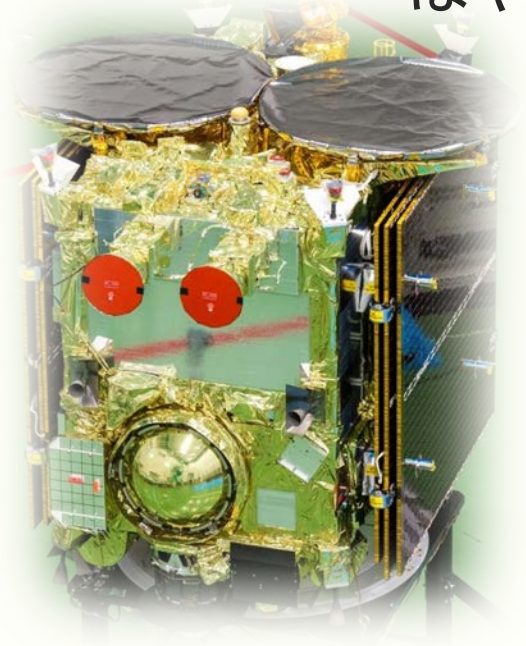
小惑星探査機「はやぶさ2」プロジェクト／ミッション概要

- はやぶさ2の技術と科学・・そして未来 –

＜プレスキット＞



Ver. 1.2

2014.11.18

＝ 目次 ＝

Ⅰ.「はやぶさ2」の目的 -2-

Ⅱ. ミッション概要（航海の流れ） -3-

Ⅲ. プロジェクト経緯 -5-

Ⅳ. 探査機概要 -6-

Ⅴ.「はやぶさ」と「はやぶさ2」の比較 -8-

Ⅵ. 「はやぶさ2」の主要技術 -11-

Ⅶ.「はやぶさ2」の科学 -15-

Ⅷ.「はやぶさ」と「はやぶさ2」の目標/成果 -17-

Ⅷ-1,2.「はやぶさ2」成功基準 -18,19-

Ⅸ. 探査対象小惑星の特徴 -20-

Ⅹ. 運用・追跡管制設備 -23-

Ⅺ.「はやぶさ2」の国際協力 -25-

<参考>世界の太陽系小天体探査（年表） -26-

【付録】 はやぶさ2情報源 FactSheet

✓より詳細な情報をまとめた解説シート

✓最新版はJAXAweb "はやぶさ2特設サイト" よりダウンロードいただけます。

-はやぶさ2特設サイトURL-

http://fanfun.jaxa.jp/countdown/hayabusa2/index.html

はや2特設サイト

Ⅰ.「はやぶさ2」の目的

■科学的意義

「我々はどこから来たか」– 太陽系の起源と進化、生命の原材料の探求。

－「はやぶさ2」が探査する小惑星1999 JU3（C型小惑星）は、鉱物に加え、水・有機物が存在すると考えられており、地形・内部構造、重力他の科学観測と物質サンプルリターンにより、太陽系や地球、生命の起源と進化過程を紐解く人類の新たな知的財産を獲得する。
※ C型小惑星からのサンプルリターンは世界初。

■技術的意義

「技術で世界をリードする」– 日本独自の深宇宙探査技術の継承と発展。

－小惑星探査機「はやぶさ」で獲得した世界初の小惑星サンプルリターン技術の実証経験と技術を継承。さらに小惑星に人工的なクレーターを作るなど新たな技術確立への挑戦も加え、日本独自の宇宙探査技術を成熟発展させる。

■探査としての意義

「フロンティアへの挑戦」– 科学技術イノベーション、産業・社会への波及、国際プレゼンス発揮、青少年育成等の効果.....

－日本が「世界をリードする始原天体探査の分野」で、更なる日本の太陽系探査技術及び惑星科学の進展を図り、同分野のフロンティアを拓く。産業・社会、次世代を担う人材育成などへの波及効果を生む。

Ⅱ．ミッション概要（航海の流れ）1/2

打上げ
2014年
11月30日

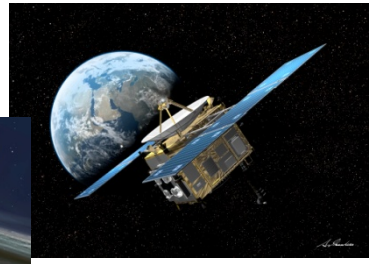
地球ｽｲﾝｸﾞ･ﾊﾞｲ
2015年11,12月

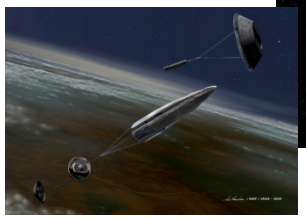
小惑星到着
2018年6,7月

- 小惑星のﾘﾓｰﾄ･ｾﾝｼﾝｸﾞ
- 小型ﾛｰﾊﾞ･ﾗﾝﾀﾞの投下
- ﾀｯﾁﾀﾞｳﾝ･ｻﾝﾌﾟﾙ取得（複数回）

小惑星出発
2019年11,12月

地球帰還
2020年11,12月





Ⅱ．ミッション概要（航海の流れ）2/2

打ち上げ後、地球軌道に近い軌道を描いて飛行し、約1年後に地球戻り、スイングバイを行う。スイングバイ後は、小惑星1999 JU_3の軌道に近い軌道に入り、太陽を約2周したあと、1999 JU_3に到着する。1999 JU_3が1周余り太陽の周りを公転するあいだ滞在し、その後、1999 JU_3を離れて、太陽の周りを1周弱回った後、地球に帰還する。

