

ELPHビームテストのINTTラダー性能評価

2023/1/24

NWU M1 杉山由佳

2021 ELPH Beam test

2021年に東北大ELPHでビームテスト実験が行われた。

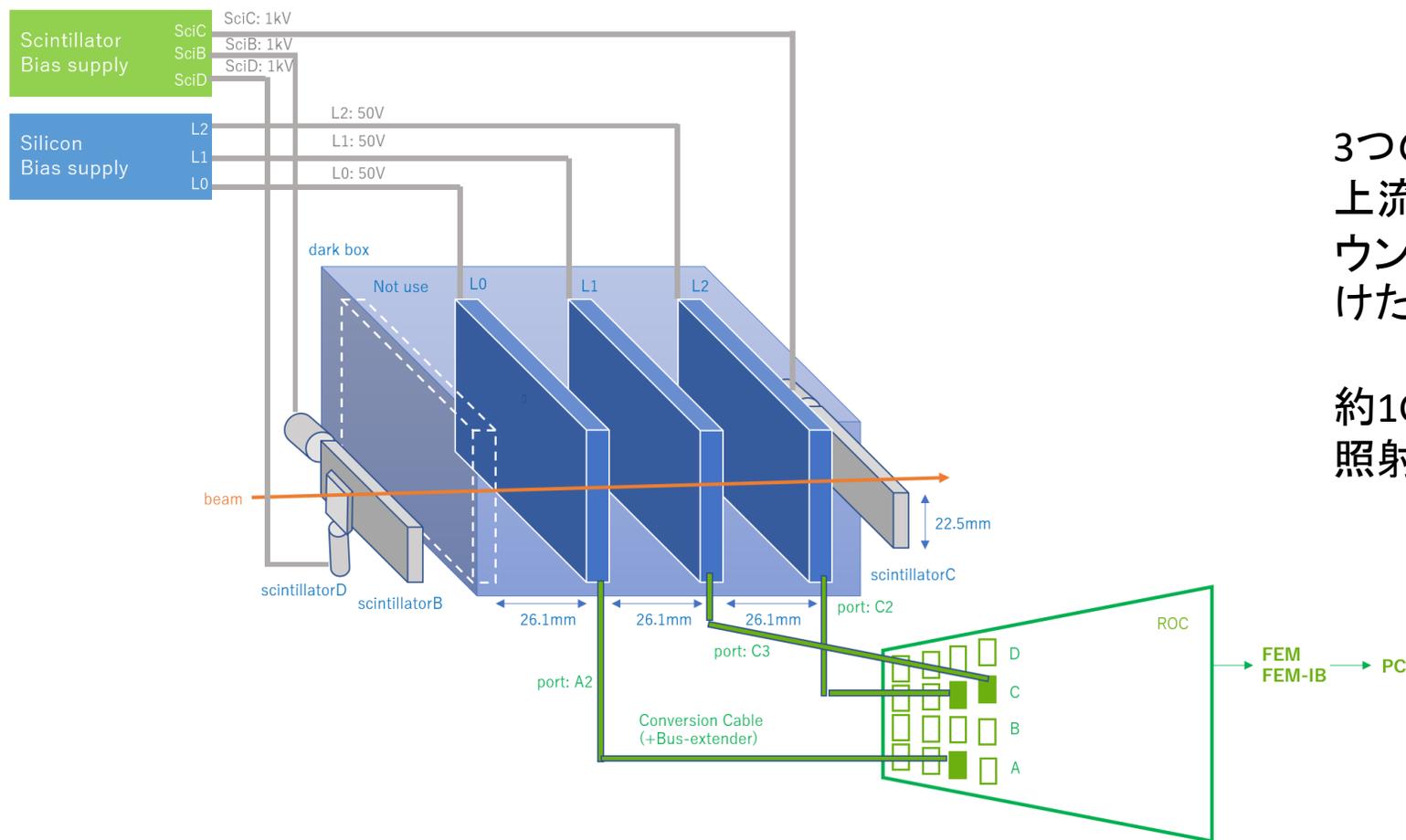
目的は、量産ラダーの性能評価(検出効率・MIPピーク・ノイズ混入量)である。

私はMIPピークとノイズ混入量などのDACスキャン解析を担当している。



ビームテスト実験の様子

Setup



3つのINTTハーフプレーンを使い、それらの上流と下流に計2つのシンチレーションカウンタを外部トリガー検出器として取付けた。

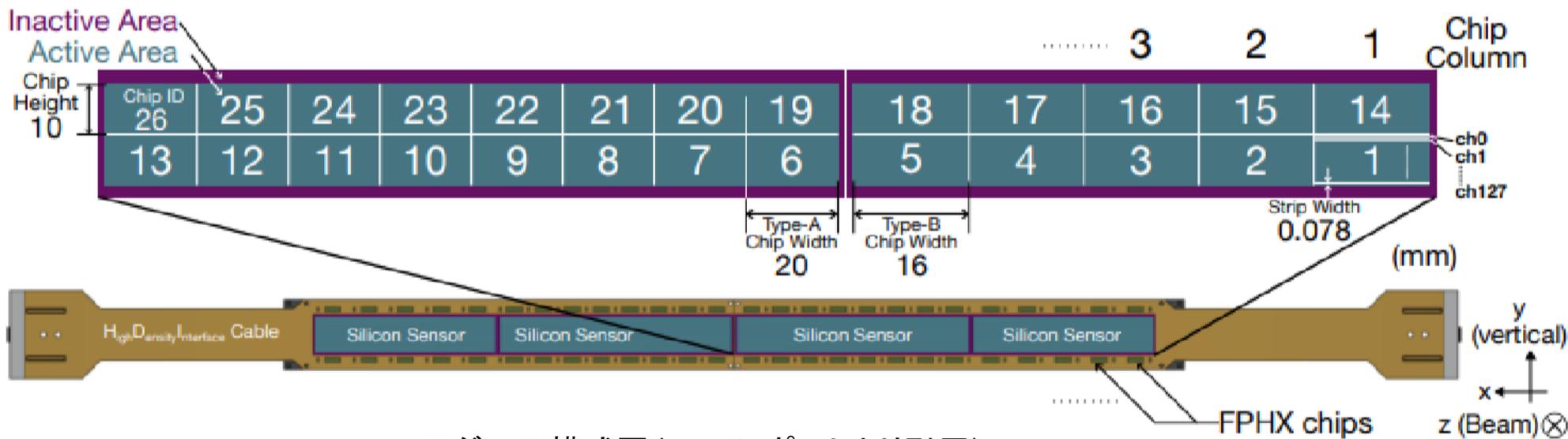
約1GeVの運動量をもつ陽電子ビームを照射した。

INTT ladder and FPHX chip

INTTラダー:

シリコンストリップセンサー、FPHXチップ、HDIケーブル、CFCステーブで構成される。

1つのセル(chip)から信号を読み、信号電圧を3ビットのADCに変換する役割。
chip1個につきFPHXチップ1個。



INTTラダーの模式図(ELPHレポートより引用)

FPHX chip

FPHX chip:

荷電粒子などの検出時、信号の電圧値に比例した256段階のDAC値が与えられ、ADC=0-7までの値が割り振られる。

通常、DAC設定={15,30,60,90,120,150,180,210}だが、エネルギー分解能がよくない。

設定を変更すれば、狭い範囲での正確なエネルギー損失曲線が得られる。

DAC	ADC
15	0
30	1
60	2
90	3
120	4
150	5
180	6
210	7

任意に設定可能

DAC値210にADC=7が割り振られる

DAC scan

DACスキャンの目的は、DAC範囲全体で正確なエネルギー損失曲線からMIPピーク・信号とノイズの割合を求めることである。

DAC設定は以下で、計8回測定を行った。

	DAC0 (ADC=0)	DAC1 (ADC=1)	DAC2 (ADC=2)	DAC3 (ADC=3)	DAC4 (ADC=4)	DAC5 (ADC=5)	DAC6 (ADC=6)	DAC7 (ADC=7)
Run ₈₋₃₆	8	12	16	20	24	28	32	36
Run ₂₈₋₅₆	28	32	36	40	44	48	52	56
Run ₄₈₋₇₆	48	52	56	60	64	68	72	76
Run ₆₈₋₉₆	68	72	76	80	84	88	92	96
Run ₈₈₋₁₁₆	88	92	96	100	104	108	112	116
Run ₁₀₈₋₁₃₆	108	112	116	120	124	128	132	136
Run ₁₂₈₋₁₅₆	128	132	136	140	144	148	152	156
Run ₁₄₈₋₁₇₆	148	152	156	160	164	168	172	176

