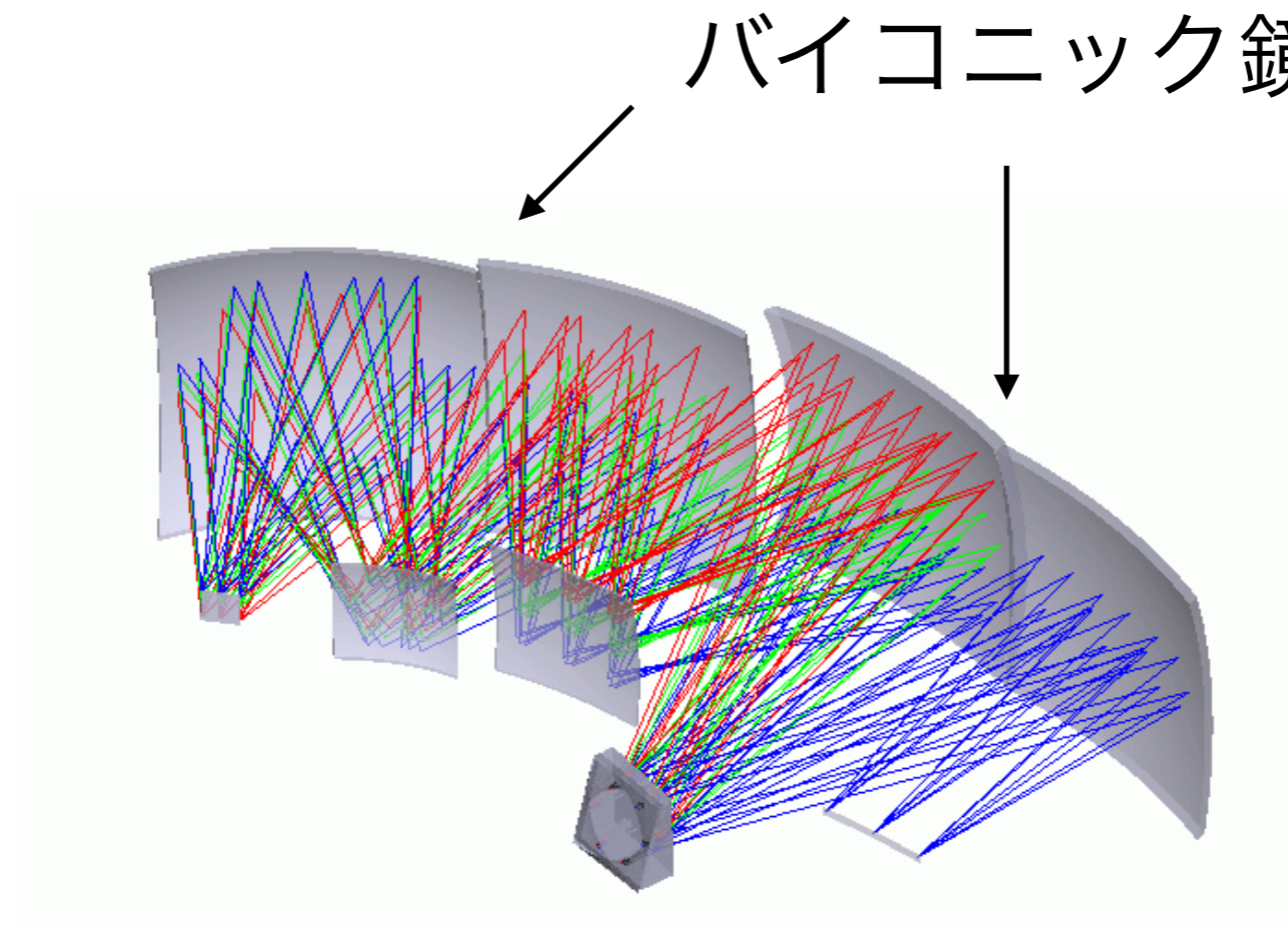


拡張フーコーテスト

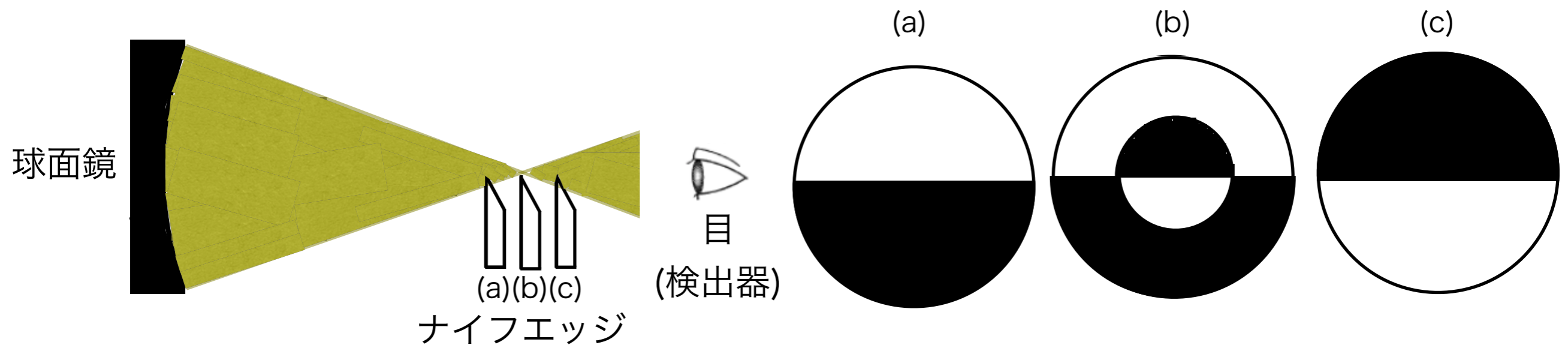
バイコニック鏡(非球面鏡)の表面形状計測



京都大学 和田一馬 岩室史英

