

Npartのばらつき

1月15日

奈良女子大学 4年

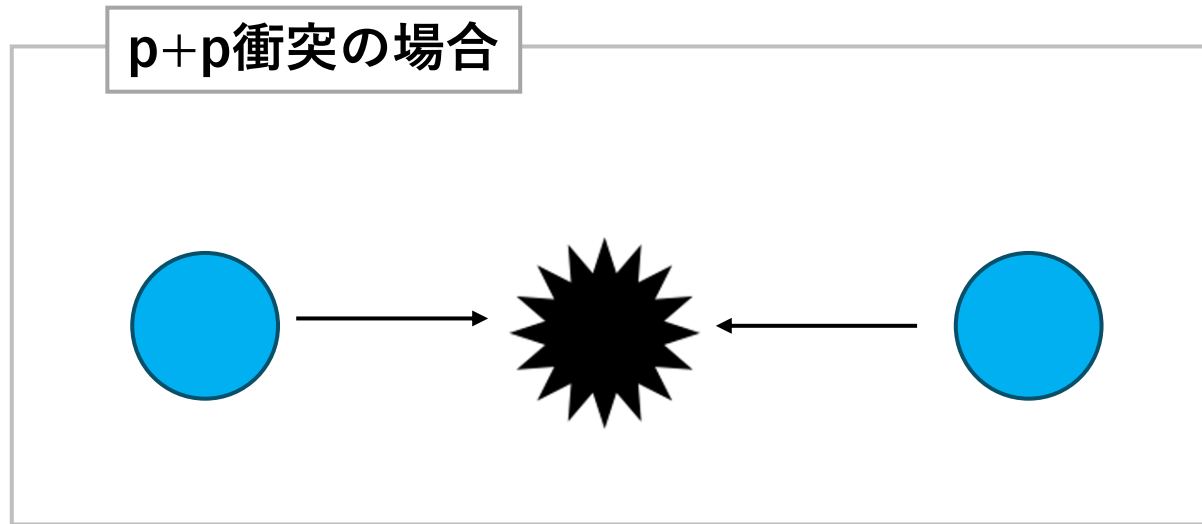
大前愛華

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

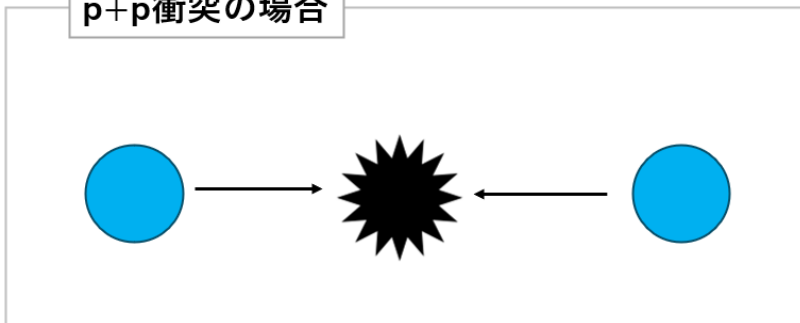


pp衝突のとき、反応に関与した核子数(Npart)が同じでも衝突によって発生する粒子数が異なる場合がある。

序章

反応に関与した核子数と発生粒子数の違い

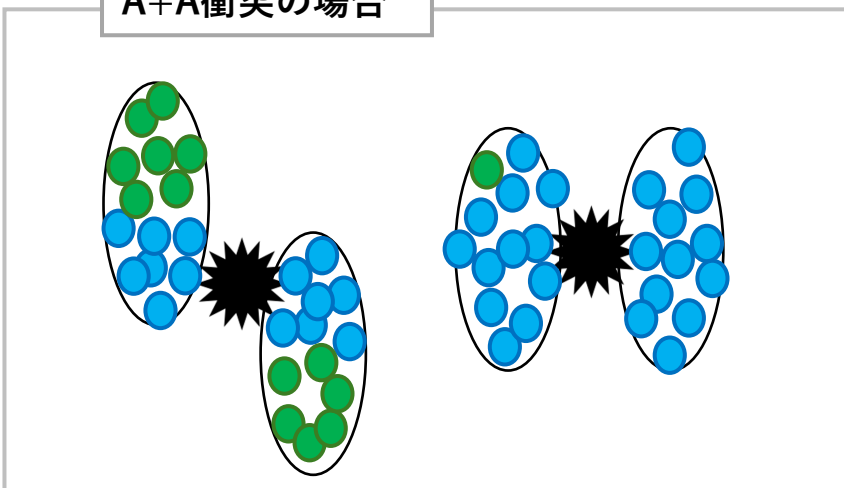
p+p衝突の場合



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。

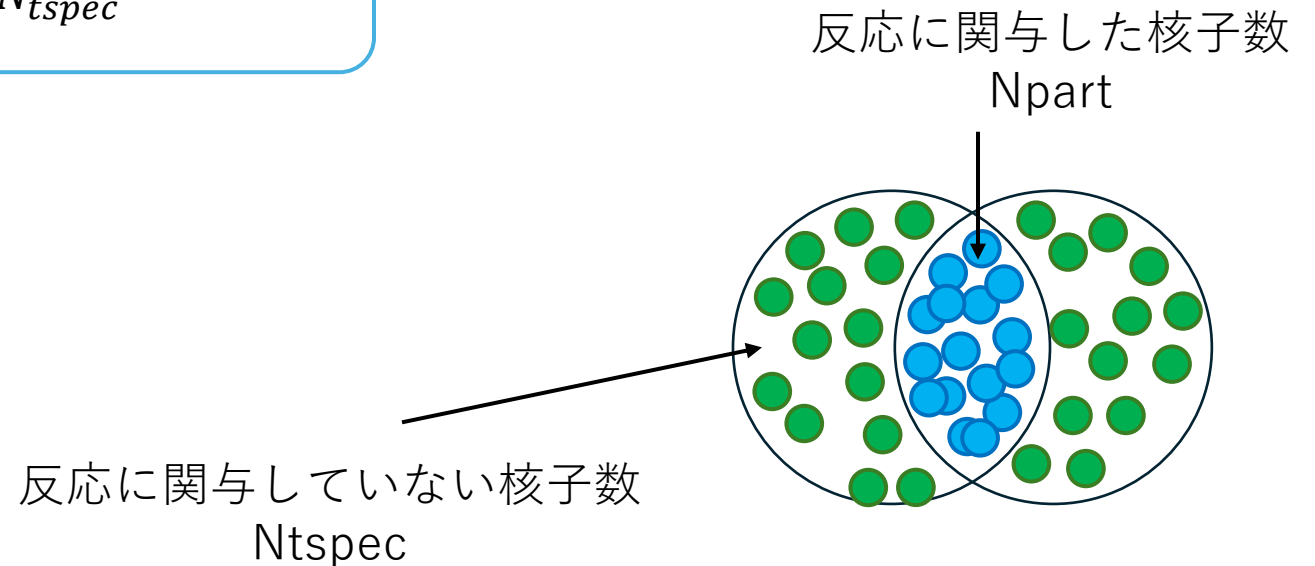
序章

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

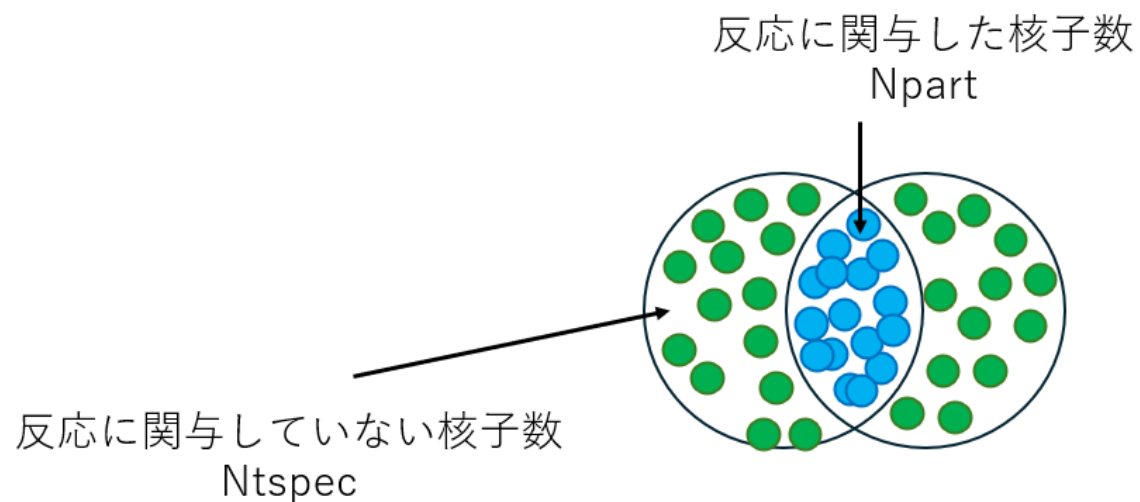
$$N_{tspec} = N_{spec} + N_{pspec}$$

N_{spec} : N_{tspec} のうちの中性子の数

N_{pspec} : N_{tspec} うちの陽子の数

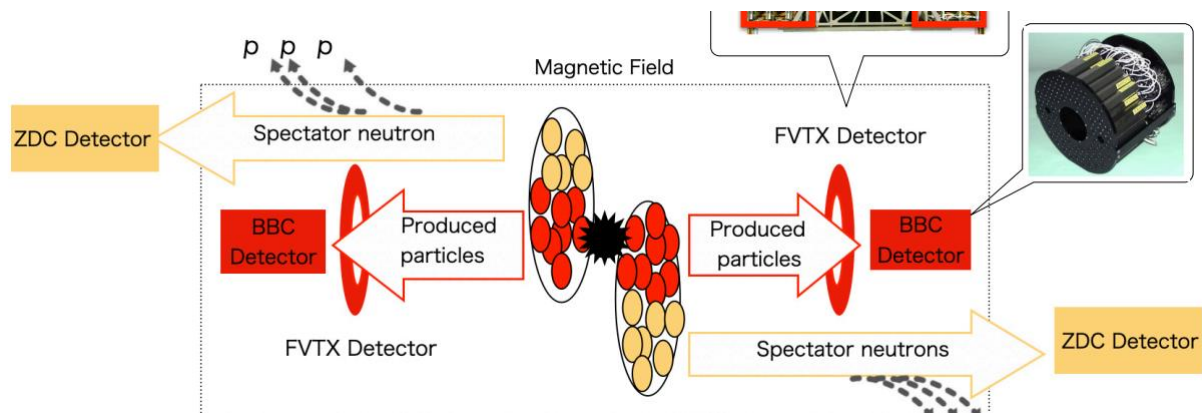
sphenixの検出器では N_{spec} しか測定できないため、 N_{pspec} にばらつきが生じる。

どれくらいばらつくのかを求めたい。



序章

検出器

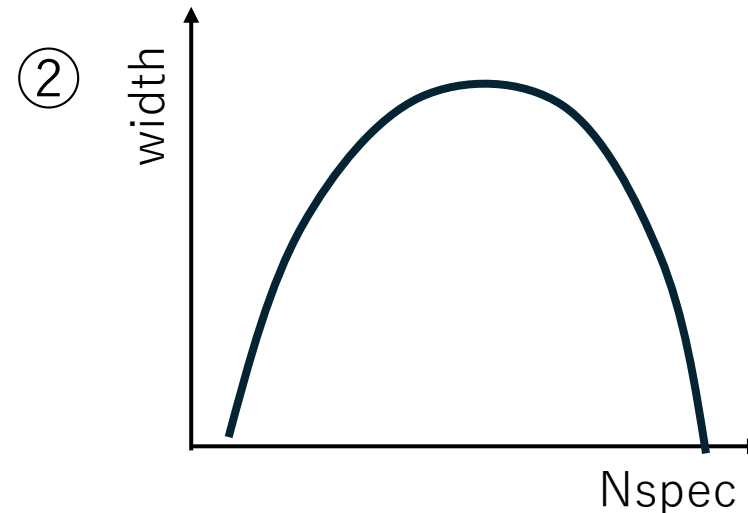
