

「二十一世紀の宇宙開発における日本の貢献」

東京都港区白金台四の六の四一
東大助手

サチ・スリ・カンサ (三三)

Konstantin Tsiolkovski (ソ連)・Robert

Coddard (米国) 及び Werner von Braun

(西独) は、宇宙科学を学ぶ学生の間では、宇宙探査の先駆者としてよく知られています。しかし、日本の宇宙探査の先駆者の名前を知る人はほとんどいません。日本の宇宙探査の先駆者は糸川英夫氏であり、1955年に東京大学の研究室で、自作の「ペンシルロケット」の発射試験を実施したのがその始まりです。糸川氏の名前は、21世紀にはもっと知られるようになるでしょう。この1955年を境に、日本の科学者は、それほど栄光を受けることもなく、宇宙科学の発展に寄与してきました。

ここ30年間では、最初の人口衛星スプートニクスIが、1957年10月4日にソ連によって打ち上げられてから、米ソ両国が宇宙探査で優位を占めていきます。こうした米ソ両国の宇宙探査計画ほど目立ちませんが、1970年2月以来、連続して科学衛星を打ち上げていることは、賞賛に値します。オオスミ、タンセイ、シンセイ、デンバ、タイヨウ、キョッコウ、ハクチョウなどの名前が付けられた衛星により、日本は宇宙探査の第一歩を踏み出し、1970年代に宇宙探査国の仲間入りをしました。ここ10

年間では、ハレーすい星の謎を探索するため、日本が3年前に打ち上げた2機の宇宙探査機も、同様にめざましい活躍をしました。サキガケのハレーすい星に対する最も近い接近距離は700万kmでした。スイセイは、ハレーすい星から20万km以内まで接近しています。有名な科学雑誌「オムニ」に発表された最近の調査によれば、宇宙探査に対する日本の実績は、Bクラスという評価を受けています。最高のAクラスは米ソ両国で、最低がインドのDクラスです⁽³⁾。

NASAの宇宙科学委員会は、「Space Science in the Twenty-First Century」(21世紀の宇宙科学)という題名の報告書を出しました。この報告書では、米国における今後の宇宙研究活動について述べられています⁽⁴⁾。この報告書に公表された規定調査対象は次の6分野です。

(a)地球科学 (b)惑星探検および月探検 (c)太陽系宇宙物理学 (d)天文学および天体物理学および化学および生命科学。アメリカは1969年7月(アポロ11号)と1972年12月(アポロ17号)の間、月へ宇宙飛行士を着陸させたが、「生物学や医学に専念したアメリカの軌道飛行ではなかった」という

のが生物科学者の間での認められた見解である⁽⁵⁾。ところが、多くのアメリカの宇宙計画では、たとえ収集された生物学的データが別の主要な目的を持つ宇宙飛行計画の副産物であったとしても、重要な知識を与える生物医学データがソ連の宇宙計画、特にコスモス飛行シリーズで収集されたことである。

最近の10年間に、ソ連は宇宙における人間の耐力のテストを敢行した。1977年12月と1978年3月の間に、宇宙飛行士 Yuri Romanenko と Georgy Grechko は宇宙ステーション、サリエー1号で96日を過ごした。これは1978年の6月から11月の間に、サリエー1号の宇宙飛行士 Vladimir Kovalenko 及び Aleksandr Ivanchenko による139日が続いた。次に宇宙飛行士 Vladimir Lyakhov 及び Valeri Ryumin が1979年の2月から8月の間に175日間軌道にいた。2年前、Leonid Kizim 及び Vladimir Solov'ev はほぼ237日間宇宙で連続して生活し、前の記録を更新した。最も最近の人間の宇宙耐久記録は、昨年宇宙で326日過ごした Yuri Romanenko により達成された。

アメリカの宇宙計画は過去において低い優先度で

宇宙生物学に関心を示してきたために、日本は宇宙生物学に最高の優先度を与える研究計画を展開すべきであると提言できる。このアプローチの利点は二つある。まず、それは日本が「アメリカの研究分野——科学技術の模倣者」としてレッテルを貼られるのを防ぐこと。次に日本はソ連と比較して高度技術分野のリーダーとして認められているので、工学技術者の人材が一体となるならば、日本の宇宙計画は宇宙生物学の分野で流行を作る人として展開できるからである。

