

# Npartのばらつき

1月15日

奈良女子大学 4年

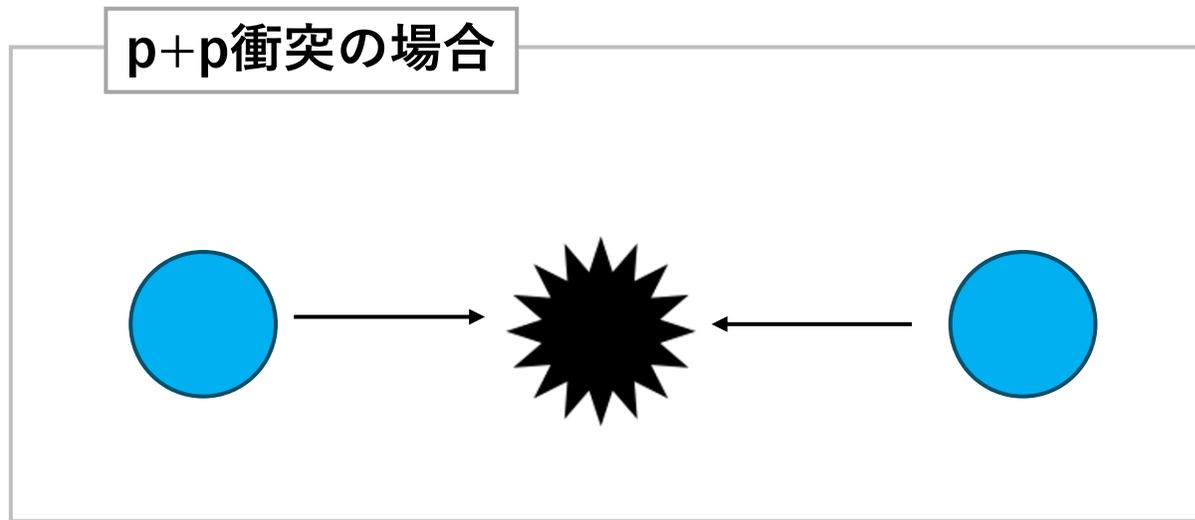
大前愛華

# 目次

1. 序章
2. 目標
3. 解析手法(シミュレーションのセットアップ)
4. 結果・考察
5. 今後の課題

# 序章

反応に関与した核子数と発生粒子数の違い

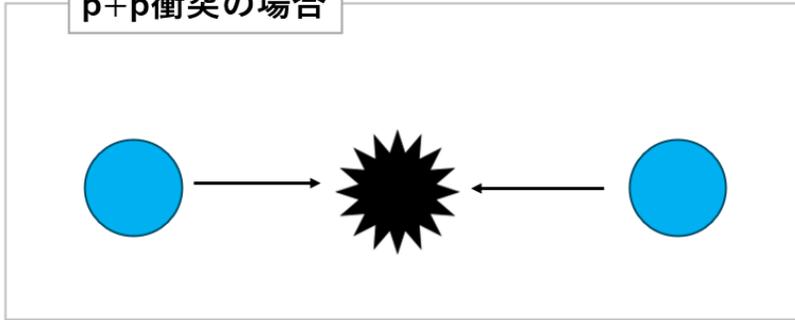


pp衝突のとき、反応に関与した核子数(Npart)が同じでも衝突によって発生する粒子数が異なる場合がある。

# 序章

## 反応に関与した核子数と発生粒子数の違い

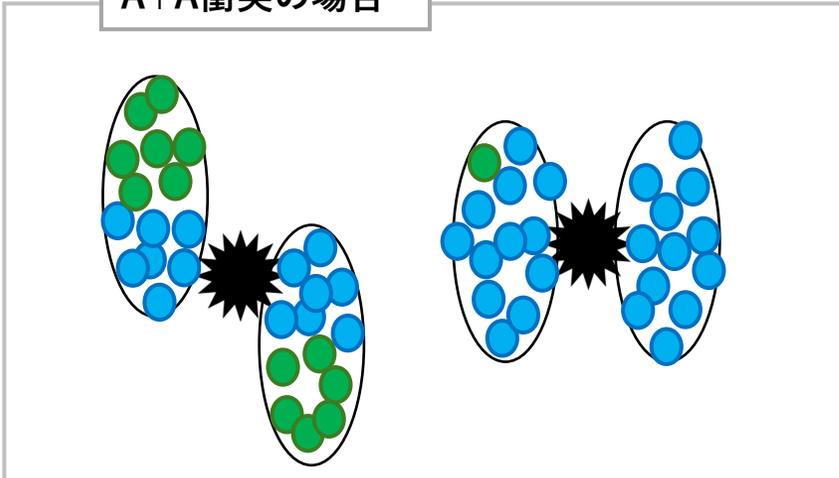
p+p衝突の場合



### pp衝突

反応に関与した核子数( $N_{part}$ )が2個で同じ数でも発生する粒子数が異なる場合がある。

A+A衝突の場合



### 重イオン

$N_{part}$ が同じイベントを解析することで、発生粒子数の違いを確認したい。

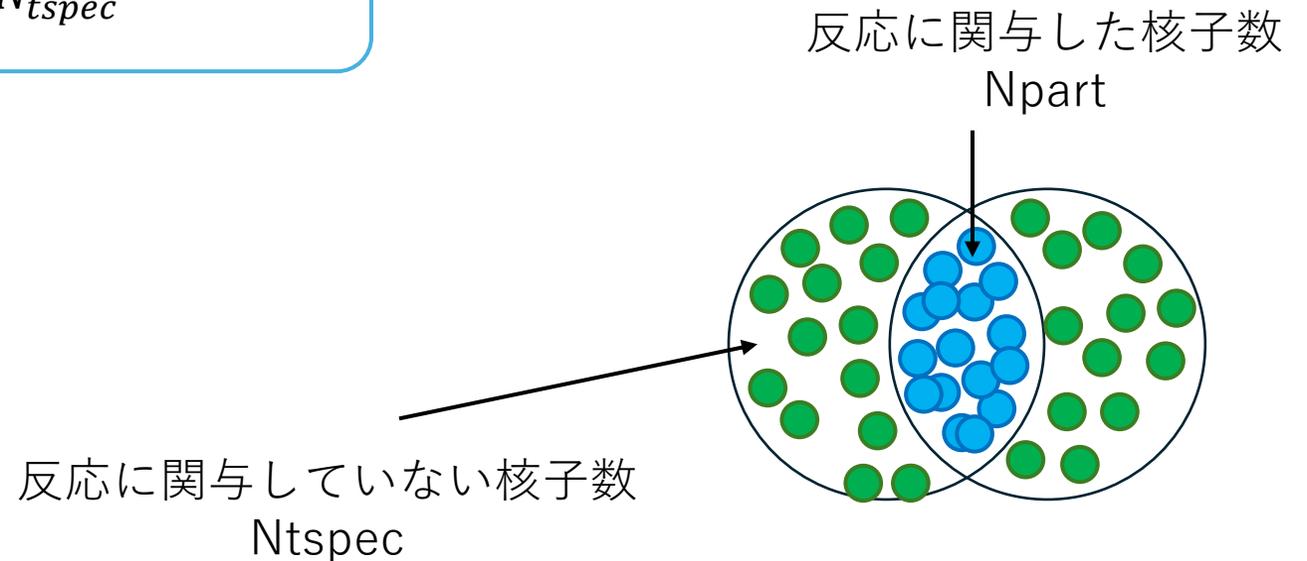
# 序章

反応に関与した核子数 ( $N_{part}$ ) と反応に関与していない核子数 ( $N_{tspec}$ ) の関係

$$N_{part} + N_{tspec} = A(const)$$
$$\therefore N_{part} = A - N_{tspec}$$

$A$ : 衝突する 2 つの原子核の核子数

$N_{part}$  を考えるために  $N_{tspec}$  を考える。



# 序章

$$N_{part} = A - N_{tspec}$$

A: 衝突する 2 つの原子核の核子数

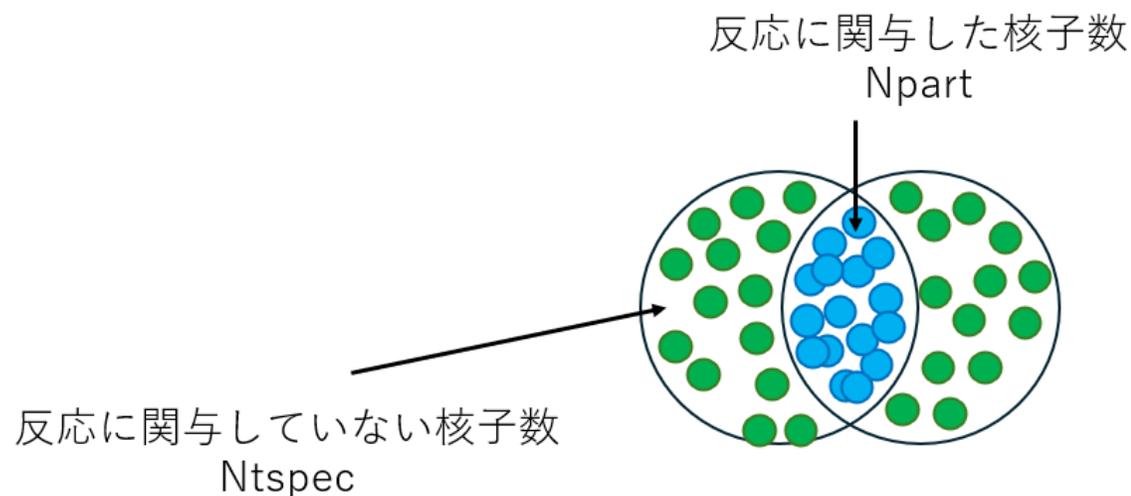
$$N_{tspec} = N_{spec} + N_{pspec}$$

$N_{spec}$ :  $N_{tspec}$ のうちの中性子の数

$N_{pspec}$ :  $N_{tspec}$ うちの陽子の数

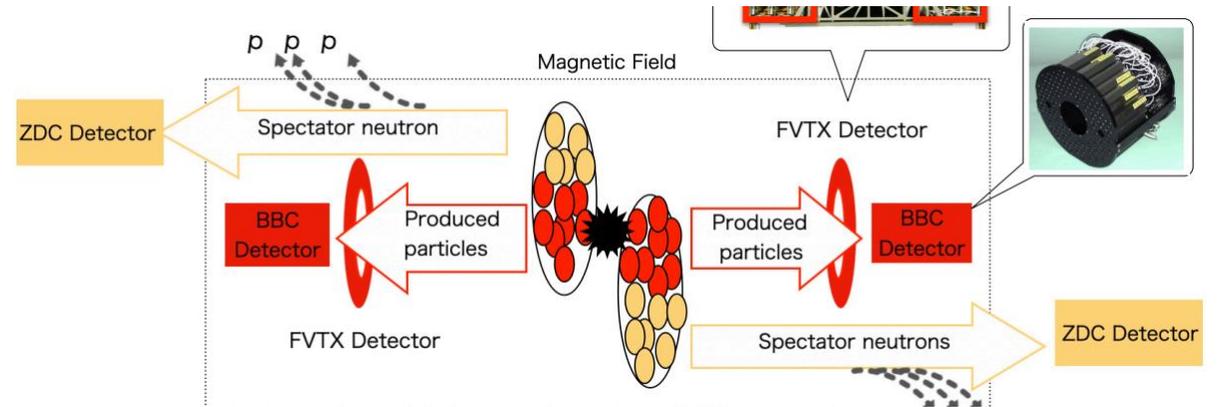
sphenixの検出器では $N_{spec}$ しか測定できないため、 $N_{pspec}$ にばらつきが生じる。

