



JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇 宙 先 端

宇宙先端活動研究会誌

JUL. 1987
VOL. 3—NO. **4**

IN THIS ISSUE,

FROM THE 2ND CONFERENCE	107
FAN SATELLITE	111
EXPLORATION OF MARS	T. INATA.....114
DREAM IN SUMMER NIGHT	S. MORIMOTO.....118

宇宙先端

宇宙先端活動研究会誌

編集局

〒105 東京都港区浜松町2-4-1
世界貿易センタービル内郵便局私書箱165号

編集人

岩田 勉 TEL0298-51-2271 EX 341

編集局長

長谷川秀夫 TEL03-451-9388

編集顧問

久保園 晃 宇宙開発事業団種子島宇宙センター所長
土屋 清 千葉大学映像隔測センター長
中山 勝矢 工業技術院中国工業技術試験所長
長友 信人 宇宙科学研究所教授
山中 龍夫 航空宇宙技術研究所宇宙研究グループ総合研究官

監査役

伊藤 雄一 日本電気株式会社宇宙開発事業部技師長

宇宙先端活動研究会

世話人代表

園山重道

世話人

石澤禎弘	伊藤雄一	岩崎茂弘	岩田 勉	上原利数	宇田 宏
大仲末雄	川島鋭司	菊池 博	五代富文	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	馬島亜矢子	松原彰二
森 雅裕	森本 盛				

目 次

1 . 第 2 回 研 究 会 か ら	107
2 . 扇 子 衛 星 の す す め — 宇 宙 開 発 へ の 「 縮 み 」 の 利 用 —	111
3 . 火 星 探 検 の 意 義	114
4 . 夏 の 夜 の 夢	118

(次 回 予 告)

- 1 . 2 周 年 記 念 の 講 演 の 記 録
- 2 . J E M の 費 用 ・ 効 果 分 析
- 3 . 通 商 白 書 か ら み た 宇 宙 産 業
- 4 . そ の 他

第2回研究会から

宇宙先端第2回研究会が 月 日、中退金ビルにて開かれました。当初の予定が、講師の関係で急きょ変更になり、ピンチヒッターとして宇宙開発事業団の森氏に現在のアメリカの宇宙開発計画の概要について問題提起をしてもらい、それをもと出席者で話し合ってもらおうということになりました。今回、座談会の内容もすべて、本誌上でご紹介しようと計画しましたが、録音状態が非常に悪く編集局の方でこれを原稿におこすことが困難でしたので、比較的録音状態のよい冒頭の森氏の問題提起の部分のみ誌上にて紹介したいと思います。

NASDAの宇宙基地におります森と申します。この件に関する講師がなかなか見つかりませんで、当初予定していた人が駄目になってしまったので急きょ予告と違う方向で会を催すことになりましたけれども、ざっと私が突貫工事で書き、集めたものをお配りした次第です。まず、米国宇宙政策の現状というメモ書きで、最近の宇宙政策の動向についてご説明致したいと思います。これに最近のアメリカにおける宇宙政策の動きを並べてみたわけです。まず最初に米国国家宇宙委員会、これは1984年7月16日に法律が制定されまして委員会ができたわけです。National Commission on Space (NCS)といます。レーガン大統領によりトーマス・ペイン元NASA長官を委員長とするNCSのメンバー14名の指名をもって会が発足しました。これが1985年の3月29日ということです。この委員会は設立後一年以内に、今後20年間に亘る非軍事的目的のための長期宇宙計画及び計画促進のための法律の整備等に係わる勧告を大統領及び議会に提出し、報告が終了しますと法律上60日以内に解散するということになっています。この宇宙委員会が行った活動内容は、このメモに書いてあります通りで(※)、このNCSでまとめた報告書が1986年5月に出されました。この報告書のタイトルはパイオニアリング・ザ・スペースフロンティアといます。非常にカラフルで内容の密度の濃い報告書になっています。この中で宇宙時代の来る50年を投影し、かつ来る20年の米国の宇宙開発の諸目標を提言しております。米国のためにひいては人類のために月へいく話と火星にいく話が書いてありまして、その月へいく話火星にいく話を現実的にどういう風にアプローチし、研究開発して行くか、整備しなければならないアーキテクチャー、解決しなければならない

クリティカルな技術その他諸々について提案がなされています。この報告書を受ける形でNASAは、NASAにはもともと、NASA ADVISORY COUNCIL (NAC) という諮問委員会がありまして、このNACを中心に、先のNCSの提案を付議しまして評価検討を行なってきたわけですけれども、1987年の3月にこのファイナルレポートが出されています。それが別添の資料2です。概ねNCSがまとめた内容を肯定するような形で報告されています。それで、最近の動向ですが、つい最近1987年5月4日号のアビエーションウィーク、別添資料3ですけれども、その辺の話がどう具体化されているかについて報告されていまして、これによると一応予算化するための努力をしているようです。NASAとしては月へいくあるいは火星へいく計画を強く望んでいるんだと、そこで、月計画及び火星計画を支援するための主要な新規技術開発とその方向づけをするためのプロジェクトとしてパスファインダープログラムを要求しているわけですけれども、これはオプション1とオプション2の2つのプログラムに分けて提案されていまして、一時はリジェクトされたんですが、1988年の補正予算でオプション1の方はなんとか行けるんじゃないかと、それからオプション2の方はちょっと悲観的という記事がでています。内容は具体的にはわかりません。このように長期構想に関しては概略こういった動きがございます。かたやシャトル利用を含む近未来的な宇宙政策はどうなっているかということですが、私が先の宇宙先端にのっけた宇宙開発戦略私案という中に、例えば別添資料4ですけれども、H-Iロケットの打ち上げの2日後の8月15日、レーガン大統領がシャトルによる打ち上げは国家安全保障上、外交政策上、科学技術政策上必要な場合に限定し商業衛星の打ち上げは民間企業に委ねるという意思決定をしました。これは非常に重要な決定でして、この大統領決定を受けまして、8月の18日に運輸省のドール長官がステートメントを発表して、ヨーロッパと、これは名指しで言っているんですが、日本と中国と競争することが可能になったということで歓迎の意を文書で表明しています。そこに至る経緯なんですが、1982年の2月に、大統領はELVの民営化に係わる主管官庁を運輸省に決定しました。そこで今のドール長官の談話が出てくるわけですけれども、この民間に委ねるという決定は、政府の宇宙政策つまり、衛星等の打ち上げは全てシャトルを利用するということですが、その政策がELVの民営化の障壁、障害になっているというロケットメーカーあるいは衛星メーカーからの批判に応えたものです。そこでNASAは、この政策決定を受け、打ち上げ方針を変更することにした

