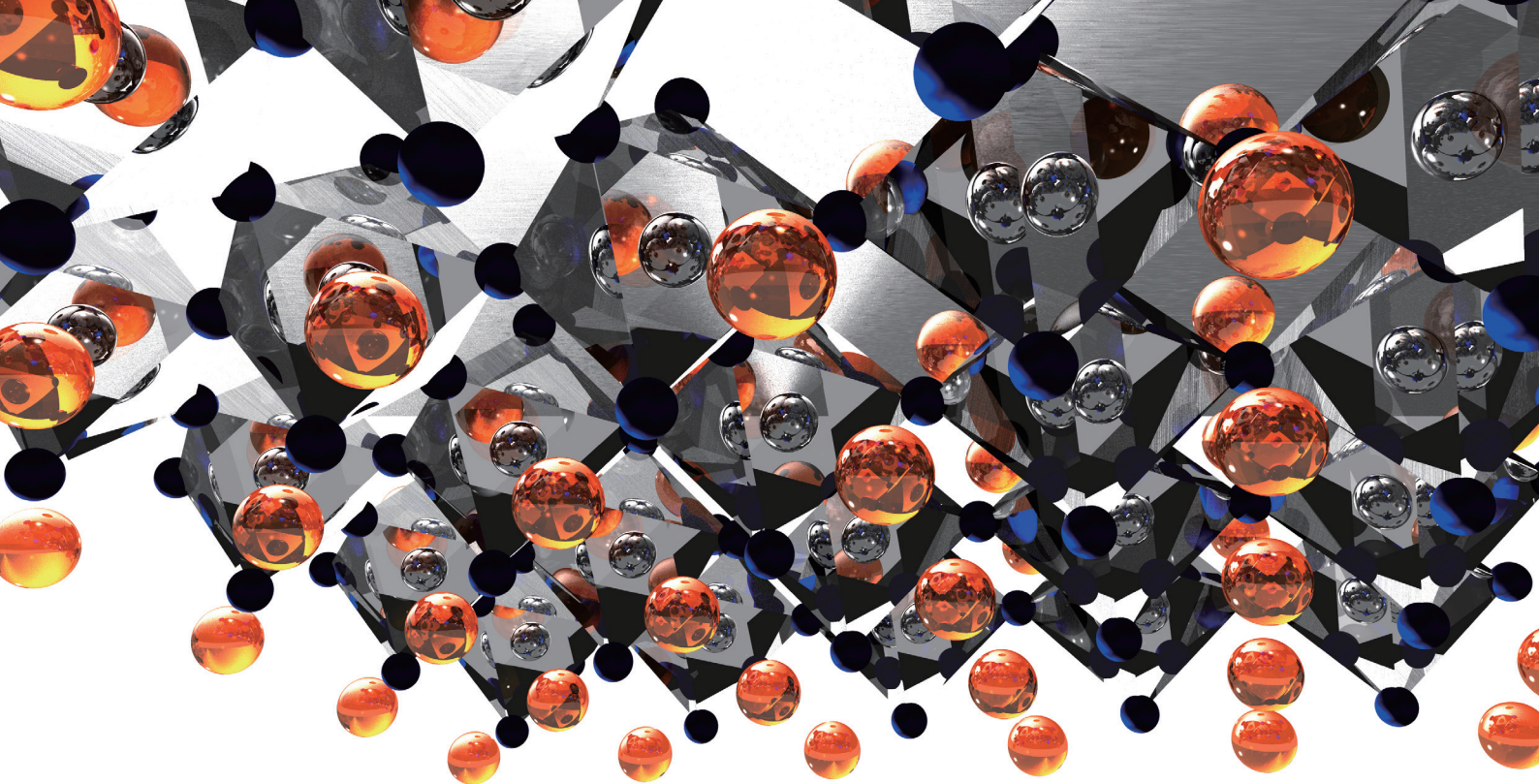
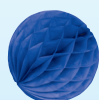




N T T 物 性 科 学 基 礎 研 究 所

Annual
Report

2020



NTT
BASIC
RESEARCH
LABORATORIES



ごあいさつ

Message from the Director

日頃より、私もNTT物性科学基礎研究所の研究活動に多大なご支援・ご関心をお寄せ頂きまして、誠にありがとうございます。NTT物性科学基礎研究所では、10～20年後を見据え、速度・容量・サイズ・エネルギーなどの点で、従来のネットワーク技術の壁を超えるような新原理・新概念を創出することを目的として基礎研究を行っています。

そして、この新原理・新概念を創出する過程で見出した有望な技術を新しい産業の種とすることにより、中長期的なNTT事業への貢献を果たしています。これらのミッションを達成するため、物理・化学・生物・数学・電気電子・情報・医学などを専門とする幅広い分野の研究者が、多元マテリアル創造科学、フロンティア機能物性、量子科学イノベーションに関する研究分野で日々研究に取り組んでいます。

今までは、機能物質科学、量子電子物性、量子光物性に関する研究に取り組んでいましたが、2020年10月に研究の方向性を見直し、上記分野に取り組むこととなりました。

研究を進める上では、NTT内での研究協力はもちろんのこと、世界各国の大学や研究機関とも幅広く共同研究を行い、「世界に開かれた研究所」としての役割を果たしています。

その一環として、これまで「ISNTT」や「NTT-BRLスクール」など、世界中から集まる参加者とNTT研究者との間の緊密な交流を促して参りましたが、昨今の新型コロナウイルス感染症の世界的大流行により、集合型イベントの開催が危ぶまれる状況となってしまいました。このようなウィズコロナ・ポストコロナの時代においても、ネットワークを駆使した新しい情報発信やイベントの開催に積極的に取り組む事により、皆さまのご意見やご批判を頂けるように努めたいと考えております。

これらの活動を通じまして、NTT事業のみならず、学術的な貢献も果たしてゆく所存でございますので、今後とも一層のご指導・ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。



NTT物性科学基礎研究所

所長 後藤 秀樹

活動報告

Activity Report

表紙モチーフについて

ペロブスカイト酸化物

単位格子中に陽イオンを2つ以上含む複酸化物。なかでもペロブスカイト関連構造を持つ物質は、超伝導性・磁性・誘電性など様々な物性の宝庫であり、基礎・応用の両面から盛んに研究されています。NTT物性科学基礎研究所では独自に培った高度な薄膜作製法を用いて、真空中で原子を思いのままに下から供給することにより、世界最高品質のペロブスカイト酸化物を合成し、従来のコンセプトを変える超伝導物質・磁性物質の創製に取り組んでいます。

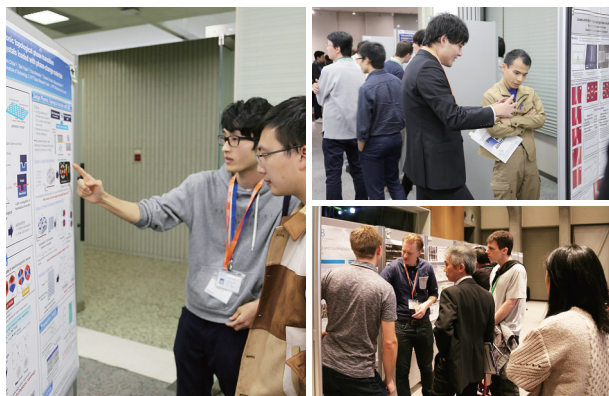
Advisory Board

外部の著名研究者に研究成果ならびに研究計画を客観的に評価していただき、今後の研究マネジメントに反映させるために「アドバイザリボード」を設置しています。隔年で開催されているこのボードミーティングで頂いた提案や助言は、研究マネジメントや実際の研究に反映されています。また、若手研究者とボードメンバの意見交換の場も設けています。第11回ボードミーティングは、2021年2月にオンラインで開催する予定です。