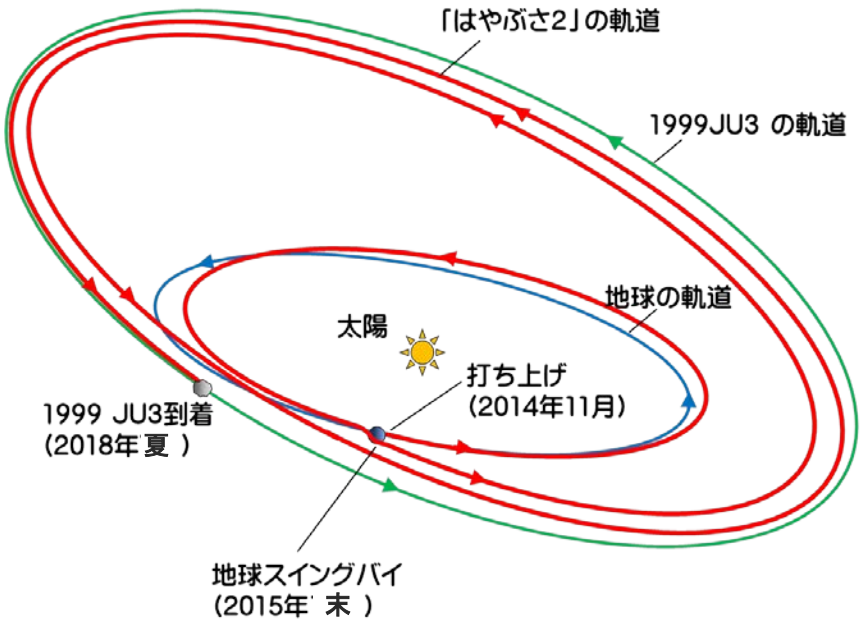


図1：地球出発から小惑星到着までの軌道遷移図

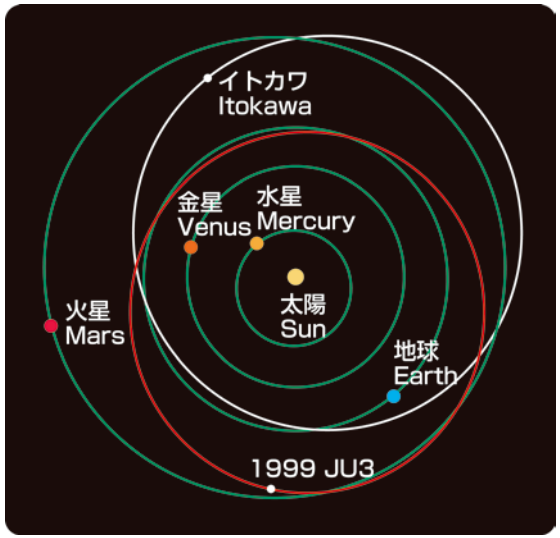


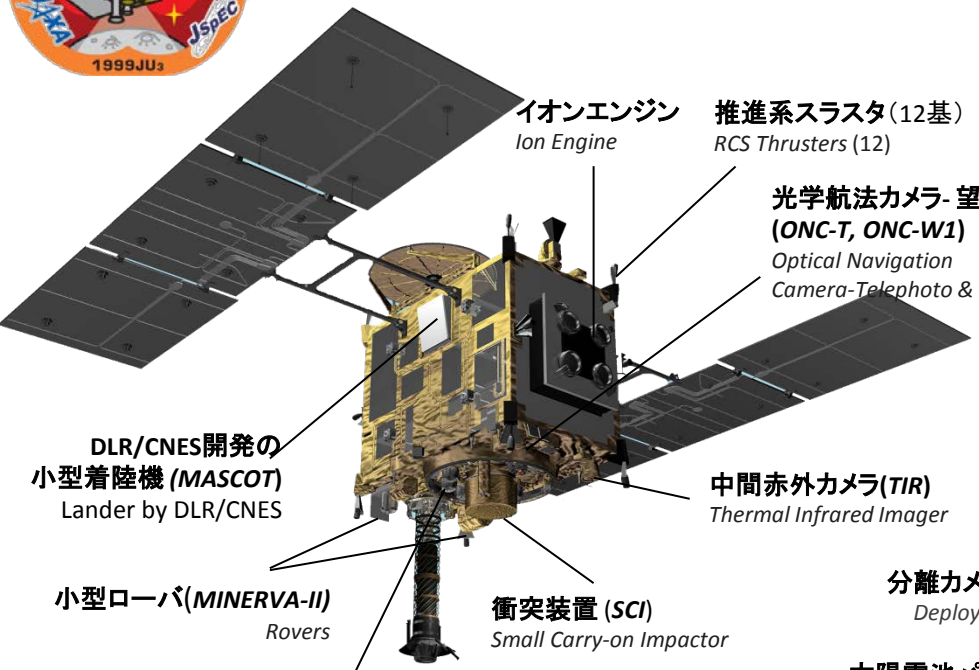
図2：小惑星1999 JU3の軌道図

✓参考：JAXAデジタルアーカイブス（http://jda.jaxa.jp/index.php）に
軌道遷移・動画CG他を掲載。画像映像素材としてご活用ください。

Ⅲ. プロジェクト経緯

年月	項目　　*斜体文字は「はやぶさ」関連項目
1996(平成8)年　4月	*小惑星探査技術実証プロジェクト「MUSES-C」開始*
2003(平成15)年　5月	*「MUSES-C(はやぶさ)」打ち上げ／運用開始*
2004(平成16)年　4月	次期小天体探査ワーキンググループ発足 より始原天体への探査プログラムの科学・技術の検討実施
2005(平成17)年　9月	*「はやぶさ」が小惑星イトカワに到着。リモートセンシングによる探査、サンプル採取実施。 ※但し、サンプル採取の際、弾丸が発射されず*
2006(平成18)年　4月	確実に小惑星物質を採取するために、新たなサンプルリターンミッション早期立ち上げの検討開始
2007(平成19)年　8月末	「はやぶさ2」プリプロジェクト発足
2010(平成22)年　6月	*「はやぶさ」地球帰還。小惑星イトカワのサンプルを回収し、初期分析作業開始。*
2010(平成22)年　8月	宇宙開発委員会によるプロジェクト開発研究移行の事前評価（概ね妥当との判断）
2011(平成23)年　3月	JAXAシステム定義審査及びプロジェクト移行審査
2011(平成23)年　5月	「はやぶさ2]プロジェクトチーム発足
2012(平成24)年　1月	宇宙開発委員会にて「はやぶさ2」プロジェクト開発移行が了承される 「はやぶさ2」探査機の開発・各種試験・フライトモデル製作を開始
2014(平成26)年　11月	打ち上げ（11月30日(日)13時24分48秒）

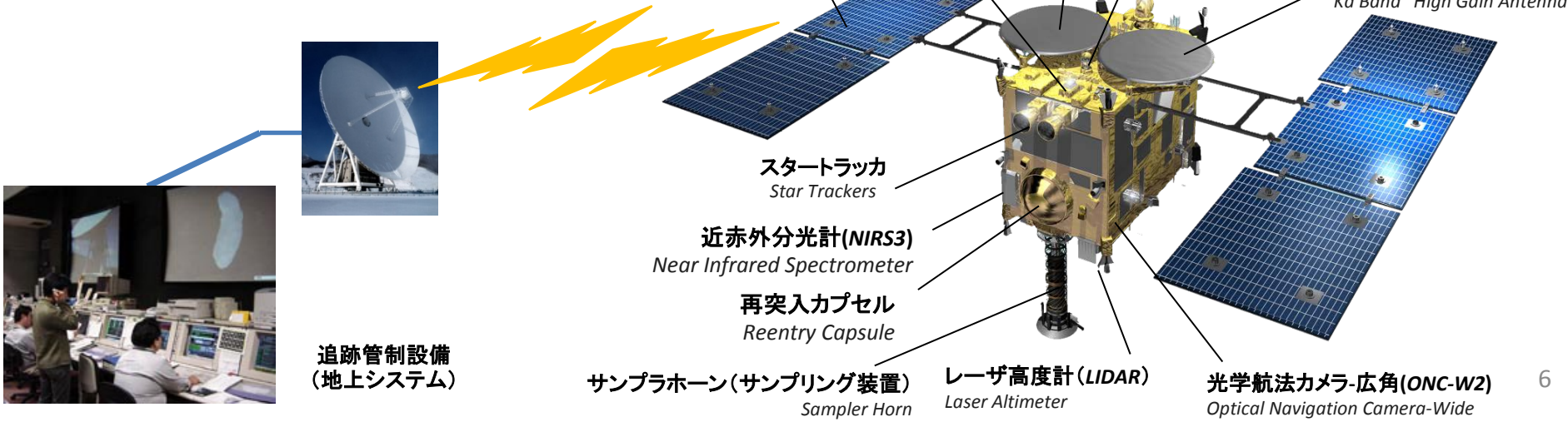
Ⅳ. 探査機概要



「はやぶさ2」主要緒元

大きさ	1.0m×1.6m×1.25m（本体） 太陽電池パドル展開幅　6.0m
質　量	約 600kg
軌　道	小惑星往復
ミッション期間	約6年（打ち上げ～地球帰還）
小惑星滞在期間	約18ヶ月
探査対象天体	地球接近小惑星　1999 JU3