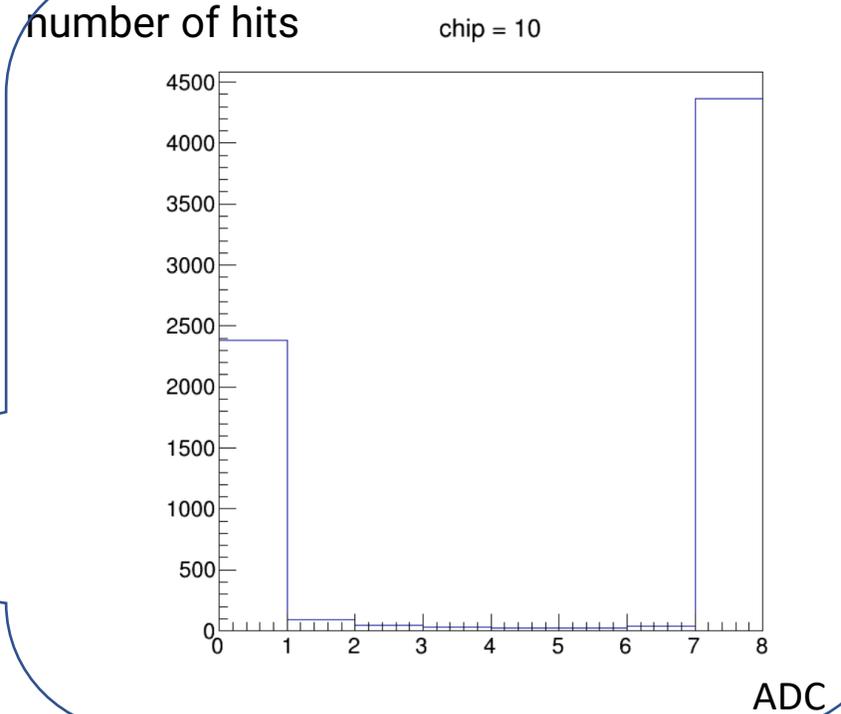
Data analysis

データ解析では下記を行った。詳細は次ページ以降に。

1. イベント選定
2. ADC分布の導出と重ね書き
3. ADC分布の規格化と補正
4. エネルギー損失曲線へのFitting

Event cut

1. 未接続で存在し得ないラダーのヒット
2. ビームと無関連と考えられるHot channelでのヒット
3. 同じヒットが2連続出力されるヒット
4. ADC=7 のヒット
オーバーフローである可能性が高い



Run₈₋₃₆

これらのヒットをカットした。

multi-hit clusterの解析がまだ不十分であるため、今回はsingle-hit cluster解析を発表する。

Event cut(DSE)

2021年のビームテスト実験では、同じイベントが2連続で出力される問題が起きた。
時刻を表すBCO_fullの差が5以下のとき、このDSE問題が起こる可能性が高いと考えられている。

