

# Drift Length Calibration

Yumi Aoki

August 16, 2019

## 1 研究の背景

LCTPC Asia グループは 2016 年に DESY にて TPC のテストを行った。チェンバーはムーバーを使ってリモートで動かすことができ、我々は座標を入力するだけで自動でムーバーを動かせる。しかし、ムーバーの座標とドリフト距離の対応づけは自分で行わないといけない。我々は次のようにドリフト距離を決定した。

1. カソードにビームを近づけていく
2. カソードにビームが当たった時のムーバーの座標を確認する
3. その時のドリフト距離を 568mm とする (チェンバーの長さ/ダミーモジュールの面がドリフト距離 0 (要確認))

この時のデータを「カソードヒットのデータ」と呼ぶことにする。

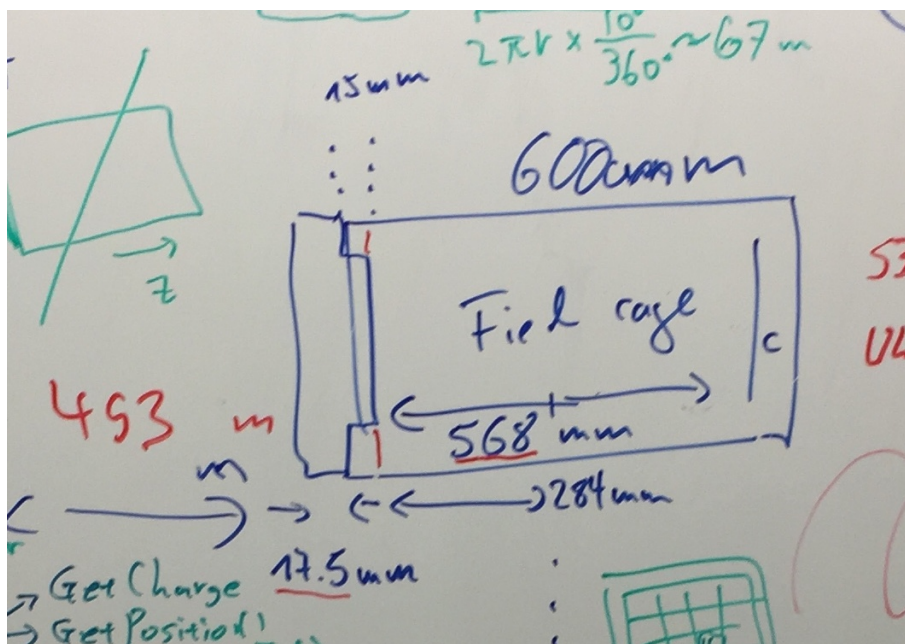


図 1:

## 2 問題点

1. 設置したモジュールはダミーモジュールの面より外側にはみ出しているため、ダミーモジュールの面から最初の AmpGEM までの距離を足す必要がある
2. ビームをカソードに当たたとしても、ビームには 1cm ほど太さがあり、角度のふらつきもあるので、正確ではない。補正をする必要がある。

### 3 研究目的

正確なドリフト距離を算出する。

### 4 研究内容・結果

#### 4.1 問題点1 に関して

フィールドシェーパーの厚みは6.9mm。Gate/フィールドシェーパーから1枚目の Amp GEM までは2mm。よってチェンバー（フィールドゲージ）の長さに8.9mmを足す必要がある。

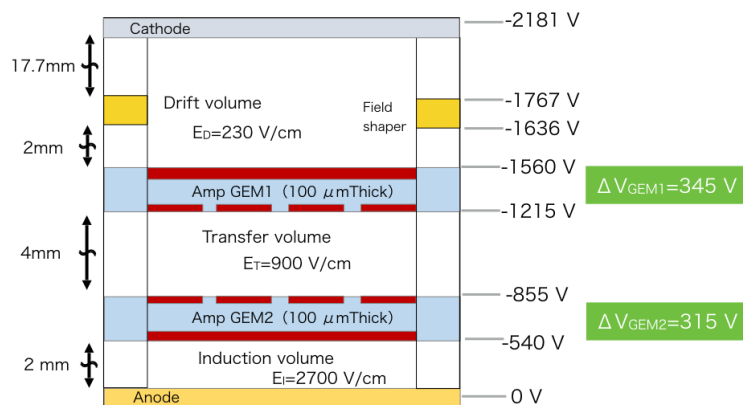


図 2:

