

第 10 章 宇宙環境の新しい利用の展開

- 教育・文化・民間の多様な活動の観点での宇宙環境利用 -

宇宙航空研究開発機構
宇宙基幹システム本部
宇宙環境利用センター
利用推進室 荒木秀二

1. はじめに

太古から人類は星空を見上げ、様々な宇宙への想いを募らせてきた。それらは数多くの神話や、遺跡、建築、芸術にも現れている。天動説から地動説、ビッグバン理論と自然科学が進歩するにつれて、人々が持つ宇宙や地球のイメージは変わってきた。特に 20 世紀後半に人類が宇宙へ飛び立つ技術を手に入れ、多くの人々が宇宙に飛び立つようになり、人類が持つ宇宙や地球のイメージは大きく変わってきたのではないか？

人類が宇宙に出ることによって、自分が生まれ、生活している地球を初めてその目で見ることで、まるで自分自身を鏡で見るかのように、初めて客観的に自分たちを見ることができるようになり、「宇宙船地球号」といった概念を持てるようになったといえる。宇宙に飛び出した人は、国境のない地球、暗黒の中に青く輝く姿を目の当たりにし、それから発せられた言葉の中には、人類全体で共有すべき新たな価値観や、人類の目指すべき方向性についての鍵があるかもしれない。

この様な視点を持ち得た我々人類は、これらをどのように活用し、何を考え、我々の子孫に何を残していくべきなのか？



アポロ 11 号月周回軌道から撮影した地球の写真 (NASA 提供)

21 世紀が始まる直前に人類初の国際協力による多目的な有人宇宙施設である ISS の建設が始まった。そこでは将来の人類宇宙進出のための様々な実験や、新しく手に入れた長期間にわたる微小重力など地上では実現し得ない環境を利用して、新しい科学を開拓する試みが行われる。更に、前述の様なこれまでの有人宇宙飛行を中心とした宇宙開発で得られた視点を考慮した場合、ISS 計画は科学技術的な視点を越えた、様々な視点での利用価

値が存在すると言える。

本章では、これら宇宙環境の新たな利用に向けた宇宙航空研究開発機構（以下 JAXA）での取り組みについて紹介する。

2. 新たな利用領域の広がりとこれまでの取り組み

スペースシャトルの運行、ISS の建設など、人類の宇宙での活動が量的に拡大し始めた現在では、従来の科学・技術の研究開発といった分野にとらわれない新しい領域として、以下の3つの領域が具体的な領域として顕在化している。

（1）教育分野での利用

微小重力など宇宙の環境が持つ特徴を生かして、幅広い分野のテーマを題材とした教育イベントなど教育的な観点での利用が、毛利飛行士のスペースシャトル搭乗機会を契機に行われてきた。更に ISS での宇宙飛行士の滞在が開始されて以降、定期的に ISS の宇宙飛行士と地上の青少年を通信回線で結び、リアルタイムで対話をしながら進める教育イベントや、生徒参加による宇宙実験などを実施している。

（2）民間による多様な利用

宇宙、宇宙開発が持つ先進性、夢といったイメージや、飛行士が生活し活動する環境が従来の研究開発とは異なる利用価値を発生することに着目し、民間による多様な利用が注目されつつある。

具体的には、宇宙から見た地球や宇宙船内の映像を利用した「宇宙CM」が国内外メディアに広く取り上げられ、民間による新しいISS利用が我が国で注目されるようになった。その後ISSを経由する電子メールメッセージサービスの開始など、産業界等の利用は広がりを見せている。

一方、従来の応用利用と異なり、主として企業の広告宣伝効果を狙った商品開発として宇宙環境を利用するニーズも顕在化している

（3）人文社会科学・文化的利用

ISS での微小重力環境や閉鎖空間では、人間における新しい感覚と精神的な心の働きが期待される環境であり、異文化の背景を持つメンバーとの共同生活を通じた、新しい人間関係構築のあり方など、ISS を人文社会科学や人類文化の観点からとらえる考え方が注目されている。ISS/日本実験棟「きぼう」を契機とし、地球を広い視点でとらえ、人類の夢に近づく魅力のある研究や利用に向けた検討を外部との連携により進めている。

