

課題名：単一光子-半導体量子ドット電子スピン集団励起間の革新的量子インターフェースの実現

氏名：早瀬潤子

機関名：慶應義塾大学

1. 研究の背景

「情報爆発」時代に向け、より多くの情報を高速・安全かつ省エネルギーに通信する新しい技術の開拓が急務となっている。そこで従来とは全く異なる革新的な通信技術として、量子力学の原理を積極的に活用した量子情報通信技術に注目が集まっている。

2. 研究の目標

本研究では、微弱な光と半導体ナノ構造との相互作用を量子力学的に明らかにすることで、量子情報通信技術の実現に必要な「量子インターフェース」を実現するための新たな技術を開拓する。半導体ナノ構造中の電子スピン集団励起を利用することで、デバイス化・小型化が可能な固体量子インターフェースの実現に挑戦する。

3. 研究の特色

非線形分光法と呼ばれる高度な分光技術を駆使することで、今まで活用が困難であった電子スピン集団励起の活用を可能にし、従来よりも広帯域・高時間帯域幅積かつ高効率な量子インターフェースの構築を目指す。

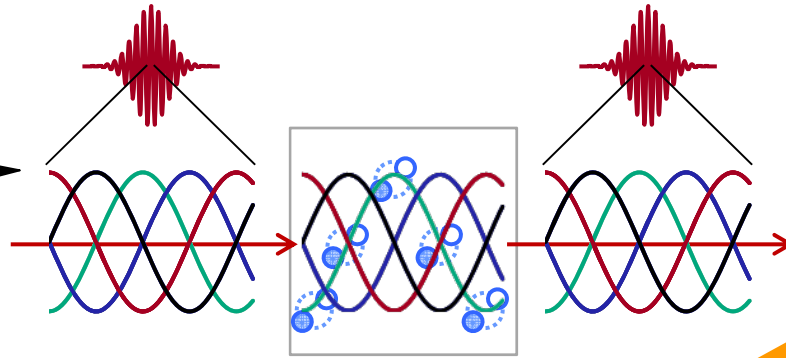
4. 将来的に期待される効果や応用分野

本研究における光と半導体との相互作用の研究は、量子力学など基礎科学の発展に多大に寄与するだけでなく、量子情報通信技術の実現や光電変換の高効率化、微弱光の検出・制御・発生技術の高度化を可能にし、安全かつ省エネルギーな社会の実現へ大きく貢献すると期待される。

高度情報化社会のさらなる発展を目指して

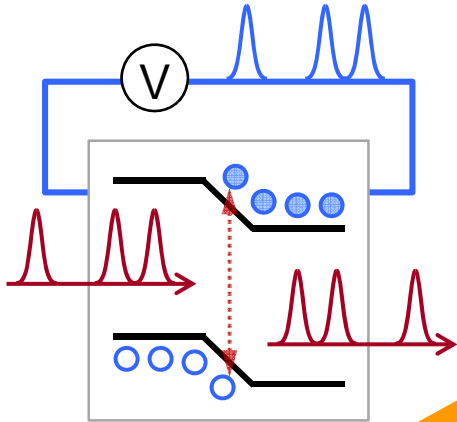
より少ないエネルギーで、より多くの情報を、より高速・安全に通信する

「量子力学」の壁



量子通信

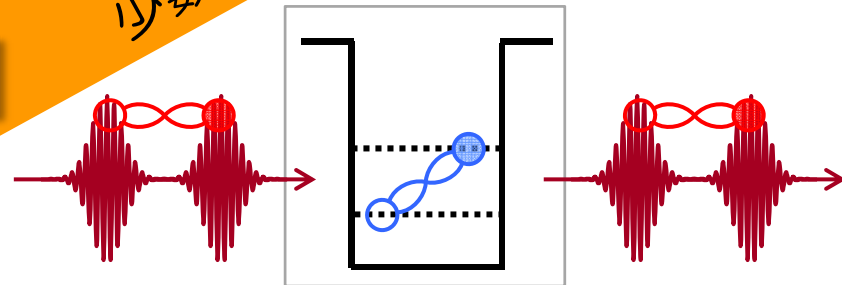
光子と電子の量子力学的性質を最大活用



光通信

光コヒーレント通信

光量子状態
少数(1~2)光子



光子-電子間で量子状態をやりとりする量子インターフェースが必要不可欠！！

光強度

多数($>10^{10}$)光子

光位相

単一光子-半導体量子ドット電子スピン
集団励起間の量子インターフェースの実現

非線形分光法、不均一量子ドット集合体、通信波長帯

本研究の波及効果

量子情報技術

量子メモリ、量子中継器
光量子コンピューティング
単一光子発生・制御・検出
量子テレポーテーション

量子暗号通信の実現
高度な地球環境予測、
固体物性解明、
光合成メカニズム解明、
創薬・タンパク質解析など

フォトニクス

微弱光の検出・制御・生成技術
光通信の省エネルギー化
光電変換の高効率化(太陽電池等)

量子インターフェースの実現により
創出される新しい科学技術

光子・電子・スピンの量子制御技術

ナノテクノロジー

ナノ物質の光学特性解明
(量子ドット、カーボンナノチューブなど)
不均一量子ドットの新規応用開拓
新しいナノサイエンスの創出

基礎物理

「量子力学」の理解
光子・電子・スピンの
量子力学的性質の理解
固体における新しい
量子状態生成

スピントロニクス

新しいスピン量子制御技術の開拓