従来の計測方法その1 (フォーコーテスト)

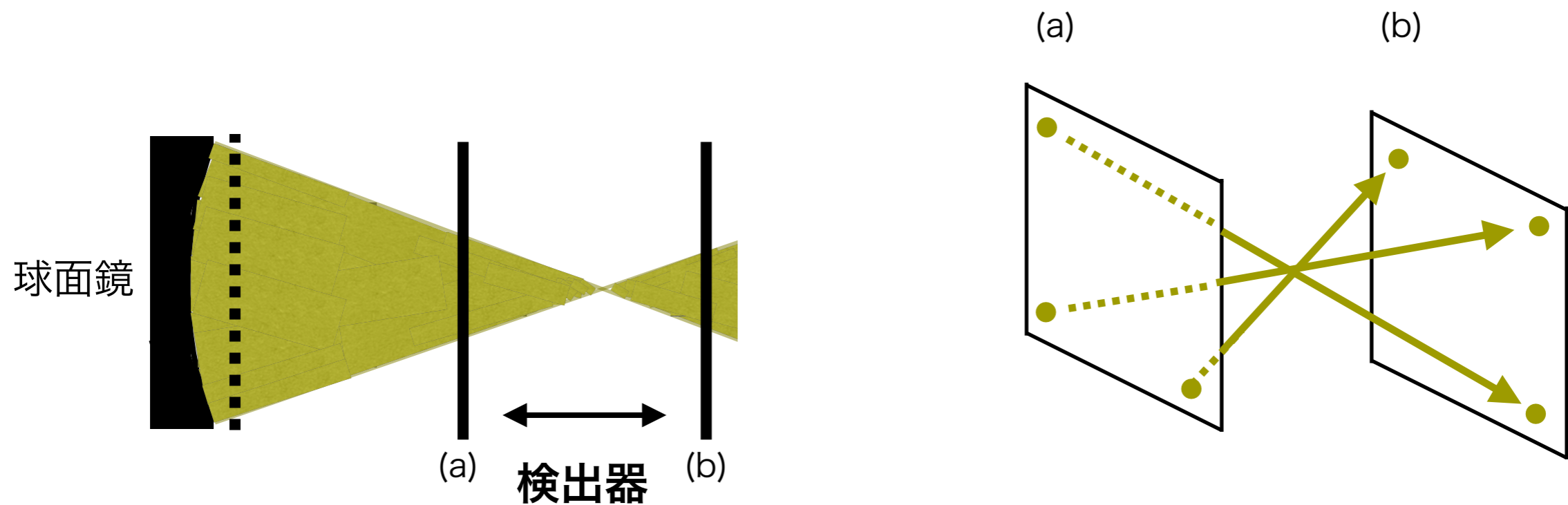
- ナイフエッジの位置を動かすと明暗部が反転 → 曲率中心
- ビーム内での曲率中心の違い → 鏡の形状



