

ISS計画によって得られた技術

「きぼう」の開発・運用・利用
「HTV」の開発・運用

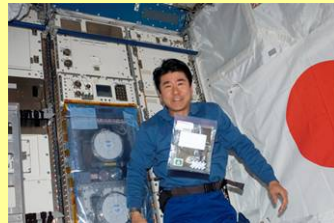
2010年 4月30日

宇宙航空研究開発機構

有人宇宙活動に必要な技術

宇宙空間で滞在・活動する技術

宇宙飛行士



国際宇宙ステーション
及び「きぼう」



宇宙へ行く技術

人間

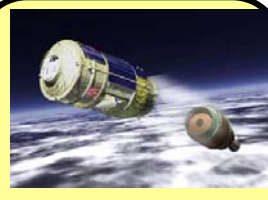
物資



ソユーズ



シャトル



宇宙ステーション
補給機 (HTV)

地上における 有人運用技術



地上へ帰還する技術


人間・物資



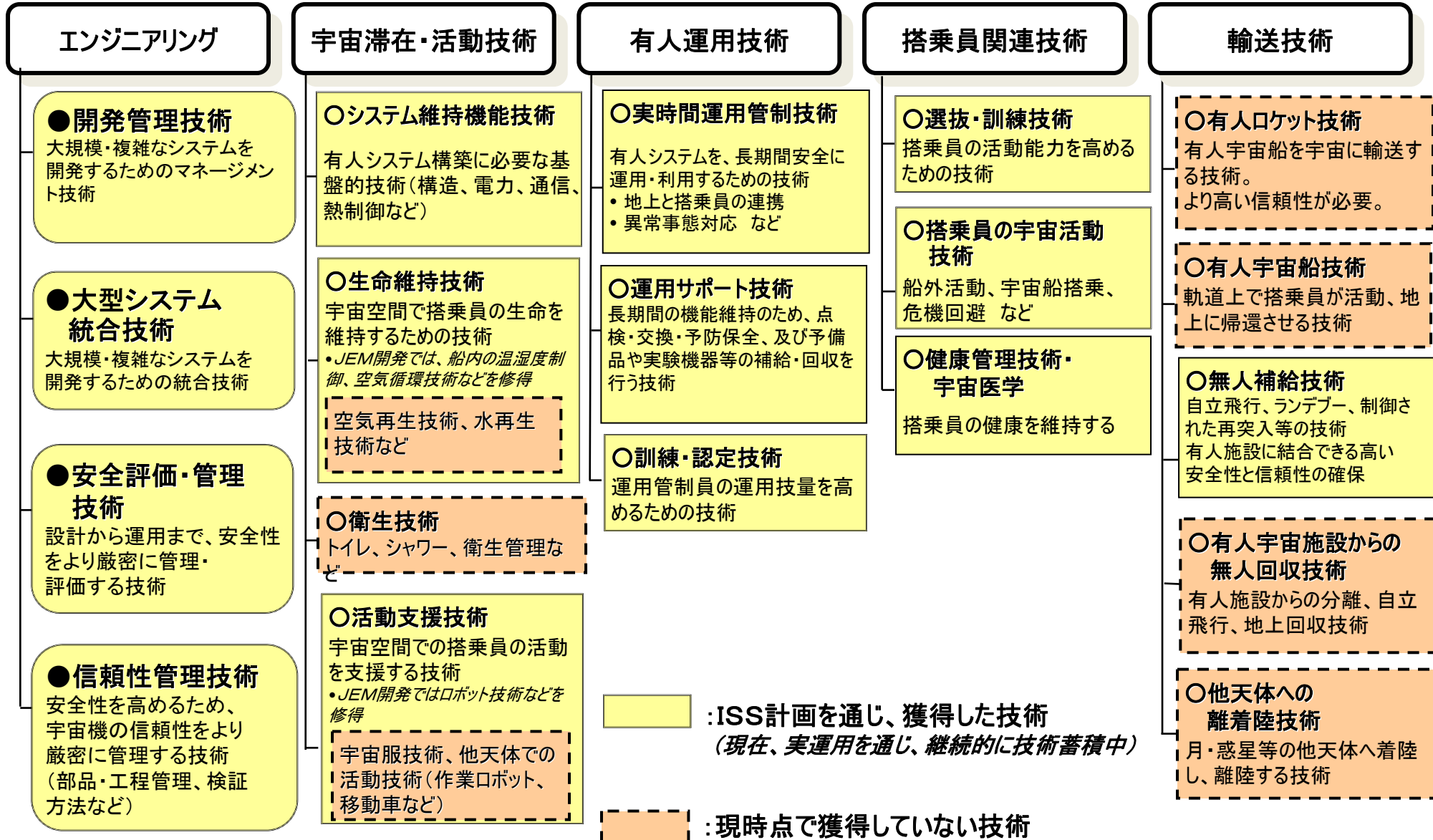
ソユーズ



シャトル

 :ISS計画参加することにより、我が国が獲得し、蓄積中の技術領域

有人宇宙技術の体系



日本がISS計画を通じて得られた有人宇宙技術基盤

「きぼう」やHTVの開発、運用、宇宙飛行士の活動を通じて、
有人宇宙技術のうち下記に示す基盤的技術やその一部を獲得

A) 開発管理技術・大型システム統合技術

■ 複雑かつ大規模な有人システムを最適に統合しつつ開発する技術。(きぼう, HTV)

B) 有人安全評価・信頼性技術

■ 故障や操作ミスがあっても有人安全を確保する設計、試験技術。(きぼう, HTV)

