

進捗報告 (DACスキャン)

2024/2/2

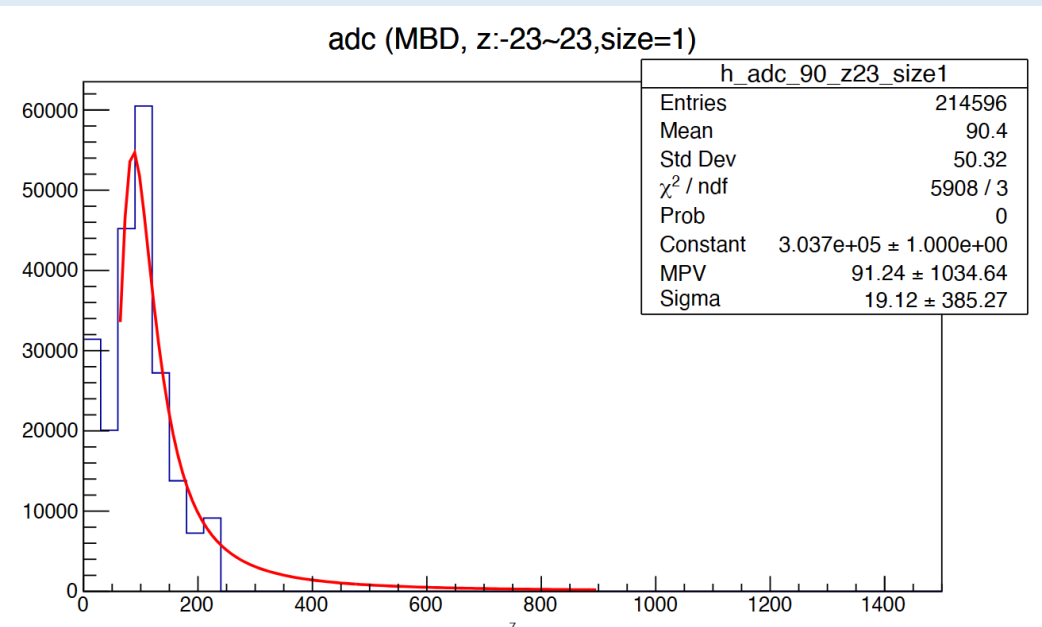
M2 杉山由佳

DACスキャン

sPHENIX実験のAu-Au衝突データを用いて、正確なMIPピーク(とS/Nの割合)を求めようとしている。

通常のDAC設定ではMIPピークが確認されたが、エネルギー分解能が優れない。

→DAC値の設定間隔を狭めた測定を複数回行うことで、広い範囲にわたってより正確なエネルギー損失量を求めることができる。



	DAC値							
	DAC0	DAC1	DAC2	DAC3	DAC4	DAC5	DAC6	DAC7
Scan4	68	72	76	80	84	88	92	96
Scan5	88	92	96	100	104	108	112	116
Scan6	108	112	116	120	124	128	132	136
Scan7	128	132	136	140	144	148	152	156
Scan8	148	152	156	160	164	168	172	176

解析方法

1. ヒット選定
 - ノイズ除去（BCOカット）
2. クラスタリング
3. クラスター選定
 - ノイズ除去（Hot chip, クラスター数カット）
 - tracking選択（ θ , クラスターサイズ, Z-vertex, ϕ カット）
4. Run毎のADC分布の作成
5. エネルギー損失曲線の作成

	DAC値	出力波高の電圧値[mV]
DAC0	88	562
DAC1	92	578
DAC2	96	594
DAC3	100	610
DAC4	104	626
DAC5	108	642
DAC6	112	658
DAC7	116	674

MIPピーク($\theta=90^\circ$):
589mV

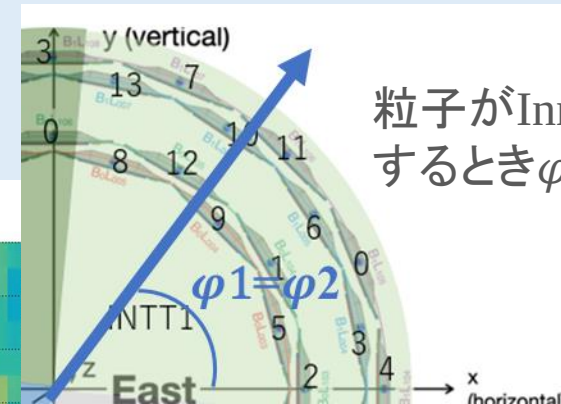
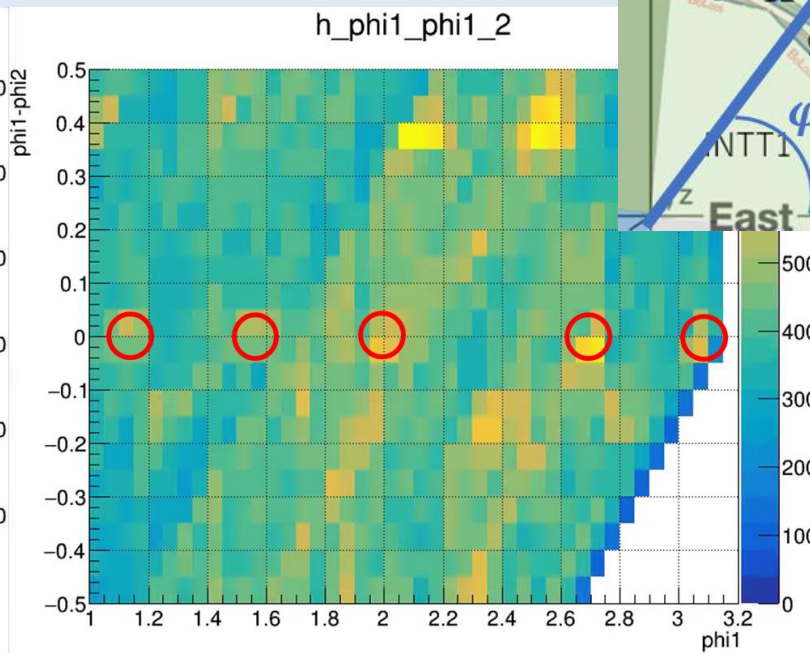
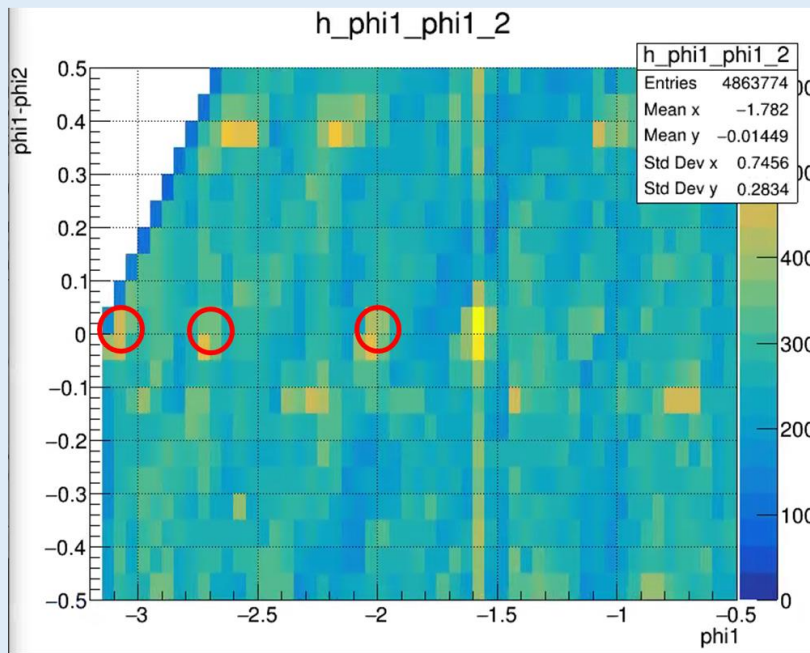
クラスター選定(phiカット)

