

2023 年度年次報告書

量子・古典の異分野融合による共創型フロンティアの開拓

2023 年度採択研究代表者

上ノ町 水紀

京都大学 学際融合教育研究推進センター

特定助教

核スピンを介した非侵襲な量子診断技術の開拓

研究成果の概要

本課題では、複数光子を連続的に放出するカスケード核種の核スピンを「量子センサ」として利用し、生体深部での微小環境情報と薬剤集積を同時取得する新しい非侵襲な量子診断技術を開拓することを目的としている。初年度は、カスケードガンマ線の角度相関測定およびガンマ線イメージングを同時施行可能なシステムの開発を進めた。イメージング手法としてコンプトン散乱を利用したコンプトンイメージングを用いることで、全方向の角度相関の測定とイメージングの同時施行が可能になり、更に、コンプトン散乱の際の反跳電子飛跡の計測により、ガンマ線の飛来方向を円弧上に制限できるようになる。そのためには数十 μm のピクセルサイズおよび吸収体の検出器との同時計数が可能な散乱体の検出器を必要とし、本研究では 36 μm 角の超微小ピクセルを有する SOI (Silicon on insulator) 技術を用いたセンサ・回路一体型のシリコンピクセル検出器 “XRPIX”を用いる予定である。XRPIX は元々 X 線天文衛星への搭載を目指して開発が始まった検出器であり、各ピクセル回路にトリガー出力機能を搭載、必要ピクセルの電荷のみを 10 μs 以下の時間分解能で読出可能である。本研究では大面積化が行われた最新の第 10 シリーズである有感面積 24.5 mm $\times$ 15.3 mm の XRPIX10 を用いたシステム開発に向け、性能評価、及び本研究用の基板の小型化も進めた。1 ピクセルの分光性能は 400 eV 以下 (FWHM: Full width at half maximum) @ 13.8 keV と本研究に十分な高エネルギー分解能を示したが、ピクセル位置に依存した大幅なピークシフトの問題も生じていた。その対策を施した第 11 シリーズとした XRPIX11 が開発され、今後はこちらの搭載に変更予定である。また、本提案手法を用いた生体応用として、放射性薬剤の細胞取り込み情報の検出検証も進めている。