



祝 能代ロケット実験場開設30周年



No.140

1992.11

宇宙科学研究所

〈研究紹介〉

放射線に感じるプラスチック

青森大学工学部 藤井 正 美

宇宙航空研，宇宙科学研を一般に宇宙研と呼んでいる。宇宙研に25年間お世話になって，この4月に青森大学へ移った。北の国へ行くことになりましたと話すと，川口淳一郎先生は「世界の文化都市はすべて北緯40度より北にあります」(手前みそ)といって励まして下さった。能代の実験場から車で2時間ちょっとの距離でもあり，実験の合間をみて飲友達が訪ねてくれる。そういう時には近くの酸ヶ湯温泉へ案内することになっている。5月には白いリングの花が咲き誇っていたが，早いもので今は赤い実がきれいである。しかし青森は世界の大きな都市の中で最も積雪量が多いと聞いている。私はまだ青森の冬を知らない。

青森大学は小さな私立大学であるが工学部が新設されて，これから青森の産業振興にも役立つと

としている。研究室の整備はまだこれからであるが，宇宙研時代に始めた固体飛跡検出器の研究をもう少し続けようと思っているので，最近の進展について紹介したい。

鉱物，ガラス，プラスチックなどの絶縁性固体に荷電粒子が入射すると，その飛跡に沿って損傷が残る。プラスチックでは分子鎖の切断がおきる。適当な化学処理（エッチング）をほどこすと損傷が拡大されて，光学顕微鏡でも楽に見え，長時間のエッチングをほどこすと肉眼でも見えるようになる。一般に円錐形の穴になり，エッチピットと呼んでいる。その大きさや形から入射粒子の電荷やエネルギーがわかるので，これらの絶縁性固体を固体飛跡検出器と呼んでいる。飛跡に沿ってエッチングが進行する速度 V_t は損傷の大きさに比例

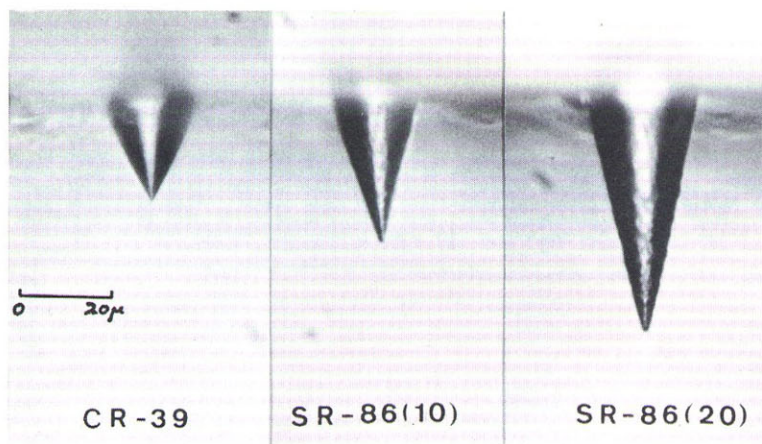


図1 SR-86とCR-39で検出した1.7GeV/nの鉄イオンによるエッチピットの断面

する。飛跡のないところもエッチングで侵食されるが、その速度を V_b とすると、円錐の頂角は V_t と V_b の比で決る。ロケットのショックウェーブの角度がロケットの速度と音速の比で決まるのと同様である。

ガラスや鉱物と比べて、一般にプラスチックは荷電粒子に対する感度が高く、中でもCR-39と呼ばれるメガネレンズ用のプラスチックは感度が高い。飛跡検出器としてその性能が論文に発表されたのは1978年のことである。これまで一般に使われてきた熱可塑性のプラスチックより感度が高いのはCR-39が熱硬化性樹脂で3次元の網目構造をしているからだと思われる。早稲田大学の道家先生のグループは日本製のCR-39を気球に載せて宇宙線中の炭素の原子核が検出できることを確かめた。すなわち粒子の電荷を z 、光速に対する粒子の速度を β とすると $z/\beta \sim 6$ の粒子が検出できたことになる。西村純先生もいち早く注目され、少し工夫すればもっと感度の高いものが出来るのではないかとされた。宇宙の元素組成に比べて宇宙線中にはリチウム、ベリリウム、ボロンなどが多い。これは重い原子核が星間ガスと衝突して出来ると考えられる。そこで、私は新しい飛跡検出器の開発目標として宇宙線中のリチウムまで検出

できるものを狙うことにした。そのためにはCR-39の約4倍の感度が必要である。

高分子の専門家に相談したところCR-39に塩素化合物を少量添加してみてもということになった。いわゆる鼻薬である。多少の効果はあったが鼻薬の添加では限界があることがわかった。そこでCR-39と構造の似た新しい樹脂を合成して、分子構造と飛跡検出感度の関係を系統的に調べることにした。その結果、荷電粒子の通過によって切れやすい結合部

の数を増やすこと、カーボネート結合よりもさらに弱い結合部を導入する必要があることがわかってきた。こうして生まれたのがスルフォネート結合を含むSR-86である。スルフォネートを各々10%、20%含むSR-86(10)、SR-86(20)と比較のためCR-39に高エネルギーの鉄イオンを照射して出来たエッチピットの断面を図1に示した。この写真を秋葉先生にお見せすると「大穴を狙っているわけですね」と言われた。

鉄イオンに対して感度が上がったので z/β の小さな粒子が検出できるかと期待したが、どういうわけか軽い粒子に対しては感度が上がっていない。しばらく良い考えがなくて困っていたが、カーボネート結合を含む網目の長さを変えてみようということになり、フクビ化学の長谷川さんがいくつかサンプルを作ってくれた。図2に示すモノマーの分子構造で、 $m=1$ のものと $m=2$ のものをいろいろの割合で混合し共重合させたのである。平均で $m=1.6$ のとき感度が最大になることがわかったので、このサンプルをSR-90と呼ぶことにした。数MeVの陽子を照射してみると、こんどは z/β の小さいところでもCR-39の約3倍の感度を示す。開発目標にかなり近づいたといえる。

