

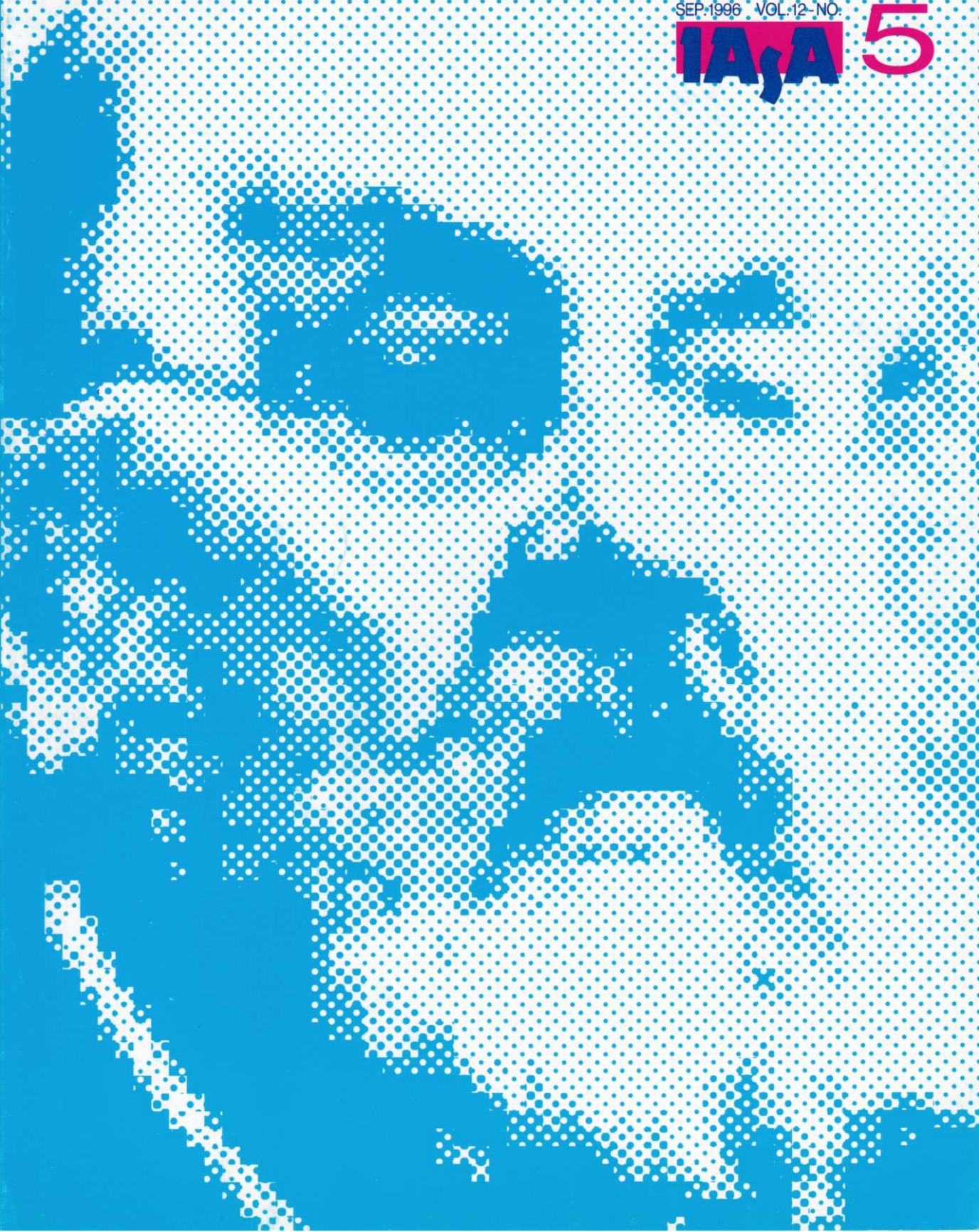
JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

# 宇 / 宙 / 先 / 端

宇宙先端活動研究会誌

SEP.1996 VOL.12-NO.

**IAJA** 5



# 宇宙先端 1996年9月号 (第12巻第5号) 目次

---

1. 国際宇宙ビジネスと新小型衛星 (続) 五家 建夫・・・101
2. 火星の生命? 福田 徹・・・120

## 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

### 事務局連絡先

〒105 港区芝大門1丁目3-10 コスモタワービル7F  
(財) 科学技術広報財団 宇宙プロジェクト室  
櫻場 宏一 (事務局長)

TEL 03-3459-8115 FAX 03-3459-8116

### 入会案内

本会に入会を希望される方は、本誌添付の連絡用葉書に所定の事項を記入して本会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。なお、会費は主に会誌の発行にあてられます。

年会費： 3,000円 (1996年7月～1997年6月)  
会誌 (年6冊) は無料で配布します。

(年会費の支払方法)

1. 財務担当に直接払う  
財務担当：佐藤 直也 [宇宙開発事業団経理部予算課]
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



## 国際宇宙ビジネスと新小型衛星（続）

五家 建夫

### 6 小型衛星ビジネスの事例研究（オービタル・サイエンス社）

米国のオービタル・サイエンス社（OSC：Orbital Science Corp.）は、ハーバード・ビジネス・スクールのOB達が中心の起業家集団として、ベンチャーキャピタル・マーケット指向の会社で、もともとスペースシャトルから衛星打ち出し用ロケットの軌道変換ロケット（TOS：Transfer Orbit Stage）を商用化する共同事業を呼びかけた合資会社形態として設立された（1982年）。当時シャトル打ち上げ費用7.1千万ドル、TOS固定価格4.2千万ドルと想定されていた。従ってOSC社は、その後多年にわたってシャトルで統合される、すべての人工衛星の打ち上げと共に、一貫して需要がある極めて成功確率の高い製品になると期待していた。ところが1986年の「チャレンジャー号」の事故以来シャトルとTOSを打ち上げに使う商用衛星の顧客はいなくなった。結局NASAのみが、ACTS衛星とマース・オブザーバ火星探査機の2機の打ち上げに使っただけであった。

DARPA（現ARPA）は小型衛星打ち上げ専用のロケットのペガサス（ジェット機で吊り下げて、空中で水平発射する3段式ロケット）、地上打ち上げのトーラス・ロケットの開発をOSC社に委託する事になる。この結果OSC社は、商業宇宙分野で、現在最も成功を収めた企業であるというのが衆目の一致するところである。小型打ち上げロケットを扱う企業の中で、同社の株式のみが一般に取り引きされており、同社以外の企業の小型打ち上げ機の受注件数とオプション打ち上げを合計しても同社にはかなわない。こんな理由からOSC社の事例研究を行う必要性があると考え、同社の1994年、1995年のアニュアル・レポートを取り寄せ事例研究を行った

#### 6. 1 米国OSC社 (Orbital Sciences Corp) 1993年アニュアルレポート[10]

1. 会社のキャッチフレーズ “Bringing the Benefits of Space Down to Earth”
2. 事業・低コストの宇宙事業とマイクロスペース技術の活用を行う

