

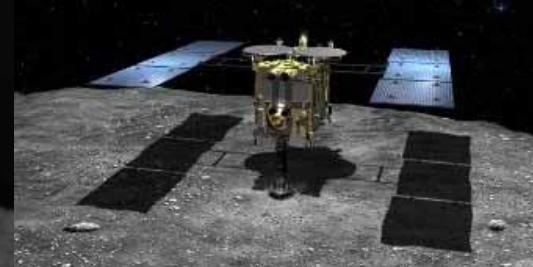
はやぶさ2の挑戦とその成果

JAXA宇宙科学研究所

はやぶさ2プロジェクトマネージャ

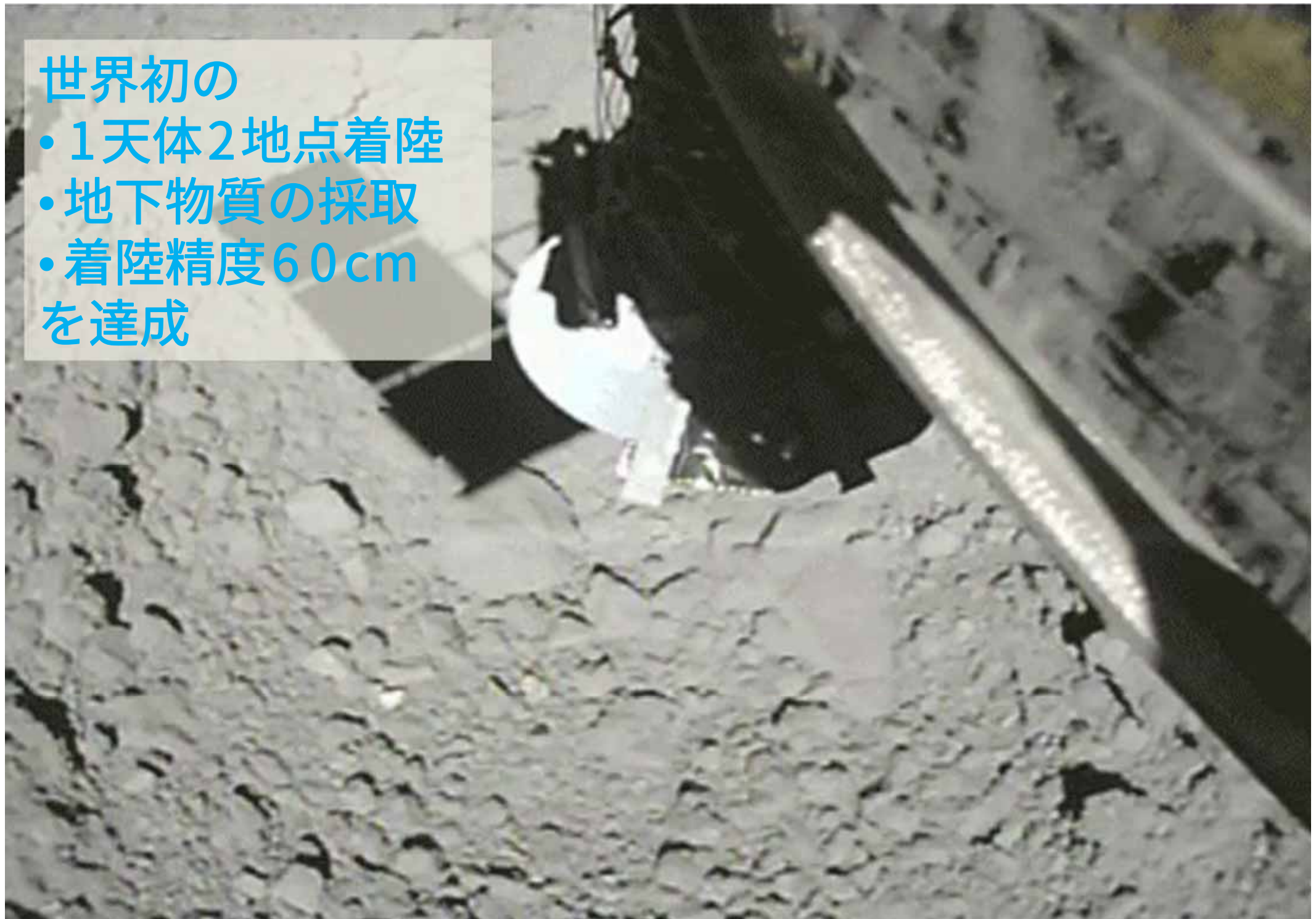
津田 雄一

第40回ひょうご科学技術トピックスセミナー

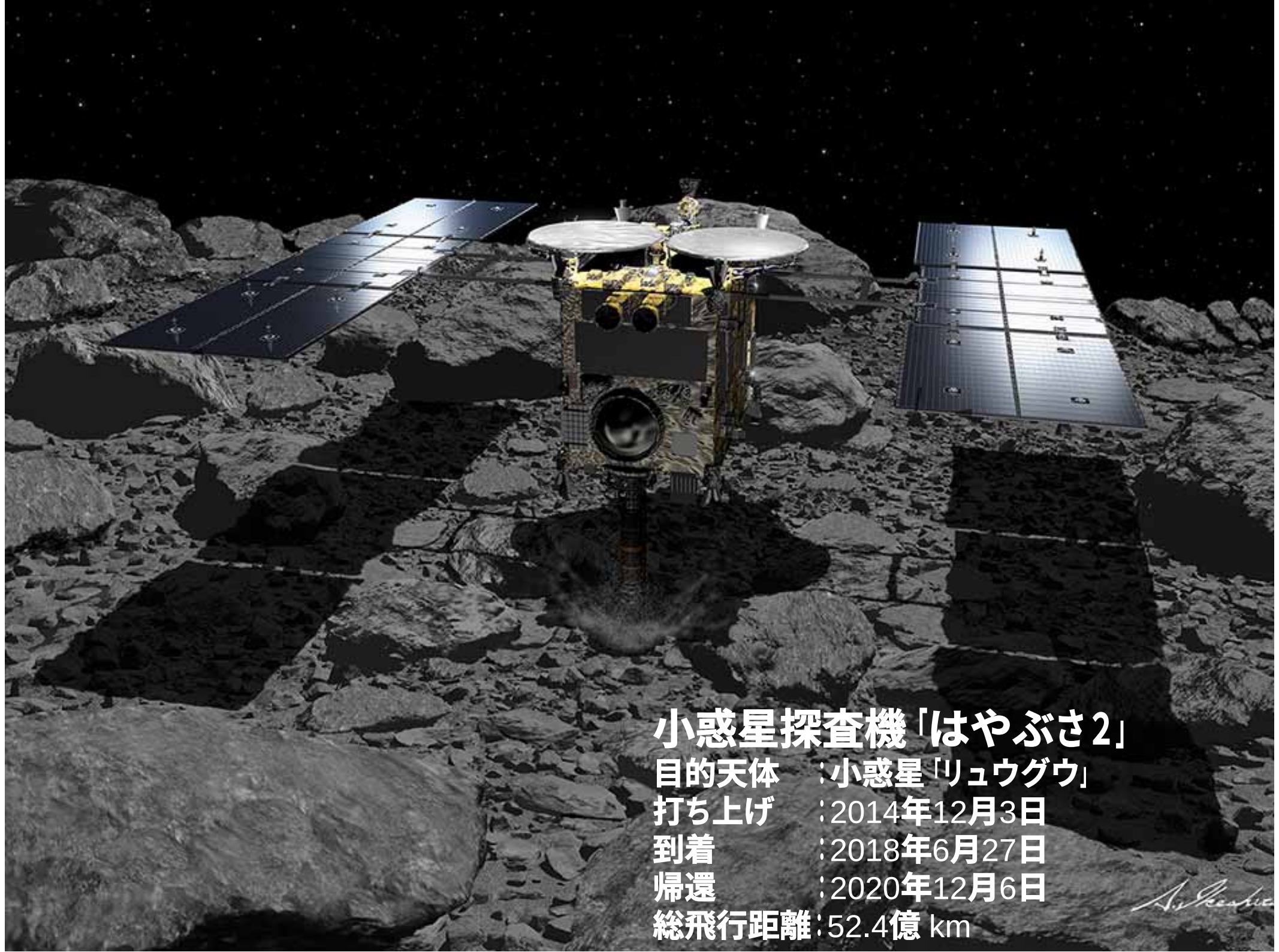


世界初の

- 1天体2地点着陸
- 地下物質の採取
- 着陸精度60cmを達成



2019年7月11日10:06 (日本時間) リュウグウへの第2回タッチダウン成功



小惑星探査機「はやぶさ2」

目的天体 : 小惑星「リュウグウ」

打ち上げ : 2014年12月3日

到着 : 2018年6月27日

帰還 : 2020年12月6日

総飛行距離 : 52.4億 km

ミッションの流れ (52.4億kmのたび)

