

書評

超音波ホログラフィ——開口合成による映像——

永井啓之亮著 日刊工業新聞社/1989年/A5判・178頁/2,800円(税込み)

ホログラフィ技術は、光情報処理、光計測などのコンピュート光学の基礎技術として不可欠の映像記録再生技術となっている。映像技術のなかでも、位相情報を記録再生できることが、このホログラフィの最大の特徴である。もちろん、光以外の波動においてもホログラフィの原理は適用でき、電磁波、X線、そして超音波を利用したホログラフィが研究されている。超音波は、固体中を非侵襲で伝播するので、医用診断(生体内部の可視化)、非破壊検査、地下資源探査など幅広い分野で利用されつつある。

本書は、長年、著者が研究してきた合成開口超音波映像法を中心に、超音波ホログラフィの原理と応用を解説したものである。著者が始めに述べているように、本書では超音波映像法の分解能向上の観点から、超音波の伝播の理論とデータ処理法が要領よくまとめられている。

本書の構成は、前半の超音波映像法の解説と後半の波動の理論的取扱いの二つに大別される。まず第1章「映像系と分解能」では、超音波映像と分解能の概念を紹介している。とくに、合成開口の原理とその拡張についての記述は、丁寧でわかりやすい。第2章は「超音波ホログラフィ」で、ホログラムの構成法の詳しい解説と、液面リーフ法、個体振動面法そして圧電素子法を利用した具体的な映像法の紹介である。

続いて第3章では、比較的新しいトピックである「回折トモグラフィ」による像の再構成法を扱っている。X線トモグラフィがX線の直線性を仮定するのに対し、回折トモグラフィは波動の伝播(回折)理論をもとに、データの収拾と像の再構成を行う方法である。コンピュータトモグラフィ(CT)の一般理論、time of flightによるトモグラフィの説明に続き、正弦波照射とパルス波照射による回折トモグラフィが紹介されている。

後半の部分は、第4章の「フーリエ変換」と第5章の「波動の伝搬」である。とくに、波動の回折現象の取扱いは厳密で、トランスデューサからの放射音場の計算へと進む。

このように、本書は超音波映像に関する基礎的知識が要領よく配置され丁寧に解説されている。したがって、大学院の学生にとっては格好の教科書であり、この分野の研究者・技術者には知識の整理のための参考書といえよう。とくに、光学の研究者にとっては、新しいスタイルの教科書といえよう。随所にちりばめられている新しい発見と発想の“種”が読み取れよう。光学の参考書で取り扱われているホログラフィとは異なるホログラフィが論じられているからである。

(筑波大物工 谷田貝豊彦)

光機器の光学II——光学系の結像評価とレーザ光学——

早水良定著 (社)日本オプトメカトロニクス協会/1989年/A5判・371頁/7,500円

本誌第19卷1号で、本書の第I巻「光機器の光学I—光学系の基礎と設計—」の書評を掲載したが、最近第II巻「光機器の光学II」が出版されたので紹介したい。

第I巻は光学系の設計に必要な幾何光学の知識を中心であったのに対し、第II巻は光学系の結像性能評価、波

動光学、像の明るさと照明系が記述されている。第I巻、第II巻を通して、光学系の設計に必要な設計理論と評価がわかるようになっている。第II巻は第6章から第8章までで、第6章は結像性能の評価、第7章はレーザビームの光学系、第8章は像の明るさと照明系となって

いる。

第6章の結像性能の評価は内容が多く、(1) スポットダイヤグラムによる像性能の評価、(2) 波動光学的像評価、(3) OTF による像評価、(4) コヒーレント照明の結像と MTF が書かれてある。幾何光学的な収差とザイデルの5収差による評価は、すでに第I巻に記述されているので、本書は OTF による評価を中心である。光学系の設計において、結像性能をシミュレーションと実測で評価することはきわめて重要なことであり、実際設計者は性能評価に相当な時間を費やす。第6章の結像性能評価で本書の三分の二のページをさいていることからも、光学設計における性能評価の重要性がわかると思う。

導入部のスポットダイヤグラムによる評価は、レンズ設計者以外の人はあまり利用していないが、OTF を始めとした評価の基礎となっているので、ぜひ理解しておいてほしいところである。

波動光学的像評価では、波面収差と回折像の強度分布が記されている。近年、レンズおよび光学部品の性能評価に波面収差が広く用いられるようになった。波面収差の測定器が高価ではあるが、広く普及したためであろう。波面という光の本質に基づき、同じ評価方法で議論することは、科学技術の発展上たいへん好ましいことである。一般的に波動光学はマックスウェルの電磁方程式から導出されるが、本書では現象面を重視し光線収差と対応づけて波面収差を求めている。

OTF による像の評価は、OTF の概念、幾何光学的 OTF、波動光学的 OTF と OTF 全般にわたって書かれている。ここでも厳密な波動光学からの理論展開は詳

しくせずに、現象面を説明している。カメラレンズの MTF およびディジタル画像の MTF として、個体撮像素子(CCD)とテレビ画像の MTF の評価例がある。光機器の光学系においても、デジタル化された機器が増えている。素子の開口による MTF の劣化が必ずあるので、正しい評価が必要である。

第7章はレーザービームの光学である。光ディスク、レーザープリンタ、バーコードリーダなどレーザーを光源とした光機器の発展はめざましいものがある。これらの光学系の設計は波動光学的な取扱いをして、ビームウェストの位置と大きさを計算していくないと正確にはレンズ配置が決まらない。

最後の第8章には像の明るさと照明系がある。測光とレンズによる像の照度が述べられており、応用例として照明系の基本である顕微鏡照明の例がある。顕微鏡においては最適照明系と照度計算方法が確立されている。その基本となるのは、心理物理量に基づく放射量と測光量の理論である。

第I巻は光機器の光学にふさわしく、機器の設計に即した形で書かれている。第II巻はやや趣が異なり理論的記述が多く、設計の応用例は少ない。最近応用が増えているレーザー応用機器の設計例および評価が、もう少し多ければより実際的であったと思う。光学設計者で、カメラや顕微鏡の光学機器、複写機やファクシミリなどのOA機器、さらにレーザー応用機器までと幅広く設計を経験した人は少ない。設計経験豊かな著者が書き著したこの2冊の著書がレンズ、光学系の設計者および光機器の設計開発に携わる技術者の良き教科書となることを期待する。

((株)リコー中研 小椋行夫)