- ・宇宙総合（統合）事業（打上ロケット、衛星、科学センサ、地上追跡管制）
- ・パーソナル通信ネットワークと地球観測
- ・関連子会社：ORBCOMM社、ORBIMAGE社

### 3. 社長メッセージ

- ・設立5年目に、次の2つの事業目標を掲げた。
  - (1) 先端的な低コスト宇宙技術で業界をリードする。
  - (2) 衛星ネットワークによるエンドツーエンドサービスの技術の統合を図る。

#### [1] 1993年の実績

- ・16機の打ち上げミッションに100%成功した。
  - 2機のペガサス小型ロケット
  - 11機のロケット
  - 1機の「TOS」軌道変更ロケット
  - 2機の通信衛星と研究ペイロード
- ・過去（1990年1月）より50回目の打上げとなった。  
（平均1カ月に1回の打上げペースを維持している）
- ・宇宙用科学観測機器メーカーを買収した。  
パーキン・エルマー社の宇宙用センサー部門と科学観測機器部門（200名）を買収した。
- ・ORBCOMM（関連子会社：移動体通信用の26機の衛星ネットワーク事業）
  - 1993年2月に、最初のプロトタイプ衛星の打上に成功した。エンドツーエンドの最終機能確認を行った。ネットワークの地上キャリアとしてTeleglobe社、再販会社、農業関係、エネルギーモニタ関係、貨物トレーラ、海のリクレーション関係の通信サービスとの契約を行った。1994年の2機の運用衛星打上げによって、間欠的なサービスが開始できる。
- ・ORBIMAGE（関連子会社：海洋のリモートセンシング事

業)

世界最初の私企業のリモートセンシング衛星「SeaStar」を完成させた。1994年末打上げ予定で、海洋環境データの収集と、NASAとマリン産業界へのデータ配布を目的とした衛星である。

次号機衛星は、雷探知及び地表の高解像度画像マッピングの衛星を計画中である。

- ・1993年の総売上高は1.9億ドルに増加した。これは1992年の9%アップである。

主力製品のペガサスロケットとマイクロスター小型衛星の売上は30%アップした。しかし、軌道変換ロケットの売上は前年度よりダウンした。

- ・売上総利益は22%増加で、約3.8千万ドル、営業利益は81%増加の8.6百万ドル、税引後の純利益は21%増の4.6百万ドル（株当たり0.39ドル）

- ・ファイナンス関係の実施

- (1) 5.9千万ドルの変換社債の発行
- (2) 4.9千万ドルの株式売買

- ・投資はR&Dが中心であったが、次の事業に投資を行った。

- (1) ORBCOMM社、ORBIMAGE社とネットワークした製品の開発
- (2) ペガサスロケット打上げ用のトライスタージェット機(L-1011)と最新の衛星組立工場の購入

- ・人材登用

Dr. L. A. Fisk (ミシガン大学教授、前NASA副長官) を役員にした。

- ・組織改正で3つのグループに再編成した。

- (1) 打上システム

(2) 衛星システム

(3) 通信・情報システム

・ リストラ

軌道変換ロケット関係の人員削減（レイオフ）を行った。軍の予算削減による。

[2] 1994年度の予定

・ 次の3つのマーケットに力を入れる

(1) 衛星による移動体通信

(2) 地球観測

(3) 宇宙科学観測

・ 軍の予算削減（軌道変換ロケットを含む）に対し、民需宇宙の比重を増加させる。

・ 1994年は20のプロジェクトを行う。この中には4～5つの新しい衛星、ロケットの打上げを含む（1994年3月、新しいトーラスロケットの打上げに成功した）

・ 最初の2つのORBCOMMの実用衛星の打上げを予定している。

社長 D. W. Thompson

(1994年3月15日)

#### 4. 事業実績概要

・ 設立12年目となり、マイクロ・スペース製品とサービスすなわち、低コストの衛星、ロケット、地上設備の技術開発と新マーケットを創出してきた。現在世界のマイクロ・スペースのリーダー・カンパニーとなった。

・ マイクロ・スペースは、より小さなサイズ、より低コスト、より早く打ち上げを目的としたプロジェクトであり、米国政府、民間会社

及び外国から多く受入れられ選択されている。

- ・OSC社の基本的特色は、ロケット、衛星及び地上系のすべての統合システムを所有し、エンドツーエンドの宇宙サービスができる点にある。衛星搭載センサから打上げまでの“One-stop-shop”であり、すべてを通した一環したサービスの提供ができるようになった。
- ・地上の追跡、衛星の運用管制及びデータ取得までのフルサービスも含まれる。

#### [1] 打上げシステムグループ

- ・「ペガサスロケット」は革新的な航空機打上げロケットであり、4回打上げに成功している。
- ・ペガサスと従来型ロケットの間を埋める目的で地上打上げ方式の「トーラスロケット」を完成させ、打上げに成功した。
- ・軌道変換ロケットは2種類のTOS (Transfer Orbit Stage) と11種のオプションを用意している。

#### [2] 衛星システムグループ

- ・小型衛星の標準化として、基本機能の電源系、姿勢制御系、通信・データ処理系、ミッション機能のセンサ、高周波デバイスの各標準化を行ってきた。
- ・ペガサスロケットとトーラスロケット用専用設計の小型衛星として「ペガスター」「マイクロスター」「ピコスター」を開発した。このカスタムオーダ型衛星シリーズは、5kg～数100kgの広い重量範囲の機器を搭載でき宇宙研究、宇宙実験、通信及び地球観測の各分野用の実験を可能とした。
- ・宇宙用科学観測機器類の設計・製造のためパーキンエルマー社を1993年に買収した。無線送信機、受信機アンテナの製造等エンド



ツウエンドのサービスの向上を図った。

### [3] 通信・情報システムグループ

- ・1990年に子会社ORBCOMM社を作った。目的は私企業の衛星ネットワークを作り、個人通信サービス（PCS：Personal Communications Services）を地球上どこでも通信できるようにする。すなわち低コストの双方向の全地球規模のメッセージ伝送とデータ通信のサービスを行う。26機の小型衛星群（ペガサス打上）プロジェクトに参画させる。
- ・1992年に小会社ORBIMAGE社を作り、地球観測（リモートセンシング）計画に力を入れている。この計画には「SeaStar」衛星による海洋観測、「Microlab」衛星による雷探知及び最近公表した「Eyeglass」衛星による高解像度写真撮影プロジェクトがある。

## 事業の詳細

### [1] 打上げロケット

#### (1) ペガサス・ロケット

- ・1990年の初飛行から4年目となった。この分野の新しいマーケットを確立した。現在競争入札では90%勝っている。16の企業及び機関から53回の打上契約を得ている。  
ペガサスは1993年の2回の打上げを含みすべて成功している。
- ・初の商用ミッションは1993年2月のブラジル政府の「SCD-1」衛星打上である。  
この衛星のミッションはアマゾン川とその流域の環境変化のデータ収集と送信に使われる。この衛星はカリフォルニアで組立て、フロリダのケネディ宇宙センターから大西洋に打上げられた。
- ・1993年4月に米国空軍の初の「ALEXIS」衛星を打上げ予定である。  
この衛星はロスアラモス国立研究所で製作され、低軌道での宇宙科