活動報告

Activity Report



ISNTT

International School and Symposium on Nanoscale Transport and phoTonics

ナノ構造における電子・光物性の研究と応用に関する国際シンポジウム「ISNTT」を隔年で開催しています。2019年にはKlaus von Klitzing教授(Max Planck Institute)、中村泰信教授(東京大学/理化学研究所)による特別基調講演、19件の招待講演を含め、135件の口頭・ポスター発表が行われ、関連する分野における最新の研究成果について議論を行いました。

NTT-BRL School

NTT物性科学基礎研究所を広く知っていただくとともに、若手研究者が大きく育つ機会を提供するため、主に博士課程の学生を対象とした「NTT-BRLスクール」を開催しております。2019年には“量子ハイブリッドシステム”をテーマに、Göran Johansson教授、Per Delsing教授(両教授ともにチャルマース工科大学)、仙場浩一博士(情報通信研究機構)による一連の講義を実施いたしました。スクール生は講義、ラボツアーに参加するだけでなく、同時開催されたISNTTでの研究発表も行いました。



LASOLV セミナー

LASOLV Seminar

光を用いた新原理計算機であるLASOLVの利用研究の裾野を広げるために、2020年2月に武蔵野R&DセンターにてLASOLVセミナーを開催しました。セミナーへの参加者は約80名で、LASOLVを用いて組合せ最適化問題を解くデモンストレーションの他、早稲田大学の戸川望教授をお招きして、現在様々な機関で活発に研究されている非ノイマン型計算機を用いた組合せ最適化への取り組みについて解説していただきました。



組織図

Organization

NTT 物性科学基礎研究所

所長 後藤 秀樹



企画担当

部長 熊倉 一英



多元マテリアル創造科学研究部

部長 山本 秀樹

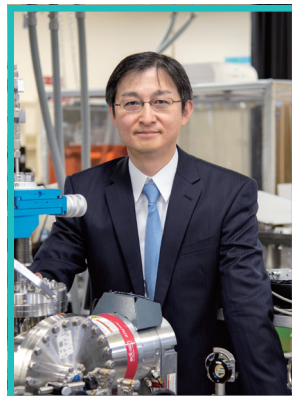


→ P5

- 薄膜材料研究グループ
- 低次元構造研究グループ
- 分子生体機能研究グループ

フロンティア機能物性研究部

部長 小栗 克弥



→ P7

- ナノデバイス研究グループ
- ナノメカニクス研究グループ
- 量子光デバイス研究グループ
- フォトニックナノ構造研究グループ

量子科学イノベーション研究部

部長 武居 弘樹



→ P9

- 量子光制御研究グループ
- 理論量子物理研究グループ
- 超伝導量子回路研究グループ
- 量子固体物性研究グループ

NTT 物性科学基礎研究所 現在員数 2020年12月31日付

- 研究員(外国人研究員)…97名(13名)
- リサーチアソシエイト・リサーチスペシャリスト…10名
- 共同研究協力者…7名 ● 海外研修生…7名*
- 一般実習生…9名*
- 客員研究員…1名*

*…2020年1月～12月累計



第10回アドバイザーボードミーティング(2019年1月30日)にて

アドバイザーボード

Advisory Board

Forschungszentrum Jülich, Germany

Prof. Andreas Offenhäusser

University of Twente, The Netherlands

Prof. Dave H.A. Blank

Chalmers University of Technology, Sweden

Prof. Per Delsing

Laboratoire Kastler Brossel, France

Sorbonne Université, Ecole Normale Supérieure, CNRS

Prof. Elisabeth Giacobino

CEA Saclay, France

Prof. Christian Glattli

Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Germany

Prof. Klaus von Klitzing

University of Illinois at Urbana-Champaign, U.S.A.

Prof. Sir Anthony J. Leggett

The University of Texas at Austin, U.S.A.

Prof. Allan H. MacDonald

Imperial College London, U.K.

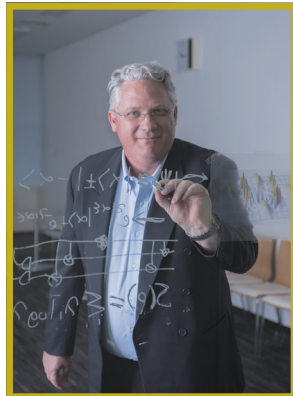
Prof. Sir Peter Knight

ナノフォトンクスセンタ

センタ長 **納富雅也**

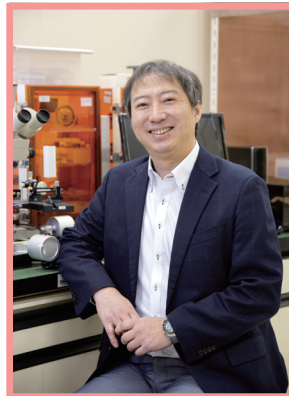
→ P11

理論量子物理研究センタ

センタ長 **William John Munro**

→ P11

バイオメディカル情報科学研究センタ

センタ長 **中島 寛**

→ P11

リサーチプロフェッサ

Research Professors

Director, Medical & Health Informatics Laboratories (MEI Lab),
NTT Research, Inc.**友池 仁暢**Director, Physics & Informatics Laboratories (PHI Lab),
NTT Research, Inc.**山本 喜久**

→ Multidisciplinary Materials Design and Science Laboratory

多元マテリアル創造科学研究部

研究部概要

Overview

多元マテリアル創造科学研究部では、様々な内部自由度(格子・電荷・スピン・軌道等)を持つ新物質・新材料を、分類法・次元・スケール・合成手法の枠を超えて多元的にデザイン・創造して学術貢献を行うとともに、情報通信技術を変革する種の創出を目指して、広範な物質を対象に研究を進めています。その範囲は、半導体、超伝導体、磁性体、トポロジカル物質、さらには導電性高分子や生体物質などのソフトマテリアルに至り、高品質薄膜成長技術や、物質の構造と物性とを精密に測定する技術をベースに、理論や、データ科学(インフォマティクス)の手法も取り入れて最先端の研究を推進しています。

グループ紹介

Group Introduction

薄膜材料研究グループ

「新奇半導体デバイス」

深紫外～近赤外発光デバイス、高効率エネルギー変換デバイス、超高出力電子デバイス、光・電気・磁気複合新機能デバイスの創製

低次元構造研究グループ

「2次元原子層物質」

次世代エレクトロニクスに向けた究極に薄い機能性原子層物質の創製

「多元酸化物薄膜」

従来のコンセプトを変える超伝導物質・磁性物質の創製

分子生体機能研究グループ

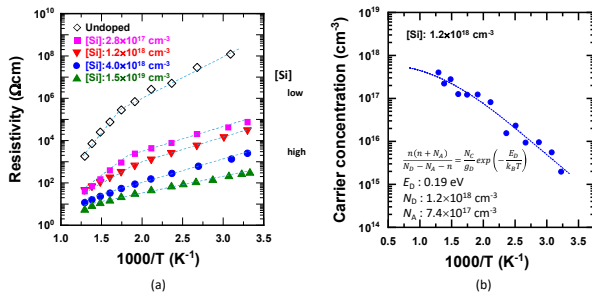
「生体適合性電極材料」

深層生体情報を計測する生体電極素材の開発と応用

「バイオデバイス」

生体分子や細胞、ソフトマテリアルを活用した生体機能模倣デバイスの創製

多元ソース分子線エビタキシ装置: 複合酸化物・窒化物の高品質薄膜を成膜できるほか、新奇超伝導体・磁性体などの探索にも活用されています。

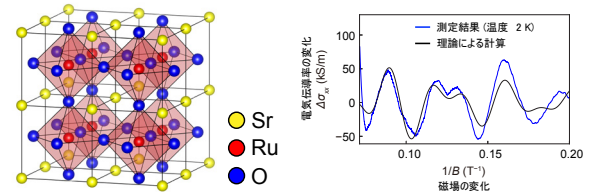


(a) アンドープおよびSiドープc-BN薄膜の抵抗率の温度依存性
(b) Siドープc-BN薄膜のキャリア濃度の温度依存性 ($[Si] = 1.2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)

c-BN薄膜のエピタキシャル成長と伝導性制御

立方晶窒化ホウ素(c-BN)は、6eVを超えるバンドギャップを有するワイドギャップ半導体で、パワーデバイスとしての材料固有の性能限界を示すバリー指数が半導体の中で一番大きい材料です。独自技術であるイオンビームアシストMBE法によってSiドープn型c-BN薄膜をエピタキシャル成長し、Si濃度によってc-BN薄膜の抵抗率を系統的に制御することに世界で初めて成功しました。こうした電気伝導性制御はc-BNのパワーデバイス応用への道を拓く画期的な成果です。

