

メタマテリアル・プラズモニック構造を基軸とする新機能創成に関する調査専門委員会 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、入射波長よりも小さなサブ波長構造から構成され、微細加工技術を駆使して実現される新しい人工光学材料である。メタマテリアル・プラズモニック構造のもつユニークな電磁波モードと入射波との相互作用により、これまでの光操作技術の限界を打ち破る革新的な光機能・現象が報告されている。近年、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、そのユニーク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を集めている。

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、理論屋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入者が少ない。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・プラズモニック構造を基軸とする新機能創成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 部門に本調査専門委員会を設置し上述の問題に取り組むことは妥当である。メタマテリアルとプラズモニクスに関わる多くの研究者が本委員会の活動を通して議論・情報交換・連携を促進することで、個々の研究活動及び学術界・産業界に貢献することを期待したい。

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しう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、日本学術振興会産学協力研究委員会「メタマテリアル第187委員会」（継続中）、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発足した。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た。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・プラズモニック構造を基軸とする新機能創成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発足した。その他、N. Zheludev (University of Southampton and Nanyang Technological University)、N. Engheta (University of Pennsylvania)、D.R.Smith (Duke University) らのグループが先導的な研究を精力的に行っている。

なお、本調査専門委員会の前身である電気学会「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」(～2016年4月)の成果を活用することで、効率的且つ円滑な活動を展開する。

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の開催、現地調査の実施を通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 28 年 (2016 年) 5 月～平成 30 年 (2018 年) 4 月の 2 年間

6. 委員会の構成 (職名別の五十音順に配列)

職名	氏名	(所属)	会員・非会員区分
委員長	金森 義明	(東北大学)	会員
委員	青木 画奈	(神戸大学)	会員
委員	赤石 良一	(大阪有機化学工業株式会社)	非会員
委員	岩見 健太郎	(東京農工大学)	会員
委員	上野 貢生	(北海道大学)	非会員
委員	太田 高志	(パナソニック株式会社)	会員
委員	大西 伊久雄	(株式会社クラレ)	非会員
委員	大野 誠吾	(東北大学)	非会員

委員	岡本 敏弘	(徳島大学)	会員
委員	加々見 丈二	(神港精機株式会社)	非会員
委員	菅 哲朗	(東京大学)	非会員
委員	久保 祥一	(物質・材料研究機構)	非会員
委員	齋 均	(産業技術総合研究所)	非会員
委員	鈴木 健仁	(茨城大学)	会員
委員	角倉 久史	(NTT 物性科学基礎研究所)	非会員
委員	高橋 一浩	(豊橋技術科学大学)	会員
委員	高橋 孝一	(SCIVAX 株式会社)	非会員
委員	年吉 洋	(東京大学)	会員
委員	富田 知志	(奈良先端科学技術大学院大学)	非会員
委員	西山 宏昭	(山形大学)	会員
委員	福田 浩	(NTT 先端技術総合研究所)	非会員
委員	福田 光男	(豊橋技術科学大学)	非会員
委員	前田 悦男	(東京大学)	非会員
委員	松井 龍之介	(三重大学)	会員
委員	横川 雅俊	(筑波大学)	会員
幹事	菅野 公二	(神戸大学)	会員
幹事補佐	肥後 昭男	(東北大学)	会員

7. 活動予定

委員会：3回／年、 幹事会：2回／年、 研究会1回／年

8. 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。