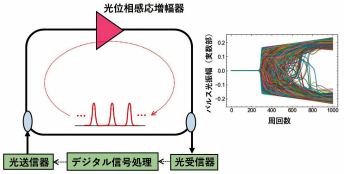
組み合わせ最適化問題のための光・電気融合型コンピューター

キーワード 組み合わせ最適化問題、光・電気融合型コンピューター、コヒーレントイジングマシーン

井上 恭 INOUE Kyo

電気電子情報通信工学専攻 教授
光電波工学講座 極限光通信工学領域 井上研究室





ここがポイント！【研究内容】

多数のノードの組み合わせの中から最適なものを見出す組み合わせ最適化問題は、現代社会の様々な場面（例えば、経路探索、創薬など）で直面する課題ですが、通常のデジタル計算機では効率よく解けないことが知られています。これをレーザー発振現象を利用して解く物理計算機（コヒーレントイジングマシーン）の研究が進められています。当研究室では、このマシーンのシミュレーターを開発し、組み合わせ最適化問題を効率よく解く手法の実現を目指しています。

応用分野	各種割り当て／スケジューリング問題、創薬関連
論文・解説等	[1] K. Inoue, *Opt. Commun.* 522 (2022) 128642
連絡先 URL	http://opt.comm.eng.osaka-u.ac.jp

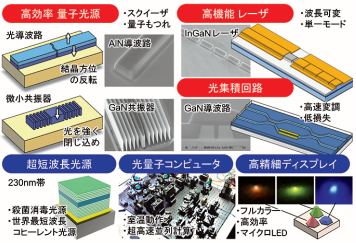
ワイドギャップ材料を用いた量子フォトニクスデバイスとシステム

キーワード 光量子コンピュータ、遠紫外全固体光源、非線形光学、結晶工学、半導体レーザ

片山 竜二 KATAYAMA Ryuji

電気電子情報通信工学専攻 教授
エレクトロニクスデバイス講座 量子フォトニクス領域 片山竜二研究室





ここがポイント！【研究内容】

本研究室では、新規な量子フォトニクスデバイス・システムを開発し、ＡＩなどの次世代情報技術を支える光量子コンピュータや、超小型･省エネな超短波長殺菌消毒光源、メタバースを支えるウェアラブルディスプレイを実現することで、脱炭素や安全安心，豊かな社会への貢献を目指しています。具体的には、高機能な半導体レーザ、光をナノサイズに閉じ込め機能増強した量子光源や光回路、超高精細なマイクロ LED 光源、多光子過程に基づく高精度な結晶評価技術を開発し、これらを集約した光集積デバイス・システムを作製しています。

応用分野	量子コンピュータ、殺菌消毒光源、ウェアラブルディスプレイ
論文・解説等	[1] T. Nambu & R. Katayama, *et al., Opt. Express* 30, 18628 (2022). [2] N. Yokoyama & R. Katayama, *et al., Jpn. J. Appl. Phys.* 61, 050902 (2022). [3] T. Nambu & R. Katayama, *et al., Appl. Phys. Express* 14, 061004 (2021).
連絡先 URL	http://www.qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp/index.html

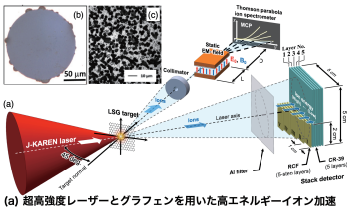
グラフェンと超高強度レーザーが切り拓く極限世界

キーワード レーザー、プラズマ、宇宙、グラフェン、AI



蔵満 康浩 KURAMITSU Yasuhiro

電気電子情報通信工学専攻 教授
先進電磁エネルギー工学講座 極限プラズマ工学領域 蔵満研究室



(a) 超高強度レーザーとグラフェンを用いた高エネルギーイオン加速実験概念図。(b) 大面積自立グラフェン、Large-area suspended graphene (LSG) の顕微鏡写真。(c) CR-39を用いたカーボンエッチピット。著しく高い効率のカーボンイオン加速を示している。

