

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2013～2017

課題番号：25220601

研究課題名(和文) 巨視的量子系を用いた量子物理

研究課題名(英文) Quantum Physics with Macroscopic Quantum Systems

研究代表者

仙場 浩一 (Semba, Kouichi)

国立研究開発法人情報通信研究機構・未来ICT研究所フロンティア創造総合研究室・上席研究員

研究者番号：50393773

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 177,690,000円

研究成果の概要(和文)：超伝導磁束量子ビットを用いて、原子と共振器では到達できない極端に強い結合領域(深強結合：光子エネルギーと同程度の結合エネルギー)の実現に初めて成功した。「深強結合状態」では、系に新たな対称性が生じ、量子遷移に選択則が観測された。また、基底状態でも光と原子の量子もつれの実現を示唆する全く新しい結果が観測された。二重共鳴分光法で実験を行ったところ、これまでに人工原子で知られていたシフト量の約100倍の巨大な光シフト(Lambシフト, Starkシフト)の観測にも成功した。これらは、相互作用の強さや光子数を制御することで、電磁場と相互作用する超伝導人工原子の新たなエネルギー制御が可能なことを示す。

研究成果の概要(英文)：By using superconducting flux quantum bit, we succeeded for the first time to realize an extremely strong coupling region (deep strong coupling: interaction energy comparable to photon energy) which cannot be reached by the experiment using natural atoms and cavity resonators. In the deep strong coupling regime, a new symmetry occurs in the system, a selection rule is observed in the quantum transition, and a completely new result suggesting realization of light and atomic quantum entanglement even in the ground state is observed. Experiments with double resonance spectroscopy have also succeeded in observing a huge light shift (Lamb shift, Stark shift) about 100 times the amount of shift previously known for artificial atoms. These show that new energy control of superconducting artificial atoms interacting with electromagnetic fields is possible by controlling the strength of interaction and the number of photons.

研究分野：総合理工

キーワード：巨視的量子系 超伝導 スピン物性 量子エレクトロニクス 量子情報 深強結合 NV中心 超伝導量子ビット

1. 研究開始当初の背景

量子シミュレーションや量子計算等の革新的な情報処理応用へ繋げる固体量子情報素子の中でも操作性に優れた超伝導素子には大きな期待が集まっている。しかし、量子情報素子はその真価を発揮する領域へと到達するためには、系全体の量子状態制御に関するブレークスルーが必要だと考えられ始めている。中でも量子系の結合エネルギーの制御による基底状態の量子相転移の制御は、量子情報処理を進化させてゆく上で大きなポテンシャルをもつ課題と考えられ、本研究から得られる知見や研究成果は、これらの課題への非常に有用な一歩を提供すると予想される。有望な研究対象である超伝導人工原子とマイクロ波光子結合系に関しては、これまでに、相互作用エネルギーが人工原子や光子のエネルギーの約1割程度の強結合の状況が2010年にオランダ(デルフト工科大学)、ドイツ(マイスナー研究所、ミュンヘン工科大)等で実現されていた。

2. 研究の目的

光子寿命の長い空洞共振器と原子を組み合わせ量子物理を探求する共振器量子電磁力学的手法では、原子と共振器の結合エネルギーに起因する真空ラビ振動の周期が、共振器中の光子寿命や原子の緩和時間よりも速い、いわゆる「強結合状態」を実現することが興味深い量子現象を観測するために最低限必要な前提条件であった。一方、巨視的量子系である超伝導人工原子では、他の量子系との結合を桁違いに大きく設計し、共鳴準位間隔(=光子のエネルギー)と同程度とすることさえ不可能ではないと考えられている。これまでに私達が培ってきた超伝導量子回路技術を用いて、従来の原子と空洞共振器の組み合わせでは到達できない極端に強い結合領域を実現する。そして、その領域に潜んでいると考えられる未知の現象(基底状態の量子相転移やシュレディンガー猫状態等、強結合系を使った多様な組み合わせによる新状態・新物性の創出)を解明することが主目的である。

