

No1

# HTV-5号機における帯電電位計測結果と次号機での計画

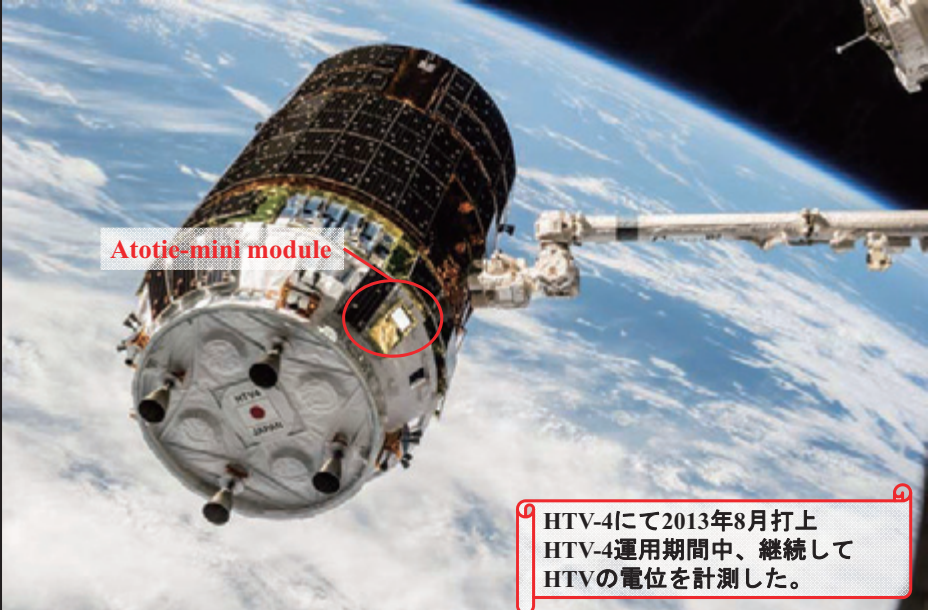
空へ挑み、宇宙を拓く

**JAXA**  
宇宙航空研究開発機構  
Japan Aerospace Exploration Agency

2015/11/17  
JAXA 奥村哲平

No2

## 実験の背景（1/2）



Atotic-mini module

HTV-4にて2013年8月打上  
HTV-4運用期間中、継続して  
HTVの電位を計測した。

No3

## 実験の背景 (2/2)



No4

# KASPER

## Kounotori Advanced SPace

## Environment

## Research equipment module

## No5

## はじめに

## 【目的】

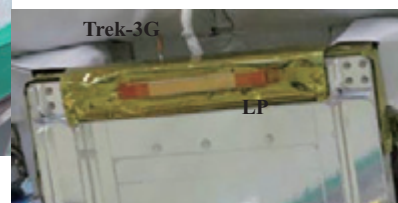
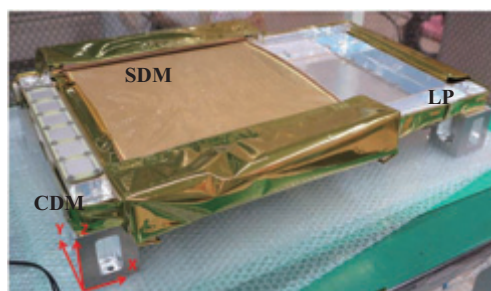
- HTV4から継続してHTV表面電位情報を取得することにより、宇宙環境条件、宇宙機軌道位置、飛行姿勢等の影響によるHTV機体電位の設計妥当性評価精度を向上させ、不具合解析や改修設計に反映すること
- JAXAが主導して開発を進めてきた微小デブリ計測装置の軌道上実証により、アクティブセンサを用いた微小デブリ計測技術を確立すること

項目	センサ名称	センサ形状	センサ機能
1	接触型帯電電位計: TREK-3G		HTVの帯電電位測定
2	プラズマ電流計測器: LP		HTV周辺のプラズマ電流測定
3	フィルム貫通型デブリセンサ: SDM		100um以上のデブリ検知
4	セラミック圧電センサ: CDM		100pg・km/sec以上のデブリ検知

