PWO解析レポート No.5

山形大学大学院M2
乃万智洋

平成13年1月31日

ビームトラック

今回は Magnet 上流側と下流側のドリフトチェンバーの座標系を同じにし解析を行った。(今までは上流側と下流側の座標系を別々にとっていた。) Magnet で曲げられる粒子の角度から運動量を求めるのだが座標系を合わせることにより、Magnet 上流と下流のトラックで明らかにおかしいイベントを省くことができる。

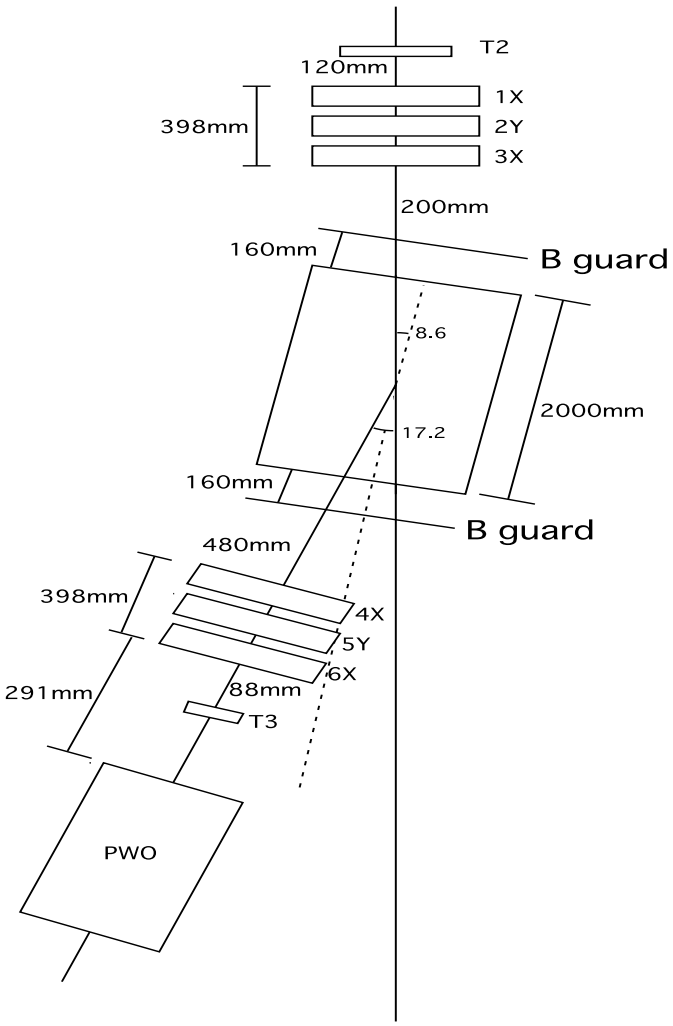
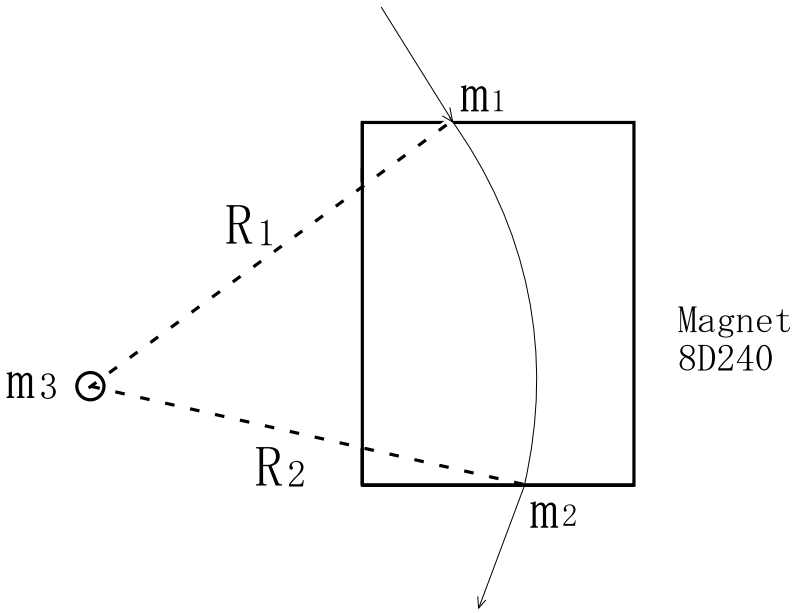


図 1: 全体図

運動量の出し方

1. Magnet 上下流のトラッキングの直線と Magnet の上下端の交点 $m_1(z_{上}, x_{上})$ と $m_2(z_{下}, x_{下})$ を求める。
2. 交点 m_1、m_2 を通りトラッキングの直線と垂直な直線をそれぞれ引く。
3. 垂直な直線の交点 $m_3(z_{中}, x_{中})$ を求める。(理論的にはこの交点を中心にした円上を Magnet 中の荷電粒子は運動する。)
4. m_3 と m_1、m_3 と m_2 の距離 R_1、R_2 をだす。(理論的には R_1 R_2 の距離は同じで $R = \frac{P}{qB}$ の関係をみたす。)
5. 今回の解析では R_1 R_2 の長さの違いが 10mm 以内の時 $P_1 = 0.3BR[GeV/c]$ の関係式から運動量を求めた。



新しいトラッキングで求めた運動量

今回の解析では1[GeV/c]のエレクトロン、ハドロンの両方のRun(Run number 70,78)で解析を行なっている。理由は1[GeV/c]でPWOのキャリブレーションを行なっているからです。フィッティングはダブルガウスです。パラメータはP1,P4がnormalization factor、P2,P5がmean value、P3,P6がsigmaです。

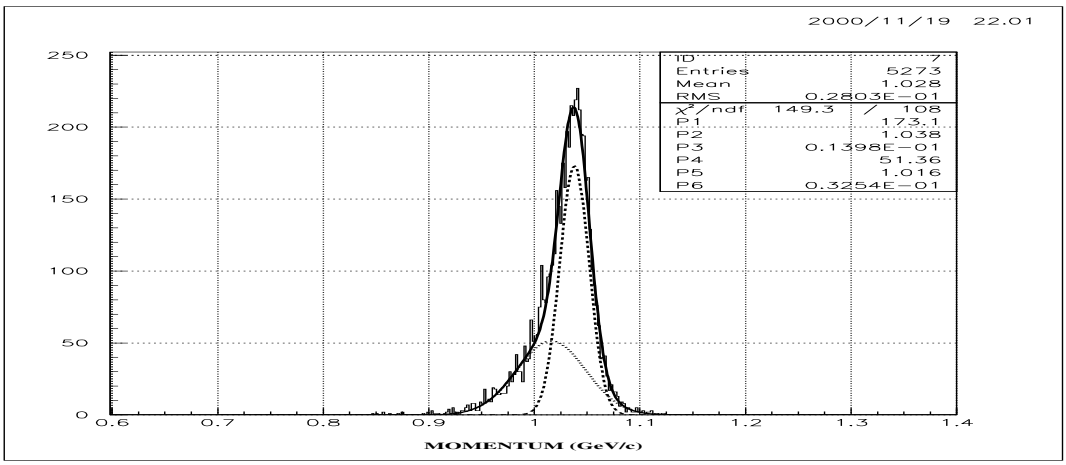


図 2: 運動量 (エレクトロン)

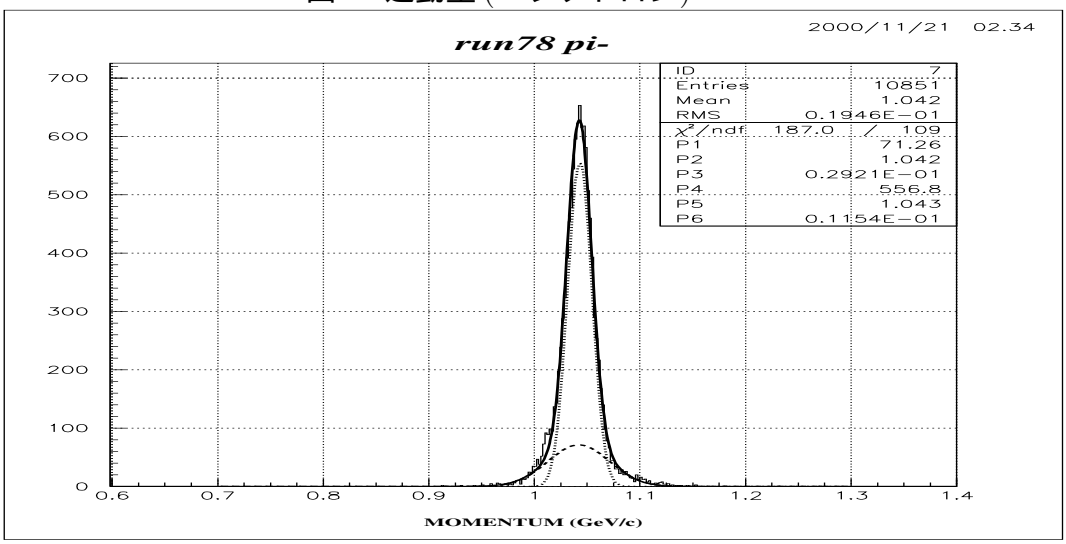


図 3: 運動量 (ハドロン)

角度の違いだけから求めた運動量

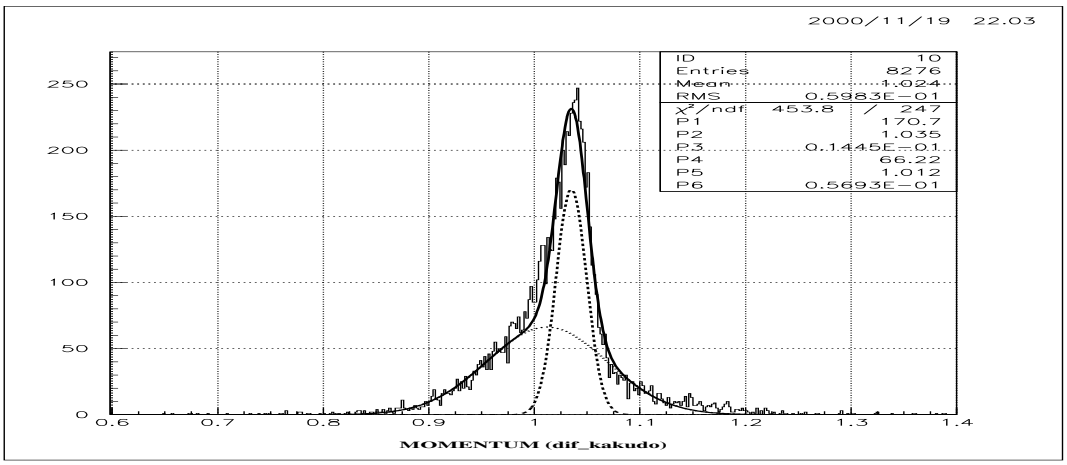


図 4: 運動量 (エレクトロン)

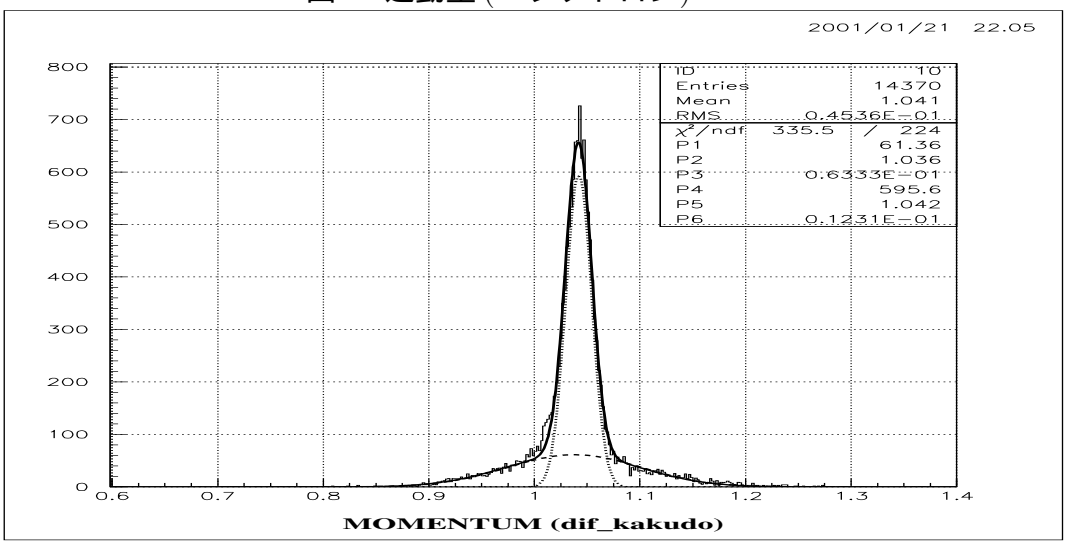


図 5: 運動量 (ハドロン)

TDC分布のカットについて

今までワイヤのTDCのカットの範囲はピークの最大値の半分の範囲としてきた。しかし、より正確にセンスワイヤとフィールドワイヤの位置を決定するために次の方法で決定を行い以下のヒストグラムを得た。

