

# 第2期「きぼう」船外利用ミッションの 準備状況について

平成24年2月15日

宇宙航空研究開発機構  
有人宇宙環境利用ミッション本部  
宇宙環境利用センター  
船外利用ミッショングループ長 松枝達夫

# 1. 目的



第2期「きぼう」船外利用ミッションの「ポート共有実験装置」及び「高エネルギー電子、ガンマ線観測装置」の準備状況について報告する。

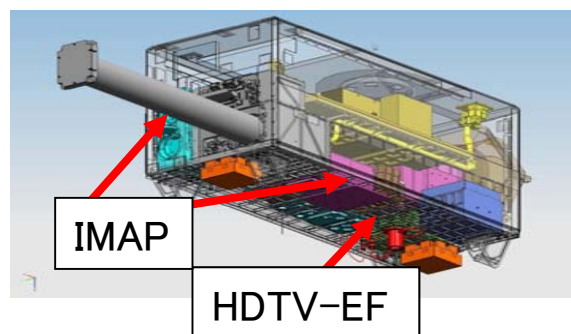
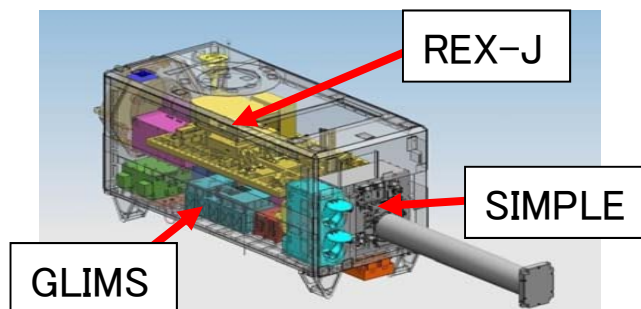
注)

第1期:2007年度～2010年度

第2期:2010年度～2013年度

## 2. ポート共有実験装置 (MCE) の概要

- ✓ ポート共有実験装置 (MCE: Multi-mission Consolidated Equipment) は、「きぼう」船外実験プラットフォームの第2期利用ミッションとして選定された下記に示す5つのミッション機器を混載している。
- ✓ JAXAはMCE及び各ミッション機器の開発・インテグレーション、打上げ・運用を実施する。
- ✓ 「こうのとりのこ」3号機で打上げ予定。



| 項目      | 主な仕様等                           |
|---------|---------------------------------|
| ミッション機器 | IMAP、GLIMS、SIMPLE、REX-J、HDTV-EF |
| 打上げ     | 「こうのとりのこ」3号機                    |
| 打上げ時期   | 平成24年(2012年)                    |
| 設計寿命    | 2年                              |
| 質量      | 450Kg                           |
| エンベロープ  | 標準ペイロード                         |
| 電力      | 435W(最大)                        |
| 通信量     | 低速データ 20kbs                     |

| 略称      | ミッション名                           | 提案者         |
|---------|----------------------------------|-------------|
| IMAP    | 地球超高層大気撮像観測                      | 齊藤 昭則(京都大学) |
| GLIMS   | スプライトおよび雷放電の高速測光撮像センサ            | 牛尾 知雄(大阪大学) |
| SIMPLE  | 宇宙インフレータブル構造の宇宙実証                | 青木 隆平(東京大学) |
| REX-J   | EVA支援ロボットの実証実験                   | 小田 光茂(JAXA) |
| HDTV-EF | 船外実験プラットフォーム用民生品ハイビジョンビデオカメラシステム | 村上 敬司(JAXA) |

## 2.1 地球超高層大気撮像観測 (IMAP)

### 1. ミッションの背景と目的

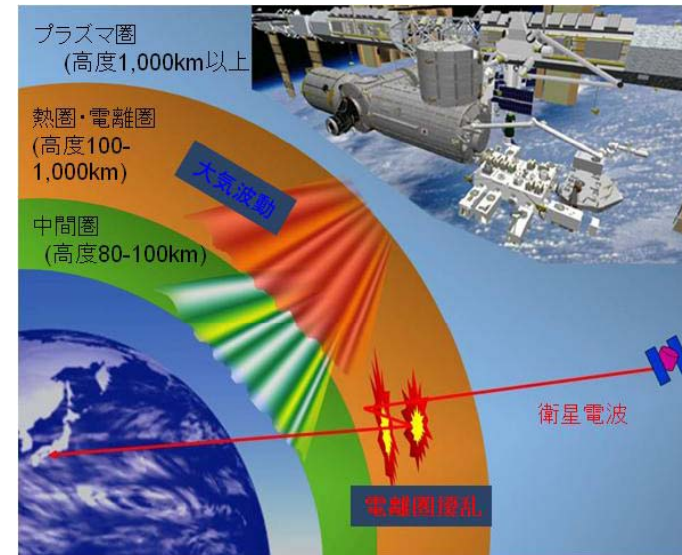
大気圏から宇宙空間へ移り変わっていく高度80kmから2万kmにかけての領域は、地球と宇宙の両方からの影響を受けているので、複雑で、まだ解明されていない現象が多い場所。IMAPは、その地球大気と宇宙空間の境目からの目には見えない弱い光を超高感度の可視近赤外光カメラと極端紫外光カメラで撮影して、プラズマと大気の乱れを観測する。

