

点回折干渉計波面センサ(PDIWFS) 用 ワイヤグリッドの透過率測定

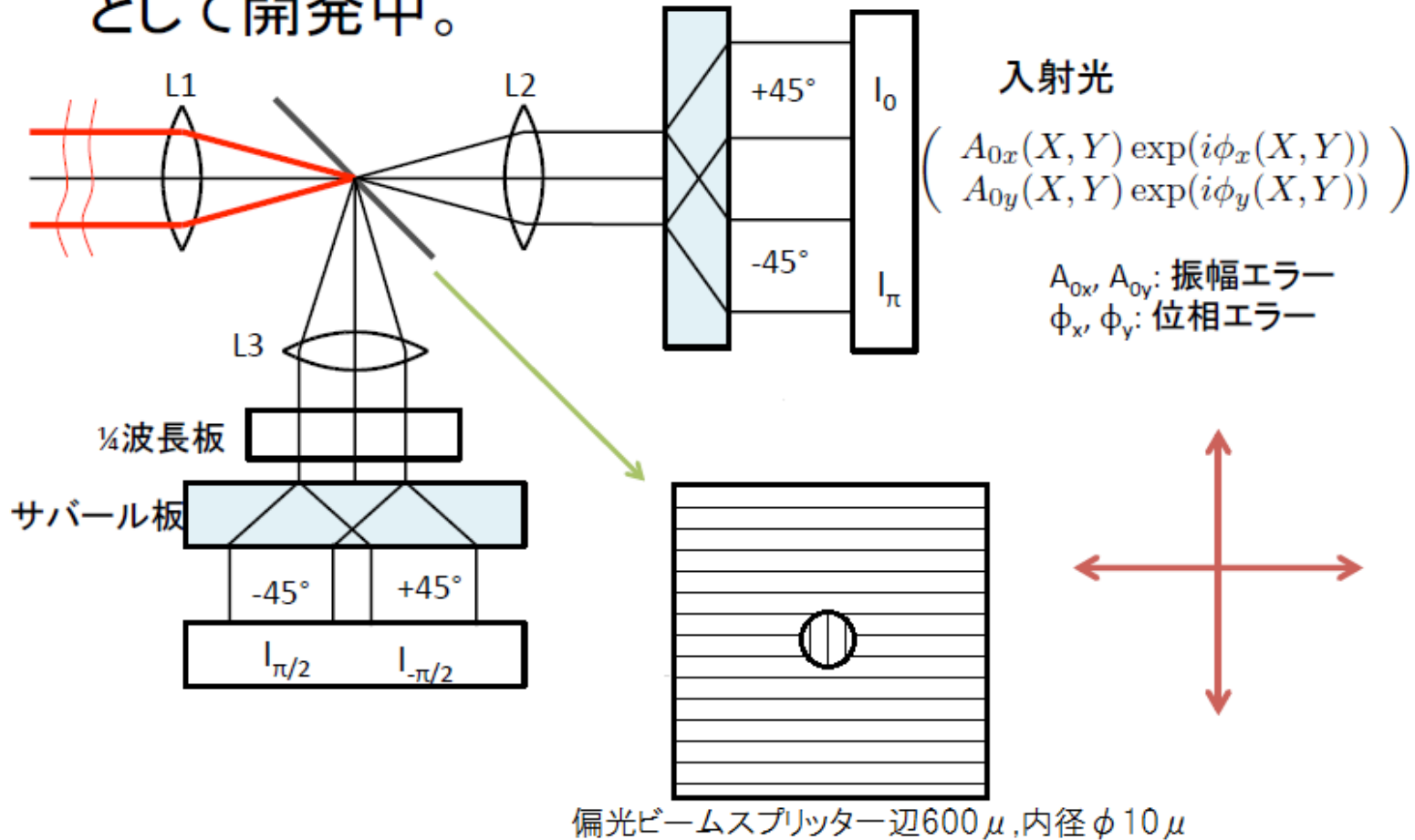
中川雄太

(京都大学 理学部

宇宙物理学教室4回)

点回折干渉計波面センサ(PDIWFS)