学を目的とする。

- ・ペガサスロケットのキャリア航空機はNASAのB-52からロッキード社のトライスター (L-1011) に変更し、改修を行い「Stargazer」と名付けた。より大きな衛星、より迅速な打上げ対応が計れるようになった。

## (2) 「トーラス」 ロケット

4年の開発期間を経て、ペガサスと従来型ロケットの間の需要を満たす目的で地上打上げロケットを開発した。1994年3月初打上げに成功した。(カリフォルニアのバンデンバーグ空軍基地)

トーラスは、道路上を輸送可能で、到着8日以内に打上げ可能である。約1,500kgの打上げ能力と低コストが特色である。

軍のARPAとの契約により、初号機で低軌道に2機の運用衛星を同時打上げた。今後4機の打上げまで契約されている。

## [2] 観測ロケット・ミサイル

11機のミッションすべて成功した。1990年以来、年間平均8機のペースで打上げている。

弾道軌道の30分間、天体観測、ミサイルのターゲットとインターセプト実験等に使われる。観客の需要に合わせて10ケースのオプションを用意している。

11機のミッションの内5機は、パトリオットタイプの新型ミサイルの精度向上実験のターゲット「STORMターゲットシステム」として、正確な弾道飛行経路が要求される。軍事予算の削減傾向が、現実のDOD関連の売上高で起きている。

## [3] 軌道変換ロケット (TOS : Transfer Orbit Stage)

この製品は当社のオリジナル製品であり、会社設立の基となった製品である。最初の2つのミッション(1992年9月及び1993年9月)は100%成功であった。

TOSは2バージョンがあり、1つはシャトル打上げ用、他はタイタンロケット打上げ用であり、いずれも低高度から高高度または

地球軌道から惑星軌道への軌道変換用ロケットである。

TOS開発はNASAの指導のもとで行われた私企業ベンチャービジネスの第1号であった。副契約会社はマーチン・マリエッタ社であった。マーシャル飛行センタ用衛星のために1986年に設計製造が行われた。1993年9月、TOSはNASAのACTS衛星(Advanced Communications Technology Satellite)をシャトル軌道から静止軌道への打上げを成功させた。

成功したTOSに“U.S.S. Fred C. Alcon”と当社の初期の投資家でディレクターの名前を、当社の伝統により命名した。

現在、2機のミッションが終わって、次のミッションを捜している。

#### [4] 衛星システム

1993年に2つの新小型衛星シリーズ「マイクロスター」と「ピコスター」の製造ラインを拡充した。

##### (1) 「ペガスター」の初打上げ

約250kgクラスの当社最大の衛星シリーズ「ペガスター」のペガサスロケットによる2機の打上げがせまっている。(1994年)

- ・「APEX: Advanced Photovoltaic & Electronics Experiment」は3つの空軍のミッション①マイクロエレクトロニクス放射線効果②種々の新型太陽電池のテスト③NASAの宇宙ステーション用太陽電池の実験を、1994年下半年期予定している。
- ・「SeaStar」は、商用海洋観測衛星でNASAと企業用に開発される。詳細は地球観測衛星システムで述べる。打上げは1994年下半年期予定。

##### (2) ORBCOMM社向け「マイクロスター」

50kgクラス衛星で、26機のORBCOMM用マイクロスター衛星群の内、最初の2機が、1994年に打上げを予定している。

2機またはそれ以上のマイクロスター衛星の同時打上げの売込み

を実施中である。

### (3) 「マイクロラブ」宇宙実験サービスの提供開始

1993年中頃から「マイクロスター」による宇宙利用の一環的サービスを開始した。

これは、センサー観測／実験装置の開発から、「マイクロスター」衛星への組込み、ペガサスロケットの打上げ、軌道上の運用、データの取得までの一環的サービスを目指すもので、宇宙をベースにした科学実験の迅速なサービスである。

このアイデアを提案後、数カ月以内にNASAマーシャル飛行センターと国立科学財団（NSF）の大気研究の大学共同研究として、雷探知を含む大気研究のための衛星実験の契約を得た。

### (4) 「ピコスター衛星」の導入

1993年の後半「ピコスター」のマーケット活動を開始した。ピコスターは約10～15kgの衛星である。

ピコスターの打上げ実験の一環サービスを「ピコラボ」と呼び、ユーザは打上げ後定期的にデータを受け取るだけですむという方式である。当社は現在、この「ピコラボ」サービスを政府機関、企業、大学の研究者への売込み営業活動を行っている。

### (5) マーケットの拡大

1993年はNASAが小型衛星に関心を持ち、小型衛星の技術的可能性のデモンストレーションを行っている。例えば、気候変化の研究、高度な通信技術実験、宇宙物理研究、地球観測、月と惑星科学等である。DOE（エネルギー省）は小型衛星を使った地球観測、空軍は高度な衛星用標準機器、電子装置、電源系、コンポーネント及びセンサのテストを小型衛星で行う計画をもっている。

ヨーロッパ、太平洋沿岸諸国は、小型衛星に興味を示し、主として通信と科学ミッションに関心がある。その中で、特に、スペイン、日本、台湾が、今年度、積極的な関心を示した。

## [5] センサと科学観測機器

1993年にパーキンエルマー社を買収した（ロスアンジェルス郊外のポモナ）。この買収により、センサと科学観測機器部門についても、一連の宇宙製品の製造リンクに加える事が出来るようになった。同部門は、高精度で耐宇宙環境性の科学観測機器について40年のキャリアを持つ。現在の製造例を以下に示す。

- ・宇宙ステーション内での使用を目的とする希薄ガスや不純物ガスのガス成分分析装置
  - ・NASAのTOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer)のオゾン全量分光計（これは、1994年にペガサスで打ち上げ予定である）
- この買収で200名を越える新職員と135,000平方フィートの工場と3千万ドルをこえるNASA、DODや他の顧客の予定注文を当社にもたらした。

#### 将来物の研究開発項目

- ・TOMSの改良型による地球大気の汚染や公害の追跡機能のプロジェクト
- ・ジェット気流の詳細マップ作成プロジェクト（航空機会社、米国気象庁で必要）

#### [6]全地球規模の移動体衛星通信ネットワーク

ORBCOMMプロジェクトで、最初に2機、最終的に26機の小型衛星群により全地球上の個人のPHS相互間のデータ通信機能と、位置決定機能を持つ。1994年の衛星2機の打ち上げにより、世界中での、この市場一番乗りの特権を得る予定である。残りの24機は、1995年に製造と打ち上げを予定している。最初の26機が運用に入った段階で10機の予備衛星を製造して打ち上げる予定である。

ORBCOMMの個人対個人通信は、ハンドヘルドの「コミュニケータ」を使い、短文メッセージ（200文字以内）が、最短距離の衛星に送られ、それから近くの衛星間をリレーして、ORBCOMM地上ステーション、当社のネットワークコントロールセンターを経由して、目的地に届く。メッセージ伝送ルートは種々である（なお音声通話は、このシステムでは出来ない）。コミュニケータ同士以外でも、小さなアタッチメントでページャーや、ラップトップ、パームトップコンピュータ間の2-Way通話ができる。

