



TansaXセミナー

# 「SLIMプロジェクトの 振り返りと 今後の月惑星探査 における話題提供」

2024年12月20日(金)

JAXA 宇宙科学研究所  
SLIMプロジェクトチーム  
サブマネージャ  
櫛木 賢一

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



# 自己紹介

- 櫛木 賢一(くしき けんいち)
- 1992年にJAXA前身の宇宙開発事業団(NASDA)入社
- 技術試験衛星VII型(おりひめ・ひこぼし)プロジェクト、光衛星間通信実験衛星(きらり)の開発、衛星推進系の研究開発に従事
- 2012年より宇宙科学研究所はやぶさ2プロジェクトチーム ファンクションマネージャとして、探査機開発、打上げを担当
- 2016年より、SLIMプロジェクトチーム サブマネージャとして、プロマネ補佐、プロジェクトのマネジメント全般を担当



2024年1月31日 理学観測運用を終えて  
@JAXA相模原キャンパス SLIM管制室にて



## 本日お話しする内容

- 自己紹介
- 小型月着陸実証機SLIMについて
  - SLIMの目的、探査機の概要
  - SLIMが成し遂げた成果
    - ピンポイント着陸技術の実証
    - 小型ロボットによる月面探査
    - 理学観測機器による地質調査
    - 越夜
    - アウトカム、インパクト
- 今後の月惑星探査に関しての話題提供
  - アルテミス計画など
  - 月面鉄道計画





# 小型月着陸実証機SLIMについて ～目的～

- SLIM (Smart Lander for Investigating Moon)
- 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の工学実験プロジェクト

## 【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**」「**自律的な航法誘導制御**」および「**細かく推力調整可能な推進系**」

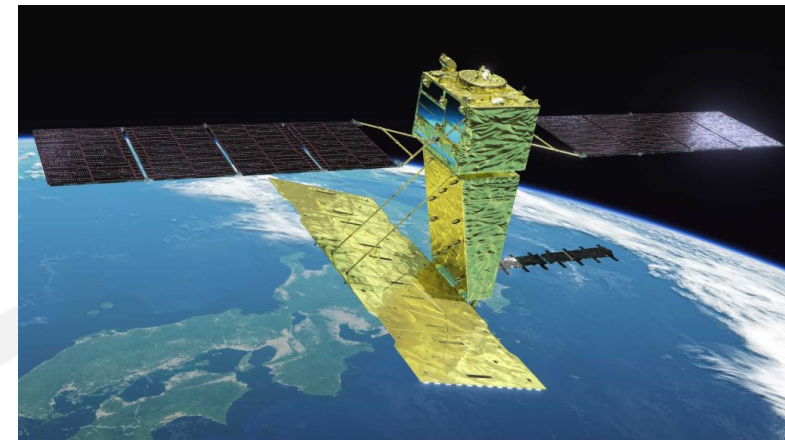
## 【目的B】 軽量な月惑星探査機システムを実現し、月惑星探査の高頻度化に貢献する

- 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





# 小型月着陸実証機SLIM ～探査機外観～



だいち4号



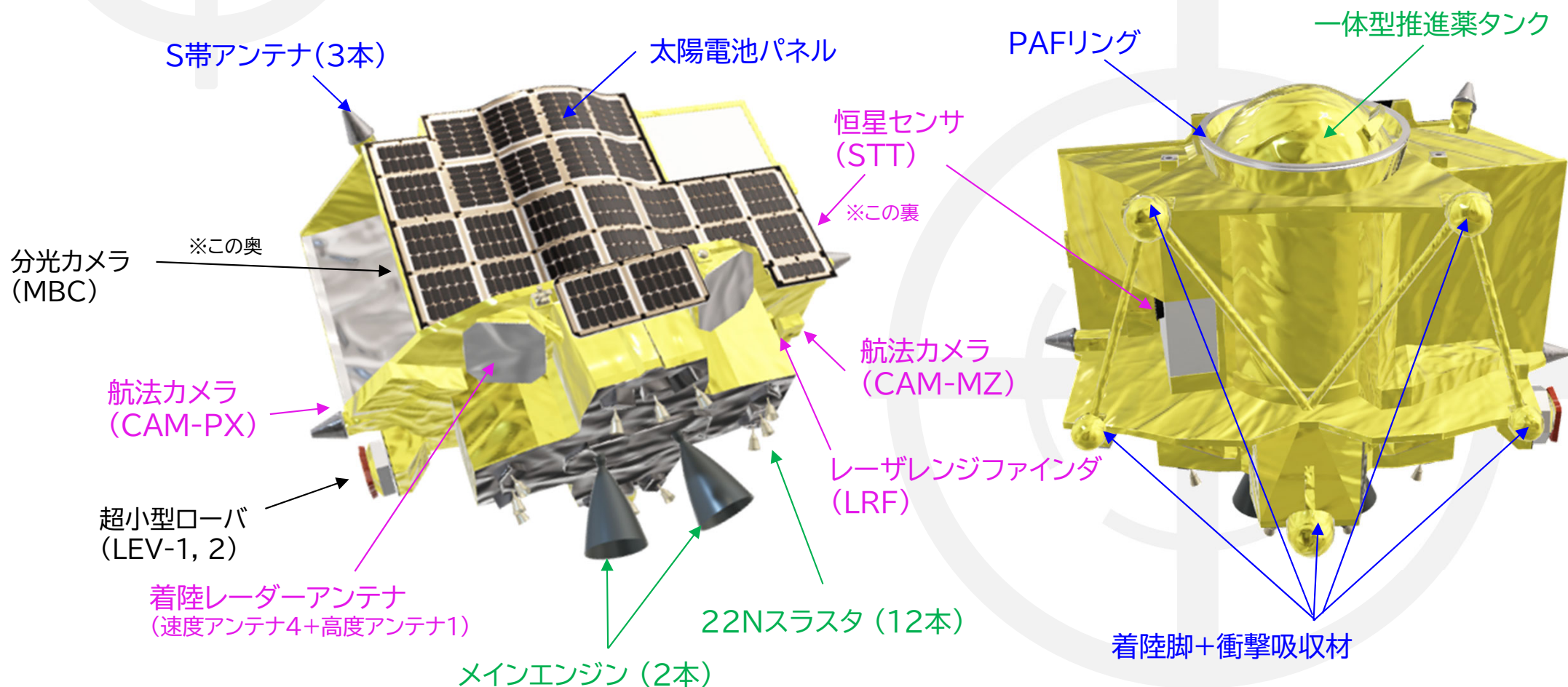
Credit: ISRO

チャンドラヤーン3号



# 小型月着陸実証機SLIM ～探査機概要～

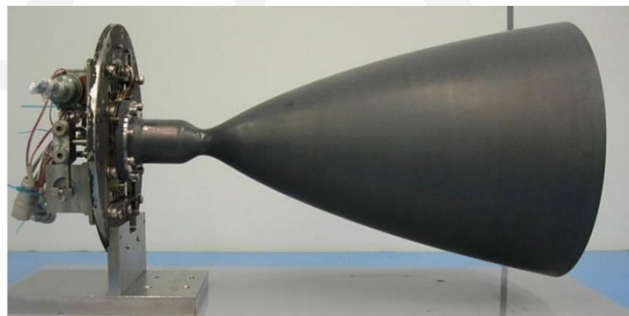
- 質量:200kg(ドライ;推薬なし時) / 約720 kg(ウェット;打ち上げ時)
- 高さ:約2.4m、縦:約1.7m、横:約2.7m





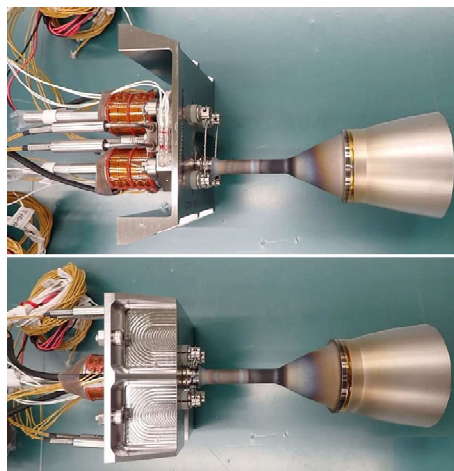


# 小型月着陸実証機SLIM ～小型軽量化の実現～

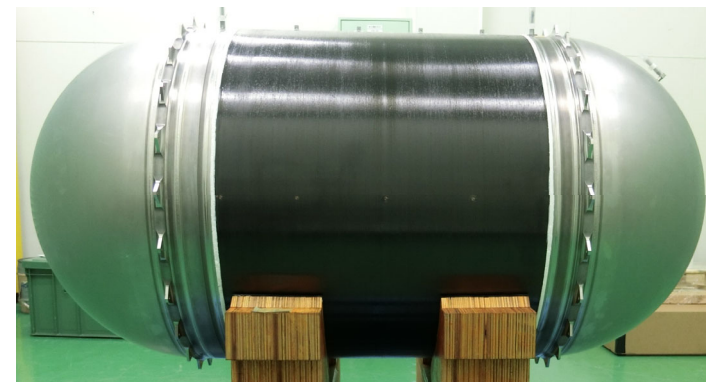


メインエンジン

三菱重工業株式会社  
京セラ株式会社

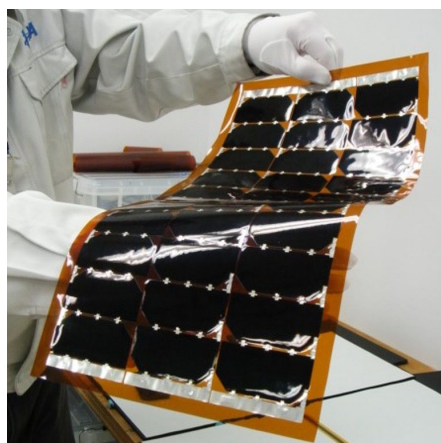


補助スラスタ  
株式会社IHIエアロスペース



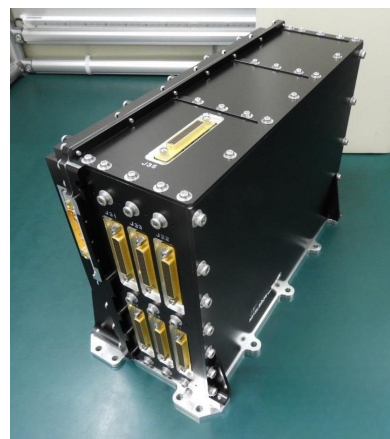
一体型推進薬タンク

三菱重工業株式会社  
中興化成工業株式会社



薄膜太陽電池

シャープ株式会社



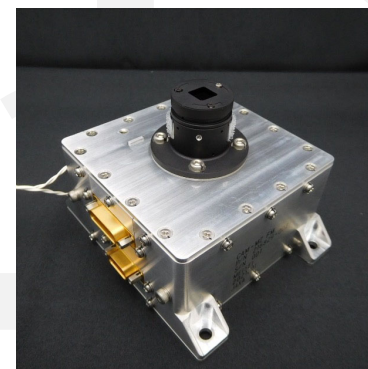
統合型計算機

三菱電機株式会社



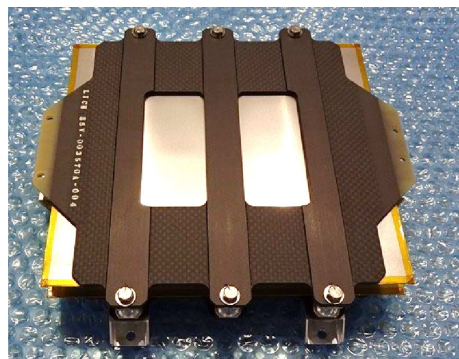
Sバンドトランスポンダ

三菱電機株式会社



航法カメラ

明星電気株式会社



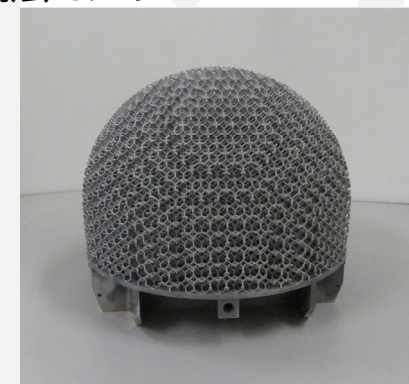
SUSラミネート電池

古河電池株式会社  
株式会社テクノソルバ  
株式会社三協製作所



統合型電力制御器

三菱電機株式会社  
三菱電機  
ディフェンス&スペーステクノロジー  
株式会社



衝撃吸収材

株式会社コイワイ  
日本精層造形株式会社  
株式会社テクノソルバ  
有限会社オービタルエンジニアリング



## 小型月着陸実証機SLIM ～零戦と同じ？～

- 不用意な1kgの質量増加 → 支える部材の補強 → 質量増加(+1kg) → 翼にかかる重さも増えて、翼面積の増加 → 質量増加(+何百g) → 翼が大きくなったことによる空気抵抗増加、材料・工数増加、価格の増加・・・ どんどん不利な条件が重なる
- 「機材全重量の十万分の一までは徹底的に管理する」を設計の鉄則としていた。(零戦のドライ質量が約1,700kg。グラム単位で管理)
- SLIMのドライ質量が約200kg。零戦同様のレベルで質量管理を行っていた
- フライトモデルが出来上がった後の打上げ直前まで、定例会の場で、質量集計表が共有されていたことから、質量推移については特段の留意を払っていた



