

## RE-Ba-Cu-O における多様な CuO 二重鎖層

## Various types of Cu-O double chain layer in RE-Ba-Cu-O

青学大理工<sup>1</sup>、ティーイーピー<sup>2</sup>○下山 淳一<sup>1</sup>, 権藤 紳吉<sup>1</sup>, 小塩 剛史<sup>1</sup>, 金泉 莉大<sup>1</sup>, 岡村 行泰<sup>1</sup>, 坂東 茉祐子<sup>1</sup>,  
西森 哲太郎<sup>1</sup>, 元木 貴則<sup>1</sup>, 中村 新一<sup>2</sup>Aoyama Gakuin Univ.<sup>1</sup>, TEP<sup>2</sup>○Jun-ichi Shimoyama<sup>1</sup>, Shinkichi Gondo<sup>1</sup>, Takeshi Koshio<sup>1</sup>, Rio Kanaizumi<sup>1</sup>, Yukihiro Okamura<sup>1</sup>,  
Mayuko Bando<sup>1</sup>, Tetsutaro Nshimori<sup>1</sup>, Takanori Motoki<sup>1</sup>, Shin-ichi Nakamura<sup>2</sup>

E-mail: shimo@phys.aoyama.ac.jp

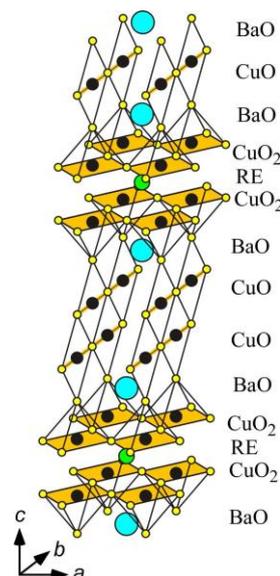
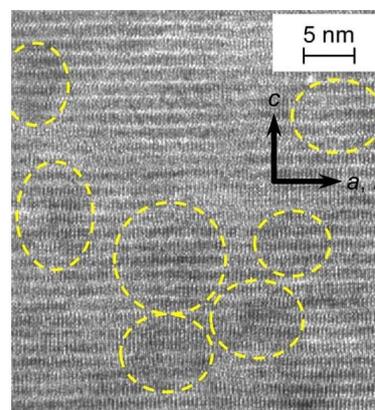
RE123 の類縁化合物である RE124(REBa<sub>2</sub>Cu<sub>4</sub>O<sub>8</sub>)や RE247(RE<sub>2</sub>Ba<sub>4</sub>Cu<sub>7</sub>O<sub>15-δ</sub>; Fig. 1)は *b* 軸方向に伸びる CuO 二重鎖層を有する。この部分は Cu のまわりに O が *bc* 面方向に 4 配位した構造を持ち、RE124 が酸素不定比性を示さないことから、比較的堅固で安定な層と考えられている。一方、CuO 二重鎖層に類似した構造が RE123 の熱処理条件によって局所的に生成する例が増えてきている。1990 年代には Y123 の焼結体<sup>[1]</sup>、薄膜<sup>[2]</sup>を含む水蒸気雰囲気下、低温(< 200°C)で熱処理すると、CuO 鎖に代わってこの構造が生成することが報告されており、最近の我々の研究においても、Y123 薄膜の含水蒸気雰囲気下、~300°C のアニールによって、(00*l*)面の X 線回折ピークが Y247、さらに Y124 の位置に再現性良くシフトすることを確認した。得られた Y124 構造類似の薄膜は超伝導を示さず、Y124 の *T<sub>c</sub>* が 80 K で作製条件に依存しないことから、Cu と O の二重鎖ではなく、他の元素を含む二重鎖が生成したことが示唆される<sup>[3]</sup>。さらに Y123 溶融凝固バルクにおいても酸素アニール過程で水蒸気を含んだ酸素をフローすることにより酸素拡散が速やかになり同時に CuO 二重鎖に類似した構造が出現すること<sup>[4]</sup>、単結晶 STO 上に MOD 法で成膜した La123 薄膜を長時間酸素アニールすると X 線回折パターンでは La124 相に変化すること<sup>[5]</sup>もわかってきている。このほか、フッ素フリーMOD 法による Y123 薄膜作製において Ag を基板に用いた時のみ Y247 相が再現性良く生成することも確認している。

以上は、RE123 における CuO 二重鎖の生成過程で外部から Cu の供給がない状況での変化であり、この部分の構成元素、空孔を含めて局所構造がかなり柔軟であることを示している。また、意図的に Cu を欠損させた Y<sub>2</sub>Ba<sub>4</sub>Cu<sub>6.5</sub>O<sub>7</sub>なる仕込組成からほぼ Y247 単相の焼結体が得られることも、Cu 欠損が二重鎖構造で許容されることを示唆している。

一方、RE123 単結晶や溶融凝固バルクに対する高エネルギー電子線照射が臨界電流特性の改善に有効であることを報告してきたが、その機構は不明であった。電子線照射を繰り返し過照射となって *J<sub>c</sub>* が低下した Nd123 単結晶の透過電子顕微鏡写真を Fig. 2 に示す。点線で囲った領域において CuO 二重鎖類似の構造が認められる。この局所領域において超伝導が弱まっているとすると電子線照射によるピンニング力の上昇と過照射によって二重鎖構造領域が重なり *J<sub>c</sub>* が低下したことが説明できる。この結果はより一般的な方法で局所的な二重鎖類似層領域が導入、分散できれば、ピンニング力の改善につながることを示唆するものである。

[1] Z. Rupeng *et al.*, *Philosophical Mag.* A **66** (1992) 491.[2] W. Gunther *et al.*, *Solid State Ionics* **84** (1996) 23.

[3] 権藤紳吉ほか、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 20p-C207-6.

[4] T. Motoki *et al.*, *Supercond Sci. Technol.*, in press.[5] T. Koshio *et al.*, 10<sup>th</sup> ACASC-2<sup>nd</sup> Asian ICMC-CSSJ (2020) 7P-06.[6] Y. Setoyama *et al.*, *Physica C* **537** (2017) 5-9.Fig. 1 Crystal structure of RE<sub>2</sub>Ba<sub>4</sub>Cu<sub>7</sub>O<sub>15</sub>.Fig. 2 TEM image of high energy electron irradiated Nd123 single crystal. (35 MeV, 2.3 x 10<sup>18</sup> e/cm<sup>2</sup>)