

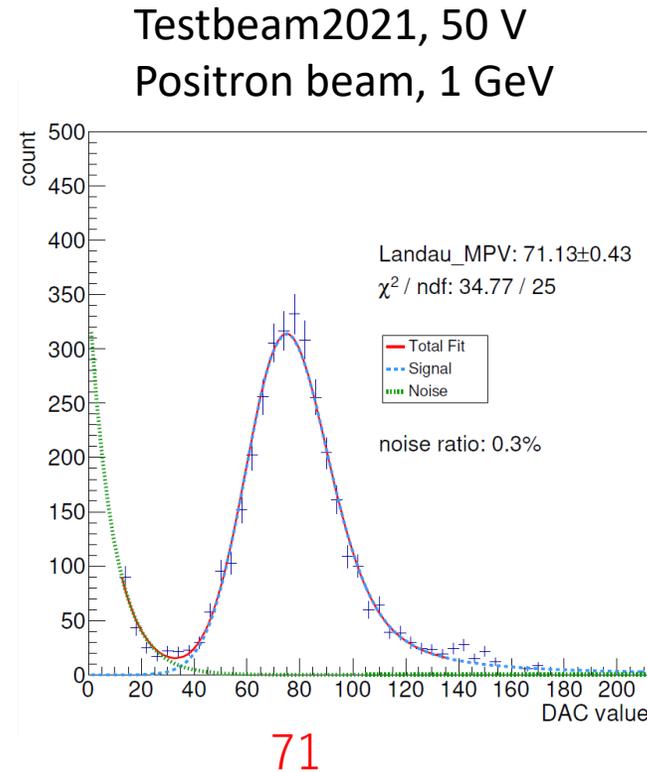
# MIPピーク位置の バイアス依存性

立教大学 B4 柳川隼人

# 卒研テーマ:MIPピーク位置のバイアス依存性

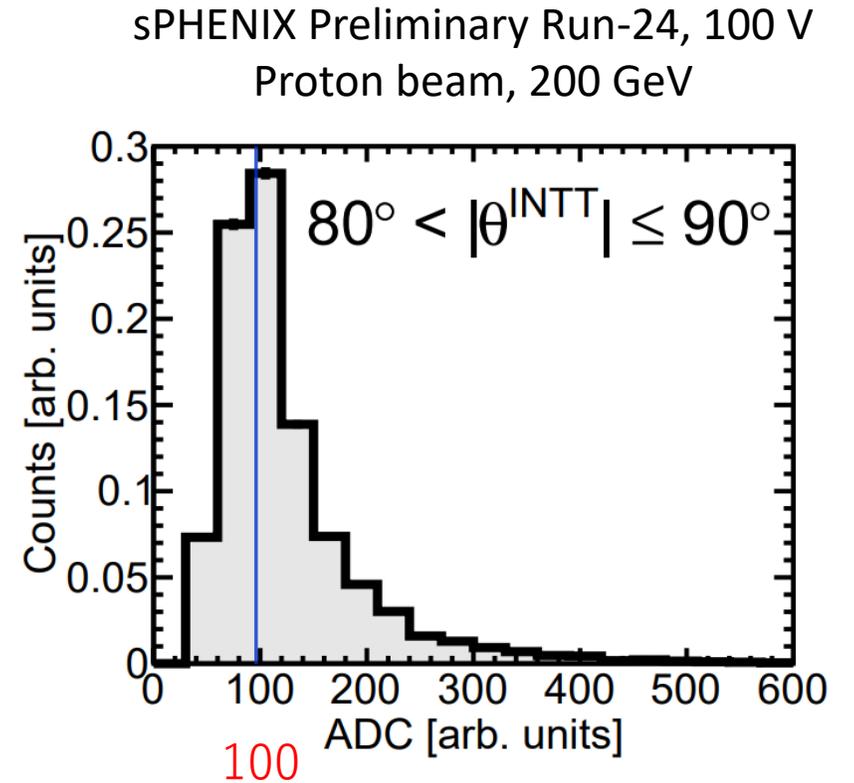
## 研究背景

- 過去にテストビーム実験が行われ、第三回ではバイアス電圧50V。
- 一方Run24で行われたpp衝突のバイアス電圧は100V
- これらの実験では、入射ビームの粒子やエネルギーは異なるものの、いずれもほぼMIPと考えられる。
- しかし、実際の解析結果には約3割の差が見られた。



杉山さん(NWU)の解析

(NWU)杉山由佳,202402,RHIC-sPHENIX 実験の初年度のデータを用いた中間飛跡検出器INTTの動作検証より



[https://www.sphenix.bnl.gov/sites/default/files/2024-10/sphenix-perf-9-24-mip\\_50889\\_multi\\_panel\\_preliminary.pdf](https://www.sphenix.bnl.gov/sites/default/files/2024-10/sphenix-perf-9-24-mip_50889_multi_panel_preliminary.pdf)

# 解析に用いるデータセットについて

- Run24のAu+Au Beam でエネルギーの損失のバイアス依存性を見る。
- 対象のRunデータはバイアス電圧が、50V,75V,100Vのデータ2セットを用いる。
- 実験データに対し、以下の処理が行われた。
- 用いたイベント数は10kである。

- Run 50377のホットチャンネルの解析結果を用いて、ホットチャンネルの除去。
- bco\_diffによる無関係なヒットの除去。
- coresoftwareのINTTvertexFinderによるvertexの再構成。
- ヒットのクラスタリング

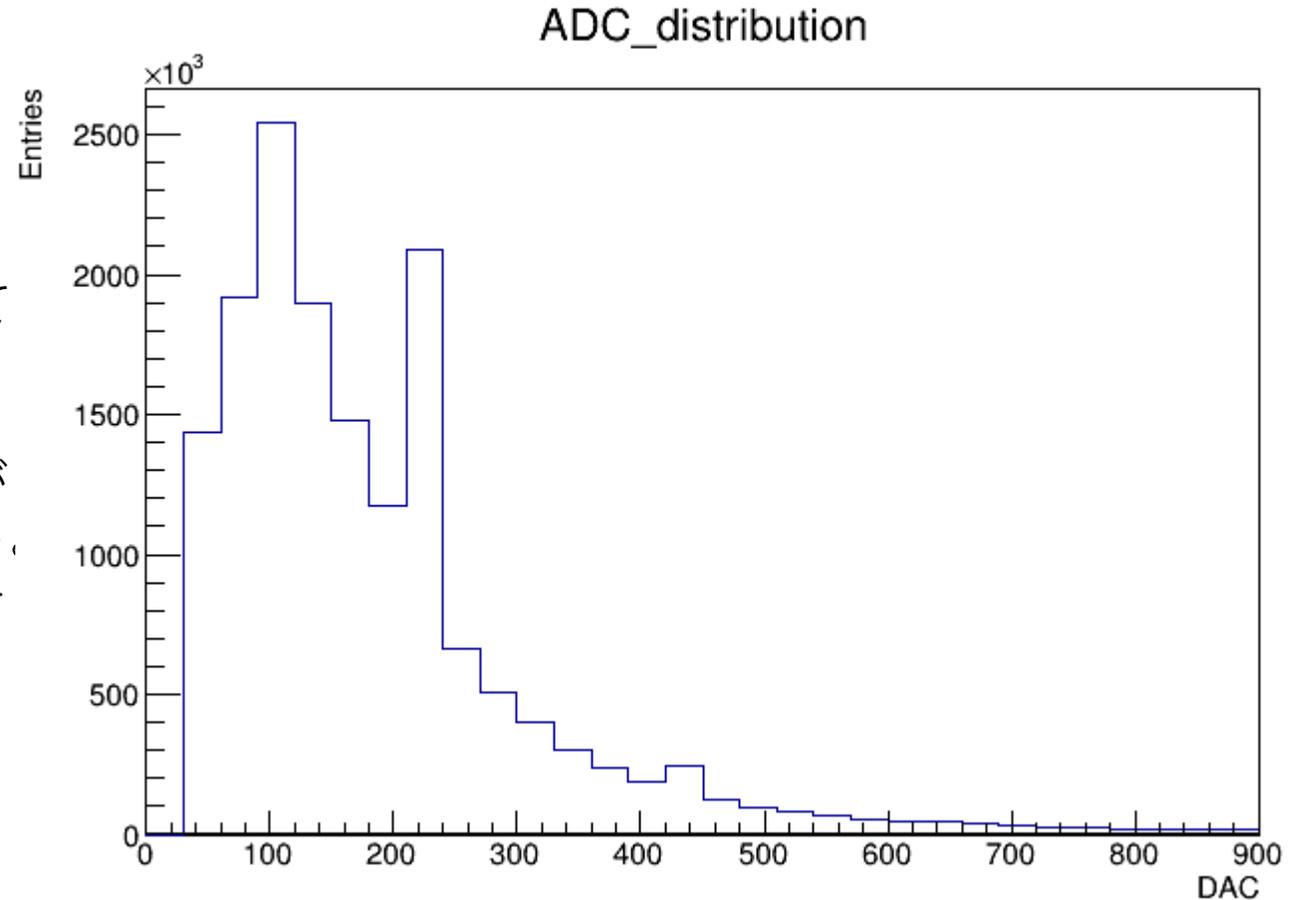
Date/Time	Run#	Run Type	Mag	Bias voltage
2024/10/16 1:11	54679	beam	on	50V
2024/10/16 1:41	54681	beam	on	75V
2024/10/16 2:05	54685	beam	on	100V
2024/10/16 2:19	54686	beam	on	50V
2024/10/16 2:30	54687	beam	on	75V
2024/10/16 2:46	54688	beam	on	100V

ADC	0	1	2	3	4	5	6	7
DAC	35-45	45-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-

# ADC分布の作成

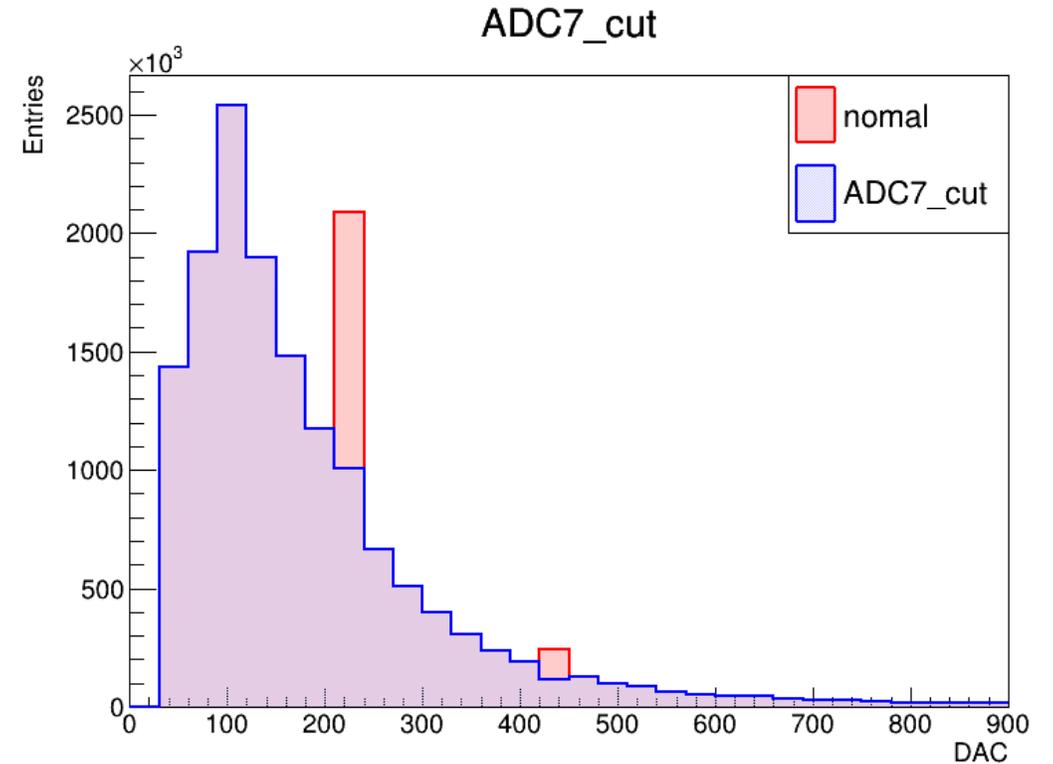
- ヒストグラムは0から900までを30等分したビンを用意し、各クラスターのADCをFillした。
- DAC値が100付近のピークは、既に予想されているMIPピークに等しい。
- DAC値が210 (ADC7)のピークはFPHXチップの仕様によって、210以上のシングルヒットがすべて210として処理されてしまうためである。
- 右のヒストグラムで240以上にデータが入っているのはクラスタリングの影響である。



ADC	0	1	2	3	4	5	6	7
DAC	35-45	45-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-

