

Ca ドープされた銅酸化物超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ に対する一軸性圧縮効果九工大院生命体工学¹, 九工大院工², 物材機構³ ○後藤弘樹¹, 美藤正樹², 松井英明²,出口博之², 内藤正路¹, 松本要², 原裕³, 竹屋浩幸³, 高野義彦³Grad. Sch. of Life and System Eng., Kyushu Inst. of Tech.¹, Fac. of Eng., Kyushu Inst. of Tech.², NIMS³○H. Goto¹, M. Mito², H. Matsui², H. Deguchi², M. Naito¹, K. Matsumoto²,H. Hara³, H. Takeya³, Y. Takano³

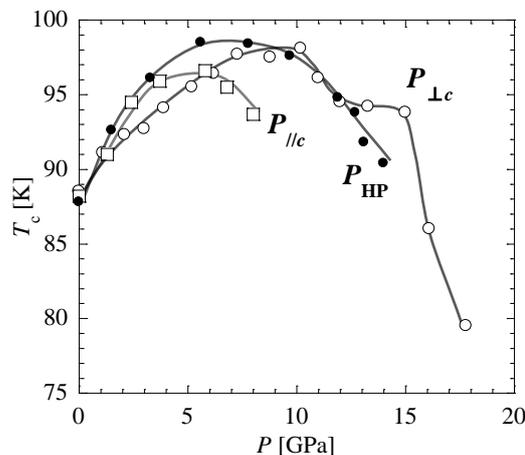
E-mail: n963023h@edu.life.kyutech.ac.jp

銅酸化物超伝導体の超伝導転移温度 T_c は、 CuO_2 面上のキャリア密度や、頂点酸素の位置(Cu 周辺の構造対称性)によって左右される。圧力下では上記要素が変化し、一般に大きな T_c の変化が起こる。圧力実験は、静水圧力、一軸性応力、一軸性圧縮の 3 種類に分類される。これまで報告されている銅酸化物超伝導体圧力実験のほとんどは、静水圧力実験に属するものである。一方、単結晶試料を用い、ポアソン効果を許容する一軸性応力実験は、結晶が破損する問題から応力範囲を限定されるため、報告例は少ない。また応力範囲の拡大の面から、単結晶試料をエポキシ樹脂等で固めポアソン効果を極力排除する一軸性圧縮実験もあるが報告例は少ない。

我々は、過去にマイスナー信号が比較的大きい $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ (Y-124) に対して一軸性圧縮実験を行った。 c 軸に対して垂直に圧縮したのとき($P_{\perp c}$)は初期圧力に対する T_c の上昇率は $dT_c/dP_{\perp c} = 6.6$ K/GPa、 c 軸に対して平行に圧縮したのとき($P_{\parallel c}$)は $dT_c/dP_{\parallel c} = 5.4$ K/GPa、静水圧力のとき(P_{HP})は $dT_c/dP_{\text{HP}} = 5.5$ K/GPa であり、 $P_{\perp c}$ のときに最大の上昇率を示した^[1]。 P_{HP} では 16 GPa までマイスナー信号を観測したが、 $P_{\parallel c}$ 及び $P_{\perp c}$ では 10 GPa 付近でマイスナー信号が観測されなくなった。このように応力印加の形態を変えることで、超伝導状態が安定的に存在する領域が劇的に変化することを観測した^[2]。

本研究では、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ (Y-124) に Ca を 2% ドープし、ノンドープ試料より最適なドープ量に近づけた試料(Ca-doped Y-124 (2%))に対して同様の実験を行った。圧力発生装置はダイヤモンドアンビルセルを用い、交流磁化率測定によりマイスナー信号を観測し T_c を決定した。

図 1 に Ca-doped Y-124 (2%) に対する静水圧力時 (P_{HP}) と一軸性圧縮時 ($P_{\perp c}$, $P_{\parallel c}$) における T_c の圧力依存性を示す。マイスナー信号を観測できた圧力領域は、 $P_{\perp c}$ の時は 19 GPa まで、 $P_{\parallel c}$ の時は 9 GPa まで、 P_{HP} の時は 15 GPa までであった。これらの結果は、Y-124 の超伝導安定度の圧縮スタイル依存性とは大きな違いを示し、 CuO_2 面の積層方向に圧縮させたときに超伝導状態が一番不安定になることを示唆する。

図 1. Ca-doped Y-124(2%) の T_c の圧力依存性[1] M. Mito *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81** 113709 (2012).[2] M. Mito *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **83** 023705 (2014).