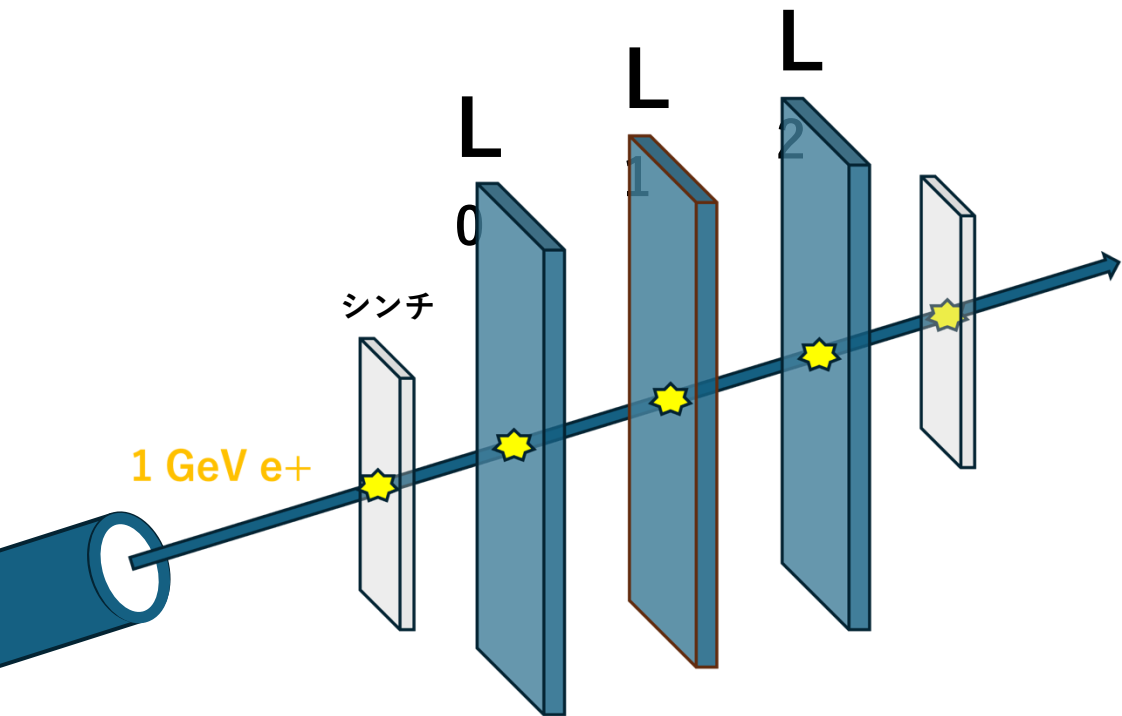


Detection efficiency of INTT

立教大学 M2 宍倉遼太

検出効率

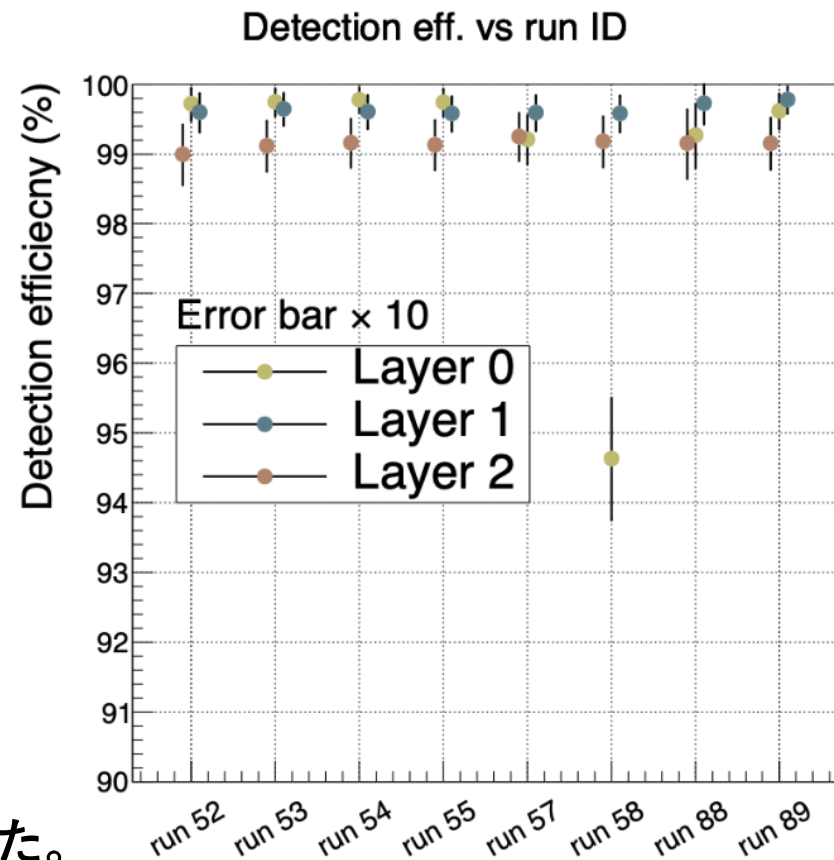
2021年東北大学ELPHでのビームテスト



1 GeVの陽電子ビームを用いてINTTラダーの検出効率を求めた。

$$\text{検出効率 } L_i = \frac{N(L_i \wedge L_j \wedge L_k)}{N(L_j \wedge L_k)}$$

$(i, j, k = 0, 1, 2), (i \neq j \neq k)$



ChengWei 2022年修士論文

検出効率は最大99.7%に達し、
3層全体の平均で99%を実現しました。

検出効率

目的

INTT実機がRHICのp+p衝突実験環境下で、ビームテストと同様な検出効率を発揮できているかを検証する。

1. シミュレーションでの検出効率を求め、限界値を算出

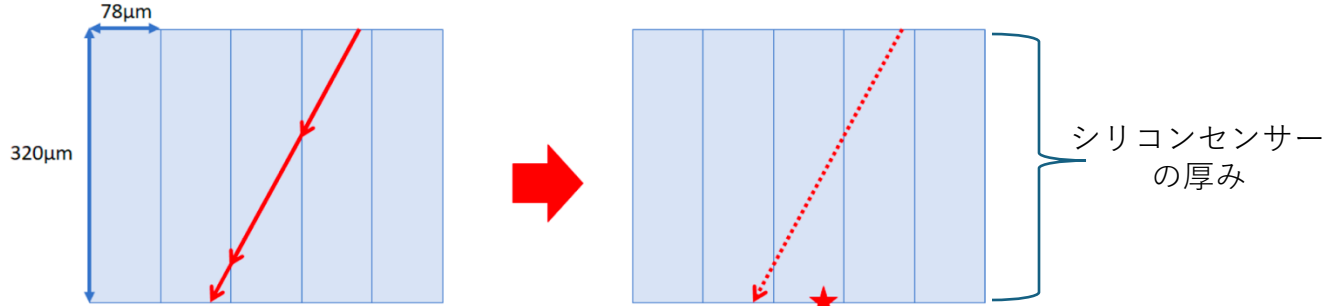
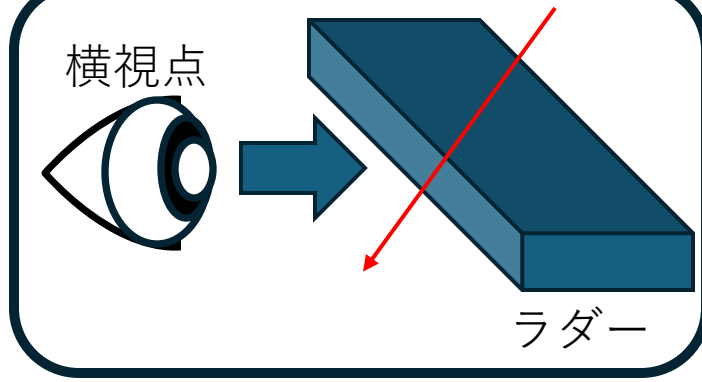
MC シミュレーション

- p+p 衝突
- イベント数：100
- 磁場なし
- 衝突点(0,0,0)の固定

2. 実データでの検出効率の求める→これから

検出効率

クラスター化



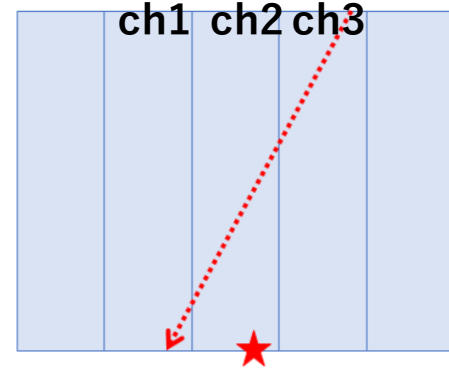
粒子が斜めに入射した場合、複数のストリップでhitするため、一つのクラスターにまとめる。

$$\text{Cluster position} = \frac{\sum(\text{Strip No.} \times \text{ADC})}{\sum \text{ADC}}$$

