

令和 2 年 5 月 3 日現在

機関番号：12701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K13818

研究課題名（和文）物質間の自発的量子もつれ生成へ向けた幾何学的量子光学の創成

研究課題名（英文）Geometrical quantum optics for spontaneous quantum entanglement generation between matters

研究代表者

小坂 英男（Kosaka, Hideo）

横浜国立大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：20361199

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000 円

研究成果の概要（和文）：超広帯域のコヒーレントな電磁波を用いた物質の様々な自由度のコヒーレント励起により、通常は不可能な縮退した論理量子を幾何学的に制御した。光子と物質の様々な量子の幾何学的な量子状態を、物質に内在する量子もつれの力とデジタルコヒーレント制御技術の協力で一括して自由自在に制御する手法を開発した。磁場を完全に排除することで縮退したダイヤモンド中の単一窒素空孔中心（NV中心）のスピンスピン部分系を論理的量子として用い、物質内の軌道スピンスピン相互作用、超微細相互作用という物質に内在する異種量子間の相互作用を媒介とし、コヒーレントな電磁波によるスピンの幾何学的量子操作を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の特色は、通常は不可能な縮退した論理量子を操作する点にある。このような論理量子は、環境ノイズや操作誤差に強いことが予想される。いわゆるフォールトトレラントな論理量子を自在に操作し、異種の論理量子間の量子もつれ状態も自在に生成、制御、測定できると期待される。量子光学の技術をマイクロ波やラジオ波など電磁場全域に拡大することで、これまでコヒーレント光学、電子スピン共鳴、核スピン共鳴など個別に発展してきた学問領域を一括して扱うことによる相乗効果で量子光学により啓発された物性物理学の飛躍的な発展を促すという意義がある。

研究成果の概要（英文）：Geometric control of degenerate logic qubit, which is usually impossible, was carried out by coherent excitation of various degrees of freedom of matter using ultra-wideband coherent electromagnetic waves. We have developed a method to control various geometrical quantum states of photons and matter collectively by the cooperation of quantum entanglement inherent in matter and digital coherent control technology. Using the spin subsystem of single nitrogen vacancy center (NV center) in diamond degenerated by completely eliminating the magnetic field as a logical quantum, we performed geometrical quantum manipulation of spins by coherent electromagnetic waves through the interaction between different kinds of quantum, which is inherent in the material such as orbital spin interaction and hyperfine interaction in the material.

研究分野：量子情報物理

キーワード：ハイブリッド量子 スピントロニクス 量子光学 量子エレクトロニクス

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

物質内の代表的な量子自由度として、電子の軌道、電子のスピン、核子のスピンなどがある。それぞれ1ペタヘルツ帯の光波帯、1ギガヘルツ帯のマイクロ波帯、1メガヘルツ帯のラジオ波帯の周波数に対応するエネルギーを持つ。このように周波数域の大きく異なる物質の量子は、それぞれ対応する周波数の電磁波で制御できる。従来は光学、磁気共鳴と別分野だったが、近年は量子光学で培った技術を様々な周波数の量子操作に適用する機運が国内外で高まっている。特に近年では、固体中の量子コヒーレンス時間が1秒を超すようになり、1ヘルツ以下の周波数精度の制御性が要求される。このような15桁以上に渡る超広帯域のコヒーレント電磁波により、物質中の様々な量子を一括して制御しようとする多重パルス共鳴制御を提案者は世界に先駆けて提案し実験してきた。これは、従来の電子スピン核スピン二重共鳴(ENDOR)に着想を得たもので、これを光学周波数域にまで拡大した電子軌道・電子スピン・核スピン三重共鳴とも呼べる。従来は磁場印加により分裂した二準位系の操作しかできなかったが、無磁場下で完全に縮退した量子系を操作する点で特異的である。

### 2. 研究の目的

物質と光子の相互作用を扱う際に、通常は直接遷移が可能な二準位を用いるが、直接遷移が禁制の二準位についても、両者を介在する補助準位が存在すれば幾何学的な量子操作が可能である。本研究では特に縮退した二準位に着目し、これを論理量子として幾何学的量子操作を行う幾何学的量子光学と呼ぶ学問領域を開拓する。物質量子の例として固体中の電子スピンと核スピンを用い、光波からラジオ波に渡る超広帯域電磁場のコヒーレントな励起で核スピン間の自発的な量子もつれの生成に挑戦する。自発的な量子もつれ光子対生成に縮退系を用いるのは常識であるが、物質間の量子もつれ生成に縮退系を用いるという概念はなく、新概念の創成につながる。極めて遠方の単一スピンと量子もつれを形成する縮退量子の特性を生かし、超高感度量子センサーの可能性も探る。

本研究のねらいは、超広帯域のコヒーレントな電磁波を用いた物質の様々な自由度のコヒーレント励起により、通常は不可能な縮退した論理量子を幾何学的に制御することである。光子と物質の様々な量子の幾何学的な量子状態を、物質に内在する量子もつれの力とデジタルコヒーレント制御技術の協力で一括して自由自在に制御することを目指す。

### 3. 研究の方法

物質系としてダイヤモンド中のドーパントである単一窒素原子の色中心(NV中心)を用いた。負に荷電したNV中心の電子はスピン量子数1のスピン三重項状態にあり、磁気量子数 $m_s = 0, \pm 1$ のうち0成分はゼロ磁場で大きく分裂(ゼロ磁場分裂)するため、 $\pm 1$ 成分だけを擬似的スピン量子(キュービット)として扱った(図1)。この擬似スピンは外的擾乱に耐性の高い幾何学的な特性を持つ。磁場を除去して完全縮退させた幾何学的スピンは、偏光を自由度とする光子との相互作用の際に、エネルギー保存則と角運動量保存則の両方を完全に満たす。高い空間対称性のために電子スピンおよびその周囲の核スピンの量子メモリー時間は、通常のように磁場を印加して空間対称性を破った系よりも(極端に強い磁場をかけない限り)格段に長いことを示すことに成功した。このように完全縮退したスピンは、通常非縮退のスピンで行われる動的な電子スピン初期化・書き込み・操作・読み出しができなかったが、本研究では幾何学的な手法でスピン制御・書き込み・操作・読み出しを実現した。

