

計数型SOIピクセル検出器の 性能評価

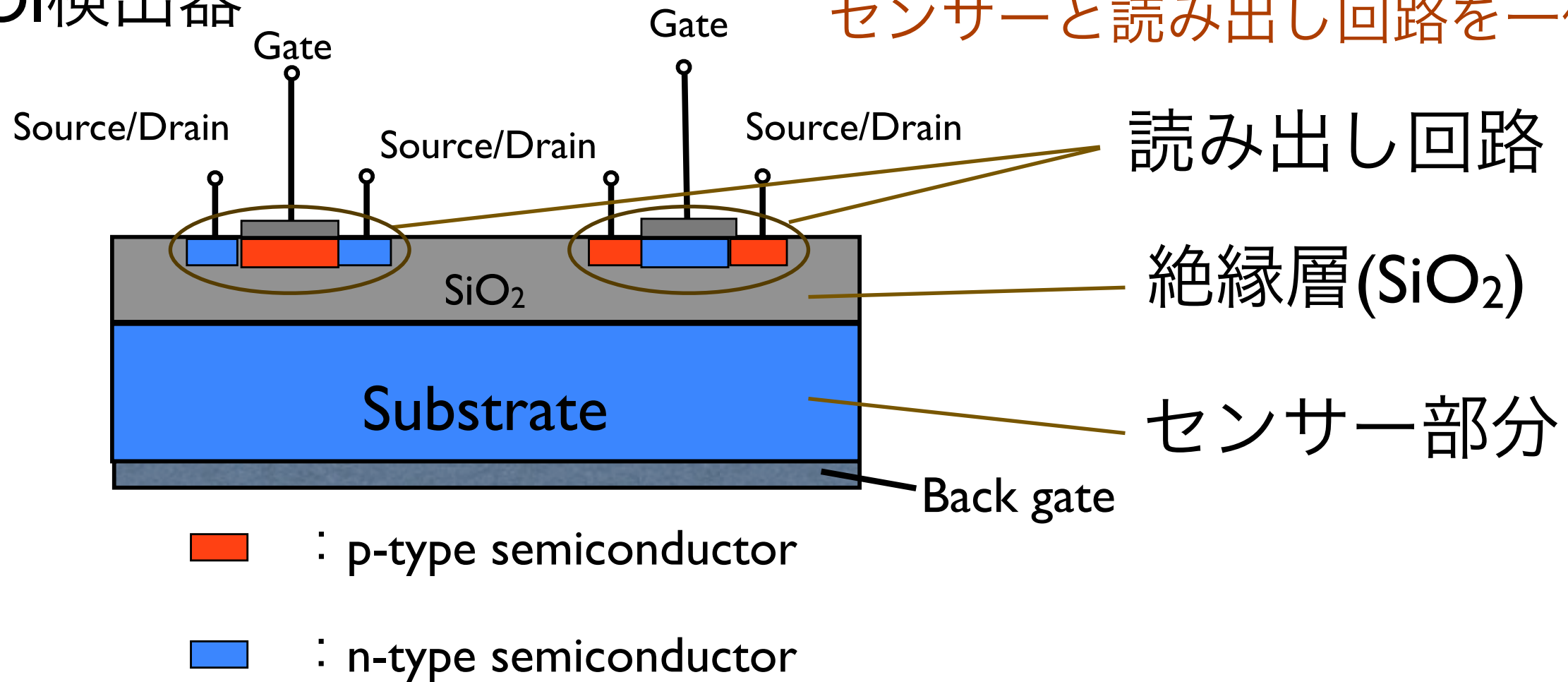
2011/3/25 関西高エネグループ研究発表会

内田 潤 (大阪大学)

SOIPIX検出器

SOI検出器

センサーと読み出し回路を一体化！



SOI検出器の特徴

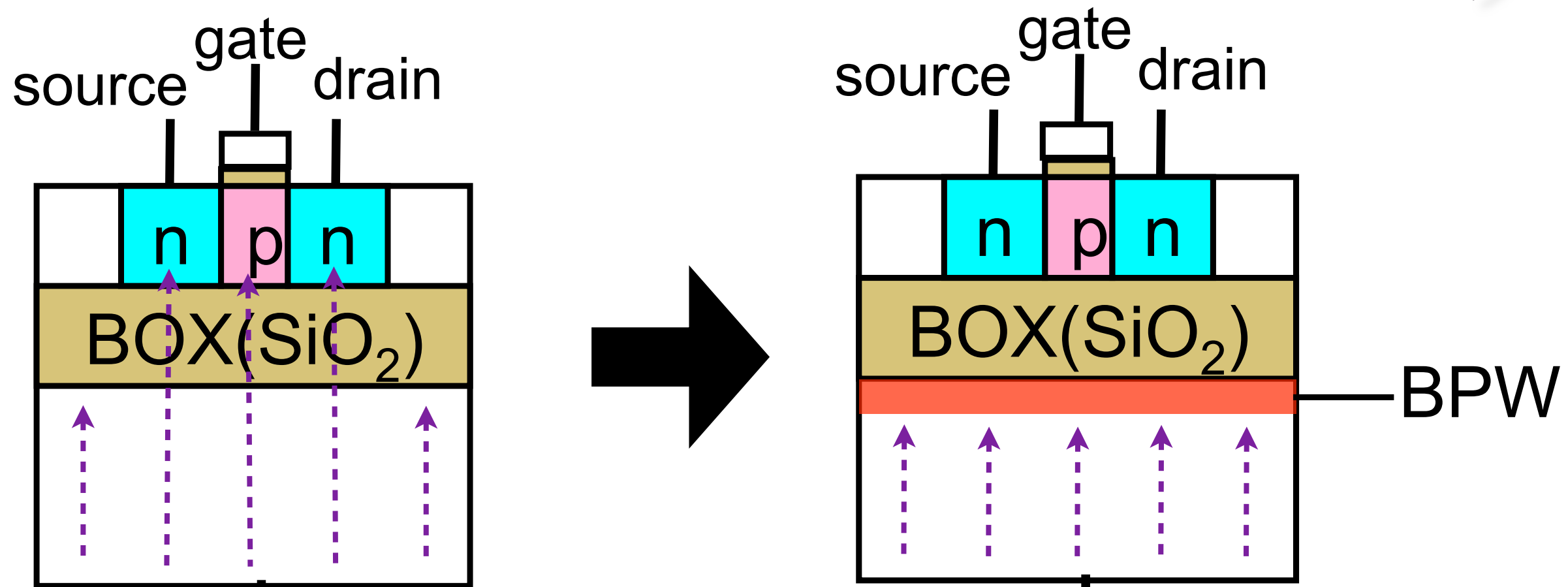
- ・消費電力を小さくできる
- ・読み出しの高速化が可能
- ・バンプボンディングが不要

開発状況

現在は基礎開発段階

バックゲート効果とBPW

- Buried P-Well (BPW)について
 - バックゲート効果を抑えるために導入されたBuried P-Well層



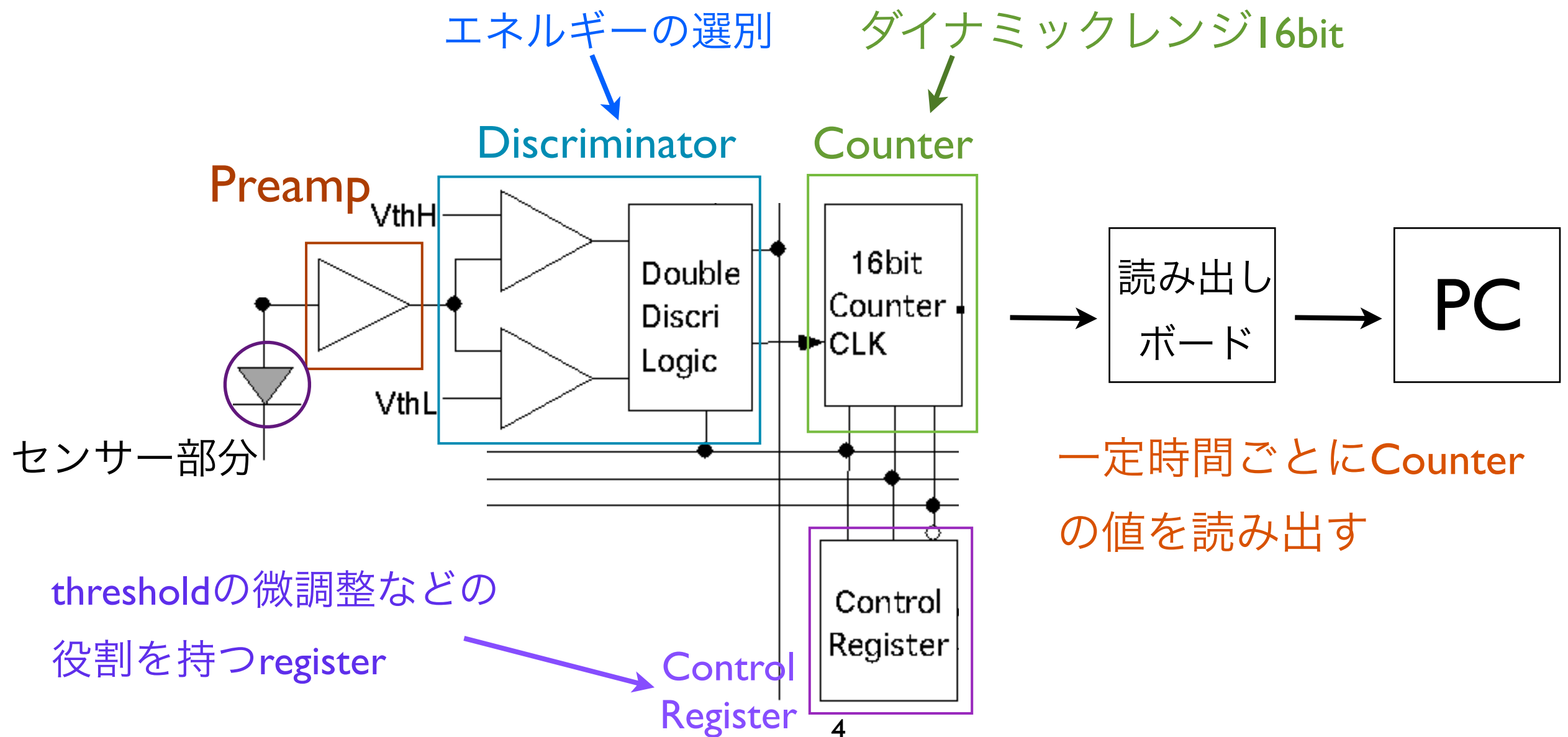
電場がトランジスタの
動作に影響

電場を遮蔽するための
層を追加

計数型SOIPIX検出器

計数型SOIPIX検出器

- ・ 一定時間内にセンサーに入射した粒子のうち、deposit energyがある範囲に収まる粒子の数をカウントするように設計されたSOIPIX検出器
- ・ 主な応用例はX線の強度測定



計数型SOPIX検出器

これまでに確認されていること

可視光に対する反応、X線に対する反応...