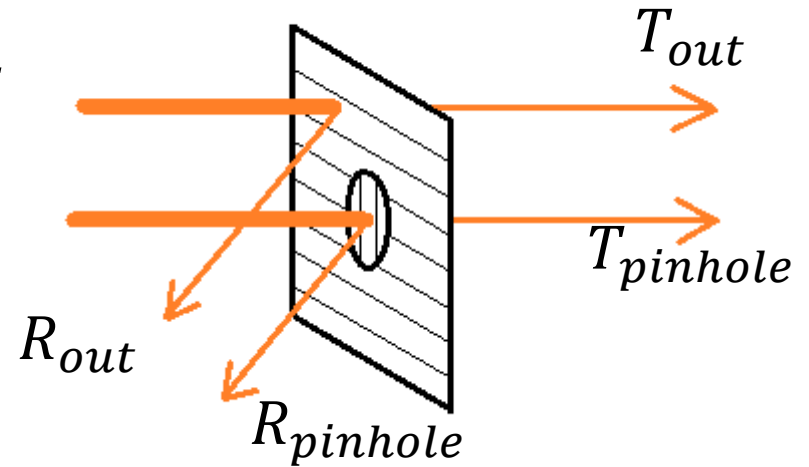
- 3.8m京大岡山望遠鏡補償光学Tweeter用センサとして開発中。



山本さんのPDFより引用。ビームスプリッターの形状(外形が円→正方形)と入射角(45° → 10°)に変更あり

目標：ビームスプリッタの特性を知る

- PDIで観測できる量($I_0, I_\pi, I_{\pi/2}, I_{-\pi/2}$)
- ビームスプリッタの透過率/反射率、消光比が既知
- 入射光が無偏光である仮定