・ターゲット・マーケット(1994年及び以降)

- (1)最初の2機体制での運用時には、間欠運用だが、高付加価値の遠距離送受信に使うのが、効率的である。
- (2)灌漑用水路管理会社(Valmont産業)と1993年後半に契約した。小型、低コストのORBCOMMのリモート端末を使うことにより、農家の人々は多くの灌漑用水路のモニタや操作に行く必要がなくなる。
- (3)石油やガスのパイプラインの管理、モニタ、すなわちパイプラインの中間点の圧力低下や、漏れ、温度変化などの状況監視と、データ収集サービスが出来る。
- (4)貨物輸送の追跡サービスが出来る。小型のORBCOMMのトランスミッターを付ければ、プログラムにより、その位置と、鉄道、自家用車、トラック、トレーラの状況を通信連絡出来る。
- (5)個人遭難防止用携帯端末がある。ハイカー、山登り、ボート、サイクリスト達は、携帯端末で遭難防止ができる
- (6)個人対個人通信が将来の最大のマーケットである。旅行中のビジネスマン、役員や家を離れて働く人々と家族同士や、フィールド・サービス会社は、トラックと常に連絡が取れる。

[7]世界7位の国際通信キャリア会社Teleglobe社との提携

1993年にTeleglobe社は、ORBCOMMシステムの2機の衛星の製作・打ち上げ・運用に1千万ドル投資し、第2フェーズでは、残りの衛星の製作・打ち上げ・運用に7千万ドル投資するという提携に合意した。両社は、国際マーケティングを開始し、カナダ、ブラジル、中国、インドネシア、日本、ロシアを含む21の通信予備免許を得ている。

米国内のFCC通信免許は、1992,1993年は、実験局免許で、営業免許は1994年に取得予定である。現在1日に1百万メッセージのデモを実施済みである。

[8]地球観測衛星システム

海洋観測衛星:SeaStar衛星計画は、1994年に打ち上げ予定の、世界初の私企業の海洋観測衛星である。海洋上の植物プランクトンと葉緑素のレベルを宇宙から計測する事により、全地球の環境変化、海流、漁場の位置、



雲マップから天気予報等の情報が得られる。商業化のために、米国政府と共に、漁業組合、国際航路会社、石油やガスのタンカー輸送会社と交渉中である。カラー画像の衛星搭載カメラは、ヒューズ社のサンタバーバラ研究所（気象衛星ひまわりの気象カメラと同一の製造会社）のSea Wide-Field-of-View Sensor (SeaWiFS) が、1993年にOSC社に納入された。地上局は、West Virginiaに建設され、試験が終わっている。

マイクロラボ衛星で大気中の雷の探知する衛星は、NASAのマーシャル飛行センターの計画で、1年寿命で、世界の雷マップを作る予定である。これが、Microlab衛星が、NASAの科学者に選択された第1号である。

高解像度の地球観測衛星：Eyeglass衛星は、1m分解能の白黒写真をデジタルで、伝送する衛星計画である。これは、従来の商用画像の10倍の分解能であり、自動車が識別出来る。この計画のため、Litton社のIntek光学部門とGDEシステム社と協力研究している。マーケットとしては、地図作成会社、都市計画者、森林管理会社、TVや出版レポーター等をユーザとして想定している。

#### [9] 地上支援設備

衛星追跡局は、前述のSeaStar追跡局以外に、ORBCOMM用の4つの追跡局の内、2つの追跡局が、ニューヨークのバッファロとアリゾナに完成した。この追跡局で、1993年に打ち上げたプロトタイプ衛星を使って運用する予定である。今後世界中に50個の同様の追跡局を作る予定である。

#### [10] 気象観測モニタ

気象観測用低コスト・ラジオゾンデを年間2万個を、米国及び外国に出荷している。ラジオゾンデや気象観測バルーンを放出する超小型ロケットを1993年に150個出荷している。

### 6. 2 米国OSC社 (Orbital Sciences Corp) 1994年アニュアルレポート[11]

(1993年のアニュアルレポートと違う部分のみ述べる)

#### 1. 社長メッセージ

・1994年は、10機の打ち上げのミッションがあり、9機の成功ミッション

と1機の失敗ミッションとがあった。成功ミッションには、トーラス・ロケットによるペガスター衛星打ち上げ成功がある。失敗ミッションは、ペガサス・ロケットの改良型のXL型で起こり、その是正処置のため、1994年の後期の6カ月間作業がストップした。

しかし、OSC社の実績として、5年間に60機の打ち上げで、90%を越す信頼性は維持している。

- ORBCOMMの移動体通信衛星システムは、1994年10月に、米国の電波管理局のFCCから営業周波数免許を得た。これは、移動体通信衛星群システムにおけるVHF/UHF帯の世界初の周波数営業免許となった。現在世界70カ国に配信を予定している。1994年に打ち上げ予定だった最初の2機の衛星は、遅れて、1995年の3月に打ち上げが予定されている。
- 1994年中の会社2社の買収（約1000人の増加）  
Fairchild Space and Defence社を8月に買収した。この会社は、衛星と衛星用エレクトロニクスのフェアチャイルドの子会社で年間1億ドルを越える売り上げがあった。これで人工衛星の設計・製造能力が増大した。  
Magellan社を、12月に買収した。この会社は、GPS衛星を使った、カー・ナビゲーション用消費者向き製品や測量機器では、世界的なリーディング会社で、年間4千万ドルの売り上げがあった。これで、携帯電話、緯度・経度の位置出し検出や、カー・ナビゲーションの設計・製造・販売の強化となった。
- 1994年の総売上高は、2.2億ドルで、これは、1993年度の1.9億ドルに比べ17%の増加となった。
- 1994年の売上総利益は71%増加で、6.5千万ドル、営業利益は17%増加の5.4百万ドルであった。
- 1994年は、12年連続の売り上げ高増加の年であった。同時に5年連続の利益黒字の年になった（Magellan社買収前）。
- 年度末のバックロブは、58%増の3.3千万ドル、総バックロブと契約オプションは、36%増の12億ドルとなった。
- 官需から民需へ移行しており、1992年に官需/民需比が、80/20だったのが、1994年には、60/40となった。
- 1995年には、18-20機の打ち上げミッションを予定している。これは、1994年度分のスケジュール遅れの影響で増加している。すべての打ち上げミッションの成功を目指す。

- ・1995年の最も影響が広範囲にわたる打ち上げミッションは、ORBCOMMの最初の2機の打ち上げである。パーソナル携帯端末による世界中どこでも通信できる低コストの移動体通信システムの誕生となるからである。
- ・1995年には子会社のMagellan社の超低コストの個人用ナビゲーション携帯端末を10万セット、製造・販売する予定である。