ところで、宇宙環境の人間棲息が成功する答えを求めている問題は何か？ これらの問題は次の広いカテゴリーで確認できる(5. 6. 7. 8.)

i. 宇宙移動病

ii. 筋肉骨格組織の変化

iii. 放射線露出

iv. 長期生命維持組織の開発

Yuri Gagarin が1961年4月12日にはじめて地球軌道に乗って以来、100人以上の宇宙飛行士(圧倒的に男性)が宇宙へ行って来ている。破壊的な生理的变化が重力ゼロ以下で人体に生じるといふ以前の恐ろしい予測は間違いであることが証明された。しかしながら、過去27年間に「宇宙で生活した」人達の飛行前および飛行後の観察に基づいて、宇宙生活はまだ問題があると考えられている。宇宙で生存することは疑問の余地なく証明されたが、宇宙環境に長期間さらされることの生物学上の結論についてはデータを欠いている。

無重量状態が長期間続く間に、骨の吸収(非無機

化)が生じる。尿および便を通じて骨のカルシウム消失が観察された。同様に筋肉組織も消耗し、宇宙飛行士の脚が細くなる結果となった。骨喪失の病因の理解とこの失均衡の治療の開発は将来の拡張された宇宙での耐久力にとって重大である。骨の吸収と関連して、赤血球のかたまりの欠陥も起こり、「宇宙飛行士貧血症」と呼ばれる。

宇宙飛行の最初の数日間の宇宙移動病は、動作の観点から宇宙飛行士を衰弱させることが分った。内耳組織の果す機能はこの問題の治療法を発見するために確認されなければならない。

依然として宇宙生物学者は保護の種類については確信しておらず、宇宙飛行士は宇宙での長期間滞在中に放射線にさらされるのを防ぐ必要がある。

宇宙に1年以上留まるための長期生命維持組織の開発は非常に重要な関心がある。この生命維持組織では、酸素と水が生成されなければならない。二酸化炭素、固形廃物および痕跡汚染物質は除去されなければならない。食料はつくられる必要がある。個人の衛生は容易に維持されなければならない。我々は有効な写真と化学合成のためにバクテリアのような微生物を利用しなければならない。これらの微生物は識別され、それらの最適な機能容量が突きとめられなければならない。

宇宙探検と続いて延長された時間、宇宙に留まるために、我われが地球で既に使用しているものの改良版のはかに、新しい製品が必要となる。これらは開発されなければならない。また、民間産業部門は研究と製品開発で重要な役割を果たすことがで

きる。宇宙飛行計画にとって不可欠であると確認できる「宇宙製品」のリストは表1に示されている。日本はこの表で確認されている10の産業では強力であり、これらの産業は既に資本、人的資源および研究資源を持っている。必要なものは宇宙調査での進歩に基づいた生産の多様化である。

宇宙の不足について、産業が注意を集中できる3つの特定分野を簡単に説明する。まず、ソ連の宇宙飛行士は、拡大された宇宙特殊任務で、おきている時間中「ベンギン・スーツ」を着ている(8)。筋肉の萎縮は大腿部筋肉と脚部筋肉で最も高いと報告されていた。「ベンギン・スーツ」の機能は宇宙飛行士を「胎児の姿勢」に縮ませることであり、それによって重力の交互負荷を与え、重力に対して運搬する人は移動するために行動を取らなければならない。これは物や脚の筋肉を動かす必要性を生じ、したがって筋肉喪失を減らすのである。この「ベンギン・スーツ」については、多くの改造や拡張がもたらされる必要がある。

二番目に、ソ連の生理学者は宇宙船で人工重力を生成する可能性を示唆した(9)。

宇宙における無重量状態が地球の重力に順応した人体の新陳代謝不調をもたらすとしたら、宇宙船に配置された人工重力源(例えば、遠心分離機)は問題を最小限にするか、または緩和できる。そのため、長時間機械故障のない、地球の重力に似た重力を生む遠心分離機の小型モデルを開発する機会がある。

