

## 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) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

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. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	124,000,000	124,000,000	0	124,000,000	124,000,000	0	0
間接経費	37,200,000	37,200,000	0	37,200,000	37,200,000	0	0
合計	161,200,000	161,200,000	0	161,200,000	161,200,000	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	1,749,825	61,377,229	34,083,424	18,360,924	115,571,402
旅費	0	248,790	792,268	528,790	1,569,848
謝金・人件費等	0	364,047	307,411	305,133	976,591
その他	0	1,818,783	1,942,944	2,120,432	5,882,159
直接経費計	1,749,825	63,808,849	37,126,047	21,315,279	124,000,000
間接経費計	899,219	21,690,781	8,220,000	6,390,000	37,200,000
合計	2,649,044	85,499,630	45,346,047	27,705,279	161,200,000

4. 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	1	630,000	630,000	2011/3/9	慶應義塾大学
XYZステージ	TRITOR102 SG	1	869,400	869,400	2011/7/26	慶應義塾大学
デジタルオシロスコープ	RTO1004	1	1,230,600	1,230,600	2012/2/17	慶應義塾大学
ハイパニング超高性能三次元空気ばね式防振システム	h-TDIS-4015LA(Y)J	1	6,825,000	6,825,000	2012/2/21	慶應義塾大学
超伝導シングルフォトンカウンティングSSPD検出システム	TCOPRS-001-10	1	6,615,000	6,615,000	2012/3/1	慶應義塾大学
広帯域波長可変フェムト/ピコ秒レーザー光源	—	1	39,270,000	39,270,000	2012/3/21	慶應義塾大学
広域チューナブルレーザー	TLB-6304	1	2,950,000	2,950,000	2012/6/14	慶應義塾大学
信号発生器	SMB100A/02型	1	1,310,400	1,310,400	2012/8/1	慶應義塾大学
コントローラ	NV40/3CLE	1	630,000	630,000	2012/8/28	慶應義塾大学
磁気光学測定用電導マグネットシステム	Spectromag	1	14,486,850	14,486,850	2012/11/2	慶應義塾大学
3chコントローラ	ANC300/3	1	1,039,500	1,039,500	2012/9/25	慶應義塾大学
低温3軸用ポジショナー	独 attocube systemus社	1	2,152,500	2,152,500	2012/9/25	慶應義塾大学
75cm焦点距離分光器	SP-2758-IR	1	2,933,700	2,933,700	2013/1/15	慶應義塾大学
電磁波解析ソフトウェア	PoyntingforOptics	1	913,500	913,500	2013/3/29	慶應義塾大学

様式20

超低振動無冷媒オプティカル・クライオスタット	4200-520-NR2	1	11,299,050	11,299,050	2013/6/3	慶應義塾大学
ワイドレンジ波長可変レーザーコントローラー	TLB-6700-LN-SP	1	700,050	700,050	2013/7/10	慶應義塾大学

5. 研究成果の概要

フォトンエコー法を量子ドット集合体に適用する量子インターフェースの開発を行ない、高帯域(>1 THz)、高時間帯域幅積(>10<sup>3</sup>)、通信波長帯光子の直接転写が可能、多モード化が可能となる広帯域量子インターフェースを世界で初めて実現した。またダイヤモンド窒素-空孔中心の作製法や量子制御法を開発し、生成密度・位置・配向軸の同時制御や、微小磁場センシングに世界で初めて成功した。これらの結果は、量子情報通信や量子センシング技術の進展に大きく寄与する重要な成果であると言える。

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) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます
------------------

研究課題名 (下段英語表記)	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
	Innovative quantum interface between a single photon and a collective excitation of spins in semiconductor quantum dots
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	慶應義塾大学・理工学部・准教授
	Keio University・Faculty of Science and Technology・Associate Professor
氏名 (下段英語表記)	早瀬 潤子(伊師 潤子)
	Junko Ishi-Hayase

### 研究成果の概要

(和文):

本研究では、歪補償超積層 InAs 量子ドット集合体作製技術と、超高感度ヘテロダイン検出フォトンエコー法の2つの独自の技術を開発し、広帯域 (>THz)・高時間帯域幅積 (>10<sup>3</sup>) であり、マルチモードの保存・通信波長帯光子の直接転写・集積化が可能であるといった、従来にない性能をもつ量子インターフェースが実現可能であることを実証した。さらにダイヤモンド中空素-空孔中心の新規作製法を開発し、電子スピンによる超高感度磁場センシングに成功した。我々の成果は、量子力学の原理を活用した革新的技術である量子情報技術や量子センシング技術の実現に大きく貢献するものである。

(英文):

Photon-echo-based broadband quantum interface was demonstrated at telecom wavelength using highly-stacked InAs quantum dots fabricated by means of strain compensation. Highly-sensitive heterodyne detection technique was developed to perform photon echo measurements at the single photon level. Moreover, it was demonstrated the simultaneous control of doping position, density, preferential orientation of nitrogen-vacancy centers in diamond by using nitrogen-doped isotopically-purified chemical vapor deposition. Highly-sensitive sensing of proton-induced magnetic field was demonstrated using electric spin states of shallow nitrogen-vacancy center in diamond.

## 様式21

1. 執行金額 161, 200, 000円  
(うち、直接経費 124, 000, 000円、 間接経費 37, 200, 000円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

### 3. 研究目的

近年、重ね合わせ状態や不確定性原理、量子もつれなどの量子力学的効果を積極的に利用することで、革新的な情報処理・情報通信・高感度センシングが可能となる量子情報技術に大きな注目が集まっている。量子情報技術の実現のためには、光子と物質との間で量子情報をやり取りする量子インターフェースの実現が必要不可欠であるが、要求される性能を有する量子インターフェースの実現には現在まで至っていない。

本研究では、これまで量子情報技術にあまり活用されてこなかった半導体量子ドットの集団励起状態を用いて、単一光子に対する量子インターフェースを実現するための新しい技術を開拓することを第1の目的とする。具体的には、不均一性の大きな量子ドット集合体を対象として、フォトンエコー法を用いた量子インターフェースのスキームを適用し、今までにない広帯域・高時間帯域幅積かつ通信波長帯光子の直接転写が可能である量子インターフェースを構築することを目指す。そのために重要な単一光子レベルの極微弱光と半導体量子ドット集合体間のコヒーレントな相互作用を解明していく。さらに新たな研究課題として、近年量子情報分野で注目されているダイヤモンド中の窒素－空孔中心を対象として、量子センシング技術の開発を行なう。具体的には、量子センシングに適した窒素－空孔中心を生成し、窒素－空孔中心に局在した電子スピンを量子センサーとして用いた高感度磁場センシングを行なうことを第2の目的とする。

