

Event Mixup

20250114

立教ワークショップ

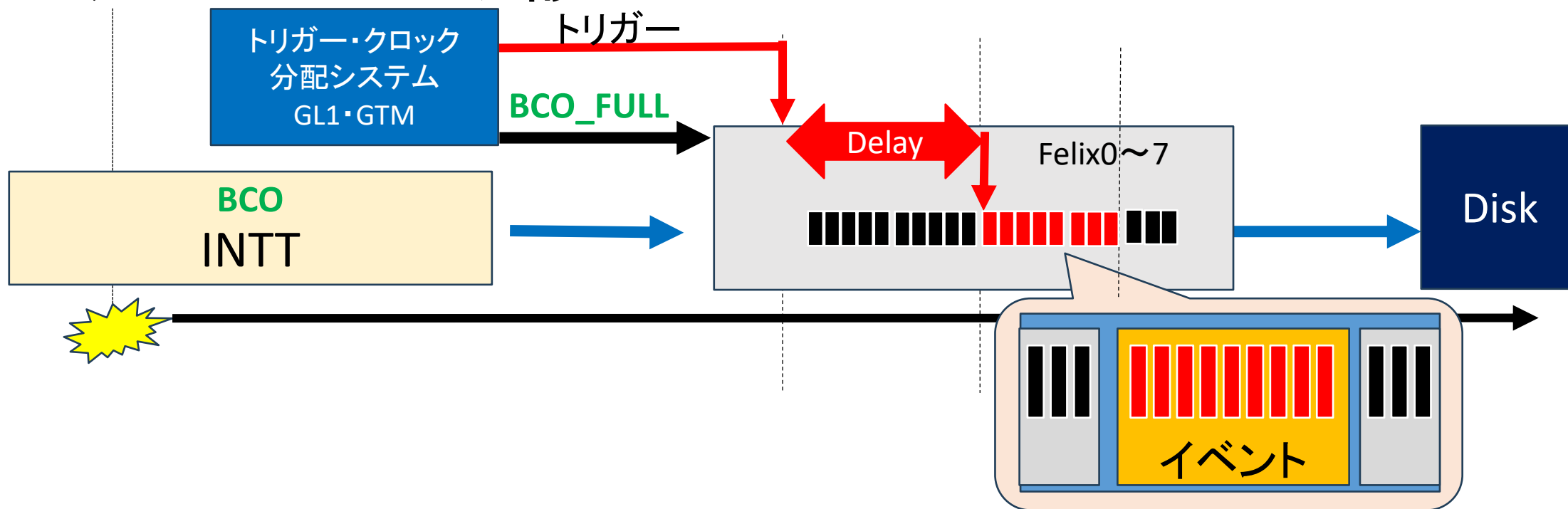
奈良女 M2 加納麻衣

目次

- INTTのデータ読み出し
- Event Mixup
- 解析結果(学会内容)
- 進捗
- 今後行うこと
- 今後の展望

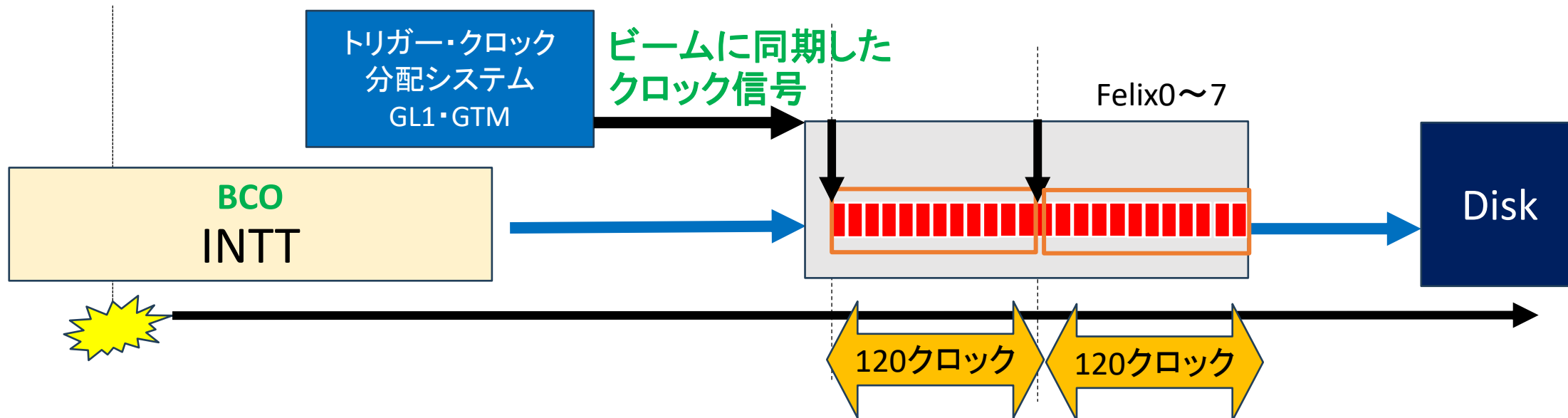
INTTのデータ読み出し

トリガー データ読み出し



1. INTTで検出したヒットを全てサーバーに送る
2. トリガータイミングのヒットを選ぶ
3. ディスクに保存

ストリーミング データ読み出し

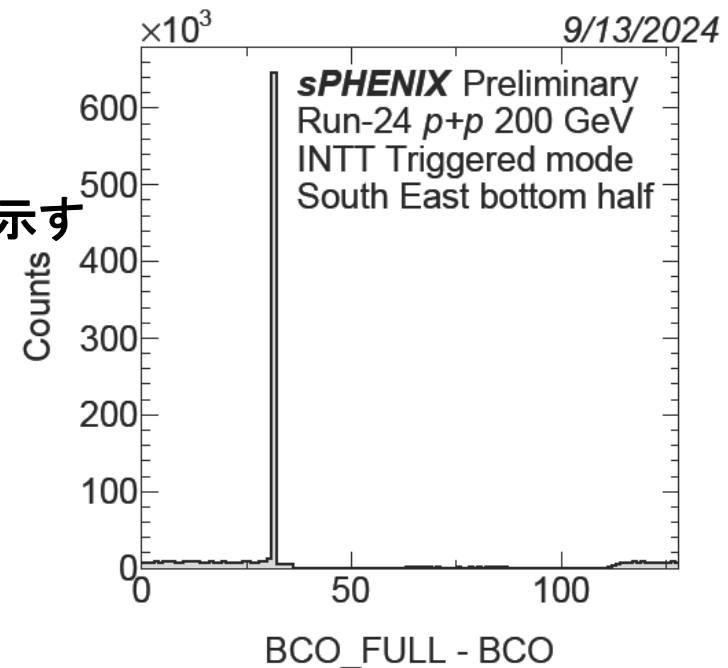
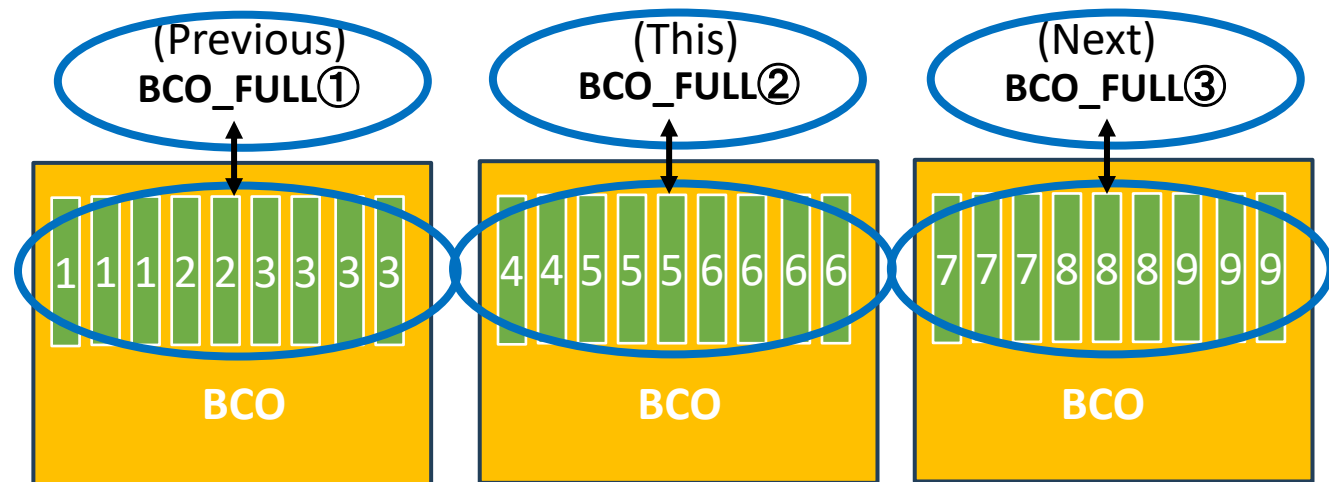


1. INTTで検出したヒットを全てサーバーに送る
2. ~~トリガータイミングのヒットを選ぶ~~ **トリガーなしで全部のヒットを選ぶ**
3. ディスクに保存

Event Mixup

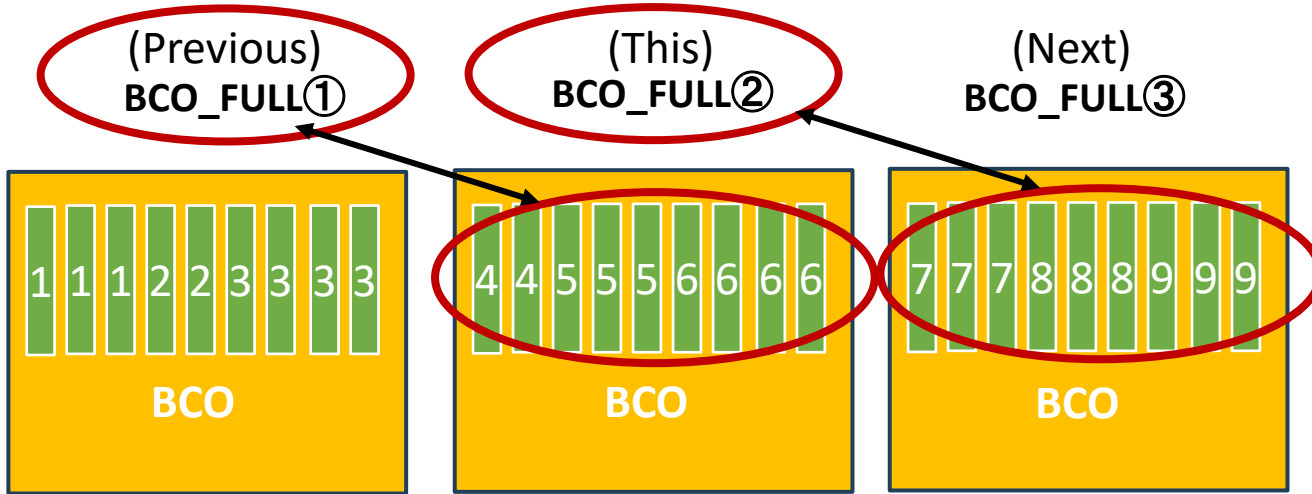
Event Mixup (Run24)

ピークはヒットとトリガーの同期を示す

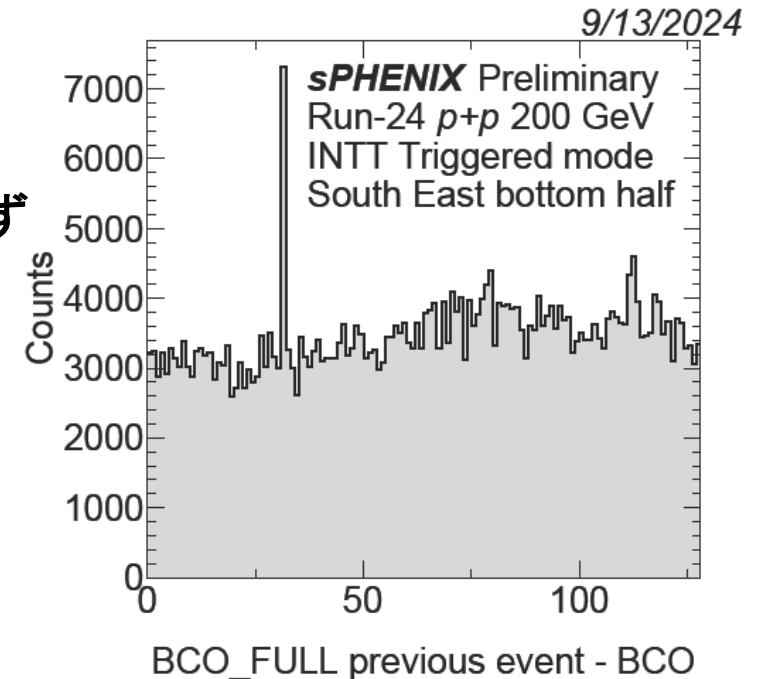
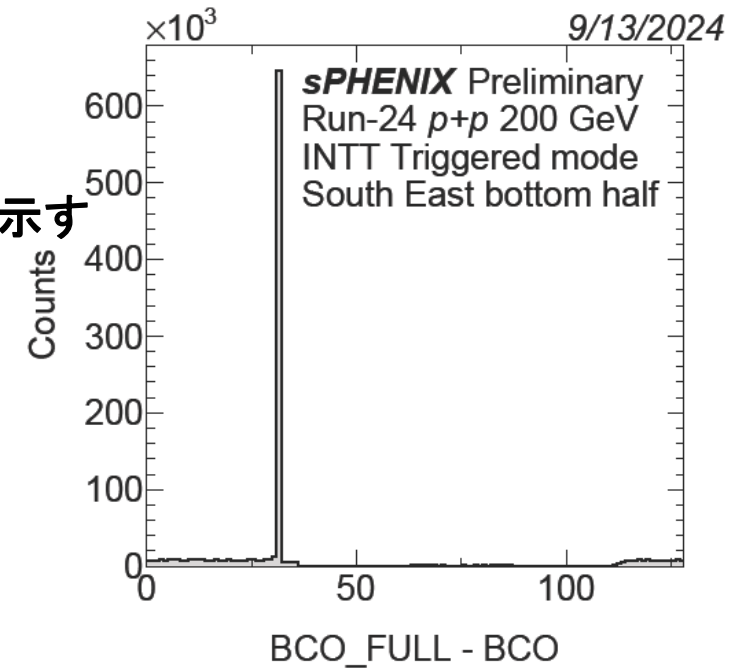


Event Mixup (Run24)

ピークはヒットとトリガーの同期を示す

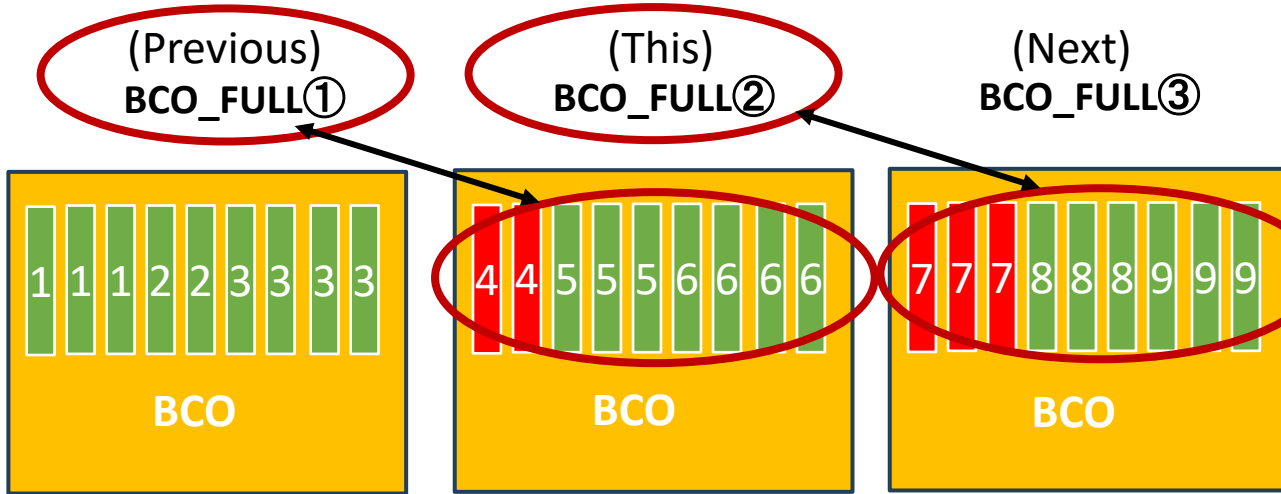


2つの値の差分にピークがないはず
しかしピークあり



Event Mixup (Run24)

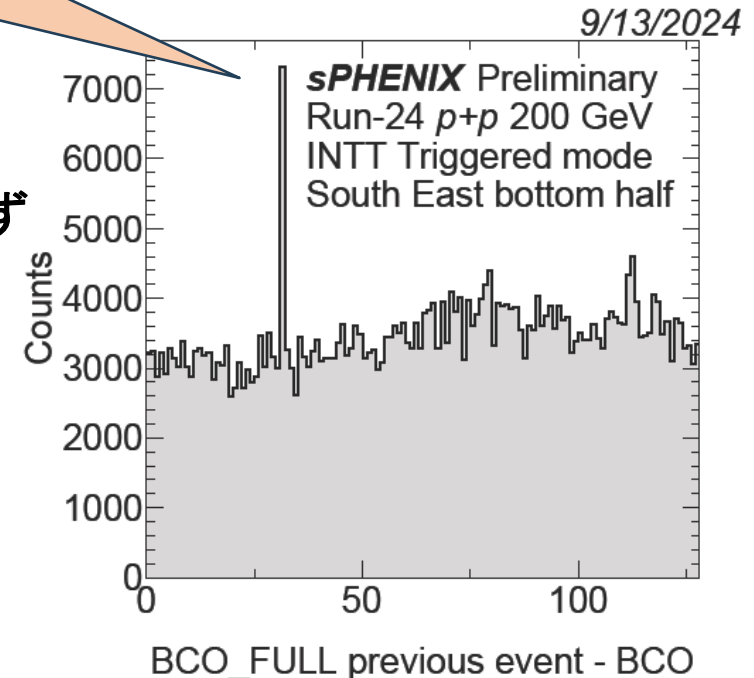
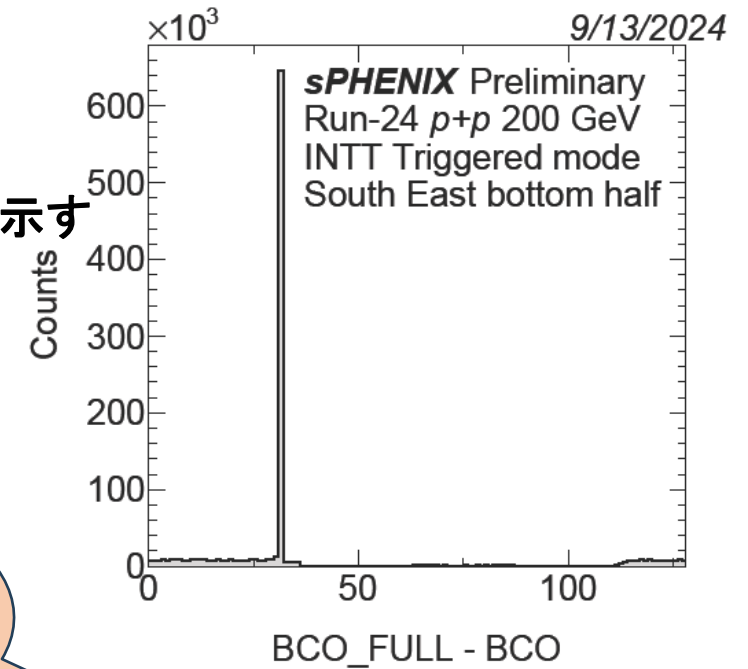
ピークはヒットとトリガーの同期を示す



Event Mixup

2つの値の差分にピークがないはず
しかしピークあり

ヒットとトリガー同期のピークと
1つ前のイベントのBCO_FULL - BCO
同じ位置にピーク
→Event Mixupが発生している

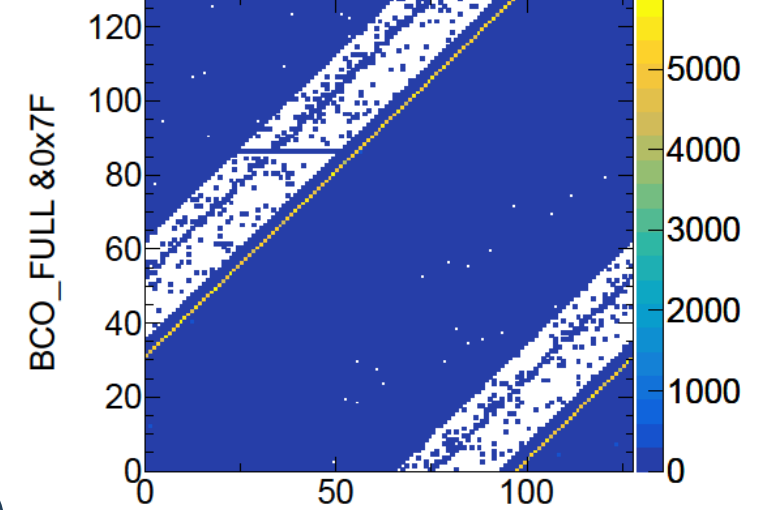


Event Mixup (Run24)

10

sPHENIX Preliminary
Run-24 $p+p$ 200 GeV
INTT Triggered mode
South East bottom half

9/13/2024

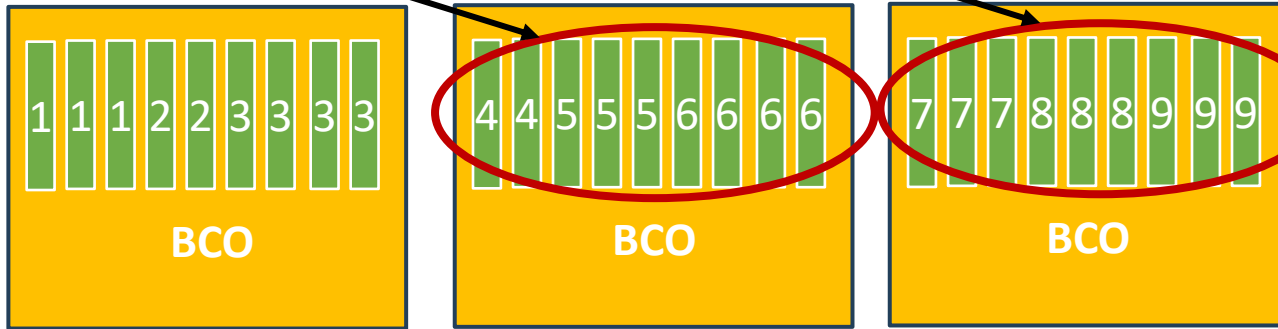


同じイベントのBCO_FULL vs BCO
相関は衝突によるヒットを表す

(Previous)
BCO_FULL①

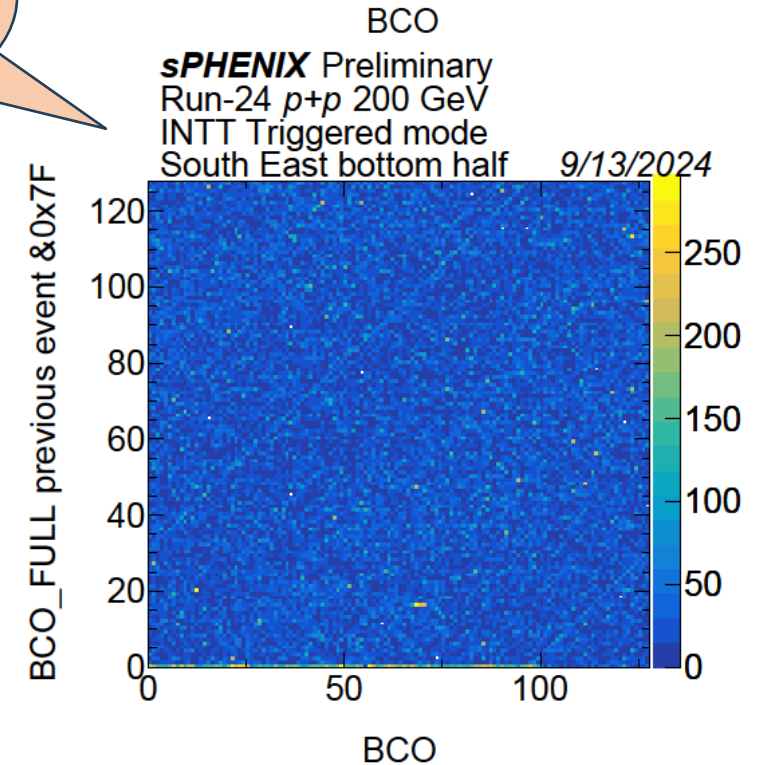
(This)
BCO_FULL②

(Next)
BCO_FULL③



Event
Mixup

1つ前のイベントのBCO_FULL vs BCO
関連のない2つの値に相関
1つ前のイベントからヒットが混在

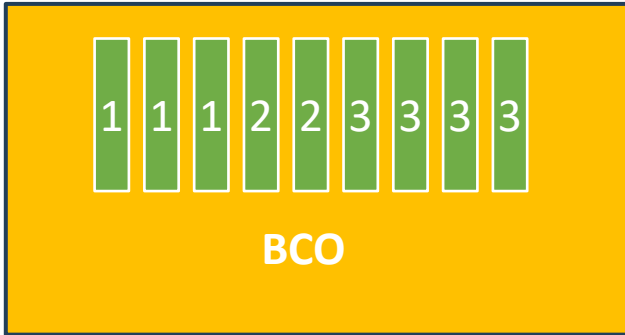


1つ前のイベントのBCO_FULL vs BCOに相関
→Event Mixupが発生している

研究目的

正常な状態

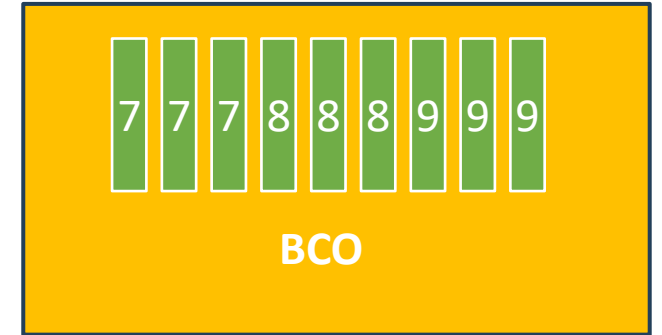
BCO_FULL 1



BCO_FULL 2

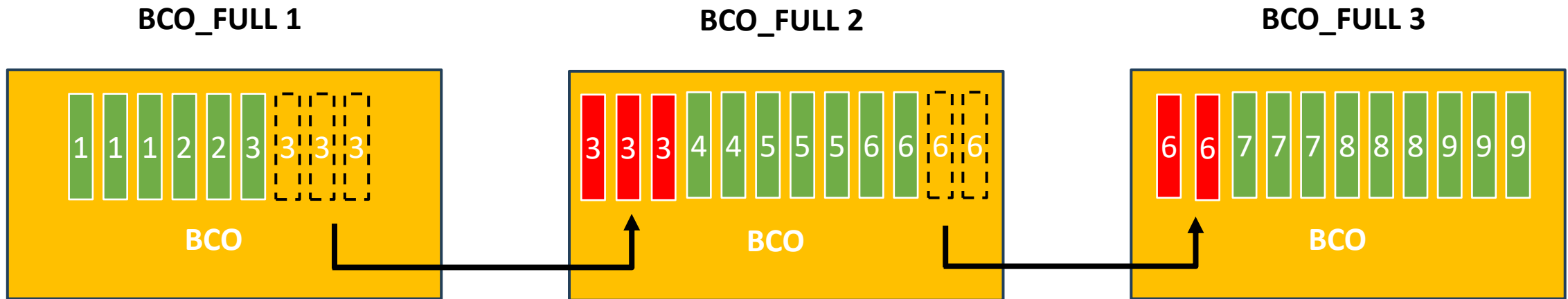


BCO_FULL 3



研究目的

実際起きている状態



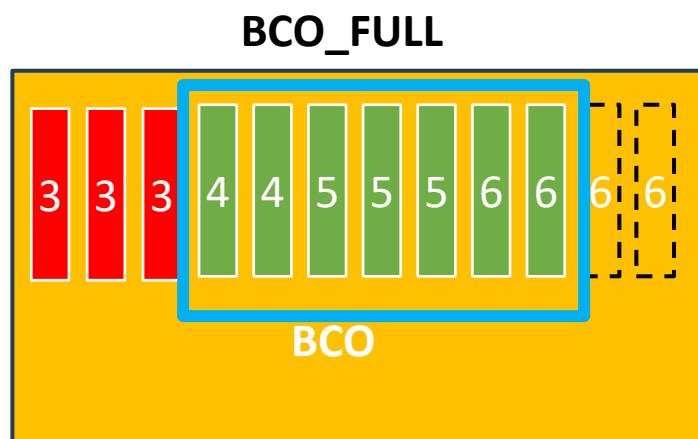
2つの異なるビーム衝突事象のデータが混ざってしまう現象が起きている
(Event Mixup)

