

〈研究紹介〉

Beamwaveguide Research at JPL

Introduction to the Deep Space Network

JPL (Jet Propulsion Laboratory) is responsible for the design and operation of the NASA Deep Space Network (DSN) which is the largest and most sensitive scientific telecommunications and radio navigation network in the world. Its principal responsibilities are to support unmanned interplanetary spacecraft missions and radio and radar astronomy observations. The network consists of three Deep Space Communications Complexes which are located on three continents: in the Southern California Mojave Desert, near Madrid, Spain, and near Canberra, Australia. Each of the three complexes consists of four operating stations equipped with ultra sensitive receiving systems and large paraboloidal reflector antennas. At each complex there are two 34-meter diameter antennas, one 26-meter, and one 70-meter antenna.

Dr. William A. Imbriale

A centralized Signal Processing Center generates and transmits spacecraft commands, and receives and processes the spacecraft telemetry.

The main features of the complex are the large antennas. Although diameters and mountings differ, all antennas employ a dual-reflector Cassegrainian feed system. The feed system is made up of a large horn, transmitter, and low-noise amplifier equipment and is housed in a cone type structure mounted on the main reflector.

Motivation for Beamwaveguides

It was recognized that there are a number of advantages to feeding a large groundstation antenna via a beamwaveguide (BWG) system rather than directly placing the feed at the focal point of a dual-reflector antenna. In a beamwaveguide system, the feed horn and support equipment are

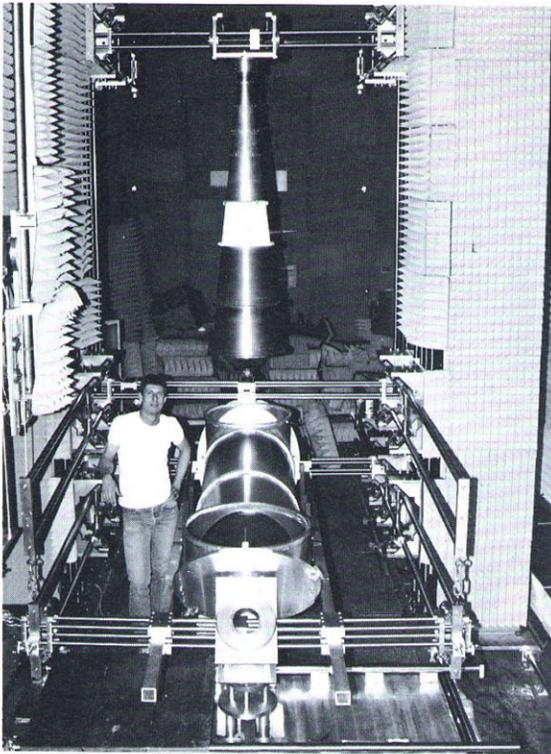


Fig. 1 The JPL BWG Test Facility with Two-Mirror Configuration

placed in a stationary room below the antenna and the energy is guided from the horn to the subreflector using a system of reflecting mirrors. Thus, significant simplifications are possible in the design of high-power water cooled transmitters and low noise cryogenic amplifiers since these systems do not have to tilt, as in a normally fed dual reflector antenna. Furthermore, these systems and other components can be placed in a more accessible location, enabling easier servicing and repair. In addition, the losses associated with rain on the feed horn cover are eliminated because the feed horn is sheltered from the weather.

Consequently, the DSN undertook a comprehensive research program aimed at introducing BWG fed antennas into the operational network. The research encompassed 1) new analytical techniques for predicting the performance of BWG, 2) a model test facility to experimentally verify the analytical tools, and 3) the design, construction and test of a new 34-meter research and development antenna.

New Analytical Techniques

A BWG system consists of a number of conic section mirrors enclosed in a metal tube. There is a horn on the input and the output irradiates the subreflector of a dual reflector system. The commonly used analysis of this system ignores the presence of the metallic tube enclosing the beamwaveguide mirrors and uses either Physical Optics, Geometrical theory of Diffraction, or Gaussian mode analysis for the diffracted field calculations.

However, the basic weakness of these analyses is that they do not shed any light with regard to the effect of the metal tube. Therefore, a new and fundamentally more correct BWG analysis, which considers the presence of the metal tube, was developed. The basic concept is to use a Green's function appropriate to the circular waveguide geometry to compute the scattered field. With the new analysis, an accurate assessment of the effects of the tube including noise temperature increase due to conduction losses in the tube can be factored into the design.

Objectives of New BWG Test Facility

In support of this activity, a flexible test facility was constructed to study BWG perform-

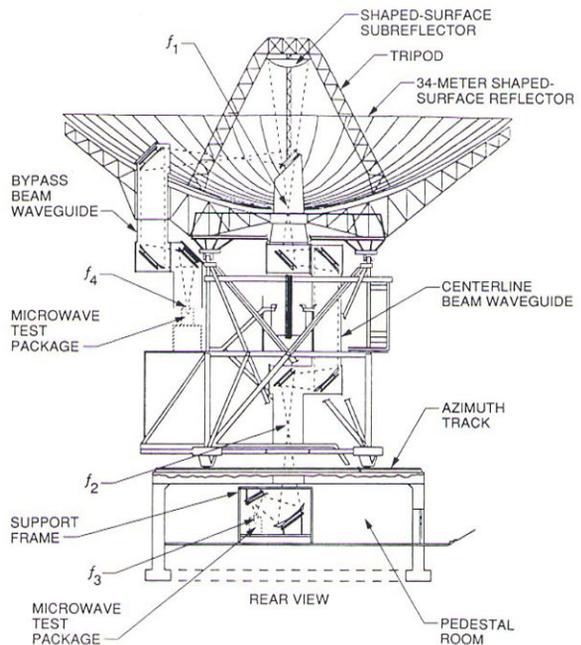


Fig. 2 Layout of the Centerline and Bypass BWG systems

ance parameters. The objectives of the test facility were to 1) measure and characterize multiple mirror systems used in BWG antennas, 2) verify computer software and software models, 3) characterize BWG components not easily modeled by software, and 4) predict performance of BWG antenna designs.

