

応用物理学会関西支部

2023 年度 第 1 回講演会

AI・機械学習
～データ社会の現状と将来～

主 催：応用物理学会関西支部（URL：<http://jsap-kansai.jp/>）

日 時：2023 年 6 月 5 日（月）13:15～18:15

形 式：オンサイト対面形式

会 場：大阪大学吹田キャンパス 銀杏会館

（招待講演の部）阪急電鉄・三和銀行ホール

（ミートアップの部）

（ポスター発表の部）大会議室、会議室 C

プログラム

第一部：講演の部

- 13:15～13:25 開会の辞 : 尾崎 雅則 (支部長、大阪大学)
- 13:25～13:55 招待講演 1 : 出村 雅彦 (国立研究開発法人物質・材料研究機構)
「データ時代の材料研究～NIMS の取り組みを例として～」
- 13:55～14:25 招待講演 2 : 田中 大輔 (関西学院大学)
「データ科学の知見を活用した金属 - 有機構造体 (MOF) の探索」
- 14:25～14:55 招待講演 3 : 福田 幸二 (日立製作所)
「AIを活用した未来シナリオ分析と政策提言 ～脱炭素社会の実現に向けて～」
- 14:55～15:15 休憩・ポスター発表準備
- 15:15～16:00 基調講演 : 杉山 将 (東京大学)
「機械学習研究の現状と今後」
- 16:00～16:10 休憩 ポスター発表準備

第二部：ポスター発表・Meetup の部

16:10～18:10 ポスター発表

- P-01 親液疎液パターンニングを用いた液晶回折レンズによる焦点距離の精密制御
塚本 脩仁、尾崎 雅則
大阪大学
- P-02 ラビング配向処理の異なるセルにおける強誘電性ネマティック液晶の分極分布
上藤 大和¹、仲嶋 一真¹、塚本 脩仁¹、尾崎 雅則¹、菊池 裕嗣²
¹阪大院工、²九大先導研
- P-03 深層微分方程式によるフェムト秒レーザー加工過程のシミュレーション
谷 峻太郎、小林 洋平
東京大学物性研究所

P-04 レーザーアブレーションによる有機非線形光学結晶の液中加工

高橋 秀実¹、白岩 愛実²、山地 真由^{2,3}、Valynn K. Mag-usara⁴、北原 英明⁴、中嶋 誠⁴、
丸山 美帆子^{1,5}、吉村 政志⁴、森 勇介¹、杉山 輝樹³、中林 誠一郎²、吉川 洋史¹
¹ 阪大院工、² 埼大院理工、³ 陽明交通大、⁴ 阪大レーザー研、⁵ 京府大環境生命

P-05 一次元 Si 原子鎖を内包する薄膜熱電材料の開発

南 鼓太郎、石部 貴史、中村 芳明
阪大院基礎工

P-06 Si 基板上エピタキシャル n-GeSn の作製とその熱電特性

堀田 亮輔、石部 貴史、中村 芳明
阪大院基礎工

P-07 液相還元法による不純物含有 Cu ナノ粒子の合成および評価

塩見 昌平
(地独) 京都市産業技術研究所

P-08 半導体物性評価技術の向上にむけたテラヘルツ波放射の包括的解析

増田 快晴、長谷川 尊之、藤元 章、小山 政俊、前元 利彦
大阪工業大学工学部ナノ材料マイクロデバイス研究センター

P-09 第一原理計算による遷移金属系ペロブスカイト結晶の電子構造評価

横山 智晴、鈴木 厚志、奥 健夫
滋賀県立大学工学部

P-10 半導体ナノワイヤ中の二重量子ドットを用いたスピン量子ビットのゲート制御に関するシミュレーション

林 雄介、相馬 聡文
神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

P-11 ペロブスカイト系太陽電池への GA 添加効果

畔柳 圭佑¹、奥村 吏来¹、榎本 彩佑¹、鈴木 厚志¹、
奥 健夫¹、福西 佐季子²、立川 友晴²、長谷川 智也²
¹ 滋賀県立大学工学部、² 大阪ガスケミカル株式会社

