

分割主鏡シミュレーター (第3版バージョン7) — Index 導出テスト

岡山新技術望遠鏡グループ

平成 23 年 4 月 13 日

目次

1 概要	1
2 位相差分布図の表示	1
3 Zernike 分布	2
3.1 結果	2
3.2 考察	2
4 セグメント並進	3
4.1 結果	3
4.2 考察	3
5 結論と対策	3

1 概要

アクチュエータの制御位置に対して位相差分布上での並進・傾きの成分を差し引くようなアクチュエータの補正量分布を求めるシミュレータ用コードを作成し、その動作の確認を行う。

2 位相差分布図の表示

図は左が与えた初期値におけるアクチュエータ制御量から求めた位相差の分布、右が補正後のアクチュエータ制御量から求めた位相差の分布である。図の表示レンジはそれぞれのキャプションのとおり。

位相差分布の計算におけるパラメータは表 1 となる。

表 1: 位相差分布図計算パラメータ

ピクセル数	1024	pixels
ピクセル分解能	3.88623	mm/pixel
リファレンス波長	0.001	mm

3 Zernike 分布

3.1 結果

試験は以下のような方法で行った。

ある Zernike 0 次、1 次 X/Y の 3 つの値を与えて、それらの組からアクチュエータ制御量の分布を作成する。作成したアクチュエータ制御量の組を最適な Zernike のパラメータによる補正量を計算するルーチンにわたし、帰ってきたパラメータの組により逆補正をかけて、補正残差を求める。

これらについて単独のパラメータに初期値を与えた場合とすべてに与えた場合を試し、表 2 の結果を得た。

表 2: Zernike 分布の試験結果

図	初期値			結果		
	0	1x	1y	0	1x	1y
1	1e-5	0	0	1e-05	-2.76636e-24	1.19876e-24
2	0	1e-7	0	-3.8489e-14	1.00049e-07	-1.95951e-24
3	0	0	1e-7	-3.8489e-14	7.37697e-25	1.00049e-07
4	1e-5	1e-7	1e-7	1e-05	1.00049e-07	1.00049e-07

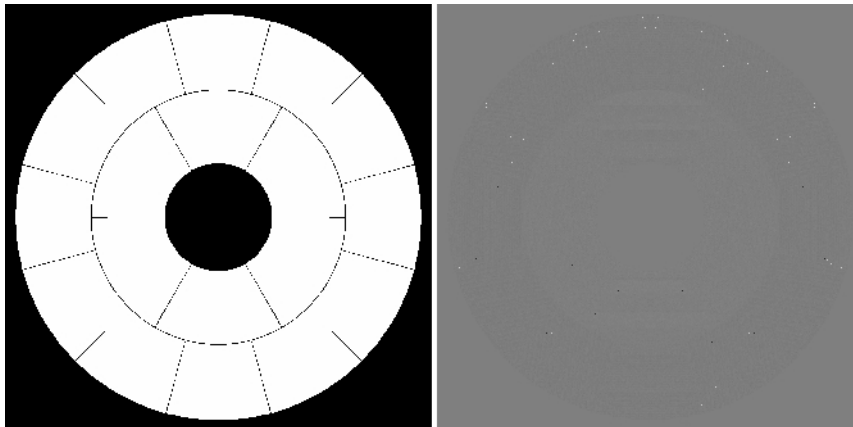


図 1: Zernike 0 次 (0.01999 ~ 0.02, $\pm 1.5e-7$)

3.2 考察

最適として導出された Zernike パラメータは、与えた初期値に対しての差が 0.05% のレベル以下であり、理想的な状態における最適値導出はうまくいっていることが判明した。

Zernike 0 次の場合、指定した位相差を与えるように求められたアクチュエータ位置における位相差分布は指定と完全に一致する位相差を出しており、またアクチュエータ位置を入力とした Zernike 0,1 次当てはめのパラメータによる補正後の位相分布はほぼ 0 を示している。

