



An analysis of the decay
to the $\Lambda_c^+ \rightarrow pK^- \pi^+$ final state
in $\Lambda_c^+ \rightarrow \Delta^{++} K^-$

Jung Won Woong
Kangnung University
Department of Physics

개요

- p-p 14TeV 충돌 이벤트 생성.
 - signal 이벤트(Λ_c 포함) 56100개.
 - background 이벤트 134600개.
- p, π 조합의 불변질량 분포와 Δ^{++} 질량의 비교를 통한 질량 cut 가능성 분석
- K, p, π 트랙의 Impact parameter 분포를 통한 cut 가능성 분석.
- 질량 cut을 통한 Λ_c 재구성 시 background 제거 효과 분석.

사건 생성

1. 사건 생성기 : Pythia(AliPythia)
2. 신호 입자(Λ_c)를 포함하는 사건을 생성(신호 사건)
 - Λ_c 의 붕괴양식을 K, p, π 로 붕괴하도록 수정.
 - barrel 영역에 한정.($\eta < 0.9$).
 - 운동량(p_t) > 0.001 (GeV/c).
3. pp minimum bias 사건 사용(배경 사건).

PID(Particle Identity) 효율

1. 재구성한 track들의 probability를 사용하여 track의 입자를 정의.

$$p_{probability} > e, \mu, K, \pi_{probability}$$

2. 1에서 정의한 입자와 Pythia에서 생성된 입자가 같은 경우를 Identified라 하고 $PID_{\text{효율}}$ 은

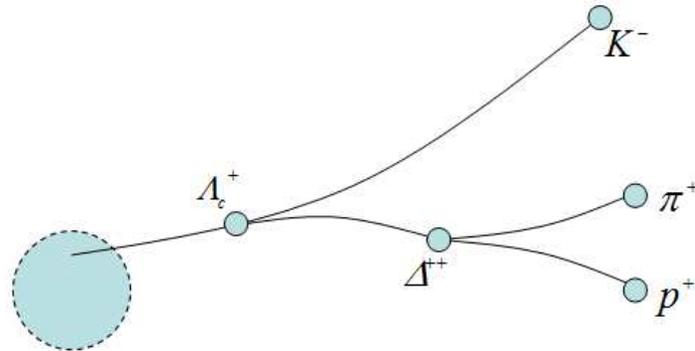
$$PID_{\text{효율}}(\%) = \frac{\text{Identified}}{\text{재구성된 track}} \times 100$$

3. $PID_{\text{효율}} \approx 95\%$

Λ_c 의 붕괴양식과 가지율

Λ_c Mean Life : $\tau = (200 \pm 6) \times 10^{-15} \text{s}$

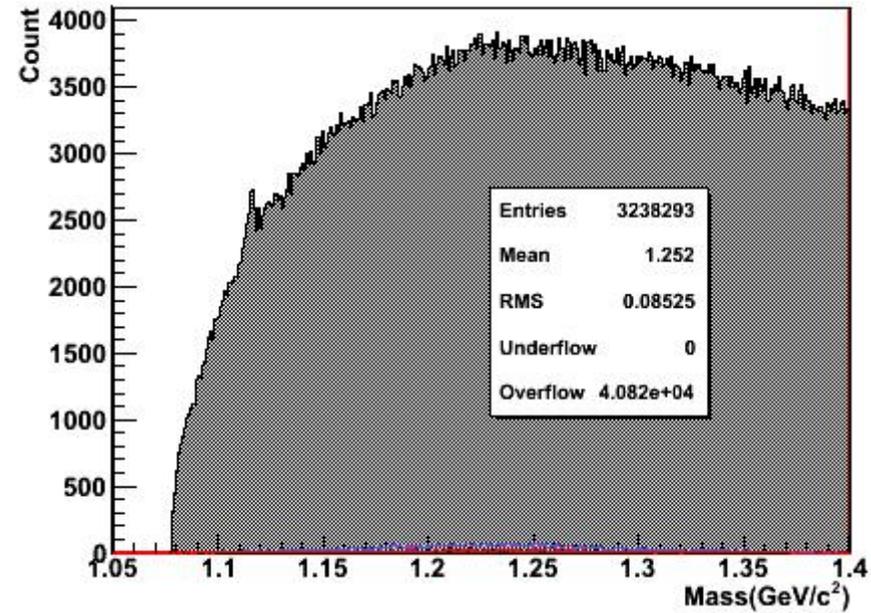
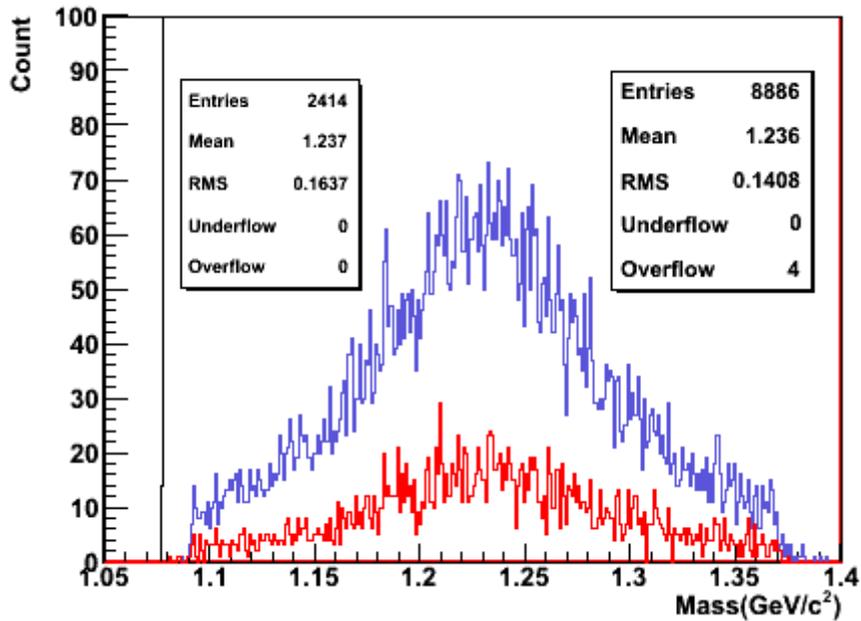
MODE	Fraction
$p K^- \pi^+$	5.0%
$p \bar{K}^{*0}$ resonant	1.6%
$\Delta^{++} K^-$ resonant	0.86%
$p K^- \pi^+$ nonresonant	2.8%



Λ_c 재구성 계획

1. 신호와 배경 사건에서 $p \pi^+$ 트랙을 조합하여 Δ^{++} 후보 조합의 불변 질량 분포를 보고 제한 범위를 설정한다.
2. 범위 안의 조합만을 사용한 경우와 전체 $p \pi^+$ 조합을 사용한 Λ_c^+ 재구성 결과를 비교.
3. IP(impact parameter) cut을 적용하여 background 제거 가능성 분석.

