

## ダイヤモンドに含まれていた高圧鉱物 $\text{CaSiO}_3$ ペロブスカイトの発見

地球内部を構成する鉱物がどのようなものかをつきとめることは、固体地球物理学者の長年の夢である。地震学者は、地球内部を伝わる地震波の速度を求め、それから地球深部物質の弾性係数や密度を推定している。高圧物理学者は、実験室でいろいろな鉱物を高温高圧下に保持し、結晶構造や弾性係数を測定し、地震学的な研究結果と符合する鉱物がどれかを探ってきた。下部マントルを構成する鉱物としては、フェロペリクレス ( $(\text{Fe,Mg})\text{O}$ ) や Mg ペロブスカイト ( $\text{MgSiO}_3$ ) が有力であるとされてきたが、こうした鉱物が実際に地球深部からやってきたダイヤモンドの結晶中に包有物として含まれていることがある。イタリアの鉱物学者 F. ネストラを筆頭とする国際研究グループは、ダイヤモンド中に  $\text{CaSiO}_3$  ペロブスカイトが存在することを発見した。

ダイヤモンドには上部マントルで生成したと考えられるものと、下部マントルを含む深部マントルに由来するものに大別されてきたが、後者を特は、スーパーディープ・ダイヤモンドと呼ばれている。今回発見された  $\text{CaSiO}_3$  ペロブスカイトは、これまでもその存在が予測されていたが、自然界では未発見であった。ネストラらは、南アフリカ共和国のクリナン・キンバーライト鉱山から産出したダイヤモンドを詳しく調べ、ペロブスカイト構造をもつ  $\text{CaSiO}_3$  組成の鉱物を見つけた。その大きさは  $31\mu\text{m} \times 26\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  というちっぽけなものであったが、X線回折装置、ラマン分光法、電子顕微鏡観察などの手法を駆使して、結晶構造や化学組成、微量元素の分布などを測定し、その鉱物学的性質を決定している。

これまでもダイヤモンド中に、 $\text{CaSiO}_3$  という組成をもつ鉱物としてワルストロマイトという鉱物が知られていた。この鉱物は深部マントル中で  $\text{CaSiO}_3$  ペロブスカイトとして存在していたものが、低い圧力下で結晶構造が変化したものとみなされてきた。この結晶構造の変化による体積変化は 28% に達するものであり、硬いダイヤモンド中でこうした体積膨張を実現するのは困難なことから、疑問視する見解がだされていた。だから、高圧下の結晶構造をもつ  $\text{CaSiO}_3$  ペロブスカイトの発見は、スーパーディープ・ダイヤモンドが確かに地球深部からやってきた確固とした証明を与えたことになり、画期的な発見といえる。

発見された  $\text{CaSiO}_3$  ペロブスカイトには、 $\text{CaTiO}_3$  組成をもつ鉱物とインターグロースしており、バルクの組成としては沈み込んだ海洋地殻物質に由来するものと解釈された。この考えを裏づけるため、ホストのダイヤモンドの炭素同位体比が測定され、 $-2.3 \sim -4.6\text{‰}$  (PDB) という値が報告されている。こうした知見は、沈み込んだ海洋地殻が下部マントルにまで達していることを証明するものだ。

[1] Nestla, F. et al. (2018) CaSiO<sub>3</sub> perovskite in diamond indicates the recycling of oceanic crust into the lower mantle. *Nature*, 555, 237-242.