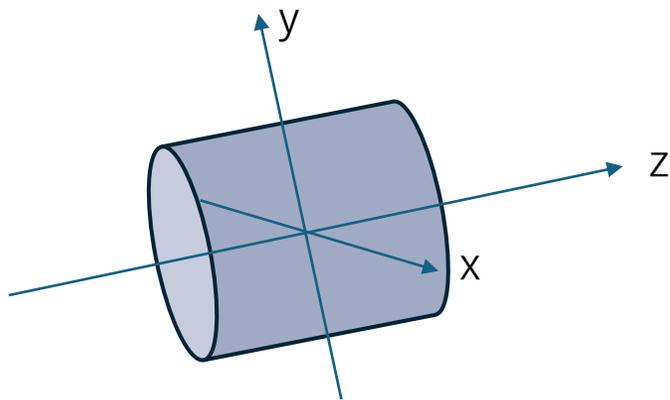
# ADC7のカット

- ADC7のピークはMIPピークのフィッティングの妨げになるためカットする。
- FPHXチップはDAC値が255までのヒットを処理できるが、実際にはそれ以上のDAC値のヒットも処理している。
- そのため、DAC値が210~255と210~ $\infty$ の割合をもとにADC7をカットする。
- $\phi$ 方向のクラスターサイズが1のクラスターのうち、2/3をカットした。  
→ADCのオーバーフロービンの補正  
(波多, 2024, 糠塚, 2024)を参考にした。
- DAC420でも同じ処理を行った。(8/9カット)

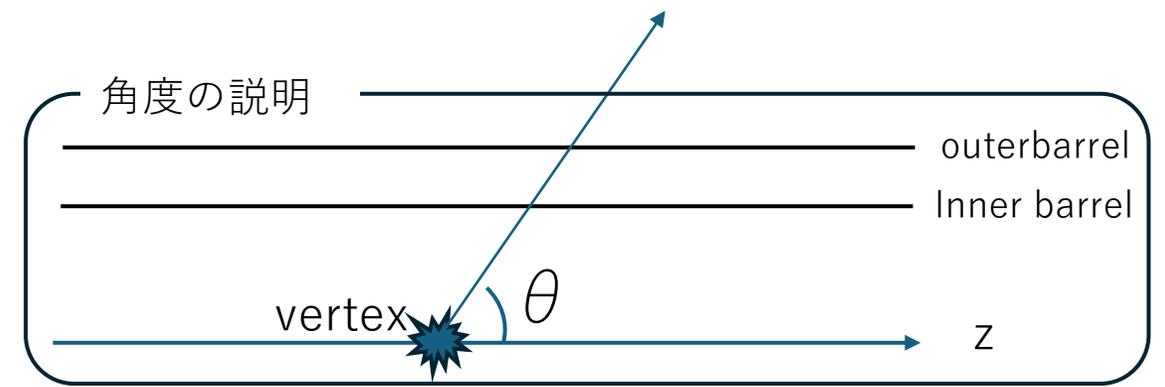


# 角度 $\theta$ ごとのADC分布

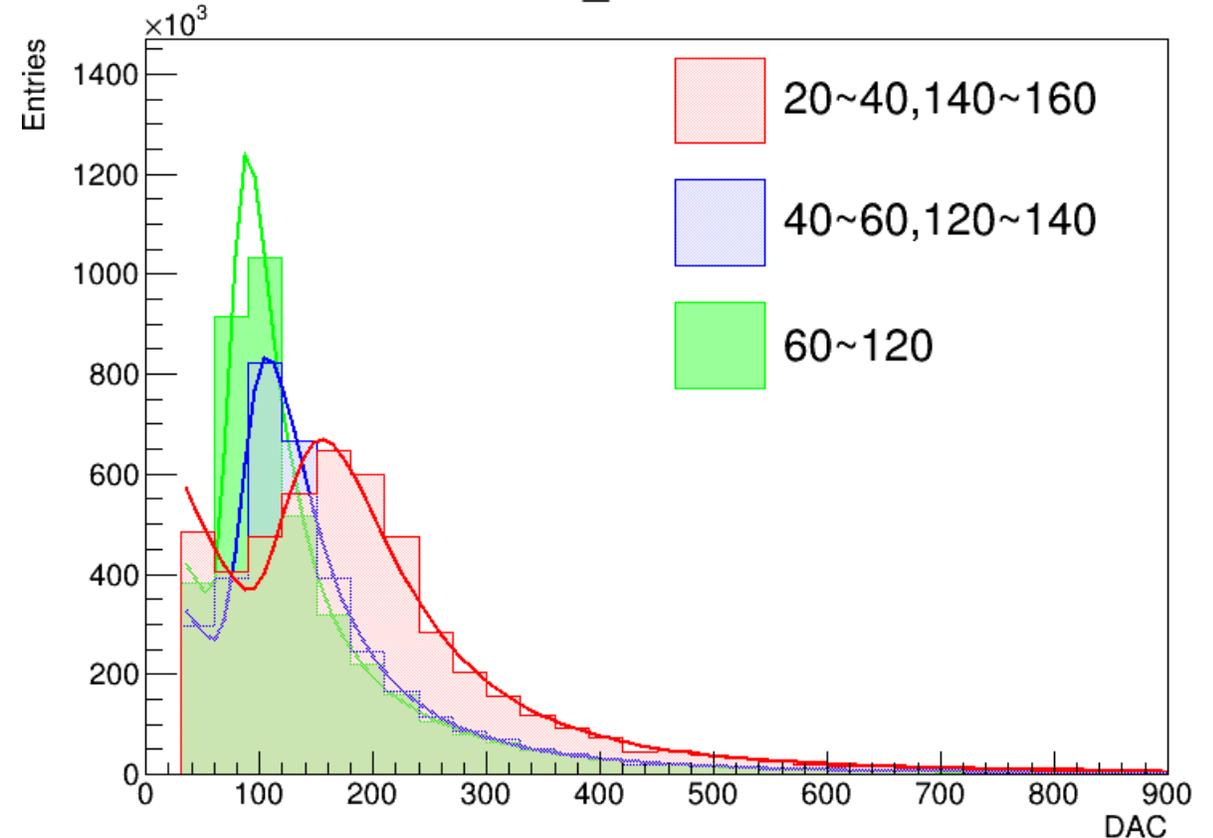
- 大まかに角度ごとのadc分布を作成した。
- $\theta$  が  $90^\circ$  から離れるほど、MIPピークも大きくなることは整合性が取れている。
- 角度によってMIPピークが異なるため、 $\theta$  を限定することでテストビームの環境に近づく。



$\vec{z}$ : ビーム軸方向  
 $\vec{y}$ : 鉛直上向き  
 $\vec{x} \equiv \vec{y} \times \vec{z}$ .  
 $\theta, \phi$ : 円柱座標の極角と方位角

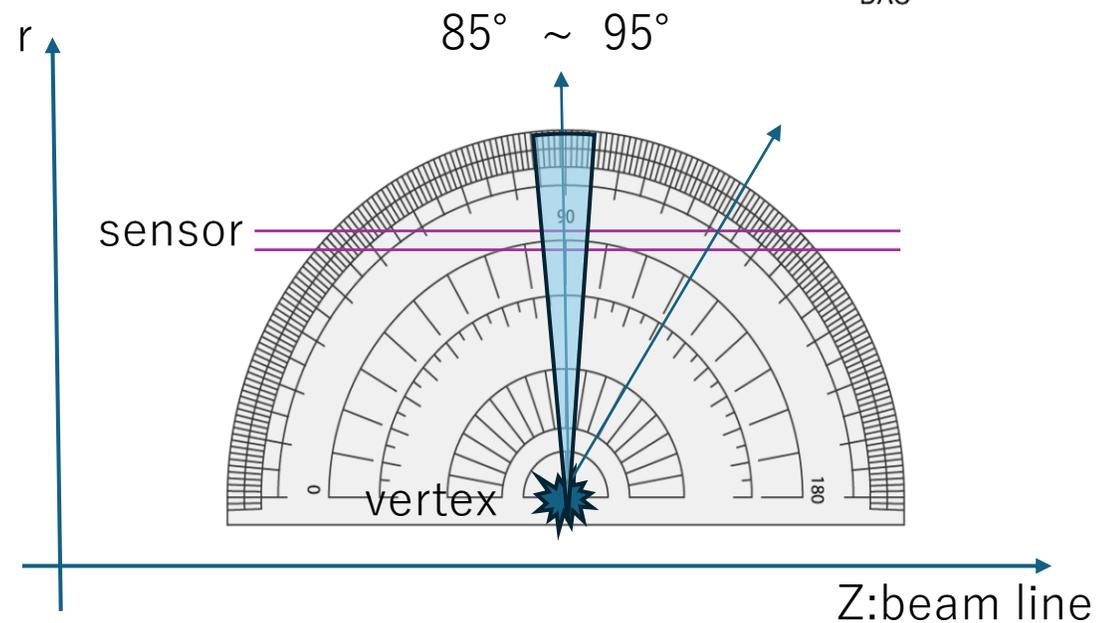
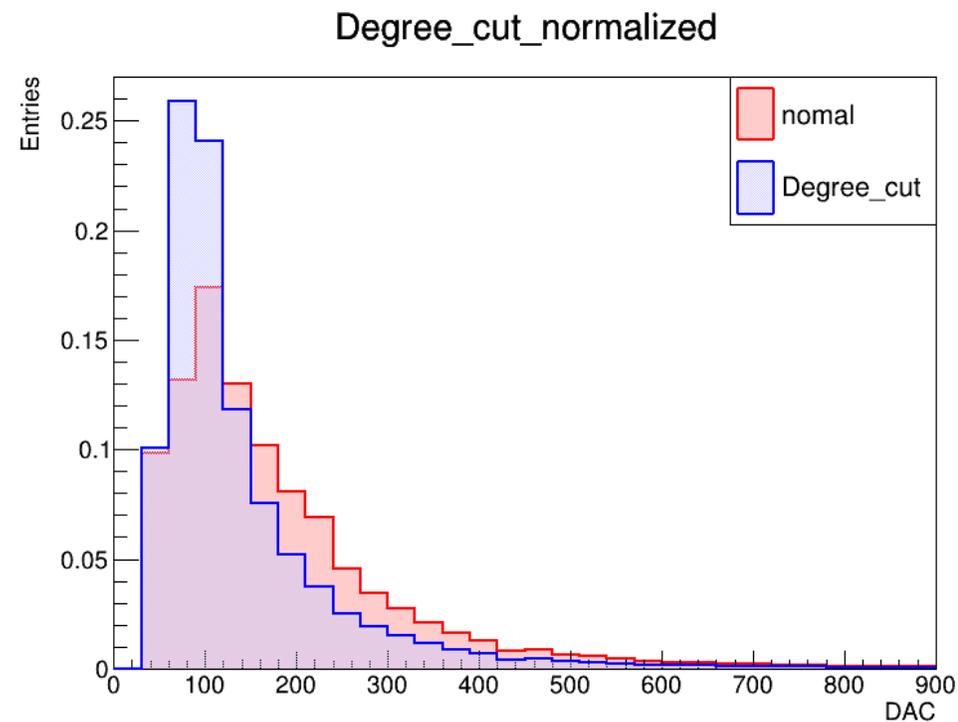
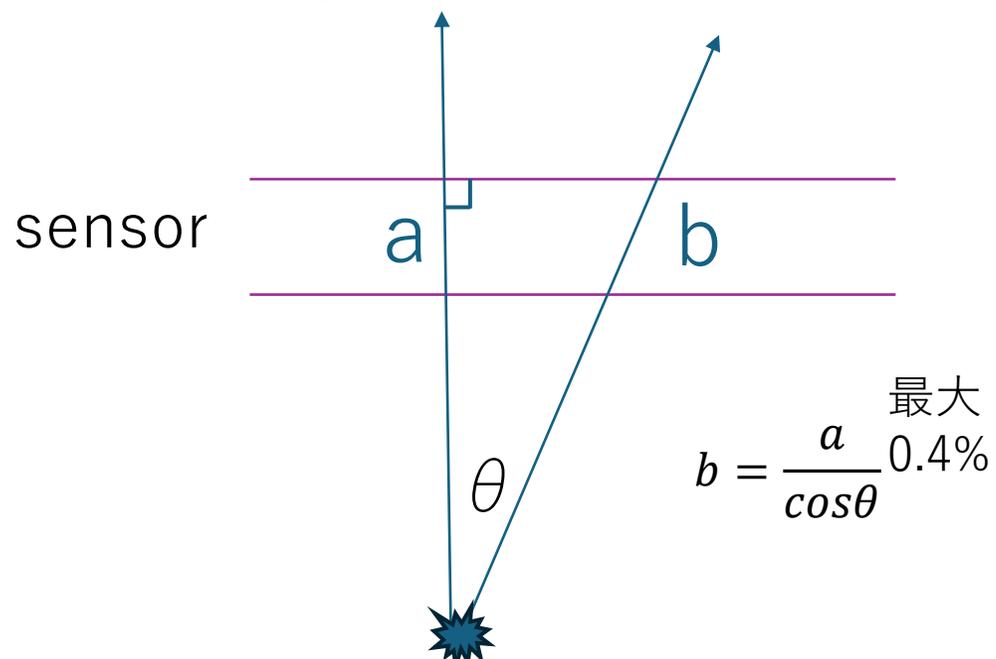


ADC\_distribution



# 角度 $\theta$ による選定

- 角度  $\theta$  が  $85^\circ \sim 95^\circ$  のクラスターのみを使用して ADC 分布を作成した。
- 右の図は角度による選定を行う前と後の比較をした図である。
- 選定によって MIP ピークの幅が狭まり、位置の値も小さくなった。