### 2. 期待される成果及び波及効果

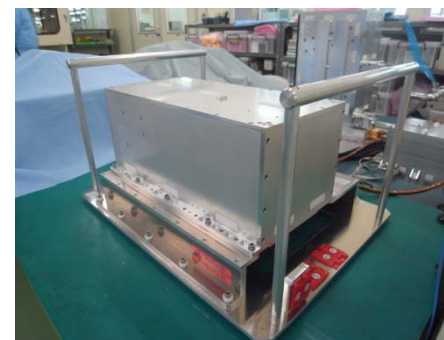
この領域で突発的に起こるプラズマや大気の乱れは、GPSや放送衛星などの人工衛星からの電波を乱して、時には使用不可能にする。IMAPは、その乱れが、いつ、どこで、どのように出現するのかを撮影することで、発生仕組みを明らかにして、将来の予報システムの開発につなげる。

### 3. 実施体制

研究代表者: 京都大学大学院 齊藤 昭則  
参加機関: 東京大、東北大、名古屋大学、  
JAXA宇宙科学研究所 (ISAS) など  
装置開発: JAXA宇宙科学研究所 (ISAS)  
ISS科学プロジェクト室



地球超高層大気



IMAP観測機器  
(可視近赤外光カメラ)



IMAP観測機器  
(極端紫外光カメラ)

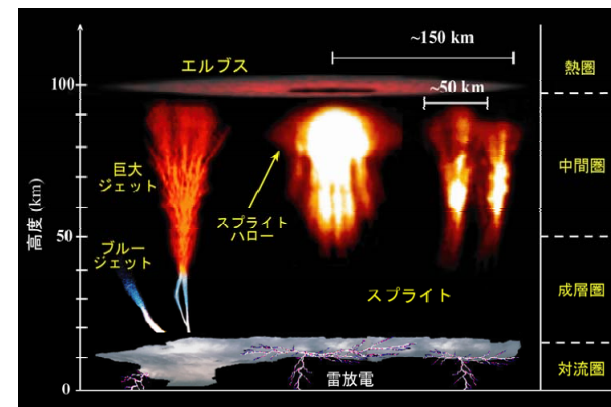
## 2. 2 スプライト及び雷放電の高速測光撮像センサー (GLIMS)

### 1. ミッションの背景と目的

夏の風物詩とも言われる雷放電は、雷雲内に蓄えられた電気が放電する現象。この雷放電に伴って、雷雲上空で発光する現象の存在が1989年に米国で初めて報告された。本ミッションは、この雷雲の上空で発生する発光現象(スプライト、エルブス、ブルージェット)及び雷放電を観測することを目的としている。

### 2. 期待される成果及び波及効果

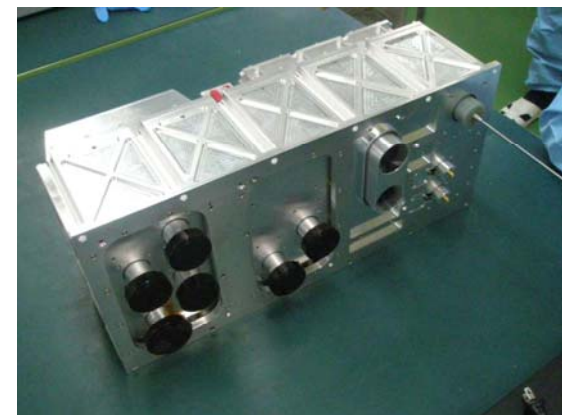
GLIMSの観測によって、何がスプライトを引き起こしているのか?という点を明らかにすることができ、スプライトの発生メカニズムを完全に理解することが期待される。また、スプライトや雷放電の全地球的な分布とその特徴も明らかにすることが期待される。さらに、雷放電を多面的に観測し、世界初となる電波観測による位置標定や地面に落ちる雷と雲内での雷との識別も試みる。



雷放電と高高度発光現象の模式図

### 3. 実施体制

研究代表者: 大阪大学大学院 牛尾 知雄  
参加機関: 北大、東北大、JAXA宇宙科学研究所 (ISAS)、津山高専、大阪府立大など  
装置開発: JAXA宇宙科学研究所 (ISAS)  
ISS科学プロジェクト室