他Run: 外部トリガー(MBD)とINTTのデータの両方を用いてz-vertex計算

DACスキンのRun: INTTのデータのみを用いてz-vertex計算

INTTのデータ単体ではz-vertex計算が正しく行われていないことが原因で、MIPピークが見えない可能性がある。

→INTTデータのみでも信頼できる" φ "で下図のようにカットした。

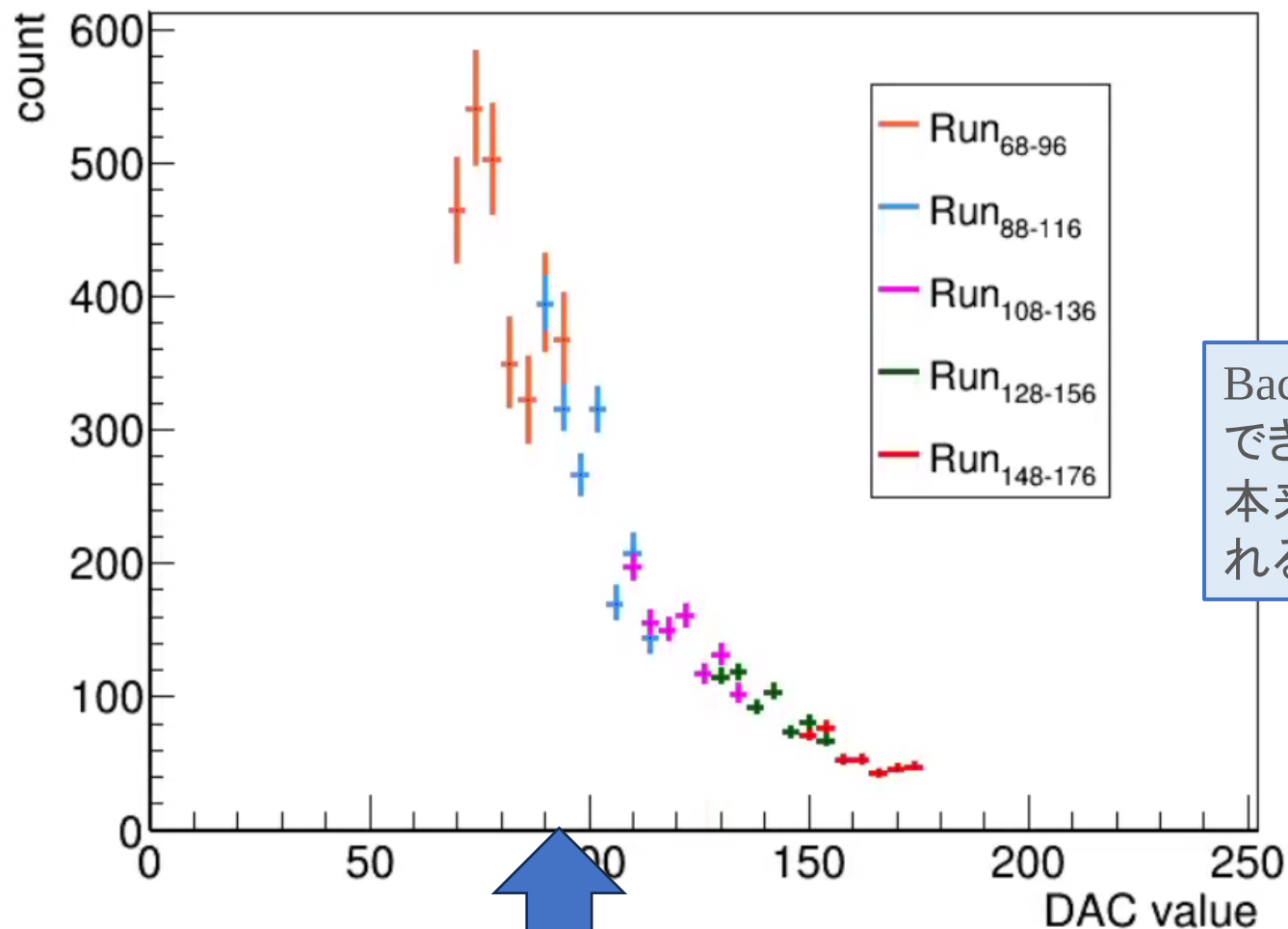


粒子がInner、outerを通過するとき $\varphi_1 = \varphi_2$ と考えられる。

φ_1 : innerの φ
 φ_2 : outerの φ

Phiカット後のADC分布

h_adc_theta90_size1_z20

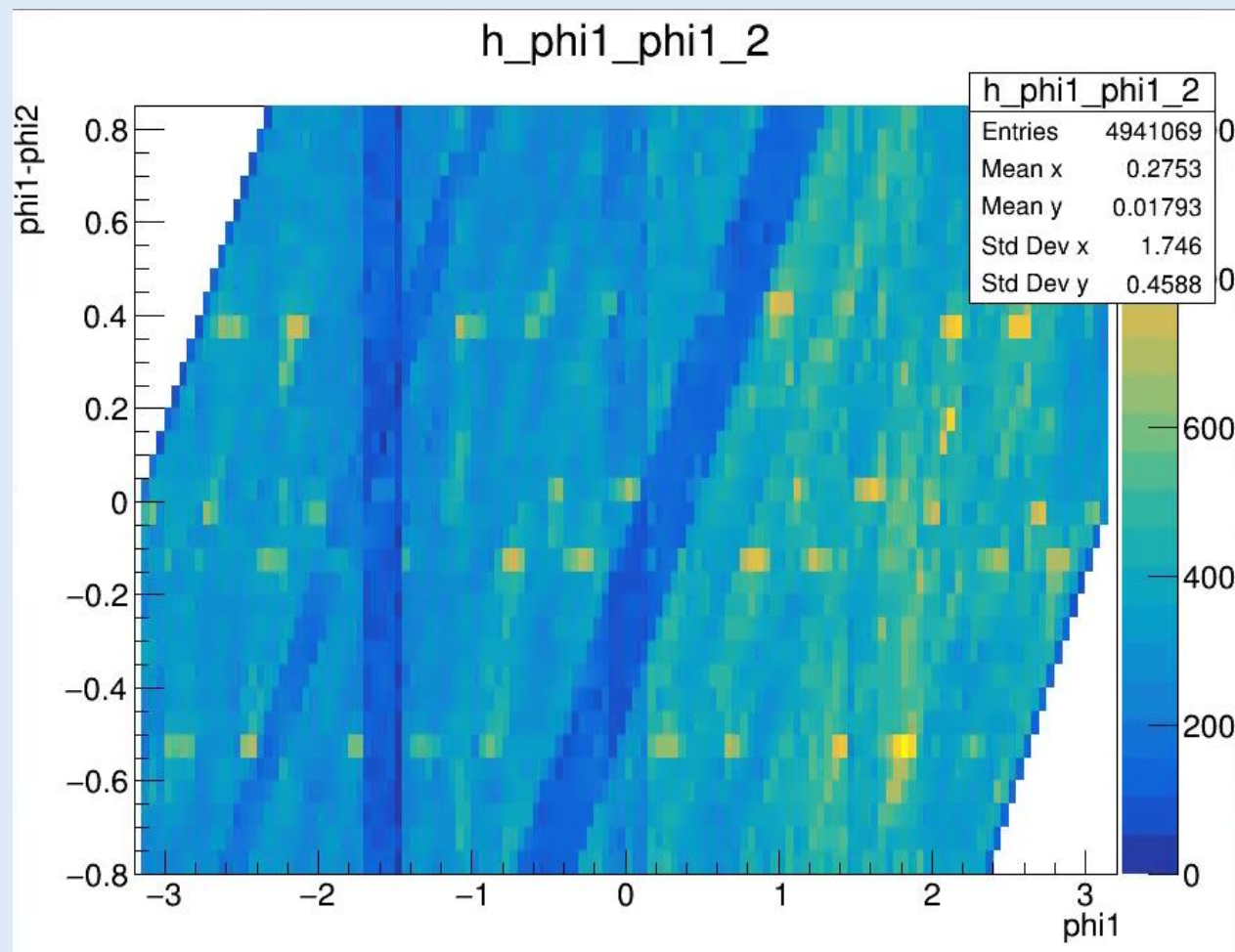


“ $\theta=90^\circ$ ”で “ $20 < Z\text{-vertex} < 20$ ”である
Single hitクラスターを選択した。

Backgroundが多く、phiカットしてもMIPピークが確認できなかった。
本来は θ , φ カットによりMIPピークが見えると考えられるが、カットの効果が効いていない。

予想されるMIPピーク: 92

原因: phi相関



本来は $\phi_1 - \phi_2 = 0$ に相関が見られるが、20869やDACスキンのRunでは、 $\phi_1 - \phi_2 = 0$ 以外にも相関が見られる。

ヒット位置の情報 (chip_id, chan_id) → クラスタ位置の情報 (phiや3次元座標 x, y, z) の変換が上手くいっていない可能性がある。

ϕ_1 : innerのphi
 ϕ_2 : outerのphi

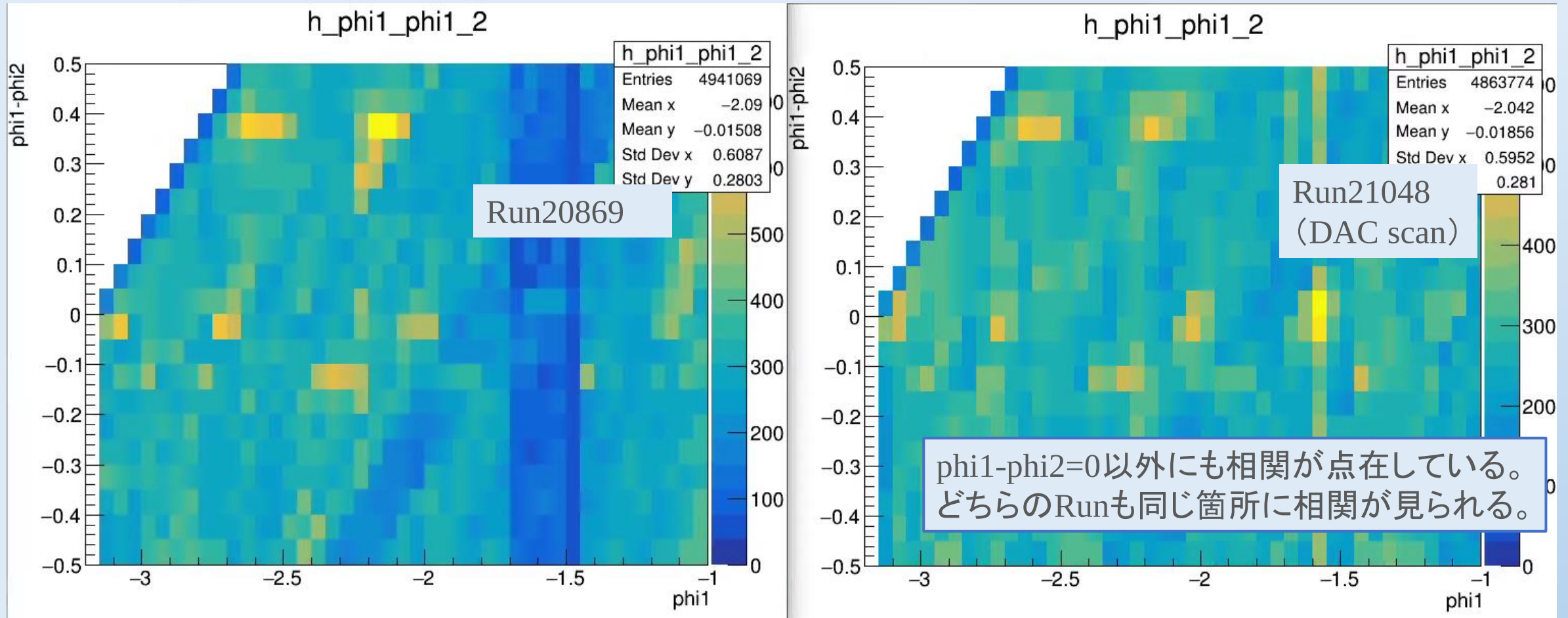
Run20869(10K event)
BCO cut, hot channel cut, #cluster<200

