

量子情報物理学（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、物理工学概論

（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：

- ・ 工学研究院 研究企画経営会議委員
- ・ 先端科学高等研究院 量子情報ユニット主任研究者（2018年4月1日～現在に至る）
- ・ 量子情報研究センター センター長（2020年10月1日～現在に至る）
- ・ 先端科学高等研究院 運営委員
- ・ YNU 研究拠点活動支援事業（若手）へのアドバイザー

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）
- ・ 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（2017年12月～現在に至る）
- ・ 文部科学省 光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）
量子計測・量子生命 アドバイザリーボード（2018年5月25日～現在に至る）
- ・ 文部科学省 科研費・挑戦的研究（開発）研究代表者（2019年4月～現在に至る）
- ・ 量子インターネットタスクフォース（QITF） アドバイザリーボード（2019年5月～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）
- ・ 文部科学省 光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）公募審査委員（2020年4月～現在に至る）
- ・ 文部科学省 科研費・基盤研究（S）研究代表者（2020年4月～現在に至る）
- ・ 国立研究開発法人 情報通信研究機構 NICT Quantum Camp 実行委員・推進委員・NICT 量子人材育成講師（2020年9月～現在に至る）
- ・ 一般社団法人 量子 ICT フォーラム 量子鍵配送技術推進委員（2020年10月～現在に至る）
- ・ 総務省委託事業「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」量子中継技術プロジェクトとりまとめ代表（2020年10月～現在に至る）
- ・ 内閣府/JST ムーンショット型研究開発制度/事業 プロジェクトマネージャー（PM）（2020年12月1日～現在に至る）

- ・(社) 応用物理学会 量子情報工学研究会 委員 (2021年4月1日～現在に至る)
- ・東京大学 生産技術研究所 リサーチフェロー (2022年5月～現在に至る)

2. 研究テーマ

当研究室では、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。2022年度には具体的には、

1. 当研究室が代表 (PM 兼 PI) を務めるムーンショット型研究開発事業 (目標6) の小坂プロジェクト (QuINT) では、量子コンピュータ間を量子通信で接続して分散処理化を図ることで、誤り耐性を有する大規模量子コンピュータネットワークを実現するため、超伝導量子ビットと通信用光量子ビットとの間を量子変換する量子インターフェースの研究開発を行っている。ダイヤモンドを基本プラットフォームとした量子メモリを用いることで、従来にはない高い変換効率と高忠実度の両立を目指す。東大、医科歯科大などの大学および量研機構、産総研、物材機構、NICT、理研など国研との共同研究により理論検討、材料開発、微細加工、デバイス作製、システム構築、プロトコル開発まで一貫した研究活動を行っている。本研究室では超伝導技術、マイクロ波技術、磁気共鳴技術、光集積技術などの異分野融合に取り組み、デバイス作製を牽引している。
2. 当研究室がとりまとめ機関代表を務める総務省委託研究事業の量子中継技術プロジェクト (QuREP) では、暗号通信に用いられるビット鍵を量子力学の原理で絶対安全に配布する量子鍵配送 (QKD) ネットワークの1000km級への長距離化を図るべく、量子中継器の研究開発を行っている。東芝、古河電工などの企業、東大などの大学および産総研、物材機構などの国研との共同研究により量子メモリ方式、全光方式、波長多重方式の3方式を並行して開発している。本研究室ではダイヤモンド中の NV 中心などの色中心を用いた量子メモリ方式に取り組んでいる。量子中継処理の高忠実度化だけでなく、高速化が主な課題であり、量子メモリ光入出力の高効率化と小型モジュール化に取り組んでいる。
3. 当研究室が研究代表を務める科研費基盤研究 (S) では、量子コンピュータネットワークあるいは量子インターネットの到来に向け、膨大な量子情報をクラウド上に保存するための量子ストレージの研究開発を行っている。量子状態の長時間保存が可能なダイヤモンド中の炭素同位体核スピンを用いた1M量子ビット級の大規模量子ストレージを目指し、高速かつ高忠実で高分解能の光磁気アクセスと量子誤り訂正に取り組んでいる。