$\Delta BCO_full \leq 5$ でchip, channel, module, ADCがすべて同一の場合、2連続で出力されるうち2番目のヒットをカットした。

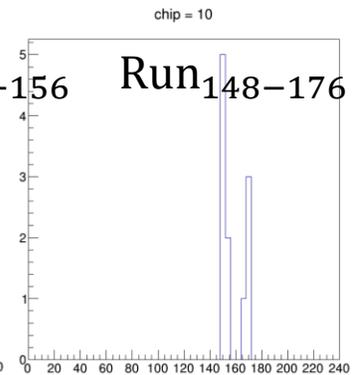
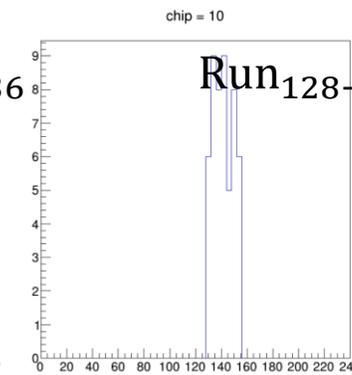
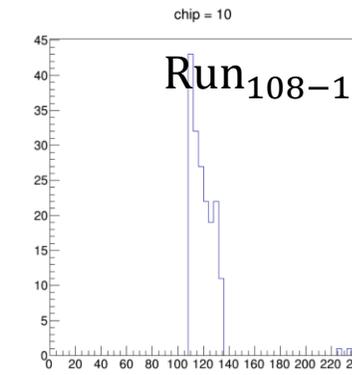
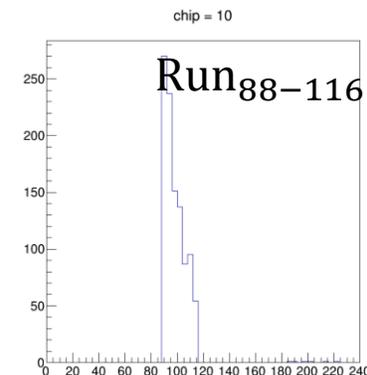
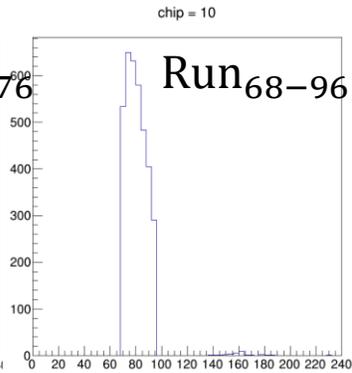
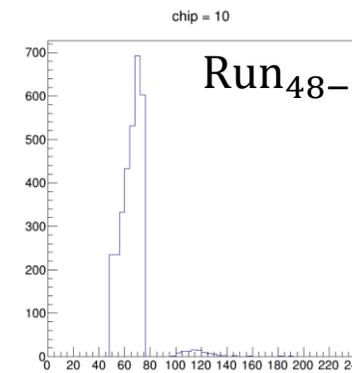
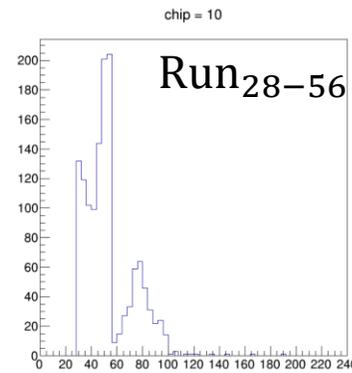
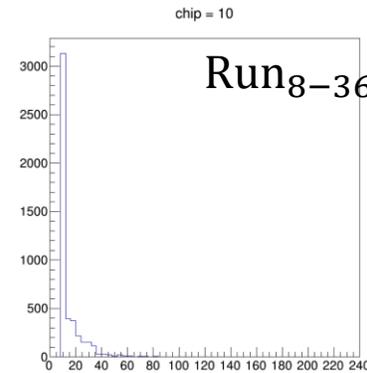
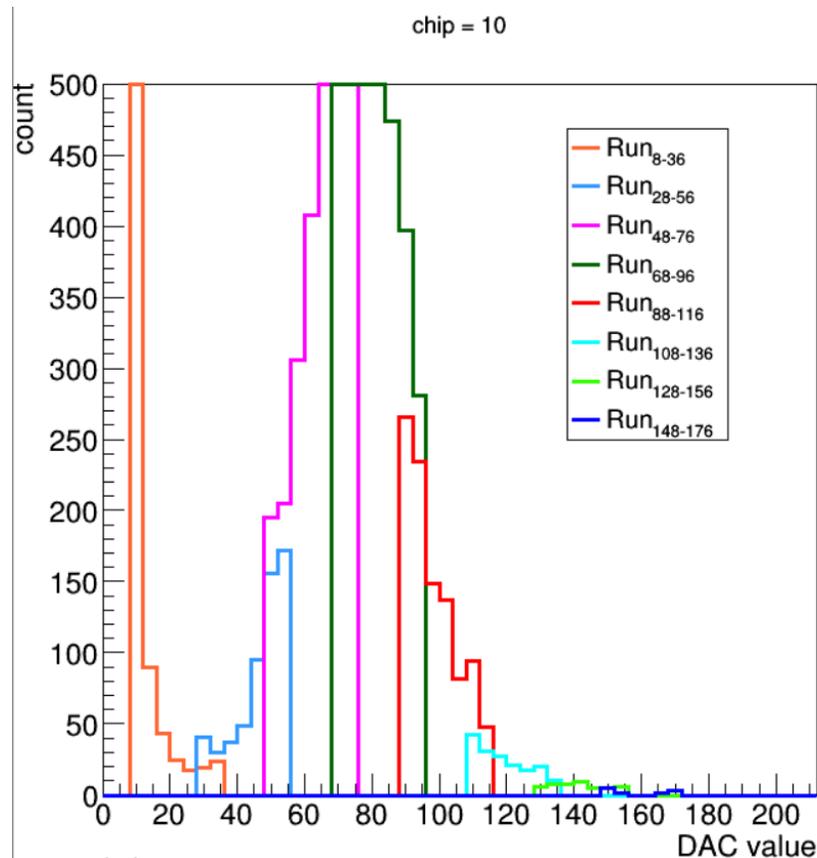
No.	bco_full	chip_id	chan_id	adc	module
1	48678	9	30	6	6
2	48679	9	30	6	6