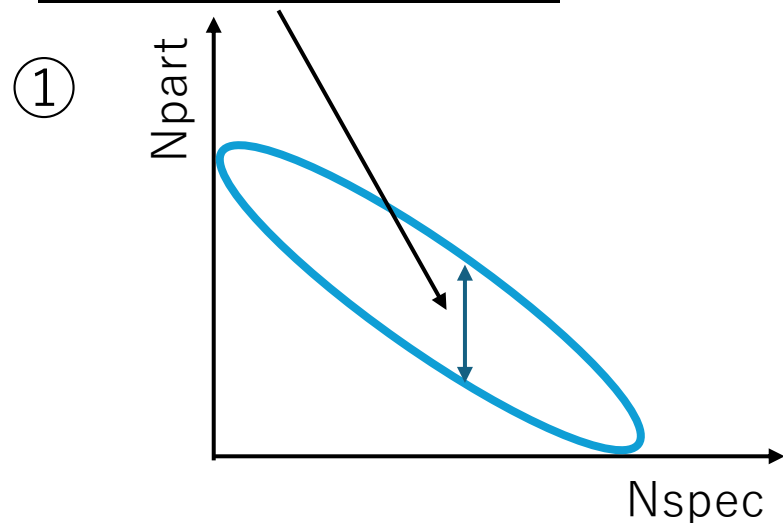


- ・ 反応に関与しない核子の中性子のエネルギーを測定する ($\propto N_{spec}$)
→ Zero Degree Calorimeter (ZDC)

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)

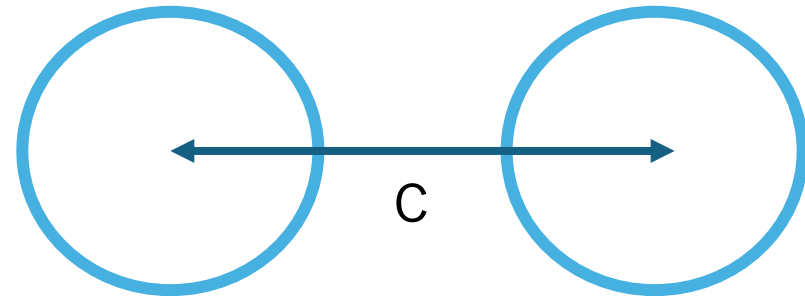
1. 今は金金衝突を考えている。(1つの原子核の核子数197個、陽子数79個、中性子数118個)

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)

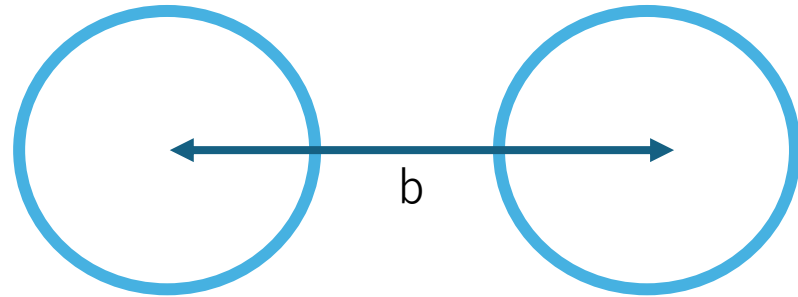
$$\rho(w) = \frac{\rho_0}{1 + e^{(w-R)/a}} \quad : \text{Woods - Saxon型関数}$$
$$w = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad R = 1.18 \times A^{1/3} - 0.48 [fm]$$
$$a = 0.54 fm, \quad \rho_0 = 1$$

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)

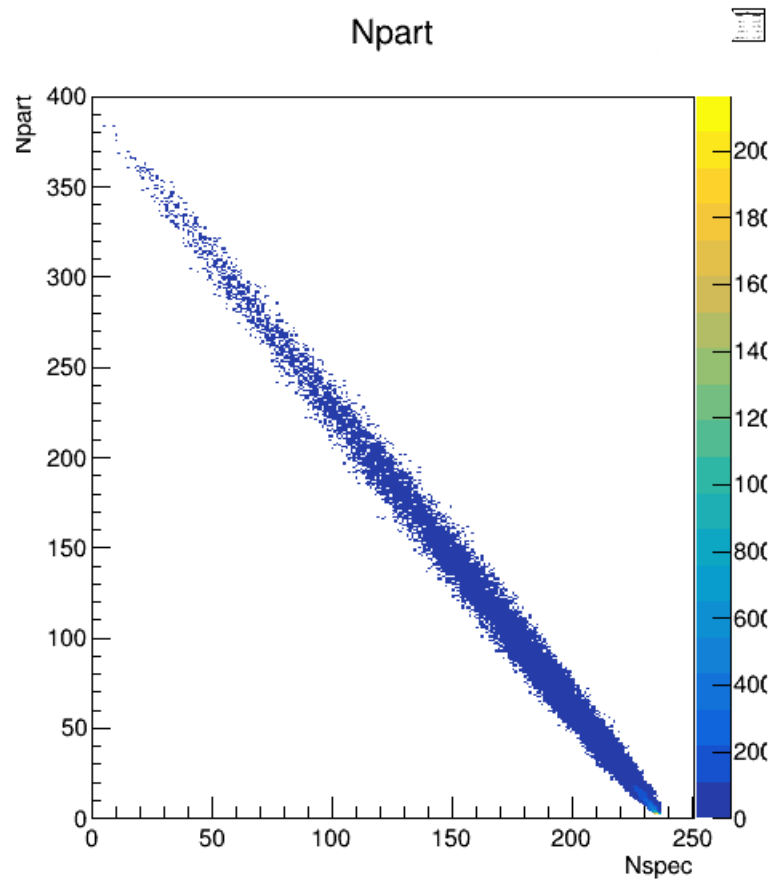
4. Impact parameter : b (2つの原子核の中心座標の距離) はxy平面上でランダムに設定している。