教育的利用

軌道上教育イベント

軌道上の宇宙飛行士と地上を結び、リアルタイムでのやり取りを行う教育イベント



ISSを結んだ
教育イベント



宇宙授業

映像の教育的利用

軌道上で宇宙飛行士が、シナリオに基づいた教育目的の活動の撮影を行い、地上で編集配布

宇宙実験等への学生参加

シャトルやパラボリック飛行実験機会を提供し、学生提案の実験を実施



STS-107 高校生による
タンパク質結晶実験



航空機を利用した
微小重力教育実験

地上での教育イベント

シャトル等での実験に連携した、地上での対照実験や、教育的イベントの実施



STS-95 植物を使った地上対照実験イベント

民間による多様な利用

映像利用

宇宙船内、宇宙船からの地球の映像等を素材とし、
広告、番組としての放映や、商品として販売



TVCM 製作(電通、大塚製薬)

商品開発利用

本格的に微小重力等の環境を利用した研究開発
でなく、宇宙を利用した付加価値付与を含む商品
開発



宇宙食

サービス事業

ISS (有人)環境を利用した付加価値付与を含む
サービス事業



スポンサーシップ事業

ISSをブランド化し、ロゴマーク等の使用を許可す
る代わりに、利用料金を徴収



ISSを介する電子メールサービス
(アイエイチアイエアロスペース)

人文社会科学・文化利用

芸術分野

芸術・文化分野の宇宙イベント、地上研究等

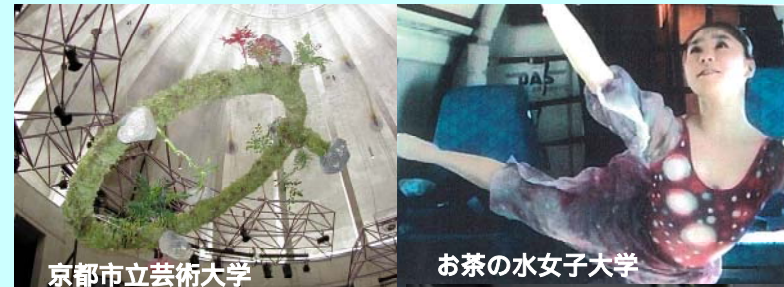


向井飛行士による和歌創作
(1998)

土井飛行士によるスケッチ
(1997)



宇宙での新たな居住・精神空間デザイン



京都市立芸術大学

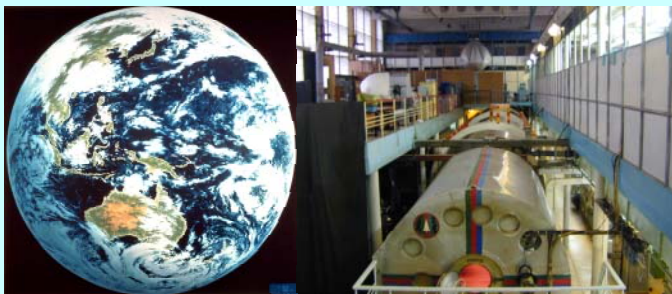
お茶の水女子大学

武蔵野美術大学

微小重力を活かした新たな表現
(パラボリックフライトでの実験)

人文社会科学分野

哲学、社会学、心理学、などの分野による地上研究等



宇宙からの視点、閉鎖環境下での異文化メンバーの
協調などから、安定して共生できる地球社会の成立に
つながる研究など。

旧宇宙開発事業団では、平成14年3月に「宇宙環境利用事業促進室(「きぼう」利用相談室)」を設置し、新たな分野の開拓と利用制度構築を目指し、将来可能性のある様々なアイデアについて公募によるパイロットプロジェクトの実施や地上でのフィジビリティ検討支援を行っている。また、学術的な観点での人文社会科学を視野に入れた研究課題の探索を平成9年度から開始し、芸術大学との共同研究や有識者によるワークショップなどの活動を進めてきている。

