銅酸化物超伝導体のオーバードープ相における相分離

Phase separation in the overdoped phase of cuprate superconductors

平賀　晴弘[1)]，山田　和芳[1)]，松村　大樹[2)]，西畑　保雄[2)]，水木　純一郎[2)]

Haruhiro HIRAKA, Kazuyoshi YAMADA, Daiju MATSUMURA, Yasuo NISHIHATA, Jun-ichiro MIZUKI

[1)]東北大学　[2)]原子力機構

銅酸化物超伝導体 LSCO のオーバードープ相における電荷・局所構造を、Ni 不純物のチャンネルから XAFS 分光実験により調査した。結果、アンダードープ相との差異はなく、オーバードープ相を特徴づける電子的相分離は見出せなかった。

キーワード：XAFS、銅酸化物超伝導体LSCO、電子的相分離、Ni不純物

１．目的

銅酸化物高温超伝導のオーバードープ超伝導相及び金属相における不純物状態を、XAFS 分光実験によって電荷・軌道・構造の観点から明らかにする。特に、アンダードープ超伝導相の不純物状態と比較し、オーバードープ超伝導相の特徴とされている電子的な「相分離」状態[1]を、微視的立場から理解する。

２．方法

La214 オーバードープ超伝導相へ Ni 置換した単結晶試料を用い、Ni-K 吸収端蛍光 EXAFS スペクトルを室温にて測定する。ホール濃度と Ni 濃度に対する変化、及び電場ベクトルの方向依存性をチェックする。すなわち、入射偏光 X 線の電場ベクトル **E** が CuO2 面内に平行に入る場合（**E**//ab-plane）と、垂直に入る場合（**E**//c-axis）。更に、XANES スペクトルの azimuth 角依存性を調べ、アンダードープ相とオーバードープ相での軌道の変化を探る。単結晶試料として、次の組成を用意した。最適ドープ組成・オーバードープ相：15-3, 16-2, 17-3, 20-3、アンダードープ相：12-2、Ni2 価標準試料：La1.95Sr0.05NiO4。

３．研究成果

面内（**E**//ab-plane）の XANES 生データと EXAFS のフーリエ変換を、図１と図２にそれぞれ示す。Ni2 価標準試料との違いは明らかであるが、アンダードープ相〜最適ドープ組成〜オーバードープ組成にわたって、顕著な違いは見られない。面間に関しても同様な結果が得られた。

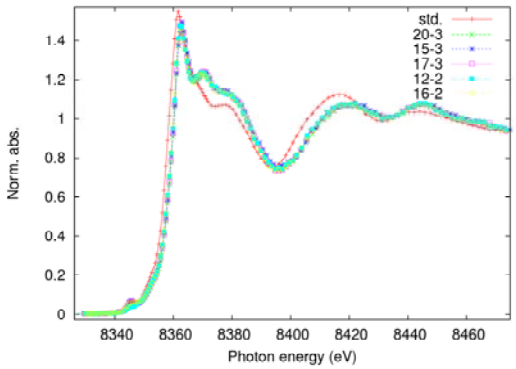

図１、面内 XANES.

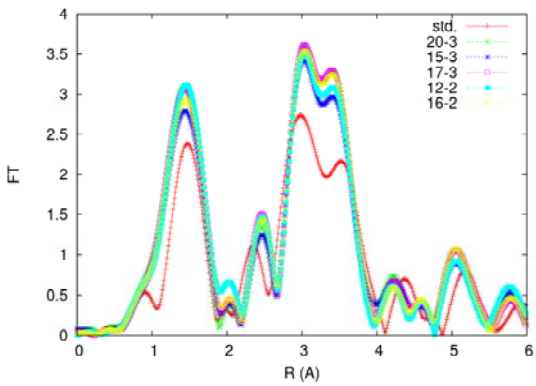

図 2、面内 EXAFS のフーリエ変換.

４．結論・考察

La2-xSrxCu1-yNiyO4 のアンダードープ相においては、ホール濃度 x と Ni 濃度 y の大小関係によって Ni の価数状態が決まり、x>y の時 Ni の価数は Ni2+L であることを我々は既に突き止めている（L は酸素軌道上にホールが存在する状態）[2]。本研究の結果は、オーバードープ相とアンダードープ相で Ni の不純物状態に差異が無いことを示している。つまり局所構造・電荷の側面からは、x=0.20 のオーバードープ相まで微視的な相分離状態を特定できなかった。一方、磁気的側面からオーバードープ相で相分離の可能性を示唆する mSR 測定[1]は、周波数領域の低い磁気特性（例えば静的磁気秩序）に敏感である。測定ツールによる観測物理量（あるいは自由度）とタイムスケールの違いで説明できるのか、あるいはそもそも電子的相分離状態は存在せず、オーバードープ領域では均一な超伝導状態が形成されているか、現時点ではいまだ特定できない。

５．引用(参照)文献等

[1] Y.J. Uemura et al., Nature **364**, 605 (1993).
[2] H. Hiraka et al., PRL **102**, 037002 (2009).