

**“はやぶさ2”が目的の第一ステップ、
リュウグウの狭い地に無事着地に成功
した事を称えましょう！**

2019. 2

小嶋一郎

NPO法人宇宙アドバイザー協会正会員

IHIOB

宇宙環境に学ぶサークル所属

注：日本人は誉める事に慣れていない、この成功を大いに称えましょう。

はやぶさ2の最終目的は2020年末にオーストラリアの砂漠に帰還する事である、今回は第一ステップの成功であった。

これからの課題

1. リュウグウのピンポイントに着地成功（今回）

今回ははやぶさ初号機が失敗を繰り返した轍を見事クリヤーしそのプレッシャーの中で、成功に導いた関係者の連携を称えるべきです。

しかも岩石でいっぱいの地、**直径6 m以内のピンポイント**に着地した事です。

2. つぎの目的ははやぶさ初号機で経験していないインパクトによる宇宙線等により汚染されていない物質の採取です（**2019.4実施の予定**）。

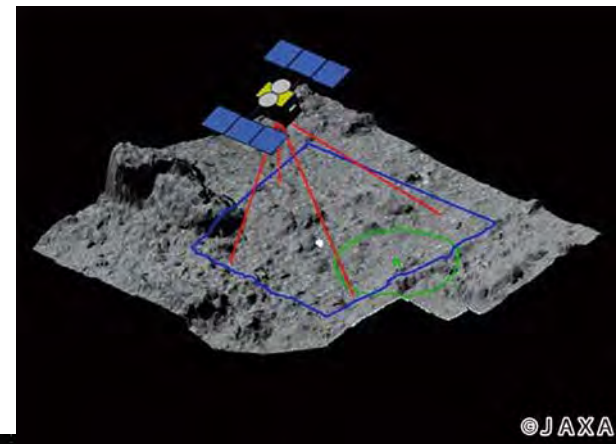
このミッションは今回の探査での重要案件と考えます。

3. 最終はインパクトによる宇宙線等の汚染を受けていない物質を採取して2020年末にオーストラリアの砂漠に帰還しサンプリング資料を日本に持ち帰る事、この帰還は初号機で経験済であるが成功をお祈りしたい。

リュウグウの岩石採取



2019年2月22日着地時の採取岩石(実像)
(JAXA提供)



©JAXA



今後インパクタにて造る着地時の採取岩石 (予測CG)

日本に持ち帰って、両者間の差異に注目が集まる。
少し深いところに生命の源となる水が多くある可能性大と予測されると言われる。
すなわちリュウグウ表面の岩石とインパクタにて造られた穴での岩石との成分比較で
実態が分かんると考えます。

はやぶさ2の目的(ミッション)

1. 初号機「はやぶさ」の後継機として小惑星サンプルリターンを行う。

「はやぶさ」は世界で初めて小惑星からその表面物質を持ち帰ることに成功したが、そのミッションには多くのトラブルがあった。「はやぶさ2」では、「はやぶさ」の経験を生かして、よりトラブルの少ない確実なミッションを目指した。

2. 「科学的意義」、「技術的意義」、「探査としての意義」を持つ

2.1「我々はどこから来たのか」

2.2「技術で世界をリードする」

2.3「フロンティアへの挑戦」

3. 具体的には

1. 太陽系の物質進化過程の謎解きC型小惑星の物質科学的特性を調べる。

特に鉱物-水-有機物の相互作用を明らかにする。

2. 微惑星の物理進化過程の謎解き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。

3. 深宇宙サンプルリターン探査技術の確立「はやぶさ」での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。

4. 宇宙衝突探査技術の実証衝突体を天体に衝突させる実証を行う。

はやぶさ2は苦しい中での成果

1. 事業仕分けに会う（開発予算）

はやぶさ初号機のいろいろの失敗を受け、ちょうど日本政府は事業仕分けの真只中、当初予算は削減された。「**事業仕分け**」予算は減額となつての活動。

2. 岩石に満たされた小惑星リュウグウへの着陸

「はやぶさ2」2014年12月の打ち上げ以来、地球から3億4000万キロ離れた小惑星の半径約3メートルの領域にピンポイントで着陸するという高度な技術力を見せつけた、そんな中2019年2月22日に小惑星リュウグウへの着陸に成功し、サンプル取得した。2020年末に地球に試料を持ち帰るまで困難なミッションが続く。

