

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	有川安信
研究機関名	大阪大学
所属部署名	大阪大学レーザー科学研究所
役職名	准教授
研究課題名	小型レーザー装置による高指向性スピン偏極熱中性子の直接発生と産業応用研究
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

スピン偏極熱中性子高指向性ビームの生成を目指した開発を行っている。2. 226MeV または 2. 227MeV の単色ガンマ線を重水素に照射することで、前者で 660eV の指向性中性子、後者で熱中性子が発生する。後者では、発生段階では指向性はないが、中性子吸収断面積の高い金属製ピンホールを加えれば指向性が得られる。さらにレーザーで生成する高強度磁場中を通過させることでスピン偏極熱中性子高指向性ビームが得られる。これらのガンマ線を生成するには、2. 25MeV の電子ビームを用いて制動放射により X 線を発生させることで、生成可能である。2023 年度における成果 2 つを以下に述べる。

(成果 1) 大阪大学超高压電子顕微鏡センターの電子ビームを用いて熱中性子ビーム発生実験を行った。実験内容は電子ビームをジスプロシウム金属膜で覆った重水素プラスチックに照射する。電子がジスプロシウム膜で X 線に変換される。その X 線が重水素に当たり、熱中性子が発生する。熱中性子がジスプロシウムに当たり中性子捕獲反応によりベータ線を放出する。そのベータ線を放射線バックグラウンドの低い場所でイメージングプレートに転写し、イメージングプレートの信号を検出する。これにより、重水素プラスチックから熱中性子が発生したかどうか、さらにその熱中性子が指向性を持っていたかを計測することができる。電子ビームのエネルギーを 2. 1MeV, 2. 2MeV, 2. 25MeV, 2. 3 MeV, 2. 4MeV の 5 条件で変えて電子ビームの照射実験を行った。予測通り 2. 25MeV の時に有意な信号が得られた。しかしながら、計測感度が不足しており、誤差レベルと同等の信号しか得られず結論できない結果となった。次回実験に向けて計測手法の開発を行なっている。(成果 2) スピン偏極熱中性子の発生に関する実験を行った。熱中性子ビームを、レーザー生成磁場中を飛行させて、磁場により中性子が曲がる作用を利用してスピン分離できるかどうかを試す実験である。大阪大学レーザー科学研究所の激光 XII 号・LFEX の両レーザーを用いた実験を行った。LFEX レーザーにより熱中性子を発生させた直後に、近接した場所に設置した銅の薄膜に激光 XII 号レーザーを照射して高強度磁場を発生させた。熱中性子が磁場によって曲がることで、計測される中性子ビームパターンが左右二つに分離する。ここで発生する中性子はブロードなスペクトルである。中性子が発生した時刻から、熱中性子が磁場を通過するまでの時間差は 1 マイクロ秒である。実験では中性子発生から 1 マイクロ後に磁場を発生させた時のみに明瞭なスピン分離中性子パターンが得られた。

