



AS ニュース

No. 78

宇宙科学研究所
1987. 9

〈研究紹介〉

力持ちの姿勢制御手段CMG ——気球ゴンドラの方角制御を中心として——

宇宙科学研究所 矢島 信之

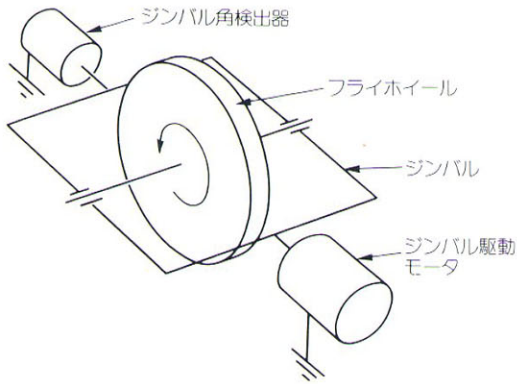
本年度の日中横断気球実験は4機が計画されていたが、その内3機までもがゴンドラの方角制御を伴う天体の観測であった。しかもいずれもかなり高度な技術が使われていた。気球は、こうした観測に適していることもあって、今日方向制御技術は気球技術の中でかなり重要な部分を占めるに至っている。

筆者が気球実験とかかわり始めた時、それは三陸大気球観測所が開設された頃であるが、方向制御としては、吊りひもの途中にモータを挿入してゴンドラの方角を制御する“よりもどし方式”が主力であった。さらに複雑な制御を行うには、各々観測目的に合せて、ゴンドラ上で工夫をした。たとえば、私の初仕事でもあった太陽を観測するシステムでは、小口径の望遠鏡をゴンドラ内に固定し、その入射口に平面鏡を置き、シーロスタットのようにその反射角を制御して太陽を追尾した。回転部の軸受や駆動機構に工夫をこらすことで5秒角程度の精度を実現している。また東京大学理学部の恒星赤外望遠鏡BAT-1では、2軸の架台をゴンドラ上に取り付け、地上望遠鏡のように上空

で動かし、星の観測をしている。

そうした方向制御には、観測内容の高度化とともにより高い精度が要求され、しかも動かさねばならない望遠鏡やゴンドラの大きさ・重量は増し、対象の星はさらに暗く、場合によっては別の星をガイド役にして、と二重三重の高度な能力が求められることになってきた。

そこで、従来にない方法で、そうした要求に答えられるような制御技術を開発してゆこうと、10年ほど前から検討をはじめた。目を付けたのは、人工衛星の姿勢を制御するためのトルク発生器の一種であるが、使用された実績は少い、コントロール・モーメント・ジャイロ(CMG)と呼ばれる装置である。これは図のように、フライホイールを高速度で一定回転させておき、その回転軸をジンバルにより強制的に傾ける装置であって、フライホイールの角運動量ベクトルとジンバルの回転ベクトルとの積として得られるジャイロ効果によるトルクを利用する。この装置をゴンドラ内に置き、衛星と同様に、内部で発生する力により方向を制御しようと考えた。



CMGの基本構成

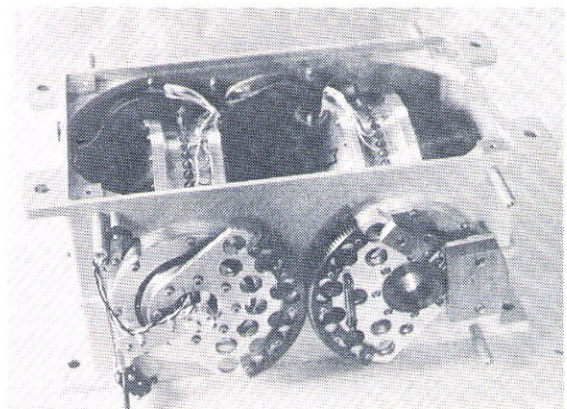
衛星の三軸姿勢制御用のトルク発生装置としては、リアクション・ホイールが現在広く使われている。これもCMGと同様にフライホイールを用いるが、ホイールの回転速度をモータで加減速する際の反作用で衛星を動かす。両者とも、フライホイールの角運動量ベクトルを変化させることにより、角運動量保存則に従って衛星本体の運動を制御する点では同一である。ただし、リアクション・ホイールが、角運動量のベクトルの方向を変えず、大きさのみを変化させるのに対して、CMGは大きさを一定とし、方向のみを変化させる点が大きく異なる。見方を変えれば、両者の相違は、リアクション・ホイールは角運動量を作り出す機構と変化させる機構が同一であるのに対して、CMGはホイールを回転させるモータとジンバルを駆動するモータとに分離していることにある。このため、リアクション・ホイールは、角運動量を変化させる際に、フライホイールに蓄えられる回転エネルギーの変化を伴うが、CMGは角運動量のみを変化させることができる。ただし、CMGの場合には、トルクの発生方向がジンバルの回転とともに変化することとなり、三軸制御では、複数台のCMGをたえず協調させて動作させなければならなくなる。

