



# 「きぼう」の利用について

平成20年5月28日

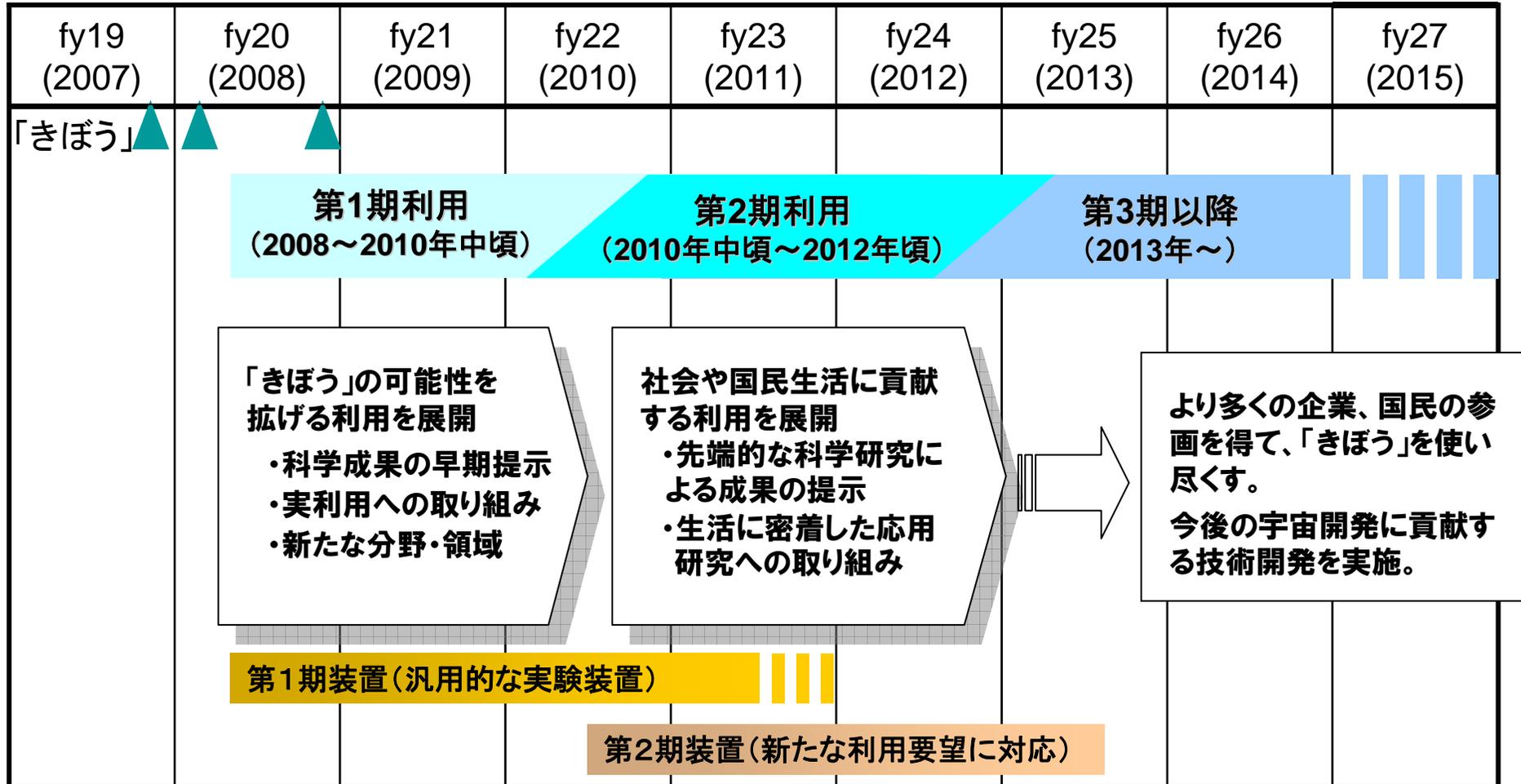
宇宙航空研究開発機構

執行役 鈴木 薫



# 「きぼう」利用の全体像

## ■ 「きぼう」の利用を段階的に展開。





# 「きぼう」第1期利用の概要

## ■ 2008年8月から利用開始。

- 物質科学(流体)の課題から開始。芸術および有償利用の一部を9月に実施予定。
- 実験データや試料を回収後、順次、実験成果をまとめる。

## ■ 「きぼう」の可能性を拡げる利用に重点。

- 厳選された課題により、科学成果を早期提示。
  - ・最新のゲノム技術と研究成果を取り入れた生命科学
  - ・地上研究で得られた精緻な計算機シミュレーション予測により、ターゲットを絞った物質科学
- 社会ニーズを踏まえて、実利用を目指した応用研究の実施。
- 他国にはない分野での利用(文化的利用、有償利用)。

