高温超電導体開発に道

強相関電子 薄膜層閉じ込め成功

あわら出身・組頭教授

あわら市出身で6月まで東京大学院准教授だった高エネルギー加速器研究機構（茨城県つくば市）の組頭広志教授(39)の研究グループは、電子密度が高い「強相関」といわれる状態にある電子を、薄い層の中に人工的に閉じ込めることに世界で初めて成功した。15日付の米科学誌サイエンスに発表する。高温超電導体開発に向けた基礎技術で、この技術を用いて多様な材料を使った超電導体の研究開発促進に期待がかかる。

米誌サイエンス発表

高温超電導体の研究に取り組む組頭広志さん＝東京大

東京大大学院准教授時代の昨年、研究を確立した。超電導体は電気抵抗がゼロの物質で、送電線などに使用すれば、現在1割程度が熱となって放出されているロスがなくなる利点がある。しかし、超電導現象を維持するには高くてもマイナス160度程度に温度管理する必要があり、いかに常温（室温）に近づけるかが研究者の大きなテーマとなっている。

超電導体はこれまでの研究で、銅やストロンチウムなどの素材を焼き固めることで原子の層が積み重なった物質が形成される。また、重なった原子の層が増えると高温でも超電導が維持されることが分かっていた。しかし、重なる層は3枚までが限界で、高温といっても3枚の管理温度はマイナス163度だった。

組頭教授らは、レーザーを使った技術を用い、電導性の電子（強相関電子）を持つバナジウム酸ストロンチウムを原子層レベルの薄膜状にした。それをチタン酸ストロンチウムの絶縁体で〝サンドイッチ状〟に挟んで、電子を閉じ込めることにも成功。この技術を使って高温超電導体をつくる道を開いた。薄膜層は構造上、何枚でも重ねることができ、管理温度を上げられる可能性があるという。

さらに高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設の大型設備と光電子分光装置などを組み合わせた独自の複合装置を開発し、電子の動きを高精度に測定。薄膜層の中に電子が閉じ込められていることを確認した。薄膜状にして電子を閉じ込め、測定するという両輪の研究成果が高く評価されたとみられる。

組頭教授は「いかに高温で超電導現象を発生させるかがわれわれ研究者の課題であり、これまでの3層までという限界を超えることができた。この要素（基礎）技術を使い、さらに幅広い素材を使った研究を進めていきたい」と話している。

薄い層に電子を閉じ込めたイメージ

電子は層内に2次元的に閉じ込められる

「10年越し研究実った」

「10年越しの研究がようやく実った」。組頭教授が成し遂げた研究は東京大だけでも複数の研究室が取り組み、世界でもだれが最初に強相関電子を薄い層の2次元空間に閉じ込めるかが注目される競争の激しい研究分野だった。

成功にこぎ着けたポイントとして、使用した材料選びが挙げられる。基板にチタン酸ストロンチウム、薄膜にバナジウム酸ストロンチウムを使った。この選択にも曲折があった。専門家に相談したところ、「似たような物質では難しい」とアドバイスを受けていた。試行錯誤の上、結果的には似ている物質だからこそできたという。

1年ほど前に測定結果の光の軌道を見たときには手が震えた。「これは、やったぞ」と、休み返上で続きの研究に没頭した。「2日間くらいは眠れなかった」と当時の高揚感を話す。

「研究者として一生に一度は載せたい」と科学誌サイエンスに掲載されることを素直に喜ぶ。

子どもの頃から物を作ったり、実験するのは好きだった。「粗大ごみ置き場から部品を拾って帰ったり、家の時計を分解してはよく怒られた」と苦笑いする。藤島高から東北大理学部へ。博士課程修了後の2001年からは「今度は自分でも、ものを作って研究したかった」と助手として東京大の工学系に進んだ。

ただ、助手や講師時代は研究費を工面するのに苦労した。「その当時が最もつらかった」と振り返る。いい材料、装置が使えると、もっといい結果が出るのではと焦ったこともあったという。

「10年来の夢がかなったからといって、これで終わりではない」と気を引き締める。7月からは東京大大学院から高エネルギー加速器研究機構に異動。39歳の若き教授は「役に立つ新しい物質を作るために幅広く研究したい」と意欲を示す。