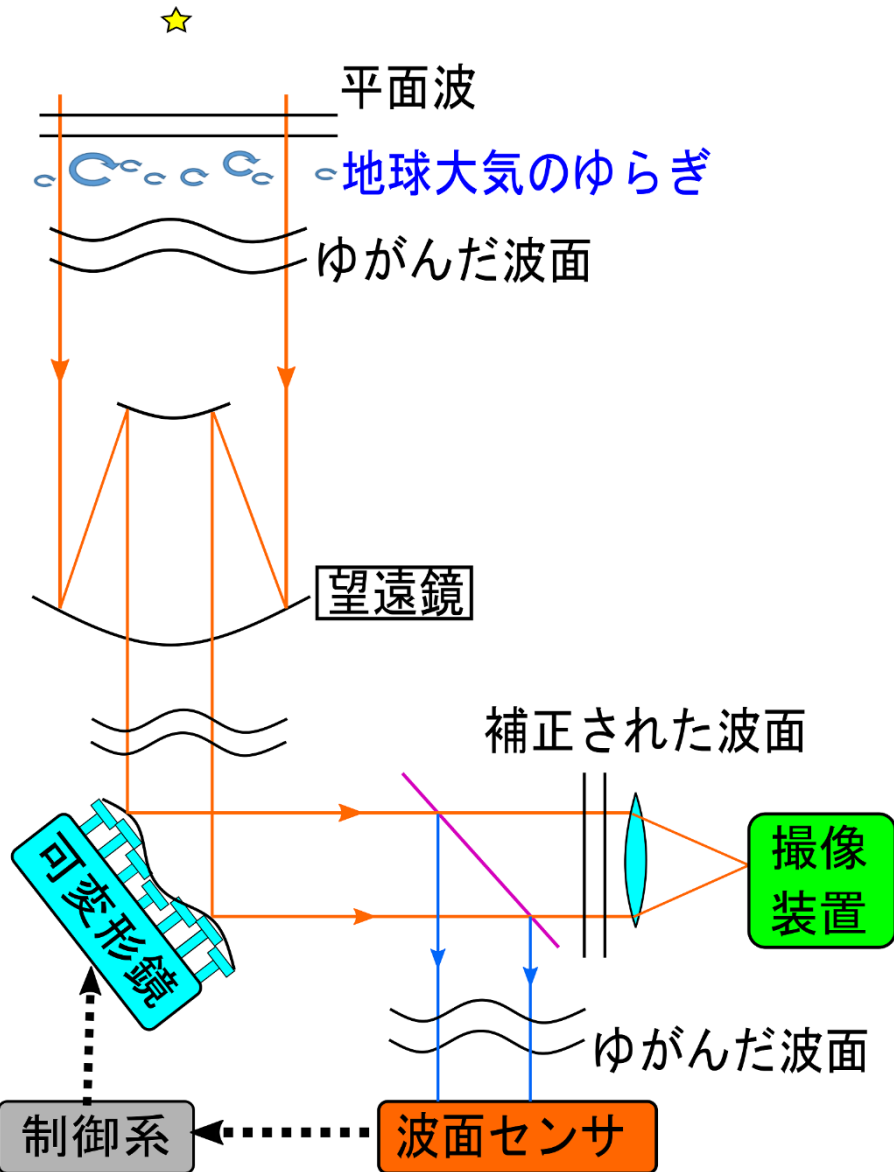


# 極限補償光学装置の開発： 点回折干渉波面センサ

京都大学  
M2 西岡秀樹

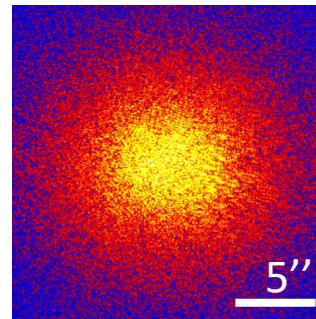
共同研究者 木野勝  
山本広大

# 補償光学による直接撮像

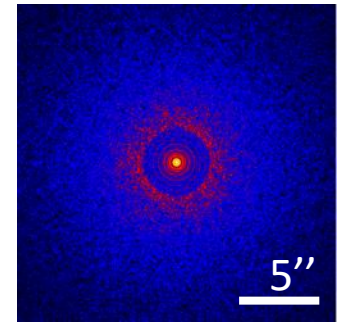


撮像装置で得られる点源像

補償前



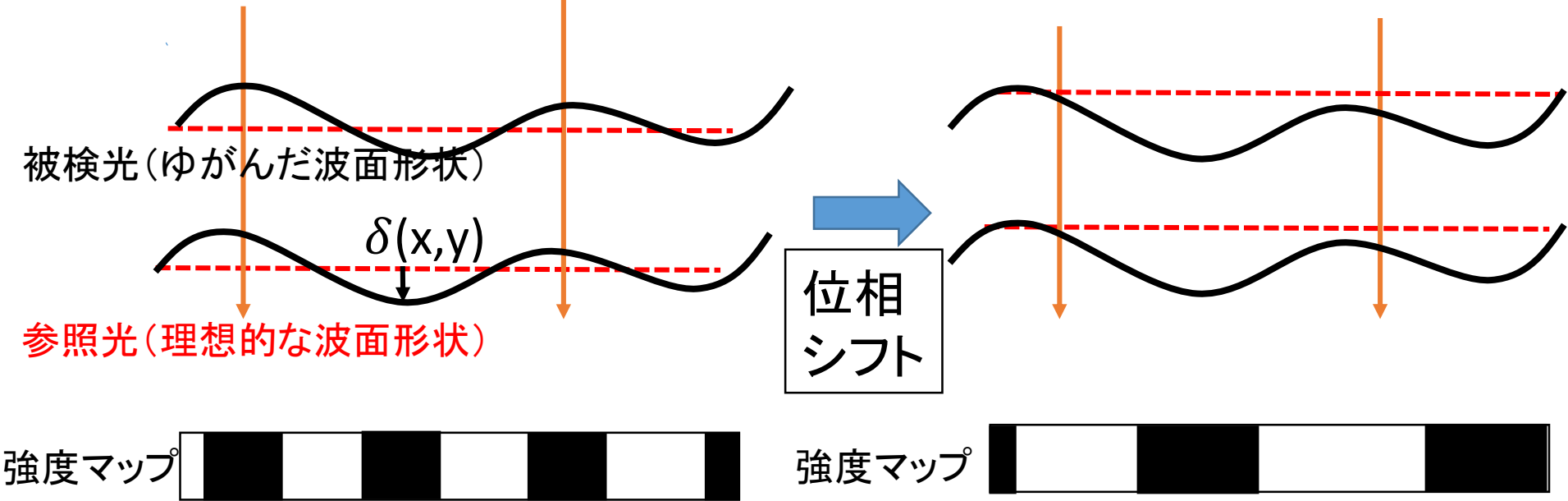