	計画済みの 実験数	備考
船内利用	29課題 (100実験)	生命・物質科学(16課題/73実験)、 宇宙医学・有人技術(5課題/5実験)、応用研究(3課題/8実験)、 教育・文化利用(2課題/11実験)、有償利用(3実験)
船外利用	3課題(11実験)	X線観測、地球観測、環境計測(9実験)
「きぼう」利用以外	2課題(2実験)	他国の実験装置を利用

**船内実験室の利用で  
100実験を設定済。  
医学研究や有償利用の  
課題が増加予定。**



# 「きぼう」の第1期利用のポイント

## ■地上の成果を生かし「きぼう」ならではの科学研究を展開

- 生命科学:生物がたどってきた進化の過程や適応能力に対する重力影響・意義を把握
- 物質科学;材料創製の基本となる結晶化メカニズムや流体挙動を解明、体系化

## ■実利用を目指した応用研究や宇宙医学研究で「きぼう」の有用性を提示

- 微小重力を活かした高機能材料の創製(高機能光触媒、高品質タンパク質結晶)
- 宇宙の予防医学研究(骨量や筋量減少)、高齢化医療への貢献
- 人間の活動を広げるためのさまざまな有人技術(健康管理機器、民生品活用)

## ■教育・文化利用、民間利用で新たな利用を展開

- 微小重力という環境を使った芸術的利用
- 民間による利用を実現(有償利用)

## ■「船外実験プラットフォーム」の有用性を提示

- 宇宙科学における新たな発見(1000を超えるX線天体の監視と速報機能)
- 成層圏オゾンの回復状況監視と気候変動への貢献

# 【参考】「きぼう」第1期利用の課題(2008年から2010年)

生命科学分野	両生類培養細胞による細胞分化と形態形成の調節	東京大学 浅島誠
	蛋白質ユビキチンリガーゼCblを介した筋萎縮の新規メカニズム	徳島大学 二川健
	線虫C.elegansを用いた宇宙環境におけるRNAiとタンパク質リン酸化	東北大学 東谷篤志
	宇宙放射線と微小重力の哺乳類細胞への影響	鹿児島大学 馬嶋秀行
	哺乳動物培養細胞における宇宙環境曝露後のp53調節遺伝子群の遺伝子発現	奈良県立医大 大西武雄
	ヒト培養細胞におけるTK変異体のLOHパターン変化の検出	理化学研究所 谷田貝文夫
	カイコ生体反応による長期宇宙放射線曝露の総合的影響評価	京都工業繊維大学 古澤壽治
	微小重力環境における高等植物の生活環	富山大学 神阪盛一郎
JEM外で実施	重力による穀類芽生え細胞壁のフェルラ酸形成の制御機構	大阪市立大学 若林和幸
	微小重力下における根の水分屈性とオーキシン制御遺伝子の発現	東北大学 高橋秀幸
	植物の抗重力反応における微小管-原形質膜-細胞壁連絡の役割	大阪市立大学 保尊 隆享
	微小重力環境下におけるシロイヌナズナの支持組織形成に関わる遺伝子群の逆遺伝学的解析	東北大学 西谷 和彦

JEM外で実施	植物の抗重力反応における微小管-原形質膜-細胞壁連絡の役割	大阪市立大学 保尊 隆享
	微小重力環境下におけるシロイヌナズナの支持組織形成に関わる遺伝子群の逆遺伝学的解析	東北大学 西谷 和彦

応用研究	高品質タンパク質結晶生成	JAXAと大学、企業との共同研究により実施
	新素材の創製	
	ナノレベルの多孔質材料の創製	

物質科学分野	マランゴニ対流におけるカオス・乱流とその遷移過程	東京理科大学 河村洋
	マランゴニ対流における時空間構造	北海道大学 武田靖
	高プラントル数流体の液柱マランゴニ振動流遷移における表面変形効果の実験的評価	JAXA科学本部 松本聡/鴨谷康弘
	ファセット的セル状結晶成長機構の研究	JAXA科学本部 稲富裕光
	氷結晶成長におけるパターン形成	北海道大学 古川義純
	微小重力下におけるIn <sub>0.3</sub> Ga <sub>0.7</sub> As均一組成単結晶の成長	JAXA科学本部 木下恭一

