

【参考】 最終取りまとめに向けた 各分野の検討の方向性

〔本資料は、今後の検討に資するために、事務局において関係資料を集めたものである。〕

新体制における文部科学省の役割

科学技術・宇宙開発の意識

科学技術の意識—我が国の可能性の拡大、国力の源泉(「科学技術創造立国」)— (第4期科学技術基本計画)

- 我が国の豊かさや人々の安全な暮らしの実現、経済等国力の基盤の構築に資する
- 知のフロンティアを切り拓き、人類の直面する課題の克服に貢献するための手段となる

宇宙開発の意識—国家セキュリティ上の意識—

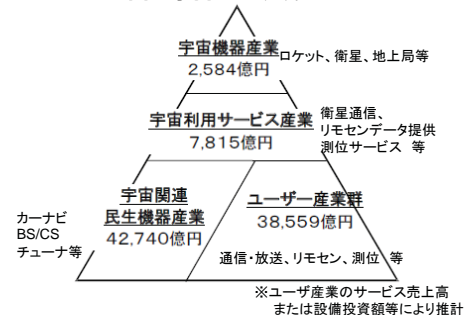
- 巨大プロジェクト、長期の研究開発、優れた技術力等を示す(宇宙のメディア性、可視的インパクト)
- 国際協力の深化、バーゲニングパワーとしての意識
- 先端科学技術、総合システム技術(巨大かつ複雑なシステムを統合する能力)の獲得
- 安全保障、災害対策への貢献の可能性
- 産業振興の可能性

- ・ユーザ: 気象、放送、通信、災害、医療、農林水産分野など
- ・産業規模 9兆1698億円(2010年現在)
伸びているのは民生機器産業、ユーザ産業群 ※内訳留意。

(例)宇宙技術のスピノフ

- 搭乗員同士の通信→ワイヤレス交信
- 地球・月の距離測定→医療・照明装置等レーザー技術
- 火星軟着陸→エアバッグ、ポンプ→人工心臓
- 宇宙飛行士の食品管理→食料安全基準
- 飛行士への衝撃緩和→テンビュール 等
- 特に、有人技術は、スピノフの観点においても影響大

国内宇宙産業規模(2010年)



我が国においてはこれらを様々な機会をとらえ、民生部門において達成

- ・諸外国には軍事部門が所管する宇宙関連機関が存在。(定常的なものは軍で維持可能)
- ・アメリカ(DoD)、フランス(CNES、ONERA)、ロシア(パイコヌール射場、プレセツク射場)
- ・日本は、民生部門において施設設備の整備・維持等を含め、研究開発を継続

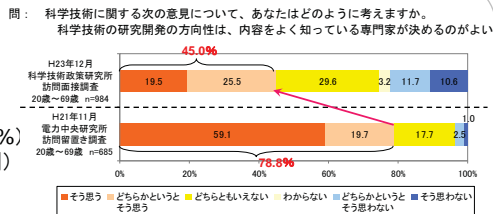
東日本大震災を踏まえて

科学者・技術者への信頼が低下

(国民の月次意識調査結果比較)

- ・科学者・技術者の話が「信頼できる」「どちらかという信頼できる」の割合10ポイント以上低下
 - ・専門家による「研究開発の方向性」の決定を指示した割合の低下(78.8%→45.0%)
 - ・「人間は科学技術をコントロールできる」考え方をする国民の割合の低下(6→3割)
- ただし、「国民の科学技術の発展に対する期待」は、なお強い(75.1%→62.4%)

(「震災による科学技術に対する国民の意識・期待の変化」H23.5.31文科省科学技術政策研究所)



科学技術の信頼回復へ貢献

象徴的な存在として

(例)

- ロケット打上げの視覚効果
- はやぶさの国民的人気
帰還ライブ配信合計視聴数120万回、カプセル等巡回展示約90万人、複数映画化、小説化
- Ustream金環日食ライブ配信
延べ視聴者数約157万人
- 国際宇宙ステーションにおける日本人宇宙飛行士の活躍
- 「こうのとりのISSへの結合など、宇宙機運用の視覚効果

はやぶさの帰還衛星とカプセルの光跡



安全安心な社会に向けて

(東日本大震災の例)

- 日本の人工衛星
・「だいち」の画像提供
・「きずな」、「きく8号」の通信回線提供
・「みちびき」の変位測量(実験中)
- センチネル・アジア
FORMOSAT-2(台湾)、THEOS(タイ) CARTOSAT(印)等による観測
- 国際災害チャータ
TerraSAR-X(独)、RapidEye(独)、SPOT-5(仏)、RADARSAT(加)など

「だいち」画像による津波被害地域の把握



我が国活性化に向けて

(各政策の要請)

- 第4期科学技術基本計画
研究開発投資の拡充:
・官民研究開発投資対GDP比4%以上
・官は1%(第4期期間中に約25兆円)
- 新成長戦略
・フロンティアの創出
宇宙産業振興、国際的評価の確保
・研究開発投資の促進
官民研究開発投資GDP比4%以上
- 日本再生の基本戦略
・フロンティアへの挑戦を通じた新たな成長の実現

宇宙をとりまく最近の動向

民間の宇宙活動が拡大する新たな時代へ

米国

- 民間によるISSへの物資輸送・人員輸送
・スペースX社によるISS補給機「ドラゴン」の成功
- ・Boeing社によるカプセル型有人宇宙船(CST-100)の開発
- 多くのベンチャー企業による宇宙機開発、商業弾道飛行



