

高圧ユーザーグループ

X線吸収画像を用いた高温高圧下における FeS 融体および Fe₃C 融体の密度測定

西田 圭佑^a, 寺崎英紀^a, 大谷栄治^a, 鈴木昭夫^a, 柴崎裕樹^a, 立山隆二^a,
亀卦川 卓美^b

^a東北大学大学院理学研究科 ^b物質構造科学研究所

地球の外核は地震波観測と衝撃圧縮実験の結果から、純鉄に約 10wt% 程度軽元素が含まれた鉄—軽元素合金融体であると考えられている。しかしながら、どの軽元素がどの程度含まれるかは明らかになっていない。硫黄および炭素は、核中に含まれる軽元素の候補の一つとして考えられており、Fe-FeS 系および Fe-Fe₃C 系合金融体の最も基本的な物性値である密度を知ることは核中の元素量を推定する上で重要である。

実験は KEK-PF の BL14C2 で行った。高圧発生には川井型マルチアンビル装置 (MAX-III) を用いた。密度測定については、X線吸収画像の輝度より求めた。この吸収画像の輝度は透過X線の強度に比例するため、試料の厚さとX線質量吸収係数が既知であればランベルト・ベールの法則から試料密度が求まるという原理に基づいている。本研究では 30 - 43keV の単色X線を用い、試料を透過したX線を YAG:Ce 蛍光板で可視化し、冷却CCDカメラ(Bitran 製 BS-40 及びローパー製 PIXIS2048F) で撮影して密度を測定した。出発試料には FeS 粉末および Fe₃C 粉末を用いた。

密度測定は約 10 GPa, 1973 K までの温度圧力条件でおこなった。得られた密度は、FeS 融体は 4.8-5.1 g/cm³ となり、Fe₃C 融体は 6.9-7.4 g/cm³ となった。得られた密度の圧力依存から求められた Fe₃C 融体の体積弾性率は、K=50 GPa であった。これは同条件での液体鉄の値と比較して、炭素が固溶することにより体積弾性率が大きく減少することを示している。また、FeS 融体の体積弾性率は、K=4 GPa と非常に小さく、鉄の体積弾性率を下げる効果は炭素よりも硫黄の方が大きいことが明らかになった。