Run23のAu-AuとRun24のp-p、Au-Au全てでEvent Mixupが発生している
課題解決のため現象の理解が必須

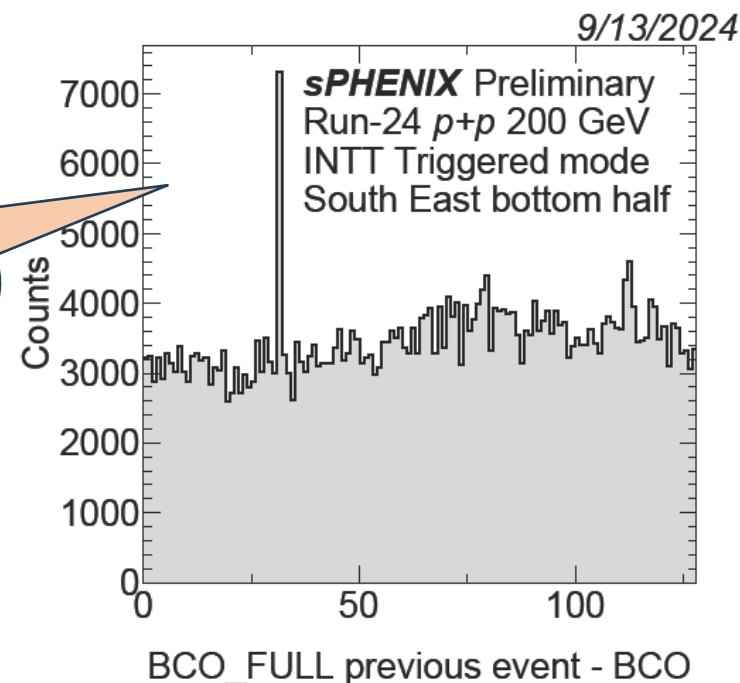
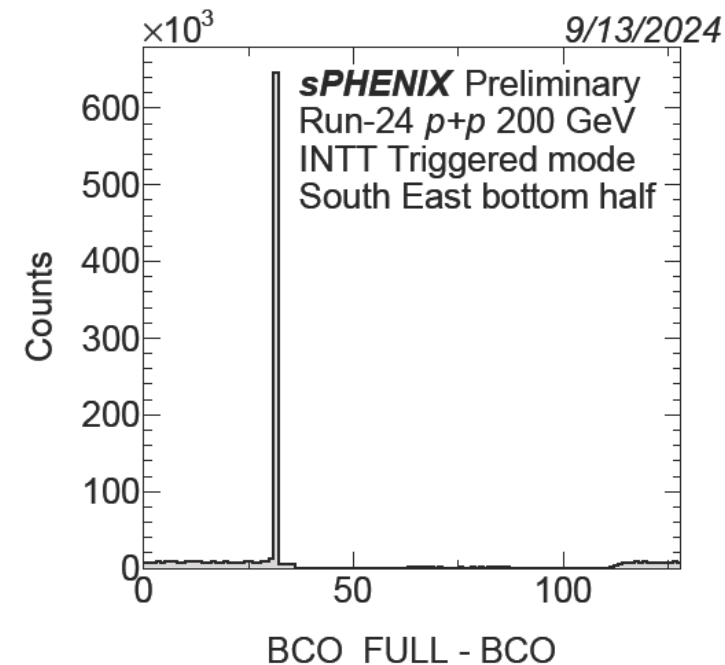
Mixupヒットの判定方法

- BCO_FULL - BCO を用いて判定
 - ① BCO_FULL(現在) - BCO(現在)
 - ② BCO_FULL(前) - BCO(現在)同じ位置にあるピークをMixupと定義

- ②に含まれる現在のイベントの衝突によるヒットをカット

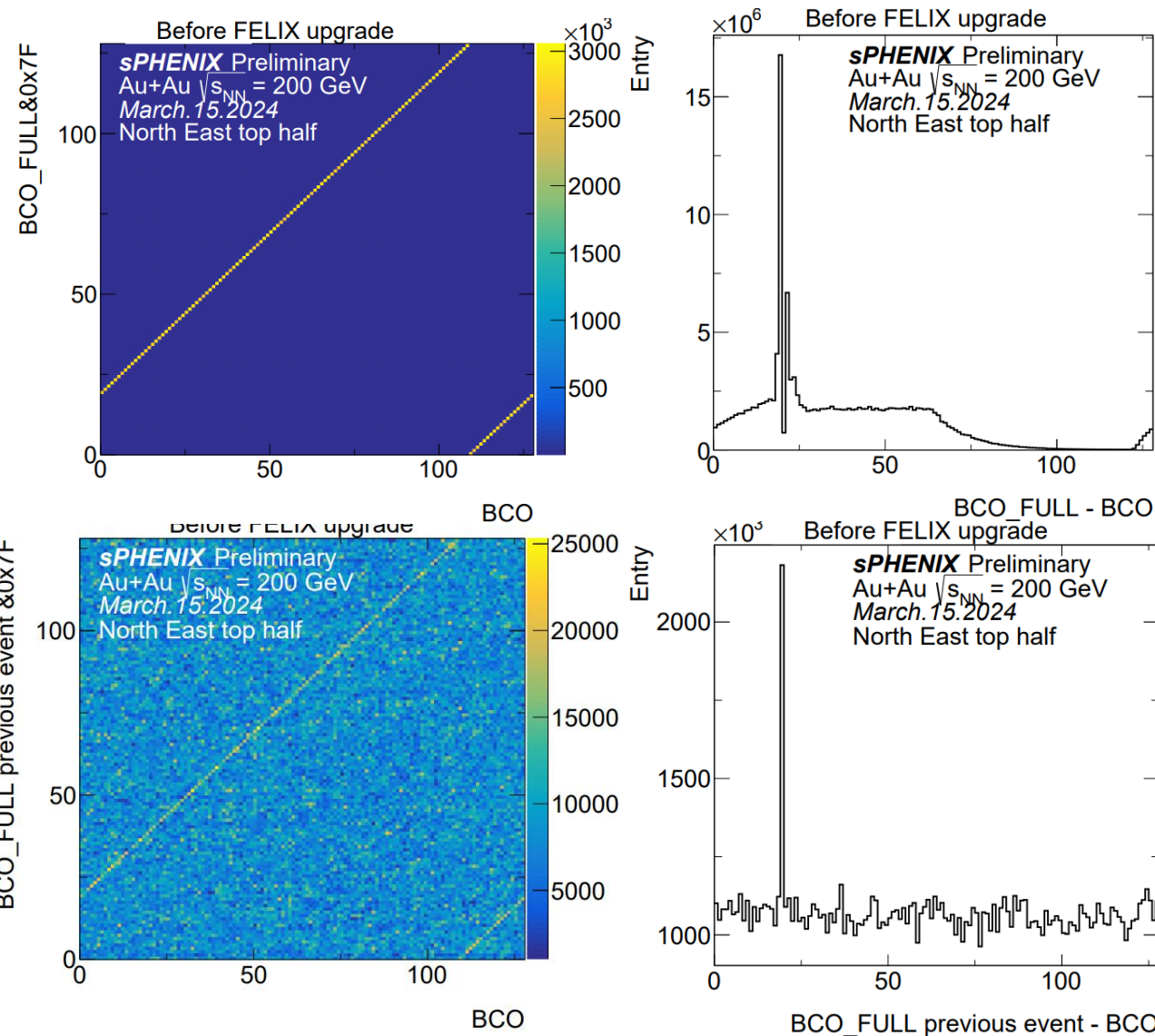


Event
Mixup



解析結果 (Run23)

Run23におけるEvent Mixup

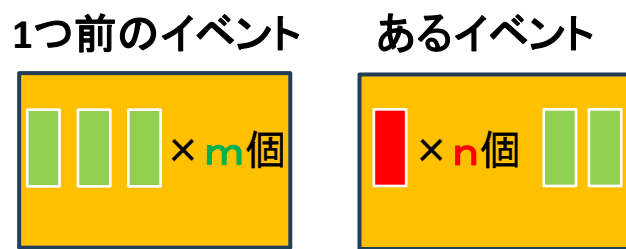


Run23で測定されたデータの結果
Event Mixupが発生していることが分かる

1つ前のイベントのヒット数との関係

Mixupヒットがあるときの1つ前のイベントのヒット数の関係を調べる

右図はイベントのヒット数分布をMixupヒット数(1~40)ごとに分けた

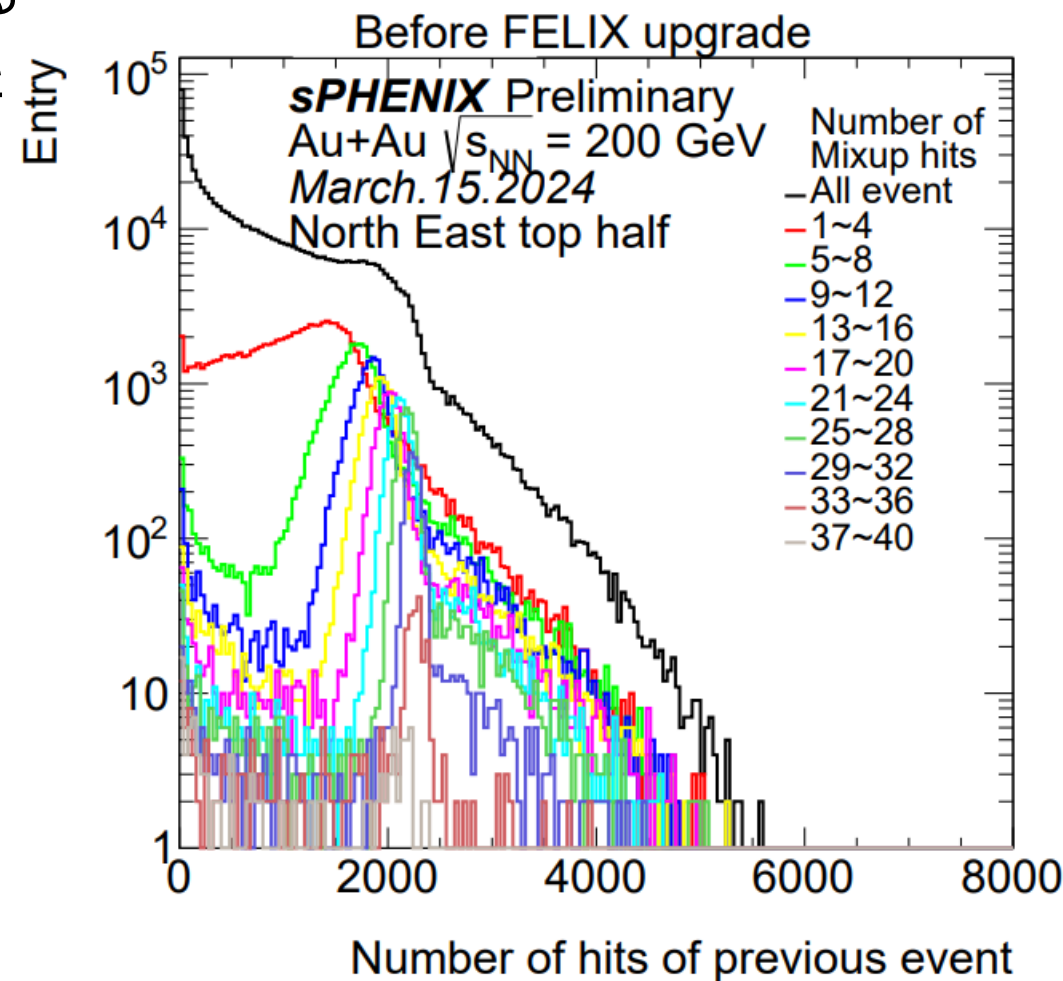


結果

- Mixupヒットの元のイベント(1つ前のイベント)は
1500以上のヒット数を持っているものが多い
⇒1イベントの内ヒット数がおおよそ1500以上でEvent Mixup
は起こりやすい
- Mixupのヒット数が増えるとピークの位置も大きい方にずれる
⇒Mixupのヒット数とイベント内のヒット数に相関があるか？

X軸: 前のイベント内のヒット数

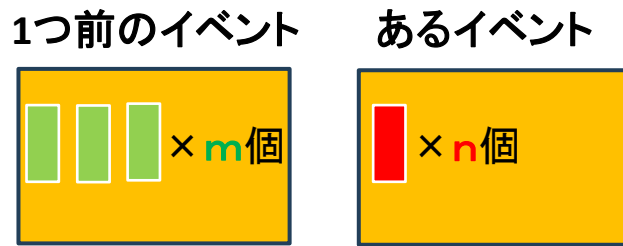
Y軸: イベント数



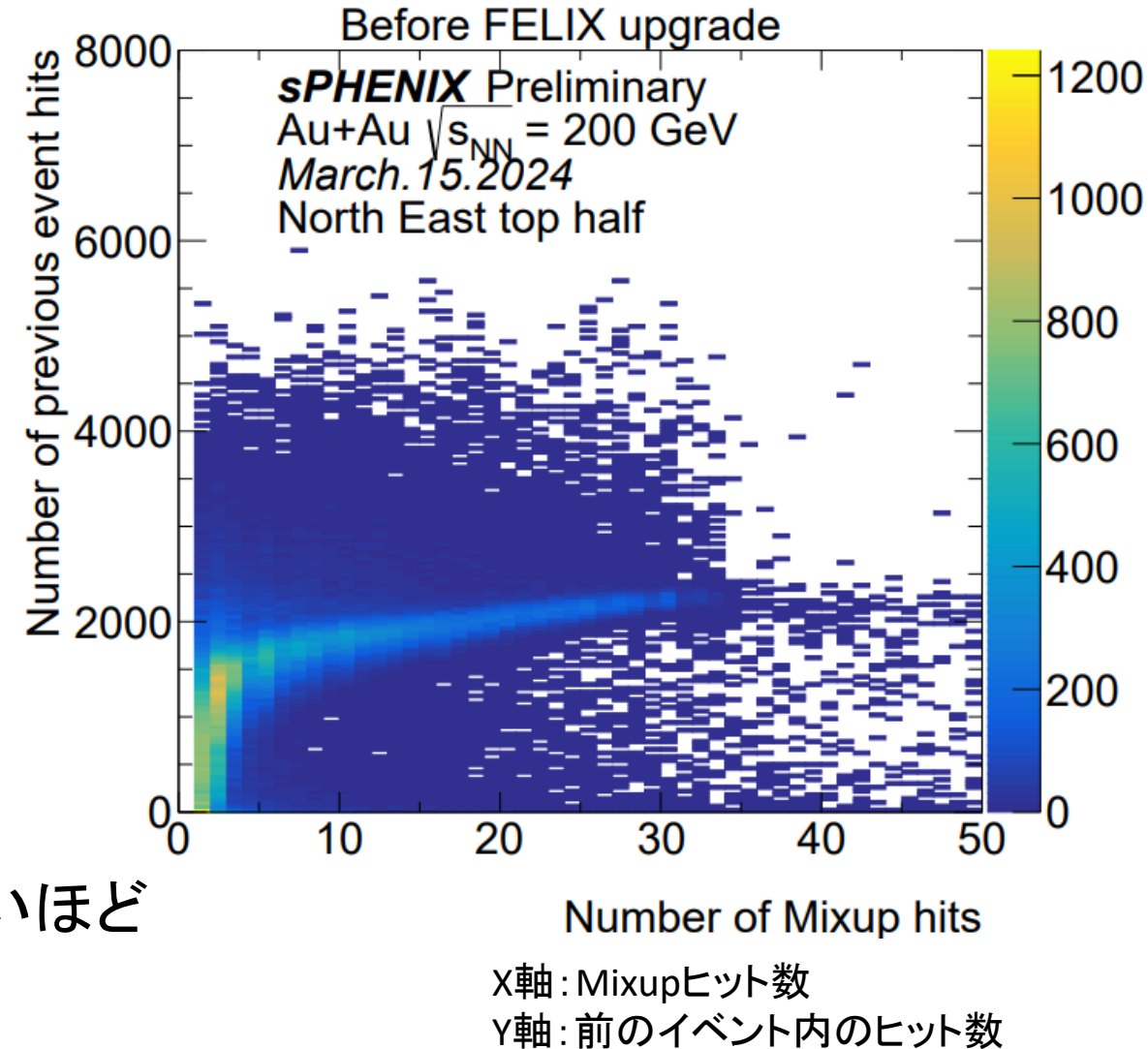
Mixupヒットの数と1つ前のイベントのヒット数の相関関係

前頁の結果から相関関係を調べた
右図はMixupヒットと1つ前のイベントのヒット数の相関図

1つ前のイベントのヒット数が1500以上の範囲で
これらに相関関係があることを確認



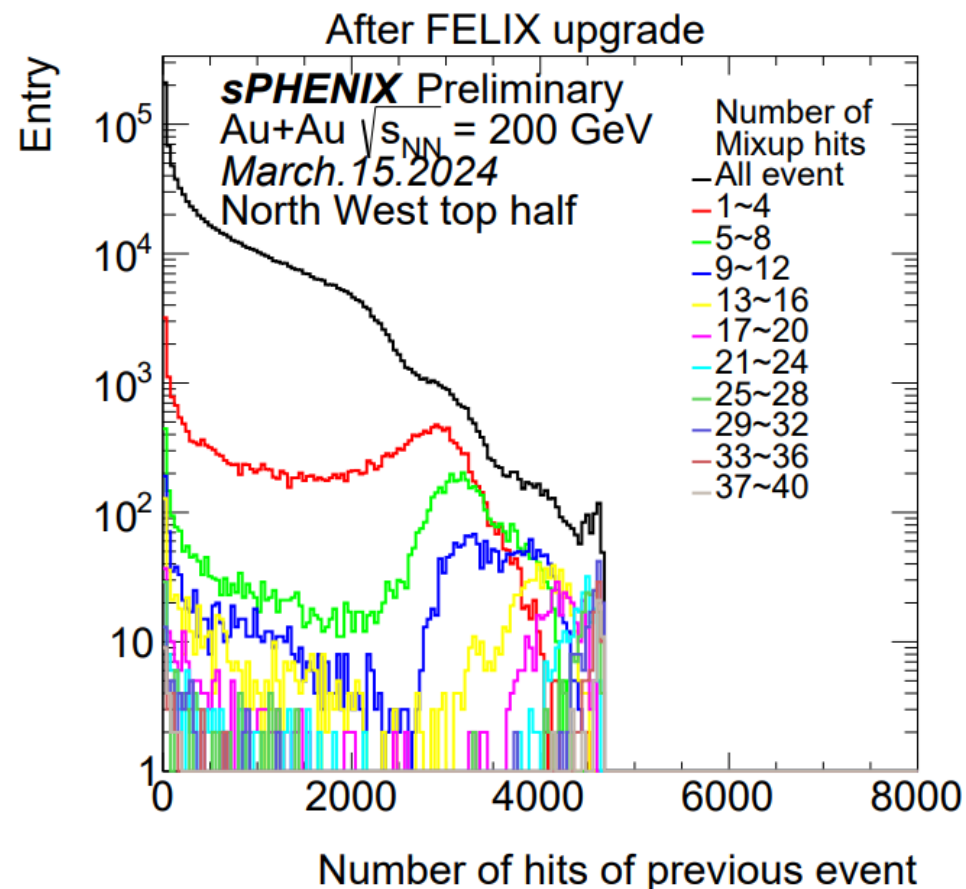
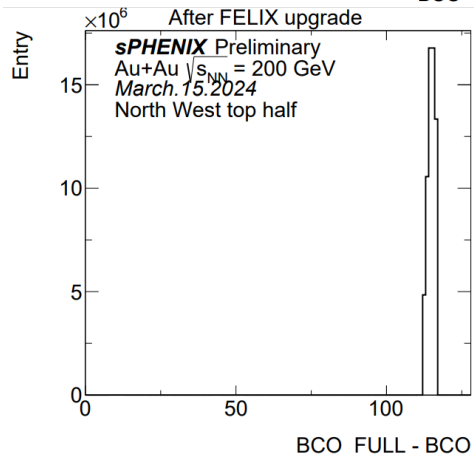
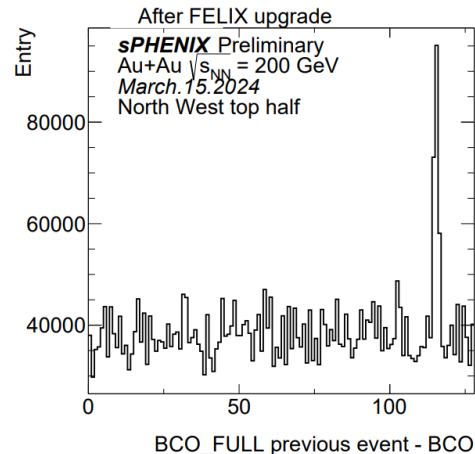
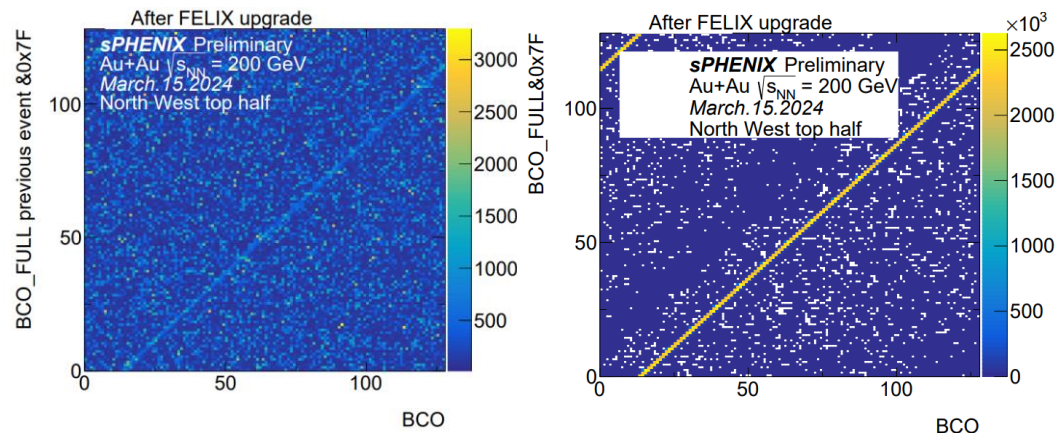
1500以上で1つ前のイベントのヒット数が多いほど
Mixupヒット数は増加する



サーバーアップグレード後の変化

ServerのファームウェアのアップグレードがRun2023の後半に行われた
前頁までの結果はアップグレード前のデータを使用

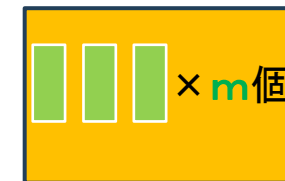
アップグレード後のデータ解析結果、Event Mixupが起きていることが確認されたが分布に変化が見られた



サーバーアップグレード後の変化

1つ前のイベント

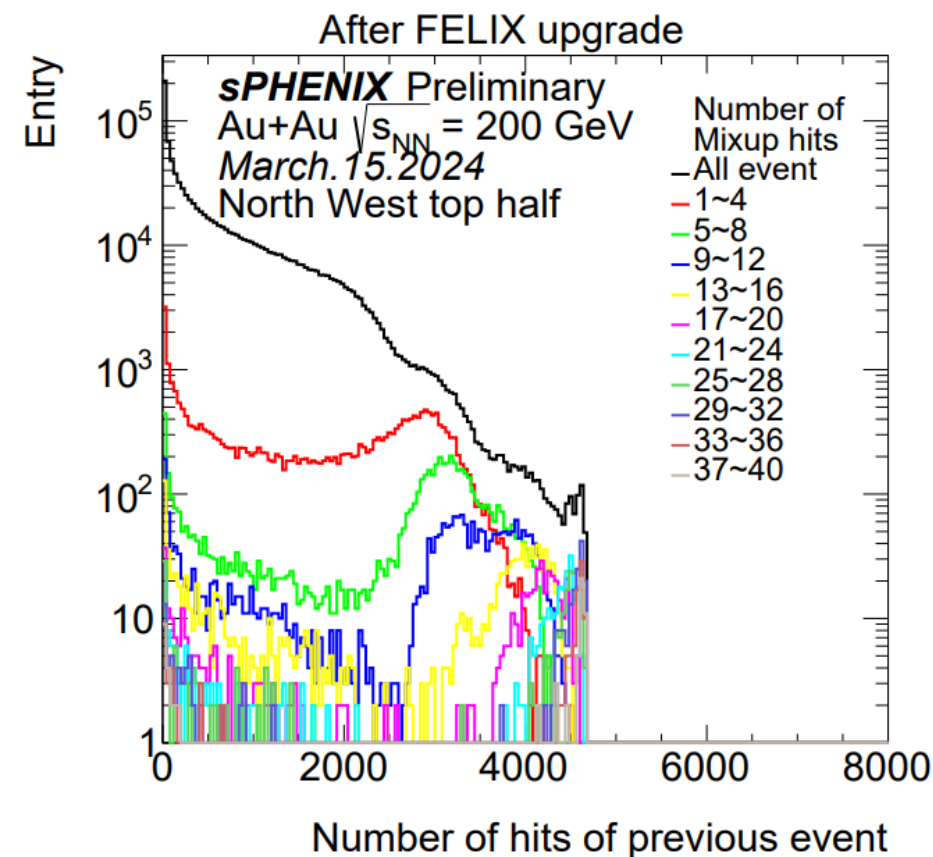
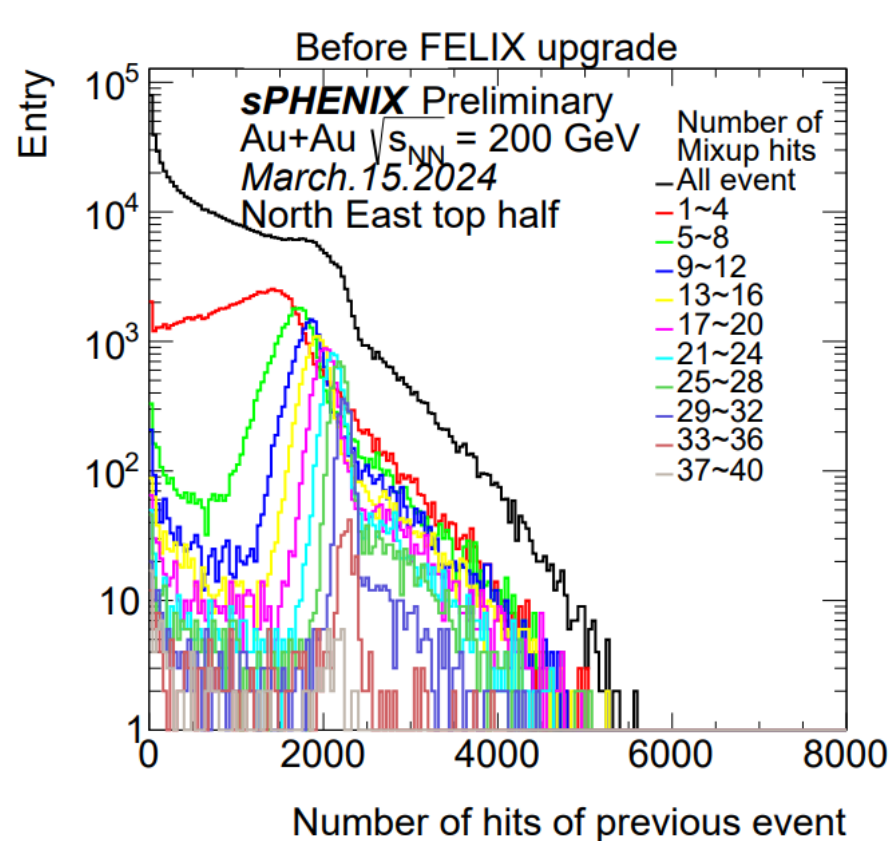
あるイベント