bco_full ≤ 5 same same same same **cut**

DSEカット例

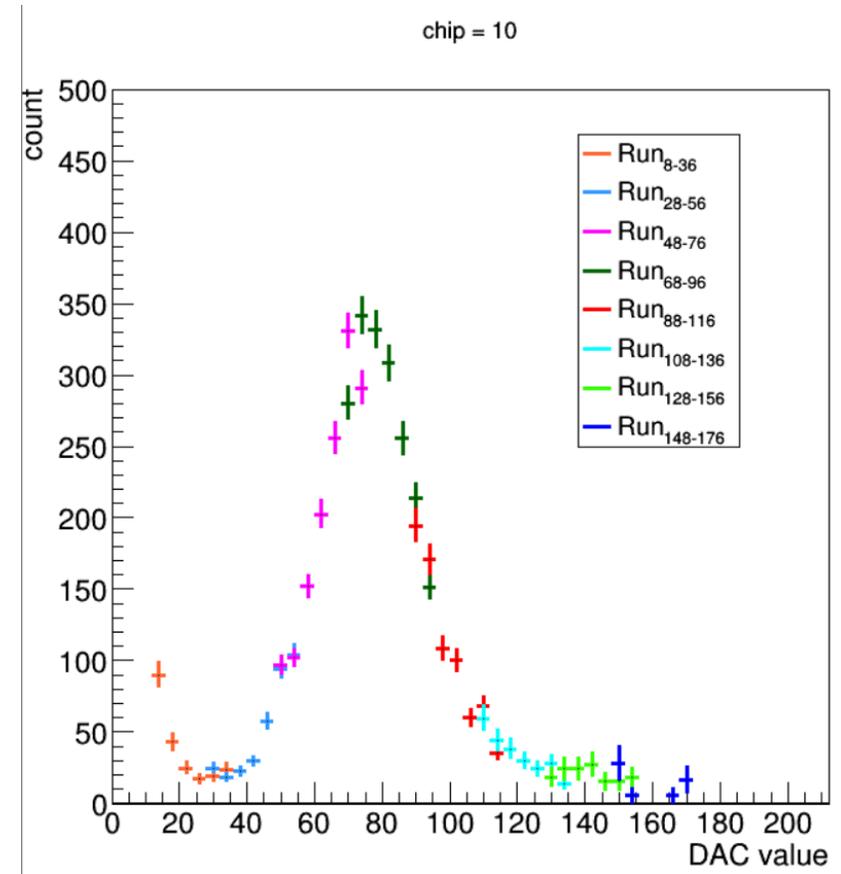
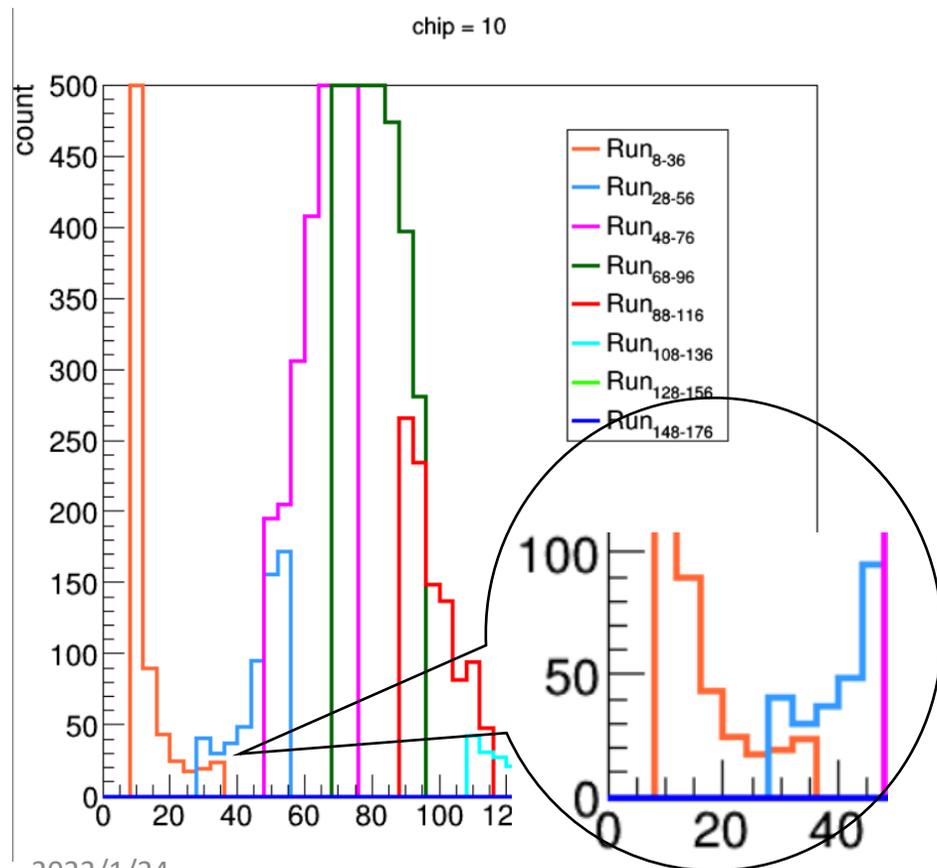
To make an ADC distribution

