



IXPE X線偏光観測衛星IXPEに向けた 偏光計用ガス電子増幅フォイルの開発

早藤 麻美, 玉川 徹, 北口 貴雄 (理研), 岩切 渉 (中央大), 榎戸 輝揚 (京大)
周 圓輝, 大久保 美穂, 安達 健斗, 内山 慶祐, 堤 まりな (東理大)

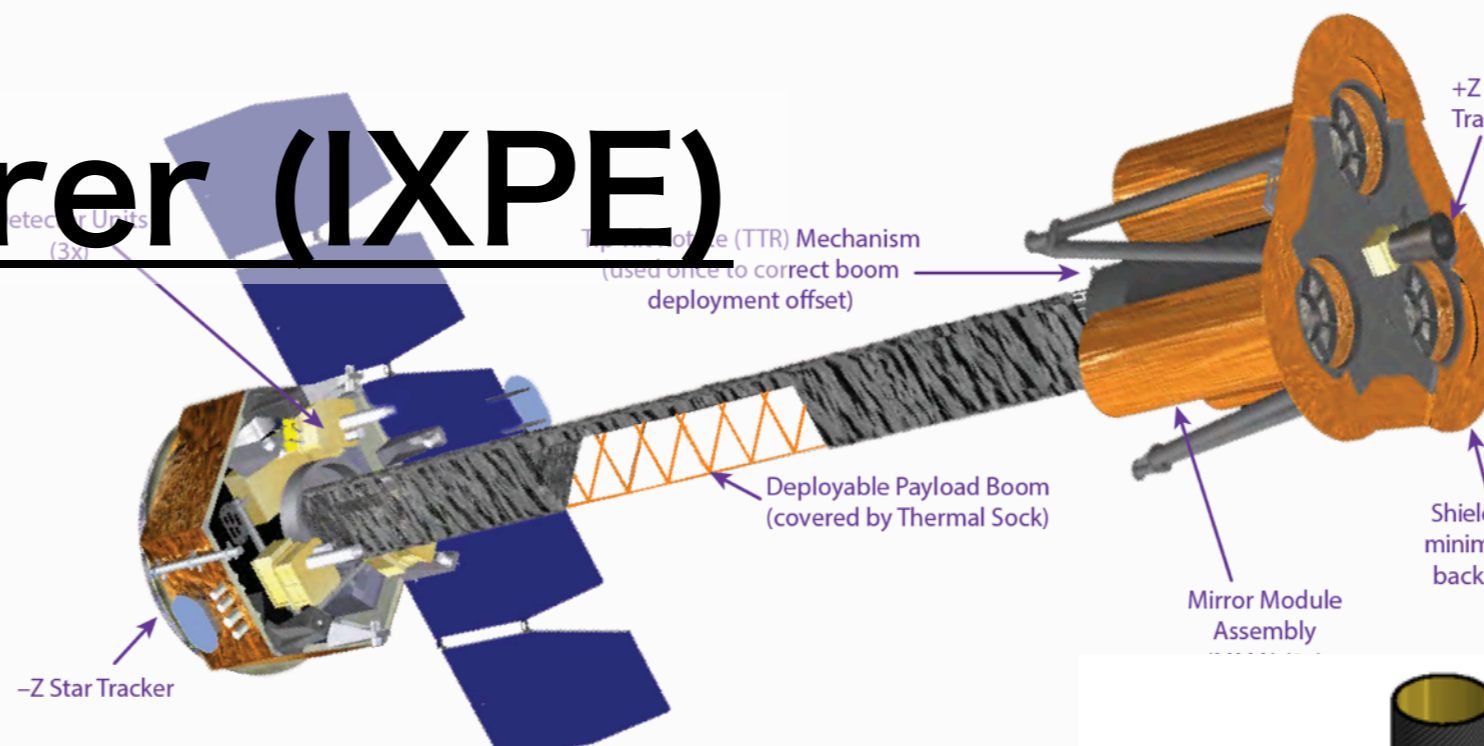


はじめに

2021年に打ち上げ予定のNASA/SMEX衛星計画 IXPE は天体X線の直線偏光を観測するための衛星で、望遠鏡とガスピクセル偏光計を3組搭載している。理研では、偏光計の要となるガス電子増幅フォイル (GEM) を提供している。本ポスターでは、GEMのフライト品製作、GEMと偏光計の性能評価試験について報告する。

1. Imaging X-ray Polarimetry Explorer (IXPE)

< P-023 参照 >



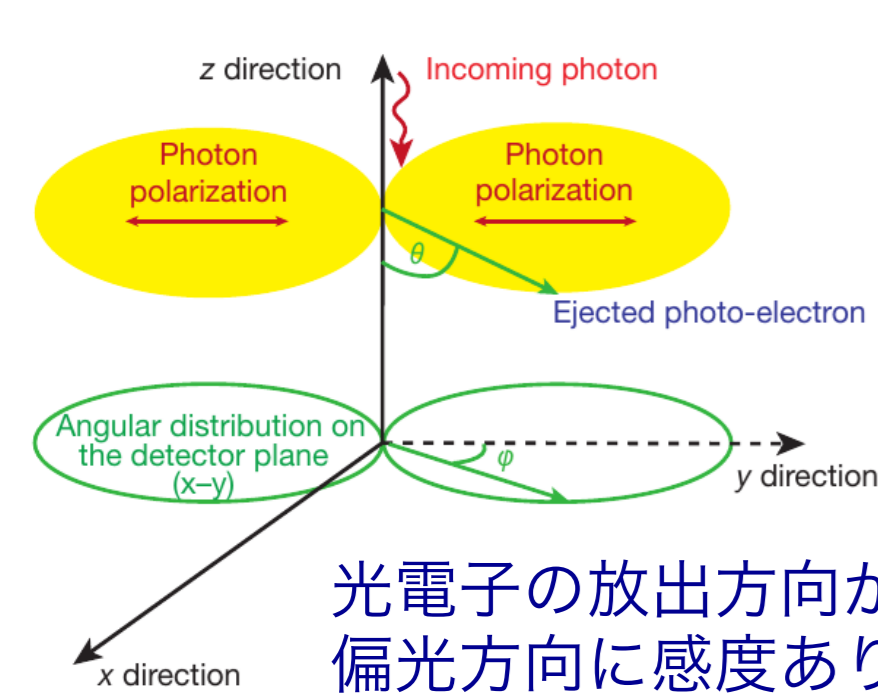
2. ガスピクセル偏光計

- ✓ NASA/SMEX計画 (米伊日)
- ✓ 2-8 keVでの撮像&偏光測定
- ✓ 2021年4月打ち上げ予定
- ✓ 超強重力場/磁場の物理検証他

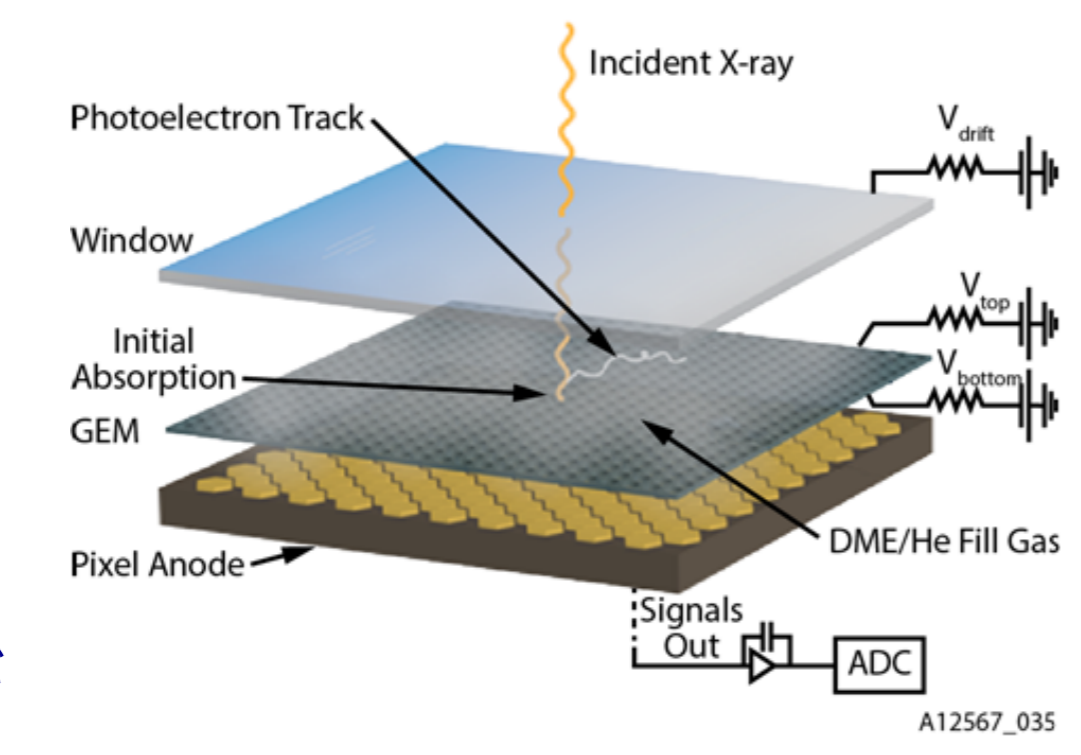
- ✓ 日本提供ハードウェア
- ✓ ガス電子増幅フォイル GEM (理研) < 本ポスター >
- ✓ 望遠鏡サーマルシールド (名大) < P-024 参照 >

