

技術解説

宇宙開発の展望

中川 憲 治*

NASA（アメリカ航空宇宙局）のアポロ計画は、月に人間を送ることを目的として1961年に発足したものである。この計画は1969年アポロ11号の月着陸によって成功し、以後17号までは月面探査に用いられた。予定の20機のうち、残りの3機は3名の技術者、科学者、医者を乗せて、地球の周囲軌道を飛ぶ実験室スカイラブ（Skylab）として用いられ、84日の飛行記録を作り、多くの実験結果が得られたことは周知の通りである。

一方、ソビエト連邦は1971年に地球周回の有人宇宙船サリュート（Salyut）を打上げが、その後、有人衛星ソユーズが帰還の際、大気再突入による圧力の急上昇のため機体が故障を生じ、3名の乗員が死亡するという事故が起こったので、計画を一時中止していた。しかし、1974年に計画を再開し、乗員3名のサリュート（図1）の打上げ、回収に成功している。

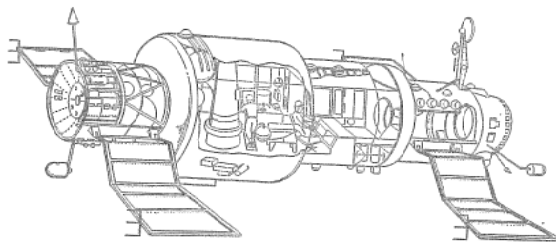


図1 有人宇宙船サリュート、重量18.2トン、全長12.4m

このような米、ソの大型宇宙船の成功の意義は、月や地球の探査に大きな成果を挙げたことよりも、むしろ、人間の宇宙飛行に対する安全で確実なシステムが確立されたことにある。今後は、航空機の発展の歴史に見るように、宇宙飛行の実用化の時代に入り、人類による宇宙開発が急速に進展するものと思われる。

* 中川憲治（Kenji Nakagawa）、大阪大学工学部、精密工学科、教授、工博、材料力学

すでに、NASA はアポロ計画の成果を今後どのように利用したらよいかを検討し、1970年から1990年にわたる宇宙開発のプログラムを「ポスト・アポロ計画」と名づけ、その大要を発表している。またソ連、ヨーロッパ宇宙研究機構、その他の各国でも、それぞれ宇宙開発の構想を立てている。

これらの計画を見て気づくのは、宇宙開発に対する世界の動向に大きな変化が見られることである。

第一は、宇宙開発が人類の科学活動の新しい分野として認識されてきたことである。従来の人類の科学活動は地球表面に拘束されていた。しかし、宇宙飛行が可能になったことによって、われわれが宇宙の中に自由に入ってゆくことができ、また地球を太陽系の中の一惑星として外から眺めることができるようになったのである。これは科学技術の発達歴史の中でも画期的なことである。特に、人口の増加、資源の枯渇、エネルギーの要求の急増という、世界人類が当面している大問題に対しては、宇宙からの地面資源の全面的調査や、大気圏外で太陽エネルギーを有効に利用することがぜひ必要とされている。

第二は、宇宙開発において国際協力が進んでいることである。1960年代にはアメリカとソ連の間で宇宙船打上げに激しい競争が行われた。しかし、その後世界の政治情勢がすっかり変わってしまい、今や宇宙における国際協力の時代となった。すでに1969年に、当時のウ・タント国連総長は、宇宙はロケットの所有国だけが独占すべきものではなく、全世界の人類の福祉に役立てねばならないとして、国際協力を要請している。現在、国連の宇宙の平和利用委員会には28カ国が参加している。NASA の ERTS（地球資源調査衛星）やスカイラブの計画には世界

各国の学者から募集された研究テーマが採用されている。ヨーロッパ各国、カナダ、日本の人工衛星打上げには、アメリカのロケットが使用されている。昨年は、米ソ協力してアポロとソユーズの2つの有人宇宙船がドッキングを行い、宇宙ステーションを作った。本年は、国際協力による気象衛星（アメリカ2，ソ連1，ヨーロッパ1，日本1）が打上げられることになっている。NASAはポスト・アポロ計画の実行に対して各国の共同参加を呼びかけており、1979年には、アメリカのスペース・シャトルでヨーロッパのスペースラブを打上げることが決まっている。

いずれにしても、これらの宇宙開発計画は今後の科学技術の発達に大きな影響を及ぼさばさるう。以下においては、ポスト・アポロ計画を中心として今後の宇宙開発の概略を紹介しよう。

参考のために、まず宇宙飛行体の種類を挙げると、次のようになる。

人工衛星は実用衛星と科学衛星とに分けられる。

実用衛星：地球の周回軌道をめぐる気象衛星、通信衛星（アメリカのエコー、テルスター、国際商業通信機構のインテルサット）、航行援助衛星（アメリカのトランシット）、測地衛星、地球資源衛星（アメリカのERTS）。