曝露環境利用	宇宙環境の計測とその部品・材料に及ぼす影響に関する研究	JAXA総研本部
	全天にわたるX線天体の長期・短期変動の研究	JAXA科学本部 理化学研究所
	超伝導技術を用いたサブミリ波リム放射サウンダの軌道上実証ならびに地球大気環境の実験的観測	JAXA科学本部 情報通信研究機構

宇宙医学技術開発	飛行前ゾレトロン静注投与による宇宙飛行中の骨量減少・尿路結石の予防	徳島大学 松本 俊夫
	放射線計測、ハイビジョン映像取得 健康管理機器の技術実証	JAXA

教育・文化利用 (文化・人文社会科学利用パイロットミッション: 10実験) (宇宙連詩・サンプルリターンによる教育活動)	東京芸大、京都市立芸大など11実験
有償利用	3件を予定 (2008年度分)

2008年度予定の課題(うち、8月~9月実施予定に「○」) 4

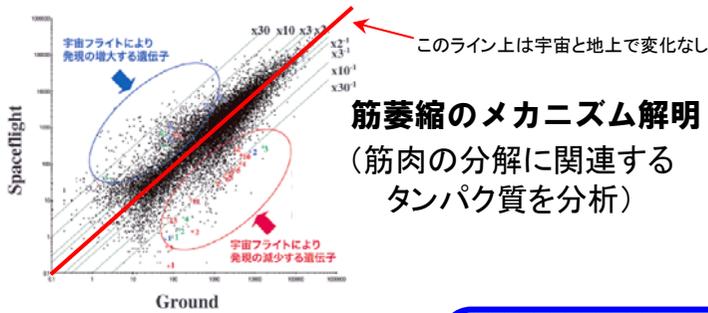


## 参考資料

- 「きぼう」利用の展開
- 「きぼう」第1期 実験装置搭載計画
- 「きぼう」第1期の船内搭載装置



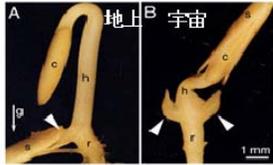
# 「きぼう」利用の展開(生命科学)



- 生物の進化における重力の役割
  - 生物の宇宙環境適応能力の理解
  - 月惑星探査で人類が安全に活動するための知見獲得と対策  
(医学的対処法、生命維持技術へ活用等)
- 将来展望(2013~)**



カイコを利用した長期宇宙放射線影響評価



植物の抗重力反応の解明

- 植物栽培の基礎的研究
- 骨量減少・筋萎縮メカニズム
- 血圧や心拍など循環動態の変化
- 長期宇宙放射線影響の評価
- 微生物の生態把握と汚染解析

人間の環境適応能力を理解

- 動物・植物細胞の重力感受機構(伝達シグナル、受容因子)
- 細胞の分化と組織化の過程
- 宇宙放射線影響の解析
- 筋萎縮メカニズム

**第1期(~2010年):準備中**

**第2期(~2012年頃):テーマ選定**

**生物(固体)の環境適応能力を探求**

(世代を超えて適応する術を確認する)



モデル生物を使って  
様々な視点で実験

(放射線影響、生殖、血液循環、骨量変化・筋萎縮のメカニズム等)

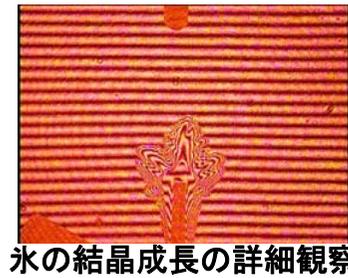
骨形成遺伝子の発現を可視化させたメダカ  
(東工大・工藤教授提供)

- ※メダカの特徴
- ・ゲノムが解読済み
  - ・ヒトの疾患モデルとして利用
  - ・45日で世代交代

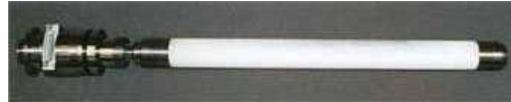
**細胞レベルで環境適応能力を探求**  
(進化の過程で生物が得た重力利用の術を知る)