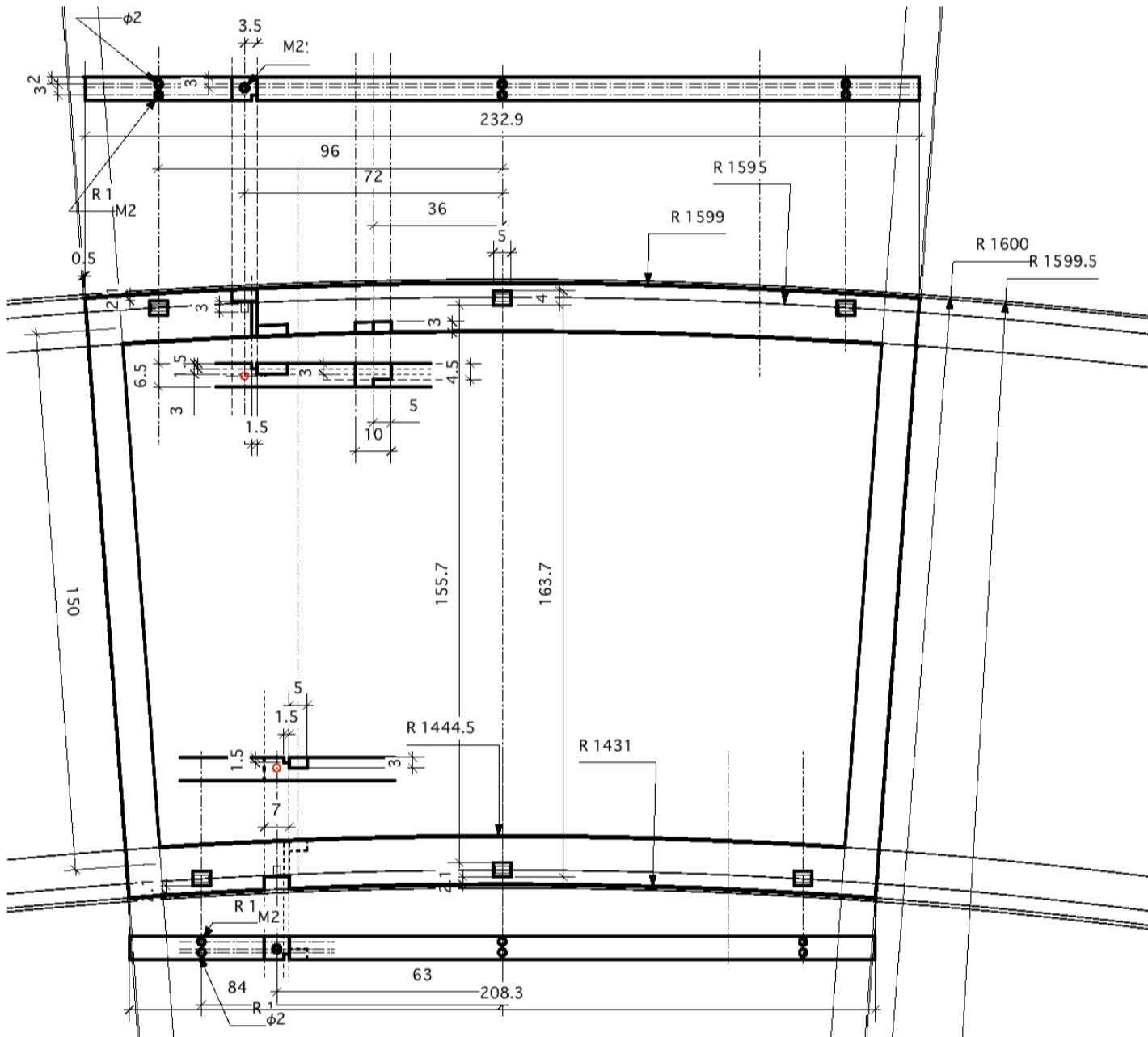


図 3:

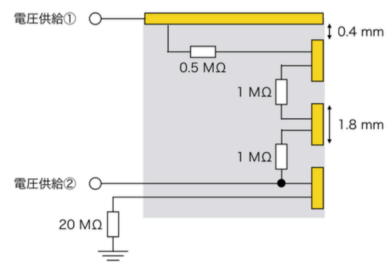
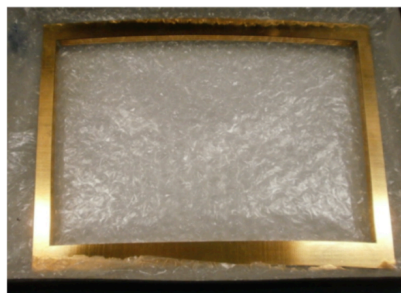


図 19: 左: フィールドシェーパー 右: フィールドシェーパーの構造 (図の右側がフィールドシェーパーの内側)

図 4:

## 4.2 問題点 2 に関して

### 4.2.1 DESY test facility でのセットアップ

まず問題点を明確にするために、DESY Test facility の状況を確認する。

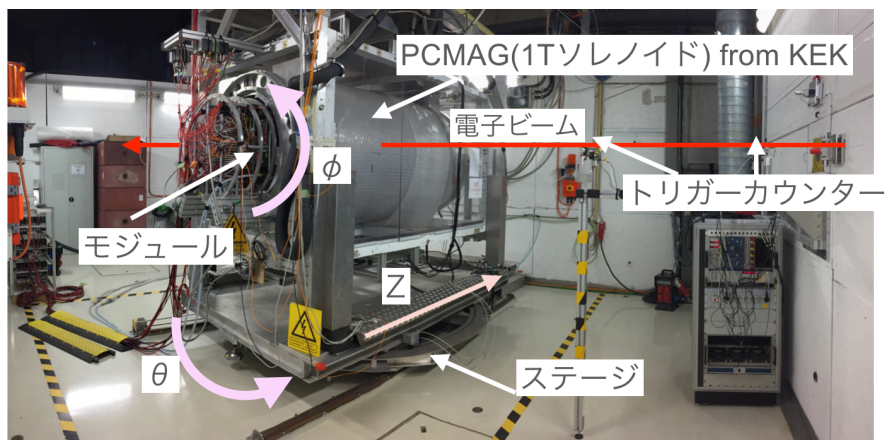


図 5:

