

付録1

国際宇宙ステーション (ISS) 計画概要

1. これまでの日本の有人宇宙活動への取り組み－背景と経緯－

<第一次材料実験(FMPT)>

- スペースシャトルを用いた日本初の有人宇宙実験を計画。(実験の実施は、チャレンジャー事故後の1992年)

<ISS計画の立ち上げ>

- 米国では、アポロ計画の目標達成が近づく1960年代終頃からポストアポロ計画が広く研究され、計画を立ち上げるにあたり、NASAは国際協力の範囲を広げ、日本、欧州、カナダにも宇宙ステーションとスペースシャトルを中心としたポストアポロ計画への参加を検討。

1984年： 米国は、開発したスペースシャトルを利用するとともに、西側諸国の結束強化のため、6月のロンドンサミットでレーガン米大統領が宇宙基地計画を提唱し、西側先進国に参加を呼びかけた。

我が国としての参加を判断

- ① 我が国が宇宙基地計画に参加するにあたっての基本構想を策定(宇宙開発委員会 宇宙基地計画特別部会で議論し、宇宙開発委員会として了承)(1985年)
- ② ボンサミットにおいて、科学技術庁とNASAとの間で予備設計参加のための了解覚書(MOU)を締結し、「きぼう」による予備設計段階へ参加(1985年)
- ③ 詳細設計段階以降における基本的考え方を提言(宇宙開発委員会 宇宙基地計画特別部会)(1987年)

- 宇宙基地計画は、米国の技術的リーダーシップと能力を強調できることが前提となっており、基本的な機能は米国が担当し、日本と欧州は取付型実験モジュールを提供する枠組みとなった。
- 当時の日本の宇宙開発は、米国からの技術導入によるロケット・衛星の開発から、自主開発への移行を始めたところ。有人技術は持っておらず、有人宇宙活動のキーとなる部分は、米国に頼らざるを得ない状況であった。
- 日本は、有人技術を修得するとともに、国内ユーザの要求を極力満足すること(与圧実験装置及び曝露実験装置を搭載できること)、発展性を有すること(軌道上でマニピュレータを使って交換できる)などを考慮し、実験モジュール構想を具体化した。

1986年：（スペースシャトルチャレンジャー号事故）

1988年： 日、米、ESA加盟国、加の政府間で、宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用段階における協力に関する宇宙基地協力協定(IGA)に署名

1989年： 日本の国会で承認、批准

<ISSリデザイン>

- クリントン政権において、財政再建の一環としてISS計画の見直しが指示された。これを受け、NASAはISS見直し検討チームを設置し、国際パートナーへの協力を要請。科学技術庁長官、駐米日本大使から米国ゴア副大統領にISS計画支援を要請するレターを発出するなど、ISS計画継続に対して働きかけを行った。最終的には、米下院本会議におけるNASA授権法案審議において、ISS計画中止の修正案が僅か1票差で否決された。
- 一連の日本の行動に対して、米国は安定したパートナーとして日本に大きな信頼をおくようになった。

<ロシアの参加>

- ロシアを宇宙ステーション計画へ招請。米国にとっては、冷戦終了後の米露政治間の課題であった、ロシアミサイル技術の海外流出を防ぐ意図があり、一方、ロシアとしては、財政難に陥っていた次期ステーション計画を継続したいという意図があった。

1993年： ロシアを宇宙ステーション計画へ招請し、1994年に国際宇宙ステーション(ISS)計画が誕生

1998年： ロシア参加のISS計画に関する政府間協定を国会で承認し、批准

1998年： 軌道上の組立て開始

2000年： 宇宙飛行士が常時滞在

2003年：（スペースシャトルコロンビア号事故）

2009年： 6人体制開始

2011年： ISS組立完了

スペースシャトル退役

1. これまでの日本の有人宇宙活動への取り組み – ISS参加当初の意義（注）と達成状況 –

打上げから48カ月後の不具合件数比較

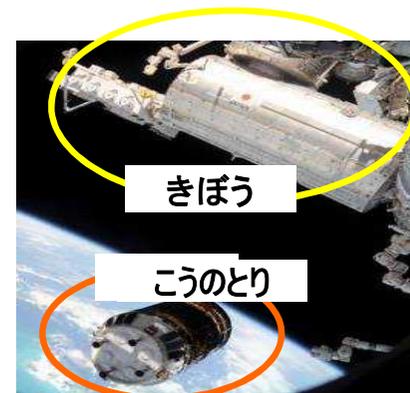
	不具合件数
きぼう 2008年3月打上げ	75件 2011年3月まで
米国実験棟 2001年2月打上げ	175件 2005年2月まで

1. 高度技術の習得

- ◆ 人の命を守る高度な安全技術・大型システムの統合技術を獲得。
 - ◆ 米露のみが持っていた技術（環境制御、自動ランデブー技術等）を獲得。
 - ◆ 世界一級の有人宇宙実験施設を開発し、運用ノウハウを継続して獲得中。
 - ◆ 不具合は米国実験等の半分以下（＝高い信頼性）。
- ⇒ 米国民間企業が日本の技術を導入。「こうのとりの」ランデブー技術はISSの標準方式として採用。
- ⇒ 安全・信頼性管理手法を他の宇宙開発に適用。また、ソフトウェア独立検証手法を非宇宙産業へも適用。

2. 国際協力への貢献

- ◆ 「きぼう」の実験スペースの半分は米国・カナダが利用。
 - ◆ 日露でタンパク質結晶生成実験や放射線計測等の実験協力。
 - ◆ 「こうのとりの」は国際的な宇宙ステーション物資輸送機となった。
- ⇒ 宇宙先進国としての地位を確立。参加各極は日本を「信頼できるパートナー」と評価。
- ⇒ 国際協働による宇宙探査計画の技術検討を進める「International Space Exploration Coordination Group (ISECG)」（14宇宙機関が参加）において議長国を務めた（～2013年4月）。
- ⇒ 宇宙探査の政策的議論を行う「International Space Exploration Forum (ISEF)」を、初回米国開催に続き、日本で開催することが決定。政策レベルでの国際間の枠組み設定・工程表策定において、日本が主導的役割を果たす。



ISSに接近する「こうのとりの」

3. 次世代の科学や技術の促進と宇宙活動範囲の拡大

- ◆ X線天文学等で数々の国際的な成果を獲得（新星発見、Nature/Science掲載）。
- ◆ 「きぼう」だけが持つロボットアームとエアロックを活用した超小型衛星の放出。
- ◆ 日本人宇宙飛行士の健康管理、訓練、サポート技術を習得。