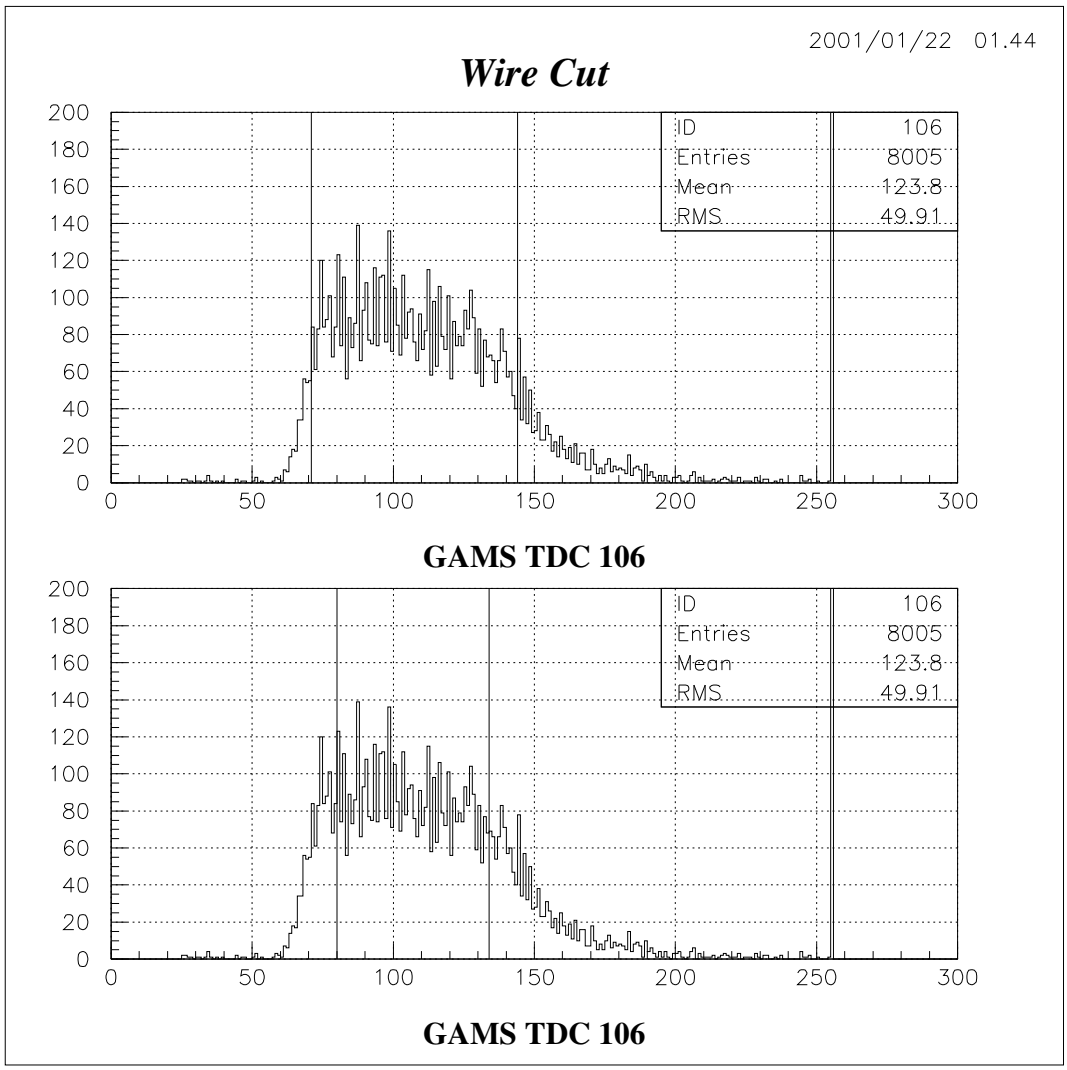


図 6: 上段が昔のカットで下段が今回のカット

センスワイヤの位置の決定

あるワイヤの TDC とトラッキング直線が通った位置の相関を見てビームが一様に分布する様に決定した。図は上段が相関を見ていて下段がそ

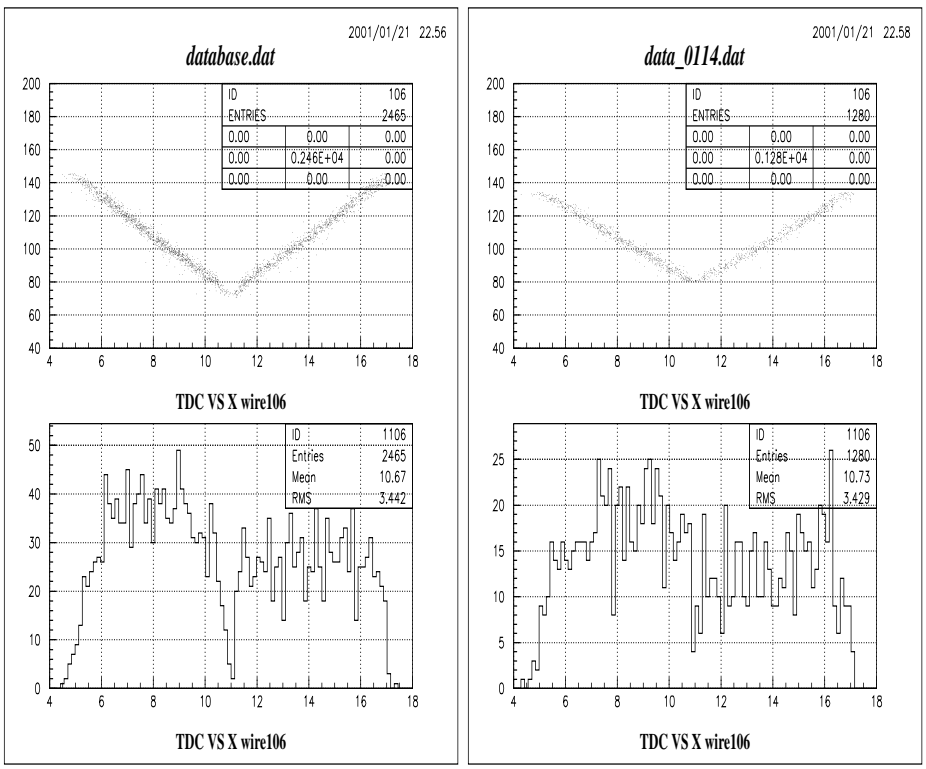


図 7:

れの X 軸方向の射影である。また左側が今までのカット範囲の相関で、右側がビームが一様になるようになるようにセンスワイヤの位置を調整した相関である。

フィールドワイヤの位置の決定

以下の図であるワイヤ (大きい丸) の TDC でカットをいれていった時の半セルずれたワイヤ (バツ) の TDC の分布の平均値をプロットしていき最少となるところで決定した。

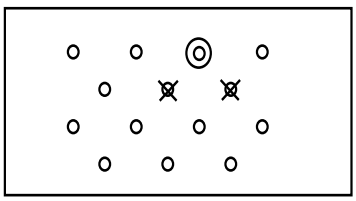


図 8:

ワイヤの TDC カットを 1 番上の段の図 (右) の範囲で入れた時、半セルずれた層のワイヤでは 2、3 段目の図 (右) の様になる。ある層のフィールドワイヤの位置は半セルずれた層のセンスワイヤの位置に相当することが確認出来る。

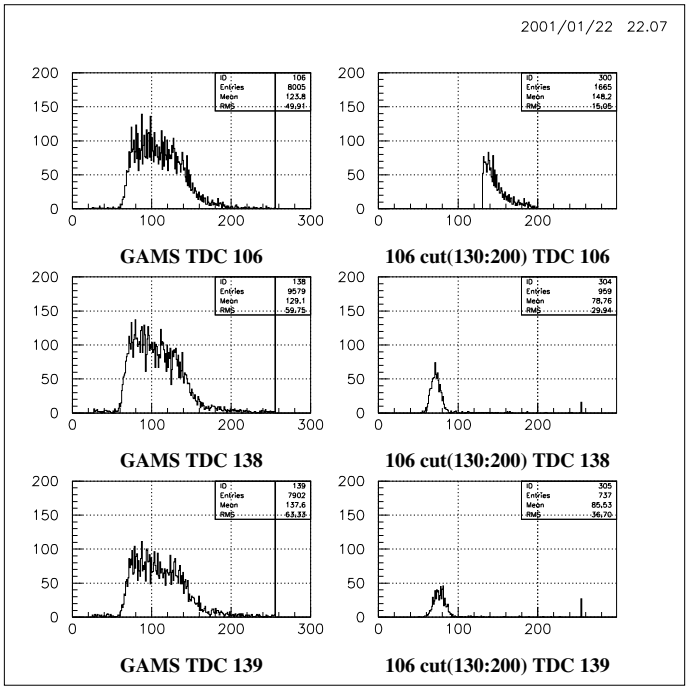


図 9: ワイヤの TDC 分布

ある層のワイヤのカットを後ろにずらしていくと半セルずれた層のワイヤではTDC分布のMeanが前に移っていく。これはトラッキング直線が、ある層のフィールドワイヤに近づいていくと半セルずれた層ではセンスワイヤに近づいて行くためである。ちょうどある層のフィールドワイヤの位置にくると、半セルずれた層ではオンワイヤとなりそれ以上TDC分布で前に行くことはなく、逆にノイズのためにMeanが増えてくると考えた。ここではワイヤ101のTDCでフィールドワイヤのカットを入れるところを126[ch]と決定した。

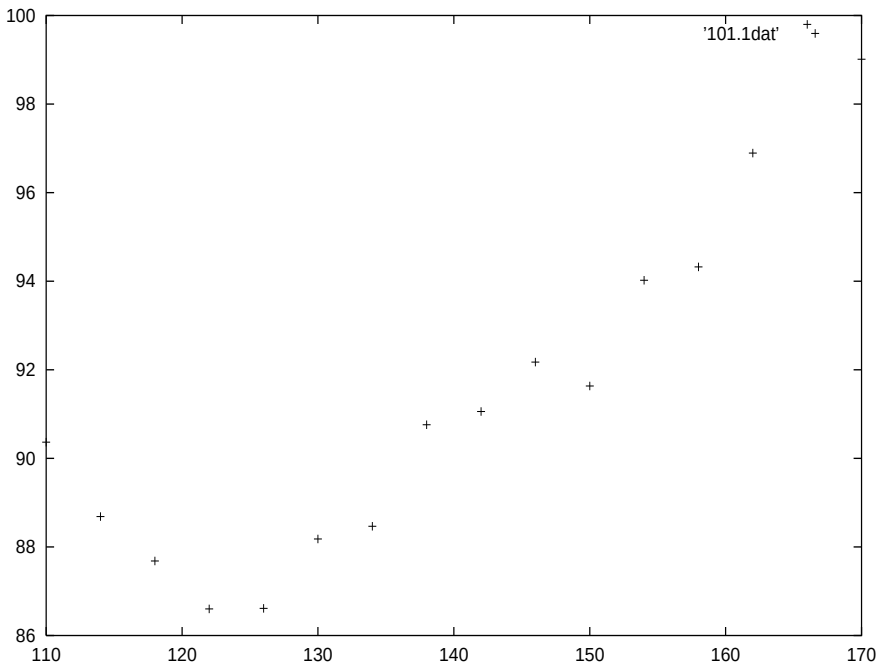


図 10: ワイヤ101のTDC分布でカットを変えていった時の半セルずれたワイヤのTDC分布のMean

TDC 分布カット範囲以外のデータについて

これまで TDC 分布でカット範囲以外のデータは使わなかった。しかしカット範囲以外でも正しいデータはあると考え、カット範囲の外側数チャンネル分をそれぞれセンスワイヤ (ドリフトレングス = $0[\mathrm{mm}]$)、フィールドワイヤ (ドリフトレングス = $6[\mathrm{mm}]$) としてトラッキングを行った。カット範囲以外何チャンネル分をデータとしてとるかは相関 (TDC とトラッキング) を見てビームが一様になるように決定した。その結果、LeCroy の TDC は $5[\mathrm{ch}]$、GAMS の TDC は $1[\mathrm{ch}]$ 分をデータとしてとることにした。

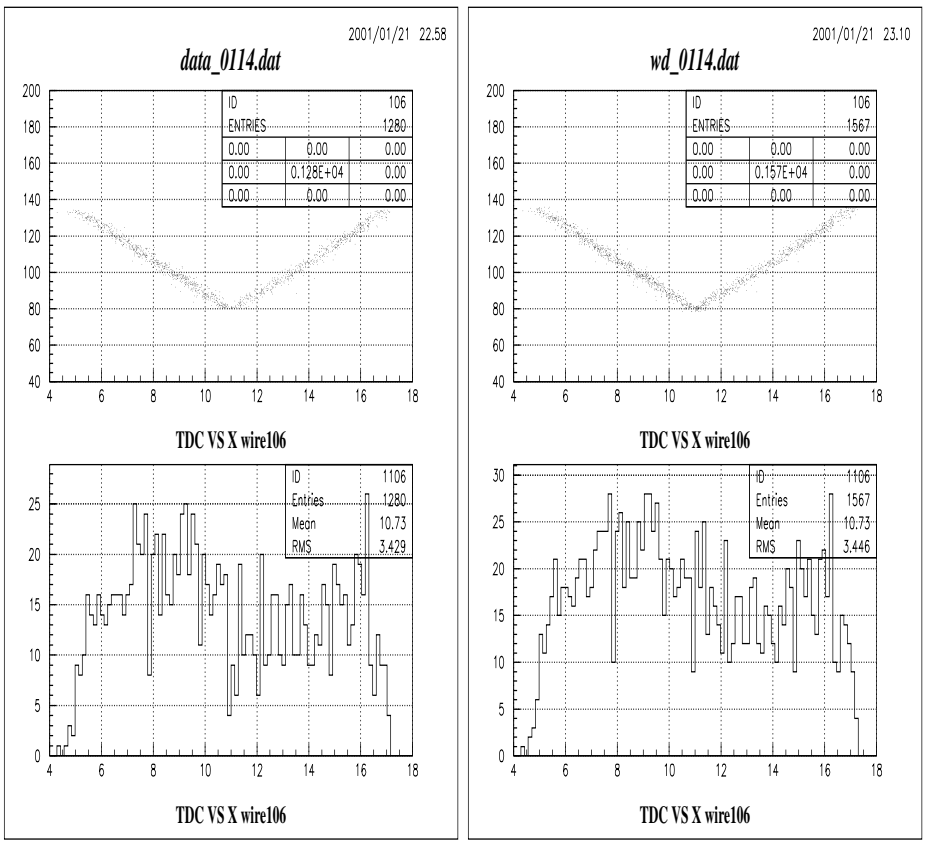


図 11:

