

S-2S実験でファイバー標的を使った際の $^{12}\text{C}(K^-, K^+)^{12}_{\text{E}}\text{Be}$ ミッシングマス分解能の評価

東北大学理学研究科

後神 利志

January 5, 2018



宇宙創成物理学
国際共同大学院

<http://gp-pu.tohoku.ac.jp/>

http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/~gogami/s2s/s-2s/doc/Fiber_Target/

これを元に過去のシミュレーションを動作させました。

- + やや、ソースコードの変更をしました (上記サイトからソースのダウンロードが可能):
 - ✓ Geant4.10.04, root-6.08.06 に対応 (この version で動作確認)
 - ✓ cmake + make でコンパイル (binmakeをやめた)
 - ✓ MaterialList.cc, FiberTargetPhysicsList.cc 等を修正

シミュレーションのセットアップ

[http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/~gogami/s2s/s-2s/meeting/2015/gogami_S-2Smeeting\(2015_10_17\).pdf](http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/~gogami/s2s/s-2s/meeting/2015/gogami_S-2Smeeting(2015_10_17).pdf)

〔 ユーザ名: s2s
パス: グザイハイパー (英語小文字) 〕

(以上のURLにあるスタディと今回のスタディでは角度分解能の入れ方が違うので、結果が異なります。今回の方がより正しいと考えています。が、今後、真面目なバグ出し + 手計算結果との一貫性の確認が必要です。すみません、次に手がまわせる時に進めます…)

シミュレーションの仮定

- K⁻はファイバ標的ど真ん中に垂直入射 (K⁻は比較的スカスカの部分を通っているかも?; 分解能のアンダーエスティメイトの可能性あり)。反応点はビーム軸上、標的内でランダム (注意: ファイバの隙間に反応点がある場合も含まれてしまっています)
- K⁺角度分解能(x', y'): 4.0 mrad (FWHM)
- K⁻の運動量分解能: $\Delta p/p = 10 \times 10^{-4}$ (FWHM)
- K⁺の運動量分解能: $\Delta p/p = 6 \times 10^{-4}$ (FWHM)
- K⁻の運動量: 1.8 GeV/c
- K⁺の運動量: 1.3 ± 0.2 GeV/c
- K⁺の散乱角度: 0—0.26 rad

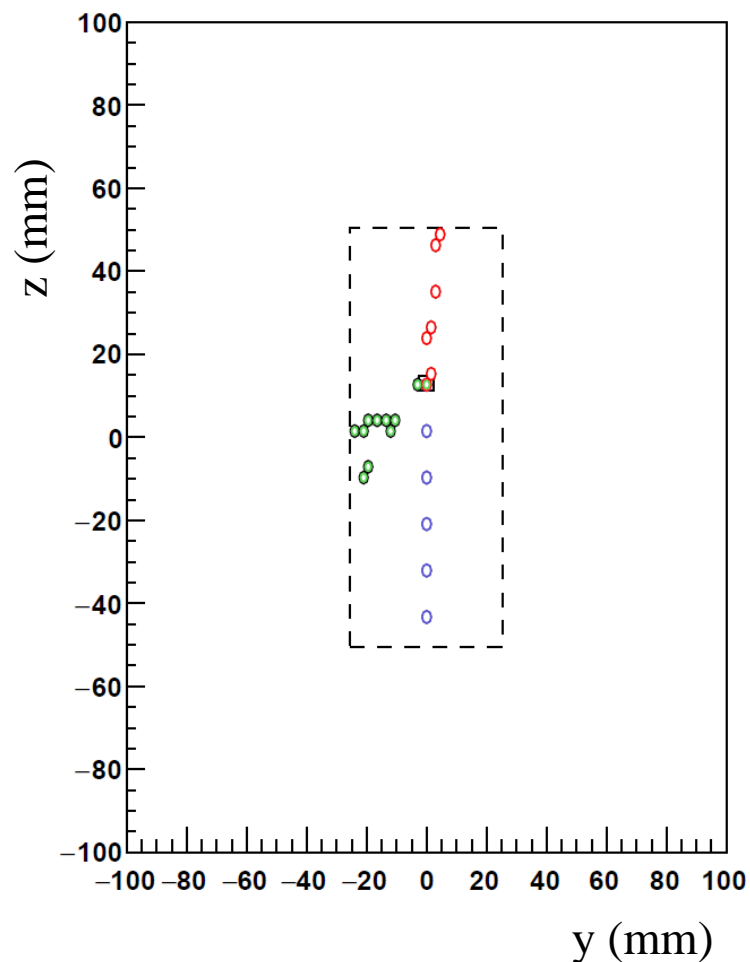
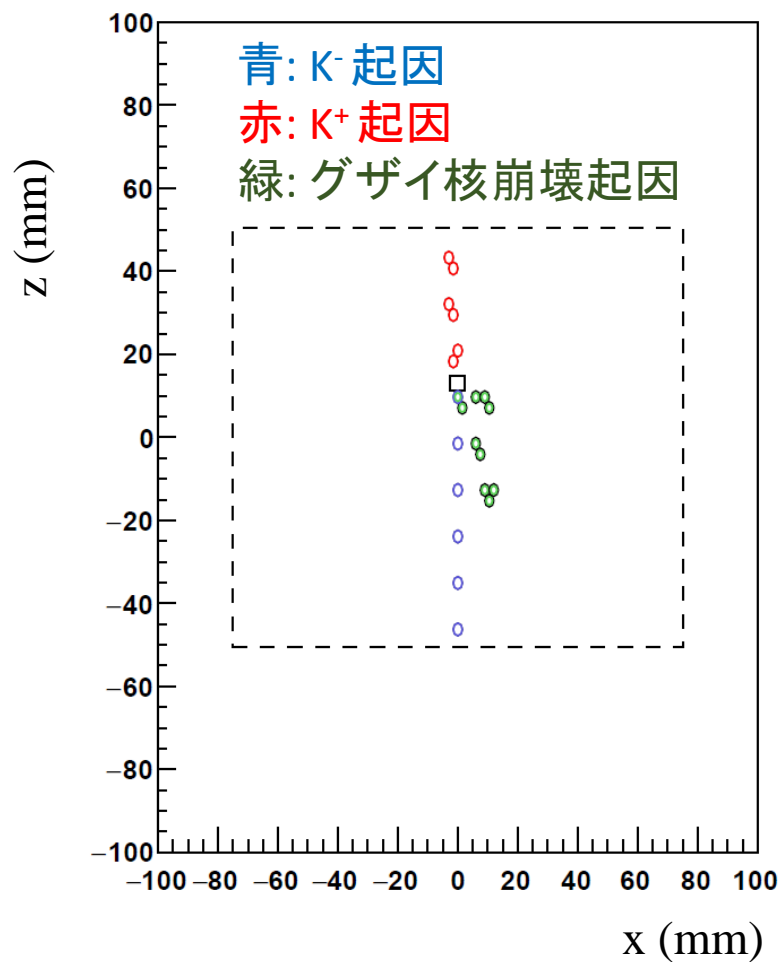
やったこと

1. B vs. z の相関から補正 (やり方①)
2. K^-, K^+ のファイバーでのエネルギー損失を使った補正 (やり方②)
3. 2 に $^{12}_{\Xi}\text{Be} \rightarrow ^{10}\text{B} + \Lambda + \Lambda$ 崩壊の寄与を考慮。 Λ も崩壊する。

(ここまでは昔やった)

4. 2, 3 にファイバーの運動量損失測定分解能の考慮 (new)

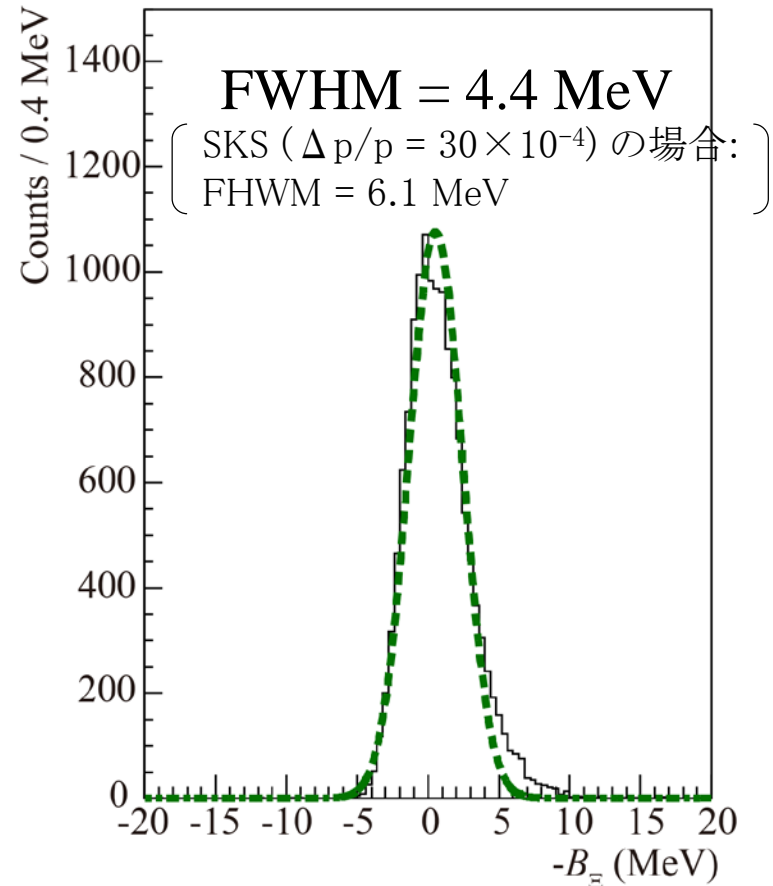
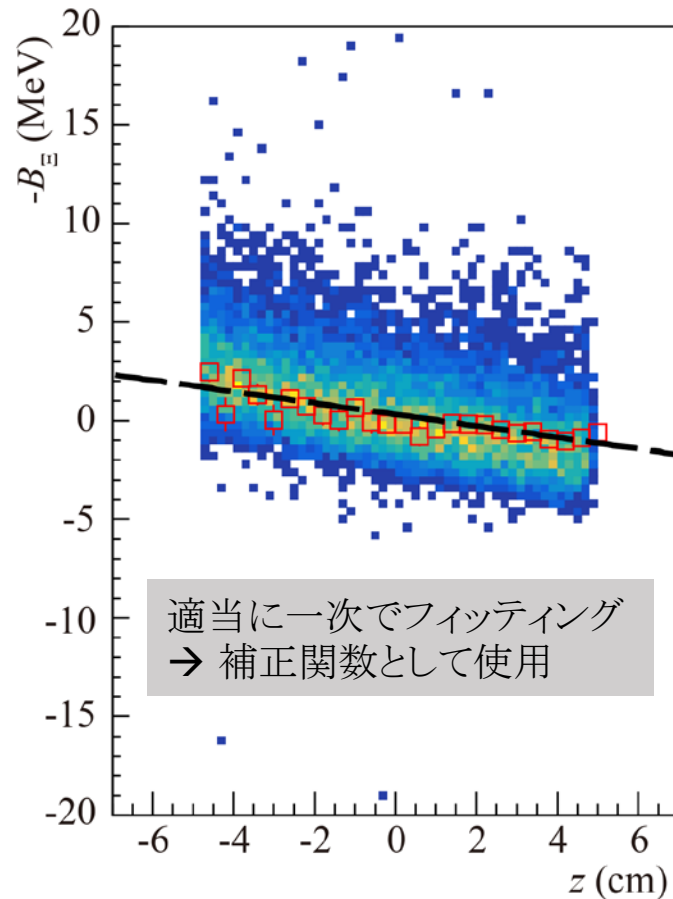
イベントディスプレイ



