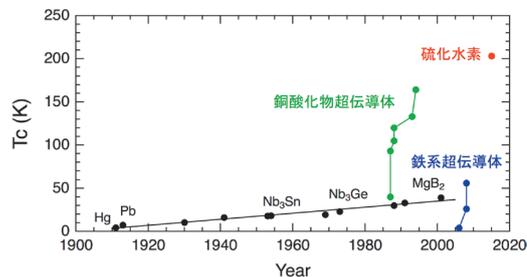


超伝導の転移温度はどこまで上がる？

超伝導現象は1911年に水銀（転移温度 $T_c = 4.2$ K）ではじめて発見された。長らく超伝導の発現機構はわからなかったが、1957年に発表されたBCS理論により明らかにされた。電子間にはクーロン斥力が働くが、もし電子間に引力があれば、2個の電子がクーパー対とよばれる対をつくり、それが凝縮することで超伝導状態が発現する。BCS理論では、引力の起源は電子・格子相互作用にあるとされた。電子が格子（イオン）を歪ませ、そこにはほかの電子が来て歪みを感じることで、有効的な電子間引力が生じる。この発現機構をもつ超伝導体はたくさん発見され、10年で4 Kというゆっくりとしたペースではあるが、順調に T_c の記録を伸ばしていった。しかし電子・格子相互作用は弱く、 T_c はせいぜい30 K程度が限界であろうと考えられていた。

そのようななか、1986年に銅酸化物超伝導体が発見され、 T_c の記録は一気に164 Kまで跳ね上がった。その発現機構は現在でも完全には解明されていないが、電子間引力の起源が単純な電子・格子相互作用ではなく、スピン間の磁気相互作用である可能性がある。また、2008年に発見された鉄系超伝導体 ($T_c = 56$ K) も、単純な電子・格子相互作用では説明できない。磁気相互作用や、鉄原子軌道 (d軌道)



の縮退に起因する特殊な電子状態などが議論されている。

これらの研究に基づき、高い T_c の実現には磁気相互作用が重要であると考えられた。一方、2001年に発見された MgB₂ は $T_c = 39$ K を記録したが、これは電子・格子相互作用起源であった。また、2014年に発見された超高压下の硫化水素にいたっては $T_c = 203$ K であり、これも電子・格子相互作用起源と考えられている。いまや室温超伝導の実現も夢ではない。

このように転移温度 T_c の劇的な上昇は、思いもよらない物質群の開発によってもたらされることが多い。室温超伝導を実現するのは、どのような引力機構をもつ、どんな物質なのか。今後の研究が楽しみである。