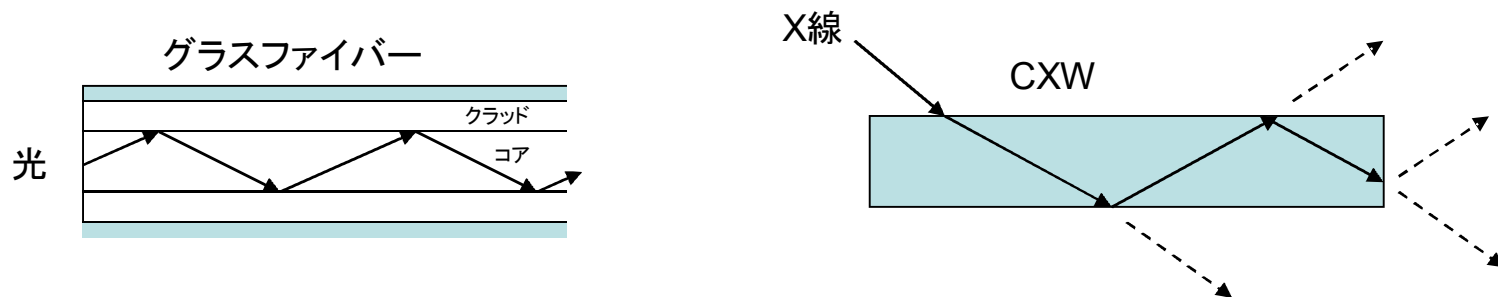


多重ブラッグ及び多重ブラッグ-ラウエ型回折

平野健二、金松喜信、Jongsukswat Sukswat、根岸利一郎、深町共榮、
平野馨一^A、川村隆明^B
埼玉工大、KEK-PFA^A、山梨大学^B

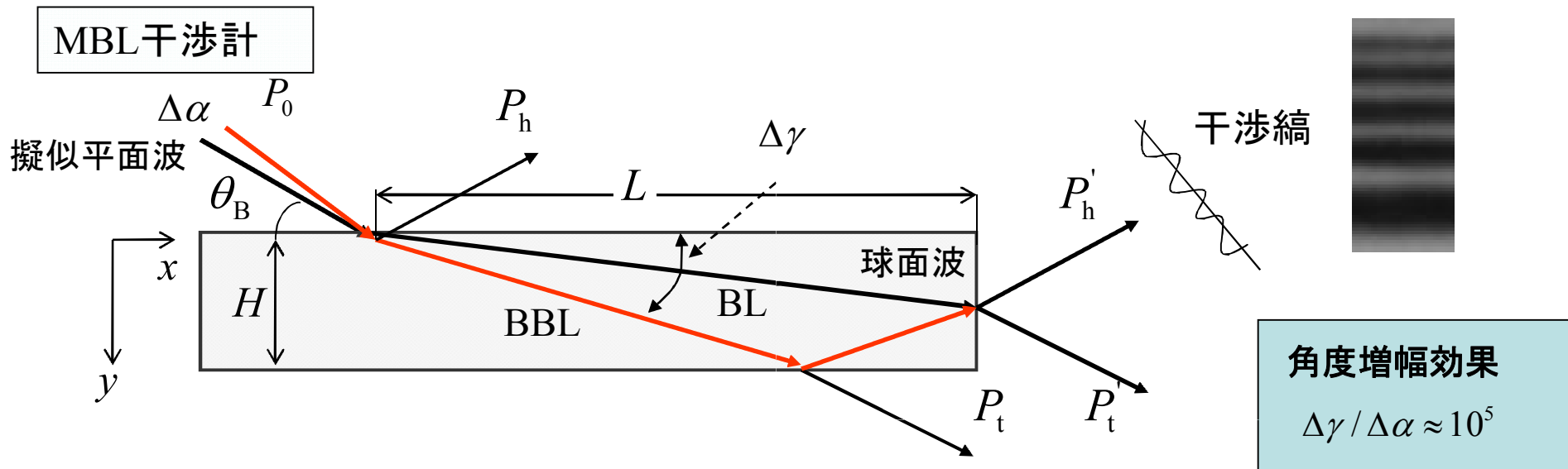


私たちは、光がガラスファイバーによって長距離伝播できるように、
X線が平行平板結晶によって長距離伝播できる結晶X線導波管
(CXW)の開発を行っている。

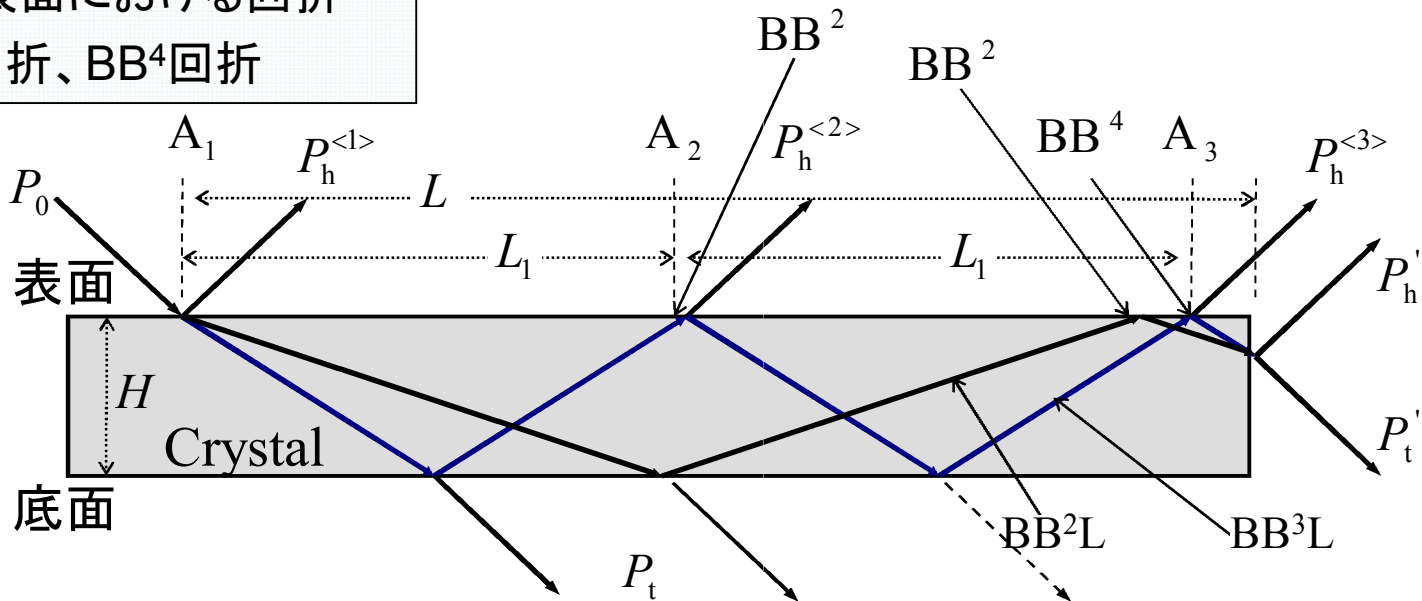
発表内容

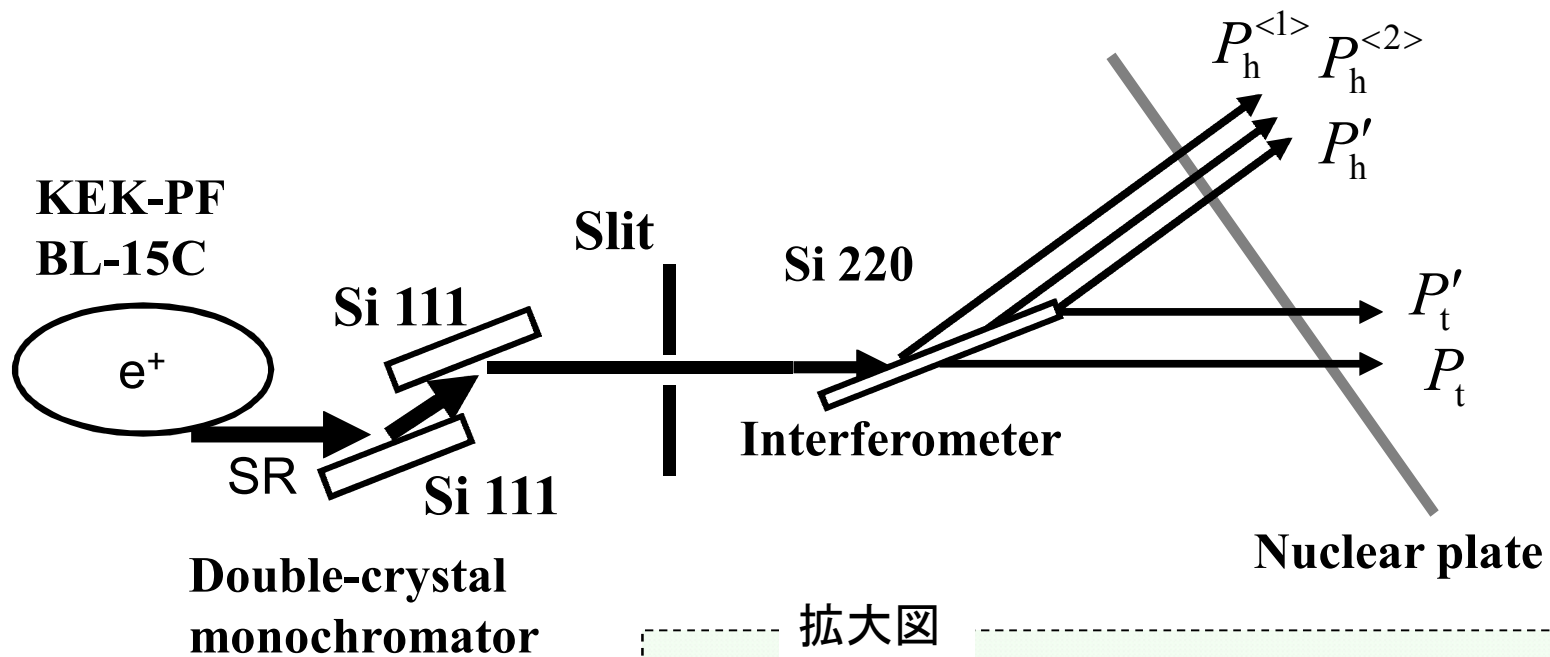
- 多重ブラッグーラウエ (MBL) 干渉縞の原理。
- MBL干渉縞のモアレ像について。
- MBL干渉縞に見られる結晶の欠陥像。
- 多重ブラッグ回折における2次回折 (BB^2) ビームについて。