三番目に、長期の宇宙旅行の食糧要件を満たすことが必要である。それは最優先である。宇宙食品は

表1: 産業界で製造される必要不可欠な宇宙探検

産業	主要製品
1. 食料・飲料	宇宙食品
2. 製薬	宇宙移動病薬、ミネラル補充、抗生物質
3. 化学	無機化学製品、有機化学製品
4. セラミックス	宇宙容器、フラスコ、廃物収集組
及びガラス	アセンブリー(しびん、室内用便器)、栽培筒
5. 鉄およびスチール	宇宙船、ガスタンク
6. 非鉄金属	宇宙服、ブーツ、手袋、その他衣服
7. 精密機器	温度計、圧力計、遠心分離機、X線モニター、パイオセンサー
8. 電気機器	電気機械、通信・電子機器(ロボット、コンピュータ)
9. 自動車	宇宙自動車
10. 海岸	鯨油、かんでんゲル

多くの規準を満たさなければならない。それらの規準は以下を含む。

(a) 栄養豊富とエネルギーの適切な供給物としての機能

(b) 無病原菌と宇宙環境で高い安定性をもっていなければならないこと。

(c) 良い味と組織をもっていること。

(d) 無重量状態で扱い易いことに加えて、最少の重量と量であること。

(e) かすとガスを生じないこと。

宇宙食に関する研究と製品開発は、この分野に貢献することに関心のある研究所では始められなければならない。

見せかけのビジネス利得による奇妙な商業化には注意しなければならない。脱殻から起こる宇宙公害の潜在的な危険は一般大衆に強調されなければならない。予防の法規制は奇妙な商業化を摘発するために、日本の政府で取られなければならない。北アメリカ対ミサイル・レーダー・システムの追跡に基づき、最新の数によれば、約6000の物体が軌道にあると推定され、そのうちたった5%が作動している衛星である。他の「がらくた」はロケットの分離部分、およびアメリカとソ連の宇宙派遣団により後に置き去りにされた他の残骸を含む。宇宙飛行士は、これらは高速で—約30000 km/hr—移動し、それらは宇宙船や宇宙飛行士にぶつかり、損傷を蒙る¹¹⁾。

日本は1945年以来アメリカの影響に政治的にも、経済的にも同一態度をとらせられたが、日本はNASAの宇宙計画とアメリカの狭い心の政治家達により公式化されたいくつかの宇宙の軍事適用に「脇役」を演じるべきでないことは、日本のためである。

逆に、日本はソ連、宇宙探検の他の主導的國家に信用され、攻撃的でない宇宙政策を公式化すべきである。最近の過去では、日本とソ連は捕鯨政策で密接

に働いた先例がある。有名ではないが、鯨油は宇宙ロケット計画における戦略的要素の一つであるという事実が残っている。1960年代の前半に、宇宙ロケット計画の鯨油をアメリカ政府が蓄積したために、鯨油の価格が5倍に値上りしたが、順に1940年代の後半以降鯨油用鯨の捕獲が増える結果となった¹²⁾。

一方、ひげ鯨は最近の40年間、日本にとっては選択捕獲となったが、ソ連は1950年代の中ばに始った宇宙探検以来、油にするため鯨油用鯨の捕獲に優先的に集中した。鯨油が宇宙ロケットの燃料として、特別価値を持っており、それがソ連が鯨油用鯨を捕獲し続ける理由であることは信じられる。技術的な秘密はソ連によりまだ公表されていない。したがって、宇宙ロケット計画に鯨油を使うことは日本にとっても賢明である。

これに関して、ロシア語を学ぶことは(上級レベルで)、日本の宇宙科学者を訓練する提案がなされるならば、有利でもある。その結果、その言語で入手できる宇宙研究に関する技術文献は最高に商売の道が開ける。ロシア語の宇宙研究文献を日本語に翻訳することは、ソ連が過去30年の間に宇宙について学んだことから利益を得ることが約束される。

過去数年、ソ連は長期の宇宙特別任務に人間を適応させることについて、かなり多くのデータ(NASAの>と比較して)を収集した。彼等の研究の原始データは英語では入手が困難である。ソ連の科学者は国際的な雑誌に英語で彼等の研究の広範囲の梗概だけを提出している。例えば、Smirnov and Lizko

