

実験組織：青木晴善、國井暁^{*}、木村憲彰、梅田裕二、飯田厚夫^{**}

東北大学極低温科学センター、^{*}東北大学大学院理学研究科、^{**}物質構造科学研究所放射光研究施設

ビームタイム：2001年6月10日

実験ステーション：BL-4A

研究目的

1999年にCaB₆にLaをわずかにドーブした系で強磁性が見出された (Nature 397 (1999) 412.)。この強磁性は自発磁気モーメントが $10^{-4}\mu_B$ と極めて小さいにもかかわらず、600K から 900K と高い転移温度を示す。この現象が本質的なものであるとすると、これまでの磁性の理論では説明が困難で、まったく新しい機構による強磁性発現の可能性が高いため、非常に注目を集めている。また、軽元素のみによる磁性の発現は学問的に興味深いばかりでなく、応用の観点からも極めて重要な現象である。ところが、Fe あるいは Fe 化合物の微量混入によってもこのような現象は説明可能であり、また、実際 Fe は不純物として混入しやすい。したがって、Fe の微量分析を行うことによってこの強磁性が本質的なものかを検証することが急務である。本研究では、Al フラックス法によって作成した CaB₆ および、CaB₆ と同様に高温弱強磁性を示した AlB₂ の単結晶をもちいて、蛍光 X 線分析による Fe 微量分析を行った。

研究成果

Fe 不純物量の定量分析を行った結果、CaB₆ 中の Fe 量は数 10ppm 以下と低い Fe レベルであった。一方 AlB₂ では Fe 不純物量は 100ppm ~ 1000ppm であり、多くの Fe が混入していることが明らかとなった。

試料の磁化が、混入している Fe では説明できないことを証明するために、不純物 Fe 量から見積もられる最大磁化と実際測定した磁化を比較した。すなわち、Fe が単体で存在し、その全てが磁化を発生させると仮定したとき、不純物による磁化は最大となる。実際の磁化がこの最大磁化より大きければ、その試料の強磁性は、Fe 不純物では説明できない本質的な現象であることが証明される。試料の磁化は 10kOe での磁化の値を用いた。

CaB₆ では、Fe 不純物量から見積もられた最大磁化よりも実際の磁化のほうが大きい値を示した。さらに Fe 不純物量と強磁性、常磁性などの磁氣的振る舞いとの間に関連性が見られなかった。このことから、CaB₆ の強磁性は本質的なものであると考える。

一方 AlB₂ は Fe 不純物量から見積もられる最大磁化が 10kOe での磁化の値を上回り、強磁性が本質的なものかを証明することはできなかった。しかしながら、AlB₂ は 10kOe で磁化が飽和しておらず、またその常磁性成分が伝導電子の常磁性では説明できないことから、AlB₂ の真の飽和磁化から見積もった Fe の予想混入量は分析量よりも多い可能性がある。AlB₂ に関しては、Fe 不純物量を減らし、より高磁場の磁化測定を行うなど、更なる研究が必要であると考えられる。