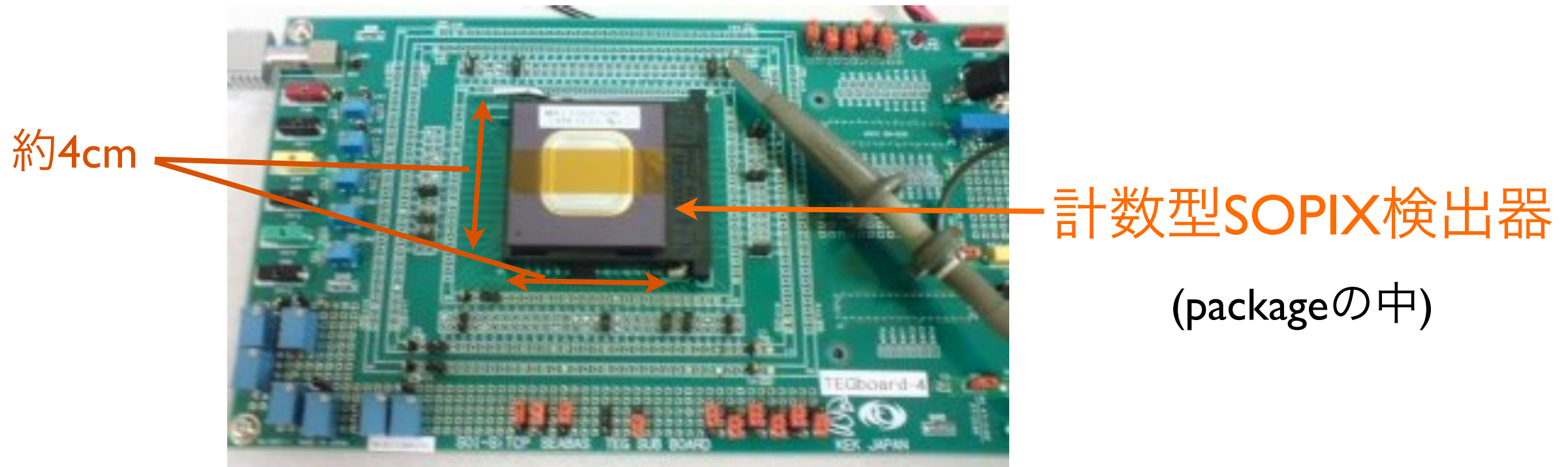
ただし

系統的な検証はされていない

本研究では

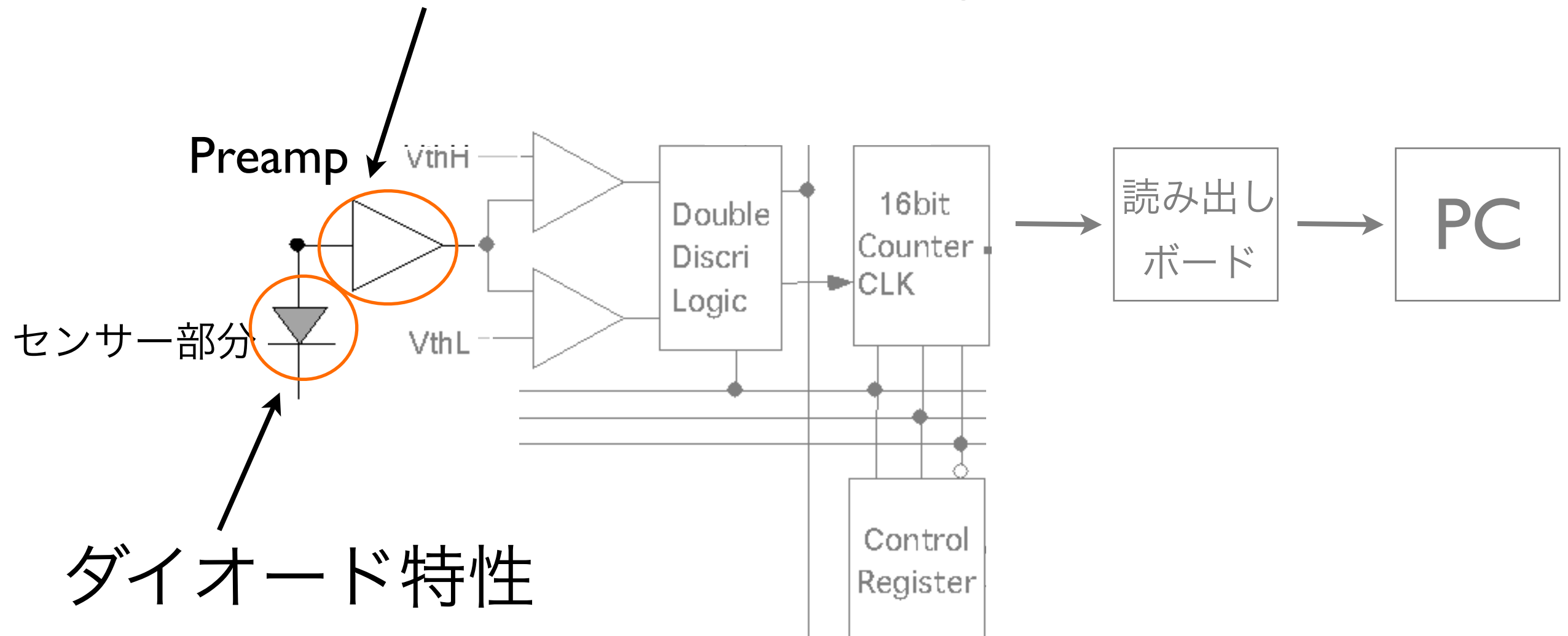
プロトタイプ検出器を利用して

アナログ特性の評価および動作試験を行った



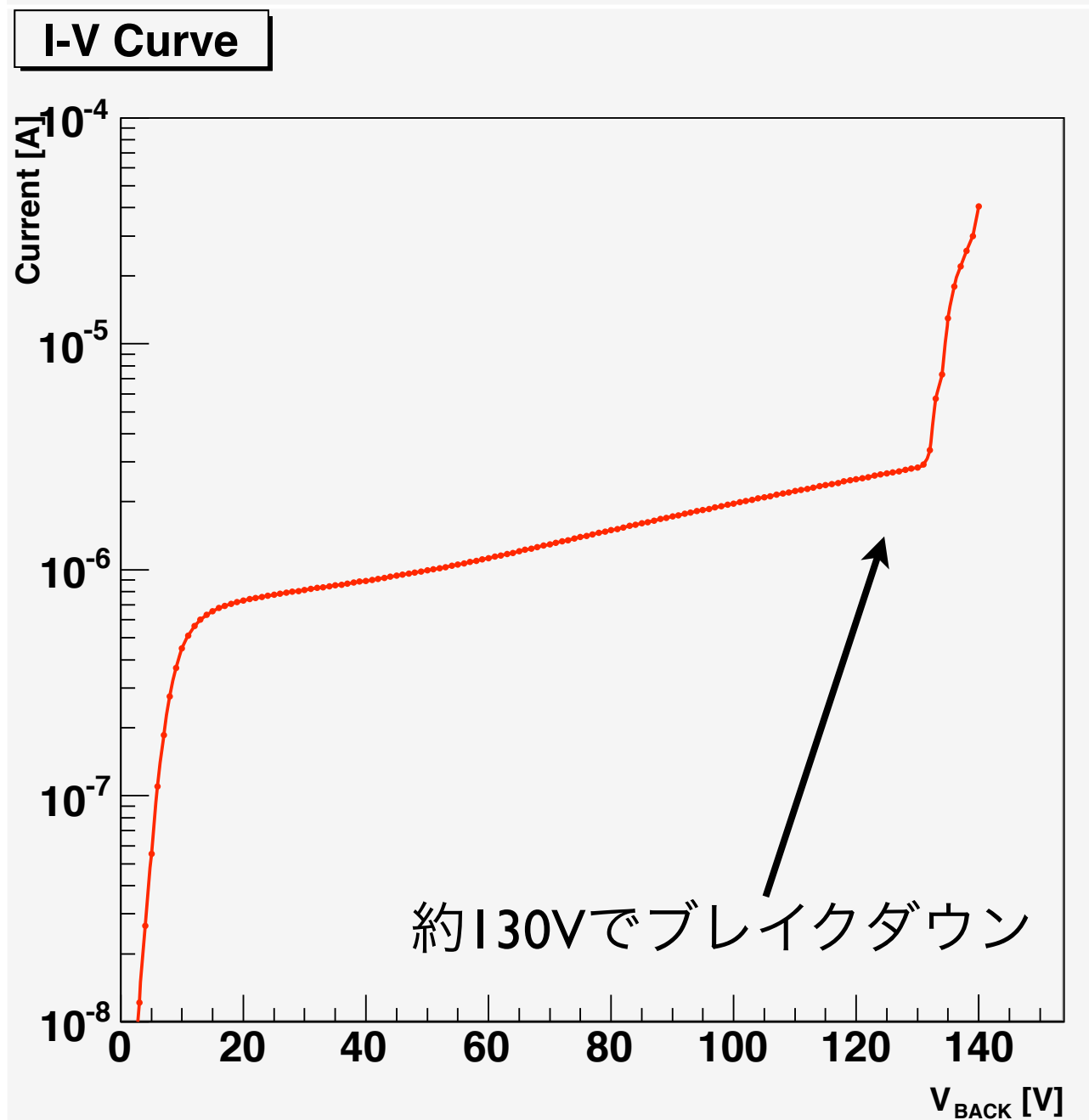
アナログ特性の評価

パラメータ調整、gainの測定



アナログ特性の評価

- センサー部のダイオード特性の測定



センサー部に逆バイアス電圧(V_{BACK})をかけ、流れる電流を測定

測定にはKEITHLEY

SourceMeter2612Aを使用

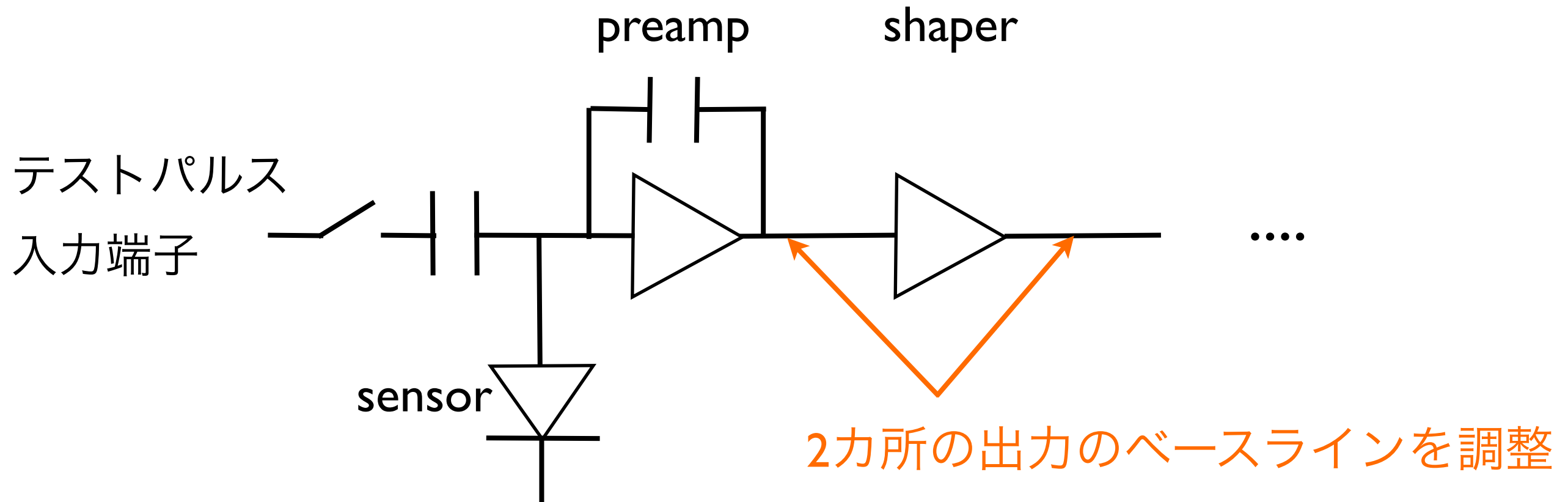
良いダイオード特性を示している

全空乏化のためには約300V必要

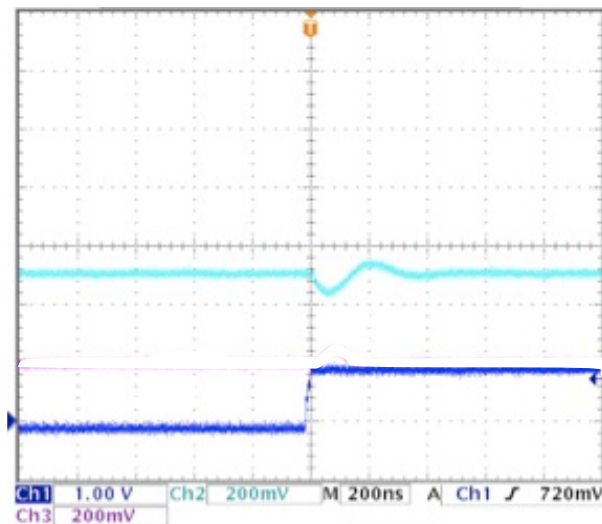
- ・ 比抵抗値の高いセンサーの使用
- ・ ブレイクダウン電圧をより高くできるような設計