観測機器



## 2.3 宇宙インフレーターブル構造の宇宙実証 (SIMPLE)

### 1. ミッションの背景及び目的

インフレーターブル構造(袋状の膜材を気体による内圧によって膨らませて利用する超軽量構造)は、軽く、収納性が良く、簡単に展開して使える等の利点がある。

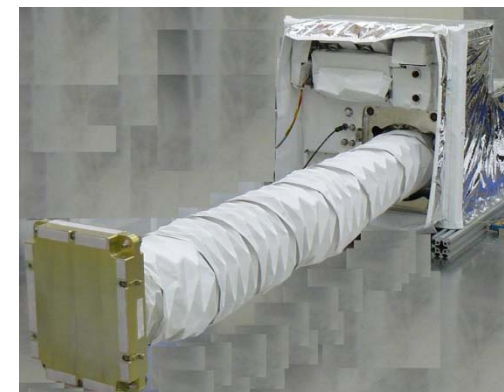
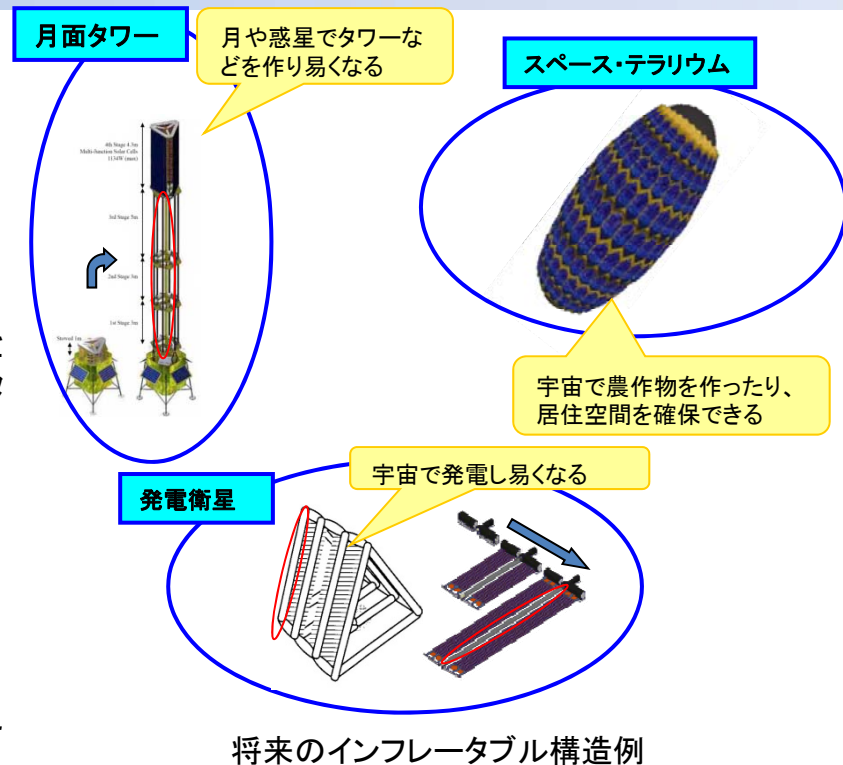
この実験では、インフレーターブル構造を実際の宇宙環境のもとで長期間運用することで実用性を実証するとともに、今後の宇宙構造物への適用のための基礎データを集めることを目的としている。

### 2. 期待される成果及び波及効果

宇宙空間や月・惑星での建物や構造物を作る際、インフレーターブル構造を使えば簡単に、早く、安く作ることができる。将来は、大型の宇宙発電衛星や月面タワーへの応用が期待できる。また、中を密閉した空間として使えるので、地球大気と同じような気体を入れておけば動植物を生育させる簡便なテラリウム(閉じた空間で地球環境を模擬して動植物を育てる設備)としても役に立つ。

### 3. 実施体制

研究代表者: 東京大学大学院 青木隆平  
参加機関: JAXA、京都大、東海大、東大、東工大、  
日大、(株)ウェルリサーチ、サカセアドテック(株)  
装置開発: JAXA有人宇宙環境利用ミッション本部  
宇宙環境利用センター



SIMPLEフライトモデル

## 2.4 EVA支援ロボット実証実験( REX-J )

### 1. ミッションの背景と目的

宇宙ステーション等の大型宇宙構造物の組み立て・点検・保守等の作業を支援・代行する宇宙ロボットには、構造物の近傍・表面に添って移動・物資搬送する「空間移動技術」が不可欠である。本実験では、ロボット本体から伸びる伸展式ロボットアームとテザーにより空間を移動する実験を行う。

