

FeRh 合金の相転移における局所構造変化

○宮永崇史（弘前大理工）、糸賀達規（弘前大理工）、岡崎禎子（弘前大理工）

緒言

FeRh 合金は、反強磁性状態(AFM)から強磁性状態(FM)への一次のメタ磁性転移を室温付近の臨界温度($T_P = 370\text{K}$)で起こす。この相転移において FeRh は結晶構造を変えずに、巨大磁気抵抗、体積膨張、磁歪、エントロピー変化、磁気熱量効果など、特徴的な変化を起こす。また相転移温度 T_P は Fe と Rh の組成比の違いや、少量の Pd や Ir を添加することで低温側、高温側に変化させることが可能である。FeRh の AFM-FM 相転移に関する光パルスを用いた実験では磁性物質の格子、電子、スピンドイナミクス間での相互作用についての問題を取り扱うことが可能になり、超高速の磁化変化の問題や、それに加えた急激な格子膨張との関連性について議論がなされている。そのため現在はこのような光パルスを用いたスピン励起の複雑な動的特性を議論するための基盤となる、巨視的と微視的なスケールでの静的特性の理解が求められている。

そこで本研究では FeRh 合金の動的特性の研究の土台となる静的特性の研究を目的として、巨視的と微視的な視点からの AFM-FM 相転移を調べ、局所的な変化に注目するために、EXAFS(Extended X-ray-absorption fine structure)解析法を用いた研究を行った。

実験

EXAFS 測定に使用した $\text{Fe}_{50.4}\text{Rh}_{49.6}$ 合金はアーク溶解型試料作成装置により作成され、電気炉を用いて 1273 K で 24 時間熱処理を行ったものである。EXAFS スペクトルは Fe K -edge を PF (Photon Factory) BL9A で、Rh K -edge を PF-AR (Advanced Ring) NW10A にて透過法で測定された。測定温度範囲は $50\sim 470\text{ K}$ で、 300 K 以下はクライオクーラー、 300 K 以上では電気炉を使用した。

結果と考察

第一近接原子間 (Fe-Rh) の原子間距離温度依存性で $250(T_1)\sim 345(T_2)\text{ K}$ の温度範囲で AFM-FM 相転移に伴う急激な格子膨張を観測した。一方、第二近接原子間 (Rh-Rh、Fe-Fe) 距離は $250(T_1)\sim 390(T_3)\text{ K}$ の温度範囲で格子膨張を示し、転移終了温度が異なることが発見された。線熱膨張測定の結果では AFM-FM に伴う格子膨張は 360 K 以下で完了している。つまり EXAFS 測定により得られた第一近接原子間と第二近接原子間距離の温度依存性の違いは、格子の歪みを示唆している。また格子歪みの挙動は Debye-Waller 因子の結果からも説明でき、格子歪みは FM 相に存在していると結論づけられた。さらに巨視的な視点から、歪んでいない FM 相の中の歪んだ FM 相の成長過程は温度に依存しており、温度上昇に伴い $250\sim 390\text{ K}$ の温度範囲で増加しているという結果になった。以上のように本研究で新たな転移点 $T_2 = 345\text{ K}$ の構造的意味が明らかになった。