



SFU回収作業の報告に来所した若田宇宙飛行士（撮影：新倉克比古）

＜研究紹介＞

「揺れる、振れる、震える」を抑える話

宇宙科学研究所 峯 杉 賢 治

◆驚くべきスキー板

アルペンスキーのワールドカップはこの号が出る頃には総合優勝が決まっているでしょうが、彼らスキーヤーは如何に早くゴールに飛び込むかにしのぎを削っています。各スキーヤーの技量が問われることは当然ですが、スキー板の性能も重要な要因になります。スキー板を買う場合に私達は長さや重さ、硬さを気にしますが、それ以外の重要な要素として高速安定性があります。スキーヤーならご存知の通り、高速で滑ると雪面の細かい起伏に突き上げられてスキー板が暴れる、つまり、振動を始めます。ターンの時はスキー板のエッジで雪面をしっかりと押さえつける必要がありますが、この振動はそれを妨げ、確実な高速ターンを難しくします。ですから、高速滑走時の振動を抑える高速安定性もスキー板の重要な性能の一つなのです。

スキー板の振動を抑えるために、古くからスキー板の内部に振動吸収材を挟み込む方法がとられてきました。振動吸収材としては、芯材として使われている木材や、プラスチックの中に大量の短い繊維を散りばめたマットと呼ばれるFRP材があります。最近では、スキー板に発生した振動が滑りの妨げになるのか、有効なエネルギーとして使えるのかを判断して、妨げにな

る場合は吸収し、有効な場合はターン時に雪面を押さえるパワーに還元させるシステムも出てきました。更に、振動を電気エネルギーにして吸収する驚くべきスキー板も現れました。このスキー板の中には力を加えられると電圧が生じる性質を持つ圧電素子（piezoelectric material）製の板が挟まれていて、振動によってその素子に加えられた力を電気エネルギーに変えてしまうのです。ご丁寧なことに、このスキー板には豆球が埋め込まれていて、滑っていると振動によって生じた電流で光るそうです。このように、単純なスキー板の振動吸収にこれだけの努力が費やされています。

◆空を見上げると

「2001年宇宙の旅」のように私がスキー板を空へ向かって放り投げると大型宇宙構造物になりました。そうです、宇宙ステーションのような大型宇宙構造物でも振動を抑えることに多くの研究がなされているのです。このような構造物は、地上から建設資材を運ぶロケットの輸送能力の限界と地上の構造物のように自分の重さに耐える必要がないことから、主に細いパイプ等の部材で造られた骨組み構造物（トラス構造物）になると予想されます。これらの構造物は全体としては非常に柔らかく、外から力を加えられるとゆらゆらと

ゆっくり振動し始めます。地上の構造物であれば、振動エネルギーは地面に流れたり空気抵抗で吸収されますが、宇宙では振動エネルギーを移してしまうものが周りにありません。しかも、構造物が元々持っている振動減衰能力は一般的に小さいため、振動し始めるとゆっくりとした振動が長い時間続くことになります。これはアンテナのようにある方向を精度よく向いていたい機器にとって有り難くないし、そのような宇宙ステーションでは酔ってしまいそうで住みたくありません。ですから、大型宇宙構造物に発生した振動を抑えることが関心を集めているのです。

◆まずは……

大型宇宙構造物に生じた振動を抑えるために、スキュー板と同様に振動を吸収する材料や機構を構造につけ加えることが考えられています。例えば、振動によって伸び縮みする部材に流体ダンパ（図1）を組み込む方法があります。ダンパには油などの粘り気のある流体が入れられており、振動によるダンパの伸び縮みの都度、その流体が細くなったところを左右に移動するようになっています。その移動の際の抵抗が振動のエネルギーを吸収します。このダンパの性能は中に入れる流体の粘性や細くなったところの断面積で決まります。

それから、摩擦によるエネルギー散逸を利用して振動を抑える方法があります。そのため、例えば図2のようなつなぎ目を考案しました。結合ピンは右の部材に固定されていますが、左の部材には意図的にあけられた細長い穴に通されているだけで固定されていません。

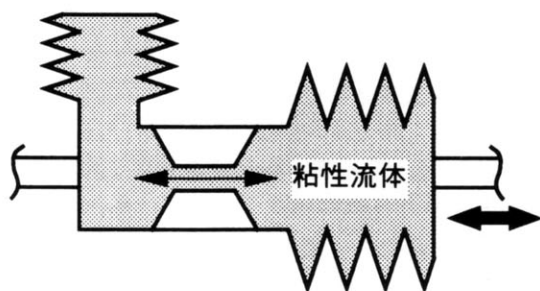


図1 流体ダンパ

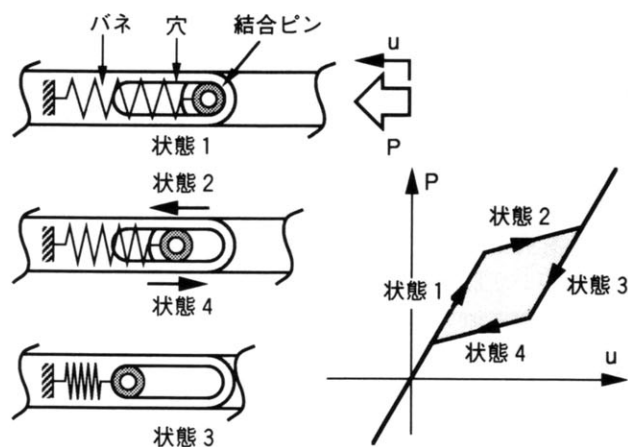


図2 ガタを持つつなぎ目

つまり、つなぎ目にわざとガタを与えています。これは、結合ピンが穴の中を滑る際の摩擦によって振動エネルギーを散逸させるためです。ただし、ガタは構造物の形状精度が悪くなるので一般的に歓迎されません。そこで、初めから縮めたバネをつなぎ目に入れて、普段はガタが利かないようにして、振動によってこのつなぎ目に大きな力が働くとガタが利き始めるように工夫したのです。図2の右側のグラフはこのつなぎ目に加わる力と変位との関係です。普段は状態1ですが、力が大きくなると結合ピンが穴の中を左に滑り初め、状態2になります。さらに力が大きくなると結合ピンは穴の左端にぶつかって、状態3になります。その後、力が小さくなると結合ピンは右に滑り始め、状態4になり、再び状態1に戻ります。穴と結合ピンとの摩擦で力と変位の関係が行きと帰りとは異なり、1サイクルで4本の線で囲まれた網掛けの部分のエネルギーがその摩擦によって散逸されることになります。