偏光検出原理

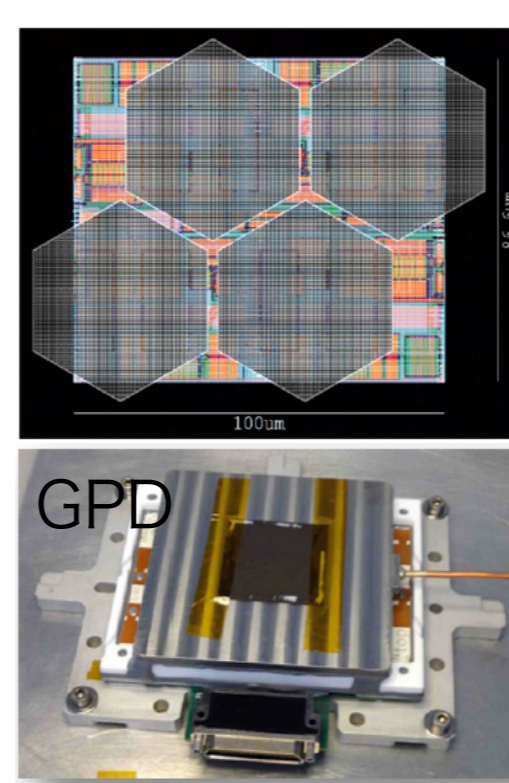
$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = r_0^2 \frac{Z^5}{137^4} \frac{4\sqrt{2}\sin^2(\theta)\cos^2(\varphi)}{(1-\beta\cos\theta)^4}$$



