

天文教育普及研究会関東支部集会

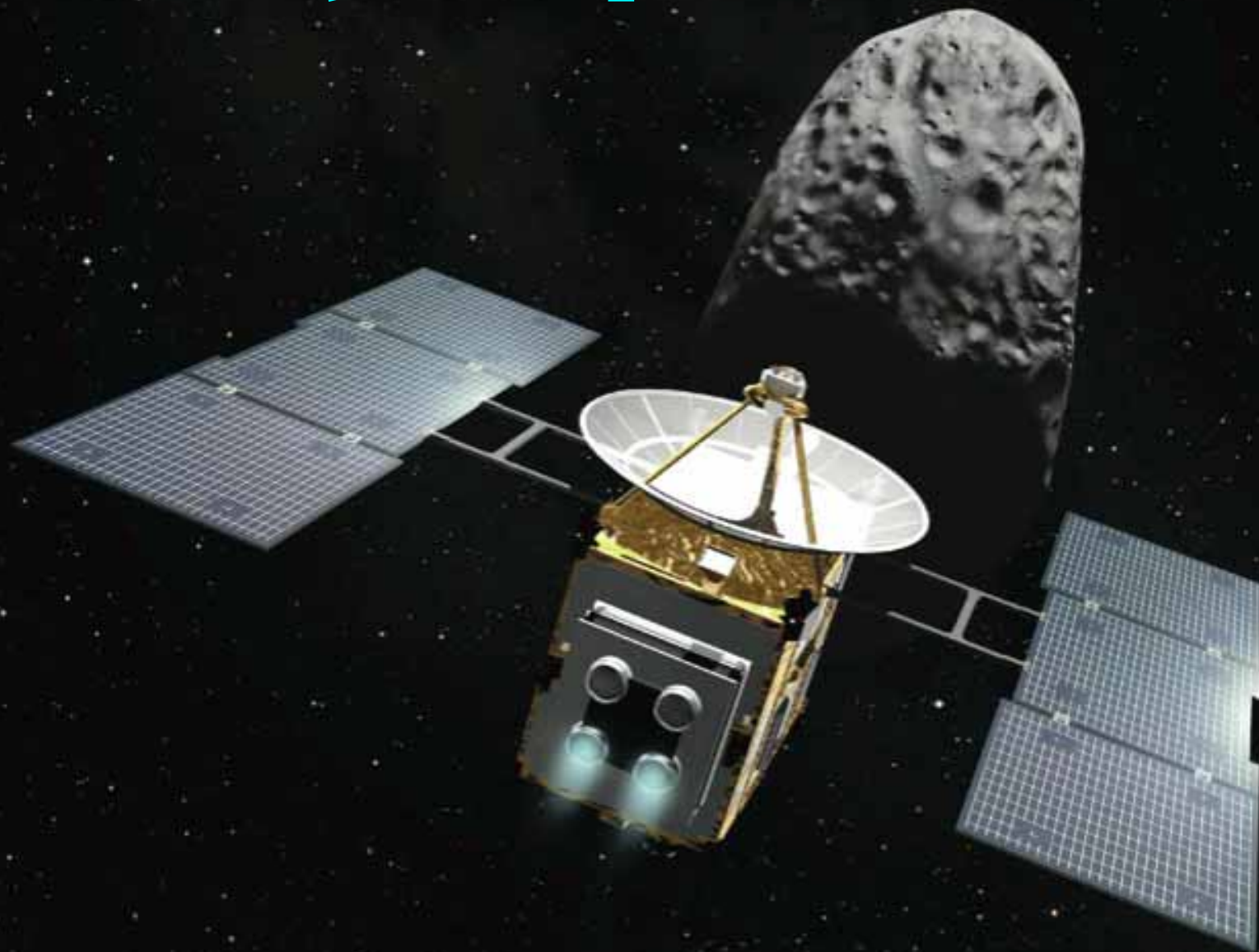
小惑星探査機「はやぶさ」の  
データアーカイブとその利用について

2007年2月17日

吉川 真・安部正真・北里宏平  
( ISAS/JAXA )

