

地球深部の酸化還元状態

東京大学大学院理学系研究科 鍵 裕之、小竹 翔子

地球深部の酸化還元状態は、地球内部での鉱物物性や元素の分配などを左右するひじょうに重要なパラメーターである。特にマントル深部の元素の挙動は未解明で、挑戦的な研究テーマとなっている。下部マントルは上部マントルと比較して還元的であると推測されているが、上部マントルの主要構成鉱物であるかんらん石には鉄は2価として取り込まれ、下部マントルの主要鉱物であるマグネシウムペロブスカイトには3価として取り込まれており、パラドクスとなっている。これはホスト鉱物の結晶構造にイオンの価数が規定されていることに起因する。そこで我々は、鉄以外の元素で地球深部の酸化還元状態の指標となりうる元素としてクロムに着目した。クロムイオンには2+、3+、6+の3つの価数が存在可能であるが、月など極端な還元的な条件に置かれた試料では2+の存在が確認されているが(Sutton et al., 1993)、地球上の試料ではCr²⁺はみつかっていない。

下部マントル起源のダイヤモンドを入手し、包有物として取り込まれている数十ミクロン程度のフェロペリクレーズ((Fe, Mg)O)を試料とし、BL-4Aのマイクロビームを用いてCr K-edge XANES スペクトルを測定した。図1に示すように、Cr²⁺に相当する位置にショルダーピークが観測された。地球の試料からCr²⁺が見つかったのは、この研究が初めてで、下部マントルが極めて還元的な条件であることが確認できた。また、試料によってCr²⁺の相対ピーク強度が異なり、Cr²⁺の割合が変動していることがわかる。このようにクロムが地球深部物質の酸化還元状態を知る上で重要なプローブとなることが明らかになった。しかし、Cr²⁺はFe³⁺が存在する状況では、Feに酸化されてCr³⁺に変化するという実験結果も報告されており(Eekhout et al., 2007)、Cr²⁺濃度を単純に解釈することは難しい。Feの酸化数に関する測定結果もあわせて現状を報告する。

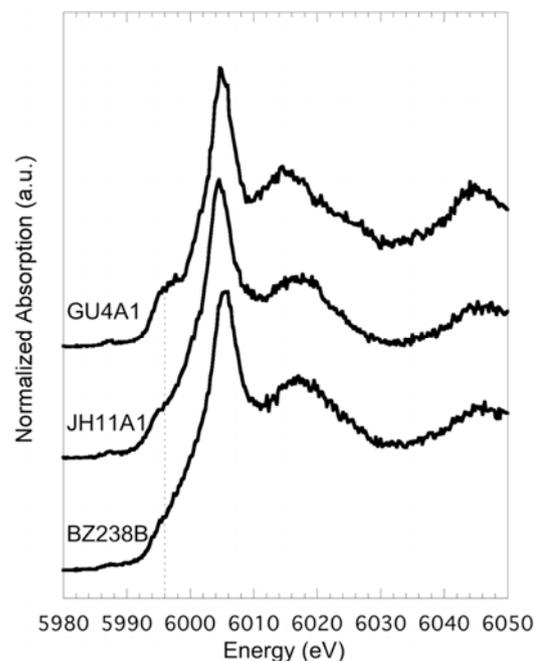


図1 ダイヤモンド中のフェロペリクレーズ包有物のCr K端 XANES スペクトル(Odake et al., 2008)