$$\frac{I_{\pi/2} - I_{-\pi/2}}{I_0 - I_\pi} = \tan \varphi$$

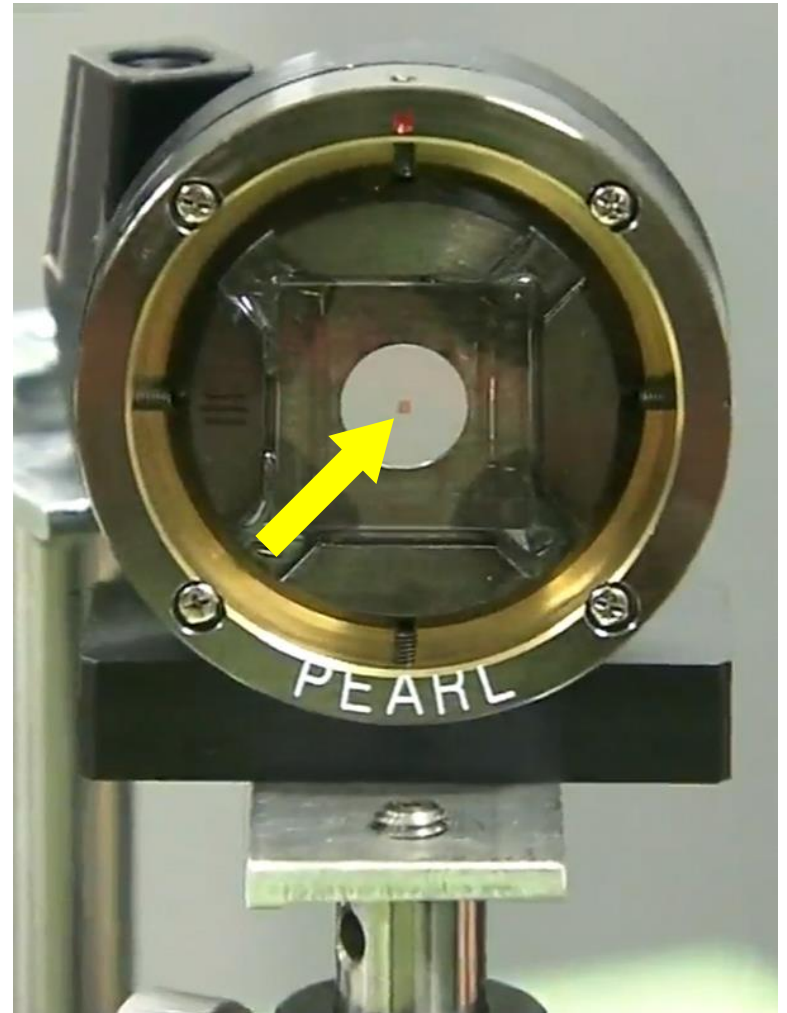
位相エラー φ が取り出せる！

測定対象

ワイヤグリッド偏光ビームスプリッタ

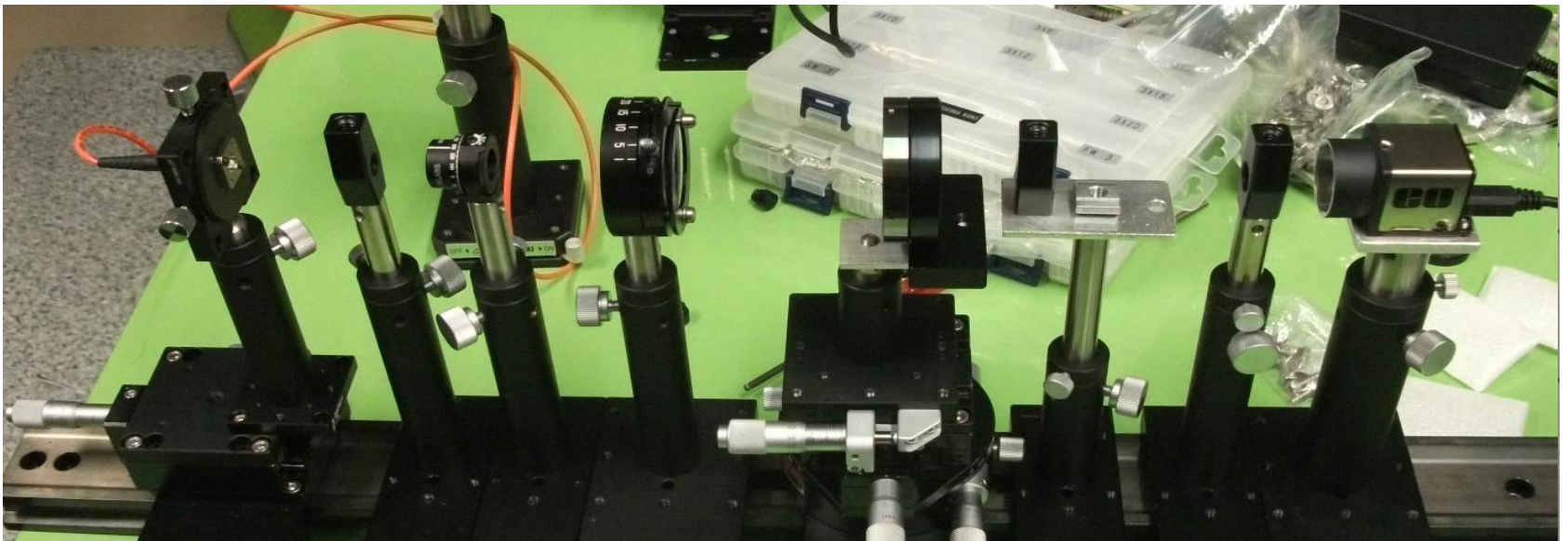
- ・描画領域 : $\square 2\text{mm}$
- ・中心のピンホール無し
- ・線幅 $w = 120\text{nm}$
- ・ピッチ $p = 220\text{nm}$
- ・膜厚 $t = 30 \sim 50\text{nm}$
- ・グリッド材質 Au

電子ビーム描画で作成



ビームスプリッタの入射角特性実験

- ピンホールなしのビームスプリッタ試作品を用いた
- 実際の設計である入射角 10° を中心に、直線偏光を入射し、透過側のカメラで光量を測定した。
- 得られた光量からビームスプリッタの透過率と消光比を求める

