

~~平成22年6月17日~~

~~宇宙開発委員会事務局~~

国際宇宙ステーション特別部会

- 中間取りまとめ(案) -

目次

平成22年6月

宇宙開発委員会

国際宇宙ステーション特別部会

原資料では中見出しの後、枠囲いして【所見】と【提言】を示している。此处では其れを緑色の文字で示す事にした。

原資料は22頁であるが、此れを17頁に再配分した。

また、特別部会で提示された報告書案に対し、改定部分を見え消しで示した。

I. はじめに

II. 国際宇宙ステーション(ISS)計画の今日的意義と課題

A. ISS・「きぼう」の利用

- (1) 待望の「きぼう」の完成と利用可能性
- (2) 今後のISS・「きぼう」利用の方向性
- (3) ISS・「きぼう」の本格的な利用時代におけるJAXAの役割
- (4) 「きぼう」利用のシステム改革
- (5) アジア諸国との科学技術外交・宇宙外交における「きぼう」利用の積極的活用

B. 有人技術・宇宙探査

- (1) 総論
- (2) HTVを含む宇宙輸送技術の発展
- (3) ISSを活用した有人宇宙技術の立証

C. 宇宙産業振興

- (1) ISS参加による産業育成上の成果
- (2) 国内宇宙産業振興上の課題

D. 青少年の教育・啓発への貢献

E. 国際協力・安全保障・外交の観点

## III. 2016年以降の運用継続について

- (1) 結論
- (2) 運用コストの効率化と成果の最大化
- (3) 我が国の将来にとっての戦略的アプローチの必要性

## IV. おわりに

別表1: 期待されるISSの潜在的利用項目

別表2: 将来の有人宇宙開発に必要な技術領域と我が国の方向性

参考1: これまでの成果の例

参考2: 国際宇宙ステーション特別部会の設置について

参考3: 国際宇宙ステーション (ISS) 特別部会審議経過

参考4: 中間とりまとめ概要

巻末付録

## I. はじめに

国際宇宙ステーション (ISS) 計画は、計画提唱から四半世紀を経て、間もなく完成の時期を迎えようとしている。ISS計画における日本の提供要素であり、我が国初の有人宇宙施設でもある日本実験棟「きぼう」は、2008年3月より3回に分けてスペースシャトルにて打ち上げられ、2009年7月に完成し、本格的な利用段階に入ったところである。

また、2009年9月には、日本の開発した宇宙ステーション補給機 (HTV) の技術実証機がH-II Bロケット初号機にて打ち上げられ、ISSへの物資補給ミッションに成功した。

ISSの運用については、その主要な役割を担う米国としては、ブッシュ前政権において2015年度予算までの運用にとどまっていたため、参加各極間で調整されている運用計画も2015年までのものとなっていた。

オバマ大統領は、本年2月に米国議会に提出された2011予算年度予算案において、少なくとも2020年まで運用を継続し、国の研究施設として活用することを表明した。

これを受けて、米国航空宇宙局 (NASA) はISS参加各極に対し、早期に政府間での合意を形成するよう要請した。実施機関レベルでも、3月11日に日本で開催されたISS参加各極の宇宙機関長会議において、2016年以降の運用継続に向けた方針を確認し、今後各政府内で合意をとるための必要な手続きを踏んで行くことを共同声明として発表した。

上記の国際的な動向を踏まえ、我が国としても2016年以降のISS運用に関する考え方を明確化し、できる限り早期に政府と

しての判断を行う必要がある。

その判断に当たり、ISS計画を所管する文部科学省としての考え方を明確にする必要があるため、文部科学大臣の要請に基づき、宇宙開発委員会は国際宇宙ステーション特別部会(以後、「ISS特別部会」)を設置した。

調査審議に当たっては、成果を科学技術・イノベーション、国際協力、運用コスト、教育的効果等多面的な観点から、限りある予算により最大限の成果・効果を出しているかについて、過去、現在、将来に渡る時間軸も入れて議論を行った。

本報告書は、2010年4月～6月に実施されたISS特別部会での議論を中間報告としてとりまとめたものである。

## II. 国際宇宙ステーション(ISS)計画の今日的意義と課題

国際宇宙ステーション(ISS)は、計画提唱から四半世紀を経て、その完成を迎えようとしている。この間、2度のスペースシャトルの事故など、様々な技術的困難に直面したが、その度に、参加5極15カ国が力を合わせて乗り越え、人類史上、比類のない規模の平和目的の科学技術プロジェクトを遂行し続けてきた。ISSは今や国際協調を体現した平和のシンボルとしても貴重な人類全体の財産と言える。

これまでの経緯を振り返れば、人間は、崇高な目標を掲げ、多くの人達の夢や思いを結集させれば、如何なる困難も克服できるということを証明していると言える。ISSから見た地球には国境線は引かれておらず、ISSの中も外も宇宙には国境がな

い。ISS計画のオリジナルメンバーである日本は参加各国とともに、人類史上に残る傑出した財産であるISSを、人類や地球のために最大限活用し、成果を還元していく使命を負っている。

こうした崇高な目標や多くの関係者の努力を無にせず、さらにISS計画が持つ潜在的な価値を引き出すために、我が国としての参加の意義や課題を以下の通り分析し、今後の対応を考える上での道標としたい。

### 【A. ISS・「きぼう」の利用】

#### 【所見】

「きぼう」の完成のためのこれまでの大きな投資と、今後それを維持するための投資は厳しい財政事情の中での限られた選択とならざるを得ない。しかし、もしISSの利用に必要な投資が不十分となれば、これまでの日本の投資は活かされないことになる。そこで、まずは利用の成果について審議を進めた。

