

# 小坂研究室

## 1. 構成

名前： 小坂 英男（教授）

主要担当科目：

（学部） 量子物理学、電磁気学 I

（大学院） 量子情報物理学概論、量子情報物理学特論

教育研究分野： 物理学

所属学会： 日本物理学会、応用物理学会

学内委員： 研究企画経営会議委員

学外委員・公的活動：

- ・ 総務省 量子情報通信技術（量子ICT）運営会議 組織委員（2005年4月～現在に至る）
- ・ 文部科学省審査専門委員会委員（2012年4月～現在に至る）
- ・ (社)応用物理学会新領域量子情報研究グループ設立委員会委員（2013年4月～現在に至る）
- ・ 先端科学高等研究院 主任研究者（2018年5月1日～現在に至る）
- ・ 光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP） アドバイザリーボードメンバー（2018年5月25日～現在に至る）
- ・ 内閣府 量子技術イノベーション戦略 有識者（2019年10月1日～現在に至る）

## 2. 研究テーマ

当研究室では、モノのインターネット(IoT)や人工知能(AI)技術を支える超スマート社会の量子情報セキュリティプラットフォームの構築に向け、光・量子技術による破壊的イノベーションの創出を目指した研究開発を行っている。 2019年度には具体的には、

1. 量子テレポーテーションの原理による単一光子から単一同位体炭素核スピンへの量子状態転写（量子テレポーテーション転写）に世界で初めて成功した。これにより、量子情報通信のビットレート向上につながる量子中継器の量子メモリ集積化に道を開いた。  
（Communications Physics 掲載）
2. 独自に開発したゼロ磁場環境下で動作可能で、光とマイクロ波と相互作用可能な幾何学量子ビットの量子メモリ時間を延ばす新しい手法を開発し、これまでの約 100 倍のメモリ時間の延長に世界で初めて成功した。これにより、量子中継器の高忠実度化に道を開いた。  
（Physical Review Applied 掲載）

を行った。

キーワード：

量子情報、量子物理、量子光学、量子物性、スピントロニクス

### 3. 本年度のトピックス

- 1) 本年度に発表した論文「Quantum teleportation-based state transfer of photon polarization into a carbon spin in diamond」に関するニュースが Science 誌の母体である AAAS が提供するオンラインニュースサービス EurekAlert!において 2019 年の閲覧数ランキング第 6 位を獲得した。(日本発のニュースが top10 入りしたのは初めて、日本の大学・研究機関から発信したニュースのみの年間ランキングでは当りリリースが 1 位。)
- 2) 本年度に発表した論文「Quantum teleportation-based state transfer of photon polarization into a carbon spin in diamond」が Nature 誌の母体である Springer Nature の 2019 Research Highlights に選出され、本業績が世界トップクラスであることが保証された。
- 3) 光子からダイヤモンド中の炭素への量子テレポーテーション転写に関する論文が、極めてハイインパクトの Communications Physics に受理され、大学よりプレスリリースを行い、日本経済新聞や日刊工業新聞などに掲載された。
- 4) 幾何学量子ビットの量子メモリ時間延長技術に関する論文が、ハイインパクトの Phys. Rev. Applied 誌 (impact factor = 4.532) に受理された。
- 5) 科学技術振興機構 (JST) の戦略的創造研究推進事業 (CREST) 「量子状態の高度な制御に基づく革新的技術盤創出」において、研究代表者として「ダイヤモンド量子セキュリティ」の研究課題を実施した。
- 6) 量子インターネットに関するインタビュー記事が日経産業新聞 (紙面) 及び日本経済新聞電子版に掲載された。
- 7) 量子テレポーテーションに関する解説記事が科学雑誌 Newton 別冊「量子論のすべて 新訂版」に掲載された。
- 8) メディア向け勉強会「～「量子コンピュータ」「量子通信」の次に来る、「量子中継ネットワーク」～」を横浜国立大学主催で 2019 年 4 月 18 日に丸の内オアゾ (東京) において開催し、40 名程度の国内主要メディアを含む来場者があった。
- 9) NHK 文化センター創立 40 周年記念 横浜国立大学提携講座「知の大学」「夢の技術・量子情報がひらく世界」を横浜国立大学主催で 2019 年 11 月 30 日に NHK 文化センター横浜ランドマーク教室において開催し、10 名程度の来場者があった。
- 10) 3 件の国際招待講演、6 件の国内招待講演を行った。
- 11) 名古屋大学の山下太郎准教授 (2019/10/18)、デルフト工科大学の David Elkouss 助教 (2019/12/20)、東京大学の田淵豊助教 (2020/2/26) を招き、当研究室にてセミナーを 3 件開催した。

