

「高度情報処理・通信の実現に向けたナノ構造体材料の制御と利用」

平成 14 年度採択研究代表者

石田 武和

(大阪府立大学大学院工学研究科 教授)

「超伝導ナノファブリケーションによる新奇物性と応用」

1. 研究実施の概要

本プロジェクトでは、ナノファブリケーション微細加工技法を生かして新奇物性発現やMgB₂中性子検出器としての応用展開を目指しています。何れも実験チームと理論チームが協調して研究を推進させます。

超伝導微細系の新奇物性を探求する研究には、ボルテックス間相互作用制御による新しい電子状態の秩序状態を設計したり、検証したりすることが課題となっています。s波超伝導体のマトリックスにd波超伝導体の周期ドットを埋め込んだ系の超伝導-擬スピン位相整列相転移を提唱しています。超伝導微細系の研究遂行のために、成膜、電子ビーム描画など高度のナノ微細加工技術の基盤を整備しています。異なる対称性のナノ複合超伝導体では秩序パラメータ整合が系の物性を大きく変えることが予想されます。微細系での磁束量子の振る舞いはSQUID顕微鏡、理論計算によるイメージングで確かめます。スパコンネットワークの活用による最高水準計算資源を駆使した大規模計算を行います。異方的超伝導での半整数量子化磁束は $\pm \Phi_0 / 2$ (擬スピン) は、ナノダウンサイジングで量子コンピュータのQuビットとして使用できないか検討中です。この研究の延長線上として高温超伝導のd波超伝導オーダーパラメーターの内部自由度を生かした「d」トロニクスを提唱しています。

MgB₂の中性子検出器としての利用は、わが国として独自性のある提案と自覚しております。計画の実現のためには、高品質のMgB₂薄膜を作成すること、MgB₂超伝導体を電子線描画装置で微細加工すること、MgB₂トンネル接合素子を開発すること、準粒子励起型素子として使用することなど解決しなければならない多くの課題があります。これらの応用研究を支えるためにMgB₂の基礎物性も並行して研究します。B-10でエンリッチしたMgB₂薄膜を作成し、高い反応確率をもつB-10(n, α)Li-7核反応を中性子検出に利用します。原研と高エネ研の統合計画の目玉「大強度パルス中性子源」に現時点でよい中性子検出器がありません。このプロジェクトでもこの点は充分留意しております。研究成果により将来は遺伝子情報に基づくタンパク質の立体構造の解明などに役立てることなどが考えられております。

2. 研究実施体制

2.1 関西地区実験グループ

- ①研究分担グループ長：石田 武和（大阪府立大学大学院工学研究科、教授）
- ②研究項目： 超伝導ナノファブリケーションによる超伝導微細系の設計・製作

2.2 原研東海地区実験グループ

- ①研究分担グループ長：北條 喜一（日本原子力研究所東海研究所、グループリーダー）
- ②研究項目： MgB_2 超伝導検出器の開発と実証実験

2.3 超伝導理論グループ

- ①研究分担グループ長：加藤 勝（大阪府立大学大学院工学研究科、助教授）
- ②研究項目： スーパーコンピューターを用いた超伝導微細系の理論計算