小惑星サンプルリターンミッション

「はやぶさ」



小惑星サンプルリターンミッション

「はやぶさ」



*Spacecraft* / MEF / JAXA · ISAS



*Hayabusa2* / MEF / JAXA - ISAS

# 大きさの比較

---



# 「星の王子さま」の世界

(25143) Itokawa

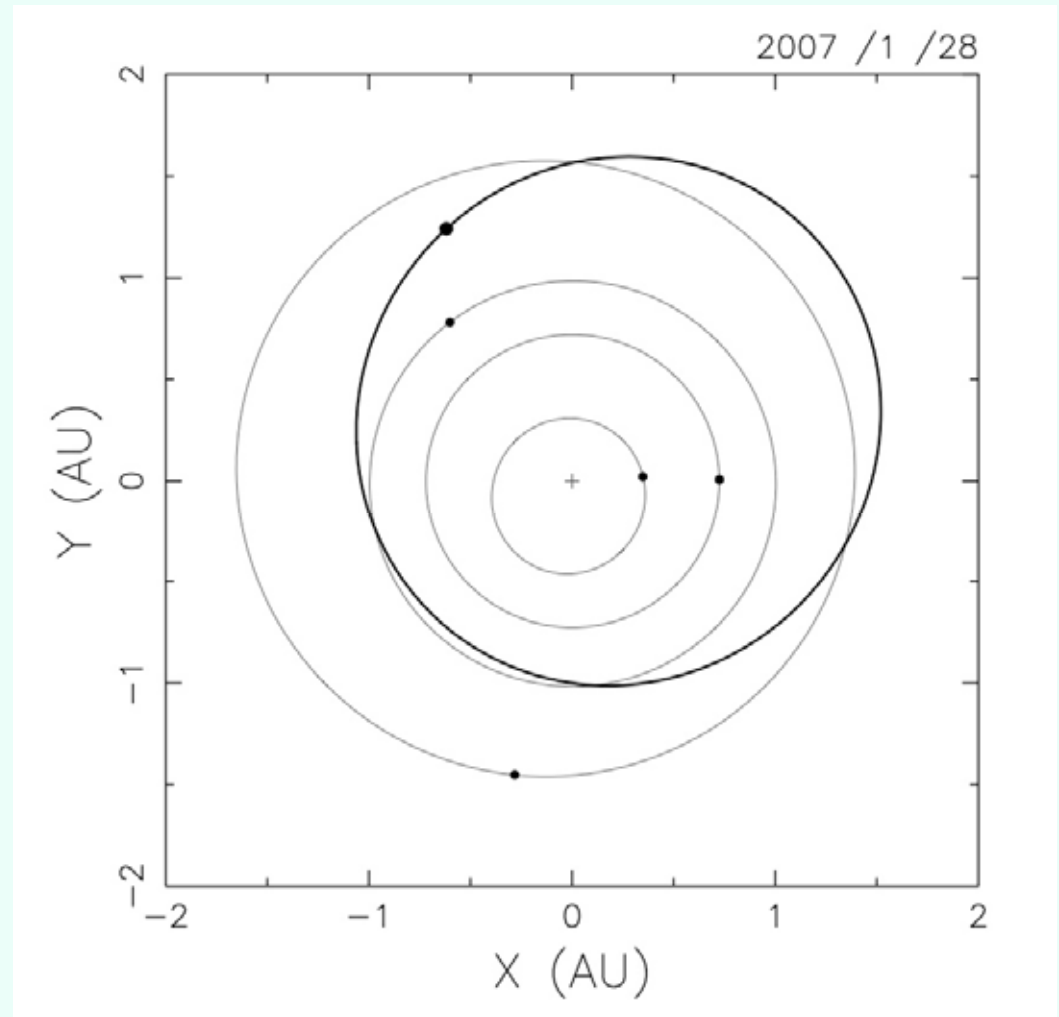


=



# 現在の「はやぶさ」

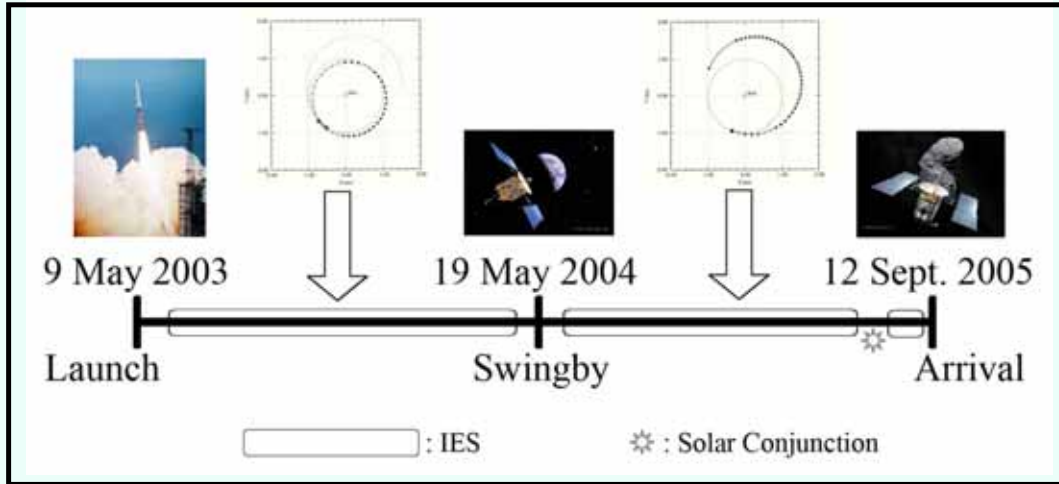
- 平常の運用を継続中
- 3月くらいには、いよいよイオンエンジンを運用し始めて、イトカワの軌道から離脱する。
- 地球帰還は2010年6月



「はやぶさ」  
ミッションの概要



# 打ち上げから小惑星到着まで



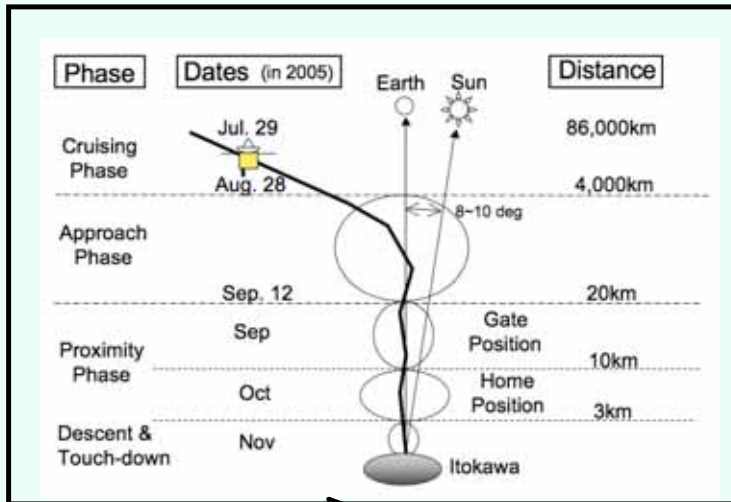
- ・イオンエンジン
- ・スイングバイ
- ・「合」運用
- ・光学航法

- ### 新しい技術
- ・小型の化学推進エンジン
  - ・通信 ・情報処理
  - ・熱制御 ・姿勢制御
  - ・測距 ・バッテリー
  - ・太陽電池 ...

- ・自律航法
- ・タッチダウン
- ・表面物質の採取

## 「はやぶさ」の工学的成果

### 小惑星近傍



- ・微小重力下での探査機の運用
- ・理学機器による観測

### 接近降下・タッチダウン

イベント	日付	備考
第1回リハーサル降下	2005年11月 4日	タッチダウン候補地点“ウーメラ”の撮影
航法誘導制御試験	11月 9日	ターゲットマーカー分離試験 タッチダウン候補地点“ミュゼスの海”の撮影
第2回リハーサル降下	11月12日	ミネルパの分離 “ミュゼスの海”のクローズアップ撮影
第1回タッチダウン	11月20日	ターゲットマーカーを小惑星表面に投下 タッチダウン・表面滞在
第2回タッチダウン	11月26日	タッチダウン

