

レーザー研究室紹介



◆ 研究室紹介

本研究室は、2014年10月の堅准教授の弊学着任と同時に創設されました。本研究室では、光情報処理の枠組みにおいて、ナノスケールの光物理・光技術に基づいて高度な実用機能を実現する光情報デバイス・システムの実現に関する先端的研究を進めています。目的とする光情報処理の実装に適合したマクロな光機能を発現するためのナノ光系・量子系の実現を研究基盤としており、具体的な実験内容は、デバイス・システムの設計・構築から基本物理の実証や機能評価まで多岐に渡ります。主な実験ファシリティとしては、蛍光分析、光子計数、干渉計測、機械学習などが挙げられます。

特に直近では、半導体ナノ微粒子・量子ドットの個体制御・配置調節に基づいて特異な光機能の発現を設計する「量子ドットエンジニアリング」を標榜し、同概念に基づく光コンピューティングの実装に取り組んでいます。また、近年一層の拡張を続ける半導体産業におけるサプライチェーンの保護を目的として、個々の半導体チップに対する個別情報として微細な人工物を付与する「ナノ人工物メトリクス」について、そのような人工物が示す偽造・複製不可能な特徴量を効果的に読み取るための光技術の開発に関する研究も行なっています。

◆ 具体的な最近の研究テーマと成果

テーマ	成果
量子ドットエンジニアリングに基づく光コンピューティングの実装	CREST「光ニューラルネットワークの時空間ダイナミクスに基づく計算基盤技術」【分担】など
ナノ人工物メトリクスの実用化に向けた光学的読み取り技術の開発	経済安全保障重要技術育成プログラム「半導体・電子機器等のハードウェアにおける不正機能排除のための検証基盤の確立」【再委託】など
小型分光イメージングを志向した超薄型旋光デバイスの開発	基盤研究(S)「匂いの時空間揺らぎ情報に基づく人探索」【分担】など

九州大学 ナノ光情報応用研究室・ たてらば

代表者：堅 直也

所 属：九州大学大学院

システム情報科学研究院

情報エレクトロニクス部門

准教授

所在地：〒819-0395

福岡県福岡市西区元岡 744 番地

<http://npip.ed.kyushu-u.ac.jp/>

E-mail: tate@ed.kyushu-u.ac.jp



◆ 過去5年間の代表的な論文

- 1) N. Tate: "Quantum-Dot-Based Photonic Reservoir Computing", *Photonic Neural Networks with Spatiotemporal Dynamics, Paradigms of Computing and Implementation*, pp. 71-87 (Springer, 2023).
- 2) 2022年 日本の光学研究, "光×AIを志向する蛍光情報処理量子ドットネットワークが示す非線形蛍光応答の解析", *光学* **52** (2023) 230.
- 3) T. Ohteki, *et al.*: "Nano-Photonic Metrics: Fundamentals and Experimental Demonstration", *Photonics* **9**, 551 (2022) 1.
- 4) N. Tate, *et al.*: "Quantitative analysis of nonlinear optical input/output of a quantum-dot network based on the echo state property", *Opt. Express* **30** (2022) 14669.
- 5) 堅直也ほか: "30年後のAI×30年後のオプティクスを語ろう", *光学* **51** (2022) 182.
- 6) 堅直也: "蛍光情報処理のための量子ドットエンジニアリング", OPIE'22, OPIE 出展者・参加者のためのOPICセミナー「新ビジネス展開の鍵が潜む世界の先端光技術」(2022.4.21, パシフィコ横浜).
- 7) M. Nakagawa, *et al.*: "Spatiotemporal model for FRET networks with multiple donors and acceptors: Multicomponent exponential decay derived from the master equation", *JOSA B* **38** (2021) 294.
- 8) S. Shimomura, *et al.*: "Spectral and temporal optical signal generation using randomly distributed quantum dots", *Opt. Rev.* **27** (2020) 264.
- 9) 堅直也: "ナノ光技術を活用した高度光セキュリティの実現に向けた取り組み", *レーザー研究* **47** (2019) 315.
- 10) N. Tate, *et al.*: "Visible light-induced thymine dimerisation based on large localised field gradient by non-uniform optical near-field," *Sci. Rep.* **9** (2019) 18383.

◆ 学生の声



堅研究室は、理論から実験まで幅広いプロセスに触れることで、研究者として大きく成長できる場だと感じます。考えた理論を実際に組んだ光学系を用いて検証できるため、光学理論を体感しながら研究を進めることができます。実験では実験機器や光学系の組み方などノウハウや予備知識が足りないことも多いですが、堅先生の指導の下、学生同士助け合って日々研究に励んでいます。

(山口 誠矢)