更に教育分野での利用では、我が国として初めての有人宇宙実験計画である第一次材料実験計画(FMPT/ふわっと'92)における毛利飛行士による宇宙授業の実施を契機に、その後の日本人宇宙飛行士のスペースシャトル搭乗に際しては、教育的イベントや広報・教育用ビデオ作成などの活動を行ってきた。平成12年3月にはISS/日本実験棟「きぼう」に関する情報発信拠点として、ISS計画及び宇宙環境利用に対する国民の理解増進を推進するための「宇宙ステーション・JEM 広報・情報センター」を設置し、ISS計画に関する広報活動、教育イベント等の企画実施を行ってきた。

3. 新たな利用領域が持つ意義

前項に示した従来の自然科学・技術での研究開発の視点以外の新たな利用は、一見するとその他付加的な利用領域と言うカテゴリーに整理されがちであるが、より多くの人々が参加でき、宇宙開発をより身近な物として捉え、宇宙開発への理解増進につながるという共通の特徴を有している。その背景には、有人宇宙活動、特にISS計画には、他の宇宙活動とは本質的に異なる人類史的観点からの意義や特徴があり、それを支持、期待する人々が多数存在し、その期待や夢を実現することができる利用領域であるということが1つの大きな理由であると考えられる。この様な視点に立って、これら新しい領域として様々な試みが行われ始めている多様な利用が持つ意義を整理してみると、以下のように考えられる。

地球人育成への貢献

ISSからの視点が、地球が有限であるという認識や、国籍や民族を超えて地球人としての意識や一体感などを醸成することに貢献できる。さらに、人類が様々な困難を乗り越え、国家を超えて共同で未来を開拓する営みを続けることなど、ISS計画を通じてわかり易く伝えることができる。これらの視点は21世紀を担う人材に必要な要件であると考えられる。

また、ISSは微小重力環境、人の介在によるきめ細かなサービス、宇宙空間への容易なアクセスといった特徴を活かして科学研究、技術開発のインフラとして活用されると同時に、自然科学教育のインフラとしても非常に有効な活用ができる。

この様にISSを教育的観点で活用することにより、21世紀の科学技術立国を支え、地球人として活躍できるような創造性豊かな人材育成に貢献できる。

人類未来の開拓への貢献

ISS 計画を含む有人宇宙活動は、宇宙に人間が存在することにより、宇宙での生活から宇宙と人間の係わり合いといった精神的な面まで、一般の人々の関心が高い多様な接点を持ちうる活動であり、その他の宇宙活動と異なるユニークな点である。

一般の人々が幅広く関心を持つ特徴を活かせるような利用に ISS を積極的に活用することは、あらゆる人々を直接宇宙開発に参加させる契機となり、宇宙を身近に感じさせ、興味を喚起し、ISS 計画を含む人類の宇宙進出の価値を共有することを可能にし、ともに人類の未来の開拓に貢献できる。

宇宙利用における新しい価値の創出

ISS での有人滞在が本格化し、日本の実験モジュール「きぼう」での利用機会が現実味を帯びてくるにつれて、従来の宇宙利用では発生し得なかった、もしくはそれまでは対応が困難であったニーズが顕在化してきている。これらのニーズを実現していくことは、宇宙利用の新しい価値を創出し、利用を拡大することにつながり、また民間を含む様々な地上の活動への宇宙利用機会の提供を通じて、それらの活動を活性化することにも貢献できる。

4. 今後の展望

新しい利用を積極的に展開していくにあたり、従来の自然科学技術の研究開発を前提とした利用制度や促進方策では十分対応できないため、新しい制度を構築し、利用を促進する活動が必要となってくる。現在 JAXA では下記に示すような制度の構築や利用促進方策の検討を進めており、「きぼう」において利用が広がるように準備を進めている。

