

# プラズモニクスとメタマテリアルが拓く 革新的フォトニックデバイス

<スタッフ> 高原 淳一 教授、君野 和也 特任研究員

本研究室では金属構造のナノフォトニクスであるプラズモニクスや人工的な光学材料メタマテリアルの研究を通じて、光を自在に操ることのできる革新的なフォトニックデバイスの実現をめざしています。

プラズモニクスの研究では、従来は回折限界のために原理的に不可能と思われていたナノ光集積回路をプラズモニック導波路とよばれる金属ナノワイヤーによって実現可能なことを示しました。これにより、微細化のすすんだ電子回路と高速性に優れた光回路をナノレベルで統合して集積化できます。これにより光の回折限界を超える超微細かつ低消費電力のナノフォトニックデバイスの実現を目指しています。

メタマテリアルの研究では、金属や誘電体のナノ構造を基板上に2次元的に配列したメタサーフェスの研究を行っています。表面からの散乱や吸収を自在にナノレベルで制御することで、回折限界解像度のカラー印刷、赤外線エミッターや完全吸収体などを実現しています。これは、高効率光源や放射冷却デバイスなどへの応用につながります。

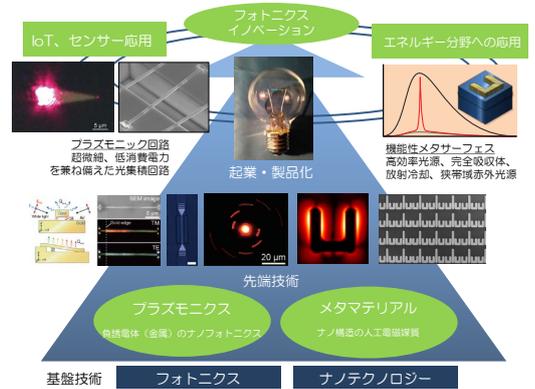


図1 プラズモニクス、メタマテリアルによる  
フォトニクスイノベーション

## TOPICS1 最新研究トピックス

### 表面プラズモンのコヒーレント制御

金属表面の自由電子が光と結合した表面プラズモンポラリトン (SPP) は、原理的に回折限界の制約がなく、ナノメートルオーダーの狭い領域に閉じ込めて伝搬できます。我々は、エアクラッドをもつプラズモニック導波路を実現し、長距離伝搬 SPP モードを選択的に励起し、金属スラブ導波路を 40  $\mu\text{m}$  以上にわたり伝送させることに成功しました。将来は光集積回路の超微細化への応用が期待されています。

## TOPICS2 最新研究トピックス

### プラズモニック・カラープリント

アルミニウム (銀色) とアルミナ (透明) から構成されたメタサーフェスを用いて鮮やかなカラー生成を実現しました。本方法は金属・誘電体・金属構造を用いることで、光

の回折限界の限界にせまる解像度をもつカラー印刷を可能とします。通常の印刷物の解像度が数 100dpi に対して、本手法では 100,000dpi を実現できます。セキュリティ応用のための微小面積へのカラー印刷などへの応用が期待されています。

## TOPICS3 最新研究トピックス

### メタサーフェスによる熱輻射スペクトルの制御

白熱電球のスペクトルはプランク輻射則に従う黒体輻射で、目に見えない赤外線を無駄に輻射しています。赤外線を抑制し、可視光にまわすことにより高効率のエコ電球を実現できます。我々は電球フィラメントの表面に微細構造を形成したプラズモニックメタ表面を用いると、熱輻射の可視光を増強できることを実証し、プロトタイプ電球を完成させました。フィラメントはナノインプリント技術で作製しているため大量生産にも対応できます。

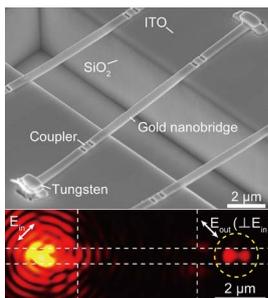


図2 エアクラッド・プラズモニック  
導波路とブリッジ部を伝搬する SPP

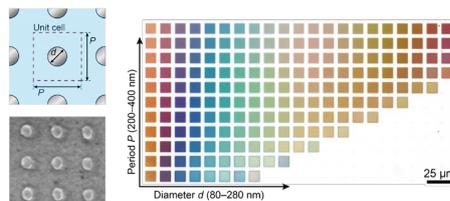


図3 アルミニウムとアルミナからなる  
メタサーフェスのカラーパレット

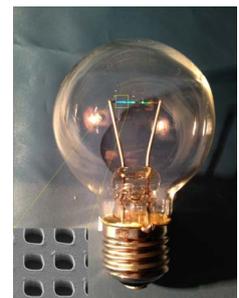


図4 高効率エコ電球の  
プロトタイプ