CMGの利点は、フライホイールを定速回転させればよいので大きな角運動量を作り易いこと、発生トルクが大きいこと、装置としての効率が良いことである。そうした利点は衛星が大型化した場合に特に有効であるとされ、過去においてもスカ

イラブのような超大型衛星に用いられるとともに、現在では宇宙ステーション用の制御システムとしても適用が決まっている。こうした装置ならば、今後のゴンドラの大型化にも十分有効であろうと考えた。

気球ゴンドラの制御にCMGを使うなどとは、他に例もないことであったので、かなり自己流に考え、まず何とか実用に耐える一軸（方位角）制御用のシステムを開発し、いくつかのフライトで使用してきた。そのCMGは写真のように、2台のCMGで構成され、そのフライホイールを互いに逆向きに回転させておき、ジンバルも対称に動くよう機械的に連結してある。このようにして、不必要な方向のトルク成分を打消し、方位角方向のみのトルクを得る。フライホイールの径は15cm、回転数は3000rpmで、2台合せて8N・m・secの角運動量を持ち、5N・m以上の出力トルクが発生できる。フライホイールの径50cmというスカイラブの巨大なCMGとは比べようもないが、それでも、口径30cmから50cmの天体望遠鏡を搭載した500kg前後のゴンドラの方角を、1分角以上、場合によっては10秒角程度の精度で制御できている。信頼性もかなりあり、昭和60年と61年の2回、オーストラリアで実施された赤外線望遠鏡BIRTの飛翔実験では、合計6回もパラシュートによる地上回収がくり返されながら、今なお健在である。

一軸制御の成功を足場に、二軸、三軸の制御へと発展させようと思っているが、若干の地上実験にこぎつけた程度で、はかばかしく進んでいない。



気球ゴンドラの制御に使用している双子座型CMG

だが、気球という運搬手段は、ロケットや衛星と比べて搭載物の重量と形状に関して自由度が大きいので、その特徴を生かせるよう、大型装置の方向制御手段を開発しておくことは、今後のために有効であろうと考え、ぜひ実現させたいと考えている。

また、CMGは、先に述べた宇宙ステーションのような超大型衛星ばかりでなく、小型であっても大きな姿勢変更を早いレートでくり返す必要がある場合にも適している。たとえば、複雑な作業を行うロボット衛星や、観測にあたって太陽や地球を避けるためにめまぐるしい姿勢変化を要求する赤外天文衛星等がそれである。したがって、CMGが開発されれば、我国でも利用範囲は広いものと考えられる。

CMGの長所ばかりを述べてきたが、実用化する上での難点は、まずその機械的な複雑さである。大型のフライホイールを高速で回転させ続けることは、宇宙用機器としては必ずしも望ましい構造とはいえない。回転軸受に潤滑剤を適正レベルで補給する機構を設ける等の対策で寿命・信頼性の確保が図られる。だがそれでも不十分なのか、プールを使った宇宙飛行士の宇宙遊泳訓練のレポートの中に、CMGの取り替え練習という写真があり驚いたことがある。もう一つの難点は、制御用計

算ソフトウェアの複雑さである。複数台のCMGを協調動作させるためには、時々刻々のジンバル角の値をもとにして、目標とする出力トルクが得られるよう、ジンバルの回転速度指令値を計算しなければならず、かなりの計算量である。さらに加えて、CMGの協調動作には、特異点と呼ばれるやっかいな条件が存在する。これは、ジンバル角の組合せによっては各CMGが発生するトルクが同一平面上に乗ってしまい、制御できない軸が生じてしまうことである。その条件を回避する方策は、CMGの構成法によってもかなり異なるので一概には論じられないが、基本的にはCMGの個数を必要最少数よりも多くし、制御の自由度を増し、特異点に落ち込まなくても同じトルクが得られる解を求めて制御することとなる。そして、これもまたソフトウェアを複雑なものにしてしまう。

このように、長所と短所いずれも多いCMGであるが、バルーンばかりでなく今後の衛星の大型化、姿勢制御要求の高度化に対応するためには、その短所を克服し、長所を生かした制御システムをぜひ開発してゆきたいものと考えている。宇宙開発事業団でも開発が検討されていると聞いている。CMGの実用化が米国に次いで可能になる日が近いのではないと思われる。

(やじま・のぶゆき)



心に残る憩の場所「中庭」

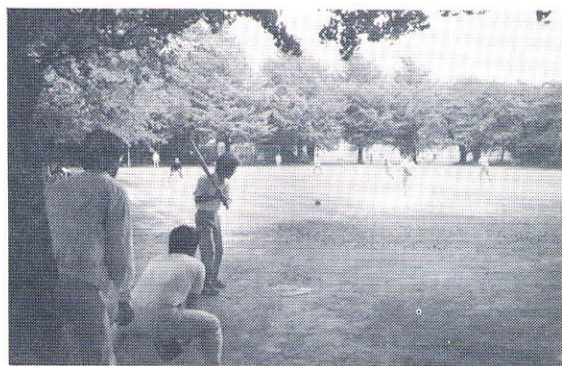
駒場キャンパスの憩いの場所と言えば、桜の名所で銀杏並木(ギンナン取り)もある中庭でしょう。

