生產技術研究所 志村研究室

物質と光の相互作用で光を操る物質を操る



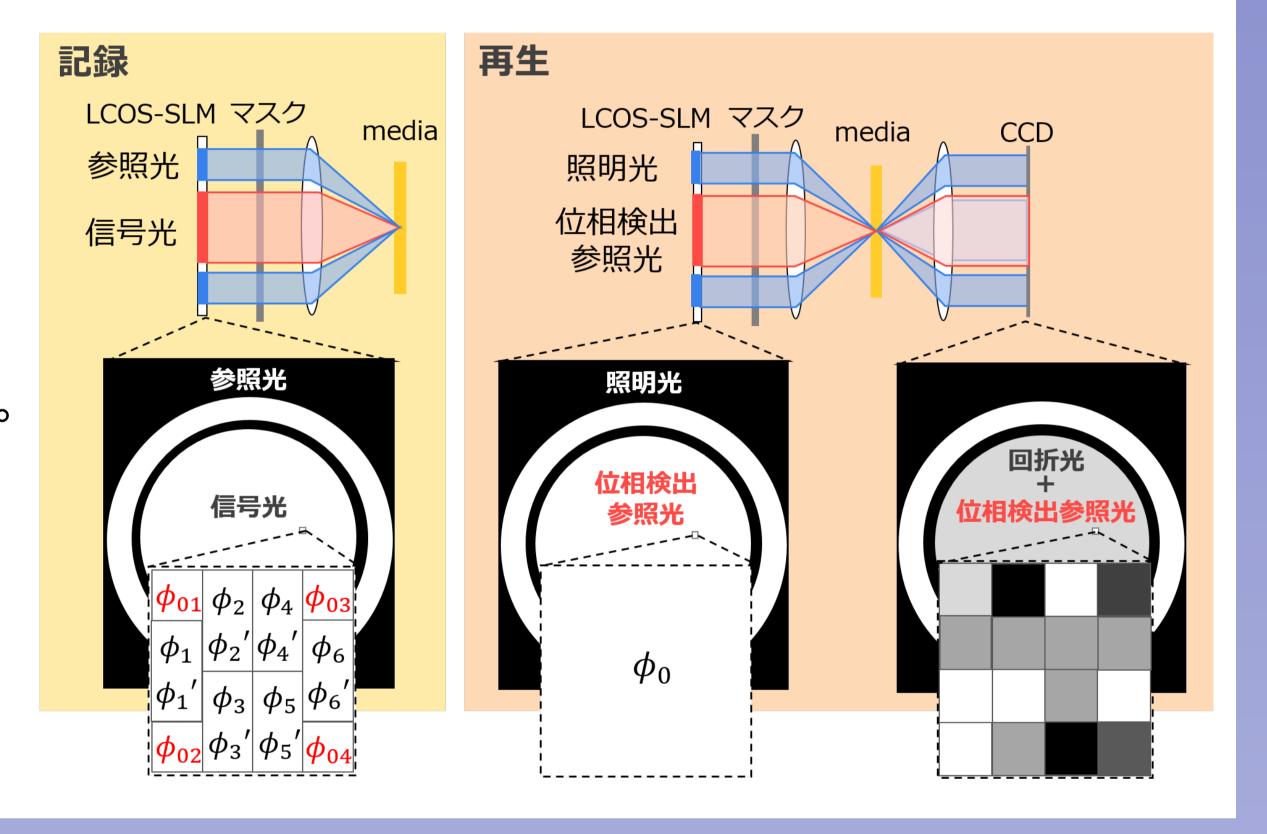
位相変調型時系列ホログラフィックメモリー

ホログラフィックメモリーはホログラムの技術を応用した新方式の光メモリーで、複数の2次元デジタルデータをメディアの同一箇所に独立に記録できることから高記録密度・高転送速度が実現される。本研究室では位相変調型時系列コリニアホログラフィックメモリーという新たな方式のホログラフィックメモリーを提案した。2次元デジタルデータを1枚ずつ再生する従来の方式に対し、時系列方式では2次元データの各画素を連続的な時系列信号として扱うことで記録密度・転送速度の更なる向上が見込まれる。また情報を強度の0,1で変調するのではなく、強度は一定に保ち位相を0と π に変調して表現することで、時系列信号のS/Nが向上し、より高密度な記録の実現が期待できる。この方式について実験と数値計算の両面から特性評価を行っている。

Information Multi channel time series signal Reconstructed phase of one channel (simulation) $\frac{4.71}{3.14}$ $\frac{4.71}{0.58}$ $\frac{4.71}{0.58}$