# 「きぼう」利用の展開(物質科学)



結晶成長メカニズム

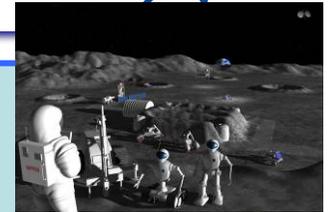


実用材料(化合物半導体)の高品質化

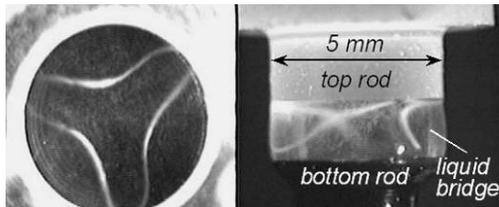
熱光発電デバイス  
各種ガスセンサーへの応用

- 低重力環境下での物質科学
- 天体資源の活用技術への発展
- 大規模宇宙活動を支える熱流体制御技術

将来展望(2013~)



対流現象メカニズム

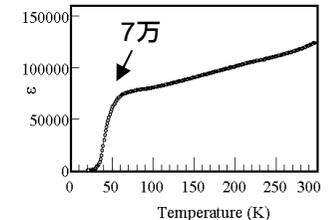


マランゴニ対流の不安定性とパターン形成

- 複雑な対流現象のモデル化 (不安定性発生機構、構造パターン形成)
- 結晶成長機構のモデル化
- 噴霧燃焼のモデル化
- 無容器処理による機能性材料の創製

第2期(～2012年頃): テーマ選定

素過程の統合モデル化による  
地上の製造プロセス改善への貢献



- 無容器処理(静電浮遊法)で、巨大な誘電率を持つ材料創製(超小型コンデンサ等、電子デバイスへの応用)
- 高屈折率のガラス創製(ブルーレイレーザー)

## ■ 宇宙での流体挙動の把握

(表面張力対流を解析)

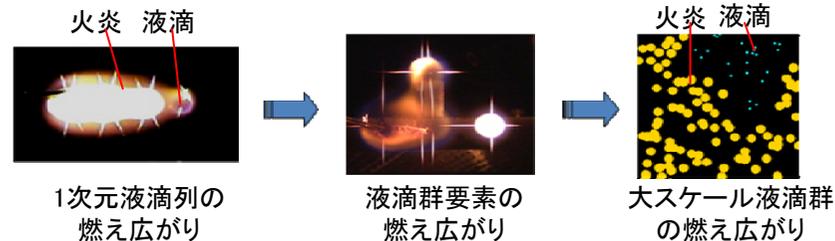
## ■ 自己組織化や結晶化のメカニズムを可視化

## ■ 大口径単一結晶の製造方法

(地上では厚さ2mmに対し、10mm径の円柱を目標)

第1期(～2010年): 準備中

物質創製の基礎となる現象  
の素過程の理解



噴霧状態での燃焼現象をモデル化→内燃機関の効率向上、環境負荷の軽減



# 「きぼう」利用の展開(宇宙医学研究)

## 宇宙での予防医学等

### 生理対策技術

- 骨量減少対策(徳島大学)
- 筋萎縮対策(東京大学、久留米医科大学)
- 長期健康管理



長期ベッドレスト検証

### 精神心理面対応

- 人間行動学\*
- 心理リスク管理\*  
(産業技術総合研究所、日本大学) \*計画中



長期閉鎖実験

### 軌道上遠隔医療

- HDTVの活用
- ポータブル医療機器



JAXAハイビジョンカメラ

### 日本の宇宙食

- 独自の技術開発
- 日本ならではの品目



宇宙日本食

## 地上の生活への応用

### 保健・予防医学の実践

- 高齢者の健康維持
- 健康増進への活用
- 予防医学への応用

### 心の健康対策

- ストレス対策への応用
- 産業医学への応用  
(交代制勤務者の睡眠、日内リズムの維持など)

### 医療の充実

- 医師不足への貢献  
(遠隔地医療)
- 災害医療、救急医療

### 食の安全・安心

- 安全な食品製造
- 健康機能食、災害食
- 環境に優しい容器

### 世界の有人技術による スピノフ例

- 診断装置
  - 赤外線式体温計
  - 錠剤型体温計
- 小型治療機器
  - 体内外間データ通信・測定
  - ペースメーカー
- その他
  - 食品加工管理手法
  - 空気/排水浄化システム
  - 冷却スーツ