### 2. 期待される成果及び波及効果

本ロボットは、巻き尺のように伸び縮みする伸展式ロボットアームでテザーの先端のフックを掴んで引き出し、宇宙ステーションの各所に取り付けられているハンドレールに固定した後にテザーの長さを調整する(テザーで引っ張る)ことで移動する。将来のミッションに向け、容易なロボットの空間移動、物資搬送が可能となる技術蓄積が図れる。

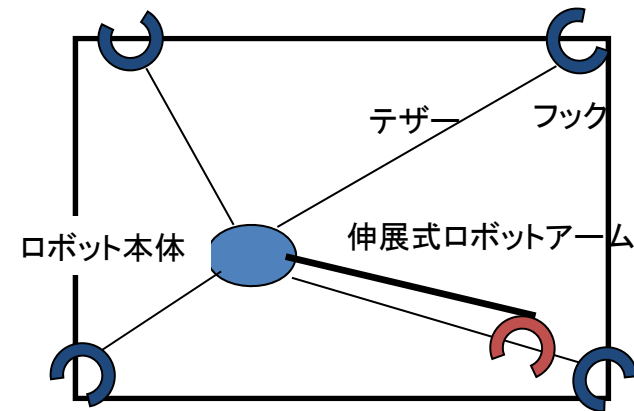
### 3. 実験体制

実験提案者／主任研究者：

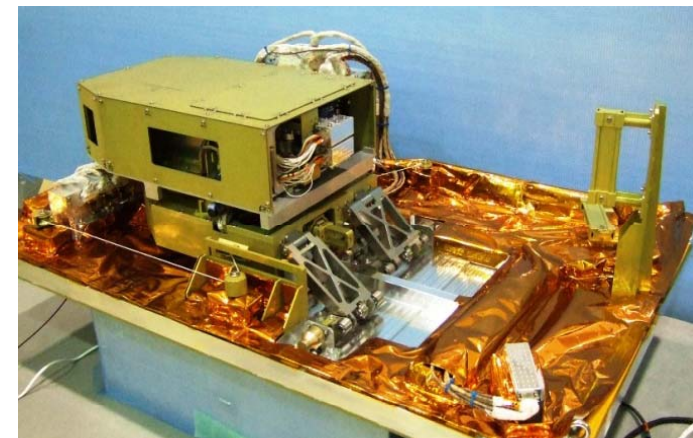
JAXA研究開発本部 ロボティクス研究グループ 小田 光茂

装置開発：

JAXA研究開発本部 ロボティクス研究グループ



ロボットの移動原理



REX-J ロボット実験装置

## 2.5 「きぼう」船外実験プラットフォーム用 民生品ハイビジョンビデオカメラシステム (HDTV-EF)

### 1. ミッションの背景と目的

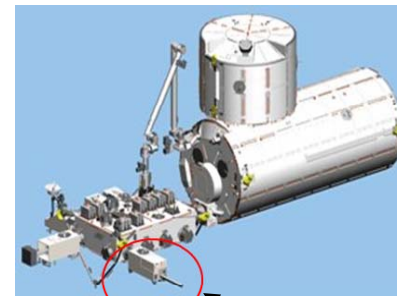
本ミッションでは、家庭でも使っている日本製民生品ハイビジョンビデオカメラを国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟の船外に搭載して、家庭用カメラが宇宙空間（曝露環境）でも使えることを確かめる。  
宇宙空間は放射線が強いので、耐放射線特性に優れたCMOSセンサを持つカメラを使用する。  
カメラは地球方向に向けて、宇宙から見た日本列島等地表を撮影する。

### 2. 期待される成果と波及効果

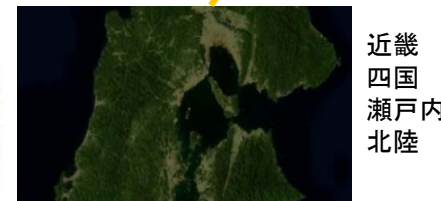
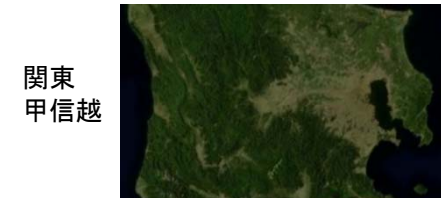
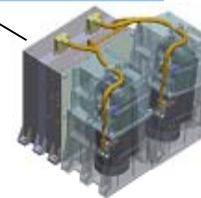
撮影した地球の動画像は、家庭用ハイビジョンカメラの宇宙空間での耐性評価の他、教育・広報等の用途にも利用する。  
この家庭用カメラが宇宙空間（曝露環境）で有効に使えることを確かめることができれば、家庭用民生品でも同程度の性能・品質の機器であれば宇宙ステーションや人工衛星にどんどん使える可能性が広がり、宇宙開発を、より安く、より早く実現することができる。