ADC 値(エネルギー損失量)を用いて平均ストリップ位置を決める

ADC

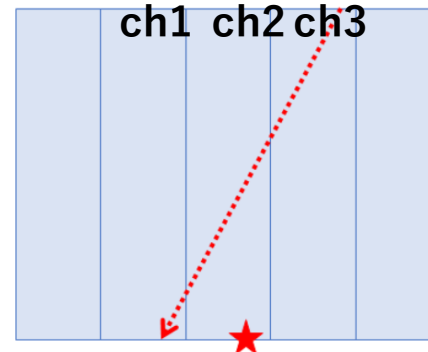
値 構成しているHitのADC値の和例



Hitのある ch	ADC値
ch1	35mV
ch2	150mV
ch3	35mV
クラスター	220mV

クラスターサイズ

→構成しているHitの数



3つのHitで構成されているため

クラスターサイズ= 3

検出効率

方法

1. 外側レイヤーのクラスタAの座標を特定する

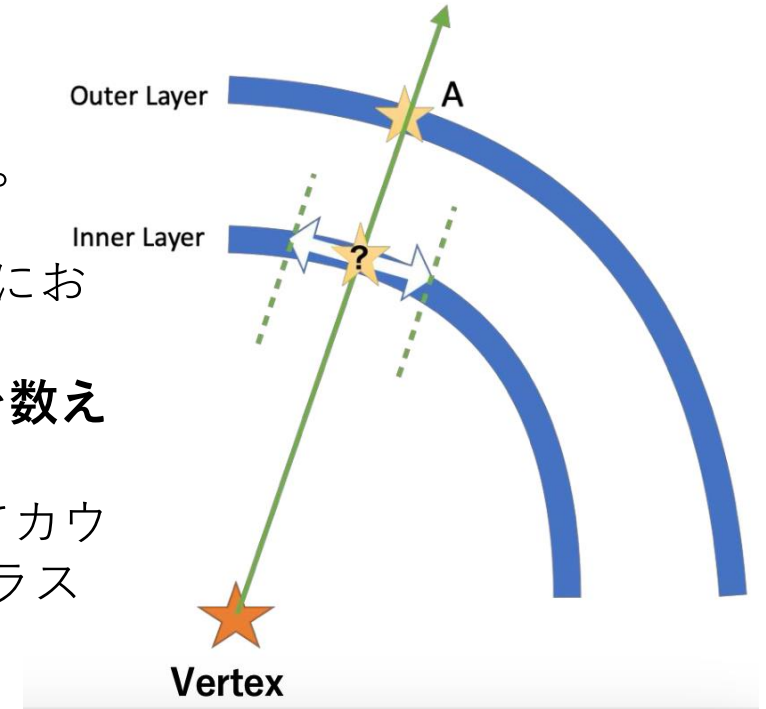
同じイベント内で外側レイヤーに存在するクラスタAの座標を見つける。

2. 衝突点とクラスタAを結び、内側レイヤーで期待される範囲を特定する

衝突点からクラスタAを結ぶ直線を描き、その延長線上で内側レイヤーにおけるクラスタが存在することが期待される範囲を決定する。

3. 期待範囲内のクラスタの有無を確認し、それぞれの場合のクラスタ数を数える

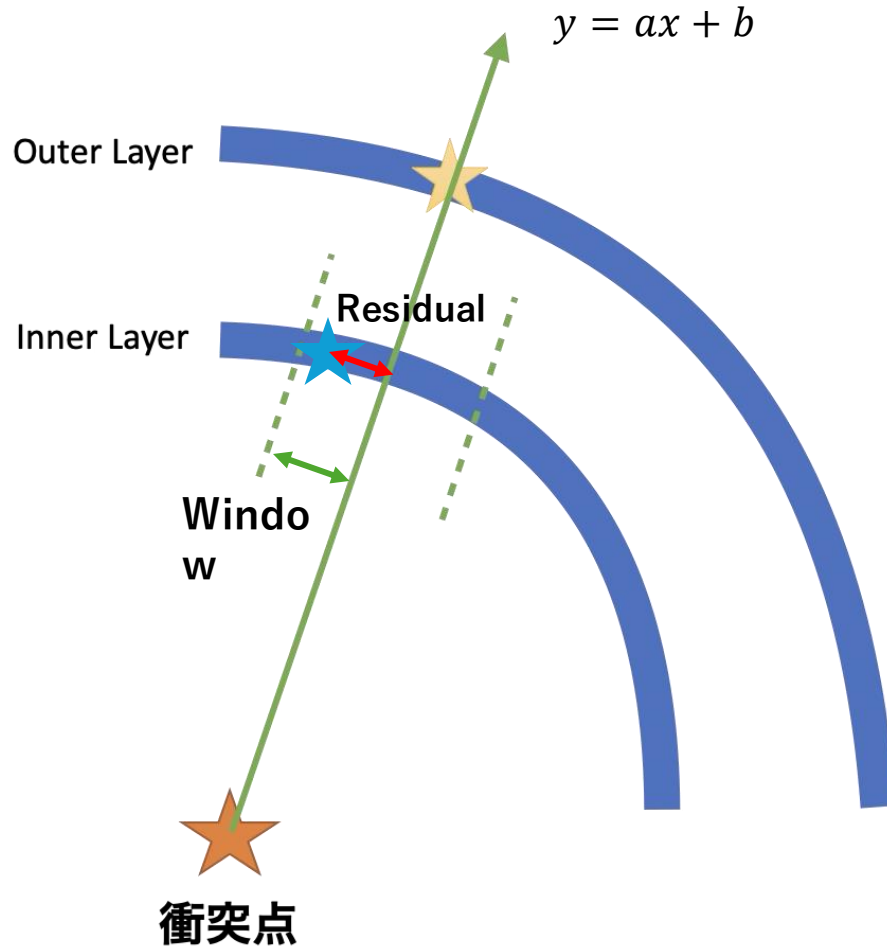
期待範囲内にクラスタが存在する場合、そのクラスタ数を**NYes**としてカウントする。期待範囲内にクラスタが存在しない場合、そのケースのクラスタ数を**NNo**としてカウントする。



