

小型月着陸実証機 (SLIM)、超小型月面探査ローバ (LEV-1)、及び 変形型月面ロボット (LEV-2) の月面着陸結果について

令和6年 (2024年) 2月26日

宇宙航空研究開発機構

理事/宇宙科学研究所 所長 國中 均

宇宙科学研究所 SLIM プロジェクトチーム プロジェクトマネージャ 坂井 真一郎

(宇宙科学研究所 宇宙機応用工学研究系 教授)

宇宙科学研究所 宇宙機応用工学研究系 教授 LEV-1 担当 吉光 徹雄

宇宙探査イノベーションハブ ハブ長 船木 一幸



小型月着陸実証機SLIM

月面着陸の結果について

宇宙科学研究所
SLIMプロジェクトチーム
プロジェクトマネージャ
坂井真一郎

着陸後、月面で航法カメラ(CAM-PX)
により撮像された月面画像

着陸後、マルチバンド分光カメラによる
スキャン撮像により得られた月面画像
(JAXA、立命館大学、会津大学)



▶ SLIMミッションの目的

SLIM(Smart Lander for investigating Moon)は、以下の2つの目的を達成することで、将来の月惑星探査に貢献することを目指したJAXAプロジェクト(2016年4月～)。

【目的A】 月への高精度着陸技術の実証を目指す

- 従来の月着陸精度である数km～10数kmに対して100mオーダーを目指す
- キーとなる技術は、「**画像照合航法**」および「**自律的な航法誘導制御**」

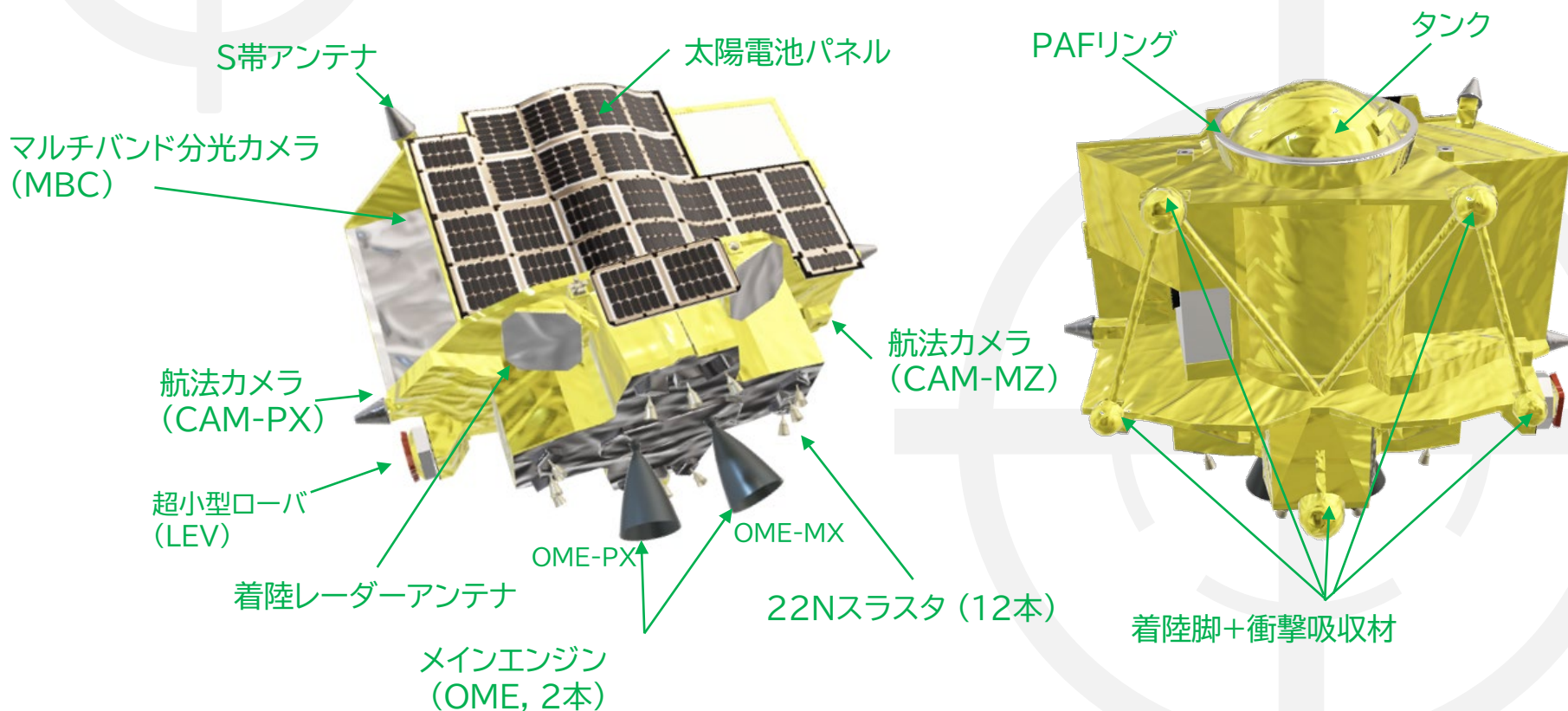
【目的B】 軽量な月惑星探査機システムを実現し、月惑星探査の高頻度化に貢献する

- 小型・軽量で高性能な化学推進システムの実現
- 宇宙機一般で中核をなす計算機や電源システムの軽量化



▶ SLIM探査機外観

- 質量:200kg(推葉なし) / 約700-730kg(打ち上げ時)
- 高さ:約2.4m、縦:約1.7m、横:約2.7m



軽量化のため燃料・酸化剤一体型タンクを採用しており、これが探査機主構造を兼ねています

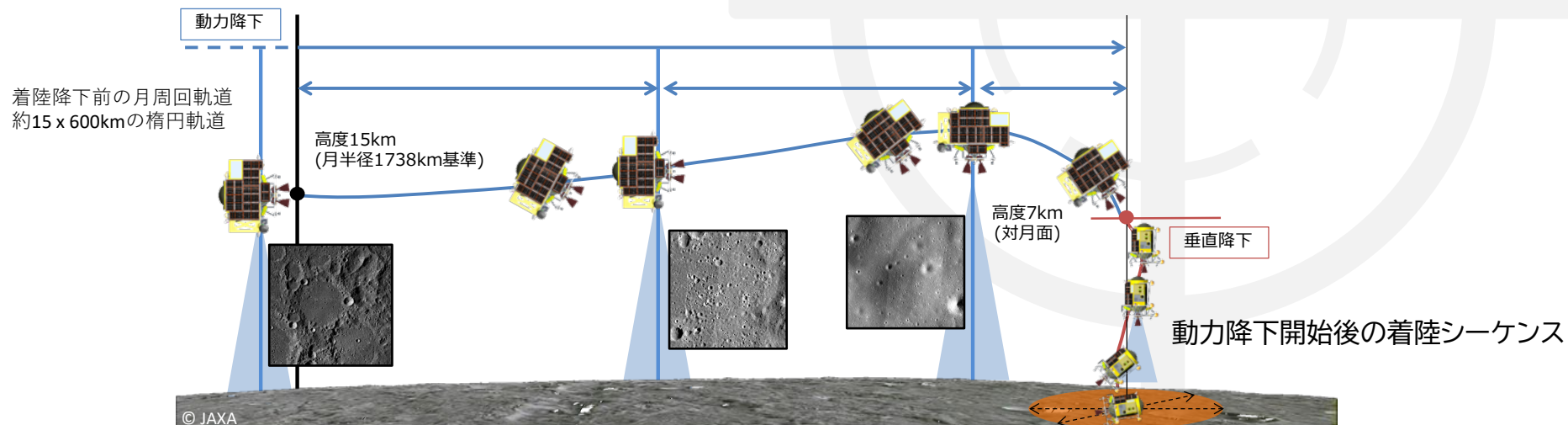


▶ 着陸シーケンスの概要と高度50m付近までの結果

1. 月周回軌道から着陸降下を開始、航法カメラによる画像航法を行って高精度に自身の位置を推定しながら、自律的な航法誘導制御により、月面上の目標地点に接近。
2. 目標地点上空からは、着陸レーダによる高度・地面相対速度の精密な計測も開始し、航法誘導に反映。
3. 着陸地点上空約50mで画像ベースの障害物検出を行い、危険な岩などを自律的に避けて着陸する。すなわち、上空50mまでは着陸のピンポイント性を追求するが、それ以降はむしろ着陸の安全性を優先して障害物回避を行う。

【着陸降下時の結果概要】

- ▶ 動力降下フェーズを経て垂直降下フェーズに移行し、高度50m付近までは正常に着陸降下した。
- ▶ 特に、この間実施した14回の画像照合航法は、結果含めて全て正常(地上で実施した航法結果と一致)

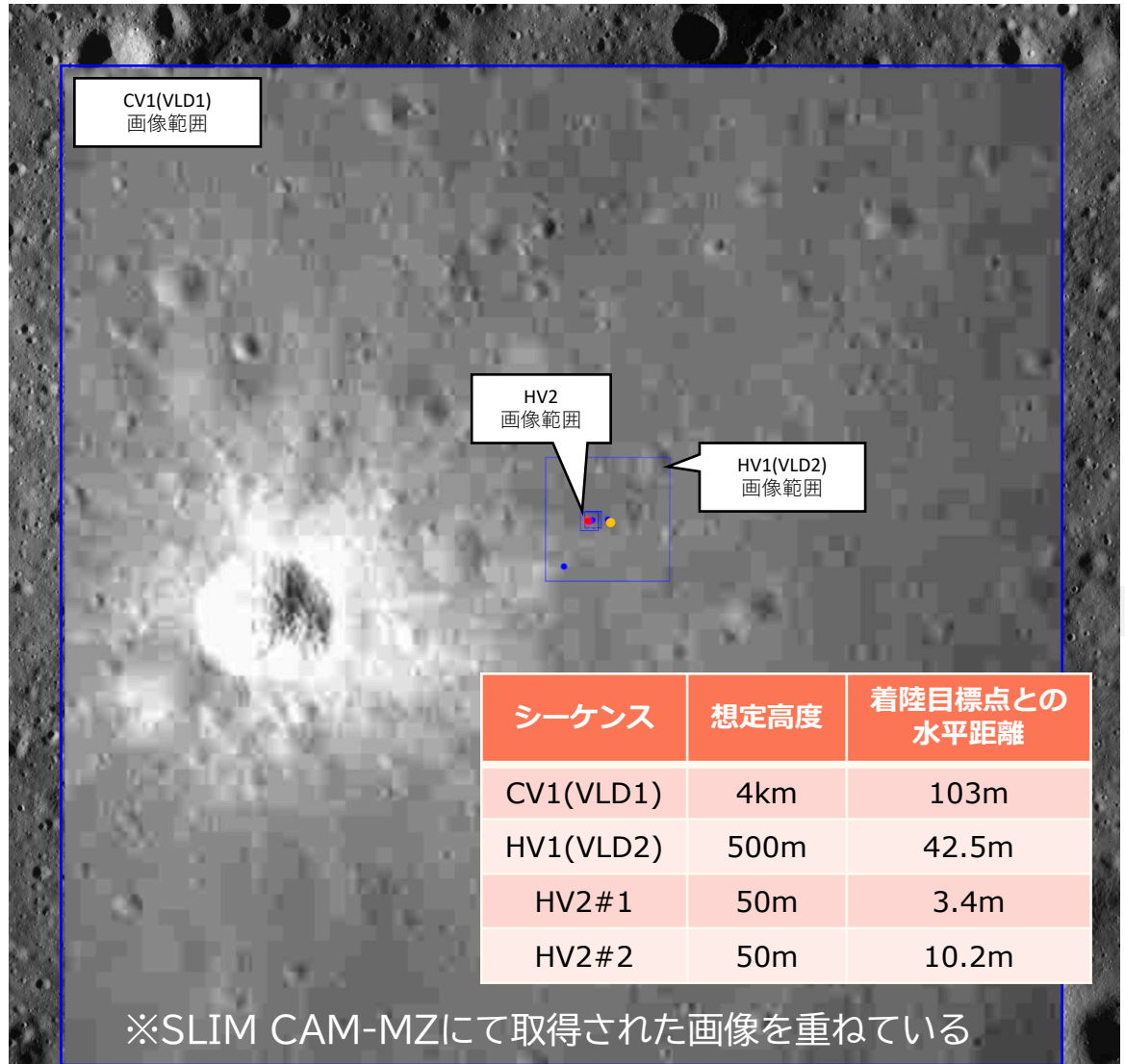




▶ 着陸精度の評価 / 垂直降下中、高度50m付近までの推移

- ▶ 比較的分解能が高く着陸目標地点設定の際にも用いられたChandrayaan-2画像を使用した評価を行った。
- ▶ 具体的には、Chandrayaan-2画像の中から、航法カメラ画像と共通する特徴点を探し、2つの画像が重なる領域を特定する作業を行った。
- ▶ 右図は、2つの高度(CV1、HV1)および障害物回避(HV2)時の様子。青点が画像中心、赤点が打ち上げ前に設定された着陸目標地点。
- ▶ 高度低下が低下し月面に接近するにつれて、航法誘導制御の結果、徐々に航法カメラ視野中心が着陸目標地点に迫っている様子が理解できる。

