

サブ波長構造光学への挑戦

西 原 浩

(大阪大学工学研究科)

レーザービームは自由空間中をガウシアンビームの形で伝搬するので、長い距離にわたって細く絞ることはできない。しかし、コア径約 $10\ \mu\text{m}$ の光ファイバー中に、光波を閉じ込めて長距離を伝搬させることができる。これは、人工的微細構造によって、光波動の様子を著しく変えた例である。さらに、このようなファイバーの先端を尖らせて、コア径をサブ波長になるように極端に細くすると、光波はその先端にまつわりついて、波長以下の大きさに局所化され、近接場ができる。人工的な微細構造によって生じる近接場を追求する新しい光学は、超高密度記録技術などの新しい応用分野を切り開いた。

一方、シリコン技術の発展に伴う近年の微細加工技術の進展には目覚ましいものがあり、 $0.3\ \mu\text{m}$ オーダーの微細パターン加工が、電子ビーム描画技術とエッチング技術の組み合わせで実現されるようになった。したがって、これまで実現できなかった、サブ波長(媒質中)の微細構造を媒質中にも作製することができるようになったので、新しい光の制御法、そしてそれに基づく光学素子として、無反射境界面や人工的な複屈折性をもつ素子などが検討されている。

媒質の境界面に作った微細な凹凸をもった周期構造によって、あるいは、媒質中に作った微細な屈折率変化の周期構造によって、光波は散乱や回折を受ける。その細部が波長に比べて大きければ、光波の偏光状態は本質的には効かないので、その波動の解析はスカラー的に取り扱うことができる。しかし、細部が波長に比べて小さなサブ波長構造をもつようになると、偏光状態を考慮に入れて、ベクトル的に取り扱わなければならない、解析手法の新たな課題になっている。

微細構造は、人工的に得られるものばかりでなく、自然に存在する生物などにもみられるので、われわれは自然界からも学ぶことが多々あるであろう。

サブ波長構造には、まだまだ興味深い波動現象が多く隠されているように思える。この新しい分野の研究に挑戦する若い研究者が続くことを期待したい。本特集号がそのきっかけになることを期待したい。