

|      |       |
|------|-------|
| 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25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<br>革新的量子インターフェースの実現 |
| 研究機関・<br>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**

|  |
|--|
| <p>本研究の目的は、フォトンエコー法及び単一光子検出技術を駆使して、単一光子レベルの極微弱な光と半導体量子ドットとのコヒーレントな相互作用を明らかにし、量子情報技術の実現に必要な不可欠な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である。</p> <p>本研究の目的達成のために、具体的な研究項目を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・量子インターフェース形成に適した良質な半導体量子ドットサンプル及び窒素-空孔中心を有するダイヤモンドサンプルの作製・物性評価</li> <li>・フォトンエコー測定の高感度化、極微弱光と量子ドットサンプルとのコヒーレントな相互作用の解明</li> <li>・フォトンエコー法による単一光子量子ビットの量子ドットサンプルへの転写・再生実験</li> </ul> |
|--|

**2. 研究の実施状況**

|  |
|--|
| <p>フォトンエコー法による単一光子量子ビットの量子ドットサンプルへの転写・再生実験を行なった。150層積層歪補償 InAs 量子ドットサンプルおよび超高感度ヘテロダイン検出フォトンエコー法を適用することにより、通信波長帯単一光子 time-bin 量子ビットを量子ドット集合体に転写・再生することに成功した。フォトンエコー法により再生された time-bin 量子ビットの量子状態を、量子トモグラフィにより推定した結果、再生忠実度は97%を超える高い値であることがわかった。詳細な理論解析を行なった結果、得られた再生忠実度は古典限界を超えており、量子ドット集合体とフォトンエコー法を組み合わせるスキームが、量子インターフェースとして機能することを明らかにした。我々の結果は、高帯域 (&gt;1 THz)、高時間帯域幅積 (&gt;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いった、これまでにない性能を示す量子インターフェースの実現を可能とする画期的成果であると言える。</p> <p>ダイヤモンド窒素-空孔中心については、窒素ドープ同位体制御化学気相成長に、微細加工(001)ダイヤモンド基板を組み合わせる新規サンプル作製法を開発し、サンプル作製を行なった。共焦点発光マッピング像および光検出磁気共鳴測定を進め、微細加工を用いて基板面方位を局所的に変化することにより、窒素-空孔中心集合体の生成密度・位置・配向軸を同時に制御可能であることを世界で初めて示した。また同技術により生成された高密度窒素-空孔中心集合体のスピンコヒーレ</p> |
|--|

様式19 別紙1

ンス時間が、室温で 100  $\mu$ s を超える比較的長い値であることや、ダイナミカルデカップリング法により 800  $\mu$ s まで延伸可能であることを明らかにした。窒素-空孔中心を量子情報・量子センシング技術に応用する上では、良質のサンプルを作製することが鍵となるため、新たなサンプル作製法を提案する我々の結果は重要な成果であると言える。さらに同サンプルを用いることで、微小磁場センシングが可能であることを示した。

3. 研究発表等

|                      |   |
|----------------------|---|
| <p>雑誌論文<br/>計6件</p>  | <p>(掲載済み-査読有り) 計4件<br/>(掲載済み-査読無し) 計2件<br/>(未掲載) 計0件</p> <p>(掲載済み-査読有り)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Ohashi, T. Rosskopf, 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 12C Diamond Film", Nano Letters, <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", AIP Conference Proceedings, <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", AIP Conference Proceedings, <b>1566</b>, 536-537 (2013).</li> <li>4. 早瀬潤子, 「量子ドットの量子情報分野への応用」, 応用物理, <b>82</b>, 9, 754-759 (2013).</li> </ol> <p>(掲載済み-査読無し)</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", IEICE Technical Report, <b>113</b>, 53 (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", IEICE Technical, <b>113</b>, 45 (2013).</li> </ol> |
| <p>会議発表<br/>計47件</p> | <p>専門家向け 計47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", IEEE Nanotechnology Materials and Devices Conference 2013, 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", 2013 International Conference on Solid State Device and Materials, 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", 2013 International Conference on Solid State Device and Materials, Fukuoka, Japan, Sep. 24-27, 2013.</li> <li>4. K. Ohashi, T. Rosskopf, H. Watanabe, S Tomizawa, J. Ishi-Hayase, T. Ishikawa, K.</li> </ol>   |

- 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  $^{12}\text{C}$  diamond layer", 7<sup>th</sup> International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology, Chicago, USA, Jul. 29 - Aug. 2, 2013.
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  $^{12}\text{C}$  diamond layer", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.
  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  $^{12}\text{C}$  Diamond Films", The 12th Asia Pacific Physics Conference, Makuhari, Japan, Jul. 14-19, 2013.
  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.
  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.
  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.
  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.
  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.
  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.
  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.
  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.
  15. K. Suzuki, K. Akahane, and J. Ishi-Hayase, "Coherent Transfer and Retrieval of Terahertzbandwidth 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.
  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.

