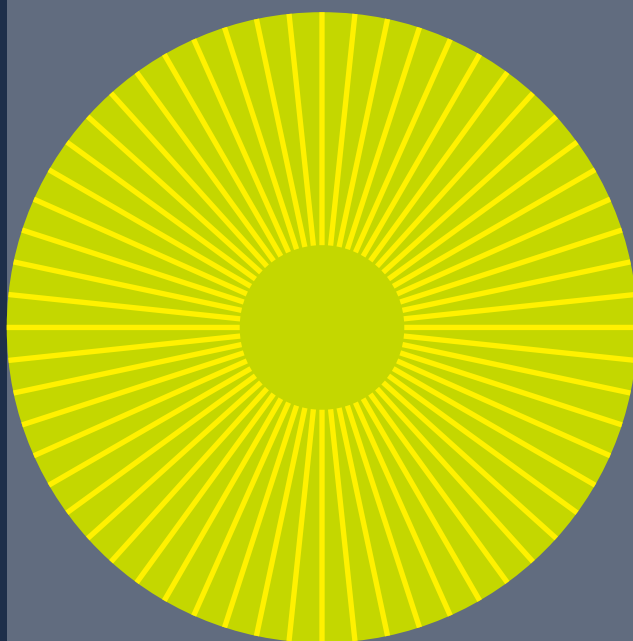
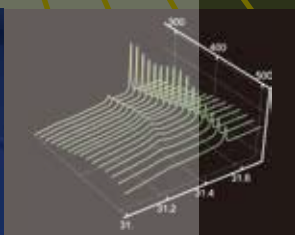
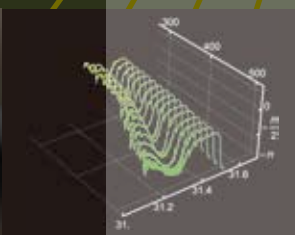
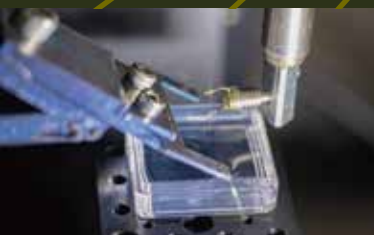
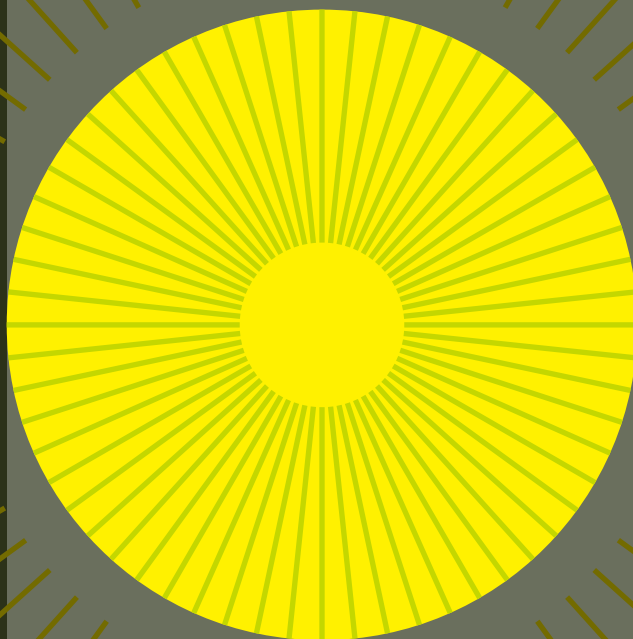


NTT 物 性 科 学 基 礎 研 究 所

Annual Report

2024



NTT
BASIC
RESEARCH
LABORATORIES

ごあいさつ

Greetings

NTT物性科学基礎研究所2024年アニュアルレポートが完成いたしました。
私たちが進める基礎研究の営みを、こうして皆様方にお届けできますことは、
ひとえに、日頃からの温かいご支援の賜物です。
当研究所を代表し、厚く御礼を申し上げます。

NTT物性科学基礎研究所のルーツは、1985年のNTT民営化と時を同じく
して発足したNTT基礎研究所(NTT Basic Research Laboratories:
NTT-BRL)にあります。

「電気通信・情報通信分野を中心として学術の発展・変革を誘発する世界的
新知見・新概念を創出すること、ならびにその結果として他の基礎研究所群
に次世代の技術の種を提供する」は、発足当初の基礎研究所の決意を表わ
した言葉です。

発足より凡そ40年、電気通信・情報通信分野の技術は、飛躍的に進歩し、
社会に深く浸透しました。その技術は、他分野へと拡大し続け、エネルギー、
コンピューティング、セキュリティ、センシング、マテリアル、バイオ・メディカル、
そして人工知能など幅広い分野との接点が次々と生まれており、その社会的
重要性はかつてないほど高まっています。

こうした中、NTT-BRLでは、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プロフェッショナルが、物質科学、物性科学、量
子科学に関する最先端テーマに取組み、技術の限界や知の拡大に挑み続け
ています。そのためには、国内外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、志を共にする仲間たちとの強い絆作り
もNTT-BRLの重要な営みです。

2024年のハイライトとして、私たちは、光や超音波を導波するナノ構造回
路に発現するトポロジ的性質や、物質の対称性と非摂動論的相互作用
を巧みに利用したトポロジカル高次高調波、グラフェンプラスモンと呼ば
れる炭素原子一層からなる物質を伝搬するテラヘルツ帯の超高速電荷振
動など、物性が産み出す新しい技術の可能性を引き出しました。また、私
たちは、ISNTT2024(International school and symposium on
nanodevices and quantum technologies 2024)を、5年ぶりに現地
開催し、世界中から集まる研究者、学生と私たちが、当厚木R&Dセンタに集
い、交流し、友情を育む大事な機会を再スタート致しました。

「我々は、自然を深く理解し、可能性を拡げ、より良き世界への羅針盤を創る」
は、2024年10月、熊倉一英前所長の後を受けて着任した際に、所員に呼びか
けたNTT-BRLのスピリッツです。私たちNTT-BRLは、原点を忘れることなく、
常に世界の未来を見据えています。

今後とも一層のご指導・ご鞭撻を賜りますようよろしくお願い申し上げます。

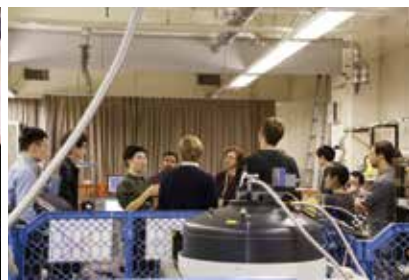
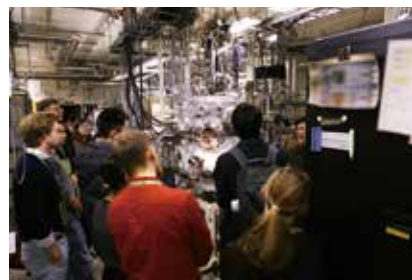


NTT 物性科学基礎研究所
所長 小栗克弥

小栗 克弥

ISNTT

量子情報技術、半導体・超伝導量子物性を中心トピックとした国際シンポジウム「ISNTT 2024 (International School and Symposium on Nanodevices and quantum Technologies)」を開催いたしました。University of CambridgeのRichard Jozsa教授による基調講演をはじめ、17件の招待講演、35件の一般口頭発表、123件のポスター発表が行われました。過去最高となる263名の参加者が集まり、関連分野における最新の研究成果について活発に議論が交わされました。



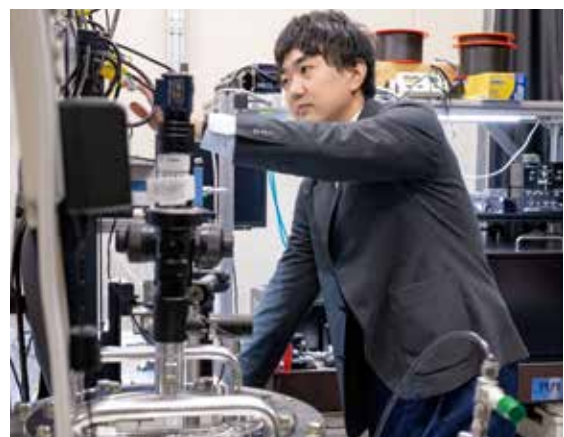
BRL School

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成長する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」を開催しています。本イベントは、コロナ禍により前回の2019年以降中止していましたが、今年は5年ぶりに再開し、「Quantum Information」をテーマに実施しました。講義は、外部からMarcus Curty教授 (University of Vigo)、William J. Munro教授 (OIST)、藤井啓祐教授 (大阪大学) を迎え、内部からは東浩司博士 (TQCプロジェクトマネージャ、理論量子物理研究グループリーダー) による一連の講義が行われました。スクール生は、講義やラボツアーに参加するだけでなく、同時開催されたISNTTで研究発表も行いました。

表紙モチーフについて

「液中オプトメカニクス」

光を微小領域に閉じ込めることのできる光共振器構造を用いることにより、物体が環境温度で僅かに振動する熱揺らぎを検出し、これを光で制御することが可能となります。この手法を液体や液面、ソフトマターに用いることができれば、化学やバイオ分野における極限センサの創出につながります。NTT物性科学基礎研究所は、髪の毛程度に細いガラスファイバを用いて光共振器と機械振動子が融合した新たなセンサ素子を作製し、これを用いた液中・液面での超高感度な振動計測技術を実現しました。光を閉じ込める共振器部分を大気中に保持し、機械振動子の一部を液中に挿入する独自の使用方法により、液中で生じるファイバの僅かな膨張・収縮を超高感度に捉えることに成功しました。今後はこの手法を更に発展させて光を用いた極限振動計測・制御技術を確立すると共に、液体・ソフトマター・生体系と機械振動の相互作用が織りなす新規物理現象の探索・解明を目指します。



