# $Pr_2Ba_4Cu_7O_{15-\delta}$ の超伝導： $CuO_2$ 面が超伝導に寄与しない実験的証拠

## Superconductivity in $Pr_2Ba_4Cu_7O_{15-\delta}$: Cu Nuclear-Spin Evidence of No Contribution of $CuO_2$ Planes to Superconductivity

阪大院基 [1]，琉球大理 [2]，新潟大工 [3]，AMED 先端計測 [4], 青学大理工 [5]
(D2)西岡颯太郎 [1], (B)中川俊作 [1]，八島光晴 [1]，椋田秀和 [1]，與儀護 [2]，
池田 宏輔 [3]，(P)Dwi Prananto[3,4]，°佐々木進 [3,4]，下山 淳一 [5]
Sotaro Nishioka[1], Shunsaku Nakagawa[1], Mitsuharu Yashima[1], Hidekazu Mukuda[1], Mamoru Yogi[2],
Kosuke Ikeda[3], Dwi Prananto[3,4], °Susumu Sasaki[3,4], Jun-ichi Shimoyama[5]
(1. Osaka Univ., 2. Ryukyu Univ., 3. Niigata Univ., 4. AMED, 5. Aoyama Univ.)
E-mail: susumu@eng.niigata-u.ac.jp

【背景】$PrBa_2Cu_3O_7$ (以下，「Pr123」)と $PrBa_2Ba_4O_8$（以下，「Pr124」）のバイブリッド構造を有する $Pr_2Ba_4Cu_7O_{15-\delta}$（以下，「Pr247」=「Pr123」+「Pr124」）は，他のすべての銅酸化物とは異なり，超伝導を誘起するのは $CuO_2$ 平面構造ではなく $Cu_2O_2$ 鎖構造であることが強く示唆されている[1,2]。これまで我々は，高圧酸素処理の過程を経ずに Pr247 を超伝導化することに成功し，良質な超伝導 Pr247 試料を再現性よく合成できることを報告した[3]。

一方，核磁気共鳴法(Nuclear Magnetic Resonance, NMR)は，物質内部の微視的な情報を得ることができるため，超伝導の標準理論である BCS 理論に実験的に証拠を与える[4]など，様々な新規の物性の解明に寄与している。我々は，この利点を活かし，自作改良型 NMR 装置を用いて「Pr247 の超伝導は平面構造ではなく，鎖構造によって発現している」ことを明らかかする。具体的には，次の２点を示すことに帰着される。

「必要条件」: $CuO_2$ 面は超伝導発現に寄与していないこと

「十分条件」: 鎖構造が超伝導状態にあること

【実験結果】今回，高圧酸素処理を経ずに得られた良質の Pr247 に対して[3]，自作改良型の NMR 装置を用いて，「必要条件」を示すことに成功した。具体的には，「**室温**で観測に成功した**平面**構造中の Cu 核スピンからの信号[5]の「全て」が，バルク $T_c$ 以下の**低温**において**絶縁状態**にあること」が明らかとなった。ここで注意すべきは，低温で観測された 30.1MHz 付近にある Cu 核スピンからの信号は，平面構造中の Cu ではなく，酸素が欠損した single chain 中の Cu からの信号である[6]という点である。これは「Pr247 に超伝導を発現させるには，single chain から酸素を欠損させる必要がある」ことの傍証でもある。

[1] M. Matsukawa *et al*., *Physica* **C411** (2004) 101.
[2]渡辺信嗣，新潟大学博士後期課程 2006 年学位論文。
[3]辻岳ら，第 76 回秋季 応物学会（名古屋国際会議場）, **13p-4A-4** (2015).
[4] L. C. Hebel & C. P. Slichter, *Phys. Rev*. **113** (1959) 1504.
[5]池田宏輔ら，第 63 回春季 応物学会（東工大 大岡山キャンパス），**20p-W833-3** (2016).
[6] H. Yasuoka *et al*., *Phase Transitions* **15** (1989) 183-199.

© 2021年 応用物理学会