どれくらいばらつくのかを求めたい。



# 序章

## 検出器



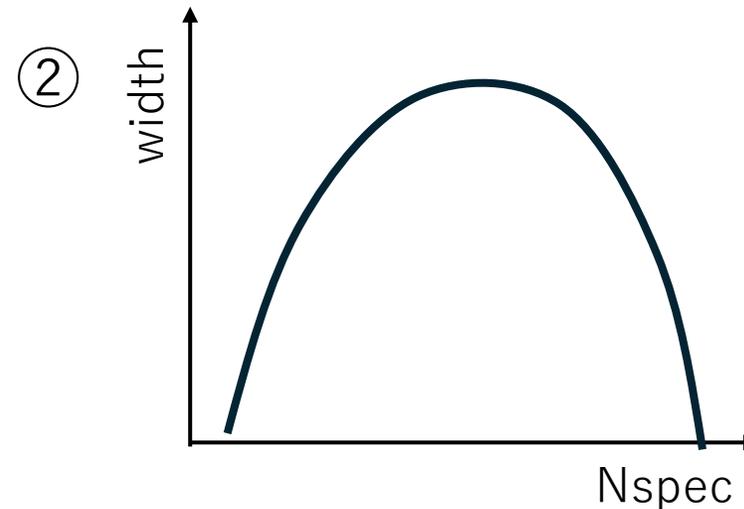
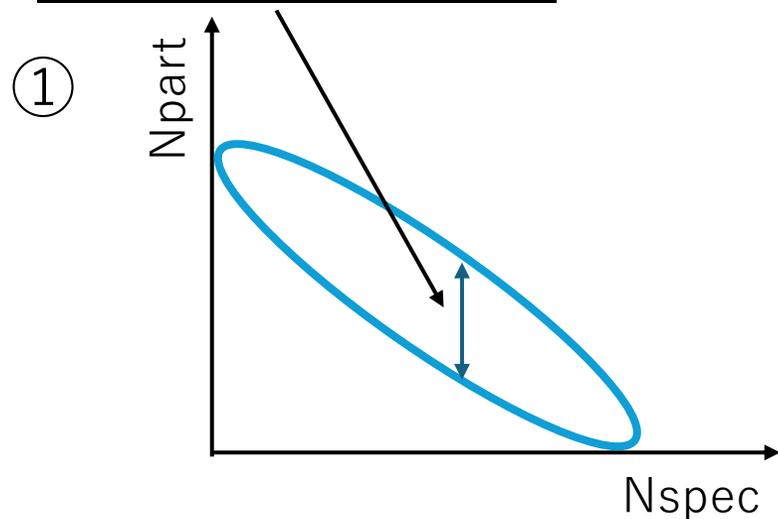
- ・ 反応に関与しない核子の中性子のエネルギーを測定する ( $\propto N_{spec}$ )  
→ Zero Degree Calorimeter (ZDC)

電磁石による磁力で荷電粒子を曲げている

# 目標

1. シミュレーションで縦軸がNpart、横軸がNspecの二次元ヒストグラムをつくる

2. 横軸がNspec、縦軸がNspecが一意的に決まったときのNpartのばらつき具合のグラフの作成。



# 解析手法(シミュレーションのセットアップ)

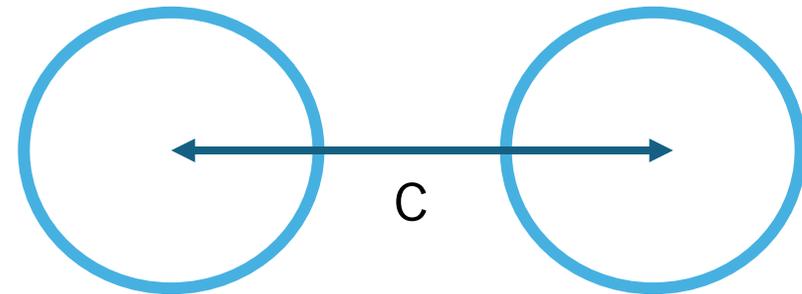
1. 今は金金衝突を考えている。(1つの原子核の核子数197個、陽子数79個、中性子数118個)

2.  $xy$ 平面に投影した核子と核子の中心座標の距離： $c$

$$\pi \times c_{max}^2 = 42[mb]$$

42[mb]：高エネルギー核子・核子衝突での全断面積

$$\left\{ \begin{array}{ll} c \leq c_{max} & \text{衝突した} \\ c > c_{max} & \text{衝突しない} \end{array} \right.$$



# 解析手法(シミュレーションのセットアップ)

3.原子核を作成するとき核子分布半径は半径Rでシャープに落ちるような分布ではなく、一定の厚さの部分がぼやけた分布になっている。(Wood-Saxon型関数に従う)

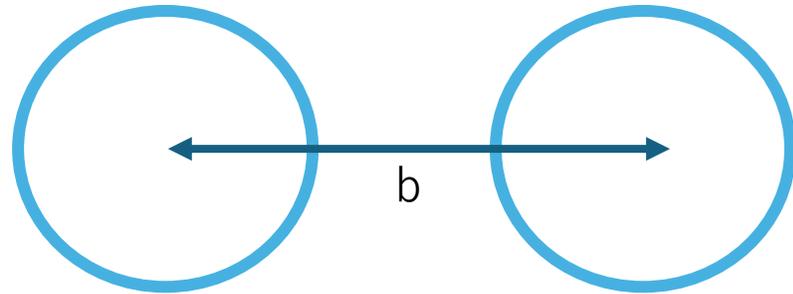
$$\rho(w) = \frac{\rho_0}{1 + e^{(w-R)/a}} \quad : \text{Woods - Saxon型関数}$$
$$w = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad R = 1.18 \times A^{1/3} - 0.48 [fm]$$
$$a = 0.54 fm, \quad \rho_0 = 1$$