主要搭載機器
サンプリング装置、再突入カプセル、光学航法カメラ、レーザ高度計、近赤外分光計、中間赤外カメラ、衝突装置、分離カメラ、小型ローバ/小型着陸機



Ⅳ. 探査機概要（ミッション機器リスト）

機器名	概要・役割
光学航法カメラ (ONC)	・可視光の波長帯を中心に望遠と広角のカメラがある。 ・望遠と広角のカメラの視野角はそれぞれ約6度と60度である。 ・科学観測とナビゲーションに使われる。
近赤外分光計 (NIRS3)	・3ミクロン帯を含む近赤外線の分光観測を行う。 ・視野角は約0.1度。
中間赤外カメラ (TIR)	・10ミクロン帯を含む中間赤外線で小惑星を撮像する。 ・視野角は10数度。
レーザ高度計 (LIDAR)	・探査機と小惑星表面との間の距離を計測する。 ・小惑星の地形や重力、アルベドなど科学データも取得する。 ・計測範囲は30m～25km。
サンプリング装置 (SMP)	・小惑星表面からサンプルを採取する。 ・「はやぶさ」のサンプリング装置から微修正。
衝突装置 (SCI)	・2kgの銅の塊を2km/sに加速して小惑星表面に衝突させることで、人工的なクレーターを作る。
分離カメラ(DCAM3)	・探査機から分離され、衝突装置が動作するときに撮影をする。
小型ローバ (MINERVA II-1A, 1B, 2)	・小惑星表面に降ろして表面を調べる。「はやぶさ」に搭載したMINERVAに　似た小型ローバ3台を搭載。
小型着陸機 (MASCOT)	・小惑星表面に降ろし、4つの観測装置でデータを取得する。 ・ DLR（ドイツ）とCNES（フランス）が製作した両国の共同ミッション。 ・観測装置：MicrOmega, MAG, CAM, MARA

Ⅴ.「はやぶさ」と「はやぶさ2」の比較 1/3

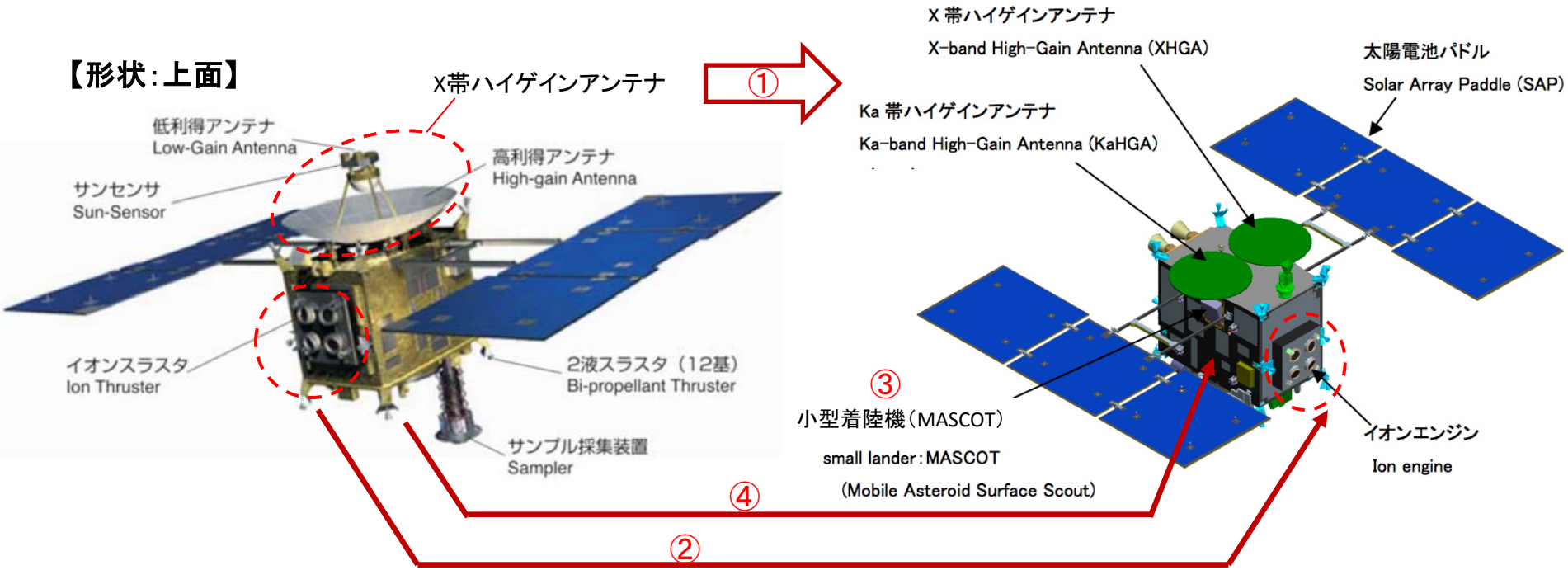
	はやぶさ	はやぶさ2
本体サイズ	1 m × 1.6 m × 1.1m	1 m × 1.6 m × 1.25 m
質量(推進薬込み)	510kg	約600kg
打上げ年/ロケット	2003年5月9日／M-Vロケット5号機	2014年11月30日（予定）／H-IIAロケット26号機
通信周波数帯	X帯(7～8GHz)	X帯(7～8GHz)、Ka帯(32GHz)
ミッション機器	近赤外分光器 蛍光X線スペクトロメータ マルチバンド分光カメラ レーザ高度計 サンプラー 再突入カプセル MINERVA	近赤外分光計（観測帯域を変更） 中間赤外カメラ 光学航法カメラ レーザ高度計 サンプリング装置 再突入カプセル 衝突装置、分離カメラ MINERVA-II（3台）、MASCOT（ドイツ/フランス）
地球スイングバイ	2004年5月19日	2015年11,12月（予定）
小惑星探査期間	約3カ月 小惑星イトカワ到着：2009年9月12日 （2005年12月9日交信途絶/2006年1月23日交信復旧） 同　出発：2007年4月25日	約18カ月(予定) 小惑星1999 JU3到着：2018年6,7月（予定） 同　出発：2019年11,12月（予定）
試料採取	2回（表面のみ） 第1回タッチダウン：2005年11月20日 第2回タッチダウン：2005年11月26日	3回〈目標〉表面に加え、地下物質採取を試みる
地球帰還	2010年6月13日	2020年末（予定）