アナログ特性の評価

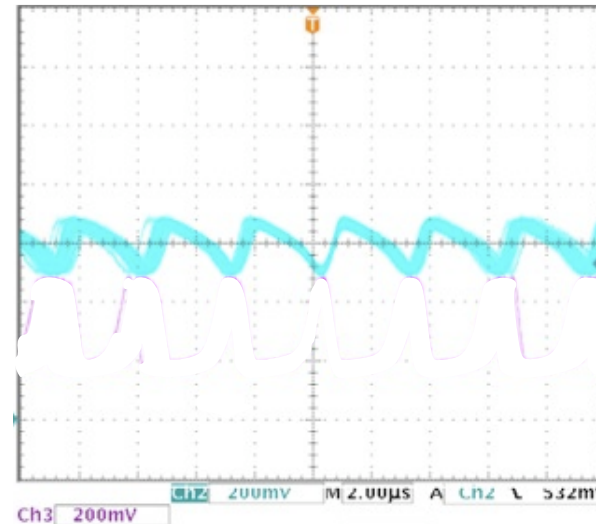
- アナログ回路のパラメータ調整



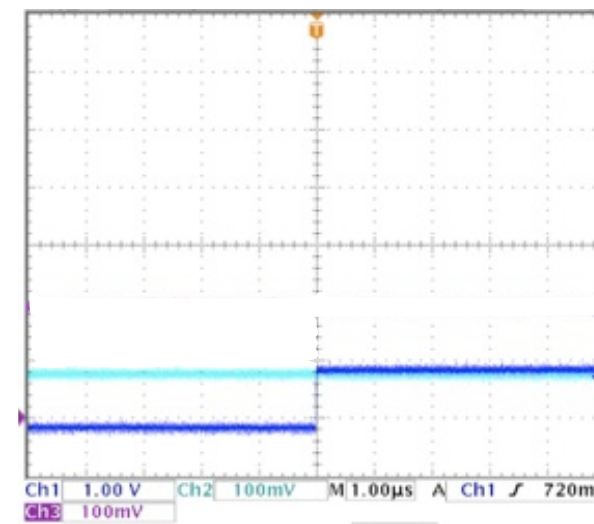
テストパルスに反応



発振



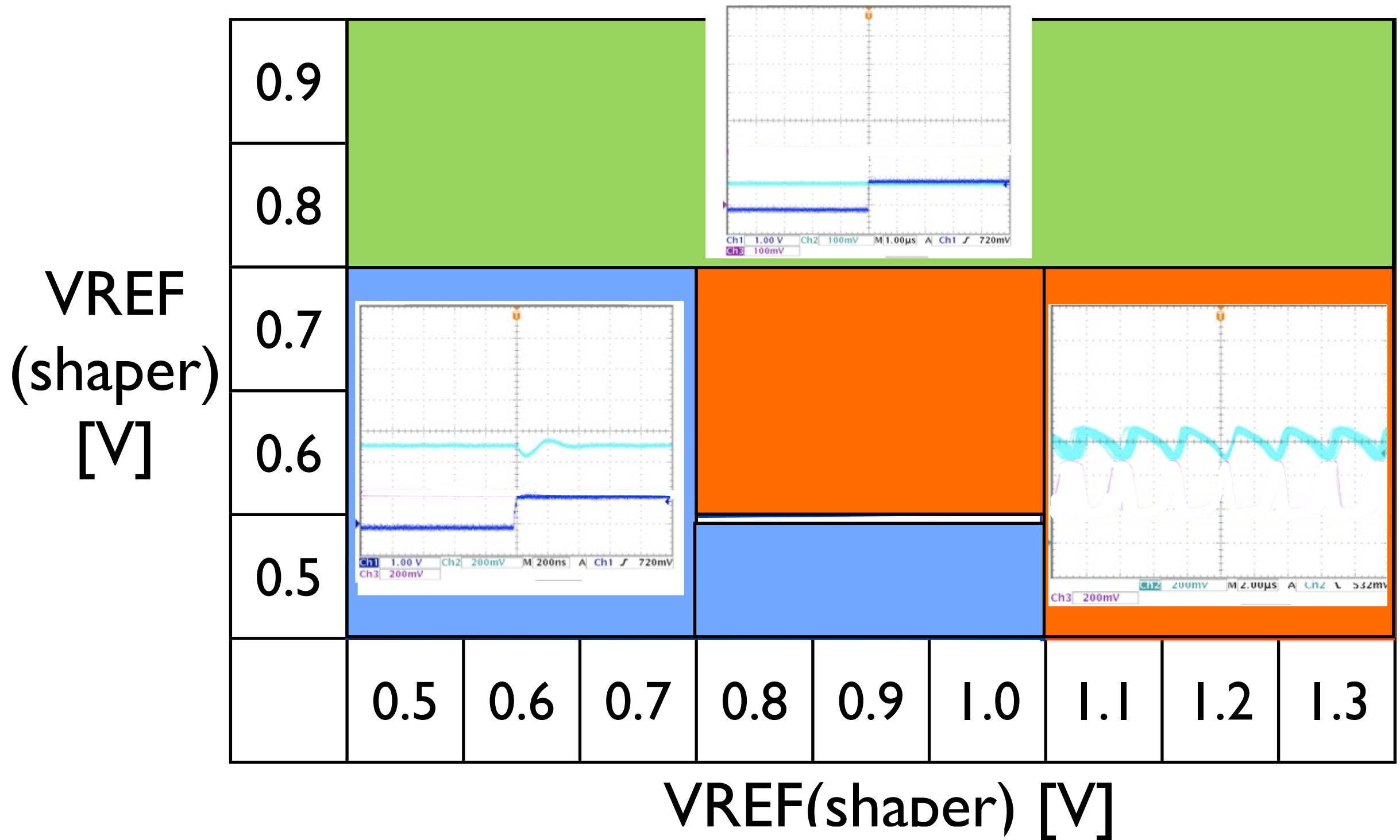
反応無し



— preamp出力
— テストパルス
入力波形

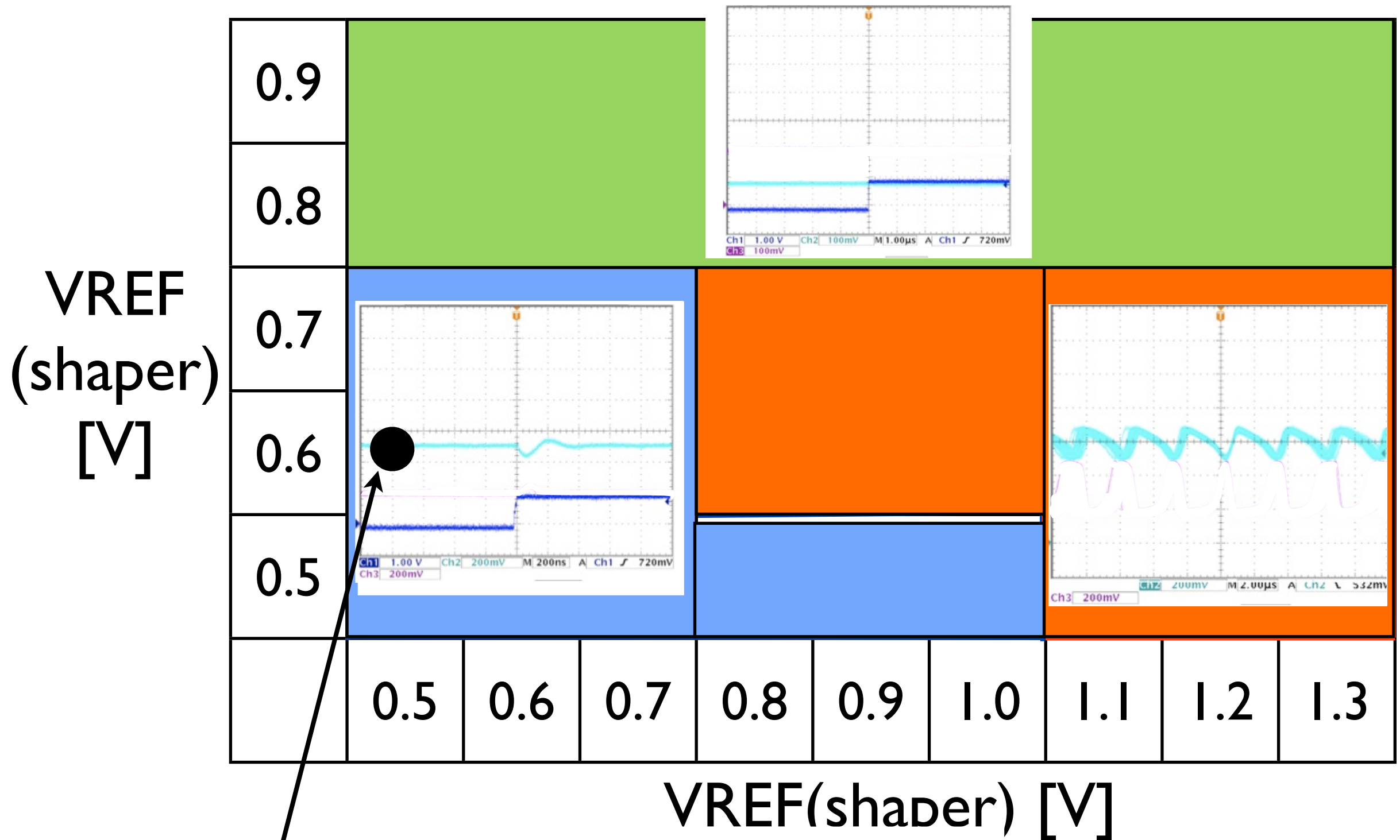
アナログ特性の評価

- アナログ回路のパラメータ調整：結果



アナログ特性の評価

- アナログ回路のパラメータ調整：結果



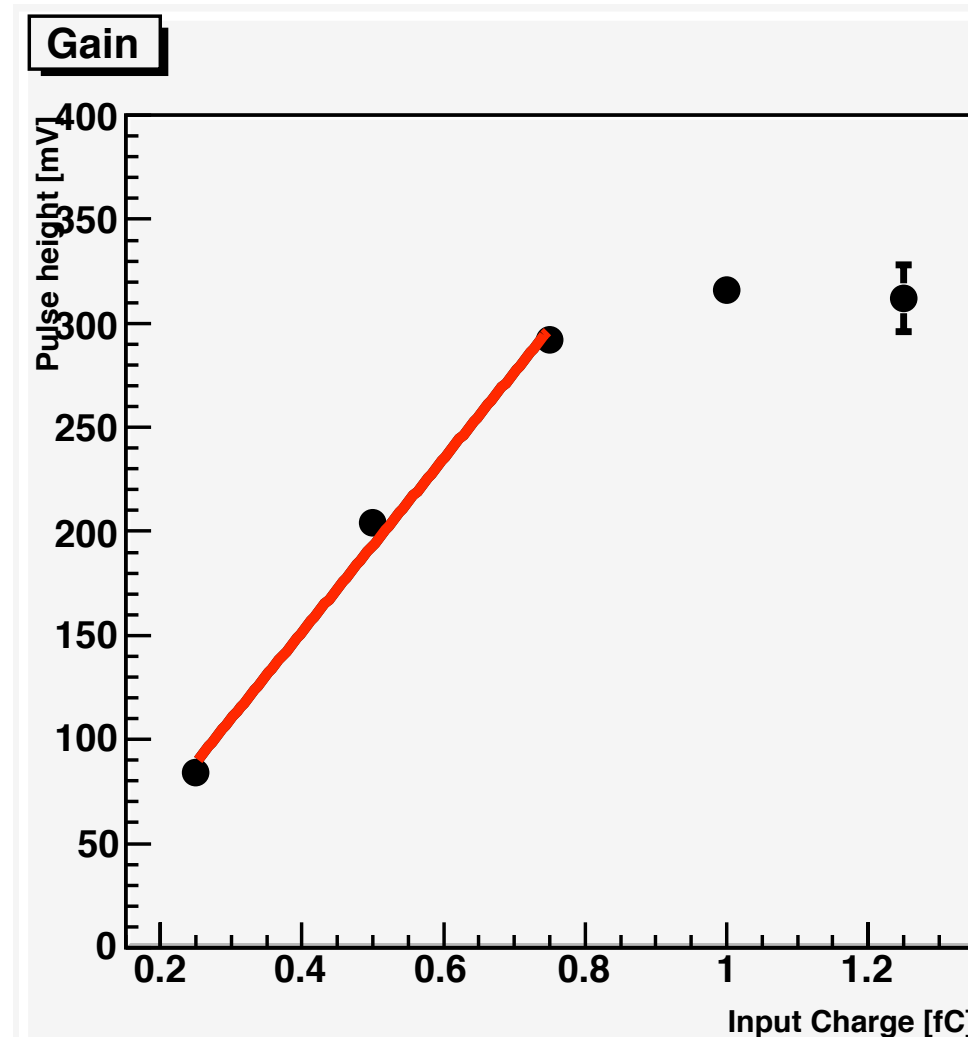
以降この値を採用

アナログ特性の評価

- 回路部のpreampのgainの測定
 - preampにテストパルスを入力し、出力の波高を測定

結果

preamp出力
の波高



入力電荷量

赤線はfit直線

gainの値は (262 ± 47) mV/fC
(設計値は142 mV/fC)