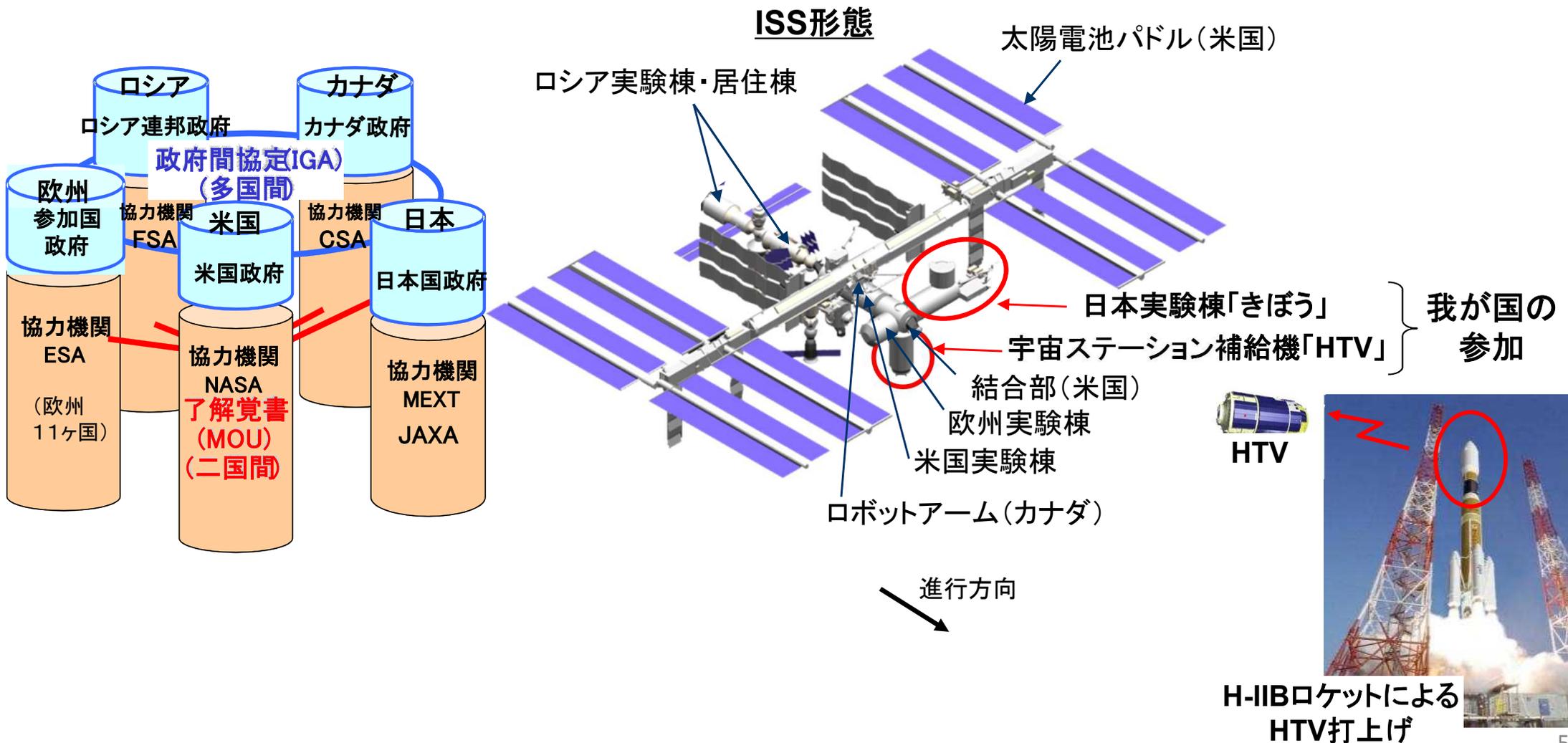
4. 宇宙環境利用の実用化の促進

- ◆ 物理現象・生命現象の本質的なメカニズムについて、科学的知見を獲得。
- ◆ タンパク質結晶生成や新素材創製等で成果が出つつあるところ。
- ◆ 日本独自の医学的知見（骨・筋の衰え、免疫の低下）を蓄積し、社会実装を目指す。

（注）ISSの参加当初の意義は、昭和60年4月宇宙開発委員会 宇宙基地計画特別部会「宇宙基地計画参加に関する基本構想」より抜粋

2. ISS計画とは (1/3)

- 宇宙ステーション計画は、1984年にレーガン米大統領が提唱し、1988年に日、米、欧、加の4極間で宇宙基地協力協定(IGA)に署名して開始。1998年から軌道上での建設着手。
- 日本、米国、ロシア、欧州、カナダの世界15カ国が協力して、大規模な有人宇宙施設を建設し、運用。2011年に完成。



2. ISS計画とは (2/3)

【2016年以降のISS運用継続決定に至る経緯】

(1) 米国

- 2010年～2011年会計年度予算教書(2010年2月)において、ISSの2016年以降の運用継続方針を表明。
- これを受け、NASA長官から書簡により各極に対し運用継続への協力を要請。2010年10月、ISS運用継続を含むNASA授権法が成立し、NASAの2020年までのISS運用継続が決定。

(2) 日本

- 上記(1)書簡を踏まえ宇宙開発委員会(当時)において対応を検討した結果、「国際宇宙ステーション特別部会－中間取りまとめ－」(2010年6月)において2016年以降のISS計画への参画の継続を提唱。
- 宇宙開発戦略本部決定「当面の宇宙政策の推進について」(2010年8月27日)において、「我が国としては、平成28年度以降もISS計画に参加していくことを基本とし、今後、我が国の産業の振興なども考慮しつつ、各国との調整など必要な取組を推進する。」こととした。
- 野田総理－オバマ大統領の首脳会談(2012年4月)において発表した「日米協カイニシアティブ」(ファクトシート)において、「2016年以降の国際宇宙ステーションの継続」について協力することを表明。

(3) ロシア、欧州、カナダ

- ロシアは当初より可能な限りISSを運用し続ける前提で計画を進めており、改めて運用継続に関する表明は行っていない。
- 欧州は、2011年3月、欧州宇宙機関(ESA)理事会において、ISS運用継続を決定。
- これを受け、ESAドーダン長官からJAXA立川理事長(当時)宛に、ESAは2020年までISSへの参加を決定した旨、レターを送付。
- カナダは、2012年3月、カナダ宇宙庁長官が、ISSに参加している宇宙機関の会合にて、ISS運用継続を表明。

2. ISS計画とは (3/3)

ISS計画とは:

(ISS: International Space Station)

カナダ、欧州宇宙機関(ESA)加盟国、日本、ロシア及び米国の15カ国が、約400kmの地球周回低軌道上に、常時有人で民生用の宇宙ステーションを、建設、運用、利用する長期的な国際協力事業。