その中庭での思い出は、たくさんありますが、航空研時代の運動会、宇航研時代の各建物(各部)別所内球技大会(現在では職員数も減り混成された所もある)、職組主催によるビアパーティ等が特になつかしく浮かんできます。

この様な良い環境下での各催し等のおかげで、いろいろな人達と巡り合えたことは、実に素晴らしいことだと思います。数年前からは、通称運動オンチと言われる人達も参加する宇宙研大運動会も復活しました。日頃運動不足に悩むこうした人達の体力強化に役立っている場所、中庭でのこうした付合いも残す所あとわずかとなってしまいうつ

れて、さびしく感じるのは皆さんも同じではないでしょうか。相模原キャンパスに移転しても心に残る憩いの場所として中庭の様な所が欲しいものです。

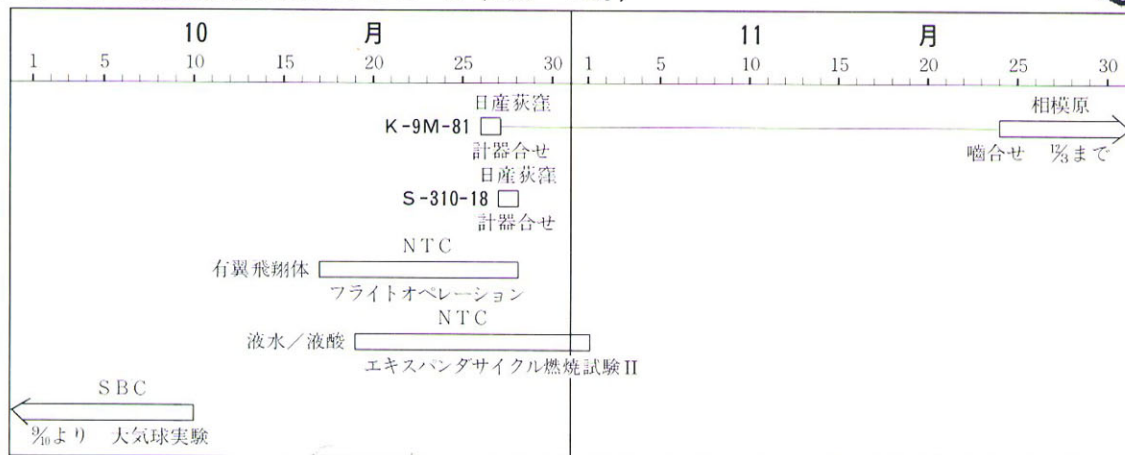
(平山昇司)



お知らせ



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール(10月・11月)



★一般公開に3500人 ～表紙カット～

今年の研究所一般公開では、8月28日(金)に相模原市けやき会館で講演と映画の会が、29日(土)に相模原キャンパスで展示と設備公開が行われた。

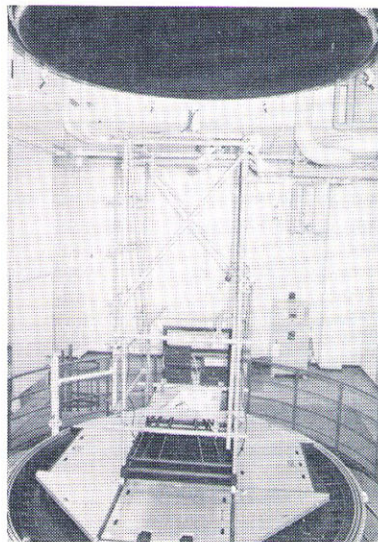
講演は「ブラックホールをさがす」(横野教授)と「近未来の宇宙活動」(秋葉教授)で、250人余りのいろいろな年齢層からの参加者からよく考えられたよい質問があり、先生方も適切に対応されて、有意義なひとときが持たれた。

展示と設備公開は、今年は特殊実験棟が整備されたことでもあり、密閉式テストスタンド、自由飛行体実験室、変圧風洞、プラズマ実験室、宇宙放射線実験室など、そのほか環境試験棟の磁気シールド室や三軸モーションテーブル、また電波無響室などの実験設備の公開を中心に行われた。また宇宙研の一般的な紹介を初めとして、X線天文学、月探査、ロケット、大気球、生物実験、流体力学、伸展マストや可変トラスなどについての展示が行われた。厳しい残暑にも拘らず約3,500人が熱心に参加、特殊実験棟ではデモ実験時など超満員になるほどであった。今年は会計検査実施が時期的に重なったため、時間的にも準備作業は大変であったが、それぞれ担当の方々の努力により十分に手応えのある一般公開となった。

(名取通弘)

