



〈研究紹介〉

衛星異常診断システムの開発

宇宙科学研究所 橋本正之

1. きっかけ

GEOTAIL衛星計画が本格的に動き出して間もない頃、この衛星を長期間、恙なく運用していくのに役立つ何らかの支援システムを構築することになり、これにISACS (Intelligent Satellite Control Software) という名が与えられた。このISACSシステムの1機能として、衛星の異常診断システムを検討するようにとの指示を中谷、向井両先生から受けた。

ISASの衛星運用は予算と人的資源の厳しい制約を受けている。このため、衛星打ち上げ後最初の数ヵ月間はそれぞれの分野の専門家が直接運用に携わるが、その後は特別なオペレーションがある時以外は、その衛星に関係している観測担当者の監督の下で、メーカーからの運用支援技術者の

協力を得て、極少人数で運用されている。

衛星との交信時間帯やその長さは衛星の軌道によって異なり、また時間の経過とともに変化するが、GEOTAIL衛星では、もともと地球の夜の側を観測するのが目的のため、概ね毎日8時間程度の深夜の仕事となり、その運用は担当者にとってかなり辛い夜の稼業となっている。

このような状況下での運用についてISASでの衛星運用を長いこと経験してきた百戦錬磨の向井先生曰く。これまでにもう少しで衛星を壊してしまふような思いを何度か経験してきた。今のうちに何らかの方法を考えておかないと何時かひどい目に遭うに違いない。そのためにコンピュータシステムを使った有効な方法があるのでは？というのが上記指示の主旨であった。

これまで主にハード寄りの仕事をしてきた私としてはおおいに躊躇した。ほとんどコンピュータを使ったソフトの仕事は経験が無く、全く自信がなかった。大事なのはコンピュータに関する知識ではなく衛星そのものについての経験があることだと中谷先生になだめられて、とにかく手を付けて見ることにした。

2. これまでのトラブル解決法

衛星に何かトラブルがあった場合のこれまでの対応は次のようなものである。まずトラブルの内容がその衛星に“馴染みのもの”である場合である。それぞれの衛星は打ち上がって初めて見えてくる固有の弱点を持つことも希ではない。例えば特定の機器が太陽活動期に放射線の影響を受けて一時的に動作異常となる場合などがこれに当たる。多くの場合過去の例に倣って、地上から異常を解除するコマンドを送ることで正常な観測状態に復帰される。これに対して過去に例が無く、初めて起こったトラブルへの対策は容易ではない。その日の運用担当者がたまたま熟知している領域で発生したトラブルである場合にはその場の判断で処置されるが、一般的には判断に広範囲の知識と経験を必要とする。このため、その衛星の設計に深く関わった人たちに緊急連絡され、指示を受けることになるが、時には深夜の対策会議が開かれることもある。実際GEOTAIL衛星でもこのようなことは何度か起きている。

3. 異常診断への人工知能技術の適用

このような事情から、その日の運用担当者が必ずしも衛星全体のことについてのエキスパートでなくても、異常時にはおおよそその診断ととりあえず取るべき処置が示される診断システムの実現が望まれる。

これを実現する手段として、人工知能の技術を使ってみてはとの話があり、この方面の専門家と何度か議論を繰り返した。基本的な考え方は衛星全体のシステムをはじめ電源、通信、制御、観測機器等幅広い分野の診断に関する専門知識をコンピュータの知識データベースの中に集約し、いざ何か異常と思われることが起こったときには、その

場に専門家が居なくても、それに対する診断と対処方法が指示されるシステムを構築しようというものである。

開発に当たっての最初の疑問は衛星に何か異常が発生した時には、そこはかなり詳しい専門家が居た場合であっても、その原因究明と対策には相当苦勞するのに、果たして本当に役に立つ診断システムが実現出来るだろうかという点であった。特に宇宙科学研究所が扱う科学衛星は同じものが全く無い“一品料理”である。したがって、家庭電器製品や自動車などと違って同一製品に対する統計的な故障率データに頼ることは殆ど不可能である。これらの事情から、この衛星の診断システムでは専門家が担当領域での起きそうな故障を論理的に分析して、その結果に過去の経験を加味し、比較的現実味のある故障モードを知識データベースに登録する手法を取らざるを得ない。このことはそれぞれの担当者、メーカーにかなりのノウハウと弱点をさらけ出してもらう必要があることになる。

4. 開発経過

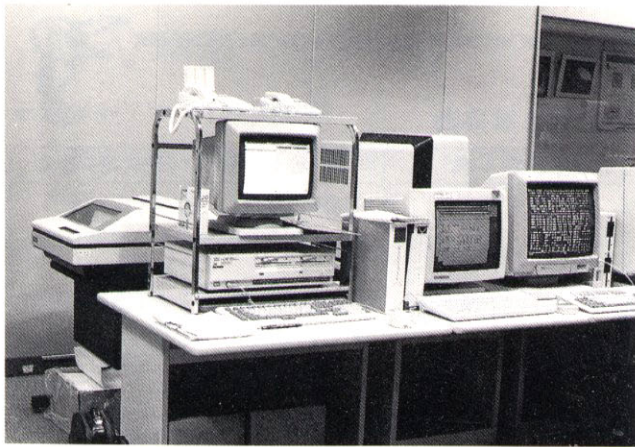
開発に先立っての上記の不安から、その有効性を段階的に確認しながら進む方策を採ることとした。

