

CPEC/NanoQuine

荒川・岩本・ホームズ研究室

[量子ドットと先端ナノフォトニクス]

生産技術研究所 光電子融合研究センター ナノ量子情報エレクトロニクス研究機構
 Center for Photonics Electronics Convergence, Institute of Industrial Science
 Institute for Nano Quantum Information Electronics

量子ナノデバイス・ナノオプトエレクトロニクス

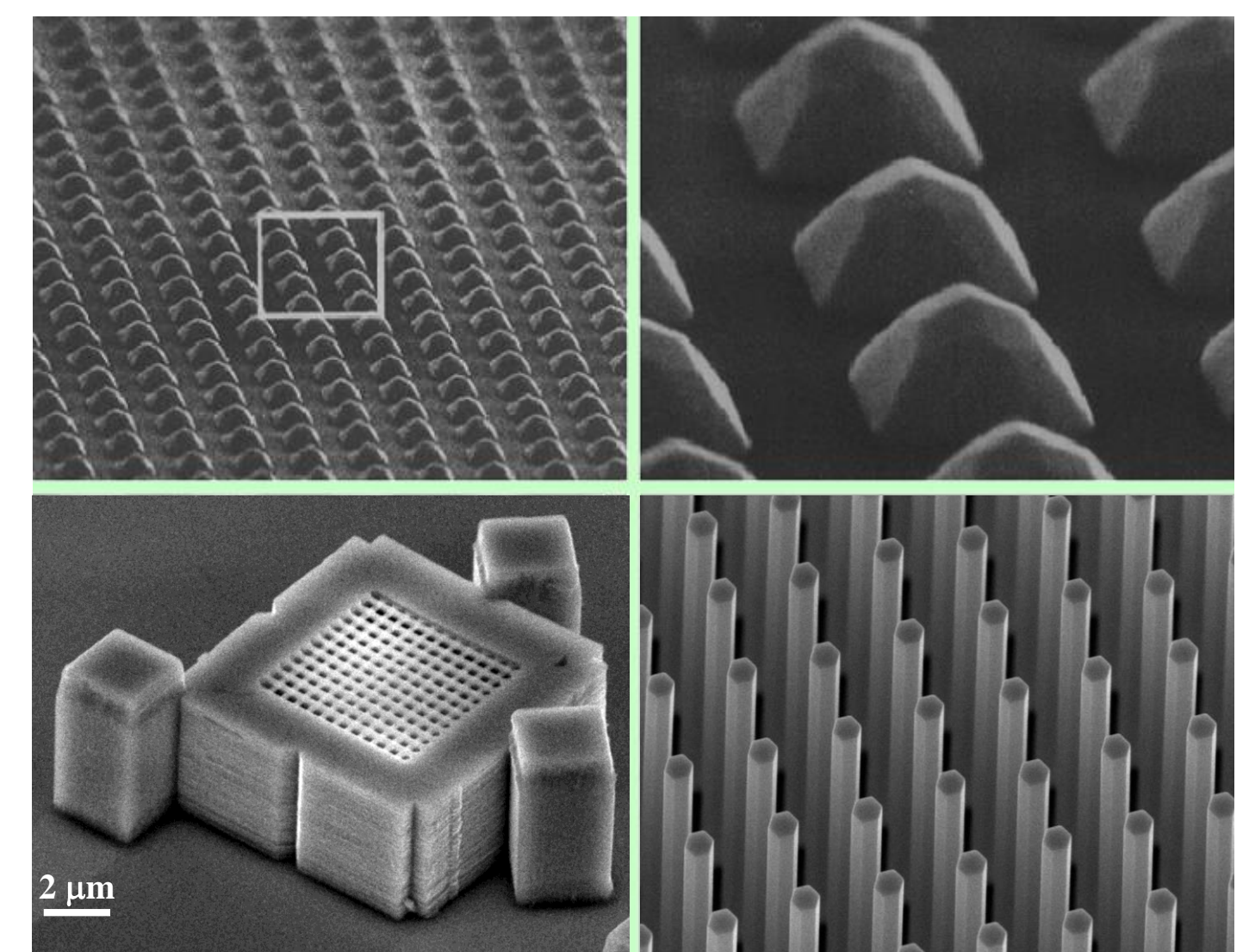
工学系研究科 電気系工学専攻、先端学際工学専攻 理学系研究科 物理学専攻

<http://qdot.iis.u-tokyo.ac.jp>

1982年の荒川、榊による量子箱（量子ドット）の提案以来、本研究室では、次世代光通信量子ドットやフォトニック結晶などの半導体ナノ構造の形成技術開発、電子・光子の量子状態制御による新しい物性物理の探索、ナノフォトニックデバイスや量子情報デバイスの基礎研究、将来のLSIフォトニクス融合に向けた基盤研究、ナノレーザや光電子融合集積システムなどIoTフォトニクス基盤技術に関する研究などを進めています。これらは、文部科学省地域産学官連携科学技術振興事業「ナノ量子情報エレクトロニクス連携研究拠点」（H18-27年度、総額約62億円）や経済産業省/NEDO未来開拓研究プロジェクト「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」（H24-33年度、総額約300億円）、および文部科学省科学研究費特別推進研究「量子ドット-ナノ共振器多重量子結合系における固体量子電気力学探究と新ナノ光源創成」（H27-31年度、総額約4億円）などの大型研究プロジェクトにより支援されています。

