

研究の概要

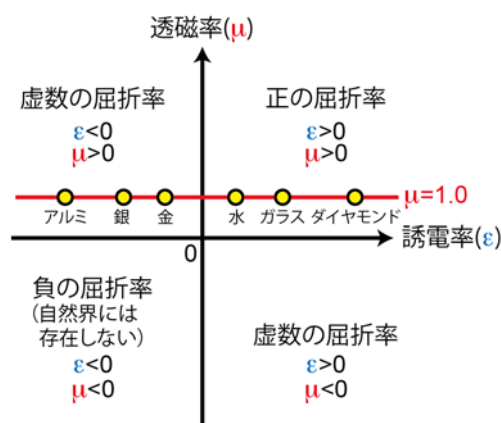
物質中での光の振る舞いを決める屈折率は、物質毎に固有の値を示します。このため、光を制御するには、所望の屈折率を有する光学材料を自然界から探し出し、その形状を加工することなどが行われていますが、達成できる光制御の自由度には限界がありました。

この研究では、光の波長よりも十分小さな微細構造体では、材料そのものよりも、構造由来の特性が全体の光応答を決める点に着目し、逆に構造をうまくデザインすることで、所望の光学特性を示す人工物質“メタマテリアル”を実現しました。さらに、これを応用した新しい原理に基づく光機能デバイスを実証することで、その高い有用性を示しました。

本成果は、自然界には存在しない屈折率を有する人工光学材料の創製や従来にない光機能デバイスの実現など、様々な光科学技術へ貢献することが期待されます。

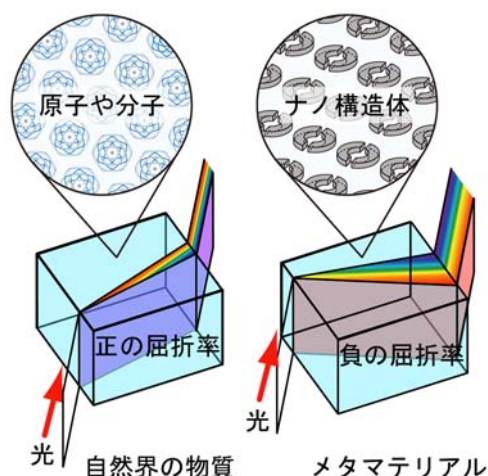
(1) 研究の背景: 物質の光学特性

- 光は、電場と磁場が交互に伝搬する電磁波であり、物質中での光の振る舞いを決める屈折率は、光の電場・磁場に対する物質の応答具合である誘電率と透磁率で決まります。
- ところが、自然界のほぼ全ての物質は、光の磁場には応答しない(透磁率=1.0)ため、本来、2次元の自由度を有する屈折率は、実際には誘電率だけで決まり、その値は物質毎に固有です。
- このため、光を制御するには、カメラレンズや凹面鏡のように、所望の屈折率を有する光学材料を自然界の限られた物質の中から探し出し、その形状を加工するしか自由度がありませんでした。



(2) 研究の内容: “かたち”が創る光科学

- 近年の微細加工技術の進歩によって、光の波長よりも小さなナノ構造が人工的に作製できるようになってきました。
- ナノ構造の集合体では、自然界の物質とは異なり、材料そのものよりも、構造由来の特性が全体の応答を決めるようになります。
- このようなナノ構造体でできた人工物質は、メタマテリアルと呼ばれ、ナノ構造の形状や並び方をうまくデザインすることで、所望の光学特性が実現できます。
- 本研究ではこのような発想に基づき、自然界には存在しない光学特性を示すメタマテリアルを実証し、様々な光機能デバイスへの応用を通して、その高い有用性を示しました。



(3) 研究の意義

- 物質固有の光学特性を、ナノ構造のデザインによって制御したことで、実現できる屈折率の自由度が大幅に拡大し、負の屈折率やゼロ屈折率といった、自然界には存在しない屈折率と材料分散を有する人工光学材料が創製できるようになりました。
- メタマテリアルを応用すると、超高分解能な光学顕微鏡や光学迷彩、完全光吸収体といった、従来にない光機能デバイスの実現が予測されており、様々な光科学技術への貢献が期待できます。