プロトモデル

開発コストの削減と私のようないわゆる人工知能ソフトウェアに馴染みのないものでも何とか扱えるように、市販のソフトウェアをベースにプロトモデルを構築してみることにした。“まなでしくん”と言う名のエキスパートソフトを、これを開発したこの道の専門家の指導を受けながらにわか勉強して、とりあえずGEOTAIL衛星の通信系の部分の診断ソフトを作ってみた。この段階でひょっとしたらモノになるかも知れないという希望を抱くようになった。

手入力診断システムの構築

そこで、診断範囲をGEOTAIL衛星の全域に拡張した診断システムにチャレンジすることにした。プロトモデルの段階では様子を見ることが目的であったので、診断に必要な知識入力も自分だけで手に負える極く限られたものに絞ったが、今度はあ



管制室に設置されたGEOTAIL診断システム

わよくば実用に耐えるものにしたいという期待もあったため、GEOTAIL関係者から広く専門知識を集める必要があった。結果として多くの方々に電話やインタビューで多大の御協力を頂くことになった。集めた知識はエキスパートソフトの専門家の協力の下に、有機的な知識データベースとして登録された。こうしてGEOTAIL衛星が無事打ち上げられ、初期軌道修正や一連の搭載機器のチェックが終了した頃、本異常診断システムを試験的に運用してみるようになった。

運用の結果、最大の問題は診断に必要な情報の入力に時間がかかりすぎることであった。これはこのシステムの有用性が未知であったため、最初の段階では手入力としたためで、予想されたことでもあった。

診断情報入力のオンライン化

上記の試験運用段階で情報入力に要する時間を短縮すれば最終的には有用なシステムを構築できそうな感触を得た。そこで衛星のテレメータを通して送られてくる情報は全て自動で読み込めるように改造を施した。この結果入力情報のおおよそ80%は自動入力とすることが出来た。さらに現段階では手入力せざるを得ない地上システム関連の残りの情報入力についても、回答を選択方式にしたり、回答に必要な関連情報を質問と共に表示するなどして入力時間の短縮を計った。この結果、オンライン入力化前は30～50分も要した入力時間を5分以内に短縮することが出来た。

5. 問題点と今後の見通し

現在、このシステムは衛星全体の健康診断と異常判断の一助として、GEOTAILの運用で毎日定常的に使われている。しかしまだまだ改善すべき多くの課題を残している。そのひとつは入力情報の自動化率の増大である。現在地上受信機での受信レベルなどの情報は管制システムの構成上自動入力化するには手間が掛かるが、比較的容易なものから自動入力に変更して行きたいと考えている。また異常時に診断のために発行される質問のなかには衛星にコマンドを打ってその反応を調べるものなど、本質的に自動化し難いものも多数含まれているが、少なくとも全系が正常に動作している限りにおいては、本システムが一定時間毎に自動的に全系の健康状態のチェックをし続け、そのレポートも自動的に発行されるように改善を試みたい。

6. おわりに

衛星の健康診断を行う方法としてはここで述べた手法の他に、実際の衛星と同じロジックを持つシミュレーターを地上に用意する方法もある。しかし忠実度の高いシミュレーターを実現するのは非常にコスト高になり、ISASとしてはあまり現実的ではないと思われる。この点からは、ここで述べた方法は比較的現実的のように思えるが、いずれにしても衛星システムを支えている多方面の専門家の貴重な経験を含む知識の提供が成否の鍵を握っている。GEOTAIL衛星での本システムの成否は今後の同様のシステムの有効性を知る上で貴重な一例となるものと思う。これまでに関係した方々の惜しめない御協力に感謝すると同時に、今後の改善に向けての皆様の御支援をお願い申し上げる次第である。 (はしもと・まさし)

—○—○—○—○—○—○—○—○—○—

編集委員会より——いつもISASニュースを愛読していただきありがとうございます。今月号から小宇宙のページでは「宇宙構造物の話」が始まりました。来月号はX線天文衛星「あすか」の特集号、再来月号からは新しいシリーズ「太陽系内小天体」(仮題)が始まる予定です。

お知らせ



★研究会・シンポジウム

月・惑星シンポジウム

開催日 平成6年8月2日(火)～4日(木)
場 所 宇宙科学研究所本館2階会議場

アストロダイナミクスシンポジウム

開催日 平成6年8月29日(月)～30日(火)
場 所 宇宙科学研究所本館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(内線2234, 2235)