は昨年、ドイツの雑誌 *Nahrung* に長期宇宙特別任務中の胃腸分泌液、自動力、排便、吸収作用に起こる変化について発表した。それらの梗概によれば、「人間の消化器系に通常の微小植物を維持する」とは宇宙での胃腸分泌液の最も重要な問題の一つである。これは人間の宇宙環境への適応について、もっと調査を行う重要なきっかけであると思われる。ソ連の技術文献が原典から追跡されなければ、日本の宇宙研究者が宇宙研究に関する既存のデータの50パーセントを喪失することになることを強調している。

拡大された宇宙計画の最後の、しかし最低でない財務支援は、日本の政府、民間産業部門、および一般大衆から手近に用意されなければならない。宇宙探検の今後の50年間、日本のような国にはどのくらい費用がかかるか予測することは難しい。二つの先行する宇宙旅行国家、アメリカとソ連については、将来の宇宙企業に対してソ連の提案する予算について見積りを得ることはそんなに容易ではない。しかしながら、アメリカの宇宙専門家はアメリカがトップに留まるためにそれを計算したが、アメリカの宇宙機関、NASAは90億ドルの年間予算(カットなし)を持たなければならない、1990年代までに130-140億ドルのレベルに上げなければならない。機関の科学計画とアプリケーション計画は予算のうち、伝統的な20%分を受け続けなければならない(4)。したがって、アメリカは2000年までに総額約1200億ドルの宇宙計画を予算化している。科学の人気雑誌、*Omn!*は、今世紀末まで日本

政府は宇宙探検に約500億ドルを確約し、さらに民間宇宙投資からの合計250億ドルに達する利子を融資する計画である。したがって、宇宙探検に総額750億ドルを提供している。もし日本が宇宙研究の主導権争いに残らなければならないのであれば、日本はアメリカと同じレベルの宇宙に関する努力に對して財政援助を確約する用意がなければならないというのが私の見解である。宇宙専門家の間の伝統的な知識は、他のかけ出しの国(中国およびインド)それらは人口負担で重荷を負わされている)と違って、日本は宇宙研究からの豊富な利益配当を獲得するために膨大な合計額を費す余裕があるということである。

参考文献

1. Shima, H.: 宇宙の日本, *NATURE*, 240: 215-217, 1972年11月24日
2. 予算にもとづく衛星。 *NATURE* 305:374, 1983年9月
3. Grey, J.: グレイド付け *OMNI*. 10:71-75, 1988年7月
4. Waldrop, M.M.: 宇宙科学は軌業に期待する—注意深く。 *SCIENCE*, 162-163, 1988年7月
5. Tavassoli, M.: 宇宙飛行の貧血症。 *BLOOD*, 60:1059-1067, 1982年11月
6. Mills, E. J. 及び Harding, R. M.: 飛行の特殊フォーム。 *IV*, 有人宇宙船。 *BRITISH MEDICAL JOURNAL*, 287:478-482, 1983年8月13日
7. Rambaut, P. C. 及び Goode, A. W.: 宇宙飛行中の骨格変化。 *LANCET*, 2:1050-1052, 1985年11月9日
8. Vasquez, T. E., Pretorius, H. T. 及び Rinkus, D. S.: 宇宙医学—現概念の見直し。 *WESTERN JOURNAL OF MEDICINE* :147:292-295, 1987年9月
9. Halstead, T. W.: 宇宙生物学(In) *MCGRAW HILL ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY* (マクローヒル科学技術百科辞典) 12巻5版, McGraw Hill, New York, pp. 709-714, 1982年
10. Kotoyskaya, A. R., Ilyin, E. A., Korolkov, K. I. 及び Shipov, A. A.: 宇宙飛行における人工重力。 *PHYSIOLOGIST*, 23 suppl.:S27-S28, 1980年
11. リスクは宇宙塵から発生。 *NEW SCIENTIST*, 119:25, 1988年4月11日
12. Evans, P. G. H.: 鯨およびイルカの自然史。 Christopher Helm, London, P256, 1987年
13. Smirnov, K. V. 及び Lizko, N. N.: 消化器病と宇宙環境の問題。 *DIE NAHRUNG*, 31:563-566, 1987年