固・結晶成長、流体・伝熱、気相・真空利用の3グループ、ライフサイエンスの小班は生命の起源をさぐる圏外生物学、動物系、植物・農学、医学の4つ、理工学実験はエネルギー、推進、制御・通信、熱・構造の4つである。

宇宙利用研究への期待 宇宙研はこれまで17個の科学衛星とハレーを追った2つの太陽周回軌道の科学惑星の打ち上げに成功し、銀河系の超新星やX線星の観測や太陽系科学に大きな成果をあげてきた。これらの研究意図は未知への挑戦にとどまらず、物理学の体系にも大きなインパクトとなることを願っている。これと同じように宇宙利用研究も地上の環境の枠の中での経験や理解から作られた学問を宇宙的視点から捉え直し、より普遍性の持つ体系へと再構築することを願っている。これが達成されれば、人間が宇宙に挑んだ貴重な果実となる筈である。このために多くの優れた才能を育てることに宇宙研も力を尽くしたいと考えている。
(ほりうち・りょう)

カット：和泉和美



臼田の山猿アメリカへ行く

宇宙科学研究所 山 田 三 男

昨年12月にロスアンゼルス郊外のNASAジェット推進研究所でボイジャー2号海王星オカルテーション日米共同実験の予備実験ORT-1/1Aの結果報告会議が行われました。

臼田局側の結果を報告すべく長野の山奥から遙々カリフォルニアへの旅が始まりました。

成田を12月3日午後6時出発10時間でロス国際空港に到着、3日午前10時でした。レンタカー会社AVISに行き、シボレーカバレーを借りいざ出発、道路は右側、ハンドルは左側アメリカだから当たり前。機内のスチュワーデスが美人だったせいかよく眠れず時差ボケに苦しみながらの運転が始まる。バサディナ・ローズミッドまで1時間半、ホテルに着くとJPLのMr.G.Becker(愛称ジェリーちゃん)が迎えに来てくれました。この日はJPLの一般公開日で、ラッキーチャンスだとのこと、早速JPLを訪問しました。JPLには多数の展示棟がありボイジャーのコーナーでは搭載用テレビカメラの画像説明がありました。画像は縦800個、横800個のピクセルから構成され個々のピクセルは8段階の輝度表現が可能とのこと。1枚の画像には512万ビットの情報が含まれてることになり1枚の画像を地球へ送るのに48秒かかるそうなので毎秒約11万ビットの情報を地球へ送って来ることになります。他のミッションではガリレオ衛星が今年10月シャトルから木星へと打ち出される予定とか。まるで傘のような展開型パラボラアンテナ(直径5.1mφ)を用いて画像情報を毎秒13万ビットの早さで地球へ送って来るそうです。マゼラン計画では金星の厚い雲に覆われた表面の地形をVRM(ビーナス・レーダ・マップパー)によって詳しく調査、分解能は赤道付近で500m、極付近で1kmとのことでした。VRMも今年4月シャトルから打ち出される予定です。見学を終えジェリーちゃんと一緒にステーキハウスに行き注文したステーキを見てびっくり。ステーキもジャンボだが横に付いて来たジャガイモの大きいこと、20cm以上はありしかもその味が本当においしかった。

休日はサンフランシスコまで脚を延ばし、翌日はJPLでのORT-1/1A結果報告検討会議に出席しました。検討会議の内容については他の機会に報告したいと思います。

翌日はMr. Jason Kovatch(LNAの専門家で臼田に2度来たことがある)の案内でゴールドストーンへ行きました。ビーナスサイトやエコー、アポロ、ユラナスステーションが点在する一番奥に直径70mφパラボラアンテナDSS-14が有りました。このアンテナは重いので毎年少しずつ傾いて来る。まるでピサの斜塔だと説明してくれました(臼田でなくて良かった)。それにしても職員の多いのにはびっくり。臼田としては羨ましいかぎりです。

ゴールドストーンからの帰りジェイソンさんは夕食を用意しているからと言って家へ招いてくれました。奥様のメリージェーンさんは日系3世で、御主人と同じくJPLで働いているコンピューターのプログラマーだそうです。キュートな笑顔が印象的な気さくな人でした。毎日120kmもの道のりを通勤しているのだと聞いて驚きました。

翌日JPLでMr. North Hamさん達とシステム雑音等に付いての話し合いが行われました。その日の晩、ハムさんは我々を自宅でのパーティーに招いてくれました。ハムさんは受信系の信号安定度を測定しに2度来たことのあるシステム雑音の専門家です。そのハムさんが目の玉を丸くして言いました、“DSS-48(臼田のアンテナ)は素晴らしい。雑音温度は14K、我々のはやっと22Kまで追い込めたのに。”ハムさんにとって8Kの差は驚異的だったようです。カリフォルニアでの1週間を親切的なJPLの人達のおかげで無事終えることができました。