★教官人事異動

発令年月日	氏 名	異 動 事 項	現(旧)職等
6. 7. 1	井上 一	(所内昇任) 宇宙圏研究系教授	宇宙圏研究系助教授
"	満田和久	宇宙圏研究系助教授	宇宙圏研究系助手
"	芝井 広	共通基礎研究系助教授	宇宙圏研究系助手



★ST-735-2分離試験

前回報告した噛み合わせにひき続き、搭載機器のパイロショック試験を兼ねた分離試験が、6月6日(悪魔の日?), しかも平成6年とぞろ目という妙な日取りで、KSCで行われた。今回の試験では、テレメータをはじめ搭載機器に関わる人たちの参加で、意外に多人数の試験となったが、位置づけは、あくまでKSCで行うが、噛み合わせ試験の一部である。

鹿児島到着の6月2日は、快晴で、早々と梅雨入りしていた九州南部とは信じられないような好天であったが、長期予報はその時点ですでに、試験予定日の6月8日の天候が怪しいことをうかがわせていた。全打ちでは、日曜日(6月5日)の休日を返上して、できるだけスケジュールを先行させることに御了解をいただき、7日に試験することを目標とした。天候の様子は、しだいに悪化の一途をたどり、5日には、九州南部が梅雨前線の中にすっぽり入り、天候の行方は全くわからなくなってしまった。週間天気予報は、7日は「晴れ時々曇り。降水確率20%」と報じているのに、同日発表の予報では、7日は「曇り時々雨。一時雷雨。降水確率60%」というのだから、全くあてにならない。たのみの国見レーダでも、雨が湧いては消えるという状態なのだから、見当もつかない。

M台地では、並行して、推薬庫の工事が行われており、ときどきサイレンが鳴って、岩を破碎する発破が行われていた。幸い、作業は非常に順調で、発破作業にともなう退避の際には、どれどれと、物見高いベテラン実験班員が、「発破も(分離

試験も)大したことはないな」と鼻で笑うほどの余裕があり、作業も快調に進んだ。結局、スケジュールは半日あまり先行し、6日朝には、当日のリハーサルに引き続いて、一気に本試験まで行っただけになった。天候があやしかったのである。予報では、「6日は降水確率が午前40%、午後50%、夜60%、翌7日は80%」というものであった。7日以後は、九州北部、四国も梅雨入の模様とのこと。これはうまくチャンスをつかんだとほっとした。リハーサル前、午前11時に保安集合写真を撮影。晴れ間ものぞく、穏やかさ。ところが、午後2時の試験本番前には、強風に雨が混じり、試験は15分延期に。ようやく、雨の合間をみて、本番となった。ドカーン。M-V実機サイズの分離試験にも立ち会ったのだが、この試験機の方がはるかに迫力があつた。M組み立て棟の大扉の内側にいたスタッフも、おもわず身をおこしてかがみこむなど、一時は騒然と。「こんなにまでして分離しなくてははいけないのですか?」とは、ベテランのK氏の弁。「これじゃ、(機器が)こわれても不思議はない」など、興奮ぎみの人も。もっとも、前回にこの試験を経験していた機体・構造担当グループは、予め、地上装置を大扉から離して設置するなど、覚悟は十分の様子であったのだが。試験では、心配された機器のダウンや瞬断もなく、相対運動計測にも成功して、目的は完全に達成できた。かくして、無事試験を終えホッとすると、6月7日のふりかえ休日の中、内之浦を後にした。空には薄日がさしていた。(川口淳一郎)

M-V事情

★M-14-TVC-1燃焼試験

～表紙写真～撮影：前山勝則，杉山吉昭

6月とはいえ、さすがに早朝には底冷えのする能代で、M-V型ロケット推進系開発のハイライトというべき1段目M-14モータの1回目の地上燃焼試験が行われた。点火は6月21日午前11時30分、薬量でいうとMT-135ロケット並みという、これまた巨大な点火器により行われ約78秒間、地上燃焼試験には慣れているはずのベテラン勢ですら興奮をかきたてられる轟音を残し成功裏に終了した。

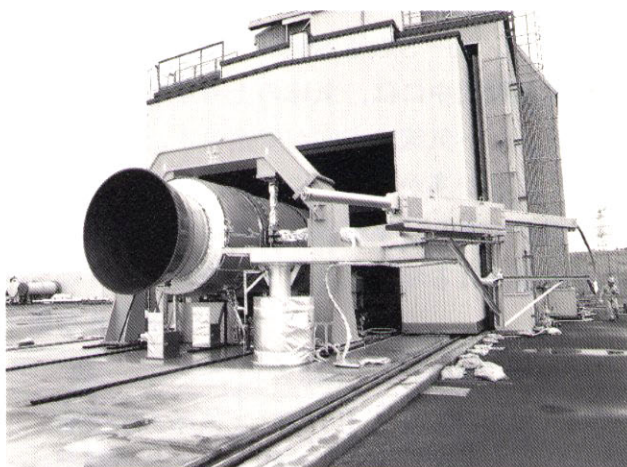
燃焼はスムーズで、シミュレーションモータで発生した燃焼振動やファイア・イン・ザ・ホール(FIH)用に長くなびくスライバ期間に予想されたチャッフィング等、懸念された現象も見られずほぼ予想どおりのパターンをえがいた。また、新開発のターボポンプ加圧による電気／油圧式サーボ可動ノズル推力方向制御装置の機能も極めて良好であった。合計149点にもわたる計測項目についても良質なデータが取得され試験はほぼ完璧であったと言える。