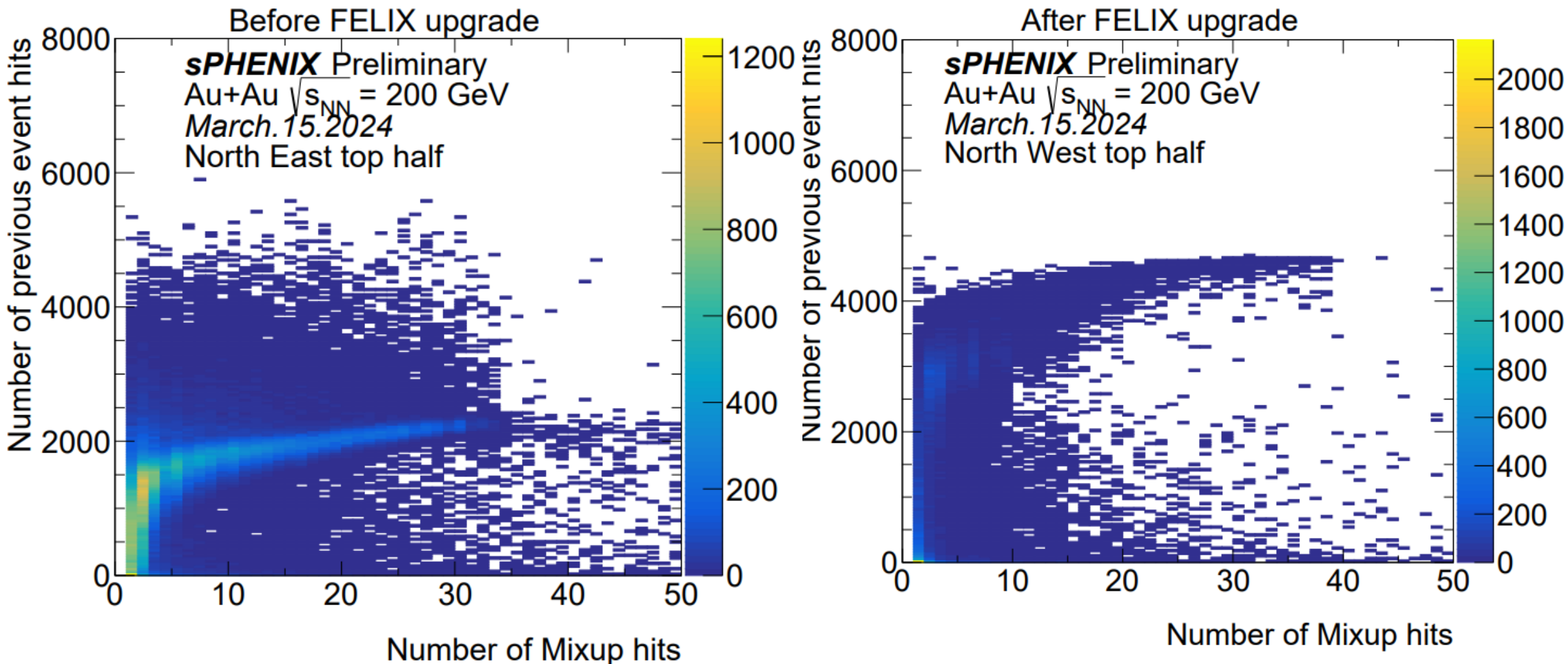
イベントのヒット数分布をMixupヒット数ごとに分けた分布において、ピーク的位置は大きい側にシフト

Mixupが発生しやすい1イベントの内ヒット数は1500以上から3000以上に変化した

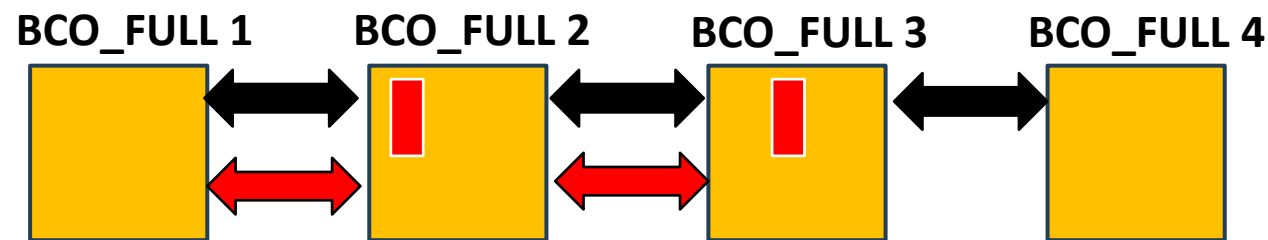
アップグレード後にEvent Mixupが発生しにくくなったことを示唆



Serverアップグレード後の変化



ビーム衝突間隔との関係



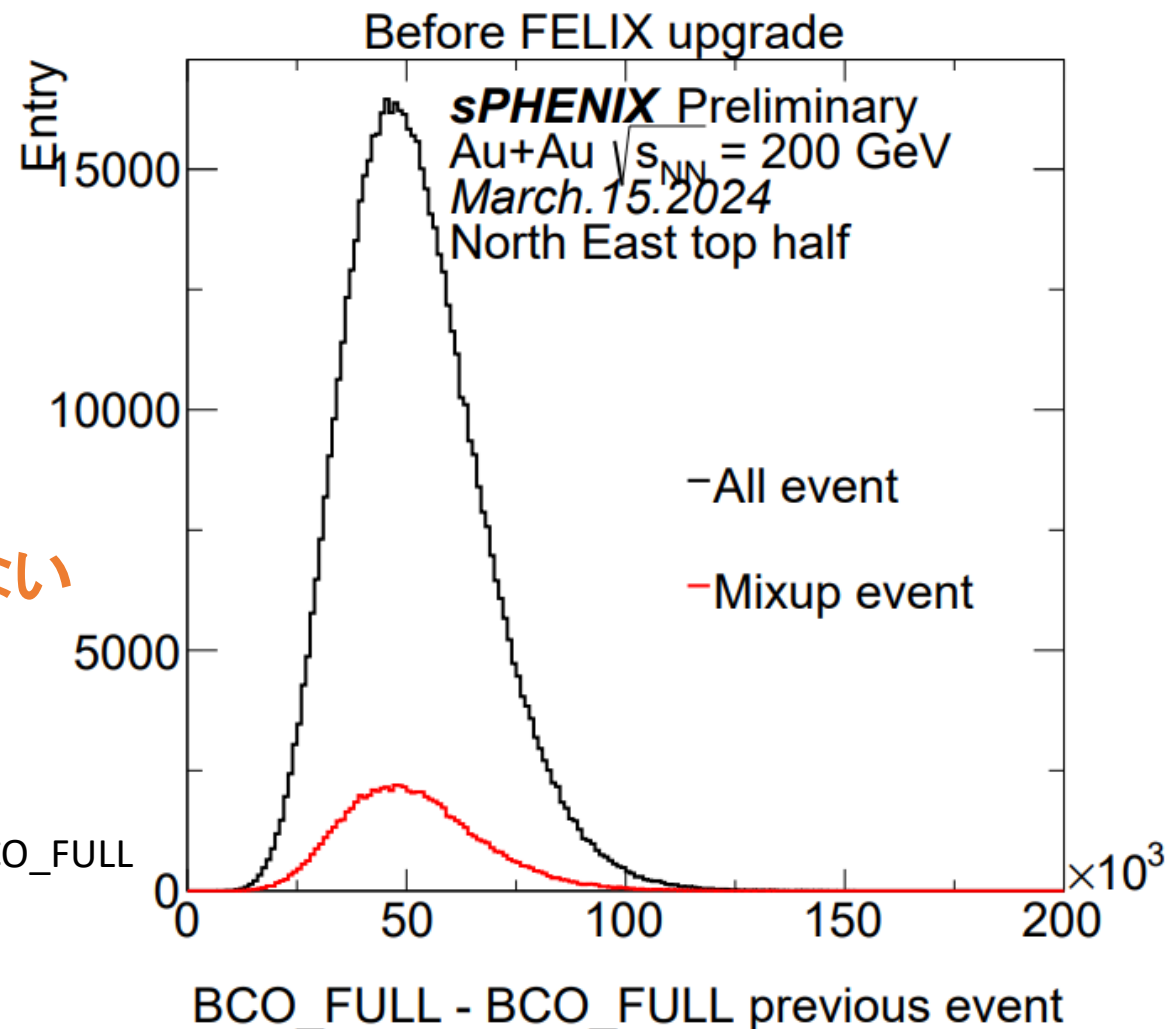
ビーム衝突の間隔と関係性を調べた

右図はBCO_FULL(現在) - BCO_FULL(前)
黒は全イベント、赤はMixupのヒットを持つイベント

結果: 全イベントの時とMixupのヒットを持つイベントの
ビーム衝突の間隔の分布は特に変化なし

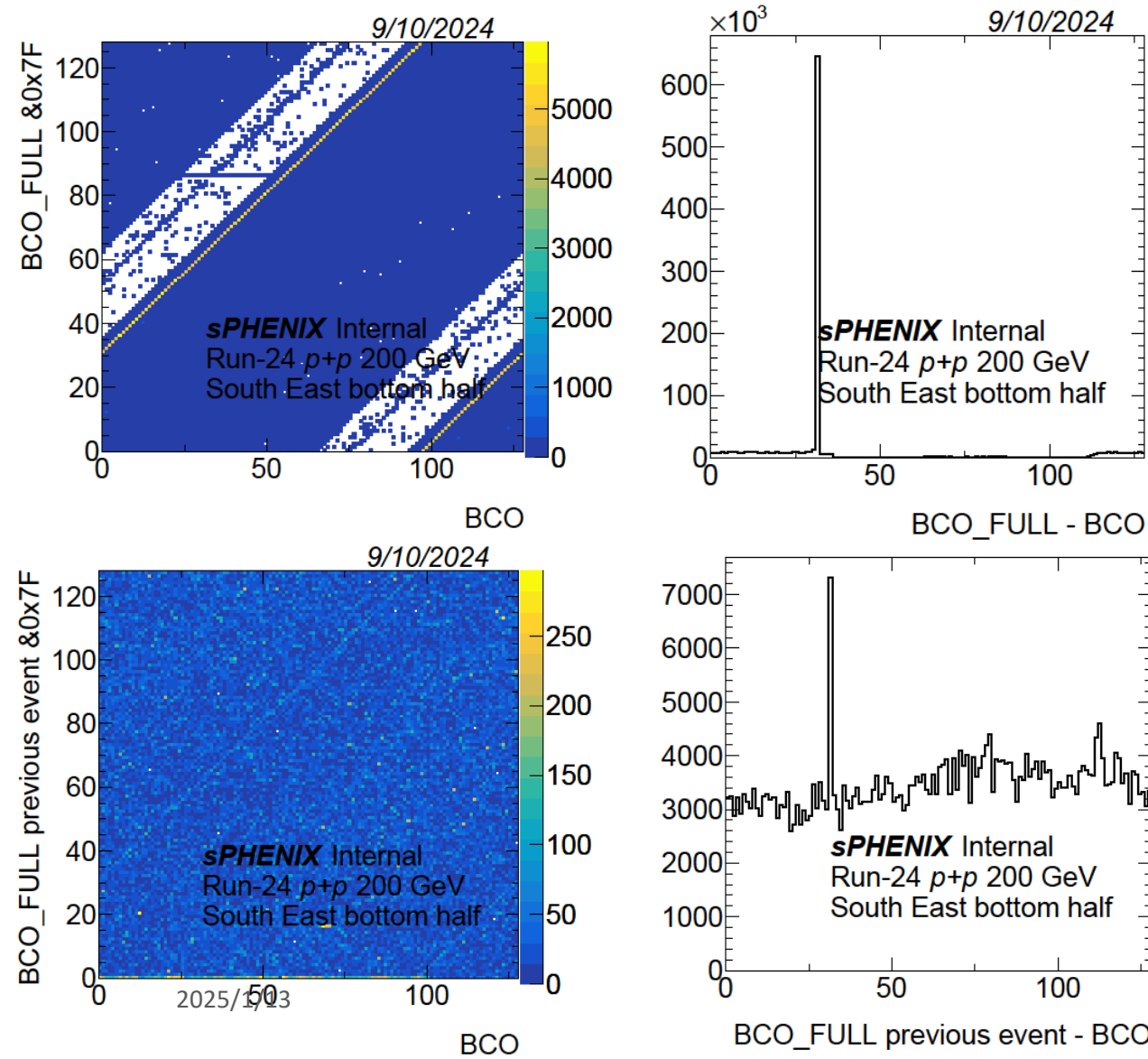
⇒ Event Mixupとビーム衝突の間隔に関係性はない

X軸: BCO_FULL - 1つ前のBCO_FULL
Y軸: イベント数



解析結果 (Run24)

Run24におけるEvent Mixup



Run24で測定されたデータの結果

このデータにおいてはRun23の結果と同様に現象を示す相関とピークが確認された
今年の測定でもEvent Mixupは発生している

しかしヒット多重度との相関は
陽子対衝突であるためヒット多重度が低く
確認することが出来なかった

Mixup イベント・ヒットの割合

$$\text{Mixup Event fraction} = \frac{\text{Mixup Event}}{\text{All Event}}$$

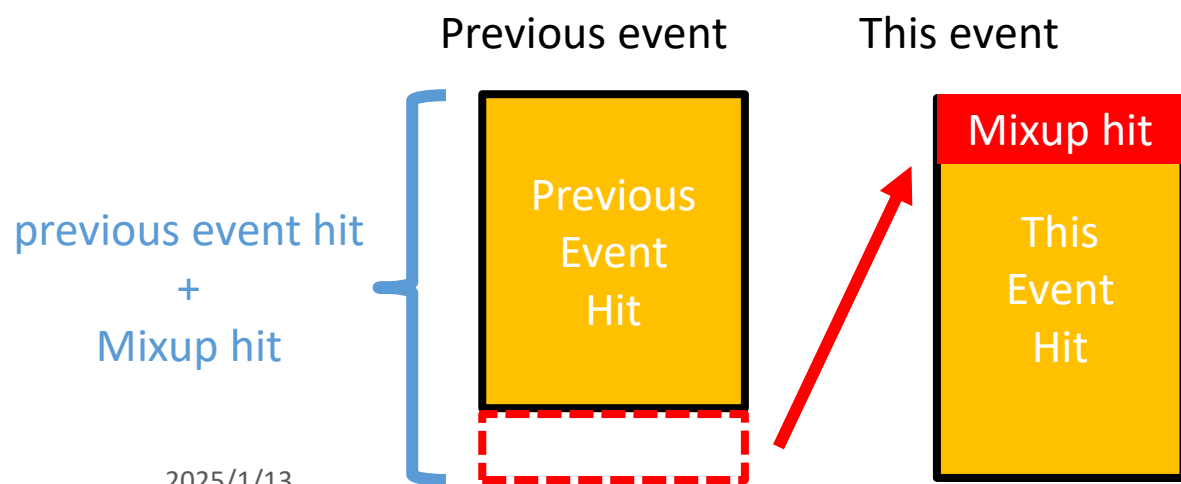
$$\text{Mixup Hit fraction} = \text{Mixup Bin Hit fraction(Average)} - \text{Random Hit fraction(Average)}$$

$$\text{Mixup Bin Hit fraction} = \frac{\text{Mixup Hit}}{\text{Previous Event Hit} + \text{Mixup Hit}}$$

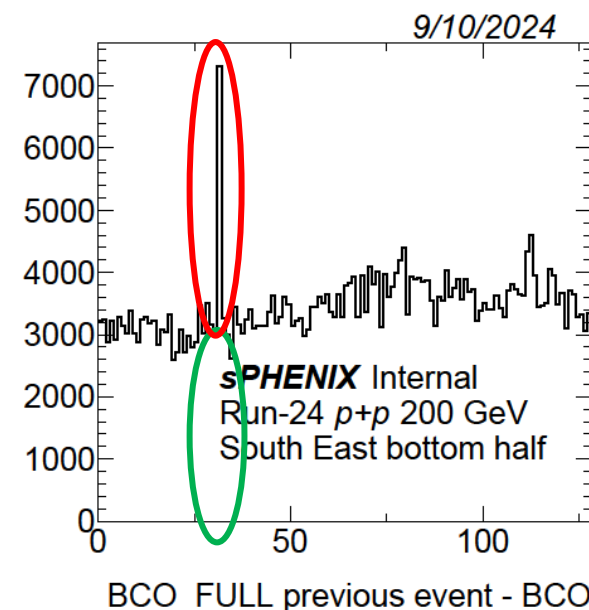
$$\text{Random Hit fraction} = \frac{\pm 2\text{bin from Mixup peak Hit}}{\text{Previous Event Hit} + \pm 2\text{bin Hit}}$$

$$\text{Average} = \frac{\text{Mixup Hit fraction}}{\text{Mixup Event}}$$

$$\text{Average} = \frac{\text{Random Hit fraction}}{\pm 2\text{bin Event}}$$

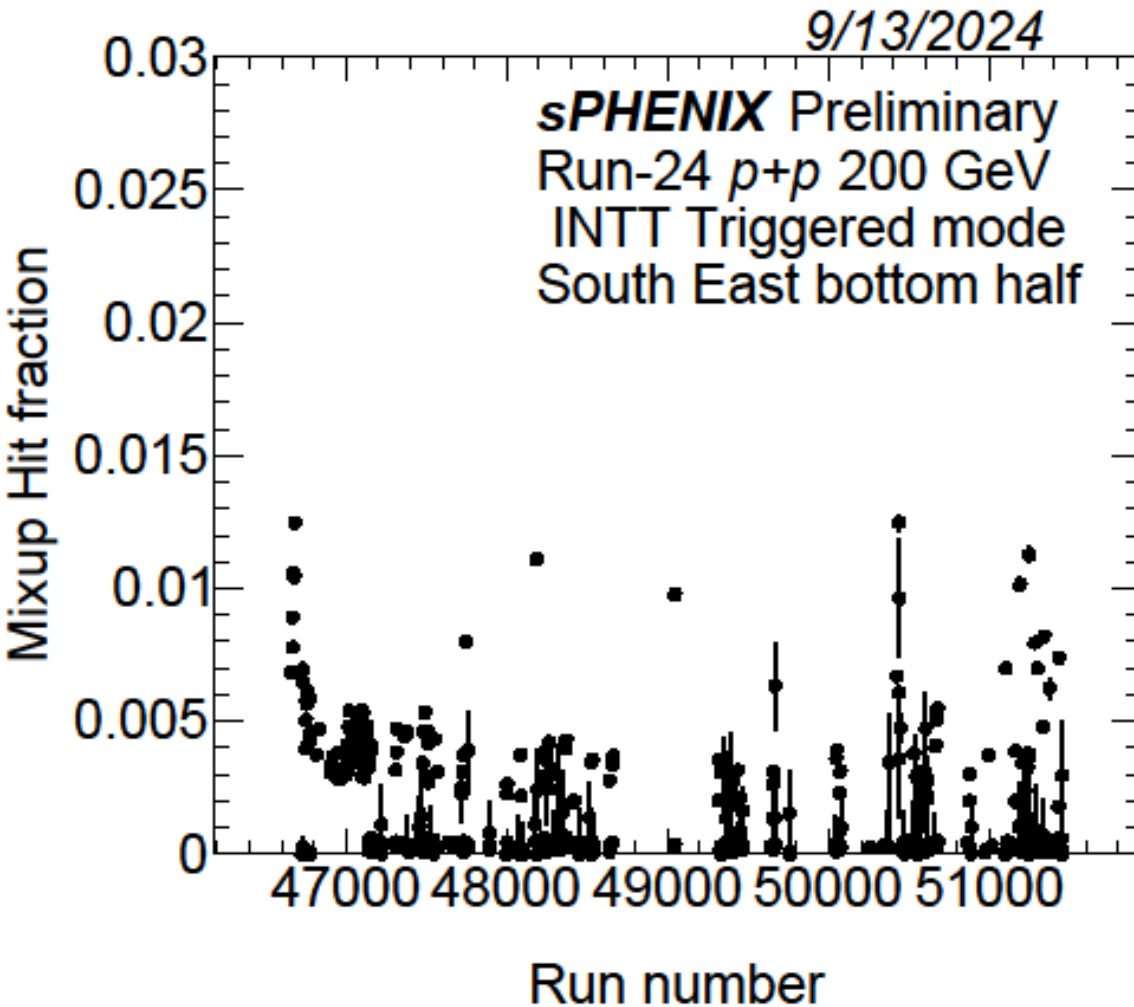


2025/1/13

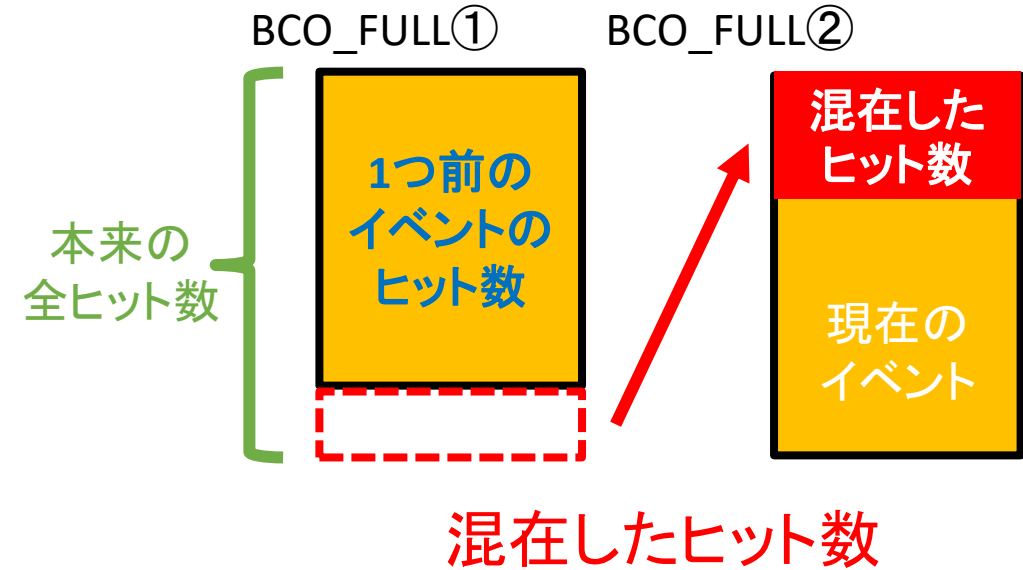


Mixup ヒットの割合 vs Run number

測定日 : 2024/06/25 ~
 データ読み出し : トリガー
 測定時間 : 10分以上
 解析イベント数 : 100k



イベントごとにヒットの混在の割合 (平均)

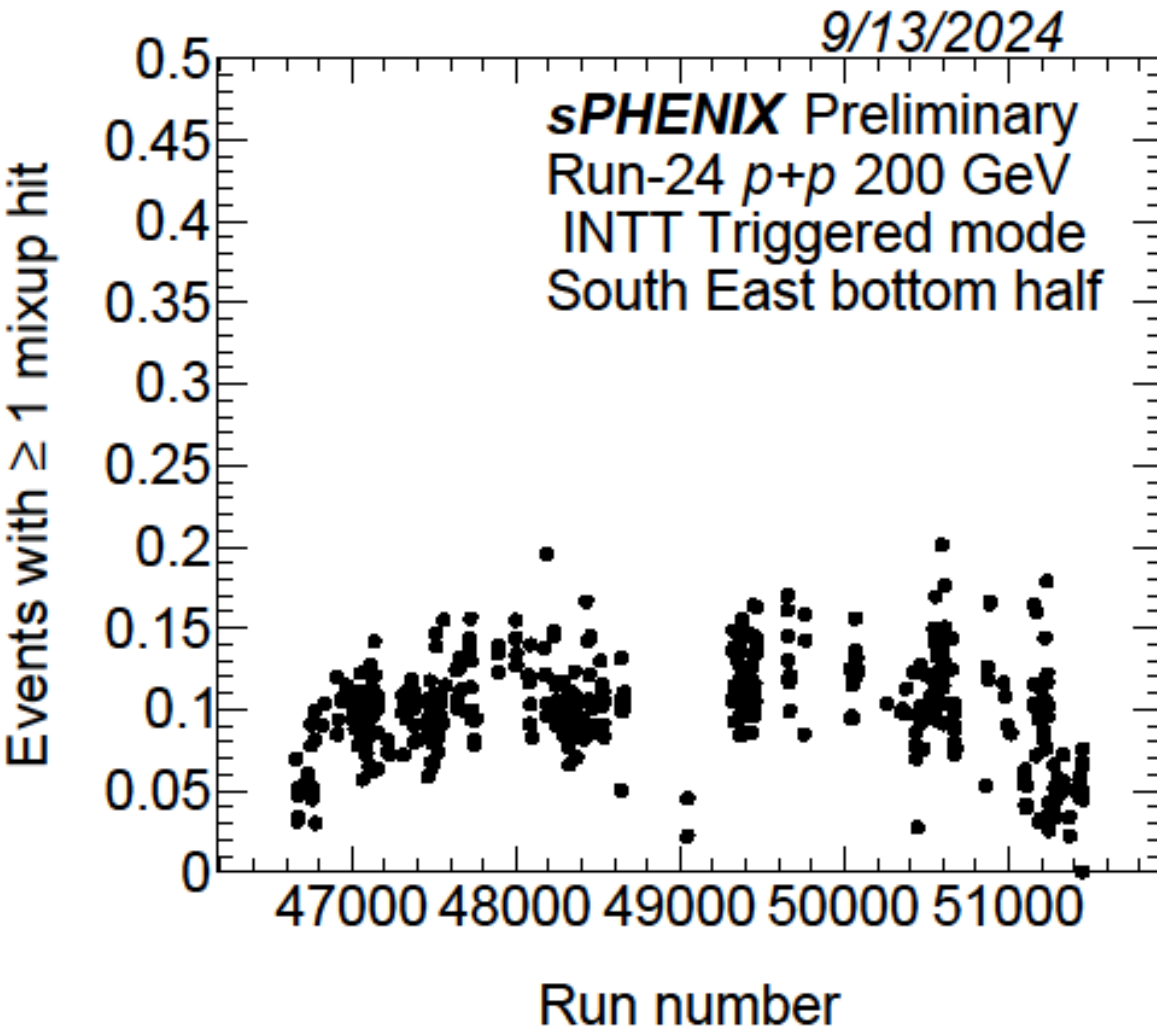


$$\frac{\text{1つ前のイベントのヒット数} + \text{混在したヒット数}}{\text{1つ前のイベントのヒット数} + \text{混在したヒット数}}$$

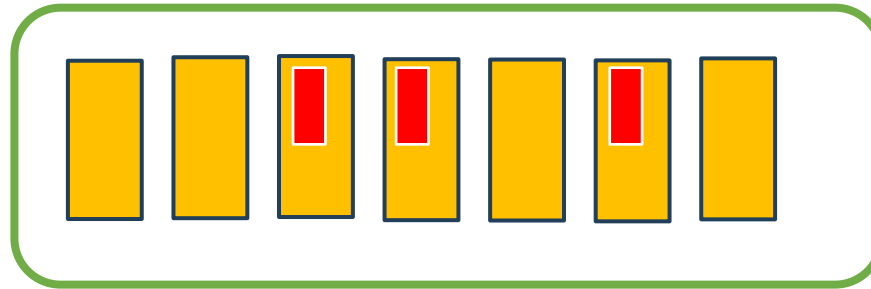
- Run順において、割合高い時期は特になし
- 漏れ出すヒットは多くても1%ほど