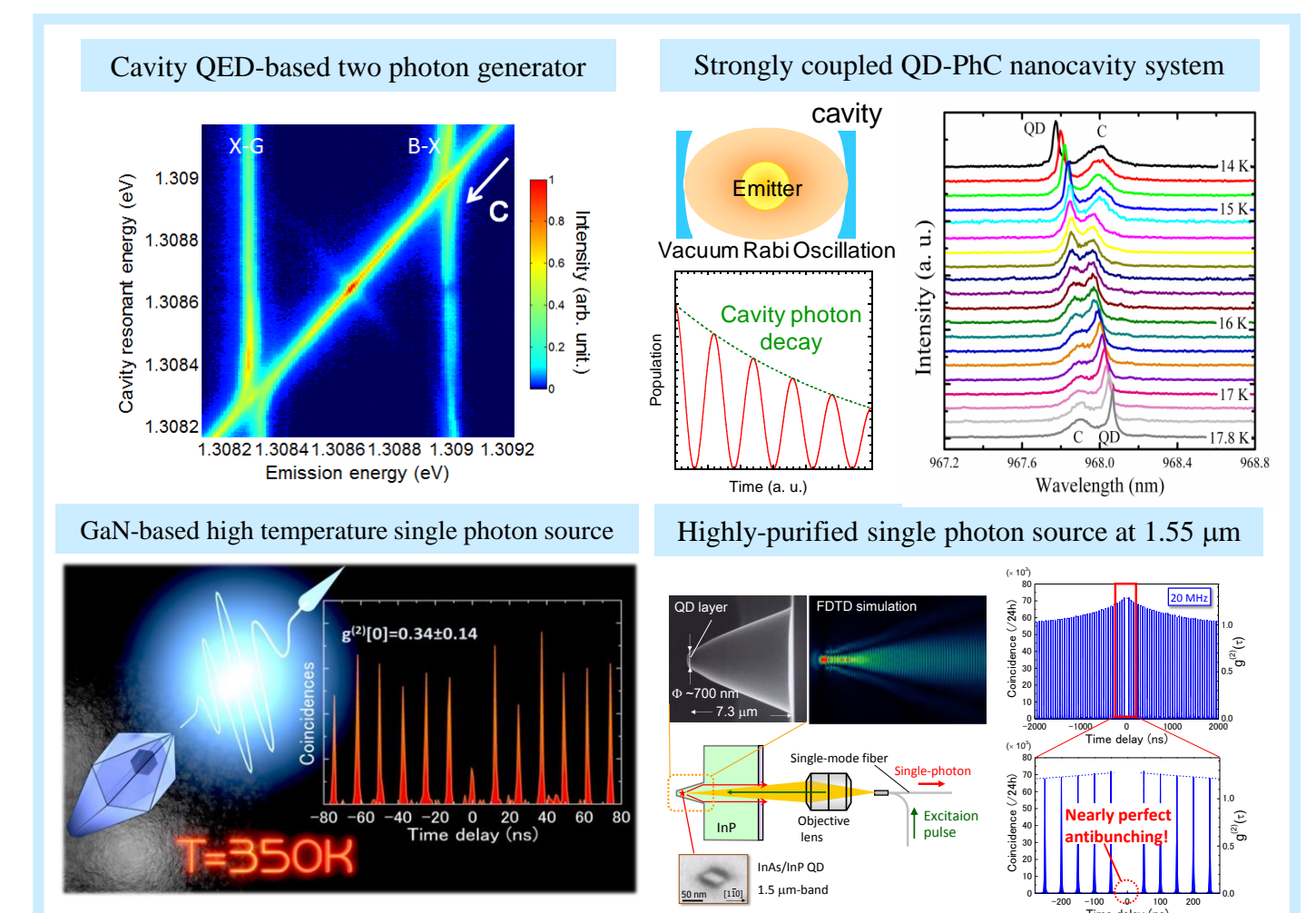
ナノ技術開拓：量子ドットとフォトニック結晶

電子や光子を個々に制御するナノシステムの創成を目標とし、MOCVDやMBEなどの結晶成長技術や電子線描画技術を用いて、量子ドットやフォトニック結晶などナノ構造の形成技術を開拓しています。最近では、光通信および量子情報向けの砒化インジウム系および窒化物系量子ドットやナノワイヤの形成に取り組んでおり、いずれも世界最高品質を誇っています。また、3次元フォトニック結晶の作製技術開発にも取り組んでおり、3次元フォトニック結晶ナノ共振器における世界最高Q値を達成するとともに、レーザ発振、さらにはその3次元光導波路との集積を初めて実現しました。また光のスピ角運動量制御を可能にする3次元キラルフォトニック結晶の作製にも成功しています。



