



『探査ハブとのSORA-Qの共同研究、そしてその先へ』

SORA-Q



名称：小型プローブ分離カメラ（Lunar Excursion Vehicle 2（LEV-2））

愛称：SORA-Q（読み方 ソラキュー）

Transformable Nano Rover for Space Exploration

20250523

同志社大学生命医科学部

渡辺 公貴

# 目次

## 1. 探査ハブとの共同研究に至った経緯

## 2. 探査ハブとの共同研究

### 2. 1 第1回 RFP

昆虫ロボットの研究開発 / 広域未踏峰探査技術

### 2. 2 第7回 RFP

超小型元素分析モジュールの開発

## 3. 探査ハブとの共同研究の先に

### 3. 1 Moon Shotプロジェクト

小型ロボット群の構築による、自律的な情報収集と、居住モジュール開発支援・自己修復に必要な、自律分散ロボットシステム  
の構築

### 3. 2 現状

## 目次

### 1. 探査ハブとの共同研究に至った経緯

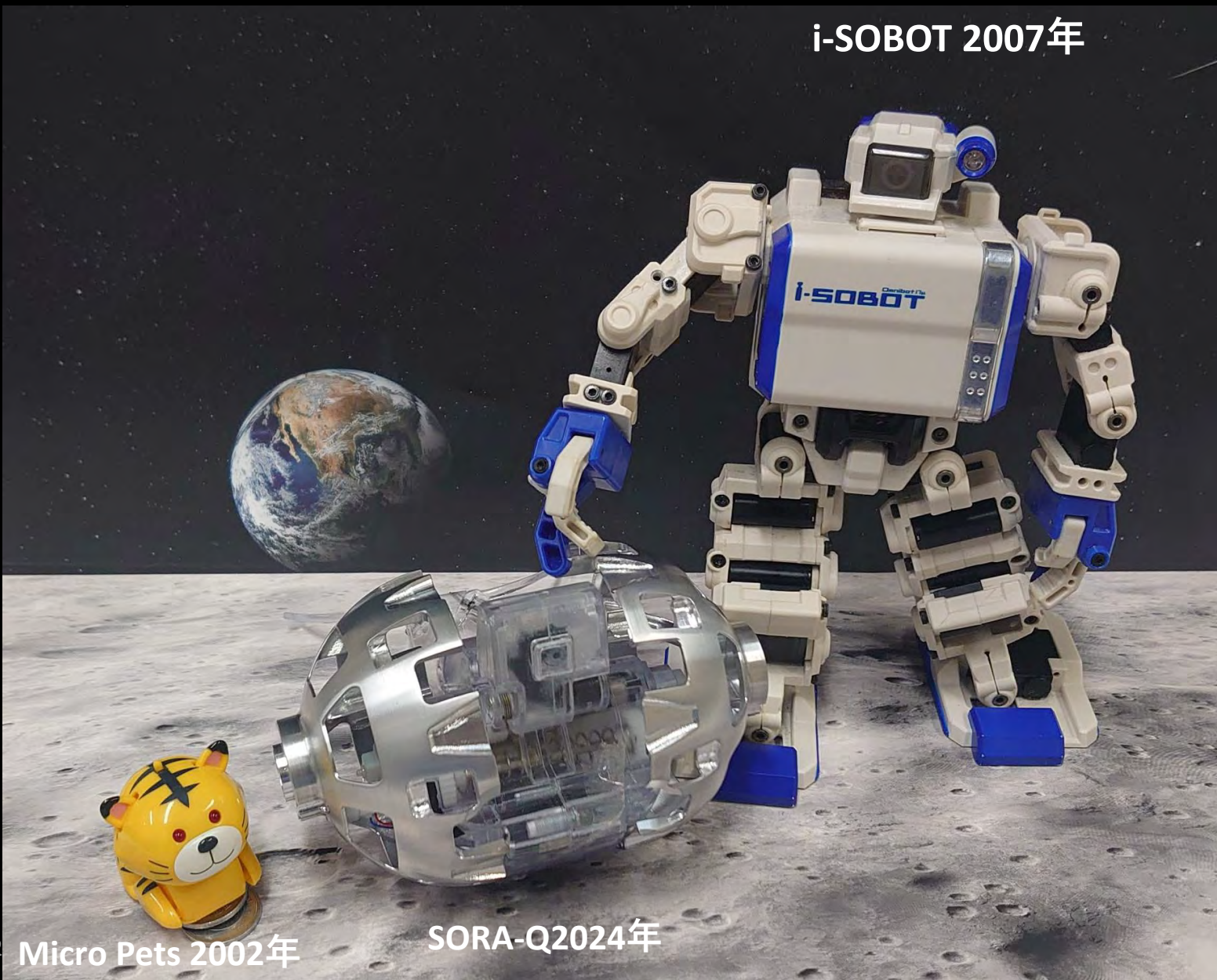




# 世界最小のロボット達



i-SOBOT 2007年



202

Micro Pets 2002年

SORA-Q2024年

2008年にi-SOBOTが「世界最小の量産された二足歩行ロボット」がロボット大賞を受賞，ギネスにも掲載されました



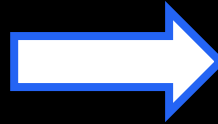
©TOMY







情報提供 要請 RFI



研究提案募集 RFP

タカラトミーは2016年 第1回 RFP に応募して採択された。研究領域は**昆虫ロボットの研究開発/広域未踏峰分野**であった。研究テーマは小型ロボット技術 制御技術であった。

## 2016年 第1回 RFP

研究期間	研究テーマ	機関名
<b>1-10 昆虫ロボットの研究開発 / 広域未踏峰分野</b>		
2016年4月～2017年3月	地中・地表面探査を目的とした昆虫タイプ小型移動ロボット	中央大学、プログレス・テクノロジー株式会社
2016年4月～2017年3月	不整地を歩行・跳躍探査する昆虫型ロボットのプロトタイプ開発	株式会社ispace、東北大学
2016年4月～2017年3月	小型ロボット技術 制御技術	株式会社タカラトミー