# 「きぼう」利用の展開(応用研究)

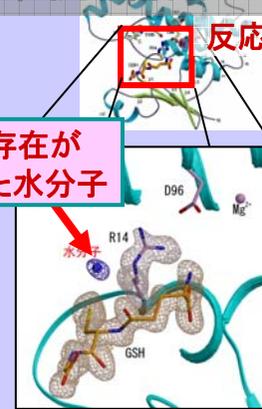
## ISSにおけるバイオテクノロジーを確立

(宇宙での高品質タンパク質結晶生成技術)

- ・精密な立体構造解析ニーズに応える。
- ・日本にしかない統合されたシステム。
- ・創薬への応用(民間利用)

## 成果例(筋肉の萎縮治療)

新たに存在が判明した水分子

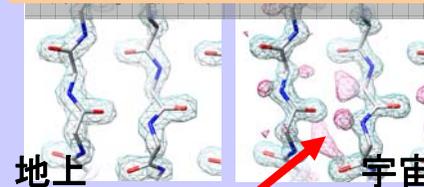


反応部位 (財)大阪バイオサイエンス研究所

- ・反応部位(鍵穴)に水分子の存在が判明
- ・鍵穴に合致する薬物候補(鍵)の詳細設計
- ・企業による医薬品の開発進行中

## 成果例(プラスチック分解酵素)

地上



大阪大学/兵庫県立大学

- ・水素原子の存在が判明
- ・分解反応の把握と効果的な酵素設計
- ・製品化検討着手

新たに存在が判明した水素原子

宇宙

## 機能性の高い新素材を創製、地上に応用

- 新素材の創製** (名古屋工業大学、浜松フォトニクス等)  
ナノレベルの鋳型、フォトニック結晶の高機能化  
(超撥水/撥油性ガラス、環境モニタ素子、フォトニック結晶など)
- ナノレベルの多孔質材料創製** (東京理科大学、資生堂等)  
(高機能光触媒、太陽電池の高効率化などに応用)
- 生活と密着した課題解決のための取り組み**(今後)  
睡眠障害や排泄処理の問題など、地球での生活、社会活動と有人宇宙技術、きぼう利用を繋ぐ課題を取り上げる

今後も、「きぼう」を使って、実用性の高いタンパク質結晶の高品質化システムを継続  
(Made in 宇宙)



# 「きぼう」利用の展開(さまざまな分野)

## 教育・文化利用



ISSとの交信イベント



学生参加型の教育プログラム

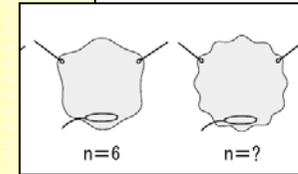
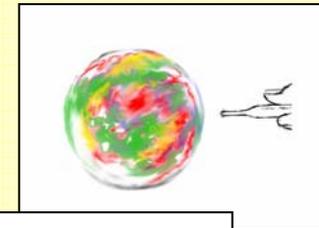


宇宙連詩



科学への関心を高める映像取得

宇宙での新たな芸術  
(東京芸大、京都市立芸大、筑波大学など)



(絵画、造形など)

有人施設ならではの  
多様な利用を推進し、  
国民に開かれた場  
として活用



学生航空機実験



放射線被ばく計測協力

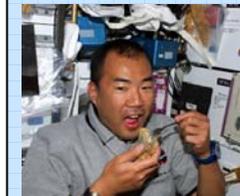
「きぼう」での実験へ

## 国際協力による共同利用

有償利用テーマ(平成20年度分)

- ◆テーマ1: LOTTE  
XYLITOL MISSION
- ◆テーマ2: COSMO FLOWER 2008
- ◆テーマ3: [非公表]

## 有償利用



宇宙日本食



宇宙船内用  
日常服

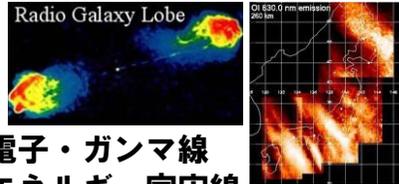
## 地上品の宇宙利用



# 「きぼう」利用の展開(船外実験)

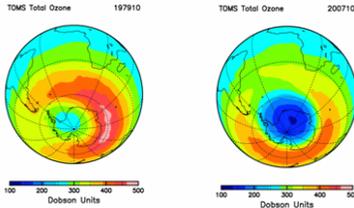
- 月惑星有人探査への技術開発
- 宇宙科学の未知なる領域へ
- 地上生活への貢献(地球環境変動、宇宙天気、太陽エネルギー利用等)