K. Hirma, Y. Taniyasu, H. Yamamoto, and K. Kumakura, Appl. Phys. Lett. 116, 162104 (2020).

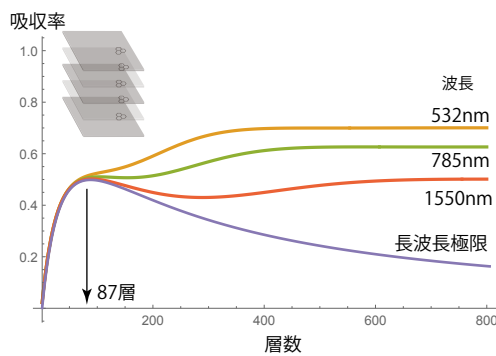


(左) SrRuO₃の結晶構造
(右) ワイル半金属状態に特有の量子振動の観測データ(青線)と理論計算結果(黒線)

超高品質SrRuO₃薄膜における 磁性ワイル半金属状態の存在実証

強磁性金属のSrRuO₃は酸化物エレクトロニクス、スピントロニクスの基盤材料です。酸化物薄膜成長技術に機械学習を用いた最適化手法を取り入れ、超高品質のSrRuO₃薄膜を作製することで、『磁性ワイル半金属状態』と呼ばれる新しい電子状態に特有の量子的な電気伝導を世界で初めて観測しました。本成果は、酸化物材料の研究に新機軸をもたらすとともに、新原理で動作する量子素子への応用に資するものと期待されます。

Y. K. Wakabayashi, et. al., APL Mater. 7, 101114 (2019).
K. Takiguchi, Y. K. Wakabayashi, et. al., Nat. Commun. 11, 4969 (2020).

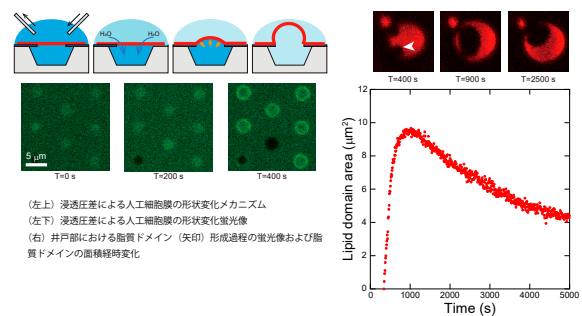


吸収率の計算結果

グラフェン・グラファイトを区別する ユニバーサル層数

グラフェン単層は可視光のおよそ2.3%を吸収します。グラフェンが炭素原子のみから構成されているという事実からは意外ですが、この値は原子より根源的な単位である素電荷だけで決まり、背後には、グラフェンの最も興味深い側面、すなわち質量ゼロの粒子、いわゆるディラック電子の存在があります。我々は、莫大な層数を持つグラファイトが徐々に薄くなり、最終的にグラフェン単層に到達する過程を念頭に、層数を変数として基礎研究の観点から新奇な現象を探った結果、2を2.3%で割った87層が特別な層数であることを見出しました。

K. Sasaki and K. Hitachi, Commun. Phys. 3, 90 (2020).
K. Sasaki, J. Phys. Soc. Japan 89, 094706 (2020).



(左上) 浸透圧差による人工細胞膜の形状変化メカニズム
(左下) 浸透圧差による人工細胞膜の形状変化蛍光像
(右) 井戸部における脂質ドメイン(矢印)形成過程の蛍光像および脂質ドメインの面積経時変化

人工細胞膜での脂質ドメイン形成制御

細胞膜にある脂質ドメインは生体の情報伝達において重要な役割を担っており、その機能解明が注目されています。このドメインのモデル構造を井戸型に加工した基板上の人工細胞膜に形成する方法を見出しました。井戸内外の浸透圧差で人工細胞膜を変形させ、ドメイン形成に必要な脂質とコレステロールを井戸部分へ移動させることで1時間以上安定なドメインの形成に成功しました。人工細胞膜でドメイン構造を作製制御することは、生命現象を理解する技術として発展が期待されます。

A. Oshima, H. Nakashima, and K. Sumitomo, Jpn. J. Appl. Phys. 59, 027001 (2020).

フロンティア機能物性研究部

研究部概要

Overview

フロンティア機能物性研究部は、テクノロジードリブンな高度知的社会に新しい長期的価値をもたらす情報処理基盤技術・機能デバイスの創出を掲げ、ナノエレクトロニクス、ナノメカニクス、ナノフォトニクス、スピントロニクス、量子エレクトロニクスの最先端領域をカバーする研究グループが結集し発足しました。我々は、高度な微細加工技術、測定技術、光波制御技術を駆使して、物性物理学のフロンティアを開拓し、サイズ、消費エネルギー、検出感度、制御精度、動作速度などの限界を打破する量子物性の革新的機能の創出を追求します。