8

Ⅴ.「はやぶさ」と「はやぶさ2」の比較 2/3

「はやぶさ」

「はやぶさ2」



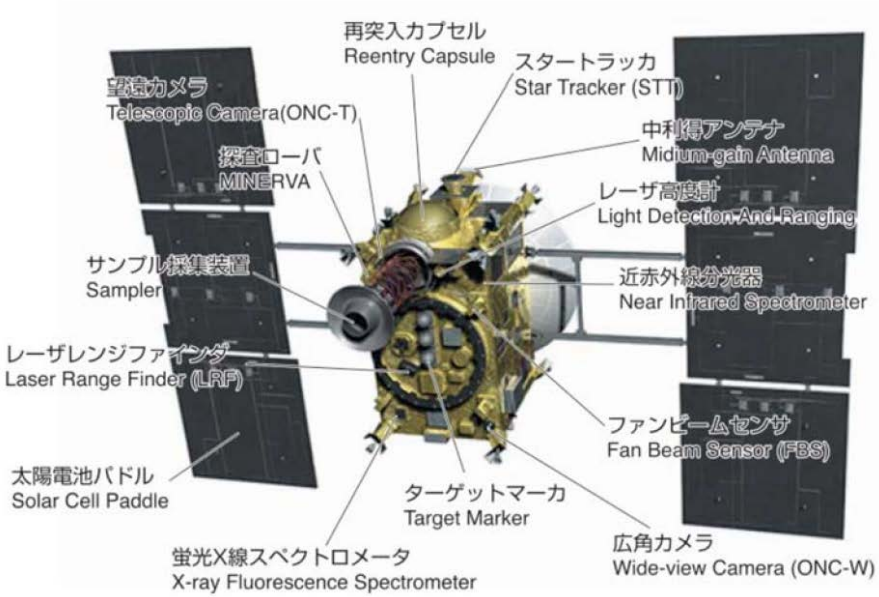
「はやぶさ」からの改良点

① 通信系：高速通信のために新規にKaバンド通信系を追加。ハイゲインアンテナを平面アンテナにした。
② イオンエンジン：耐久性を増し、推力を増強した。
③ 小型着陸機（MASCOT：Mobile Asteroid Surface Scout）：ドイツ・フランスが開発した小型の着陸機。小惑星に着陸して小惑星表面のデータを取得する。
④ 姿勢制御装置（リアクションホイール）：「はやぶさ」で3台中2台が故障したため、「はやぶさ2」では4台搭載し、合わせて運用を工夫することでトラブルを未然に防ぐ。

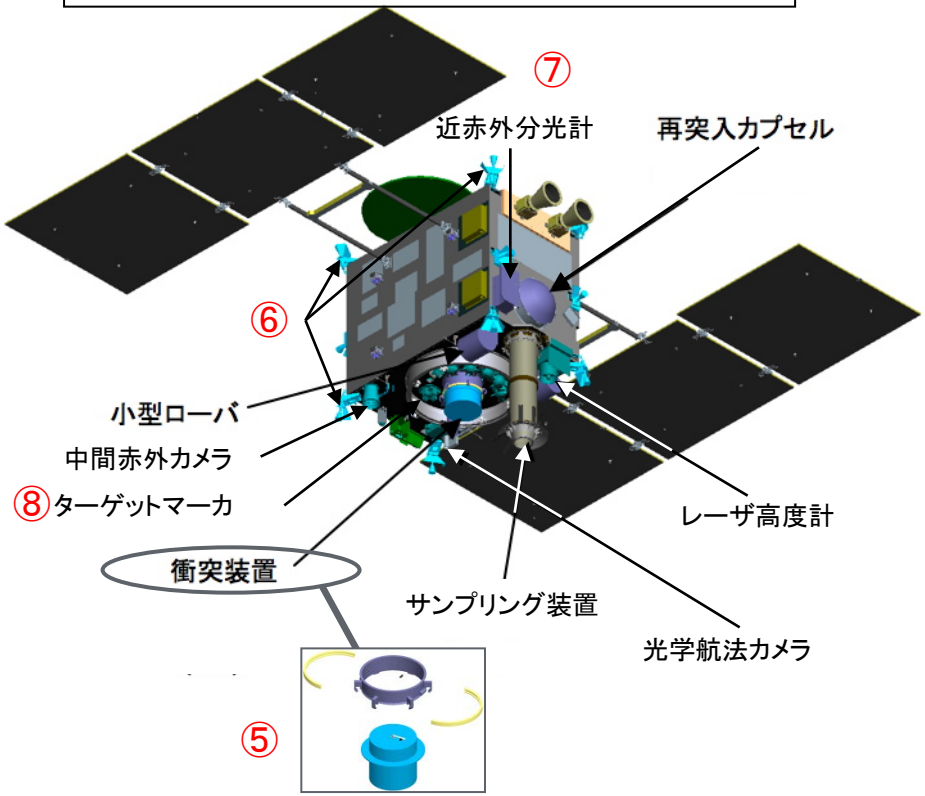
Ⅴ.「はやぶさ」と「はやぶさ2」の比較 3/3

「はやぶさ」

【形状：下面】



「はやぶさ2」



「はやぶさ」からの改良点

- ⑤ 衝突装置：新規の装置で、小惑星表面に人工的なクレーターを作る。その後、地下の物質の採取を試みる。
- ⑥ 化学推進系：「はやぶさ」および「あかつき」の不具合の対策として、推薬の配管系統を改良した。
- ⑦ ミッション機器：C型小惑星探査に対応するような改良や新規の機器を搭載した。
- ⑧ ターゲットマーカ：ピンポイントタッチダウンのために、「はやぶさ」の3つから5つに増やした。

Ⅵ.「はやぶさ2」の主要技術（概要）

- 数々の技術チャレンジが全て成立しないと成就しない、「超・挑戦的計画」であった初号機ミッション。
- 多くの困難に遭遇、それを知恵・努力で乗り越えた。
  - 3個中2個のリアクション・ホイールの故障
  - タッチダウン時の弾丸不発射
  - 化学推進系の燃料漏れとそれによる科学推進系使用不能
  - 通信途絶
  - イオンエンジンの全基機能停止
- 「はやぶさ2」は、初号機の技術・経験を確実化し継承、さらに発展。本格的な宇宙探査・科学を実現できるシステムを構築することを目指す。
- 「はやぶさ2」は、地上管制システムと一体となった、自律機能を備えた遠隔操作ロボット探査システムである。日本が誇る民生用技術を挑戦極限の世界へ挑戦することによりレベル・信頼性高めて、民生品技術への波及も期待される。
- 以下、主要技術の一例を世界の中での技術レベルや波及効果にも触れながら記す。

  ① イオンエンジン

  ② 自動・自律化技術

  ③ 初号機からの発展・改良

Ⅵ.「はやぶさ2」の主要技術（①イオンエンジン）

1. 特徴・技術のレベル

- 初号機の世界初の「マイクロ波放電方式」を継承。既に実用化されている「直流放電方式」と異なり、プラズマ生成部に熱電子放出用陰極が不要で、寿命・信頼性に優れる。
- 初号機で、地球/イトカワ間の往復航行を達成、４万時間（４台の合計）の運転実績を示した。

2. ２号機での改良点

- 中和器*: 磁場の最適化により長寿命化をはかった
- イオン源：イオン加速部の形状・推進剤供給方法の改良による推力の25%向上（8mN→10mN)

（*イオン源と対となる機器で衛星から電子を放出する。イオン源から加速放出されるプラスイオンと等量の電子を放出することで、探査機が帯電し、放出されたイオンが逆流し加速できなくなることを防ぐ。）

3. 応用可能性

- 化学推進の10倍の燃費効率。惑星間航行以外にも、静止衛星の軌道制御、低高度地球観測衛星の大気抵抗キャンセル用推進等への適用がある。
- 企業と連携した北米での商用展開、並びにドバイ衛星**への中和器搭載の協力を実施中。

（**ドバイ国のエミレーツ先端科学技術研究所が開発した災害監視衛星。JAXA開発の中和器を使った電気推進実験の協力。）

Ⅵ.「はやぶさ2」の主要技術（②自動・自律技術）

1. 特徴・技術のレベル

- 往復40分の時間遅れ、アナログ電話級レート（8kbps）という通信環境の下、表面状態等が良く分からない小惑星に安全に着地し試料採取を行うために高度な「自動・自律機能」が不可欠。
- 惑星探査の技術難度４段階（フライバイ、オービタ、ランダ、サンプル･リターン）の最難関である無人の小惑星着陸・サンプル･リターン技術は「はやぶさ」が世界初。