設計値より有為に大きい

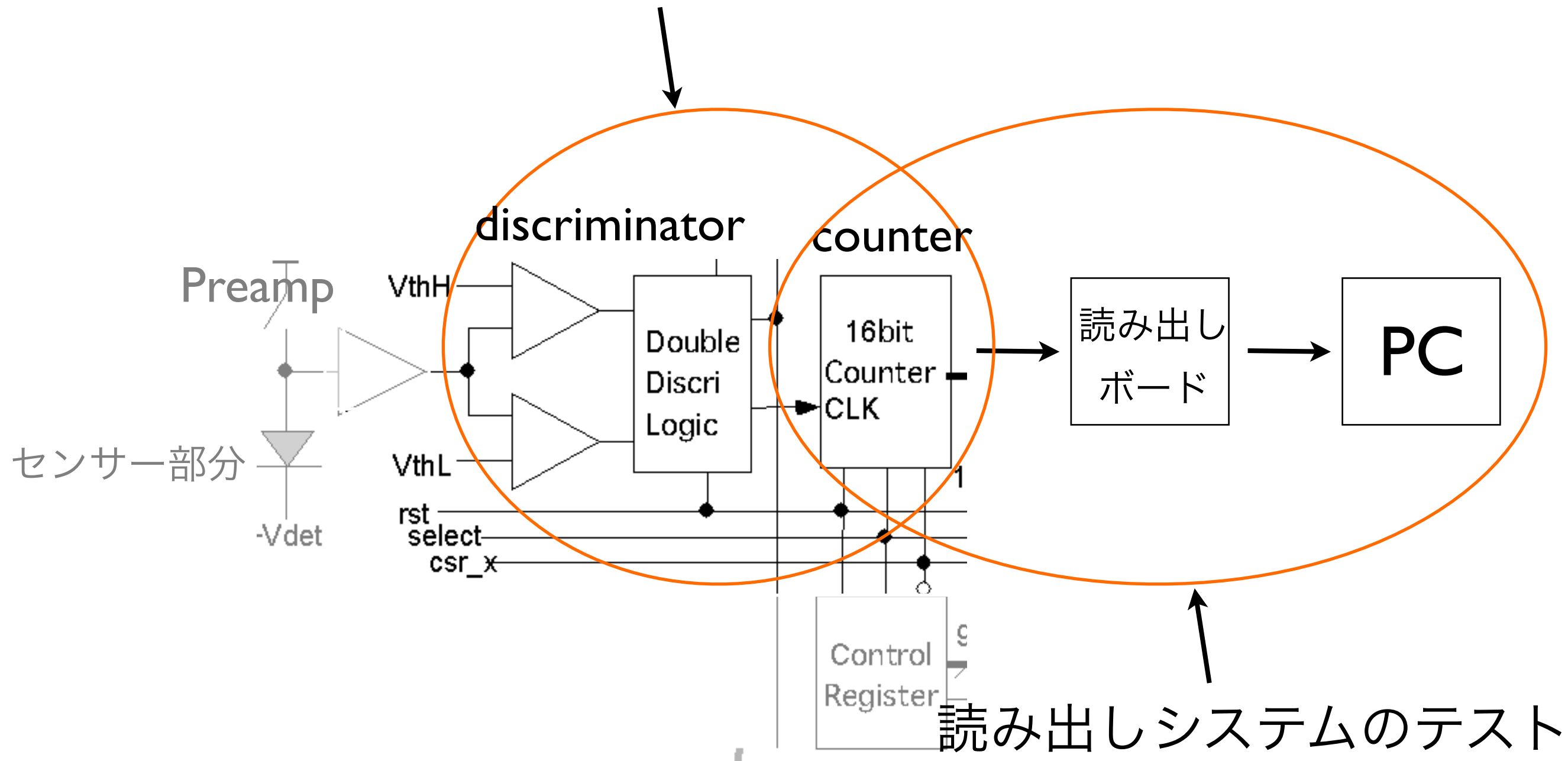


要検証

動作試験

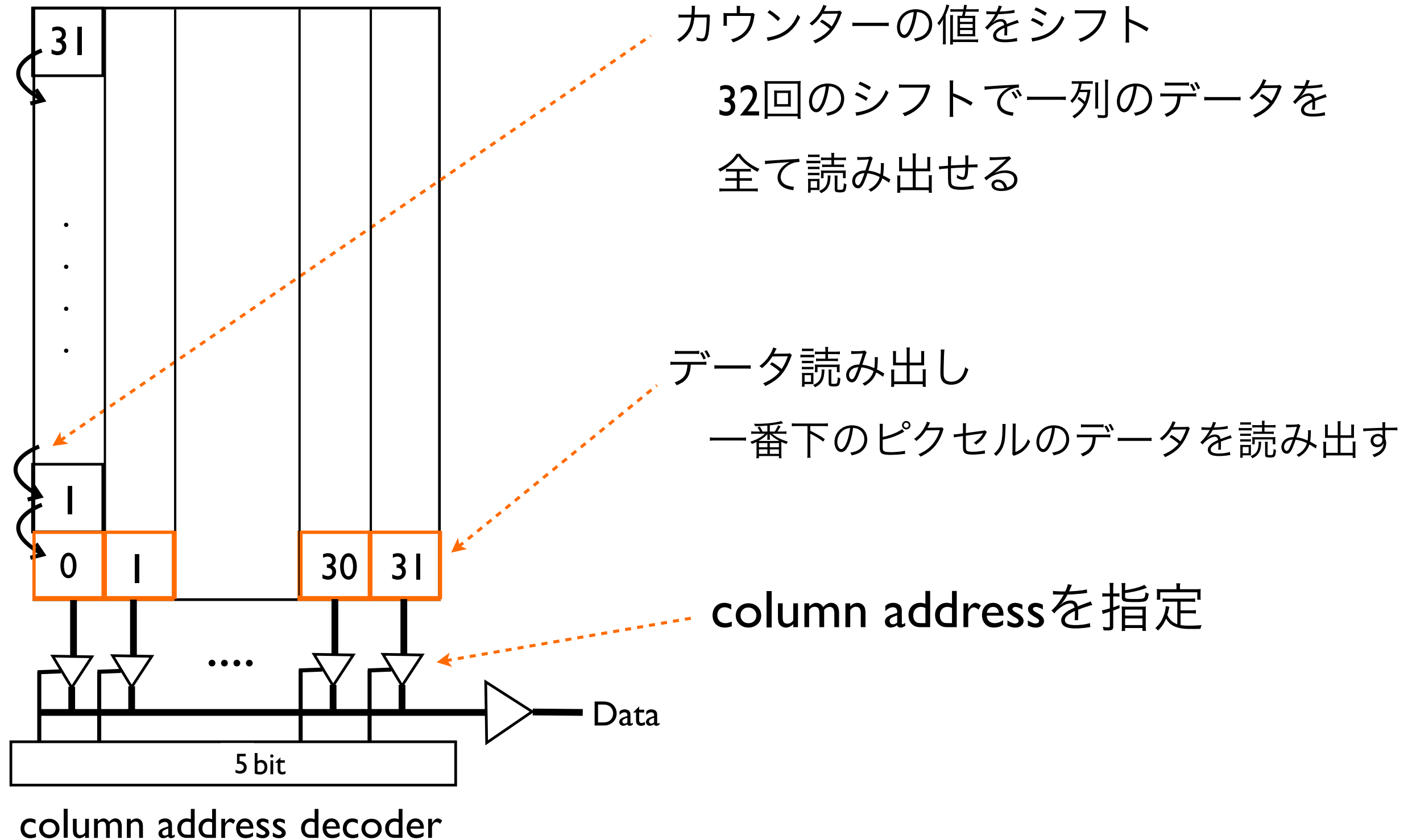
- データの読み出し

カウンターの動作テスト



動作試験

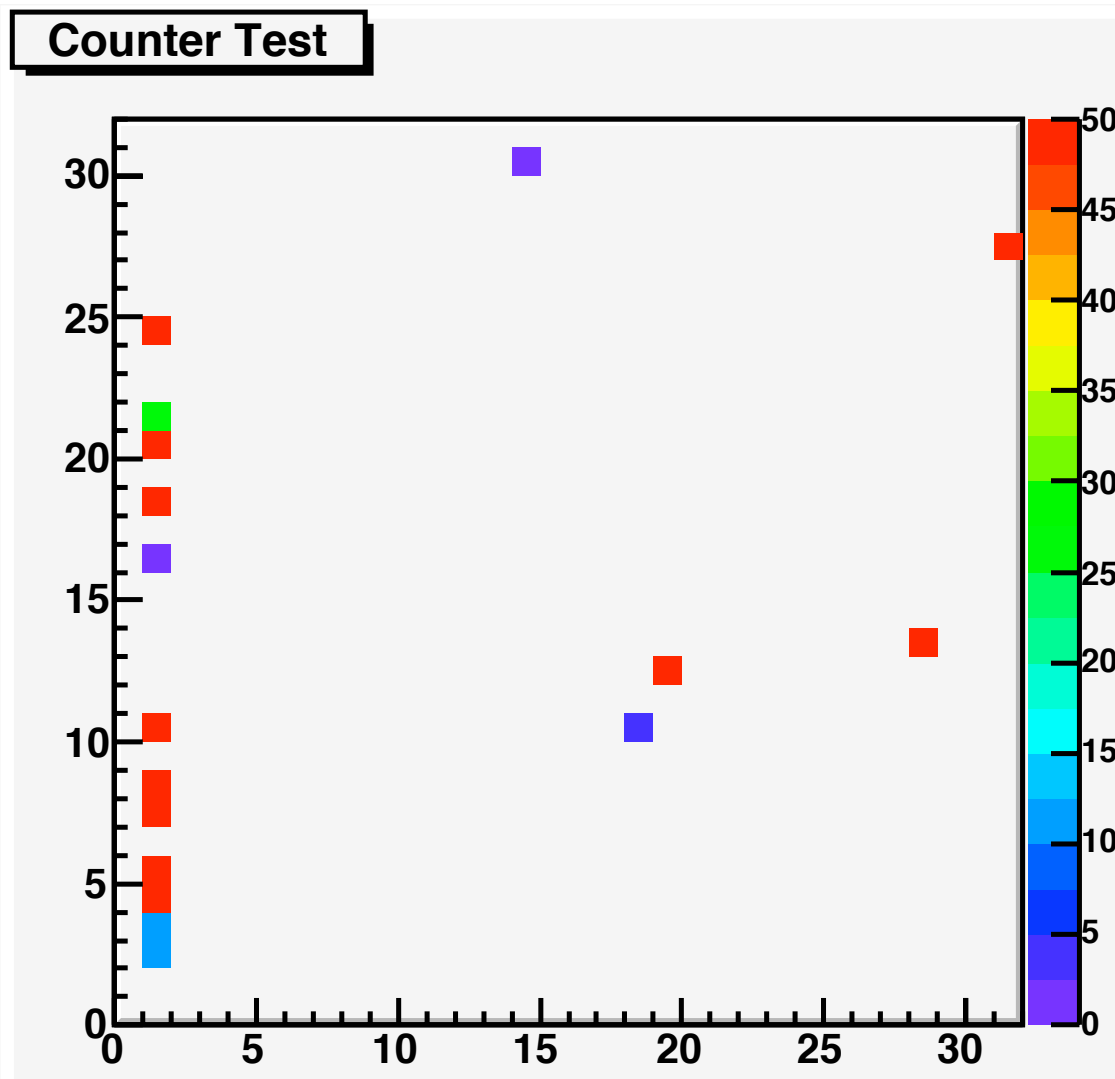
- データの読み出し



動作試験

- カウンターの動作テスト
 - テストパルス入力回数とカウンター出力の比較

結果