「零戦 その誕生と栄光の記録」  
(講談社)、堀越二郎(著)





# これまでの月着陸機との比較

## 最近の月着陸機の諸元

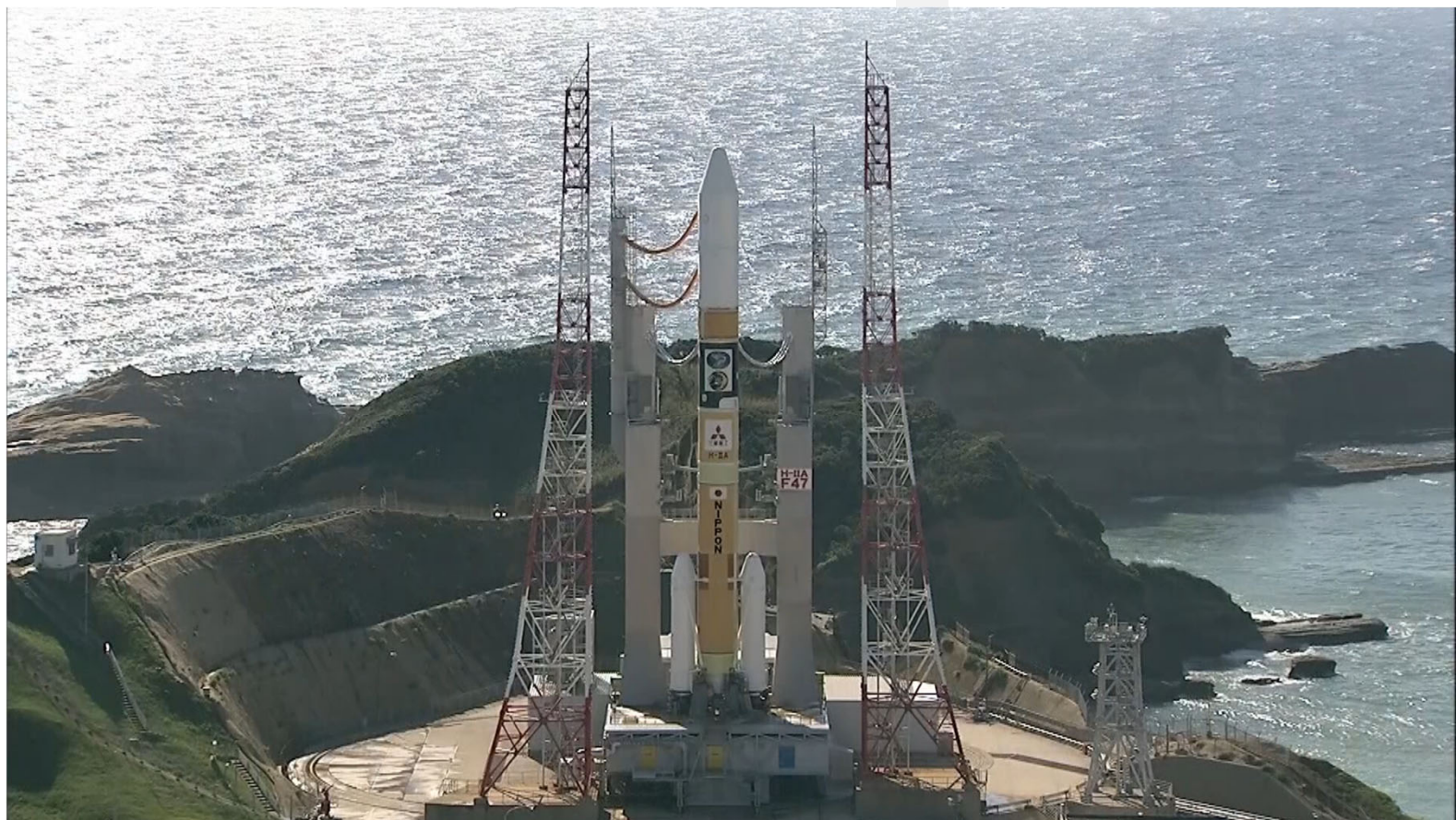
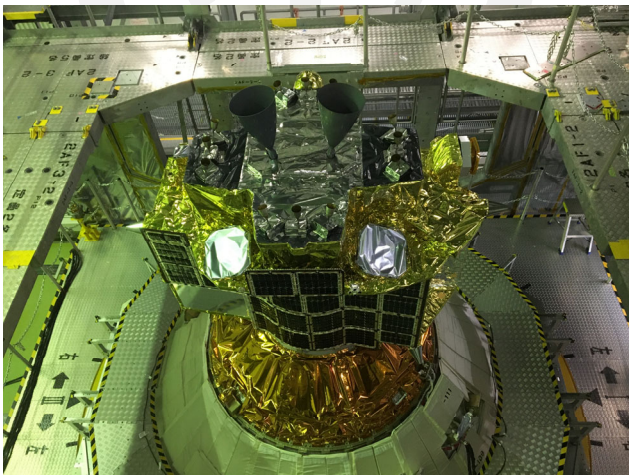
(※推測値を含む)

	SLIM	HAKUTO-R (M-1:1号機)	Chandrayaan-3	Luna-25	Peregrine Lander (M1:1号機)	Nova-C (IM-1:初号機)	嫦娥6号
機関	JAXA (日)	Ispace社 (日)	ISRO (印)	Roscosmos (露)	Astrobotic社 (米)	Intuitive Machines社(米)	中国国家航天局 (中)
打上げ時期	2023年9月	2022年12月	2023年7月	2023年8月	2024年1月	2024年2月	2024年5月
打上時質量 ※(燃料込み)	約720kg	約1,000kg	約1,750kg	約1,750kg	約1,300kg	約1,900kg	約8,350kg
着陸機質量 ※(燃料除く)	約200kg	約340kg	(不明)	約800kg	約480kg	約620kg	(不明)
画像照合による 高精度航法	搭載	非搭載	非搭載	非搭載	試験搭載 (着陸には不使用)	搭載	非搭載
着陸精度 (km)	0.1km (仕様値)	数km ※同社の記者会見 に関する報道情報 による	4km × 2.4km	30km × 15km	24km × 6km	(詳細不明だが結 果は数km)	6km(3号要求値) (6号実績は 16.7km?)
主要ミッション	高精度着陸 技術実証	民間月面着陸	月面着陸、 科学ミッシ ョン	月面着陸、 科学ミッシ ョン	民間月面着陸	民間月面着陸	月裏側からの サンプルリター ン
着陸結果	成功	失敗	成功	失敗	失敗	成功	成功