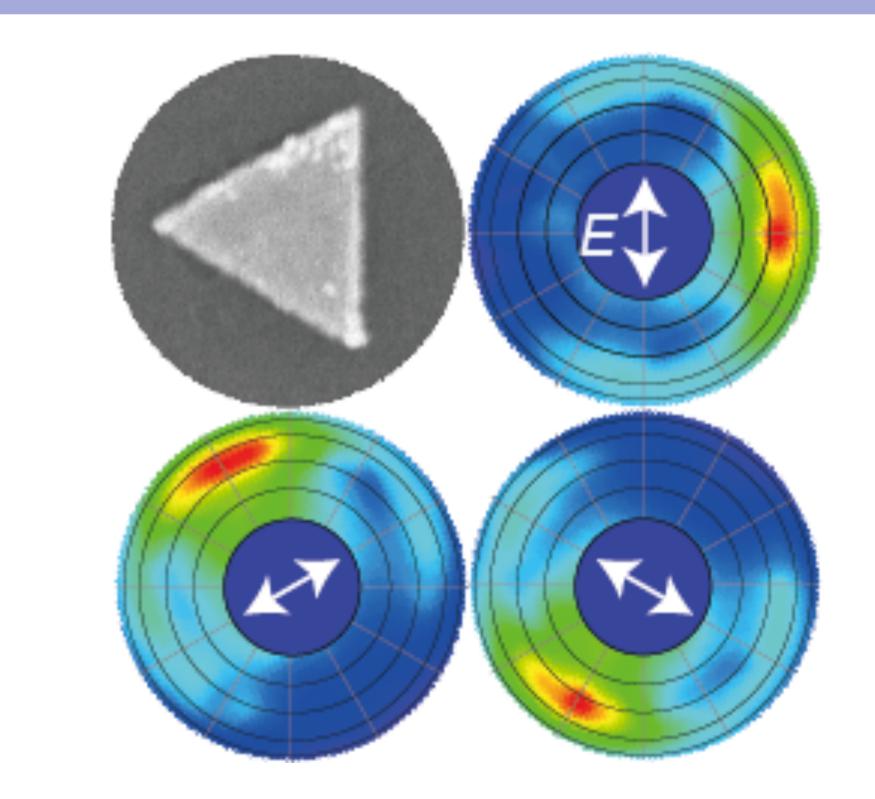
既知位相埋め込み型ホログラフィックメモリー

ホログラフィックメモリーにおいて情報は光のON,OFFによる2値で表現されるのが一般的である。これに対し本研究室では、位相変調による多値記録(例えば0, π /2, π , 3π /204値)を目指して既知位相埋め込み型位相変調コリニアホログラフィックメモリーという手法を提案した。強度は一定に保ち位相を変調することで情報を表現する位相変調方式は、強度変調方式に比べて情報の多値化に適していると考えられている。しかし光の位相は別の光との干渉光強度から間接的に求める必要があり、1度の測定で検出するには1つの情報あたり最低でも3画素が必要となる。提案手法では既知位相画素を情報内に埋め込み共通の参照画素とすることで、実質3画素以下からの位相読出しが可能となり、より少ない画素を用いた多値記録が実現されている。



ナノ構造を用いた光波の制御

金属ナノ構造中自由電子の集団振動(表面プラズモン)と光を結合し、自然界に無い光学特性を持つ物質を人工的に作り出す研究が近年注目されている。我々は、ナノ構造体のサイズや形状、照射光の偏光や空間位相分布を工夫することにより、表面プラズモンの振る舞いを時間的・空間的に制御する研究を行っている。さらに、精密にデザインされた表面プラズモンを活用し、光を自在制御する極微小光学デバイスを開発している。例えば右図は、三角形の単一プラズモニックナノ粒子がフォトニック偏光ルーターとして機能することを初めて明らかにしたものである。また、人工的に作り出した位相分布(メタ表面)を用いたホログラフィによる新奇ベクトルビーム発生や、単原子層グラフェンで生じる表面プラズモン制御といったユニークな研究にも取り組んでいる。



光によるナノ構造の力学的操作

光は線形運動量および角運動量をもち、これらの運動量が光と物質との相互作用によって物体に受け渡されることで、 それぞれ対応する運動を引き起こす。このことを利用して、光による物体の移動、回転操作ができる。われわれはこのような「光の持つ力学的特性」に焦点を当て、回折限界以下の分解能でナノ粒子の運動を制御する研究を行っている。特に、プラズモン共鳴のモード位相分布設計によって散乱等の相互作用を制御し、新奇な運動特性をもつナノ構造の研究に力を入れている。具体的には、光の伝搬方向に垂直に運動する「ナノリニアモーター」や、V字アンテナのモード特性を利用して、光の伝搬方向に垂直な回転をする「ナノローター」などを世界に先駆けて見出してきており、これらはマイクロ(ナノ)マシンなどの駆動力として期待される。さらにこれらに働く光の力は非常に微弱(\sim fN)なため、これらの光の力を精密に計測する新しい手法の開発を行っている。