Virgin Galactic社

仏国

- ・欧州宇宙政策の目標として2-30年後の有人火星探査をねらい、ロボット探査を行う
- ・有人火星探査は国際プログラムとし、フランスは国際協働
- ・キー技術への投資(CNES予算の半分を次世代ロケット開発へ投資)
- ・民需打上げ輸送サービスの強化



欧州で検討中の有人火星探査計画(想像図)

日本

- 民間企業による宇宙活動が拡大
- ・三菱重工業による韓国衛星の商業打上げ成功
- ・三菱電機によるトルコ衛星2機の製造受注



アリアン3号を搭載したH-II A21号機

「はやぶさ」が社会現象に

- 小惑星探査機「はやぶさ」による成果
- ・7年間で約60億kmを旅して平成22年6月に地球帰還。約1500個小惑星「イトカワ」のサンプルを持ち帰った。
- ・サンプルの解析の成果が、米科学誌サイエンスの表紙を飾った。

➢ 「はやぶさ」映画、カプセル巡回展示

- ・小惑星探査機「はやぶさ」を題材にした映画が平成23年度中に3本公開。また、帰還したカプセルの一部などを、全国の博物館等において巡回展示。全69会場、総計89万人が来場(平成24年4月3日全行程終了)。



展示された帰還カプセル

松竹(平成24年3月公開)、東映(平成24年2月公開)、20世紀FOX(平成23年10月公開)

我が国における今後の宇宙開発利用の推進体制

- 内閣総理大臣を本部長とし、全閣僚から成る宇宙開発戦略本部にて政府全体で宇宙を活用
- 文部科学省は①先端的な研究開発、②技術基盤の強化、③人材育成など科学技術面から役割を發揮

宇宙探査

宇宙探査 推進方策の方向性

—意義—

- 宇宙探査は、“宇宙の渚から新宇宙へ”人類のフロンティアを拓き、新たな知の創造や飛躍的な科学・技術の進歩をもたらすとともに、価値観の刷新をも含むパラダイムシフトを誘起し、人類を大きく発展。
- また、宇宙探査には多数の国内企業が参画し、国内宇宙産業の技術基盤の維持・発展にも貢献。
- 文部科学省は、宇宙探査を我が国宇宙開発の柱の一つとして掲げることにより、宇宙探査の裾野に広がる研究・技術開発、人材の基盤を発展・強化し、我が国の宇宙開発利用を牽引する役割を担う。
- 科学技術が国家の存立基盤である我が国として、その最前線にある宇宙探査を推進し、以て、若い世代に創造的刺激を与え、国民が夢・自信・誇りを感じ、そして、国家としての活力を高めることを目指す。

—長期的な方向性(今後30年程度)—

- 国際宇宙ステーション(ISS)計画で得たプレゼンスや「はやぶさ」で見せた最先端の探査技術等を活かし、以下の2本のプログラムを柱として推進。

「人類の活動領域の拡大」プログラム

人類が直接訪問できる宇宙空間・天体への到達とその場観測・作業、そのための先行調査を実施。

「世界を先導する未踏峰挑戦」プログラム

限界性能に挑んで人知の未踏領域を探り、世界を先導する最先端能力を獲得。

－推進方策(5～10年程度)－

○「人類の活動領域の拡大」プログラム

世界のトップグループに位置する無人探査(月探査)や主要国として参加してきたISSを礎として、
①有人探査の先行調査としての無人探査を実施しつつ、②国際協働で行う有人探査に向けて必要な技術の検討・実証を行う。

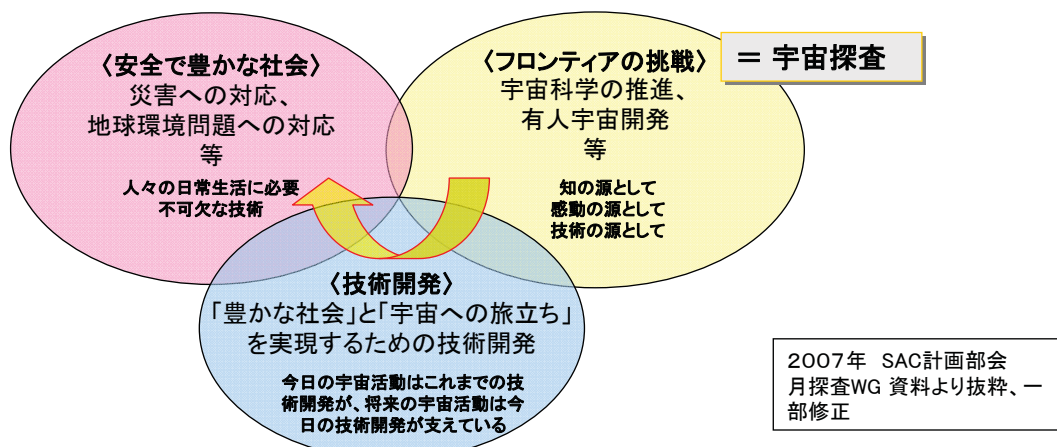
- ・先行調査としての無人探査では、将来の有人探査を視野に入れ、技術開発や科学観測を着実に実施。
- ・有人探査に向けた技術実証では、ISSをテストベッドとして技術実証や必要な技術を獲得。
- ・その上で、国際有人探査の動向を踏まえ、我が国として開発すべき技術を検討し、研究開発を実施。
- ・国際協働で行う有人探査への参加に当たっては政府の判断が必要。