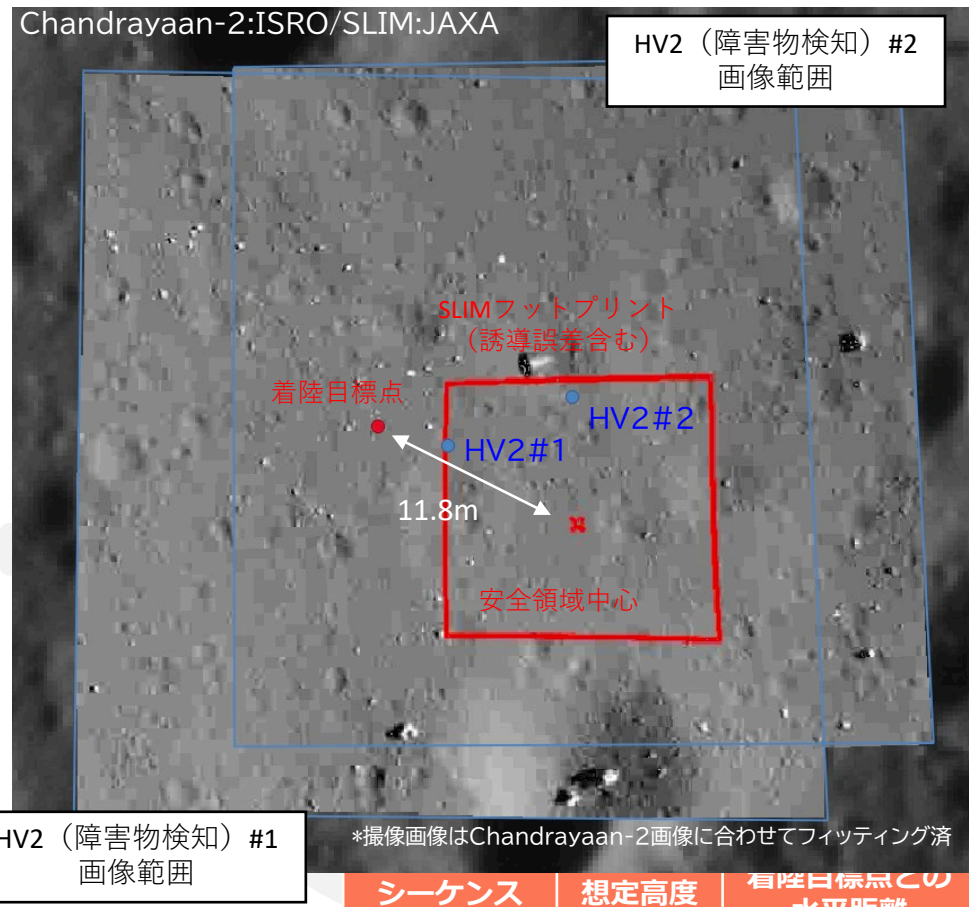
Chandrayaan-2:ISRO/SLIM:JAXA





▶ ピンポイント着陸精度評価 / 高度50m付近で評価

- 右下図は、障害物回避時の画像付近を拡大して示したものの。青い丸点が、1回目(#1)、2回目(#2)の撮像画像(青枠)の中心位置を示しており、この位置がSLIMの水平位置に相当し、その着陸目標地点からの距離を右下表に示している。
- この図から、障害物検知実施中の位置精度は、#1で3~4m程度、#2で10m程度だったと推定される。
- 前述の通り、この高度付近以降は着陸安全性を優先して着陸目標が設定される(障害物回避)。その意味で、ピンポイント着陸精度としては、概ね10m程度以下と評価している。
- さらに、#2については既に後述する異常事象により東へ流されている可能性が高く、実際のピンポイント着陸精度は3-4m程度だった可能性が高い。



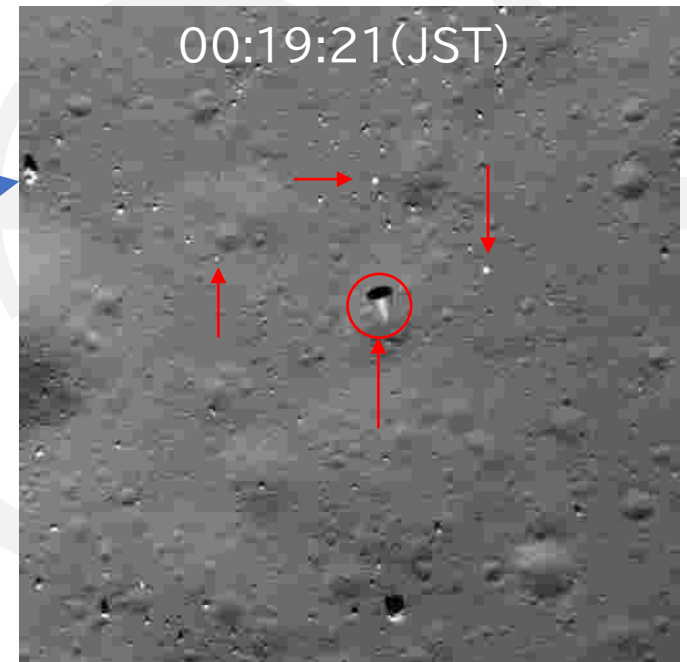
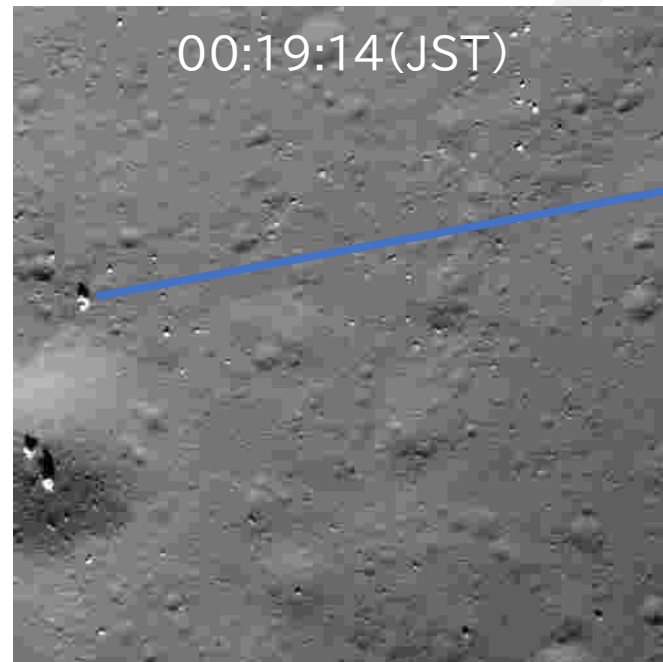
シーケンス	想定高度	着陸目標点との水平距離
HV2#1	50m	3.4m
HV2#2	50m	10.2m

障害物回避以降は、図中の“安全領域中心”を目指した着陸へと移行する。着陸目標地点への正確な着陸より、障害物回避による安全性を優先するため(今回は着陸目標地点から11.8m離れた地点を目指すことになる)。従って、ピンポイント着陸精度については、障害物回避前の精度で評価することが、実力を評価することになる。



▶ 高度50m付近で発生した推進系異常事象について

- ▶ 高度50m付近で、メインエンジン2基の合計発生推力が、約55%程度に低下した(0時19分18秒付近)
- ▶ 当該時刻付近で撮像された航法カメラ画像には、ノズルのような形状をした物体等が見られている。
- ▶ 現状、何らかの異常によりノズル部が脱落し、結果として-X側メインエンジンの発生する推力の大部分が失われたと推測している。



