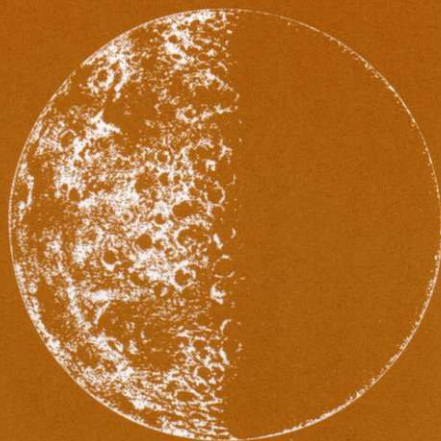


宇 / 宙 / 先 / 端



JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇宙先端活動研究会誌
SEP. 1998 VOL. 14-NO.

IAA 5

宇宙先端 1998年9月号 (第14巻第5号) 目次

何故、宇宙開発を行うのか

福田 徹 . . . 95

100冊の宇宙関係の本を出版します

平原 正仁 . . . 102

異文化と摩擦 (20)
一言葉を理解する力

森本 盛 . . . 107

人類宇宙学 (7)
衛星システム設計 (降水現象予測)

前衛科学技術研究集団 . . . 109

宇宙先端活動研究会

代表世話人

五代 富文

世話人

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 石澤 禎弘 | 伊藤 雄一 | 湯沢 克宜 | 岩田 勉 | 上原 利数 |
| 大仲 末雄 | 川島 鋭司 | 菊池 博 | 櫻場 宏一 | 笹原 真文 |
| 佐藤 雅彦 | 茂原 正道 | 柴藤 羊二 | 鈴木 和弘 | 竹中 幸彦 |
| 鳥居 啓之 | 中井 豊 | 長嶋 隆一 | 長谷川秀夫 | 樋口 清司 |
| 福田 徹 | 松原 彰士 | 森 雅裕 | 森本 盛 | 岩本 裕之 |
| 平原 正仁 | | | | |

入会案内

本会に入会を希望される方は、所定の事項を記入した入会申込書をFAXまたは封書で本会事務局連絡先まで送付するとともに、本年度の年会費を支払って下さい。会員には会誌（年6冊）が配布されます。なお、年会費の支払方法は「98年度年会費納入のお願い」を参照して下さい。会費は主に会誌の発行にあてられます。

入会申込書記入要領

- 用紙A4版
- 「宇宙先端活動研究会入会希望」と記入
- 以下の事項を記入
 - 氏名（ふりがな）、年齢、性別
 - 勤務先名称、住所、電話、FAX、E-mail
 - 自宅住所、電話、FAX、E-mail
 - 会誌送付先（勤務先または自宅）
 - その他要望など

事務局連絡先

〒105-8060 港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル29F
宇宙開発事業団総務部総務課
澤 倫子

TEL 03-3438-6038 FAX 03-5402-6512

何故、宇宙開発を行うのか

Yさんへ

福田 徹
10/22/1998

宇宙開発の正当化に関しての意見をまとめておきたいと思い、本稿を書きました。このようなことについて議論が必要なことは論を待たないわけですが、すぐに結論が出るものでもなくいきなり議論すると百家争鳴の状態で収集がつかなくなる恐れもあります。そこで私信の形で私の意見をまとめてみました。一応、NASDAは何故宇宙開発をするのか？ という問いに答えるというスタンスで書いています。

生活に貢献する宇宙開発

人類の生活に直接貢献する宇宙開発技術のうち、人工衛星によってのみ実現可能であるのは、気象観測を含む地球観測です。人工衛星による広域、同時、同精度の観測は他に代替手段がありません。特に全地球的な環境の変動が問題となっている今、衛星による地球観測の重用性は増すことはあっても減ずることはないでしょう。しかし、衛星観測は、それ単独では完結せず、地上での直接観測（グランドトゥース）、気候モデル、物質循環モデルなどのシミュレーション研究と組み合わせることによって意味のあるデータとなる点には注意を要します。また、電磁波を用いるという方法論の限界から、地中はもちろん海中のデータを取ることも不可能です。従って、衛星による地球観測は総合的な「地球観測体制」の一環として、その存在意義があるものと考えべきものです。

他の代替手段に対しコスト面で競争力を持ち得るのが通信衛星です。但し固定通信には光ファイバーという強力なライバルが存在するため、衛星通信の本命は移動体通信です。しかし、携帯電話サービス網が瞬く間に地上波で構築されたように地上技術にも無視できない競争力があります。問題は、衛星の距離の遠さで、アンテナ径と送信電力の制限がユーザー側受信器の小型化を制限することになり、ここで地上技術とのトレードオフが行われることとなります。また、現在は実用には程遠いとは言え、通信プラットフォームのコストの劇的な低減を目指して成層圏気球や成層圏航空機の研究が行われています。従って、衛星通信が本質的に優位な分野はイリジウム計画に代表される超広域移動体通信サービスということになるでしょう。

放送衛星についても通信衛星と同様な状況にあるわけですが、TVサービスのユーザーは固定ユーザーが多く、さらに放送の地域化、個性化の流れからケーブルTVとの競争はかなり厳しいと言わざるを得ません。

GPSによる測位ミッションも確立されています。カー用品店や電器店で家電製品に混ざってカーナビが売られているところを見ると、それが宇宙技術に基づいていることがちょっと信じられないほど普通の製品として売られているのがわかります。こ

のGPSは、コスト、精度の両面から、ロラン、デッカ以来の伝統ある長波、超長波ベースの地上測位システムを完全に凌駕し、駆逐しつつあります。（オメガのみがバックアップ用に残っている）しかしながら、最大の問題は、GPSが軍用に開発、運用され、一般ユーザーに利用が無償で開放されている点でしょう。米国は、現在、GPS利用の無償開放を政策として実施していますが、米国の政策の身勝手さは歴史が示すとおりであって、いつ何時GPSユーザーに請求書が送られて来てもおかしくはありません。しかしながらGPSが商用システムとして純粋なユーザー負担のみで成立するかどうかは不明確です。ロシアもGPSに相当する衛星システム（グロナス）を構築していますが、軍事費と宇宙開発費削減の状況でも、商用サービスに打って出るような話は聞こえてきません。

さて、以上が、直接生活に貢献できる宇宙技術の恐らく全てであって、それ以外のミッションは他の種類の正当化を必要とします。もし、宇宙開発が生活への貢献だけを目的にするのであれば、行うべきことは輸送系のコスト低減と、通信衛星、地球観測衛星の改善だけということになります。有人ミッションはまったく必要ありません。それはそれで政策としてひとつの選択肢ではありますし、NASA内にもこの方針を取るべきだという一定程度の主張が存在します。

探査ミッション

宇宙でしかできない今ひとつのミッションとして、宇宙探査があります。ハッブル宇宙望遠鏡などの宇宙天文台は、大気という妨害を突破し、天体観測の波長域と解像限界を直接拡大するものです。また、人工衛星による太陽系内の直接探査は当然ながら代替手段がありません。しかし、これらはいずれも人類の知的好奇心に基づく科学観測であって、言わば国力の余裕の範囲で行うべきものでしょう。換言すれば国力・技術力と資金力のある日本の義務という考え方もできます。いずれにせよ歴史上世界をリードした国は例外なく科学と芸術の振興に努力しています。