P-12 フタロシアニン系ペロブスカイト太陽電池の作製と特性評価

大橋 尚稀¹、鈴木 厚志¹、奥村 吏来¹、榎本 彩佑¹、
奥 健夫¹、福西 佐季子²、立川 友晴²、長谷川 智也²
¹滋賀県立大工、²大阪ガスケミカル株式会社

P-13 FA 及び Eu を添加したペロブスカイト太陽電池の作製と特性評価

鈴木 厚志¹、平塚 大地¹、奥 健夫¹、福西 佐季子²、立川 友晴²、長谷川 智也²
¹ 滋賀県立大工、² 大阪ガスケミカル株式会社

P-14 MBE 法による単結晶 β 相 MoO_3 薄膜の作製とプロトネーション効果

宮本 武、仲井 啓悟、鶴山 大翔、廣芝 伸哉、小池 一步
大阪工業大学ナノ材料マイクロデバイス研究センター

P-15 塗布型ワイドバンドギャップ無機半導体 NiO_x を用いた量子ドット発光デバイス特性改善

山田 真聖¹、梶井 博武¹、黄 毛蔚¹、岡本 彬仁¹、戸田 晋太郎^{1,2}、近藤 正彦¹
¹大阪大学 工学研究科、²アルバック協働研

P-16 Eu を添加した GaN ナノワイヤのニューラルネットワークによる底面積分布予測

松山 健人¹、大田原 崇也²、北村 恭子^{1,2}、舘林 潤^{2,3}、藤原 康文²
¹京都工芸繊維大学、²阪大院工、³量子情報・量子生命研究センター

P-17 架橋テンプレートの転写法による大面積ヘテロナノチューブ配向構造の形成

清水 一理、井ノ上 泰輝、小林 慶裕
大阪大学 大学院工学研究科 応用物理学コース

P-18 $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ ゲート絶縁膜上への TIPS-Pentacene 溶液塗布成膜

河野 裕太¹、北村 太慈¹、豊田 和晃¹、丸山 伸伍²、小池 一步¹、廣芝 伸哉¹
¹大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター、²東北大学大学院 工学研究科

P-19 自己組織化 InAs 量子ドットによる近赤外波長掃引レーザー開発と、その光干渉断層計への応用

山元 鉦稀、尾崎 信彦
和歌山大学大学院システム工学研究科

P-20 乱層グラフェンの可視域から中赤外域の吸収スペクトルにおけるフェルミ準位制御効果

水野 琢央、井ノ上 泰輝、小林 慶裕

大阪大学 大学院工学研究科 応用物理学コース

P-21 水平配向カーボンナノチューブの金属型除去による化学センサ応答性向上

阪本 真侑、井ノ上 泰輝、小林 慶裕

大阪大学大学院工学研究科 物理学系専攻 応用物理学コース

P-22 欠陥を導入された多層グラフェンのラマン分光

根間 裕史、藤井 康裕、岡田 直也、大石 栄一、是枝 聡肇

立命館大学

18:10～18:15 閉会の辞

招待講演要旨

Invited Talk Abstract

データ時代の材料開発～NIMS の取り組みを例として～

Materials Research and Development in Data Era: focusing on NIMS Initiatives

物質・材料研究機構 (NIMS) 出村 雅彦

National Institute for Materials Science (NIMS) Masahiko Demura

Email: DEMURA.Masahiko@nims.go.jp

材料開発は、欲しい性能からレシピをデザインする典型的な逆問題である。元素の組み合わせの高い自由度、プロセスの多様さを考えると、探索するレシピの空間は膨大であり、網羅的な探索は困難である。一方で、社会課題は高度化し、材料によるイノベーションへの期待はますます大きい。材料イノベーションへの高い期待に応えるために、データ、人工知能 (AI) を活用した超高速な材料開発が期待されている。

残念ながら、材料データは必ずしも豊富に揃っているとは言えない。NIMS では、長い年月をかけて学術論文からデータを収集して材料データベースを構築し、閲覧サービスを提供している。現存する化合物の結晶構造 360,000 点以上、ユニークな高分子 29,000 点以上を収集し、その特性や重合条件等、論文に書かれている限りの情報を収録した、世界最大級のデータベースを構築している。それでも、可能な元素の組み合わせからするとほんの一握りのデータに過ぎない。論文には研究目的に適合したいわゆる「成功データ」が主に報告されており、「失敗データ」は極端に少ない。加えて、計測された生データが収録されていることも稀である。論文からのデータ収集は有力な手段であるものの、日々の研究によって生まれるデータを直接、収集していくことが大切であると考えます。

我々は、2017 年から、日々の研究データを再利用しやすい形に構造化し、収集するための手法を開発してきた。さまざまな試行錯誤を経て Research Data Express (RDE) と名付けたデータ構造化・集積システムの開発に成功し、2023 年 1 月にパブリッククラウド上に実装したバージョンをリリースした。RDE によるデータの蓄積は始まったばかりであるが、今後、失敗データ、計測生データから、新しい成果が生まれることを期待している。