このように振動によって生じた力を利用して振動を減衰させる方法を受動的制振（passive vibration suppression）と言います。この受動的制振の特徴は、つけ加えられた機構が構造物にエネルギーを与える恐れがないため、常に安定であることです。しかし、一般的に減衰性能はあまり高くありません。

◆それなら……

これに対して、積極的に構造物に力を加えて制御する方法を能動的制振（active vibration suppression）と言います。制御力を発生させる機構としては、ガスを吹き出す力の反作用を利用するリアクションジェットや構造物に曲げモーメントを与えるジャイロダンパがあります。また、トラス構造物では、振動によって部材が伸び縮みするので、逆に積極的に部材を伸び縮みさせることで振動を抑えることができます。このような部材のことを能動部材（active member）と

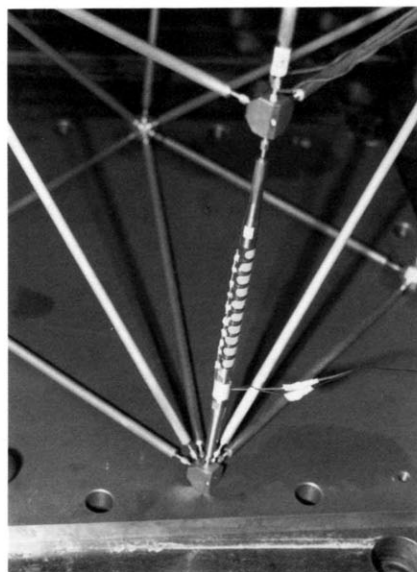


図3 圧電素子を用いた能動部材

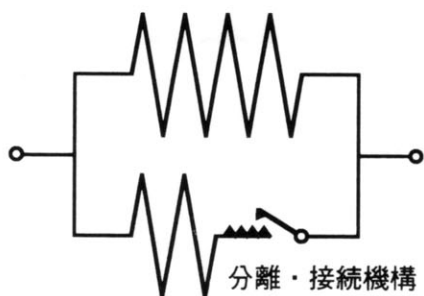


図4 可変剛性部材の概念図

呼びます。この部材を伸び縮みさせる方法としては電磁力を利用するほかに、圧電素子も使えます。スキュー板の場合には圧電素子が加えられた力を電気エネルギーに変えてしまうことを利用しましたが、今度は圧電素子に電圧を加えると伸び縮みすることを利用します。ただし、圧電素子は伸び縮みの量が小さいので図3のようにいくつもの圧電素子を直列につないで使います。

能動的制振は受動的制振に比べて制御性能は高いのですが、力を発生させるので、逆に構造物に振動を発生させる恐れもあります。制御システムが狂ってしまえば当然ですが、それ以外にも構造物に振動を発生させる要因があるのです。一般の構造物の運動は無限個の振動モードの和で表されます。しかし、制御用のコンピュータの計算能力の限界から考慮できる振動モードの数は限られてきます。したがって、完全に表すには無限個のモードを必要とする構造物の運動を有限個のモードで近似して表さざるをえません。そのため、実際の運動とコンピュータが考えている運動との間には誤差が生じ、この誤差によって、コンピュータに無視されたモードが制御力で逆に振動を生じるのです。この現象をスピルオーバー (spillover) と呼びます。このスピルオーバーによって、無視されたモードの振動がどんどん大きくなる制御不安定に陥ることもあります。このように、能動的制振は制御能力は高いが制御不安定になる恐れもある両刃の剣なのです。

◆ついに登場！

安定だが制御能力はあまり高くない受動的制振と制御能力は高いが制御不安定になる恐れがある能動的制振の互いの長所を取り出して短所を捨て去る制御方法は無いかと考えられて提案されているのが、準能動的制振 (semi-active vibration suppression) です。この方法は、構造物が元々持つ、あるいは、付加された振動減衰能力を最大限に利用するために構造物の一部または全体の剛性等の特性を変化させるというものです。ただし、その変化は構造物にエネルギーを決して与えないように工夫されています。

トラス構造物用の剛性が変化する能動部材 (可変剛性部材) の一例を図4に示しました。この部材は2つの力伝達部材で作られていて、その一方は分離・接続ができます。したがって、その部材の分離・接続によ

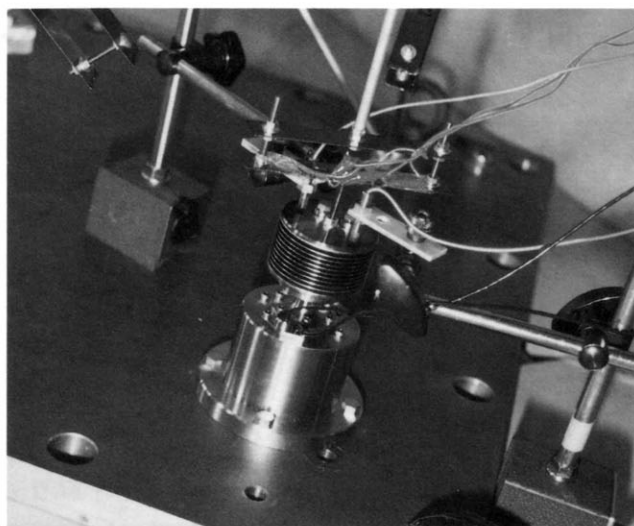


図5 ER流体を用いた可変減衰部材

って能動部材の剛性が変わります。構造物が振動するこの部材も伸び縮みし、振動エネルギーの一部が歪エネルギーとしてその部材に蓄えられます。その時に部材を分離すると、蓄えられた歪エネルギーは一気に解放され、非常に周波数の高い振動となります。一般に周波数の高い振動はすばやく減衰するので、このエネルギーはすぐに散逸されます。その後、再び部材を接続して、また歪エネルギーが蓄えられたら分離することを繰り返せば、振動エネルギーがどんどん減っていきます。