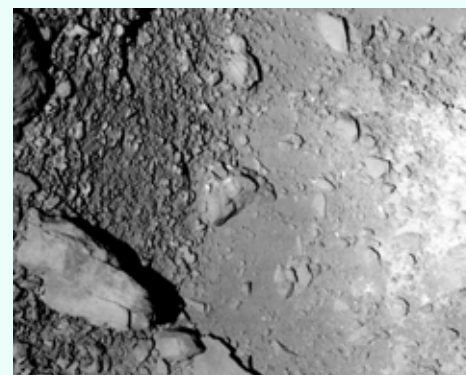
地球帰還・リエントリ



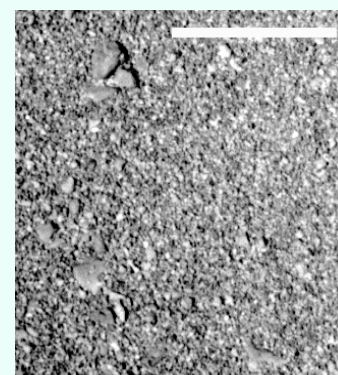
特異な形状・外観



表面の2分性



大きな岩塊

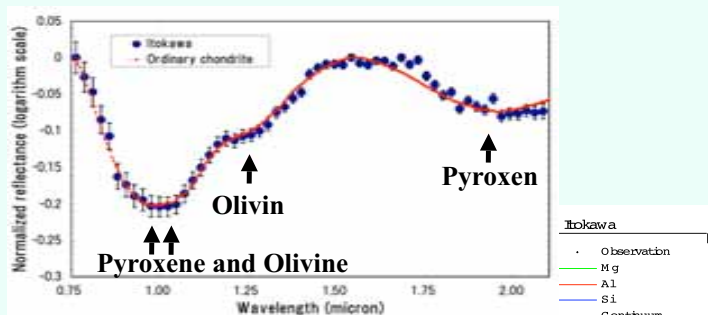


cmサイズの粒子

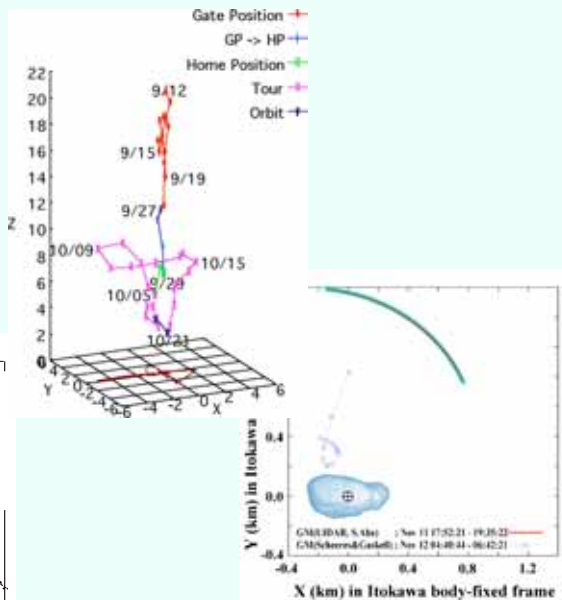
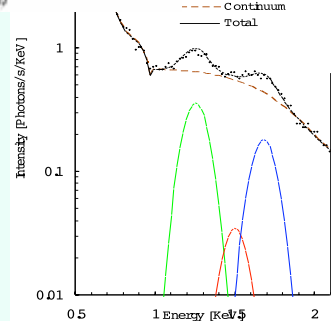
「はやぶさ」の理学的成果



表面の色の違い



近赤外線や蛍光X線の分光観測



軌道運動から質量を推定

- ・S型の微小小惑星の姿やその特徴を初めて知った。
- ・イトカワの表面の物質組成は、普通コンドライトに近い。
- ・表面物質は、宇宙風化を受けたり、表面上を移動したりしている。
- ・内部には40%の空洞がある。
- ・微小小惑星の形成過程やその進化についての知見が得られた。
- ・以上のことは、太陽系天体の誕生・進化過程を知る情報となる。

