シミュレーションデータを用いた K0sの質量再構成解析

NWU M2 石垣 優衣

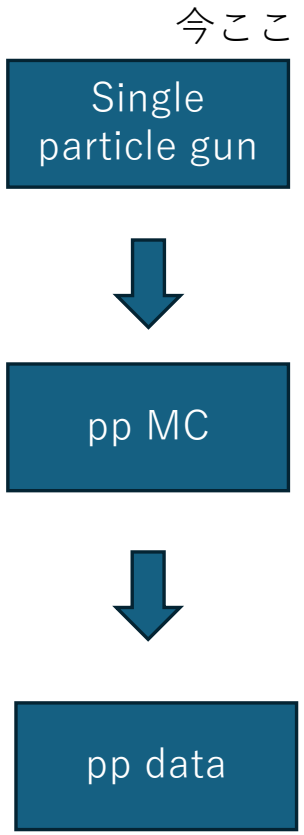
Motivation

将来的には実データを用いてk0sの生成数等から知りたい物理がある。(追々勉強する)

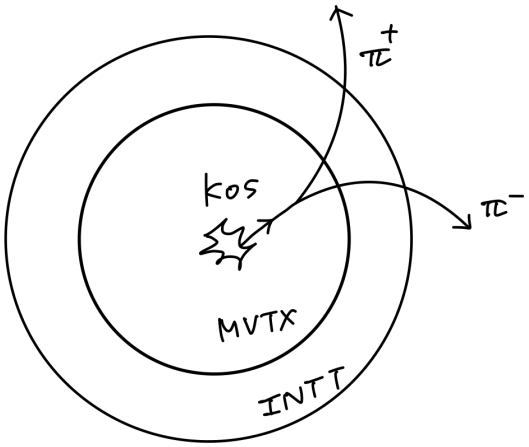
その為にまずはsingle particle gunでのシミュレーションを行って、k0sの再構成手法を確立させたい。

<u>現状行っていること</u>

- K0sの質量分布を作成し、分布に対してガウス関数によるフィッティングを行った。
- 2粒子(ペア)の総横運動量と質量の相関を調べ、ピークの位置や幅が変化するかどうかを確認している。1粒子のみの横運動量によっても同様の解析を行っている。
- K0sのイベント数を増やし(先週のSiCalMTで見せた結果から統計数を増やしました)
- 今後ppでのシミュレーションや実データでの解析に進んでいきたい。