また、図1の流体ダンパで中に入れる流体の粘性を変化させれば、減衰特性が変化する部材 (可変減衰部材) を作ることができます。今、研究室では加える電圧によって粘性が変わるER流体 (Electro-Rheological fluid) を使った能動部材を作り、振動制御実験 (図5) を行っています。振動によって生じた部材の伸び縮みがある関係になったところでER流体の粘性を変えると振動が早く減衰する結果が得られています。

これら2種類の能動部材は、その特性変化が構造物にエネルギーを与える恐れはありません。そのため、特性変化のタイミングを制御するシステムが例え狂ったとしても、制御性能が落ちるだけで制御不安定にはなりません。このように制御性能が高く安定な準能動的制振が注目されています。

◆Never ending story

宇宙構造物の振動を抑えるために提案されている受動的制振、能動的制振、そして、準能動的制振について説明しました。この振動を抑えるという問題は、スキュー板の例だけでなく、建物の地震対策など、我々の身近なありとあらゆる所に顔をのぞかせるのですが、いまだにこれと言った解決策がないのが実状です。だからこそ、研究しがいのあるテーマでもあり、今後の新材料の開発や新しい制御方法の展開が楽しみです。えっ、お前が震えてるって？ 貧乏暇無しなもんで……。

(みねすぎ・けんじ)

お知らせ



★シンポジウム開催予定

スペース・プラズマ研究会	
開催日	平成8年3月15日(金)
場 所	宇宙科学研究所本館1階入札室
問合せ先	宇宙科学研究所研究協力課共同利用係 TEL 0427-51-3911 (内線2234, 2235)

★人事異動

発令年月日	氏 名	異 動 事 項	現(旧)職等
8. 2. 1	楨野 文命	(併 任) 宇宙圏研究系研究主幹 (併任の期間は平成11年1月31日まで)	宇宙圏研究系教授

★宇宙科学講演と映画の会

日 時 平成8年4月13日(土) 13:30(開場)～17:30
場 所 津田ホール(JR千駄ヶ谷駅前)

13:30	開 場
14:00	開 会 司 会 宇宙科学研究所教授 的 川 泰 宣 挨 拶 宇宙科学研究所長 西 田 篤 弘
14:20	講 演 〈演題〉 赤外線で見える宇宙 —— 星・銀河・宇宙の誕生 —— 宇宙科学研究所教授 奥 田 治 之
15:20	〈演題〉 宇宙科学の夢を運ぶロケット M-V 宇宙科学研究所教授 小野田 淳次郎
16:20	質 疑 休 憩
17:00	映 画 「ブラックホールをさぐる」
17:30	閉 会

主 催 文部省宇宙科学研究所
〒229 相模原市由野台3-1-1 TEL 0427-51-3911
後 援 (財)宇宙科学振興会



★M-V モーションテーブル試験

1月22日から、日産自動車川越事業所において、M-V姿勢・軌道制御系の根幹を成すモーションテーブル試験が開始された。M-V型ロケットは、現在宇宙研が開発の最終フェーズにある衛星打ち上げ用のピークルで、機体の製作そのものについては既にほぼ完成しており、このモーションテーブル試験が、事実上最後の試験である。

モーションテーブル試験とは、慣性基準センサ部(IMU)を動的に機体の仮想的な運動と結合させるもので、もっとも実際の打ち上げに近い状態での制御系の特性、ソフトウェアのチェックを行うものである。通常、空力的な影響などのダイナミクスは、地上の計算機内部で処理し、その他については、できるだけ実機

のアクチュエータなどのハードウェアを駆動して、それらの動特性を考慮した応答情報を得て、それをダイナミクスに再び反映させるものである。このため、特にロケットの曲げ振動などの比較的高い周波数までのシミュレーションを行う場合においては、IMUを搭載して姿勢運動を模擬するモーションテーブルには、かなりの高速な動作が要求される。今回は、日産自動車設備にて試験を行っているが、今年度補正予算にて宇宙研にも油圧駆動のモーションテーブルが導入されることになっており、次号機からは宇宙研において実施される予定である。地上計算機にも、まさに実時間であらゆる運動を含めたダイナミクスの演算を高速で行うことが要求される。その演算速度は、宇宙研の大型計算機的能力を大きく越え、計算機自体もかなり特殊

なものである。今回の試験では、特に高速な計算機をレンタルして臨んでいる。

こういった試験の常ではあるが、いざ試験を開始してみると、モーションテーブルの駆動装置に調整箇所が続出したりで、順調とはいかず、連日、試験や調整が深夜におよぶ状況が続いている。関係の方々には、健康第一を心掛けていただきたいと心から願うものである。今のところ、搭載の論理などに大きな問題はなく推移しているが、いくつかの地上装置の調整に要した時間の取り戻しに全力をあげているところである。試験は3月一杯まで続き、4月初めには他の搭載機器群とともに、相模原での噛み合わせオペレーションに臨むことになっている。2月16日現在では、第3段目の試験がおおむね終了した段階で、ひきつづいて第1段、2段という試験が予定されている。

関係のメーカの方々には、厳しいスケジュールにもかかわらず、精力的に試験をこなしていただいており、深く感謝を申し上げたい。(川口淳一郎)

★J-I ロケット1号機打ち上げ成功

J-I ロケット1号機は2月12日午前8時に宇宙開発事業団の種子島宇宙センターから発射された。細長い機体が固体ロケット特有の眩しい炎を引いて上昇した後正常に飛翔し、搭載した極超音速飛行実験機HYFLEXを予定の高度、速度で分離した。正常飛翔後、着水したHYFLEXを回収できなかったことは残念ではあるが、J-Iに限っていえば満点だった。

J-I ロケットは宇宙科学研究所との共同研究のもとに宇宙開発事業団が平成4年度から開発を行ってきた小型衛星打ち上げ用の3段式固体ロケットで、宇宙開発事業団が開発したH-IIロケットの固体ロケットブースタを第1段とし、宇宙科学研究所が開発したM-3S II型ロケットの第2段以上を上段とするものである。これらの既の開発済みのロケットを組み合わせることにより、限られた期間と資金のもとでの開発を可能としたものである。なお、1号機はミッションの関係で第3段を搭載しない2段構成であった。