これまでの軌道上実験の成果については、「きぼう」の本格利用が開始されたばかり後一年程度でもあり、将来につながる興味ある成果(タンパク質結晶生成や予防医学等)も出てきているものの、当初の期待に対してはまだ十分満足できるものとは言えない。が生まれている分野もあるが、全体としての評価は時期尚早である。

本部会では、「きぼう」の完成とHTV等によるアクセス改善利便性の向上という新たな利用環境を前提に、これからの利

~~用の可能性について、以下の機能分類でさらに大きな成果を生むためには使い易さの改善した以下の様な利用環境の提供が必要と認識して審議を進めた。~~

- (1) 技術実証試験台 (Engineering Test Bed)
  - (2) 軌道上実験室 (National Laboratory)
  - (3) 地球的・人類的課題に資する利用課題
- ~~—本部会で挙げられた、大きな成果が期待できる利用項目を別表1に示す。~~

#### 【提言】

新たなISS利用環境を考慮すると、有人宇宙飛行に必要な宇宙医学に加え、ISSの利用により日本にとって価値広い分野で地上実験だけでは困難である波及効果の大きな成果が生まれることが期待される。(別表1)

~~ISSを利用のための施設(Tool)とみなし、従前の軌道上実験室機能に加え、技術実証試験台(Engineering Test Bed)、有人でのみ可能となる目視観測、宇宙滞在をきっかけとした知的発想の転換といった新たな利用形態を提案する。~~

技術実証試験台については、曝露部と有人操作の特性を活かし、地上実験と連携・呼応した実験、地球・宇宙観測あるいは衛星の機能確認のための予備実験、有人・無人宇宙探査のための基礎技術の実証の場としてISSを活用するもので、利用希望の拡大が期待される(詳細はB1項参照)。使い易さを向上するための追加的な技術開発も必要である。

軌道上実験室については、「軌道上の最先端大型研究施設」として、研究者・利用者の挑戦的な基礎研究あるいはイノ

ベーションに繋がるテーマの提案を幅広く喚起し、テーマ選定プロセスを利用者の主体性を持たせた透明性のある仕組みとすることを原則とし、その評価(事前、中間、事後、技術移転)のための新たな枠組みを検討していく。

また、有人であるが故により可能となる目視(火の見櫓、アナログ回帰)機能は、地球環境の突発的な変化の監視などにも役立つと期待されるが、このような新しい利用法も考慮しつつ、地球的・人類的課題の解決のための国際協調プログラムを検討することにより、も大きなこれまで認識されなかった意義ある成果が認められ期待できる。

学界、産業界並びに社会への波及効果の大きな世界に誇れる研究・技術開発を進めるには、優れた研究者・技術者を引きつけ、彼らの能力が十分発揮されるような支援環境が必要である。

~~リスクの大きな将来に向けた研究・技術開発を、機会コスト(Opportunity Cost)により評価することには限界があることを理解した上で、利用の費用対効果を明確にするため、ISSの施設(tool)の維持・管理用コストと利用支援用コストは切り分けて評価するのが適切である。また、今後ISSで展開される国際競争に晒される利用の成果の評価において日本が尊敬を得るためには、知恵の糾合と同時に利用を支援するための中で高い評価が得られる成果を創出するには、制約の多い宇宙実験において最大限効率的かつ効果的に実験を行なうために、地上での入念な準備への支援が必要である。そのための研究費確保については、JAXA内でのISS利用経費の効果的使用に加え、外部機関からの競争的資金を含む資金~~

(**グラント・ファンディング**)を含む資金の効果的な投入が必要である。なお、~~民間の幅広い参加も想定されるが、経費分担についてはISS関連の経費は産業競争力強化を目指した国の長期的投資と位置付ける基本姿勢が必要である。~~

(**改行追加**)ISSの利用者は、**サンプルの地上回収を強く望んでいる**。より大きな利用効果を上げるためには、HTVの回収機能の付加に早急に着手すべきである。

また、ISS計画への参加継続は、**良好な国際関係の可視化への貢献に加え、と国益に配慮した宇宙外交へのタイムリーな貢献戦略における手段(アジア諸国に開かれたISSへのゲートウェイ)**という視点も**重要しても有効**である。

#### (1) 待望の「きぼう」完成と利用可能性

○ ISS・「きぼう」は、地上では得ることのできない重力の影響が非常に小さい静かな環境、半恒久的に得られる宇宙空間への曝露環境、宇宙飛行士による軌道上での柔軟な支援等により、以下のような様々な分野での利用の可能性を有する軌道上施設として、2009年7月に待望の完成の時を迎えた。

(ライフサイエンス分野)

- 地上では実現不可能な高品質タンパク質結晶生成による創薬への応用
- 生命科学(遺伝子発現への重力影響、細胞内重力感受機構の解明など)
- 宇宙医学(閉鎖環境、骨量減少、遠隔医療、放射線防護など)

(材料分野)

- △新材料開発(ナノ材料、高融点材料など)

(地球観測)

- 地球観測プラットフォーム(災害監視、衛星データ補完、新規観測装置の実証など)

(宇宙科学)

- 宇宙科学の研究拠点(全天観測、高エネルギー物理など)

(宇宙技術実証)

- 将来の有人宇宙活動に必要な基盤技術の習得
- 長期間の実験を宇宙飛行士による様々な支援の下に実施

○ 特に、常時、人が滞在していることの利点(修理・調整などの複雑な軌道上サービスが得られること、人間の目により地球や宇宙を観察・監視できること、等)、豊富なインフラ・リソース(電力、通信容量、各国の打上げ手段による頻繁な打上げ機会、等)が得られることなどにより、初めての「軌道上の最先端大型研究施設」として、これまでのスペースシャトルでの宇宙実験や無人の宇宙システムでは実現困難であった実験やミッションが可能となるなど、その潜在的な能力が徐々に発揮され始め、タンパク質結晶生成や予防医学などの分野では大きな成果を上げつつある。(参考1:これまでの成果の例)

