



X線偏光検出器としての μ -PICの性能評価実験

1. μ -PICによるX線偏光測定の実理
2. μ -PICによるX線偏光測定実験
3. 今後の改良
4. まとめ

京都大学宇宙線研究室

身内賢太郎

植野優

谷森達、鶴剛、窪秀利、

永吉勉、折戸玲子、高田淳史

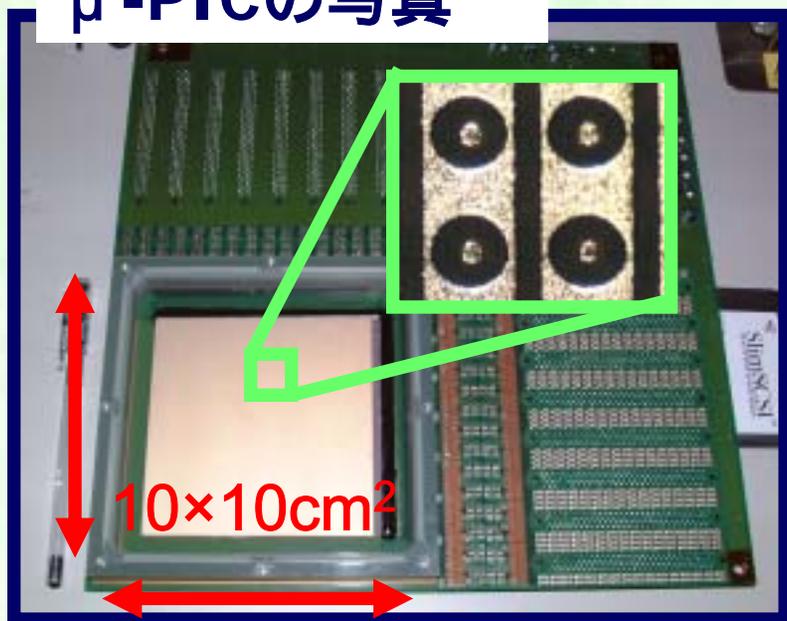


1. μ -PICによるX線偏光測定の実理

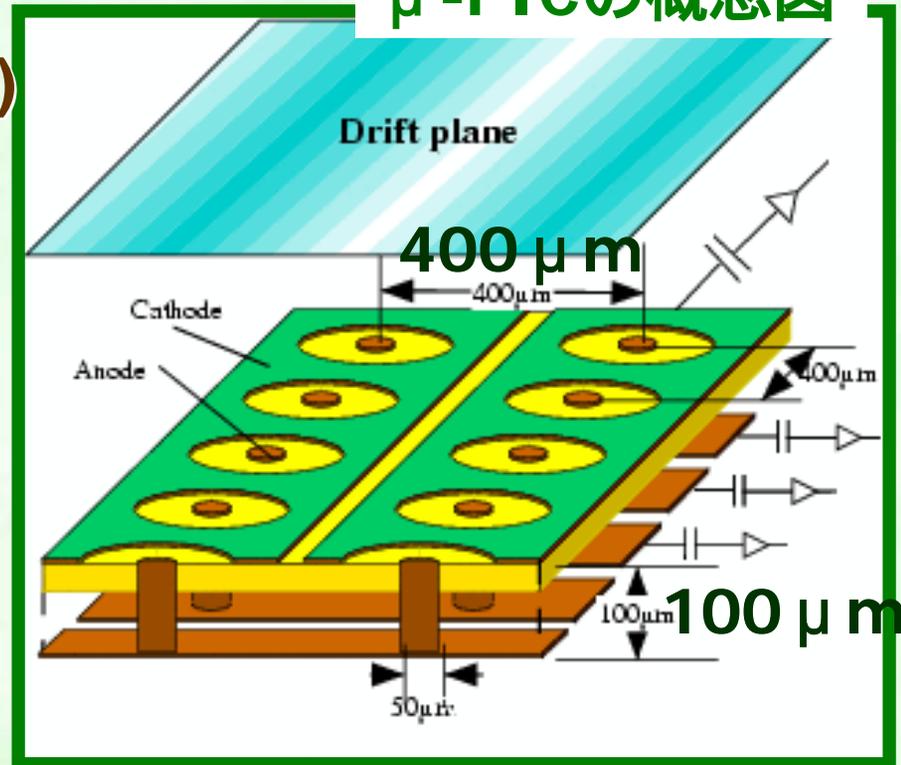
➔ μ -PICの原理

- Micro Pixel Chamber(μ -PIC)
- ワイヤレスガス検出器
- 2次元イメージング