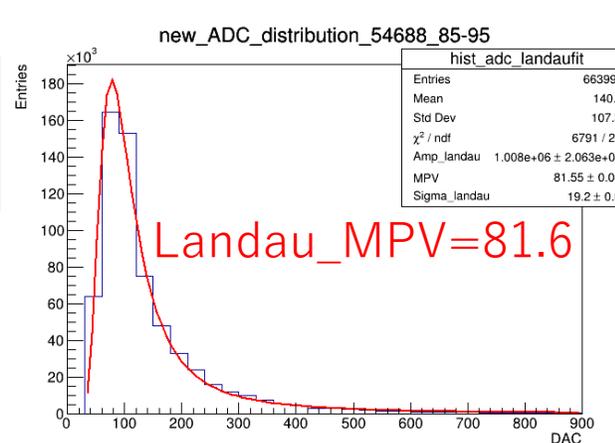
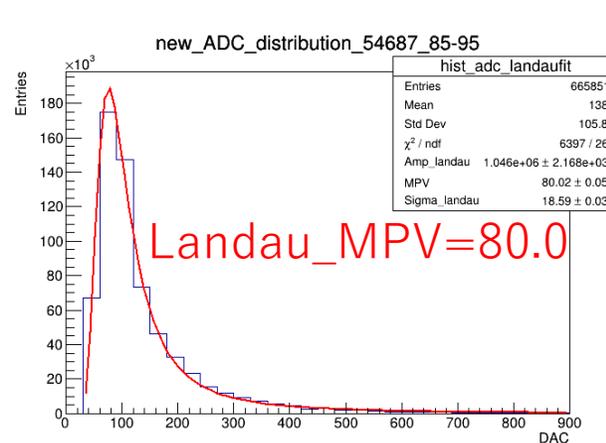
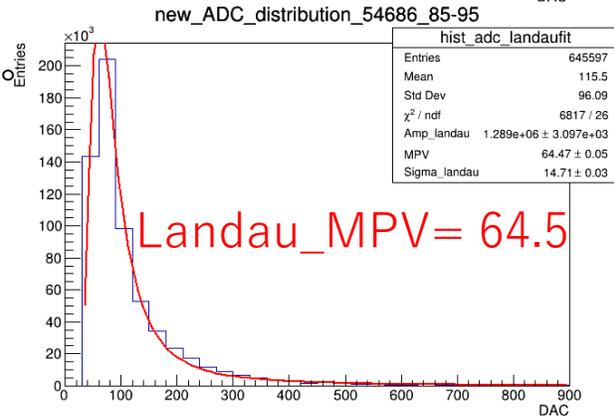
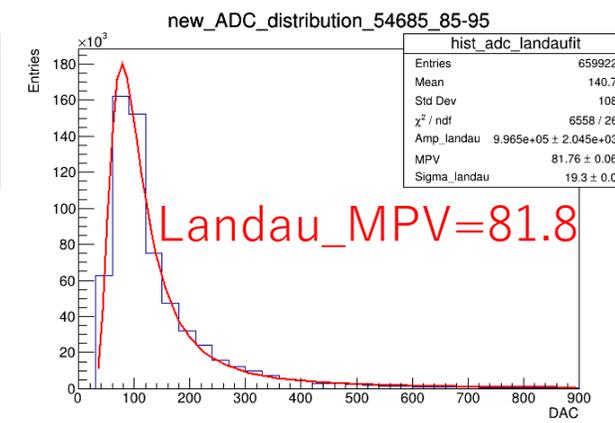
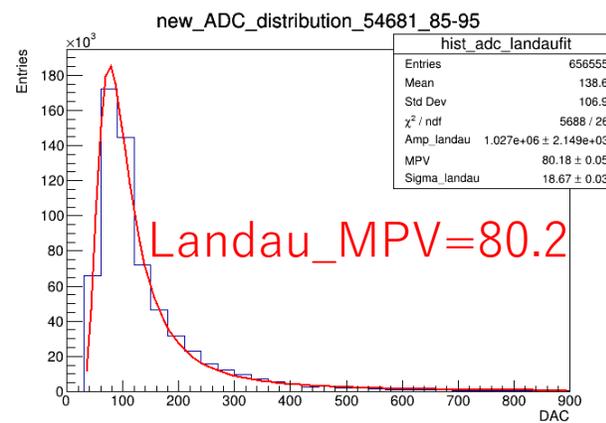
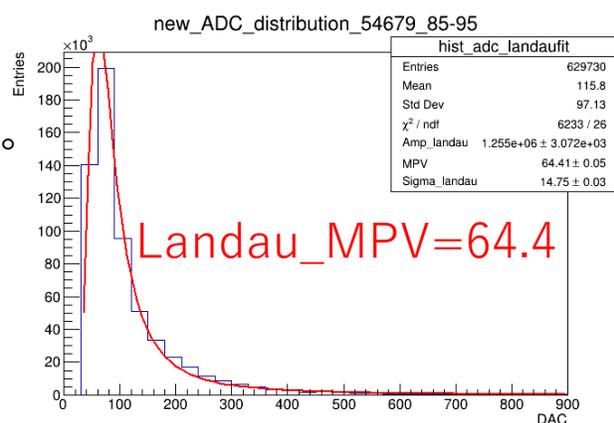


# バイアス電圧ごとのMIPピークの比較

- それぞれのバイアス電圧に対し、ランダウ分布のみのフィッティングを行った。
- グラフに書かれている赤い数字は、誤差なしのMIPピーク

Bias Voltage	50V	75V	100V
--------------	-----	-----	------

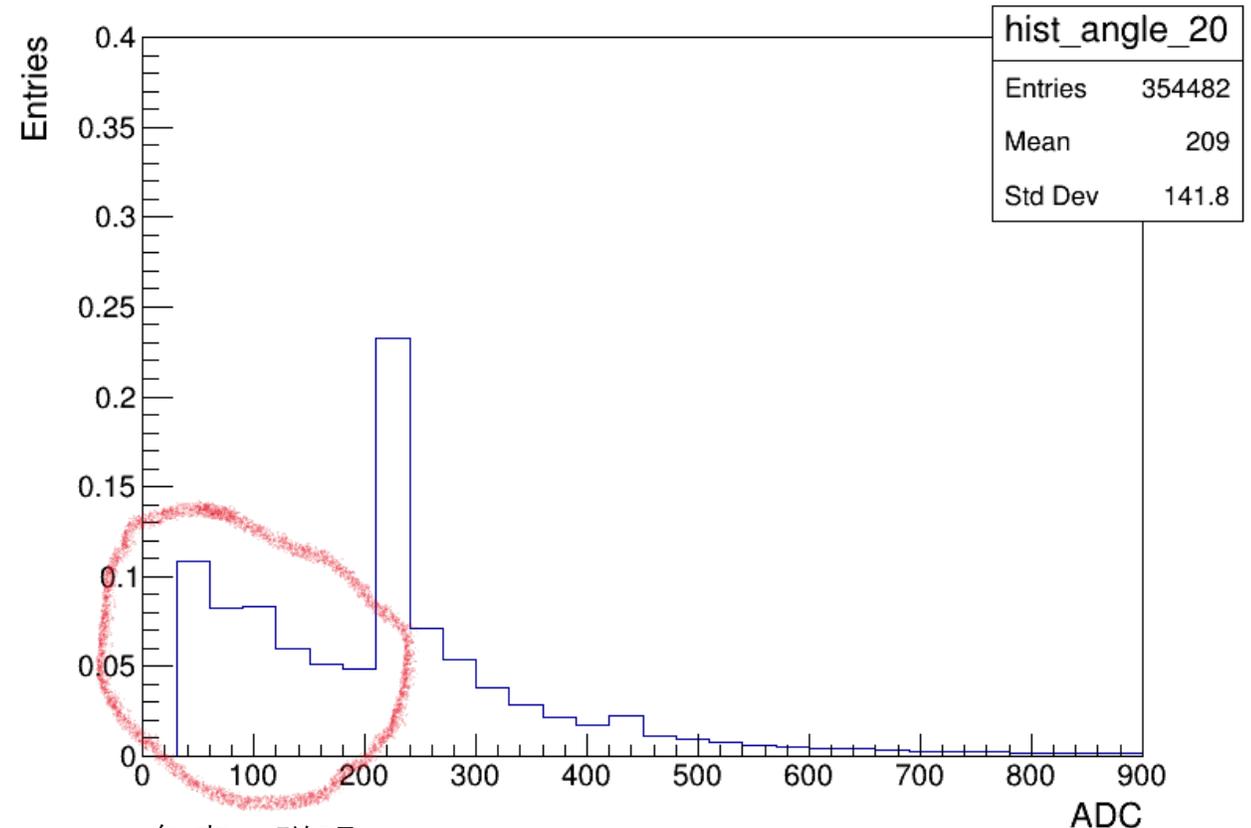
- MIPピークがバイアス電圧によって異なることを確認した。
- ただし、50Vと75V,100VでMIPピークの分布の形(幅)が異なる。
- バックグラウンドの影響を確認する。
- ガウス分布の畳み込みも試す



# 浅い角度のデータを用いたバックグラウンドの推定(途中)

- 角度の選択のみを $1^\circ$  刻みでを行い、ADC分布を作成した。クラスター数による規格化も行っている。(次スライド)
- 次スライドのgifから、右の図の赤丸の部分のような成分が一定数存在しているように見える。
- 右の図は100Vのデータで、角度が20度の時はMIPピークが230あたりに現れる。そのため、赤丸の成分はほとんどMIPではないはず。

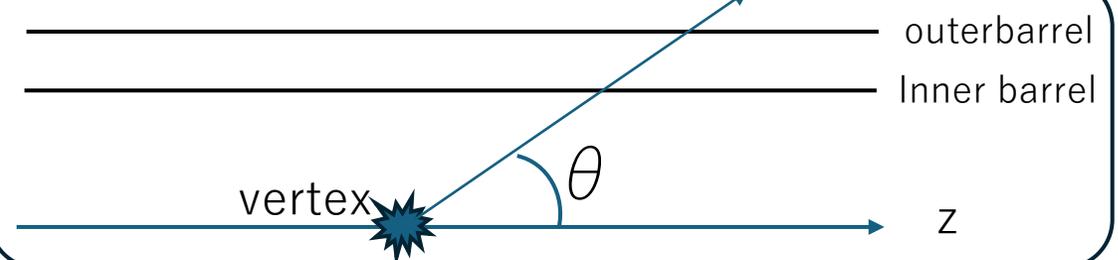
ADC distribution for 20+-0.5



## 今後の展望

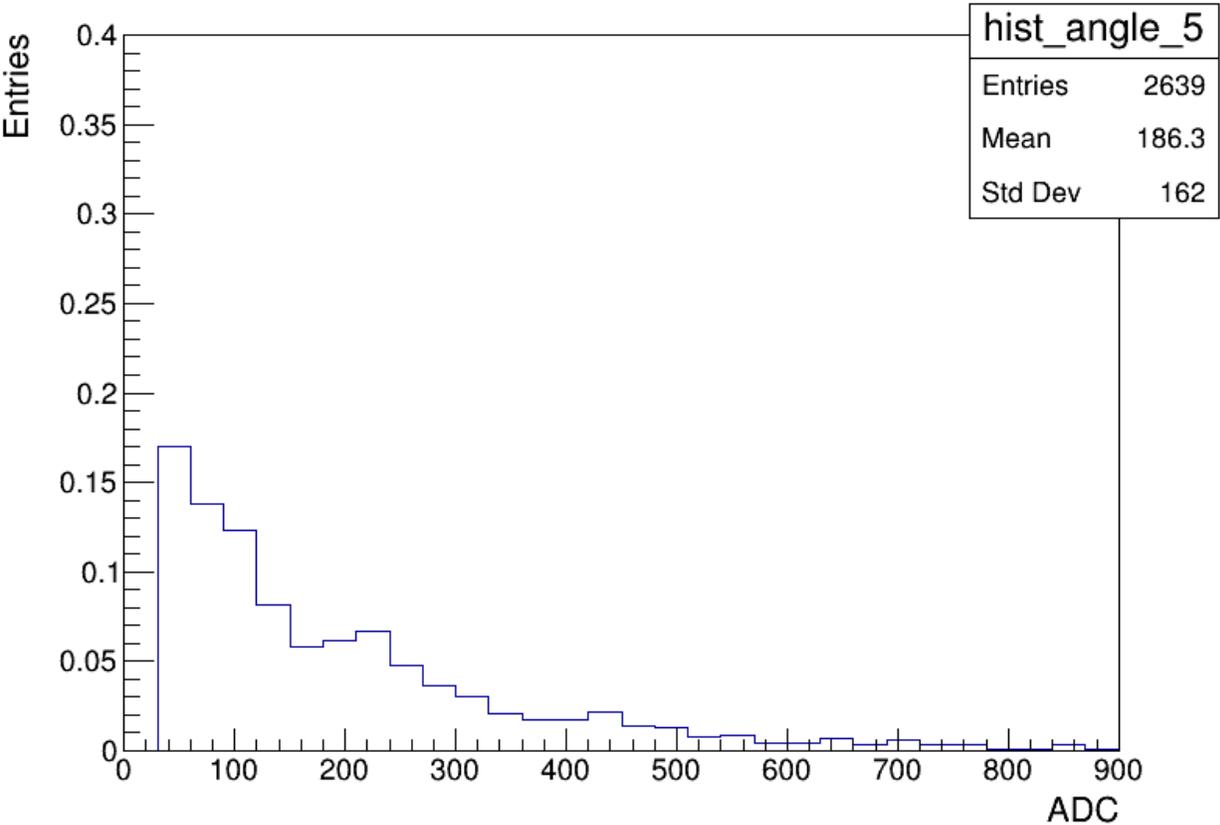
- 赤丸の成分はほとんど謎なので、さらにカットをかけることでMIPピークだけを見る。
- ADC1にFillされたデータのイベントやクラスターを調べる。