5. 衝突しなかったイベントは除いている。

結果 1

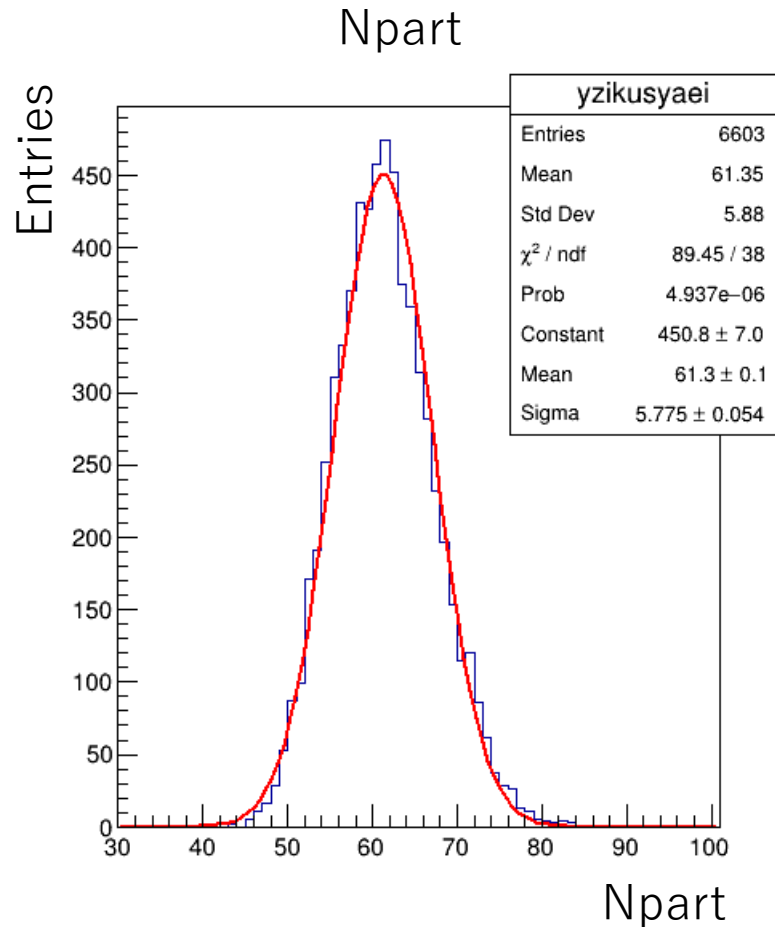
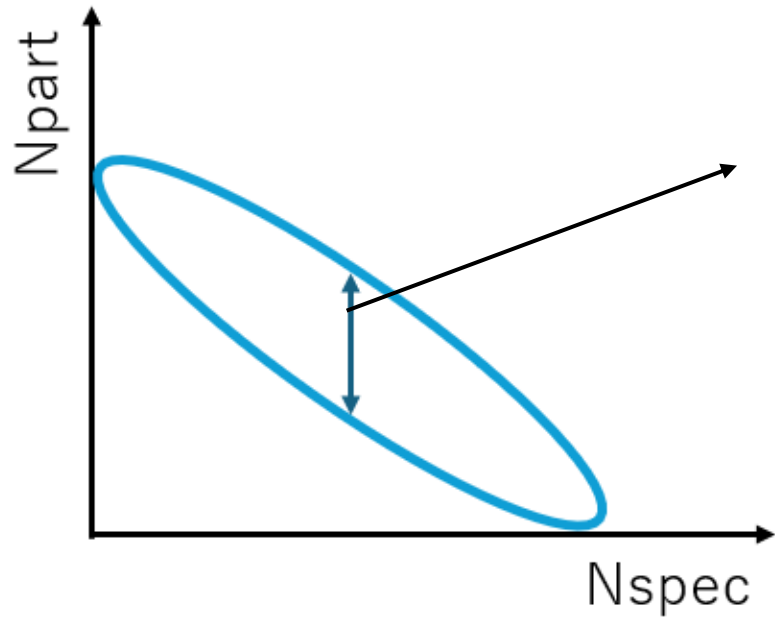
縦軸がNpart、横軸がNspecの二次元ヒストグラム



- 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

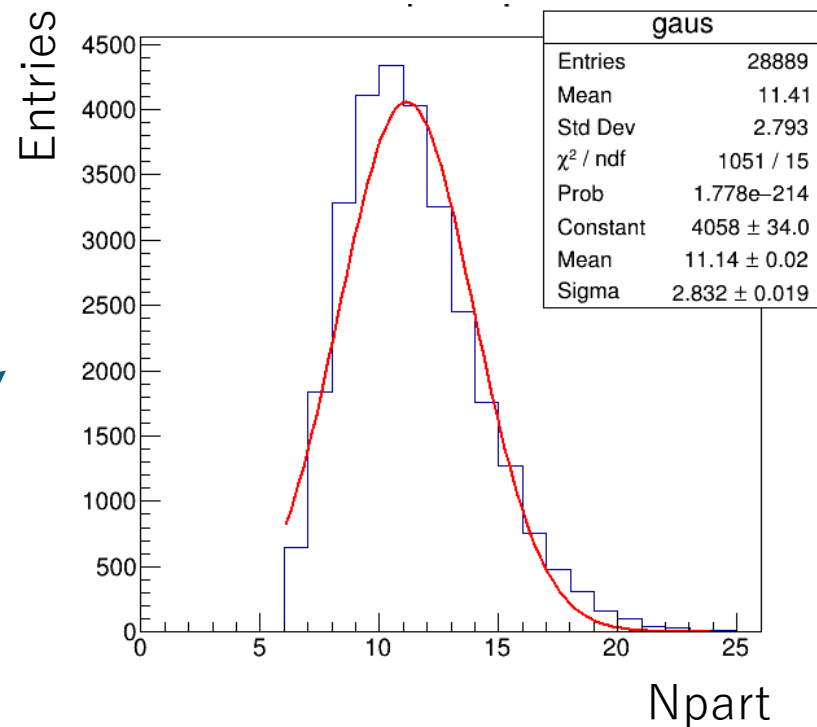
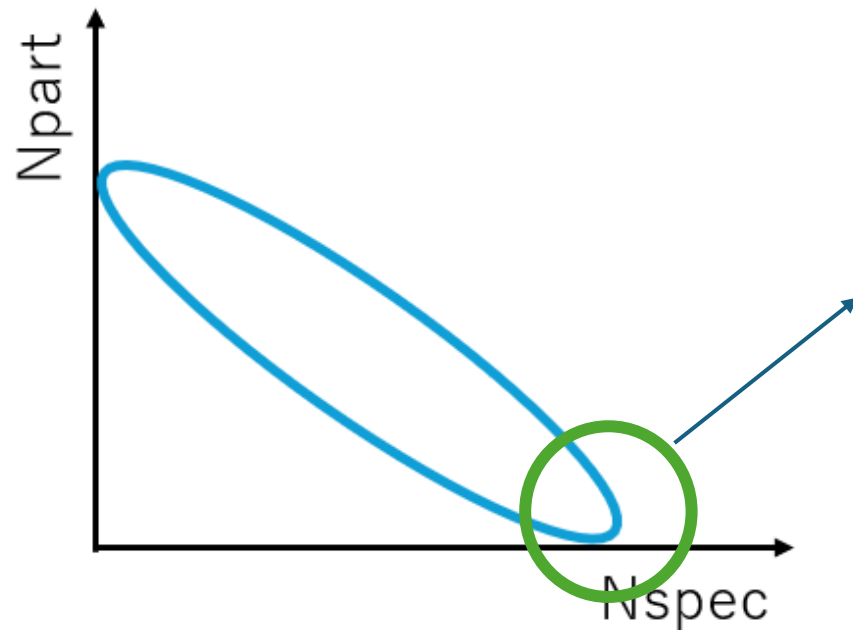


