

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 単一光子から単一電子スピンへの量子メディア変換

2. 研究代表者名： 小坂 英男（東北大学 電気通信研究所 准教授）

3. 研究概要

本研究では、ナノテク、スピントロニクス、フォトニクス、量子情報を融合した”ナノスピントロニクス量子情報”分野を開拓し、光子キュービットから電子スピンキュービットへの量子メディア変換を実現する。単一電子のスピン自由度を操るg因子エンジニアリングと電子正孔対のすみやかな解離が成功の鍵となります。本研究は、絶対的に安心な通信網を実現する量子中継器や量子計算機の光量子インターフェース実現に貢献するものです。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況と今後の見込み

- ・当初計画から見て、研究は進んでいる。本プロジェクトの重要ステップである光から電子へのコヒーレントなスピン状態転写に成功した。また、光子より生成された単一電子の検出にも成功している。
- ・方針に大幅な変更はないが、電子スピンのトモグラフィー測定の可能性を示すなど当初計画をこえる成果達成の糸口をつかんでいる。
- ・半導体電子スピンを用いた量子情報処理分野の国際レベルと比較すると、追いつくまでにあと一步というところまで来ている。
- ・実験と理論グループの間の連携は良く取れているようである。
- ・今後の研究の進め方も妥当と判断する。

4-2. 研究成果の現状と今後の見込み

- ・量子状態転写の実証、縦型2重ドットにおける間接励起子の電気伝導による検出、単一電子スピン状態の光による非破壊測定のプロトタイプ提案など、重要な成果をあげた。
- ・スピンもつれ合い状態の検出という目標の達成が期待される。

4-3. 今後の研究に向けて

- ・半導体基礎物性面での足場は固まったと判断する。量子情報処理の専門家(特に量子中継システムに関して)の意見を取り入れて進めてほしい。

4-4. 戦略目標に向けての展望

- ・光-電子間の量子メディア変換の実現は量子情報処理の中核技術として重要である。
- ・新規性と独創性の高い研究を続けてほしい。

4-5. 総合的評価

難度の高いテーマであるが、成功すればインパクトの大きな研究である。光の偏光状態から電子のスピン状態への量子情報転写をマクロなレベル(励起子の集合を用いたという意味)で実証してみせた実験結果は重要な第一歩と考えられる。しかし、初めの目標は単一光子から単一電子への情報転写であったことを考えると、今後はその方向で腰を据えた取り組みを行い、目標を達成してほしい。