鉄リン系超伝導体で高エネルギーの反強磁性磁気ゆらぎを世界で初めて発見
－鉄系超伝導体の機構の解明、新しい超伝導体の探索へ－

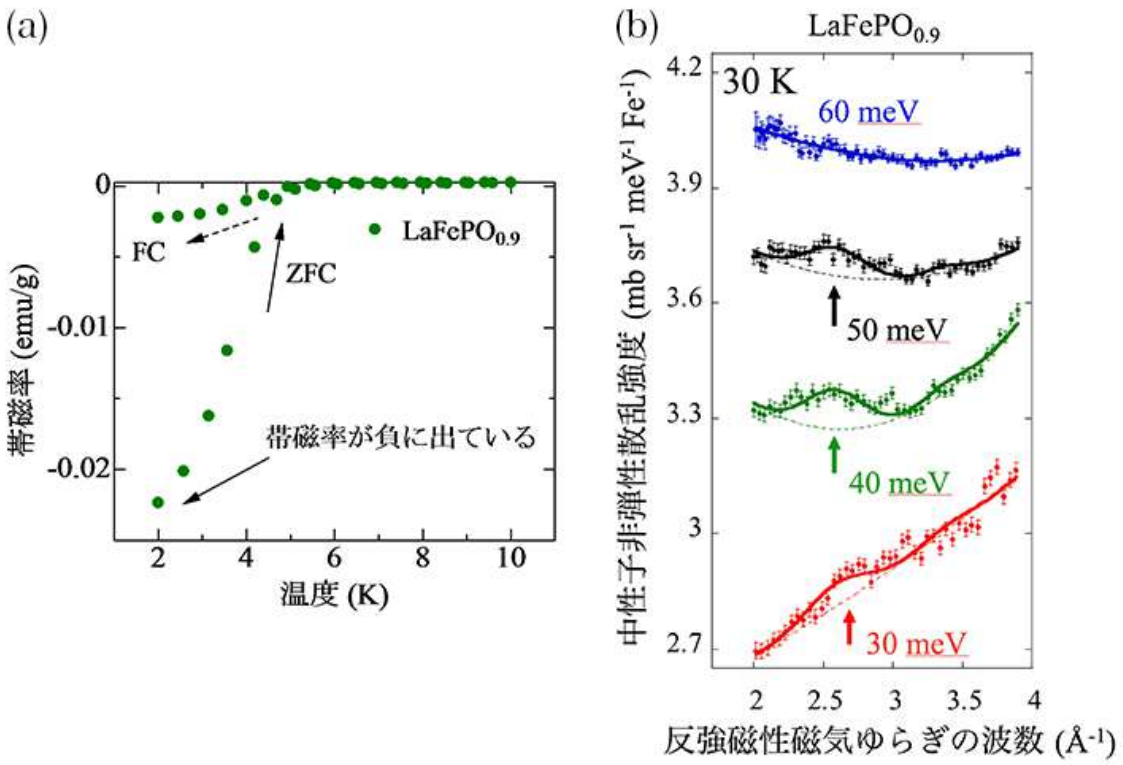
総合科学研究機構、日本原子力研究開発機構、J-PARC センターの研究グループは、大強度陽子加速器施設（J-PARC)、米国のオークリッジ国立研究所、仏国のラウエ・ランジュバン研究所での中性子非弾性散乱実験により、鉄リン系超伝導体（LaFePO0.9）で、高エネルギーの反強磁性磁気ゆらぎを世界で初めて発見しました。

鉄リン系超伝導体（LaFePO）では酸素濃度を正確に調節しないと超伝導が生じず、超伝導を示すものでも TC は 5 K 程度という低温でした。TC が 5 K の鉄リン系超伝導体(LaFePO）では、約 2.5 meV 程度のエネルギー領域に反強磁性磁気ゆらぎが存在することが期待されました。しかし米国や英国のグループの先行研究で、この領域に反強磁性磁気ゆらぎが見つからなかったため、鉄リン系超伝導体（LaFePO）には反強磁性磁気ゆらぎはないと信じられていました。

今回、研究グループは、酸素濃度の調節条件を最適化することによって高品位鉄リン系超伝導体（LaFePO）試料の大量合成に成功しました。この試料を用いて、これまで見過ごされてきた高いエネルギーまで観測領域を広げることによって、予想よりも約 15 倍程度高い約 40 meV に反強磁性磁気ゆらぎが存在することを世界で初めて明らかにしました。

これにより、高エネルギーの反強磁性磁気ゆらぎをもつ超伝導体が必ずしも高い超伝導転移温度を示さないことがわかりました。これまでの常識とは異なる高エネルギーの反強磁性磁気ゆらぎの発見により、鉄系超伝導体において超伝導機構の鍵となる反強磁性磁気ゆらぎの役割への理解が深まることが期待されます。

本研究成果は、英国の科学雑誌『Scientific Reports』に 11 月 5 日付でオンライン掲載されました。



図（a） 超伝導体の帯磁率測定結果。負に大きくシグナルが出ることで、超伝導体積分率が高いことがわかる。（b） 30 K での中性子非弾性散乱強度。30 meV から 50 meV では、波数 2.5 $Å^{-1}$ に反強磁性磁気ゆらぎによるピークが見える（図中の矢印）。