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) 責任著者をつとめる論文 "Optically addressable universal holonomic quantum gates

on diamond spins”が Nature Photonics に掲載された。

- 2) 1) に関して、「横浜国大と JST、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功」が日本経済新聞に掲載された。
- 3) 責任著者をつとめる論文”Quantum error correction of spin quantum memories in diamond under a zero magnetic field”が Communications Physics に掲載された。
- 4) 3) に関して、「横浜国大、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功」が日本経済新聞に掲載された。
- 5) 責任著者をつとめる論文”Complete Bell state measurement of diamond nuclear spins under a complete spatial symmetry at zero magnetic field”が Applied Physics Letters に掲載された。
- 6) Quantum Innovation 2022 において招待講演「From Quantum Repeater Networks to the Quantum Internet」を行った。
- 7) 日本学術振興会 産学協力研究会 メタマテリアル第 187 委員会が主催する研究会において招待講演「超伝導量子コンピュータとダイヤモンド量子中継の融合による量子インターネットに向けた挑戦」を行った。
- 8) 第 70 回応用物理学会春季学術で開催されたシンポジウム「量子コンピューティングデバイス技術の最前線」にて招待講演「超伝導量子コンピュータとダイヤモンド量子中継の融合による量子インターネットに向けた挑戦」を行った。
- 9) 分担執筆した書籍「量子技術の実用化と研究開発業務への導入方法」((株) 技術情報協会) が発刊された。
- 10) 科学新聞に『「量子インターネット実現に挑む！」横浜国立大 小坂英男教授語る』が掲載された。
- 11) 外部資金獲得研究者表彰 (YNU 研究貢献賞) を受賞した。
- 12) 第一回量子未来勉強会を開催した。(開催日: 2023 年 3 月 9 日)

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	8	2	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	4	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
0	8	2	5

・学生の受けた表彰・助成金

- [1] 小林歩夢, 理工学部 学業優秀者表彰, (横浜国立大学, 2022年4月20日)
- [2] 伊藤大輔, 理工学部 学業優秀者表彰, (横浜国立大学, 2022年10月26日)
- [3] 中里慎太郎, 第18回ナノテク交流シンポジウム 最優秀講演賞, (横浜国立大学, 2023年3月7日)
- [4] 松木愛美, 第18回ナノテク交流シンポジウム 優秀講演賞, (横浜国立大学, 2023年3月7日)

5. 国際交流

- ・ドイツより Jonathan Finley 教授 (ミュンヘン工科大学)、Kai Mueller 教授 (ミュンヘン工科大学)、Fedor Jelezko 教授 (ウルム大学)、Christoph Becher 教授 (ザールランド大学) の4名を量子情報研究センターの招へい教員とした。
- ・ドイツ ウルム大学との Joint Workshop を開催した。(2023年1月23日)
- ・ドイツ ミュンヘン工科大学との Joint Workshop を開催した。(2023年3月27日)
- ・米国1件、ドイツ3件、オランダ2件、英国1件との Zoom 会議を開催した。
- ・駐日フランス大使館科学部が本学を訪問した際、意見交換や研究室視察を行った。(2022年9月16日)
- ・海外派遣
該当なし
- ・海外招聘
ドイツ ミュンヘン工科大学より Jonathan Finley 教授、Kai Mueller 教授の2名を招へいした。
- ・海外国際会議参加発表数
1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：ダイヤモンド量子ストレージにおける万能量子メディア変換技術の研究

助成額：2022年度分 40,950千円、総額 167,440千円

助成期間：2020年度～2024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：2022年度分無し(2021年度繰越分7,500千円を使用)、総額25,870千円

助成期間：2019年度～2022年度（当初2021年度終了予定のところ、1年延長）

・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：2022年度分 42,250千円、総額302,159千円

