

# ゴーストの改善手法

H I T株式会社 代表取締役  
松岡和雄

## 1. はじめに

レンズ系が複数の光学面によって構成される限り表面反射によるゴーストの発生は避けられない現象であり、従来コーティング技術と相まって実用的問題がないレベルの改善がなされてきた。しかし、近年自動運転を目指したセンシング技術の発展に伴いAIが画像を判定して制御を行う状況となり、搭載するカメラレンズのゴーストレベルへの要求が厳しくなり一定水準以上の改善レベルが求められるようになってきた。

本稿ではゴースト改善手法について具体的な手順と方法について紹介する。

## 2. ゴーストシミュレーションのための要件

ゴースト改善のためには正確なシミュレーションを行い、ゴースト発生の状況を把握した後に他の収差等に悪影響なく最適化することが必要になる。そのための要件を以下に示す。

- 1) 一画角あたり数十万本程度の実光線追跡による正確な光の振る舞いを計算する。
- 2) 光線追跡により得られたスポット分布を用いて、ゴーストの正確な強度分布を計算する。
- 3) 任意の画角（三次元空間）について計算可能。
- 4) 各レンズ面のコーティングを含めた反射率と透過率を計算して強度分布を求められる。
- 5) 最大6波長程度の光線について計算可能であり、ゴーストのスペクトル分布が表現できる。
- 6) 追跡光線の軌跡をCADファイル等へ出力し、各光線の状態を視覚化することが出来る。
- 7) 複数面のゴーストを重ね合わせて、実際の強度によるゴースト像を表示できる。

また、最適化（自動設計）に於いて、ゴーストに関して次の様な制御があれば有用である。

- 8) ゴーストを生成する任意の光線を選び、その像面への到達点の座標位置を制御する。
- 9) ゴーストの集光点位置等を制御することで、ゴーストの強度や広がり等を制御出来る。

## 3. ゴーストシミュレーションの実際

レンズ設計及びゴーストシミュレーションに関するアプリケーションは既に市販されているが、本稿ではTOLES (Technically Optimized Lens Design Program)<sup>1)</sup>を用いて具体的なシミュレーションを紹介する。

先ず初めに代表的なガウスタイプのレンズを例にして説明する(図1)。

レンズ構成は4群6枚構成であり、IR-カットフィルターとセンサーカバーガラスを加えて設計上15面構成であり、16面が像面（センサー感光面）となる。

このレンズのゴーストについて、ゴースト像のスポットダイアグラムを計算してゴースト毎の最大強度、平均強度とゴーストの平均半径を計算したものが表1である。