○「世界を先導する未踏峰挑戦」プログラム

我が国がフロントランナーに位置する無人探査(小惑星探査等)を礎として、我が国の独自性を発揮しつつ、自在な探査技術獲得と科学観測を実施し、国際協働の探査計画への成果の反映を検討。

- ・火星以遠への探査のための知見の獲得を目指し、我が国に優位性のある分野を選択・集中し、新技術の実証および挑戦的なパイロット探査の実施を、小型無人機により先導。
- ・特に小惑星からのサンプルリターンにより、太陽系や地球・惑星環境の進化、多様性と根源を探る。

人類の本質的行為としての宇宙探査



○ 日本を含む諸外国の本格的な太陽系大航海時代の幕開け、人類の活動領域は最も近い天体“月”から、さらに遠くの太陽系天体へと拡大。

ポストISS時代を控え、米・欧・中・インド 各国の月探査への取り組みや、14カ国宇宙機関による国際宇宙探査協働グループ(ISECG)活動が活性化している。

○ 宇宙探査による未知への挑戦・フロンティアの拡大は、人類共通の壮大な目的であり、スタグネーション(停滞)を打破し、新たな科学技術・価値を創出するイノベーションを誘発する。

アポロ計画、スペースシャトル、ISSは多くの技術分野を活性化してきた。

○ 宇宙探査が国際的な素晴らしい成果を挙げることで、人々に感動を与え、科学技術に対する意欲・関心を高め、向学心を喚起し、豊かな社会の形成に寄与する。

我が国における、日本人宇宙飛行士の活躍、はやぶさの業績の社会的影響などの事例があげられる。

多岐にわたる宇宙探査の意義

■ 宇宙機関レベル (ISECG*) で国際的に合意された宇宙探査の意義

* International Space Exploration Coordination Group

① 科学技術の新しい知識獲得



- 太陽系進化、生命誕生への知見獲得
- 小惑星衝突回避
- 月面天文台

④ 国際間パートナーシップ構築



- 探査プログラムでの国際協力
→ 既存の国際協力の強化
- グローバルセキュリティへの貢献

② フロンティアの拡大



- 人類の本能的な活動領域拡大
- 人間の判断能力発揮
- 地球との新たな関係

⑤ 啓発と教育



- 宇宙探査という壮大なテーマへの驚異、感嘆
- 若い世代の勇気付け
- 科学技術産業の人材確保
- 教育材料の提供

③ 経済発展



- 宇宙探査技術のスピノフ効果
- 宇宙産業発展による財政への貢献
- システムエンジニアリング/プログラムマネージメント育成

⑥ 火星以遠への探査の準備 (月探査)



- 低重力、広温度範囲での探査技術
- その場資源利用
- リサイクル技術
- 人体適応能力研究

我が国の宇宙探査の長期的な方向性(今後30年程度)

「人類の活動領域拡大」プログラム



人類が直接訪問できる宇宙空間・天体への到達と、究極のその場観測・作業である有人探査とその先行探査の実施

- ・我が国の先進国としての国際的な地位の維持・発展に寄与すること
- ・潜在的な権利の主張に遅れをとらないための実証活動を行うこと

「世界を先導する未踏峰挑戦」プログラム

始原天体探査

我が国の科学技術の維持・発展に寄与するアドバンテージをさらに伸展させること

惑星および衛星探査

我が国の先進国としての国際的な地位の維持・発展に寄与すること



限界性能に挑んで人知の未踏領域を探り、世界を先導する最先端能力の獲得

我が国の宇宙探査の推進方策(今後5～10年)

○これまで国際宇宙ステーション(ISS)計画参加で得たプレゼンスや「はやぶさ」で示した世界をリードする探査技術等を活かし、「人類の活動領域の拡大」及び「世界を先導する未踏峰挑戦」に取り組む。

①「人類の活動領域の拡大」プログラム

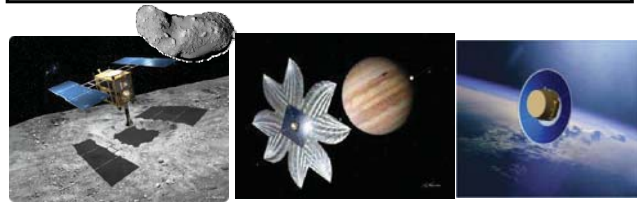
我が国が世界的のトップグループに位置する無人探査(月探査)や我が国が主要国として参加してきたISSを礎として、①有人探査の先行調査としての無人探査を実施しつつ、②国際協働で行う有人探査に向けて必要な技術の検討・実証を行う。



ISSテストベッド利用「かぐや」シリーズ 軌道間輸送機(例)

②「世界を先導する未踏峰挑戦」プログラム

我が国が世界的にフロントランナーに位置する無人探査(小惑星探査等)を礎として、我が国の独自性を発揮しつつ、自在な探査技術獲得と科学観測を実施し、国際協働の探査計画への成果の反映を検討する。



「はやぶさ2」「イカロス後継機」(例) エアロキャプチャ(例)



国際協働で行う有人探査計画への参加も視野に上記2つのプログラムを計画的に進め、**キー技術及び最先端能力を獲得する。**



国際協働宇宙探査への我が国の関わり方

(1) 概況

- 宇宙探査は、その意義・目的と規模の大きさから国際協働の枠組みが適当であり、**各国とも今後の探査は国際協働でしか実施し得ないという認識**になりつつある。
- 宇宙機関レベルでは、国際宇宙探査協働グループ(ISECG)等の活動を通し、国際探査ロードマップ(GER)における国際協働について議論中。
- 国際的に宇宙探査への期待が高まりつつある中、我が国においても、**国際協働宇宙探査への関わり方について政府レベルでの本格的な議論を進める必要がある。**