ところがSR-90は重合してすぐの時は感度が高



図2 SR-90の重合に用いたモノマーの分子構造

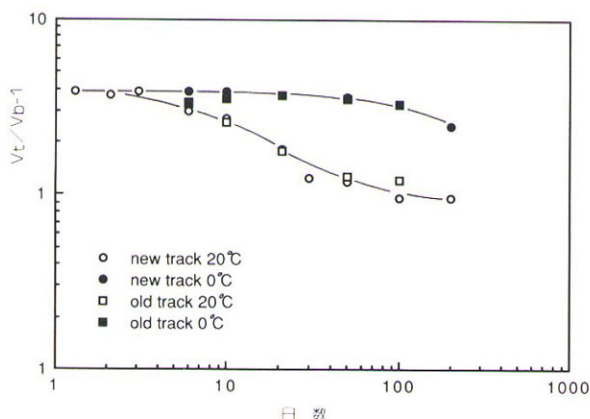


図3 SR-90の飛跡検出感度 (V_t/V_b-1) の経時変化

いが、時間がたつと感度がどんどん低下することがわかった。そこで感度の時間変化を詳しく調べることにした。新しくSR-90の板を作ってもらい、それを小さなサンプルに切り分けた。そのうち半数のサンプルにはすぐにフィッシュン・フラグメントと6 MeVのアルファ線を照射した。照射したものと未照射のものの半数を冷蔵庫で、残りを室温で保存した。適当日数が経過する毎に次々とサンプルを取り出して、未照射のものはすぐ照射した後、照射済のものと一緒にエッチングした。その結果を図3に示してある。この図から室温におくと約20日で感度が半分になってしまうが、冷蔵庫に保存すると100日くらいたってもほぼ最初の感度を保つことがわかる。しかしここで大変不思議なことは、SR-90を重合してすぐに照射して出来た古い飛跡と、エッチングの前に照射して出来た新しい飛跡の検出感度に差が無いということである。これは飛跡が時間と共に消えてゆくのではなく、検出器であるプラスチックそのものが劣化していることを示している。

SR-90はガラスのモールドにモノマーを流し込み、温度を少しずつ上げて重合させるが、このモールドから取り出さないでおいたサンプルがあった。数ヵ月して取り出してみると、室温で保存していたにもかかわらず、ほとんど感度が低下していない。空気中の酸素がプラスチックの劣化に関係しているとする、ガラスのモールドが酸素の侵入を防ぎ、感度の保持に役立ったのかもしれない。

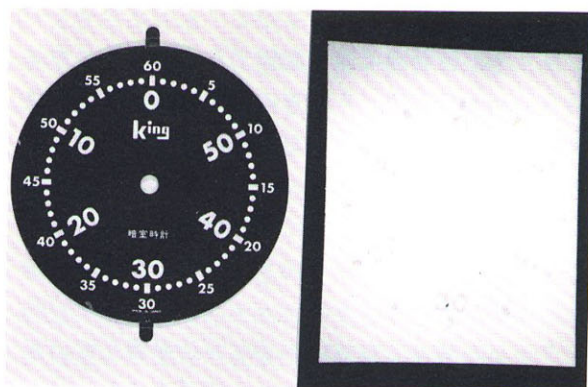


図4 暗室時計の文字盤(左)と夜光塗料から出るアルファ線のラジオグラフィー(右)

い。しかしその予想はずれて、窒素雰囲気中で保存しても、室温ではやはり感度が低下する。従って今は、重合の時に発生する何か低分子量の物質が感度を上げる働きをしており、モールド中で保存するか、低温にしておくと、この物質が逃げてゆくのを防げるのではないかと考えている。しかしこの物質は一体何なのか、高分子が専門の横田力男さんと一緒に頭をひねっているところである。

固体飛跡検出器には色々とおもしろい応用があるので、最後にそのいくつかを紹介してみたい。断層などに変化があると地下から放射性のラドンガスが出てくる。ラドンガスからのアルファ線をつかまえ、その異常増加から地震の予知をしようという実験が世界の地震多発地帯でいくつか行われている。

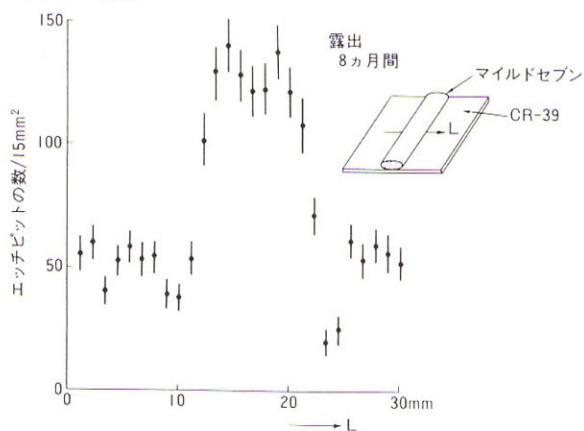


図5 タバコの葉に付着したポロニウム210からのアルファ線の検出

光で物体の像を記録するのをフォトグラフィーと言うが、放射線で像を記録することをラジオグラフィーと呼んでいる。昔の夜光時計の文字盤にはラジウムの入った塗料が使われていたので、文字盤にCR-39を張り付けてみた。しばらくしてエッチングしてみると図4に示したように、アルファ線によるエッチピットの多いところが数字となって浮かび上がってきた。

