

「日本の有人宇宙活動の現状と展望」

JAXA宇宙飛行士 若田光一氏

日航財団主催「地球人講座」講演録
(2004年9月20日、於：上海日本人商工会)

・はじめに

はじめまして。宇宙航空研究開発機構の若田光一です。宇宙航空研究開発機構という組織の名称はまだ皆様には馴染みのない名前かもしれませんが、省庁統合で文部省と科学技術庁が統合したことに伴い、航空宇宙の分野で開発の仕事をしていた3機関、すなわち、文部省系の宇宙科学研究所(ISAS)、科学技術庁系の宇宙開発事業団(NASDA)と航空宇宙技術研究所(NAL)が2003年10月に統合し、非常に長い名前の「宇宙航空研究開発機構」(Japan Aerospace Exploration Agency) JAXA、「ジャクサ」という通称の組織になりました。私はそこに所属しております。宇宙飛行士としての勤務を1992年に始めまして、現在まで、アメリカのテキサス州ヒューストンの米国宇宙航空局、NASAの宇宙センターで勤務をしております。日本の宇宙飛行士は今8名おりますが、その内、今6名がヒューストンのNASA ジョンソン宇宙センターで訓練を受けています。

日本に出張という形で年に数回帰ってくるがありますが、今回はタイミングが合い、中国を訪れることができました。以前、宇宙から中国を見たことはありましたが、実際に訪れるのは、今回が初めてです。本日は、「日本の有人宇宙活動の現状と展望」と題してお話をいたします。

・「国際宇宙ステーション計画」とは

4年位前、私は2度目の宇宙飛行をして、国際宇宙ステーションの組立て飛行を行いました。そのときのことをお話しします。国際宇宙ステーション計画は、日本をはじめ世界の15ヶ国が協力して、軌道上に大きな実験室を作って、そこでさまざまな実験や観測をしていくというプロジェクトです。レーガン大統領が1984年に提出した計画に端を発しています。組立てが1998年11月から始まりました。スペースシャトル・コロンビアの事故があった関係で、組立ては今中断していますが、2005年5月以降、スペースシャトル打上げ再開の予定です。このスペースシャトルに、日本の野口聡一宇宙飛行士が搭乗し、宇宙ステーションの組立て作業に臨む予定です。私はこれまで、2回、宇宙飛行の経験をしましたが、今、私が現在NASAで行っている業務は、スペースシャトル飛行

再開に向けた技術開発の仕事が中心です。アメリカの事故調査委員会から、シャトル飛行再開の条件となる、シャトルの飛行安全の改善を図るための勧告が出されたので、それに基づいて NASA がいろいろな技術開発をしており、私は今これに従事しています。一番重要な点は、燃料タンクから断熱材が剥がれ落ちないということですが、かりに剥がれ落ちて、スペースシャトルの本体に損傷を与えた場合でも、宇宙でそれをどう検査し修理するか、たとえばレーザーを使って宇宙で検査を行うというような技術開発を、今行っています。

・宇宙ステーションの組立て飛行について

宇宙ステーションの組立ては 1998 年 11 月から始まりましたが、私が参加したのは 2000 年 10 月、組立て飛行としては 7 回目の飛行でした。通常、スペースシャトルの飛行は大体 1 週間から 2 週間くらいの期間です。われわれの飛行も当初は 11 日間の予定でした。その時の様子を少しお話します。

・スペースシャトル打上げ

私たち乗組員は、打上げの約 1 週間くらい前から、クルー・クォーターズと呼ばれる「隔離施設」に入ります。この打上げの時は、天候やスペースシャトルに技術的問題があり、最終的に 5 日間くらい遅れて、打上げとなりました。打上げは、アメリカのフロリダの現地時間で午後 7 時過ぎでした。打上げ 3 時間くらい前に宿舎を出て、発射台へ向かいました。



打上げの 31 秒前からはスペースシャトルのコンピューターが、すべての機能の管理をします。

打上げの 6 秒前に 3 つの主エンジンが点火されて、主エンジンの出力が 90% 以上であることをコンピューターが自動検知したら、2 つの固体ロケットに点火されます。

打上げのときは、かなり振動が激しいですが、加速度自体はだいたい 1.7G くらいで、特に大きな負担は感じません。2 分間、2 つの固体燃料が燃焼した後で、固体ロケットが切り離され、さらに主エンジンの推力により約 6 分 30 秒にわたって上昇を続けます。

