

Fe-(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ ペロブスカイトの高温高压下での化学反応Chemical reactions between Iron and (Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ perovskite at high-pressure and high-temperature

高藤 尚人[1], 八木 健彦[2]

Naoto Takafuji[1], Takehiko Yagi[2]

[1] 東大物性研, [2] 東大・物性研

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

マントル-コア境界の解明を目的として、ケイ酸塩ペロブスカイトと鉄の反応をレーザー加熱ダイヤモンドアンビルを用いて 27-50GPa の圧力領域で調べた。その結果、従来報告されていた反応は、ケイ酸塩がソリダス以上まで加熱されたときのみ起こる事が明らかになった。

マントル-コア境界の解明を目的として、ケイ酸塩ペロブスカイトと鉄の反応をレーザー加熱ダイヤモンドアンビルを用いて 27-50GPa の圧力領域で調べた。その結果、従来報告されていた反応は、ケイ酸塩がソリダス以上まで加熱されたときのみ起こる事が明らかになった。

下部マントルの主要構成鉱物と考えられている(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ ペロブスカイトと外核を構成している溶融鉄とが、高温高压下で接すると反応して様々な反応生成物(FeO, SiO₂, FeSi?)が生じる事が報告されている(Knittle and Jeanloz 1989, 1991)。また、Goarant et al. 1992 は、同様の反応が起こり、その時(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ ペロブスカイトから FeO 成分が抜け出る事を報告している。これらの現象は、核・マントル境界付近で地震学的に観測された不均一性の原因となりうると考えられている。しかし、これらの実験では、反応生成物の相同定がまだ不確実であり、さらになぜ(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ ペロブスカイトから FeO 成分が抜け出るのが明瞭に示されていない。本実験では、レーザー加熱ダイヤモンドアンビルセルと高压及び常圧下での粉末X線回折実験及び回収試料の電子顕微鏡を用いた組織観察を組み合わせ、この反応の詳細を明らかにした。

出発試料には、天然の(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ エンスタタイト及び試薬の純鉄(99.99%)の混合物を用いた。また、比較のため(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ エンスタタイト単体の実験も行った。高温高压実験は、ダイヤモンドアンビルセルとレーザー加熱を用いた。温度測定は熱輻射によって測定し(Yagi and Susaki, 1992)、圧力測定は加熱前後に室温でルビー蛍光法を用いて行った。回収試料の相同定は、高压下及び常圧下での放射光による粉末X線回折によって行った。

圧力 27GPa から 50GPa の範囲で、加熱温度を約 1500K から 3400K まで変えて回収実験を行った。(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ エンスタタイトと純鉄の混合物の場合、加熱温度が2500K までの試料にはペロブスカイト及び鉄の回折線のみが観測され、3000K 以上で加熱した試料にはそれ以外に(Mg,Fe)O と SiO₂(stishivite)の回折線も観測された。一方、(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ エンスタタイトの単体を出発試料とした実験でも、同様に3000K を境に回収試料の相組み合わせが変わっている。3000K 以下では、ペロブスカイトの単相が観察されたが、それ以上ではペロブスカイトが分解溶融している事がSEM 観察により明らかになった。この試料におけるX線観察はまだ行っていないが、Fe を多量に含んだペロブスカイトが安定に存在するという報告はまだないことから、この試料には(Mg,Fe)O 及び SiO₂(stishivite)が多量に存在する事が予想される。これらの実験結果から、Knittle and Jeanloz (1989, 1991) 等の結果は溶融鉄と固相のペロブスカイトが高温高压下で反応した結果ではなく、(Mg_{0.9},Fe_{0.1})SiO₃ ペロブスカイトの分解溶融の結果とした方が理解しやすい。その他、彼らが報告している相に FeSi 相があるが現段階では確認できていない。これらの相関係をより明確にするため、現在走査及び分析透過電子顕微鏡を用いて回収試料のより詳しい構造や組成の同定を行っている。