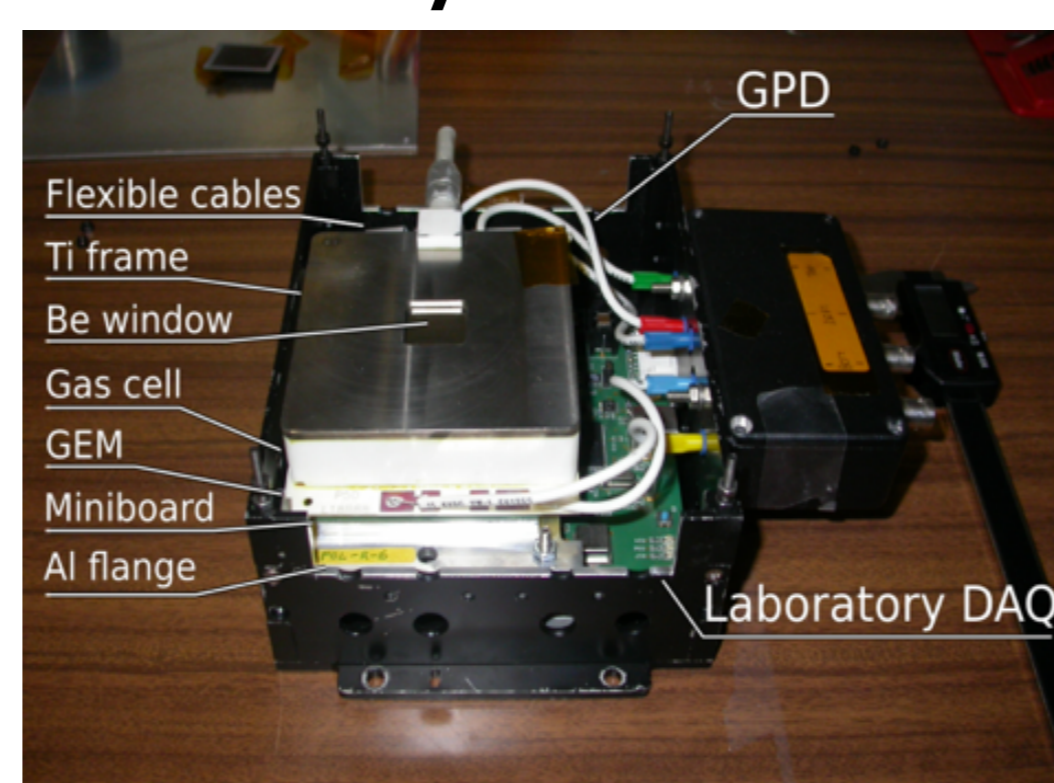
ガスピクセル偏光計概要



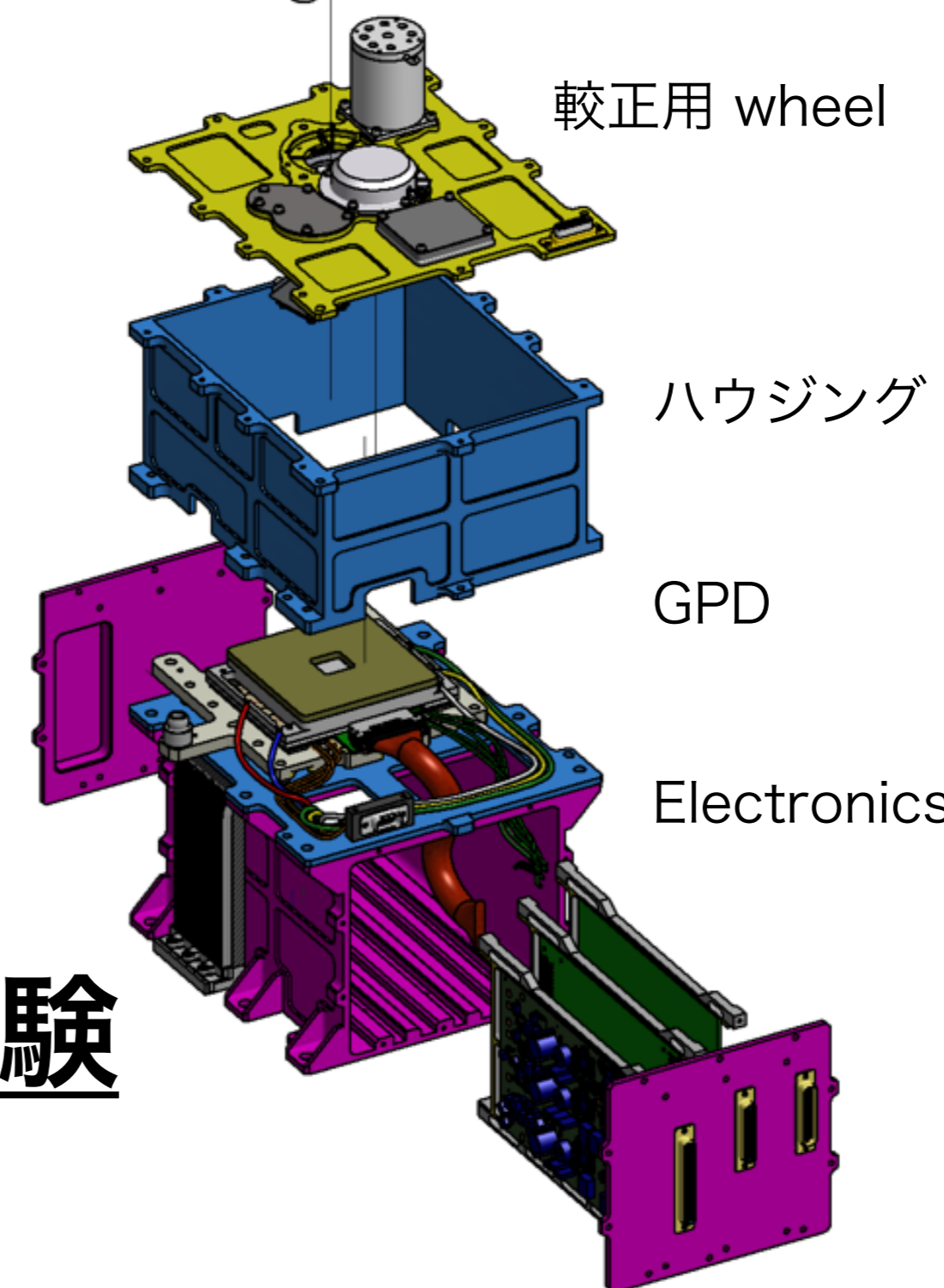
ASIC



GPD w/Electronics



コリメータ

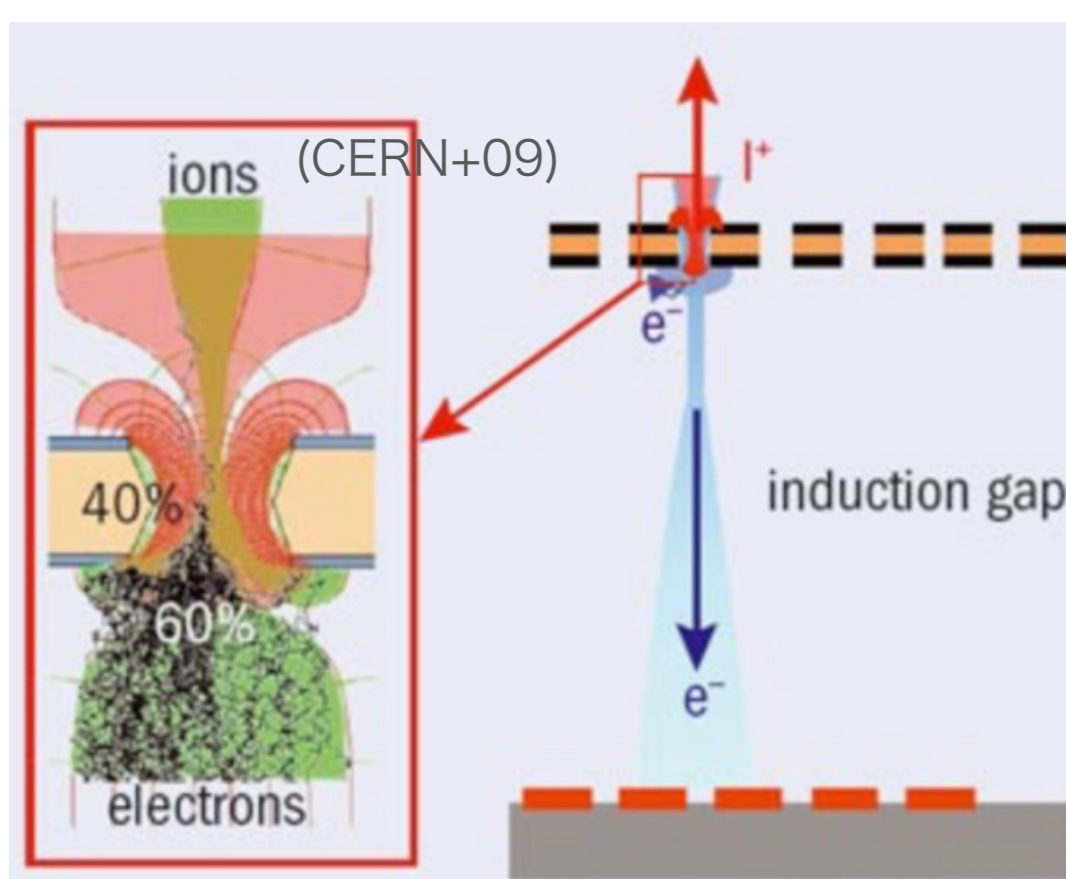


IXPE偏光計仕様	
検出面積	15 mm x 15 mm
充填ガス	He/DME (20/80) @ 1 atm
検出器窓	50-um 厚ベリリウム
吸収/ドリフト厚	10 mm
GEM (\$4参照)	Developed by 理研
	Developed by INFN/Pisa
ASIC	300 x 352 = 105 k Pixels
	六角形 50-umピッチ
	Self-triggering
	Frame rate 10 kHz
空間分解能	≦123um (6.4') @ 2 keV
エネルギー分解能	0.54 keV @ 2 keV (α/E)