- ただし、この方法は鏡がほぼ軸対称であることを前提としており
バイコニック鏡の測定に使用するのには難しい

従来の計測方法その2 (ハルトマンテスト)

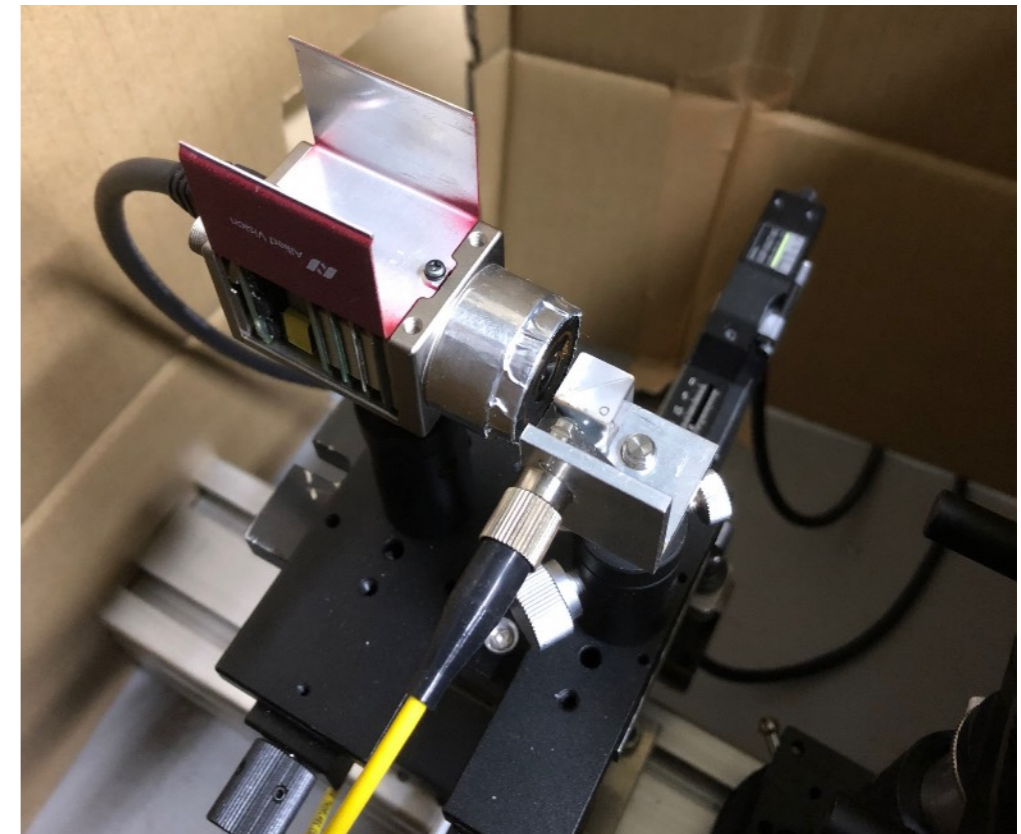