# 目次

## **2. 探査ハブとの共同研究**

### **2. 1 第1回 RFP**

昆虫ロボットの研究開発 / 広域未踏峰探査技術



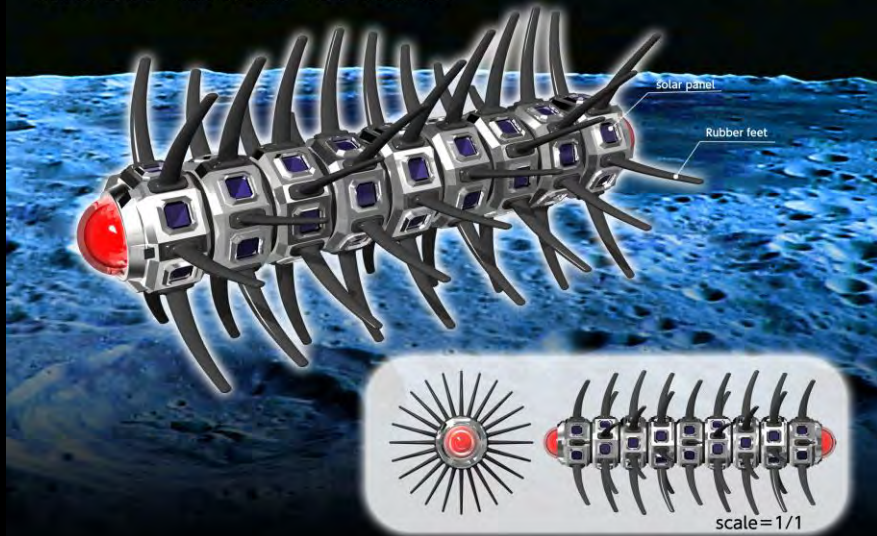


# 企画案



## MOON WARM-SPIRAL

・震動によって筒状の地形でも回転／前進する 月面対応の仮想メカ

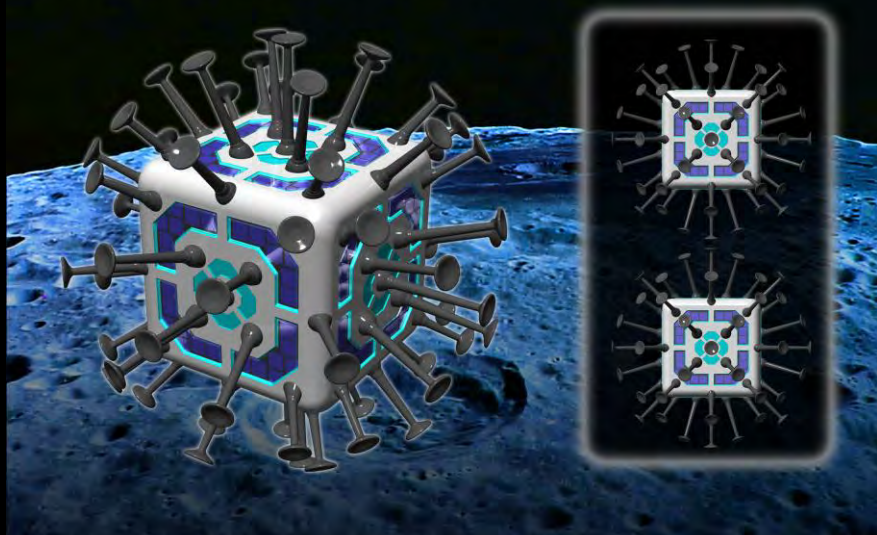


## MOON WORM-SPIRAL

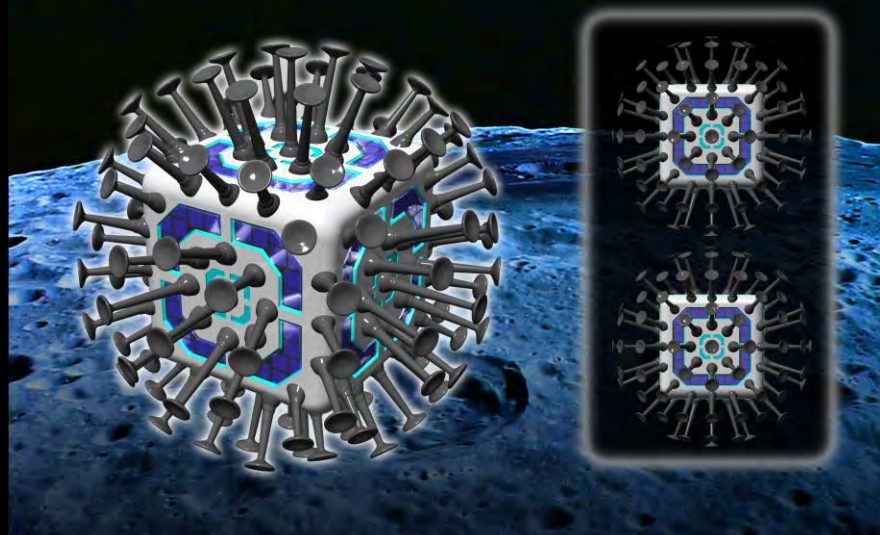
・震動によって筒状の地形でも回転／前進する 月面対応の仮想メカ



## MOON INSECT\_TYPE-C



## MOON INSECT\_TYPE-C









# SORA-Qとは



JAXA宇宙探査イノベーションハブ，株式会社タカラトミー，**ソニーグループ株式会社**および同志社大学の4者は，月面の低重力環境下における超小型の変形型ロボットの探査技術を実証するために共同研究を実施している。



クレジット：JAXA/タカラトミー/ソニーグループ(株)/同志社大学



## 0. S L I Mに搭載されること

1. サイズ：80 mm以下, 質量：300 g以下

2. レゴリスの不整地上を走行する.

