

# ローバー搭載用K-Ar年代計測装置の製作

長 勇一郎,<sup>a</sup> 亀田真吾,<sup>a</sup> 石上玄也,<sup>b</sup> 三浦弥生,<sup>c</sup> 芝崎和夫,<sup>a</sup> 堀内美沙,<sup>a</sup> 吉岡和夫,<sup>c</sup> 杉田精司<sup>c</sup>

<sup>a</sup>立教大学, <sup>b</sup>慶應義塾大学, <sup>c</sup>東京大学



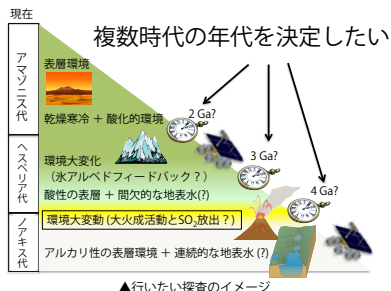
▲ローバー試験候補地、伊豆大島裏砂漠を三原山から望む

## 1. 背景

### 1.1. 目指す科学



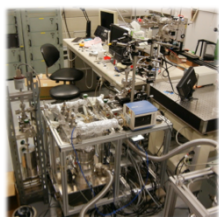
▲Curiosityの撮影したSharp山の地層



▲行いたい探索のイメージ

- 火星はその誕生以来大規模な環境の変遷を辿ってきた。ところが、それぞれの地質イベントの絶対年代が不明であるため、火星の地質史には大きな不確実性が存在する。
- 我々のグループでは、火星の複数の地質ユニットの放射年代をローバー等で移動しながら計測することで、火星の地質進化に絶対年代目盛りを付与し、火星史の全貌を把握することを目指す。

### 1.2. 問題点



実験室用K-Ar年代計測装置の製作

問題点:

実験室用の装置は大きく重いため、  
探査機搭載との間に大きな隔りがある

例)

- 100 mJ Nd:YAGレーザー: 68 kg (ヘッド24 kg+電源44 kg)
- 真空ポンプ: 26 kg (ターボポンプ11 kg+ドライポンプ15 kg)

## 2. 研究目的

- ローバーに搭載できる小型の年代計測装置を製作し、野外で動作実証試験を行う。
- そのための第一歩として、レーザーおよび真空ラインの小型化を実施する。
- 各要素の小型化に伴う性能劣化を評価する。



## 3. ローバーテストベッドの仕様

完全自立型ローバーテストベッド

- 重量: 約50 kg (ペイロード除く)
- 寸法: 約900 mm x 700 mm x 800 mm (TBD)
- 積載可能ペイロード: ~15 kg

<搭載カメラ>

- 最大2592×1944ピクセル
- 視野角54×41 deg

<電源系>

- 最大発電電力: 90 W (30 W SAP x 3 枚)
- BAT容量: 約300 Wh

<通信系>

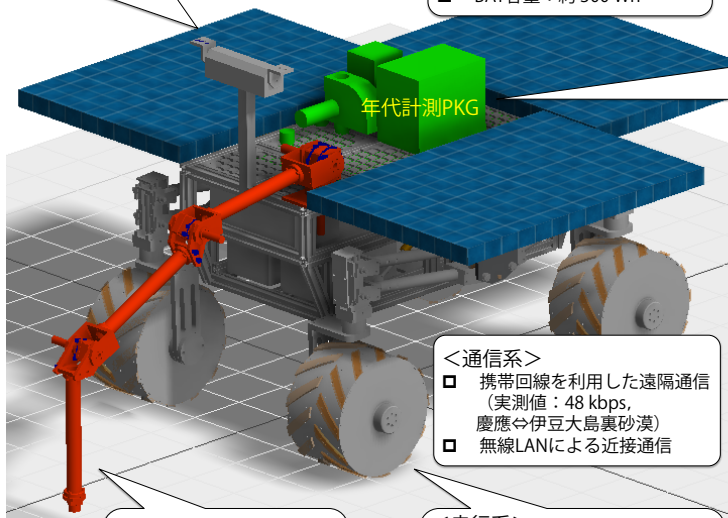
- 携帯回線を利用した遠隔通信 (実測値: 48 kbps, 慶應⇄伊豆大島裏砂漠)
- 無線LANによる近接通信