既の開発済みのロケットを組み合わせることは、これらのロケットがそれぞれ異なる風土に育って来たこともあり、予期したほど容易ではなかった面もあったようだが、関係者の努力が見事に実ったことになる。宇宙開発事業団の担当者の奮闘ぶりが印象に残る。M-3S II型ロケット開発に携わった我々としても、第2段以上のみとは言え、これが生き残ることはうれしい限りである。(小野田淳次郎)

★平成7年度第3次大気球実験報告

平成7年度第3次大気球実験は、平成8年1月22日から1月31日まで三陸大気球観測所で下表のように実施した。三陸大気球観測所における冬期大気球実験は22年ぶりのことであった。BT5-11およびBT5-12気球は、薄型高高度気球を用いた成層圏上部までの冬期オゾン高度分布の観測であった。北半球では、1、2月の厳寒期にグリーンランドから北ヨーロッパ上空にオゾンホールが発生しており、オゾン濃度の低い空気がジェット気流によって北半球中高緯度全体に運ばれ、オゾン減少の原因となっている可能性を明らかにする目的で本実験は行われた。また、この実験期間中に国立環境研究所が中心となり、北海道と茨城県においてゴム気球を用いてオゾン観測が実施され、本観測と併せて日本付近の冬期オゾン観測に成功した。BT01-1気球は、ポリエチレンフィルムと異なった特性をもつ新材料(エパール+ポリエチレン)で製作した容積100m³の気球の飛翔性能試験であった。飛翔性能試験の結果は、大変良好で気球破壊強度および気球内温度等基礎データの取得に成功した。また、新たに開発した小型カラーITV伝送装置も正常に動作し、気球の上昇中および気球破壊の様子をリアルタイムで観察することができた。実験の結果、将来の気球材料としての可能性が実証され、今後の気球開発に有益なデータを得ることができた。(山上隆正)

放球日	気球名	観測項目	高度	観測時間
1月27日	BT5-11	オゾン観測	24km	3時間00分
1月28日	BT5-12	オゾン観測	41km	3時間17分
1月29日	BT01-1	気球工学実験	16km	1時間26分

★イタリア大使の一行が来所

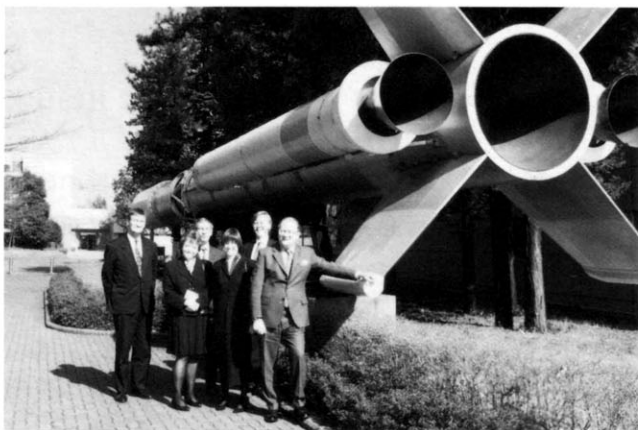
駐日イタリア大使館からジョヴァンニ・ドミネド大使、カルロ・エラーニ科学参事官が、さる2月29日(木)西田所長を表敬訪問した。いつもながらイタリア人の陽気なものには驚かされる。かねて高野雅弘教授の研究室にイタリアから研究員として滞在中のアンジェロ・ヴォルピ氏も同席したが、出迎えた西田所長、松尾副所長、高野教授に的川を加えて、ワイワイと賑やかな数時間となった。一行は、所長室で歓談・概況説明の後、エントランスホール→M-3S II型ロケット→飛翔体環境試験棟→構造機能試験棟→「ようこう」データ解析室と視察をしたが、終始ISAS側の英語の説明よりもヴォルピ氏のイタリア語による補足説明の方が3倍くらい冗舌で、大使から“Too much translations!”と冷やかされる場面があった。「ようこう」の部屋では、

折から ISAS 滞在中のペレス博士と出会うことができた。大使は、「少ない人数で大きな成果を挙げている ISAS の活動に深い感銘を受けた」という言葉をあとに、研究所を後にした。(的川泰宣)



★イギリスの科学技術大臣の一行が来所

イギリスのイアン・テイラー科学技術大臣、ヘレン・スタンリー秘書官、ジェニファー・ターンブル科学技術院国際部副部長、アンソニー・コックス大使館科学技術参事官、ピーター・ウィリアムズ英国素粒子物理天文研究会議会長の一行が、さる3月1日(金)、西田所長を表敬訪問した。所長、小川原教授、平林教授と的川が対応したが、クリーンルームの中のMUSES-Bのフライトモデルを特別の関心で見入っていたのが印象的だった。「ようこう」データ解析室では、イギリスも深く関わっているミッションだけに、熱心にX線画像を眺めながら、スターリング、サヴィイ、新田3氏の説明にじっと耳を傾けていた。それにしても、前日のイタリアのご一行とは、いかにも対照的な静かな訪問だった。(的川泰宣)



★若田宇宙飛行士宇宙科学研究所を訪問

日本人初のミッションスペシャリスト(搭乗運用技術者)として1月、米航空宇宙局(NASA)のスペースシャトル「エンデバー」に搭乗、帰還した若田宇宙飛

行士が2月28日、宇宙科学研究所を訪問した。

若田宇宙飛行士搭乗は、宇宙実験・観測フリーフライヤ(SFU)を回収することが最大の目的であった。作業途中で宇宙からサガミハラ、サガミハラと呼ばけられ、一挙にサガミハラが、日本及び世界中に知られることとなった。

若田宇宙飛行士はこの日、「エンデバー」のクルーがデザインしたプレゼンテーションボードを記念に持参、西田所長に贈呈、お返しに宇宙研の活動内容を紹介したビデオテープを贈られた。

表敬訪問の前に技術検討会が開催され、若田宇宙飛行士が持参したSFU回収までのビデオテープ・スライドを使い、30分間報告した。宇宙研からも太陽電池パドルについてOHPを使い、途中質疑応答を行いながら予定の2時間を休憩も入れずに行った。

記者会見では、「回収に成功し、宇宙研を訪問することが出来て大変うれしい」と述べられた。

宇宙研を去るときに、多くの女子職員等に囲まれ記念撮影に追われながらも、顔は晴れ晴れしかった。

(佐々木英俊)

