

PRESS RELEASE

岡山大学

JAMSTEC (海洋研究開発機構)

高知大学

東京大学大学院工学系研究科

火星の気候変動の足跡：中緯度クレーターに記録された氷のタイムカプセル

- ・高解像度火星探査データを用いて、中緯度クレーター内の氷の蓄積の時系列と分布傾向を復元しました。
- ・その結果、アマゾニアン期に複数回の氷蓄積イベントが発生し、南西方向への供給傾向や供給源の変化が明らかとなりました。
- ・観測データと気候モデル解析により、過去には現在よりも氷の蓄積量が多く、現在は大きく減少していることを明らかにし、火星の氷安定性と気候進化の理解を進展させるとともに、将来の探査での水資源の利用に貢献する成果となりました。

火星にはかつて大量の氷があり、その分布や量の変化は気候変動を知る重要な手がかりです。しかし、その全体像はこれまでよく分かっていませんでした。

岡山大学学術研究院先鋭研究領域（惑星物質研究所）の Trishit Ruj 准教授らは、NASA の探査機による高解像度画像（HiRISE、CTX）を用いて、中緯度の 750 以上のクレーターを調査しました。氷によって形成された地形やクレータ一年代、さらに気候モデルを組み合わせることで、過去約 6 億年の氷の蓄積と分布の変化を明らかにしました。

その結果、氷は常にクレーター南西側にたまりやすいことが判明しました。これは、日射量の低下や影による「コールドトラップ」が原因であることが分かりました。さらに、過去に起きた氷の蓄積は 1 回ではなく 2~3 回あり、それぞれで供給方向や厚さが異なり、火星の自転軸の傾きの変動に伴う気候変化が影響していました。

約 6 億 4 千万年前には氷が厚く広がっていましたが、その後減少し、最後の氷の蓄積（約 9800 万年前）では限られた分布になりました。これは、火星が湿潤な時代から乾燥寒冷な時代へ移行したことを見ています。

本成果は、火星の氷と気候の歴史解明だけでなく、将来の探査での水資源利用にもつながる重要な知見です。この研究成果は 9 月 3 日午前 1 時（日本時間）、米国地質学会の国際誌 *Geology* に掲載されました。

PRESS RELEASE

この成果は、JAMSTEC、イタリア・ダヌンツィオ大学、高知大学、米国ブラウン大学、JAXA（宇宙航空研究開発機構）、東京大学との国際共同研究によって得られました。NASA の火星探査機による高解像度画像と、岡山大学惑星物質研究所の解析技術を活用することで、火星の氷の歴史や気候変動の詳細が明らかになり、将来の探査機着陸地点の検討にもつながると期待されます。火星の謎を解き明かすワクワクドキドキするような研究を、私たちと一緒に体験してみませんか？



Trishit Ruj 准教授

■発表内容

<現状>

火星の中緯度には、現在も地下に水の氷が存在すると考えられており、これは火星の気候史や長期的な水循環を解明する重要な手がかりであると同時に、将来の有人探査において利用可能な水資源としても注目されています。これまでの研究により、クレーター内部に氷が蓄積し、その痕跡が周囲の地形に残されていることは明らかになっていました。しかし、その氷が「いつ、どこで、どのような条件で」形成され、数億年の時を経てどのように変化してきたのかについては、依然として明らかになっていません。この知識がなければ、火星の気候進化の理解や、将来の探査において水資源が豊富な着陸地点を特定するための基盤は不十分なままです。

<研究成果の内容>

岡山大学学術研究院先鋭研究領域（惑星物質研究所）のTrishit Ruj 准教授は、JAMSTEC、イタリア・ダヌンツィオ大学、高知大学、アメリカ・ブラウン大学、JAXA（宇宙航空研究開発機構）、東京大学との国際共同研究により、火星における氷の蓄積の長くダイナミックな歴史を明らかにしました。