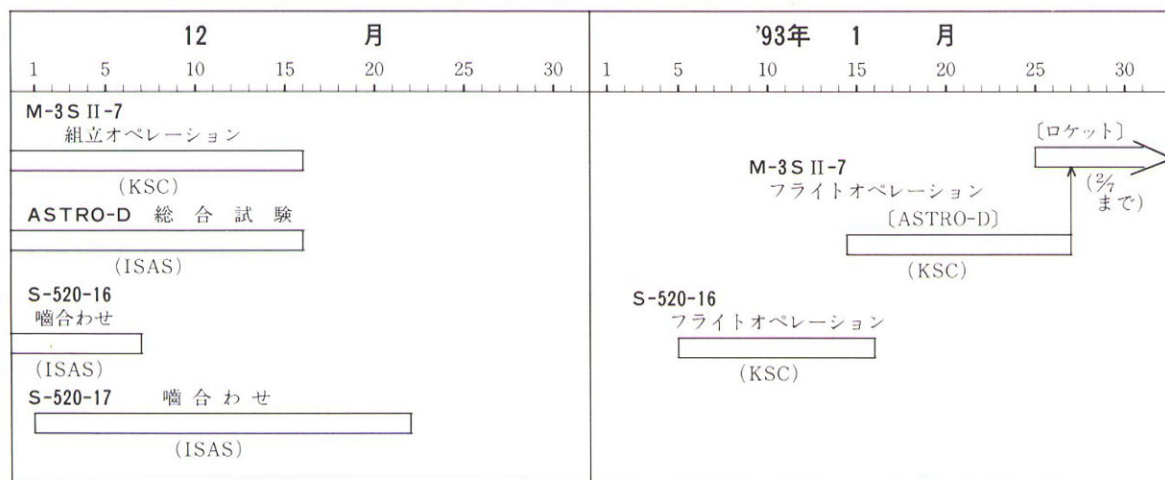
タバコの葉には空気中のラドンが崩壊して出来た放射性のポロニウム210がごく微量蓄積されているが、図5に示したようにCR-39を使うと容易に検出することが出来る。どうもタバコは吸わないに越したことは無いようである。

SR-90については、今年の9月に北京で開かれた飛跡検出器の国際会議で報告した。CR-39より感度の高い新しい検出器が完成すると、検出できる電荷やエネルギーの範囲が広がり、更にまたおもしろい応用分野が開かれると期待している。

(ふじい・まさみ)

お知らせ

★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（12月、'93年1月）

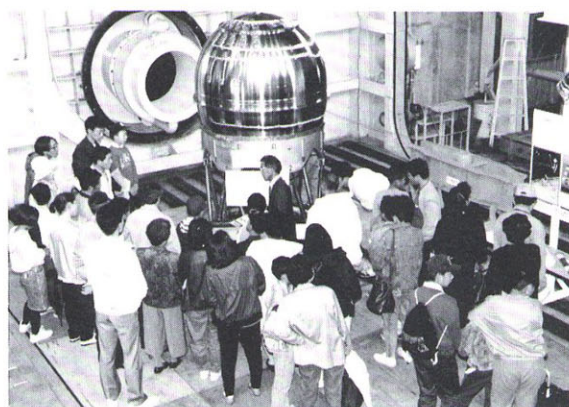


★能代ロケット実験場30周年

(表紙写真, 撮影: 杉山吉昭)

本年はロケットモータ・エンジンの地上燃焼などの基礎・開発研究実験を行う目的のもとに能代試験場が設立されてから30周年に当たり、去る10月25日、現地で記念祝賀式典が挙行された。能代における実験では大量の固体推進薬・液体水素などを、運搬・貯蔵そして消費する作業を伴うため、地元関係者を始め多方面の方々の理解・協力が是非とも必要であり、お陰で過去30年間新型ロケット誕生の地として数々の成果を挙げ今日に至ったことは喜びに絶えない。これを機会に特に能代試験場における業務の遂行に功績のあった41にのぼる公共機関・団体・会社・個人が表彰を受けた。

折しも完成をみたM-Vの大気燃焼設備、一新された計測系、実験中のエアターボラムジェットエンジンが公開され、過去30年に亘る開発の歴史を振り返る展示品が約400名の見学者の一覧に供された。



また、ISASの事業について大方の理解を深めべく、松尾弘毅・小山孝一郎両先生が、それぞれ「M-V型開発計画」、「月・惑星探査計画」と題する記念講演を山本広域交流センタで行った。

(岩間 彬)

★宇宙科学講演と映画の会(関西)開催される

10月11日(日)14時から大阪市北区中之島のフェスティバル・リサイタルホールにおいて、関西地区における「宇宙科学講演と映画の会」が実施された。

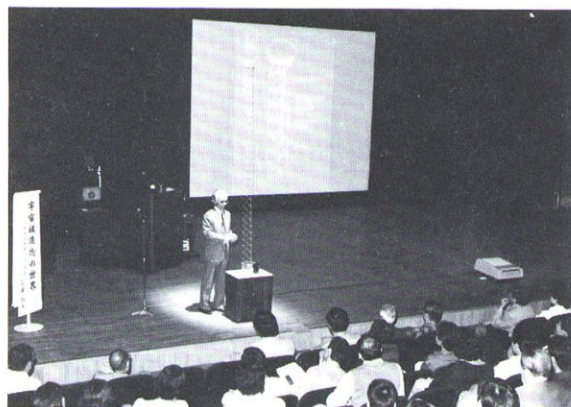
「講演と映画の会」は、東京都及び相模原市において、毎年実施されているが、本年は国際宇宙年(ISY)を記念して、関西地区においても宇宙科学研究について広く一般の理解を求めため実施されたものである。

当日は抜けるような秋空で、大阪では、御堂筋パレードやプロ野球の阪神ーヤクルト戦が予定されており、入場者数が危ぶまれたが、約400人の聴衆で会場はほぼ満席だった。

相模原市の一般公開で、ミニミニ宇宙学校の校長先生としてキャリア十分な小山助教授の快活で明朗な司会から幕が開き、秋葉所長のOHPを使った宇宙研の紹介と挨拶がとても解りやすかった。