打上げから約 8 分 30 秒たちますと、3 つの主エンジンが停止して、その瞬間 3 G の加速度から、一気にゼロ G になります。そのとき、ガタッと急激に減速し、物がフワフワ浮き出します。

スペースシャトルが軌道上来ますと、直ちに貨物室の扉を開けます。扉の内側が冷却用のラジエターになっているので、コンピューターが作り出した熱などを、貨物室の扉を開き外へ放出します。

・手動でのドッキング

このフライトのミッションは、宇宙ステーションの組立て飛行でした。スペースシャトルは、宇宙ステーションに向かって軌道修正用エンジンを噴射して、徐々に近づいていきます。船長が手動で宇宙ステーションに向かって、接近率を調整しながら徐々に近づいていきます。ロシアの宇宙船は自動ドッキングですが、スペースシャトルの場合、姿勢は自動制御が効いていますが、接近率の調整や相対位置の調整は船長がテレビカメラの映像を見ながら目標点に向かって、手動で行います。

今回はレーダーが故障してしまい、スペースシャトル史上初めて、レーダーが故障した状態でランデブーをすることになりました。しかし、船長が完璧な操作をして、テレビ映像を見ながら宇宙ステーションに向けてドッキングを行いました。毎秒 5 センチくらいのスピードでドッキングに成功しました。ドッキングシステムはロシアで作られたものです。ドッキングが完了したあとは、宇宙船との空気の流れを確実にするためにいろいろな機器を操作して、4 つあるドアの一つ一つに、空気漏れが無いのを確認しながら、宇宙ステーションの中に入りました。

・宇宙ステーション内部

私たちが宇宙ステーションに到着したときは、まだ宇宙ステーションに住人はいませんでした。われわれの飛行の 3 週間後に、初めての長期滞在のクルーが宇宙ステーションに到着し、今は 2 人の宇宙飛行士が 6 ヶ月にわたって滞在しています。ですから、このとき中に入りますと、非常にがらんとした感じでした。スペースシャトルの中はいろいろな機器が所狭しと置いてありますので、宇宙ステーションの内部は非常に広く感じました。

・ロボットアームの操作

私は、この飛行ではロボットアームの操縦が主担当でしたが、ロボットアームを操縦するために必要なコンピューターが、トラブルを起こしてしまったので、急遽電気工事を行いました。コンピューターの取り替えを終わったあと、2 つの操縦桿を使って、ロボットアームを操作し、構造物を宇宙ステーション外部に取り付ける作業を行いました。ロボットアームは人間の腕のような機能を持つ

ていて、これを使って、10 トンぐらいの「Z-1 トラス」という名称の構造物、これは姿勢制御用のジャイロやテレビ用アンテナ等が搭載されている構造物ですが、これを取り付けました。毎秒数センチ、最終接近時には毎秒数ミリのようなゆっくりとしたスピードで宇宙ステーションへ取り付けました。この取り付けが終わったあと、全員が宇宙ステーションの方へ入り、この3週間後にやってくるロシア人2人、アメリカ人1人、合計3人のクルーの到着準備のため、水の搬送や彼らが使う手順書等を、スペースシャトルから宇宙ステーションへ運ぶ作業を行いました。宇宙ステーションの中は上下左右対称形をしている部分が多く、無重力状態では、方向を認識するのに若干時間がかかります。スペースシャトルの室内は上下左右対称ではないので、すぐわかります。

・ 船外活動

この飛行では4回船外活動を行いました。船外活動は、スキューバダイビングをなさる方のご存知と思いますが、必ず二人一組で行います。一人が、何らかの理由で意識を失うようなことがあっても、その仲間が、船室内へ連れて行くというような訓練も行っています。



スペースシャトルを、宇宙ステーションにドッキングする時の構造物、「与圧アダプター」を宇宙ステーション側に取り付ける時、取り付ける部分は良く見えませんので、宇宙視覚システムという、いわばコンピューターの目を使います。これは、テレビカメラ映像を取り込んで、構造物と宇宙ステーションの相対位置をコンピューターで計算するシステムです。これを見ながら、ロボットアームを操縦して、宇宙ステーションに取り付けました。この作業はそれ以前の宇宙ステーションの組立てでもNASAが経験した事のない作業でした。訓練は相当周到にやってきましたが、実際、問題なく作業を遂行でき、大変安堵しました。

