



光学入門 — 光の性質を知ろう —

大津 元一・田所 利康 著

朝倉書店, 2008年 (ISBN 978-4-254-21501-4 C3350)

物理学の中で、光学の歴史は古い。光学が学問の対象となったのは、17世紀初頭に光線光学（幾何光学）として考察されたときである。それから20世紀初頭までは、光の伝搬に伴う多彩な現象を対象に、光の波動性と粒子性が浮き彫りになり、特に波動性による解析が進み、波動光学がほぼ構築された。続いて光は電磁波であることがわかり、光は電磁波動論の中に再構築され、電磁光学となった。一方、光学研究の当初から光と物質の相互作用は普遍的であることを知りながら、それが弱いことから科学的認識がたいへん遅れた。

20世紀に入り、光電効果、輻射場、光の二重性などを通して、光と物質（原子、分子、固体）の相互作用が本格的に研究された。その結果、光の粒子性としての光子の存在、自然放射に基づく熱光源とそれから放射される熱的光が研究された。光と物質の相互作用の研究は分光学として確立されたが、光子自体および光子（電磁波）と物質との相互作用には量子力学的な取り扱いが必要で、それが量子電磁力学で記述され、量子光学への道が開かれた。

1960年以降は、誘導放射に基づくレーザーの発明で強度の大きいコヒーレント光が出現し、光学は広範囲にわたり大きく飛躍し、光と物質の相互作用も顕著になり、量子光学の研究が活発化してきた。光源は各種レーザーや半導体光源など、検出器は半導体光検出器や種々の高感度検出器などが開発されてきた。光伝搬に関しては、光散乱現象の新展開、ビーム波の伝搬、光ファイバーや光導波路などや光共振器において研究されてきた。また、大きい強度のレーザー光の伝搬に伴い媒質の非線形的挙動が明らかになり、非線形光学が形成されてきた。さらに、レーザーの応用と周辺技術が大幅に進展し、光学は工学と結合してフォトニクスの分野が広がり光産業の基盤となり、情報化社会の進展に大きく寄与している。

上記の光学の発展を背景に、現在まで発行されてきた教科書的な光学書を概観してみると、時代的に2つに分けられる。1960年以前の光学書は、おもに光学が光学機械（望遠鏡、顕微鏡、カメラ、分光器など）で主役を務めていた関係上、幾何光学と波動光学（スカラー理論）を基盤として構成されていた。1960年以降の光学書は、レーザ

ー光の媒質中での伝搬や光と物質との相互作用が主体となってきたため、電磁光学（ベクトル理論）が基盤となり、その周辺に波動光学や量子光学による取り扱いも入るようになってきた。

ここで紹介する「光学入門」は、ナノフォトニクスへの入門を基底に、いろいろな媒質中での光伝搬を中心とする電磁光学を基盤とし、それから派生する波動光学と光と物質の相互作用を視野に入れた量子光学的（微視的）な考察が加味されている。本書の最大の特色は、光がもつ性質をいかに理解させるかに最大の苦心がなされていることである。この苦心の表れとして、数式の使用をある程度に限定し、できる限り言葉と図・写真を用いて説明が行われている。使用される数式に対しては、数式と物理現象の関係を丁寧に説明し、むしろ物理現象をより理解しやすくするために、積極的にその効用を利用している。また、図・写真は非常によく考えられて選択されており、光の物理現象が直感的に理解できるようになっている。

具体的な内容は、まず「先端光技術を学ぶために」で本稿の前半で述べたようなことから現代光学への流れが記されて本書の道案内とし、続いて「波としての光の性質」、「媒質中の光の伝搬」、「媒質界面での光の振る舞い（反射と屈折）」、「干渉」、「回折」が実に丁寧に記述され、最後に各章における数式への補足が加えられている。総括すると、電磁波としての光の伝搬、反射、屈折、干渉、回折の現象を通して、光の性質を徹底的に把握することを目的にし、それが見事に成功していることである。内容的に物足りないところがあるとすれば、これらの物理現象が連動するいくつかの適当な例、たとえば光ファイバーや光導波路における光伝搬などが取り上げられれば面白かったかもしれない。

現在、光学は物理学の興味ある一分野としてだけでなく、広い科学技術の基礎となっている。かつ、光学が情報化社会の担い手となりつつある現状においては、科学技術への教養的背景として、光学についての知識が広い範囲の人々に求められている。これら広い分野の人々への入門書として、さらに大学における電磁光学を基盤とする光学の教科書として、また一般の技術者にとっての入門書として最適と思われる。
(北海学園大学 朝倉利光)