

PRESS RELEASE —愛媛大学の先端研究紹介—

令和6年10月25日

愛媛大学

高圧含水鉱物の変形によって起こる 地球マントル深部の地震波異方性

高温高圧下の D 相の変形誘起結晶選択配向

【概要】

愛媛大学大学院理工学研究科先端科学特別コース博士後期課程3年の呉 文天(ウ ウェンティエン)さん、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、地球マントル深部に見つかっている地震波の異方性の成因が、高圧含水鉱物の一つである D 相の変形によって説明できることを明らかにしました。

研究グループは、地球のマントル遷移層から下部マントル上部に存在すると考えられている高圧含水鉱物 D 相を、高温高圧条件(圧力 20GPa、温度 500~1000℃)で変形しました。圧縮変形や剪断変形などの異なるスタイルの変形実験の結果を総合すると、D 相の変形では結晶構造中の底面((0001)面)に沿ったすべり変形が卓越しており、これによって、結晶が特定の方に配列する結晶選択配向が起こることがわかりました。このことから、沈み込み帯付近のマントル深部で観測されている地震波速度の異方性の一部はこの D 相の存在によってうまく説明できることが明らかになりました。

【ポイント】

- ・地球のマントル深部の温度圧力で高圧含水鉱物 D 相の変形実験を行いました。
- ・D 相の変形では底面((0001)面)に沿ったすべり変形が支配的であることがわかりました。
- ・D 相の変形によって生じる結晶選択配向がマントル深部の地震波速度の異方性の原因の一つかもしれません。

※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

呉 文天、西原 遊

電話: 089-927-8150

E-mail: i870008z@mails.cc.ehime-u.ac.jp (呉)

nishihara.yu.mc@ehime-u.ac.jp (西原)



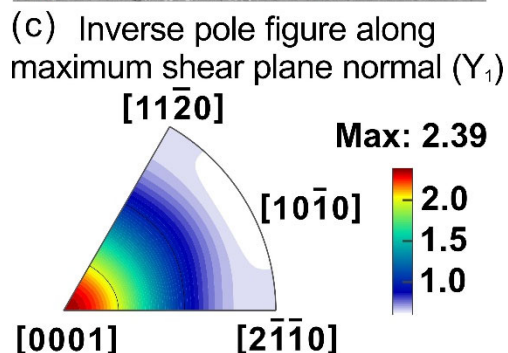
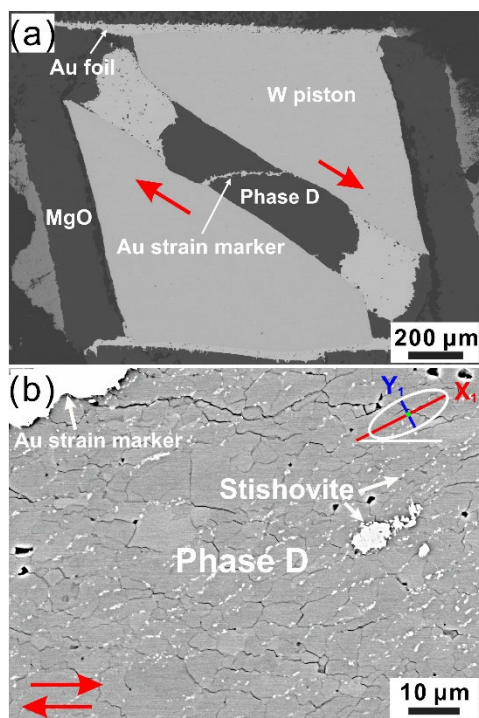
愛媛大学の先端研究が世界をリードします!

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

【詳細】

地震波のうち横波であるS波は、弾性異方性を持つ物質中を伝わる時には、速度と振動方向が異なる2つの波に分裂します。このようなS波分裂は世界中で観測されており、地球マントル中に異方性を持った領域が存在することが分かっています。そして、その異方性は一般的にマントルを構成する鉱物が特定の結晶方位に向きがそろった「結晶選択配向」が原因であると見なされています。

