

研究課題名
Fe(Se_{1-x}Te_x)_yの磁気揺らぎと Te-Fe-Te 角の関係

研究代表者名
九州工業大学・大学院生命体工学研究科・飯久保 智

研究分担者名
東北大学・金属材料研究所・藤田 全基

1. はじめに

超伝導転移温度 T_c が 50K を超える新規 Fe 系高温超伝導体は、その超伝導発現メカニズムに関して大きな注目を集めている。その高い T_c に寄与している具体的な要因を、実験的に明らかにすることは最重要課題であるといえる。この系の超伝導は磁気秩序相の近傍で発現することから、磁気揺らぎの振舞いが注目される。また結晶構造との関連性では、李らが粉末中性子回折を用いた詳細な構造解析により、As-Fe-As 角と T_c の間に密接な相関があることを明らかにしている。そこで本研究は、新規 Fe 系高温超伝導体の結晶・磁気構造と、磁気揺らぎの研究を系統的に行い、それらの間にどのような相関関係があるかを明らかにすることを目的とした。

2. 研究経過

Fe(Se_{1-x}Te_x)_y は、 $T_c \sim 14$ K とやや低いながらも最も単純な結晶構造を持ち、他の鉄系超伝導体よりも単純な物性が観測されると期待される。特にこの系の非超伝導組成では反強磁性秩序が観測されるが、その反強磁性磁気構造が他の FeAs 系と異なっており、超伝導相の磁気揺らぎとどのような関わりを持っているかが興味深い。そこで今年度は、Fe(Se_{1-x}Te_x)_y の動的なものも含めた磁気相関が他の FeAs 系とどのように違うかを詳細に調べる目的で、中性子回折実験と中性子非弾性散乱を行った。実験には、東北大所有の中性子散乱装置、HERMES、AKANE、TOPAN を使用した。実験に用いた試料は、Fe(Se_{1-x}Te_x)_{0.92} のうち、超伝導相 ($x=0.75$)、反強磁性相 ($x=1$) の二つを用いた。

3. 研究成果

まず反強磁性相の FeTe_{0.92} では、報告されている通り FeAs 系とは異なる磁気構造を有することを確認した。また、動的な磁気相関においても、他の FeAs 系とは明確に異なっていることが示された。ところが超伝導相の Fe(Se_{0.25}Te_{0.75})_{0.92} では、中性子非弾性散乱の結果、FeAs 系と共通の波数ベクトルを持つ磁気揺らぎが ~ 10 meV 付近のエネルギー域に存在することを明らかにした。この結果は、超伝導とその共通の磁気揺らぎが密接な関わりを持つことを示している。これに関して、論文発表 (Antiferromagnetic Fluctuations in Fe(Se_{1-x}Te_x)_{0.92} ($x=0.75, 1$) Observed by Inelastic Neutron Scattering; S. Iikubo, M. Fujita, S. Niitaka, and H. Takagi, Journal of the Physical Society of Japan 78, 103704, (2009)) と日本物理学会、超伝導国際会議 M2S-IX に成果発表を行った。一連の成果は Fe(Se_{1-x}Te_x)_y の磁気揺らぎの研究における、国内で最初の実験結果である。

4. まとめ

本研究では Fe(Se_{1-x}Te_x)_y 系の磁気揺らぎに着目し、超伝導発現メカニズムに対する磁気揺らぎの役割について調べた。今回、超伝導領域で共通の波数ベクトルを有する磁気揺らぎが観測されたことで、磁気揺らぎの超伝導に果たす役割が重要であることが示唆された。一方、本測定に用いた試料は粉末試料であったために、空間の異方的な情報が損なわれているとともに、詳細を議論するには強度も十分でなかった。そこで次年度以降は単結晶を用いて、磁気揺らぎの更なる詳細な性質を明らかにしていくことが必要であると考えている。