各ピクセルが「90」を
出力しなかった回数をヒストグラム化

50回のうち1回でも90を出力しなかつ
たピクセル：17個(全体の1.7%)

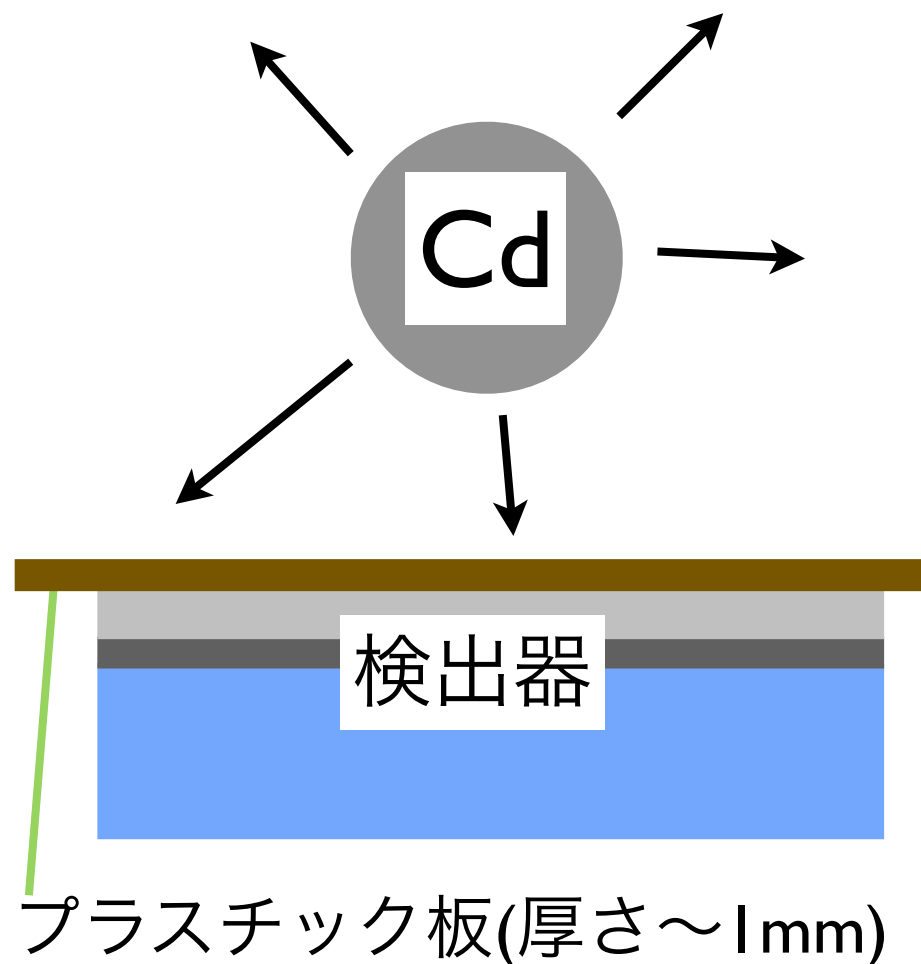
イメージングには問題無し

1回も90を出力しなかったピクセルがある
解析が必要な場合には扱いに注意が必要

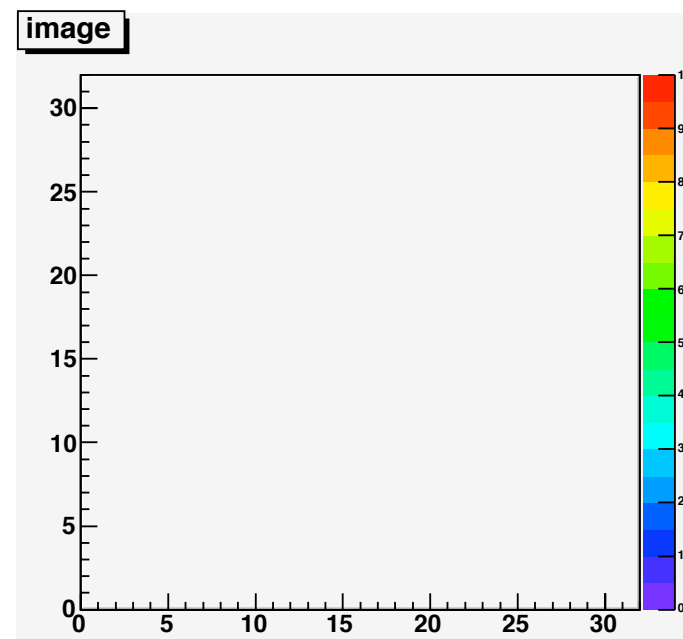
動作試験

- β 線に対する応答の確認
 - 放射線源：Cd(109)

