

光学分野のお勧め教科書

光科学および光技術調査委員会（光委員会）の企画記事検討会議において、「自分が携わった分野についてはある程度専門書籍を知っているが、これまで取り組んだことのない専門領域については、光分野の中であっても、どんな専門書、教科書があるかあまり知らない。他の分野に取り組もうとした際に学習の助けとなるような書籍を紹介できれば有用ではないか」という意見が提案され、多くの委員の共感を得た。光委員にアンケートをとり、各専門分野を学習するのに有用と思われる書籍をまとめたのが本記事である。

今回のアンケートでは、光学の基礎的な知識を習得済みの技術者、研究者、あるいは学生を対象読者と想定して書籍の紹介をお願いした。

基礎知識を再度見直し、固めるという観点からは、「*Optics*（ヘクト光学）」¹⁾、久保田広の「光学」²⁾と「波動光学」³⁾が紹介された。「*Optics*（ヘクト光学）」は光学の基礎的な知識を習得済みの人こそが理解を深めながら楽しく読める。久保田広の「光学」は一般的な光学の本と比べて、とにかく内容が豊富である。結像光学系の基礎から始まり、収差論、光学系設計 / 検査法や測光測色についても書かれている。特に波面光学については約 70 ページを割いて詳しい説明がされている。初学者が通読するには気合が必要であり、一通り学んだ人が事典のように使うのに適している。同著者による「波動光学」は「光学」の姉妹書で、こちらも内容が豊富である。「古典としての光学をしっかりと身につけ新しいことを学んで欲しいために書いた」というコンセプトは「光学」と同様とのことである（あとがきより）。干渉の基礎から干渉計、スカラー回折理論と像に与える影響や MTF (modulation transfer function) について書かれており、最後の章でコヒーレ

ント光学についても書かれている。「光学」同様に事典として使える一冊である。

応用面での視野を広げるという観点からは、「*Fundamentals of Photonics* (光工学)」⁴⁾が紹介された。光工学の分野が幅広く網羅され、光学の知識が実際の応用でまとめられている。理論の説明が簡略化されているという難点もあるが、学生から研究者まで活用できる。

光学系の設計について学ぶ書籍としては、「結像光学入門」⁵⁾が紹介された。光学系による結像の基礎と常識的な事項について詳細に記載されている。基本的な項目が一通り網羅されており、光学系の設計技術を学ぶ入門書として適している。

光学系を構成する光学素子について学ぶ書籍としては、「結晶光学」⁶⁾が紹介された。光学素子を扱う研究者が知っているべき知識が丁寧に書かれている。

光学素子の中でも光導波路・光ファイバーについて学ぶ書籍としては、「光集積回路 (改訂増補版)」⁷⁾と「*Fiber-Optic Communication Systems*」⁸⁾、「*Nonlinear Fiber Optics*」⁹⁾が紹介された。「光集積回路 (改訂増補版)」は光導波路の基礎的な理論から、応用例、実際に光導波路を製作する手順まで記載されており、これから光導波路に関する仕事を始めようとする方にはお薦めしたい本である。「*Fiber-Optic Communication Systems*」は光ファイバー中の光の伝播や光ファイバー通信で問題となる非線形光学効果について丁寧に記述されている。「*Nonlinear Fiber Optics*」は送受信器や伝送路、光増幅器や光伝送設計といった光ファイバー通信に関する記述が豊富で、光信号伝送に関する研究を行う上で参考になる。

レンズの設計法について学ぶ書籍としては、「レ

レンズ設計法¹⁰⁾と「レンズ設計工学」¹¹⁾が紹介された。「レンズ設計法」はレンズ設計において特に重要となる近軸理論と収差論について、重点的に記されている。また、基礎だけでなく、理論の応用方法についても記載されており、実際にレンズ設計を行う上で参考となる一冊である。「レンズ設計工学」はまずレンズ設計において重要な近軸理論を述べ、その上でレンズ設計における性能改善の手法や各種レンズシステムのポイント等を記載している。レンズ設計初心者にはお勧めの一冊である。これを通読した後に「レンズ設計法」を読むと、よりわかりやすい。

