

## はじめに

近年の微細加工技術の進展に伴い、マイクロメートルからナノメートルサイズの微細な構造を持つ光学材料（以下先端光学材料と呼ぶ）を設計し作製することができるようになってきた。そのため、メタマテリアルのような革新的な性質を持つ微細構造をいかに創出するかが研究の鍵となっている。先端光学材料の種類は、その光学応答が解析的に解けるような比較的シンプルな構造から大きな規模の数値計算が必要な複雑な構造まで多岐にわたる。

光と物質の相互作用を扱う光物性や光学材料の分野には多くの教科書がある。また、多くの光学の教科書も出版されている。ところが、先端光学材料では物質自体が持つ光学的な性質に加えて、形状や配置、各要素間の相互作用がその光学応答に大きく寄与する。そのような先端光学材料の光学を網羅的に扱っている書籍は限られており、対象とする材料の光学応答の考え方や計算方法がすぐにはわからないことが多い。

本書では、大学院生や研究者を対象として、先端光学材料を学んだり研究したりする際に避けて通ることができない光学について具体的に取り扱った。個々の内容はこれまで誰かがどこかに記したものであるが、これを1冊にまとめることは、この分野の学習の際だけでなく、研究の際にも参考になると考えた。

第1章では、等方性媒質中の光学について述べ、導波路中の光伝搬や屈折率の起源、有効媒質近似などを論じた。この章内の知識を使えば直面する課題の多くを解くことができる。第2章では、異方性媒質中の光学について述べた。異方性媒質中の光学は複雑な式が並ぶが、液晶ディスプレイや非線形光学効果を理解する上では、それらを避けて通ることはできない。第3章では、その非線形光学効果について光学的な観点から説明を行った。非線形光学効果については光と物質の相互作用が要であるが、一方で、たとえば、発生した高調波光がどのように伝搬するかを考えることも大事である。これは、高調波光のみならず蛍光発光などのインコヒーレント発光の場合にも応用できる。第4章では

#### iv はじめに

今日の先端光学材料の重要な分野であるフォトニック結晶と表面プラズモン、メタマテリアルを紹介した。これらの分野は今後一層発展すると考えられるが、それらの原理など基本的な事項の理解は優れた研究成果を得るための基盤となる。第5章では、実際にナノスケールの光学で用いられる計算方法をまとめた。精度や計算速度の上では解析的な手法で解けることが望ましいが、多くの場合それは困難であり数値計算に頼らざるを得ない。数値計算のためのソフトウェアを使う使う上で、最低限知っておきたいことを述べた。

本書で記されているたくさんの複雑な式は、取っつきにくさを感じると思っている。しかし、内容を十分に理解するためには、結局は一つ一つ式を追っていくことが近道である。最終的に与えられた式を用いるだけでは、その裏にある物理は見えてこないし、新しい発見を生み出すこともない。深い理解を得るためには、参考文献も含めて、一つ一つの式や事項を掘り下げて読みすすめていくことをお勧めしたい。

2016年10月

梶川浩太郎