やり方①

B vs. z の相関から補正

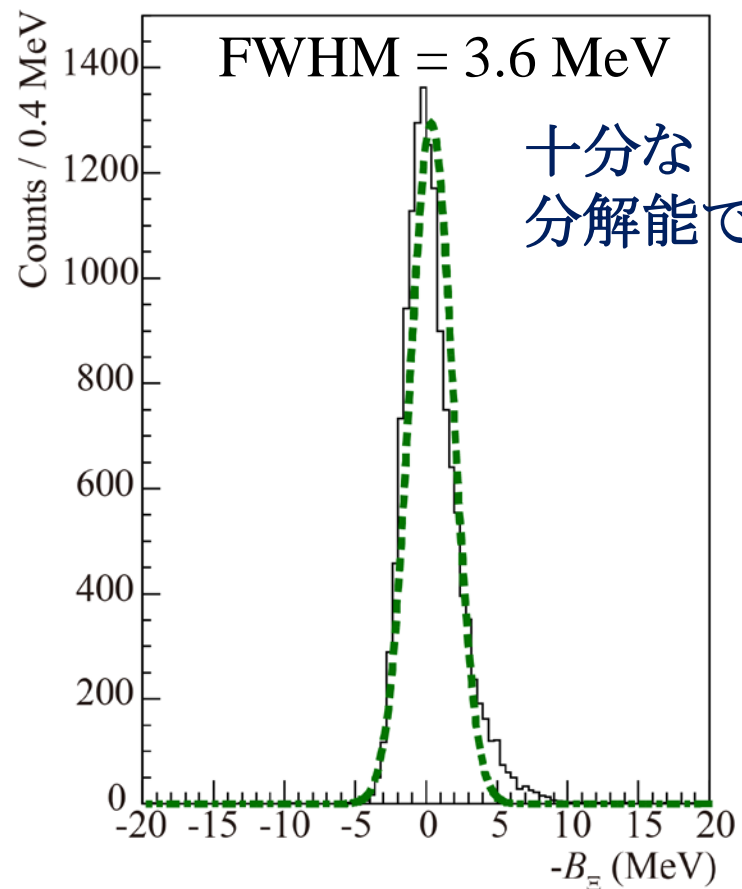
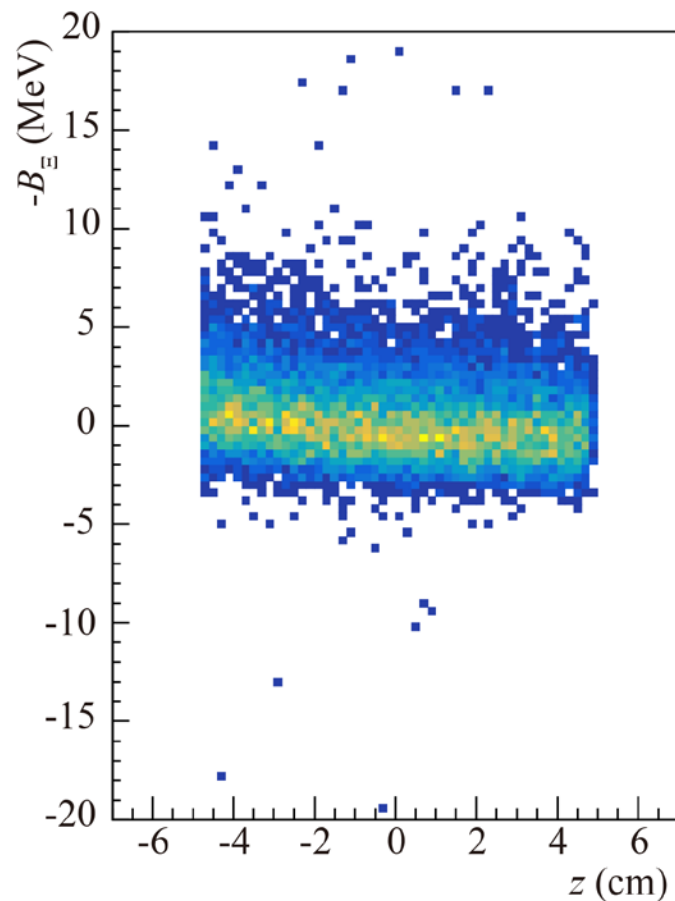
ミッシングマス分解能 (補正無し)



z 再構成の分解能は考慮していない

ミッシングマス分解能

[z vs. B 補正あり (やり方①)]



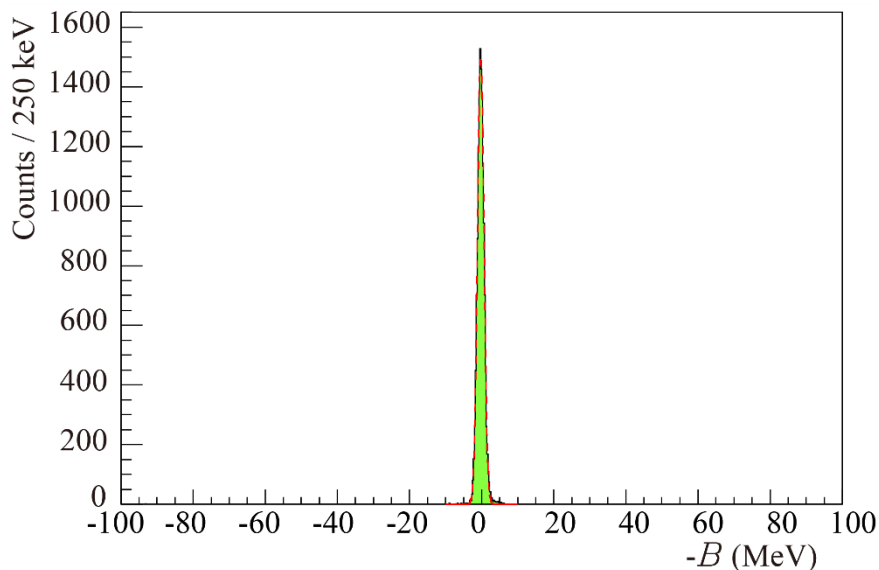
z再構成の分解能は考慮していない

やり方②

ファイバー中のエネルギー損失を使って、
event by event にミッシングマスを補正

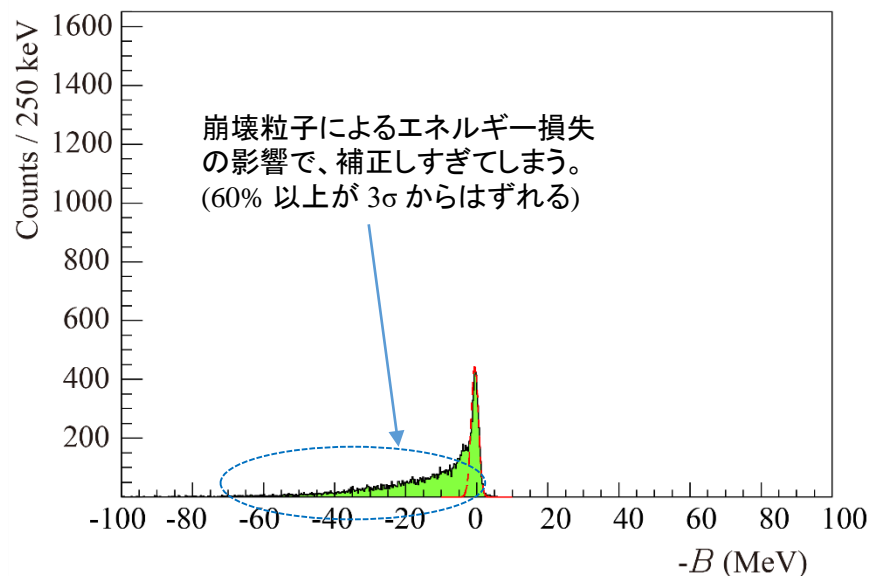
ファイバ情報を使って イベント毎に運動量損失の補正 (やり方②)

