

広告

企画・制作 (株)読売鹿児島広告社

# STMを用いて未来の情報社会を支える新たな量子磁石の開発へ 常識を覆す、鉛に潜んでいた新たな超伝導状態を発見



千葉大学 大学院 工学研究院  
山田 豊和 博士(准教授)

金属が超低温で、電気抵抗がゼロになる状態を超伝導といいますが、リニアモーターカーなどに導入されている鉛で超伝導が発見されたのは110年前。マイナス266℃になった瞬間に超伝導になるといって、それが長く常識となっていた。しかし、走査トンネル顕微鏡(STM)を自主開発し、これを用いて未来の情報社会を支える新たな量子磁石の開発に取り組み、千葉大学大学院工学研究院の山田豊和博士(准教授)は、常識を覆す新たな超伝導状態を発見した。一体どういったことなのか、話を聞いた。

自主開発STM探針を  
使って原子を動かす  
ことも可能

## ■ 研究内容について

中学校などの理科の授業で、顕微鏡を使った経験があると思いますが、顕微鏡を使うと目で見えない小さいものも見ることができません。ただ、それにも限界があり、この世でも小さい原子まで見ることは不可能です。私どもの研究室では、原子を直接見ることでできる「走査トンネル顕微鏡(STM)」を自主開発し、STMを用いて未来の情報社会を支える新たな量子磁石の開発に取り組んでいます。

STMを用いた観察といっても光で見るとは異なり、原子レベルの鋭い針(探針)を使って物質の表面をなぞりながら観察するのです。例えば、手のひらを指でなぞると、しわや凸凹、起伏を感じると思いますが、その感覚と同じで、物質の表面を針でなぞるように走査することで、飛躍的に顕微鏡の空間分解能が上がり、この針で原子を動かすこともできます。

超伝導と金属が同居  
する「第二種超伝導」  
が見いだす

## ■ 鉛に潜んでいた新たな超伝導状態の発見

伝導とは電気が流れる状態をいいます。通常、金属に電気を流すと熱が発生します。発電所で作られた電気は電線を伝って各家庭に届けられますが、その間熱が放出されるため、電力ロスが生じ

ます。しかし、金属を冷やすと抵抗ゼロで電気が流れる状態の「超伝導」になる金属があります。超伝導は「抵抗がゼロ」の状態で電気を流せるので「発熱ゼロ」です。超省エネ材料であり、リニアモーターカーなどに使われています。

冷やすと超伝導になる金属として100年以上前から広く知られているのは鉛(なまり)です。1913年にオランダのヘイケ・カメルリング・オネス博士が、金属の鉛線を温度7.2K(マイナス266℃)まで冷やしていた際、鉛がマイナス266℃になった瞬間、金属から超伝導になることを発見しました。

この超伝導は磁石と深い関係があります。磁石を超伝導に近づけると何が起きるのでしょうか?磁石N極からは磁場が出ています。金属に磁場がかかると磁場は金属の中に入ります。しかし、金属が超伝導になると磁場が中に入ることができなくなります。これを、マイスナー効果と呼びます。しかし、磁場の磁力を強めて、ある磁場に達すると磁場が超伝導の中に入り(臨界磁場)、その瞬間に超伝導から普通の金属に戻ります。この性質をもつ超伝導物質を「第一種超伝導」とよびます。鉛は110年間、第一種超伝導体であることが常識とされてきました。

しかし、私たちは今回、この常識を覆す新たな発見を見いだしました。超伝導の鉛を超低温の0.045K(マイ

ナス273.105℃)まで冷却し、磁場を鉛にかけました。臨界磁場に達した時点で急に金属になるのではなく、徐々に部分的に金属になり、最終的に全て金属になることがわかったのです。つまり、超伝導と金属の状態が同居する「中間状態」を持つことがわかりました。つまり、鉛は、「第一種超伝導」ではなく「第二種超伝導」であることがわかりました。この現象を、STMを使って観察することに成功しました。

STMを駆使し新しい物質や超伝導の創成を

## ■ 今後の展望

STMを駆使することによって、今や原子や分子を実際に見て触って扱える時代になり、その技術を駆使して、今まで存在しなかった新しい物質、新しい超伝導を創成していきたいと思います。



真空とは、大気より圧力の低い空間の状態のこと、中でも、ナノレベルの微細加工を実現する超高真空は、自然界では地表300km以上の宇宙空間にしか存在しません。その超高真空こそが、キャノンアネルバの得意領域です。

エンジニア募集中



## 真空技術で未来を拓く

Canon キヤノンアネルバ株式会社

アイリン真空は真空機器の専門商社です



代表取締役 松井 良憲

〒452-0961 愛知県清須市春日東出81  
TEL.052-401-2061 E-mail. info@ailin-va.com

真空装置 設計・製造・販売



株式会社 スプレッド

# SPLEAD



www.splead.jp