- 400 μm ピッチ

μ -PICの写真



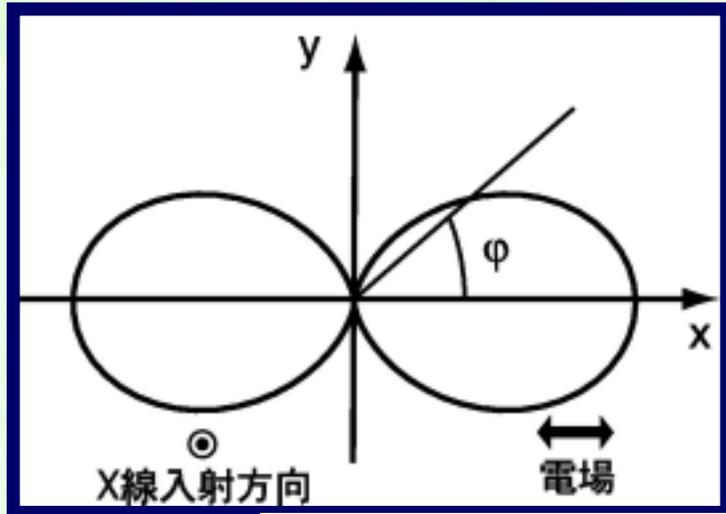
μ -PICの概念図



- 長期(1000h以上)安定動作
- ガスゲインの向上

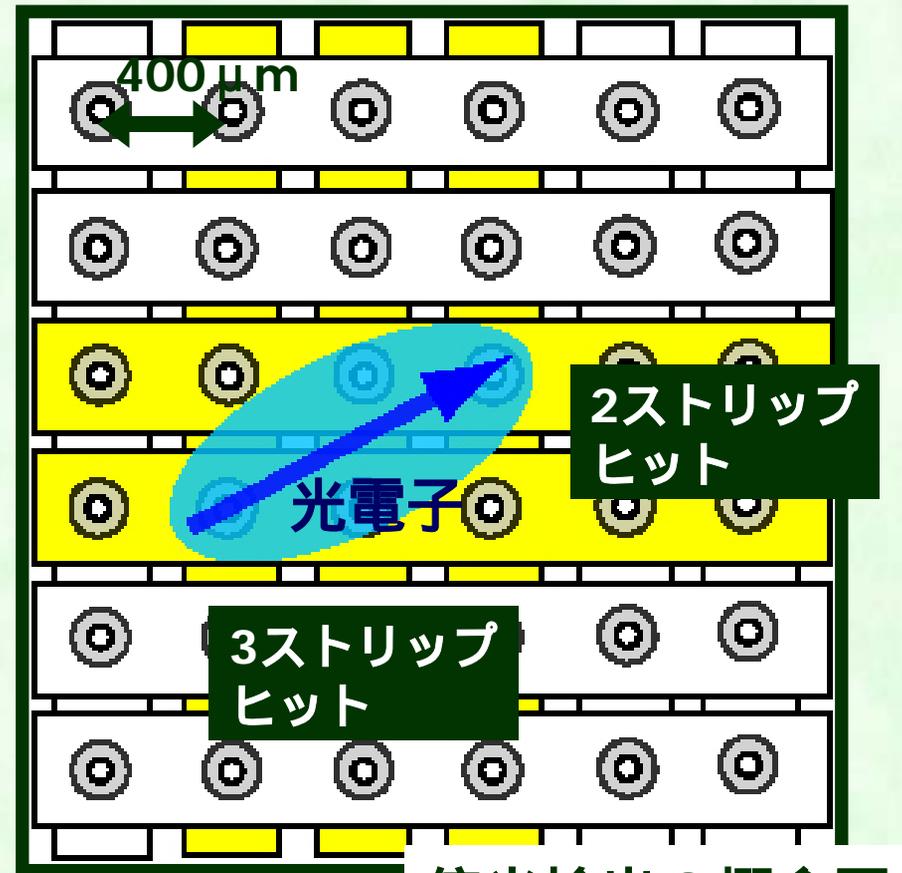
➡ 偏光検出の原理

- 電子の飛跡を利用



光電効果における
K殻光電子の放出方向

- 現在の μ -PICはストリップ読み出し

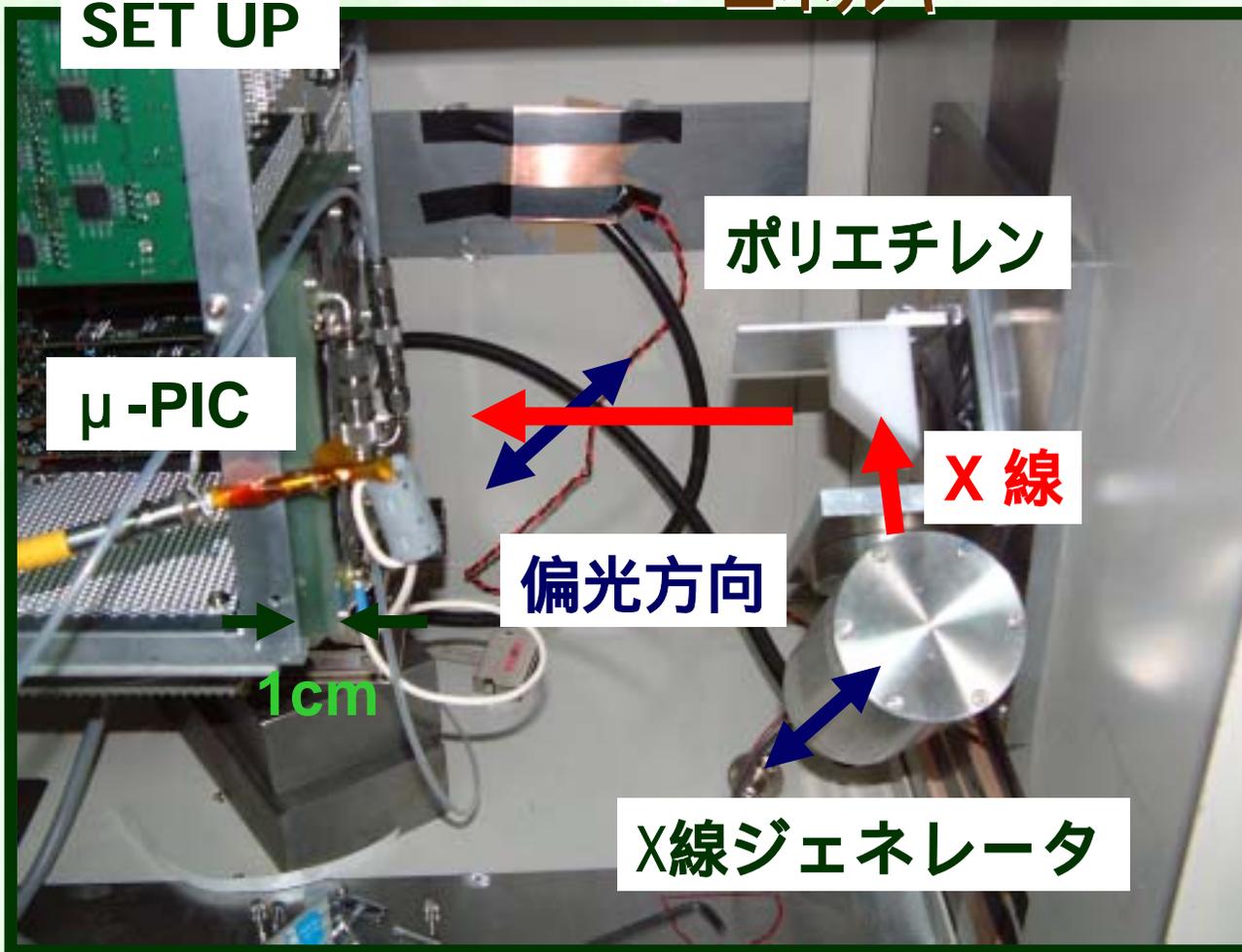


偏光検出の概念図

- アノード、カソードのヒット本数を利用して偏光を測定
- 偏光度のガス (Ne、Ar) 及びエネルギー依存性