## 2. 事業実績概要

- ・従来のORBCOMM社、ORBIMAGE社に、Magellan社が加わり3社の子会社体制となった。
- ・ペガサスロケットは1994年に3機打ち上げた。1995年には、8機の打ち上げを予定している。
- ・トラスロケットの初商用打ち上げに成功した。
- ・科学者や軍の顧客には、人工衛星の軌道ではなく、数分間だけ宇宙空間で実験できればよいという宇宙実験の希望が多い。そういう顧客のため、1994年には5機の観測ロケットを打ち上げた。

### [1] 通信・情報システムグループ

- ・2機のORBCOMMの打ち上げが迫っている。1996年から1997年の初期までに、残りの24機を打ち上げる予定である。それで最初の26機の衛星群システムが完成する事になる。  
その結果、地球上どこでも準リアルタイムに、アクセス可能となる。
- ・Magellan社の買収により、GPS衛星利用の緯度・経度・高度の位置出しが、数百フィートの精度で出せる技術を使えるようになった。
- ・ORBCOMMの外国の通信予備免許は、昨年より1つ増えて、22のパートナーから得ている。  
これは、世界の2/3に相当する70カ国となった。
- ・米国の電波管理局（FCC）から、1994年の10月に、ORBCOMMの営業周波数免許を得た。  
これは4年間に亘る、電波周波数申請手続き努力の結果であり、世界の低軌道の移動体通信衛星群システムの中の営業許可免許の嚆矢となった。
- ・地上局は、米国内6カ所の内、最初の4局の中の3局が現在完成している。地上局と衛星との噛み合わせ試験は、1993年の2月と4月に打ち上げた2機のORBCOMMのプロトタイプ衛星を使って、終了している。この衛星の設計寿命は6カ月であったが、約2年間運用中である。

- OSC社の地上追跡管制局の施工実績は、世界中の75の地上局の施工実績がある。

この実績は、ORBCOMM、ORBIMAGEの海洋、陸上用の衛星の追跡局建設に生かされている。

- SeaStar衛星の打ち上げは、1995年の中旬を予定している。
- Eyeglass衛星の高解像度の陸上の画像販売に関して、中東地区のアンカー顧客として、サウジアラビアのリアドのEIRAD社と契約した。EIRAD社は、中東地区の衛星画像のデストリビュータとなる予定である。

## [2] 打ち上げサービス

- ペガサスロケットは、低高度の1,000ポンド（約450kg）の打ち上げ能力があり、過去5年間に、この分野の競争入札において、80%の勝利（契約）を得ている。
- ペガサスロケットは7回の打ち上げで、6回成功している。
- 1994年にペガサスロケットは、最初の失敗を経験した。これは、新しい改良・能力アップのXL型の初飛行であった。ロケット搭載の誘導制御計算機の中の計算ミスが、失敗の原因であった。この原因に対して、直ちに是正処置が取られた。このXL型は、標準ペガサスの搭載能力の30%アップとなっている。次回の打ち上げは、1995年の年度初を予定している。
- スペインの民間宇宙局は、小型衛星シリーズの最初の衛星打ち上げに、ペガサスロケットを選んだ。打ち上げは、1996年に、スペイン領土内で行う予定である。これは、西ヨーロッパでの最初の打ち上げとなる。
- ペガサスは、1996年には、XL型で、ORBCOMM衛星8機同時打ち上げを行う予定である。
- トーラスロケットは、1994年に最初の打ち上げに成功した。打ち上げたのは、同時に2機の軍事衛星で、目的軌道にほぼパーフェクトに投入する事に成功した。このロケットは、低軌道に3,000ポンド（約1.3ton）の打ち上げ能力がある。
- トーラスロケットの能力アップを設計検討中であり、目標は、現在のトーラスと、マクダネル・ダグラス社のデルタロケットの間のニッチ・マーケットを目指す。
- 観測ロケットは、世界のリーディング会社となっている。現在10個の異なったロケットタイプが、顧客の要望により選べる。実績は、1960年から600回を越える打ち上げ回数がある。1990年からの成功確率は90%を

達成している。

- ・先端プロジェクトとして、人工衛星打ち上げの重量当たりの低コスト性を追求した無人の再利用可能なロケット研究を、2年前から、小グループで検討してきた。最近ロックウエル・インターナショナル社と「X-34プロジェクト」として開発中である。この我々の成果に対し、NASAは、1995年3月に革新的な民間主導／政府支援のパートナーシップとして採用した。
- ・OSC社とロックウエル社の同じチームは、DODの先端技術開発局(ARPA)の新しい無人の、長期運用型航空機の「TIER II+」プロジェクトのプロポーザルを提出したところ、1994年の秋に採用された。この設計・製作チームには、その他、ウエスチングハウス社、Scaled Composites社が入っており、航空機や搭載機器の様々な経験を得ている。

### [3]人工衛星システム

- ・ペガスター-(PegaStar) 衛星の、衛星の革新的な低コスト化とミッション搭載キャパシティの増大化の秘密は、ロケットの最終段で、衛星の機能の一部とロケットの機能の一部が役割分担を分け合う事で達成している。すなわち、電源系、誘導制御系、搭載計算機の機能で、打ち上げ中は、今までの衛星とロケットに同じ機能があったので、ペガスターでは、打ち上げ中は、これらの機能を、同一の機器が、衛星とロケットの両方に、供給するように設計することで、低コスト化と二重の重量分を軽減し、結果的に搭載出来る重量を増大化出来た。
- ・ペガスターを使った第1号機は、APEX衛星という米国空軍の衛星で、1994年の夏に打ち上げ成功した。  
ペガスターを使った2号機目は、自社のSeaStar衛星で、1995年に打ち上げを予定している。
- ・マイクロラボ1号は、NASAと国立科学財団(NSF) がスポンサーで、世界の雷マップと、GPS衛星の信号の大気の効果特性測定が目的で、1995年に2機のORBCOMM衛星と同時打ち上げの予定である。
- ・ピコラボ衛星の1号機は、1993年に打ち上げられた。
- ・フェアチャイルド社の宇宙部門の買収により、今までの250kgクラスの衛星から、2トンクラスの衛星が作れる能力を持つ事になった。2トンクラスの衛星では、NASAが上げたTOPEX/Poseidon海洋観測衛星がある。なおフェアチャイルド社の宇宙部門はハッブル望遠鏡の修理プロジェクト(1993年)で、重要な役割を担当し、成功したことで有名である。

#### [4] 軍用電子装置、宇宙センサ

- ・この分野で35年のキャリアを持つ、フェアチャイルド社を買収したことで、宇宙と軍事のサブシステムのマーケットへ進出できるようになった。現在の軍用機は、デジタル・プラットフォーム化し、今後、音声認識、GPSナビゲーション搭載、兵器管理、敵味方判別、障害物検知及びすべての統合管制等の需要があり、一方、地上でのリハーサル用コンピュータ・シミュレーション、データベースや、データ管理システム、飛行安全シミュレータ等の需要に対応できるようになった。
- ・地上輸送機関に、インテリジェント・輸送情報システム(ITS)のマーケットを拡大中である。これは、GPS衛星による緯度・経度・高度の正確な位置情報を使った輸送管理システムの提案である。特に大都会の大量交通機関に提案中である。契約が取れたのは、オレゴン州のTri-Met地区のポートランドのコンピュータ管理バスの急送(デスパッチ)システムである。現在いくつかの都市交通機関と交渉中である。
- ・宇宙センサに関しては、昨年買収したパーキンエルマー社が、小型で、高精度で、宇宙環境で動作するセンサを、40年のキャリアによって、製造できる。その最も良い例は同社が、作ったNASAオゾン・マッピング・スペクトロメータ(TOMS)である。毎日の上空大気のオゾン濃度を計測している。次回のTOMSセンサの打ち上げは、1995年にペガサスで打ち上げ予定である。
- ・閉鎖空間環境モニタ(Central Atmosphere Monitoring System:CAMS)の製造を行っている。これは、閉鎖空間内の空気の成分元素を計測するもので、現在海軍の潜水艦に、100個使われている。この改良型を、NASAの宇宙ステーション計画に使う契約交渉を、現在行っている。