## 角度の説明



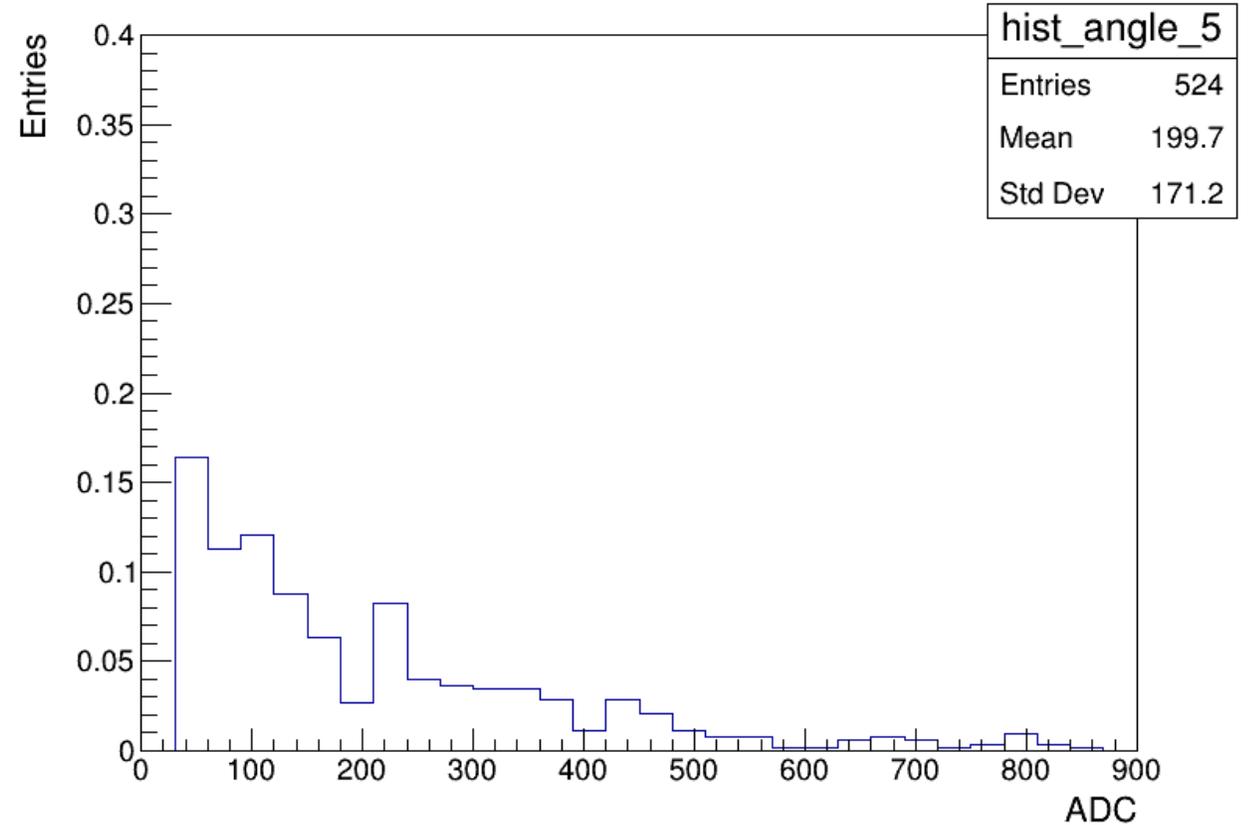
MIPピークの大まかな推定→垂直の時のMIPピーク $80 \div \sin 20^\circ \cong 230$

ADC distribution for 5+-0.5



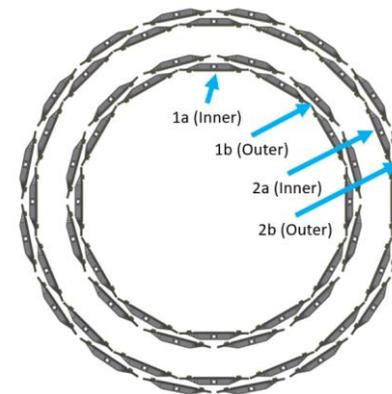
50V

ADC distribution for 5+-0.5



100V

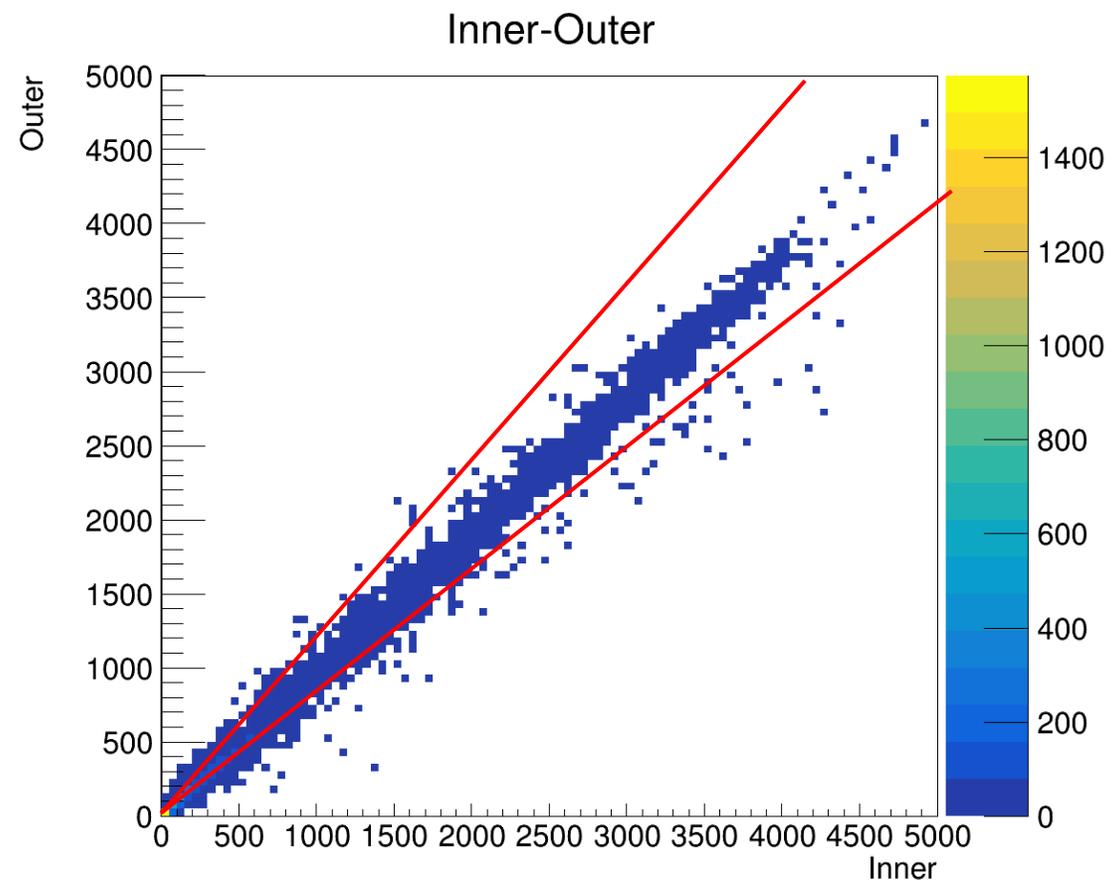
# レイヤー割合によるイベント選定(途中)



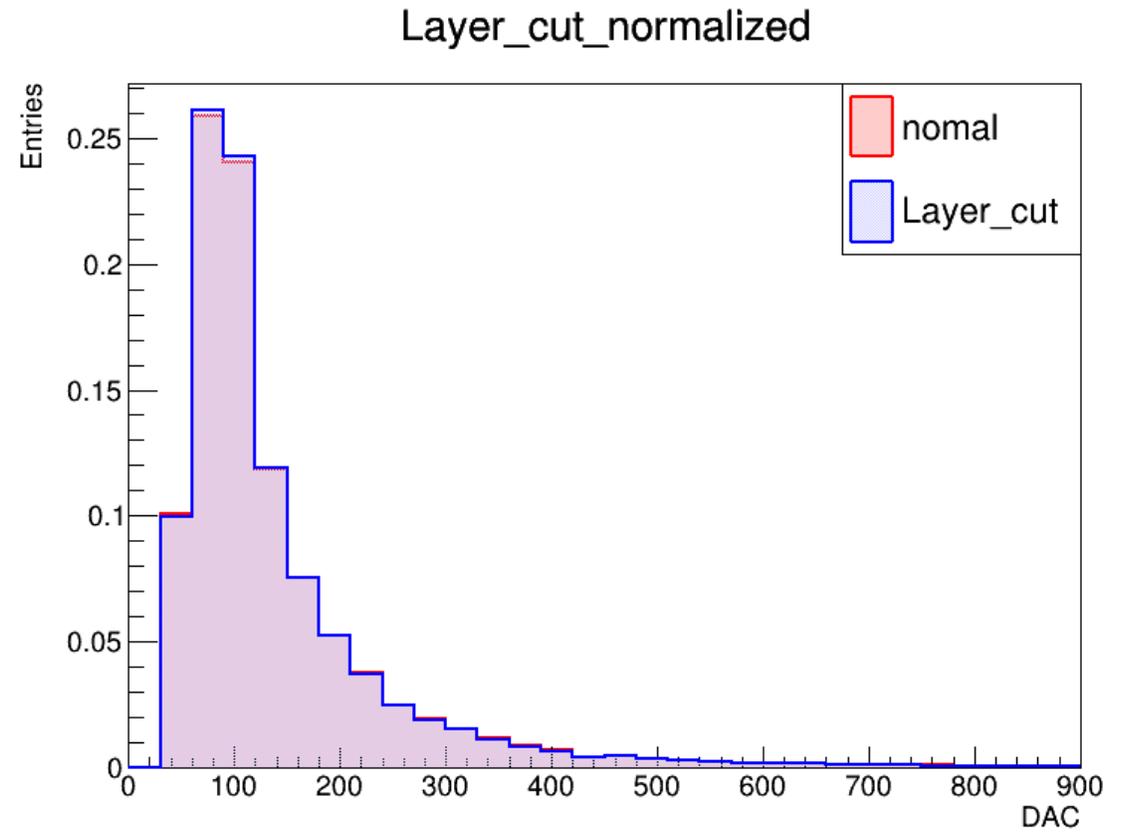
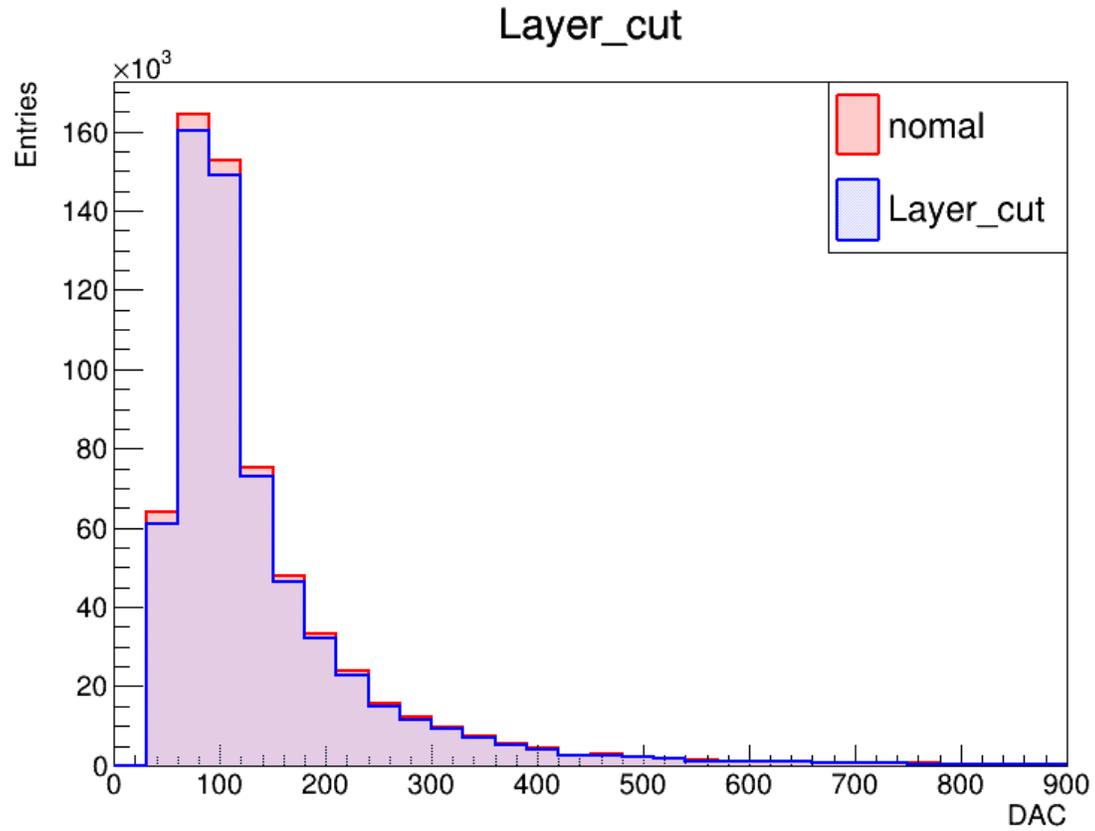
- 衝突点から発生した粒子のほとんどは二層を通過する。
- したがって、各イベントで内側と外側の層のクラスター数はほぼ同数である。
- 図はinner とouter のクラスター数をイベントごとにプロットしたものである。
- Innerとouterのクラスター比 $1.0 \pm 0.2$ でカットする。