★ワイヤアンテナの振動ダンピング試験

宇宙空間では長いワイヤのような構造物がいったん振動するとなかなか止まらなくて始末が悪くなることは良く知られている。EXOS-Dのワイヤアンテナの振動ダンピング実験を7月中旬から2週間かけて相模原のスペースチェンバー内で行った。ワイヤアンテナの根元には振動モニタ兼ダンピング用のブラシが、またアンテナの先端には極く軽量のオイルダンパーが取り付けられている。実験は1日2回、1時間真空中で振動させて減衰特性を調べた。各減衰機構やワイヤ材料の特性を分離して把握できた事は、GEOTAILやテザーのための基礎データとしても役立つと思う。相模原のスペースチェンバーは縦型であること、作業性が良く設計されており、また排気が速い事等この種の実験に好都合である。冷却塔に大量の羽虫が入ったり、大停電があったりして真夏のハブ

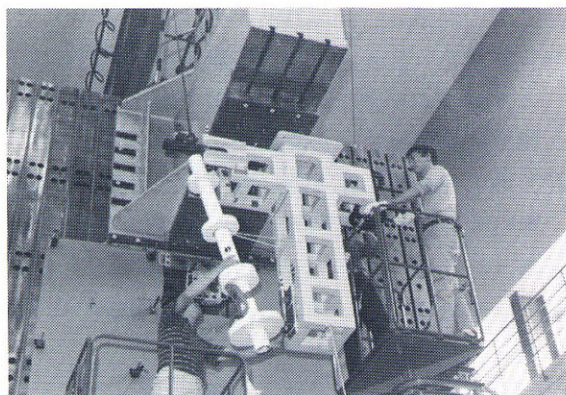


ニングも欠けることなく酷暑の中関係者は御苦勞様でした。(塚本茂樹)

★有翼飛翔体ロックン実験用分離機構動作試験

有翼飛翔体の大気圏再突入実験において気球 Gondola と飛翔体の分離を行うために開発された切離し装置の動作確認試験が7月6日から10日にかけて相模原キャンパス構造試験棟で行われました。試験は Gondola を模擬した吊り下げ台とダミーの飛翔体(写真)を用いて行われ、光学班によって分離の過程および分離後の姿勢の変化を計測し正常な分離が行われたことが確認されました。本年9月には実際の気球の飛翔による機能確認を行い、来年のKSCでの本番のフライトにそなえます。

(稲谷芳文)



★日中協同大洋横断気球実験……続報

日中協同大洋横断気球の第1号機の成功は前回のISASニュースに報告した通り8月29日0時30分の放球であった。

その後KSCでは相変わらず風の強い日が続いていた。中国の方々の滞日ビザも延長して待つことしばし、待望の太平洋高気圧が張り出して8月3日にはおだやかな日をむかえた。2号機は上海天文台の「銀河遠赤外の観測」。奥田先生はじめ芝井君もお手使いして準備もとのい、夕方の7時

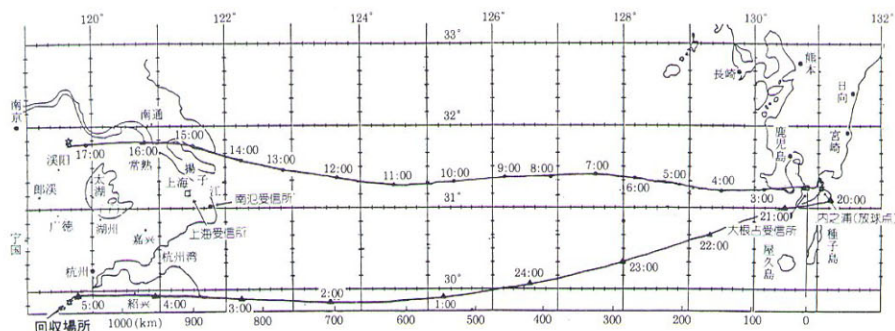
04分に放球。気球は薄暮の中を静かに上昇、佐多岬の上空を通過して中国へと飛びたって行った。浮遊高度32km。

1号機とくらべると高度が高いこともあって、偏東風は速く、時速140kmで明朝3時にははやくも杭州湾のやや南方寧波付近で上陸。南京受信点からのコマンド切はなし落下傘で観測器を降下させたのは午前5時であった。降下したのは今年の1号機とほぼ同じ場所、杭州市の西方の桐廬付近で回収に成功した。2号機の成功に気をよくしていたが、その後台風がきて、太平洋高気圧は東方に移動、相変わらず連日強い風が吹きつづける。

今年の異常気象のため気球準備中に突風が吹いたり打上げのよい機会がなく実験最終日の8月10日をむかえる。朝から豪雨、とても駄目だとあきらめかけたが、放球予定1時間半前の夕方6時には雨が止んだ、風は無風。早速大急ぎで東京天文台の「恒星赤外線スペクトル望遠鏡」の放球準備、7時半には気球はきれいに上昇して行った。ところが放球1時間後高度19kmで気球が破壊、降下をはじめた。コマンドを打って落下傘で観測器は志布志湾に降下、KSCからは早速回収班が出動、無事回収することができた。最近では改良をかさねて、この数年気球の上昇中破壊はおきたことはないのだが。原因は調査中である。