$K_s^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$の質量再構成解析



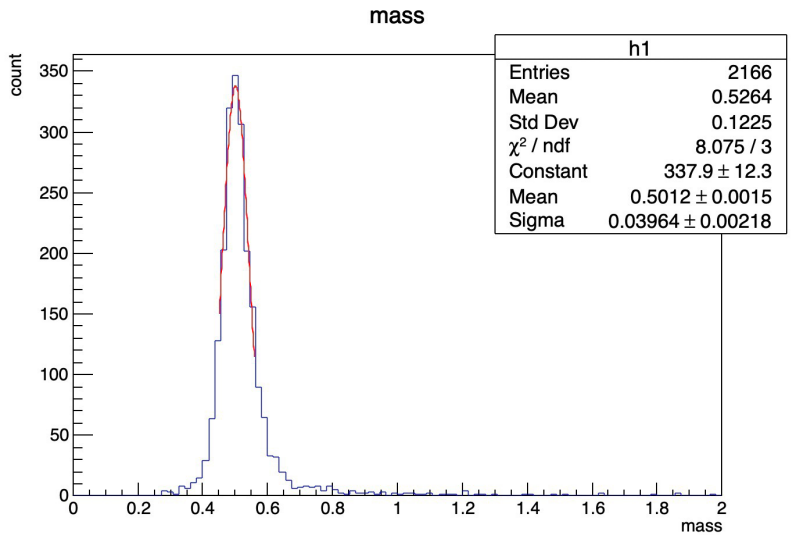
K_s^0 中間子とは

崩壊長cτ =2.7cm、質量0.497GeVの中間子

崩壊モード：$K_s^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-(69.2\%)$

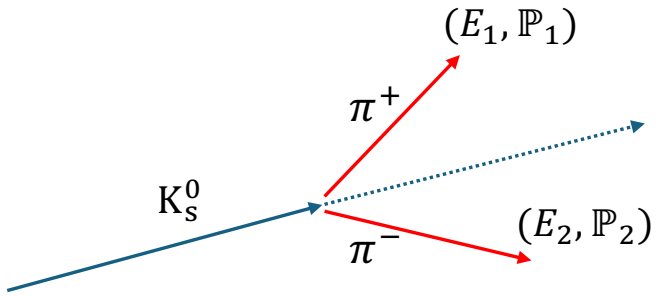
$K_s^0 \rightarrow \pi^0 + \pi^0(30\%)$

- 検出器でπ^+、π^-を測定し、その情報を元に質量を再構成する。
- 衝突点から最内層の検出器(MVTX)までが2.5cmであるので、MVTXに辿り着くまでに約70%のK_s^0が崩壊する。



K_s^0の質量再構成分布

質量再構成の方法



- 相対論的なエネルギーと運動量の関係式から

$$\boxed{\boldsymbol{M^2} = \boldsymbol{E^2} - \mathbb{P}_{\boldsymbol{x}}{}^{\boldsymbol{2}} = (\boldsymbol{E_1}+\boldsymbol{E_2})^{\boldsymbol{2}} - |\mathbb{P}_{\boldsymbol{1}} + \mathbb{P}_{\boldsymbol{2}}|^{\boldsymbol{2}}}$$

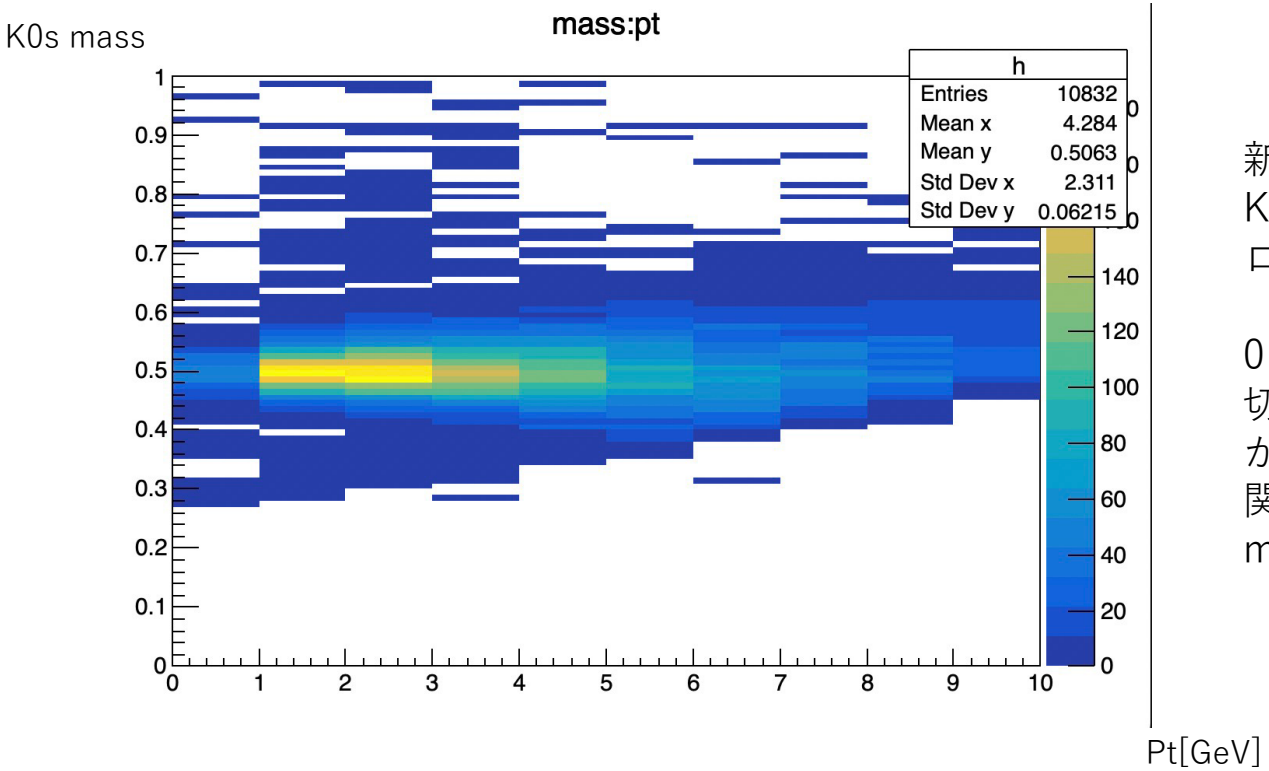
この式を元にして質量再構成を行う。

（$\boldsymbol{E_1}$、$\boldsymbol{E_2}$：崩壊後のπ^+、π^-のエネルギー。$\mathbb{P}_{\boldsymbol{1}}$、$\mathbb{P}_{\boldsymbol{2}}$：崩壊後の$\pi^+$、$\pi^-$の運動量。$\mathbb{P}=(\mathbb{P}_{\mathrm{x}}, \mathbb{P}_{\mathrm{y}}, \mathbb{P}_{\mathrm{z}})$）

