

Fe₂O₃の高温高圧下における相転移

Phase transition of Fe₂O₃ at high pressures and high temperatures

中村 ひとみ^{1*}, 八木 健彦¹, 浜根 大輔¹, 岡田 卓¹

Hitomi Nakamura^{1*}, Takehiko Yagi¹, Daisuke Hamane¹, Taku Okada¹

¹東京大学物性研究所

¹The Institute for Solid State Physics

はじめに

Fe₂O₃は地球深部におけるスピン転移など3価の鉄のふるまいを明らかにする上で重要な物質である。今まで高温高圧下における構造相転移に関する研究はいくつか報告されているが、互いに食違う点も多く、まだ真相は明らかではない。室温50GPa付近でFe₂O₃はコランダム構造のhematiteからRh₂O₃(II)型構造へ相転移し、体積が10%程度減少すると報告されている[1,2]。さらに、この構造相転移は高温下ではより低圧で起こると報告されているが、そのP-T条件は研究者により大きく異なっている[3,4]。この大きな食い違いの原因を明らかにするため、PFで詳しいX線回折実験を行った。

実験

全ての実験はダイヤモンドアンビルセル装置(DAC)と加熱用レーザーを用いて行った。純度99.99%のFe₂O₃粉末試薬をペレット状に固め、圧媒体・断熱材・圧力マーカーを兼ねたNaClに挟んで加圧した。加熱用レーザーとしてはYAG、ファイバー、CO₂の3種のレーザーを用い、加熱条件の差による結果の違いも検討した。室温で目的の圧力まで加圧し、レーザーで加熱後室温におろし、PF-ARのNE-1ビームラインでX線観察を行った。

結果と考察

30GPa付近で加熱を行うと[3]によればhematiteのまま、[4]によればRh₂O₃(II)型構造へ相転移がおこると報告されている。しかし本研究では、30GPa付近でYAGかファイバーレーザーで加熱した試料から、過去の報告にはないX線パターンが得られた。CO₂レーザーを用いて比較的低温で加熱した試料は、その未知のピークとRh₂O₃(II)型構造のピークが混ざったようなパターンが得られた。

3種類のレーザーはそれぞれFe₂O₃の加熱に対して以下のような特徴があった。YAGでは温度が激しく変動して安定した加熱が行えなかった。一方、ファイバーとCO₂では極めて安定した加熱が行えたが、ファイバーでは加熱領域が非常に小さく、照射面内に大きな温度勾配が生じると考えられる。CO₂の加熱領域はファイバーに比べて広いが、装置の都合上片面からしか加熱が行えないため照射方向の温度勾配が大きくなる。これらの違いが結果に影響を与えた可能性が考えられ、SPring8で行う予定の高温その場観察実験の結果と合わせて詳細を報告する。

[1]Pasternak et al. (1999) Phys.Rev. Lett., 82, 4663

[2]Rozenberg et al.(2002) Phys. Rev. B 65, 064112

[3]Ono et al. (2005) J.Phys.,17,269-276

[4]Ito et al.(2009)Am.Min.,94,205-209

キーワード: Fe₂O₃, DAC, 高温, 高圧, 構造相転移, X線回折実験

Keywords: Fe₂O₃, DAC, high temperature, high pressure, phase transition, XRD