

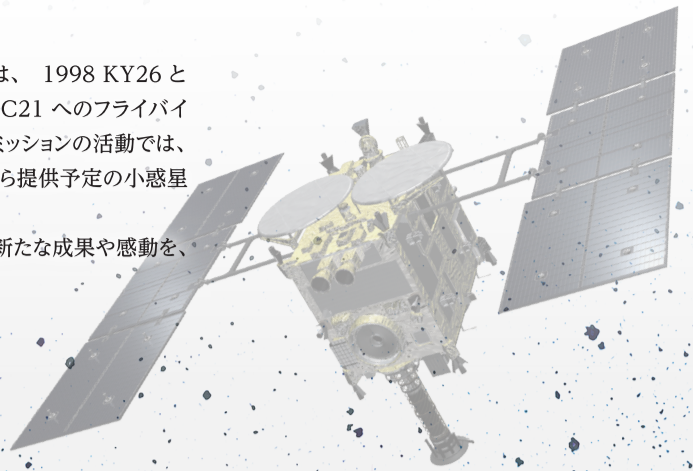
はやぶさ2拡張ミッション はやぶさ2#

2020年12月6日、はやぶさ2は新たな深宇宙の旅へと飛び立ちました。次の目的地は、1998 KY26 という直径30m程度の非常に小さな天体で、到着は2031年。その間、小惑星 2001 CC21 へのフライバイ (2026年) や、2回の地球スイングバイ (2027、28年) を予定しています。また、拡張ミッションの活動では、リュウグウ探査で得られた科学的知見をより深めることや、NASAの OSIRIS-REx から提供予定の小惑星 Bennu のサンプルを分析することで、新たな科学成果を創出することにも挑戦します。既に全ミッションをやり切ったはやぶさ2ですが、拡張ミッションの活動の中でも、きっと新たな成果や感動を、我々にもたらしてくれるでしょう。



ミッションロゴマーク

ロゴマーク中の複数の軌道は、探査機運用だけでなく、拡張ミッション全体の活動が相互に作用しながら未来へ向かっていく様子を表現したものとなっています。



拡張ミッション

Hayabusa2#
Small
Hazardous
Asteroid
Reconnaissance
Probe

その未来

拡張するのはその未来

小惑星探査機はやぶさ2 拡張ミッション

拡張ミッションの意義

はやぶさ2は、地球帰還時、1.7 km/s 相当の軌道制御能力を残して深宇宙飛行を継続できる状態にありました。探査機の当初の目的は全て達せられており、延長して運用すれば挑戦的な軌道上運用技術を磨く稀有な機会となります。また、新しいミッションを一から仕立てるより遥かに良いコストパフォーマンスで、新たな科学成果を創出できる可能性があり、拡張ミッションを実施することとしました。この拡張ミッションの新たな天体を探査する上で以下のようなミッション目的を掲げています。

1. 太陽系長期航行技術の進展
2. プラネタリーディフェンスに資する科学と技術の獲得
3. 高速自転小型小惑星探査の実現

星の王子さまに会いにいきませんか ミリオンキャンペーン 2#

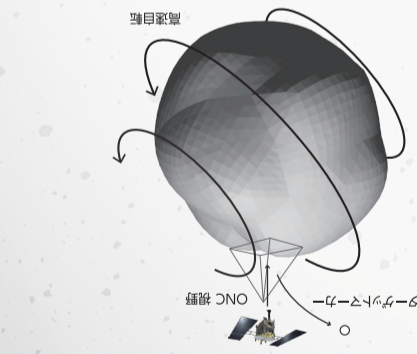
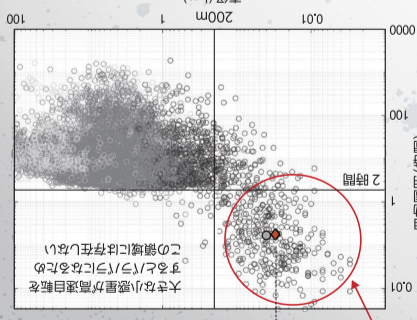
「星の王子さまに会いにいきませんか ミリオンキャンペーン」の第三弾となる「ミリオンキャンペーン2#」を行っています。皆さんからのメッセージをはやぶさ2に送り、探査機のメモリーに格納します。また、メッセージを送っていただいた方には「はやぶさ2 拡張ミッション(はやぶさ2#)」の乗車券である「探査18きっぷ」を発券します。詳しくは、Webをご覧ください。



未踏の地を拓くのは あくなき探究心

高速自転小型小惑星探査 の実現

小惑星1998 KY26は、自転速度が非常に速く、小惑星表面では極付近を除いて重力に対して遠心力が卓越した環境となっている。そのため、ロープウェイのような目印を小惑星表面に置くことができない。つまり、はやび2が小惑星リュウグウで実施したタッチダウン運用は適用できないことを意味しており、新たな機能追加が必要となる。例えば、自然地形の特徴点を利用するような誘導制御機能を搭載しタッチダウンに追加するよう新たな検討中である。リュウグウでの近傍運用でも得られなかった、新たな小惑星の探査技術の獲得を目指す。