並行して、決してビッグデータとは言えない材料分野においても、データ駆動の手法が役に立つことを、さまざまな材料分野における成功事例によって示してきた。熱制御、磁性、触媒、電解液、構造材料など、あらゆる材料において、データ駆動手法は、専門家に新しい視点を与え、実際に材料のデザインに役立っている。

加えて、計算シミュレーションの活用も重要である。試行錯誤を計算機上で実施することで、実験では時間とコストの制約から難しい、さまざまな逆問題を解くことができる。ここでは、順問題を解くための計算シミュレーションのワークフローを、専門家の知恵のデジタルバージョンとして蓄積していく試みを実施している。

講演では、これら NIMS におけるデータ時代の材料開発の取り組みを包括的に紹介したい。

データ科学の知見を活用した金属 - 有機構造体 (MOF) の探索

Data-science-assisted exploration of metal-organic frameworks

関西学院大理 田中 大輔

Kwansei Gakuin Univ. Daisuke Tanaka

E-mail: dtanaka@kwansei.ac.jp

金属イオンと架橋配位子が結晶性のフレームワークを形成する物質は、金属-有機構造体 (MOF) の名前で広く認知され、新しい吸着材料として世界中で近年活発に研究がなされている。MOF の特徴の一つに、金属イオンと架橋配位子の組み合わせを変えることで、多様な新材料を自在に設計可能になる点があげられる。しかしながら、これまでに報告が無い金属と配位子の組み合わせで、全く新規の MOF を合成する実際の研究で、望み通りの結晶構造を有する MOF が得られる可能性は、一般的に高くはない。MOF の合成では、様々な分子間相互作用の組み合わせの微妙なバランスで勝手に分子の配列が決まり、研究者が当初予想した構造とは全く異なる結晶構造が形成されてしまうことがしばしば起こる。全く新規の MOF の結晶構造をデザインして、目的とするフレームワークを合成するには、依然として地道な結晶化条件の探索が必要である。

以上のような背景から、新規 MOF の合成条件探索を効率化するための新たなツールの開発は強いインパクトが期待できる。機械学習はこのような現状を打破する優れた手法になりうると期待できるが、残念ながら全く新規の MOF の合成に機械学習を利用した研究例は限定的であった。機械学習を新規 MOF の合成条件探索に活用するための、新たな枠組みの提案が望まれている。我々は新規 MOF の合成条件探索を分類の問題として取り扱い、これまで目の見なかった失敗実験から有用な情報を抽出するためのツールとして機械学習を活用することを提案した¹⁻⁴⁾。発表では、これらの解析の詳細と、機械学習に基づく解析の有用性について講演する予定である。

- 1) Machine-Learning-Assisted Selective Synthesis of Semiconductive Silver Thiolate Coordination Polymer with Segregated Paths for Holes and Electrons, T. Wakiya, Y. Kamakura, H. Shibahara, K. Ogasawara, A. Saeki, R. Nishikubo, A. Inokuchi, H. Yoshikawa, D. Tanaka*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, 60, 23217.
- 2) Failure-Experiment-Supported Optimization of Poorly Reproducible Synthetic Conditions for Novel Lanthanide Metal-Organic Frameworks with Two-Dimensional Secondary Building Units, Y. Kitamura, E. Terado, Z. Zhang, H. Yoshikawa, T. Inose, H. Uji-i, M. Tanimizu, A. Inokuchi, Y. Kamakura, D. Tanaka*, *Chem. Eur. J.* **2021**, 27, 16347.
- 3) Data-Driven Efficient Synthetic Exploration of Anionic Lanthanide-Based Metal-Organic Frameworks, Y. Kitamura, Y. Nakamura, K. Sugimoto, H. Yoshikawa, D. Tanaka *, *Chem. Commun.* **2022**, 58, 11426-11429.
- 4) Bayesian optimization of the composition of the lanthanide metal-organic framework MIL-103 for white-light emission, Y. Kitamura, H. Toshima, A. Inokuchi, D. Tanaka*, *Mol. Syst. Des. Eng.* **2023**, 8, 431-435.