その意味で、大きな夢を与えるミッションとして月面天文台があります。月の南極にはサウスポール・エイトケンという巨大なクレーターがあって、太陽光が差し込まない地域が存在します。実際、ガリレオ衛星が地球スイングバイの際に撮影した月の映像を見ても、月の南極が大きく陰になっているのが分かります。この永久日陰地は温度環境が一定しているので高精度の干渉計を設置するのに最適だと考えられています（太陽電池と対地球通信アンテナは外輪山の稜線に置けば良い）。クレーターの底に電波領域から光学領域までの巨大な干渉計群を設置し、ハッブルの千倍（1万分の1秒角）の解像力での観測を目指すという構想は非常に魅力的です。宇宙の半分しか観測できないという問題はあるものの、目標とする解像力が達成されれば、太陽系外縁部の観測、他星系の惑星の直接検出、他恒星の表面や惑星状星雲の微細構造の解像、初期銀河の観測など画期的な成果が得られるでしょう。月面天文台に至る前に、地球アルビドの影響が比較的小さなラグランジェ点での宇宙望遠鏡の実現などのステップを踏むというのがまっとうなシナリオですが、月面天文台が月面でミッション

候補の第1番であることは間違いありません。

国家安全保証

実は、米国の宇宙開発はかなりの面でナショナル・セキュリティーに支えられています。テクノロジーの優位を保つ、という目標もナショナル・セキュリティー論を婉曲に言ったものに他なりません。NASDA内では、宇宙開発事業団法の「平和目的」規定から、この点については議論をしない、または控える空気があります。これまでのNASDAでは開発計画の策定にあたってナショナル・セキュリティーのことなど眼中になかったのは事実です（自在性の確保という目標はあった。）、今後、NASDAの計画にこの字句が登場することもあり得ないでしょう。しかし、明示的ではないにせよ、ナショナル・セキュリティー論は政策レベルでは一定の説得力があります。自民党か自由党が中心となって政権を担う限り、ロケット、衛星の自主開発路線が無くなることは無いはずですが、ただ、だから宇宙開発をやるのだ、と言えないところがNASDAの（日本の）弱点とも言えます。

宇宙環境利用

さて、ここまで論じて来て、NASDAが行っている事業のうち、ロケット（輸送系）、人工衛星（通信放送、技術試験、地球観測）には曲がりなりにも正当性があつたわけですが、宇宙環境利用だけは、それを直接正当化する理由が薄いと言わざるを得ません。

宇宙環境利用ではふたつのアプローチが考えられます。

①宇宙でしかやれないことを宇宙で行う。

②地上でできることを宇宙でもできるようにする。（特殊な環境の克服）

後者は、前者の目的のための技術開発という面で不可欠なものですが、本来的には人類の活動圏の宇宙への拡大を前提にしないと正当化が難しいでしょう。「何故わざわざ宇宙へ行って難しいことをするのか」という問いに答えられないからです。では、宇宙でしかやれないことは何か。輸送コストが劇的に下がらない限り宇宙工場的な構想は成立しないので、本命は長時間の微小重力環境を利用した基礎研究でしょう。すなわち（1g以下まで対象として）gをパラメーターとして行う研究ということになります。研究の分野は、従来から分類に使っていた材料系／ライフ系という概念にとどまらず、基礎物理・化学、生物学、バイオメディカル等を含むことになるでしょう。このような基礎研究は、例えば、最近のロケット実験で細胞内の特定の信号伝達系が微小重力によって抑制されるという、ある意味では驚くべき結果が得られるなど、本質的な現象の発見、解明に繋がる可能性を秘めています。しかしながら、微小重力利用を中心とする宇宙環境利用がどこまで科学の発展に寄与できるかという点に関しては、多くの分野、テーマでいまだ可能性にとどまっているのも事実です。結局のところ、単独の論理による宇宙環境利用の正当化は現時点では難しく、合わせ技に頼らなければならないものです。

有人宇宙活動

宇宙環境利用においてmicro gravityを純粋に追求するとフリーフライヤーがあれば良いこととなります。しかし、有人ミッションのインパクトは軽視できません。宇宙にヒトが行くことそのものが宇宙でしかできないことであり、それ自体で文化的・社会的価値を有しています。これまでの経験では有人ミッションだからこそ国民の支持が得られるという構図があります。この点は宇宙先進国である米国でも同様で、問題は、それをいかにきちんとした理屈として語るかでしょう。従って、宇宙ステーションの人文・社会利用は意外に本質的な回答を含んでいるような気がします。

宇宙観光

高度100 km（最も低い宇宙）を越える程度の弾道飛行であれば、現在の技術水準からすれば技術的な困難はほとんど無く、有名なペプシコーラの宣伝に出てくるゼグラム社などいくつかのベンチャーがすでに活動しています。また、初の弾道飛行(100 km以上)に賞金を出すというXプライズへのエントリーも15チームに達しています。いずれが勝つにせよ数年以内に初飛行が実現するでしょう。わずか数分の飛行に1000万円以上を投ずる人がどのくらいいるかは疑問ですが、商業的に成立する可能性はかなりあります。しかし、高度100 kmの弾道飛行なら ΔV は3 km/s程度ですが、軌道飛行となると8 km/s。この差はかなり大きく、現時点では軌道飛行を商業的に成立させる目処は全くありません。しかし、我が国では年間約1000万人が海外に渡航しています。宇宙旅行の運賃が数百万円以下になれば希望者もかなり多く出てくるはずで、何らかのブレークスルーによって輸送コストが劇的に下がれば、宇宙観光が宇宙開発の主流となる日が来るのかも知れません。

エネルギー獲得ミッション（ヘリウム3）

月面開発の正当化という視点で検討されてきたのが月面でのヘリウム3採掘です。ヘリウム3の利用は以下の一連のストーリーに基づいています。

- ①一次エネルギー源として石油はいずれ枯渇
- ②核分裂炉は放射性廃棄物の問題の解決が困難
- ③D-T核融合も、エネルギーが中性子として出てくるため(熱として使うしかなく)発電効率が低いという問題と、中性子による炉壁の放射化という深刻な問題がある。
- ④D-³He核融合であれば、エネルギーが陽子として出てくるので、コントロールしやすく、また高効率の電磁流体発電が利用できる。
- ⑤月の表土には太陽風起源のヘリウム3が大量に貯えられており、これを採掘して発電に使用すれば百年オーダーで全地球のエネルギーをまかなえる。(輸送量は5百トン/年オーダー)

一方、月ヘリウム3利用論に対する反論も根強くあります。

- ①D-Tでさえ燃えていないのにD-³Heの可能性を論ずるのは時期早尚(プラズ

マパラメータは1桁上)

②月に大量にあるといっても濃度は低く(サブppm以下)、採掘効率を考えると実現は容易でない

以上を考え合わせると、現時点では、月ヘリウム3利用論は月面開発とそのため輸送系の開発を正当化するほどの説得性を持ち得ていないということが妥当な判断と思われます。実験用には水素爆弾(三重水素)起源のヘリウム3が地球上に十分あるので、まず、地上で燃やしてみせることが初手であるはずで

太陽発電衛星

太陽発電衛星に関して、種々の構想が発表されています。また、この変種として、ルナ・エナジー・パーク(LEP;月面上に置いた原子炉で発電し、地球に送電)、ガラスの海構想(月面でレゴリスを利用して蓄熱/熱発電システムを構築し、発生電力を地球に送電)などがあります。いずれもエネルギー伝送はマイクロ波またはレーザーによって行われます。良く、鳥が焦げるのでは、という冗談がありますが、少なくともマイクロ波なら受信アンテナ径を十分大きくして、レトロディレクティブ方式でビームを制御すれば問題は無いと思われます。本質的な批判は、太陽電池発電基地を砂漠に建設することに比べて果たして優位な点があるのかという点です。宇宙のメリットは太陽が24時間あたっていることしかありません。砂漠と比べ稼働率が2~3倍程度良くなるとしても、打上げ、軌道上組立その他の諸々のコストを投じてまで太陽発電衛星を作らなければならないことを正当化するのはかなり難しいと考えられます。その意味では、砂漠で太陽光発電→水素またはメタンで輸送、という構想の方が現実性があるように思います。