2. μ -PICによるX線偏光測定実験

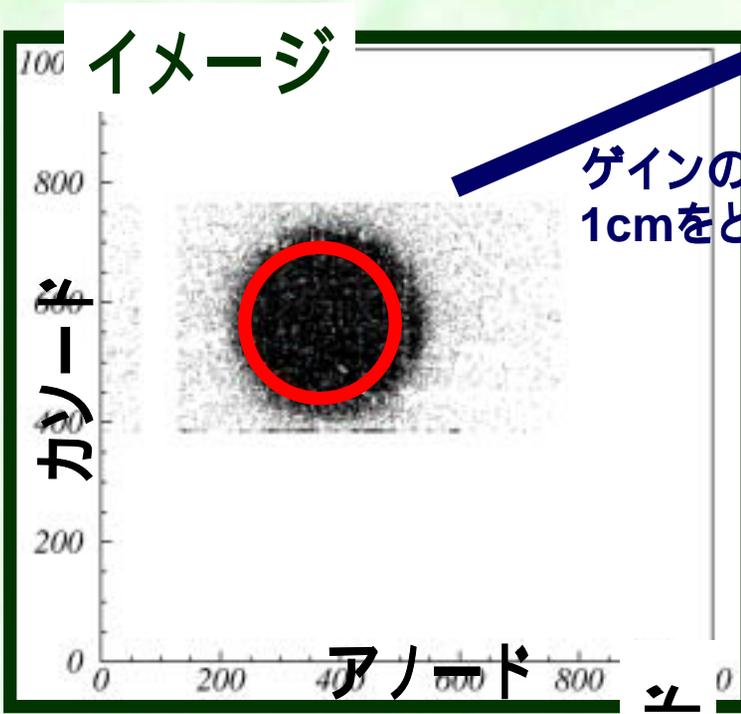
- μ -PIC取得データ
 - X,Y ヒットポジション
 - X,Y ヒット本数
 - エネルギー



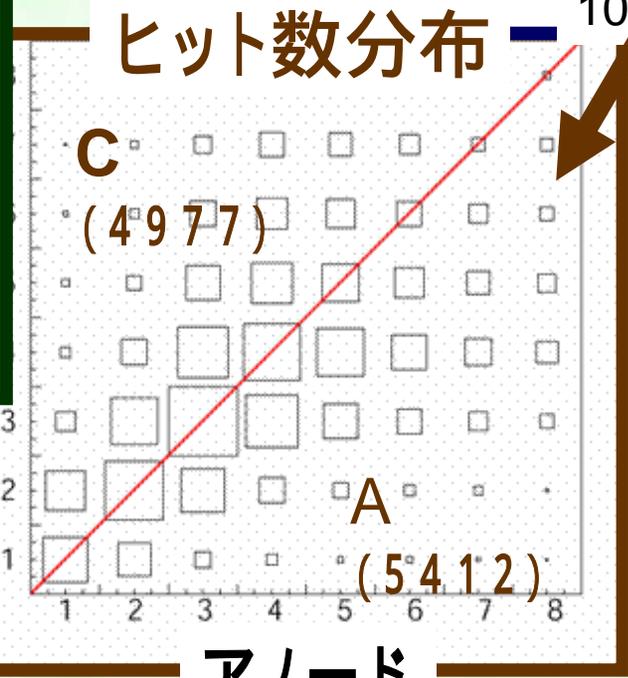
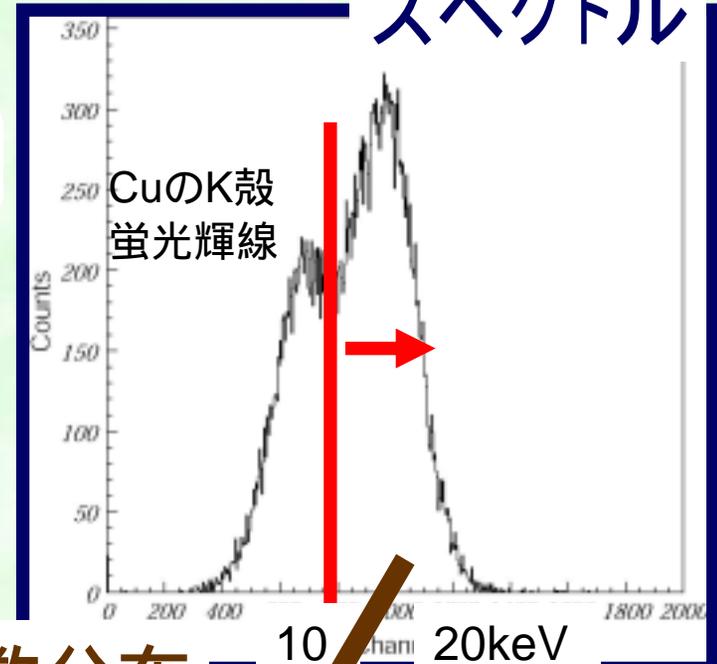
- 偏光
 - トムソン散乱 (ポリエチレン)
 - ほぼ100%偏光
- X線源
 - X-ray generator (W target)
 - 加速電圧 5 ~ 20 keV
 - 40%程度の偏光