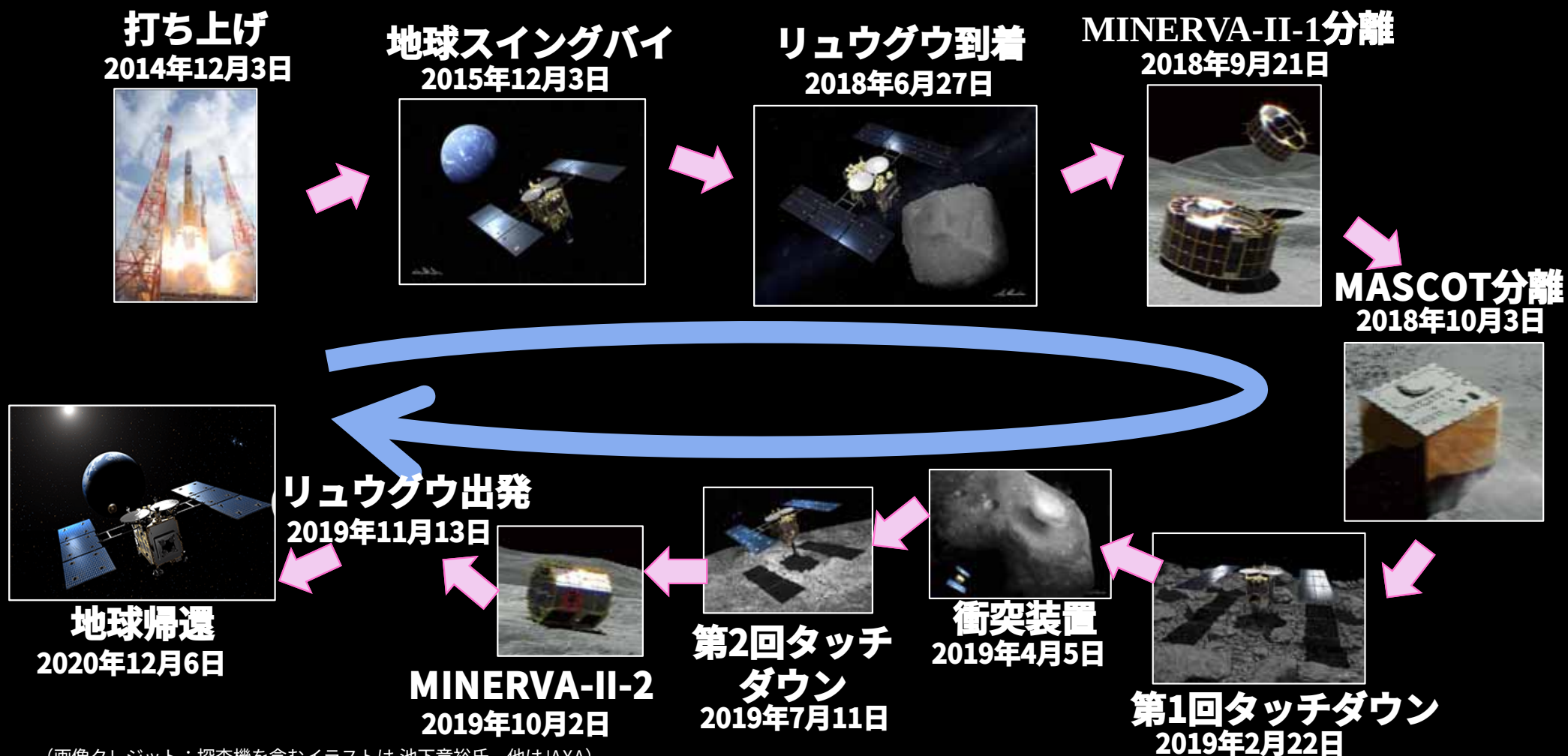


■探査機の総飛行時間 : 2195日

- ・ 打上げ : 2014年12月3日 (水) 13時22分04秒
- ・ カプセル着地 (=消感) : 2020年12月6日2時54分

■総飛行距離 : 52億4千万km

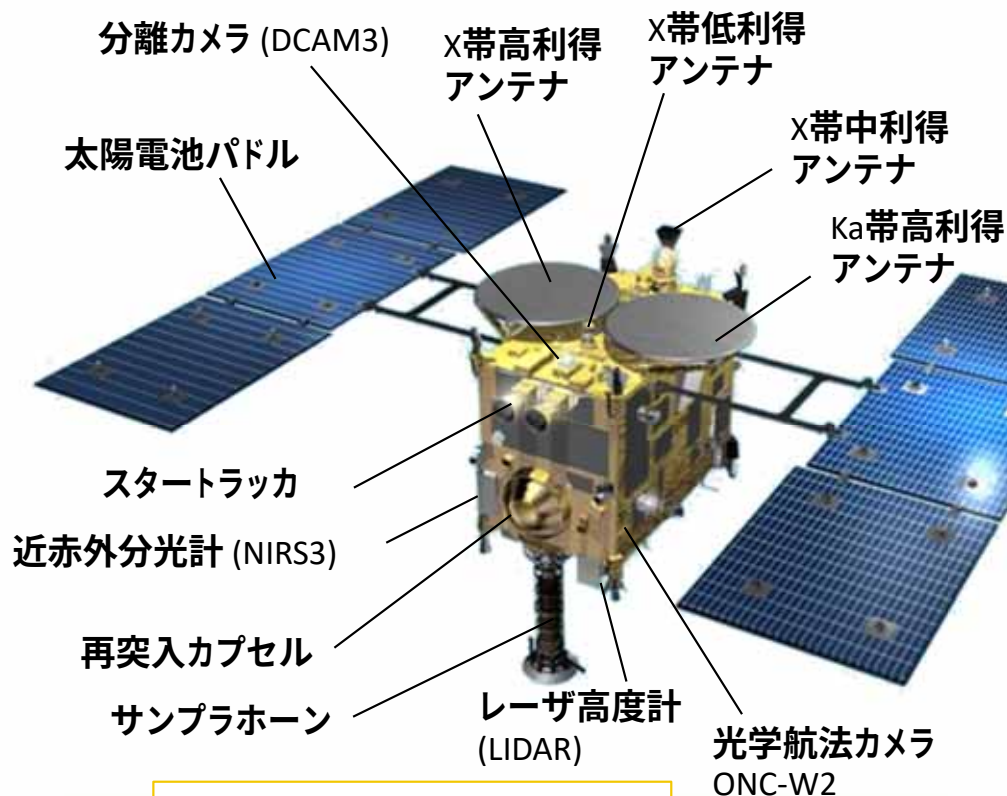
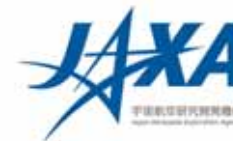
- ・ 往路 : 31億km
- ・ 小惑星近傍 : 13.2億km
- ・ 復路 : 8.2億km



(画像クレジット: 探査機を含むイラストは 池下章裕氏、他はJAXA)