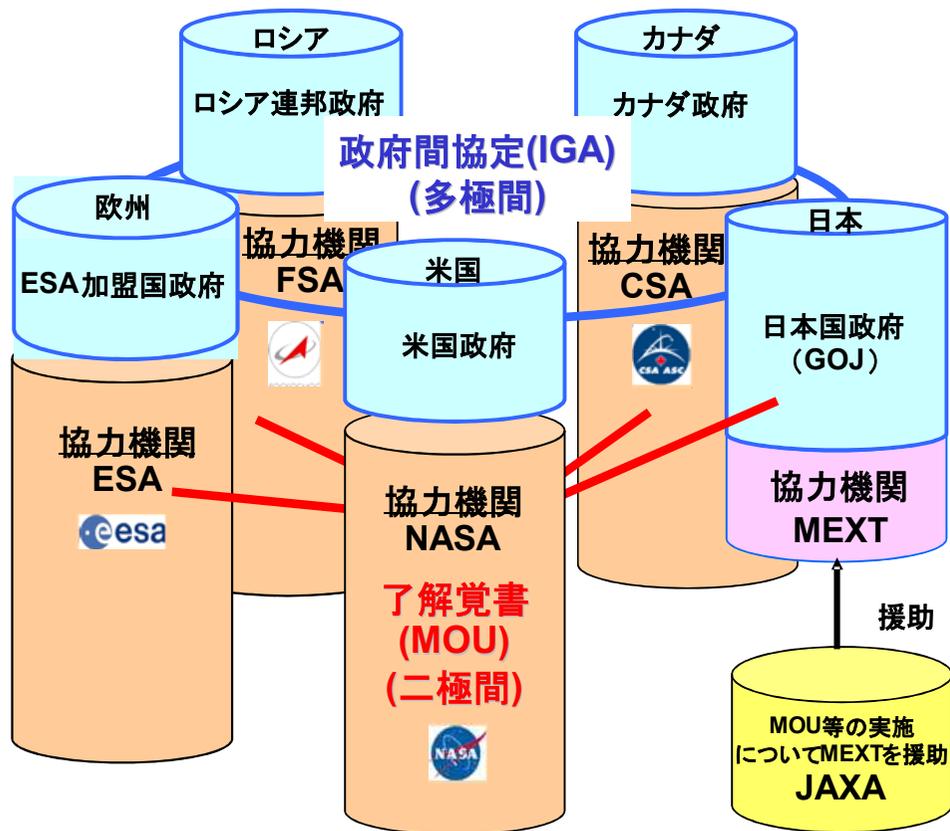
(MOU第2条)

ISSの能力:

(MOU第2条)

- ① 科学的探究及び応用並びに新たな技術開発のための宇宙における実験室
- ② 地球、太陽系及び宇宙の他の部分を観測するための高傾斜角の軌道上の常設観測施設
- ③ 搭載物及び運搬機の係留、組立て、整備及び目的地への展開を行うための輸送中継点
- ④ 搭載物及び運搬機の保守、修理、補給及び改修を行うための役務提供能力
- ⑤ 大型の宇宙の構造物及びシステムの組立て及び検証を行うための組立能力
- ⑥ 商業上の可能性を増大させ、及び商業的な投資を促進する宇宙における研究能力及び技術力
- ⑦ 消耗品、搭載物及び予備品の貯蔵庫
- ⑧ 将来ミッション(例えば、常設月面基地、火星有人ミッション、惑星ロボット探査、小惑星有人調査、地球同期軌道上の科学・通信施設)のための中継基地など

3. ISS計画の枠組み (IGA/MOU)



NASA: 米国航空宇宙局
FSA: ロシア連邦宇宙局
ESA: 欧州宇宙機関
CSA: カナダ宇宙庁
MEXT: 文部科学省
JAXA: 宇宙航空研究開発機構

欧州参加国(11カ国):

ベルギー、デンマーク、スペイン、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、スウェーデン、スイス、イギリス

IGA(Intergovernmental Agreement):「民生用国際宇宙基地のための協力に関するカナダ政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本国政府、ロシア連邦政府及びアメリカ合衆国政府の間の協定」(1998年)

- ①国際宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用を行うことに関する参加主体(各国政府)間の長期的な国際協力の枠組み(権利及び義務を含む)及び民生用国際宇宙基地の計画について定める政府レベルの多数者間協定。
- ②日本は、日本国政府(外務省)が署名し、同年、国会の承認を得て批准している。(条約発効は2001年)
- ③IGAには運用終了期限についての定めはない。
- ④脱退する場合には、全体的な計画の継続を確保するため、脱退の条件について参加主体間で合意に達するよう努力することとなっている。

MOU(Memorandum of Understanding):「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)

- ①IGAを実施するために、米国の協力機関(実施責任機関)であるNASAと各極の協力機関の二者間で締結した合意文書。
- ②日本は、日本国政府(外務省)が署名し、本文書においてその協力機関として科学技術庁(当時)を指定。科学技術庁を援助する機関としてNASDA(当時)を指定。
- ③IGA発効後、国内手続き完了の通告を経て、2001年に発効。