浅野 元紀

ガラスファイバ素子を駆使したオプトメカニクス研究に従事

組織図

Organization

NTT 物性科学基礎研究所

所長 小栗克弥



企画担当

部長 山口真澄



多元マテリアル創造科学研究部

部長 山口真澄

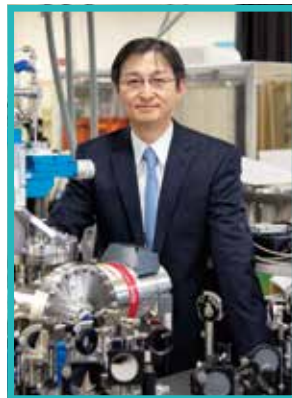


→ P5

- 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 2024年12月31日時点

- 研究員(外国人研究員)…97名(7名)
- ポスドク・リサーチスペシャリスト…6名*
- 共同研究協力者…17名* ● 一般実習生…9名*
- 海外研修生…21名* ● 招聘教授…1名*
- 客員研究員…2名* ● TQCビジター…15名*

* … 2024年1月～12月累計

アドバイザーボード Advisory Board



Chalmers University of Technology, Sweden
Prof. Per Delsing



Max-Planck-Institut für Festkörperforschung,
Germany
Prof. Klaus von Klitzing



University of Illinois at Urbana-Champaign, USA
Prof. Sir Anthony J. Leggett



Imperial College, UK
Prof. Sir Peter Knight



Université Pierre et Marie Curie, France
Prof. Elisabeth Giacobino



The University of Texas at Austin, USA
Prof. Allan MacDonald



Forschungszentrum Jülich, Germany
Prof. Andreas Offenhäusser



CEA Saclay, France
Prof. Christian Glattli



University of Twente, Netherlands
Prof. Dave H.A. Blank

ナノフォトニクスセンタ (NPC) プロジェクトマネージャ **納 富 雅 也**



→ P11

理論量子情報研究センタ (TQC) プロジェクトマネージャ **東 浩 司**



→ P11

バイオメディカル情報科学研究センタ (BMC) プロジェクトマネージャ **林 勝 義**



→ P11

リサーチプロフェッサ Research Professors

公益財団法人 榊原記念財団
附属 榊原記念病院 顧問

友 池 仁 暢

東北大学 名誉教授

新 田 淳 作

東北大学 教授

森 田 雅 夫

広島大学 教授

後 藤 秀 樹

富山大学 教授

玉 木 潔

→ 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めざして、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・研究テーマ

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

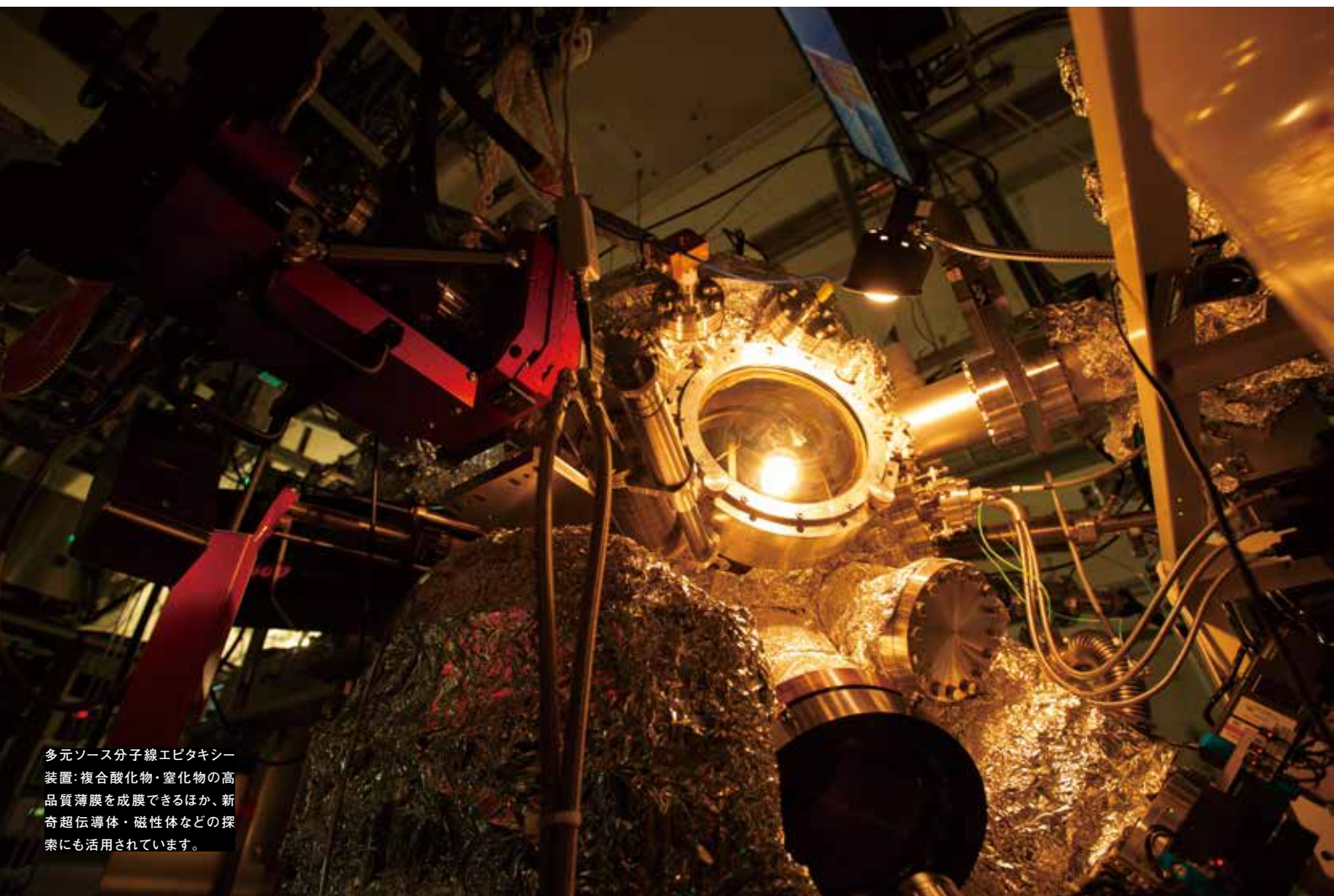
「生体適合性電極材料」

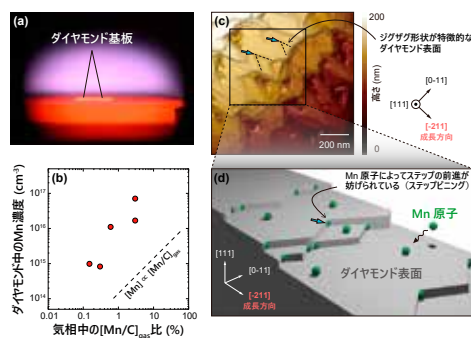
深層生体情報を計測する生体電極素材の開発と応用

「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ー装置：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。



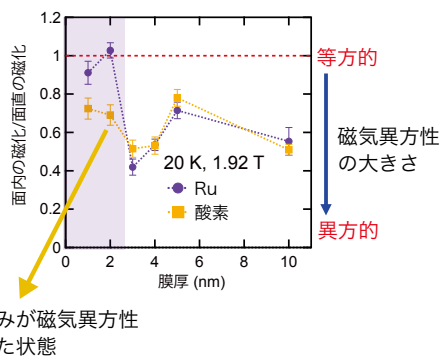


(a) マイクロ波プラズマCVD法によるダイヤモンド成長の様子
(b) 気相中の[Mn/C]比とダイヤモンド中のMn濃度の関係
(c) Mnドーパダイヤモンド(111)薄膜表面の原子間力顕微鏡像
(d) Mnドーパダイヤモンド(111)薄膜の成長機構の模式図

Mnドーパダイヤモンド(111)薄膜の成長メカニズムの解明

ダイヤモンドへの不純物ドーピングは、高温強磁性や高輝度な発光中心の形成といった新たな機能をダイヤモンドに付与する重要な技術です。本研究では、独自の改造を施したマイクロ波プラズマCVD装置を用いることで、Mnドーパダイヤモンド(111)薄膜のホモエピタキシャル成長とMn濃度制御に成功しました。また、Mnドーパダイヤモンド表面に見られた特異なジグザグ形状が、Mn原子によるステップピングに起因していることも明らかにしました。これらの結果や知見は、ダイヤモンドのスピン트로ニクスデバイス応用や量子情報デバイス応用の可能性を広げる成果です。