ISECG 京都会合(平成23年8月30日)



欧州関係者会合
イタリア(平成23年11月10日)

国際協働宇宙探査への我が国の関わり方

(2) 国際的な宇宙探査への期待の高まり

国際的な宇宙探査への期待の高まりを考慮すれば、我が国としても、政策判断に基づき、有人宇宙探査活動を進めるべき時期は近づいている。

- 2009年より毎年、欧州は探査における閣僚級会合である探査ハイレベル会合を実施。2011年11月 イタリアにて開催した第3回会合にて、次回会合は、2013年、米国にて開催することを米国国務省Margolis次官補代理が明言。なお、中国は曹(Cao)中国科学技術院、副部長(副大臣級)が参加。
- 2012年5月ワシントンで開催された国際宇宙探査会議(GLEX)にて、ロシア宇宙局ポポフキン長官は、ISS計画の次は月探査であることを明言。
- 宇宙探査は国際協力で実施することについて共通認識となっている。
- 宇宙機関としては、2007年から世界の14宇宙機関(*)による国際宇宙探査協働グループ(ISECG)にて活動を実施中。
 - ・ 2011年8月には、ISECGのアウトプットとして有人探査ロードマップ(GER)を発表。
 - ・ JAXAは参加機関の一つとして、現在議長の責を担う。

(* 日、米、露、欧 (ESA)、加、英、仏、独、伊、中、印、韓、豪、ウクライナ)

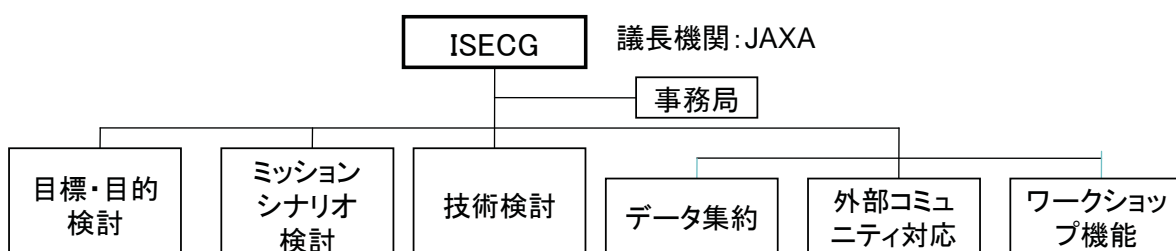
国際協働宇宙探査への我が国の関わり方

(3) 国際宇宙探査協働グループ(ISECG*)の動き(1/2)

* International Space Exploration Coordination Group

- 目的・活動：国際協力による宇宙探査に向けて、関心・情報・計画について交換・議論し、自発的な共同作業を行う。法的に拘束されず(Non-binding)、推奨・見解(Recommendation)等を提示する。2007年結成。
- 参加機関(14 宇宙機関)：ASI(イタリア宇宙機関)、CNES(フランス国立宇宙研究センター)、CNSA(中国国家航天局)、CSA(カナダ宇宙庁)、CSIRO(オーストラリア連邦科学産業研究機構)、DLR(ドイツ航空宇宙センター)、ESA(欧州宇宙機関)、ISRO(インド宇宙研究機関)、JAXA(宇宙航空研究開発機構)、KARI(韓国航空宇宙研究所)、NASA(米国航空宇宙局)、NSAU(ウクライナ国立宇宙機関)、Roscosmos(ロシア連邦宇宙局)、UKSA(英国宇宙庁)
- 活動体制：以下の作業体制により活動を実施。

注：下線は、これまで積極参加してきた機関



(備考)平成23年8月のISECG京都会合にてISECGの議長機関(1年間)をJAXAがNASAから引き継いだ。

国際協働宇宙探査への我が国の関わり方

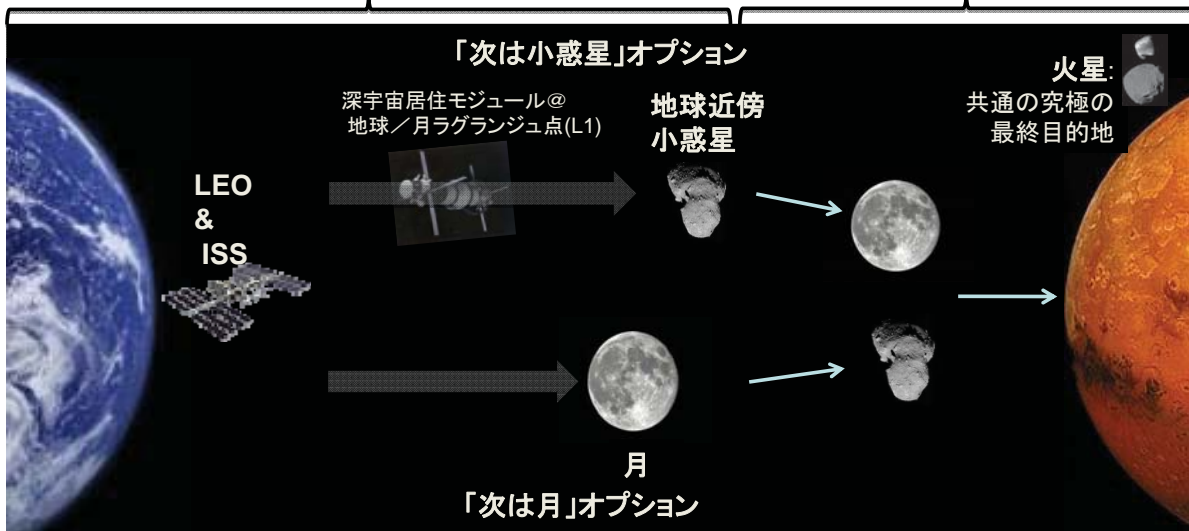
(3) 国際宇宙探査協働グループ (ISECG)の動き(2/2)