3. 研究の方法

超強結合の生成を目指すのに用いる巨視的量子系としては、

(Q1)「超伝導人工原子」

(Q2)「超伝導人工原子の集団」

を想定し、調和振動子系としては、

(B1)「LC プラズモン」

(B2)「共振器中のマイクロ波」

(B3)「スピン集団のスピン波」

を想定して研究組織を構成した。

チーム構成としては、大きく理論チームと実験チームとに分けた。

理論チーム 実験チーム

新たな現象・実験の提案、

実験結果の解釈・解析の支援

実験チーム 理論チーム

実験的な可能な条件の提示、

実験結果のフィードバック

「超伝導人工原子」(超伝導量子ビット)特性最適化、測定系高感度化、および超強結合系の吸収スペクトル測定の実施に関しては、研究代表者の仙場浩一と、連携研究者 吉原文樹、布施智子で構成される NICT チームが担当した。

NICT 実験チームの役割分担：Q1「超伝導人工原子」 B1「LC プラズモン」、Q1「超伝導人工原子」 B3「スピン集団のスピン波」のアプローチで用いる超伝導回路の設計・作製、および希釈冷凍機を使った低温低ノイズ精密測定系の開発と測定実行部分。NICT チームは、主に、1個の超伝導人工原子と1個の調和振動子系という最もシンプルな系で回路 QED 系を設計し、結合強度を極限まで増強した超強結合状態を実現し観測することを担当した。超伝導量子回路作製に関しては、経験と実績のある連携研究者：NTT 物性研の齊藤志郎、角柳孝輔の協力を得て行った。

NTT 実験チームの役割分担：Q2「超伝導人工原子の集団」 B2「共振器中のマイクロ波」で用いる超伝導回路の設計作製 および希釈冷凍機を使った低温低ノイズ測定系開発と測定実行部分。Dicke 状態等の集団増強効果の方法を用いるアプローチに関しては、NTT チーム(実験：角柳，理論解析：松崎)と NICT・阪大・大阪市立大チーム(実験：仙場，水落，試料作製)が適宜協力して担当。

阪大(京大 H28.1~)チームの役割分担：Q1「超伝導人工原子」 B3「スピン集団のスピン波」の研究で用いる(B3)スピン波系の準備・改良・コヒーレンス時間測定に関しては、水落教授チーム(研究分担者)が担当した。

大阪市立大チームの役割分担：Q1「超伝導人工原子」 B3「スピン集団のスピン波」の研究で用いる(B3)化学合成された人工分子マグネットスピン系の設計・作成・ESR 特性の測定は、大阪市立大の工位教授、佐藤教授、中澤准教授(連携研究者)が担当した。

理論チームの役割分担：本研究計画の理論の側面は SaheI Ashhab 博士(QEERI:カタル環境エネルギー研究所)、根本香絵教授(NII:国立情報学研究所)、松崎雄一郎博士(NTT:NTT 物性科学基礎研究所)が担当した。

4. 研究成果

「3. 研究の方法」記載の組み合わせのうち、Q1「超伝導人工原子」 B1「LC プラズモン」結合系について特筆すべき結果が得られた。実験では、微細加工技術を用いて作製された原子と同等の量子的性質を持つ超伝導人工原子と、超伝導回路に閉じ込めた光子

を用いた。実際には、大きな零点ゆらぎ電流を持つ LC 共振回路と超伝導永久電流量子ビットが大きなジョセフソンインダクタンスを共有して非常に強く結合するよう回路を設計した(図1)。この回路について1光子レベルの極微弱光領域での分光実験(透過スペクトル測定)を行い、得られたスペクトルの解析から、予言された新たな状態を発見した(図2)。回路中の人工原子の全エネルギーは、光自身が持つエネルギー、原子自身のエネルギー、光と原子の相互作用のエネルギーの総和である。巨視的量子系の利点を生かして、**光と原子の相互作用のエネルギーを、光自身のエネルギーや原子自身のエネルギー**

