

Co ドープ BaFe₂As₂ における磁束ガラス転移 Vortex Glass transition in Co-doped BaFe₂As₂

東大・工 為ヶ井強, 谷口智隆, 田縁俊光, 仲島康行
 東北大・金研 西畠照和, 小林典男
 岩手大・工 内藤智之
 放医研 北村 尚, 村上 健

T. Tamegai¹, T. Taniguchi¹, T. Taen¹, Y. Nakajima¹, T. Nishizaki², N. Kobayashi², T. Naito³, H. Kitamura⁴, and T. Murakami⁴

¹ Faculty of Engineering, The University of Tokyo, ² Institute for Materials Research, Tohoku University,
³ Faculty of Engineering, Iwate University, ⁴ National Institute of Radiological Sciences

1. はじめに

2008 年の鉄系超伝導体の発見以降、様々な種類の鉄を含む超伝導体が発見され、その超伝導発現機構が盛んに議論されている。一方、応用に目を向けると、臨界電流特性が最も重要であることは言うまでもない。我々は、良好な臨界電流特性を示す BaFe_{0.93}Co_{0.07}As₂ 単結晶において、電気抵抗率の温度依存性 (ρ - T) および電流-電圧 (I - V) 特性の精密測定から、この系で銅酸化物で発見されたのと同様の磁束ガラス転移が起きていることを初めて確認した。

2. 実験

実験に用いた BaFe_{0.93}Co_{0.07}As₂ 単結晶 ($T_c \sim 24$ K) はセルフ-フラックス法により作製された[1]。試料の一部は HIMAC (放医研) において 800 MeV の Xe イオンの照射 ($B_\phi = 2$ T) を行った。 ρ - T と I - V 特性の測定には直流 4 端子法を用い、ナノボルトブリアンプを用いて 1 nV 以上の電圧分解能で測定を行った。接触抵抗を下げるため Sn はんだまたは金のスパッターを用いた。

3. 結果と考察

図 1 に $H \parallel c$ における 17 T までの磁場下での電気抵抗の温度依存性を示す。超伝導転移はほぼ平行にシフトしており、より異方性の大きい SmFeAsO_{0.85} とは対照的である[2]。ゼロ抵抗付近で抵抗の温度依存性が尾を引いている。磁束ガラス理論によるとガラス転移温度 (T_g) 付近において電気抵抗は $\rho \sim |T - T_g|^{v(z+2-d)}$ のように変化することが予想されている[3]。ここで、 v 、 z 、 d は静的臨界指数、動的臨界指数、磁束系の次元性である。図 2 に $H = 4$ T における I - V 特性の温度依存性を示す。 T_g をはさんで下に凸から、上に凸の曲線に変化している。これらの曲線をスケールリングするよう臨界指数を決定することもできる。図 3 に、 ρ - T 測定および I - V 測定からそれぞれ決定した臨界指数 $s = v(z-1)$ の磁場依存性を、未照射試料と照射試料について示す。未照射試料では s は低磁場で約 6 であり磁場依存性は弱い。この振る舞いは、YBCO で観測されたものと値および磁場依存性共一致している。照射試料では s は約 4 であり、ここでも磁場依存性は弱い。重イオン照射により柱状欠陥を導入した YBCO では s は 1 程度と報

告されており、今回の測定とは異なる。これは、800 MeV の Xe 照射による欠陥が柱状欠陥でないことを示唆している。また、 s の磁場依存性が弱い事実は SmFeAsO_{0.85} 単結晶における大きな磁場依存性と対照的である[2]。物理的には、今回の磁場範囲では、ある一つのユニバーサリティクラスに属する磁束系の転移 (磁束ガラス、または Bose グラス) が観測されているはずなので、臨界指数 s が磁場依存しない方が自然であると考えられる。

4. まとめ

BaFe_{0.93}Co_{0.07}As₂ 単結晶において磁束ガラス転移の観測に初めて成功した。臨界指数は、大きな磁場依存性を示さず、一つのユニバーサリティクラスに属する磁束相転移を観測したことから矛盾しない。

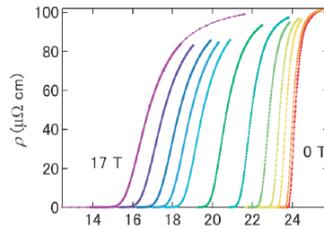


Fig.1: Temperature dependence of resistivity for $H \parallel c$ in a pristine Ba(Fe_{0.925}Co_{0.075})₂As₂ at $\mu_0 H = 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4, 7, 10, 11.5, 13, 15,$ and 17 T.

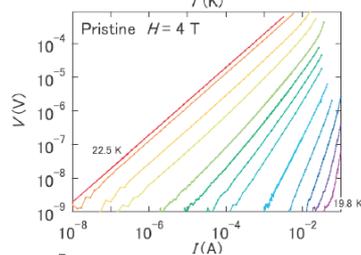


Fig.2: I - V characteristics at $\mu_0 H = 4$ T of a pristine Ba(Fe_{0.925}Co_{0.075})₂As₂ from $T = 19.8$ K and 22.5 K.

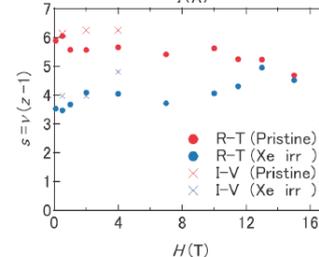


Fig.3: Magnetic field dependence of the critical exponent for a pristine and 800 MeV Xe irradiated Ba(Fe_{0.925}Co_{0.075})₂As₂.

参考文献

- [1] Y. Nakajima, T. Taen, and T. Tamegai, J. Phys. Soc. Jpn. **78**, 023702 (2009).
- [2] H. S. Lee *et al.*, Phys. Rev. B **82**, 104523 (2010).
- [3] R. H. Koch *et al.*, Phys. Rev. Lett. **63**, 1511 (1989).