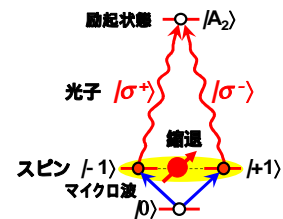


図1 幾何学的スピンを構成する電子準位構造

磁場を完全に排除することで、縮退したスピン部分系を論理的量子として用い、超広帯域のコヒーレントな電磁波で幾何学的量子制御を行った。このような縮退環境では、光波帯の光子、マイクロ波帯の光子、ラジオ波帯の光子が電子の軌道、電子のスピン、核子のスピンとそれぞれ等価なV型の幾何学的量子構造を有する(図2)。物質内の軌道スピン相互作用、超微細相互作用という物質に内在する異種量子間の相互作用を媒介とし、コヒーレントな電磁波によるスピンの幾何学的量子操作を行った。さらに、光子を媒介としたスピン間の自発的な量子もつれの形成にも挑戦した。

(1) 15桁に渡る超広帯域のコヒーレントな電磁波の波形・位相・周波数・偏光を自在に制御する技術の開発を行った。

(2) 上記の技術を用いた電子スピンあるいは核スピンのアダプティブなデジタルコヒーレント量子操作を行った。

(3) 超広帯域コヒーレント光を媒介とした物質スピン間の自発的な量子もつれの形成にも挑戦した。

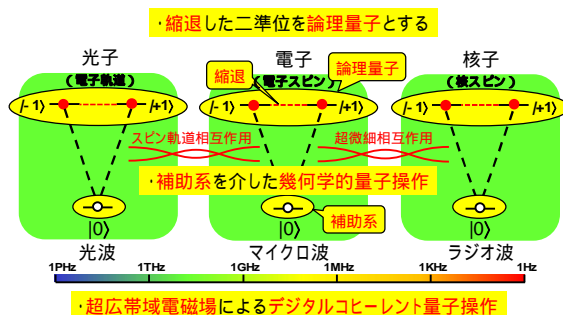


図2 様々な周波数帯の電磁波に対応するダイヤモンドNV中心の幾何学的量子構造

#### 4. 研究成果

##### (1) 縮退した幾何学的量子構造の構築

NV 中心に捕獲された電子の軌道、スピンならびに NV を構成する窒素の核スピンは、いずれも角運動量 1 の三重項状態にあり、射影成分  $|0\rangle$ 、 $|\pm 1\rangle$  のうち  $|0\rangle$  準位だけゼロ磁場においても結晶場による四重極相互作用で大きく分裂する。本研究では、磁場を 0.03 ガウス (0.1 MHz) 以下の精度で精密に排除することで  $|\pm 1\rangle$  を縮退させ、 $|0\rangle$  準位を媒介として縮退した  $|\pm 1\rangle$  準位間が接続された V 型構造を形成した (図 2)。縮退した  $|\pm 1\rangle$  を基底とする論理量子は、偏光を自由度とする光波、マイクロ波、ラジオ波との間で、それぞれエネルギー保存則および角運動量保存則の両方を満たして相互作用する。このような縮退した幾何学的量子は、通常のスピンのように動的な量子操作は不可能であり、本研究では幾何学的な量子操作を行った。

##### (2) 直交偏光アップコンバージョン法の構築

幾何学的量子操作には、波形、位相、周波数、偏光が制御されたコヒーレントな光波、マイクロ波、ラジオ波を用いた (図 3)。デジタル波形によるマイクロ波基準周波数 (LO) の IQ 変調でアップコンバージョンされた任意波形のマイクロ波を生成し、さらにマイクロ波による光波基準周波数 (LO) の IQ 変調でアップコンバージョンされた任意波形の光波を生成した。これにより、電子軌道、電子スピン、核スピンという 15 桁に渡る周波数域に渡る物質量子のコヒーレント多重共鳴を可能とした。また、IQ 変調部をダブルパスにすることで、マイクロ波偏光のおよびラジオ波偏光のコヒーレント制御も行った (図 3 右)。

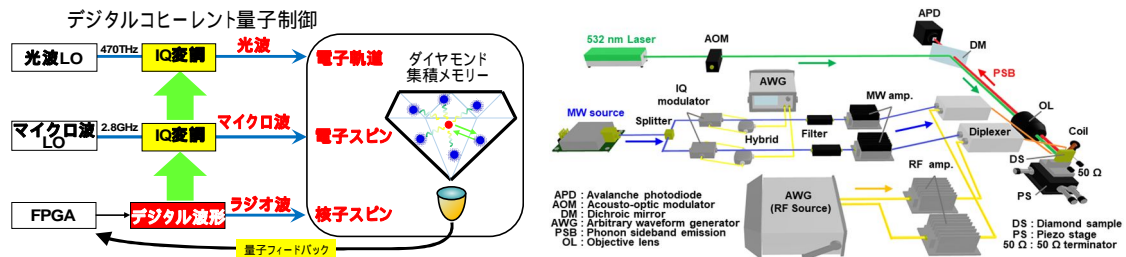


図 3 (左図)アップコンバージョンにより波形・位相・周波数・偏光が制御された光波、マイクロ波、ラジオ波によるデジタルコヒーレント量子制御。(右図)実際の実験で用いた装置構成。