ここがポイント！【研究内容】

極限状態下のプラズマ現象を理解し、それをもとにした独自の応用展開を導くことで、宇宙物理学やプラズマ物理学を含めたプラズマ科学の分野を発展させるとともに、それをベースにした産業イノベーションにつながる研究を行っています。内外の高出力・高強度レーザーを用いた実験から、グラフェン等のナノマテリアルを用いたターゲット開発、さらに大型計算機を用いた数値シミュレーションや、実験や大規模計算から得られる膨大なデータを扱うために機械学習等の AI を積極的に取り入れ、がん治療からブラックホールまで幅広い研究を展開しています。

応用分野	医療、エネルギー、ナノマテリアル
論文・解説等	[1] Y. Kuramitsu *et al.*, *Scientific Reports*, 12, 2346 (2022) [2] Y. T. Liao *et al.*, *Nanoscale*, 14, 42 (2022) [3] Y. Kuramitsu *et al.*, *Nature Communications*, 9, 5109 (2018)
連絡先 URL	http://www.eie.eng.osaka-u.ac.jp/le/tanakaken/

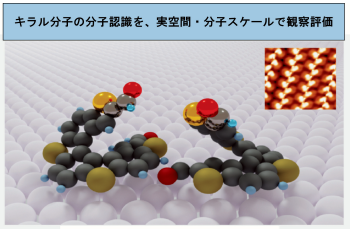
新たなナノスケール分析手法の構築と分子システムの新機能発現

キーワード ナノテクノロジー、キラル分子認識、ナノ材料・ナノ構造



桑原 裕司 KUWAHARA Yuji

物理学系専攻 教授
精密工学講座 原子制御プロセス領域 桑原研究室



ヘリセン分子のSTM観察と、分子会合モデル

ここがポイント！【研究内容】

- 単一分子からの発光や分子スケールでの振動分光が可能となる、世界で一つのナノスケール分析装置を構築して、ナノテクノロジーを推進します。
- 自然は、対掌性を好みます。生体を構成するすべての有機分子はキラルであり、どちらか一方の異性体のみを許容すること（ホモキラリティ）が知られています。構造キラリティと光学活性の関係、キラル分子認識メカニズムを分子スケールで分析することにより、この自然のミステリーに挑みます。
- 国際共同研究を積極的に推進して、現場レベルでの研究者交流と、世界で活躍できる人材を育てます。

応用分野	バイオテクノロジー、創薬（不斉合成）関連、フレキシブルデバイス
論文・解説等	[1] Yuji Kuwahara *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, 91 (2003) 255501-255505. [2] Yuji Kuwahara *et al.*, *Adv. Mater.*, 24, 13 (2012) 1675-1692. [3] Yuji Kuwahara *et al.*, *Carbon*, 99 (2016) 642-648.
連絡先 URL	http://www-ss.prec.eng.osaka-u.ac.jp/

新奇半導体光物性の探索とデバイス構造・システム創出

キーワード 半導体、LED、レーザダイオード、光無線通信、光物性



小島 一信 KOJIMA Kazunobu

電気電子情報通信工学専攻 教授
創製エレクトロニクス材料講座 新奇機能マテリアル領域 小島研究室



ここがポイント！【研究内容】

私たちは、ワイドバンドギャップ半導体を中心とした光材料に軸足を置き、新奇な（これまでにない）物性の探索、デバイス構造やシステムの提案・創出を目指して研究を行っています。具体的には、6G 向けギガビット級深紫外 LED 光無線通信システムや、新しい分光分析技術（ODPL 分光法）の独自開発などが挙げられます。私たちは、研究開発プロセス（基礎研究から応用・製品化）を一気通貫にて実施し、革新的技術を創出し続けています。