© Auburn University, USA

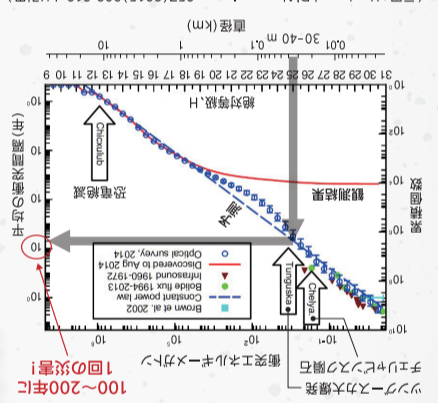
ラプター探査天体 小惑星1998 KY26

軌道長半径	1.23 au
離心率	0.20
軌道傾斜角	1.5°
公転周期	500日
絶対等級	25.6等
自転周期	10.7分
直径	30±10m
形状	球形に近い
特徴	レーザー・可視マルチバンド、低く、水の存在の兆候がある。
観測	1998年6月8日に、地球から約80万kmの距離を通過。米国防務省のラプターで観測された。形状が推定された。
[S.J. Ostro et al. 1999, Science 285, 557]	

ラプター・プロジェクトに 資する科学と技術の獲得

天体の地球衝突問題を検討している「ラプター・プロジェクト」として、直径数十メートルの天体はやび2がその地球衝突を考慮しなければいけない天体である。たとえば、ロシアで大きな被害を生じた1908年のツングースカ大爆発や2013年のチェリシンスク隕石が、これらそれぞれが60mや17mの天体の衝突によると考えられている。1998 KY26のような直径30m程度の天体の地球衝突頻度は約100年に一度起こると推定されており、このような天体の力学特性(軌道・自転運動)や物理的特性(大きさ、形状、密度、物性など)を把握しておくことは、このような天体の地球衝突回避を検討するときに必要不可欠である。また、このような天体のまわりの探査機運用の技術の獲得もラプター・プロジェクトに必要不可欠である。

見据える先は人類の未来



(元図: Harris and D'Abromo, Icarus 257 (2015) 302-312 より引用)

太陽系長期航行技術 の進展

地球帰還までのミッションでの工学会成果を踏まえ、より自在な、より遠方への探査をめざす上で必要な運用技術を獲得する。具体的には、日本特有のマイクロ波放電式オゾンソンの実運用実績を蓄積し、性能向上を長期に向けた取得する。また、日本初の太陽系マルチミッション(複数の天体を「ハイハイ、ハイハイ」するハイハイ航行)を実現する。さらに、超長期航行に欠かせない、超低消費燃料運用や探査機システムの超長期維持技術を確立する。工学技術だけでなく、巡航ペースを活用し、搭載科学機器による長期観測を実施することは、理学的価値が高い。星や小惑星から放出されたダストの散乱光である黄道光の観測から太陽系ダストの分布を求めようとする研究は、日心距離が変化する惑星探査機において、最も有効である。黄道光の観測は、銀河系外背景光の前景光を取り除く観点からも重要性が高い。また、系外惑星が恒星の前面を通過すること(トランジット)による恒星の見かけの減光を、はやび2で観測することも意義深い。トランジット系外惑星探査衛星によって観測された公転周期の長い系外惑星の「スーパーアース」を、はやび2搭載のONC-Tで行うことが可能であり、公転周期の精度向上を望み得る。

期間	増速量(累積)
2020年12月地球出発~2022年まで	約600 m/s
~2026年2001 CC21接近まで	約800 m/s
~2031年1998 KY26到着まで	約1300 m/s

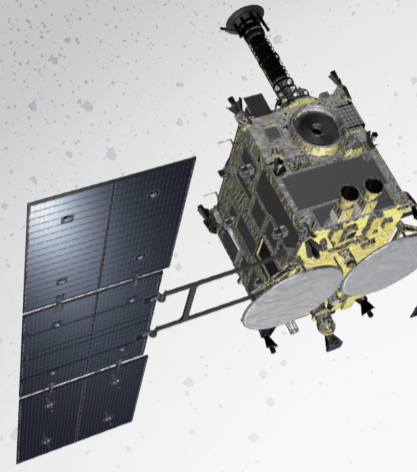
1998 KY26到着までに必要なオゾンソンの増速量

見据える先は人類の未来



地球出発時(2020年12月)の探査機の状態

項目	状況
オゾンソンの燃料	35.2 kg (打上げ時の52.9%)
化学エンジン燃料	13.9 kg (打上げ時の29.2%)
ロープウェイカー	1個
フロートカメラセル	1個
リュートカメラセル	無し
オゾン入機器	正常



特徴	説明
軌道長半径	1.03 au
離心率	0.22
軌道傾斜角	4.8°
公転周期	383日
絶対等級	18.8等
自転周期	5.02時間
直径	700 m (アールビー 0.15を仮定)
形状	不明
特徴	アールビー型はL型

[Binzel R. P. et al. 2004, Meteorit. Planet. Sci. 39, 351]
※アールビー型はトランジットに基く軸比を考慮した想像図

ロケット探査天体 小惑星(98943) 2001 CC21

ロケット時のはやび2と小惑星2001 CC21との相対速度は、5 km/s程度であることが判明している。搭載されている望遠カメラは、ソフトウェア用であるため、小惑星に対して100km程度の距離まで接近しなければ、良い画像が取得できない。そのため、どの程度の領域まで接近できるか検討中であり、基本的に探査機の相対軌道の航法誘導精度から安全な接近距離を決めることになる。この運用で得られる高速接近物体に対する探査機の高精度の誘導技術は、ラプタープロジェクトにおける小惑星への衝突技術にも応用できると期待される。また、ロケット時の観測では小惑星を可能な限り追尾するために、姿勢を直接動かす必要がある。ロケット観測をより確実なものにするため、ONC画像から得られる小惑星の相対位置をソフトウェアで制御機能が追加できないか、検討を進めている。

超接近ロケット運用

超高速領域へ踏み出す一瞬の瞬間

※ONC: 光学航法カメラ

探査機・小惑星・星アース: 地下車格
紙面全体の背景: ONC撮影の星空画像を加工
地球の画像: 地球アプローチ、地球帰還時にONCが撮影