FWHM = 2.18 ± 0.01 MeV
(-5.0—5.0 MeVの間でフィット)



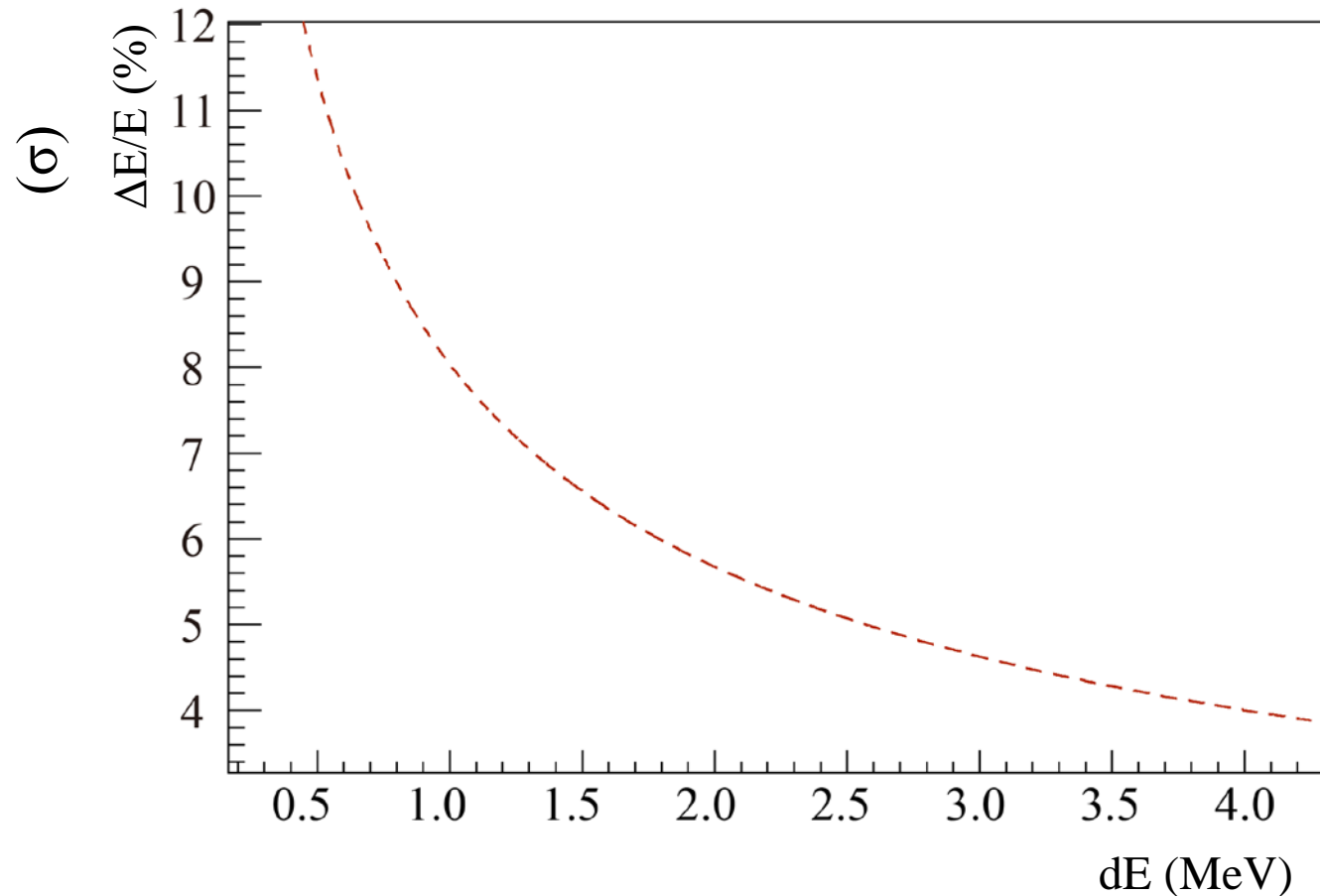
K^- , K^+ のエネルギー損失情報がファイバからきれいに得られた場合 (理想)

FWHM = 2.4 ± 0.1 MeV
(-0.5—5.0 MeVの間でフィット)



${}^{12}_{\text{B}}\text{Be} \rightarrow {}^{10}\text{B} + \Lambda + \Lambda$ 崩壊も考慮

越川さんの解析の結果 (前回のミーティング資料から読み取りました)

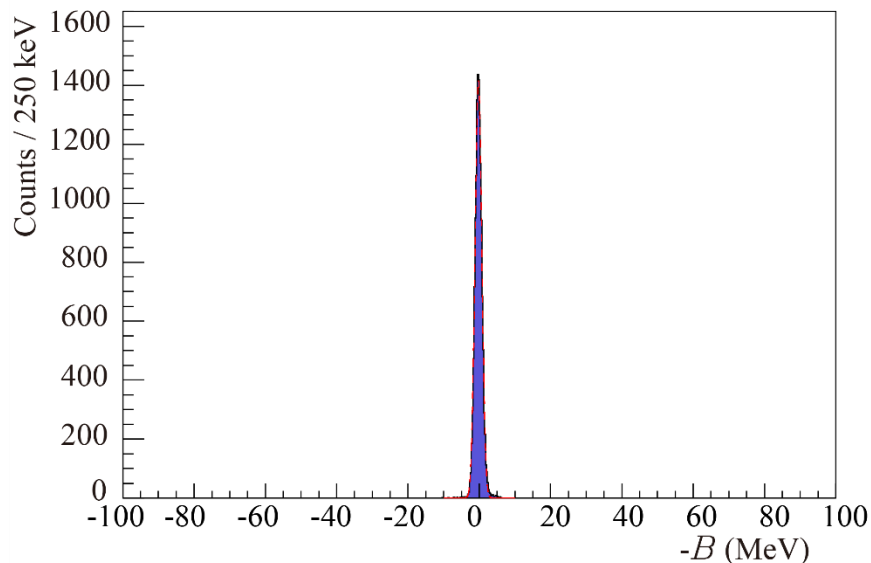


この結果を考慮した結果を次のページに示します。

ファイバ情報を使って イベント毎に運動量損失の補正 (やり方②)

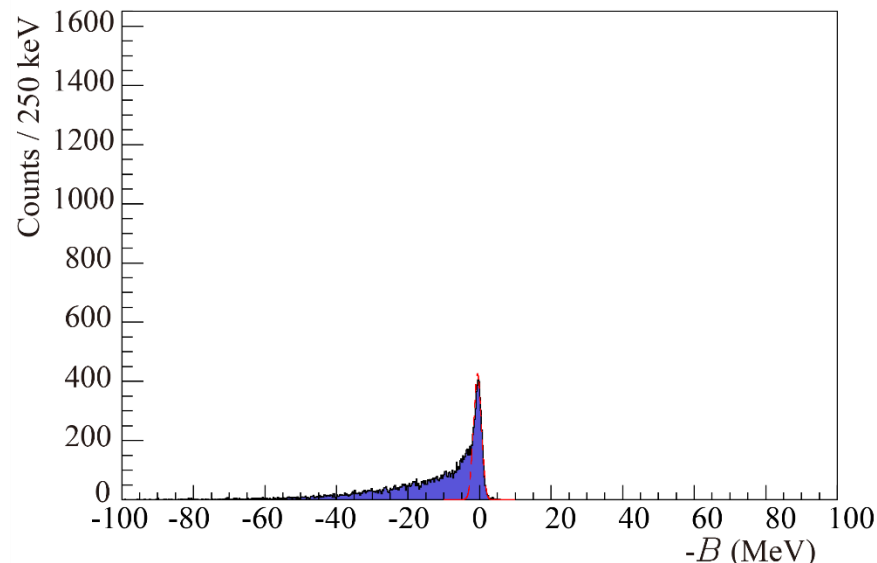
(越川解析によるファイバー分解能込み)

FWHM = 2.28 ± 0.01 MeV
(-5.0—5.0 MeVの間でフィット)



K^- , K^+ のエネルギー損失情報がファイバからきれいに得られた場合 (理想)

FWHM = 2.6 ± 0.1 MeV
(-0.5—5.0 MeVの間でフィット)