**将来展望(2013年~)**

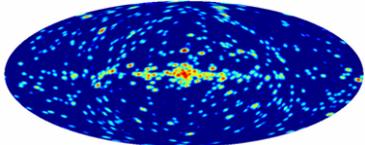


宇宙電子・ガンマ線  
超高エネルギー宇宙線

大気光



オゾンホールの変化(データはNASA提供)  
(左:1979年 右:2007年)



全天X線天体マップ(予想図)

## ■大型構造物技術の実証

(船外活動支援ロボット、インフレーター(膨張式))

## ■地球環境変動の観測

(超高エネルギー宇宙線・ガンマ線、大気発光)

## ■宇宙星間物質の探索

■先端技術の実証(長期連続運用の極低温機器)

**第2期(～2012年頃):テーマ選定**

- 1000超のX線天体を監視・速報(MAXI)
- 苛酷な宇宙環境の長期観測(SEDA-AP)
- 成層圏オゾンの回復状況の監視(SMILES)
- 先端技術の実証

(世界初の機械式宇宙用4K冷凍機や  
世界最大・最高感度の広視野X線カメラの搭載)

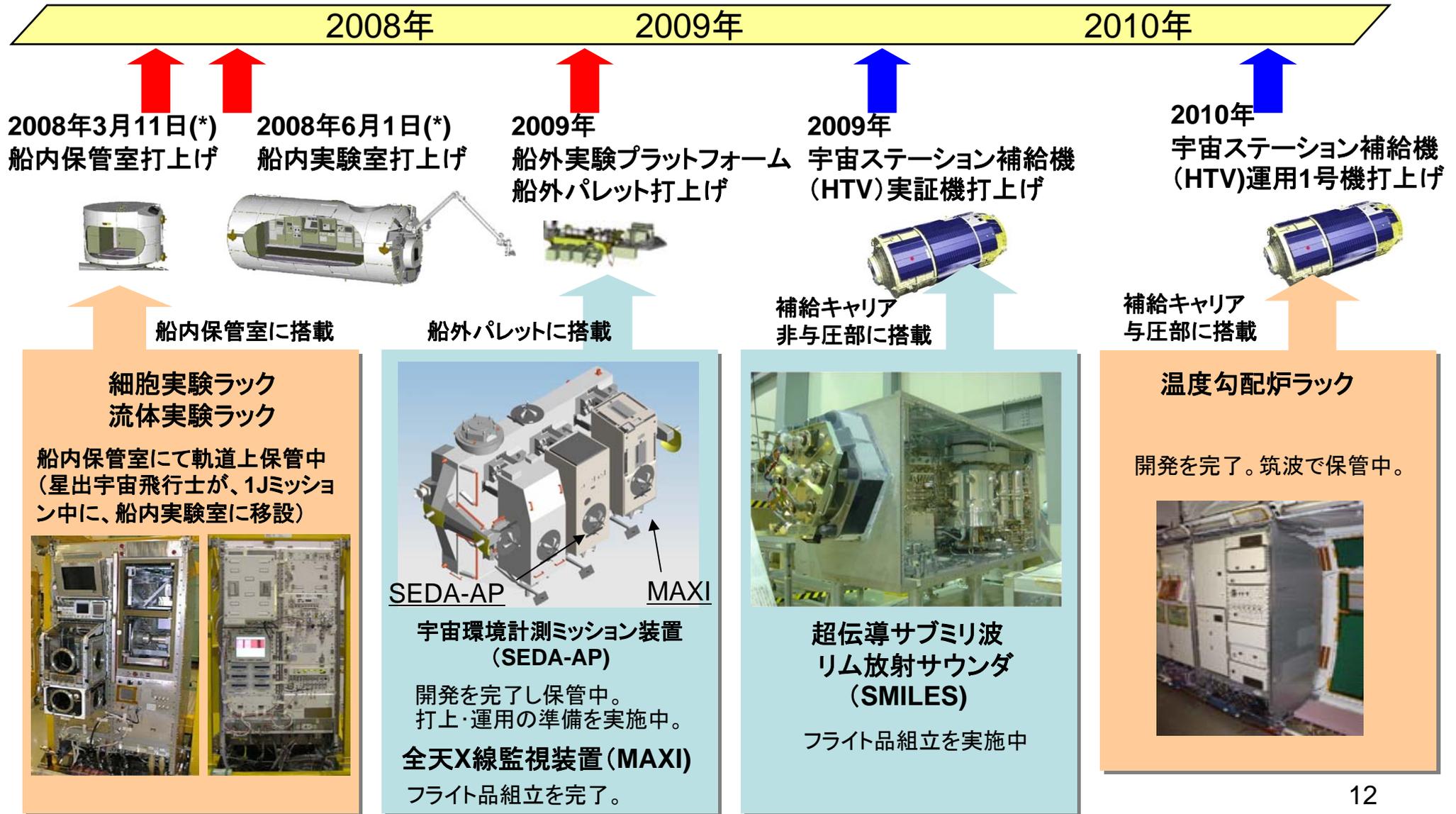
**第1期(～2010年):準備中**

日本が誇る科学研究、  
チャレンジングな技術

船外利用の可能性を拓く