あるNspecのとき(今は200)のNpartを横軸に、縦軸をエントリー数にしたヒストグラム

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

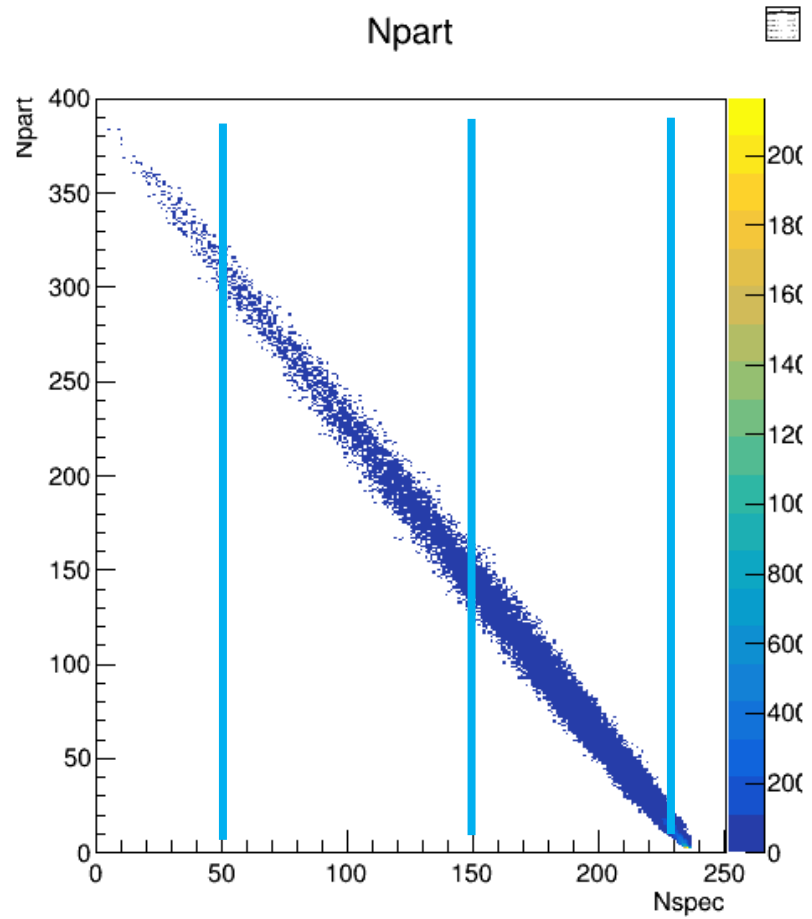
Nspecが大きい場合(Npartが小さい場合)のNpartの幅を確認したとき、
ガウスからフィットがずれている。