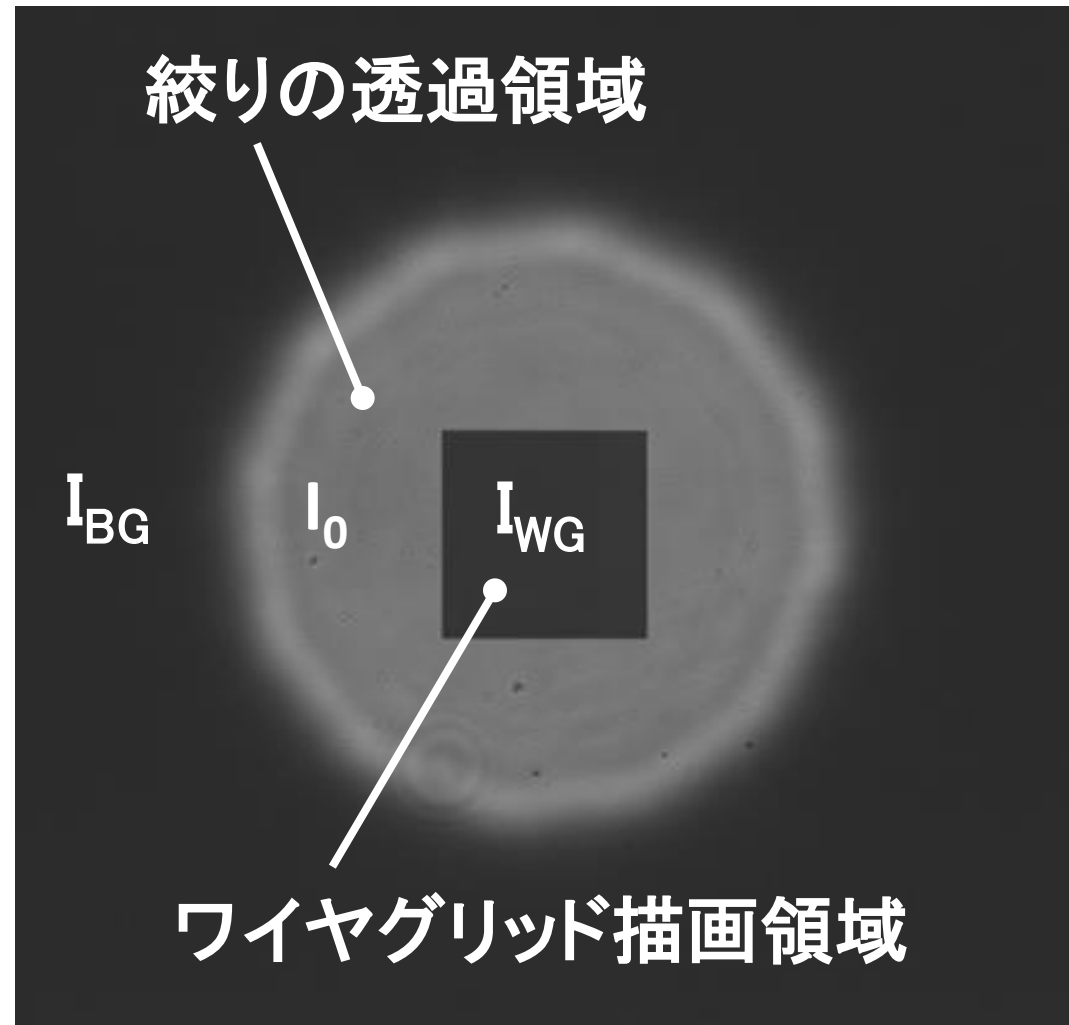


測定結果

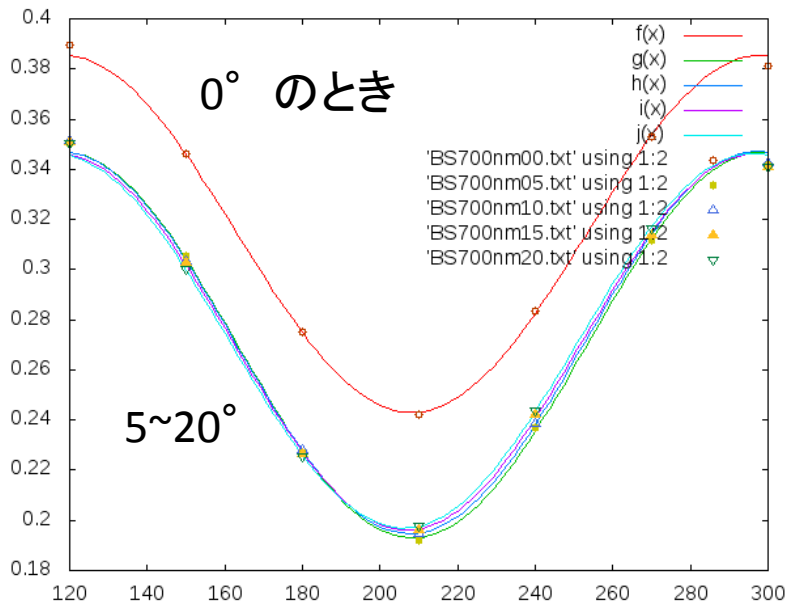
ワイヤグリッド領域の透過率は
図のように設定した I_{WG} , I_0 , I_{BG} を
用いて、