20869やDACスキンのRunでは、 $\phi_1 - \phi_2 = 0$ 以外にも相関が点在している。

Phi1:(phi1-phi2)相関

Run20869(zero-field)と21048(DAC scan)で、Phi1:(phi1-phi2)相関分布を求めた。

phi1: innerのphi
phi2: outerのphi



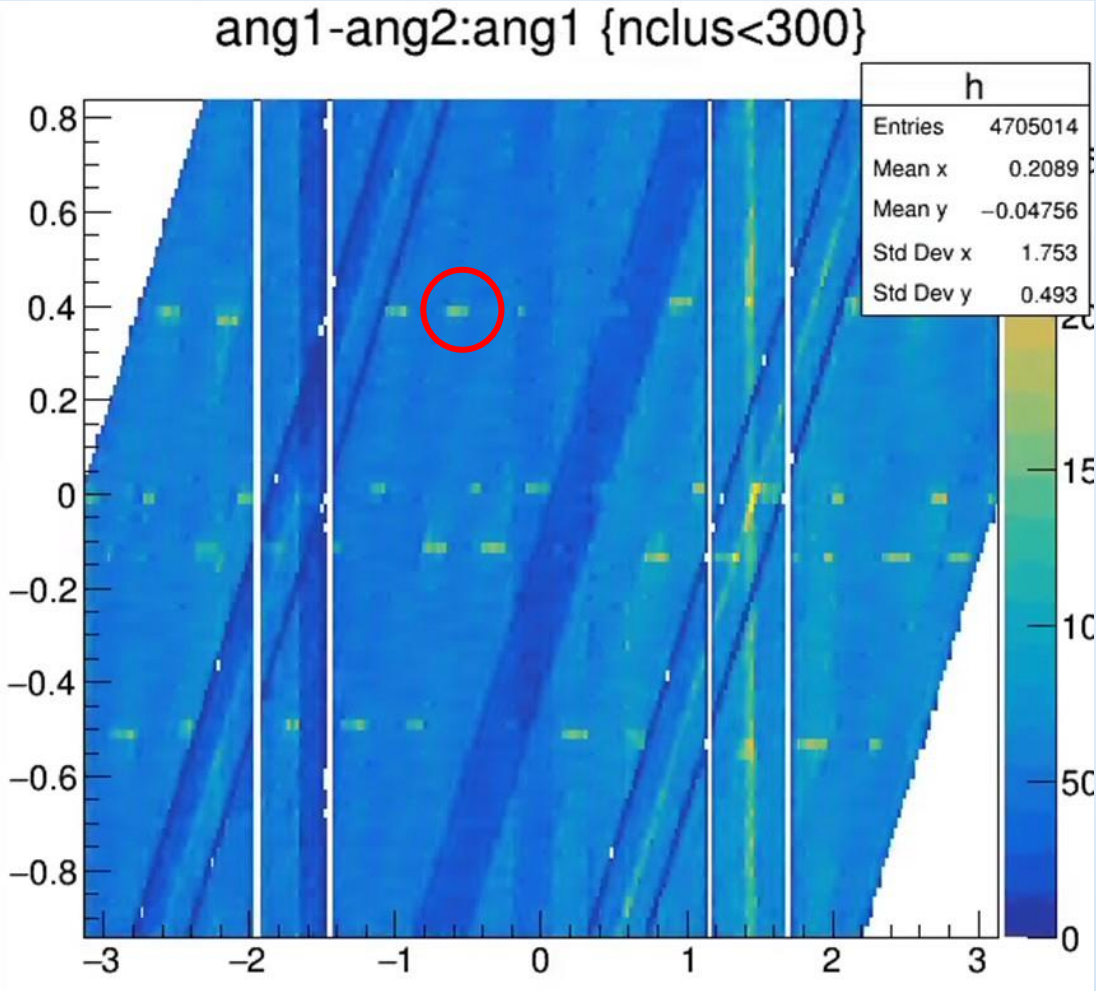
10K event, BCO cut, hot channel cut, #cluster<200

10K event, BCO cut, #cluster<200

Phi1:(phi1-phi2)相関

phi相関で起きていると考えられる事象について例を示す。

phi1: innerのphi
phi2: outerのphi

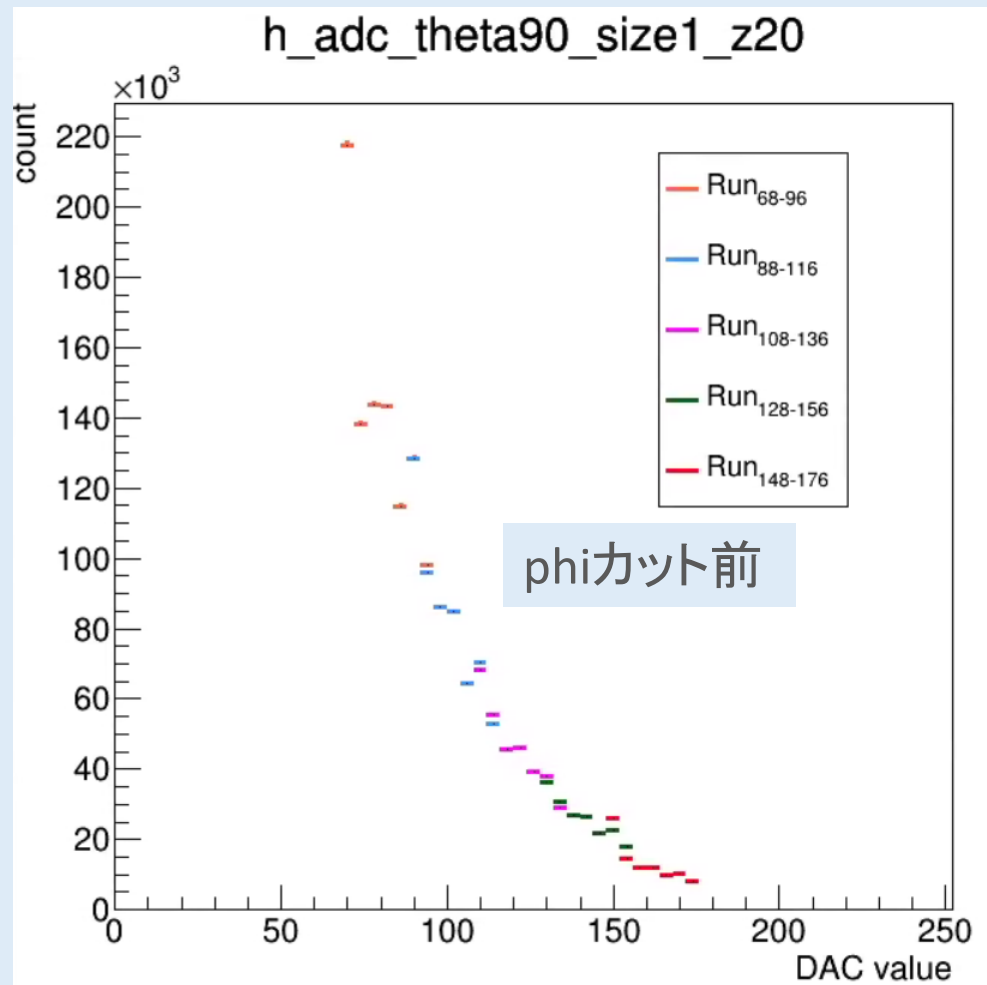


この場合約+23° (phi=+0.4) 相関がずれている。

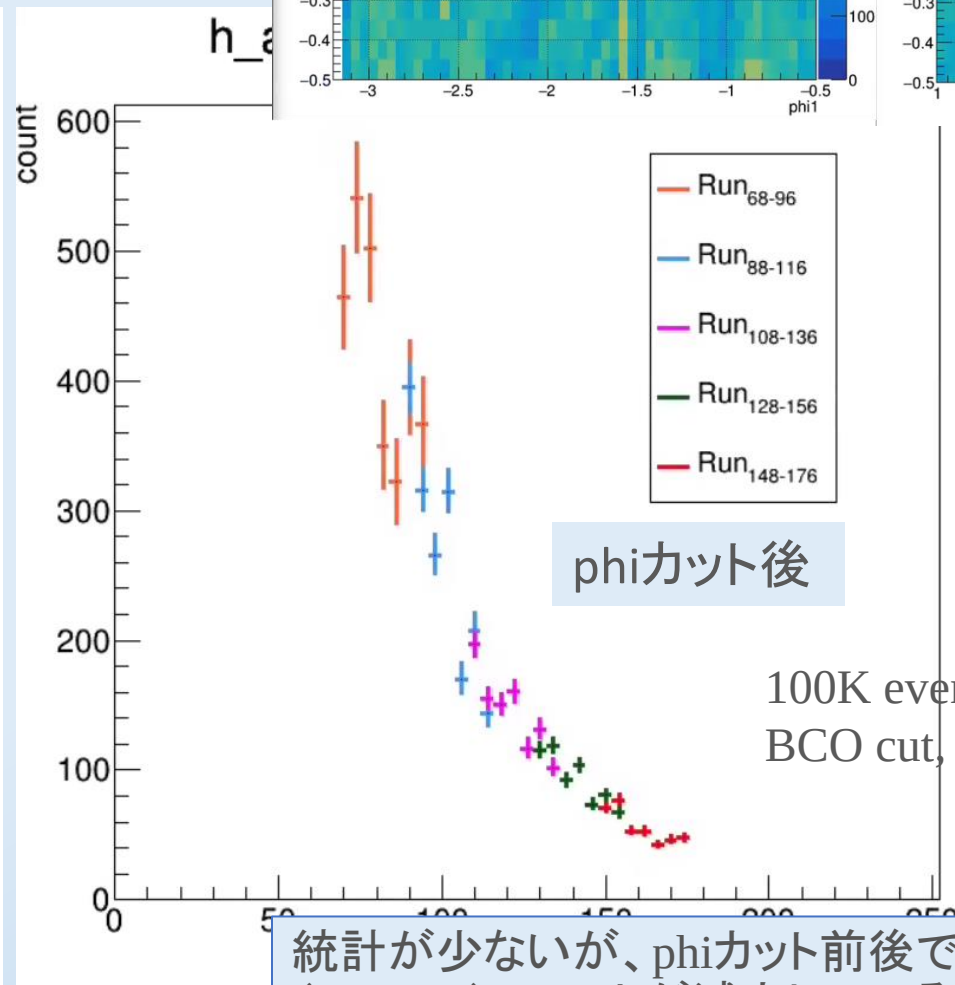
※phiのずれる方向(+/-)は一定ではない。
※相関が等間隔に存在しない。
原因は不明である。