Description of Test Facility

The BWG test structure was installed in a microwave anechoic chamber 6-meters wide by 6-meters high and 18-meters long. The test facility setup consists of 1) a structure to hold the BWG elements under test, 2) a test probe mounted independent of the BWG structure support to provide the radiating patterning sampling device, and 3) an instrument control and its acquisition software. The test probe assembly consists of an open-ended circular waveguide feedhorn mounted at the end of a long radial arm that is rotated in a spherical arc by a 20-cm optical grade rotating table. The horn/arm/rotating table element is itself mounted on an azimuthal positioner. This design allows complete tangential field sampling over a hemispheric surface at a given radius from the center of the radial arm rotation point, thus producing a spherical near-field range measurement setup. A picture of the test facility is shown in Figure 1.

One-quarter size mirrors (of those used in the full-scale 34-meter BWG antenna) were machined from solid aluminum blocks and used in one-, two-, and three-mirror test configurations. Excellent correlation between measured and predicted results enabled the full-scale 34-meter antenna system implementation to proceed with confidence.

New Research and Development Antenna

JPL has maintained an experimental R&D station for testing new equipment prior to its installation into the operational network. To provide an upgraded antenna capable of Ka-band frequencies, as well as prove BWG technology before installation into the operational network, a new 34-meter BWG fed antenna was built and tested.

The design of the new 34-meter BWG antenna (Figure 2) is based upon a Geometrical Optics criteria, which optimizes high-frequency

performance. Since it may be desirable to retrofit existing antennas with a BWG, as well as construct new antennas, there are two independent BWG designs built into the research and development antenna. The first, termed a bypass design, places the BWG outside one of the elevation bearings on the rotating azimuth platform, thereby retaining the existing elevation wheel and counterweight subassembly, suitable for retrofit applications. The second, a center design, places the BWG through the center of the main reflector, inside the elevation bearings, and through the azimuth axis into a pedestal room located below the antenna. The centerline design is preferred for new construction. The bypass design uses two parabolic and two flat mirrors, whereas the center design uses the same four-mirror concept above the azimuth bearing with a flat plate and an ellipsoidal mirror that functions as a beam magnifier in the pedestal room. A beam magnifier is required since the pair of paraboloids requires a 29-dBi gain horn as input, whereas at the lower frequencies a 29-dBi gain horn would be too large to fit in the pedestal room. The ellipsoid design allows the use of smaller 22-dBi gain horns in the pedestal room. Observe that in the centerline design the feed doesn't move for any scan angle, while in the bypass design, the feed rotates on



Fig. 3 The New 34-m Research and Development Antenna

the azimuth platform. The Usuda 64-m diameter antenna is an example of a BWG system where the feeds are mounted on the azimuth platform and thus only move in azimuth and do not tilt with the elevation motion.

The construction of the antenna was completed in mid 1990 (Figure 3) and the initial phase of the program was to test the centerline design at 8.45 GHz and 31.4 GHz. Figure 4 shows the 8.45 GHz test fixture and mirrors in the pedestal room. The loss in the BWG system measured less than 0.2 dB as compared with a standard-fed Cassegrainian antenna.

Testing of the bypass BWG is currently underway. Future plans call for installing a simultaneous 8.45 GHz receive system, a simultaneous 2.3 GHz and 8.45 GHz receive system and a 7.7 GHz transmit system.

New 34-m Antennas for the Operational Network

Based upon the success of the BWG research, the DSN is building three new 34-m antennas (one for each complex) that will be completed by the mid 1990's. These antennas will provide a simultaneous 2.295 GHz and 8.45 GHz receive system

with a 20 kW 2.115 GHz transmitting system and will incorporate a centerline design.

(ジェット推進研究所, 宇宙研外国人研究員)