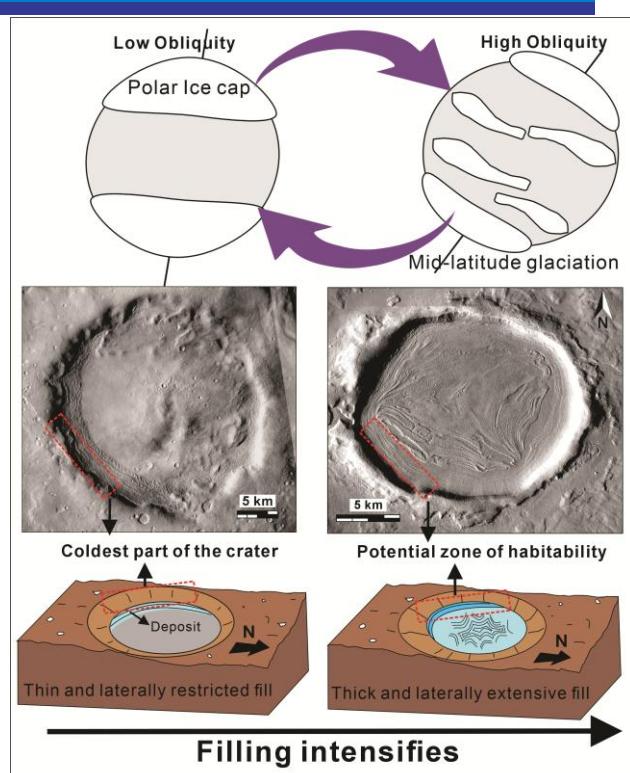
NASA の高解像度火星探査データ（HiRISE、CTX）を用いて中緯度に位置する 750 以上のクレーターを詳細に調べ、氷に関連する地形の詳細なマッピングとクレーターの年代測定、さらに気候シミュレーションを組み合わせることで、過去約 6 億年間にわたる氷の分布と変遷を復元しました。

PRESS RELEASE

解析の結果、氷は地質学的年代を通じて一貫してクレーター内部の南西側に多く蓄積しており、これは日射量が低下し影ができやすい「コールドトラップ」によるものであることが分かりました。さらに重要なのは、氷の蓄積が一度きりではなく、複数回にわたって起こっていたことです。それぞれの時期ごとに氷の供給方向や厚さが異なり、その背景には火星の自転軸の傾き（斜度）変動に伴う大規模な気候変化があったことが示されました。

特に、約6億4千万年前には、火星は厚く広範囲な氷に覆われていましたが、その後数億年にわたって氷の量は減少を続け、最新の氷の蓄積時（約9800万年前）には、限られた小規模な場所にしか存在しなくなっています。これは、火星が氷を蓄積しやすい湿潤な時代から、氷を保持しにくい寒冷で乾燥した時代へと移行したことを見ています。

今回の成果は、火星の氷と長期的な気候変動の関係を理解する上で新たな視点を提供するとともに、将来の探査機着陸地点の選定や有人探査に向けた水資源確保の戦略立案にも大きく貢献する重要な知見です。



火星の自転軸の傾きの変化によって、氷は極域から中緯度のクレーターへ移動し、より厚く蓄積するようになります。

<社会的な意義>

今回明らかになった火星中緯度における氷の蓄積の歴史は、火星の気候進化を理解する上で重要な手がかりであり、将来の有人探査に向けた水資源の評価にも直結します。氷の分布や保存状態を詳細に把握することは、安全で資源の豊富な着陸地点の選定や、現地での水供給や燃料生成などの計画に欠かせません。さらに、本研究は惑星の気候の理解を深めるとともに、かつて生命が存在し得た環境を特定し、火星での生命の痕跡探索を進める上でも重要な指針となります。

■論文情報

論文名 : Long-term and multi-stage ice accumulation in the martian mid-latitudes during the Amazonian
 掲載誌 : *Geology (Geological Society of America)*
 著者 : Trishit Ruj, Hanaya Okuda (奥田 花也), Goro Komatsu (小松 吾郎), Hitoshi Hasegawa (長谷川 精), James W. Head, Tomohiro Usui (臼井 寛裕), Shun Mihira (三平 舜), and Makito Kobayashi (小林 真輝人)

D O I : <https://doi.org/10.1130/G53418.1>

PRESS RELEASE

■研究資金

本研究は、科学研究費助成事業（JP17H06459、JP23K19081、JP24H01036）、日本学術振興会特別研究員奨励費（JP20J20413）の支援を受けて実施しました。

<お問い合わせ>

【研究内容に関するお問い合わせ】

岡山大学 学術研究院先鋭研究領域（惑星物質研究所）

准教授 Trishit RUJ

海洋研究開発機構 超先鋭研究開発部門 高知コア研究所

研究員 奥田 花也

高知大学 理工学部

准教授 長谷川 精

東京大学大学院工学系研究科

特任研究員 小林 真輝人

【広報に関するお問い合わせ】

岡山大学 総務部広報課

海洋研究開発機構 企画部門海洋科学技術戦略部報道室

高知大学 広報・校友課広報係

東京大学大学院工学系研究科 広報室



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。