グループ紹介

Group Introduction

ナノデバイス研究グループ

「単電子デバイスによる極限エレクトロニクス」

電子1個の転送・検出による高精度・高感度・低消費電力デバイス

「新機能ナノデバイス」

シリコンやハイブリッド材料系を用いた新機能デバイス

ナノメカニクス研究グループ

「半導体オプト・エレクトロメカニクス」

機械的機能を持つ半導体構造による新機能素子

「フォノン操作技術」

人工構造を用いた音響波の伝搬制御

量子光デバイス研究グループ

「超高速・超高精度光制御技術」

高度に制御された光による超高速物性解明と光周波数基準の構築

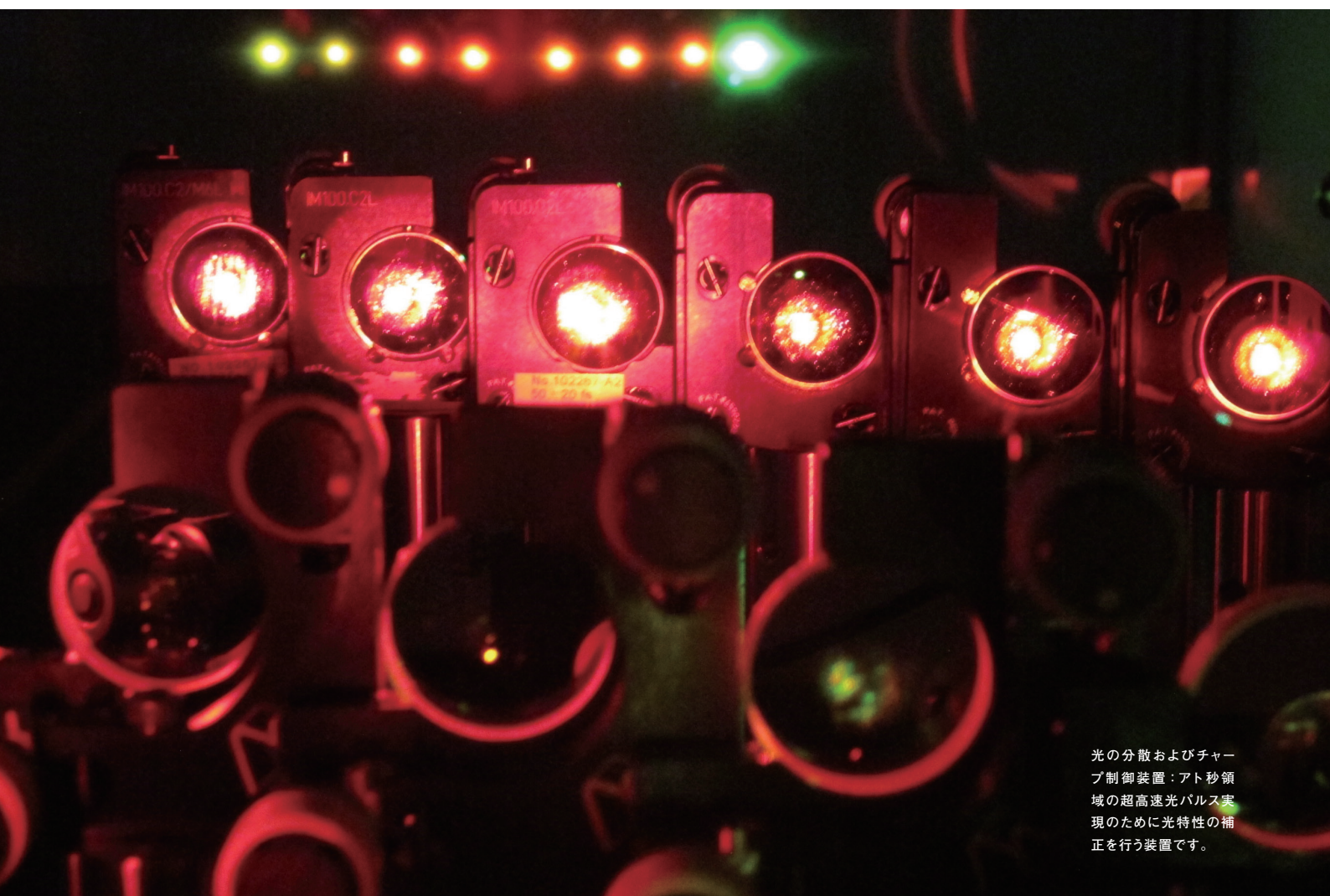
「光活性固体の物性のナノスケール評価」

半導体ナノ構造・希土類系での光子・励起子・スピンの振る舞いの探求

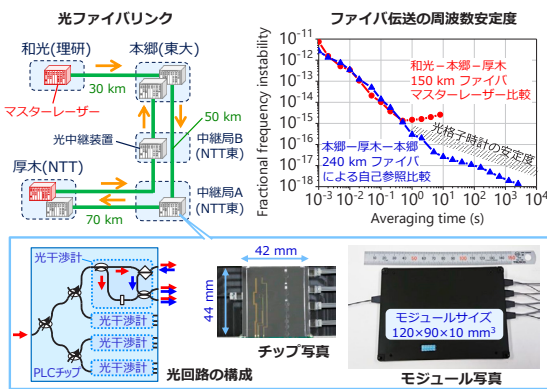
フォトニックナノ構造研究グループ

「ナノフォトニクスを駆使した光集積技術」

超小型・超低エネルギー光素子・回路の実現、新奇光機能の創出



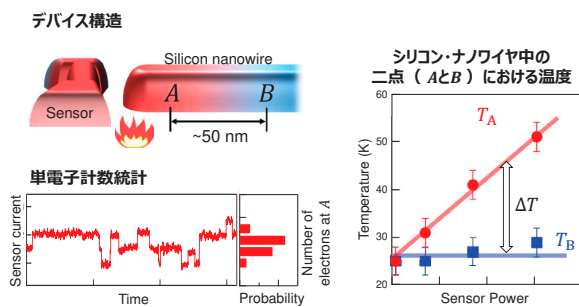
光の分散およびチャープ制御装置：アト秒領域の超高速光パルス実現のために光特性の補正を行う装置です。



超高精度光周波数の240kmファイバ伝送の実現

GNSSを凌駕する時間・周波数同期や、光時計ネットワークによる相対論効果の観測等の実現に向けて、通信用光ファイバ網を利用した超高精度光周波数伝送の研究を行っています。世界で初めて平面光波回路(NTT先端集積デバイス研究所と共同開発)を実装した超低雑音光中継装置を開発し、理化学研究所・東京大学・NTTをつなぐNTT東日本の商用通信ファイバ網に導入することで、光格子時計を超える精度で200km以上のファイバ伝送が可能であることを実証しました。

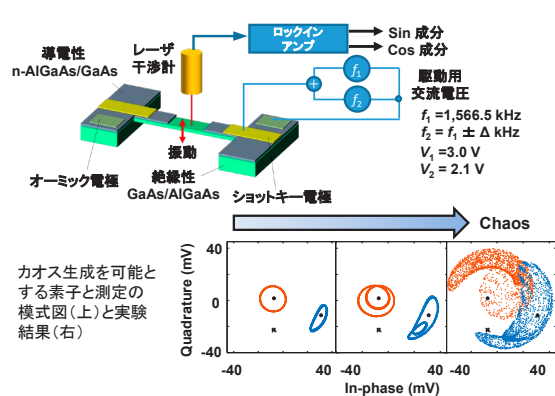
T. Akatsuka, T. Goh, H. Imai, K. Oguri, A. Ishizawa, I. Ushijima, N. Ohmae, M. Takamoto, H. Katori, T. Hashimoto, H. Gotoh, and T. Sogawa, Opt. Express 28, 9186 (2020).



単電子計数統計を用いたシリコン・ナノワイヤ中の熱電効果の観測

私たちはシリコン単電子デバイスを舞台としてナノメートル領域における非平衡現象について研究を行っています。本研究では、シリコン・ナノワイヤ中の電子の運動を電子1個のレベルで観測することを通じ、ナノメートル領域におけるゼーベック効果の観測を行いました。観測された単電子の運動について計数統計を行うことで、シリコン・ナノワイヤ中の数十ナノメートル離れた2点における局所的な温度差を決定することができます。

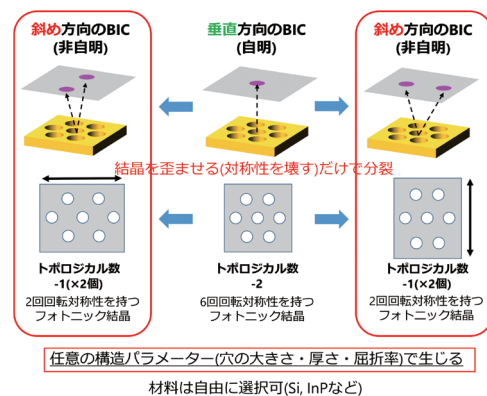
K. Chida, A. Fujiwara, and K. Nishiguchi, 33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2020).



