

p, f 電子系トポロジカル超伝導の探索

村中 隆弘 / 電気通信大学 情報理工学研究科 先進理工学専攻 准教授



むらなか・たかひろ

本公募研究では、 p 電子或いは f 電子が主な役割を果たす系において、空間反転対称性の破れた結晶構造を有する新超伝導体の開発を目的としている。本公募研究期間中に目的とする超伝導体の発見には至らなかったが、これまでに発見した3つの系の超伝導物質について報告する。

① 擬2元系 AlB_2 型化合物

$AESi_2$ (AE: Ca, Sr, Ba) で表される物質群は、Si サイトへの遷移金属置換により AlB_2 型構造を示す。Cu 置換系 $Ba(Cu_xSi_{2-x})$ は $0.2 \leq x \leq 0.8$ において AlB_2 型構造を形成し、 $x=0.3$ において最大 $T_c=3K$ となることを発見した [1]。また、Cu 置換濃度の上昇に伴って T_c は減少する。この系は Si サイトへ Cu がランダムに置換された AlB_2 型構造であるが、ある置換濃度では SrPtAs ($T_c=2.4K$, KZnAs 型構造 SG: $P6_3/mmc$) に見られるような、Cu と Si が蜂の巣型格子を規則的に占有しローカルに空間反転対称性を破る可能性も考えられる。

② MAX 化合物

MAX 相と呼ばれる物質群は $M_{n+1}AX_n$ ($n=1\sim 3$) (M: 遷移金属, A: Al, In, Sn 等, X: C, N) の組成式で表され、 $n=1$ の場合、 M_6X ブロックと A 層が積層した Cr_2AlC 型構造 (SG: $P6_3/mmc$) をとる。この系では Nb_2InC ($T_c=7.5K$) などいくつかの超伝導物質が報告されているが、M サイトへ遷移金属元素が置換された超伝導体は報告されていない。特に、M サイトへの Y や Lu 置換は理論計算から否定されていたが、我々は Lu_2SnC の合成に成功し $T_c=5.2K$ で超伝導転移を示すことを明らかにした [2]。バンド計算からは、 E_F 近傍の状態密度の関係から Lu d 電子が重要な役割を担っていると考えられる。

③ Ga クラスター化合物

空間反転対称性の破れた Co_2Ga_9 型構造 (SG: Pc) をはじめとする2元系 TM-Ga 化合物は遷移金属を内包した Ga クラスター構造を持ち、その中でも8つの Ga 元素の共有結合によって形成される anti-prism 型構造が、その構造安定性に重要な役割を担っている。この特徴を有する $PaGa_5$ 型構造 (SG: $I4/mcm$) の化合物に着目したところ、 $NiGa_5$ ($T_c=3.5K$), $PdGa_5$ ($T_c=2.3K$) を発見した。バンド計算からは、 E_F 近傍の状態密度の関係から Ga の anti-prism 型構造が重要な役割を担っており、さらに、両物質における T_c の違いは内包される遷移金属元素の状態密度の違いによって生じていると考えられる。

参考文献

- [1] K. Inoue *et al.*, Physics Procedia 27, 52-55 (2012).
 [2] S. Kuchida *et al.*, proceedings in ISS2012.

富山県出身。2003年青山学院大学理工学研究科修了 博士(理学)。2003年4月から青山学院大学理工学部 PD、助手、助教を経て、2012年4月より現職。2012年4月より現職。

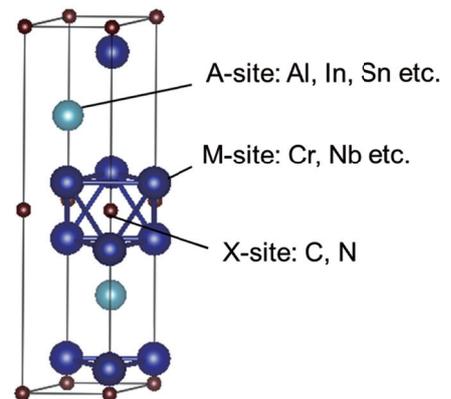


図1: Cr_2AlC 型構造

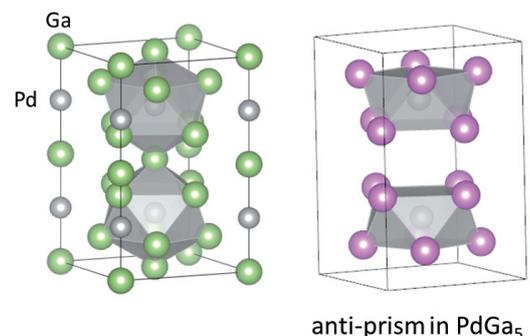


図2: $PaGa_5$ 型構造