ビームは2つのトリガーカウンターを通り、テストチェンバーに入る。トリガーは1cm角ほどが重なっていて重なっている部分にビームが通った時だけパルスを出すようになっている。2つのトリガーからパルスが同時に観測された時だけビームが入った、と認識される。



図 6: 2つのトリガーを正面から見た図

トリガー条件を満たすと data taking が開始される。(この辺りのことは正確にはわからない/要確認)。荷電粒子がテストチェンバーに入り、ガス中で電離された種電子がアノードに届き、読み出しエレキに記録される。

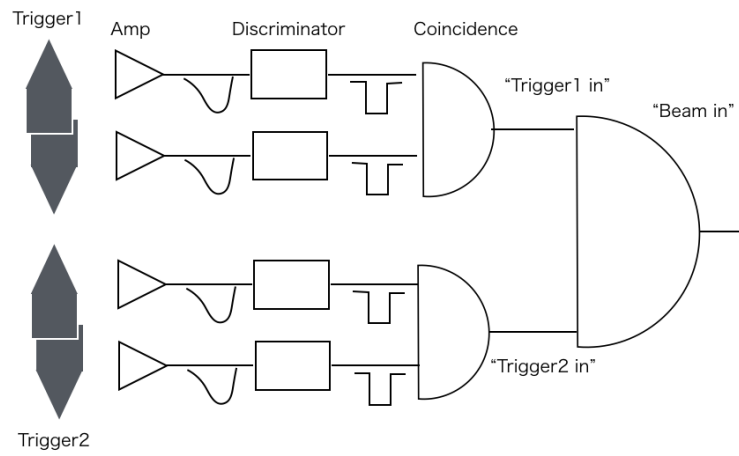


図 7: トリガーの仕組み

#### 4.2.2 MarlinTPC でのドリフト時間測定の仕事

ビーム中の荷電粒子がトリガー条件を満たし、クロックが作動してから信号がアノードに届き、読み出しエレキに記録されるまでの時間が NTuple に「dt」として記録されている。

dt の形はトリガーとビームの傾きによって決まる。垂直入射のビーム（傾きがない）場合、dt は完全にトリガーの大きさと同じになるはずなので、図 8 のようになる。赤い点線で囲った四角がトリガーの有感範囲である。（ドリフト速度はすべての場所で一定とする）

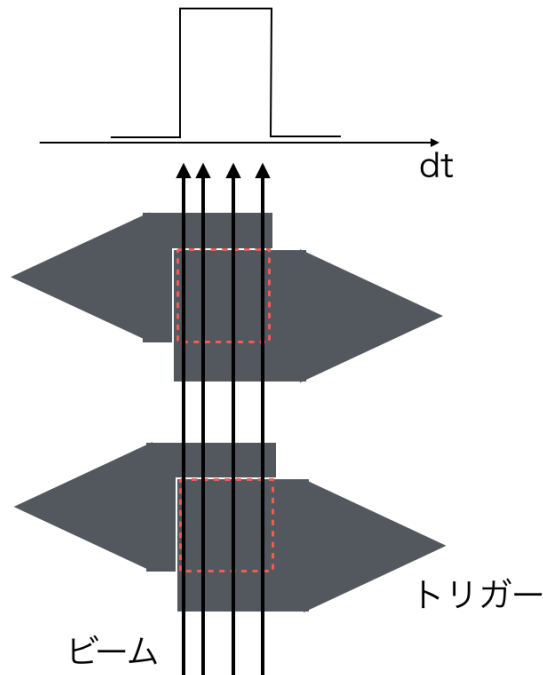


図 8:

しかし実際にはビームには傾きがある。よって図 9 のようになる。赤い星印の部分は、ビームの傾きによって、ビームがトリガーの幅よりもはみ出した部分に届くために現れている。青い星印の部分は、もとのシグナル（図 8）より数が減っている。これは、トリガーの端のあたりを通るビームがわずかな傾きの差でトリガーにかかるものとかからないものが出てくるためである。