わけです。そこで最後に、宇宙政策が変更された後の米国の商業化政策と日本の宇宙開発の関わり合について今後、どの様に推移して行くでしょうか、これは私の資料の171ページに書いておきましたけれども、やはり経済摩擦、経済戦争といいますが、日米間の経済摩擦を抜きにしては考えられないような状況にありまして、これ宇宙先端に載せてありますので皆さん読まれたと思いますけども、基本的には、要するに自由で公正な競争を米国側は望んでいる訳でありまして、いわゆる日米農産物交渉に於ける牛肉の問題だとかオレンジの問題だとか、半導体の問題だとかそういった問題と同じような扱い方で宇宙に関しても見ている訳です。その例が171ページの下の方にでてくる通信衛星の購入問題ということになって現れてきているわけです。で、どうも日本サイドとしてファクトファイディングが若干ちょっとすれ違っているなどと思われるのは、172ページの真ん中辺に書いてありますけれどもハーバード大学のロバート・B・ライシュ教授が言っていることに尽きるんじゃないかと思います。で、米国の政府は国内産業を再編成したり、育成したりするための広範な計画を立案することが出来ない。権限が余りにも広く分散されているからである。野心的な計画を立案するだけの権限と独立性を持った政府機関は一つもない。だから、まさにその権限の分散のために特定の産業が政府の特定機関を脅したりすかしたりして、彼らが望む産業政策を打ち出させることができるのであると言いきっています。要するに、今までの日米間で問題になっている大きな、代表される問題としては、自動車とか半導体とか米とか言うのがありますけれども、すべて民間団体が動いて国が動く、といった構図が浮き彫りにされる。そういう意味で、今一度こういった観点から日本の宇宙開発を見てみると、一つの方向を見いだすことができると思います。つまり、国の出資を受け、国家プロジェクトを遂行する機関が商業活動を行うことは、将来ヨーロッパにおける民間企業アリアンスペース社、米国におけるジェネラルダイナミック社、マーチンマリエッタ社、マクドネルダグラス社等とことごとくコンフリクトを起こすことになり新たに又経済摩擦の火種を増すようなものであります。ということが私の調べた範囲での結論なんです。従いまして、日本の宇宙開発は当面基本的には、米国の宇宙ステーション計画に参加し、宇宙ステーションの中での活動あるいは宇宙ステーションを中心として展開されて行くわけで、米国の宇宙政策あるいは宇宙計画を十分ウォッチしながら経済摩擦等に発展しないように日本の宇宙計画を企画し、基盤技術の確立を図っていく必要があるのではないのでしょうか。ま、そこまでにしてみなさ

んでこういった材料をもとにディスカッションしたらどうかなと思います。

(※)

- (1) 現行及び将来の宇宙活動を検討し、米国の非軍事宇宙計画のためのアジェンダを作成する。
- (2) 今後20年間に亙る米国非軍事宇宙活動のために長期目標、機会及び政策の選択案を明確化する。
- (3) この責務を遂行するに際し、以下の次項を米国としての長期的な非軍事の宇宙政策に関する計画のための選択案及び勧告を作成する。
 - (a) 低高度地球周回軌道上にある恒久的有人宇宙基地に対する米国の確約
 - (b) 現行並びに将来の科学、経済、社会、環境および対外政策における米国の必要事項、及び宇宙科学、技術及び応用に関する要求事項を実施して行くための手段。
 - (c) 米国の官民が上記パラグラフ(b)において明確化される必要事項を遂行するための能力の適正
 - (d) 研究及び技術開発計画に関し、連邦政府機関間での協力的な交流を推進し、非軍事宇宙計画への利益をもたらすための手段。
 - (e) 連邦政府の計画における目的もしくは米国としてのニーズの達成へ向けての宇宙空間を利用する際の機会及び制約。
 - (f) 宇宙の研究、技術開発及び応用の活用を介し、新たに発生する可能性のある問題点および関心事項。
- (4) 上記(3)に従って提出される選択案及び勧告に必要な費用及びタイムスケジュールの見積、制度上の要求及び選択案並びに勧告の実施に必要な法律の改正