- 飛跡は全てπだと仮定して運動量の情報のみを用いて再構成を行う。（E_1、E_2は既知の値mと、検出器で測定された運動量$\mathbb{P}_1$、$\mathbb{P}_2$を元に計算。）
- 現在はMVTX、INTT2種類のSi検出器を用いてトラッキングされた粒子の情報を用いている。（ゆくゆくはEmCalの情報も用いてトラッキングしたい。）
- 磁場あり、K0Sを単体で発生させたシミュレーションデータを用いている。

2粒子の横運動量とK0sの質量の相関分布

ntp_pair->Draw("mass:pt>>h(10,0,10,100,0,1)","", "colz");



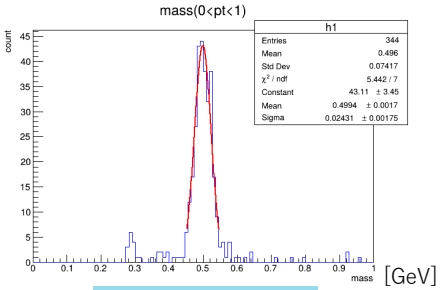
新しくイベント数を増やしたデータで、K0sの質量とペアの横運動量の関係をプロットした。

0 < pT < 1, 1 < pT < 2,,,9<pT<10で区切り、質量再構成分布に対してカットをかける。それぞれの分布に対してガウス関数でフィッティングを行い、sigmaとmeanの値を求める。