$x, y, z$ は $-10fm$ から $10fm$ の範囲で発生させた乱数, $A$ は核子数

上記の式から求めた $\rho(w)$ と新たに発生させた乱数 $r(0 < r < 1)$ が $r < \rho$ となるときの値を採用する。

# 解析手法(シミュレーションのセットアップ)

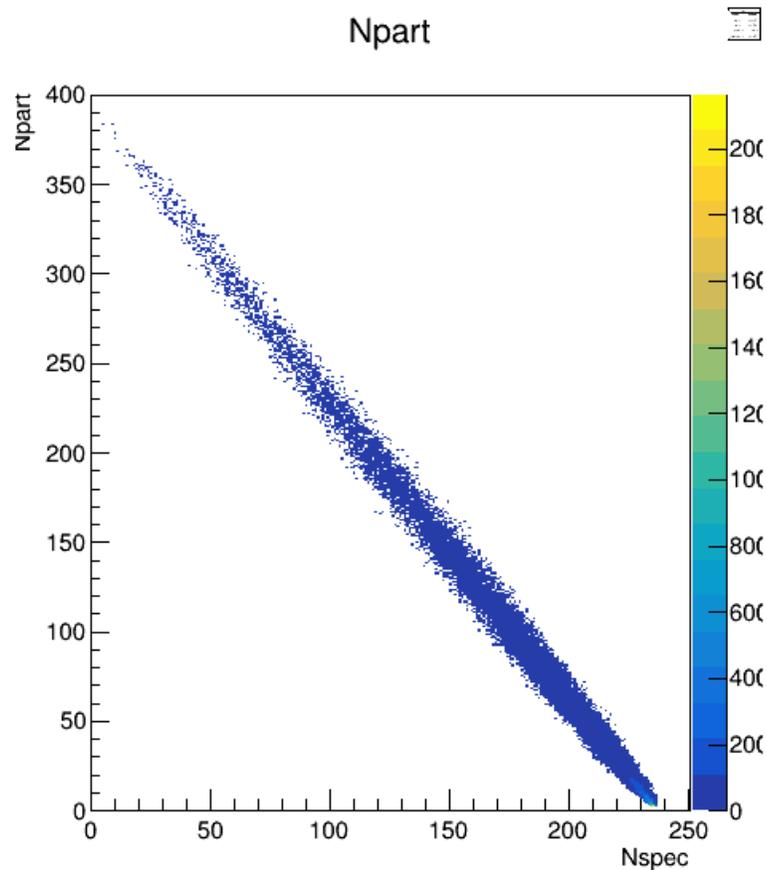
4. Impact parameter : $b$  (2つの原子核の中心座標の距離) はxy平面上でランダムに設定している。



5. 衝突しなかったイベントは除いている。

# 結果 1

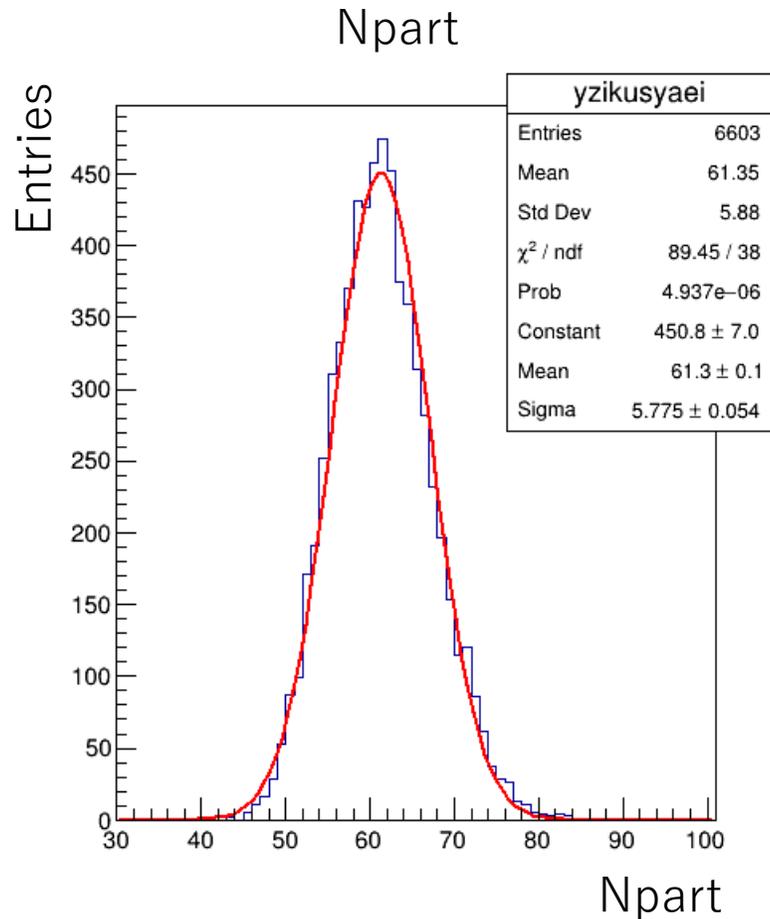
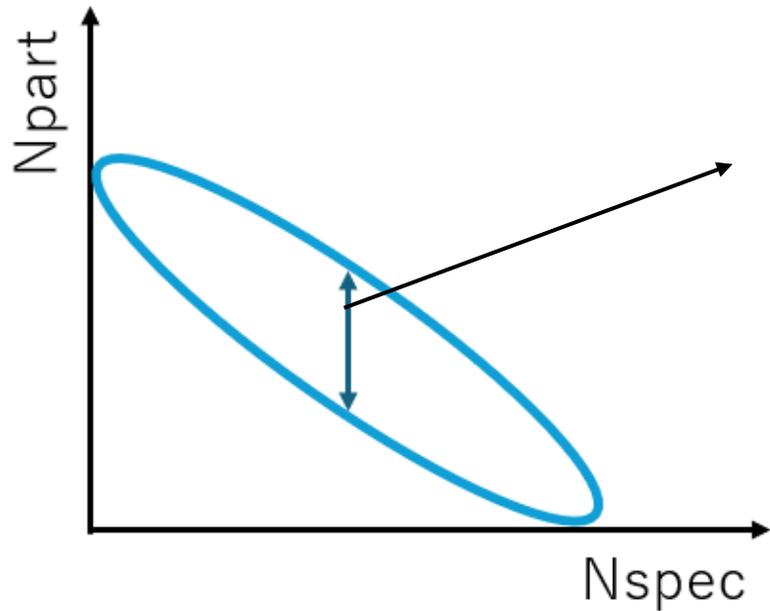
縦軸がNpart、横軸がNspecの二次元ヒストグラム



- 1.陽子分のばらつきが確認できる。
- 2.Nspecが小さくNpartが大きいとき、つまり、原子核が正面衝突することが少なく、逆に少しかする程度の衝突が多いことが確認できる。

# 結果 2

## あるNspecのときのNpartの幅を求める

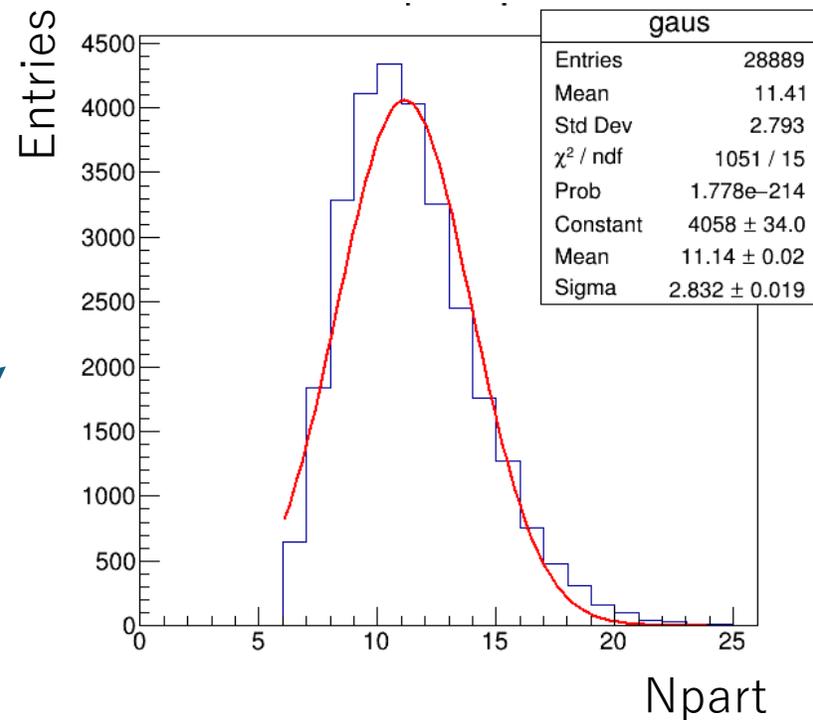
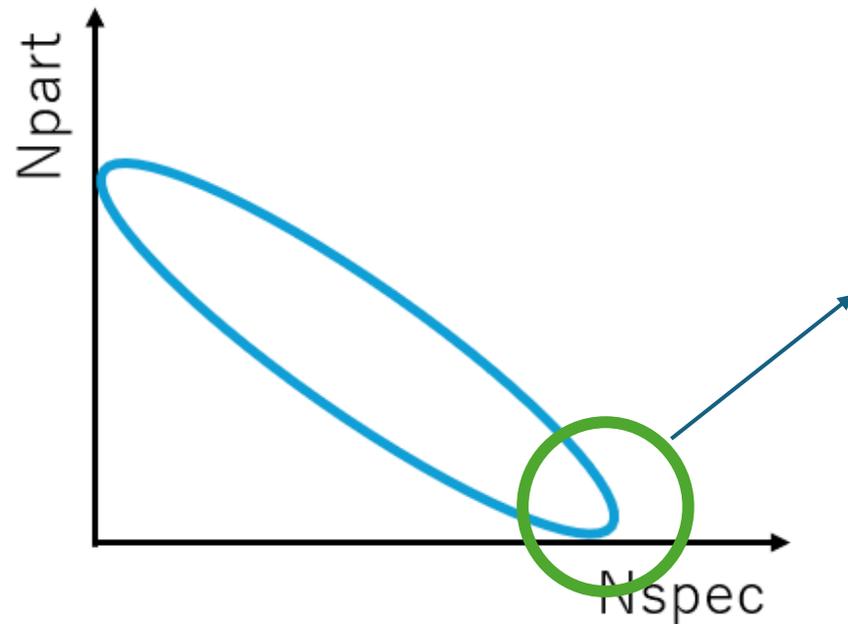


