LUPEX

LUPEX
Lunar Polar Exploration

月極域探査機
Lunar Polar Exploration



JAXA

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

月極域探査機（LUPEX）

月極域探査機（LUPEX）は、月極域の水などの資源探査と重力天体上での表面探査技術の獲得を目的としたインド宇宙研究機関（ISRO）との共同ミッションです。

これまでの月の観測データの解析結果から、月極域に水の存在可能性が示唆されており、月の水資源が将来の持続的な宇宙探査活動に利用可能か判断するために、水の量と質、濃集原理に関するデータを集めることが　LUPEX の目的です。また、将来の月面探査活動に必要な「移動」「越夜」「掘削」等の重力天体表面探査に関する技術の確立も目指しており、JAXA が計画している月面探査車「有人与圧ローバ」の開発にも活かされます。







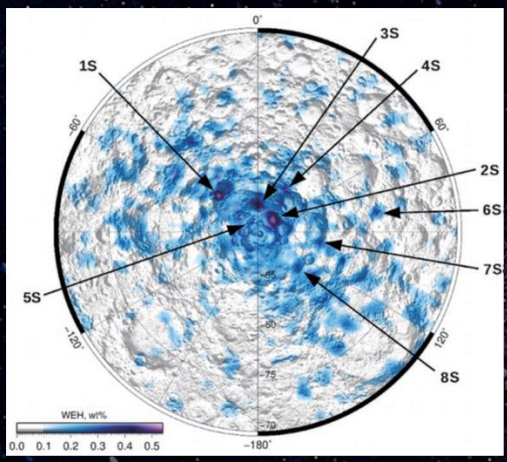
打上目標	2028年度
打上ロケット	H3-24
打上時ペイロード質量	6,650kg
ローバー質量 （搭載観測機器質量含む）	420kg

左上：月極域探査機ローバーイメージ
左下：日印分担、右上：着陸後のイメージ

月の水資源

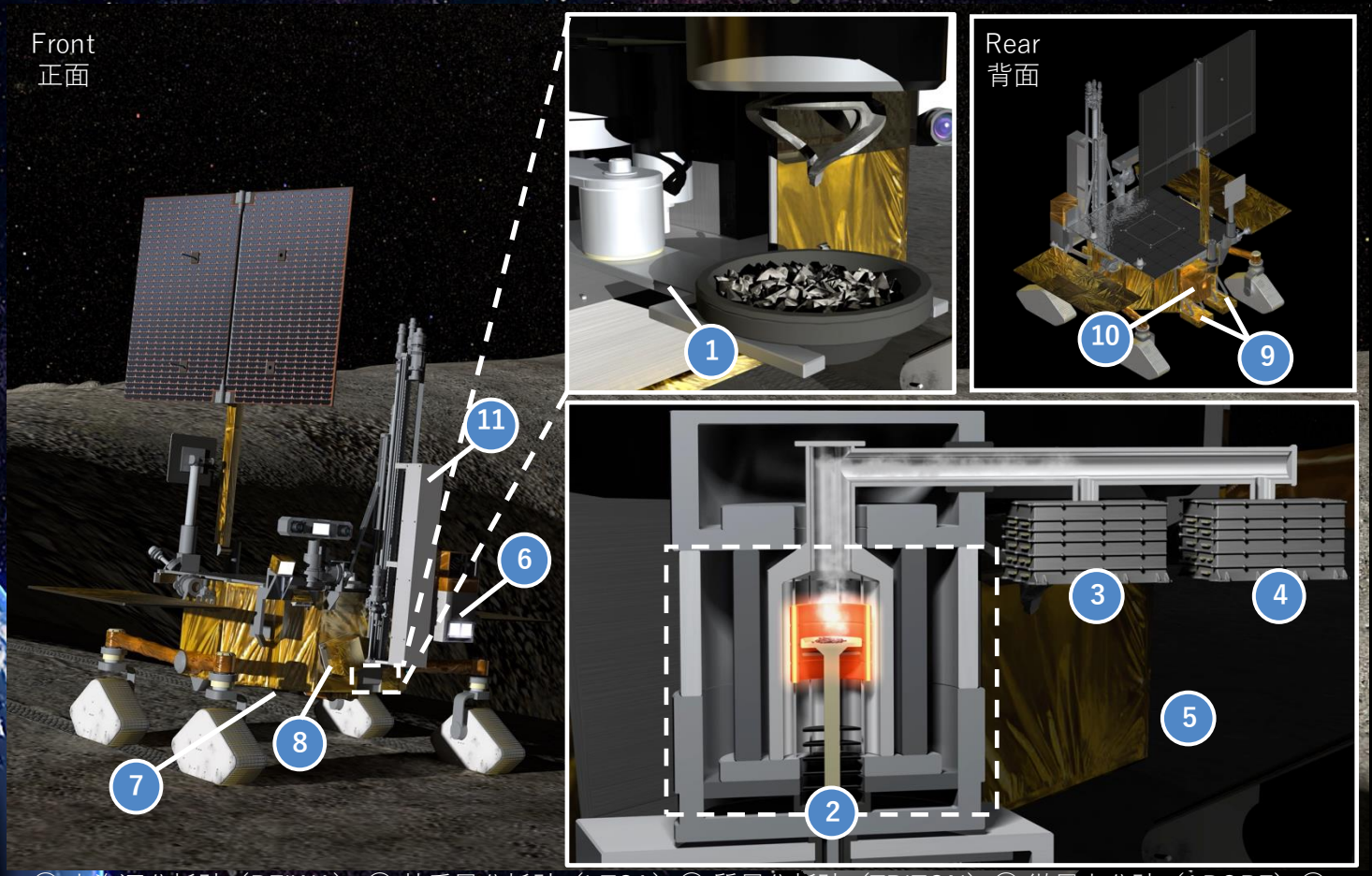
水は電気分解することでロケット燃料（酸素・水素）を作ることが出来ます。もし水が十分あれば、地球から水を大量に輸送する必要がなくなるため、将来の有人宇宙活動において重要な資源となります。このため、現在日本だけでなく、世界各国の宇宙機関が月の極域の水（氷）の探査計画を推進しようとしています。

