

小惑星探査機「はやぶさ」運用支援可視化ツール HARMONICS について

会津大学では、マルチメディアシステム学講座の教員・大学院生ら約10名のチームが、各機関と協力して「はやぶさ」の運用支援可視化ツール HARMONICS の開発、および地形に関する画像データ解析を行っています。今回は到着間もないこともあり、前者について別添の資料に示しました。

HARMONICSとは、小惑星イトカワの周囲を立体的に動き回る「はやぶさ」とその視野をシミュレートし可視化するツールで、約1年掛けて開発されました。探査機への指令内容を検討するために欠かせないツールとして、運用計画立案に関わる方々で広く使われています。コアとなる計算アルゴリズムや関数はNASA ジェット推進研究所より提供され世界的に広く使われている SPICE/NAIF Toolkit を用いていますが、それを3次元形状モデル対応に拡張し、3次元の動きをシミュレートできるグラフィカル・ユーザ・インタフェースで整理統合した点が新しく、オペレータの負担や錯誤の可能性を劇的に減らすことに成功しました。

はやぶさミッションに協力した各機関メンバが挙げる成果は、地形に限らず、JAXA を通じた公開に一本化されています。折々、下記ウェブを参照して頂ければ幸いです。今後とも、会津大学は JAXA 及び関係各機関と協力し、「はやぶさ」により得られたデータをもとに、引き続き解析を行ってまいります。

宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」)が2003年5月に打ち上げた小惑星探査機「はやぶさ」は、目的地である小惑星「イトカワ」に到着し、観測のための初期解析フェーズを迎えております。

本会津若松で引き続き開催される日本惑星科学会秋季講演会では、この「はやぶさ」をはじめ、太陽系・月・惑星に関する様々な研究発表が行われております。JAXA ならびに日本惑星科学会に所属する多くの科学者・技術者の手で「はやぶさ」のデータ解析が進められており、下記の通りウェブで公開されております。

イトカワ到着プレスリリース

http://www.jaxa.jp/press/2005/09/20050914_hayabusa_j.html

同、宇宙開発委員会報告資料

http://www.jaxa.jp/press/2005/09/20050914_sac_hayabusa_j.html

宇宙科学ニュース一覧（最新成果や今後の予定など、ここに掲載されます。）

<http://www.isas.jaxa.jp/j/snews/index.shtml>

会津大学 コンピュータソフトウェア学科 マルチメディアシステム学講座
浅田智朗 教授 出村裕英 講師

<取材等連絡先>

会津大学事務局企画予算グループ

参事 菅野康男 または 主任主査 八代孝志

電話 0242-37-2510 E-mail : cl-plandget@u-aizu.ac.jp

HARMONICS 1.0

HARMONICS 1.0

File Edit View Window Help

UTC = 2005-11-15T16:03:33.523193
 TT = 1/2548395086062
 FLAG (omitted, 1:intercepted) =
 pld = 3894
 NAADR[cm] = 0.27090
 -0.00172
 -0.02074
 range[cm] = 3.52358
 radius[cm] = 0.27170
 phase.incident.emission[deg] =
 7.72000
 19.92665
 20.97395
 S/C position in J2000 frame[cm] =
 254648
 250750
 1105483
 S/C attitude in J2000 frame[cm] =
 0.77811
 -0.50240
 0.32917
 -0.18391

Pointer[px] = 52.00000
 500.00000
 Center of Image[px] = 0.00000
 0.00000

Camera View

nmf scan b i e Hubble ov Quit

Type	Arch	Body	Used as
IK	KPL	MARS BARVCENTER	
SPK	DAF	JUPITER BARVCENTER	
OK	DAF	SATURN BARVCENTER	
SPK	DAF	URANUS BARVCENTER	
?	?	NEPTUNE BARVCENTER	
A_HP TF	FX	PLUTO BARVCENTER	
skelltpc	EK	SUN	
LSK	KPL	MERCURY	
PCK	KPL	VENUS	
PCK	KPL	MOON	
40bsp	SPK	EARTH	
	DAF	MARS	
		-130000	
		HAYABUSA	S/C
		2025143	TARGET
		HAYABUSA_AMICA	INSTRUMENT
		HAYABUSA_SC_BUS_PRIME	S/C BUS PRIME
		TOKAWA_FIXED	TARGET FIXED
		TOKAWA_Z_SUN_+X	
		HAYABUSA_HP	