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

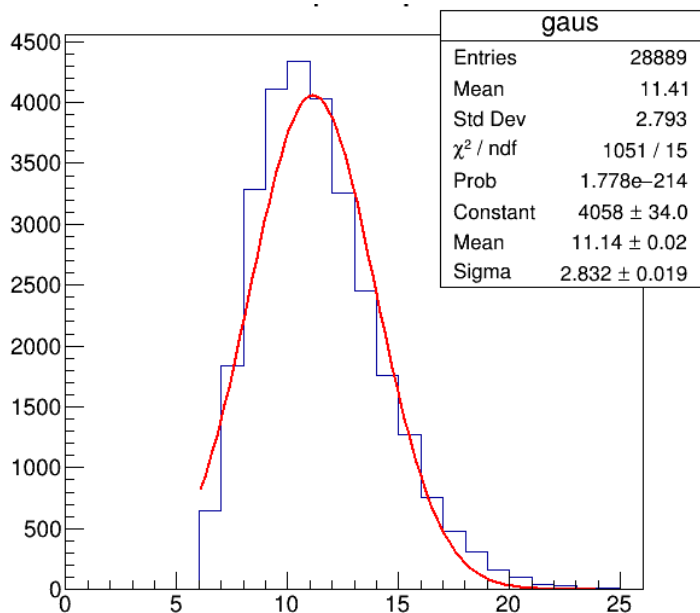
- ・ ガウス
- ・ ガウス+ランダウ
- ・ ポアソン

の3つのフィットをおこない、
比較する

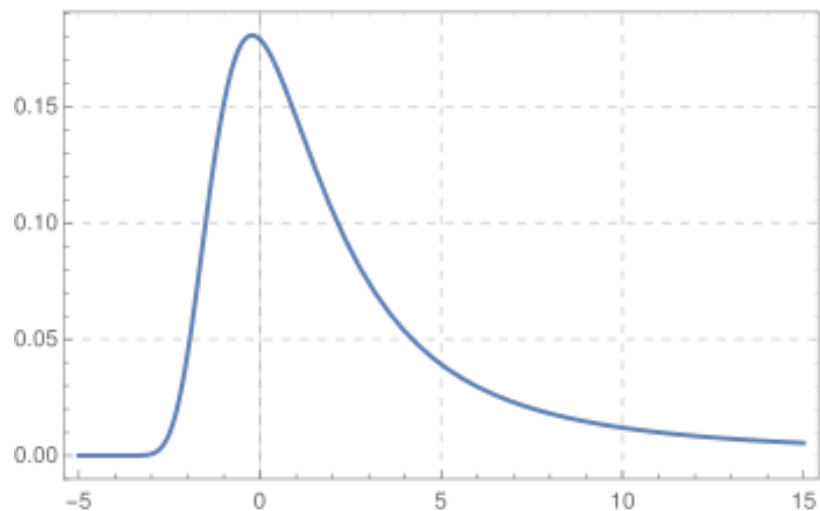
結果 2

問題点：物理的な背景を考慮できていない

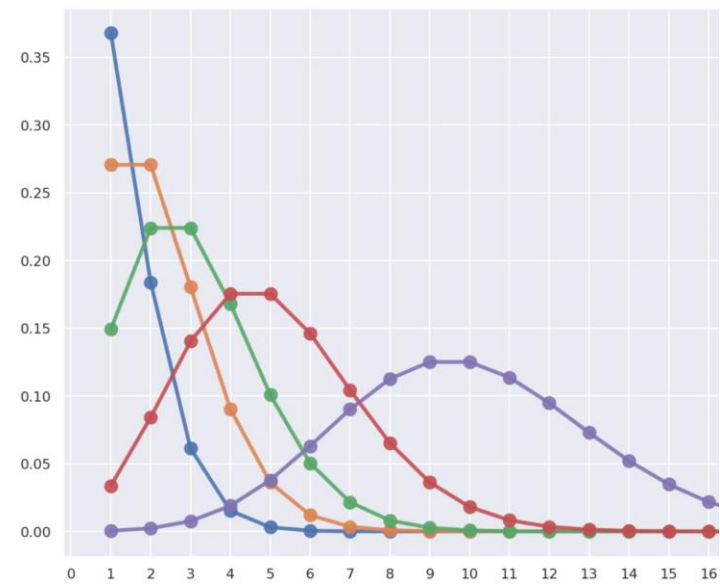
ガウス+ランダウとポアソン分布を選んだ理由



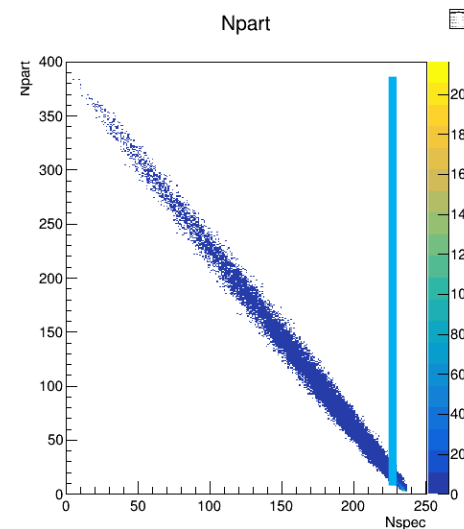
ランダウは0付近にピークを持ち右にテールを持つため



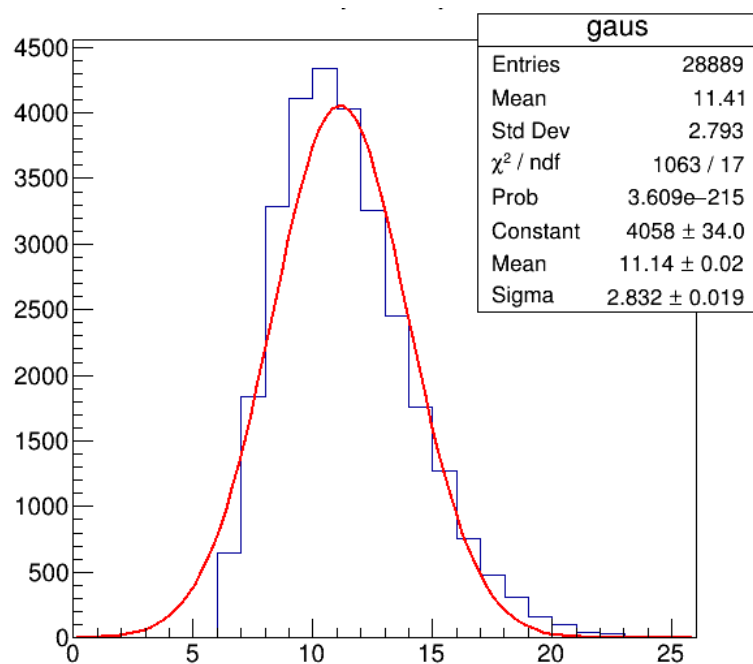
ポアソン分布は中心値が大きくなるにつれてガウスになるため



