

## 火星火山探査の提案

### A proposal for future rover exploration targeting volcanic activity on Mars

並木 則行<sup>1\*</sup>, 荒井 朋子<sup>1</sup>, 小林 正規<sup>1</sup>, 千秋 博紀<sup>1</sup>, 後藤 和久<sup>1</sup>, 和田 浩二<sup>1</sup>, 大野 宗祐<sup>1</sup>, 石橋 高<sup>1</sup>, 亀田 真吾<sup>1</sup>, 白井寛裕<sup>2</sup>, 小松吾郎<sup>3</sup>, 宮本 英昭<sup>4</sup>, 橋 省吾<sup>4</sup>, 杉田 精司<sup>4</sup>, 三浦 弥生<sup>4</sup>, 長 勇一郎<sup>4</sup>, 岡田 達明<sup>5</sup>, 大竹 真紀子<sup>5</sup>, 久保田 孝<sup>5</sup>, 出村 裕英<sup>6</sup>, 小川 佳子<sup>6</sup>, 浅田 智朗<sup>6</sup>, 平田 成<sup>6</sup>, 北里 宏平<sup>6</sup>, 奥平 恭子<sup>6</sup>, 寺園 淳也<sup>6</sup>, 高橋 幸弘<sup>7</sup>

Noriyuki Namiki<sup>1\*</sup>, Tomoko Arai<sup>1</sup>, Masanori Kobayashi<sup>1</sup>, Hiroki Senshu<sup>1</sup>, Kazuhisa Goto<sup>1</sup>, Koji Wada<sup>1</sup>, Sohuke Ohno<sup>1</sup>, Ko Ishibashi<sup>1</sup>, Shingo Kameda<sup>1</sup>, Tomohiro Usui<sup>2</sup>, Goro Komatsu<sup>3</sup>, Hideaki Miyamoto<sup>4</sup>, Shogo Tachibana<sup>4</sup>, Seiji Sugita<sup>4</sup>, Yayoi N. Miura<sup>4</sup>, Yuichiro Cho<sup>4</sup>, Tatsuaki Okada<sup>5</sup>, Makiko Ohtake<sup>5</sup>, Takashi Kubota<sup>5</sup>, Hirohide Demura<sup>6</sup>, Yoshiko Ogawa<sup>6</sup>, Noriaki Asada<sup>6</sup>, Naru Hirata<sup>6</sup>, Kohei Kitazato<sup>6</sup>, Kyoko Okudaira<sup>6</sup>, Junya Terazono<sup>6</sup>, Yukihiko Takahashi<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 千葉工業大学, <sup>2</sup> ジョンソン宇宙センター, <sup>3</sup> 国際惑星科学研究大学院, <sup>4</sup> 東京大学, <sup>5</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>6</sup> 会津大学, <sup>7</sup> 北海道大学

<sup>1</sup>PERC/Chitech, <sup>2</sup>JSC/NASA, <sup>3</sup>IRSPS, <sup>4</sup>The University of Tokyo, <sup>5</sup>ISAS/JAXA, <sup>6</sup>The University of Aizu, <sup>7</sup>Hokkaido University