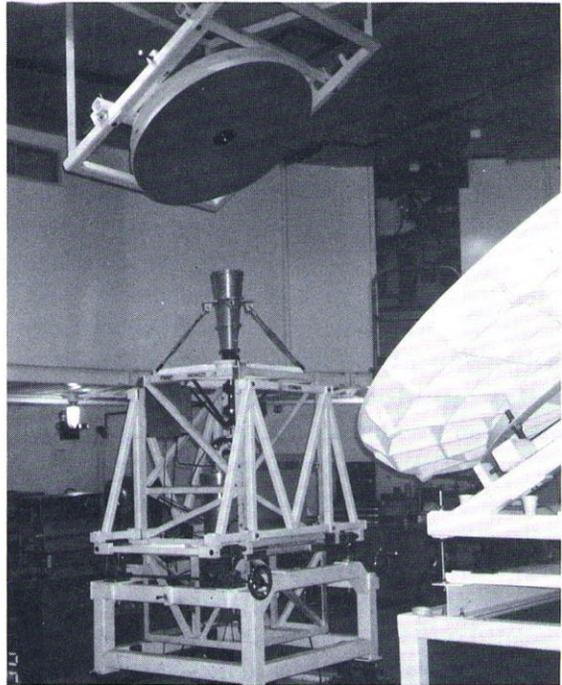
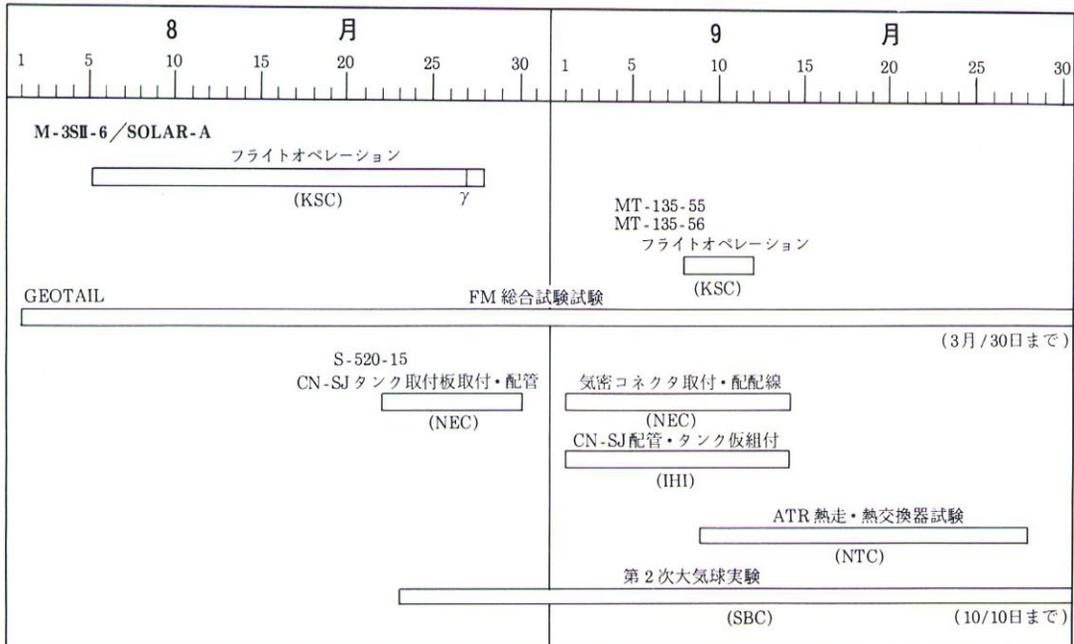


Fig. 4 Microwave Test Package in the Pedestal Room

お知らせ



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール(8月・9月)



宇宙科学研究所一般公開 —— 宇宙への招待 ——

宇宙科学研究所相模原キャンパスの一般公開（施設公開・展示公開及び講演と映画の会）をISY（国際宇宙年）記念企画として下記のとおり実施する予定です。なお、入場は無料です。

■展示公開

日	時	7月27日(土) 午前10時～午後4時30分
場	所	宇宙科学研究所 相模原市由野台3-1-1
施設・設備公開		ロケット・衛星の試験設備等
展示公開		・太陽観測衛星「SOLAR-A」の概要 ・月探査計画の概要 ・宇宙科学の将来計画、その他

■講演と映画の会

日	時	7月27日(土) 午後1時(開場)～午後4時
場	所	国民生活センター 相模原市弥栄3-1-1
講	演	・工学実験衛星「ひてん」 宇宙科学研究所教授 上杉 邦憲 ・月の謎をさぐる「LUNAR-A」計画 宇宙科学研究所教授 水谷 仁
映	画	M-3S II-5号機 一月スウィングバイ衛星「ひてん」



★窒素・雷・火事・巨人

—— M-3S II-6総合・地上系オペ

M-3S II-6号機総合・地上系オペ

は5月14日地上系整備開始から24日のCN総合試験を経て、1、2段ノズル部組付け終了の29日まで、極めて順調に行われた。以下は2週間のオペ期間中に生れたいくつかのこぼれ話。

その1：高压窒素ガス製造設備を管理しているY氏、或る日液体窒素が異常に減っているのに気づき、チーフ会議に報告。その時後ろに座っていたI大御所泰然として「実験用に少し分けてもらった」で一件落着。

その2：梅雨入り直前のため、前線の動き活発で雷雲接近多し。点火系作業の日、別の用事でKSC入りしていたO先生、実験班たつての願いを拒めず、一日中警報装置の前で雷番を勤める。

その3：やはり湿度100%の或る日、突然M組立室の火災報知器が一斉に鳴り出した。すぐに湿気による誤報と判ったものの、ちょうど昼食時とあって、何人かのラーメンが団子となる。

その4：CN総合試験前夜、巨人がヤクルトに歴史的且つ屈辱的サヨナラ負けを喫す。試験で中心的役割を演ずべきY氏が狂信的巨人ファンである

ことを知る実験班全員、当日の氏の働きに影響が出るのではないかとハラハラするも、当の本人は至って上機嫌。聞けば9回表巨人が2点リードした時点で勝利を確信、得意のカラオケに出かけたため、その後の逆転を知らなかった由。

鹿児島は24日遂に梅雨入りとなり、これから発射までの3ヶ月間、冬期打ち上げでの寒冷対策よりやっかいとも言える湿気および炎熱対策を講じながら組立オペ、フライトオペへと進むことになる。（上杉邦憲）