左の図はカット範囲以外のデータをすててトラッキングを行なった図で、右の図はカット範囲以外のデータも拾ってトラッキングを行なった図である。

トラッキング直線とヒットポイントのずれ

ドリフトチェンバーの層ごとのヒットポイントの X の値からトラッキング直線の X の値をひいた分布である。

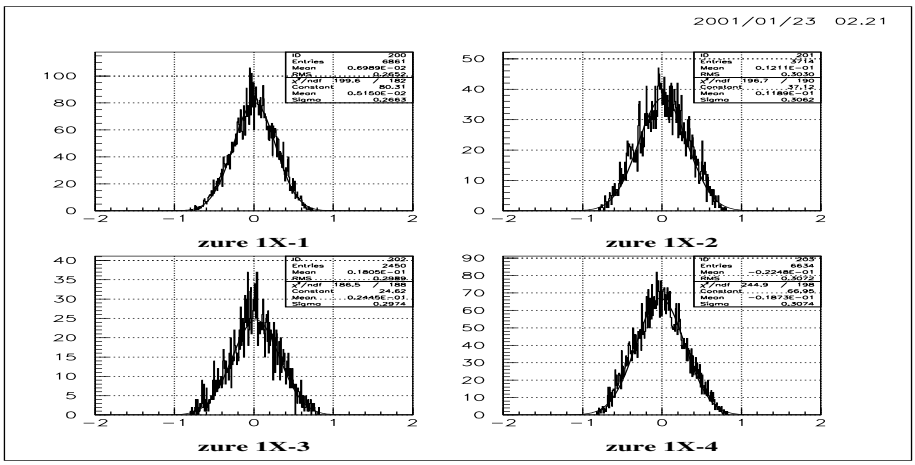


図 12: ドリフトチェンバー 1X

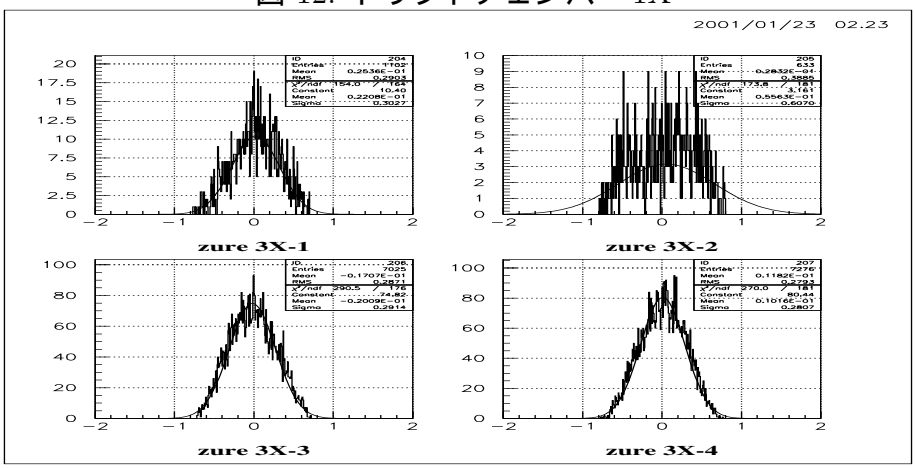


図 13: ドリフトチェンバー 3X

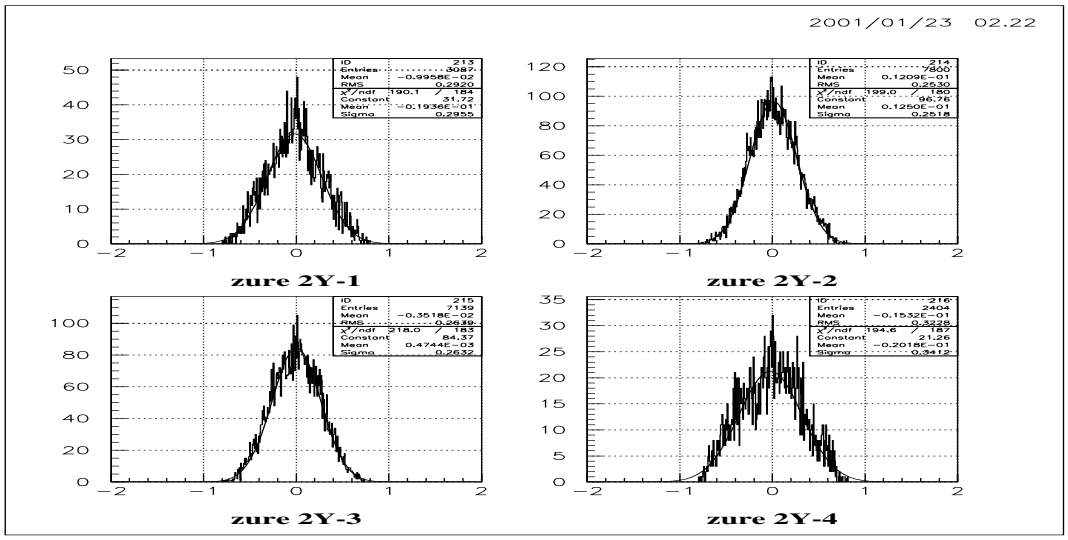


図 14: ドリフトチェンバー 2y

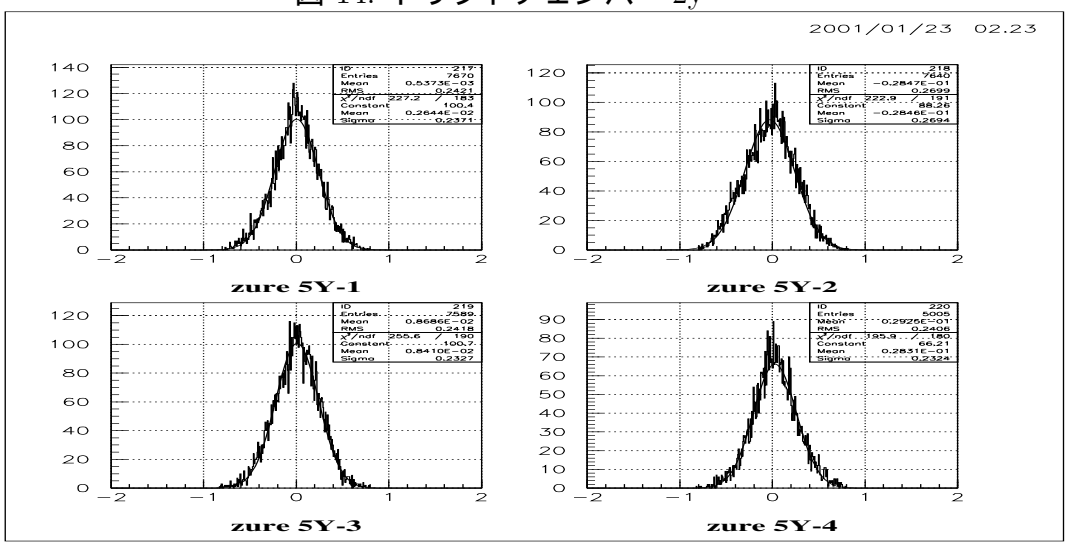


図 15: ドリフトチェンバー 5Y

ドリフトチェンバー 6X の 2 層目と 3 層目は、ずれの分布の中心が 0 になっていない。

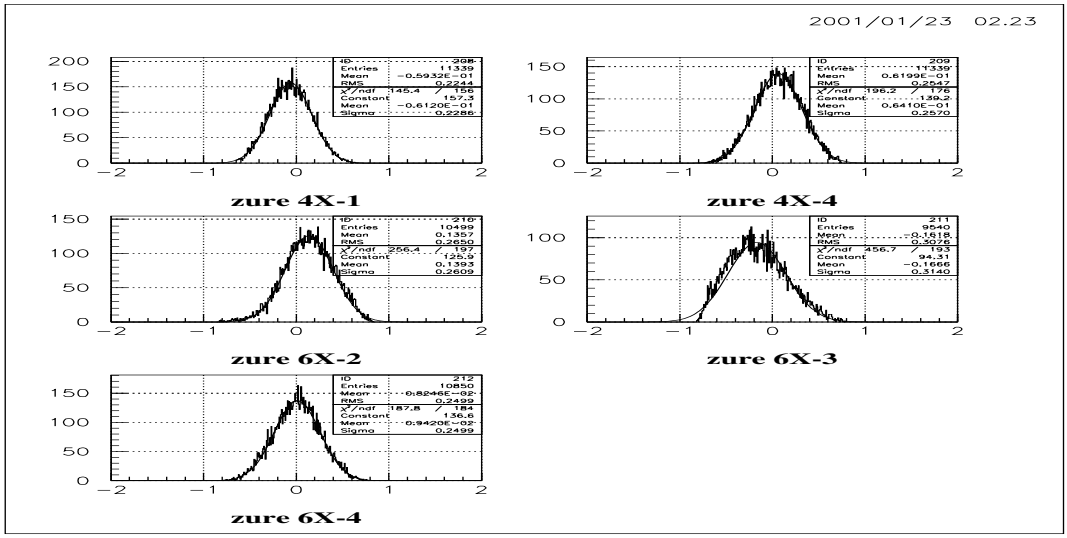


図 16: ドリフトチェンバー (マグネット下流)

ドリフトチェンバー 6X の 2 層目と 3 層目のずれを補正するためガウスフィットしたパラメータの Mean 分、層全体の座標の位置を下の図の様に動かした。

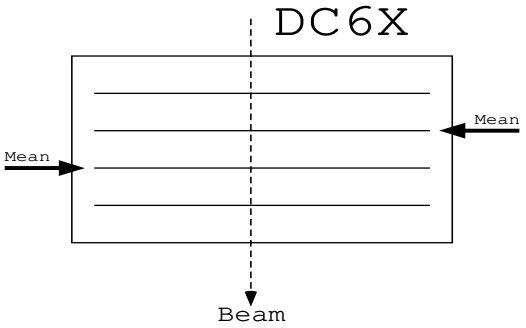


図 17:

