

# サイ・テラ知と技の発信

[20]

## 埼玉大学・理工学研究の現場

### ■リニア新幹線

液体窒素で冷却された高温超伝導体上で浮上する磁石の実験を見たことがあるだろうか？超伝導とは、特定の物質を特定の温度以下に冷却すると現れる電気抵抗ゼロの状態である。

超伝導状態の物質は、完全導電性(永久電流)、完全反磁性、磁束の量子化など、通常の導体(金属、半導体、絶縁体)にはない特徴的な現象を示す。これらの現象は、超伝導ケーブルによる低損失送電や2027年に

営業運転が計画されている超電導リニア新幹線など将来の社会基盤を支える技術として応用されようとしている。

■トンネル現象

超伝導電子対のトンネル現象(ジョセフソン効果)を平らな超伝導トンネル接合は、その発見者の名前にちなんで「ジョセフソン接合」と呼ばれ、超伝導エレクトロニクスの中核的な存在である。

ジョセフソン接合の高速なスイッチング特性や極低温下での低消費電力・低雑音動作などの特長を生かして、半導体を凌駕する高速・低消費電力なマイクロプロセッサ、高感度・高分解能検出器や高感度磁気センサーなどへの応用研究が行われている。

超伝導を用いた論理回路として磁束量子(量子化した磁束)の有無を論理の2値とする単一磁束量子論理が提案され、その超高速性と低消費電力性を生かしたマイクロプロセッサやデジタル信号処理回路の研究が精力的に行われている。

我々は、超電導工学研究所の協力を得て、単一磁束量子論理に基づく論理ゲート、デジタルカウンタ回路などの設計・試作を行っている。また、これらの



超伝導トンネル接合は、その発見者の名前にちなんで「ジョセフソン接合」と呼ばれ、超伝導エレクトロニクスの中核的な存在である。ジョセフソン接合の高速なスイッチング特性や極低温下での低消費電力・低雑音動作などの特長を生かして、半導体を凌駕する高速・低消費電力なマイクロプロセッサ、高感度・高分解能検出器や高感度磁気センサーなどへの応用研究が行われている。

# 最先端担う超伝導検出器

埼玉大学大学院 理工学研究科 教授 昭広 連明

超伝導デジタル回路を、高感度・高分解能超伝導検出器から出力信号をデジタル信号処理回路として応用する研究を行っている。

超伝導トンネル接合は、ミリ波、サブミリ波さらにはテラヘルツ波などの電磁波の検出に用いることができる。この領域の電磁波を観測する電波天文学には超伝導検出器は必要不可欠である。セキユリティ分野ではテラヘルツ波を用いたイメージングシステムが検討され、超伝導検出器の活用が期待されている。

高速イメージングには多数の検出器を並べた検出器アレイが用いられるが、その超伝導検出器アレイと超伝導デジタル信号処理回路を組み合わせたイメージングシステムを検討し、要素回路の試作・評価を行っている。

■医療への応用  
ジョセフソン接合を含む超伝導リングは「超伝導量子干渉デバイス(SQUID)」と呼ばれる。SQUIDを貫く磁束は量子化され、量子化された磁束が非常に小さな値を持つため、超高感度な磁束計として応用されている。最も応用が期待される分野は医療分野で、SQUID磁束計を用いた脳磁計や心磁計が市

販されている。

1) SQUID 磁束計の帰還方式に単一磁束量子を用い、出力信号を超伝導デジタル信号処理回路で処理することで、従来にはない高性能なデジタルSQUID 磁束計システムが構築可能であり、安価なSQUID 磁束計システムが普及を旨として研究を行い、デジタルSQUID の提案を行っている。

超伝導検出器(センサ)に超伝導デジタル信号処理回路を組み合わせることで、超伝導イメージングシステムや高機能な光子検出システム、簡便な磁気シールド室中で動作する高性能なデジタルSQUID 磁束計などが可能となり、セキユリティ分野、情報通信分野、医療分野、基礎物理分野など様々な分野で活用されることを期待している。

◇ 明連 昭広氏(みよつれん・ひろあき) 63年生まれ。87年広島大学大学院工学研究科博士前期課程修了。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、埼玉大学助教授を経て、08年から現職。専門は超伝導エレクトロニクス(超伝導検出器、超伝導デジタル回路)。

# 埼玉経済

企業、団体商店街などの話題や情報をお寄せください  
TEL 048・795・9161 FAX 0