■ 信頼性をより厳密に管理する技術(部品・工程管理、検証、保全など)。(きぼう, HTV)

■ 異常時の原因分析、対応手順作成など有人システムを安全に運用するための技術。(きぼう, HTV)

C) 長期有人滞在・活動技術

■ 無重力での空気循環／温湿度制御技術(きぼう)

■ 宇宙飛行士が無重力状態や宇宙服着用状態で操作が可能な部品設計技術。(きぼう, HTV)

■ 無重力で大型構造物を操作可能かつ有人安全を考慮したロボット技術。(きぼう)

D) 有人運用技術・搭乗員関連技術[人材育成を含む]

■ 宇宙飛行士を選抜し、訓練する技術。NASA飛行士の指導を行うまでのレベル到達。(きぼう)

■ 国際交渉力を持つ人材や有人宇宙の国際標準で仕事ができるエンジニアの育成。(きぼう, HTV)

E) 無人補給技術(往還技術)

■ 有人施設へのランデブー技術、地上に被害を与えないように確実に再突入する技術。(HTV)

JEMの開発を通じて獲得してきた技術

開発管理・システム統合技術

- 開発管理技術
- 大規模システム統合技術
- 有人システム設計要求・基準
- 有人システム検証技術

部品点数比較

- ・JEM: 200万
- ・H-IIA: 27万
- ・みどりII: 26万



有人安全技術

- 安全評価・管理技術
 - システムに潜在する危険要因の識別、除去／制御
 - 有人安全審査による独立評価
- 信頼性管理技術
 - ソフトウェア独立検証及び有効性確認
 - 設計・製造の高信頼性化

