

平成 29 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】

簡単・便利な超伝導計測 - 100倍精度の計測を非専門家の手で

【整理番号】

TK17-027

【代表機関】

KEK

【調査研究代表者（氏名、連絡先 TEL & Mail）】

田島治（素核研客員）/長谷川雅也

つくば市大穂 1-1, 029-864-5341

osamu.tajima@kek.jp, masaya.hasegawa@kek.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

筑波大：武内勇司

NIMS：高野義彦

AIST：浮辺雅宏

東大：高橋浩之

【TIA 外連携機関】

京都大学大学院 理学研究科 物理第 2 教室 高エネルギー物理学研究室

理化学研究所 テラヘルツイメージング研究チーム

【報告書作成者】

田島治

【報告書作成年月日】

2018 年 3 月 31 日

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

多様な分野で実際に使える超伝導計測技術を提供することを目指している。広い提供が実現した暁には、既存の半導体計測機器にとって変わり、100 倍高精度な計測能力を多くのユーザーが利用可能となる。このような計測デバイスの産業革命をめざして、本年度は KEK, NIMS, AIST, 筑波大, 東大の連携研究をスタートした。

前年度の活動（「ユーザーフレンドリーの追求」に焦点をあてた研究会）において、新規にはじめてみたいという人々の参加と好評を得た。本年度はそれを受けて、本研究会では新規参入希望者と既存参入者の交流の場を設定するワークショップを開催した。「今まで使ったことないけど、こんなことに使ってみたい！」という講演や議論によって、連携の拡大のみならず、新たな連携や研究を創出する足がかりとした。当日のプログラムを以下にあげる。

-
- 13:00 - 13:10 はじめに（京大/KEK・田島治）
 - <ユーザー候補からの講演+議論>
 - 13:10 - 13:30 私が暗黒物質アクシオン検出で超伝導技術を使うなら（ICRR・岸本康宏）
 - 13:30 - 13:50 超伝導素子を用いたアクシオン探索について（東北大・時安敦史）
 - 13:50 - 14:10 ジョセフソン超伝導デバイスにおけるアクシオン応答検出の可能性（名大・中竜大）
 - 14:10 - 14:30 中性子に生かしたい！（名大・田中雅光）
 - 14:30 - 14:50 原子核実験に生かしたい！（東北大・本多良太郎）
 - 14:50 - 15:10 コーヒーブレイク

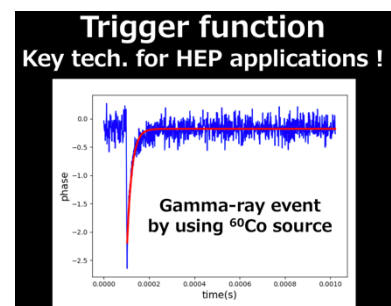
- 15:10 - 15:30 $0\nu\beta\beta$ やダークマター探索に生かしたい! (東北大・石徹白晃治)
- 15:30 - 15:50 公募講演: 超伝導計測のミュオン実験への応用 (理研・神田聡太郎)
- <超伝導デバイスプロセス入門>
- 15:50 - 16:10 はじめての超伝導デバイスプロセス+国内インフラ紹介 (理研・美馬寛)
- 16:10 - 16:20 さいごに (田島治)
- 16:30 - 17:30 超伝導デバイスを作るクリーンルーム見学 (案内人: 理研・美馬寛)

全国各地から多数のユニークな使用提案・相談があり、議論も大きく白熱した。このワークショップを通じ、新たな連携にむけた相談が複数開始されている。

また、本研究のテーマである「超伝導計測」を技術基盤とした実験の研究を行う大型科研費(基盤研究(S)代表: 田島治)も本年度より採択された。今後の大きな予算獲得と連携拡大にむけた大きな一歩となる成果である。