$p \pi$ 불변 질량 분포 (signal 이벤트 56100개)

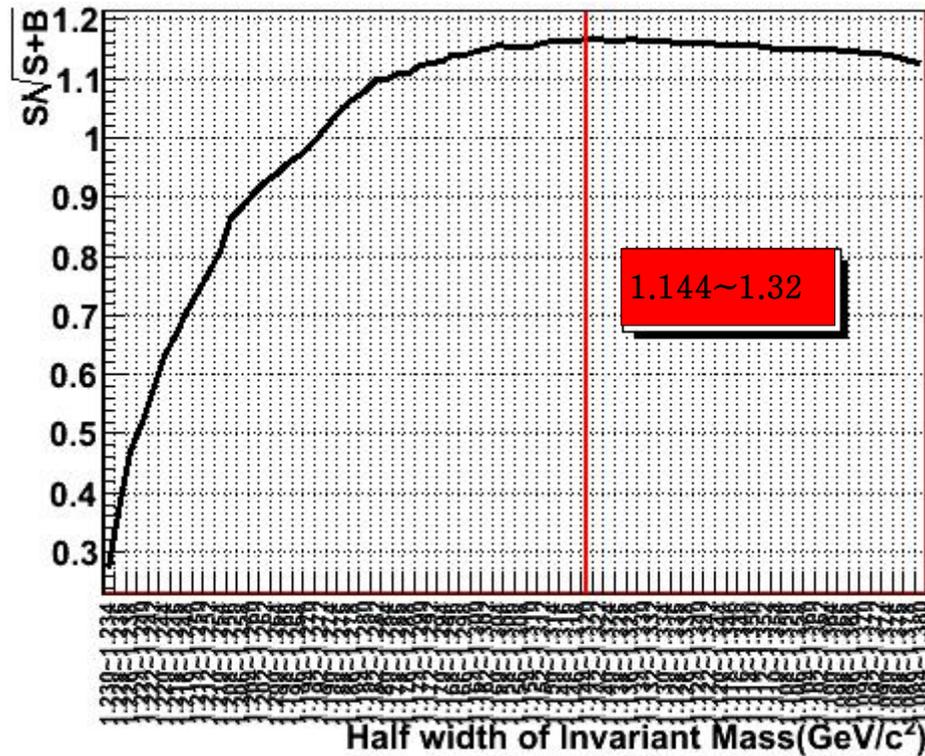


파란색 영역 : $\Delta^{++} \rightarrow p \pi^+$ 조합

붉은색 영역 : $\Lambda_c^+ \rightarrow K^- \Delta^{++} \rightarrow p \pi^+$ 를 만족하는 조합

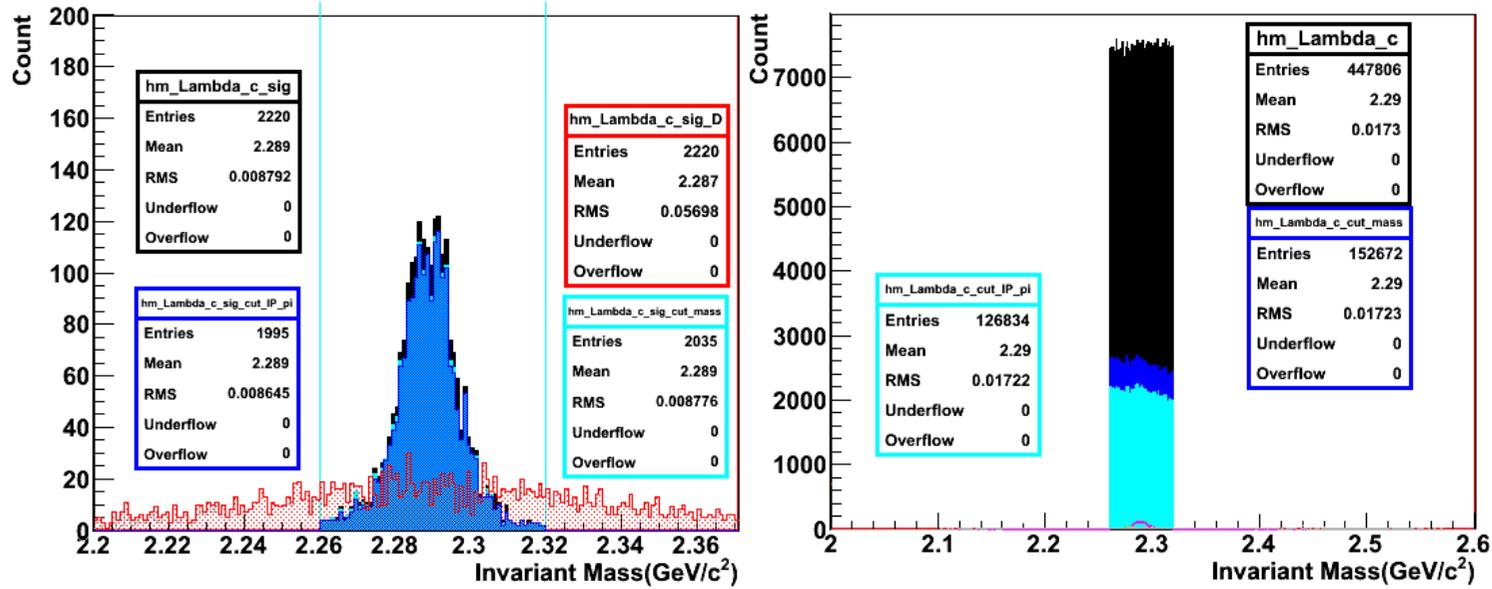
검은색 선 : 모든 proton, pion 조합

$p\pi$ 불변 질량 cut에 따른 Λ_c 불변 질량의
 $S/\sqrt{S+B}$



$S/\sqrt{S+B}$ 값이 최대인 영역(1.144~1.32)을 $p\pi$ 질량 제한 영역으로 설정.