応用分野	照明、無線通信、分析機器
論文・解説等	[1] K. Kojima *et al.*, *Applied physics letters* 117, 031103 (2020). [2] K. Kojima *et al.*, *Applied physics express* 13, 012004 (2020). [3] K. Kojima *et al.*, *APL materials* 7, 071116 (2019).
連絡先 URL	http://www.sfm.eei.eng.osaka-u.ac.jp/

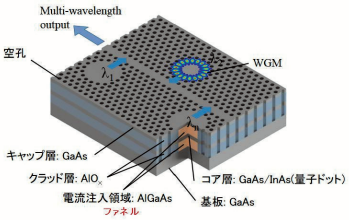
第 3 世代半導体 CirD レーザーの研究開発

キーワード インターネット、データーセンター、光通信、半導体レーザー、フォトニック結晶



近藤 正彦 KONDOW Masahiko

電気電子情報通信工学専攻 教授
エレクトロニクスデバイス講座 情報デバイス領域 近藤研究室



ここがポイント！【研究内容】

近藤研究室が挑戦しているのは、世界初となる第 3 世代の半導体レーザーの実現。伝送能力の限界が近づく光（ファイバー）通信に革新的な進化をもたらす“究極の半導体レーザー”の創出をめざしてフォトニック結晶を用いる画期的な CirD レーザーを考案。シミュレーションと試作を重ねながら、そのレーザーを実現するための新規材料づくりから、ナノスケールの超精密加工技術の開発、できあがった素子を CPU へ集積化するための実装方法の確立までトータルに取り組んでいる。

応用分野	ICT、DX
論文・解説等	[1] Y. Miyamoto, M. Kondow, *et al.*, *Photonics and Nanostructures*, 31, (2018) 168 (招待論文). [2] Y. Xiong, M. Kondow, *et al.*, *Photonics*, 6, (2019) 54 (招待論文). [3] H. Ye, M. Kondow, *et al.*, *Applied Sciences*, 10, (2020) 8377 (招待論文).
連絡先 URL	http://www.e3.eei.eng.osaka-u.ac.jp/index.html

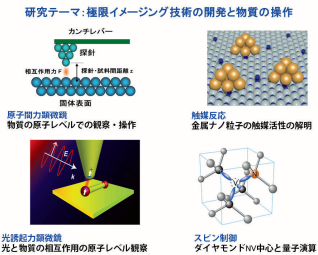
極限イメージング技術の開発と物質の電子状態と光学特性の操作

キーワード　原子スケールイメージング技術、ナノプローブテクノロジー、光と物質の相互作用の原子レベル観察、ナノスケールの界面準位の測定

菅原 康弘 SUGAWARA Yasuhiro

物理学系専攻 教授
応用物理学講座 ナノ物性工学領域 菅原研究室





ここがポイント！【研究内容】

革新的ナノスケールのイメージング技術の開発を進めながら、ナノ物質に発現する特異な物理・化学現象の探索と解明を進めている。具体的には、光誘起力顕微鏡を用いて、分子の電子遷移の誘起分極パターンを画像化し、光と物質の相互作用の本質に迫る研究を推進している。また、磁気共鳴力顕微鏡を用いて、ダイヤモンド中の窒素・空孔（NV）中心の有するスピンを制御して、量子コンピューティングを行うための基礎研究を行っている。さらに、低消費電力・超高速なバイアスの開発に不可欠な半導体界面の散乱中心や界面電荷をナノメートルの空間分解能で可視化・解析する技術の開発を進めている。

応用分野	次世代電子デバイス、太陽電池、環境材料
論文・解説等	[1] J. Yamanishi *et al.*, *Nature Communications*, 12, 3865 (2021). [2] Y. Adachi *et al.*, *ACS Nano*, 16, 6917 (2019). [3] J. Bamidele *et al.*, *Nature Communications*, 5, 4476 (2014).
連絡先 URL	http://nanophysics.ap.eng.osaka-u.ac.jp