帰国後は、臼田に長期滞在中のバルケンホル夫妻を我が家に招き、この良き思い出話をメインディッシュとし、佐久の地酒とおせち料理で正月を過ごしました。

(やまだ・みつお)

宇宙環境 (3) 熱的環境

短時間ながらロケットエンジンの燃焼と加速度変動に起因する激しいランダム振動と腸をゆする轟音に必死に耐えると、宇宙船は突然静寂と漆黒の無限世界に放出される。太陽がギラギラと輝く極寒の宇宙空間である。理学者にとっては正に研究の対象たるこの激しく活動する宇宙空間も、宇宙船自身にとっては、唯一つ、寒暖の差に留意して体調を崩さなければ、生涯にわたって平穩無事を約束してくれる有難い環境である。持参したRCSタンクの燃料が切れるまで地上からの気まぐれ電話に適当に対応するぐらいで、あとは移りゆく満天の星空を眺めながら時の流れに身を任せていけばよい。

過去、あまたの宇宙船が打ち上げられたが、この宇宙空間にまでたどり着きながら不幸にも寿命を全うできなかったものは比較的少ない。まだまだ、数は少ないから宇宙船同士が出会い頭に衝突する事故もないし、天敵となるような菌やウィルスもまだ発生していない。ただ、地球周りの空間に限れば大小様々な構造体の爆発残骸や破片あるいは燃焼廃棄物、塗料はがれの微粒子など人工浮遊物が着実に増加しているから、あと何百年もしないうちにこれら人工宇宙塵との衝突事故や不具合が出てくると言う。今の内から宇宙環境の汚染防止対策を講じなければ、という意見はもっと重視されてよい。それはともかく、現在のところ宇宙空間での不具合の大半は寒暖の差による体調不良に関係しているようだ。その他にも様々な宇宙線被爆によるIC素子の機能破壊、表面熱物性の劣化等が原因の一つに挙げられることがあるが、これらの定量的な被害見積りは残念ながらまだ十分でない。従って、宇宙船は出発前にフルコースの健康診断を受け、宇宙熱環境を模擬したスペースチャンバ内で温度変化に耐える訓練を積んだあと宇宙線や粒子に強いオーバーコートを着せられて打ち上げられることになる。今やこの種の訓練

やコート仕立ては十分経験が重ねられて大きく失敗することは殆ど無くなったと言ってよい。研究の余地があるとすれば経年変化の小さい良質のコート生地を作ることぐらいか。

断わるまでもなく宇宙空間に寒暖の差が生じるわけではない。宇宙船が取る軌道上で外部から入射する輻射熱と内部機器発熱とのバランスから宇宙船各部の温度状態とその変動幅が決ってくるだけである。高度にもよるが宇宙船を念頭におく宇宙空間では大気分子の数密度が十分に小さく、そこでの熱力学的な温度はほとんど意味が無い。従って、宇宙船表面と宇宙空間の間では輻射による熱伝達が唯一の熱輸送手段となること、宇宙船表面の特定の場所を指定して温度を議論しないと意味がなくなることが大きな特徴である。これはまた、宇宙船の熱的挙動を検討するとき、周囲の温度データを内挿あるいは外挿して不具合部分の温度を推定することは時として危険であることを教えている。宇宙船の大方の構体は熱伝導性の悪い高分子材料が中心であり、局所的な高温点あるいは低温点が容易に発生し得るからである。

ところで、宇宙船の図体がずっと大きくなって大食漢になったらどうなるだろう。食欲は体重(長さの3乗)に比例して旺盛なのに熱廃棄物は依然体表面(長さの2乗)から輻射によって排出する以外に術がないから宇宙船は大変な汗かきになる。仕立て屋さんはオーバーコートの他に場所によっては水枕や水布団を当てがってやらねばならぬが、ここで問題となってきたのが宇宙空間の無重量性である。単純な水枕を纏って宇宙空間にきても枕内の水が思うように循環して患部を冷やしてくれないのである。何らかの方法で循環・冷却させる必要に迫られているが、妙案はまだ確立していない。工学的な宇宙空間は現在、仕立て屋さんにもう一つの新しい難題を突きつけている。

— 筑波大 — 小林康德



TRANSITIONS

Richard M. Dickinson

I feel especially lucky to have been at ISAS during part of the time of your transition from Komaba to Sagami-hara campus. The location was inconvenient for most of those with established residences and we had in common the learning of the fastest routes, most convenient trains, of the location of old and new services, the shuttle bus schedules, library services, etc.