★第10回ペネトレーター貫入実験おわる

北国の能代にも初夏の風が吹くようになった6月3日からの1週間、能代ロケット実験場で第10回目のペネトレーター貫入実験が行われました。これは第17号科学衛星LUNAR-Aに搭載され、月面に地震計、熱流量計を設置するためのペネトレーターを開発するために行われている一連の実験の一つです。実験には宇宙科学研究所の理学、工学の研究者の他に名大、東北大からの共同研究者など約30名のペネトレーター開発グループが参加しました。

4分の1スケールの小型モデルによる実験結果に基づき、今回はペネトレーターの先端形状を従

「あけぼの」——最近の成果から——

「あけぼの」衛星も満2歳を過ぎて少しずつ一人前の言葉が話せるようになってきた。「あけぼの」衛星のような磁気圏・電磁圏の研究衛星の場合、対象が複雑に絡み合っていること、この絡み合いをほどくのに都合のよい自然条件が成立するチャンスを待たなければいけないことがあるために、ある程度の期間のデータの蓄積が必要なのが普通である。打上げ直後に見つかった赤道上空での「プラズマの乱れ」等の新しい現象はむしろ思わぬボーナスをもらったようなものでこの2年間に蓄積されたデータの中に多くの鍵が隠されていると考えられる。その鍵がいくつか見つかりかけてきた。一つは、オーロラを光らせるためには電子を数キ

ロ電子ボルトまで加速する必要があるが、この加速のメカニズムの一つとなりそうな電子の速度分布関数の時間発展が見つかったことで、理論の人も観測の人もちょっと「熱く」なっているところである。もう一つは、磁気圏全体の構造に関わることで、数行では説明しにくいのが、簡単に述べると「あけぼの」で観測している、プラズマの運動、イオン・電子の降込み領域、その他の情報と、従来の諸説の「なじみ」が良くないことである。磁気圏・電磁圏について大胆な考え方の変更が必要ではないかと考えている。この点に関しては別の機会にもう少し詳しく報告したいと考えている。
(鶴田浩一郎)

来型よりさらに鈍頭にしたものを採用し、その実物大モデル（直径12センチ、長さ75センチ）を疑似月面砂へ高速度で衝突させることにしました。これにより小型モデルで得られているペネトレーターの月面砂への貫入特性を実物大モデルで検証することが出来ました。また改良型地震計、熱流量計、各種エレクトロニクス部品、スーパーリチウム電池などの耐衝撃性について、これまでよりさらに詳しいデータが得られました。

(水谷 仁)



★「あけぼの」ワークショップ、カナダで開かれる

オーロラのダイナミクスに関するワークショップが、6月17日から3日間、カナダのピクトリア大学で開かれた。この研究会は、「あけぼの」に観測計器を搭載したカナダ国立科学院のグループを

中心に計画されたもので、「あけぼの」と同様の目的で打ち上げられた米国のダイナミックエクスプローラー衛星及びスウェーデンのビキング衛星のチームを交えて、熱心な議論が展開された。

「あけぼの」が中心的な話題であったこともあって、半数以上が日本からの出席者であった（表紙写真参照）。若い世代を含め25人が、海外で行われたひとつの研究会に参加したのも稀有なことで、過去半世紀に渡って太陽地球系物理学の分野でたゆまず続けた努力の成果の一つと言っても過言ではないと感じられた。

30年ぶりに低緯度で見られたオーロラ（表紙写真参照）が、ホットな話題の一つであったが、オーロラの加速域に飛び込んで行った観測の結果から、しだいにオーロラ物理学の問題の核心に迫って来ているという実感があった。

「あけぼの」は、1990年代の太陽地球系物理学研究の第1号機の衛星として2年前に打ち上げられたが、世界の各国は、その後も衛星の飛翔を成功させて、宇宙空間には、現在、観測衛星のネットワークが生まれつつある。今夏には、太陽観測衛星が、また来年には磁気圏尾部探査衛星が、この観測ネットワークに加わろうとしている。そうした時期に、この「あけぼの」の研究会が持たれた意義は大きいと思われる。
(小原隆博)



★平成3年度第一次大気球実験

平成3年度の第一次大気球実験は、5月20日から28日まで、三陸大気球観測所で行われ、3機の気球が放球された。

5月20日に放球されたB₁₅-76気球は、静止軌道にある移動体通信実験衛星(ETS-V/EMSS)と気球とを結ぶ通信実験を行った。気球が水平浮遊に入った後、搭載した口径80cmのパラボラアンテナを自動的に衛星の方向に向け、衛星を経由して気球からのデータの伝送と、地上基地から気球に向けての指令信号の伝送のテストを行った。結果は極めて良好であり、将来、気球を地上基地の通信範囲(500~700km)を越えて、太平洋上を広く長距離・長時間飛翔させる技術的見通しを得ることができた。気球の観測データを衛星経由で伝送したことはこれまでもあるが、気球に向けて信号の伝送に成功したことはおそらく初めての例である。

この実験は、郵政省通信総合研究所との共同研究として取り組まれ、同所の移動体通信研究室ならびに衛星の地上基地である鹿島宇宙センターの方々の多大の協力を受けて実施された。

その他、5月23日には、B₅₀-35気球により硬X線・γ線の観測、5月28日にはB₃₀-61気球により、重一次宇宙線の観測が行われた。観測はいずれも成功であって、有益なデータを取得することができた。またこの2機の気球の観測器は、手配した回収船により、いずれも無事回収された。特にB₅₀-35気球では、パラシュートは、待機していた回収船の頭上をかすめ、わずか200m先に着水し、5分後には観測器を船上に収容するという離れ技を演じた。(矢島信之)

