

Pr₂Ba₄Cu₇O_{15-δ} 超伝導体の圧力下における結晶構造の研究

樋浦泰宏、恩田裕介、石川文洋、福田一紀（新潟大自然研）

○中山敦子、大村彩子（新潟大超域）、山田裕（新潟大理）

松下明行、中野智志（物材機構）、加賀山朋子（阪大極限量子科学研究センター）

Study on crystal structure of superconductor, Pr₂Ba₄Cu₇O_{15-δ}, under high pressure

Y. Hiura, Y. Onda, F. Ishikawa, K. Fukuda, A. Nakayama, A. Ohmura, Yuh Yamada (Niigata Univ.), A.

Matsushita, S. Nakano (NIMS), T. Kagayama (Osaka Univ.)

Pr₂Ba₄Cu₇O_{15-δ} (Pr247) は CuO シングルチェーンを有する PrBa₂Cu₃O₇ (Pr123) ブロックと CuO ダブルチェーンを有する PrBa₂Cu₄O₈ (Pr124) ブロックが交互に積層した構造をとる。Pr247 (δ=0) は半導体であるが、これを 400°C で還元処理した Pr247 (δ=0.47) は約 12K で超伝導を示すことが最近の我々の研究で明らかになった。[1] これは、Y 系銅酸化物超伝導体にみられる CuO₂ 二次元面による超伝導とは異なり、CuO シングルチェーンの酸素が欠損することでキャリア数が増加し、CuO ダブルチェーンによる超伝導が生じていると考えられている。本研究では、Pr247 の伝導機構を解明するため、還元処理していない Pr247 (δ=0) をはじめとする Pr 系銅酸化物: Pr247、Pr123、Pr124、および、これらと同型構造をもち、高温超伝導体としても知られる Y 系銅酸化物: Y₂Ba₄Cu₇O₁₅ (Y247) の結晶構造の圧力依存性を求めた。

Pr247 多結晶は、錯体重合法により作成した前駆体を数回、仮焼して仮焼粉を作成した後、高温高压酸素雰囲気中 (933°C、5atm) で 30 時間かけて本焼して得られる。他の多結晶は固相反応法により作成した。これらを凍結乾燥法により粉末化したものを、X 線回折用試料とした。試料を詰めたダイヤモンドアンビルセルに、圧力媒体の He を室温で 180MPa まで加圧して充填した。角度分散法による高压粉末 X 線回折実験は、KEK、PF、BL-18C でおこなった。直径 100 のコリメーターで絞った 20keV の X 線を室温で 20 分照射し、回折像を得た。

Pr247 は 10GPa 付近で圧力誘起構造相転移を起こすことを発見した。さらに、CuO ダブルチェーン構造を有する Pr124、Y247 (図 1 参照) についても構造相転移が起こることを発見し、一連の銅酸化物の構造相転移は CuO ダブルチェーン構造をもつ Pr124、もしくは、Y124 構造が寄与していることが明らかになった。リートベルト解析の結果、Y247 では相転移直前の 9.9 GPa において Y124 ブロック内の Cu 原子が大きく動き、CuO₂ 面の歪みが大きくなっていることがわかった。Y247 は、より対称性の低い高压相に転移したものと考えられる。

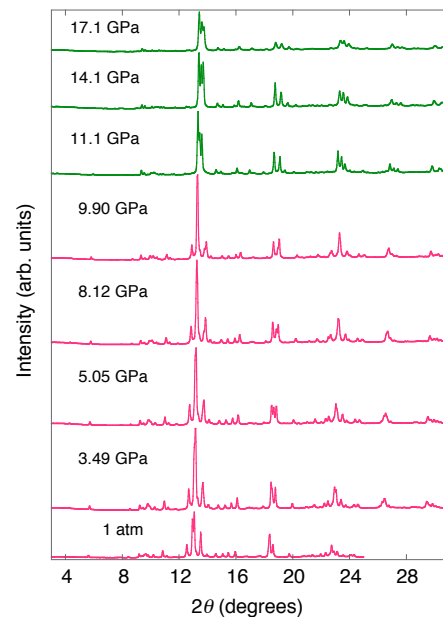


図 1 高压下における Y247 の粉末 X 線回折パターン

[1] Y. Yamada and A. Matsushita, Physica C 426, 213 (2005)