



東北大学

解禁時間(新聞、テレビ、ラジオ、WEB):

平成20年6月10日(火) 午前0時

報道機関各位

20年6月6日

東北大学大学院理学研究科・原子分子材料科学高等研究機構

鉄系新高温超伝導体の機構解明に糸口
-鉄を含む新型超伝導体の超伝導電子の直接観測に成功-

<概要>

東北大学大学院理学研究科の佐藤宇史助教と同原子分子材料科学高等研究機構の高橋隆教授らの研究グループは、最近日本において発見された鉄を含む新型高温超伝導体の超伝導電子の直接観測に初めて成功し、その超伝導メカニズムが従来型超伝導体とは大きく異なり、22年前に発見されまだその機構が解明されていない銅を含む高温超伝導体と類似した性質を持ち、今後更なる超伝導転移温度の上昇の可能性があることを見出した。

<背景>

今年2月に東京工業大学の細野秀雄教授らによって発見された鉄を含む新型超伝導体 $\text{La}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)\text{FeAs}$ (ランタン, 酸素, フッ素, 鉄, ヒ素) (図1) は、その高い超伝導転移温度 ($T_c=32\text{K}$) に加え、これまで超伝導を壊すと考えられてきた鉄(磁石の性質)を主成分とする化合物で超伝導が発現したという点から、大きな注目を集めている。細野教授の報告を受けて、現在、世界中でより高い T_c を持つ類似物質の開拓とその超伝導機構解明の研究が爆発的に進んでいる。発見後3ヶ月の現時点において、 T_c は既に 50K を越え、超伝導物質としては、7年前に同じく日本で発見された金属系高温超伝導体 MgB_2 ($T_c=39\text{K}$) を遙かに越え、22年前に発見され超伝導フィーバーを引き起こした銅酸化物高温超伝導体に次ぐ高い T_c を実現している。この急上昇を続ける T_c の一方で、犬猿の仲とされていた超伝導と磁石の性質(鉄)が、どのように競合または協力してこのように高い T_c を発現しているのかは全く分かっていない。基礎科学的立場からも、また、今後より高い T_c を持つ物質を開発する産業応用の立場からも、この新鉄系高温超伝導体の超伝導機構の解明が急がれている。

<研究の内容>

今回、東北大学のグループは、東工大の細野教授のグループと共同で、光電子分光(図2)と呼ばれる実験手法を用いて $\text{La}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)\text{FeAs}$ 超伝導体中の超伝導電子の直接観測を試みた。光電子分光とは、物質の表面に高輝度紫外線を照射して、外部光電効果により物質外に放出される電子のエネルギーを精密に測定するものである。その結果、超伝導と相性が悪く超伝導を壊すと考えられてきた鉄の電子自身が超伝導電子となっていることを初めて

見出した。このことは、これまでの定説を覆すもので、この鉄系高温超伝導体の超伝導機構を解明する上での大きな出発点となる。また、光電子分光からは、超伝導の性質を示す超伝導ギャップの形状が従来型の金属系超伝導体とは異なっており、そのメカニズムが従来のモデルでは説明できないことも見出された。さらに、 T_c より高い温度において電子のエネルギー状態を精密に測定した結果、常伝導でも超伝導でもない奇妙な金属状態が実現していることが見出された。類似の奇妙な金属状態は、銅酸化物高温超伝導体でも観測され、その高い T_c を実現している超伝導の前駆現象とも考えられており、今後、鉄系超伝導体の機構解明とより高い T_c を持つ物質探索に大きな指針を与えるものである。

<今後の展望>

今回の研究は、これまでの定説を覆して、鉄の電子自身が高い T_c を持つ超伝導を実現していることを初めて直接的に示したものである。今後は、今回の研究結果に基づいて、この鉄系超伝導体において磁気的性質と超伝導がどのように競合または協力して高い T_c を実現しているかの研究が急速に進むものと期待される。また、その結果、さらに高い T_c を持つ新物質が見出されることが期待される。

この研究は、文部科学省・日本学術振興会科学研究費および科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業の援助のもとに行われた。

本研究成果は、日本物理学会欧文誌「Journal of the Physical Society of Japan」の注目論文に選ばれ、6月10日に電子版で公開されます。また、6月15日に同誌に掲載される予定です。

(お問い合わせ先)

東北大学大学院理学研究科

担当：佐藤宇史 助教

電話番号：022-795-6477

e-mail t-sato@arpes.phys.tohoku.ac.jp

東北大学原子分子材料科学高等研究機構

担当：高橋隆 教授

電話番号：022-795-6417

e-mail t.takahashi@arpes.phys.tohoku.ac.jp

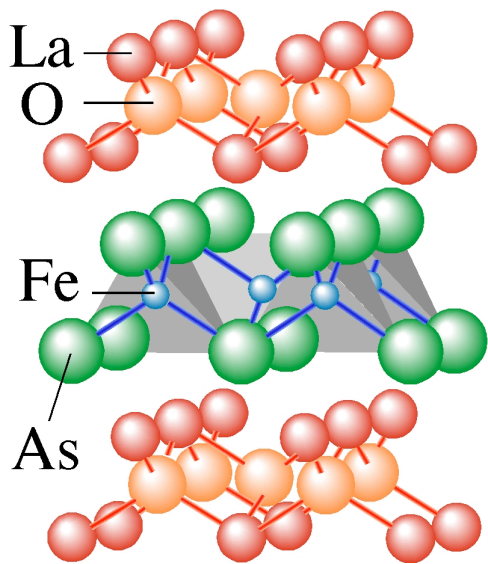


図1: 鉄系新高温超伝導体の結晶構造

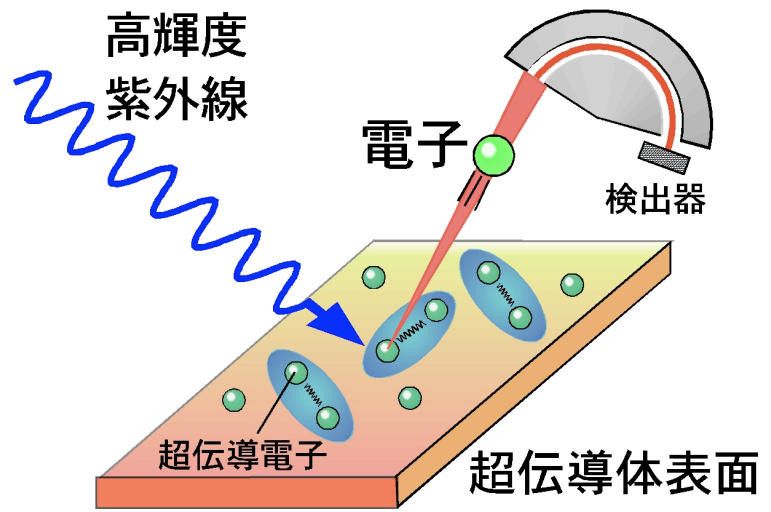


図2: 超伝導体の光電子分光