##### (3) 光波およびマイクロ波による電子スピン縮退論理キュービットの幾何学的量子操作

電子スピン縮退論理キュービットを光学励起状態の  $|A_2\rangle$  準位を補助準位として光波により幾何学操作を行った (図 4 左)。まずは、 $|A_2\rangle$  準位に共鳴する光波を約 100 ns 照射することで、その偏光に直交した量子状態に初期化した。次に、任意の偏光をもつ自然放出寿命 (約 10 ns) 以下の光波の 2 パルスを照射することで幾何学的量子操作を行った。この際、光波の偏光で回転軸を設定し、前半と後半の パルスの位相差で回転角を決める任意軸かつ任意角の単一量子回転を可能とした。さらに、光波の任意の偏光で射影読み出しを行った。

また、同様の操作をマイクロ波でも偏光自由度を利用して実現した (図 4 右)。この場合には、スピン基底状態の  $|0\rangle$  準位を補助準位として利用した。 $|0\rangle$  準位への初期化は 532 nm のグリーンレーザで行った。まず、任意の偏光をもつマイクロ波の パルスを照射することで、電子スピンの縮退論理キュービットを任意の量子状態に初期化した。次に、任意の偏光をもつマイクロ波の 2 パルスを照射することで幾何学的量子操作を行った。この際、マイクロ波の偏光で回転軸を設定し、前半と後半の パルスの位相差で回転角を決める任意軸かつ任意角の単一量子回転を可能とした。さらに、マイクロ波の任意の偏光で射影読み出しを行った。電子スピンだけでなく、核スピンも偏光自由度を利用したラジオ波共鳴によって幾何学操作を行った。

量子トモグラフィー法による評価の結果、電子スピン、核スピンそれぞれに対して高精度に量子ゲート操作できることを確認した (図 5a)。また、電子スピン 核スピン間の量子もつれを操作する二量子ゲート操作にも成功し、量子情報処理において必要とされる全ての万能量子ゲート操作が実現できることを確認した (図 5b) (Nature Communications 2018 年掲載) [引用文献]。さらに、光波を用いても電子スピンの量子ゲート操作ができることを実験で示した (Nature Photonics 2017 年掲載) [引用文献]。

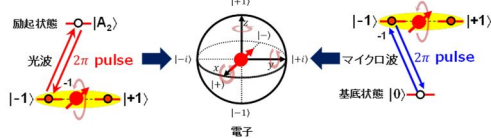


図 4 光波(左)およびマイクロ波(右)を用いた電子の幾何学的量子操作

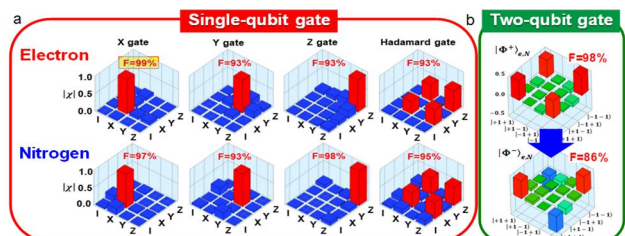


図 5 (a)量子トモグラフィーによる電子スピンと核スピンの量子ゲート操作および (b)電子スピン 核スピン間の量子もつれ操作の二量子ゲート操作の評価結果。

#### (4) 光子を媒介とした複数核スピン間の自発的量子もつれ生成

電子軌道・電子スピン・核スピンにそれぞれ共鳴する光波・マイクロ波・ラジオ波を同時照射することにより、多重散乱の効果で電子軌道・電子スピン・核スピンのコヒーレンス連鎖が起こることを実験で実証した(図6)。まずは、電子、核子共に $|0\rangle$ 状態に初期化した。コヒーレントなラジオ波とマイクロ波の照射により、超微細相互作用の力で電子スピンと核子スピンの量子もつれ状態を生成することに成功した。また、 $|A_2\rangle$ 準位に共鳴するコヒーレントな光波の入射により、スピン軌道相互作用の力で電子軌道と電子スピンの量子もつれ状態を生成することにも成功した。ラジオ波、マイクロ波、光波の同時照射により、これらのコヒーレンス連鎖が起こり、核スピンは電子を介して光波のコヒーレンスを受け取ることになる。本研究では、光波のコヒーレンスが炭素核スピンに転写されることを示す実験に成功した(図7)(Communications Physics2019年掲載)[引用文献]。さらに、 $|A_2\rangle$ 準位からの発光によって生成された光子の偏光とNV 中心の電子スピンの量子もつれ状態を生成する実験に成功した(図8)(論文執筆中)。これにより、核子が複数存在する系においては、それぞれの核子に対応するラジオ波とマイクロ波、そして共通の光波を同時照射することにより、光子を媒介とした複数核スピン間の自発的量子もつれ生成が可能であることを示した。