Mean 分座標を動かしてトラッキングを行なった時のずれの分布が以下の図である。

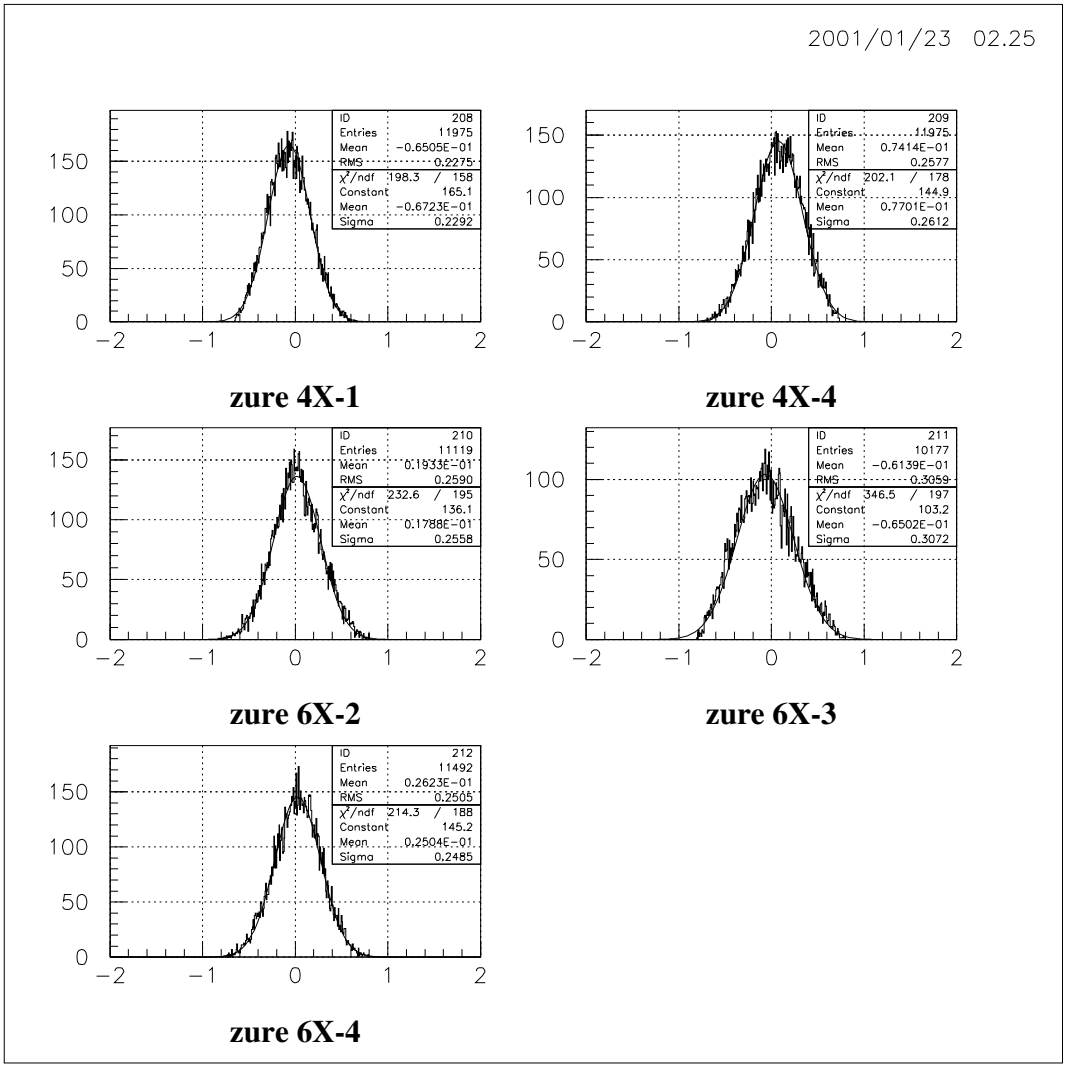


図 18: ドリフトチェンバー (マグネット下流) 補正あり

結果

$\chi^2 \leq 1$ で DC6X の 2 層目と 3 層目の座標をずらしたトラッキングを行なった。

運動量

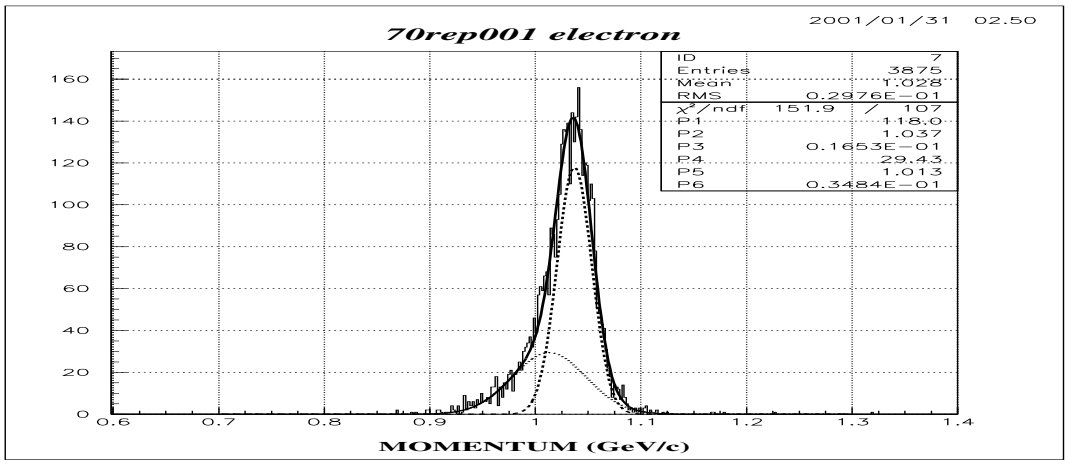


図 19: electron

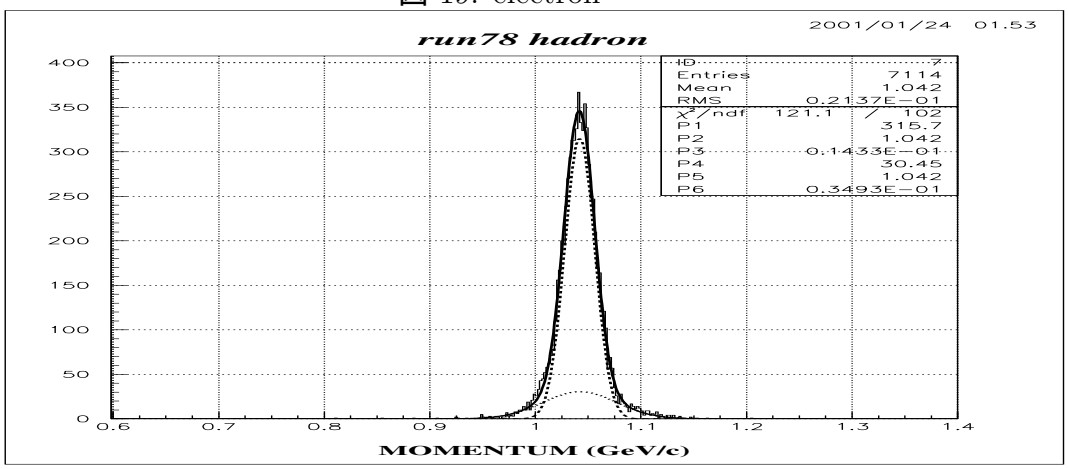


図 20: hadron

TDC カットの再決定

これまで run70 のエレクトロンのデータで TDC のカットを入れてきたが run78 のハドロンのデータで再び TDC のカットを入れ直した。その理由は

1. ハドロンデータのほうがイベント数が多い。
2. ハドロンのほうがエレクトロンと比べると相互作用しにくく、きれいなデータを期待できる。
3. 今回は TDC とトラッキング位置の相関を見ると同時に、ヒットポイントとトラッキング直線のずれを見ながらカットを入れる位置を決定したため、より良い精度が期待できる。