## 現状

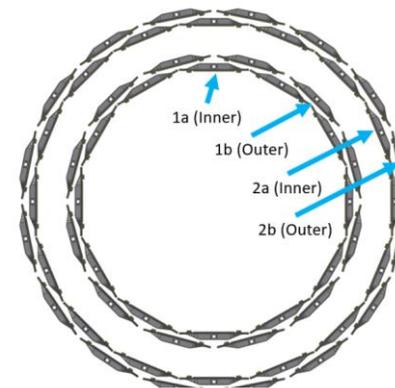
- 明らかに内外でヒット数の異なるイベントを排除している。
- クラスター数の少ないイベントが多くカットされているため、比によるカットは適さない恐れ。



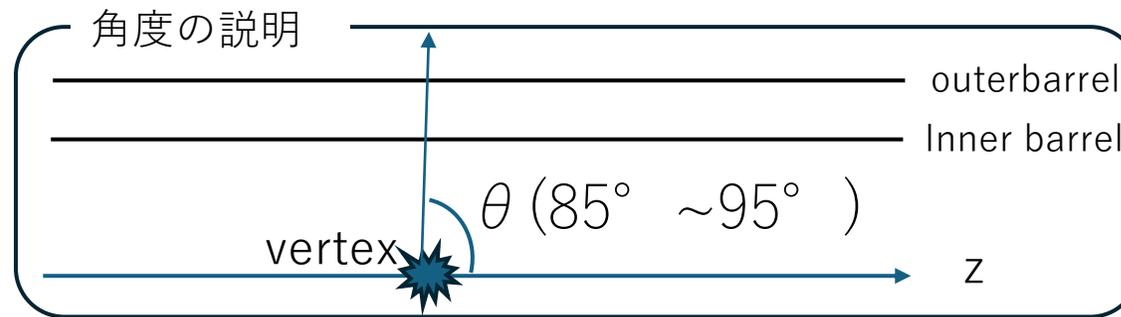
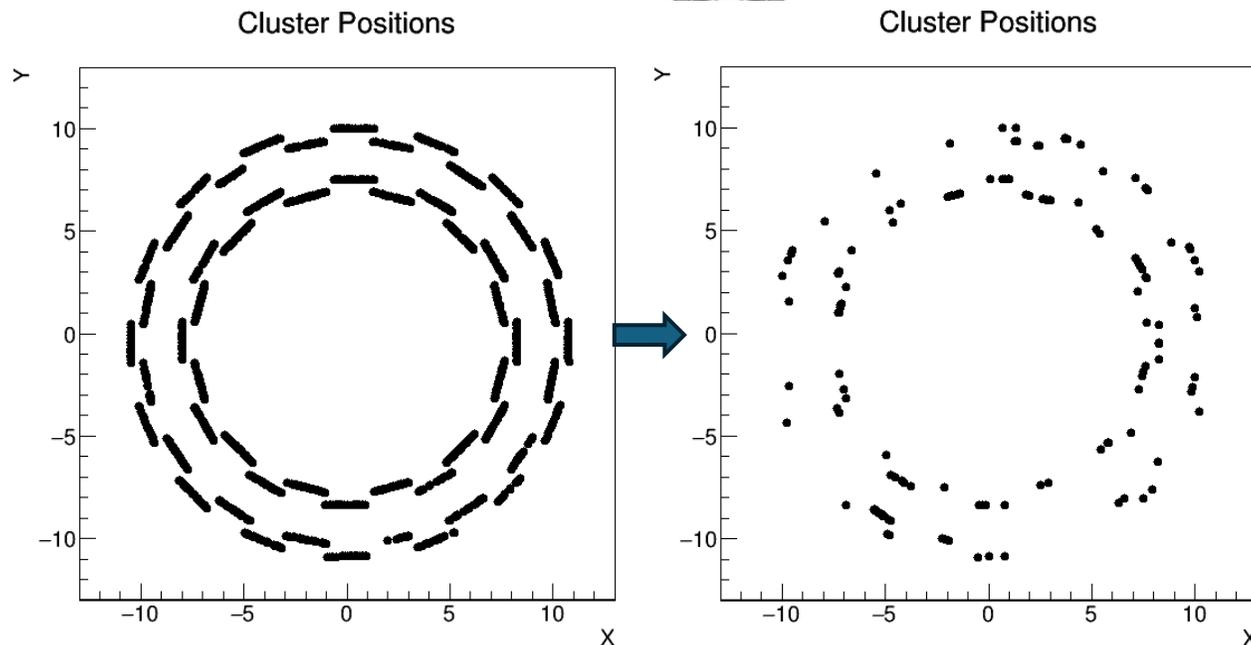
# backup



# トラッキングによる選定(途中)

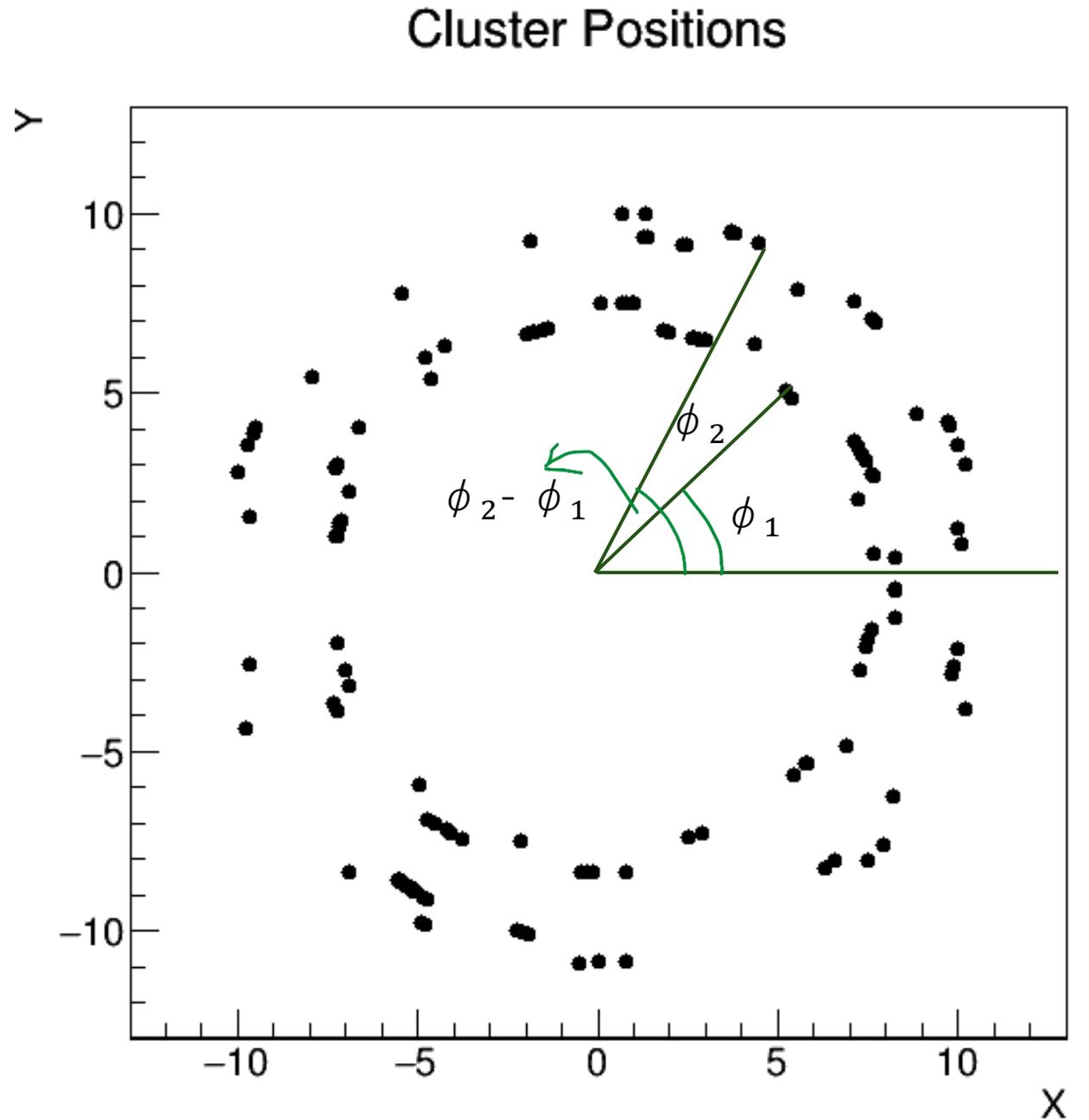


- 右の図はz軸方向から見たときのクラスターの位置で、数は2000くらい。
- 結局フィッティングの時はセンサーにほぼ垂直に入射したヒットのみを採用するので、 $85^\circ \sim 95^\circ$  のカットをかけてみるとだいぶ見やすくなる。



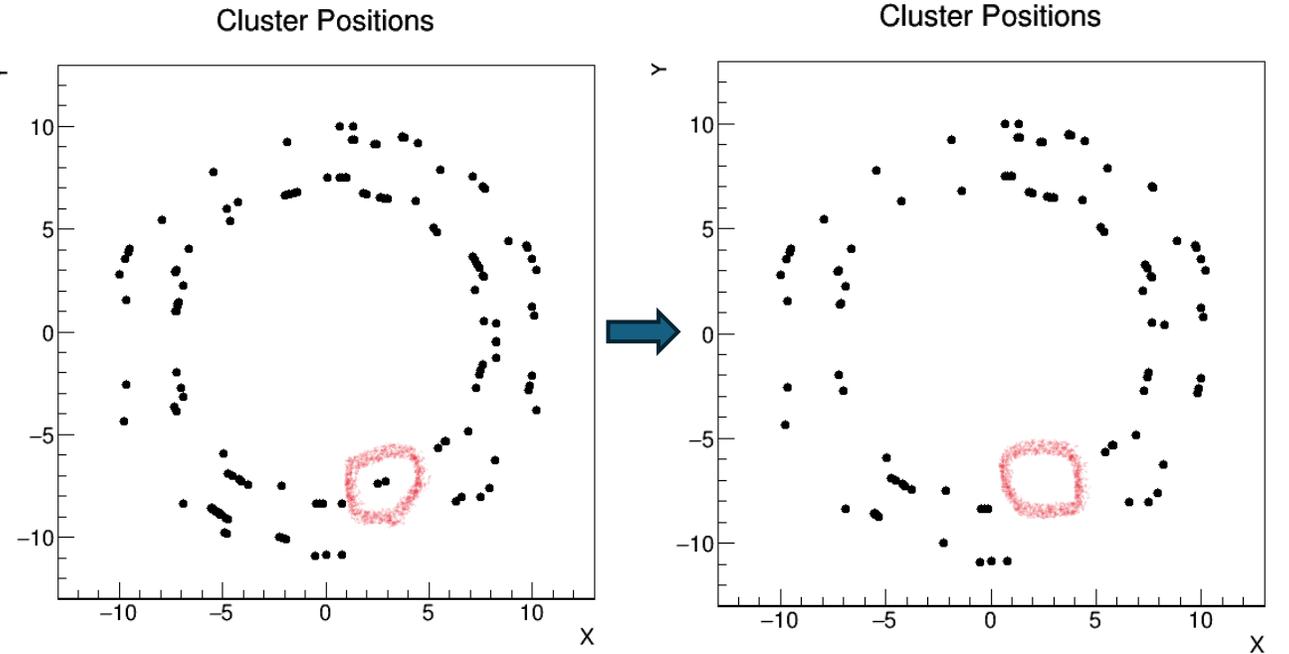
# トラッキング方法

- Innerの $\phi$ の大きさを $\phi_1$ 、outerを $\phi_2$ とする。
- Innerのクラスターを一つ選択し、outerのすべてのクラスターについて $\phi_2 - \phi_1$ を計算する。
- あらかじめ決めておいた $\phi_2 - \phi_1$ の大きさの条件を満たすクラスターの組(innerとouter分)をadc分布にfillする。
- 重複を避けるため、一度fillしたクラスターは除外する。
- 10kイベントの処理時間は8分ほどなので、割と有用。



