

ランパートクレーターの分布・形態に基づく火星地下水圏の探索

杉本佳祈^{1,2}, 白井寛裕²

1. 東京大学、2. JAXA 宇宙科学研究所

火星は過去にその表層に液体の水を保持しうるほど温暖湿潤な環境であり、その後火星史を通じて宇宙空間に散逸していった。一方で周回機による観測により氷を示唆する地形や露出した地下水そのものが観測されてきている。これはかつて表層水として存在していたものが地下に輸送され形成された可能性を示唆している。しかし、散逸した水の量と現在観測から明らかになっている極域堆積物などの水氷の量を合わせても古海洋の水の量を大きく下回っている。このことから、現在でも火星の地下に古海洋の一部が氷として存在しうると言える。この地下水の示唆となる地形の一つにランパートクレーターが挙げられる。ランパートクレーターは地下の揮発性物質に富む層に衝突し形成されたと考えられている[1 など] ため、形成当時の地下水の存在指標となる。

ランパートクレーターは1層、2層、それ以上の多数層のローブを持つものとしてそれぞれ Single-Layered Ejecta (SLE), Double-Layered Ejecta (DLE), Multiple-Layered Ejecta (MLE)クレーターと分類される。DLE クレーターは衝突時に飛散した地下の揮発性物質由来で形成された厚い Inner lobe と、飛散したイジェクタが大気と相互作用することによって形成された薄い Outer lobe (大気由来) の二層からなる[2]。一方で SLE クレーターは揮発性物質由来、大気由来の形成があるため地下水の指標としては留意を要する。SLE, DLE, MLE クレーターごとの分布は調査されているが[1, 3 など]、SLE クレーターの揮発性物質と大気由来に基づいた分布の調査はこれまでに行われていない。火星の地下水推定には揮発性物質由来と大気由来の SLE クレーターの分類を含めた分布を調査が必要となる。しかし目視での分類には熟練を要することや火星表面のクレーターの数の多さから形体分類に基づく分布の調査には困難を要する。そこで可視画像に加えて熱赤外昼間、熱赤外夜間の画像を用いた形体分類を考えた。

表面の粒径分布や表面の凹凸を反映した熱赤外画像では、可視画像では曖昧であったローブと周囲の地面との境界を明確に見ることができた。これより3つの独立した画像データセットにより揮発性物質由来と大気由来の分類が可能であり、さらには機械学習にも適用可能となり火星全球での分布図が作成可能となる。この分布図より火星地下水圏の推定が可能であると考えている。

[1] Weiss, David K., and James W. Head. "Formation of double-layered ejecta craters on Mars: A glacial substrate model." *Geophysical Research Letters* 40.15 (2013): 3819-3824.

[2] Schultz, Peter H. "Atmospheric effects on ejecta emplacement." *Journal of Geophysical Research: Planets* 97.E7 (1992): 11623-11662.

ランパートクレーターの分布・形態に基づく火星地下氷圏の探索 P-09

火星の古海洋の水の量



現在観測により明らかになっている水氷の量

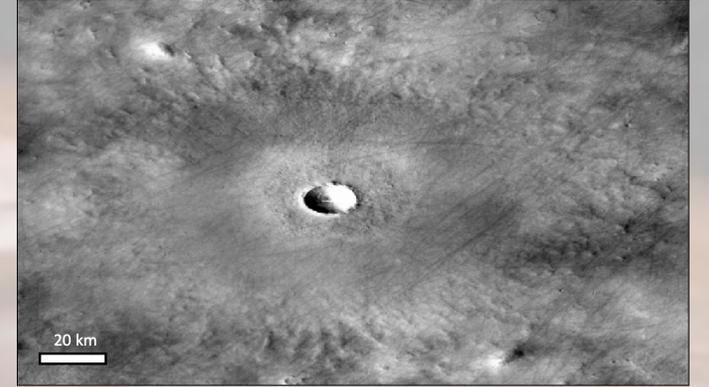


宇宙空間に散逸した水の量

水氷の貯蔵層の
Missing gap

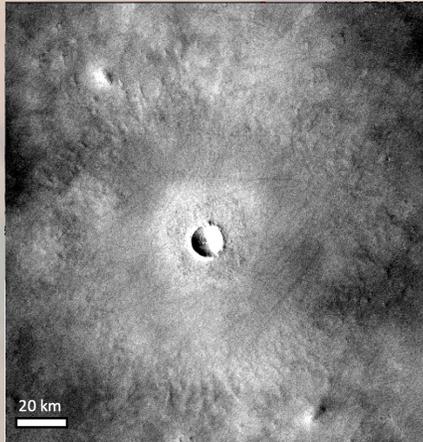
候補

- 地下氷
 - ランパートクレーター etc.
- 含水鉱物 etc.

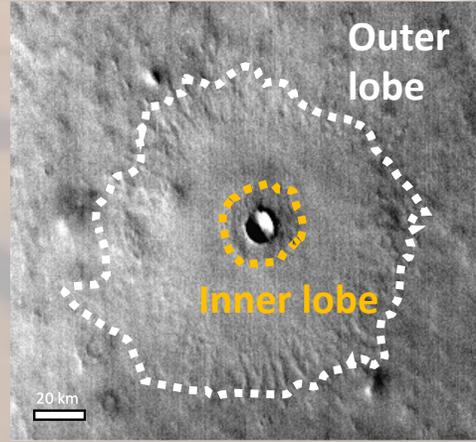


典型的なランパートクレーターの例

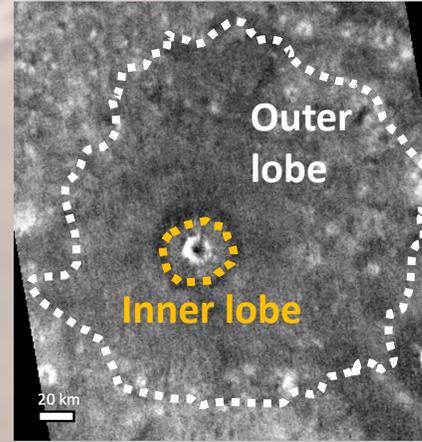
イジェクタ堆積物の識別結果



可視画像



熱赤外昼間画像



熱赤外夜間画像

熱赤外画像が反映する情報

- 表面の粒径
 - 表面の凹凸
- により **inner lobe** と Outer lobe が識別でき **形態分類が可能**



独立した画像データによるランパートクレーターの形態分類とその分布調査

機械学習に適用可能