多重ブラッグ-ラウエ(MBL)型回折における屈折ビームの軌跡



結晶表面における回折
BB²回折、BB⁴回折

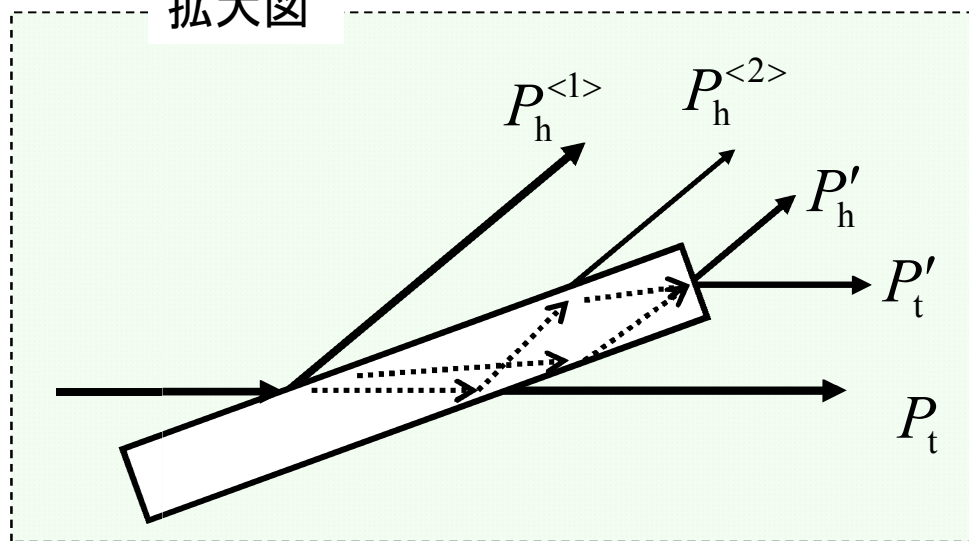




X線エネルギー 11.1 keV

結晶の厚さ

110 μm , 180 μm , 280 μm



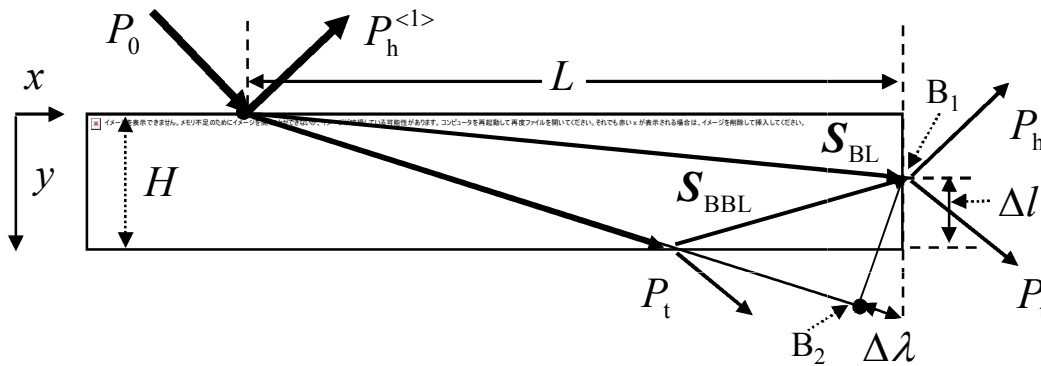
MBL干渉縞の原理および特性

MBL干渉縞

$$P'_h(L, y) = \left| \underbrace{\Omega_{BL} D_h^{1(1)} \exp(-ik_{hY}^{(1)} y - ik_{hX}^{(1)} L)}_{\text{BLケース}} + \underbrace{\Omega_{BBL} D_h^{1(2)} \exp(-ik_{hY}^{(2)} y - ik_{hX}^{(2)} L)}_{\text{BBLケース}} \right|^2$$