●国際宇宙探査ロードマップ(GER)の概要

- 「次は小惑星」、「次は月」の2つのミッションシナリオが導き出された。
- いずれも、ISSを出発点とし、ステップバイステップで有人火星探査に向かうものであり、有人月探査、有人小惑星探査を含む。
- また、いずれも無人探査との協調を考慮したシナリオとなっている。

当面は無人探査、ISSの活用、技術／能力開発を行いつつ、小惑星、または月の有人探査を実現させる。

今後の科学的知識や革新的技術の発現によりシナリオが決定される。



国際宇宙ステーション(ISS)計画

国際宇宙ステーション(ISS) 推進方策の方向性

—意義—

- 日本実験棟「きぼう」での宇宙環境を利用した多くの科学的研究を推進
- 国際標準の有人宇宙技術の獲得により宇宙活動の自主性を確保
- 産業界への波及効果
- 国際協力・外交、安全保障面での貢献
- 青少年を始めとする人材育成
- 有人を含む宇宙探査の課題の確認

—長期的な方向性(2028年頃まで)—

- 「きぼう」の効果的な活用により『宇宙環境利用』を推進し、人類の知の拡大、産業の創出、宇宙利用ニーズの拡大をめざす。
- 「きぼう」、「こうのとり」を積極的に活用し、将来の『国際協働宇宙探査』に向けた自立的な有人宇宙活動能力の向上や国内宇宙産業の国際競争力の強化に向けた活動を推進する。

－推進方策(5～10年程度)－

○「きぼう」と「こうのとり」の運用及び日本人宇宙飛行士の搭乗を着実にいき、国際的なプレゼンスを発揮し続けるとともに、「きぼう」を効果的に活用し、学術、科学技術、社会、産業・経済、教育に波及する成果を上げる。また、「きぼう」をテストベッドとして大いに活用し、将来の有人宇宙活動に役立つ科学技術力の獲得を進める。

①我が国の積極的な貢献

「きぼう」と「こうのとり」の着実な運用で、我が国の国際的責務を果たし、安定した『宇宙環境利用の場』を提供。「こうのとり」の定期的な物資補給により、アンカーテナントとして国内宇宙産業の基盤維持に貢献するとともに、国際的プレゼンスを大いに発揮。

②「きぼう」実験棟における利用成果の充実化

「きぼう」を効果的に活用し、成果を創出する。そのため、第一線級の研究成果を上げている我が国固有数の研究機関等との連携を充実させるとともに、「生命科学」「宇宙医学」「物質・物理科学」の各基礎研究分野毎に科学的波及効果の高い重点領域・課題と目標を設定し、長期的な研究を体系的に推進する。また、大学や企業との連携により、社会に貢献する成果を創出。また、有償利用の枠組みの拡大や、若手研究者・アジア宇宙機関などを対象としたキャパシティビルディング目的の利用の促進等により宇宙環境利用の裾野拡大。更に、日本人宇宙飛行士による交信イベント等を通じ、青少年の教育啓発を生む。

③有人宇宙活動に向けた科学技術の向上

有人探査につながる科学的知見や宇宙技術の獲得を進め、科学技術の国際的な競争力・優位性を高める。

④ISS経費の節減

ISSの運用に定常的に要する経費を削減し、効率的な運用に努める。

日本の有人宇宙活動の進む方向性（1／2）

【進むべき方向性】

■ISS/「きぼう」の効果的な活用により『宇宙環境利用』を推進し、人類の知の拡大、新たな産業の創出、宇宙利用ニーズの拡大をめざす。

- ✓ 人類的知見の創造
 - …基礎研究シナリオに基づく最先端の科学的知見の獲得と、基盤的・体系的な技術と知見の蓄積
- ✓ 人類的・地球的課題の解決への貢献
 - …社会課題の解決に資する成果創出と還元
- ✓ 新たな産業の創出……非宇宙産業(製薬企業、化学企業など)による宇宙利用
- ✓ 宇宙利用分野・ニーズの拡大……有償利用や、キャパビル利用、教育利用など

■ISS/「きぼう」・「こうのとり」を積極的に活用し、将来の『国際協働宇宙探査』に向けた自立的な有人宇宙活動能力の向上や国内宇宙産業の国際競争力の強化に貢献。

- ✓ ISS/「きぼう」・「こうのとり」を将来の有人探査に向けたテストベッドとして活用
 - …有人輸送につながる帰還回収技術、空気再生・水再生などの生命維持技術といった新たな有人宇宙技術を獲得・確立
- ✓ 恒常的な有人施設であるISS/「きぼう」を有人宇宙技術の長期データ蓄積・信頼性向上の場として活用
 - …ISS計画の枠組みを活用し、各極と協力して全ての宇宙飛行士の長期滞在に係る医学データを蓄積・共有。また、先端技術の宇宙実証・技術データを取得。

日本の有人宇宙活動の進む方向性 (2/2)