映画は、改訂版の「WELCOME TO ISAS」(初公開)と「M-3S II-6/ようこう」が上映された。

講演は、大阪大学理学部の宮本教授による「X線星とブラックホール」及び本研究所の三浦教授による「宇宙構造物の世界」で、解りやすい講演に聴衆は拍手喝采であった。



質疑応答では、ブラックホールに関するものが大半であったが、宇宙構造物の材質や強度に関するものや地球外の知的生物・人工衛星の愛称にいたるまで、幅広い質問が続き、宇宙科学に対する関西地区の人々の関心の高さを示していた。

関東地区以外で初めて実施された「講演と映画の会」であったが、このように大成功に終わったのは、市民の関心の高さもさる事ながら、後援をいただいた地元の大阪府、大阪府教育委員会、NHK大阪放送局や同好会誌でPRをしていただいた大阪市立科学館等の関係者のおかげであり、紙上を借りて厚く御礼を申し上げる次第です。

(柴崎正夫)

★ATRエンジン熱焼試験

宇宙科学研究所では液水エンジンの基礎開発研究として昭和63年度からエアーターボラムジェット(ATR)の開発研究を進めてきました。ATRエンジンは大気中の空気を酸化剤として吸い込み水素を燃焼させ、その燃焼ガスジェットによって推力を得る推進機関です。飛行中に酸化剤の空気を吸い込むので従来のロケット推進に比較して推進剤の重量は約7分の1になり、比推力を10倍以上に向上することができます。このエンジンはスペースプレーン等の高性能な宇宙輸送システムの推進機関に応用することが期待されています。

宇宙研で開発しているATRエンジンはターボジェットとラムジェットを複合化したもので、地上・静止状態からマッハ6の飛行速度まで有効な推力を発生できます。この方式のATRを宇宙機に応用するため次のような特徴を持っています。

- (1) 燃料として液体水素だけを用いるため、エキスパンダーサイクルを利用しています。
- (2) ターボ機械(ファンおよびタービン)を軽量化するため、ファンの周上にタービンを配置したチップタービン形式を採用しています。
- (3) ターボ機械の軸受にセラミックベアリングを採用し、潤滑および冷却システムがありません。
- (4) エアークリークに液体水素を冷却材に用

	ATREX-6-1	ATREX-6-2	ATREX-6-3A	ATREX-6-3B	ATREX-6-4	計画値
試験日	10月28日	10月29日	10月31日	10月31日	11月2日	
推力[kgf]	435	430	421	383	423	409
比推力[sec]	1,195	1,287	1,403	1,390	1,390	1,360
回転数[rpm]	18,520	18,210	18,918	18,490	18,440	17,800
運転時間[秒]	24	40	26.5	50	60	

いたプリクーラーを備え、空力加熱の再生利用と高速飛行におけるファンの作動を可能にしています。

ATRエンジンの開発研究は次の3段階の評価試験を経てそのシステムを確立する計画です。

- (1) 地上・静止状態におけるATRエンジンの性能と機能の評価
- (2) 高速飛行状態を模擬した風洞を用いた試験による評価
- (3) 実際の飛行によるATRエンジンの評価

第1段階の評価試験は実機の四分の一の大きさのエンジンを用いて平成2年から始まり、今回で6期目になります。これまでに行った総試験回数は30回で、総運転時間は1,190秒です。今回の試験の目的はATRエンジンサイクル全体の特性を評価することです。燃焼試験は10月28日、29日、31日、11月2日に合計5回行いました。試験の結果、計画値を超える性能であることが確認され、試験後の検査でもエンジンには異常は認められませんでした。

この試験によって昭和63年度から開始した第1期計画はその目標を達成し、無事に終了することができました。平成5年度からは第2期計画に進む予定です。

今回の試験の主な結果を上表に示します。

(棚次亘弘)

★ASTRO-D総合試験その後

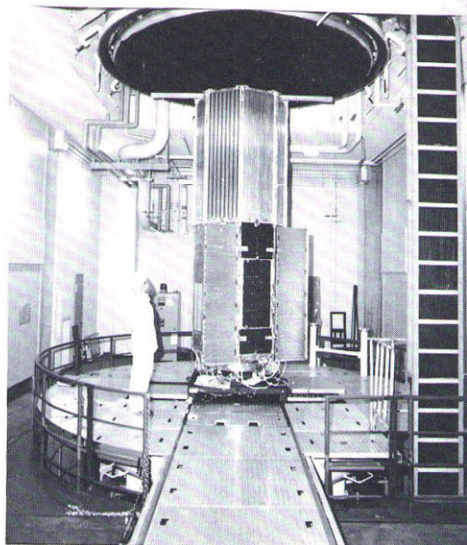
秋も深まり、ASTRO-D衛星の総合試験も最終試験へと入ってきた。9月下旬以降10月末にかけては、対ロケット噛み合せ試験、3週間の準備期間において熱真空試験が行われた。

ASTRO-D衛星は、ノーズフェアリングの許容マージンぎりぎりのサイズに設計されている。対

ロケット噛み合せ試験では、衛星がノーズフェアリングの許容範囲の中にすっぽり収まってくれるかどうか、図面では十分に確認してあるとは言え、心配であった。9月28日から10月2日まで1週間をかけて行われた試験は、組み付け上の手違いはあったが、衛星、ロケット本体の噛み合せ自身は問題はなかった。心配していたノーズフェアリングと衛星とのマージンも許容範囲の中に収まっていた。実際の組み込み状態を見ると、衛星が如何にもノーズフェアリングをなぞった様な形をしており、衛星設計の苦心をしのばせる。

熱真空試験は、10月21日に排気を開始し、30日に真空を破るまで約10日間にわたり行われた。準備期間も3週間に及び、トータルで約1ヵ月間。総合試験のメインイベントである。