BLケース

BBLケース



$\Omega_{BL, BBL}$: ビーム幅の補正項

$k_{hY, X}^{(1,2)}$: 波数ベクトル

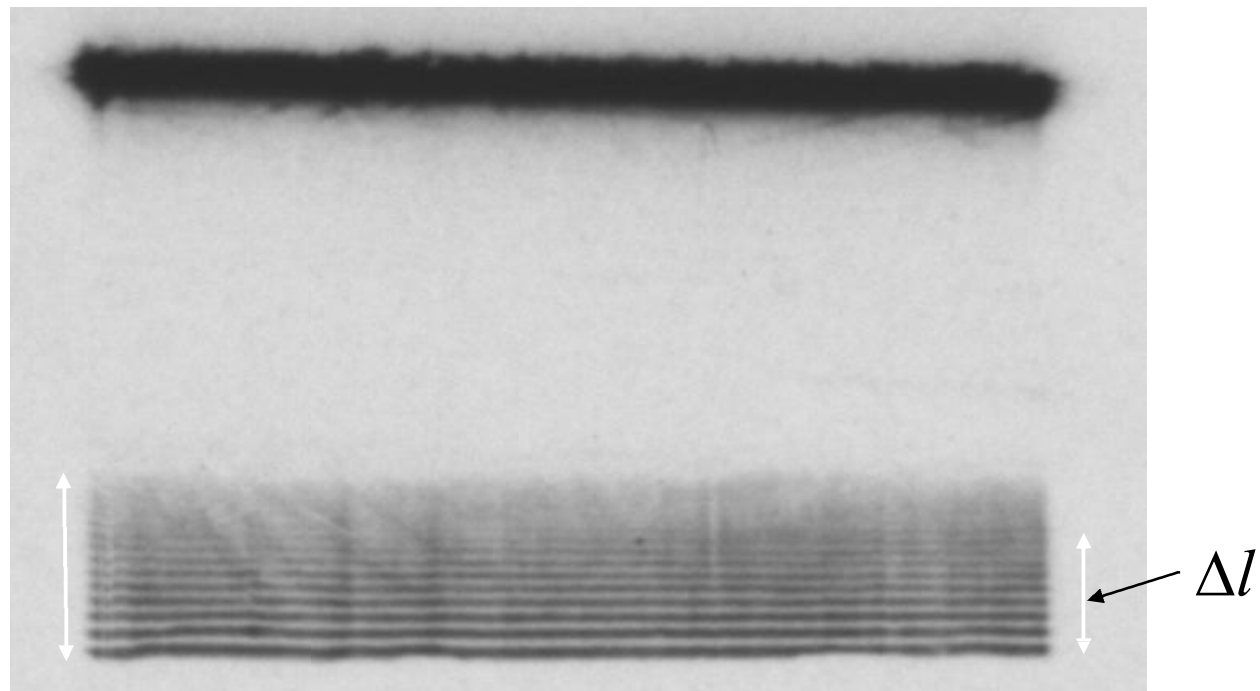
$D_h^{1(1)}$: BLの屈折ビームの電場

$D_h^{1(2)}$: BBLの屈折ビームの電場

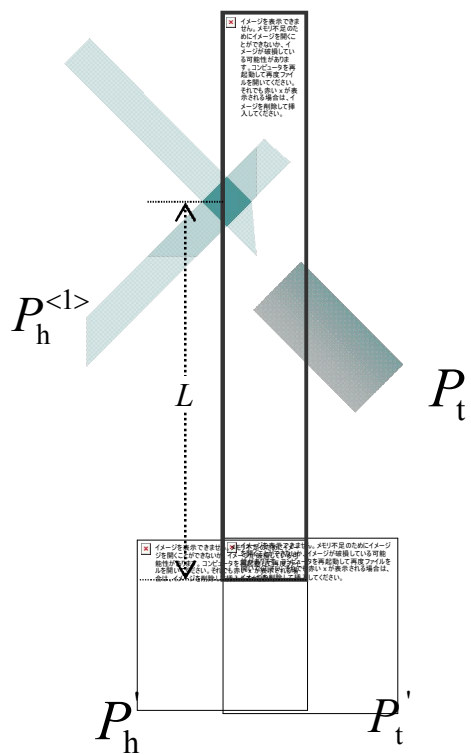
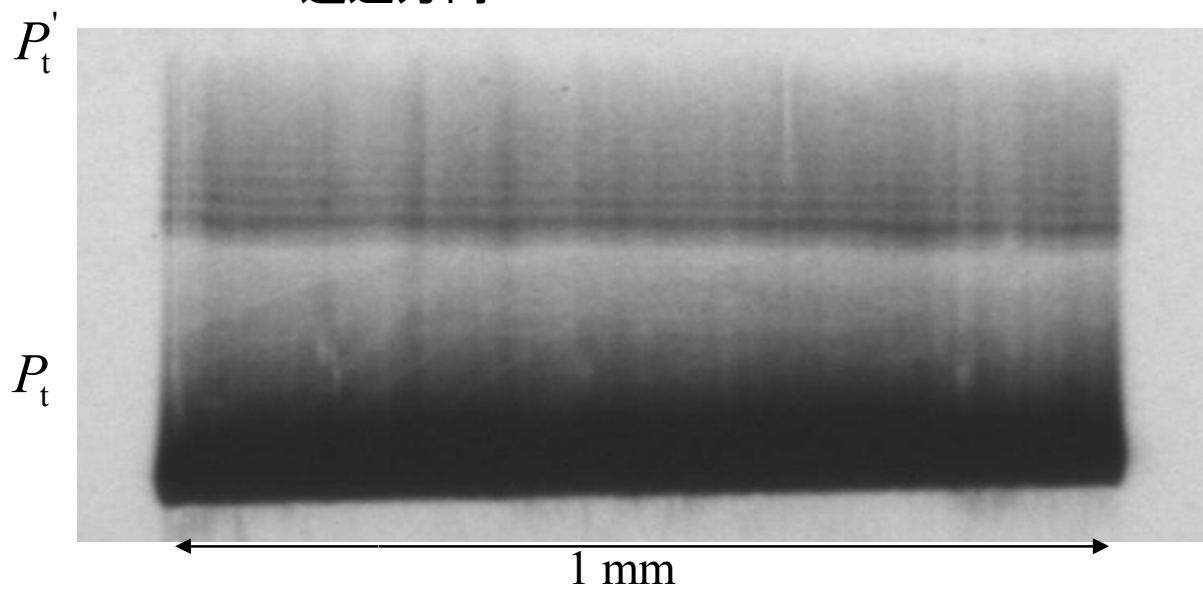
MBL干渉縞の特性

- Lが大きくなると縞の間隔が広がる
- 結晶が厚くなると縞が狭くなる。
- ビジビリティから時間コヒーレント長 $\Delta \lambda$ がわかる。
- モアレ像から空間コヒーレント長がわかる。