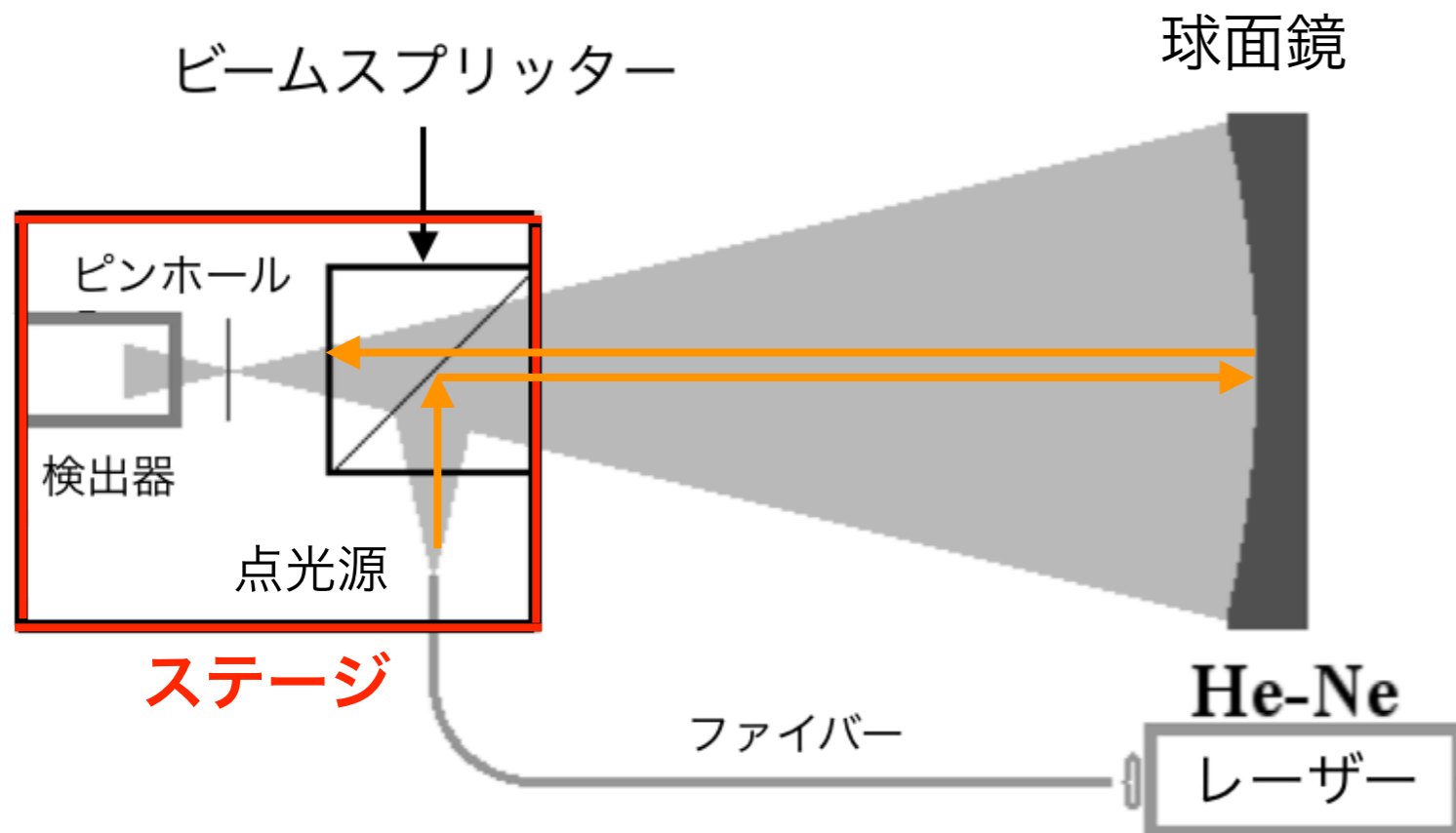
- 複数穴の開いた板を使う
- 検出器を動かして、デフォーカス像を撮影
- 行きと帰りの光線の間が鏡面の法線方向
- 軸対称でなくても計測できる