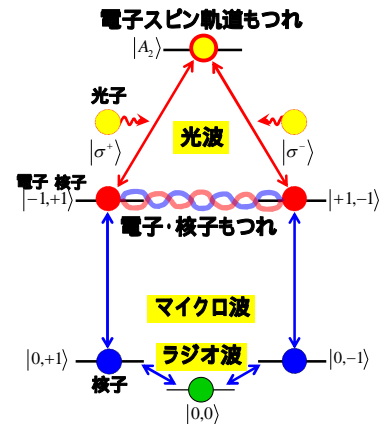


図6 光波・マイクロ波・ラジオ波の多重共鳴散乱による電子軌道・電子スピン・核スピンのコヒーレンス連鎖の仕組み。

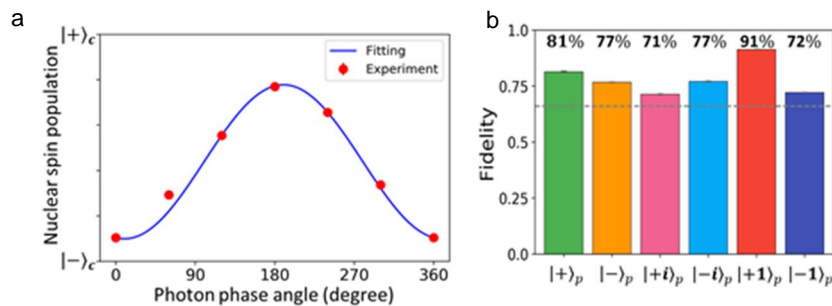


図7. 光波から炭素核スピンへの量子コヒーレンスの転写。(a)転写後の炭素同位体核スピンの入射偏光依存性。横軸は入射偏光のポアンカレ球表現での位相角、縦軸は核スピンのブロッホ球表現における $|\pm\rangle_n$ への射影成分。(b)光子の偏光状態に対する転写後の炭素同位体核スピンの忠実度。平均忠実度78%と古典的転写の忠実度限界66%を大きく超え、転写の量子性を示すことに成功した。

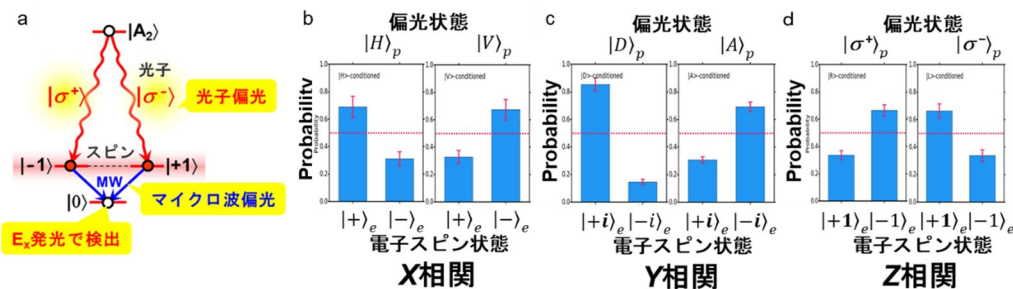


図8. 発光による電子スピンと光子の量子もつれ生成。(a) エネルギー準位図を用いた概略図。励起準位の一つである  $A_2$  準位から発光する光子の偏光状態と残された電子スピン状態は量子もつれを形成。(b-d)ゼロフォノン線発光により測定した光子の偏光状態に条件付けされた電子スピン状態の測定結果。測定された光子の4種の直線偏光(b-c)と2種類の円偏光(d)に対して顕著な相関が表れ、もつれの忠実度は72%と古典限界を大きく上回った。

#### < 引用文献 >

Yuhei Sekiguchi, Naeko Niikura, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano and Hideo Kosaka\*, "Optical holonomic single quantum gates with a geometric spin under with a zero field", Nature Photonics, 11, 309-314 (2017). DOI: 10.1038/nphoton.2017.40.

Kodai Nagata, Kouyou Kuramitani, Yuhei Sekiguchi and Hideo Kosaka\*, "Universal holonomic quantum gates over geometric spin qubits with polarised microwaves", Nature Communications, 9, 3227 (2018). DOI: 10.1038/s41467-018-05664-w.

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.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Tamura Shuhei, Ikeda Kohei, Okamura Kotaro, Yoshii Kazumichi, Hong Feng-Lei, Horikiri Tomoyuki, Kosaka Hideo	4. 巻 57
2. 論文標題 Two-step frequency conversion for connecting distant quantum memories by transmission through an optical fiber	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 062801 ~ 062801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.062801	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ishida Naoki, Nakamura Takaaki, Tanaka Touta, Mishima Shota, Kano Hiroki, Kuroiwa Ryota, Sekiguchi Yuhei, Kosaka Hideo	4. 巻 43
2. 論文標題 Universal holonomic single quantum gates over a geometric spin with phase-modulated polarized light	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Optics Letters	6. 最初と最後の頁 2380 ~ 2380
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OL.43.002380	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nagata Kodai, Kuramitani Kouyou, Sekiguchi Yuhei, Kosaka Hideo	4. 巻 9
2. 論文標題 Universal holonomic quantum gates over geometric spin qubits with polarised microwaves	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-05664-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ikeda Kohei, Hisai Yusuke, Yoshii Kazumichi, Kosaka Hideo, Hong Feng-Lei, Horikiri Tomoyuki	4. 巻 35
2. 論文標題 Compact frequency-stabilized pump laser for wavelength conversion in long-distance quantum communication	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Optical Society of America B	6. 最初と最後の頁 2023 ~ 2023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/JOSAB.35.002023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sekiguchi Yuhei, Niikura Naeko, Kuroiwa Ryota, Kano Hiroki, Kosaka Hideo	4. 巻 11
2. 論文標題 Optical holonomic single quantum gates with a geometric spin under a zero field	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Photonics	6. 最初と最後の頁 309 ~ 314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nphoton.2017.40	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Niizeki Kazuya, Ikeda Kohei, Zheng Mingyang, Xie Xiuping, Okamura Kotaro, Takei Nobuyuki, Namekata Naoto, Inoue Shuichiro, Kosaka Hideo, Horikiri Tomoyuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Ultrabright narrow-band telecom two-photon source for long-distance quantum communication	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 042801 ~ 042801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/APEX.11.042801	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yuhei Sekiguchi, Yusuke Komura, Shota Mishima, Touta Tanaka, Naeko Niikura and Hideo Kosaka	4. 巻 7
2. 論文標題 Geometric spin echo under zero field	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 11668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncom ms 11668	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sen Yang, Ya Wang, Thai Hien Tran, S. Ali Momenzadeh, M. Markham, D. J. Twitchen, Rainer Stohr, Philipp Neumann, Hideo Kosaka, and Jorg Wrachtrup	4. 巻 10
2. 論文標題 High fidelity transfer and storage of photon states in a single nuclear spin	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature Photonics	6. 最初と最後の頁 507-511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nphoton.2016.103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sekiguchi Yuhei、Niikura Naeko、Kuroiwa Ryota、Kano Hiroki、Kosaka Hideo	4. 巻 11
2. 論文標題 Optical holonomic single quantum gates with a geometric spin under a zero field	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Photonics	6. 最初と最後の頁 309 ~ 314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nphoton.2017.40	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計116件 (うち招待講演 22件 / うち国際学会 26件)