$p K \pi$ 불변질량 분포

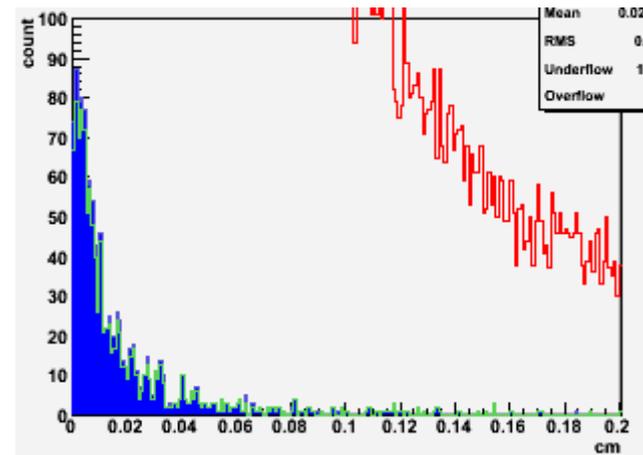
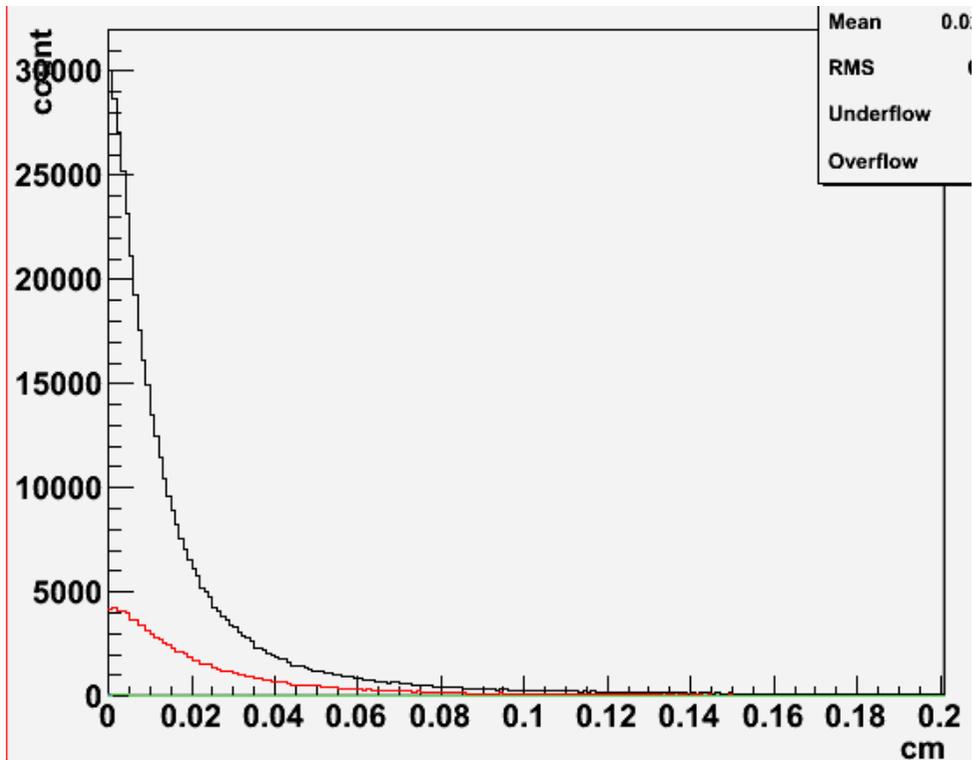


검은색 : signal(Λ_c) 분포 ($p \pi$ 각각의 질량 사용).
 하늘색 : signal 분포에 $p \pi$ 질량 cut 적용.
 파란색 : signal 분포에 π IP cut 적용.
 붉은색 : signal(Λ_c) 분포 (Δ^{++} 질량 사용).

검은색 : background($p K^- \pi^+$) 분포.
 파란색 : background 분포에 $p \pi$ 질량 cut 적용.
 하늘색 : background 분포에 π IP cut 적용.

- $p \pi$ 불변 질량 cut 적용 : signal 9% 감소, background 66% 감소.

π 트랙 impact parameter

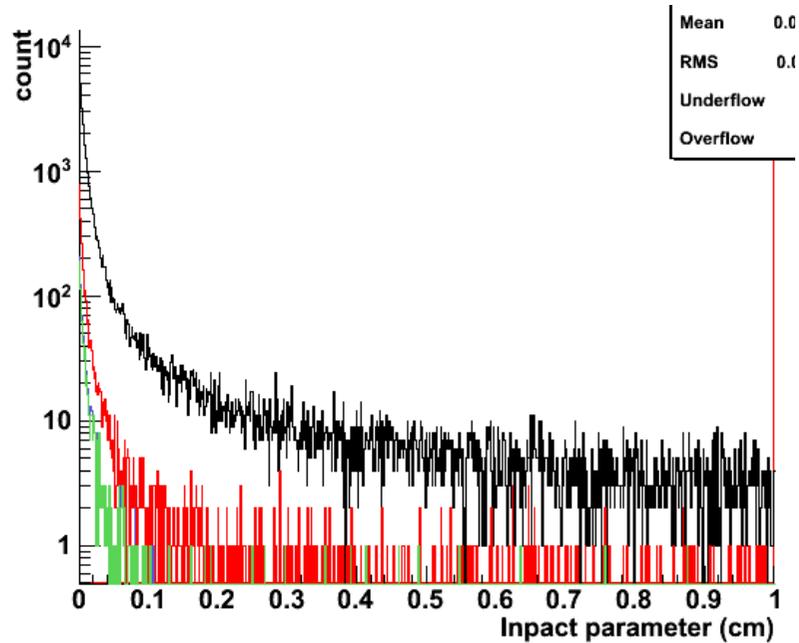


검은색 영역: 모든 π 트랙의 IP.

붉은색 영역: $p\pi$ 불변질량 제한 조건에 맞는 p 트랙의 IP.