A I を活用した未来シナリオ分析と政策提言 ～脱炭素社会の実現に向けて～

AI-based future scenario analysis and policy recommendations

— Toward the Realization of a Decarbonized Society —

日立製作所 研究開発グループ 福田 幸二

Research&Development Group, Hitachi corp. Koji Fukuda

E-mail: koji.fukuda.jf@hitachi.com

日本では、2030 年には温室効果ガス排出量を 2013 年比で 46%削減、2050 年に完全なカーボンニュートラルを実現することを目指している。近年、国の旗振りもあって、いくつかの自治体では脱炭素社会実現に向けてのロードマップ策定をはじめている。しかしながら、都市や地域における脱炭素社会実現に向けてロードマップ策定には、大きく 2 つの難しさがある。

第一は、不確実性の高い状況で超長期の未来を考えることの難しさである。不確実性の高い状況下で、急激に変化する国際情勢や国際潮流などの外部要因、社会における価値観の変化など、さまざまな可能性を考慮しながら、長期に渡って、どういった施策をどういった順番で打っていくべきかを意思決定することは簡単ではない。第二は、総合的な観点で多様な関係者と合意形成を図ることの難しさである。特に地方自治体では、公共交通、教育、医療といった社会的な価値に寄与するさまざまな公共サービスとの兼ね合い、さらには、その地域の産業や財政との兼ね合いを考慮しながら脱炭素をめざす必要があり、環境価値 vs.社会価値」「環境価値 vs.経済価値」といったトレードオフ関係が存在する。さらに近年は再生可能エネルギーの導入が自然環境や景観に与える悪影響といった「環境価値 vs.環境価値」の対立も起こっている。

これらの難しさ解消するために、我々は、2050 年脱炭素社会の実現に向けて起こり得る未来シナリオや、将来重要となるシナリオの分岐点を可視化する「政策提言 AI」システムを開発している。本システムは、「よりよい社会のための政策を、人間と AI が協働して策定する」という基本方針のもとで開発しており、人間には難しい「多量のシナリオを考える」「ある複雑な事象を定量的に分析する」といった作業を機械（AI）で行い、得られたシナリオやヒントをもとに、望ましい未来シナリオを関係者間で議論し、そこへ向けた政策を人間が提言として具体化していくといったステップを踏んで意思決定を行う。本システムは 2021 年 11 月英国グラスゴーで開催された COP26(国連気候変動枠組条約第 26 回締約国会議)での展示ののち、2022 年度には実際に北海道の 2 自治体において脱炭素社会に向けてのロードマップ検討の取り組みを行った。

本発表では、「政策提言 AI」システムの構成と、上記の脱炭素社会社会に向けてのロードマップ検討の取り組みを紹介する。

機械学習研究の現状と今後

Current State and Future of Machine Learning Research

理化学研究所／東京大学 杉山 将

RIKEN/Univ. Tokyo Masashi Sugiyama

sugi@k.u-tokyo.ac.jp, <http://www.ms.k.u-tokyo.ac.jp/sugi/>

この十年で AI・機械学習に関する研究は飛躍的に進展し、情報分野の研究者・技術者だけでなく、様々な科学研究分野の研究者も高度な情報技術を活用するようになりました。また、物理学や脳科学の研究者も AI に関する研究を活発に行うようになり、今後の更なる発展が期待されています。

講演者は、理化学研究所革新知能統合研究センター（理研 AIP）のセンター長を務めています。理研 AIP は、文部科学省の人工知能／ビッグデータ／IoT／サイバーセキュリティ統合プロジェクトを推進する研究拠点として、2016 年度に設置されました。そして、AI の汎用的な基盤技術の開発、AI による科学研究の加速、AI による社会的課題の解決、AI の普及が与える社会的影響の分析、AI 分野の人材育成を行っています。汎用基盤技術の開発では、情報科学、数学、物理学などの基礎科学分野の研究者が集まり、AI の基盤となる数学的な理論構築から、その理論をコンピュータのプログラムとして実装するためのアルゴリズムの開発まで、幅広い研究を行っています。AI の技術活用では、医療診断の効率化、高齢者の支援、教育の高度化、自然災害の防災・減災など、日本が抱える様々な社会課題の解決や科学技術の発展に AI 技術を活用する方法を模索しています。そして、AI の社会的な影響分析では、AI を活用するための倫理規範の策定や、個人情報管理、法的課題、更には、AI システムの安全性に関する議論を行っています。本講演では、理研 AIP の組織および研究の概要をご紹介します。

AI に関する研究は、国境を超えて国際的に行われています。情報系の研究分野では、ジャーナルで論文を発表するよりも、国際学会で論文を発表の方が重要視されています。講演者も毎年、機械学習分野の国際会議に参加しており、運営にもたずさわってきました。そこで、AI 研究の歴史的な背景や、機械学習の研究分野の国際的な動向、更には、日本が置かれている現在の立ち位置について、講演者の経験を交えてお話ししたいと思います。