検出効率

$$\varepsilon = N_{yes} / (N_{yes} + N_{No})$$

2. 衝突点とクラスターAを結び、内側レイヤーで期待される範囲の設定

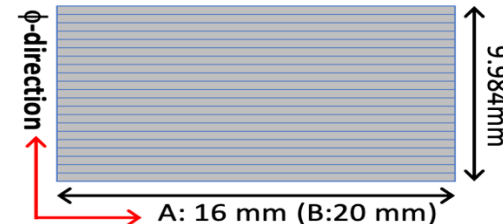


1. Outer Clusterと衝突点を通る直線を求める。
2. 直線とInner Clusterとの距離 (*Residual*) を以下の式から求める。

$$Residual = \left| \frac{a \cdot x_{in} - y_{in} \cdot b}{a^2 - 1} \right|$$

3. 期待される範囲 (*window*) を設定する。
今回はシリコンストリップ幅を元に設定した。

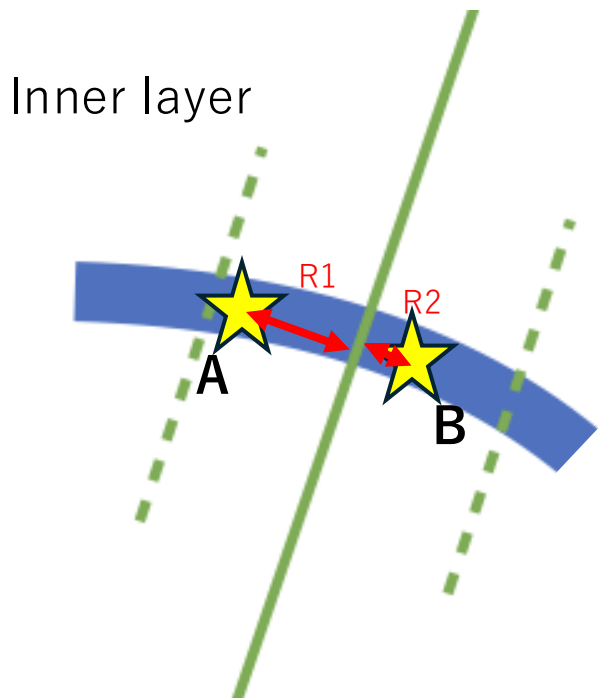
$$window = 78\mu m \cdot i \quad (i = 1, 2, 3, \dots)$$



Silicon Strip Sensor

- Thickness $320 \mu m$
- Strip width $78 \mu m$
- 128 sensors

3. 期待範囲内のクラスタの有無を確認し、それぞれの場合のクラスタ数を数える



1. 期待範囲内 ($Residual < window$) に Inner cluster が存在した際の Outer Cluster を N_{yes} としてカウントする。

その際、その Inner Cluster にタグ付けし、再度カウントされないようにする。

※ 範囲内に二つ以上存在する場合は Residual が小さい方をカウントする。

例)