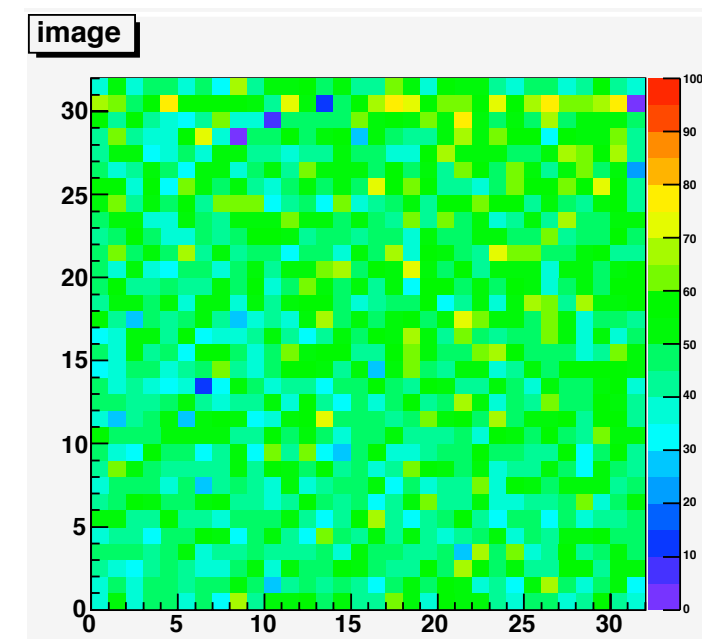
線源はプラスチック板
の上に置いた



線源なし



線源あり



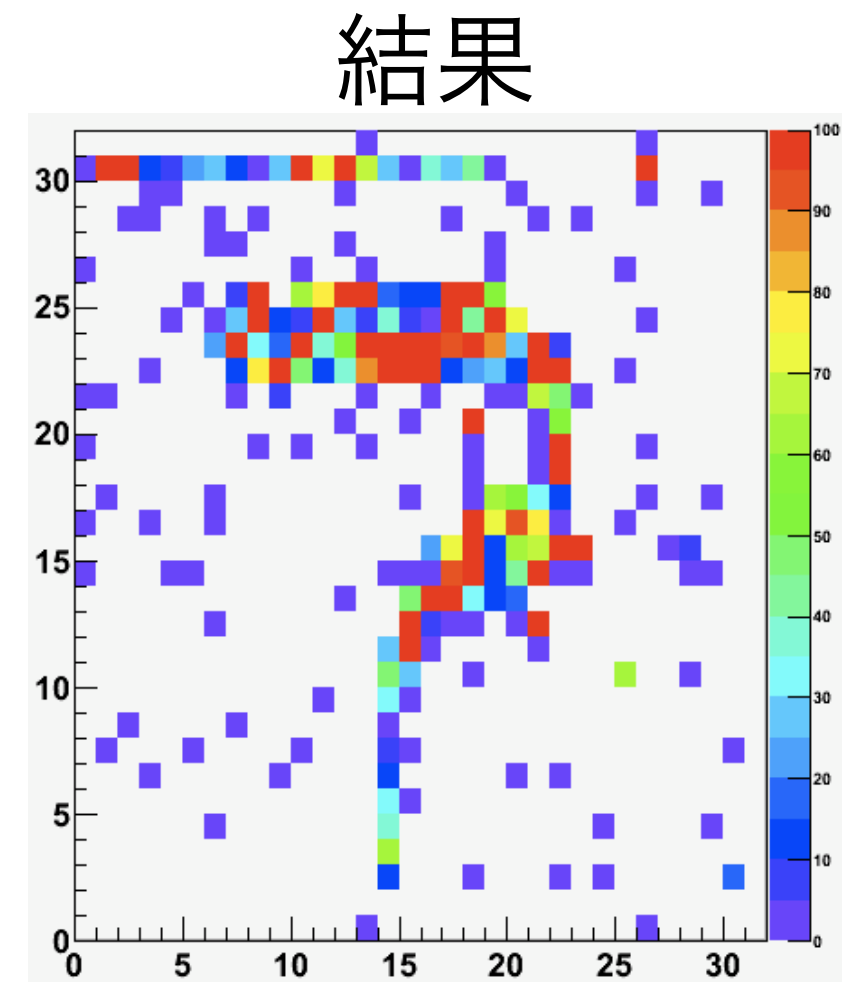
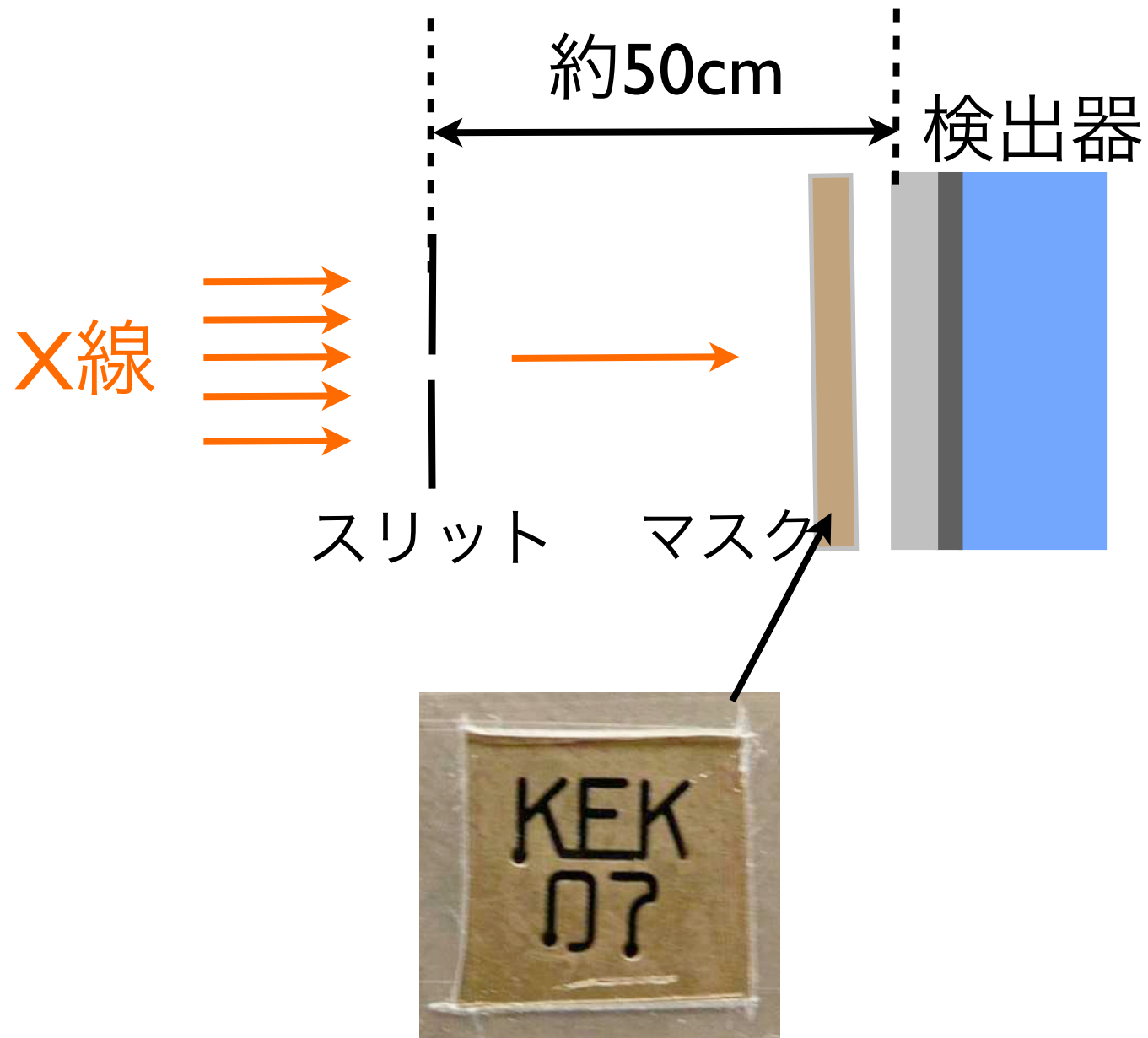
有為な差を確認

実はCd線源からは β 線に加えて γ 線も出る

β 線もしくは γ 線に
反応していることは確実

動作試験

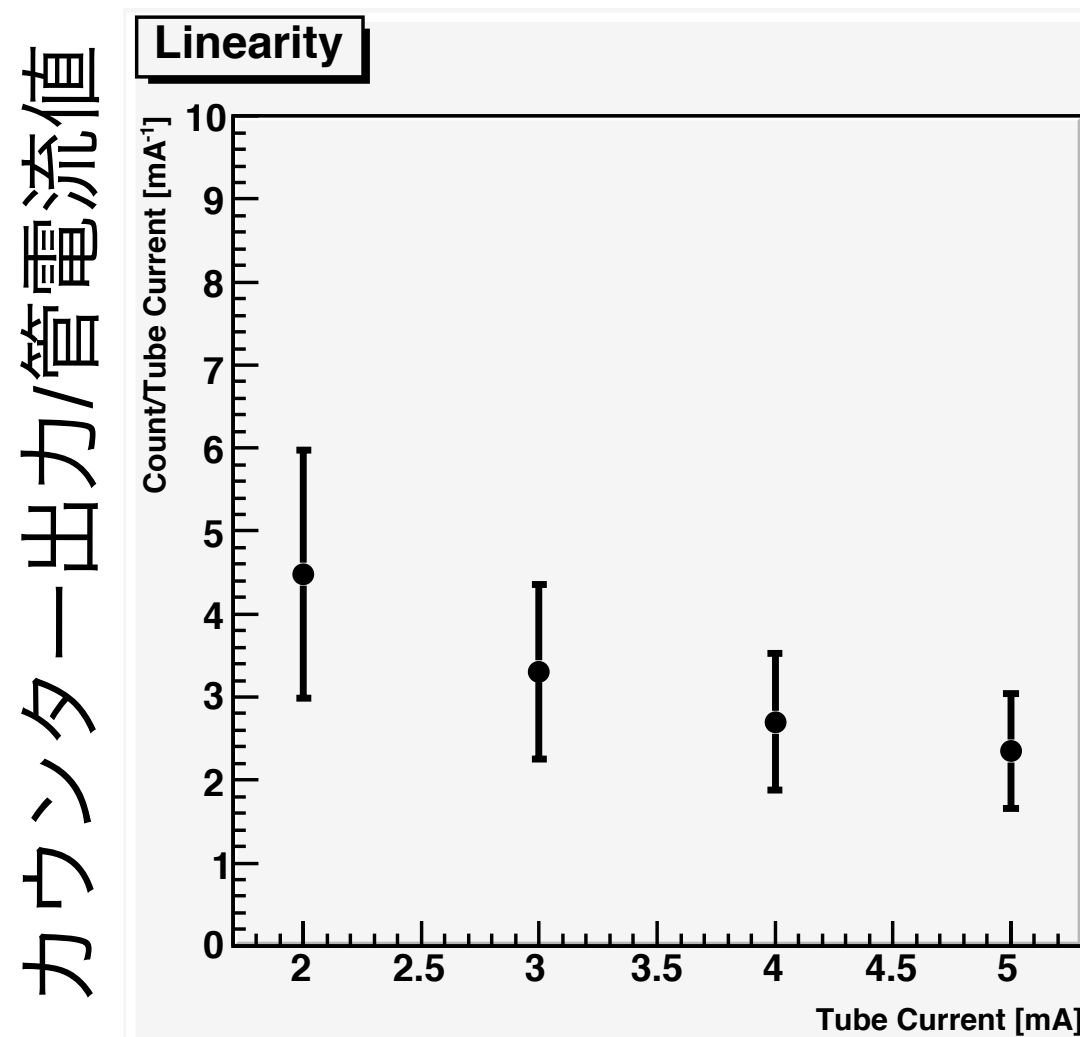
- X線に対する応答の確認
- 真鍮製のマスク越しにX線を照射
- 計数時間：10ms