MEMS集積化に向けた新しいカオス信号生成手法の実証

昨今、機械学習や秘匿通信などの情報処理分野においてカオス信号の活用が注目されていますが、MEMS (Microelectromechanical Systems) 分野においても、制御性と集積化に優れたカオス発生素子の創出に期待が高まっています。今回、素子の微細化と低電圧駆動が可能となるMEMS素子による新しいカオス発生手法の実証に成功しました。入力情報をチップ上で機械学習させる集積化MEMSなど、新しい半導体集積素子への応用が期待されます。

S. Houry, M. Asano, H. Yamaguchi, N. Yoshimura, Y. Koike, and L. Minati, Phys. Rev. Lett. 125, 174301 (2020).



光のトポロジカル特異点の生成方法を発見

近年光のトポロジカルな物性が精力的に研究されており、その現象の1つとして光のトポロジカル特異点に対応するBound state in the continuum(BIC)という特殊な状態があります。従来、非自明なBICはある構造パラメータの時に偶然発現するものしか知られていませんでしたが、我々は構造の対称性を変化させることで決定論的にこれを生成できる手法を発見しました。本手法は、光のトポロジカル特異点の動的な制御や、光のトポロジカルな性質を反映した新たな発光デバイスへの応用が期待されます。

T. Yoda and M. Notomi, Phys. Rev. Lett. 125, 053902 (2020).

Quantum Science and Technology Laboratory

量子科学イノベーション研究部

研究部概要

Overview

量子科学イノベーション研究部は、量子科学分野に学術的に貢献すると同時に、量子技術を用いて従来の情報処理の限界を打破する新概念、技術を創出することをミッションとしています。量子情報処理理論と、光、半導体、超伝導デバイスなどが示す様々な量子力学的な効果の研究を基盤とし、これらを用いて量子通信、量子センシング、光発振器に基づく非ノイマン型計算機、さらには超伝導量子回路やトポロジカル量子現象を用いた量子計算機などの実現を目指して研究開発を行っています。

グループ紹介

Group Introduction

量子光制御研究グループ

「量子光通信」

光の量子状態制御と新しい通信への応用

「量子光学技術を用いた非ノイマン型コンピューティング」

相互作用する光発振器群による新しい計算機の創出

理論量子物理研究グループ

「量子情報科学の理論的研究」

量子コンピュータ、量子通信、量子ネットワーク、量子計測に関する理論体系の構築

超伝導量子回路研究グループ

「超伝導量子回路」

超伝導素子による量子状態の制御

「極限量子計測技術」

量子力学の原理を用いた物理量の超高感度計測

量子固体物性研究グループ

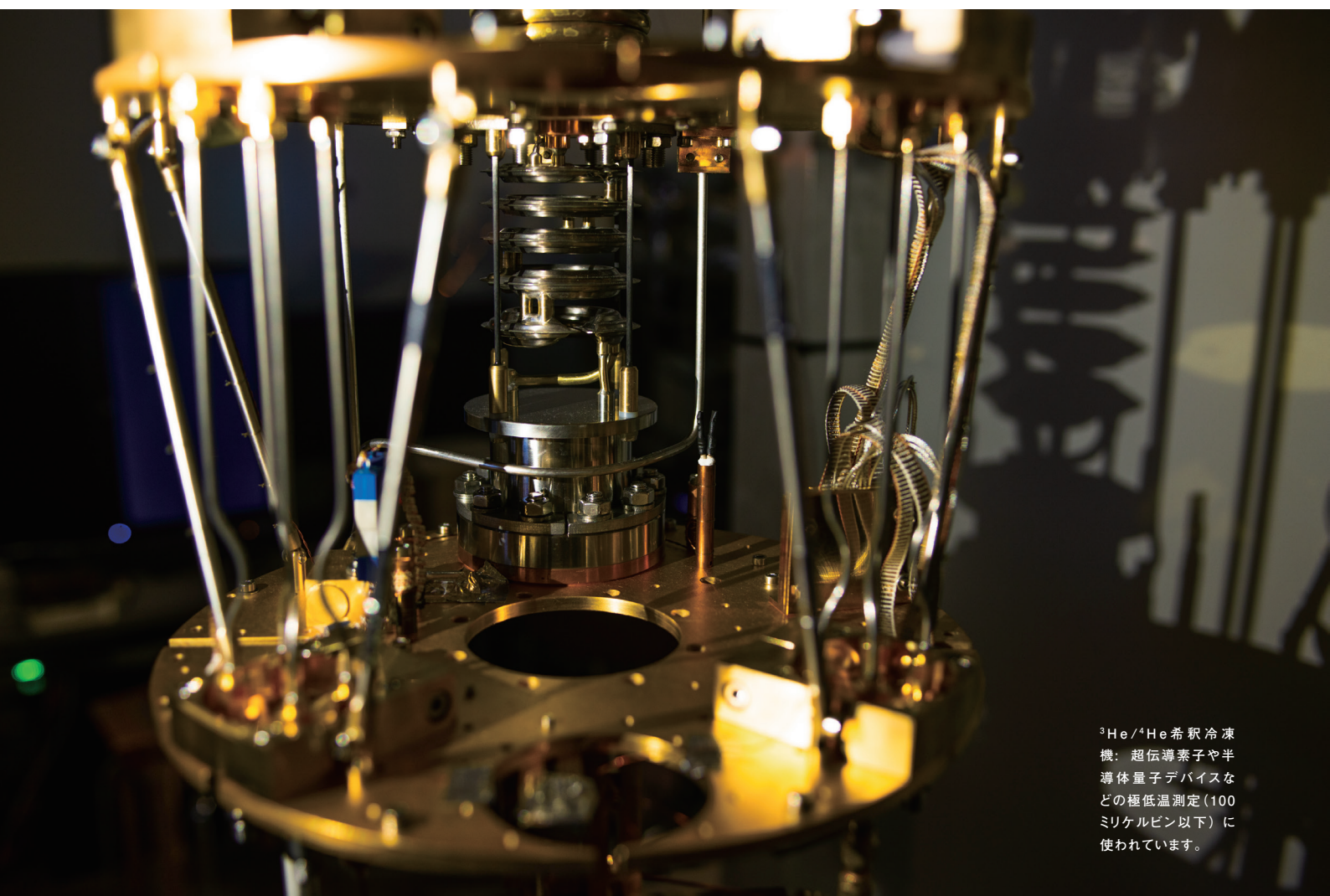
「半導体および2次元物質の

ヘテロ・ナノ構造における量子伝導」

量子デバイスにおける非従来型の電荷・スピン輸送現象

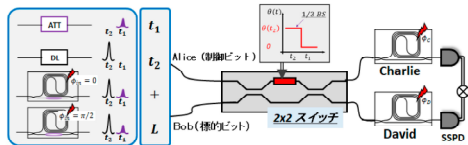
「量子デバイスにおける高速キャリアダイナミクス」

電子のコヒーレントな運動による情報処理

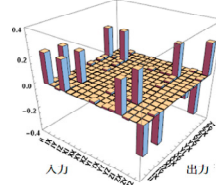


$^3\text{He}/^4\text{He}$ 希釈冷凍機：超伝導素子や半導体量子デバイスなどの極低温測定（100ミリケルビン以下）に使われています。

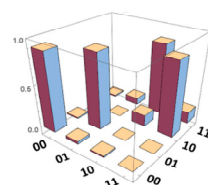
タイムビン量子ビットゲートの制御位相ゲート



制御位相ゲートのプロセス行列:



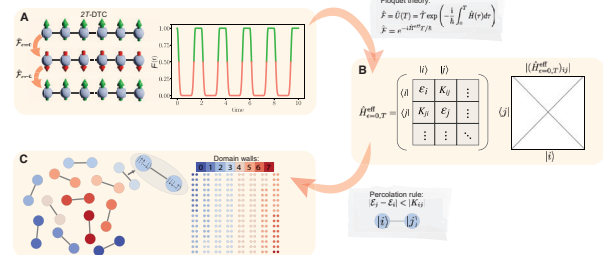
CNOTゲートの実現:



タイムビン量子ビットの制御位相ゲートを実現

時刻の異なる光パルスに単一光子が存在する状態の重ね合わせであるタイムビン量子ビットは、光ファイバ上の量子通信において広く使われています。しかし、この量子ビットに対する2量子ビットゲートはこれまで実現されていませんでした。我々は、2入力2出力光スイッチを時間的に分岐比が変化するビームスプリッタとして用いることで、タイムビン量子ビットの制御位相ゲートを世界で初めて実現しました。本成果は、光ファイバ上の量子通信の高度化に今後寄与することが期待されます。

H. P. Lo, T. Ikuta, N. Matsuda, T. Honjo, and H. Takesue, Appl. Phys. Express, 11, 092801 (2018), (Spotlights 2018).
H. P. Lo, T. Ikuta, N. Matsuda, T. Honjo, W. J. Munro, and H. Takesue, Phys. Rev. Applied 13, 034013 (2020).