講演者は機械学習の理論とアルゴリズムの研究に興味を持っており、理研 AIP および東京大学で研究室を運営しています。最近の研究の目標は、機械学習の信頼性向上です。不完全な教師情報からでも精度よく学習できる弱教師付き学習、雑音を含む教師情報からでも精度よく学習できる雑音ロバスト学習、バイアスを含むデータからでも精度よく学習できる転移学習など、講演者の研究室で得た最近の研究成果をご紹介します。

最後に、画像生成や言語生成など次々と新しい技術が発表される AI 分野の今後について、聴衆の皆さんと議論できればと思います。

ポスター発表要旨

Poster Presentation Abstract

P-01

親液疎液パターンニングを用いた液晶回折レンズによる焦点距離の精密制御
塚本 脩仁、尾崎 雅則
大阪大学
液晶レンズは電氣的に焦点距離を制御できる特徴から、光ピンセットなどへの応用が期待されている。本研究では、親液疎液パターンニングを用いて液晶の配列を空間的に制御する手法を開発し、液晶回折レンズを作製し、電気光学特性を評価した。作製素子は数 V 程度の低い電圧で駆動でき、数ミリボルト程度の電圧印加に対して焦点距離をマイクロメートルオーダーで精密に制御できることを明らかにした。

P-02

ラビング配向処理の異なるセルにおける強誘電性ネマティック液晶の分極分布
上藤 大和 ¹ 、仲嶋 一真 ¹ 、塚本 脩仁 ¹ 、尾崎 雅則 ¹ 、菊池 裕嗣 ²
¹ 阪大院工、 ² 九大先導研
強誘電性ネマティック液晶 (N_F) の分極制御はデバイス応用に向けて必須の課題である。本研究では、ラビング処理が N_F の配向に及ぼす影響を調べ、基板界面における N_F の分極方向がラビング方向により一意に定まることを見出した。加えて、アンチパラレルセルでは巨視的分極を相殺するために液晶分子がバルク内でおおよそ半回転するドメインを形成し、セル内の対称性を意図的に崩した場合、半回転方向を制御出来ることを明らかにした。

P-03

深層微分方程式によるフェムト秒レーザー加工過程のシミュレーション
谷 峻太郎、小林 洋平
東京大学物性研究所
フェムト秒レーザーパルスを用いることで精密かつ高品質な加工を行うことができることが知られている。一方、超短パルスレーザーの強い光電場を出発点とする物質の破壊過程は多くの物理現象を含み、未だ明らかになっていない。我々は深層学習により表面状態の変化についての微分方程式を構成し、数万規模のナノメートル精度の学習データを用いて学習を行うことで、予測性の高いフェムト秒レーザー加工シミュレーターを作ること成功した。

P-04

レーザーアブレーションによる有機非線形光学結晶の液中加工
高橋 秀実 ¹ 、白岩 愛実 ² 、山地 真由 ^{2,3} 、Valynn K. Mag-usara ⁴ 、北原 英明 ⁴ 、中嶋 誠 ⁴ 、丸山 美帆子 ^{1,5} 、吉村 政志 ⁴ 、森 勇介 ¹ 、杉山 輝樹 ³ 、中林 誠一郎 ² 、吉川 洋史 ¹
¹ 阪大院工、 ² 埼玉大院理工、 ³ 陽明交通大、 ⁴ 阪大レーザー研、 ⁵ 京府大環境生命
有機系の非線形光学材料は無機材料を凌駕する光学特性を有しており、次世代のテラヘルツ波発生素子として応用が期待されている。一方、有機材料は水素結合やファンデルワールス力といった弱い分子間相互作用を駆動力として結晶が形成するため所望の結晶を得ることが困難なことが多い。本研究では、短パルスレーザーが誘起する物質破壊現象（レーザーアブレーション）を駆使することで、有機非線形光学材料の種結晶生成や成長促進を実現したので報告する。

P-05

一次元 Si 原子鎖を内包する薄膜熱電材料の開発
南 鼓太郎、石部 貴史、中村 芳明
阪大院基礎工
近年、増え続ける IoT デバイスの小型・独立型電源に向けた熱電変換技術の応用が期待を集めている。そこで、低次元化による熱電特性の向上に注目し、Si の一次元構造を内包する擬一次元材料である CaSi 薄膜において、その結晶方位を制御することで高性能な新規熱電材料の開発を目指す。本研究では従来、作製報告のないエピタキシャル CaSi 薄膜を作製し、熱電特性の方向依存性を評価することで、高性能化へ向けた指針を示す。