M. Kawano, K. Hiram, Y. Taniyasu, and K. Kumakura, Journal of Applied Physics 135, 075302 (2024).

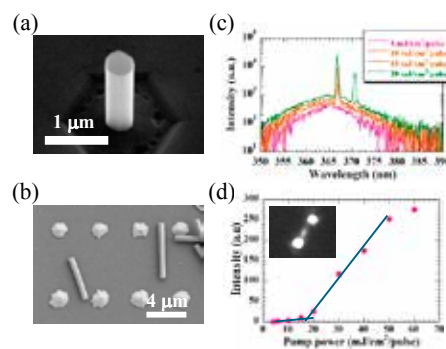


面直に対する面内のRuと酸素の磁化の大きさのSrRuO₃膜厚依存性

強磁性金属SrRuO₃における配位子磁気異方性

磁石における磁化の異方性の起源は、固体物理学における長年の謎であり、磁性化合物においては、その非磁性の配位子イオンは磁化の異方性に寄与しないと考えられてきました。この謎を解明するため、強磁性金属SrRuO₃薄膜に対して、磁性元素であるRuと非磁性元素である酸素(配位子)それぞれの磁化の異方性を、大型放射光施設SPring-8において観察しました。薄膜の厚さが1~2nmではRuの磁気モーメントが等方的である一方で、Oの磁気モーメントのみが異方的となることが分かり、非磁性元素である酸素の異方性が磁気異方性に寄与することを初めて明らかにしました。

Y. K. Wakabayashi et al., APL Mater. 12, 041119 (2024); J. Appl. Phys. 136, 043907 (2024).

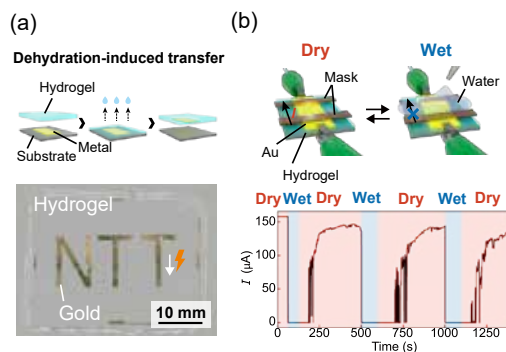


(a) エッチング後のナノワイヤ(鳥瞰図)
(b) サファイア基板上に分散したナノワイヤ
(c) 励起光強度に対する発光スペクトル
(d) 励起光強度に対する発光強度とナノワイヤ端面からの強い発光の様子

窒化物系半導体ナノワイヤの作製

近赤外から深紫外の領域で発光可能な窒化物半導体から作製されるナノフォトニックデバイスは、少消費電力、高速動作、小型集積化等が期待されます。今回、AlGaInN系発光ダイオード構造のナノワイヤをエッチング手法を工夫してトップダウン的に作製する技術を確認し、ナノワイヤの光励起測定でレーザ発振(365nm付近)を確認しました。今後はさらにAl組成が高くバンドギャップの大きいAlGaN材料で220nmの発光波長に迫るナノワイヤの作製、光集積回路への組み込みに挑戦していきます。

K. Tateno, M. Takiguchi, K. Ebata, S. Sasaki, K. Kumakura and Y. Taniyasu, Phys. Status Solidi A 221, 2400078 (2024).



(a) 金属薄膜は任意のパターンで接着させることができる
(b) ゲルの完全乾燥時に転写した金属は、周囲の水分に反応したゲルの膨潤・脱膨潤で導電性を変える配線になる

ハイドロゲルフィルムと金属薄膜を簡単に複合化する乾燥誘起接着法

ソフトでウェットなハイドロゲル材料とハードでドライな金属材料は、その特性の違いから接着が困難であるという課題がありました。今回、基板に形成した金属薄膜上にハイドロゲルフィルムを配置し、ハイドロゲルの乾燥過程でゲルと金属との疎水性相互作用を誘起することで金属を転写するという簡便な接着手法を見出しました。接着された金属配線は再膨潤後も良好な導電性を示したため、本手法はハイドロゲルのエレクトロニクス応用に向けた重要な作製技術となることが期待されます。

S. Himori, R. Takahashi, A. Tanaka, and M. Yamaguchi, ACS Omega, 9 (41) 42261-42266 (2024).

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・研究テーマ

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

「オプト・エレクトロ・マグノメカニクス」

機械的自由度を持つ微小構造に現れる新現象や

新機能の探索・抽出

「フォノン操作技術」

人工弾性結晶を用いた超音波の伝搬制御

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

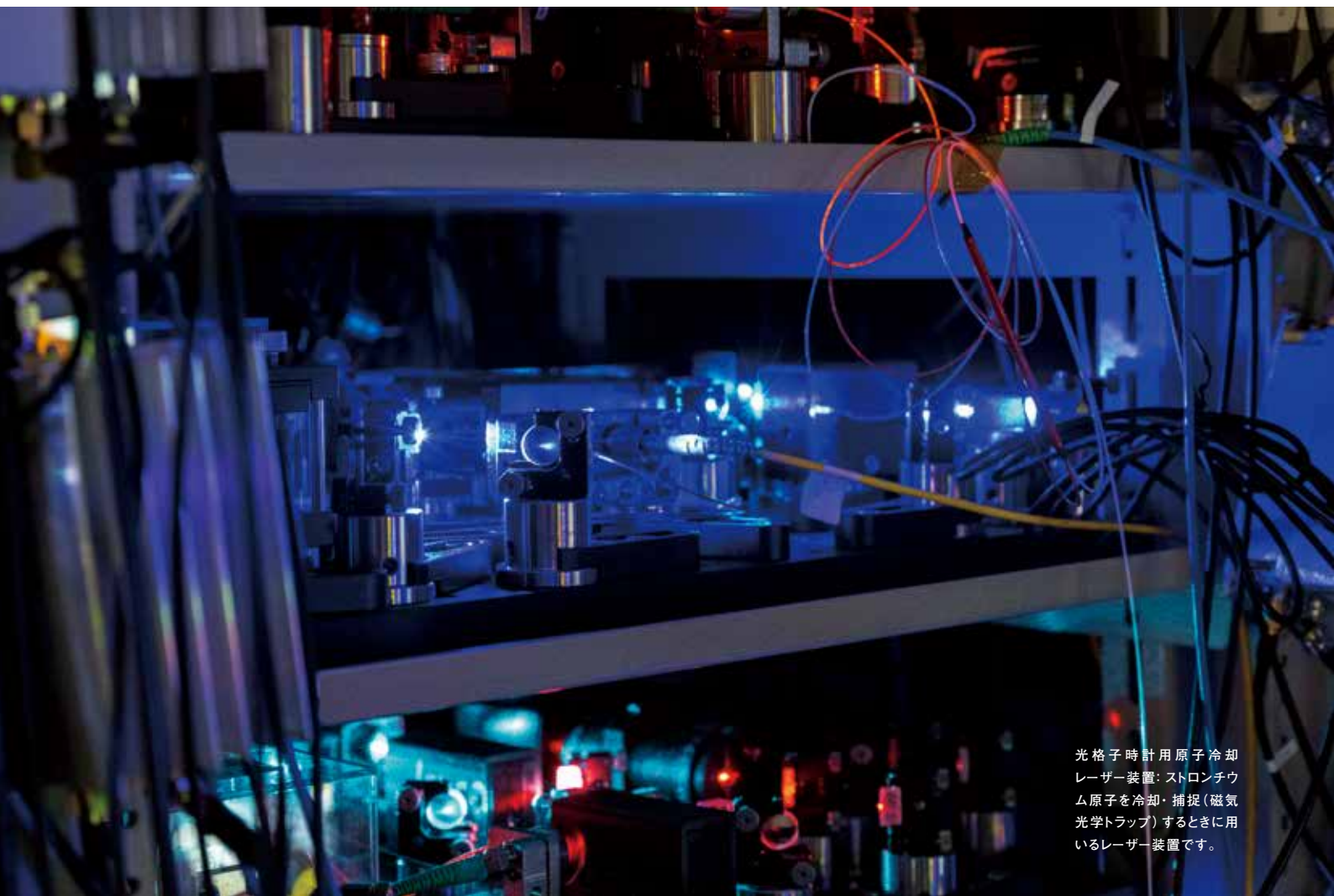
「光活性固体の物性のナノスケール評価」

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

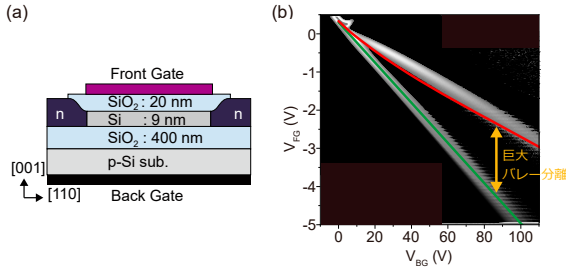
フォトニックナノ構造研究グループ

「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



光格子時計用原子冷却
レーザー装置: ストロンチウム原子を冷却・捕捉(磁気光学トラップ)するときに用いるレーザー装置です。

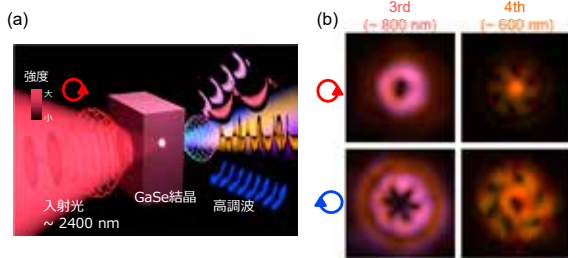


(a) 素子の概略図
(b) 素子の電流で観測されるバレー分離の実験結果と歪を導入したモデルによる計算(実線)の比較

歪導入モデルによる巨大バレー分離解析

シリコン量子コンピュータの実現においてシリコン特有のバレー状態の縮退が問題視されています。その解決法としてSi/SiO₂界面で観測される巨大なバレー分離の利用が有力と考えられますが、その原理はこれまで未解明でした。我々は、歪みが導入されたシリコンにおいて空間対称性の破れによりバレー縮退が解けることに着目し理論的検証を行いました。その結果、歪の導入により実験で観測された巨大バレー分離が良く再現できることがわかりました。本成果は、シリコン量子コンピュータにおける根本的な問題回避に対する指針を与えるものです。