(1) 教育分野での利用

現在我が国の教育政策における目標として「知の世紀をリードする創造性に富んだ人間の育成」、「国際社会を生きる教養ある日本人の育成」などが課題となっており、特に科学技術立国を目指した国レベルでの理科教育の推進として、自然科学に重点をおいた学校の指定(スーパーサイエンススクール)、教育機関と研究機関との連携協力(サイエンスパートナーシッププログラム)、IT 技術を利用した先進的な教材開発(Reka-e Initiative)など事業が行われている。

一方教育現場においては、「総合の時間」への対応など、自然科学に限らない新しい視点でのカリキュラム作成のための話題や気軽に利用できる素材へのニーズが高まり、また、科学館、プラネタリウム等の社会教育施設においても、参加型施設としての魅力あるコンテンツや学芸員(インタプリター)への情報提供が課題となっている。

上記のような教育のニーズに対して、ISS/「きぼう」の下記の教育的観点からの特徴を活かして、21世紀の科学技術立国を支え、地球人として活躍できるような創造性豊かな人材育成に貢献する事を目指す。

- ・ISS計画は人類が様々な困難を乗り越え、国家を超えて共同で未来を開拓するという点で人類の挑戦の象徴とも言える。これらを伝えることにより、勇気、生きていく力、夢を持つ原動力となる。特に宇宙飛行士の活動を通じて、想像することや、生きていくことなど大切さを子供たちと考える契機を提供できる。
- ・微小重力下での流体などの特異な物理現象や生命現象、地球や宇宙の観測、環境制御技術やロボット工学等の広範な自然科学の領域から、異文化コミュニケーションなどの心理学、宇宙の中での人間、地球といった哲学的観点で地球人類を考える視点を生かした人文社会科学・文化的な領域といった、幅広い話題の提供が可能。また、宇宙から見た地球の映像は、気象、環境、国際問題等の素材としても有効。
- ・宇宙飛行士が宇宙にいて柔軟かつ多様な活動が可能になり、人の視点で、人が直接伝えることで、説得性が増し、多くの人々が共感を持つことができる。また、宇宙での日常生活などを通じて、身近なものとして関心興味を持つことが可能。
- ・「きぼう」は我が国が長期にわたって利用可能な軌道上のインフラストラクチャであり、多様な実験や映像取得のための既設インフラを活用して、継続的・体系的な取り組みが可能。

教育事業についてはJAXAの重要な事業の一つの柱と位置づけられており、ISSを契機にした教育的事業について積極的に推進を計っているところである。しかしながら、これまでの活動が一方的、単発的であり活動そのものが教育現場で知られていない、活動において製作した教材が活用されていない、授業や科学館などで手軽に使用できる教材/教育プログラムが少ないなどの課題が認識されている。

このような課題を解決し、宇宙機関が持つ情報やリソースを教育現場で十分活用してもらうために、教育機関や現場との連携を強化し、要望を聴取しつつ、利用しやすい環境や支援体制の構築を検討している。

具体的には、「きぼう」打ち上げまでの期間に宇宙教育コミュニティの形成を促し、教育現場のニーズをくみ取るための連携を進めるとともに、外部の活動を支援するためのJAXA内の体制を整備する。また、「きぼう」の運用開始以降に実施するISS/「きぼう」を使った教育プログラムを効果的に実施するために、既に軌道上に存在しているISSとの交信機会や地上実験手段を利用した教育プログラムを試行するとともに、体系化を図る。さらに、教育現場のニーズや教育のIT化施策を踏まえた、教材の開発や容易に利用できるシステムの整備を進める。

「きぼう」運用初期段階においては、「きぼう」を利用した定期的かつ本格的な教育プログラムを実施し、より多くの人々の参画を目指していく。

教育現場のニーズに対して積極的に支援

教育現場のニーズが十分くみ取れるように学校や社会教育機関、教育関連学会や教育産業などの教育者を中心としたコミュニティを形成、連携を図る。そこから得られるニーズに対応して、カリキュラムや課外活動を支える教材、マテリアル作成、サポート、イベント実施を行う。