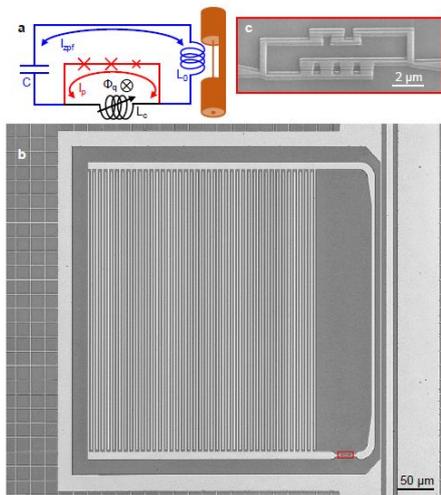


図1 超伝導人工原子(磁束量子ビット) LC 共振回路 a.回路模式図 b.全体像 赤枠内が c.磁束量子ビット および 可変インダクタンス部分のSEM写真

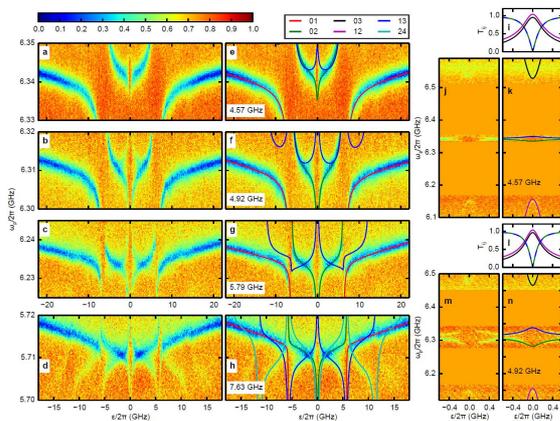


図2 試料の透過スペクトルのバイアス磁場(横軸)、周波数(縦軸)依存性 e, f, g, h は測定結果 a, b, c, d に量子 Rabi モデルによる理論フィット(状態遷移による吸収線)を重畳したもの 解析から得られた相互作用係数 g の値を各図の左下に示す。l, k, m, n は2試料について最適バイアス(~ 0)付近広い周波数範囲内でのスペクトルおよび理論解析

ーより大きくすること(「深強結合」実現)に世界に先駆けて成功した。

さらに、「深強結合状態」では、光と原子の系に新たな対称性が生じ、量子遷移に選択則が観測され、基底状態を含む全状態で光と原子の量子もつれが実現されていることを示唆する結果が観測された。本成果における役割分担は次のとおりである。NICT チーム：実験と解析、NTT チーム：試料作製、理論チーム：理論解釈。(本成果は Nature Physics 13, 44 (2017)に掲載され、注目すべき研究として Nature News & Views でも取り上げられた。)

図1に示すものと同様な複数の試料を用いて、観測可能な状態やエネルギーの範囲を広げるため、新たに、二重共鳴分光法を用いて実験を行ったところ、これまでに人工原子で知られていたシフト量のおよそ100倍の巨大な光シフト(Lambシフト、Starkシフト)の観測に成功した(図3)。共振回路中の真空場との相互作用によって生じるLambシフトは、水素原子の2S_{1/2}準位と2P_{1/2}準位との微細なエネルギー差として発見され、その後、