光と物質の相互作用についてより深く学ぶための書籍としては、「非線形光学」¹²⁾、「光と磁気」¹³⁾、「光の量子論」¹⁴⁾が紹介された。「非線形光学」は「非線形光学とは何ぞや」がよくまとめられており、式変形も適度なレベルで勉強になる。「光と磁気」は磁気光学について基礎から最近の話題まで盛り込まれており、磁気光学分野の研究者の必携本である。「光の量子論」は光と物質の相互作用を統一的に説明した教科書である。この教科書では電磁場を古典的に扱った半古典論と、第二量子化の扱いが共に解説されており、光と物質の相互作用をさまざまな観点から理解するのに適している。

そのほか、専門分野に関して学ぶ書籍として「分光エリプソメトリー」¹⁵⁾、「色彩工学」¹⁶⁾、「*Handbook of Holographic Interferometry*」¹⁷⁾が紹介された。「分光エリプソメトリー」は分光エリプソメトリーにおいて必要となる光学の基礎からデータ解析法まで一通り記載されており、入門書として最適な本である。「色彩工学」は色を定量的に扱う色彩工学を初めて勉強したい方にお勧めの一冊である。「*Handbook of Holographic Interferometry*」はデジタルホ

ログラフィーについて、光学的な特性と計算機上での取り扱いの両者がよくまとめられている一冊である。ホログラフィーの物理的な説明から始まり、撮影によく用いられる CCD カメラ、C-MOS カメラの電気的な特性、数々の数値再生法など、一通りのことが詳しくわかる。

以上、本記事の書籍が読者の役に立てば幸いである。アンケートにご協力いただいた光委員の方々に感謝申し上げます。(防衛大学校 和田 篤)

文 献

- 1) E. Hect: *Optics*, 4th ed. (Addison-Wesley, Reading, 2002). ヘクト光学 I, II, III. (尾崎義治・朝倉利光訳, 丸善, 2002, 2003, 2003).
- 2) 久保田広: 光学 (岩波書店, 1964).
- 3) 久保田広: 波動光学 (岩波書店, 1971).
- 4) B. E. A. Saleh and M. C. Teich: *Fundamentals of Photonics* (John Wiley & Sons, 1991). 基本光工学 1, 2 (尾崎義治・朝倉利光訳, 森北出版, 2006, 2008).
- 5) 松居吉哉: 結像光学入門 (オプトメカトロニクス協会, 1988).
- 6) 応用物理学会光学懇話会: 結晶光学 POD 版 (森北出版, 2003 [初版 1975]).
- 7) 西原 浩, 春名正光, 栖原敏明: 光集積回路 (改訂増補版) (オーム社, 1993).
- 8) G. Agrawal: *Fiber-Optic Communication Systems* (Wiley Blackwell, 2002).
- 9) G. Agrawal: *Nonlinear Fiber Optics*, 4th ed. (Academic Press, 2006).
- 10) 松居吉哉: レンズ設計法 (共立出版, 1972).
- 11) 中川治平: レンズ設計工学 (東海大学出版会, 1986).
- 12) 黒田和夫: 非線形光学 (コロナ社, 2008).
- 13) 佐藤勝昭: 光と磁気 (朝倉書店).
- 14) R. Loudon: *The Quantum Theory of Light*, 3rd ed. (Oxford University Press, 2000). 光の量子論第 2 版 (小島忠宣・小島和子訳, 内田老鶴圃, 1994).
- 15) 藤原裕之: 分光エリプソメトリー (丸善, 2003).
- 16) 大田 登: 色彩工学 (東京電機大学出版局, 2001).
- 17) T. Kreis: *Handbook of Holographic Interferometry* (Wiley-VCH, 2005).