★SFU詳細設計審査(CDR)

H-IIで打上げて、スペースシャトルで回収するSFUの設計は数多くのインターフェイスの間に揺れ動き、とかく設計思想が脅かされがちであったが、この5月で詳細設計審査(CDR)を終り、ひと息ついた。

EM開発途中で、GMS-5との同時打上げ、シャトル軌道に係るRAAN制約がきつくなり、平成2年の初頭に行われた一連のEM総合試験前審査は減量合戦の様子を呈した。大鉦を振ると同時に懇願もしつつ、やっと平成3年の初めに終わったサブシステムCDRで規定の4トンに納まる気配が見えてきた。幸にして、NASAがRAAN制約を若干緩めたため、マージンゼロの状態から救われた。

平成3年3月にEMの見学会を関係者に対し催したところ、某社事業部長より「最近は実用衛星の事故が多く、理由はなんであれ世間の風当りは強い」との話聞いた。SFUは我が国が独自に持つ初の環境利用実験台ですから、何としても「全損事故を回避して、回収に成功する」という第一目標を遂げたく、システムCDRを開くに当り「SFUをrobustにするために」という檄文を送った。すでに代替冗長(後期冗長ではなく)の工夫をこらしているものの、最後に頼れるものは力なり、単純な要素ほど信頼性は高い、運用の柔軟性、などの設計思想を総点検するCDRとなった。

こうした方針は、総論では結構、保守論に押されて実行上は不可となり勝ちだが、ミッションを通じて何とか貫きたいと考えている。

(栗木恭一)



— 特別報告 —

太陽フレアの影響を受けつつも正常動作

— 「ひてん」搭載実験用計算機 —

周 東 晃 四 郎

3月22日22時47分(UT)、太陽に大フレアが発生し、23日から24日にかけて強い地磁気嵐が観測された。新しいフォールト・トレランス技術を用いた「ひてん」搭載実験用計算機(OBC: Onboard Computer)にとっては願ってもないチャンスだ。

高信頼性が要求される宇宙機器では耐環境性に優れた部品が使用され、故障のさいに安全側に働くfail-safeの技術や、連続的処理を保証するために待機冗長方式などのフォールト・トレランス技術が用いられてきた。

「ひてん」OBCでは、新しいフォールト・トレランス技術としてSNV(Stepwise Negotiating Voting: 確率的出力選択)方式を考案し、民生用の半導体素子が宇宙でどの程度利用可能かということを実験の一つとしている。ハードウェア上の処理基本単位をセル(Cell)と称し、マイクロプロセッサ68000のCMOSバージョン(HD68HC000)にスクリーニングを施したものを使用している。OBCは三つのセルを用いてるが、OBCからの出力は各セルの単なる多数決によるものではなく、セルの処理結果や自己検査結果に基づき、各セルの「正常な確率」を推定し、その最も高いセルの出力を選択する(SNV方式)。

図は3月23日から24日にかけてOBCで発生したSEU(Single Event Upset: 単発性反転)の1時間当たりの回数をセルA, B, Cについて示している。24日4時から5時にかけてセルBでSEUが14回発生しているが、これは故意にエラーを起こさせるためのレジスタがSEUによりセットされたものと考えられる。このエラーは自動的にリセットされ、セルBは回復した。

太陽フレアとSEUの発生回数を表に示すが、3月は他の月より著しく多く、ここから二つの現象の相関が読み取れる。セルAとCがセルBよ

りもSEU発生回数が多いのはOBCの構造や取り付け位置に関係すると思われる。

宇宙環境下でOBCは部品レベルでは太陽フレアの影響を受けたが、システムとしては正常に動作し続けた。特に、3月24日0時43分(UT)にセルAとCで同時にエラーが検出されたが、SNV方式によりセルBの出力を正しく選択しており、その有効性が実証された。このようなケースでは従来の多数決方式や待機冗長方式では正しく動作しない。

なお、OBC班はフォールト・トレランス技術の検証の他に、地上よりOBCへプログラムをローディングするリモートローディング実験と、パケットテレメトリの実験も行っている。

(6月上旬にも大きな太陽フレアが発生したが、OBCは正常に動作していることを確認した。現在、その詳細について解析中である。)

(しゅうとう・こうしろう)

太陽フレアとSEUの発生(*印は故意のSEUを除く)

		90						91			
月		7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
SEU	A	1	4	5	5	3	4	4	4	20	50
	B	0	1	3	2	2	7	6	1	17*	39
	C	6	2	0	0	5	3	4	4	47	71
	計	7	7	8	7	10	14	14	9	84	160
フレア		9	17	12	11	25	53	35	53	122	