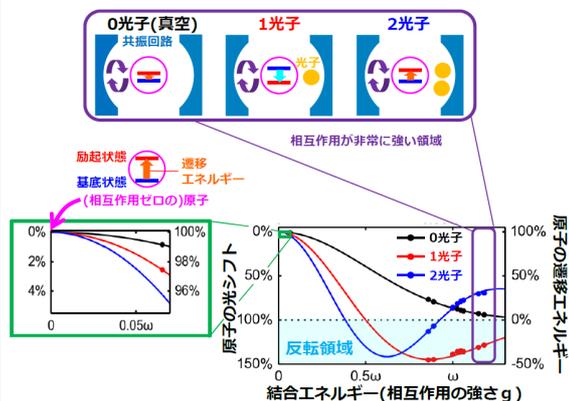


図3 LC共振回路中の光子の数が0個、1個、2個のときの人工原子の遷移エネルギーそれぞれ、相互作用ゼロの人工原子(左上)の遷移エネルギーからの光シフト(Lambシフト、1光子及び2光子 Starkシフト)を受ける。実線が理論曲線、は測定結果。左のグラフは、右のグラフの左隅の小さな部分の拡大図。光シフトが100%を超えると原子の遷移エネルギーがマイナスになり、エネルギー準位の反転が生じる。グラフの横軸は、光子のエネルギーで表した結合エネルギー。右上、紫枠内の模式図は、右のグラフ部分での、光子と相互作用した人工原子の遷移エネルギー変化を示す。(紫枠内・左)共振回路中の真空場との相互作用で、原子の遷移エネルギーが減少する(Lambシフト)。(紫枠内・中)共振回路中に光子が1個あると、エネルギー準位の反転が生じ、人工原子の遷移エネルギーがマイナスになる(1光子 Starkシフト)。(紫枠内・右)共振回路中に光子が2個あると、更にエネルギー準位の反転が生じ、人工原子の遷移エネルギーが再びプラスになる(2光子 Starkシフト)

量子電磁力学 (Quantum Electrodynamics) に飛躍的な発展をもたらした、現代社会を支えている精緻なエレクトロニクス技術の礎となった。今回、深強結合領域において観測された Lamb シフトの大きさは、水素原子で最初に観測されたエネルギーシフト量の割合と比較すると 6 桁 (約 218 万倍) も巨大な効果であることが判明した。

一方、従来知られていた Stark シフトは、電場の強さ (光子数) に比例する原子準位の僅かな変化のことである (図 3 左の緑枠内)。今回、深強結合領域において観測された Stark シフトは、桁違いに巨大で、共振回路中に光子が 1 個あるだけで超伝導人工原子の励起状態と基底状態 (最低エネルギー状態) が反転するほどである (図 3 右のグラフ内の部分及びその上の紫枠内の模式図)。

相互作用の強さ (g) を非常に広範囲で変える事に成功したため、従来知られていた領域を遥かに超えて、Lamb シフト Stark シフトの g-依存性を非線形領域まで明確に観測することができた。 この巨大な光シフトの g-依存性は、共同研究者 S. Ashhab 博士らが導出した理論と良く一致した (図 3 右図)。また、今回の測定結果は、相互作用の強さや光子数をコントロールすることで、超伝導人工原子の自在なエネルギー制御が可能であることを示している (本研究成果は Physical Review Letters 120, 183601 (2018) に掲載された)。

3. 研究の方法 記載の組み合わせのうち、NTT チームが担当した Q2 「超伝導人工原子の集団」 B2 「共振器中のマイクロ波」 結合系についても特筆すべき結果が得られた。すなわち **4300 個の超伝導磁束量子ビットとマイクロ波共振器の Dicke 状態集団増強効果に起因する協調的な結合の証拠を観測することに成功した。** (本研究成果は Phys. Rev. Lett. 117, 210503 (2016) に掲載された)。

大阪大学チーム (H28.1 ~ 京大チーム) では、ダイヤモンド中の集団電子 (NV) スピンと他の量子系との量子結合 (相互作用) の増強を図るために、**N-V 軸を結晶軸に対し 1 つの方向のみに揃えることに成功した** (図 4(a))。 (T. Fukui, N. Mizuochi, et al., Applied Physics Express 7, 055201-1 ~ 4 (2014))