しかしドリフトチェンバーのワイヤ 1 本づつ決定していったのでデータの再現性といった点では問題がある。

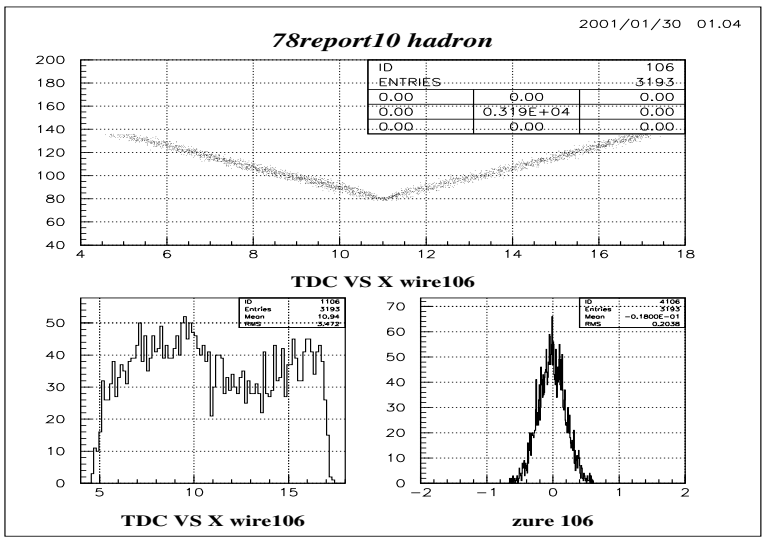


図 21: 決定する時見た図

再決定での結果

χ^2 分布

上段からマグネット上流、下流、y 方向のトラッキングの χ^2 分布をあらわしている。

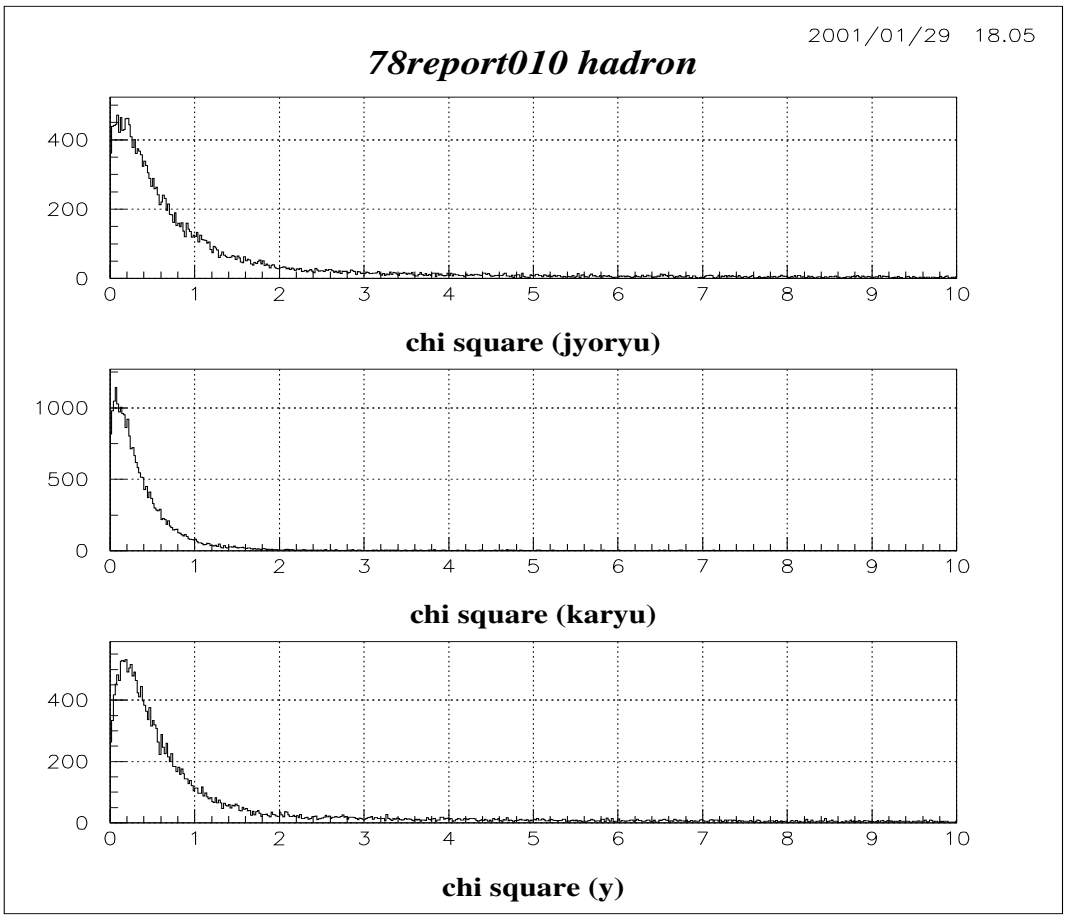


図 22: χ^2 分布

ヒット分布

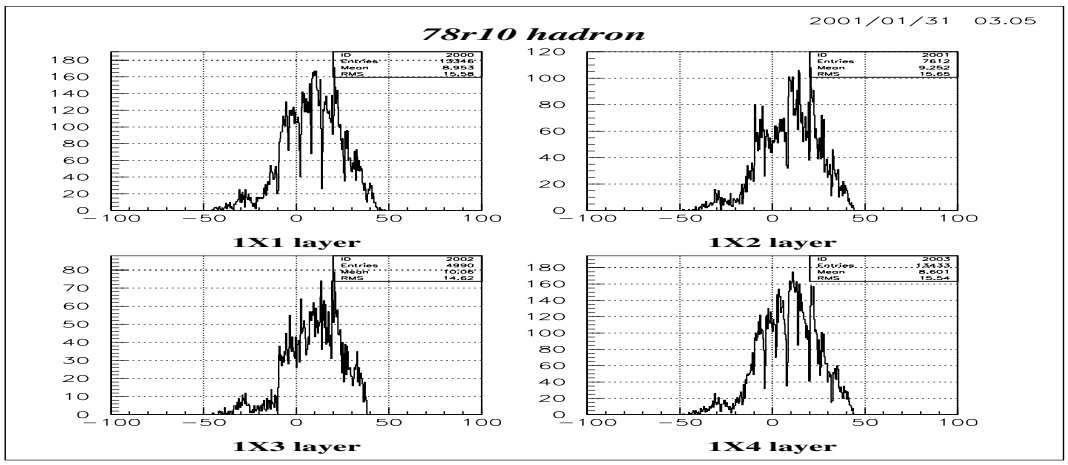


図 23: DC1X

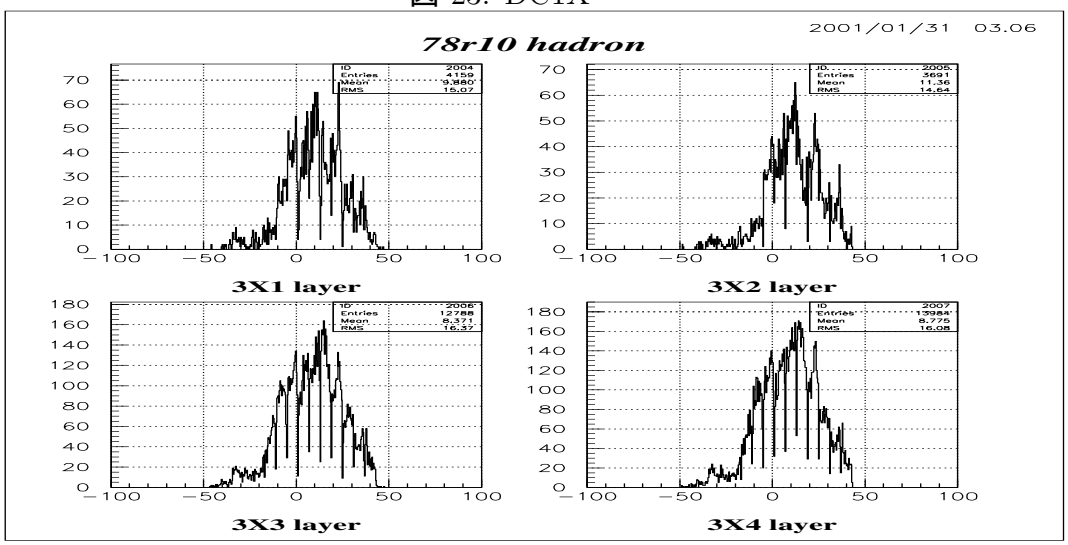


図 24: DC3X

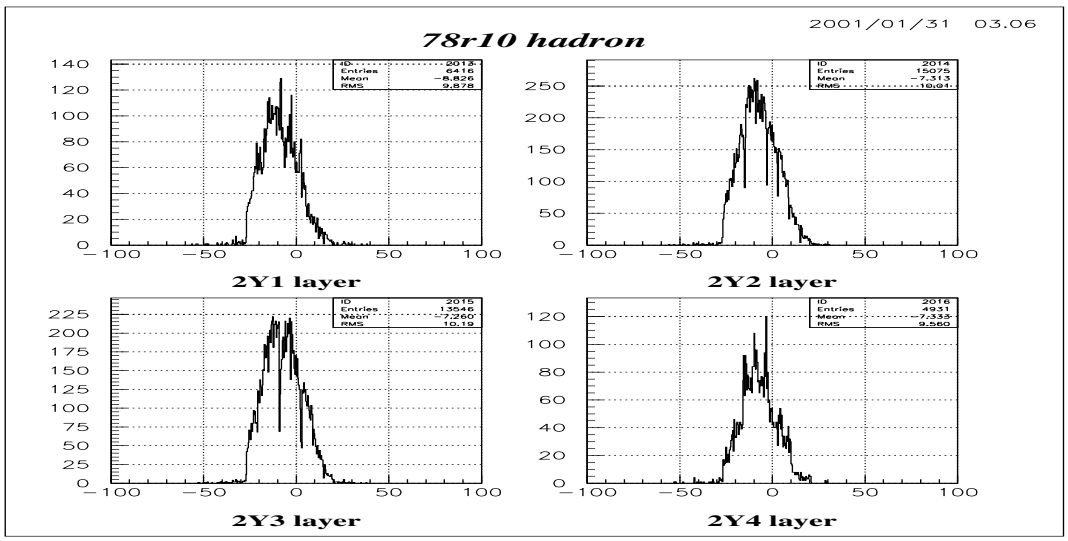


図 25: DC2Y

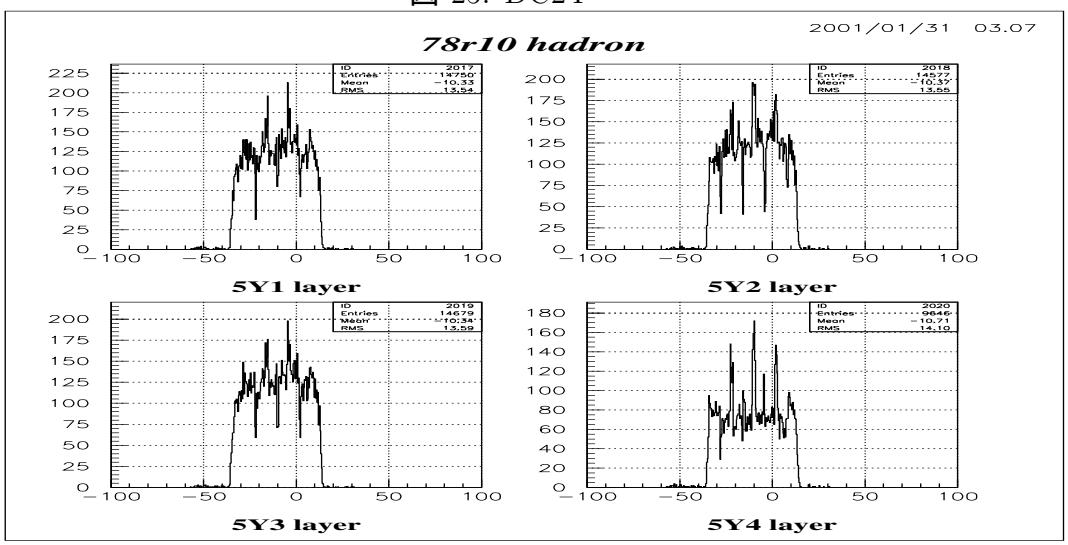


図 26: DC5Y

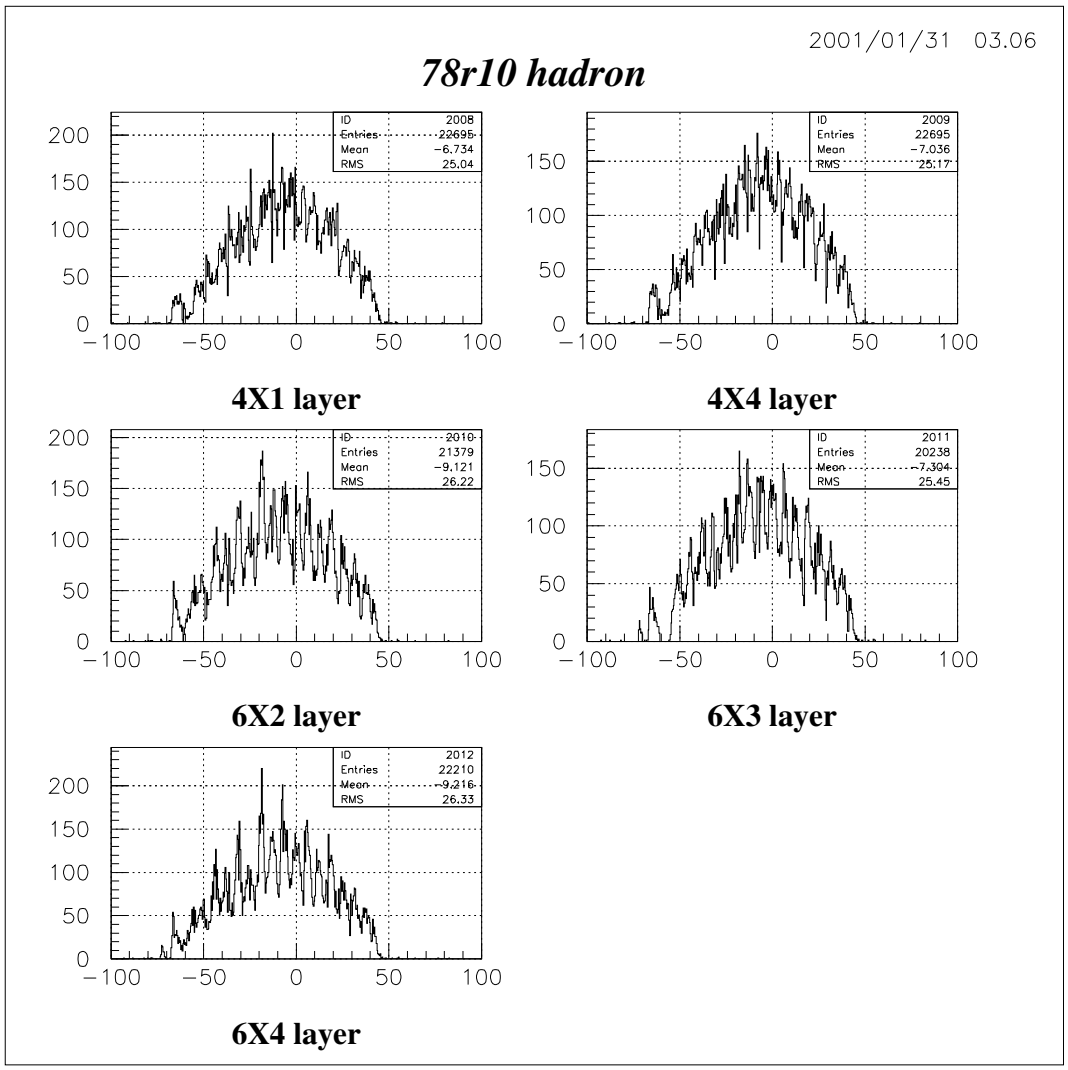


図 27: DC4X and DC6X

ずれの分布

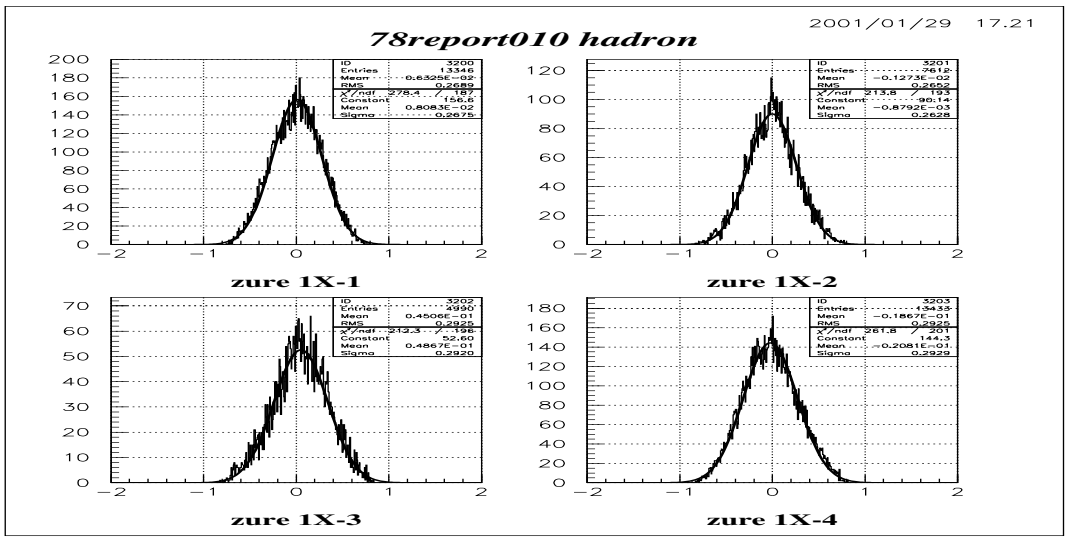


