

N T T



物 性 科 学
基 礎 研 究 所

Annual Report 2023



NTT
BASIC
RESEARCH
LABORATORIES



ごあいさつ

Message from the Director

日頃より、私ども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事業への貢献をめざしています。

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。

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」などの国際会議や
各研究分野で活躍している研究者を招待し講演いただく
「BRL 세미나」を、当厚木R&Dセンターで開催し、世界中からの
来訪者とNTT研究者との間の緊密な交流を促すとともに、
皆さまのご意見やご批判を頂けるよう努めております。

このような活動を通じまして、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 熊倉一英

熊倉一英

Advisory Board

外部の著名な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ことを目的に、アドバイザリボードを設置しています。2023年は、2月2日と3日の2日間、「第12回アドバイザリボードミーティング」をオンサイトで開催しました。ボードメンバから直接いただいた提案や助言が、日々の研究活動に活かされています。



NTT-BRL Seminar

国内外より講師の方をお招きし、研究所内の会議室にて小規模セミナーを開催しています。本年も23名の先生方にお越し頂きました。最新の研究内容や実験データを共有頂き、議論を交わす機会を得ることが出来ました。

表紙モチーフについて

On-chip 生体モデル

生体外で細胞を培養し、臓器のような高度な生体機能を人工的に再現する技術は、細胞生物学、再生医療、創薬、食品開発などの幅広い分野で注目されています。特に、センサ基板上(オンチップ)に生体機能を再現するモデルを作製できれば、細胞レベルでの多角的な情報取得が可能となり、その情報を使って自身をデジタル空間上に写像する「バイオデジタルツイン」構築につながる事が期待されます。NTT物性科学基礎研究所では、生体に優しい薄膜材料(グラフェン、ハイドロゲル)をオンチップで形状制御する独自技術を創出し、オンチップ生体モデルのプロトタイプを実現しています。神経細胞と組み合わせて脳神経ネットワークの構造や機能を模擬・解析可能にしたオンチップ脳モデル【左上】や、流路構造を動的に形状制御することで腸管を模した蠕動・分節運動を可能にしたオンチップ腸モデル【右下】はその例です。これからも独自技術を活用した様々なオンチップ生体モデルの実現をめざしていきます。



高橋 陸【左】

水と高分子網目から構成されるハイドロゲルを使った基盤技術研究に従事
酒井 洸児【右】

電極加工技術を基盤とした神経系の培養モデル研究に従事

組織図

Organization

NTT 物性科学基礎研究所

所長 熊倉一英



企画担当

部長 小栗克弥



多元マテリアル創造科学研究部

部長 山本秀樹

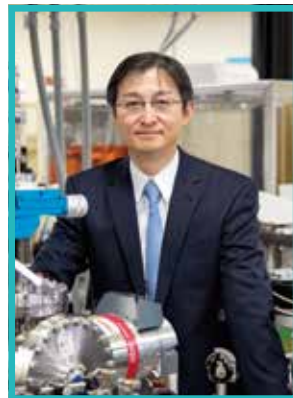


→ P5

- 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 2023年12月31日時点

- 研究員(外国人研究員)…94名(6名)
- リサーチアソシエイト・リサーチスペシャリスト…7名
- 共同研究協力者…17名 ● 海外研修生…11名*
- 一般実習生…7名*
- 招聘教授…1名*