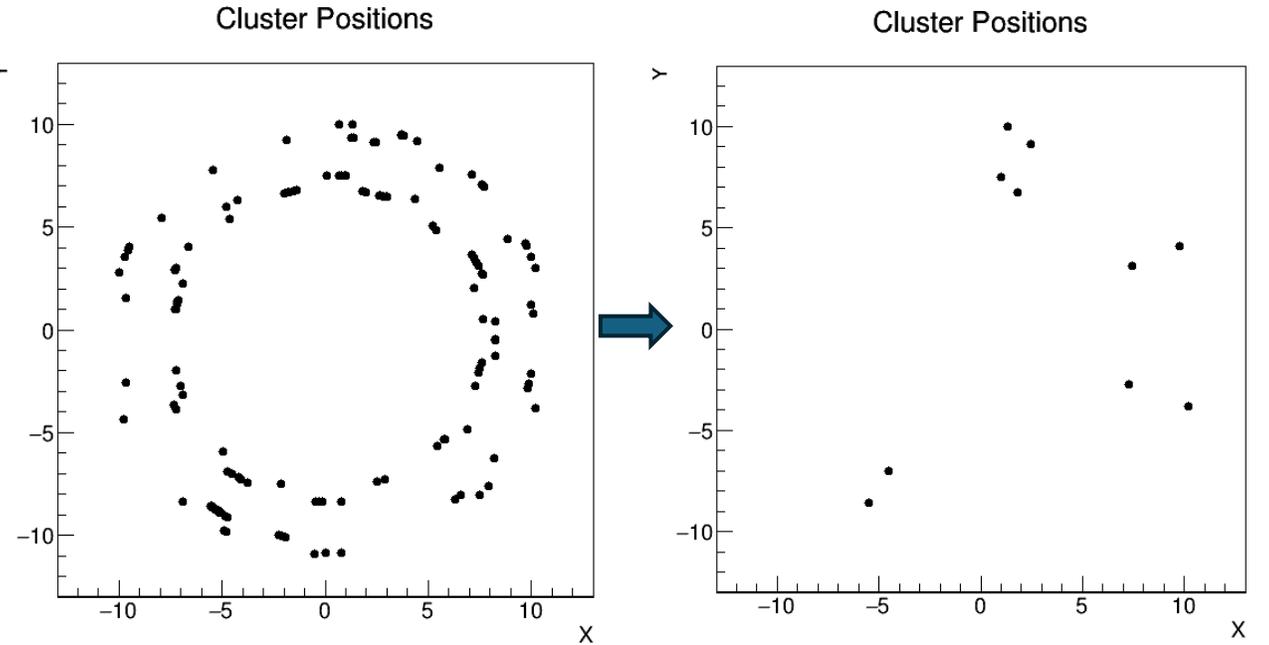
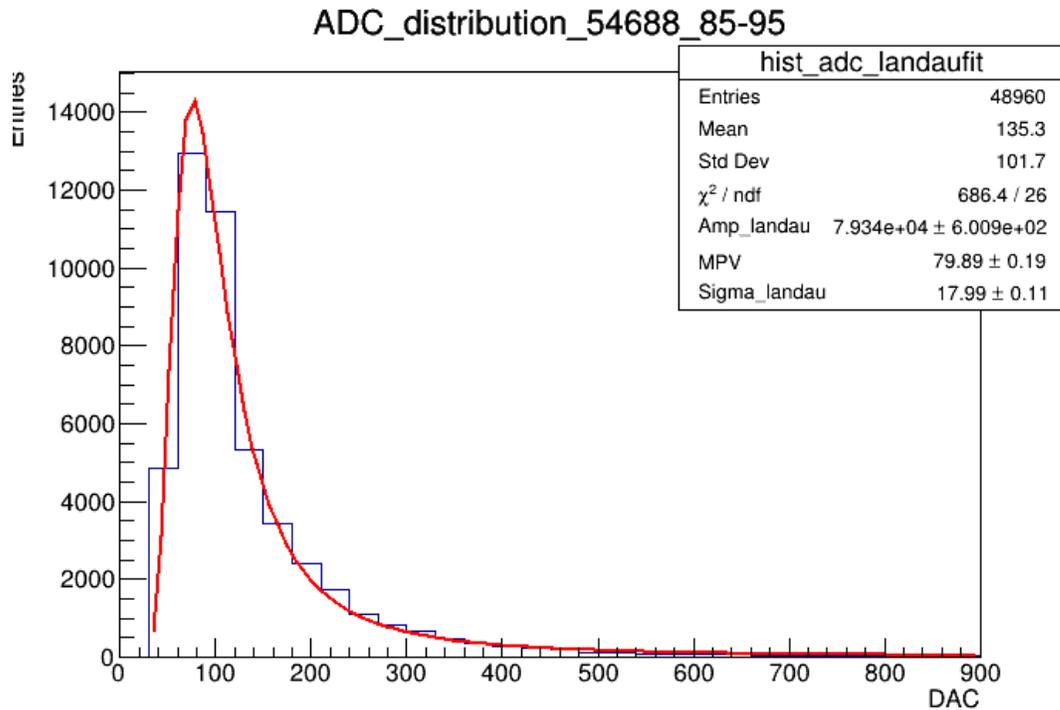
# トラッキングの効果

- 右の図は  $\phi_2 - \phi_1$  の大きさを  $5^\circ$  としたときのトラッキングの効果である。
- ところどころトラッキングの効果が見えていると思う。
- 0,0の点はおそらく TGraph 関連のミスです。。あとで修正します。



# トラッキングの結果

- 右の図は $\phi_2 - \phi_1$ の大きさを0.1としたときの効果を示している。
- 下の図はこの時のADC分布である。



## 今後の展望

- クラスタ数少ないイベントを用いてトラッキングの効果を見る。
- トラッキングのアルゴリズムの確認。

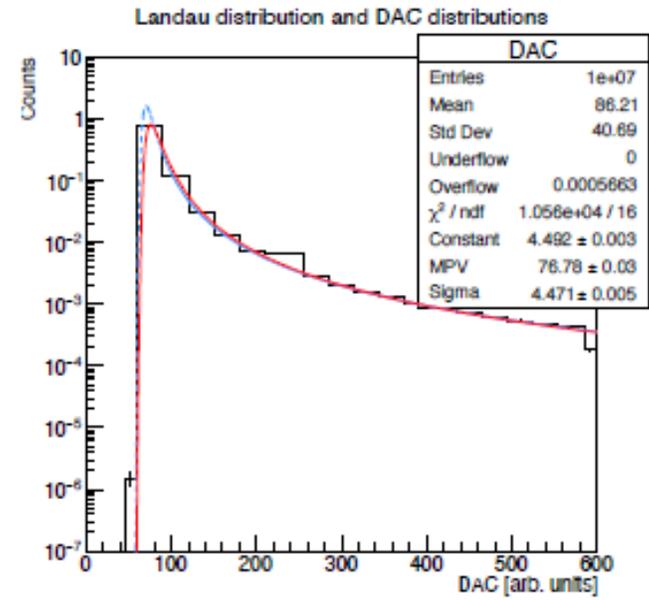
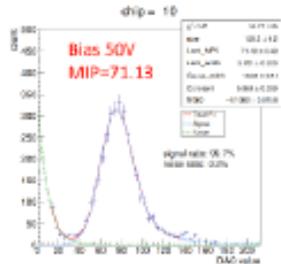
# Back up

## The modification factor for hits with ADC7

Parameters of landau distribution were taken from Yuka's study of DAC scan in the test beam experiment:

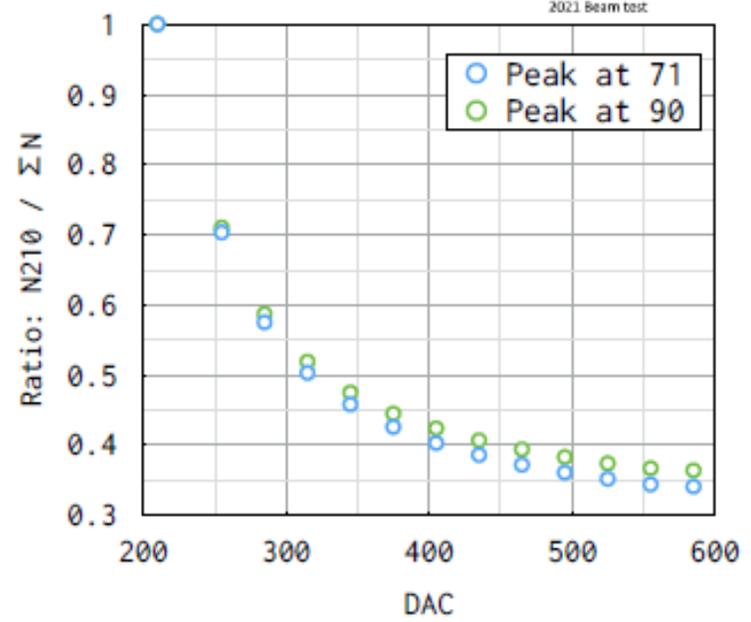
- MPV: 71.13
- width: 3.251

Note: The peak position is expected to at DAC 90



ADC	DAC	Value	Ratio
9	210	0.00651	100%
10	255	0.00276	70.3%
11	285	0.00206	57.5%
12	315	0.00162	50.3%
13	345	0.00127	45.8%
14	375	0.00105	42.6%
15	405	0.000869	40.3%
16	435	0.000726	38.6%
17	465	0.000632	37.2%
18	495	0.00054	36.1%
19	525	0.000472	35.2%
20	555	0.000421	34.4%
21	585	0.000181	34.1%

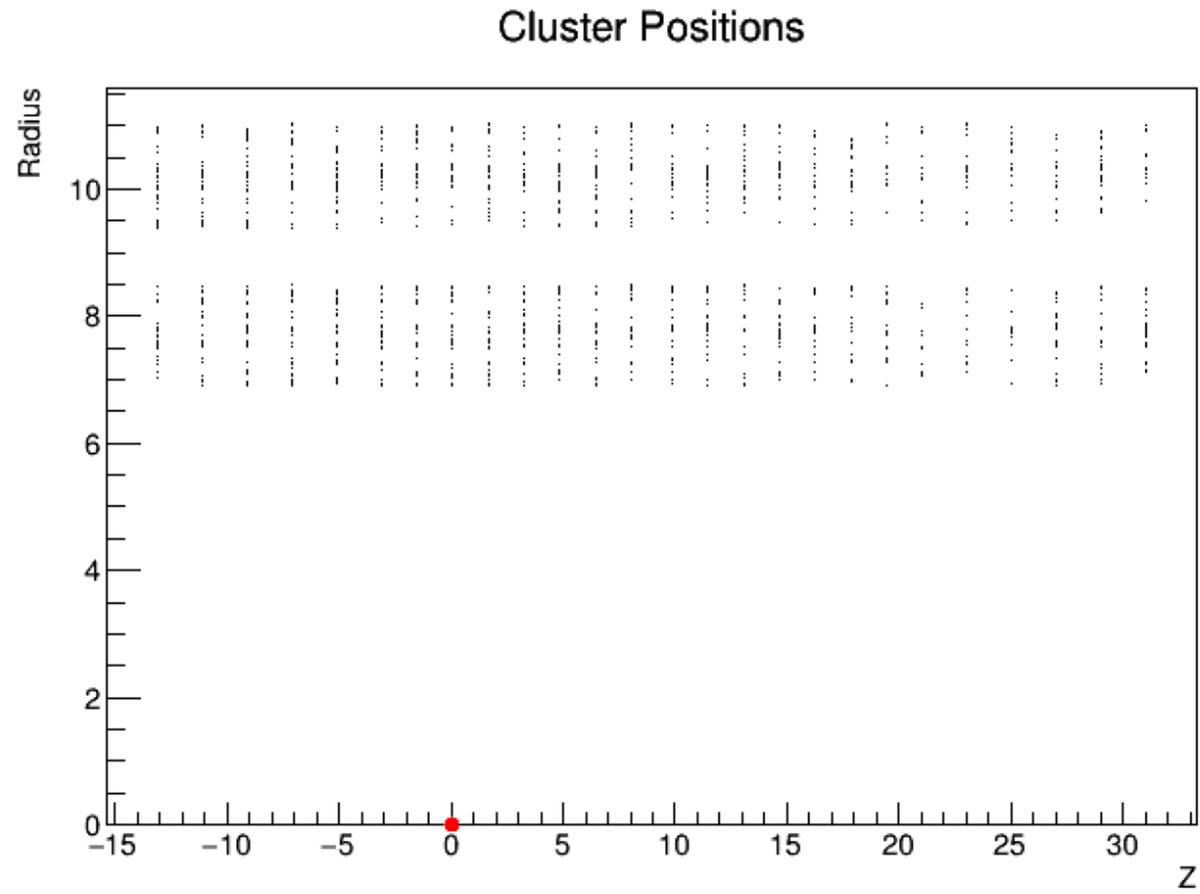
$$\frac{N(\text{DAC} = 210)}{\sum_{\text{DAC}=210}^{\text{DAC}} N}$$