- ▶ 青矢印は、2つの画像間で共通する特徴点の対応を示したものの。
- ▶ 赤矢印の箇所には、左の画像には見られない光点や物体が見られている。



▶ 異常発生以降の挙動の推定について

0時19分18秒付近に異常発生して以降の探査機挙動について、現時点での推定結果は以下の通り。

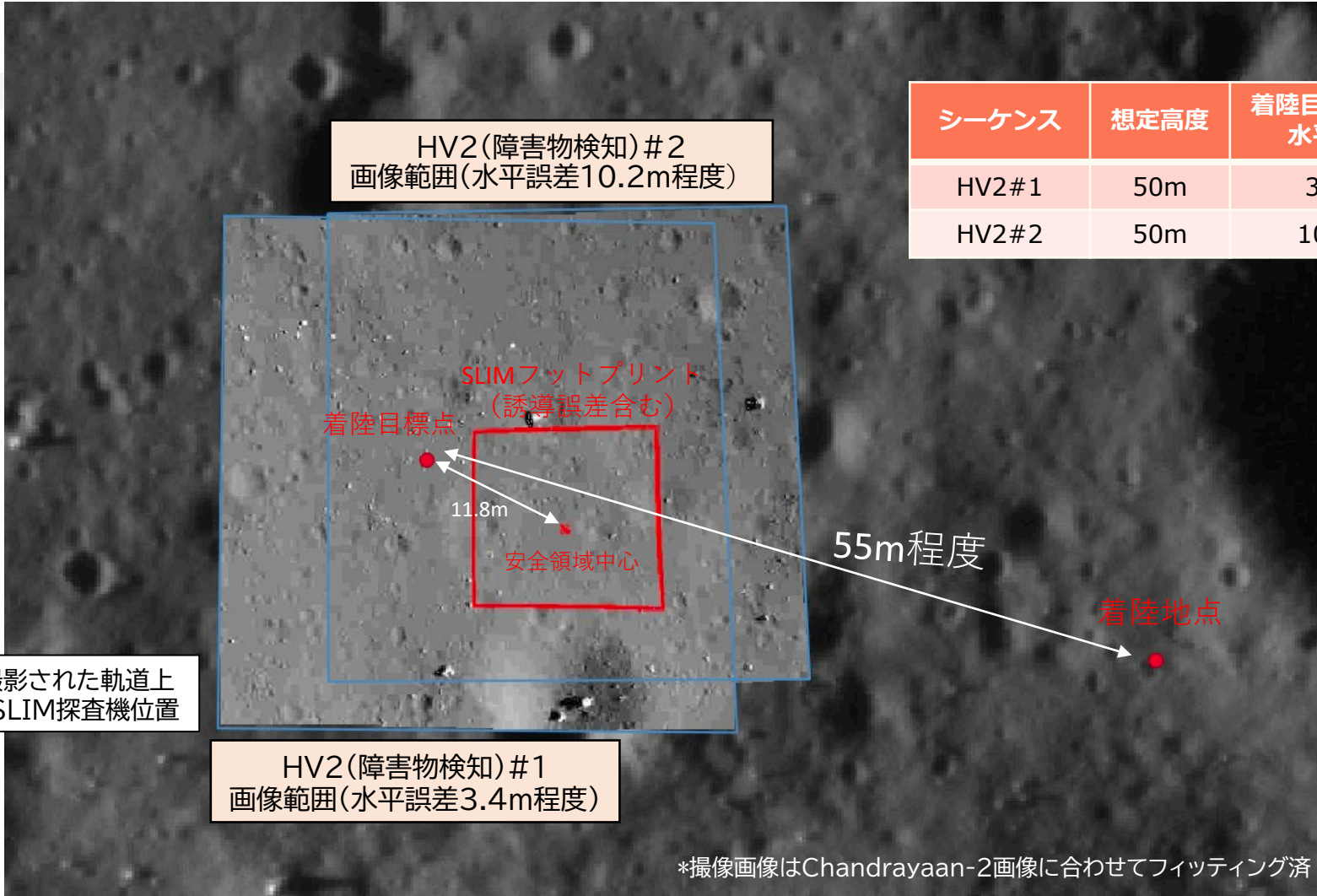
- ▶ 異常発生時、探査機はホバリング中であった。異常発生によりメインエンジン1基が失われたが、メインエンジンは2基搭載され一定の冗長性を確保する設計となっていたため、月面着陸ができなくなるといった事態は回避することができた。
- ▶ 一方で、メインエンジン1基のみでは月重力と同等の推力しか発生することができず、降下速度を完全に制御することは困難となり、50m付近から秒速2m～3m程度での降下を継続した。
- ▶ また、メインエンジンは2基で双方の横方向推力を打ち消し合う設計となっていたところ、-X側の1基が失われたため、-X側に向かって水平速度が発生した。
- ▶ ホバリング終了時点で、搭載された航法誘導制御系が異常を検知してモード移行を実施。横方向移動を抑制するように姿勢変更をしつつメインエンジンの噴射を継続し、自律的にシーケンスを進めて着陸モードに移行。その過程で、高度約5m付近でLEV-1及びLEV-2(SORA-Q)を放出した。
- ▶ 横方向速度がある状態で、ほぼまっすぐ立った姿勢で接地した(0時19分52秒頃)。接地時の降下速度は秒速1.4m程度で、仕様の範囲(秒速1.8～2.8m)より低速であった。一方、横方向の速度や姿勢などの接地条件が仕様範囲を超えていたため、接地後に大きな姿勢変動が生じ、想定と異なる姿勢で静定した。



▶ 推定されている着陸地点 / NASA LROによる撮像結果

▶ 障害物検知を行った時の探査機位置と、推定される接地地点の位置関係。正常に降下していた際的位置から、東に移動している(東へ約55m程度)。

Chandrayaan-2:ISRO/SLIM:JAXA



シーケンス	想定高度	着陸目標点との水平距離
HV2#1	50m	3.4m
HV2#2	50m	10.2m

HV2(障害物検知) #2
画像範囲(水平誤差10.2m程度)

NASA LROにより撮影された軌道上
画像から推測されたSLIM探査機位置

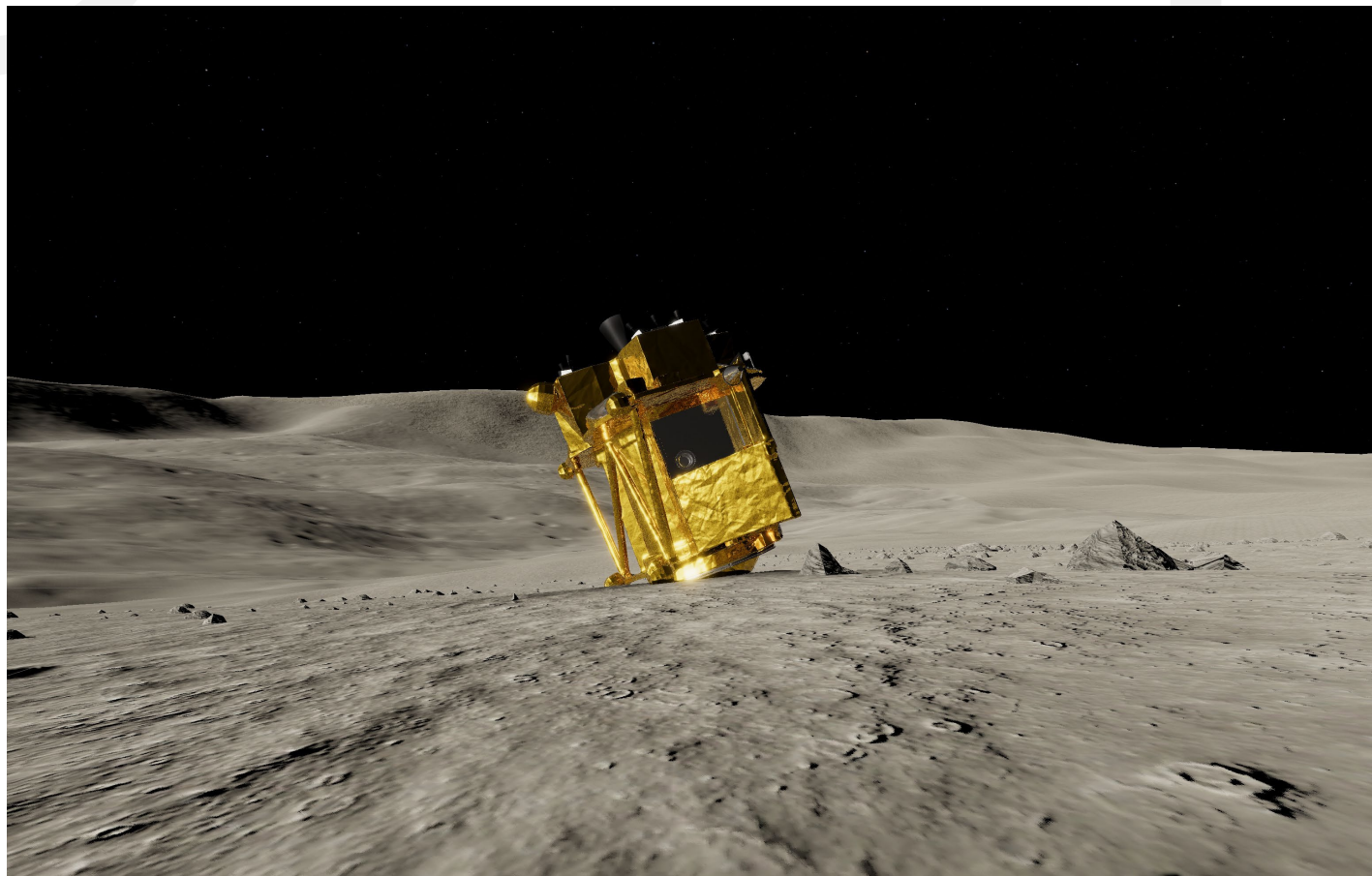
HV2(障害物検知) #1
画像範囲(水平誤差3.4m程度)

*撮像画像はChandrayaan-2画像に合わせてフィッティング済



▶ 推定されている着陸姿勢 / CG画像

- 着陸後、最終的な探査機の姿勢は、探査機の各種データから、下図のようにメインエンジンが上を向いた
ほぼ鉛直の姿勢で、太陽電池パネルが西を向いた姿勢と考えている。



推定される着陸位置及び姿勢から作成したCG画像



▶ LEV-2画像からの考察

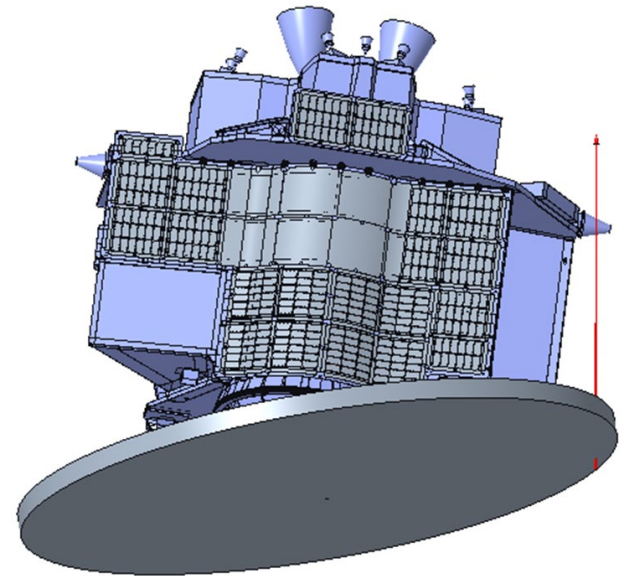
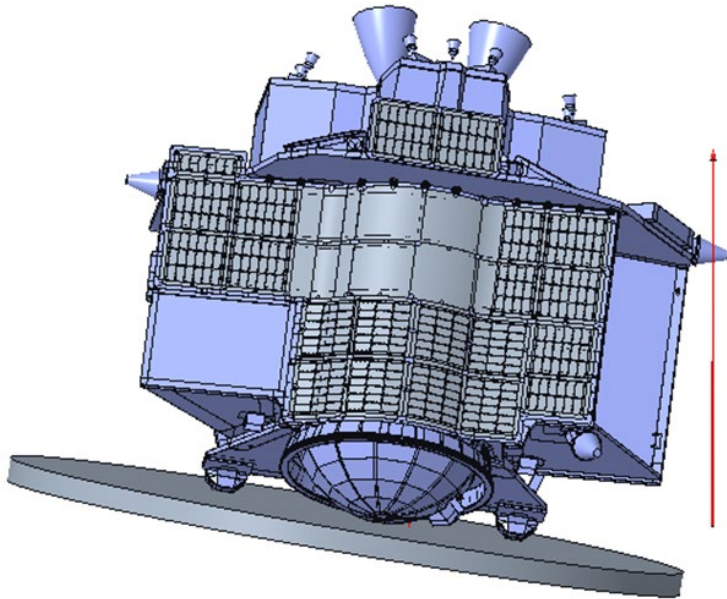
- ▶ LEV-2画像とSLIM CADデータを重ねると、ノズルが脱落したと考えられている-X側のメインエンジン以外、外観に大きな変化は見られない





▶ 接地場所斜度の推定

- ▶ 月面が平面で、SLIMと3点で接地していると仮定して、接地場所の斜度を推定した
- ▶ 着陸点は10度(左図)ないし17度(右図)程度の斜面と思われる
- ▶ 詳細は割愛するが斜面の向きなども考慮し、左図は平均斜度の事前想定と概ね一致する。右図のケースについては、画像から足元が確認できないため断定はできないものの小さなクレーターのリムなど局所的な傾斜である可能性がある。