# サイエンスの初期成果

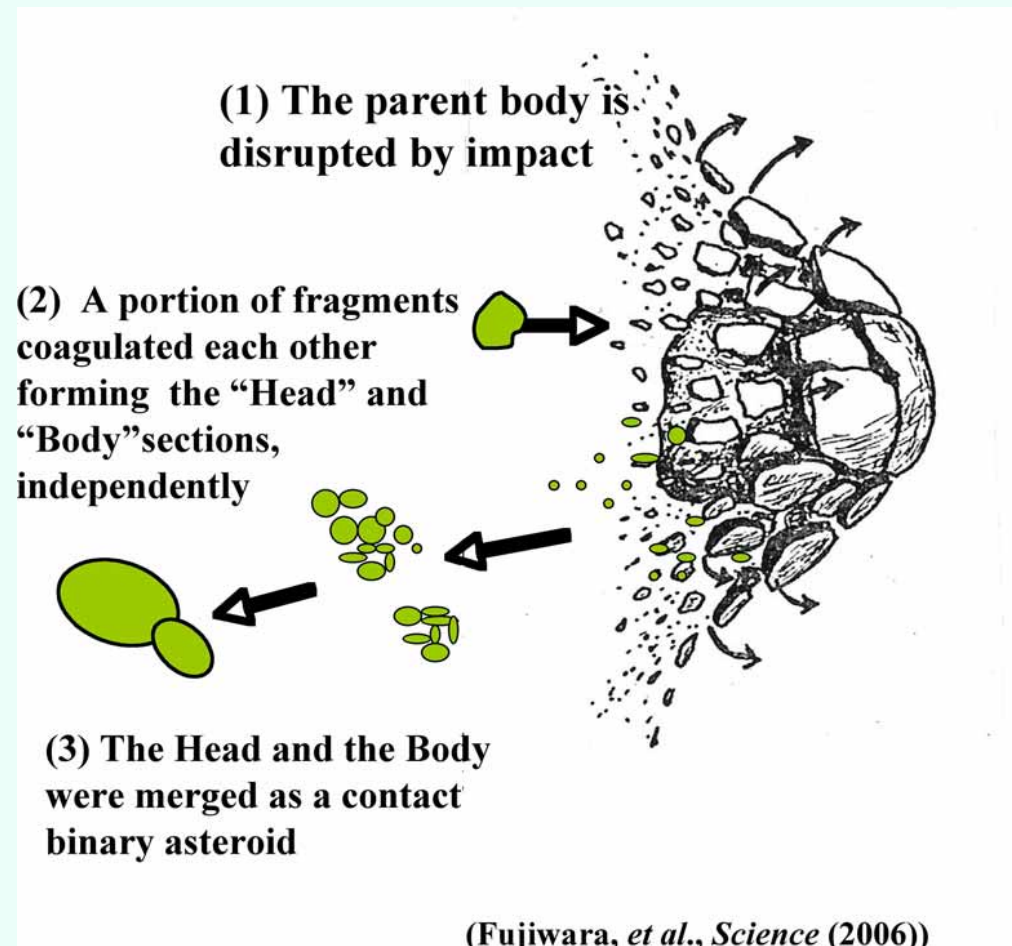
「はやぶさ」によるイトカワの科学観測成果が科学雑誌「サイエンス」に特集号で掲載される。

2006年6月2日号



# イトカワの形成のシナリオ

## “Rubble Pile” Hypothesis



「はやぶさ」  
データアーカイブ

# 「はやぶさ」が持っている科学観測機器

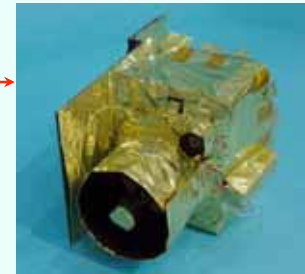
- **Multi-Spectral Telescopic Imager (AMICA)**

- > 5.7度の視野のCCDカメラ（8つのフィルタ付き）
- > 1500枚程の写真を撮影



- **Laser Altimeter (LIDAR)**

- > 50kmの高度から1mの精度で距離を計測
- > 1,670,000 データを取得



- **Near-Infrared Spectrometer (NIRS)**

- > 64チャンネルのInGaAs 検出器（波長 0.8~2.1 ミクロン）
- > 視野 0.1° (空間分解能：6-90 m)
- > 80,000 以上のスペクトルデータを取得



