

日本物理学会若手奨励賞（領域8）を受賞して

極限コヒーレント光科学研究センター 近藤 猛

この度、第10回日本物理学会若手奨励賞（領域8）を受賞する栄誉に恵まれました。本受賞の対象となった「酸化物高温超伝導体における擬ギャップと超伝導の競合関係の研究」は、名古屋大学の学生時に作成した単結晶試料を通して、辛先生のグループとの共同研究を開始したことが発端となり花開いた研究です。辛埴先生、水谷宇一郎先生、竹内恒博先生、Eric Hudson先生、Adam Kaminski先生をはじめとする数多くの方々との協力により結実した成果であり、この場を借りて皆様に深く感謝申し上げます。以下、その研究内容について簡単にご紹介いたします。

銅酸化物高温超伝導体では、 T_c より遥か高温（不足キャリア領域では室温以上）から電子構造にエネルギーギャップ（擬ギャップ）が開き始めることが知られています。擬ギャップは、特定の方位より発達し、フェルミ面の一部を消失させるため、電子の占有準位と非占有準位の運動量空間での境界を曖昧にするとともに奇妙な状態です。銅酸化物高温超伝導体において最も特異な性質とも言えるこの擬ギャップの起源と、それが持つ超伝導への関係を解明することが、高温超伝導の発現機構を解明する上で重要な鍵を握っていると考えられています。

擬ギャップの超伝導への役割に関し大別して2つの解釈が提案されています。一つ目は、(1) 擬ギャップは電子対が形成されることで開き、より低温で転移する超伝導相への前駆現象として発生する、とする解釈です。2つ目は、(2) 擬ギャップ状態とは超伝導とは無関係の秩序状態に起因し、超伝導と競合する電子状態である、とする解釈です。高分解能角度分解光電子分光(ARPES)を用いた我々の研究では、従来主に議論の対象とされてきたスペクトルのギャップサイズ(ピーク位置)ではなく、スペクトル量(面積)に着目することで、擬ギャップ状態が超伝導と競合する振る舞いを明確に示しました。それだけでなく、電子対の形成に起因する“電子対ギャップ”が、擬ギャップ温度(T^*)よりも比較的低温かつ T_c よりも十分高温から、擬ギャップ状態と競合しつつ発達することを見出し、(1)と(2)の解釈が二者択一的ではなく、相補的であることを示しました。これまで、 T_c 以上で開くギャップが“超伝導

の前駆状態”に起因するか、それとも“競合する秩序状態”に起因するか、二者択一的な主張がなされてきましたが、これは、 T_c 以上で開くギャップが単一であると信じられてきたことに加え、様々な測定手法に対して敏感なギャップが別個に観測されてきたことが主な要因でした。我々は、一つの実験手法で両者を選び分けて観測することに成功したことで、擬ギャップと電子対ギャップがお互いに競合する関係を解明しました。現在では、超伝導を抑制する電荷秩序が不足ドーブ試料のX線散乱実験によって観察される等の進展が後押ししたこともあり、超伝導と競合する電子状態の存在は揺るぎない事実として認知されるに至っています。

【関連論文】

- T. Kondo *et al.*, *Physical Review Letters* **98**, 267004 (2007).
- T. Kondo *et al.*, *Nature* **457**, 296 (2009).
- T. Kondo *et al.*, *Nature physics* **7**, 21 (2011).
- T. Kondo *et al.*, *Nature communications* **6**, 7699 (2015).