2期にわたる計30日間、緊張を強いられてきた実験班員の喜びはただものではなく、検討会終了後の祝賀会では過去に例を見ない盛り上がりを見せ、高野実験主任以下、多くの重い(立場の)人の胴上げで翌日筋肉痛に苦しむ班員が続出するほどであった。

また、今回のオペレーションには次世代を担う若い技官達が参加、昼夜にわたる大活躍で、いい意味でのライバル意識もめばえ、宇宙研の将来に向け実に有意義な機会になったと言える。

昨年3月のM-34の地上燃焼試験に続く今回の試験の成功はM-V型ロケットの開発がホームストレッチにはいったことを強く印象づけた。

(森田泰弘・堀 恵一)



大気燃焼スタンドに設置されたM-14-1モータ



点火直後(南側/秋田側から撮影)



組立塔屋上から撮影したノズルと燃焼ガス

(撮影：前山勝則・杉山吉昭)

★平成6年度第1次大気球実験

上記実験が5月21日から6月5日まで、三陸大気球観測所で実施された。実験の内容は、フィルム厚が薄く軽量であるため、高度40km以上まで上

昇することができる高々度気球の飛翔時間を長くするための気球工学上の実験、オゾンの観測、宇宙線観測として重一次線および超重物質の観測実験およびロケットノーズコーンの回収の確実性を

高めるために導入が検討されているグライダー・パラシュートの予備実験であった。

今実験期間中には、気球の上昇中の経路を支配するジェット気流の方向が安定せず、南北に大きく傾くことが多かった。これは、ここ2～3年顕著な現象であり、宇宙線観測のように、長時間観測を希望される場合には、まず東方に300 km以上

飛ばし、次に西方に戻す飛翔を行うので、放球のチャンスが得られず、延期をくり返すことになってしまう。幸い今回は地上の気象条件が比較的良好であったため、他の飛翔時間の短い実験と入れ換えて行うことにより、当初の計画の範囲内で全ての実験を滞りなく実施することができた。

(矢島信之)

平成6年第1次大気球実験一覧

放球日	気球名	観測項目	高度	観測時間	備考
5月29日	BT5-6	気球工学実験	41km	——	回 収
5月30日	BT5-5	オゾンの観測	43	3時間	
6月1日	B50-43	重一次線／超重物質観測	33	10時間	
6月5日	B30-65	グライダー・パラシュート実験	33	——	

★IACGワークショップ開催

IACG (ISAS, NASA, ESA, IKIの協議機関)の第4回ワークショップが、5月31日から6月2日の3日間、相模原で開催された。今回のテーマは「太陽活動とその惑星間空間への影響」に関するキャンペーンの企画であり、各機関の現状及び将来計画も含めて幅広い討議がおこなわれた。

GEOTAIL,「ようこう」、野辺山電波ヘリオグラフのレビューもあり、国際共同観測を進めるうえでGEOTAIL,「ようこう」の今後長期にわたる活躍が各機関から強く期待された。参加者は、米国18名、ESA関係17名、ソ連5名、日本16名、合計56名である。会議の開催にあたっては、研究協力課、対外協力室の全面的な協力をいただき、大変有意義な成果が得られたことをこの機会を借りて厚く感謝する次第である。

(小川原嘉明)