宇宙滞在技術

- 有人システム設計、試験、検証
 - 安全性、操作性、快適性、保全性
 - 与圧構造、通信・制御、電力、排熱

- 環境制御・生命維持技術

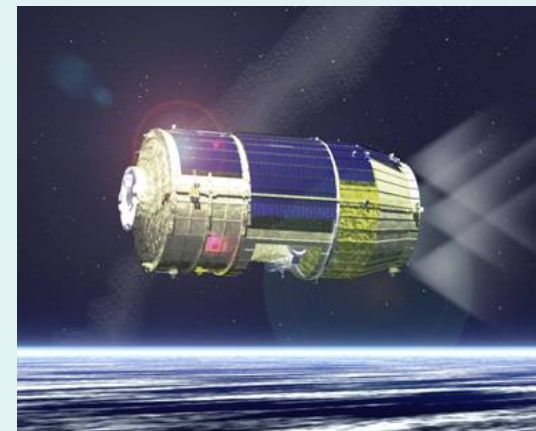
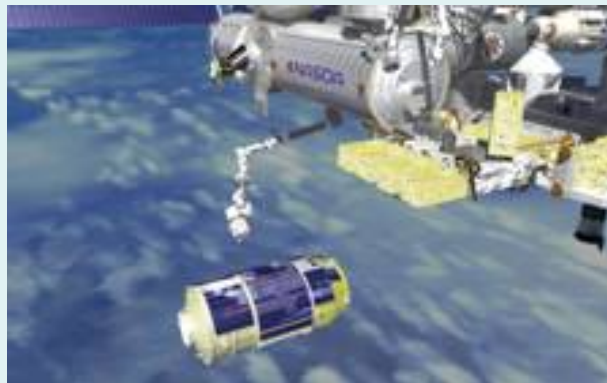
- 活動支援技術
 - エアロック
 - ロボットアーム
 - 軌道上結合・組立



HTVの開発と運用を通じて獲得してきた技術

軌道間輸送機システム技術

- 補給機での有人システム設計
- H-II Bロケット打上げ、自立飛行
- 国際連携での運用管制
- ランデブー、結合
- 制御された再突入



JEM及びHTVの運用を通じて修得してきた技術

JEM及びHTVの運用を通じた技術修得

- 安全・確実な実時間運用
 - 計画・手順設定、訓練、運用実施、危機管理
 - 国際間の連携運用（ISS搭乗員、地上要員）
 - 緊急時対応手法（危険回避、トラブル措置・回復）
- 長期運用でのJEM機能維持・向上
 - 保全・修理、補給
 - 開発結果の確認 ⇒ 知見の修正 ⇒ 開発技術への反映
- 日本人宇宙飛行士の長期宇宙滞在、健康管理
 - 訓練、宇宙活動
 - 健康管理、医学運用
 - 宇宙医学データ蓄積



(JEM及びHTVの実時間運用：
筑波・運用管制センター)



(宇宙飛行士訓練、
操作手順確認：
筑波・試験設備)



(船外活動)



(長期宇宙滞在)

国際協力プロジェクトの利点を活かした技術修得

- 米国・ロシアが行うISS運用からの知見獲得
 - 危機管理、トラブル措置・回復等の手法
- 有人輸送機への搭乗、国外訓練を通じた技術修得
 - シャトル、ソユーズへの搭乗、訓練
 - 各国ISS構成要素を用いた訓練



(シャトル訓練)



(ソユーズ訓練)

JEM利用及びHTV発展により修得可能な新技術

JEM利用による技術実証

●未修得の有人滞在技術

- 宇宙服等船外活動技術
- 生命維持技術、居住技術



(宇宙服)



(生命維持技術)

●民生部品、先端機器等の宇宙実証



(民生部品、先端機器等の宇宙実証)

●宇宙ロボット技術

- 検査、組立、修理
- 燃料補給

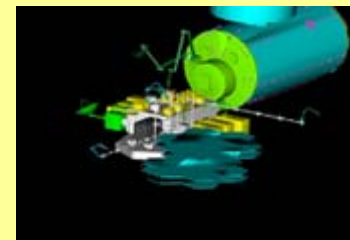


(宇宙ロボット技術)

●大容量・超高速データ中継(通信)技術

●大型構造物組立技術

- 宇宙望遠鏡技術
- 太陽発電衛星技術



(大型構造物組立)

●HTVへの機能付加

- ISSからの物資回収
- 生物試料の補給・回収

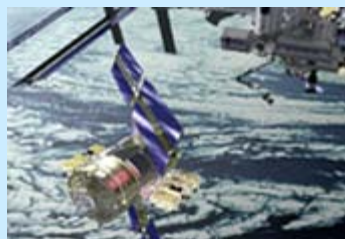


(HTVによる回収)