スペースガード

地球近傍天体(NEO;地球に接近する小惑星と彗星)を宇宙で観測するという構想があります。目的は、地球に衝突する前に、そのような危険な天体を検出することです。恐竜の絶滅は彗星の衝突によるとの説があり、1994年のシューメーカー・レヴィ第9彗星の木星衝突の実例と相まって、NEO監視を行うというスペースガード活動はある程度の説得性を持っています。スペースガードは、まず地上の望遠鏡によるネットワークづくりから開始されていますが、地球に衝突する小天体が地球の昼の側(太陽の側)から近づいて来るケースがあるため、観測網の完成には宇宙に置くNEO望遠鏡が必要とされます。宇宙望遠鏡ならば太陽光(大気散乱光)の影響で小天体を検出し損なうことが無いというわけです。

スペースガードへの素朴な疑問を端的に言えば、400万年間ノーガードだった人類がこの十数年でガードを固めなければならない理由は無いように見えるという点です。天体衝突は自然災害の1種であって、地震、火山噴火、台風、洪水、森林火災あるいは、温暖化に伴う海面上昇のリスクなどと比較して対策の優先度を定めるべきものです。スペースガードとしては、まず地上観測ネットワークがあるペースで整備

されるのは間違いないところですが、一気に宇宙監視望遠鏡の整備まで立ち上げるほどの優先度は持ち得ていないと考えます。

人類の宇宙展開

最初に確認すべきこととして、化学燃料の輸送系では、人口増を宇宙移民によって解決する見込みがまったく無いということがあります。現状のスペースシャトルでは、わずか7人の人間を2週間低軌道で生かしておくために500～600億円の巨費と2000トンに近い燃料を消費しています。このコストとエネルギーを考えれば百万人単位の宇宙移住すらまったくの絵空ごとになってしまいます。人口爆発によって世界がカタストロフィックな事態に至る危険があるとされるのは21世紀中期ですが、これまでに実用的な反物質エンジンが開発される可能性はほとんど無いので、残念ながら現実の宇宙開発は宇宙移住というオプションを人類に提供することはできません。しかし、宇宙開発の必要性がそれによって否定されるわけでは無いと考えます。なぜなら、「成長の限界」に対して「限界の成長」をもたらすのは宇宙開発しかないからです。

「限界の成長」論に対し、何故、極、砂漠、海洋を開発しないのかという古くからの設問があります。（そこには空気も重力もある！）しかし、現在の地球の危機の本質は公営アパートの建設用地を探すのと訳が違います。人口爆発の結果、まず破綻するのは食料供給と考えられているからです。現在、人類は陸地の純一次生産力の40%を消費しているとの試算があり、耕地面積と牧草地・放牧地の合計はすでに森林面積をかなり超えています。農業の生産性も近年むしろ低下傾向にあり、これらから考えて現在の人口の2倍を養うことができないことは明らかです。実際、今世紀に飛躍的に増大した一人あたりの食料生産量も1980年代を境に低下に転じています。人口増にはいっこうに歯止めがかからず、どこかでカタストロフィックな人口減少が起こる懸念が高まっているのです。宇宙開発はこの問題に対する解決策を与えるものではありませんし（地球観測によって多少農業の生産性を高められるかも知れませんが）、極、砂漠、海洋の開発も大して助けにはなりません。多少の可能性があるとすれば、海洋開発、それも海洋の生産力の利用、すなわち海洋に振り注ぐ太陽光を利用した食料生産でしょう。また、極は天然の冷蔵庫として利用できるでしょう。しかし、それらは地球という有限な世界でのなかの解決策であっていずれ限界に突き当たります。

地球のキャパシティの限界に達したときの人口が80億でも100億でも、厳しい産児制限以外にそれを維持する術はないでしょう。（間引きを含め幼児死亡率を高いまま放置するのは、ヒューマニズムが世界中に広まった今では許されない。）問題は、一切のフロンティアを失った状態で安定した文明が成立するのか、という点です。宇宙技術によって地球の限界を超え、新たなフロンティアに達することができる人はごく僅かでしかないはずですが、宇宙開発は常にフロンティアを提供します。この点でこそ、宇宙開発こそ、出口を失った（失わざるを得ない）文明の絶望感を救う可能

性を持っていると言えるでしょう。

まとめ

以上をまとめると、観測、通信等の一部ミッションを除けば、純然たる経済的理由、すなわち形而下の理由だけで正当化できるミッションは無いと思われます。宇宙開発は本来 *noblesse oblige*（高貴なるものの義務）であって（金持ちの道楽という言い方もあるが...）、将来の人類（国民と言っても良い）のために投資しておくべき事業だと考えるべきでしょう。日本という国が、あるいは日本国民が、未来への投資より現在の刹那的楽しみへの支出を選ぶのであれば、それまで、ということです。

以上

100冊の宇宙関係の本を出版します

平原 正仁

(宇宙開発事業団業務部勤務)

「え、それ本当？」という驚きと疑いの声が、このページを読み始めた皆さんから聞こえてきそうですが、これは本当です。

現在、宇宙開発事業団国際部の桜場さんを中心に、「NASDA文庫」という活動が起こされ、その中心的な企画として宇宙に関する100冊の本を出版しようという構想が立てられています。桜場さんの他にも事業団の有志が集まり、いろいろアイデアを出し合っている最中です。こうした活動は今年の2月頃から始動しております。そして、既に実際にこの活動の下で出版されたものもあります。

- 「宇宙医学・生理学」（著者：関口千春 社会保険社）8月3日発行
 - 「宇宙の風：50才からの挑戦」（著者：毛利衛 朝日文庫）11月1日発行
- さらに、今後の予定は、
- 「図説宇宙工学概説」（著者：岩崎信夫 丸善プラネット）12月発行予定
 - 学習漫画「宇宙にチャレンジ」シリーズ 来年発行予定
 - なるにはBOOKS「宇宙飛行士になるには」 来年発行予定
 - 「宇宙ゼミナール」シリーズ 来年発行予定

等があります。

どうですか？これで、この活動がただの思いつきで言っているわけではなく本気であることが理解していただけたと思います。

今後は、さらに事業団以外の方の参加も図るつもりでおります。そのために考えられたのが昨年末に活動を始動した宇宙活動の応援団ネットワーク「スペース2001」です。このネットワークは、非営利団体（NPO）としてボランティアにより運営され、その活動の中心そして主役は、宇宙開発事業団の者でなく、宇宙の興味のある一般の方々（老若男女、職業を問いません。）です。そのため、このネットワークの発起人には、宇宙開発事業団の者でなく、「復活の日」や「日本沈没」などの作品で有名なSF作家、小松左京氏が就任しています。

このネットワーク「スペース2001」への参加方法は、まずインターネット上のホームページ (<http://member.nifty.ne.jp/space2001/>) 上で会員登録（簡単、無料）をします。その後、ホームページ上では、様々なイベントに関する情報を公開しているので、会員の方々は興味のあるイベントに自由に参加できることとなります。さらには、会員の方々に希望者がいればネットワーク「スペース2001」の運営にも参加してもらえるよう考