【調査研究内容(実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果)】

- KEK と筑波大での共同テストシステムの構築
筑波大と KEK が共同で開発した低温アンプや超伝導デバイスのテストシステムの構築を昨年度より行なってきた。その成果は日本物理学会等を随時報告している。
- KEK メンバーが NIMS クリーンルームを使用しての超伝導デバイスの試作
連携促進のために、KEK メンバーが実際に NIMS クリーンルームにて、超伝導デバイスの試作を昨年度に引き続きおこなっている。試作デバイスも、韓国コリア大学の共同研究者により評価・分析され、本活動を世界へ拡大するための重要な成果の卵となっている。
- 連携機関で共有可能な計測装置の開発
最先端の超伝導検出器 KIDs 用の読み出しエレクトロニクスの開発をおこなってきた。特に本年度は、トリガー機能を付加して放射線計測の用途拡大化を行なった。右図に Co-60 線源からガンマ線の計測例を示す。また、超伝導計測システムを作る上で欠かせない地磁気遮蔽に向けて、その影響の定量評価試験とそれを踏まえた遮蔽手法のシミュレーション研究を行なった。本成果は日本物理学会や超伝導の国際会議で発表され、一部は下記にあげる論文成果になった(会議発表は招待講演のみリストする)。



＝論文＝

1. *T. Nagasaki, J. Choi, R. T. Génova-Santos, M. Hattori, M. Hazumi, H. Ishitsuka, K. Karatsu, K. Kiuchi, R. Koyano, H. Kutsuma, K. Lee, S. Mima, M. Minowa, M. Nagai, M. Naruse, S. Oguri, C. Otani, R. Rebolo Lopez, J. A. Rubiño-Martín, Y. Sekimoto, M. Semoto, J. Suzuki, T. Taino, O. Tajima, N. Tomita, T. Uchida, E. Won, M. Yoshida, "GroundBIRD - observation of CMB polarization with a high-speed scanning and MKIDs", J. Low Temperature Physics, submitted (2017).
2. H. Kutsuma, J. Choi, R. T. Génova-Santos, M. Hattori, M. Hazumi, H. Ishitsuka, K. Karatsu, K. Kiuchi, R. Koyano, K. Lee, S. Mima, M. Minowa, M. Nagai, T. Nagasaki, M. Naruse, S. Oguri, C. Otani, R. Rebolo Lopez, J. A. Rubiño-Martín, Y. Sekimoto, M. Semoto, J. Suzuki, T. Taino, *O. Tajima, N. Tomita, T. Uchida, E. Won, M. Yoshida,, "Optimization of geomagnetic shielding for MKIDs mounted on rotating cryostat", J. Low Temperature Physics, submitted (2017).

＝招待講演＝

1. 田島 治, “GroundBIRD 実験と関連技術の進展・展望”, 宇電懇シンポジウム, 三鷹, 2018. 3. 20.
2. O. Tajima, R. T. Genova-Santos, “CMB experiments: QUIJOTE and GroundBIRD”, Japan-Spain 150 year memorial symposium ‘Large Infrastructures for Astrophysics: Synergies and Cooperation between Spain and Japan’ Tokyo, 2018. 3. 7.
3. 美馬 寛, “はじめての超伝導デバイスプロセス+国内インフラ紹介”, ‘簡単・便利な超伝導計測？ 100倍精度の計測を非専門家の手で’ 研究会, 和光, 2018. 1. 14.
4. O. Tajima, “GroundBIRD – KIDs meet the Cosmic Inflation”, Exploring Energetic Universe 2017, Astana, Kazakhstan, 2017. 8. 7-12.

【今後の活動予定】

研究・連携推進計画

- 大学や企業との連携を模索する調査シンポジウムと調査訪問
前述のように、これまでに超伝導計測を使ったことのないユーザー候補(つまり「非専門家」)から意見を聞く調査ワークショップを行った。今後は、それに答えるワークショップの開催と、具体的な連携を組織することをしていく。同時に新たなユーザー候補の開拓にむけた活動も継続して行う。
- 研究サイクルが回るように各機関の連携を強める開発研究

新たな資金獲得にむけた施策

競争的資金の獲得へむけては、平成28年度の段階で、本研究は大型研究を計画する機関の調査員に深い興味をもたれている。先方が KEK に訪問し、代表者らと議論を行ったという先行活動履歴をすでに有する。その方面への宣伝活動を拡大するとともに、大型予算獲得にむけた方策を講じる。

以上