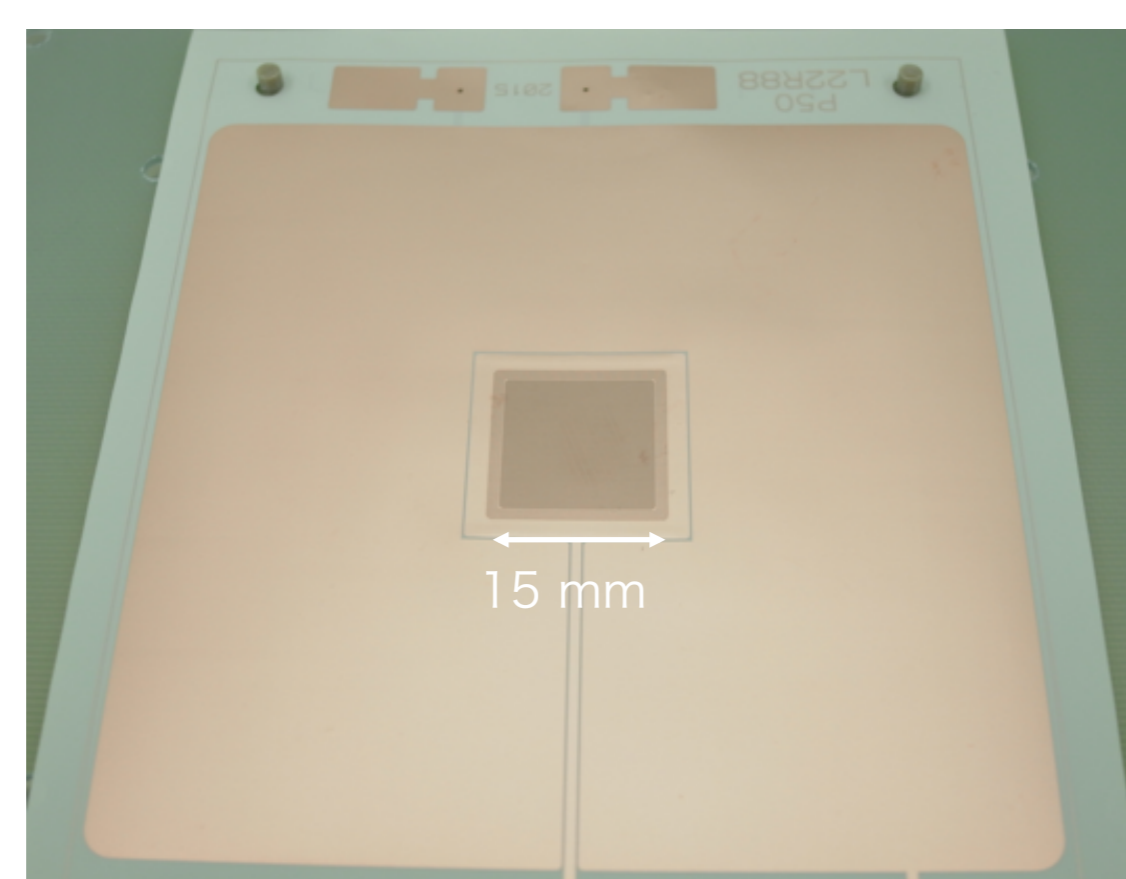
3. 理研におけるガス電子増幅フォイル(GEM) の製作・試験

3-1. IXPE GEM

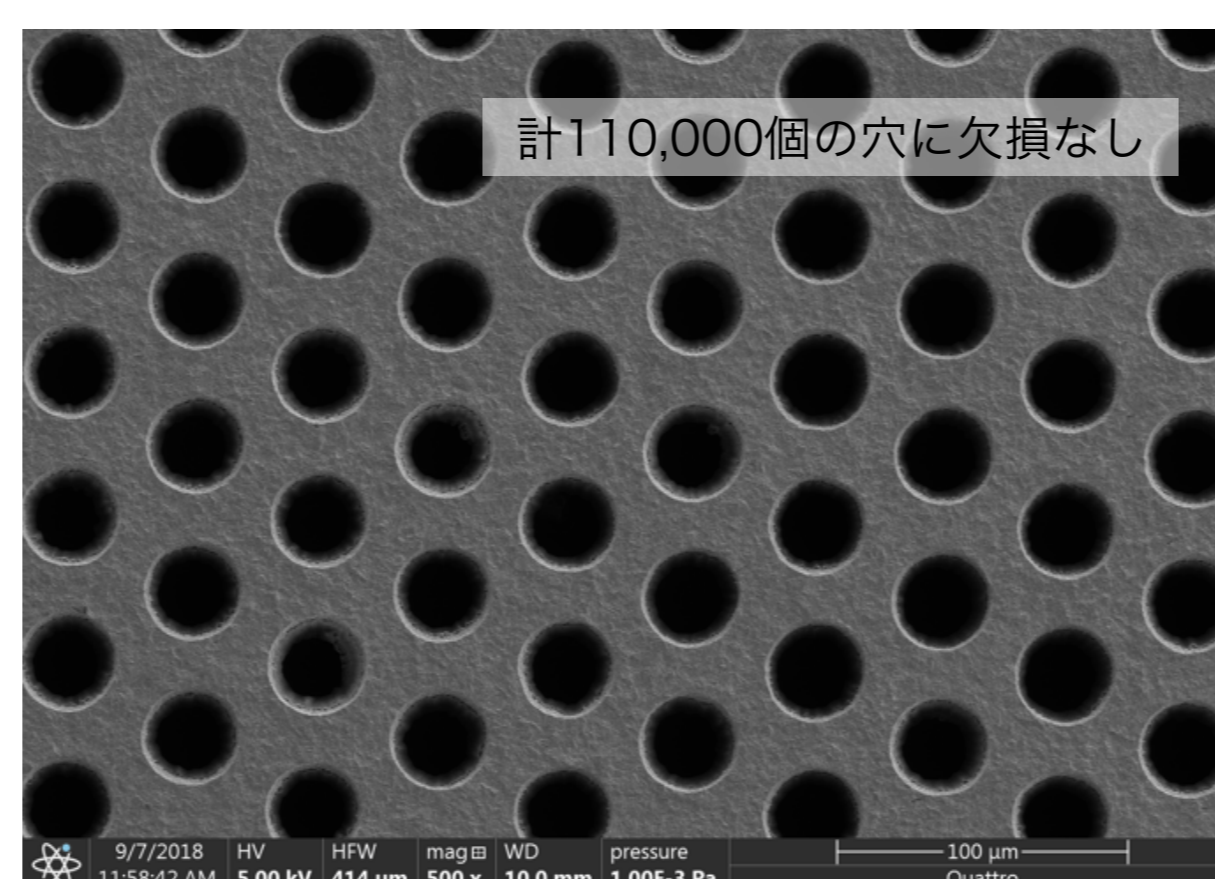
2次元電子増幅原理



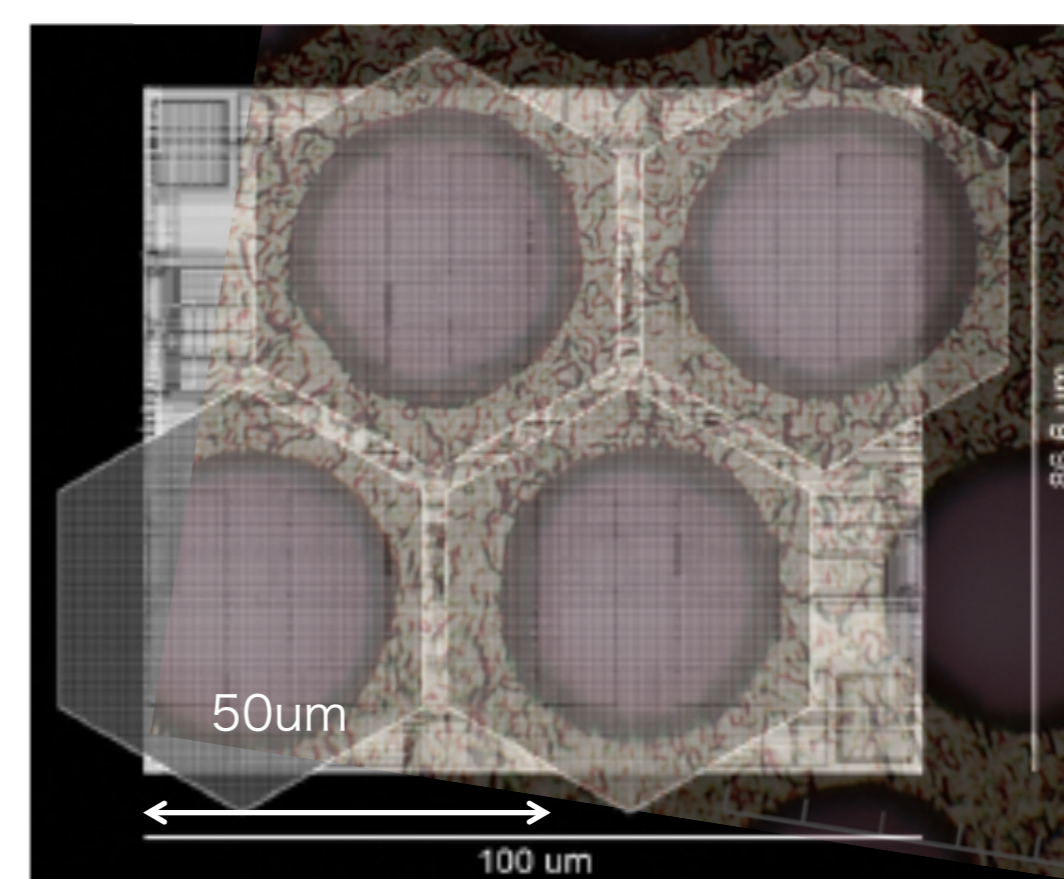
IXPE GEM Sheet 写真



IXPE GEM 顕微鏡写真



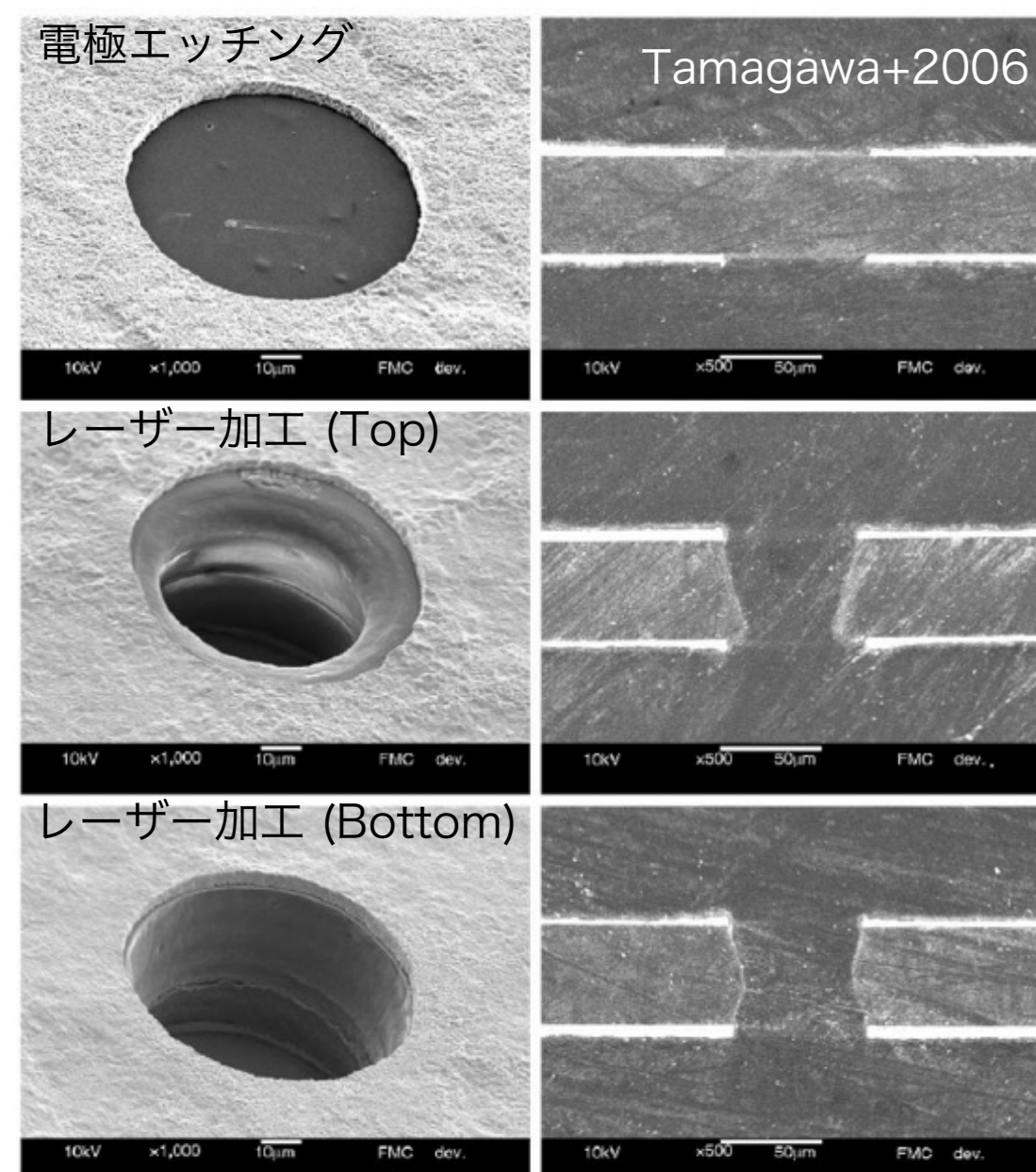