3. 太陽系探査は次の順で難しくなる

①**フライバイ（突入）** ②**ランデブー** ③**着陸** ④**サンプルリターン。**

兎に角ハイリスクハイリターンの案件、初号機では日本の関係者間のみならずNASAの関係者間でも成功を疑っていたものでした。

はやぶさ初号機の奇跡的帰還と成果と2号機への期待

1. はやぶさ初号機の奇跡的帰還と成果

「はやぶさ初号機は多くの至難を乗り越えて奇跡的に帰還した成果の意味するもの」

①技術立国の証明

②日本は製造国のみならず独創的な創造能力の発信

・50年～100年先の太陽系大航海時代到来の布石

③人類の生命起源

④他の衛星から有用な資源獲得

・未来を背負う子供たちに夢を与えた

2. 21世紀の我々への課題

21世紀の日本は技術力がある技術立国にふさわしい国造りを目指さねばならない。

“成熟社会に向け存在感のある日本を目指す”その第一歩をはやぶさ成功は示してくれた、その意義は大である。

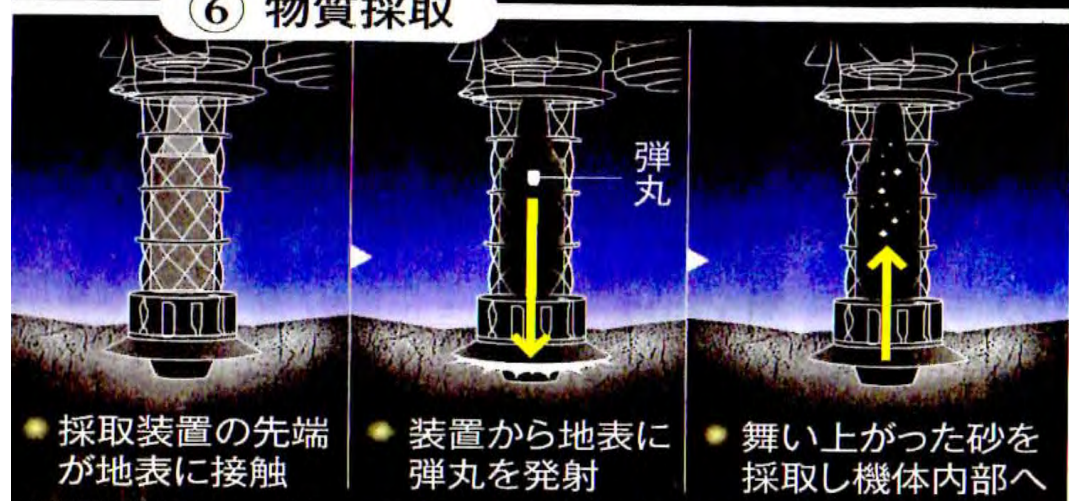
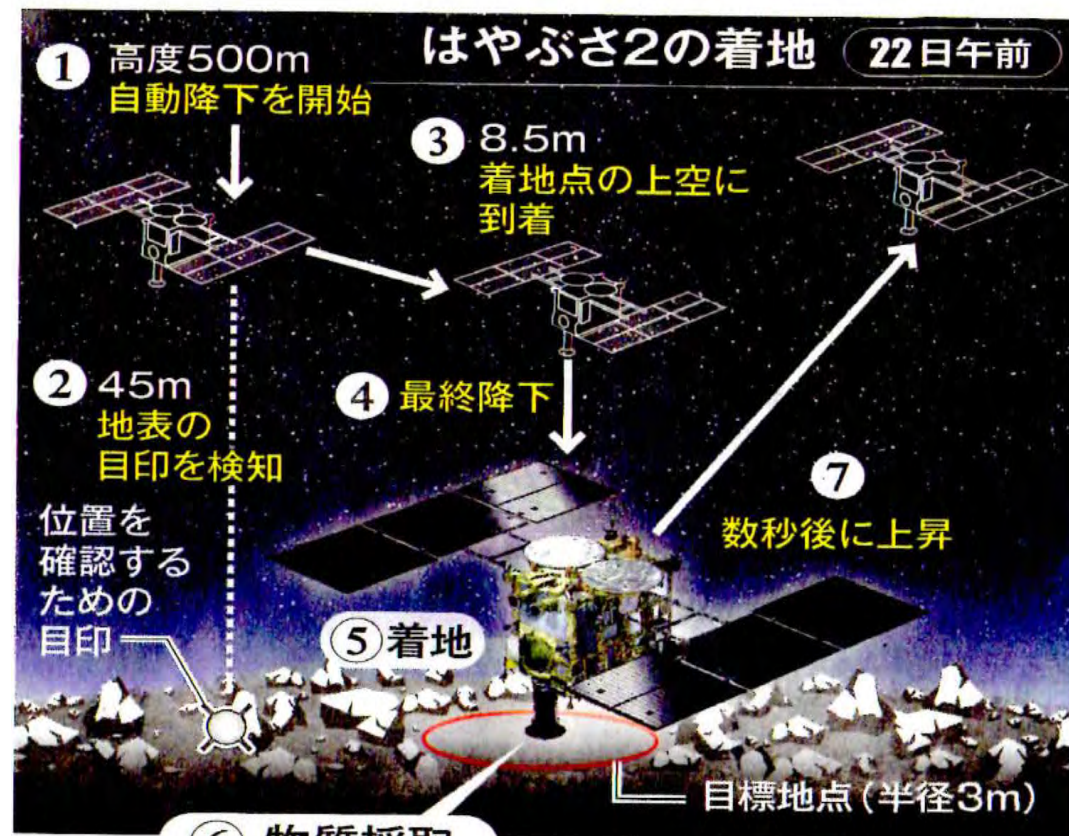
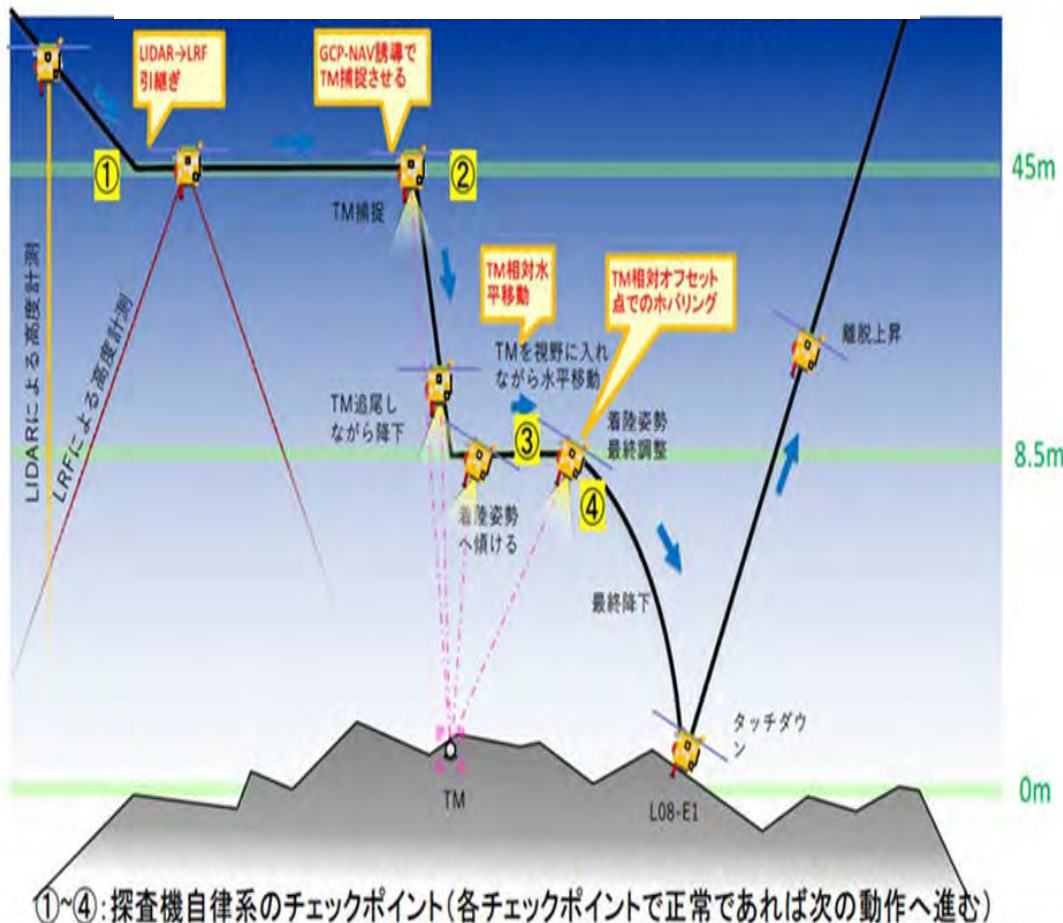
3. 後継機はやぶさ2のミッション