▶ 着陸後の運用について

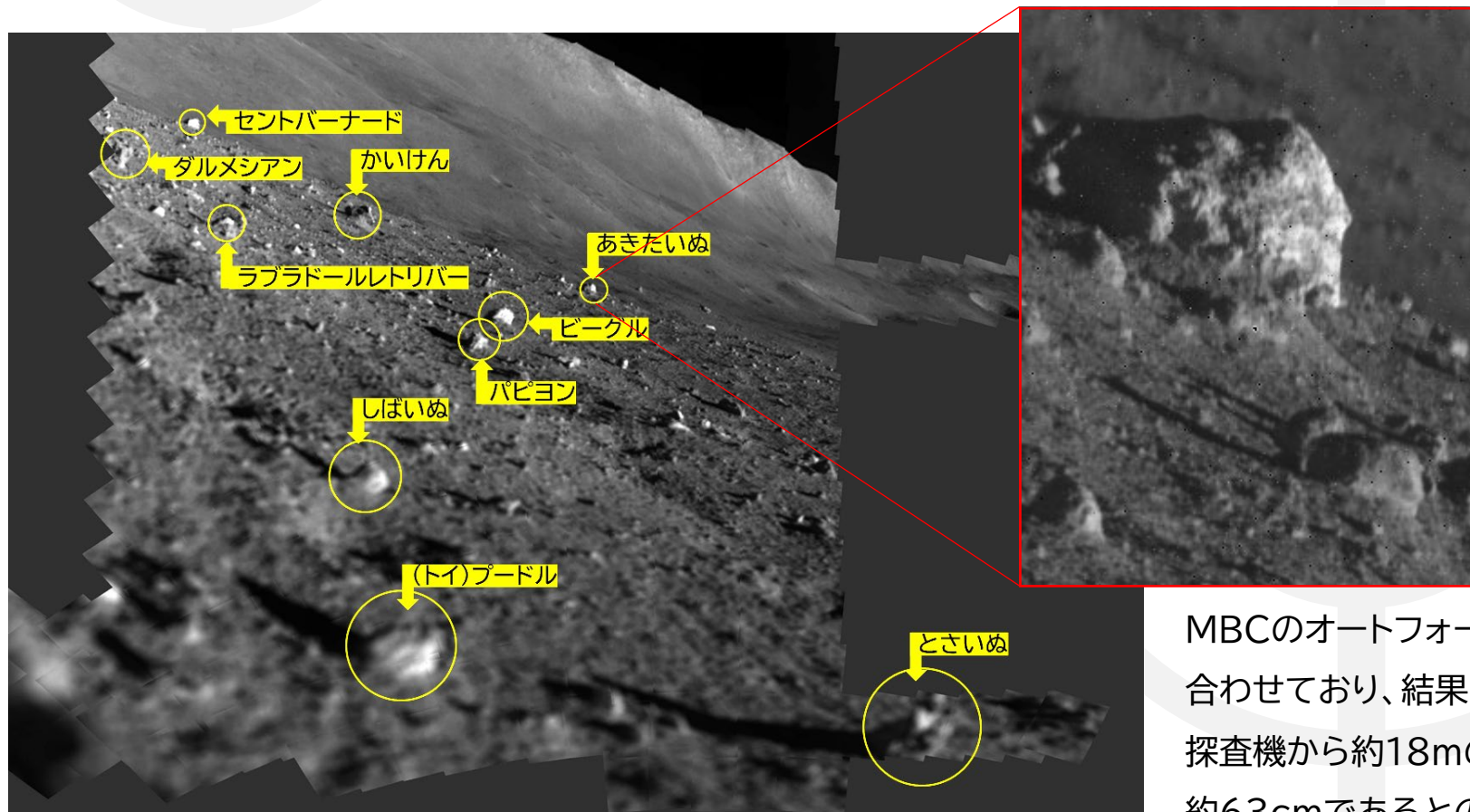
- ▶ 着陸したと判断された直後、太陽電池からの発生電力が得られていないことが確認された。探査機との通信は確立されていたので、予め用意されていた異常時対応手順を実施し、着陸降下中に探査機上で記録された各種データ、画像データについて、所定のもの全て取り出すことができた。
- ▶ その後、バッテリー残量を踏まえてマルチバンド分光カメラの観測運用を実施することとした。送信機温度が上限に達するまでに、257枚のスキャン撮像・ダウンリンクを実施した（初期スキャン撮像の予定枚数は333枚）。結果として、得られたスキャン画像から6個の観測対象を特定することができた。
- ▶ バッテリー残量低下に伴い、コマンドによりバッテリーを電源系統から切り離れた（過放電による探査機の永久損失を避けるため）。このため、探査機電源はOFFとなった（1月20日2時57分）。
- ▶ その後、太陽方向の変化に伴い太陽電池で十分な電力が得られるようになり、1月28日夜に探査機との通信を再度確立、マルチバンド分光カメラ(MBC)による科学観測を再開した。
- ▶ その結果、10個の観測対象(岩石)について、10波長(バンド)での分光観測を実施することができた(打上前には、最低限、10波長での分光観測を1個の観測対象について実施したいと考えていた)。



▶ 着陸後月面活動の成果 / 分光カメラ観測結果

- ▶ 電力回復後に10バンド詳細観測を行った10個の岩石(左図)。日照条件に合わせて、観測対象の岩石は着陸直後から一部変更・追加されている。
- ▶ 1バンド(近赤外線)の波長 $1.65\mu\text{m}$ で詳細観測した「あきたいぬ」(右図)。

JAXA、立命館大学、会津大学



MBCのオートフォーカス機能により焦点を合わせており、結果として、「あきたいぬ」は探査機から約18mの距離に位置し、横幅が約63cmであるとの推定が得られている。

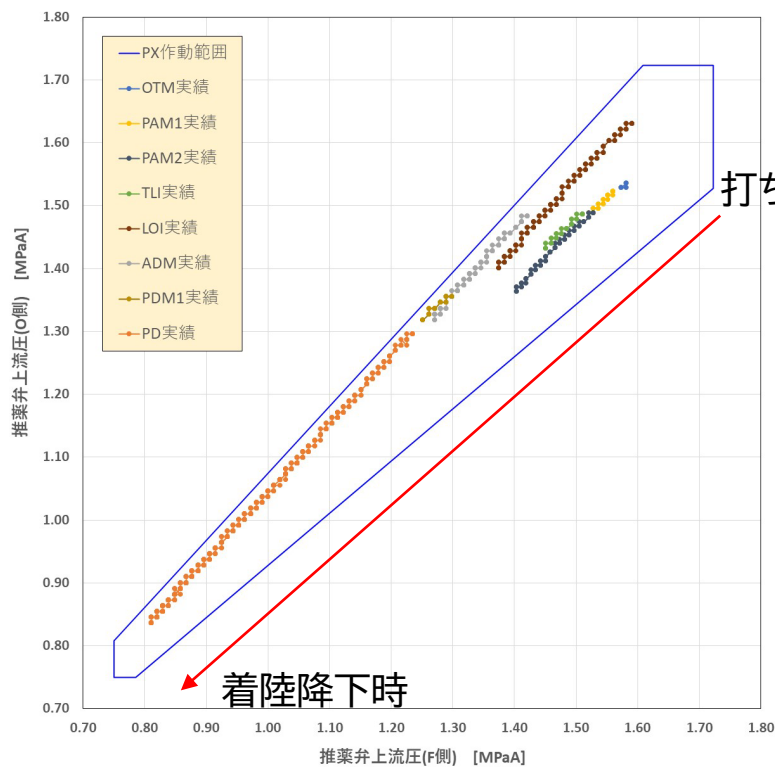
JAXA、立命館大学、会津大学



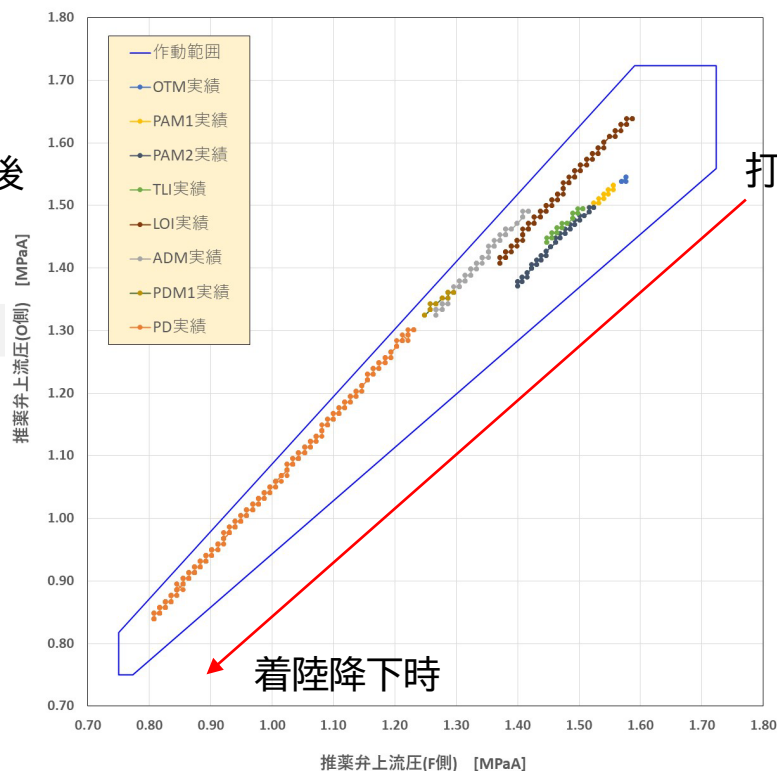
▶ 推進系メインエンジン(OME)の動作状況について

- ▶ SLIMに搭載されている2つのメインエンジン(OME-PX, OME-MX)の作動点はミッション全期間で設計範囲内にあった
- ▶ SLIMメインエンジンは500N級でありながら広い作動領域を有し、ピンポイント着陸に必須となる広範で俊敏な推力調整機能をパルス噴射により達成する点が大きな特徴のエンジンである