扇 子 衛 星 の す す め

—— 宇宙開発への「縮み」の利用 ——

楠瀬 智宏・上原 利数

CS, BS, GMS等の実用型静止衛星が打上げられてから10年余。この間、日本の宇宙開発技術は急速な発展を遂げ、現在では、21世紀をにらんだ高度で多様な宇宙活動の基盤となる宇宙インフラストラクチャーの研究・開発が開始されようとしています。

これらの活動を進めるに当たっては、国際協力は不可欠なものでありましょう。そこでの日本の貢献度は、日本の独自技術をどれほど有効に宇宙活動に役立てられるかにかかっているといっても過言ではないでしょう。（勿論、経済面での貢献もきわめて重要ではありますが。）

そこで、今回は、日本の独自技術というものについて、やや斜めの方向から考察を加えてみることにしました。

1. 技術の方向 —— 大型化・高精度化

現在までの宇宙開発の技術動向を概観すると、日本を含め全世界的に大型化・高精度化の方向に発展しつつあるように見えます。通信衛星ひとつを取ってみても回線数の増大に伴う衛星の大型化（大電力、長寿命化）及びアンテナポインティングの高精度化（高精度姿勢制御、アンテナの高精度ジンバル制御等）に向けて多くの努力がなされています。将来的には、恒久的なプラットフォームへとますます大型化されてゆくでしょう。

2. 普遍的な日本の独自技術発見 —— 世界を席卷？

このような技術開発動向の中から、日本の独自技術とは一体何だろうと自問してみます。個々の技術で考えてみますと、世界的ないくつかのすばらしい技術が頭の中に浮かんできます。日本の科学衛星など、その典型と言えるのではないのでしょうか。更に続けてより普遍的なものは……と自問を繰り返します。普遍的なものとなるとどうもすんなりとは出てこないのです。日本の歴史にその解の一端を求めてみました。

日本の歴史の中で世界を席卷した技術と言え、近いところでは戦後、世界中の Consumer Products 市場を席卷した Made in Japan 製品の成功。これです。この技術こそ日本のお家芸。——そして、この技術の本質普遍的な日本の独自技術とは？——それは高い信頼性に裏付けされた「小型化」だったのです。小さな小さなトランジスタラジオに始まり、テープレコーダ、電卓、VTR、液晶テレビ、CD、LSI等小型化、軽量化、低消費電力化、高信頼化によって、世界中の消費者に多大の貢献をしています。

一方、衛星やロケットに搭載するサブシステム／コンポーネントの機能性能及び信頼性を低下させずに、その大きさ、重量、消費電力を2分の1あるいは4分の1にでもすることができたとしたら、一体どんな事が起こるのでしょうか。

3. 日本の特性？ —— 小さくすること大好き

卓抜な視点で「日本人論」を説いている韓国の李御寧（イーオリョン）教授によれば、欧米の「拡がりの文化」に対して日本は「縮みの文化」と言え、日本人の「縮み」志向は、以下の6つの型に分類できるそうです。

- ① 入れ子型 ----- 込める
(「広く使って小さく納める。」省スペース志向)
- ② 扇子型 ----- 折畳む・握る・寄せる
(ものを手で握れるようにする。すなわち、手頃・手軽にする。)
- ③ 姉さま人形型 ----- 取る・削る
(複雑なもの、ムダなものを大胆に切り捨てる。)
- ④ 折詰弁当型 ----- 詰める
(より狭い空間により多くのものをコンパクトにして、そして量を質に変える。)
- ⑤ 能面型 ----- 構える
(いろいろな動作／時間をひとつの形／瞬間に縮める。)
- ⑥ 紋章型 ----- 凝らせる
(抽象的な拡がりの世界を具体的なひとつの型に縮小しようとする。)

各型の詳細については参考文献を読んでいただくとして、このうち、扇子についてのエピソードが興味深いので紹介します。扇子は日本人だけが発明し、世界的なものとなった代表なのだそうです。以下にその一部を引用しましょう。

「世界のどの国でもウチワはあった。しかし、だれもあの平たいウチワを畳んで縮めようとは考えませんでした。日本人が扇子を開発したということは、日本人だけが、

そういう着想をしたということであり、それは日本特有の文化構造を生み出す『縮み志向』を意味しているのです。」

つまり、小さなものを好むのは日本人の特性／日本の文化そのものに根ざしていると言うのです。

4. 小型化のインパクト —— システム設計思想の変化

搭載機器及び地上装置等の小型化によって現在のシステムの設計・開発にどのようなインパクトを与えるのでしょうか。物理的に不可避な理由により小型化が困難なものを除いて、材料技術、実装技術、熱制御技術等の進展によって機器の大幅な小型化が達成された場合には、少なくともシステムの設計思想そのものに大きな変化が現れてくるのではないのでしょうか。具体的にどのような変化を生じ、その結果として開発されるシステムがどのようなものとなるかについて、現時点で判断することは困難です。しかし、全く新しいシステムが考え出される可能性を秘めていることだけは確かでしょう。そして、それは世界中に大きなインパクトを与え得るものとなるはずで

5. 世界中の宇宙開発へ —— 日本の貢献

大型化・大容量化・高精度化に向かって急速に進展する宇宙開発技術。その中において、日本の独自技術というものの性格の一部について少し検討を加えてみました。

今回の検討において「小型化」という思想は国際的に見てもきわめて独自性の強い日本固有の思想であるらしいことが分かってきました。現在、宇宙開発技術はシステムの大型化・高精度化の方向に急速に進展しつつあります。しかしながらそれと同時に日本の文化を基盤とした「小型化」の思想は —— 単にものを小さく作るという技術それだけでも —— 決して軽んじられてはならず、日本の宇宙開発技術へ今以上に積極的に取り込む必要があるのではないのでしょうか。そして、その技術こそ、世界の宇宙開発に大きく貢献できる可能性を秘めた日本独自の宇宙開発技術のひとつと言えるのではないのでしょうか。

「糶の調度。蓮の浮葉のいと小さきを、池より取り上げたる。葵のいと小さき。
なにもなにも、ちひさきものはみなうつくし」 枕草子より

参考文献

- (1) 盛田昭夫他, MADE IN JAPAN 朝日新聞社, 1987.
- (2) 李 御寧, 「縮み」志向の日本人, 講談社, 1984.