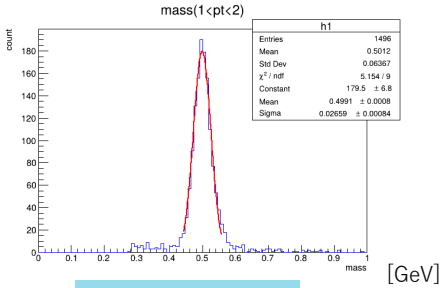
フィット結果

- Fit range: ±2σ(最初に粗めのフィットをしてσとmeanを求めてその値を用いてfit)
- 前回に比べてfitが上手くできている様子が見えた。

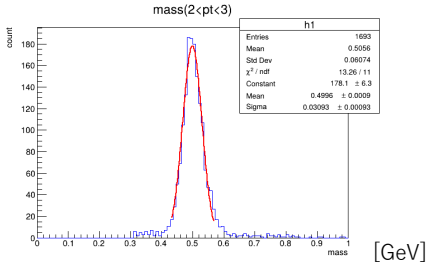
0<pt<1



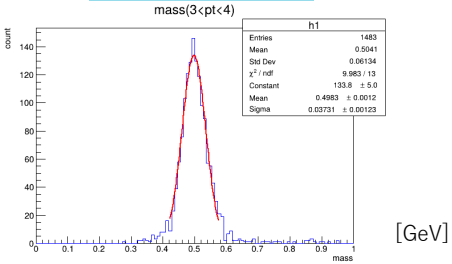
1<pt<2



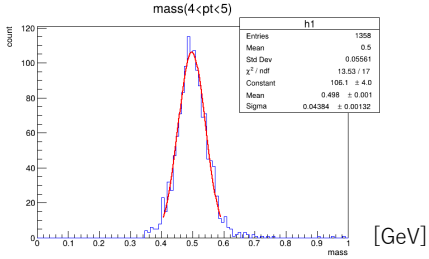
2<pt<3



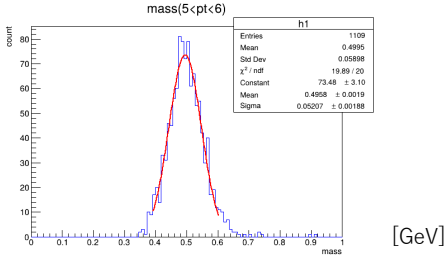
3<pt<4



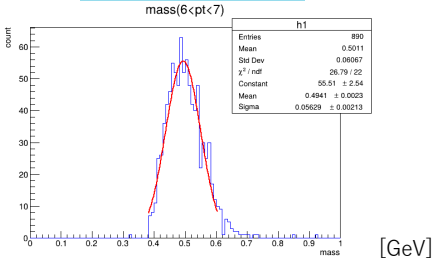
4<pt<5



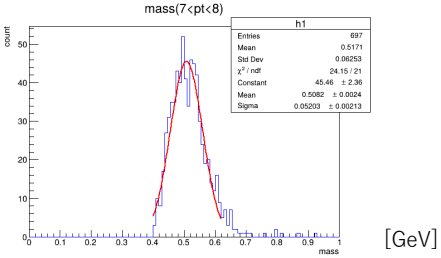
5<pt<6



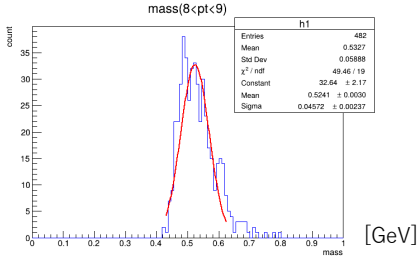
6<pt<7



