

等軸晶系 Ca ペロブスカイトが下部マントル最上部に存在する証拠

地球内部を構成する鉱物組み合わせを明らかにすることは、地球内部構造や地球の形成と進化を研究する重要な手がかりを与える。地球マントルには鉄、マグネシウム、カルシウム、アルミニウムといった陽イオンが多く含まれており、 SiO_2 と結合して様々な鉱物をつくる。地球マントルを構成する鉱物は一種類ではなく、複数の鉱物が共存しているため、その組み合わせと量比を決定することが課題となる。

Ca ペロブスカイトは高压下で安定な鉱物であり、マントルを構成する鉱物の一つとして注目されてきた。Ca ペロブスカイトは、マントルの岩石モデルであるパイロライトでは7-10%、地球深部まで沈み込んだ海洋地殻では約30%含まれていると考えられている。2018年に、ダイヤモンド中に含まれる包有物中に、Ca ペロブスカイトに由来する鉱物が発見され、上部マントル下部から下部マントル上部にCa ペロブスカイトが存在することに対する物証として注目された。

Ca ペロブスカイトには2つの結晶形があり、 600°C 以下では立方晶系、それ以上では等軸晶系となる。この鉱物がマントル中にどれくらい存在するかを探るには、この鉱物のマントルにおける弾性波速度（地震波速度）を測定し、地震波の解析から求められる地球内部の地震波速度構造と比較して、地震波速度構造の観測データを説明する鉱物組成を絞り込む必要がある。しかし、等軸晶系のCa ペロブスカイトは急激な温度や圧力の低下によって結晶構造が変わってしまうので、1気圧、常温下でこの鉱物を手に入れることは不可能であった。

愛媛大学の高压物理学者たち[1]は、高压発生装置を用いて、等軸晶系Ca ペロブスカイトを高温高压下に保持し、X線回折を行って結晶構造を求め、同時に弾性波速度の測定を行った。その結果は、この鉱物のせん断弾性率は126ギガパスカルであり、理論をもとに推定されていた171ギガパスカルよりも26%も小さい値であることを示した。

下部マントルの地震波速度構造の研究によると、深度660kmよりも深い下部マントル上部では低いS波速度を示す領域が存在することが知られている(図1)。地震波速度構造モデルPREMとAK135とパイロライトやハルツバージャイトの速度を比較すると、深度660-760kmの領域におけるS波速度に大きなずれが認められる。今回得られた実験結果を用いると、このずれが沈み込んだ海洋地殻物質(MORB)が存在するとすれば、このずれが合理的に説明できる。

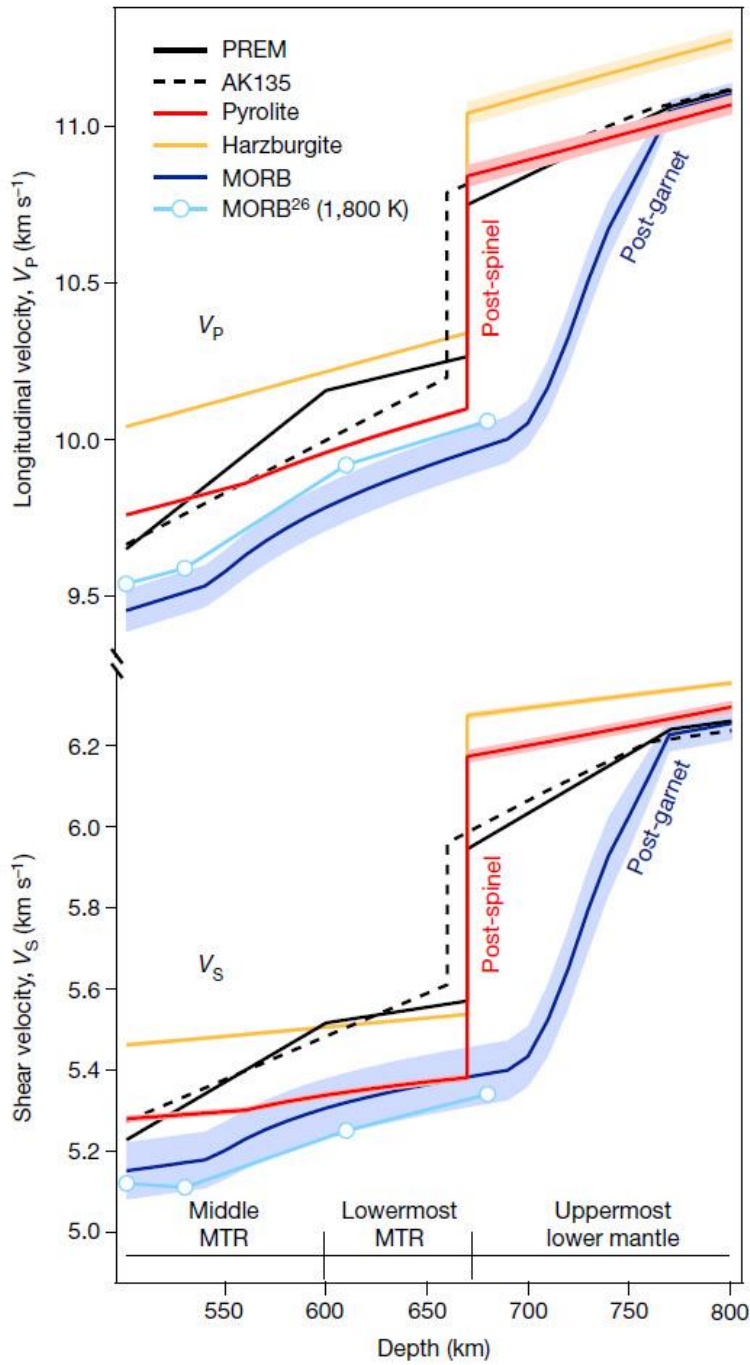


図1. マントルを構成する岩石の地震波速度構造と、地震学的に求められたマントルの地震波速度構造の比較[1]。

[1] Greaux, S. et al. (2019) Sound velocity of CaSiO₃ perovskite suggests the presence of basaltic crust in the Earth's lower mantle. Nature, 565, 218-221.