実験結果1(生データ)

- X線ジェネレータ: 20kV
- Al 3mm+Cu 50 μm でフィルター
- アルゴン+エタン(8:2) 1atm



ゲインの揃った半径
1cmをとる



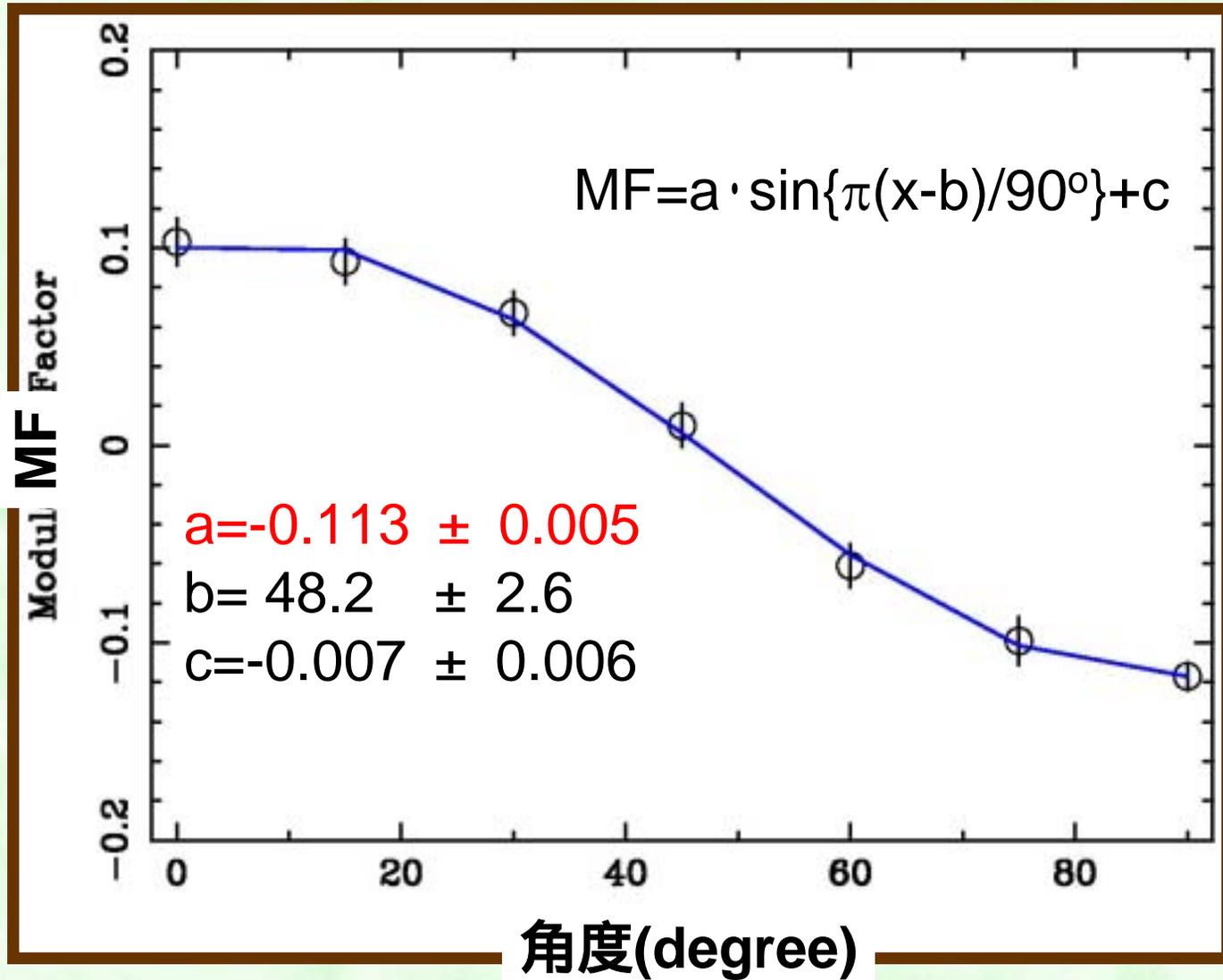
偏光度の大きい
部分をとる

モジュレーション
ファクター (MF)

