

日本の次期火星探査計画：ランダー

岡田 達明 [1]; 出村 裕英 [2]; 杉田 精司 [3]; 栗田 敬 [4]; 小林 直樹 [5]; 橘 省吾 [6]; 久保田 孝 [7]

[1] 宇宙研; [2] 会津大学; [3] 東大・新領域・複雑理工; [4] 東大・地震研; [5] 東工大・地惑; [6] 東大・理・地球惑星; [7] 宇宙研

The Next Mars Mission in Japan: Mars Lander

Tatsuaki Okada[1]; Hirohide Demura[2]; Seiji Sugita[3]; Kei Kurita[4]; Naoki Kobayashi[5]; Shogo Tachibana[6]; Takashi Kubota[7]

[1] ISAS/JAXA; [2] Univ. of Aizu; [3] Dept. of Complexity Sci. & Eng., Univ. of Tokyo; [4] ERI, Univ. of Tokyo; [5] Earth and Planetary Sci, Tokyo Tech; [6] Earth and Planet. Sci., Univ. of Tokyo; [7] JAXA/ISAS

<http://planeta.sci.isas.jaxa.jp>

We are studying underway the next Mars mission using a landing or descending probe. Its science objectives and feasibility study will be presented.

Mars is the planet of interest in many fields of planetary science, and numerous missions to the planet has been carried out, is now performed and planned in the future. The purpose is mainly focused on evidence of life or signs in geological and material features that shows habitability of past or current life. Thus priority is put on probing the existence and amount of water that life needs as well as on searching for hydrate minerals that indicate the past environments on Mars.

On the other hand, Mars has a lot of large volcanic, erosion, or sedimentation features that show evidences of vast ancient surface processes. Since its intermediate size between the Earth where active processes undergo and the Moon where processes have been ceased, interior material and structure, mantle dynamics, and thermal history of Mars are crucial to understand not only the planet itself but terrestrial planets in general. Hydrothermal reactions of material with ground water and volcanic heat are characteristic of Martian surface processes. Furthermore, Martian surface processes are most important to be solved by precise mineral, chemical and isotopic analysis.

Japanese Mars mission is outdone by many foreign ones but should have originality and priority in scientific and technical aspects. Thus we believe the interior or surface processes of the planet will have top priority. Although synergy of observation with orbiters aiming at Martian climate and atmosphere-loss processes is also taken into account, the science that is realized by landing and/or descending should be targeted. Some examples are shown below, which are currently studying their technical feasibilities.

(1)Martian interior probing by Mars Lander: Martian interior structure is studied by seismometry detecting seismic waves induced by fluvial collision at volcanoes or meteoritic impacts or by fluvial induced free oscillation modes. These observations can be done alone but much improved by correlation analysis with another international station, and more precise investigation could be done by geophysical network with some internal stations. Martian thermal structure is probed by magneto-telluric method with a long-elongated antenna detecting the diurnal changes of response to solar wind magnetic field. Heat from interior is measured by heat flow probes to know thermal state of interior and amount of heat-generating nuclides there.

(2)Martian Geologic History Exploration by Flight Robotics: Stratigraphy or geological layered structures are investigated by detailed observation from a helicopter or some flight robotics. Valles Marineris or other eroded structures are found to show layers representing history of Martian volcanism and sedimentation.

(3)Sample-return of Martian Dusts and Atmosphere: Precise mineralogy and dating of Martian surface materials and atmospheric gasses are required by sample-return to investigate Martian surface processes and gaseous outflow. For that purpose, dust particles and atmosphere are sampled at 40km altitude during free-return trajectory, and returned back to the Earth.

現在われわれは次期火星探査における着陸または降下を利用した科学探査について検討している。その検討状況について報告する。

火星は固体惑星科学の探査対象としても特に関心の高い天体であり、現在も欧米露による数多くの火星探査が実施され、または計画されている。それらの主な探査対象は火星の古気候、それに関連する生命活動の有無や生命誕生の可能性を探ることに焦点をあてているのが特徴である。特に生命活動に必要な現在の水の存在とその存在形態の探査、過去の水の存在状態と環境を理解のための水質変成鉱物の探査が主要探査項目となっている。

一方、火星にはオリンポスをはじめとする火山やマリネリス峡谷に代表される浸食地形、堆積地形があり、かつて大規模な表層進化過程があったことは明らかである。火星のサイズが現在も活発な活動を継続する地球と、20億年以上

前に活動を終えた月との中間的な天体であることから、火山活動を誘発した内部熱進化や内部構造と物質、マンツルのダイナミクスを理解することは重要であり、火星の理解だけでなく地球型惑星の一般的理解につながる。また、表層水と火山活動の熱によって起きる熱水反応は火星表層の物質進化を特徴づける重要な特徴である。さらに火星表層で起きた諸現象の年代や物質進化を構成鉱物の詳細観察や同位体の微量物質分析等によって探ることは重要である。

日本の火星探査は世界的にみて後発である。しかし技術的優位性、科学的独自性をもつ有意義な探査を優先して進める必要がある。欧米露のように火星の水の行方や生命環境はもちろん興味深い、むしろ火星内部ダイナミクスの理解や、表層物質の進化や年代史を探る探査が優先されるべきだろう。同時に火星軌道に投入される周回機と連携した観測や観測項目も当然重要であり、実施されるべきだが、それだけではなく着陸・降下によって実現できるトップサイエンスを目指す必要がある。

以下に、現時点までに提案された検討案を示す。これらはいずれも科学的には最重要課題であり、技術的実現性の検討を開始した段階にある。

(1) 火星着陸機による火星内部構造の探査：火星着陸機に地震計を搭載することにより、隕石衝突や、火星の風が巨大火山に衝突することによって発生する微動や励起される自由振動のモードを検知し、深部密度構造を探る。海外の火星着陸機と同時期に実施することにより、2点で相互相関処理によるモホ面やリソスフェアの構造解析、3点以上でネットワークを構成して深部構造探査ができる。また、10メートル級以上のアンテナを貼り、太陽封磁場の昼夜変動を利用したMT法によって深部温度構造を探る。熱流量計測により、地殻熱流量を調べ、内部熱源の量や、地下温度を調べる。地下滞水層の有無の解明にも重要な情報となる。火星の内部構造の情報は皆無に等しく、極めて重要な探査となる。

(2) 火星移動探査機による周辺地質構造の探査：ヘリコプターや飛行機など移動手段を用いて周辺崖面の地質構造や物質の探査を行う。マリネリス峡谷に代表される浸食崖には地層面が露出しており、複数年代の地質活動を探査することができる。それにはローバのような水平移動探査ではなく飛翔型移動探査が必要である。それによって至近距離から探査することができれば、火星進化史の理解に飛躍的貢献をもたらす。

(3) 火星表層物質のサンプルリターン：火星の表層進化について理解するため物質的・年代的情報は皆無に等しく、また火星隕石は掘削物質であるため代表試料になり得ないため、詳細な鉱物分析と同位体年代測定が必要である。その場探査では分析機器の種類や精度が不十分なため、サンプルリターンが必須である。そこで探査機を着陸させず、自由帰還軌道で火星大気をかすめて飛行し、高度40kmまで降下する際に大気中に巻き上げられたダストと大気成分を捕集し、地球に帰還する方法が検討されている。