

課題番号	GR084
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成22年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	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
研究機関・ 部局・職名	慶應義塾大学・理工学部・准教授
氏名	早瀬 潤子(伊師 潤子)

1. 当該年度の研究目的

本研究の目的は、半導体量子ドット中に Λ 型3準位系を構成し、通信波長帯単一光子パルスにより表現された量子情報を、量子ドット集合体中の電子スピン集団励起状態に直接転写・再生するための新しい技術を開拓することである。その目的達成のためには、(1)ドーピング層を導入した半導体量子ドットサンプルを作製し、基底準位が単一電子スピン状態からなる Λ 型3準位系を半導体量子ドット中に構成すること、(2)強磁場下に置いてラマン型フォトンエコー測定を行なうことが必要となる。平成22年度の2ヶ月間は、サンプル作製および光学測定のためのインフラ・環境整備を行なうことを目的とする。

2. 研究の実施状況

現在我々のグループが専有している実験室(約 50 平米)では研究スペースが足りないため、大学内にある実験室を確保できないか調査を行ない、平成 23 年 4 月から慶應義塾大学矢上キャンパス内の約 70 平米の実験室を確保可能であることがわかった。また光学実験に必要な光学部品および電子部品の調達を行なった。

本研究では、量子ドット集合体を対象としてフォトンエコー測定を行なうことを予定しているが、平成22年度は集合体を対象とした場合に顕著になるパルス面積の不均一性がフォトンエコー測定に与える影響について詳細な理論解析を行なった。平成22年度は、最も影響の大きな入射光電場の不均一性を取り入れた2準位モデルを用いて、フォトンエコー信号の理論計算を行なった。本研究では、サンプル面上における光電場の不均一性だけでなく、フォトンエコー信号が検出器に到達するまでの伝搬効果を取り入れ詳細な解析を行なった。理論計算の結果、入射光電場がガウシアン分布をしている場合、サンプル面上から離れた検出器直前でのフォトンエコー信号電場分布が、平均パルス面積の大きさによって大きく変化することを見出した。検出器直前における信号電場分布は平均パルス面積が大きくなる程空間的に大きく広がり、したがって、検出器前に設置されたアパーチャーのサイズや位置によって、観測されるラビ振動のマクロな応答が大きく変化することを明らかにした。伝搬効果まで取り入れてラビ振動の理論計算を行なった例は過去になく、本研究の独創的な点であると言える。この結果は、2準位系集団におけるラビ振動のマクロな応答を理解する上で重要な成果であり、基礎物理の進展に大きく寄与するものである。

様式19 別紙1

3. 研究発表等

雑誌論文 計 1 件	(掲載済み一査読有り) 計 0 件 (掲載済み一査読無し) 計 0 件 (未掲載) 計 1 件 [1] S. Mitsutake, M. Kujiraoka, J. Ishi-Hayase, K. Akahane, N. Yamamoto, K. Ema, and M. Sasaki, "Macroscopic response of Rabi oscillations in a quantum dot ensemble", <i>physica status solidi (c)</i> (in press.), ISSN 1862-6351, URL http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1610-1642a .
会議発表 計 2 件	専門家向け 計 2 件 [1] 早瀬潤子, "量子ドットによる光・量子メモリの創出", 2011 年春季第 58 回応用物理学関係連合講演会, 神奈川工科大学, 2011 年 3 月 24 日~27 日. [2] 光武慧, 中尾陽象, 早瀬(伊師)潤子, 赤羽 浩一, 山本 直克, 江馬一弘, 佐々木 雅英, "集団量子ドットの巨視的非線形信号の空間分布", 2011 年春季第 58 回応用物理学関係連合講演会, 神奈川工科大学, 2011 年 3 月 24 日~27 日. 一般向け 計 0 件
図書 計 1 件	荒川泰彦, 山口浩一, 赤羽浩一, 樽茶清悟, 宇佐美德隆, 菅谷武芳, 大野圭司, 小寺哲夫, 小田俊理, 末宗幾夫, 村山明宏, 森山悟士, 今村裕志, 余越伸彦, 塚本史郎, 安井寛治, 宮本智之, 向井剛輝, 黒川康良, 小長井誠, 多田弘明, 豊田太郎, 橋泰宏, 菅原充, 田中有, 丸泉琢也, 夏金松, 山本直克, 高井裕司, 野村政宏, 下村和彦, 竹内繁樹, 竹本一矢, 小坂英男, 早瀬潤子, 高橋庸夫, 平川一彦, 柴田憲治, 町田友樹, 小林弘脩, 守谷頼, 「量子ドットエレクトロニクスの最前線」, 株式会社エヌ・ティー・エス, 2011 年, 総ページ数 440 ページ, ISBN 978-4-86043-376-5. (分担執筆)早瀬潤子, 第 2 編第 3 章第 4 節「通信波長帯における歪補償量子ドットの励起子コヒーレンス」, pp.367-375.
産業財産権 出願・取得状況 計 0 件	(取得済み) 計 0 件 (出願中) 計 0 件
Webページ (URL)	慶應義塾大学 理工学部物理情報工学科 個人ホームページ (http://www.appi.keio.ac.jp/staff2010/hayase.html)
国民との科学・技術対話の実施状況	一般向けの研究紹介ビデオ(日本語版および英語版、各4分程度)を作成し、無料動画公開サイト Youtube にて継続的に一般公開を行なっている(URLは下記参照のこと)。2011 年 3 月までに計 2,500 件を超えるアクセスがあった。
新聞・一般雑誌等掲載 計 0 件	
その他	JST さきがけ「光の創成・操作と展開」研究者紹介 (http://www.light.jst.go.jp/scholar/phase03/scholar020.html) Youtube 研究紹介ビデオ 日本語版 (http://www.youtube.com/watch?v=D3wvAgDzPQc) Youtube 研究紹介ビデオ 英語版 (http://www.youtube.com/watch?v=JwZKzpiuvyE)

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成22年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額
直接経費	124,000,000	0	75,300,000	48,700,000
間接経費	37,200,000	0	22,590,000	14,610,000
合計	161,200,000	0	97,890,000	63,310,000

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度 執行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額
直接経費	0	75,300,000	0	75,300,000	1,749,825	73,550,175
間接経費	0	22,590,000	0	22,590,000	899,219	21,690,781
合計	0	97,890,000	0	97,890,000	2,649,044	95,240,956

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	1,749,825	デジタルロックインアンプ、液体ヘリウム他
旅費	0	
謝金・人件費等	0	
その他	0	
直接経費計	1,749,825	
間接経費計	899,219	
合計	2,649,044	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
デジタルロックイ ンアンプ	株式会社エヌエ フ回路設計ブロッ ク・LI5640	1	630,000	630,000	2011/3/9	慶應義塾大学
				0		
				0		