宇宙ステーションの船外活動の準備状況は、大型の映画撮影機、IMAXカメラでフィルムに収録しました。フィルムの交換時にはスペースシャトルの中には暗室がないので、専用の黒い布の袋を暗室代わりに使いました。撮影は、ドッキング時やロボットアームの操作時、また4日間にわたる船外活動の際に行いました。船外活動をする際には、通常、安全テザーを使用しますが、何らかの理由で、万が一、そのテザーが外れてしまい、船外活動する宇宙飛行士が、宇宙空間に放り出されたとき、自力で宇宙ステーションに戻って来るための装置の機

能確認作業の様子がこの映像に映っています。背中に窒素ガスを使った移動装置がついています。胸の所に操縦桿がついており、操縦桿を押した方向に窒素ガスジェットが噴射し、その反作用で移動できます。緊急時にしか、使用しませんが、この装置で自分が行きたい方向を調整しながら、宇宙船に戻って来ることができます。この装置は ISS で船外活動する場合には、必ず装着しなければならないシステムで、2005 年 5 月に野口宇宙飛行士が船外活動する時にも、背中に着けます。

・無重力状態

宇宙ステーションの中は、無重力ですので、三次元が有効に活用できます。たとえば、今、私がこうして立っていると、頭の部分はデッドスペースになりますが、宇宙ステーションでは、天井にも物を置けるし、壁面にも物を置くことができますので、内部は狭いですが、その狭い空間を三次元的に非常に有効に使うことができるので、この点が地上とは大きく違います。

・ドッキング解除

宇宙ステーションとスペースシャトルとのドッキングは、ダフィー船長が行いましたけれども、ドッキング解除の操作は、パイロットのメルロイさんが行いました。彼女はこのフライトが一回目の宇宙飛行でしたが、この操作を非常に完璧に行いました。彼女は、すでにこのフライトの 1 年後に 2 回目の飛行をしており、次の飛行では船長として搭乗することになります。

・地球帰還の遅れ

私たちのミッションでは、当初、このドッキングが終了したあと、すぐ地球に帰る予定でしたが、着陸予定地であるフロリダの天候の状況が悪く、着陸が 2 日間延期されました。その間は、船内で運動のため自転車こぎをしたり好きな本を読んだりして過しました。私は、高校野球の始球式用のボールを持っていくことができましたので、クルーらと「日米対抗野球」をしました。バットは持っていきませんでしたので、バッティング時には金槌の柄をバット代わりにしました。このボールで、翌年の夏、私は高校野球の始球式をさせていただきました。

・代替着陸地へ

こうしてフロリダの天候回復を待っていましたが、食糧も少なくなり、姿勢制御用の燃料や水も減少してきたので、NASA は着陸場を、代替着陸場であったカリフォルニアのエドワーズ空軍基地へと変更しました。

大気圏突入時のマッハ数は、約 25 です。滑走路への接近時、高度 3,000m位から 600m位の高度での降下角度は、20 度くらいです。通常、航空機の場合の降下角度は、約 3 度です。

スペースシャトルは、高度約 600mになったところで機首を引きおこして、最終的には通常の航空機と同じような降下角で、スムーズに着陸します。

グライダーとして着陸しますので、アプローチがうまく行かなかったといって、ゴーアラウンドでもう一度やり直すということはできず、「一発勝負」の世界です。着陸速度は、ジャンボジェットなどは時速 230 キロ程度ですが、スペースシャトルの場合は、時速約 370 キロというかなり速い速度で着陸します。着陸すると、パラシュートを広げ減速し、機首車輪が着地すると、ブレーキを使って停止します。こうして結果的に 13 日間の飛行を無事終えました。

・国際宇宙ステーションの現状

国際宇宙ステーションは、スペースシャトルやロシアのロケットなどを使い、段階的に組み立てられています。組立ては 1998 年から始まり、ロシアとアメリカのロケット打上げシステムを合計 40 回以上使い、段階的に宇宙ステーションの区画を宇宙に持って行って、それをロボットアームや船外活動で、徐々に組み立てています。これには、アメリカ、ロシア、ヨーロッパ、カナダ、日本等 15 ケ国が参加しています。

JAXA や NASA のホームページにアクセスしていただくと、世界中でいつ宇宙ステーションが見えるか、情報が出ています。宇宙ステーションは通常、夜明けか、朝方しか見えませんが、よく見えるときで、5 分から 10 分程度見えるケースがあります。