${}^{12}_{\text{Be}} \rightarrow {}^{10}\text{B} + \Lambda + \Lambda$ 崩壊も考慮

結果

シミュレーションコードの再確認が必要だが、ここからいえることは、

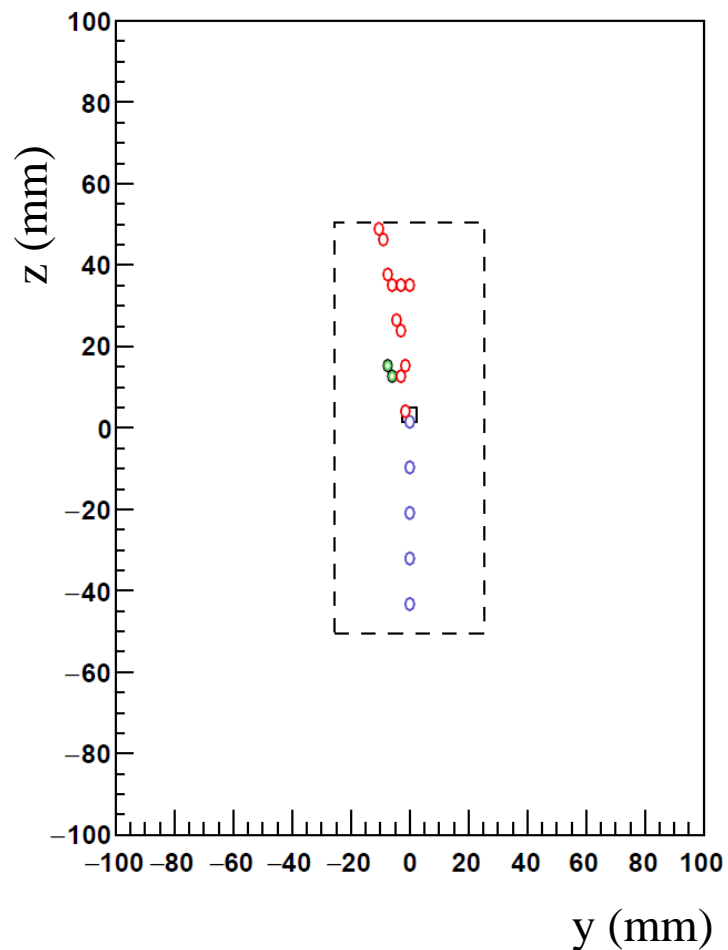
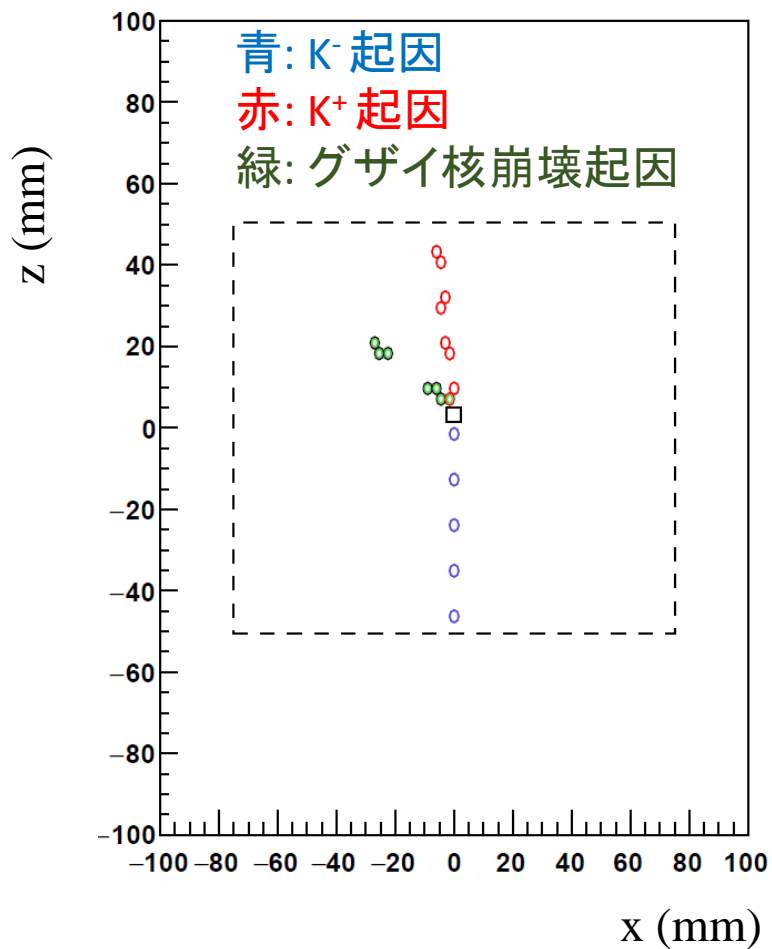
☆ ファイバ標的の性能は十分に思える。

☆ 崩壊粒子の影響を最小限にする解析アルゴリズムの開発が必要。

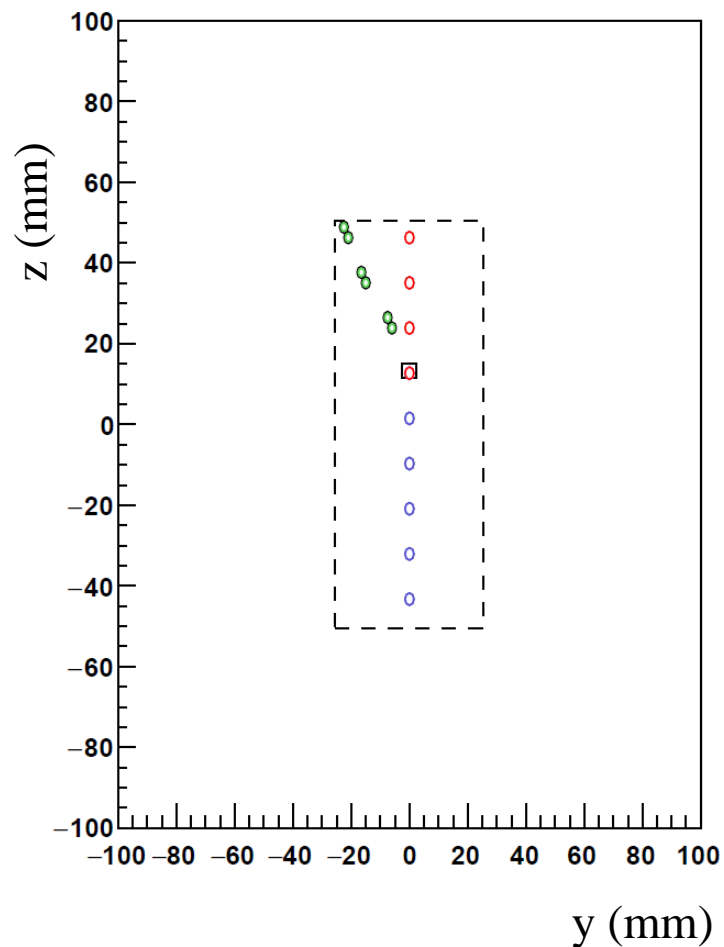
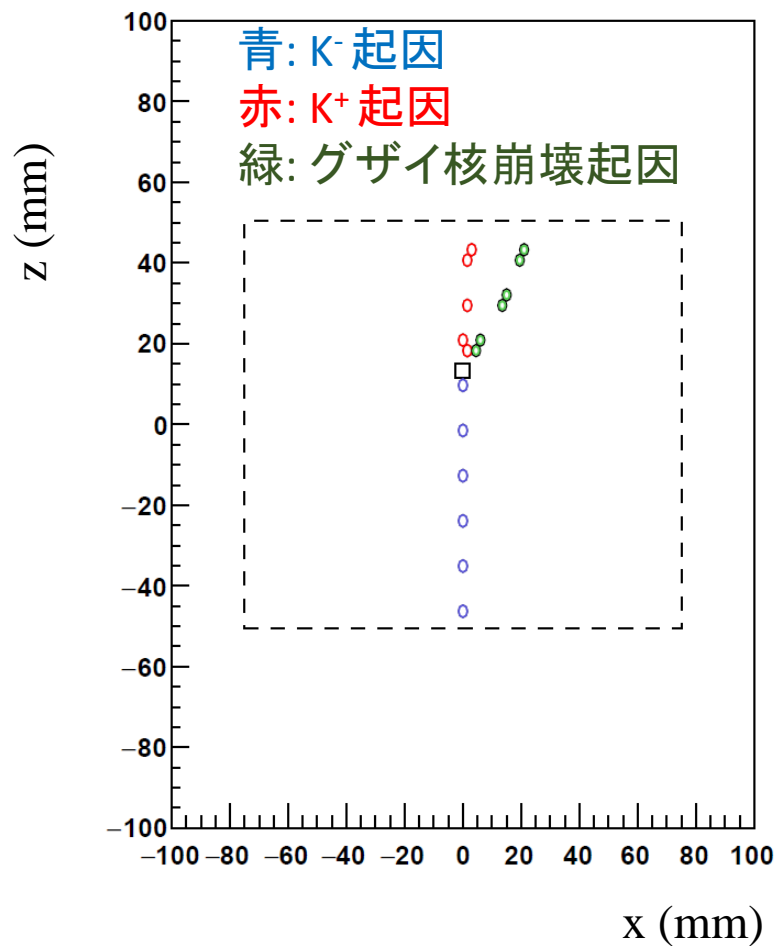
バグ、間違い等を見つけたら報告します。