Phiカット前後のADC分布

phiカットの効果を確認するために、phiカット前後でADC分布を比較した。

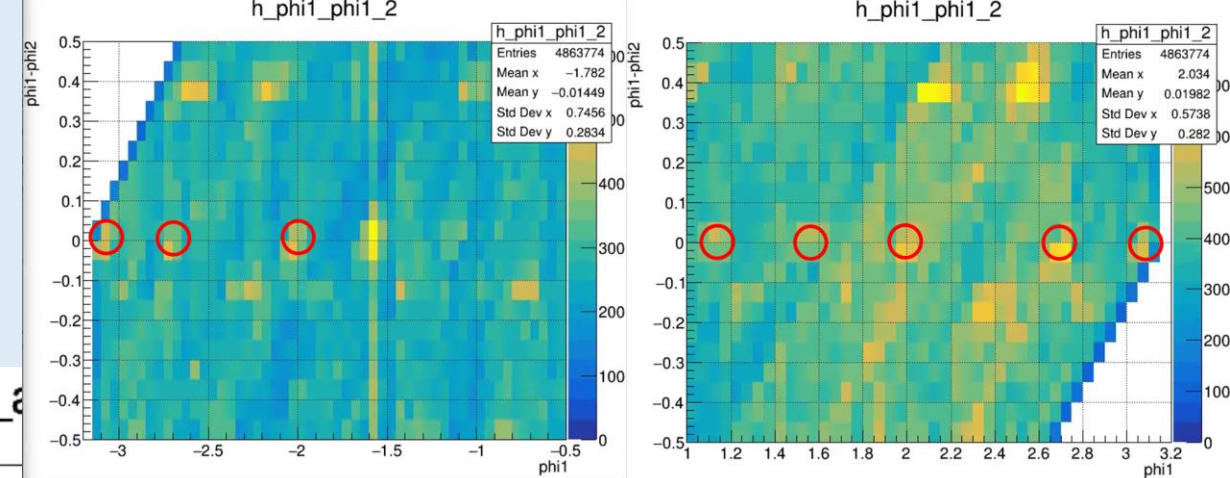


2024/2/2



INTT JP

統計が少ないが、phiカット前後で各scanのDAC0 (ADC=0) のヒットが減少している。

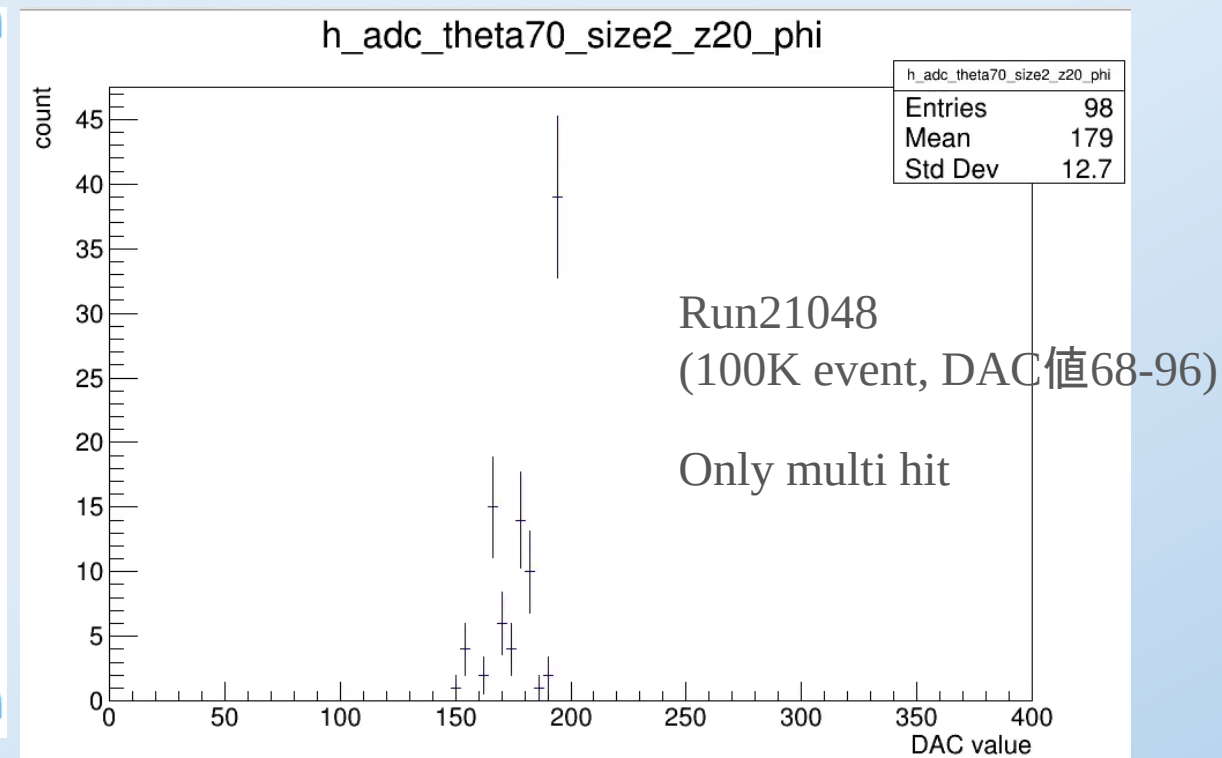
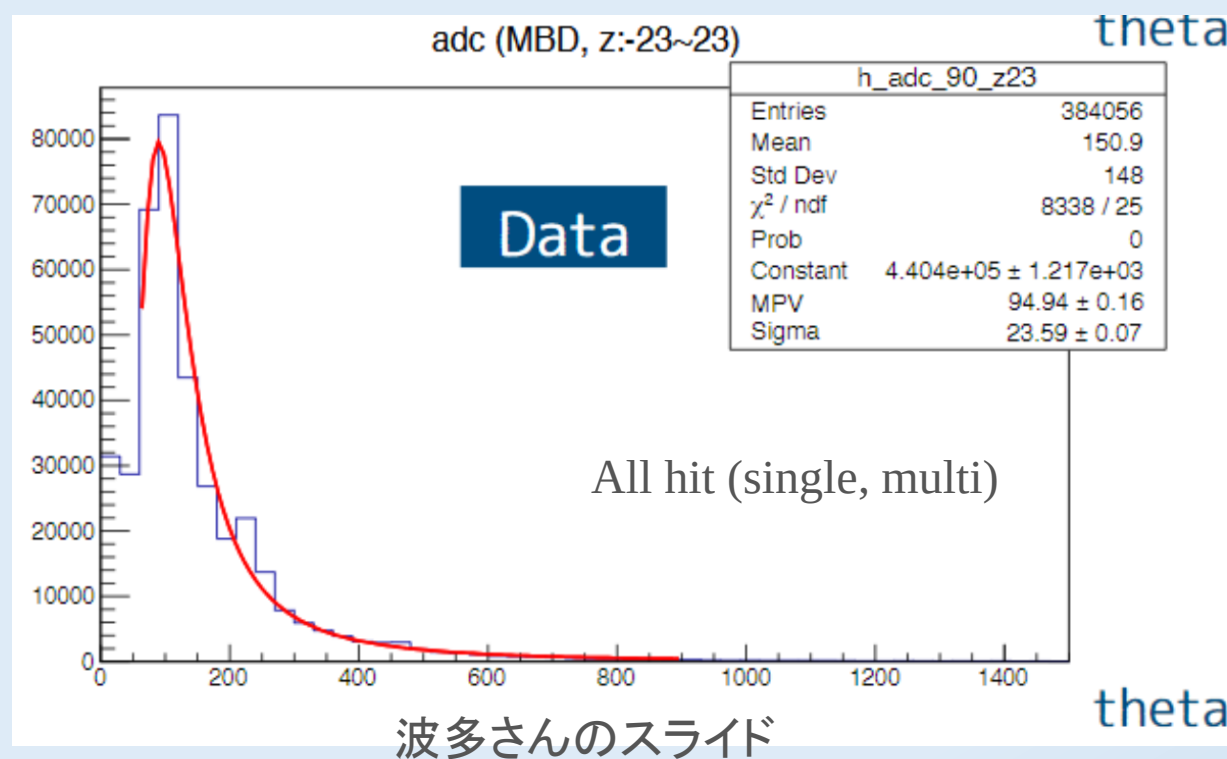


100K event

BCO cut, hot chip cut, #cluster<200

2ヒットクラスターのADC分布

Backgroundがランダムに発生すると仮定したとき、複数ストリップは1ストリップと比較してbackgroundの発生確率が低いと考え、2ストリップを通過するクラスターのADC分布を求めた。



通常のDAC設定では2ヒットクラスター解析でMIP範囲を測定できる。

DACスキャン(DAC値68-96)では測定できない。
→Run9000台のDACスキャン(DAC値8～)データで解析する。

まとめ/予定

- ノイズ除去やtracking選定を行ってもbackgroundが非常に多く、MIPピークを確認できなかった。

→backgroundと考えられる原因が分かったため、それらの原因を取り除いて再度解析する。

→目標は、MIPピークとMIP領域におけるS/Nの割合を評価し、sPHENIX実験におけるINTTのエネルギー損失測定的能力が十分であることを確認することである。

- 解析
- 修論

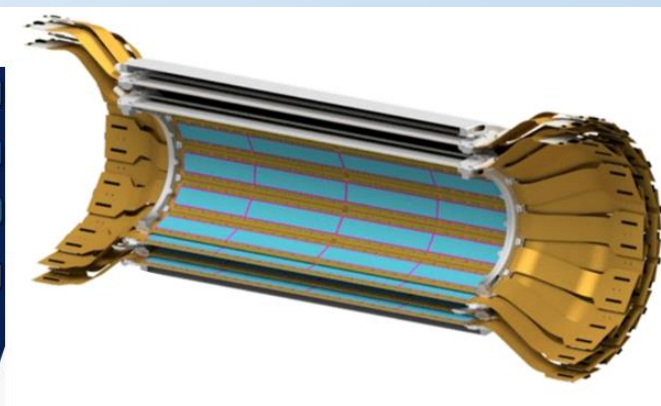
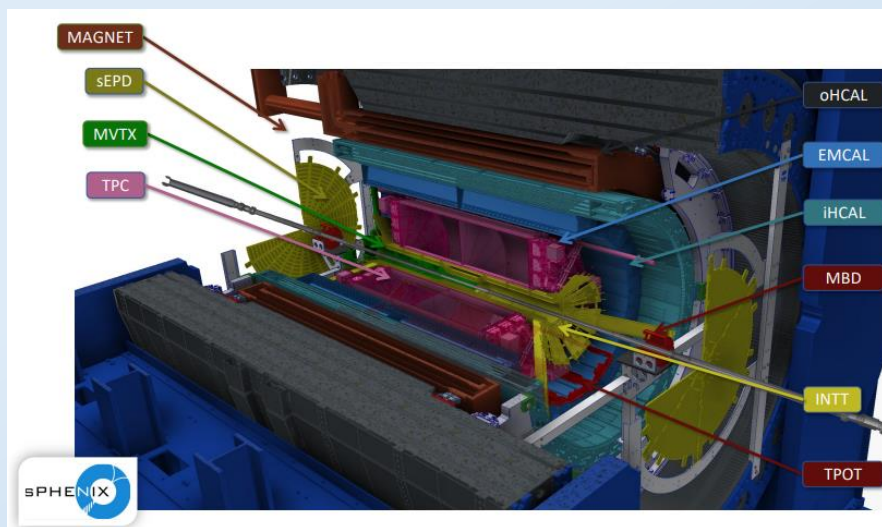
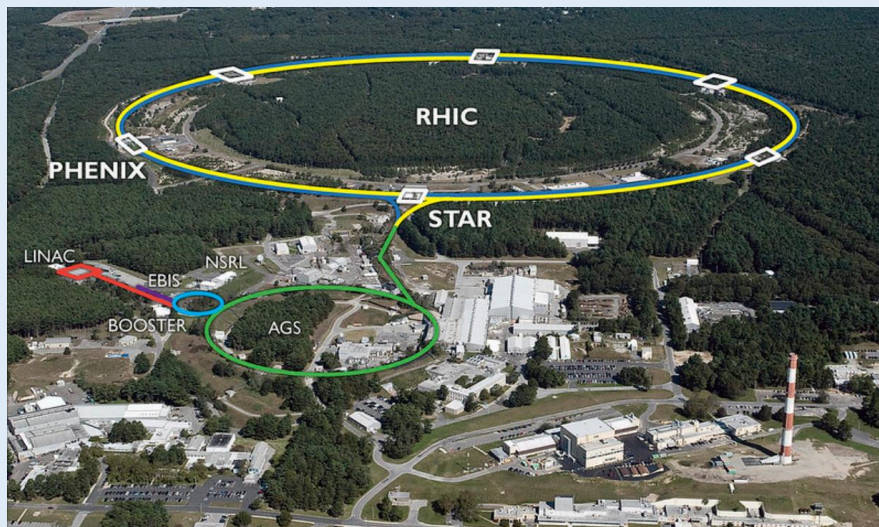
Back up