幅広い対象を考慮

初等教育から高等教育、生涯教育までそれぞれの特徴を生かしたアプローチを行うとともに、自然科学だけでなく、人間社会の宇宙展開まで含めた文化的、社会的な領域についてもテーマとして取り扱い、より多くの人々が巻き込まれるように配慮する。

これまで蓄積された資源を活用

きぼうの開発及び運用、スペースシャトルの利用を通じて得られた映像、宇宙実験データ、人的資源・ネットワークを最大限活用する。

継続的、体系的なプログラム化

学生参加実験については、宇宙実験だけでなく地上の予備実験手段も含めた体系化、テーマの体系化などを進め、継続的にかつ効果的に成果が上がるプログラムを構築する。

国際共同プロジェクトの利点を活かした貢献

ISS は世界 16 カ国が協力するこれまでにない規模の国際共同プロジェクトである。この特徴を活かして、広く青少年達に言語や文化の多様性に対する理解を深め、国際感覚を身につけてもらうための、国際パートナーやアジア太平洋地域との共同イベントの実施や、教材等の共同開発などを実施する。

(2) 民間による多様な利用分野

ISS / 「きぼう」は宇宙空間の有人インフラとして研究開発活動以外の様々な可能性を有しており、民間によるこれまで想定していない宇宙利用が生じ、利用の多様化・拡大が加速することが期待される。また、企業による多様な利用を促進することで、ISS / 「きぼう」が身近なものとして広く理解され、ISS / 「きぼう」の認知度が向上することで、付加価値が更に増すことになる。

さらに、このような民間の多様な利用活動の拡大により、宇宙環境利用の成果が国民の日常生活に直結した形で還元されることが期待され、産業の育成にも資することになると考えられる。

民間による多様な利用を促進するためには、民間の発想を活かし、民間が利用しやすい制度や体制を、今後宇宙機関として整備する必要がある。

具体的には、下記に示すような基本的な商業利用政策を策定し、新しい利用制度を設定して利用条件の明確化していく。また商業利用ニーズに迅速に対応するため、早期利用機会を含む商業利用リソースを予め確保し、当面はパイロットプロジェクトの活用等により「きぼう」の本格利用段階に向けた促進活動を実施する。将来民間利用市場の発展に伴い、民間で実施できる利用促進や実施支援業務等への民間とのパートナーシップの導入や民間への移管なども検討する。

利用制度の確立

現在、「きぼう」の利用料金、料金徴収システムは存在しない。産業界等の主体的な利用促進のためにはコストを明確化し、適切な利用料金を設定する。併せて、利用成果の利活用を推進するためにも、利用料金を負担して利用した利用者は原則として成果を独占取得できる制度を検討する必要がある。特に「きぼう」は科学技術創造立国を目指す国が整備・運営する社会インフラであり、広く利用されよい成果を出すことが重要であるので、当面は利用者が利用しやすい料金設定が必要利用形態に対応した料金体系、特定の利用を促進するための政策的料金（優遇料金）などの配慮が必要である。

利用を促進するための基本的な環境整備

民間企業の利用を促進するためには、機密保持の徹底や、料金を払って利用する場合は成果非公開とすることなど商業利用に応じた環境を整備する。

更に、常時受付制度の新設、迅速な実施ニーズに対応するためのリソースの事前確保、リソースの一定期間独占利用（買い切り）など、実施期間の短縮や柔軟な実施を可能とする方策や、企業宣伝やスポンサー活動の公認、映像の商業利用や宇宙飛行士の企業宣伝への関与の許可など、多様な民間利用の幅を広げることにつながる既存制約の緩和について検討を進める。

商業利用を促進するための JAXA の体制についても、マーケティングノウハウの蓄積や利用促進体制や、非宇宙企業でも安心して利用できる実施支援体制を強化する。

（３）人文社会科学・文化的利用

21 世紀の地球社会は、教育問題、環境問題、人口問題、エネルギー問題、高齢化社会、民族対立などの難問に直面している。これらは、人類の存続にも影響を与える大きな社会問題であり、その解決には、「地球規模の叡智の結集」、「国際協力・国際協調と民族の融和」、「自然や地球の包容力が限られたものであるとの認識」が必要とされる。