J. Noborisaka, T. Hayashi, A. Fujiwara, and K. Nishiguchi, J. Appl. Phys. 135, 204302 (2024).

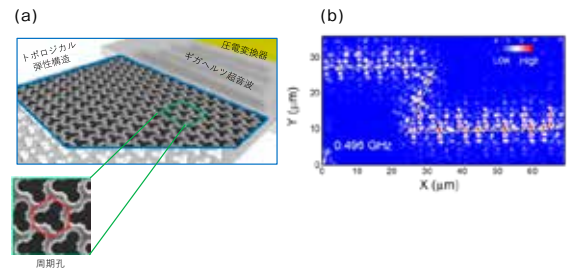


(a) 固体結晶における高次高調波発生時の模式図
(b) 左右周り円偏光成分の3次、4次高調波のビーム断面形状

高次高調波発生時の偏光、ビーム断面形状を固体の対称性で制御

高次高調波発生は、強いレーザー光を媒質に通すことで生じる波長変換過程であり、他の手法では発生が困難な極端紫外領域における短波長の光の発生を可能にします。我々は、高次高調波発生時の媒質として固体結晶を用い、その対称性を利用することで、高調波の偏光やビーム断面形状を制御することに成功しました。また、波長変換に伴う偏光やビーム断面形状の変換法則を初めて解明しました。本成果により、高調波がもつ短波長特性を活かした顕微イメージングやレーザー加工への新たな応用が期待されます。

K. Nagai, T. Okamoto, Y. Shinohara, H. Sanada, and K. Oguri, Sci. Adv. 10, ead07315 (2024).

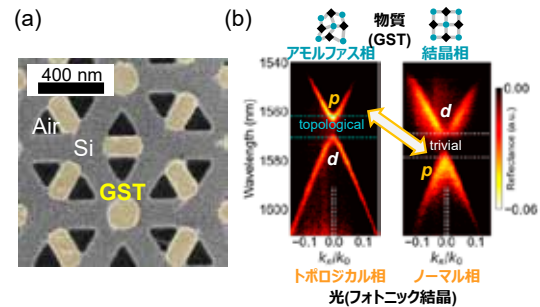


(a) GHz超音波トポロジカル構造の電子顕微鏡写真と模式図
(b) Z形状のエッジ導波路を滑らかに伝わるGHz超音波

微細トポロジカル構造におけるGHz超音波のロバストな伝搬

結晶のトポロジカル秩序に起因する境界面や縁(エッジ)に沿った波動の伝搬は、構造欠陥による散乱の影響を受けない安定性(ロバスト性)をもつと理論予測されています。しかし、この性質がナノ/マイクロメートルサイズの微細構造で保たれるかは自明でなく、実際に電子や光の波動では、微細構造でロバスト性が現れないことが報告されています。本研究では、この微細構造におけるトポロジカル物理を探索するため、人工弾性結晶を用いて微細なトポロジカル構造を作製し、GHz超音波が構造欠陥の影響を受けずにロバストな伝搬を示すことを明らかにしました。

D. Hatanaka, H. Takeshita, M. Kataoka, H. Okamoto, K. Tsuruta, and H. Yamaguchi, Nano Lett., 18, 5570-5577 (2024).



(a) 作製したトポロジカルフォトニック結晶のSEM写真。シリコンフォトニック結晶の構造上にナノメートルスケールの小さなGSTが高い位置精度で装荷されている。(b) 角度分解反射分光により測定した光バンド構造。物質相転移に伴う上下のバンドの明るさの変化により光トポロジカル相転移が示されている

物質相転移による光トポロジカル相転移

光伝搬において曲げや構造の乱れに耐性を持つ光トポロジカル構造は、光集積回路への応用が期待されています。従来の光トポロジカル構造は、一度構造を作製したのちに、その光学的性質を変えることは困難でした。本研究では、相変化材料Ge₂Sb₂Te₅(GST)をシリコン構造上に選択的に装荷したハイブリッドフォトニック結晶を実現し、GSTの相転移によって構造作製後にトポロジカルな性質を変化させることに成功しました。本成果は、シリコン単独では実現困難な新しい機能をもった光トポロジカルデバイスの応用可能性を示すものです。

T. Uemura, Y. Moritake, T. Yoda, H. Chiba, Y. Tanaka, M. Ono, E. Kuramochi, and M. Notomi, Sci. Adv. 10, eadp7779 (2024).

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めざして研究開発を行っています。

グループ・研究テーマ

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

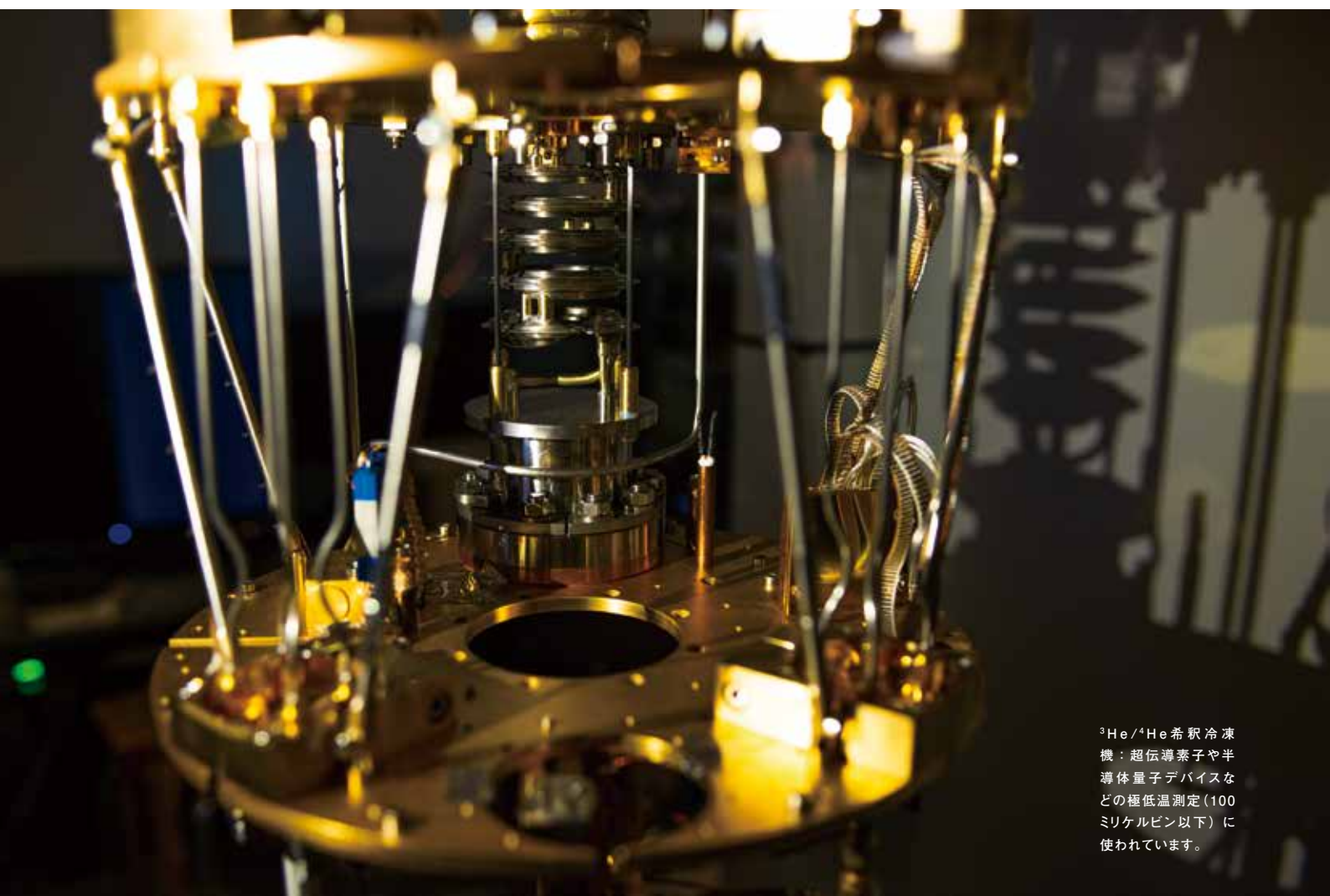
「半導体および2次元物質の

ヘテロ・ナノ構造における量子伝導」

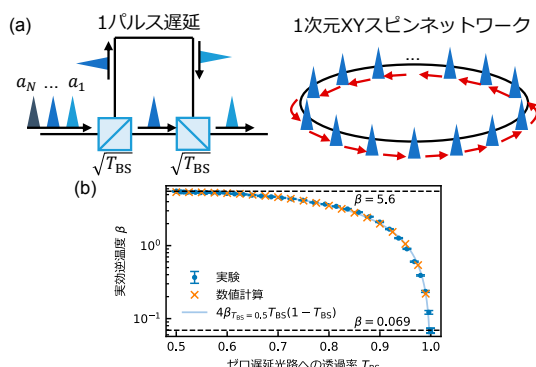
量子デバイスにおける非従来型の電荷・スピン輸送現象

「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ikelビン以下）に使われています。

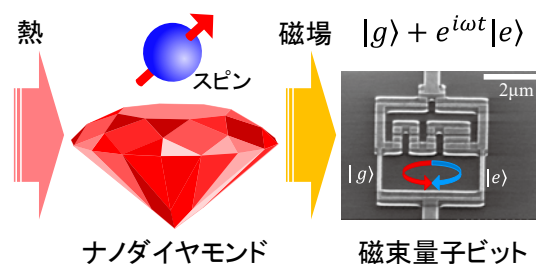


(a) 1パルス遅延干渉計を用いた1次元XYスピネットワークの実装模式図
(b) 実効逆温度のゼロ遅延光路への透過率依存性

平面光波回路干渉計を用いた 全光コヒーレントXYマシン

コヒーレントXYマシンは、非縮退光パラメトリック発振器の連続的な位相を用いて、XY模型と呼ばれる連続スピン系をシミュレートする装置です。今回、集積化した平面光波回路干渉計を用いた全光手法により、47,000スピンを超える大規模1次元XYスピネットワークを実装し、その実効温度を2桁に亘って制御することに成功しました。今後は、本手法をより複雑な相互作用へと拡張し、XY模型におけるトポロジカル現象の観測や連続変数を取り扱う情報処理への展開を目指します。