Mixup イベントの割合 vs Run number

測定日: 2024/06/25 ~
データ読み出し: トリガー
測定時間: 10分以上
解析イベント数: 100k



Run内での現象が起こるイベントの多さ
現象の起こりやすさ

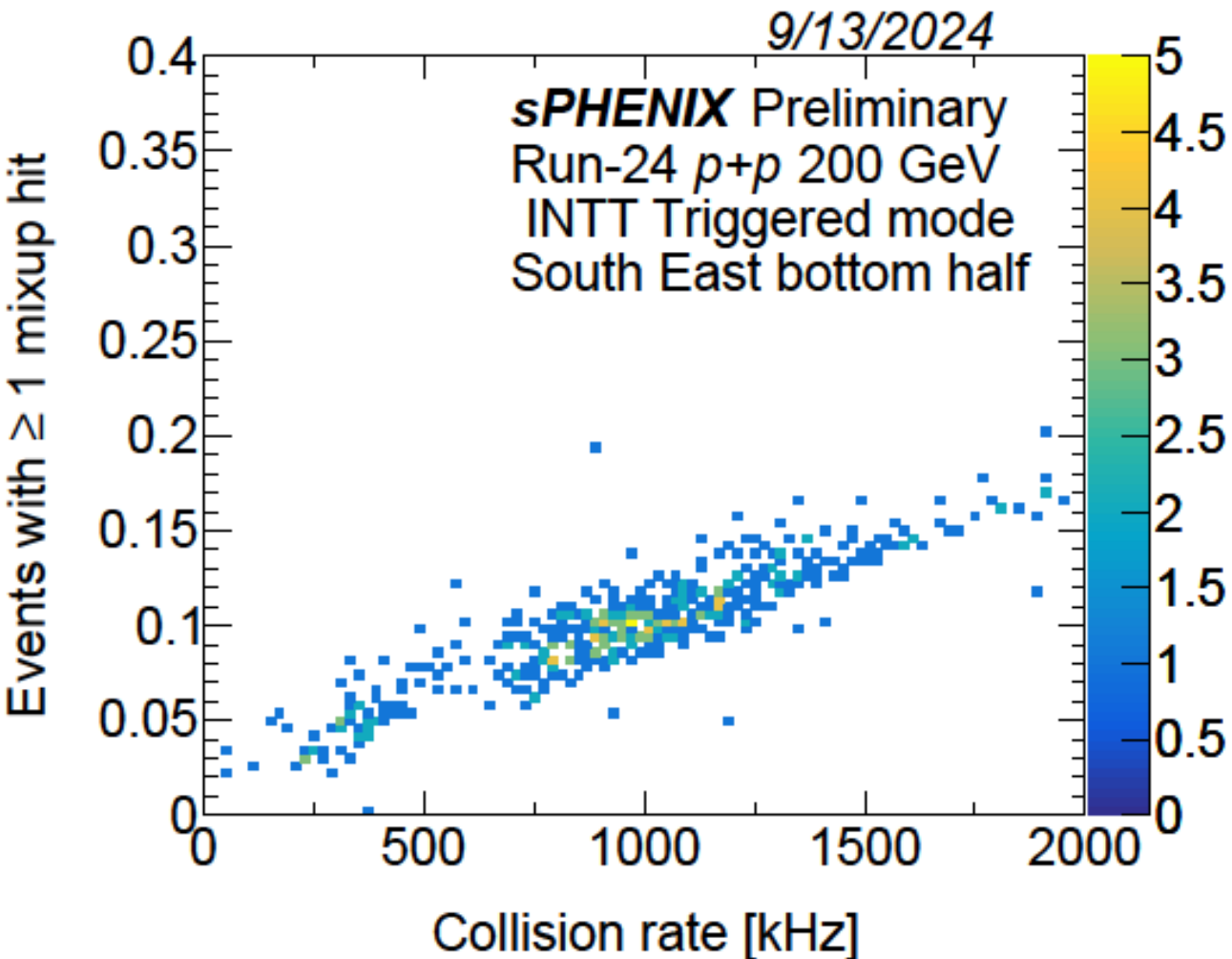


$$\frac{\text{現象が起きているイベント数}}{\text{全イベント数}}$$

- 現象の起こりやすさ多くの場合5%～20%に収まる、Run23と同程度
- ビームストアごとのグループ構造がある

Mixup イベントの割合 vs 衝突レート

測定日: 2024/06/25 ~
データ読み出し: トリガー
測定時間: 10分以上
解析イベント数: 100k



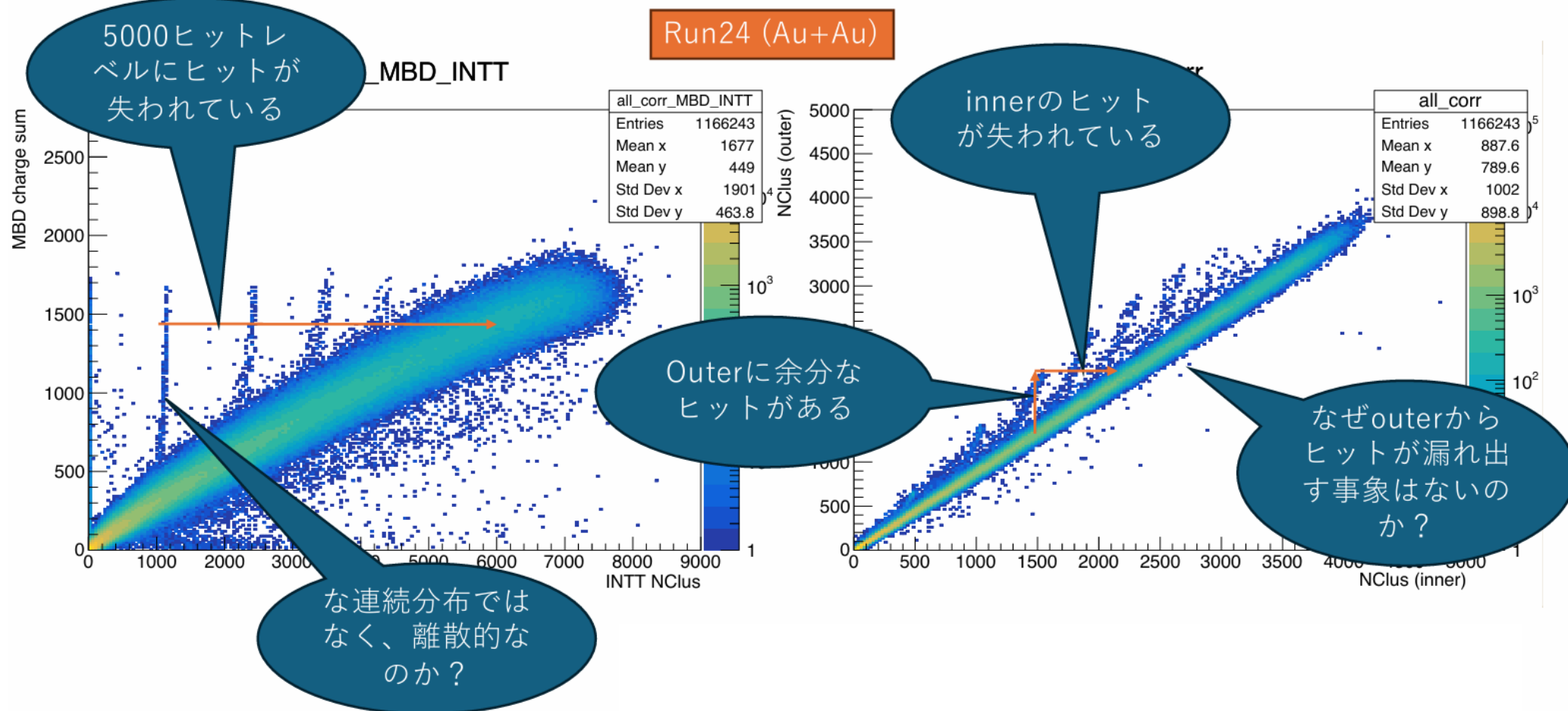
Mixupイベントの割合と衝突レートに相関

→衝突事象の間隔が短ければ短いほど
Event Mixupは起こりやすくなる

- しかしrandom hitを含むEventをカットできていない

進捗 (Run24)

Fish Bone 構造



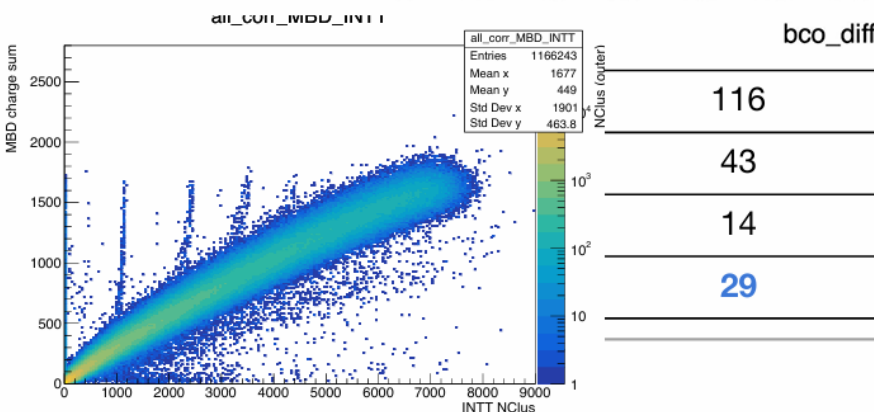
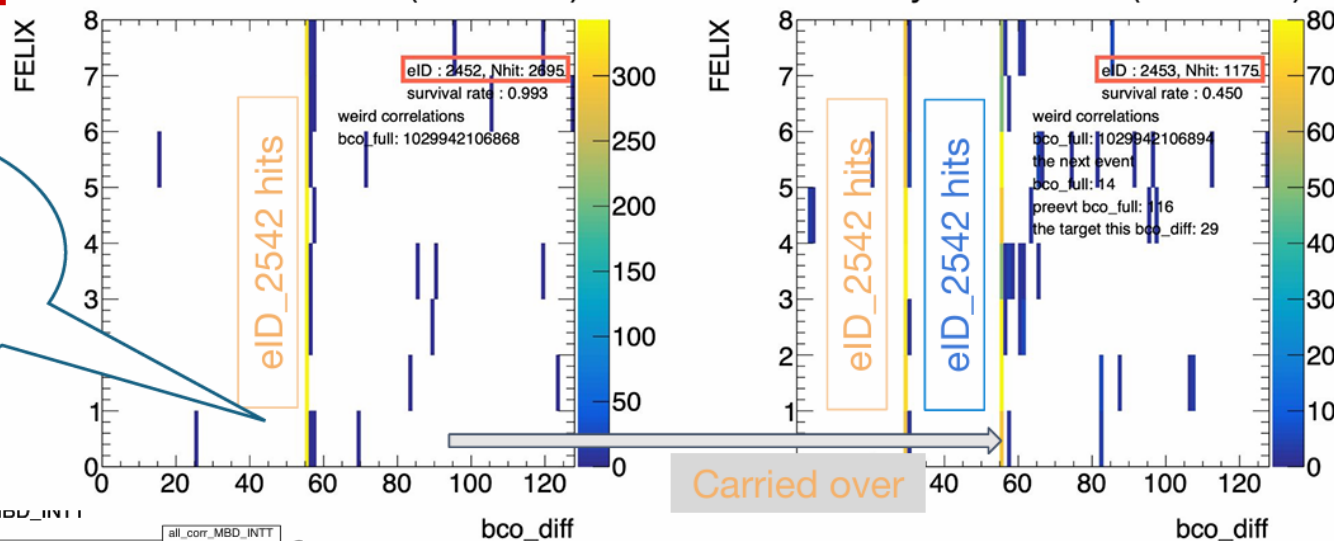
The spikes in multiplicity correlations



Run 54280 (AuAu ZF)

Abnormal events (eID 2452)

Its very next event (eID 2453)



- If the hits are carried over to the next event, the **“time_bucket of this_hit_bco w.r.t next_BcoFull”** would have to be **29**, where you can see the yellow vertical strip in the right plot
- The evidence of hits carried over to the next event

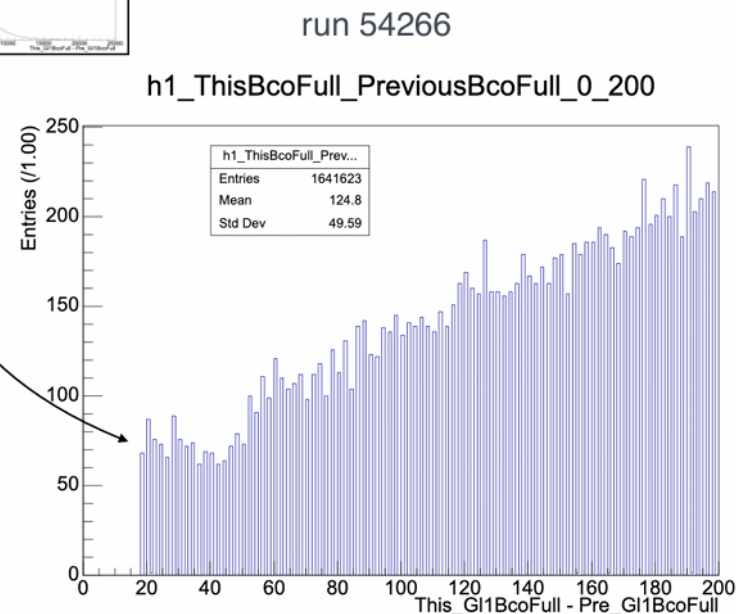
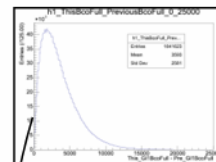
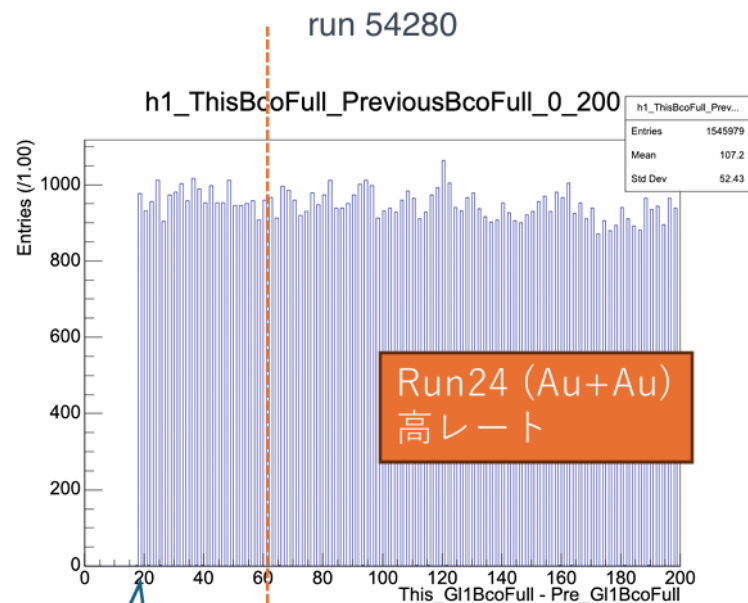
PPG02 - $dN_{ch}/d\eta$

16

典型的に全Felixで漏れだしが起こっていて、離散的振る舞いの原因は「漏れ出しFelixの数が原因」とは矛盾する

ThisBCO-PrevBCO Zero付近のさらに拡大

GL1BCO is used



H the same dead time 17 BCO (It may be the default set in the GTM? not due to the busy signal?)

GTMにハードコードされているBusy=16

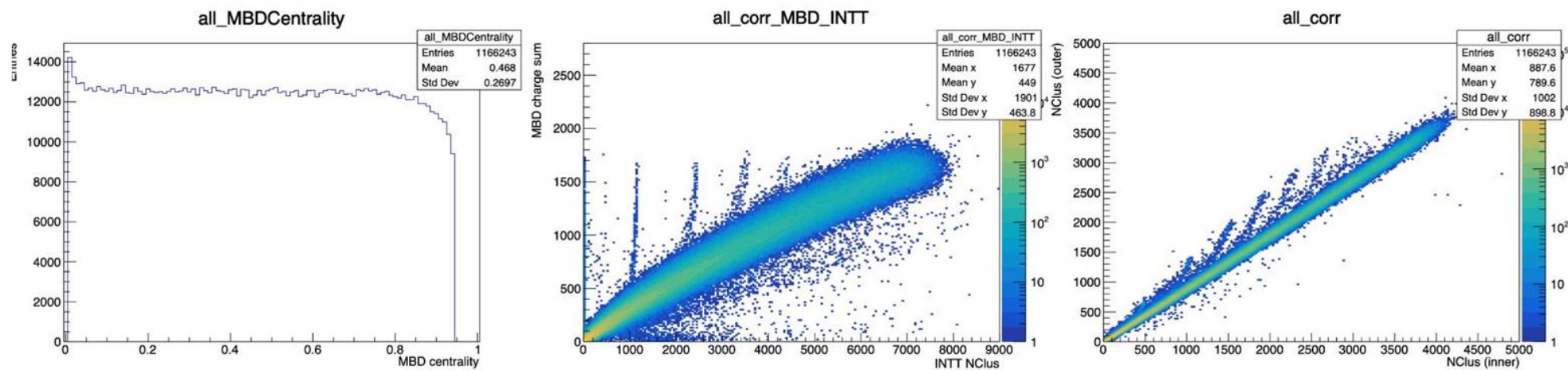
ThisBCO-PrevBCO<61を
カット

The spikes in multiplicity correlations



Run 54280 (AuAu ZF)

Only evens with $-10 \text{ cm} < \text{MBD_z_vtx} < 10 \text{ cm}$ are included



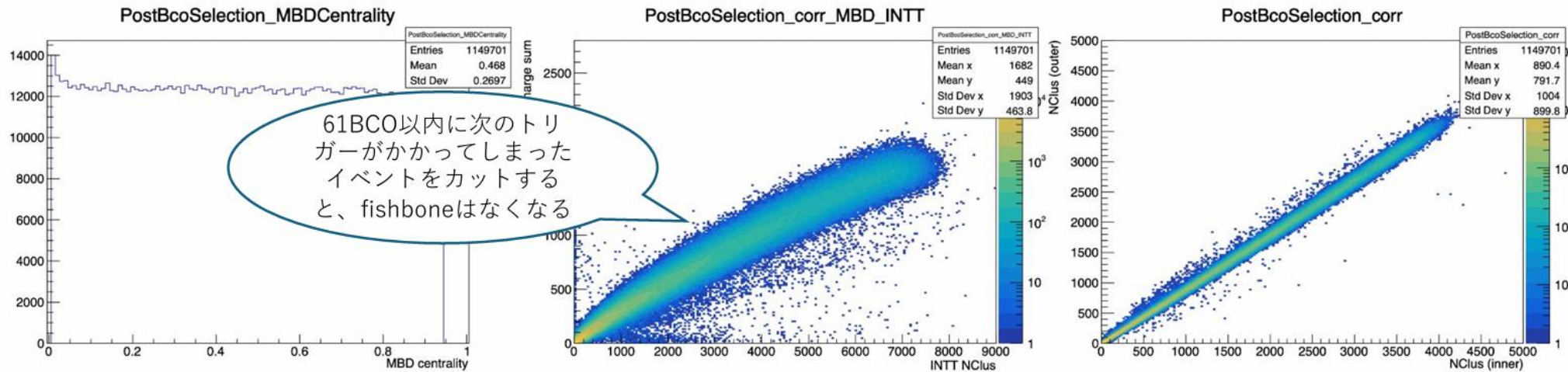
The spikes in multiplicity correlations



Run 54280 (AuAu ZF)

Only evens with $-10 \text{ cm} < \text{MBD_z_vtx} < 10 \text{ cm}$ are included

Events w/ $\text{NextInttBcoFull} - \text{ThisInttBcoFull} > \underline{61}$ are kept

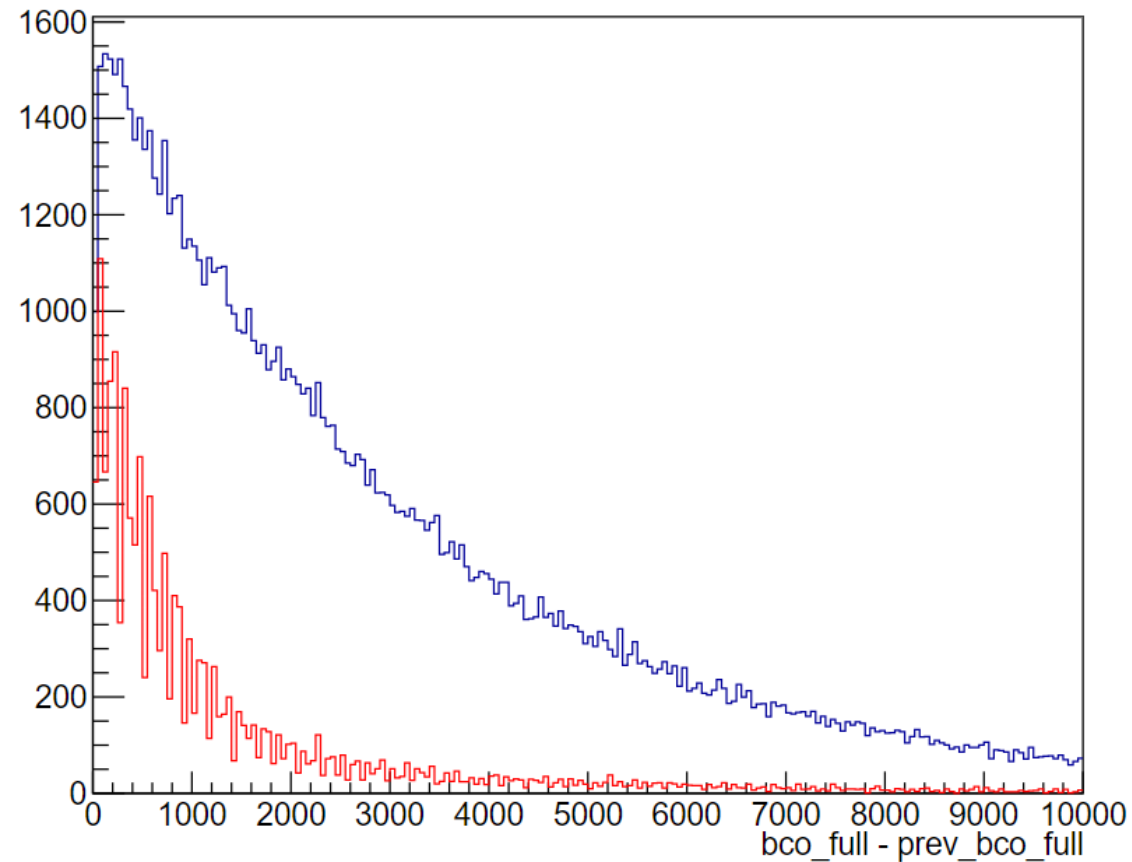


Number 61: $\text{open_time } 60 + \text{HitBcoDiff_cut} \pm 1 = 61$

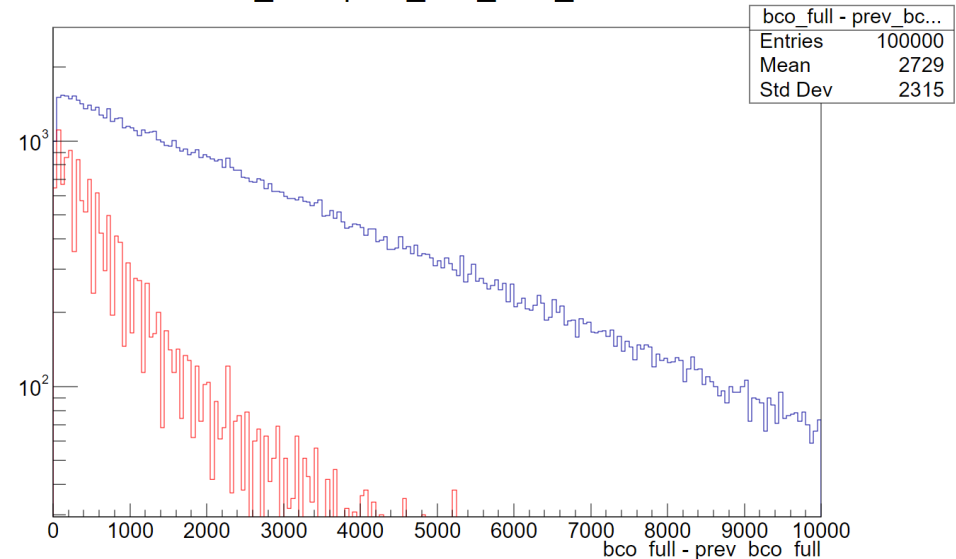
16,542 out of 1,166,243 events are excluded $\rightarrow$ 1.42% are dropped

Collision interval Run54280

bco_full - prev_bco_full0_Run54280



bco_full - prev_bco_full0_Run54280



BCO_full – previous BCO_full(40bit)

Blue: All Event

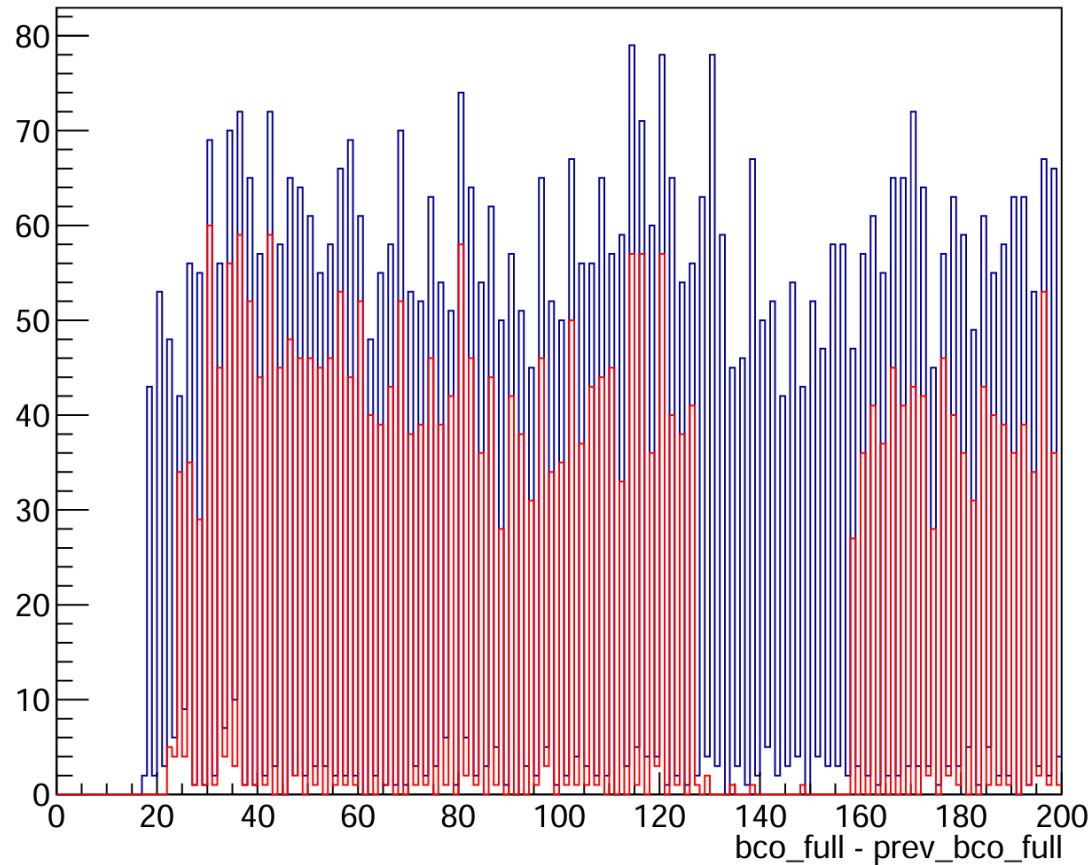
Red: Mixup Event(with at least 1 mixup hit)

全イベントとMixupイベントで異なる分布となった

→Run23の結果と異なる

Collision interval Run54280

bco_full - prev_bco_full0_Run54280



BCO_full – previous BCO_full(40bit)

Blue: All Event

Red: Mixup Event(with at least 1 mixup hit)

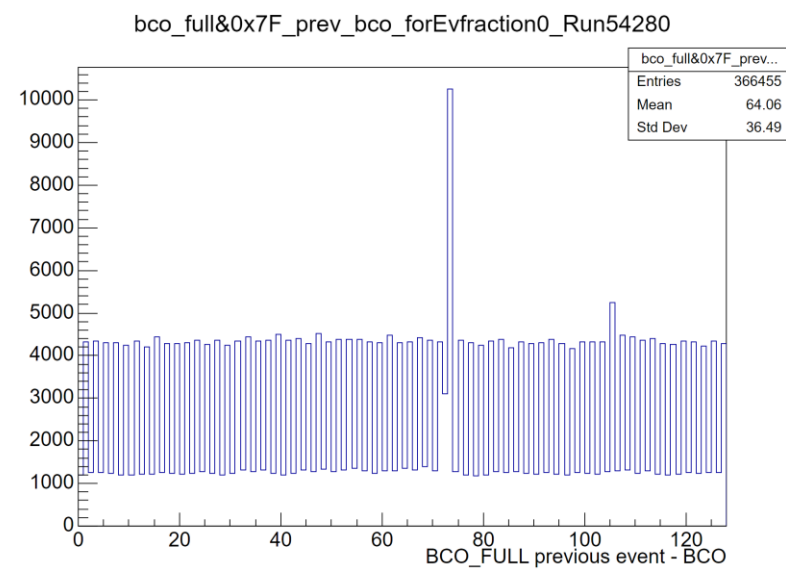
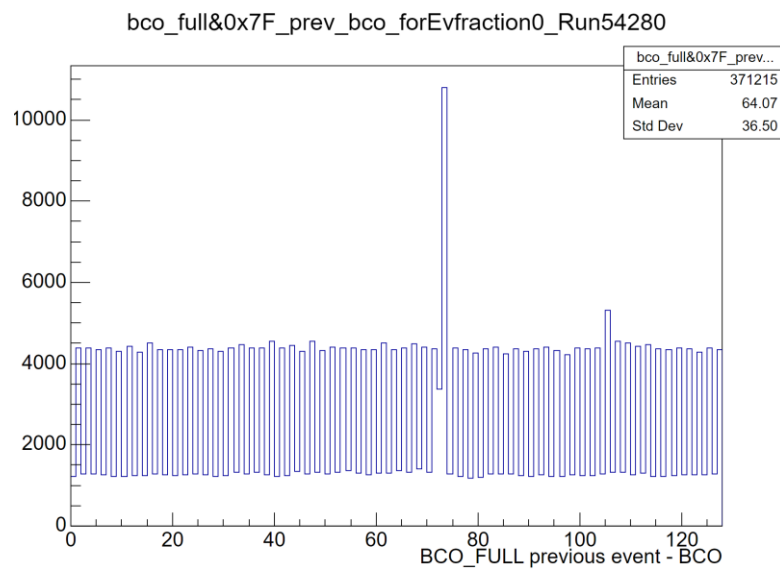
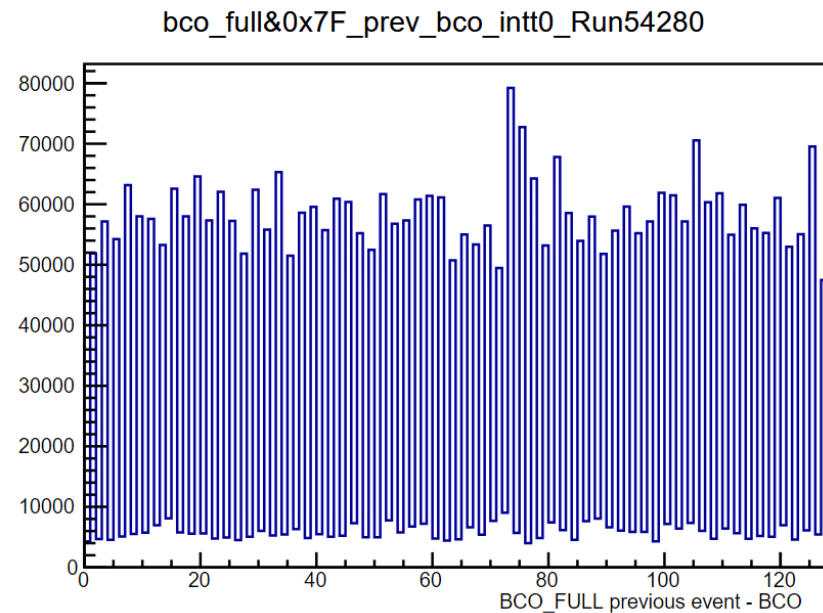
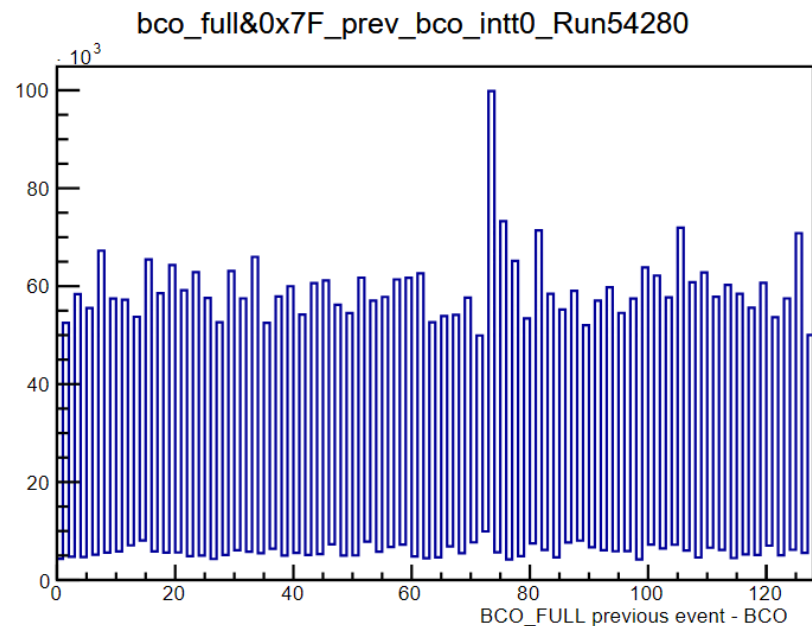
BCO diff<61となるイベントあり

