

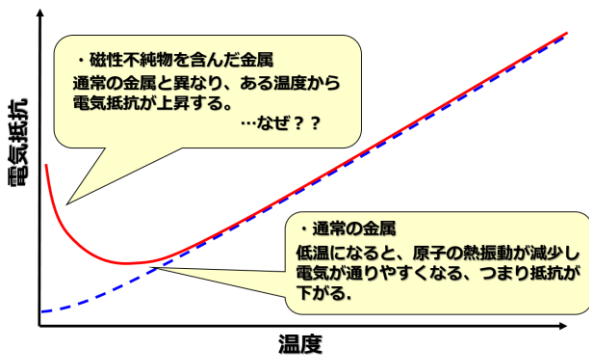
# 『近藤効果』って何だろう？

東邦大学理学部物理学科

近藤淳名誉教授のもっともよく知られたご業績は、金属の電気抵抗に関する難問「電気抵抗の極小現象」を理論的に解き明かしたことにあります。超伝導と並ぶ固体物理の難問であった本現象を解明したことで、今日ではこの現象にまつわる多くの特性が、近藤名誉教授の名前を冠して「**近藤効果 (Kondo effect)**」と呼ばれています。

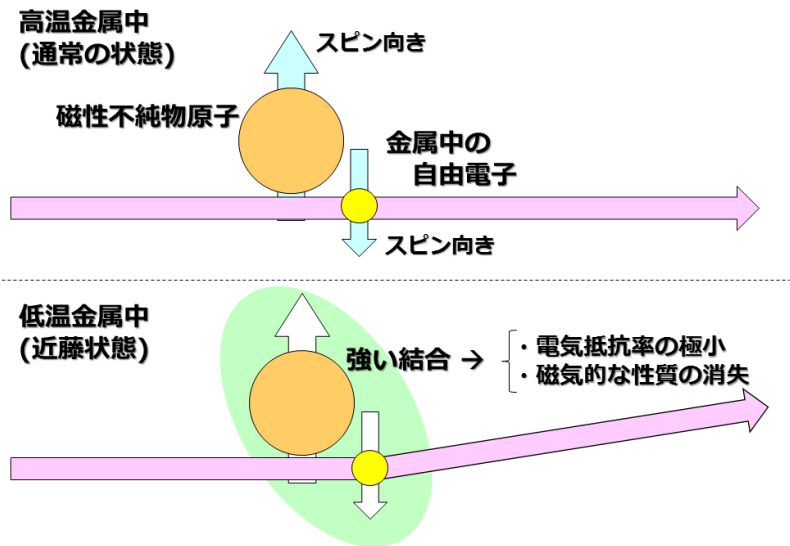
現在では、近藤効果は磁性不純物を含む金属中の電気抵抗のみならず、極微な素粒子の世界や、次世代の産業技術応用が期待される量子ドットの伝導現象など、多くの分野で発現する基本的な性質であることが分かっています。近藤名誉教授の理論は、多数の構成要素が互いに及ぼす影響を本質的に無視できない問題(多体問題)の基礎と深く関わる普遍的な理論であり、今日の物理学の大いなる発展につながっているのです。

物質の電気の流れ易さは、電気の基となる「電荷」の性質と、磁石の基となる「スピン」の性質を持つ電子が、物質中でどれだけ邪魔されずに物質中を動けるかによって決まります。通常、金属の電気抵抗は温度を下げると減少します。これは、電子の「電荷」の性質で説明する事ができ、電気抵抗の原因となる金属原子の熱振動が温度低下とともに減少するためです。ところが、金属が鉄やマンガンといった磁石の性質を持つ不純物(磁性不純物)を含むと、ある温度を境に減少した電気抵抗が下げ止まり、そこから逆に増大する「電気抵抗の極小現象」が1930年代に発見されました。磁性を持たない不純物ではこのような現象は現れず、なぜ磁性不純物でのみ現象が起きるのか、大きな謎となっていました。



物質の電気の流れ易さは、電気の基となる「電荷」の性質と、磁石の基となる「スピン」の性質を持つ電子が、物質中でどれだけ邪魔されずに物質中を動けるかによって決まります。通常、金属の電気抵抗は温度を下げると減少します。これは、電子の「電荷」の性質で説明する事ができ、電気抵抗の原因となる金属原子の熱振動が温度低下とともに減少するためです。ところが、金属が鉄やマンガンといった磁石の性質を持つ不純物(磁性不純物)を含むと、ある温度を境に減少した電気抵抗が下げ止まり、そこから逆に増大する「電気抵抗の極小現象」が1930年代に発見されました。磁性を持たない不純物ではこのような現象は現れず、なぜ磁性不純物でのみ現象が起きるのか、大きな謎となっていました。

近藤名誉教授は、電子の持つ磁石の性質「スピン」が電気伝導に深く関わっていると考え、理論的研究を行いました。高温金属中では、磁性不純物中の電子と電気伝導を担う電子の結合が弱く、電気伝導は通常の温度依存性を示します。しかし、低温では、これらの電子がスピンを通して非常に強く結合します。このような結合状態は「近藤状態」と呼ばれており、二つの電子が結合することであたかも磁気的性質が消失したように振る舞います。近藤名誉教授は、量子力学を用いて、この近藤状態にある電子の電気抵抗が非常に大きくなることを示しました。計算により得られた結果は、実験結果とよく一致し、長年の謎がようやく解けました。極小現象が発見されてからおよそ30年後、1964年の大発見でした。



その後、近藤名誉教授の理論は「近藤効果・近藤問題」として発展し、固体物理学のみならず、素粒子物理学や原子核物理学の分野にも多大な貢献をし続けています。特に材料科学の分野においては、電子の「スピン」の性質を応用して将来の情報化社会に役立つ新機能・高効率のデバイスを創製するスピントロニクスと呼ばれる分野や、トポロジと呼ばれる概念に基づく物質の研究分野において、デバイス設計や新物質を作り出すための指針として近藤効果は欠く事のできないものとなっています。