4. 各極の役割分担（1/4）

要素の提供と運用

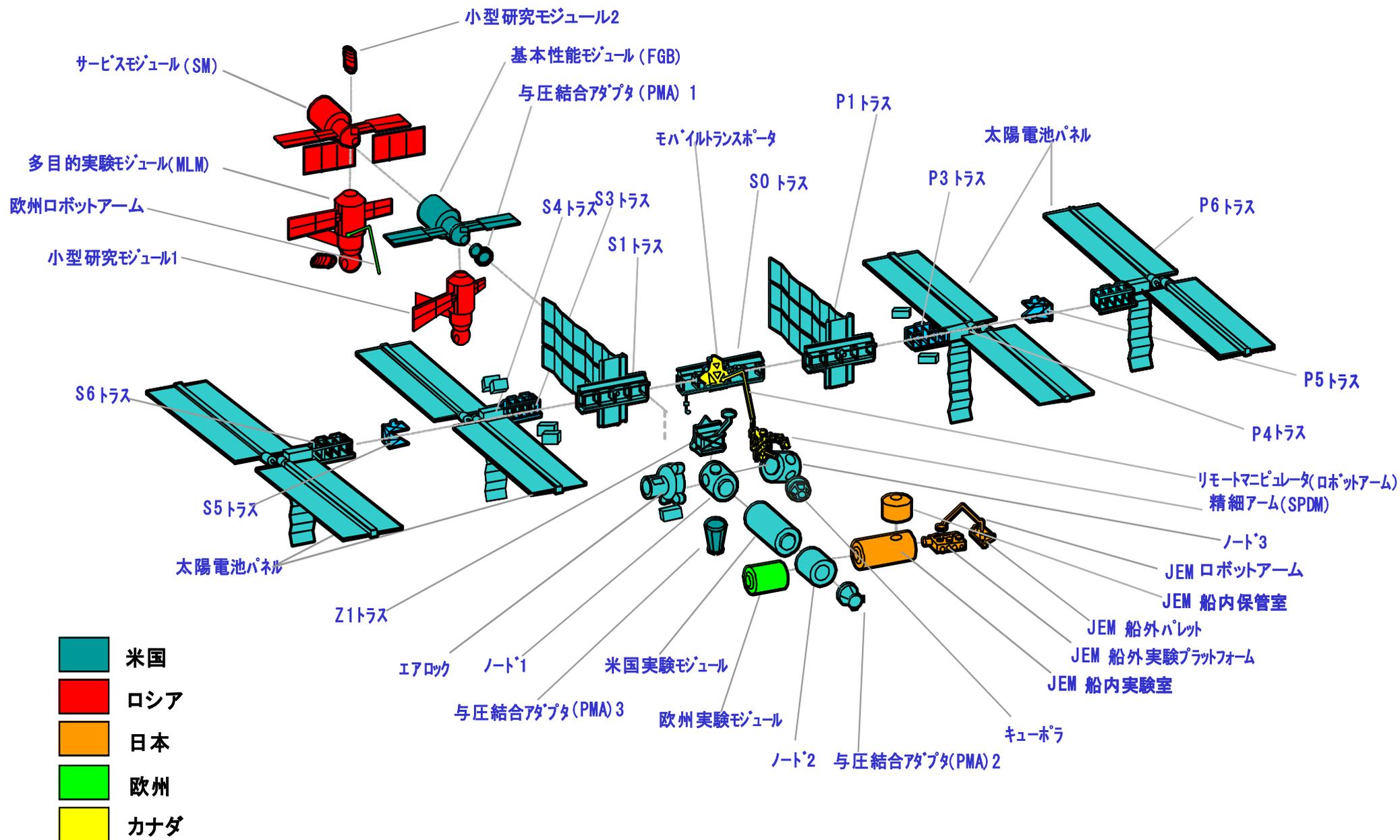
- 参加各極は、役割に応じて、ISSの構成要素及び必要な地上設備を開発・提供し、それを運用する責任を有する。(MOU第2条2項、第3条、第6条2項、第9条2項)

役割(MOU第2条2項)	参加極	提供要素(MOU第3条)
ISSの基礎となる要素を実現	米国	多目的実験棟、 <u>トラス構造物</u> 、 <u>連結部</u> 、 <u>太陽電池パネル</u> 等
	ロシア	<u>サービス棟</u> (居住機能等を提供)、 <u>ロシア実験棟</u> 等
ISSの能力を著しく向上させる要素を実現	日本	日本実験棟、システム及び利用者用の補給運搬容器(HTV)
	ESA	与圧実験室、システム及び利用者用の補給運搬容器、軌道調整推力を提供する軌道上移動機
ISSの不可欠な一部をなすのに貢献	カナダ	<u>ロボットアーム</u> 等

※下線はISSの基礎となる要素:ISS運用・利用を可能にするための資源(電力、居住機能など)を提供する要素

4. 各極の役割分担 (2/4)

【各極が提供するISSの構成要素】



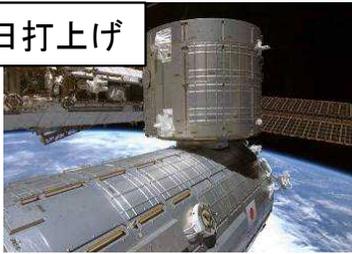
4. 各極の役割分担 (3/4)

【きぼう(日本実験棟)の概要】

- 我が国初の有人宇宙施設
- ISSで最大容積かつ高機能な実験施設

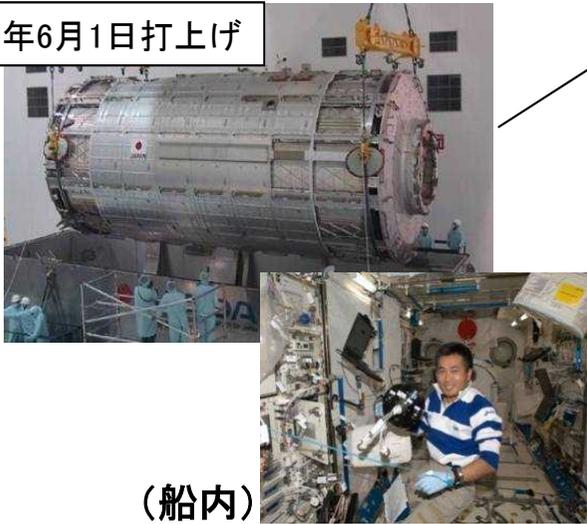
船内保管室

2008年3月11日打上げ



船内実験室

2008年6月1日打上げ



(船内)

船内と船外で本格的な宇宙実験が可能な日本独自の施設

日本独自の宇宙ロボットアーム
船外実験プラットフォームの実験装置を交換する

2008年6月1日打上げ



船外パレット (船外実験装置等の輸送に使用。シャトルで地上に帰還済み)