えられているようです。

ネットワーク「スペース2001」においても、もちろん宇宙関係書の100冊発行を中心プロジェクト（「宇宙読物100冊出版プロジェクト」）として考えており、一般の方による出版についても、いろいろな方法で支援していけるよう考えております。例えば、シナリオ・コンクールを実施して、その中で優れたものについては、出版社を紹介するなどです。

さらに、ネットワーク「スペース2001」は、出版活動の推進の場というだけでなく、宇宙活動に関する誰でも気軽にアクセス可能な情報源となるようにしていくこととされています。宇宙飛行士やロケット・衛星の製作者の声や宇宙ステーションの情報などいろいろな宇宙に関する情報を提供したり、ネットワーク参加者間での情報交換を行うことも考えられています。

*

*

*

<活動の意義（私の個人的な考え）>

この「NASDA文庫」及びネットワーク「スペース2001」の実行の意義は大変大きなものと考えます。将来の宇宙における活動を左右するものとなると考えます。

1. 宇宙活動の発展

現在の日本の宇宙活動は、ごく限られた方々によってその方針が決定され、実行されている状況にあります。これは、宇宙開発に関する一般の方々の関心はまだまだ低いことが大きな原因だと考えます。

こうした状況では、日本の宇宙活動が一般国民の意思が反映されずに進められることとなります。つまり、一般の国民の意思が反映されれば、日本の宇宙活動の規模はより大きくなるかもしれないし、逆に、そんなものは必要ないという意見が多いことが分かり縮小される可能性もあります。また、宇宙開発事業団がやっているプロジェクトにおいて重点をおくところも変わってくるかもしれません。例えば、もっと有人宇宙活動を増やせとか、もっと生活において実感できる宇宙活動をするというような具合にです。

私の個人的な意見としては、宇宙活動をより活発なものとしていきたいので、こうして一般の方々の意見を聞くことで結局、宇宙活動の進展を妨げることになる可能性もあるという状況を積極的に作り出すことは自己矛盾を起こしているのではないかと自問したこともあります。しかし、一般の方々の関心度が低く、悪く言えば「もぐり」のような形で進められると結局、後々つまづくことになりかねません。もし、後にそれまで進められてき

たものが結局認められないと分かった場合には、何で今までそんなことをしてきたんだと言われるのは当然ですし、また、やってきた事自体は受けいられても、何かささいな不始末をきっかけにプロジェクトの決定と実行の不透明なプロセスが問題とされる場合もあります。さらに、宇宙活動のような大きなプロジェクトは結局のところ広く一般の方々が関心を持ち、その上で支持してくれる状態にない限り発展は期待できません。国の予算も一般の方の関心が薄いものには多くは支出されません。一般の方々の関心が薄いと言うことは、国会議員にとっては予算をつけても票に結びつかないからです。つまり、関心が低ければ、どんなに良いものであっても結局は正当な評価をされる機会を失い実施するための予算も確保できないこととなります。従って、結局は、一般の方々の関心を高めてみたところ大勢の意見は宇宙活動は無駄とか認められないというリスクはあるかもしれません。しかし、宇宙活動の本当の発展を望むのであれば、こうしたリスクは避けられないものと考えます。

繰り返しになりますが、まず何事も一般の方々の関心を高めることが大切です。関心が高まった時点で、その関心の対象についての価値が決定されることとなります。一般の方々が宇宙活動に関する意見を、肯定する意見も否定する意見も含めて、率直に述べ、さらに宇宙活動を従事する者も専門的な立場から情報を公開し宇宙活動の有意義さを説明する。そして、宇宙活動に関する議論を十分に行った上で今後の宇宙活動を決める。そのようにした過程を経た結果、宇宙活動を支持する意見が大きければ、宇宙活動はこれまで以上の発展を得るでしょう。。先も言ったとおり逆の場合もあるでしょうが、結局は国民の大半に支持されないものをやるのは、そもそも民主主義的観点からは誤ったことなので、その場合は、宇宙活動に従事するものとして、一般の方々に宇宙活動の有意義さを納得させるような提案、説明をできなかったことの責任を取り、いさぎよく諦めるべきと考えます。

2. 宇宙活動の健全な状態での継続

また、宇宙活動に直接関わらない一般の方々が、宇宙活動の有意義さを認めてくれ、宇宙活動がその意見に基づき実行されることとなった段階においても、一般の方々の関心の高さを常に保つことが重要です。それは一般の方々が今度は宇宙活動に従事する者に対する監視・制御役としての役目を担うためです。

宇宙開発活動は、現在、国の予算でプロジェクトを実施している特殊法人である宇宙開発事業団や国の行政機関（省庁）が中心になって推進されています。こうした機関は、宇宙活動の健全な発展を目指し全力を尽くしており、一般の方々の理解を得ようと努力しております。特に、宇宙活動には巨額の予算を必要とするため、万が一でもプロジェクトが失敗して一般の方々の期待を裏切らないよう最善の注意を図っております。

しかし、こうして全力を尽くしている者たちに対しても一般の方々による監視・制御が

常に必要であることは変わりません。それは、国家の活動やそれに従事する者にも常に誤りはあり、それを防止するためには、やはりそれを監視し防止する立場の者が必要となるからです。

国の活動の従事者は、常に国民全体の利益を考えて活動することが理想であることは誰も疑うことはないでしょう。しかし、これが常に実行されているかについては疑問があります。例えば、ある機関に所属する者は、その機関がどういう性格の機関であれ、また、民間企業であれ国家機関であれ、多かれ少なかれその機関を守りたいという意識が働きます。この考えは特に異常なものでなく、ごく自然なものです。なぜなら、その機関に所属する者は、当然、生活するためにその機関から給与の支払いを受けているわけですから。従って、その機関が縮小されたり無くなったりすれば多くの職員が解雇されたり、また、予算が減らされ縮小を余儀なくされた部門の担当者は出世競争から脱落ということになるわけで、機関に所属する者は本能的な自己防衛反応によってそうはならないよう努力を行うこととなります。しかし、その努力は必ずしも国民全体の利益とならない場合が多々あります。

1年ほど前に大きな話題となった国の省庁や特殊法人の改廃議論においても同じ原理が働いたと言えます。国の省庁や特殊法人は次から次へ自分の機関の有意義さを訴え、多分一つの機関たりとも自分からもう役目は終わったか又は小さくなったので無くしても結構ですと言ったところは無いと思います。たとえ本音では、無くして国の予算の支出を減らした方が良くも思っています。

こうした行動は、その機関に所属する者にとっては自然の行動であり、公僕の行うこととしては情けないという意見もあるかと思いますが、国の機関に所属する者も養わなければならない家族を抱える人間であるという観点から見れば仕方がないことと考えます。

しかし、こうした弊害をこのままにしておくことはできないので、そこで必要なのが一般の方々による監視によってもたらされる制御機能だと思います。この制御機能により、いき過ぎた宇宙活動推進機関の自己防衛機能を制御して常に国民の利益を最優先として掲げる宇宙活動の実施を実現できると考えます。この国民による監視・制御機能を十分なものとするには、やはり一般の方々が宇宙活動に関心を持ち、宇宙活動に関する情報通になり、賛成・反対の判断十分に下せるような状態にすることが必要と考えます。

*

*

*

どうでしょう、宇宙活動に職業として関わる者以外の一般の方々が宇宙活動についての情報を得て、知識を深めていくことの意義を感じていただけたでしょうか。

しかし、何も皆さんが初めからこんな堅苦しいことを考えてネットワーク「スペース2001」に参加する必要はありません。この活動の趣旨が可能な限り多くの方に宇宙活動について関心を持ってもらうことなので、まずは軽い気持ちで参加していただくことが最