# さあ、SLIM打上げ！（2023年9月7日）

H-IIAロケット47号機  
X線分光撮像衛星(XRISM)との相乗り打上げ

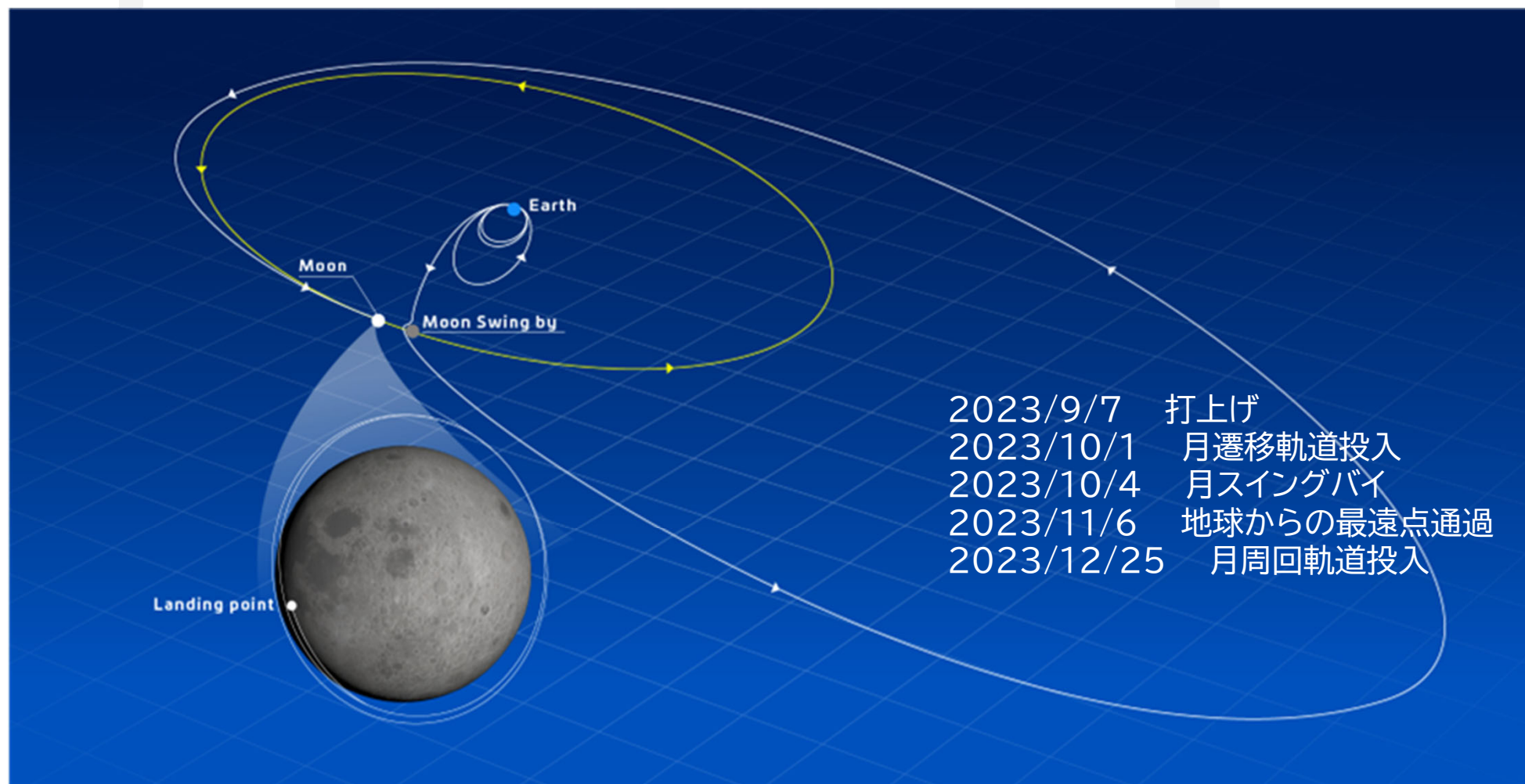






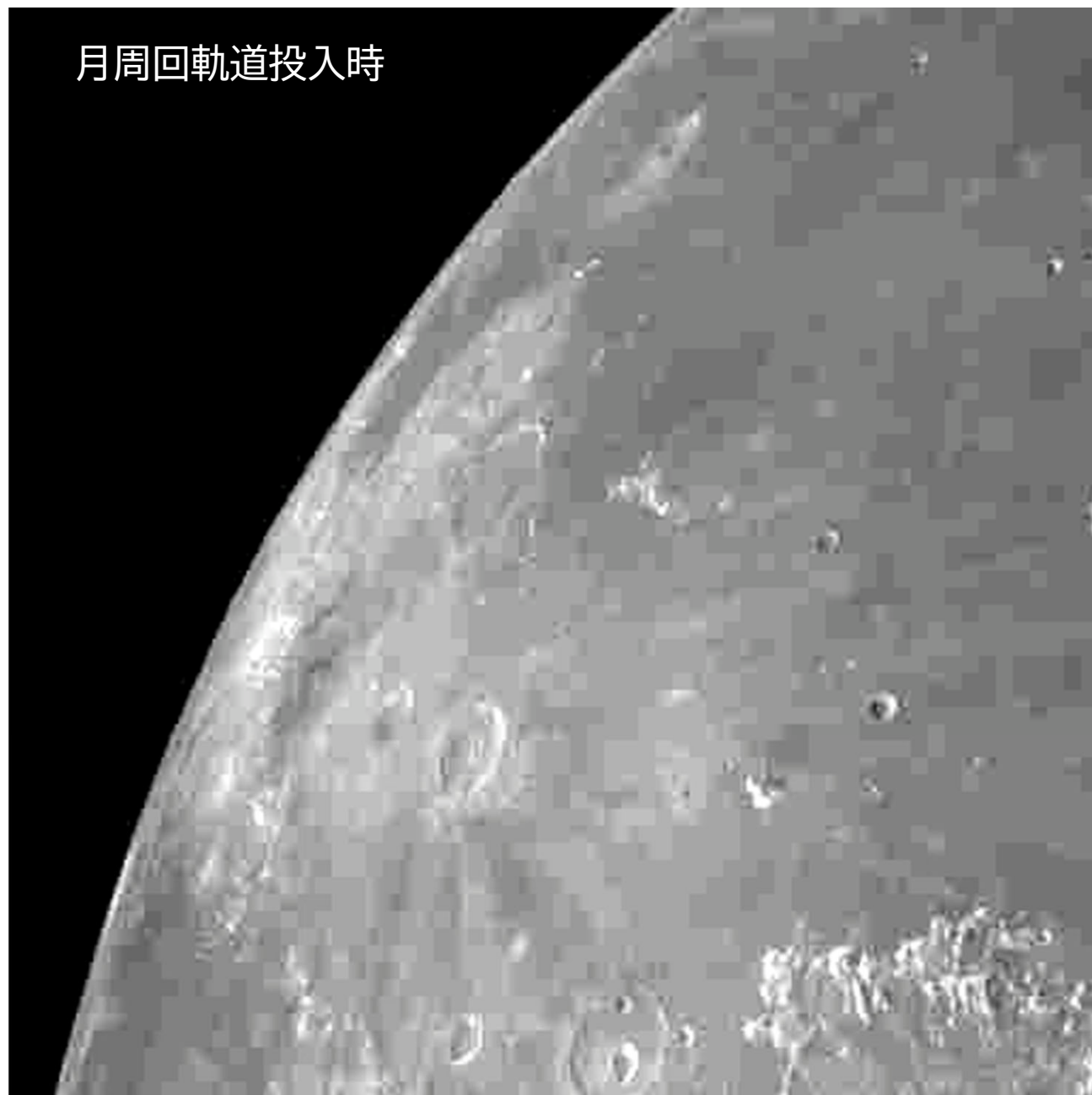
# 月への孤独な旅路

- 打ち上げ後は、各機器・各機能のチェックアウトを行いながら、所定のタイミングで軌道変更を行って月へ向かいました
- SLIMでは、質量メリットを得るために、推進消費量が最小となるような軌道設計を行っており、そのため、打上から4ヶ月程度をかけて月周回軌道に到着しています





# SLIMが撮った旅のスナップ







## SLIMの着陸降下（こうなるはずだった）



※JAXA SLIMチームの若手担当者が事前に実施していた数値シミュレーション結果をCGにしました





# SLIMの着陸降下 ～飛翔状況のライブ配信～

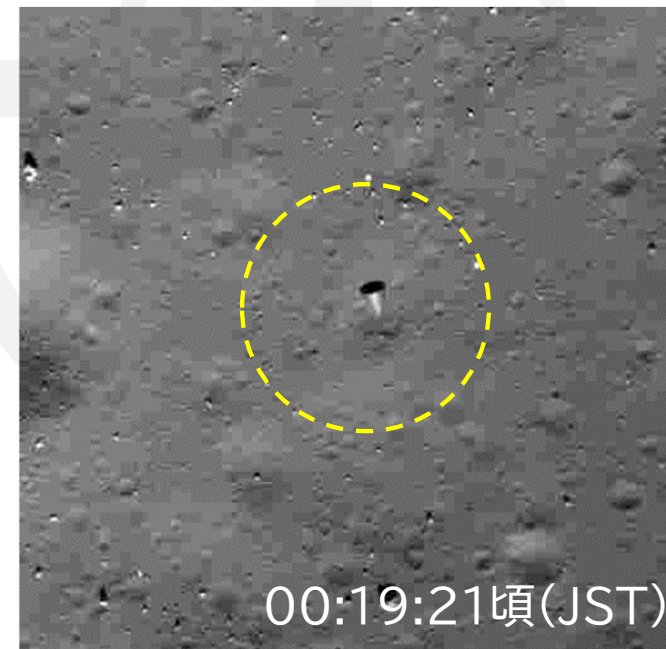


100倍速



## SLIM着陸結果 ～着陸したみたいだけど・・・～

- 2024年1月20日0時20分(JST)、SLIMはどうやら月に到達したようだ
  - 探査機のモードはMLM(Moon Landing Mode)
  - 通信は確立している
  - 姿勢は安定、加速度計は月の重力を示している
  - ただ、太陽電池の発電が確認出来ない状況
- 想定外の状況でしたが、決められた手順を進めました。不要な機器をオフし、着陸降下中に探査機に記録されたデータを全て取り出しました
- またバッテリー残量に余裕があったため、理学観測カメラ(分光カメラ)による観測を実施
- その後、バッテリーの切り離しを実施し、過放電などによる探査機永久損失の回避措置
- 約2.5時間、怒濤の着陸後運用でした
- その後、判明した衝撃の事実
- 着陸直前のカメラ画像に何かが映っている →







# SLIM着陸結果 ～小型ロボットによる撮像画像～

小型ロボット(LEV-1・LEV-2)による  
SLIM撮像画像



LEV-2が撮像した画像を、受け取った  
LEV-1が地球に伝送

©JAXA/TOMY/Sony Group Corporation/Doshisha University





# SLIM着陸結果 ～インド周回機によるSLIM撮像～

Chandrayaan-2/ISROによるSLIM着陸前後の月面撮像

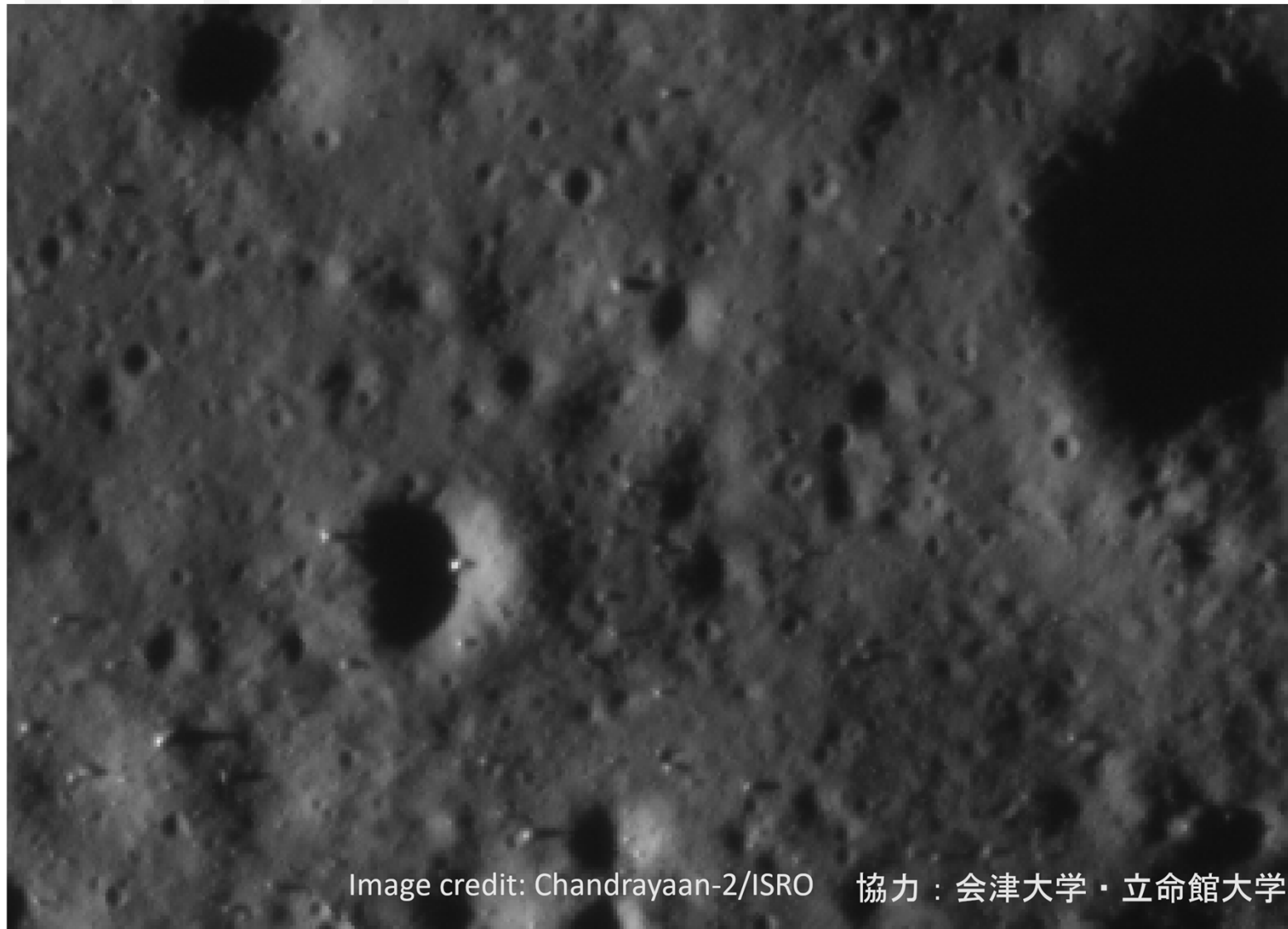
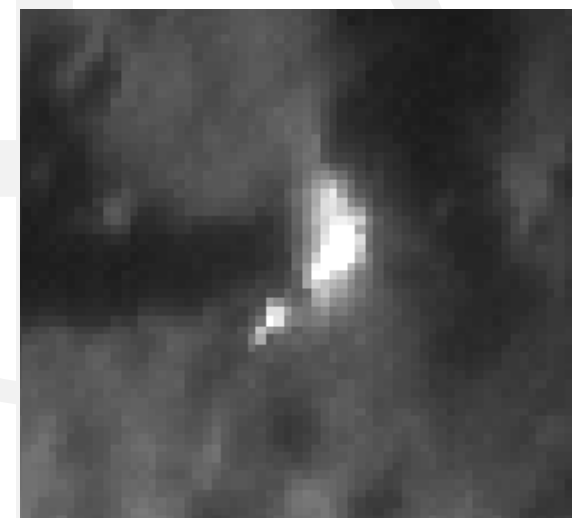