#### 4. 学生の研究教育活動

##### ・在籍学生数

卒研究生	博士前期課程	博士後期課程	研究生	交換留学生
4	9	1	0	0

##### ・卒業・修了学生数

卒研究生	博士前期課程	博士後期課程
4	5	0

##### ・学生の国際会議・学会・研究会発表数

国際会議	国内学会	国内研究会	学内研究会
1	6	3	0

##### ・学生の受けた表彰・助成金

- [1] レイエス ラウスティン, 理工学部学業優秀者表彰 (横浜国立大学), 2020年3月24日
- [2] レイエス ラウスティン, 横浜物理工学会優秀賞 (横浜国立大学), 2020年3月24日
- [3] 鶴本和也, 理工学府博士前期課程優秀学生工学府長表彰 (横浜国立大学), 2020年3月24日
- [4] 鶴本和也, 理工学府学業優秀者表彰 (横浜国立大学), 2020年3月24日
- [5] 鶴本和也, 論文顕彰 (横浜国立大学), 2020年3月24日
- [6] 鶴本和也, 横浜物理工学会優秀賞 (横浜国立大学), 2020年3月24日

#### 5. 国際交流

##### ・海外派遣

該当なし

##### ・海外招聘

該当なし

##### ・海外国際会議参加発表数

5件

#### 6. 外部資金

##### ・科学研究費

###### ◆基盤研究(S) 研究代表者

研究課題名: ダイヤモンドナノ量子システムにおける量子メディア変換技術の研究

助成額: 2019年度分 42,900千円、総額 180,570千円

助成期間：2016 年度 ～ 2020 年度

◆挑戦的研究（開拓） 研究代表者

研究課題名：ダイヤモンド量子コンピュータへ向けた光シフト制御万能ホロミック量子ゲート

助成額： 2019 年度分 6,500 千円、総額 25,870 千円

助成期間：2019 年度～2021 年度

・一般財団助成・奨学寄付金

該当なし

・受託・共同研究

◆JST CREST 量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出・研究代表者

研究課題名：ダイヤモンド量子セキュリティ

交付額：2019 年度分 88,660 千円、総額 331,500 千円

研究期間：2017 年度～2022 年度

◆ポスト「京」萌芽的課題 基礎科学の挑戦ー複合・マルチスケール問題を通した極限の探求（サブ課題D：量子力学の基礎と情報：エンタングルメント統御による極限精度への挑戦）・研究分担者

研究課題名：量子もつれネットワークのための量子クラウドメモリーシミュレーション

交付額：2019 年度分 4,641 千円、総額 18,080 千円

研究期間：2016 年度 ～ 2019 年度

◆共同研究・住友電気工業株式会社

研究課題名：量子デバイス分野への住友電気工業保有技術の展開可能性の検討

交付額：2019 年度分 4,840 千円、総額 7,472 千円

研究期間：2018 年 9 月 1 日～2020 年 3 月 31 日

・海外渡航費

[1] 小坂英男、Japan-Netherlands Quantum Conference 出席（オランダ、2019.9.15-2019.9.20）、  
295,360 円

## 7. 公表論文

### ・査読付原著論文

- [1] \*Kazuya Tsurumoto, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano, Yuhei Sekiguchi and Hideo Kosaka\*, "Quantum teleportation-based state transfer of photon polarization into a carbon spin in diamond", *Communications Physics*, **2**, 74 (2019).