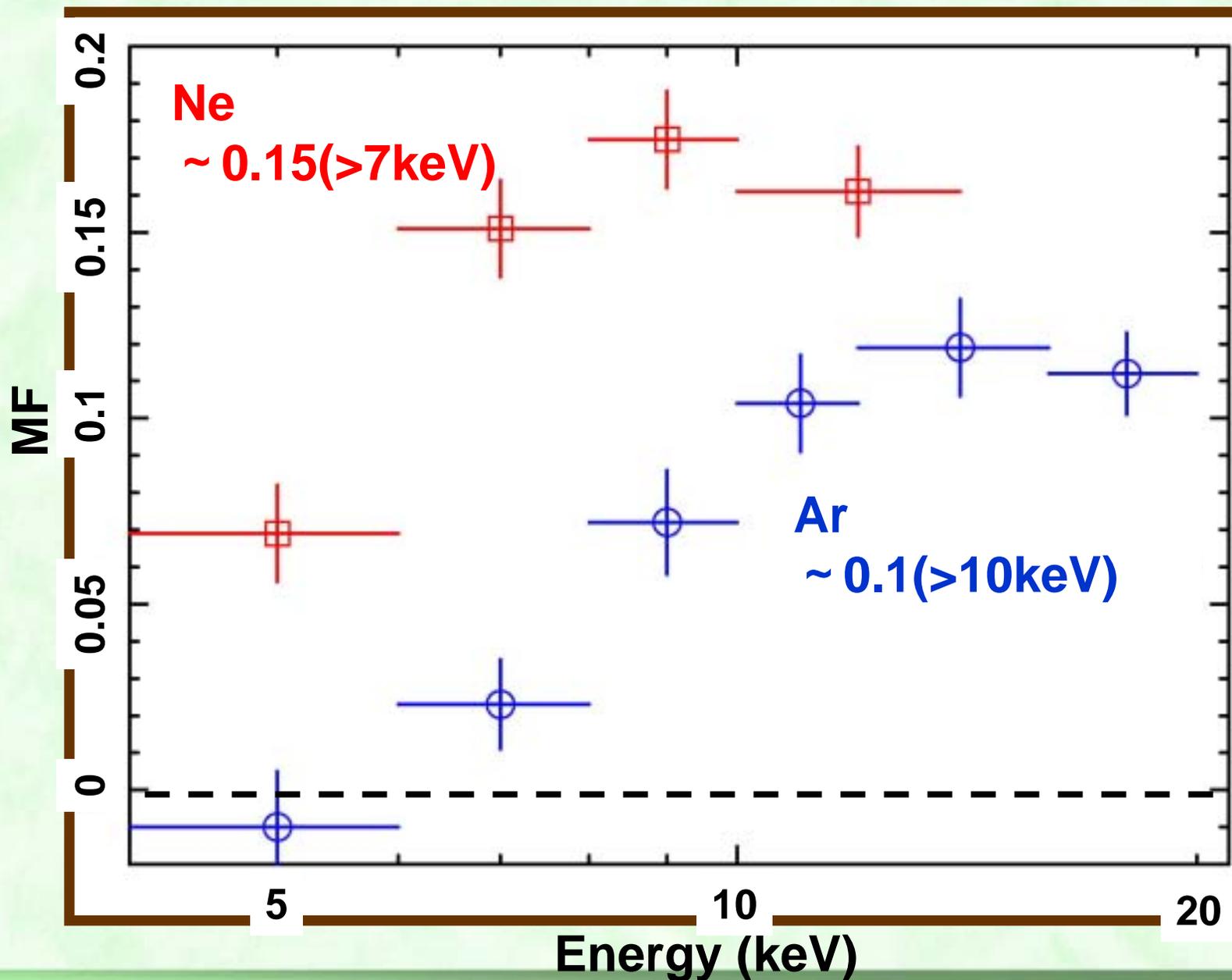
$$= (A-C)/(A+C)$$
$$= 0.042 \pm 0.01$$

実験結果2 (MF)