Add Apply Close

X 12546479
 Y 2507502
 Z 11054828

S/C Attitude

q0 0.778107
 q1 -0.502408
 q2 0.329117
 q3 -0.183912

Frame J2000
 Observing body name 2025143

Frame J2000
 Pointing Target

適用(A) OK(O) キャンセル(C)

HARMONICS 1.0

THE UNIVERSITY OF AIZU
 1937

Hydruasa Remote MONITORing and Commanding System
 (C)2004, 2005 The University of Aizu
 http://humanou-aizu.ac.jp/harmonics/
 Special thanks to R. N. and N. H.

閉じる(C)

Apply Close

X 12546479
 Y 2507502
 Z 11054828

S/C Attitude

q0 0.778107
 q1 -0.502408
 q2 0.329117
 q3 -0.183912

Frame J2000
 Observing body name 2025143

Frame J2000
 Pointing Target

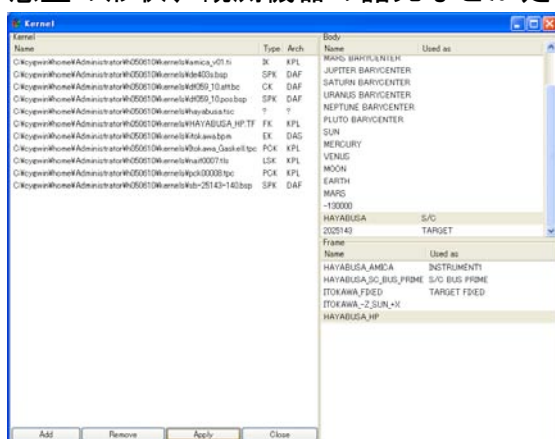
適用(A) OK(O) キャンセル(C)

はやぶさ運用支援可視化ツール HARMONICS (HAYabusa Remote MONItoring and Commanding System) の主な機能には、任意の時間における探査機の位置、姿勢、高度（距離）、注視点の緯度、経度の表示や、シミュレーション撮像、探査機軌道の可視化、時系列アニメーション表示がある。また、様々なプラットフォーム (Windows、Mac、Linux) で動作可能となっている。

概要

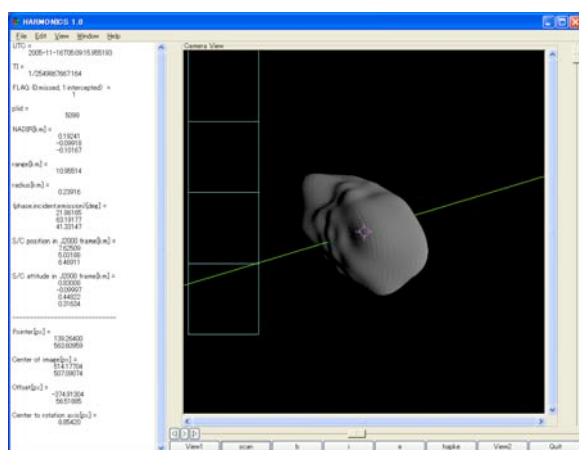
1. カーネルの読み込み

カーネルとは SPICE (※1) で定められている、時間、探査機や天体の軌道、小惑星の形状、観測機器の諸元などが定義されたファイルである。



最初に、Kernel ウィンドウで、必要なカーネルを読み込み、登録を行う。ファイルを読み込むと自動的に、定義されている天体や座標系を検出しリストアップされる。

2. メインウィンドウ

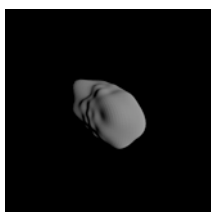


左側は各パラメータを表示するテキストビュー、右側の「Camera View」は AMICA (Asteroid Multi-band Imaging CAmera) の視野、または任意視点での表示。