8ランから得られたADC分布を重ね書きした。



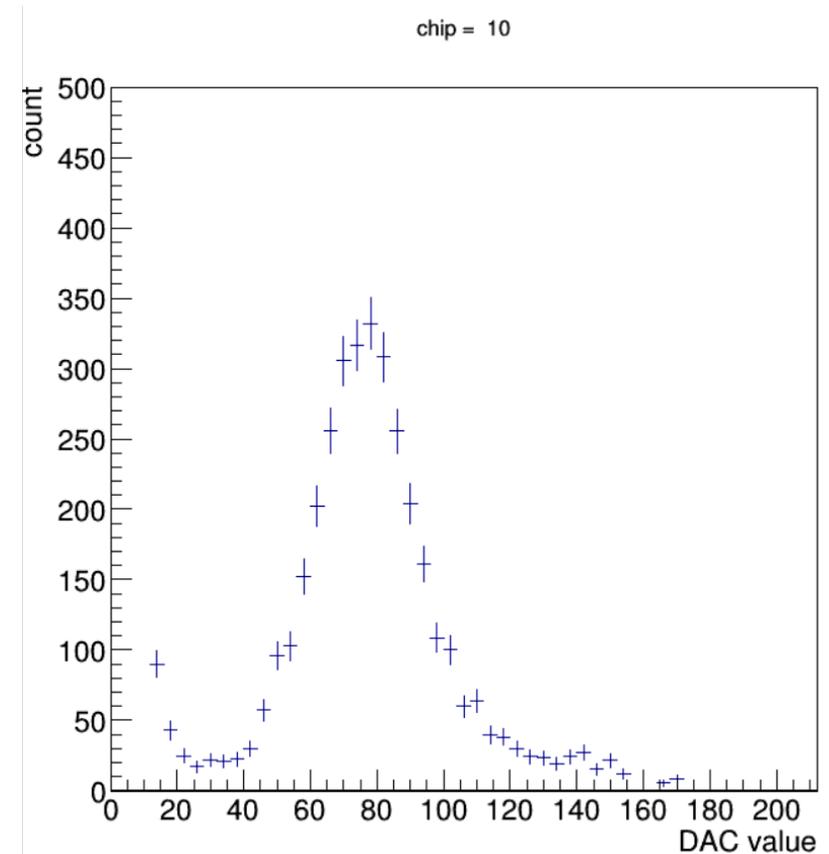
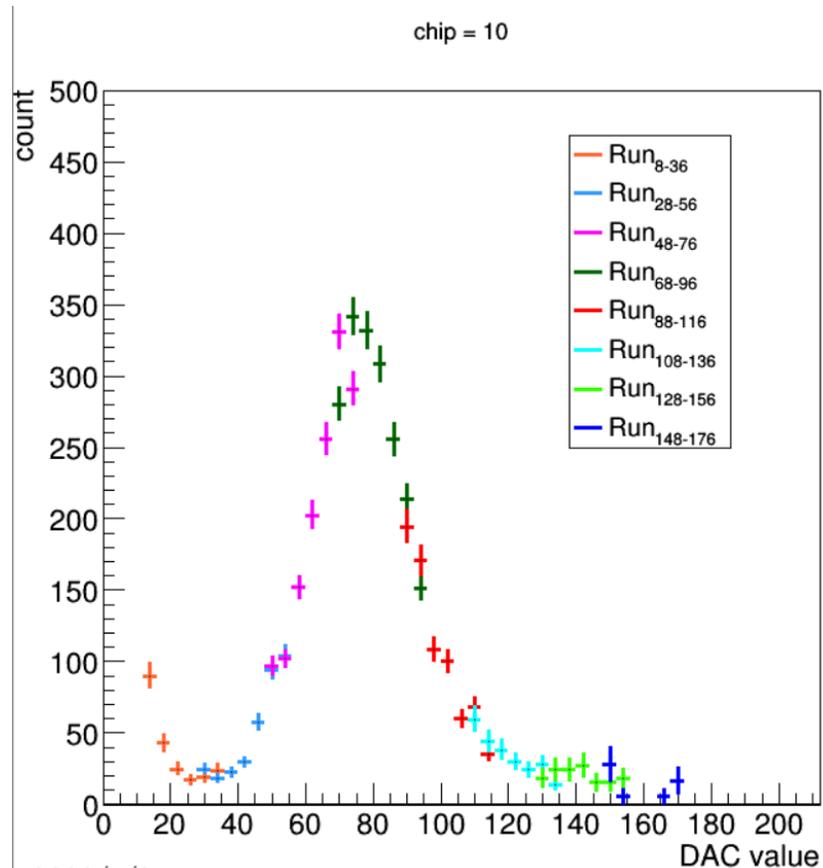
To make an ADC distribution