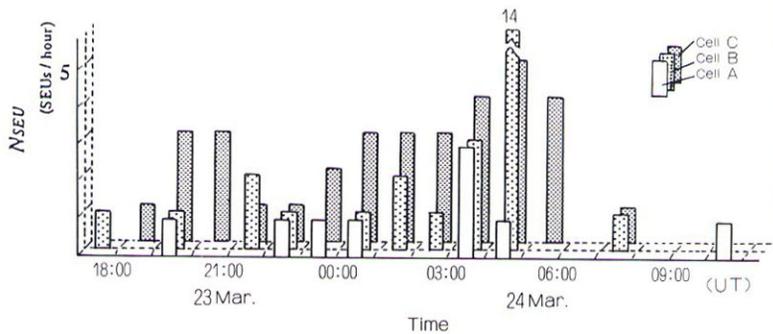


図 OBCでのSEU発生



銀河誕生の謎(1) — 宇宙背景放射の一様性

宇宙科学研究所 芝井 広

夜空に浮かぶ星々は一つ一つが太陽のような恒星で、それらは約千億個集まって銀河系という大集団をつくっていることはご存知だろう。さらにこの星の大集団（銀河）がこの宇宙には数千億個あるといわれている。このような銀河はいったいどのようにして生まれたのだろうか。また、銀河は宇宙の中で一様な密度で分布しているのではなく、銀河団や超銀河団と呼ばれる群れをついたり、「ボイド」と呼ばれるかなり銀河密度の低い空間があることがわかっている。このような宇宙の大構造はどのようにしてできたのであろうか。

銀河誕生の秘密を知るには時をさかのぼって昔に行けば良い。かのホーキング大先生の最近の理論によるとタイムマシンは原理的に作れないのでまことに残念だが、幸い光（電磁波）の速度は有限なので、「遠くに見える銀河」＝「昔の銀河の姿」である。したがってどんどん遠くの銀河やクェーサーを発見していくと、いずれ銀河の赤ちゃんが見つかるであろう。

これまでに発見された最も遠方の銀河らしきものは赤方偏移4.7のクェーサー(QSO)である。なお宇宙全体の膨張のために遠方の天体ほど速いスピードで遠ざかっているため、「速さ」はドップラー効果による赤方偏移の程度で表される。ほかにも赤方偏移が4を越える遠方のクェーサーは数個見ついているが、銀河の赤ちゃんはともかく、銀河の子供とよべるものでさえまだ見つからない。もっと遠方を見る必要がある。NASAのハッブル宇宙望遠鏡や国立天文台が建設を始めたJ

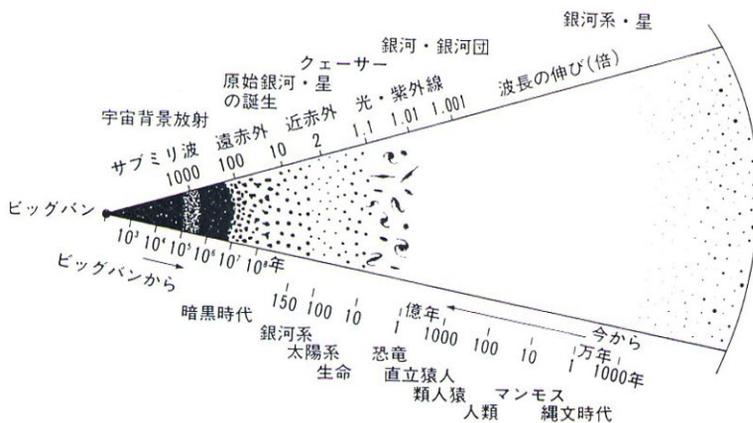
NLTをはじめとする大望遠鏡に「赤ちゃん」や「子供」の発見の期待がかかっている。

では、赤方偏移4.7より遠くのもの（つまりもっと昔の現象）は我々は見えていないのだろうか。唯一の例外は宇宙誕生時の大爆発（ビッグバン）の残照として有名な3 K宇宙背景放射である。これは赤方偏移が約1000の距離（時代）に相当する。これ以前の宇宙は光と物質が熱平衡になっていて、「混沌」としていたが、このときを境に光と物質はほぼ独立の進化をするようになった。光は3 K宇宙背景放射として観測されるものになり、物質はほとんどが星の集団である銀河になったと考えられる。

ところがここに最大の謎が浮かび上がってきた。ビッグバンのあと宇宙の物質の分布が非一様になり、この「物質のむらむら」が成長し銀河が形成されたとすると、物質と光が熱平衡にあった時代にもわずかな密度ゆらぎ（銀河の卵？）があり、その「ゆらぎの種」が成長して銀河が形成されたと考えるのが自然である。従って現在観測される3 K宇宙背景放射にもそのわずかな「ゆらぎの種」が残っていてもおかしくはない。ところが3 K宇宙背景放射は宇宙のどの方向を見ても、きわめて一様な明るさを持っていたのである。最近のNASAのCOBE衛星の観測結果によれば、太陽系が宇宙全体に対して運動している効果を除けば、強度の場所による違いは3万分の一以下しかない。このことは赤方偏移が1000の時代は光（電磁波）だけでなく宇宙がきわめて一様であったことを示している。

その中からどうして「むらむら」ができ、星や銀河、あるいは宇宙の大構造（ボイドなど）に成長するような揺らぎができたのだろうか。これらの謎に対する答は、これまでまったく観測できていない赤方偏移が1000から5までの時代（宇宙史上の暗黒時代）に求めるしかないかもしれない。なおCOBE衛星の観測結果は新たに大きな謎を提起したがこれについては次の機会に書こう。

(しばい・ひろし)



宇宙の歴史

モスクワ・SAFISY・20ドル

宇宙科学研究所 的川 泰 宣

【プロローグ】

モスクワ空港のパスポート・コントロールではそれぞれのコマに二人ずつの審査官が配置されている。さる5月・日、ここで妙な事件が起きた。ある日本人がパスポートを見せたところ、審査官がロシア語で何か叫んだ。こちらも負けじと英語でわめいたら、テキは“\$20”と書いた紙を鼻先に突き付けた。「社会主義国とは妙な費用がかかるものだ」と思いながら、ともかく20米ドル支払い、タクシーで第4回SAFISYの会場、モスクワ市西南部のCentral Tourist Hotelに急いだ……。