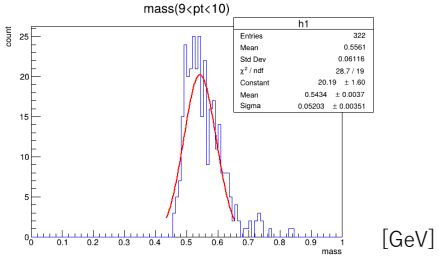
7<pt<8



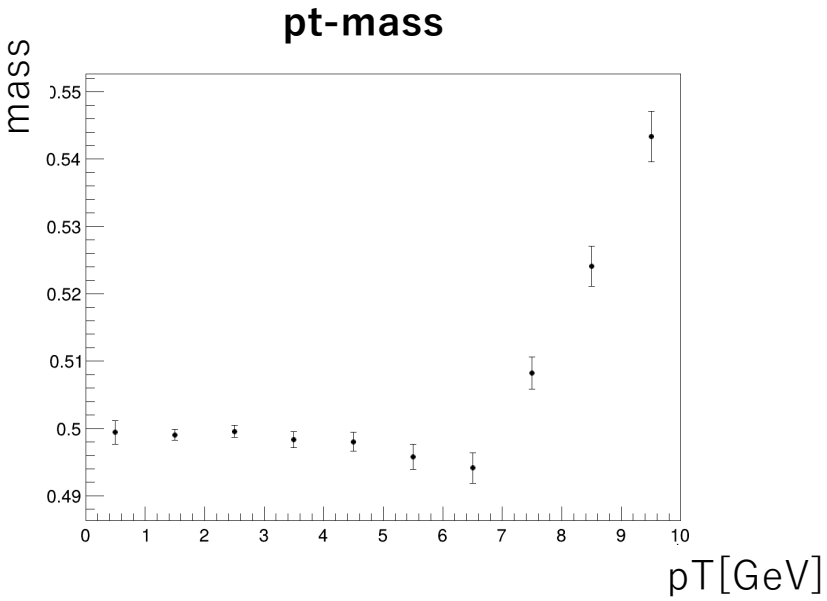
8<pt<9

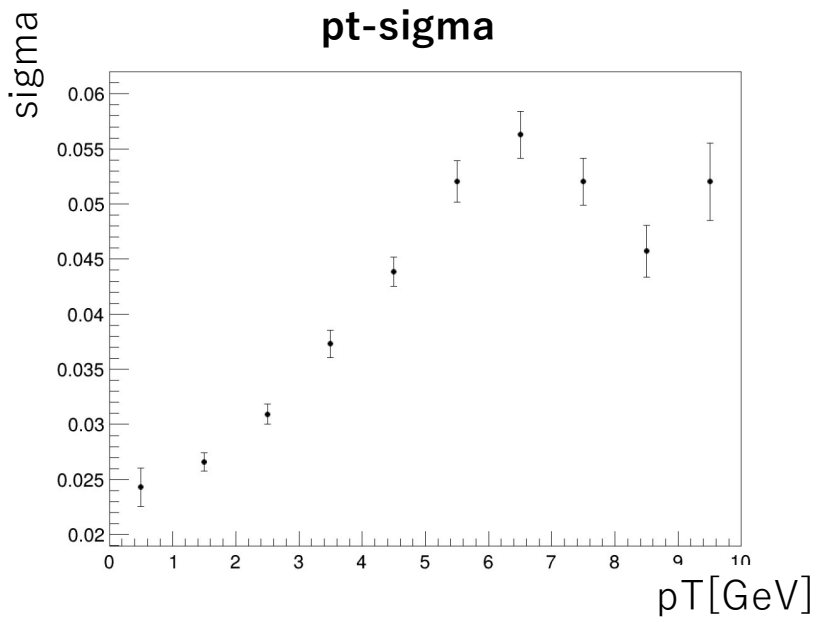


9<pt<10



pt-sigma, pt-mass(peak)





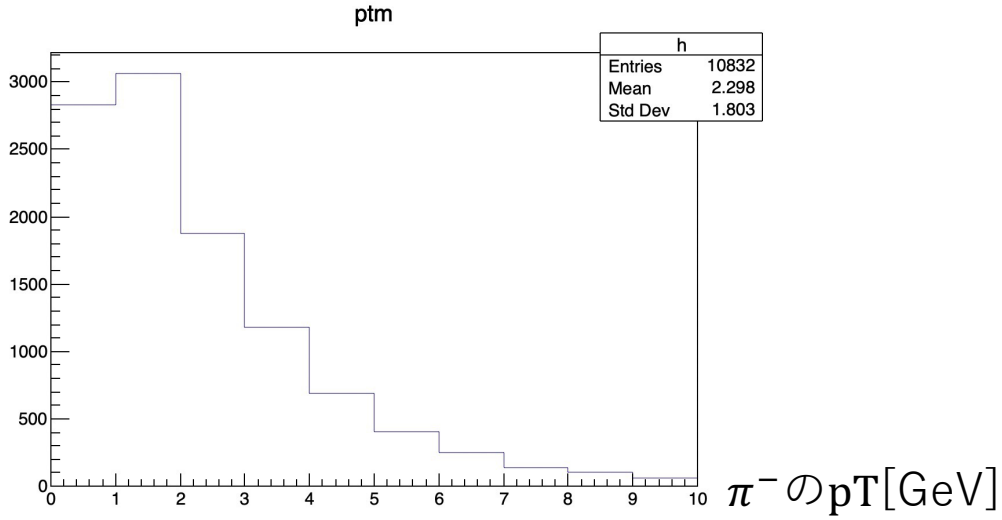
左図は2粒子の横運動量とk0sの質量分布の幅の関係のプロット。 sigmaは0.02から0.06の範囲に位置している。
右図は2粒子の横運動量とk0sの質量分布の幅の関係のプロット。meanは0.49~0.55 GeVで安定している。

π⁻横運動量について同様の事を調べる

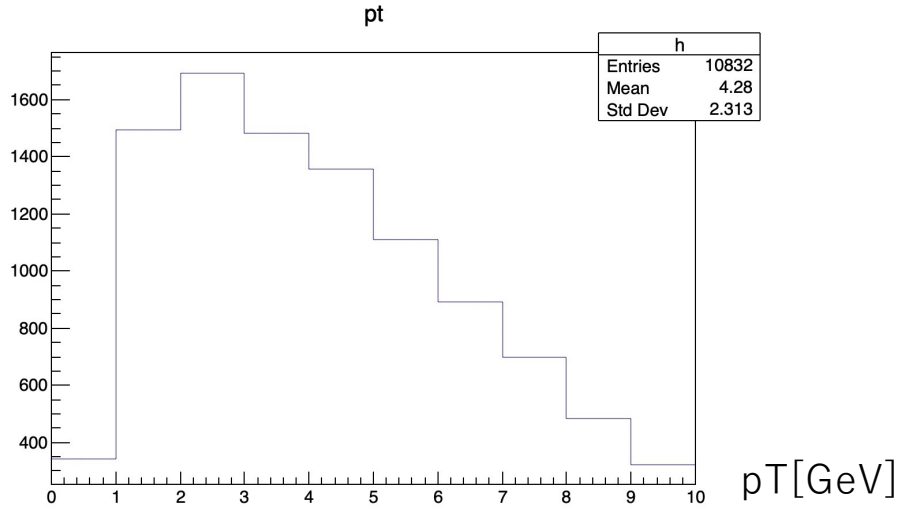
ここまではペアの横運動量(2粒子の横運動量の総量)と質量再構成分布について関係を調べていたが、次に１粒子の横運動量(π⁻) について同様に解析を行なった。