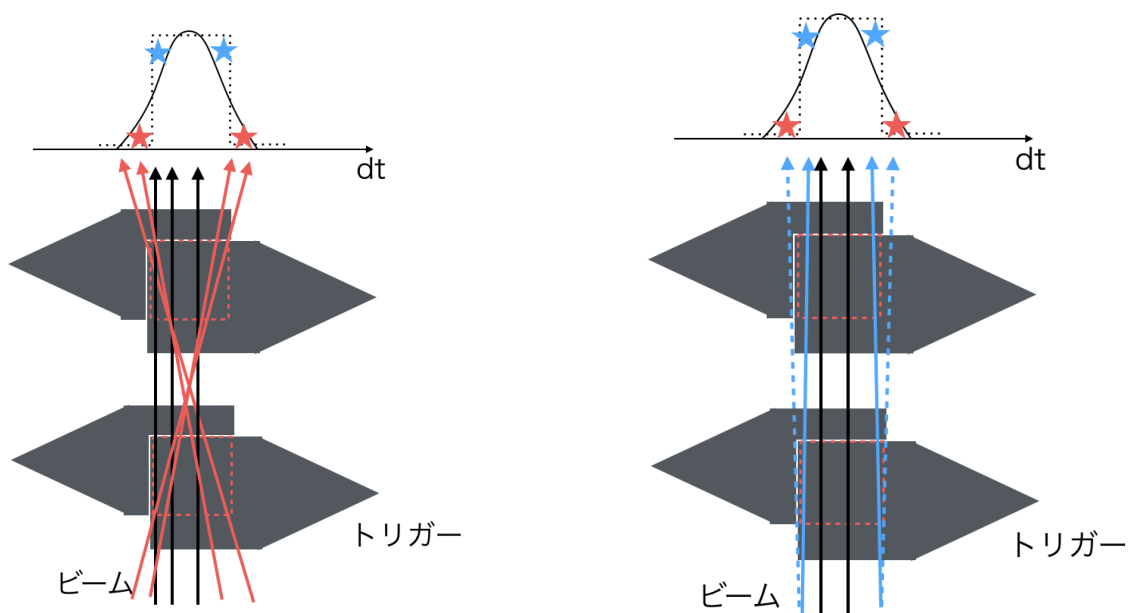


図 9: キャプション

このビームの傾きに加え、ドリフト速度や diffusion のばらつきによって、Z resolution の大ききく  
らい信号がバラつく。以上が一般的な dt のグラフの形についての考察である。

カソードヒットのデータに関しては、これに加え、カソードにビームが当たることによる変化がある。  
理想的には、カソードに当たった部分だけが信号が見えなくなり、図 10 のようになっているはず。

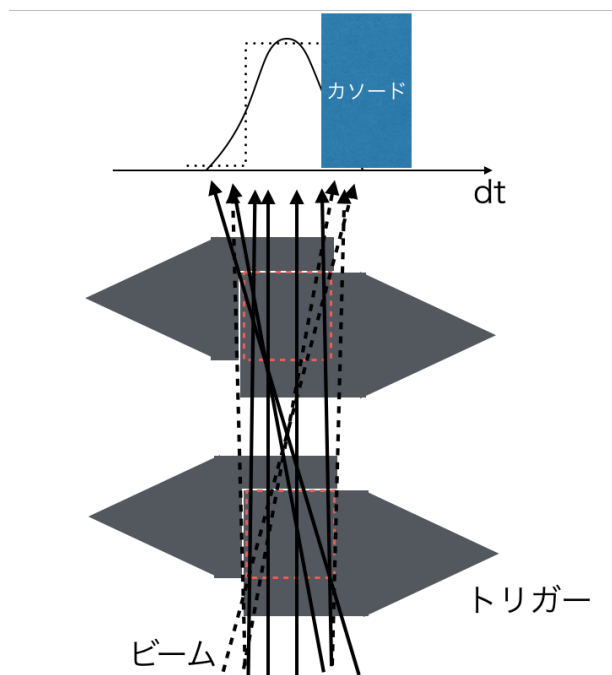


図 10:

しかし、ビームが正確にカソードに平行で、しかもカソードに非常に近いというトラックは数が少  
ないため、カソードに近い部分の信号の数は少なくなる。

以上のことを考慮すると、カソードヒットの dt のグラフは図 11 のようになる。

(補足) marlinTPCの解析では、トラックが引けたデータのみを解析している。xml ファイル (reconstruction\_libo\_t  
の MyTrackMakingKalmanFilterProcessor では、「ヒット点が 10 点以上あるデータのみトラックを引  
く」という条件がかかっている。よって図 12 の左図のようなヒット点が 10 点以下である (=row9 まで  
ヒット点ができていない) トラックは除外される。右図はヒット点が 10 点以上であるので記録される。

#### 4.2.3 Drift length calibration

**カソードヒットのドリフト時間の定義** カソードヒットのデータのドリフト時間を  $t_c$  とおく。前項での  
考察より、 $t_c$  はカソードヒットのデータの dt の右端と定義するのが妥当である。なぜなら右端の部分  
がもっとも cathode に近いトラックが通った時の dt であると考えられるからである。