【ISY宇宙機関会議(SAFISY)】

いよいよISY(国際宇宙年)を来年に控え、世界でそのキャンペーンが静かな盛り上がりを見せている。これを意義ある企てにすべくSAFISYが組織され、3つのパネル(地球科学専門家パネル、教育普及専門家パネル、宇宙科学専門家パネル)がおかれている。今回は昨年以来の活動を総括し最終的にプロジェクトを決定して来年に向け隊列を整えるための会議。日本からは久良知宇宙開発委員長代理を団長に、科技厅から3人、宇宙開発事業団から3人、宇宙研から秋葉・吉岡・的川の3人が出席。

地球科学専門家パネルは、極域氷圏、森林破壊などそれぞれ熱心なワーキング・グループが開かれているようだが、それらを総合して、地球が陥っている危機の実態を広く大衆的に知らしめる努力が多少なまぬるい。

教育普及専門家パネルは、テーマA(リモートセンシング技術の訓練普及)とテーマB(宇宙と教育)からなる。概してAの方は世界的に熱が入っておらず、幹事機関のCNES(フランス国立宇宙センター)もブツブツこぼしている。Bは論文コンテスト、科学雑誌のISY特集、世界テレビ会議等多彩でNASAが幹事。

宇宙科学専門家パネルは、コスパーで取り纏め

をしたプロジェクトが紹介されたが、どちらかといえば既存の計画にISYの冠をかぶせただけのものが多く、今一つ迫力に欠ける。

以上の活動の集約点として、来年の夏から秋にかけヨーロッパ・アメリカ・日本で3つの会議が開かれる。こちらの方は日本の準備が徹底的に遅れている。しかし総体としては、日本は他国にくらべて専門家ばかりの活動に偏らず、ISYの本来の精神である「宇宙の大衆化」を真面目に追求している、という印象。

【エピローグ】

さて宇宙研から派遣された3人の会話。

X:あの空港での20ドルは何かなァ。

Y:ボクのように汚い格好じゃないから目をつけられたんじゃないですか。いかにも金持ちそうだし、人徳ですよ。

X:それにしても空港で2万円も両替したら、ポケットに入らないほどルーブル札が来たのには驚いた。

Y:5年前に来た時は1ルーブルが250円だったのが、今はわずか5円ですものね。メチャクチャですよ。

Z:日本大使館でご馳走になった日本料理はホンマにおいしかったですね。しかもあそこに雇われてるメイドの月給が300ルーブル(1500円)ってんだから。モスクワに住んで、メイド4人くらい雇って、優雅に暮らすのもいいなァ。

Y:何を考えてるんだろうねェ。そういえばクレムリンのそばでスリが近寄ってきた時、「スパシーバ」なんておっしゃってましたが、あれはどうされたんですか。

X:はじめ、あのスリがオレの肩のところを触ったろ。それで、背広のフケを払ってくれたのかと勘違いしちゃってさ。

【質問】さて、X、Y、Zって誰だ??

(まのがわ・やすのり)

ネットワークの話 (2)

プロトコルとはいったい何であるのか？

ネットワークの特徴を述べたりネットワークを分類したりする方法としては、ネットワークの使い方に基づく方法とネットワークの中身に基づく方法とがある。今回は、ネットワークの使い方に基づいて宇宙科学に関連のあるネットワークの紹介をした。今回と次回は、ネットワークの中身による分類法の話をする。

ネットワークの中身を特徴付けるものは、なんと言ってもプロトコル（通信規約）である。計算機どうしをネットワーク経由で接続するときや複数のネットワークを相互に接続するときは、プロトコルに整合性があるかどうか最大の問題となる。そこで、まず「プロトコルとは何なのだ？」という大疑問に答えることにしよう。

プロトコルは、データの伝送を行うときに送る側も受ける側も守らねばならない決まりのことである。例えば、A地点からB地点に電気信号を使ってデータを伝送する場合を考えよう。データは“0”と“1”の2進数（ビット）によって表せられるから、“0”がどのような信号に対応し、“1”がどのような信号に対応するかという決まりを作っておかねばならない。そして、データを送る側はこの決まりに従って電気信号を発生し、受ける側でもこの決まりに従って電気信号の解釈を行う必要がある。このようにすれば、“0”と“1”を正しく伝送することができる。“0”と“1”を電気信号で表すための決まりのことを説明の都合上「プロトコル1」と呼ぶことにしよう。

今度は、A地点からB地点までxとyとzという数値データを毎秒十回づつ伝送したいとする。このときもやはり2進数を用いてそれらの数値を伝送するのであるが、「送られてきたビット列の中のどこからどこまでが何回目のxの値であるのか」ということがわかるようにしておかないと正しいデータ伝送は絶望的である。そこで、「このような同期用のビットのパターンがあり、その次の8つのビットが伝送回数を表し、その次の8つのビットがxの値を表し、……」という決まりを定めておく必要がある。この決まりのことを「プ