図 28: DC1X

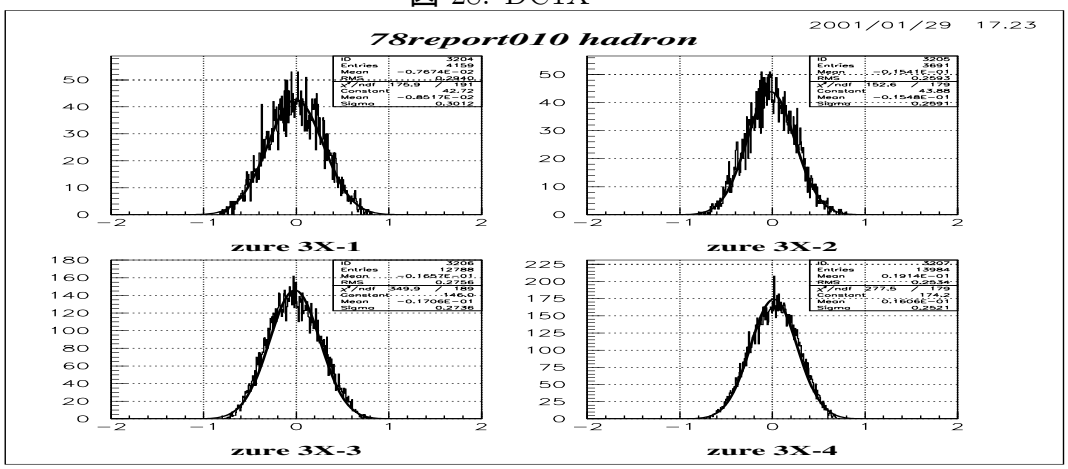


図 29: DC3X

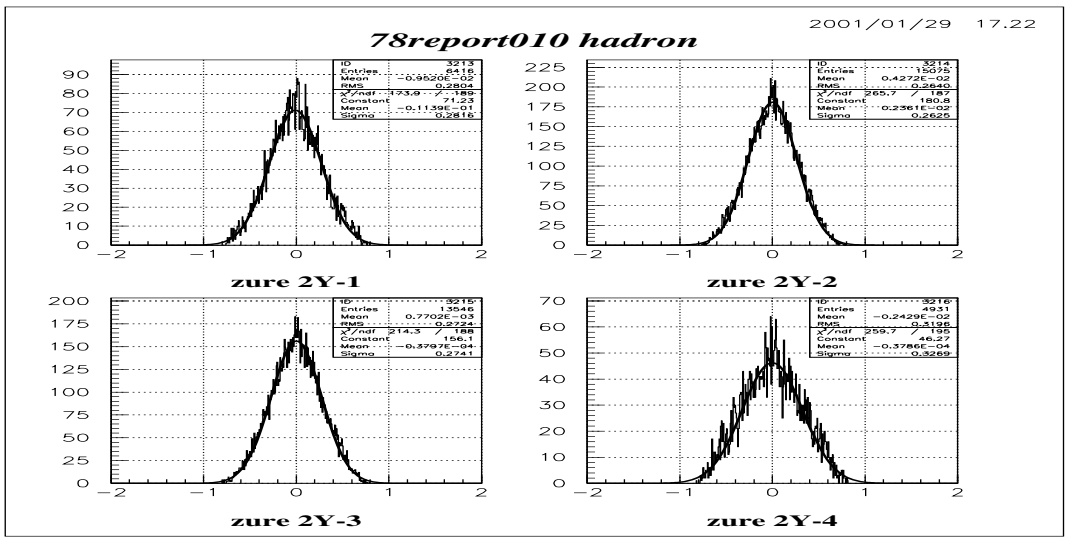


図 30: DC2Y

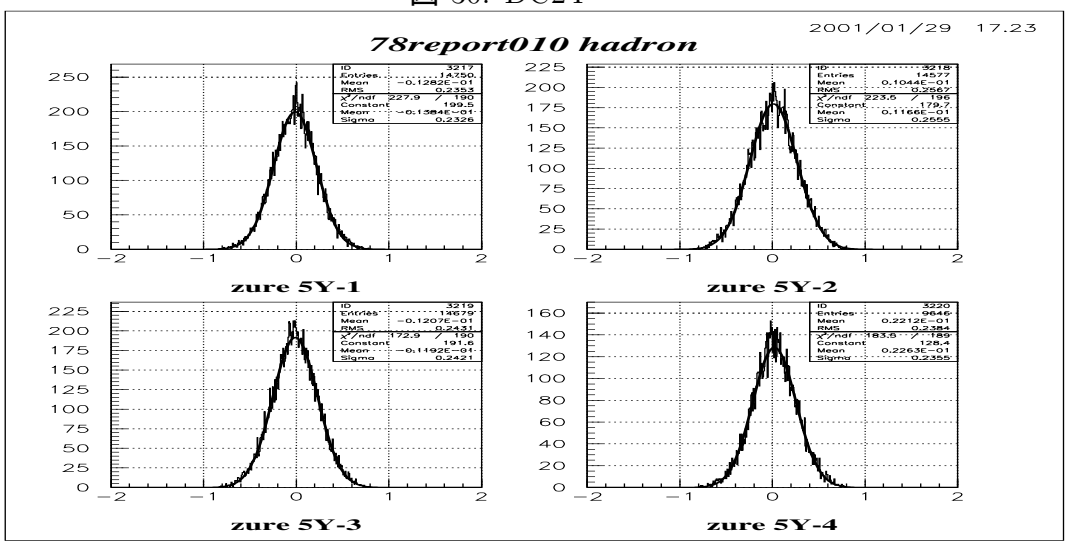


図 31: DC5Y

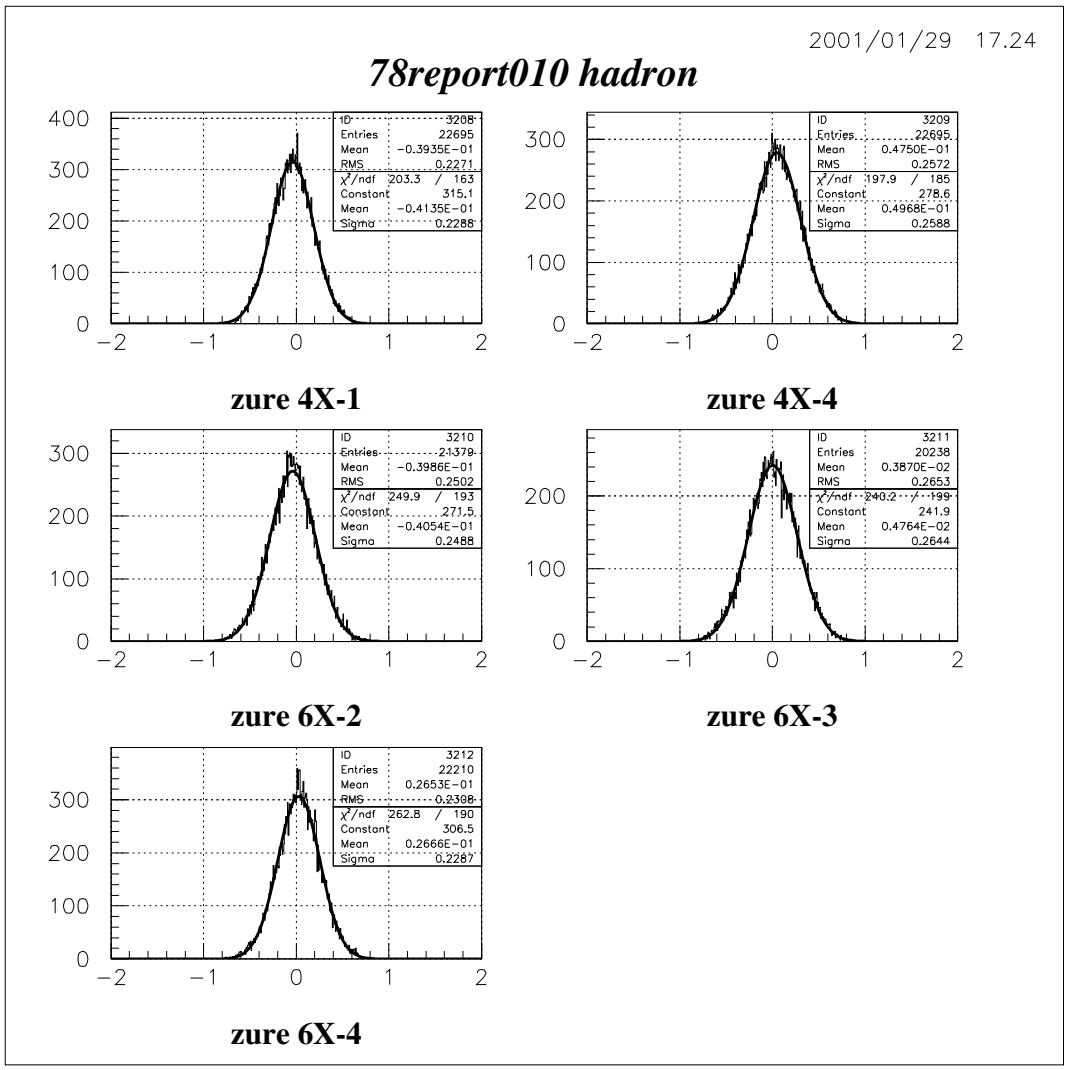


図 32: DC4X and DC6X

運動量

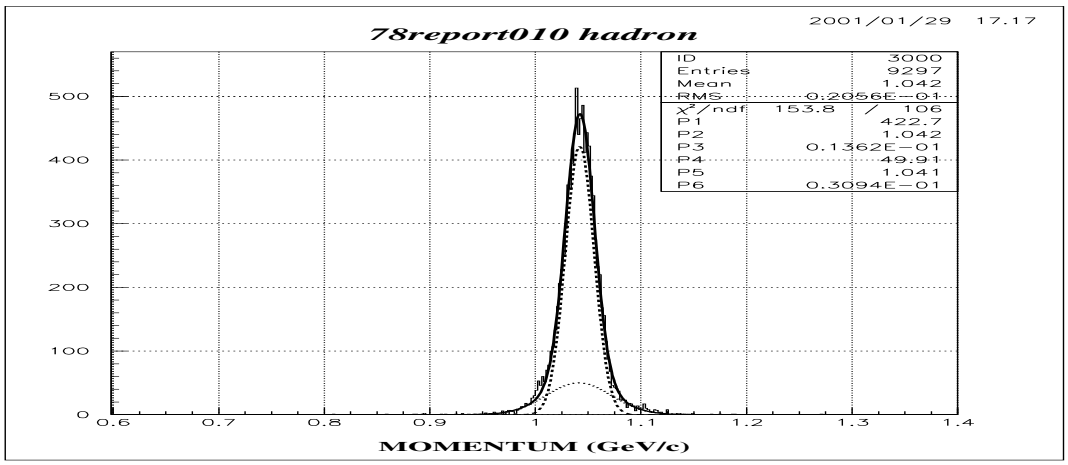


図 33: hadron

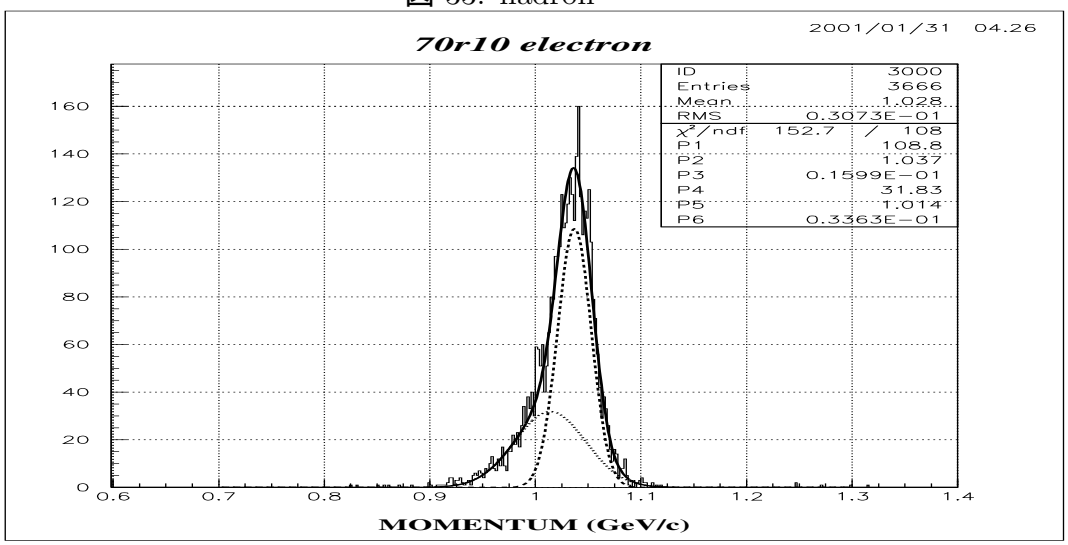
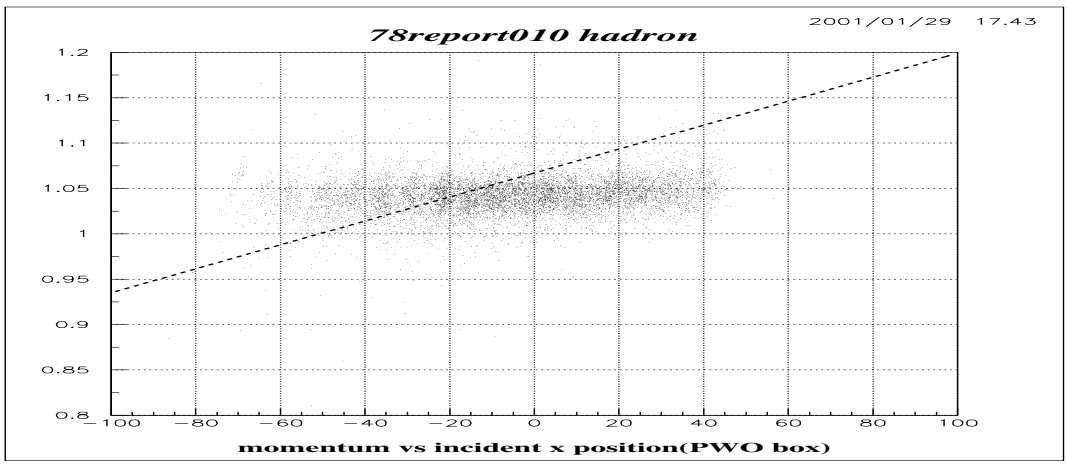


図 34: electron

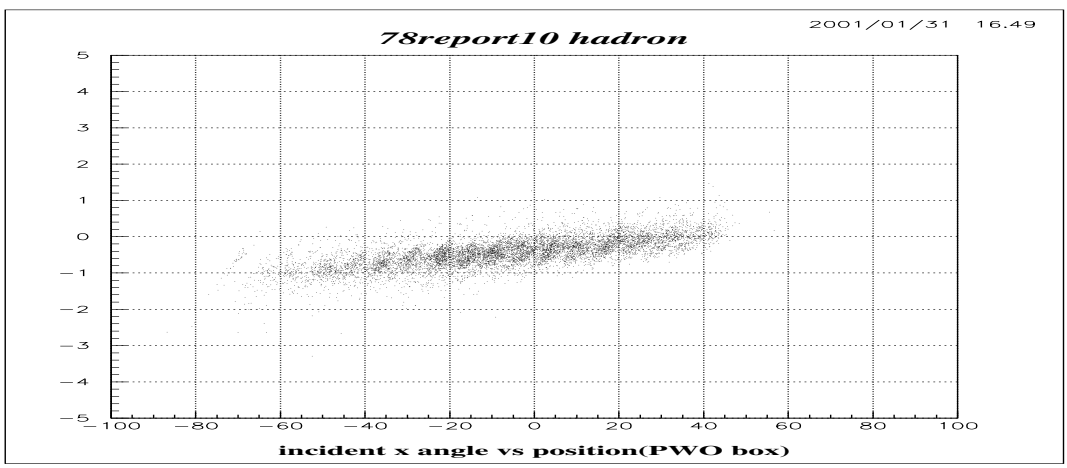
運動量と位置の相関

PWO ボックス前面に入射する位置と運動量の相関を見る。図中の線は Magnet 中心に角度 8.6 度 (ビームラインの罫書き上) で入射してきた荷電粒子の理論的な線である。