2. ２号機の特徴・改良点

- 初号機の探査機自律と地上機能（計算機、運用者）の共同作業技術を発展・踏襲。
- 具体的には、人間の総合判断・介入を制御ループの中に適宜入れる「遠隔操作」（GCP-NAV等）を広汎に取り入れている。また、小惑星の観察結果等を反映し、自律機能を効率的に変更・修正できるしくみ（GSP）を採用。
- 初号機では着陸には成功したが、制御ソフトウェア設定のエラーにより弾丸発射に失敗した。２号機では、ソフトウェア検証を充実させ、確実度の高いにシステム実現を目指す。
- さらに2号機では、小惑星観測データの科学的分析に基づき、科学的に価値が高い着地点を決定、人工クレータ周辺を含む狙った点への着地・サンプル採取を行う「ピンポイント・タッチダウン」も試みる。（「降りれるところに降りる」から「降りたいところに降りる」）

3. 応用可能性・期待される効果

- はやぶさ1,2の降下・着陸技術は、NASAが情報開示を要望する「日本の得意技術」。ミッションの成否や成果を大きく左右する先端技術を更に強化し、国際宇宙探査の我が国の取り組みにも繋げたい。

Ⅵ.「はやぶさ2」の主要技術（③初号機からの発展・改良）

1. 衝突装置（Small Carry-on Impactor)

- 宇宙風化を受けない内部物質の露出・採取への試み
- インパクタ自身には誘導装置を省いて簡素化・軽量化
- 爆発成形侵徹体（Explosively Formed Projectile）技術の応用

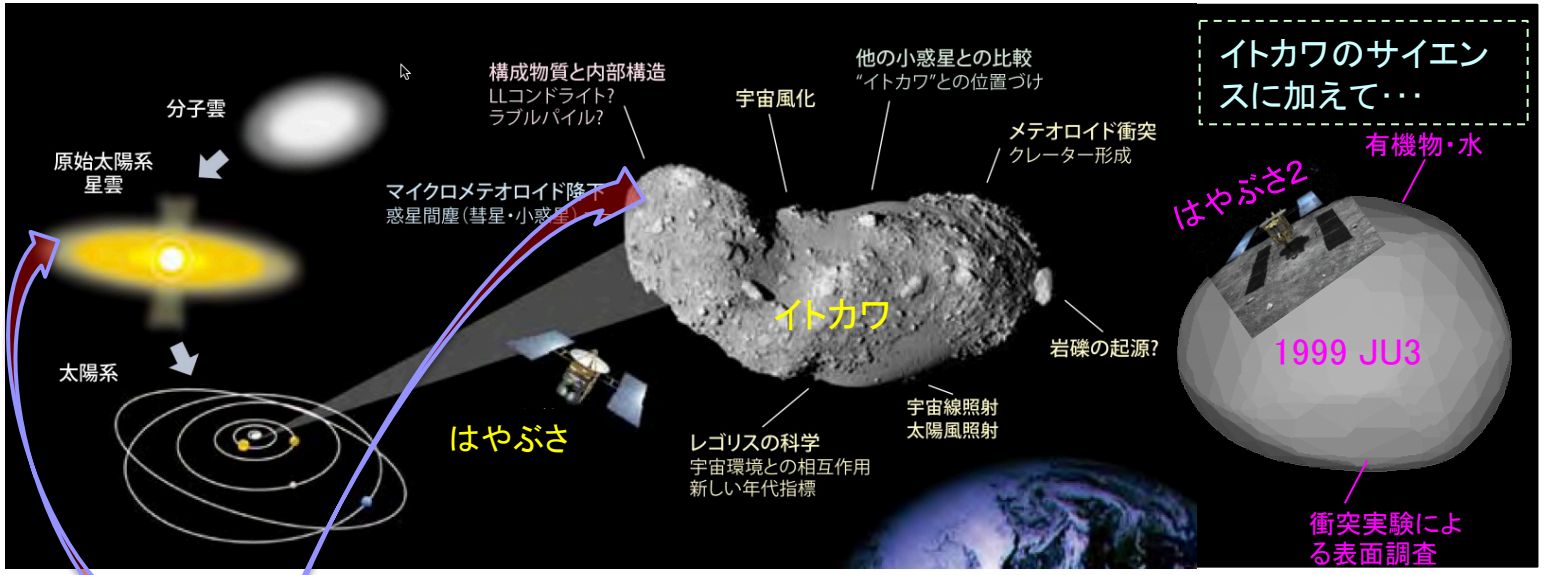
2. Ka帯通信

- X帯（8GHz）送受信に加え、Ka帯(32GHz）送信（探査機→地球）機能を追加。（8kbpsから32kbpsに向上）
- 小惑星リモートセンシングデータの伝送量向上、伝送時間短縮による探査・科学の充実並びに、軌道決定精度の向上が図れる。
- 国際的な深宇宙用周波数割り当ての変遷に対応した技術開発。

3. 信頼性の向上

- 機器の冗長化（ﾘｱｸｼｮﾝ・ﾎｲｰﾙ：3台→4台。スタートラッカ（恒星センサ：1台→2台。）
- 化学推進系の燃料・酸化剤調圧系機能を分離。（「あかつき」不具合反映。）

Ⅶ.「はやぶさ2」の科学(1/2)