(宇宙技術開発株式会社)

火星探検の意義

岩田 勉

1. はじめに

米国において火星探検が広く支持される背景は、ソ連の火星探検によって、米国の首位が脅かされるであろうという推測である。

宇宙コミュニティ内部の事情としては、ロボット／無人科学探査のグループと有人宇宙飛行のグループとが両立し得るという利点もあろう。また月と比較した場合、火星は遠隔操作の距離を完全に超えているため自律型ロボットが活躍するには絶好の空間であり、米国のロボット技術を飛躍させて、日本を引き離すチャンスであるとの論議もなされている。

長期的に、人間が居住し、植民することまでを夢みる人々にとっても、水と空気が入手し得る火星の環境は魅力的である。問題は地球から遠いことである。宇宙空間で距離が遠いということは、地球上での交通の問題とは異なる面でコストが発生する。この事情は本質的には重力場に対する運動エネルギーの変換の問題である。地球表面上の移動のように距離に比例して運賃と時間がかかるという性格のものではない。輸送コストの半分 ΔV で 10km/s が地球からLEOへ躍り上がるために費される。LEOから外側へは、静止軌道まで上れば後は重力ポテンシャルが平坦である。すなわちロケット燃料を必要としない。月まで行っても同じである。火星へ行く場合、太陽の重力ポテンシャルに逆って上ろうとすると地球軌道からの脱出速度 $\Delta V = 30\text{km/s}$ を必要とするから、これは不利である。ところが、地球軌道からの摂動として火星軌道へ移る方法を1920年代にホーマンが発見した。今日の軌道間輸送の基本となっているホーマン遷移である。これによれば ΔV で 5.5km/s すなわち、静止軌道への $\Delta V = 4\text{km/s}$ より多少多く、月への航行と同程度の燃料で火星軌道へ移れる。ここまでは、あまりコストがかからない。ところが火星の重力が地球の4割もあるところから、火星表面への着陸には ΔV で 6km/s 程度を費してしまう。

火星は遠いから到達しにくいのではなく、重力が大きいから着陸しにくいのである。火星には薄くとも大気があるので、有翼の着陸機を用いて減速用の燃料を節約しようという案は合理的である。勿論、翼と着陸脚が十分軽量に作れ

なければ意味がない。

2. 火星の環境

火星には大気がある。高低差の大きい火星では、気圧差も大きい。平均して約6ミリバールである。大気の成分は主として二酸化炭素であり、他に水蒸気、窒素、アルゴン等を少量含んでいる。この大気から、生命維持用の酸素、水及びロケットの推進材は容易に得られる。(液化、分留、分解装置による)二酸化炭素と水の存在は、植物栽培/農業が可能であることを示している。大気は薄くとも数百グラムまでの隕石の落下を防ぐことから、人体、機械の防護が必要なくなる。

火星の大きさは月と地球の間であり、その環境も、月と地球の間にあると言ってよい。火星の自転は、地球に近い昼夜を作ることとなる。

南北の極には水と二酸化炭素が凍結した極冠があり、重要な資源となり得る。表層の岩石は火成岩であり、砂状の表土がバイキングによって確認されている。

3. 火星への飛行

火星の表面に着陸するためのコストは、距離の遠さにはあまり関係がなく、火星の重力によって決まる。したがって、火星の月であるフォボスとダイモスのように重力が非常に小さい天体に着陸(むしろドッキングというべきである)し地球に帰還するための推進エネルギーは、月面へ往還するよりも少なくてすむ。火星への着陸に、有翼機を用いて減速すれば、火星表面への往復も、月面への往復に比べて、それ程コストは大きくない。 ΔV の差は1.4km/s程度であり、これは全増速量の数パーセントである。

火星への飛行が月への飛行に比べて容易でない点は、推進エネルギーの大きさではなく、飛行時間がかかることと、出発、帰還のタイミングが2年に一度(平均周期778日)しかないことである。

月への飛行時間が約3日間であるのに対し、火星へはホーマン軌道で270日程かかってしまう。これを短縮しようとするれば必要な推進エネルギーは非常に大きくなる。最小エネルギー軌道の2倍のエネルギーを費す軌道を選べば、200

日程度で航行できるが、これより短縮するには化学推進では燃料がかかり過ぎてしまう。このため、米国では原子炉ロケットの開発も提唱されている。しかし今世紀中、あるいは21世紀初頭までは液酸／液水の化学ロケットを使わざるを得ないと思われるので長期の飛行は不可避となる。有人飛行を考える場合、このように長期間の無重力状態が与える悪影響が心配される。LEO宇宙ステーションは、長期無重力及び人工重力の実験に利用されることとなる。

火星と地球は、平均 778日の周期で会合する。地球からのホーマン軌道に乗った宇宙船が火星軌道に到達したとき、丁度そこに火星がくるためには、この周期に合わせる必要がある。