3. 各種試験に合格すること

- ・放射線試験
- ・振動試験, 落下試験：H-II Aロケットの打ち上げ, S L I M分離
- ・熱・真空試験
- ・走行試験（登坂, 起き上がり, 軽量モデル試験）
- ・通信試験
- ・撮影試験

4. 玩具の商品化





# SORA-Qの概要 (SLIM)



## 実証手段

SLIM探査機から分離・展開したSORA-Qを走行させて以下の評価をする。

1. SORA-Qを自動で走行および前後のカメラで撮影する。
2. SORA-Qに搭載したカメラでSLIM探査機本体を撮影をして着陸状態を確認する。
3. 撮影した画像なお中から自動選別をしてLEV1経由で地球に送信する。
4. IMU, エンコーダから月面における走行を評価する。

## ハード

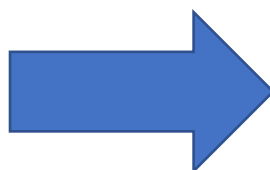
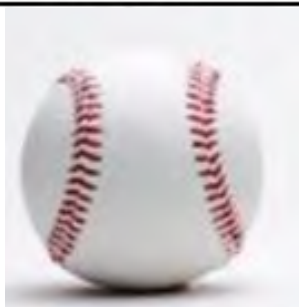
サイズ：直径 78 mm

質量：228 g

通信：Bluetooth (SORA-Q=>LEV1)

カメラ：2台 (前後)

その他：IMU, エンコーダー





# SORA-Q 研究開発について



2015年に始まったJAXA宇宙探査イノベーションハブ 第1回研究提案募集（RFP）テーマ名の「**昆虫ロボットの研究開発/広域未踏峰**」に株式会社タカラトミーが応募して採択された。共同研究テーマ名は「**小型ロボット技術・制御技術**」であった。2016年4月から共同研究を開始，その後2019年にソニーグループ株式会社が，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した。