測定方法

RHIC を用いて金原子核を加速させ、衝突点で核子1 個あたり重心系エネルギー200GeV のAu-Au衝突を起こした。この衝突により生成された粒子を測定した。

INTT

- ビーム軸から6-12cm の位置にあり、衝突点からビーム軸方向に±23cm、方位角方向に 2π の検出範囲を覆っている。
- 内層と外層の2 層構造で計56 本のINTT ラダーが用いている。
→粒子の飛跡再構成に重要な役割を果たす。



原理

荷電粒子が物質中を通過する際、原子や分子中の電子との相互作用によりイオン化を起こし、エネルギーを失う。特に、高エネルギーを持つ荷電粒子であるMIPが物質中を通過した場合エネルギー損失量が最小となる。(MIPピーク)

1GeV の μ 粒子が320 μm 厚のシリコンセンサーに垂直に入射して通過する際のエネルギー損失量は、Bethe-Blochの式より、

$$1.15[\text{MeV/g} \cdot \text{cm}^{-2}] \times 0.032[\text{cm}] \times 2.329[\text{g/cm}^3] = 0.0857[\text{MeV}]$$

これを電荷に変換し、ゲイン値をかけることで電圧値を求めたところ、約589mVである。

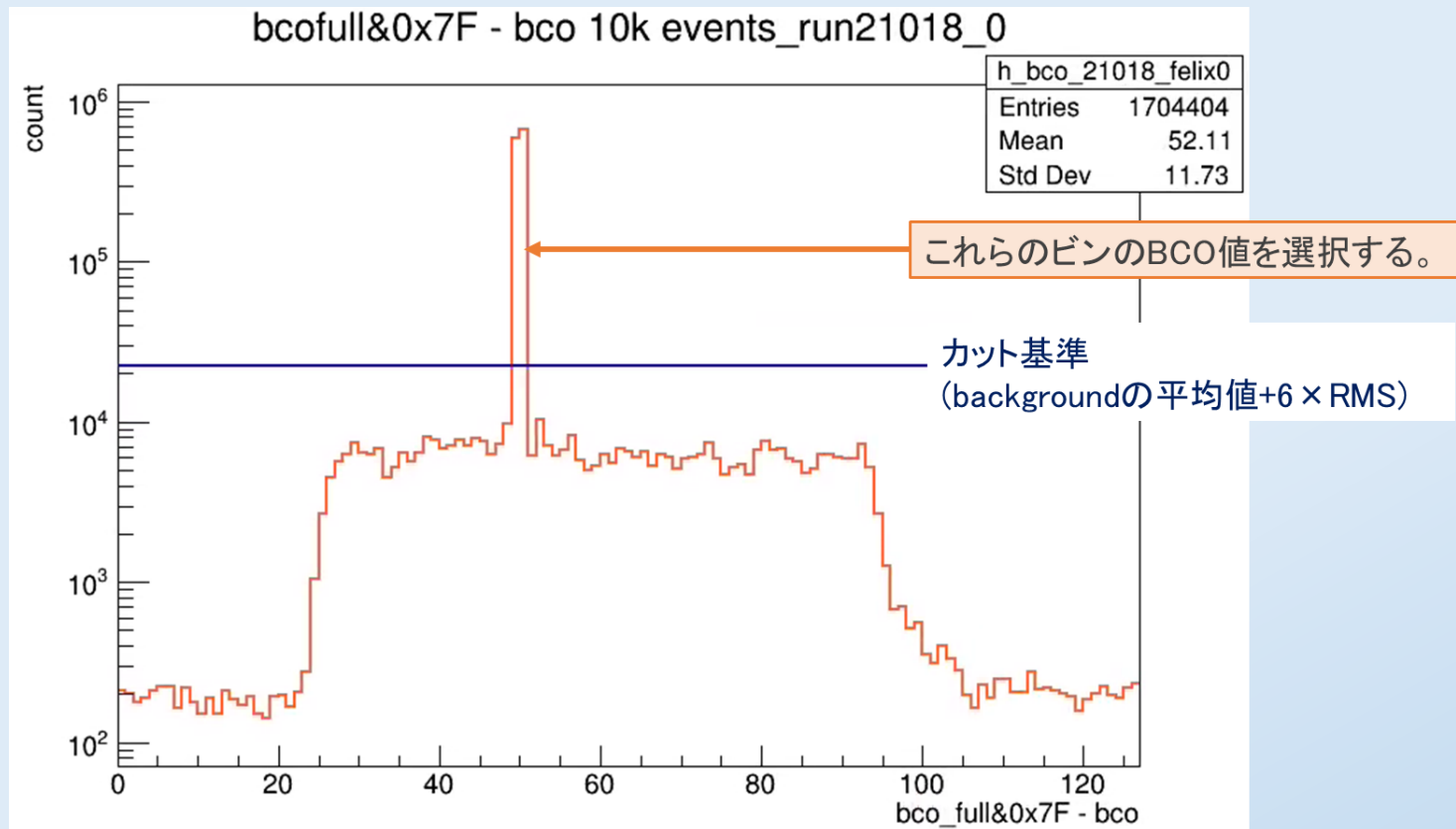
1GeV の μ 粒子が320 μm 厚のINTT 用シリコンセンサーを通過する際に損失するエネルギー量は約0.0857MeV、電圧値表記にすると約589mV

この理論値とDACスキャンで測定されたMIPピークが一致するかどうか確認している。

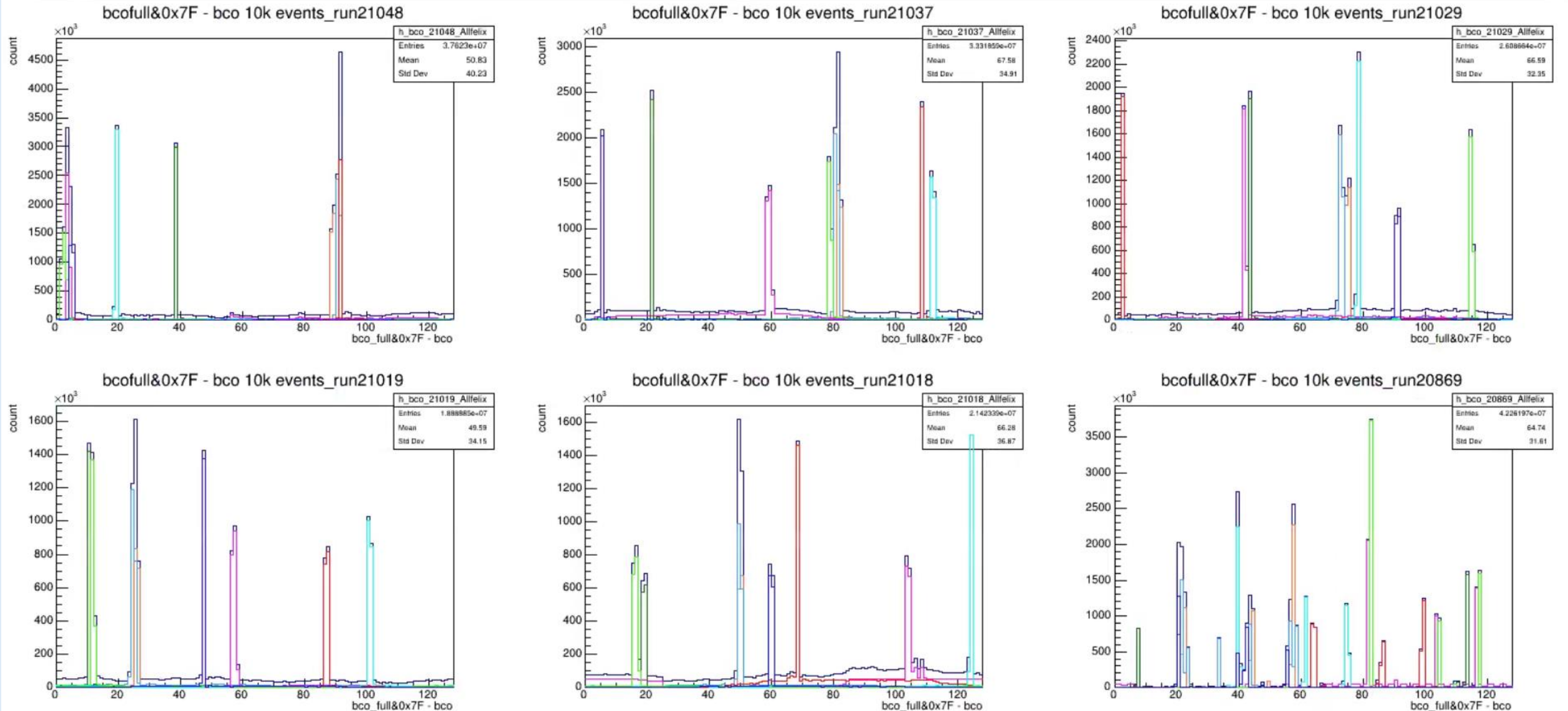
ヒット選定

- BCOカット:

本来はBCO_full – BCO分布はピークを持つ。しかし、sPHENIX実験ではbackgroundが確認されており、カットする必要がある。本解析では、“Backgroundの平均値 + 6*RMS” をBCOカットの基準としている。



BCO分布



クラスター選定(ノイズ除去)