## No6

## KASPER概要

KASPERの外観図と、KASPERが有するプローブ(TREK-3G, LP, CDM, SDM)の外観図を示す。  
KASPERは、帯放電計測用として接触型電位センサ(TREK-3G)とプラズマ電流計測器(LP)と、デブリモニタとしてフィルム貫通型デブリセンサ(SDM)とセラミック圧電センサ(CDM)を有している。



KASPERの外観図

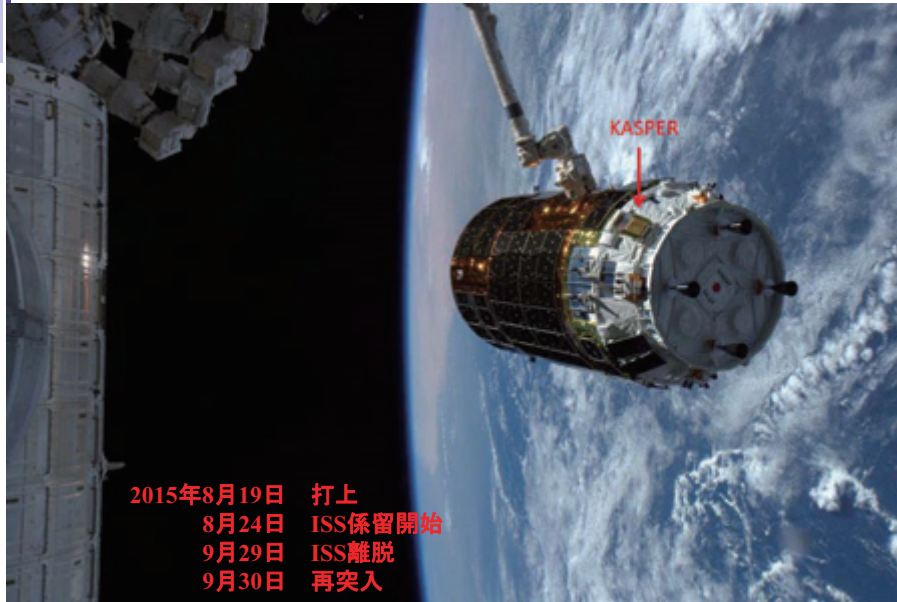
**No7****KASPER概要**

HTV-5に取り付けられたKASPERを示す。KASPERは、HTVの推進モジュールに取り付けられた。HTVの姿勢がLVLH、Yaw+90° の時はセンサはウェーク面に、ISS係留中及びYaw-90°、Yaw180° の時は、センサはラム面となる。