あるNspecのとき(今は200)のNpartを横軸に、縦軸をエントリー数にしたヒストグラム

ガウシアンでフィッティングして、このときのシグマを幅として使用したい。

# 結果 2

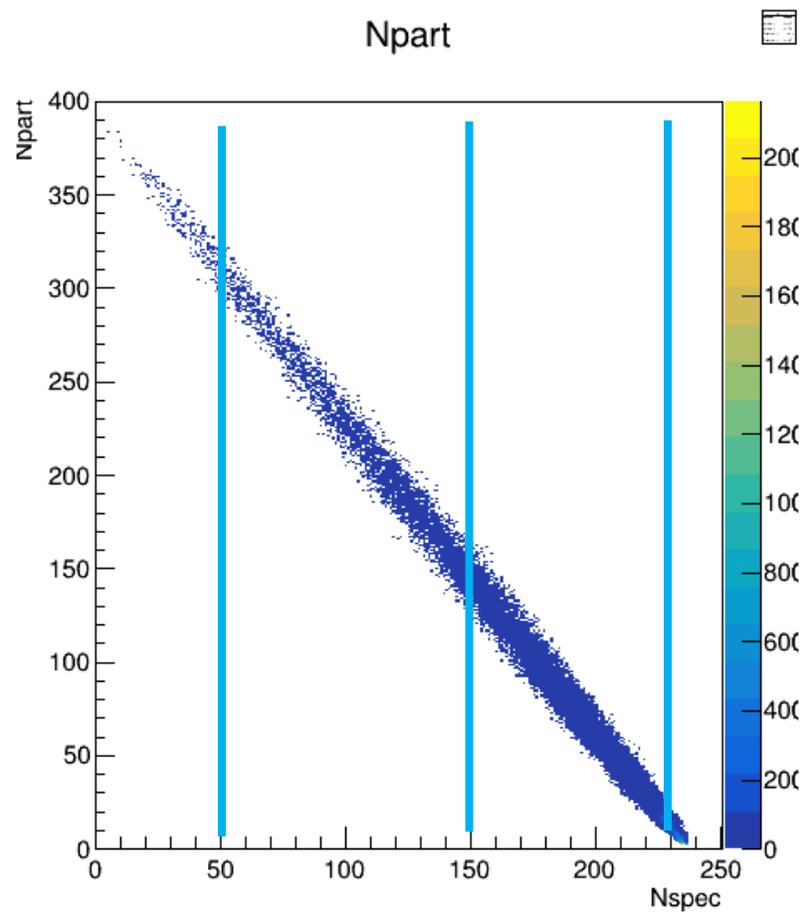
Nspecが大きい場合(Npartが小さい場合)のNpartの幅を確認したとき、  
ガウスからフィットがずれている。



