

ニッケル系超伝導体候補物質 $\text{Sr}_2\text{NiO}_2\text{Cl}_2$ の高圧合成と電気抵抗測定

High pressure synthesis and resistance measurement of $\text{Sr}_2\text{NiO}_2\text{Cl}_2$

物材機構¹, 筑波大院², [○](M1)岡 駿佑^{1,2}, (D)山根 和樹^{1,2}, (M1)永田 響^{1,2}, (M2)植木 祐太^{1,2}

桜井 裕也¹, 松本 凌¹, 寺嶋 健成¹, 高野 義彦^{1,2}

NIMS¹, Univ. of Tsukuba², [○]Shunsuke Oka^{1,2}, Kazuki Yamane^{1,2}, Hibiki Nagata^{1,2}, Yuta Ueki^{1,2},

Hiroya Sakurai¹, Ryo Matsumoto¹, Kensei Terashima¹, Yoshihiko Takano^{1,2}

E-mail: OKA.Shunsuke@nims.go.jp

2023年に報告されたニッケル系超伝導体 $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$ は超伝導転移温度 $T_c=80\text{ K}$ ^[1]であり、銅酸化物系、水素化物系に続く、液体窒素の温度を上回る T_c を持つ高温超伝導体である。加えて、ニッケル系超伝導体は銅酸化物系の CuO_2 面に相当する NiO_2 面を持つことから注目を集めており、 NiO_2 面を持つ物質の超伝導探求が進んでいる。同年2023年には、我々が類似層状構造を持つ $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}$ の超伝導を発見した^[2]。これら $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$ と $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}$ は、それぞれ2層および3層に積層した NiO_2 面を持つ。一方、1層の NiO_2 面を持つ $\text{Sr}_2\text{NiO}_2\text{Cl}_2$ (Fig. 1)でも、高圧下での超伝導発現が予測されている^[3]。我々は本物質を実験的に合成し、高圧下で電気抵抗測定を行い超伝導の有無を調べた。

キュービックアンビル高圧装置を用いて、3 GPa の高圧下で高温高圧合成を行った。単相試料を得るために、合成温度を 900~1400 °C まで変化させて最適な条件を探索した。得られた試料を、電極を微細加工したダイヤモンドアンビルセル(DAC)高圧装置^[4]に封入することで、高圧下電気抵抗測定を行った。

合成試料の粉末X線回折(XRD)パターンを Fig. 2 に示す。目的相である $\text{Sr}_2\text{NiO}_2\text{Cl}_2$ のシミュレーションとの比較から、1000 °C で最も単相に近い試料を得た。二端子法による電気抵抗測定より $\text{Sr}_2\text{NiO}_2\text{Cl}_2$ は常圧で少なくとも 100 M Ω 以上の絶縁体であることが分かった。超伝導化を期待して圧力を印加すると、電気抵抗は減少傾向を示した(Fig. 3)。先行研究の磁化測定によると、ニッケルは高スピン状態である一方^[5]、超伝導を予測した理論研究では低スピン状態を前提としている^[5]。圧力印加により低スピン状態への転移が期待されるため、今後は更なる高圧力下での測定と、元素置換による電荷量の最適化を目指す。

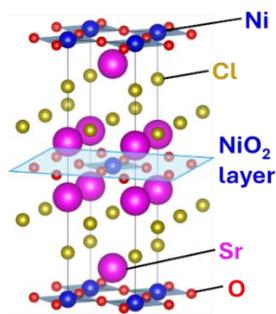


Fig.1 Crystal structure of $\text{Sr}_2\text{NiO}_2\text{Cl}_2$

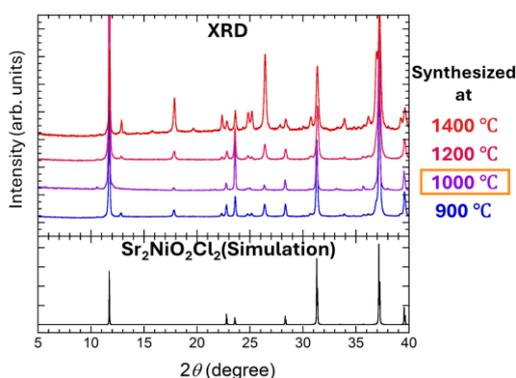


Fig.2 XRD results of synthesized samples and simulated pattern of target phase

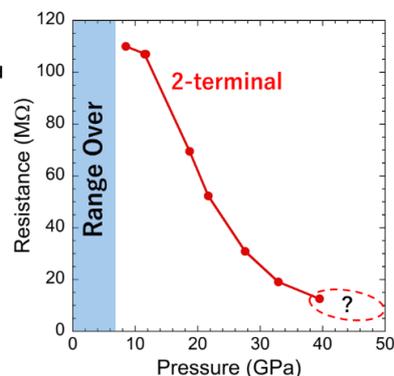


Fig.3 Pressure-dependent electrical resistance of $\text{Sr}_2\text{NiO}_2\text{Cl}_2$ at room temperature

[1] H. Sun, *et al.* Nature **621**, 493–498 (2023).

[2] H. Nagata, *et al.* J. Phys. Soc. Jpn. **93**, 095003 (2024).

[3] N. Kitamine, *et al.* arXiv:2308.12750. (2023).

[4] R. Matsumoto, *et al.* Rev. Sci. Instrum. **87**, 076103 (2016).

[5] R. Smyth, *et al.* Solid State Sciences. **144**, 107293 (2023).