国際宇宙ステーションは、完成しますと、サッカー場がすっぽり入るくらいの大きさになります。幅は 110 メートル奥行きが 80 メートルくらいあります。面積で一番大きいところは、太陽電池パネルのスペースです。スペースシャトルは、燃料電池で、水素と酸素を持っていき、それで発電し、副産物である水は、乗員が飲みますし、冷却用にも使っています。しかし宇宙ステーションの場合は太陽電池で発電していますから、電池パネルの部分が大きくなります。

ステーションの中心部は人間が居住できる空間ですが、スペースシャトルに比べると比較にならないほど巨大な容積を持っています。完成するとジャンボジ



ェット、ボーイング 747 と同じくらいの容積です。

現在、国際宇宙ステーション（ISS）計画で使用されている打上げシステムは、アメリカのシャトル、ロシアのプロトン・ロケットやソユーズロケットですが、これらで人間や貨物を打上げています。2005 年にはヨーロッパのアリアン 5 型ロケットが ATV という物資輸送船を打上げます。日本も、H-A の能力増強型のロケットを開発中です。これで宇宙ステーション補給機（HTV）を種子島から打上げ、国際宇宙ステーションに物資を補給することになっています。

現在、シャトルが運休中ですので、唯一、宇宙ステーションへ人間を送り、貨物輸送できる手段は、ロシアのソユーズです。ソユーズのカプセルは、宇宙ステーションでの非常事態の場合、たとえば、急病人の発生、火事、空気漏れによる急減圧などがおきた場合、これを緊急避難船としても使うことができます。

・国際宇宙ステーションと日本

日本の国際宇宙ステーションへの参加は、大きく分けて 3 つになります。一番の中核となるものは、「きぼう」日本実験棟であり、H-A ロケットによる宇宙ステーション補給機（HTV）で ISS 運用において重要な役割を果たし、またアメリカの実験施設となる生命科学実験施設「セントリフュージ」の開発も担当しています。

「きぼう」日本実験棟の実験室は、長さ約 10 メートル、直径は約 4 メートルです。この大きさは、スペースシャトルの貨物室にすっぽり入る大きさなので、それ以上の直径というものは宇宙ステーションにはありません。この中では、ポロシャツのような普段着で、無重力を使ったさまざまな実験ができるようになっています。船外実験プラットフォームでは、無重力、真空という宇宙の特殊な環境を使ったさまざまな実験、観測を行います。そこにあるさまざまな実験装置の交換にロボットアームが使われます。

宇宙ステーション補給機（HTV）は、種子島から H-A ロケットで打ち上げられるもので、宇宙ステーションへの物資輸送を行います。打上げられた後、自動的にランデブーをして宇宙ステーションに近づき、宇宙ステーションの真下 10 メートルくらいに接近した後カナダのロボットアームにより捕獲し宇宙ステーションに取り付けます。宇宙飛行士が中に入って、いろいろな実験装置などを取り出します。ISS から離れる際にはゴミなどを搭載し、大気圏再突入時に、破壊されます。

日本の「きぼう」実験棟には、具体的にどのような企業が参加し、開発に携わ

っているかということ、主契約会社が三菱重工で、コアとなる船内実験室と実験装置類を保管する船内保管庫室、そして全体的な取りまとめを担当しています。石川島播磨重工業は船外実験プラットフォームを担当しています。また実験装置を埋め込む「ラック」も担当しています。

IHI アエロスペース(元、ニッサンの中にあった宇宙部門)が船外パレットを担当しています。

NEC と東芝の宇宙部門が統合し、NEC 東芝スペースシステムという会社になり、ロボットアーム(2つあるアームのうち親アーム)やコンピューターやネットワークシステムなどを開発しています。

日立製作所はロボットアームの親アームの先端に付く「子アーム」の開発にあたっています。

川崎重工業は船外実験プラットフォームへ交換装置類を出すための船外と船内の空気遮蔽室(エアロック)の開発にあたっています。

三菱電機は電力系やテレビモニターの開発にあたっています。

生命科学実験装置「セントリフュージ」はアメリカの実験室ですが、日本が開発を担当しています。日本の実験棟を打上げるためには、スペースシャトルを3回使わねばなりません。3回の打ち上げ費用のバーター(物々交換)として、セントリフュージの開発を日本が行っています。