* はやぶさ2号機は初号機の快挙を受け継ぎ、2014年12月3日6年間52億kmの旅に出発した。帰還後世界は日本はすばらしい製造国のみならず独創的な創造能力、技術を待っていると…。21世紀の我々への課題は身近となった。

はやぶさ2の着地成功 (2019年2月22日)



タッチダウンシーケンス



次のミッション“はやぶさ2”のインパクターによるリュウグウでの物質の採取

衝突運用概要

- 衝突装置は作動時に破片(速度: ~数km/s)を四散させる。また、衝突体の小惑星表面に着弾すると、土壌が放出される。そのため、着陸帰還機は衝突装置分離後、小惑星の陰に退避する。

① デブリ回避

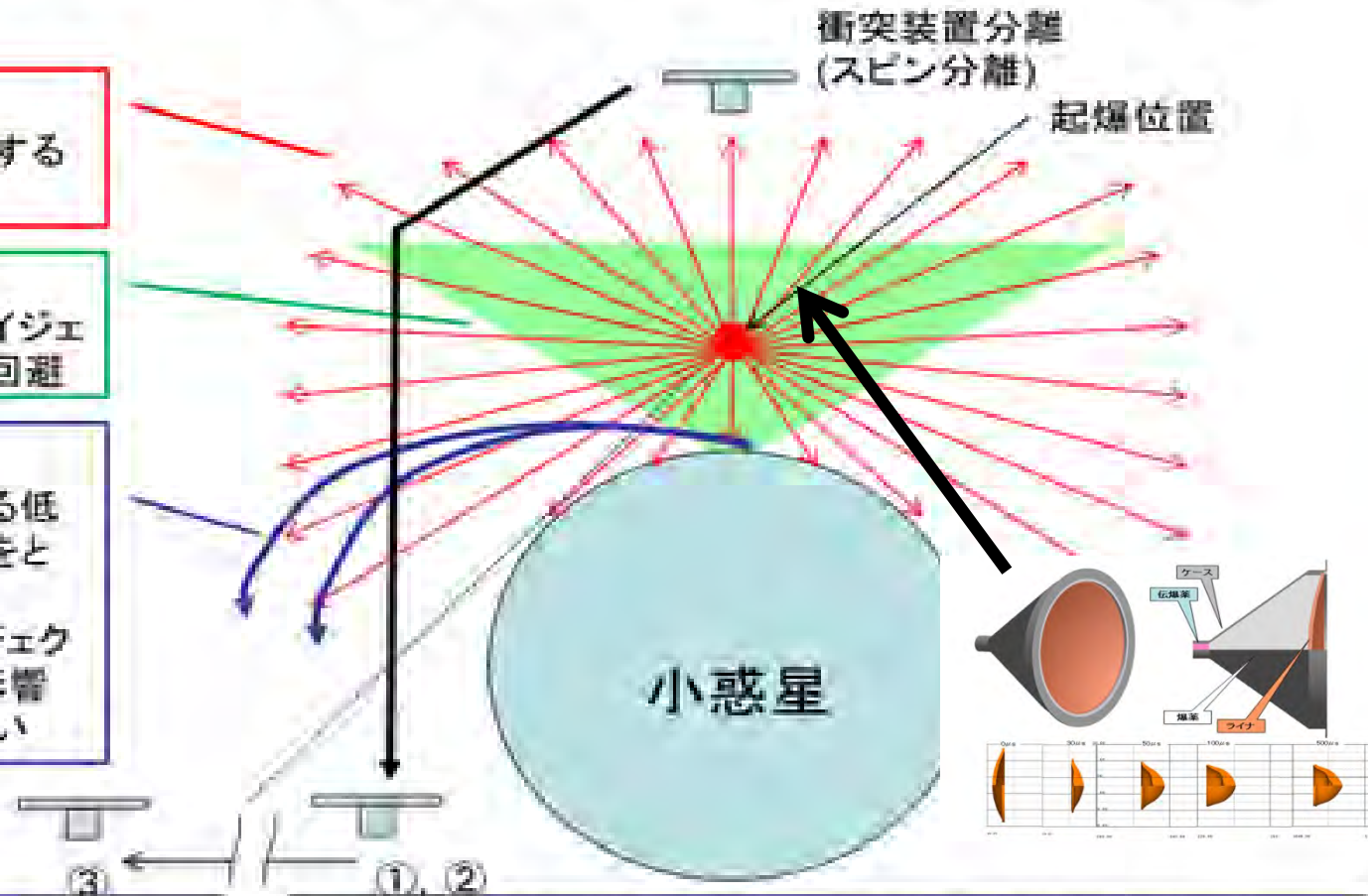
搭載型衝突機の起爆時に飛散するデブリは小惑星の陰で回避

② 高速イジェクタ回避

衝突体衝突時に発生する高速イジェクタは①とともに小惑星の影で回避

③ 低速イジェクタ回避

軌道運動を行って回り込んでくる低速イジェクタは小惑星との距離をとることで回避。
超高高度まで飛散する低速イジェクタは速度が小さいため衝突の影響は小さいうえに、衝突確率は低い



