

## 鉄系超伝導体において新たな量子液晶状態

東京大学、産業技術総合研究所、ドイツカールスルーエ工科大学およびアメリカミネソタ大学の共同研究グループは、鉄系超伝導体において新たな量子液晶状態が実現できることを見出しました。この新しい量子液晶状態は、電子の応答の方向をどの方向にも揃えることが可能であり、新たな量子技術の開拓につながることで期待されます。

研究グループは、鉄系高温超伝導体である  $Ba_{1-x}Rb_xFe_2As_2$  という物質で、電子の集団が結晶格子の向きに関係なく、どの向きにも揃うことができる新しい量子液晶状態が実現可能であることを発見しました。 $BaFe_2As_2$  ( $x=0$ ) では低温で量子液晶状態を示すことが以前から知られており、その向きは隣接する2つのFe原子を結ぶ方向です。これは試料を伸び縮みさせた際に電気抵抗がどのくらい変化するかを測定することによって調べることができます。

$BaFe_2As_2$  の結晶構造の場合、量子液晶状態で考えられる向きは隣接する2つのFe原子を結ぶ方向 (Fe-Fe 方向) か、それと45度異なるFe原子とAs原子を結ぶ方向 (Fe-As 方向) の2つ可能性があります (図1)。量子液晶状態の向きの方向に試料を伸び縮みさせると、電子の集団がその方向に配向しようとしているために電気抵抗が大きく変化します。 $BaFe_2As_2$  は Fe-Fe 方向に伸び縮みさせた方が Fe-As 方向の場合よりも電気抵抗が大きく変化するのに対し、今回の研究で  $RbFe_2As_2$  ( $x=1$ ) においてはその逆で、Fe-As 方向の方が大きいことがわかりました。これは  $RbFe_2As_2$  においては量子液晶状態の向きが  $BaFe_2As_2$  と45度異なり、Fe-As 方向であることが新たにわかりました。

研究グループは、 $BaFe_2As_2$  のBaをRbに一部置換することにより量子液晶状態の向きが変わることに注目し、それらの混晶系である  $Ba_{1-x}Rb_xFe_2As_2$  を新しく合成して向きの変化を詳しく調べました。その結果、あるBaとRbの比でできた試料ではFe-Fe方向とFe-As方向のどちらの向きにも揃いやすくなっていることから、これは面内のどの方向にも向きが揃おうとする一般的な液晶に非常に似た量子液晶状態であることがわかりました。

今回の結果は、これまで報告されていた量子液晶状態よりもさらに一般的な液晶に似た新しいタイプの量子液晶状態を実現することが可能であることを示すものです。量子液晶状態では、外場により電子状態そのものを変化させることができるため高速かつ巨大な応答が期待されますが、この新しい量子液晶状態はその向きを自由に制御できるため、これを用いて物質中の素励起の流れ (量子波あるいは量子流) の制御が可能になれば、量子情報の伝達方向制御など、新しい量子技術の開拓へつながることが期待されます。

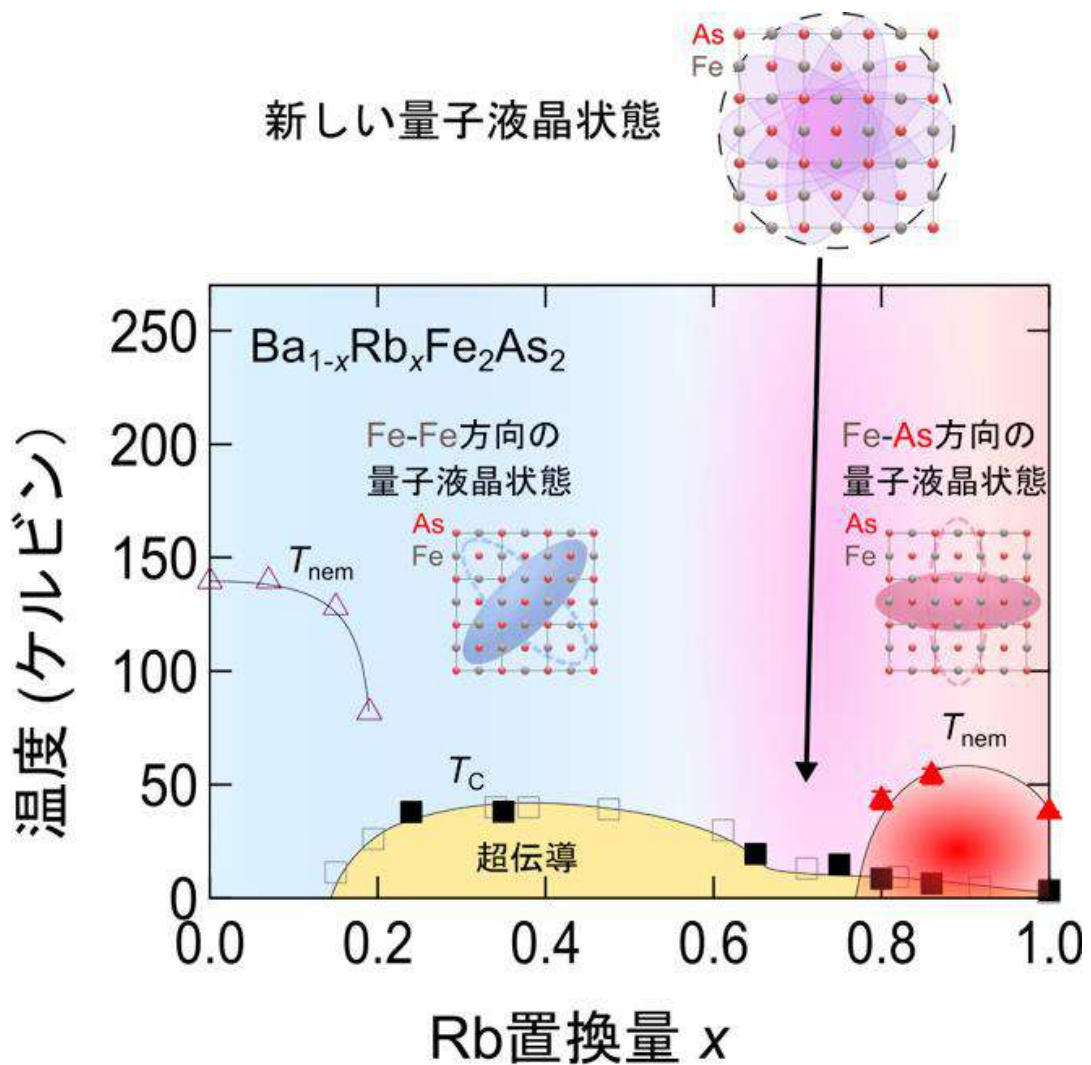


図1) 鉄系超伝導体  $Ba_{1-x}Rb_xFe_2As_2$  の Rb 置換量  $x$  を変化した際の電子状態の変化を表した図。

論文情報

タイトル Novel electronic nematicity in heavily hole-doped iron pnictides superconductors

雑誌 *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*(PNAS)

日本語発表原文 [http://www.k.u-tokyo.ac.jp/info/entry/22\\_entry839](http://www.k.u-tokyo.ac.jp/info/entry/22_entry839)

文 JST 客観日本編集部