4. 宇宙ステーションの活用

火星有人飛行のためにはLEOに2000トン程度の物資を運び上げなければならない。これらのほとんどは無人の輸送機で打ち上げることができるがLEO上で組み合わせ推進剤を充填することとなる。このため、OSV等ロボット技術を活用するとしても、LEOでの有人活動によるサービスは不可欠であろう。宇宙ステーションは火星ミッションのベースキャンプとして重要な役割を果たす。

2000トンの推進剤、機体、タンク、エンジン、火星船キャビン、消耗品その他の機器は新シャトルあるいは次世代輸送系によって50～100 トンずつ打ち上げられるが、これらをLEOに集積するには一年間以上の期間を要する。この期間、物質は宇宙ステーションに係留され、保管され、組み合わせられて行くことになる。

火星宇宙船は宇宙ステーションの10倍の質量を持つ巨大構造物である。その半分以上は推進剤である。宇宙ステーションはほとんど火星専用のスペースポートになるであろう。液酸／液水推進剤の保管と充填が中心的な機能となる。現在、開発されている宇宙ステーションがこれを目指すことになるかどうかは不明である。しかし、少なくとも、宇宙ステーションが、このようなスペースポートとしての機能を欠落したまま開発され、運用されることはあり得ないのではないだろうか。

5. フォボスとダイモスへのミッション

ソ連は来年フォボスへロボット宇宙機を送る計画を進めているという。火星有人着陸のための中継基地として、天然の宇宙ステーションであるこれらの天体の価値は高い。しかし長期的には、それ以上にフォボスとダイモスは重要である。それは水素、炭素、窒素という月面にない物質の供給源と見なされているからである。LEOからでも、輸送コストから見て、これら火星の月の方が地上よりも近い。地上からLEOの ΔV が 9km/s 以上であるの対し、フォボス/ダイモスへの往復の ΔV は 6km/s （エアロブレーキ使用）程度で済む。もっとも時間は2年間くらいかかってしまう。それでも例えば、水の配達料はフォボス/ダイモスからの方が安い。フォボス/ダイモスへ向かうには、地球の公転速度ベクトルの方向へ、ペリヘリオンキックをしてホーマン軌道にのり、火星が周回してくるのに合わせて接近し、火星の大気でエアロブレーキをかけてフォボス/ダイモスにランデブーする。着陸/離陸は、重力に逆らう程ではなく、ドッキングのような 10m/s 程度の推力でよい。帰りはアポヘリオンのレトロキックをしてホーマン下降軌道にのり、地球が周回してくるのに接近して、地球の大気でエアロブレーキをかけ、LEOステーションとランデブーすればよい。合計で ΔV 約 6km/s の推進剤を消費する。これは静止軌道へエアロブレーキを使って往復するための ΔV よりも1割くらい大きい。時間は2年間かかる。地球から金星にまで降りて行ってスウィングバイを利用すれば同じ ΔV で、ミッション全時間は約700日に縮められる。

マイクロ重力の研究に伴って、 10^{-3}g 程度の生産工程のメリットが発見されれば、フォボス/ダイモスは資源と宇宙環境（ 10^{-3}g ）を備えた巨大な宇宙工場となる可能性をも秘めている。そこまで至らないまでも、火星への有人往復が頻繁に実行されるような時代には、液体酸素を推進剤として製造することが考えられる。

（編集人）

夏の夜の夢

森 本 盛

メンデルスゾーンの音楽ではありません。高熱をだして寝ているときに見た幻想ですから、むしろベルリオーズの世界かもしれません。

私はスペースコロニーを訪れていた。そこには現世とは違う色々なものがあった。私が最初に興味をもったのは、エネルギーの使い方であった。それは太陽エネルギーを効率よく使うシステムであった。

太陽光線は集光装置で集められ、そのまま送光ケーブルで利用者に送られ、照明などに使われていた。照明の場合、電気を仲介とする古い方法とくらべて、効率は5倍以上良いようであった。また、これをキャリアとする通信が発達し、こちらは電気を仲介とするやり方の100倍の効率で光源がえられていた。特徴は有線／無線に共用できるところで、建物の中では光ファイバが使われ、見通しの良い所にくるとファイバの先にレンズをつけてそのまま空間伝播をさせていた。

太陽熱の方は集熱装置で集められ、これも送熱線で直接家庭などに送られていた。固体の高性能ヒートパイプと熱絶縁被覆（超断熱材）の技術がこのシステムを可能にしていた。加入者用送熱線の被覆をはがして、加熱するものの中に直接入れられるので熱量の損失が少ない利点がある。ただ送熱線の融点があまり高くないので、そのまま高温炉に使えない点で、あと一歩という感があった。

ちょっと驚いたのは、蓄光池／蓄熱池である。太陽同期極軌道で、地球の影に入らない昇降点を選んだコロニーでは、常時太陽光を利用できるが、影に入る軌道の上のコロニーは蓄光熱池が必要である。使われていたのは、バイオの発達で葉緑素を媒体とする光熱合成によって炭酸ガスと水とからCH化合物と酸素を作って蓄えておくシステムであった。蓄えられた熱の再生効率は相変換型（固体→液体等）よりも良く、ほぼ満足な値がえられていたが、光の再生は効率がやや低いので、光を直接蓄えるシステムのR&Dが行われていた。螢光物質の一種ということであったが、詳細は知らされなかった。