左図の場合、クラスター A, B それぞれの Residual を比較すると、 $R1 > R2$ となるため、クラスター B が選ばれる。

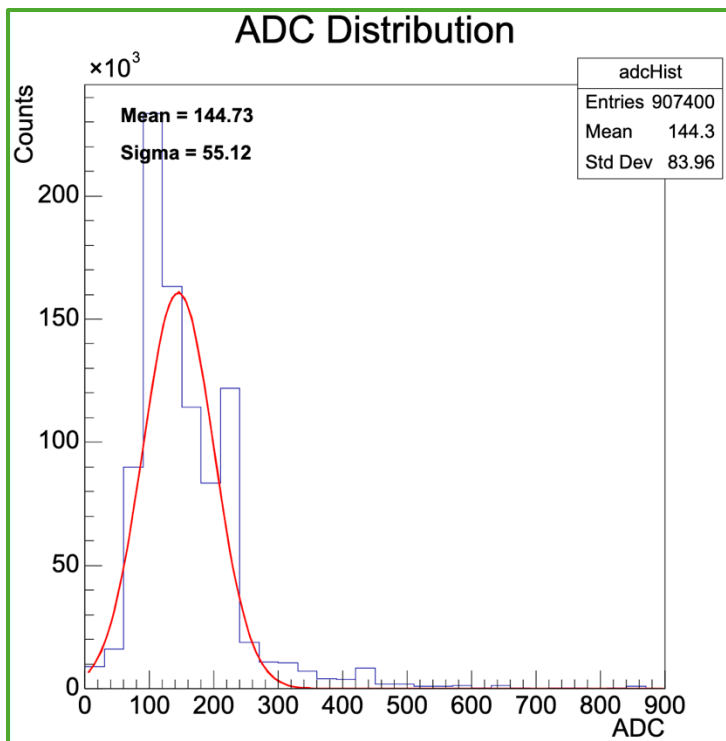
2. 範囲内に Inner cluster がいない場合の Outer cluster を N_{no} としてカウントする。