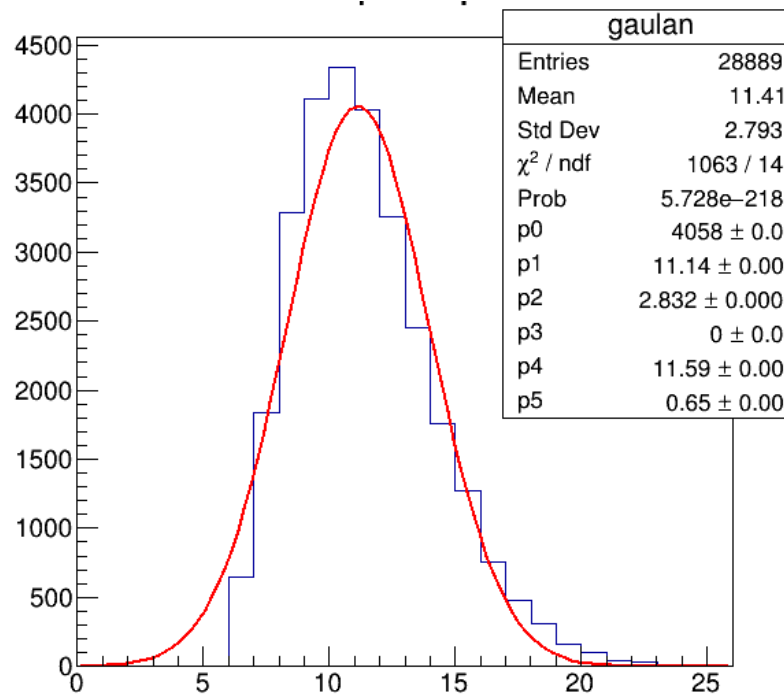
Nspec=230のときのfit



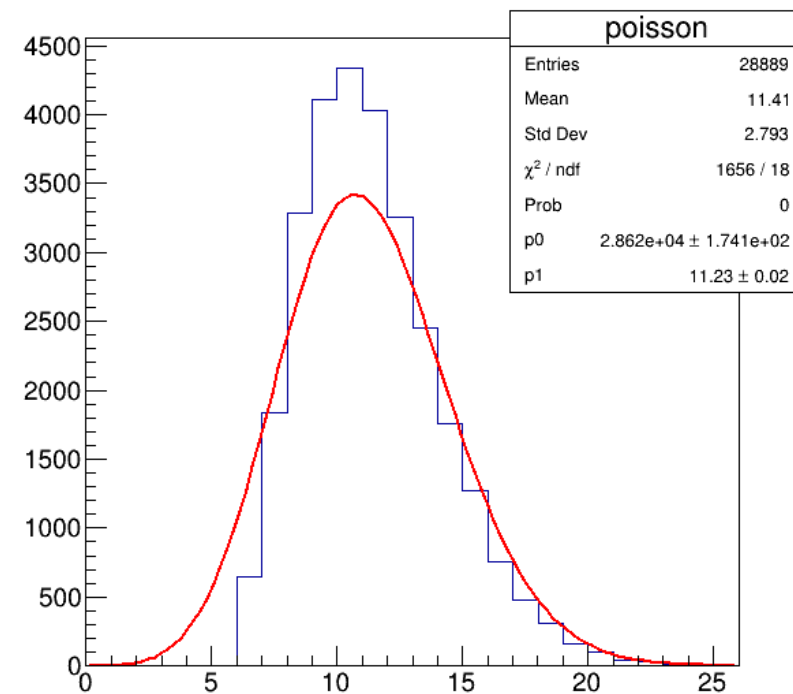
ガウス



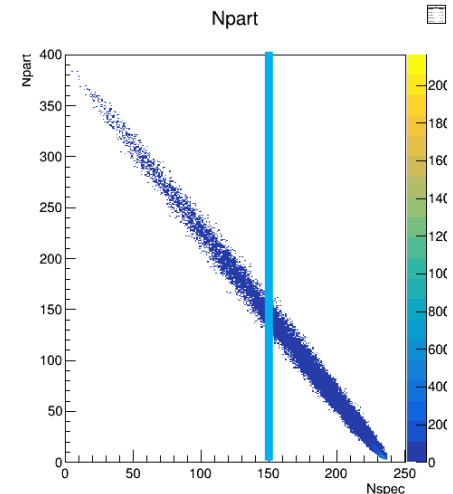
ガウス+ランダウ



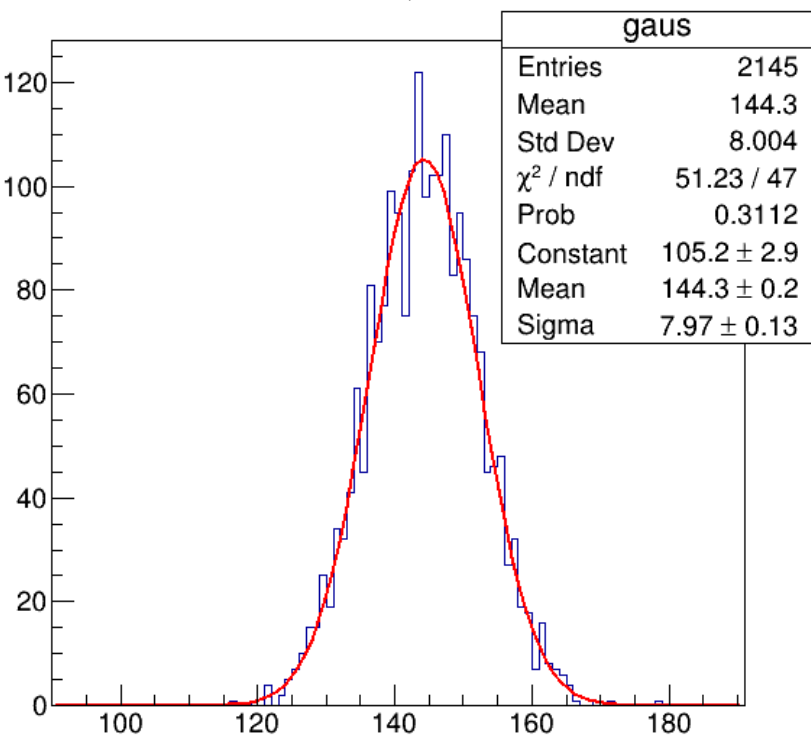
ポアソン



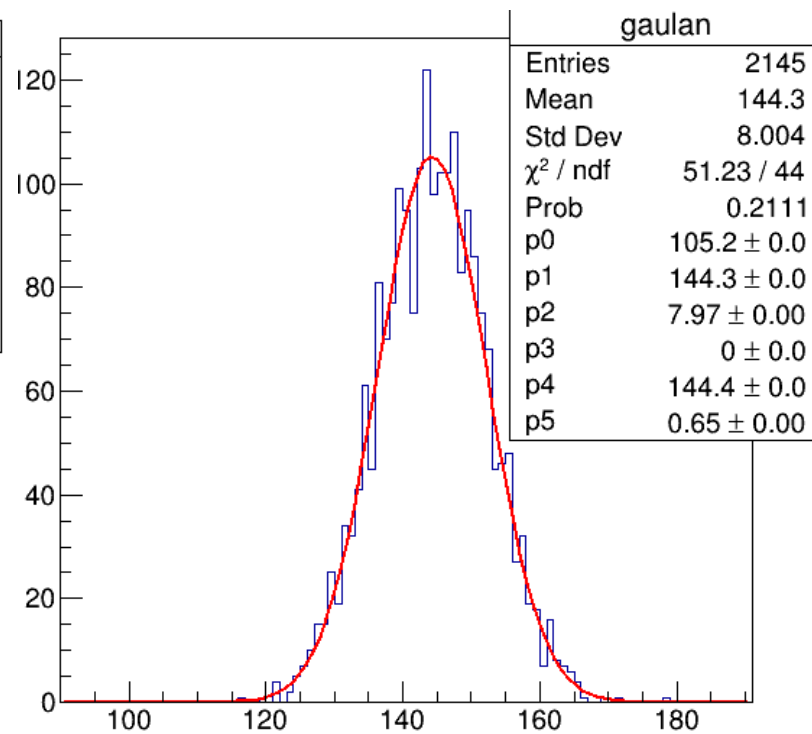
Nspec=150のとき



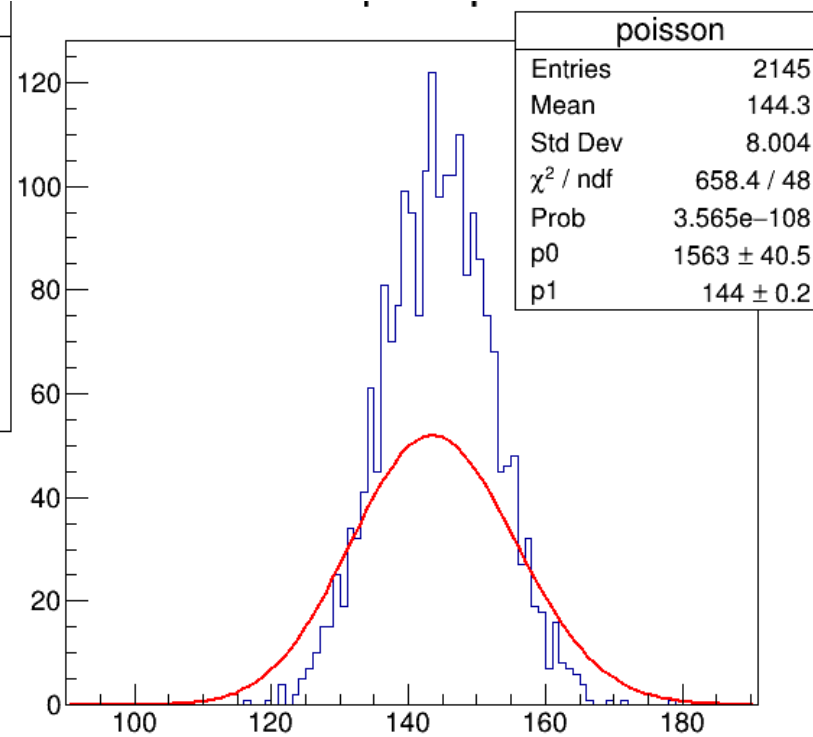
ガウス



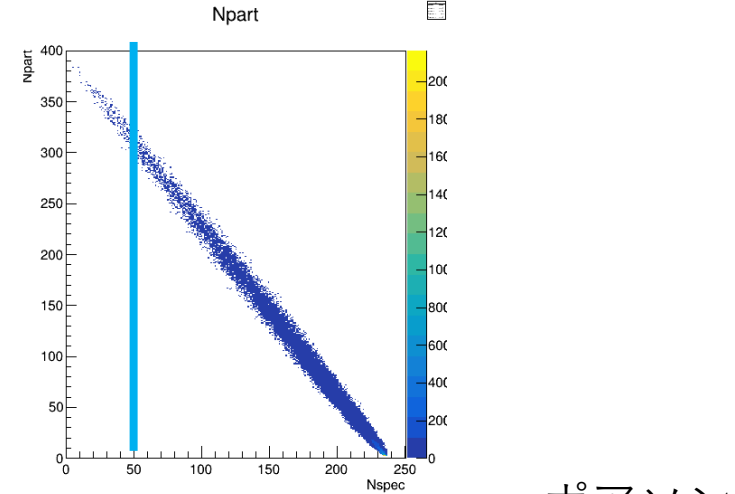
ガウス+ランダウ



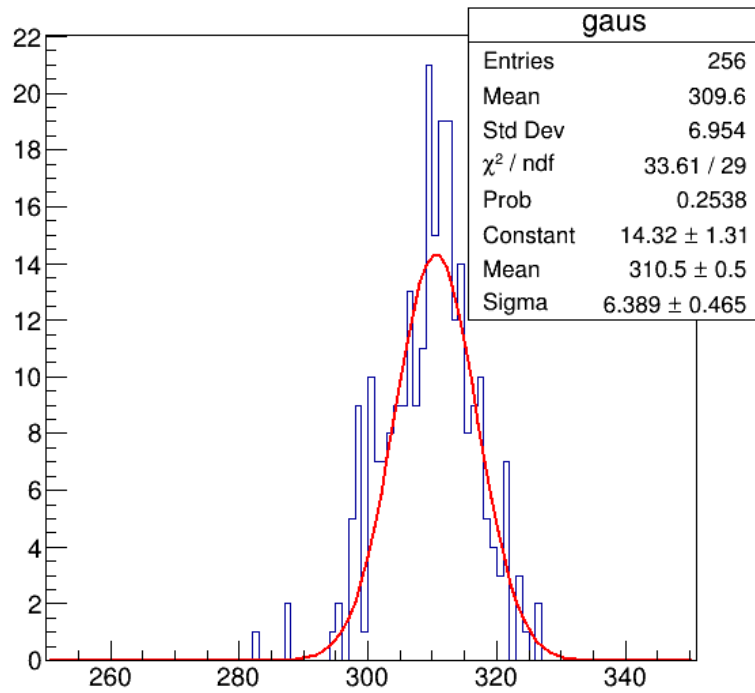
ポアソン