P-06

Si 基板上エピタキシャル n-GeSn の作製とその熱電特性
堀田 亮輔、石部 貴史、中村 芳明
阪大院基礎工
近年、フェルミレベル近傍のバンドが収束するバンドコンバージェンス効果により高熱電性能が期待できる GeSn が注目を集めている。この効果は、Sn 組成が約 10 % の n-GeSn において引き起こされる。しかし、Ge 中に Sn を導入することは難しく、Si 基板上にエピタキシャル成長させた n-GeSn の熱電性能の報告例はない。本研究では、Si 基板上にエピタキシャル n-GeSn を作製し、その熱電性能を明らかにすることを目的とした。

P-07

液相還元法による不純物含有 Cu ナノ粒子の合成および評価
塩見 昌平
(地独) 京都市産業技術研究所
液相還元法による金属ナノ粒子の合成において、反応浴中の不純物が析出する粒子の結晶性と粒径に及ぼす影響について、電気化学的な観点からナノ粒子析出プロセスを評価することにより調べた。その結果、準安定な状態のナノ粒子が析出することによる酸化還元電位の変化が析出プロセスに大きく影響を及ぼすことが分かった。また、不純物量と前駆体を精緻にコントロールすることでナノ粒子の結晶性と粒径を制御できることを示した。

P-08

半導体物性評価技術の向上にむけたテラヘルツ波放射の包括的解析
増田 快晴、長谷川 尊之、藤元 章、小山 政俊、前元 利彦
大阪工業大学工学部ナノ材料マイクロデバイス研究センター
超短パルスレーザー励起で生じる半導体表面からのテラヘルツ波放射は、結晶表面の物性を反映する。この特性を応用した物性評価が近年広まりつつある。我々は、放射されるテラヘルツ波には複数の成分が重畳し得ることに注目し、それらを包括的に解析するというアプローチから評価技術の向上を目指している。本講演では、ドーピングの種類や濃度の異なる InP 基板を対象として、テラヘルツ波放射応答の差異を議論する。

P-09

第一原理計算による遷移金属系ペロブスカイト結晶の電子構造評価
横山 智晴、鈴木 厚志、奥 健夫
滋賀県立大学工学部
ペロブスカイト太陽電池は高い変換効率を有するが、Pb の環境への影響が課題となる。この解決策の一つが Pb の他元素置換であり、他元素置換による光電変換特性の向上も期待される。本研究では CsPbX ₃ (X はハロゲン) 化合物において、Pb の代替元素として、遷移金属である Zn および Ni イオンを導入した際の電子構造を第一原理計算により評価した。電子密度分布、バンド構造、部分状態密度の計算結果から Zn と Ni の比較を行った。

P-10

半導体ナノワイヤ中の二重量子ドットを用いたスピン量子ビットのゲート制御に関するシミュレーション
林 雄介、相馬 聡文
神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻
現在、量子コンピュータは超伝導方式が主流となっており、動作温度の点で課題が残るが、超伝導方式よりも高い温度で動作可能な方式として半導体中の電子のスピンを利用する方式がある。本発表では、半導体ナノワイヤ中の二重量子ドット内の電子のゲート電圧による電子分布の制御と温度に対する分布の変化、およびラビ振動によるスピン制御のシミュレーション結果の考察、今後の課題点や改善点について述べる。

P-11

ペロブスカイト系太陽電池への GA 添加効果
畔柳 圭佑 ¹ 、奥村 吏来 ¹ 、榎本 彩佑 ¹ 、鈴木 厚志 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、福西 佐季子 ² 、立川 友晴 ² 、長谷川 智也 ²
¹ 滋賀県立大学工学部、 ² 大阪ガスケミカル株式会社
ペロブスカイト結晶は光活性層として機能し、組成制御による物性改善や、表面パッシベーションによる界面最適化により、さらなる機能の向上が期待される。本研究では、この組成制御工学および界面工学技術の両方を考慮し、グアニジニウム(GA)により、ペロブスカイト結晶のメチルアンモニウムサイトを部分置換し、さらに GAI 表面処理を施したデバイスの作製および特性評価を行い GA 添加効果を明らかにしたので報告する。

P-12

フタロシアニン系ペロブスカイト太陽電池の作製と特性評価
大橋 尚稀 ¹ 、鈴木 厚志 ¹ 、奥村 吏来 ¹ 、榎本 彩佑 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、福西 佐季子 ² 、立川 友晴 ² 、長谷川 智也 ²
¹ 滋賀県立大工、 ² 大阪ガスケミカル株式会社
ペロブスカイト太陽電池は安価な作製コスト、シリコン太陽電池に匹敵する高変換効率により注目されている。正孔輸送層として使用されている Spiro-OMeTAD は吸湿性のドーパントを要するため、ペロブスカイト層の劣化の原因となる。本研究ではドーパントを要しないフタロシアニン錯体を正孔輸送層として使用したペロブスカイト太陽電池を作製し、特性評価を行うことを目的とした。ZnPc 系においては結晶子サイズの増大によって高い安定性を示した。