Image credit: Chandrayaan-2/ISRO 協力：会津大学・立命館大学



SLIM on the Moon



# SLIM着陸結果 ～ピンポイント着陸はできたか！？～

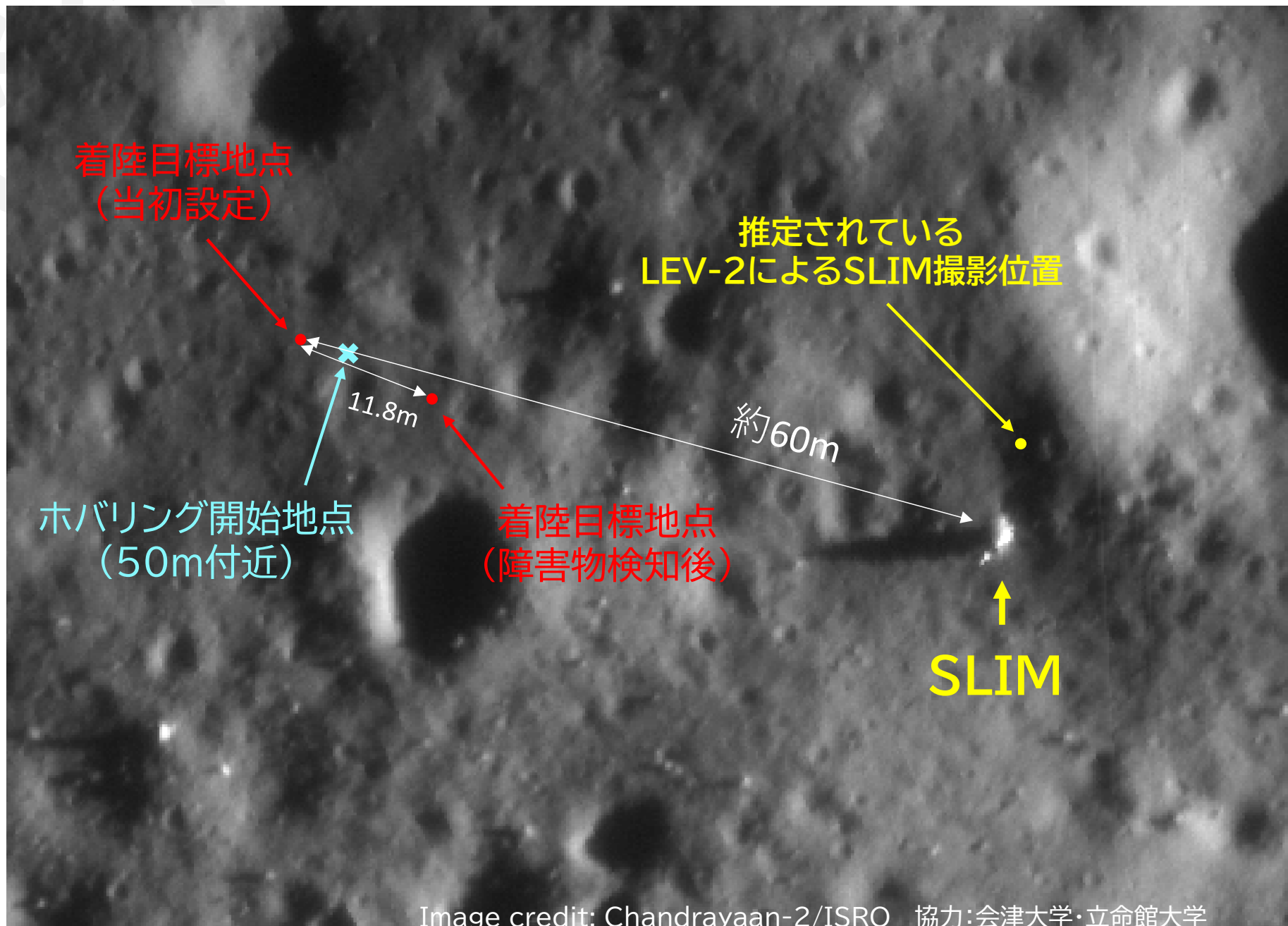
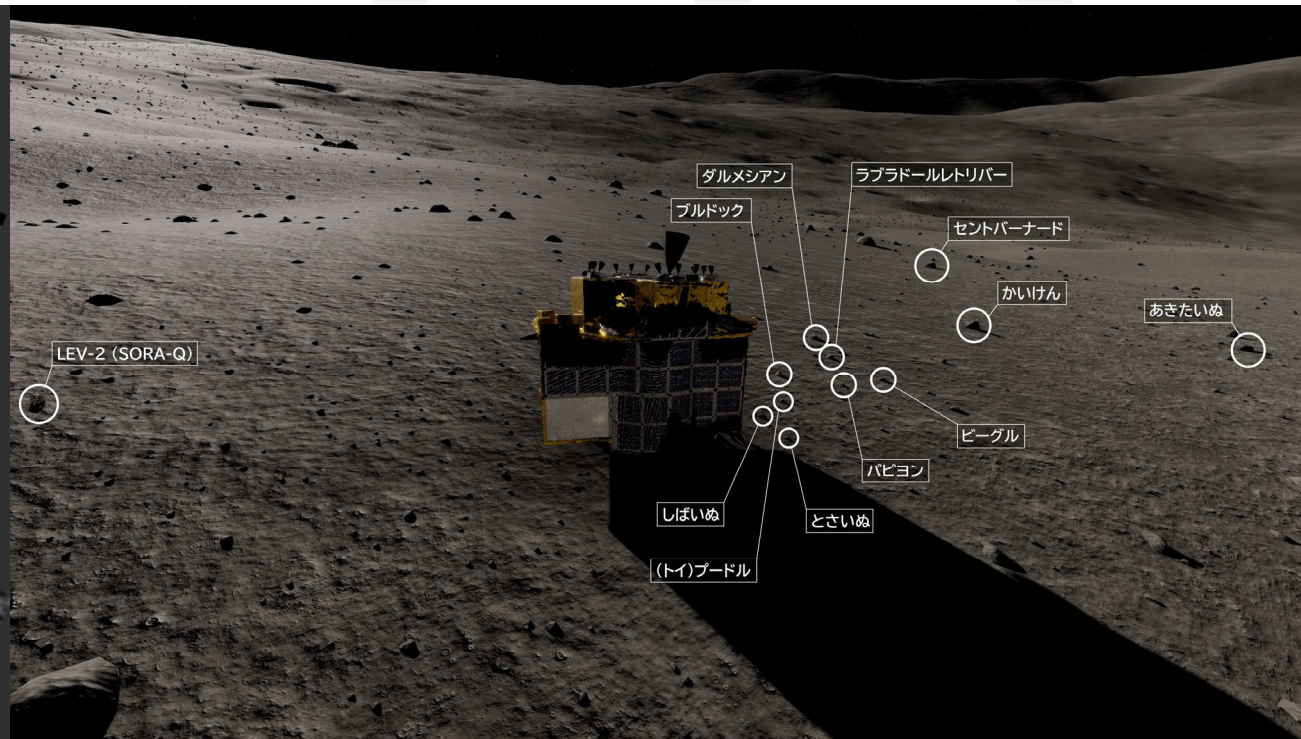
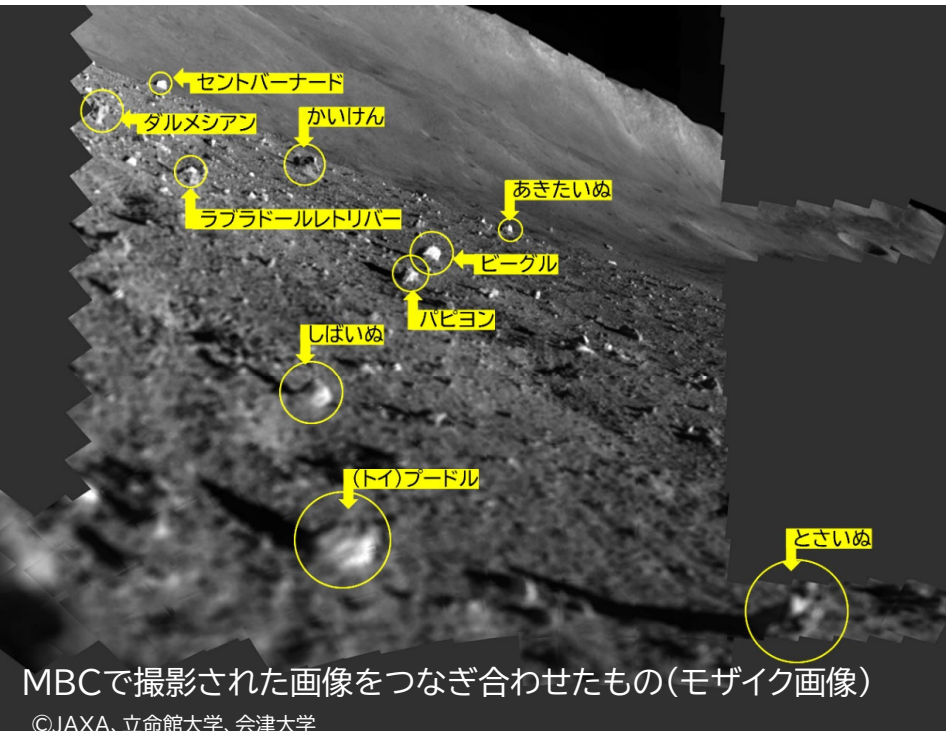


Image credit: Chandrayaan-2/ISRO 協力:会津大学・立命館大学



## 着陸後月面活動の成果 / 分光カメラ観測結果

- 着陸後、一旦電源OFFとなったSLIMでしたが、その後、着陸地点が午後となり太陽方向が変化したことにより電力が復旧、1月28日夜、再度通信を確立することができました
- そこで、マルチバンド分光カメラによる観測(10バンド分光観測)を実施しました。その結果、観測した岩石に月深部由来と判断できる比較的大きなカンラン石が見つっています。現在、月由来の理解に繋がる重要な情報を得るべく、その組成(鉄-マグネシウム比)の詳細解析が進められているところです
- 観測対象が「特別な石」で、月面上のごく限られた場所にしか存在しない、しかも、それらはいずれもクレータのすぐ近くだった、という点はまさに、SLIM高精度着陸技術によって為しえた観測と言えます



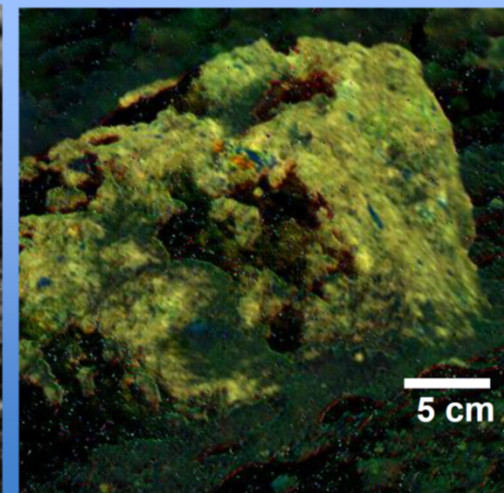
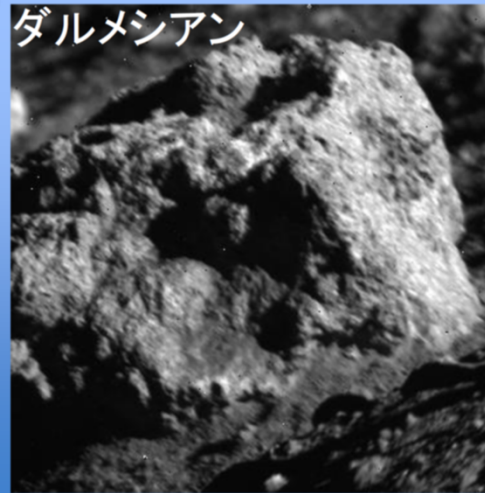