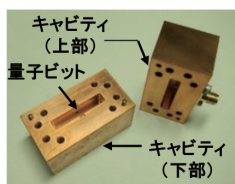


(A) 回転エラーなしの2倍周期離散時間結晶のダイナミクス
(B) タイバインディング行列を表す有効ハミルトニアン
(C) パーコレーション則を適用しグラフとして表現された有効ハミルトニアン

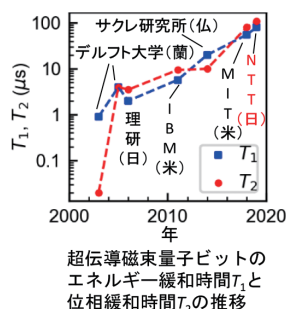
時間結晶を用いた複雑量子ネットワークのシミュレーション

結晶は、塩やダイヤモンドのような空間的に規則正しい原子配列をもつ固体物質として、我々の日常生活にも存在しています。このような結晶構造を空間的でなく、時間方向に持つものとして離散時間結晶が存在します。我々は、グラフ理論の標準的方法を用い、離散時間結晶に関する物理現象を記述し、特徴づける方法を導入しました。それらの溶解過程において優先的選択機構が生じ、スケールフリーネットワークの存在と直接関係付けられます。本成果は、離散時間結晶を複雑量子ネットワークの量子シミュレータとして用いるという新しい可能性を切り開きます。

M. P. Estarellas, T. Osada, V. M. Bastidas, B. Renoust, K. Sanaka, W. J. Munro, and K. Nemoto, Sci. Adv. 6, eaay8892 (2020).



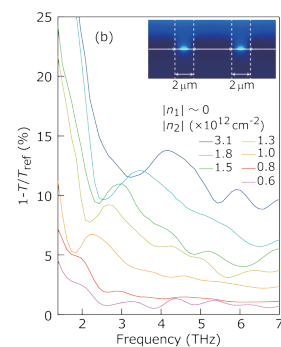
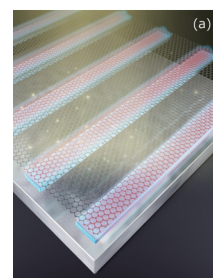
3次元ハイブリッド磁束量子ビット

超伝導磁束量子ビットのエネルギー緩和時間 T_1 と位相緩和時間 T_2 の推移

長寿命3次元ハイブリッド磁束量子ビット

2次元容量シャント型超伝導磁束量子ビットを3次元キャビティ中に設置し、3次元ハイブリッド磁束量子ビットを実現しました。他の超伝導量子ビットと同程度、あるいは、それを越える緩和時間の観測に成功しました。このように長寿命かつ周波数可変な磁束量子ビットは、量子センシングや量子計算など、さまざまな量子技術への応用が期待されます。一例として、量子ビットをスピントッキングパルスで励起することにより、量子ビットに緩和をもたらす高周波数欠陥の検出に成功しました。

L. V. Abdurakhimov, I. Mahboob, H. Toida, K. Kakuyunagi, Y. Matsuzaki, and S. Saito, Phys. Rev. B 102, 100502(R) (2020).



(a) グラフェンの電荷密度を空間的に変調することにより、特定の位置にプラズモン共振器を形成
(b) 電氣的境界によって形成された共振器におけるプラズモン周波数変調の観測

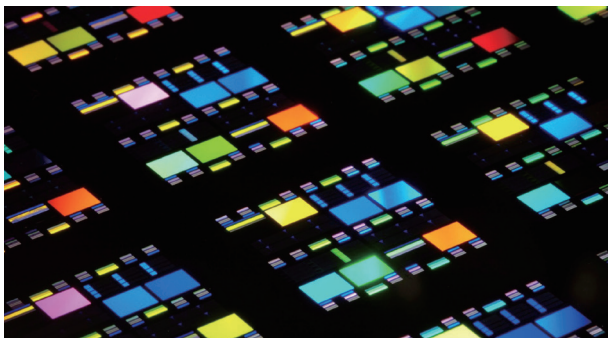
グラフェンにおけるテラヘルツプラズモンの空間制御

プラズモンとは電荷の疎密波であり、これを制御することでナノフォトニクスやメタマテリアルへの応用が可能です。特にグラフェンにおけるプラズモンは電場で制御可能であり、共振器の周波数変調等が行われています。我々は、電氣的な境界におけるプラズモン反射率を制御する方法を開発し、共振器の周波数だけでなく、位置や閉じ込め強度を制御することに成功しました。この技術を応用することで、動的制御可能なプラズモン導波路やスイッチ等が実現可能となります。

N. H. Tu, K. Yoshioka, S. Sasaki, M. Takamura, K. Muraki, and N. Kumada, Commun. Mater. 1, 7 (2020).

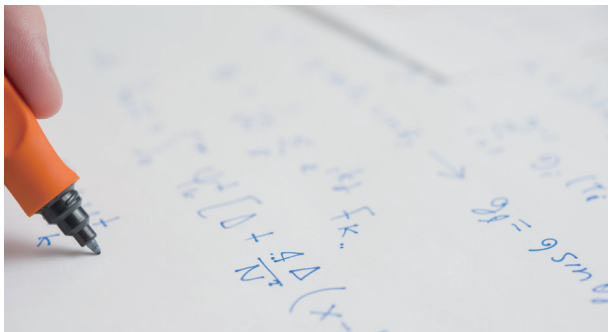
→ Nanophotonics Center

ナノフォトニクスセンタ



→ Research Center for Theoretical Quantum Physics

理論量子物理研究センタ



→ Bio-Medical Informatics Research Center

バイオメディカル情報科学研究センタ



センタ概要

Overview

ナノフォトニクスセンタは、ナノフォトニクス技術を駆使して、様々な機能をもつ光デバイスを大量・高密度に集積する大規模光集積技術の確立、および光情報処理の消費エネルギーの極限的な低減を目指す革新研究を行うために、2012年4月に設立されました。

量子光物性研究部フォトニックナノ構造研究グループのメンバを中心に、物性科学基礎研究所および先端集積デバイス研究所の中でナノフォトニクス研究に関わるメンバにより構成されています。

- フォトニック結晶、プラズモニクスによる極限的相互作用増強の探求
- ナノ光スイッチ、ナノレーザなど超小型・超低消費エネルギー光子子の追求
- ナノインプリントやSPMリソグラフィによる微細構造作製と応用
- シリコン上に様々な高性能光デバイスを集積

センタ概要

Overview

物質や光の原子レベルの現象を説明する量子力学は前世紀、大変な成功を収めました。その直感に反する原理は、私たちの世界における「実在」についての理解を変えさせただけでなく、技術革新をもたらしてきました。いまや量子力学は私たちのデジタル社会の根幹を支えています。量子力学が指し示す世界とは一体何なのか。またその原理が可能とする技術的進歩は何なのか。これらの疑問の全容ははまだ解明されずにいます。これら最先端研究の遂行を目指し、2017年に設立された理論量子物理研究センタには、NTT研究所の垣根を越え、様々な分野（物理学、計算科学、数学や化学など）の研究者が集められています。

- 量子力学の基礎
- 量子物質（ハイブリッド量子系、強相関系、凝縮系、超伝導系）
- 量子アルゴリズムと計算複雑性
- 量子通信、量子シミュレーション、量子コンピュータ
- 量子計測、量子センシング
- 原子、分子、光学物理

