

## 集積光電子デバイス領域

教授	栖原 敏明	准教授	藤村 昌寿
助教	上向井 正裕		
技術専門職員	林 由樹雄	秘書	芳崎 由佳

### 研究概要

本領域では、社会的要求の高い次世代の超大容量・超高速の光通信・光情報処理システムの構築と発展を支えるための、先端的な集積光電子デバイスの研究を行っている。レーザ光波技術を電子技術と融合することにより電子デバイスの限界を超える高性能や新機能をもつ多くのデバイスが実現できる。実用的なデバイスとするには集積化技術が極めて重要である。光波の量子論的特性の工学的応用はフォトニクス（光子工学）と呼ばれ、量子情報通信や量子コンピューティングなど将来の可能性が期待されている分野である。光通信、光情報処理、光メモリ、光センシングなどの具体的応用をもつ種々の光集積回路（フォトニック IC）、集積フォトニックデバイスを考案し、理論解析・設計を行い、実際に作製して実験で可能性を実証することを目的として研究を行っている。また将来の革新的な光デバイスの原理を探索するため、光電子物理や量子光学などの基礎的な理論的・実験的検討も行っている。

### 研究内容

#### I. 導波型非線形光学デバイスに関する研究

強誘電体結晶 ( $\text{LiNbO}_3$  等) 光導波路を用いた非線形光学波長変換（高調波・和・差周波発生）デバイスの研究を行っている。将来の光通信波長域の飛躍的拡大と稠密化をめざす波長集積・操作フォトニクスのキーデバイスとして、また大型レーザテレビ等のレーザディスプレイやリソグラフィシステムなどへの広範な応用が期待されている。理論解析と設計、新規非線形光学導波路形成や位相整合構造形成技術の確立、超高効率化構造の開発、可視～紫外コヒーレント光発生デバイス、波長多重（DWDM）光通信用波長変換デバイスの作製・評価・改善、多波長一括変換や分散補償など高度な応用の理論的検討を行っている。

#### II. 超高速光信号処理デバイスに関する研究

ピコ秒・フェムト秒の超短光パルスで駆動し超高速光信号処理を行う導波型非線形光学デバイスの研究を行っている。テラ bit/s 級の超高速光時分割多重（OTDM）光通信などに多くの応用が期待される。デバイス構成と動作原理の考案、理論設計、超高速動作のシミュレーション、光サンプリングデバイスや各種光制御光スイッチなどの作製と実験を行っている。また、電気光学効果結晶に形成する分極反転構造を利用した高速空間光変調器の実現に関する研究を行っている。

#### III. 稀土類ドープ導波路レーザに関する研究

稀土類元素 (Nd, Er, Yb) をドープした  $\text{LiNbO}_3$  導波路を用いた小型・高機能固体レーザを

研究している。理論設計、特性解析、Nd, Er, Yb ドープ導波路作製技術の確立、導波路レーザーの作製と評価、集積自己高調波発生レーザー、集積 Q スイッチパルスレーザーなどの高機能化について研究している。

#### IV. 集積量子井戸半導体レーザーに関する研究

半導体量子井戸構造をもつ高機能・高性能レーザーの研究を行っている。集積化に適しコヒーレンスの高いDFBレーザー/DBRレーザーの設計、理論解析、作製、性能改善、結合器集積半導体レーザー、パワー増幅器集積高出力高コヒーレンス半導体レーザー、高出力可変波長半導体レーザー、表面放射型半導体レーザー、多焦点出力半導体レーザーなどの設計・作製・評価を行っている。

#### V. 半導体モノリシック光集積回路に関する研究

量子井戸レーザーと受動素子や光検出器などのモノリシック集積（同一材料ワンチップ集積）による光集積回路の研究を行っている。集積用素子の設計・作製、量子井戸無秩序化バンドギャップ制御技術の確立、集積バイオ光センサデバイス、テラヘルツ波発生用2波長レーザー集積デバイス、集積干渉計型光センサなど具体的応用のための複雑な機能を持つモノリシック光集積回路の作製・評価を行っている。

#### VI. 集積量子フォトニックデバイスに関する基礎研究

光子（フォトン）を用いた将来の量子情報通信・処理のため、種々の量子光学機能を果たす集積デバイスの実現が望まれている。光波の量子状態の制御と変換、単一光子発生、単一光子波長変換検出、相関光子対発生、各種の量子エンタングル光子対発生、スクイズド光(超量子限界低雑音光)発生の理論的研究、および半導体レーザーや非線形光学デバイスによりこれらの機能を実現する「量子フォトニックデバイスの研究」の実験的研究を行っている。

#### VII. 集積光電子デバイス作製装置・技術の開発

集積光電子デバイスは曲線パターンや分極反転など独特の性格を持つ超微細なナノフォトニクスデバイス構造を必要とする。新デバイス作製の観点から、電子ビーム描画、強誘電体極微周期分極反転構造形成、結晶直接接合光導波路形成、半導体量子井戸選択的無秩序化などに関する作製装置・技術の開発・改善を行っている。