水の供給は、水蒸気を送るシステムであった。蒸気の圧力を利用して送り出すので

ポンプは見当たらなかった。これも超断熱材のパイプができたので実現をみたシステムである。一般家庭の炊事や風呂は、蒸気を冷やして使う加冷方式で、現世の加熱方式の逆であった。鍋釜の類はすべて加圧式であった。コロニー内の気圧は 0.5気圧に近く、水の沸点が90°C以下なので圧力釜が必需品になっていた。R & Dの成果として沸点の高い水も出来ていたが、テクノロジーアセスメントがまだ充分でないので暫くは現状維持の様相であった。なお重力が小さく、大気の高さも低いので、気圧を高めるために大気加圧ポンプを使っていたが、そのポンプの省エネのため、標準気圧を低くしてあるということであった。

蒸気を冷やして使う場合、蒸気から奪った熱量を色々な用途に使うように工夫されてはいたが、それでも冷え切らないときのために送冷システムが活躍していた。送冷線で冷気を送るという説明であったが、実は伝熱線と同じもので熱を逃がしてやるシステムである。送冷線の端は、さきの集光/集熱装置の裏側に設けられたラジエータにつながれていた。

電波は光を非直線デバイスに加えて発生させていた。ステップダウン法よりもインタモジュレーション法の方が効率が良いとのことであった。また光ビームと電波との相互作用によって電波を増幅することもできるとのことであった。ただ電波は、地球や他のコロニーからの妨害で、通信にはあまり使われず、高周波加熱等に使われていた。

またコロニーの外側に 100m四方~数km四方の螢光膜で作られた大型掲示板がいくつかあった。これも太陽風の一部を集め、高速のまま細いビームにして螢光膜に向けて照射して発光させるもので、オーロラビジョンと呼ばれていた。ビームの走査はテレビのブラウン管と同じであった。以前は電子ビームを使っていたが、省資源になる今の方法に切りかえられたとのことであった。

移動体の動力は、CH化合物をO₂で燃焼させるエンジンで、現世の自動車に近いが、両方の燃料を載せて動くバイプロペラント形であった。進歩していると感じた点は、排気ガスのうちCO₂を直ちにドライアイスにして持ち帰るところであった。これはさきほどの光熱合成工場で、原料として高価に買いられていた。

固定の動力源で新しいものとして、太陽風の一部に磁力線と相互作用をするものがあり、これを集めてコイルに流し、モータにしているものがあった。さらに、光を通

したファイバコイルと相互作用をする新力線のR & Dが進められていた。将来の動力として有望とのことであったが、内容は厳秘であった。高エネルギー粒子の加速には、マイクロ波加速でなく光加速が用いられていたが、これを太陽風の直接利用に置きかえることが試みられていた。

以上の技術は、水星から火星の間の宇宙で充分実用になるといわれていた。

これらのエネルギー関連設備の建設には、日本の電力・ガス・水道などの業界が30%の出資をしているとのことであった。

輸送手段では、鉄道の殆どが高架モノレールであり、見かけがロープウェイに近いと感じた。また自動車のタイヤが小さく薄かったこと、荷役のクレーンの骨組がキャシャでワイヤも細かったことなどが印象に残った。

輸送機用エンジンとしては、水素と酸素によるハイブリッド型が用いられていた。大推力を要するとき（例えば地球からのリフトオフ）には化学反応で、それ以外は酸素のイオンエンジンとして働かせていた。酸素までは大推力のイオンエンジンが実現していた。水素を使えば燃料は微量で済むが、極超高圧大電力電源と推力の2点で実用は難しいとのことであった。

また、改良型の超加速エンジンの試運転が行われていた。これは酸素と炭素をそれぞれイオン状にして高電圧で加速したのち、特殊なチェンバで化学反応させて高い比推力/推力を同時にえるものであった。これも酸素と水素を使う方が大幅な燃料節約になるが、比推力のアンバランスとさきに述べた電源の問題が壁とのことであった。さらに将来に向けて、色々な元素の組合せについて研究がなされているとのことであった。当面、ナトリウムと塩素といった取扱いやすいものから着手されていた。この実験は、水や炭水化物のような燃料原が得がたい惑星に行ったときの、燃料確保のシミュレーション実験とのことであった。

コロニー内の資源リサイクルの大原則は、水、酸素、炭素をうまく循環させることであった。これらは地球生物の必要原素だからである。大気中の廃ガス処理としては、大気をポンプで寒冷エリアに送り、液体または固体に変わる温度が気体ごとに異なる性質を利用して、分類・処理が行われていた。

さらに太陽風の中の物質やエネルギーの利用についても検討されていた。将来はもっと積極的に、地球軌道に内接するような楕円軌道に人工惑星を打ちあげ、太陽の近

くで集めたエネルギーを地球軌道に運搬しようということであった。ここでも公害問題として、住民から備蓄基地はコロニーからかなり離れた軌道にすべきとの要求がだされていた。

月への定期便は毎週月曜日に出発していた。地球からの往復に比べると発進／帰還が極端に易いので頻繁に往復ができるようになったが、まだ資源運搬などの工業利用が中心であった。惑星定期便はテストフライトの段階であった。惑星に基地をついたら赴任期間をどうするかなどの joke がきかれた。

宇宙船の発進にはカタパルトが用いられていた。コロニーの回転を利用するため、最外周の速度の速いところにカタパルトが建設されていた。発進時はコロニーの回転速度を+に利用するか-に利用するかのタイミングをとればよいので比較的易しいが、帰還時のコントロールが難物とのことであった。最悪事態を考えて、大きなカスミ網の脚部にスライドメカとブレーキがついた設備が置いてあった。