★論説委員等との懇談会

恒例の新聞社・テレビ局の論説委員・解説委員等との懇談会が、さる2月15日(木)、一ツ橋の如水会館で開かれ、なつかしい岸田純之介氏(朝日新聞OB)を含む13社から23人の論説委員等が出席された。今年の話題は、SFU、M-V、それに現在活動している衛星の最近の成果などであった。まずSFUについては、総括的な報告(栗木)につづいて、赤外線望遠鏡の成果(奥田)、二次元展開構造物(名取)、生物学実験(山下)の各実験について担当教官が説明し、活発な質疑が行われた。M-Vは開発主任の小野田教授から現状報告。このあたりから時間が非常に押してきたので、衛星の主要成果については、一人5分と報告時間を限定したが、「あけぼの」(鶴田)「ようこう」(小川原)「GEOTAIL」(向井)のうちの一人が約25分しゃべった(誰でしょう?)のために、ついに残りの「あすか」(井上)と「EX PRESS」(雛田)は懇談会の席にスクリーンを移しての熱演。しかしこれでかえって雰囲気盛り上がる「怪我の功名」となった。論説委員の方からは、宇宙科学は世界的に立派な仕事をしているし、世の中を明るくするのにも、子どもたちに夢を持たせるにも役立つのだから、広報活動をもっと活発にやるべきだ、とのアドバイスが多かった。

(的川泰宣)



太陽系のはじまり

九州大学理学部 関谷 実

私が大学に入ったころは、「太陽系のはじまり」を研究するのは、何か他の分野で既に名声を得た学者が趣味半分でやることのように考えられていた。だれも太陽系のはじまりなど見た人はいないし、実験室で再現することも不可能である。このような1回限りの出来事を研究するのはたして科学と言えるかどうかさえ疑われた時代であった。

ところが時代は急変するもので、今や太陽系形成論は現代天文学の花形となってきた。その理由は、太陽程度の質量を持つ若い恒星のまわりを取り巻く円盤（原始惑星系円盤、下図参照）が観測的に多数発見されたことにある。まさに太陽系のはじまりが見える時代になったのである。しかも1981年に私の恩師である林忠四郎京都大学名誉教授により我が太陽系の原形として予言されていた原始太陽系星雲のモデルと近い質量分布のものが多く判ってきた。我が太陽系は宇宙の異端児ではなく、全く平凡な存在であることが明らかになってきたのである。

では、現在考えられている太陽系形成のストーリーをお話しよう。太陽や太陽系の惑星や衛星、彗星などは同じ星間分子雲から形成されたと考えられている。星間分子雲は銀河系の中に浮かぶ水素やヘリウムを主成分とするガスの塊である。有名なものにはオリオン座のオリオン星雲がある。天文学者が今一番盛んに観測しているのは、もう少し我々に近いおうし座の分子雲である。我々からの距離は500光年程度であり、質量は太陽の1万倍程度である。このような分子雲の中で密度の濃い部分（コアと呼ばれる）が収縮して中心に恒星が形成される。ガスは回転運動していると遠心力が働くために直接に原始星に落下せずに周囲に円盤状に集まる。これが原始惑星系円盤である。円盤内のガスは1000万年ぐらいの間に徐々に中心星に落下していく。以上が観測から推察されるガスの流れである。

では、地球のような固体の惑星がどのようにして作

られたのだろうか？星間分子雲の主成分は水素やヘリウムなどのガスだが、100分の1程度の固体物質が含まれている。一番多いのは氷であり、その他マグネシウム、鉄、けい素を含む酸化物（シリケートという）などがある。これらの固体物質はミクロンサイズの塵として星間雲中に浮遊している。この塵が集まって出来たのが地球型惑星や衛星、彗星などである、と考えられている。ところが実のところ「塵も積もれば惑星となる」このプロセスは良くは判っていないのである。塵どうしが集まるためには衝突したときに何らかの力により合体しなければならない。塵の集合体が天体と呼べるサイズ（例えば直径1km）になれば万有引力が有効になる（その様な天体を微惑星と言う）が、ミクロンサイズの塵の場合万有引力など無視できるほど小さい。一部の理論家は分子間力で引っ付くだろうと言っているが、シリケートの塵どうし衝突させて実際に引っ付くのを見た人はいない。塵を万有引力で一気に集めて10km程度の微惑星が出来たという考え方もあるが、そういうことが本当に起きたのかどうか今のところはっきりしない。塵の集合体が何とか万有引力が効くサイズ（微惑星）まで大きくなると、後は簡単かというところは問屋が卸さない。重力が強くなりすぎると、重力散乱といって重力で周りの物体を跳ね飛ばしてしまう作用があり、地球のような大きな天体は簡単には作られない事が判ってきたのである。

木星型惑星は中心部はシリケートや氷からなり、周囲を水素やヘリウムが取り囲んでいる。このような構造は、原始太陽系星雲中で固体の惑星が微惑星の衝突合体でだんだん大きくなった結果であると考えられている。ある程度以上固体の惑星が大きくなると周りの星雲ガスが重力によって取り込まれて、木星型惑星になるのである。この限界質量は水野博ノートルダム清心女子大学教授により求められた。

以上述べたように太陽系のはじまりはまだ少しだけ判りはじめてきたところである。さらに惑星探査や星間分子雲の観測、隕石の研究、固体物性の実験的研究、そしてそれらを統合した理論的研究などを進めて、解明していくべき問題が山積している。

（せきや・みのる）



生命の起源への情熱いつまでも

河島 信樹

清水幹夫先生は、1970年にお茶の水女子大学から現在の宇宙研の前身の東大宇宙航空研究所に移ってこれしました。その当時のご専門は、原子分子の素過程の物理の理論的な研究で、とくに当時としてはNASAやソ連が中心の惑星探査の幕開けの時代でしたが、我が国では惑星の大気研究の草分けとしての役割を果たされました。その後、1979年ごろから生命の起源に迫る分子生物物理学へ研究を発展され、さらには、1985年ごろからは、実験屋のやることが手ぬるい？というわけでもなかったのですが、自ら実験的な研究をも手がけておられます。日本の学会のなかには閉鎖的な体質を持ったところも少なくなく、なかなかすぐにはなじませてもらえないものですが、理論から実験へと180度の転向でも「分野を変えるのに3ヵ月あれば十分だよ」といわれるところに、先生の並はずれたお力がかがわれると同時に、他の人には真似のできないあのテンポの早い口跡の功德かもしれません。