今年も暑い夏が過ぎ去って行った。1号機と2号機の航跡は、図に示しておいた。(西村 純)

- B15-C2 昭和62年7月29日00時30分放球、観測器は江蘇省金壇で回収
- ▲ B30-C5 昭和62年8月3日19時04分放球、観測器は浙江省杭州市で回収



大気球航跡図



★米ソの宇宙協力協定

さる4月15日、アメリカのシュルツ国务長官とソ連のシュワルナゼ外相は、米ソの宇宙協力に関する協定に署名した。この二国間の協定は、はじめ1972年に交わされ、5年後に改定、1975年7月には歴史的なアポロ・ソユーズのドッキングを生んだ。しかし、1982年のソ連軍ポーランド進駐に抗議して、アメリカが協定を破棄した形になっていた。

こうした背景のもとで、最近の5年間、アメリカの宇宙科学者達は非公式にソ連の科学者と接触を重ねてきた。たとえば金星の研究について、ソ連のベネラとアメリカのパイオニア・ビーナスのデータを綿密に比較したり、ハレー彗星探査における協力などはその一環であった。この度の協定には、以下のような16カ条の宇宙プロジェクトが含まれている。

1. NASAの火星オブザーバー計画とソ連のフォボス及びヴェスタ計画において、お互いに相手国の共同研究者、国際的科学者を、相互協定に基づいて招待すること。
2. フォボス、ヴェスタ、火星オブザーバー計画における協力及び結果の交換。
3. フォボス、ヴェスタのランダーに対し、NASAの深宇宙追跡網(DSN)を使用すること。それに伴うデータ交換をする。

4. 火星への着陸最適地を決めるに当たっての研究協力。
5. 金星表面の探査に関するデータ交換。
6. 宇宙塵、隕石、月物質に関するデータ交換。
7. 電波天文学に関するデータ交換。
8. 宇宙ガンマ線、X線、サブミリ波のデータに関する交換。
9. ガンマ線バーストに関するデータ交換と研究面での協力。
10. 太陽・地球系物理学ミッションに関する観測協力とデータ交換。
11. 自然環境の大域的变化に関する研究協力。
12. コスモス生物学衛星計画についての協力。
13. 宇宙飛行士の飛翔から得られる生体医学的データの交換。
14. 軌道ミッションと地上実験から、飛行によるカルシウムを含む物質の代謝の変化についての研究に関するデータ交換。
15. 地上や種々の探査機における、宇宙生物学を含む生体医学の協同実験の可能性についての検討。
16. 協同研究「宇宙生物学及び宇宙医学の基本問題」の第二版の準備と出版。

〈一般公開裏話〉

★所長への奇襲

今回の一般公開には、初めて「宇宙生物学」のコーナーが誕生し、イモリやアホートル(ウーパールーパー)が人気を呼びました。その隣に設置されたビデオをじっと眺めていた一人の御老人が、「あ、これは何だ」と叫びました。説明者である吉野雅子さんが「それはゾウリムシの精子です」と答えると、件の御老人、ふと傍らの紳士の方に向き直って、「君、精子って知ってる？」その紳士は不意をつかれて、あわてて答えました——「エ

ッ？ はい、一応は。」何をかくそう、その紳士は小田所長でありました。勿論、御老人は見ず知らずの他人でした。

西村副所長がウーパールーパーに興味深げに見ていた時、或る人が「先生、このウーパールーパーの正式の名称をご存知ですか」と聞き、無言の副所長に対して「実はアホートルと言うんです」とたたみかけたところ、副所長「そりゃ皮肉か！」と応じたそうです。それは、小田所長が急襲を受ける約2時間前のことでした。



大型宇宙構造物

宇宙科学研究所 三浦公亮

大型宇宙構造物はどんな奴か、ぶよぶよでのろまな、軟骨野郎である。

今世紀末までの主な宇宙ミッションの、スペース・ステーション、太陽発電衛星、宇宙アンテナ、テザー、宇宙帆船など、どれもこれも大型の宇宙構造物である。何故みんな大型になるかという、対象となる電波やエネルギーが薄いからといえる。宇宙の果てからの電波は極めて微弱だし、太陽光を集めて発電所を作るには巨大な面積が要る。

また大型にできるのである。それは無重力のせいである。こんな事を考えて見よう。もし宇宙空間にオリジナルに発生した生物があるとすれば、その構造は地上でのものと全く違った形をとるだろう。なぜならば重力にたえるためにある骨は全く不要であり、骨は初めから生成されなかったであろう。形状をたもつ軟骨でできた軟体動物といったところであろうか。それとおなじように宇宙で展開あるいは組立、構築され、宇宙空間で初めて「発生する」構造物は、重力から解き放たれて、柔軟で大きなものとなるのである。かくて、地上で生存を拒否されるようないやにぶよぶよでのろまな新しいタイプの構造物が、発生したのである。これを大型宇宙構造物とよぶ。