検出効率

$$\varepsilon = N_{yes} / (N_{yes} + N_{No})$$

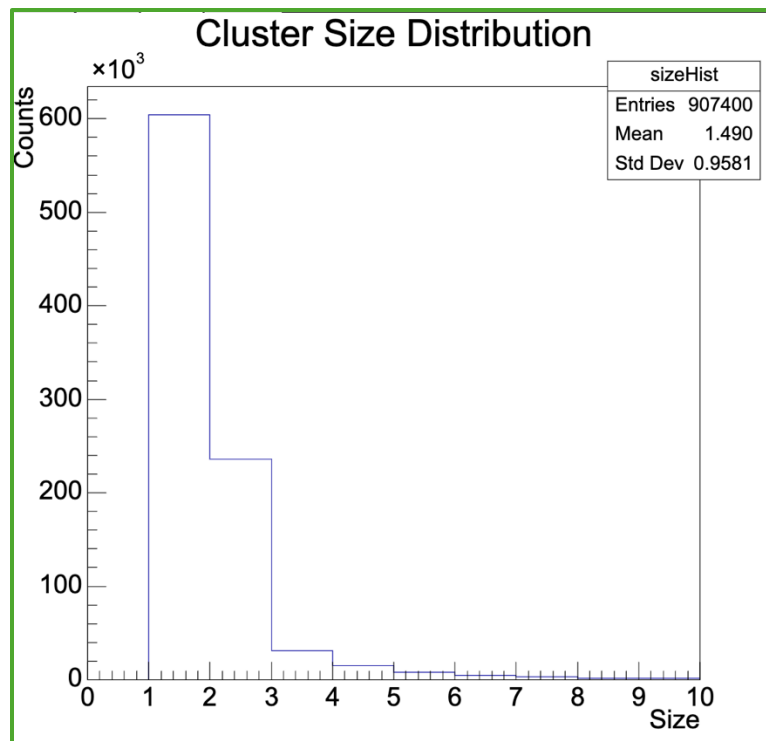
条件設定によるクラスターの除去

ADCカット



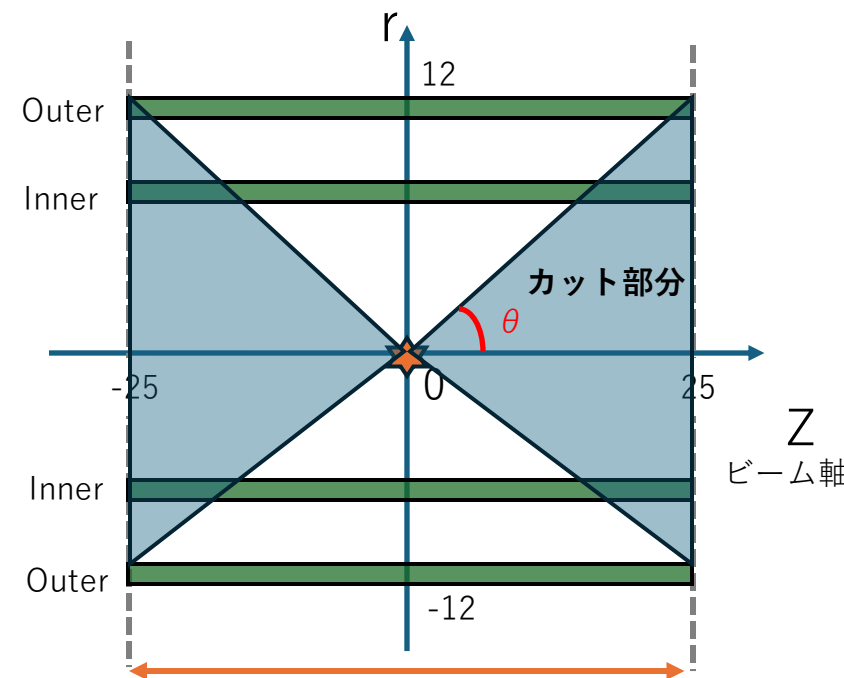