Zernike 1 次の場合、同じような補正後の位相分布は元の 0.05% 程度の残差を残している。また、図 5 のように残差から傾き成分を除いても高次の変化がみられる。これらの原因としてはグローバル系とセグメント系の 2 つの座標系間の変換パラメータの誤差¹が考えられる。

¹座標変換や分割主鏡のグローバル系での位置情報に関する値は、別途計算された値を定数として入れているため、変換係数の定義間で桁落ちや三角関数逆変換などにおけるずれがある可能性がある。

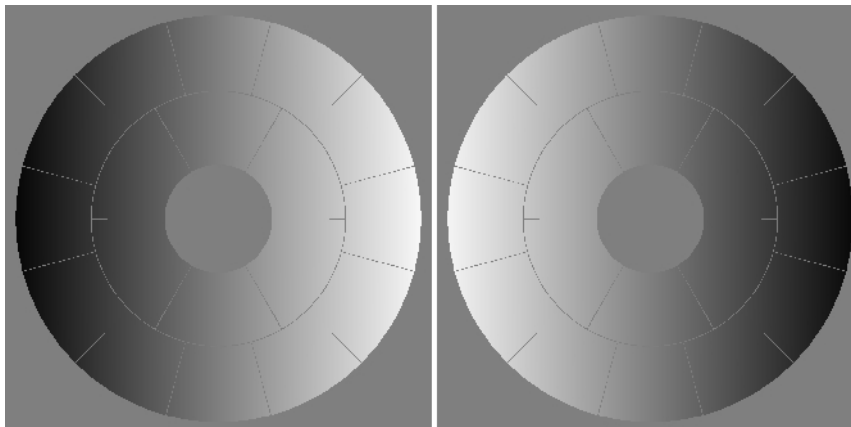


図 2: Zernike 1 次 X ($\pm 0.4, \pm 0.0002$)

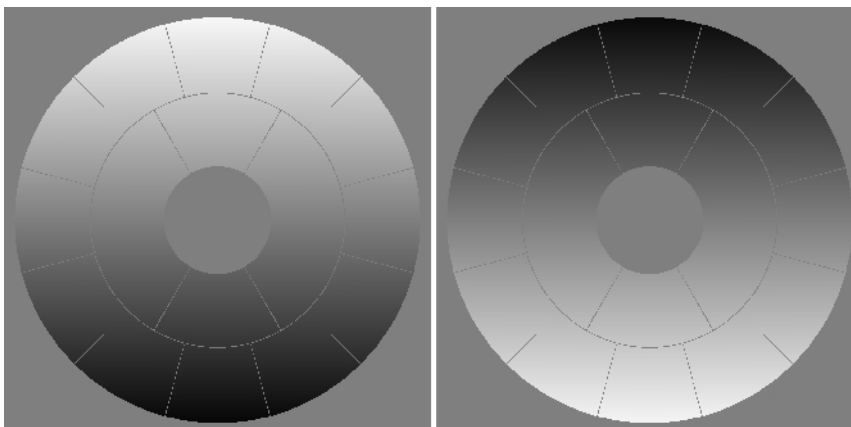


図 3: Zernike 1 次 Y ($\pm 0.4, \pm 0.0002$)

4 セグメント並進

4.1 結果

試験は以下のような方法で行った。

ある並進量をあたえた位相差分布と、その並進量から変換したアクチュエータによる補正制御量を適用した制御位置での位相差分布の二つを作成し比較した。Zernike パラメータによる当てはめは、そもそもアクチュエータに初期移動量を与えていないため行っていない。

4.2 考察

X 方向・Y 方向ともに、各セグメントの中心からの距離の 2 次 (以上) に依存するような残差が見られ、位相ずれ量に比例した残差ではない。この 2 次 (以上) に依存するような残差は、微量量近似した分であり、かつ線形でないためにアクチュエータでは補正できない。