重複する2ビンのエントリー数で規格化をした。



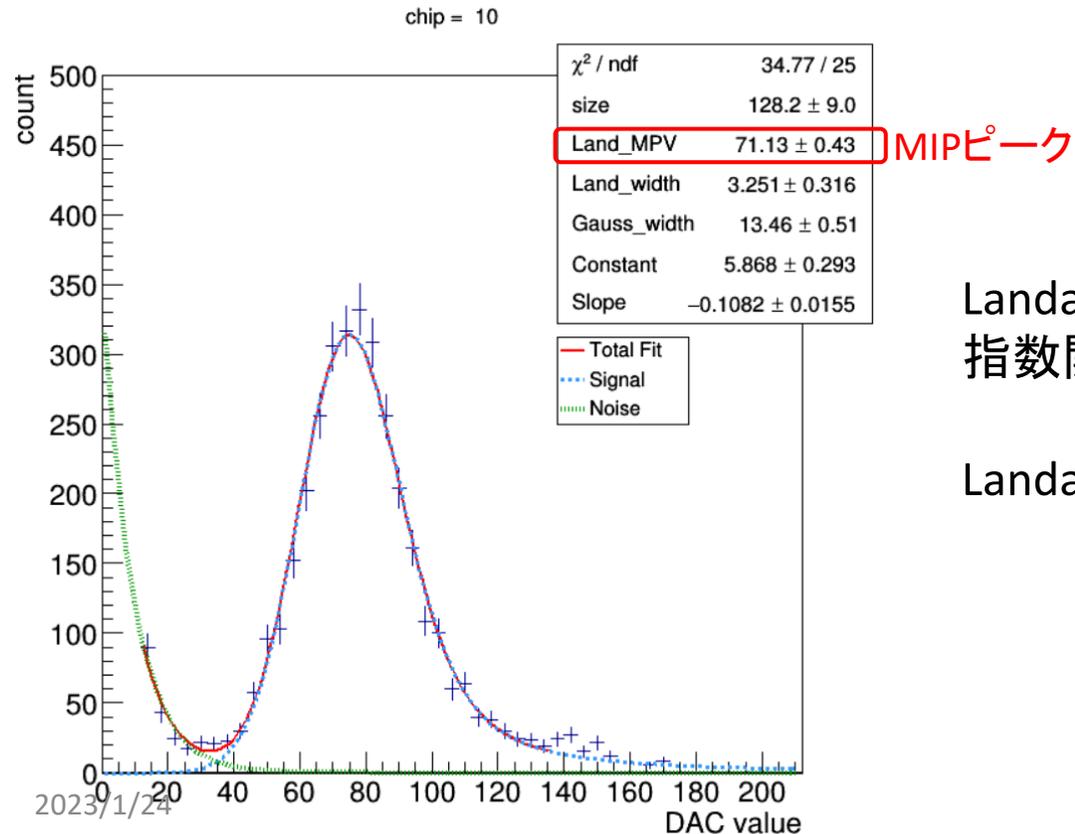
To make an ADC distribution

重複するビンでエントリー数の平均をとり、1つのエネルギー損失曲線を求めた。



Fitting

Landau-Gaussian畳み込み関数と指数関数の合計により、DAC値12-136の範囲でエネルギー曲線にFitさせた。(—) →実験データを再現できている。