- **X-ray Fluorescence Spectrometer (XRS)**

- > 視野3.5°、5.9 keVで160eVのエネルギー分解能
- > 6,000 のスペクトルデータを取得



# 「はやぶさ」データ公開サイト

準備中

Hayabusa Science Data Archive

http://hayabusa.sci.isas.jaxa.jp/index.html

JAXA Japan Aerospace Exploration Agency

HAYABUSA PROJECT  
SCIENCE DATA ARCHIVE

Welcome to Hayabusa Project Science Data Archive Information System

Overview -- Hayabusa Mission --

The Hayabusa (MUSES-C) engineering demonstration spacecraft was launched on 9 May 2003 and designed to sample an asteroid's surface and to return it to the earth. After cruising with successful operation of the ion engines and the Earth swing-by on 19 May 2004, the spacecraft arrived at the "Gate Position" at an altitude of about 20 km near the sub-earth point of the near-Earth asteroid 25143 Itokawa (1998 SF36) on 12 September 2005. The spacecraft transferred to the "Home Position" at an altitude about 7km from the asteroid's surface near the sub-earth point on 30 September 2005. During 8 - 28 October, the spacecraft moved from the Home Position to several various altitudes and solar phase angles to acquire images of the polar regions, finer surface topography and with different light conditions. Based on the topographic and spectroscopic data, the sampling site was selected and the spacecraft made touch downs onto the asteroid's smooth area named "Muses Sea" on November 20 and 26. Sampling during each touch down should have been made by shooting small projectiles onto the asteroid surface and catching their ejecta through a funnel-like horn attached to the base of the spacecraft. However, it was found that the projectile firings during the first touch down was aborted while those during the second touch down have still not been confirmed at the time of this writing. During the first touch down, the spacecraft hopped at least twice and stayed on the asteroid's surface for about a half hour. Thus it is plausible that some surface samples reached in the sample canister during this unexpectedly long stay on the asteroid's surface under the microgravity condition. After the successful ascent from the second touch down, the spacecraft started to lose its attitude control capability due to troubles with its reaction control system. Hence the return of the spacecraft with the sample capsule to the earth

# カメラデータのページ

Hayabusa Science Data Archive

http://hayabusa.sci.isas.jaxa.jp/amica.html




JAXA Japan Aerospace Exploration Agency

HAYABUSA PROJECT  
SCIENCE DATA ARCHIVE

AMICA (Asteroid Multiband Imaging CAmera)