メタサーフェスによる光と熱の制御

キーワード　プラズモニクス、メタマテリアル、メタサーフェス、熱輻射

髙原 淳一 TAKAHARA Junichi

物理学系専攻／附属フォトニクスセンター 教授
応用物理学講座 ナノエレクトロニクス領域





ここがポイント！【研究内容】

金属のナノフォトニクス「プラズモニクス」と人工的な光学媒質「メタマテリアル」を用いたフォトニックデバイスの研究を行っています。最近はシリコンを用いた誘電体メタサーフェスの研究に力を入れています。誘電体メタ原子中の多重極子を制御することによりバルクの 10 万倍におよぶ巨大非線形光学効果による光スイッチ、高解像度カラー画像生成、高効率エコ電球、放射冷却デバイス、超高感度屈折率センサーなど多様な応用が期待できます。

応用分野	医療・ヘルスケア分野、セキュリティ、省エネルギー
論文・解説等	[1] 高原淳一, 電子情報通信学会誌, 105(1), (2022) pp.39-46. [2] Y. Duh, Y. Nagasaki, *et al.*, *Nature Commun.* 11: 4101(2020). [3] H. Toyoda *et al.*, *Photonics*, 6(4), 105 (2019).
連絡先 URL	https://sites.google.com/site/professortakahara/home

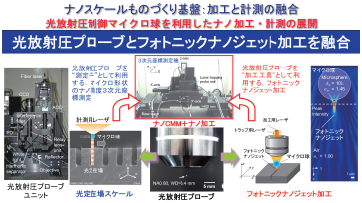
ナノスケール加工・計測と知的統合に関する学術の探究

キーワード メトロロジー、スマート精密加工計測、ナノ光計測、光放射圧、光量子効果

高谷 裕浩 TAKAYA Yasuhiro

機械工学専攻 教授
統合設計学講座 ナノ加工計測学領域 高谷・水谷研究室





ここがポイント！【研究内容】

- 直径８ミクロンの光放射圧マイクロプローブを実装したマイクロ部品の３次元座標測定機（ナノＣＭＭ）を開発。
- 研究テーマカテゴリーは次の４本柱、{1}「レーザ応用ナノ計測技術」：ナノスケールものづくり基盤計測技術の確立、{2}「レーザ応用超微細加工技術」：ナノ加工技術の確立とナノ計測ツールの開発、{3}「ナノ計測システムの製造、組立技術」：ナノ生産技術における技術革新、および{4}「量子光学に基づいた次世代精密計測法」：フォトン・メトロロジー基盤技術の確立。
- 予測型生産システムにおけるＡＩを利用するスマート精密加工計測の新たな研究戦術を展開！

応用分野	生産科学分野、機上・インプロセス計測関連、光学素子加工計測、超精密表面トポグラフィ測定機
論文・解説等	[1] Yasuhiro Takaya, *Int. J. of Automation Technology*, Vol.8 No.1, 2014. [2] Takaya, Y. *et al.*, *CIRP Annals*, Vol.65, Issue 1, 2016. [3] Uenohara, T., Takaya, Y., Mizutani, Y., *CIRP Annals*, Vol.66, Issue 1, 2017.
連絡先 URL	http://www-optim.mech.eng.osaka-u.ac.jp/index.html

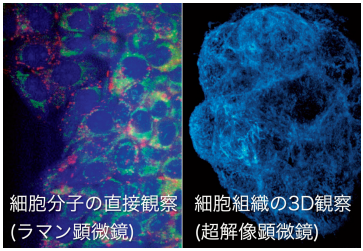
生体情報を可視化する光学顕微鏡技術の開発

キーワード フォトニクス、光学顕微鏡、ラマン顕微鏡、超解像顕微鏡、バイオイメージング

藤田 克昌 FUJITA Katsumasa

物理学系専攻／附属フォトニクスセンター 教授
応用物理学講座 ナノフォトニクス領域





ここがポイント！【研究内容】

光と物質とが相互作用すると、反射や散乱、吸収などの様々な効果が生じます。これらの効果は物質の多種多様な情報を取得することに利用できます。この方法と光学顕微鏡を組み合わせると、細胞や組織の形状、またそれらを構成する物質分布の情報が画像として与えられ、細胞の種類や活性状態、皮膚や臓器などの生体組織の状態の病変等の様々な生体情報が得られます。このような豊富な生体情報をもたらす「光」による新しい分析技術、顕微鏡技術を開発し、発展させ、未来の医療や創薬へ資する研究を進めています。