$$\frac{I_{WG} - I_{BG}}{I_0 - I_{BG}} = T_{WG}$$

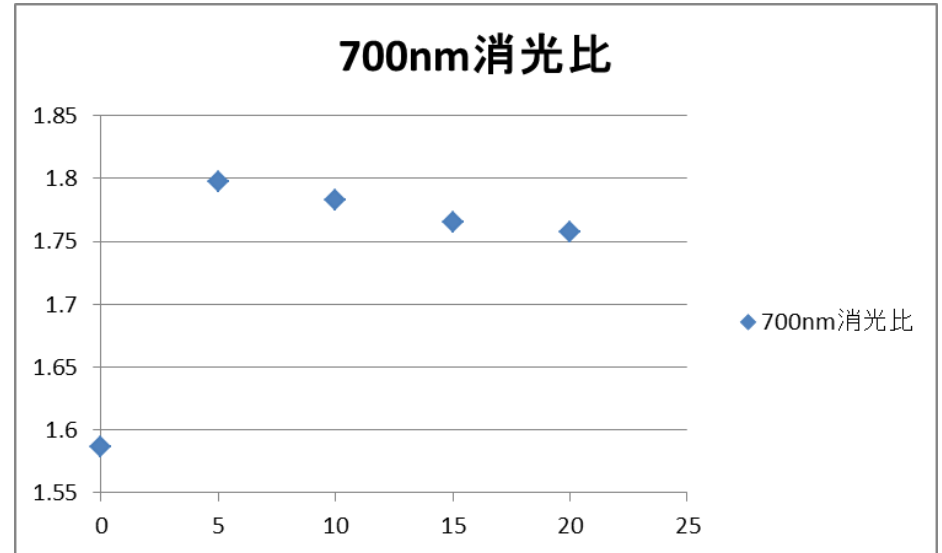
として求めた。30度ごとに直線偏
光の向きを変えて測定し、フィッ
ティングすることで水平方向と垂
直方向の透過率を推定して、そ
の比を消光比とした。