파란색 영역: 신호에 해당하는 π 트랙의 IP.

p 트랙 impact parameter



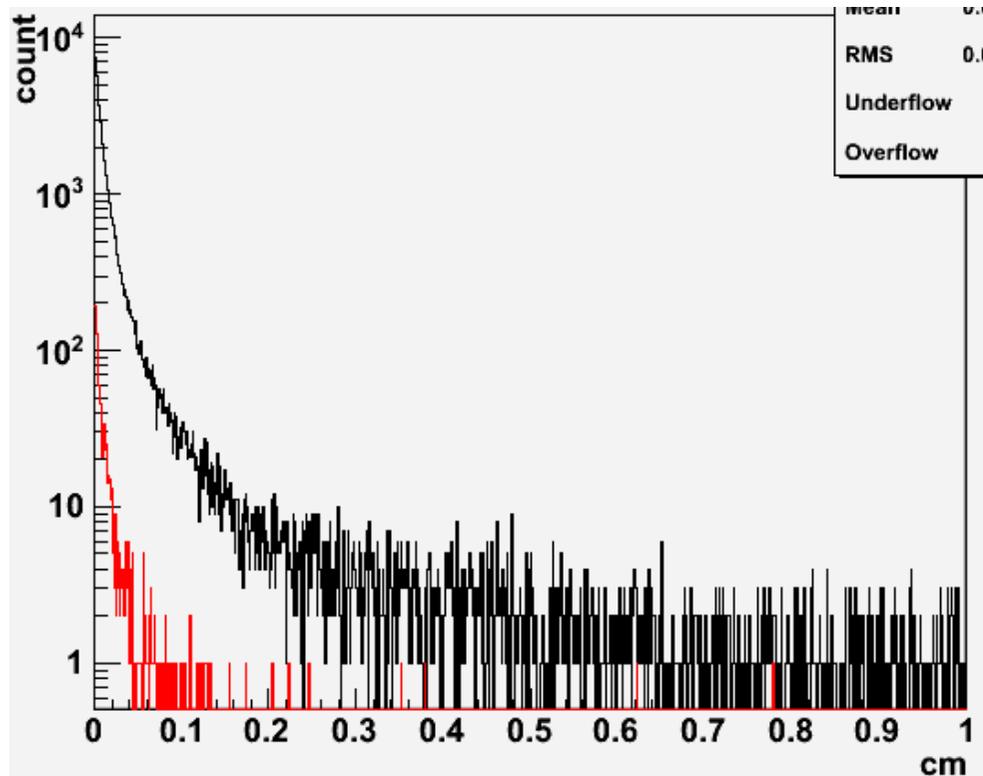
검은색 영역: 모든 p 트랙의 IP

붉은색 영역: $p\pi$ 불변질량 제한 조건에 맞는 p 트랙의 IP

녹색 영역: 신호에 해당하는 π 트랙의 IP

- π 의 경우 $p\pi$ 불변질량 제한으로 많은 량(93%)의 배경입자가 제거됨. IP 제한 불필요.

K 트랙 impact parameter

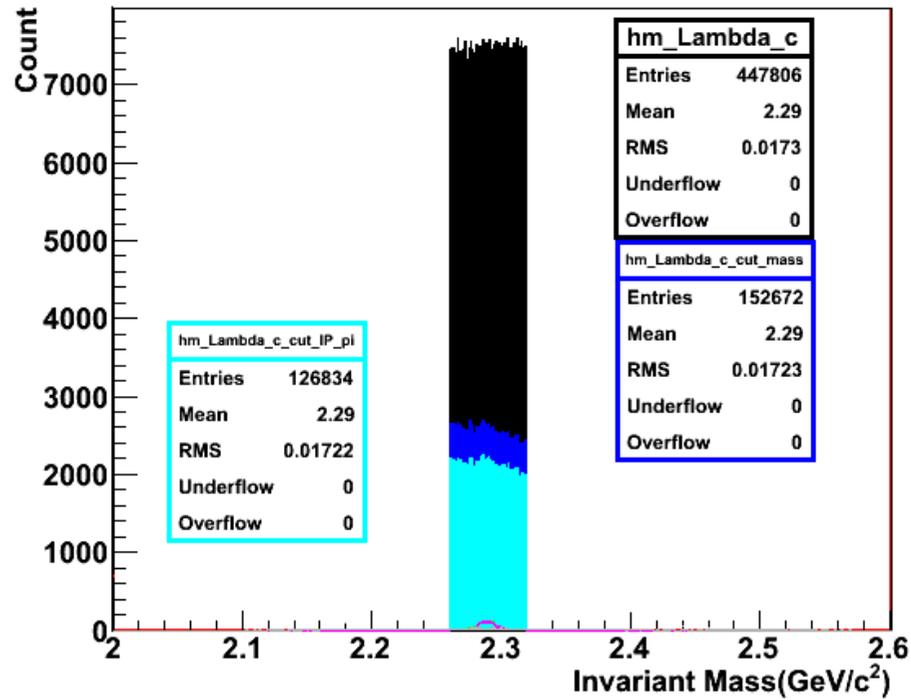


검은색 영역: 모든 K 트랙의 IP

붉은색 영역: 신호에 해당하는 K 트랙의 IP

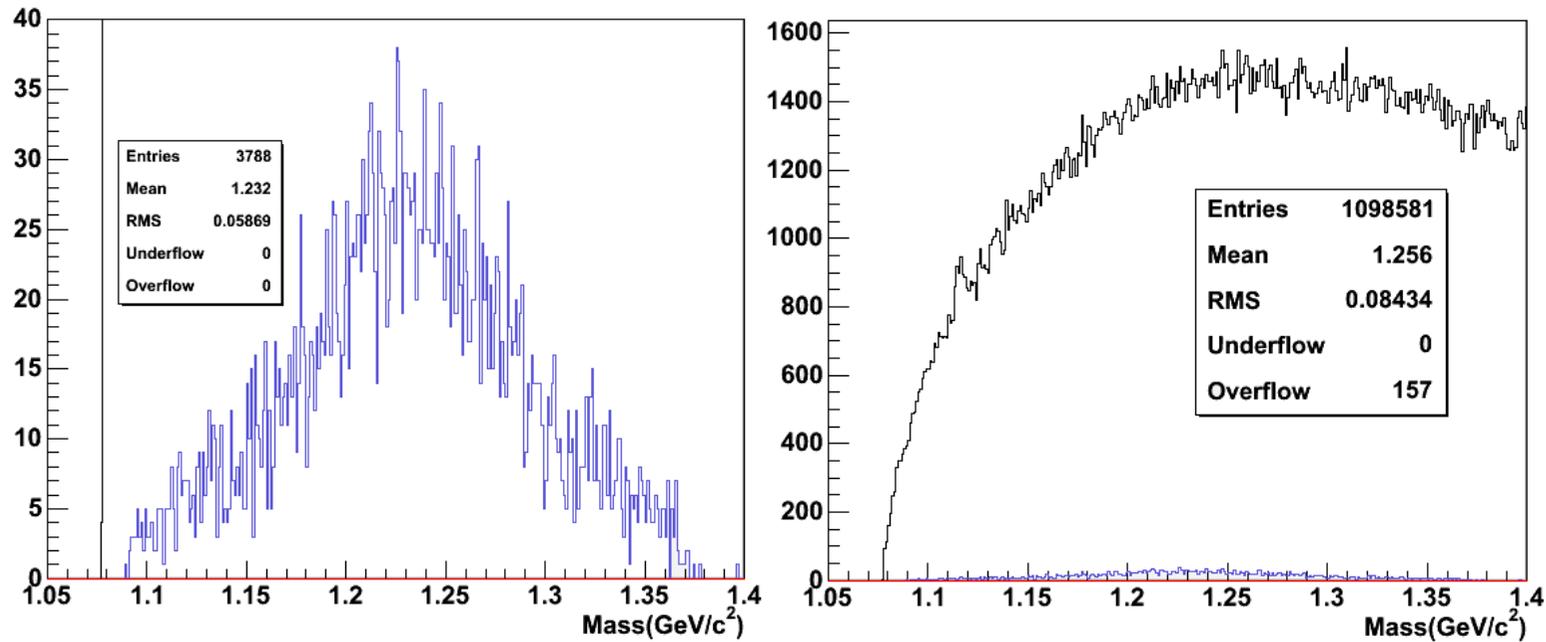
- K 의 경우 신호의 분포가 불분명하다. 사건의 개수를 늘려서 신호의 분포를 정확히 확인할 필요가 있다.