はやぶさ2 町工場の匠のワザの一例



インパクターの製作

銅板とステンレス鋼板溶接

1. ステンレス鋼板製作

厚さ1mmに削り込む加工技術

2. ステンレス鋼板と銅板溶接

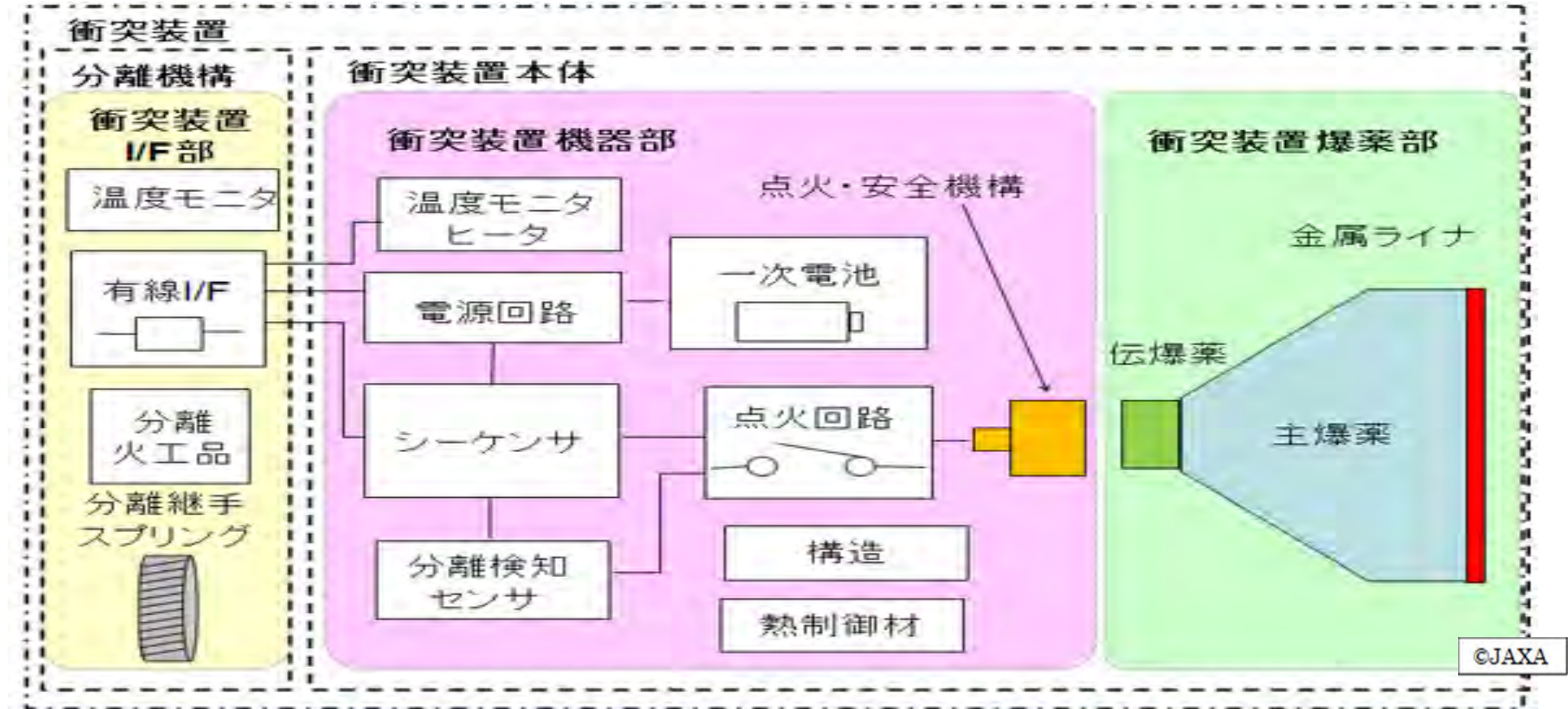
電子ビーム溶接

熱収縮を計算しての溶接技術

日本の誇り

はやぶさの成功の裏には日本の匠のワザがある事も忘れてはならない、**誇るべき物づくりの技術**です

はやぶさ2インパクト



小惑星 直径 約 1 k m へのインパクト命中手順

- ①高度 5 0 0 m 分離、**放出速度 20 cm / 秒 程度**
- ②約 4 0 分間降下、この間にはやぶさ 2 退避
- ③高度 1 0 0 ~ 2 0 0 m 間でシーケンサにて衝突体発射