ピーク位置と右の  
テールを考慮した関  
数に変更

Nspec=230のとき

# 結果 2



3か所で

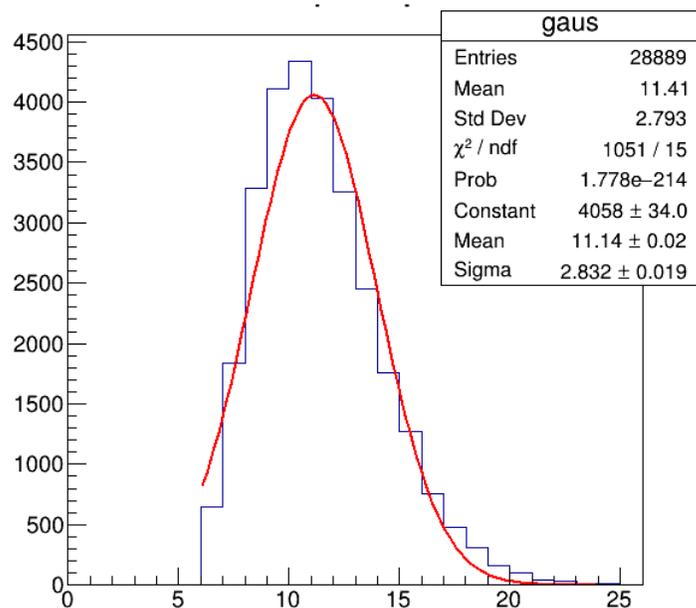
- ・ ガウス
- ・ ガウス+ランダウ
- ・ ポアソン

の3つのフィットをおこない、  
比較する

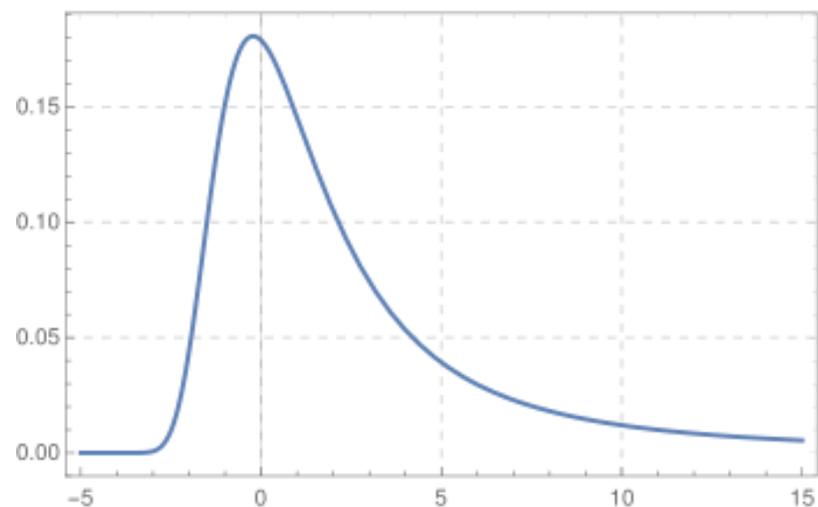
# 結果 2

問題点：物理的な背景を考慮できていない

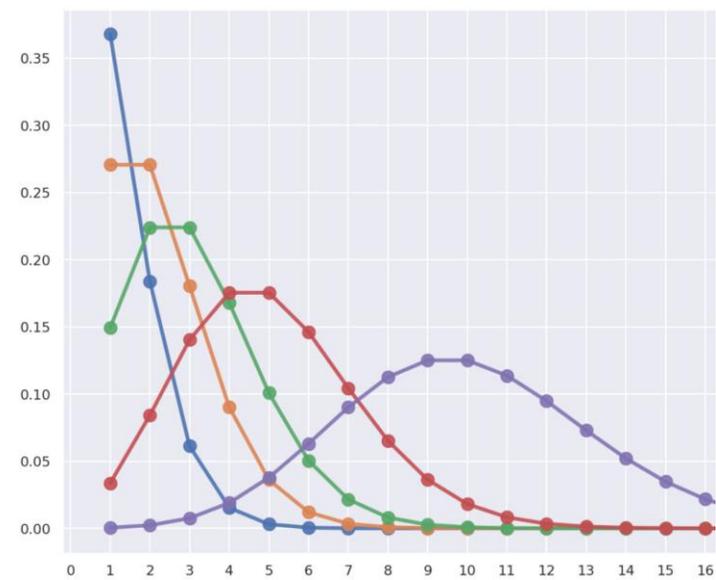
## ガウス+ランダウとポアソン分布を選んだ理由



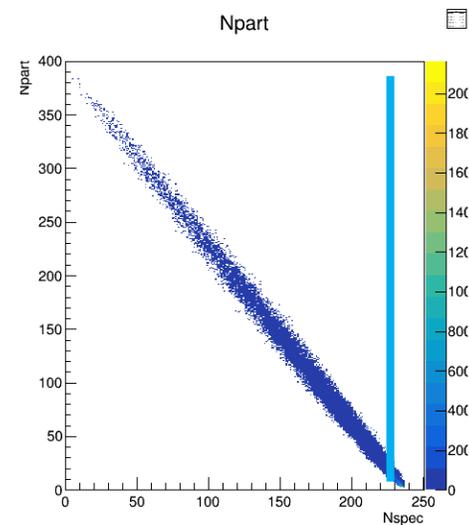
ランダウは0付近にピークを持ち右にテールを持つため



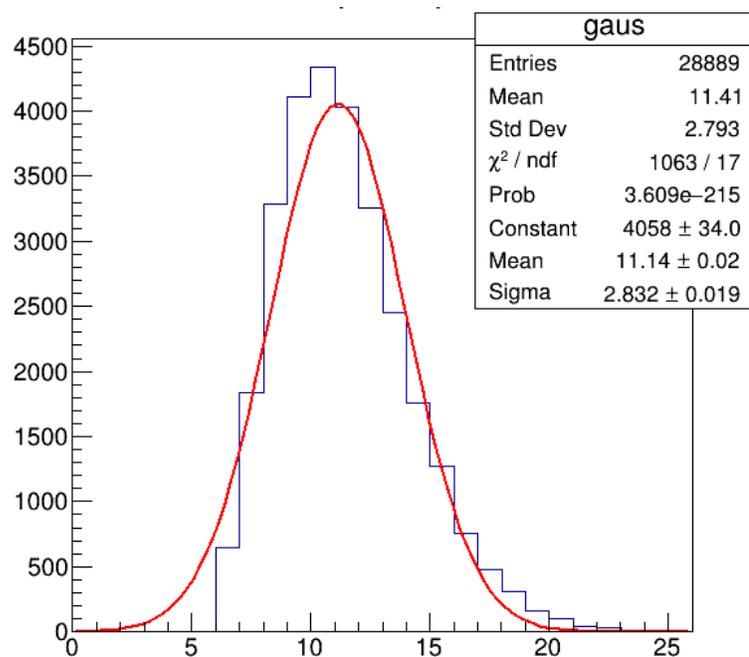
ポアソン分布は中心値が大きくなるにつれてガウスになるため