科学衛星：地球の高層空間における科学観測も目的とした人工衛星（アメリカのOSO，OAO，ソ連のエレクトロン，プロトン，東大宇宙研の諸衛星など）。

1980年には、これらの人工衛星の総数は5,000個に達するものと見られる。

月ロケット：月に対する自動探査器（アメリカのパイオニア，レンジャー，ルナオービタ，サーベイヤ，ソ連のルーニク，ゾンド，ルナ），または有人宇宙船（アメリカのアポロ）。

惑星ロケット：惑星に対する自動探査（アメリカのマリーナ，パイキング，ソ連の火星，金星），または有人宇宙船。

宇宙ステーション：いくつかの人工衛星を軌道でドッキングして組立てた半永久的な大型有人衛星（ソ連のソユーズ・サリュート）。

地球の周回軌道衛星

ポスト・アポロ計画では、3回のスカイラブ計画が終ったのちは、引続いて地球の周回軌道衛星を打上げて宇宙実験室とする。けれども、こんどはアポロ宇宙船を打上げたサターン・ロケットを用いず、次に述べるスペース・シャトルと宇宙ステーションを用いる。

宇宙ステーション（space station）は、いくつかの衛星を連結した大型の周回軌道衛星であるが、同じ型の衛星をつないで、次第に大きくするように設計したものである（図2）。初期のものは乗員6～12名が約6カ月無重量状態で生活するようになっている。耐用年限は約10年である。

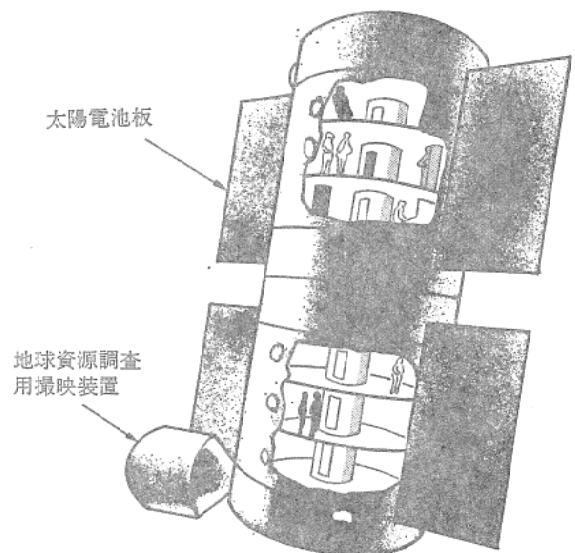


図2 宇宙ステーション

宇宙ステーションの目的の第一は、地球を周回する大型宇宙実験室であるが、また月ロケット、惑星ロケットの基地として、整備や燃料の補給を行う。地球と宇宙ステーションとの間には定期的な往復が行われ、地球とはテレビ通信、広帯域通信、有線通信が行われる。

種類としては、スカイラブのような低高度周回軌道のもののほかに、1979年には、高度35,800km、公転周期24時間で地球上から静止して見える、いわゆる静止衛星のステーションも作る。また、月や火星の面上に永久基地を建設する際には、月や火星を周回する宇宙ステーションを作って、人間の生活空間として使用する

る。

スペース・シャトル (space shuttle) のシャトルとは、元来織機の横糸を引張って往復する部品のことであるが、転じて同一径路を往復する輸送機を指すようになった。従来のサターン・アポロ宇宙船は、打上げに費用がかかる上に1回限りしか使用できないから不経済である。打上げに費用がかからず、何回も使用でき、しかも汎用のものが望ましい。スペース・シャトルは、この目的のために計画されたものである。

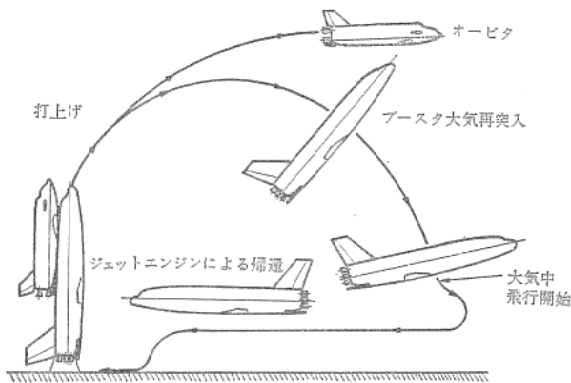


図3 スペース・シャトル

概観は図3に示すようなもので、ブースタとオービタの親子の2段ロケットからなる。ブースタは、オービタを大気圏外の所要高度へ所要速度になるように打上げるためのロケットである。打上げが終れば大気層に再突入し、ジェットエンジンで大気中を飛行して基地へ戻る。オービタは、人員、機器、燃料などを搭載して軌道上の衛星や宇宙ステーションへ運んだり、不要になった物を地上へ回収したりする。