補償後



多点・高速な波面センサの開発

# 新波面センサの計測法

位相マップ $\delta(x,y)$ を計測

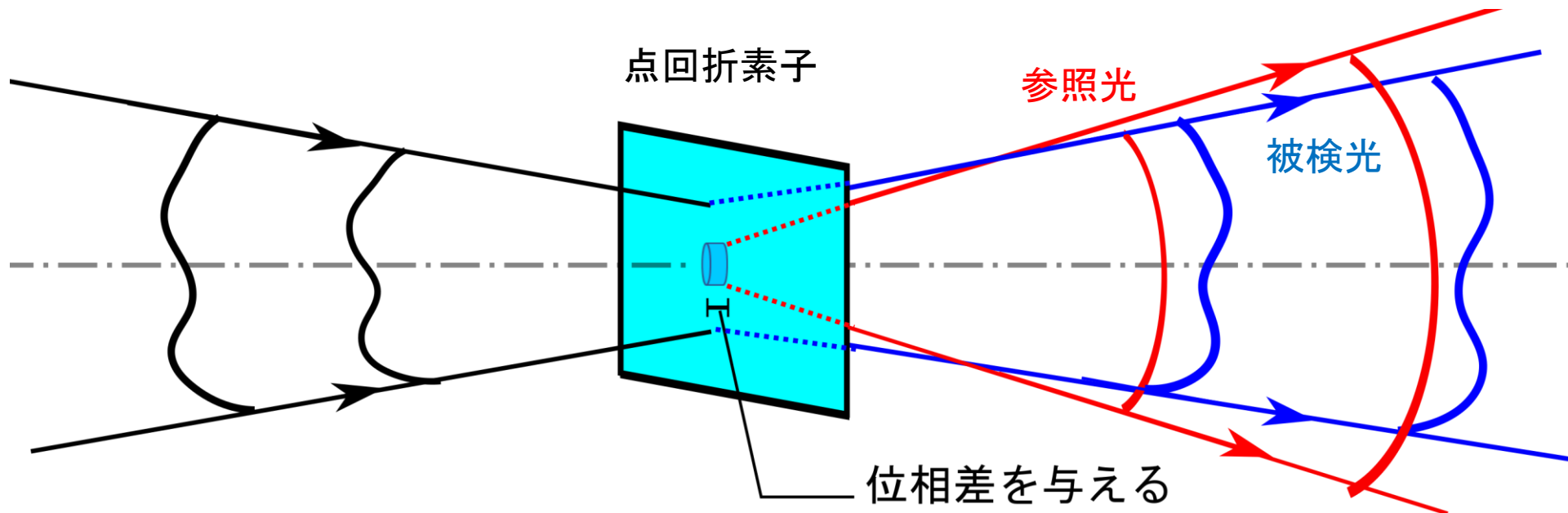


位相シフト法: 4つの強度マップ $I_0, I_{\pi/2}, I_{\pi}, I_{-\pi/2}$ を計算

$$\text{位相エラー } \delta = \tan^{-1} \frac{I_{\pi/2} - I_{-\pi/2}}{I_0 - I_{\pi}}$$