Y. Yonezu, K. Inaba, Y. Yamada, T. Ikuta, T. Inagaki, T. Honjo, and H. Takesue, *Optics Letters* 48, 5787-5790 (2023).

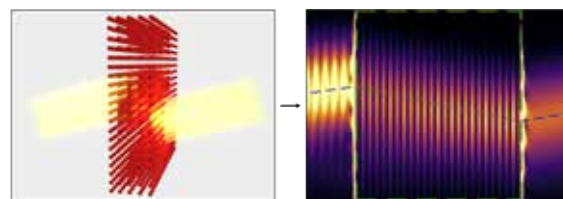


被測定物からの熱によりナノダイヤモンド中の電子スピンの偏極率が変化します。偏極率変化によって生じる磁場変化を超伝導磁束量子ビットの位相で検出します

微小温度計による高感度温度センシング

温度計を小型にすると温度計自体の熱容量が小さくなり測定による被測定物への影響を小さくすることが出来るという利点がありますが、感度が低下してしまうという問題がありました。今回、ナノダイヤモンドと超伝導磁束量子ビットによる量子ハイブリッド系を用いた量子センシングによって感度を向上させることで、微小な領域の数マイクロケルビンの温度変化の検出に成功しました。この成果は超伝導量子ビットによって温度という新しい物理量の量子センシングを可能にただけでなく、低温での温度測定が重要な物性測定などにも役立つものです。

H.Toida, ED4-1-INV ISS2024 (2024).
K. Kakuyanagi, H. Toida, L. V. Abdurakhimov, and S. Saito *New J. Phys.* 25 (1), 013036 (2023).

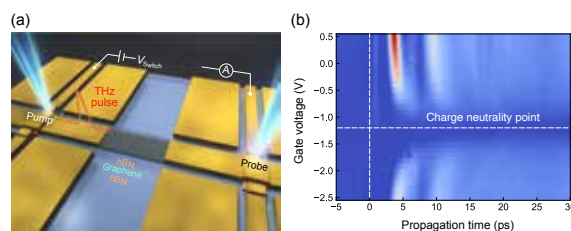


(左) 中性原子が格子を形成するように捕捉され、光のビームで照射される
(右) 負の屈折は、ビームの偏向角が負の角度で観察される

中性原子媒体における光の負の屈折

負の屈折は、光が自然界で通常観察される方向とは逆方向に屈折する現象です。この単純な変化により、クローキングやスーパーレンズなどの新たな可能性が生まれ、人工メタマテリアルの開発が促進されてきました。しかし、固有の非放射性損失や製造上の不完全さが応用範囲を制約しています。本研究では、メタマテリアルを用いずに、中性原子が協調的に応答する格子において光の負の屈折が可能であることを理論的に実証しました。我々の研究は、負の屈折に基づく技術に向けた有望なプラットフォームとして原子媒体を提唱します。

L. Ruks, K.E. Ballantine, and J. Ruostekoski, *Nat. Commun.* 16, 1433 (2025).



(a) THzエレクトロニクスの模式図
(b) グラフェンプラズモン波束の実時間波形

超短グラフェンプラズモン波束のオンチップ伝送

THz領域のグラフェンプラズモンは低損失かつ外部から電气的に変調可能なため次世代の高速回路への応用が期待されています。しかし、これまでは静的な定在波の計測が中心で回路応用へは大きな隔たりがありました。我々はTHz領域のエレクトロニクスを開発し、これまでで最短となるパルス幅1.2ピコ秒のプラズモン波束をオンチップで発生・伝搬制御・計測することに成功し、さらにその伝搬特性を明かにしました。本成果はグラフェンプラズモニック回路実現への重要な手がかりです。

K. Yoshioka, G. Bernard, T. Wakamura, M. Hashisaka, K. Sasaki, S. Sasaki, K. Watanabe, T. Taniguchi, and N. Kumada, *Nat. Electron.* 7, 537 (2024).

→ Nanophotonics Center

ナノフォトニクスセンタ



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めざす革新研究を行うために、2012年4月に設立されました。フロンティア機能物性研究部フォトニ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。

研究テーマ

- 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素子の追求
- ナノマテリアルとナノフォトニクスの結合による新しい光のプラットフォーム
- ナノフォトニクスを用いた光電融合演算技術

→ Research Center for Theoretical Quantum Information

理論量子情報研究センタ



センタ概要

Overview

量子情報分野の多様なレイヤの理論研究者を結集して学際的協業を促すことで、量子情報技術に関する理論研究のさらなる強化をめざし、2023年10月に前身の理論量子物理研究センタから改組されて当センタが生まれました。当センタは、情報化社会の未来像を精彩に描くことにより、ハードウェアからミドルウェア・アプリケーションにいたる量子情報技術の羅針盤となることをめざしています。

研究テーマ

- 量子情報を活用した暗号技術、耐量子計算機暗号
- 量子計算アルゴリズム、量子通信プロトコル
- 量子コンピュータアーキテクチャ、誤り耐性量子計算、量子中継技術
- 量子情報処理の実現に資する理論物理

→ 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

バイオメディカル情報科学研究センタ(BMC)は、ICTやAIを活用したデータ駆動型医療の創造を目標に、関連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。

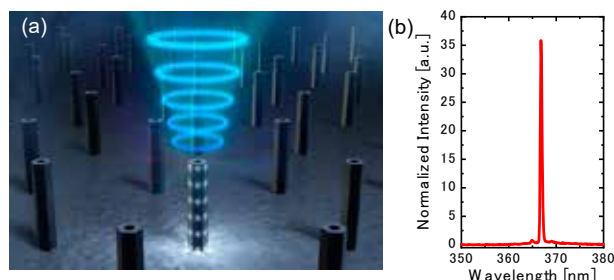
研究テーマ

- 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)
- AI-テレ聴診器やhitoe®心電計測を活用した心臓モデリングとリハビリ活動支援
- 非侵襲血糖センサや深部体温センサ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創製

中空ナノワイヤレーザからのベクトルビーム生成

半導体ナノワイヤは一次元構造を持つ機能性材料であり、ナノレーザなどのナノ光デバイスの応用が期待されています。我々は、昇華法により中空構造をもつGa_Nナノワイヤを初めて作製し、レーザ発振することを確認しました。さらに、この構造の特徴を利用し、中空状の電界分布を持ち、方位角方向に偏光を持つベクトルビームの生成にも成功しました。今後、本研究はトポロジカル光波の研究やオンチップの新しい光源として期待されています。

M. Takiguchi, S. Sergent, B. Damilano, S. Vézian, S. Chenot, N. Yazigi, P. Heidt, T. Tsuchizawa, T. Yoda, H. Sumikura, A. Shinya, and M. Notomi, ACS Photonics, 11, 789 (2024), Featured in New scientist.