In my transition from residing in an English speaking nation to Japanese speaking nation I know I was lucky to have such friends as Matogawa, Nishimura, Nakatani, Ichikawa and Miyake attempting to find suitable housing and equipments to reside in Japan and to work at ISAS. Also, I was particularly honored to be asked to comment on certain English language conference paper drafts, international spacecraft interface specifications, the English language instructions for proper usage of the copy machine in the library and the information for new residents in the guest lodge.

The transition in my choice of participation sport from sail boating to table tennis was greatly facilitated by the table tennis instruction I received from Masako Koma which were most helpful and really improved my game. However, I have a long way to go for improvement before I play against Hayashi again. His play is excellent and his delivery of the smile with the serve is at first disconcerting but interesting.

In exchange for the table tennis instruction and practice, I provided suggestions to the English language compositions of Koma. This rare opportunity provided a most interesting insight into the Japanese life style and background. I learned a lot, and in connection with the lunch-time discussions with the other members of the Association of Healthy Minds and Bodies, it was a most broadening cultural transition to share opinions and experiences with members from many countries—England, Germany, China, Malaysia, Canada, Argentina, etc. The discussion topics ranged from favorite places, art, philosophy, foods, entertainment, recreation, organized crime, to social activities, etc.

I was impressed with the transition from JPL with 5,000 persons to an organization of only 300 souls who have been able to successfully launch 17 spacecraft in 17 years. Even with the use of many contractors by ISAS, it is a significant accomplishment. The multiple jobs that each person does and the participation at the launch site is impressive. I estimate that the percentage of the JPL staff that has witnessed, let alone participated in a launch at our facilities is probably less than 1% compared with your better than 50%.

As JPL's first unofficial ambassador, an appellation provided by some of my ISAS colleagues, I feel that this article should be written by both Delores and I, as she was my co-ambassador that helped so much to make my stay as productive as it was.

The chances to be invited to dine at your homes and to be able to somewhat reciprocate with having some of you to dinners at my rented house were most enjoyable. My knowledge of the range of things that the human body can ingest and process was greatly expanded after our stay in Japan.

As a microwave antenna and propagation engineer assisting scientist in accomplishing their investigations, I felt honored to be permitted to roam around the 64 m

antenna at Usuda Deep Space Center. Such an achievement of the high magnitude of gain to noise temperature ratio performance of the antenna is to be congratulated. I hope as you transition to higher operating frequencies that you will continue to extract superior performance from it. As the beamwidth becomes narrower, it will require that your knowledge of the effects of the mists of Japan on the propagation of radio waves become more detailed.

As we each transition to future space operations, eventually such deep space tracking antennas will be permanently installed in orbit around the Earth, where the influences of the troposphere can be overcome. A significant milestone along the road to such a transition may well be the VSOP orbiting VLBI spacecraft. Its antenna could be an engineering experiment precursor to such activity, in addition to yielding astrophysical science on the structure and character of radio emitting galaxies.

The transition in "normal" working hours between the US and Japan was difficult, and although I don't necessarily agree with the working hours of the Mid-night Professor, I applaud the accomplishment of his results. And, the Karaoke singing of all of us could certainly use some improvement. Perhaps more imo-jochu.

The transition from daily driving my own automobile to becoming a railway passenger was quite an experience. Riding fully-packed on the subway is an experience I would rather forget quickly. Now I know not to get separated from my briefcase. In fact I would probably in the future only carry male purse with shoulder strap or wear a body pouch in order to have many hands free.

Catching the Samba festival at Asakusa was real eye opener transition in culture and also a lesson in how pushy some Japanese can be when they really want to see something and you are in their way. The contrast between the reserved, somber tone of the people in the temple area and the boisterous, noisy uninhibited nature of the Samba dancers and parade participants and observers was remarkable.

The scenic areas of Hakone, Nikko, the Gion Matsuri at Kyoto and especially the fireworks in Japan were delightful. Particularly the combined laser, archlight, stereo music and fire boats water cannon streams synchronized so artistically at the Yokohama Yamashita Park summer display.

I have observed that the Japanese have a characteristic knack of conservatively following the path of others but with the addition of refinements that increase the value or return from the endeavour many times. We at JPL have led in planetary exploration in the past, but now are hamstrung by launch constraints and program budget stretchouts. As ISAS continues to do scientific exploration of the planetary system I wish you well in your endeavours.

The above are the author's personal opinion and do not represent official views of the Jet Propulsion Laboratory or NASA or the California Institute of Technology.

(ジェット推進研究所)