GEMとASICのピッチ



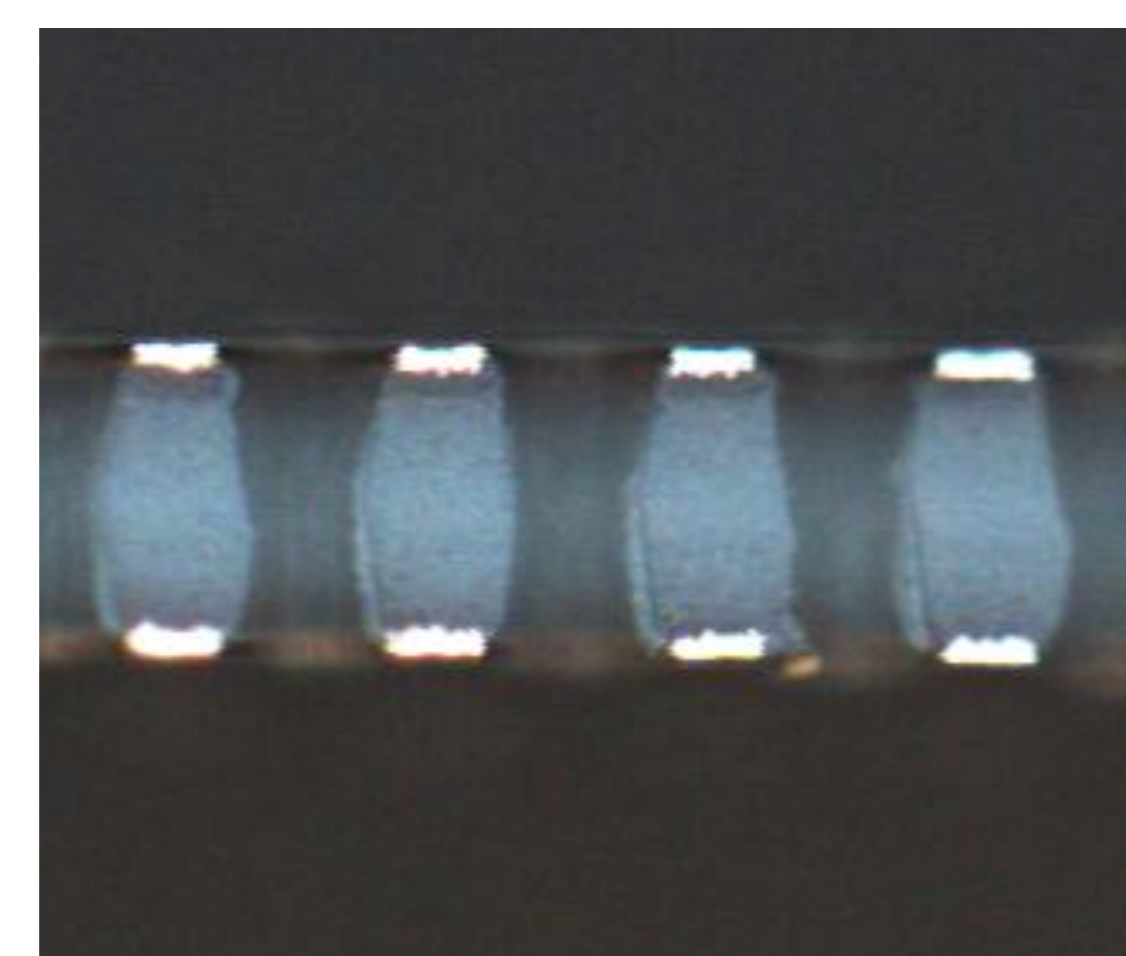
IXPE GEM スペック	
サイズ	110 mm x 90 mm
有感領域	15 mm x 15 mm
電極	銅 6 um 厚 (両面)
絶縁体	LCP リキッドクリスタルポリマ 50um厚
穴径	30 um
ピッチ	三角光子 50 um
最大増幅率	-6000 (Ar/CO2 70/30 @ 大気圧)
運用増幅率	-700 (He/DME 20/80 @ 1atm)