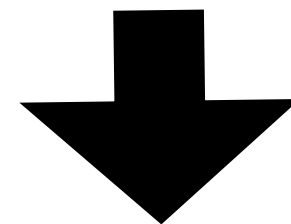
X線に反応

動作試験

- X線の強度とカウンター出力の関係
 - カウンター出力の管電流依存性



- カウンター出力と管電流の値は比例関係にある
- X線の強度 $\propto$ 管電流の値

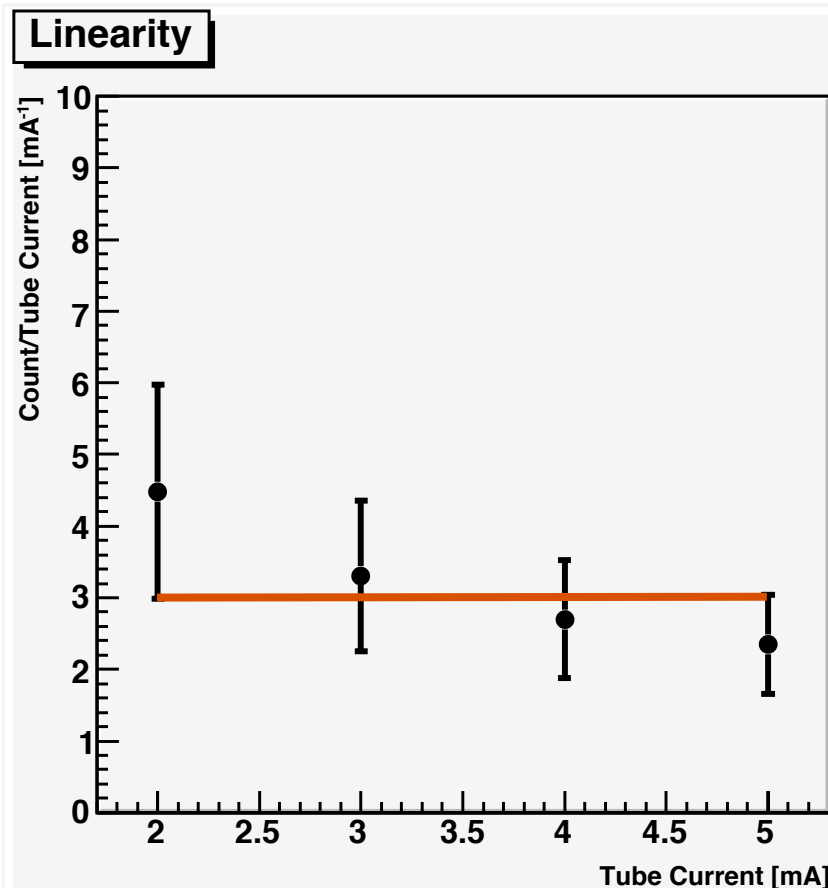


カウンタ出力はX線の強度に比例

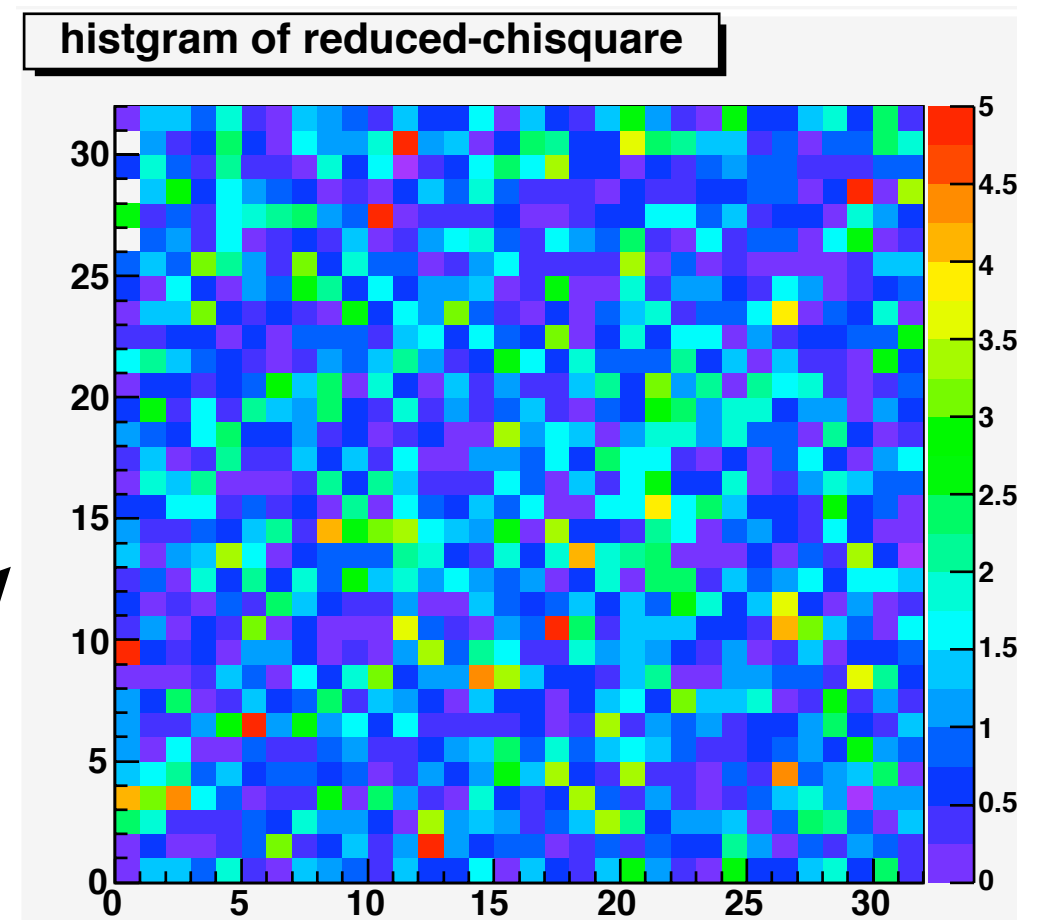
動作試験

- X線の強度とカウンター出力の関係
- カウンター出力と管電流の間の線形性

$y=C(\text{定数})$ でfit



fittingの χ^2/ndf の値を
ピクセルごとに求めた



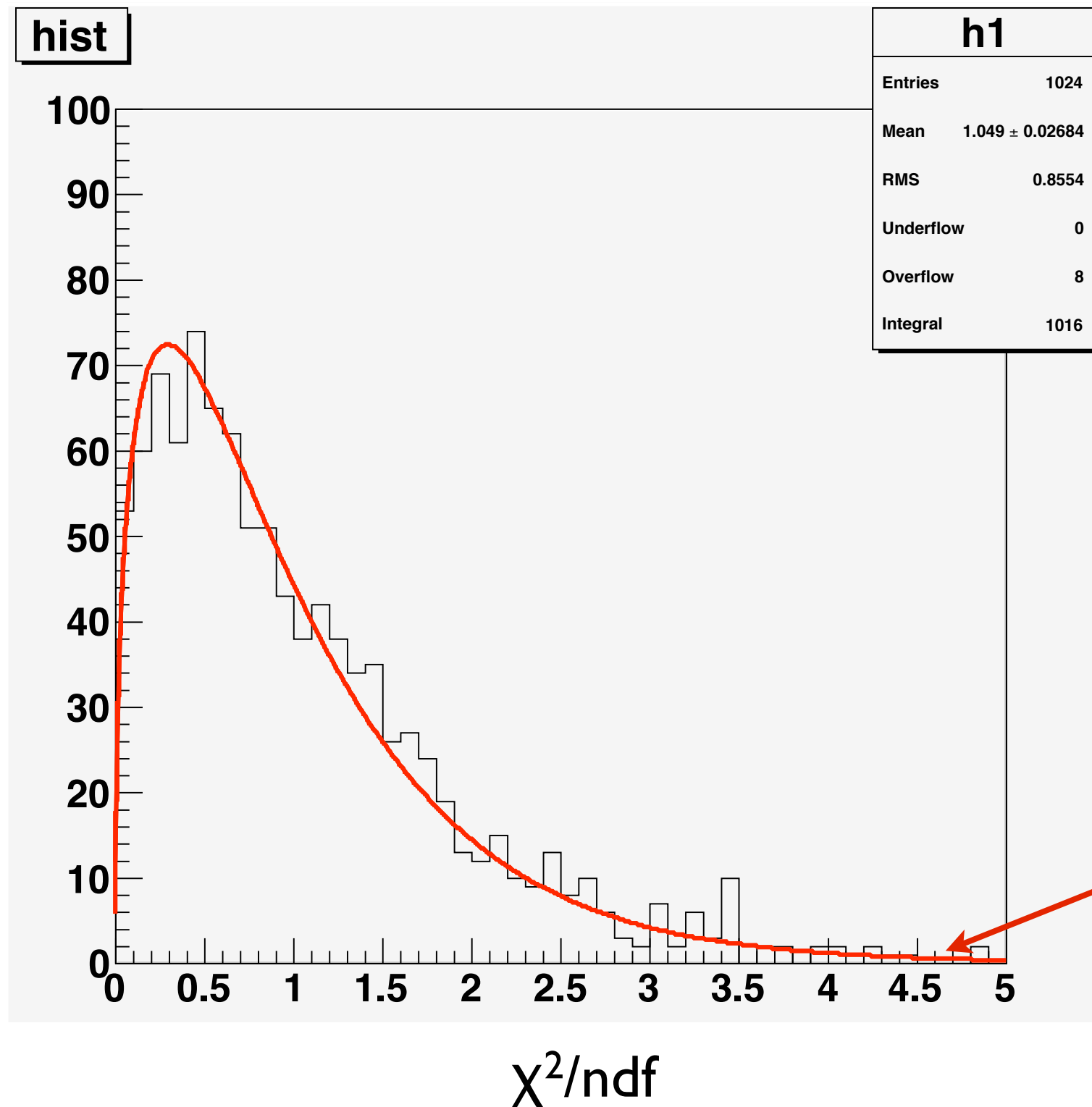
ばらつきが見られる

ピクセルの個性？

統計？

動作試験

- 自由度3の χ^2/ndf 分布と比較



自由度3の χ^2/ndf の分布と
良く合っている

自由度3の χ^2/ndf の分布

Summary

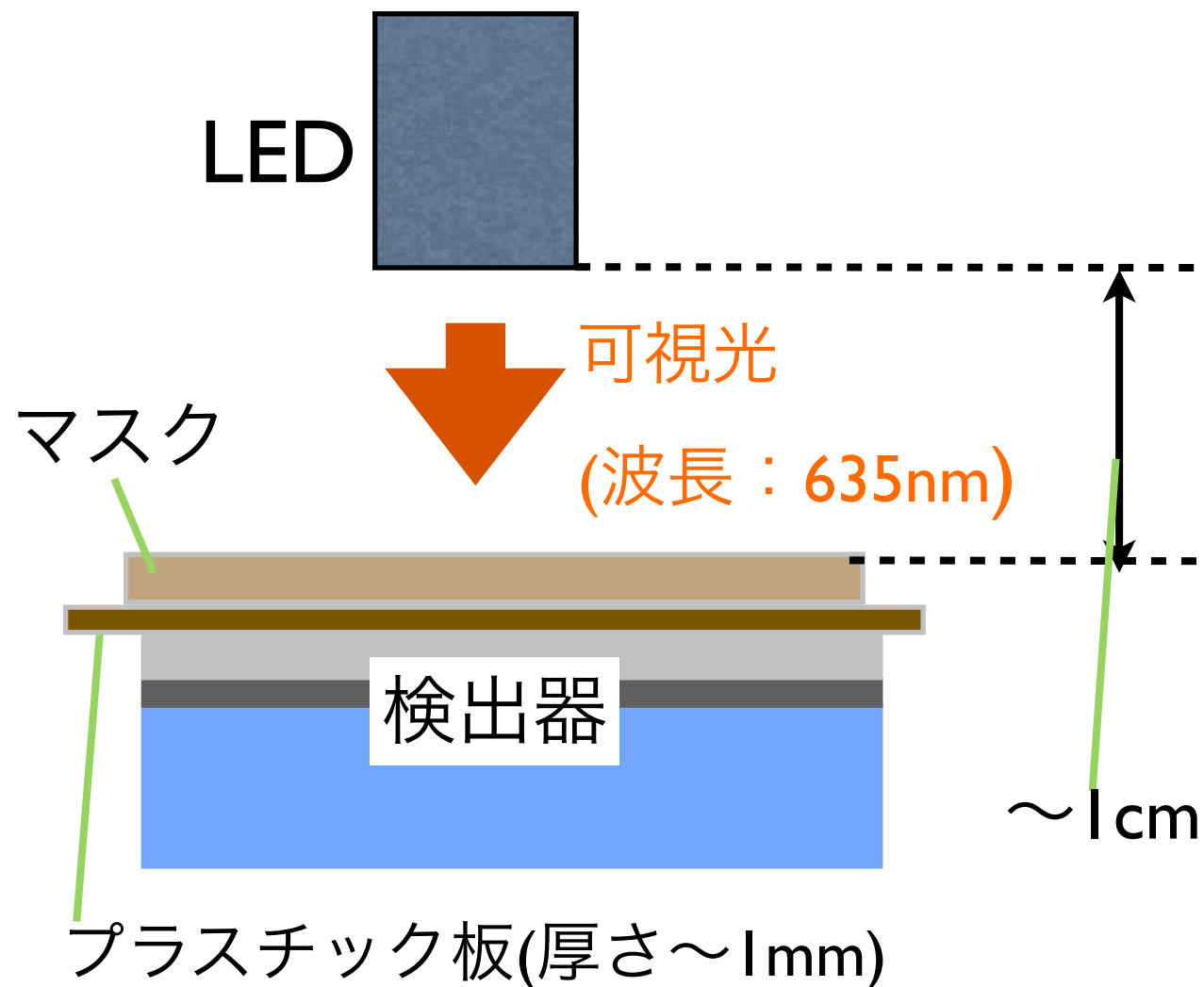
- 計数型SOIPIX検出器の性能評価を行った
 - アナログ特性の検証、動作試験
- アナログ特性の検証
 - センサー部のダイオード特性は良好
 - preampがテストパルスに反応する条件を確認
 - preampのgainの測定値が設計値より大きい
- 動作試験
 - β 線(または γ 線)、X線に対して反応していることを確認
 - X線照射時のカウンター出力は管電流の値に比例