— 国際宇宙ステーション「きぼう」から宇宙探査へ —

(2012)

(2020※ISS運用継続決定)

(2028年ごろ)

ISS「きぼう」での宇宙環境利用の展開・技術発展

宇宙環境利用の展開

- ・国民生活の向上に結びつく利用
- ・科学的知見の創造、科学技術基盤の構築
- ・基礎研究利用シナリオに基づく重点化

宇宙技術の発展

- ・有人宇宙コア技術の獲得(技術実証)
- ・長期宇宙滞在データの蓄積

- 2020年以降、更に創出すべき「利用成果」
宇宙空間唯一の日本の研究施設として以下継続
・社会的ニーズや国民の期待に応える利用
・世界をリードする科学研究成果

- 2020年以降、更に獲得すべき「技術」
継続的に以下の技術向上
・探査模擬訓練(タイム遅延シミュレーション等)
・宇宙ロボット
・深宇宙探査用推進システム
・宇宙放射線防御 等

※2020年以降の運用再延長については、2015年頃に判断する見込み。技術的には2028年までの運用延長可否を評価中。

宇宙環境利用の定着

・国際競争力のある自律的な有人宇宙活動能力をもって、不可欠なパートナーとして国際協働宇宙探査へ参画

探査に向けてISSを活用する意義

- ・探査に必要な技術の実証
- ・既存の国際的枠組みを使うことでプレゼンスを発揮 等

宇宙探査へ繋がるISSの活用が増加

宇宙探査

日本の貢献分野

(候補例) 有人宇宙船、軌道間輸送機、ローバ・ロボット、カーゴ用月面着陸船

国際協働宇宙探査

探査の意義・目的

- ・科学技術・教育政策における意義
- ・外交・産業等への貢献

ISS計画を通じた我が国の活動方向性

fy20 (2008)	fy21 (2009)	fy22 (2010)	fy23 (2011)	fy24 (2012)	fy25 (2013)	fy26 (2014)	fy27 (2015)	fy28 (2016)	fy29 (2017)	fy30 (2018)	fy31 (2019)	fy32 (2020)			
宇宙環境利用の世界を切り開く様々なテーマを実施			社会的ニーズや国民の期待に応える利用に重点世界をリードする科学研究成果の創出						国民生活の質の更なる向上世界をリードする科学・技術力の展開						
産業等への応用を目指した研究 X線観測、地球観測、環境計測 生命・物質科学 宇宙医学・有人技術 教育・文化利用 有償利用			国民生活の向上や社会課題解決に向けた利用												
			■ 高齢化社会問題・安全安心医療への貢献 ・骨粗しょう症や筋萎縮メカニズム解明 ・組織の立体形成と重力影響(立体培養)解明			■ 産業界との連携によるイノベーション創出 ・無容器処理による新しい機能を持つ材料の研究開発 ・膜タンパク結晶化技術、重油改質触媒などの研究開発			■ 環境・エネルギー・食料問題への貢献 ・植物の重力への応答のメカニズム解明研究 ・燃焼現象のモデル化研究			・骨粗しょう症や筋萎縮等の効果的な対策を実証 ・臓器培養応用に向けた技術の実証 ・作物増収、効率的なバイオ燃焼物などへの改良実証 ・内燃機関や焼却炉応用に向けたモデル実証 ・これまでにない優れた性質(高屈折率等)を持つ高機能性材料の研究開発			
科学的知見の創造、科学技術基盤の構築															
・生命科学(水棲生物実験装置によるISS初の継代飼育、重力・放射線といった宇宙環境への応答メカニズムの解明、宇宙環境ストレスや長期影響の評価など将来の有人宇宙活動に向けた研究)				・高エネルギー宇宙線観測(CALET)				・物質・物理科学(静電浮遊技術を用いた地上で得ることのできない材料物性データの取得、高付加価値材料生産への反映、新たな燃焼システムや新規物質の創成などISSでしか出来ない最先端の研究、国際的な火災安全基準の検討)				・宇宙観測など			
将来の有人宇宙活動に必要なコア技術の習得に繋がる活動															
・地球観測			・環境変動を監視する新しいセンサの実証的観測に活用			・宇宙医学			・有人技術実証(ロボット技術、大型構造物技術、エネルギー伝送技術他)			・有人技術の発展			
有償利用、将来を担う人材育成(教育等)、アジア諸国とのISS利用協力 等															
・副作用の少ない医薬品(タンパク結晶実験)、ナノ材料の研究開発の民間利用への発展															
・教育、アジア協力															

ISS計画を通じた我が国の活動方向性

－ 宇宙環境利用の展開(1/2) －

(1) 科学的知見の創造、科学技術基盤の構築

世界トップレベルの科学的知見の創出や我が国の国際競争力の源となる科学技術基盤の構築に繋がる成果を目指して重点化を図りながら実施。(宇宙環境利用科学は多岐にわたる科学領域に広い裾野を持ち、得られた知見や成果は科学技術の基盤として広く波及)

①生命科学

- ・骨量減少、筋萎縮、形態形成や植物の成長等への重力の影響の解明研究
- ・放射線環境を活用したがん抑制遺伝子の働きの解明研究
- ・遺伝子損傷、突然変異、生殖などへの放射線影響の解明研究
- ・宇宙環境ストレスや長期影響の評価、ライフサポート技術開発など将来の有人宇宙活動に向けた研究 など

②宇宙医学

- ・骨量減少・筋萎縮の予防対策や精神心理支援、被曝管理など宇宙飛行士の健康管理に役立つ研究
- ・宇宙飛行士の健康管理に必要なメカニズムの解明を目指す基礎研究 など

