

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	樋浦 諭志
研究機関名	北海道大学
所属部署名	大学院情報科学研究院
役職名	准教授
研究課題名	ナノ量子光スピン機能の開拓による光電スピントロニクス創成
研究実施期間	2021年4月1日～2022年3月31日

研究成果の概要

ビッグデータや人工知能、IoT を活用した高度情報化社会を持続的に発展させるには、膨大な情報処理と消費電力の負担を支える次世代の情報技術の開発が必要である。そこで、電力消費なしに情報を保持できる電子のスピンを活用するスピントロニクスや、熱損失なしに情報を高速伝送できる光信号配線が近年注目を集めている。一方で、電子スピンと光の直接変換が可能な光電スピンインタフェースは未だ確立されていない。本研究では、実用上重要な室温以上で電子と光のスピン情報を自在に相互変換する技術基盤を確立し、超低消費電力の光電融合情報システムへ展開することを目指す。

当該年度では、室温以上で安定動作する光スピン変換素子の開発にむけた以下の研究を実施した。

1. 室温で機能する光スピン変換ナノ材料の研究

室温でスピン偏極を増幅できる希薄窒化物半導体と量子ドットのトンネル結合ナノ構造を研究した。これまでは高いスピン偏極を得るために必要なキャリア注入量が実用条件からは遠かったが、量子構造の最適化を行い少ないキャリア注入量で高輝度発光と高いスピン偏極を両立することに成功した。

2. 室温で高効率に動作するスピン偏極発光ダイオードの研究

希薄窒化物半導体と量子ドットのトンネル結合構造を活性層に用いたスピン偏極発光ダイオードを作製した。電氣的スピン注入においても特定の条件下でスピン偏極の増幅が発現することを実証した。また、実用の観点で必須となる無磁場での動作を実現するため、垂直磁化膜を開発した。

3. スピンフォトダイオードの研究

円偏光受光により生じる微小なスピン依存光電流を高感度かつ高精度に検出できる磁場中光学電気測定システムを構築した。量子ドットを活性層に持つスピン偏極発光ダイオードをテスト試料に用いて光電流の受光波長依存性と電圧依存性を評価し、測定システムが正常に動作することを確認した。