探査機「はやぶさ2」



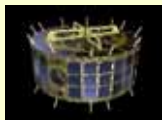
小型着陸機・ローバ

MASCOT

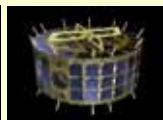


DLRとCNES製作

ミネルバ2



II-1A



II-1B



II-2

II-1 : JAXA MINERVA-II チームによる

II-2 : 東北大およびミネルバ2コンソーシアムによる



光学航法カメラ ONC-T



レーザ高度計 LIDAR

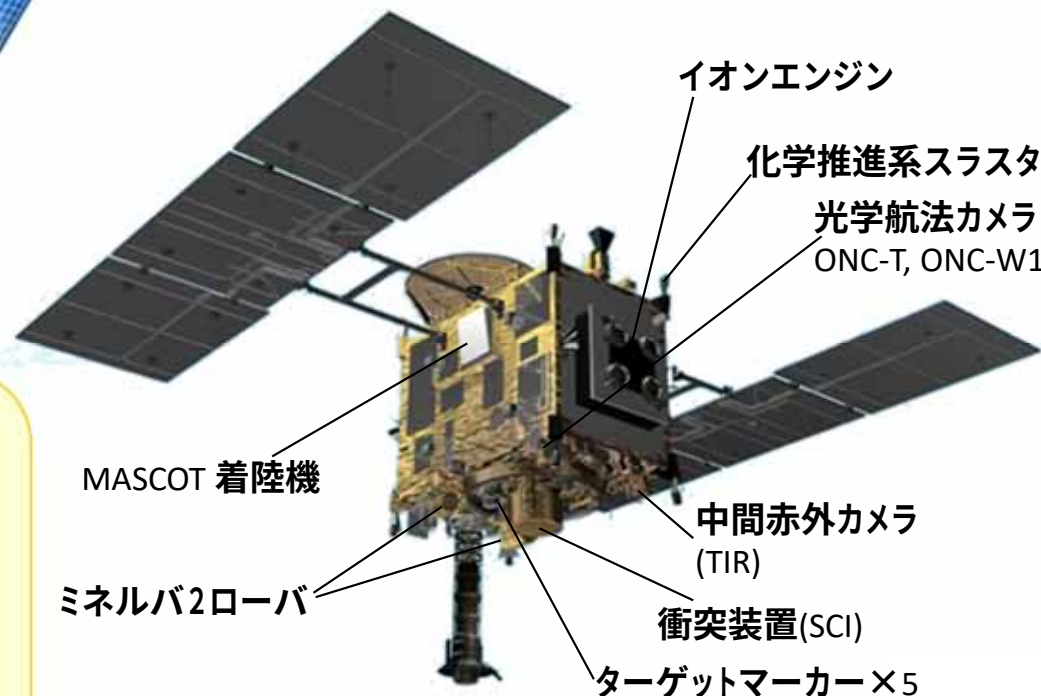


近赤外分光計 NIRS3



中間赤外カメラ TIR

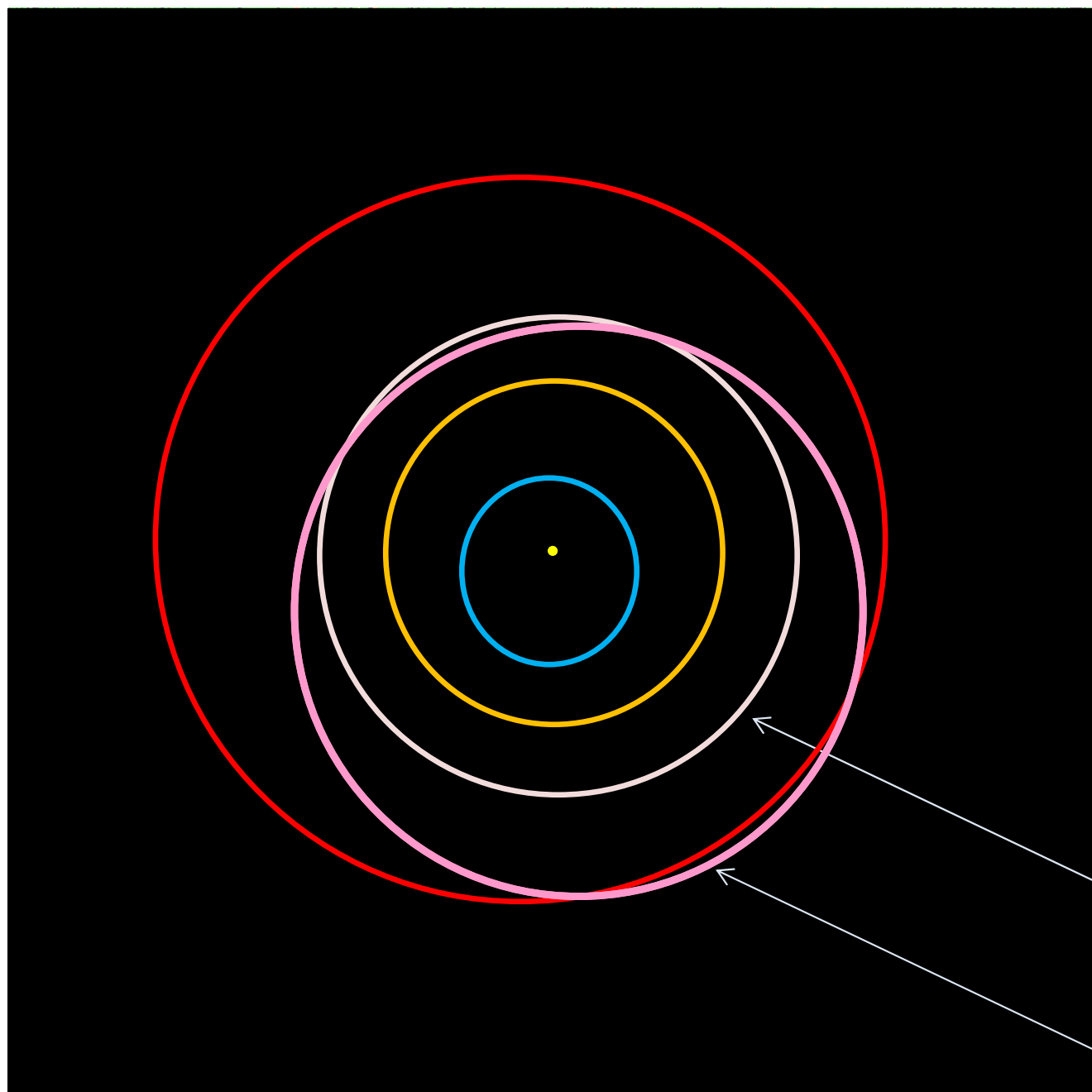
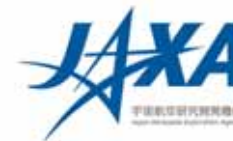
科学観測機器



大きさ: 1m×1.6m×1.25m (本体)
太陽電池パドル展開幅6m
重さ : 609kg (燃料込み)



太陽系をとりまく小天体



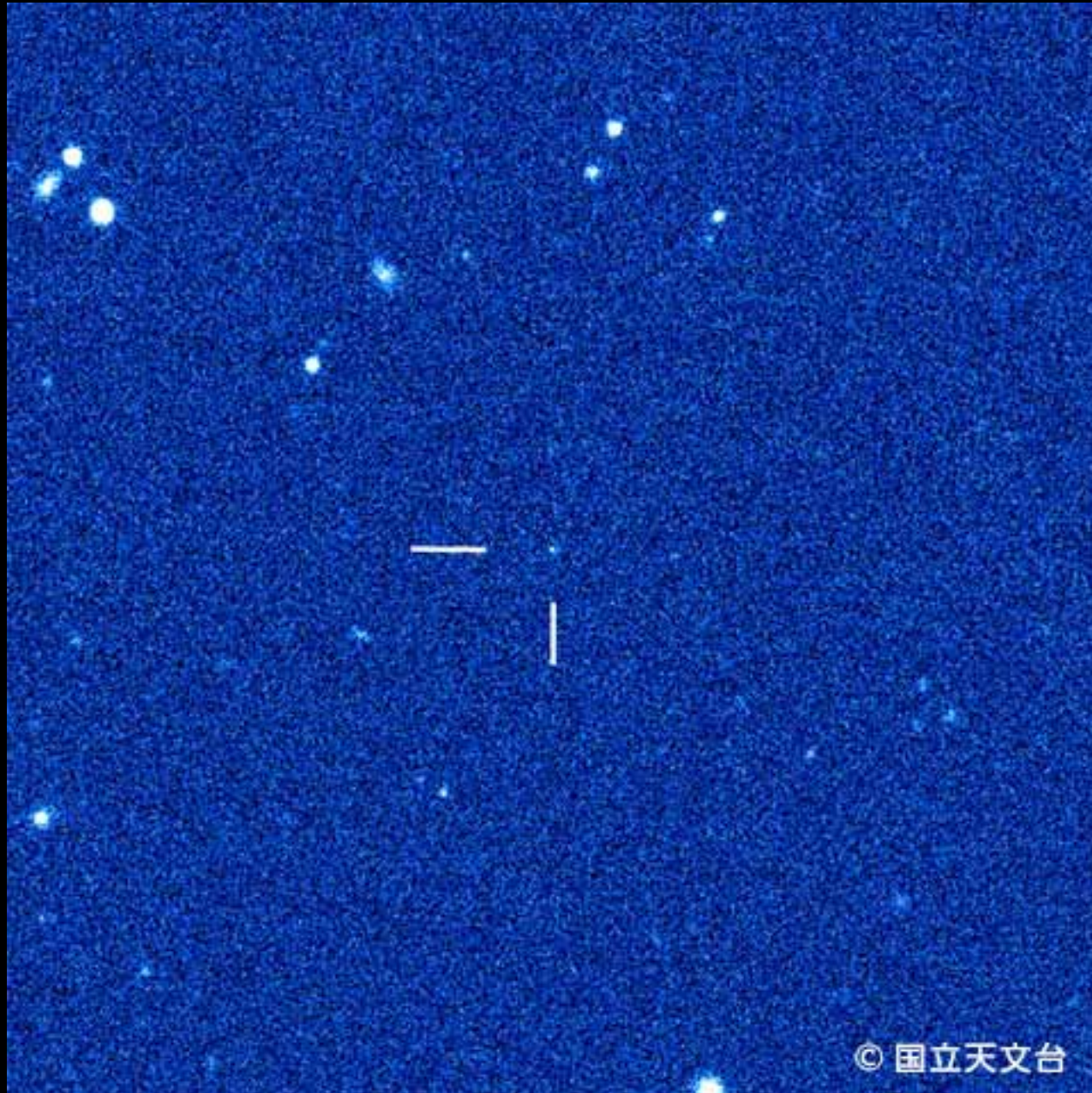
2022年の時点で発見されている小天体：

約115万個

地球の軌道

リュウグウの軌道

めざすは炭素と水の星



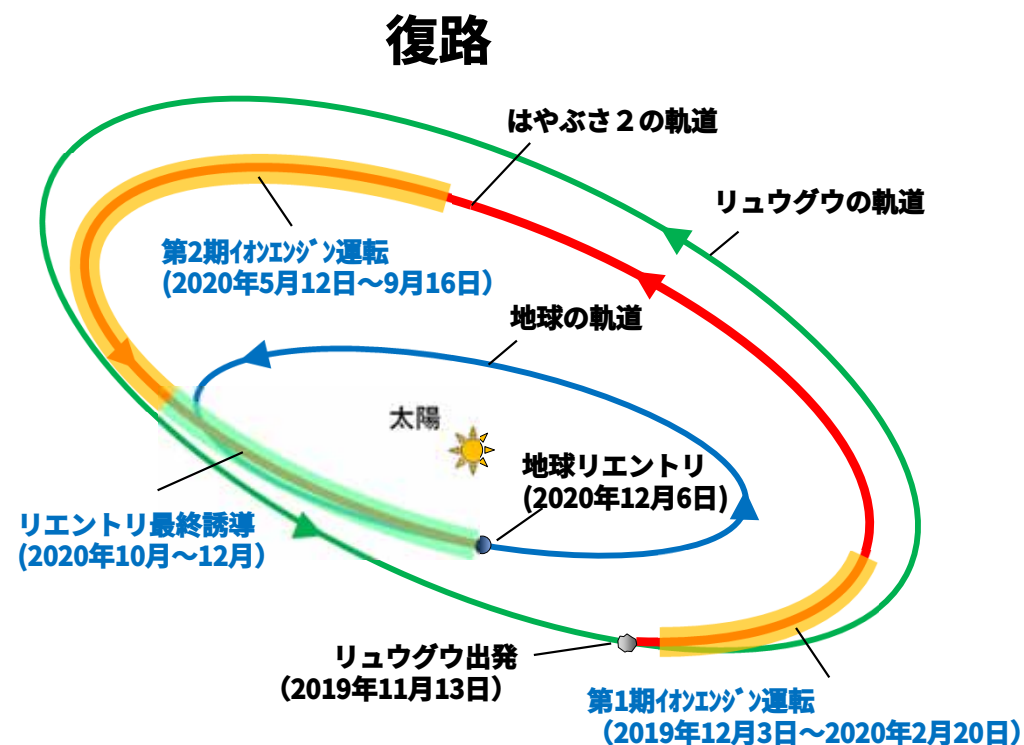
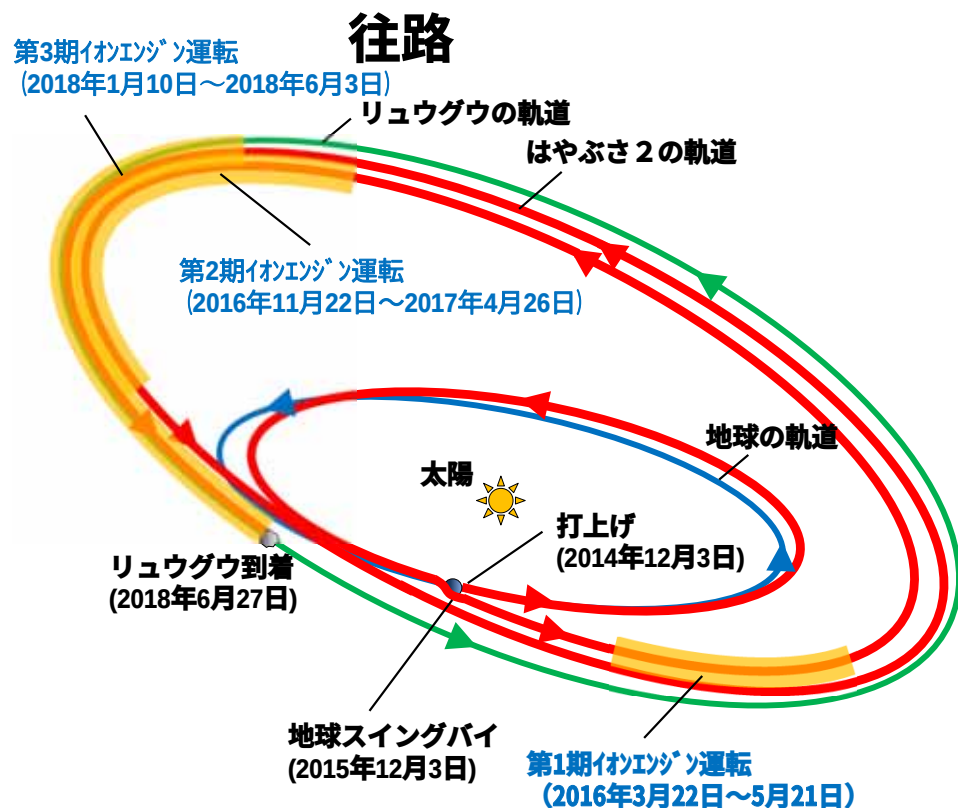
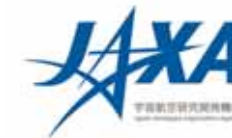


