



純虚数を使う鏡像結像光学系の 近軸&収差解析

宇都宮大学 オプティクス教育研究センター／
チームオプト株式会社
荒木敬介

1. はじめに

光学系の前に物体を置いた時、系の収差をきちんとした形で評価するためには、収差評価のための物体面と「共役」な「近軸像面」を決定する必要がある¹⁾。

アナモルフィック結像をする一般的光学系のガウス行列は

$$\tilde{G} \equiv \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & B_1 & B_2 \\ A_3 & A_4 & B_3 & B_4 \\ C_1 & C_2 & D_1 & D_2 \\ C_3 & C_4 & D_3 & D_4 \end{pmatrix} \quad \text{ただし} \quad \det(\tilde{G}) = 1 \quad (1)$$

と書ける^{2,3)}が、光学系の収差を評価すべき物体結像と瞳結像の「共役面」を1つに定めるために用いられる2本の近軸光線を追跡するための近軸追跡用の平均的ガウス行列を \tilde{Q} とすれば、 \tilde{Q} は

$$\tilde{Q} \equiv \begin{pmatrix} A & 0 & B & 0 \\ 0 & A & 0 & B \\ C & 0 & D & 0 \\ 0 & C & 0 & D \end{pmatrix} \quad \text{ただし} \quad AD - BC = 1 \quad (2)$$

の形をしていなければならない。その時、瞳近軸光線と物体近軸光線の2本の近軸追跡はまとめて

$$\begin{pmatrix} \bar{h}' & 0 & h' & 0 \\ 0 & \bar{h}' & 0 & h' \\ \bar{\alpha}' & 0 & \alpha' & 0 \\ 0 & \bar{\alpha}' & 0 & \alpha' \end{pmatrix} = \tilde{Q} \begin{pmatrix} \bar{h} & 0 & h & 0 \\ 0 & \bar{h} & 0 & h \\ \bar{\alpha} & 0 & \alpha & 0 \\ 0 & \bar{\alpha} & 0 & \alpha \end{pmatrix} \quad (3)$$

のように書け、物体結像の共役関係は

$$\frac{N'_k A}{s'_k} - \frac{N_1 D}{s_1} + \frac{N'_k N_1 B}{s'_k s_1} - C = 0 \quad \text{あるいは} \quad \alpha'_k h_1 A - \alpha_1 h'_k D + \alpha_1 \alpha'_k B - h_1 h'_k C = 0 \quad (4)$$

瞳結像の共役関係は

$$\frac{N'_k A}{t'_k} - \frac{N_1 D}{t_1} + \frac{N'_k N_1 B}{t'_k t_1} - C = 0 \quad \text{あるいは} \quad \bar{\alpha}'_k \bar{h}_1 A - \bar{\alpha}_1 \bar{h}'_k D + \bar{\alpha}_1 \bar{\alpha}'_k B - \bar{h}_1 \bar{h}'_k C = 0 \quad (5)$$

の式を使ってあらわすことができる。

この時、従来からなじみのある回転対称光学系では $\tilde{Q} = \tilde{G}$ ととることができるので、物体面や入射瞳面を与えた時、収差を評価するときに必要な近軸像面、射出瞳面は(4)、(5)を使って定めることができる。