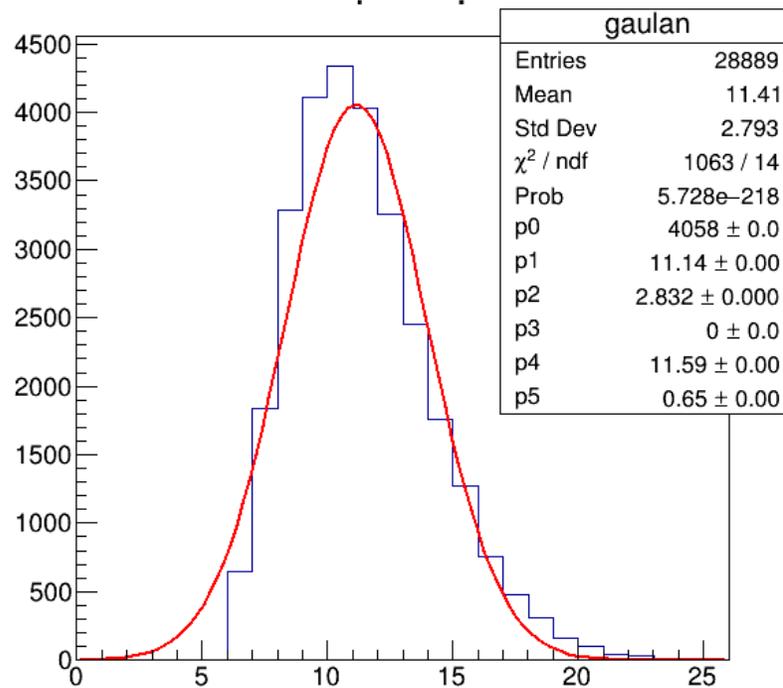
# Nspec=230のときのfit



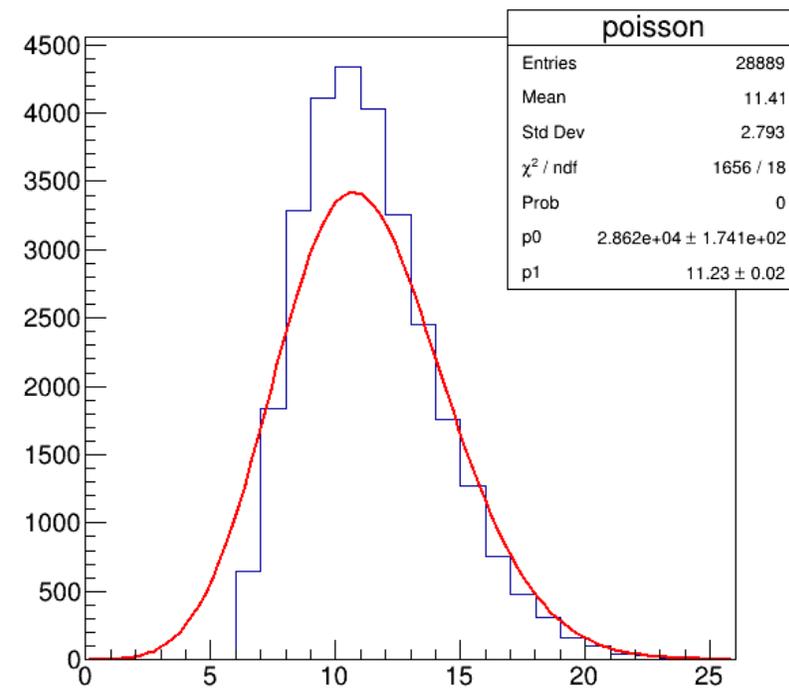
ガウス



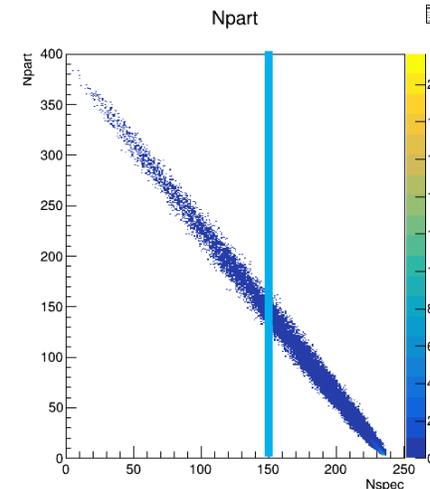
ガウス+ランダウ



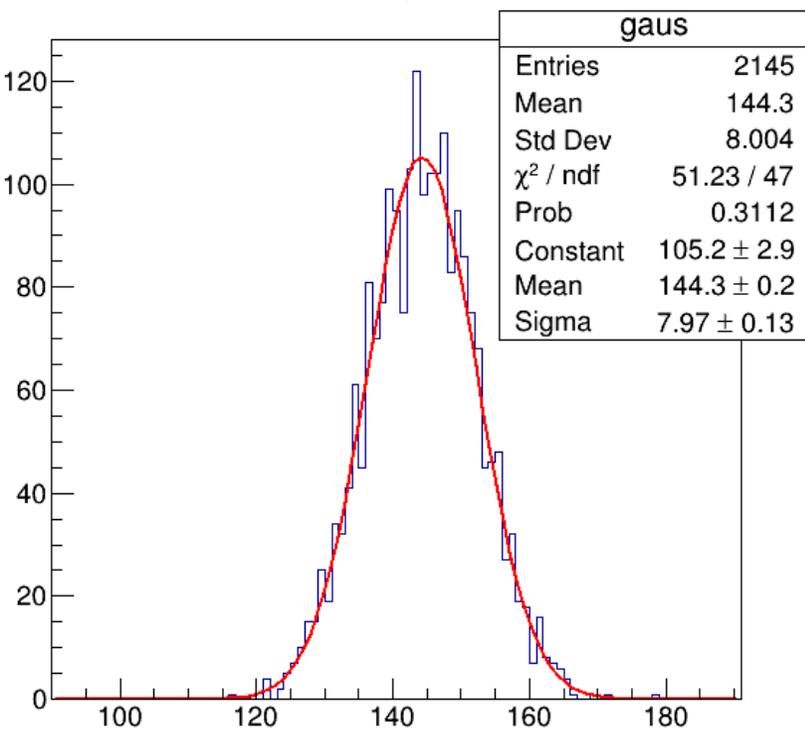
ポアソン



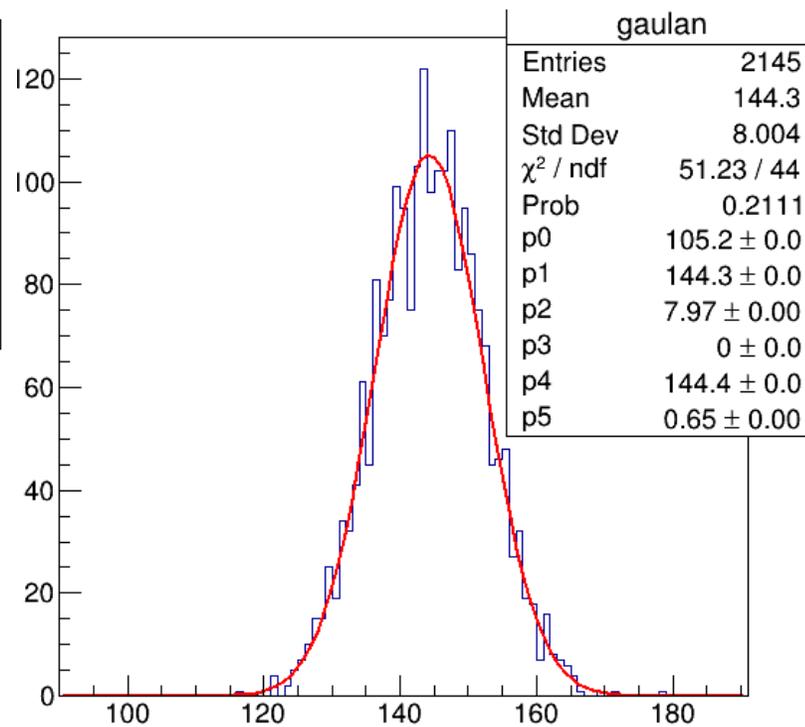
# Nspec=150のとき



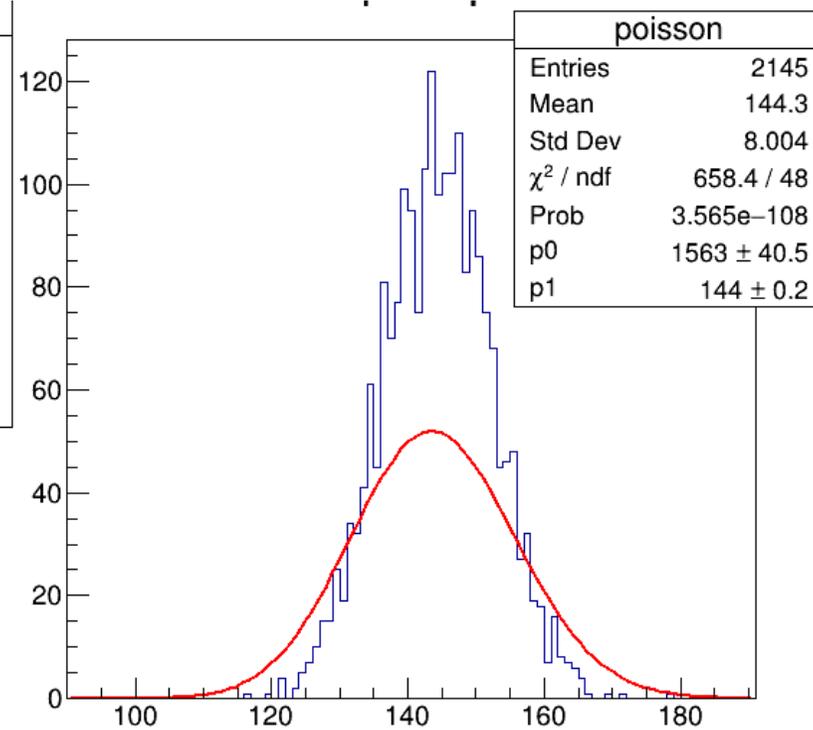
ガウス



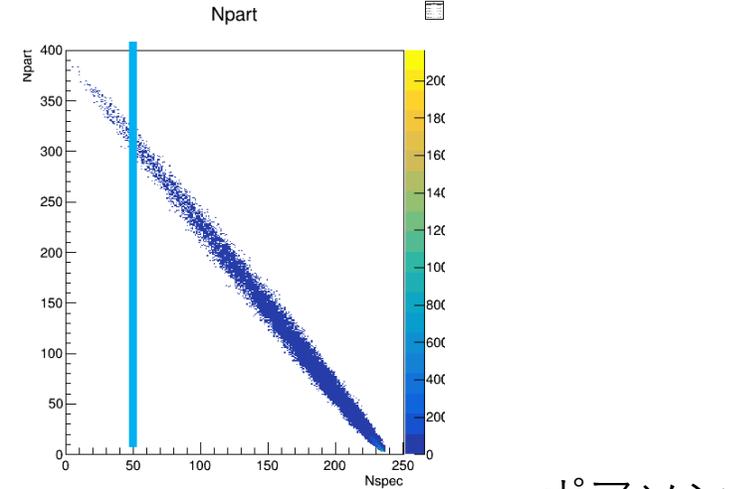
ガウス+ランダウ



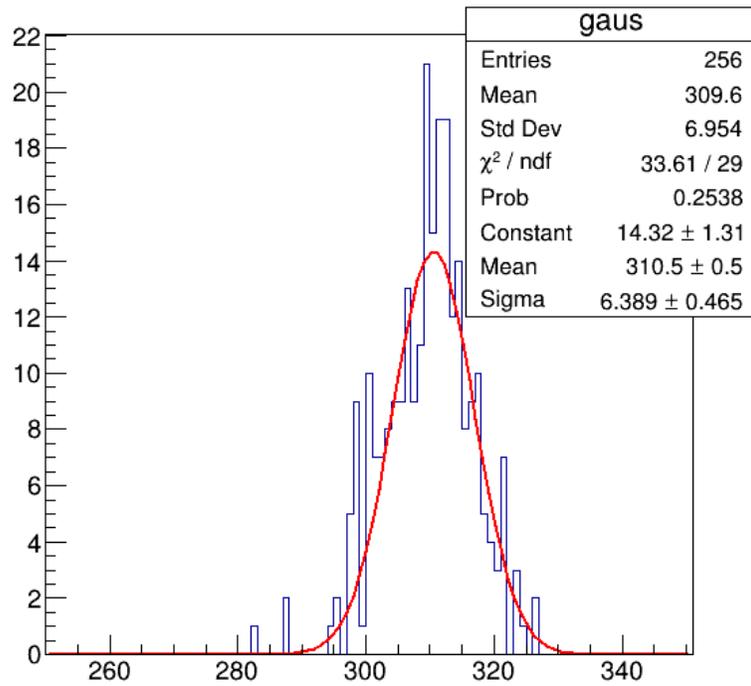
ポアソン



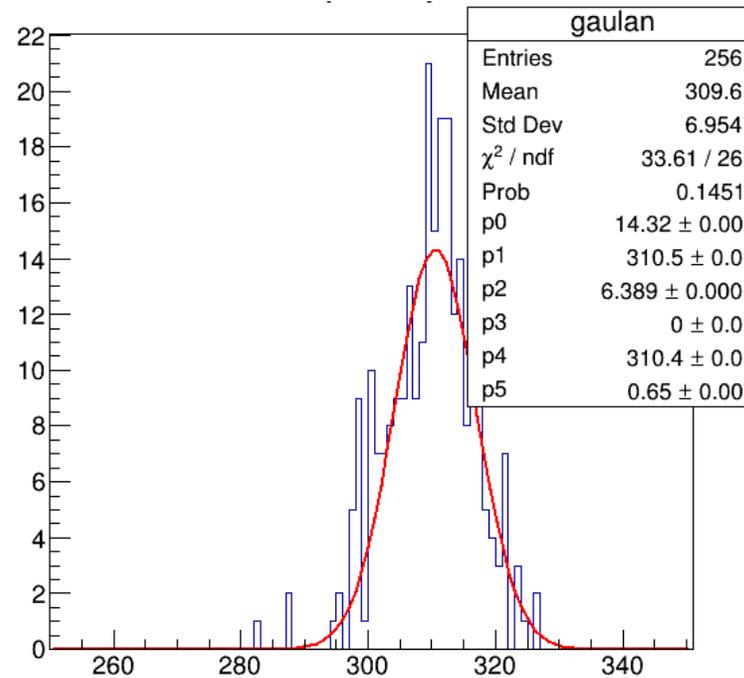
