

## 書 評



# Speckle Phenomena in Optics: Theory and Applications

by Joseph W. GOODMAN

Roberts and Company Publishers, Colorado, 2007 (ISBN 0974707791)

本書は *Introduction to Fourier Optics* で著名な J. W. Goodman 教授が 2 年前に完成させた労作で、レーザー拡散光に必ず現れて目立つ不規則模様であるスペックルの統計的な性質とその応用を述べている。

スペックルは近年のレーザーや撮像素子の小型化、パソコンの能力の向上により、粗面につけられた自然の標識として計測に利用する技術が実用化されている一方で、ホログラフィーやレーザー映写機でのスペックルノイズの除去はまだ重大な問題として残っている。このような状況下で、スペックルの成因とその定量的な評価法の理解と会得が要求されよう。

本書における数学的な展開はとても系統的で、数式は複雑ながら骨子はわかりやすい。解析の手段としては、強度や位相の統計分布を与える確率密度関数と空間的な構造を与える自己相関関数、外因による変化を与える相互相関関数が用いられる。統計解析の基本的な道具であるこれらの関数の応用例として、スペックル現象が格好であることが十分に納得できる。

本書の序文において、レーザー出現以前に問題となったレーダー電波の海面や樹木による散乱によるクラッターノイズの解析が研究のきっかけになった、と書かれている。レーザーホログラフィーの成立を思い起こすにつけても、現代の光工学の発展においてレーダーや情報通信理論の果たした役割の大きさが再認識される。

内容は、スペックルの由来、不規則位相での干渉、スペックルの一次統計、スペックルの高次統計、スペックルノイズの除去、結像で生じるスペックル、非結像系のスペッ

クル、スペックル応用計測、大気揺らぎによるスペックル、となっている。付録として、薄い拡散板によるスペックル、波長・入射角の変化によるスペックルの変化、投影によるスペックル、が議論されている。

スペックルノイズの除去の章では、照斜光のコヒーレンスによって必然の結果を抑制するには時間的または空間的なコヒーレンスを落とすしかないこと、そのために拡散板を動かしたり、波長幅を広げるときの効果が議論される。実験室外でのスペックルの例として、レーザー投影機、レーザーレーダー、光コヒーレンス・トモグラフィー、多モードファイバーのモードノイズなどの統計的性質も紹介されている。

粗面の変形や照明系の変化によって生じるスペックル模様の変化を検出するスペックル応用計測の章は、粗面の表面形状や変形や振動のさまざまな測定法が順々に紹介されているにとどまり、これらを最初に実現したホログラフィー干渉法との関連や各方法の用途と特徴、感度、測定範囲については十分な説明に欠けているきらいがある。これは著者の関心と背景が光計算などの光情報処理にあることを考えると、やむを得ないことかも知れない。

スペックルの基本文献のひとつとして早くから引用された C. Dainty 教授の編著になる *Laser Speckle and Related Phenomena* (Springer, 1978) が共著によりスペックルの紹介と応用計測の啓蒙に大きな役割を果たしたのを受けて、本書はその後の進歩を取り入れ、より厳密で系統的な描像を形成するのに好適な文献となっている。

(山口 一郎)