質量の大きいものを簡単に持ちあげることができるので、むしろ慣性に気をつける必要があるとのことであった。慣れるまでは動かし始めたものを止める力の予測が難しく、物の間にハサマレたり、ハンマー投げの練習で選手がハンマーに振り回されるといった事故があったそうである。

建築物については容易に想像されるとおりなので省略するが、重力が小さいだけでなく、風のコントロールがなされ、かつ地震の心配がないので、地球上にくらべて条件は3重に有利になっていた。

日本から美容ツアーが訪れていた。ときどきコロニーにくると身長が伸びるという唱い文句である。長期的には、幼い頃に1~2年滞在すると、食べ物の関係で胴が短くなるということであった。笑いを誘われたのは、柔らかく効率の良い食べ物が多いので噛む動作が不足し、脳の働きが鈍くなるので、ウェルネス食品としてスルメが輸入されていたことである。

寝たきり老人のための養護施設はとくに好評であった。また心臓の負担が小さいというので、心臓病の療養にきている人がいた。逆に高血圧の人は注意が必要とのことであった。

重力場の違いがあることを利用して、場所を変えながら考えると、高い創造力をえることができるというので、地上から調査団がきていた。彼等は地上で横になったり、

立ったりしても同じ効果があるのではないかといていた。

太陽エネルギー利用率が高いのは、昇交点が地方時の6時になるような太陽同期極軌道で、軌道・姿勢制御には超大型のマグネットコイルと地球の磁力線との相互作用を利用していった。コロニー自身の位置・姿勢は、地球との相対関係や恒星の天測等から求められていた。天測は地上よりもずっと簡単・確実に行えるとのことであった。

各コロニーには夜間識別灯をつけることが義務づけられていた。識別灯の形と色とでコロニーを見分けるための超大型ネオンサインである。デジタル信号で変調され、コロニー間通信等にも利用されていた。コロニーが編隊飛行をする時代には美しい夜景になるという人もいたが、天文学者は反対のようであった。

衝突防止レーダについては、何種類か実用化されていたが、衝突回避アクチュエータについては研究段階にあるとのことであった。

樹木は、重力や強風に耐えて根を張ったり、日光を求めて高く伸びたりする必要はなく、材質はソフトな感じであった。重力と日光の方向との角度の関係によっては、単純に上に伸びればよいというものでもなく、植物は成長方向に悩んでいるようで、葛や藤のような形のものが多かった。また季節がないので木目のないのが特徴であった。花の咲く次期もランダムで、風流という面では淋しい感じであった。

季節はエリアによって分かれており、夏エリア、冬エリア等があって、ファッション産業は成り立つとのことであったが、重力等の関係等のためスポーツは地上のようにはゆかないようであった。また暖冷房産業は、特殊ユーザを相手とするものであった。コロニーぐらいの大きさになると、一応雨が降るので天気予報はあるが、かなりコントロールができるとのことであった。

人工知能に関しては、AT&Tのナメクジをひきついでカマキリを用いた研究が行われていた。一方、カール・セーガン（天文学者）の脳へのコンピュータ移植説に反撥するグループでは、脳細胞が1/10しか使われていない現状を打破する研究をしていた。今の2~3倍の細胞が活用でき、5次元能力（超能力といわれている）のトレーニングができれば、惑星飛行等で宇宙機内に生じたあらゆる異常現象を機内で対処できるようになるという狙いである。ただ老化あるいは機能障害をおこした脳の補強については脳移植も可とする意見が多かった。

また、月・惑星等の基地で創造性のある仕事をさせるために、人工知能に創造力を

もたせる研究が行われていたが、肝心の集中力をどうやってもたせるかに問題があり、今のところすぐ怒りだすという感情面が強くでて困っているとのことであった。これが成功し、さらに人間の脳との情報カプラができれば、自動プログラム作成・Medical control 等が可能になるそうである。脳神経とのデジタル・カプラを使って、スピーカなしでH i F i 音楽をたのしむ実験は既に成功していた。

このほか高性能CCDと視神経とのカプラを作って後方も見えるようにするドラゴンフライ・アイの開発も進んでいた。これは音の伝わらない宇宙空間で、後方の危険を知るのに重要とのことであった。人工聴覚の研究もされていたが、真空移行の宇宙では将来不要ということで、あまり力を入れていなかった。

未来研究所に行ってみたが、かなり将来まで見通したR&Dをやっていた。

すでに酸素を含んだバイオペラント食糧ができていた。腸から血液中に酸素を供給できるので、酸欠で死亡する事故はなくなっていた。しかしコロニー外の真空中では、口・鼻・目・肺などの湿度を保つことができないので、このためのマスクが必要とのことであった。ここでも自分の排気を大切に使うことが考えられていた。人体は気圧に対してかなり敏感なようで、真空に近い条件への耐力テストをしたところ、アデスから来ているインディオが最も強いとのことであった。

一方、コロニー外活動に関して、つぎのようなR&Dが行われていた。たとえば、日向と日蔭の温度差を緩和する伝熱衣がそのひとつである。伝熱繊維で織られたもので、保湿性がよいように工夫されていた。

電話の送話器はノドに押しつけられる型で、受話器は耳の骨に押しつけるものと聴神経にデジタル結合するものがあつた。もちろんワイヤレスもあつて、真空中の会話にはこれが使われる。しかしいちいち機械を使うのは面倒くさいとのこと、脳波・テレパシーなどの媒体も検討されていた。