応用分野	バイオイメージング、医療、創薬
論文・解説等	[1] K. Koike *et al.*, *ACS NANO*, 14(11), 15032–15041 (2020). [2] K. Watanabe *et al.*, *Nat. Commun.*, 6: 10095 (2015). [3] A. F. Palonpon *et al.*, *Nat. Protoc.*, 8, 677 (2013).
連絡先 URL	http://lasie.ap.eng.osaka-u.ac.jp/home_j.html

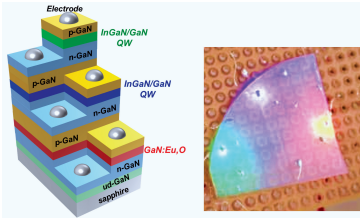
革新的半導体フォトニクス：電気を流して希土類イオンを光らせる

キーワード 希土類添加半導体、窒化物半導体赤色 LED、マイクロ LED ディスプレイ



藤原 康文 FUJIWARA Yasufumi

マテリアル生産科学専攻／エマージングサイエンスデザイン R^3 センター 教授
構造機能制御学講座 結晶成長工学領域 藤原研究室



ここがポイント！【研究内容】

半導体と希土類蛍光体の利点を併せ持つハイブリッド材料である希土類添加半導体を新しい光機能材料として位置付け、希土類イオンの 4f 殻内遷移よる発光を、半導体を母体として得ることで世界を先導しています。Eu^{3+} イオンを GaN に添加し、「電気を流すと赤色に光る」新しいタイプの発光ダイオード（LED）を発明しました。また、同一サファイア基板上に赤／緑／青色（RGB）を縦方向に集積することに世界で初めて成功しており、数千億円の市場が見込まれる次世代マイクロ LED ディスプレイ実現の基幹技術として期待されています。

応用分野	スマートディスプレイ分野、情報通信分野、量子情報分野
論文・解説等	[1] S. Ichikawa, Y. Fujiwara, *et al.*, *Applied Physics Express* 14, 031008 (2021). [2] A. Nishikawa, Y. Fujiwara, *et al.*, *Applied Physics Express* 2, 071004 (2009). [3] 藤原他, 特許第5388041号, US8409897, KR10-1383489.
連絡先 URL	http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/mse6/

情報通信インフラを根底から支えるフォトニックネットワーク

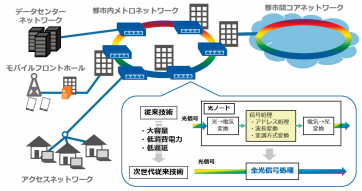
キーワード 光ファイバ通信、光信号処理、非線形波動理論



丸田 章博 MARUTA Akihiro

電気電子情報通信工学専攻 教授
通信ネットワーク工学講座 フォトニックネットワーク工学領域 丸田研究室

ここがポイント！【研究内容】



- 増加が続く情報通信ネットワーク上を流通する情報を効率よく収容するための光ファイバネットワークの大容量化・高機能化に向けた研究を推進しています。
- 非線形波動理論を学問的基礎において、光ファイバや光デバイス中で生じる様々な非線形現象を解明し、その現象を光伝送技術および光信号処理技術に応用する研究を行っています。
- 欧州の大学と光通信技術に関するマルチディグリープログラム（エラスムス・ムンドゥスプログラム）に取り組んでおり、学生、研究者の往来が盛んです。