右図がペアの横運動量の分布で、左図が1粒子の横運動量の分布である。2粒子の横運動量とπ⁻の横運動量を比較すると、 π⁻の方が低運動量側に沢山イベントが入っていることがわかる。

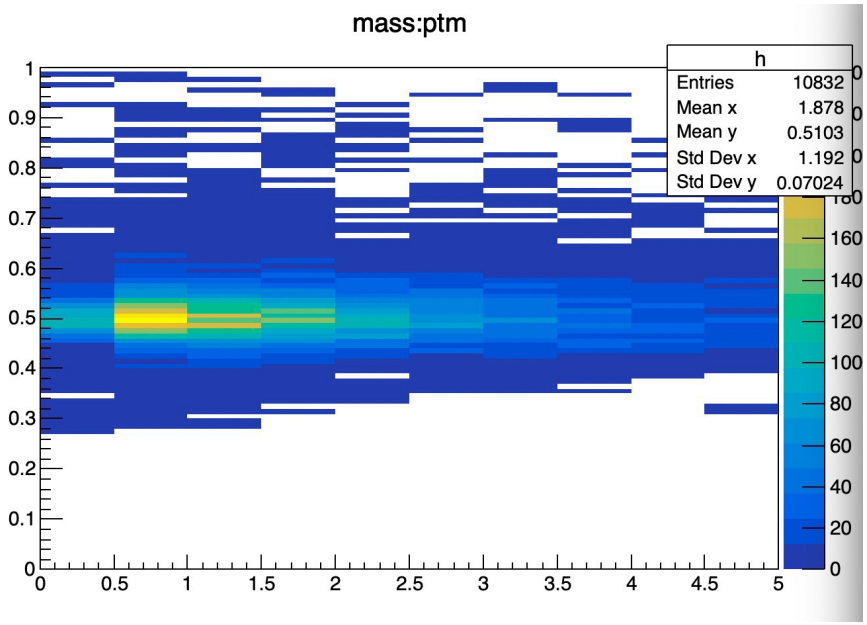
```
ntp_pair->Draw("ptm>>h(10,0,10,100,0,1)");
```




```
ntp_pair->Draw("pt>>h(10,0,10,100,0,1)");
```



1粒子の横運動量とK0sの質量の相関分布



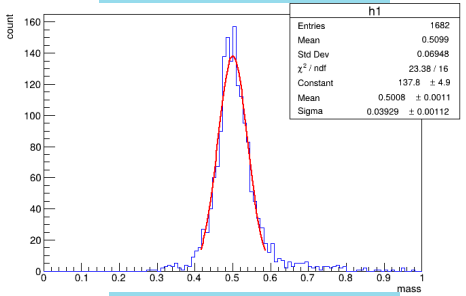
1粒子の横運動量は5<ptm<10の範囲にイベント数が少なかったので、2粒子で見ていた横運動量の半分の範囲に焦点を当て、区切る範囲をより細かくして関係を調べた。(0<ptm<5までを0.5刻みで10個の分布を作成した。)

即ち 0 < pTm < 0.5, 0.5 < pTm< 1,,,4.5<pTm<5で区切り、質量再構成分布に対してカットをかける。それぞれの分布に対してガウス関数でフィッティングを行い、sigmaとmeanの値を求める。

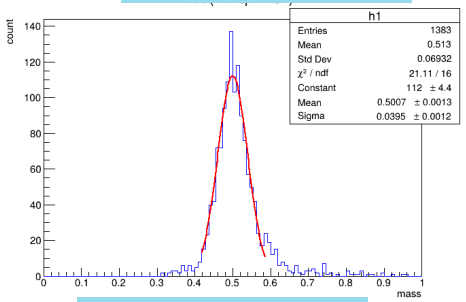
フィット結果

Fit range: ±2σ(最初に粗めのフィットを行いσとmeanを求めてその値を用いてfit)