お近くにいながらとうとう一度も酒を肴にとことんお話ができる機会をもつこともなく、いつの間にか20年以上が過ぎてしまいました。また研究系全体としてあるいは宇宙研として惑星探査の将来や個々の役割について先生が音頭をとられて皆で議論する機会をほとんどもつことがなかったのですが、これまで、何度か生命の起源に関連した既存の考えを大きく変える大仕事が生先生のところから生まれそうだというお噂を耳にしました。この小文をしたためるに当たってあらためて先生のお話をお聞きしてきましたが、ようやくその機が熟してきたようで楽しみです。

先生の惑星大気のご造詣は、1986年のハレー探査を頂点として宇宙研のプロジェクトに大いに生かされま



した。巨大科学としての惑星探査もはじまってから40年に近づき、その成果の評価はますます厳しくなってきたており、これまでの成果の延長や改良では大きく発展することが難しくなってきたております。先生の現在のご専門の分子生物学では、宇宙に生命の起源の痕跡をみつけ生命の起源の解明につながる成果を得るといふ大きな発見が期待されているといえます。

搭載機器として現在できることと実験室でできることには数桁のギャップがあるとして、ご自分の研究室でのご研究と宇宙研のミッションとの間にはっきりと一線を画されていたようでした。現在のいわゆる宇宙研という制約のなかでは、先生の求められてきたものが本格的なミッションとして実現するにはまだ相当の時間がかかりそうです。その間に惑星探査がしばんでしまわないためにも、また、10年20年先の宇宙科学の発展につながる基礎研究の芽が生まれてしまわないためにも、これからは宇宙研から少し距離を置いた立場から、いつまでも支えて頂きたいと思ひます。

佐藤清さんの定年に寄せて

船 曳 勝 之

佐藤清さんとの出会いはいつ頃であったか、記憶をたどってみました。昨年末のISASニュース「いも焼酎」に投稿された中で初めておぼろげな背景を思い出した次第です。

さて、先ずは30数年風洞一筋に研究室で育まれた力量を多くの方々に伝授され、貴重な実績とその労苦に共々心より感謝を申し上げる次第です。

當時を振り返ってみますと、超音速風洞、極超音速

風洞の新設、誘導式遷音速風洞の5号館からの移設、原動機関連の風洞を含め、60号館が建設されました。一方、所内での各種スポーツの建物別対抗戦をはじめ、各部対抗運動会、親睦旅行会など若かった頃の数々の出来事が浮かんでまいります。

こんにちのサッカー熱はご存じのとおりですが、当時の所内にはプレイ人口も少なく、数名でのキックの練習程度でした。その後間もなく佐藤さんらが発起人

になり創部に至り、所内対抗戦にまで発展しました。当時のきびきびしたレフリーの雄姿など、端から見ていて大変な情熱・意気込みを感じたものです。

苦楽30年余の話題、枚挙に事欠きませんが、凝縮し相模原に話題をかえます。勿論、風洞建設について担当部門での経験豊富なご意見も反映され、現在に至っております。

昨年、エクスプレス回収衛星関連でドイツと一緒に出張させていただき、研究施設の一つDLRなどを見聞出来る機会に恵まれ、今までの研究所内での経験に加え貴重な勉強をさせていただきました。また、出張移動の合間をぬって復興途中のベルリンに行くことができ、あの壁のあった周辺の生々しい弾痕と傷痕を眼前にし、江戸っ子である佐藤さんには、過去の大東亜戦争の東京の惨禍と重なり、表現出来ないほどの衝撃を感じとられたことと思います。

長いつきあいの中に、多事に亘る会話の中に佐藤さんの人となりにふれ、随分学ばせていただきました。大変几帳面な方で、公私にかかわらず約束事は決して反故にされず、また大変な気配りをしていただき、い



ろいろ相談事にものっていただきました。同じような立場で育った者同士の胸中を理解していただき、支えていただいたことに、この場を借りお礼申し上げます。

表現しきれなかった部分をご容赦くださり、またつゝの話が出来る機会の来ることを期待致しております。

ここで、これまでの仕事の陰の功労者であられる奥様共々、第二の人生に向かってスタートされますが、ご壮健を祈念し送別の辞にかえさせていただきます。

佐瀬さんありがとうございました

春日景子

早くも桜だよりの声が聞かれ歳月が流れるのが、速く感じられるこの頃です。このたび3月31日で佐瀬さんが、定年を迎えられる事となりました。佐瀬さんと在職いたしました年月を、数えますと私が昭和44年に入所いたしました時点ですので30年近くになります。私達後輩を、母の様に姉の様にやさしく時にはいろいろと助言をしていただきまして、心より感謝しております。佐瀬さんが定年で退職される事は、私達にとってとても、残念に思われます。東大時代課内旅行で、上諏訪から茅野に向うバスの中で、私が乗物に酔い佐瀬さんに介抱して頂いた事がありました。バスが終点に着いた時、佐瀬さんは青い顔をして「実は私も気分が悪かったのよ」と言われました。今思い出しても頭の下がる思いがいたします。また猿ヶ京温泉へ課内旅行に行きました時、女性が多数でしたので、夜遅くまでお酒等を飲みながら楽しく団らんいたしました。翌日私は予定があり早朝帰りましたが、バスが発車するまで見送っていただいた事がありました。これも楽しかった思い出のひとつです。佐瀬さんの趣味は、テニスと猫ですが、テニスはヒザを痛められて中止されていますが、猫の病気、食事、行動等の知識をよく持



たれており、我家の猫が、犬歯が取れたり、2～3日行方不明になりいろいろと相談に乗って頂きました。佐瀬さんの家猫は三匹、外猫は五匹の大家族です。猫にもいろいろな性質があり、十猫十色と申しましうか、実にほほえましい生活を過ごされている様子です。

昨年7月に待望のお孫さんが誕生され、楽しい一時を過ごされていると思います。御主人といつまでも御一緒にお過ごし下さい。永い間大変御苦勞様でした。

佐々木さん、あの時は本当にありがとうございました

野田 洋子

高校の修学旅行以外関門海峡を渡ったことがなかった私にとって、配偶者の転勤に伴う九大から宇宙航空研究所への出向は、就学前の子供を抱え、毎日がまるで旅行みたいな長距離通勤で、並大抵のものではなかった。そんな時、陰になり、日向になりして助け、励まし、支えてくださったのが佐々木さん等、子育ての先輩たちでした。どんなに心強かったことか。あの時は本当にありがとうございました。