具体的な研究項目を以下に示す。

- (1) 量子ドット集合体によるフォトンエコー量子インターフェースの開発
  - ① 量子インターフェースに適した良質な半導体量子ドットサンプルの作製・物性評価
  - ② 高感度光検出技術の開発による、極微弱光と量子ドット集合体とのコヒーレントな相互作用の解明
  - ③ フォトンエコー法による量子ドット集合体への単一光子 Time-bin 量子ビット転写・再生実験のデモンストレーション
- (2) ダイヤモンド中窒素－空孔中心による量子センシング技術の開発
  - ① 量子センシングに適した高性能窒素－空孔中心の生成と物性評価
  - ② 窒素－空孔中心電子スピン状態の量子制御と高感度磁場センシングのデモンストレーション

### 4. 研究計画・方法

- (1) 量子ドット集合体によるフォトンエコー量子インターフェースの開発

① 量子インターフェースに適した良質な半導体量子ドットサンプルの作製・物性評価

フォトンエコー量子インターフェースの性能は、量子ドットサンプルのコヒーレンス時間、フォトンエコー生成効率、発光波長、不均一幅などにより決定される。本研究では、分子線エピタキシーを用いて自己形成InAs量子ドットサンプルを作製する。歪補償法を導入することで、フォトンエコー量子インターフェースの高性能化に適したサンプル作製を行なう。サンプル作製は、(独)情報通信研究機構の協力を得て行なう。

② 高感度光検出技術の開発による、極微弱光と量子ドット集合体とのコヒーレントな相互作用の解明

フォトンエコー量子インターフェースでは、量子ドット集合体を単一光子レベルの極微弱光で励起した際に生成されるフォトンエコーを検出する必要がある。本研究では、極微弱なフォトンエコー信号を検出するための高感度光検出技術として、高感度光ヘテロダイン検出フォトンエコー測定システムを開発する。これにより、単一光子レベルの極微弱光で励起した際のフォトンエコー生成効率や、コヒーレンス時間などを評価し、単一光子レベルの極微弱光領域における量子ドットのコヒーレントな光学応答を明らかにしていく。

③ フォトンエコー法による量子ドット集合体への単一光子 Time-bin 量子ビット転写・再生実験のデモンストレーション

作製した量子ドットサンプルを用いて、フォトンエコー量子インターフェースの実証実験を行なう。具体的には、平均光子数が1パルスあたり0.5個以下の通信波長帯ピコ秒単一光子パルスを用いて生成したTime-bin量子ビットを量子ドット集合体に転写・保存した後、フォトンエコー法を用いてTime-bin量子ビットを再生する。転写・再生のフィデリティや再生効率、保存時間等を測定し、量子インターフェースとしての性能を評価する。

(2) ダイヤモンド中窒素-空孔中心による量子センシング技術の開発

① 量子センシングに適した高性能窒素-空孔中心の生成と物性評価

ダイヤモンド中窒素-空孔中心を用いた量子センシングにおいては、窒素-空孔中心の生成位置・密度・配向軸の制御およびスピンコヒーレンス時間の長寿命化が鍵となる。本研究では、窒素ドーブ同位体制御化学気相成長による高性能窒素-空孔中心の生成技術開発を行なっていく。サンプル作製は、(独)産業技術総合研究所の協力を得て行なう。共焦点レーザー顕微鏡および光検出磁気共鳴測定装置を開発し、生成した窒素-空孔中心の光学・スピン特性評価を行なう。

② 窒素-空孔中心電子スピン状態の量子制御と高感度磁場センシングのデモンストレーション

窒素-空孔中心に局在した電子スピンを量子センサーとして用いることにより、ダイヤモンド基板表面近傍の微小磁場の高感度センシングを行なう。パルス光検出磁気共鳴による電子スピン量子制御技術の高度化により、磁場センシング性能の向上を目指す。

## 5. 研究成果・波及効果

### (1) 量子ドット集合体によるフォトンエコー量子インターフェースの開発

本研究では、量子ドット集合体において、単一光子レベルの極微弱光領域でのフォトンエコー測定を世界で初めて成功させ、フォトンエコー法を用いた量子ドット集合体量子インターフェースのデモンストレーションを行なうという当初の目的を達成した。成功の鍵となったのは、本研究で独自に開発した高品質歪補償超積層 InAs 量子ドットと、高感度光ヘテロダイン検出フォトンエコー測定システムであり、本研究の独創的な点であると言える。前者においては、歪補償超積層構造がフォトンエコー信号の信号増強や、コヒーレンス時間の長寿命化に効果的であることを明らかにした。後者においては、スペクトルアナライザーの狭帯域周波数フィルターを用いた簡便かつ高感度な光ヘテロダイン検出フォトンエコー測定システムを開発し、平均光子数  $10^{-5}$ /pulse 程度の極微弱なフォトンエコー信号を、1 ps の時間分解能で検出することに成功した。Fig. 1 に量子インターフェース実証実験の 1 例を示す。通信波長帯ピコ秒単一光子パルスの重ね合わせ状態 (time-bin 量子ビット) を量子ドット集合体へ転写・保存した後、フォトンエコー信号として任意の時間に再生可能であることがわかる。再生忠実度は平均 95 % 以上であり、古典限界を超える高い値である。適用可能な単一光子パルスの帯域は 1 THz 以上であり、これまで報告されているフォトンエコー量子インターフェースの世界最高帯域である 5 GHz を大きく上回る。また時間帯域幅積も  $10^3$  と従来の値の最大値に匹敵する結果を得た。すなわち、広帯域・長時間帯域幅積かつ通信波長帯光子の直接転写が可能な量子インターフェースの実証実験を行なうという当初の目的を達成し、従来にない高い性能を有する量子インターフェースが実現可能であることを示した。本研究で開発した量子ドットフォトンエコー量子インターフェースは、量子光回路中の量子バッファや、超高速モード変換デバイス等への応用が期待される。特に量子ドットは、小型化や集積化が可能であり、オンチップ量子情報デバイスの実現に大きく貢献する成果であると言える。