$$35 < ADC < 310$$

Sizeカット



$$size < 3$$

衝突点からの散乱角度によるカット

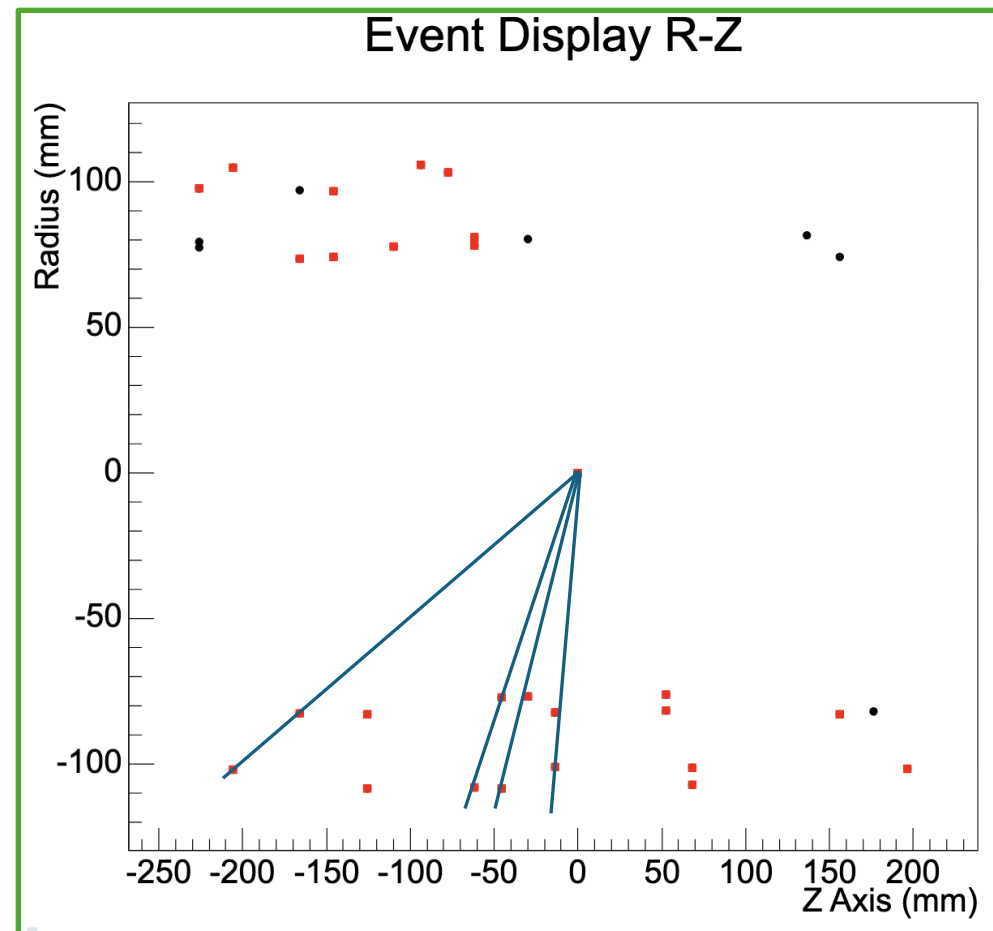
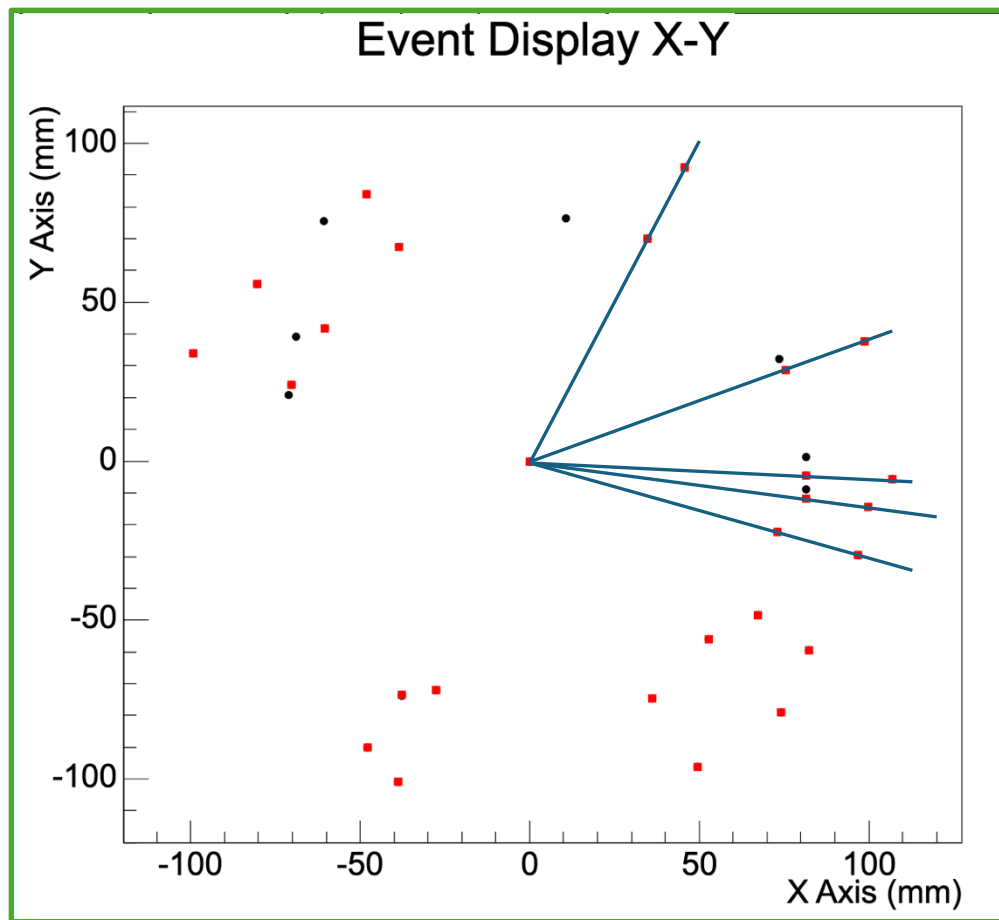