「セントリフュージ」は直径が2メートル以上ある遠心力加速器を持っています。全体がぐるぐる回り、重力を発生させます。中には、動物やライフサイエンス系の実験装置が格納できる「ハビタット」という装置があります。この中で、地球、月、火星など様々な重力加速度、あるいは無重力など、さまざまな重力条件の下での実験ができます。この実験装置は、人類が、月、火星などへ行く時に最も重要なライフサイエンスのデータを生み出すもので、アメリカにとっても非常に重要な実験装置です。

宇宙飛行士の訓練についても、日本はさまざまな充実したシステムを作っています。

茨城県の筑波にある JAXA のつくば宇宙センターの宇宙飛行士訓練施設には、直径が16メートル、深さが10.5メートルの巨大なプールがあります。ここでは船外活動の宇宙服を着て、訓練や開発などを行うことができます。さらに低圧状況での訓練を行うシステムもあります。宇宙飛行士は国際宇宙ステーションの閉鎖環境に6ヶ月程度滞在して実験等を行わねばなりません。つくば宇宙センターの閉鎖環境試験設備では、こうした閉鎖環境下での人間の心理面も含めた様々な研究等に利用されています。

・日本の宇宙飛行士

現在 JAXA の宇宙飛行士は 8 名おりまして、毛利衛、向井千秋、土井隆雄、そして今度飛行することになっている野口聡一宇宙飛行士のほか、3 名の新人が古川聡、星出彰彦、山崎直子です。

この 3 人が、2004 年 8 月からヒューストンへ行き、土井、野口、私と同じように、ミッションスペシャリストとしての訓練を行っています。この 3 人は、2004 年からロシアのモスクワにある「星の街」という訓練センターで訓練を受けておりまして、ソユーズ（ロシアの宇宙船）のフライト・エンジニアの資格も持っています。

今度、スペースシャトルの資格を取ることによって、米ロ両方の資格を持つこととなります。

世界中の宇宙飛行士の人数は、442 人で、のべ人数にすると 962 人です。アメリカが圧倒的に多く、続いてロシア、ドイツ、フランス、イタリア、日本です。日本は、1992 年ごろから主に実験の分野で有人宇宙活動に入っていました。日本人が最初にスペースシャトルに乗ったフライトは、毛利宇宙飛行士の STS-47 でした。材料やライフサイエンス系のさまざまな実験（34 テーマ）を行った約 1 週間のフライトでした。1994 年の 7 月、向井宇宙飛行士が、スペース・ラブというスペースシャトルの貨物室に搭載された実験室で、約 2 週間にわたってさまざまな実験を行いました。この時も、材料、生命科学分野で 83 の様々な実験をこなしました。

私は日本人のスペースシャトルの乗組員としては 3 人目です。この時のフライトの主な目的は、種子島から 1995 年 3 月に H- ロケットで打上げられた宇宙実験観測機フライヤー（SFU）を回収することでした。この人工衛星 SFU は打上げ後、10 ヶ月わたって天文学、材料、ライフサイエンスなどさまざまな分野の実験・観測を行っていたもので、これを私がロボットアームによって回収し、スペースシャトルによって地球に持ち帰りました。

1998 年 10 月、向井宇宙飛行士は 2 回目のフライトをしました。このときは宇宙飛行士としては最年長の、当時 77 歳だったアメリカのジョン・グレン上院議員と一緒にフライトしました。

2000 年 2 月、毛利さんの 2 回目のフライトでは、シャトルにつけた合成開口レーダで 3 次元の地形図データを取得するというのが目的でした。

私は、2000 年の 10 月に国際宇宙ステーションの組立てに参加しました。

2005 年 5 月以降、野口宇宙飛行士のフライトが予定されていますが、これに新たに 3 人の新しい乗組員が加わり、スペースシャトルのディスカバリー号によって宇宙ステーションの組立てを行う予定です。彼らは 3 回の船外活動をする

予定です。

・宇宙での活動が人間に与える医学的影響

宇宙に行って長い間いますと、さまざまな肉体的影響（後退劣症）が出てきます。宇宙では歩きませんので、足などの筋肉が衰えます。また同時に、骨の密度の低下が特に長期滞在の場合問題になってきます。地上でも、女性に特に多い骨粗鬆症という症状がありますが、宇宙に行きますと男も女も変わりなく骨粗鬆症になります。骨密度の減少度は人によって違いますが、多い人は月に2.3%くらい減少します。これは地上の患者の20倍くらいに匹敵する量です。そのうちのいくつかは、宇宙から地上に帰ってきてても元に戻りません。ですから宇宙での長期滞在は、骨のもろさという面から、個人差はあるものの、ある程度の限度があります。