Run54280 intt0 BCOdiff<61 cut

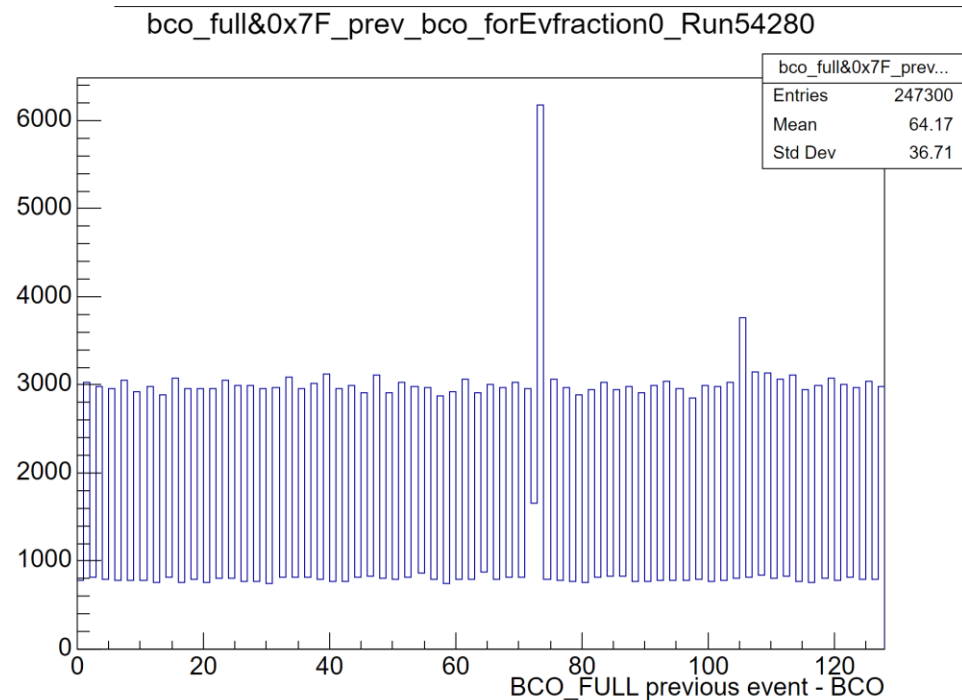
Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut

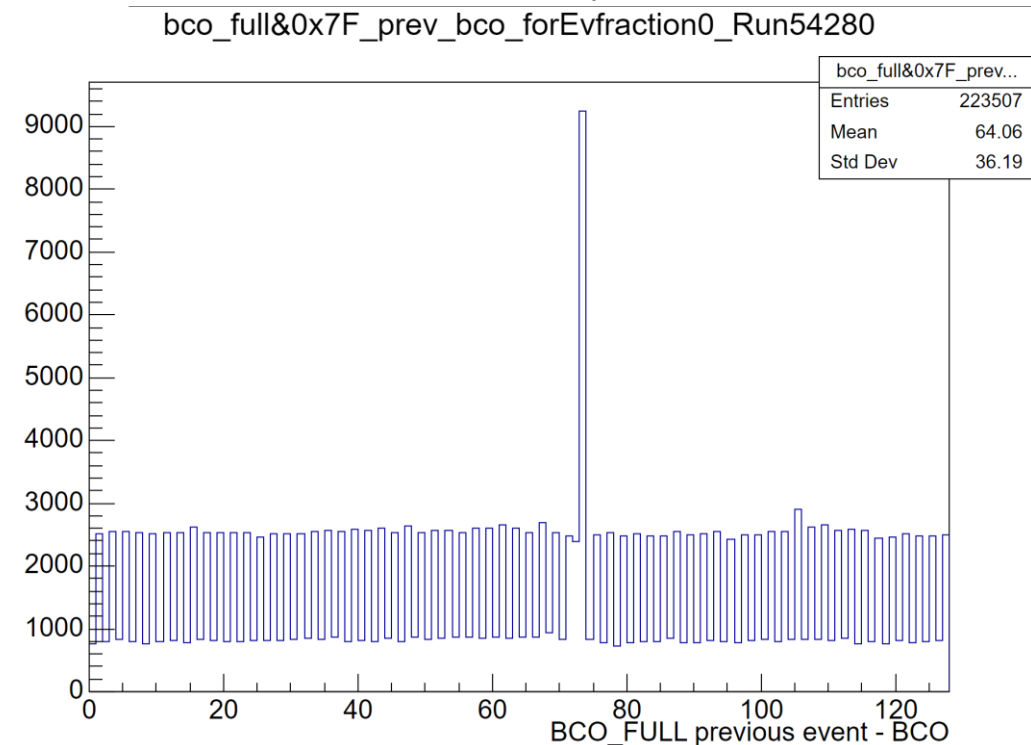
After cut



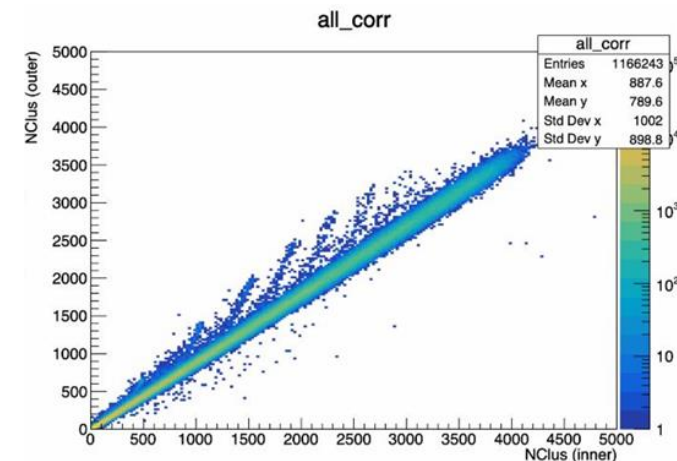
Inner layer



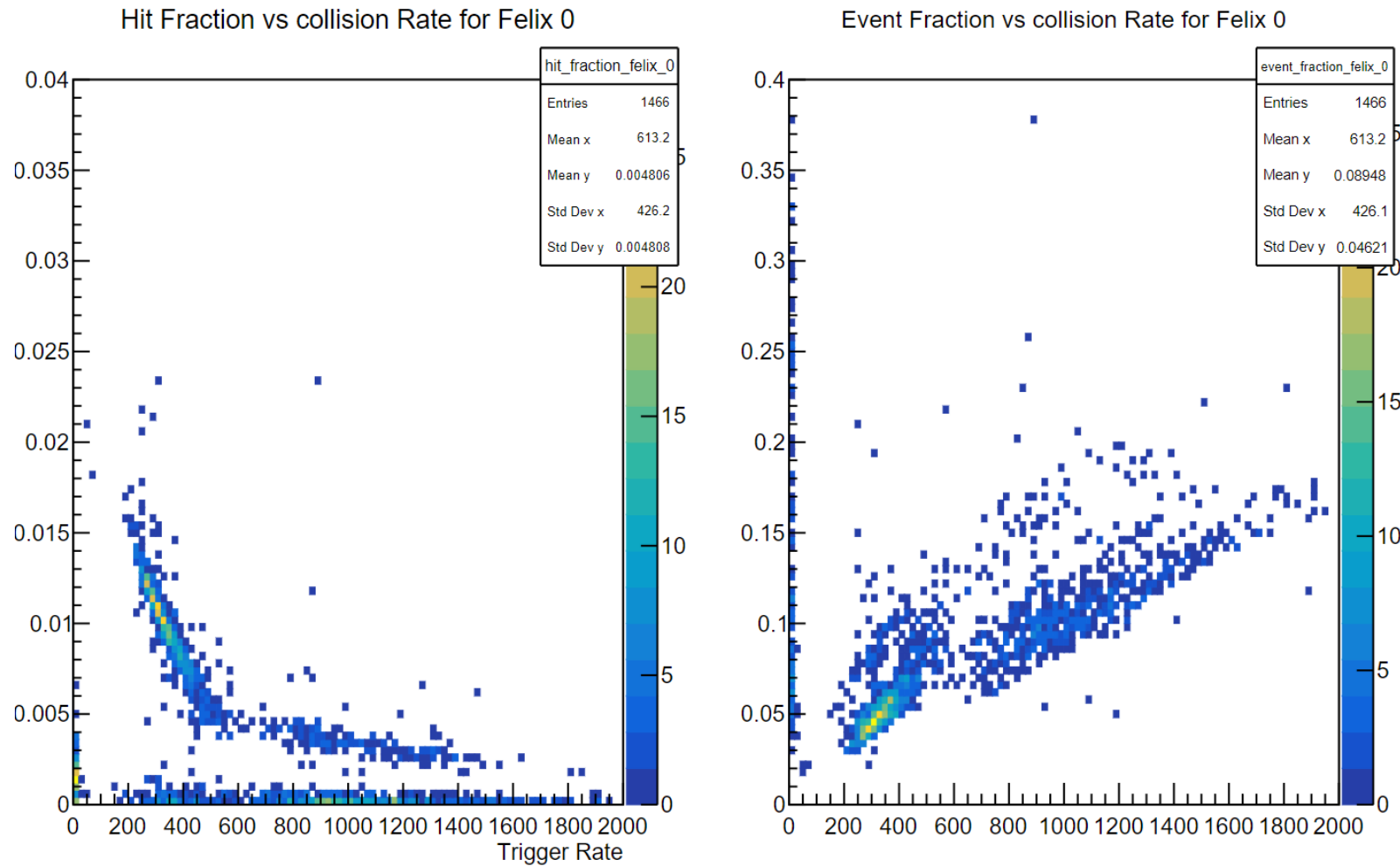
Outer layer



この結果から、inner layerでは約3000個、outerでは約6000個Mixup Eventがあり、outerでより多くのMixupが発生している。
しかし、CW解析ではinnerでヒットが失われていて、一致しない。



Mixup Hit/Event fraction after subtract random hit/event (Not cut BCOdiff<61) (p-p Au-Au)



Random Hit/Eventを差し引いたが、Mixup Event fractionの相関は変わらずある
→Random Eventが正しく差し引けているか確認

今後行うこと

- 修論
- APR
- Mixup Hit/Event fractionの計算
 - バンチ数が少ないときのsubtractするためのbinの選択方法
 - Random Event 差し引き確認
- Layer
 - layer判定上手くいってるか確認
 - Inner vs outer layer のヒット数相関
- Hot channel cut (official DSTにおいて)
- Chipごとに見た時、Mixup hitが最初に来るかどうか
- Streaming data
 - BCOdiff vs Bunch ID のプロット作る

今後の展望

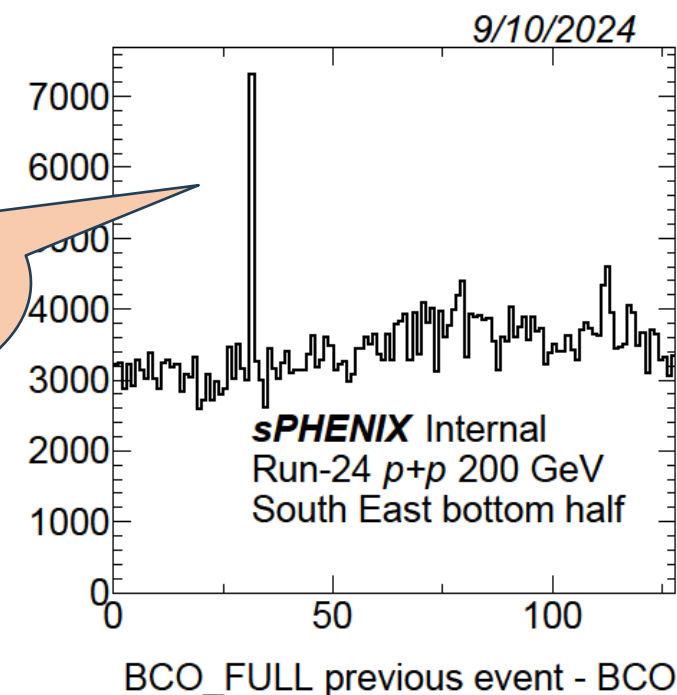
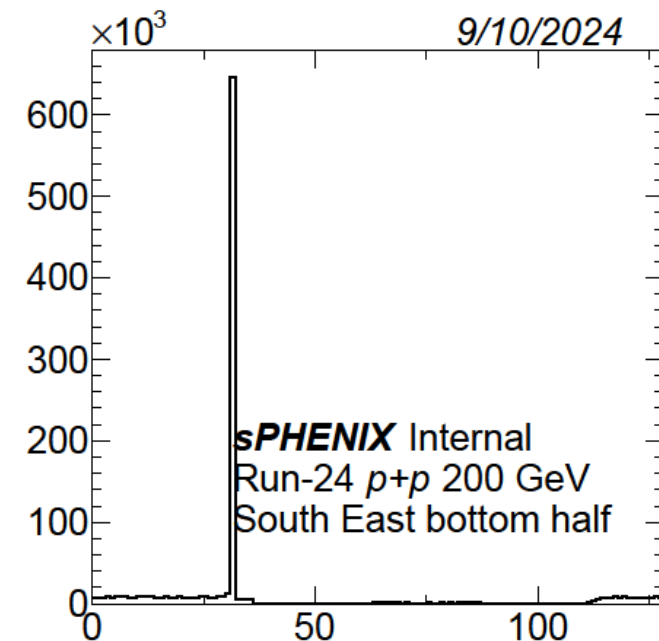
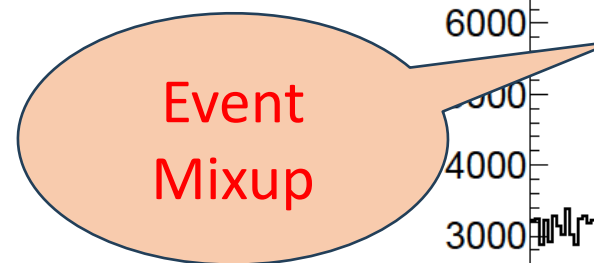
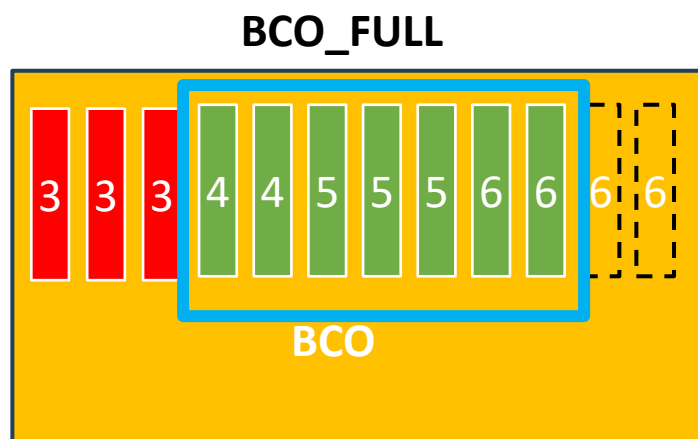
- 解析においてEvent Mixupの処理
 - Mixup hit をカットするか、元に戻すか
 - Streaming data におけるMixup hitの扱い
- Run25におけるEvent Mixup
 - offline monitor にMixupプロット
 - n_collision Scan, open time scanによってMixupの状態が変わるか
 - Felix内のMixupの原因を突き止める

Back up

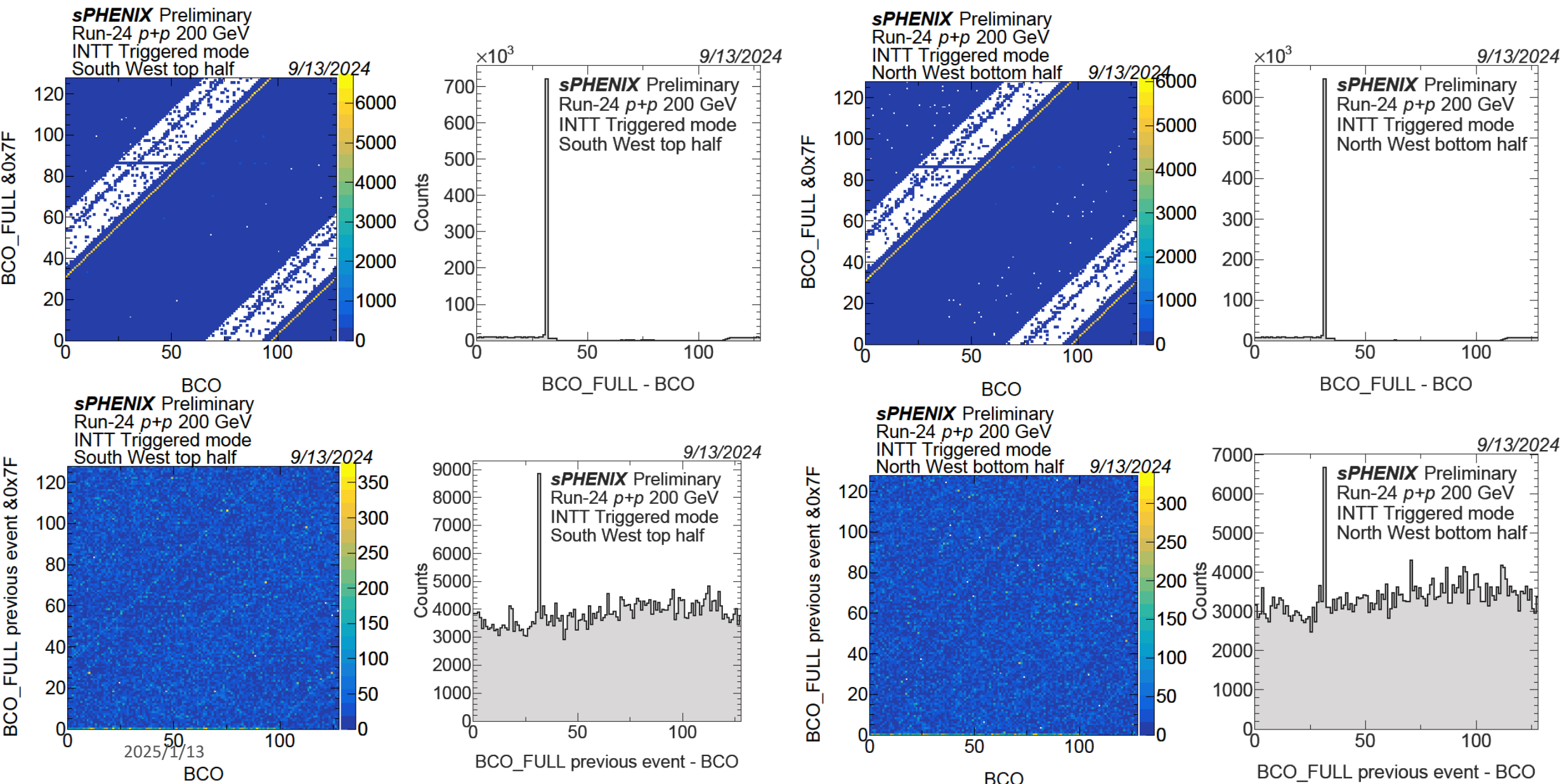
Mixupヒットの判定方法

- BCO_FULL - BCO を用いて判定
 - BCO_FULL(現在) - BCO(現在)
 - BCO_FULL(前) - BCO(現在)
 同じ位置にあるピークをMixupと定義

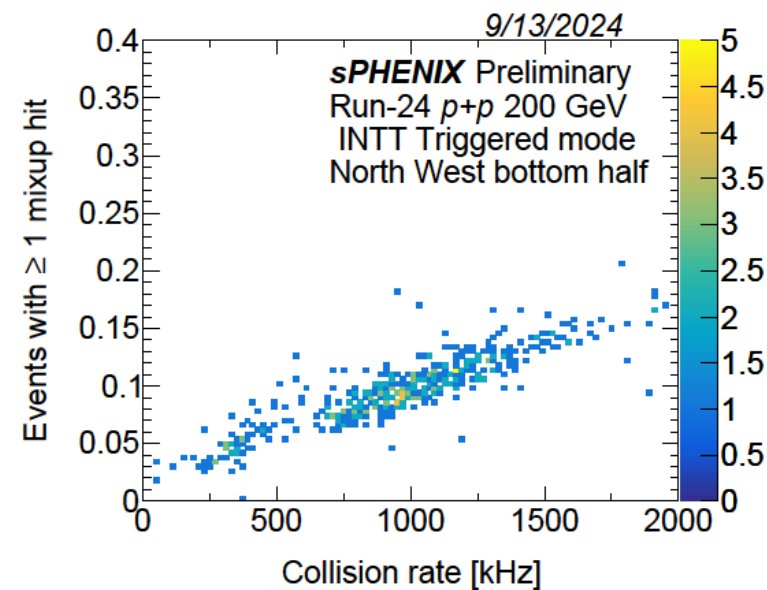
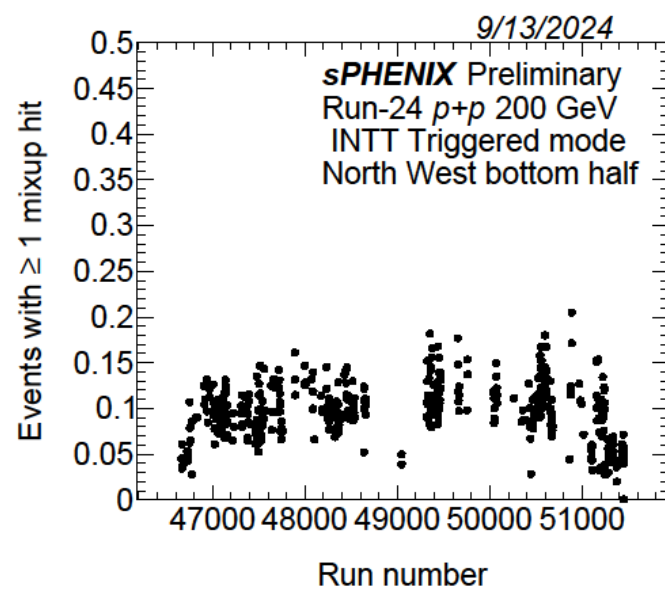
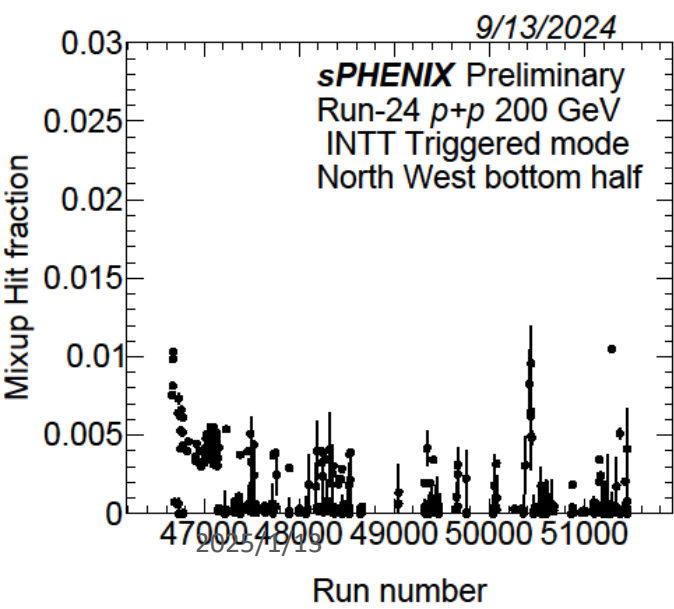
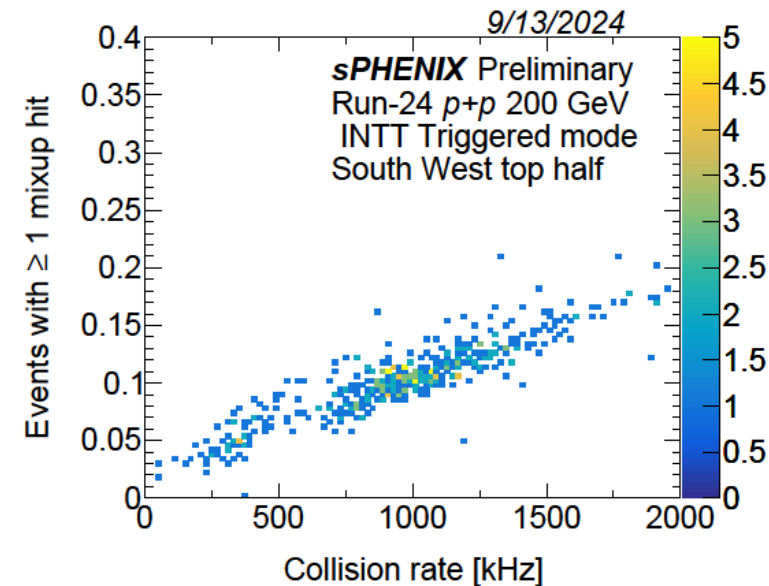
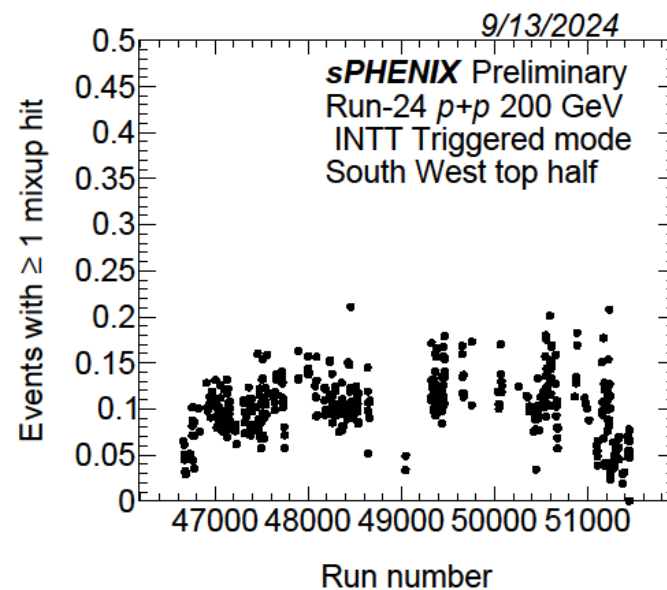
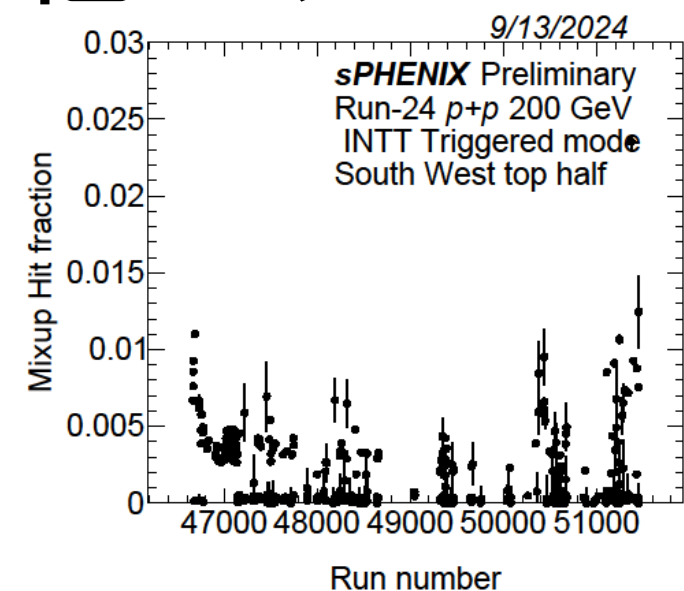
- ②に含まれる**現在のイベントの衝突によるヒット**をカット



