

50kg級超小型深宇宙探査技術実証機 PROCYON ミッションの概要

船瀬龍⁽¹⁾，川勝康弘⁽²⁾，福島洋介⁽²⁾，富木淳史⁽²⁾，小林雄太⁽²⁾，中塚潤一⁽²⁾，三田信⁽²⁾，小林大輔⁽²⁾，野々村拓⁽²⁾，
小泉宏之⁽¹⁾，木村真一⁽³⁾，戸谷剛⁽⁴⁾，宮村典秀⁽⁵⁾，宮崎康行⁽⁶⁾，荒木友太⁽⁶⁾，亀田真吾⁽⁷⁾，田口真⁽⁷⁾，滝澤潤一⁽¹⁾，
細沼貴之⁽¹⁾，濱口竜平⁽¹⁾，五十里哲⁽¹⁾，米原三揮⁽¹⁾，岡田空馬⁽¹⁾，尾崎直哉⁽¹⁾，中谷俊洋⁽¹⁾，遊馬貴之⁽¹⁾，
中島晋太郎⁽¹⁾，古本拓朗⁽¹⁾，山岸雄輝⁽¹⁾，中須賀真一⁽¹⁾

⁽¹⁾ 東京大学, ⁽²⁾ JAXA, ⁽³⁾ 東京理科大学, ⁽⁴⁾ 北海道大学, ⁽⁵⁾ 明星大学, ⁽⁶⁾ 日本大学, ⁽⁷⁾ 立教大学

50kg級超小型新宇宙探査機バス技術実証

☆PROCYONとは？

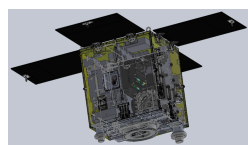
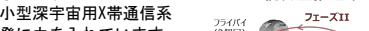
PROCYONとは、低コストで短期開発可能な超小型宇宙機で深宇宙探査ができることを実証することを目的とし、東京大学とJAXAが共同で開発している50kg 級の超小型深宇宙探査機です。PROCYONの主なミッションは次の2つです。

1. 超小型深宇宙探査機バス技術の実証
 2. 小惑星に対する超近接フライバイ撮像技術の実証
- 2013年9月にははやぶさ2の相乗り副衛星に選定され、
2014年12月の打ち上げを目指して開発中です。

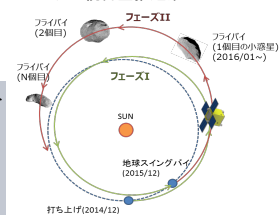
☆50kg級超小型新宇宙探査機バス技術実証とは？

現在、バス機器全般の小型・軽量化が進み超小型深宇宙探査機を実現するための技術は揃いつつあります。PROCYONでは深宇宙の発電・熱制御、姿勢制御・通信・軌道制御といったバス技術の実証を目指します。なかでも

- イオンスラスタコールドガスジェット統合型推進系
- 超小型深宇宙用X帯通信系の開発を入れています。



PROCYON探查機外觀



ミッションシーケンス
 2014年12月： 打上げ
 各種技術実証ミッションの実施
 2015年12月： 地球スイングバイ
 2016年1月以降： 小惑星フライバイミッションの実施

☆イオンスラスタ・コールドガスジェット統合型推進系
 “I-COUPS(アイ・クープズ)” (ポスター「P2-124」参照)
 (Ion thruster and COLD-gas-jet thruster Unified Propulsion System)

I-COUPSとは、姿勢制御(RWアンローディング)と軌道制御(高加速度)のためのコールドガスジェット系と軌道制御用(低加速度、高比推力)の電気推進を統合した、Xeベースの統合推進系です。

項目	値
探査機総重量[kg]	60
Xe搭載燃料重量[kg]	2.5
MIPS比推力[s]	1200
MIPS推力[N]	300×10^{-6}
CGJ比推力[s]	25
CGJ推力[N]	11×10^{-3}

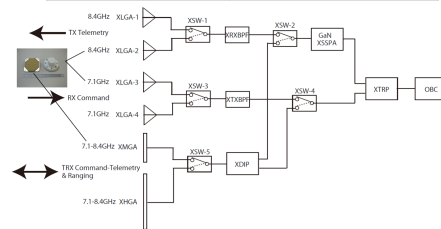


PROCYONに搭載予定のイオンスラスト

☆超小型深宇宙用X帯通信系
(ポスター「P2-125」参照)