## 着陸後月面活動の成果 / 分光カメラ観測結果

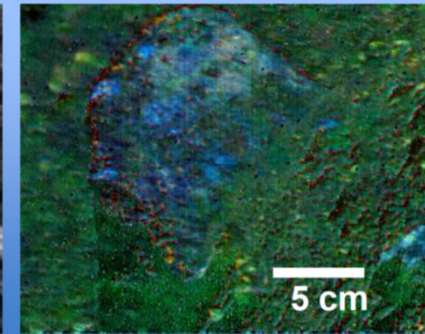
カンラン石を緑っぽくする  
処理を行ったスキャン画像

ダルメシアン



カンラン石を緑に  
輝石を赤に  
斜長石を青にした画像

ビーグル

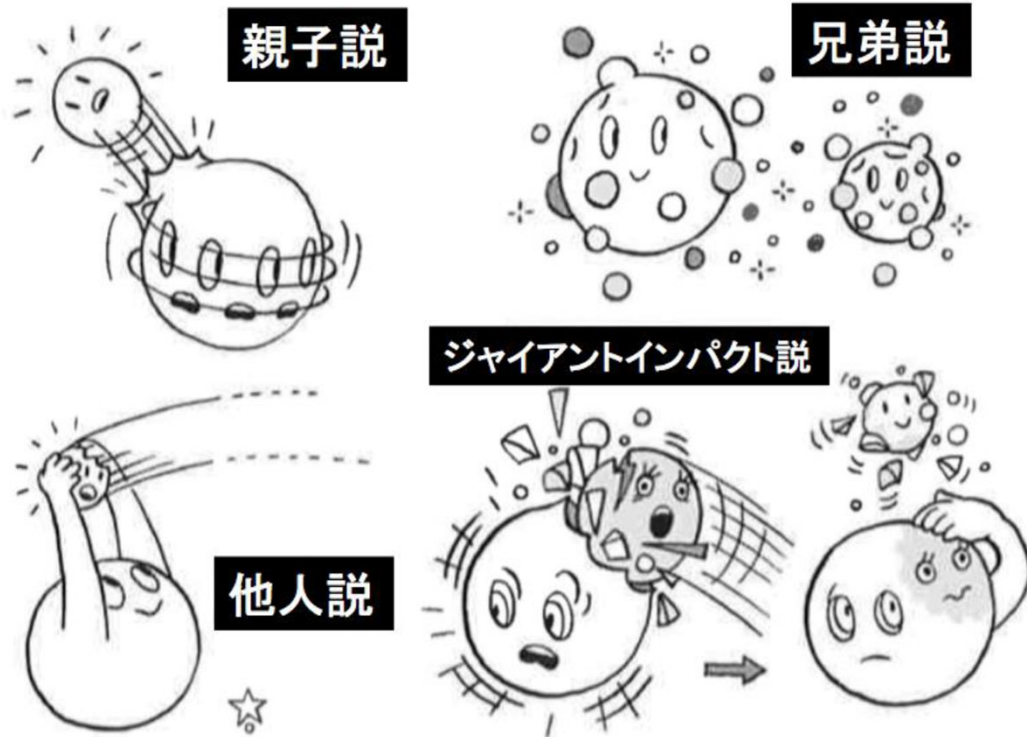


高空間分解能の近赤外観測の幕開け





# 月の起源の謎に迫る ～月はどうやってできたの～



## 月の起源いろいろな説

「月はぼくらの宇宙港」(新日本出版社)より

### 「親子説」

月を飛び出させる力学過程が困難

### 「兄弟説」

月と地球の比重が大きく異なることの説明が困難

### 「他人説」

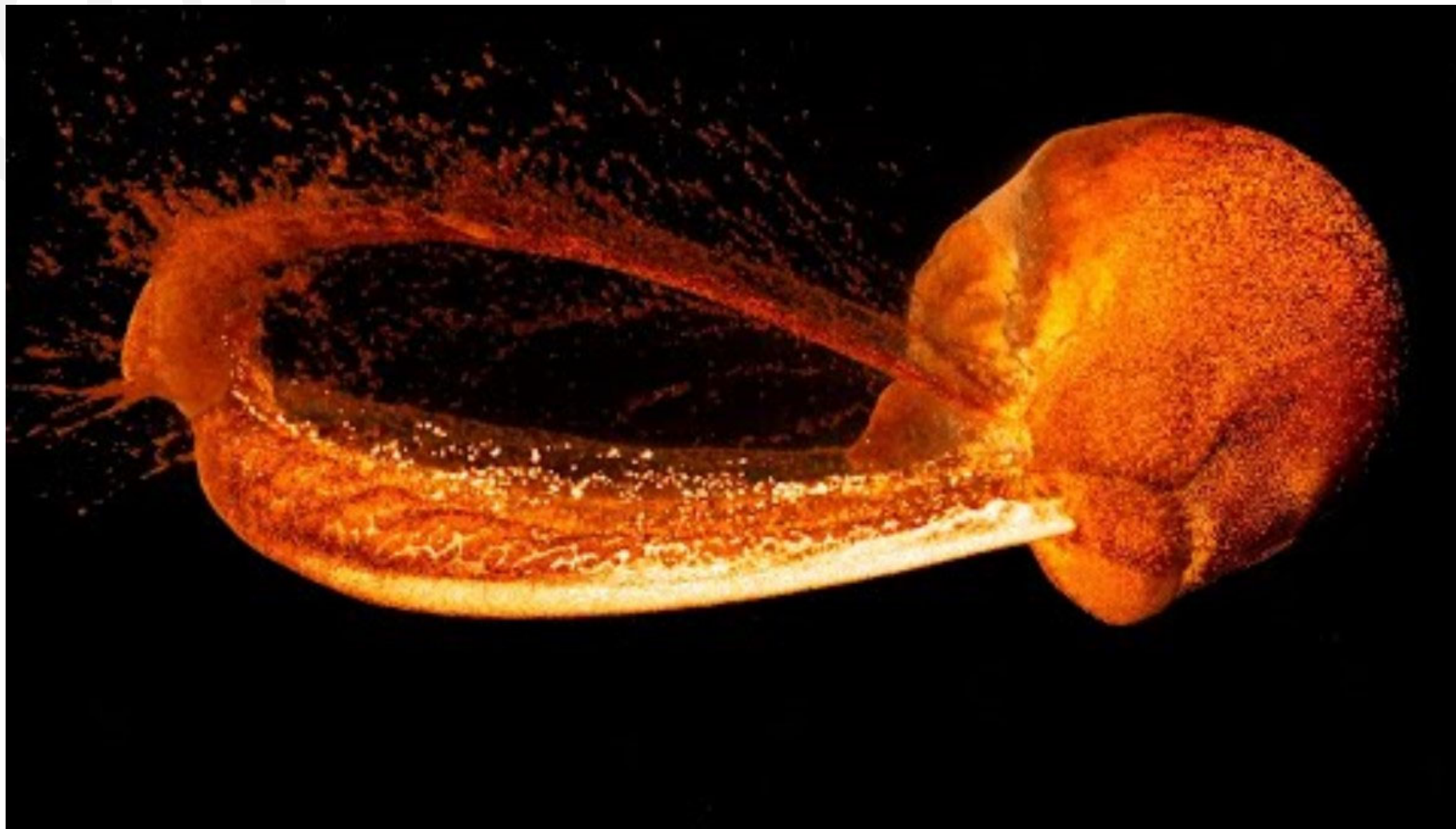
月を地球に墜落させないで減速させる過程が困難

### 「巨大衝突説」

斜長岩地殻を浮かせるためのマグマの海を作りやすい。  
可能な力学過程がいろいろ提案されている。  
しかし、集まる破片はもっぱら衝突してきた天体テニアになりがち。



## 巨大衝突仮説の一例



注：諸説あります。

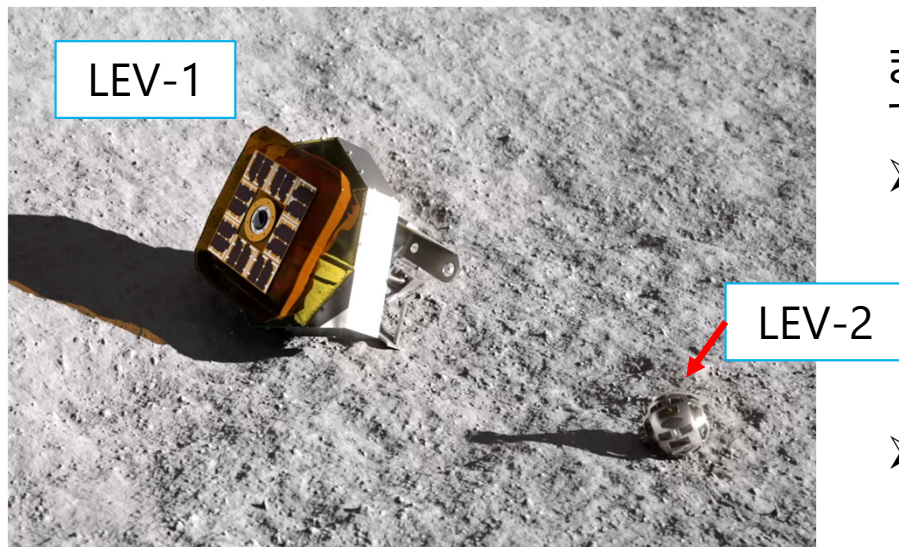
New Supercomputer Simulation Sheds Light on Moon's Origin  
<https://www.youtube.com/watch?v=kRIhICWplqk&t=110s>





## 着陸後月面活動の成果 / 小型プローブの活動

- 着陸直前に分離した2基の小型ローバ(LEV-1、LEV-2)は、見事な連携プレーで月着陸後のSLIM画像を地球に送り届けてくれました
- これは、LEV-2(SORA-Q)が、撮影した複数枚の写真の中からSLIMが映っていると思われるものを選んでLEV-1に近距離無線により送信、LEV-1が地球とダイレクト通信してその画像を地上局に送信したことになります(この間、地上からのローバ運用は一切行っていません)



月面上の超小型ロボット (LEV-1、LEV-2) のイメージ

また、LEV-1、LEV-2では月面上で以下の動作を確認しています

- LEV-1、LEV-2は、それぞれ月面での完全自律動作に成功。また、世界で初めて、複数ロボットの連携動作による月面探査を達成しました
- LEV-1は、跳躍 (ホッピング) および車輪による月面移動の実験を行っています(計6回の跳躍)
- LEV-2は、SLIM探査機本体の撮像及びLEV-1を介した地球への画像伝送に成功。また、世界最小・最軽量の月面探査ロボットとなりました



# 月面の越夜(えつや)について

- 月では14日間の昼と14日間の夜を繰り返します
- 大気もないので、昼はとても暑く(100℃以上)、夜はとても寒い(マイナス170℃)、大変過酷な温度環境となります
- 当初SLIMは、着陸後せいぜい数日(地球の時間で)の命だろうと考えていました。また越夜を考慮した設計にもなっていませんでした
- ところが、SLIMでは計3回の越夜にも成功しました(2/25、3/28、4/23)
- これはラジオアイソトープヒータ／電池等を持たずに越夜を果たした月着陸機の例は少ないことから(恐らく米国サーベイヤーのみ)、世界的にも貴重な例となります
- 越夜によって得られた技術データは、今後人類が月で本格的に活動をする際に、大変貴重な情報となると考えています



2024/01/19 着陸直後  
SLIMに搭載されている航法カメラにより撮像した月面の風景

※奥の稜線までの距離は28.5km程度  
その手前の十字状に並んだ5つのクレータまでは6.5km程度





## これまでに得られたアウトカム・インパクトについて

- 提案段階から世界に先駆けて提唱し続け、また、SLIMにより実証・獲得した高精度着陸技術は、従来の「降りられるところに降りる探査」から、「降りたいところへ降りる探査」へのパラダイムシフトを実現するものであり、今後の月惑星探査の可能性を拡げることができました。
- ピンポイント技術実証を世界最軽量級の着陸機で実現したこと、また当初想定していない月での越夜を複数回成功させたことを通じて、一部の分野においては我が国の宇宙開発が世界水準にあることを示しました。これにより、我が国の国際的なプレゼンス向上に貢献できたと考えています。
  - 国連宇宙空間平和利用委員会にて、SLIM着陸成功について報告
  - 岸田首相が訪米中の議会演説でSLIMに言及頂き、その後、首相官邸を表敬訪問（前後して、文部科学大臣、宇宙政策担当大臣への表敬訪問も実施）
- 広報活動などを通じて、一般社会の宇宙活動への理解を深めることに貢献しました。
  - 民間玩具メーカーの製品を月面に送り届けることを通して、宇宙業界への参入障壁が低くなっていることを民生業界にアピールできた。
  - SLIMが投稿したSNSで閲覧数が数百万に達するものが複数あった。また、着陸運用のライブ配信は同時接続数が30万以上、YouTube録画動画の視聴回数は200万以上を達成するなど、ネットを通じた一般社会への訴求ができた（例えばその結果として、SNS流行語としてSLIMもランキングされた）