# 波面センサの原理：点回折干渉計

- 典型的な点回折干渉計

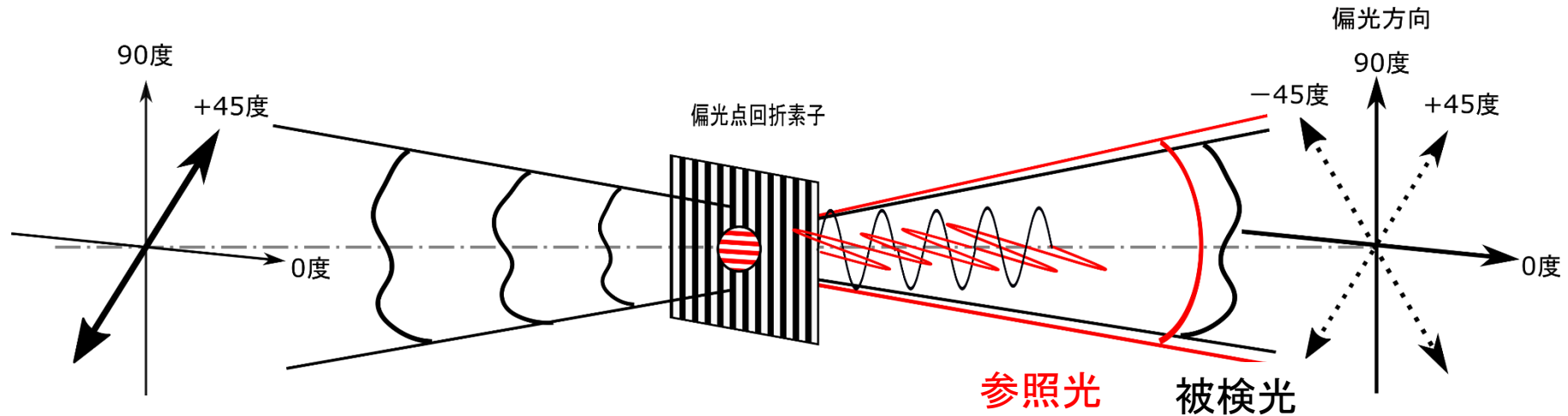


中心領域：理想波面・球面波（参照光）

周辺領域：入射波面と同じ波面形状の光（被検光）

-ひとつの強度マップしか得られず、位相シフトができない