○ しかしながら、以下のような状況や制約から、地上実験や人工衛星など他の手段により得られる研究環境との比較において必ずしも最適かつ有効な実験手段とは言えない

い面もあることは否めず、利用拡大には制約や克服すべき課題が数多く存在していることも認識。

- 有人宇宙施設に特有の厳格な安全性確保や実験装置の開発等によるコストの高さやリードタイムの長さ
- 有人宇宙活動に起因する振動によるじょう乱や軌道特性による環境制約
- 分野や研究課題によっては、地上と比較して微小重力環境が著しい優位性を発揮する課題が限定的
- スペースシャトル退役後、当面の間、サンプルの回収手段がソユーズのみとなり、回収能力が著しく低下

## (2) 今後のISS・「きぼう」利用の方向性

○ 今後のISS・「きぼう」利用については、以下のカテゴリに分けて扱うことが必要。

- ① 宇宙開発利用にとって必要不可欠な課題(先端的な宇宙技術実証、地球観測、災害監視等)
- ② 科学技術・イノベーションのための先端研究施設としての利用課題
- ③ 地球的・人類的課題に資する利用課題

○ ①の「宇宙開発利用にとって必要不可欠な課題」については、国としての長期的な宇宙開発戦略に従った利用を行っていくことが必要。

○ ②の「科学技術・イノベーションのための先端研究施設」としての利用課題については、(4)に述べる利用システムの改革の中で、研究者の側に主体性を持たせた利用の仕組みに移行し、成果の出口についても研究者の視点で設定されることが必要。その場合、成果の出口は、「きぼ

う」の施設としての特性や利点を最大限に活かし、社会的・産業的な利益に直結するもののみならず、より根源的・基礎的であり学術的にも産業的にも波及効果の高いものとなる可能性もあることに留意。

○ ③「地球的・人類的課題に資する利用課題」については、ISSを人類共通の資産として、地球的・人類的課題(食糧問題、地球環境問題、エネルギー問題、新興感染症問題など)の解決のために利用すべく、ISS参加各国と協調した新たな利用の仕方を国際的に提案していく。

## (3) ~~本格的な~~ISS・「きぼう」本格的な利用時代におけるJAXAの役割

○ 「きぼう」完成以前から現在に至るまでは、JAXA自らが「きぼう」の持つ魅力を広報し、興味を持つ研究者を重点的に支援し、その成果を知らしめて更なる利用拡大を図る、「きぼう」利用開拓の過渡的時代と位置づけられる。

○ しかし、「きぼう」が完成して利用が本格化した現在、さらに「きぼう」の利用が拡大し、優れた成果が持続的に生み出されていくためには、上述(2)の②に示した「科学技術・イノベーションのための先端研究施設」としての利用について、JAXAと研究者との役割を見直し、研究者の側が自らの研究テーマに最適な手段の一つとして「きぼう」を主体的に利用し、JAXAは施設管理・研究支援に徹する方式に段階的に移行していく。

## (4) 「きぼう」利用のシステム改革

○ 「科学技術・イノベーションのための先端研究施設」としての優れた利用成果が継続的に生み出されるためには、

どの分野においてもトップ・サイエンティスト(大学のみならず産業界を含む。)が一定規模のマスで存在するコミュニティにおいてピア・レビューによって研究テーマが選定され、評価(事前、中間、事後、技術移転)のシステムを内在させた透明性のある仕組みとすることで、学術的な意味でも産業的な意味でも波及効果の高い優れた研究テーマが選定されることが確保されるようなシステムを構築することが必要。

- 本年5月、**理化学研究所(理研)**とJAXAの協定が締結され、理研の研究者やその属するコミュニティが主体的に「きぼう」利用の可能性を検討する取組が始まったところ。そこでの成果や課題を基に、従来の公募システムに加え、今後、理研以外の機関との提携の可能性や、「きぼう」を大型共用施設として運用する体制等を検討し、各分野で第一級の成果を上げている中核的研究機関が主体的に参加・利用できる仕組みを強化していくことを目指す。その結果、利用者コミュニティの側で自律的に優れたテーマ選定がなされ、「きぼう」の利用が拡大していくことを期待。
- さらに、国際パートナーとの共同研究テーマを検討・調整することで、複数パートナーのリソースを持ち寄ることにより、国際的な頭脳の循環・結集による優れた成果の創出を目指す。
- ただし、「きぼう」の利用が利用者側のニーズに牽引されて自律的拡大に向かうとしても、場所が宇宙であるが故に手軽な利用を阻む要因があるということを認識。~~→~~ **その**

**克服のためには競争的資金も活用しつつ**、宇宙実験実施までの地上における準備への支援体制の整備など、~~その克服のために必要な~~支援措置が~~あわせて~~必要。特に**そのため**、大学等有する優れたアイデアやシーズを吸い上げ、「きぼう」での実験等への途を拓くことが必要であり、そのためのグラントをJAXAが配分することも検討すべき。また、利用者が使いやすく、かつ高度な実験が可能となる宇宙環境利用技術の開発も必要。

~~○ また、リスクの大きな将来に向けた研究・技術開発を、機会コスト(Opportunity Cost)により評価することには限界があることを理解した上で、利用の費用対効果を明確にするため、ISSの施設(Tool)の維持・管理用コストと利用支援用コストは切り分けて評価するのが適切。~~