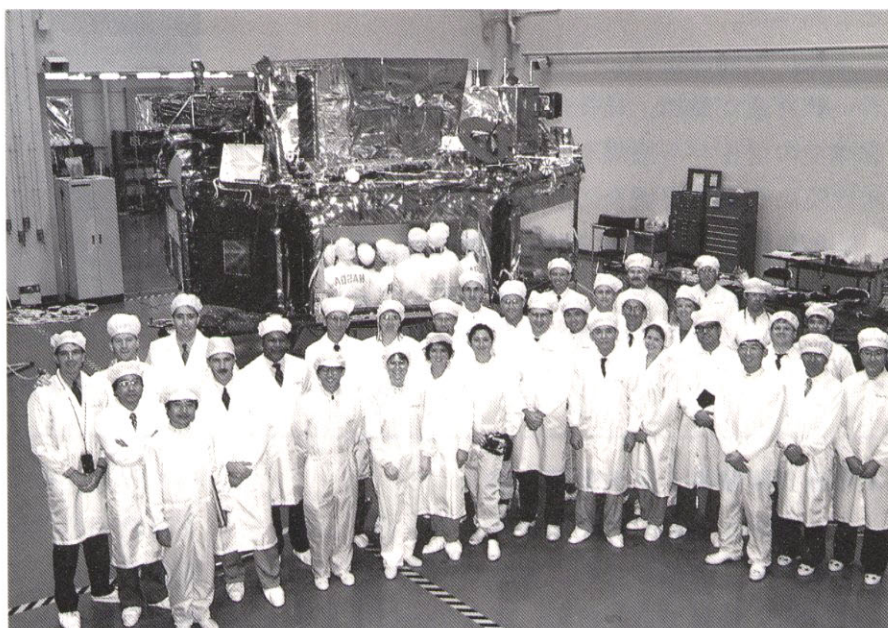
★SFUのフライトモデル公開

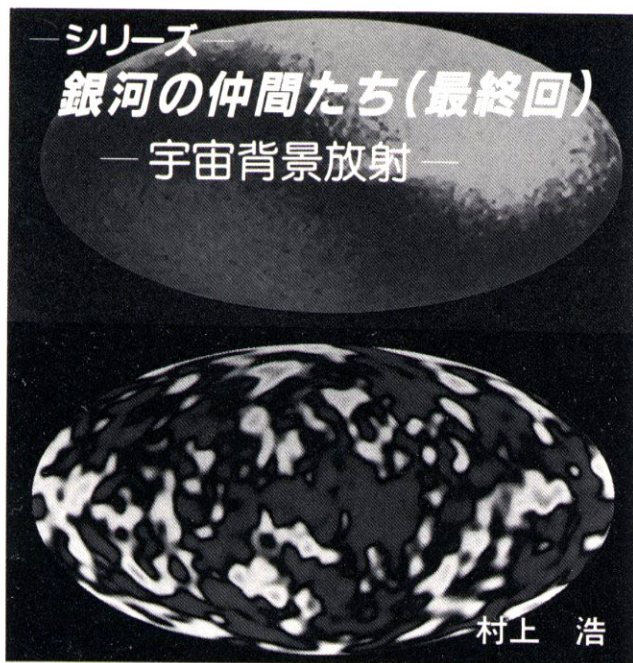
SFUは、昨年度の各サブシステム／実験機器のリハービッシュ作業後の引き渡しを受け、筑波宇宙センタで再インテグレーションを行った後、電気的かみ合わせ試験を終えた。その後、燃料タンク等のリーク試験、アライメント調整、質量特性試験、

H-IIロケットモジュールサーベイ試験などを順調に消化し、現在、筑波での電気性能試験が進行中である。運用管制室である相模原オペレーションセンタでは、シャトル回収時のコマンドソフトウェアの準備を進めている。さらに、NASAとの訓練／リハーサルについてもその準備が進められている。また、NASA技術者の派遣を受け、6月22日に筑波宇宙センタにおいてフライトモデルの外観検査が行われた。写真はその時の集合写真で、NASAからは18名が参加した。

次いで6月30日にはフライトモデルが報道関係者に公開された。

(清水幸夫)





夜空には、私たちの銀河系の中の星々やこれまでこのシリーズに登場した銀河の仲間たちが輝いています。ではそれらの星や銀河の見えない方向を見たら空は真っ暗なのでしょうか。実はそうではなくて夜空は微かながらも一面に光っています。このような光には様々な起源のものがありますが、これらの内で私たちの銀河系の外からやってくる光、言葉を換えると、宇宙中に満ちている光を宇宙背景放射と呼びます。

宇宙背景放射のなかで最も有名なのがマイクロ波背景放射あるいは3 K背景放射と呼ばれるものです。この背景放射は30年ほど前にごく波長の短い電波領域で発見されました。宇宙が熱い火の玉から始まり、温度が100億度位のときにヘリウムなどの元素が作られたとするシナリオでは、現在絶対温度で数度の黒体放射が宇宙に残っていることが予想されます。観測結果は理論予想とぴったりだったために、この大胆な描像が正しいことを示す証拠として受け入れられました。

宇宙が始まって30万年ぐらい、宇宙の温度が数千度になったとき、宇宙の物質(ほとんどが水素)はプラズマの状態から中性のガスになりました。それと同時に物質は重力で引き合って集まり始め、銀河たちが群れる今の宇宙をつくるための初めの一步を踏み出しました。それまで物質と活発に相互作用していた光は、以後銀河が作られたりする出来事にはほとんど影響されなくなりました。そこでこの3 K背景放射を観測すると、今のような

宇宙が作られ始めた最初の時代の様子を知ることができます。このため新聞等でも報道されたCOBE衛星を始めとして現在でも様々な観測が続けられています。

一旦銀河が作られると、それらは宇宙に光を振りまき始めます。この様な光も宇宙背景放射の間で、3 K背景放射とは別の波長で観測されます。ずっと遠くの銀河の光は弱かったり分解能が足りなかったりで、一つ一つの銀河として見ることはできません。でもそれらの光の寄せ集めで空が少しだけ明るくなっているのを観測することができるのです。一番はっきり観測されているのはX線で観測される背景放射です。もっともこのX線背景放射も、本当に個々の銀河が放射しているX線をかき集めれば観測された量になるのかは謎のままで、それ以外に私達の知らないX線源があるのかどうかは、依然X線天文学の重要なテーマの一つです。