# これまでに得られたアウトカム・インパクトについて

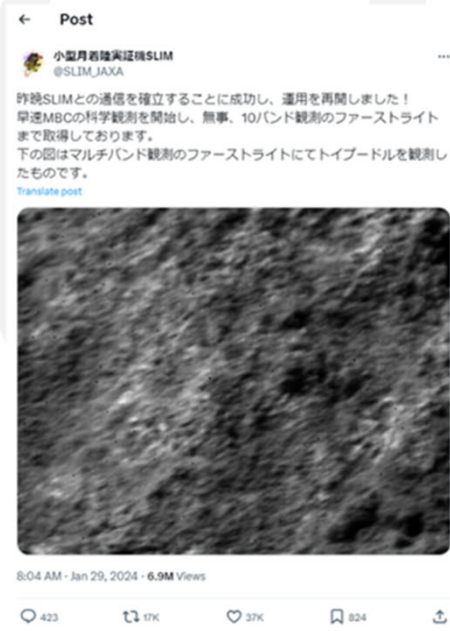


国連宇宙空間平和利用委員会にてSLIM報告  
(2024/6/21@ウィーン)

米国議会での首相演説  
(2024/4/11、後半部でSLIM成果に言及)



首相官邸を表敬訪問(2024年4月17日)



**SNS流行語ランキング(2024年1月～3月期)**でSLIMが第9位（一般社団法人ウェブ解析士協会）※専門的な話を一般ユーザ向けに分かりやすく発信、幅広い層の関心を集めた、と評価されています

閲覧数がミリオン越えのSNS (X; 旧twitter) 投稿  
(左:月面画像公表時、中:通信再確立時、右:越夜成功時)





# 停波コマンド送信 ～月面活動終了とプロジェクト近況～

- 2024年8月23日22時40分、停波コマンドを送信し、SLIMは月面での活動を終了しています。
- プロジェクト終結作業として、プロジェクト目標の達成状況、アウトカム／インパクト評価、経営資源等の実績評価、レッスンズラーンド・機構横断的に継承すべき教訓の識別などを実施し、JAXA経営審査としての“プロジェクト終了審査”を10月22日に受審したところ。
- 科学的成果を含めたSLIM成果最大化の観点より、論文投稿を鋭意進めています。
- また、SLIMミッション成功に多大なる貢献を頂いた国内外の開発企業、大学、機関に、プロジェクトからの還元作業の一環として感謝状の授与を行っている。単に感謝の意を伝えるにとどまらず、苦勞／苦心した技術が如何に成果創出に繋がったのかを、直接対面での説明も可能な限り実施。



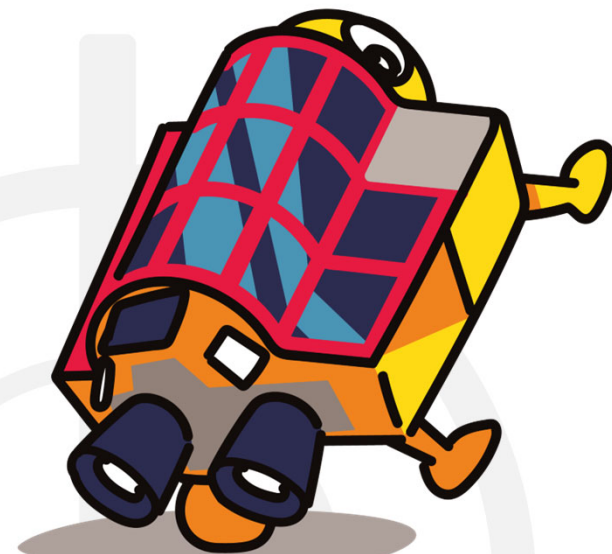
SLIM感謝状と授与式の様子





## 本日お話しする内容

- 自己紹介
- 小型月着陸実証機SLIMについて
  - SLIMの目的、探査機の概要
  - SLIMが成し遂げた成果
    - ピンポイント着陸技術の実証
    - 小型ロボットによる月面探査
    - 理学観測機器による地質調査
    - 越夜
    - アウトカム、インパクト
- 今後の月惑星探査に関しての話題提供
  - アルテミス計画など
  - 月面鉄道計画







## 今後の月惑星探査に関する話題提供

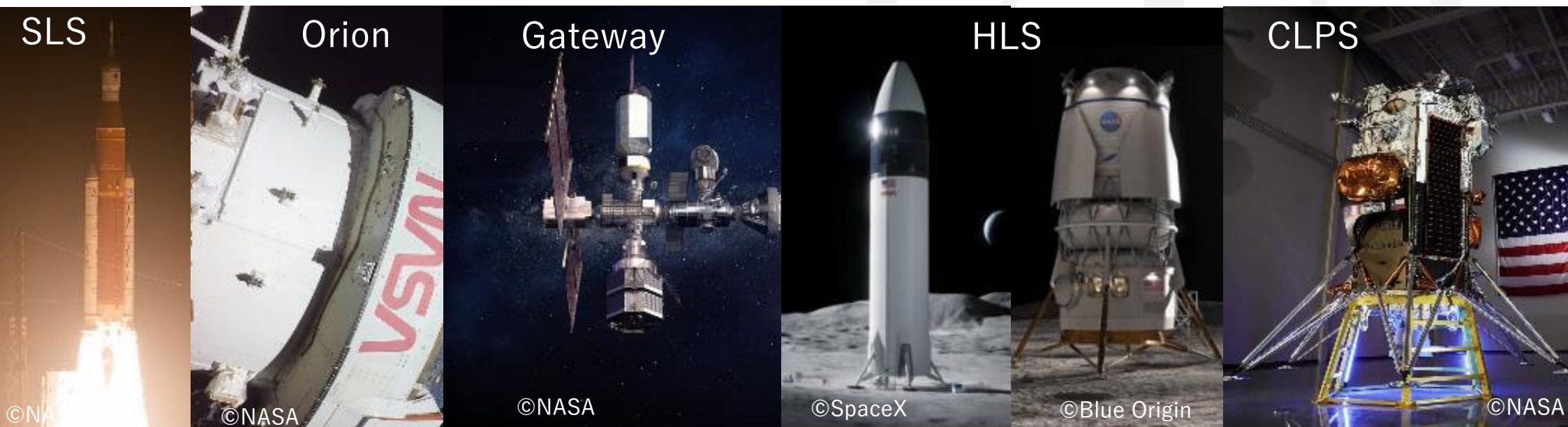
- 10月11日に日本鉄道車両工業会での講演しました
  - 「鉄道の日」(10月14日)を記念しての講演
  - 「SLIMの成果と今後の月惑星探査について」と題してプレゼン
  - オンライン含めて、100名程度の鉄道車両関係の事業者の方々が聴講(三菱電機、日立、近畿車輛、ナジコ、日本車輛、川崎車両、西武、小田急等)





## 今後の月惑星探査 ～アルテミス計画～

- 米国主導の『アルテミス計画』: 月面有人探査に関するすべてのプログラムを包含した総体
  - ✓ Space Launch System (SLS)計画
  - ✓ Orion宇宙船計画
  - ✓ 月周回有人拠点(Gateway)計画
  - ✓ 有人月面着陸機(HLS)計画
  - ✓ 商業月面ペイロードサービス(CLPS)計画 等
- NASAは月面探査だけでなく、火星有人着陸を目標に掲げ、月面での持続的な活動を通じて必要な技術を獲得しようとしている。







