

(第3種郵便物認可)

# サイ・テック 知と技の発信

【492】

## 埼玉大学・理工学研究の現場

### 1・超伝導とは

超伝導は超伝導転移温度以下の極低温下で実現され、完全導電性、完全反磁性、および磁束の量子化といった巨視的量子効果による特異な性質を示す。超伝導のこれらの特徴は超伝導リニア新幹線の磁気浮上に用いられる超伝導マグネットや電波望遠鏡のサブミリ波の高感度検出器などに利用されている。また、超伝導量子ビットを利用した量子アニーリングマシンや量子コンピュータを研究・開発するベンチャー企業が数多く設立されることも関連する国家プロジェクトも多く、国で発足しており、量子超越性などの優れた性能が証明されつつある。このように、超伝導の応用範囲は多岐にわたり、話題に上る機会が近年増えてきた。

（一）では、われわれの研究室で取り組んでいる超伝導エレクトロ

ニクス（電子デバイス）研究を紹介する。

### 2・医療応用から環境計測・資源探査へ

超伝導リングにジョセフソン接合（半導体のpn接合に相当する超伝導エレクトロニクスの基本素子）を二つ含む素子は超伝導量子干渉計（英語の略称はSQUIDでイカの意味）と呼ばれ、最も精密に磁場を測定できる磁束計の一つである。このSQUID磁束計は、脳や脊髄の活動や心臓の動作に伴う電流により発生する極微弱生体磁場の測定が可能で、医療に活用されている。われわれの研究室では、このSQUID磁束計に必要な負帰還を単一磁束量子（SFQ）で行うことによりデジタルSQUIDを構成し、これまでになく高速で大きな磁場変化に追いつく高感度性を保持したデジタルSQUID磁束計の研究を行っ

ている。この特長により、デジタルSQUID磁束計は $\mu T$ 程度の雑音環境下で高精度の磁場測定が可能となり、地球環境磁場計測や地下資源探査など新しい分野での応用が期待される。

た研究を行っている。光子数検出器ではデッドタイムの少ないカウンタ型の検出器が可能となり、エネルギーギャップの小さな超伝導材料の利用により中赤外領域での微量生体試料のワンショット蛍光計測への応用が期待される。

### 3・量子情報通信から生体計測へ

光ファイバー網で配信された量子もつれ状態にある光子による多点量子もつれ状態から2地点間の量子テレポーテーションで情報を共有するという量子情報通信が提案されている。必要とされる基本素子は量子もつれ光子源と単一光子検出器であり、超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SNSPD)は高速で検出効率の高い単一光子検出器として研究が行われている。われわれは複数のSNSPDとSFQ回路を組み合わせて、同時に入射する光子数を高速に判別する光子数検出器の実現を目指し

### 4・未来を拓く超伝導

超伝導リニア新幹線や超伝導ケーブル電力網などの超伝導技術は、持続可能な地球環境や社会発展にとって重要な役割を担っていくと考えられる。一方で超伝導エレクトロニクスは、電子の波としての性質、磁束の量子化や光子の量子性を利用した通信などの量子力学的な現象を積極的に利用するための、計測・制御・検出技術への応用が期待されている。われわれは超伝導エレクトロニクスが産業として社会を支えている未来を目指して研究を行っている。

# 超伝導エレクトロニクス研究

## 明連 広昭 教授



みよづねん・ひろあき 1963年生まれ

れ。87年3月広島大学大学院修了。博士(工学)。広島大学工学部助手、東北大学電気通信研究所助手を経て、98年3月から埼玉大学工学部助教授、2008年10月より現職(大学院理工学研究科教授)。専門は超伝導エレクトロニクス、特に検出器とデジタル信号処理回路の融合による検出器の高機能化に関する研究。