

レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いた高温高圧下における Fe-FeO 系の融解実験

Melting experiments of Fe-FeO system under high pressure and temperature using Laser heated diamond anvil cell

丹羽 健[1]; 宮島 延吉[2]; 八木 健彦[3]

Ken Niwa[1]; Nobuyoshi Miyajima[2]; Takehiko Yagi[3]

[1] 東大物性研; [2] 東大・物性研; [3] 東大・物性研

[1] ISSP; [2] Inst. Solid State Phys., Univ. Tokyo; [3] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo

地球外核は地震波の伝播から液体状態であり、また純粋な鉄よりも低密度であると示唆されている。これを説明する上で外核には密度を下げる効果がある軽元素の存在が広く受け入れられている。また軽元素には金属単体の融点を降下させる共融点効果があることから、核条件下において鉄の融点を下げ液体状態で存在しているのではないかとされている。本研究では軽元素の候補として有力な酸素に着目し、核の主要構成要素である Fe と酸素のホスト相として下部マントルの構成鉱物である FeO の高温高圧下における融解実験を試みた。

高圧発生にはダイヤモンドアンビル装置を用い、圧力は試料室に置いたルビー蛍光線の常圧からのシフト量より求めた。試料加熱には Nd:YAG レーザーを用い、試料からの輻射光をプランクの式に当てはめて温度を決めた。実験圧力および温度は過去の MA 実験と比較するため 16GPa、1700 ~ 2400K の範囲で行った。試料は高温高圧状態で保持後急冷し、常圧回収して研磨し反応面を露出させ、SEM 観察および EPMA による酸素の定量分析を行った。また一部の試料は FIB による微小領域研磨と TEM 観察および EELS による化学分析を行った。

過去に LHDAC による Fe-FeO 系の回収試料実験は報告されていないため、本研究では様々な試料室構成で実験を試みた。試行錯誤の結果、最終的にペレット状にした Fe と FeO を層状に重ねる試料室構成が最も組織解釈には適していることがわかった。得られた 16GPa-2400K における回収試料組織は再現性もよく、加熱中心部では Lm(Fe-rich liquid)と Lo(FeO-rich liquid)が共存し低温部では共融点で溶け始めた Lm と固相の FeO が共存している状態であると解釈した。しかし、Lm を EPMA で分析した結果、MA による回収試料のように有意に酸素 (FeO) は検出されなかった。また、FIB により加熱中心部を薄片化し、TEM による組織観察と EELS による酸素定量分析を行ったがナノスケールでも Lm に酸素 (FeO) を検出する事は出来なかった。その理由として急冷速度以外に“Lm の大きさ(体積)”、“温度の安定性”及び“加熱時間”が密接に関係していると考えられる。今回それを検証するまでに至らなかったが、今後様々な条件で実験を行い MA のような組織が回収できるのかどうか確認していく必要がある。

本研究では LHDAC による MA より高温高圧で多成分系を議論するための試料室構成の確立と回収試料の組織解釈を行った。最終的にたどり着いた試料室構成では得られた回収試料組織の再現性も良かったが、加熱時間や温度の安定性などから結果的に MA のような組織は再現できなかった。今後、明らかになった問題点を解決し LHDAC の特性を生かした MA を超えるような圧力領域で実験を行っていきたい。また、FIB による試料薄片化技術と EELS による酸素定量分析は今後、コア - マントル条件の実験において試料が更に微小になった際、重要な分析手法になることがわかった。