# Nspec=50



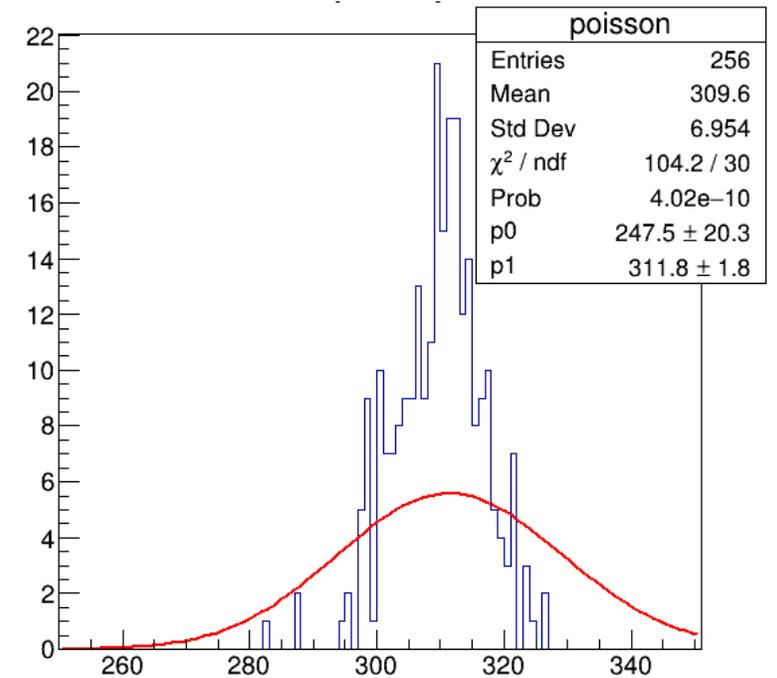
### ガウス



### ガウス+ランダウ



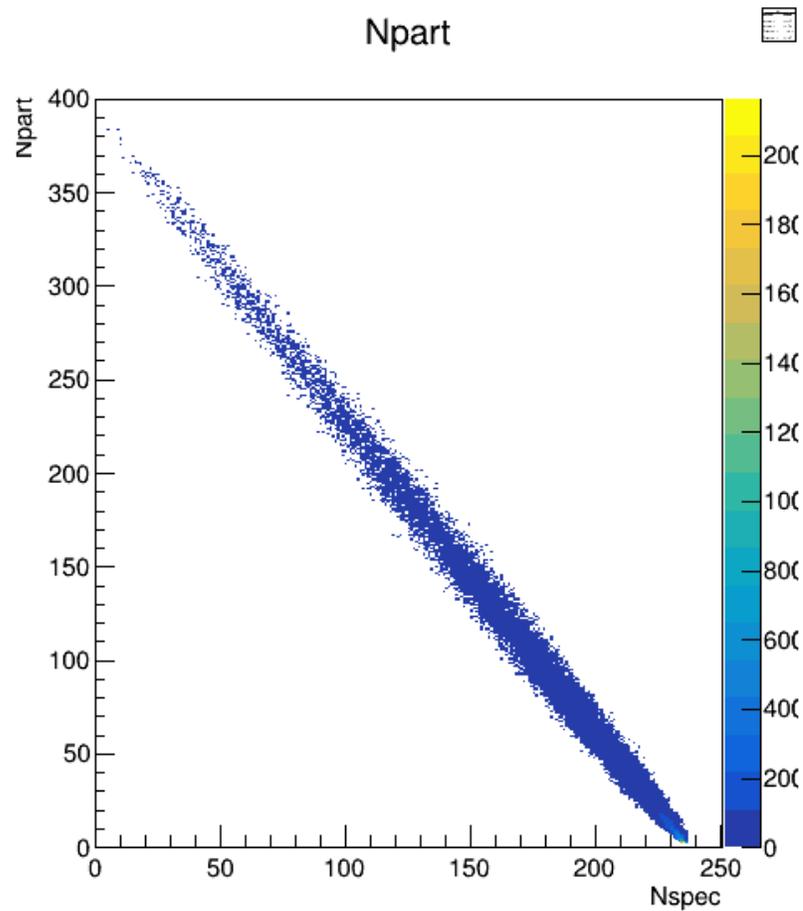
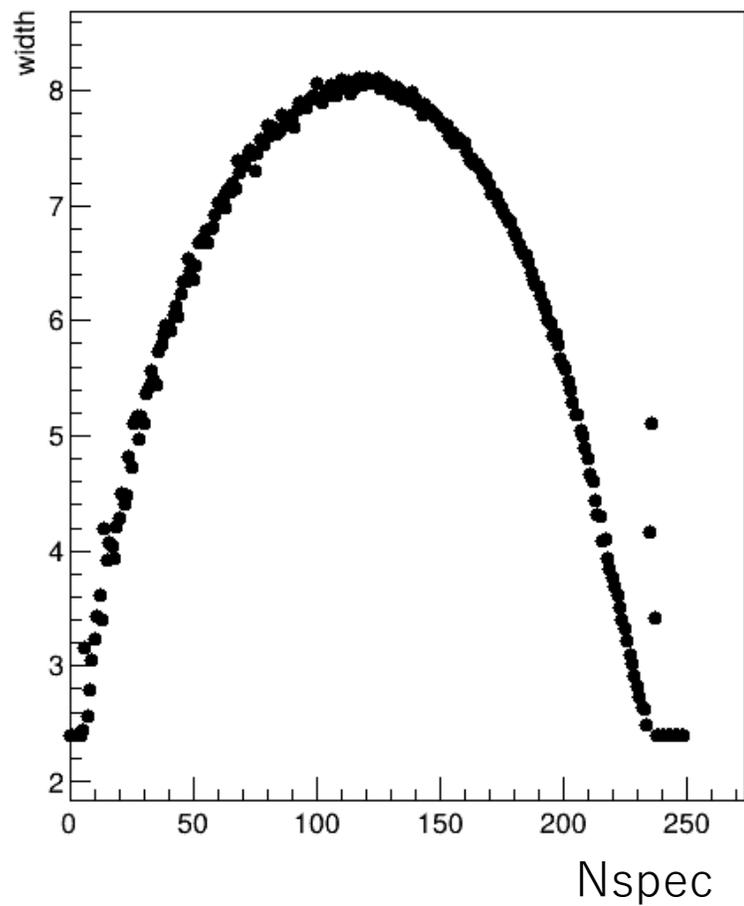
### ポアソン



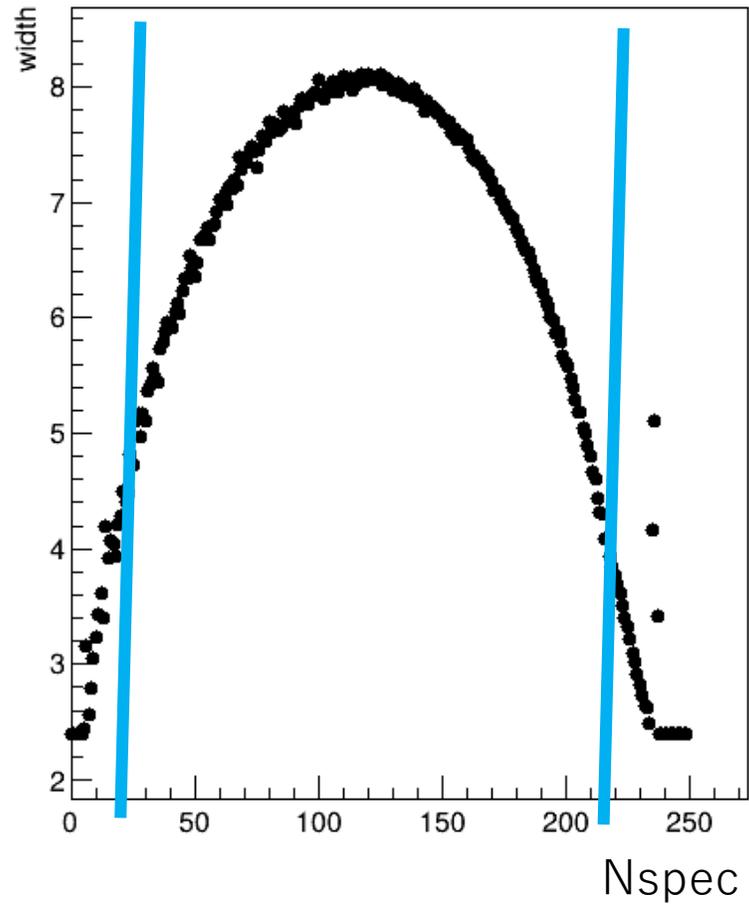
# 考察

- $N_{\text{spec}}=50$ 、 $150$ のときを見ると、ポアソンは違うようにみえる。
- ガウスとガウス+ランダウに大きな違いは見受けられないため、ガウスを用いる。

# 結果 2



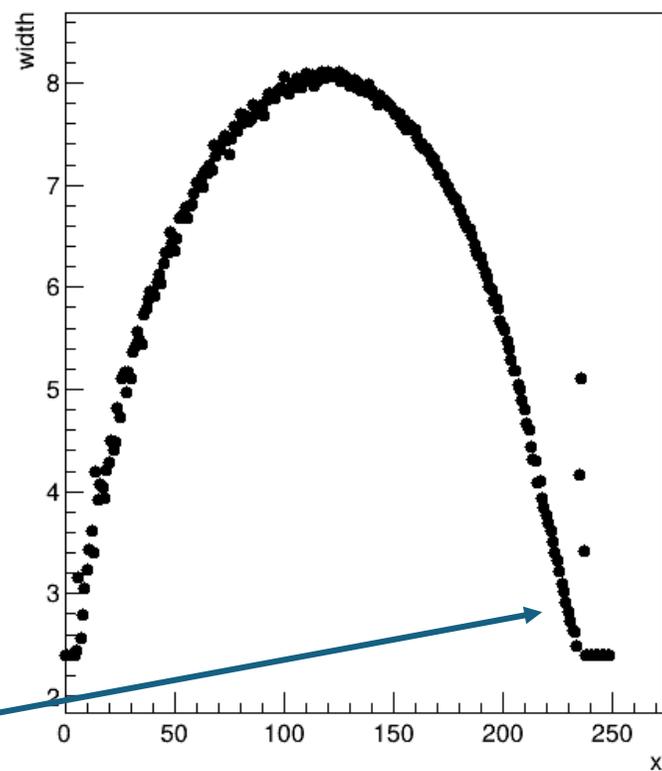
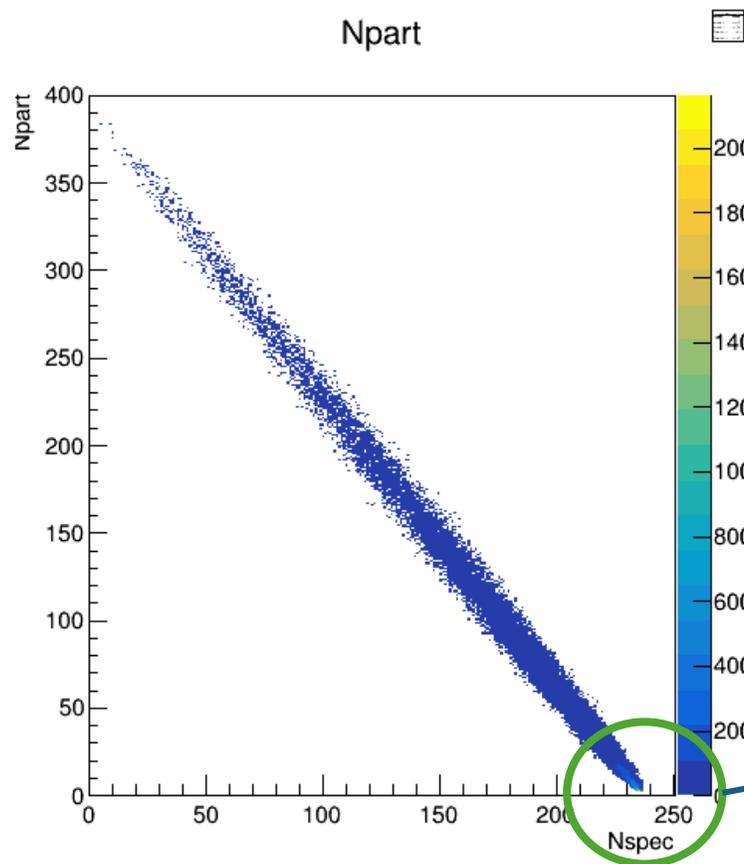
# 結果 2