センタ概要

Overview

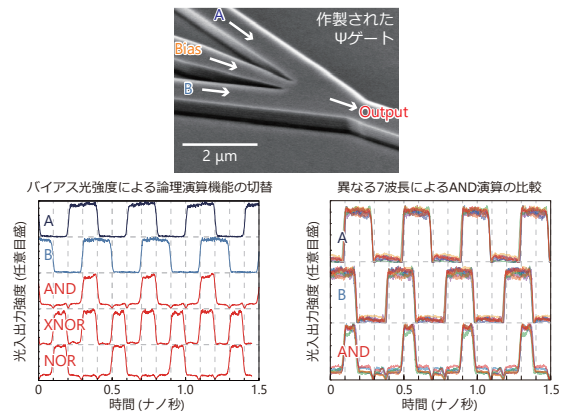
バイオメディカル情報科学研究センタ(BMC)は、ICTを活用したデータ駆動型医療の創造を目標に、5つの研究所が連携した組織として2019年7月に発足しました。BMCは、医療・健診・ゲノム情報や行動情報のAI分析、日常生活でのリアルタイムバイオモニタリング、生体模倣ナノデバイスや生体適合新素材などの基礎・応用研究に取り組みます。さらに、医療機関のパートナーやグローバル研究開発拠点であるNTT Research Inc. 生体情報処理研究所などと協力し、医療健康分野のコ・イノベーションを推進します。

- 個人医療データのAI分析による個別化医療（プレジジョンメディシン）
- hitoe®による長期ホルター心電計測とリハビリ活動支援
- 非侵襲血糖センサや深部体温計測とAIリスク予測による生活習慣病マネジメント
- 生体機能を補完するインプラント素材や人工神経ネットワーク作製

超低遅延処理のための高性能な光論理ゲートを実現

超低遅延かつ低消費電力な演算処理基盤を実現するキーデバイスの1つとして、3 μm 長の光論理ゲートである「 Ψ (プサイ) ゲート」の高性能な動作を世界で初めて実証しました。ゲート遅延は30fsと電気素子の300倍以上も低遅延です。「バイアス光」を導入することで、AND/XNOR/NORといった一連の論理演算を単一ゲートで実施できます。さらに本ゲートは波長無依存であり、各波長チャンネルに対して独立な演算を単一ゲートで同時実行できます。光電融合演算処理基盤上で光の低遅延性・省エネ性を引き出すために欠かせないコンセプトだと考えられています。

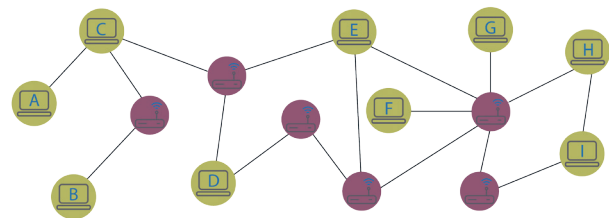
S. Kita, K. Nozaki, K. Takata, A. Shinya, and M. Notomi, Commun. Phys. 3, 33 (2020).



量子インターネットにおける 秘密鍵・量子もつれ分配のための線形計画法

量子インターネットは、従来の通信ネットワークを超える通信タスクの実行を可能にします。量子ネットワークプロトコル設計における喫緊の課題の1つは、それら通信タスクの達成可能な通信レートの定量化にあります。私たちは、それら通信レートの最大値の上界と下界を算出するための簡潔な手法を提供しました。この手法は、量子ネットワーク上のクライアントに秘密鍵や最大量子もつれを供給するプロトコルに適用されます。算出を線形計画問題に還元する本手法は、クライアントの要求に、迅速に対応するための基礎になります。

S. Bäuml, K. Azuma, G. Kato, and D. Elkouss, Commun. Phys. 3, 55 (2020).

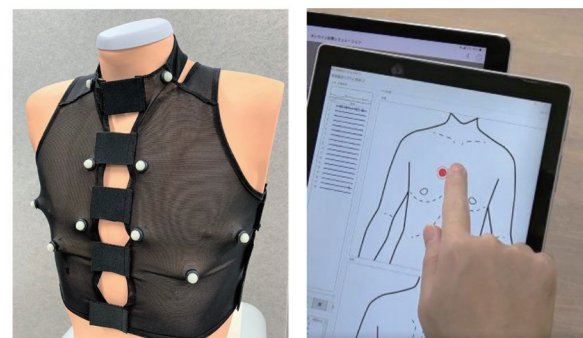


量子インターネットの概念図

生体音を遠隔に伝送できる 装着型音響センサレイシシステムを開発

疾病の早期発見などウェルビーイングの向上を図るための基礎研究の一環として、生体音を収集し遠隔伝送する機能を備えた装着型（ウェアラブル）の音響センサレイシシステムを開発しました。このシステムは、検査着の内側にある多数（試作機では18チャンネル）の音響センサによって各部の生体音を高品質にとらえることができます。医療用として実用化されれば、非接触での遠隔聴診が可能となります。また、このシステムを用いて、心電など他の生体情報と組み合わせた解析や体の状態の推定・可視化などの研究も進めています。

M. Nakano, R. Shibue, K. Kashino, S. Tsukada, and H. Tomoike, EUSIPCO 2020, pp.1452-1456 (2020).



検査着の例

受信端末における聴取位置の指定

NTTフェロー

NTT Fellow

Shingo Tsukada

塚田 信吾

医学・情報科学研究統括



研究テーマ

先端医療材料を用いた
生体情報の取得・機構解析

「NTTフェロー」は、世界的に認められる研究業績を挙げた社員の中で、NTTとして必要不可欠な分野の研究テーマに対し今後も高い成果が期待できる研究者に与えられる称号であり、重要分野の革新的な研究を推進していく使命を担っています。「特別研究員」は社内外からとりわけ優秀な研究者として認められている革新研究者であり、その中でも極めて優秀な研究者が「上席特別研究員」です。共に、NTTグループにとって長期的に重要と判断される研究分野において、革新研究／先導的な技術開発を牽引する使命を担っています。