OME-PX 作動点MAP



OME-MX 作動点MAP

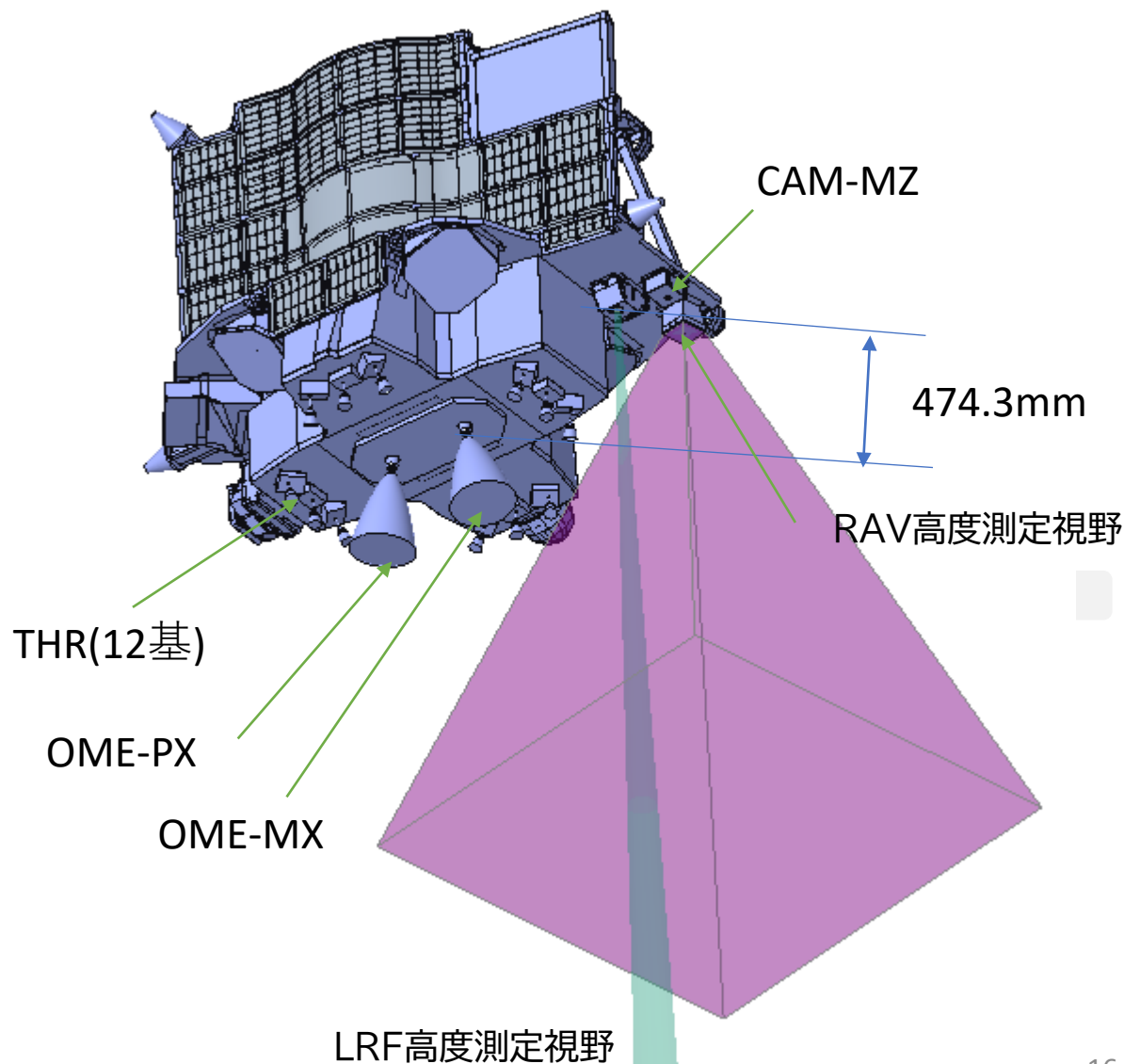


※圧損式を用いて圧力TLMを入口圧に変換
 ※1sオーダーの準静的な作動点を示している



▶ 推進系メインエンジン(OME)の搭載位置

- ▶ SLIMのメインエンジン(OME-PX, OME-MX)はSLIMの-Z面に取り付けられており、着陸直前には概ね月面に正対している
- ▶ それらのスラストの近傍には、着陸レーダ(RAV、計測範囲:20~4500m程度)とレーザ距離計(LRF、計測範囲:3~10m程度)のセンサも配置されている。各センサは異なる視野角を有する。
- ▶ 右図の通り、着陸レーダ(RAV)は半頂角が広く、仮に近傍に物体があった場合には検出されやすい





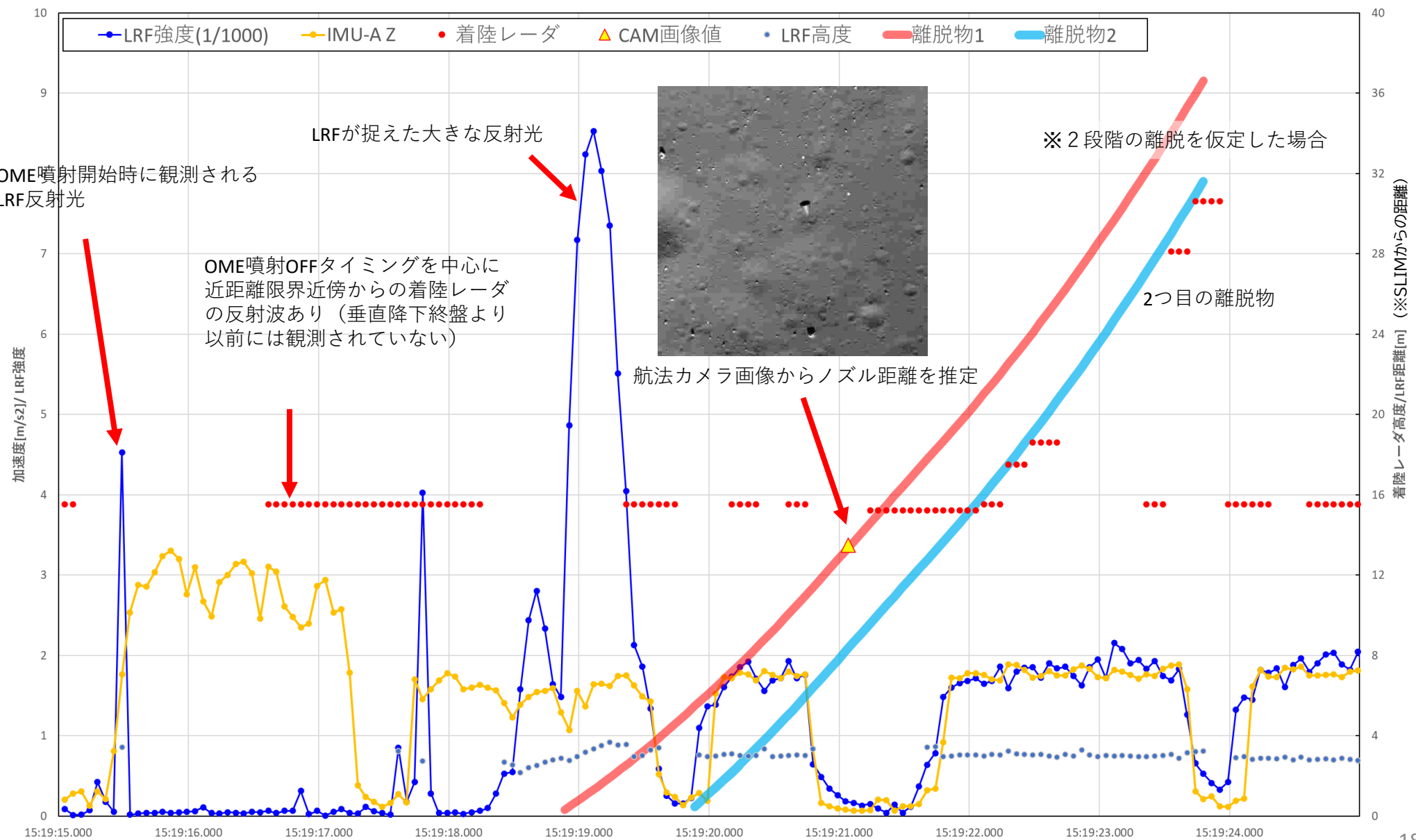
▶ 推進系異常事象についての調査状況(1/2)

- ▶ OME-MX脱落事象の原因調査において、前述のようにOME作動点は正常であることもあり、広い視点に立ったデータ解析を進めている。
- ▶ 次ページに1例として、OME-MX脱落前後のテレメトリデータ例を示す。ここではLRF反射光強度、加速度、着陸レーダ高度、LRF高度測定値、のデータを表示している。
- ▶ メインエンジン(OME-PX, MX)のパルス噴射に呼応して加速度の値(IMU-AZ*1)はパルス状に変化しているが、15:19:17.5あたりのパルス以降、メインエンジン噴射中の加速度が大幅に落ち込んでおり、この時点でOME-MXが有効な推力を発生しなくなったと推定される。
- ▶ 加速度半減後、着陸レーダ高度出力にはSLIMから相対的に遠ざかっていく物体があるかのようなデータがあるが、航法カメラで撮影されたノズルの位置・タイミングとは若干のズレがあり、テレメトリデータを詳細解析中である(次ページのグラフは、例えば離脱が2段階で生じたと仮定したもの)。
- ▶ 着陸レーダは事象発生の数十秒前から近距離側測定限界近くの距離計測出力をしており、LRFもノズルが離脱したと推測される時点前後で大きな反射光を観測している。
- ▶ これら着陸レーダ(RAV)やレーザ距離計(LRF) が示す事象が、何らか推進系の挙動に由来している可能性も考慮しつつ、検討を進めていく方針。
- ▶ 本事象の原因については現在詳細調査を行っており、詳細判明した時点で、改めてご報告したい

*1 … IMUは、慣性基準装置の略称



▶ 推進系異常事象についての調査状況(2/2)

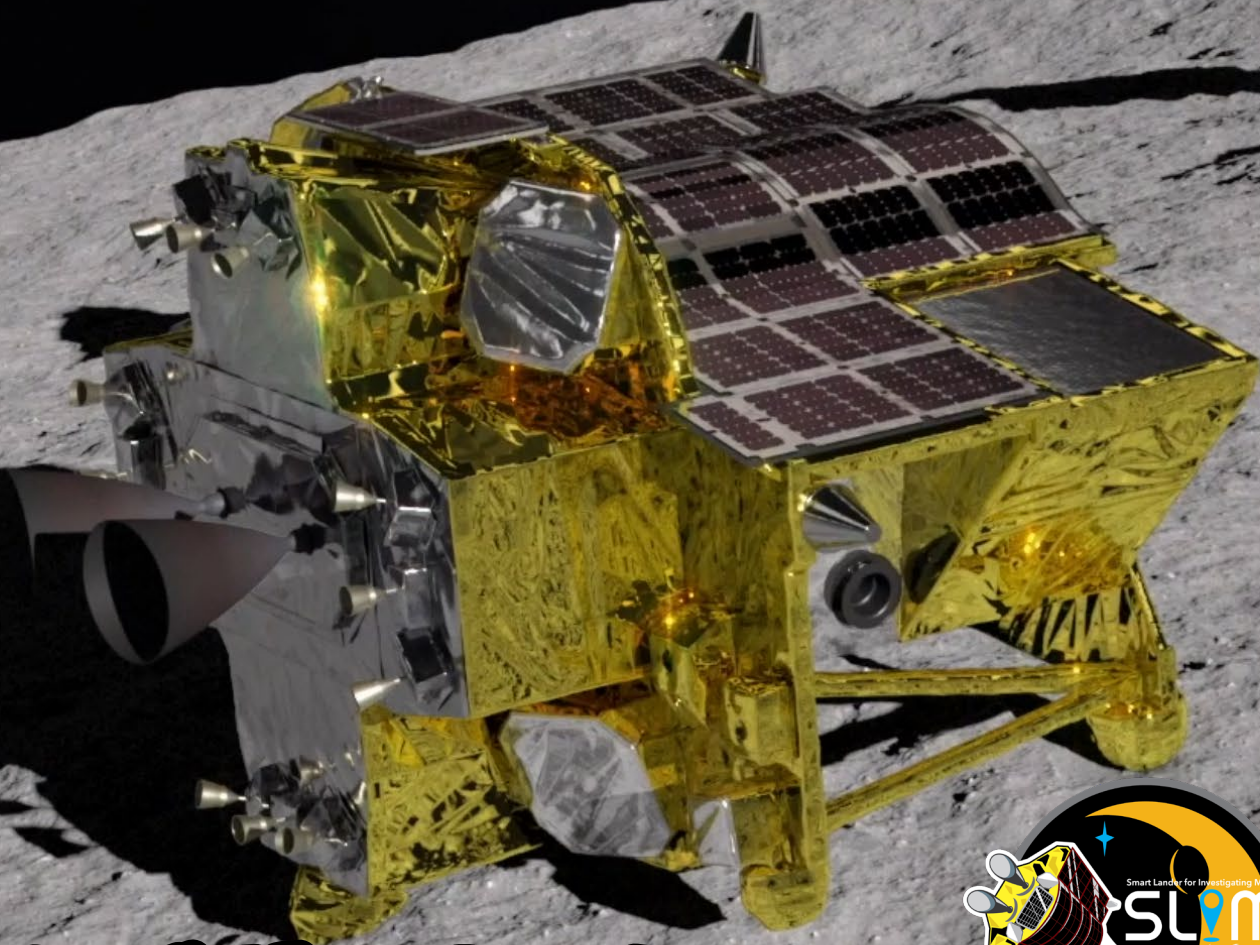




▶ まとめと今後の予定

- ▶ 高度50m付近までSLIMは正常に着陸降下した。特に、14回実施した画像照合航法は、その航法結果も含めて全て正常であった。障害物回避直前、高度50m付近の航法カメラ画像についての評価から、ピンポイント着陸精度は10m程度以下であり、恐らく3~4m程度であった可能性が高いと考えている。
- ▶ 高度50m付近で何らかの異常が発生し、メインエンジン2基のうち1基を喪失した。一定の冗長性を有していたことから、高度5m付近で超小型ローバを分離して月面に送り届けることを達成した後、仕様範囲より低い降下速度で接地、想定と異なる姿勢で静定した(目標地点の東55m程度)。
- ▶ 着陸降下中の各種データを取得、マルチバンド分光カメラ(MBC)のスキャン撮像実施後、探査機保護のためバッテリーを切り離すコマンドを送信し、探査機電源はOFFとなった。
- ▶ 日照条件の変化に伴い1月28日夜に再度通信を確立、MBCによる科学観測を実施した。その後、1月31日に着陸地点付近は日没を迎え、SLIM探査機は現在、冬眠状態にある。
- ▶ SLIM探査機は越夜できる設計にはなっていないものの、再び太陽電池パネルで必要な電力が得られる太陽条件となる2月下旬には、再度、探査機との通信確立やMBC科学観測の再開等を試みる予定。
- ▶ その後は、越夜可否の状況を見ながら、MBC科学成果の創出や各種データや成果の整理などを進め、適切な時期にプロジェクト終了の判断を受ける予定。
- ▶ 並行して、推進系異常事象の原因調査と今後の対策検討等を進める所存。