- (5) アジア諸国との科学技術外交・宇宙外交における「きぼう」利用の積極的活用
  - 我が国は、アジアの宇宙先進国で唯一のISS計画参加国であり、「アジア諸国に開かれたISSへのゲートウェイ」である。アジア諸国にとって魅力的な宇宙開発の協力相手が日本以外にも現れてくる状況の中で、アジアにおいて日本が積極的な科学技術外交・宇宙外交を進めるためには、ISS計画において築いた地位を最大限に活かす戦略が必要。
  - そのため、アジアの研究者・研究機関による長期的かつ継続的な利用の拡大に向けた仕組みとして、海外の研究者の参加や交流のための拠点、アジア諸国の研究機関との協力関係の構築、アジア諸国による利用枠の設定など

が必要。

## 【B. 有人技術・宇宙探査】

### 【所見】

1. A項で示した様に、ISSの利用成果拡大のためには、サンプルを地上に持ち返るための回収機能をHTVに付与する必要がある。ISSのパートナーは、HTVを高く評価しており、HTVの機能向上(モノとヒトの地上帰還)を期待している。
2. (項目追加)宇宙開発戦略本部は、我が国独自の有人宇宙活動に繋がる技術基盤の構築が必要との方針を示しており、その中で、「HTVを活用した再突入技術の実証」を具体的に挙げている。
3. ISS計画への参画を通じて宇宙開発技術の習得を戦略的に行うためには、更なる長期的な展望・目標が必要である。有人ミッション、惑星探査等がはその有力な候補となる。

### 【提言】

1. HTVの地上帰還回収機能の付与のための本格検討に早期に着手する。
2. ~~「月探査に関する懇談会」が示した有人宇宙活動に対する長期展望の実現に向けて、現在最も技術蓄積のあるシステムはHTVである。HTVの機能向上は、ISS計画への貢献はもとより、その構想実現にも直接的に貢献できる。そのため、国家基幹技術であるHTVの発展を含む日本の宇宙輸送系全~~

体の長期的な技術開発計画戦略について、宇宙開発委員会に専門の部会を設置して、技術的観点から検討を開始すべきである。

3. 更なる長期展望として、惑星探査(有人、無人)を含む長期的な宇宙開発のビジョンを共有する雰囲気醸成すべきである。

### (1) 総論

- HTVの打上げ・ISS運用と並行し、単なる技術の改良や高度化にとどまらず、新たな宇宙輸送系の検討や開発を行うことは、ポスト・ISS計画をにらんだ新たな国際有人宇宙探査プログラムの構想が様々な場で議論され始めた昨今の状況にかんがみれば、将来、我が国が国際的な議論の場において対等かつ主導的な立場を確保するために不可欠。
- 特に、ISS計画での貢献実績や責任分担に基づく継続的な活動は、将来の国際共同プログラムのミッション検討、技術的な標準や仕様、枠組み等のルール作りにおいて、我が国が発言力や主導力を発揮するのに欠かせないものとなる可能性が高い。
- ISS計画は日本の唯一の有人宇宙プログラムであるため、計画からの脱退は、日本において有人宇宙プログラムを断念し、これまで「きぼう」やHTVの開発・運用で積み上げた有人宇宙技術を手放すことを意味する。
- 米国及びロシアは、圧倒的な技術力や経験を基に、今後とも有人宇宙活動や宇宙探査活動において主導的な立



場を維持していくものと考えられるが、既に有人輸送技術を保有する中国など新興国の台頭を踏まえれば、2020年以降の宇宙開発利用の勢力図において我が国が現在と同様の位置取りを確保できている保証はなく、むしろ危機感を持って、戦略的な技術開発を行っていくことが必要。

○ (新項目追加) 宇宙開発戦略本部は、本年5月25日に決定した「宇宙分野における重点施策について ～我が国の成長をもたらす戦略的宇宙計画の推進～」において、『将来の我が国独自の有人宇宙活動につながる技術基盤の構築を目指し、これまで我が国が確立していない宇宙からの帰還技術など、我が国としての自律性の確保・向上を図る上で不可欠な技術についての研究開発を戦略的に進めていくことが重要である。具体的には、現在、国際宇宙ステーションへの物資の輸送・補給を担っている宇宙ステーション補給機(HTV)を活用した再突入技術の実証などが挙げられる。』との方針を示している。

○ 宇宙開発担当大臣の下に置かれた「月探査に関する懇談会」では、有人宇宙活動への技術基盤構築の目標として、『2020年頃までに、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムについて鍵となる要素技術等の基礎段階の研究開発に取り組み、実現の見通しを得る』との方向性が出されようとしている。また、同懇談会では、有人宇宙活動そのものについては検討範囲を越えるものとして本格的な検討は行っていないが、有人宇宙活動の在り方として、『巨額のコストがかかることから、我が国一国で取り組むことは非現実的であり、国際協力が必須となる』との見解が

示されている。

○ 将来の国際共同プログラムへの参加が具体化する段階においては、我が国としての惑星探査(有人、無人)を含む長期的な宇宙開発のビジョンを共有することが求められるが、当面の間、取り組むべきものとして、本特別部会での検討において認識された戦略的な技術開発の方向性や課題は以下のとおり。

## (2) HTVを含む宇宙輸送系技術の発展

○ H-II B/HTVは国家基幹技術の宇宙輸送システムの中核をなし、我が国の総合的な安全保障や宇宙開発利用の自在性を維持する上で不可欠である。また、H-II B/HTVは極めて高い信頼性をもって製造・運用する技術が要求され、幅広い分野に波及効果をもたらすとともに、その開発を通じ、世界をリードする人材育成にも資するものである。現在のISS関連予算約400億円のうち約250億円は、このH-II B/HTVの調達・運用のための経費であり、我が国の宇宙開発利用の自在性維持に不可欠な宇宙輸送システム技術の蓄積・成熟化を、ISS計画への参加の中で果たしていることを十分に認識する必要がある。