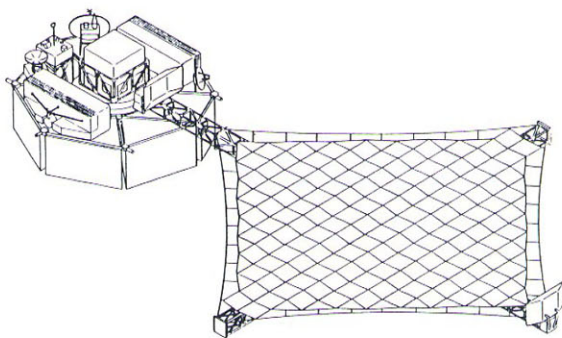
こいつの「ぶよぶよ」と「のろま」加減はもう桁外れなのである。たとえば、その端をぽんと叩くと、反対側の端が、あっ叩いたなと気が付くまで数分から数十分かかるのである。昔の蛍光灯どころではない。ところが、そんな奴に「おいこまここれから30秒だけ白鳥座のX-1をみつめていろ、きちんと姿勢を正して、背中がかゆくなっても絶対に動くなよ」というような仕事をさせるのだから、それを教育する方もまったくたいへんである。それには構造、材料、制御等の技術を結集して新しい学問を建設しなければならない、それを大型宇宙構造物工学という。宇宙研にはその発

足にさいして大型宇宙構造物工学の講座が設けられたが、このような講座は世界でも初めてで、唯一のものである。

この方面の最近のトピックは、このぶよぶよののろまな奴に、頭脳と神経と筋肉（コンピュータ、センサー、アクチュエータ）を埋め込んで、知恵をつけ、自分の形を自在に変えたりなど、さまざまな要求にも適応できる、適応構造物という変わった新種が駒場に発生したことであり、内外の訪問者を楽しませている。さらにメタモルフォーゼと名付ける、とびっきりグロテスクな奴が相模原に出現するのも間もない。

宇宙研のミッションで、大型宇宙構造物の幕開けは、SFUの二次元展開アレー実験（図）である。四方に伸展するマストにより、独特の形に畳み込まれたソーラーアレーを宇宙空間に美しく開かせるのである。この実験は将来の太陽発電衛星への第一歩となる大真面目なものであるが、新聞記者のペンにかかると、「宇宙での壮大な折り紙実験」と書かれるのではないかと心配している。

（みうら・こうりょう）



SFUの二次元展開アレー実験

マウナ・ラニ

航空宇宙技術研究所 山中 龍 夫

国際宇宙年？ 何故ハワイ島？……という質問を受けながら、約40人の日本からのデレゲーションと一緒にハワイ島西海岸にあるコナ空港に到着した。屋根のない石積みの垣根で囲まれたコナ空港から、我々を乗せたバスは、一面に広がる真黒い溶岩帯の中を目的地であるマウナ・ラニ・ベイ・ホテルへと向う。見渡す限りの溶岩原には、ところどころ枯れ草が、ピンピンと生えている。

“今は8月ですね”。“8月は夏ですよ”。

“ハワイ島では8月は冬なんですかね”。バスの中のつぶやきに、日系ガイド嬢が説明を加える。

“あの草はフォックス・テイルと言って、ハワイ州政府がこの溶岩帯の土壌化を促進する目的で、オーストラリアの砂漠から移植しようと努力している植物です”。“このハワイ島西部地域の年間降雨量は約4パーセントですから、この土地には土壌がありません”。“このフォックス・テイルはこのような環境でも成長しており、雨が降らない状況ではあのような枯れ草のような色をしておりますが、一雨降れば青々となります”。

空港から約40分ほどバスに乗ると、会議の予定地であるマウナ・ラニ・ベイ・ホテルへ着く。それは、まわりの景色とは全く違う別天地である。説明によると、アメリカでも有名な超豪華リゾート・ホテルであるらしい。2階から1階にかけては、海岸の斜面を利用したテラス、噴水、各種の熱帯魚の泳ぐ池、この池の中にはあのジョーズまでもが背びれをピンと張って泳ぎまわっている。トロピカル風の池が各所にアレンジしており、芝生に囲まれたプールの向うにココナツ椰子を点在させた白砂のビーチと華やかなビーチロッジがみえる。

アロハ！歓迎のレイとハワイ美人に迎えられた会議の参加者は、登録を済ませると、これまた豪華な部屋に案内される。窓を開くと、眼下に大き

な魚の泳ぐ滝のある池、遠くは白砂青椰子とはるかにマウナ・ケア（海拔4200メートル以上）を遠望する。ここで、3日間何をやるのか、それが問題だ。

部屋に落ち着いてから、まわりの探索に出てみた。池、白砂、椰子、芝生、……これらはあの溶岩とは無縁の存在だ。ここにあるのは、すべて人工的なものか。そう言えば、バスのガイド嬢は天国と地獄と言っていたなあ。

