

研究開発課題別事後評価結果

1. 研究課題名：高温超伝導 SQUID を用いた先端バイオ・非破壊センシング技術の開発

2. プロジェクトマネジャー：圓福 敬二（九州大学 超伝導システム科学研究センター 教授）

3. 課題の概要

本研究では高温超伝導 SQUID を用いた先端センシングの基盤技術確立を目指し、SQUID 計測の特長を活かした従来に無い高性能性と新機能の開発、応用システムに展開できる、高感度で信頼性の高いシステムの開発、超伝導センシング機器のための基盤技術の確立について多くの研究・開発がなされた。具体的には、低温超伝導に匹敵する高感度性と応用に耐えうる信頼性を持つ高温超伝導 SQUID システムの要素開発と、それを適用したバイオ・非破壊検査用 SQUID システム開発の基盤技術を確立した。このバイオセンシング技術を用いて、新規のバイオ免疫検査技術を開発することで蛋白質や病原体などのバイオ物質の高速・高感度検査を確立しつつある。また、SQUID 磁氣的検査手法の利点を生かし、磁気ナノ粒子イメージング技術により、従来のマンモグラフィー検査に代わる新たな体内診断による例として乳癌検査への応用等を見出しつつある。

4. 評価結果

（1）研究開発の目標達成度と成果

ステージⅠにより積層化技術を用いた SQUID センサ作製のプロセス改善、バイオセンシング用集積化 SQUID センサ開発、検出コイル分離型 SQUID システムの開発と磁氣的な免疫検査手法の開発を実現させた。ステージⅡでは SQUID チップの低周波雑音の低減と歩留まり改善に目処を付け、応用範囲を拡げる分離型の高温超伝導 SQUID の技術確立を行い、微弱磁気検出を応用するバイオセンシング技術、及び非破壊検査技術のアプリケーションの開拓を行った。両技術ともに、高感度の磁気センサを用いることによって非接触で高精度の検出が可能であり、従来の計測法では不可能な新しい様々な製品分野の創生が期待できる。ステージⅢに先駆けて行った課題中間評価において、研究開発の絞り込みを行い、開発してきた高温超伝導 SQUID センサと磁気マーカーを用いた磁氣的免疫検査法の技術確立に研究開発資源の集中を行った。ステージⅢでは開発したプロトタイプを用いた磁氣的免疫検査手法と従来からの光学的免疫検査手法との定量的な比較を行い、検査結果に高い相関を確認する事ができた。これらの磁氣的検査手法では光学的な検査手法に比べ、洗浄工程が不要で迅速・高感度検査であるばかりでなく、検査廃液の処理も不要になる。医学部との共同実験により SQUID を用いた磁氣的免疫検査法の迅速性・定量性を示し、光学式の欠点となる光を透過しない試料の検査に対しての有有用性の実証を行った。

（2）新産業及び新事業創出の可能性

磁氣的免疫検査による新事業創出に際しての課題として、検査手法の高度化（再現性・信頼性の向上）、磁気マーカーの高品質化とその実証が必須になる。光学的免疫検査手法は洗浄工程や医療廃液の処理、高価等の欠点はあるものの医療現場では既に普及しており、磁氣的免疫検査手法の事業創

出のためには、SQUID 方式ならびに MR センサ方式等の磁氣的検査手法の光学的手法では不可能な試料に対する有用性の実証とその有用性を生かした応用製品の開発が重要となってくる。最終的には高温超伝導 SQUID 技術による医療用製品展開を目指すものの薬事対応には長い期間が必要になる。従って磁氣的検査手法の特長を生かしたバイオ検査向け製品開発の実証データをここ数年で示して行きながら、その先に医療用製品開発を目標として行く継続的な研究開発が必要になる。

（３） 総合評価

高温超伝導による SQUID とそれを適用した先端バイオ・非破壊センシング技術の要素技術立ち上げに関しては、当初の目標をほぼ達成した。しかしながら新事業創出に向けては、磁氣的検査応用技術の有用性の見極めと、その特長をいかした応用製品がバイオ検査等にてどうしたら受け入れられるか、また将来的に薬事対応をして光学的免疫検査手法対しての有用性を継続的に追及していく必要がある。磁気方式によるバイオ検査技術、非接触検査技術に対しての信頼性、管理技術は今後の安全な社会を築いていく上でも重要なミッションを帯びている。一方、欧米、台湾、中国等のベンチャー企業を中心とした高温超伝導による SQUID 技術開発の動向も確認されつつあり、現参画機関による更なる継続した研究開発投資とともに、新たな公的資金のファンディングも見出して行く必要がある。

以上の結果から、総合評価を A とする。

以上