### 3. 実施体制

実験提案者：JAXA有人宇宙環境利用ミッション本部  
宇宙環境利用センター 村上 敬二  
装置開発：JAXA有人宇宙環境利用ミッション本部  
宇宙環境利用センター



「きぼう」船外実験プラットフォームに民生品ハイビジョンビデオカメラを搭載します。



日本列島撮影予想イメージ

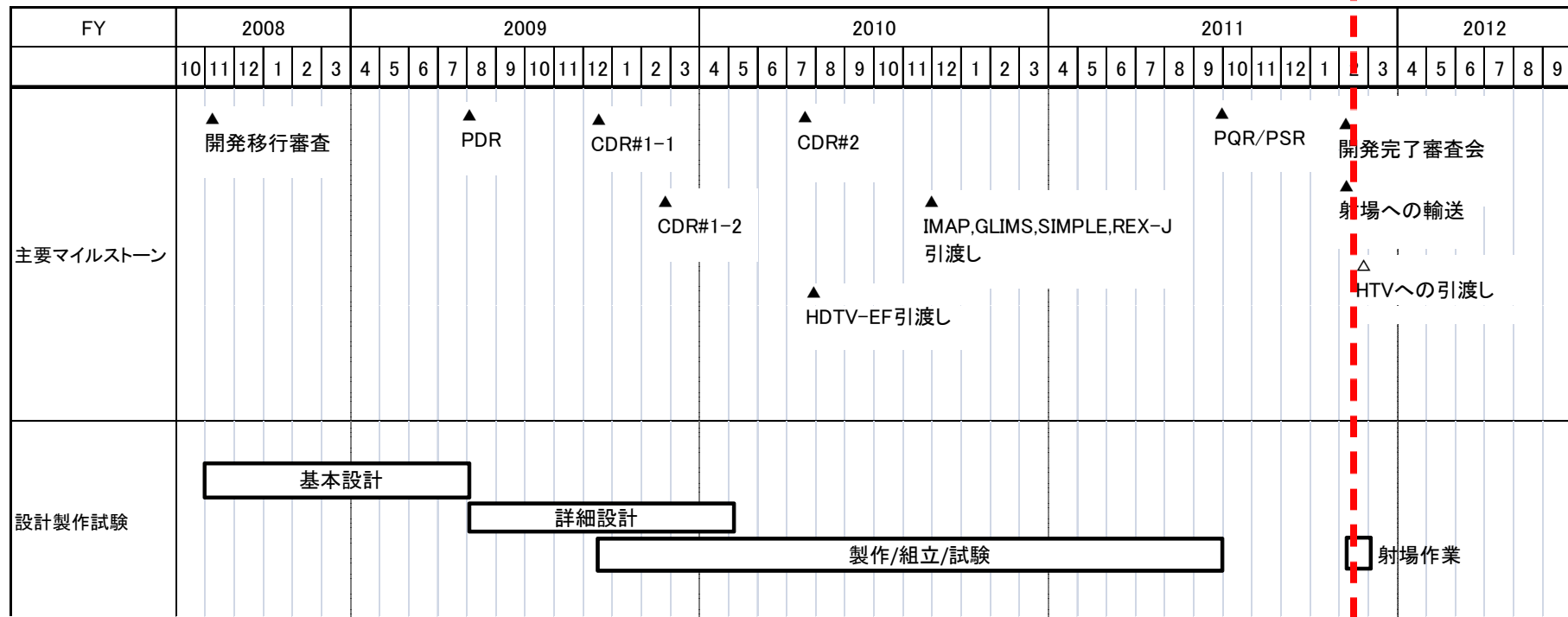




## 2.6 MCEの開発状況

- ✓2008年11月にMCEの開発に着手し、基本設計を開始した。
- ✓2009年8月に基本設計審査を完了し、同年12月に製作・組立・試験に着手した。
- ✓2012年2月に開発を完了し、打上げに向けた準備を実施中である。