結果と考察：波長700nmの場合



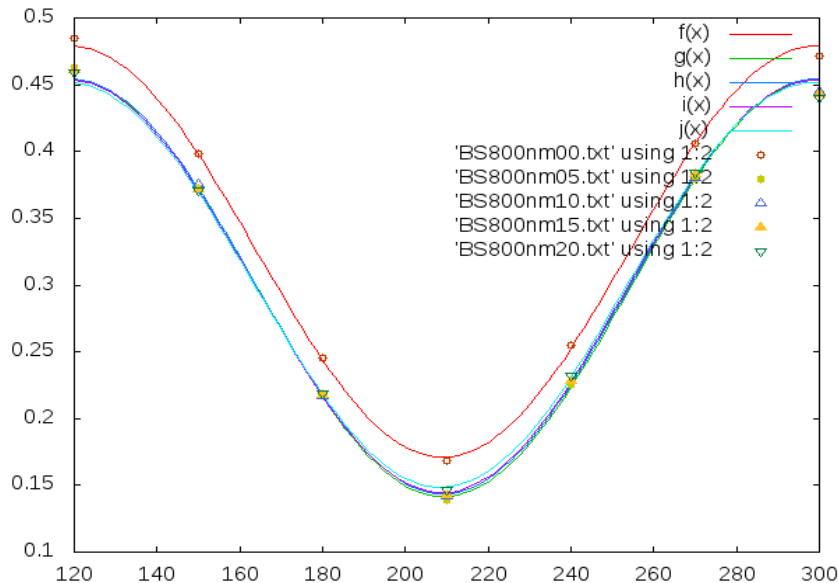
横軸は入射偏光の角度



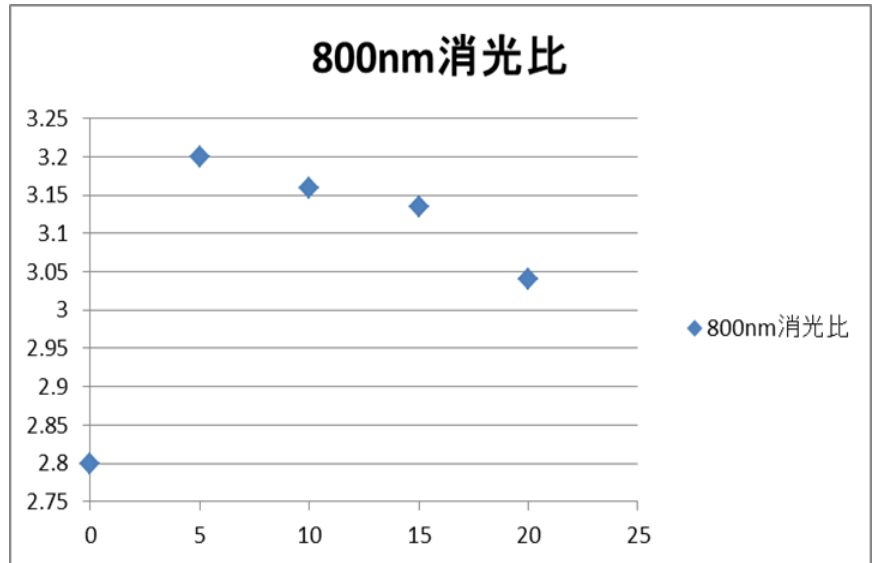
横軸はBSへの入射角

- ・消光比 = 1.75~1.8
- ・消光比は入射角が広がるにつれて小さくなる傾向。これはビームスプリッタ下地の背面反射によるものと考えられる
- ・0° 付近では光路での反射の影響があり光子が多くカウントされたため透過率大、消光比小となったと考えられる

結果と考察：波長800nmの場合



横軸は入射偏光の角度



横軸はBSへの入射角

- ・消光比 = 3~3.2
- ・消光比は入射角が広がるにつれて小さくなる傾向。これはビームスプリッタ下地の背面反射によるものと考えられる
- ・0° 付近では光路での反射の影響があり光子が多くカウントされたため透過率大、消光比小となったと考えられる