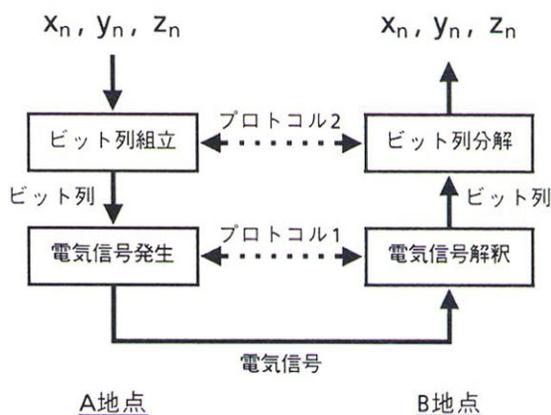
ロトコル2」と呼ぶことにしよう。

さて、A地点では、プロトコル2に従ってビットの列を組み立てるのだが、各々のビットは、プロトコル1を用いて電気信号に変換される。この関係を図で示すと下図のようになる。この図では、実際の情報の流れを実線で示してあり、プロトコルが規定する関係を点線で示してある。

ここで注意していただきたいのは、プロトコル2はビット列組立過程とビット列分解過程との間の関係を規定するものであり、プロトコル1によってどのような信号が規定されていてもプロトコル2には関係がないということである。このようにプロトコルを機能のレベルによっていくつかの層に分解し、それぞれを独立に規定することをプロトコルの階層化という。

実際のネットワークでは、多くの計算機の間でいろいろなデータを自由に清く正しく交換できるようにするために、上で述べたプロトコルよりもずっと複雑な仕組みが必要になる。例えば、伝送途中で発生する誤りを除去したり、相手の計算機までの伝送経路を選択したり、送るべきデータを伝送しやすいような長さに区切ったりする機能が必要になる。そのような場合でも、機能毎に階層に分けてプロトコルを規定すれば、プロトコルの設計も実現も容易になるというわけである。

—宇宙研— 山田隆弘



簡単なプロトコルの階層の例



“出 会 い”

梶 谷 利 男

地球が誕生したのは、今から約46億年前とのことである。最近の科学技術の進歩はめざましく、いろいろな事象によっておおよその年数を推定出来るのだそうだ。地球といえども他の惑星と偶然衝突することもあるらしく、最も近い衝突は、今から約6500万年前に起ったらしいとの説。聞けば1億年に1回の確率で地球は衝突事故をおこしているらしい。すると今後3500万年後に次の衝突事故が起るのだろうか？こんな「出会い」はあまり楽しいものではないが、とに角我々の周囲には、いろいろの“出会い”があるようだ。そういえば、宇宙研は人工惑星“さきがけ”と“すいせい”で先年ハレーすい星との“出会い”を見事に成功させ、学術的な意味もさることながら、人々のロマンをかきたてたのは、すばらしいことだ。

そんな地球的規模の話もさることながら、「出会い」といえば人と人との「出会い」を語らねばならない。おおよそ人間社会は「人と人とのつながり」でなりたっているといっても過言ではない。地球上には約50億の人間が毎日生きているが、1人の人間が一生のうちに「出会う」人数はどの位あるのだろうか？簡単な仮定で1日平均新しい人に10人会うとして50年で182,500人となる。大変な数だ。とても私の頭の中のメモリには全部入っていない。相手の方には失礼ながら、2回3回とお会いするのは、その中の数%, 更に永年お付き合いするのは又その中のわずかな方々なのであろう。こんなマクロな見方と別に、永い人生の中では、個人的に大変深いお付き合いをする人々もあるものだ。お世話になった人の筆頭は何といっても両親（普通こんな言い方はしないが）と学校の先生となる。またいつも楽しいのは学校のクラスメートだろう。私の場合は昭和19年4月に当時の山口県立豊浦中学校に入学したが、この時の面々との

でも旧交を温めている。集まれば「アダナ」の呼び合いとなり時空をこえて45年前の世界となる。とに角楽しい“出会い”となる。社会人となってからも、いろいろな方々と「出会い」お付合をさせていただいている。仕事との「出会い」も、今思うと、新しいジャンルのものばかりで、技術者として、こんな幸せなことはない。YS-11の立上り時、当時の運輸技術研究所正田遼太郎氏の御指導で、「耐空性基準」の改訂をお手伝したり、わが国初の空対空誘導弾（XAAM-A-3α）の開発試射に成功したり、当時手さぐりではあったが希望に燃えた日々を過した。宇宙開発の分野でも、昭和41年、わが国初の「人工衛星調査団」が当時の東大宇宙航空研究所玉木教授を団長に渡米調査を行い、当時NASAマーシャル・スペース・センタ所長フォンブラウン博士と懇談したのを思い出す。昨今のわが国宇宙開発も順調に進展しているのは、御同慶にたえない。

さて私事ではあるがもう一つの出会いとして、いわゆる「遊びの世界」がある。私の最も永い間楽しんだものの中に「書道」がある。今はなき有富修造先生に師事し、「関城」の号をいただき、現在も時々筆をもって、精神安定をはかっている。昭和50年頃よりアマチュア無線を始め「JR2RZI」のコールサインで多くの方々と「出会い」を楽しんでいる。アウトドアスポーツでは、もっぱら、「棒振り」で新しい方々と「出会い」を楽しんでいる。名古屋時代には伊勢湾でヨットを乗り廻し、冬はスキー（雪見酒）を楽しんで多くの方々の「出会い」を楽しんだ。最近は東京生活をエンジョイしているが、もっぱら、“AFTER-5”の“いも焼酎”での「出会い」を楽しんでいる。「出会い」を楽しむ同好の士あれば、お付合いいただけると幸せである。（ますたに・としお）