回折方向



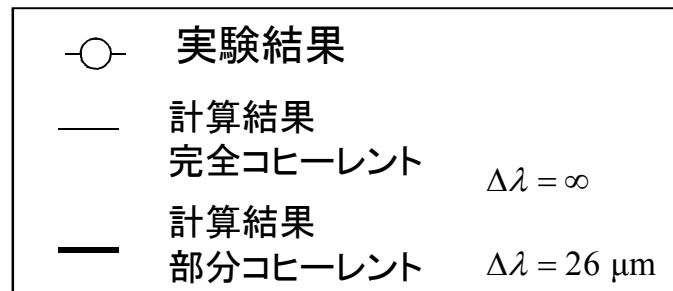
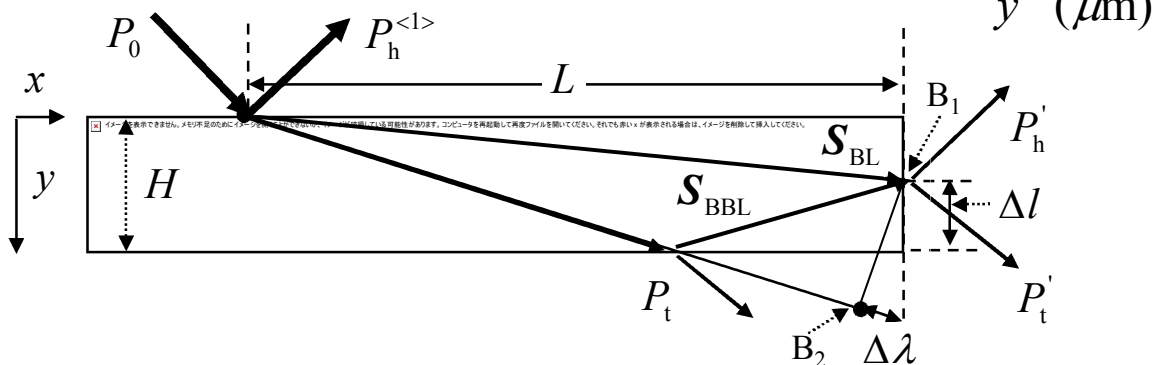
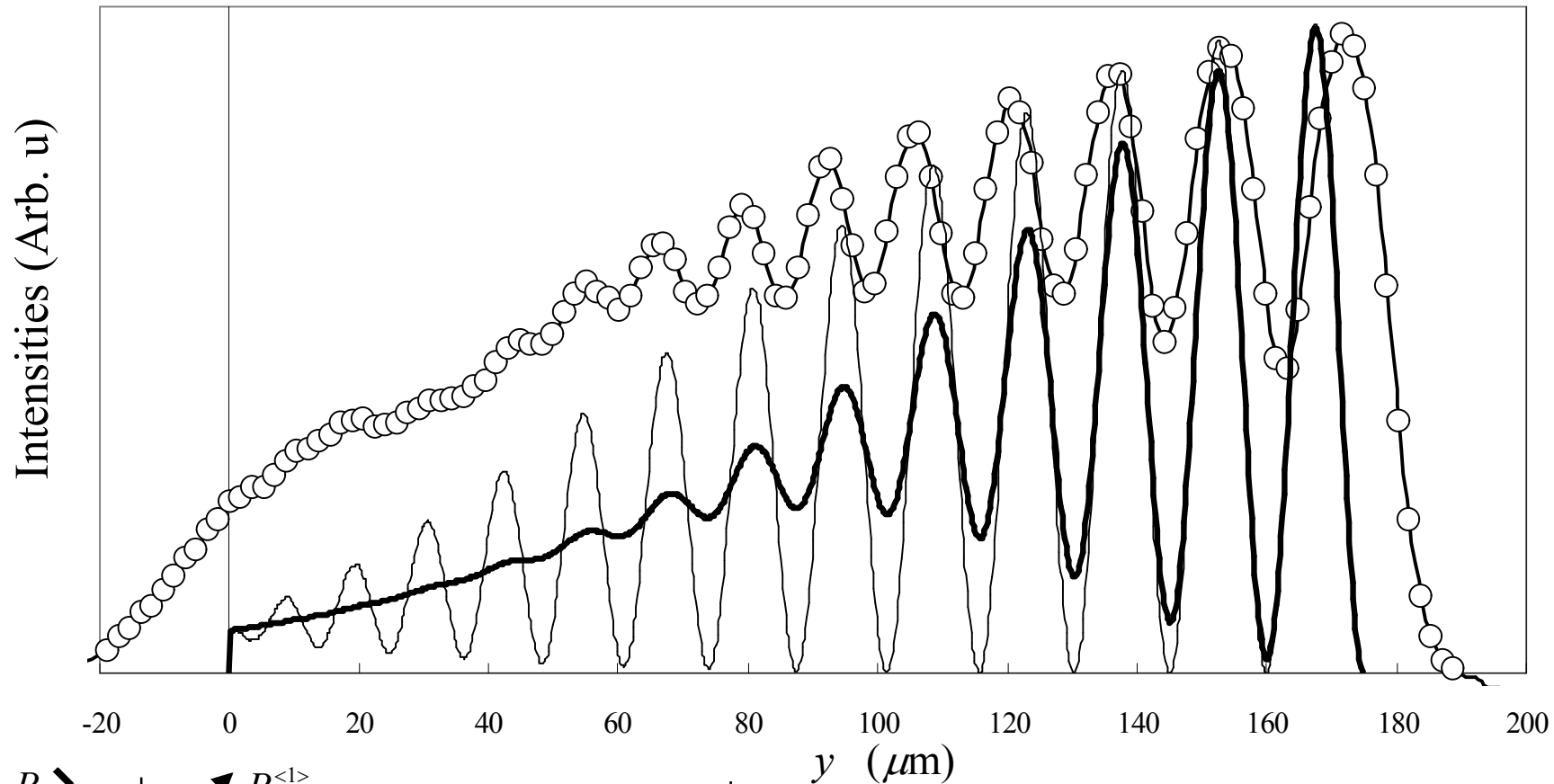
透過方向