はやぶさ2がめざした科学

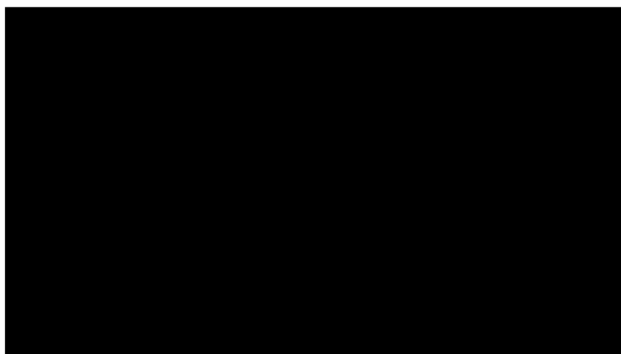




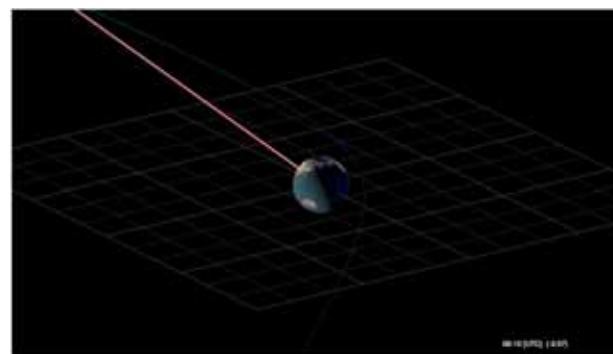
52億キロメートルの宇宙飛行



高性能の宇宙**推進**技術～イオンエンジン



高度な宇宙**航行**技術～スイングバイ



2018年6月27日 リュウグウ到着



小惑星「リュウグウ」

形状：コマ型，直径1km

重力：地球の8万分の1

自転軸：直立・逆行

反射率：2%

地表の状態：クレーターと岩だらけ

4つのロボットで地表へ展開



JAXA
「ミネルバII-1A/B」
(ニックネーム：イブ・オウル)

(Image credit: JAXA)



DLR/CNES
「MASCOT」

(Image credit: MASCOT/DLR/JAXA)

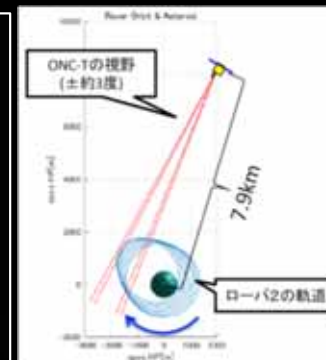
2018年9月21日 着陸・移動探査成功



(Image credit: 東北大, JAXA)

2018年10月5日 着陸・移動探査成功

東北大・大学コンソーシアム
「ミネルバII-2」
(ニックネーム：ウルラ)



2019年10月2日 軌道周回・着陸成功



険しいリュウグウ地形

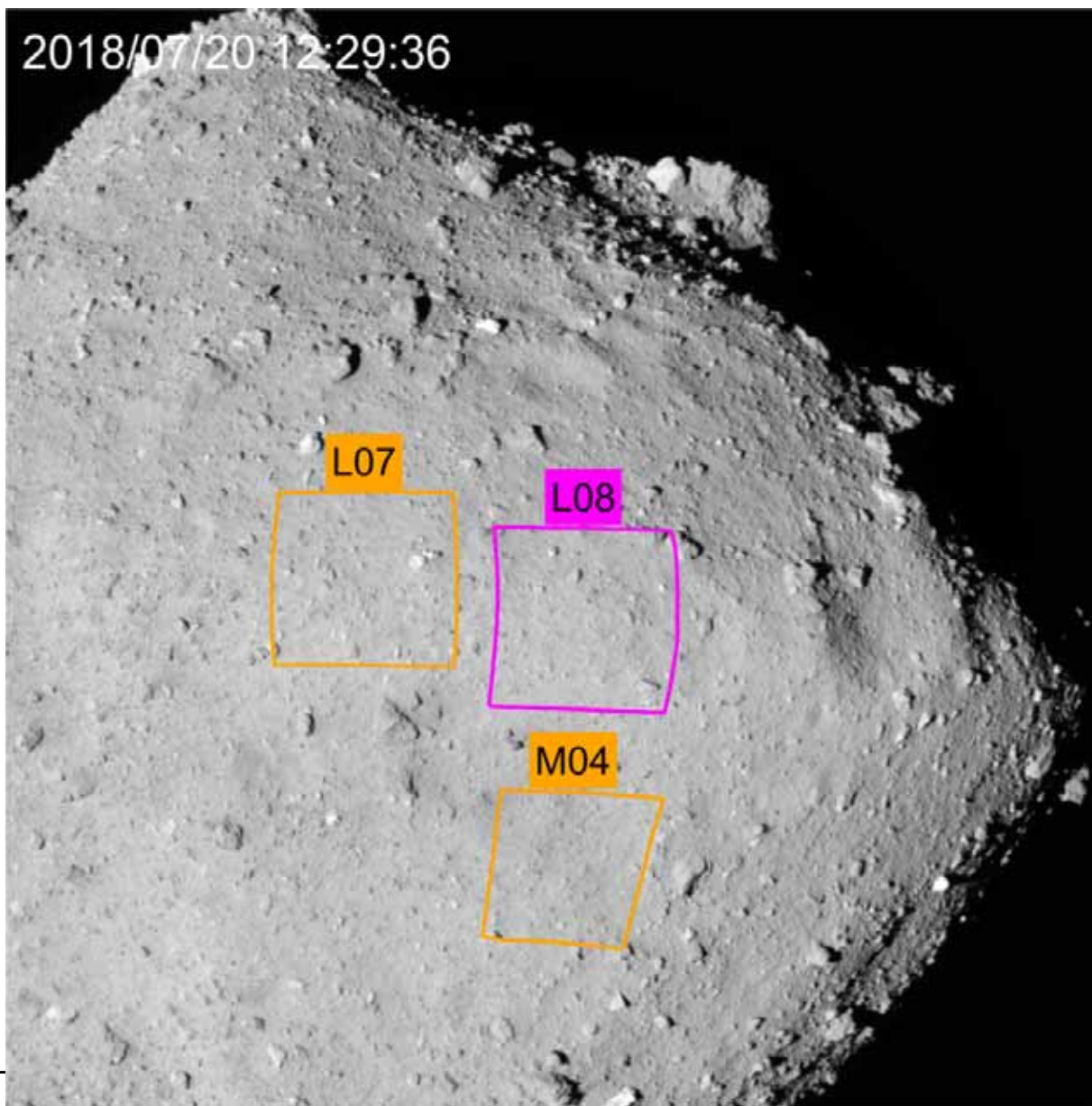
高度0m (ミネルバII画像)



高度64m (ONC-T画像)