JAXA がISROと国際共同で推進しているLUPEX プロジェクトでは、これまでの「リモートセンシング観測」において、水（氷）の存在可能性が高いと思われる領域に着陸し、ローバで移動しながら「その場観測」を行い含水率を直接計測します。さらに、水の『分布状況・存在形態』の観測と『存在量』の“定量”を行う事で、『水の資源利用可能性』についての基礎データを取得し、米国提案の国際宇宙探査計画「アルテミス計画」に貢献します。



月南極域の水素分布 Sanin et al 2017

LUPEX 観測機器



① 水資源分析計（REIWA） ② 熱重量分析計（LTGA）③ 質量分析計（TRITON）④ 微量水分計（ADORE）⑤ サンプル分析装置（ISAP）⑥ 近赤外画像分光装置（ALIS）⑦ 中性子検出器（NS）⑧ 表層分圧計（EMS-L）⑨ 地中レーダー（WaSSPeR）⑩ 中間赤外画像分光装置（MIR）⑪ 誘電率・熱物性計（PRATHIMA）

① 水資源分析計: JAXA
Resource Investigation Water Analyzer（REIWA）

受け取ったレゴリス試料を②LTGAで加熱し、レゴリス試料と発生した揮発ガスの重量をLTGAで、発生した揮発ガスの成分（H_2O, H_2S, NH_3等）や量比を③TRITONで、揮発ガス内の水分量を④ADOREで計測します。⑤ISAPは 独立してレゴリス試料を観測し、鉱物組成を同定します。

⑥ 近赤外画像分光装置: JAXA
Advanced Lunar Imaging Spectrometer（ALIS）

水平方向・垂直方向のミラーを用いて、観測視野を変更する能力を持った画像分光装置です。750～1650nmの波長の光の強さを捉えることで、月面に存在する鉱物が何か、水はあるのか、水がある場合の存在量などを求めることができます。

⑦ 中性子検出器: NASA
Neutron Spectrometer（NS）

銀河宇宙線と月面物質の原子核との相互作用により生成した中性子は水が存在すると効率的に減速される性質を利用し、月面から漏洩してくる中性子をエネルギー別に観測することで、深さ約1mまでのレゴリスの平均含水率を調べることが出来ます。

⑧ 表層分圧計: ESA
Exospheric Mass Spectrometer for LUPEX（EMS-L）

非常に希薄な月の大気を構成するガス種・分子を分析します。また、掘削装置でレゴリスを掘削する際に発生するガスを分析することで、地下1.5m深さまでの水の存在を検知することが出来ます