重力が小さいことは人間の生命に直接影響は及ぼさないとのことであった。ちょうど横になって寝ているようなものなので、むしろ寝がえりが少なくてよいくらいなものだった。ただし地球とコロニーを往復する両棲人にとっては、帰地時を考えた体力維持策がいるとのことであった。しかしコロニーに住みついたコロニー人の場合はあまり心配されていなかった。

むしろコロニー人は、コロニーの自然条件に合うように急速に進化すると考えられ

ていた。まず人間を含めてすべての動物の足が細くなる。止まっているときは骨も筋肉もキャシャなもので用が足りるからである。また心臓も低圧で血液を送出すればよいので、筋肉が少なくなる。とくにキリンのように長身の動物でこの傾向が著しい。

スポーツもいろいろ変わったものが考えられていた。また、交通はあえて不便にしてあり、足の退化防止への配慮がうかがえた。

何日も水を飲まずに砂漠を歩けたアラビアのロレンスのように、進化によって何時間も酸素なしで生きられる人間ができると考えられていた。肺・耳・鼻は次第に退化し、その分、目の機能が多様になる。会話もかなりの部分は目と目で話すようになる。後方に対する感覚として、磁力線・重力などの変化を感じるようになり、熱線に対するレスポンスも高くなる。植物の同化作用も変わる。鳥は羽の大きさが変わるだけでなく、ジェット力を備えた種が現れる。

このようにコロニー人をはじめとする新しい種があらわれ、地球とコロニーを往復する両棲人と分化するというトッピーウシもないことが考えられていた。

研究者は、自然破壊派と自然復帰派との2極に分かれているように見えた。しかし、有識者の中には、今まで自然を破壊していた科学技術が、自然を再生させるための自然製造技術として活躍する時代がくると考えている人が多かった。

私は未来研究所を出て、コロニー計画の推進者であったS翁を訪れた。その苦労話は大変参考になるものだった。それは……

「どんなプロジェクトでも新しいことを始めるとき、関係のある人々を説得するのが最も大変なのです。人間はきわめて保守的で、現状が平和で安全だと思う本能もっています。またいよいよ実行に移したとしても初めは色々な問題がでます。沢山の人がやって良かったと感じるのは10～100年後なのです。要は、良い側を見て行動する人と悪い側を見てタメラウ人との喰い違いなのです。いわば、エジソンに“この照明は健康に害がありません”という一筆を書かせて電球を使い始めた人達と、鉄道建設にあくまでも反対した岡崎の人達との違いのようなものです。何も難しく考える必要はなく、昔から新しいことを始めるときに必ずあったことです。

それからもうひとつ、大航海時代からメイフラワー号、アメリカ西部開拓といったアバンチュールがなくなった時代にこの計画を進めたのもよかったと思っています。人間は本来冒険心をもって生まれついています。コロニーが、冒険のベースとしてこ

んなに人気が出てくるとは、私も思っていませんでした。あまり実利にばかりコリ固まった考えをもつのは時代おくれかもしれませんね」・・・といったものであった。

ここで目がさめてしまいました。今だにどれが非科学的で、どれが科学的なのか全くわからないままです。

(おわり)

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、A4版横書（38×29）で、そのまま版下となるような原稿及びコピー1部を、東京都港区浜松町2丁目4番1号、世界貿易センタービル内郵便局私書箱第165号、宇宙先端活動研究会世話人兼編集人 岩田勉宛送付する。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。

編集後記

「早く選んで下さい」「そんなこと言ったってこんなにたくさんあるんだからそう簡単にはいかないよ」

机の上の山のように積まれた原稿を前に、編集局は編集作業で活気に満ちている。こういう会話の間にも原稿の山はだんだん高くなり、とうとう限界を超えてどどーと雪崩のように頭の上に落ちてきて「助けてくれー」というところで目が覚めた。

気象庁がことごとく「コケ」にされた今年の梅雨も明けた暑い夏の夜のことである。

夢とは逆に、原稿の少なさに編集局は発行の度に青息吐息である。そろそろ夏期休暇、この機会に会員諸兄の「それぞれの宇宙」を文章にさせていただき、次の号では悪夢を真夢に変えていただくことを願っている。（長）

宇宙先端 第3巻 第4号

頒価1000円

昭和62年7月15日発行

編集人 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第165号

無断複写、転載を禁ずる。

***** I A S A ニュース *****

☞編集局長の長谷川秀夫君が、1年3カ月ぶりにアメリカから帰国いたしました。宇宙開発事業団ヒューストン事務所から東京本社の宇宙基地推進室へ転勤したためです。本号より長谷川君の編集の下での発行となります。

三年目に入る本誌もようやく本格的な編集体制が固まり、躍進を期待していただけそうです。

記

新規入会会員名簿（62.7.15）一般会員（敬称略）

亀井信一（三菱総研）、石田治夫（川崎重工）、恩地 瑛（日本文理大学）、河井貞治、井原広一（以上、日立製作所）、野口 瞭（住友重機）、川尻 大、佐藤守信（以上、NASDA）

入会案内

本会に入会を希望する方は、申し込みハガキに御記入の上送付し、年会費をお振込み下さい。

年会費：3,000円（1986年6月～1987年5月）

会誌 無料（1986年7月号～1987年5月号）

なお、会費は主として会誌発行にあてる。

振込先：振込口座（郵便）No. 2-21144
宇宙先端活動研究会 宛