人文社会科学の有識者によるこれまでの議論を踏まえると、地球から離れて ISS からの視点を持つことは、地球の有限性の認識、人類中心主義（人類が世界の中心である）から

の脱却、地球人・人類共同体としての意識を醸成することに非常に有効であると考えられる。また、ISS を人間が恒常的に生活できるミニチュアの地球社会と見なし、実験空間に見立てて、そこで繰り広げられる多民族・多文化の人間の生活が、調和し安定するための条件を見出す試みなども、地球人としての新たな倫理観の醸成に貢献できる可能性なども考えられる。

この様に、ISS 計画を人文社会科学的な視点で活用することにより、人類の持続的発展（サステナビリティ）に貢献できるような、新たな倫理観、世界観、地球観の創出や、新たな文化の芽生えを促進する事が期待されている。

また、21世紀に人類の宇宙進出が本格化する時代には、これまでの地上での重力環境を前提に発展してきた人類文明の常識を覆す微小重力環境での新たな文明が想定される。ISS はこれら新しい宇宙文明への第一歩であり、微小重力環境や相対化された地球という視点は、これまでとは全く異なる新しいフロンティアとして人文社会科学分野の発展に寄与できるとともに、科学技術と人文社会科学の「新たな総合」にもつながっていく。

このように本領域は今後の展開が期待されるものの、幅広く、初歩的な活動が始められたばかりである。本領域を今後も着実に進めるためにも、体制や支援制度を整備して、外部の利用者と共同して領域の開拓を実施していく。

コミュニティの育成

– 展覧会やシンポジウムといった機会の設定

これまでの研究成果を広く公表することにより、新たな研究者の参画や利用構想の広がり呼び水にするとともに、より一般の人々へ情報提供し、参画を促す。

– 地上研究と予備実験手段利用などの活動支援制度構築

微小重力を利用した人文社会科学・文化的な活動のための航空機など予備実験手段の利用や、心理学テーマのための閉鎖実験など、自然科学と同様な地上施設利用を含む研究等の支援が必要。

将来の「きぼう」利用に向けた利用制度の構築

本領域においても「きぼう」への機器の持込や映像利用も含めて、多様な利用ニーズが存在している。現状では宇宙利用提案の道筋が明確でないので、本分野の提案に対して受け入れ実施していく制度を構築する。

支援体制の強化

人文社会科学・文化的な利用においても、「きぼう」を利用する際の技術的な調整は必要となるので、技術的な側面で利用者を支援する体制を構築する。

5. おわりに

次世代の人材育成、創造性豊かな企業の活動、新たな文化や芸術、さらには学問領域の誕生にも資する場として ISS 計画を位置づける新たな視点での利用の拡大は、人類にとって重要であり、拡大を図ることによって ISS 計画はこれまで以上に一般社会から広く注目を集め、人類に知恵や勇気、そして夢をもたらしてきた宇宙へ活動を広げることのすばらしさを、世代を超えた多くの人々に伝えることができるようになるのではないかと考える。

これまでこれら新たな利用は宇宙開発の場で付録的立場にあった。しかしながらその影響力を考えると、ある意味で研究開発利用と同じくらい重要なものになる。こうした試みを続け、発展させることが、日本の宇宙開発が広く一般社会から支持されることにつながると考える。

6. 参考文献

- 「宇宙開発事業団 宇宙環境利用検討委員会 一般利用分科会 中間報告書」、平成15年5月
- 「微小重力環境における芸術表現の未来」東京芸術大学・宇宙開発事業団 共同研究成果報告書、平成15年9月、NASDA-TMR-030003
- 「宇宙環境利用研究システム・センター成果報告書」宇宙開発事業団 平成15年9月、NASDA-SPP-030001
- H. Nakagawa, “The Human Experience in Space; A School to Create True Cosmopolitans”, ISS Forum 2001, June 2001