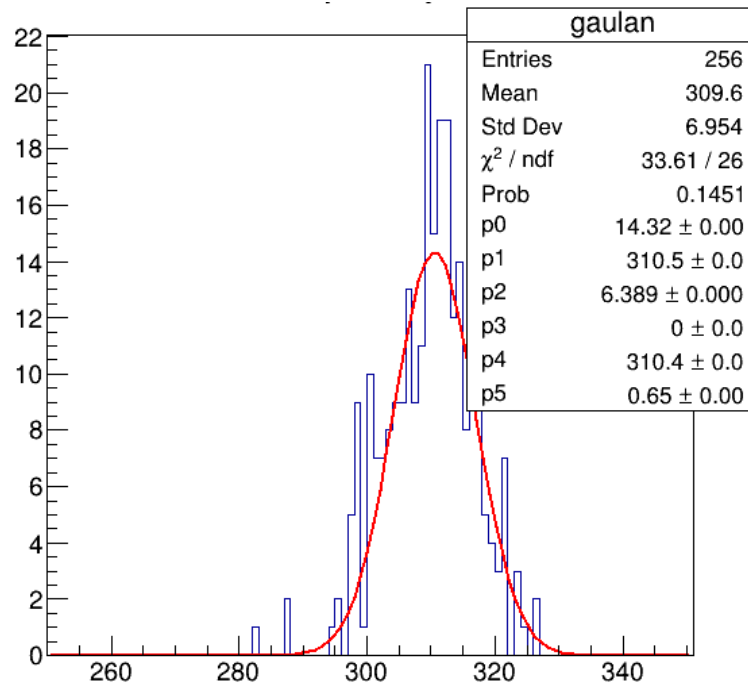
Nspec=50



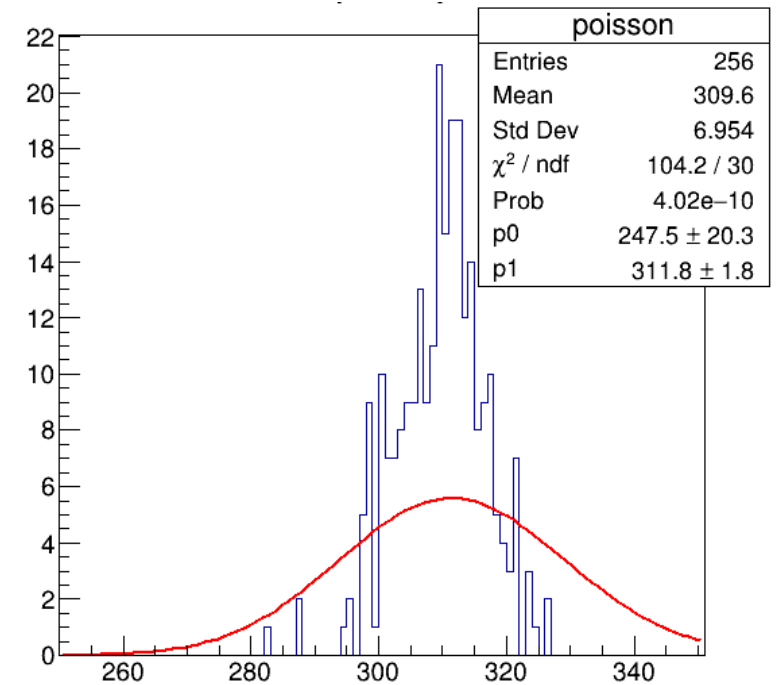
ガウス



ガウス+ランダウ



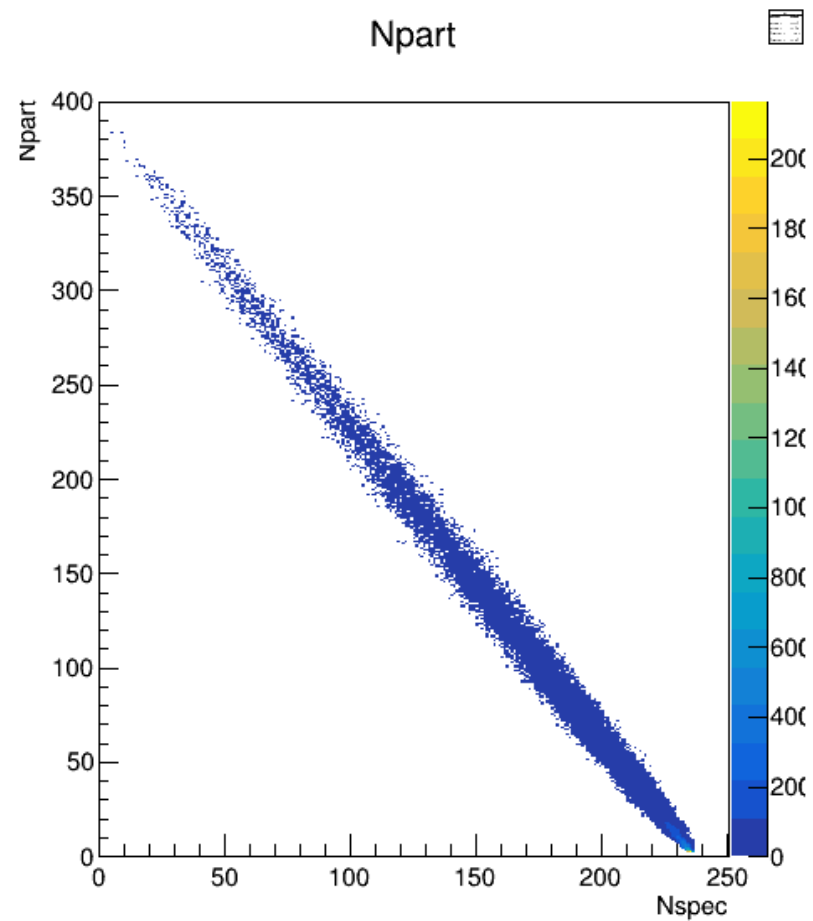
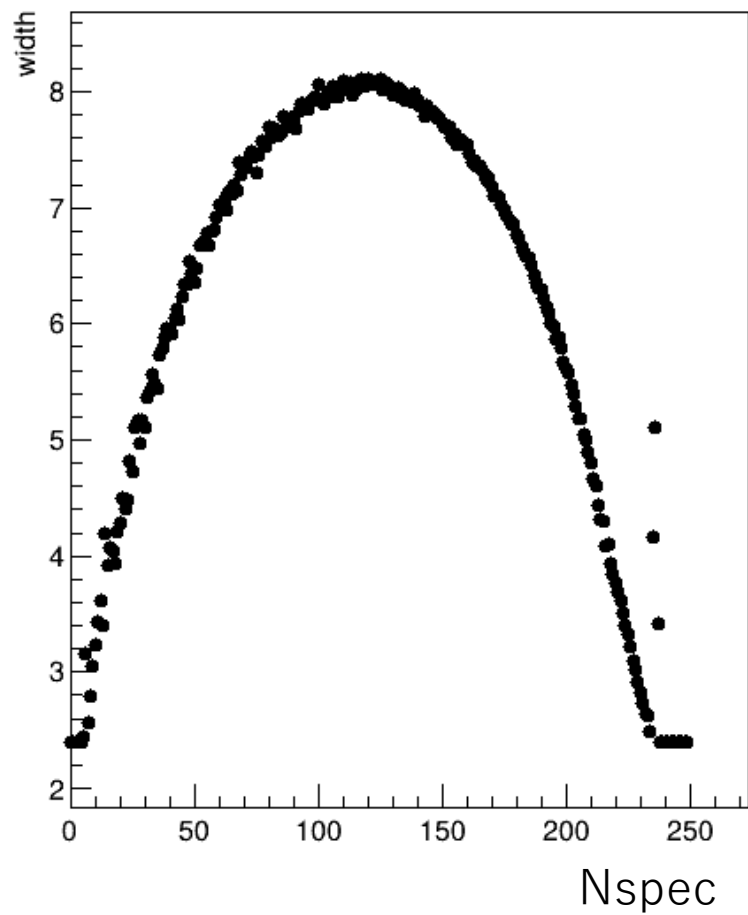
ポアソン



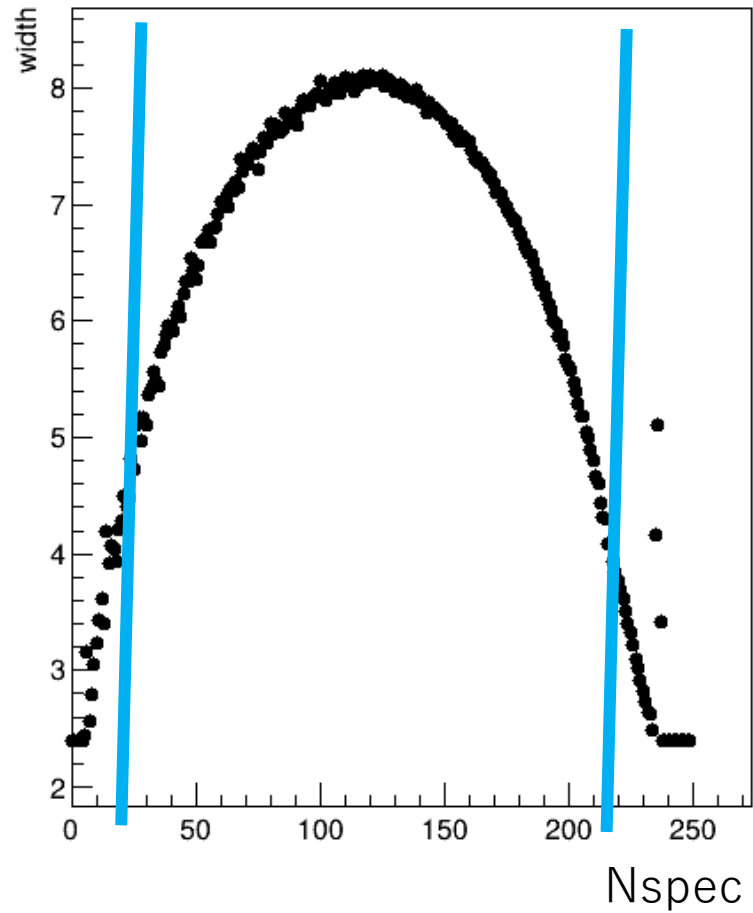
考察

- $N_{\text{spec}}=50$ 、 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



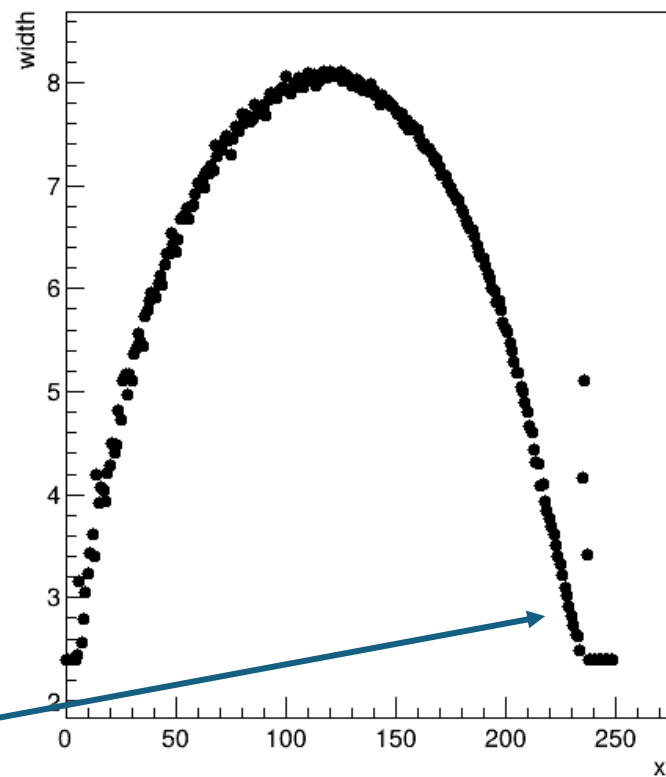
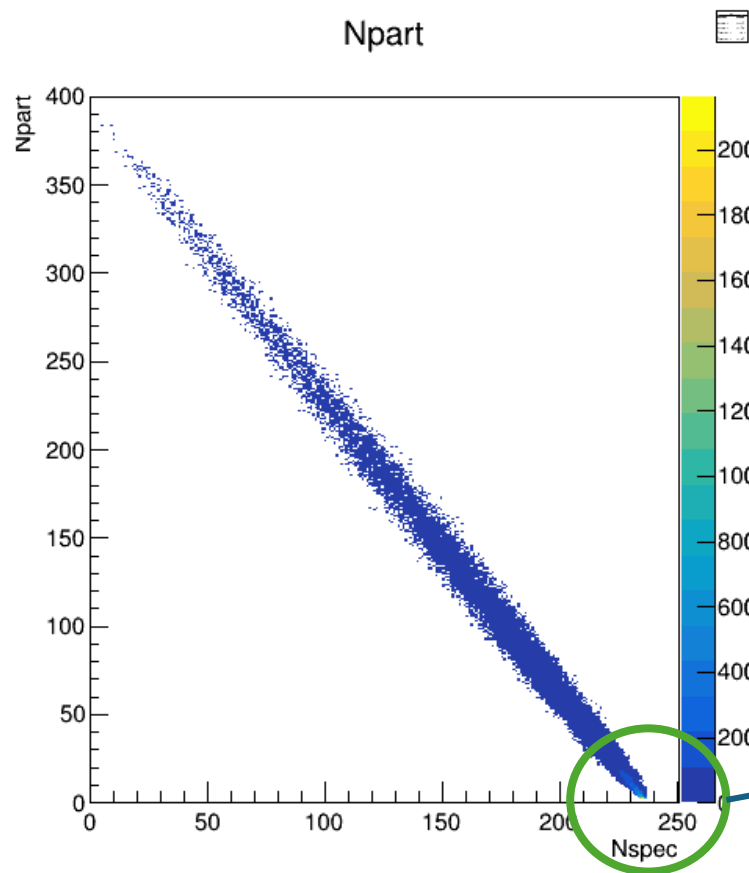
結果 2



