

メタマテリアル・プラズモニクスの光・電子デバイス応用調査専門委員会 設置趣意書

マイクロマシン・センサシステム技術委員会

1. 目的

メタマテリアルやプラズモニック構造は、サブ波長構造をユニットとした超微細構造である。回折限界以下の空間分解能を持ち、これまでの光操作技術の限界を打ち破る革新的な機能・現象が報告されている。この10年間、ナノテクノロジー・微細加工技術の進展とともにそれらの製作精度が格段に向上し、新奇な光学応答が実証され、近年では光学分野で最もホットなトピックスとして注目されている。

魅力的な応用デバイスが提案され研究開発が進む一方、それらは基礎研究の域に留まっており、実用化例、キラーアプリケーションは少ない。メタマテリアル・プラズモニクスは電磁気学を中心とする理論的解釈が奥深く、一方、製作には最先端微細加工技術が不可欠であることから、理論家と実験屋の対話が容易ではない。また、特にメタマテリアルの分野では理論先行で製作技術の更なる進歩が望まれている。生産性に優れた技術が確立されておらず産業界からの参加者が少ない。また、国内外の会議・シンポジウム・研究会において歴史的背景からプラズモニクスとメタマテリアルは別々に議論されることが多いが、モノづくりの観点から同様の材質、寸法、加工技術で作られることが多いので、両者一体での議論が新たな応用デバイスの創出に有効であると感じている。

本調査専門委員会では、メタマテリアルとプラズモニクスの光・電子デバイス応用に関する調査を行うことを目的とする。対象とする波長は、紫外～可視～テラヘルツ～マイクロ波領域まで広くカバーする。電磁気学を基礎とする理論と微細加工技術の両者にバランス良く精通し、産業界との距離感も近い電気学会 E 部門において本調査専門委員会を設置することで、上述の問題に取り組む。

2. 背景および内外機関における調査活動

メタマテリアルは、有効誘電率と有効透磁率を操作し、自然界に存在しない負の屈折率を実現する人工材質として注目されている。メタマテリアルによる負の屈折率の提案および実験的データが2000年にSmithらにより報告され、2006年にPendryとSmithらが金属のスプリットリング共振器の集合体でマイクロ波領域におけるクローキング（透明マント）を実験的に初めて示したことでメタマテリアルの議論が現実味を帯び、完全レンズ（回折限界を超えた超解像が可能なレンズ）、無反射素子、光アンテナ、テラヘルツ波発生デバイス、熱放射制御などの応用デバイスが提案されている。また、プラズモニック構造は、局所空間に電場を強く集中でき、また表面プラズモン・ポラリトンを容易に励起できることから、それを利用したバイオセンサ、細胞イメージング、太陽電池、導波路、カラーフィルタなどへの応用研究が進められている。

国内では、文部科学省科学研究費補助金 新学術領域「電磁メタマテリアル」、日本学術振興会先導的研究開発委員会「メタマテリアルの開発と応用」、国際高等研究所プロジェクト「メタマテリアルの開発と応用」などの組織的なプロジェクトが本格的に立ち上がっている。理論から製作、基礎から応用と網羅する一方、マイクロマシニングによる微細加工および応用デバイスの研究者は限られている。本調査専門委員会では、マイクロマシニングに携わる研究開発者が中心となりメタマテリアルとプラズモニクスの光・電子デバイス応用に関する調査を行う点が特色である。

海外では、例えばEUではThe 7th Framework Programme for Research (FP7)の枠組みで、ECONAM, MAGNONICS, METACHEM, NANOGOLD, NIM_NILなどのメタマテリアル・プラズモニクスに関する複数プロジェクトが大規模に行われている。米国では上述のD.R.Smith (Duke大)らのグループが先導的な研究を精力的に行っている。

3. 調査検討事項

以下の項目について調査する。

- (1) メタマテリアル・プラズモニック構造の研究開発および応用デバイスの現状
- (2) メタマテリアル・プラズモニック構造の設計、製作および評価方法
- (3) メタマテリアル・プラズモニック構造のデバイス実装方法・低コスト化

上記各項目に対応する論文、特許、報告書、学会発表を対象に調査を行うと共に、講師を依頼して講演会を開催したり、現地調査を行ったりして、以下の各項目についてまとめる。

- 1) 設計
- 2) 製作
- 3) 評価
- 4) 応用デバイス
- 5) デバイス実装

4. 予想される効果

- 1) 応用デバイスの観点から調査できる。
- 2) 最新の研究・技術動向を把握できる。
- 3) マイクロマシニングや自己組織化を用いた加工技術を網羅できる。
- 4) 設計・製作・評価手法を共有化できる。
- 5) 異分野、産業界からの新規参入者が入りやすい議論の場を提供できる。

5. 調査期間

平成 25 年（2013 年）12 月～平成 27 年（2015 年）11 月

6. 活動予定

委員会：3 回／年、 幹事会：2 回／年、 研究会 1 回／年

7. 報告形態

全国大会、総合研究会、センサシンポジウムのいずれかでのシンポジウム開催をもって報告とする。