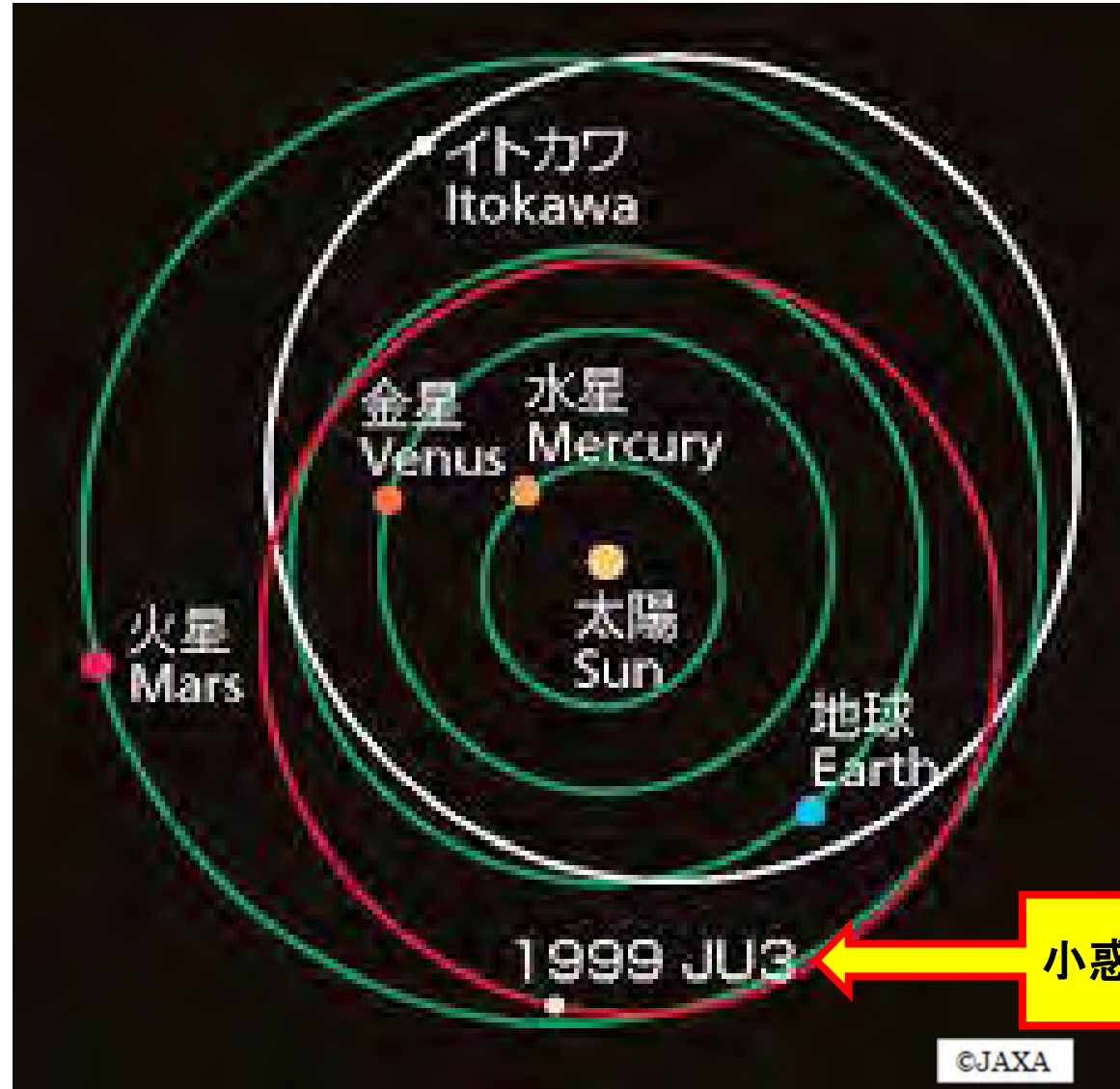


はやぶさ2計画

- 2014年12月3日、H-2Aロケットで打上
- 2018年～2019年天体での探査実施
- 2020年12月地球帰還予定。
- 開発費148億円(初号機127億円)
- はやぶさ2は小惑星リュウグウ(1999JU3)(**生命の起源が予測出来るC型、直径920m**)に行く、丸いおむすび状の形をしている。ミッションは約46億年前宇宙空間での有機物や水の存在を探る事で生命の起源を探りに行く。
- インパクターで小惑星内のカケラ採取(2019年6,7月計画)



小惑星リュウグウ(1999JU3)の軌道



- ・公転: 1. 3年
- ・自転: 約7時間38分
- ・密度: $0.5 \sim 4.0 / \text{cm}^3$ (TBD)
- ・質量: $1.7 \times 10^{11} \text{Kg} \sim 1.4 \times 10^{12} \text{kg}$ (TBD)

注: 密度、質量は予測値探索にて明らかになる

直線距離で地球から約3億km離れたC型小惑星「1999JU3」を目指し、4年余りの旅
採取後6年後の2020年12月 約52億kmの航行距離を経てウーメラ砂漠に帰還予定