○ 昨年9月に初めてISSへの補給ミッションに成功したHTVは、国際的にも高い評価を受けており、ISS運用にとって不可欠な物資輸送手段となっているため、今後も安定的な運用を行っていくことが非常に重要である。

○ スペースシャトル退役後の地上への回収能力の著しい低下を考慮すると、HTVへの回収機能の付加は、ISSの万全の運用体制維持の観点からも期待が高く、早急に開発

に着手し、早期に技術実証を行う必要がある。

○ 更なる発展が期待されるHTVを、将来の国際共同プログラムの検討において無視できない存在となり得るものに育て、有人宇宙技術の蓄積を図ることが、我が国の発言力や主導力の発揮に不可欠。このため、宇宙開発委員会の下に、HTVの発展を含む宇宙輸送系の長期的な技術開発戦略を検討するための場を早急に設置し、技術的な観点から詳細に議論することが必要。

### (3) ISSを活用した有人宇宙技術の実証

○ 我が国は、これまで「きぼう」やHTVの開発により、有人宇宙技術体系における多くの技術を獲得してきた。今後は、未だ獲得できていない技術、更なる高度化や発展が必要な技術、要素技術を組み合わせた新たなシステムなど、将来の有人宇宙開発に必要な技術課題は多々ある中で、どのような技術実証を行っていくかについて、ポスト・ISS計画も視野に入れ、将来の国際共同プログラムにおける我が国の技術優位性の確保、我が国独自の宇宙活動の拡大に不可欠な技術について、優先順位を明確にして取り組む必要がある。

○ 今後ISS計画の中で優先的に獲得することが提案された技術課題は別表2のとおり。詳細な計画策定に当たっては、専門家による評価を行うことが必要。

## 【C. 宇宙産業振興】

### 【所見】

産業界の経営者からのヒアリングにおいて明らかになった事項は、以下のとおり。

#### 1) ISSプロジェクト計画参画による産業競争力強化の効果は大きくなり得られた成果と期待

(ア) 日本企業の技術力の海外へのアピール

(イ) 世界レベルの有人宇宙技術の獲得(関連企業数約650社以上)

(ウ) 開発された設計・解析・管理手法は他部門へも波及・活用

(エ) 優れた人材の採用と、他国と共同作業国際協力・協働が出来る人材の育成

(オ) 技術先進国として国際的な規格作りに参画できる技術先進国としての地位確保

#### 2) ISS計画延長への参加継続を要望

(ア) 売上の1%程度にすぎない宇宙機器の開発要員と厳しい生き残り競争下にある宇宙関連企業として、製造ラインと開発要員を維持するには、国の調達の長期ビジョンが必要

(イ) 撤退となれば、優れた技術者と先端技術の散逸と、デバイス・部品における先端技術基盤技術を支えている国内中小企業の空洞化が危惧される

(ウ) 海外から日本企業の技術活用の提案を受けている。が、~~国の安全保障と産業空洞化の点で躊躇して~~当面の企業経営維持のためには魅力がある一方、日本の産業力の低下につながるのではないかと懸念がある(生き

## 残り)と国益のジレンマ)

## 【提言】

~~宇宙関連産業界は、変化の激しい国際市場で生き残るため、また、~~現有の宇宙関連技術の維持・発展と、ISS参画を通じて生まれるイノベーションによる産業競争力強化のためを期待し、ISS計画の継続やに加え、ポスト・ISS計画をも睨んだ新しい技術開発プログラムを強く希望しており、我が国の宇宙活動の自在性を維持する基盤技術の観点からも国として適時に対応することを要望する。

## (1) ISS参加による産業育成上の成果

- ロケットや宇宙機の継続的な打上げ・運用は、品質確保と技術の成熟化、中小企業を含む「ものづくり」力の維持、長期的な収入見通しによる企業の安定的な経営基盤となるの形成等、我が国の自在な宇宙活動の基盤形成に不可欠。ISS計画におけるH-II B/HTVによる定期的な物資補給は、我が国の宇宙産業にとって既に欠くことのできない基盤の一部を構成。
- ISSへの参画は、世界レベルの技術力のアピールや企業ブランドの向上につながり、海外企業とのビジネスチャンスの創出をもたらす。
- 「きぼう」の開発・運用には約650社以上の国内企業が参画しており、国内宇宙産業の育成に貢献。
- 海外の技術者との交流により、国際的なネットワーク作りを行い、国際感覚を備え、国際的な規格作りに参画でき

るレベルの技術者を育成することが可能となる。

- 「きぼう」やHTVの開発を通じ、高い安全性と信頼性を要求される大規模システムの設計・解析・インテグレーション技術を獲得。

## (2) 国内宇宙産業振興上の課題

- 宇宙事業は、企業にとって長期にわたる多額の投資を要するため、ISS計画やその後も含め、国の確固たるビジョンに基づき、長期的な安定した開発・製造計画が見通せることが企業経営の観点で重要。
- 完成した技術の運用だけでは技術の進化・発展から取り残され、国としての自在性の確保の観点から、技術の発展のみならず次世代を担う技術者への技術継承が困難となる。そのため、ポスト・ISSもにらんだ新しい技術開発プログラムが必須。
- ~~○ 海外では、軍需産業が航空宇宙産業を牽引しており、日本の宇宙産業はその点において克服すべきハンディキャップを負っている。~~

## 【D. 青少年の教育・啓発への貢献】

## 【所見】

近年、我が国の将来を担う若者から「未知への好奇心・挑戦の意欲」、「開拓精神」、「先駆者精神」、「高い志」が喪失しつつあると危惧されている。他方、「きぼう」での宇宙飛行士の活躍や小惑星探査機「はやぶさ」の地球帰還達成を契機に

