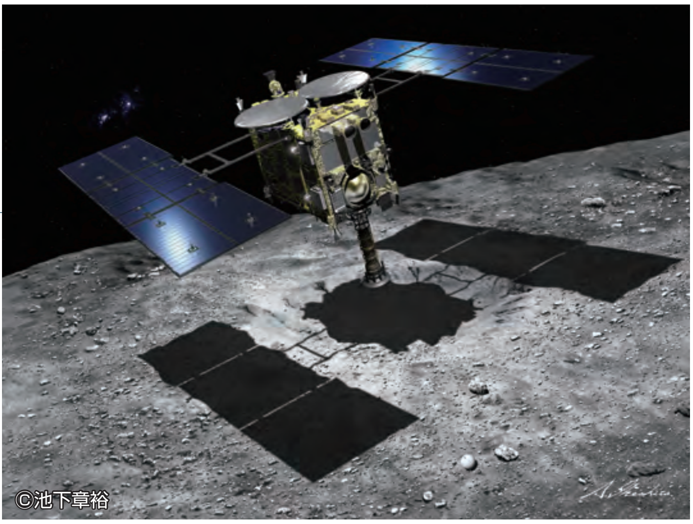
小惑星探査機はやぶさ2/小惑星探査ロボットMINERVA-Ⅱ



国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
はやぶさ2プロジェクトチーム
MINERVA-Ⅱプロジェクトチーム

深宇宙からのサンプルリターンミッション

■世界に先駆けた深宇宙探査ロボティクス技術

宇宙空間では、一般に、人間が直接手を出すことが出来ない領域にいることから、失敗を繰り返しながら、トライアンドエラー的に成功に向けて物事を進めていくというやり方が出来ず、探査機の機能には非常に高い信頼性が求められます。一方、前人未踏の領域において、手探りの調査が求められる深宇宙探査という分野では、高い信頼性を確保しながらこの挑戦的な探査を行う、という本質的に相反する思想を組み合わせて遂行する必要があります。このような特殊環境において、はやぶさ2では、地上からの指令をベースに制御を行うHuman in the Loopの方式と、イベントドリブンの制御シーケンス機能や、ターゲットマーカのような人工的な特徴点を駆使する探査機の自律機能に頼った制御方式を適切に組み合わせることにより、到着後に初めて明らかになった未知環境に柔軟に対応しつつ、一定の信頼性を確保しながら、2回のタッチダウンによるサンプル採取を遂行することに成功しました。

はやぶさ2がターゲットマーカを追尾する様子

■小型軽量な自律探査ロボットMINERVA-Ⅱ

MINERVA-Ⅱは、はやぶさ2に搭載された双子のロボットであり、大きさ1km弱の小惑星リュウグウの表面を移動探査することを目的としています。

大きさは直径18cm、高さ7cm(突起物除く)、1台あたりの質量が1.1kg強と非常に小型・軽量です。ロボットは表面に貼られた太陽電池セルで得られた電力により動作します。ロボットは、小惑星表面の非常に小さい重力環境(地球と比較すると10万分1程度)をホップにより移動するための機構、カメラ、センサ、無線機を備えています。

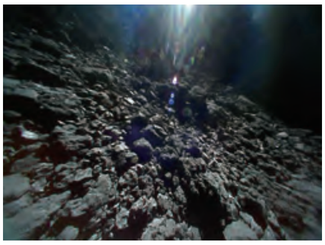
小惑星と地球の間には大きな時間遅れ(往復約40分)があったため、ロボット搭載ソフトウェアには、地球からの指令なしに完全に自律的に動作するアルゴリズムが実装されています。

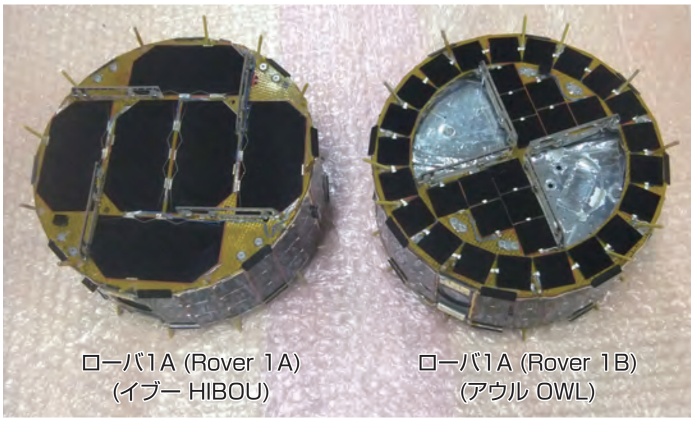
■世界初の小天体表面移動探査ロボット

2台のロボットは2018年9月21日に母船から小惑星に向けて投下されました。ローバ1Aは2018年10月26日までの113小惑星日(地球では約35日)間、小惑星表面の多地点での観測を行ない、合計609枚の小惑星表面画像を地球に送りました。この間、小惑星表面を約1/4周しています。

ローバ1Bの活動期間は2018年9月24日までの10小惑星日で、39枚の画像が得られました。

これらの実績により世界で初めて太陽系の小天体表面を移動探査するという快挙を成し遂げました。我が国にとっても地球外天体の表面を直接探査した初のロボットです。


MINERVA-Ⅱが撮影した画像の1枚



MINERVA-Ⅱの2台のロボット

お問合せ先
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所
住所：神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1　担当：(はやぶさ2)　三桝 裕也　Tel: 070-3117-7030　E-mail: mimasu.yuya@jaxa.jp
(MINERVA-Ⅱ)吉光 徹雄　Tel: 042-759-8304　E-mail: kikko@nnl.isas.jaxa.jp