最近ロケットや人工衛星に積んだ観測装置をつかって調べられるようになったのは赤外線背景放射です。これは難しい観測で、本当に銀河系の外からやってくる赤外線がどれ程あるのか、今だにはっきりしません。しかし銀河達が誕生したころにどれくらいの明るさでどれくらいたくさんあったかなどについての理論的な予想に制限をつける重要な観測です。来年打ち上げられるSFUに積んだ赤外線望遠鏡でもこの観測に挑戦します。

これまで銀河たち同様、著者の個性あふれた文章で続いてきた「銀河の仲間たち」シリーズもこれが最終回です。これまで読んで来られた方はおわかりと思いますが、いまわからないこと、一番知りたいことは、いつどの様に銀河が作られたのかということです。ただ現代は観測技術が猛烈な勢いで進歩しています。10年後ぐらいには「銀河の赤ちゃん達」シリーズをISASニュースに登場させられるようにしたいものです。

図の説明：

NASAのCOBE衛星で得られた、全天にわたる3 K背景放射の温度の変化(上図)。我々の太陽系がこの背景放射に対して動いているために、ドップラー効果によって少しだけ暖かい方向と、冷たい方向ができる。この効果を取り除くと、観測装置の雑音や、銀河を作る元になった3 K放射自身のむらが混ざったものが見えてくる(下図)。

(むらかみ・ひろし)

ボルガ川と草サッカー

山 川 宏

5月22日から28日にかけてロシアで行われた宇宙航行力学国際学会に出席するために、21日早朝成田に向かっていった。前日までの疲れを解消するために京成線で眠りたかったのだが、向かいの席に座った女の子達の隣の車両まで響くおしゃべりに1時間も悩まされ、出張の行く末が思いやられた。実際、その2人が降りると、乗っていた人のほとんどが顔を見合わせて、ほっとするほどの騒音であった。その後、わずかな睡眠を得られたが、それが間違いであった。起きると第一ターミナルに着いていたが、目的のオーストリア航空は第二ターミナルにあったのである。この30分のロスで、9:55分発の便の最終搭乗者となってしまったが、期せずしてビジネスクラスの席が与えられたのが救いであった。

モスクワ、ウイーンを経由して22日の昼過ぎにセント・ピーターズバーグに着いた。ちなみに、昔、某教授が体験したように、空港でのパスポートチェック時に使途不明の金を取られることはなかった。すぐに学会の手配したバスによって、運河に停泊していたニコライ・バウマン号という大型客船まで連れていかれた。実は、この学会はモスクワまでの1週間、ラドガ湖やボルガ川を走る船の中で開催されるという優雅な船上学会であった。出席者は、ロシアから30人、ドイツから14人、フランス13人、アメリカ5人、ルクセンブルク2人、イタリア2人、スペイン2人、ブラジル1人、日本1人という構成であった。発表時に使用する言語は英語と聞いていたのに、ふたを開けて見ると、ロシア人はロシア語でしゃべり同時通訳が英語に直し、それ以外の国の人には英語からロシア語への通訳付きという少し変わった学会となった。今回は、去年行われたGEOTAILのLEP（低エネルギー粒子観測機器）再生用の日陰オペレーションについて発表するのが目的であったが、15分で普通終わるところが当然倍の30分かかってしまっ

た。全員がこの調子であったので、セッションは連日、朝9時から夜7～9時頃までというハードなスケジュールとなった。実は、英語を母国語とする人はアメリカ人だけであり、自分を含めかなりの人が発表のみならず、普段の会話でも四苦八苦していたのが何となくおかしく、また個人的には却って楽であった。

発表も無事終わり、モスクワに近づくにつれ、船はときどき小さなダムのようなところに停泊してはその水位をあげていった。空気は果てしなく澄んでいたが、去年、同様の学会に出席した某助手のコメントで、“暖かくてロシア人は川で泳いでいたよ”という言葉信じてコートを持参しなかったのは間違いであった。水面上ということもあり、肌寒いという程度ではなくときどき雪が降るほどであった。幸い、船の掃除用具入れに放置してあった防寒用の紫のコートを借りることができたので、時々昼に2時間程度行われた船外での史跡見学エクスカーションには参加できた。後半になるとみな意気統合し、5日目の昼休みには、ワールドカップも近いということもあり、ロシア対インターナショナルチームの草サッカー試合が川岸で行われた。私はゴールキーパーをしていたが、よりによってPK戦になってしまった。これ以上書くと、何をしにロシアへ行ったのかとお叱りを受ける恐れがあるので、結果は本人に聞いて下さい。

