

(Ca,RE)-Fe-As 系新規層状化合物の合成と超伝導特性

Synthesis and superconducting properties of a new layered (Ca,RE)-Fe-As compound

東大院工¹ 産総研² ○焼田裕之¹, 荻野拓¹, 岡田朋之¹, シブジーシン¹, アルベルトサラ¹,
山本明保¹, 岸尾光二¹, 藤平哲也¹, 幾原雄一¹, 藤久裕司², 後藤義人², 永崎洋², 下山淳一¹Univ. of Tokyo¹, AIST² ○Hiroyuki Yakita¹, Hiraku Ogino¹, Tomoyuki Okada¹, Shiv Jee Singh¹,Alberto Sala¹, Akiyasu Yamamoto¹, Kohji Kishio¹, Tohei Tetsuya¹, Yuichi Ikuhara¹,Hiroshi Hujihisa², Yoshito Gotoh², Hiroshi Eisaki², Jun-ichi Shimoyama¹

E-mail: 8757570603@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

【緒言】2011 年に CaFe_2As_2 の Ca サイトに対して RE (= La~Nd) を部分置換した単結晶試料において $T_{\text{c(onset)}} > 40 \text{ K}$ の超伝導の発現が報告された^[1]が、超伝導体積分率や臨界電流密度が低いなど、40 K 級のバルク超伝導を示唆する決定的な事実はない。そこで、我々は不純物相に由来した超伝導発現の可能性も考慮し、様々な仕込組成から焼結体試料を合成し、40 K 超の超伝導相の解明を目指している。最近、Fe-poor な仕込組成から作製した試料が、これまで報告されていない相を主相として含むことを見出し、Fig.1 に示した HAADF-STEM 像から明らかなように、この相が逆蛍石型 FeAs 層を含む層状構造から成ることを確認した^[2]。また、この未知相を含む焼結体試料のみが $T_{\text{c}} \sim 20 \text{ K}$ の超伝導を発現し、水中での保存により $T_{\text{c}} \sim 40 \text{ K}$ の超伝導が誘起されることを報告したが、未知相の構造、化学組成は決定できていなかった。以上の背景のもと、本研究では未知相の構造、組成の解明やその超伝導特性の改善を目的とした実験を行っている。

【実験】(Ca,Pr)-Fe-As 焼結体試料は固相反応法により合成した。Ar 雰囲気中で原料粉末を秤量、混合、ペレット成型後、石英管内に真空封入し焼成した。得られた試料に対し、構成相や格子定数は粉末 X 線回折測定、微細組織は SEM、TEM による観察、局所化学組成は EDX 分析、超伝導特性は SQUID 磁束計による磁化測定と交流 4 端子法による抵抗率測定を行い評価した。

【結果と考察】未知相のみを含む試料の合成を目指し、これまでより Fe-poor あるいは As-rich な仕込組成から試料作製を試みた。仕込組成を $\text{Ca}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{Fe}_{1.0}\text{As}_{1.5}$, $\text{Ca}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{Fe}_{1.5}\text{As}_{2.0}$ とし 1000°C で 24 h 焼成した試料は未知相と Ca122, FeAs 相との混相であったのに対し、 $\text{Ca}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{Fe}_{1.0}\text{As}_{2.0}$, $\text{Ca}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{Fe}_{1.5}\text{As}_{2.5}$ など仕込組成の As を増やすことにより、Ca122 相を含まない未知相、FeAs、FeAs₂ の混相試料が得られることがわかった。これら未知相を含む全ての試料は磁化測定において $T_{\text{c}} \sim 20 \text{ K}$ の超伝導を示したが、未知相の割合が高い仕込組成 $\text{Ca}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{Fe}_{1.5}\text{As}_{2.0}$ の試料を除いて超伝導体積分率は低かった。また、(Ca,La)-Fe-As 焼結体においても (Ca,Pr)-Fe-As と同様に新規の層状化合物が生成することがわかった。

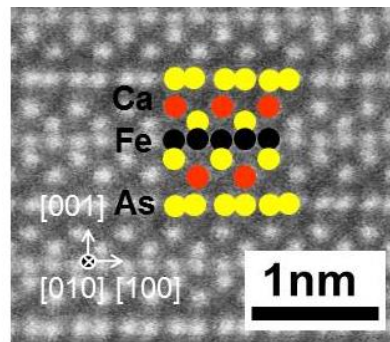


Fig. 1 HAADF-STEM image of a new (Ca,Pr)-Fe-As phase.

【参考文献】[1] S. R. Saha *et al.*, *Phys. Rev. B* **85** (2012) 024525 [2] 焼田他、2013 年 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 27-G3-8