スペース・シャトルは、また実用衛星や科学衛星の打上げや回収にも使われる。将来は、一般の旅客輸送にも利用される予定である。

現在計画中のスペース・シャトルの全備重量は1,600トンで、液体酸素・液体水素ロケットを装着している。大気中を飛行するので、外観は現在の亜音速旅客機に似ている。

打上げの費用を少なくするためには、打上げに要する人員を少なくする必要がある。従来のサターン・アポロ宇宙船では、1回の打上げに際して、機器の点検整備やデータ処理のために

2万人を要した。スペース・シャトルでは、これを旅客機並みの10人程度に減らすのが目標である。これを達成するためには、エレクトロニクスとシステム工学の画期的な進歩が必要とされる。

このようなスペース・シャトルは目下建造中であるが、1979年までに試験を終り、1980年より飛行する予定である。

そのほかに、スペース・タグ (space tug) が用いられる。これは宇宙空間で種々の物体の運搬や回収に用いられる曳船である。使用しないときは宇宙ステーションに繋留しておく。現在計画中のものは、直径6.5m、長さ7.5m、重量20トンで液体酸素・液体水素ロケットをもち、乗員は6名である。衛星の保守や修理も行い、マニピレータをつけて、種々の作業を行うこともある。

ソ連では、サリュート宇宙船にソユーズ4台をドッキングして組立てた重量24.8トンのソユーズ・サリュート宇宙ステーションを計画している。

さて、このような地球周回の宇宙ステーションでどのような研究が行われるのか。これは従来のERTSやスカイラブと同様である。これらの衛星では、長期にわたって完全な無重量状態、真空状態が得られること、広大な視野で地球表面の連続的調査ができること、地球の大気圏外で天体観測ができることが特長で、これらの点を利用して各種の調査や実験が行われる。

地表面の調査では、各種の観測機器を使って地表面を連続的に撮映し、地図を作ってくまなく調査する。地球上の陸地・水・植物・大気などは、その物理的・化学的性質に応じて特定の波長の電磁波を吸収したり、放射したりしているから、これを撮映すれば地表の状態が判定できる。雲も撮映できる。さらにマイクロ波ラジオメーターによって雲を貫通して地表の像を得ることもできる。このようにして、いくつかの波長領域に分割して多重スペクトル写真を撮ると、波長領域によって色分けにした各種のカラー写真の地図が得られる。

これから、雲の状態、地表温度、大気温度と湿度、海流や氷の状態、降雪状態、降雨洪水

機器を月面に運び、月を天体観測のプラットフォームとして利用する。深層ボーリングによって月の地殻の調査も行う。

地球から月までの輸送機関としては、スペース・シャトル、スペース・タグのほかに、原子力ロケットをもった原子力シャトルも実用化される見込みである。原子力ロケットはウラン235の原子炉で液体水素を加熱して発生した高温ガスを噴射するものである。

1970年代の終りには、現在の南極大陸調査隊のように、特別な訓練をしなくても、科学者、技術者、ジャーナリスト、テレビ要員のほか、旅客も月へ行ける見込みであるという。

惑星の探査計画

惑星の探査は、太陽系の起源と発達の歴史、生命の起源と発達の歴史を調べるのが目的である。研究項目としては

- (1) 各種惑星の環境、大気、表面の調査
- (2) 惑星に生物がないかどうかの調査
- (3) 物理学的、生物学的見地よりの惑星、彗星、小惑星の比較
- (4) 太陽系内の未知の天体の探査
- (5) 人類による惑星の利用

などが挙げられる。

自動航行を行う探査器の計画は次のようなものである。

火星に対しては、1971年にソ連の火星3号が軟着陸に成功したが、アメリカは1975年にバイ

キングが着陸した。以後1990年までに、数個の探査器を打上げ、火星表面を調査し、試料を採集して、地球へ帰還する予定である。

金星に対しては、1967年にソ連の金星4号が軟着陸に成功した。アメリカは、1962年以来マリナーを打上げ、金星に接近して表面を調査していたが、1978年にパイオニア・ビーナスを打上げ、1個は着陸し、1個は周回衛星となる予定である。また1981年と1983年には大型の金星周回軌道衛星を打上げ、レーダーで表面と大気を詳細に調査する予定である。

木星に対しては、1976年～1980年に数個の探査器を打上げ接近するが、1981年には周回軌道衛星を作る予定である。

なお、土星に対しては1979年に、天王星に対しては1980年に、それぞれ到着するよう探査器を打上げる予定である。

人間の火星着陸の計画は次のようなものである。

1981年11月12日に6人乗りの宇宙船を搭載した原子力シャトルが地球を出発し、1982年8月9日に火星付近に到着して、火星周回の宇宙ステーションとなる。これから自動探査器を降下させ、火星面を調査して安全を確かめたのち、乗員の着陸を行う。乗員は60日間火星を調査したのちに宇宙ステーションに戻り、1982年10月に火星を出発、1983年8月14日に地球へ帰還の予定である。現在の計画では、このような有人宇宙船を2機送ることになっている。