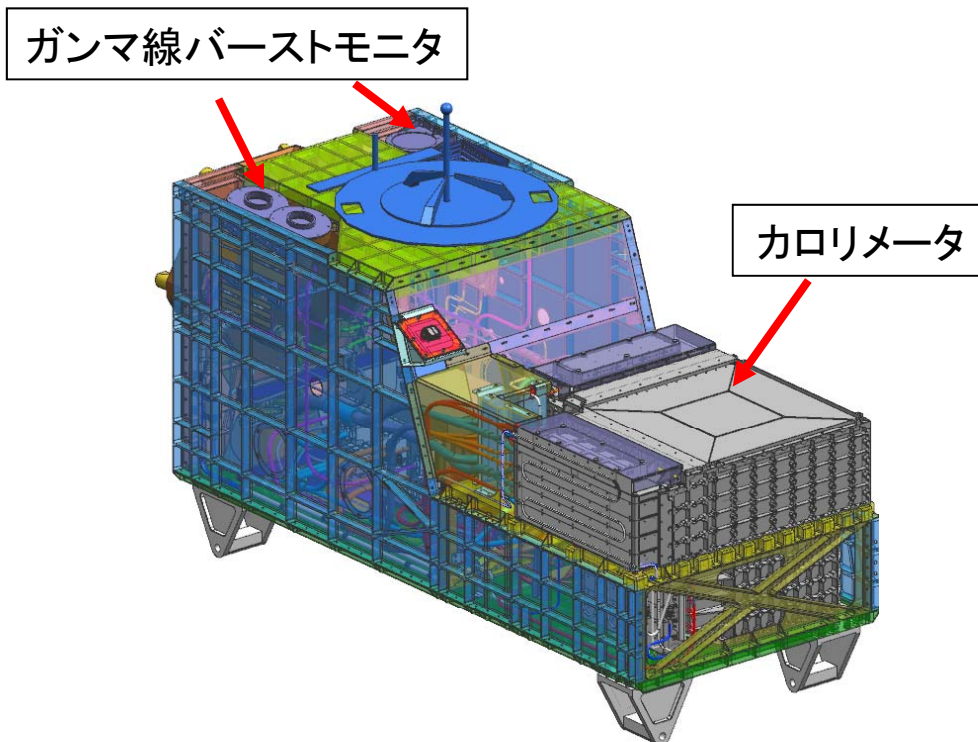
(2012年2月現在)



PDR:基本設計審査 CDR:詳細設計審査 PQR:認定試験後審査 PSR:出荷前審査

### 3. 高エネルギー電子、ガンマ線観測装置 (CALET) の概要

- ✓ 高エネルギー電子、ガンマ線観測装置 (CALET: Calorimetric Electron Telescope) は、「きぼう」船外実験プラットフォームの第2期利用ミッションとして選定された。
- ✓ JAXAがCALETの開発及び打上げ・運用を実施する。
- ✓ 提案者は早稲田大学の鳥居祥二教授である。
- ✓ 2014年に「こうのとり」5号機で打上げ予定。



| 項目      | 主な仕様等                              |
|---------|------------------------------------|
| ミッション機器 | カロリメータ (CAL)<br>ガンマ線バーストモニタ (CGBM) |
| 打上げ     | 「こうのとり」5号機                         |
| 打上げ時期   | 平成26年 (2014年)                      |
| 設計寿命    | 2年以上5年目標                           |
| 質量      | 650Kg以下                            |
| エンベロープ  | 標準ペイロード                            |
| 電力      | 650W以下                             |
| 通信量     | 中速データ 300kbps以下<br>低速データ 20kbs以下   |