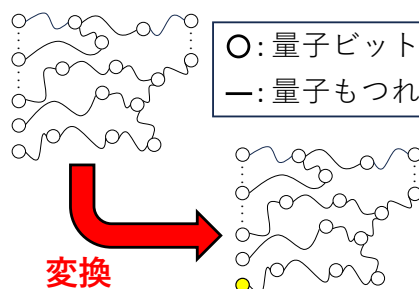
(a) 中空ナノワイヤレーザの概念図
(b) レーザ発振スペクトル

1量子ビットの置換による

量子コンピュータのフルスベック化

量子コンピュータには、ビット出力と量子ビット出力の2種類があります。フルスベックの量子コンピュータを直接実現することは容易ではないため、ビット出力に制限はないが、量子ビット出力には制限がある「弱い」量子コンピュータをまずは構築し、それを改良することでフルスベック化を目指す方法が考えられます。しかし、これまで「弱い」量子コンピュータをフルスベックに変換する方法は未探索でした。今回、我々はそのような変換をたった1量子ビットの置換で達成する方法を理論的に発見しました。

Y. Takeuchi, Phys. Rev. Lett. 133, 050601 (2024).

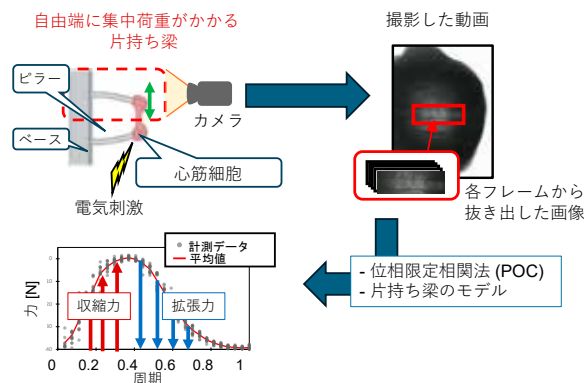


光量子コンピュータに適した計算方式である測定型量子計算に、我々の変換手法を適用した場合の模式図。1量子ビットが黄色の量子ビットに置換されている

位相限定相関法を活用した動画解析による人工心臓組織の力学性能の計測

心臓病患者のiPS細胞由来の人工心筋組織 (Engineered Heart Tissue: EHT) を用いた疾患の原因や治療法の研究では、収縮力と弛緩力の測定が不可欠です。今回、位相限定相関法を活用した手法を開発しました。まず顕微鏡を用いて、変形特性が既知な2本の柱の間で培養した心筋組織の周期的な刺激に応じた動きを動画で記録します。次に動画フレーム間での組織の動きを精密に追跡し、最大変位と周波数をsin関数に基づいて算出します。この結果から、EHTで発生した力を正確に測定できることを示しました。

M. Hasegawa, K. Miki, T. Kawamura, I. Takei-Sasozaki, Y. Higashiyama, M. Tsuchida, K. Kashino, M. Taira, E. Ito, M. Takeda, H. Ishida, S. Higo, Y. Sakata, and S. Miyagawa, Dev. Growth Differ. 66(2), 119-132 (2024).



- (1) 変形特性が既知な2本のピラーの間で心筋細胞を培養
- (2) 細胞に電気刺激を加え、その動きを動画で記録
- (3) 各フレーム間での変位を位相限定相関法にて検出
- (4) 片持ち梁のモデルに基づき細胞に発生した力を算出する

NTTフェロー

NTT Fellow

「フェロー」は、世界的に認められる卓越した研究業績をあげている社員の中で、象徴的な研究者に与えられる特別な役職です。研究チームを率い、世界に影響を与える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。

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

脳神経細胞の情報伝達に関する機構解明・活動制御の研究に従事、導電性高分子・繊維複合素材を核にしたウェアラブル型・埋め込み型生体電極の研究を行う。テンソル心電図TCGを考案。

2018年4月1日よりNTTフェロー。

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

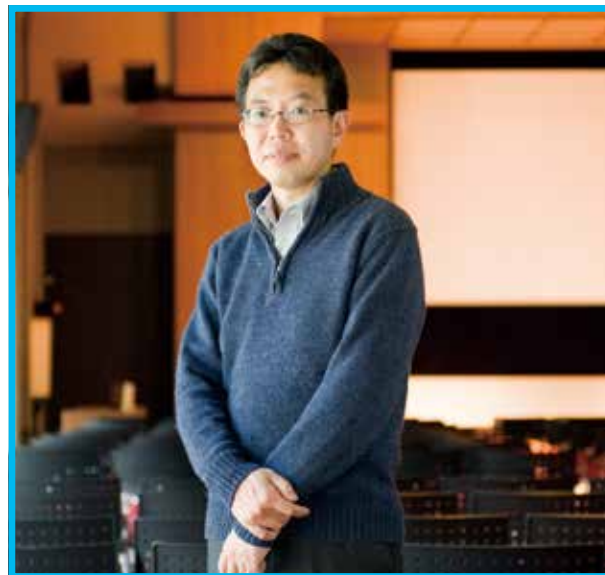
微細加工技術により作製したナノ構造の持つ機械的特性、特に振動特性を活用した新しいデバイス技術の研究に従事。

2022年3月22日よりNTTフェロー。

Masaya Notomi

納 富 雅 也

ナノフォトニクスセンタ プロジェクトマネージャ



研究テーマ

フォトニックナノ構造による光波制御

人工ナノ構造による物質の光学物性制御およびデバイス応用の研究を行う。量子細線、量子箱の研究を経て、現在フォトニック結晶の研究に従事。

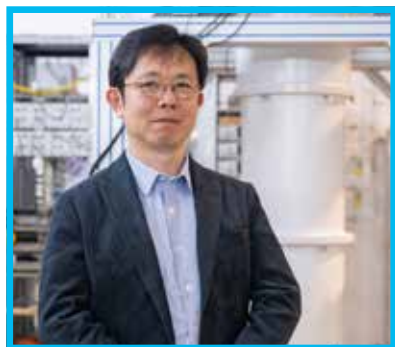
2023年4月1日よりNTTフェロー。

上席特別研究員

Senior Distinguished Researcher

Koji Muraki

村木 康二

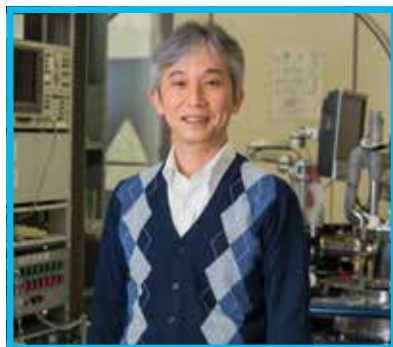


研究テーマ

低次元半導体構造の量子電子物性

Akira Fujiwara

藤原 聡



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

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

Hideki Yamamoto

山本 秀樹



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

Shiro Saito

齊藤 志郎



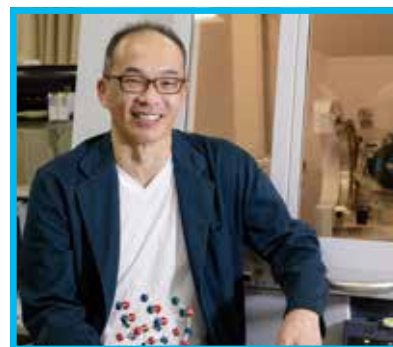
研究テーマ

超伝導量子回路を用いた量子情報技術の研究

Yoshitaka Taniyasu

谷保 芳孝

低次元構造研究グループリーダー



研究テーマ

グリーンイノベーションに向けた機能性材料の研究

Norio Kumada

熊田 倫雄

量子固体物性研究グループリーダー



研究テーマ

2次元系における超高速電子ダイナミクス

特別研究員

Distinguished Researcher

Katsuhiko Nishiguchi

西口 克彦

Koji Azuma

東 浩司

Imran Mahboob

Takahiro Inagaki

稲垣 卓弘

Haruki Sanada

眞田 治樹

Hajime Okamoto

岡本 創

准特別研究員

Associate Distinguished Researcher

Yuki Wakabayashi

若林 勇希

Motoki Asano

浅野 元紀

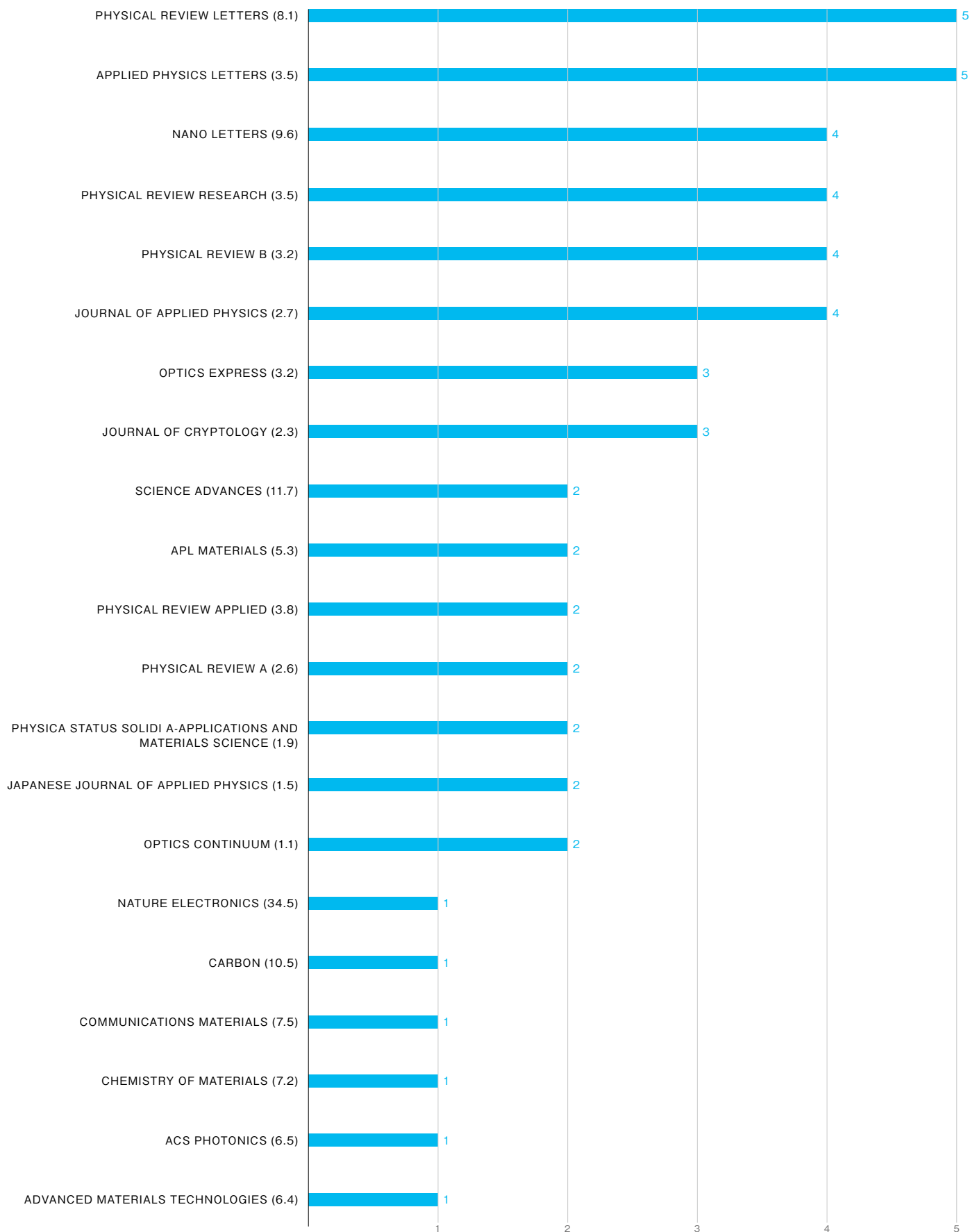
学術論文掲載件数と主な掲載先

Publication List

()内数字…インパクトファクター2023

2024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83件です。

(2023年掲載論文の平均IF = 4.483)