研究期間：2017年度～2022年度

◆総務省委託事業「グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発」

課題Ⅲ「量子中継技術」とりまとめ機関代表者 兼 研究代表者

研究課題名：課題Ⅲ「量子中継技術」

交付額：2022年度分 123,250千円、総額702,750千円

研究期間：2020年度～2024年度

◆ムーンショット型研究開発事業 プロジェクトマネージャー 兼 研究課題推進者

研究課題名：量子計算網構築のための量子インターフェース開発

交付額：2022年度分280,800千円、総額1,375,198千円

研究期間：2020年度～2025年度

◆古河電気工業

研究題目：量子暗号中継技術の開発

交付額：2022年度分1,740千円、総額4,480千円

研究期間：2021年度～2022年度

・海外渡航費

該当なし

7. 公表論文

・査読付原著論文

- [1] Yuhei Sekiguchi, Kazuki Matsushita, Yoshiki Kawasaki, and Hideo Kosaka, "Optically addressable universal holonomic quantum gates on diamond spins", Nature Photonics 16, 662 (2022), DOI: 10.1038/s41566-022-01038-3
- [2] Hodoka Kurokawa, Moyuki Yamamoto, Yuhei Sekiguchi, and Hideo Kosaka, "Remote Entanglement of Superconducting Qubits via Solid-State Spin Quantum Memories", Phys. Rev. Applied, 18 064039 (2022), DOI: 10.1103/PhysRevApplied.18.064039
- [3] Raustin Reyes, Takaya Nakazato, Nobuaki Imai, Kazuyasu Matsuda, Kazuya Tsurumoto, Yuhei Sekiguchi, and Hideo Kosaka, "Complete Bell state measurement of diamond nuclear spins under a complete spatial symmetry at zero magnetic field", Appl. Phys. Lett. 120, 194002 (2022), DOI: 10.1063/5.0088155
- [4] Takaya Nakazato, Raustin Reyes, Nobuaki Imai, Kazuyasu Matsuda, Kazuya Tsurumoto, Yuhei Sekiguchi, and Hideo Kosaka, "Quantum error correction of spin quantum memories in diamond under a zero magnetic field", Communications Physics 5, 102 (2022), DOI: 10.1038/s42005-022-00875-6

・国際会議プロシーディングス

該当無し

・分担執筆

- [1] 小坂英男, 量子技術の実用化と研究開発業務への導入方法「第2章様々な量子技術の研究開発の現状と今後の動向 第7節 量子コンピュータネットワーク、量子中継、量子インターネット開発の現状と今後の展望」, (株)技術情報協会出版, 2023年1月31日, ISBN:978-4-86104-915-6

・著書

該当無し

・その他

- [1] 小坂英男, 中里隆也「世界初、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功」, 横浜国立大学プレスリリース, 2022年4月27日
- [2] 小坂英男, 中里隆也「世界初、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功」, 国立研究開発法人科学技術振興機構(JST), 2022年4月27日

- [3] 小坂英男, 関口雄平, 「Japanese researchers demo quantum supercomputer memory resilient against errors」, SUPER COMPUTING ONLINE NEWS, 2022年4月27日
- [4] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, EurekAlert!(English), 2022年4月27日
- [5] 小坂英男, 中里隆也, 「世界初、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功」, EurekAlert!(日本語), 2022年4月27日
- [6] 小坂英男, 中里隆也, 「世界初、ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正に成功」, 日本の研究.com, 2022年4月27日
- [7] 小坂英男, 中里隆也, 「世界初、ダイヤモンド中の量子メモリーによる量子誤り訂正に成功」. BtoBプラットフォーム, 2022年4月27日
- [8] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, news wise, 2022年4月27日
- [9] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, PHYS ORG, 2022年4月27日
- [10] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, THE QUANTUM THEORY, 2022年4月27日
- [11] 小坂英男, 中里隆也, 「Quantum error correction of spin quantum memories in diamond under a zero magnetic field」 NEWSBREAK, 2022年4月27日
- [12] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, SPACE DAILY, 2022年4月28日
- [13] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, innovations report, 2022年4月28日
- [14] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, vnexplorer, 2022年4月28日
- [15] 小坂英男, 中里隆也, 「Fault-tolerant quantum computer memory in diamond」, times of news, 2022年4月28日
- [16] 小坂英男, 中里隆也, 「ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功」, マイナビニュース TECH+, 2022年5月3日
- [17] 小坂英男, 中里隆也, 「ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功」, BIGLOBE ニュース, 2022年5月3日
- [18] 小坂英男, 中里隆也, 「ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功」, goo ニュース, 2022年5月3日
- [19] 小坂英男, 中里隆也, 「ダイヤモンド中の量子メモリによる量子誤り訂正、横浜国大が成功」, mapiion ニュース, 2022年5月3日