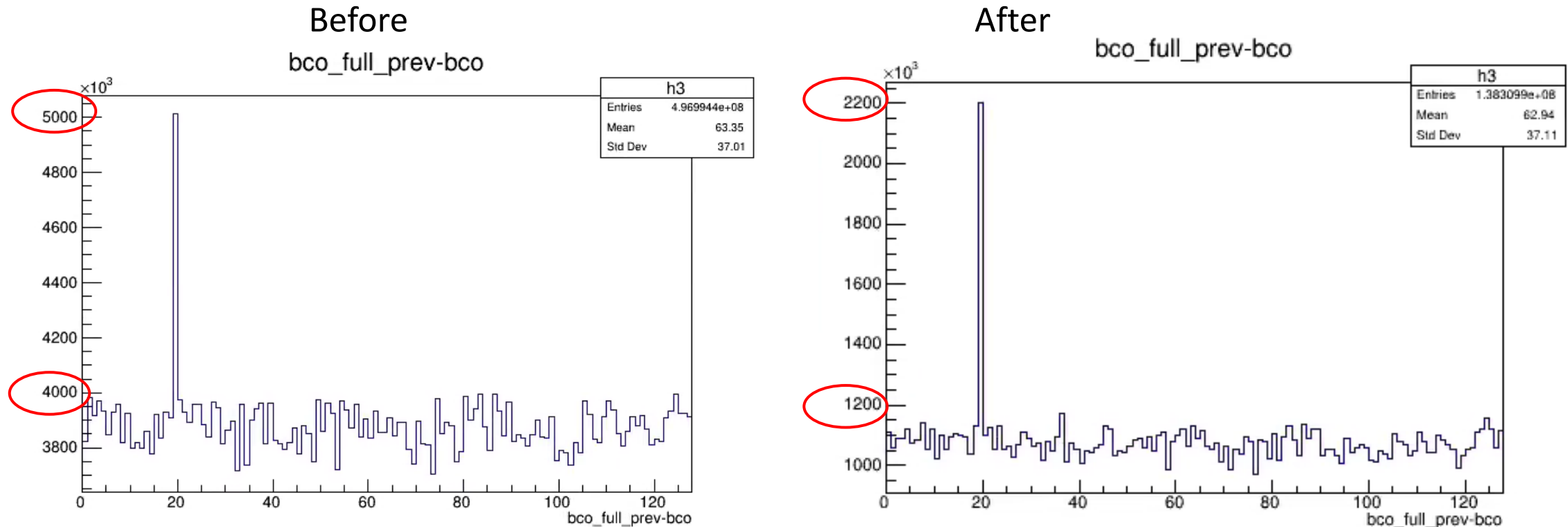
他のサーバーの結果 BCO_FULL BCO



他のサーバーの結果 fraction

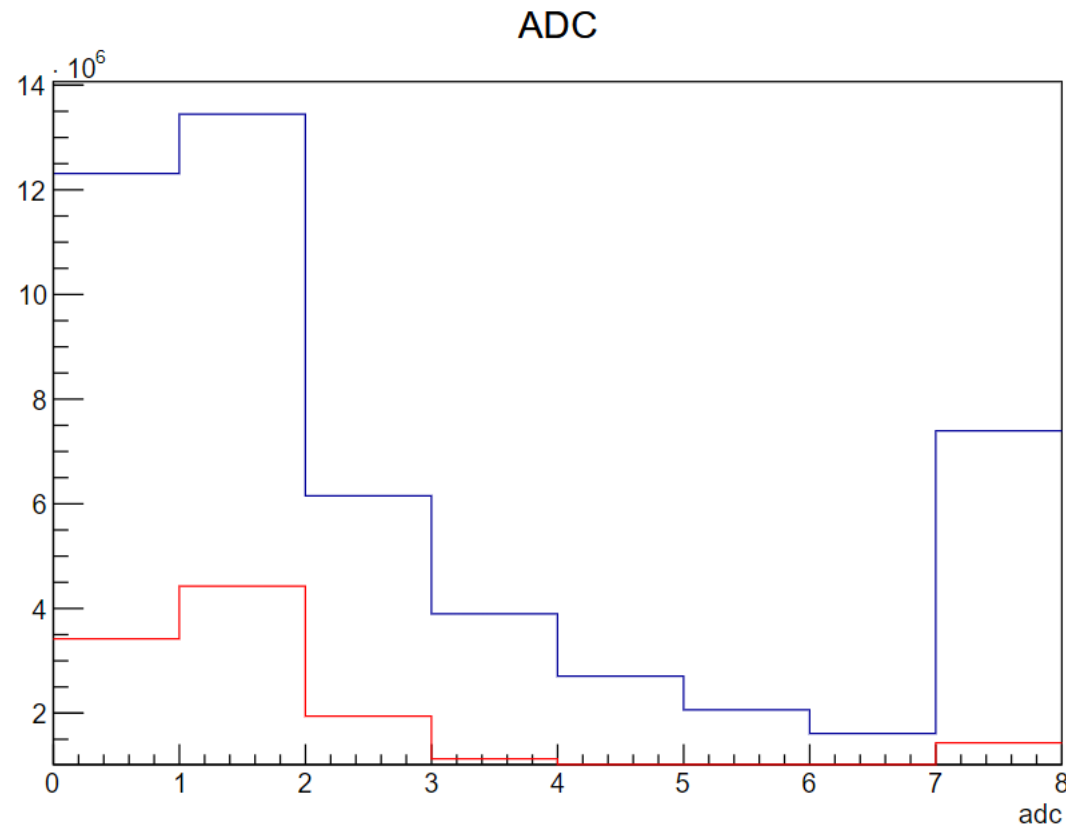


Collision hit of this event cut



- Cutting the collision hits for this event and plotting BCO_Full_prev-BCO, the random portion of the hits decreased, as can be seen value of the vertical axis.
- I didn't get rid of all the non-mixup hits, but I did succeed in reducing them.
- So I reflected that in the plot I showed you before.

ADC and Mixup (Before Felix upgrade)



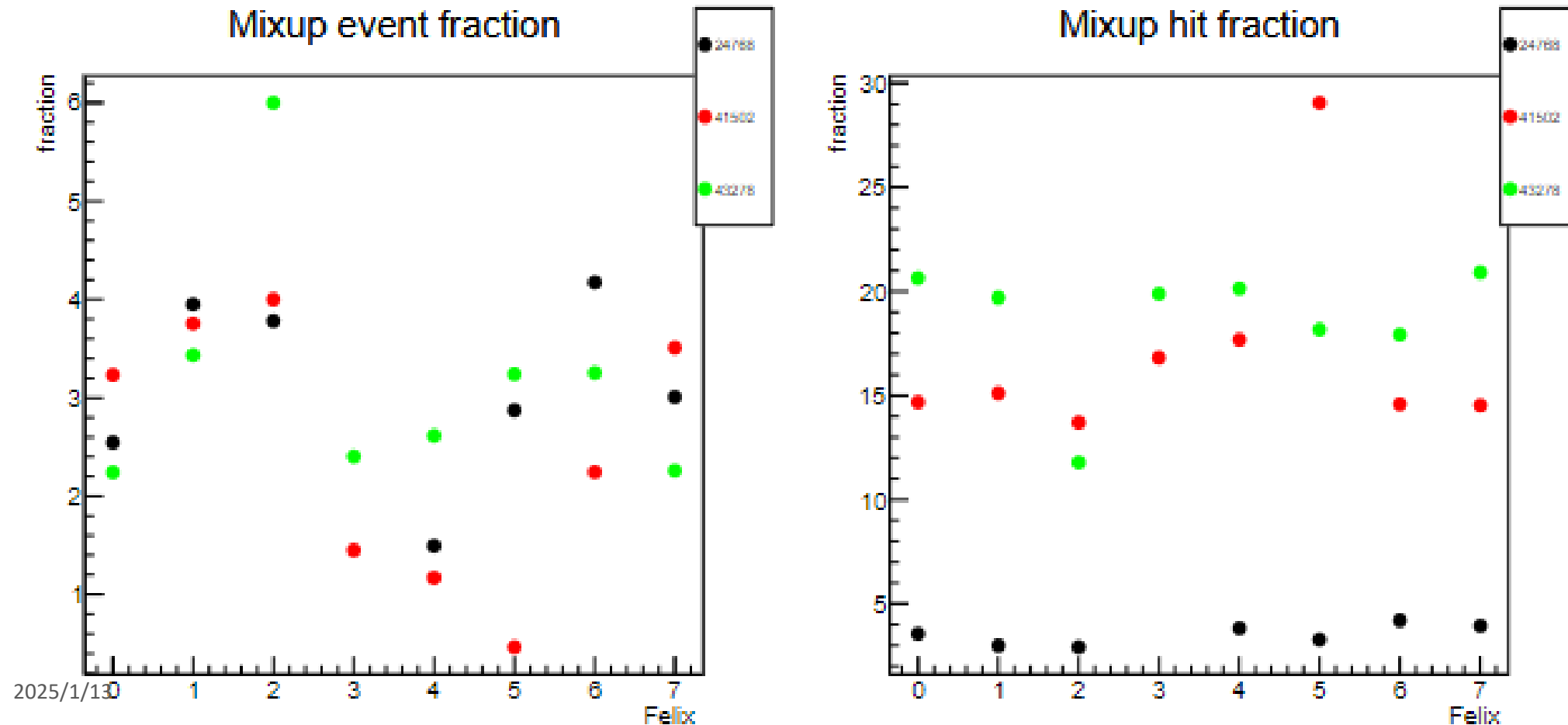
- To determine if there is a relationship between Mixup hits and ADC, I made an ADC distribution of Mixup hits.
- The left figure examines 10% of all events (Run20708intt5).
- Blue is the ADC distribution of all hits and Red is the ADC distribution of Mixup hits.
- Since there is no significant difference in the shape of the distribution from this result, I think that Mixup and ADC are not related.

Fraction after firmware upgrade Run23,24

Mixup event fraction[%]=(Mixup Event)/(Entries) × 100

Mixup hit fraction[%]=(Mixup hit)/(Previous event hit +Mixup hit) × 100

Average (Mixup hit fraction)/(Mixup Event)

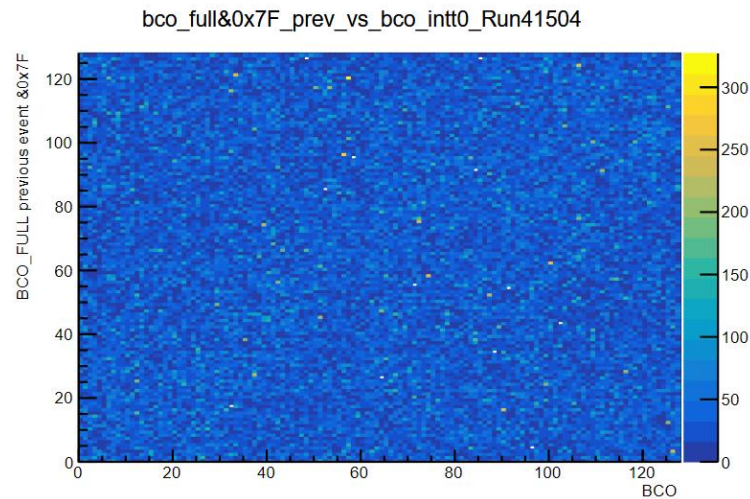
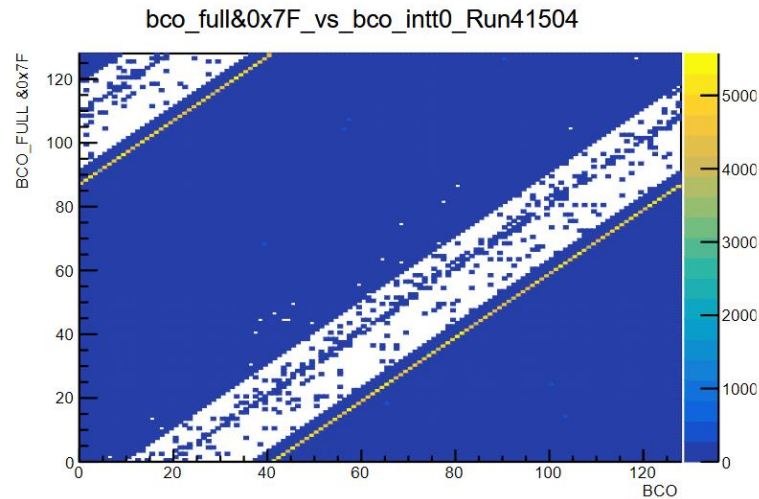


Open time dependence

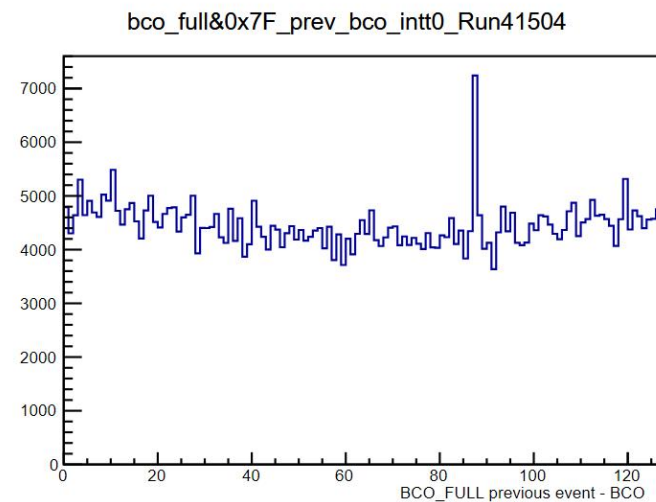
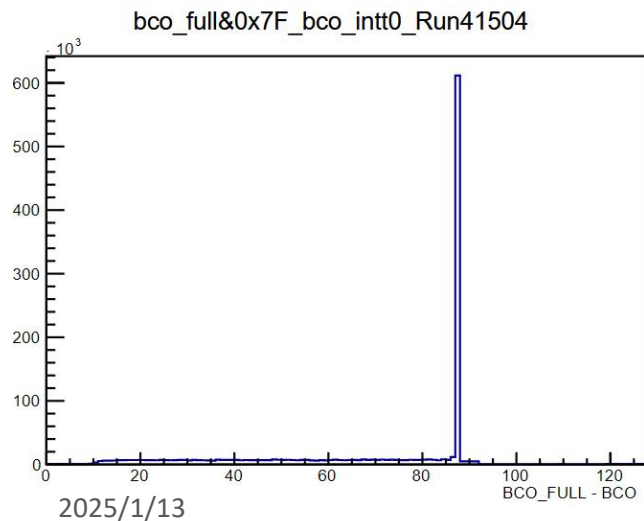
- Open time=55,75,100,107,113,125を調べたがいずれもMixupは確認できた
- Mixupが起きていないように見えるFelixもあるがRunによって異なるので特定のFelixだけ起きていないということは無さそう
(intt1のみNoisyである為確認できず)

Run24 p-p

Run41504(5/4) 10s open time=75 n_collision=100 intt0



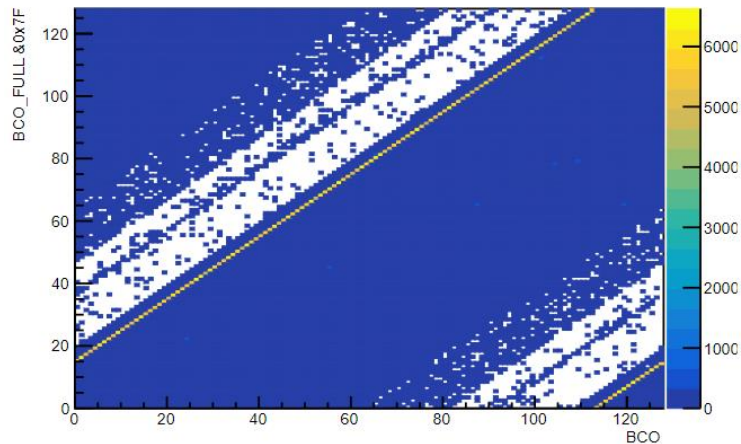
This Run appears to have
Mixup is occurring
at open time=75.



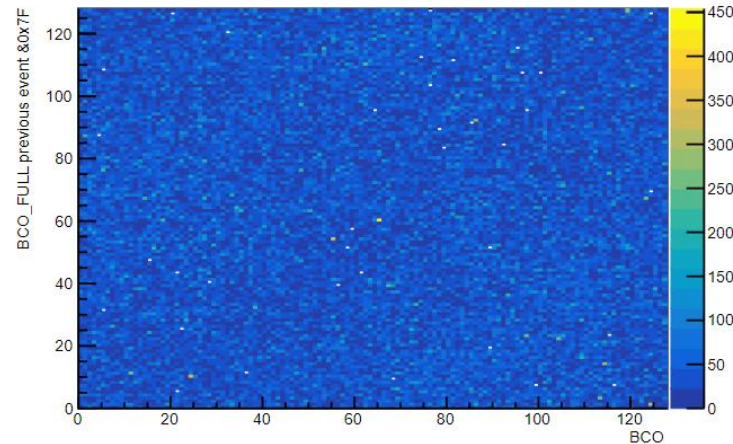
Run24 p-p

Run41505(5/4) 10s open time=**100** n_collision=100 intt0

bco_full&0x7F_vs_bco_intt0_Run41505

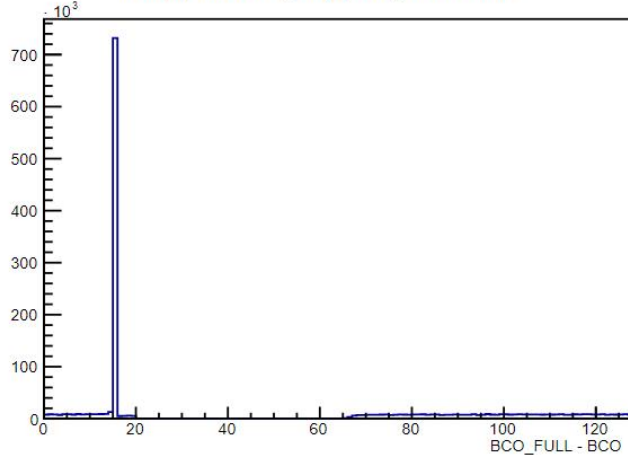


bco_full&0x7F_prev_vs_bco_intt0_Run41505

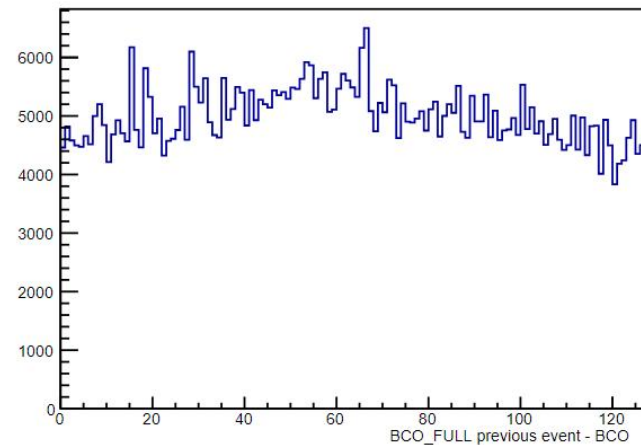


This Run appears to have Mixup is occurring at open time=100.

bco_full&0x7F_bco_intt0_Run41505

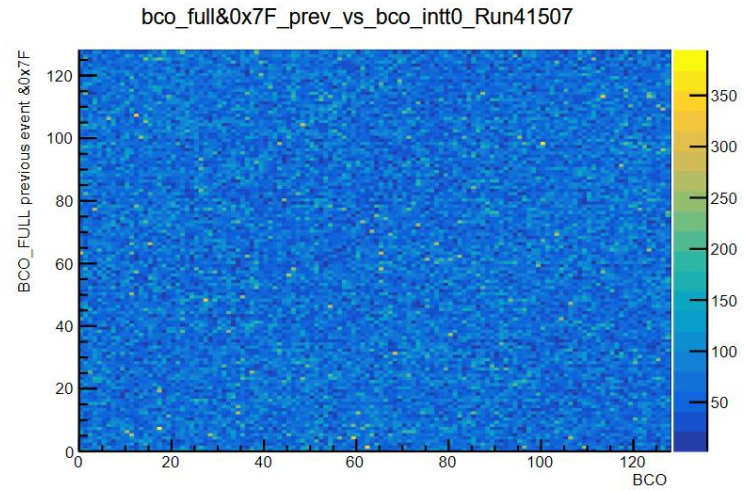
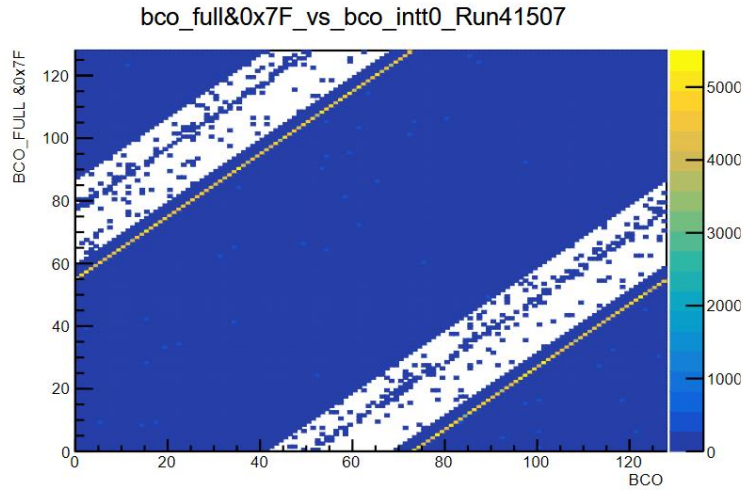


bco_full&0x7F_prev_bco_intt0_Run41505

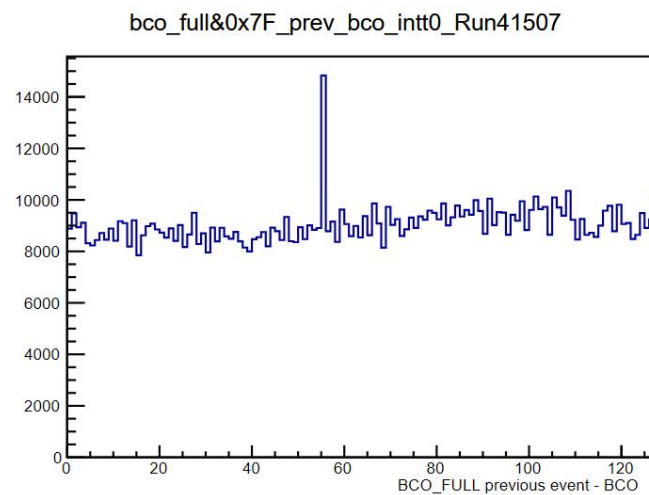
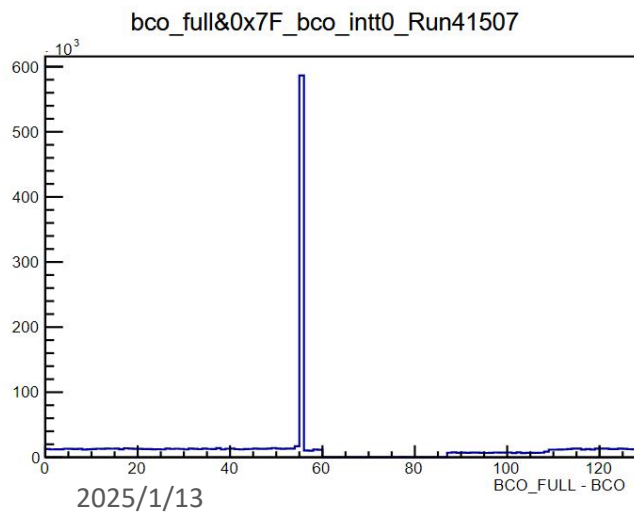


Run24 p-p

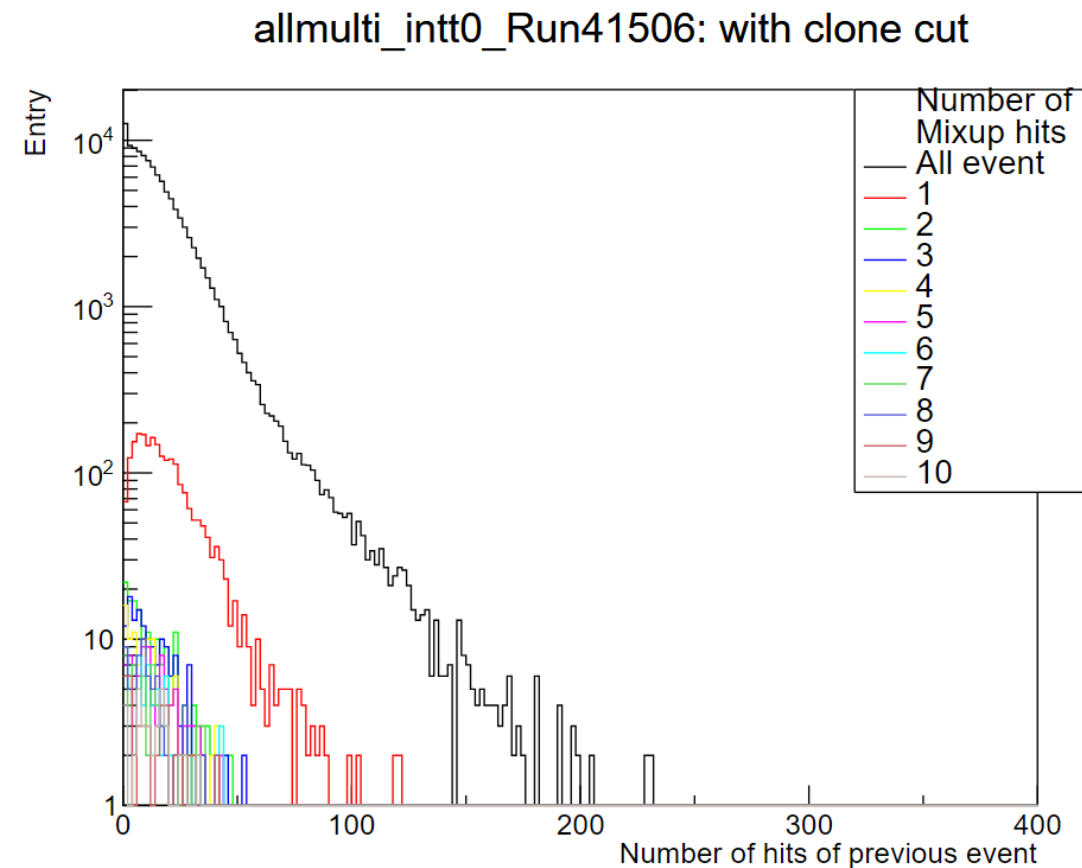
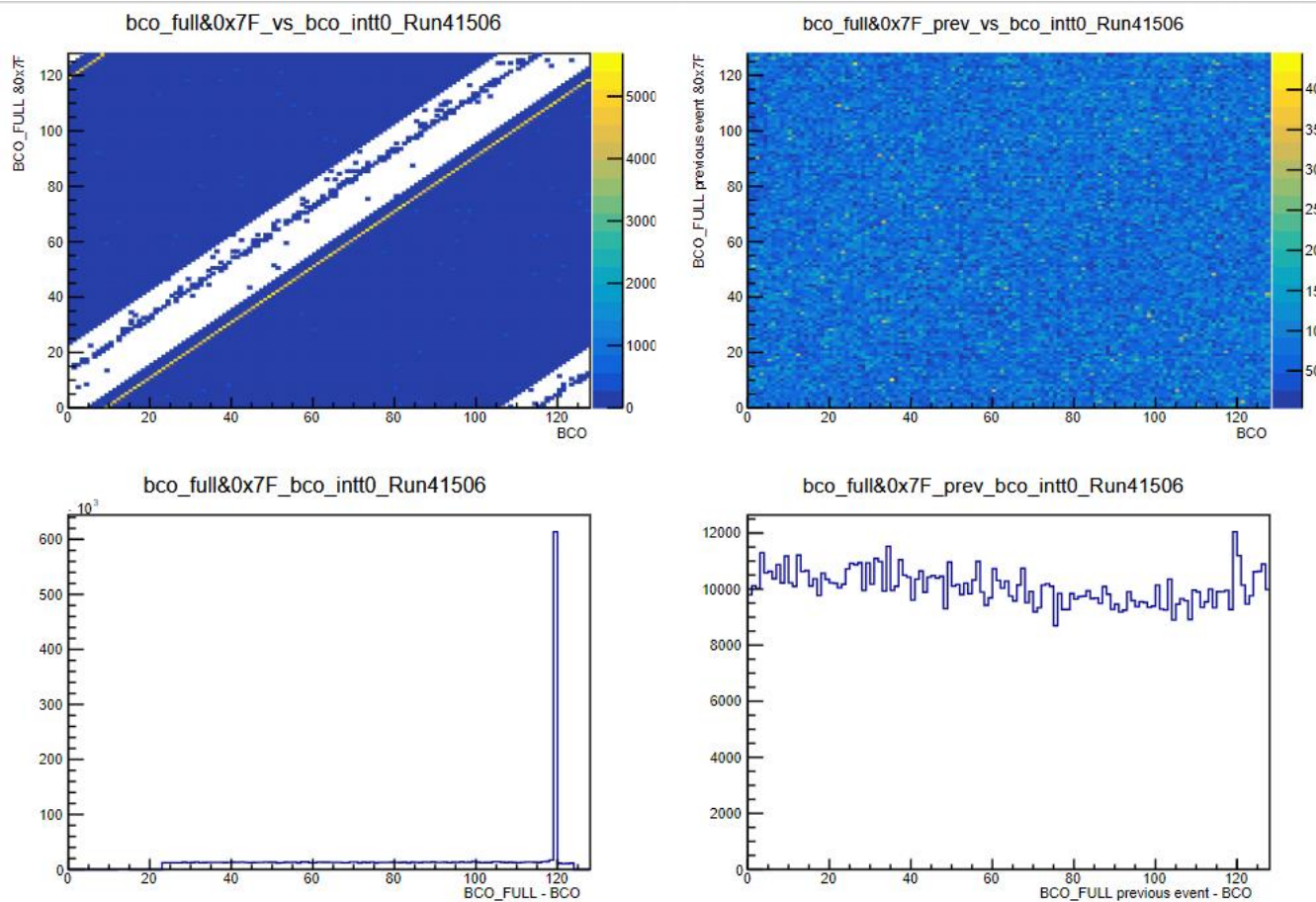
Run41507(5/4) 10s open time=**113** n_collision=100 intt0