DOI: 10.1038/s42005-019-0158-0

(創刊から2年以内であり、IFはまだ公表されていないが、Nature Research が提供するオープンアクセス・ジャーナルであり、Nature 関連誌に準じる IF が予想される。)

- [2] Yuhei Sekiguchi, Yusuke Komura and Hideo Kosaka, "Dynamical Decoupling of a Geometric Qubit", *Phys. Rev. Applied* **12**, 051001 (2019). IF= 4.532

DOI: 10.1103/PhysRevApplied.12.051001

### ・国際会議プロシーディングス

該当無し

### ・解説

- [1] 小坂英男, 科学雑誌 Newton 別冊「量子論のすべて 新訂版」, 2019年6月

### ・著書

該当無し

### ・その他

- [1] 小坂英男, 盗聴困難な「量子インターネット」, 日経産業新聞, 2019年6月26日
- [2] 小坂英男, 盗聴困難な「量子インターネット」, 日本経済新聞 電子版, 2019年6月26日
- [3] 小坂英男、鶴本和也, 「世界初、光子からダイヤモンド中の炭素への量子テレポーテーション転写に成功～量子インターネットを実現する量子中継の大容量化に道～」, 横浜国立大学プレスリリース, 2019年6月28日
- [4] 小坂英男、鶴本和也, 「世界初、光子からダイヤモンド中の炭素への量子テレポーテーション転写に成功～量子インターネットを実現する量子中継の大容量化に道～」, 科学技術振興機構 (J S T) プレスリリース, 2019年6月28日
- [5] 小坂英男、鶴本和也, “Researchers teleport information within a diamond”, EurekaAlert! (English), 2019年6月28日
- [6] 小坂英男、鶴本和也, 「世界初、光子からダイヤモンド中の炭素への量子テレポーテーション転写に成功～量子インターネットを実現する量子中継の大容量化に道～」, EurekaAlert!

(日本語), 2019年6月28日

- [7] 小坂英男、鶴本和也, 「横浜国大、量子転写で暗号通信 安全なネット網実現へ」, 日刊工業新聞, 2019年7月1日
- [8] 小坂英男、鶴本和也, 「横浜国立大、光子からダイヤモンド中の炭素への量子テレポーテーション転写に成功」, 日本経済新聞, 2019年7月1日
- [9] 小坂英男, 「"Researchers teleport information within a diamond", AAASが提供するオンラインニュースサービスEurekAlert!において2019年の閲覧数ランキング第6位」, AAAS (Science誌の母体機関), 2019年12月24日
- [10] 小坂英男, 「"Quantum teleportation-based state transfer of photon polarization into a carbon spin in diamond", Springer Natureの2019年のResearch Highlightsに選定」, Springer Nature (Nature誌の母体機関), 2020年2月28日

## 8. 国際会議・学会・研究会発表

### ・国際会議発表

- [1] Hideo Kosaka, Yuhei Sekiguchi, Hiromitsu Kato, Tokuyuki Teraji, "Toward quantum internet: A way to build a quantum repeater with geometric qubits on an NV center in diamond", Japan-Netherlands Quantum Conference, (Theater de Veste, Delft, Netherlands, 2019年9月16-18日)(招待講演)
- [2] Hideo Kosaka, "Diamond-based quantum repeater for quantum internet", Topical Conference on Quantum Communication and Security 2019(TCQCS 2019), (京都ブライトンホテル, 2019年12月17日)(招待講演)
- [3] 小坂 英男, "量子ネットワーク関連の研究 動向", ムーンショット国際シンポジウム, (京都ブライトンホテル, 2019年12月18日)(招待講演)
- [4] \*Kohei Kurashita, Kazuya Tsurumoto, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka, "Selective quantum teleportation transfer of a photon polarization state into a carbon nuclear spin state in an NV center in diamond", SSDM2019 (International Conference on Solid State Devices and Materials), E-1-04, (Nagoya University, 2019年9月3日)
- [5] Yuhei Sekiguchi, Yuki Yasui, Hiromitsu Kato, Tokuyuki Teraji and Hideo Kosaka, "Quantum entanglement between a photon and a spin in diamond by resonance fluorescence under a zero magnetic field", EU-USA-JAPAN International Symposium on Quantum Technology, (Kyoto Brighton Hotel, 2019年12月17日)