触発さそれらを認識させられた若者も少なくな多い。

日本国内の若者はもとより、アジア諸国をはじめとする非参加国の若者に対しても、「きぼう」や日本人宇宙飛行士の活動を通じて得られる成果や体験を効果的に提供することにより、ISSは魅力ある「人材育成の場舞台」としてISSを活用することが期待できる。

### 【提言】

~~若者の意識改革、未来を担う人材のバランスのとれた育成、戦略的な国際関係にも配慮した海外人材の育成を目標に、宇宙科学・宇宙開発をテーマとした体験的教育・人材育成プログラムを強化していく。~~

~~また、若者を鼓舞するためにも、ISS計画参加の延長線上に、人類の夢である惑星探査(有人、無人)等が見通されるというを含む宇宙へのビジョンを共有する雰囲気醸成すべきである。~~

また、ISSと云う貴重な教材を、アジア諸国をはじめとする非参加国へも提供する事で、国際貢献の手段として積極的に活用すべき。

○ 日本人宇宙飛行士の活躍や情報発信により、青少年にとって生涯にわたって持続する夢や知的好奇心を育み、科学・技術・工学・数学(STEM)への関心の惹起と勉学への意欲向上に寄与することから、「きぼう」は未来を担う世代を育てる貴重な教育の舞台にもなる。

○ また、有人宇宙活動は、人間の持つ多彩な好奇心を刺

激することのできる題材であり、青少年に対する教育・啓発効果のみならず、宇宙飛行士や技術者・研究者達が高い目標に挑戦する姿を通じ、国民に勇気や自信を与えるという意味でも社会的な波及効果の大きい活動である。

○ 現在、日本人宇宙飛行士による軌道上からの交信イベントや全国各地での講演活動、一般からのアイデア募集による教育用映像の配信(「おもしろ宇宙実験」)、宇宙に持って行った植物種子の配布、筑波宇宙センターの各種施設展示など、有人宇宙活動に関連した様々な教育的活動が実施されている。

○ また、日本人宇宙飛行士は、多忙な作業時間の合間に、ISSでの生活を紹介する映像を撮影するなど、一般の方々が宇宙に興味を持つきっかけを作るための広報活動も精力的に行っている。

○ これらの貴重な素材を最大限活用することにより、科学技術創造立国を支える人材の育成に大きく貢献できる。その際、若者を鼓舞するためにも、ISS計画参加の延長線上に、さらに将来的な惑星探査(有人、無人)等が見通されるという意識を若者と共有することが必要。

○ また、ISSという限られた宇宙先進国しか手にすることのできない貴重な教材を、アジア諸国をはじめとする非参加国へも提供することで、国際貢献(人材育成、キャンペーン・ビルディングなど)の手段として活用することも必要であり、宇宙外交、科学技術外交の中で積極的に活用していく。

## 【E. 国際協力・安全保障・外交の観点】

## 【所見】

1. 21世紀の世界では、国際的な影響力は、~~経済力~~について軍事力のみならず、~~経済力~~に加え、知識や共感力等多様化への比重が高まっていると指摘されている。
2. ISSプロジェクト計画は、強い国際的な影響力(Presence)を持っている
3. H- B/HTVの初打ち上げ成功への高い評価と高度化(地上帰還)への期待がある。
4. 「きぼう」~~内実験装置の信頼性と~~やHTVの構成部品・サブシステム(HTVの近傍通信システムや暴露美実験装置など)は、信頼性などの観点から高い評価(「箱庭・盆栽」同様の賞賛)を得、宇宙関連部品の国際市場でも注目を獲得
5. 日本の宇宙飛行士の作業能力への高い評価されている。
6. 日本の宇宙技術は、安全保障上有意な潜在的価値を持つ。
7. (項目追加)日本はISS計画と云う国際協力プログラムに参加する事で、外交の幅を広げるとにも大きく貢献している。

## 【提言】

現在、日本のISS計画への参画は国際的な場での日本の強さ(Strength)を表すものと認知されており、その国際的な場での可視化に貢献している。仮に日本がISS撤退となれば、当初はパートナー国に混乱を与えようが、やがては競合他国

の代替により混乱は克服され、結果として日本の強みを失うとともに宇宙開発における日本の孤立が危惧される。

結果としてまた、これまで築いてきた宇宙開発における国際的な影響力、特にアジアにおける主導力の低下は避けられない。

以上の理由により、ISSプロジェクト計画の国際的な影響力(Presence)が維持されている限り、またそれを凌駕する代替策が無い限り、ISS計画から撤退することは国益にとって大きな損失となるため、慎重な対応判断をとるべきである。

また、ISSへの参加継続は、良好な国際関係の可視化への貢献に加え、国益を配慮した宇宙外交戦略における手段(アジア諸国に開かれたISSへのゲートウェイ等)としても有効である。

## ○ ISS計画への参画によって得られた国際的評価

- 国際的な共感や尊敬を得られる国際プロジェクトに知識・技術を持って参加・貢献していることによるプレゼンス。これは、単に軍事力や経済力を背景にしたパワー21世紀の時代には、これまで以上に国際的な影響力を持つ。「ソフトパワーの源泉」
- 新興国の台頭などにより、これまでの主要国の相対的な地位が埋没しつつある中で(例:G8からG20の時代)、ISS計画の5極の一角を占めていることは重要な意味を持つ。
- H- II BやHTVの成功は国際的にも高い評価を得ており、HTVの改良型(帰還回収機能の付与等)には高い期