P-13

FA 及び Eu を添加したペロブスカイト太陽電池の作製と特性評価

鈴木 厚志¹、平塚 大地¹、奥 健夫¹、福西 佐季子²、立川 友晴²、長谷川 智也²¹ 滋賀県立大工、² 大阪ガスケミカル株式会社

ペロブスカイト太陽電池は、シリコン太陽電池に匹敵する高い変換効率と簡易な製膜法により注目されている。また、ペロブスカイト結晶の組成や結晶構造を制御することにより光起電力特性を向上できる。しかし、ペロブスカイト層の安定性の低下が課題となっている。本研究では FA 及び希土類元素の Eu 化合物を添加したペロブスカイト太陽電池を作製し、特性評価を行うことを目的とした。FA 導入系では短絡電流密度、開放電圧が改善し、変換効率が向上し、同時に安定性を示した。

P-14MBE 法による単結晶 β 相 MoO_3 薄膜の作製とプロトンネーション効果

宮本 武、仲井 啓悟、鶴山 大翔、廣芝 伸哉、小池 一步

大阪工業大学ナノ材料マイクロデバイス研究センター

我々は、分子線エピタキシー法で格子整合系 LSAT(100)基板上に準安定 β 相 $\text{MoO}_3(100)$ 薄膜が成長することを報告している。今回、 β 相 MoO_3 作製した薄膜にプロトンを注入したところ、可視～近赤外線領域で透過率が大きく減少する、いわゆるエレクトロクロミック特性が確認できた。X線光電子分光測定によって Mo 価数が減少していることが、X線回折測定によって成長方向に格子が約 6%伸びたモリブデンブロンズが形成されていることが明らかになった。

P-15塗布型ワイドバンドギャップ無機半導体 NiO_x を用いた量子ドット発光デバイス特性改善山田 真聖¹、梶井 博武¹、黄 毛蔚¹、岡本 彬仁¹、戸田 晋太郎^{1,2}、近藤 正彦¹¹ 大阪大学 工学研究科、² アルバック協働研

ワイドバンドギャップ無機半導体 NiO_x は正孔注入層かつ電子ブロック層としての機能が期待される。本研究ではオール溶液プロセスによる量子ドット発光素子において NiO_x を用いて素子特性の改善を目指している。塗布型 NiO_x 薄膜は構造の不均一性から正孔注入特性が低いという課題があるため、ホスホン酸系自己組織化単分子膜処理を施すことで正孔注入の改善を行った。また、 NiO_x を使用することで量子ドット発光素子の低電流密度時における電流効率の改善が見られた。

P-16

Eu を添加した GaN ナノワイヤのニューラルネットワークによる底面積分布予測

松山 健人¹、大田原 崇也²、北村 恭子^{1,2}、舘林 潤^{2,3}、藤原 康文²

¹京都工芸繊維大学、²阪大院工、³量子情報・量子生命研究センター

Eu を添加した GaN(GaN:Eu)では、非常に狭いスペクトル幅と温度超安定性を有する赤色発光が得られる。我々は、GaN:Eu ナノワイヤによる、フレキシブルかつ小型の赤色 LED の実現を目指し、OMVPE 法による結晶成長を研究している。結晶成長においては、複数の成長条件が複雑に作用するため、成長を予想することは難しい。本研究では、成長条件に対して、得られる GaN:Eu ナノワイヤの底面積を予測するニューラルネットワークを構築し、実験結果との対応が見られたので報告する。

P-17

架橋テンプレートの転写法による大面積ヘテロナノチューブ配向構造の形成

清水 一理、井ノ上 泰輝、小林 慶裕

大阪大学 大学院工学研究科 応用物理学コース

カーボンナノチューブ (CNT) と窒化ホウ素ナノチューブ (BNNT) を同心状に積層したヘテロナノチューブ (ヘテロ NT) では、CNT は環境から遮断され、優れた特性の維持が期待される。従来手法では、配向ヘテロ NT の大面積形成は困難であった。本研究では、配向性を維持しつつ広範囲での処理が可能な転写法を開発しヘテロ NT 配向構造の大面積形成を目指した。転写にはポリマー膜を利用し、その除去過程に臨界点乾燥を組み合わせることで目的を達成した。得られた架橋 CNT を鋳型とした BNNT の合成も検証した。

P-18

Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ ゲート絶縁膜上への TIPS-Pentacene 溶液塗布成膜

