

2023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】中性子・暗黒物質検出を目指した革新的量子撮像装置の定量的な開発

【整理番号】TK23-023

【代表機関】東北大学

【調査研究代表者(氏名)】黒澤 俊介

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

東京大学 神谷 好郎

高エネルギー加速器研究機構 大下 英敏

【TIA 外連携機関】

【報告書作成者】 黒澤俊介

【報告書作成年月日】令和6年4月21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)】

中性子、ミュオンといった放射線は、橋梁などの社会インフラの経年劣化といった物性評価や大規模な建造物の内部構造の透視などの非破壊検査といった産業への応用が期待できる。しかしながらこれらの放射線を数 10 μ m 程度のオーダーで詳細に検出できる二次元撮像が難しい。

そこで、本活動では、先述の放射線の数 10 μ m 程度のオーダーの高位置分解能の「放射線顕微鏡」の開発ができるか、さらには、暗黒物質探査などへの展開が可能かどうか、調査をすすめた。

本活動では各機関が図1のような事項について研究をすすめ、そのなかで中性子・暗黒物質検出を目指した革新的量子撮像装置の実現可能性を調査した。ただし、当該年度に資金的なサポートが一切ない機関もあったため、研究そのものよりも、研究推進のための連携として、情報の交換などをメインに取り組み、オンラインによる打ち合わせを中心に実施した。そして、これらの活動の効果として、各機関での基盤技術の情報交換や共同研究につながる成果を得ることができた。

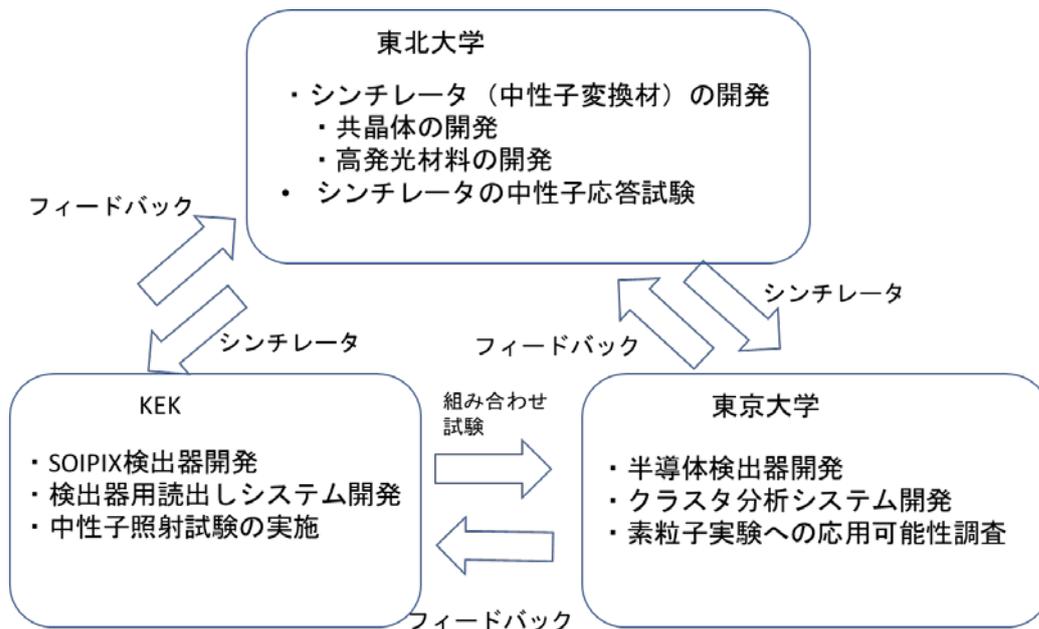


図1 組織の体制図

【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）】

シンチレータは放射線が入射すると発光する機能材料であり、本研究のキーマテリアルとなる。中性子がシンチレータに入射した場合、多くの場合中性子は透過してしまうため、正確な中性子の測定はできない。そこで⁶Liや¹⁰Bなどの中性子との原子核反応でアルファ線や三重水素が生じる点を利用した「中性子変換材」の導入が必要である。

本活動ではその「中性子変換材」に発光機能をもたせたシンチレータの開発を進めることができた。具体的にはブリッジマン法などを用いて、実際に結晶を育成して、その光学特性評価を東北大を中心に、その他の外部機関の施設(中性子照射場)を利用しつつ実施した。

その中には、検出器として近年開発が進んでいるSiベースの光検出器にも対応できる500-700nmの発光波長をもつ、これまでのシンチレータ(発光波長200-500nm)とは大きく異なる新しいシンチレータの開発の成功もある。そして、これらの結果はいくつかの学会、論文などで発表できた。

発表例：

Chihaya Fujiwara, Shunsuke Kurosawa, Akihiro Yamaji, Akira Yoshikawa
 Li_2HfBr_6 scintillator for neutron and gamma-ray dual detection
 Applied Physics Express vol.16 (2023) 102005

【今後の活動予定】

本調査研究ですすめた中性子検出素子や回路技術を引き続き高度化しつつ、装置開発とその産業応用に向けて競争的資金の獲得をめざす。

【SDGs17 目標について、調査研究成果について、貢献ができると思われる項目があれば、最大3つまで☑をご記載下さい。】

研究成果に関連する SDGs 目標がある。

関連する SDGs 目標は無い

| | |
|--|--|
| 1 <input type="checkbox"/> 貧困をなくそう | 2 <input type="checkbox"/> 飢餓をゼロに |
| 3 <input type="checkbox"/> すべての人に健康と福祉 | 4 <input type="checkbox"/> 質の高い教育をみんなに |
| 5 <input type="checkbox"/> ジェンダー平等を実現しよう | 6 <input type="checkbox"/> 安全な水とトイレを世界中に |
| 7 <input type="checkbox"/> エネルギーをみんなに、そしてクリーンに | 8 <input checked="" type="checkbox"/> 働きがいも経済成長も |
| 9 <input checked="" type="checkbox"/> 産業と技術革新の基盤を作ろう | 10 <input type="checkbox"/> 人や国の不平等をなくそう |
| 11 <input checked="" type="checkbox"/> 住み続けられるまちづくりを | 12 <input type="checkbox"/> つくる責任、つかう責任 |
| 13 <input type="checkbox"/> 気候変動に具体的な対策を | 14 <input type="checkbox"/> 海の豊かさを守ろう |
| 15 <input type="checkbox"/> 陸の豊かさを守ろう | 16 <input type="checkbox"/> 平和と公正をすべての人に |
| 17 <input type="checkbox"/> パートナリシップで目標を達成しよう | |

以上