

次世代の光無線通信技術へのメタレンズの応用

早稲田大学 池沢 聡
 情報通信研究機構 原 基揚
 東京農工大学 岩見健太郎

1. 緒言

光の波長以下の周期構造によって光を制御するメタサーフェス*1は、小型軽量の素子で様々な光学的機能を実現できることから、次世代の光学デバイスとして注目されている。これらは厚さ数百マイクロメートルの基板上に半導体の製造プロセスを用いて微細な柱状構造を配列したものであり、非常に薄型であるだけでなく大量生産も可能な特徴を持つ。また柱状構造の配置によってホログラフィや可変焦点レンズなど様々な機能を実現できるほか、メタ原子*2の形状によって偏光や波長に依存した設計も可能である。これらメタサーフェスの多機能性に着目し、自由空間光通信と呼ばれる次世代の光無線通信技術への応用を想定して、偏光の分離機能と可変焦点機能を併せ持つメタサーフェスレンズ（メタレンズ*3）

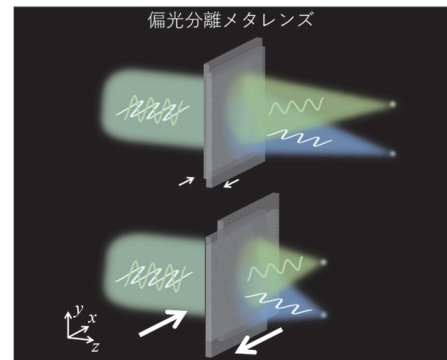


図1 偏光分離機能を持つ可変焦点メタレンズの概念図

について解説する。図1は偏光分離機能を持つ可変焦点メタレンズの概念図である。このメタレンズは受信装置における信号光の分離や調芯機能への応用が可能であり、小型かつ安価な光無線装置の普及に貢献できると期待される。メタサーフェスは平面型のメタマテリアルであり、サブ波長構造のレイから構成される次世代の超薄型光学素子であり、小型かつ軽量で CMOS への実装に適するという特徴を持つ。メタサーフェスは波面を調整する多彩な機能を持つため、ビームステアリング^{1,2)}、偏光板や波長板^{1,3-5)}、ホログラム⁶⁻⁹⁾、センサー¹⁰⁻¹²⁾など幅広い分野に応用されている。なかでもメタレンズは、小型の光学機器へのレンズとして小型・軽量の光学素子を提供できることから大いに期待されている^{13,14)}。メタレンズの開発には、大きく分けて性能向上と多機能化の2つの方向性がある。前者には、アクロマート¹⁵⁻¹⁷⁾、球面収差フリー¹⁸⁾、超広視野¹⁹⁾、1に近い開口数（Near-unity Numerical Aperture）^{20,21)}などがある。後者には、ビーム整形²²⁻²⁴⁾、偏向²⁵⁾、光角運動量²⁶⁾、焦点可変²⁷⁻³⁰⁾などがある。偏光依存の機能性はメタレンズのユニークな特徴の一つであり、これは異方性メタ原子、

*1 メタサーフェス：光（電磁波）の波長に比べて小さいサイズの誘電体導波路構造を配列することで、自然界には存在しない屈折率や光機能を実現できる機能性表面。「メタ」は「高次な」「超-」を意味する接頭語

*2 メタ原子：メタサーフェスを構成する、光（電磁波）の波長に対して微小なサイズの構造体のこと

*3 メタレンズ：メタサーフェスの考え方に基づいて作られた、誘電体導波路を配列したレンズ