Select a path number: 051026-0100/2005Oct26

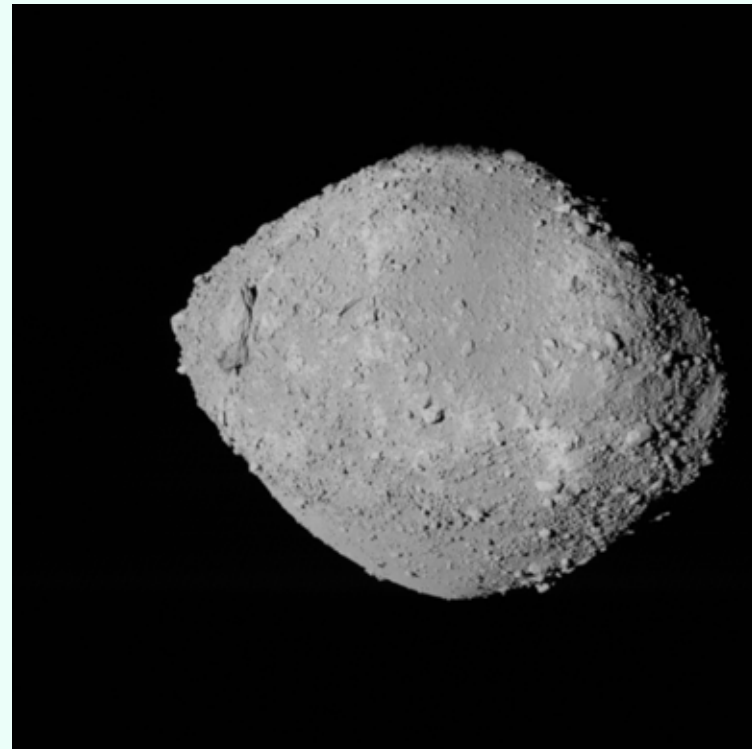
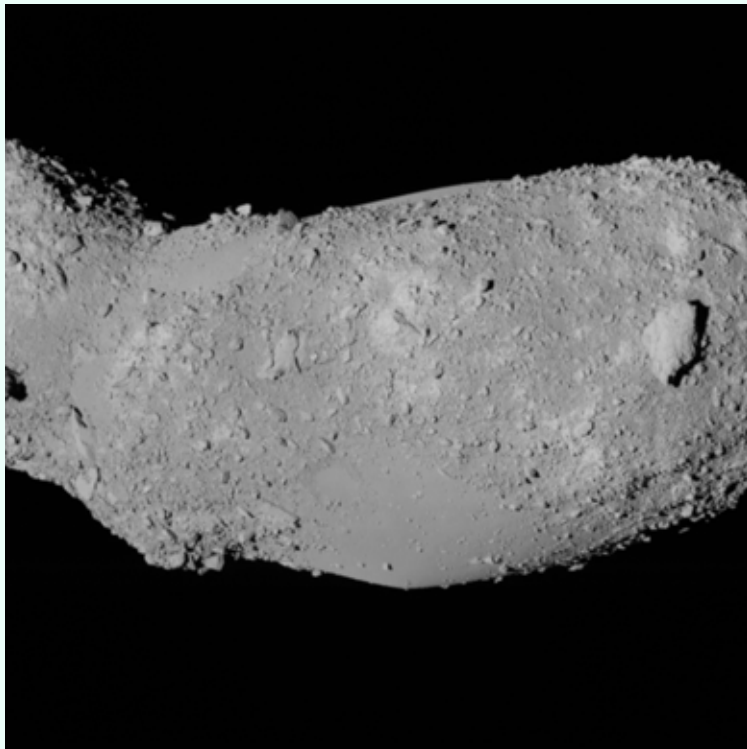
Check images in the frame below, then click on download. [Download](#)

		
2492225173_v.fits (1.0MB)	2492513077_v.fits (1.0MB)	2493031594_v.fits (1.0MB)
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>



# イトカワの画像をゲット！

---



# FITSのヘッダー (1)

```
SIMPLE =          T / DATA IS IN FITS FORMAT
BITPIX =          8 / 16 BIT SIGNED TWOS COMPLEMENT INTEGER
NAXIS =           2 / NUMBER OF AXIS
NAXIS1 =         1024 / PIXELS ON 1st MOST VARYING AXIS
NAXIS2 =         1024 / PIXELS ON 2nd MOST VARYING AXIS
DAT_TYPE= 'SCIENCE      ' / DATA TYPE: SCIENCE NAVDUMP_DIFF,MAIN,SUB
OUT_MODE= 'LOSSY       ' / OUTPUT MODE: HISTOGRAM MEAN LOSS-LESS LOSSY RAW
IMG_OPE = 'MEAN        ' / OPERATION TYPE: MEAN MEDIAN MODE MULTIPLE
LUT_NO  =          0 / LUT No FOR LOSS-LESS ENCODING
BINNING =          1 / BINNING PIXEL: 1 (NON BINNING) 2 4 8
START_H =          0 / IMAGE CROPPING AREA
START_V =          0 /
LAST_H  =         1023 /
LAST_V  =         1023 /
NSUBIMG =          2 / NUMBER OF SUBIMAGES
COMMENT ***** info of Subimage No.0 (0-F) *****
IMG_NO_0= '40         ' / Total image number processed in ONC-E
SUMDIF_0= 'SUM        ' / OPERATION TYPE ON THIS SUBIMAGE: SUM DIFF
CAMERA_0= 'T          ' /
TI_0   =          2492498133 / SPACECRAFT CLOCK COUNT [1/32sec]
EXP_0  =           8.70e-02 / EXPOSURE TIME [sec]
FILTER_0= 'v          ' / FILTER NAME
FLASH_0= 'OFF         ' / FLASH LIGHT STATUS
FF_A_0 = 'OFF         ' / FLATFIELD LAMP A STATUS
FF_B_0 = 'OFF         ' / FLATFIELD LAMP B STATUS
TEMP_0 =          -27.29 / CCD TEMPERATURE IN DEGREES CELSIUS
COMMENT ***** info of Subimage No.1 (0-F) *****
```