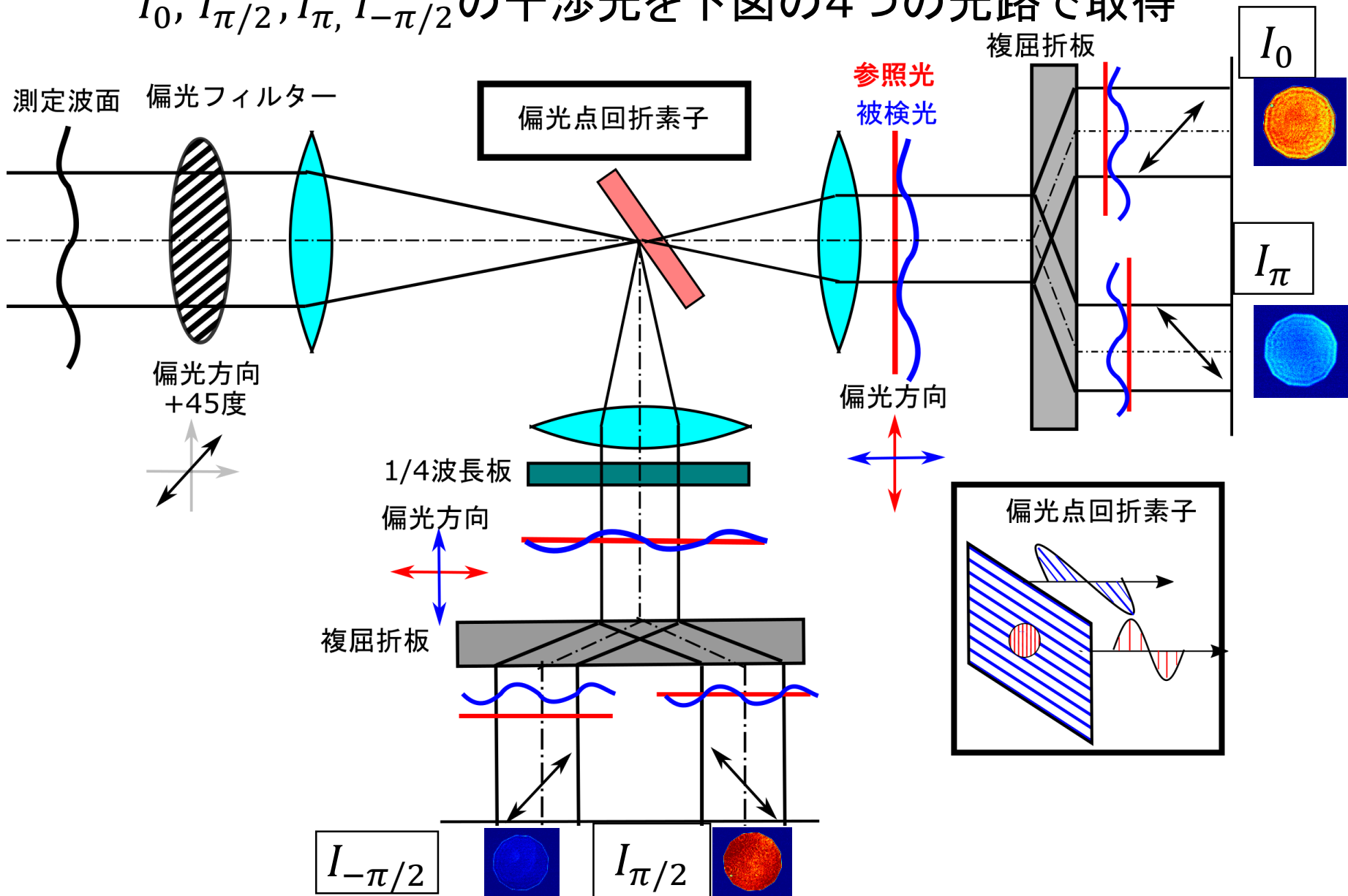
# 偏光点回折素子による干渉



- ・参照光と被検光を直交する偏光方向に分割
- ・ $\pm 45$ 度の偏光成分を取り出すことで干渉
- ・波長板を用いて位相シフトも可能
- ・透過側・反射側合わせて複数の干渉光を同時取得