ASTRO-D衛星では、X線望遠鏡を載せたオペティカルベンチが軌道投入約1週間後に伸展される。今回の熱真空試験ではそれを模擬するため、



coldモードで3日間衛星を放置後、熱真空槽内で伸展試験が行われた。オブティカルベンチを実際に伸展させると、大きいと思っていた熱真空槽の天井の高さと同程度の高さとなる。試験前に、伸展後のオブティカルベンチを被うIRパネルを含め、真空槽と衛星のマージンが慎重に検討された。伸展試験は25日、日曜の夜、関係者注目の中で行われた。伸展試験は順調に進み、伸展速度も予定通りであり、伸展後のラッチのステータスを無事受取り、終了した。オブティカルベンチ伸展は今回の衛星の要であるため、関係者一同胸をなで下ろした。

観測機器の一つSIS（X線CCDカメラ）は、ラジエーターとペルチェ素子によって-60℃程度まで検出器を冷却する。このため、今回の試験は、軌道上と同じ衛星に組み込み状態で動作させる最初で最後の地上試験となる。ラジエーターとの熱的バランスも実際に初めて確認できる。また、素子

の保護のため打ち上げ前には真空中に封じられた蓋をコマンドで開ける動作も、衛星実装状態では今回が初めての経験である。蓋を開ける試験で、開蓋ステータスの確認に手間取った点を除けば、試験は順調に進み、QLによってもSISの優れた性能の一端が垣間見られた。

この他、熱真空試験でのEPT-SAのパドル展開機能の試験等これまでの衛星にない試験も行われた。これを含めその他の機器についても、問題と考えられる点はなく、長期にわたる連続運転につき合う人間に若干の疲労は残したかも知れないが、順調に試験終了した。

打ち上げまであと100日を切った。長期にわたった相模原での衛星試験もあと2ヵ月程度で終了となる。地上系のソフト開発などを含めいよいよ最終段階を迎えた。よりよい結果に結び付けるため、後もう一ふんばりだ。（紀伊恒男）

第12回 IACG開催される

さる10月29日(木)と30日(金)の両日、ワシントンD.C.のウォーターゲイト・ホテルにおいて、第12回 IACG（宇宙科学関係機関連絡協議会）がNASAの主催で開催され、次の4機関から合計40名が出席した。（ ）内は首席代表。

- ・ISAS（日本宇宙科学研究所：秋葉鐸二郎）
- ・ESA（ヨーロッパ宇宙機関：R.Bonnet）
- ・RSA（ロシア宇宙局：A.Galeev）
- ・NASA（アメリカ航空宇宙局：L.Fisk）

IACGの本会議に先立って、協力の中心テーマである太陽地球系科学に関するワーキンググループ（第1：科学、第2：データ交換、第3：ミッション計画）が10月28日(木)にそれぞれ開かれ、ここ1年間の活動のまとめを行った。またパネル（第1：スペースVLBI、第2：惑星・小天体、第3：高エネルギー宇宙物理学）のうち第2パネルも行われた。

本会議は、NASAのL.Fiskが司会をつとめ、議事次第を採択した後、まず各パネルからの活動の

まとめが行われた。特に第2パネル(惑星小天体)からは、すべての機関が火星探査計画をもっている事実を鑑みて、火星探査に関するワークショップを持つことが提案され、来年3月にヴィースバーデンでの開催が決められた。

ついで4機関の1年間の活動報告がなされた。

I S YにおけるIACGの活動について西田教授（IACG事務局長）の報告、ISSI（国際宇宙科学研究所）設立に関する報告（M.Huber）について各ワーキンググループの報告があり、これにもとづいて、新たな観測データに依拠した放射線帯の新規モデル化（第1）、データ・フォーマットの規格化（第2）などが話し合われた。

今回のIACG会議の特徴は、4機関の活動報告がきわめて明瞭な形で充実してなされたこと、どの分野においても宇宙科学研究所の諸衛星の成果が極めて高い評価を受けたことである。

次回は来年ロシアの主催で開かれる。

（的川泰宣）

特別寄稿

国際宇宙大学 (ISU)

神奈川大学 西村 純

退官の後は何の様に毎日をごすごすか。先ず朝はゆっくり寝て、朝飯とも昼飯とも付かないものを摂る。それから机に向って、かねてよりやりたかった計算等に没頭して楽しむ。夕方は早めにきりあげて、お酒でも飲んでご就寝。時には宇宙研を訪れて、所長室で『忙しくて大変ですね』などと秋葉所長に労いの言葉を掛けてから研究室回り。夜ともなれば管理部にあらわれて飲みに行こうよと誘う。そう、今まで殆ど休んだ事のない夏休みもふんだんに有る。ヨーロッパの古都などを訪れてワインを傾けて優雅にごすごすか……。

だが、現実とはなかなか厳しく、夢はいつのまにか消え去ってしまった。国際宇宙大学は今年で5回目。一回目がMIT、次ぎがトロント、ストラスブルグ、ツールーズときて北九州市である。

Harvard Business School にならって、宇宙に関する幅広い分野（宇宙政策から、生命科学、宇宙科学・工学に至るまで）を一流の講師を揃えて集中的に教育し、視野の広い将来の幹部を養成する。多くの諸外国の人と付き合っ、国際協力の際の人脈にもなると言う狙いもある。日本で開くものだから、日本人が誰か本格的に面倒を見るべきだという正論らしきものが先ず出て、次いで暇そうなのは私だからそれをやるべきだと言う話になった。

今年のISUは学生さんは30ヵ国から130人、講師は外国から100人、日本人講師は約60人と言う大部隊。外国の先生方の講義にたいする周知な準備には深い感銘を受けた。学生が採点してそれを見て先生は講義のやり方を修正する。

Deanを引き受けることになって慌てたのはいろんな委員会である。英語で司会せねばならない。週2回の教授会に出てみると、皆やたらに饒舌である。全く外国人は良くしゃべりますな！何を言っているか分からないのを司会する辛さ。教授会の前日になると、やや憂鬱。しかし、そのうち、