太陽系の過去について

■太陽系の誕生と進化を解明する

・どのような物質がどのような状態で存在していたのか？
・惑星はどのようにして誕生し進化したのか？
・生命の原材料（有機物・水）は何か？

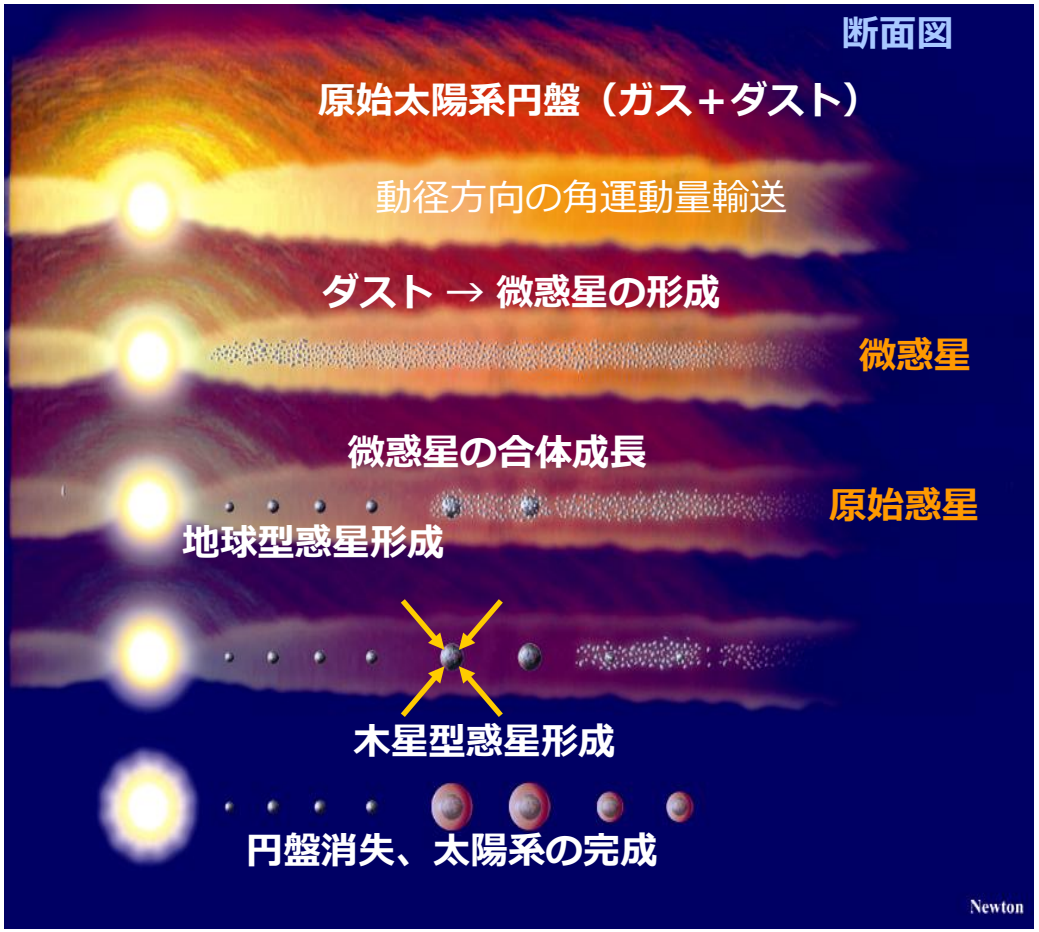
太陽系の現在について

■隕石のキャリブレーション（較正）をする

・隕石と小惑星サンプルはどのような関係になっているか？
※膨大な数の隕石が収集されているが、これらは地球の大気や水等で汚染されているため、宇宙にあったときの状況を推定することが困難である。小惑星サンプルと比較することにより、隕石を貴重な試料に変えることができる。

Ⅶ.「はやぶさ2」の科学(2/2)

太陽系の誕生と進化を解明する



（背景の図はNewton Pressより）

テーマ

①惑星を作った物質を調べる

原始太陽系円盤にはどのような物質があり、惑星が誕生するまでにどのように変化したのか？

②惑星への成長過程を調べる

微惑星から惑星へ、天体はどのようにして成長していったのか？

Ⅷ.「はやぶさ」と「はやぶさ2」の目標/成果

Hayabusa2 Hayabusa2 Hayabusa2

2010(H22) 2015(H27) 2020(H32)

より始原的な天体へ！

はやぶさ（S型小惑星）

はやぶさ2（C型小惑星）

さらなる惑星探査活動領域の拡大へ

「はやぶさ2」の目標

- □ 「はやぶさ」で試みた一連のサンプル回収技術の確立（信頼性向上）
- □ 衝突装置による人工クレーターの形成（小惑星表面の掘削）
- □ 衝突により表面に露出した地下物質のサンプル採取
- □ C型の微小な地球接近小惑星の特徴の解明
- □ C型小惑星と炭素質コンドライト隕石との関係の解明
- □ 太陽系誕生時の物質（特に、水や有機物も含む）とその状態の解明
- □ 小型ローバ等による小惑星表面探査

「はやぶさ」で目指した目標とその成果

- ■ イオンエンジンを主推進とする惑星間航行 【達成】
- ■ 自立的な航法誘導による、小惑星へのランデブー 【達成】
- ■ カプセルによる、サンプル回収 【達成】
- ■ 小惑星の科学観測 【光学観測は達成・小型ローバは失敗】
- ■ 小惑星表面へのタッチダウン、サンプル採取 【極微小量であるが、達成】
- ■ S型の微小な地球接近小惑星の特徴の解明 【達成】
- ■ S型小惑星と普通コンドライト隕石との関係の解明 【達成】
- ■ 太陽系誕生時の物質とその状態の解明 【イトカワサンプルの研究解析が現在進行中】

Ⅷ-1.「はやぶさ2」成功基準　1/2

目的	目標（ミニマム）	目標（フル）	目標（エクストラ）
【理学目的1】 C型小惑星の物質科学特性を調べる。特に鉱物、水・有機物の相互作用を明らかにする。	小惑星近傍からの観測により、C型小惑星の表面物質に関する新たな知見を得る。（※） 〈達成判断時期〉 探査機の対象天体到達1年後 （※）小惑星表面の分光データを10セット取得する。	採取試料の初期分析において、鉱物・水・有機物相互作用に関する新たな知見を得る。（※） 〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還1年後 （※）サンプルを100mg以上採取する。	天体スケールおよびミクロスケールの情報を統合し、地球・海・生命の材料物質に関する新たな科学的成果を上げる。 〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還1年後
【理学目的2】 小惑星の再集積過程・内部構造・地下物質の直接探査により、小惑星の形成過程を調べる	小惑星近傍からの観測により小惑星の内部構造に関する知見を得る。（※） 〈達成判断時期〉 探査機の対象天体到達1年後 （※）小惑星のバルク密度を±7%の制度で決定する。	衝突体の衝突により起こる現象観測から小惑星内部構造・地下物質に関する新たな知見を得る。（※） 〈達成判断時期〉 探査機の対象天体離脱時まで （※）生成されたクレータを中心として100m 四方の画像データを空間分解能20cmで取得する。	衝突破壊・再集積過程に関のする新たな知見をもとに小惑星形成過程について科学的成果を挙げる。 探査ロボット（小型ローバ／小型ランダ）により、小惑星の表層環境に関する新たな科学的成果を挙げる。 〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還1年後

Ⅷ-2.「はやぶさ2」成功基準　2/2

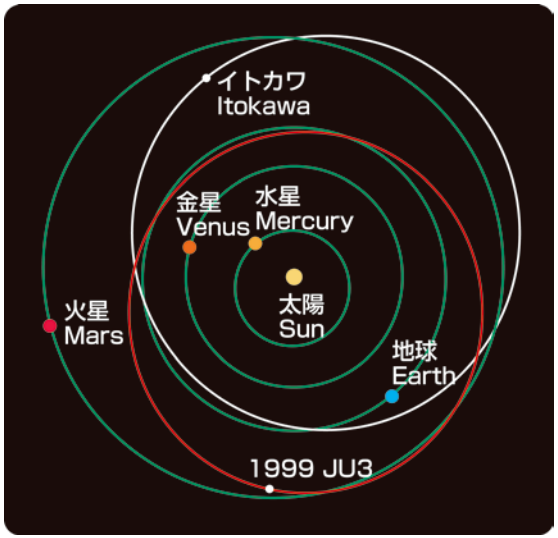
目的	目標（ミニマム）	目標（フル）	目標（エクストラ）
【工学目的1】 「はやぶさ」で試みた新しい技術について、ロバスト性、確実性、運用性を向上させ、技術として成熟させる。	イオンエンジンを用いた深宇宙推進にて、対象天体にランデブーする。 〈達成判断時期〉 探査機の対象天体到達時	・探査ロボットを小惑星表面に降ろす。 ・小惑星表面サンプルを採する（※） ・再突入カプセルを地球上で回収する。 〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還時 （※）サンプルを100mg以上採取する。	N/A
【工学目的2】 衝突体を天体に衝突させる実証を行う。	衝突体を対象天体に衝突させるシステムを構築し、小惑星に衝突させる。 〈達成判断時期〉 生成クレーター確認時	特定した領域（※）に衝突体を衝突させる。 〈達成判断時期〉 生成クレーター確認時 （※）衝突目標点から半径100mの範囲	衝突により、表面に露出した小惑星の地下物質のサンプルを採取する。 〈達成判断時期〉 試料回収カプセルの地球帰還時