国際会議発表件数と主な発表先

Number of Presentations

228件(うち招待講演64件)

国際会議名	件数
International School and Symposium on Nanodevices and quantum Technologies (ISNTT2024)	32
Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO2024)	13
36th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS)	12
14th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (META2024)	7
2024 APS March Meeting	7
The 23rd International Conference on Molecular Beam Epitaxy (ICMBE2024)	7
37th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2024)	6
IEEE Silicon Photonics Conference 2024	6
12th International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN2024)	5
2024 MRS Fall Meeting & Exhibit	5
Optical Fiber Communication Conference and Exposition (OFC2024)	5
QCrypt 2024	5

特許出願件数

Patents

121件

社外表彰受賞者一覧

Awards

第45回 応用物理学会論文賞(応用物理学会論文奨励賞)

Buckling-induced Quadratic Nonlinearity in Silicon Phonon Waveguide Structures 黒子 めぐみ

レーザー学会 奨励賞

情報処理基盤に向けた線形光学に基づく超低遅延演算 北 翔太

マイクロ波テラヘルツ光電子技術研究会 優秀若手論文賞

テラヘルツエレクトロニクスによるグラフェン超高速電荷ダイナミクスのオンチップ計測 吉岡 克将

IOP Trusted Reviewer Status

生田 拓也

電気学会 2023年度 電子・情報・システム部門 査読促進賞

酒井 洸児

ライフサポート学会 LIFE2024 若手プレゼンテーション賞

自己組立て電極アレイを用いた凝集塊モジュール型培養神経回路網の計測 酒井 洸児

応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会奨励賞

Self-Folding Graphene-Based Interface for Brain-Like Modular 3D Tissue 酒井 洸児

第43回電子材料シンポジウム EMS賞

スピンドバイス応用に向けた強磁性パーマロイ/B ドープダイヤモンドショットキートンネル接触 河野 慎

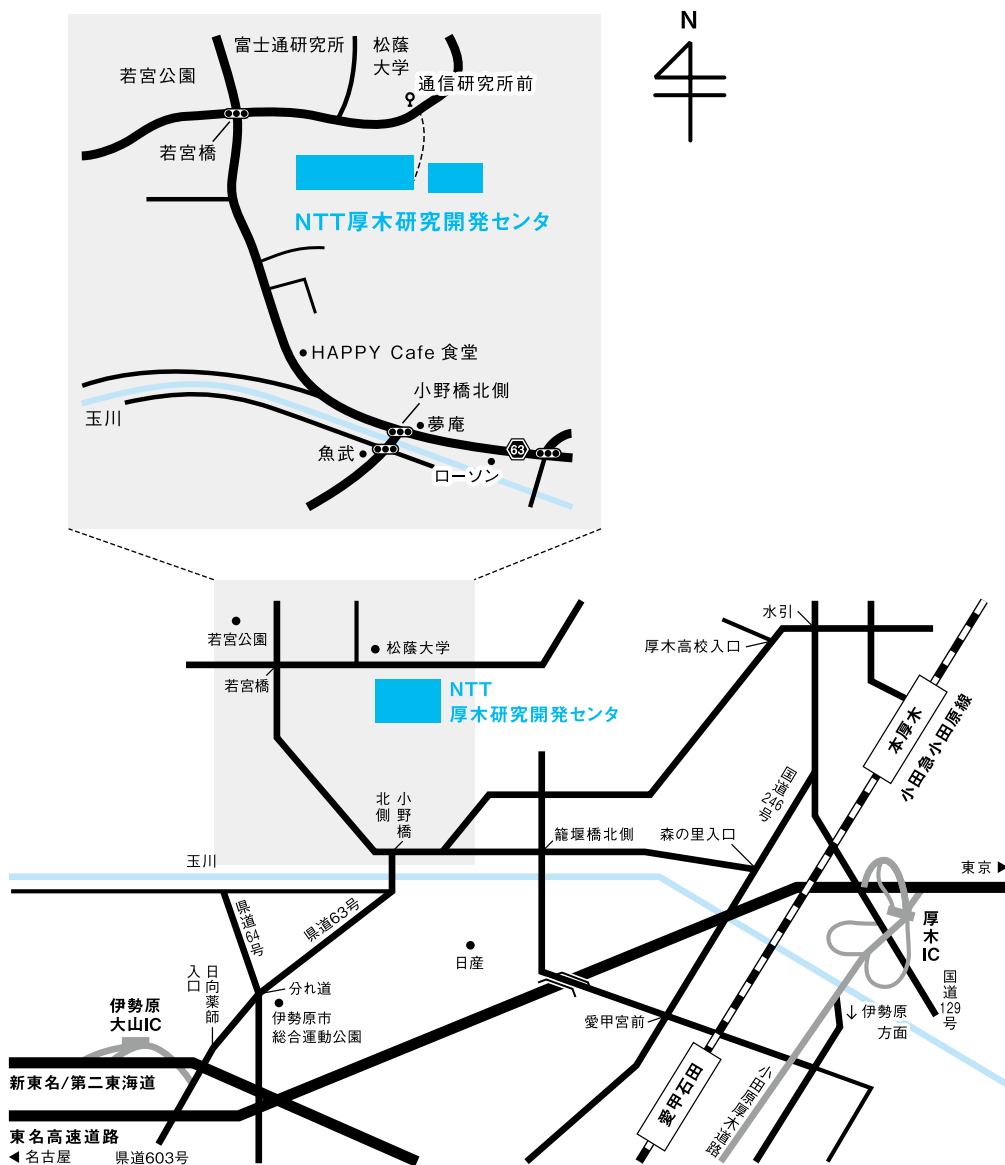
報道一覧

Media Report List

	掲載日	媒体名	記事タイトル
Web	2024年1月5日	@DIME	産総研とNTTの研究グループが複数のシリコン量子ドットから発生する微小電流を世界最高精度で比較・制御する技術を開発
	2024年1月16日	日経xTECH	電子の「飛行量子ビット」をNTTなどが初実証、量子計算機をつなぐ大規模化に道
	2024年1月16日	マイナビニュース	NTTなどが電子の飛行量子ビット動作を実証、量子もつれ対のオンデマンド生成・配送の実現に期待
	2024年1月16日	文教速報デジタル版	飛行量子ビット動作 NTT研究チームが世界初実証 離れた量子コンピュータの接続に期待
	2024年1月17日	MONOist(Itmedia)	量子コンピュータに新たな道を開くか、電子の飛行量子ビット動作を世界初実証
	2024年1月18日	MIT Technology Review Japan	NTTなど、世界で初めて電子の飛行量子ビット動作を実証
	2024年1月19日	PC Watch(Impress)	超音波使った量子光メモリ。NTTと日大が開発に前進
	2024年1月19日	MONOist(Itmedia)	省エネオンチップ量子光メモリ素子に向け、電子と超音波のハイブリッド状態を実現
	2024年1月19日	OPTRONICS	NTTら、光励起電子と超音波のハイブリッド状態を実現
	2024年1月22日	@DIME	NTT、CEA-Saclay、物質・材料研究機構、韓国科学技術院の共同研究グループが電子の飛行量子ビット動作を実証
	2024年1月23日	マイナビニュース	NTTと日大、通信波長の光に共鳴する電子とGHz超音波のハイブリッド状態を実現
	2024年1月26日	Reinforz Insight	NTTの最新研究開発：未来の通信技術を支える革新
	2024年1月29日	Laser Focus World Japan	NTTと日大、通信波長の光に共鳴する電子とGHz超音波のハイブリッド状態を実現
	2024年2月15日	New Scientist	Lasers smaller than a human hair emit doughnut-shaped light
	2024年6月3日	Reinforz Insight	次世代通信を切り拓く光回路の未来：超高速・低消費電力技術の革新
	2024年6月19日	Jbpress	NTT×東レの機能素材[hiteo]、共同開発を実現させた“奇策”とはオープンイノベーションを掲げる企業同士が「対等な関係」になる秘訣
	2024年6月30日	ナゾロジー	研究者を苦しめたチート能力を持つ「物理学の悪魔」たち
	2024年7月16日	ロボスタ	NTTと岡山大学【世界初】超音波の流れを自在に制御するギガヘルツ超音波回路技術を発表 無線通信用の高周波フィルタを小型・高性能化
	2024年7月17日	IoTNEWS	NTTと岡山大学、トポロジーの原理を利用したギガヘルツ超音波回路を実現
	2024年7月17日	MONOist(Itmedia)	世界初で世界最小の超音波フィルターを開発、トポロジーの原理で限界を打破
	2024年7月17日	fabcross for エンジニア	トポロジーの原理を利用したギガヘルツ超音波回路を開発——超音波フィルターの小型化に寄与 NTTと岡山大学
	2024年7月18日	マイナビニュース	NTTなど、トポロジーの原理を利用した「ギガヘルツ超音波回路」を実現
	2024年7月18日	アドクロ	岡山大学とNTTが超音波回路を開発
	2024年7月19日	EETimes(Itmedia)	高性能な高周波フィルタを小型にトポロジーの原理を活用したGHz超音波回路を開発
	2024年7月19日	KSBニュース	世界初 岡山大学×NTT スマホの高性能化などに期待…ノーベル賞で注目されたトポロジーの原理を利用しギガヘルツ超音波回路を実現
	2024年7月22日	マイナビニュース	NTT、パルス幅1.2psのグラフェンプラスモン波束をチップ上で転送することに成功
	2024年7月23日	MONOist(Itmedia)	グラフェンを用いてTHz電気信号の制御に成功、NTTがGHz超えの高速信号処理で成果
	2024年7月24日	EETimes(Itmedia)	回路中のTHz信号処理を可能に 超短グラフェンプラスモン波束を電氣的に発生・制御
	2024年7月24日	INTERNET Watch(Impress)	NTT、世界最短グラフェンプラスモン波束の発生・制御・測定に成功、回路上のTHz信号制御に新たな可能性
	2024年7月25日	日経xTECH	NTTなどが無線通信にトポロジー原理、超音波フィルター100分の1に小型化