- [20] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, scienmag, 2022年7月28日
- [21] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, phys.org, 2022年7月28日
- [22] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, Bioengineer.org, 2022年7月28日
- [23] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, newsexplorer, 2022年7月28日
- [24] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, semiconductor-digest, 2022年7月28日
- [25] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, samachar central, 2022年7月28日
- [26] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, TechCodex, 2022年7月28日
- [27] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, True Viral News, 2022年7月28日
- [28] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, Tech and Science Post, 2022年7月28日
- [29] 小坂英男, 関口雄平, 「世界初、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功」, EurekAlert!(日本語), 2022年7月28日
- [30] 小坂英男, 関口雄平, 「「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, EurekAlert!(English), 2022年7月28日
- [31] 小坂英男, 関口雄平, 「世界初、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功」, 横浜国立大学プレスリリース, 2022年7月29日
- [32] 小坂英男, 関口雄平, 「世界初、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功」, 国立研究開発法人科学技術振興機構, 2022年7月29日
- [33] 小坂英男, 関口雄平, 「横浜国大と JST、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功」, 日本経済新聞, 2022年7月29日
- [34] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of controlling qubits could advance quantum computers」, My Droll, 2022年7月29日
- [35] 小坂英男, 関口雄平, 「New method of qubit control could advance quantum computer development」, AIRVERS TECH NEWS, 2022年7月29日
- [36] 小坂英男, 関口雄平, 「世界初、光ランダムアクセス量子メモリの原理実証に成功」, B to B プラットフォーム, 2022年7月29日

- [37] 小坂英男, 関口雄平, 「光ランダムアクセス量子メモリーの原理実証に成功」, Laser Focus World JAPAN, 2022年8月1日
- [38] 小坂英男, 関口雄平, 「光ランダムアクセス量子メモリーの原理実証に成功」, BIGLOBE ニュース, 2022年8月1日
- [39] 小坂英男, 関口雄平, 「世界初, 光ランダムアクセス量子メモリーの原理実証に成功」, 0 plus E, 2022年8月2日
- [40] 小坂英男, 関口雄平, 「Quantum gates activated with laser precision」, Nature Photonics, 2022年8月26日
- [41] 小坂英男, 関口雄平, 「Site-resolved microwave control of diamond qubits achieved using focussed light」, physicsworld, 2022年9月16日
- [42] 小坂英男, 「「量子インターネット実現に挑む!」横浜国立大 小坂英男教授語る」, 科学新聞, 2023年2月17日
- [43] 小坂英男, 「横浜国立大学小坂英男教授談基于量子中继技术的长距离通信」, 客観日本, 2023年3月13日
- [44] 小坂英男, 「Professor Hideo Kosaka of Yokohama National University speaks about trying to realize the quantum internet」, Science Japan, 2023年3月14日
- [45] 小坂英男, 「Breakthrough in quantum error correction could lead to large-scale quantum computers」, physicsworld, 2023年3月20日

8. 国際会議・学会・研究会発表

・国際会議発表

- [1] 小坂英男, 「From Quantum Repeater Networks to the Quantum Internet」, QUANTUM INNOVATION 2022, (オンライン, 2022年11月29日) (招待講演)
- [2] 黒川穂高, 山本萌生, 関口雄平, 小坂英男, 「Remote Entanglement of Superconducting Qubits via Solid-State Spin Quantum Memories, The 13th International Symposium on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures (PECS-XIII), (神田明神ホール, 2023年3月30日)

・学会発表

- [1] 毛利駿介, レイエスラウスティン, 若松恵大, 加藤宙光, 牧野俊晴, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心を用いた単一光子干渉による不可分別性の実証」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, (東京工業大学, 2022 年 9 月 13 日)
- [2] レイエスラウスティン, 毛利駿介, 若松恵大, 加藤宙光, 牧野俊晴, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド量子中継の構築に向けた NV 中心単一光子の干渉」, 第 83 回応用物