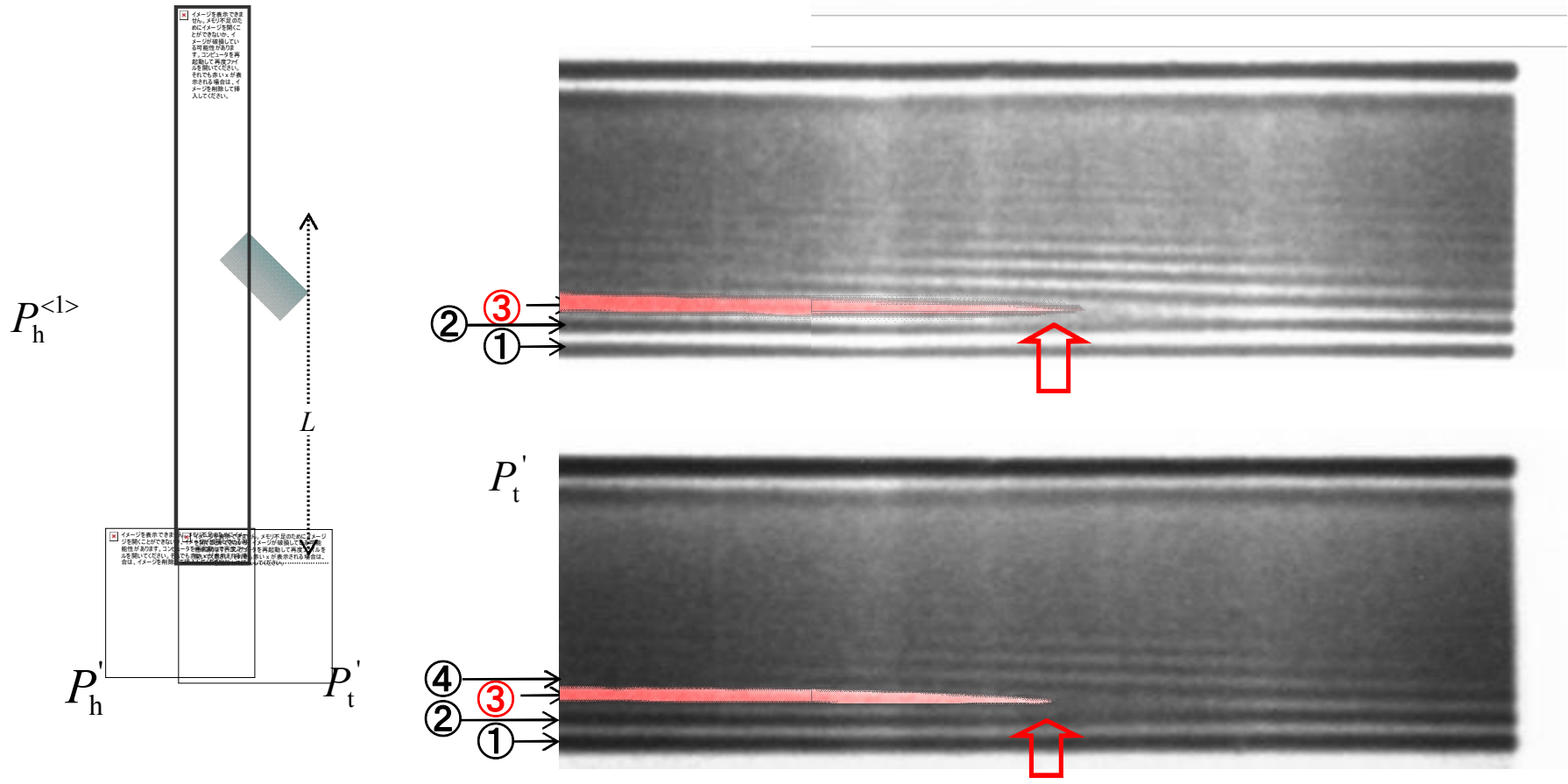


MBL干渉縞の実験結果と計算結果の比較

入射ビーム幅 $0.03 \times 1 \text{ mm}$

$H=180 \text{ }\mu\text{m}, L=1440 \text{ }\mu\text{m}$

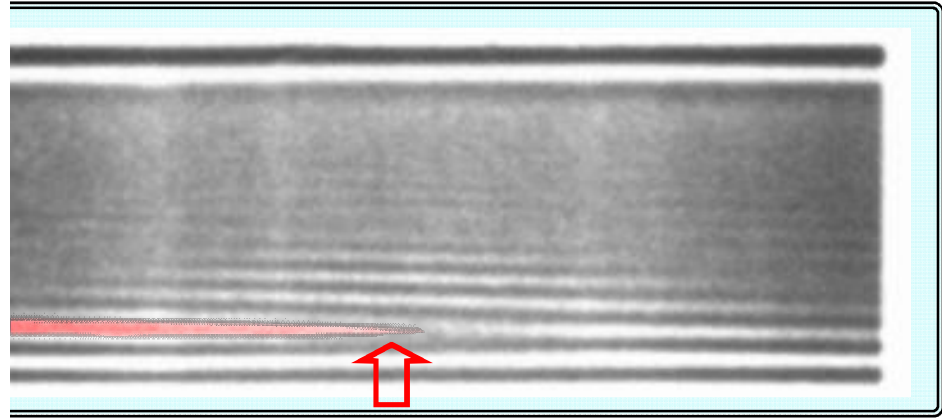




入射ビーム幅 $0.03 \times 3 \text{ mm}$

$H=280 \text{ }\mu\text{m,}$

$L=2300 \text{ }\mu\text{m}$



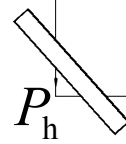
上下のビームの空間コヒーレントが100%

上下のビームがインコヒーレント

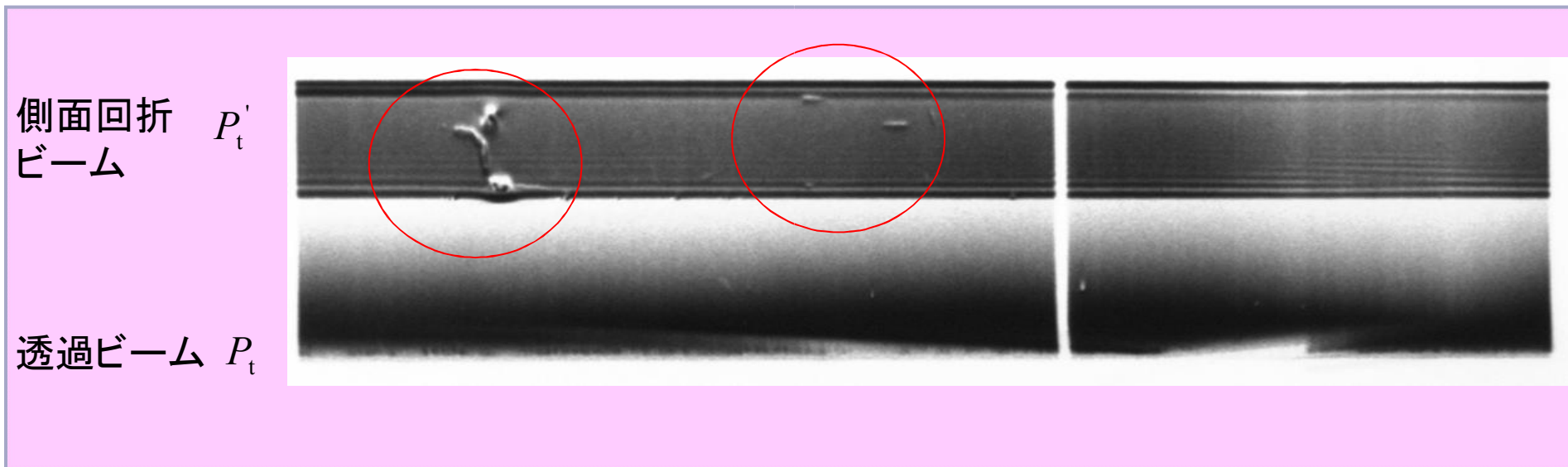
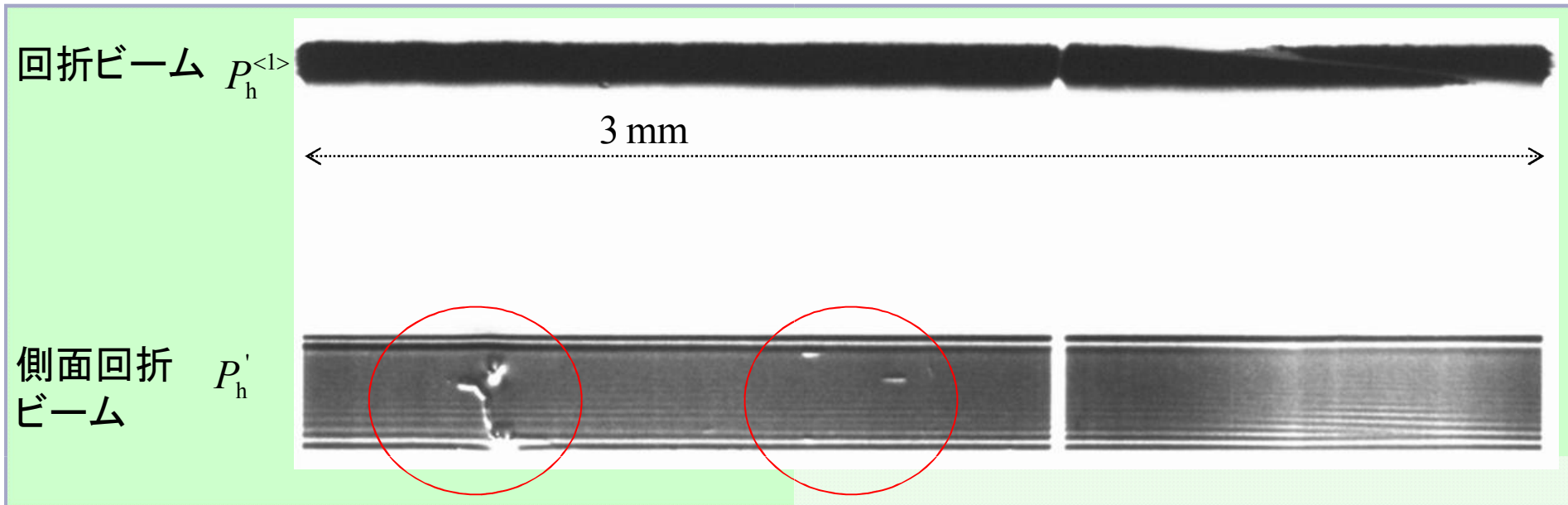
白金線