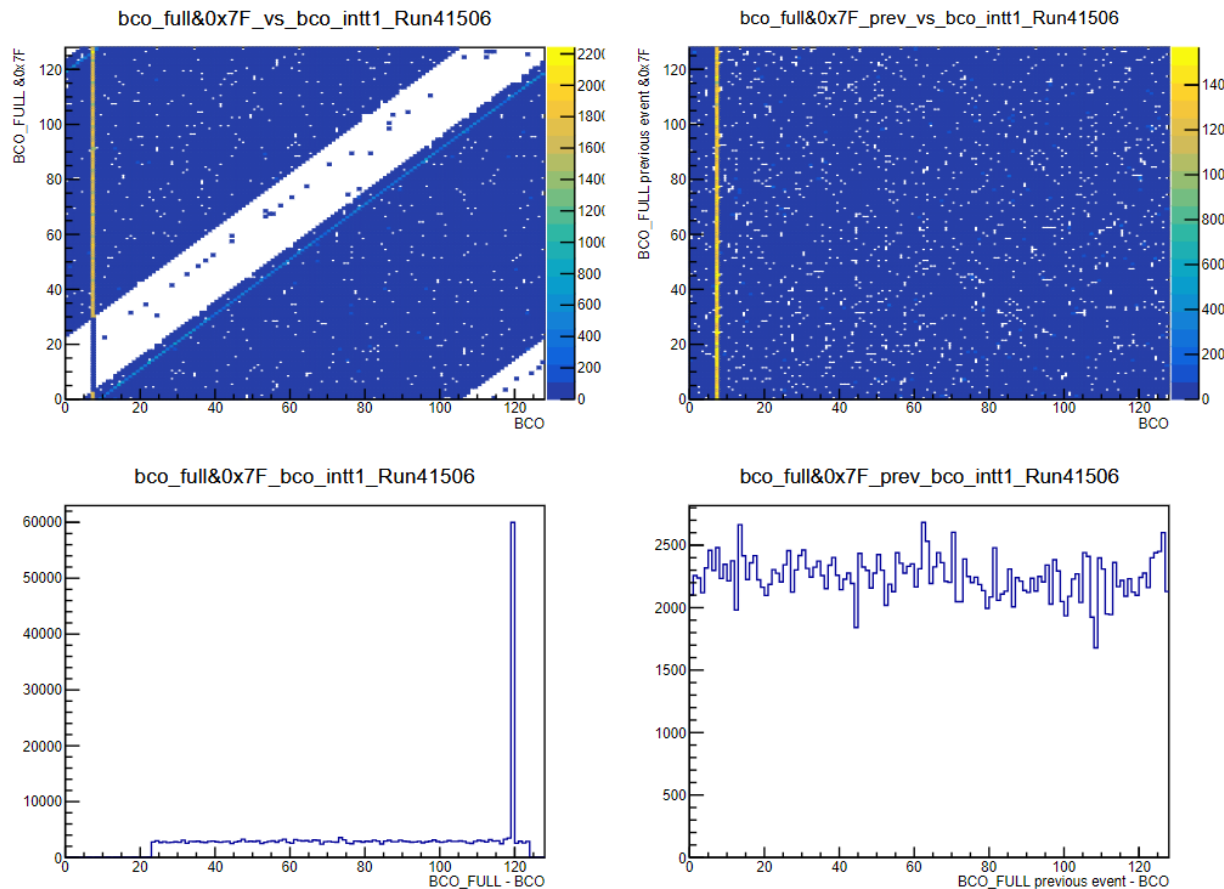
This Run appears to have
Mixup is occurring
at open time=113.