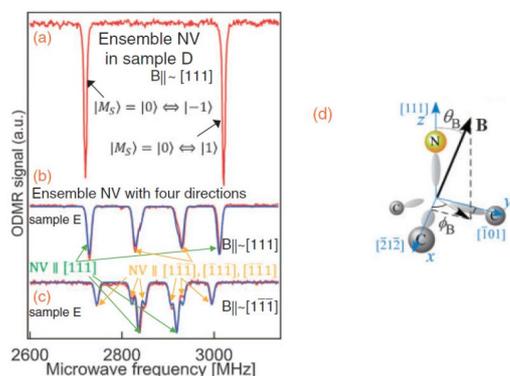


図 4 ダイヤモンド NV スピンの光検出磁気共鳴 (ODMR) データ (a) NV 軸の揃った試料 (b), (c) 通常試料 (d) NV 中心と印加磁場の関係

通常は結晶軸に対し 4 つの方向に向き得るが (図 4(d)), この向きに依存してスピン状態間のエネルギーが変わるため、超伝導量子ビットと量子結合させる NV 中心の数は全体の 1/4 であった。今回の制御技術により、同じ濃度の試料と比較すると、超伝導量子ビットと量子結合させる向きを持つ NV 中心の濃度を 4 倍にでき、量子結合の改善が期待される。

大阪市立大チームでは、室温から極低温領域で安定な基底三重項分子スピンを設計・合成し、ホスト結晶内に分散させた試料の作成に成功した。試料のスピン物性を ESR 分光法で測定し、量子化学計算でスピン状態を解析した。残念ながら、超伝導回路との強結合の実験的証拠はまだ得られていない。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に下線)
[雑誌論文] (計 2 1 件)

Fumiki Yoshihara, Tomoko Fuse, Ziqiao Ao, Sahel Ashhab, Kosuke Kakuyanagi, Shiro Saito, Takao Aoki, Kazuki Koshino, Kouichi Semba, Inversion of qubit energy levels in qubit-oscillator circuits in the deep-strong-coupling regime, 査読有
Physical Review Letters 120, 183601 (2018)
doi: 10.1103/PhysRevLett.120.183601

Yuya Yonezu, Kentaro Wakui, Kentaro Furusawa, Masahiro Takeoka, Kouichi Semba & Takao Aoki, Efficient Single-Photon Coupling from a Nitrogen-Vacancy Center Embedded in a Diamond Nanowire Utilizing an Optical Nanofiber, 査読有
Scientific Reports 7, 12985 (2017)
doi:10.1038/s41598-017-13309-z

Kentaro Wakui, Yuya Yonezu, Takao Aoki, Masahiro Takeoka, and Kouichi Semba
Simple method for fabrication of diamond nanowires by inductively coupled plasma reactive ion etching, 査読有
Japanese Journal of Applied Physics 56, 058005 (2017)
doi: 10.7567/JJAP.56.058005

S. Ashhab and K. Semba, Superradiant phase transition in the presence of parameter fluctuations 査読有, Physical Review A 95, 053833 (2017).
doi: 10.1103/PhysRevA.95.053833

F. Yoshihara, T. Fuse, S. Ashhab, K. Kakuyanagi, S. Saito, K. Semba, Characteristic spectra of circuit quantum electrodynamics systems from the ultrastrong to the deep strong coupling regime 査読有, Phys. Rev. A 95, 053824 (2017)
doi: 10.1103/PhysRevA.95.053824

Fumiki Yoshihara, Tomoko Fuse, Sahel Ashhab, Kosuke Kakuyanagi, Shiro Saito and Kouichi Semba
Superconducting qubit oscillator circuit beyond the ultrastrong-coupling regime, 査読有, Nature Physics 13, 44 (2017).
doi: 10.1038/NPHYS3906

T. Shimo-Oka, Y. Tokura, Y. Suzuki, N. Mizuochi, Fast Phase Manipulation of the Single Nuclear Spin induced by Electric Field, 査読有
Physical Review A

95, 32316 (2017).