Backup

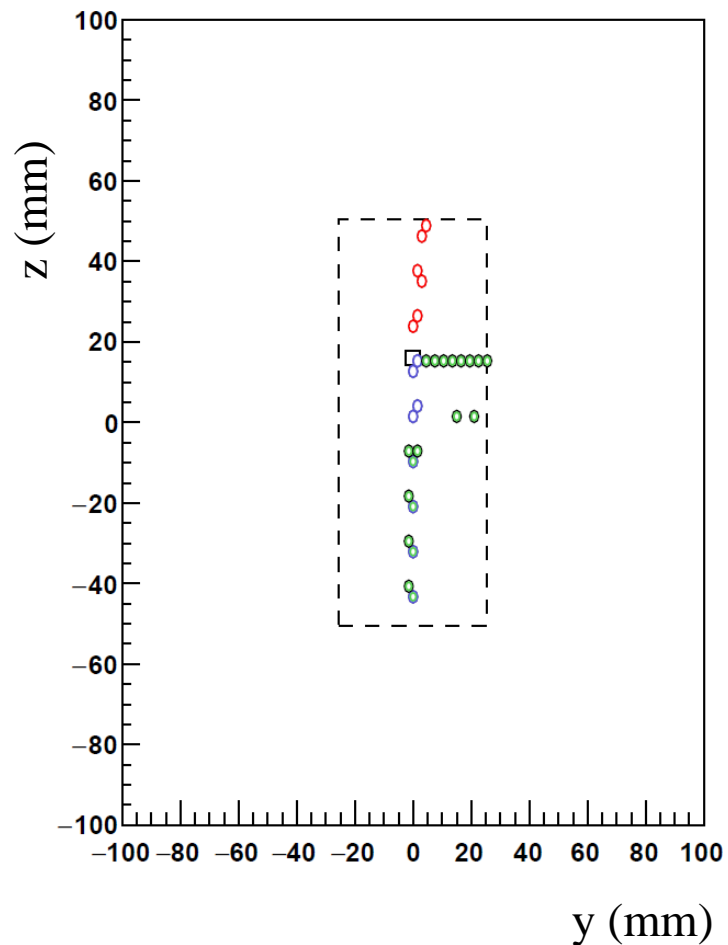
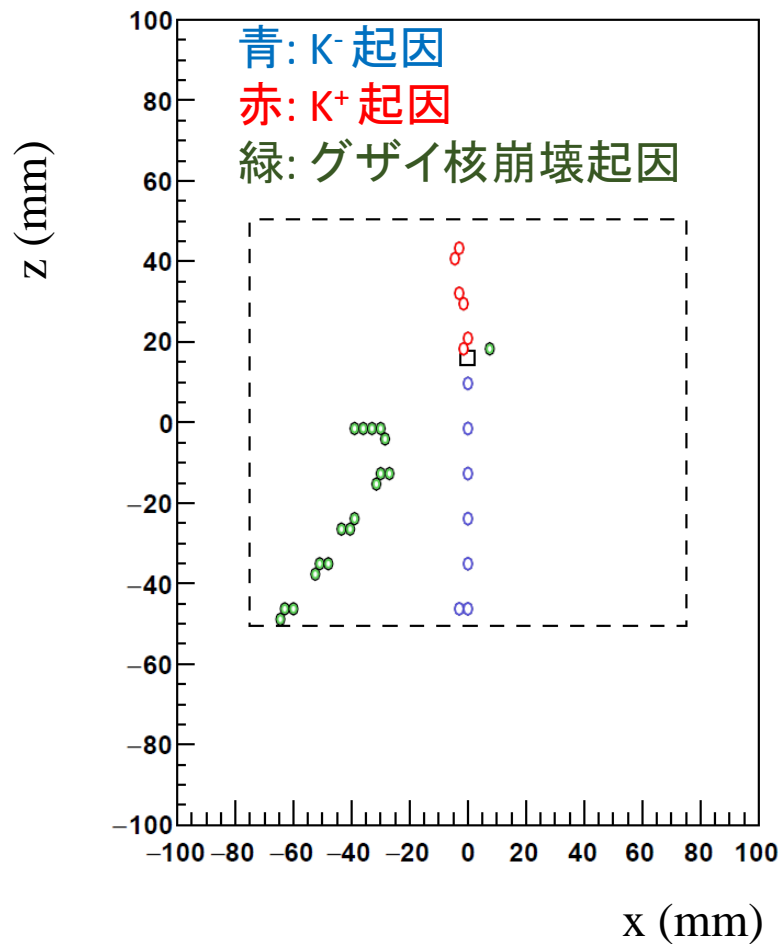
イベントディスプレイ



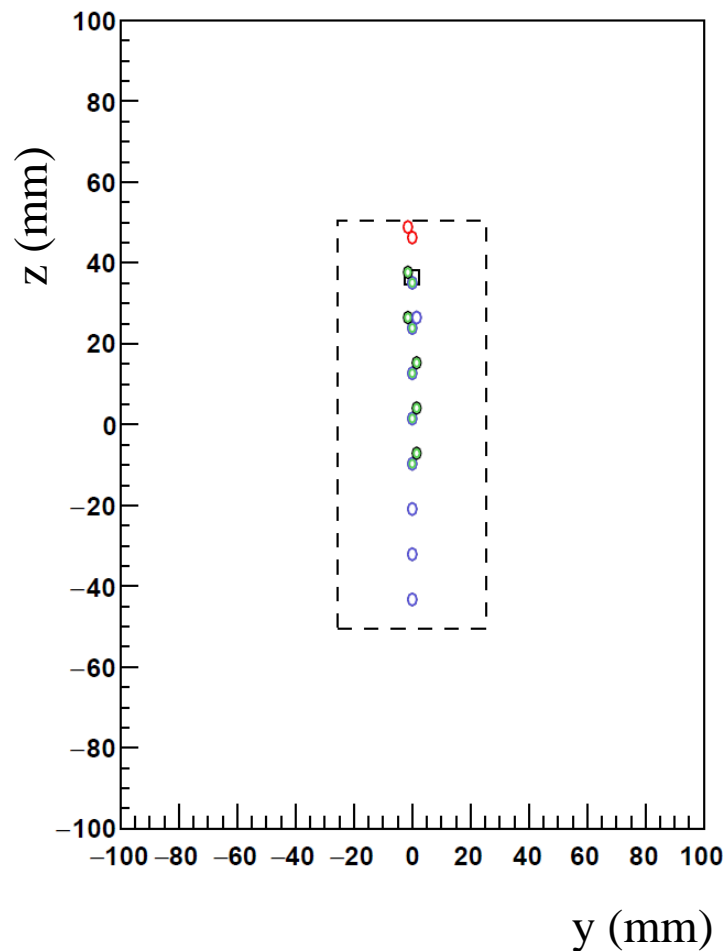
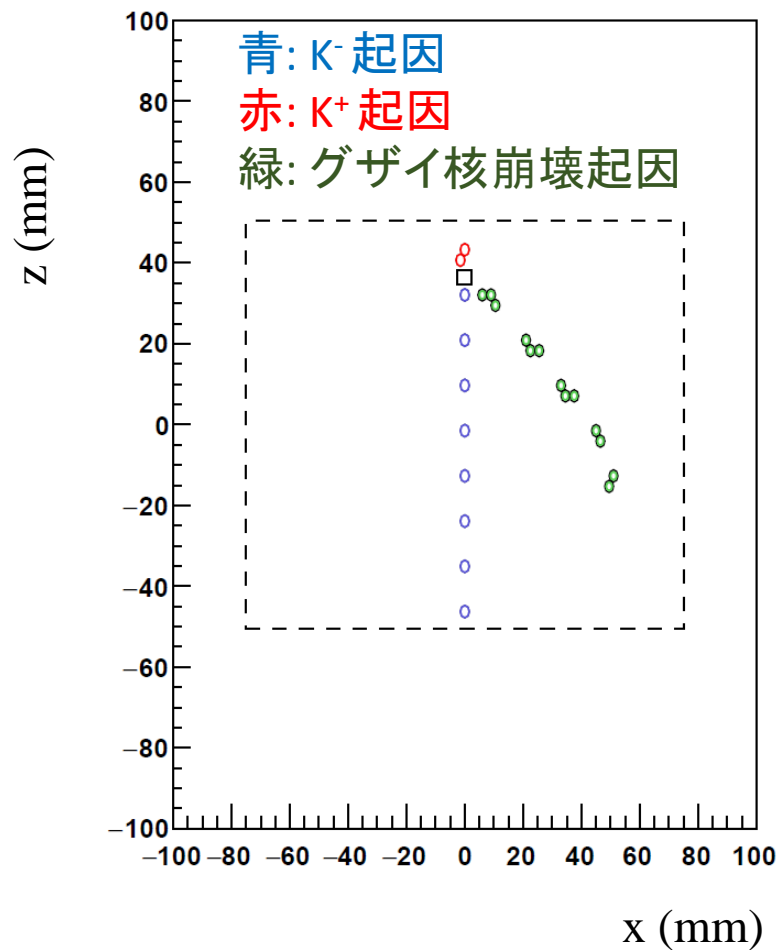
イベントディスプレイ