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 Holonomic quantum control of hybrid spin qubits in an NV center in diamond
3. 学会等名 Coherent Control of Complex Quantum Systems (C3QS) 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 Holonomic Quantum Gates and Quantum Teleportation into Solid
3. 学会等名 1st Advances in Quantum Engineering International Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 Holonomic Quantum Control of Geometric Spin Qubits in Diamond
3. 学会等名 The 19th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 Holonomic quantum control of geometric spin qubits in an NV center in diamond
3. 学会等名 34th International Conference on Physics of Semiconductors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 光と固体中の電子スピンの織り成す新奇量子現象
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 Geometric spin qubits in an NV center in diamond for quantum repeaters
3. 学会等名 Qtech2018(China-Japan international workshop on quantum technologies) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 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
3. 学会等名 萌芽的課題「基礎科学の挑戦」サブ課題Dワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドを用いた量子暗号通信から量子コンピューターまで
3. 学会等名 第46回薄膜・表面物理セミナー(2018)ダイヤモンドの形成技術から応用・未来技術 - センシングからグリーン・パワーデバイスまで - (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kouyou Kuramitani, Takaaki Nakamura, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka
2. 発表標題 Scalable quantum manipulation over multi-qubit system in an NV center with machine learning
3. 学会等名 International Conference on challenges in Quantum Information Science(CQIS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taiichi Ishizaka, Kouyou Kuramitani, Naoki Ishida, Koji Sato, Takaaki Nakamura, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka
2. 発表標題 Selective quantum control of carbon memories in an NV center in diamond
3. 学会等名 International Conference on challenges in Quantum Information Science(CQIS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 倉見谷航洋
2. 発表標題 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のハミルトニアンラーニング
3. 学会等名 第2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
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田一泰, 長田昂大, 田宮志郎, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 ランダマイズドベンチマーキングを用いたホロノミック量子ゲートの忠実度測定
3. 学会等名 2018年 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 倉見谷航洋
2. 発表標題 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のハミルトニアンラーニング
3. 学会等名 萌芽的課題「基礎科学の挑戦」サブ課題Dワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田宮志郎, 倉見谷航洋, 古賀悠太, 石坂泰一, 松田一泰, 小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心による量子情報デバイスの実現に向けたハミルトニアンラーニング
3. 学会等名 2019年 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田宮志郎, 倉見谷航洋, 古賀悠太, 石坂泰一, 松田一泰, 小坂英男
2. 発表標題 機械学習によるダイヤモンドNV中心ハミルトニアン推定
3. 学会等名 第14回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安井優貴, 関口雄平, 加納浩輝, 古賀悠太, 鶴本和也, 小坂英男
2. 発表標題 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
3. 学会等名 第14回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川崎愛大, 今池伸晃, 加納浩輝, 鶴本和也, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 完全ベル測定のためのダイヤモンドNV中心における核スピンシングルショット測定
3. 学会等名 第14回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 倉下滉平, 鶴本和也, 加納浩輝, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 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
3. 学会等名 第14回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下和生, 加納浩輝, 鶴本和也, 延與梨世, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド集積量子ビットのための光シュタルクシフト量子ゲート
3. 学会等名 第14回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安井優貴, 関口雄平, 加納浩輝, 古賀悠太, 鶴本和也, 小坂英男
2. 発表標題 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
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田一泰, 長田昂大, 田宮志郎, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 ランダムイズドベンチマーキングによるダイヤモンドNV中心のホロノミック量子ゲート忠実度測定
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古賀悠太, 倉見谷航洋, 石坂泰一, 田宮志郎, 松田一泰, 小坂英男
2. 発表標題 ハミルトニアン機械学習によるダイヤモンドNV中心のホロノミック量子ゲートパラメータ全量推定
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川崎愛大, 今池伸晃, 加納浩輝, 延與梨世, 鶴本和也, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 完全ベル測定のためのダイヤモンドNV中心における核スピンシングルショット測定
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 倉下滉平, 鶴本和也, 加納浩輝, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 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
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下和生, 加納浩輝, 鶴本和也, 延與梨世, 倉見谷航洋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド集積量子ビットのための光シュタルクシフト量子ゲート
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会(2019年)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「量子もつれと量子テレポーテーション」
3. 学会等名 量子情報科学セミナー(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「量子もつれネットワークのための量子メモリー最適操作」
3. 学会等名 第1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(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心の単一電子スピンを用いた量子情報処理」
3. 学会等名 強光子場科学研究懇談会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドと量子情報」
3. 学会等名 国立情報学研究所 市民講座 情報学最前線（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心による量子中継器応用」
3. 学会等名 TIA「かけはし」ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドへの量子テレポーテーション転写と万能ホロノミック量子操作～量子系の機械学習による最適量子操作の試みと量子情報通信への応用～」
3. 学会等名 第37回量子情報技術研究会(QIT37)（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 "Holonomic quantum manipulation of diamond qubits"
3. 学会等名 The 2nd CEMS International Symposium on Dynamics in Artificial Quantum Systems(DAQS2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「光子と物質の量子メディア変換に向けた幾何学的量子光学」
