

2B-17 YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>のZn置換と超伝導特性に関する研究

池部研究室 福井達明

## 序論

高い臨界温度を持つ酸化物超伝導体に及ぼす不純物の効果は超伝導特性の理解のために重要である。今回の研究ではY-Ba-Cu-O酸化物超伝導体に及ぼすZn不純物の影響について調べた。Y-Ba-Cu-O酸化物超伝導体は、導電性が二次元的で、CuとOがつくる面を超伝導電流が流れることが知られている。この面のCuをZnで0%から8%まで置換し、電気的・結晶学的性質を調べた。

## 試料作製条件の確立

本研究ではまず、Y-Ba-Cu-O酸化物超伝導体においてZnを置換しない場合の最も適切な焼結条件の確立から始めた。最初は仮焼・本焼の温度を930℃として、焼結時間は仮焼24時間、本焼30時間で試料作製を行った。本焼は2回行った。尚、仮焼き・本焼きともに酸素ガス中(20cc/min)で行った。次に、2回目の本焼の温度を940℃から990℃まで10℃ずつ増加させて焼結した場合の試料を作製した。これらの試料の電気抵抗率を測定した結果、2回目の本焼の温度を950℃とした試料が最も良かったため、この時点で焼結条件を決定した。仮焼と1回目の本焼は930℃で加熱し、2回目の本焼は950℃で加熱する。焼結時間は仮焼が24時間、本焼は30時間で行い、仮焼・本焼ともに酸素ガス中(20cc/min)で行う。この条件でZn置換の試料を作製した。

## 試料作製

固相法により、Zn置換したY-Ba-Cu-O酸化物超伝導体の作製を試みた。まずY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・BaCO<sub>3</sub>・CuO・ZnOを1/2 : 2 : 3(1-X) : 3Xの割合で混合してYBa<sub>2</sub>(Cu<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>)<sub>3</sub>O<sub>7-y</sub>となるようにする。Znの置換する量によってXが0.02、0.04、0.06、0.08の4種類を作製した。混合した粉末をペレット状に圧縮成形し、電気炉で加熱して仮焼を1回行った。仮焼後の試料は均等にするために乳鉢で粉碎した後、再びペレット状に圧縮成形する。これを再び加熱して本焼を行った。本焼は2回行った。仮焼及び1回目の本焼の温度は930℃で、2回目の本焼きの温度は950℃である。焼結時間は仮焼が24時間、本焼は30時間とし、冷却は15時間で室温まで冷却した。尚、仮焼・本焼ともに酸素ガス中(20cc/min)で行った。

試料の評価

作製した試料の電気抵抗率の測定を行った。測定はペレットから短冊状に試料を切り出し、端子を取り付けた後液体窒素中 (77 K) から室温まで直流四端子法を用いて行った。液体窒素中で零抵抗にならなかった  $X = 0.02, 0.04, 0.06, 0.08$  の4つの試料の臨界温度を SQUID を用いた磁化測定により決定した。X線回折装置を用いて試料の評価を行い、アルキメデス法によって密度の測定を行った。

結果

電気抵抗率の測定から、Znの置換によって抵抗率が増大し、その温度に対する傾きが小さくなっていく傾向がみられた。図1にZn置換した試料の電気抵抗率を示す。SQUIDによる測定からZnの置換量が多くなるにつれて臨界温度が減少するという結果が得られた。図2にZnの置換量と転移温度の関係を示す。X線回折によって試料の測定を行ったところ、Zn置換した試料はすべて斜方晶であることがわかった。また、Znの置換量が多くなるにつれて格子定数  $b$  と  $c$  がわずかに大きくなる傾向がみられた。アルキメデス法による密度の測定では、Znの置換量が多くなるほど、密度が大きくなる傾向がみられた。図3に各試料の測定データを示す。

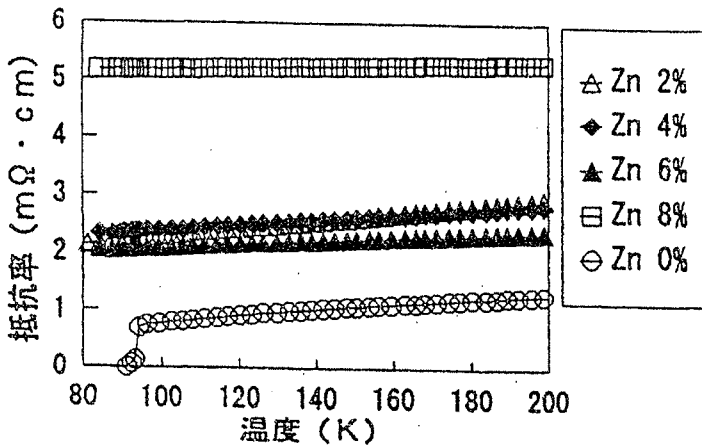


図1 Zn置換した試料の電気抵抗率

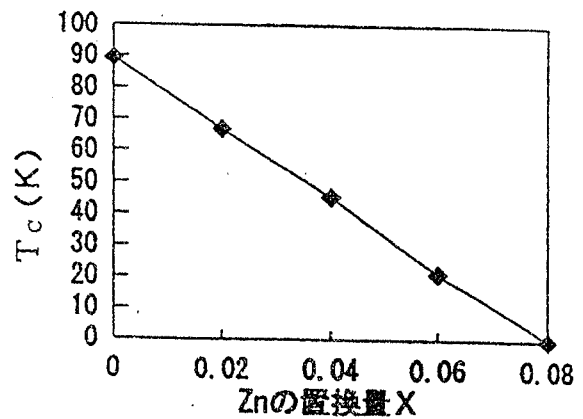


図2 Zn置換した試料の臨界温度

| YBa <sub>2</sub> (Cu <sub>1-x</sub> Zn <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> O <sub>7-y</sub> |       |        |        |        |        |        |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Znの置換量 X  | 0.00  | 0.02   | 0.04   | 0.06   | 0.08   |        |
| 臨界温度 (K)  | 89.2  | 66.8   | 45.2   | 21.0   | ----   |        |
| 格子定数 (Å)  | a     | 3.837  | 3.836  | 3.844  | 3.844  | 3.851  |
|   | b     | 3.890  | 3.902  | 3.907  | 3.914  | 3.918  |
|   | c     | 11.670 | 11.706 | 11.722 | 11.734 | 11.753 |
| 密度 (g/cm <sup>3</sup> )   | 6.109 | 6.246  | 6.508  | 6.753  | 6.866  |        |

図3 Zn置換した試料の測定データ