HTVの将来発展可能な分野

●宇宙活動の発展

- フリーフライヤへの応用



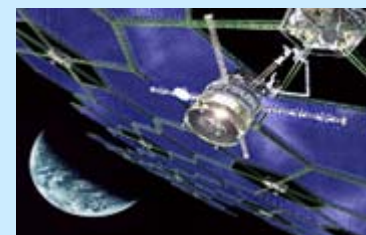
(フリーフライヤ)



(軌道間輸送機)

●宇宙輸送技術の発展

- 軌道間輸送機への応用





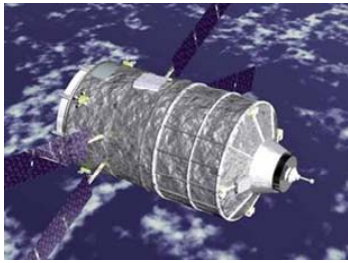

(宇宙ロボットと軌道間輸送機技術による軌道上組立)

【参 考】

「きぼう」:ISS内で**最大容積**を誇る**高機能実験室**

	「きぼう」(日本)	「コロナバス」(欧州)
実験棟	<p>船内保管室 ロボットアーム エアロック 船外パレット 船内実験室 船外実験プラットフォーム</p>	<p>船外実験装置</p>
大きさ	【ISS最大容積の実験室】 全長:約20m、直径:約4.4m	全長:約7m、直径:4.5m
船内ラックの搭載能力	総ラック数: 31	総ラック个数:16
	【内訳】 実験用ラック: 10個 保管用ラック: 12個 (冷蔵庫ラック等を含む) システム機器ラック:9個	【内訳】 実験用ラック:10個 保管専用ラック: システム機器用ラック: } 合わせて6個
ロボットアーム機能	有り (きぼうロボットアームにより船外装置交換等が可能)	無し (船外実験装置交換は主に船外活動で実施)
エアロック機能	有り (船外機器の実験室内外の出入可能)	無し (船外機器の実験室内外の出入は船外活動が必須)
地上との独自通信能力	有り (独自の衛星間通信システムを保有)	無し
船外装置の搭載能力	12個 (システム機器用2個を含む)	4個
船外実験能力	・高速データ通信機能: 有り (最大100Mbps) ・能動排熱機能: 有り	・高速データ通信機能:無し ・能動排熱機能:無し
船外保管能力	有り (パレット取付けにより、船外装置3個まで一時保管可能)	無し
開発費	約2500 億円	1400~2000 億円程度 (報道情報の数値を含む)

「HTV」: 大型船内外貨物が運搬可能でコスト効率に優れた輸送機

	HTV(日本)	ATV(欧州)
補給機	 	 
運用機数 (2015年まで)	7機	5機
補給能力	6トン	7.5トン
船内貨物運搬可能サイズ (船内貨物の搬入口)	1.2m × 1.2m	直径0.8m
船外貨物運搬機能	有り	無し
燃料運搬機能	無し	有り
開発費	約 700億円 (地上管制設備を含む)	約 1,610億円※1 (地上管制設備を含む)
機体調達費	約 140億円/機	約 220億円/機※2