「降りやすいところに降りる」
から
「降りたいところに降りる」
時代へ



応援ありがとうございました。

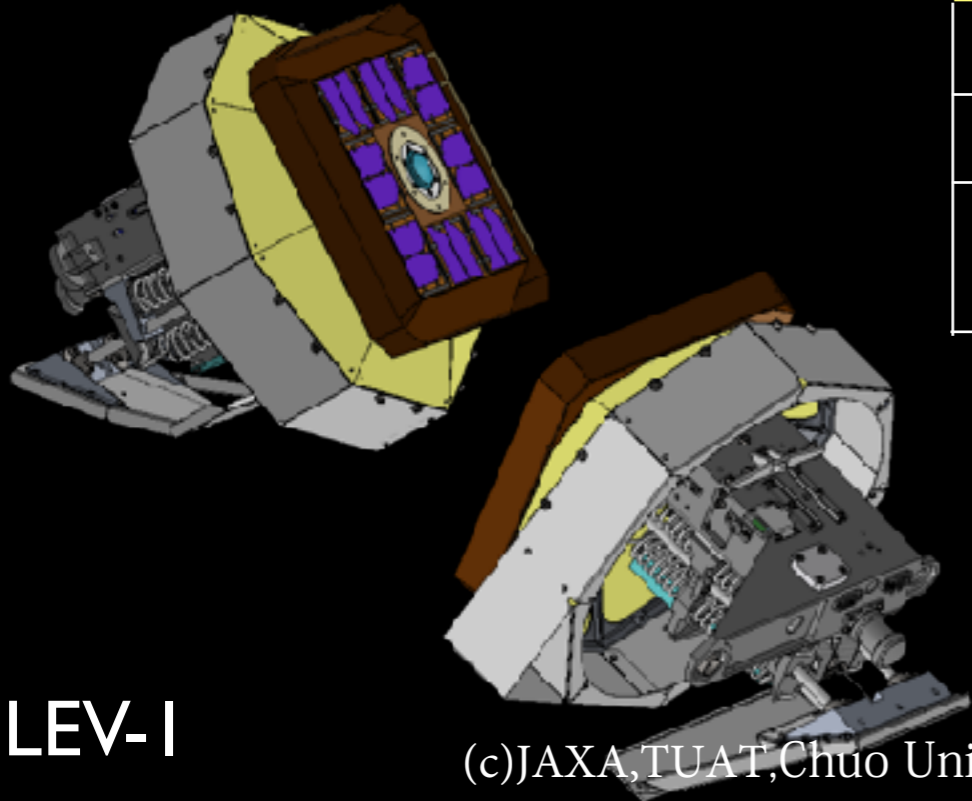


本資料に使用している画像、図のクレジットはJAXA（特にクレジット表記があるものを除く）

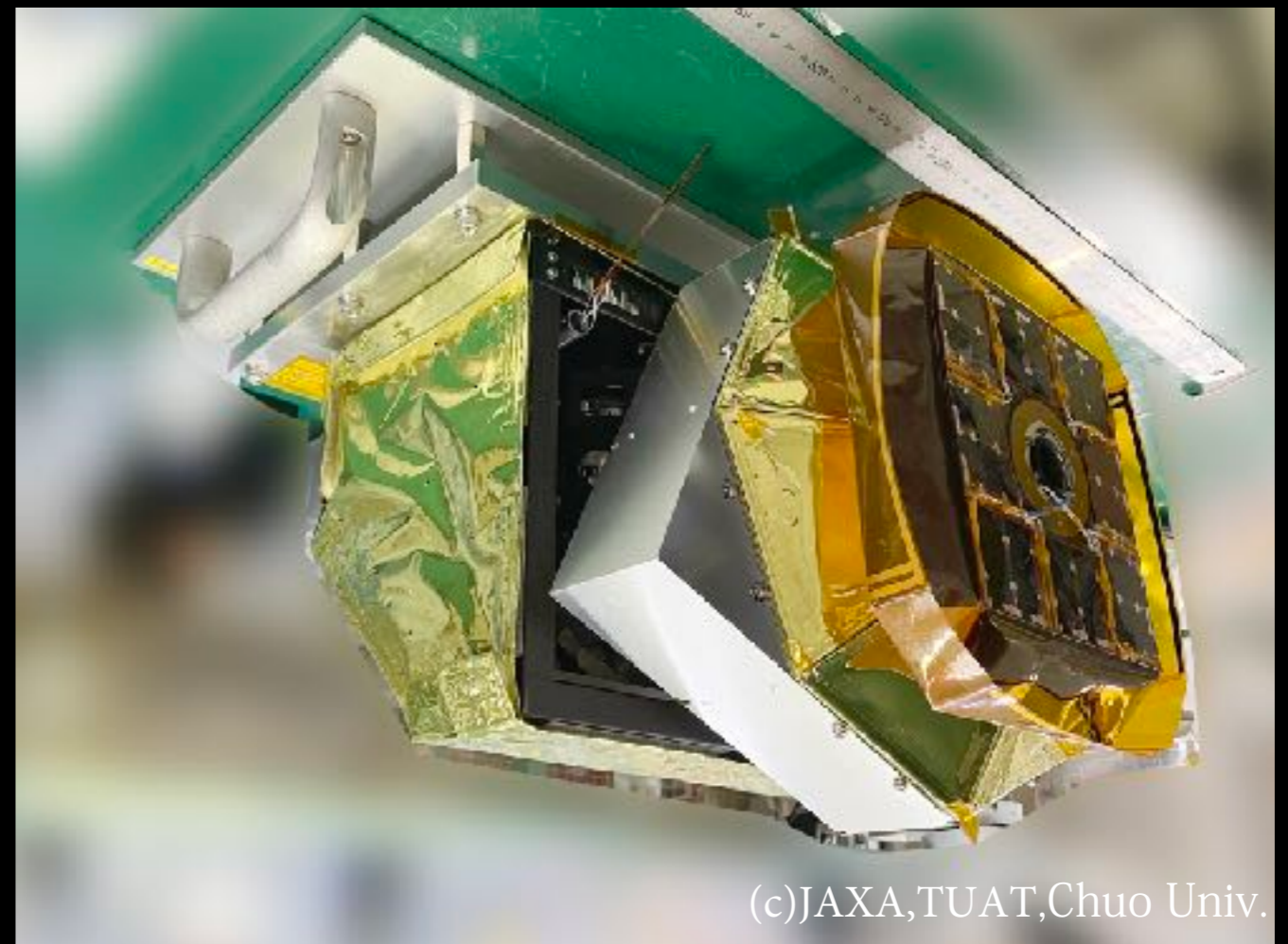
LEV-1/LEV-2

宇宙科学研究所 宇宙機応用工学研究系
教授 LEV-1 担当 吉光 徹雄

SLIMによって月面に展開され、自律的に移動し、SLIMの着陸状況や周囲を撮像する小型のペイロード



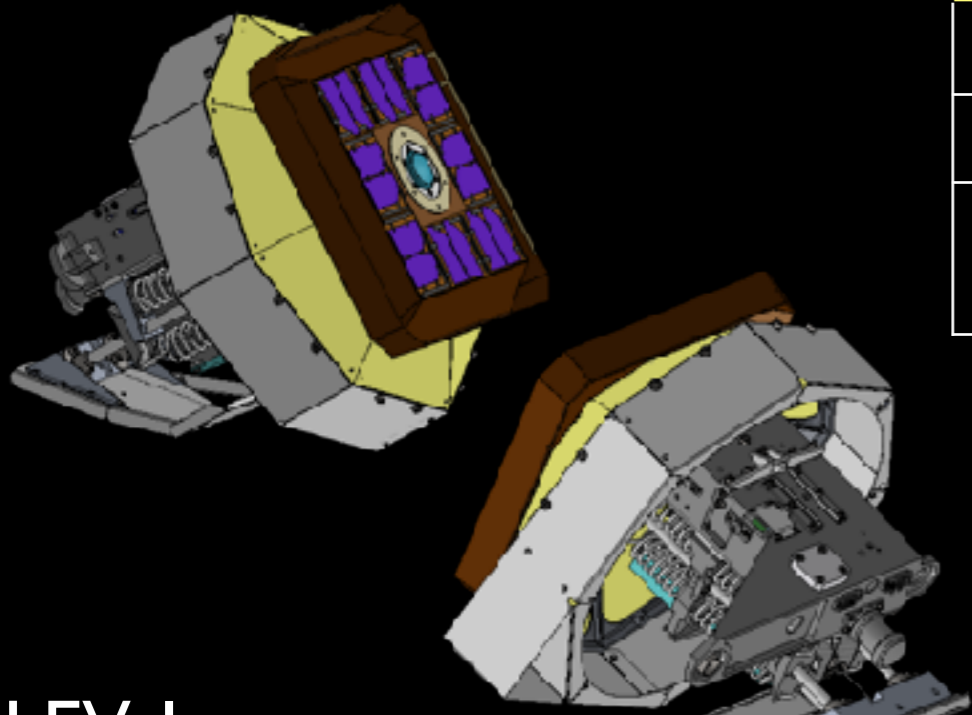
	LEV-1 (ISAS)	LEV-2 (探査ハブ)
dimension	φ280 mm x 371 mm	123 mm x 90 mm x 135 mm
mass	2.1 kg	250 g
mobile system	hopping, wheeled	wheeled



LEV-1/LEV-2

SLIMによって月面に展開され、自律的に移動し、SLIMの着陸状況や周囲を撮像する小型のペイロード

	LEV-1 (ISAS)	LEV-2 (探査ハブ)
dimension	φ280 mm x 371 mm	123 mm x 90 mm x 135 mm
mass	2.1 kg	250 g
mobile system	hopping, wheeled	wheeled