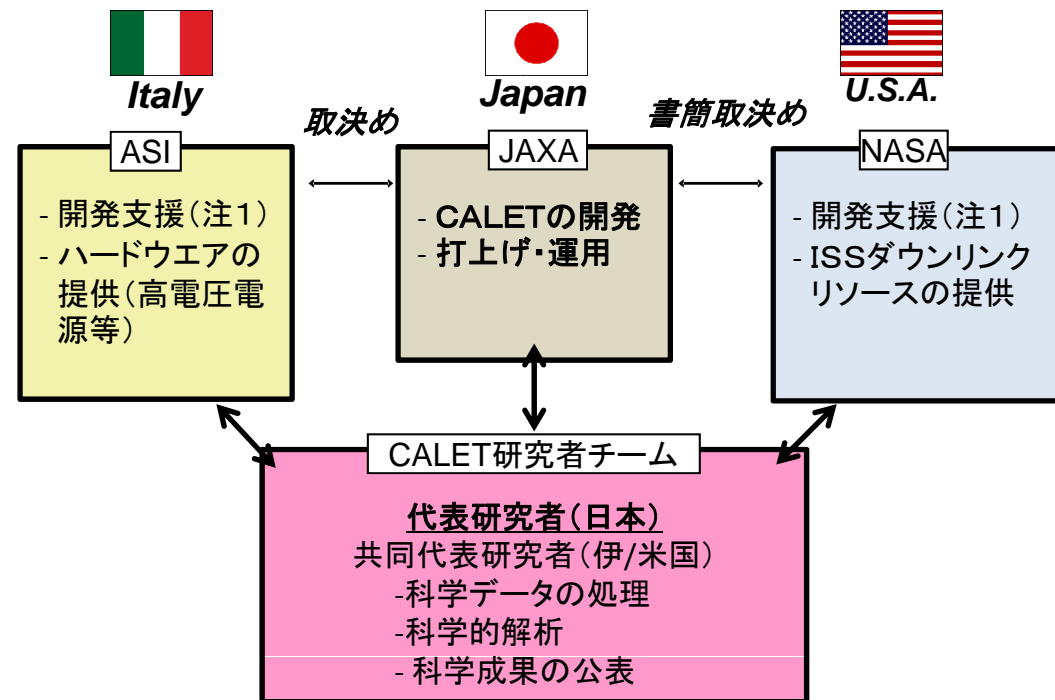
### 3. 高エネルギー電子、ガンマ線観測装置 (CALET) の概要

#### ■ ミッションの目的

- ✓ 宇宙には超新星や活動的銀河核などの想像を絶する特異な天体や宇宙を満たす暗黒物質などがあり、未解明の現象が多く残されている。これらは謎に包まれた高エネルギー宇宙線源の候補である。
- ✓ CALETは、これらの高エネルギー電子、ガンマ線などの観測を行うことにより、宇宙線の起源、暗黒物質の正体解明を行うとともに、太陽磁気圏における高エネルギー電子の輸送／伝播モデルの構築を目指す。

#### ■ 体制

- ✓ 装置開発：日本がイタリア及び米国の協力を得て開発
- ✓ 研究者数：総数80名（日本46名、イタリア20名、米国14名）
- ✓ 代表研究者：宇宙線観測分野で著名な早稲田大学 鳥居祥二教授、イタリア及び米国からも著名な共同代表研究者が参画

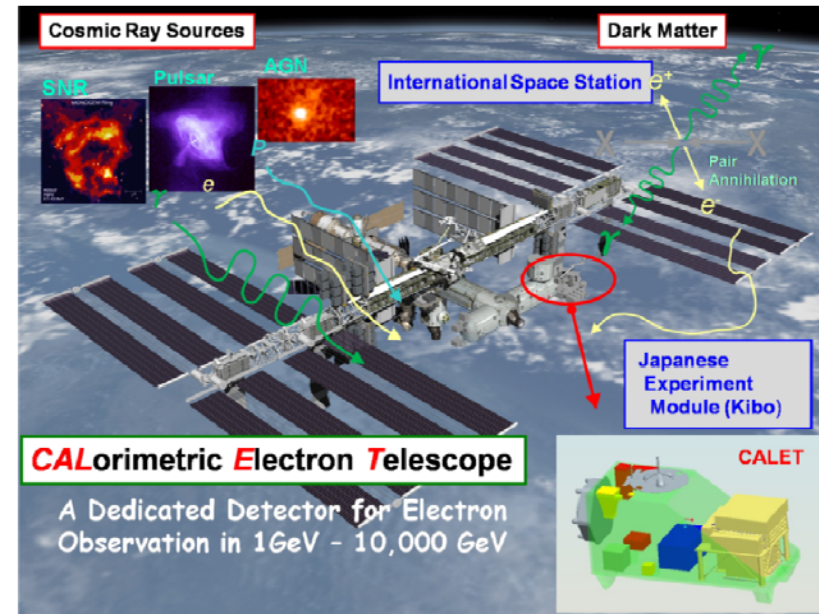


(注1) Fermi衛星(米)、Pamela衛星(露)、AMS(米)のミッション機器開発経験者がCALETカロリメータの設計・製作に関する技術情報を提供し支援する。

# 3.1 CALETの利用計画

## ■ CALETのミッション概要

- 未開拓な高エネルギー領域での宇宙線観測を実現するため、先駆的検出技術と最新の電子技術を駆使したイメージング機能を持つカロリメータにより、粒子の種類、到来方向、及びエネルギーの測定を行う。
- 加えて、独立した検出器により広いエネルギー範囲でガンマ線トランジェントの観測を行う。



| 科学目的          | 測定対象                               |
|---------------|------------------------------------|
| 近傍宇宙線源の同定     | 電子エネルギースペクトル(100GeV~10TeV)         |
| 暗黒物質の探索       | 電子、ガンマ線エネルギースペクトル(10GeV~10TeV)     |
| 宇宙線の加速機構の解明   | 陽子・原子核成分のエネルギースペクトル(10GeV~1000TeV) |
| 宇宙線伝播機構の解明    | 二次核／一次核(B/C等)比(10GeV~TeV領域)        |
| 太陽モジュレーション観測  | 電子エネルギースペクトル(10GeV以下)              |
| ガンマ線トランジェント観測 | エックス線及びガンマ線(7keV-20MeV)            |