3. 学会等名 光科学技術研究振興財団講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 「ブラインド量子コンピューティングへ向けたダイヤモンド量子中継」
3. 学会等名 第65回 応用物理学会 春季学術講演会シンポジウム「量子コンピュータと量子シミュレーションの現状と展望」 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Riyo Enyo, Takaaki Nakamura, Yuhei Sekiguchi, and Hideo Kosaka*
2. 発表標題 "Single-shot measurement of a nuclear spin in an NV center in diamond"
3. 学会等名 9th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology(SpinTECH IX) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kodai Nagata, Naoki Ishida, Koyo Kuramitani, Koji Sato, Yuhei Sekiguchi and Hideo Kosaka*
2. 発表標題 "Geometric quantum entanglement manipulation with a polarized microwace in an NV center in diamond"
3. 学会等名 9th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology(SpinTECH IX) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kouyou Kuramitani, Kouyou Kuramitani, Yuta Suda, Yuhei Sekiguchi, and Hideo Kosaka
2. 発表標題 "Adaptive quantum manipulation over geometrical spin qubits under a zero field"
3. 学会等名 9th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology(SpinTECH IX) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuhei Sekiguchi, Naeko Niikura, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano and Hideo Kosaka
2. 発表標題 "Optical non-adiabatic geometric rotation with a degenerate spin under a zero field"
3. 学会等名 9th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology(SpinTECH IX) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroki Kano, Ryota Kuroiwa, Yuhei Sekiguchi, Takaaki Nakamura, Riyo Enyo, Hideo Kosaka*
2. 発表標題 "Quantum teleportation transfer from a photon to a nucleon in diamond"
3. 学会等名 9th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology(SpinTECH IX) (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Kouyou Kuramitani, Yuhei Sekiguchi and Hideo Kosaka
2. 発表標題 "Optimal quantum manipulation over many-body spin system in diamond with a shaped microwave"
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics(IC024) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Riyo Enyo, Takaaki Nakamura, Yuhei Sekiguchi and Hideo Kosaka
2. 発表標題 "Optical deterministic measurement of a nitrogen nuclear spin in diamond"
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics(IC024) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kohei Ikeda, Yusuke Hisai, Tomoyuki Horikiri, Kazumichi Yoshii, Hideo Kosaka and Feng-Lei Hong
2. 発表標題 "A frequency-stabilized pump laser for wavelength conversion in long distance quantum communication"
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics(IC024) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kodai Nagata, Naoki Isida, Kouyou Kuramitani, Koji Sato, Yuhei Sekiguchi and Hideo Kosaka
2. 発表標題 "Geometric manipulation with polarized microwaves over an electron and a nuclear spin in diamond"
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics(IC024) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Koji Sato, Yuhei Sekiguchi, Riyo Enyo, Yusuke Komura, Hiroki Kano, Ryota Kuroiwa, Kouyou Kuramitani, Takaaki Nakamura, Kodai Nagata, Naoki Ishida and Hideo Kosaka
2. 発表標題 “Dynamic initialization of a carbon nuclear spin with a coherent microwave around zero field”,
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics(ICO24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuhei Sekiguchi, Naeko Niikura, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano and Hideo Kosaka
2. 発表標題 “Optical geometric manipulation of an electron spin in diamond”
3. 学会等名 The 24th Congress of the International Commission for Optics(ICO24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuhei Sekiguchi, Naeko Niikura, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano, and Hideo Kosaka
2. 発表標題 Optical holonomic quantum gates over an NV spin in diamond
3. 学会等名 International Symposium on Hybrid Quantum Systems 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroki Kano, Ryota Kuroiwa, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka
2. 発表標題 Teleportation - based quantum media conversion from a photon to a nucleon in diamond
3. 学会等名 International Symposium on Hybrid Quantum Systems 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Riyo Enyo, Takaaki Nakamura, Taiichi Ishizaka, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka
2. 発表標題 "Deterministic measurement of a nuclear spin in diamond under a zero field"
3. 学会等名 International Symposium on Hybrid Quantum Systems 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関口雄平、黒岩良太、加納浩輝、中村孝秋、石田直輝、延與梨世、今池伸晃、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンド縮退電子スピン量子ビットの全光学制御」
3. 学会等名 2017年 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 倉見谷航洋、中村孝秋、佐藤恒司、長田昂大、須田雄太、小坂英男
2. 発表標題 「機械学習を用いたNV中心複合量子系に対する最適量子制御」
3. 学会等名 2017年 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 倉見谷航洋、須田雄太、後藤優征、関口雄平、佐藤恒司、中村孝秋、黒岩良太、延與梨世、加納浩輝、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心系の拓く新たな認証システムの可能性」
3. 学会等名 2017年 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新関和哉、池田幸平、Mingyan Zhen、Xiuping Xie、岡村幸太郎、武井宣幸、行方直人、井上修一郎、堀切智之、小坂英男
2. 発表標題 「通信波長狭線幅2光子源の開発」
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加納浩輝、関口雄平、黒岩良太、今池伸晃、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心における光によるホロノミック量子ゲート」
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長田昂大、倉見谷航洋、石田直輝、松田一泰、佐藤恒司、中村孝秋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「マイクロ波偏光によるユニバーサルな幾何位相量子ゲート」
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村孝秋、倉見谷航洋、佐藤恒司、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「固体スピンシステムの量子機械学習」