それから20有余年、あっというまに時は過ぎ、佐々木さんもこの3月で定年を迎えられます。その間、管理課の庶務掛、宇宙科学研究所に改組後は、研究協力課の研究協力係、共同利用係、観測事業係、主計課の情報処理係を歩まれた。私が佐々木さんと仕事を共に出来たのは、研究協力課での一年間だけでしたが、いつも笑顔を絶やさず、周囲に気を配り、人の和を大切にされる態度にはおそわることが大でした。当時、特別事業関係の仕事に従事され、所外の研究者等への会議通知や旅費計算をてきぱきと処理されていたのを思い出します。

また、若かりし頃から、テニスやソーシャルダンスを愛好され、研究所恒例のテニス部の夏の合宿にはしばしば子供同伴で参加されていました。今ではそのお二



人のお嬢さんも結婚され、御夫婦だけの生活を楽しんでおられます。ダンスもプロ級で踊られるその姿の華麗さに陶醉したものでした。テニスやダンスで鍛えられたせいか、その若々しさは驚くばかりでお孫さんがいらっしやるとは到底思えません。

宇航研時代から苦楽を共にした佐々木さんが研究所を去られるのは、本当に寂しい限りです。時には、研究所にもものにこやかなお顔を見せてください。また、今までどおり旅行等誘ってくださいね。

石井さん長い間ご苦勞様でした

岩田 富美

石井さんと言っても知らない人でも、郵便の世話をやっている人と言えば解る人も多いかと思います。家が宇宙研（駒場）に近かったから入ったはずが、何の因果か研究所が相模原へ移転して、通勤時間5分が2時間近く懸かる様になり毎日さぞ大変だったことと思います。大変几帳面な性格で、相模原に移ってきてからも遠距離通勤にも関わらず無遅刻であることを誇りとしていらっしやいました。この事はあらゆる面に現れていて、駒場の頃は45号館の玄関の所に停めてある自転車を朝に夕に並べ替え何時も整然としてあり、外から帰って来たときに清々しい気分になったことを覚えています。又、「郵便は私の本来の仕事ではないのよ、私はただのお手伝い」と口癖のように言いながらも、郵便のシステムが変わろうものなら、郵便局に勤めている友達にいろいろ聞いて研究して、誰よりも一生懸命そのことに取り組んでいて、本来やるべき人の120%分位の仕事をしているのではと思えるくらいです。対



人関係についても同じで、相手が誰であれ良い悪いをはっきりと言い切る潔癖な性分の人です。これからは少しのんびりとして、24時間を自分の為に使って下さい。

本当に長い間ご苦勞様でした。

悪夢・回収・Uターン

宇宙科学研究所 的 川 泰 宣

初めはフワリと頼りなげに舞い上がった。やがて轟くバリバリという衝撃音によって優雅な幻想は破られ、スペースシャトル「エンデバー」は必死の上昇を続けた。ちょうど10年前に繰り返し見たチャレンジャーの姿がダブる。固体ロケットブースターの分離がはっきりと目視で確認でき、シャトルは光の点となって漆黒の闇をめざし、そして人工の星となった。

【東奔——成田からケネディ宇宙センターへ】

SFUの回収をメインミッションとするSTS-72の飛行に備え、報道の現地対応として、庶務の佐々木英俊さんと一緒に1月6日、成田を発った。乗り換えのアトランタまでの機内では、ウィスキーをがぶ飲みする佐々木さんを横目で見ながら、烏龍茶を心から楽しむ。

ケネディ宇宙センターへの最寄りの空港オーランドーで、NASDAの大部隊と合流。空港からココア・ビーチのホリデイ・インまで、時折対向車線に迷い込むことはあったが、レンタカーを操る佐々木さんの腕は確か。夜、NASDAの人々と国道520号線沿いの急行列車改造レストラン“Grandpa's Steakhouse”へ。テーブルの上に並べてある紙ナプキンを何気なく見ていてギョツとした。綺麗なイラストの下の方に、この店の愛称が書いてある。“GRANDPA'S 520 EXPRESS”とある。アポストロフィーにつづく11文字を見てください。どうしてこんな僻遠の地で、昨年の悪夢を思い出さなければならぬの？ よーし、稲谷くんがもうじき来るから、あいつをここに連れてきてやろう、と固く心に誓う。

アメリカ議会の予算決定の遅れで、NASAの職員はfurloughの真最中。加えて北米を襲った寒波がドミノ方式で南の空港にも押し寄せ、すべての面での対応の遅れるNASAとの調整に、NASDAの現地部隊は大わらわである。ホリデイ・インの2階の一角に若田サポートの本部が置かれ、昼間は佐々木さん、それに現地で合流した清水幸夫くん（栗木研）とそこにつめて準備作業。

打上げ前の記者会見と要人への表敬訪問だけが公式行事と聞いていたので、携帯したネクタイは1本だけ。現地でTBSやNHKに急遽出演を依頼され、帰国後少なからぬ人から「ネクタイは1本しか持ってないのか」。打上げ前の記者会見は、どういうわけか日本人は私ひとり、自己紹介の際に「同じJSCでも1962年に創設された日本のKagoshima Space Centerの方が、1963年に命名されたKennedy Space Centerより先輩」と胸を張って、アメリカ人記者に受ける。しかしなぜか帰国後に読んだアメリカの新聞には、私がHiroshima Space Centerの所長になっているものがあつた。ボケ記者め。

打上げ前は宇宙センター内のVAB（シャトル組立工

場）の近くにあるプレスセンターで過ごし、打上げはCBSのトレーラー・ハウスの屋根から見た。

【西走——ケネディからヒューストンへ】

ヒューストンはナビゲーターの私も地理不案内。佐々木さんは何度も引き返すパターンが多くなり、おしまいにはヤケクソ気味に「アメリカでのUターンは任せなさい」というまでに腕を上げた。

