

研究室訪問

新
奇
な
巨
視
的
量
子
物
性
の
発
見
を
目
指
し
て

巨視的量子物性グループ 大串研究室

物理学専攻 教授／大串 研也

私たちの研究室では、「強相関電子系の物理」を探索しています。専門的に話すと少しややこしいので、例え話から始めます。私たち一人一人は個性を持った人間であり、それぞれが自らの人生を好き勝手に歩んでいます。しかし、実際には社会の中で無数の人々と影響を与え合いながら過ごしているのも事実です。複数の人が集まれば、互いに惹かれあうこともあれば、少しギスギスした関係になることもあるでしょう。とにかく、人間は相互作用しながら生きているのです。では、相互作用する無数の人間が集まると、何が起ころうでしょうか？集団心理が働くことで、途方もないことが生じることがあります。例えば、サッカーのワールドカップで応援するときに、勝利という一つの目標に向かって皆の心が一体となり、とてつもない幸福感を味わうことができます。競技場で観客により繰り広げられるウェーブは、集団が相互作用してはじめて生じる事象です。残念ながら集団心理がマイナスの方向に働くこともあります。個人々は良心を持っているにも関わらず、戦争という残忍な行為が発生することがあるのは、皆さんご存知の通りです。

「強相関電子系の物理」は、物質の中で相互作用する無数の電子を扱う学問です。一個一個の電子は、ある大きさの質量と電荷を持った素粒子であり、その性質は良く理解されています。しかし、無数の電子が相互作用すると、私たちの想像を超えた途方もないことが起きるのです(幸いなことに電子の世界は平和に満ち溢れていますので、ご安心下さい)。その一例として、「超伝導」が挙げられます。超伝導は、物質の電気抵抗がゼロになるという劇的な現象です。

超伝導を示す物質の中では、無数の電子の間に引力相互作用が働くことで、電子のペアが形成され位相が揃っています。他の例としては、「強磁性」が挙げられます。強磁性は、磁石に引き寄せられる傾向の強い性質のことで、実は磁石が強磁性を示す物質(強磁性体)に他なりません。強磁性体の中では、無数の電子の間に斥力相互作用が働き、電子の持つスピンと呼ばれる量が特定の方向に揃っています。超伝導や強磁性は、システムが全体として保っていた対称性が破れた状態だと理解することができます。これは、集団心理により良きにつけ悪きにつけ偏った感情が表面化する人間の世界と似ているかもしれません。

研究活動の実際を紹介しましょう。私たちは、物質を自ら創ることからスタートしています。実験室で白衣を着て作業をしますが、これは物理系の研究室では稀なことです。そして、できた物質の性質を様々な手法で評価します。電気の流れやすさ、磁石への引き寄せられやすさ、光の透過し具合などを調べることで、電子の世界がどうなっているのかを覗いてみるができるのです。すると、物質それぞれの中に無数の電子が繰り広げる豊かな世界が広がっていることが分かります。その多様性を愛でることは、物性物理の醍醐味かもしれません。そうした日々を過ごす中で、いつの日か超伝導や強磁性を凌駕する新しい物理現象を発見することを夢見ています。



左：研究員のメンバー
右：強相関量子物質の単結晶