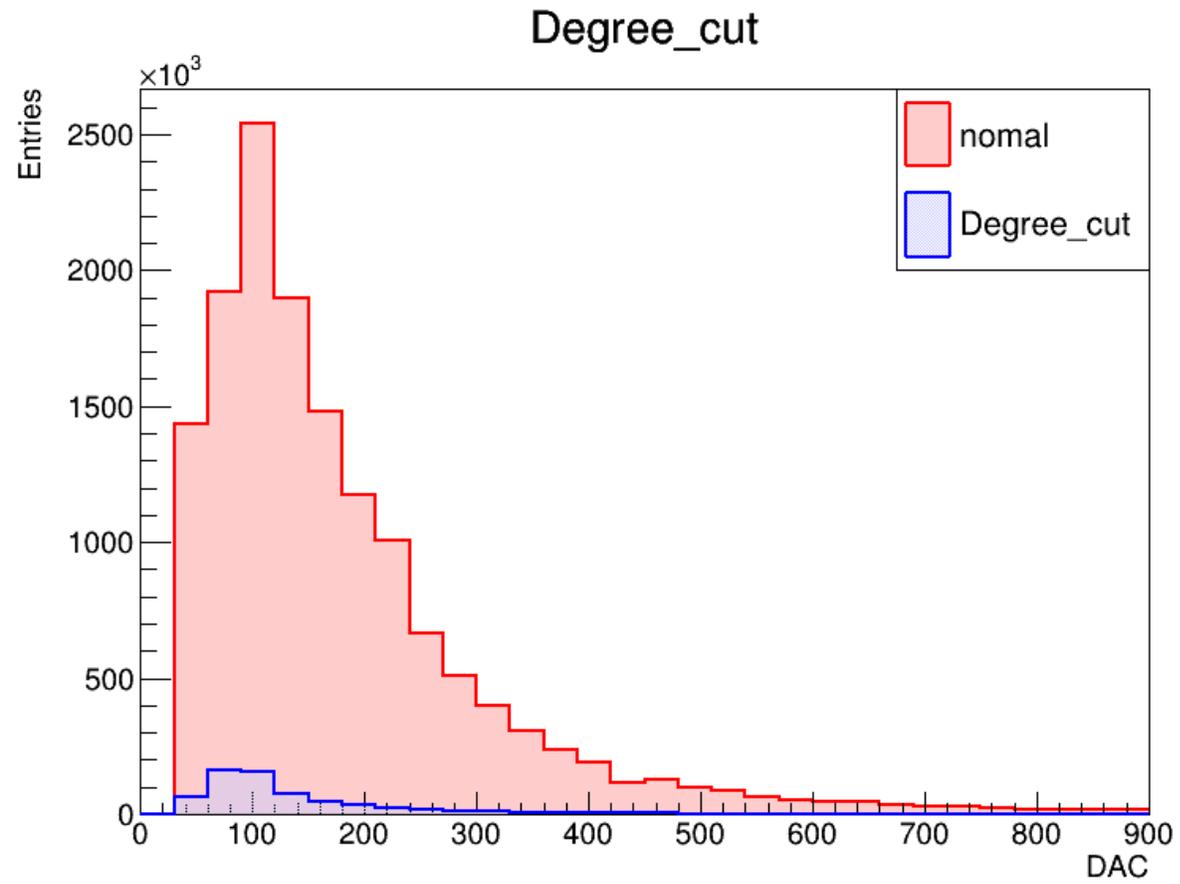
0.35 is reasonable for the modification factor

Back up

# Back up

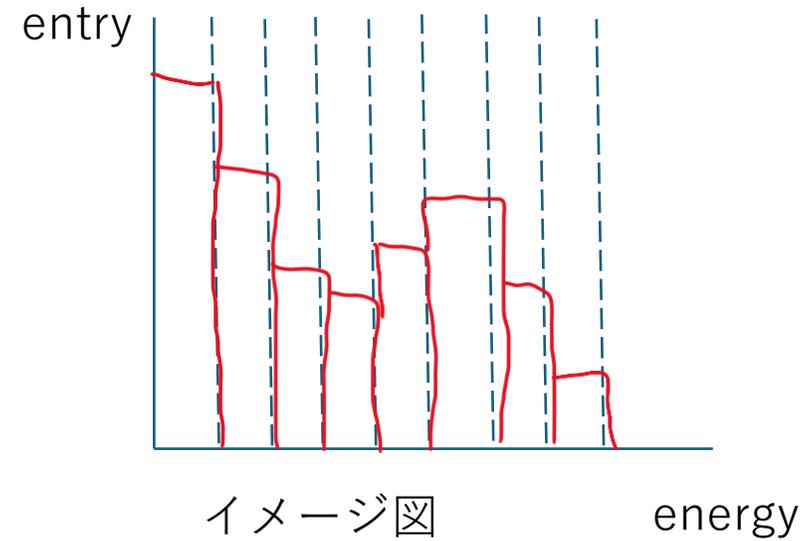
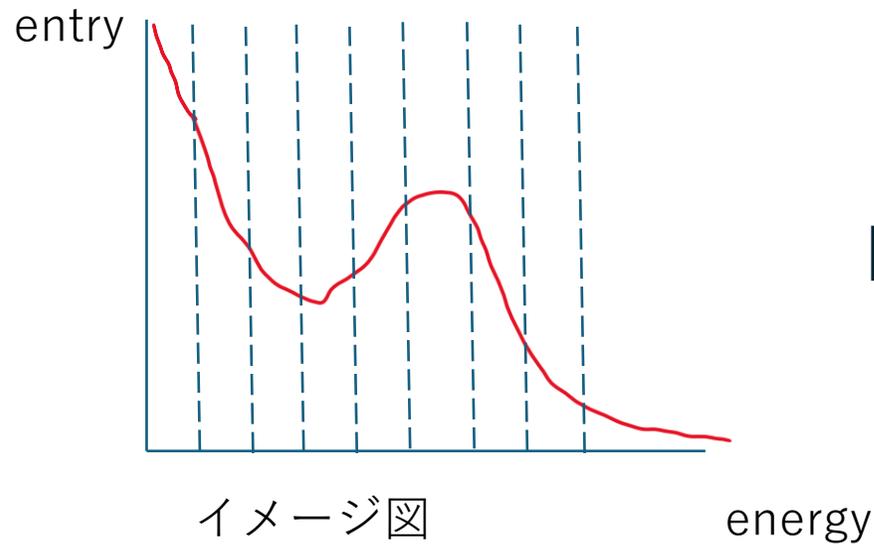


# Back up



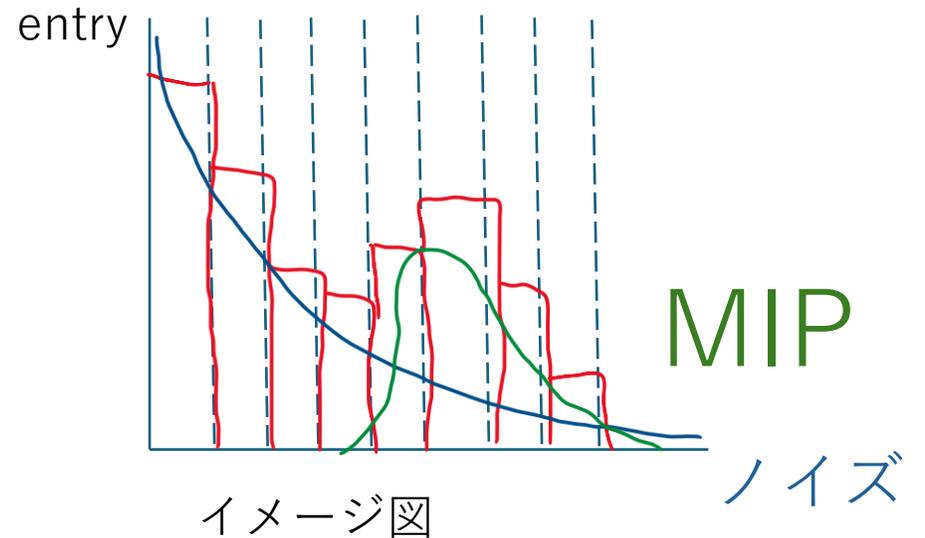
# 通過粒子のエネルギー損失の測定

- INTTは、3ビットのADCによってエネルギーを測定している。



# 解析方法

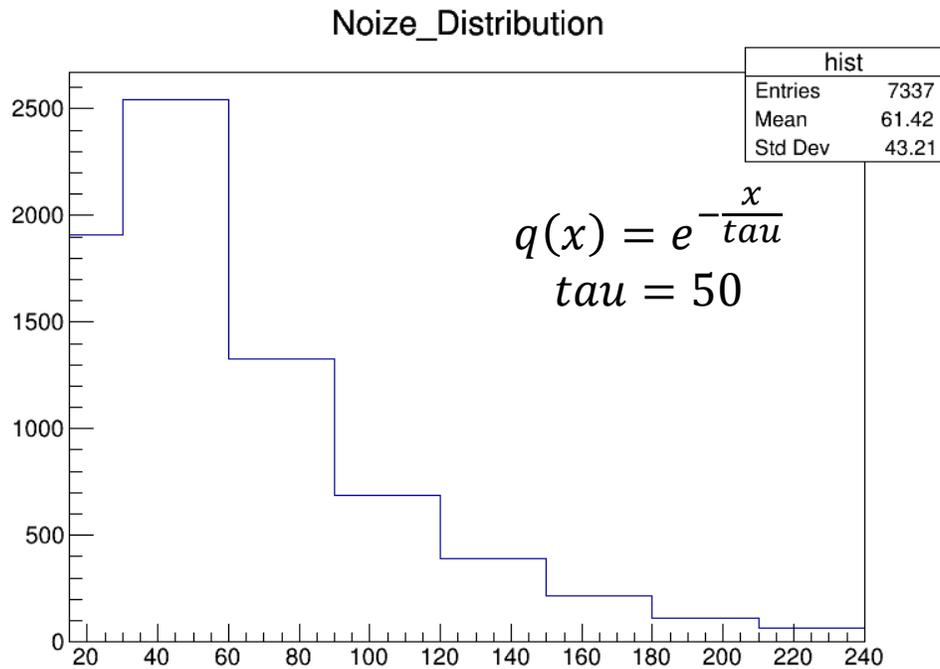
- ノイズが入っていることを考慮してFittingする。
- MIPのエネルギー損失量を決め、バイアス電圧ごとに比較する。



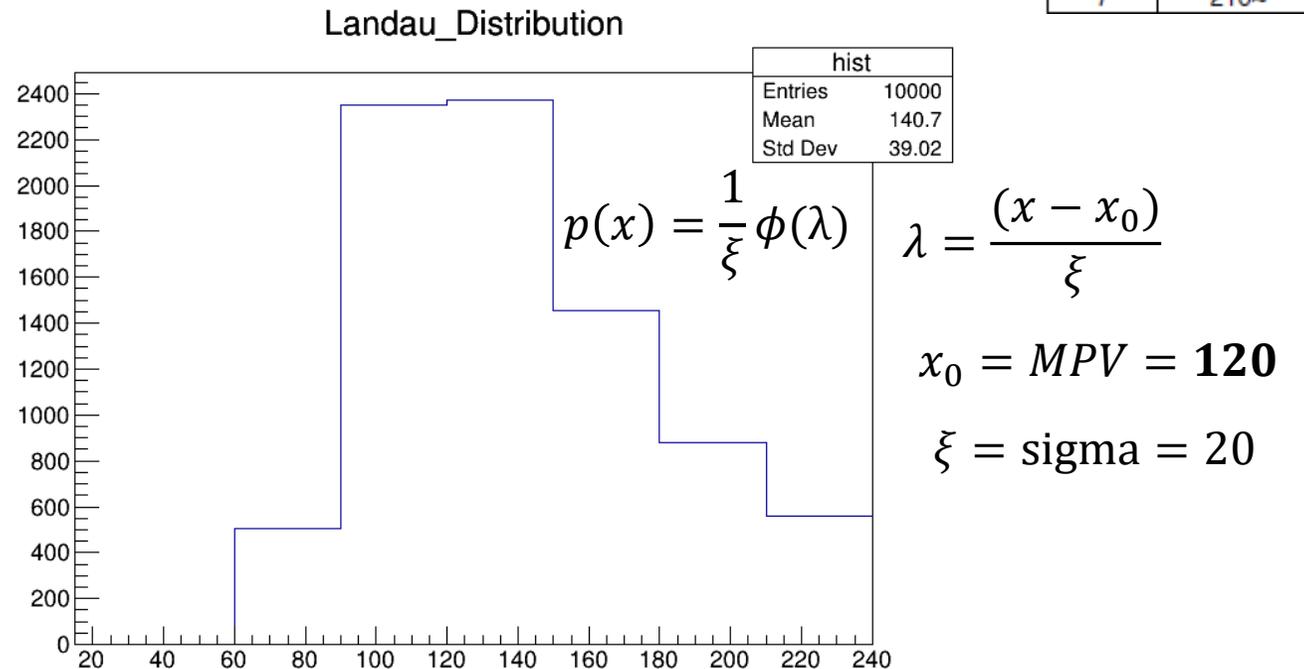
# MIPのバイアス電圧依存検証の下準備(練習)

- ノイズを想定した指数関数の分布と、ランダウの分布を用意して足し上げる。
- 分布は以下に表記した関数に従う乱数をヒストグラムにfillした。
- Binの幅は右のADCの表をもとに設定した。