部屋に戻って、机の上に置いてあるホテルの案内書を手にとってみると、この土地はカメハメハ大王時代からのフィッシュポンドと呼ばれる魚の溜り池であったところらしい。曲りくねった溶岩と砂浜が混り合って多くの池をつくり、その上にココナツ椰子の木が覆いかぶさって、溶岩原に続く海岸にオアシスを形成していたところであったと書かれていた。きっと、ハワイ王朝時代には神聖な場所であったに違いない。

国際宇宙年は、最初の発案はハワイ州上院議員のスパーク・マツナガ氏からである。1992年はコロンブスのアメリカ発見500年、世界の宇宙開発をキック・オフした国際地球観測年の30年に当たる。これらを記念して、宇宙開発の平和利用における国際協力プロジェクトを推進しようというものである。3日間のマウナ・ラニ会議は7つの専門分野別に分かれて、国際協力プロジェクトの可能性に関する報告書を作ることになった、各パネルの報告書はいずれ公表されよう。パネルを共通する基調としては、30年前の国際地球観測年は科学者の科学者による科学者のためのものであった。1992年国際宇宙年は、人類の宇宙への展開の開始という観点から、地球市民が参加する国際事業というイメージで描くべきである。そのために、次世代へのメッセージに関するプログラムを重視すべきである。等のコメントが私の耳には強く残っている。（やまなか・たつお）

アンテナの話 (5)

—— 衛星搭載アンテナ ——

ハレー彗星探査機「さきがけ」を例として、衛星に搭載されるアンテナについて見ましょう(図1)。探査機には通信用アンテナと観測アンテナが積載されています。前者のうち、高利得アンテナ(HGA)は鋭い高速の通信用に、中利得アンテナ(MGA)は衛星の姿勢やデスピン機構の関係でHGAが使えない場合に代用として、また低利得アンテナ(LGA)は打上げ時の衛星後方への通信用に使われます。各アンテナの放射パターンは使用目的に応じて、図中に模式的に示した形をしています。

このような放射パターンを実現するアンテナの種類は、自ずから決まってきます。HGAには、電波を絞り利得を高くとれるパラボラアンテナが使われており更に機構的バランスおよび給電損失とブロッキング損失の軽減のためにオフセット形としています。探査機がスピンしてもHGAのビーム方向を一定にするために、スピンと反対方向にアンテナを回転させます(デスピン)。MGAは半波長共振線を3本縦に並べたアレイアンテナで、横方向で位相が揃うように素子間隔を1波長にします。ただし、縦方向のビーム幅を調整するために、物理的な素子間隔を短くする工夫をしています。LGAは半波長の長さの共振線を用いたダイポールアンテナであり、探査機本体の影響を軽減するために反射板をつけています。2本を十字にしているのは円偏波を出すためです。更に観測用アンテナは10mの長さのダイポールアンテナです。

これらのアンテナは地上で使われるものに比べ、特殊な環境条件に耐えなければなりません。具体的には打上げ時の衝撃・振動・気圧変化、また宇宙空間では太陽熱、真空度、各種放射線量等が、アンテナ設計条件として与えられます。例えば、MGAは熱的な保護のためFRP製カバーでおおわれており、また打上げ時には長いアンテナの先端で振れ止めを施しています。更に搭載アンテナは軽く、打上げ時にはロケットの収納部に収まる大きさでなければなりません。このため、「さきがけ」のHGAでは、アルミハネカムの構造部材を用い、残りの反射面はメッシュにして、軽量化を図りました。また観測用アンテナは巻尺の様に小さく畳んだ状態で、M-3S-II型ロケットに積まれました。

アンテナとして高度な技術を駆使する衛星の典型は、通信用または放送用衛星でしょう。それはサービス地域の形に合わせて、電波を最大限有効利用しようとするためです(成形ビーム、マルチビーム)。図2は日本の通信衛星「さくら」の例ですが、反射鏡曲面の形状を放物面から変形させることにより、日本列島に合わせたビームを作っています。

今後、衛星搭載用アンテナは益々大型化していきますが、宇宙研でもスペースVLBI衛星用として直径10m級のアンテナが検討されています。宇宙空間でそのようなアンテナがパッと開く姿を想うと、楽しいではありませんか。 —宇宙研— 高野 忠

