

PRESS RELEASE —愛媛大学の先端研究紹介—

令和6年7月3日

愛媛大学

地球深部の高圧シリカ鉱物には水が入らない

マントル深部における含水 SiO₂ スティショバイトの限られた安定性

【概要】

愛媛大学大学院理工学研究科の高市合流さん及び地球深部ダイナミクス研究センターの西原遊教授らの研究グループは、マントル深部の高温高圧では、主要なシリカ鉱物 SiO₂ スティショバイトに 1wt%を超える多量の水は溶解しないことを明らかにしました。

近年、地球下部マントルでの水輸送の担い手の候補として SiO₂ スティショバイトが注目されています。しかし、先行研究によって報告されている含水量や安定領域は見解が不一致なままでした。そこで研究グループでは、SPring-8 の放射光 X 線を用いた水飽和系でのその場観察実験を行い、高温高圧下での含水 SiO₂ スティショバイトの安定性を調査しました。その結果、水の溶解に伴う格子体積の過剰な膨張は 600℃以下でのみ観察され、温度の上昇および時間経過によって急速に減少することを発見し、下部マントルの平均的な温度では、SiO₂ スティショバイトが安定に 1wt%以上の水を保持する可能性は低いことが明らかになりました。

【ポイント】

- ・ 高温高圧その場 X 線観察実験から水飽和系における SiO₂ スティショバイトの格子体積変化を決定しました。
- ・ SiO₂ スティショバイトの水の溶解に伴う大きな体積膨張は 600℃以下でしか観察されず、それ以上の高温では水がほとんど溶解しないことが分かりました。
- ・ SiO₂ スティショバイトが下部マントル最上部において安定相として 1wt%以上の水を保持する可能性は低いことが明らかとなりました。

※ぜひ取材くださいますようお願いいたします。

【本件に関する問い合わせ先】

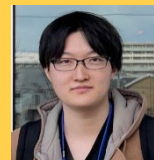
愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

高市合流、西原遊

電話：089-927-8256 (高市)、089-927-8150 (西原)

E-mail：j870002z@mails.cc.ehime-u.ac.jp (高市)

nishihara.yu.mc@ehime-u.ac.jp (西原)



愛媛大学の先端研究が世界をリードします！

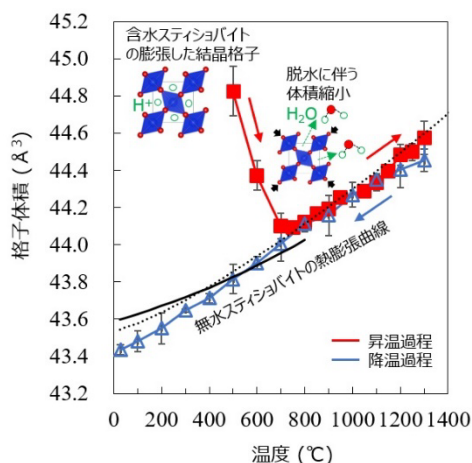
<https://research.ehime-u.ac.jp/>



【詳細】

沈み込み帯では海水と反応した海洋プレート内の名目上無水鉱物 (NAMs) や含水鉱物によってマントル内部に水が輸送されます。そのため水を含む鉱物の安定領域や含水量を明らかにすることは、地球深部の水循環プロセスを理解する上で非常に重要です。地表を構成する地殻 (大陸地殻・海洋地殻) に普遍的に含まれる SiO_2 鉱物は、地表では石英として安定ですが、上部マントルから下部マントルの幅広い温度圧力条件では結晶構造が全く異なり、より高密度なスティショバイトとして安定です。近年の研究で、Al を含まない純粋なスティショバイトに 1 wt% を大きく超える多量の水が保持されることが示され、下部マントルにおける主要な水輸送の担い手として期待されています。このことは、スティショバイトの結晶格子が水の溶解に伴い膨張すること (過剰体積) の観察から示唆されてきました。しかしこれまでは、よく制御された高温高压下の水飽和条件下でその観察を行なう技術がなかったため、過剰体積が見られる温度圧力条件は先行研究によって大きく異なっており、含水スティショバイトの安定性には疑問が残されていました。

そこで我々は、技術開発を行うことによりマルチアンビル装置を用いたその場 X 線観察を水飽和系において実現し、圧力 10-30 GPa・最高温度 1300°C までの SiO_2 スティショバイトの格子体積を調査しました。実験の結果、加熱開始後に最初に結晶化した含水スティショバイトの膨張率は最大で 3.8% と大きな過剰体積が見られましたが、この過剰体積は温度の上昇および時間経過に伴い急速に減少することが分かりました。そして 700°C 以上では、格子体積はほぼ無水の値と等しくなりました。さらにその後降温しても、過剰体積は観察されませんでした。これらのことは、 SiO_2 スティショバイトへの水の溶解は準安定的な現象である可能性を示しており、温度が 1000°C を超える下部マントル最上部では SiO_2 スティショバイトは安定相として水輸送の担い手になる可能性は低いことが明らかとなりました。



【含水 SiO_2 スティショバイトの脱水と格子体積変化】
23 万気圧で最高 1300°C まで加熱した際の格子体積の変化。500°C で最初に晶出した結晶は多量の水を含み大きな体積を示したが、その後の加熱で不可逆的に脱水し無水スティショバイトと同等の体積を示した。



【論文情報】

掲載誌: Earth and Planetary Science Letters

題名: Limited stability of hydrous SiO₂ stishovite in the deep mantle

(和訳) マントル深部における含水 SiO₂ スティショバイトの限られた安定性

著者: Goru Takaichi, Yu Nishihara, Kyoko N. Matsukage, Masayuki Nishi, Yuji Higo, Yoshinori Tange, Noriyoshi Tsujino, Sho Kakizawa

DOI: 10.1016/j.epsl.2024.118790

URL: <https://authors.elsevier.com/a/1j9ua,Ig4YxEt>

【研究サポート】

JSPS 科研費 19H00723



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/>