#### 6. 3 オービタル・サイエンス社の評価

米国の小型衛星ビジネスの動向を知るに、色々な文献サーベイを行ったが、結局、オービタル・サイエンス社のアニュアル・レポートを丁寧に読むことが、最も良いことがわかった。なぜなら、このアニュアル・レポートには、今後の小型衛星のマーケット情報、小型衛星と小型ロケットの今後の動向などが要領良くまとめられているからである。



この会社は、ハーバード・ビジネス・スクールの卒業生で作られたといういわれの通り、最も収益効率の高い製品の開発を集中的に行い、考えられる可能性は、すぐに実行する積極性が見られる。スペース・シャトルの事故で、主力製品の軌道変換ロケットの先行きがなくなるという大きな企業環境の変化に対し、小型ロケット市場への変換で、柔軟に対応している。また自社の中核技術をベースにし、利益を上げられる可能性のある派生技術分野を見つけると、企業買収により、必要な分野を組み込み、ビジネス範囲を拡張する展開を行っている。また政府と軍は、良く支援している。主な顧客は、NASA、空軍、先端技術開発局 (ARPA)、陸軍、海軍、弾道ミサイル防衛機関 (Ballistic Missile Defense Organization: BMDO) が主体である。契約形態は、Fixed-Price Incentive Fee 契約、Firm Fixed-Price 契約、Cost-Plus-Fee 契約が主な契約形態である。それぞれの契約形態によって、インセンティブの金額が、総売上高に及ぼす影響が異なるが、それぞれの実績原価決定段階で見直しされている。アメリカの得意な民間主導型で、官と軍の支援関係が作られている。

ペガサス・ロケットのアイデアの利点の1つに、外国への出前の打ち上げサービスが可能な点がある。ブラジルの衛星は、米国で打ち上げたが、スペインの衛星の場合は、スペインで出前の打ち上げが予定されている。打ち上げの信頼性は、10機で1回の失敗となっており、まずまずの実績である。

最も力を入れている、世界初の低軌道の移動体通信衛星群システムの ORBCONMM では、自社で既に6000万ドルを投資し、新しい計画では、さらに2000万ドルを投資する予定である。テलगロブ社は既に、この計画に1000万ドル出資しているが、さらに追加の7000万ドルは最初の ORBCOMM 衛星の打ち上げ後、90日以内に決定されなければならないことになっている。

さて、ペガサス・ロケットによる最初の実用型 ORBCOMM 2機の打ち上げについては、その後のニュースによると、衛星の不具合で2機とも失敗したと報じられている。すなわち、1995年4月3日にペガサス・ロケットで打ち上げた。打ち上げは問題なかったが、打ち上げ後に、2機ともに衛星搭載通信サブシステムの不具合で、加入者の端末と地方ネットワーク地球局の両方からのメッセージの送受信が不通となっている。不運のスタートとなった[11]。

ペガサスロケットは、既に50機以上の予約があるそうである。つまり米国の商用打ち上げマーケットを奪った欧州のアリアンロケットと、予約数では同じ数となった。今後、この会社の動向に注目する必要がある。

## 7 結語

従来の衛星やロケットの大型化は、規模の経済性を追求した結果、重量当たり、ミッション機器当たりのコストの低減は実現できたものの、万一打ち上げに失敗した時には、数百億円の損失となり、リスクが大きく、企業の生存を危うくする事態になっている。また肥大化した組織と、4年～6年の長い開発期間、高いコストとコスト・オーバーラン、失敗のリスク等の反省もあり、宇宙開発の原点に戻って、小型衛星が見直された。

高機能の小型衛星を可能としたものは、エレクトロニクスの進歩、ペガサスロケットに代表される小型専用ロケットの登場、米国の軍事研究のSDIをスプリング・ボードとする衛星の基本機器（バス機器）サブシステムの小型・軽量化の3つの条件が整ったからである。この小型衛星の展開の波は、小型衛星とペガサスロケットをうまく企業化に成功しているOSC社のアニュアルレポートの解析で研究できた。米国のベンチャービジネスを中心とする柔軟な姿勢と、積極的な事業展開に米国の小型衛星開発活力の源を見出す事が出来た。

## 8 謝辞

1章から5章では、下記の参考文献以外に、宇宙開発事業団の調査国際部調査課発行の多くの翻訳資料等を引用させて頂きました。関係各位に感謝の意を表します。

### 参考文献（続）

(1)-(9) 前掲

(10)Orbital Sciences Corporation, 1994, 1993 Annual Report

(11)Orbital Sciences Corporation, 1995, 1994 Annual Report

(12)space News, 24-30, April, 1995

## 火星の生命？

福田 徹

NASAの発表によると、火星隕石（写真1）に生命の痕跡と解釈できるような特徴を検出したという[1][2]。もしこの「生命の痕跡」という仮説が正しいとすると大変なことである。まあノーベル賞は確実、といった冗談はさておき、月・火星を目指してきた宇宙先端としても無視できない発表である。一応これがどういう事態なのか検討してみたい。

科学の世界では、近年、対照的なふたつの大発見が経験されている。高温超伝導と常温核融合[3]だ。どちらも常識をひっくりかえすような話ではあるが、ひとつは画期的な大発見であり、もうひとつは全くの与太話である。この大きな違いは、発見が速やかに追試によって確認されたかどうかによる。常温核融合の例で言えば、いまだに学会を納得させるような追試結果は得られていないようだ。それにもかかわらず、「エネルギー問題を永久に解決する」、あるいは「大きな経済的利益を生む」といった魅力的な可能性を持つが故に、常温核融合を信じている人は多い。人間は、事実を信じるのではなく、自ら望むものを信じる[4]生物なのだろう。常温核融合の顛末で興味深いのは、ユタ大学、ユタ州といったところが、常温核融合を強力に支持して議会でロビー活動まで展開したことだろう。もちろん、ユタ大学のポンズ、フライシュマンが発見した常温核融合が、ユタ州内の企業で実用化されれば、ユタ大学の権威は高まり、大学とユタ地域に莫大な経済的利益をもたらすだろう。しかし、経済的な期待や政治的な思惑が科学的検証とは無関係に暴走するとロクなことにはならない。