- ただし、バイコニック鏡では光が狭い範囲に集まらないので
大きな検出器が必要となり困難

拡張フーコーテスト

- ピンホールと点光源の組み合わせで鏡面の法線方向を調査
- バイコニック鏡のような軸対称でない鏡に対応
- 点光源が一点に集まる必要なし
- ピンホールと点光源を乗せたステージ(赤枠)を動かして、「ステージ位置」と「検出器上での光の位置」を計測
→ 鏡の法線ベクトル



測定する球面鏡(Meade 40cm)

バイコニック鏡の計測の前に試験的に測定



スキヤンの様子

ステージ位置(x,y)=(-0.375,-0.375)

計測結果(左)と理想(中央)と差分(右)

ステージ位置

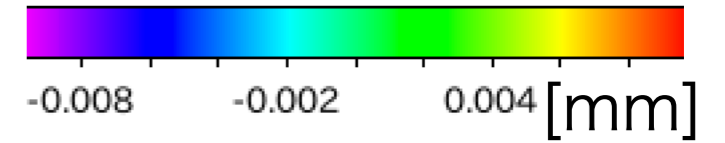
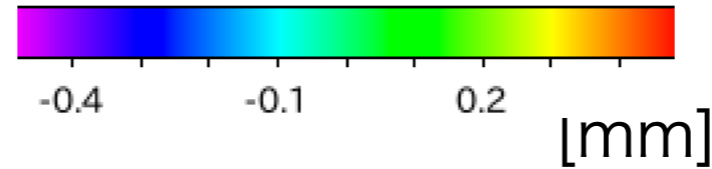
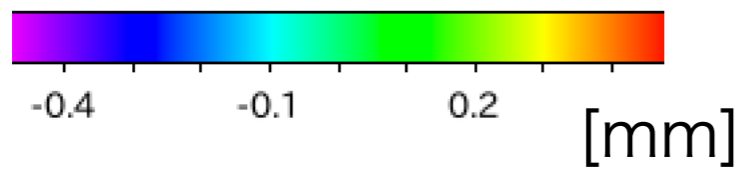
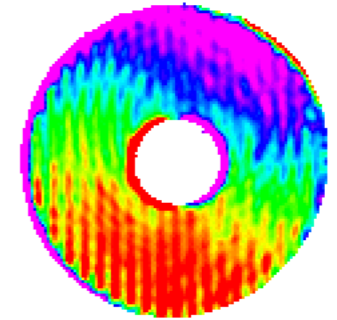
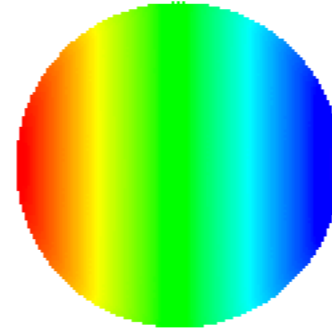
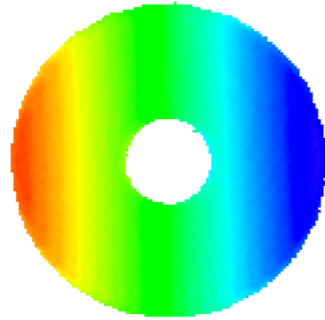
理想位置

差分マップ

x

x

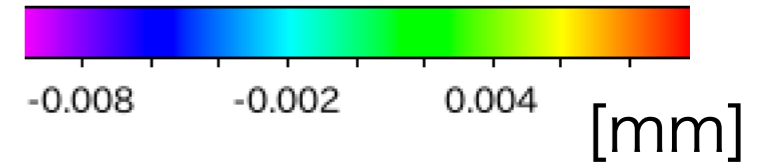
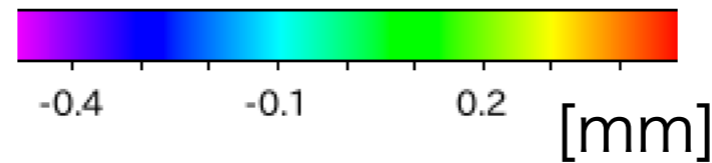
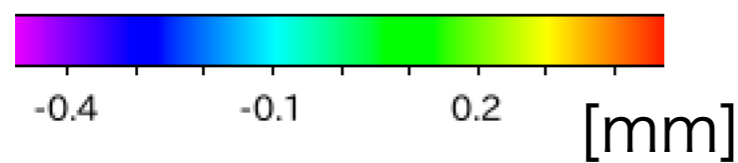
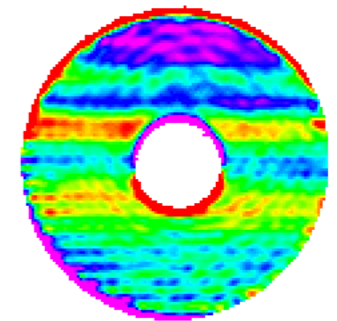
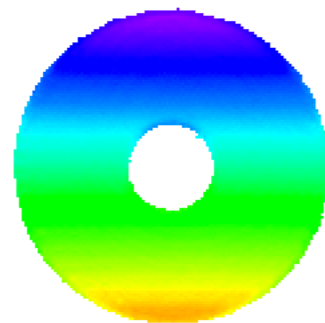
x