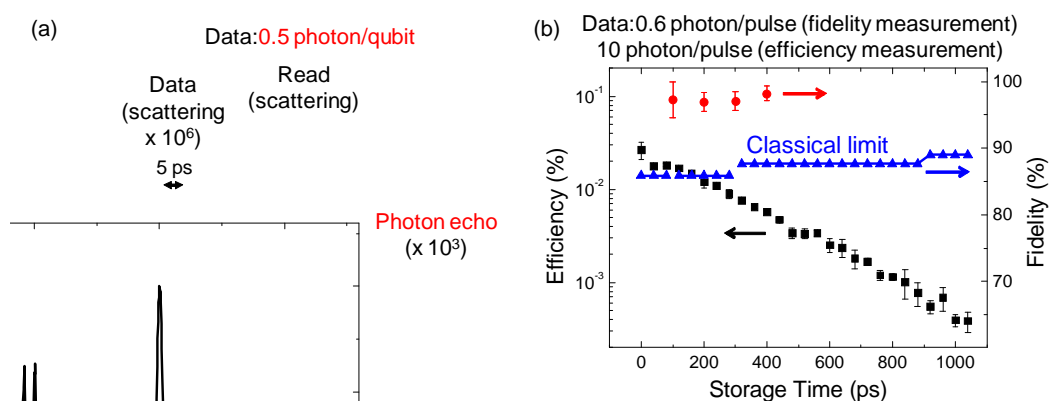


Fig. 1 フォトンエコー量子インターフェースの実証実験. (a) Time-bin 量子ビット (1 量子ビット当たり 0.5 光子) を入射した際の入射散乱光およびフォトンエコー信号の時間波形. (b) 量子トモグラフィにより見積もられた量子インターフェースの再生忠実度と再生効率.

(2) ダイヤモンド中空窒素-空孔中心による量子センシング技術の開発

本研究では、新たな窒素-空孔中心生成技術として、窒素ドーブ同位体制御化学気相成長法を開発した。その結果、基板表面から 5 nm 以内への窒素-空孔中心生成や、微細加工基板を用いた窒素-空孔中心の生成位置・密度・配向軸制御に世界で初めて成功した (Fig. 2 (a, b) 参照)。これらの成果は、窒素-空孔中心を用いた量子センサーの高性能化に大きく貢献する重要な成果である。なかでも、窒素-空孔中心の生成位置・密度・配向軸を同時に制御可能とした我々の技術は、世界でも類を見ない成果であり、本研究の独創的な点であると言える。さらに本研究では、基板表面から 5 nm 以内に生成された窒素-空孔中心の電子スピンを量子センサーとして用いることで、基板表面近くに配置された数千個程度のプロトン集合体の誘起する微小磁場を検出することに成功した (Fig. 2 (c) 参照)。この成果は、測定に多数 ( $10^{18}$  個程度) のプロトンを要する既存の核磁気共鳴装置の性能を飛躍的に向上させる可能性を示した重要な成果と言える。将来的には、窒素-空孔中心を用いることで、移動可能・冷媒不要かつ小型で高性能な核磁気共鳴装置が実現可能であると期待される。小型で移動可能な核磁気共鳴装置が実現できれば、実地での医療診断や環境計測等、グリーンイノベーション・ライフイノベーションに関わる広範な分野への応用・発展が期待される。

