

高温高压下における Fe-FeS 系の相関係と火星内部への適用

Melting and phase relations of Fe-FeS system at high pressure and temperature and application to Martian interior

津野 究成[1], 大谷 栄治[2], 久保 友明[1], 近藤 忠[1]

Kyusei Tsuno[1], Eiji Ohtani[2], Tomoaki Kubo[3], Tadashi Kondo[4]

[1] 東北大・理, [2] 東北大、理、地球物質科学

[1] Tohoku Univ., [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Tohoku Univ, [4] Sci., Tohoku Univ.

1. はじめに

地球型惑星の核には、金属鉄とともに軽元素が含まれている可能性がある。硫黄は、軽元素の中で最も有力な候補と考えられている。したがって、核の組成モデルや、核形成過程を議論するうえで、Fe-FeS 系での熔融温度を明らかにすることは非常に重要である。

Fei et al. (1997) がマルチアンビル高压装置を用いた実験により、7GPa 以上では共融点の温度が圧力の増加とともに減少するというを示した。10GPa での Usselman (1975) と Fei et al. (1997) の実験結果を比較すると、共融点温度は Fei et al. (1997) のほうが約 270 K 低い。これにより、Fe-FeS 系モデルにおける核の議論は大きく変わる。また Fei et al. (1997) は、圧力が 14GPa 以上で Fe と FeS の間に中間化合物 (Fe₃S₂) が存在し、14GPa 以下と比べて相図が変化する。14GPa において、Usselman (1975) のデータから外挿して推定される共融点温度と Fei et al. (1997) による共融点温度を比較すると、Fei et al. (1997) のほうが約 500 K 低い。さらに、Fei et al. (2000) によると、18GPa 以上において、中間化合物 (Fe₃S, Fe₂S) が存在する。本研究では、これまでの Fe-FeS 系での相関係の不一致の原因を解明するために 15GPa-19GPa、800°C-940°C で Fe-FeS 系の相関係を明らかにした。

2. 実験方法

実験においては、出発物質として Fe:S=86:14(wt%)を用いた。これは、Dreibus and Wänke (1988) によって推定された火星の核の化学組成に近いものである。高压力の発生には、東北大学理学部設置のマルチアンビル高压発生装置 (1000ton プレス) を用いた。アンビルには先端 3.5mm のものを用いた。圧力媒体にはジルコニア仮焼結体、ヒーターには LaCrO₃ チューブを用い、測温には W3%Re-W25%Re 熱電対を使用した。出発試料は MgO カプセルに封入し、15GPa-19GPa の条件で高温高压実験をおこなった。回収試料の融解の判定は走査型電子顕微鏡による組織観察に基づいた。また出現する相の化学組成の分析には、エネルギー分散型の EPMA (Electron probe microanalyzer) を使用した。

3. 実験結果

86wt%Fe-14wt%S の回収試料を EPMA で組成分析をおこなった結果、15GPa では 890 K、17GPa では 910 K、19GPa では 930 K 以上において熔融が始まることが明らかになった。共融点温度よりも低い温度においては Fe と Fe₃S₂ (15GPa と 17GPa)、および Fe と Fe₃S (19GPa) が観察された。これらの温度より高温では Fe とメルトが存在する。今回の実験結果は Fei et al. (1997, 2000) のデータと調和する。以上の結果を火星の核の圧力 (24.5-40GPa) に外挿すると、火星の核は部分的に融解している。