船外実験プラットフォーム

2009年7月16日打上げ



地球・天体観測および宇宙環境を利用した実験を実施

エアロック

2008年6月1日打上げ



船内-船外間の実験装置等の出し入れを行う

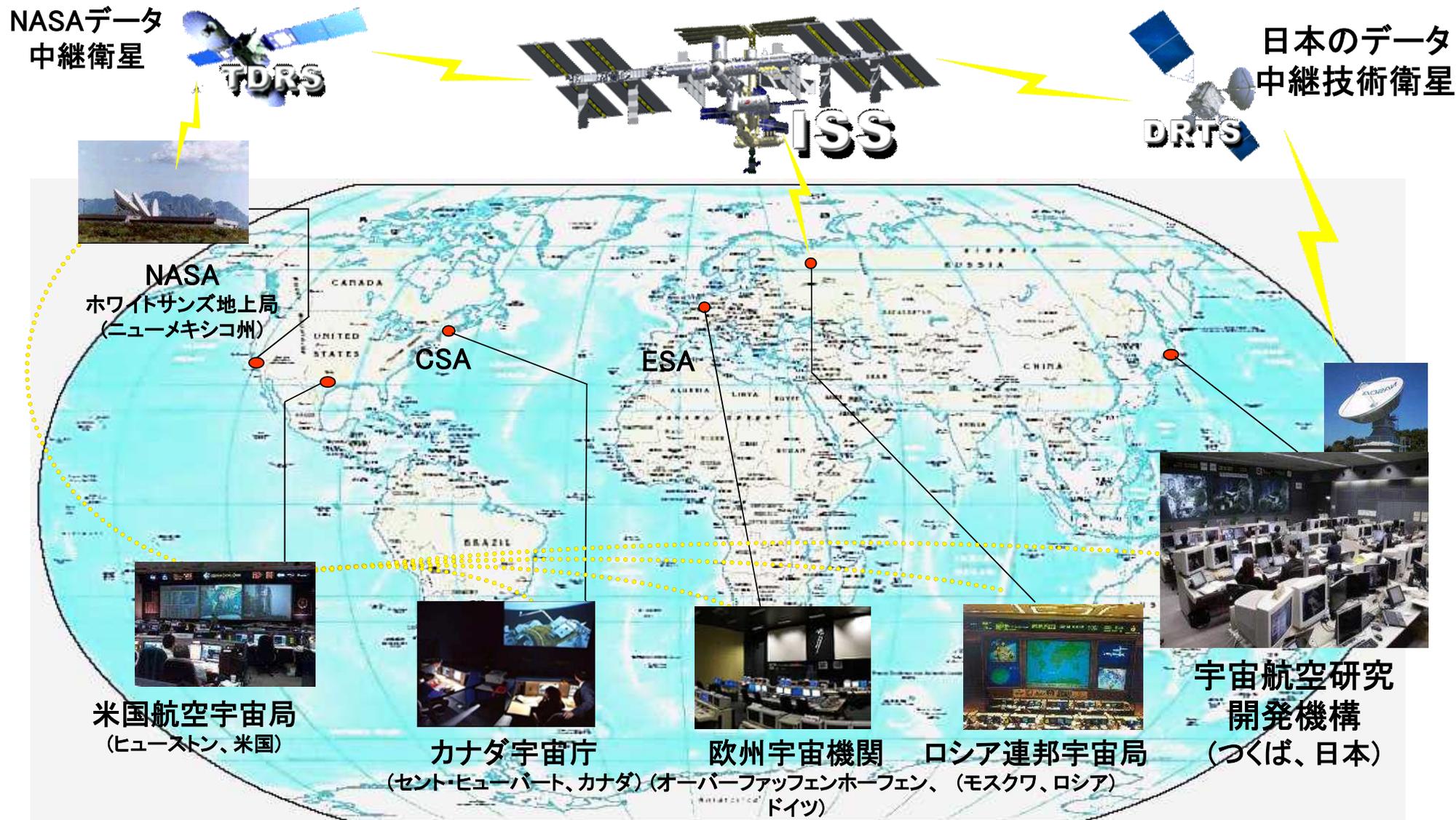
国内宇宙企業の総力をあげた国産開発:三菱重工、川崎重工、IHI、三菱電機、IHIエアロスペース、NTSpace(旧NEC、旧東芝)、日立、NTTデータなど

国内約650社が開発に参画

4. 各極の役割分担 (4/4)

【提供要素の運用責任】

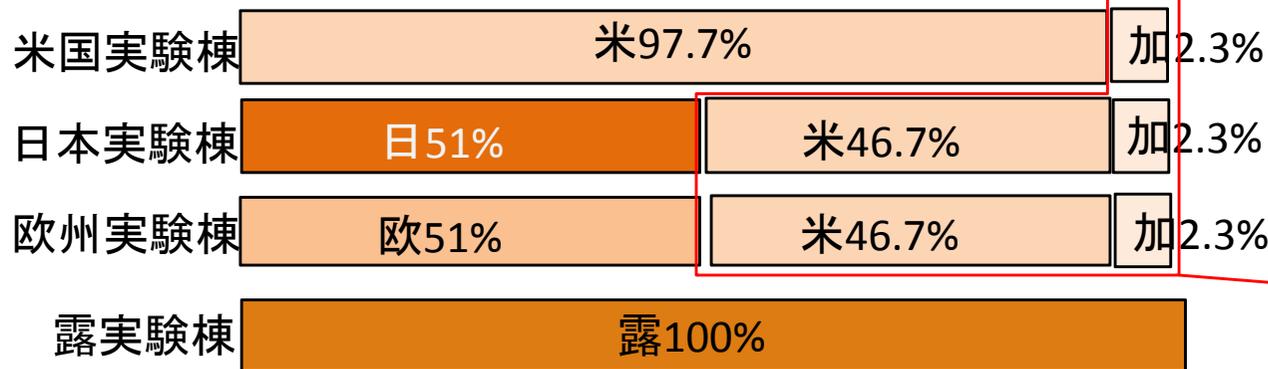
参加主体は、自己が提供する要素を運用する責任を有する。(IGA第10条、MOU第9条2a項)



5. 各極の利用権

(1) 利用権

- 参加各極は、下図の割合で各利用要素の利用権を得る。(MOU第8条3.a項)



米・加は、基盤要素を提供する代わりに他極の実験棟の利用権を得る

(2) 利用用資源(リソース)

- 参加各極は、下図の割合で利用用資源(電力、クルータイム)の配分を受ける。(MOU第8条3.b項、3.c項)
- 参加各極は、下図と同じ割合で、利用用の輸送能力・通信能力を取得する権利を有する。(MOU第8条3.d項)



(3) 宇宙飛行士の搭乗権

- 参加各極は、利用用資源の配分と同じ割合で、搭乗員を提供する権利を有する。(MOU第11条1項)

6. 共通的なシステム運用経費分担（1/2）

(1) 共通的なシステム運用経費分担（MOU第9条3項）

各極は、自らが提供した要素の運用を行うだけでなく、ISS運用にかかる共通的な経費（宇宙飛行士や補給物資等の輸送経費、ISS全体の統合運用にかかわる地上経費）を、利用用資源の配分に応じて、衡平に分担する。