も重要です。皆さんの気軽な参加が、結局は自然と先に述べた大きな意義を達成するのですから。

さあ、皆さんもネットワーク「スペース2001」に参加して、宇宙活動に関する関心を高め、さらに自分から意見や情報を提供してみませんか。

<ネットワーク「スペース2001」の情報入手先及び連絡先>

情報入手先： <http://member.nifty.ne.jp/space2001/>

連絡先： sspace@yc4.so-net.ne.jp

以上

異文化と摩擦 (20)

— 言葉を理解する力 —

森 本 盛

(1) Life

英国では“Quality of Life”を追求していると聞いた。これを日本人はどう理解するだろう？ 90%の人は“豊かな生活”と思うだろう。宮沢内閣は生活者が豊かさを実感できる政策をうち出した。時代の変化を感じた点は評価できるが、何が変わっただろう？ 相変わらずマイホームの代金を払うために、お父さんは夜遅くまで働き、身も心もボロボロになっている。

苦しい生活（衣食住に事欠く）から楽な生活（衣食住が普通）まで向上した現在の日本で、楽な生活から豊かな生活への変化は何か？ これが見出せず、日本人はサマヨッテしまった。

子供の教育についても、高学歴、高学歴とあって、結局のところ良い服を着て、立派なビルに通うことまでしか考えない。“通勤形態”目的で高い学費を出し、お父さんはさらに働かされる。（就職の世話をしたときに、こんな仕事をやりたいからこれを学んだと言った者はいなかった）。

日本全体が物指しをもちえずサマヨッテいる。

(2) 異文化があるとすれば；

英国人は Life = 人生と考えているのではないか。とすると冒頭の語は“価値ある人生”である。それは金で買えないものと彼等は言う。生活はその手段である。

私の世代は、小学校で野口英世、柿右衛門などさまざまな人物像を学んだ。それは“人生”を示唆するものであり大いに役立ったと思う。又、現在でも一流のシェフは皆“人生が楽しい”といい“若い人達に自分のやりたいことをやりなさいと言いたい”という。先日テレビに尾崎豊の歌詩が流れていたが“色々な人生があってもいい筈だ”“小さな金にシガミつく同じ形のサラリーマンは嫌だ”というのがあった。人生と生活の間で迷っていたらしい。これに答えられる大人が少な過ぎる。

精神文化省を作ろうという政治屋は出ないのだろうか？

(3) 言葉にふりまわされる

“保護者”というのは悪語である。私の例では6才まで言葉どおり保護され、外との接触がなかった。保護されて育つのは身体のみである。“責任者”という言葉なら少しは考えるだろう。子供達は子供同志のつきあいの中で意志疎通、協調、良し悪し等の社会的センス・分別が少しづつ身につく。とくに我慢といった精神のバランスを保つ力は、ぶつかりあいのたびに少しづつ強くなってゆく。

昔は“外で遊ぶ”という親が多かったので、社会的センス・分別が身につきやすかった。また成長につれて少しづつ大人社会の情報を見聞きする仕組みになっていた。しかし現在は、分別が育たないうちにビデオ等で大人社会の悪い面だけ（大人でさえ驚くような 極悪も多い）を目にする。全体がわからない子供は、これが社会だと錯覚する。テレビ技術は人類につきつけられた凶器のようだ。発明者ツヴォルキンは、天国から地獄へ移籍してもらいたい。

加えて、親達や社会がよく理解しないで自由、人権、プライバシー等の言葉を乱用する。これが子供の錯覚に拍車をかける。日本では、これらの言葉は周囲のことを考えずに自我を通すこととされている。その証拠に、責任、義務という言葉が全くといってよいほど聞けない。

おそらく英国等では、責任・義務を守るために個々人が社会を学ぶ努力をしているものと考えられる。ところが日本人は横を見てマネするのみで、誰か学ぶだろうと考え、誰も学ばない無責任体質である。事が起こればヤジウマ騒ぎをして、あとは誰も知らん顔。これでは社会も政治も改善されない。欧米人はこれを過渡期とみているが、楽観的過ぎるのではなからうか？

ところで・・・何で技術屋がこんな心配をしなくてはならないのだろうか？ 一般大衆に簡明に解説してくれる社会屋や政治屋はいないのだろうか？ 前出の精神文化省は、民族進化局と家庭教育局の仕事から始めなくては・・・

人類宇宙学(7)

衛星システム設計(降水現象予測)*

前衛科学技術研究集団

1. 要求値の設定

1.1 雪氷の光学観測

(1) 波長の選定

観測の波長と雪の反射率との関係は図1.1 のようになっている。⁽¹⁾

可視波長域での太陽光反射は、ほかの地表面物質に比べて非常に大きい。図から、観測に適した波長域は0.4 ~ 0.65 μm であることがわかる。

この波長域に適応するセンサとしては、ADEOS IIのGLI (バンド2~10)、ALOSのAVNIR II (短波長側の3波) およびPRISM⁽²⁾がある

(2) 掃引幅と回帰日数

積雪初期及び融雪期には、観測間隔が短いことすなわち回帰日数を小さくする必要があり、このため掃引幅は広い方がよい。GLIの1,600 kmであれば1衛星として充分と考えられる(ADEOS IIは4日回帰)。最終的には衛星数を4倍にして、毎日観測できるようにする。

(3) FOV

最大時に陸地の1/3にも及ぶ広大な面積の統計データを取得するのであるから、初期の地表分解能は1 km程度で充分と考えられる。

OCTS, GLI, AVNIR II, PRISMのいずれもこの要求を満足する(AVNIR II, PRISMはオーバースペック)

(4) その他

反射率が極端に大きいので、S/Nは200程度で充分と考えられる(AVNIR IIは200。GLIの800はオーバースペック)。

MTFについてもとくに厳しい要求はなく、GLIのそれ程度で充分と考えられる。全体のレベルを既存技術と比較して図1.2に示す。

⁽¹⁾ 土屋 清ほか“リモートセンシング概論”

* “地球変動予測プログラム〔降水現象予測〕” ESTO報告書
1998年1月B改訂版を利用させていただきました。

1.2 雪氷の電波観測^(*)

日照のない冬期極域の観測及び雪氷と雲との弁別を目的とする。

(1) 波長の選定

積雪域の輝度温度と裸地等との輝度温度との差が大きい波長が適している。

図1.3によれば、21GHz、36GHz及び94GHzにおいて、乾雪（含水量／0）からの輝度温度が低くなっており、地表との弁別に有利であることがわかる。また図1.4に示すように、時刻すなわち温度に対して、37GHzが敏感であり、湿度が低い（含水量が0に近づいている）夜間に観測することにより良い結果の得られることがわかる。図1.5は積雪の深さと輝度温度との関係（観測例）である。

以上から、積雪の観測には約10GHz、約21GHz、約37GHz、約94GHzが望ましいといえる。またつぎに述べる氷の観測においては、高い方の3周波帯が好ましいものと考えられ、さらにハードウェアの難度等を考え併せると21GHz前後と37GHz前後が好ましいといえることができる。

氷の観測に対しては、図1.6に示すように、20～50GHzが1年氷／多年氷等の弁別に適しているといえる。

文献⁽²⁾

古濱 洋治ほか“マイクロ波リモートセンシング” 電子情報通信学会

(2) FOV

現在、ADEOS II搭載のAMSRにおいて約30kmのFOVが達成されている。これより小さいFOV要求に対する根拠は現在のところ示しえないものと考えられる。なぜならば最大で陸地の1／3にもおよぶ広大な積雪面積の統計値を得るには、30km程度で充分と考えられるからである。むしろ粗であっても、相関を求める作業が急がれるべきである。この面からも、データ処理・解折・保管等の設備・コスト・要員が膨大になることは好ましくなく、第1世代であまり小さいFOVを要求するのは得策でないものと考えられる。