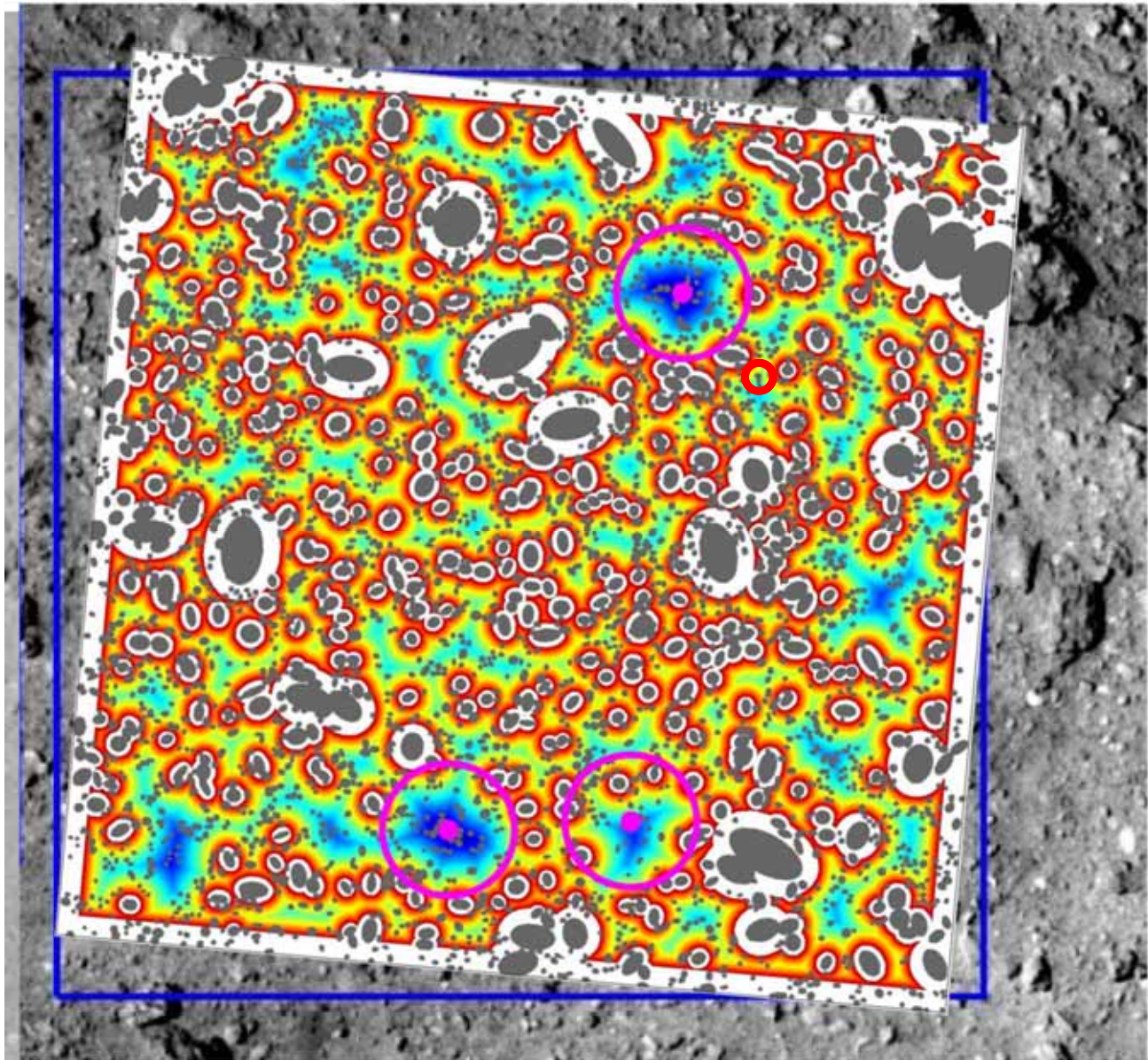
L08: Primary TD Target, L07,M04: Backup TD Target