## 3.2 CALETの開発状況

- ✓ 2010年3月にCALETの開発に着手し、基本設計を開始した。
- ✓ 2011年7月に基本設計を完了し、詳細設計を開始した。
- ✓ 2012年2月現在、詳細設計を実施中である。

(2012年2月現在)

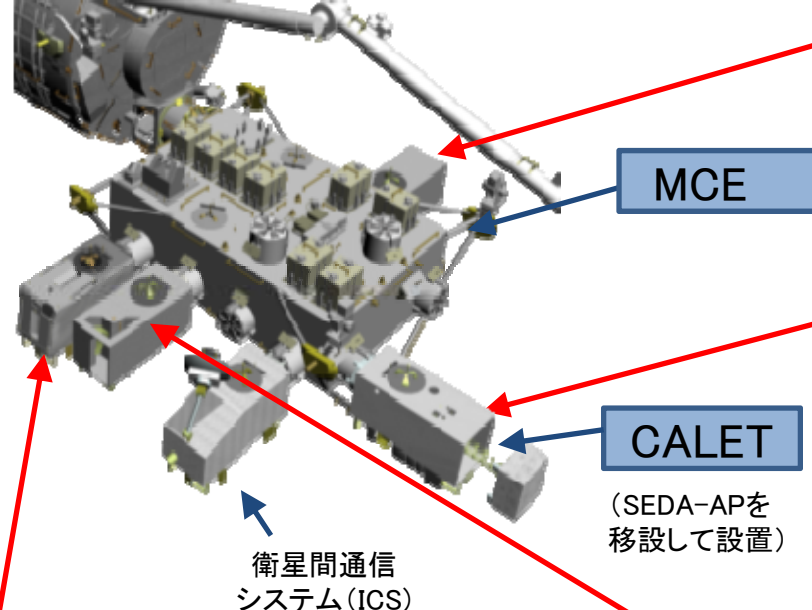
| 年度        | FY2010<br>(FY22) | FY2011<br>(FY23) | FY2012<br>(FY24) | FY2013<br>(FY25) | FY2014<br>(FY26)          | FY2015<br>(FY27)    | FY2016<br>(FY28) | FY2017<br>(FY29) | FY2018<br>(FY30) | FY2019<br>(FY31) |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 主要マイルストーン | ▲開発移行審査          | ▲PDR1            | ▲PDR2<br>△CDR1   | △CDR2            | ▲↑<br>△PQR/PSR<br>△開発完了審査 | 打上げ「こうのとり」5号機       |                  |                  | △定常運用終了審査        | △                |
| ・設計・製作・試験 | 基本設計             | 基本設計<br>詳細設計     | 詳細設計             | 製作/組立/試験         | 製作/組立/試験                  |                     |                  |                  |                  |                  |
| ・軌道上運用    |                  |                  |                  |                  |                           | 初期運用/定常運用(2年以上5年目標) |                  |                  |                  |                  |

PDR: 基本設計審査    CDR: 詳細設計審査    PQR: 認定試験後審査    PSR: 出荷前審査

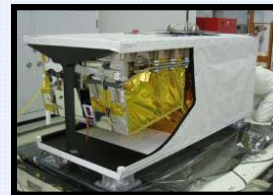
# 参考

# 「きぼう」に搭載されている実験装置（船外）

船外実験  
プラットフォーム



## HREP【NASA】



- ・HREP: Hyperspectral Imager for Coastal Ocean / Remote Atmosphere and Ionosphere Detection System
- ・NASAの実験装置であり、きぼう船外実験プラットフォームにて海洋観測及び大気成分観測を行う。

2009年9月11日HTV実証機で打上げ済み

## 宇宙環境計測ミッション装置(SEDA-AP)【JAXA】



- ・8つの観測センサ、観測装置を搭載して、中性子、プラズマ、原子状酸素、デブリ等を観測。
- ・宇宙機の運用障害や部品・材料劣化の主な原因となる宇宙環境を長期観測。

2009年7月16日シャトルで打上げ済み

## 全天X線監視装置(MAXI)【JAXA】

- ・90分(ISSの周回)で全天を走査。
- ・全天の何処でいつ発生するか予測できない天体現象を観測。
- ・変動するX線天体の全天カタログを提供し、宇宙の構造・起源・進化の解明に貢献。



2009年7月16日シャトルで打上げ済み

## 超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)【JAXA】



- ・世界気象機構(WMO: World Meteorological Organization)が公表するオゾン層回復将来予測モデルのばらつき(約4倍)の要因とされる塩素系、臭素系などの化学物質を高感度同時観測。
- ・オゾン層回復状況の監視に貢献。回復遅延への警鐘
- ・絶対温度4K級の機械式冷凍機による超伝導サブミリ波受信機の宇宙実証。

2009年9月11日  
HTV実証機で打上げ済み