

FeO の高温高圧下における相転移

Phase transition of FeO under high pressure and temperature conditions.

宮島 延吉[1]; 八木 健彦[2]

Nobuyoshi Miyajima[1]; Takehiko Yagi[2]

[1] 東大・物性研; [2] 東大・物性研

[1] ISSP, Univ. of Tokyo; [2] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo

(Mg,Fe)O は、地球下部マントルの主要な構成物質の1つであり、FeOはその端成分である。酸素は、Feを主成分とする外核の軽元素成分として有力な候補である。よって、FeOの高圧下での振舞いは、マントル-コア間の相互作用を支配する重要な要因になる。常圧で岩塩構造(B1)を持つFeOは、常温では圧力増加に伴い、立方晶系の111方向にひずんだ岩塩構造(菱面体相)、さらにNiAs構造(B8)に相転移すると考えられている(Fei & Mao, 1994; Mao et al., 1996)。しかし、地球内部物性を考えるうえで重要となる高温領域での各相の安定関係に関しては、いまだ統一の見解は得られていない。特に、衝撃圧実験の結果(Jeanloz & Ahren, 1980; Yagi et al. 1988)から提案されている圧力70 GPa、温度1000-1500 K付近のB1-B8相境界は、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いた静的圧縮実験によって再検討されている(Sata, 2003; Kondo et al., 2004)。よって本研究では、高温領域、特に上記のB1-菱面体-B8相境界付近でのFeO高圧相間の関係を明らかにするため、圧力60-71 GPa、温度2000 Kまでの条件で、X線その場観察実験を行った。

試料は Fe_xO ($x = 0.94$)粉末を用いた。高温高圧下でのX線回折実験は、高エネルギー加速器研究機構の放射光実験施設内BL-13Aで、レバー式ダイヤモンドアンビルと、出力150 W-CWモードのNd:YAGレーザーを組み合わせたシステムで行った。コリメーターで約0.03 mm径に絞った29 kV程度の単色X線を試料に照射し、回折線を角度分散法(IP)で記録した。加熱は下流側からだけレーザーを入射した片面加熱で行った。露出時間は、レーザー加熱時で5分、常温では15分である。実験圧力は、Ruby蛍光法と圧力媒体として用いたNaCl(B2)の状態方程式(Sata et al., 2002)より求めた。加熱領域の温度は、輻射スペクトルから推定した。実験では、まず常温で目的の圧力まで加圧し、レーザー加熱中およびその前後のX線回折パターンを測定し、さらに昇圧しながら同様の測定を繰り返した。

常温下約20 GPaまでの圧縮過程で、B1構造のFeOは菱面体相に相転移した。高温高圧下での測定では、圧力70 GPa以下、温度1200-2000 K条件ではB1構造相が安定であった。一方、圧力71 GPa以上の実験では、1500 K以上の高温下ではB1構造相が安定であるが、比較的低い温度範囲(1500 K以下)では、B8構造相が出現し、B1構造相や菱面体相との共存が確認された。これら予備的な結果は、従来の結果に基づいたB8構造相の安定領域内で、高温部はB1構造相、低温部はB8構造相が安定となることを示す。つまり、下部マントル条件でFeOが金属化するというこれまでの見解と相反するものである。