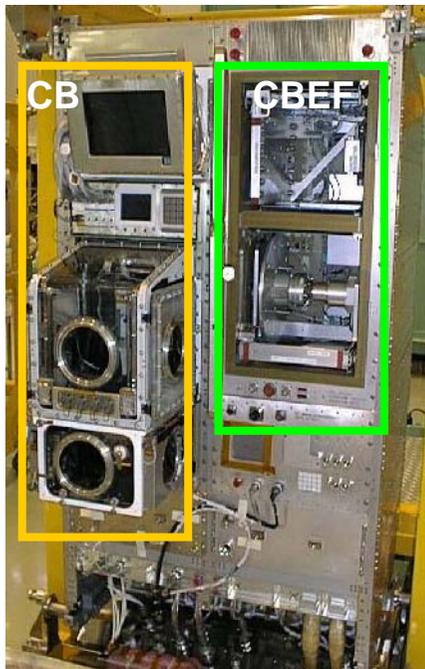
# 「きぼう」第1期の装置搭載計画



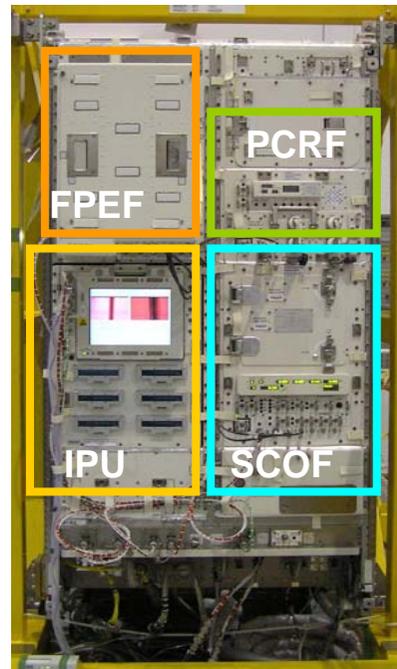


# 「きぼう」第1期の船内搭載装置

- 船内実験室には、5つの実験ラックが搭載可能。3つのラックを第1期で搭載。
- 実験室として、基盤的・汎用的な装置を品揃え。
- 「きぼう」の実験装置は、日本の技術を集約。
  - 海外には無い「多機能を1つの装置に収納」 ⇒ 計測・観測機能の充実
  - 高精細なデジタル映像記録とリアルタイム伝送 ⇒ 日本が誇る映像・通信技術
  - 国内の優れた民生技術を結集 ⇒ 多くの企業が参加(1装置あたり60企業)



細胞実験ラック



流体実験ラック



勾配炉実験ラック

- 【細胞実験ラック】  
CB: クリーンベンチ  
CBEF: 細胞培養装置
- 【流体実験ラック】  
FPEF: 流体物理実験装置  
SCOF: 溶液結晶家観察装置  
PCRf: 蛋白質結晶成長装置  
IPU: 画像取得処理装置
- 【勾配炉実験ラック】  
GHF: 温度勾配炉



ハイビジョンカメラ 13  
とリアルタイム伝送システム