

## 「ビジュアル解説 光学入門」

田所利康 著 (有限会社テクノ・シナジー)

朝倉書店 発行 2024年3月1日

A5判 / 214頁 定価 本体 4,000円+税



光学は、古くから物理学の研究を牽引してきているが、その理由はもちろん、現象が目に見え、その形や色が多様で情報量が大変多いことによる。教える人の多くは、目を見張るような現象をデモすることで、教わる人の興味を引き出し、勉学意欲を高めたいと考える。ところがこれが意外にも、思い通りにならない状況に出会う。光学を教える側としては、反射・屈折の法則に始まり干渉と回折など、三角関数が基本になっていてかなり単純な数式で表わされていると思うのだが、初めて学ぶ人の理解がなかなか進まないことがある。光学薄膜の干渉による色を見せようと、ダイクロイックフィルター（ミラー）を持ち出してみる。光の干渉で作られている色なので、反射光の色と透過光の色は反対色になる。垂直に入射する光が赤色のときには反射光はシアンになる。フィルターを傾けていくと、透過光は緑、青と変化して反射光はマゼンタ、イエローと変化する。初学者に対する丁度良い演習問題と考え、単層膜の表面反射と裏面反射の光の光路長差算出を何回か出題した経験がある。結果の  $2n_1 d \cos \theta_1$  を導出して欲しいのだが、数式の導出と、フィルターを傾けると実効的な膜厚が薄くなること両方への理解はうまく行かなかった。

新たに刊行された「ビジュアル解説 光学入門」の表紙のカラー写真に出会い、著者の思いに共感した。光学薄膜による干渉では、反射光と透過光の色は反対色になる。大変目を惹く光学技術である。裏表紙にも美しいカラー写真が並んでいる。回折により生じる光の回折角は、近似的に光の波長に比例するので赤色光が青色光よりも大きく曲がる。これは布地を通して白色点光源を見るとすぐに体験できる。この他、実物を見せることで物理に対する興味を持たせて勉学意欲を湧かせたいという意図が表紙を見て伝わってくる。本文を開くと、期待を上回る結果だった。多くの物理現象の美しいカラー写真が並んでいることに加え、物理法則を感覚的に理解できるように工夫された図が並んでいる。屈折率分布により生じる蜃気楼ひとつとっても、上位蜃気楼と下位蜃気楼の説明図とそれぞれに対応する実際の風景の写真が掲載されている。また「空の青、夕日の赤」の節で、地球上空の希薄な大気でレイリー散乱が発生するが、地表の大気では分子密度が高いことからレイリー散乱が発生しない説明と、適切な図写真が加えられている。基本的な数式をビジュアルに理解させようという工夫も各所で行われているマクスウェルの方程式では  $\nabla \times \mathbf{A}$  のイメージとして流れの中に置かれた水車が描かれ、更に説明を加えてねじの法則説明に六角穴付きボルトが描かれている。図の説明ばかりになってしまったが、対応する数式も大変丁寧に掲載されている。ステップを追い、すべての数式が着実に理解できるように並んでいる。このねらいから、本書では波としての光の性質に始まり、干渉と回折の基本を理解する範囲に限定した内容となっている。目次の大項目を以下に挙げる。

1. 波としての光の性質
  - 1.1 波としての光, 1.2 波を数式で表す, 1.3 波動の重ね合わせ, 1.4 真空中の光の伝搬, 1.5 偏光の記述
2. 媒質中の光の伝搬
  - 2.1 分極と誘電率, 2.2 入射光に対する電気双極子の応答, 2.3 散乱光の重ね合わせ, 2.4 媒質中の光の位相速度と屈折率
3. 媒質界面における光の振る舞い
  - 3.1 反射の法則, 屈折の法則, 3.2 振幅反射係数と振幅透過係数, 3.3 全反射
4. 干渉
  - 4.1 強め合う干渉, 弱め合う干渉, 4.2 代表的な干渉タイプ, 4.3 波面分割 2 光束干渉, 4.4 振幅分割 2 光束干渉, 4.5 多光束干渉
5. 回折
  - 5.1 ホイヘンスフレネルの原理, 5.2 フラウンホーファー回折, 5.3 フラウンホーファー回折と分解能, 5.4 複スリットのフラウンホーファー回折, 5.5 回折格子
- A. 各章の補足
- B. 引用文献

本書には、他の本では出会うことができない、光学について深い理解に導く内容が多く含まれている。初学者でも、ある程度の経験を積んだ人でも、本書を熟読することで得ることが多いと確信する。多くの方にお勧めしたい。

桑山哲郎 (3D フォーラム)