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石坂泰一, 延與梨世、中村孝秋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンド窒素核スピンの光によるシングルショット読み出し」
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 今池伸晃, 黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「光子から核子へのプログラム可能な量子テレポーテーション」
3. 学会等名 日本物理学会2017秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideo Kosaka
2. 発表標題 Quantum repeater based on absorption and emission in diamond
3. 学会等名 2nd Workshop for Quantum Repeaters and Networks (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuhei Sekiguchi, Naeko Niikura, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano, Hideo Kosaka
2. 発表標題 All-optical control of a single spin memory in diamond
3. 学会等名 2nd Workshop for Quantum Repeaters and Networks (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 倉見谷航洋, 長田昂大, 石田直輝, 松田一泰, 佐藤恒司, 中村孝秋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドにおけるスピン多体系の最適操作」
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第5回領域会議
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松田一泰, 長田昂大, 石田直輝, 倉見谷航洋, 佐藤恒司, 中村孝秋, 関口雄平, 小坂英男
2. 発表標題 「マイクロ波偏光によるユニバーサルな幾何位相量子ゲート」
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第5回領域会議
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 倉見谷航洋, 小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドにおけるスピン多体系の最適操作」
3. 学会等名 ポスト京コンピュータ萌芽的課題 サブ課題D「量子力学と情報」研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂英男
2. 発表標題 "Diamon Quantum Security"
3. 学会等名 ,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」平成29年度第2回シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Kuramitani, T. Nakamura, K. Sato, N. Ishida, K. Nagata, K. Matsuda, Y. Sekiguchi, H. Kosaka
2. 発表標題 "Scalable quantum manipulation on multi-qubit system in an NV center with pulse optimization and machine learning"
3. 学会等名 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」平成29年度第2回シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Kano, R. Kuroiwa, Y. Sekiguchi, N. Imaike, H. Kosaka
2. 発表標題 Adquantum teleportation transfer from a photon to a nucleon in diamond
3. 学会等名 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」平成29年度第2回シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Nagata, K. Kramintani, N. Ishida, K. Matsuda, K. Sato, T. Nakamura, Y. Sekiguchi, H. Kosaka
2. 発表標題 Universal quantum gates with polarized microwaves
3. 学会等名 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」平成29年度第2回シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Sekiguchi, K. Tsurumoto, R. enyo, T. Nakamura, H. Kosaka
2. 発表標題 Entangled emission with a degenerate electron in diamond
3. 学会等名 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」平成29年度第2回シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関口雄平、倉見谷航洋、黒岩良太、中村孝秋、加納浩輝、長田昂大、延與梨世、小坂英男
2. 発表標題 Quantum entanglement engineering of photon, electron and nuclear spins
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第6回領域会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 倉見谷航洋、関口雄平、中村孝秋、石田直輝、石坂泰一、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンド中の単一 NV 中心系におけるスケーラブル量子制御」
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第6回領域会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石坂泰一、倉見谷航洋、石田直輝、佐藤恒司、中村孝秋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーの選択的量子制御
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第6回領域会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今池伸晃、加納浩輝、石坂泰一、延與梨世、中村孝秋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心における電荷およびスピン状態の光シングルショット読み出し」
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第6回領域会議
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 鶴本和也、黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーへの光子偏光状態転写」
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第6回領域会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田一泰、長田昂大、倉見谷航洋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーの偏極マイクロ波による量子制御
3. 学会等名 新学術領域「ハイブリッド量子科学」第6回領域会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今池伸晃、加納浩輝、石坂泰一、延與梨世、中村孝秋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドにおけるシングルショット量子測定に関する研究」
3. 学会等名 第13回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古賀 悠太、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「量子中継器の実現に向けた偏光-タイムピン変換に関する研究」
3. 学会等名 第13回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石坂泰一、倉見谷航洋、石田直輝、佐藤恒司、中村孝秋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーの選択的量子制御
3. 学会等名 第13回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田一泰、長田昂大、石田直輝、倉見谷航洋、佐藤恒司、中村孝秋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーの偏極マイクロ波による量子制御
3. 学会等名 第13回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田一泰、松田一泰、長田昂大、倉見谷航洋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV 中心に備わる炭素量子メモリーの偏極マイクロ波による制御」
3. 学会等名 2018年 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴本和也、鶴本和也、黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーの偏光制御」
3. 学会等名 2018年 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田一泰、松田一泰、長田昂大、倉見谷航洋、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV 中心に備わる炭素量子メモリーの偏極マイクロ波による制御」
3. 学会等名 日本物理学会2018春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴本和也、鶴本和也、黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 「無磁場下での光子から炭素核スピンへの量子テレポーテーション転写」
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 倉見谷航洋、倉見谷航洋、石田直輝、石坂泰一、佐藤恒司、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーの選択的もつれ制御」
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関口雄平、佐藤恒司、中村孝秋、倉見谷航洋、長田昂大、小坂英男
2. 発表標題 「ダイヤモンドNV中心に備わる炭素量子メモリーの自己誤り訂正ホロノミックデカップリング」