*…2023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

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

プロジェクトマネージャ **谷誠一郎**



→ P11

バイオメディカル情報科学研究センタ

プロジェクトマネージャ **中島寛**



→ 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

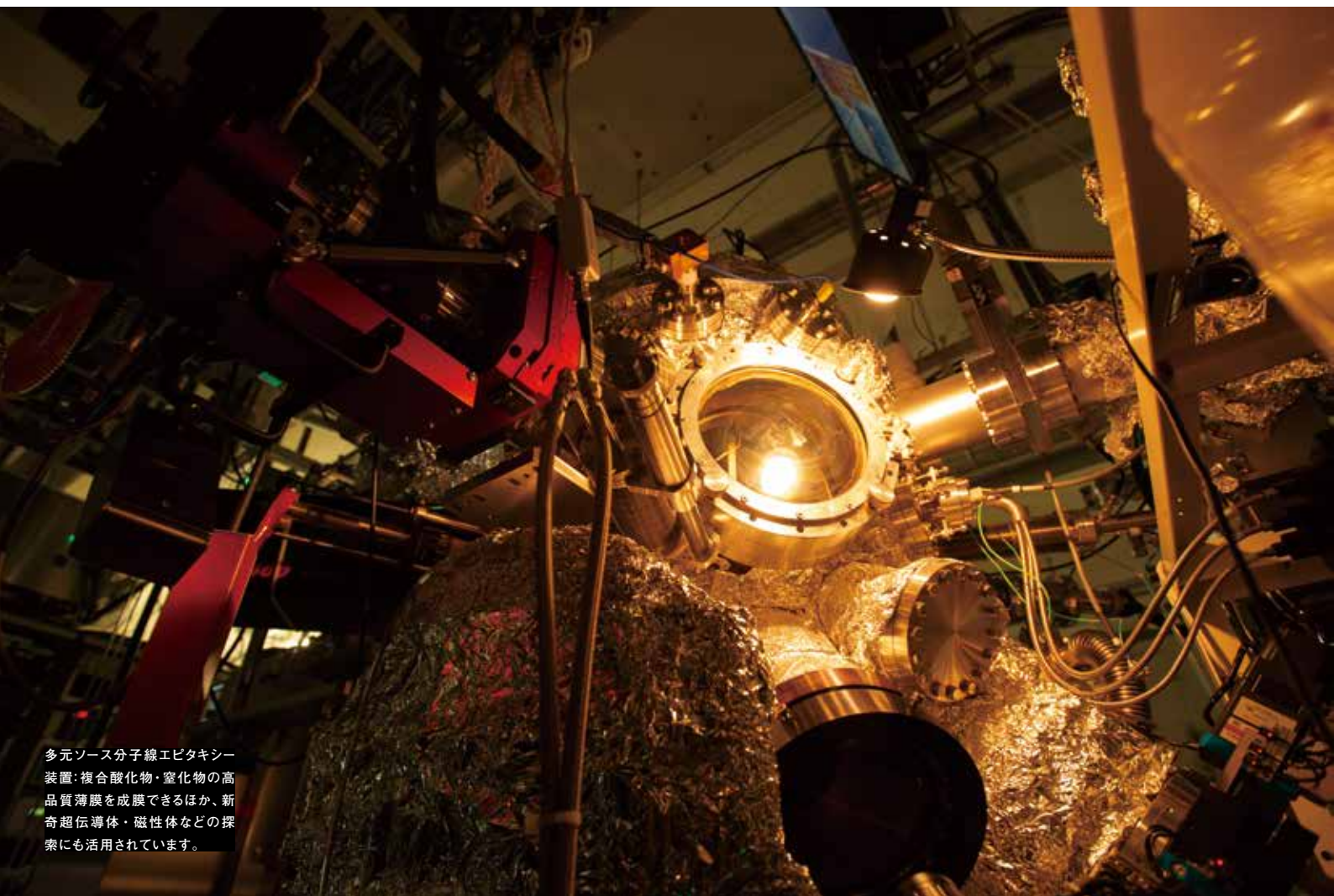
分子生体機能研究グループ

「生体適合性電極材料」

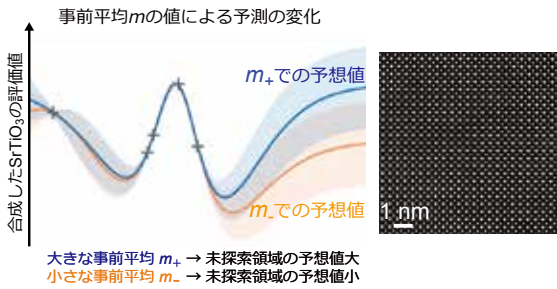
深層生体情報を計測する生体電極素材の開発と応用

「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ピタキシー装置: 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。

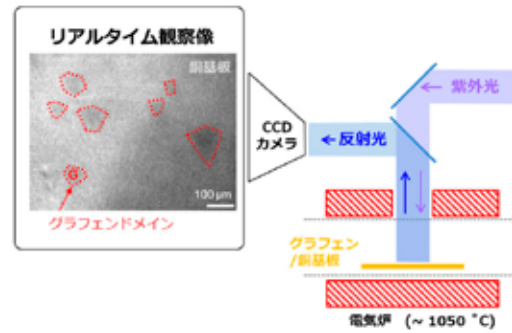


(左) 事前平均の値による予測の変化
(右) 組成スレのないSrTiO₃薄膜の電子顕微鏡像

適応的事前平均を用いたベイズ最適化による 高品質SrTiO₃薄膜の成長

温度や原料供給比などの成膜パラメータを効率よく最適化するため、統計的機械学習手法のベイズ最適化 (BO) をベースにした新手法を酸化物薄膜作製に実装し、次世代の高 k (比誘電率) キャパシタや光触媒の候補材料である絶縁酸化物SrTiO₃の高品質化を行いました。従来のBOでは、合成物質の評価値の最適値周辺ではなく局所的に良い評価値を示す領域 (局所最適領域) での探索に注力しすぎる問題がありました。本手法では、適応的に事前分布の平均パラメータを変化させ、局所最適領域からの脱出に向けた探索を促すことで、この問題を解決し、高抵抗で組成のスレのない理想的なSrTiO₃絶縁薄膜の作製に成功しました。

Y. K. Wakabayashi, T. Otsuka, et. al., APL Mach. Learn. 1, 026104 (2023).
Y. K. Wakabayashi, T. Otsuka, et. al., APL Mater. 7, 101114 (2019).

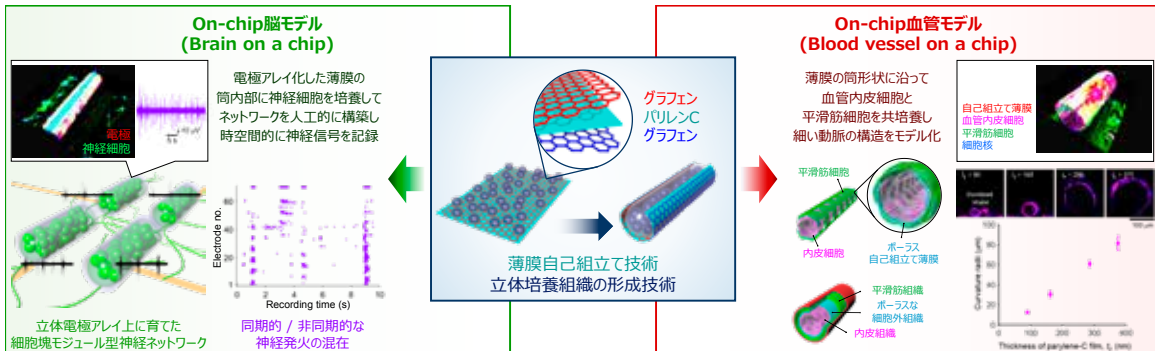


(左) 銅基板上のグラフェンの光学反射顕微鏡像
(右) 反射型の光学観察系を備えた熱CVD装置の模式図

紫外光を用いたグラフェンCVD成長の リアルタイム観察

グラフェンに代表される2次元物質は、次世代ナノデバイス材料として期待されています。本研究では、紫外光を用いた反射型の光学観察系を構築することにより、これまで困難だったCVD合成中のグラフェンの成長過程を観察することに成功しました。本観察技術は2次元物質の合成における制御性や再現性の向上に有用であり、2次元物質のデバイス応用に貢献します。

Y. Ogawa, T. Tawara, and Y. Taniyasu, ACS Appl. Nano Mater. 6, 21405 (2023).



(左上) 電極に含まれた神経細胞の立体細胞塊の染色像と計測された代表的な信号
(左下) 細胞塊モジュール型神経ネットワークと立体化電極アレイの概略図
(右下) 細胞塊モジュール型神経ネットワークから計測された神経発火パターン

