



火星の水が失われた歴史を解明 ー地球と火星の運命はいつどのように分かれたのかー

【要 点】

- 火星隕石の化学分析データと理論計算により火星の水が失われた歴史を解明
- 火星の初期水量の 50%以上が誕生後約 4 億年間で大気を通じて宇宙空間へ流出
- 現在発見されている量を上回る大量の氷が火星に存在する可能性を提示

【概 要】

東京工業大学大学院理工学研究科の臼井寛裕助教と名古屋大学大学院理学研究科の黒川宏之博士研究員らは、火星誕生から約 4 億年の間に火星表層の初期水量の 50%以上が大気を通じて宇宙空間へ流出し、また残りの水の大部分は火星の気候変動により氷となって現在でも火星の地下に存在する可能性があることを突き止めた。

水が大気を通じて宇宙空間に流出した場合、残存する水の水素同位体比(用語 1)の変化としてその履歴が残ることに着目し、火星隕石に含まれる水の高精度水素同位体分析データを用いた理論計算によって水が失われた時期や量を明らかにした。火星が水を失った歴史を突き止めたことは、今後の火星探査計画への示唆や、地球型惑星(用語 2)が生命誕生にとって重要な海を持つ条件の理解につながると期待される。

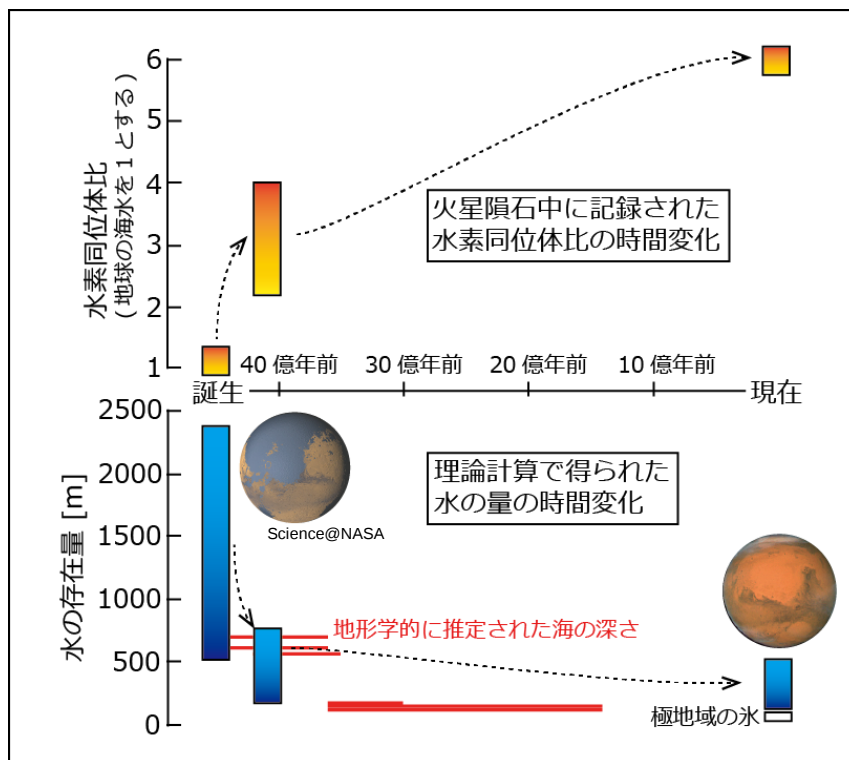
現在の火星は極域に少量の氷が発見されている乾燥した惑星であるが、かつては大量の水が存在したことが探査研究などにより示唆されてきた。しかし、水がいつ、どのように失われたかは惑星科学における未解明の大きな謎だった。

この成果は 5 月 15 日発行の欧州科学雑誌「アース&プラネタリーサイエンス レターズ (Earth & Planetary Science Letters)」に掲載されます。

●研究成果

東工大の臼井助教と名古屋大の黒川研究員らは火星の誕生後約 45 億年間を通じ、表層の水が失われた歴史を解明した。具体的には火星誕生から約 4 億年間に表層の水量の 50%以上が宇宙空間へ流出したこと、また残りの水の大部分は火星の気候変動により氷となって現在でも火星の地下に存在する可能性があることを明らかにした(図参照)。

図の横軸は時間を表し、45 億年前が火星誕生の時間である。縦軸は上の図が火星隕石中に記録された水素同位体比の時間変化、下の図が理論計算で得られた水の量の時間変化である。補足として、赤は過去の地形学的研究により推定された海の深さ、白は探査研究で測定された極地域の氷の量を表している。火星誕生後約 4 億年間で初期水量の 50%以上が失われたこと、現在の火星の極地域に発見されているよりはるかに多い氷が存在することを示唆している。



図：火星隕石の分析によって得られた火星表層の水の水素同位体比の時間変化(上)と理論計算で得られた火星表層の水の量の時間変化(下)。水の存在量は火星地表面で平均した場合の水の厚みで表している。火星誕生後約 4 億年間で初期水量の 50%以上が失われたこと、現在の火星の極地域に発見されている量よりはるかに多い氷が存在することを示唆している。図は本研究論文(Kurokawa et al., 2014)をもとに改変。

●背景

火星は地球から最も近い距離にある生命の存在条件を満たした惑星として、欧米を中心に数多くの探査研究が行われてきた。その成果として、約 30 億年前より古い地質体を中心に、多くの流水地形や多種類の含水粘土鉱物が広範囲にわたり発見され、火星はかつて大量の水が存在した可能性が示唆されている。しかし、現在の火星は極域に少量の氷が発見されているのみである。液体の水の存在は生命誕生・維持に支配的な影響を与えるため、火星がいつ、どのように大量の水を失ったのかは惑星科学における重要な謎のひとつである。

●研究の経緯

今回の研究では、水が水素・酸素原子に解離し大気を通じて宇宙空間へ流出することで失われた場合、重水素 (D) と比較して軽い水素 (H) が選択的に流出するため、火星に残存する水の水素同位体比の変化としてその履歴が残ることに着目した。臼井助教の過去の研究などで測定された火星隕石中の水の水素同位体比から、火星の水の水素同位体比の時間変化を読み取り、さらに水の宇宙空間への流出に伴う水素同位体比の変化の理論計算を行うことで、火星表層水の量の時間変化を明らかにした。

●今後の展開

液体の水の存在は生命誕生にとって重要な要素であるため、火星の水が失われた歴史を明らかにした今回の研究成果は、なぜ地球に液体の水が存在し、私たちの生命が誕生したのかという、人類の根源的な問いへの答えにつながる重要な一歩である。

また、今回の研究により、現在、発見されている量以上の大量の氷が火星の地下に存在する可能性が示唆されたが、これを支持する観測的な証拠が近年の火星周回機によるレーダー観測研究などで得られつつある。今回の研究成果は、今後の火星探査計画における地下水探査の重要性を示している。今後のさらなる火星隕石の化学分析や理論モデル構築を合わせて、この未発見の大量の氷の形態や量を究明していく予定である。

【用語説明】

(注 1) 水素同位体比：水素 (H) と重水素 (D) の存在比

(注 2) 地球型惑星：岩石・鉄を主体とする惑星。太陽系では水星・金星・地球・火星がこれにあたる。

【論文情報】

Evolution of water reservoirs on Mars: Constraints from hydrogen isotopes in martian meteorites, H. Kurokawa, M. Sato, M. Ushioda, T. Matsuyama, R. Moriwaki, J.M. Dohm, T. Usui, *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 394, 15 May 2014, page 179–185.

DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2014.03.027>