π IP cut에 따른 Λ_c 불변 질량.



- $p\pi$ 불변 질량 cut + π 트랙 IP cut 적용 : signal 11.2% 감소, background 72% 감소.

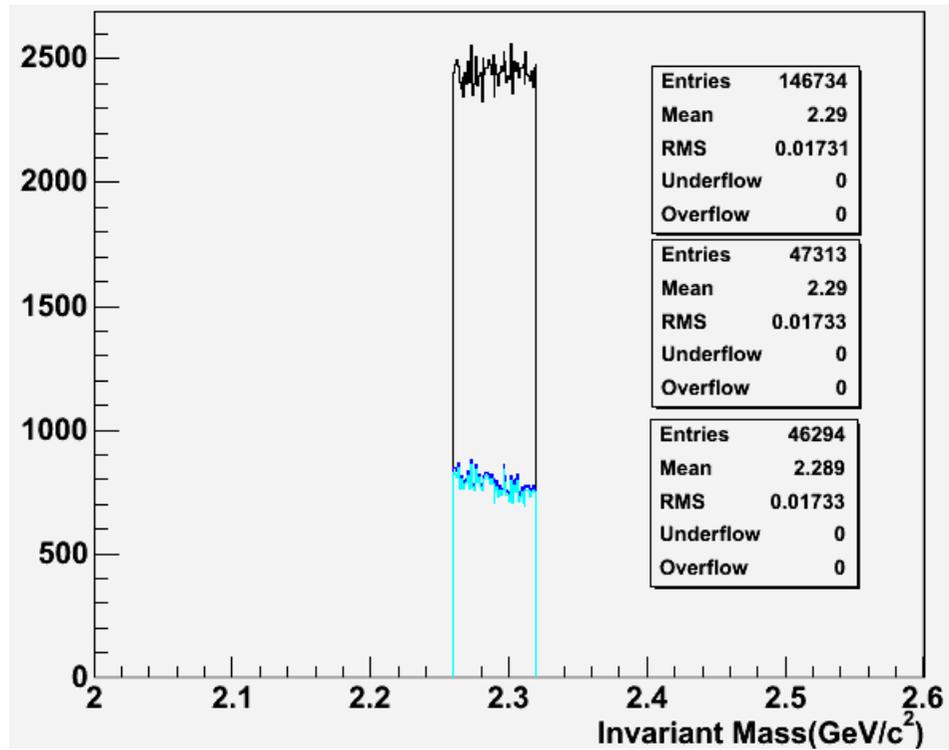
$p \pi$ 불변 질량 분포 (background 이벤트 134600개)



파란색 영역 : $\Delta^{++} \rightarrow p \pi^+$ 조합

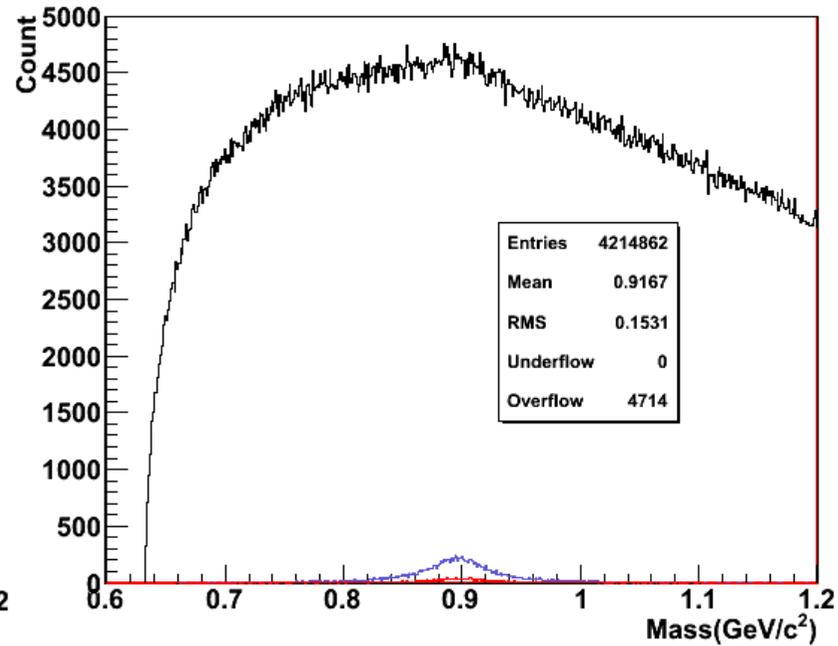
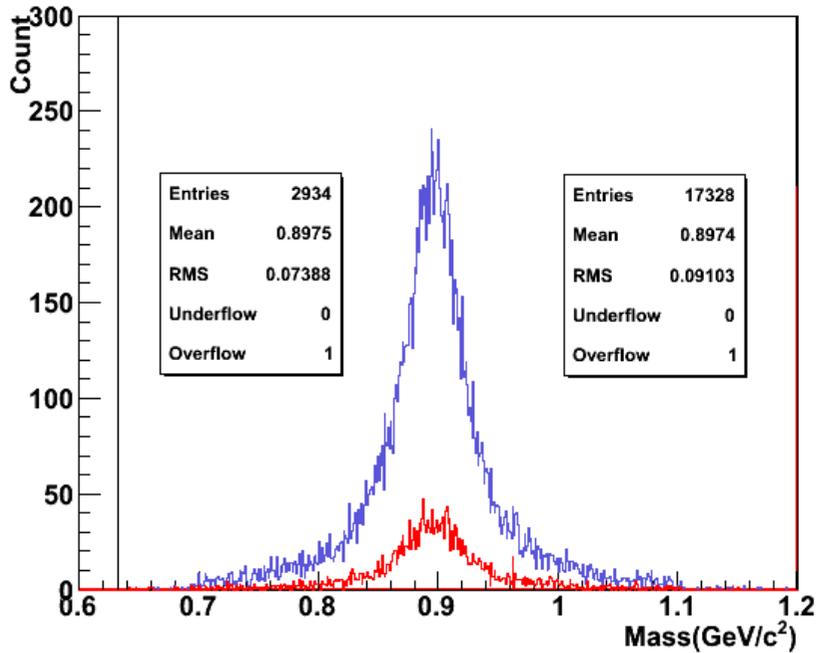
검은색 영역 : $p \pi$ 모든 조합