5 結論と対策

結論として、計算仮定や微量量の近似、そして計算コードは計算誤差のレベルで正しいと考えられる。

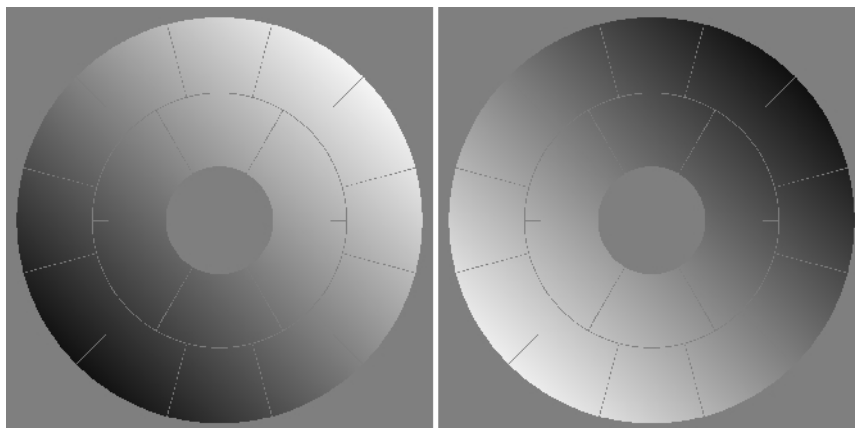


図 4: Zernike 0 次、1 次 X/Y ($\pm 0.6, \pm 0.0003$)

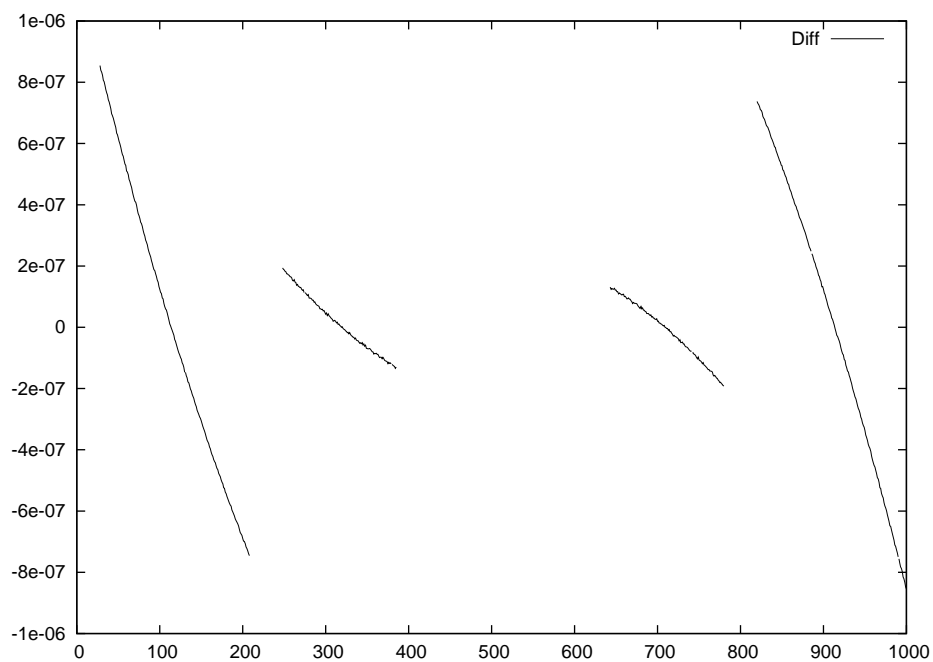


図 5: Zernike 1 次 X での傾きをのぞいた位相分布の残差 (セグメント中心: 512)