イメージを複製できるが、イメージの状態に依存して複製できる可能性が異なる。イメージを複製して再度ファイル保存しては、イメージの状態が複製されたイメージの状態に入ります。

イメージを複製できるが、イメージの状態に依存して複製できる可能性が異なる。イメージを複製して再度ファイル保存しては、イメージの状態が複製されたイメージの状態に入ります。



MBL干渉縞に見られる欠陥像

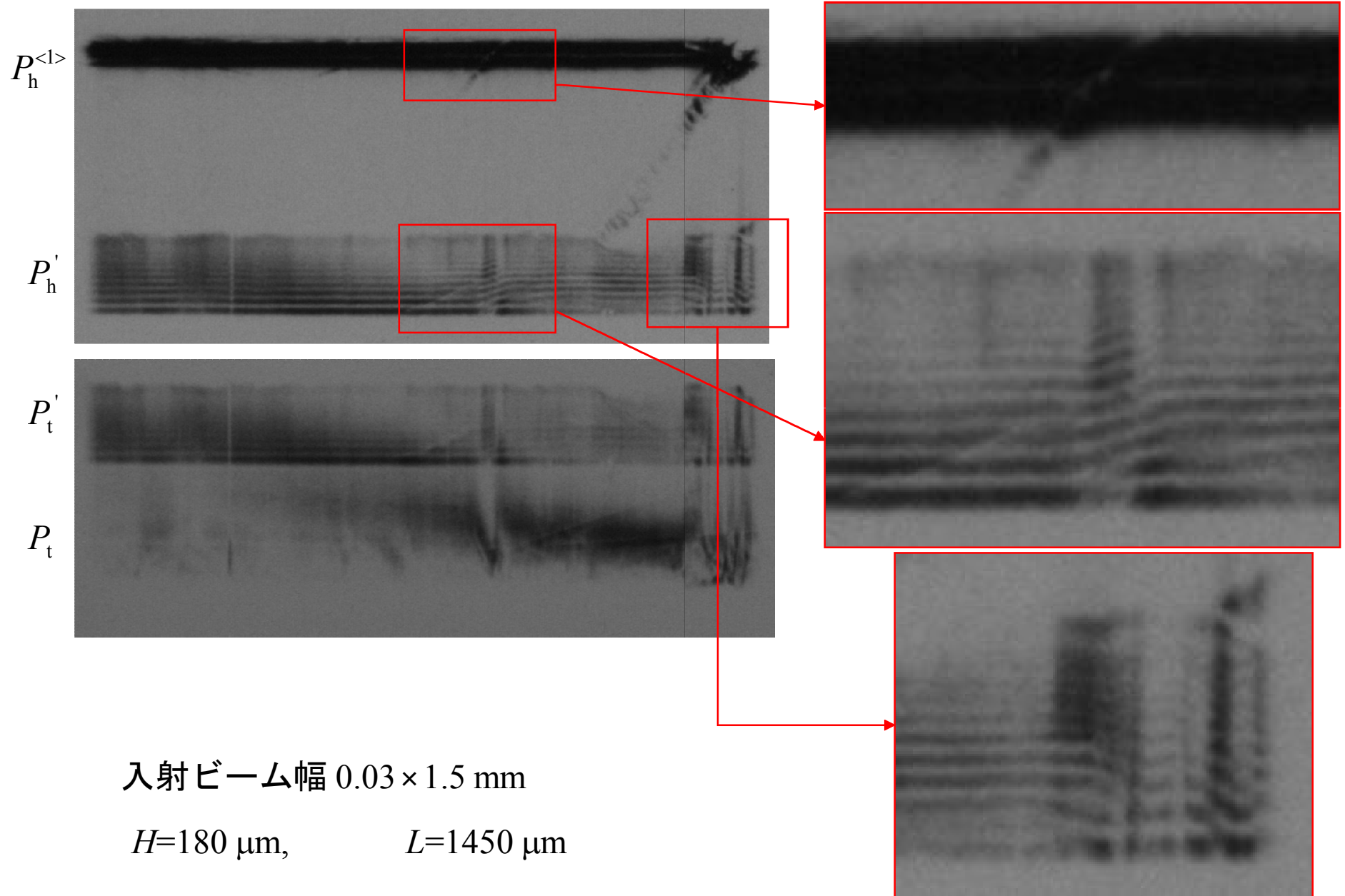


入射ビーム幅 $0.03 \times 3 \text{ mm}$

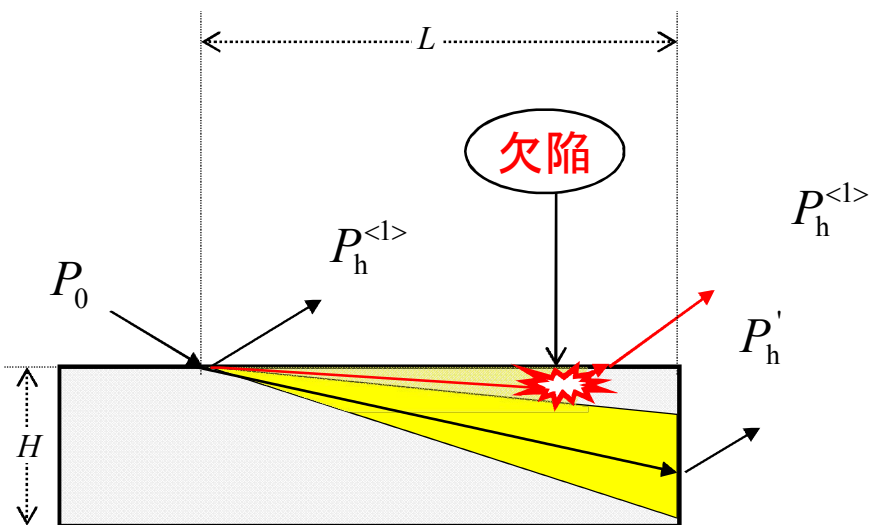