- 理学会秋季学術講演会，（東北大学+オンライン，2022年9月20日）
- [3] 渡辺幹成，中里隆也，江川直也，関口雄平，小坂英男，「ダイヤモンド NV 電子のゼロ磁場動的デカップリング」，第 83 回応用物理学会秋季学術講演会，（東北大学+オンライン，2022年9月20日）
 - [4] 山本萌生，黒川穂高，藤井知，牧野俊晴，加藤宙光，関口雄平，小坂英男，「超伝導光量子インターフェースに向けたダイヤモンド NV 中心を用いた音波光波変換」，第 70 回応用物理学会春季学術講演会，（上智大学+オンライン，2023年3月16日）
 - [5] 渡辺幹成，市川公善，寺地徳之，関口雄平，小坂英男，「同位体制御によるダイヤモンド NV 電子スピンコヒーレンスの向上」，第 70 回応用物理学会春季学術講演会，（上智大学+オンライン，2023年3月16日）
 - [6] 小坂英男，「超伝導量子コンピュータとダイヤモンド量子中継の融合による量子インターネットに向けた挑戦」，第 70 回応用物理学会春季学術講演会，（上智大学+オンライン，2023年3月17日）（招待講演）
 - [7] レイエスラウスティン，三賢洸介，小林歩夢，上牧瑛，関口雄平，知名史博，三木茂人，加藤宙光，牧野俊晴，小坂英男，「量子中継器に向けた発光-吸収による遠隔ダイヤモンド間量子もつれ生成の挑戦」，日本物理学会 2023 年春季大会，（オンライン，2023年3月24日）
 - [8] 若松恵大，黒川穂高，中里慎太郎，牧野俊晴，加藤宙光，関口雄平，小坂英男，「ダイヤモンド単一中性電荷 NV 中心のコヒーレントな軌道操作」，日本物理学会 2023 年春季大会，（オンライン，2023年3月24日）
 - [9] 三賢洸介，牧野俊晴，加藤宙光，関口雄平，小坂英男，「ダイヤモンド NV 中心における軌道励起状態操作を用いた高忠実度もつれ生成」，日本物理学会 2023 年春季大会，（オンライン，2023年3月24日）

・研究会発表・セミナーや講演会

（学外研究会）

- [1] 関口雄平，「ダイヤモンド NV 中心を用いた光スピン量子インターフェイス」，電子情報学会 システムナノ技術に関する特別研究専門委員会 (SNT) 第 4 回研究会「量子コンピュータの大規模集積化技術」，（オンライン，2022年6月28日）（招待講演）
- [2] 関口雄平，「ダイヤモンドにおける幾何学的スピン制御と量子中継への応用」，第 83 回応用物理学会秋季学術講演会，（東北大学，2022年9月22日）（招待講演）
- [3] 関口雄平，「実験講座 5 量子ネットワーク」，QEd サマースクール 2022，（沖縄科学技術大学院大学，2022年9月29日）（招待講演）
- [4] 黒川穂高，「大規模量子コンピュータ実現に向けた量子インターフェースの開発」，第 32 回関東量子情報 Student Chapter 研究会，（横浜国立大学，2022年10月21日）（招

待講演)

- [5] 渡辺幹成, 江川直也, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 電子スピンのゼロ磁場動的デカップリング」, 第 32 回関東量子情報 Student Chapter 研究会, (横浜国立大学, 2022 年 10 月 21 日)
- [6] 小坂英男, 「超伝導量子コンピュータとダイヤモンド量子中継の融合による量子インターネットに向けた挑戦」, メタマテリアル第 187 委員会 2022 年度第 2 回研究会, (機械振興会館+オンライン, 2022 年 12 月 20 日) (招待講演)
- [7] 江川直也, 田宮志郎, 渡辺幹成, 小坂英男, 「ゼロ磁場ダイヤモンド NV 中心における弱結合核スピン検出・操作手法の研究」, 第 18 回ナノテク交流シンポジウム, (横浜国立大学, 2023 年 3 月 7 日)
- [8] 中里慎太郎, 市川公善, 寺地徳之, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV スピンの忠実な万能量子操作に関する研究」, 第 18 回ナノテク交流シンポジウム, (横浜国立大学, 2023 年 3 月 7 日)
- [9] 松木愛美, 上牧瑛, 小野田忍, 牧野俊晴, 加藤宙光, 関口雄平, 小坂英男. 「超短パルスレーザーによるダイヤモンド色中心生成に関する研究」, 第 18 回ナノテク交流シンポジウム, (横浜国立大学, 2023 年 3 月 7 日)
- [10] 毛利駿介, レイエスラウスティン, 加藤宙光, 牧野俊晴, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV 中心から発光する単一光子による量子干渉の研究」, 第 18 回ナノテク交流シンポジウム, (横浜国立大学, 2023 年 3 月 7 日)
- [11] 渡辺幹成, 江川直也, 関口雄平, 小坂英男, 「ダイヤモンド NV スピンのゼロ磁場動的デカップリングに関する研究」, 第 18 回ナノテク交流シンポジウム, (横浜国立大学, 2023 年 3 月 7 日)

9. 特許

該当なし