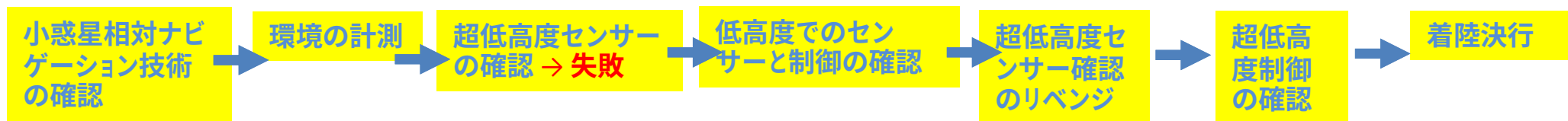


着陸点が見つからない

作戦変更、直径6mのエリアを目指すことに



地道でロジカルなステップが成功への唯一の道



2018/7/17-24
中高度降下

2018/8/5-7
重力計測

2018/9/11-12
着陸リハーサル1

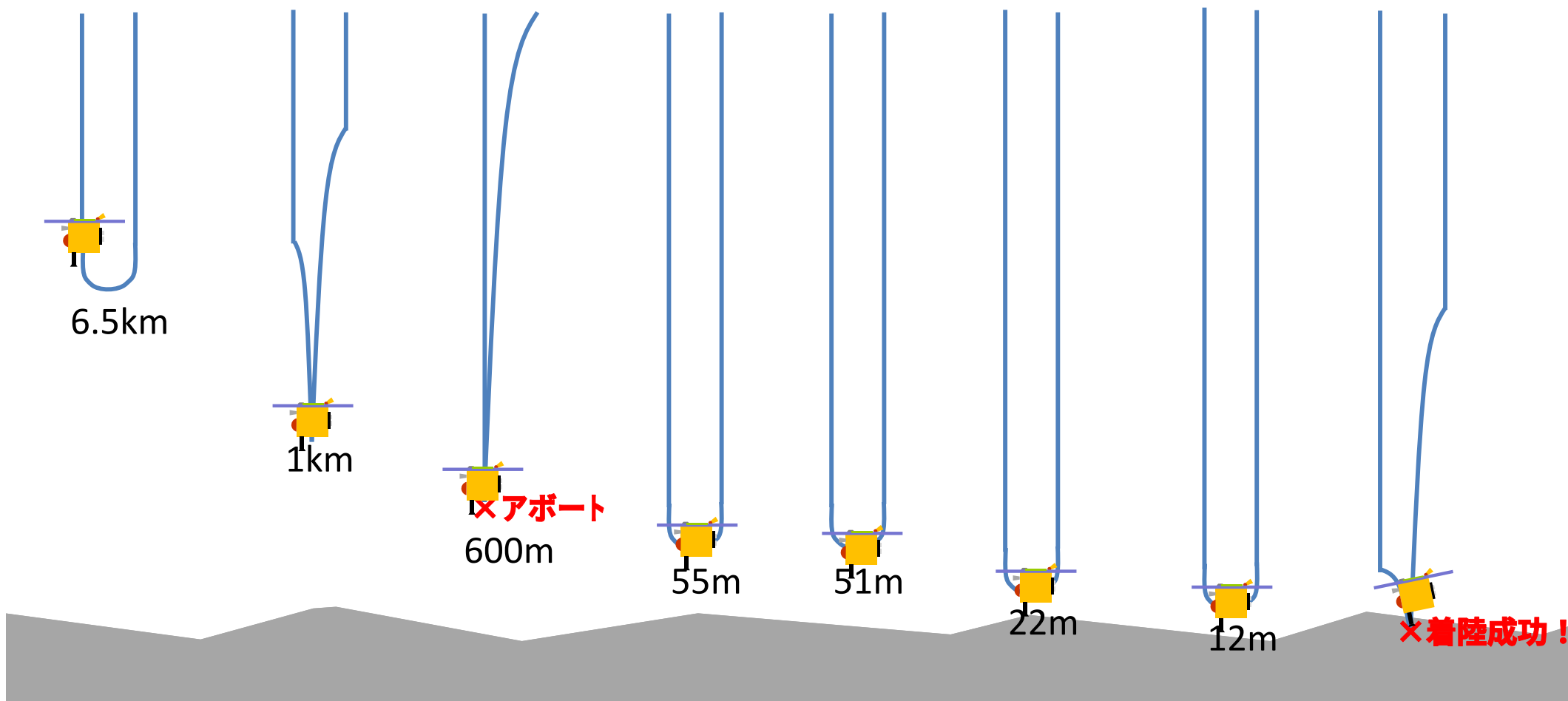
2018/9/20-21
ミネルバII投下

2018/10/2-5
マスコット投下

2018/10/14-15
着陸リハーサル2

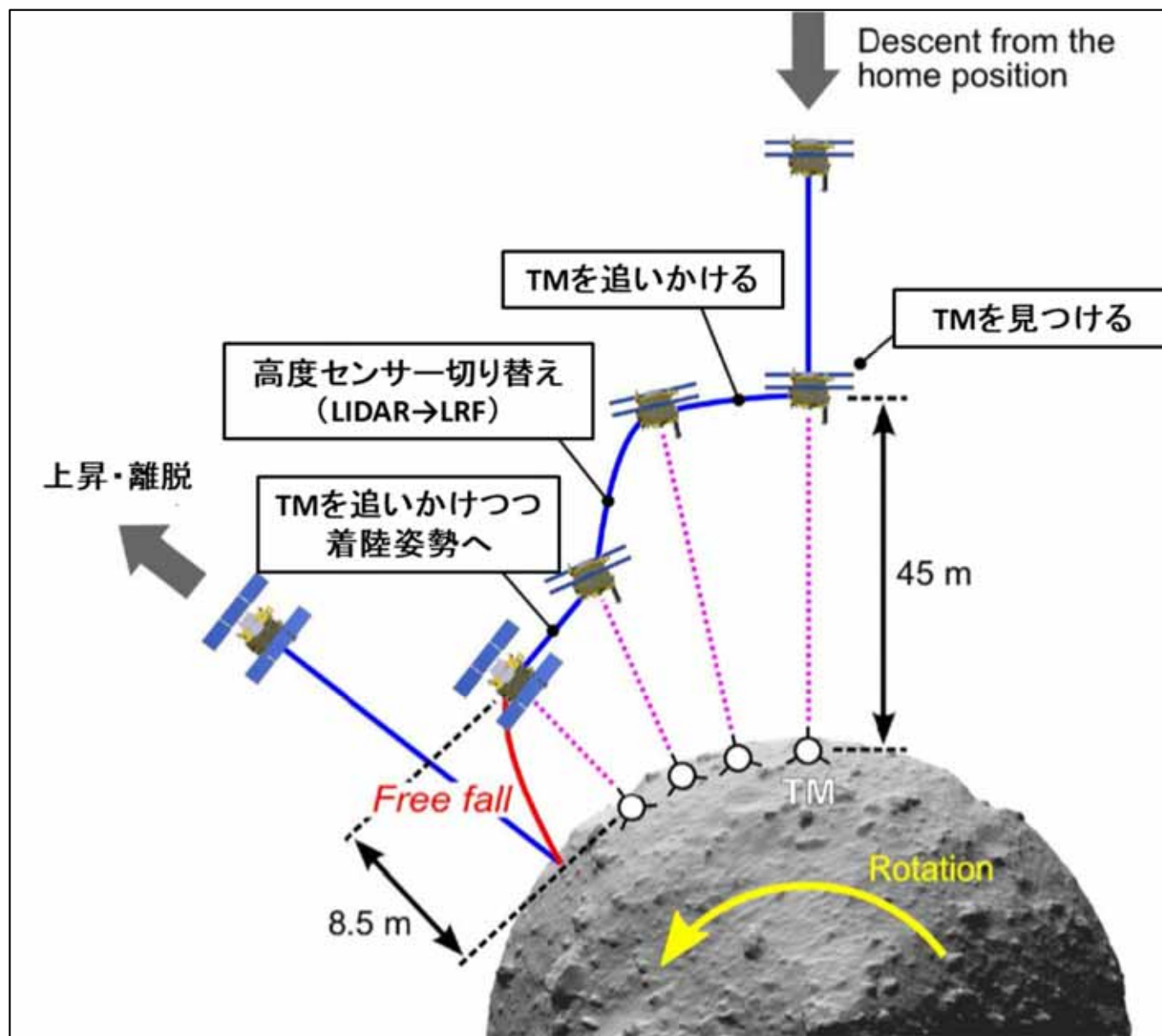
2018/10/23-25
ターゲットマーカ投下

2019/2/20-22
着陸1





プログラムを書き換えて、 精度1mの着陸を狙え



チーム“はやぶさ2”

- プロジェクトメンバー：約600人
 - コアメンバー (PM配下)：約10人
 - 技術スタッフ (JAXA内)：約100名
 - 協力企業メンバー：約300名
 - 他研究機関メンバー (国内)：約130名
 - 他研究機関メンバー (海外)：50+名