backup

動作試験

- 可視光に対する応答の確認
 - 真鍮製のマスク越しにLEDを照射

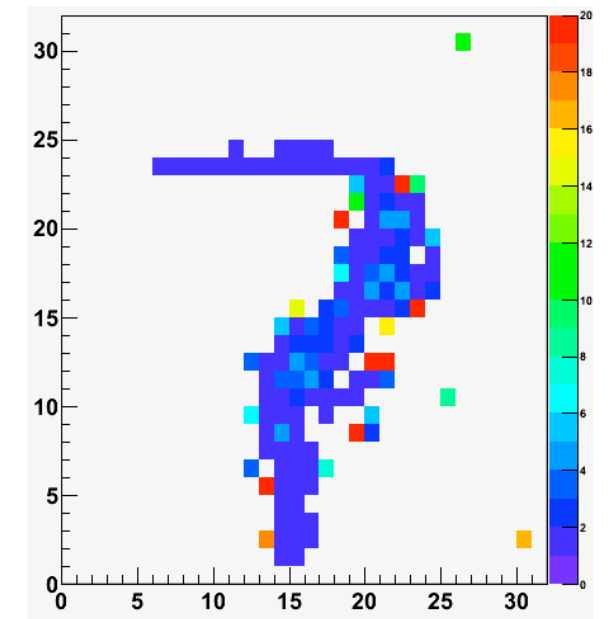
セットアップ



マスク



照射結果



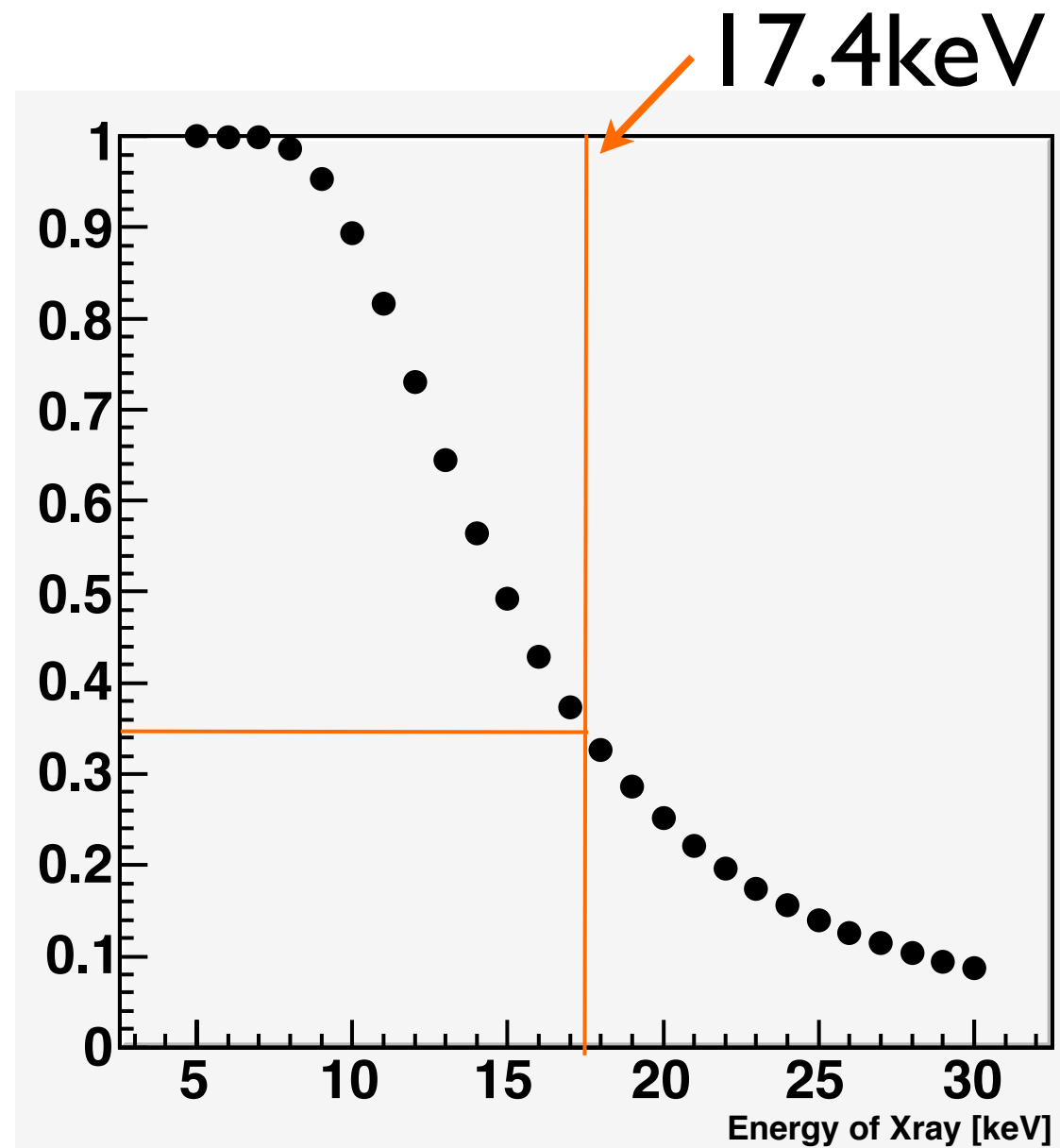
可視光に反応

Cd線源から放出される放射線

種類	エネルギー [MeV]	放出確率 [%]
β 線	0.063	41
β 線	0.084	45
β 線	0.087	9
γ 線	0.088	3.6

X線とセンサーの反応確率

センサーと
反応する割合



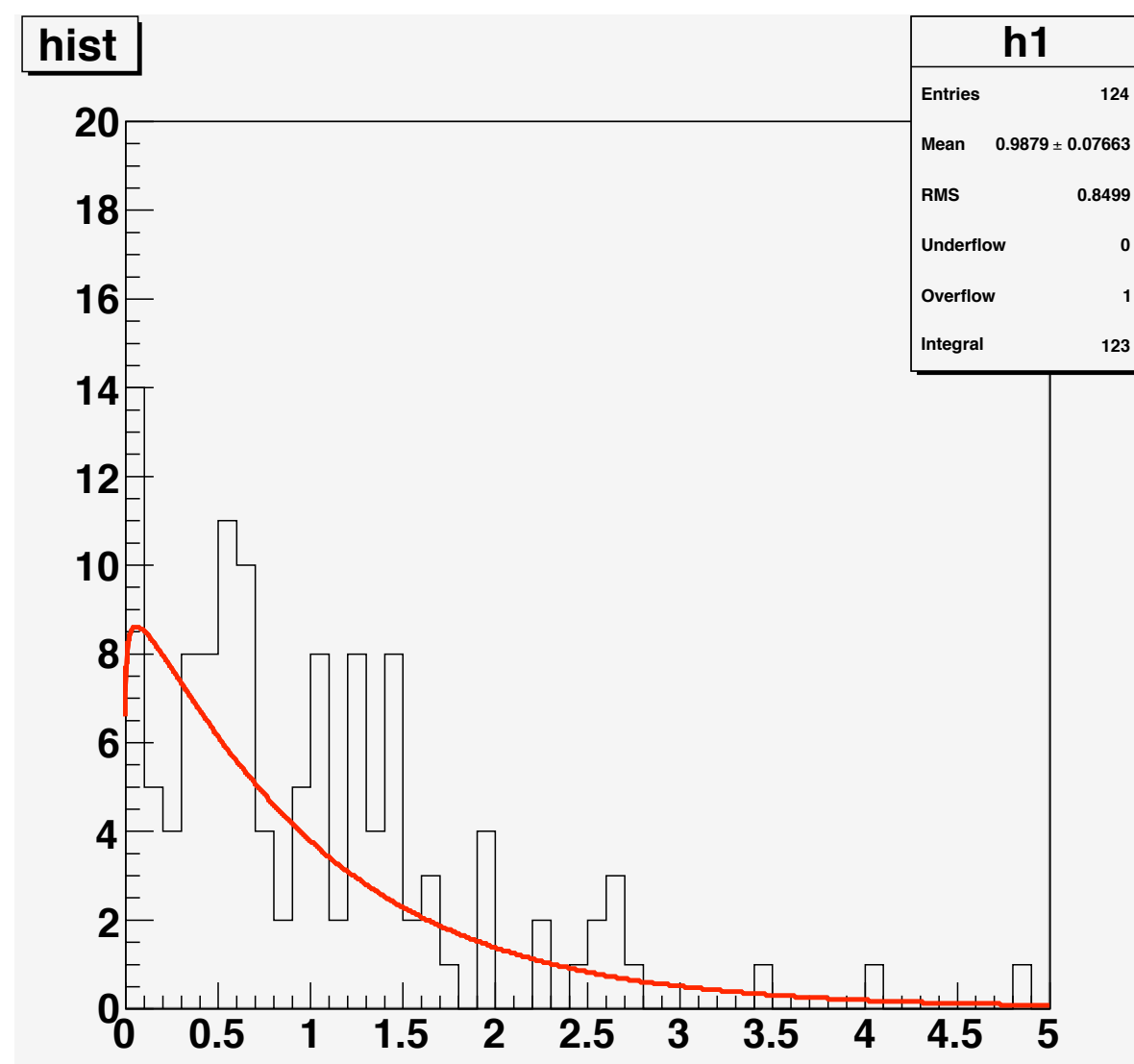
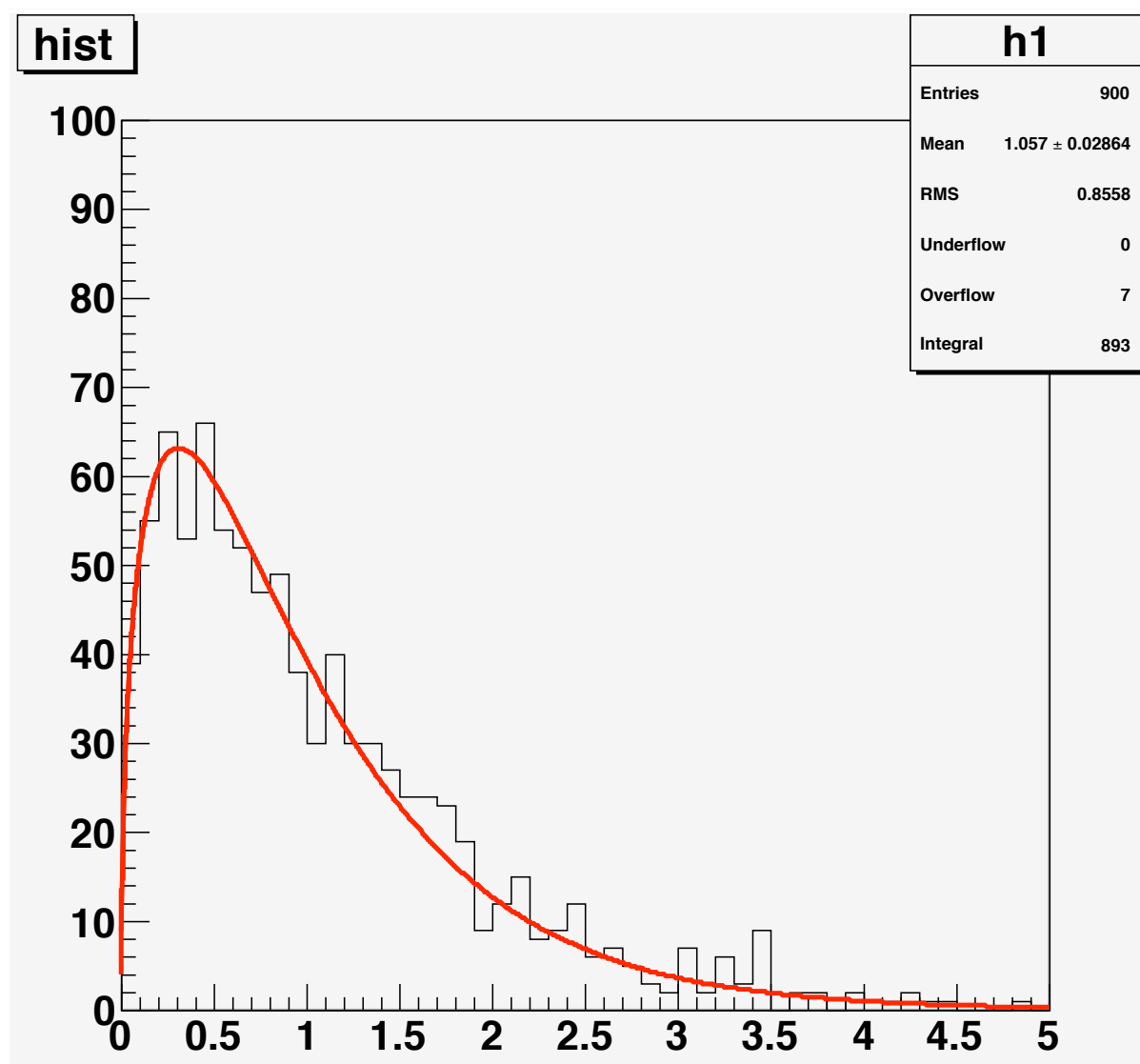
ターゲット：Mo

X線のエネルギー：17.4keV

X線のエネルギー [keV]

動作試験

- ピクセルの位置と χ^2/ndf



動作試験

20イベント分のカウント数の合計