(左) 細胞内包化による動脈組織モデル形成の概略図
(右上) 共培養した内皮細胞と平滑筋細胞の染色像
(右下) 膜厚の調節による筒状組織の曲率制御

立体化電極アレイを用いた 細胞塊モジュール型神経ネットワークの信号計測

我々はこれまで、グラフェンとポリマーから成る薄膜電極の自発的な屈曲を誘導し、培養細胞を包む技術を開発してきました。今回、アレイ状に並べた電極の中で細胞を育てることで細胞の塊を複数同時に形成させ、細胞塊同士の繋がった神経ネットワークから神経信号を計測することに成功しました。神経ネットワークが脳の特徴である立体構造・モジュール性を持つことにより同期/非同期の混ざった多様な神経発火パターンを生じることを実証しました。

薄膜自己組立てを用いた細動脈培養モデルの構築

自己組立て薄膜を用いた立体培養技術を新たに血管系にも拡張し、薄膜の円筒形に沿った血管様の培養組織を形成することに成功しました。病理の理解に重要な細動脈に着目し、そのサイズと層構造の再現を目的として、自己組立ての制御性を活用して10ミクロンスケールの円筒組織を形成すると同時に、内皮細胞 (栄養吸収) と平滑筋細胞 (血管収縮の動力) の共培養を実現しました。また、薄膜に細孔を設けることで内皮/平滑筋間に存在する細胞外組織を模擬し、異種細胞同士が相互作用する細動脈内の微小環境を再現しました。