チームワークがとても大切！

- ✓ 600人で1つの目標
- ✓ 徹底的な訓練
- ✓ 挑戦心・あきらめない心 を奨励するチームづくり



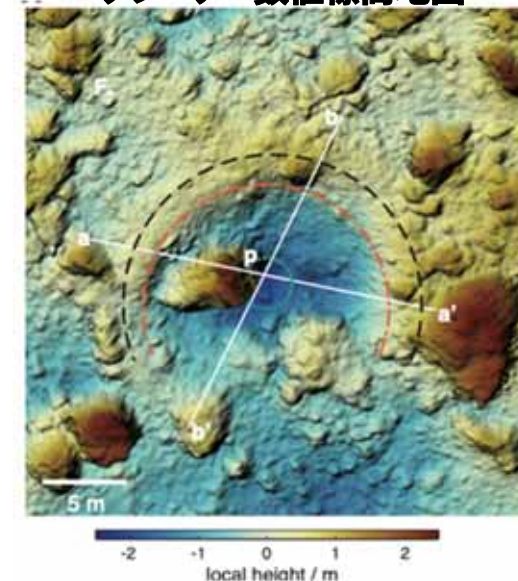
2019年4月5日 人工クレータ生成に成功



DCAMにより撮影されたクレーター生成過程



クレーター数値標高地図



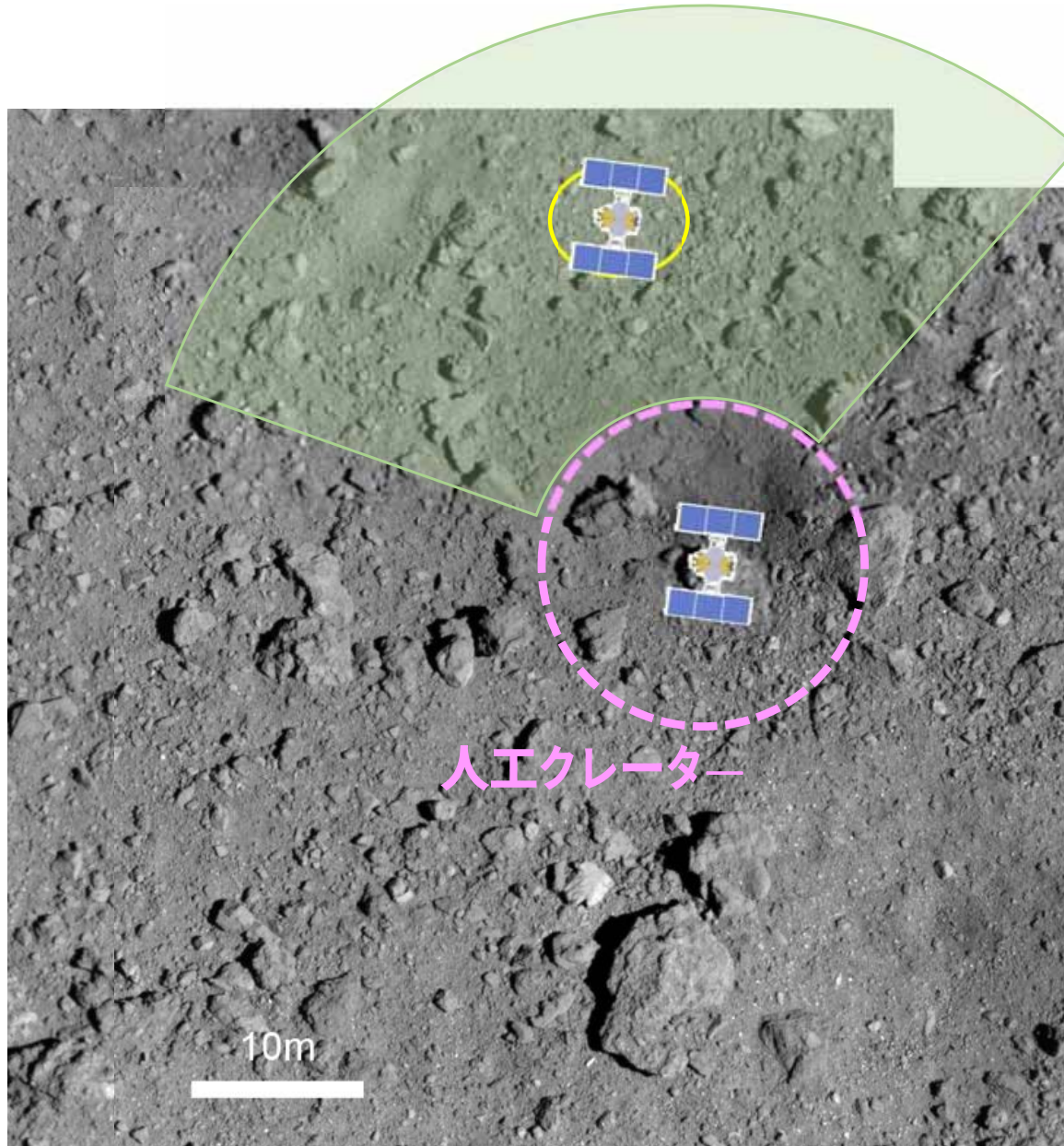
クレーター生成前後の地形変化



(c)Arakawa et al.,2020

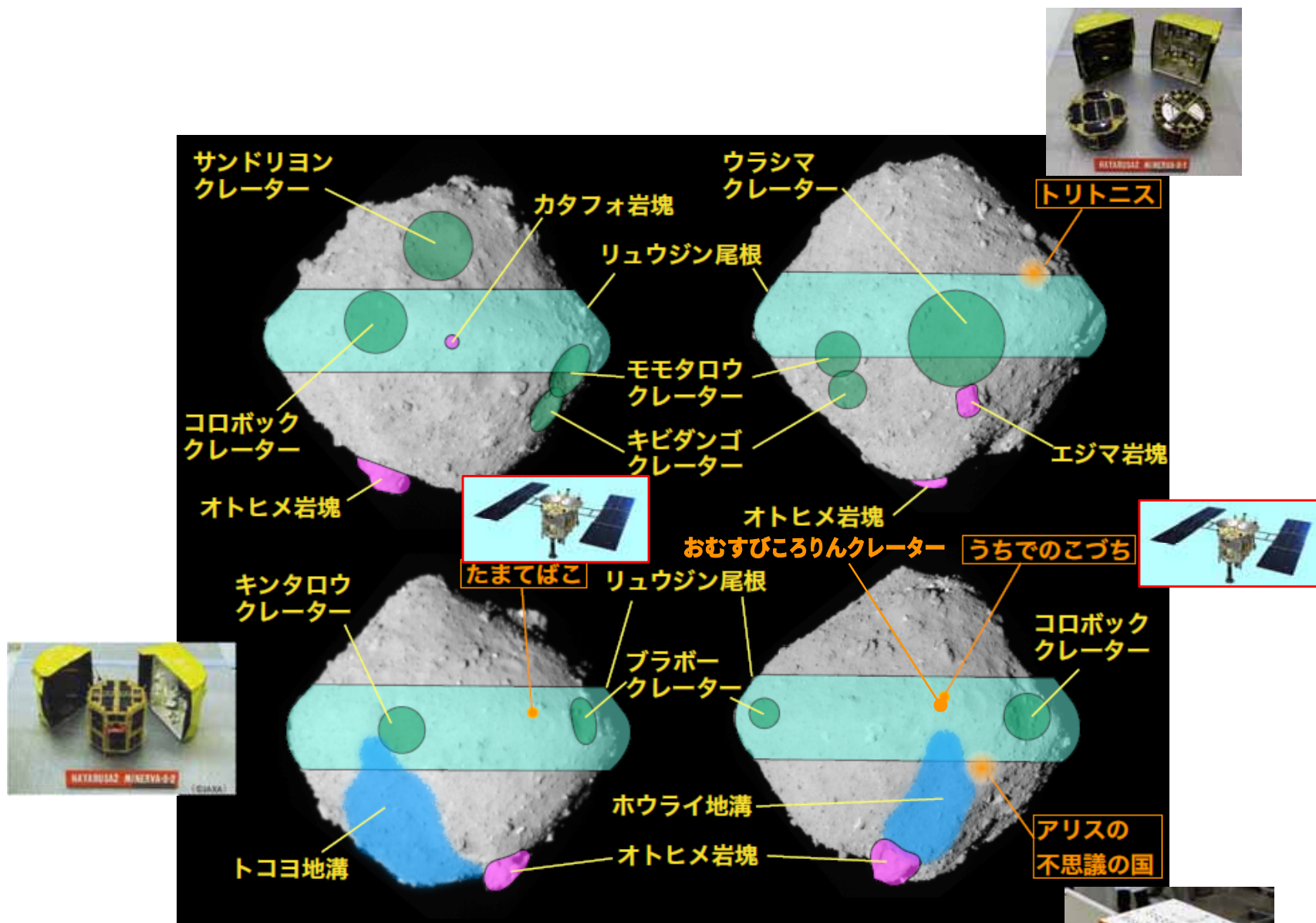


地下物質を目指して：第2回タッチダウン



撮影時刻：2019年5月16日、11:36～11:39（機上、日本時間、高度0.5～0.6km）

リュウグウの地名



(画像クレジット: JAXA, DLR)

カプセル，JAXA相模原へ帰還。
2020年12月8日

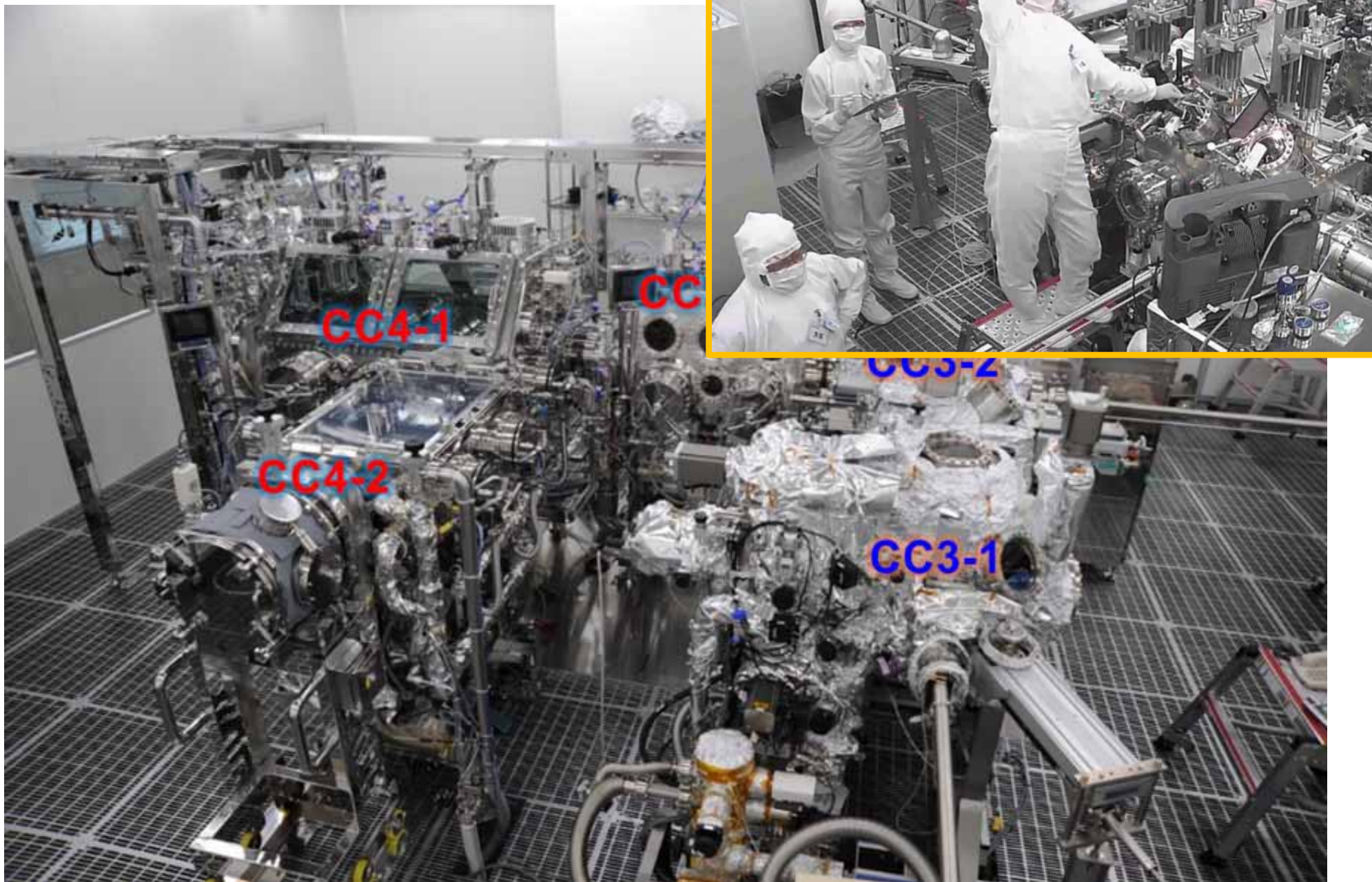


カプセル内に5.4gのリュウグウサンプルを確認！



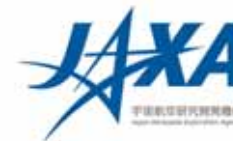


リュウグウ試料の分析設備 (JAXA相模原)





リュウグウ試料，国内分析者へ



2021年6月から始まった，「フェーズ2キュレーション」と「初期分析」

◆初期分析チーム・Phase2チームに試料を分配り，より詳細な解析へ



6月1日 石の物質分析チーム
中村智樹（東北大学）（写真右）



6月2日 化学分析チーム
塚本尚義（北海道大学）（写真右）



6月2日 Phase2キュレーション三朝チーム
中村栄三（岡山大学）（写真右）



6月3日 砂の物質分析チーム
野口高明（京都大学/九州大学）（写真右）



6月7日 固体有機物分析チーム
薮田ひかる（広島大学）代理受取:橘(右)



6月15日 可溶性有機物分析チーム
奈良岡 浩（九州大学）（写真右）



6月17日 Phase2キュレーション高知チーム
伊藤 元雄（JAMSTEC高知コア研）（写真右）

（画像クレジット：JAXA）

◆2022年には，リュウグウサンプルの10%をNASAに分配．15%を世界の研究者へ．
◆さらに40%は将来のために残す．

SPring-8における 「はやぶさ2粒子」 分析の重要性

- 世界最高峰の放射光施設で
「リュウグウ粒子の分析」
 - A) CT関連技術で貢献：
BL47XU, BL20XU（高知
チーム、中村智樹チーム、
野口チーム）
 - B) 元素分析で貢献：BL37XU,
BL08XU（塚本チーム）

ポイント：「超高度化した**非破壊**
測定技術を用いて、**内部構造の可**
視化と平均的な主要**元素組成**の決
定、**鉱物種の同定**」が可能

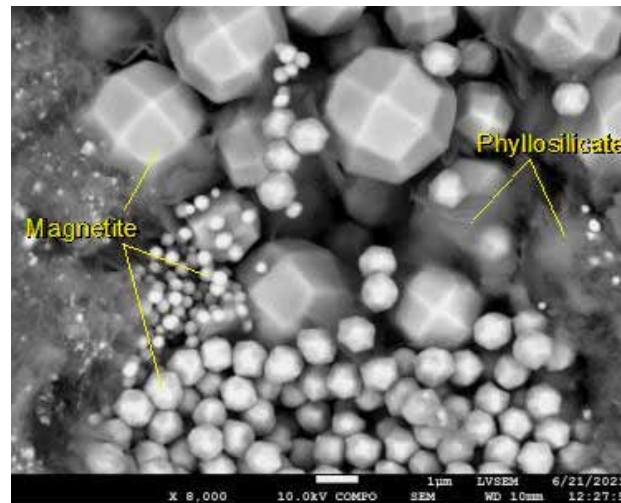
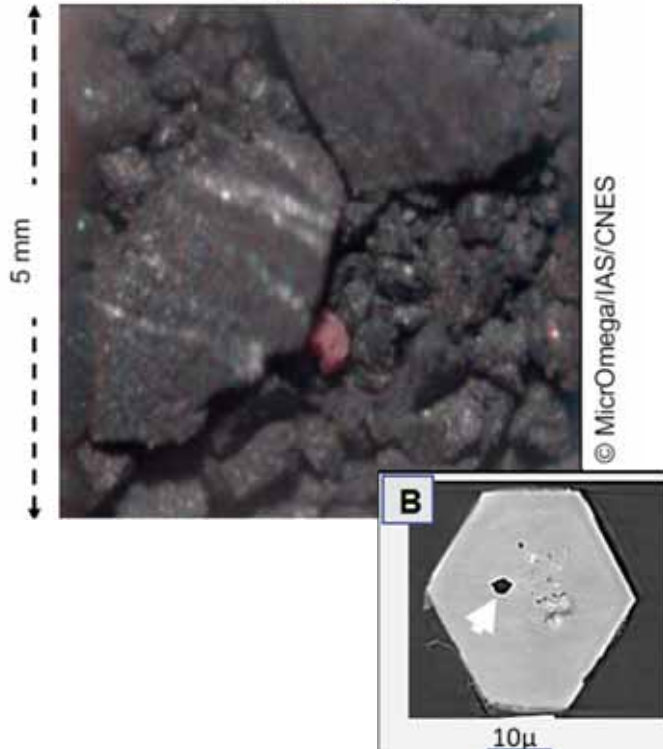