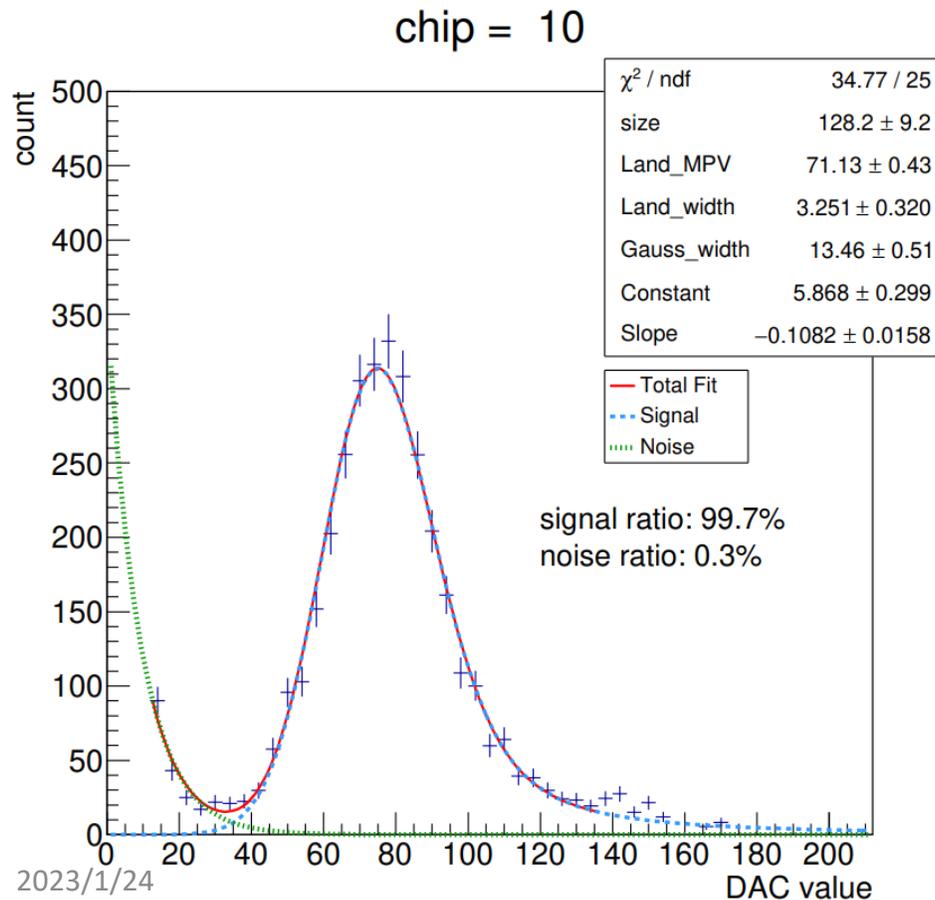


Landau-Gaussian畳み込み関数によりMIPピークを再現。(—)
指数関数により、ノイズの寄与を再現。(.....)

Landau MPVはMIPピークに対応するDAC値を示している。

S/N ratio and consideration

MIP領域 (DAC値40-136) でのFit関数の積分により、信号とノイズの割合を算出した。

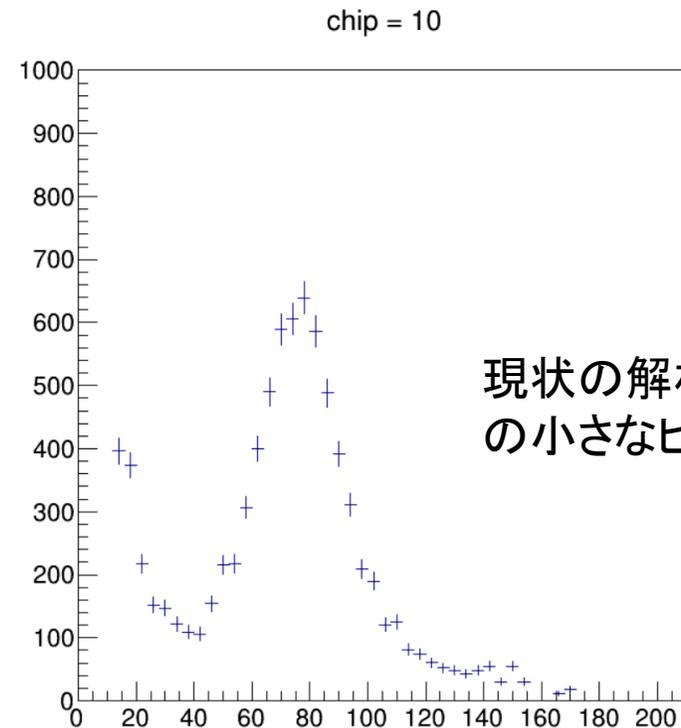
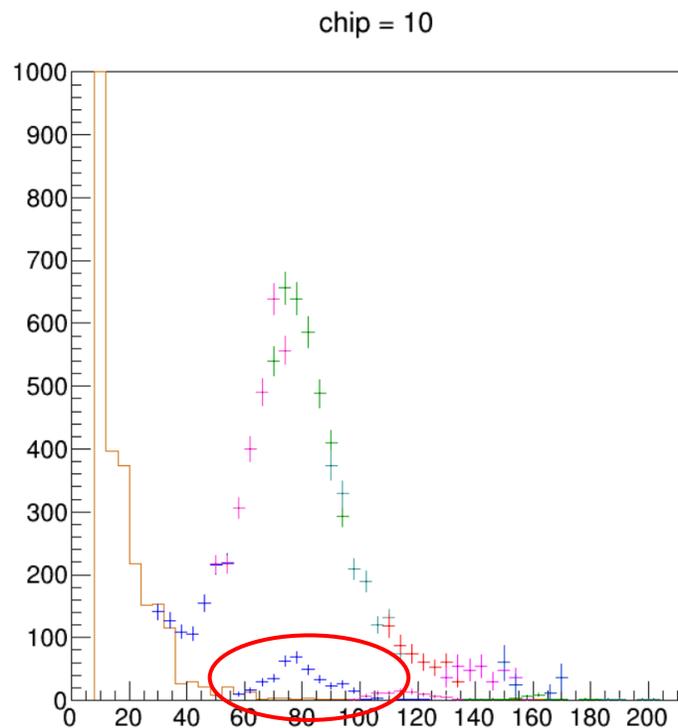