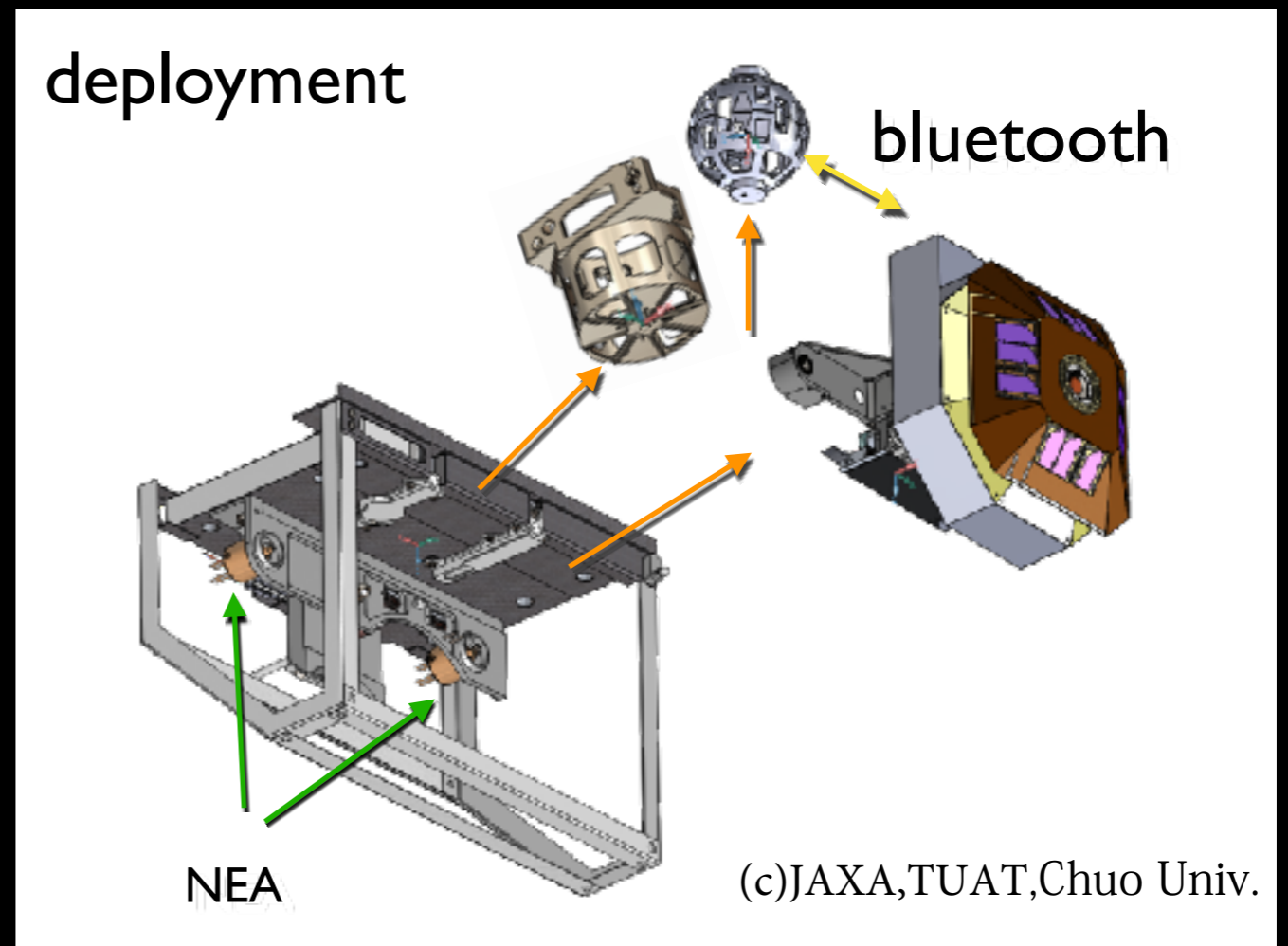
LEV-1

(c)JAXA,TUAT,Chuo Univ.



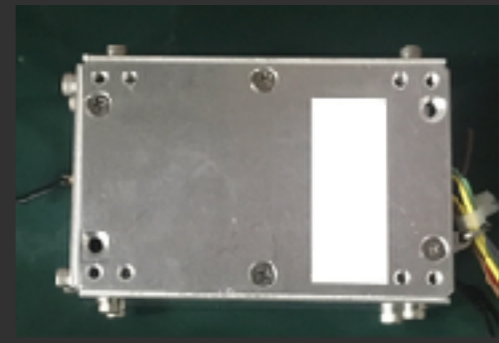
LEV-2

©JAXA/タカラトミー/ソニーグループ(株)/同志社大学

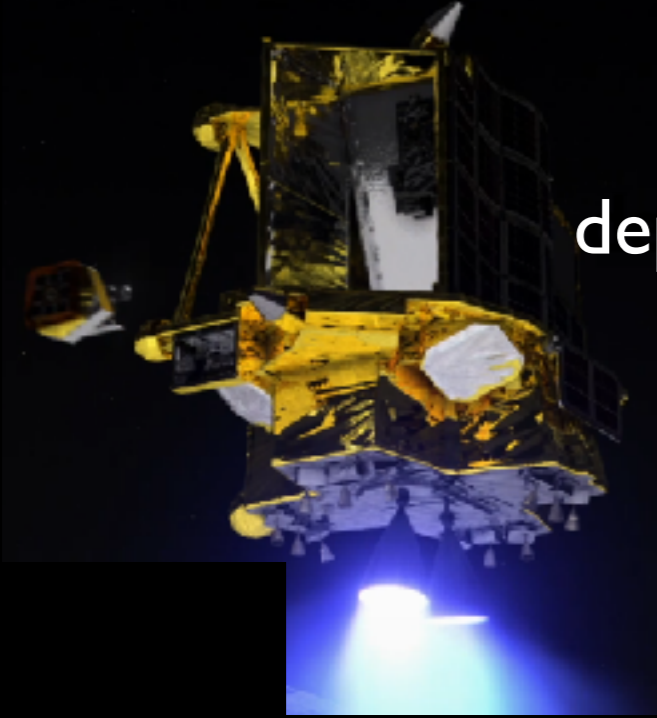


SLIMから分離後の動作

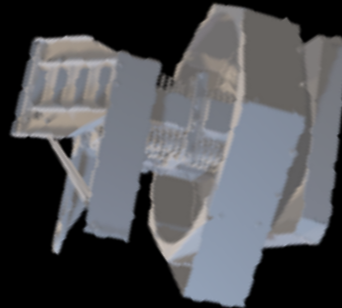
communication module
60 mm x 40 mm x 25 mm
90 grams



Earth



deployment



free fall



hop

landed

hop

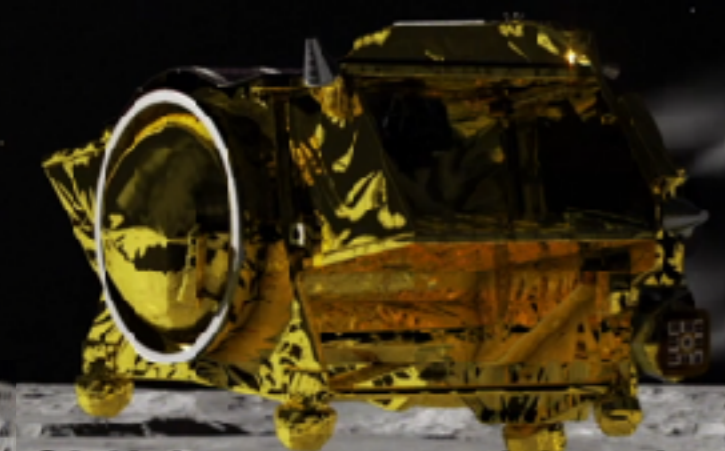
image-based
autonomous
exploration

direct
communication
(S-band, UHF)



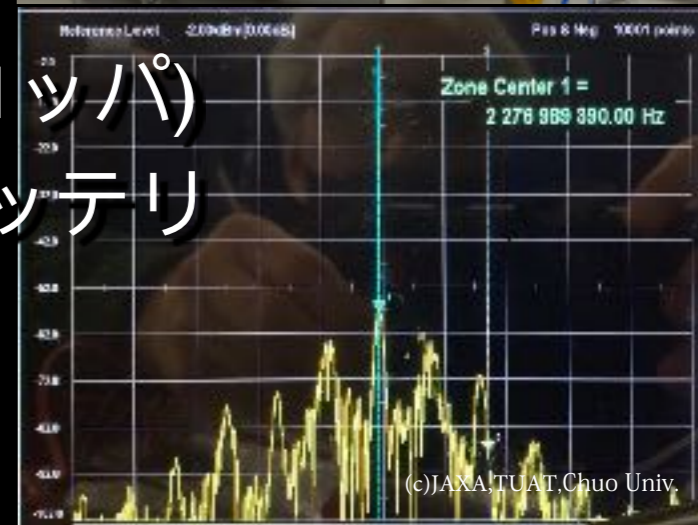
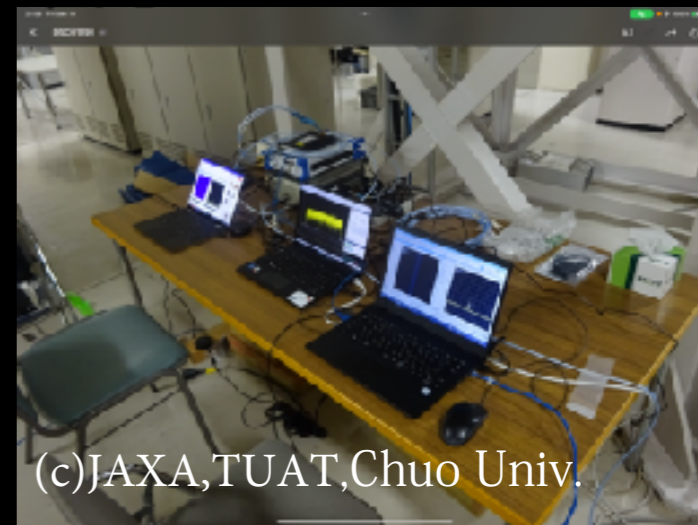
SLIM supposed landing