**KASPERの取付位置****No8****KASPERフライトデータ**



No9



No10

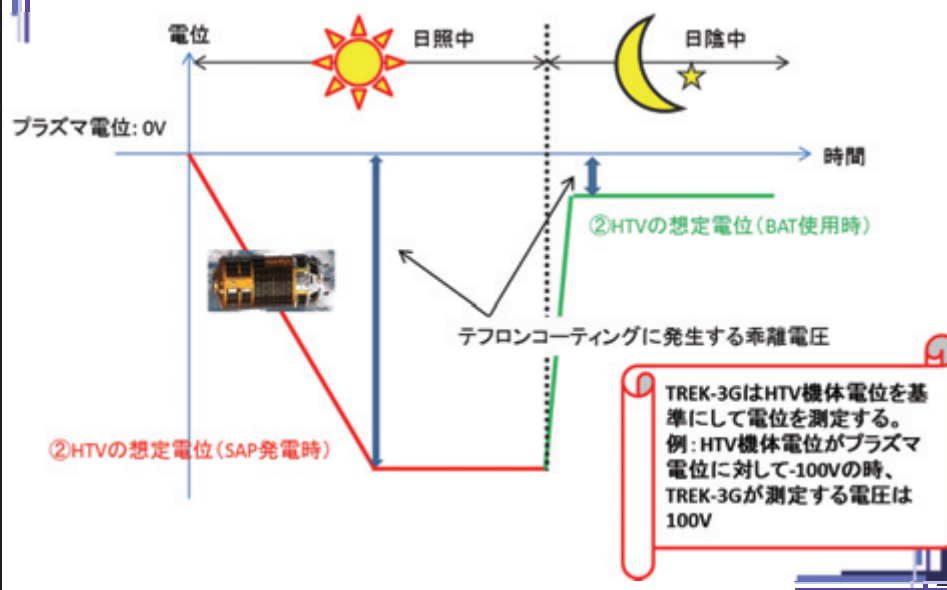


## No11

項目	センサ名称	センサ形状	センサ機能
1	接触型帯電電位計: TREK-3G		HTVの帯電電位測定
2	プラズマ電流計測器: LP		HTV周辺のプラズマ電流測定
3	フィルム貫通型デブリセンサ: SDM		100um以上のデブリ検知
4	セラミック圧電センサ: CDM		100pg・km/sec以上のデブリ検知

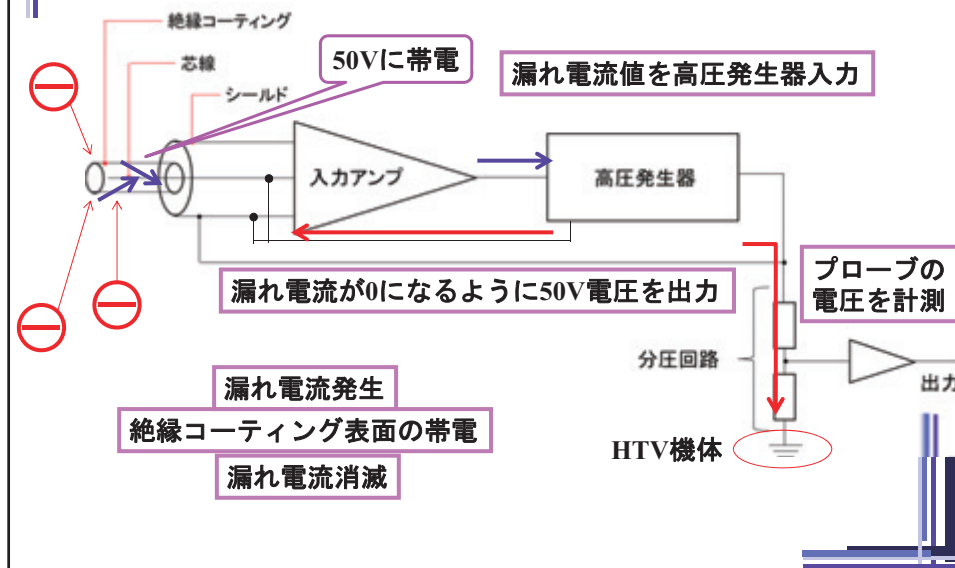
## No12

## TREK-3GのHTV機体電位測定原理



No13

## TREK-3GのHTV機体電位測定原理



No14

## 3.1. HTV-5号機帯電電位評価（TREK-3G）

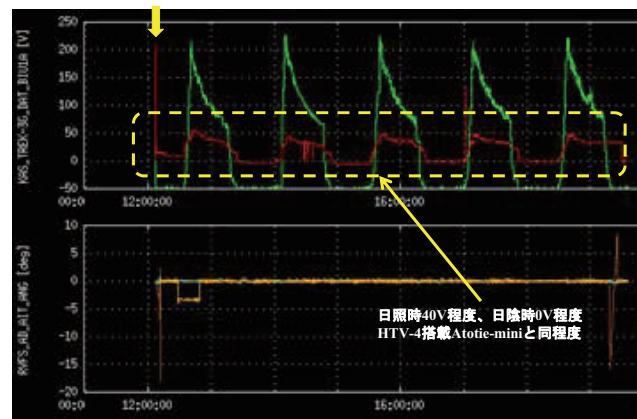
- HTV-5号機の帯電電位を単独飛行中、ISS係留中に分類し評価した。
- 単独飛行中の帯電電位サマリ**
  - 打ち上げ後、4周回程度は日照時40V程度、日陰時10V以下で、HTV-4号機にて観測した帯電電位と類似した傾向を示した。
  - 単独飛行中の電位: 評価中@日照時、10V程度@日陰時
- ISS係留中の帯電電位サマリ**
  - 日照時30V程度、日陰時0V程度。SEDA-AP観測値とほぼ同程度