3-2. IXPE GEMの製作

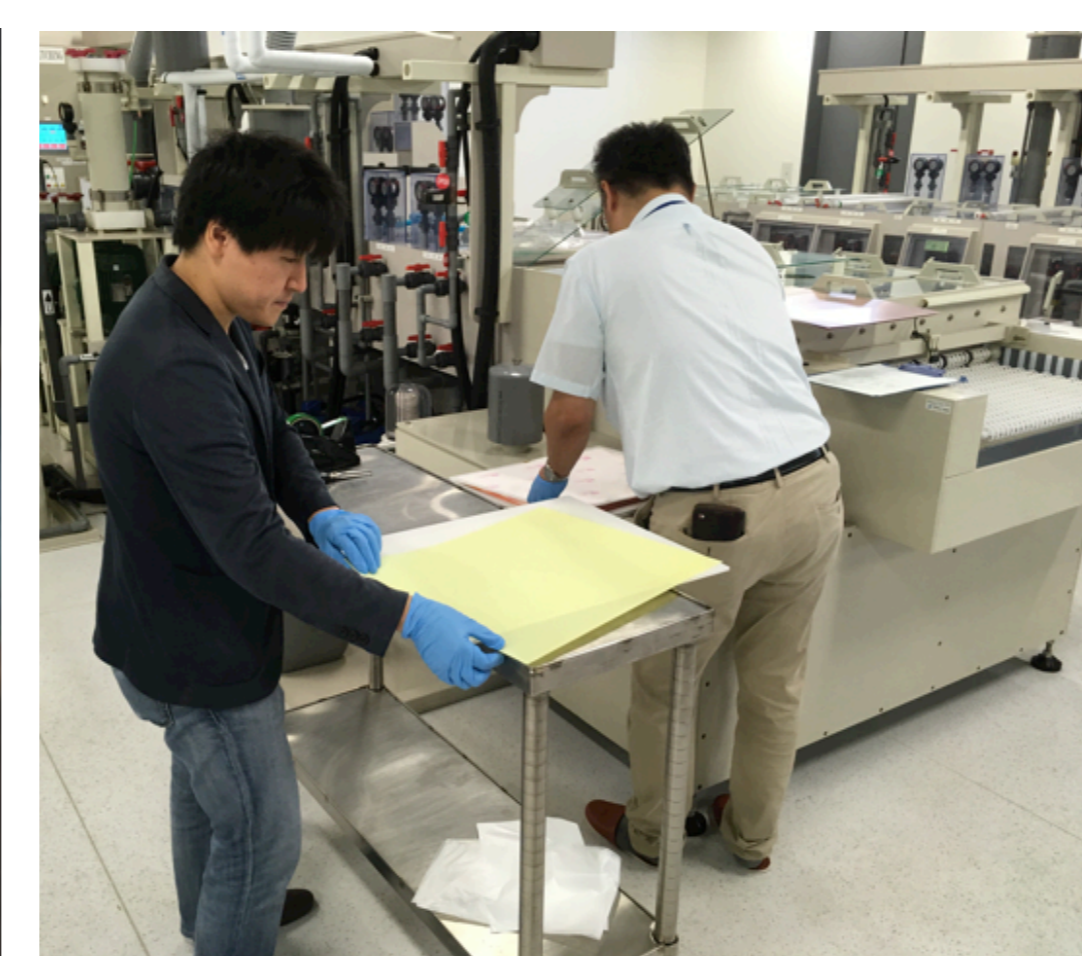
製作過程



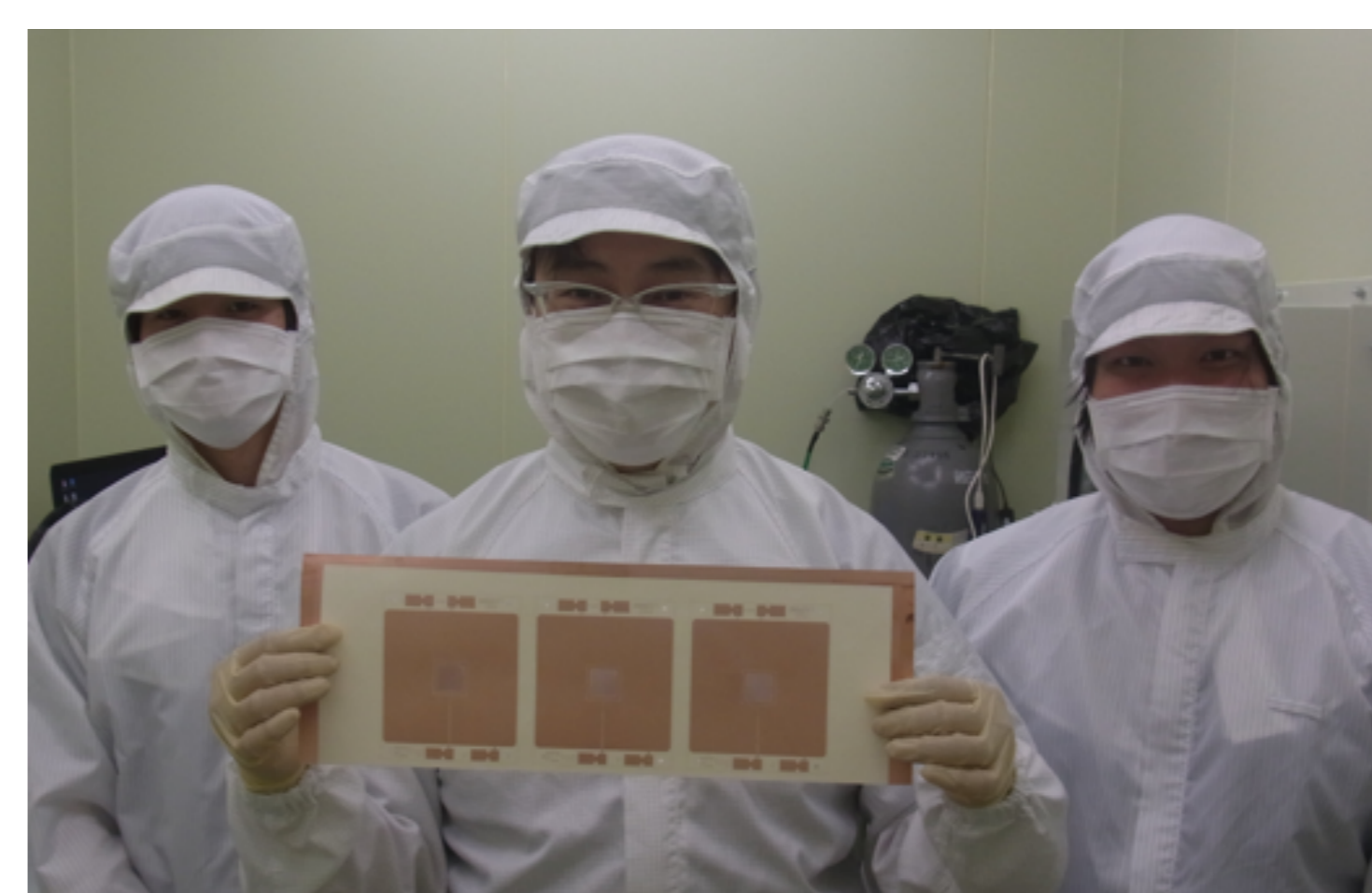
IXPE GEM 断面図



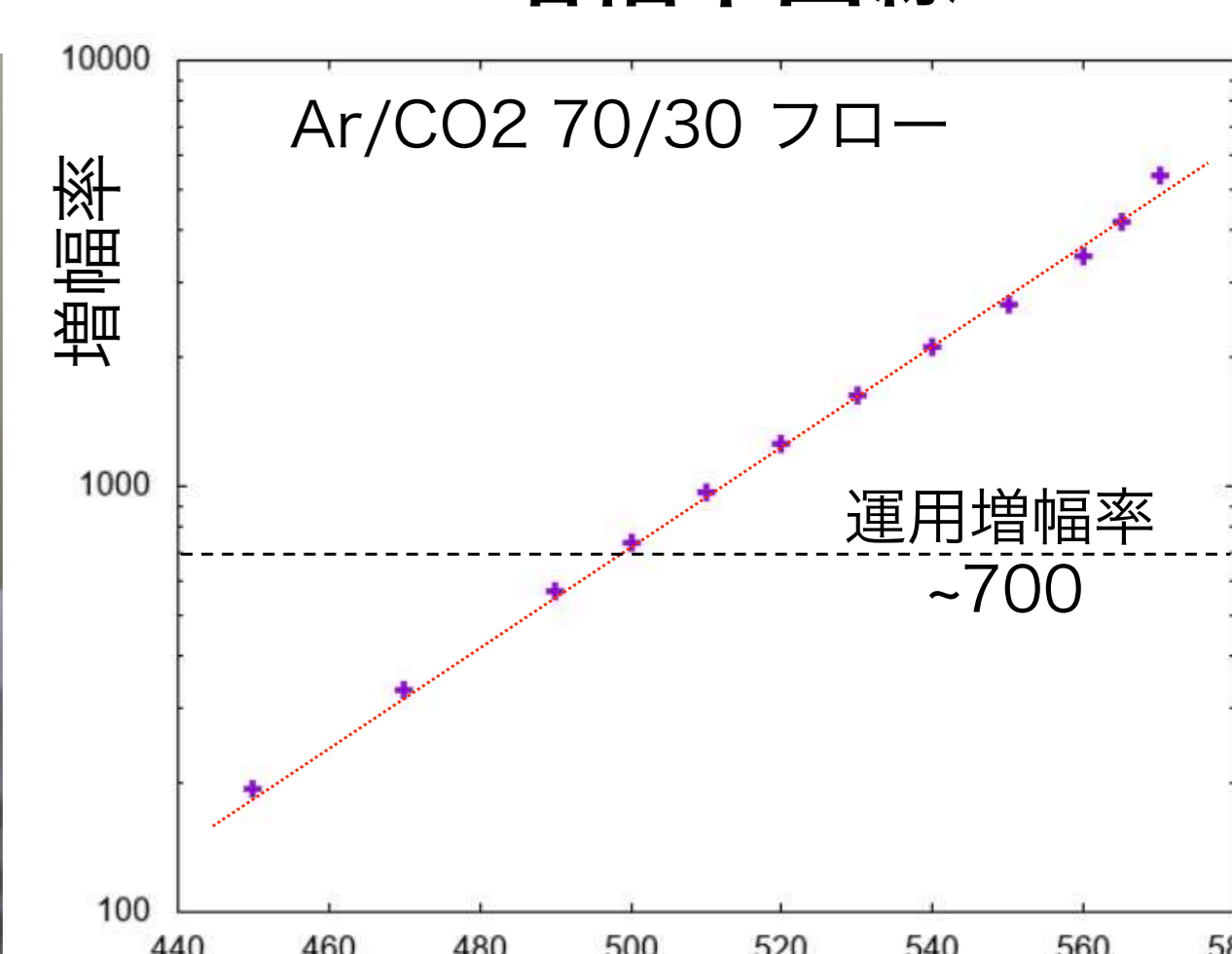
電極エッチング作業



スクリーニング&テスト@理研

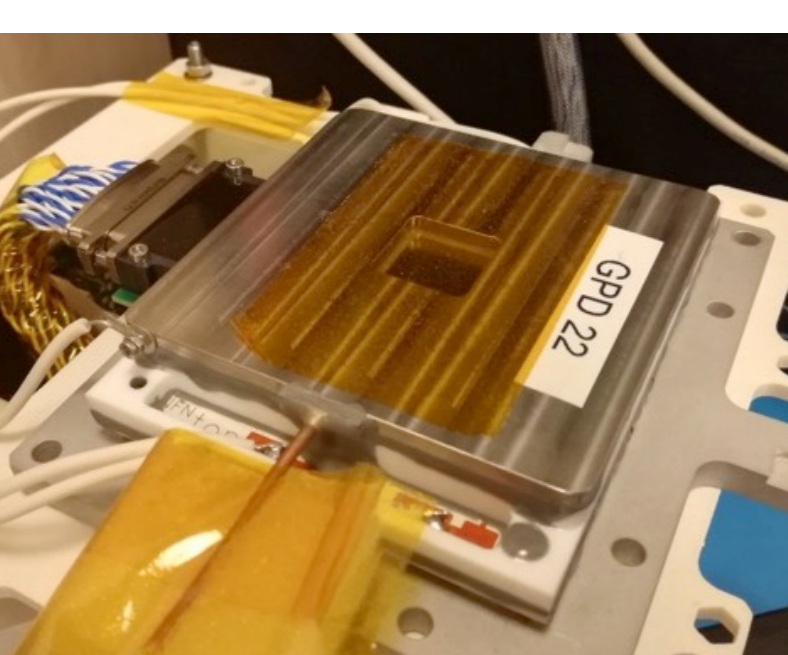


増幅率曲線

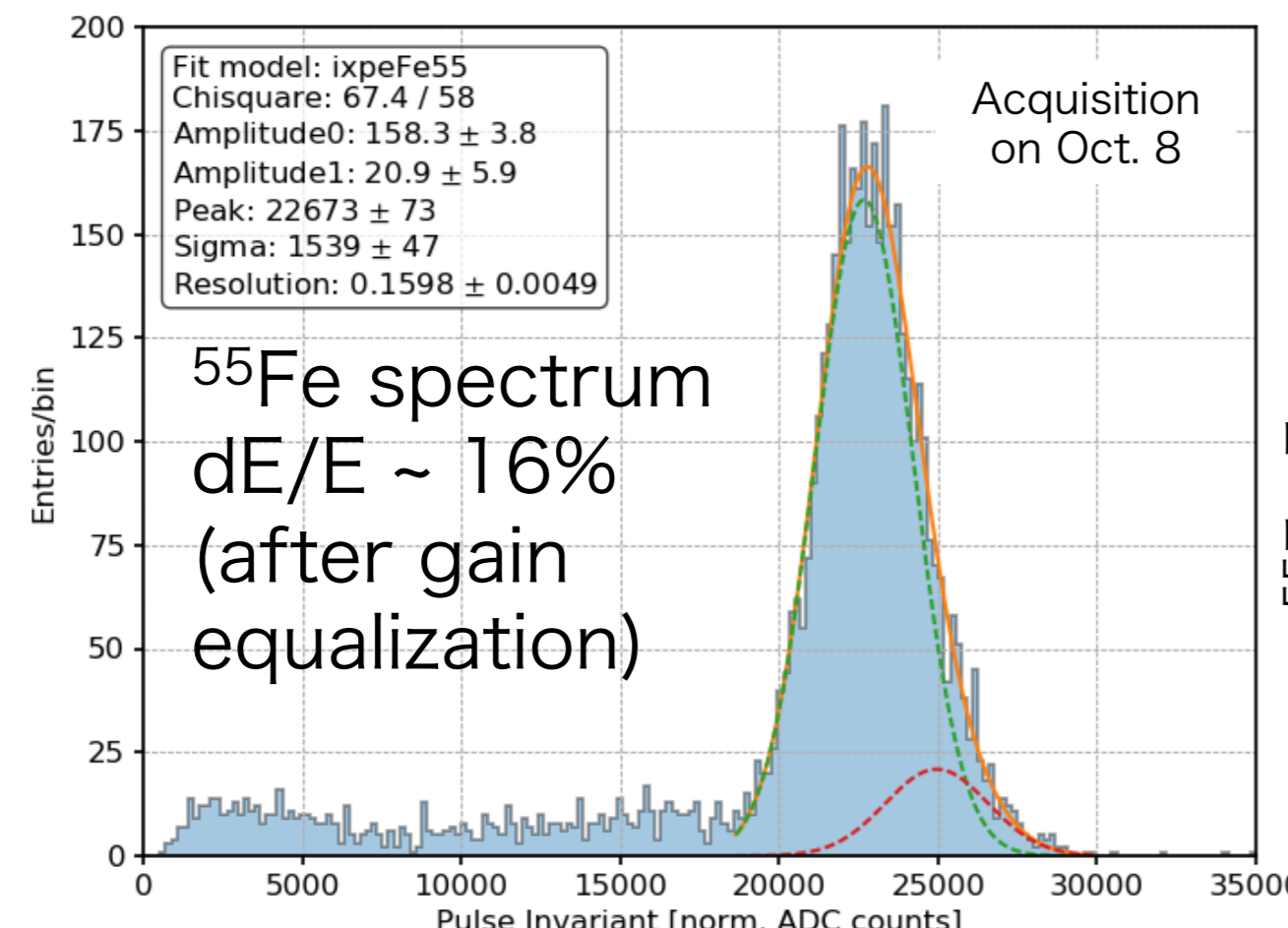


4. エンジニアリングモデル 偏光計の性能テスト @ INFN/Pisa