Moon



分離運用

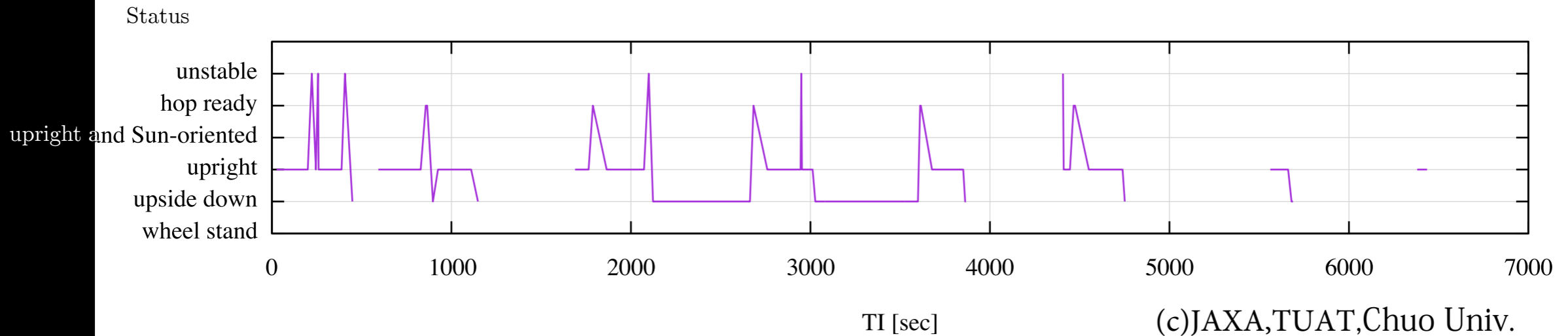
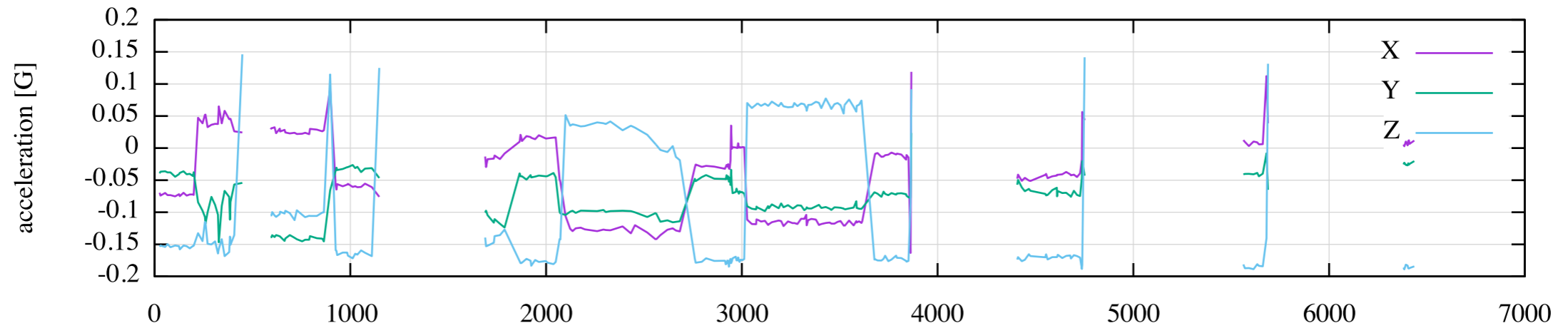
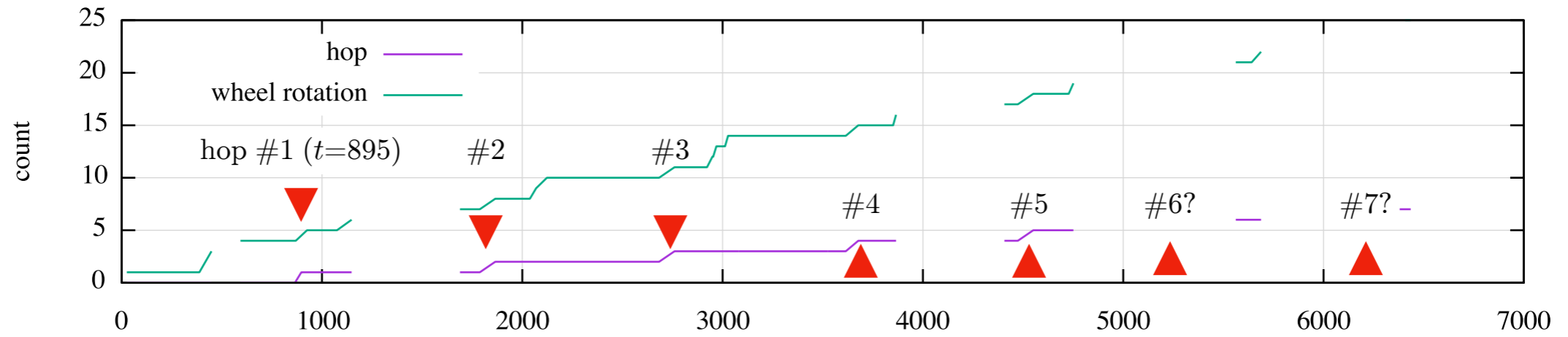
- 2024年1月19日15:19:50 UTCに分離
 - すぐにSバンドの電波を受信したことから分離を確認
- 分離後107分間，地上局でLEV-1からの電波を受信
 - Sバンド
 - UDSC, USCで独自に電波を記録
 - DSN Madrid局でリアルタイム復調
 - UHF: アマチュア無線家による受信(日本, ヨーロッパ)
 - 機器温度が70degC以上に上昇するとともに，バッテリー電圧の低下から機能停止.
- 復調作業 (2024年1月22-23日)
 - UDSC, USCで記録したSバンドの電波を相模原の実験室に持ち帰り，復調作業を実施してLEV-1, LEV-2の動作データを取得
 - DSN Madrid局で復調したデータも追加



LEV-1による達成事項

- 世界初の月面ロボット間通信によりLEV-2のデータを地球に送信
- 月からの小型通信機による直接通信(地球から約38万キロ彼方からデータを直接送信した事例としては世界最小・最軽量)
 - Sバンド
 - UHFはアマチュア無線家向けアウトリーチ活動の一環
 - 世界初の月面アマチュア無線局となった
- 世界初のホッピングによる月面移動
 - 107分間のホッピング回数は7
 - ホッピング前後での重力方向の変化を確認
- 世界初の完全自立探査
 - 打ち上げ後, 軌道上運用を含めて地球からのコマンド送信なし
- 世界初の複数ロボットによる同時月面探査により分離型小型ロボットの宇宙探査での有用性を世界に示した

LEV-1 分離後の動作

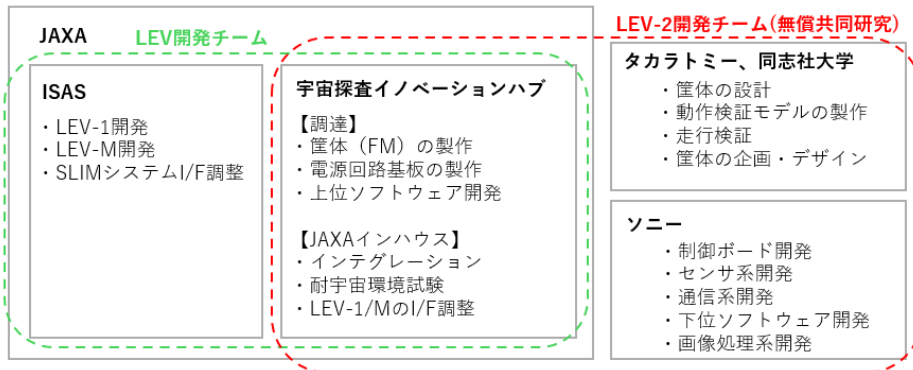


背景・経緯：

1. 2016年、探査ハブの第1回研究提案募集 (RFP) に株式会社タカラトミー (以下、「タカラトミー」) が応募。宇宙空間および地球上で活動できる安価な昆虫型ロボットを民生玩具の技術を使って開発する共同研究を開始。
2. 2019年にソニーグループ株式会社 (以下、「ソニーグループ」) が、2021年に同志社大学が加わり、4者でSLIM搭載に向けて共同開発を開始。
3. 2023年9月7日にH-IIA 47号機にてSLIMに搭載されLEV-1と共に打ち上げられ、2024年1月20日に高度5m付近でSLIMからLEV-1とともに放出された。
4. 2023年9月にタカラトミーからスマホアプリでの操作で変形・走行・写真撮影が可能な玩具「SORA-Qフラグシップモデル」が発売されている。

参加企業・大学等：

JAXA・タカラトミー・ソニーグループ・同志社大学の4者共同開発



主要諸元：

- 質量：約250g
- 変形後サイズ：約123mm×90mm×135mm
- 稼働時間：約2時間
- 二輪走行・完全自律
- SLIM着陸状況や着陸点周辺に関する情報を取得
- 前後に1台ずつ搭載の可視光カメラで周囲を撮影
- LEV-1を経由し、取得したデータを地球へ送信



変形型月面ロボット (LEV-2) 「SORA-Q (ソラキュー)」

月面での実証結果：

1. 着地後に自動自律で起動し、搭載されたカメラでSLIMの撮影に成功
2. LEV-2には前後2つのカメラが搭載されており、撮影した複数枚の写真のうち最も映りのよいものを自動選択しLEV-1経由で地上に送信する仕組みとなっており、正常に動作したと推定される。
3. 上記によりLEV-2は、LEV-1と共に以下を達成。
 - 日本初の月面探査ロボット
 - 世界初の完全自律ロボットによる月面探査
 - 世界初の複数ロボットによる同時月面探査
 - 世界初の月面ロボット間通信
4. 加えて、LEV-2は**世界最小・最軽量の月面探査ロボット**となった。

事業面からの評価及び今後の取り組み：

1. 2015年の事業開始以来、**初の月面実証の成功事例**となった。**異業種とのオープンイノベーションの取り組みが実際に月面で実証されたこと**で、今後の探査ハブ事業及びJAXAの共創事業への追い風になると期待。
2. 探査ハブにてDual Utilization(*)を掲げたことが、これまで縁の無かった玩具業界との共同研究実現に寄与したと認識。タカラトミーからSORA-Qフラグシップモデルが発売されたことで、**Dual Utilizationの成功事例**ともなった。
3. LEV-2に続く成果創出に向けて、探査ハブにおいては**今後も宇宙実証機会の確保に向けた取り組みと事業化に係る支援を継続**。
4. 本技術は、将来の宇宙探査において、多数のプローブによる**広域探査や崖、竖穴等のような通常ローバーが近づけない箇所の探査等への適用が期待**できる。
5. 解析結果を踏まえて、学会・論文、宇宙探査オープンイノベーションフォーラム等にて成果を発信していく。



LEV-2(SORA-Q)がフロントカメラでSLIM探査機を撮影、LEV-1がデータ受信し、地上へ送信。(SLIMは逆立ち状態・太陽電池パネルが西を向く形で着陸となった)

今後の予定：

走行データ及び他の画像等については、現在解析中。解析項目としてはステータスの変化、車輪の回転数、動作時間等。

(*) Dual Utilization:

探査ハブでは、月・火星のような重力天体での探査活動に資する技術の創出を、地上における技術課題解決と融合させ、我が国の産業界や大学とともに共同研究を通じて、革新的な技術の開発を行い、得られた成果を宇宙利用のみならず地上で社会実装すること (Dual Utilization) を目的としている。

変形型月面ロボット (LEV-2) 「SORA-Q (ソラキュー)」

共同研究相手方からの評価：



タカラトミーからは以下のような報告を頂いた。

- ① 創業以来100年の中でも類をみない企業価値の向上に繋がる取組み。社員が自社や自らの仕事を誇りに思うきっかけに大きく繋がった。
- ② プレスリリースの発信をはじめ、記者発表会やイベント開催、ライブビューイング等、多くの取材機会を設定し幅広く広報活動を展開した結果、国内外で大きな反響を得てテレビ、新聞、WEB媒体等で報道された。しかも一時的ではなく長期間にわたって取り上げられたのは珍しい。
- ③ 報道に関してのSNSなどでの反響も大きい。おもちゃメーカーということもあり、子どもたちからの興味関心も大きく集め、子ども記者の取材や多くの応援コメントを頂いた。
- ④ SORA-Qの1/1スケールモデル「SORA-Q Flagship Model」の発売に際して2023年4月に著名ゲストを招いて実施した商品発表会は大きく拡散され、発売した商品も全数出荷し店頭でもほぼ完売。子どもから大人まで幅広い世代の方にご購入頂き、宇宙を身近に感じるという感想やお手紙も頂いた。



ソニーグループからは以下のような報告を頂いた。

- ① LEV-2他への参加を通して、自社の念願であった宇宙分野に活動範囲を広げるための知見の蓄積や人脈形成などの成果が得られ、ソニーのエンジニアたちの活動の場が広がった。
- ② 搭載カメラのCMOSイメージセンサを製造したソニーセミコンダクタソリューションズ(株)の工場内にLEV-2が撮影した写真を展示し、社員への励みやモチベーション向上につなげたい。
- ③ LEV-2での写真撮影成功により、IoT用ボードコンピュータSPRESENSEがより幅広い層に認知して頂くきっかけとなった。具体的にはXによるポスト数の増加が確認できている。

なお、同志社大学は渡辺教授が元々タカラトミーで主担当として本研究に関わってきており、2020年に同志社大学教授に着任され、引き続き本研究に携わっている。

その他の特記事項 (受賞履歴：LEV-2)

- 2022年10月：グッドデザイン賞受賞 (ベスト100にも選定)
- 2023年9月：Forbes JAPAN Xtreprenuer AWARD(グランプリ賞)受賞
- 2023年10月：TIMES誌の「THE BEST INVENTIONS OF 2023」に選定
(参考) SORA-Qフラグシップモデルは日本おもちゃ大賞2023 イノベティブ特別賞を受賞