Ⅸ. 探査対象小惑星の特徴 1/3

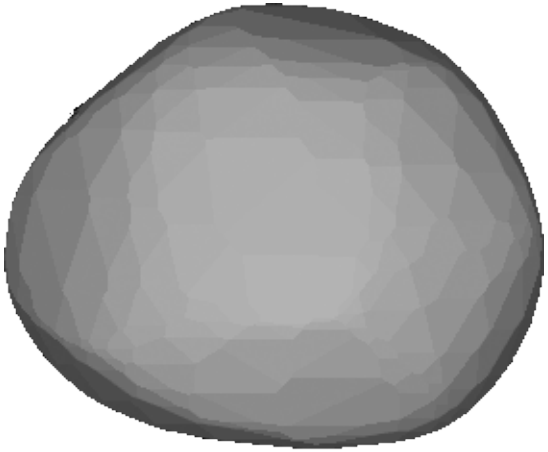
名称	：未定
確定番号	：162173
仮符号	：1999 JU3 ＊1999年5月に発見された小惑星
大きさ	：約900 m
形	：ほぼ球形
自転周期	：約7時間38分
自転軸の向き	：正確な推定が困難
反射率	：0.05 ＊反射率が1に比べて小さい＝黒っぽい
タイプ	：C型（水・有機物を含む物質があると推定される）
軌道半径	：約1億8千万km
公転周期	：約1.3年

✓2014年10月の時点での情報

小惑星1999 JU3の軌道

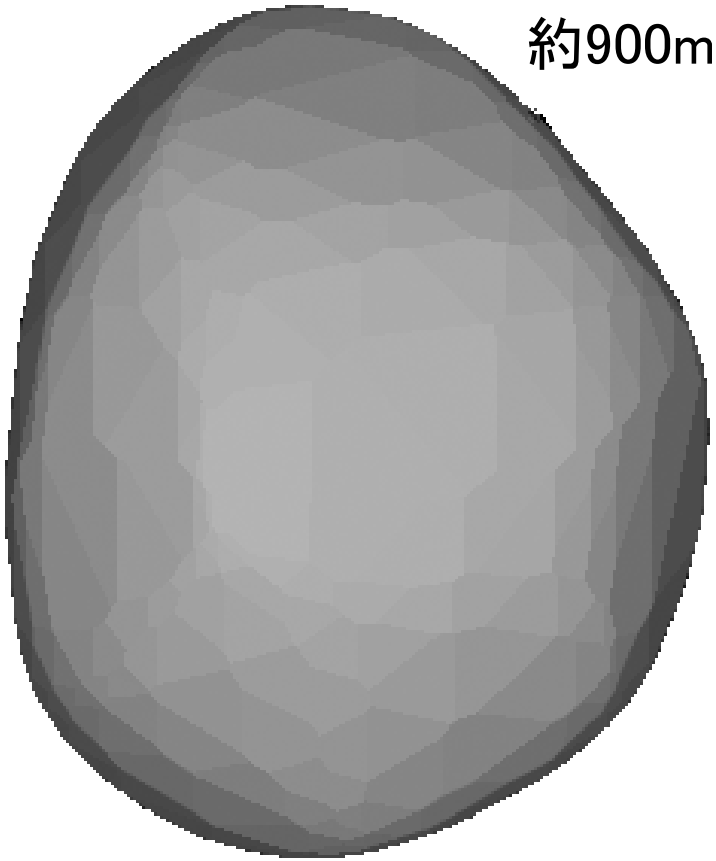


推定された形状



Ⅸ. 探査対象小惑星の特徴 2/3

イトカワと1999 JU3の大きさの比較



約900m

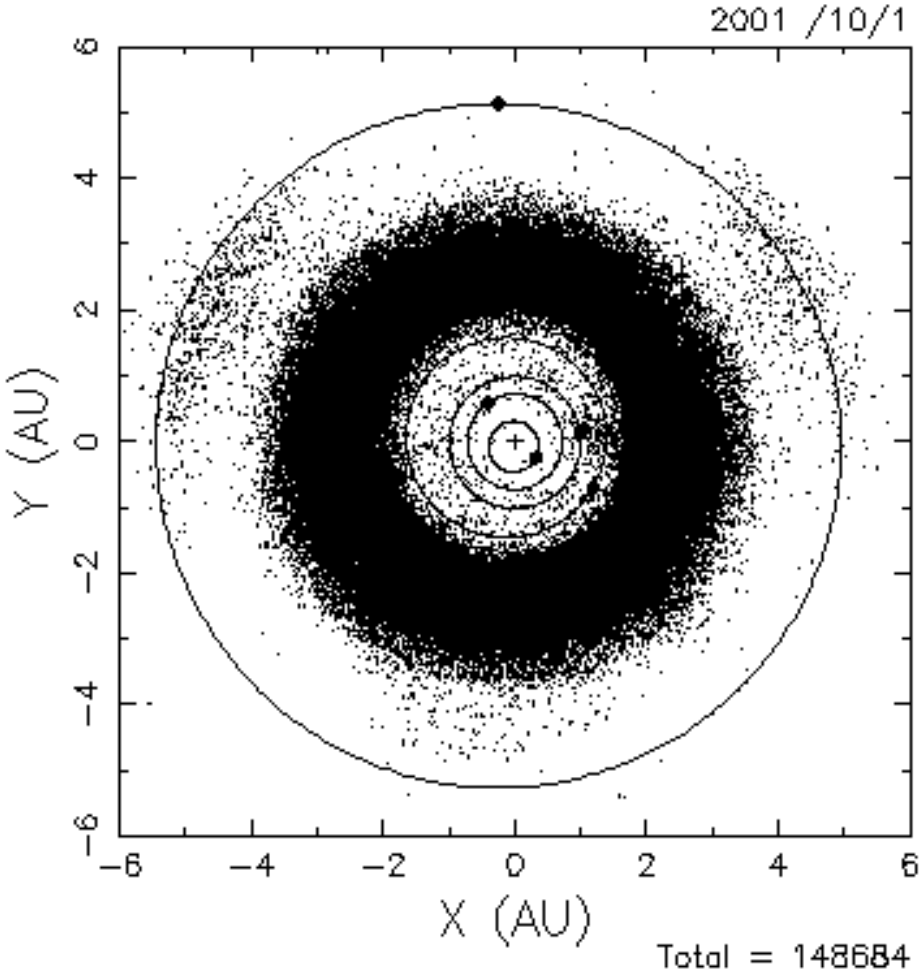
634m

535m

333m

Ⅸ. 探査対象小惑星の特徴 3/3

<参考>小惑星の分布と数



2014年10月の時点で、発見され軌道が求められている小惑星:
約66万個

確定番号付き:
約41万個

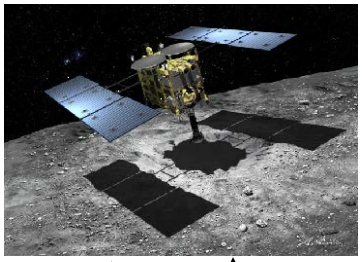
地球軌道に接近するもの:
約11,500個

*図は、148,684個を表示したもの

X. 運用・追跡管制設備 1/2

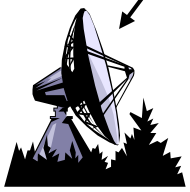
JAXA相模原キャンパス

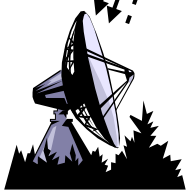
- テレメトリの受信・確認・分析
- コマンドの送信
- 軌道決定・軌道予測
- 軌道計画