y

y

y



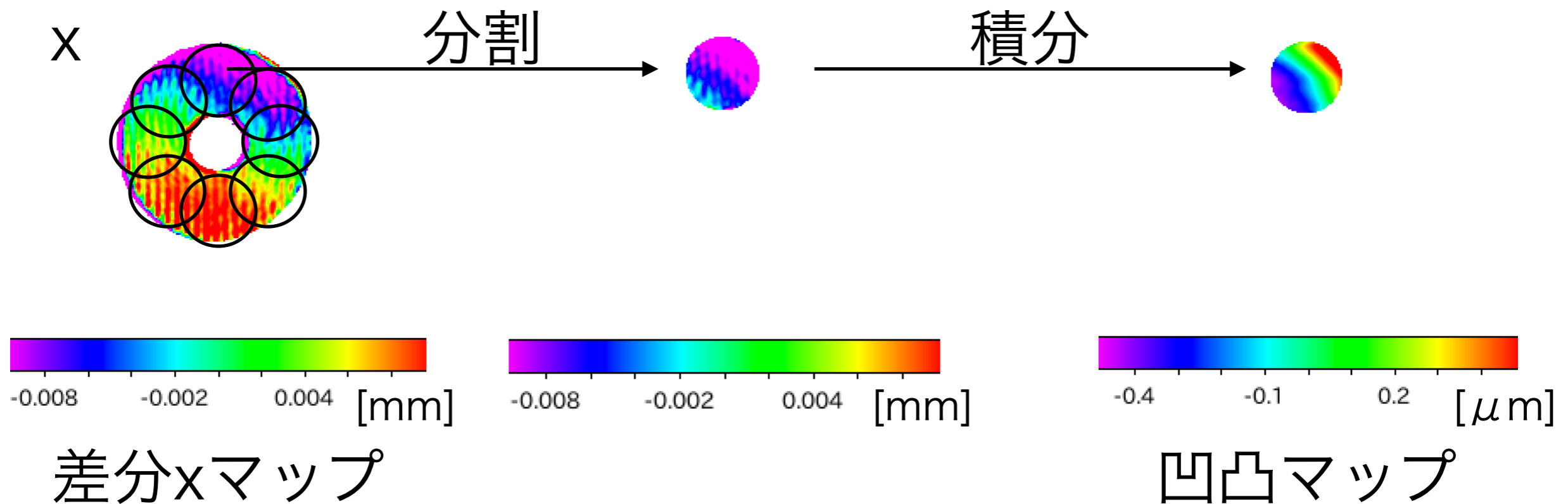
積分経路に非数が入ると上手くいかないなので中央部分を避ける必要あり

分割と合成の手順

(バイコニックミラー測定の際には不要だが、今回は中央に穴がある鏡を測定するため)

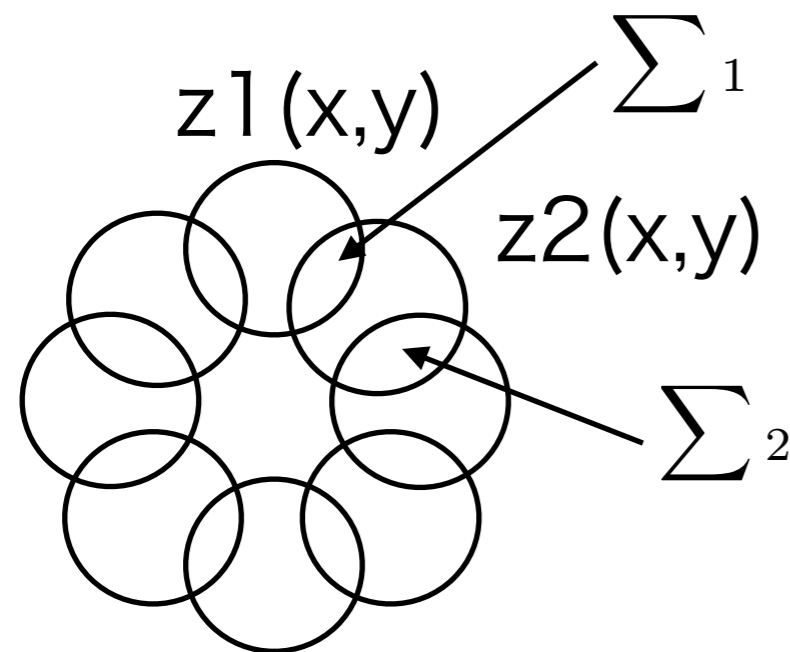
- 1,理想との差分x,yマップを円形に128分割し、各部分を積分
- 2,積分により得られた凹凸マップの重なっている部分を合成