- X線ジェネレータを回転させてデータを取得

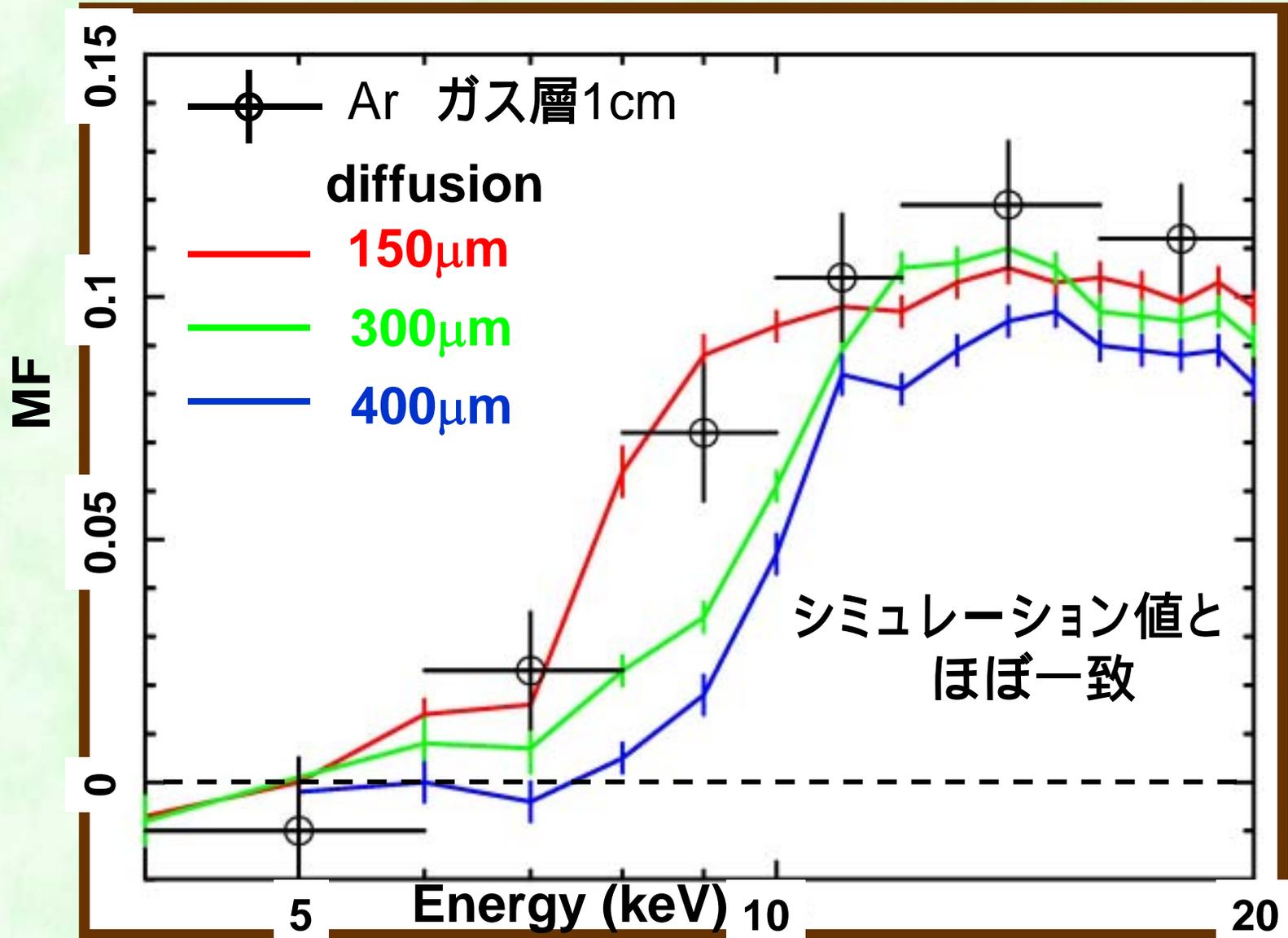


実験結果3 (MFのガス、エネルギー依存性)



