

# 主光線のヒットポイントでのローカル面形状情報の取得と ローカル座標系の合理的決定法 (Off-Axial 収差理論の主光線まわりの展開への適用 I)

国立大学法人 宇都宮大学 オプティクス教育研究センター 客員教授  
チームオプト株式会社 光学技術コンサルタント  
荒木敬介

## 1. はじめに

現状のスマホの光学系等においては、図1に示すような変曲点をもつ非球面を多用する光学系が自動設計技術の進展に伴って多く見られるようになってきている<sup>1)</sup>。しかしこうした光学系は、回転対称の光学系という範疇にはとどまっているものの、非球面の量が大きすぎるため、軸外の結像特性と軸上の結像特性との相関がほとんどなくなっており、従来の軸上主光線まわりのべき級数展開である収差論の解析体系<sup>2,3)</sup>は軸外特性の評価には非常に高次までの収差展開が必要になってくるので3次の収差論の解析は数値的にはほとんど役に立たないというのが現状である。

一方、光学系には回転非対称の結像をする光学系も存在する。こうした光学系の結像理論としては、著者が以前に提案している Off-Axial 光学系に対する近軸・収差理論<sup>4,8)</sup>の解析理論の体系がある。この理論は折れ曲がった基準軸光線に沿った収差展開の理論なので、図1のような光学系の軸外物点の結像に対しても、収差展開の基準の光線を軸外主光線に設定し直すことができれば、その主光線まわりのべき級数展開をすることで、軸外光線の収差評価を低次の収差として表現できることになる。今回はそうした Off-Axial 理論の解析法をこうした光学系に適用するにあたっての一般的課題についてまず述べ、その課題の解決するための手法の紹介の第1弾として、基準軸光線に沿った座標系の適切な設定法と基準軸に沿った RDNA データを解析的に求める手法について具体的に解説することとしたい。

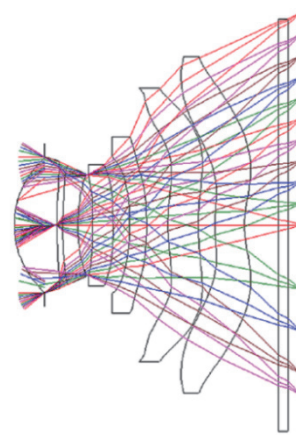


図1 参考文献1に示されている、携帯電話のカメラ用に最適化された光学系の光路図

## 2. Off-Axial 理論を主光線まわりの展開に適用する際の課題事項

この節では、Off-Axial 理論を主光線まわりの展開に適用する際の課題事項について整理してみる。課題事項としては、主要なものとしては以下の3つの事項が挙げられる。

- (A) 主光線のヒットポイントでのローカル面形状情報の取得とローカル座標系の合理的決定法の確立
- (B) 物体面、像面、入射瞳面、射出瞳面の傾斜の影響の換算手法の確立
- (C) 中絞り系等での入射空間における初期収差の付与手法の確立

(A) は軸外主光線を基準軸光線とした時の適正な R (面形状) D (面間隔) N (媒質屈折率情報) A (基準軸の折れ曲がり角度情報) データの算出法である。このうち、R データと A データはローカル座標系のとり方を Off-Axial 理論体系に整合するようにとる必要がある。この部分については、この解析手法を考える上で大変重要な部分なので、今回の報告で詳しく論じたい。(B) は、従来提案している