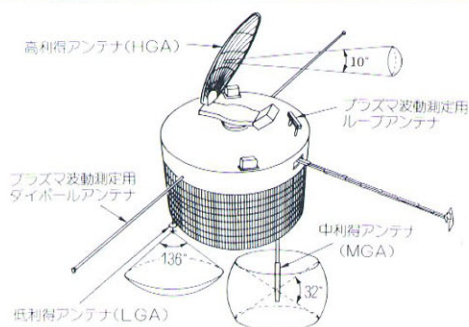


図1 「さきがけ」の各種アンテナと放射パターン

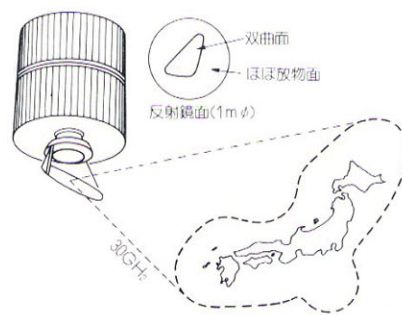


図2 通信衛星「さくら」の放射パターン生成



天と地と人と

柳瀬睦男

宇宙科学研究所の評議員を仰せつかって以来今年の三月まで、宇宙研とのおつきあいは、私にとっては懐かしさと喜びと興奮に満ちた楽しい四年間でした。大学時代、私は、旧東大航空研究所（現宇宙研）の構内にあった茅研究室で、卒業実験として強磁性体（珪素鋼板）の改良の問題に取組み、終戦の前後三年間をこの土地で過ごしましたので、感慨も新たなものがありました。当時の研究室が現在のどの建物なのか、よく判らないのですが、昭和20年8月15日、本郷の安田講堂で詔勅を聞いた後、駒場の研究室に集まり、今後の研究をどうするかについて議論を交したことが、またその日の夕方、茅先生とも話をしたことなど、忘れ難い思い出であります。結局、我々の研究は軍事研究ではないので従来通り続行するという事になり、当時の研究室の日記には、8月15日だけが空白で、8月14日までの日記に続いて8月16日以後も少しも変わることなくデータの記録を書き綴っていったことを記憶しています。その後私の身分は変り、僧職に就くことになりましたが、40年を経て再び駒場の地を訪れることができたのは、宇宙研のお蔭であります。ここで大学時代の旧友に再会し、新しい研究の成果に触れ、また内の浦でロケットの発射を見学する機会を得て、久しぶりに、空に向って羽ばたきたいという少年の頃の心を思い起すことができました。

記憶に新しいところでは、昨秋、ハレー彗星の国際共同観測の最終結果を議論するためにイタリアで会議が開かれ、ローマ大学とバチカンでその報告会が行われた折、そこに参列することができました。たまたま私がバチカンの文化評議会に関係していたこともあって、日本からのデレゲートの一員に加えていただき、バチカン宮殿での集り、カステルガンドルフォ離宮の天文台を訪問した一日など、まことに感銘の深い時を過ごしました。私が物理学を学んだと同時に、イエズス会員としてカトリックの司祭職を奉じ、またバチカンとの関わりもあったということは、二重の喜びでした。ローマのバチカン天文台は、その初期は、ローマ市内のローマ学院（コレジオ・ロマーノ）にあり、また当時創設されたばかりの新しい修道会イエズス会には何人かの天文学者が居り、ガリレオと同時代の学者として彼と親交のあった人もありました。現在、月の表面にある山にその名前を残しているイエズス会員の天文学者は、少くとも四名を数えています。彼らは、ガリ

レオの友人として、地動説に賛成のものも疑問をはさむものもありました。或る友人のイエズス会の天文学者はガリレオに書簡を送って、「あなたの理論は正しいかも知れない。しかし、万人が納得するような学問的な証明がまだ得られていないので、しばらく時期を待ったほうが良い」と忠告したといわれています。しかし、その忠告を聞き入れるには、ガリレオはあまりに熱情的なイタリア人であったようです。その後、天文台はバチカンの庭園内に移り、更にカステルガンドルフォという、私共の訪問したローマの南方の丘の上にある法王離宮に移されました（現在はアリゾナのトゥソンで観測を続けています）。この離宮の庭園は、二千年の昔ローマ皇帝が建造したもので、その後修復されて今日でも美しい庭園として訪れる人々の眼を楽しませてくれています。そこにある半地下の長い馬小屋の中に、戦争中多くのユダヤ人がかくまわれ、その生命を保護された史実もまた印象深いものであります。私共はその場所を訪れ、壁に残る炊事の煙の跡を見ることができました。

ハレー彗星の探索は、国際的なスケールもさることながら、近代科学技術を駆使し、宇宙空間を知識の探求の場として、各国が平和裡に協力することができたという点で、画期的であったと思います。私自身の研究領域の問題としても、今回のハレー彗星の探索の結果、生命の起源に関する新しい知見が得られつつあるということは、特別な喜びを与えてくれるものでした。本年2月、内の浦でのロケットの打上げを初めて見学し、発射というその一瞬のために凝集していく数百名の人々の努力と意志と熱意の高まりは、人間性の喩えようもない美しさの表現であると思いました。そこには純粋な知的興奮があり、そしてまた真理を求めるための、科学と技術の不可分の融合と協力がありました。私は、そこに、暗い話題の多い宇宙空間への科学技術の働きに代って、その暗さと悪に打ち克つ人間の善と明るさの輝きを見ることができました。これが、私の宇宙研との四年間のおつきあいのクライマックスであったのです。（やなせ・むつお 上智大学）



先月号で、静止衛星の中国での呼び方についてお尋ねしたところ、早速数名の方から同歩衛星と呼ぶとの御教示をいただきました。この紙面を借りて御礼を申し上げます。（伊藤）

ISASニュース

No.78 1987.9.

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所（文部省）〒153 東京都目黒区駒場4-6-1 TEL 03-467-1111

The Institute of Space and Astronautical Science