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

「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

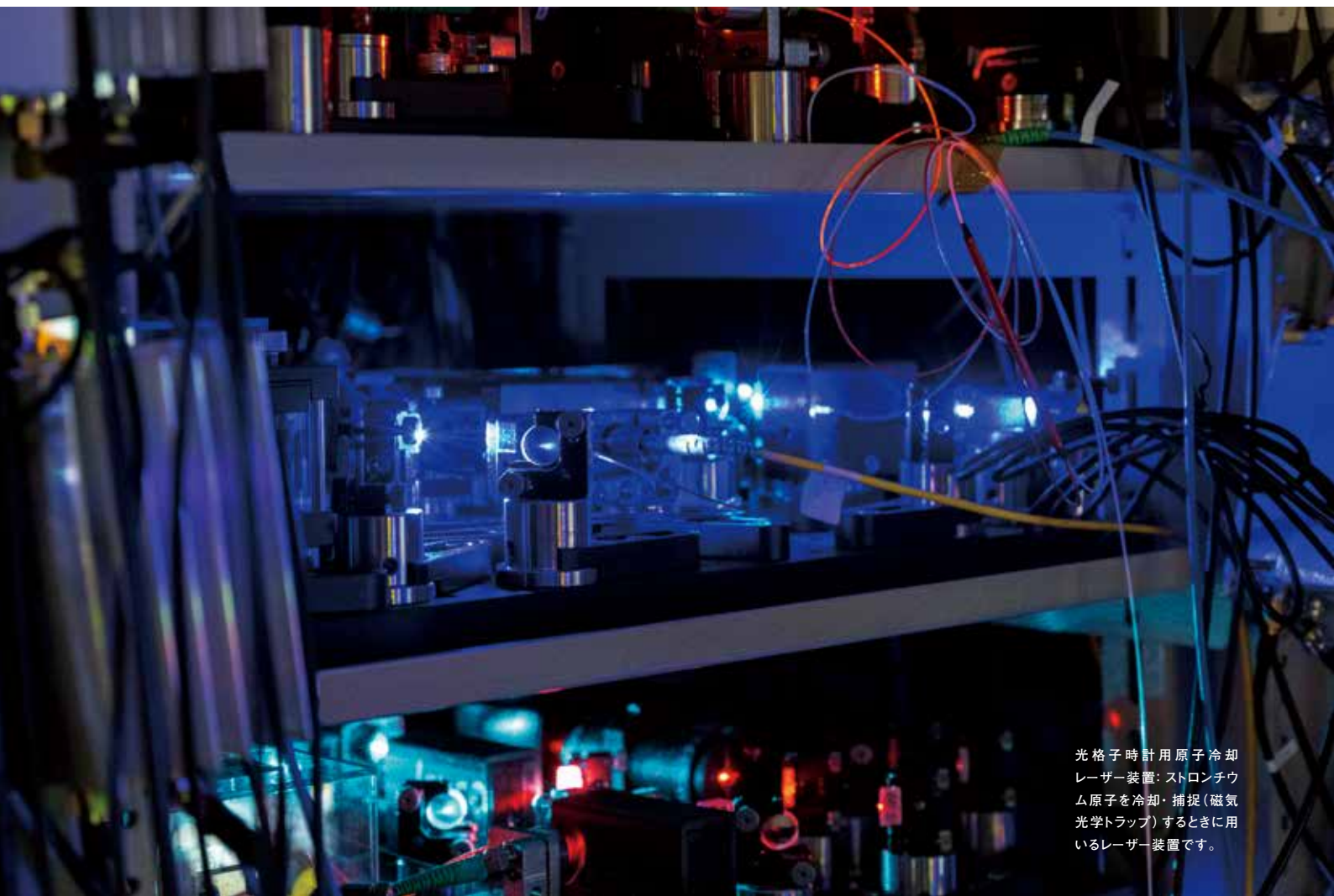
「光活性固体の物性のナノスケール評価」

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

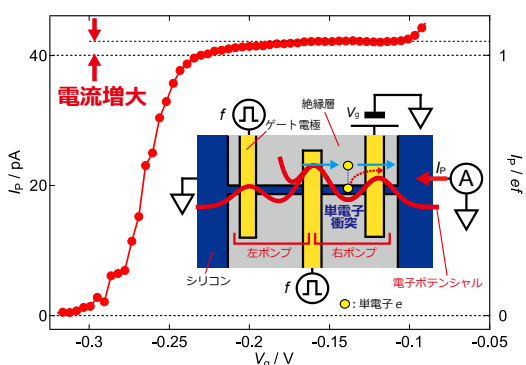
フォトニックナノ構造研究グループ

「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)するとき用いるレーザー装置です。

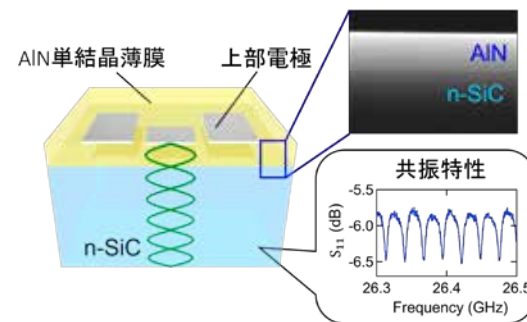


単電子衝突時のポンプ電流。左ポンプの電流(電荷量 $e \times$ クロック周波数 f)を超えた電流増大を観測。挿入図:素子の概略図と電気測定系の一部

結合シリコン単電子ポンプを用いた 単電子クーロン衝突

単電子を正確に運ぶシリコン単電子ポンプにおいて、単電子間に働くクーロン相互作用の探究は転送精度向上や単電子量子操作に向けて重要ですが観測例がありませんでした。今回、2つのシリコン単電子ポンプを直列接続し、左ポンプから放出した単電子と右ポンプに捕獲した単電子の衝突実験を行いました。その結果、衝突時のクーロン相互作用による右ポンプ内の単電子放出に起因した電流増大を観測しました。これは、シリコン単電子ポンプにおけるクーロン相互作用の初めての観測であり、電気標準や量子素子応用へ向けた重要な知見です。

G. Yamahata, N. Johnson, and A. Fujiwara, *Physical Review Applied* 20, 044043 (2023).

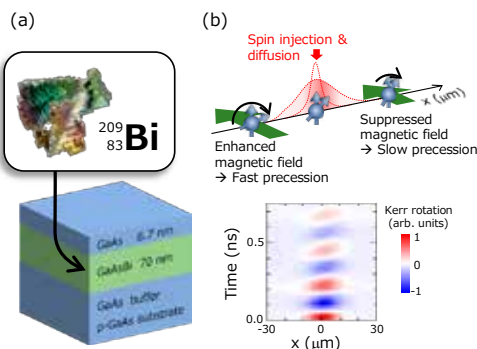


インピーダンス整合の取れたGHz音響素子の概略図(左)
素子断面の電子顕微鏡写真(右上)と共振特性(右下)

インピーダンス整合の取れたGHz音響素子の実現

窒化アルミニウム(AIN)は音速が早く圧電性を持つため、高周波フィルタなどの音響素子として利用されています。バルク結晶の振動を用いた通常のAIN音響素子は、金属上下電極で挟んだAIN薄膜を結晶基板上に形成した構造をとりますが、金属層の挿入による音響インピーダンスの不整合が不可避な問題として存在しました。本研究では、下部電極として利用できる導電性SiC結晶基板上にAIN薄膜を直接成膜することにより、金属層の挿入が不要でインピーダンス整合の取れた、高品質なGHz音響素子を実現しました。

M. Kurosu, D. Hatanaka, R. Ohta, H. Yamaguchi, Y. Taniyasu, and H. Okamoto, *Appl. Phys. Lett.* 122, 122201 (2023).

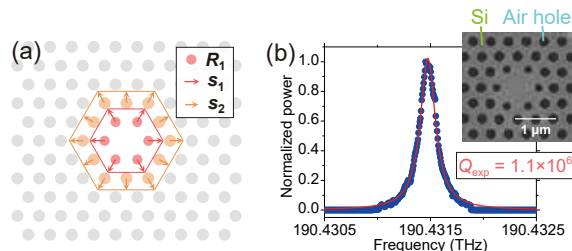


(a) GaAsにBi原子を導入した積層構造の概略図
(b) 磁気光学Kerr効果の時空間マッピング。強いスピン軌道相互作用の影響を受けて、スピンの歳差運動(赤色と青色の振動として現れる)の周波数が位置によって変化する

ガリウムヒ素へのビスマス原子の導入による スピン操作効率の向上

化合物半導体のガリウムヒ素(GaAs)にごく少量のビスマス(Bi)原子を導入すると、電子スピンの働くスピン軌道相互作用(電界の中を移動するスピンの実効的な磁場が働く効果)が強められることを明らかにしました。この現象は、GaAs層とGaAsBi層の界面において、ビスマス特有の重い原子核が強い局所電場を発生させることによるものです。スピン軌道相互作用によって生じる実効的な強い磁場は、より小さな領域でより速くスピンを操作することを可能にするため、将来のスピンロニクス技術への応用が期待できます。

Y. Kunihashi, Y. Shinohara, S. Hasegawa, H. Nishinaka, M. Yoshimoto, K. Oguri, H. Gotoh, M. Kohda, J. Nitta, and H. Sanada, *Appl. Phys. Lett.* 122, 182402 (2023).



(a) 共振器とその設計の模式図。点欠陥に最も近い6つの穴の径 r_1 と、2つの穴層の位置シフト s_1, s_2 を変えて共振器Q値を最適化する
(b) 作製した共振器素子(画像)とその光透過スペクトル(プロット)の一例。透過ピーク周波数とピーク線幅の比から、測定Q値110万が得られる

超高Q単一点欠陥フォトニック結晶共振器

単一点欠陥フォトニック結晶共振器は、デバイスサイズが小さくアレイ化に基づく応用にも有利ですが、強い光閉じ込めを得るのが難しいとされていました。我々は、欠陥周囲の穴径制御と2層の穴の位置シフトを組み合わせることで、光閉じ込めの指標であるQ値の設計値を、従来よりも2桁大きい4億まで改善しました。このQ値を実験的に得るには原理的な壁がありますが、試作素子の測定Q値は、この種類の共振器としては初めて超高Qと言われる100万以上の水準に到達しました。本成果は、フォトニック結晶共振器のデバイス応用の可能性を広げるものです。