$H=280 \text{ }\mu\text{m},$

$L=2300 \text{ }\mu\text{m}$

MBL干渉縞と回折像にある欠陥



回折像にある欠陥



BLの屈折ビームが欠陥で回折し、表面から出てくる。

入射ビーム幅 $0.03 \times 1.5 \text{ mm}$

$H=180 \text{ }\mu\text{m}$

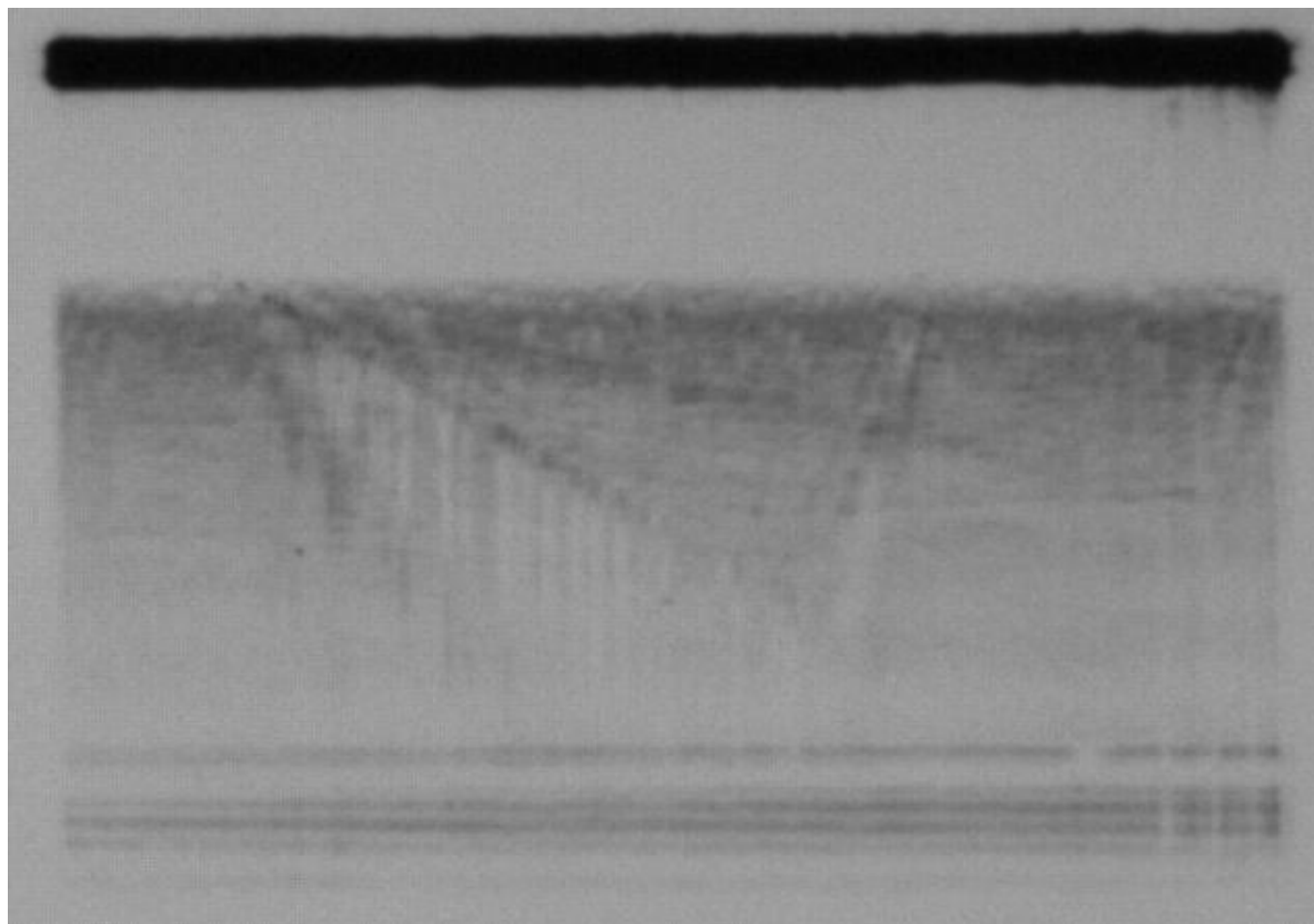
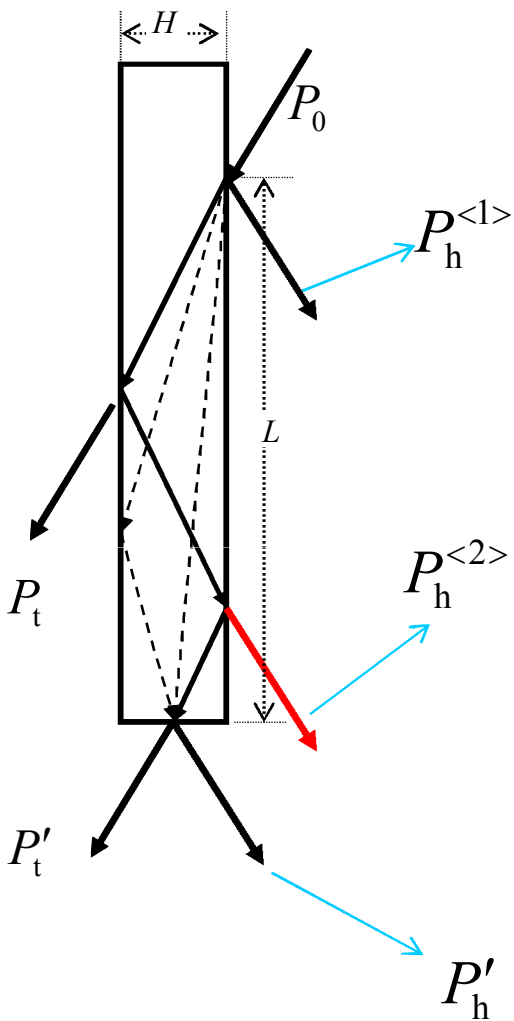
$L=1450 \text{ }\mu\text{m}$