# FITSのヘッダー (2)

```
IMG_NO_1= '41' / Total image number processed in ONC-E
SUMDIF_1= 'DIFF' / OPERATION TYPE ON THIS SUBIMAGE: SUM DIFF
CAMERA_1= 'T' /
TI_1 = 2492498610 / SPACECRAFT CLOCK COUNT [1/32sec]
EXP_1 = 1.00e-06 / EXPOSURE TIME [sec]
FILTER_1= 'v' / FILTER NAME
FLASH_1 = 'OFF' / FLASH LIGHT STATUS
FF_A_1 = 'OFF' / FLATFIELD LAMP A STATUS
FF_B_1 = 'OFF' / FLATFIELD LAMP B STATUS
TEMP_1 = -27.29 / CCD TEMPERATURE IN DEGREES CELSIUS
UTC_0 = '2005-10-26T11:01:16.' / UTC converted from TI_0
UTC_1 = '2005-10-26T11:01:31.' / UTC converted from TI_1
COMMENT OPERATED BY T.HASHIMOTO, T.KUBOTA, M.ISHIGURO, Y.YOKOTA and J.SAITO
COMMENT ARCHIVED BY M.ISHIGURO and Y.HIGUCHI
QF = 0 / 0-GOOD 1-TRANSFER ERROR 2-COMMAND ERROR
END
```

## 主なもの

- 撮影開始時刻 ( UTC\_0 )
- 露光時間 ( EXP\_0 )
- 読み出し画素範囲 ( START\_H, START\_V, LAST\_H, LAST\_V )
- フィルター ( FILTER\_0 )

# データ公開のまとめ 1

## 概要

- 各機器、レベル1データの4月公開は可能と確認している。
- 3月のLPSCの際に行われるJST会議で、公開するデータについて最終確認を取る予定。
- 具体的な公開準備の状況
- サーバーは現在のはやぶさサイエンスアーカイブマシンを転用予定。
- 各機器のデータは現在チーム内限定で置かれているが、これを公開部分に置く予定。
- 2月中を目処に仮整備して、3月中に関係者に意見を求め、4月にアナウンスと共に公開予定。
- indexファイル(logファイル)の整備と機器説明(ドキュメントファイル)の準備を進めたい。公開サーバーの使い勝手の整備なども含めて、4月以降にも引き続き手を加える予定。

# データ公開のまとめ 2

## 公開予定データ

- AMICA:Level1データ：画像ファイル。ダウンロードパスごとにフォルダーを作成。fits形式。headerには撮像時刻などの情報。クルージング中の取得データも含む。logファイルあり。
- LIDAR:Level1データ：高度ファイル。ダウンロードパスごとにファイルを作成。text形式。headerには観測時刻などの情報。クルージング中のデータはなし。
- NIRS：Level1データ：スペクトルファイル。ダウンロードパスごとに圧縮ファイルを作成。個別のスペクトルデータはfits形式。headerには観測時刻などの情報。クルージング中のデータを含めるかどうかは検討中。Level2データ（ジオメトリ情報は含まないが、地上キャリブレーション値をもとにした反射スペクトルデータも公開可能。

# データ公開のまとめ 3

---

## 公開予定データ ( 続き )

- XRS : Level1データ : スペクトルファイル。ダウンロードパスごとにファイルを作成。text形式。headerには観測時刻などの情報。クルージング中のデータを含めるかどうかは未定。
- SPICEデータ : 時刻付けファイル, 探査機の位置・姿勢ファイル, 各機器のアライメント情報, 小惑星の形状モデル, はSPICE形式で公開予定。

# アーカイブの公開

---

2007年4月！

ご期待ください。