



研究領域名 電磁メタマテリアル

研究期間 平成22年度～平成26年度（5年間）

大阪大学・レーザーエネルギー学研究中心・教授 萩行 正憲

【本領域の目的】

電磁メタマテリアルとは、電磁波(マイクロ波～可視光)の波長よりも十分小さな構造要素(メタ原子)を並べることにより得られる、有効誘電率や有効透磁率の値が自然界に存在する物質では取りえない値を有する人工構造体です。例えば、メタ原子の構造やその配列をうまく設計すると、誘電率と透磁率の両方が負のメタマテリアルが得られ、その結果として負の屈折や平板が完全レンズとなるような異常な性質を示します(負の屈折率物質、左手系媒質と呼ぶ)。本領域では、メタマテリアルを新しい電磁・光学機能性材料として捉え、マイクロ波から光波までの電磁波に対して研究を行います。そして、新概念の創出、設計手法・数値計算・作製技術の開発、新奇物理現象の予測と実証を有機的に結合し、我が国が世界をリードするメタマテリアルの新分野を確立します。

【本領域の内容】

メタマテリアルは、電磁波の波長によって作製方法およびその難易度が非常に異なります(なお、以下では、便宜上、マイクロ波・THz波を電磁波、近赤外・可視光を光と呼びます)。また、メタマテリアルの構成手法として、周期的に配列させたメタ原子同士を強く結合させて機能を発揮させる方法(周期構造)と、個々のメタ原子の共鳴を用いる方法(共鳴構造)の2種類があります。これらを考慮して、本領域は図1に示される6つの計画研究で構成しました。A01班(イ、ロ、ハ)はマイクロ波・THz領域、A02班(ニ、ホ、ヘ)は光領域での研究を行います。独立した理論研究班は設けていませんが、各計画研究には実験だけでなく理論研

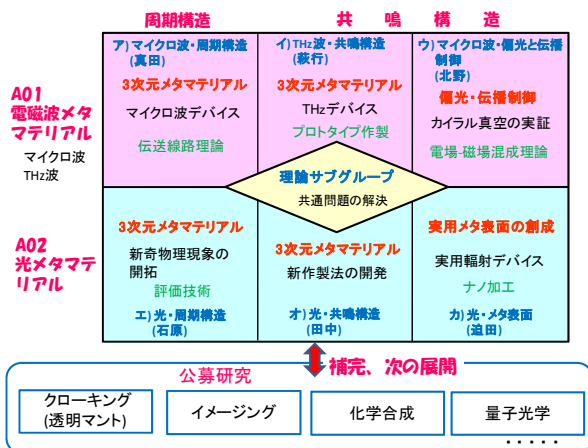


図1 研究グループの構成

究者も含まれ、共通の問題については理論サブグループとして協力して対処することになります。研究の主な内容は、3次元メタマテリアルの実現、新奇現象の発掘と実証、新規デバイスの創成です。

公募班では、計画研究では取り上げていないが重要と考えられる研究や、将来の展開に繋がる研究を行います。

【期待される成果】

まず、マイクロ波から光領域の設計手法が確立され、様々な応用の基盤となる3次元メタマテリアルが実現されます。これらのメタマテリアルを用いて、負の屈折率物質で予言されていたが未だ実証されていない、逆チェレンコフ効果や負の放射圧などの新奇な現象が実験的に検証されます。我が国で理論的に予言された電場-磁場混成系におけるカイラル真空(一方の円偏光に対して、全く透明になる現象)を初めとして、メタマテリアルにおけるユニークな電磁波の偏光や伝播が実証されます。さらに、これらの現象を用いた新規な電磁波・光学デバイスが実現されます(図2)。

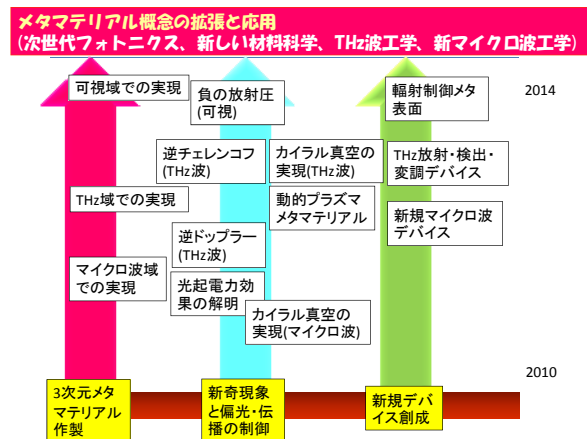


図2 期待される成果

これらの成果に基づいて、新しい光学の教科書を執筆します。

【キーワード】

メタマテリアル、左手系媒質、負の屈折、カイラル媒質、逆チェレンコフ放射、光起電力効果、デバイス