

# PRESS RELEASE —愛媛大学の先端研究紹介—

令和6年7月9日  
愛媛大学

## 沈み込み帯における含水鉱物の脱水現象に新知見

### 第一原理計算による高圧下における 蛇紋石の構造変化と安定性に関する研究

#### 【概要】

蛇紋石(アンチゴライト)は含水鉱物であり、地球内部への水の重要な運搬役として、また深度約200kmまでの地震発生トリガーとして知られています。しかし、その結晶構造は複雑であり、温度や圧力条件によってポリソームと呼ばれる構造・組成的変調を生じることが示唆されています。しかし地球内部の高温高圧下で、アンチゴライトのどのポリソームが安定であるか、あるいは支配的であるかはよくわかっていません。本研究では、アンチゴライトのいくつかのポリソームを第一原理計算により計算し、それらのエンタルピー(静的OKにおける系のギブス自由エネルギー)を比較することにより、圧力の関数として安定な構造を決定しました。その結果、アンチゴライトの構造と化学組成は高圧下で変化し、沈み込む過程で水が徐々に放出された可能性が高いことがわかりました。本研究で報告されたポリソームの変化によって、観測により報告されている中深部地震の分布を説明できるかもしれないことが示されました。

#### 【ポイント】

- ・ 高圧下における蛇紋石(アンチゴライト)の結晶構造を第一原理計算により決定した。
- ・ アンチゴライトは圧力が増加するにつれて組成・構造が変化することが示された。
- ・ 沈み込みプレートによって運ばれる蛇紋石は、高圧下で徐々に脱水する可能性がある。

※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

土屋 旬

電話:089-927-8152

E-mail:tsuchiya.jun.my@ehime-u.ac.jp



愛媛大学の先端研究が世界をリードします!

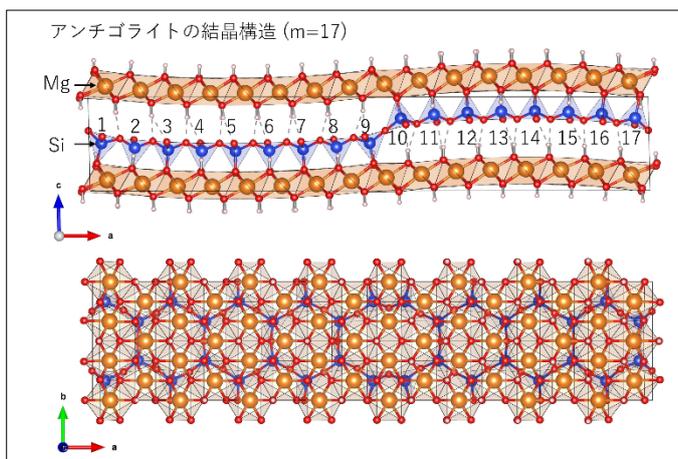
<https://research.ehime-u.ac.jp/>

## 【詳細】

アンチゴライトは、地球上で最も豊富な含水鉱物である蛇紋石の一種である。この鉱物は沈み込む海洋プレートにおける地球深部への水の主要な運搬役であると広く考えられている。その結晶構造は  $a$  軸に沿って波状の構造を持ち、自然界では異なる  $m$  値 ( $m=13-24$ ) を持ついくつかのポリソームが確認されている (ポリソマティズム)。 $m$  値はその 1 波長に含まれる  $\text{SiO}_4$  四面体の数として定義され、八面体層と四面体層の間の長さの違いによって制御される (図 1)。この長さは主に  $\text{MgO}_6$  八面体と  $\text{SiO}_4$  四面体のサイズに起因するため、圧力と温度の関数として変化すると予測される。しかしながら、アンチゴライトの  $m$  値が地球内部の高圧高温条件下どのように変化するかはよくわかっていない。

本研究では第一原理電子状態計算法を用いて物質の安定性を司る自由エネルギー量 (エンタルピー) を計算し、異なる  $m$  値をもつアンチゴライトの安定性を比較した。その結果、アンチゴライトの安定な  $m$  値は徐々に減少していくことが判明した。言い換えると、アンチゴライトは圧力と共に徐々に脱水しながら短い波長をもつ構造へと変化する。

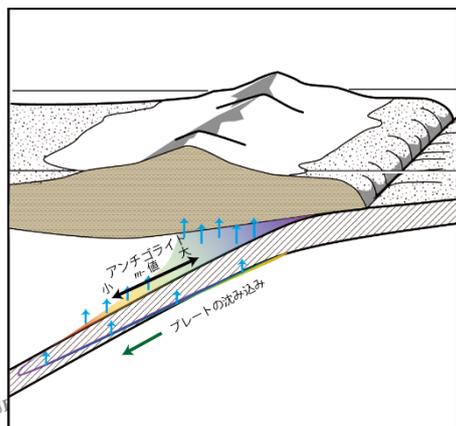
このことは、地球深部に沈み込んでいる海洋リソスフェア中のアンチゴライトの構造が、徐々に常圧や地表近くの圧力条件で観察されるアンチゴライト ( $m=17$ ) とは異なるポリソーム構造に進化している可能性を示唆している (図 2)。このような  $m$  値の変化は、都度軽微な脱水反応を伴う。沈み込み帯における岩石・鉱物中の水の量が変化することによって、アンチゴライトのポリソマティズムは、二重地震帯の観測など、稍深発地震の分布に影響を与える可能性がある。



【図1 アンチゴライト ( $m=17$ ) の結晶構造】

$m=17$  のアンチゴライトの結晶構造を示す。 $a$  軸に沿って一波長内に存在する四面体の数が  $m$  値を表す。

オレンジ:Mg、青:Si、赤:O、ピンク:H



【図2 沈み込み帯におけるアンチゴライトの  $m$  値変化 (模式図)】

第一原理計算によるとアンチゴライトの  $m$  値は高圧下で小さくなる傾向があるため、沈み込み帯においては深度が上がるにつれて  $m$  値の減少が予想される。



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: Journal of Geophysical Research: Solid Earth

題名: First-principles investigations of antigorite polysomatism under pressure  
(和訳) 第一原理計算による高圧下におけるアンチゴライトのポリソマティズム

著者: Jun Tsuchiya, Taiga Mizoguchi, Sayako Inoué and Elizabeth C. Thompson

DOI: 10.1029/2023JB028060, 2024

URL: <https://doi.org/10.1029/2023JB028060>

【研究サポート】

JSPS 科研費 JP20K04043、JP20K04126、JP23H01273



---

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/>