

超高压下硫化鉄の⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱

⁵⁷Fe nuclear resonant inelastic scattering of FeS under high pressure

小林 寿夫¹⁾ 平尾 直久¹⁾ 佐多 永吉²⁾

Hisao KOBAYASHI Naohisa HIRAO Nagayoshi SATA

¹⁾ 兵庫県立大学 ²⁾ 独) 海洋研究開発機構

超高压下⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱測定に SPring-8 BL11XU において初めて成功した。今回の測定結果から、高温・高圧力下⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱測定の可能性が実験的に示された。

キーワード：硫化鉄、高圧力、⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱、格子振動

1. 目的

電子相関が重要な役割を担っている遷移金属化合物の電子状態については、固体物理学的な立場から多くの研究が行われてきた。その中で、温度、圧力、電子数制御による金属-絶縁体転移は、現在でも最も興味を持たれている研究課題のひとつである。この環境変数中で、圧力はバンド幅や混成効果を連続的に増加することが可能な重要な外部変数であるが、圧力誘起絶縁体-金属転移の大部分は、結晶構造変体をともなう1次相転移である。従って、電子相関だけでなく電子-格子相互作用も重要な役割を担っていると考えられる。一方、地球科学的な立場からは、高圧力下での物質の格子振動から求められる音速などは、地球系惑星の内部構造モデルを考える上で最も重要な情報である。

そこで、本研究課題では、固体物理学的立場からも地球科学的立場からも興味をもたれている、硫化鉄の超高压下格子振動情報¹⁾を⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱法を用いて実験的に求めることを目的とする。

2. 方法

⁵⁷Fe (自然存在比 2.17at%) を 50at% に富化した化学量論的硫化鉄 FeS を測定試料として作製した。また、加圧には核共鳴非弾性散乱に最適化したダイアモンド・アンビル・セルを作製し用い、さらに散乱 X 線検出用 APD の形状も本ダイアモンド・アンビル・セルへの最適化を行った。90 度の散乱配置で測定するためガスケットには Be 金属を用いた。

測定は SPring-8 BL11XU ビームラインにおいて行た。パルス放射光を高分解能モノクロメータにより分光し、⁵⁷Fe 核共鳴エネルギー (14.412keV) から約 ±80 meV 走査することで室温・高圧力下 FeS の⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱スペクトルの測定を行った。

3. 研究成果

高分解能モノクロメータにより分光された放射光をダイヤモンドを通してアンビル中の試料に照射して、Be 金属ガスケットを通過してくる散乱 X 線を検出する通常の高圧力下核共鳴非弾性散乱測定配置での測定を行った。その結果、15 GPa 下 FeS の⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱スペクトルの測定に成功した。

今後高温・高圧力下⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱測定を行っていく上では、格子振動などの動的情報と結晶構造の静的な情報を、同一の環境で測定できることが重要となる。そこで核共鳴非弾性散乱スペクトルと X 線回折パターンが同時に測定可能な配置、すなわち分解能モノクロメータにより分光された放射光を Be 金属ガスケットを通してアンビル中の試料に照射し、90 度方向に散乱した X 線を Be 金属ガスケットを通過して検出した。その結果、ダイヤモンド・アンビルと APD の配置の最適化を行うことで十分な SN 比での⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱測定が可能であることが分かった。

4. 結論・考察

超高压力を発生させるためには Be 金属ガスケット材料の最適化などの問題が明らかとなつたが、高温・超高压力下⁵⁷Fe 核共鳴非弾性散乱測定が SPring-8 BL11XU で充分可能であることが今回の実験で示された。

5. 引用(参照)文献等

- 1) H. Kobayashi, et al.: Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 195503.