No15

## 3.1. HTV-5号機帯電電位評価 (TREK-3G)

単独飛行中@往路

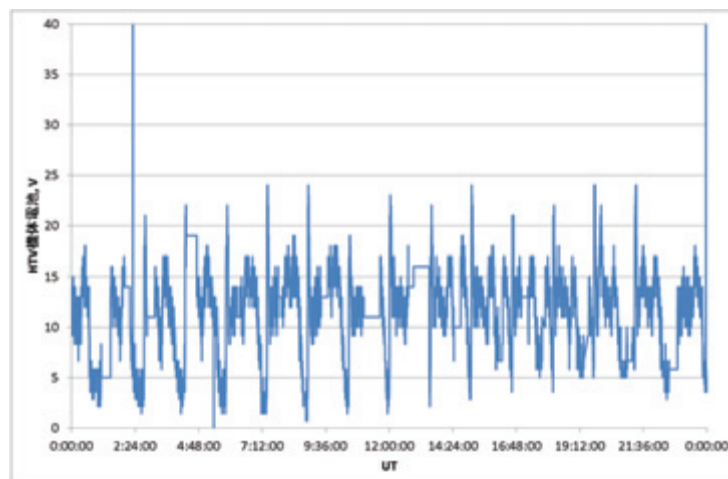
KASPER起動



No16

## 3.1. HTV-5号機帯電電位評価 (TREK-3G)

ISS係留中





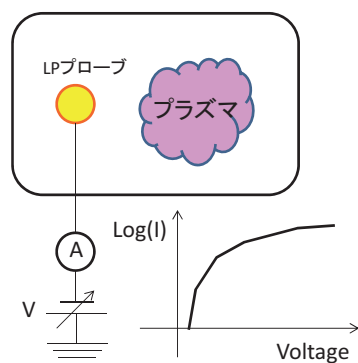
## No17

項目	センサ名称	センサ形状	センサ機能
1	接触型帯電電位計: TREK-3G		HTVの帯電電位測定
2	プラズマ電流計測器: LP		HTV周辺のプラズマ電流測定
3	フィルム貫通型デブリセンサ: SDM		100um以上のデブリ検知
4	セラミック圧電センサ: COM		100cg・km/sec以上のデブリ検知

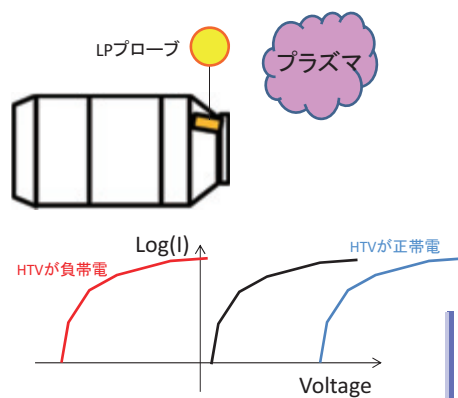
## No18

## LPのプラズマ電流測定原理 (1)

図Aに示すように地上試験系においては、GNDを基準としてプラズマ特性を測定する。これに対し、図Bに示すようにHTVではHTV構体を基準にして、プラズマ特性を測定する。ここで、HTVの帯電電位は変化するので、図Bに示すように、帯電電位に応じてプラズマ特性が変化する。LP-POM/KASPERにおいては、TREK-3Gにより測定した衛星電位を元にLPで測定する電圧範囲を決定する。