許容範囲 $-25 < z < 25$

$$\frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{Z}{r}\right) > \theta,$$

$$\frac{\pi}{2} + \arccos\left(\frac{Z}{r}\right) < \theta$$

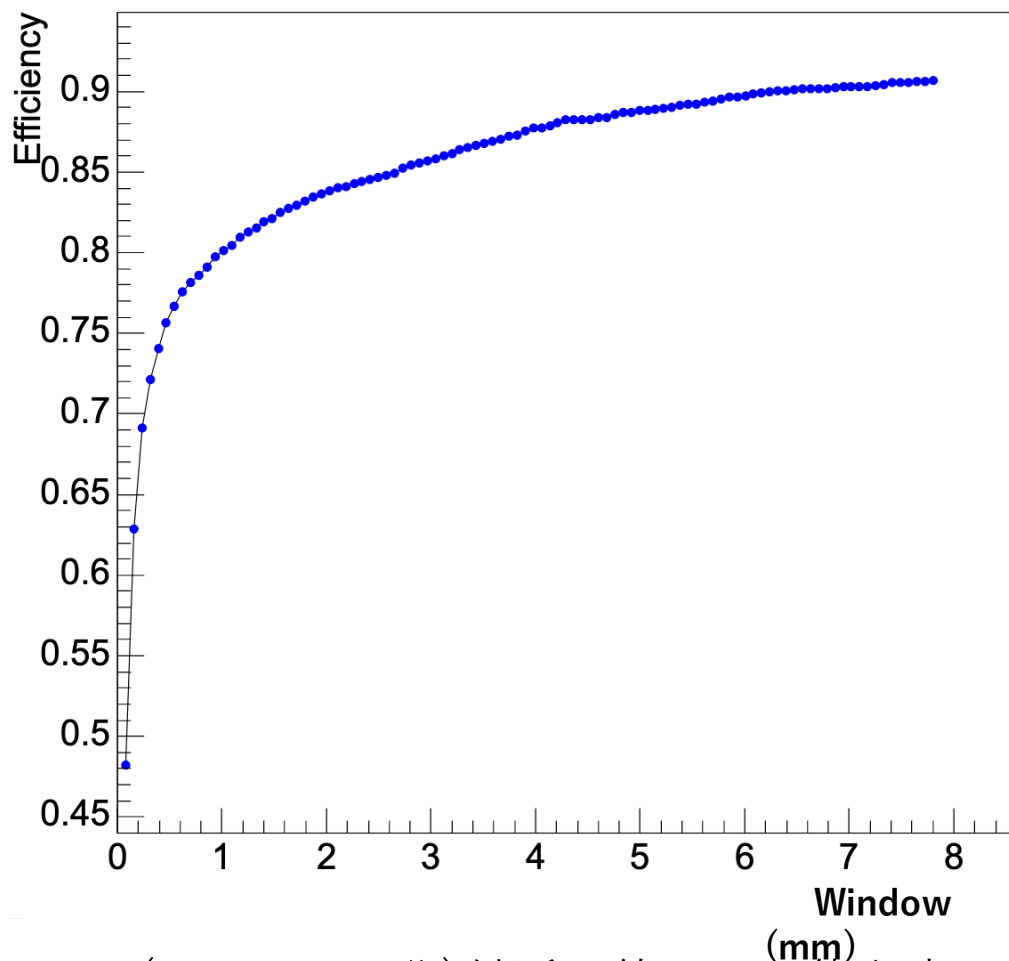
イベント毎のクラスター分布 (Y-X平面図、R-Z平面図)