K. Takata, E. Kuramochi, A. Shinya, and M. Notomi, *Opt. Express* 31, 11864 (2023).

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

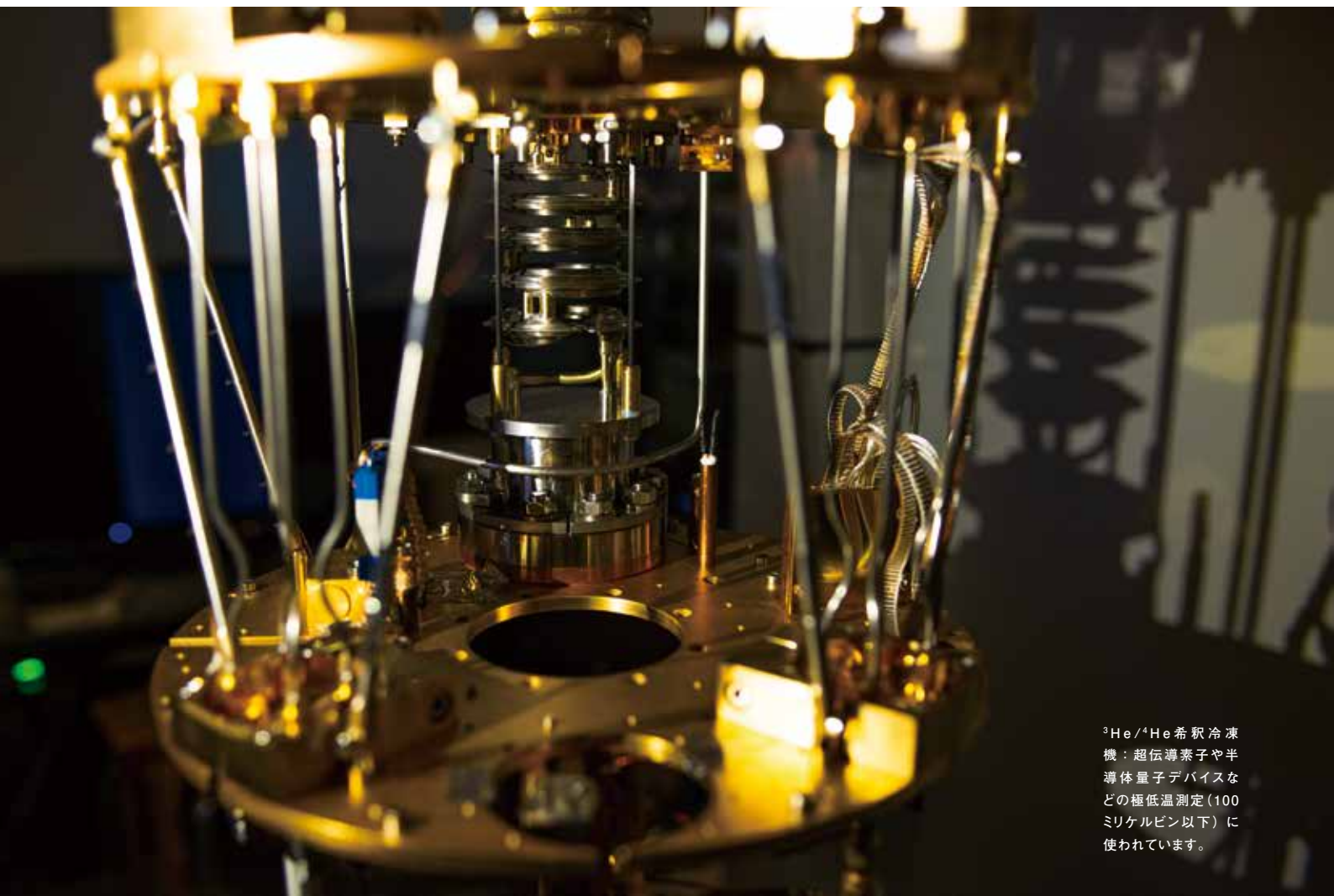
「半導体および2次元物質の

ヘテロ・ナノ構造における量子伝導」

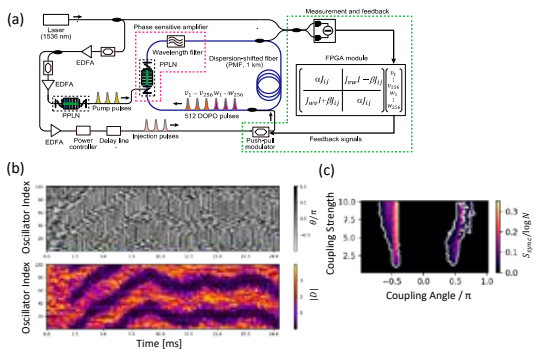
量子デバイスにおける非従来型の電荷・スピン輸送現象

「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



³He/⁴He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。

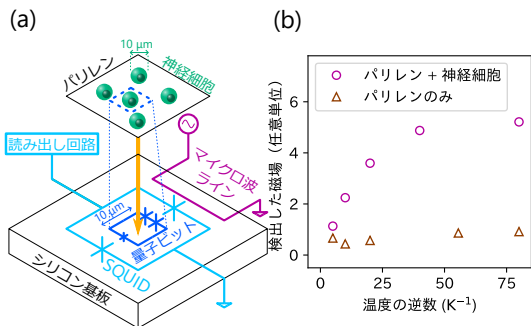


(a) 測定フィードバックで結合させた光ニューロモルフィック振動子系の模式図
 (b) キメラ状態にある各振動子の位相 θ (上) と局所曲率 $|D|$ (下) の時間変化の実験結果
 (c) 複雑ネットワーク上の振動子系における部分同期の理論相図

光振動子系におけるキメラ状態生成と検出

同期と非同期領域が共存した振動子系の状態はキメラ状態と呼ばれ、脳神経細胞網で生じる複雑な振動現象と関連があるとして注目を集めています。今回、脳神経細胞の一部機能を模倣する光振動子系を作成し、自発的機能変化を伴うキメラ状態を生成しました。また、非同期と渦の類似性を用いて、複雑な振動データからキメラ状態を検出する新手法を提案しました。今後は、本成果を土台として、光振動子系を用いた脳機能・脳疾患の解明や脳型情報処理の発展に向けた新展開が期待されます。

T. Makinwa, K. Inaba, T. Inagaki, Y. Yamada, T. Leleu, T. Honjo, T. Ikuta, K. Enbutsu, T. Umeki, R. Kasahara, K. Aihara, and H. Takesue, *Commun. Phys.* 6, 121 (2023).
 Y. Yamada and K. Inaba, *Phys. Rev. E* 108, 024307 (2023), Featured in Physics.

