

超低温で電気抵抗がゼロになる超電導がオランダで発見されて、今年には100周年にあたる。この不思議な現象は、電気を運ぶ二つの電子がペアになることで起こる。多くの超電導体では、二つの電子は、スピンと呼ばれる電子の自転のような性質が互いに逆向きになっているが、京都大理学研究所の前野悦輝教授は、スピンが同じ向きにそろっている物質を初めて発見、仕組みの解明に取り組んでいる。

(松尾浩道)

前野教授は高校時代、一月はなぜ地球に落ちてこないか」との疑問をテーマにした「仮説授業」という方法の授業で議論に引きずり込まれ、自身の物理好きを自覚した。京大理学部に進学後は、電子ではなく、もっと大きな原子がどんなに細かな穴もするると通り抜ける超流動の研究



「スピン三重項」の超電導物質

——前野 悦輝 京都大理学研究所教授

電気と磁気抵抗なく流れ

物質の超電導体の微細なリソングが、従来の超電導体の半分

ルテニウム酸化物で解明へ

を始めた。

超電導は1911年4月8日、オランダの研究者カメリン・オネスによって発見された。液体ヘリウムを使って、水銀の温度を絶対温度4度(零下約270度)まで下げたとき、突然、電気抵抗が完全にゼロになることを見いだした。

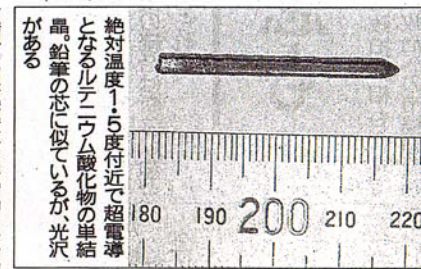
その後も超電導体の探索は続くが86年、銅酸化物がそれまでの絶対温度約20度よりも20度も高い絶対温度約40度で超電導となることが分かった。この一大発見を契機に、窒素が液化する絶対温度77度を超える銅酸化物の超電導体が次々に見つかった。窒素は空气中に78%含まれるありふれた元素で、ミネラルウォーターよりも安く入手できる液体窒素に浸す方法で、超電導の世界は一気に身近になった。



前野悦輝教授

世界中の研究者で「超電導ファイバー」が起こる中、超流動から超電導の研究へシフトしていた前野教授は、銅酸化物以外の超電導体探しに没頭する。「理論うんぬんというよりは、もはや研究者としての勘が頼りだった」。10種類以上の元素を試して、たどり着いたのは銅酸化物と同じ結晶構造を組める貴金属ルテニウムだった。

「勘頼り」新発見



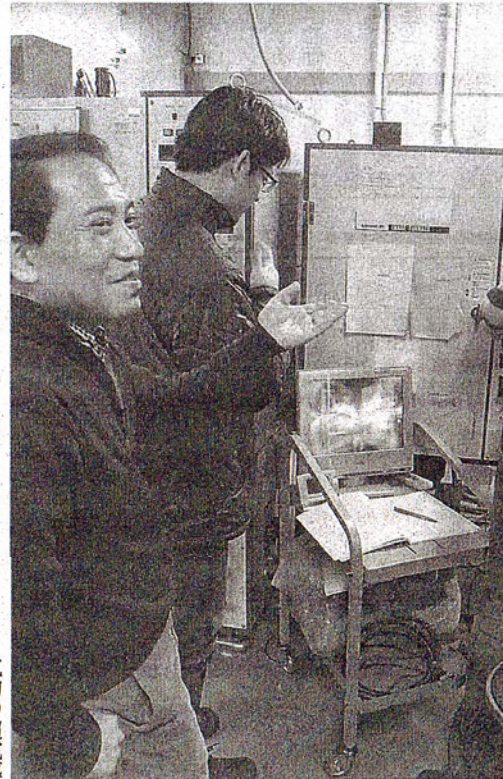
絶対温度1.5度付近で超電導となるルテニウム酸化物の単結晶。鉛筆の芯に似ているが、光沢がある。

従来の超電導体は、スピンの向きが互いに逆の電子が対になって電気を運んでいた。スピンには磁石の性質もあるが、逆向きが一對になっているため、もはや磁石としての性質はない。ところが、同じ向きのスピンが一對となったルテニウム酸化物の超電導は、電子に磁石としての性質もある。この状態を「スピン三重項」といい、「スピン三

重項」超電導体は電気も磁気も超流動体のように抵抗なく流れる性質をもつため、超電導の新たな仕組みとして世界で研究が進む。

「スピン三重項」は、磁石としての性質を直接とらえるのが難しいため、完全に証明されている訳ではない。しかし今年になって前野教授のグループは、米国の大学との共同研究により、ルテニウム酸

ルテニウム酸化物の単結晶をつくる「赤外線加熱炉」(奥。約2000度もの高温となる内部の様子は手前のモニターで映し出される)(京都市左京区、京都大)



・京都大学学術出版会
「量子の世界」(小山勝二、前野悦輝ほか著)
・日刊工業新聞社 「トコトンやさしい超伝導の本」(下山淳一著)
・丸善出版 「パリティ」
2008年5月号

もっとくわしく