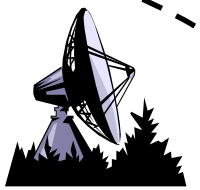


Uplink: CMD, RNG（7GHz帯）
Downlink: TLM, RNG（8GHz帯）
Downlink: TLM, RNG（32GHz帯）

追跡局

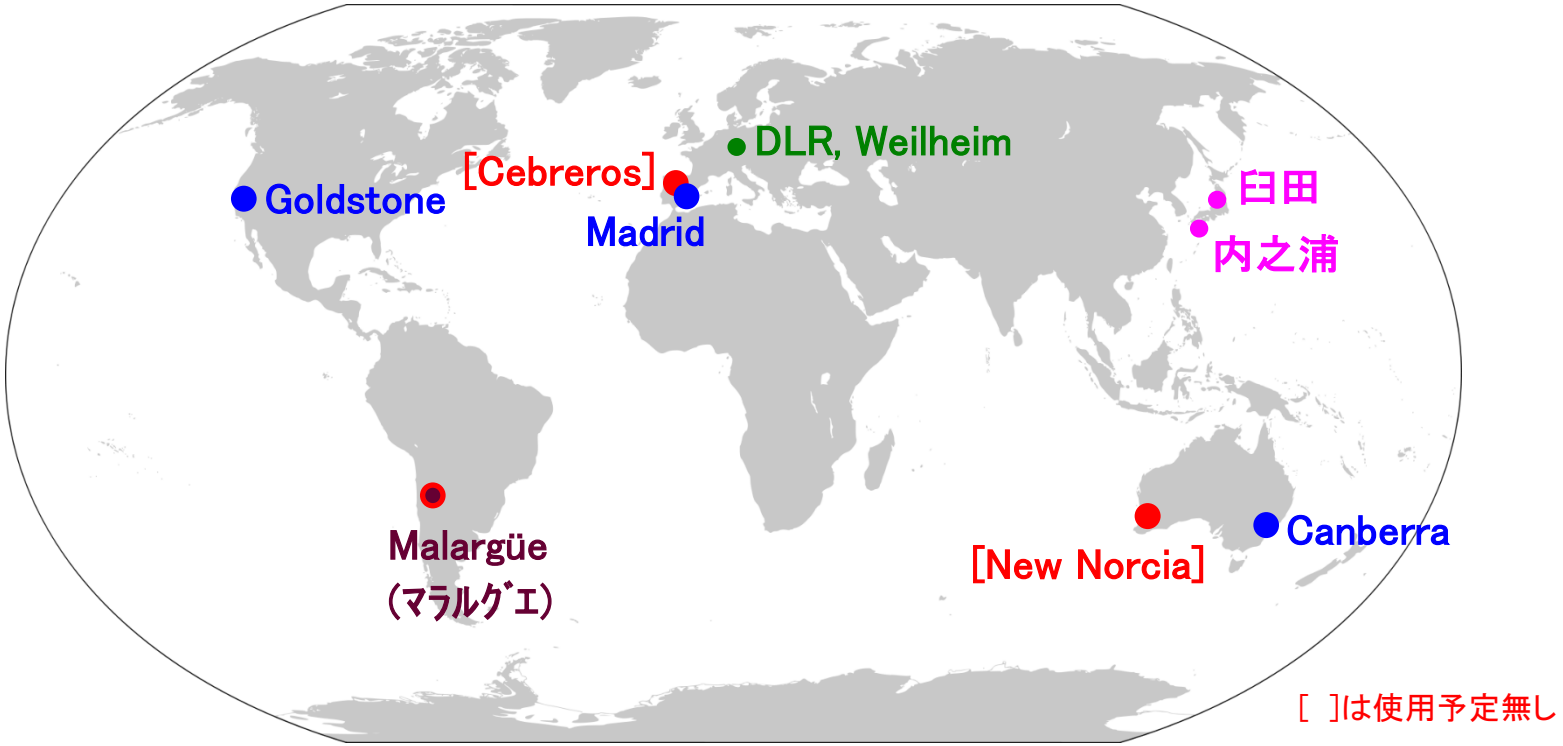






	臼田64m局	内之浦34m局	内之浦20m局	DSN34m,70m局	ESA局/DLR局
X帯	主局	副局	打ち上げ支援	NASA追跡支援	DLR追跡支援
Ka帯				主局	

X. 運用・追跡管制設備 2/2



■通常の運用は臼田宇宙空間観測所を使う。(打ち上げ時は内之浦局も使用)

■クリティカルな運用では、NASAのDeep Space Network (DSN)からも運用を行う。
(DSN : Goldstone, Madrid, Canberra)

■ドイツ航空宇宙センター(DLR)との協力により、DLRのWeilheim追跡局および欧州宇宙機関(ESA)のESA tracking station network (ESTRACK)の局(Malargüeを想定)も使用予定。

XI.「はやぶさ2」の国際協力

Hayabusa2 Hayabusa2 Hayabusa2

米国

1. 米国航空宇宙局（NASA）
   - 追跡・管制支援
   - 小惑星地上観測支援
   - OSIRIS-REx(NASA小惑星探査計画）のサンプル提供等

JAXAはミッション運用への参加機会とサンプルを提供。

欧州

1. ドイツ航空宇宙センター(DLR)
   - 追跡・管制支援
   - 微小重力実験支援

   i. フランス宇宙研究センター(CNES)
      - MASCOT搭載科学機器の開発

JAXAはDLRの小型ランダ（MASCOT）を搭載、小惑星に投下。

豪州

1. 豪州産業省（DOI）
   - 豪州への着陸許可の発行
2. 豪州国防省（DOD）
   - 着陸場所の有償利用

JAXAは利用代金を支弁。

<参考>世界の太陽系小天体探査(年表)

	1980	1990	2000	2010
フライバイ	1986<ハレー彗星> ベガ1号・2号、さきがけ、すいせい、ジオット、ICE 1985<ジャコビニ・ツィナー彗星>ICE	1991<ガスプラ>ガリレオ 1992<グリグ・シェレルプ彗星> ジオット 1993<イダ>ガリレオ 1996<マチルダ> ニア・シューメイカー 1999<ブレイユ> ディープ・スペース1	2001<ボレリー彗星> ディープ・スペース1 2002<アンネフランク> スター・ダスト 2008<シュテインス> 2010<ルテティア> ロゼッタ 2004<ビルト2彗星> スター・ダスト 2005<テンペル1彗星> ディープ・インパクト	2015<冥王星> ニューホライズンズ 2011<テンペル1> NExT 2010<ハートレイ2> EPOXI
衝突				2019<1999 JU3> はやぶさ2
ランデブー・着陸	※年は天体に到着した(する)年を示す ※この他、火星衛星のフライバイ等あり		2000<エロス> ニア・シューメイカー 2005<イトカワ>はやぶさ (2010年帰還)	2014<チュルモフ・ゲラシメンコ> ロゼッタ 2011<ベスタ> 2015<セレス> ドーン 2018<1999 JU3> はやぶさ2
サンプルリターン			2004<ビルト2彗星> スター・ダスト(2006年帰還)	

・はやぶさ2以外は、実施された(現在進行中を含む)探査のみを記載。
・青字は未到着