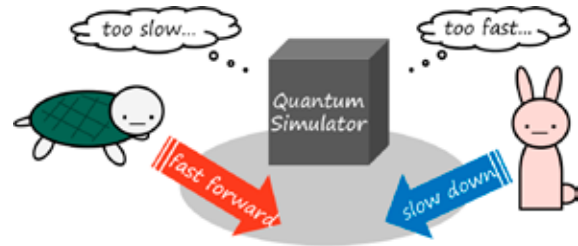


(a) 超伝導磁束量子ビットによる生体電子スピン計測系の概略図
 (b) 神経細胞中の鉄イオンに起因する磁場の温度依存と参照試料との比較
 図は原著論文のもの[クリエイティブ・コモンズ・ライセンス(表示4.0 国際)]を改変して作成した

超伝導磁束量子ビットによる生体電子スピン検出

超伝導磁束量子ビットを高感度磁場センサとして用い、神経細胞中の鉄イオンを単一細胞程度の空間分解能で検出することに成功しました。磁場センサの信号の大きさは、試料に含まれる電子スピンの数、すなわちイオンの数に対応するので、含まれる元素の定量が可能です。また、電子スピン共鳴法を組み合わせることにより、元素の種類やイオンの価数などを同定することもできます。この手法を発展させることにより、組織中の元素分布を細胞単位で可視化することが可能になります。

H. Toida, K. Sakai, T.F. Teshima, M. Hori, K. Kakuyang, I. Mahboob, Y. Ono, and S. Saito, *Commun. Phys.* 6, 19 (2023).

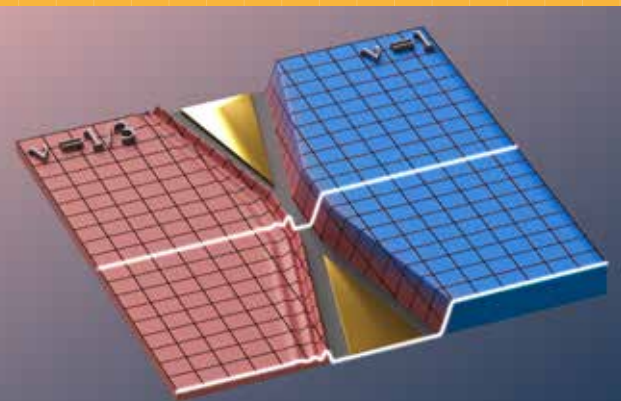


量子シミュレータにはシミュレートできる時間スケールに制約がありますが、遅いダイナミクスを早送り、あるいは遅いダイナミクスのスロー再生ができればシミュレートすることができます

非断熱遷移の時間スケール変換

量子シミュレーションは大きな量子系のシミュレーションを可能にする有望な量子技術です。しかし、量子シミュレータ実機にはシミュレート可能な時間スケールに制約があります。実際に、コヒーレンス時間の影響により遅いダイナミクスは再現できず、また操作速度の限界から遅いダイナミクスも実現できません。我々は、与えられたダイナミクスを早送り、あるいはスロー再生する方法を提案しました。この方法は量子シミュレータの有用性の向上に役立ちます。

T. Hatomura, *SciPost Phys.* 15, 036 (2023).



分数-整数量子ホール接合系

分数量子ホールエッジ状態における電荷中性流の実証

トポロジカル系におけるエッジ輸送は摂動に強いことから量子情報処理や新規デバイスへの応用が期待されており、その中でも分数量子状態は分数電荷準粒子の存在などにより特に注目されている現象です。本研究では、対向する $\nu = 1/3$ 分数エッジチャネルと $\nu = 1$ 整数エッジチャネルが強く結合した系に現れる電荷中性流の存在を実証しました。この成果は、様々なトポロジカル系における量子輸送現象を理解するうえで基礎となる知見を与えるものです。

M. Hashisaka, T. Ito, T. Akiho, S. Sasaki, N. Kumada, N. Shibata, and K. Muraki, *Phys. Rev. X* 13, 031024 (2023).

→ Nanophotonics Center

ナノフォトニクスセンタ



→ Research Center for Theoretical Quantum Information

理論量子情報研究センタ



→ 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。

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

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

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。

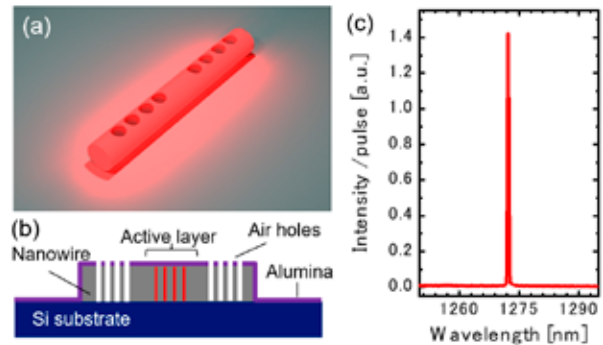
研究テーマ

- 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

ナノ構造を集積した半導体ナノワイヤレーザの作製

ナノワイヤ(NW)レーザは光回路に集積できる有望な材料です。しかし、注入キャリアの過熱によりNWレーザの室温連続発振は実現されていません。そこで、NWに共振器構造を導入し光の閉じ込めの効果を高め、発振閾値を低くする工夫が必要になります。本研究では、集束イオンビーム(FIB)を用い、NWに共振器構造を直接実装する技術を確認しました。FIBのGaイオンが引き起こす活性層へのダメージは大きな問題でしたが、ハードマスクとしてアルミナ製膜後にFIB加工を行うことで、ダメージの抑制に成功しました。

M. Takiguchi, G. Zhang, S. Sasaki, K. Tateno, C. John, M. Ono, H. Sumikura, A. Shinya, and M. Notomi, *Nanotechnology* 34, 135301 (2023).