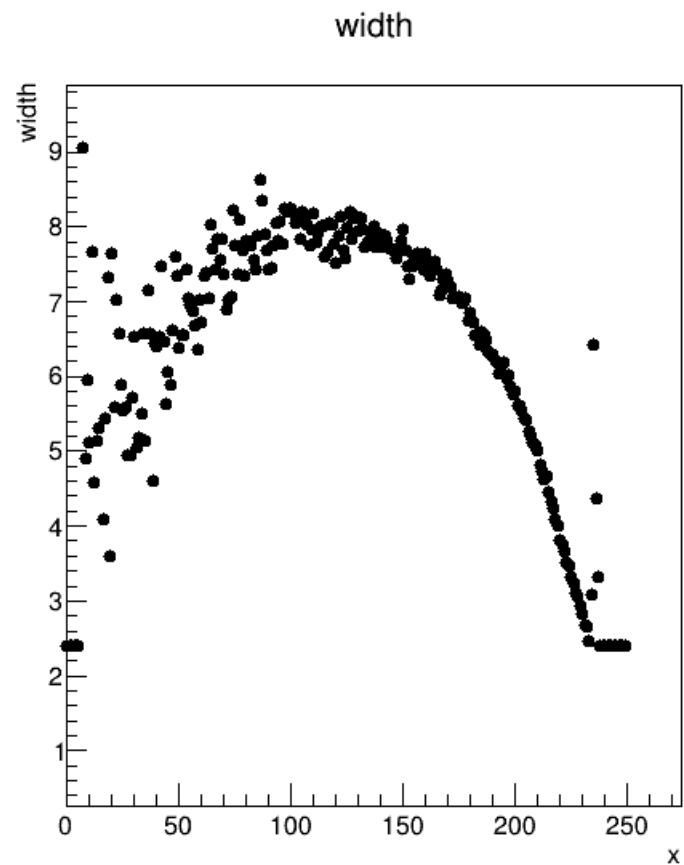
ガウスからフィットがずれている範囲は議論せず
にフィットがうまくいっている部分から
伸ばして考える。

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

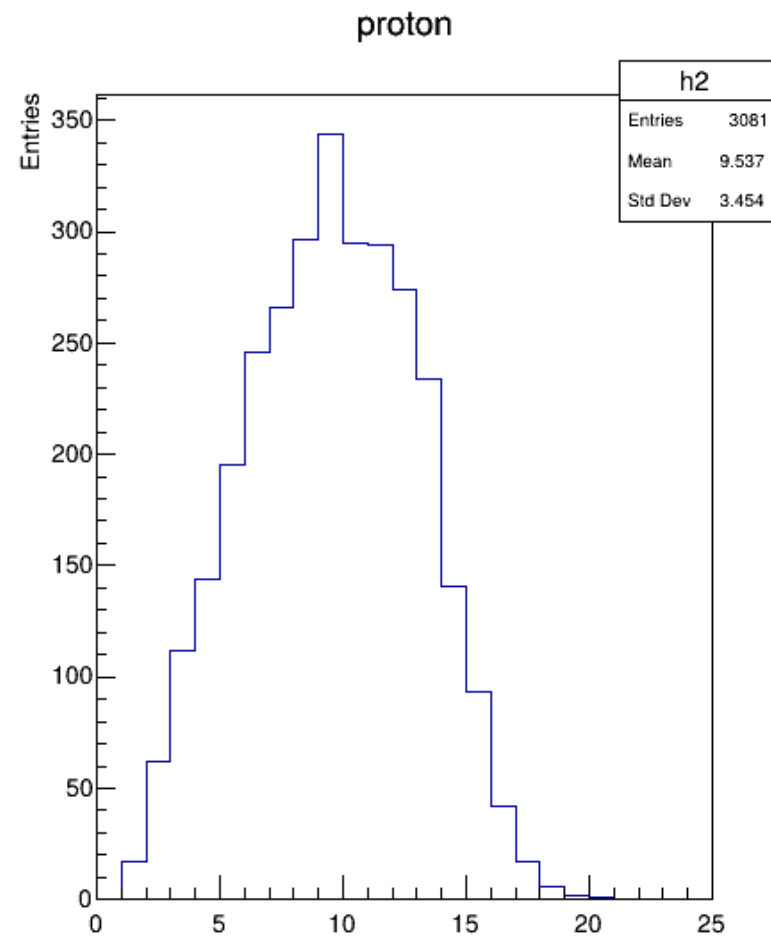
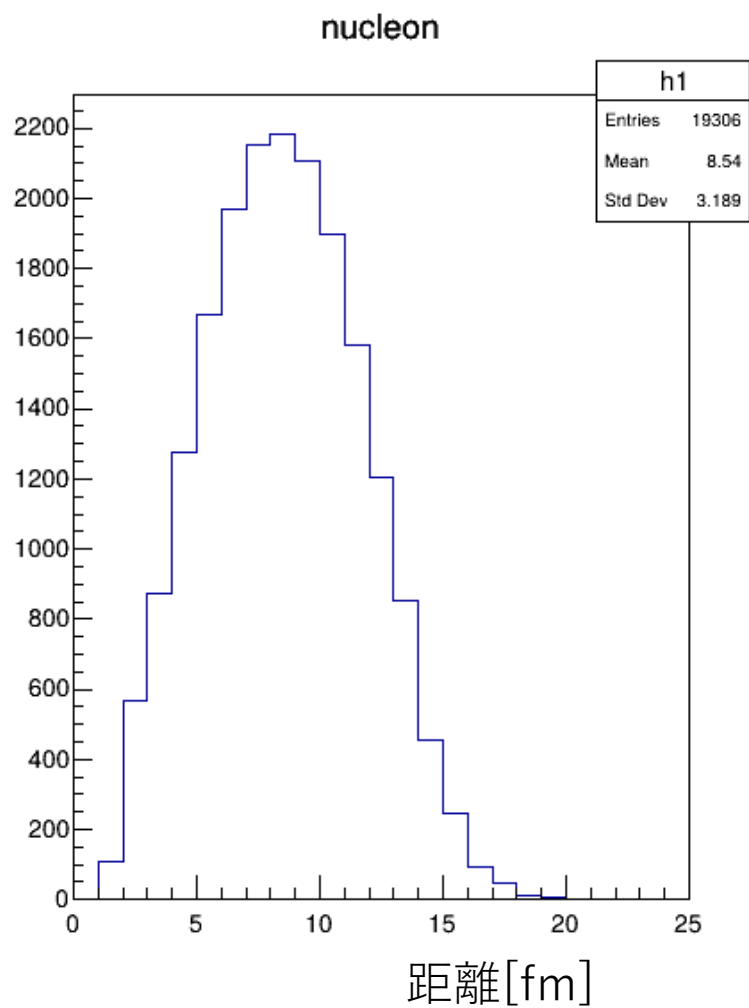
今後の課題

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。