今回の、「火星に生命？」といった発表に対し、マスコミにも米国の大統領選との関連を指摘する声がよく出る。要するに大統領選を有利にするためにクリントン筋が仕組んだと言う説だ。どうも考えすぎのような気がするが、気になることもある。それは、今回のNASAの発表がジョンソン宇宙センターから出されている点だ。今回の研究はジョンソン主体で進められたのだから不思議でも何でもないが、ジョンソンというと、つい、アベイ所長を思い出す。クリントン-ゴアはともかくとして極めて政治的なゴルディン-アベイ筋が、いまひとつぱっとしないNASA予算に活を入れるべく裏で動いた..というのは、結構説得的な仮説だ。とは言え、NASAの研究は（代表

研究者による占有期間はあるものの) 基本的にオープンなので、政治的な思惑が科学的な検証を遅らせることは無いと信じよう。

さて、今回の「火星隕石の示す微小特徴に関する生命仮説」は、今後どのように展開するだろうか。結論として、

- ・生命仮説は否定される
- ・生命仮説が証明される

との、どちらかに落ちつくことは当分ありそうにない。まず、12個あると言われる火星隕石の徹底的な精査が必要だろうし、対照として、他の隕石などを調べる必要があるだろう。月から飛来したとされる隕石、月の石、小惑星起源の隕石、あるいは母天体を持たない隕石などにNASAの発見したところの管状構造(写真2、3)と有機物(PAH;多環芳香族炭化水素)及び磁鉄鉱などの集積が多く見いだされるようだと、火星隕石の特徴が生命起源だという仮説は極めて疑わしいことになるが、これら対照群を走査電顕とレーザー・マススペクトルメータで調べるには膨大な手間と時間がかかるだろう。また、地球上の化石または古い岩石に同様な特徴が認められるのかどうかも確認する必要があるだろう。

地球上の化石と火星隕石にのみ「特徴」が認められるとするならば生命仮説はかなり有望になるが、この場合でも、火星隕石と呼ばれる隕石のグループを火星起源とする理論についても精査、確認することと、地球上での汚染の可能性(が無いこと)の検証が必要であろう。

もったもありそうなのは、火星隕石の持つ「特徴」が生命起源によるものとの仮説が否定しきれない、という結論だが、これは宇宙屋にとっては願ってもない事態を引き起こそう。まずは国際協力による火星サンプルリターン

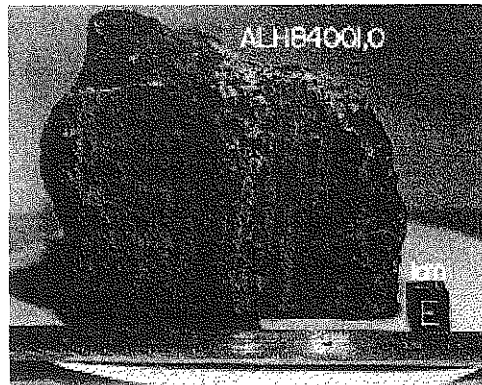


写真1 問題の隕石 (NASA photo number S94-032549)

・ミッションということになるだろうが、H-II (A) とロボット技術を有し、宇宙科学にも実績ある我が国が参加する余地はかなりあるだろう。国際宇宙ステーションは、火星サンプルリターンの中継基地として脚光を浴びることになるだろう。火星着陸船の持ち帰ったサンプルは宇宙ステーションでシャトルかカプセルかHOPEに積み替えて地球に下ろす。

サンプル・リターンを数回行って、その結果により有人探査を行うかどうか決める。人間の認識能力を人工知能で代替することは当分不可能なので、有人探査は確かに魅力的だ。しかし、火星着陸に失敗したときも想定すると2～3年は人間を微小重力にさらさなければならない。宇宙ステーションの意義付けがライフサイエンス、特に人間と微小重力の関係の研究に大きく振れることになるだろう。また、有人探査では人間起源の微生物が環境を汚染しないように廃棄物をコントロールし、バイオ・クリーニングを完全に行う必要がある。これも重要な開発要素となるだろう。

以上のように都合良く話が進むかどうかは別として、米国からの国際協力の呼びかけは放っておいても来るだろうから、これには政策レベルで対応するとして、H-IIをはじめとする我が国の貢献メニューを作っておく必要はあるだろう。技術的には月探査の実績を積み重ねながら、来るべき国際火星探査に向けて腕を磨いておくというのが当面は妥当なところだろう。案外、最初に着手すべきは隕石研究の推進[6] かも知れない。

(了)

#### 参考文献

- (1) METEORITE YIELDS EVIDENCE OF PRIMITIVE LIFE ON EARLY MARS, NASA Release 96-160
- (2) Evidence of Primitive Life From Mars, <http://www.jsc.nasa.gov/pao/flash/>
- (3) 常温核融合の真実, J.R. ホイジンガ著, 青木薫訳, 化学同人, 1995
- (4) 幻の大発見, アーヴィング・M・クロッツ著, 四釜慶治訳, 朝日選書, 1989
- (5) 失われた原始惑星, 武田弘著, 中央公論社, 1991
- (6) 将来計画専門委員会中間報告, 日本惑星科学会, 1995

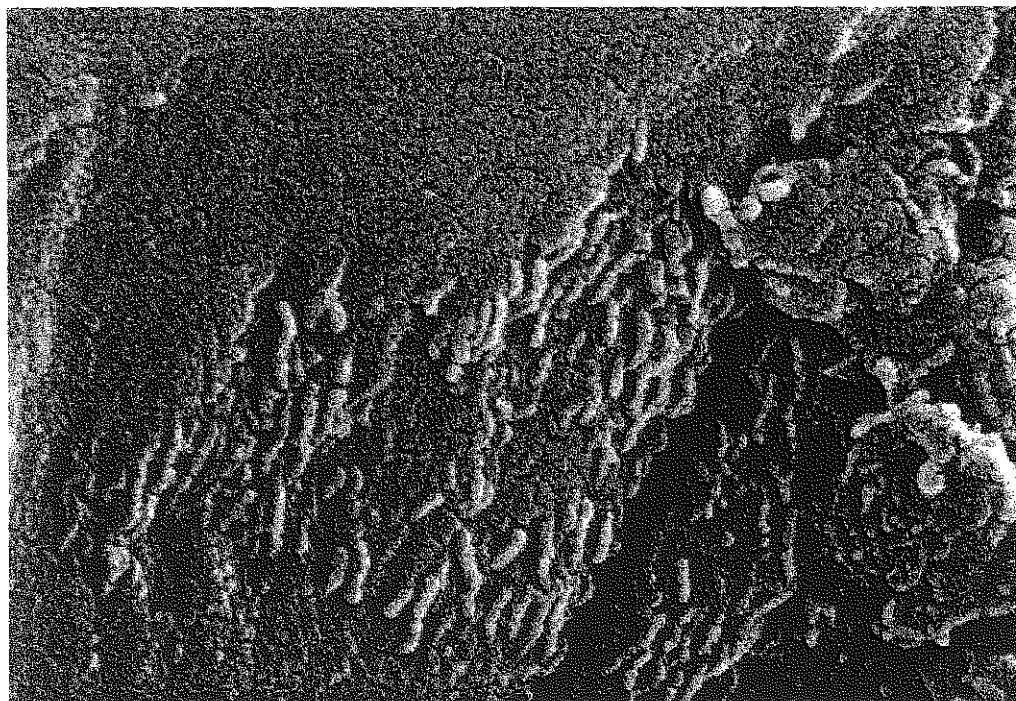


写真2 電子顕微鏡画像に見える管状構造 (NASA photo number S96-12299)