はやぶさ初号機とはやぶさ2比較

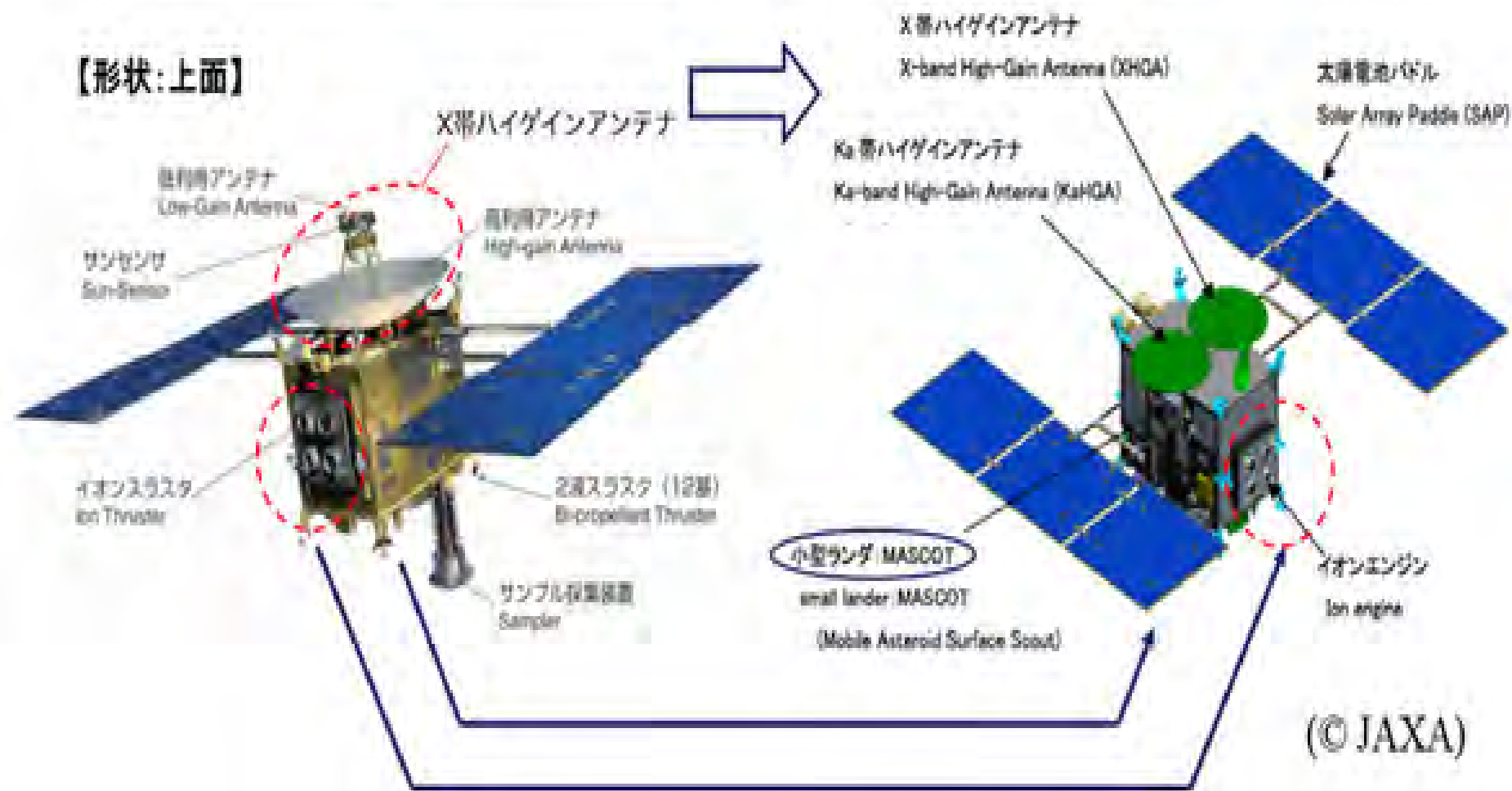
はやぶさ

大きさ: 約1m × 1.6m × 1.1m (探査機本体)
重さ : 510kg (燃料込み)

はやぶさ2

大きさ: 約1m × 1.6m × 1.25m (探査機本体)
重さ : 約600kg (燃料込み)

【形状: 上面】



はやぶさ2の改良点

- ・改良機体で往復で**6年間、約52億^{キロ}の長旅**
- ・インパクタでクレーターを作り、宇宙線等宇宙風化で変質していない内部の物質を露出させて採取する。
- ・イオンエンジン2割アップ(8mN⇒10mN)
- ・おわん形のパラボラアンテナを平面タイプに変更することで軽量化、周波数帯も追加し、初代の4倍の高速通信
(Kaバンド: 約32GHzの周波数の電磁波) 実現
- ・リアクションフォイル3基⇒4基に
- ・はやぶさ重量 500kg⇒600kg

初号機でのトラブル克服により順調な飛行