<ロボットアーム>

- 肩肘手首・3自由度
- 最大手先負荷5.0 N
- サンプル採取機構

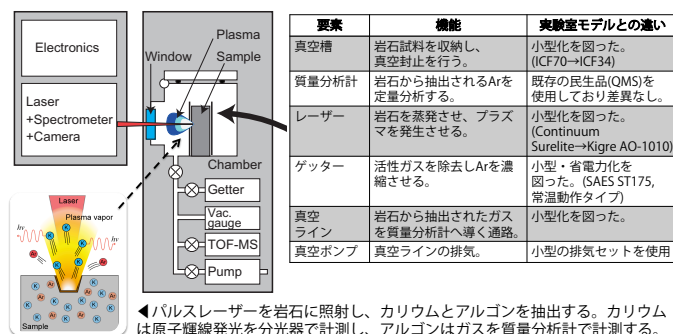
<走行系>

- 独立操舵・独立駆動車輪, 差動サスペンション機構による高い不整地踏破性能
- 走行速度: 0.2 m/s



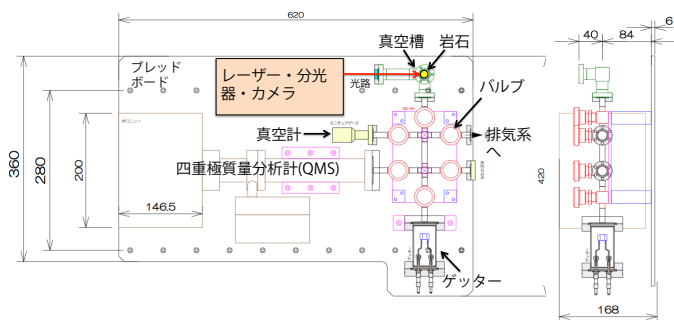
## 4. 年代計測装置の開発状況

### 4.1. 測定システムの概要・機能



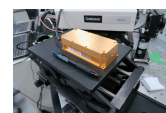
▲パルスレーザーを岩石に照射し、カリウムとアルゴンを抽出する。カリウムは原子輝線発光を分光器で計測し、アルゴンはガスを質量分析計で計測する。

### 4.2. 測定システムの設計

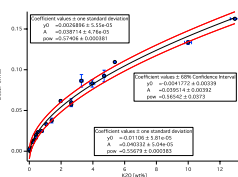


- ローバーに搭載するために計測ラインの小型化を行った。現時点では計20 kg程度。
- 但し、これにはレーザー・質量分析計・真空計の電源は含まれておらず、ポンプ類の重量も計上されていない。これらは今後順次小型化を行い、年代計測装置のパッケージ化を進める。
- 質量分析計(現時点では実験室モデルのQMSを使用)も、ISASで開発中の飛行時間型質量分析計(TOF-MS)に置き換えることで、小型軽量化が可能な見込み(重量~3 kg, 最長辺~15 cm)。

### 4.3. 基礎実験① 小型レーザーでの計測成立性確認

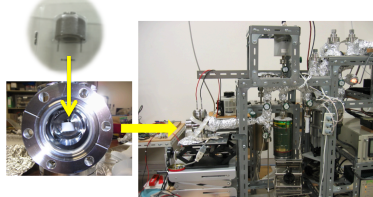


▲小型レーザーのヘッド。重量(565 g)は、実験室モデルの40分の1程度。



- ローバーに搭載可能な小型レーザーでは、カリウム検出限界が460 ppm、20%定量限界が1.6 wt%であった。
- 火星隕石のカリウム濃度は2000 ppm程度、Curiosityの見た岩石のカリウム濃度は2-3 wt%である。

### 4.4. 基礎実験② 小型ゲッターでの計測成立性確認



(左上) ゲッター材 (Ti 90% + Mo 10%)。  
(左下) ICF70フランジに装着したところ  
(右) 試験用真空ラインに取り付けたところ

NASAのCuriosity探査車にも搭載された小型ゲッター(SAES ST175)を使用することで、岩石から抽出される活性ガスを除去できるか調べた。

↓  
ST175に流す電流を3 Aおよび0 Aにして、いずれの場合も $3 \times 10^{-3}$  Torr ( $\sim 8 \times 10^{-4}$  cm<sup>3</sup>)の大気を精製できることを確認した。

## 5. 開発スケジュール

2016/2	年代計測装置組立
2016/3	ローバーへの取り付け試験
2016/4-10	年代計測性能確認試験@実験室
2016/11	フィールド試験@伊豆大島

### 謝辞

本研究は、火星着陸探査技術実証WG、科研費基盤A「惑星表面その場年代計測装置の開発」、および公財JKAからの支援の下に行われました。