ヒューストンのジョンソン宇宙センターでは、昼間はSFU回収に向けて飛行するシャトルの動きに注目しながら、報道記者たちの部屋でさまざまな質問に対応する生活。佐々木さんの機敏な動きと、SFUのことなら何でも分かる清水くんに徹底的に助けられる幸せ。

ちょうどヒューストンでミッション・スペシャリストとしての訓練を受けている土井隆雄くんと久しぶりに旧交を温める。5月には「卒業」するらしい。NASDAの松井理事長も、エンデバー打上げ後の記者会見で「宇宙ステーションの日本の実験モジュールJEMで使う日本製のロボット・アームをシャトルでテストするため、できれば来年に土井さんを宇宙へ送りたい」と発表。

打上げも回収も午前4時過ぎという事態で、「夜昼逆転」どころか「夜も昼も働く」羽目になり、毎日睡眠は1時間。丈夫な体に生んでくれた母を恨みながら感謝。太陽電池パネルの切離し・投棄というハプニングはあったが、やはりSFUの回収成功は嬉しかった。パネル・トラブルの際、ヒューストンのMCC（ミッション・コントロール・センター）がSFUの状態を目で見たいというので、図らずもKuバンドのアンテナがダウンリンクに使われた。宇宙に浮かぶSFUは、太陽にキラキラ照らされ、美しい姿で突如現われて私たちを感動させた。そしてこの受難の時間帯に、MCCは“Sagami hara Operation Center”を連呼し、「サガミハラ」の名は世界に轟いたのである。これを契機に、宇宙科学研究所の広報活動も、質量ともに一層の充実を図り、国際色をうんと強めていかなければならない。

向こうで出会ったアメリカ人記者十数人からの印象。みんな宇宙についてもシャトルについても、素晴らしくよく勉強している。それぞれの新聞社・テレビ局が、宇宙開発についての大筋での構想を持っており、少々の「不具合」では騒ぎ立てない。打上げの成功を心から願っているどっしりとした報道姿勢に、国民に根を張った宇宙開発の強さを見る思いがした。

1月16日、シカゴ経由で帰国。一直線に相模原に急行するも、飛行機の延着のため、タッチの差で秋葉先生の送別会終了に間に合わず。

（まとがわ・やすのり）



先達との出会い

清水 幹夫

研究に一区切りが来てこれ迄の流れを振り返ると、やはり時代や人にゆり動かされてきている。筆者は幸いなことに分子物理を小谷正雄、生命の起源を江上不二夫、太陽系の起源を林忠四郎という偉い先生方に直接的、間接的に教えていただけている。

小谷先生には分子物理の基本だけでなく分子生物学への転向という生きざま迄教えていただくことになる。或先輩に結局お釈迦さまの掌の上で飛び回っただけだねと言われたが、天文やら生物やらあちこち動き廻っても確かに先生が前に踏まれた道が見える。50才になってから生物方向に首を突っ込んだ点迄同じになった。秀才中の秀才が持っておられた才能にはとても追尾できなかったが。

江上先生には遺伝暗号の起源でアジっていただいただけでなく、一時複雑な生物に手を出しかけた時貴方はプロカリオート（原始生物）だけをやりなさいとエルサレムの国際生命の起源学会のホテルの総裁室でお叱りを受けたことを良く覚えている。以後この遺言は堅く守ってきた。いわゆる江上語録は今見ても滋味がある。

林先生には太陽系の起源のシナリオを創られる過程を宇宙研の月惑星シンポや基研の研究会で熟々眺めさせていただいた。一言いわれるその裏に、厚いファイルに封じ込まれた見通しの良いたくさんの計算があることが良く判った。

さて20代の終わりに、その頃物理で今後のびるとされた宇宙と生物のどちらをやるかと迷ったが、生物は複雑すぎると宇宙にし、ブリティッシュカウンシルの金を貰ってUCLのH.Massey 先生の下に出かける。ちょうど金星大気の主成分がCO₂と判り、そのエアロノミーでもやったらどうかという御教示が惑星にとび込む転機となった。以後惑星や彗星の分子過程を数十年、ハレー探査が頂点となる。その間小田先生の青い星探しなど宇宙関係でずいぶん面白いことに出会えた。

研究者の生臭い話を一つ。London滞在末期Brussels

で惑星大気の会議があり、途次、さる高名な研究者と話をしている内に、金星、火星で全く同じ計算をやっていることに、両者気がついた。とたん掌を返すように態度が変わる。その時はキョトンとしたが、これは当方の無知であった。日本の経済と同じで向こうで仕入れてこちらで加工し、また売り込むことをくり返す内、否応なくサイエンスにも群雄割拠で金を奪い合う面があることを悟った。

金星や火星が判り、中間の地球の原始大気の状態も想定できそうだが、証拠は皆消えている。その中から生まれた生命の中にかえって化石が残ってはいまいかという発想で生物もやることになる。高エネルギー物理を見れば判るように、対象を創り壊して予言と比べねば証明はできない。地球は壊すわけにいかないが、生命分子は自由に扱えるということである。実験に迄ふみ込んだのは西独の湯川と呼ばれたM.Eigen先生が日本に來られた時、筆者の遺伝暗号の分子モデルに対しyou ought to prove itと言われた故である。科学は証明なりという当たり前のことがやっと身に響いて来た。

実は生命分子が自由に創り壊せるようになったのは、ここ一、二年である。特に鍵となる分子のRNAはすぐ壊れ易く扱い難い。（目下RNAワールドというRNAだけから生命ができたというパラダイムがあるが、これではサンプルリターンしても何もでて来ないことになる。）その前に遺伝暗号に関連して腕をみがいておいたので、ここを乗り越え、10merほどのRNAと2コのアミノ酸でできたジペプチド（原始酵素）から成る極小系が、現在の生命系の二大機能、遺伝と代謝、の関連現象を皆こなせることをざりざりつきとめた。内容は小さな本にまとめられ共立出版から初夏に出ることになっている。この結論は帰って来たサンプル中にアミノ酸を見つけることは、RNAより遥かに易しいという点で宇宙研究にも役立つだろう。

研究は人によって担われているのだから当然とはいえ、先達からの衝撃が研究の流れを決定してしまう点を今つくづく感じている。（しみず・みきお）

ISASニュース

No.180 1996.3.

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

◆ISASニュースに関するお問合わせは、庶務課法規・出版係(内線2211)までお願いいたします。