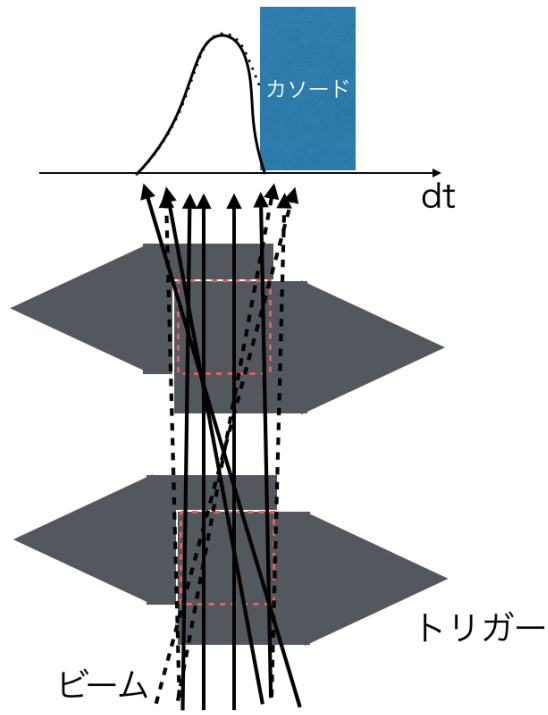


図 11:

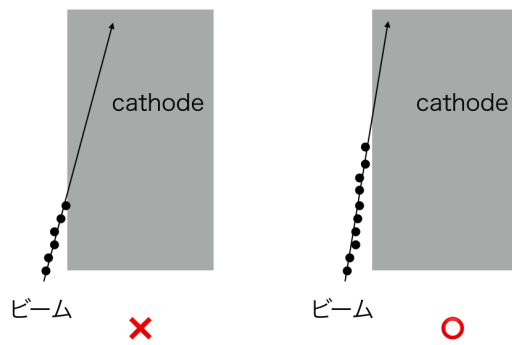


図 12:

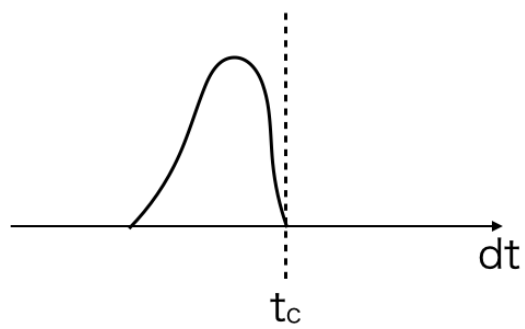


図 13:



**Calculation of drift velocity** For deciding cut of drift velocity, I checked tangent  $\lambda$ . ドリフト velocity を悪くする可能性があるのは  $\theta$  方向のふらつきと考えられるので helix の面からの傾きを表す helix parameter,  $\tan \lambda$  にカットを入れるのが reasonable であると考えられる。その結果、ほとんど  $\theta$  方

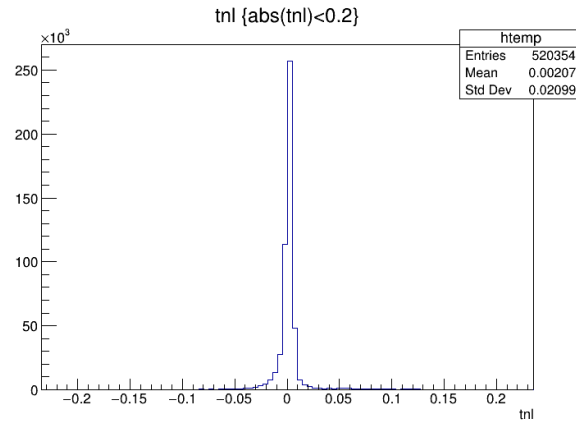


図 14: The principle of deciding cut of incident  $\phi$

向の傾きはないことがわかった。よって drift velocity には、トラック数 1、ndf=40 のカットのみを入れることにした。

カソードヒットのデータを取った直前・直後のデータセットを使ってドリフト速度を求めることが望ましい。

表 1:

	範囲	cathode hit data	run set using calc drift velocity
測り始めてから 3cm ずれるまで	19717 to 19865	19666	19678 to 19667
3cm ずれてから チェーン抵抗をいれるまで	19866 to 19916	nothing	19881 to 19895
チェーン抵抗をいれてから Gate での測定終了まで	19920 to 20000 くらい	19971	19985 to 19972
FS での測定	20041 to last	20057, 20058	20041 to 20059

**Data set using analysis** ただし、19881 to 19895 は  $\phi = -20^\circ$  のデータであるが、drift velocity を算出するには  $\phi$  角度は問題ないと考えられる。

**Method of calibration** ドリフト velocity:  $V$  を使うと、以下の式が成り立つ。

$$V \times (t_c - t_0) = 56.8cm + 0.89cm$$

ここで、 $t_0$  はビームが (ほぼ) 1 枚目の増幅 GEM を通った時の dt である。つまり、この式はカソードから増幅 GEM までの距離を表す。未知数は  $t_0$  のみであるので、この等式から  $t_0$  が求まる。