$p K \pi$ 불변질량



background 68% 제거.

$K^- \pi^+$ 불변 질량 분포 (signal 이벤트 56100개)

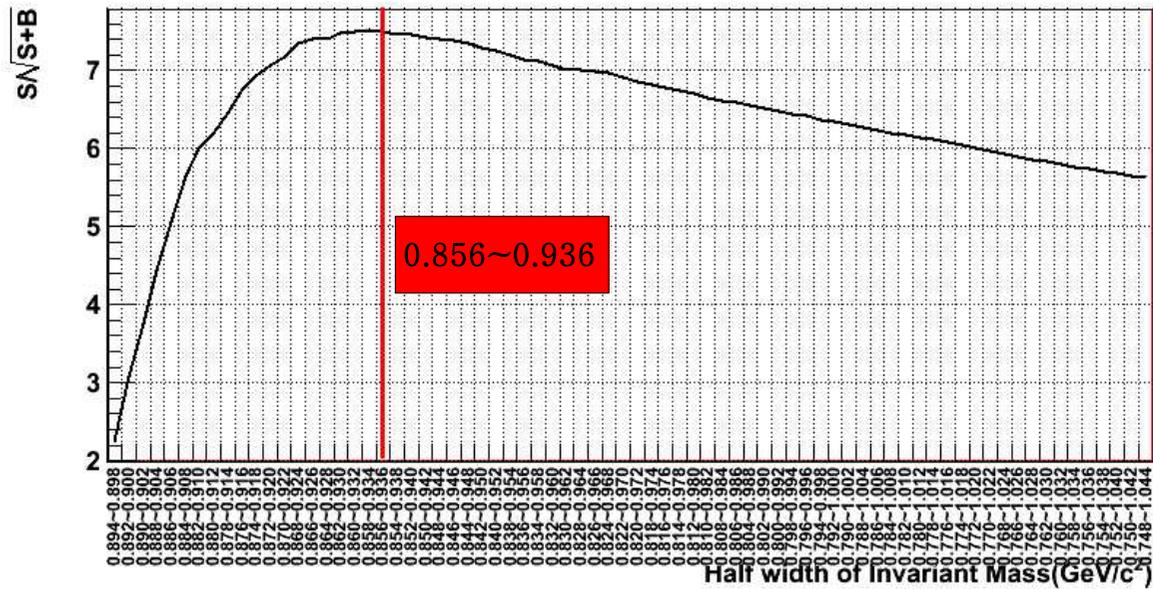


파란색 영역 : $\bar{K}_0^* \rightarrow K^- \pi^+$ 조합

붉은색 영역 : $\Lambda_c^+ \rightarrow p \bar{K}_0^* \rightarrow K^- \pi^+$ 를 만족하는 조합.

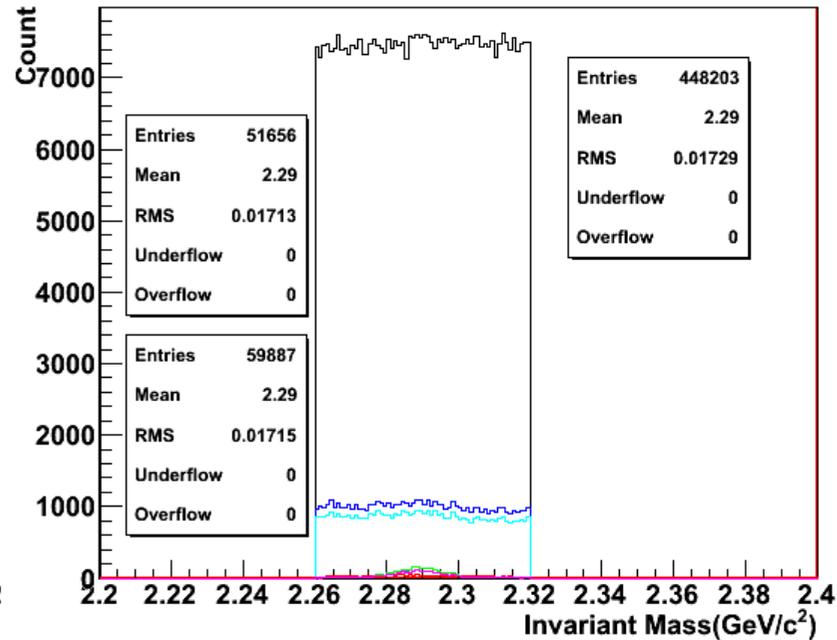
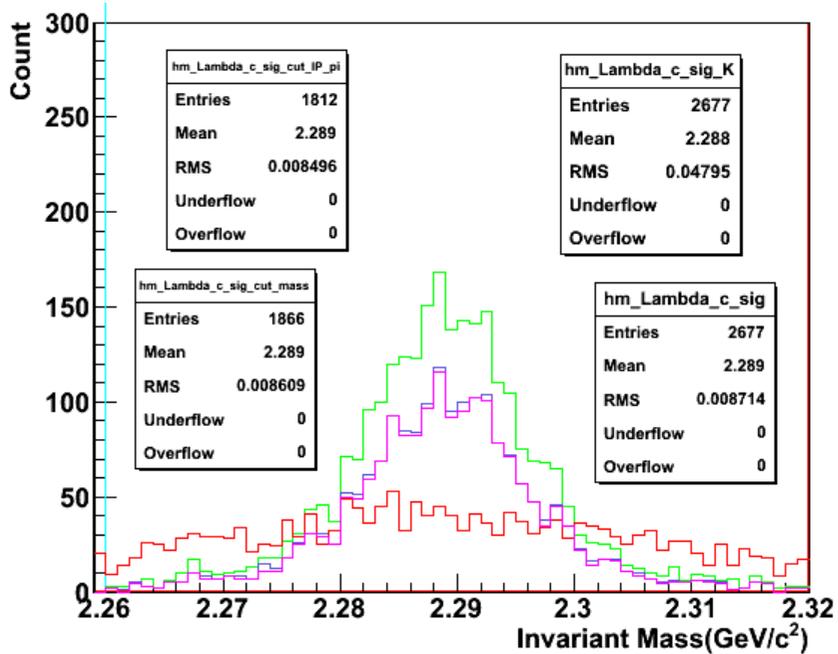
검은색 선 : 모든 proton, pion 조합