例；理想位置との差分xマップを分割するイメージ(8分割の場合)



円形画像それぞれの高さ方向のズレを 考慮した画像つなぎ合わせ

- 各円重複部分の高さのズレの二乗和が最小となる高さ方向の平行移動量を求める



8分割の場合

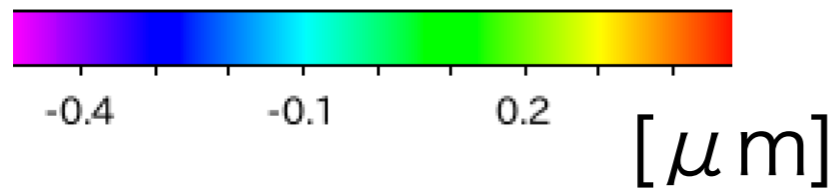
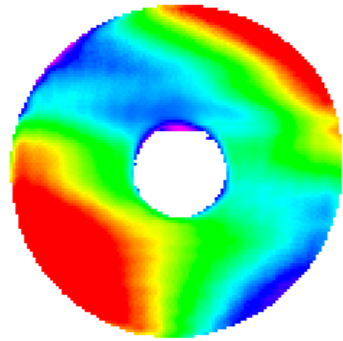
- 各円での高さ : z_1, z_2, \dots, z_8
- 各円の平行移動 : a_1, a_2, \dots, a_8
- 重複部分での和 : $\sum_1, \sum_2, \dots, \sum_8$

$$\sum_1 [(z_1 + a_1) - (z_2 + a_2)]^2 + \sum_2 [(z_2 + a_2) - (z_3 + a_3)]^2 + \dots + \sum_8 [(z_8 + a_8) - (z_1 + a_1)]^2 = S \text{ を最小にする}$$

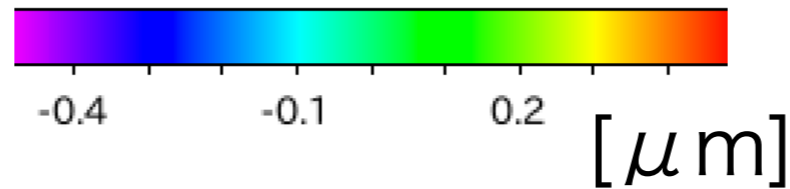
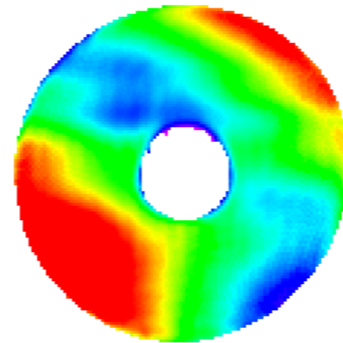
$$\longrightarrow \partial S / \partial a_1 = \partial S / \partial a_2 = \dots = \partial S / \partial a_8 = 0$$

円形画像それぞれの高さ方向のズレを 考慮した画像つなぎ合わせ

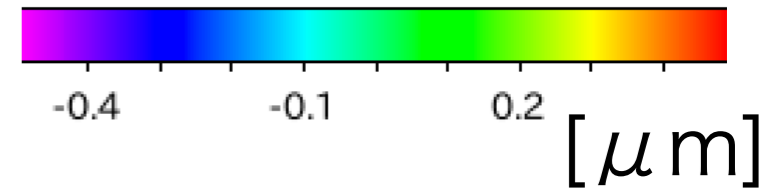
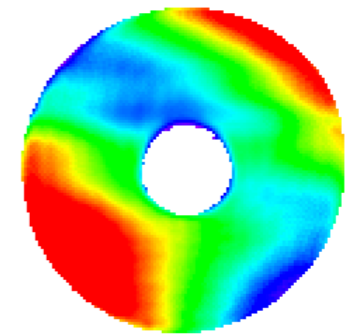
差分xマップから求めた
差分形状



差分yマップから求めた
差分形状



平均値



P-V $\sim 1 \mu\text{m}$