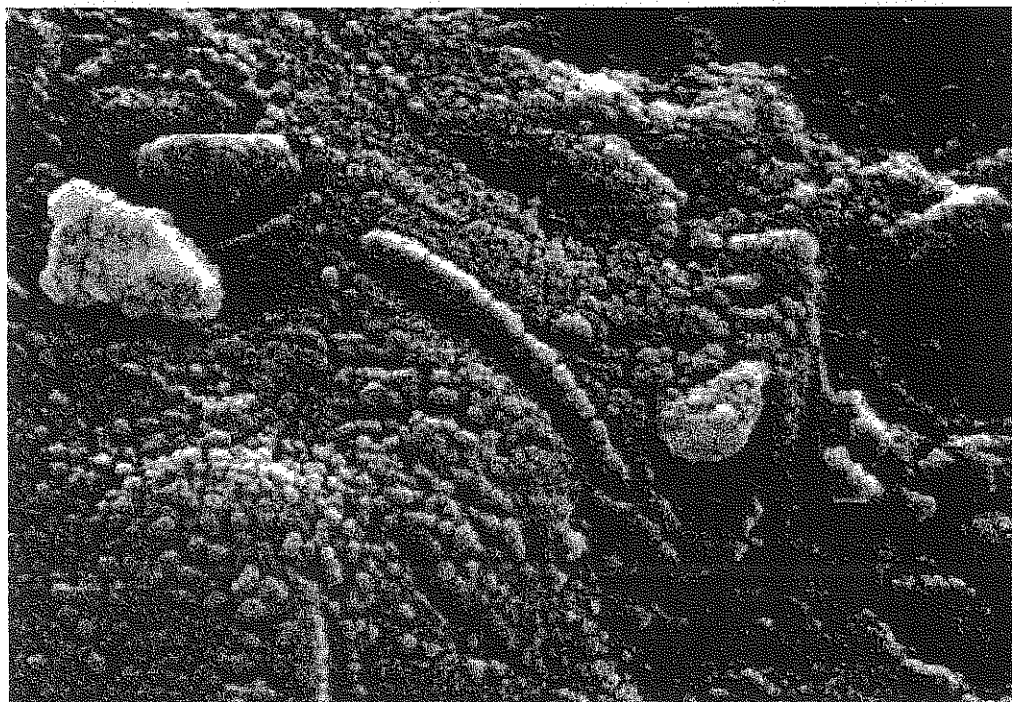
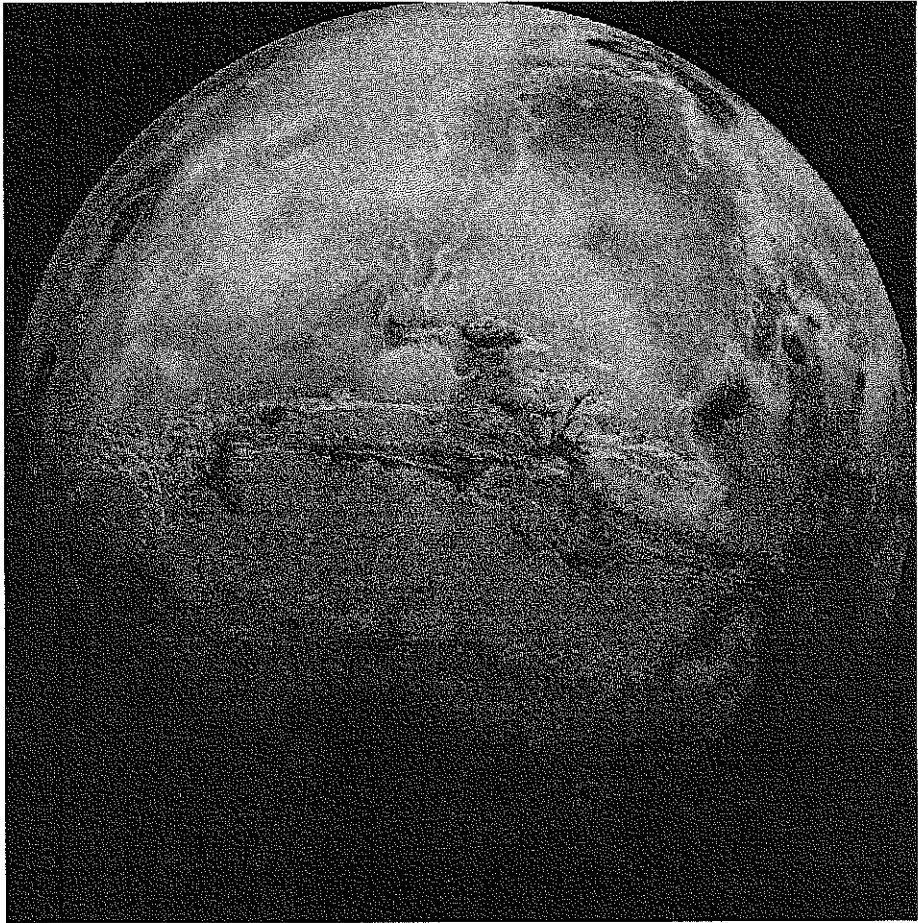


写真3 高解像度走査電子顕微鏡による画像 (NASA photo number S96-12609)





火星：中央は巨大なマリネリス峡谷。左端上側がタルシスの火山

(ヴァイキング画像のモザイク)

Photo by NASA

## 96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。(袋詰めや編集はまったくのボランティアです。)

下記のいずれかの方法により、96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。

1. 財務担当に直接払う  
財務担当：佐藤 直也 [宇宙開発事業団経理部予算課]
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

## 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 東京都港区浜松町1丁目7番1号 平和ビル7階  
(財)日本宇宙フォーラム 福田 徹

編集に関するお問い合わせは下記へ。

福田 徹 (編集局長) TEL 03-3459-1651 FAX 03-5402-7521  
岩田 勉 (編集人) TEL 0298-52-2250 FAX 0298-52-2247

\*\*\*編集後記\*\*\*

早く、火星の干上がった河床に化石堀りに行きたい...

---

## 宇宙先端

宇宙先端活動研究会誌

編集人  
岩田 勉

編集局長  
福田 徹

編集顧問  
久保園 晃 有人宇宙システム(株)代表取締役社長  
土屋 清 帝京大学理工学部教授  
山中 龍夫 横浜国立大学工学部教授

監査役  
伊藤 雄一 日本電気エンジニアリング(株)

宇宙先端 第12巻 第5号	頒価 1,000円
平成 8年 9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 165号	

無断複写、転載を禁ずる。



宇宙先端活動研究会誌  
SEP.1996 VOL.12-NO.

**IAA** 5