

## CaFeAsH から非希土類の鉄系超伝導体で最高の $T_c$ (47K)

2008 年に  $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$  が 26 K の超伝導転移温度( $T_c$ )を示すことが見出されて以来、FeAs 層を含むいろいろな化合物が超伝導を示すことが報告されている。1111 型化合物と呼ばれる、 $\text{LnFeAsO}$  ( $\text{Ln}$ -1111,  $\text{Ln}$  = ランタノイド)と  $\text{DvFeAsF}$  ( $\text{Dv}$ -1111,  $\text{Dv}$  = Ca, Sr, Eu) は伝導層である FeAs 層とブロック層である  $\text{LnO}$ ,  $\text{DvF}$  層が積層した構造をもつ。母相は何れも反強磁性金属であり、元素置換により伝導層にキャリアをドーピングすることで超伝導が発現する。キャリアドーピングの方法としては、伝導層の構成元素 (Fe) を置換する直接ドーピングとブロック層構成元素を置換する間接ドーピングが知られている。 $\text{Ln}$ -1111 への間接電子ドーピングで鉄系超伝導体最高の  $T_c = 55$  K が実現されているため、 $\text{Dv}$ -1111 への間接電子ドーピングにも高い  $T_c$  が期待される。しかし、 $\text{Dv}$ -1111 では間接電子ドーピングに有効なドーパントはこれまで見つかっていなかった。

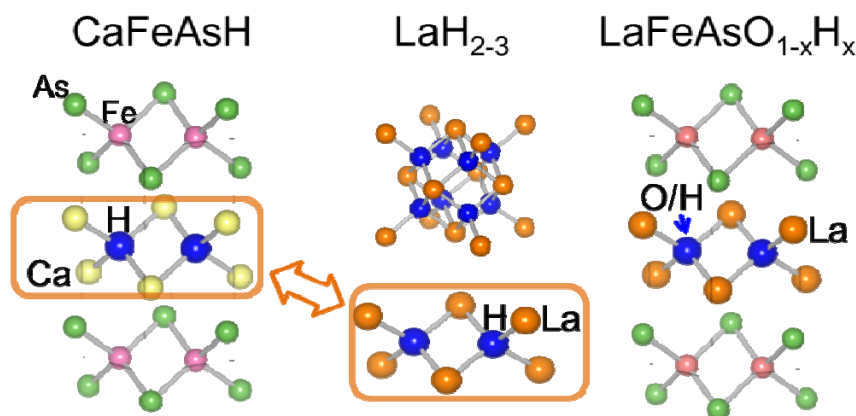


図 1 左から  $\text{CaFeAsH}$ ,  $\text{LaH}_{2-3}$ ,  $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$  の結晶構造。

これに対し、東京工業大学の研究グループは、新たに  $\text{Dv}$ -1111 の F を H で全置換した新物質  $\text{CaFeAsH}$  を合成し(図 1 左)、それに  $\text{Ln}$  を用いた間接電子ドーピングを試みた。これは、同グループが 1111 型化合物での  $\text{Ln}$  と H の高い親和性と 水素化ランタノイド( $\text{LnH}_{2-3}$ )が 1111 型化合物のブロック層と酷似した蛍石型の結晶構造をもつこと(図 1 中央)に着目し、 $\text{Ln}$ -1111 の  $\text{O}^{2-}$  サイトを H で置換することで(図 1 右)、従来の F を用いる場合よりも 3 ~ 5 倍の電子のドーピングが可能となることを見いだした事実に基づいたものである。その結果、間接電子ドーピング  $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{FeAsH}$  の合成に成功し、 $\text{LnFeAsO}$  の  $T_c$  に匹敵する 47K でバルク超伝導を示すことを見出した。これは非希土類系の鉄系超伝導体では最も高い  $T_c$  である。この成果は、日本物理学会が発行する英文誌 *Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ)* の 2014 年 3 月号に掲載された。

$\text{LnFeAsO}$  ではブロック層の  $\text{Ln}$  の種類を変えることにより、 $T_c$  が大幅に変化する。同様に、 $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{FeAsH}$  でも Ca を他のアルカリ土類金属元素に変えることで、さらなる  $T_c$  の上昇が期待される。また、 $\text{CaFeAsH}$  は、同じ 1111 型化合物である  $\text{LnFeAsO}$  や  $\text{CaFeAsF}$  とは異なり、三次元的な電子構造を有していることが第一原理計算から示唆されており (Y. Muraba *et al.* *Phys. Rev. B*, 89, 094501 (2014).)、これらの 1111 型化合物よりも電気的な異方性が小さいと予想される。 $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{FeAsH}$  は高い  $T_c$  と低い異方性を持ち合わせていることから、今後、超伝導線材への応用などが期待される。

## 原論文

[La-Substituted CaFeAsH Superconductor with  \$T\_c = 47\$  K](#)

[Yoshinori Muraba, Satoru Matsuishi, and Hideo Hosono, J. Phys. Soc. Jpn. 83, 033705 \(2014\)](#)

問合せ先：村場 善行 (東京工業大学 フロンティア研究機構)

松石 聡 (東京工業大学 元素戦略研究センター)

細野 秀雄 (東京工業大学 フロンティア研究機構)