

世界一複雑な原子配列を持つ高温超伝導体

岡山大学大学院自然科学研究科の研究グループは、名古屋大学大学院工学研究科と東京大学大学院新領域創成科学研究科の研究グループと共同で、化学式 $\text{Ca}(\text{Pt}_4\text{As}_8)(\text{Fe}_{2-x}\text{Pt}_x\text{As}_2)_5$ で表される新しい鉄白金系高温超伝導体を発見した。超伝導転移温度は絶対温度 38 ケルビン（摂氏マイナス 235 度）で、いわゆる鉄系超伝導体の物質群の中では 3 番目に高いものである。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 2011 年 9 月号に掲載された。

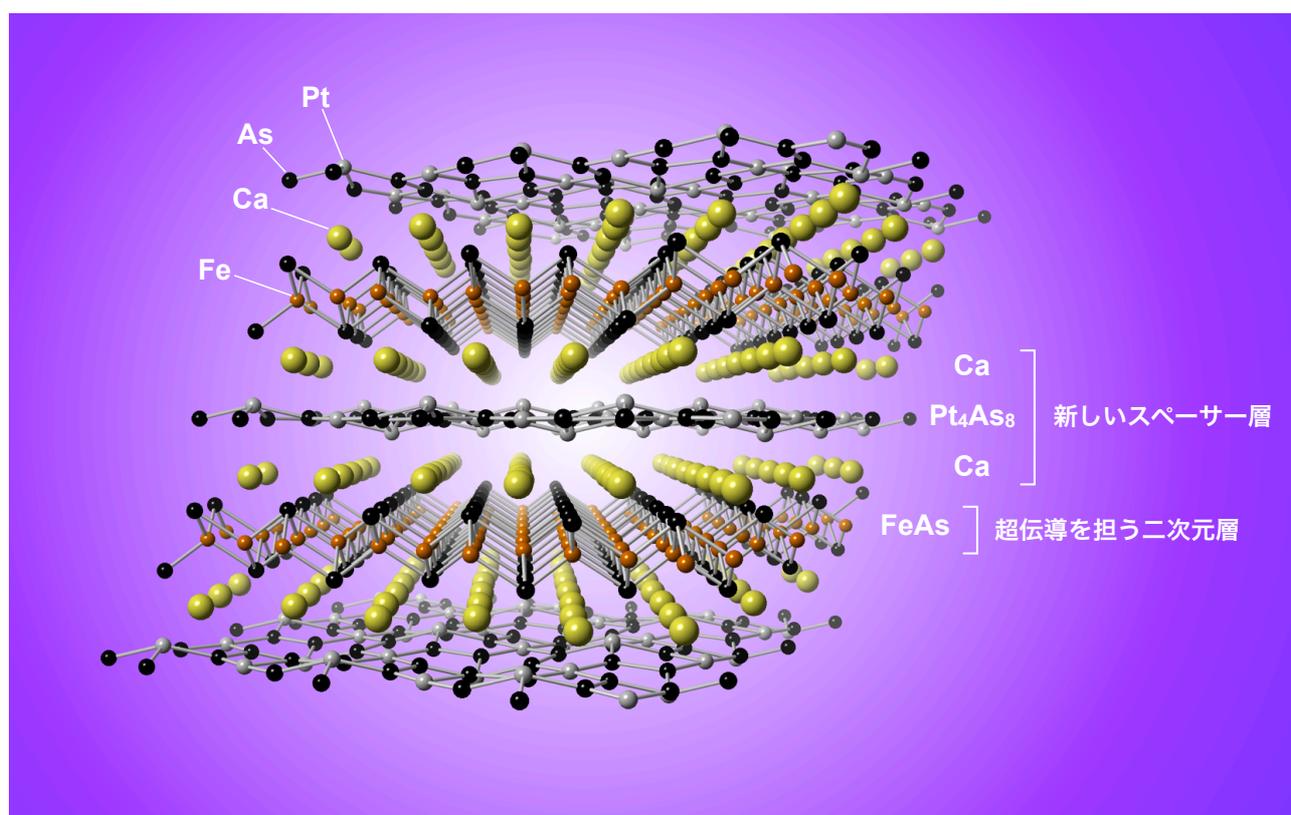


図 1. 鉄白金系超伝導体 $\text{Ca}(\text{Pt}_4\text{As}_8)(\text{Fe}_{2-x}\text{Pt}_x\text{As}_2)_5$ の原子配列.

2008 年の、東京工業大学の細野らによる超伝導転移温度 26 ケルビン（摂氏マイナス 247 度）を示す鉄オキシニクタイト $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の発見を契機に、様々な鉄系超伝導体が開発された。その筆頭が 1111 型と呼ばれる物質群で、現在までに、 GdFeAsO において最高の超伝導転移温度、絶対温度 56 ケルビン（摂氏マイナス 217 度）が実現されている。それに続くのが、絶対温度 47 ケルビン（摂氏マイナス 226 度）で超伝導を示す $\text{Ca}_4(\text{Mg},\text{Ti})_3\text{O}_8\text{Fe}_2\text{As}_2$ などの物質群（43822 型）、第 3 が、絶対温度 38 ケルビン（摂氏マイナス 235 度）で超伝導を示す $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ などの物質群（122 型）である。今回発見された $\text{Ca}(\text{Pt}_4\text{As}_8)(\text{Fe}_{2-x}\text{Pt}_x\text{As}_2)_5$ の超伝導転移温度は、この第 3 の物質群に比肩するもので、鉄系超伝導体のなかで 3 位タイの記録と言える。

これらの鉄系超伝導体は、共通して、超伝導を担う鉄ヒ素（FeAs）二次元層を持つ。その鉄ヒ素層とスペーサーと呼ばれる層間物質 ～ 1111 型や 43822 型では酸化物層、122 型ではアルカリ土類

金属・アルカリ金属層 ～ が交互に積層した原子配列をとる。このスペーサー層の化学組成と原子配置を最適化することで、超伝導転移温度のさらなる上昇が可能であると考えられていた。今回発見された鉄白金系高温超伝導体は、図 1 に示すように、白金ヒ素 (Pt_4As_8) 層とカルシウム(Ca)からなる、これまでにない新しいスペーサー層を有している。このため、原子配列の繰り返しの単位となる単位胞に 21 個もの原子が含まれることになった。このような複雑な原子配置の決定は、大型放射光施設 SPring-8 における放射光 X 線回折実験と、超高分解能電子顕微鏡による原子の直接観察の組み合わせによって初めて可能となった。結晶は三斜晶系であり、既存の超伝導体の中で最も対称性が低く、最も複雑な原子配置をもつ高温超伝導体と言える。

実用化には、安価な液体窒素で超伝導体を冷却できるよう、絶対温度 77 ケルビン（摂氏マイナス 196 度）以上の超伝導転移温度を実現する必要がある。今回発見された新しいスペーサー層を利用し、白金(Pt)量の調整や白金以外の元素を導入することで、より高い超伝導転移温度が実現できるかもしれない。

論文掲載誌 J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) No.9, p. 093704

電子版 <http://jpsj.ipap.jp/link?JPSJ/80/093704> (8 月 17 日公開済)

<情報提供：野原 実（岡山大学大学院自然科学研究科）

工藤 一貴（岡山大学大学院自然科学研究科）>