毎日、セッション終了後、白夜のなかで広大なボルガ川をボーッと見て不思議な感覚に襲われつつ、1週間はあっという間に過ぎてしまった。最後に訪れたモスクワは、マクドナルドで騒ぐ若者と地下鉄出入り口の階段で並んで身の回りのものを売って生きている人達の同居する不思議かつ、旅の締めくくりにふさわしい街であった。

(やまかわ・ひろし)

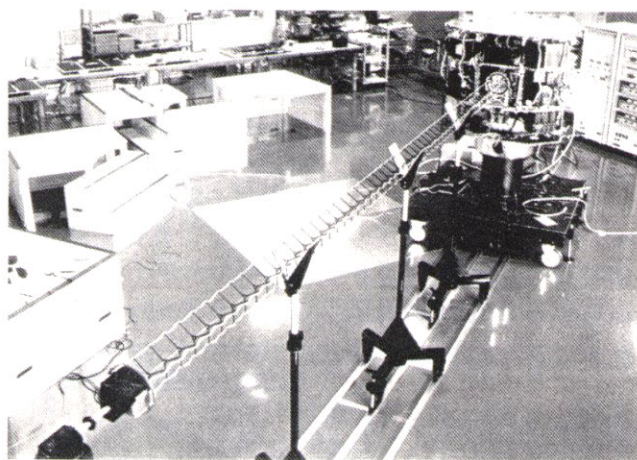
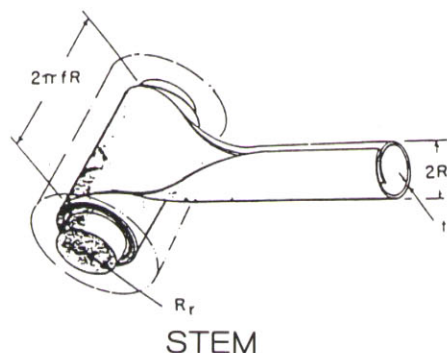
— 宇宙構造物の話 —

第一回 科学衛星搭載伸展ブーム

名 取 通 弘

展開構造は、打ち上げ時には畳まれ軌道上で展開されて、必要な機能を発揮する構造である。宇宙空間での科学観測のためのアンテナとして、商品名をSTEM (Storable Tubler Extendible Member) と呼ばれる伸展ブームが、1960年代の初めに現われた。これは普通にあるスチール製の巻尺の形態をさらに発展させた優れた伸展ブームで、銅ベリリウム合金のように大きく変形できる材料からできている。収納のために開断面となるので振りにたいして抵抗する性質(振り剛性)が十分でなく、熱変形と連成して熱フラッタと呼ばれる発散振動を生じることがある。宇宙研でも「じきけん」や「おおぞら」に使用されたが、熱フラッタの疑いによる折れや伸展時に衛星に振動が生じて、必ずしも満足できる結果ではなかった。科学観測のためには現在ではワイヤーアンテナが使われている。

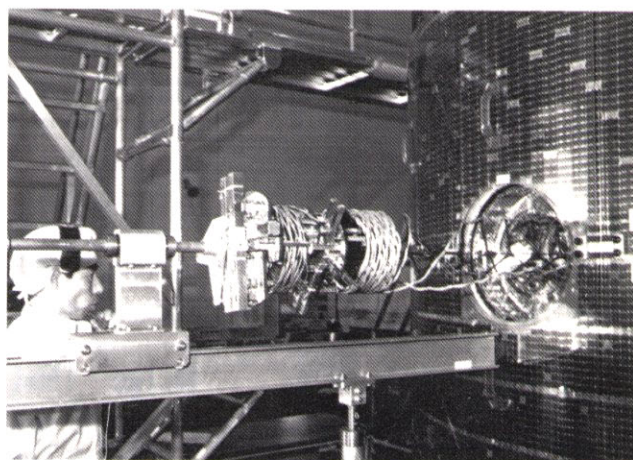
磁気コイルなど重量のあるセンサーを支える伸



「あけぼの」搭載シンプレックス・マスト

展ブームとして、1960年代の後半に登場したのが、コイラブル・マスト(商品名:アストロマスト)である。これはガラス繊維複合材料の縦通材をコイル状に変形させて収納し、伸展時にはトラス状のブームとなる大変優れた伸展ブームである。ボイジャーやガリレオなど数多くの衛星に搭載され、大きな成功を収めた。宇宙研でもこの種の伸展ブームの開発を1980年代の前半から独自に手がけた。多くの方々の協力と努力の結果、シンプレックス・マストとヒンジレス・マストとを実現させることができた。特にヒンジレス・マストはヒンジの役割を三つ又状のスペーサーの振り変形で肩代わりするという独創的な伸展ブームとなった。