待が寄せられている。こうした、ISS参画で得られた技術力は、結果として、安全保障上有意な潜在的価値を持つ。「ハードパワー」への潜在的貢献)

○ ISS計画への日本の貢献と宇宙外交・科学技術外交としての価値・評価

➤ 最も多機能な実験棟である「きぼう」の開発・運用、宇宙ステーション補給機(HTV)による定常的な補給能力の提供、日本人宇宙飛行士の活躍による「顔の見える貢献」が重要。

➤ 国際宇宙探査計画の国際的枠組み(ISECG)はISS参加国を中心に議論されているため、将来の国際有人宇宙探査プログラムにおいても発言権を確保できる。

○ ISS計画からの撤退による影響

➤ ISS計画から日本が撤退した場合、日本が担ってきた負担が他国へ転嫁されることとなるため、ISS運用に影響を与える。このことは、日本の国際的信頼の喪失につながり、現在の国際協力プログラムや将来の国際共同プログラムにおいて国際パートナーとして相手にされなくなる可能性が高くなる。

➤ また、アジア諸国をはじめとする宇宙開発の途上国にとって魅力的な宇宙開発の協力相手が、日本以外にも現れてくる状況の中で、日本の存在感は著しく低下することは必至である。

➤ したがって、ISS計画からの撤退は、撤退による損失を相殺して余りある代替策を見出せない限り、外交的な損失が大きい。

### III. 2016年以降の運用継続について

(1) 結論

○ ISS計画については、以下のとおり、2016年以降も計画に参加していく意義が認められる。

➤ 「きぼう」の利用において、その拡大に向け制約や克服すべき課題が存在しているものの、初の「軌道上の最先端大型研究施設」としての潜在的な能力を徐々に発揮し始め、タンパク質結晶生成や予防医学などの分野では大きな成果を上げつつある。今後、中核的な研究機関が主体的に参加・利用する仕組みを構築するなど、利用者が主体となった仕組みに移行することにより、一層優れた成果を上げていくことが見込まれる。

➤ ISS計画への参加で、H-II B/HTVの継続的な打上げ・運用を行うことにより、我が国の宇宙開発利用の自在性維持に不可欠な宇宙輸送システム技術の蓄積・成熟化や宇宙産業の「ものづくり」力や経営基盤の維持・強化に大きな役割を果たしている。

➤ ISS計画への参加によって、我が国の有人宇宙技術や運用経験の習得・向上が図られてきた。ポスト・ISS計画をにらんだ将来の国際有人宇宙探査プログラムの議論においては、ISS計画での貢献実績や責任分担に基づく継続的な活動が、我が国の発言力や主導力の発揮に欠かせないものとなっていく。特に、国際的にも高い評価を受けているHTVは、ISSの万全の運用体制確保の観点から、早急な開発着手が求められている回収機能の付加を含め、将来の国際共同プログラムの検討におい

て無視できない存在となり得るものに育て、有人宇宙技術の蓄積を図って行くことが、我が国の発言力や主導力の発揮に不可欠であること。

○ 他方、厳しい財政状況の中、ISS計画を含むのみならず、「はやぶさ」に代表される無人宇宙探査ミッションや、地球観測衛星による気候変動などの地球規模問題解決への貢献等を通じ、我が国の宇宙開発全体を円滑に進めていくことも同時に求められている。

○ そのため、2016年以降のISS運用については、可能な限り運用コストの効率化を図りつつ、意義を達成するために必要なものへの「選択と集中」により成果の最大化を図っていくことを条件に、下記(2)及び(3)を留意点として、運用継続を前提とした具体的な計画について、国際間での調整を図っていくことが妥当である。

## (2) 運用コストの効率化と成果の最大化

○ 限りある予算を最大限有効に活用する観点から、「きぼう」やISSの維持・運用に関わる経費については、国際交渉による削減の努力も含め、可能な限り効率化を図る。

○ 定常運用フェーズにおける日本のISS運用経費は年間400億円程度となっており、その内訳を大別すると、

- ① 「きぼう」の運用管制や宇宙飛行士の訓練等の運用経費(約90億円)
- ② HTV及びH-II Bロケットの調達・運用経費(約250億円)
- ③ 「きぼう」での実験等に係る利用経費(約60億円)  
の3つになる。以下に述べるように、それぞれの特性に

応じた効率化を図ることが必要。

### 【① きぼう」の運用管制や宇宙飛行士の訓練等の運用経費】

➤ 「きぼう」の運用業務は、実験室としての能力を最大限に発揮するために不可欠な基盤的業務であるため、運用体制の効率化に当たっては、宇宙飛行士の安全性確保、「きぼう」の持続的運用、及び利用要求に対する柔軟性を損なうことのないよう、影響を慎重に見極めながら進めていくべきである。

➤ 運用要員の作業習熟度や世代交代といった現場の状況を十分に考慮しつつ、段階的にコスト削減を図る必要がある。特に、ISS計画の中核を担うNASAの運用経費と密接に連動していることから、国際パートナー間で整合性を図りつつ、削減の余地を見極める必要がある。

### 【② HTV及びH-II Bロケットの調達・運用経費】

➤ ISSの共通システム運用経費の分担義務を果たすため、日本はHTVによる物資輸送を実施しており、2009年から2015年までは、技術実証機を含む計7機のHTVを、年1機ペースで打ち上げることが国際約束となっている。このため、現在は年間約250億円がHTV及びH-II Bロケットの調達・運用に充てられているが、これによって他国への資金拠出による義務の履行としてではなく、輸送系技術の蓄積や国内宇宙産業の育成を図るという効果がある。