1. イオンエンジントラブル改良点：中和器の中に金属片が生成された、マイナスの電子を発生させる時この金属片が電磁波出力を妨げていた事が判明。原因はイオンスピードが速いため磁石で守っていた壁が剥がれた。壁を2割増やして壁が傷つかない工夫をした。
2. 化学推進エンジンの燃料、酸化剤の凍結を防ぐ工夫、ヒーターを2か所とした。
3. 探査ロボットミネルバの切り離しを自律にするに当たり、リュウグウに近づいたらLRF／レーザーレンジファインダー（近距離高度計）で約30m付近で位置計測、それまではレーザー光線を発射するLIDAR高度計で実施。

はやぶさ2のミッションとミネルバ他の装置の機能

- ・少し深いところに生命の源となる水が多くある可能性大と予測する。
- ・探査ロボットミネルバⅡで表面を撮影する機能とジャンプして移動する機能をもつ。太陽電池でジャイロが回り最大10mジャンプする。はやぶさ2が50m辺で切り離す機能を自律とした。

レーザー光線を発射するLIDAR高度計で距離を計測、

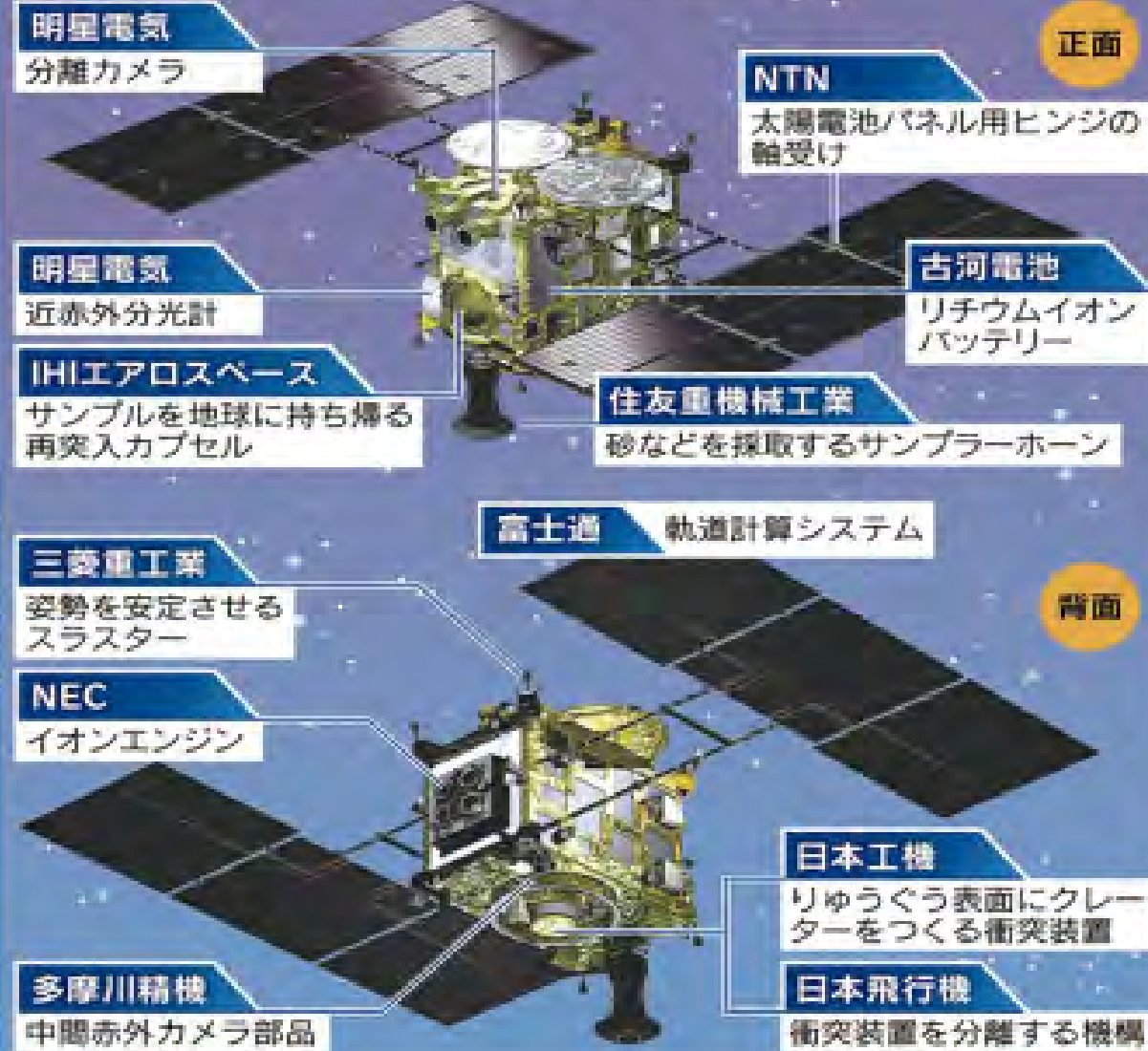
- ・デコボコの表面：ミネルバⅡ画像から3次元モデルを作成して着地点を予測、サンプラーホーンのながさ1mしかない点の克服