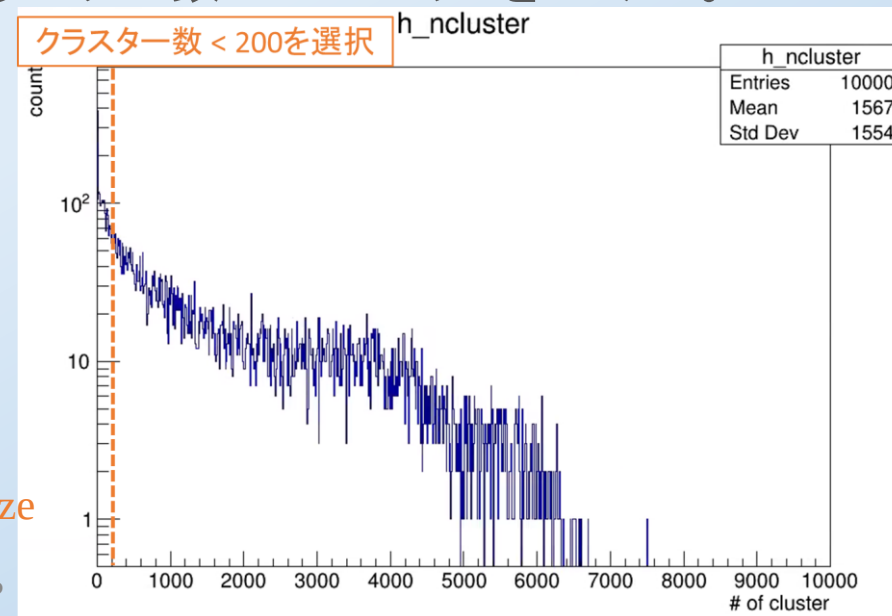
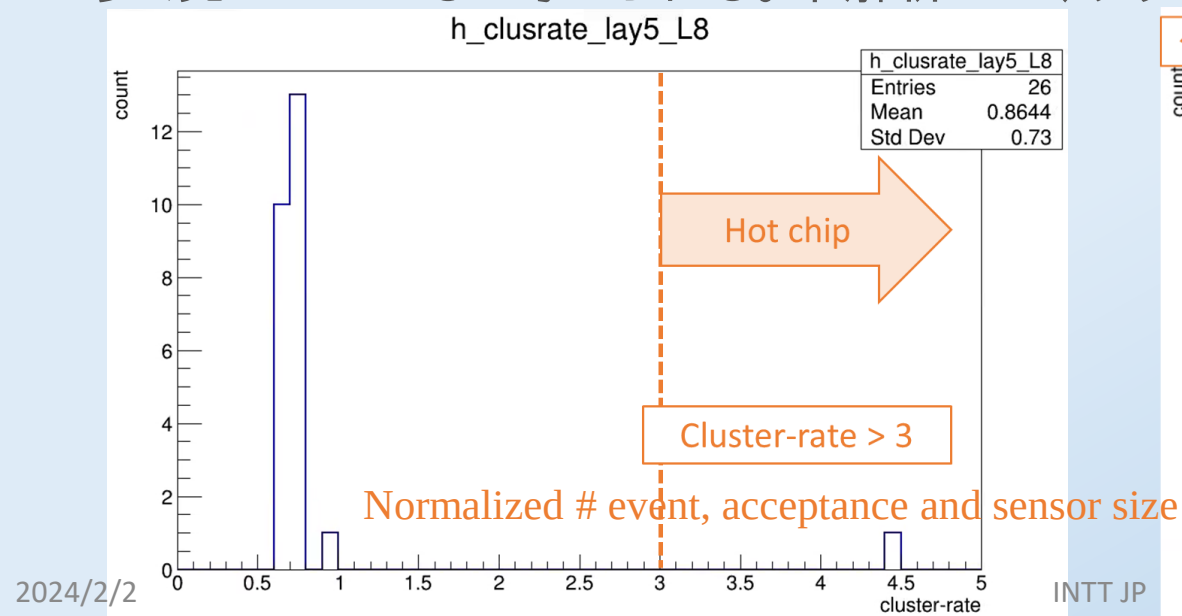
sPHENIX実験ではbackgroundとなるノイズが確認されており、カットする必要がある。

- Hot chipカット:

他のchannelよりもクラスター数が極端に多いchannelが存在することが確認された。本解析では、クラスター数が極端に多いchipでのクラスターをカットした。

- クラスター数カット

クラスター数とは、1イベントに含まれるクラスターの総数のことである。クラスター数が極端に多い時、ノイズが多く発生していると考えられる。本解析では、クラスター数<200でカットをかけた。



クラスター選定 (tracking選別)

荷電粒子のシリコンセンサーでの通過距離に応じてMIPピーク的位置が変化すると考えられる。より正確なMIPピークが得るために、入射角度などのtrackingを選別する必要がある。

- θ カット

荷電粒子がシリコンセンサーを通過する際の角度 θ の選定のことである。 θ が 90° に近いほどシリコンセンサーに垂直に入射したことを示す。 $\theta=90^\circ$ のクラスターを選別した。

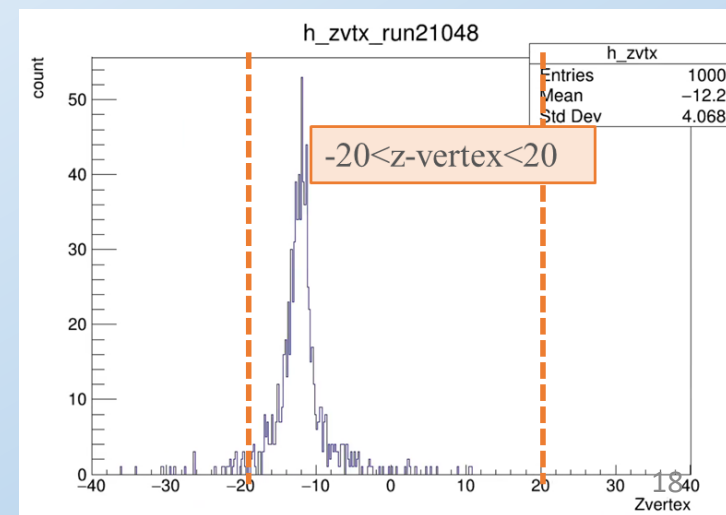
- クラスターサイズカット:

クラスターサイズとはクラスターに含まれるヒットの総数のことで、クラスターサイズ=1はシリコンセンサーの1channelのみを通過したことを示す。クラスターサイズ=1のクラスターを選別した。

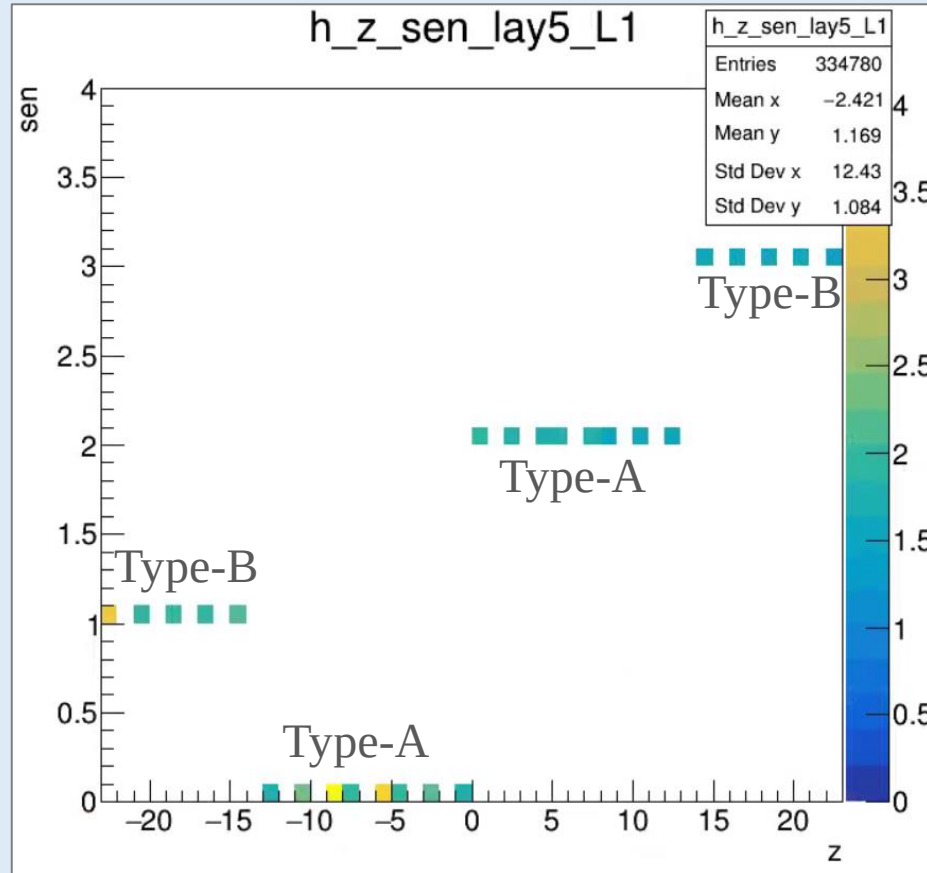
- Z-vertexカット:

Z-vertexとは衝突点を0とした時のクラスター位置のz座標のことである。

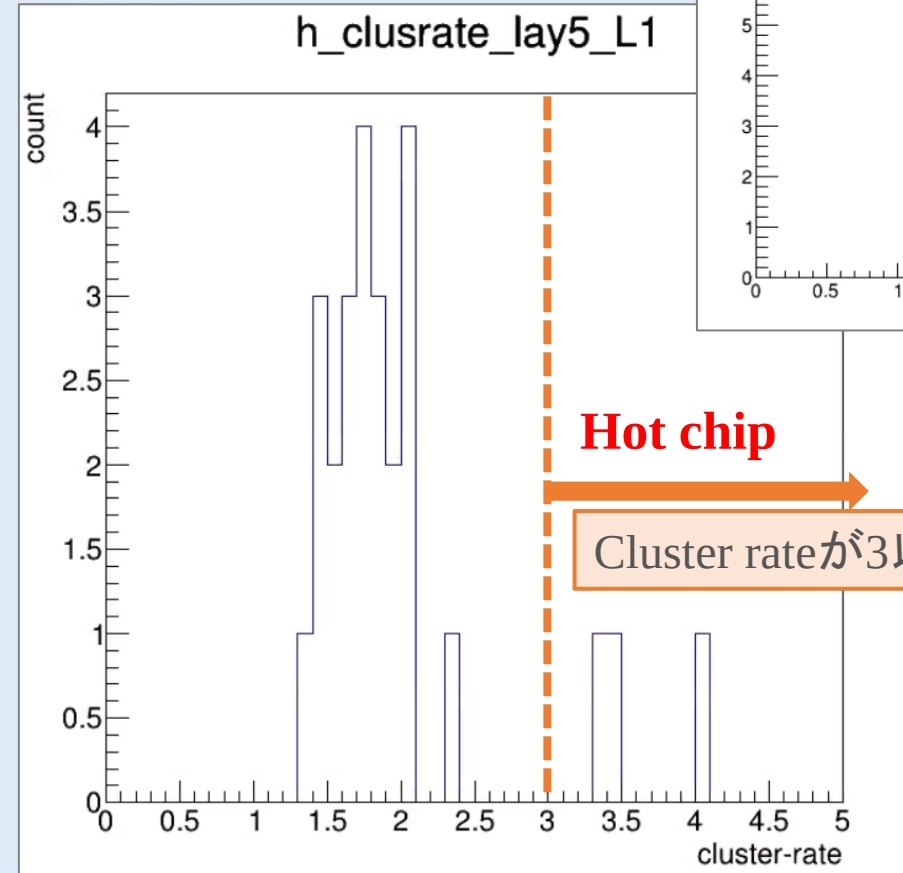
$-20 < Z\text{-vertex} < 20$ のクラスターを選別した。



