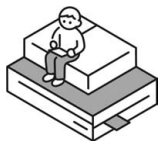


新刊紹介



Python で学ぶ光学の基礎

谷田貝 豊彦 著

朝倉書店, 2024 年

(ISBN 978-4-254-13151-2)



光産業は、直接的に光技術を用いた製品だけでも大きな市場をもつが、他の多くの産業を支える基盤でもあり、すそ野が広いことが特徴である。これは研究の世界にも当てはまり、試料の特性の計測や製作・加工において、しばしば恩恵を受ける。一方で、日本語の文献は少なく、日本語で書かれた優れた教科書には価値がある。

著者は、国内では光学教育研究センターの創立者、海外では国際光工学会会長として活躍されてきた。また、研究については光計測を中心に幅広い分野で活躍されてきたが、主宰した研究室でなされた光干渉断層計測の基礎への貢献が特筆される。さらに、多数の教科書執筆を通して国内の光学教育の底上げを担ってきた。

本書は、原理的な式のための記載や、近似式の導出までで止まるタイプの教科書ではない。一方で、レンズの結像理論や、干渉計測などの実用に重点を置いた本でもない。光学の面白さを自分で開拓していくための足腰を鍛えることができる本となっている。それは「光学の基礎的な事項を学ぶための入門書である。従来の教科書でとらえられていた概念の説明と式の導出が中心のスタイルから離れて、シミュレーションを用いることによって、式やそれに隠された概念が視覚的に理解できるように工夫されている。」として、まえがきでも述べられている。

教科書としては、プログラムによる光の伝播の計算を軸に据えていることが特徴である。大学の教養程度の数学的な知識があれば、読み進めることができる。プログラム言語としては Python が用いられている。無料で入手できるライブラリーが充実しており、光学でもしばしば使われるようになったことから、この選択は妥当であろう。たとえば、画像解析でよく用いられる深層学習 (deep learning) では、Python が主流となっている。Python を用いたコーディング方法について、基礎的なことから書かれている。

Pythonを用いるメリットは、CやFORTRANなどの科学技術計算の言語に比べて、豊富なライブラリーが無償で手

に入ることである。数値計算では、特殊関数やフーリエ変換に関わるライブラリーがある。行列計算、数値積分、常微分方程式についても扱うことができる。画像処理では、グラフのフォーマットの詳細な指定ができるライブラリーが存在する。散布図、等高線プロット、3D グラフなどの汎用的なグラフを扱うことができる。さらに、アニメーションや、軸の単位のマウスクリックでの切り替えも可能である。例えば、画像のフーリエ変換を扱う場合、これらのライブラリーを用いることで、コーディング量が従来の科学技術計算の言語の5分の1になり、掲載できるプログラムの数を増やすことができている。また、グラフや画像の表示が可能になったことで、直感的な理解が進む。

全体の構成は、光学理論ごとに、幾何光学、波動光学、フーリエ光学で分類されており、光学を基礎から体系的に学ぶのに適している。幾何光学は光線追跡の光学の基礎であり、大きな構造からの屈折や散乱を扱うことができる。レンズ光学系の設計にも重要である。波動光学は厳密に散乱パターンを計算することができ、波長サイズの構造を扱うのに最適である。フーリエ光学はレンズ結像やホログラフィーの原理であり、光学顕微鏡や三次元ディスプレイの基礎である。厳密な波動光学から、近似は荒いが実用性の高いフーリエ光学に数式の近似の度合いを少しずつ上げることで、話がつながっている。さらに、どの近似レベルでも欠かせない光の特性である偏光については、最後に記載がある。液晶や光計測において、研究だけでなく産業応用にも重要である。

本書の特徴のひとつは、レンズの取り扱いにみることができる。レンズは顕微鏡・カメラ・照明など多くの場所で使われる産業上重要な光学素子である。レンズについては、幾何光学とフーリエ光学の2つの章で取り上げられている。レンズの特性である収差や拡大倍率は光線追跡で解析できる。一方で、結像や集光の数式的な扱いは、波としての性質を取り入れたフーリエ光学で議論できる。実用上

有益な幾何光学だけでなく、数式的な取り扱いを可能とするフーリエ光学でもしっかり記述することで、レンズを用いた計測技術の実用面だけでなく、レンズの開発に関わる光学理論の基礎知識を身に着けられるようになっている。一方、波動光学の章では、特定の光を反射あるいは透過する上で、産業上重要な、干渉多層膜について詳細に記載されている。

もう一つの特徴である Python プログラムについては、予備知識がなくても学べるよう、入門の一章に 37 個のプログラムで解説されている。その基礎は、演算子や入出力関数の使い方、フロー制御、組み込み関数である。科学技術計算用のライブラリー、グラフィックス用ライブラリーの説明がなされ、それらのプログラムの実例が掲載されている。

幾何光学の章では、レンズの特性計算について 9 個の例

題と共にプログラムが掲載されている。波動光学の章では薄膜干渉のほか、各種回折について、プログラムの実行で理解できるよう配慮されている。フーリエ光学の章では、その特徴であるフーリエ変換を用いて、もとの画像とフーリエ変換した像の関係がわかるようにプログラムで画像を表示している。

全体として、現在の光産業を支えている光学の基礎を網羅できている。「光学とは」という章が設けられ、光学の歴史についても語られており、著者の意気込みを窺い知ることができる。Python を用いることで複雑な数値計算を簡便に行い、さらにそれをグラフ化することが可能となり、光学の理解が深まる。大学の初学者、企業の研究者など、光計測を始めようとする者がその基礎を固めるのに最適の書である。

(筑波大学 星野鉄哉)