③物質・物理科学

- ・半導体や光デバイス材料の高品質化等の基礎を成す流体現象に関する研究
- ・太陽電池パネル用材料等の生産効率向上等に資する結晶成長に関する研究
- ・産業的価値の高い国際競争力のある材料の創製等に繋がる高融点材料の熱物性値測定研究(静電浮遊炉)
- ・新たな燃焼システムや無容器大過冷却状態からの新規物質創成などISSでしか出来ない最先端の研究
- ・国際的な宇宙火災安全基準の検討 など

④宇宙科学、地球科学

- ・宇宙からしか観測できない高エネルギー宇宙線観測による未解明な宇宙現象の解明(CALET)
- ・地球超高層大気の観測による、プラズマやエネルギー輸送過程の解明(IMAP)
- ・雷放電とスプライト(落雷による上空での発光現象)観測によるスプライト発生メカニズムの解明(GLIMS)

ISS計画を通じた我が国の活動方向性

－ 宇宙環境利用の展開(2/2) －

(2) 国民生活の向上や社会課題解決に向けた利用(健康・医療問題やエネルギー問題などへ貢献)

① 高品質タンパク質結晶生成技術を用いた創薬等への貢献

- ・これまで治療法がなかった筋ジストロフィー治療薬、型によらないインフルエンザ治療薬、高価な癌の抗体医薬品を代替する安価な経口抗癌剤などの新薬の開発や、食糧を使わないバイオエネルギー生産に有効な酵素など工業的価値の高い触媒開発など、今後も大学などの研究機関や製薬企業等と連携、継続的なニーズに対応

② 少子高齢化、安心・安全社会に資する宇宙医学研究の推進

- ・骨や筋肉低下対策、リハビリ技術など宇宙飛行士の健康維持、予防のための医学等を地上の社会生活に還元
- ・宇宙分野のみならず、医学関連の幅広い学会等からの研究ニーズに対応

③ 環境保全やエネルギー問題に取り組む革新的ナノ材料の開発の推進

- ・微小重力環境を利用した材料・エネルギーに関する研究成果を地上の開発に還元
- ・環境浄化のための光触媒、有機太陽電池など、化学・エネルギー関連企業などからの多様な市場ニーズに対応

④ 地球環境問題や防災等、地球規模の問題への対応に資する地球圏の観測の推進

- ・多くの地球観測衛星が投入されている極軌道に比べ、人の多く住む中緯度地域を高頻度(日本近辺は1日2回程度)に観測可能なISSの約51度の軌道傾斜角と、宇宙飛行士が「観る」という運用の柔軟性も活かして地球圏を観測し、地球規模で起きている様々な問題の迅速な把握と情報発信を行う
- ・国際災害チャータのプロトコルに、「ISSからの即時災害監視・情報発信」を国際協力ミッションとして定義(現在NASAと調整中)し、同チャータの活動にISSプログラムとして貢献

⑤ 地上生活へのスピノフ

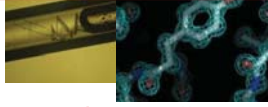
- ・宇宙用として研究を進めている水浄化装置、空気浄化装置等の技術を、地上用途に活用(水浄化装置の研究成果は、緊急災害用飲料水生成装置に活用可能)
- ・次世代宇宙服用として研究している冷却下着の技術を、地上の高温環境下での作業用として活用

ISS計画を通じた我が国の活動方向性

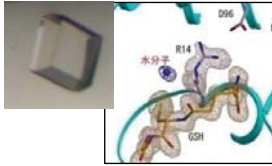
— ISS・「きぼう」利用の例 —

【高品質タンパク質結晶生成技術を用いた創薬産業等への貢献】

構造データ分解能: 1.0 Å
(地上生成結晶: 1.6 Å)



成人病の治療薬開発
(生体内の糖分解酵素の開発)



筋ジストロフィー治療薬開発
【動物実験による有効性と安全性の検証実験実施中】

構造データ分解能: 0.84 Å



抗生物質を分解する酵素に
対抗する新薬開発

構造データ分解能: 0.96 Å



非食糧系由来
バイオエネルギー生産
(高活性な分解酵素の開発)

構造データ分解能: 1.15 Å
(地上生成結晶: 1.8 Å)



ナイロン副産物(廃棄物)の
再生利用
(環境負荷の少ない分解酵素の開発)
【産業化に向けて検討中】



どんな型のインフルエンザ
ウィルスでも増殖を抑える
治療薬開発

【きぼう実験中、製薬企業との連携を進めている】

微小重力環境の有効性

○対流・擾乱の少ない「きぼう」の微小重力環境と、JAXAの結晶生成技術を用いて、地上では得られない高品質なタンパク質結晶を生成。タンパク質の活性部位と化合物との結合状態が判別可能な1Å以下の分解能を実現。

○ Spring-8などの地上施設を用いて結晶の立体構造を解析し、効率的な薬剤設計・触媒設計に適用。

- 「きぼう」で継続的に実施中。(ロシア、マレーシアによる利用を含め、これまで190程度のサンプルで実験)
- 大学などの研究機関と企業(製薬企業、食品・化学関連企業など)が連携して製品化を目指している。
 - ✓ 立体構造情報に基づく効率的な薬剤設計(製薬企業等による利用)、工業的価値の高い触媒開発(化学企業等による利用)に適用
 - ✓ 例えば、現状では治療法のない難病デュシェンヌ型筋ジストロフィーに有効な医薬品の開発が進行中(現在、医薬品候補について動物実験のフェーズまで進行中)