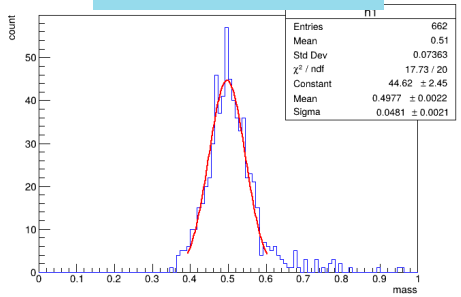
1<ptm<1.5



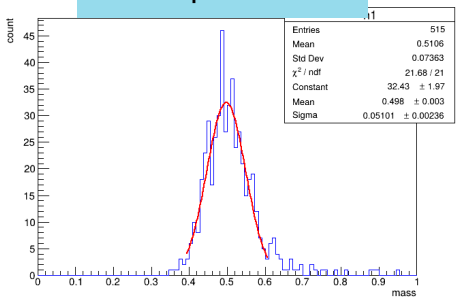
1.5<ptm<2



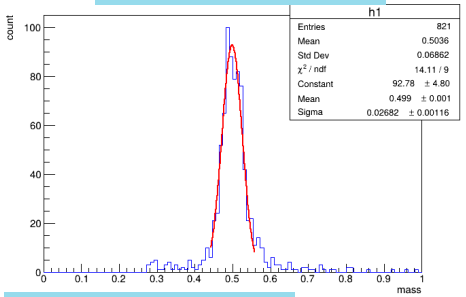
3<ptm<3.5



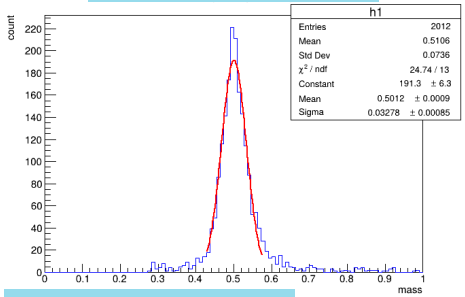
3.5<ptm<4



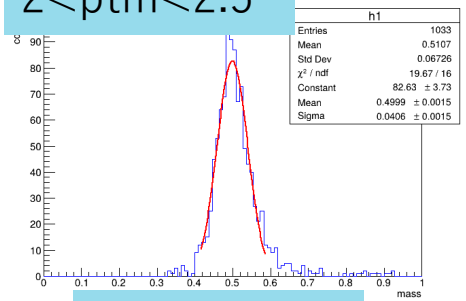
0<ptm<0.5



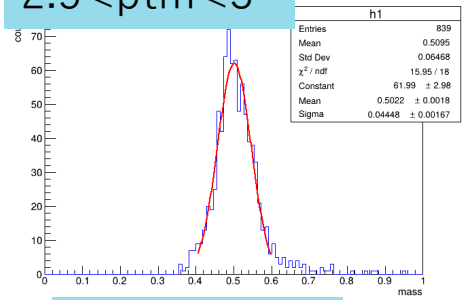
0.5<ptm<1



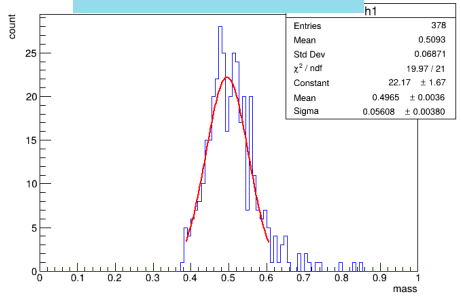
2<ptm<2.5



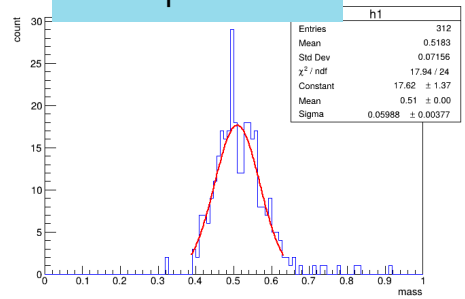
2.5<ptm<3



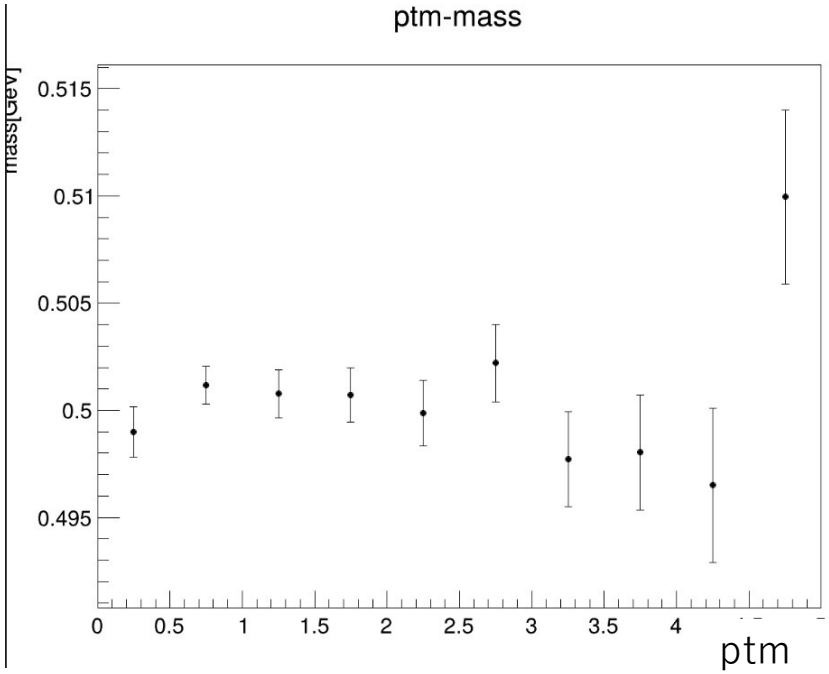
4<ptm<4.5



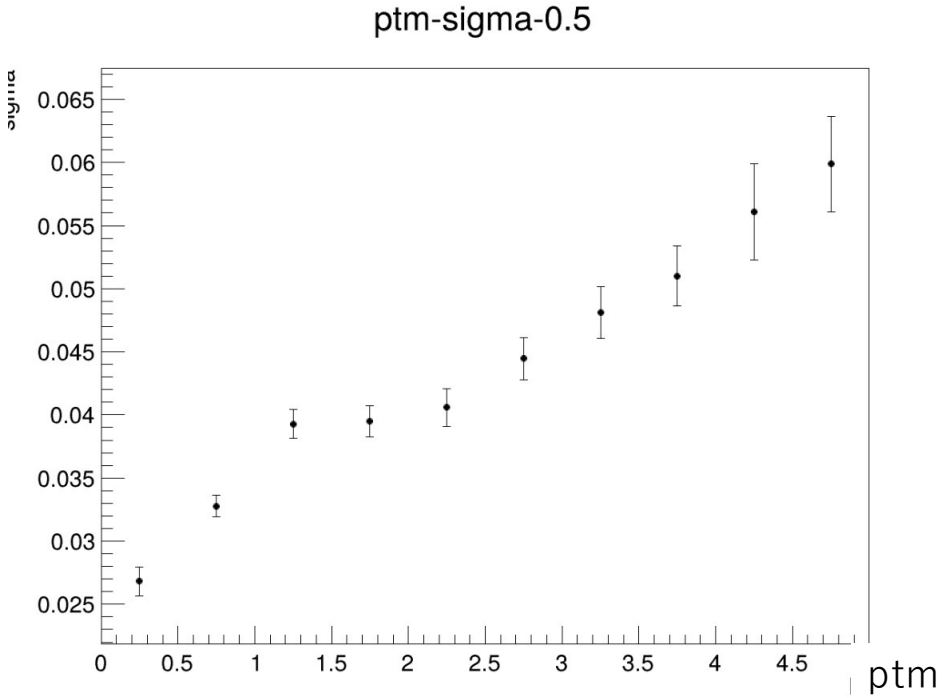
4.5<ptm<5



Ptm-sigma分布、Ptm-mass分布



1粒子の横運動量とk0sの質量分布のmeanの関係のプロットを出しました。0.492[GeV]から0.515[GeV]の範囲に位置しています。



1粒子の横運動量とk0sの質量分布の幅の関係のプロットを出しました。Sigmaの値は0.025~0.065に位置しています。

To do(課題)

- K0Sの不変質量の分解能とPiの運動量分解能の関係を不変質量の式から考えてみる(蜂谷さんより)(次ページ参照)
- ジンギュさんのtutorial code取り入れる(pt)(関口さんより)

https://indico2.riken.jp/event/5445/contributions/27234/attachments/14265/21719/Calc Pt func tutorial Jingyu.pdf

シミュレーションデータでSiliconseed + EmCalでの質量再構成を成功させる。(中川さんより)

- 崩壊点からの再構成を行うコードに書き換える(住沢さん、秋葉さんより)