さらにドリフト距離  $X_i$  そのときの  $dt = t_i$  を使うと、補正すべき長さ  $\Delta$  が求まる。

$$\Delta = V(t_i - t_0) - X_i$$

使用したデータ (チェーン抵抗をいれてから Gate での測定終了まで) 図 15 に基づいて run19971 に

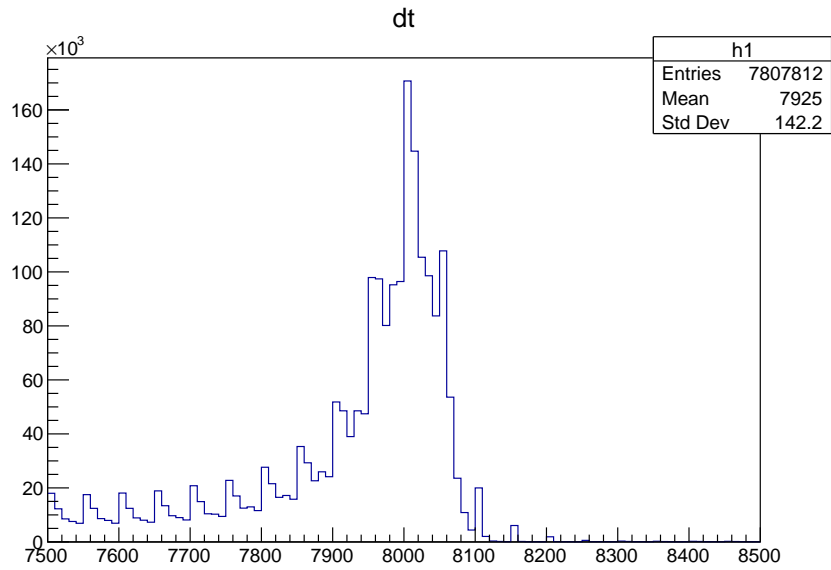


図 15: The dt graph of run19971

おける  $t_c$  を 8130 とした。

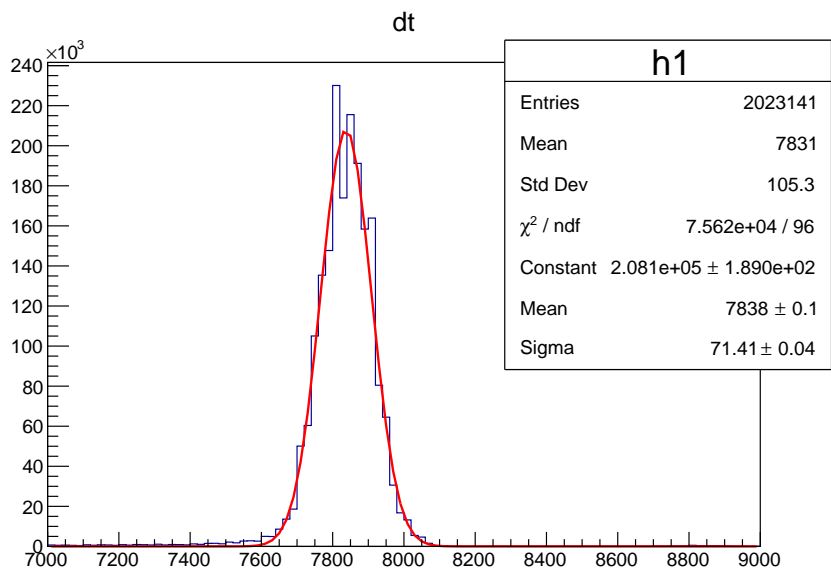


図 16: The dt graph of run19972

ドリフト距離  $X_i=55\text{cm}$  のときの  $dt = t_i$  を図 16 に基づき 7838 とした。  
drift velocity は  $1/134.6 = 74.3$  とした。

