

2022 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	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

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相互に変換でき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。当該年度では以下の研究を実施した。

#### 1. 室温以上で高輝度発光が可能な光スピン変換ナノ材料の開発

室温以上の高温環境で量子ドットの高輝度発光を実現するには、量子ドットからバリアへの電子の熱脱離を抑制する必要がある。そこで、バンドギャップエネルギーの大きい AlGaAs バリアに埋め込まれた InGaAs 量子ドットを作製し、発光強度や発光寿命の温度依存性を評価した。また、InGaAs 量子ドットに対して伝導帯オフセットが大きい希薄窒化 InGaAs 量子ドットを作製し、光学特性を評価した。

#### 2. 室温で機能する電子スピン輸送層の開発

室温で電子スピン偏極を増幅できる希薄窒化 GaNAs を用いた超格子バリアと量子ドットのハイブリッドナノ構造を作製し、超格子バリアから量子ドットへのスピン偏極電子の輸送特性を評価した。

#### 3. 室温で高電圧動作が可能なスピン偏極発光ダイオードの開発

前年度に開発した GaNAs 量子井戸と InGaAs 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開発した。活性層への輸送中に容易に失われる電子のスピン偏極をドット注入後に復元・増幅し、高速動作と高輝度発光が可能な高バイアス条件にて室温で高効率動作を達成した。

#### 4. 室温動作が可能なスピンプォトダイオードの研究

InAs 量子ドットをスピフィルター層に活用した独自のスピンプォトダイオードを開発し、室温で特定のバイアス電圧範囲においてスピン依存光電流を検出した。また、GaNAs スピフィルターを用いたスピンプォトダイオードを作製し、光電流の受光波長依存性とバイアス電圧依存性を評価した。