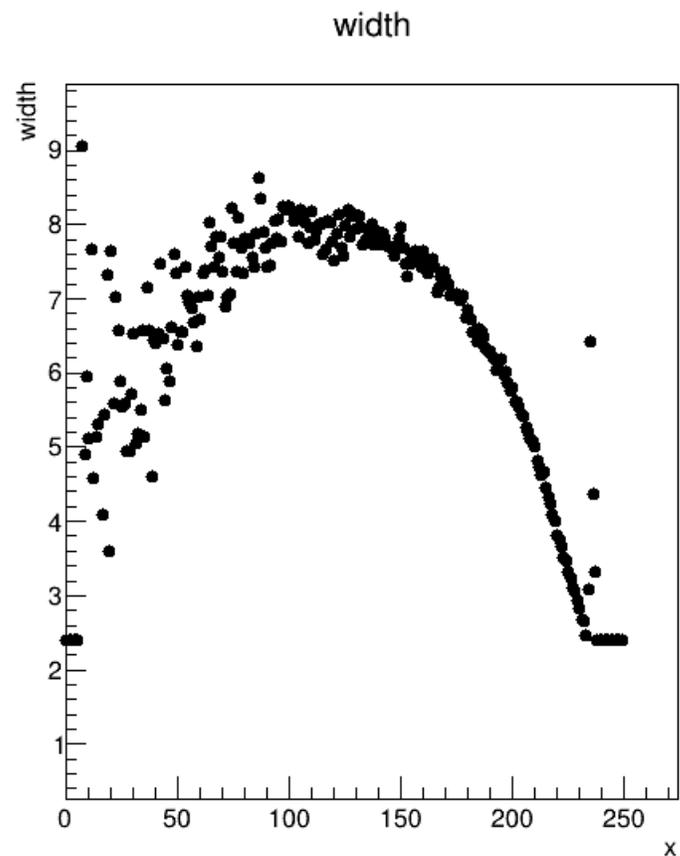
ガウスからフィットがずれている範囲は議論せず  
にフィットがうまくいっている部分から  
伸ばして考える。

# 結果

ところどころはねているのは統計  
数が足りないため



衝突回数 6404091回



衝突回数 492077回

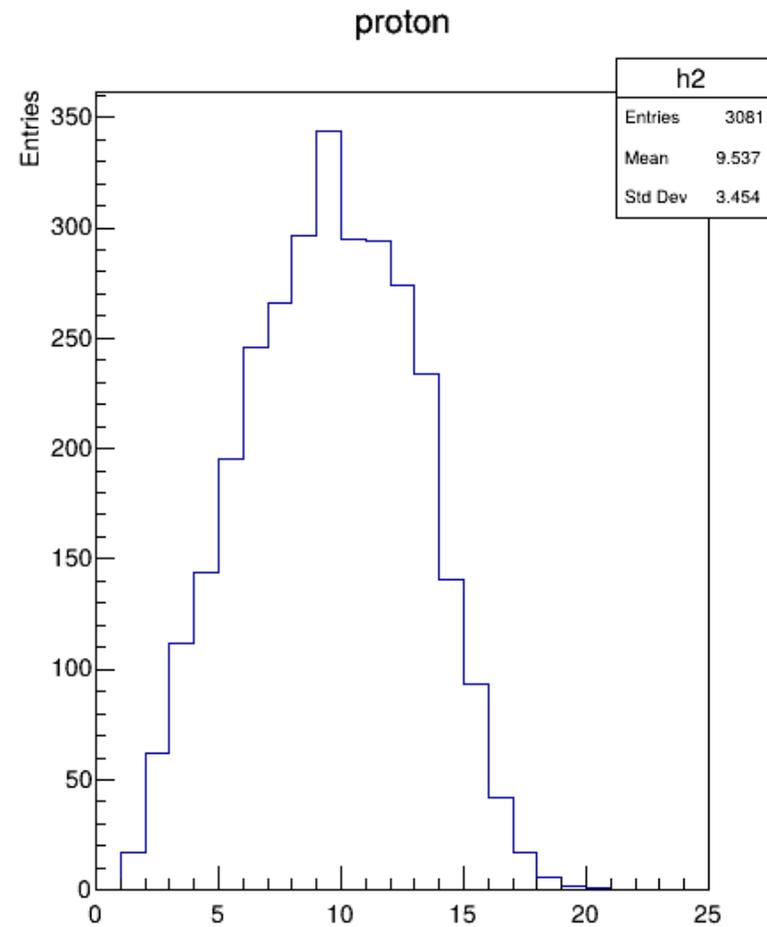
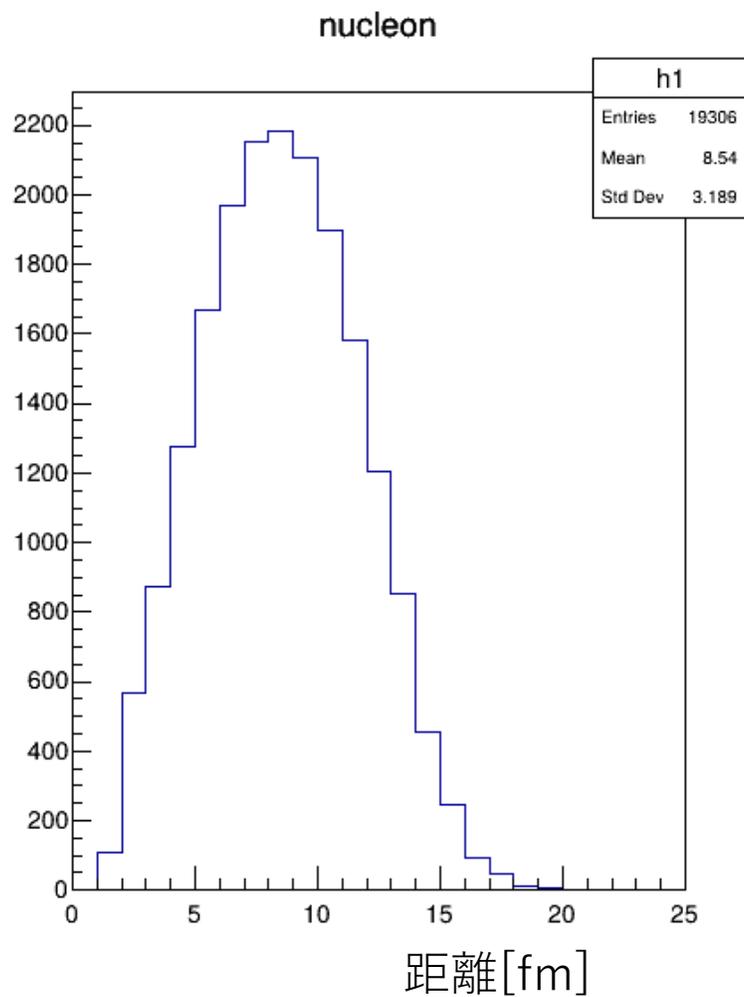
# 今後の課題

## 作成する原子核をもっと現実のものに近づける

- 陽子と中性子がある程度全体に均等に存在するようにしたい。

核子同士、陽子同士の距離を調べる。

# 今後の課題



# 今後の課題

- 陽子と中性子がある程度全体に均等に存在するために範囲を8つに分割して原子核を作成してみる。