(2) 我が国の共通的なシステム運用経費分担方法（IGA第15条5項、MOU第9条5項）

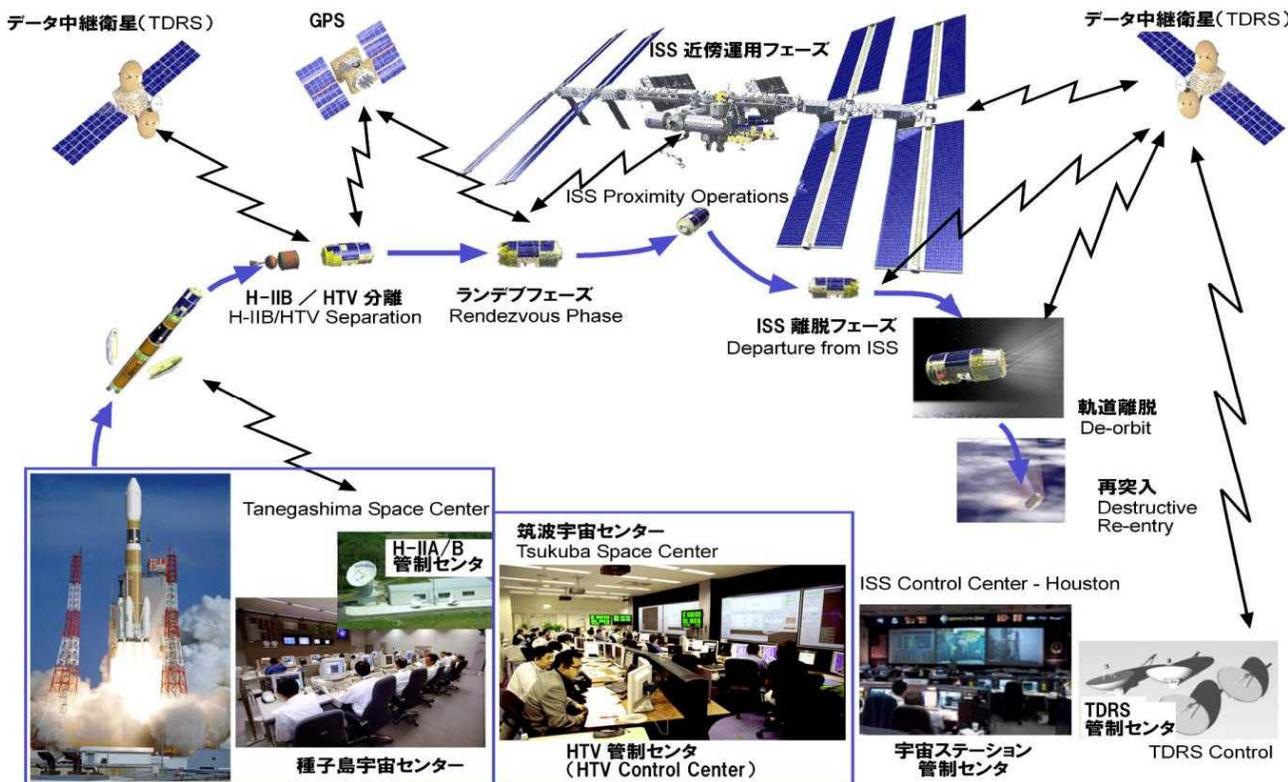
上記の共通的なシステム運用経費分担に関して、NASAへ現金を拠出する形ではなく、我が国がHTVにより物資輸送することで、我が国の分担責任を果たす。

6. 共通的なシステム運用経費分担 (2/2)

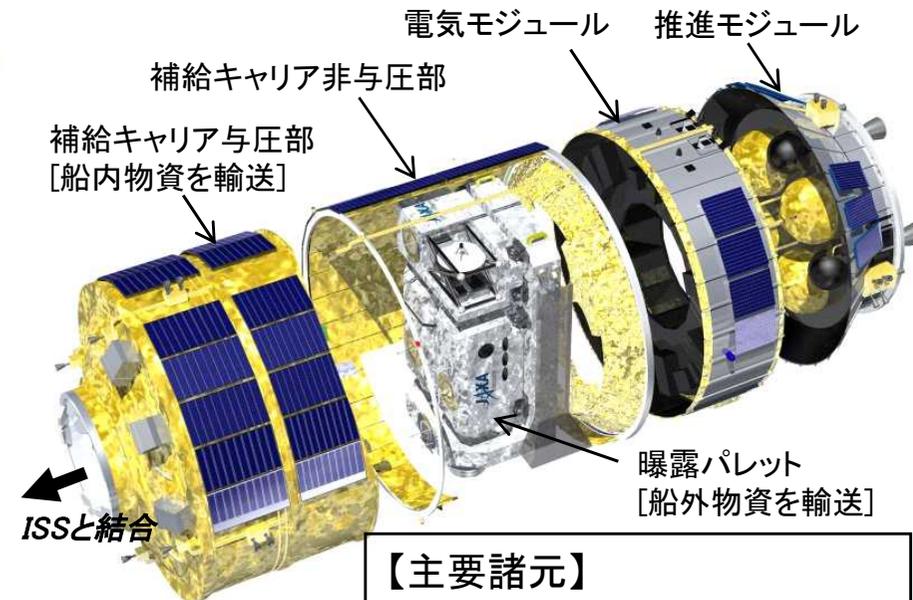
【HTV(このとり)の概要】

- ① これまで蓄積されてきた国内宇宙企業の先端技術を結集し、国家基幹技術として開発。国内約400社が開発・製造・運用に参画。
- ② 我が国のISS共通システム運用経費の分担を、「このとり」による食料や実験機器等の物資輸送で履行。2009年～2016年に合計7機を打上げ。
- ③ 2011年のスペースシャトル退役後は、大型船外機器、船内実験ラックを輸送できる唯一の手段であり、ISS全体の運用を支える重要な役割を担う。

「このとり」のみが輸送可能な物資



(運用概念図)



【主要諸元】

- ・全長: 約10m, 直径: 約4.4m
- ・質量: 約10.5トン(補給品除く)
- ・補給品搭載能力: 最大6トン

(機体概要)

7. 日本の責任と権利 (1/2)

日本の責任

(1) 要素の提供と維持・運用

- ◆ 日本実験棟「きぼう」の開発
- ◆ 「きぼう」の地上からの運用管制
- ◆ 「きぼう」の維持(補用品製作・打上げなど)
- ◆ 地上の運用管制システムの開発・維持
- ◆ 運用のための訓練システムの提供

