

PRESS RELEASE

—愛媛大学の先端研究紹介—

令和元年 12月 11日

愛媛大学

高輝度光科学研究センター

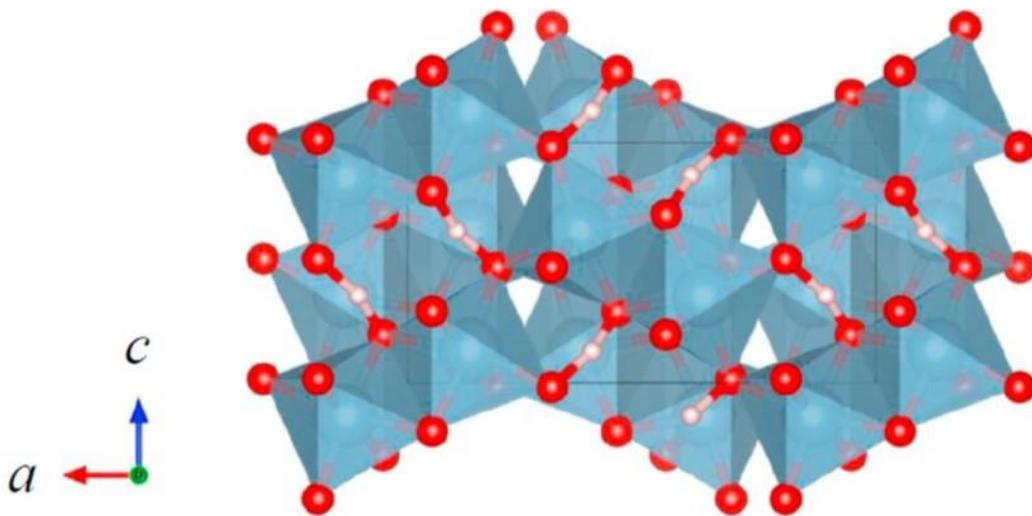
惑星深部の超高圧環境に耐える新しい含水鉱物を発見

【概要】

水素は宇宙で最も豊富に存在する元素であり、その特性は惑星内部の構造や進化に多大な影響を及ぼしていると考えられています。愛媛大学 GRC の西真之講師、土屋旬准教授、東京大学の桑山靖弘助教らは、高圧実験と理論計算に基づき、水酸化アルミニウムが約 190 万気圧の高圧下で新しい高圧相に相転移することを初めて明らかにしました。本研究結果は、天王星などの氷惑星や太陽系外のスーパーアースの内部構造と水の分布を考えるうえで重要な知見となると期待されます。

【詳細】

水素(H)は宇宙で最も豊富に存在する元素です。そのため、宇宙空間において氷や水(H₂O)を主成分とする氷惑星は、岩石型惑星やガス惑星とならんで主要な惑星の1つです。私たちが住む岩石型惑星である地球も表層の7割は海に覆われており、水の惑星と呼ばれています。さらに地球の内部には海水の数倍の量の水が貯蔵されていると見積もられています。地球深部のマントルを構成する鉱物が、結晶構造の中に水を取り込むことがあるためです。特に多量の水成分を含む鉱物は含水鉱物と呼ばれており、プレートの沈み込み運動により地球深部に水成分を運びます。しかし、地球より大きな惑星深部の超高圧環境で、水と共存する鉱物がどのようにふるまうかはよくわかっていません。



(図：超高圧下で出現した新含水相 ϵ -AlOOH の結晶構造図)

研究グループは、様々な化学組成の含水鉱物を実験試料として用い、大型放射光施設 SPring-8(注 1) 設置のマルチアンビル型装置とレーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルにより、含水鉱物の超高温高圧下でのふるまいを調べました。その結果、地球深部の含水鉱物は周囲の環境に応じてその化学組成を大きく変えることや、水素と酸素とアルミニウムからなる水酸化アルミニウム (AlOOH) は 190 万気圧で結晶構造が変化(相転移)することがわかりました。水酸化アルミニウムの相転移は第一原理電子状態計算に基づく数値シミュレーションでも検証されました。また、地球マントルの底の約 2 倍の圧力 (270 万気圧)・2000 度を超えても水酸化アルミニウムは脱水分解することはありませんでした。

本研究結果により、これまで実験的に検証されることのなかった地球マントル圧力を超える超高压に耐える含水鉱物が存在することがわかりました。地球より大きな惑星の内部はこのような超高压環境が想定されます。たとえば太陽系の外惑星である天王星、海王星のような氷惑星の内部構造は、氷や水のマントルと岩石質の中心核からなるとするモデルが広く支持されており、含水鉱物の材料となる水と鉱物はいくらでもあります。従来、超高压下で分解すると考えられてきた含水鉱物は、これらの氷惑星の内部構造モデルにおいて考慮されていませんでした。本研究から分かる通り、含水鉱物が脱水分解する圧力は全くの未知であり、氷惑星の中心核は含水鉱物を多量に含むかもしれません。また、近年の観測技術の発展により次々と報告されている太陽系外惑星のスーパーアースにも、地球と同じく沈み込みによるマントル深部への水の輸送があるかもしれません。

【用語説明】

注 1：大型放射光施設 SPring-8

兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出す理化学研究所の施設で、利用者支援等は高輝度光科学研究センター (JASRI) が行っている。SPring-8 の名前は Super Photon ring-8 GeV (ギガ電子ボルト) に由来する。放射光とは、電子を光とほぼ等しい速度まで加速し、電磁石によって進行方向を曲げたときに発生する、指向性が高く強力な電磁波のこと。SPring-8 では、この放射光を用いて、ナノテクノロジーやバイオテクノロジー、産業利用まで幅広い研究が行われている。

【論文情報①】

掲載誌：Journal of Geophysical Research solid Earth

題名：Solid Solution and Compression Behavior of Hydroxides in the Lower Mantle (下部マントルにおける水酸化物の固溶と圧縮挙動)

著者：Masayuki Nishi, Jun Tsuchiya, Yasuhiro Kuwayama, Takeshi Arimoto, Yoshinori Tange, Yuji Higo, Tetsuo Irifune

DOI：10.1029/2019JB018146

URL：<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019JB018146>



愛媛大学の先端研究が世界をリードします！

<https://research.ehime-u.ac.jp/>

【論文情報②】

掲載誌：Icarus

題名：New aluminium hydroxide at multimegabar pressures: Implications for water reservoirs in deep planetary interiors (マルチメガバー領域の新しい水酸化物: 惑星深部の水の貯蔵)

著者：Masayuki Nishi, Yasuhiro Kuwayama, Jun Tsuchiya

DOI：10.1016/j.icarus.2019.113539

URL：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019103518306274>

【研究サポート】

・JSPS 科研費 JP19H01994, JP15H05469, JP25220712, JP15H05829, JP16H06285, JP26800274, JP26400516, JP15H05834.

・実験は大型放射光施設 SPring-8 の BL04B1(課題番号 2010A0082, 2015A0075)と BL10XU(2016A1476, 2017B1110)で行われました。

【本件に関する問い合わせ先】

愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター講師 西 真之

電話：089-927-8153

E-mail：nishi@sci.ehime-u.ac.jp

【SPring-8/SACLA に関すること】

公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 普及情報課

電話：0791-58-2785 FAX：0791-58-2786

E-mail：kouhou@spring8.or.jp



愛媛大学の先端研究が世界をリードします！

<https://research.ehime-u.ac.jp/>