応用分野	情報通信インフラ、光ファイバ通信、光計測
論文・解説等	[1] A. Maruta, *IEICE Trans. Commun.*, E101-B (1), 80 (2018). [2] 丸田他, 信学論(B), J99-B (11), 976 (2016). [3] A. Maruta *et al.*, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, 8 (3), 640 (2002).
連絡先 URL	http://wwwpn.comm.eng.osaka-u.ac.jp/home/

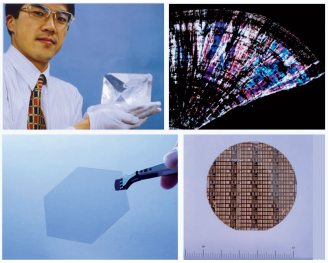
結晶が創る新世界

キーワード 非線形光学結晶、窒化物半導体、尿路結石、骨リモデリング



森 勇介 MORI Yusuke

電気電子情報通信工学専攻 教授
創製エレクトロニクス材料講座 マテリアルイノベーション領域 森研究室



ここがポイント！【研究内容】

研究で一番重要なのは、the first or the best、です。私が発見した波長変換結晶 CLBO は、the first、の事例と言って良いと思いますが紫外線を発生できる日本発の光学結晶です。現在、世界の半導体製造工場で使われています。2014 年に LED でノーベル賞を受賞された GaN 結晶は結晶の品質の向上が課題でした。私の研究室ではサイズと品質の両立を世界で初めて実現しました。これは、the best、の事例かと思います。尿路結石と骨リモデリングでは、相転移が重要ということを初めて見出しました。この研究はこれからですが面白い発展を期待しています。

応用分野	半導体製造技術、パワーエレクトロニクス、レーダー技術、医療・ヘルスケア
論文・解説等	[1] Y. Maegaki *et al.*, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.61, pp.052005/1-5 (2022.05) [2] H. Yamauchi *et al.*, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.61, No.5, pp.055505/1-6 (2022.05) [3] A. Shimizu *et al.*, *Applied Physics Express*, Vol.15, pp.035503/1-5(2022.03)
連絡先 URL	http://crystal.pwr.eng.osaka-u.ac.jp/

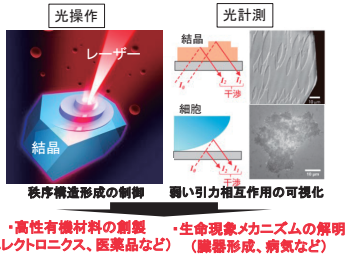
光技術を駆使した新奇な物質・生命機能の探求

キーワード レーザー操作、ソフトマター、界面計測



吉川 洋史 YOSHIKAWA Hiroshi

物理学系専攻 教授
応用物理学講座 分子フォトニクス領域 吉川研究室



ここがポイント！【研究内容】

先駆的な光操作・光計測技術群を駆使して、新奇な物質・生命機能を探求しています。

レーザーによる秩序構造形成の自在制御：レーザーの物理的作用（熱・電場など）により分子や原子の集合・配列を自在制御し、従来法では得られない構造・形状・サイズ・機能を有する革新的材料（エレクトロニクス素子、医薬品、人工細胞など）の創製を目指しています。

ソフトマターの特異な構造・機能の解明：系の引力・斥力バランスを乱さない非侵襲な光計測技術を駆使し、膜、ゲル、細胞組織（オルガノイド）などの柔らかい物質群に特異な構造や機能を調べています。

応用分野	光操作・光計測、高機能性結晶、生命科学・医療
論文・解説等	[1] H. Y. Yoshikawa* *et al.*, *Chem. Soc. Rev.*, 43, 2147 (2014). [2] T. Tominaga, M. Maruyama*, H. Y. Yoshikawa*, *et al.*, *Nat. Photon.*, 10. 723 (2016). [3] H. Takahashi, H. Y. Yoshikawa*, *et al.*, *J. Phys. Chem. C*, 125, 8391 (2021).
連絡先 URL	https://mp-ap.eng.osaka-u.ac.jp/