(2) 共通システム運用経費(CSOC)の分担

- ◆ 「きぼう」船内実験室の軌道上検証以降、分担義務が発生
- ◆ 2015年までのCSOC分担は、HTV計7機による物資輸送サービス提供で行う

日本の権利

(1) 利用権

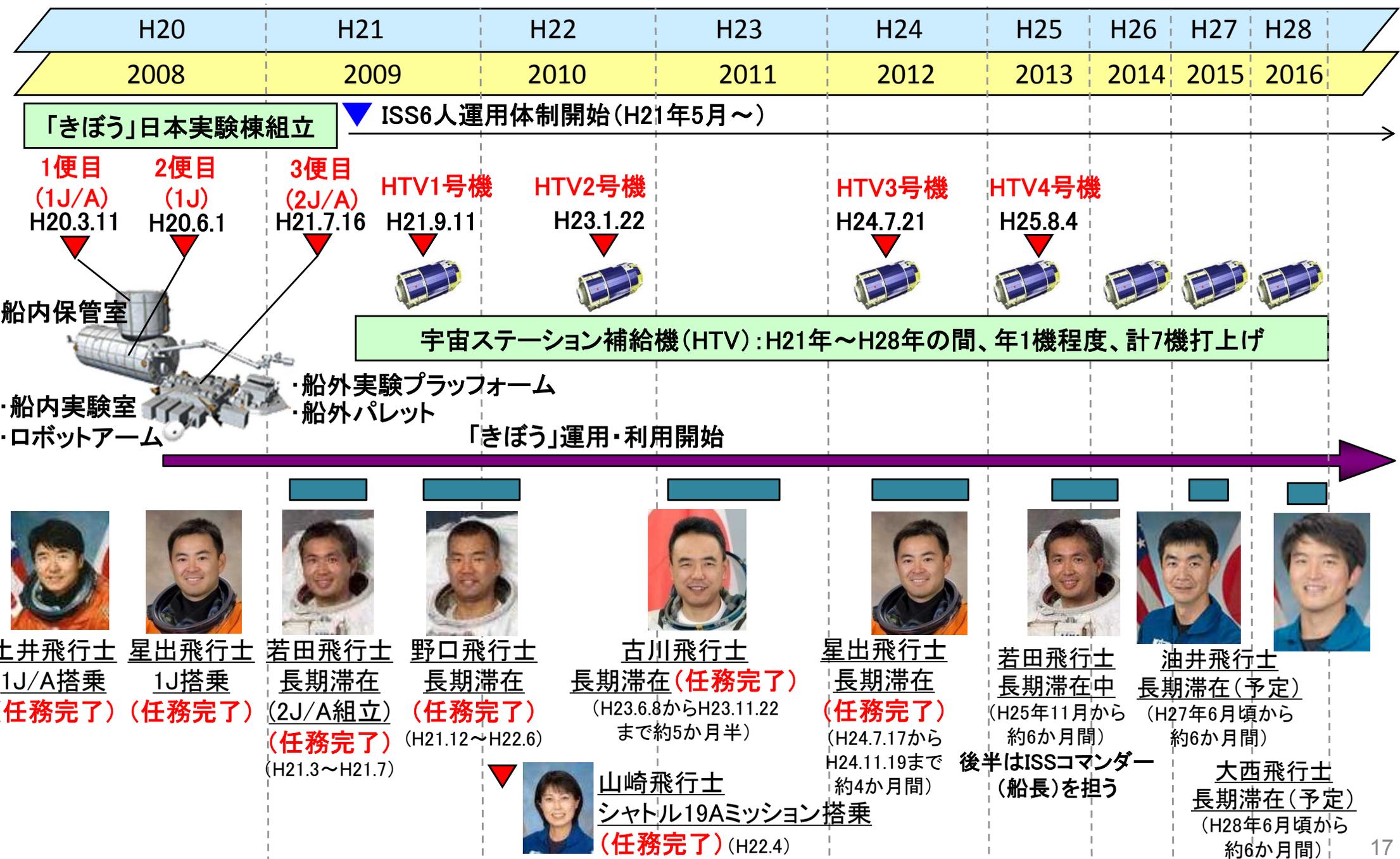
- ◆ 軌道上の「きぼう」の51%の利用

(2) 利用用資源(配分12.8%)

- ◆ 電力
- ◆ クルータイム
- ◆ ISS-地上間通信(取得権)
- ◆ 物資輸送(取得権)

(3) 宇宙飛行士の搭乗権(配分12.8%)

7. 日本の責任と権利 (2/2) ~我が国の主要スケジュール~



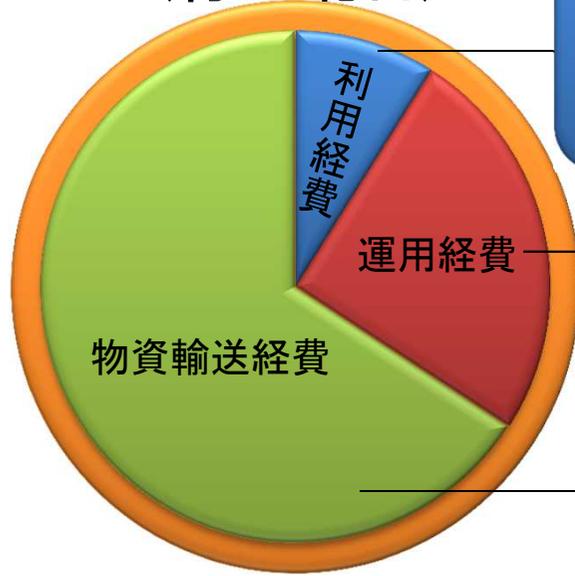
8. ISS計画への投資額

国名(実施機関)	これまで(2013年まで)の経費
<p>日本(JAXA)</p>	<p>約8,260億円</p> <p>①JEM開発 : 約2,500億円 ②HTV開発 : 約680億円 ③実験装置の開発 : 約450億円 ④地上施設・設備の開発、 宇宙飛行士の養成・訓練、JEM打上げ等 : 約2,360億円 ⑤運用利用に係る経費 : 約2,270億円</p>
<p>米国(NASA)</p> <p>1ドル=105円 (過去20年間の平均支出官レート)</p>	<p>約7兆6,800億円(総額731億ドル)</p> <p>総額には次の項目を含む</p> <p>①フリーダム計画 ②ISS開発(1994～) ③ISS運用 ④スペースシャトル運用 ⑤他の有人/貨物輸送 ⑥利用 ⑦その他NASAコスト</p>
<p>欧州(ESA)</p> <p>1ユーロ=126円 (過去14年間の平均支出官レート)</p>	<p>約9,000億円(総額71億ユーロ)(推定)</p> <p>総額には次の項目を含む</p> <p>①コロンバス開発 ②ATV-1開発/打上げ ③組立/運用 ④利用 ⑤その他ISSコスト</p>
<p>カナダ(CSA)</p> <p>1カナダドル=84円 (過去19年間の平均支出官レート)</p>	<p>約1,500億円(総額約18億カナダドル)</p> <p>総額には次の項目を含む</p> <p>①MSS開発 ②組立/運用 ③利用</p>

※ 米国、欧州、カナダの経費は、コンサルタント会社の調査結果及び各極の予算報告書による

9. 我が国のISS年間経費（1/2）

平成26年度ISS予算
(約357億円)