テキストビューの表示項目は、上から、時間 (UTC (※2))、探査機時間、光軸点が小惑星を捉えているか (1 or 0)、注視するポリゴンの ID、小惑星表面における注視点の座標、探査機の高度、注視点から小惑星重心までの距離、(太陽位相角、入射角、出射角)、J2000 (※3) における探査機の位置、J2000 における探査機の姿勢、画像座標系でのマウスポインタの座標、画心の座標、画心からポインタまでのオフセット、画心から自転軸までの長さ。

小惑星表面における注視点の座標、探査機の高度、注視点から小惑星重心までの距離、(太陽位相角、入射角、出射角)、J2000 (※3) における探査機の位置、J2000 における探査機の姿勢、画像座標系でのマウスポインタの座標、画心の座標、画心からポインタまでのオフセット、画心から自転軸までの長さ。

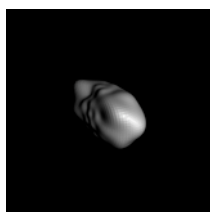
また、下段にあるボタンで、以下のような画像の表示切替ができる。



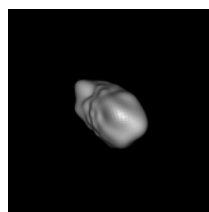
Hapke 式による



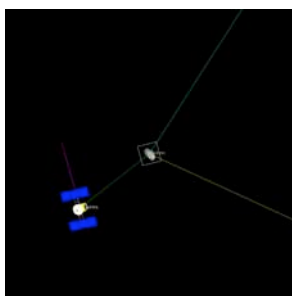
2 値化



入射角分布



出射角分布



任意視点からの表示

黄線と青線は、それぞれ太陽方向、地球方向を指す。

緑線は探査機の視線方向、白枠は AMICA の視野。

各画像は、24bit バイナリ形式で保存できる。

3. 探査機軌道・姿勢の手動入力

The screenshot shows a 'Set Parameters' dialog box with the following sections:

- Time:** Fields for UTC, TT, JD, and Example values.
- S/C Position [KM]:** Fields for X, Y, Z coordinates, a Frame dropdown (set to J2000), and an Observing body name dropdown (set to 2025143).
- S/C Attitude:** Fields for q0, q1, q2, q3 Euler angles, a Frame dropdown (set to J2000), and a Pointing dropdown (set to Target).

Buttons at the bottom include '適用(A)', 'OK(O)', and 'キャンセル(C)'.

入力項目は上から、

・ Time

UTC、ユリウス日 (※4)、探査機時間のいずれかでの時間指定

・ S/C Position (Spacecraft Position: 探査機位置)

探査機の位置 (デカルト座標)

と座標系の指定

・ S/C Attitude (Spacecraft Attitude: 探査機姿勢)

探査機の姿勢 (四元数) と座標系の指定。”Target” ボタンを押すと、自動で小惑星指向になるような姿勢を計算

(※1) SPICE : Spacecraft Planet Instrument C-matrix Events の略。NAIF (Navigation and Ancillary Information Facility) が開発した探査機の幾何情報、時間、イベントなどを扱えるツール群。

(※2) UTC : (Coordinated Universal Time: 協定世界時) の略。全世界で時刻を記録する際に使われる公式時刻

(※3) J2000 : 西暦 2000 年の春分点方向を+X 軸、地球赤道面を X-Y 平面にとった座標系

(※4) ユリウス日 : 紀元前 4713 年 1 月 1 日正午からの日数