

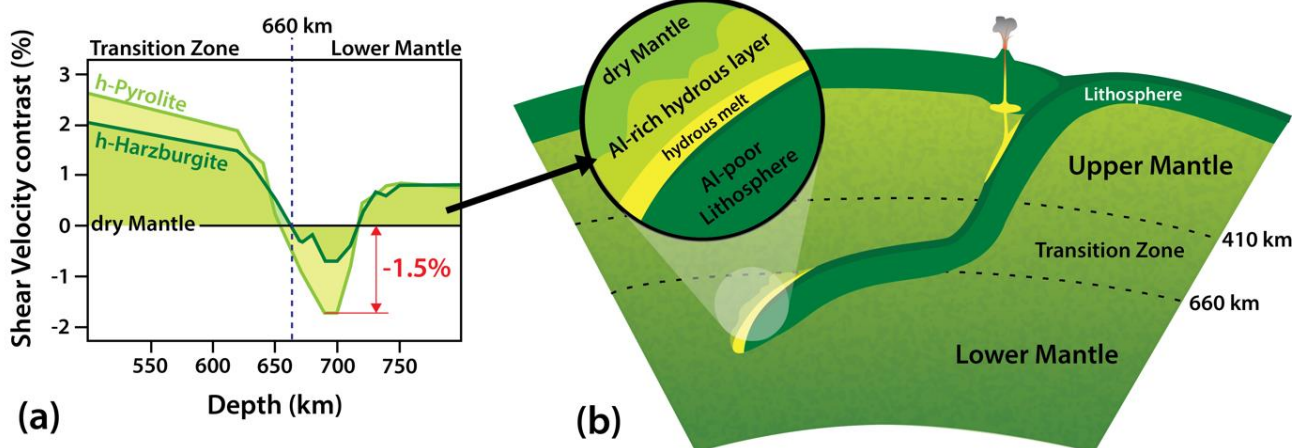
## 含水鉱物の高温高压実験と地球深部への水の輸送

### 【ポイント】

- ・ 含水鉱物の一種であるアルミニウムに富んだ D 相の物性値を高温高压実験で初めて測定
- ・ 下部マントル最上部で観測される地震波速度異常はアルミニウムに富んだ D 相の存在で説明可能
- ・ 下部マントルへの水の輸送についての新たな知見

### 【概要】

マントル遷移層の底（深さ約 660 km）の圧力である 22 万気圧の高圧力下において、含水鉱物の一種であるアルミニウムに富んだ D 相の超音波伝播速度を測定しました。地球のプレート沈み込み帯の下では、しばしば地震波 S 波の伝播速度異常が観測されます。この伝播速度異常は、下部マントル最上部まで沈み込んだ、部分熔融リソスフェアの再結晶で生成されたアルミニウムに富んだ D 相の存在のためであることが、今回の測定によって示唆されています。アルミニウムに富んだ D 相による下部マントルへの水の運搬は、地球内部のダイナミクスに重要な役割を果たしています。それは、水（水素）は、弾性、レオロジー（物質の流動）、電気伝導度、熔融温度などのマントル鉱物の物理的・化学的特性に大きな影響を与えるからです。



(図 1) 今回の実験で得られた含水相モデリングとマントル深部への水移送の模式図

## 【詳細】

ブラジルにおける超深部起源ダイヤモンドの中に見つかった含水リングウツダイト（深さ 520-660km のマントル遷移層下部の主要構成鉱物）の発見（Pearon 他、2014、Nature）以来、地球深部における水を含有・運搬できる鉱物の探索と同様に再度注目が集まっています。いくつかの候補鉱物の中で、高密度含水マグネシウムケイ酸塩（DHMS）が、浅部リソスフェアから深部マントル遷移層（深さ 410-660 km）に渡る主要な水運搬鉱物と考えられています。ただし、DHMS は高圧高温では不安定な相のため、一般的に、マントル遷移層中部までの深さまでしか含水鉱物として存在できないとされてきました。

しかし、2014 年に Nature Geoscience 誌に発表された実験結果（Pamato 他）では、アルミニウムを含む DHMS は高温高圧安定性が劇的に上昇し、深さ 1200 km の下部マントルまで水を運搬できることを示しました。この実験では、下部マントル最上部の温度圧力条件において、沈み込んだスラブ（沈み込みプレート）とマントルの境界での含水溶融物から再結晶する、というプロセスでアルミニウムを含む DHMS（アルミニウムに富む D 相、以下 Al-D 相）が形成されることを示しました。この形成プロセスは実験によって証明されましたが、Al-D 相の地震波伝播速度の直接測定はされていなかったため、マントル遷移層底部や下部マントル最上部の地震波速度観測値をアルミニウムを含んだ含水岩石の存在で解釈することは困難でした。

今回、愛媛大学を中心とした研究グループは、兵庫県の大型放射光施設 SPring-8 のマルチアンビル型高圧合成装置での高温高圧その場観察実験と放射光 X 線実験を用いて、Al-D 相の P 波・S 波速度と密度を 22 万気圧 1300 K までの温度圧力での測定に成功しました。この高温高圧実験によって、広範な温度・圧力条件下での Al-D 相の地震波伝播速度の明確な理解ができたことで、沈み込みスラブの内部・外部の含水岩石の地震波速度をモデリングすることが可能になりました（図 1）。下部マントル最上部における Al-D 相を含む含水層は、地震学的に観測可能な負の S 波速度異常（ $\sim 1.5\%$ ）ならびに観測限界未満の P 波速度異常（ $-0.5\%$ ）を示すことがモデリングから示されました。今回の実験で得られた結果と示唆は、沈み込んだリソスフェアがマントルの中をどのように移動するのか、さらに、地球下部マントルに水が存在するのか、といった地球深部ダイナミクスの未解決課題の解明につながります。



---

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】

掲載誌：Geophysical Research Letter

題名：Sound Velocities of Al-Bearing Phase D up to 22 GPa and 1300 K [22 万気圧・1300 K(約 1000°C)に至る高温高圧条件下における、アルミニウムに富んだ含水 D 相の地震波速度測定]

著者：Chaowen Xu, Steve Gréaux, Toru Inoue, Masamichi Noda, Wei Sun, Hideharu Kuwahara, Yuji Higo

DOI：10.1029/2020GL088877

URL：<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2020GL088877>

【研究サポート】

本研究は、以下のサポートを受けて行われました。

- ・ 日本学術振興会 科学研究費助成事業 (18J12511, 26247073, 15H05828, 18H03740)
- ・ Open Foundation of the United Laboratory of High-Pressure Physics and Earthquake Science (2019HPPES07)
- ・ Natural Science Foundation of China (91958216)

【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 助教 Steve Gréaux

電話：089-927-8405

E-mail：greaux@sci.ehime-u.ac.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/>