下部マントル上部(深さ660~約1200km)の沈み込むプレート近傍には、普遍的に地震波異方性が存在することが知られており、そこでは、水平方向に振動するS波が鉛直方向に振動するS波より高速となります($V_{SH} > V_{SV}$; V_{SV} 、 V_{SH} はそれぞれ鉛直方向と水平方向に振動するS波の速度)。高压含水鉱物D相は、マントル遷移層下部と下部マントル上部に相当する温度圧力で安定であり、プレートの沈み込みによってもたらされた水の存在のためにこの領域のマントル中に存在する可能性が高い鉱物です。また、D相結晶は弾性的異方性を持つため、観測されている地震波異方性の成因となっている可能性があります。

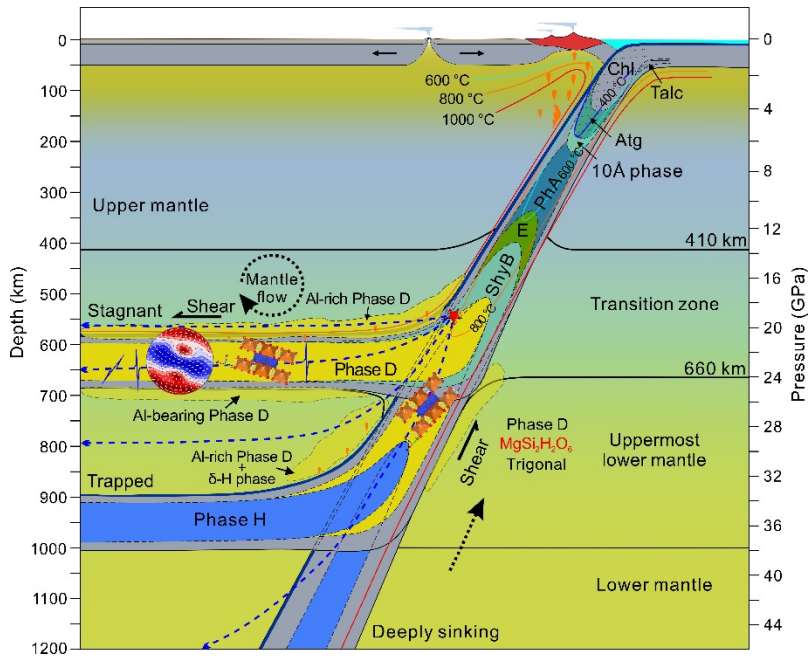


この可能性を検証するために、研究グループはDIII型装置という高压変形実験装置を使って、D相の変形実験を高温高压(20GPa、500~1000°C)で行いました。圧縮変形や剪断変形などの異なるスタイルの変形実験の結果を総合すると、D相の変形では結晶構造中の底面((0001)面)に沿ったすべり変形が卓越しており、これによって、結晶選択配向が起こることがわかりました。このことから、沈み込み帯付近のマントル深部で観測されている地震波速度の異方性の一部はこのD相の存在によってうまく説明できることが明らかになりました。

【Al含有D相の変形微細組織と結晶選択配向】

(a, b) マントル遷移層下部条件(20GPa, 800°C)で剪断変形されたAl含有D相の試料構成と微細組織。金の歪マーカの大きな回転とD相粒子の伸張が確認でき、試料に大きな歪が与えられたことが分かる。

(c) 試料の結晶選択配向を示す逆極点図。D相結晶の(0001)面が剪断面と平行にそろっており、この面が主要なすべり面であることを示している。



【沈み込む低温のプレート中の含水鉱物の安定領域と変形した D 相による S 波異方性を示した模式的断面図】

実験結果に基づいて計算された変形後の D 相の地震波異方性は、低温の沈み込み帯の下部マントル最上部の観測 ($V_{SH} > V_{SV}$; V_{SV} 、 V_{SH} はそれぞれ鉛直方向と水平方向に振動する S 波の速度) と一致する。青い破線はこの異方性に関連する S 波 (沈み込むプレートと沿うかまたは水平のもの) の波線を示している。

【論文情報】

掲載誌: Journal of Geophysical Research: Solid Earth

題名: Crystallographic Preferred Orientation of Phase D at High Pressure and Temperature: Implications for Seismic Anisotropy in the Mid - Mantle

(和訳) 高温高圧での D 相の結晶選択配向: 中部マントルの地震学的異方性への影響

著者: Wentian Wu, Yu Nishihara, and Noriyoshi Tsujino

DOI: 10.1029/2024JB029734

URL: <https://doi.org/10.1029/2024JB029734>

【研究サポート】

JSPS 科研費 JP19H00723、JP19H00722、JP24K00738



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/>