何とかなれてきた。教授会が延びると昼食を喰いはぐれる。

『早くすんで、ゆっくり昼飯が食える』とほめてくれる人も出てきた。余り反応しない司会者相手ではおしゃべり側も意気阻喪したのかも知れない。因みに、食事は食券制。食事の時に飲むビールに変える事もできる。外で食事をして使わないと無駄になる。長友君の息子さんの発案で、そんな時には全部ビールの小瓶に変える。宿にビールの小瓶が山積して一時問題になった。

ISUが盛り上がったのは丁度真ん中あたり、試験も済んで種子島へのField Tripと温泉巡り。後半に入ると夏祭りや花火大会がやたらに続く。それにお国紹介の『Culture Night』はなかなかセンスがよくてその道を選んだ方が良かったと思える人もいる。夜9時頃終わって、10時からダンスパーティー。夜中の2時、3時まで続く。朝は9時から講義では眠くなるのも無理はない。こちらは12時頃まで仕事をしてからパーティーに赴き、やたらにお酒を飲み、出来ないダンスなどをやっご帰還。あの夏の喧騒と暑さと忙しさと眠さはなんであったのだろうかとも今時々思い出す。

ISUが終わって、すぐWorld Space Congress。意外にISU関係者が会議に多い。ISUは国会の小会派位の勢力がある。いつも外国に行くと、一週間くらいでやり切れなくなったが、今回は外国に居ると言う違和感は無かった。

ISUは学生にとって、国際的感覚を豊かにするのが目的であるが、先生にとってもよい勉強の場であつたらしい。

幸いにして今年のISUは好評の内に終わった。最後になってしまったが、末吉北九州市長を初め今年のISUを企画し、参加し、ご援助賜った多くの方々に深い敬意を表させて戴きたい。

(宇宙科学研究所前所長、にしむら・じゅん)



地球の仲間たち

水谷 仁

太陽の周りを地球と同じように回っている星がわが太陽系には9つあり、これらが惑星と呼ばれるものであることはよく知られている。すなわち太陽に近い方から順に水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星がそれぞれである。この他に火星と木星の軌道の間にある数多くの小惑星、時に太陽の近くまで接近して長い尾を引く彗星も太陽系の仲間であることも忘れてはならない。

これらのうち水星、金星、火星、小惑星は地球と似た岩石質の天体であり、地球型惑星と呼ばれる。一方木星、土星、天王星、海王星は主として水素とヘリウムからなるガスの天体であり、木星型惑星と呼んでいる。太陽系の一番外側を回っている冥王星も長い間、この木星型惑星の一員と考えられていたが、最近の観測によればどうやら冥王星は氷の惑星のようである。木星や土星には多くの氷を主体とする衛星があるが、冥王星はこれらの衛星と同じような組成を持っているらしい。これらは氷型惑星と言って良いであろう。

「ミニミニ宇宙学校」でここまで話をした所、次のような質問がでた。

「それではなぜ太陽に近い位置にある惑星が岩石質の惑星であり、遠い位置にある惑星がガスの天体になったのでしょうか。また木星型惑星よりさらに遠い冥王星はなぜガスの惑星ではなく、氷の惑星なのでしょう。」

これはまことに良い質問だ。一口でこの質問に答えるのは難しいし、まだ誰も本当の答えを知っているわけではない。が、榮えある「ミニミニ宇宙学校」の先生としては、「これは難しい問題です」とだけ言って済ませるわけにもいかない。

そこでおおよそ次のような答えをした。

惑星は原始太陽を取り囲む塵とガスの雲である原始太陽系星雲の中で作られた。原始太陽系星雲は太陽に近い方が温度が高く、木星型惑星の領域

では比較的溫度が低く保たれていた。このため太陽に近い領域では金属鉄、珪酸塩のみがガスから凝縮し、固体の塵となる。一方太陽から遠い領域では温度が低いために原始太陽系にたくさんある水素と酸素から H_2O が凝縮でき、氷が塵の主成分となる。この領域では金属鉄や珪酸塩も塵となるが、圧倒的に多量に出来るのは氷である。

太陽系星雲の中で出来た塵は星雲の赤道面に沈澱し、塵の円盤を形づくる。塵がつもってこの塵の円盤の密度がある限界値を越えると、円盤は重力的に不安定になり、円盤は分裂し直径10km程度の塵の玉が無数にできる。この塵の玉を微惑星と呼んでいる。惑星は微惑星が互いに衝突しながら成長し、やがてフルサイズの惑星になる。

この考えに立てば、太陽に近い領域では微惑星そのものが金属鉄と珪酸塩で出来ているので、それから作られる惑星も同様な組成を持つことになるのは当然である。一方木星型惑星の領域では微惑星は氷から出来ている。氷の微惑星はこの領域にはたくさんあるので、それから作られる惑星の核は地球の10倍以上の質量にまで成長する事が有り得る。このように大きく成長した惑星は周辺の水素、ヘリウムガスを自分の重力で引きよせて、やがてこれらは中心に氷の核、外側に水素、ヘリウムをもった惑星になる。これが木星型惑星の姿である。冥王星は氷の核が十分な大きさに成長できなかったために、ガスを引き寄せられず、ガスの惑星になり得なかったのであろう。あるいは冥王星領域で氷の核ができあがる頃には、原始太陽系星雲からガスがなくなってしまったために、冥王星は氷の惑星に留まったのかもしれない。

これが「ミニミニ宇宙学校」での質問に対する私の答えであった。ISASニュースの読者の中にはこの私の答えと違う答えを持っている方もいらっしゃるかも知れない。そういう方はぜひこっそり私に本当の答えをお教え願えば幸いである。

(みずたに・ひとし)

