

研究概要

本研究室では、**液晶**を用いた**ミリ波制御デバイス**について理論的・実験的研究を行っています。液晶というと、液晶テレビがすぐ思い浮かびますが、目に見える(可視)領域以外、例えば**紫外線(UV)**や**赤外線(IR)**、そして**マイクロ波**といった電波領域にも液晶を使う試みがされています。**ミリ波領域**は下図に示すように光と電波の中間に位置しており、現在、車載レーダやイメージングといった分野で注目を集めている領域です。私たちの研究室では、このミリ波領域を中心にしてデバイス材料として液晶に着目し、**ミリ波ビームを制御(偏向、収束、拡散)するデバイス**を創ることを目的として研究を進めています。

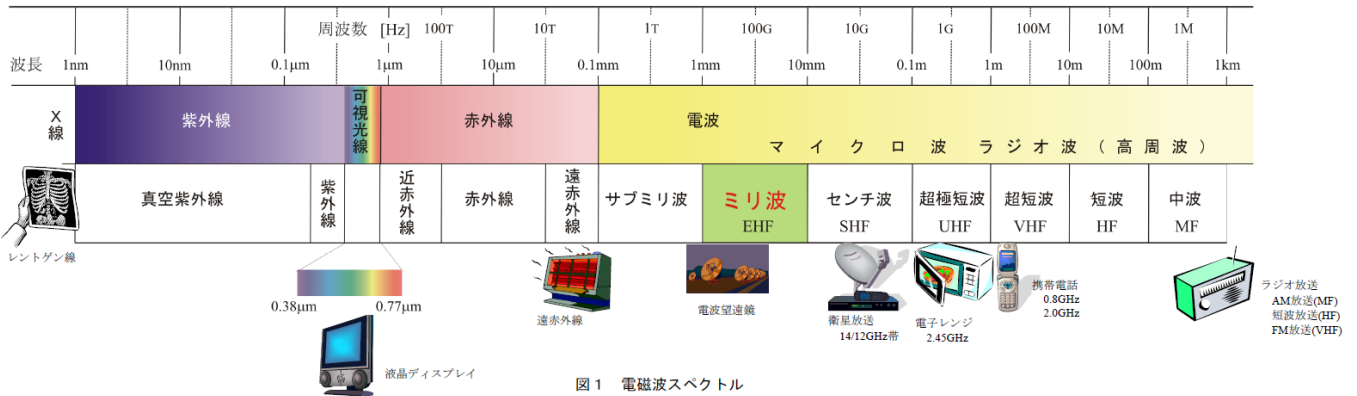


図1 電磁波スペクトル

### ミリ波帯における液晶装荷フォトニック結晶の設計

Design of the Photonic Crystal Structure with a Liquid Crystal in the Millimeter-Wave Region

秋田産業 電気・電子・情報系  
National Institute of Technology, Aomori College  
○田中研樹, 伊藤佳一  
Masaki TANAKA, Kenichi ITOH

**研究概要**  
フォトニック結晶は、屈折率の異なる媒質を周期的に並べた構造を持つ人工結晶で、特定の波長の電磁波の伝播を禁止する**フォトリソグラフィ (FOTD)** や他の特殊な構造を示し、電磁波の伝播を制御することができる。本研究では、液晶装荷フォトニック結晶の設計と製造に関する研究を進めているが、液晶がフォトニック結晶のオーダーであるミリ波領域では、フォトニック結晶の構造を再現することが困難である。そこで本研究では、ミリ波帯における二次元フォトリソグラフィによる構造の再現が可能な**3Dモデリングマシン**を使用して結晶構造の製作を行った。

**FOTDによる解析**  
二次元光子配列/円柱格子配列のフォトニック結晶構造について、FOTD解析を行った。配列の中心となる光子の電磁場を10 (比誘電率1.0) とした場合と液晶の誘電率 (比誘電率2.0~3.0) とした時の周波数特性を比較した。

**液晶装荷フォトニック結晶の試作**  
3Dモデリングマシン (BoLand社、顕微鏡LA-M30-50) でフォトニック結晶の製作を行った。誘電体材料としてオゾンを用いて、一边1.8mm、厚さ4mmの円筒状を間隔2.65mmで7×7制作した。

### 金属ストリップ構造によるミリ波帯FSSの設計および試作

田中研樹, 伊藤佳一  
秋田工業高等専門学校

**研究概要**  
負の屈折率を持つ**左手系メタマテリアル**と呼ばれる人工物質が同相媒質を形成する**スーパーレンズ**を実現可能とする材料として注目されている。本研究では、**金属格子の金属線をストリップ**形状にのみ**メタマテリアル**として周期的に配列した構造に**FOTD (時間領域差分法)**による解析を行い、**ミリ波帯の透過特性の偏向**と**ミリ波帯メタマテリアルの実現の可能性**について検討を行った。

**解析結果**  
1. 金属ストリップ構造の周波数特性  
70~80 GHzの帯域に注目  
① 金属格子と同等なる透過率は得られるが、ミリ波帯の周波数特性は異なる。  
② 金属の厚さが大きくなるにつれて、ミリ波帯の周波数特性は異なる。  
2. 2方向の金属周期が異なる場合の周波数特性  
① 2方向の金属周期が異なる場合、ミリ波帯の周波数特性は異なる。  
② 2方向の金属周期が異なる場合、ミリ波帯の周波数特性は異なる。

**研究方法**  
左手系メタマテリアルの実現例  
① 透視像  
② 完全レンズ (これまで見なかった小まなも見えるようになる) 等

**まとめ**  
・本研究によりフォトニックバンドギャップを制御できた。  
・比較的精度よくフォトニック結晶の製造加工ができた。  
・液晶への電圧印加によるミリ波帯の周波数特性の変化が確認された。液晶の配向処理や電圧印加等の最適化が必要である。