※1: (推定値)開発費1.3Bユーロ(ATV初号機の打上げ経費を含む報道値)から打上げ経費170Mユーロを差し引いて算出

※2: (推定値)ATV打上げ経費:325Mユーロから打上げ経費(170ユーロ)を差し引いて算出

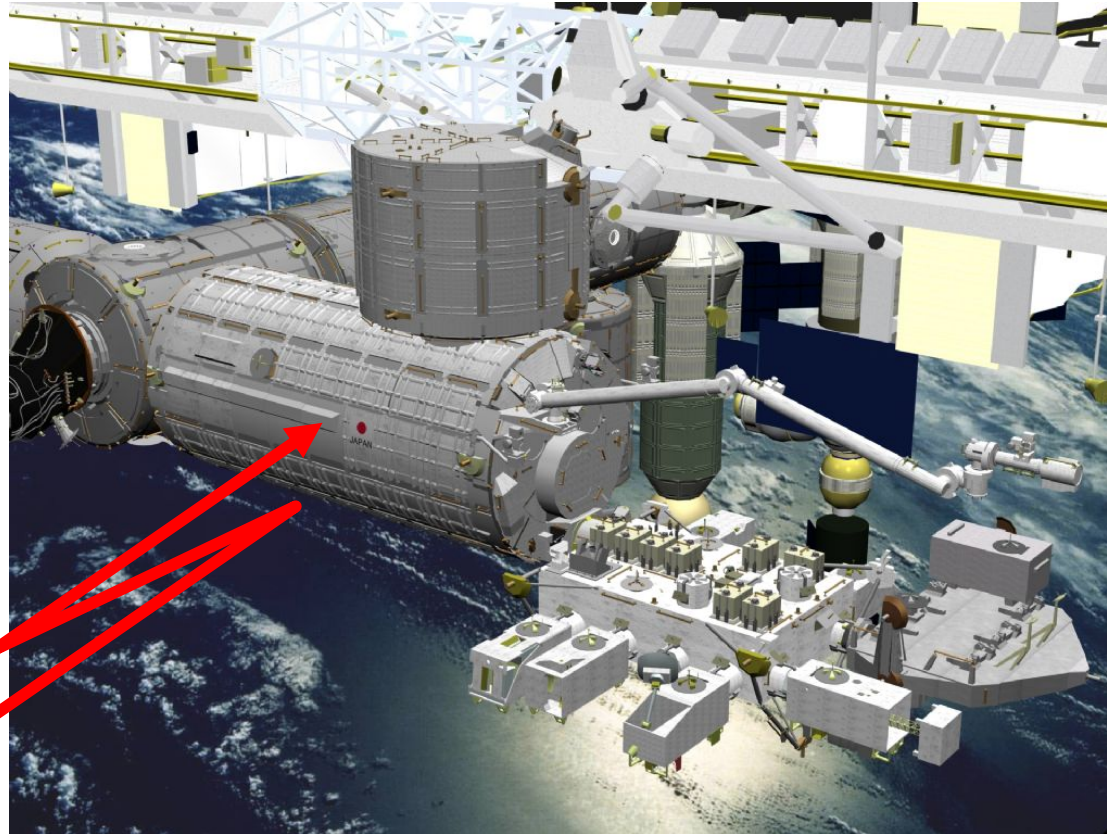
(いずれも、21年度支出官レート[143円/ユーロ]換算)

長期有人滞在システムに必要な技術と我が国の保有状況

有人滞在技術

- 空気循環
- 温湿度制御
- 空気再生、監視
- 水再生
- 衛生(トイレ、シャワー等)
- 宇宙への大量排熱
- 電源技術
- 通信技術

有人システム 運用管制技術



有人活動支援技術

- 支援ロボット
- エアロック
- 宇宙服

搭乗員関連技術



(c)NASA

エンジニアリング

有人システム
統合技術

有人安全・
信頼性技術

きぼう等で獲得した技術
(獲得後、継続的に技術蓄積中)

現時点で我が国が獲得していない
技術

有人宇宙活動に必要な技術の各国保有状況

		米国	カナダ	ロシア	中国	欧州	日本
有人ロケット		○	×	○	○	△*2	×
有人宇宙船		○	×	○	○	△*3 (エルメス)	×
無人補給機／ 回収機	補給機	△*1	×	○	×	○	○ (HTV)
	回収機	○	×	○	○	△ (ATV-R)	△ (HOPE-X*3) (HTV-R)
有人長期滞在 施設	居住棟	○	×	○	×	×	×
	実験棟	○	×	○	×	○	○
有人操作ロボットアーム		×	○	×	×	×	○
有人運用管制設備		○	×	○	○	○	○

(備考) *1:民間企業が開発中 *2:アリアンVは有人機打上げを目指している
*3:研究・開発を実施したが計画中止

 :ISS計画参加により獲得