ハンツビルの綿畑

山下 雅 道

「タクシーの影はなく、車も事前予約なしには借りられない一階建ての空港で途方にくれたのが何年か前の来初め。翌日車を借りにまた空港に逆戻りする始末」「ダウンタウンを歩いてみろよ、歩いているだけで逮捕されるから」そんな冗談はハンツビルに来る前に聞いておきたかった。サー、ママが語尾にそえられるアメリカ南部の典型、男の子が空港からホテルへ運んでくれる道すがら、脇に見えるのが綿畑、アラバマの名産ですと指を指す。それは畑一枚であったのだけれど、妙に臉に焼き付いた。そんなことから我が庭に綿を毎年植えるようになったんだ。採れた綿をつむいで藍で染め、子供の服でも仕立てようと種蒔きするのはいいが、盛夏におよそ綿を想像させない白と桃色の花が咲き、秋まるまると膨らんだ実がはぜてふわふわした白い綿毛のたまがぱっくりと姿を現すと、たちまち子供が競いあっておもちゃにしてしまう。来年用の種子を綿毛の中から取り出してそれっきり。もっとも宇宙実験用にいろいろ縫物をしたおかげで裁縫の腕があがり、綿から布にする過程は飛び越えるものの子供の服をたまに縫っている。地元マーシャル宇宙飛行センター（MSFC）の人間に説明するのだが、どうも通じない。コットン＝cottonと言い立てると、相手は「ああカタンね」そうそうカタン糸。「アラバマの熱さが綿を育てるのさ。相模原の温度が綿の悪さのものとじゃないの」「いや決定的問題は1平米という我が畑の面積にあるんだ」。

肝心の会議は宇宙基地フリーダムの科学利用についての諮問委員会、連日朝8時から夜10時まで続く会議も山場を越した。今夜の会議は大統領選候補のTV弁論観戦との勝負だねとの軽口を吹き飛ばす、NASAの機構改革のニュースが会場に飛び込む。宇宙研と関係の深い科学応用局(OSSA)がMission to Planet EarthとMission from

Earthに分割されたという。11月に来期の大統領が決まるのにあわせてなにがしかの動きが予想されていたらしいものの、なぜこの時期に、どんな意図が込められてのことなのか。こぶしをふりあげ喜びを表す人、さっと電話に走る人、人の輪が出来る。当の会議は諮問元であるOSSAが突然姿を消してしまい、戸惑いのうちに続けられる。これまでに宇宙基地計画の経験してきたRephasing、規模縮小のRestructuring、下院での予算ゼロ査定。計画自体の再評価も必ずや今回のNASA機構改革に続くだろうと顔同士がうなずきあう。

「アポロ時代はこんなものじゃなかった、どこかおかしい。何かするのにこれほど多くのサインがいるようになるなんて。安全性審査にしても、聖域であることをいいことにして、いってみればRobustだ。長すぎる準備期間、高いコスト、硬直、ユーザーのいらだち。何が目的であるかを見失わせるようなミッションの組立て過程。黄金のアポロの経験を呼び戻し継承するには今が最後の機会なんだ」。MSFCの人間はいらだち。雇用の確保、防衛産業の転換、高度技術競争力の維持といった窓から眺められる宇宙開発。一般公衆を最上位のカスタマーと位置づけ直し、宇宙を人々の想像力を喚起し科学や工学への取り組みを動機づけるものとしてとらえる。宇宙開発の確実な転節を、NASAは思い切った組織の改革や点検によって進めようとしているようだ。そんな疾風怒濤の一つが吹き抜けた宇宙基地の会議です。

10月半ばのアラバマの綿畑は葉も水分を失い、綿がはぜざかり。畑近くの道路際の芝生には吹き飛ばされた綿が転がりまつわりつきます。深い赤色の土の上に淡雪とまがうばかりに綿毛が一面を覆うハンツビルを見おろしながら、早朝の飛行機が飛び立ちました。（やました・まさみち）

有機星間分子 — アミノ酸の探査

宇宙生命 (2)

夜空に輝く星の間の空間は何もない真っ暗闇ではなく、いろいろな物質（原子、分子、固体微粒子等）に満たされているのがわかってきたのは、電波や赤外線望遠鏡で観測できるようになってからである。分子は回転運動によりその大きさ、構造に応じて特有の波長の電波と相互作用する（星間空間からは一般に電波をだすのが観測される）。電波望遠鏡で観測した星間空間からの電波の波長を、地上の実験室での測定値と比較することにより分子種を決定でき、また強度から存在量がわかる。

最初に見つかった有機分子は1963年発見されたホルムアルデヒドで、多くの人々にとって予想外のことだった。以来星間空間で正体が明らかになった星間分子の数は83種にのぼり、そのうち有機化合物（炭素化合物）は64種にもなる。このような有機星間分子が現在の地球上での生命体と如何なる関係があるか大変面白い問題であるが謎にまつまれている。

宇宙生命の観点からみると、生命体を特徴づける基本的な化学物質としてタンパク質と核酸が特に興味を持たれる。前者は生命体をかたちづくり、後者は遺伝情報の伝達をつかさどる。タンパク質を構成しているのがアミノ酸で、生命体には20種

のアミノ酸が含まれている。アミノ酸とは、酸性のカルボキシル基（ $-\text{COOH}$ ）と塩基性のアミノ基（ $-\text{NH}_2$ ）をもつ化学物質である。そのような基を持つ星間分子及びその関連物質を表1に示す。ここで示した存在量は飽和有機化合物が多い分子雲での一般的な値である。例えばオリオン大星雲や、銀河中心方向の分子雲にそのような場所がある。