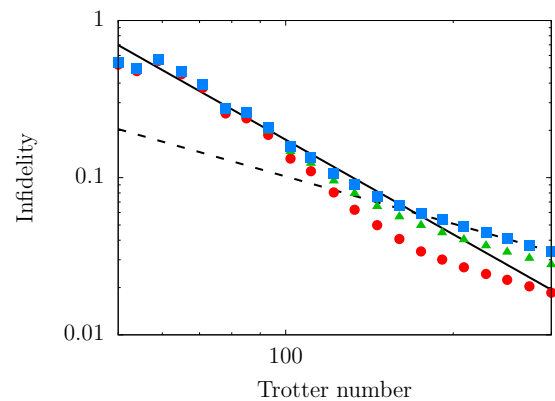


(a) ナノ構造実装ナノワイヤレーザ
(b) 本構造の断面図
(c) レーザ発振のスペクトル

制御項を用いる断熱ショートカットのデジタル化誤差

制御項を用いる断熱ショートカットは断熱条件を要求せずに断熱状態を得る方法です。これは量子断熱アルゴリズムの弱点を解決する方法として注目を集めてきました。近年、この方法をデジタル化して実現したという報告がなされています。我々は、このデジタル化の際に生じる誤差が、既存の予測よりも良いスケーリングを見せることを発見しました。この発見は制御項を用いる断熱ショートカットのデジタル化の有用性を高めるものです。

T. Hatomura, *New J. Phys.* 25, 103025 (2023).

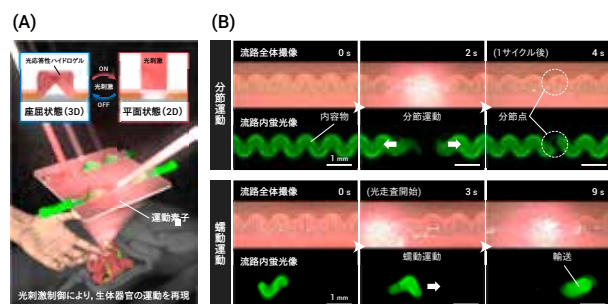


デジタル化のステップ数に対する誤差の量。小さいステップ数のときに既存の予測するスケーリング(破線)よりも良いスケーリング(実線)が現れる

光駆動型オンチップハイドロゲル運動素子による生体模倣アクチュエーション

光応答性ハイドロゲルを用いた運動素子は、生体のようにソフトで滑らかな動きの遠隔操作を可能にしますが、応答速度・変位量の両立が課題でした。今回、素子の薄膜・多孔質化による高速応答と、オンチップ圧屈機構による変位増幅により、生体器官に匹敵する性能を持つ運動素子の作製に成功しました。生体に類似した管腔構造を持つ本素子は、腸管のような複雑動作(分節・蠕動)が可能であり、臓器チップの創製に資するものと期待されます。

R. Takahashi, A. Tanaka, and M. Yamaguchi, *Adv. Funct. Mater.* 33, 2300184 (2023).



(A) 光駆動型オンチップハイドロゲル運動素子のアクチュエーション挙動模式図
(B) 光刺激制御による、分節運動(上)と蠕動運動(下)の再現デモンストレーション

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

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

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

特別研究員

Distinguished Researcher

Norio Kumada
熊田倫雄Koji Azuma
東浩司Katsuhiko Nishiguchi
西口克彦Takahiro Inagaki
稲垣卓弘Hiroshi Yamaguchi
山口浩司

量子・ナノデバイス研究統括



研究テーマ

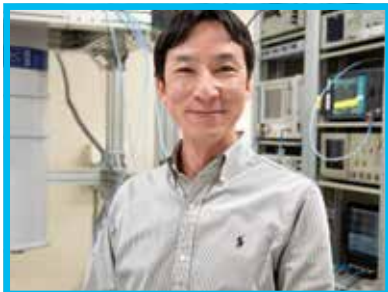
半導体ナノメカニクス

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Shiro Saito
齊藤志郎

超伝導量子回路研究グループリーダー



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Imran Mahboob
山端元音Haruki Sanada
眞田治樹
Hajime Okamoto
岡本創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

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Yoshitaka Taniyasu
谷保芳孝薄膜材料研究グループリーダー
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

