

月の縦孔構造 ~ 将来月着陸探査候補地点として ~ Lunar hole-structures as candidates of future lunar landing projects

春山 純一^{1*}, 白尾 元理², 小林 憲三³, 横堀 伸一⁴, 岩田 隆浩¹, 諸田 智克¹, 小林 進悟¹, 斎藤 義文¹, 西野 真木¹, 橋本 博文¹, 山下 雅道¹, 川勝 康弘¹

Junichi Haruyama^{1*}, Motomaro Shirao², Kensei Kobayashi³, Shin-ichi Yokobori⁴, Takahiro Iwata¹, Tomokatsu Morota¹, Shingo Kobayashi¹, Yoshifumi Saito¹, Masaki N Nishino¹, Hirofumi Hashimoto¹, Masamichi Yamashita¹, Yasuhiro Kawakatsu¹

¹ 宇宙航空研究開発機構, ² 惑星地質研究所, ³ 横浜国立大学, ⁴ 東京薬科大学

¹Japan Aerospace Exploration Agency, ²Institute of Planetary Geology, ³Yokohama National University, ⁴Tokyo Univ. of Pharmacy and Life Science

明らかに通常の衝突クレータとは異なる縦孔構造が月や火星に見つかっている。月の場合、直径、深さともに数10m以上に及ぶものが3つ見つかっている。これらは、地下の溶岩チューブにつながる天窓なのだろうか。この未知の構造を調べることを将来の月着陸探査の一つとして提案したい。

<サイエンスの目的・重要性>

縦孔の中は、そもそも、リモートセンシングでは分からない「未知の領域」である。

それが、地球の溶岩チューブの天窓相当のものなのか、火星のそれと同種のものなのか、或いは全く異なる形成メカニズムによって作られたものなのかを調べることは、比較惑星学的にも重要である。更に、縦孔探査は、様々な科学的課題の解明につながると考えられる。

溶岩形態学とその利用：縦孔が溶岩チューブの天窓であれば、溶岩チューブによる溶岩運搬作用・溶岩地形形成といった火成活動の中心的課題の研究の進展が期待される。溶岩チューブがないとすれば、他の成因、たとえば断層活動、マグマ貫入による地形形成などの研究進展が期待される。

クレータ形成メカニズム：地下に空間の有る場合のクレータ形成メカニズム解明に関する情報を得る。

火成活動の変遷と熱史：縦孔構造の壁はすぐれた露頭となっている。縦孔のあるマリウスヒルや静の海は、火成学的にも重要な地域であるが、その領域の火山活動の履歴（噴出量、噴出物質の変遷、噴出間隔など）の情報が、これらの露頭調査でわかる。溶岩チューブが存在がすれば、チューブ内に溶岩流の、溶岩の流れの履歴（回数、間隔、冷却率・温度・粘性）などの情報を得ることが出来る。

マントル物質の特定：溶岩チューブが存在し、その中に捕獲岩を得ることでマントル物質特定につながる情報が期待される。

その他：縦孔内壁、底、溶岩チューブに水素・水酸基・水を調べることで、太陽風と月表面の相互作用・太陽風活動の変遷・月ダイナモ磁場の過去の存在に関わる情報を得ることになる。また孔底では、明暗境界における電磁気学的現象やダスト輸送現象の情報が得られる。さらに、将来の火星の孔探査のLessonsとなる。溶岩チューブ内の新鮮な岩体に水が存在すれば、それは月固有の水である。

<科学的利用可能性の調査>

月の縦孔は、他月面表面に比べ、放射線被爆或いは隕石衝突の影響を受けにくく、また温度変動が少ない場所が存在する可能性が高く、将来の月基地候補である。

更に、縦孔の底に存在すると推察される月の溶岩チューブは、以下の点で将来の月基地の有力な候補である。

- 天井の存在により、放射線、隕石衝突、高速衝突飛散物の影響が皆無、安定な温度、広い空間、無塵、平らな床面、高い密閉性

月基地の用途としては以下のようなものが考えられる

- 科学観測機器（たとえば、月震計、熱流量計、素粒子観測等々）、（天文台などの）科学観測データ処理装置の設置場所

- 科学を含む月面探査拠点

- 宇宙飛行士の火星等地球から遠く離れた場所へ探査をしに行く前の作業訓練基地

- 月・地球外サンプルの科学的解析基地（月は地球に近い、重力がある、という利点をもつ）

基地の建設は、将来の月・惑星科学を多いに推進することにつながる。

< 探査のシナリオ >

縦孔構造という未知の領域を調べることについては、次の三つの段階に分けて考える。

「縦孔付近（縦孔から 1km 程度）はどうなっているのか？」

「縦孔縁はどうなっているか、壁にどのような層構造は見られるのか？」

「縦孔の底はどうなっているのか溶岩チューブは有るのか？」

科学的な興味と重要性、技術的なフィージビリティをふまえ、今後探査のシナリオを詳細化していく段階である。

キーワード: 月, 孔, 溶岩チューブ, セレーネ, かぐや, たんさ

Keywords: Moon, hole, lava tube, SELENE, Kaguya, exploration