2020年12月31日付

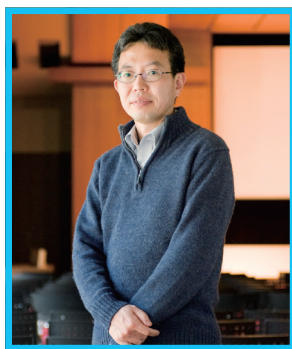
上席特別研究員

Senior Distinguished Researcher

Masaya Notomi

納富 雅也

ナノフォトニクスセンタ長



研究テーマ

フォトニックナノ構造による光波制御

Hiroshi Yamaguchi

山口 浩司

量子・ナノデバイス研究統括



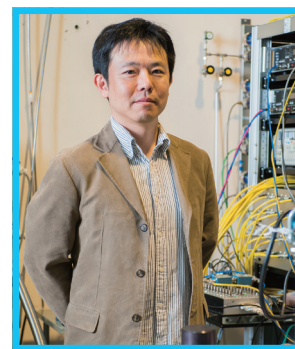
研究テーマ

半導体ナノメカニクス

Koji Muraki

村木 康二

量子固体物性研究グループリーダー



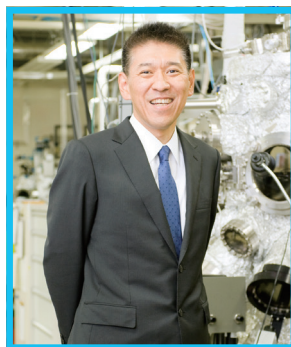
研究テーマ

低次元半導体構造の量子電子物性

Hideki Yamamoto

山本 秀樹

多元マテリアル創造科学研究部長

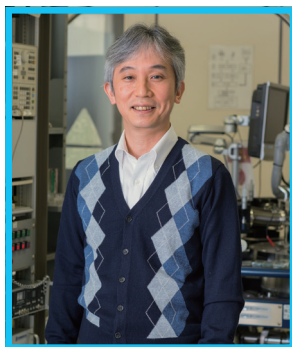


研究テーマ

薄膜合成法による新奇超伝導及び
磁性物質の創製と物性解明

Akira Fujiwara

藤原 聡

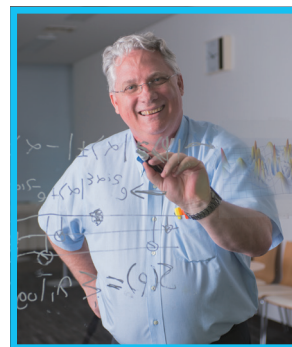
半導体ナノ構造を用いた
極限エレクトロニクス

研究テーマ

半導体ナノ構造を用いた
極限エレクトロニクス

William John Munro

理論量子物理研究センタ長



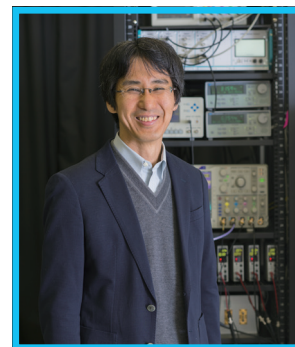
研究テーマ

量子情報技術の創出

Hiroki Takesue

武居 弘樹

量子科学イノベーション研究部長



研究テーマ

光通信波長帯における量子通信実験
コヒーレントイジングマシン

特別研究員

Distinguished Researcher

Norio Kumada

熊田 倫雄

Katsuhiko Nishiguchi

西口 克彦

Shiro Saito

齊藤 志郎

Imran Mahboob

Haruki Sanada

眞田 治樹

Koji Azuma

東 浩司

Kengo Nozaki

野崎 謙悟

Hiroki Mashiko

増子 拓紀

Takahiro Inagaki

稲垣 卓弘

Hajime Okamoto

岡本 創

Gento Yamahata

山端 元音

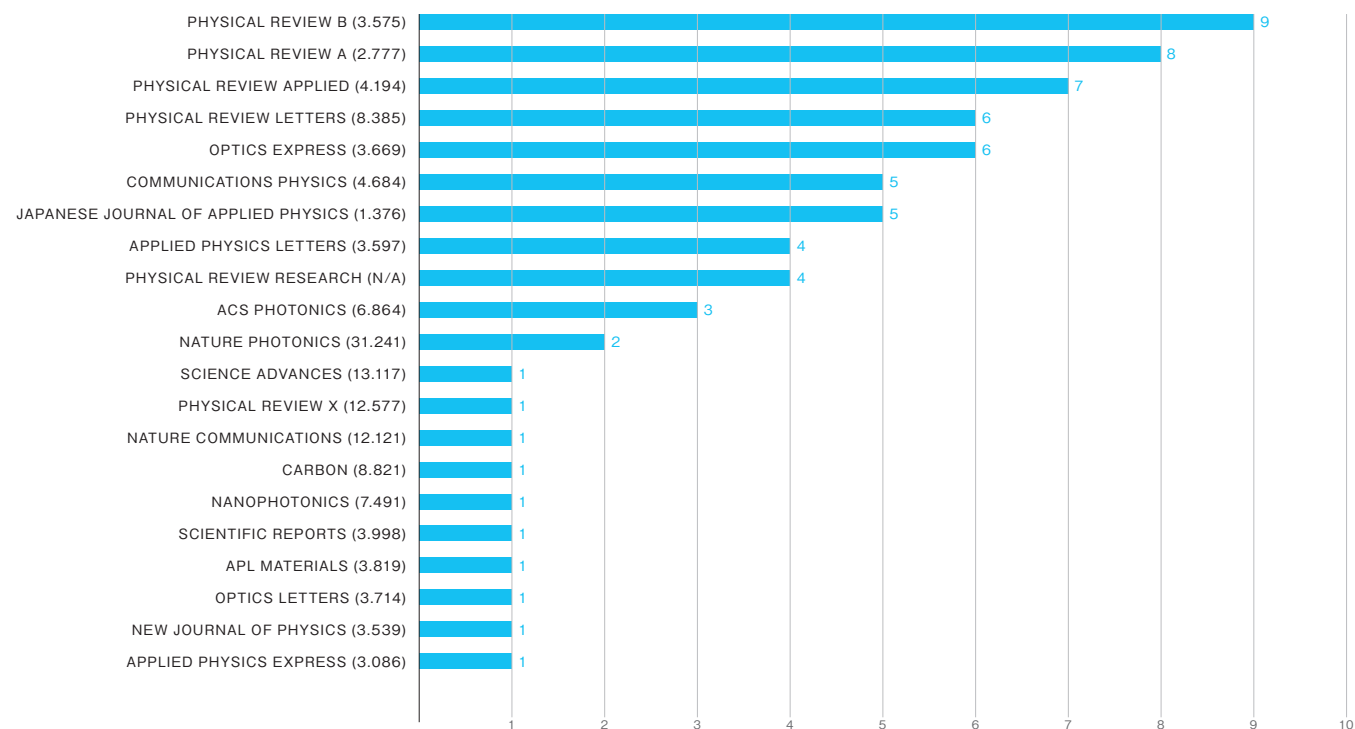
学術論文掲載件数と主な掲載先

Publication List

()内数字…インパクトファクター2019

2020年に掲載された学術論文の件数は、NTT物性科学基礎研究所全体で84件です。

(1論文あたりの平均IF = 4.923)



国際会議発表件数

Presentations

88件 (うち招待講演33件)

特許出願件数

Patents

79件

社外表彰受賞者一覧

Awards

応用物理学会 フェロー

シリコンナノデバイスによる極限電子操作の研究 藤原 聡

令和2年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞

半導体量子ナノ構造のスピ状態制御および量子輸送の研究 高瀬 恵子

2020 PROSE AWARDS in the subject of Chemistry and Physics

Chemical, Gas, and Biosensors for Internet of Things and Related Applications (Elsevier) 三林 二浩, 丹羽 修, 上野 祐子

化学とマイクロ・ナノシステム学会 若手優秀賞

微細加工技術を用いた動的な細胞操作基板の開発 手島 哲彦

化学とマイクロ・ナノシステム学会 第42回研究会

自己組立てグラフェン電極による三次元培養組織の活動計測 酒井 洸児, 手島 哲彦, 上野 祐子, 中島 寛, 山口 真澄

第二回兵庫・関西キャタピラーSTEM賞 一般部門 優秀賞

半導体ナノワイヤを用いたスピン軌道相互作用の電氣的制御 高瀬 恵子

応用物理学会 シリコンテクノロジー分科会論文賞

Electron aspirator using electron-electron scattering in nanoscale silicon
ヒンマ フィルダス、渡邊 時暢、堀 匡寛、ダニエル モラル、高橋 庸夫、藤原 聡、小野 行徳

NTT物性科学基礎研究所

〒243-0198 神奈川県厚木市森の里若宮3-1

TEL 046-240-3312 MAIL brl-info@hco.ntt.co.jp

<https://www.rd.ntt/brl/>



アクセス

電車・バスをご利用の場合

小田急線「愛甲石田」駅下車(新宿より急行にて約1時間)
北口4番バス乗り場(約20分)
「愛17・愛19 森の里」「愛18・愛21 松蔭大学」行きにて
「通信研究所前」下車

小田急線「本厚木」駅下車(新宿より急行にて約1時間)
東口・厚木バスセンター9番乗り場(約30分)
「厚44(赤羽根・高松山経由) 森の里行き」または、
「厚45(船子・森の里青山経由) 森の里行き」にて「通信研究所前」下車

タクシーをご利用の場合

小田急線「愛甲石田」駅から約15分(1,500円程度)
または、小田急線「本厚木」駅から約20分(2,500円程度)

自動車をご利用の場合

東名高速道路「厚木IC」より約20分(約5km)