# 点回折干渉波面センサ

$I_0, I_{\pi/2}, I_{\pi}, I_{-\pi/2}$ の干渉光を下図の4つの光路で取得



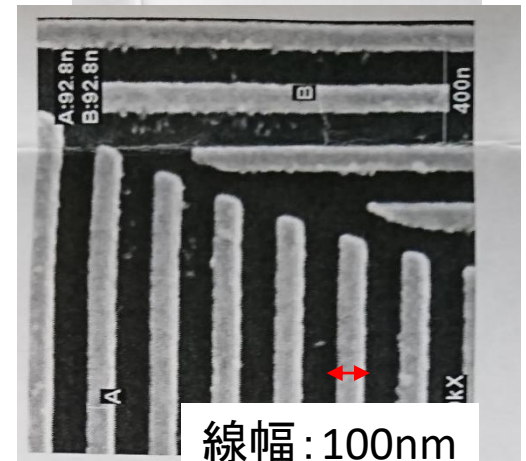
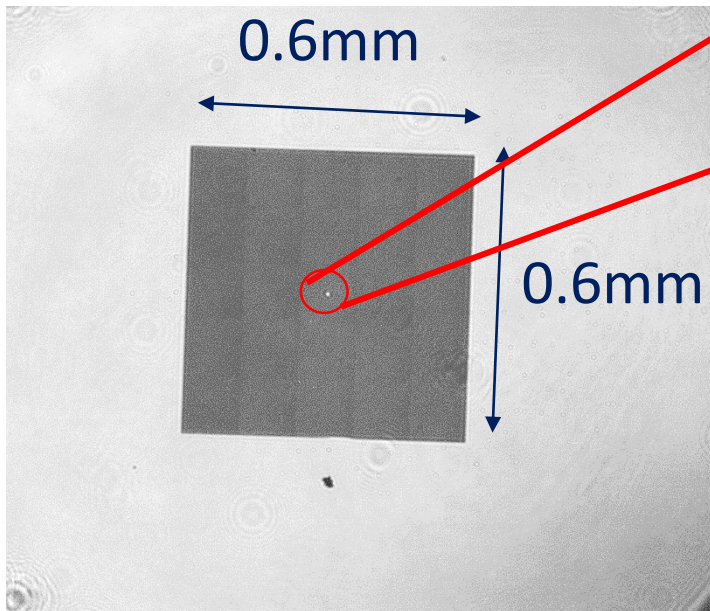
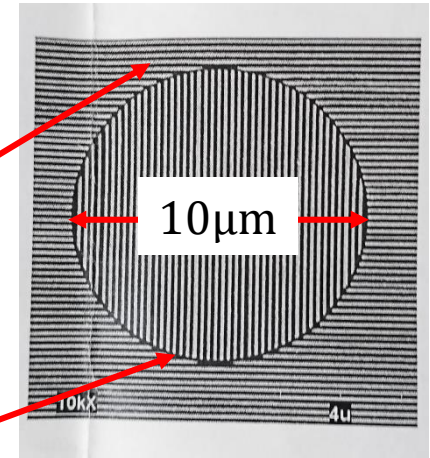
# 偏光点回折素子

中心部のみ偏光方向が90度異なる  
ワイヤグリッド型偏光子

電子ビーム描画で製造

光学特性の評価が必要

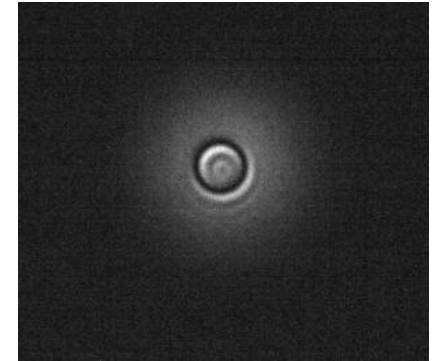
中心付近のグリッド描画



境界付近のグリッド描画

# 中心領域の内側・外側・干渉光の偏光状態

中心領域まわり



中心領域内側  $E_{in} = \begin{pmatrix} A_{in} \\ a_{in}A_{in}e^{i\phi_{in}} \end{pmatrix}$

中心領域外側  $E_{out} = \begin{pmatrix} A_{out}e^{i(\phi_{out}+\delta)} \\ a_{out}A_{out}e^{i\delta} \end{pmatrix}$