## 共同研究役割分担

### JAXA 宇宙探査イノベーションハブ

- ・実験要求、運用要求の策定
- ・実施計画の策定
- ・実験供試体の検討、製作
- ・地上試験実施

### 株式会社タカラトミー，同志社大学

- ・小型球体ロボットの開発
- ・走行検証
- ・実験供試体製作（筐体担当）

### ソニーグループ株式会社

- ・実験供試体製作（制御系担当）





# 打ち上げ・月面探査スケジュール



2022年

2023年

2024年

11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----

## 2回目

**SLIM** 2022年3月15日  
発表



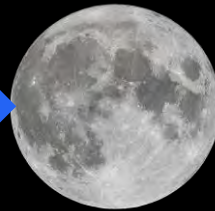
打ち上げ  
9月7日



月面着陸  
1月20日  
0:20

## 1回目

**LUMPE** 2021年5月27日  
発表



打ち上げ

月面着陸  
4月26日



# SLIM MISSION ・ LUMPE MISSION

## 宇宙に関する研究

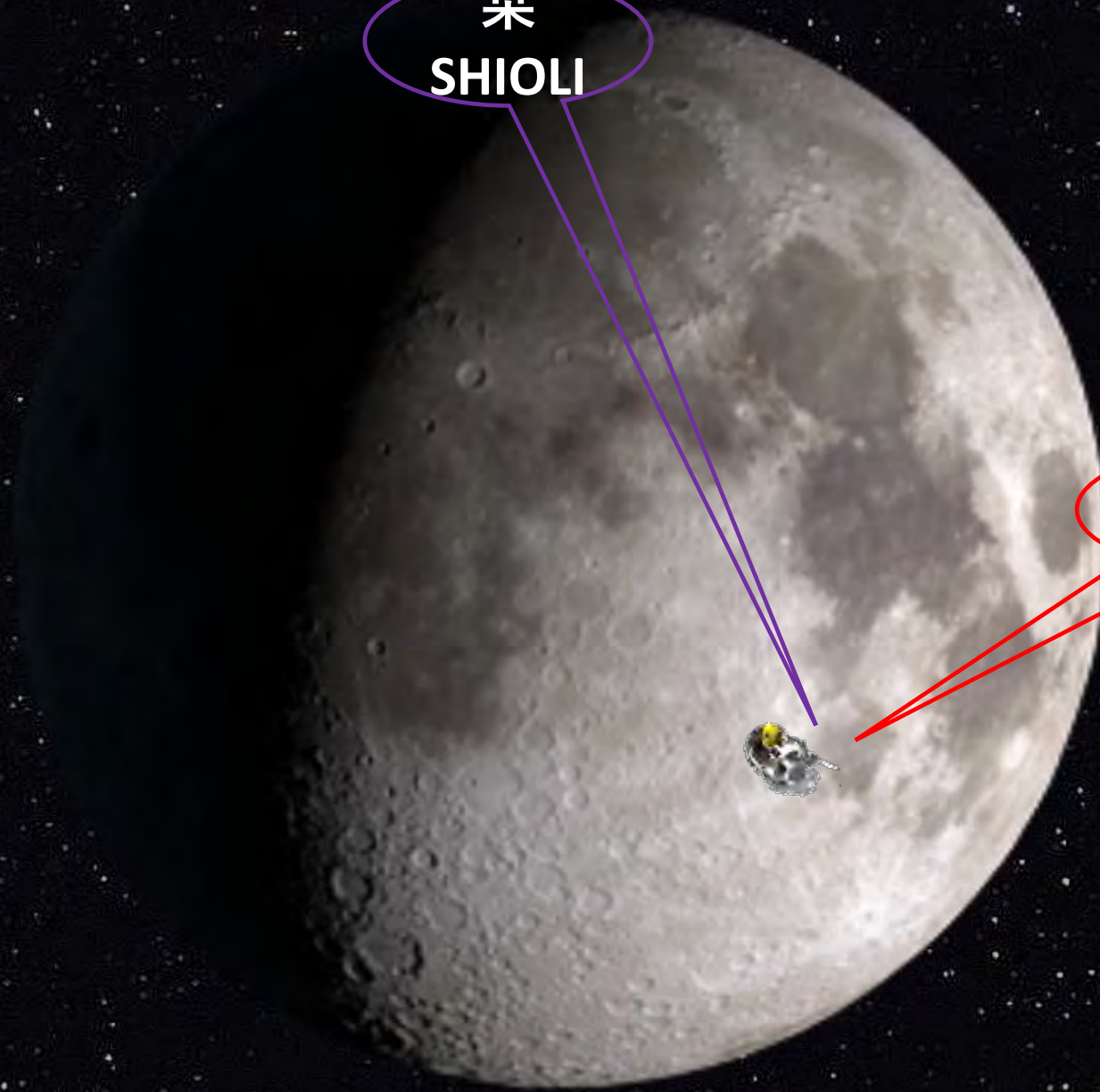


		2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
探査ハブ	応募・審査				<div>・ JAXAとの 月面に向 けての交渉</div> <div>・ 社内調整</div>						
	共同研究										
SLIM	開発着手										
	納品										
	打ち上げ										
	月面着陸										
LUMPE	開発着手										
	納品										
	打ち上げ										
	月面着陸										