Graph

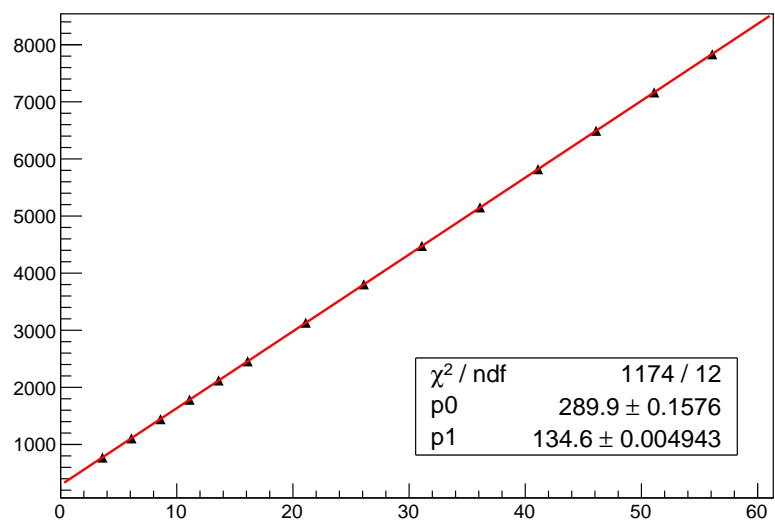


图 17: The drift velocity of run19985

(FSでの測定) 図 18 に基づいて run20057 における  $t_c$  を 8290 とした。

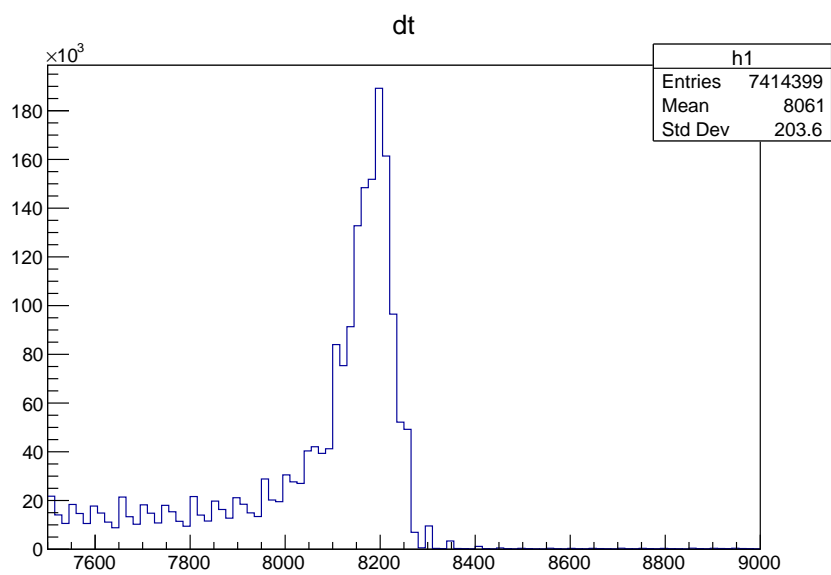


図 18: The graph of run20057

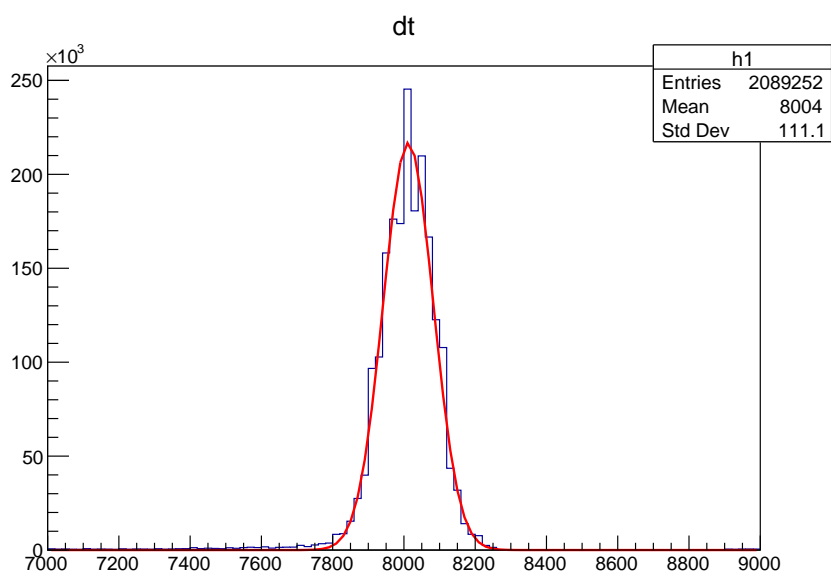


図 19: The graph of run20055

ドリフト距離  $X_i=55\text{cm}$  のときの  $dt = t_i$  を図 19 に基づき 8004 とした。  
drift velocity は  $1/137.5 = 72.7$  とした。