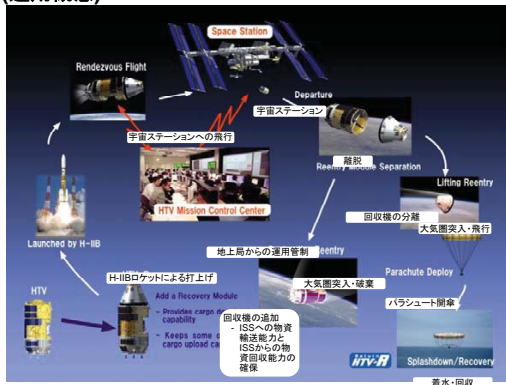
ISS計画を通じた我が国の活動方向性

— 有人宇宙探査に向けた宇宙技術の発展(1/2) —

帰還・回収技術

- HTVの技術を発展させ、ISSからの利用成果・軌道上機器の回収に貢献。
- 将来の我が国独自の有人宇宙活動に繋がる帰還回収技術を確立。
 - 大型の構造物の帰還を可能とする熱防護材製造技術
 - 低荷重でより正確な範囲への降着を可能とする揚力飛行制御技術、など

(運用概念)



(参考) 宇宙分野における重点施策について(平成22年5月宇宙開発戦略本部決定)(抜粋)

また、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。

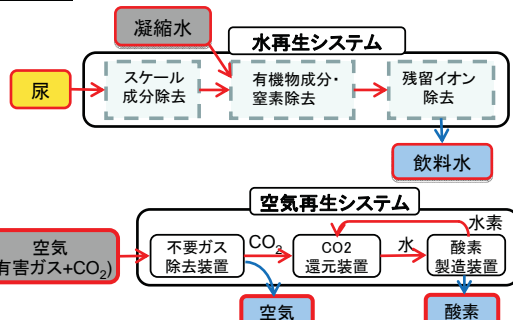
船外活動服

- 日本が得意とする素材・繊維・縫製の技術を使った、より運用性の高い「高内圧、高可撓性」「スーツ」技術の獲得。



水・空気再生など生命維持技術

- 有人システムの中核の一つである「生命維持技術」について、ISS・「きぼう」で軌道上実証。
- 日本の優れた民生技術を活用し、現行の宇宙用システムより高い再生率、小型・軽量・低消費電力を実現する技術を確立。

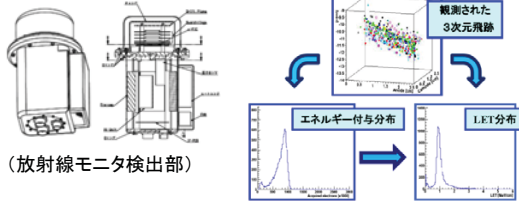


ISS計画を通じた我が国の活動方向性

— 有人宇宙探査に向けた宇宙技術の発展(2/2) —

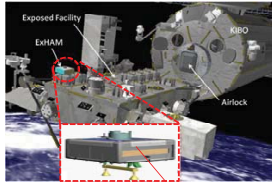
放射線計測・防護

- 探査における長期宇宙滞在の実現に向けた、放射線被ばく対策技術の獲得。
- ISS・「きぼう」において、世界初の方位感知型リアルタイム放射線モニタの技術実証と、放射線対策の確立に向けた放射線環境データの取得・蓄積を行う。

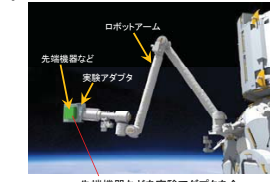


先端機器の宇宙実証

- ISSで唯一本格的な船外実験設備を有する「きぼう」の特徴を生かし、エアロック、ロボットアーム、船外実験プラットフォームを用いた、材料曝露実験、先端機器・部品の曝露環境での宇宙実証などを実施。



実験サンプル等を上面、側面に取付け、船外に設置。材料曝露実験等に使用。



(ロボットアーム把持形態の実験)

先端機器などを実験アダプタを介して、ロボットアームで把持。指向方向を任意に設定可能。

宇宙医学

- 小惑星・火星といった遠方での長期宇宙滞在に向けた、宇宙飛行士の健康対策・管理手法の獲得。
- ISSでの長期滞在機会を活用し、ISS参加各極と協力した全ての宇宙飛行士の医学データの蓄積・共有や各種対策のISS・「きぼう」での実証を実施。

生理的対策

- ・薬剤を用いた宇宙飛行士の骨量減少・尿路結石予防対策
- ・微小重力における効果的な運動機器・トレーニング法 など

精神心理支援

- ・長期閉鎖環境滞在に対する精神心理的な適応の評価方法
- ・多文化環境に対する適応訓練 など

放射線被曝管理

- ・次世代型個人線量計
- ・バイオドシメトリ(放射線被曝線量を推定する方法) など

宇宙船内環境

- ・有人宇宙施設や宇宙飛行士の微生物汚染からの防御
- ・船内空気環境汚染による健康被害に対するモニタリングシステム など

軌道上医療

- ・軌道上遠隔医療用簡易生体機能モニター機器
- ・自動診断機能のある搭載型医療機器 など

正常な骨 骨粗しょう症の骨

骨・筋量低下の対策

小型軽量ホルター心電計による生体モニタ

放射線被曝管理
(日本のシステムを用いた国際協力宇宙放射線計測など)

線量計

軌道上トレーニング