はやぶさ等の深宇宙探査機の通信系ともコンパクトな深宇宙用の超小型X帯通信系を開発中です。

項目	仕様
通信周波数帯	Xバンド、カテゴリー-B
アップリンク周波数	7.1 [GHz]
ダウンリンク周波数	8.4 [GHz]
コヒーレント比	749/880
送信出力	15W以上
コマンドビットレート	15,625, 125 [bps], 1 [kpbs]
テレメトリビットレート	8 [bps] ~ 4 [kpbs]
最大通信距離	2 [AU]以上
軌道決定	R&RR
軌道上風	白星風 内々補風

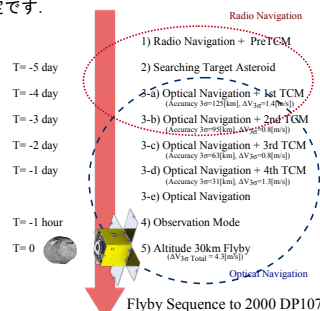


PROCYON搭載通信系のブロック図

小惑星に対する超近接フライバイ撮像技術実証

☆小惑星接近フライバイフェーズのシナリオ

PROCYONでは、従来のフライバイが対象天体から高度数百キロを通過していたのに対し、それより一桁小さい高度わずか数十キロまで近づく超接近フライバイを目指します。電波航法だけでなく光学航法により対象天体との相対位置・速度を正確に知る必要があります。PROCYONにおける小惑星接近フライバイフェーズでは、電波航法と光学航法を併用する光学複合航法を行う予定です。



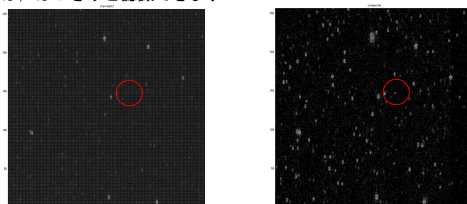
PROCYONの小惑星接近フライバイフェーズシナリオ
超小型衛星では搭載機器の体積・重量の制約が厳しいため、
PROCYONではこの光学航法からフライバイ撮影までを全て同一の
光学系で行わなければならない、設計上大きな工夫を必要とした
のが次の2点です。

- 光学航法のための微光天体検出
- 超近接フライバイ時の追尾システムとその制御

☆光学航法のための微光天体検出

最接近の2,3日前から光学航法を開始するには12等級相当の天体を検出しなければなりません。この微かな光を口径50mmの小さな光学系を用いて検出するには、長時間露光において支配的なダークノイズが問題となります。

PROCYONでは、ダーク減算という除去手法を宇宙機搭載光学系に応用することで、図のように12等級の対象天体を検出する予定です。左図ではノイズに埋もれていた対象天体が、ダーク減算後の右図では、はっきりと認識できます。

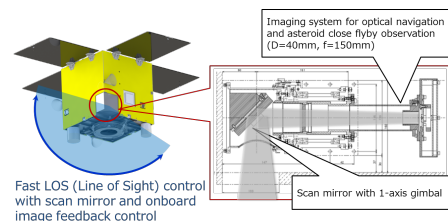


ダークノイズ除去前後の比較

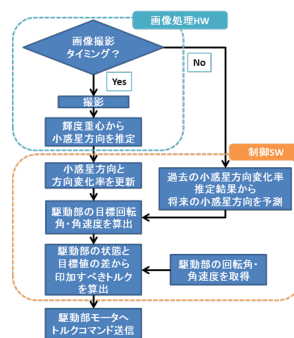
☆超近接フライバイ時の追尾システムとその制御

超近接フライバイ撮影を行う際、小惑星に対する距離が短く小惑星方向の時間変化率が大きいため、探査機本体の姿勢を変更することは現実的ではありません。PROCYONでは、図のように望遠鏡の一部（駆動部）の回転角を画像フィードバックに基づいてオンボードで制御することにより、高速視線変更を実現します。

視線制御は、撮影画像の輝度重心から小惑星方向と方向変化率を推定し、そこから駆動部の目標回転角度・角速度を算出し駆動部をフィードバック制御することでを行います。



反射駆動鏡による視線変更システム



視線方向制御のフローチャート

スケジュール

2014年4月のフライトモデルのインテグレーション開始に向けて、各機器のフライトモデルを製造中です。

		H25年度										H26年度									
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
システム	設計	システム設計																			
	試験											STM/TIM試験									
												臼田・内之浦適合性試験									
												事前噛み合わせ試験									
												全機噛み合わせ試験									
												総合試験									
												マージン									
												射場作業・搭載									
機器	新規開発品	BBM/EM製造・試験																			
												FM製造 (一部機器)									
	既開発品	FM製造・単体環境試験										(一部機器)									

This document is