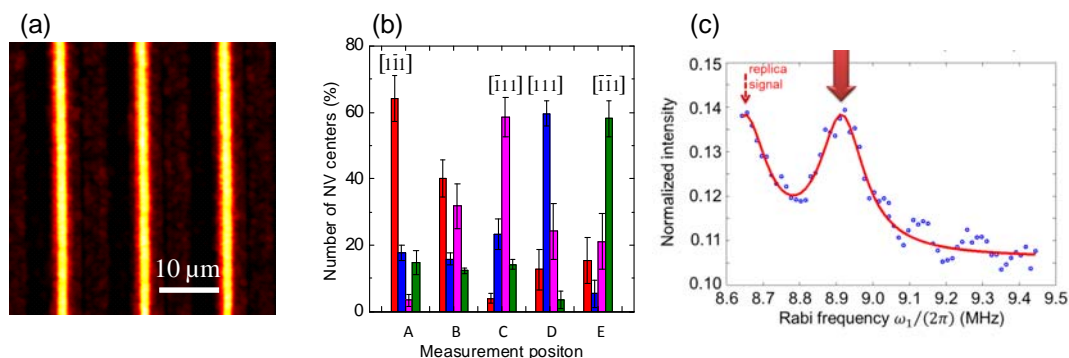


Fig. 2 窒素ドーブ同位体制御化学気相成長法を用いて微細加工ダイヤモンド基板上に生成した窒素-空孔中心の(a)発光マッピング像と、(b)光検出磁気共鳴により測定された配向軸割合の測定位置依存性。(c) 窒素-空孔中心の電子スピンを量子センサーとして用いた微小磁場センシングのデモンストレーション。矢印で示されたピークは、基板表面に配置された数千個のプロトン集合体の核磁気共鳴を検出したことを表している。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 8 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 6 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Ohashi, T. Roskopf, H. Watanabe, M. Loretz, Y. Tao, R. Hauert, S. Tomizawa, T. Ishikawa, J. Ishi-Hayase, S. Shikata, C. L. Degen, and K. M. Itoh, “Negatively Charged Nitrogen-Vacancy Centers in a 5nm Thin <sup>12</sup>C Diamond Film”, <i>Nano Letters</i>, <b>13</b>, 10, 4733-4738 (2013).</li> <li>2. K. Suzuki, K. Akahane, N. Yamamoto, and J. Ishi-Hayase, “Transfer and Retrieval of Optical Coherence to Strain-compensated Quantum Dots using a Heterodyne Photon-echo Technique”, <i>AIP Conference Proceedings</i>, <b>1566</b>, 546-547 (2013).</li> <li>3. R. Suemori, K. Akahane, N. Yamamoto, and J. Ishi-Hayase, “Anomalous Decay of Photon Echo in a Quantum Dot Ensemble in the Strong Excitation Regime”, <i>AIP Conference Proceedings</i>, <b>1566</b>, 536-537 (2013).</li> <li>4. 早瀬潤子, “量子ドットの集団コヒーレンスと量子情報技術への応用”, <i>応用物理</i>, <b>82</b>, 9, 754-759 (2013).</li> <li>5. 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>, <b>8</b>, 2601 (2011). ISSN 1862-6351, <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pssc.201084081/abstract">http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pssc.201084081/abstract</a></li> <li>6. 早瀬潤子, “歪補償量子ドット集合体における超高速非線形分光”, <i>表面科学</i>, <b>32</b>,12, 767-772 (2011). <a href="http://www.jstage.jst.go.jp/article/jsssj/32/12/32_767/_article/-char/ja/">http://www.jstage.jst.go.jp/article/jsssj/32/12/32_767/_article/-char/ja/</a></li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計 2 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. T. Gomi, S. Tomizawa, H. Watanabe, H. Umezawa, S. Shikata, K. M. Itoh, and J. Ishi-Hayase, “Optical and spin properties of nitrogen-vacancy centers in diamond fabricated using nitrogen-doped isotopically-enriched chemical vapor deposition”, <i>IEICE Technical Report</i>, <b>113</b>, 53-56 (2013).</li> <li>2. K. Suzuki, K. Konishi, K. Akahane, and J. Ishi-Hayase, “Transfer and retrieval of telecom-wavelength picoseconds single-photon qubits to quantum dots”, <i>IEICE Technical Report</i>, <b>113</b>, 45-48 (2013).</li> </ol>
<p>会議発表 計 76 件</p>	<p>専門家向け 計 74 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. Watanabe, H. Umezawa, S. Shikata, S. Tomizawa, K. Ohashi, T. Ishikawa, J. Ishi-Hayase, K. M. Itoh, “Formation of Nitrogen-Vacancy Centers in Homoepitaxial Diamond Thin Film Grown by Microwave Plasma- Assisted CVD”, <i>IEEE Nanotechnology Materials and Devices Conference 2013</i>, Tainan, Taiwan, Oct. 6-9, 2013.</li> <li>2. (invited) K. M. Itoh, J. Ishi-Hayase, H. Watanabe, and S. Shikata, “Semiconductor Isotope Engineering of Silicon and Diamond for Quantum Computation and Sensing”, <i>2013 International Conference on Solid State Device and Materials</i>, Fukuoka, Japan, Sep. 24-27, 2013.</li> <li>3. K. Konishi, T. Takakuma, K. Akahane, I. Suemune, and J. Ishi-Hayase, “Molecular Beam Epitaxy Growth of Low-Density InAs Quantum Dots on InP(311)B Substrate Emitting at Telecommunication Wavelengths”, <i>2013 International Conference on Solid State Device and Materials</i>, Fukuoka, Japan, Sep. 24-27, 2013.</li> </ol>