利用経費(宇宙実験の実施に係る経費)(約32億円)

- ・共通的な実験装置や支援機器の開発
- ・利用テーマの宇宙実験準備
- ・共通基盤技術や地上設備の維持・提供

(*利用者への研究助成的な資金はない)

運用経費(約90億円)
(開発には約650社が参画)

- ・運用管制
- ・運用システムの維持
- ・技術支援
- ・保全補給
- ・宇宙飛行士の訓練
- ・安全・ミッション保証
- ・情報管理・国際調整等

物資輸送経費(約235億円)
(約400社が参画)

- ・H-II Bロケット調達・打上げ
- ・HTV調達・運用

【平成26年度予算での効率化と成果最大化の取り組み】

他極との比較

	ISS予算 (FY2014)
NASA	約4,300億円
ESA	約490億円 (推定)
日本	約357億円

(1)「きぼう」運用管制や宇宙飛行士の訓練等の運用経費

運用管制人員数を1人が同時に複数種の管制業務を掛け持つことにより削減、日本人宇宙飛行士の技能維持訓練拠点の一部を国内に移転などによる削減を図っている。

(2)HTV及びH-II Bロケットの調達・運用経費

一括調達等によるコスト削減努力を実施。HTVの調達において、部品一括調達(6機分)と習熟効果により、合計155億円を削減し、機体価格に反映している。

(3)「きぼう」での実験等に係る利用経費

科学技術イノベーション総合戦略(平成25年6月7日閣議決定)等において国として重点的に取り組むべき課題とされている分野への重点化を図ると共に、各分野の第一線の大学や研究機関との連携を進めることで、より効率的な利用を進めている。

9. 我が国のISS年間経費 (2/2)

利用経費(宇宙実験の実施に係る経費)

- ・共通的な実験装置や支援機器の開発
- ・利用テーマの宇宙実験準備
- ・共通基盤技術や地上設備の維持・提供

運用経費

- ・運用管制
- ・技術支援
- ・宇宙飛行士の訓練
- ・情報管理・国際調整等
- ・運用システムの維持
- ・保全補給
- ・安全・ミッション保証

物資輸送経費

- ・H-II Bロケット調達・打上
- ・HTV調達・運用

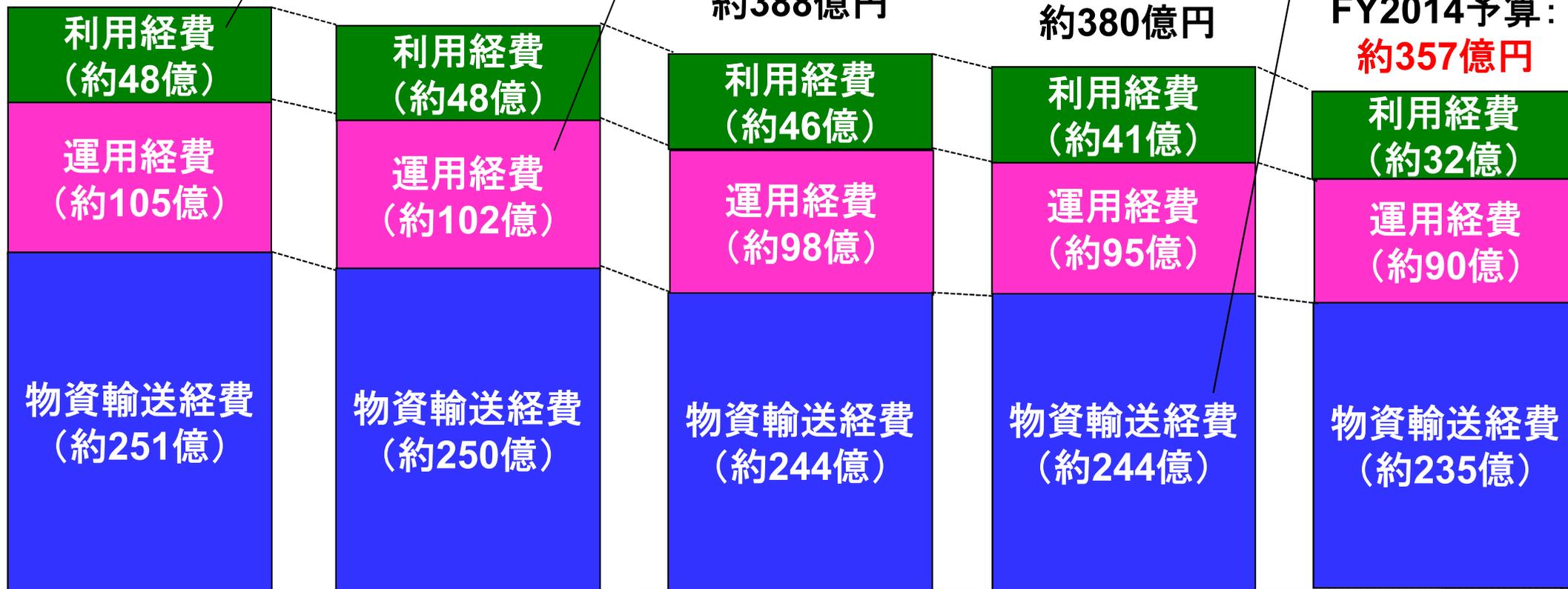
FY2010実績:
約404億円

FY2011実績:
約399億円

FY2012実績:
約388億円

FY2013予算:
約380億円

(今年度)
FY2014予算:
約357億円



10. ISSを巡る各国の動向

□ 米国

- 国際宇宙ステーション(ISS)運用を少なくとも2024年まで延長し、利用を拡大する。
- 民間と協力してISSに人と物資を輸送する商業宇宙飛行技術・サービスを安全に、信頼性と費用対効果が高く実現できるように模索する。

□ 欧州(ESA)

- 運用を2020年まで継続し、2017-2020年のISS運用費分として、NASAが開発中の多目的有人宇宙船(MPCV)「オリオン(Orion)」のサービスモジュールを提供する。
- 2024年迄の運用延長については、現在検討中。

□ ドイツ

- ISSは軌道上の平和的な国際協力の象徴であり、最高レベルの研修を可能とする独特の研究所であるので、徹底的に活用されるべきである。ISS運用の総合評価は、後継システムや他のオプションに関する判断の基礎を提供してくれる。

□ ロシア

- 少なくとも2020年まで運用を継続し、ロシアセグメントを2015年に6モジュール群、2018年に7モジュール群とする。
- 2020年以降の運用延長についても積極的

□ 中国

- 2020年迄に独自の宇宙ステーション建設を計画