(3) その他

AMSRにおいてダイナミックレンジ2.7～340°K、絶対精度目標1°K

NE Δ T 0.3 ~ 1° K (1 σ)と定められており、この性能で氷等の観測が計画されているので、第1世代はこれに準じ、解折を進めつつ見直しの要否について考察するのが合理的と考えられる。

AMSRでは観測幅は1,800 kmとされている。観測幅はむしろ光学観測の要求から定まってくるものと考えられる。

第1世代においては、積雪面積、含水量、温度依存性および氷の年代の観測が可能である。これ以外の項目については、本目的（降水現象予測）に対する必要性の分析を進めたのち第2世代以降に反映させるものとする。

※〔註1〕今後必要性を検討する項目

雪については、深さ、密度、相当水量、粒子の大きさ、汚染、結晶構造、層理、内部の不均一性、下の地面の状態等。

氷については、密度、ブライン量、塩分量、結晶構造、温度分布、大陸氷内部構造（深さ100 m）、氷河^{*}、湖の水^{*}、永久凍土^{*}等について、この目的に必要なかどうか検討を行う。

（^{*}印は150 MHz SARによる）

〔註2〕衛星と雪氷面との間の電波パスの損失

電波パスの損失を支配する原因は、酸素、水蒸気および降雨である。

まずガス状の酸素（O₂）および水蒸気（H₂O）については図1.7に示すような損失特性をもっている。注目すべきは60 GHz帯のO₂の吸収と22.235 GHzを中心とするH₂Oの吸収である。本文中の21 GHzはH₂Oの吸収をさけるため22.235 GHzの下側を選んでいる。またAMSRの23.8 GHzは22.235 GHzの上側を選んでいる。また本文中の36 GHz、37 GHzおよびAMSRの38.5 GHzは、H₂Oの吸収帯とO₂の吸収帯の中間を選んだものである。

図1.7によれば、これらの周波数帯の損失は最大0.3 dB /km（湿度100%）であり、パス長10 kmで3 dBとなる。

降雨減衰は図1.8に示すようになり、1.25 mm/hのとき0.2 dB /km程度（37 GHz）、5 mm/hで1 dB /km程度になる。

以上の損失により、高湿度あるいは強雨時には、大気等の輝度温度にアスクされる可能性があり、数値的補正について検討する必要がある。

1.3 森林の光学観測

(1) 波長の選定

樹木の観測については、図1.9のような観測例および図1.10の観測例を根拠とすることができる（これらの図は山林火災の確認を行ったものである）。

図より、 $0.7 \mu\text{m}$ より長い波長が適していることがわかる。

また図1.11は水稻の観測例であるが、 $0.7 \sim 1.4 \mu\text{m}$ の間が農地、草地等の観測にも使えることがわかる。

以上の要求はGLIのバンド18～27で満足される。

(2) FOV

当面、マクロな破壊状況の把握でよいと考えられ、さほど高い地上分解能は必要ないものと考えられる。

OCTSの700 m, GLIの1 kmで初期は充分と考えられる。予測の進行とともに見直しを行うものとする。

(3) その他

S/Nは当初200程度とし、予測の進行により、必要に応じて見直す。

掃引幅も当初GLIの1,600 kmとし、FOV要求の見直しにあわせて再検討する。

2. 衛星システムの設計

観測センサーについては、ADEOS-IIのGLI及びAMSRと同性能でよいことになった（ただし波長帯の数は大幅に減る）。

ADEOS-IIをベースにして、観測センサーをGLIとAMSRのみにすると、ミッション機器質量は約30%減る（約1,300 → 約900 kg）。ここで衛星バス質量も比例して30%減と仮定すると、衛星全体の質量は約2,500 kgとなる。

衛星を小型にして複数衛星打ち上げ方式とするか、衛星バスを変えずに複合ミッション衛星にするか（表2.1）については、別システム（地球温暖化予測システム等）の検討結果をみて総合的に判断したい。

電力についてはADEOS-IIミッション機器より約36%減となる。

他の要求値についても当面ADEOS-II（表2.2）に準ずるものとしておく。

図1.2 センサ性能比較

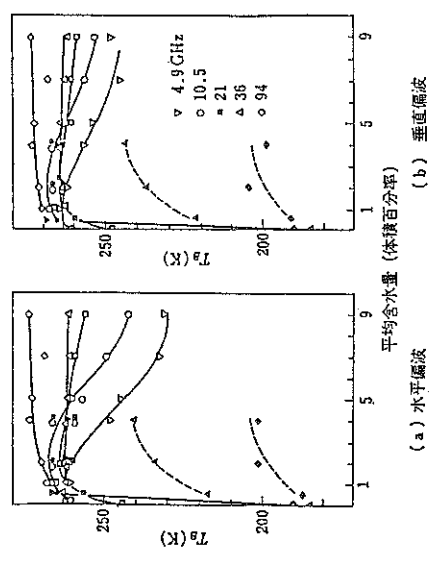
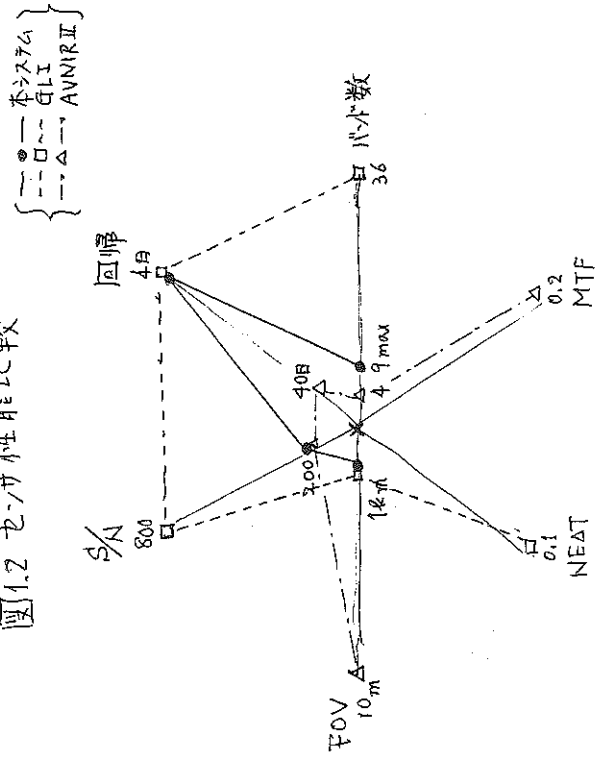


図1.3 積雪深度温度の含水量依存性。入射角20°，含水量は深さ15cmまでの平均値。中空の印は表面が凍結した状態，ぬりつぶした印は表面が融けた状態を示す。(Hofer and Mätzler", Copyright by the American Geophysical Union)

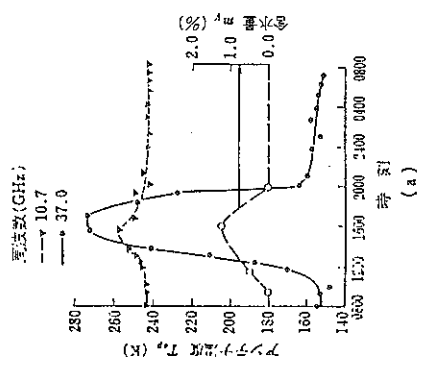


図1.4 積雪のアンテナ温度の日周変化。水平偏波，入射角50°，積雪深49cm，相当水深10.5cm。(Reprinted with permission from Ulaby and Stiles", Copyright (1981), Pergamon Press)

