

鉄系高温超伝導体 $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の磁気秩序と超伝導の競合関係の直接観測に成功

2008年2月に東京工業大学細野氏の研究グループの神原氏らによって $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ が最適濃度 ($x=0.11$) において 26 K で超伝導になることが報告された。これを機に銅酸化物高温超伝導体に代わって超伝導転移温度がさらに上昇するのではないかと可能性に大きな期待が持たれており、これまでも元素置換などにより類似の新しい鉄系高温超伝導体が続々と発見されている。この物質が注目されている理由のひとつは、これまで超伝導とは相容れないと考えられていた磁性をもつ原子である鉄 (Fe) が含まれていることであり、磁性と超伝導の関係の解明が急務になっている。またこの化合物では、母物質の LaFeAsO は超伝導を示さず、フッ素 (F) ドープにより超伝導が出現するが、その原因についてはよく明らかにされていなかった。

今回、京都大学原子炉実験所核放射物理学研究室のグループは、東工大細野氏の研究グループ、および、科学技術振興機構と日本原子力研究機構の放射光科学研究ユニットの協力のもと、メスバウアー効果により鉄のもつ磁気モーメントが磁気分裂スペクトルとして観測されることを用いて、鉄の磁気秩序による磁気モーメントが母物質の LaFeAsO では約 140 K で現れるのに対して、 $x = 0.11$ の濃度で F ドープした超伝導体では鉄の磁気モーメントが観測されなくなることを明らかにした (図 1)。この観測結果は、F ドープが鉄の磁気秩序を抑制して超伝導が出現することを示唆しており、鉄の磁性と超伝導の競合関係についての鍵となる情報を与えるものである。この研究は、日本物理学会発行の学術誌 *Journal of the Physical Society of Japan* (JPSJ) の 2008 年 10 月号に掲載される。

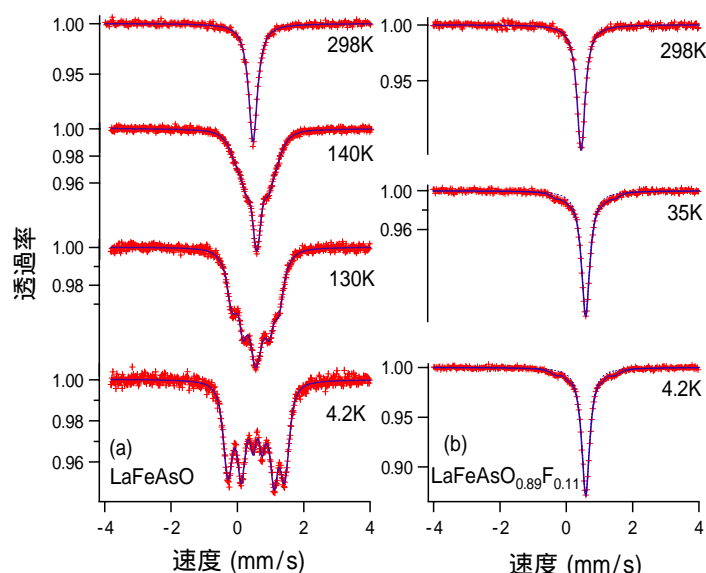


図 1. (a) LaFeAsO と (b) $\text{LaFeAsO}_{0.89}\text{F}_{0.11}$ のメスバウアー分光スペクトル。超伝導にならない (a) では約 140 K でスペクトルが広がり始め、鉄の磁気モーメントが現れて 6 本に磁気分裂している。一方、超伝導になる (b) では分裂がなく、鉄の磁気モーメントが現れていない。

メスバウアー効果は放射線源からのガンマ線を用いて、原子核の性質から磁性や電子状態などのミクロな情報を直接的に得る方法で、特に鉄の化合物の研究に大変有用な役割を果たすことができる。スペクトルの磁気分裂から見積もられる磁気モーメントの大きさは 4.2 K で約

0.35 μ_B (μ_B はBohr磁子)であり、これまで多くの理論で予測された値よりかなり小さい。また、電子状態についても、鉄の周りのヒ素(As)は四面体構造をしているにもかかわらず、鉄の電子がほぼ球対称に存在していることや、鉄の電子がイオンの局在しているのではなく、隣のAsと電子を共有して遍歴的な性質をもっていることなど、いくつかの特徴的な性質を明らかにした。

本研究で明らかにされたメスバウアー効果による鉄原子が関わるミクロな情報は、鉄系新超伝導体の理論的な解明を行う上での大切な情報として、多くの研究者の注目を集めている。この研究が、鉄系高温超伝導体の超伝導転移温度の上昇に向けた研究の鍵となるとともに、鉄系高温超伝導体の超伝導メカニズム、さらには、銅酸化物高温超伝導体も含めた高温超伝導メカニズムの理解へと進展することが期待される。

論文掲載誌：J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) No. 10, p.103706

電子版：<http://jpsj.ipap.jp/link?JPSJ/77/103706/> (10月10日公開予定)

<情報提供： 北尾真司、瀬戸 誠 (京都大学)>