図A 地上試験系におけるプラズマ特性測定

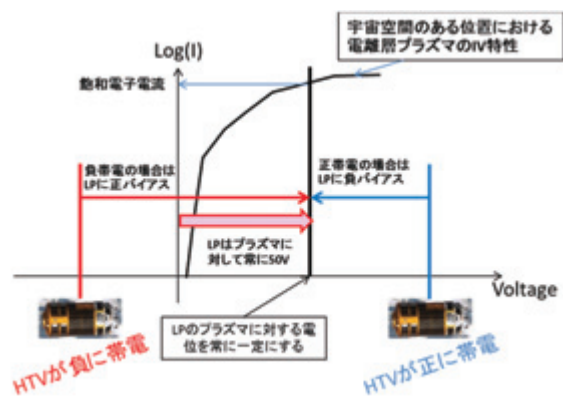


図B HTVにおけるプラズマ特性測定

No19

## LPのプラズマ電流測定原理（2）

KASPERモジュールでは下図に示すように、LPがプラズマ電流を計測する時のLPプローブのプラズマに対する電位が常に一定（50V）になるように設計した。プラズマ電位に対して常に50Vの電圧を印可した状態で測定するプラズマ電流は、飽和電子電流領域の電子電流である。電子温度を仮に0.2eVとすれば、プラズマ密度に換算することもできる。

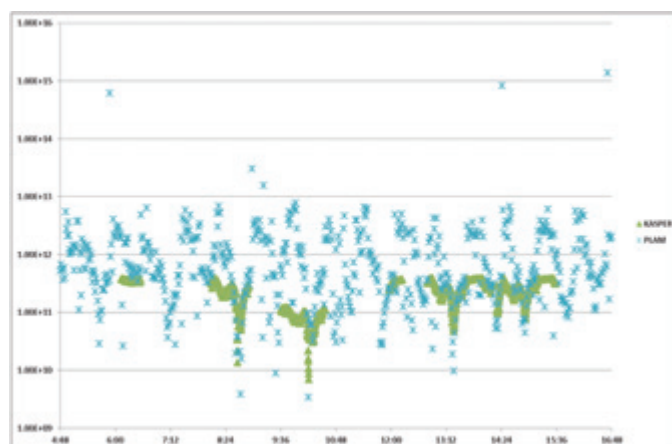


No20

## 3.2 プラズマ環境評価（LP）

- 測定値の検証

ISS係留中のKASPER計測値と、SEDA-PLAM計測値の比較をおこなった。10<sup>10</sup>から10<sup>11</sup>オーダーで良く一致しているのが分かる。

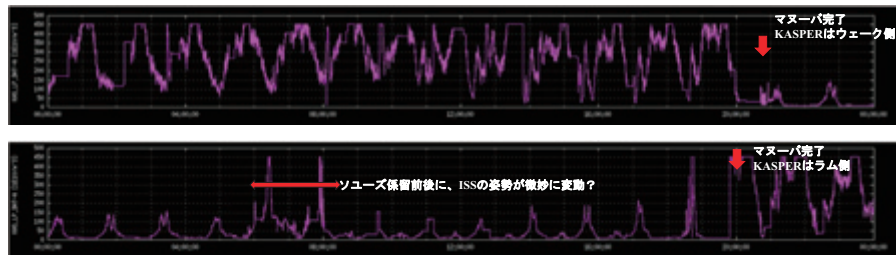


## No21

## 3.2 プラズマ環境評価 (LP)

- ISS係留中

9/3から9/4にかけてISSにソユーズがドッキングするイベントがあった。ドッキングのため、ISSはHTVがISSのウェークになる向きにマヌーバした。KASPERはこの挙動を計測した。



246/1922-2053 Mnvr to -XVV  
247/1830-2001 Mnvr to +XVV

## まとめ

## No22

① HTV4号機から継続しHTV電位情報を取得し、宇宙環境条件と帯電電位の相関性及びJAXA帯電解析ソフト(MUSCAT)帯電解析精度の向上を図る。

→ Atotie-miniに続き、HTV機体の帯電電位および周辺環境との相関データを取得することができた。今後は、ここで取得したデータにもとづきMUSCATによる帯電解析を行い、モデルの妥当性を評価する。