$K\pi$ 불변 질량 cut에 따른 Λ_c 불변 질량의 $S/\sqrt{S+B}$



$S/\sqrt{S+B}$ 값이 최대인 영역(0.856~0.936)을 $p\pi$ 질량 제한 영역으로 설정.

$p K \pi$ 불변질량 분포



연두색 : signal(Λ_c) 분포 ($K\pi$ 질량 사용).

파란색 : signal 분포에 $K\pi$ 질량 cut 적용.

분홍색 : signal 분포에 π IP cut 적용.

붉은색 : signal(Λ_c) 분포 (\overline{K}_0^* 질량 사용).

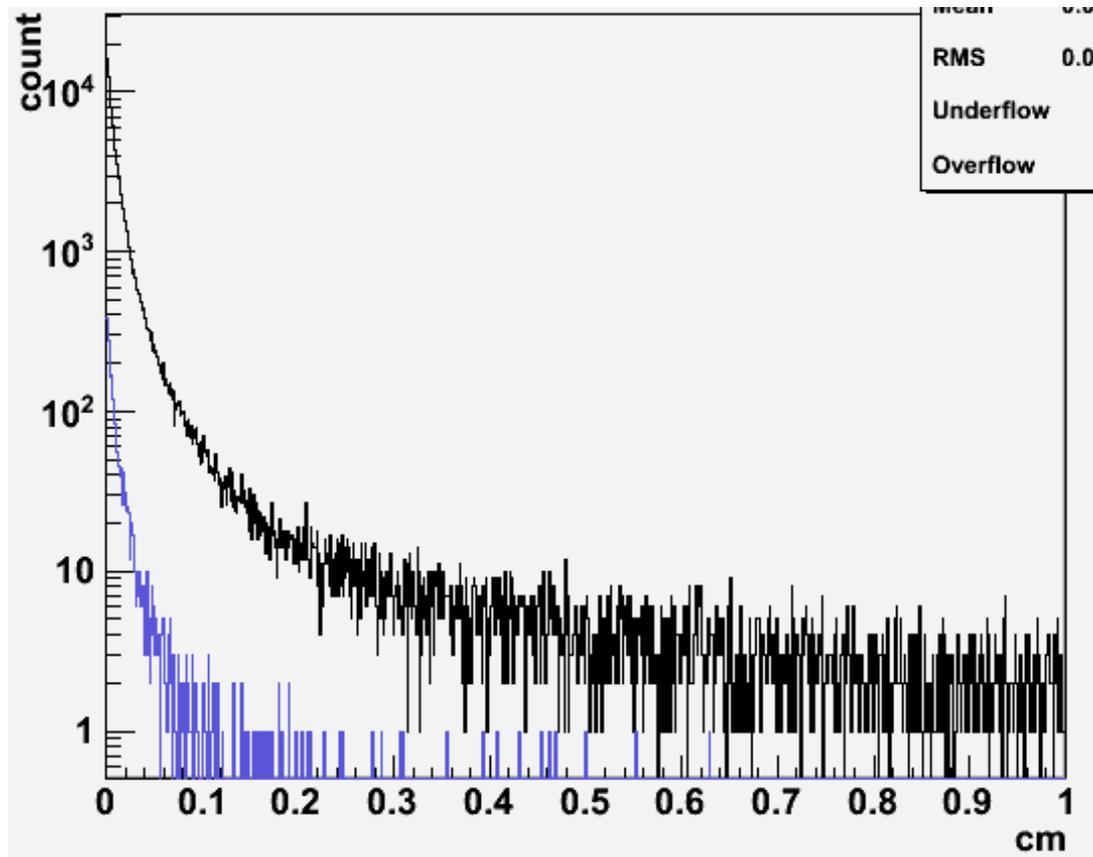
검은색 : background($p K^- \pi^+$) 분포.

파란색 : background 분포에 $K\pi$ 질량 cut 적용.