- ・リュウグウの土壌：太陽光を反射しない黒い土壌、炭素を多く含むものと水がある可能性

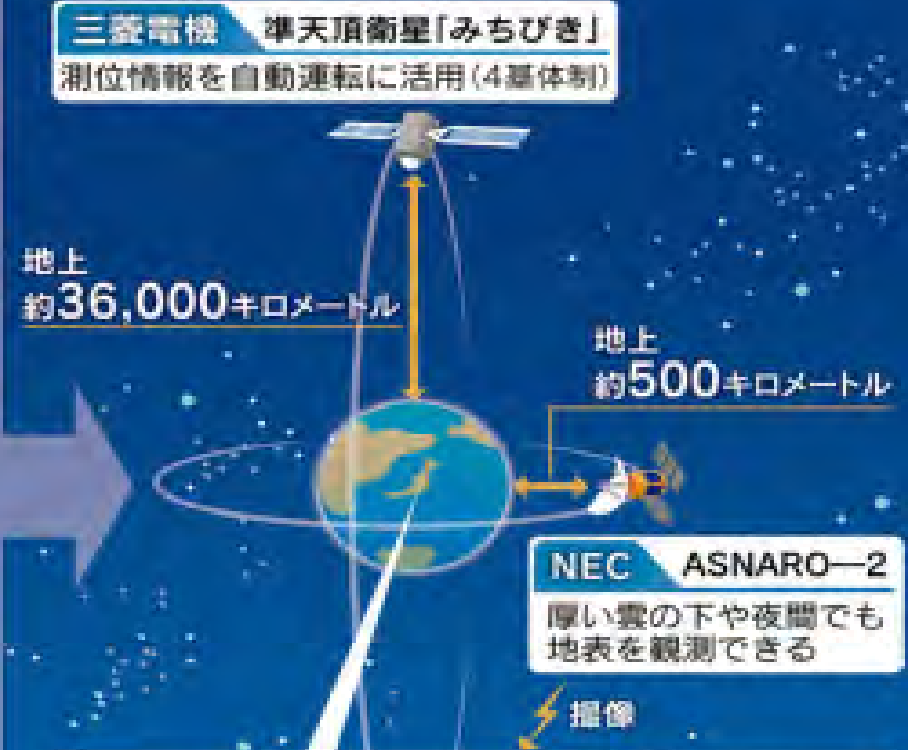
NIRS3／ニルス3と言う装置で水がある可能性観測

はやぶさ2開発支援企業

「りゅうぐう」にきょう到着するはやぶさ2
には主要メーカーが名を連ねる



自社での事業展開も目指す



はやぶさ2

・6年間、約52億kmの旅

1. 打上
2012年12月3日
2. スイングバイ
2015年12月3日
3. 到着
2018年夏
4. 出発
2019年末
5. 帰還
2020年末



ご清聴精読ありがとうございました

宇宙には夢がある、皆様に宇宙開発に興味を持って頂ければ幸いに思います。

今回は初号機はやぶさの後継機となったはやぶさ2に成果を期待して投稿しました

いろいろの事に興味、好奇心を持ち、その中から、将来の目標を決めその実現に励みましょう！

“限りなき前進 ～Ever Onward～”

尚、本稿はインターネット、Wikipedia記事、画像を利用し、過去宇宙開発に関係した筆者の経験を踏まえ自らの考えを入れて編集しました。