河野 裕太¹、北村 太慈¹、豊田 和晃¹、丸山 伸伍²、小池 一步¹、廣芝 伸哉¹

¹大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター、²東北大学大学院 工学研究科

本研究では、酸化物強誘電体材料である Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ をゲートに用い、TIPS-Pentacene を有機半導体材料とする有機メモリトランジスタの作製を目指し、成膜実験を行った。まずシリコン基板上に Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ を溶液塗布熱分解法により成膜し、AFM による表面形状、X 線回折による結晶構造の評価を行った。次に Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ 薄膜上へ TIPS-Pentacene をスピコート法により成膜し、AFM による表面形状、2D-GIXD による薄膜配向性の評価を行った。この結果を TIPS-Pentacene/SiO₂ 薄膜の評価結果と比較し、デバイス応用可能性を議論する。

P-19

自己組織化 InAs 量子ドットによる近赤外波長掃引レーザー開発と、その光干渉断層計への応用
山元 鉦稀、尾崎 信彦
和歌山大学大学院システム工学研究科
非侵襲な医療用断層イメージングである光干渉断層計(OCT)は、近赤外波長掃引レーザーを用いた波長掃引型(SS-)OCT が主流となりつつある。SS-OCT は、高い画像深度を実現する一方で、広帯域な波長掃引が難しいため、光軸分解能が低下するという課題がある。そこで我々は、自己組織化 InAs 量子ドット(QD)による波長掃引レーザー光源(QD-SS)の開発を行っている。QD は一定のサイズ分布を持つため、近赤外波長の広帯域発光および利得特性が期待できる。本発表では、外部共振器による QD-SS 開発と、それを導入した SS-OCT の性能評価について報告する。

P-20

乱層グラフェンの可視域から中赤外域の吸収スペクトルにおけるフェルミ準位制御効果
水野 琢央、井ノ上 泰輝、小林 慶裕
大阪大学 大学院工学研究科 応用物理学コース
線形分散の電子状態に起因する広帯域で一定な吸光度のため、単層グラフェンは光材料として注目される。しかし、環境からのドーピングにより中赤外域の吸光度が低下することが課題である。本研究では、単層の十倍以上の吸光度を持ちつつ、線形分散を維持した乱層多層グラフェンを作製し、電圧印加によるフェルミ準位制御が広帯域での吸光度に与える効果を検証した。フェルミ準位制御により吸光度低下を抑制でき、乱層グラフェンが光デバイス応用に適することが示された。

P-21

水平配向カーボンナノチューブの金属型除去による化学センサ応答性向上
阪本 真侑、井ノ上 泰輝、小林 慶裕
大阪大学大学院工学研究科 物理学系専攻 応用物理学コース
水平配向カーボンナノチューブ (CNT) をチャンネルとした電界効果トランジスタセンサは応答における電流変化量が大きく、高感度な化学・バイオセンサとしての応用が期待される。CNT には金属型と半導体型が混在し、センサ性能が金属型により低下することが課題である。本研究では、金属型の除去がセンサ性能に与える影響を検証した。電氣的ブレイクダウンによる金属型除去を行うことで、pH 変化前の電流値に対する pH 変化前後の電流変化量の比である電流変化率が 35 倍向上した。

P-22

欠陥を導入された多層グラフェンのラマン分光

根間 裕史、藤井 康裕、岡田 直也、大石 栄一、是枝 聡肇

立命館大学

グラファイトの単原子層であるグラフェンは優れた 2 次元性を有するため、炭素原子の追加、除去、移動による欠陥の人為的な導入が容易になされる系である。そのため、欠陥研究に最適な材料の 1 つと考えられている。ラマン分光法は、こうした欠陥を含むグラフェンを調べる強力なツールである。本研究では単層膜に比べて報告が多くない多層グラフェンの詳しいラマン分光測定を行ったので報告する。

賛助会員

応用物理学会関西支部の本事業活動に関し、下記賛助会員各位よりご支援を頂いております。ここに社名を記載させて頂き、感謝の意を表します。

エア・ウォーター（株）

（株）大阪真空機器製作所

京セラ（株）

（株）神戸製鋼所 技術開発本部

（株）島津製作所

シャープ（株） 研究開発本部

住友電気工業（株）

東京エレクトロン（株）

東京応化工業（株）

ナノフォトン（株）

日新イオン機器（株）

日本製鉄（株） 技術開発本部 尼崎研究開発センター

三菱電機（株） 先端技術総合研究所

（株）村田製作所

ローム（株）

（2023 年 6 月現在、50 音順）