最も簡単なアミノ酸・グリシンは下図の2つの立体配置をとることができる。グリシンⅠはⅡより安定だが永久双極子モーメント（分子内での電荷の偏り）が小さいため電波を出しにくい。温度が低い星間空間ではエネルギーが高いⅡの方の存在量は少ない。今までいくつかの分子雲で両方の構造に対して探査が行われたがまだ見つからない。グリシンはホルムアルデヒド、アンモニア、シアン化水素を材料にして生成する。それら出発物質は表1に示すように十分存在している。分子に含まれる原子数から言えば最大13原子の分子まで見つかったので、検出感度を上げていけば検出の可能性は高いと言える。野辺山宇宙電波観測所などでの高感度な探査が期待される。

（国立天文台野辺山，川口建太郎）

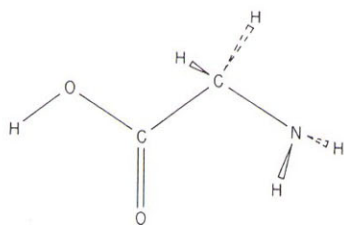
表1 星間分子の存在量（星生成領域）

（ 1 m^3 あたりの分子数で示す。）

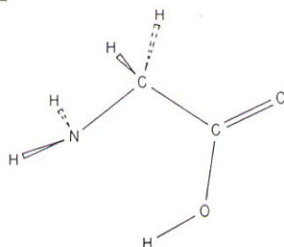
地上では 2.7×10^{25} 個/ m^3 ）

分 子		存在量(個数)
水素分子	H_2	$10^{10} \sim 10^{11}$
一酸化炭素	CO	$10^5 \sim 10^6$
シアン化水素	HCN	25～250
アンモニア	NH_3	250～2500
ホルムアルデヒド	H_2CO	30～300
蟻酸	HCOOH	5～50
蟻酸メチル	HCOOCH_3	30～300
メチルアミン	CH_3NH_2	3～30
シアミナド	NH_2CH	0.2～2
ホルムアミド	NH_2CHO	1～10
グリシンⅠ		<10
グリシンⅡ		<1

グリシンⅠ



グリシンⅡ





いも焼酎・科学衛星との出会い

上村正幸

私が最初に「いも焼酎」を読んだのは、いや、飲んだのは、大学のクラブの新入部員歓迎コンパの時であった。それまでは酒類をほとんど口にすることがなく、せいぜい正月の御神酒でいどであった。そんな私があの時「いも焼酎」を優勝カップで吞まされたのである。「こんなすごい臭いのする不味い物を！」と思っても先輩達には通用しない。鼻を摘んでとにかく吞み干したまでは記憶していたが、その記憶は下宿の自分の部屋で目が覚めたところにジャンプしていた。昨今は学生コンパのイッキ呑みで人生の終幕を引く者がでると聞くが、そんなことになっていなくて本当によかったと思いながら、今ではあの「すごい臭いの不味い物」と思った「いも焼酎」を「美味い！」と言いながら愛飲している。

さて、私の記憶を一部喪失させた「いも焼酎」との初めての出会いの頃、日本の宇宙開発は我が国も人工衛星を打ち上げということでL-4Sの実験が続けられていた。当時この打ち上げはテレビ・ラジオで実況中継をしてくれていた。何回かの失敗の後、昭和45年の建国記念日のL-4S-5号機の打ち上げである。私は、今度はうまく行くに違いないと下宿の部屋でラジオを聞きながら、窓から桜島を眺めていた。そう、内之浦は下宿からちょうど桜島の向こう側にあったのだ。ラジオからのカウントダウンが聞こえる。「発射」後しばらくして桜島の裾野から白煙を噴きながら上昇するL-4S-5号機が姿を現した。「今度こそ」「行け！行け！」…「やったあ〜」…そして、我が国初の人工衛星「おおすみ」が誕生したというラジオ放送を聞きながら、私は「いも焼酎」で何度も乾杯した。

翌年、大学の工学部で内之浦の見学会が計画された。私は興味はあったのであるが、これという理由もなしに参加しなかった。これは「これから何度も行くことになるKSCへ今から焦って行くこ

とはない」という天の声があったのかもしれない。桜島の向こうを上昇して行くロケットに対して「行け！行け！」と思ったあの気持ちをこれから何度も味わうことになろうとは夢にも思っていなかった。

その翌年、私はNECに入社した。第二希望の「宇宙開発」に配属された。この年「でんぱ」が打ち上げられた。「たんせい3号」では最後の運用が終わると急いで田舎に帰った。帰り着いたのは自分の結婚式の前日であった。長男は「はくちよう」のフライトオペに出発する前日に誕生した。次男は「たんせい4号」の出張から帰宅した翌日であった。長女は……色々な思い出を残して、もう20年過ぎてしまった。その思い出のなかには必ず「行け！行け！」と「いも焼酎」での乾杯がある。そして、今年MADE IN JAPANの科学衛星が宇宙開発の本場アメリカから打ち上げられた。「GEOTAIL」である。

GEOTAILの発射時はビルディングA0の控え室で指令電話を聞きながら、モニタテレビを監視していた。FIVE, FOUR, THREE…カウントダウンが続く。「IGNITION」で控え室のドアを開け外へ飛び出した。雲ひとつない青空の中をGEOTAILを抱いたDELTA-IIが上昇していく。…この20年間、幾つもの科学衛星の打ち上げに立ち会わせていただいたが、設計に係わった衛星を搭載したロケットが上昇していく姿を見たのはこれが初めてであった。…「行け！行け！」「ガンバレ！」思わず涙がこぼれてくる。……ただ一つ、打ち上げ直後の乾杯がいつもの「いも焼酎」でなかったのは残念であった。同じKSCでも「いも焼酎」までは手に入らなかった。

来年の2月には「M-3S II-7号機／ASTRO-D 打ち上げ成功おめでとう」という乾杯の音頭で美味しい「いも焼酎」が飲めそうだ。

(NEC, かみむら・まさゆき)

ISASニュース

No.140 1992.11.

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い合わせは、庶務課法規・出版係(内線2211)までお願いいたします。