# 今後の月惑星探査 ～アルテミス計画／日本の役割～

## アルテミス計画に貢献するJAXAの取組：産業界との連携

### JAXAが獲得してきた技術

JAXA'S Technology

#### 宇宙輸送技術

Space Transportation

#### 無人探査技術

Robotics Exploration

#### 有人宇宙滞在技術

Human habitation

### 民間が得意とする技術

Non-Space Industry Technology

Exploration

探る

Surge f w l r q ###

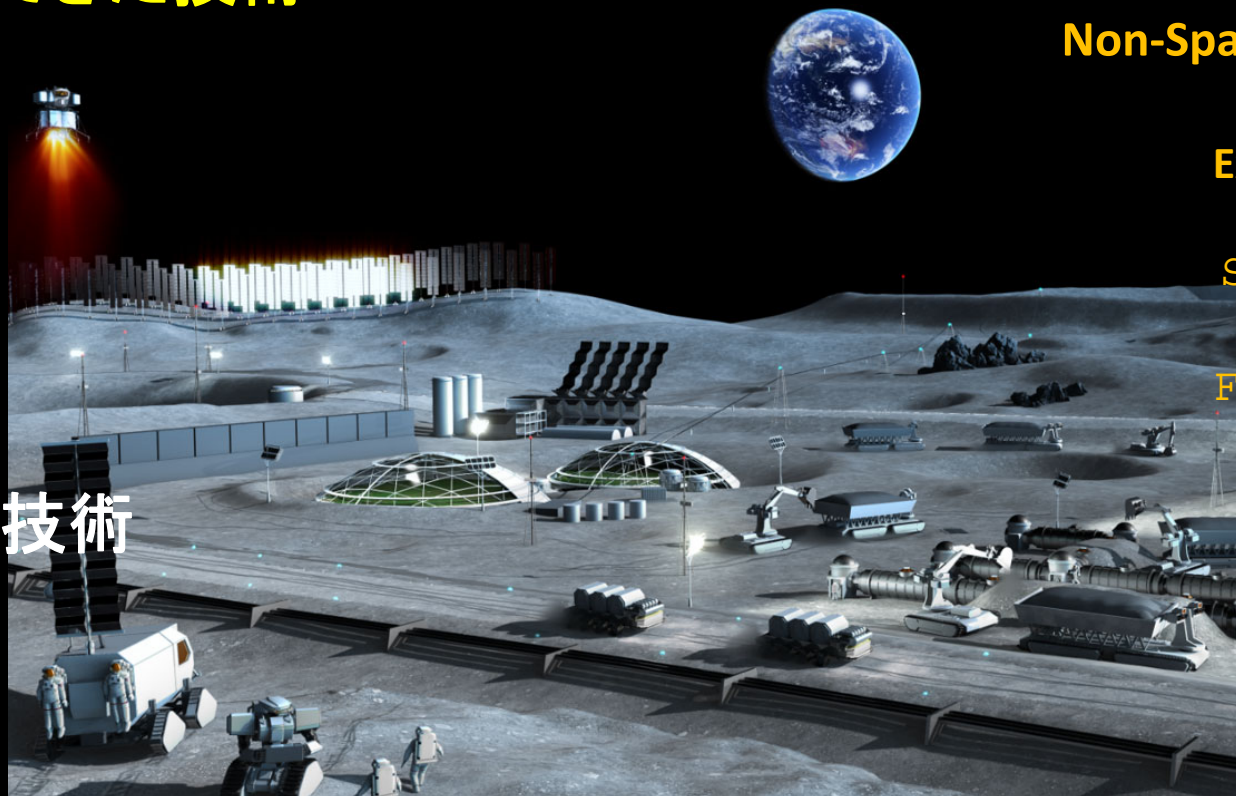
作る

F r q v w x f w l r q ##

建てる

K d e l w d w l r q ###

住む

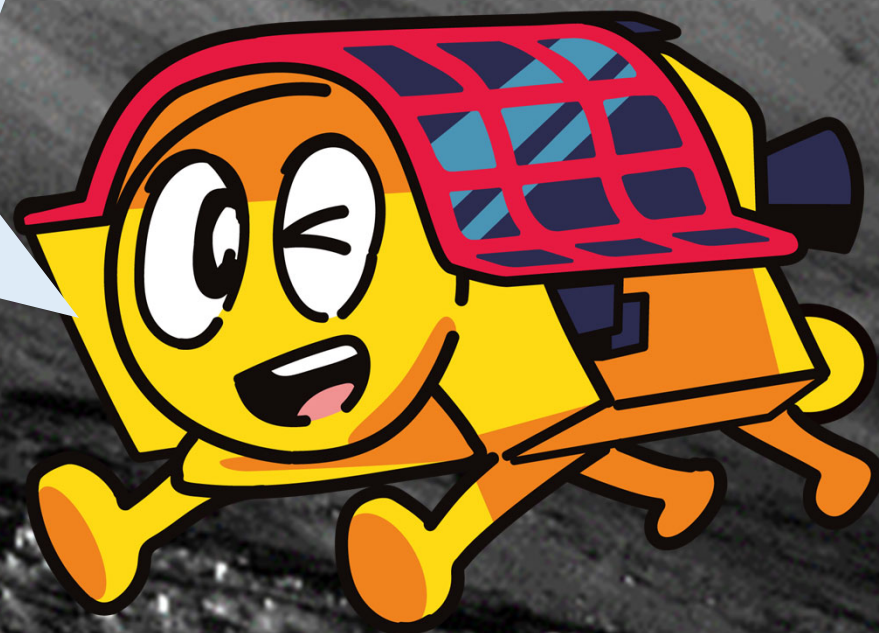


国際協力による効率的な推進

international Collaboration



「鉄道の日」にちなんで、  
僕から月惑星探査、宇  
宙開発と鉄道とのコラ  
ボレーションの話題を  
提供してみるよ







# 宇宙開発と鉄道！ ～銀河鉄道999～



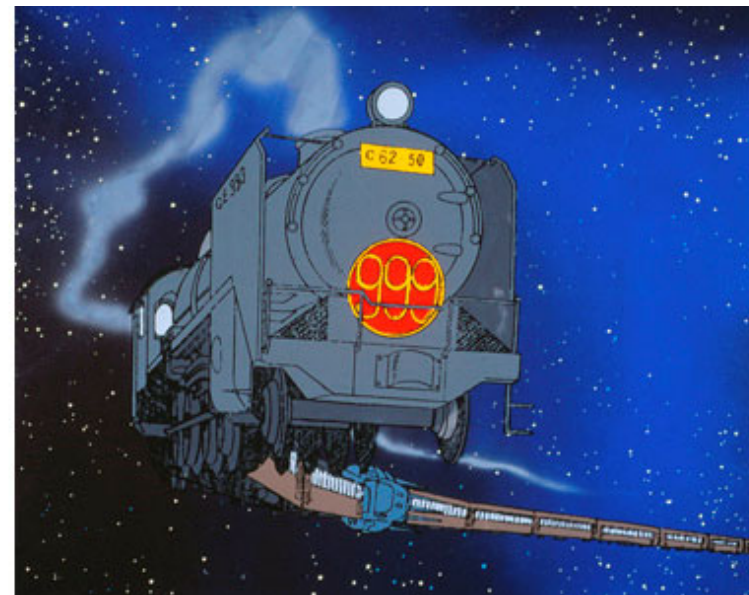
松本零士、フジテレビ、東映映画



# 宇宙開発と鉄道！ ～銀河鉄道999～

## 劇場版アニメでの999号の設定

- 西暦2221年の設定
- 999号は超近代化宇宙列車
- 耐エネルギー無限電磁バリアーによって防御
- 外観は乗客の心が休まるように前近代的なC62形蒸気機関車と旧式の客車に仕立てられている
  - 重量210トン
  - 動力は三連流体動力機関で超次元機関ボイラーを搭載
  - 出力は220万コスモ馬力
  - 時速3000宇宙キロ
  - 主車体素材は極秘
  - 基本編成は11両、定員120名
- メカニズムは、外宇宙の滅亡した科学惑星の遺跡や異星人から入手した資料を基に設計
- 機関部は「コンピューターの頭脳を持つ思考のできる機械」であり、自分自身で判断しながら定められた軌道とタイムスケジュールに従って安全に列車を牽引
- 機関車内の先頭部には「知力燃焼室」があり、999号コンピューターの演算部に相当
- 機関室後部の床がスライドすると「動力炉」が現れる。普段は全自動だが、非常時に人力運転する場合、エネルギー鉱石はバイパス回路を通らずに動力炉内部の左右の排出口から吐き出される。このエネルギー鉱石をスコップで掬い、動力炉の前面(及び後面)にあるエネルギー交換装置(燃焼室)に投げ入れて燃焼させることで動力を得る
- ...



松本零士、フジテレビ、東映映画





## 宇宙開発と鉄道 ～月面鉄道システムを考える～

月面で鉄道を敷設する際の技術的課題(月面の特殊な環境、条件に起因)

1. **低重力環境**: 月の重力は地球の約1/6。車両の走行安定性、ブレーキシステムの設計
2. **極端な温度変化**: 昼夜の寒暖差(120℃からマイナス170℃)。素材、システムがこの温度変化に耐えられる設計、温度制御システムが必要
3. **真空環境**: 地上で使用する潤滑剤、材料が効果を発揮しない可能性
4. **月面のレゴリス**: 非常に細かい砂状、ガラス状物質。駆動機器に混入し摩耗や故障を引き起こす。とても厄介
5. **地形の起伏と障害物**: クレータ、岩で覆われている。海がなく高低差が激しい。鉄道敷設には大規模な地形改変が必要(トンネル、橋梁?)。多大なコスト
6. **エネルギー供給**: 太陽光発電が主な選択肢。一方夜やクレータの影では太陽光が利用出来ない。エネルギーを蓄えるバッテリーや燃料電池などの利用が考慮されるべき
7. **保守とメンテナンス**: 長期的にメンテナンスフリーで運行できるような設計が必要。自動メンテナンス、故障予防のための高耐久性の素材、システムの採用が不可欠
8. **自動化・遠隔操作**: 自律的な鉄道運行を可能とする自動制御技術、保守作業の多くを自動化または遠隔操作で行うことが望ましい
9. **資源の限界と建設コスト**: 地球からの資材運搬は膨大なコスト要。できるだけ現地で利用可能な資源を活用する技術(In-situ resource utilization)が求められる
10. **安全性、人間の利用**: 鉄道の安全性、放射線防護、低酸素環境での安全運行を実現するシステム



## 【参考】月のレゴリス

### ➤ 月のレゴリス： 月面活動の最大の脅威

- ① 1mmよりも小さい粒子が多数(平均的な粒子の大きさは $70\mu\text{m}$ )
- ② 有機物や粘土等を含まない
- ③ ガラスを多く含む
- ④ 比重が大きい(平均比重は3.1)
- ⑤ 磁気を持つ
- ⑥ 粒子の表面が磨耗しておらず、逆にぎざぎざ、トゲ状、鋭利な物が含まれる



### ➤ レゴリスの主な問題点

- ① 視界不良
- ② 機械・装置可動部の動作不良
- ③ 表面コート
- ④ 健康被害
- ⑤ ラジエータの機能低下
- ⑥ シールの不具合
- ⑦ 表面のすり減らし



Jack Schmitt  
(Apollo 17)



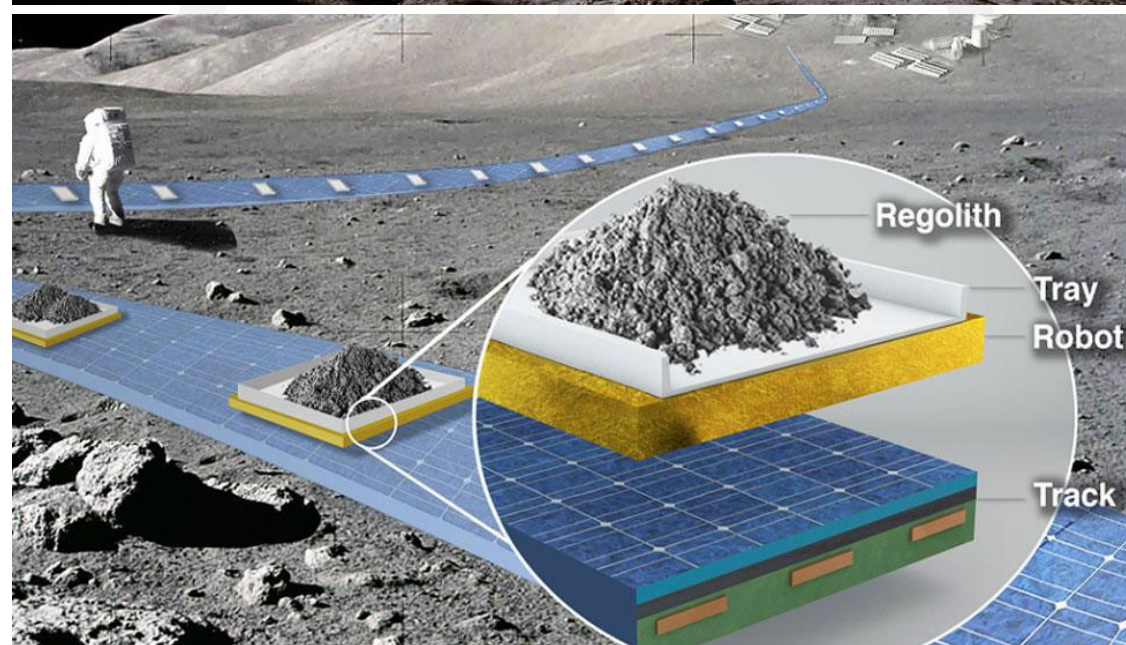
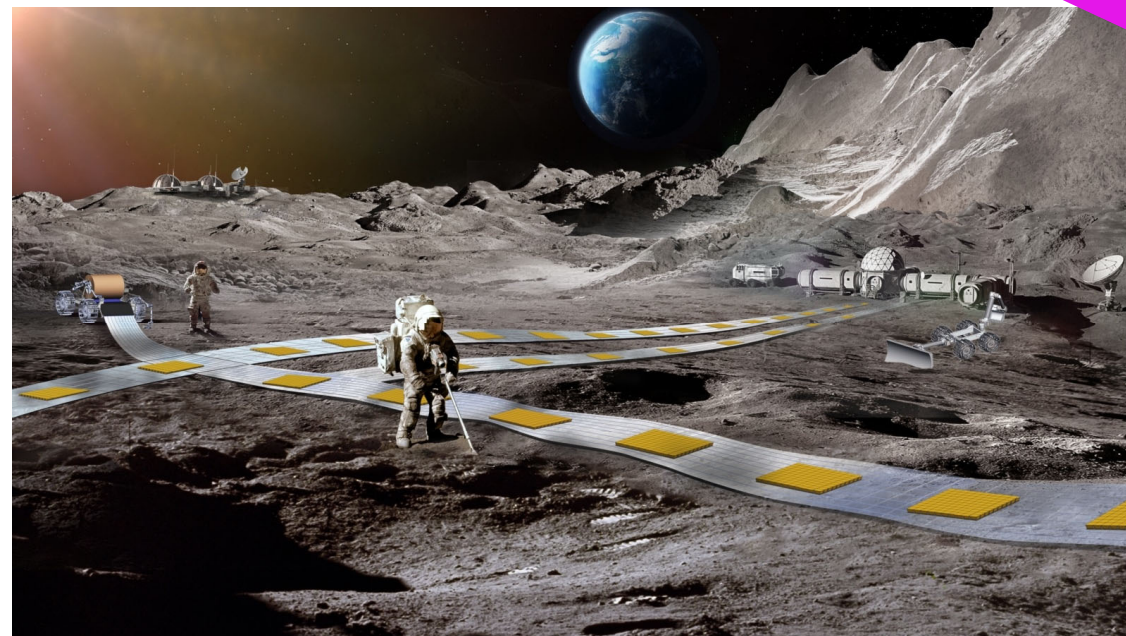