⑨ 地中レーダ: ISRO
Water Scouting Surface Penetrating Rader（WaSSPeR）

月面に向かって電波を送信し地中で反射されて帰ってきた電波を受信することで、受信電波の強度から地中の様子をとらえることが出来ます。

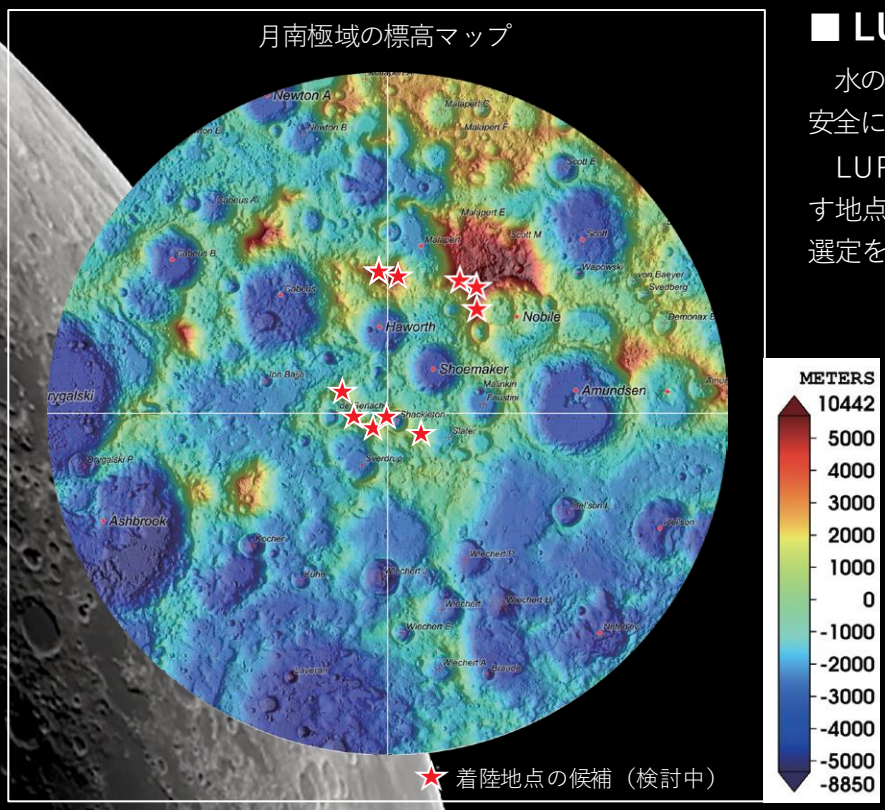
⑩ 中間赤外画像分光装置: ISRO
Mid-Infrared Imaging Spectrometer（MIR）

800～5000nm程度の波長の光の強さをとらえることで、月面に存在する水の存在を検知することが出来ます。

⑪ 誘電率・熱物性計: ISRO
Permittivity and Thermophysical Investigation for Moon's Aquatic Scout（PRATHIMA）

ドリルで形成した掘削孔にプローブを挿入し、誘電率と熱物性を測定します。

ミッション概要



■ LUPEX着陸地点候補

水の存在が期待されている月南極域の中でも、安全に着陸できる地点は非常に限られています。

LUPEXでは、下記に示す複数の条件を満たす地点を候補として、ISROと共に着陸地点の選定を進めています。

- ▶ 日照
  ローバーのエネルギー源である太陽光の確保
- ▶ 地球との通信可視
  地球からローバーのコマンド送信
- ▶ 傾斜
  着陸機が安全に着陸でき、ローバーが走行可能な傾斜
- ▶ 科学的な視点
  月極域の水分布の解明に必要な温度や地質

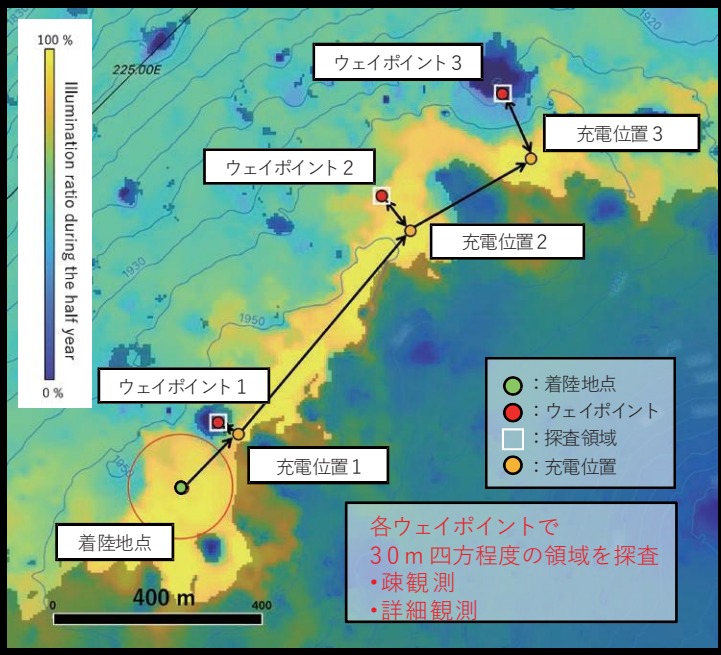
■ 探査領域・観測の流れ

着陸地点付近で、温度・日照・地質が特徴的な目標地点（ウェイポイント）と探査領域を選定し、あらかじめ広域経路計画を設定します。

ローバは着陸地点から、経路計画に基づいて探査領域への移動、観測運用やバッテリ充電などを行います。

観測運用としては、各探査領域において、

1. 疎観測:探査領域内の掘削地点の決定のための基礎データを取得
2. 詳細観測:表層～深さ1m以上のレゴリス試料を採取し、水資源分析計等で更に詳細に分析を行い、水（氷）の分布や、形態・存在量についてのデータを取得します。



着陸地点•探査領域の設定イメージ

ホームページ・SNS

JAXA有人宇宙技術部門LUPEXホームページ
https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/tech/lupex/

LUPEX X（旧Twitter）@lupex_jaxa

有人宇宙技術部門広報X（旧Twitter）
@HumanSpace_JAXA