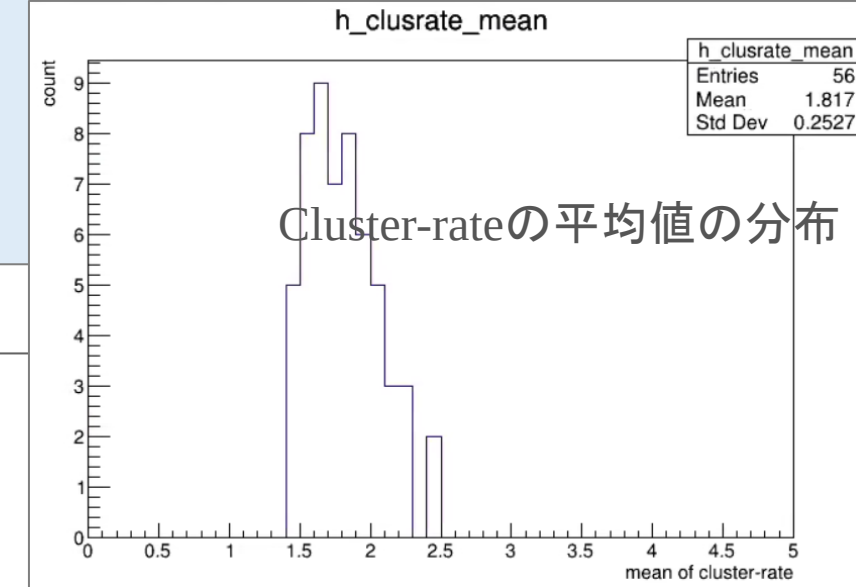
Hot chipの定義



chip毎のcluster map (≒Chip)