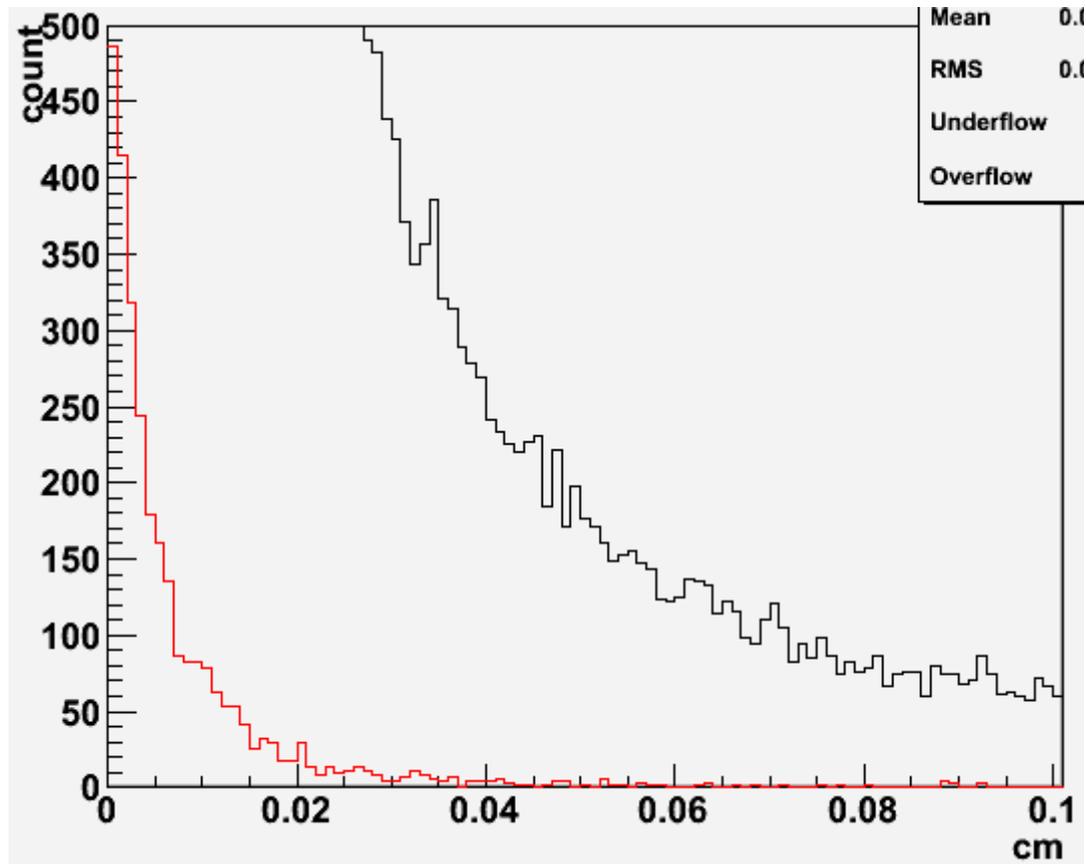
하늘색 : background 분포에 π IP cut 적용.

- $K\pi$ 불변 질량 cut 적용 : signal 31% 감소, background 87% 감소.

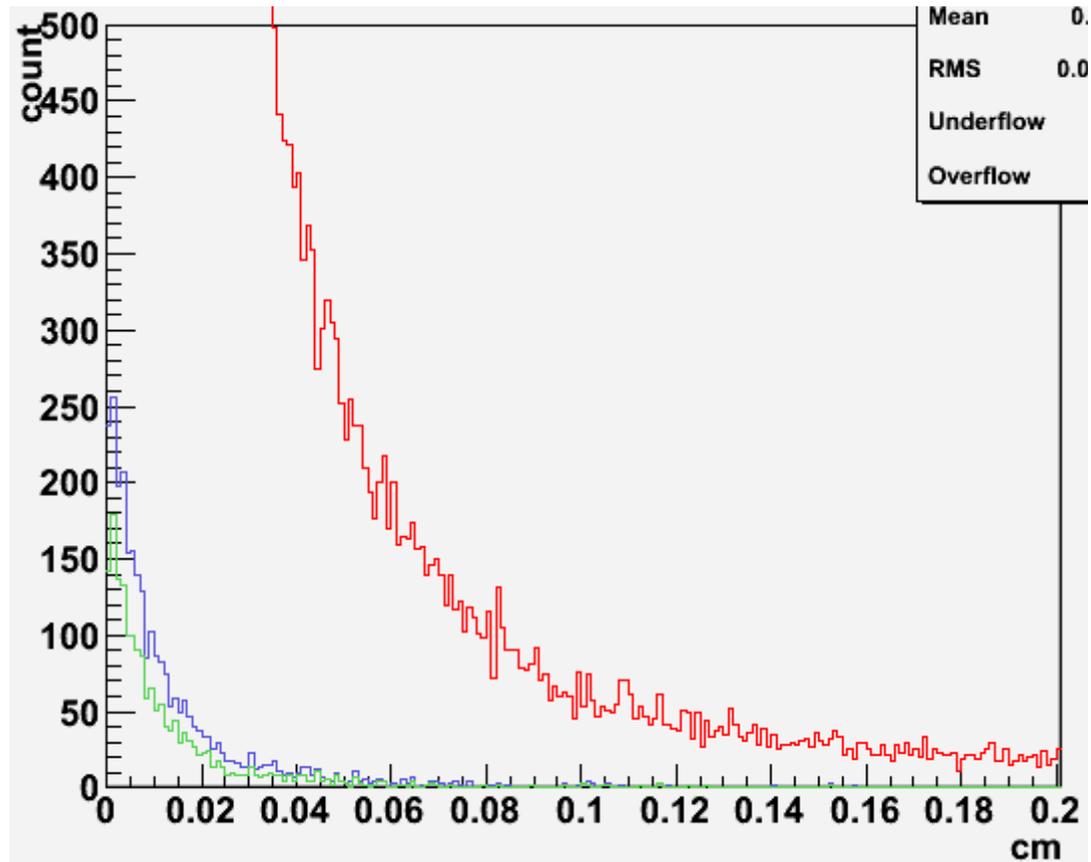
K 트랙 impact parameter



p 트랙 impact parameter



π 트랙 impact parameter



요약

1. p-p 14TeV 이벤트를 생성하여 ALICE 검출기의 PID효율을 확인(약 95% 효율).
2. $pK\pi$ 트랙의 IP 분포를 확인하였고 π 트랙의 IP에 cut 적용 가능성을 확인.
3. p, π 조합의 불변질량과 Δ^{++} 의 불변질량을 각각 사용하여 $pK^-\pi^+$ 불변질량 분포를 구해보았다. Δ^{++} 불변질량을 사용하였을 경우 signal의 분포가 평평하여 $pK^-\pi^+$ 불변질량을 구하는 데 사용하기는 적합하지 않음을 확인.
4. $p\pi$ 불변질량 cut의 $S/\sqrt{S+B}$ 를 확인하여 cut 영역($1.144\sim 1.32 GeV/c^2$)을 설정하였고 이를 background 자료에 적용하였다. $p\pi$ 불변질량 cut으로 75%의 background 조합을 제거하는 효과를 확인.

To do

1. Δ^{++} 불변질량 cut 범위 내에 해당하는 $p\pi$ 트랙 사이의 각($\cos\theta$) 분포를 보고 cut 가능성 분석.
2. $\Delta^{++} K^-$, $p \bar{K}^{*0}$ 두 붕괴모드를 동시에 분석.