信号の割合は約99.7%、ノイズの割合は約0.3%であり、MIP領域にノイズはほとんどない。

→このMIP領域を選択することで、高い検出効率を得られる。

To do list

- 宇宙線を用いて同様にMIPピークが見られるかどうか確認する。 ← 奈良女テストベンチで測定中
- Multi-hit cluster解析を改善する。



現状の解析では、Clusteringによる2つ目の小さなピークを反映できていない。

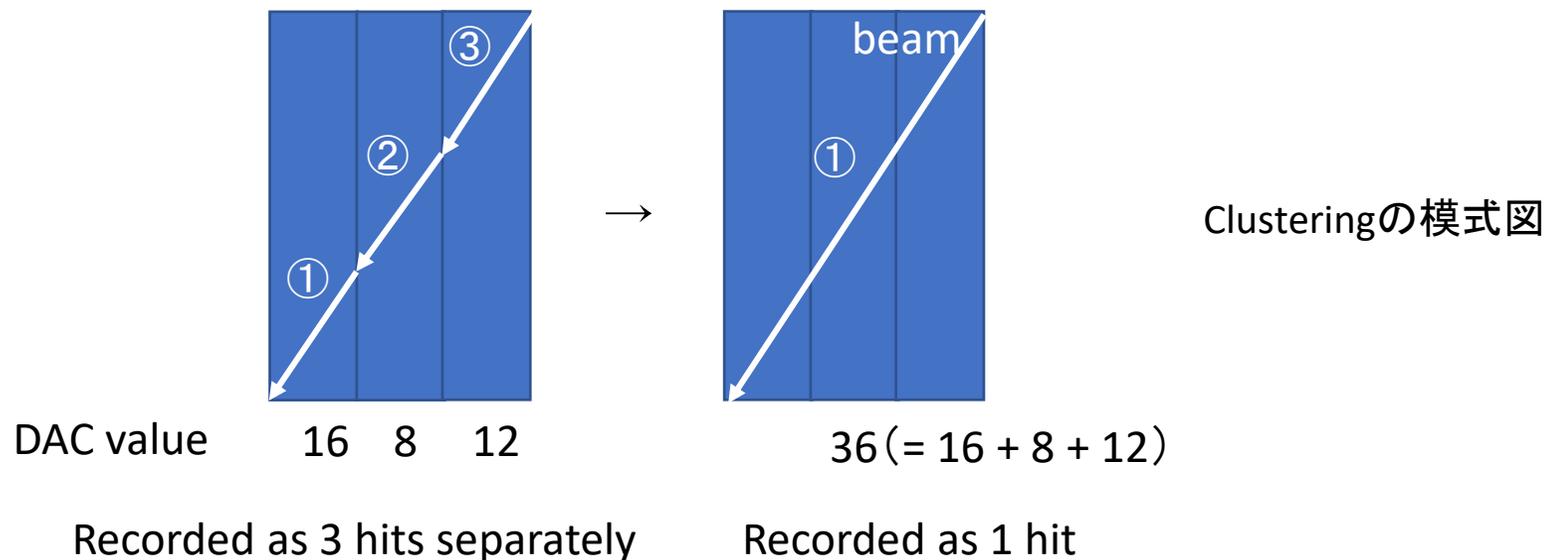
Back up

Clustering

ビームがセンサーに対して斜めに入射すると、複数のchannelに分かれてヒットが記録される。

Clusteringとは、同時刻に同chipの隣り合うchannelにヒットが別々に記録された場合、それらのヒットを1つにまとめる工程である。

私の解析では、同時にエネルギー損失量に対応するDAC値を足し合わせている。



Chip毎のFitting結果の比較