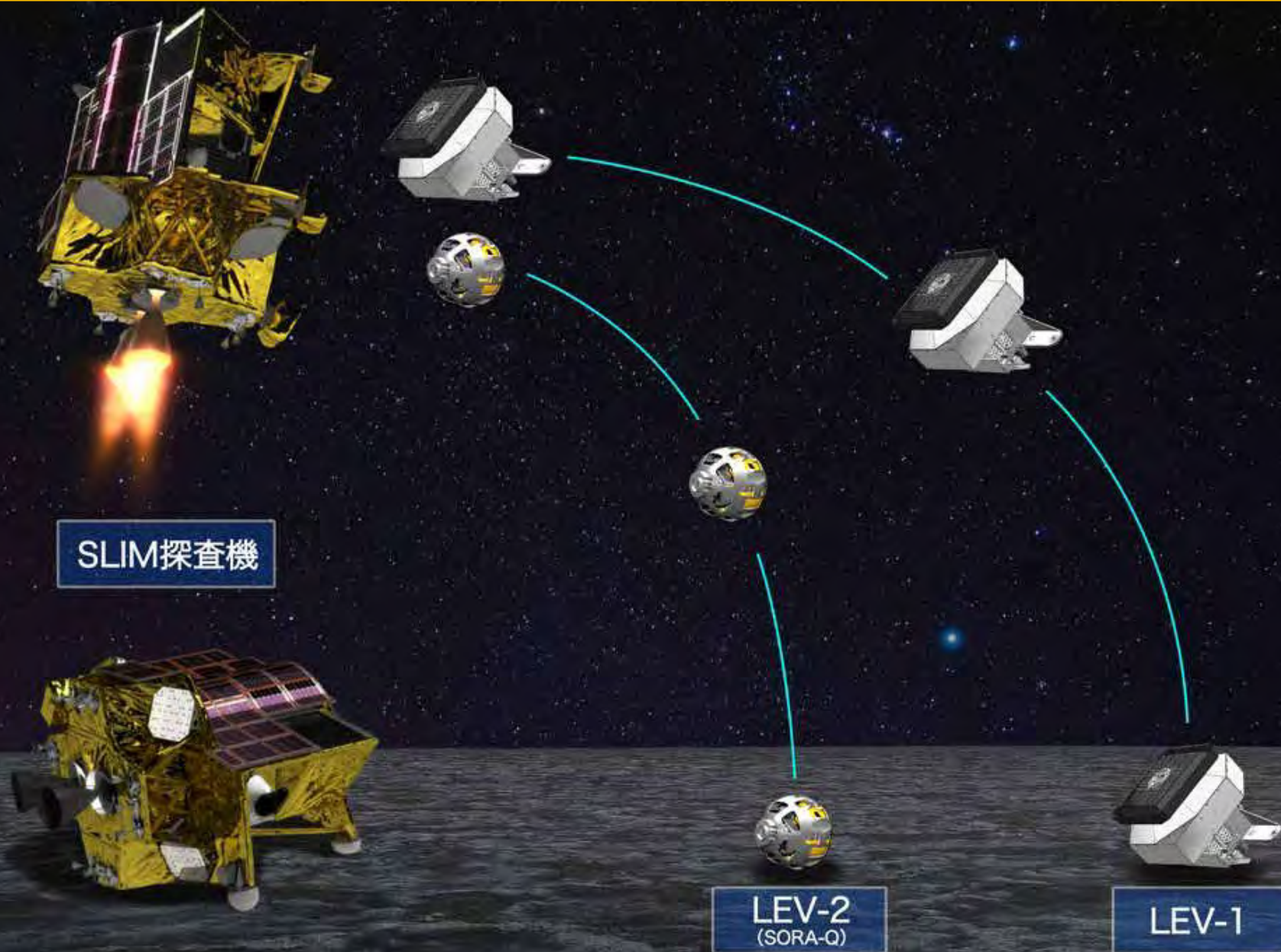


栞  
SHIOLI

神酒の海



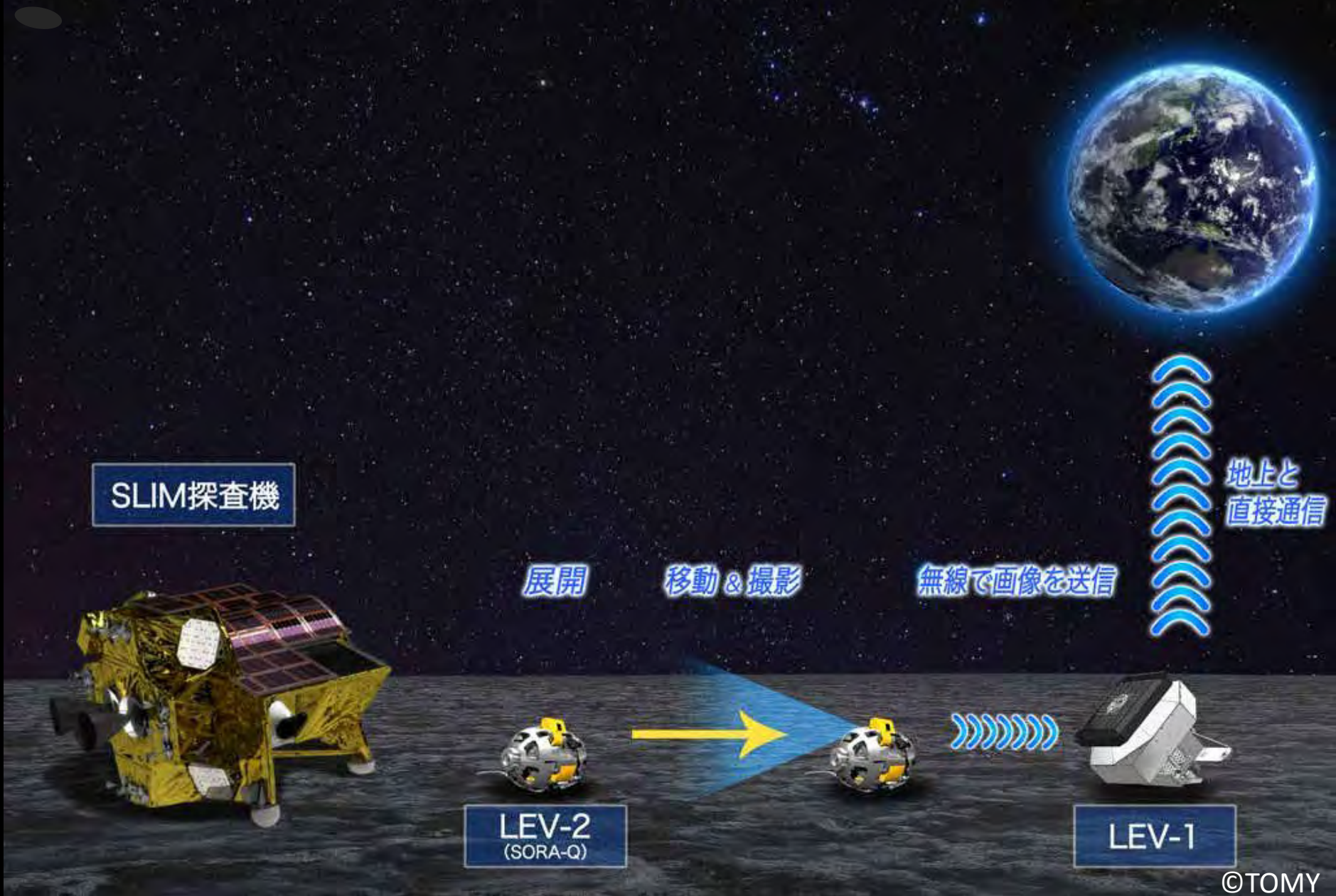
# SORA-QのMISSION 分離着陸







# SORA-QのMISSION 走行・撮影・送信

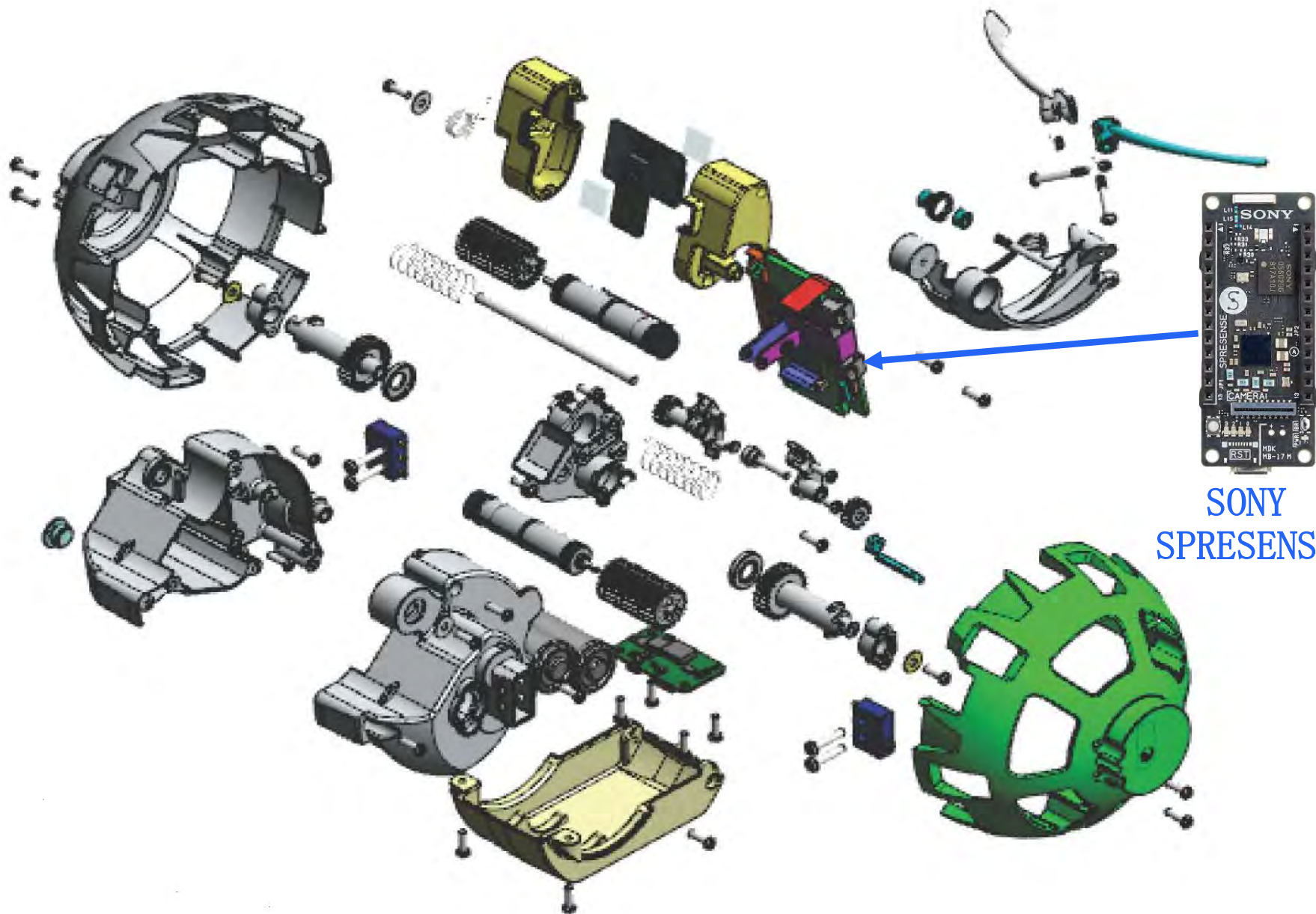








# 展開図





# SORA-Q開発成果

2016年度



2017年度



2019年以降