入射角度 (X) と入射位置の相関

PWO ボックスに入射するビームの角度と位置の相関を見る。



運動量と入射角度の相関

PWO ボックスに入射するビームの運動量と角度の相関を見る。

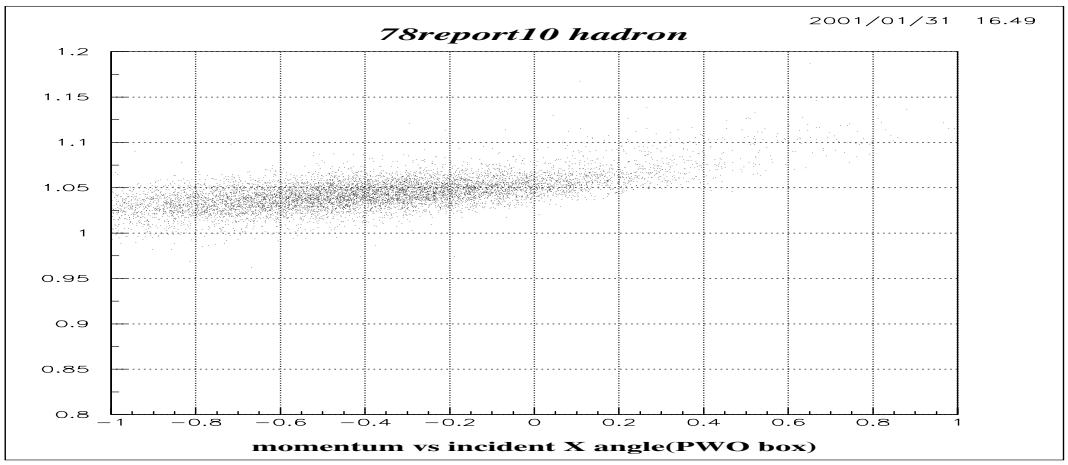


図 35: 運動量と入射角度 (X) の相関

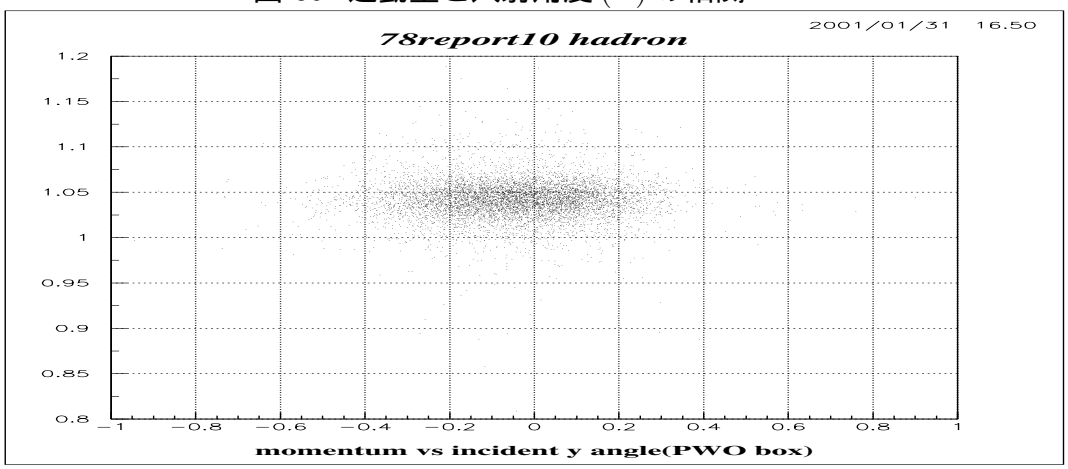
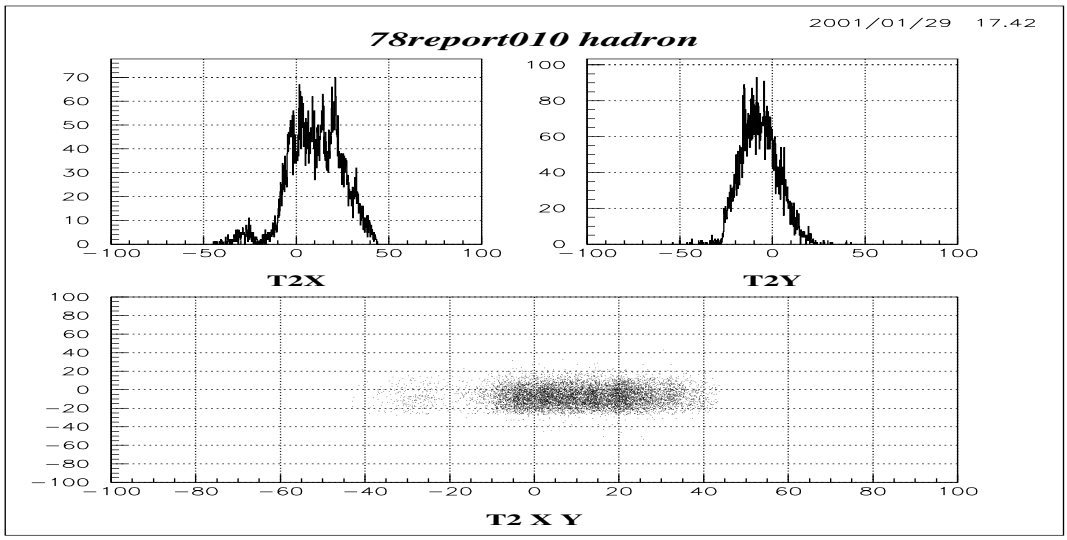


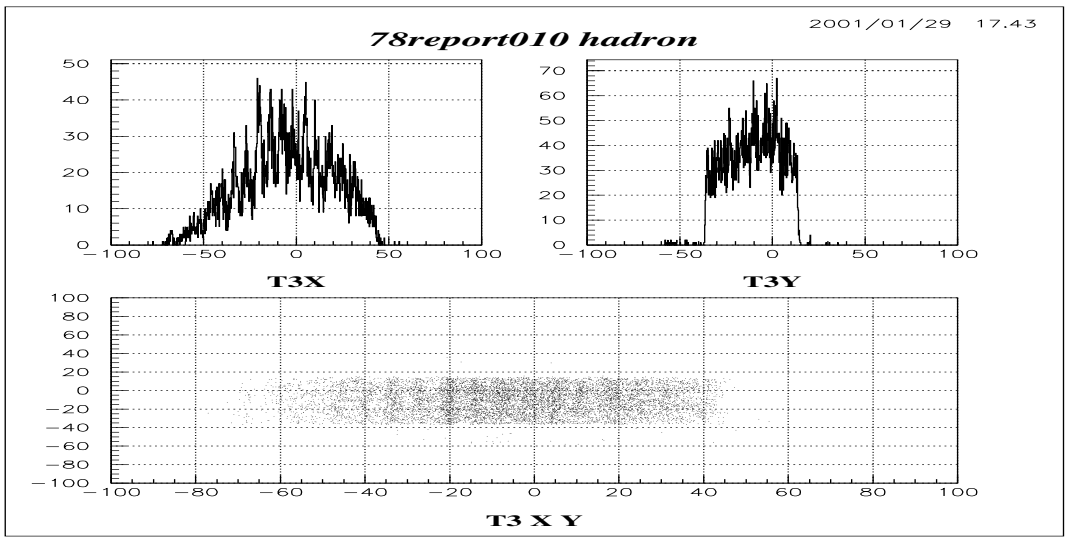
図 36: 運動量と入射角度 (Y) の相関

T2

T2 では X の広がりが 2 段になっているがこれはドリフトチェンバー 3X のワイヤの TDC のイベント数にかたよりがあるためである。



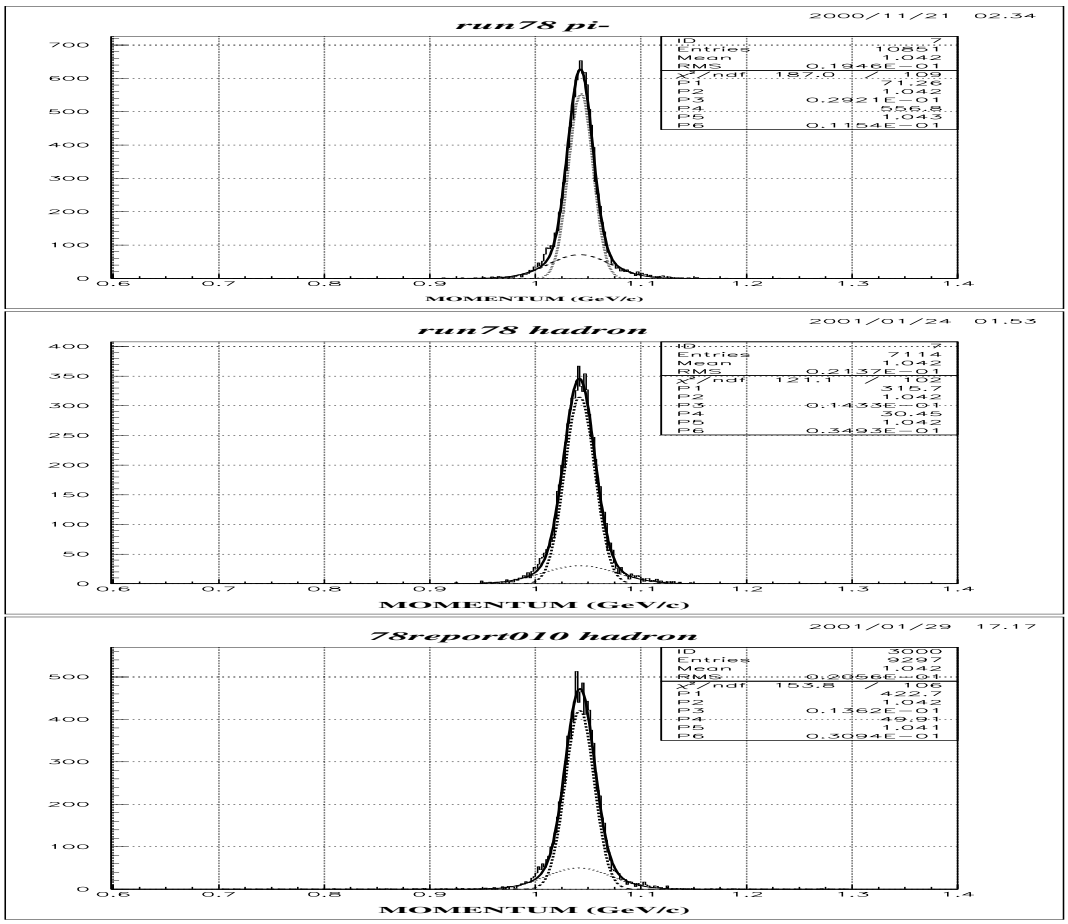
T3



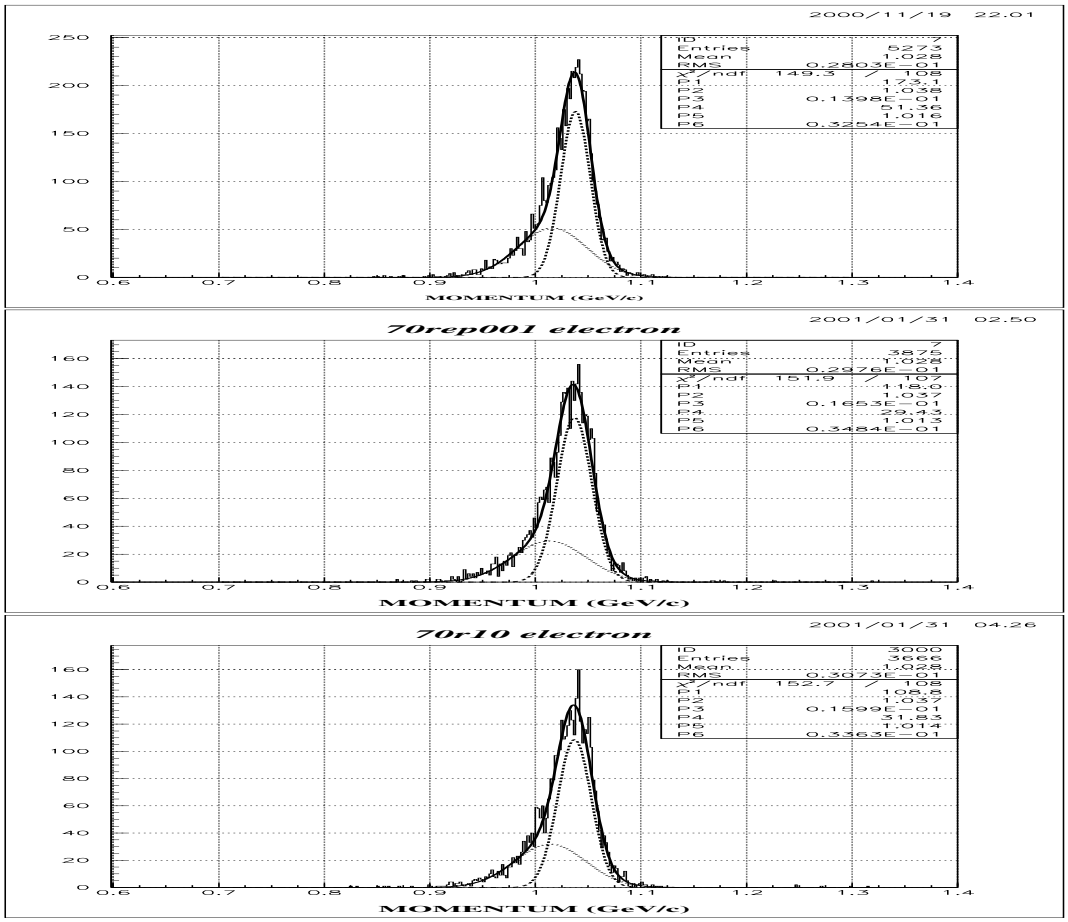
まとめ

ドリフトチェンバー TDC ヒストグラムのカットを入れる範囲を変化させていった時の σ の変化。

カットの条件	イベント数	シャープな成分の σ(ハドロン)
一番最初に決めていたカット	10851	0.01154
最初に調整して決定したカット	7114	0.01433
再び決定したカット	9297	0.01362