	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. K. Ohashi, T. Rosskopf, H. Watanabe, S. Tomizawa, J. Ishi-Hayase, T. Ishikawa, K. M. C. Fu, C. Santori, V. M. Acosta, R. G. Beausoleil, S. Shikata, C. L. Degen, and K. M. Itoh, "Single nitrogen-vacancy centers placed in a 5 nm thick isotopically enriched <math>^{12}\text{C}</math> diamond layer", 7<sup>th</sup> International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology, Chicago, USA, Jul. 29 - Aug. 2, 2013.</li> <li>5. K. Ohashi, T. Rosskopf, H. Watanabe, S. Tomizawa, J. Ishi-Hayase, T. Ishikawa, K. M. Fu, C. Santori, V. M. Acosta, R. G. Beausoleil, S. Shikata, C. L. Degen, K. M. Itoh, "Negatively charged nitrogen vacancy centers placed in a 5 nm thick isotopically purified <math>^{12}\text{C}</math> diamond layer", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.</li> <li>6. I. Gross, K. Ohashi, T. Rosskopf, H. Watanabe, S. Tomizawa, J. Ishi-Hayase, T. Ishikawa, K. M. Fu, C. Santori, V. M. Acosta, R. G. Beausoleil, S. Shikata, C. L. Degen, and K. M. Itoh, "Negatively Charged Nitrogen-Vacancy Centers in Ultra-Thin Isotopically Purified <math>^{12}\text{C}</math> Diamond Films", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.</li> <li>7. T. Endo, J. Ishi-Hayase, H. Maki, "Telecom-Wavelength Photoluminescence from Single-Walled Carbon Nanotube for Single Photon Emission", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.</li> <li>8. R. Suemori, K. Akahane, K. Suzuki, and J. Ishi-Hayase, "Photon Echo Measurements in Strain-Compensated InAs Quantum Dots", 10th Conference on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.</li> <li>9. T. Gomi, S. Tomizawa, K. Ohashi, K. M. Itoh, H. Watanabe, H. Umezawa, S. Shikata, and J. Ishi-hayase, "Selective Doping of Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond Fabricated Using Nitrogen-Doped Chemical Vapor Deposition on Micropatterned Diamond Substrate", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan Jul. 14-19, 2013.</li> <li>10. K. Konishi, T. Takakuma, K. Akahane, and J. Ishi-Hayase, "Fabrication and characterization of low-density InAs quantum dots on InP(311)B substrate", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.</li> <li>11. K. Suzuki, K. Akahane, K. Konishi, and J. Ishi-Hayase, "Transfer and Retrieval of Telecom-wavelength Picosecond Single-photon Time-bin Qubit to a Quantum Dot Ensemble", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.</li> <li>12. (invited) K. M. Itoh, J. Ishi-Hayase, H. Watanabe, and S. Shikata, "NV Centers in Isotopically Enriched Diamond for Quantum Sensor Application", JSAP-MRS Joint Symposia for 2013 JSAP Autumn Meeting, Kyoto, Japan, Sep. 16-20, 2013.</li> <li>13. T. Gomi, S. Tomizawa, K. Ohashi, K. M. Itoh, J. Ishi-Hayase, H. Watanabe, H. Umezawa, and S. Shikata, "Position and Density Control of Nitrogen-vacancy Centers in Diamond Using Micropatterned Substrate for Chemical Vapor Deposition", The 10<sup>th</sup> Conference on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim, Kyoto, Japan, June. 30- Jul. 3, 2013.</li> <li>14. K. Suzuki, K. Akahane, and J. Ishi-Hayase, "Ultrabroadband Quantum Interface for Telecom-wavelength Single-photon Qubits Using a Semiconductor Quantum Dot Ensemble", The 10<sup>th</sup> Conference on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim, Kyoto, Japan, June. 30- Jul. 3, 2013.</li> </ol>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>15. K. Suzuki, K Akahane, and J. Ishi-Hayase, “Coherent Transfer and Retrieval of Terahertz bandwidth Single Photon Pulses to a Quantum Dot Ensemble at Telecommunication Wavelengths” The Conference on Lasers and Electro Optics, San Jose, USA, June. 9-14, 2013.</p> <p>16. T. Gomi, T. Tomizawa, K Ohashi, K. M. Itoh, J. Ishi-Hayase, H. Watanabe, S Shikata, H Umezawa, “Doping Position Control of Nitrogen-vacancy Centers in Diamond using Nitrogen-doped Chemical Vapor Deposition on Micropatterned Substrate”, The Conference on Lasers and Electro Optics, San Jose, USA, June. 9-14, 2013.</p> <p>17. (invited) K. M. Itoh, J. Ishi-Hayase, H. Watanabe, and S. Shikata, “Band engineering of diamond towards magnetometry using NV centers,” The 11th US-Japan Joint Seminar on Quantum Electronics and Laser Spectroscopy, Nara, Japan, Apr. 9-12, 2013.</p> <p>18. T. Gomi, S. Tomizawa, K. Ohashi, K. M. Itoh, H. Watanabe, H. Umezawa, S. Shikata, and J. Ishi-Hayase, “Site Selective Doping of Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond Thin Film Fabricated Using Nitrogen-Doped Chemical Vapor Deposition with Micropatterned Substrate”, Workshop On Diamond-Spintronics, Photonics, Bio-Applications, Hong Kong, Apr. 27-29, 2013.</p> <p>19. K. Ohashi, T. Rosskopf, H. Watanabe, S. Tomizawa, J. Ishi-Hayase, T. Ishikawa, K. M. Fu, C. Santori, V. M. Acosta, R. G. Beausoleil, S. Shikata, C. L. Degen, and K. M. Itoh, “Negatively Charged Nitrogen-vacancy Centers in a 5 nm Thick, Hydrogen-terminated, Isotopically Purified Diamond Layer”, Workshop On Diamond-Spintronics, Photonics, Bio-Applications, Hong Kong, Apr. 27-29, 2013.</p> <p>20. (invited) K. Ohashi, T. Rosskopf, I. Groß, H. Watanabe, S. Tomizawa, J. Ishi-Hayase, T. Ishikawa, K. M. Fu, C. Santori, V. M. Acosta, R. G. Beausoleil, C. L. Degen, and K. M. Itoh, “Growth and Characterization of Isotopically Enriched CVD <math>^{12}\text{C}</math> Films with Well-Behaved Near Surface NVs”, Workshop On Diamond-Spintronics, Photonics, Bio-Applications, Hong Kong, Apr. 27-29, 2013.</p> <p>21. 鈴木一将, 赤羽浩一, 市川翔大, 小西広一郎, 早瀬潤子, 「量子状態トモグラフィによる量子ドット集合体広帯域量子インターフェースの再生忠実度評価」, 日本物理学会第 69 回年次大会, 東海大学湘南キャンパス(神奈川), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.</p> <p>22. 五味朋寛, 藤澤康二, 金子和樹, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「高均一配向軸を有するダイヤモンド NV 中心集合体の作製とコヒーレンス評価」, 日本物理学会第 69 回年次大会, 東海大学湘南キャンパス(神奈川), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.</p> <p>23. 金子和樹, 五味朋寛, 藤澤康二, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「高均一配向軸を有するダイヤモンド NV 中心集合体を用いた磁場センシング」, 日本物理学会第 69 回年次大会, 東海大学湘南キャンパス(神奈川), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.</p> <p>24. 藤澤康二, 五味朋寛, 金子和樹, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「Dynamical Decoupling によるダイヤモンド NV 中心集合体のデコヒーレンス解析」, 日本物理学会第 69 回年次大会, 東海大学湘南キャンパス(神奈川), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>25. 金子和樹, 五味朋寛, 藤澤康二, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, “Evaluation of spin property and magnetic field sensitivity of nitrogen-vacancy center in diamond using micropatterned substrate”, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス (神奈川県), 2014 年 3 月 17 日-3 月 20 日.</p> <p>26. 