② HTV6号機搭載ミッションKITE(HTV搭載導電性テザー実証実験)において、エクストラサクセスであるプラズマ電子収集モデル(OML理論)コリレーションに必要なプラズマ電流計測ツール(静電プローブ)のプリカーサーとなる。

→今後の評価にて確認していく。



No23

# ***KITE***


**K**ounotori **I**ntegrated **T**ether  
**E**xperiment  
HTV-6



No24

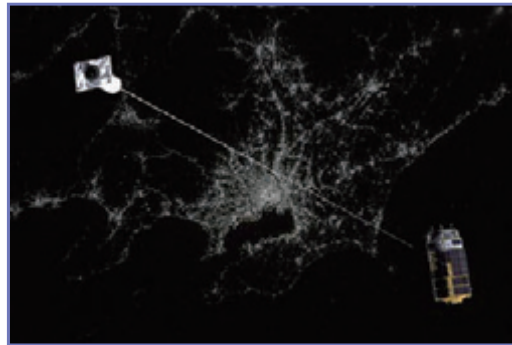
# ***LP-POM***

**L**arge probe **P**lasma current monitor  
and  
**P**Otential **M**onitor  
module



No25

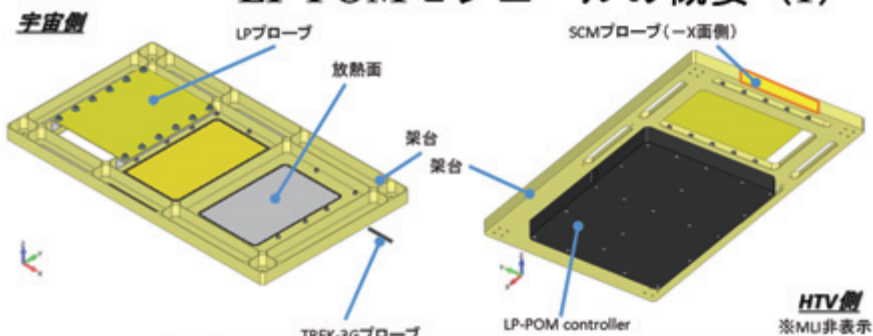
## 導電性テザー実験~KITE~



HTV-6で実施する予定の導電性テザー実験「KITE」に使用するために、静電プローブ機能付き帯電電位モニタ「LP-POM」モジュールを開発中である。

No26

## LP-POMモジュールの概要（1）

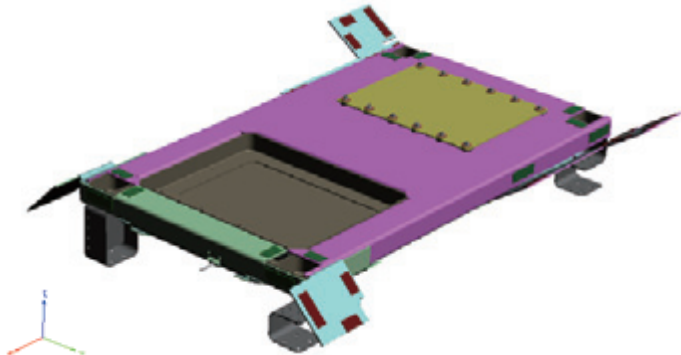


項目	センサ名称	センサ形状	センサ機能
1	接触型帯電電位計: TREK-3G		HTVの帯電電位測定
2	プラズマ電流計測器: LP		HTV周辺のプラズマ電流測定
3	帯電モニタ: SCM		HTVの帯電電位測定

HTV側  
※MLU非表示



No27 LP-POMモジュールの概要（2）



LP-POMモジュールの外観図（射場取付）

表1.4.1-2 LP-POMモジュールのサイズと重量		
項目	数値	備考
サイズ	750mm x 420mm x 93mm	MLI艦装状態（包絡域は含む）
重量	6.6kg	MLI含む

Atotie-mini、KASPERモジュールの基本設計を踏襲しつつ、  
細かな設計変更を加えた。