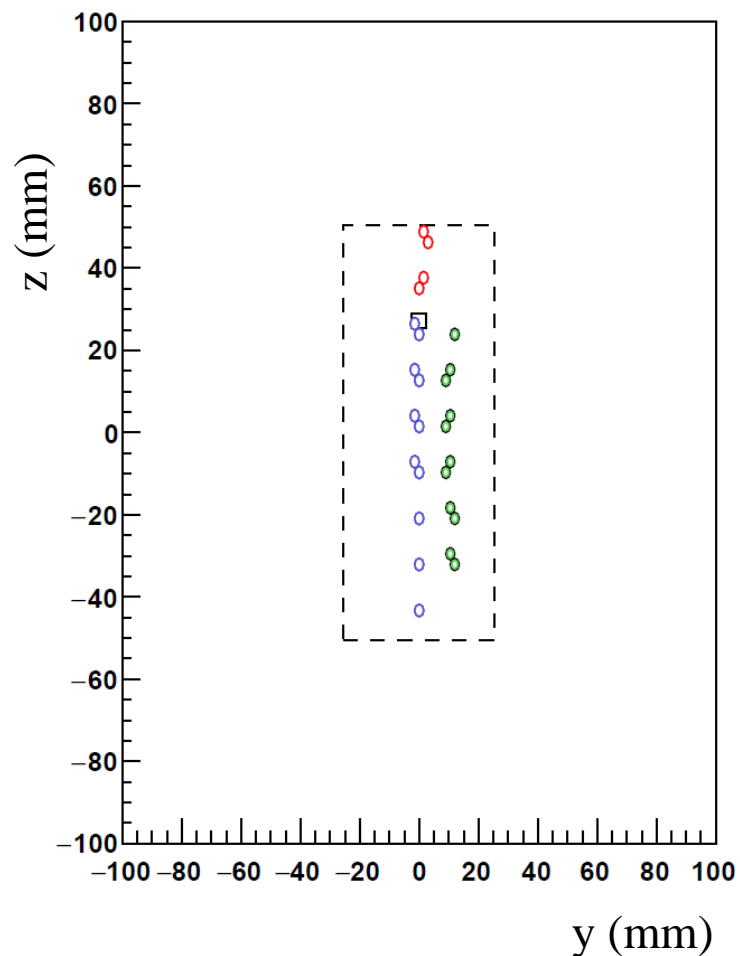
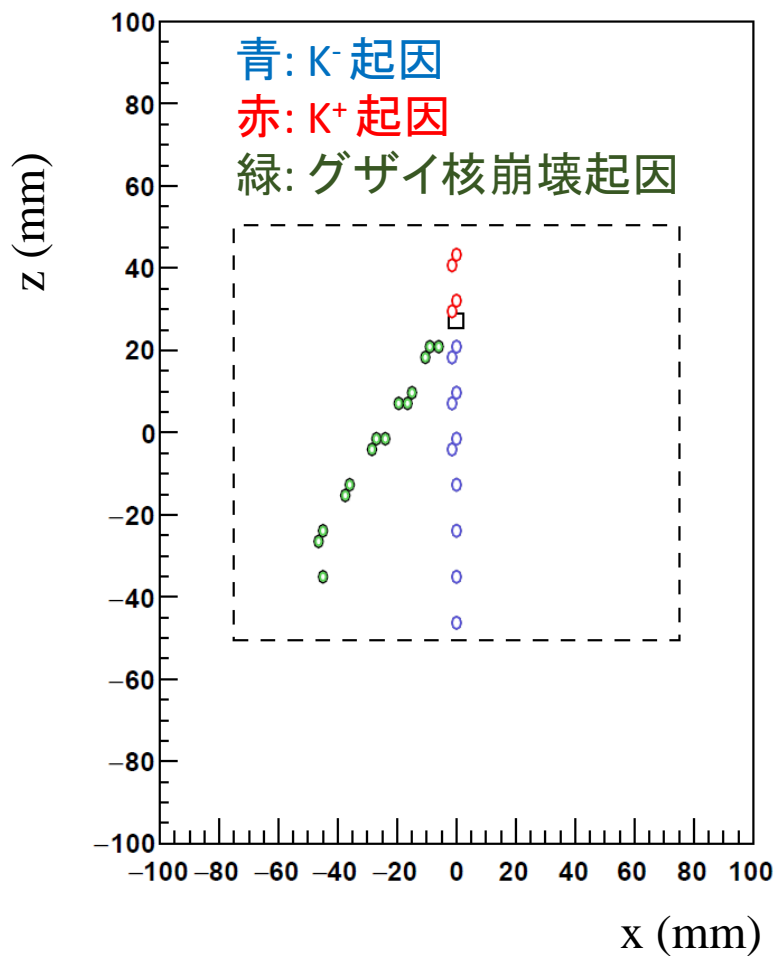
イベントディスプレイ



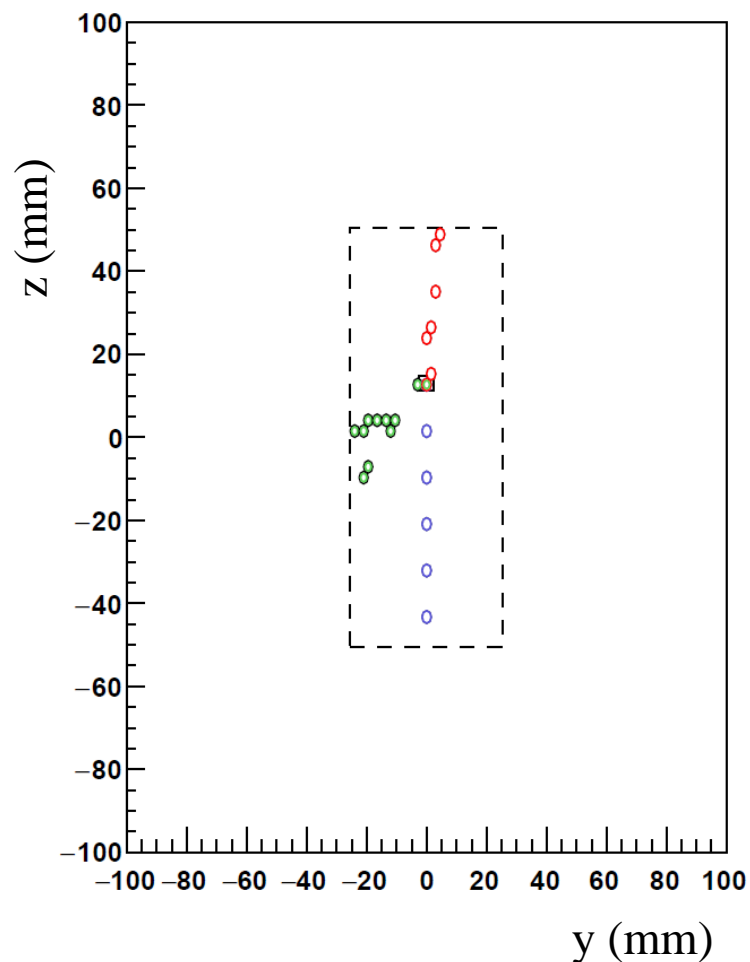
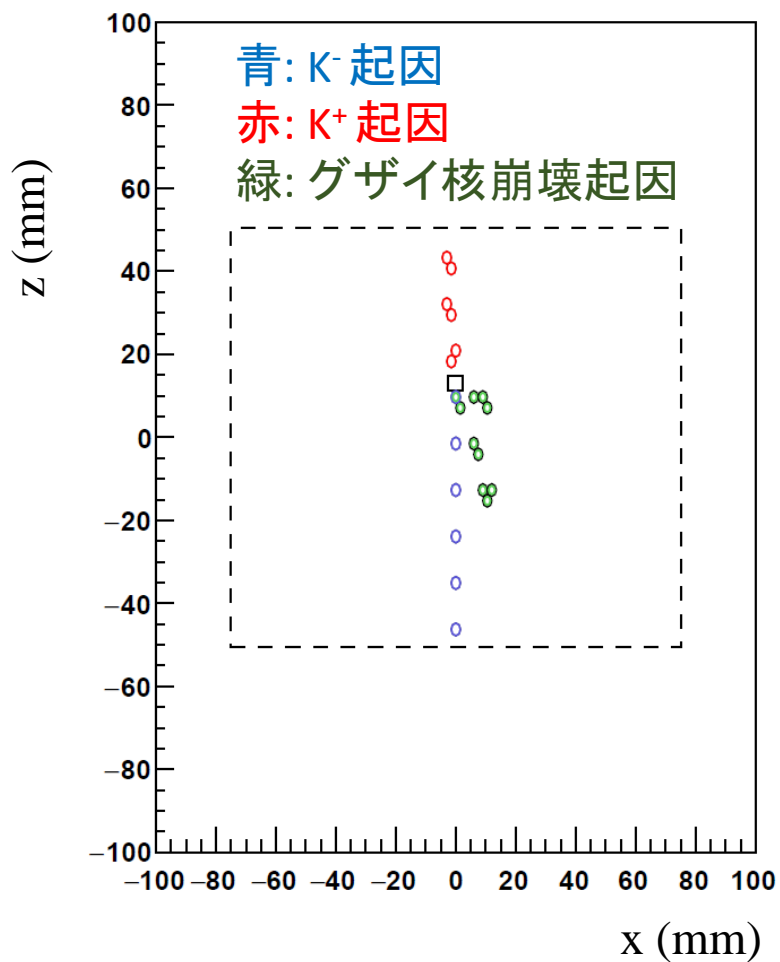
イベントディスプレイ



