

2020 年 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会シンポジウム報告
「超伝導が実現した先端計測技術～SQUID の最新応用例～」

企画：超伝導分科会

日時：2020 年 9 月 10 日(木) 13:30-18:35

会場：Zoom によるオンライン開催 Z01

世話人：堺 健司（岡山大），神鳥 明彦（日立），石丸 喜康（SUSTERA），一野 祐亮（愛知工大）

超伝導現象を利用して超高感度磁気センシングを実現する SQUID（超伝導量子干渉素子）は、心磁計測などの医療機器へ応用され実際の医療現場で使用されるようになった。その後も SQUID の超高感度磁気センシング技術を活かして、様々な分野へ応用することが試みられている。近年は高温超伝導 SQUID の高品質化も進み、液体窒素で長時間安定して動作可能なセンシングシステムも開発され、応用範囲がさらに広がっている。そこで SQUID を用いた最新のセンシング技術・応用例を一瞥し討論することを目的として本シンポジウムを企画した。今回はオンラインでの開催であったが、参加者は常時 70 名程度で、従来の分科会企画のシンポジウムと同程度の参加者となり、各発表の終了後に行われた質疑応答では、活発な議論も行われた。

本シンポジウムの前半は 2 件の招待講演で構成され、SQUID を用いた磁気計測システムによる磁気ナノ粒子計測とバイオ応用、物質の磁化特性評価に関する発表があった。

圓福氏（九大）は、SQUID を用いた磁気ナノ粒子によるバイオセンシングについて、これまでの取り組みと、国内外の最新動向を紹介した。磁化率測定および磁気緩和測定による磁気ナノ粒子を用いた免疫検査技術、体内の磁気ナノ粒子イメージングと空間分解能の向上などについて解説を行い、超高感度計測を活かすためのバイオマーカーの高性能化に関する議論も行った。また、圓福氏が開発した高温超伝導コイルを用いた新規の磁気計測システムを紹介し、強磁場を印加した状態で測定対象から発生する微弱な磁気信号変化を検出できることを示した。塚田氏（岡山大）は、これまでに開発した各種物質の磁性を超高感度測定可能な SQUID 磁気計測装置と、開発した装置を用いた様々な磁気特性の測定結果について報告した。特に磁気応答の弱い水の磁性を測定し、モルタル内の水分量測定やエタノールと水の混合溶液における磁性の変化など興味深い報告が行われた。

シンポジウムの後半は 3 件の招待講演と 1 件の一般講演があり、SQUID を用いた脳機能計測、神経活動のイメージング、非破壊検査や地下資源探査、心磁計測における環境磁場ノイズの新規低減法が紹介された。横澤氏（北大）は、脳磁計を用いた人間の記憶やコミュニケーションにおける脳機能の測定結果を示し、脳磁計の実際の使用例とその成果を分かり易く解説した。2 台の脳磁計をリモート接続し、お互いの表情を見ながら会話した際の脳機能計測などユニークな研究成果も紹介された。足立氏（金沢工大）は、SQUID を用いた

脊磁計をベースにした磁気神経イメージング装置を紹介し、脊髄だけでなく末梢神経など脳以外の神経活動をイメージングした結果について報告した。体内深部における神経活動の微弱な磁場計測の難しさとその計測手法を説明し、既存の装置では実現が困難であった神経機能診断に適用できることを示した。田辺氏（SUSTERA）は、SUSTERA で開発している高性能な高温超伝導 SQUID の概要と、その SQUID を用いた非破壊検査システムや地下資源探査システムを紹介した。どちらのシステムも屋外の環境磁気雑音に晒される状態で安定した高感度磁気計測が可能であり、高速道路の鋼床版に発生した傷が評価可能であることや、地下の金属資源、石油、貯留二酸化炭素などの探査に関する展望を示した。緒方氏（日立製作所）は、SQUID 心磁計を用いる際の環境磁場ノイズ低減について、磁気シールド外で測定した環境磁場を用いたデータ処理により磁場ノイズを低減する手法について報告し、本手法の有効性を示した。

本シンポジウムは超伝導分野だけでなくバイオ計測や非破壊検査、物性評価などの幅広い分野を含んでおり、超伝導の専門家のみならず、様々な分野の方々にも有意義な内容であった。今回のシンポジウムにより超伝導を用いた超高感度磁気計測技術が様々な場面で社会実装されつつある現状を知ることができ、今後の更なる発展も期待できる。最後に、お忙しい中ご講演をご快諾頂いた招待講演者の皆様、最新の研究報告を行って頂いた一般講演者の皆様、ならびに本シンポジウムにご参加、活発にご討論頂いた聴講者の皆様に厚く御礼申し上げます。