シミュレーションとの比較

- アルゴンについて

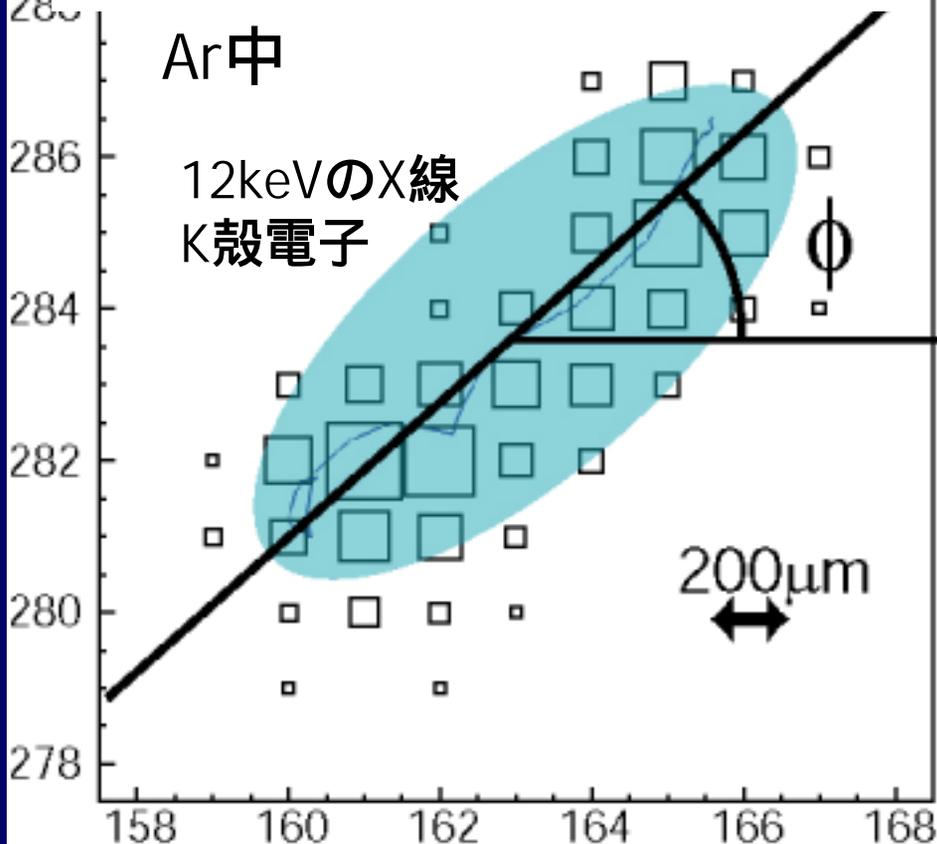


3. 今後の改良

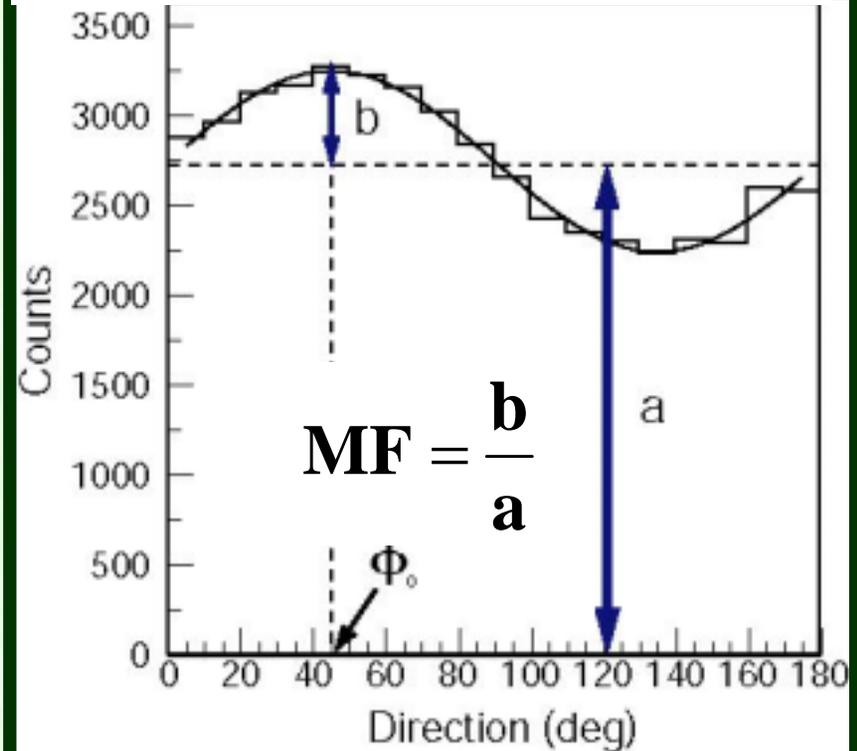
➔ μ -PICのピクセル読み出し

- 製造方法の検討開始
- シミュレーションSTUDY

電子雲のイメージを楕円近似



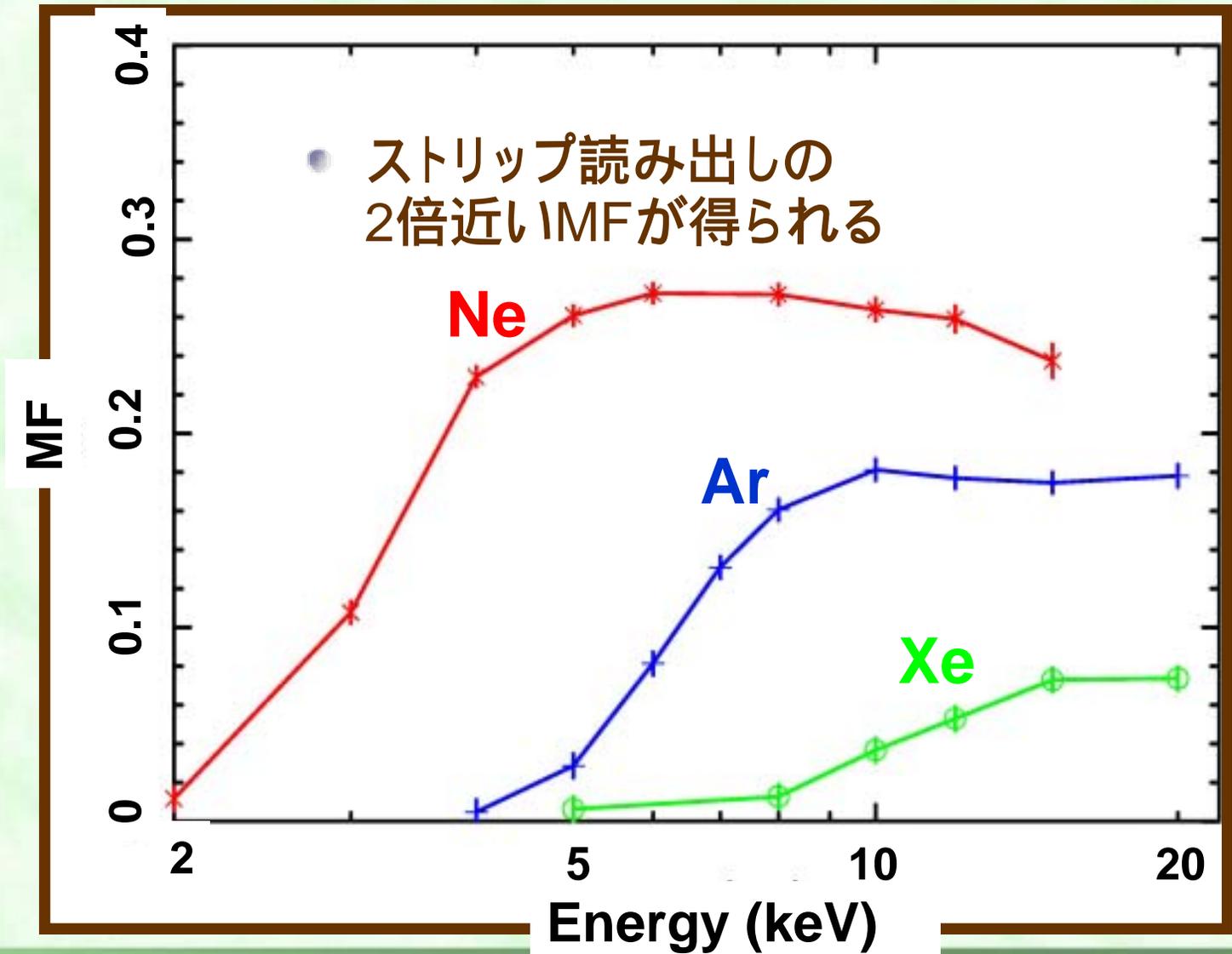
45度方向に100%偏光のX線



- 角度を変えずにMF測定可能

✦ ピクセル読み出しでのMF (シミュレーション)

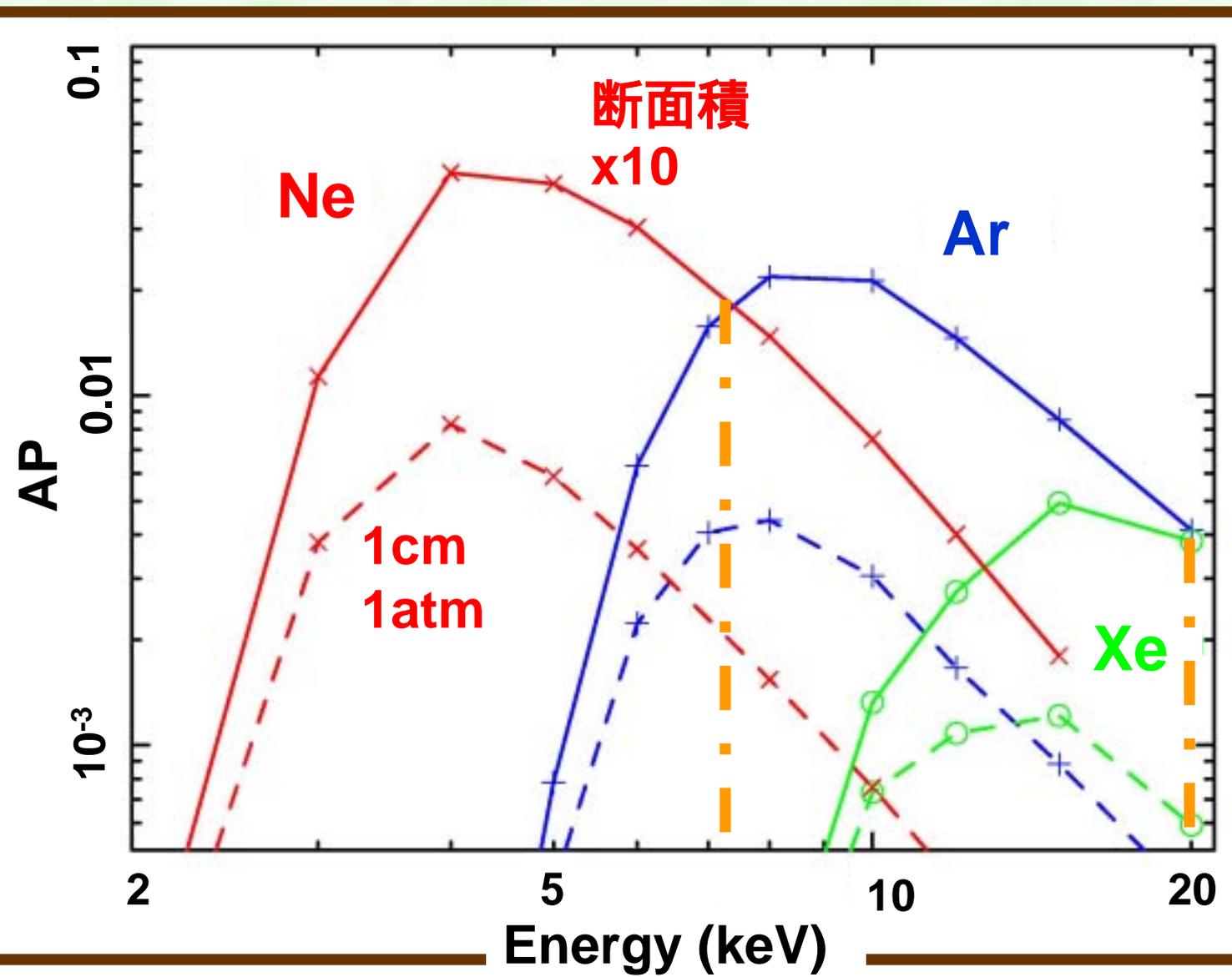
ピクセルサイズ $200\mu\text{m}$ 、拡散 $150\mu\text{m}$



偏光測定能力(AP)の ガス・エネルギー依存性

ピクセル
サイズ:
200 μm
拡散:
150 μm

AP =
 $\text{MF}^2 \times$
efficiency



4.まとめ

- μ -PIC(ストリップ読み出し)で5-20keVのX線偏光測定

M.F.: Ne ~ 0.15 ($>7\text{keV}$)

Ar ~ 0.1 ($>10\text{keV}$)

- シミュレーションはほぼ実験を再現

- 更なる感度上昇のためにピクセル読み出しを計画