ADC	DAC
0	15~30
1	30~60
2	60~90
3	90~120
4	120~150
5	150~180
6	180~210
7	210~



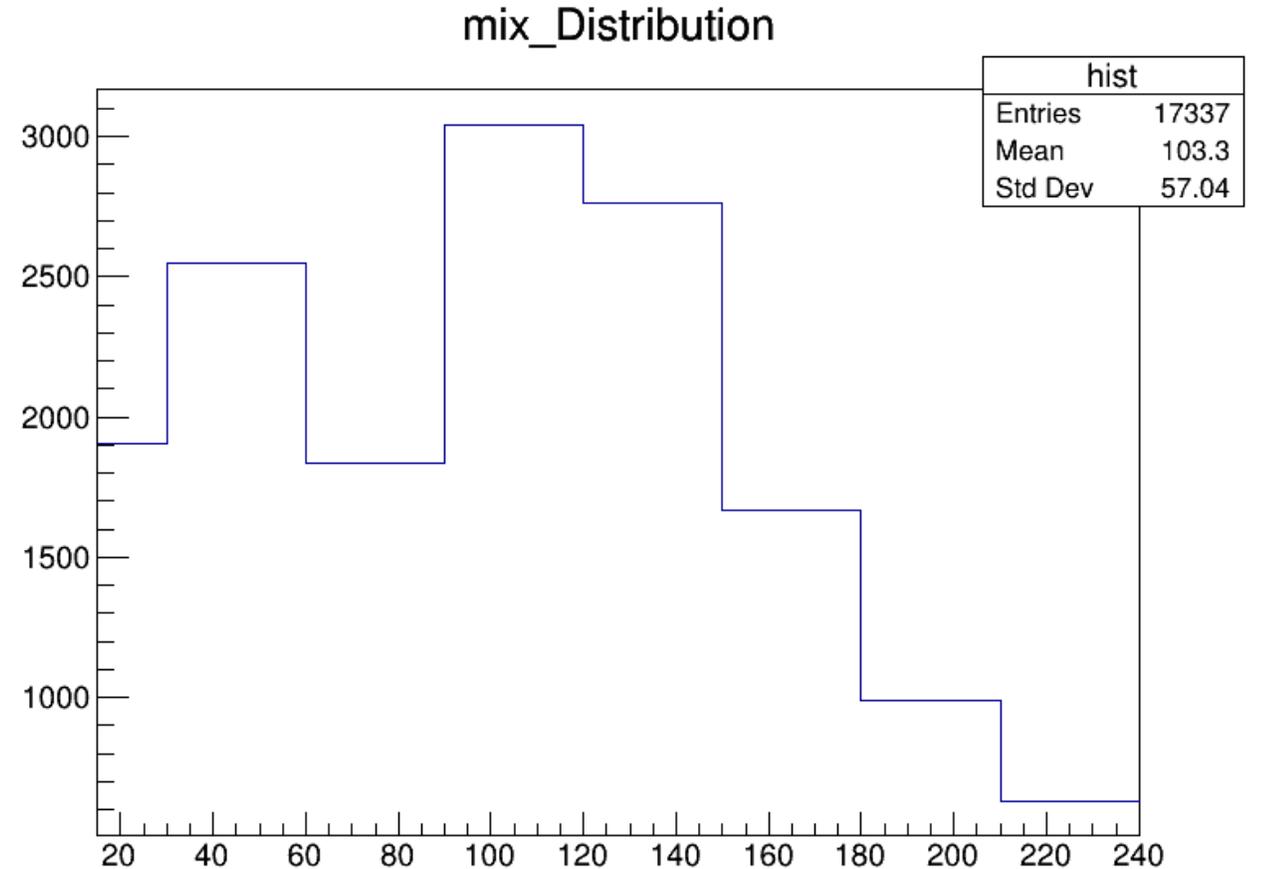
↑ビンの幅が他の半分のため  
エントリーが少なく見える。



$$\phi(\lambda) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} e^{\lambda s + s \log s} ds$$

# MIPのバイアス電圧依存検証の下準備(練習)

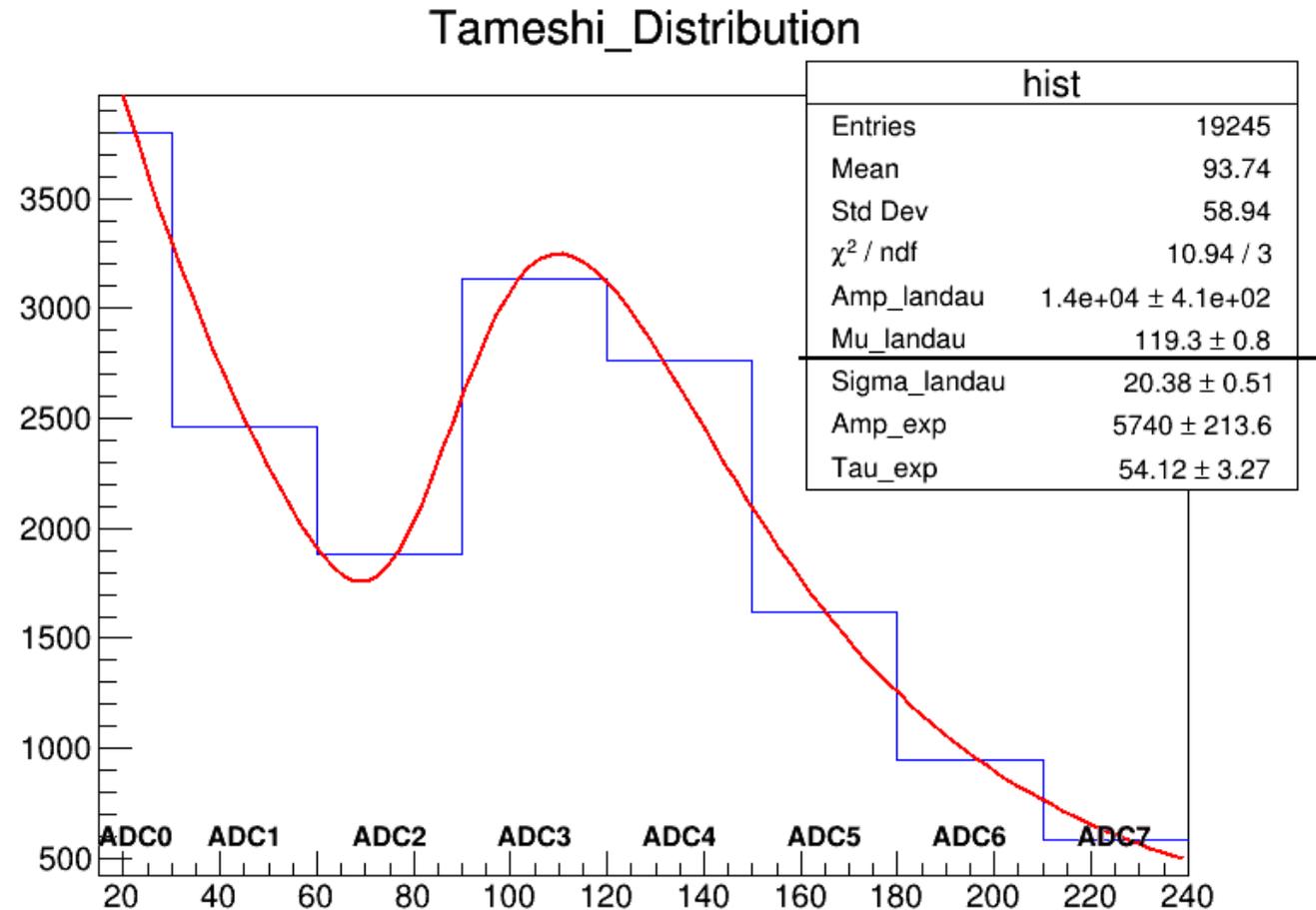
- 右のグラフについて、指数関数とランダウを同時にfittingし、元の関数のパラメータを得ることが目標。
- 実際のデータを扱う時は、衝突点とのクラスターの角度を考慮する。



# MIPのバイアス電圧依存検証の下準備(練習)

- ビン幅によるエントリーの差が出ないように、1ビン目を二倍した。
- 以下の関数でfittingを行った。

$$f(x) = A_1 \cdot \text{Landau}(x, \mu, \sigma) + A_2 \cdot e^{-\frac{x}{\tau}}$$

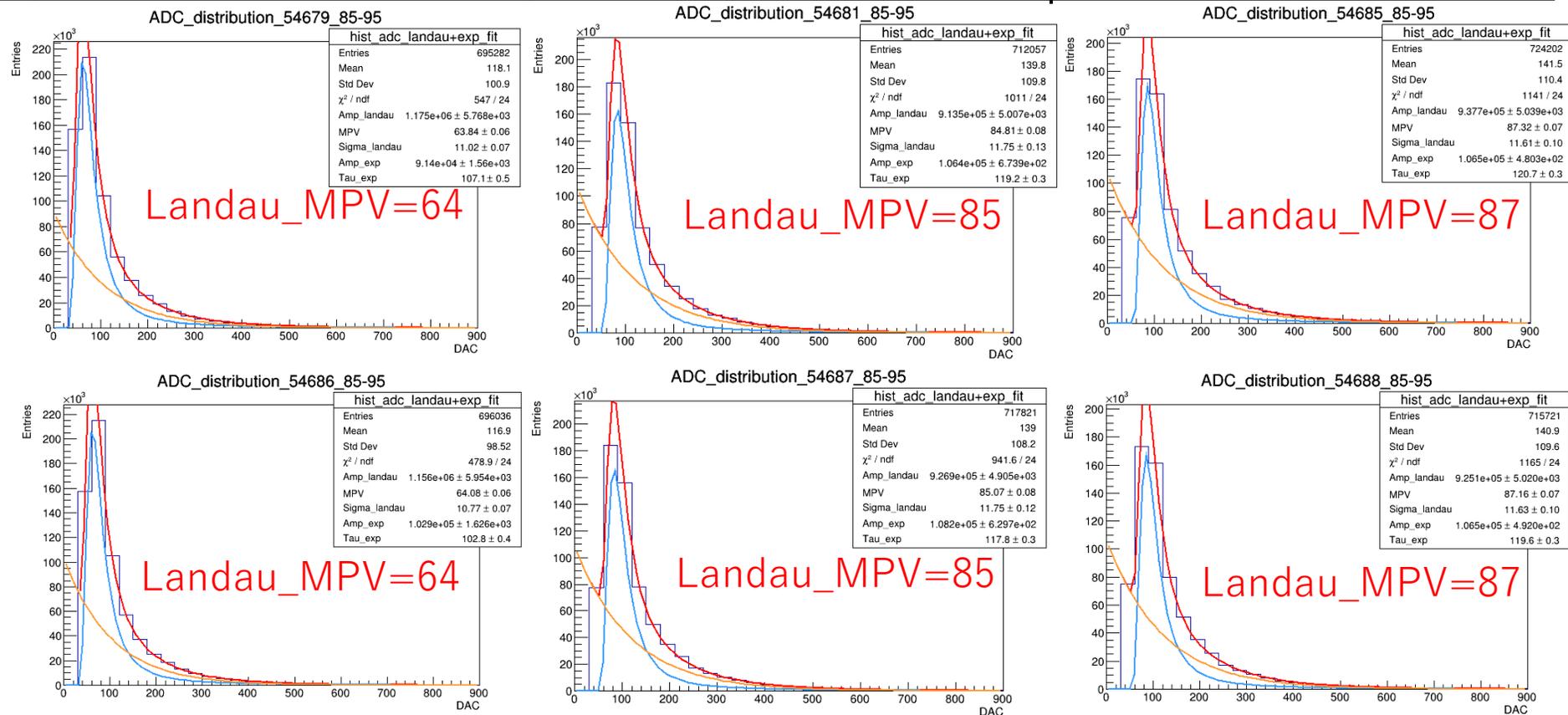


# MIP peak each bias voltage

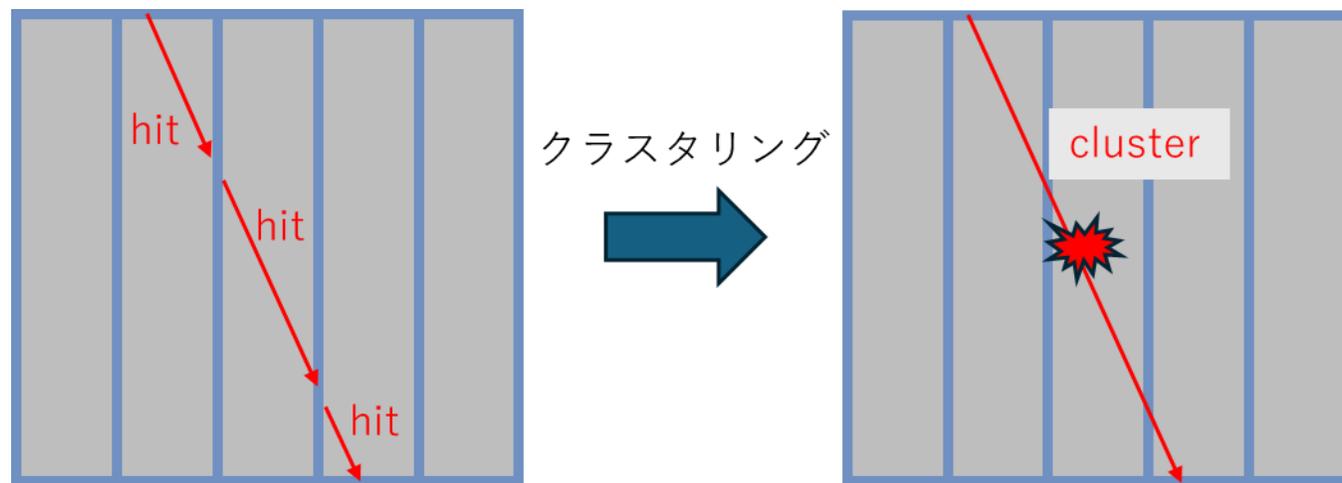
- Fitting with sum of **landau** distribution and an **exponential** function for each bias voltage.
- Cluster ADC distribution for each run is shown with their fitting line.  
(sum of two functions → red, landau → blue, exponential → orange)

Bias Voltage	50V	75V	100V
--------------	-----	-----	------

- MIP peak position are also different by each bias.
- Chi square is smaller than only landau fitting.



# Back up



Back up

Back up

Back up

Back up

Back up