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.
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.
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.
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  $^{12}\text{C}$  Films with Well-Behaved Near Surface NVs", Workshop On Diamond-Spintronics, Photonics, Bio-Applications, Hong Kong, Apr. 27-29, 2013.
21. 鈴木一将, 赤羽浩一, 市川翔太, 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 (神奈川県), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.
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 (神奈川県), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.
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 (神奈川県), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.
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 (神奈川県), 2014 年 3 月 27 日-3 月 30 日.
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.
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ピング化学気相成長によるダイヤモンド中空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.
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.
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.
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.
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.
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」,

|  |  |
|--|--|
|  | <p>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), 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空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空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, 斎木敏治, 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. Roskopf, 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, 「窒素ドーブ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 回先端フォトリソシンポジウム, 日本学術会議講堂 (東京), 2013 年 4 月 26 日.</p> <p>一般向け 計0件</p> |
|--|--|

様式19 別紙1

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 図書<br>計0件                   |   |
| 産業財産権<br>出願・取得状<br>況<br>計1件 | <p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件</p> <p>1. 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</p>   |
| Webページ<br>(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)<br/><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)<br/><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)<br/><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)<br/><a href="http://www.youtube.com/watch?v=JwZKzpiuvyE">http://www.youtube.com/watch?v=JwZKzpiuvyE</a></li> </ul> |
| 国民との科<br>学・技術対話<br>の実施状況    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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>2. 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>3. 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>4.</li> </ol>  |
| 新聞・一般雑<br>誌等掲載<br>計1件       | <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」, p. 12-13.</li> </ol>   |
| その他                         |   |

4. 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

## 実施状況報告書(平成25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せん

## 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<br>(前年度迄の<br>累計) | ③当該年度受<br>領額 | ④(=①-②-<br>③)未受領額 | 既返還額(前<br>年度迄の累<br>計) |
|------|-------------|------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| 直接経費 | 124,000,000 | 102,700,000            | 21,300,000   | 0                 | 0                     |
| 間接経費 | 37,200,000  | 30,810,000             | 6,390,000    | 0                 | 0                     |
| 合計   | 161,200,000 | 133,510,000            | 27,690,000   | 0                 | 0                     |

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

|      | ①前年度未執<br>行額 | ②当該年度受<br>領額 | ③当該年度受<br>取利息等額<br>(未収利息を除<br>く) | ④(=①+②+<br>③)当該年度<br>合計収入 | ⑤当該年度執<br>行額 | ⑥(=④-⑤)<br>当該年度未執<br>行額 | 当該年度返還<br>額 |
|------|--------------|--------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|-------------|
| 直接経費 | 15,279       | 21,300,000   | 0                                | 21,315,279                | 21,315,279   | 0                       | 0           |
| 間接経費 | 0            | 6,390,000    | 0                                | 6,390,000                 | 6,390,000    | 0                       | 0           |
| 合計   | 15,279       | 27,690,000   | 0                                | 27,705,279                | 27,705,279   | 0                       | 0           |

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

|         | 金額         | 備考                      |
|---------|------------|-------------------------|
| 物品費     | 18,360,924 | 超低振動無冷媒オプティカル・クライオスタットほ |
| 旅費      | 528,790    | 日本物理学会ほか                |
| 謝金・人件費等 | 305,133    | 研究開発協力者への謝金             |
| その他     | 2,120,432  | 研究場所賃料ほか                |
| 直接経費計   | 21,315,279 |                         |
| 間接経費計   | 6,390,000  |                         |
| 合計      | 27,705,279 |                         |

## 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<br>等       | 数量 | 単価<br>(単位:円) | 金額<br>(単位:円) | 納入<br>年月日 | 設置研究機関<br>名 |
|--------------------------------|--------------------|----|--------------|--------------|-----------|-------------|
| 超低振動無冷媒オプ<br>ティカル・クライオス<br>タット | 4200-520-NR2       | 1  | 11,299,050   | 11,299,050   | 2013/6/3  | 慶應義塾大学      |
| ワイヤレス波長可変<br>レーザーコントローラ        | TLB-6700-LN-<br>SP | 1  | 700,050      | 700,050      | 2013/7/10 | 慶應義塾大学      |
|                                |                    |    |              |              |           |             |
|                                |                    |    |              |              |           |             |
|                                |                    |    |              |              |           |             |
|                                |                    |    |              |              |           |             |