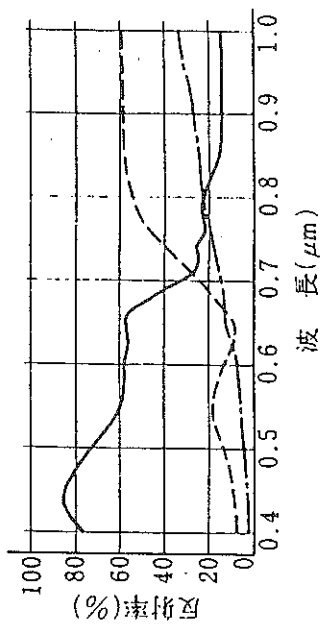


図1.5 雪(—)，植物(---)，土壌(.....)の反射分光特性

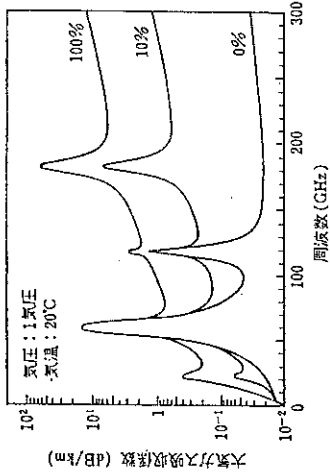


図 1.7 相対湿度をパラメータとした地上における大気ガス吸収係数の周波数特性

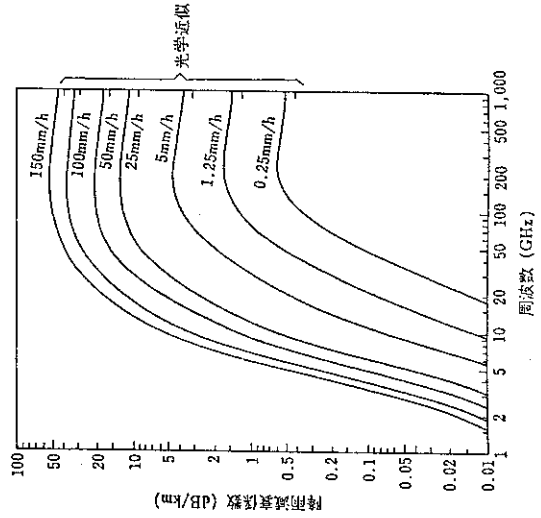


図 1.8 降雨強度をパラメータとした降雨減衰係数の周波数特性¹⁾

計算条件
 粒径分布: Laws and Parsons, 1
 雨滴終速度: Gunn and Kinzer, 19
 水の誘電率 (20°C): Ray 1972
 球形雨滴

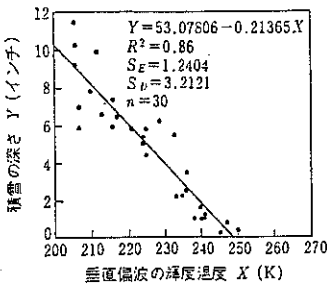


図 1.5 ニンバス6号 ESMR による垂直偏波観測データから得られたカナダ高原部における輝度温度と雪積の深さとの関係。波長 8.1 mm。R² は相関係数。Se および So はそれぞれ標準誤差 (インチ) および標準偏差 (インチ) を表す (Rango, et al.¹⁾。Published by the Nordic Hydrology)

