

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

読者の広場

Q&A

Q : 鉄系超電導にアンモニアを挟むことで新しい現象が出た、と新聞で見ましたが、鉄系の臨界温度がどんどん上がっていくのでしょうか? 見通しは如何でしょうか?

A : FeSe は $T_c = 8$ K を示す最も単純な構造を持つ鉄系超電導体の一種です。鉄系の特徴である FeSe 層からできる物質であり、層間に K (他に Rb, Cs, Tl) を入れた物質 ($K_2Fe_4Se_5$) が $T_c = 30$ K を持つ超電導体となることが 2010 年に中国のグループから報告されました。一方 Na より小さな陽イオンでは層間反発により通常の高圧焼成法では合成できませんでした。これに対し同グループはアンモノサーマル法により Na、Li やアルカリ土類金属、希土類金属を層間に入れることに成功し、30-46 K の T_c (最高は組成 $Na_{0.61}Fe_2Se_{1.9}$) を報告していますが、残留アンモニアに対する考察がなく、構造評価も不完全でした。

今回の私どもの発表では、精密に制御したアンモノサーマル法を用いて、Na と NH₃ を層間にインターカレートし、その組成、構造を報告しました。具体的には T_c の異なる 3 つの超伝導物質を合成し、その化学組成と結晶構造を決定しました。

$Na_{0.65}Fe_{1.93}Se_2$ は $T_c = 37$ K の物質 (Phase I) で、FeSe の層間に Na イオンだけが挿入され NH₃ が完全に除去されたものです。また、Na イオンと一緒に NH₃ 分子が層間に挿入された物質も合成し、NH₃ 量が少ない物質 (Phase II) で $T_c = 45$ K、多い物質 (Phase III) で $T_c = 42$ K で超伝導が出現しました。今回、合成された 3 つの超伝導物質は、Fe 層間の距離が 6.83 Å (Phase I), 8.71 Å (Phase II), 11.07 Å (Phase III) であるのに対し、 T_c は 37, 45, 42 K と単調には増大せず、 T_c が層間距離とともに増大する銅酸化物超伝導体とは異なる挙動を示しました。

鉄カルコゲナイド系の最近の研究では、高圧をかけると $T_c > 40$ K まで増大することや、SrTiO₃ : Nb 基板上に FeSe を 1 分子層だけをエピタキシャル成長させた試料では、100 K 付近でゼロ抵抗が報告されるなど著しい進展を見せています。鉄ニクタイト系とは超伝導の発現機構が異なることも考えられ、予断を許さない展開になりつつあります。

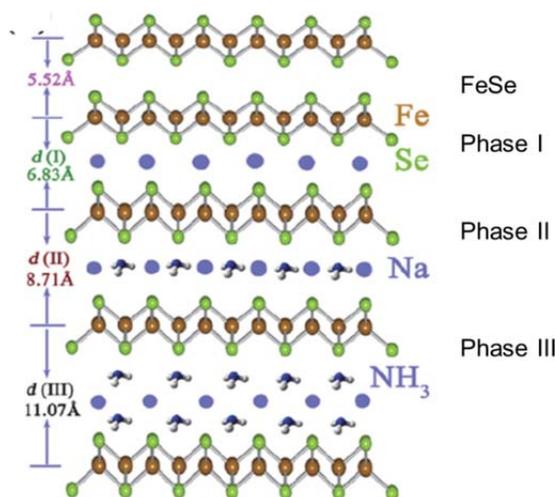
またアンモノサーマル法による試料合成は、低温のソフトプロセスであることから、非平衡相の合成に適しており、さらなる新超伝導物質の発見が期待できます。

参考 :

Jiangang Guo, Hechang Lei, Fumitaka Hayashi and Hideo Hosono, "Superconductivity and phase instability of NH₃-free Na-intercalated FeSe_{1-z}S_z", Nature Communications, 5, 4756 (2014).

DOI : [1038/ncomms5756](https://doi.org/10.1038/ncomms5756)

回答者 : 東京工業大学フロンティア研究機構 教授 細野秀雄 様、
元素戦略研究センター 特任教授 藤津 悟 様



FeSe への Na-NH₃ インターカレーションによる層間の状態