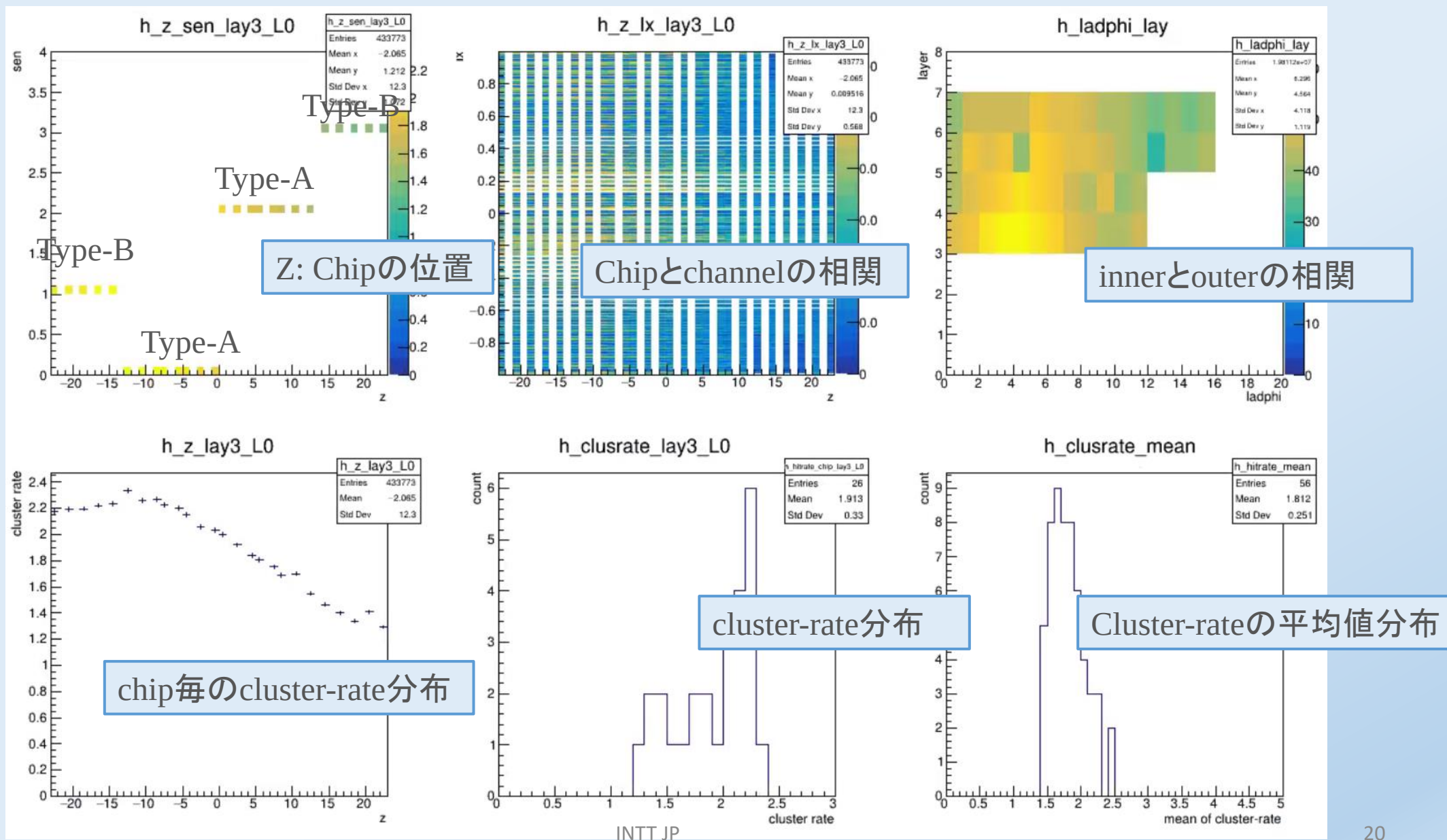
cluster-rate分布



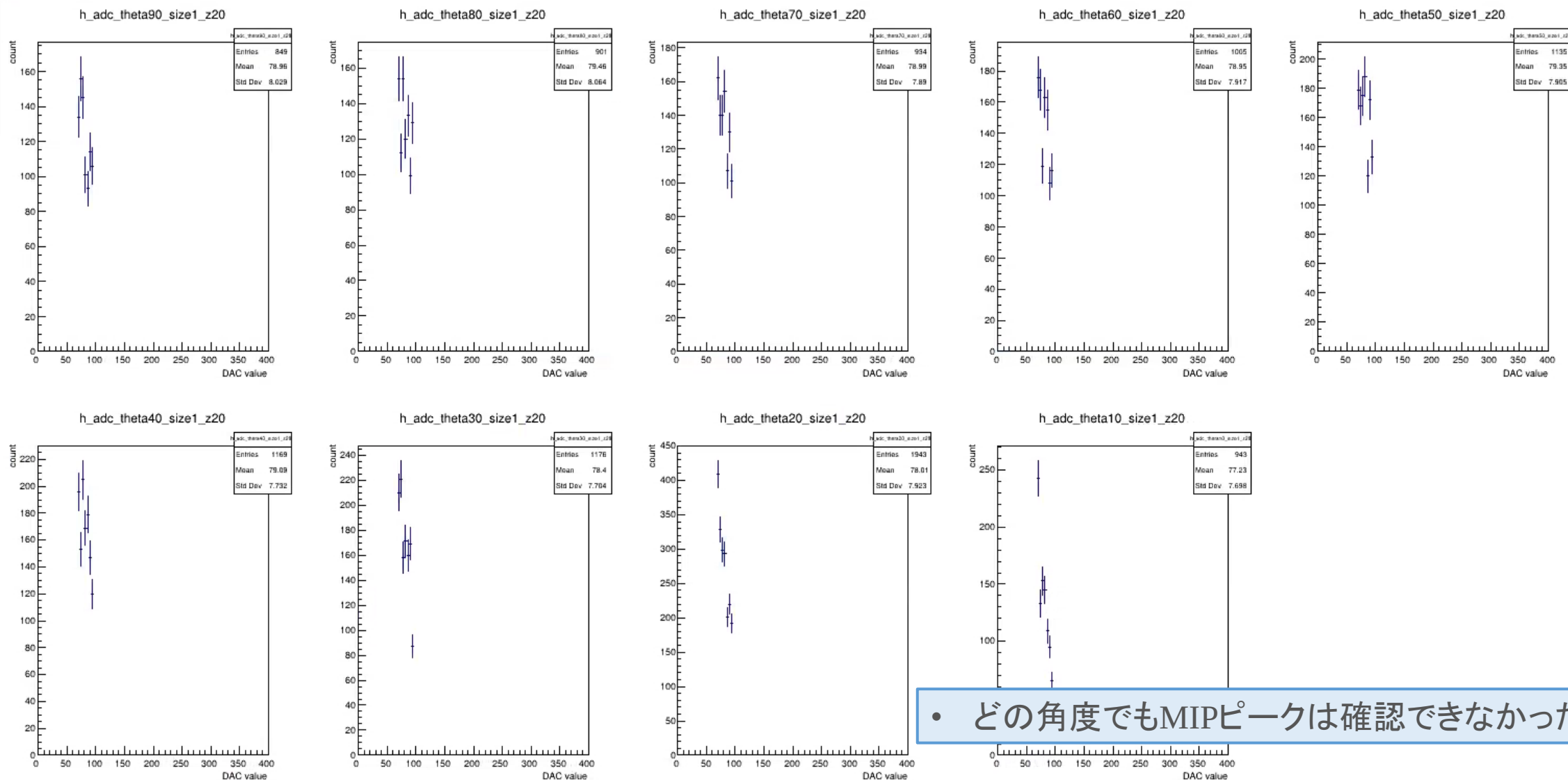
Cluster rateが3以上の時、hot chipと定義した。

※ cluster-rate: cluster数をイベント数, sensor size, acceptanceで規格化した値

Hot chipに関する分布

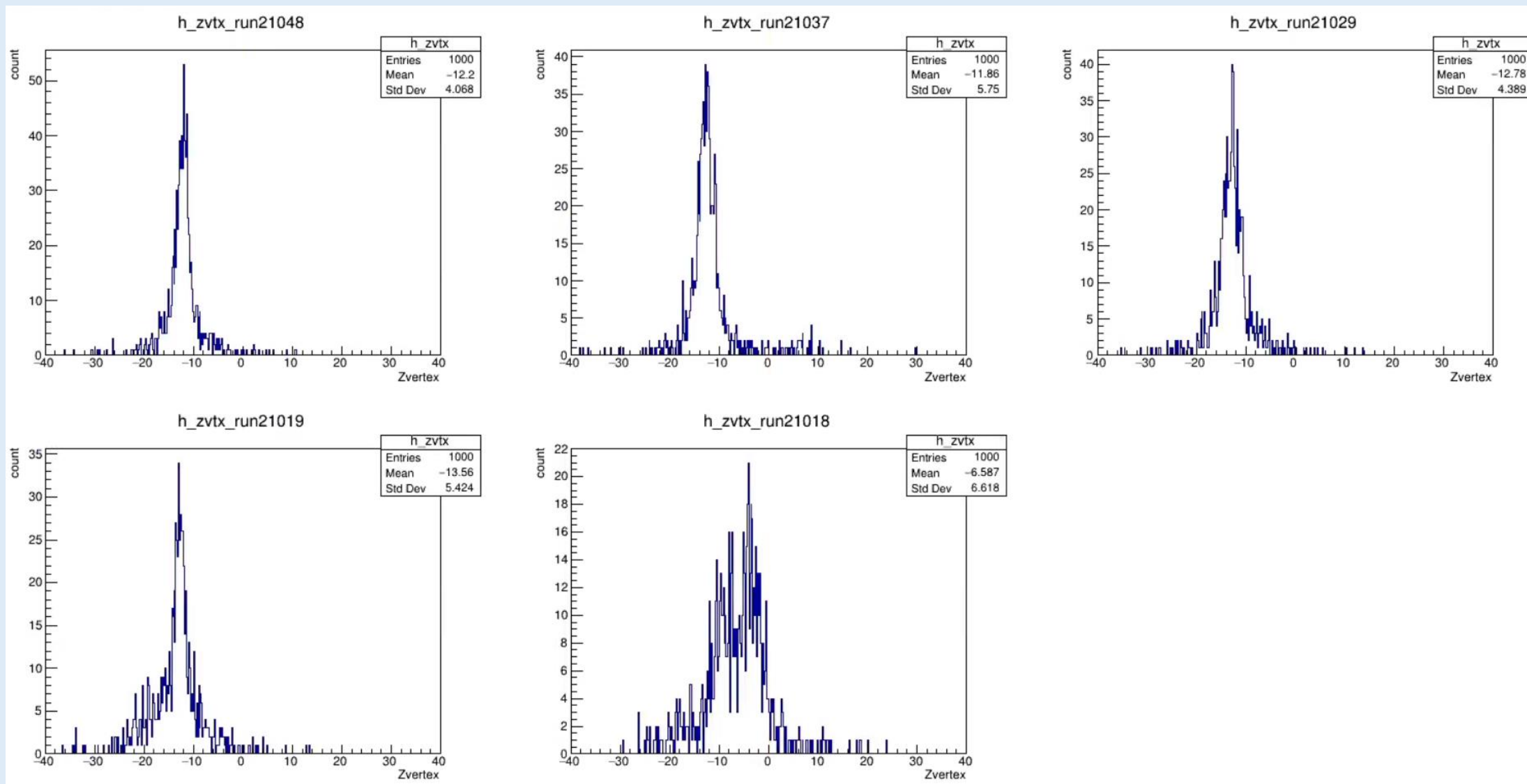


θごとのADC分布



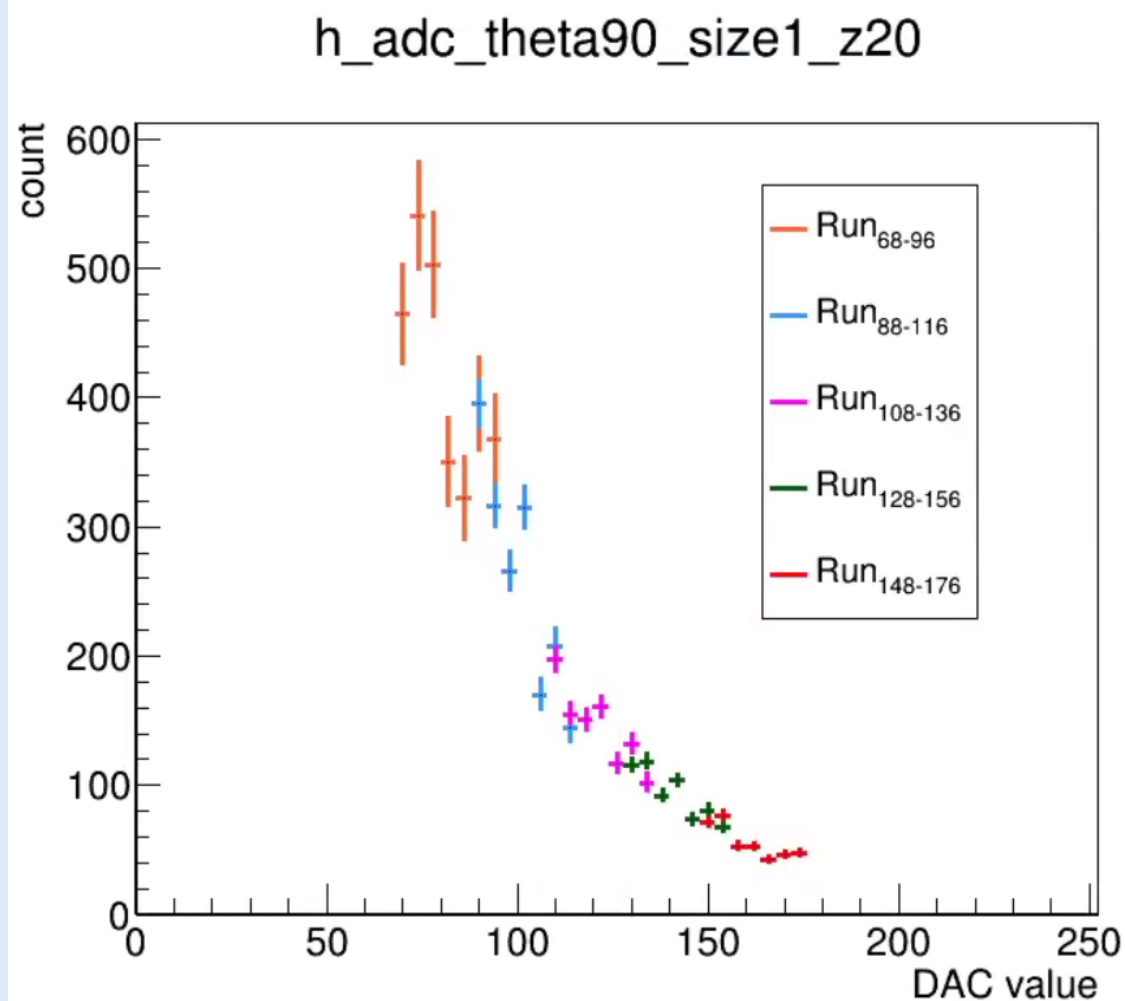
Run毎のz-vertex分布

10k events

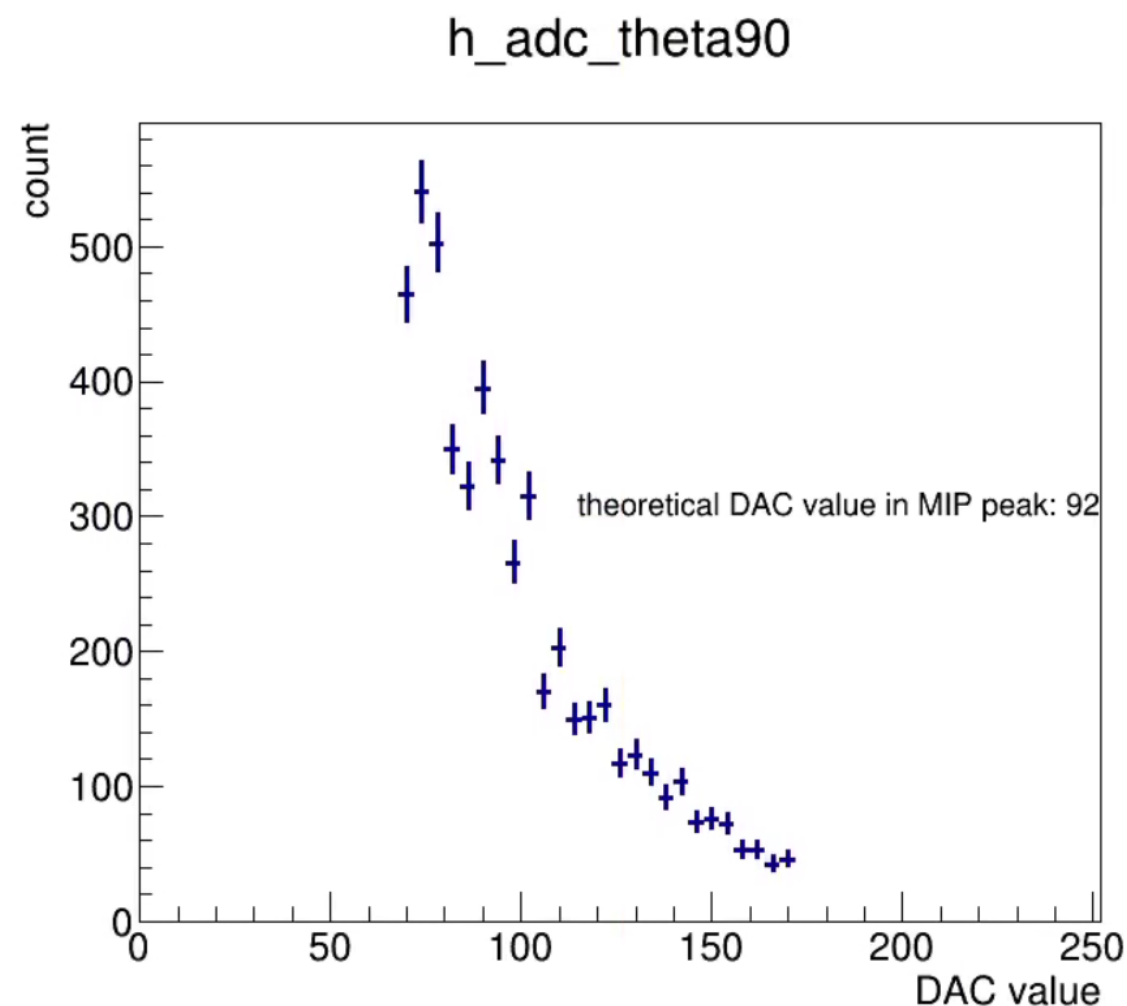


Phiカット後のADC分布

Run21048,37,29,19,18(100K event)
hit and cluster selection



5Runから得られたADC分布



補正(重複ビンにおける平均)して求めた
エネルギー損失曲線