doi: 10.1103/PhysRevA.95.032316

Kosuke Kakuyanagi, Yuichiro Matsuzaki, Corentin Deprez, Hiraku Toida, Kouichi Serba, Hiroshi Yanaguchi, William J. Munro, and Shiro Saito

Observation of collective coupling between an engineered ensemble of macroscopic artificial atoms and a superconducting resonator, 査読有

Phys. Rev. Lett. 117, 210503 (2016).

doi: 10.1103/PhysRevLett.117.210503

Yuichiro Matsuzaki, Takaaki Shimo-Oka, Hirotaka

Tanaka, Yasuhiro Tokura, Kouichi Serba, and Norikazu Mizuochi, Hybrid quantum magnetic field sensor with an electron spin and a nuclear spin in diamond, 査読有 Phys. Rev. A 94, 052330 (2016).

doi: 10.1103/PhysRevA.94.052330

K. Kakuyanagi, Y. Matsuzaki, T. Baba, H. Nakano, S. Saito, and K. Serba

Characterization and control of measurement induced dephasing on superconducting flux qubit with a Josephson bifurcation 査読有

J. Phys. Soc. Jpn. 85, 104801 (2016).

doi: 10.7566/JPSJ.85.104801

Y. Matsuzaki, H. Morishita, T. Shimooka, T. Tashima, K. Kakuyanagi, K. Serba, W. J. Munro, H. Yanaguchi, M. Norikazu, and S. Saito, Optically detected magnetic resonance of high-density ensemble of NV centers in diamond 査読有

J. Phys.: Condens. Matter 28, 275302 (2016)

doi: 10.1088/0953-8984/28/27/275302

Yuichiro Matsuzaki, Xiaobo Zhu, Kosuke Kakuyanagi, Hiraku Toida, Takaaki Shimooka, Norikazu Mizuochi, Kae Nemoto, Kouichi Serba, W. J. Munro, Hiroshi Yanaguchi, and Shiro Saito, Improving the lifetime of the nitrogen-vacancy-center ensemble coupled with a superconducting flux qubit by applying magnetic fields 査読有 Phys. Rev. A 91, 042329 (2015).

doi: 10.1103/PhysRevA.91.042329

Takahiko Sato, Yuichiro Matsuzaki, Kosuke Kakuyanagi, William J. Munro, Koichi Serba, Hiroshi Yanaguchi, and Shiro Saito, Scalable quantum computation architecture using always-on Ising interactions via quantum feedforward 査読有 Phys. Rev. A 91, 052329 (2015).

doi: 10.1103/PhysRevA.91.052329

K. Kakuyanagi, T. Baba, Y. Matsuzaki, H. Nakano, S. Saito and K. Serba

Observation of quantum Zeno effect in a superconducting flux qubit 査読有

New J. Phys. 17 (2015) 063035.

doi: 10.1088/1367-2630/17/6/063035

H. Cai, Y. Matsuzaki, K. Kakuyanagi, H. Toida, X. Zhu, N. Mizuochi, K. Nemoto, K. Serba, W. J. Munro, S. Saito and H. Yanaguchi, Analysis of the spectroscopy of a hybrid system composed of a superconducting flux qubit and diamond NV centers 査読有 J. Phys.: Condens. Matter 27 (2015) 345702.

doi: 10.1088/0953-8984/27/34/345702

K. Serba, F. Yoshihara, J. E. S. Johansson, X. Zhu, N. Mizuochi, William J. Munro, S. Saito, K.

Kakuyanagi, and Yuichiro Matsuzaki

Superconductor-Diamond Quantum Hybrid System 査読有 Principles and Methods of Quantum Information Technologies (Lecture Notes in Physics) (2015) ISBN 978-4-431-55756-2

Y. Matsuzaki, X. Zhu, K. Kakuyanagi, H. Toida, T. Shimo-oka, N. Mizuochi, K. Nemoto, K. Serba, W. J. Munro, H. Yanaguchi, S. Saito, Improving the Coherence Time of a Quantum System via a Coupling to a Short-Lived System, 査読有