コイラブル・マストの伸展変形には、縦通材が通常の螺旋形状を描く場合と、コイル部分がマスト頭部に集中して他は直線状に頭部を支える場合とがある。螺旋形状では横から加わる荷重にたいして容易に変形してしまうので、安定した伸展のためには後者が望ましい。変形を拘束するスペーサーがなければ螺旋形状の変形が自然である。そうならないためには適度のスペーサーの間隔と剛性とが必要で、縦通材の変形エネルギーの考察と実験とから、必要な設計パラメータを得たのである。現在ではPLANET-Bに搭載のヒンジレス・マストの試験が進行中である。(なとり・みちひろ)



「GEOTAIL」搭載ヒンジレス・マスト



ネズミとハマチといも焼酎

八坂 哲雄

私が「いも焼酎」と初めて出会ったころのことを思い出して書いてみます。

今からほとんど三十年前、宇宙研という略称は同じでも、正式には「宇宙航空研究所」であり、六本木の「生産技術研究所」から駒場に移ってきたばかりの時。つまり、宇宙研が今まさに宇宙に本格的に進出する前夜であり、小さな所帯ながらもみんなが一丸となって燃えていたときです。場所は26号館。古い木造2階建ての建物で、入り口は糸川研、一階奥は構造を担当する森研が占拠し、橋元のヤスさんが牢名主、二階には高木研の市川のマンさん、玉木研の面々がいました。このころの技官はみんな大変威張っていたのです。なくなった糸川研の佐伯さんを加えて、ふとどきものが出ないようにいつも見張っていました。というより、麻雀のカモがやってくるのを待っていたのかも知れない。若手の技官はロケットを作り、試験をし、飛ばすときの最前線にあったので（今そうだが若くはない）院生の私などから見ると教授より威張っていました。

この26号館も夜は別の生物が支配するところとなります。ネズミです。机の引き出しに菓子などを入れておくと、次の日には無くなって、黒い米粒様のものだけが残っている。朝、引き出しをあけると夜の帝王が飛び出すこともしばしば。測定機がよく故障したのは性能の問題ではなかったかも知れない。ラムダの尾翼、カップの継手、チャンバ素材の試験などを夜遅くまでやっていて、隣の居室に戻るとこやつらが走り回っている。床の穴を丹念に試験片の切れ端で塞いでもやはり入ってくるし逃げて行く。しばらくして分かったことは2階の市川さんの部屋が住みか(?)で、石綿で保冷した配管を伝って往復していること。そこで採用したネズミ撃退・捕獲法は次のとおり。ネズミを見つけたら、ラッパ状に新聞紙をその配管に巻き付け、上の方の細いところをガムテープで素早く止める。部屋の中で追いかければ、必ずその配管を走り登り、ラッパの中に入ってしまう。そこで、下の方を手で押さえれば、文字どおり袋のネズミ、あとはいかようにも処理できる。私達は研究者の集まりだったので、その他にも36通り

のネズミ退治法を考案し、試験したものです。

そのころの大学院生は貴重な労働力で、内之浦でも能代でも、学生が居ないと実験にならなかった、と私達自体は思っていました。能代には広大な砂浜にスタンドや計測室が散在し、その間を百本近いキャップタイヤケーブルが走ります。肩に重いケーブルを担ぐことから実験が始まります。ひずみケージの接続には、計測室で熱した大きなハンダごてをぼろ切れで包んで、冷めないうちにスタンドに走って運びます。こういう作業は学生が一番向いているわけです。もっとも能代所長を永く勉められた倉谷先生は学生以上に良く働かれましたが、昼休みの楽しみは秋のきのこ取りと、夏の釣りです。裏の松林で取れるキンタケ（どうしてもチンタケと聞こえるが）は最高の珍味でしたが、私はどちらかと言えば水辺の方が好きで、実験機材のコンテナに密かに釣り竿を忍ばせたものです。あるとき、浜近くにハマチとハガツオの大群が押し寄せて、バケ針を20mほど投げると面白いように釣れました。30~40cmの大物です。この大物に追われたイワシが浜に飛び上がり、素手で拾うこともできました。今では貴重品のハタハタがバケツですくえた時代のことです。

内之浦への旅はもっぱら夜行列車でした。急行「桜島」の座席に24時間座ったこともありましたが。鹿屋から内之浦への砂利道には一箇所、道の真ん中に電柱が立っている所がありましたが、どうなったのでしょうか。天候次第の実験にとって、気まぐれな内之浦の天候は大問題。天気図相手の平尾先生を4.5 ホウカンと呼び、経験豊富な地元の漁師に天気を読んでもらったこと。ストoppaが甘くて、ロケットがランチャーからずり落ちて実験が延期になったこと。ロケットが飛び出した途端に空中分解し、花火のように破片が落下する様を茫然と眺めたこと、など、など。多くの思い出の中でも、未熟な学生にとって、先輩職員の教えが何にもまして貴重でした。特に、いも焼酎は、鼻をつまんで飲まされ、いつの間にか虜にされてしまったわけです。巡り巡って今はまた九州勤務。実験帰りに皆様お寄りください。

(九州大学工学部航空工学科、やさか・てつお)

ISASニュース

No.160 1994.7.

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。