五味朋寛, 渡邊幸志, 金子和樹, 藤澤康二, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「微細加工基板上窒素ドーブ化学気相成長によるダイヤモンド中窒素空孔中心の配向軸制御」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス (神奈川県), 2014 年 3 月 17 日-3 月 20 日.</p> <p>27. 鈴木一将, 赤羽浩一, 小西広一郎, 早瀬潤子, 「量子ドット集合体を用いた広帯域フォトンエコー量子インターフェースの量子状態トモグラフィ」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス (神奈川県), 2014 年 3 月 17 日-3 月 20 日.</p> <p>28. 末森亮介, 赤羽浩一, 早瀬潤子, 「InAs 量子ドットの位相緩和時間における歪補償積層構造の影響」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス (神奈川県), 2014 年 3 月 17 日-3 月 20 日.</p> <p>29. 小西広一郎, 高熊亨, 赤羽浩一, 小島磨, 早瀬潤子, 「InP(311)B 基板上低密度 InAs 量子ドットの発光ダイナミクス」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス (神奈川県), 2014 年 3 月 17 日-3 月 20 日.</p> <p>30. 高熊亨, 小西広一郎, 細井響子, 末森亮介, 林怜, 赤羽浩一, 早瀬潤子, 「InP(311)B 面基板上 InAs 量子ドットの均一幅」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス (神奈川県), 2014 年 3 月 17 日-3 月 20 日.</p> <p>31. 遠藤匠, 早瀬潤子, 牧英之, 「単層カーボンナノチューブを用いた通信波長帯域での単一光子生成」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 青山学院大学相模原キャンパス (神奈川県), 2014 年 3 月 17 日-3 月 20 日.</p> <p>32. (招待講演) 早瀬潤子, 「量子ドット光学系問題提起」, 秋のスピンロニクス研究会, ラフォーレ蔵王リゾート&amp;スパ (宮城), 2013 年 10 月 17 日-10 月 19 日.</p> <p>33. 早瀬潤子, 「量子ドットによる光・量子メモリの創出と高光非線形性の探求」, 「新しい光科学の創成とナノ情報デバイスへの展開」研究会, 東北大学ナノスピン実験施設 (宮城), 2013 年 10 月 15 日-16 日.</p> <p>34. 五味朋寛, 藤澤康二, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「窒素ドーブ同位体制御化学気相成長で生成したダイヤモンド中窒素空孔中心の顕微分光と光検出磁気共鳴」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p> <p>35. 鈴木一将, 赤羽浩一, 小西広一郎, 早瀬潤子, 「ピコ秒単一光子パルス励起による不均一 2 準位系集合体からのフォトンエコー生成」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p> <p>36. 末森亮介, 赤羽浩一, 鈴木一将, 早瀬潤子, 「歪補償積層 InAs 量子ドットにおけるヘテロダイナミックフォトンエコー測定」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p> <p>37. 黒木諒, 金子和樹, 立崎武弘, 宮崎貴洋, 渡邊紳一, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「金コート AFM チップによるダイヤモンド窒素空孔中心の発光増強」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>38. 金子和樹, 黒木諒, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 今井宏明, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「表面近傍ダイヤモンド中窒素空孔中心の発光特性と金属ナノワイヤ付加の効果」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p> <p>39. 細井響子, 小西広一郎, 高熊亨, 赤羽浩一, 津守伸宏, 齋木敏治, 早瀬潤子, 「InP(311)B 基板上単一 InAs 量子ドットの発光測定」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p> <p>40. 高熊亨, 小西広一郎, 赤羽浩一, 早瀬潤子, 「InP(311)B 面上 InAs 量子ドットの低密度化と光学特性への影響」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p> <p>41. 早瀬潤子, 大橋康平, T. Rosskopf, C. Degen, 渡邊幸志, 鹿田真一, 伊藤公平, 「ダイヤモンド中単一 NV 中心を用いた微小磁場計測」, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島大学常三島キャンパス (徳島), 2013 年 9 月 25 日-9 月 28 日.</p> <p>42. 鈴木一将, 赤羽浩一, 小西広一郎, 早瀬潤子, 「通信波長帯ピコ秒単一光子量子ビットの量子ドット集合体への転写・再生」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学京田辺キャンパス (京都), 2013 年 9 月 16 日-9 月 20 日.</p> <p>43. 小西広一郎, 高熊亨, 赤羽浩一, 鈴木一将, 早瀬潤子, 「高成長温度、低成長量で作製された低密度 InP(311)B 基板上 InAs 量子ドットの光学特性」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学京田辺キャンパス (京都), 2013 年 9 月 16 日-9 月 20 日.</p> <p>44. 早瀬潤子, 「ダイヤモンド NV センターを用いた微小磁場測定」, 第 3 回光科学異分野横断萌芽研究会, 強羅静雲荘 (神奈川), 2013 年 8 月 8 日-8 月 10 日.</p> <p>45. 鈴木一将, 小西広一郎, 赤羽浩一, 早瀬潤子, 「通信波長帯ピコ秒単一光子量子ビットの量子ドット集合体への転写・再生」, 2013 年度レーザ・量子エレクトロニクス研究会発表, 金沢大学角間キャンパス (金沢), 2013 年 5 月 17 日.</p> <p>46. 五味朋寛, 富澤周平, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「窒素ドーピング同位体制御化学気相成長で作製したダイヤモンド NV センターサンプルの光学・スピン特性」, 2013 年度レーザ・量子エレクトロニクス研究会発表, 金沢大学角間キャンパス (金沢), 2013 年 5 月 17 日.</p> <p>47. 鈴木一将, 早瀬潤子, 「単一光子と量子ドット集合体のコヒーレント相互作用」, 第 3 回先端フォトニクスシンポジウム, 日本学術会議講堂 (東京), 2013 年 4 月 26 日.</p> <p>48. (invited) J. Ishi-Hayase, "Quantum measurement of magnetic field using NV centers in isotopically enriched diamond", Topical workshop on semiconductor spintronics, Yokohama, Kanagawa, Japan, Jan. 24, 2013.</p> <p>49. S. Tomizawa, H. Watanabe, T. Ishikawa, H. Umezawa, S. Shikata, K.M. Itoh, and J. Ishi-Hayase, "Effective and Position-Controlled Doping of Nitrogen-Vacancy Centers Using Chemical Vapor Deposition", International Union of Materials Research Societies-International Conference on Electronic Materials 2012, Yokohama, Kanagawa, Japan, Sep. 23-28, 2012.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>50. K. Ohashi, S. Tomizawa, T. Ishikawa, H. Watanabe,, S. Shikata, J. Ishi-Hayase, and K.M. Itoh, “Nitrogen-Vacancy Centers Introduced during CVD Growth in Isotopically Controlled <math>^{12}\text{C}</math> Diamond Films”, International Union of Materials Research Societies-International Conference on Electronic Materials 2012, Yokohama, Kanagawa, Japan, Sep. 23-28, 2012.</p> <p>51. S. Tomizawa, K. Ohashi, H. Watanabe, T. Ishikawa, K.M. Itoh, H. Umezawa, S. Shikata, K.M. Itoh, and J. Ishi-Hayase, “Three-dimensional Position Control of Nitrogen-vacancy Centers in Single Crystalline Diamond through Chemical Vapor Deposition on Etched Substrate”, International Conference on Diamond and Carbon Materials, Granada, Spain, Sep. 3-6, 2012.</p> <p>52. K. Suzuki, K. Akahane, N. Yamamoto, and J. Ishi-Hayase, “Transfer and Retrieval of Optical Coherence to Strain-compensated Quantum Dots using a Heterodyne Photon-echo Technique”, 31st International Conference on the Physics of Semiconductors, Zurich, Swiss, Jul. 29 – Aug. 3, 2012.</p> <p>53. R. Suemori, K. Akahane, N. Yamamoto, and J. Ishi-Hayase, “Anomalous Decay of Photon Echo in a Quantum Dot Ensemble in the Strong Excitation Regime” 31st International Conference on the Physics of Semiconductors, Zurich, Swiss, Jul. 29 – Aug. 3, 2012.</p> <p>54. K. Ohashi, S. Tomizawa, T. Ishikawa, K.-M. C. Fu, C. Santori, V. M. Acosta, R. G. Beausoleil, H. Watanabe, S. Shikata, J. Ishi-Hayase, and K.M. Itoh, “Properties of NV centers in isotopically enriched <math>^{12}\text{C}</math> diamond films”, NanoMRI conference 2012, Ascona, Switzerland, Jul. 22-27, 2012.</p> <p>55. 富澤周平, 大橋康平, 伊藤公平, 早瀬潤子, 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 「同位体制御 CVD ダイヤモンド超薄膜中の窒素空孔欠陥の特性評価」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学 (神奈川), 2013 年 3 月 27 日-30 日.</p> <p>56. 鈴木一将, 赤羽浩一, 山本直克, 早瀬潤子, 「量子ドット集合体への通信波長帯ピコ秒単一光子パルスのコヒーレントな転写・再生」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学 (神奈川), 2013 年 3 月 27 日-30 日.</p> <p>57. 渡邊幸志, 梅澤仁, 鹿田真一, 富澤周平, 大橋康平, 石川豊史, 早瀬潤子, 伊藤公平, 「マイクロ波プラズマにより成長したホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜中の表面近傍窒素-空孔中心の形成」, 第 26 回ダイヤモンドシンポジウム, 青山学院大学青山キャンパス (東京), 2012 年 11 月 19 日.</p> <p>58. (招待講演)早瀬潤子,「ダイヤモンド超薄膜中窒素空孔中心の光学特性」, 分子研究会「新しい光の創成と物質科学ー精密計測と操作への展開」, 岡崎コンファレンスセンター (愛知), 2012 年 10 月 12 日.</p> <p>59. (招待講演)早瀬潤子,「半導体人工原子の光物性と量子光学」, 日本光学会年次学術講演会, タワーホール船堀 (東京都), 2012 年 9 月 25 日.</p> <p>60. 富澤周平, 大橋康平, 渡邊幸志, 鹿田真一, 梅澤仁, C. Santori, V.M. Acosta, 伊藤公平, 早瀬潤子, 「同位体制御 CVD ダイヤモンド超薄膜中の窒素空孔欠陥の特性評価」, 日本物理学会 2012 年秋季大会, 横浜国立大学 (神奈川), 2012 年 9 月 18 日-9 月 21 日.</p> <p>61. 末森亮介, 赤羽浩一, 山本直克, 早瀬潤子, 「強励起下における集団量子ドットフォトンエコー信号の横モード」, 日本物理学会 2012 年秋季大会, 横浜国立大学 (神奈川), 2012 年 9 月 18 日-9 月 21 日.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