Phys. Rev. Lett. 114, 120501 (2014).

doi: 10.1103/PhysRevLett.114.120501

Xiaobo Zhu, Yuichiro Matsuzaki, Robert Amsu " ss, Kosuke Kakuyanagi, Takaaki Shimo-Oka, Norikazu Mizuochi, Kae Nemoto, Kouichi Serba, William J. Munro & Shiro Saito, Observation of dark states in a superconductor diamond quantum hybrid system, 査読有 Nature Communications, 10.1038, 4524(2014).

doi: 10.1038/ncomms4524

T. Fukui, Y. Doi, T. Miyazaki, R. Miyamoto, H. Kato, T. Matsumoto, T. Makino, S. Yamasaki, R. Morimoto, N. Tokuda, M. Hatano, Y. Sakagawa, H. Morishita, T. Tashima, S. Miwa, Y. Suzuki, N. Mizuochi, Perfect selective alignment of nitrogen-vacancy center in diamond 査読有 Applied Physics Express 7, 055201 (2014).

doi: 10.7567/APEX.7.055201

P. A. Knott, T. J. Proctor, Kae Nemoto, J. A. Dunningham, and W. J. Munro

Effect of multimode entanglement on lossy optical quantum metrology, Phys. Rev. A 90, 033846(2014).

doi: 10.1103/PhysRevA.90.033846

② Emi Yukawa, G. J. Milburn, C. A. Holmes, Masahito Ueda, and Kae Nemoto,

Precision Measurements Using Squeezed Spin States via Two-axis Counter-twisting Interactions, 査読有 Phys. Rev. A 90, 062132 (2014).

doi: 10.1103/PhysRevA.90.062132

[学会発表](計4件)

Fumiki Yoshihara (Invited) Inversion of qubit energy levels in deep-strongly-coupled qubit-oscillator circuits, International Symposium on Dynamics in Artificial Quantum Systems (DAQS2018), 2018.

Kouichi Serba (Invited) New Light-Matter Ground State in the Deep Strong Coupling Regime EDISON 20, 2017.

Kouichi Serba (Invited) Superconducting qubit-oscillator circuit in the extremely strong-coupling, International Workshop on Quantum Technologies (QTech2017), 2017.

Fumiki Yoshihara (Invited) Superconducting qubit-oscillator circuit beyond the ultrastrong-coupling regime, 30th International Symposium on Superconductivity (ISS2017), 2017.

[図書](計5件)

布施智子 吉原文樹 角柳孝輔 仙場浩一
「超伝導人工原子と電磁場の相互作用 ~強結合のその先へ~」日本物理学会誌2018年1月号「最近の研究か

ら」p.21~26 (2018)

Yoshihisa Yamamoto, Kouichi Semba (Eds.) Principles and Methods of Quantum Information Technologies (Lecture Notes in Physics 911) Ibid Chapter 24, "Superconductor-Diamond Quantum Hybrid System", Kouichi Semba, Fumiki Yoshihara, Jan E. S. Johansson, Xiaobo Zhu, Norikazu Mizuochi, William J. Munro, Shiro Saito, Kosuke Kakuyanagi, Yuichiro Matsuzaki p.515~538 (2016)

仙場浩一 巨視的量子世界からみた「光子の表判」数理解析学 407, 39(2014).

齊藤 志郎 松崎 雄一郎 William J. MUNRO, 仙場浩一 超伝導量子ビットと電子スピン集団のハイブリッド系, 電子情報通信学会誌 97, 799 (2014).

仙場浩一, 齊藤 志郎 角柳 孝輔 超伝導量子ビットとダイヤモンド中の電子スピン集団の強結合 ~ハイブリッド量子系~ 固体物理解 48, 599 (2013).