# ● 2019年の共同研究の1号機による登坂試験





# ウミガメの孵化後の様子







# 2019年の共同研究の1号機による登坂試験



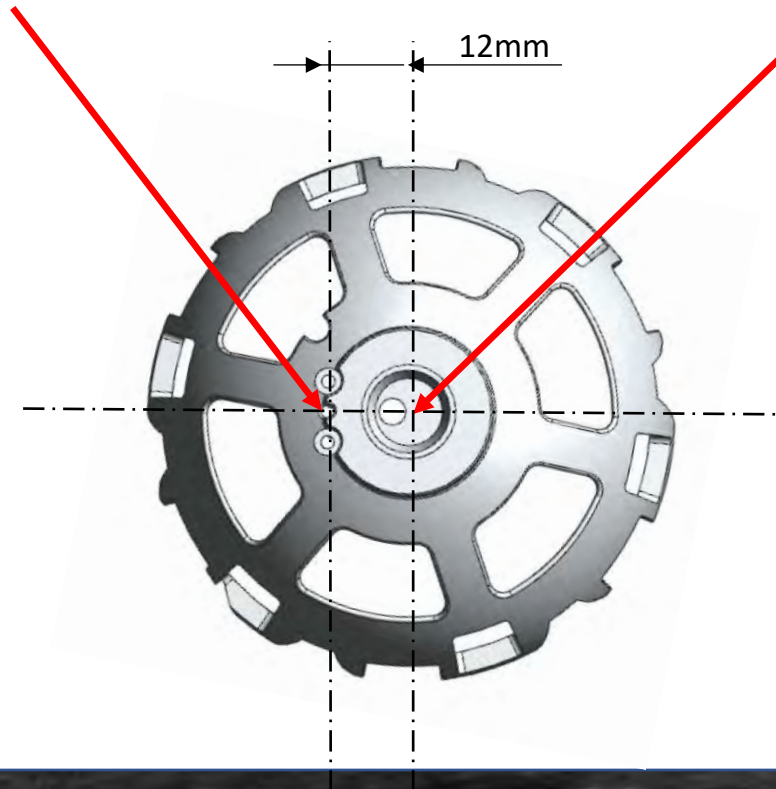


# 登坂走行の仕組み



Center of Rotation of Wheel

Wheel Center



Wheel CenterとCenter of rotation of wheelをオフセットさせ、車輪の回転を偏芯させている．偏芯量は外形80mmに対して10mmとした．回転に偏芯がない車輪を用いた場合、珪砂5号での登坂性能は、斜度5度が限界であったが、車輪の回転を偏心させることで、30度の登坂が可能であることを確認した．