長期に無重力にさらされた場合、地球に帰ってきたとき、起立耐性への影響（まっすぐ立ってられない）が認められます。これは宇宙飛行士の半分くらいが遭遇しています。そうした状況を少しでも減らす目的で、宇宙滞在中はさまざまな運動を行います。自転車こぎや、ゴムやバネの力を使った上半身・下半身の筋力トレーニング、ルームランナーなどでの運動です。



・スペースシャトル内での活動

宇宙船内では、部屋と部屋との移動は非常に簡単です。直進運動であれば、指で軽く壁を押してやれば簡単に直進できます。また上下左右様々なところに、ベルクロ・テープを使って物を置けるといのは無重力の便利なところ。寝る時は寝袋に入って休みますが、フワフワ飛んで行ってしまわないよう、留め金のようなもので、留めておきます。無重力で寝るのは、とても快適でした。1回目のフライトの時、宇宙で習字もやってみました。宇宙に持っていくものは、厳しい安全検査が必要ですが、墨汁は安全検査にまわす時間がなく、持って行けませんでした。そこで醤油を代わりに使おうと思いましたが、醤油はクルーの間でも人気があり、習字をする時までになくなってしまったので、コーヒーを濃く入れ、それを使いました。宇宙の「宇」という字は、無限の空間という意味があり、「宙」は無限の時間という意味があります。ですから宇宙とは、空間的の広がりだけでなく、限りない時空の広がりという意味です。英語では宇

宙は SPACE(スペース)といいますが、これに時間軸の次元のついたものが、日本語の宇宙ということです。中国では「航天」という言葉も使っています。宇宙では体の動きにいったん回転がつくと止めるのが大変です。回転を止める時は 2 点を押さえる必要があります。特に、船外活動をしている時は装着している物は宇宙服を含め 300kg 以上になる事もありますので、回転を伴った慣性でラジエターなどにぶつかると穴があいてしまう可能性もあります。ですから、体に変な回転のスピンのつかないように、注意して動作をする必要があります。スペースシャトルの場合は 2 週間程度の飛行なので、あまり運動しなくてもたいたことはありませんが、ISS 長期滞在(6 ヶ月以上)では、毎日 1 時間半程度、器具を使って有酸素運動や筋力トレーニングをします。食事も宇宙では大切なことで、私は宇宙にご飯や味噌汁や煎餅を持っていきました。煎餅は美味しかったのですが、パリッと食べた瞬間に破片が周囲に飛び散ってしまい、フワフワ浮いているたくさんのかげらを拾うのに苦労しました。液体の食品はストローで飲むのですが、味噌汁は、豆腐やわかめ等の具がストローに詰まってしまい飲みにくかったので、今後は具は小さく刻んだものを使う必要があると感じました。

・宇宙ステーションでの実験活動

現在の宇宙ステーションでの実験例をいくつか紹介しますと、宇宙空間に材料を剥き出しにした状態でその反応などを調べるということによって、宇宙ステーションや人工衛星などに使うさまざまな材料の開発に使えます。地上での応用技術、たとえば紫外線に強いペンキなどの開発にも応用されています。

また、無重力状態でたんぱく質を成長させることで、地上では 2 次元的にしか広がらない成長が、宇宙では 3 次元に成長するので、たんぱく質構造を解析しやすい大きな良質なたんぱく質結晶が得られます。こうした、実験結果は、さまざまな医薬品の製造などへ応用されています。

このほか、宇宙開発からの恩恵として、広く一般生活に使われている応用技術の一つに、「NASTRAN」という構造解析のコンピュータプログラムがあります。車も、家も、航空機からジョギングシューズまで、物の強さ、耐久性などを計算するために広く使われています。外科医学などにも応用されています。宇宙飛行士の健康状態をチェックするための機器の開発が、遠隔医療へ応用されています。