➤ 2016年以降も運用を継続する場合には、引き続き、HTVによる物資輸送によって共通システム運用経費の分担義務を果たして行くことが想定されるため、HTV及

びH-II Bロケットの調達・運用に当たっては、まとめ買い等によるコスト削減に努める。

➤ (項目新設) 又、限り或る予算の中で最大限効率的に新規技術を獲得するため、輸送義務を果たすためのH-II Bロケット打上げ機会の中で、新規技術開発を同時に行うことも追及する必要がある。

➤ ~~また~~ ~~なお~~、共通システム運用経費分担の国際調整に当たっては、以下の留意点を踏まえて対応することが必要である。

～国際調整に当たっての留意点～

➤ まず、軌道上での物資リサイクルの徹底や地上運用体制の見直しなど、国際パートナーが協調して共通システム運用経費全体の削減を行うよう国際調整を行う必要がある。

➤ 日本は、日米了解覚書<sup>1</sup>において定義される割合に従って、共通的なISSシステム運用経費を分担する義務を負っており、それに応じたISSの利用リソース(電力、宇宙飛行士の作業時間、自国宇宙飛行士搭乗権等)を得ることができるため、日本が負うべき貢献割合についても、削減ありきではなく、「今後どのようにISSを利用し、どのような成果創出を狙って行くか」という国としての利用戦略に即した、我が国として必要な利用リソース量を定

量化することが必要。

➤ また、我が国が貢献割合を低減すると、その分の負担を他国へ転嫁することが不可避であるため、転嫁先となる国との国際調整が成立しないリスクや、当該国との関係が悪化するというリスクがあり、信頼されるパートナーとして責任ある行動が求められる。

➤ なお、HTVへの回収機能の付加が実現された場合の国際分担のあり方等についても、国際パートナー間で調整していく必要がある

【③「きぼう」での実験等に係る利用経費】

限られた利用経費を効率的に活用し、成果を最大化させるため、下記の方策を推進していく。

➤ 中核的研究機関が主体的に参加・利用できる利用者主体の利用体制への移行。(第II章B項(4)参照)

➤ これまでの「きぼう」利用は、「きぼう」の可能性を拡げるという方針で、多様な分野にわたる実験を行ってきた。今後は、明確な利用戦略に基づき、「選択と集中」を行うことで、学術的な意味でも産業的な意味でも波及効果の高い優れた成果の創出を目指す。

➤ 国際パートナーとの共同研究テーマを検討・調整することで、複数パートナーのリソースを持ち寄ることにより、国際的な頭脳循環・結集による優れた成果の創出を目指す。

(3) 我が国の将来にとっての戦略的アプローチの必要性

○ 「お付き合い」的な受動的継続では、現在得られている日本の強みを低下させることにつながる。外交面、技術面

<sup>1</sup> ※民生用国際宇宙基地のための協力に関する日本国政府とアメリカ合衆国航空宇宙局との間の了解覚書(1998年2月24日署名、発効)



などあらゆる側面からの目標を明確にし、我が国の将来にとって有効な戦略を持った能動的な参加が必要。特に、対応が必要なものは次のとおり。

(HTVへの回収機能の付加等)

○ 国際的にも高い評価を受けているHTVは、ISSの万全の運用体制確保の観点から、回収機能の付加について、早急に開発に着手し、早期に技術実証を行うことにより、2016年以降の運用において国際的に大きな役割を果たせるように対応することが必要。

○ さらに中長期的な観点から、回収機能を付加したHTVの更なる発展についても、輸送系の長期的な技術開発戦略と併せて、技術的な観点からの詳細な検討に着手することが必要。(Ⅱ章B項(2)参照)

(アジア諸国等との科学技術・宇宙外交推進のための活用)

○ アジアの宇宙先進国で唯一のISS計画参加国として、「アジア諸国に開かれたISSへのゲートウェイ」という立場を最大限に活かし、アジア諸国を含むISS非参加国との科学技術外交・宇宙外交を進めるためのツールとして、アジア等の研究者・研究機関による長期的かつ継続的な利用の拡大に向けた取り組みを具体的に進めていくことが必要。(Ⅱ章A項(5)参照)

#### IV. おわりに

特別部会は、我が国が2016年以降もISS計画へ継続して参

画していくことが妥当であるとの結論を得た。

本特別部会の開催のきっかけは、2016年以降の運用継続を我が国としても判断するに当たり、現在ISS計画を担当する文部科学省としての考え方を整理することであった。~~が~~その2ヶ月半に実施された6回の会議での約17時間半にわたる議論の過程において、ISS・「きぼう」の利用により生まれる潜在的な成果のみならず評価はもとより、ISS計画への参加画による我が国の宇宙活動の自在性の確保、国際協力における日本の役割や貢献、産業界への波及効果、さらには将来的なビジョンとして有人を含む宇宙探査の課題など、ISS計画を中心として、日本の宇宙開発利用の将来に関して示唆に富む意見が出された。

ISS計画を代替するに足る意義・効果が得られるプログラムを新たに構築することは容易ではないが、逆に、限りある宇宙予算のうちの大きな割合をISS計画参加に投じている以上、効率化への不断の努力と成果の最大化により、ISS計画のみならず、我が国の宇宙開発利用や科学技術全体に貢献していく責任を負っていることを再認識する必要がある。

また、ポスト・ISS計画をにらんだ新たな国際有人宇宙探査プログラムの構想が様々な場で議論され始めた昨今、その議論に乗り遅れることなく、我が国の強みを活かすことができるよう伸ばしていくことが必要であるが、国際的な発言力や主導力は一朝一夕に得られるものではなく、弛まない研究開発と人材育成の努力があって始めて国際的な評価が確立されることとなる。今後のISS計画参加では、その点を踏まえ、戦略的かつ中長期的視点に立った取り組みが求められる。