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田幸平, 新関和哉, Mingyang Zheng, Xiuping Xie, 岡村幸太郎, 武井宣幸, 吉井一倫, 行方直人, 井上修一郎, 洪鋒雷, 小坂英男, 堀切智之
2. 発表標題 「通信波長狭線幅二光子源の周波数安定化システム開発」
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuhei Sekiguchi, Yusuke Komura, Shota Mishima, Touta Tanaka, Naeko Niikura, and Hideo Kosaka
2. 発表標題 Geometric spin echo under zero field
3. 学会等名 13th International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 ダイヤモンドにおける光子・電子・核子の量子もつれと量子通信応用
3. 学会等名 日本学術振興会 先端ナノデバイス・材料テクノロジー第151委員会 講演
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yusuke Komura, Yuhei Sekiguchi, Shota Mishima, Touta Tanaka, Naeko Niikura, and Hideo Kosaka
2. 発表標題 Geometrical stabilization of degenerate logical spin in diamond
3. 学会等名 9th International Conference on Physics and Applications of Spin-Related Phenomena in Solids (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ryota Kuroiwa, Yuhei Sekiguchi, Naeko Niikura, Joerg Wrachtrup and Hideo Kosaka
2. 発表標題 Photon-spin Quantum Media Conversion via Teleportation in diamond
3. 学会等名 9th International Conference on Physics and Applications of Spin-Related Phenomena in Solids (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 光子・電子・核子スピン量子もつれエンジニアリング
3. 学会等名 新学術領域ハイブリッド量子科学 第3回領域会議
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 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
3. 学会等名 ポスト「京」萌芽的課題「基礎科学の挑戦 複合・マルチスケール問題を通じた極限の探求」キックオフミーティング (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中村孝秋、石田直輝、田中統太、三島将太、関口雄平、黒岩良太、加納浩輝、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド単一NV中心における共鳴光による幾何学的量子任意操作
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 黒岩良太、関口雄平、加納浩輝、田中統太、三島将太、中村孝秋、石田直輝、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド単一NV中心における準共鳴光による電子と核子の幾何学的量子もつれ操作
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 幸村雄介、関口雄平、延與梨世、長田昂大、佐藤恒司、中村孝秋、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド単一NV中心における共鳴マイクロ波による幾何学的スピndeカップリング操作
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 加納浩輝、関口雄平、黒岩良太、田中統太、三島将太、中村孝秋、石田直輝、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド単一NV 中心におけるマイクロ波による電子と核子の量子もつれ生成と光波による量子もつれ操作
3. 学会等名 第77回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 石田直輝、中村孝秋、田中統太、三島将太、関口雄平、黒岩良太、加納浩輝、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド単一NV中心における縮退電子スピン量子ビットの光波による幾何学的量子回転操作
3. 学会等名 第77回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 サブ課題D「量子力学と情報」
3. 学会等名 ポスト京コンピュータ萌芽的課題 サブ課題D研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心の光物性と量子情報応用
3. 学会等名 輻射物理学講座百周年記念 光物性シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 量子情報物理と光物性－光子で操る電子と核子の量子もつれ
3. 学会等名 第27回光物性研究会(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 量子通信技術の最前線 量子テレポーテーションとその通信応用
3. 学会等名 応用物理学会 応用電子物性分科会 研究例会(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 量子情報における測定とは
3. 学会等名 新学術領域「量子の基礎」勉強会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 Quantum entanglement engineering between a photon, an electron and a nucleon
3. 学会等名 新学術領域ハイブリッド量子科学_第4回領域会議
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新関和哉、池田幸平、堀切智之、小坂英男
2. 発表標題 Bow-tie cavityを用いた通信波長狭線幅2光子源の開発
3. 学会等名 第12回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田村秀平、池田幸平、堀切智之、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド量子間をつなぐ2段階波長変換
3. 学会等名 第12回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 延與梨世、中村孝秋、加納浩輝、黒岩良太、佐藤恒司、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 NV中心における電子・核子もつれ状態のシングルショット
3. 学会等名 第12回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加納浩輝、黒岩良太
2. 発表標題 光子からダイヤモンド核子への量子テレポーテーション転写
3. 学会等名 第12回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長田昂大、石田直輝、倉見谷航洋、佐藤恒司、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心におけるマイクロ波偏光を用いた幾何学的量子もつれ操作
3. 学会等名 第12回ナノテク交流シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤恒司、関口雄平、延與梨世、幸村雄介、倉見谷航洋、中村孝秋、長田昂大、石田直輝、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心を用いた量子中継のためのマルチスピン量子ビット制御
3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、田中統太、三島将太、中村孝秋、延與梨世、佐藤恒司、倉見谷航洋、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心を用いた量子中継技術の開発
3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 倉見谷航洋、須田雄太、後藤優征、関口雄平、佐藤恒司、中村孝秋、石田直輝、長田昂大、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心の拓く量子認証システムの可能性
3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小坂 英男
2. 発表標題 ダイヤモンドへの量子テレポーテーションと量子情報通信によるカンタムウェアセキュリティ
3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田村秀平、池田幸平、堀切智之、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンド量子間をつなぐ2段階量子波長変換
3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 池田幸平、久井裕介、堀切智之、吉井一倫、小坂英男、洪 鋒雷
2. 発表標題 長距離量子通信のための波長変換用周波数安定化レーザーの開発
3. 学会等名 第64回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加納浩輝、黒岩良太、中村孝秋、延與梨世、佐藤恒司、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心における単一光子から単一核子への量子テレポーテーション転写
3. 学会等名 日本物理学会2017年春季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 延與梨世、中村孝秋、加納浩輝、黒岩良太、佐藤恒司、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心における電子・核子量子もつれ状態のシングルショット量子非破壊測定
3. 学会等名 日本物理学会2017年春季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長田昂大、石田直輝、倉見谷航洋、佐藤恒司、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 ダイヤモンドNV中心におけるマイクロ波偏光を用いた幾何学的量子もつれ操作
3. 学会等名 日本物理学会2017年春季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 倉見谷航洋、須田雄太、長田昴大、石田直輝、佐藤恒司、関口雄平、小坂英男
2. 発表標題 GRAPEアルゴリズムを用いたダイヤモンドNV中心スピンの最適波形制御
3. 学会等名 日本物理学会2017年春季大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

小坂研究室ホームページ <a href="http://kosaka-lab.ynu.ac.jp">http://kosaka-lab.ynu.ac.jp</a>
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考