# 30度 登坂試験







# 履帶式 登坂30度





# JAXA 宇宙探査実験棟での走行試験









# サクセスクリテリア

---

## 1. ミニマムサクセス

月面環境で動作なLEV-2がSLIM探査機に搭載されること。

## 2. フルサクセス

ミニマムサクセスに加えて、月面での自律機能および移動技術を実証すること。

## 3. エクストラサクセス

フルサクセスに加えて、月面を移動してSLIM探査機の着陸状況および着陸地点周辺の情報を取得すること。

## 0. 産官学による成果

### 1. 日本初の月面探査ロボット

### 2. 世界初の完全自律ロボットによる月面探査

### 3. 世界初の複数ロボットによる同時月面探査

### 4. 世界最小・最軽量の月面探査ロボット



i-SOBOT 2007年



ナノドロイド  
R2-D2 2015年

EPSON  
ムッシュ1993年



Micro Pets 2002年

SORA-Q2024年



# LEV-2(SORA-Q)が受賞

2024年9月第11回ロボット大賞  
文部科学大臣賞 受賞



THE ROBOT AWARD  
第11回ロボット大賞

2025年2月第7回日本オープンイノベーション大賞



実はタカラトミーが  
大賞を受賞したのは2度目

2008年にi-sobotという  
世界最小の量産された  
小型ロボットが受賞。  
ギネスにも掲載されました





# 目次

## **2. 探査ハブとの共同研究**

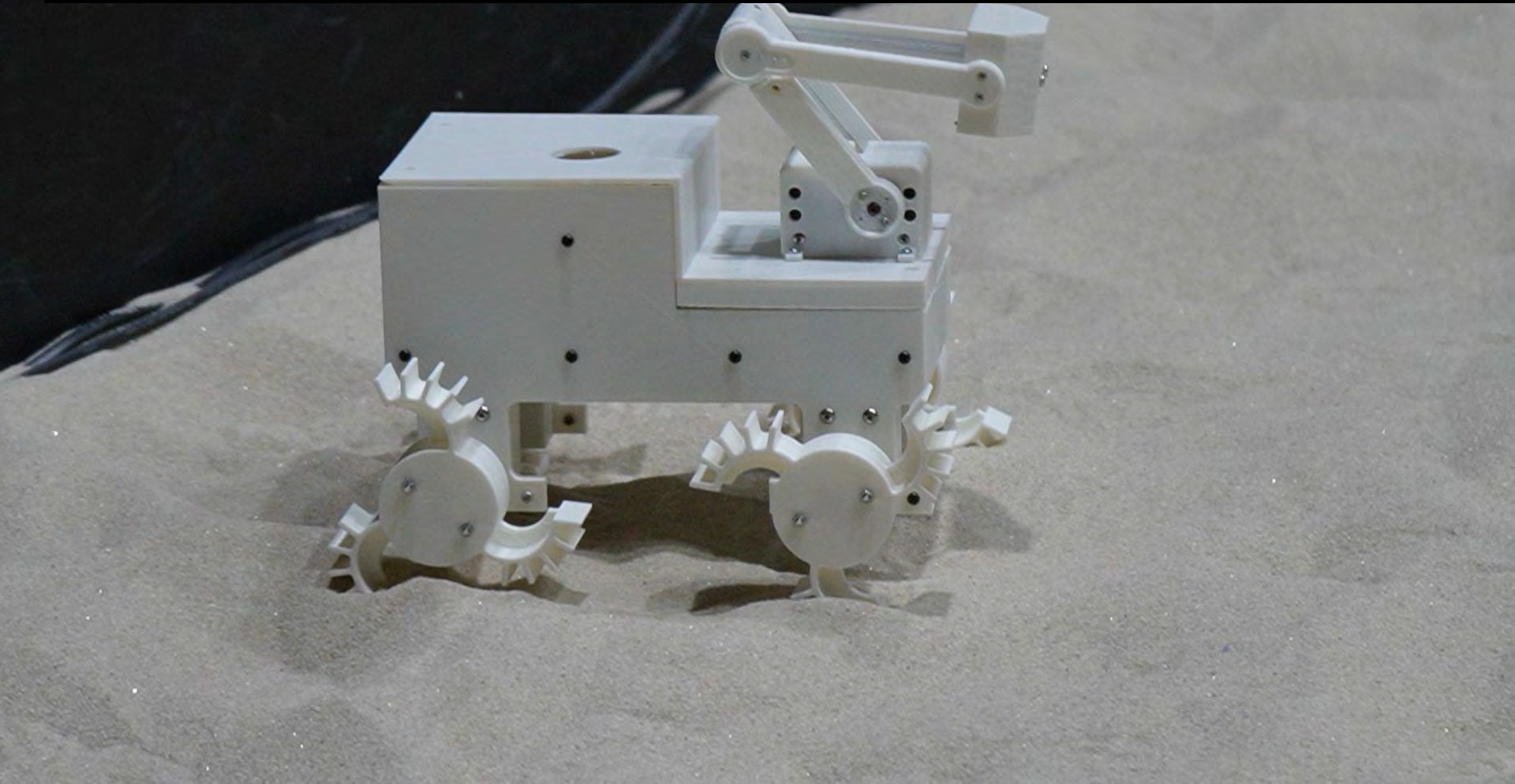
### 2. 2 第7回 RFP

超小型元素分析モジュールの開発

# 第7回 RFP 超小型元素分析モジュールの開発

JAXA X 堀場製作所 X 同志社大学

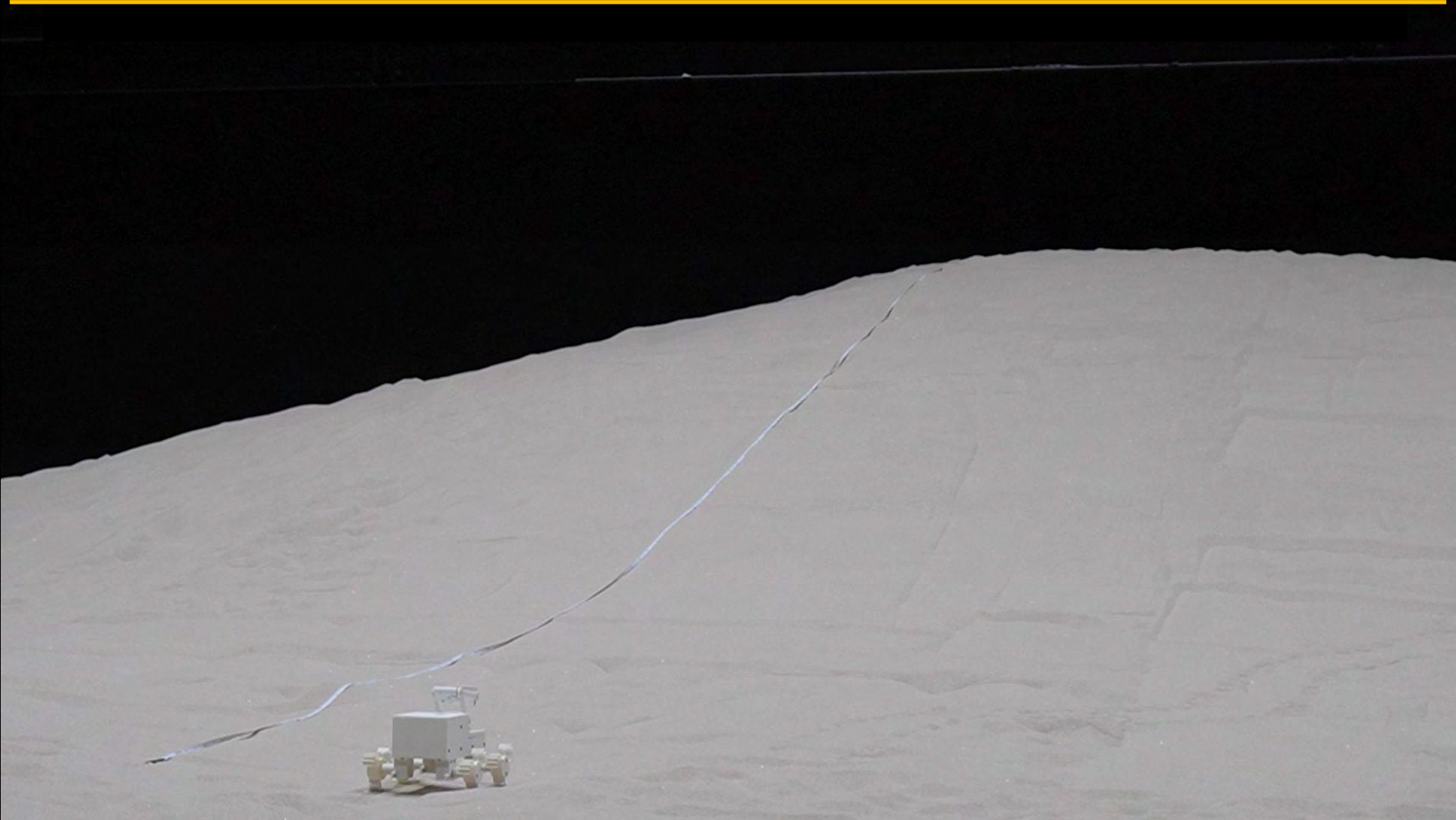
---



# 第7回 RFP 超小型元素分析モジュールの開発

JAXA X 堀場製作所 X 同志社大学

---



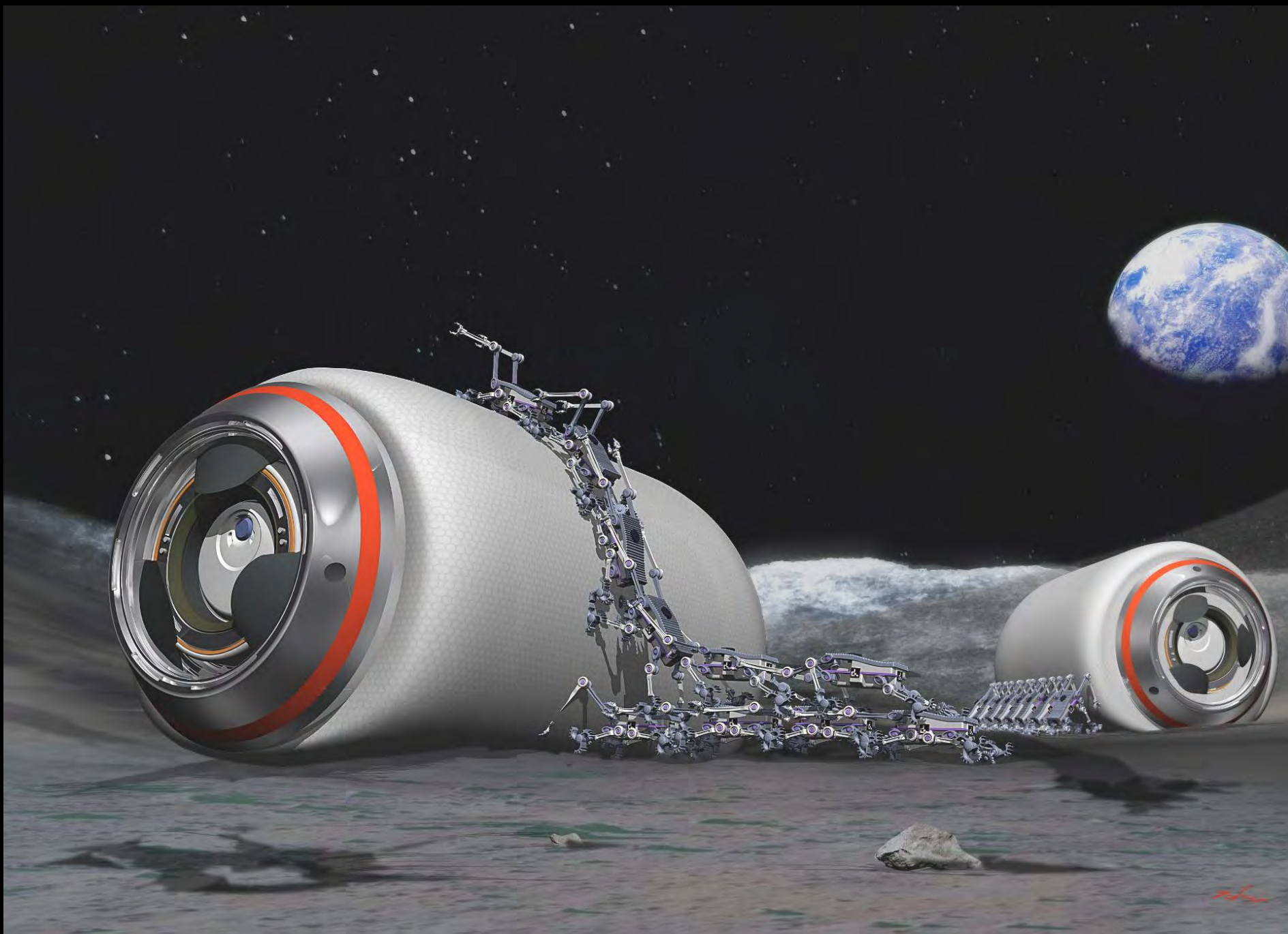


# 目次

## 3. 探査ハブとの共同研究の先に

### 3. 1 Moon Shotプロジェクト

小型ロボット群の構築による、自律的な情報収集と、居住モジュール開発支援・自己修復に必要な、自律分散ロボットシステム  
の構築







# 目次

## **3. 探査ハブとの共同研究の先に**

### 3. 2 現状

# 同志社大学のシミュラント（FIS-1）走行試験場