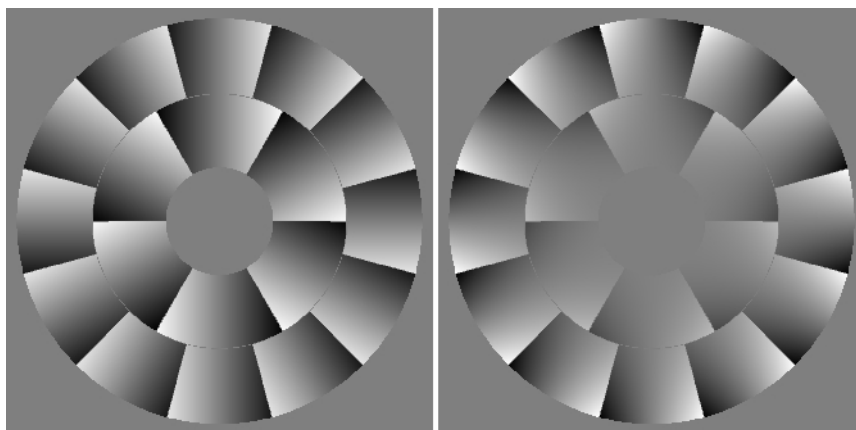


图 6: X 方向並進 $10\mu\text{m}$ ($\pm 1.2, \pm 0.0006$)

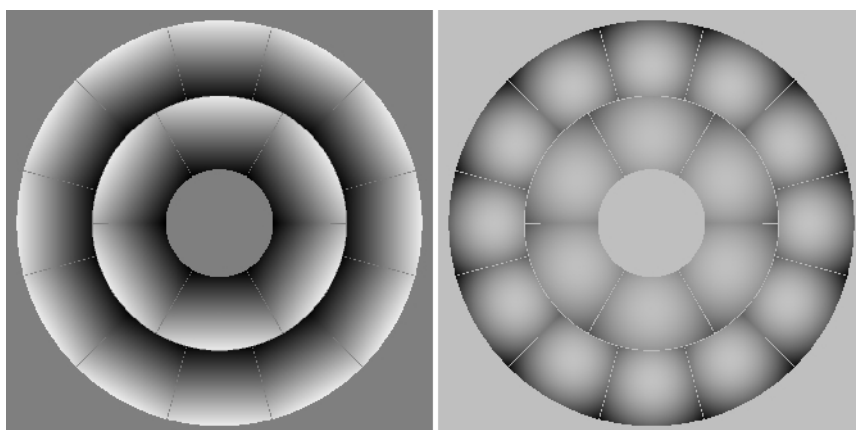


图 7: Y 方向並進 $10\mu\text{m}$ ($\pm 0.8, -0.006 \sim +0.002$)

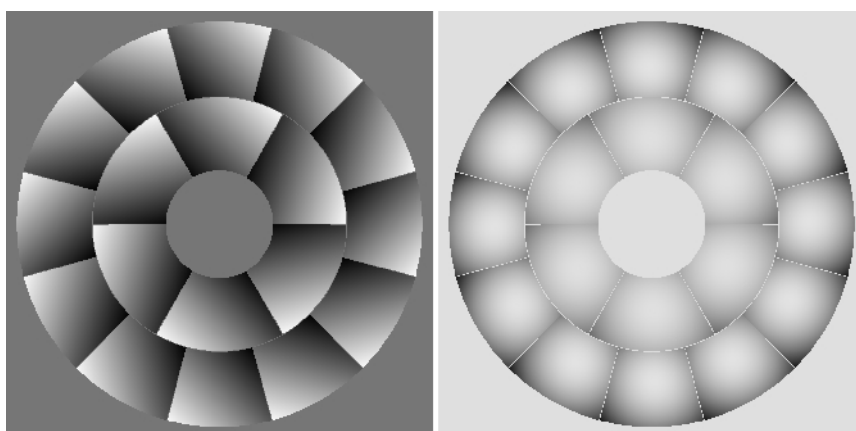


图 8: XY 方向並進 $10\mu\text{m}$ ($-1.4 \sim 1.6, -0.007 \sim +0.001$)