# 宇宙開発と鉄道 ～月面鉄道システム～

## 米国での研究

- NASAジェット推進研究所E.シェーラー氏
- 高信頼性、自律的、効率的な月面貨物輸送を実現する月面鉄道システムを提案
- FLOAT: Flexible Levitation on a Track
- 3層のフレキシブルフィルムトラック上で浮上する無動力の磁気ロボット
- グラファイト層でロボットは反磁性浮上
- フレックス回路層は電磁推力を生成しロボットを推進
- 薄膜ソーラパネル層でベースに電力を生成
- 可動部品がなく、月面の塵による摩耗を最小化
- 月面レゴリスに直接敷設のため大規模工事不要
- 1日最大100,000kgのペイロードを数km移動
- NIAC2024(革新的先進概念 NASA Innovative Advanced Concept)のフェーズIIに選定
- サブスケールプロトタイプを設計、製造、試験。月面アナログテストベッドでのデモンストレーションを計画





## 宇宙開発と鉄道 ～月面鉄道システム～



地上でのリニア搬送システムの事例 (Minuteman Empire Automation Systems)





## 宇宙開発と鉄道 ～月面鉄道システム～

- いつかこんな未来が...
- 本日の講演が、未来へ想いを馳せる良いきっかけになれば幸いです



File photoNASA intends to construct railway on moon for future human habitation



Q DVD Errvw Ixggkj iruP rrq Udlz d | Surmfw0  
> Wkh Gdl J dæ { | 00J undwG lfryhulhv Fkdqgho



## 最後に思うところ、抱負など

- と、散々、鉄道車両業界の方々を煽ってきたところです
- 幸い、講演は好評で、「とても面白い、何か研究会的な活動はできないか」といったお話も受けました

以下、講演を振り返っての個人の感想

- SFチックかもしれないが、月惑星探査の具体的なイメージが湧くビジョンの重要性
- Moon to Mars Innovationでの4技術領域の出口
- 宇宙探査の仲間を増やす、裾野を広げる、声掛けできる余地はまだまだ大きいのでは

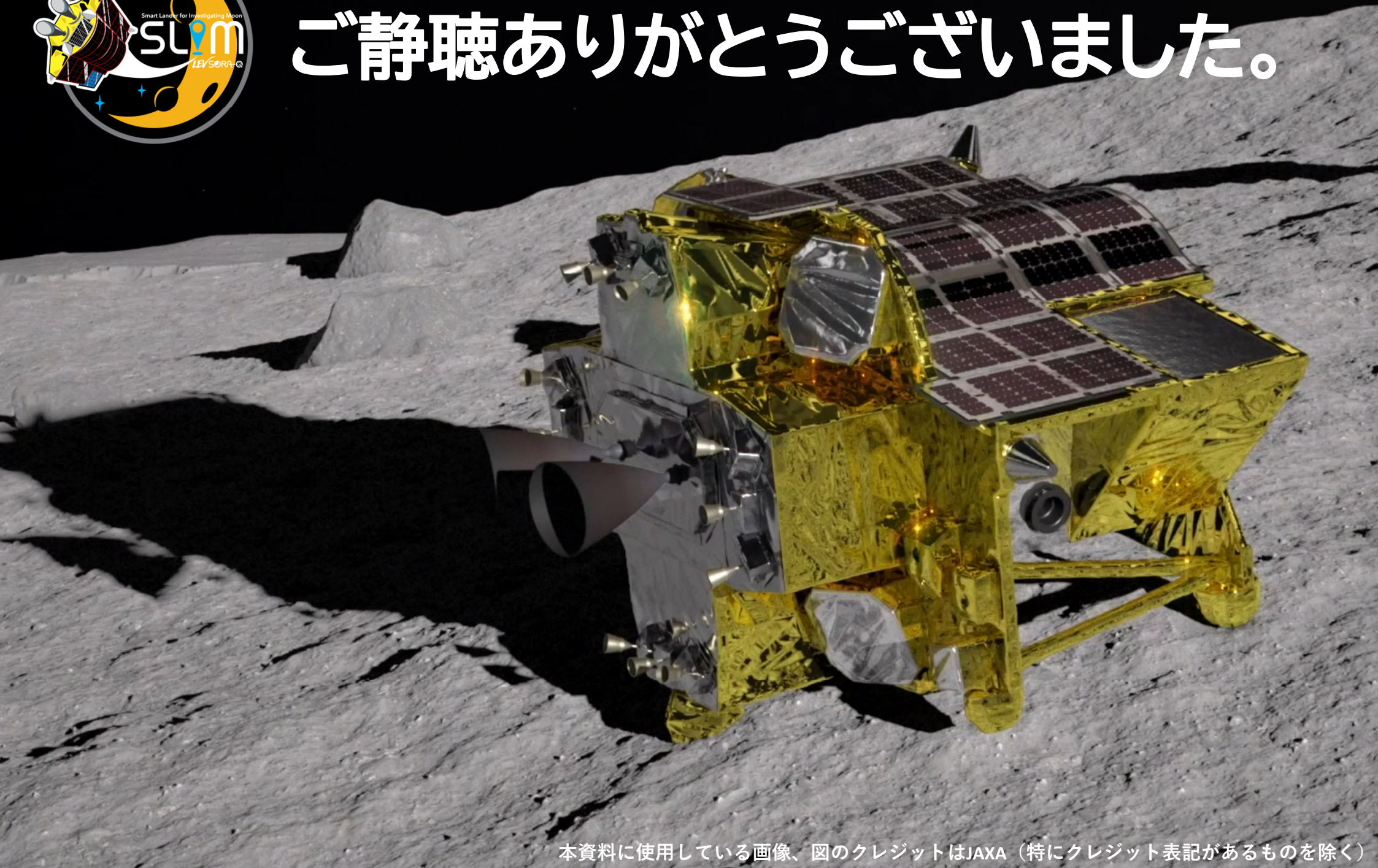
面白いこと、ワクワクすること

宇宙探査をみなさんと盛り上げていきたい





# ご静聴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）



## SLIMについての情報発信

本日のセミナーで使用した動画などは、SLIM公式ホームページ／ギャラリーページにて公開されています。またプロジェクトの最新情報は、Xにて発信しています。

➤SLIMプロジェクト ホームページ

<https://www.isas.jaxa.jp/home/slim/SLIM/index.html>

➤SLIM公式SNS Xアカウント

[https://x.com/SLIM\\_JAXA](https://x.com/SLIM_JAXA)







# バックアップ

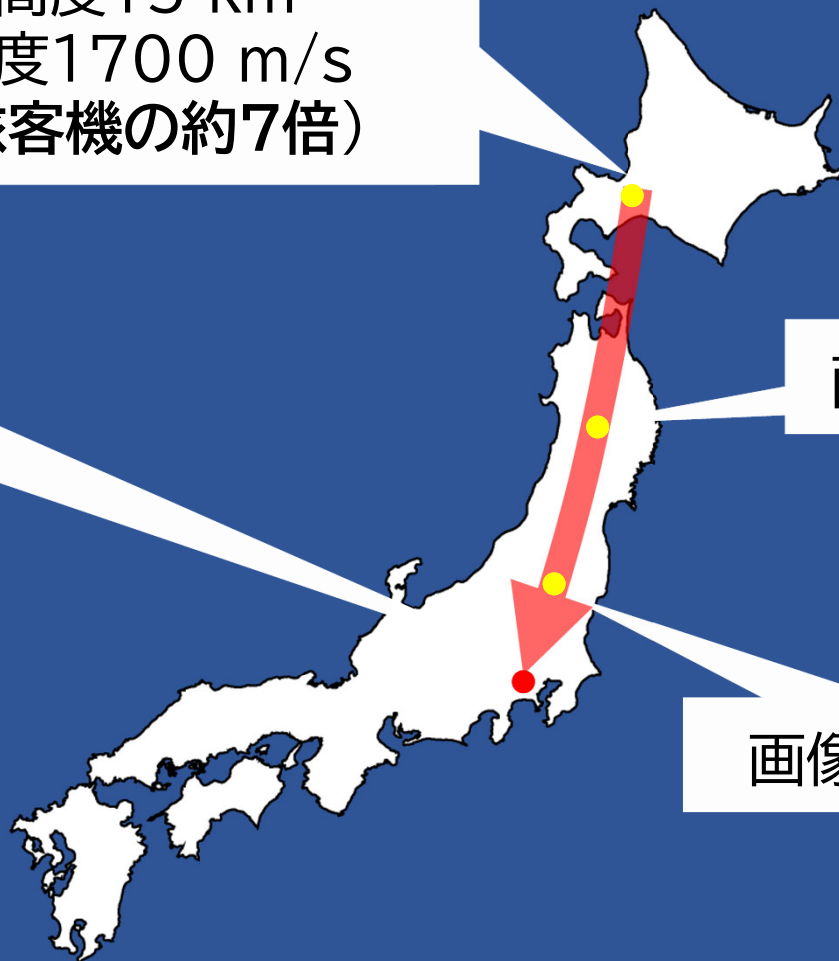
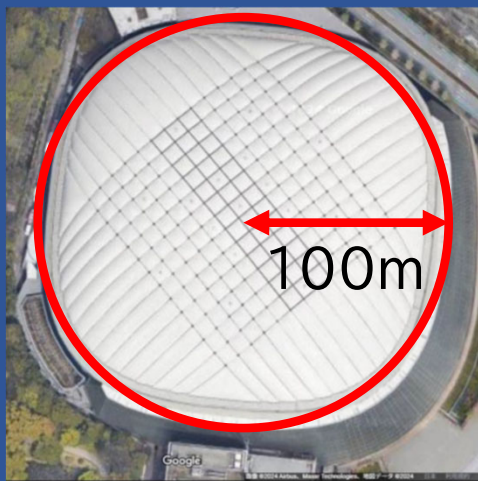




# 自律的な航法誘導制御

新千歳空港を出発  
高度15 km  
速度1700 m/s  
(旅客機の約7倍)

約20分で800km先の  
東京ドーム上空に到着  
→ 着陸



画像照合航法

画像照合航法





# 越夜の記録

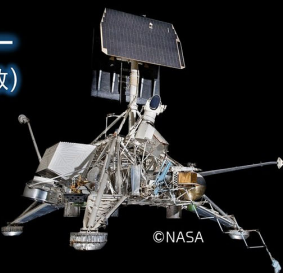
## 月探査機の越夜記録

号 生き延びた夜 @dfuji1



サーベイヤー  
(2号、4号は着陸失敗)

【電力】  
太陽電池＋バッテリー  
＋非充電式バッテリー



©NASA

1 6夜  
3 0夜

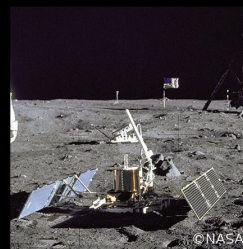
5 3夜

6 0夜(夜40時間観測)  
7 0夜(夜80時間観測)



EASEP  
(アポロ11号)

【電力】  
太陽電池  
＋ラジオアイソトープ  
ヒーターによる保温



©NASA

11 1夜



ALSEP  
(アポロ12、14-17号)

【電力】  
ラジオアイソトープ電池  
(RTG)



12 98夜  
14 83夜

15 77夜  
16 68夜

17 60夜



ルノホート  
(ルナ17、24号)

【電力】  
太陽電池＋バッテリー  
＋ラジオアイソトープ  
ヒーターによる保温



©NASA

1 11夜  
2 4夜?



嫦娥

【電力】  
太陽電池＋バッテリー  
＋ラジオアイソトープ電池  
(RTG)



©CNSA

3 128夜(稼働中)  
4 64夜(稼働中)



玉兔  
(嫦娥のローバー)

【電力】  
太陽電池＋バッテリー  
＋ラジオアイソトープ  
ヒーターによる保温



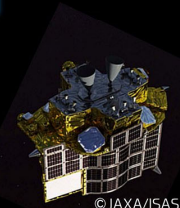
©CNSA

1 31夜  
2 64夜(稼働中)



SLIM

【電力】  
太陽電池  
＋バッテリー(切断)



©JAXA/ISAS

3夜(稼働中)

出典: X, @dfuji1

<https://x.com/dfuji1/status/1782975249455386934>