干渉光  $E_t = E_{in} + E_{out}$

・いずれの光も楕円偏光の状態

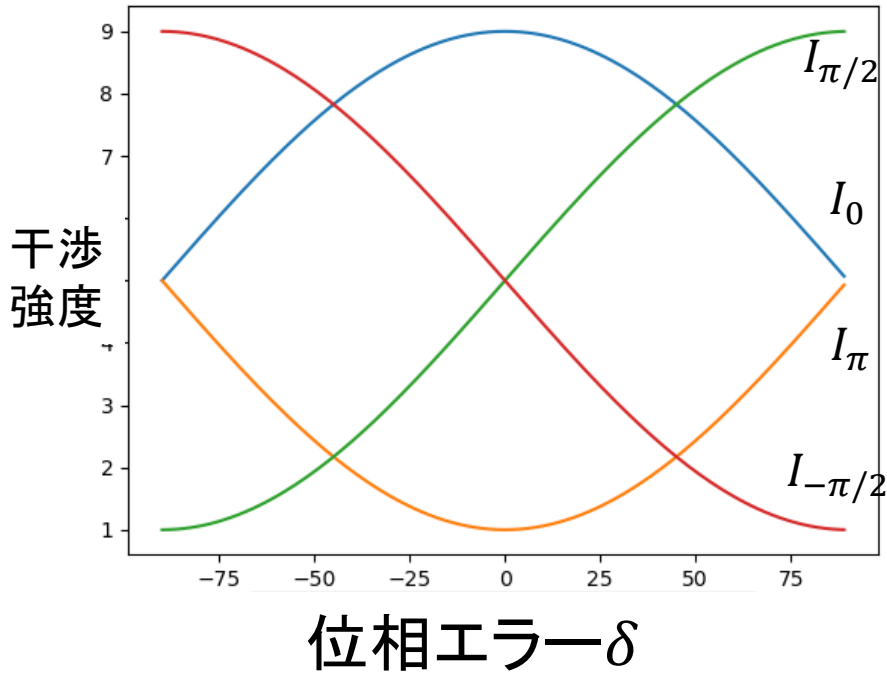
・  $|A_{out}/A_{in}| = 12.2$

	内側	外側	干渉光(内側+外側)
偏光方向	14度	74度	69度
位相差( $\phi_y - \phi_x$ )	-63度	70度	61度
強度比( $I_y/I_x$ )	0.23	2.9	3.3
振幅比( $E_y/E_x$ )	0.48	1.7	1.8

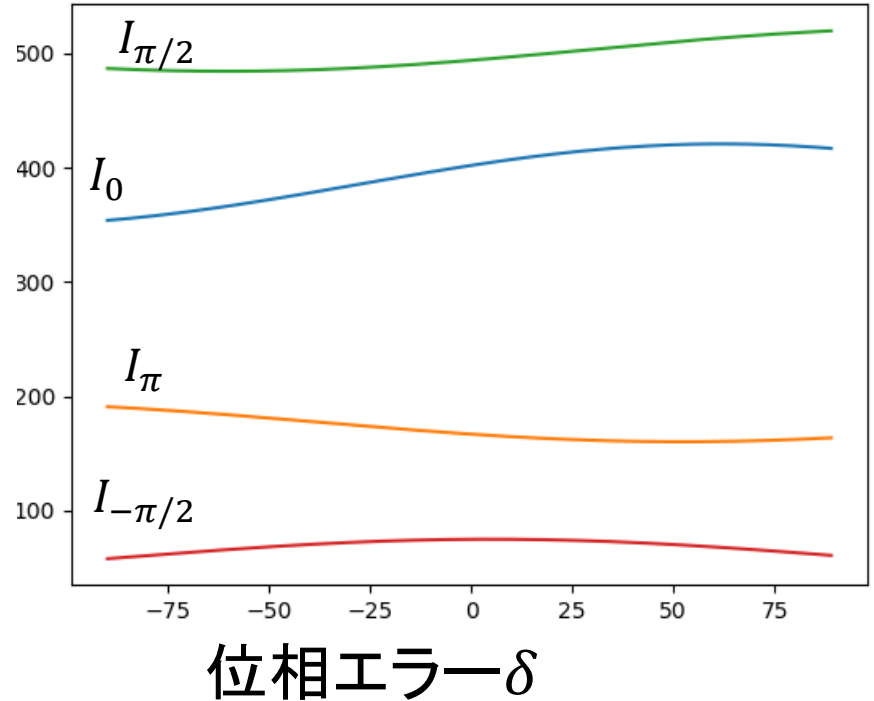


# 位相エラー $\delta$ に対する干渉光の強度

最も単純な干渉光の場合 ( $A_{out}/A_{in} = 2$ )



計測した偏光状態からの干渉光の計算結果



$$\delta = \tan^{-1} M = \tan^{-1} \frac{I_{\pi/2} - I_{-\pi/2}}{I_0 - I_{\pi}}$$

$$\delta = \sin^{-1} \frac{AM - B}{\sqrt{b_t^2 + M^2 a_t^2}} - \phi_b - \phi_M$$

# まとめ

- ・位相計測を利用した点回折干渉波面センサの開発
- ・偏光点回折素子の偏光特性の測定
- ・位相エラーに対する干渉光の強度関係を計算