〔その他〕

プレスリリース 2018年5月8日

<http://www.nict.go.jp/press/2018/05/08-1.html>

光子との相互作用を使った超伝導人工原子の自在なエネルギー制御が可能に ~共振回路中のマイクロ波光子との相互作用による巨大なエネルギーの変化~

プレスリリース 2016年10月11日

<https://www.nict.go.jp/press/2016/10/11-1.html>

光子と人工原子から成る安定な分子状態を発見 ~光と物質を操る量子技術に新たな可能性を拓く~

プレスリリース 2015年3月23日

<http://www.ntt.co.jp/news2015/1503/150323a.html>
量子センサを実現するダイヤモンド中電子スピンの寿命の改善法を確立 ~量子センサの感度が桁違いに向上~

国際ワークショップ IWQD2017 の共同開催

2017年3月6日(月)~8日(水)、千代田区一ツ橋の国立情報学研究所にて国際ワークショップ IWQD2017 を共同開催した。テーマ:「量子技術の視点から見た光と物質の強結合」Strong Light-Matter Interactions in Cavity & Circuit QED systems in the Light of Quantum Technology 本会議は情報通信研究機構(NICT)、国立情報学研究所(NII)、広島大学が共同で開催した国際会議

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/mhi/rokaw/iwqd/iwqd2017/>

開催期間中1日の参加者数最大75名(3日間のべ参加者約200名)11ヶ国から参加があった。講演内容は招待講演:16, 一般講演:11, ポスター講演:20であった。IWQDは2013年から毎年度開催されている、量子デバイスを共通のテーマに据えた量子物理学と数理物理の境界領域国際ワークショップである。今回のIWQDは、本邦研究機関(S)で新たに得られた強結合に関する成果をはじめ世界的に注目が集まりつつある光と物質の(超)強結合を中心的なテーマに据え、約300万円の科研費助成を得られたため、とても時宜を得た国際会議を開催できた。

6. 研究組織

(1)研究代表者

仙場 浩一 (SEMBA, Kouichi)

国立研究開発法人情報通信研究機構・

未来 ICT 研究所フロンティア創造総合研究

室・上席研究員

研究者番号: 50393773

(2)研究分担者

水落 憲和 (MIZUOCHI, Norikazu)

京都大学・化学研究所・教授

研究者番号: 00323311

根本 香絵 (NEMOTO, Kae)

国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・教授

研究者番号: 80370104

(平成 25 年~平成 26 年)

(連携研究者 平成 27 年~平成 29 年)

(3)連携研究者

吉原 文樹 (YOSHIHARA, Fumiki)

国立研究開発法人情報通信研究機構・

未来 ICT 研究所フロンティア創造総合研究室・主任研究員

研究者番号: 80525907

布施 智子 (FUUSE, Tomoko)

国立研究開発法人情報通信研究機構・

未来 ICT 研究所フロンティア創造総合研究室・主任研究員

研究者番号: 00587925

齊藤 志郎 (SAITO, Shiro)

日本電信電話株式会社物性科学基礎研究所
量子電子物性研究部・超伝導量子回路研究グループ・グループリーダー

研究者番号: 90393777

角柳 孝輔 (KAKUYANAGI, Kosuke)

日本電信電話株式会社物性科学基礎研究所
量子電子物性研究部・超伝導量子回路研究グループ・主任研究員

研究者番号: 40417093

松崎 雄一郎 (MATSUZAKI, Yuichiro)

日本電信電話株式会社物性科学基礎研究所
量子電子物性研究部・超伝導量子回路研究グループ・研究主任

研究者番号: 10618911

工位 武治 (TAKUI Takeji)

大阪市立大学 大学院理学研究科・名誉教授

研究者番号: 10117955

中澤 重顕 (NAKAZAWA Shigeaki)

大阪市立大学・大学院理学研究科・特任准教授
研究者番号: 70342821

佐藤 和信 (SATO, Kazunobu)

大阪市立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号: 90264796