Graph

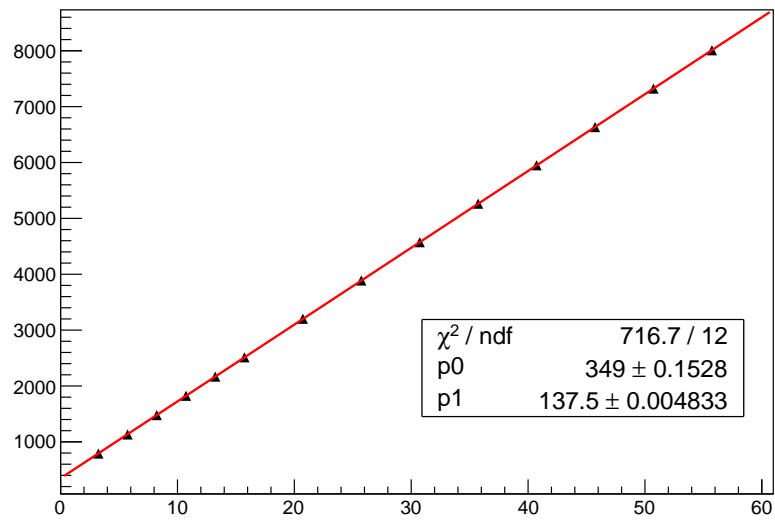


图 20: The drift velocity of run20055

(測り始めてから 3cm ずれるまで) 図 21 に基づいて run19666 における  $t_c$  を 8020 とした。

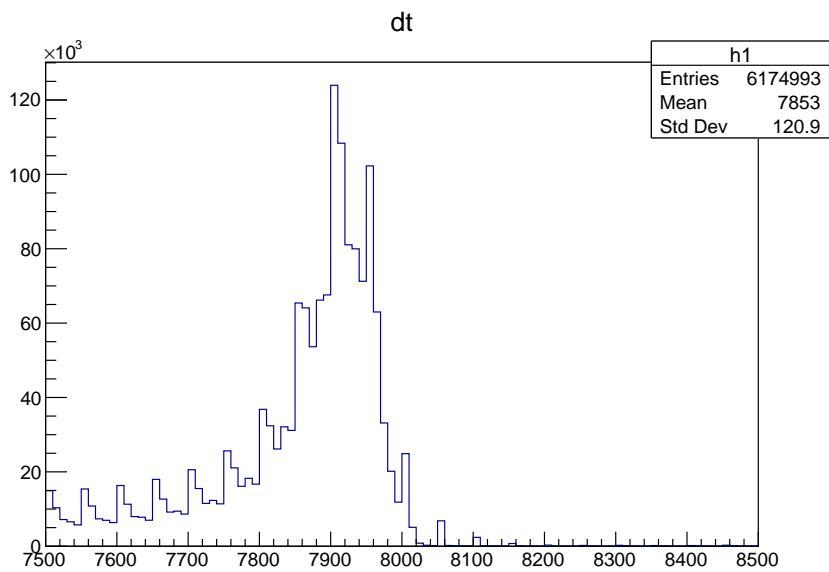


図 21: The graph of run19666

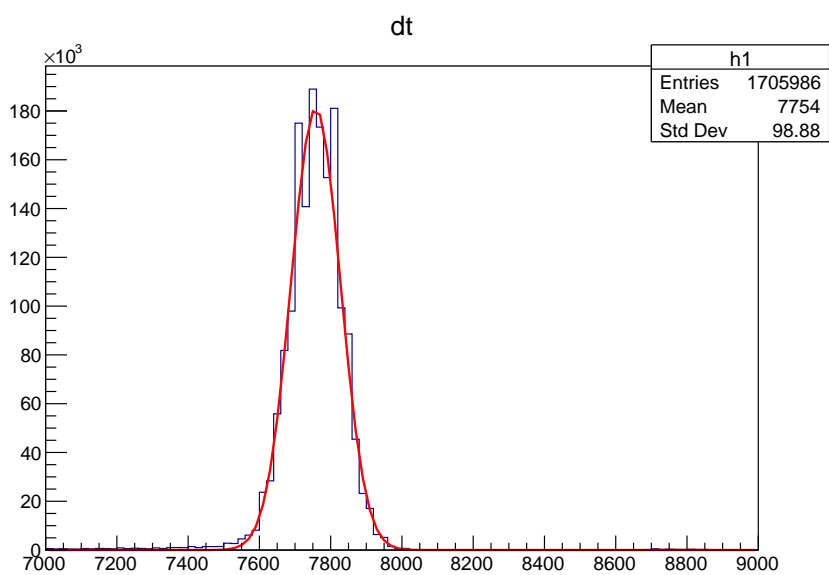


図 22: The graph of run19667

ドリフト距離  $X_i=55\text{cm}$  のときの  $dt = t_i$  を図 22 に基づき 7754 とした。  
drift velocity は  $1/133.0 = 75.2$  とした。

Graph

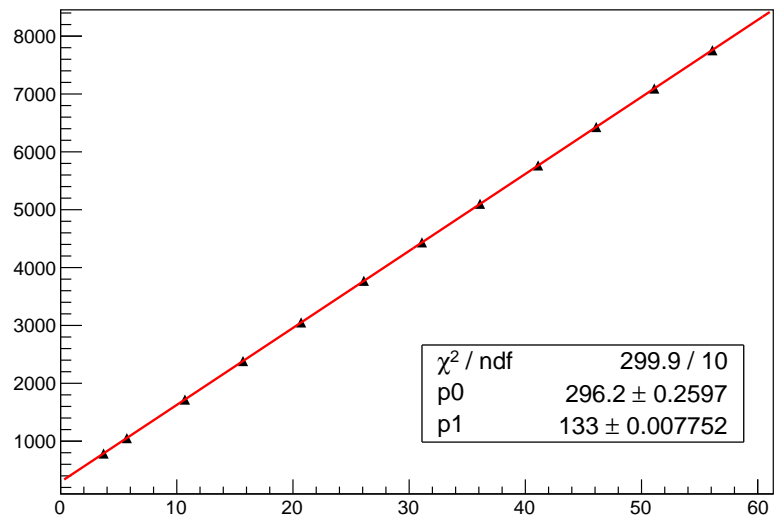


图 23: The drift velocity of run19667

**結果** 結果を表 2 にまとめる。

表 2:

	t0	drift velocity[ $\mu\text{m}/\text{ns}$ ]	補正すべき drift length
測り始めてから 3cm ずれるまで	347.23	75.188	0.69
3cm ずれてからチェーン抵抗をいれるまで			
チェーン抵抗をいれてから Gate での測定終了まで	364.926	74.2942	0.520609
FS での測定	357.625	72.7273	0.61