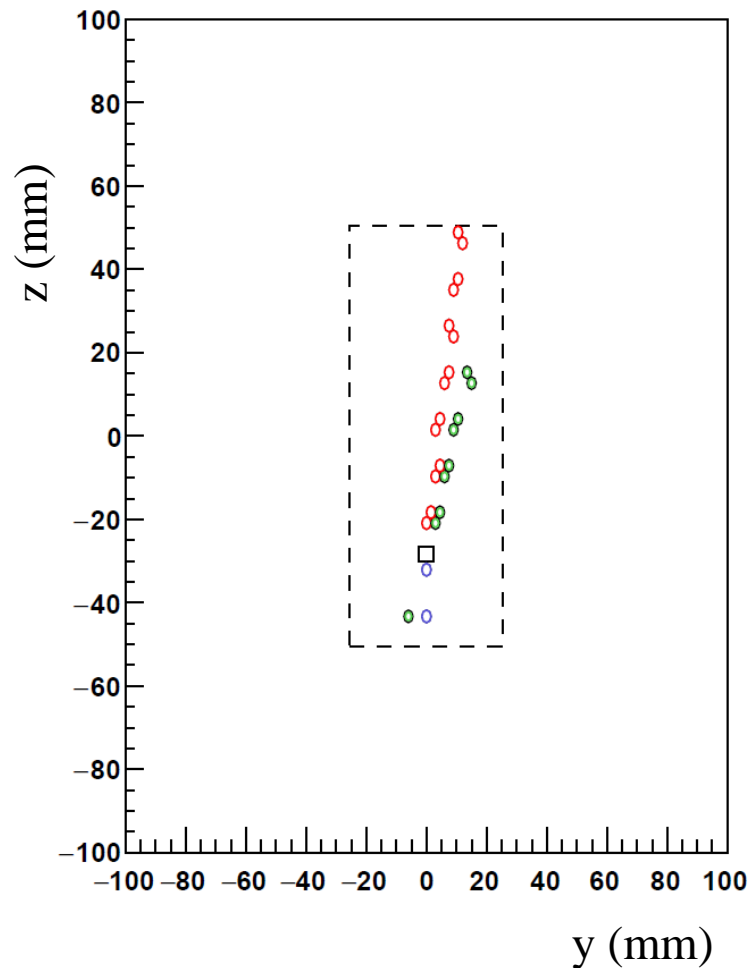
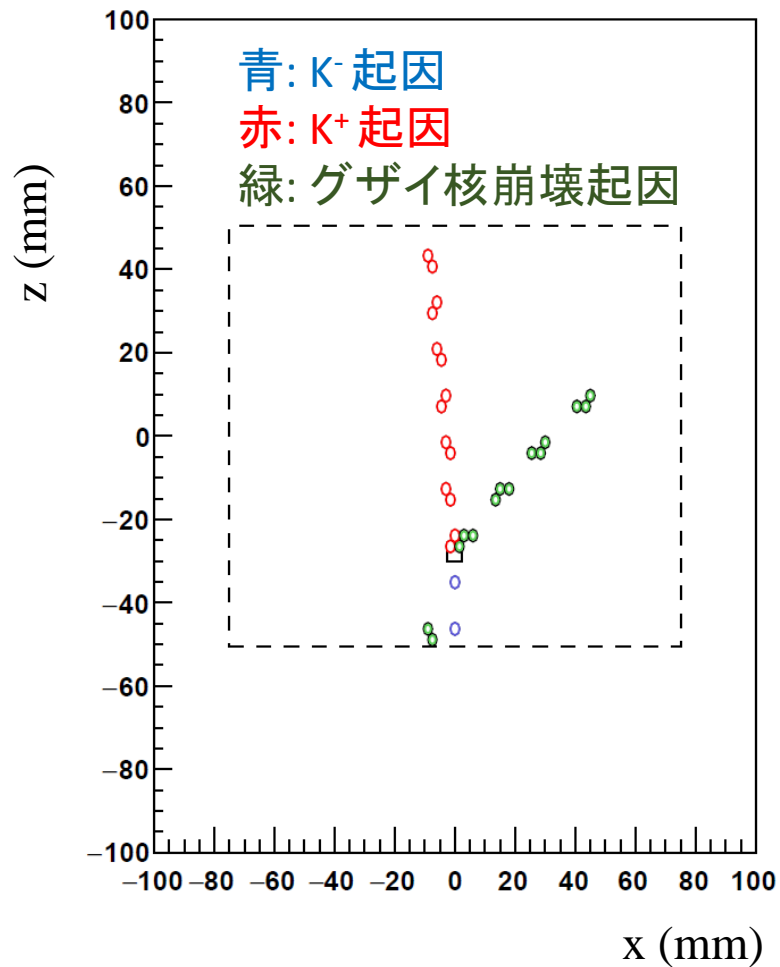
イベントディスプレイ



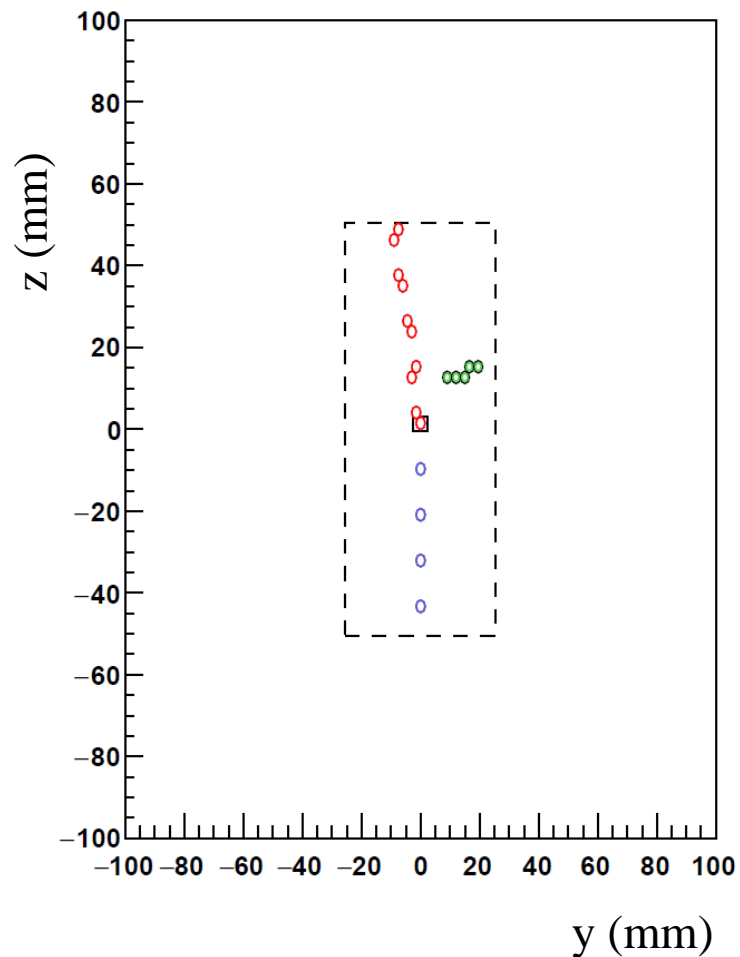
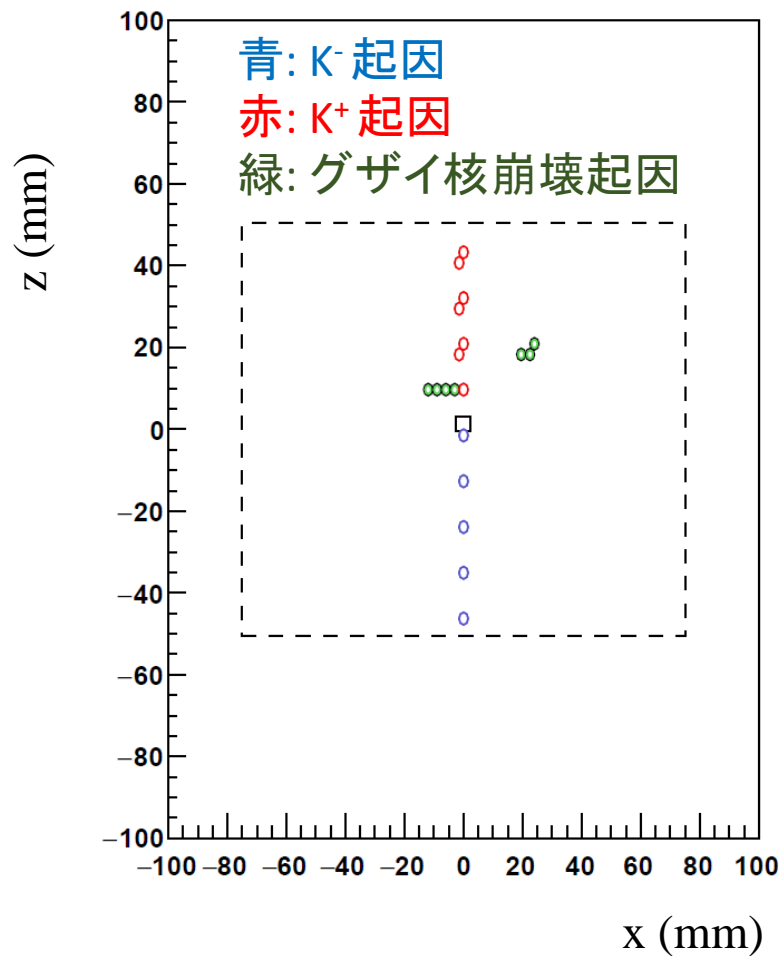
イベントディスプレイ