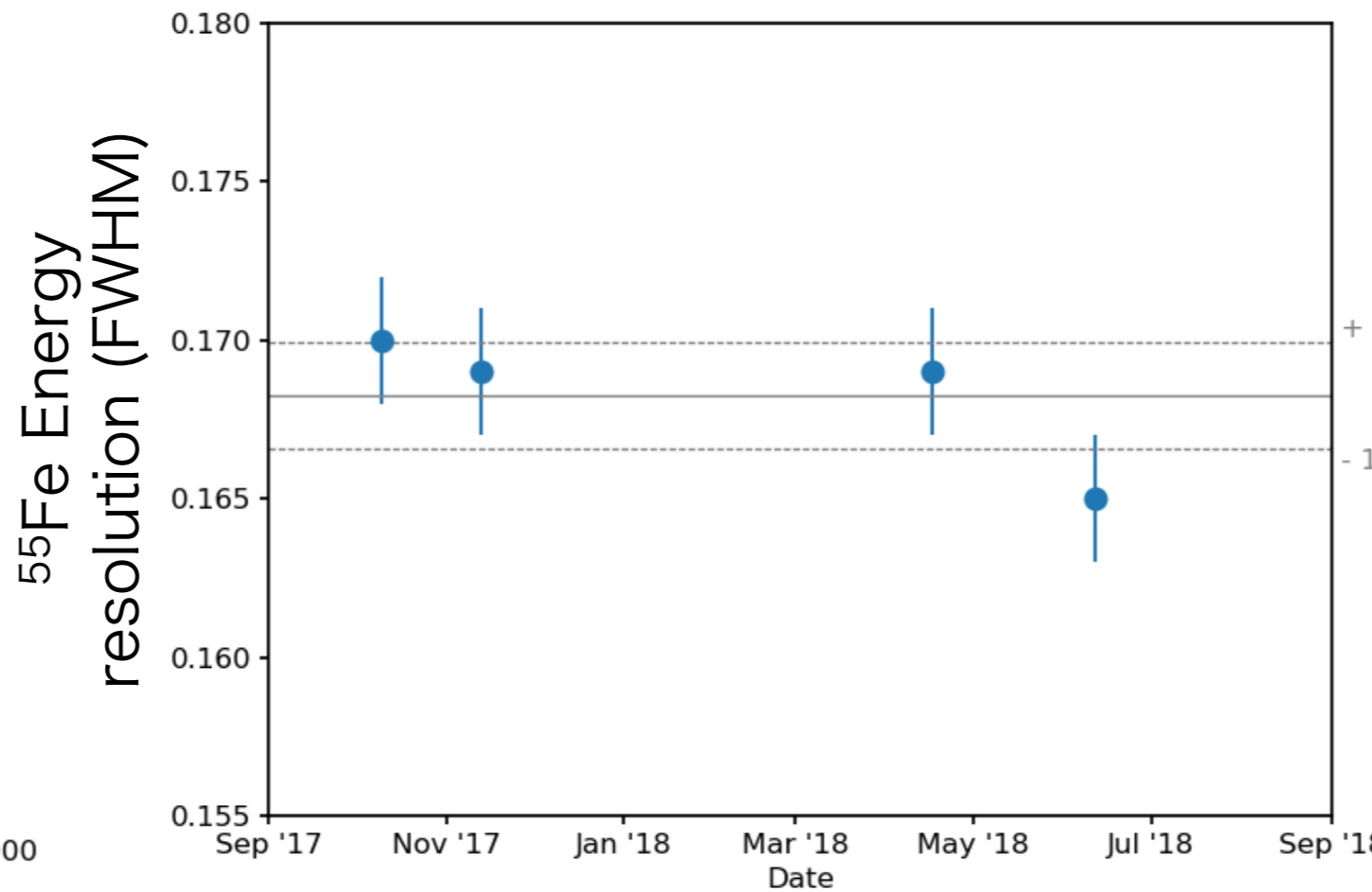
EM偏光計



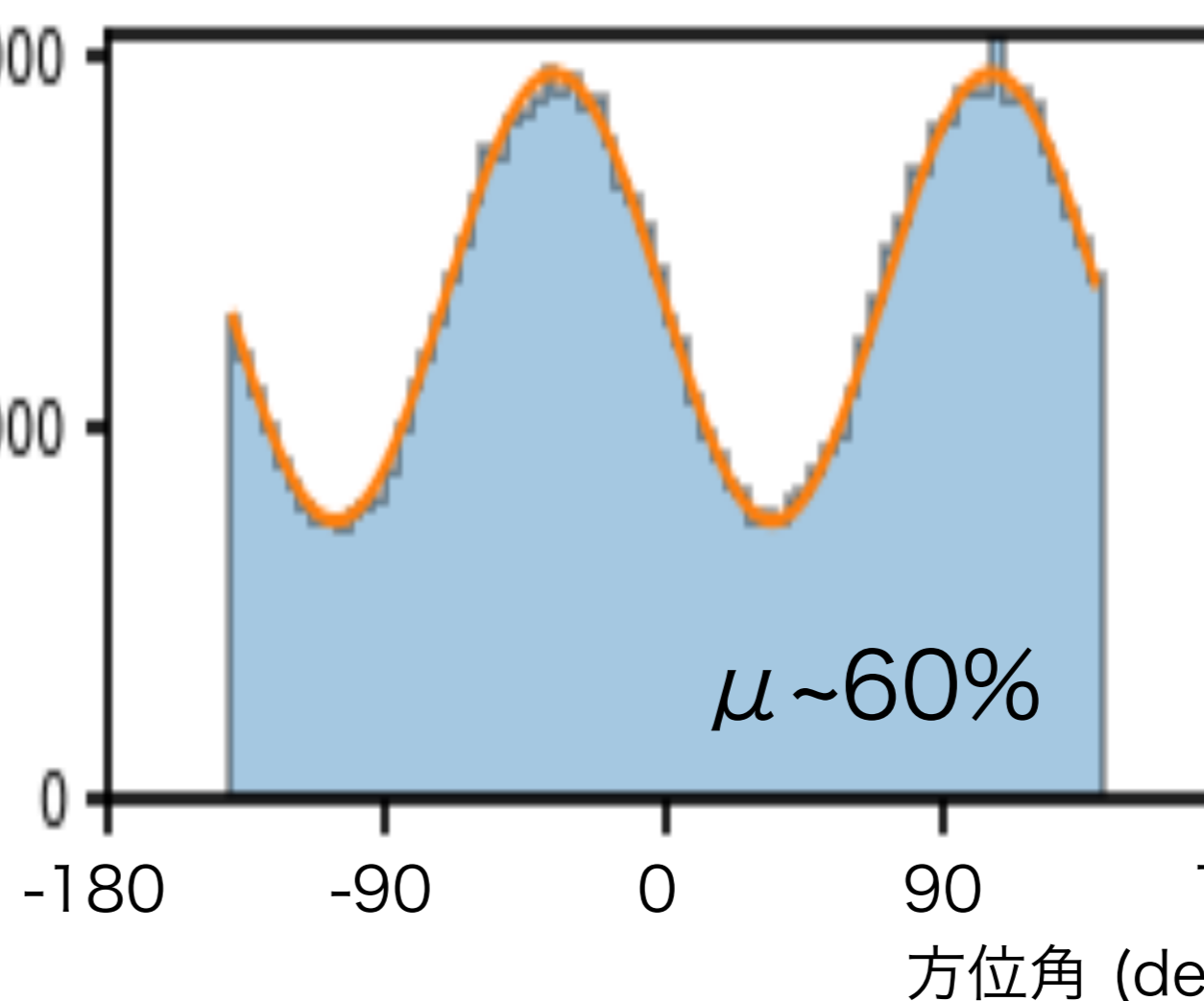
スペクトル



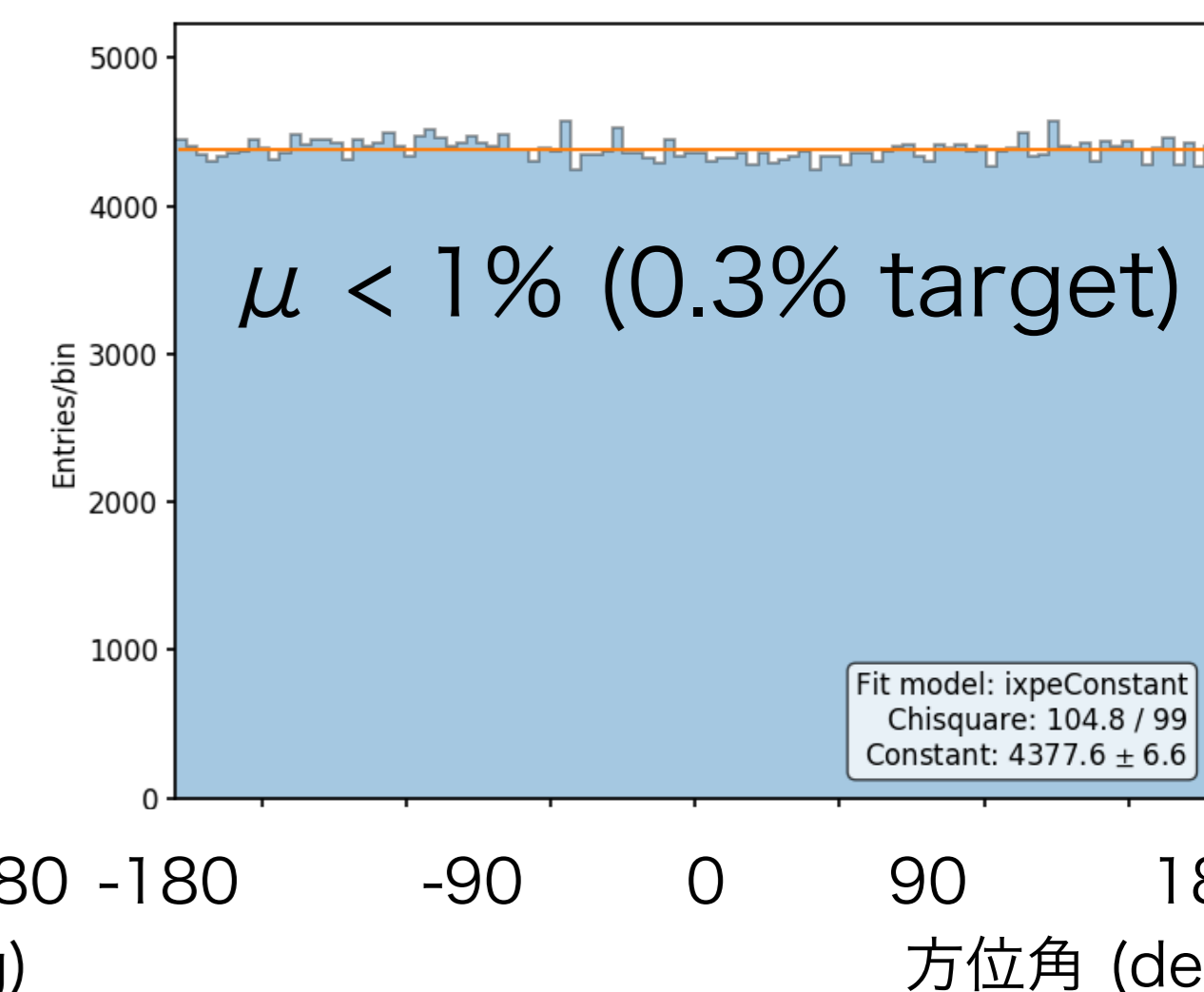
長期安定性テスト



衛星搭載55Fe偏光ソースモジュレーション



55Fe無偏光ソースモジュレーション



5. まとめ

- ✓ IXPEに搭載されるガスピクセル偏光計に使用されるGEMの提供を理研が担当
- ✓ 現在はフライト品製作とスクリーニングを終え、理研でGEM 単体の評価試験、INFN/PisaでEM偏光計の評価試験が進行中
- ✓ 今後、FM偏光計の試験を INFN/Pisa で行って行く予定

参考文献

[1] S.L. O'Dell, et al., Proc. SPIE 106991X (2018)
 [2] Costa, E. et al., Nature 411, 662-665 (2001)
 [3] Bellazzini, R. et al., NIMPA 579, 853-858 (2007)
 [4] Bellazzini, R. et al. NIMPA 566, 552-562 (2006)
 [5] T. Tamagawa et al. NIMA 560, 4128-424 (2006)