BB²トポグラフ

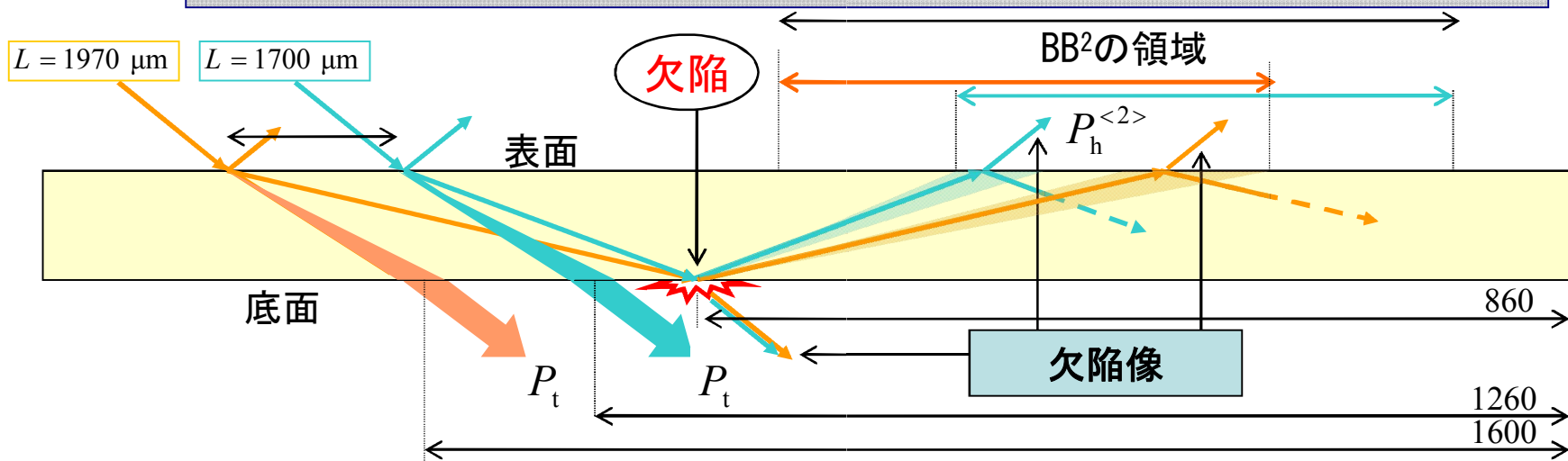
入射ビーム幅 0.03×1 mm

$H=110$ μm , $L=1970$ μm



結晶が薄い場合、 P_h^{2} が現れやすい。

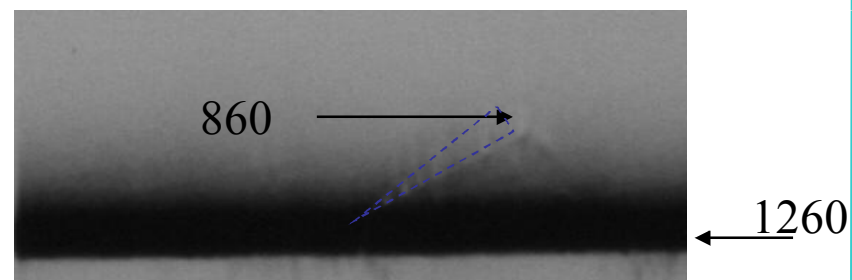
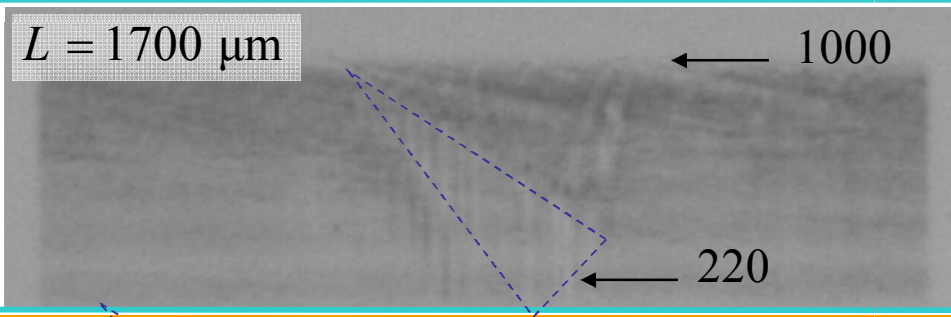
BB²トポグラフ (欠陥位置の同定)



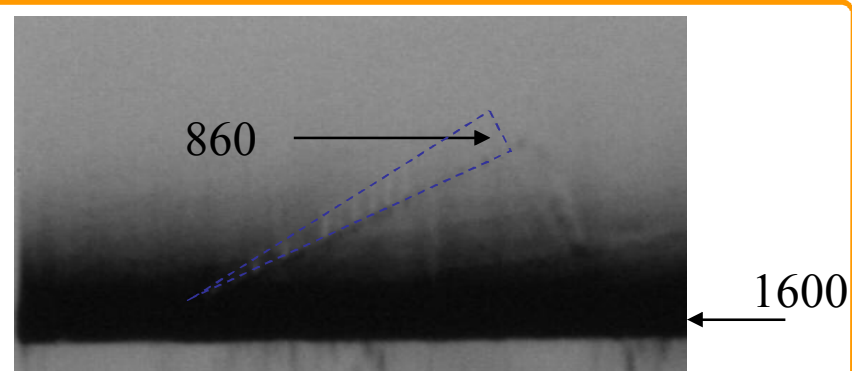
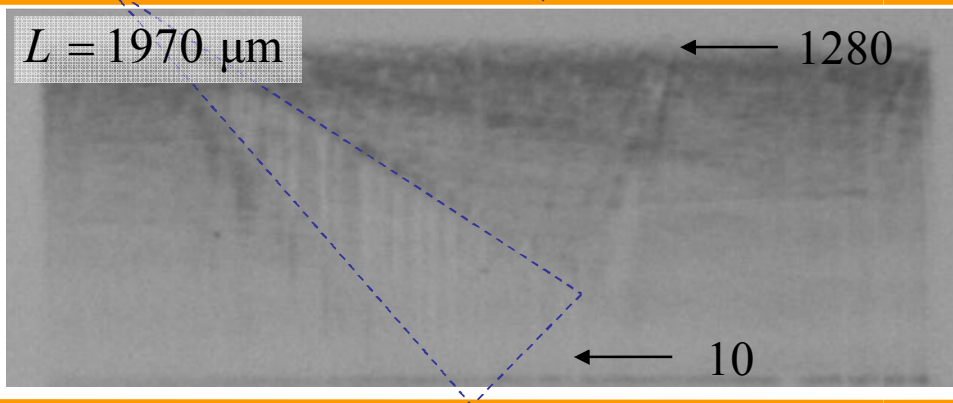
2次回折ビーム $P_h^{<2>}$

透過ビーム P_t

$L = 1700 \mu\text{m}$



$L = 1970 \mu\text{m}$



まとめ

MBL干渉縞はBLとBBLビームの干渉によって起きる。

MBL干渉縞のビジビリティから時間コヒーレンシーが求まる。

モアレ像から空間コヒーレンシーが求まる。

結晶欠陥により、MBL干渉縞に現れるモアレ像を観測した。

2次回折ビーム像から、結晶底面の欠陥を観測した。

多重Bragg-Laue型回折の応用

- 結晶構造評価
- 高角度分解能モノクロメータ、ビームスプリッター
- 干渉計(ホログラム)
- 結晶レンズ
- 導波管