また、宇宙食の開発技術が、一般の食品の長期保存や衛生管理方法の開発に応用されてきています。

また、宇宙では、物の重さの違うものが良く混ざり合うという特性があるので、この性質を使って、宇宙実験で強度の高い材料、たとえば航空機のエンジンの

開発など、新しい技術開発が得られてきています。

・ロケットの信頼性

次に、ロケットの信頼性についてお話しします。20 回以上の打上げ実績のあるロケットのデータをここに示しますが、アメリカ、ロシアを含めて、システムの信頼性は 95%程度です。スペースシャトルやソユーズなど人間を宇宙に運ぶ乗り物として使われているものでも、信頼性は大体 97%くらいしかありません。通常の航空機の信頼性に関しては、100 万回の飛行に 1 回くらいの割合でしか事故は起きないとされていますが、シャトルやソユーズでは、100 回乗れば 3 回は落ちるといことです。そのようなものに、一般の方を乗せるというのは、難しいでしょう。世界のいろいろな技術を持ってしても、いまの時点ではこのくらいの安全性しか出ません。それに人間を乗せるために何が必要かということ、かりにロケットが停止したり、爆発したりしても人間の乗っているところだけ脱出できるような装置の開発が必要です。そうすると、おのずと形が決まってきます。ロケット先端のところに人間の乗るカプセルをつけ、万一の時は離脱して、帰ってくるようにしてあります。シャトルは、実はそれができません。シャトルの緊急脱出装置は、飛行中の一部のフェイズにしか使用できないという限界があります。

・アメリカの新宇宙ビジョン

アメリカのブッシュ大統領が 2004 年 1 月に発表した新ビジョンの柱は、今後、スペースシャトルの運用を 2010 年までに終わらせて退役させるということ、同時に国際宇宙ステーションの組立ても 2010 年までに終わらせること、その先は、月、および火星へと有人宇宙開発の方向を展開していくこと、などです。

月面には早ければ 2015 年に月面有人探査が再びできる見込みです。

このブッシュ案が、今後の世界の有人宇宙開発の方向を決めていく大きな柱になるでしょう。

今、アメリカ、ロシア、中国も有人宇宙飛行システムを持っています。アメリカは、シャトルの事故の後、事故調査委員会の報告書が出ていますが、その中で、「シャトルが落ちたのは政府としての長期宇宙ビジョンがないからだ」とも書かれています。それに基づいてブッシュ大統領が長期ビジョン案を発表したわけですが、シャトルの後継機を作り出す段階にきています。

中国は長征というロケットで、神舟 5 号を打上げ、楊利偉氏が中国初の宇宙飛行士になりました。

2004 年 6 月に、世界ではじめて民間会社が人間を宇宙に打上げました。宇宙飛行士の定義は、国際規格では、「地上から 100 キロ以上の高度を飛行した人」で

すので、そこへ行けば宇宙へ行ったことになります。シャトル、ソユーズ、神舟5号などは地球を回る軌道に乗り帰って来ましたが、この民間のケースの場合、弾道飛行で約100kmの高度に達する宇宙飛行を行いました。とにかく、民間の宇宙旅行に向けた大きな一歩をアメリカの会社が踏み出したと言えるでしょう。

・ 宇宙から地球を見て、考える

宇宙から地球を見ると、無機質な宇宙ステーションの背後に、青い海、白い雲が見え、そのコントラストが印象的でした。宇宙で見る太陽は、太陽光線が非常にキラキラして眩しく、サングラスをしていませんと、本当に目に突き刺さる眩しさを感じます。

飛行場の滑走路は、まっすぐな一本線なので、宇宙から多くの空港がはっきりに認識できます。私には、万里の長城は見えませんでした。アポロの宇宙飛行士で見たと言う人がいましたが、万里の長城は山の稜線に沿っていて、等高線のような形で築かれていますので、周りとのコントラストの関係で、おそらく肉眼的には難しいのではないかと、思います。楊利偉さんも見えなかったと言っていました。



地球の昼の光景をみていますと、青い海や形を大きく変えていく白い雲、強い風が吹いていることを想像させる砂漠地帯の筋状の地形等、大自然の営みの力強さを感じます。シャトルは90分に1回地球を回ります。

昼間の表情とは対照的に、夜の地球を見てもみますと、大自然の営みの力強さというのはほとんど感じません。少し

あるとすれば、稲妻が上から下へ伸びていく程度です。それ以外の息を呑む光景が何かと言うと、それは地球の明かり、街の明かりです。

夜の地球の明かりを見ていると、あたかも地球という惑星を、人間の科学技術力がコントロールしているような錯覚に陥ります。それだけ、人間が地球の環境に大きな影響を与えているということを、この明かりは物語っています。人間が宇宙へ活動領域を展開している今、かけがえのない、われわれみんなのふるさと地球の環境を守っていくことが、地球に住むわれわれ人類の義務なのではないか、と思いました。