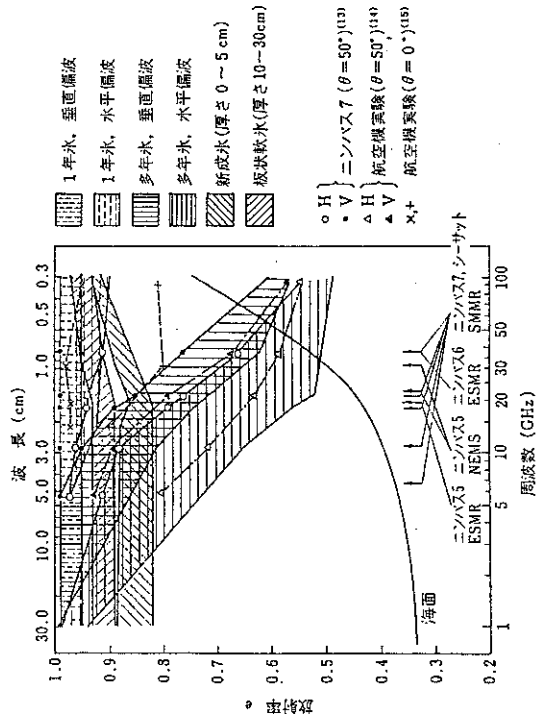


図 1.6 海水の放射率の周波数依存性

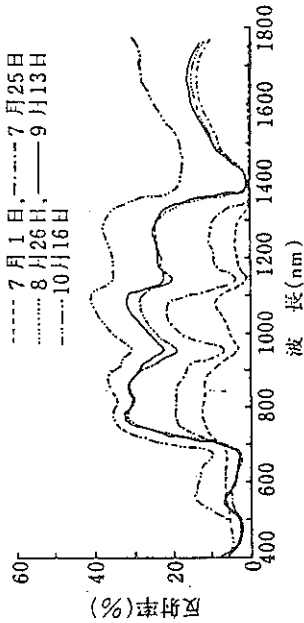


図 1.14 水稲アケノホシ (6月6日出植え) の分光反射特性の生育ステージの進展に伴う変化

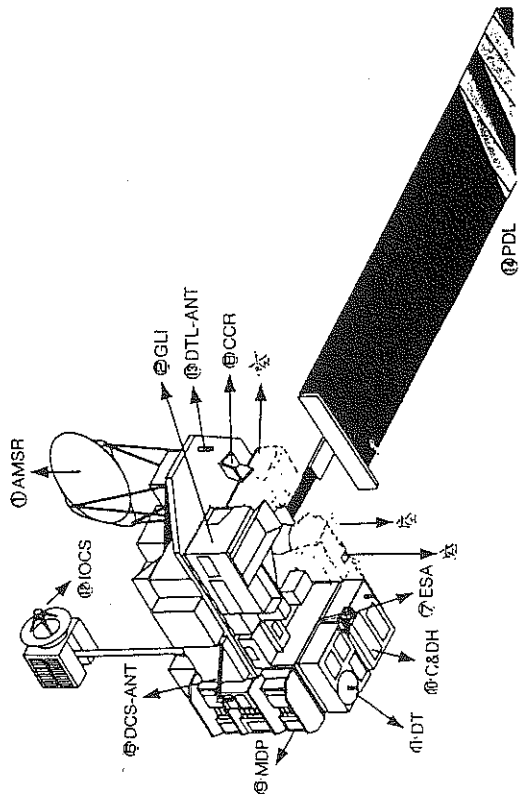


図 1.9 切りとったマツのスペクトル特性

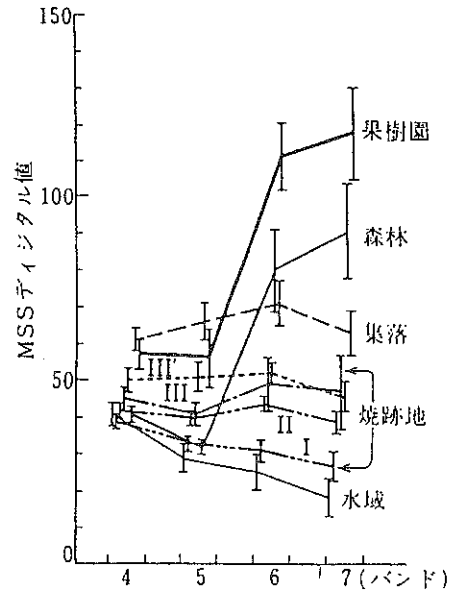
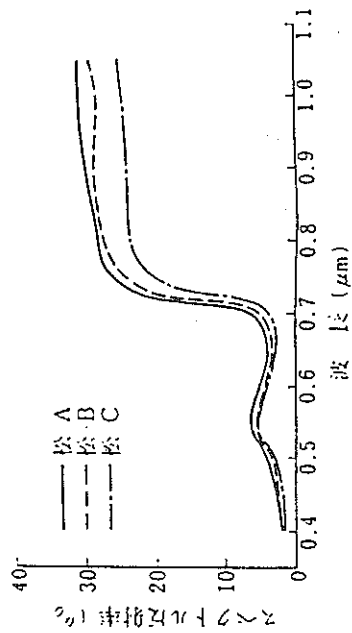


図 1.10 トレーニングエリアの Landsat MSS のスペクトル特性

表2.1 衛星質量配分

| 本設計 | 衛星ミッション機器 降水予測用 別目的 | 方 式 | |
|-----|---------------------------|--------|--------|
| | | 複数衛星打上 | 複数目的衛星 |
| 本設計 | 衛星バス | 1, 600 | 2, 200 |
| | 衛星質量 | 2, 500 | 3, 500 |
| | 別目的衛星 | 1, 000 | — |

| | | |
|--|---|--|
| (直接通信系) Direct Communication Subsystem | 周波数 Frequency | Sバンド(コマンド/テレメトリ) S-band (Command / telemetry) 上り回線周波数 2044.35MHz Uplink Frequency 下り回線周波数 2220.00MHz Downlink Frequency |
| ミッションデータ 処理系 Mission Data Processing Subsystem | 機能 Function | Xバンド(ミッションデータ) 8.18825GHz Band (Mission Data) 軌道データの選択・伝送ルート設定 ミッションデータのCCSDS符号化 ミッションデータの記録・再生 Mission Data Selection Transmitting Route Selection Mission Data Recording / Reproduction |
| 電線系 Electrical Power Subsystem | データレコーダ Data Recorder | MDR 3台 (2台同時運用) MDRX3 (2 simultaneous operations) ODR 1台 (実験運用) ODRX1 (Experiment) 記録データ選歴 Recording MDR : 6Mbps ODR : 6 / 60Mbps 再生データ速度 Reproduce 60Mbps (MDR, ODR) |
| パドル系 Paddle Subsystem | 方式 Regulation Method バッテリー Battery | 33.5V~52Vのフローティングバス方式 33.5V~52V Floating Bus NICdバッテリー 50AHx4台 NICd Battery 50AHx4 |
| 姿勢軌道制御系 Attitude Orbit Control Subsystem | 方式 Type 発生電力 Power Generation パドル展開 Paddle Deployment Time | フレキシブルパドル方式 Flexible Paddle 5000W以上 (EOL) 5000W (EOL) 40分以下 40 minutes max. |
| 推進系 Reaction Control Subsystem 局地ユーザー伝送系 Direct Transmission for Local Users | 姿勢誤差 Attitude Error 姿勢決定精度 Attitude 姿勢安定度 Attitude Stability スラスタ Thruster 送信周波数 Transmission データレート Data Rate | ゼロモメンタル三軸制御方式 Zero-Momentum / 3-axis 各軸±0.3°以下 ±0.3 deg per axis max. 各軸±0.065°以下(慣性航法時の目標) ±0.065 deg per axis max. (target) 各軸±0.008° / 秒以下 ±0.008 deg / sec per axis max. 20Nスラスタ(4本) 20N Minsterx4 1Nスラスタ(16本) 1N Minsterx16 467.7MHz 20.4375Mbps |
| 熱制御方式 Thermal Control | 方式 Type | 独立熱制御方式 Independent Thermal Control |

表 2.2.

投稿募集

宇宙先端は会員の原稿によって成り立っています。軽重、厚薄、長短、大小を問わず奮って投稿を！（下記を参考にして下さい。）

会誌編集方針

- 1 『宇宙先端』は宇宙先端活動研究会の会誌で年6回発行される。
- 2 論文の内容は、全て著者の責任とする。
- 3 投稿資格：原則として本会会員に限る。
- 4 原稿送付：投稿する会員は、B5版横書きまたはA4版横書きでそのまま版下となるような原稿およびコピー1部を、宇宙先端研究会編集局宛送付する。原稿は返却しない。
- 5 論文は未発表の原著論文に限る。ただし、他に発表したものの要約、解説等は歓迎する。掲載論文に対する質疑、意見、提案等、誌上討論は大いに歓迎する。
- 6 A4で20ページを超えるものは掲載しないことがある。宣伝、中傷、その他本会の趣旨から極端に外れる投稿は掲載できない。編集人は会誌の整合のため、著者に改稿を求めることがある。

原稿送付先：〒105-8060 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル28階
業務部業務管理課 平原 正仁

編集に関するお問い合わせは下記へ。

平原 正仁（編集局長） TEL 03-3538-6148 FAX 03-5470-4204

E-MAIL: maritad@ebony.plala.or.jp

福田 徹（編集人） TEL 0298-52-2759 FAX 0298-50-2233

E-mail: MSJ00573@niftyserve.or.jp

98年度年会費納入のお願い

宇宙先端の印刷と郵送の経費は会員の皆さんからの会費によって賄われています。下記のいずれかの方法により、98年度年会費（3,000円）を納入されるよう、よろしくお願いいたします。

なお、宇宙先端の年度は7月から始まり6月に終わる変則的なものですのでご注意ください。

1. 財務担当に直接払う

財務担当：澤 倫子 [宇宙開発事業団総務部総務課]

2. 郵便振替

口座番号：00120-0-21144

加入者名：宇宙先端活動研究会

3. 銀行振込 富士銀行浜松町支店 普通3167046

編集後記

11月にロシアのプロトンで最初の宇宙ステーションのための打ち上げが行われました。打ち上げられたのはロシアが作った「ザリャー」と呼ばれる基本機能モジュールです。

2001年には、日本が作った実験モジュール「JEM」が打ち上げられ、今回打ち上げられた「ザリャー」などとドッキングすることになります。それは日本初の本格的有人宇宙活動の始まりと言えるでしょう。

私が予想するのは、JEMの打ち上げ前に日本で起きる空前の宇宙開発ブーム。テレビ、新聞、雑誌などの各種メディアはこぞってJEMに乗り込む予定の宇宙飛行士やJEMの開発者に対して取材を行い、打上げ時にはその瞬間をお茶の間に伝えようと沢山の特別番組が組まれることになるでしょう。そしてJEMに人が乗り込んでからは今日の宇宙ステーションなんていう番組が毎日放映されることになるかもしれません。

よーし、その日を夢見て頑張るぞー！

編集局長 平原（現在、宇宙開発事業団業務部業務管理課勤務）

宇宙先端活動研究会誌 宇宙先端 第14巻 第5号

平成10年9月15日発行（頒価 1,000円）

編集人 福田 徹

編集顧問 岩田 勉

発行 宇宙先端活動研究会

東京都港区浜松町 世界貿易センタービル内郵便局私書箱 165号

無断複写、転載を禁ずる。