ミーロス火星探査着陸機が目指す重要な科学テーマとしてわれわれはローバによる地質調査を提案している。これまでの軌道上からの、あるいは複数の着陸点での観測から、火星は多様性に富む天体であり、複雑な物理、化学過程が表層の地質に影響を与え続けてきたことが明らかとなっている。火星史の全体像を把握するためには、個々の着陸地点についても、物理的、化学的、地質学的に多角的な視点から観測研究を行わなければならない。多様で複雑な火星表層環境の探査には二通りのアプローチがあり得る。多地点着陸とローバ探査である。地質調査の観点から考えれば、前者は多種多様な岩石種のバリエーションを収集するのに適しており、後者は素性の似通った一連の観測対象のトレンド(変遷)を調査することで複雑性を解明することに役立つ。観察対象は堆積岩と火山岩に大別され、それぞれ異なる科学目標が設定される。堆積岩調査は国際的な火星探査の流れに沿う方向であり、国際協調による科学成果の向上が期待できる。一方、火山岩調査は日本の独自性と国際貢献度の高い選択である。着陸候補地点は、堆積岩調査の場合には Nili Fossae や高地・低地の境界付近を提案する。火山岩調査の場合には後期 Noachian/前期 Hesperian に形成された古い溶岩平原(または溶岩流)上で、直径 10 km 程度の若い衝突クレーターのエジェクタブランケットへの着陸が最も望ましい。現在、ローバに搭載を検討している科学観測機器は (i) 双眼立体視カメラ用液晶波長可変フィルタ, (ii) マクロ分光カメラ, (iii) レーザ誘導絶縁破壊分光器, (iv) X 線蛍光回折分析装置, (v) 質量分析計, (vi) 磁力計, (vii) 地中レーダ, である。ローバによる広範囲 (1 km-10 km) にわたる岩石産状・形態・組織の確認、鉱物種の同定、岩石組成の測定によって、火星表層環境の変遷と火星内部進化を理解するための基礎データが得られる。ひいては火星の気候変動・進化史の解明、すなわち「火星はなぜ赤い惑星なのか?」という疑問への答えが得られると期待される。

欧米の火星探査計画は地球外生命の痕跡を探すために堆積岩から表層環境の変遷を明らかにしようとしている。しかし、火星の気候進化過程を理解するためには、堆積岩調査ばかりでは不十分である。火星大気は火星内部からの脱ガス(衝突脱ガスや火山活動)によって形成されるであろうし、表層の酸化還元状態と火星内部の酸化還元状態は強く結び付いているはずである。この点に関して、近年, Bibring et al. (2005) は後期 Noachian から前期 Hesperian にかけての大規模な火成活動、特に二酸化炭素や二酸化イオウの脱ガスが火星表層の酸化還元状態を急変させ、気候進化に支配的影響を与えたという興味深い仮説を提唱している。火星気候進化を解明するためには気候システムそのもの理解に加えて、システムへの流入・流出をコントロールする火成活動と散逸メカニズムの究明もまた重要なのである。したがって、ミーロス散逸周回機によって磁気圏を探索するとともに、地質調査によって火星内部の活動状態とその変遷をも理解する必要がある。火山岩には、地殻とマンツルの温度圧力勾配・化学組成(揮発性成分を含む)・酸化還元状態といった物理化学情報が記されている。地球上でのフィールドジオロジーに従えば、火山岩の産状・形態・組織の観察から (i) 火山発達史と噴火のダイナミクスが推定される。具体的には爆発的か流出的かといった噴火様式の違いや、溶岩(流)の形態からメルトの粘性や噴出時の揮発性成分の含有量が解明される。一方、鉱物組成や元素組成からは結晶分化作用や初生メルト組成といった (ii) マグマプロセスを調べることが出来る。前者(火山発達史と噴火のダイナミクス)のみを科学のターゲットとするならば、多地点着陸や分散型ランダー探査、あるいは軌道上からのリモートセンシングが効率的である。しかし、火星気候進化と火山活動のリンクを明らかにするためには後者(マグマプロセス)の研究こそが重要であり、そのためには広範なサンプル収集手段としてのローバが必要不可欠となる。例えば火星においてマグマの分化を示唆するだけならリモートセンシングでも行うことができるが、単に SiO<sub>2</sub> 量の変化を議論しているだけでは、本当に玄武岩・安山岩質へと分化しているトレンドをみているのか、単にシリカに富む風成生成物や水質変成の結果をみているのか区別ができない。ローバを用いた直接探査は、こうした議論を格段に高い確度で行う事を可能にする。

キーワード: 火星探査, ローバ  
Keywords: Mars exploration, Rover