62. 鈴木一将, 赤羽浩一, 山本直克, 早瀬潤子, 「ヘテロダイナミクス検出フォトンエコー法を用いた歪補償量子ドット集合体への光コヒーレンスの転写・再生」, 第73回応用物理学会学術講演会, 愛媛大学城北キャンパス・松山大学文京キャンパス(愛媛), 2012年9月11日-9月14日.
63. 大橋康平, 富澤周平, 早瀬潤子, 伊藤公平, 石川豊史, 渡邊幸志, 鹿田真一, 「窒素-空孔中心がドーピングされた同位体制御<sup>12</sup>Cダイヤモンド超薄膜の作製と光学特性評価」, 第73回応用物理学会学術講演会, 愛媛大学城北キャンパス・松山大学文京キャンパス(愛媛), 2012年9月11日-9月14日.
64. Junko Ishi-Hayase, “Coherence in a quantum dot ensemble – fundamentals and applications”, JSPS Japanese-French Frontiers of Science Symposium 2011, Nice, France, Jan. 20-22, 2012.
65. (invited) Junko Ishi-Hayase, “Nonlinear optics in semiconductor quantum-dot nanostructures”, JST Japan-French Frontiers of Engineering Second Symposium, Kyoto, Japan, Feb. 25-27, 2012.
66. S.Tomizawa, Y.Nakao, K.Akahane, N.Yamamoto, K.Ema, and J.Ishi-Hayase, “Strong anisotropic characteristics of excitons in strain compensated self-assembled InAs quantum dots”, 6th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (SPINTECH6), Matsue, Shimane, Japan, Aug. 1-5, 2011.
67. J.Ishi-Hayase, K.Akanane, N.Yamamoto, K.Ema, and M.Sasaki, “Coherence Transfer between Photonic Time-bin Pulse and a Semiconductor Quantum Dot Ensemble”, 6th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (SPINTECH6), Matsue, Shimane, Japan, Aug. 1-5, 2011.
68. Junko Ishi-Hayase, Kouichi Akahane, Naokatsu Yamamoto, Kazuhiro Ema, and Masahide Sasaki, “Coherence Transfer of Time-bin Pulse to a Semiconductor Quantum Dot Ensemble using Photon Echo Technique”, Nonlinear Optics 2011 (2011 NLO), Kauai, USA, Jul. 17-22, 2011.
69. 中尾陽象, 末森亮介, 富澤周平, 赤羽浩一, 早瀬潤子, 「歪補償量子ドットにおける励起子緩和のスペーサ層厚依存性」, 2012年春季第59回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学早稲田キャンパス, 2012年3月15日~18日.
70. (招待講演) 早瀬潤子, 江馬一弘, 赤羽浩一, 山本直克, 佐々木雅英, “Coherence in a quantum dot ensemble -fundamentals and applications-”, 日本磁気学会第181回研究会, 中央大学駿河台記念館, 2011年12月7日.
71. 永井正也, 早瀬潤子, 「若手連携によって加速される光科学の可能性」, 72回応用物理学会学術講演会, 山形大学, 2011年8月29日~9月2日.
72. (招待講演) 早瀬潤子, 「歪補償量子ドット集合体の光量子制御とその応用」, 第72回応用物理学会学術講演会, 山形大学, 2011年8月29日~9月2日.
73. 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.
74. 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.