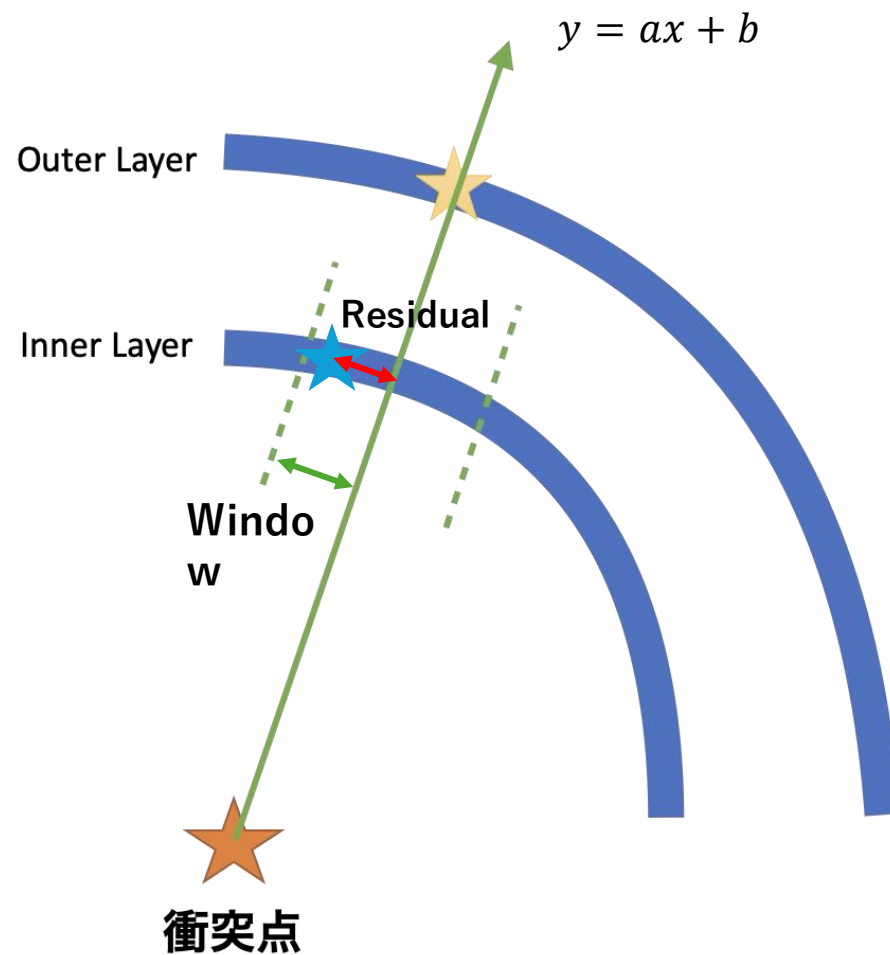
検出効率

結果(シミュレーション p+p zerofield)

Detection Efficiency vs Window



4mm(51channel分)付近で約88%と飽和点となるため
検出効率を上げるにはさらなる条件設定が必要。



$$Residual = \left| \frac{a \cdot x_{in} - y_{in} \cdot b}{a^2 - 1} \right|$$

$$window = 78\mu m \cdot i \quad (i = 1, 2, 3, \dots)$$