准特別研究員

Associate Distinguished
ResearcherYuki K. Wakabayashi
若林勇希

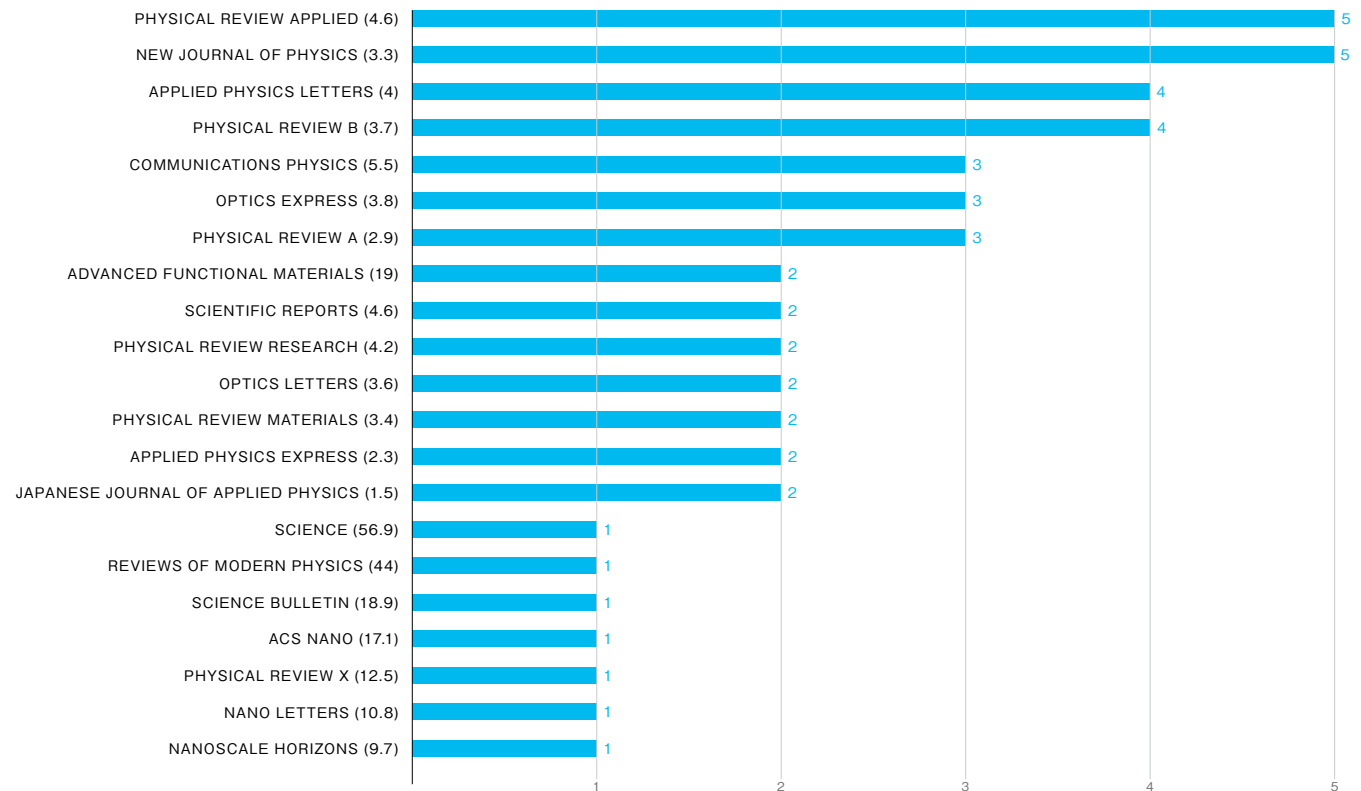
学術論文掲載件数と主な掲載先

Publication List

()内数字…インパクトファクター2022

2023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69件です。

(2023年掲載論文の平均IF = 6.259)



社外表彰受賞者一覧

Awards

テレコム先端技術研究支援センター(SCAT)会長賞

光ファイバ上での量子暗号に関する研究開発 本庄 利守

2022年度エレクトロニクスソサイエティ活動功労表彰

量子情報技術特別研究専門委員会幹事としての貢献 東 浩司

応用物理学会 第14回超伝導分科会 超伝導分科会研究奨励賞

"Designing Superlattices of Cuprates and Ferrites for Superconductivity" ACS Applied Electronic Materials, 4 (2022) 2672 池田 愛

第53回応用物理学会講演奨励賞

80W級Yb:KGWレーザーを用いた1.7サイクル高強度光パルスの1MHz繰返し発生 岡本 拓也

一般社団法人 HPCIコンソーシアム 2023年度HPCIソフトウェア賞 【開発部門賞】奨励賞

SALMON (Scalable Ab-initio Light-Matter simulator for Optics and Nanoscience)

山田 俊介、廣川 祐太、飯田 健二、岩田 潤一、野田 真史、乙部 智仁、佐藤 駿丞、篠原 康、竹内 嵩、谷 水城、植本 光治、矢花 一浩、山田 篤志

応用物理学会フェロー

フォトニック結晶の新奇物性開拓と集積ナノフォトニクスへの応用 納富 雅也

第54回応用物理学会講演奨励賞

光応答性ゲルのオンチップ座屈変形による生体模倣アクチュエーション 高橋 陸

日本物理学会 領域5 若手奨励賞

テラヘルツ分光技術の開拓による超高速局所・非局所応答の研究 吉岡 克将

日本機械学会スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門優秀講演オーディエンス表彰

アーチェリー選手のエイミングにおける体動を用いた得点予測 小笠原 隆行

35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022) Most Impressive Presentation Award

Room-temperature Single-electron Sensor for AC Signals beyond an RC Time Constant

～ Energy Transfer via a non-leakage DRAM in non-equilibrium ～ 西口 克彦、藤原 聡、知田 健作

35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022) Most Impressive Poster

High-overtone Bulk Acoustic Resonator with Epitaxial AlN Layer Grown on n-SiC

黒子 めぐみ、畑中 大樹、太田 竜一、高瀬 恵子、山口 浩司、谷保 芳孝、岡本 創

IOP Trusted Reviewer Status 嶋村 拓矢

国際会議発表件数

Presentations

138件(うち招待講演39件)

特許出願件数

Patents

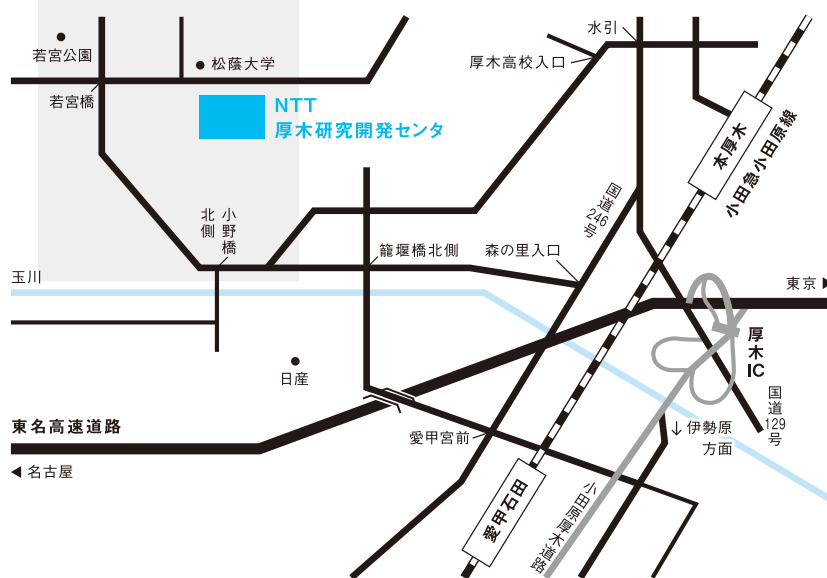
50件

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/>



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)