## ・学会発表

- [1] 小坂英男, 「～「量子コンピュータ」「量子通信」の次に来る、「量子中継ネットワーク」～ “難しい” 量子情報分野を理解し、今後のリリースの読み方がわかるようになる!」, メディア向け勉強会 テーマ 『量子中継ネットワーク』, (フクラシア丸の内オアゾ, 2019年4月19日)(招待講演)
- [2] 小坂英男, 「量子情報処理の最新動向～「量子コンピュータ」「量子通信」の次に来る、「量子中継ネットワーク」～」, 第4回YNU横浜経営者の会, (横浜ベイシェラトンホテル, 2019年5月29日)(招待講演)
- [3] 小坂英男, 「量子クラウドメモリーへの量子テレポーテーションによる量子状態転写」, 第3回ポスト「京」萌芽的課題「基礎科学の挑戦」・「極限マテリアル」合同公開シンポジウム, (東北大学金属材料研究所講堂, 2019年8月1日)(招待講演)
- [4] 小坂英男, “Toward quantum internet: A way to build a quantum repeater with geometric qubits on an NV center in diamond”, 応用物理学会新領域量子情報研究グループ研究会, (国立情報学研究所, 2019年10月8-9日)(招待講演)
- [5] 小坂英男, 「ダイヤモンド量子セキュリティ」, CREST「量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出」第4回領域会議, (東京大学先端科学技術研究センター ENEOS ホール, 2019年10月24-25日)(招待講演)
- [6] 小坂英男, 「夢の技術・量子情報がひらく世界」, NHK文化センター創立40周年記念 横浜国立大学提携講座「知の大学」, (NHK文化センター横浜ランドマーク教室, 2019年11月30日)(招待講演)
- [7] 関口雄平, 安井優貴, 古賀悠太, 鶴本和也, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心における幾何学的電子スピンと放出光子のもつれ生成 II」, 日本物理学会 2019 年秋季大会, 11pK13-8, (岐阜大学, 2019年9月11日)
- [8] \*鶴本和也, 倉下滉平, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心における光子から炭素核スピンへの選択的量子テレポーテーション転写 II」, 日本物理学会 2019 年秋季大会, 11pK13-9, (岐阜大学, 2019年9月11日)
- [9] \*今池伸晃, 川崎愛大, 中里隆也, レイエス ラウスティン, 鶴本和也, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心における炭素核スピンシングルショット測定」, 日本物理学会 2019 年秋季大会, 11pK13-10, (岐阜大学, 2019年9月11日)
- [10] \*倉見谷航洋, 関口雄平, 松下和生, 鈴木智也, 新荻正隆, 加藤宙光, 牧野俊晴, 小坂英男, 「量子中継システム実験に向けたダイヤモンド量子 NV 素子の光学的構造最適化」, 日本物理学会 2019 年秋季大会, (岐阜大学, 2019年9月11日)
- [11] \*倉見谷航洋, 関口雄平, 鈴木智也, 新荻正隆, 加藤宙光, 牧野俊晴, 小坂英男, 「量子中継システム実験に向けたダイヤモンド量子 NV 素子の光学的構造最適化」, ニューダイヤモンドフォーラム第33回ダイヤモンドシンポジウム, 304, (東京工業大学, 2019年

11月15日)

- [12] \*レイエス ラウステイン, 石坂泰一, 今池伸晃, 松田一泰, 中里隆也, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心における量子メモリ大容量化に向けた弱結合炭素のもつれ操作」, 日本物理学会 2020 年春季大会, 16pk26, (名古屋大学, 2020 年 3 月 16 日)
- [13] \*中里隆也, 今池伸晃, 松田一泰, レイエス ラウステイン, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心における核スピン量子メモリの量子誤り訂正」, 日本物理学会 2020 年春季大会, 16pk26-10, (名古屋大学, 2020 年 3 月 16 日)

・研究会発表・セミナーや講演会

(学外研究会)

- [1] \*レイエス ラウステイン, 安井優貴, 鶴本和也, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心における共鳴蛍光による光子偏光と電子スピンの量子もつれ生成に関する研究」, 第 15 回ナノテク交流シンポジウム, Y-55, (横浜国立大学, 2020 年 3 月 9 日)
- [2] \*笹崎和希, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男, 「量子情報技術におけるダイヤモンド量子素子の機能向上に関する研究」, 第 15 回ナノテク交流シンポジウム, Y-56, (横浜国立大学, 2020 年 3 月 9 日)
- [3] \*中里隆也, 今池伸晃, 松田一泰, レイエス ラウステイン, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心における複合スピン系を用いた量子誤り訂正に関する研究」, 第 15 回ナノテク交流シンポジウム, Y-54, (横浜国立大学, 2020 年 3 月 9 日)

(学内研究会)

該当なし

9. 特許

概要なし