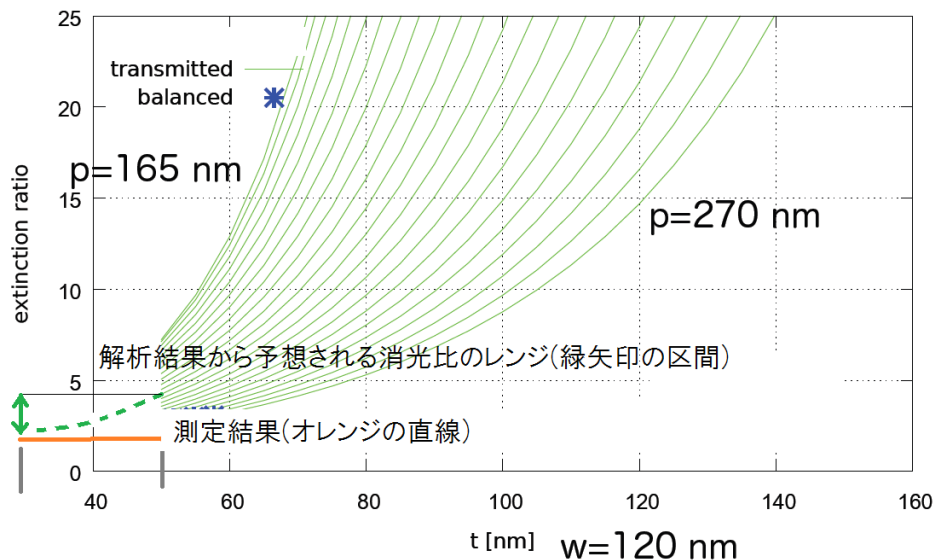
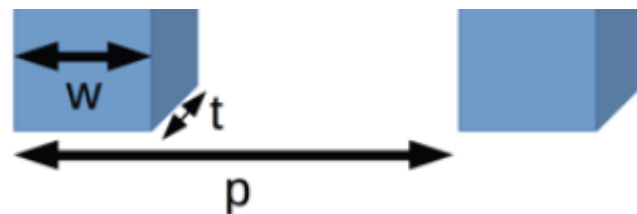
筑波大の今田さんによる消光比解析

ワイヤグリッドのパラメータは以下のとおり

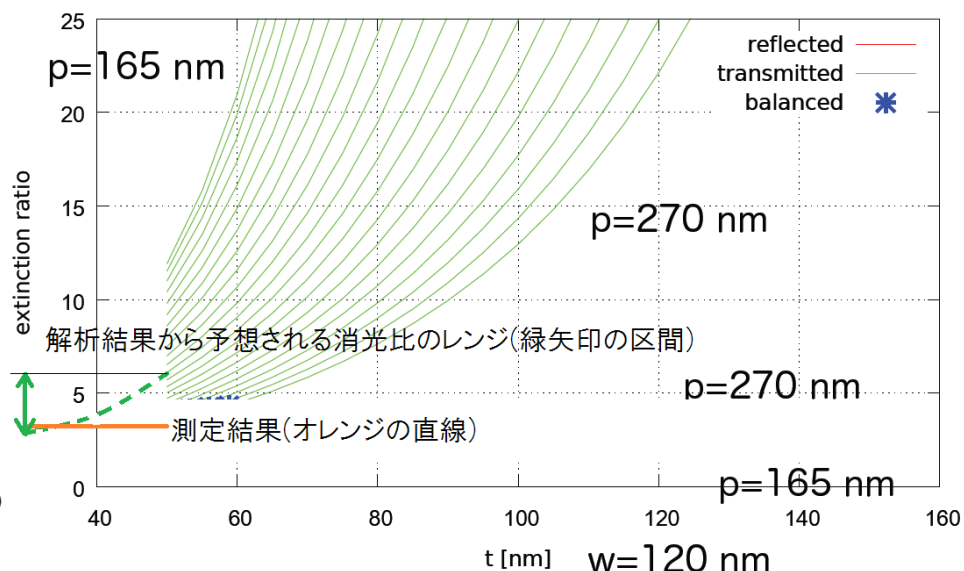
線幅 $w = 120\text{nm}$

ピッチ $p = 220\text{nm}$

膜厚 $t = 30\sim 50\text{nm}$



波長 $\lambda = 700\text{nm}$ の場合 消光比 = 2~5?



波長 $\lambda = 800\text{nm}$ の場合 消光比 = 3~6?

入射角 0° の解析だが反射の影響は考慮されていない
 → それでも実験結果の消光比(左下のオレンジ線)は解析の90%ほど

まとめ

- 実際のPDI使用範囲では、ビームスプリッタの消光比の入射角依存性はなだらかでありキャリブレーション可能
- 今田さんの解析と比較すると少し小さい

今後の課題

- 反射側の測定がまだである
- ビームスプリッタの背面反射による影響の評価
- なぜ解析より小さい測定結果なのか？