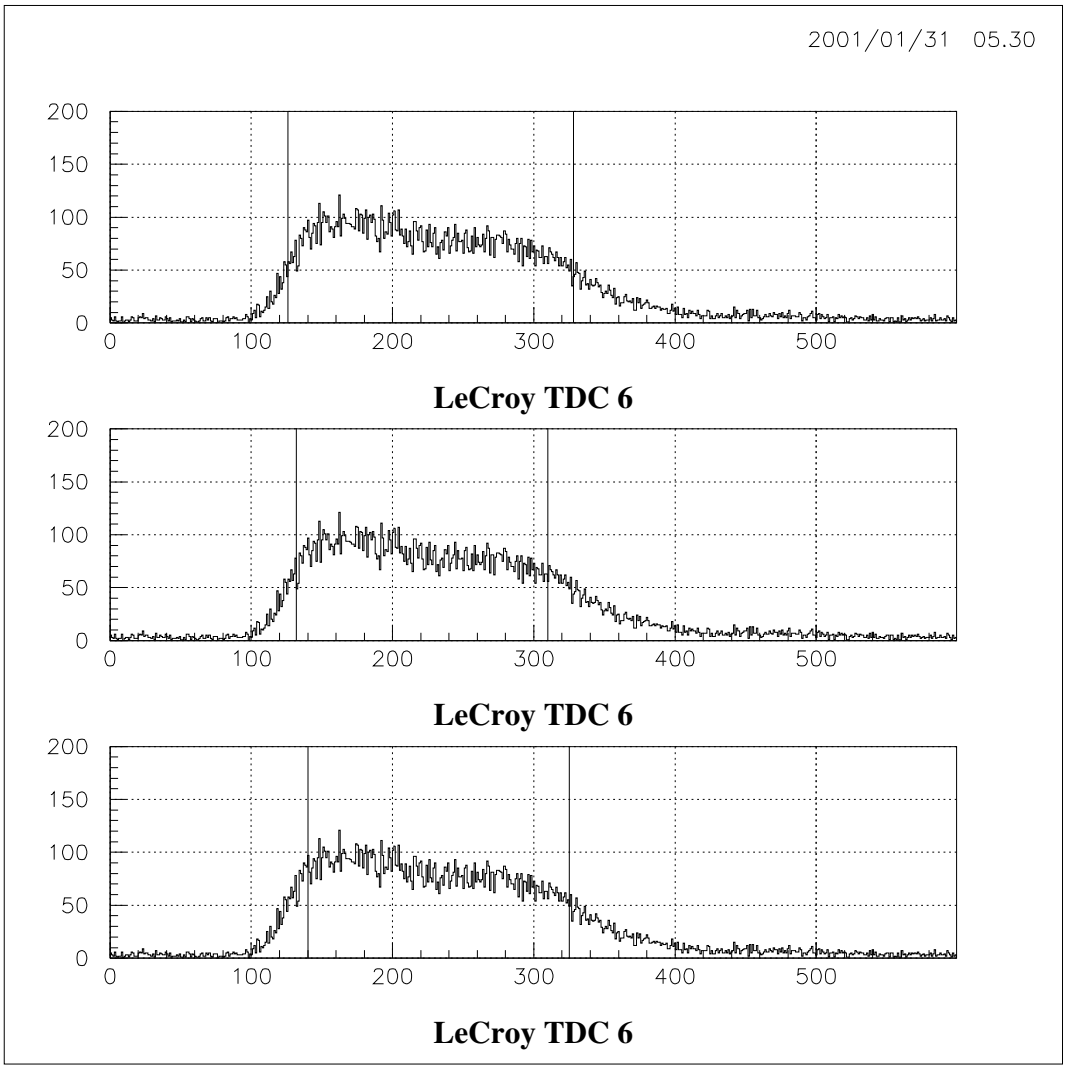
カットの条件	イベント数	シャープな成分の σ(エレクトロン)
一番最初に決めていたカット	5273	0.01398
最初に調整して決定したカット	3875	0.01653
再び決定したカット	3666	0.01599



σ だけを判断材料にするとカットする範囲を補正すると悪くなっているが、補正を入れることにより層のヒット分布が一様になった。

カットの変化

図の上段から順に最初に決めたカット、調整して決定したカット、再調整して決定したカットのヒストグラムである。



付録 (Magnet について)

$\pi 2$ ラインの分析電磁石 D5 は『8D240』である。つまり磁極幅が $50[mm] \times 8 = 400[mm]$、磁極間隙が $50[mm] \times 2 = 100[mm]$、磁極長 $50[mm] \times 40 = 2000[mm]$、のダイポールマグネットである。

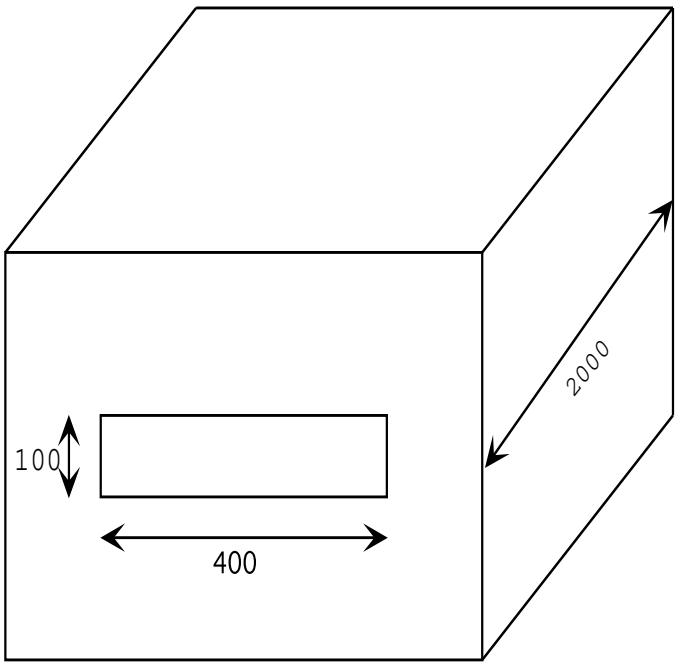
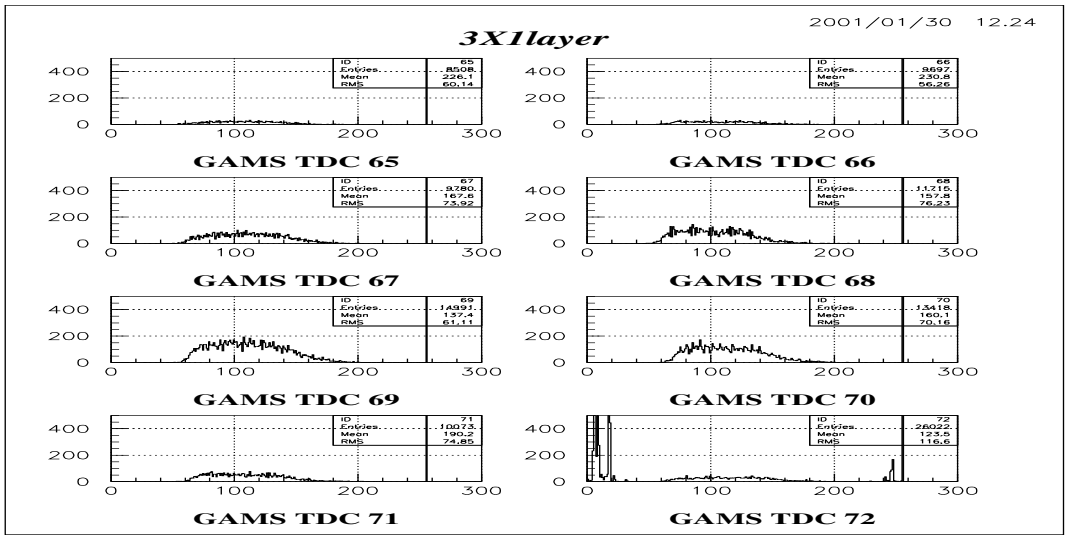


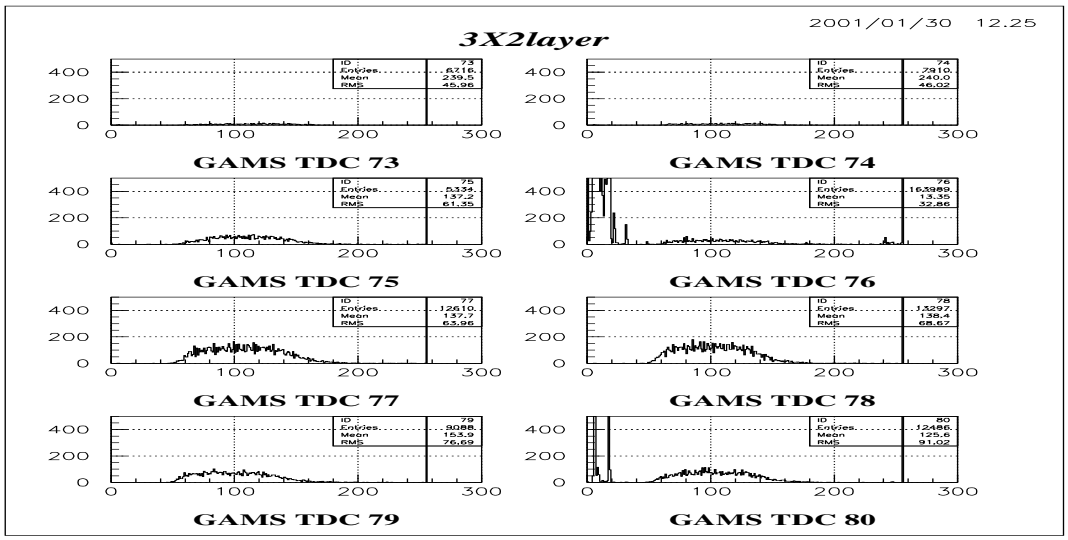
図 37: Magnet(8D240) の形状

付録 (run78 TDC 分布)

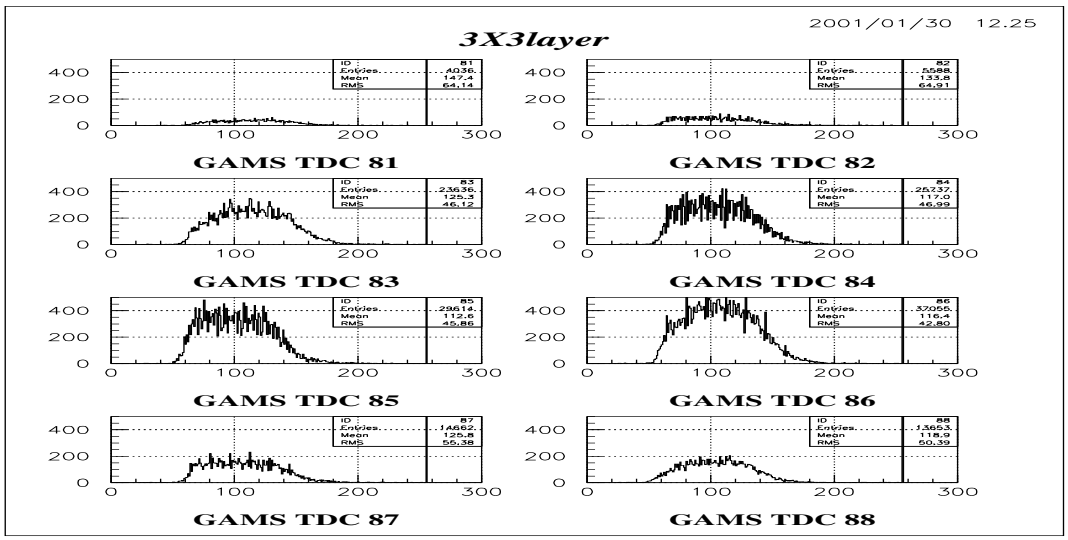
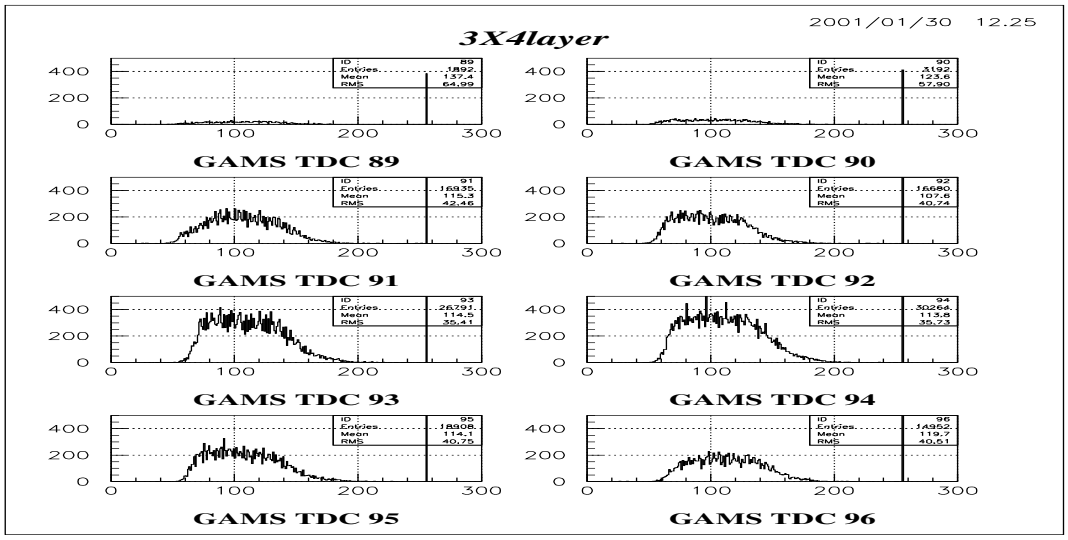
DC3X1 層目



DC3X2 層目



DC3X3層目



DC3X4層目