	2024年7月26日	OPTRONICS	NTT、グラフェンプラスモン波束を発生・制御/計測
	2024年8月21日	マイナビニュース	NTT、アト秒光パルスの発生原理である高次高調波発生での偏光/波面形状の同時制御に成功
	2024年8月26日	OPTRONICS	【解説】アト秒パルス発生原理による光制御がもたらす応用とは
	2024年9月6日	マイナビニュース	NTTと東工大、物質の相転移を用いた光トポロジカル相転移を実現
	2024年9月11日	OPTRONICS	NTTら、光のトポロジカル相転移の引き起こしに成功
	2024年9月11日	アドコム・メディア オンライン書店	物質の相転移を用いて、光のトポロジカル相転移を世界で初めて実現
	2024年10月15日	ロボスタ	【世界初】ゼロ磁場で動作する新型超伝導磁束量子ビットの開発に成功 NICT・NTT・東北大学・名古屋大学
	2024年10月15日	サードニュース	ゼロ磁場で動作する超伝導量子ビットの開発がもたらす量子コンピュータの未来
	2024年10月16日	マイナビニュース	NICTなど、外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを開発
	2024年10月17日	ICT 教育ニュース	NTT、外部磁場を必要としない新型超伝導磁束量子ビットを実現
	2024年10月25日	MONOist(Itmedia)	外部磁場なしで動作する新型超伝導磁束量子ビットを開発
	2024年10月28日	化学工業日報(5面)	超伝導磁束量子ビット ゼロ磁場で動作 NICTなど開発
	2024年10月29日	NIKKEI Tech Foresight	NICTなど、新型の超伝導磁束量子ビット 外部磁場不要
	2024年10月31日	日経xTECH	NTTなどが光電融合ならぬ「音電融合」、無線アナログ回路が超小型化
	2024年11月6日	Science Tokyo	物質の相転移による光のトポロジカル相転移を実現
	2024年11月26日	マイナビニュース	期待の「iOWN」や生成AI「tuzumi」、量子に宇宙開拓まで - NTT最新研究が集う「NTT R&Dフォーラム 2024」レポート
	2024年12月11日	マイナビニュース	東大など、AIN系ショットキーバリアダイオードの電流輸送機構を解明
	2024年12月17日	EETimes(Itmedia)	理想的な特性系SBDを作製 AINパワー半導体開発加速に弾み 電流輸送機構を解明
新聞	2024年1月12日	電波新聞	複数のシリコン量子ドットで高精度の電流発生実証 産総研とNTT 精密計測や量子コンなど応用期待
	2024年1月16日	化学工業日報	複数の量子ドット素子 微小電流を高精度比較 NTT-産総研 半導体加工などに貢献
	2024年1月17日	日刊工業新聞	グラフェン中の電子源 量子ビット作製成功 NTT
	2024年1月20日	福島民報	通信中継器で新技術確立 日大工学部の俵教授、世界初
	2024年1月22日	日通信興業新聞	産総研とNTTが開発 シリコン量子ドットから発生する微小電流 世界最高精度で比較・制御
	2024年1月29日	通信興業新聞	NTTと日大 通信波長の光に共鳴する電子と ギガヘルツ超音波 ハイブリッド状態生成
	2024年2月12日	通信興業新聞	電子の飛行量子ビット 世界で初めて動作実証 NTTなどの研究グループ
	2024年2月16日	科学新聞	「世界初」通信波長の光に共鳴 電子とギガヘルツ超音波 ハイブリッド状態を実現NTTと日大、省エネ量子光メモリ素子に期待
	2024年7月17日	日刊工業新聞	トポロジーで超音波回路 NTTと岡山大 特定周波数フィルタ実現
	2024年7月17日	電波新聞	NTTと岡山大が世界初 トポロジー原理でギガヘルツ超音波回路 無線通信の小型・高性能化へ
	2024年7月22日	電経新聞	NTTと岡山大学 ギガヘルツ超音波回路を実現 トポロジー原理を利用、スマホを高性能化
	2024年7月22日	通信興業新聞	NTTと岡山大学 トポロジー原理を利用 ギガヘルツ超音波回路を開発
	2024年7月23日	日刊工業新聞	テラヘルツ級電気信号制御 NTT、電子回路応用へ
	2024年7月24日	電波新聞	NTT グラフェンプラスモン波束 電氣的発生させ伝搬制御成功 THz超高速信号処理へ
	2024年7月24日	化学工業日報	世界最短のグラフェンプラスモン波束 NTTが発生・伝搬制御
	2024年7月26日	科学新聞	「世界初」トポロジー原理利用 ギガヘルツ超音波回路実現 NTTと岡山大 無線端未用フィルタ 小型・高機能化へ
	2024年7月29日	通信興業新聞	世界最短のグラフェンプラスモン波束 NTTが発生・伝搬制御
	2024年8月22日	日刊工業新聞	偏光・波面形状 同時制御 高次高調波発生 多様な光技術に応用 NTT
	2024年8月23日	電波新聞	NTT 「高次高調波発生」で世界初 偏光、波面形状を同時制御 分光、レーザー加工などに応用へ
	2024年8月26日	電経新聞	NTT 光技術の新たな応用に期待 高次高調波の偏光、波面形状の同時制御に成功
	2024年8月26日	通信興業新聞	NTT 高次高調波発生において偏光・波面形状の同時制御に成功
	2024年8月30日	科学新聞	世界最短グラフェンプラスモン波束 電氣的発生・伝搬制御・計測 NTTがNIMSと共同で成功 テラヘルツ周波数の超高速信号処理へ期待
	2024年9月6日	科学新聞	「アト秒光パルス原理」高次高調波発生 偏光、波面形状を同時制御 世界初 NTT物性研が成功 基本的な光の変換法則発見
	2024年9月9日	電経新聞	光のトポロジカル相転移を世界初で実現 光による高度な情報処理基盤に道筋 NTTと東工大
	2024年9月16日	通信興業新聞	NTTと東工大の研究グループ 光のトポロジカル相転移 物質の相転移用い初の実現
	2024年9月20日	科学新聞	NTTと東工大が世界初 光のトポロジカル相転移 物質の相転移用いて実現 GSTをフォトニック結晶状に装荷／温度変化によるバンド反転確認
	2024年10月21日	電経新聞	NICTやNTTらが開発に成功 ゼロ磁場で動作する超伝導磁束量子ビット
	2024年10月25日	科学新聞	NICTなど4者が開発 n接合組み込みで外部磁場不要 世界初 新型超伝導磁束量子ビット 量子コンピュータ小型化への素子応用期待
	2024年12月12日	日刊工業新聞	電流輸送の仕組み解明 窒化アルミ製パワー半導体 作製に基礎的知見 東大・NTT
雑誌	2024年3月21日	日経マネー2024/05号	特集1 新NISAで狙う10倍株50選【Part1】 光電融合技術 ほか

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



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（新宿より快速急行・急行にて約50分）
北口4番バス乗り場（約20分）
「愛17 森の里行」「愛18 松蔭大学行」「愛19・21 日産先進技術開発センター行」にて
「通信研究所前」下車

小田急線「本厚木」駅下車（新宿より快速急行・急行にて約50分）
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」または、
「厚45（船子・森の里青山経由）森の里行」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（2,000円程度）
または、小田急線「本厚木」駅から約20分（3,000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）
新東名高速道路「伊勢原大山IC」より約10分（約5km）



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@ntt.com

<https://www.brl.ntt.co.jp/>