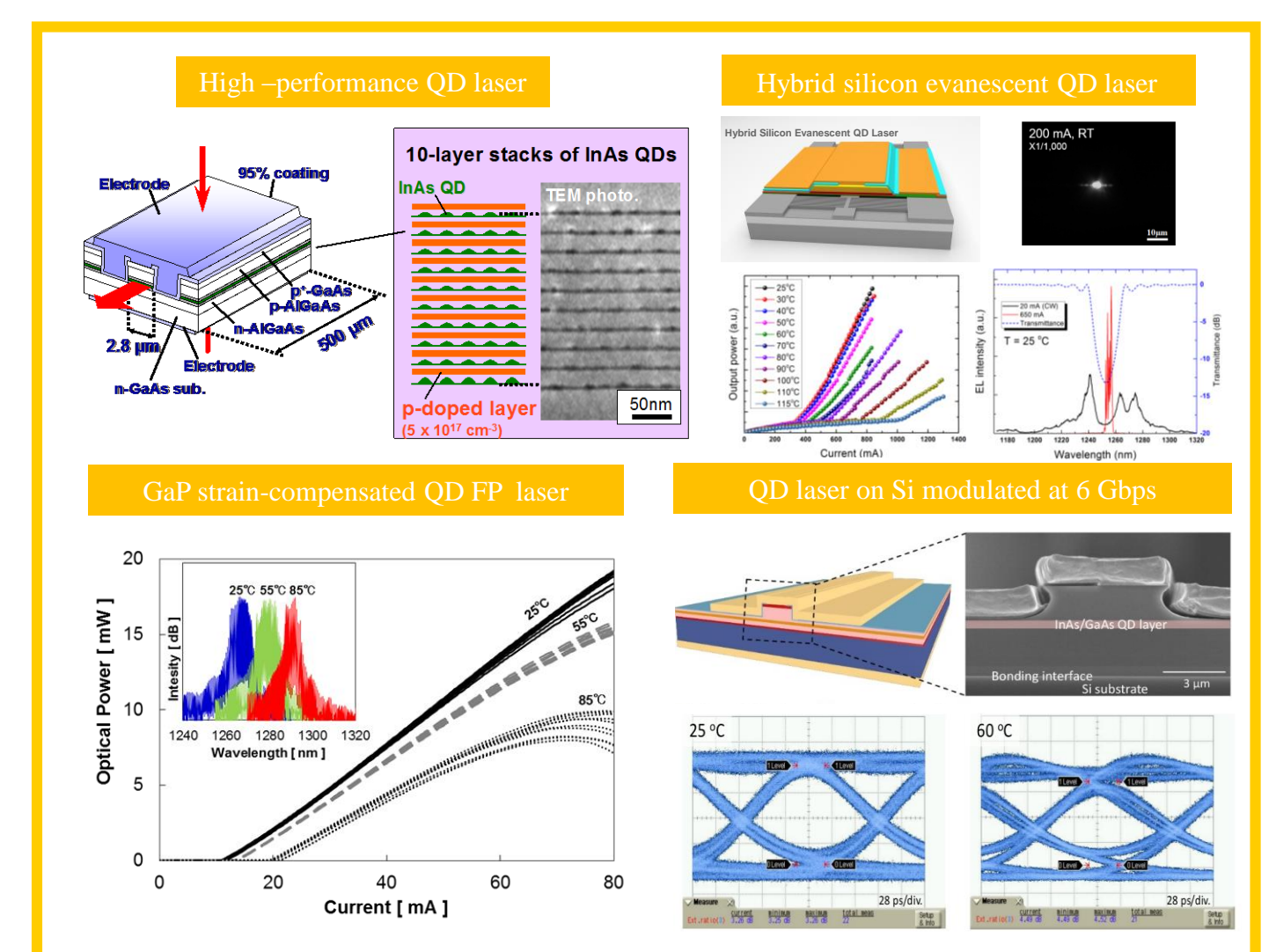
ナノ光電子物性探索と量子情報素子基礎研究

フェムト秒レーザ分光や磁気・電気光学分光を駆使し、量子ドットやフォトニック結晶の電子・光物性を実験的に探究しています。特に、一つの量子ドットを分光し、単一光子を検出・分析できる先端的光学システムを開発し、世界をリードする成果を次々と上げています。最近では、量子ドット励起子のコヒーレント制御技術開発や量子ドット-フォトニック結晶ナノ共振器結合系の物性探索を進めています。量子情報デバイスの基礎研究も推進し、通信波長帯1.55μm高性能単一光子源を実現するとともに、量子鍵配送システムを構築し、100 kmの安全鍵伝送を実証しました。さらに、窒化物系量子ドットによる350 Kでの単一光子発生、光通信波長帯単一光子LEDの実現など、多くの研究成果を挙げています。



ナノ光電子デバイス

量子ドットやフォトニック結晶を取り込んだ先端ナノフォトニックデバイスの実現に向けて研究を推進しています。特に産業界との強力な連携のもと、高品質量子ドットレーザの開発に取り組んでいます。更なる高性能化に向けて、高密度・高均一な高利得量子ドットの形成技術開発を進め、FPレーザの温度安定25 Gbps動作、分布帰還型(DFB)レーザの10 Gbps動作などを実現しています。さらに、シリコン基板上高効率光源の研究を中心に、次世代の光電子融合技術の開発も進めており、ウェハ融着法によるシリコン基板上通信波長帯1.3μm量子ドットレーザとその高速直接変調動作、さらにそのシリコン導波路との結合を実現し、一方Si(100)ジャスト基板上直接成長量子ドットレーザも実現するなどの成果を挙げています。



IoTフォトニクス基盤技術開発

フォトニクス技術によるモノのインターネット(IoT)の実現に貢献するため、高効率エネルギー変換デバイスや次世代ナノレーザ、光電子融合集積システム技術などの研究開発に取り組んでいます。一例として、中間バンド型太陽電池において理論効率75%が達成可能であることを示すと共に、高度な成長技術を活かした高性能量子ドット太陽電池の作製を進めています。また、高品質フォトニック結晶ナノ共振器を用いた単一量子ドットレーザ、室温動作ナノワイヤ量子ドットレーザの実現にも成功しています。