リュウグウサンプルから見てきた C型小惑星の素顔

歴史がよみとれる，微細構造

水があった！

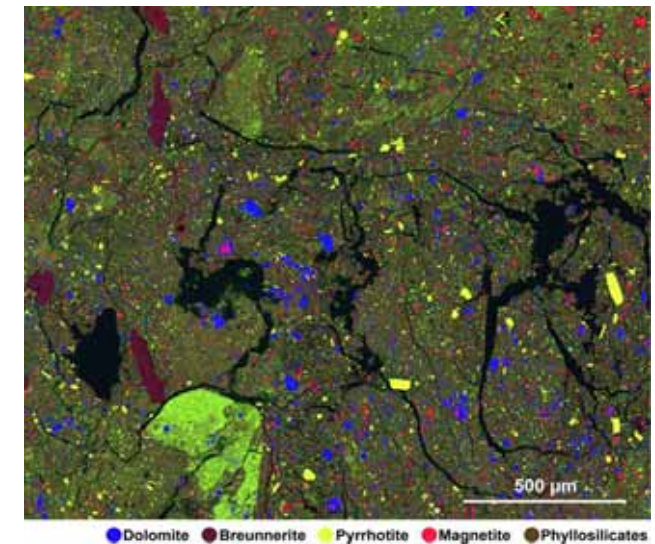
A室 (room-A)



リュウグウは水のある星から
やってきた！
アミノ酸もあった！

液体の水の発見

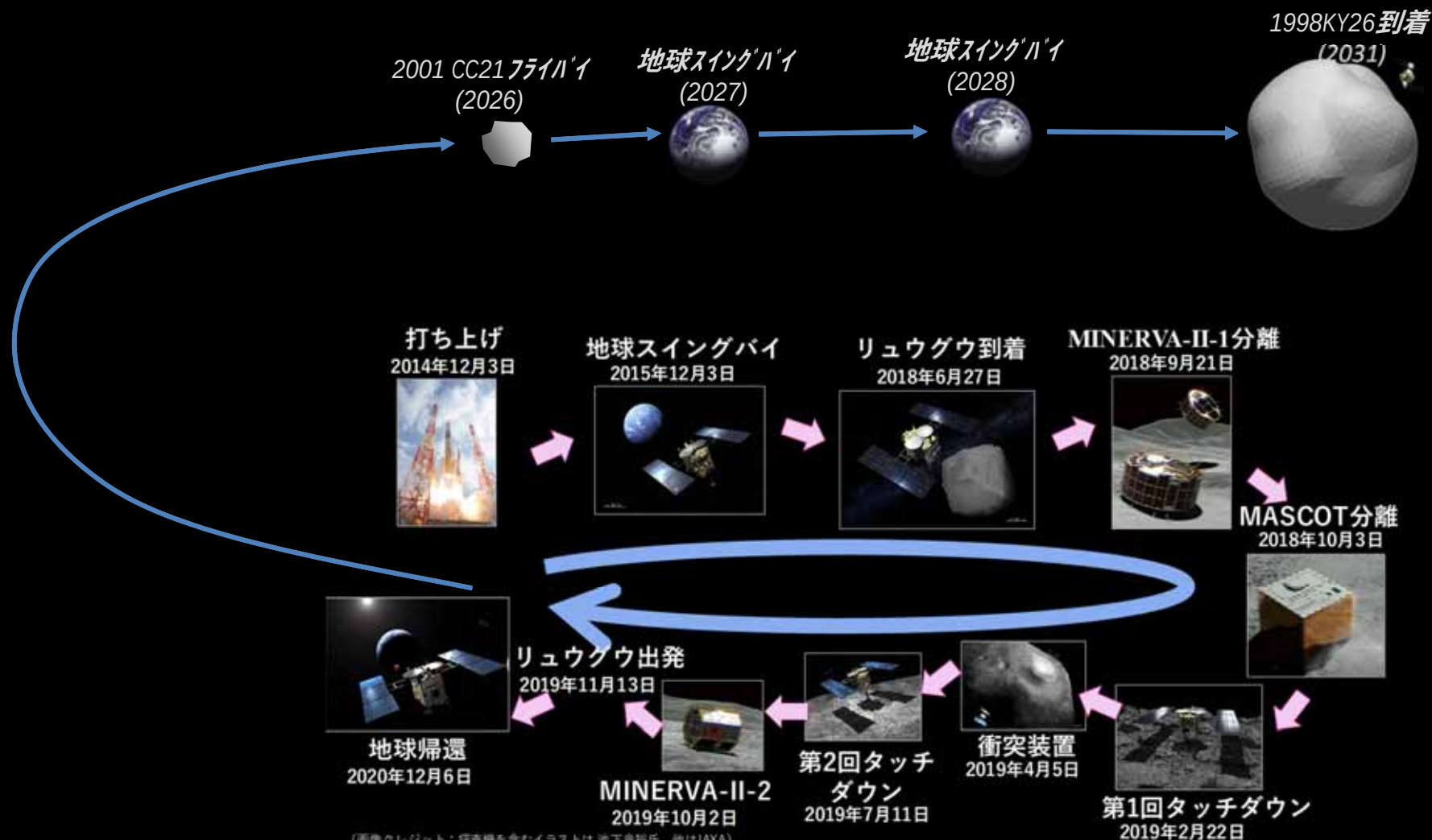
いん石と似ている．でも違う．



いん石の研究の「辞書」
が書きかわった！

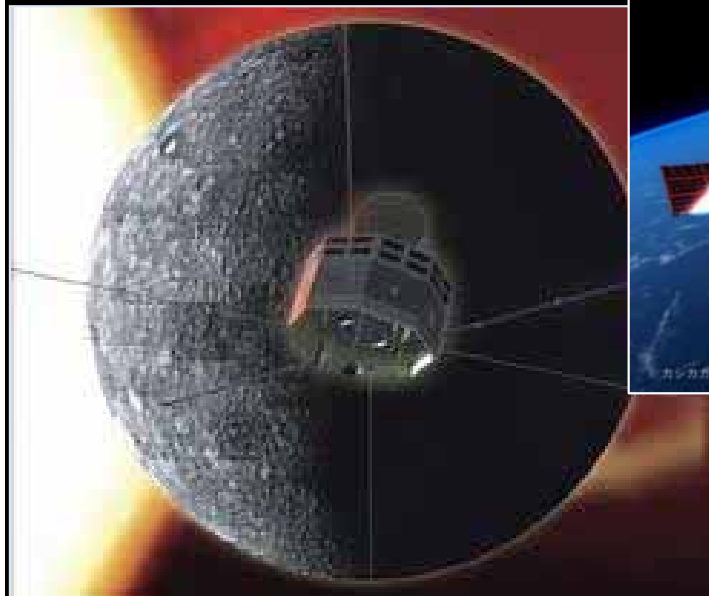
はやぶさ2 「拡張ミッション」

- 11年の飛行で宇宙航行技術をさらに磨く
- 新たな未踏の小惑星 “2001 CC21” と “1998 KY26” を目指す





まだまだ広がる、日本の宇宙探査！



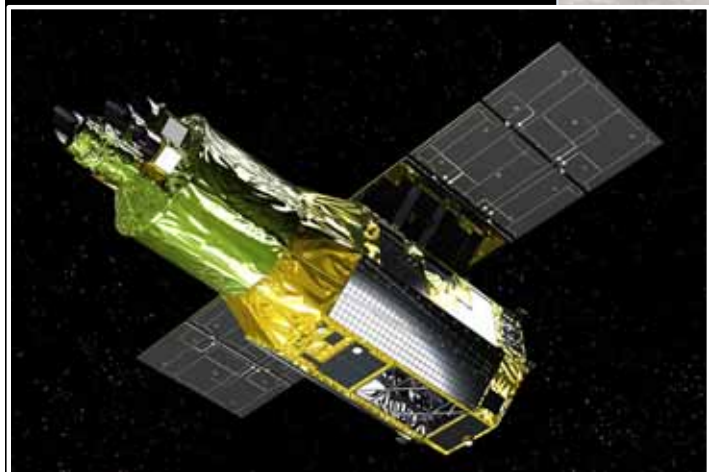
水星探査 (2018)
「ベピコロンボ・MMO」



枯渇彗星フライバイ (2024)
「DESTINY+」



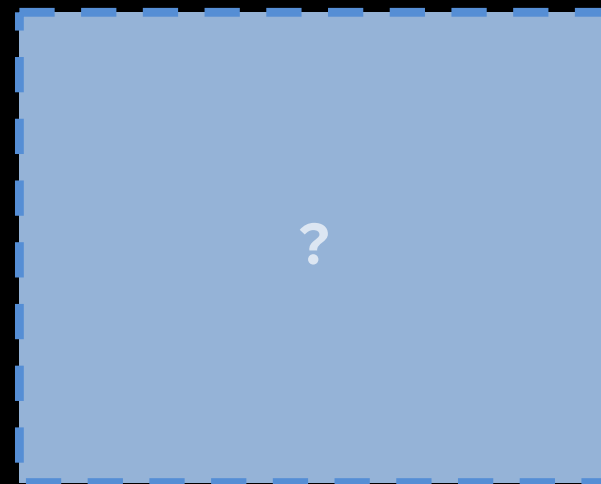
火星衛星探査 (2024)
「MMX」



月着陸機(2023)
「SLIM」



X線天文衛星
XRISM (2023)



はやぶさ3 ?
(2030年代)

ぜひお読みください。



ありがとうございました

A. Keshu