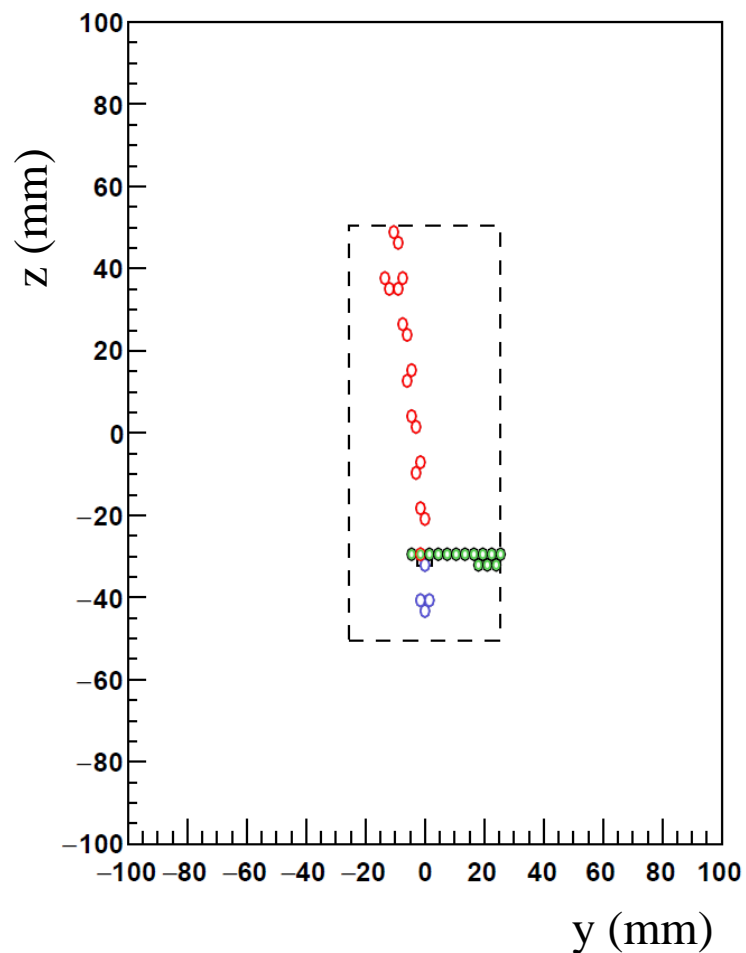
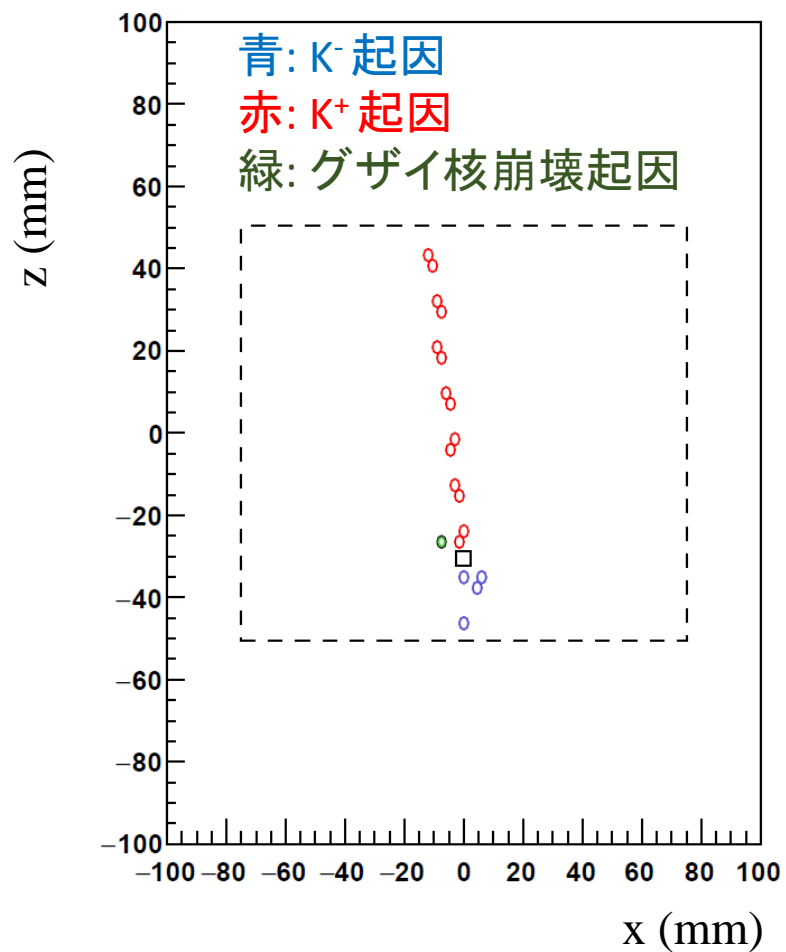
イベントディスプレイ

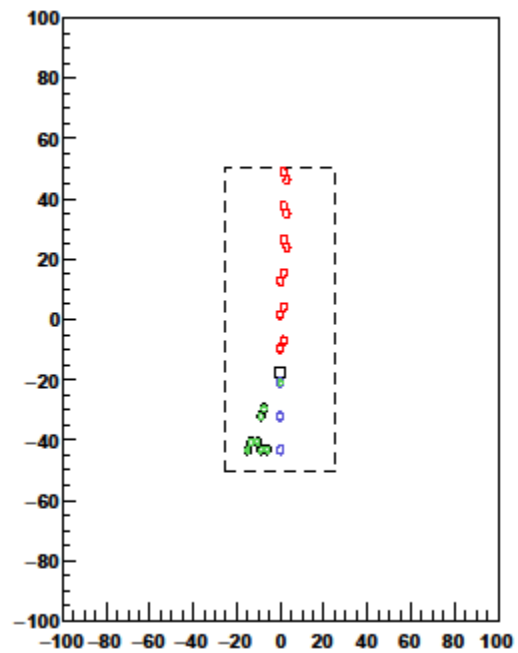
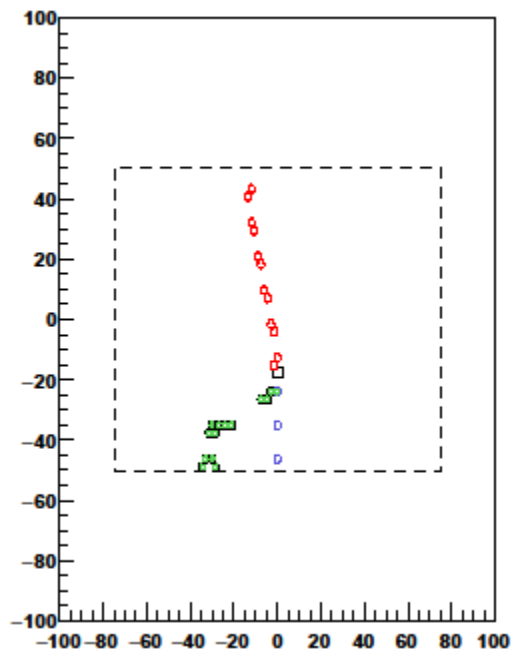


イベントディスプレイ



イベントディスプレイ





Processing zcormm.cc...

FCN=41.906 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 31 CALLS 32 TOTAL
EDM=9.56073e-23 STRATEGY= 1 ERROR MATRIX ACCURATE

EXT PARAMETER	STEP	FIRST			
NO. NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE	
1 p0	3.13899e-01	6.25577e-02	9.93274e-05	-1.78839e-10	
2 p1	-2.89410e-01	1.85737e-02	2.94909e-05	-1.20468e-09	

FCN=308.815 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 101 CALLS 102 TOTAL
EDM=2.78511e-08 STRATEGY= 1 ERROR MATRIX ACCURATE

EXT PARAMETER	STEP	FIRST			
NO. NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE	
1 p0	1.07656e+03	1.17261e+01	8.25328e-02	1.45874e-05	
2 p1	5.25076e-01	1.99841e-02	1.51015e-04	9.50220e-03	
3 p2	1.88712e+00	1.31172e-02	8.39304e-05	6.90409e-03	

FCN=701.735 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 102 CALLS 103 TOTAL
EDM=1.2343e-07 STRATEGY= 1 ERROR MATRIX ACCURATE

EXT PARAMETER	STEP	FIRST			
NO. NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE	
1 p0	1.29378e+03	1.48385e+01	1.50218e-01	-3.25083e-05	
2 p1	1.79690e-01	1.72877e-02	1.79806e-04	-1.40181e-02	
3 p2	1.53572e+00	1.11846e-02	9.79071e-05	-3.69771e-02	

Before correction: 4.44382 0.0308886 MeV

After correction: 3.61634 0.0263378 MeV

Info in <TCanvas::Print>: eps file bcor_12Xi_4.4MeV.eps has been created

Info in <TCanvas::Print>: eps file acor_12Xi_3.6MeV.eps has been created

Processing mmreso.cc...

FCN=39.7346 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 90 CALLS 91 TOTAL
EDM=1.74038e-07 STRATEGY= 1 ERROR MATRIX ACCURATE

EXT PARAMETER	STEP	FIRST		
NO. NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
1 p0	4.20576e+02	1.25168e+01	2.53984e-02	-6.62172e-05
2 p1	-2.22318e-01	8.17485e-02	6.91469e-05	-1.94291e-02
3 p2	1.04270e+00	4.28045e-02	4.21774e-05	-3.16699e-02

FCN=128.151 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 76 CALLS 77 TOTAL
EDM=1.34696e-08 STRATEGY= 1 ERROR MATRIX UNCERTAINTY 2.3 per cent

EXT PARAMETER	STEP	FIRST		
NO. NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
1 p0	1.44982e+03	1.57065e+01	-3.27011e-02	-8.61535e-06
2 p1	6.06262e-02	7.99657e-03	5.54645e-06	9.66364e-04
3 p2	9.24409e-01	6.06272e-03	5.00461e-06	-4.49824e-02

10cmfiber_noreso.root

With decay: 2.45537 0.100797 MeV

Without decay: 2.17682 0.0142766 MeV

$N_{<3\sigma}/N_{\text{all}} = 8753/13690 = 0.639372$

root [1]

root [1].q

[dragon@localhost resostudy_20180104]\$ root mmreso.cc

root [0]

Processing mmreso.cc...

FCN=37.767 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 87 CALLS 88 TOTAL
EDM=5.04113e-07 STRATEGY= 1 ERROR MATRIX ACCURATE

EXT PARAMETER	STEP	FIRST		
NO. NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
1 p0	4.09350e+02	1.31663e+01	2.42505e-02	-1.81741e-05
2 p1	-2.68655e-01	9.19739e-02	7.02754e-05	2.12539e-02
3 p2	1.09903e+00	4.71351e-02	4.29808e-05	3.06370e-02

FCN=100.657 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 71 CALLS 72 TOTAL
EDM=9.64124e-07 STRATEGY= 1 ERROR MATRIX UNCERTAINTY 2.6 per cent

EXT PARAMETER	STEP	FIRST		
NO. NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
1 p0	1.38367e+03	1.45180e+01	-1.70268e-01	1.33031e-04
2 p1	6.25813e-02	8.37477e-03	-1.82720e-04	-1.13682e-01
3 p2	9.70521e-01	6.16016e-03	5.46472e-06	1.87467e-01

10cmfiber_reso.root

With decay: 2.58802 0.110995 MeV

Without decay: 2.2854 0.0145061 MeV

$N_{<3\sigma}/N_{\text{all}} = 8586/13690 = 0.627173$