	<p>一般向け 計2件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>（自ら企画）早瀬潤子，【初心者向けセミナー】「人工ナノ構造の光物性の基礎と量子光学への応用」，第18回先端光量子科学アライアンスセミナー「人工ナノ構造の基礎と光・物質制御への展開」，慶應義塾大学日吉キャンパス（神奈川），2013年3月11日。</li> <li>早瀬潤子，「半導体量子ドットの基礎と量子光エレクトロニクスへの応用」，第13回産学連携セミナー，慶應義塾大学，2012年2月24日，慶應義塾大学 KLL センター。</li> </ol>
図書 計1件	<p>荒川泰彦，山口浩一，赤羽浩一，樽茶清悟，宇佐美徳隆，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，橘泰宏，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，小林弘侑，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。</p>
産業財産権 出願・取得状況 計1件	<p>（取得済み）計0件</p> <p>（出願中）計1件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>渡邊幸志，鹿田真一，梅澤仁，石川豊史，伊藤公平，富澤周平，大橋康平，早瀬潤子，「ダイヤモンドNV光学中心を有するダイヤモンド単結晶」，特願 2013-040653号，2013年</li> </ol>
Webページ (URL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新版窮理図解（日本語版），早瀬研究室の研究紹介（日本語版） <a href="http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/07_hayase/pdf/hayase06_j.pdf">http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/07_hayase/pdf/hayase06_j.pdf</a></li> <li>・新版窮理図解（英語版），早瀬研究室の研究紹介（英語版） <a href="http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/07_hayase/pdf/hayase07_e.pdf">http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/07_hayase/pdf/hayase07_e.pdf</a></li> <li>・早瀬研究室研究紹介ビデオ（日本語版） <a href="http://www.youtube.com/watch?v=D3wvAgDzPQc">http://www.youtube.com/watch?v=D3wvAgDzPQc</a></li> <li>・早瀬研究室研究紹介ビデオ（英語版） <a href="http://www.youtube.com/watch?v=JwZKzpiuvyE">http://www.youtube.com/watch?v=JwZKzpiuvyE</a></li> </ul>
国民との科学・技術対話の実施状況	<ol style="list-style-type: none"> <li>一般向け慶應科学技術展「KEIO TECHNO-MALL」への参加，実施日：平成25年12月13日，場所：国際フォーラム，対象者：一般市民来場者，参加者数：約1,000名（来場者総計），内容：慶應科学技術展「KEIO TECHNO-MALL」に於いて，展示ブース「ダイヤモンドを用いた超高感度ナノ磁場センサーの開発」を出展。</li> <li>小学校への訪問授業，実施日：平成25年11月15日，場所：木月小学校，対象者：小学4年生，参加者数：約50名，内容：木月小学校にて訪問授業「光を分解してみよう！」を行なった（2クラス）。手作り分光器の作成や光の観察を通して，光の不思議について学ぶ体験をしてもらった。</li> <li>一般向け雑誌での研究紹介，出版：平成26年3月（2014年春号），対象者：中高生，発行部数：7.5万部，内容：一般向け雑誌「someone」にて，「～研究者に会いに行こう～ 極小の世界から生まれる未来のセンサー」と題し，研究紹介を行なった。</li> <li>NPO法人「学びの支援コンソーシアム」主催・学び体験フェア「マナビゲート2012」へのブース出展，実施日：平成24年8月18日～8月19日，場所：国際フォーラム，対象者：一般市民（小・中・高生），参加者数：約29,100名（会場来場者数）・約300名（ブース来場者数），内容：「マナビゲート2012」に於いて，展示・体験型ブース「光を分解してみよう！」を出展。</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. 一般向け研究室見学会の実施，実施日：平成 24 年 8 月 21 日，場所：慶應義塾大学 矢上キャンパス，対象者：一般人，参加者数：60 名，内容：実験室見学と研究内容一般向け紹介。</li> <li>6. 高校生向け夏休み研究体験の実施，実施日：平成 24 年 8 月 27 日，場所：慶應義塾大学 矢上キャンパス，対象者：高校生，参加者数 5 名，内容：分光器を自作させ様々な光を観察する。研究室見学及び研究紹介を行なった。</li> <li>7. 一般向け慶應科学技術展「KEIO TECHNO-MALL」への参加，実施日：平成 24 年 12 月 4 日，場所：国際フォーラム，対象者：一般市民来場者，参加者数：約 1,000 名（来場者総計），内容：慶應科学技術展「KEIO TECHNO-MALL」に於いて，展示ブース「ダイヤモンド超高感度ナノ磁場センサーの開発」を出展。</li> <li>8. 高校生向け研究室見学会の実施，実施日：平成 23 年 10 月 8 日，場所：慶應義塾大学，対象者：高校生，参加者数：約 60 名，内容：研究室見学を行なった。</li> <li>9. 高校生向け夏休み研究体験の実施，実施日：平成 23 年 8 月 22 日，場所：慶應義塾大学，対象者：高校生，参加者数：3 名，内容：分光器を自作させ様々な光を観察する。研究室見学を行なった。</li> <li>10. 「産学連携セミナー」での講演，実施日：平成 24 年 2 月 24 日，場所：慶應義塾大学，対象者：一般市民・企業従事者，参加者数：約 40 名，内容：最先端・次世代研究開発プログラムの研究内容を一般市民及び企業従事者向けに詳しく紹介した。</li> <li>11. 一般向け慶應科学技術展「KEIO TECHNO-MALL」への参加，実施日：平成 23 年 12 月 9 日，対象者：一般市民来場者，来場者数総計：約 1,000 名，内容：慶應科学技術展「KEIO TECHNO-MALL」にて，わかりやすく科学に触れるラウンドテーブルセッションを複数の研究者と共に行なった。</li> <li>12. ホームページ上での研究紹介・研究成果発信</li> <li>13. インターネット上の無料動画サイト YouTube での研究成果ビデオ（日本語版および英語版）の配信</li> </ol>
<p>新聞・一般雑誌等掲載計 2 件</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. someone 編集部編, someone 2014 春号 vol.27, 「～研究者に会いに行こう～ 極小の世界から生まれる未来のセンサー」, pp. 12-13.</li> <li>2. 一般向け広報誌「窮理図解（冊子及び Web 版、日本語及び英語）」の発行，実施日：平成 23 年 8 月，対象者：一般市民，発行部数：5,000 部，内容：最先端・次世代研究開発プログラムの研究内容を一般市民にもわかりやすく解説する広報誌を作成し配布した。</li> </ol>
<p>その他</p>	

## 7. その他特記事項

- ・ NEXT グリーン・イノベーション・ポスターセッション 金賞 受賞

「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」

2014 年 3 月 1 日, FIRST シンポジウム『科学技術が拓く 2030 年』へのシナリオ内 ポスターセッション

- ・ 第 34 回（2013 年春季） 応用物理学会講演奨励賞 受賞（所属学生）

「量子ドット集合体への通信波長帯ピコ秒単一光子パルスのコヒーレントな転写・再生」

（慶大理工<sup>1</sup>, 情報通信研究機構<sup>2</sup>：鈴木一将<sup>1</sup>, 赤羽浩一<sup>2</sup>, 山本直克<sup>2</sup>, 早瀬潤子<sup>1</sup>）

<https://www.jsap.or.jp/activities/award/lecture/dai34kai.html>