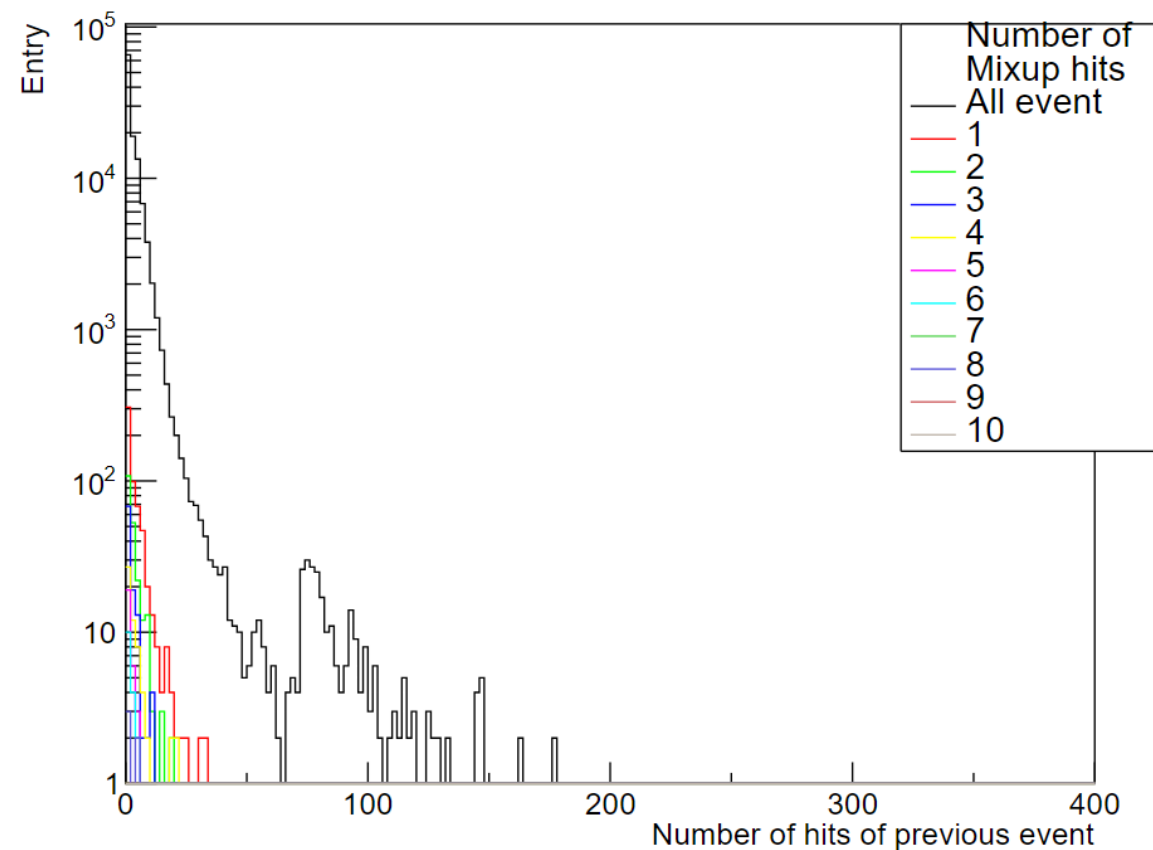
Run41506 open time=125 intt0



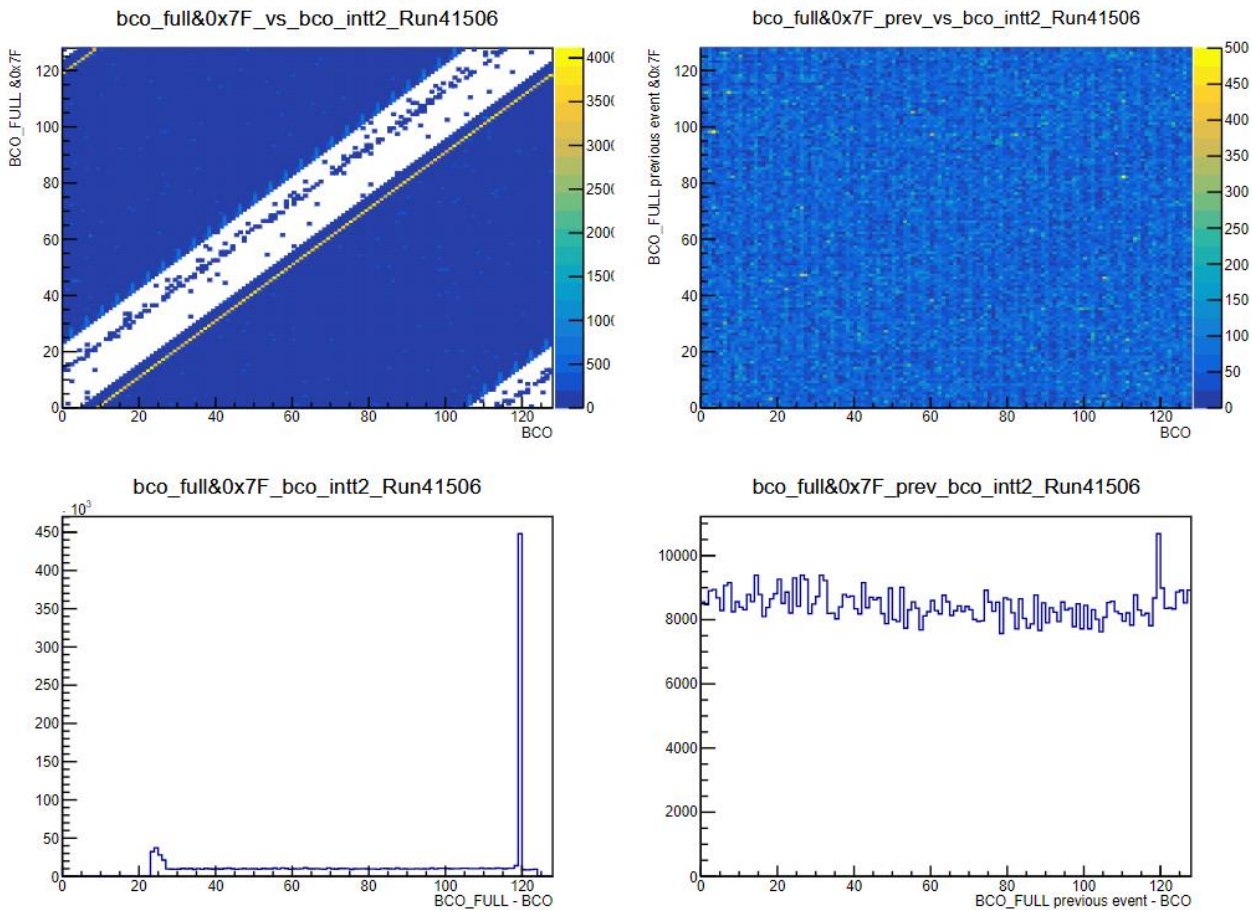
Run41506 open time=125 intt1



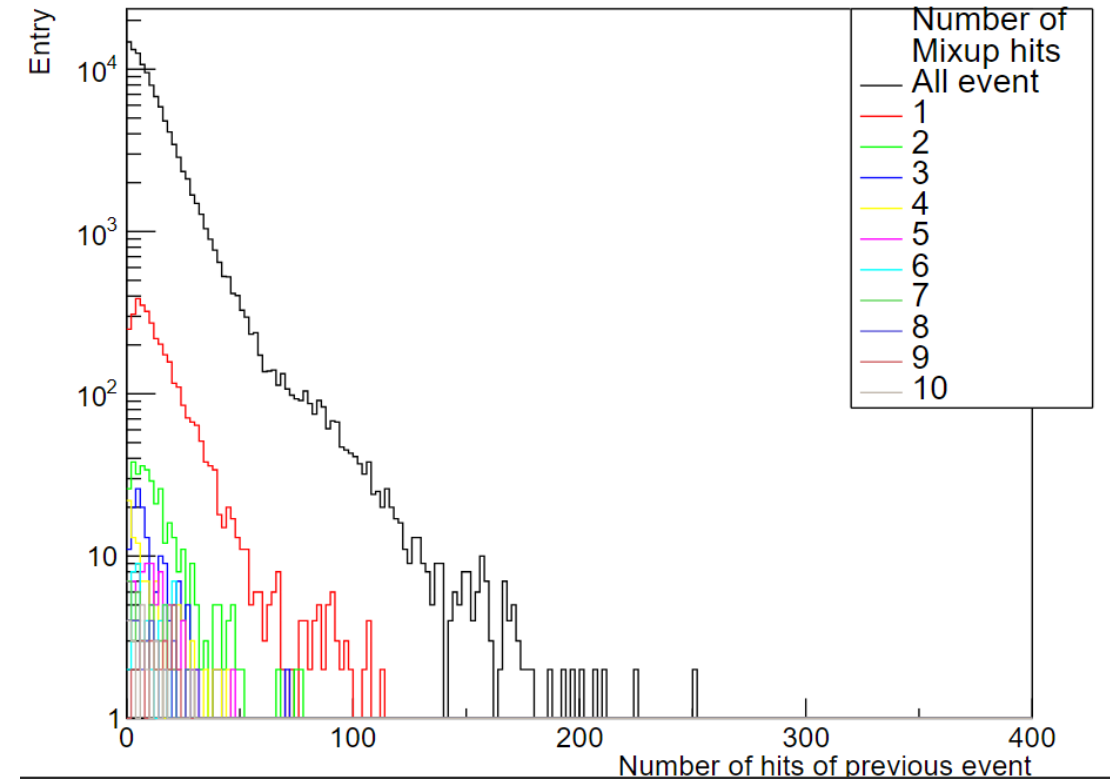
allmulti_intt1_Run41506: with clone cut



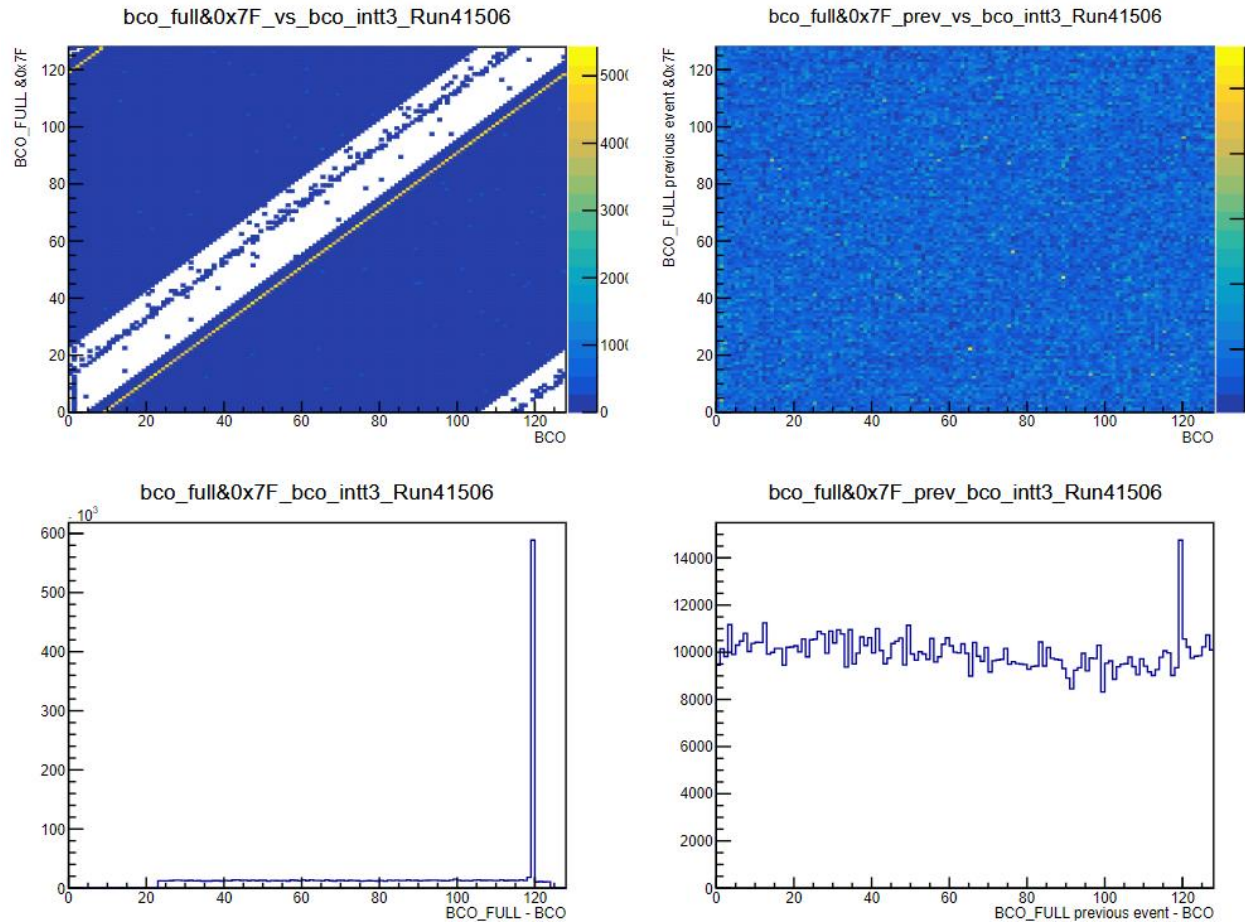
Run41506 open time=125 intt2,3



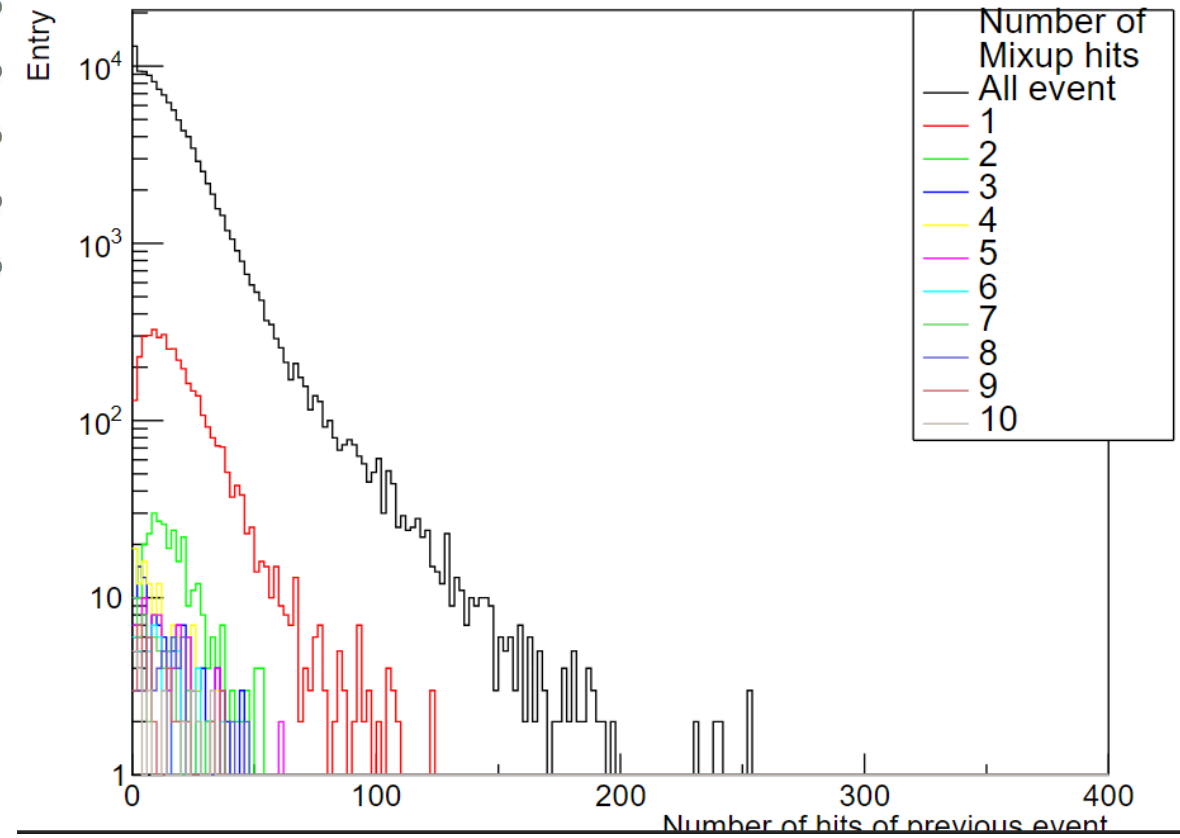
allmulti_intt2_Run41506: with clone cut



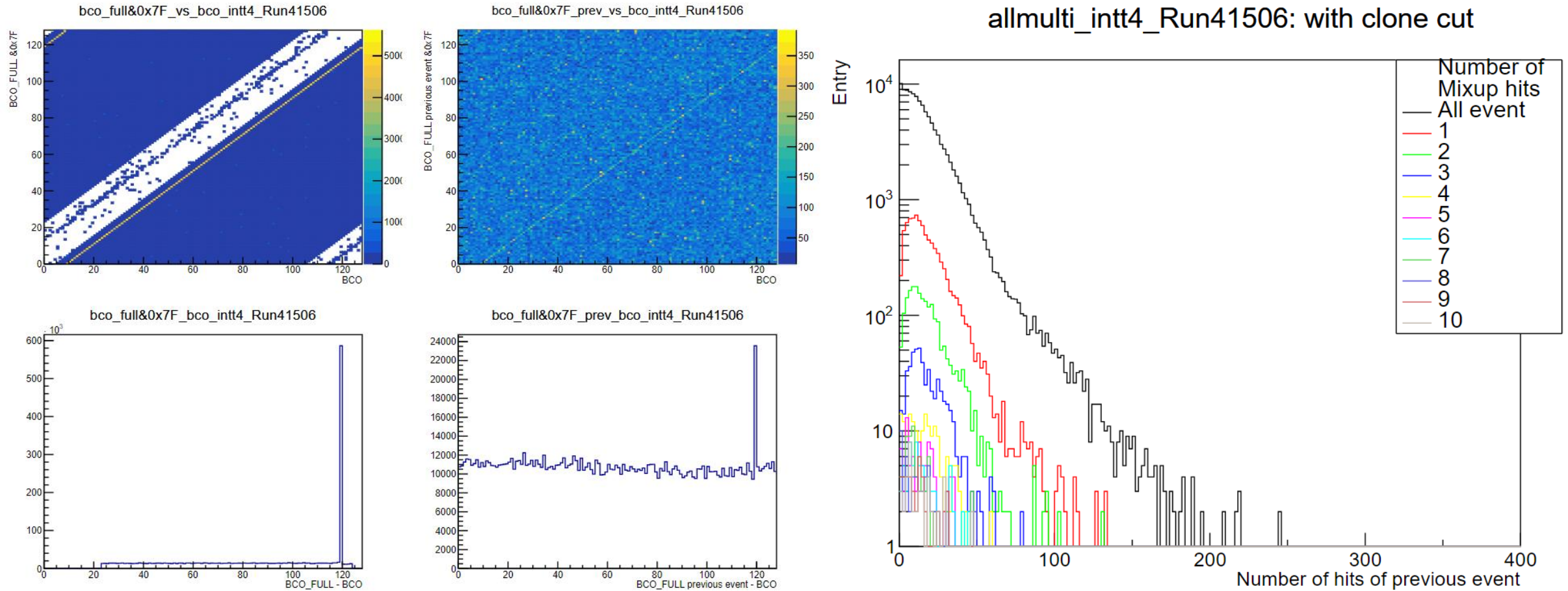
Run41506 open time=125 intt2,3



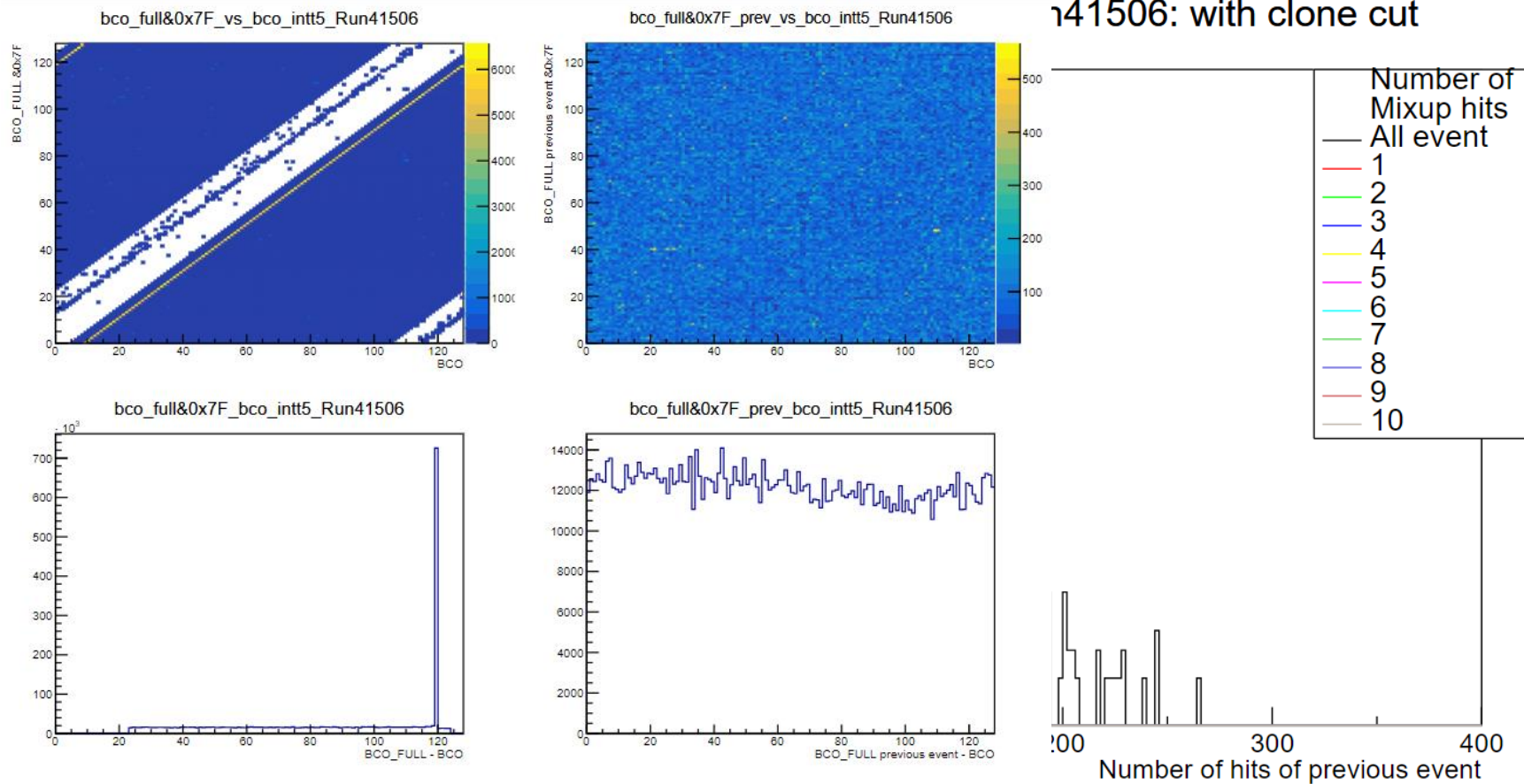
allmulti_intt3_Run41506: with clone cut



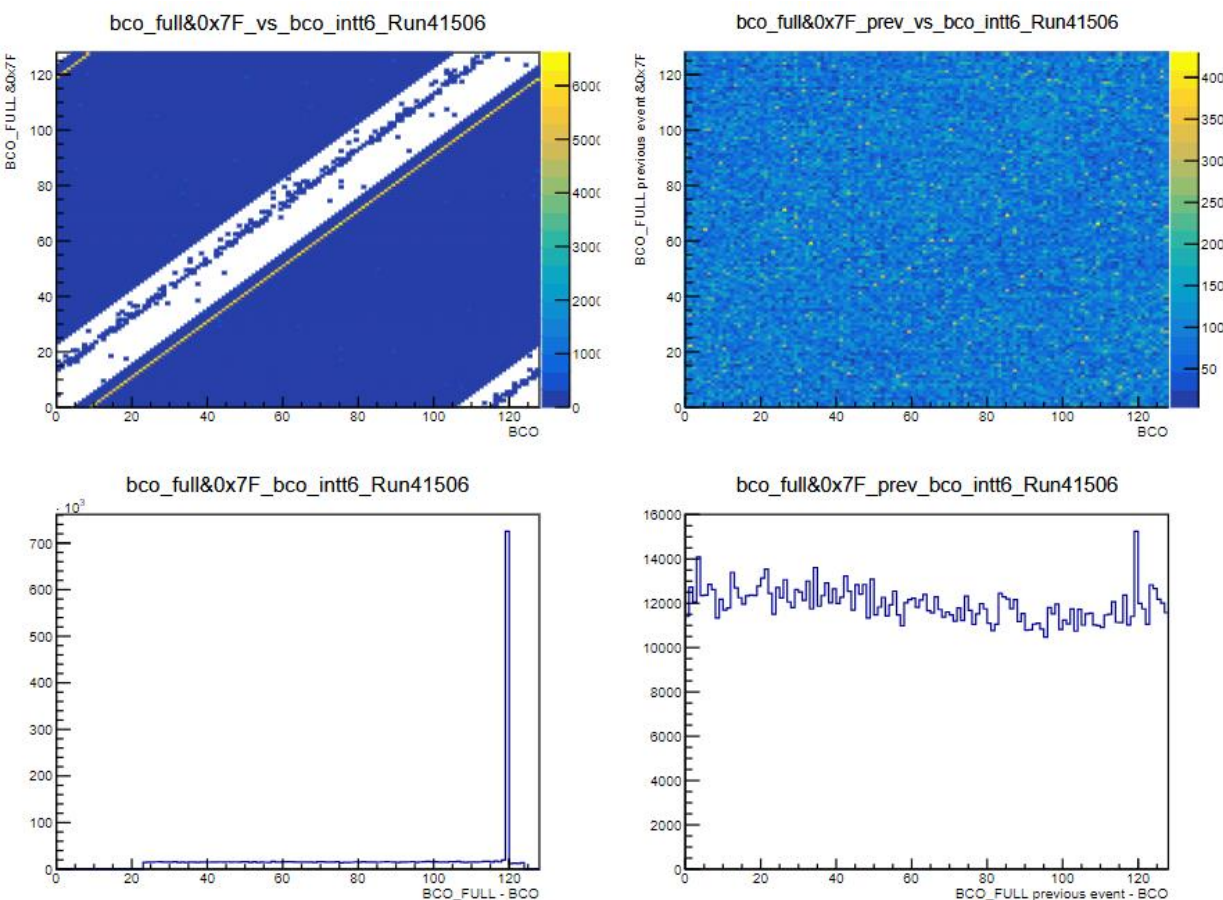
Run41506 open time=125 intt4



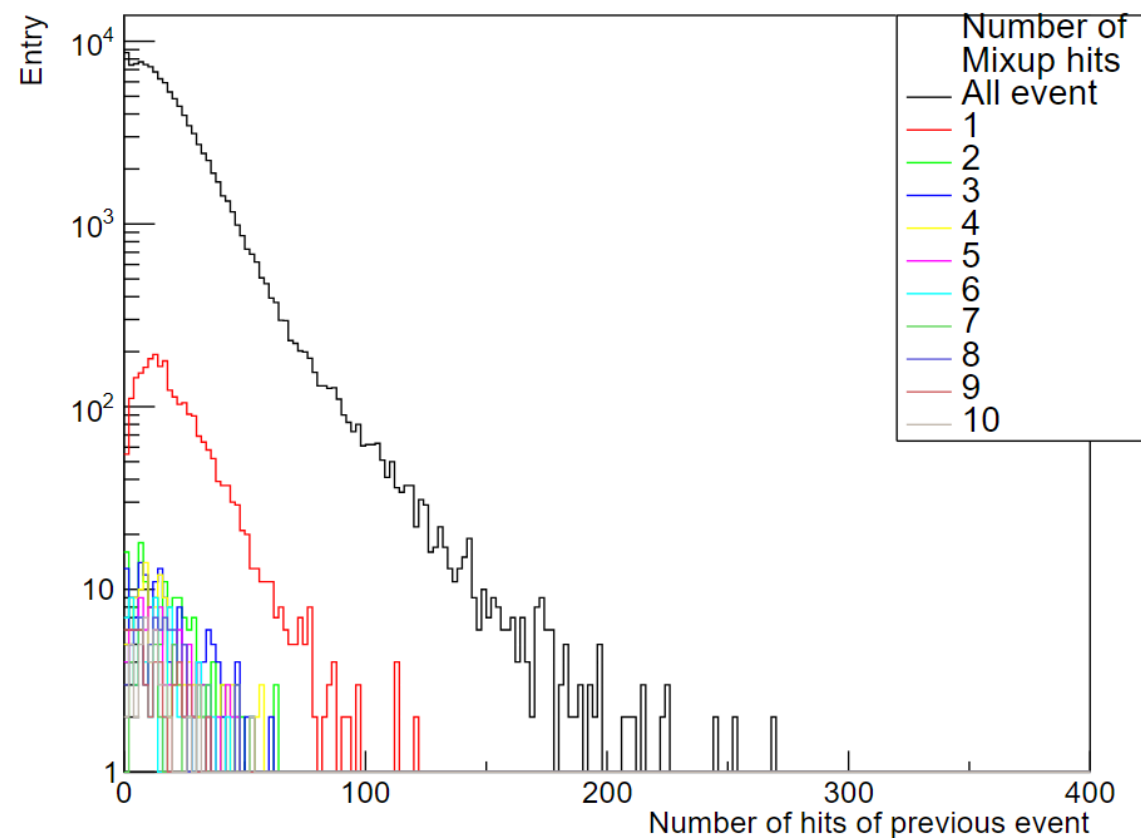
Run41506 open time=125 intt5



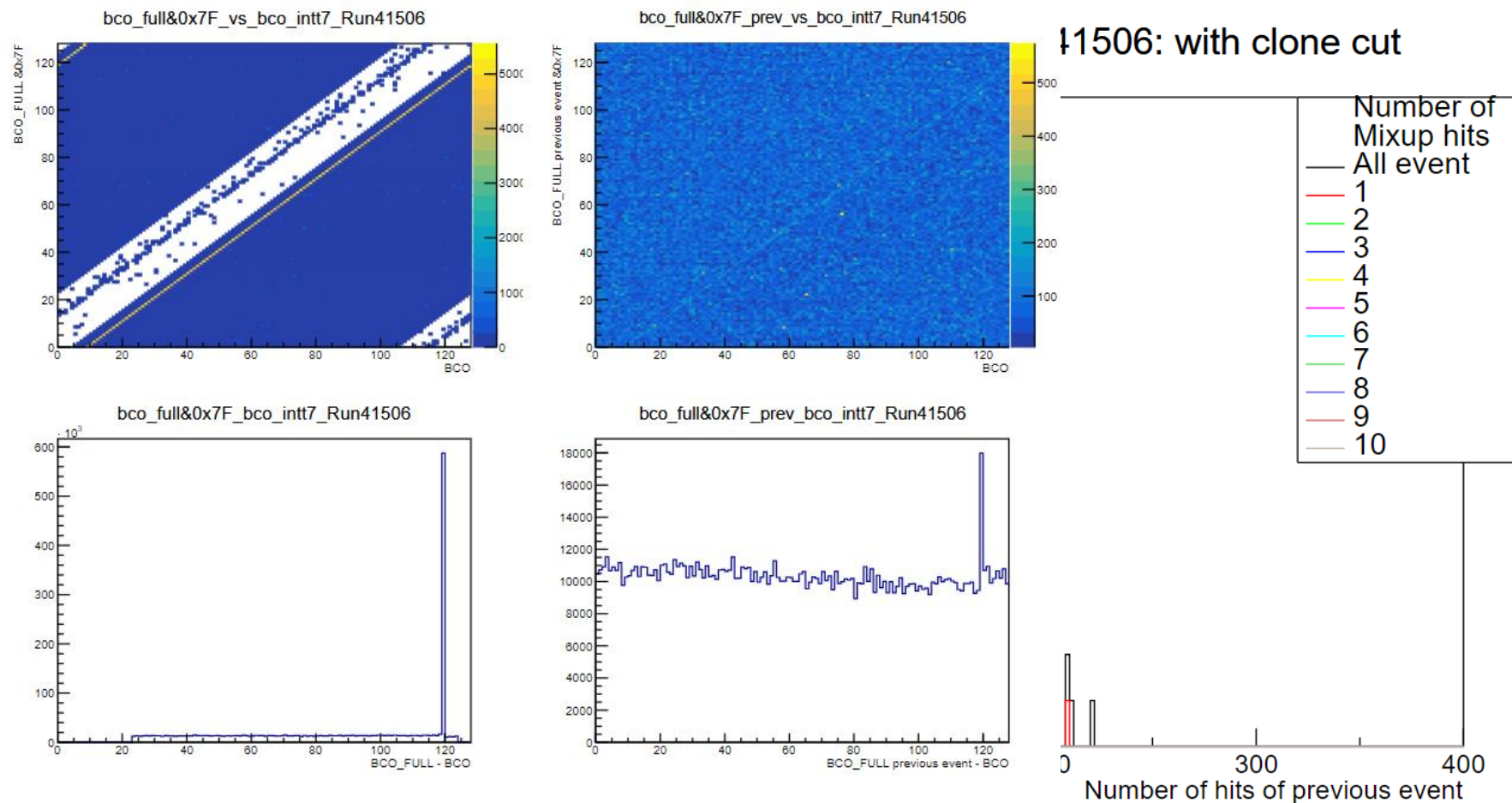
Run41506 open time=125 intt6



allmulti_intt6_Run41506: with clone cut



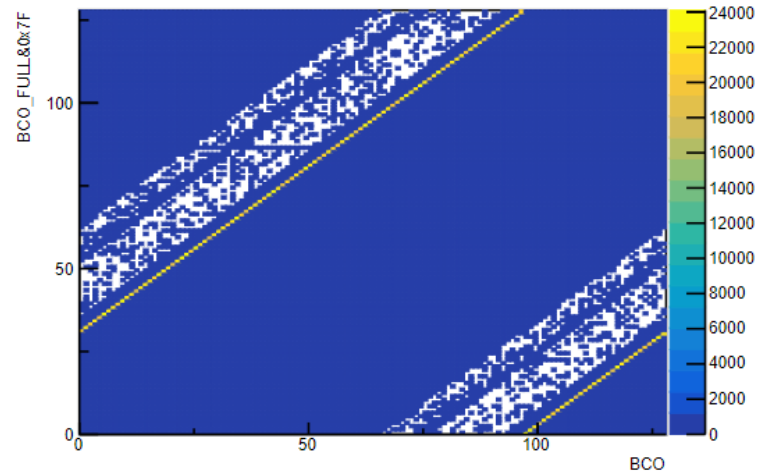
Run41506 open time=125 intt7



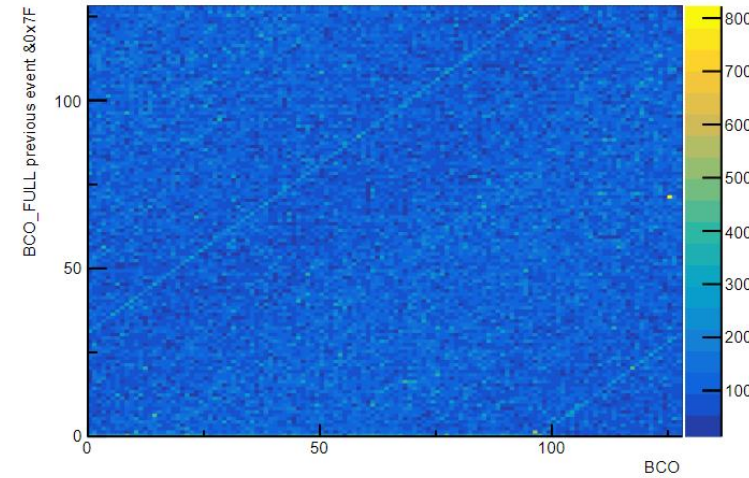
Run24 p-p

Run41502(5/2) open time=35 n_collision=100 intt0

bco_full&0x7F vs bco 41502 intt0

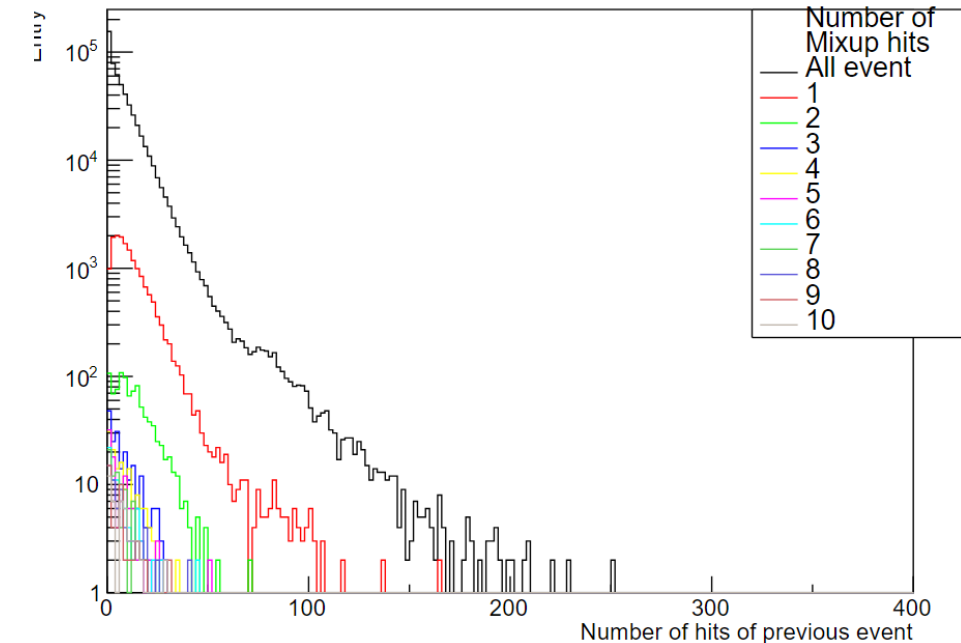


bco_full&0x7F_prev vs bco 41502 intt0

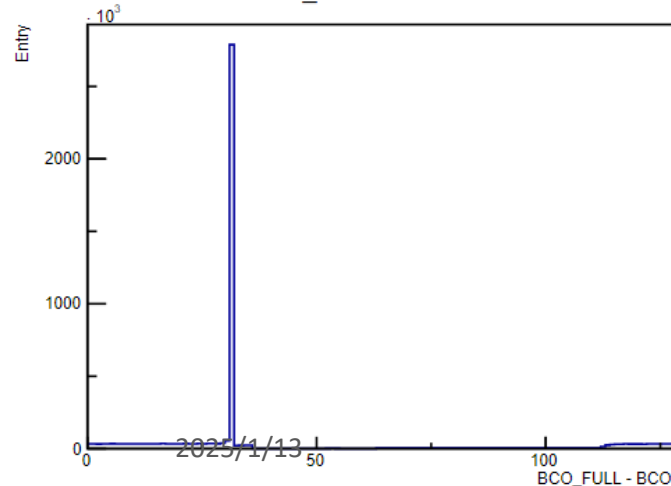


The other Felix are in the same state.
These results indicate that Event Mixup occur even in p-p collisions with low multiplicity.

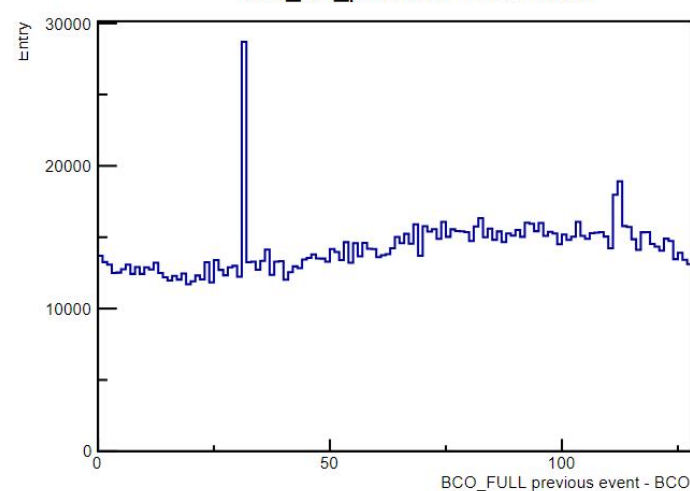
Mixup Multiplicity 41502 intt0



bco_full-bco 41502 intt0

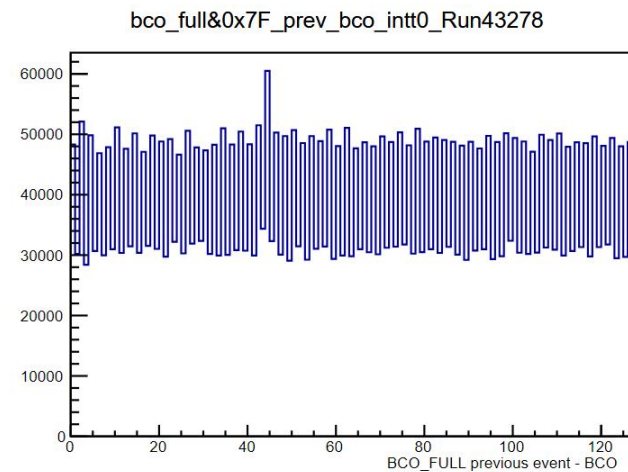
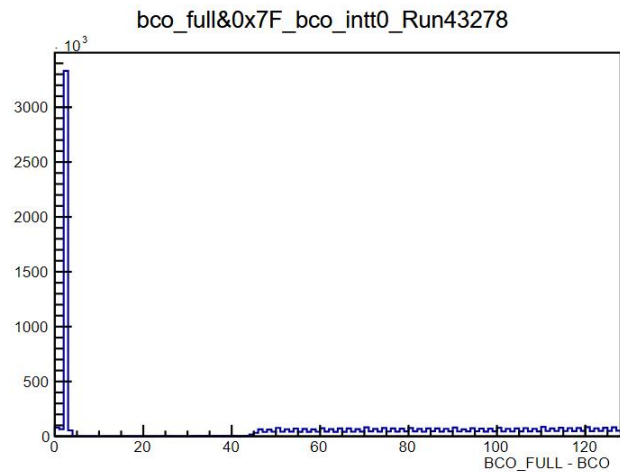
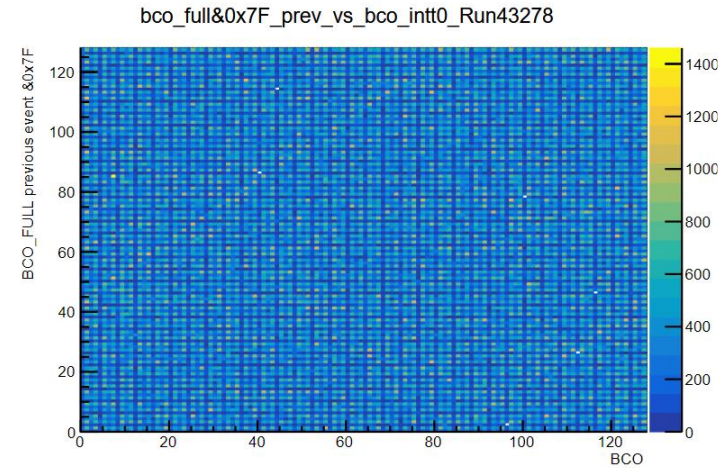
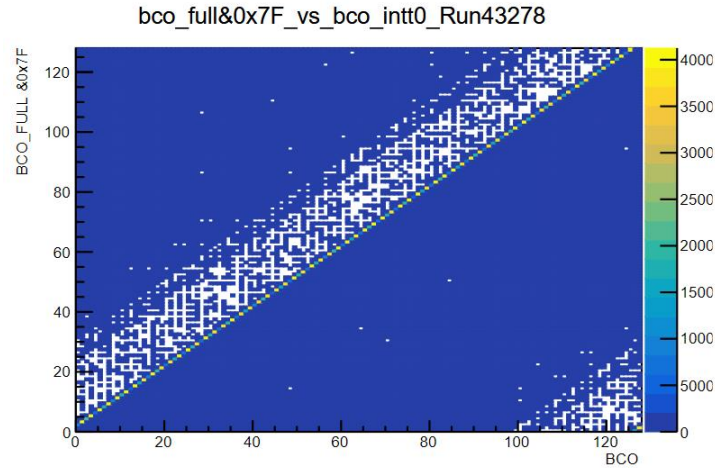


bco_full_prev-bco 41502 intt0



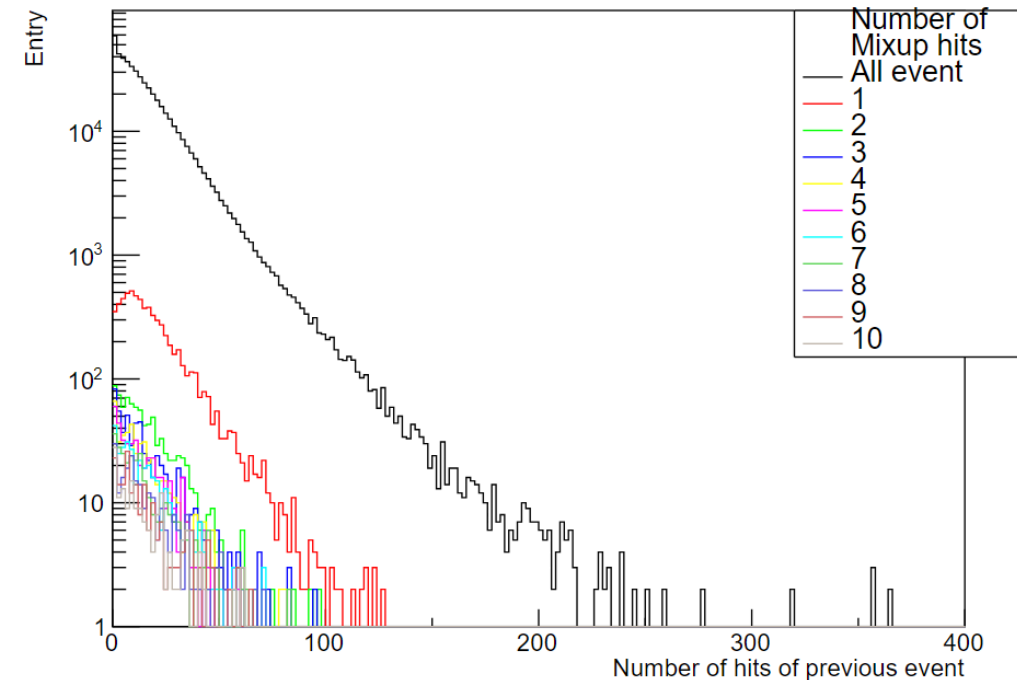
Run24 p-p

Run43278(5/20) open time=55 n_collision=100 intt0



The other Felix are in the same state.
These results indicate that Event Mixup occur even in p-p collisions with low multiplicity.

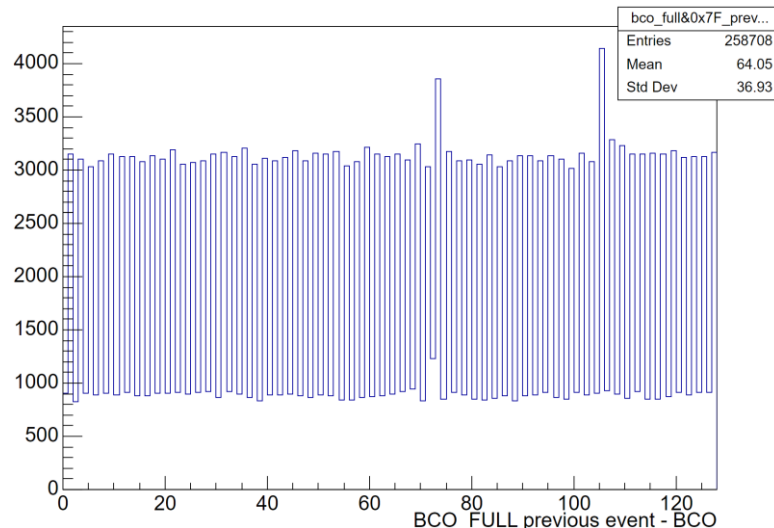
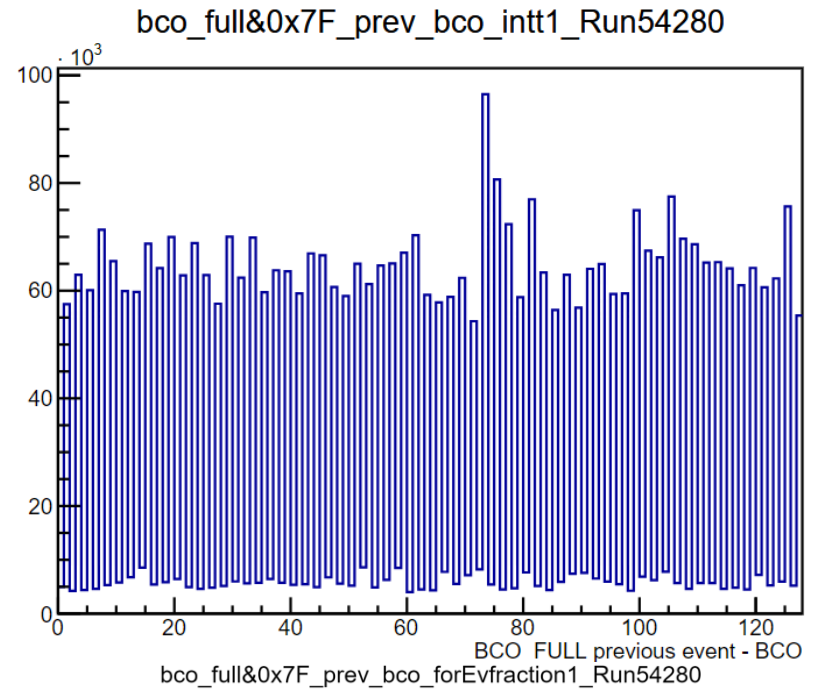
Mixup Multiplicity 43278 intt0



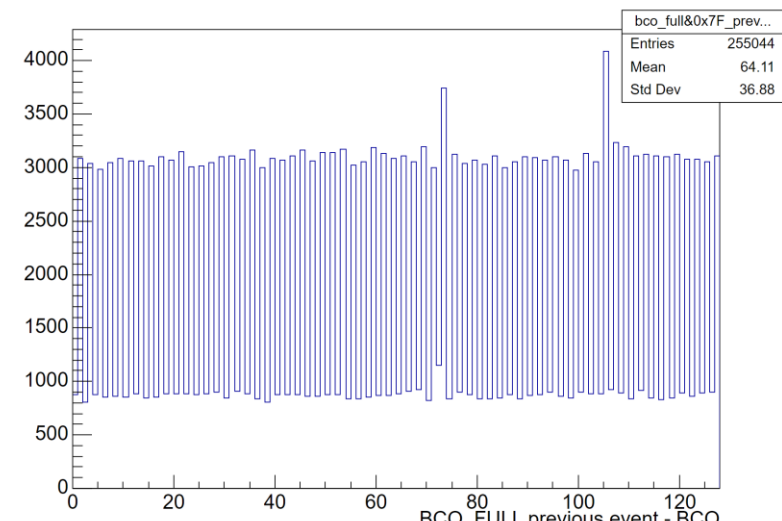
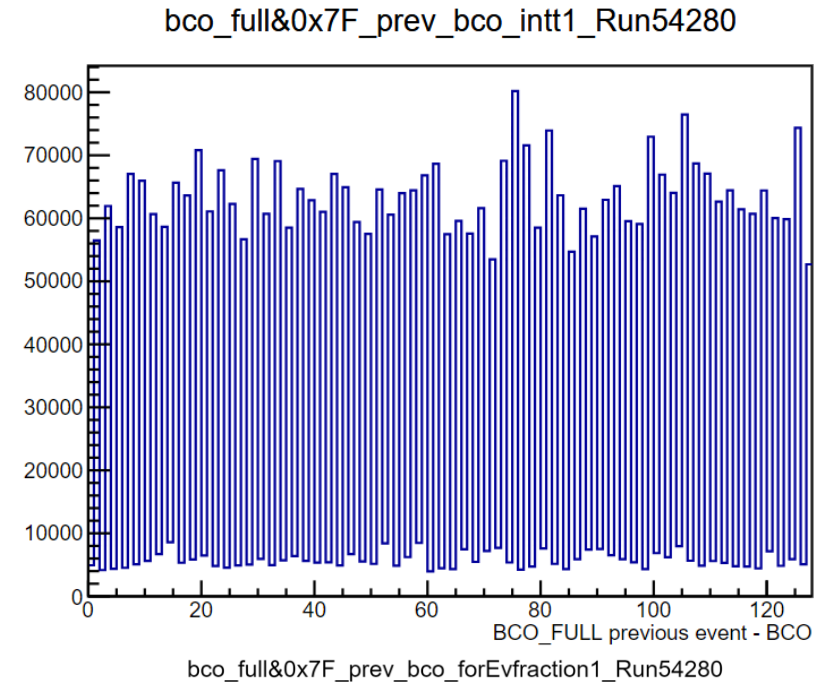
Run54280 intt1 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut



After cut

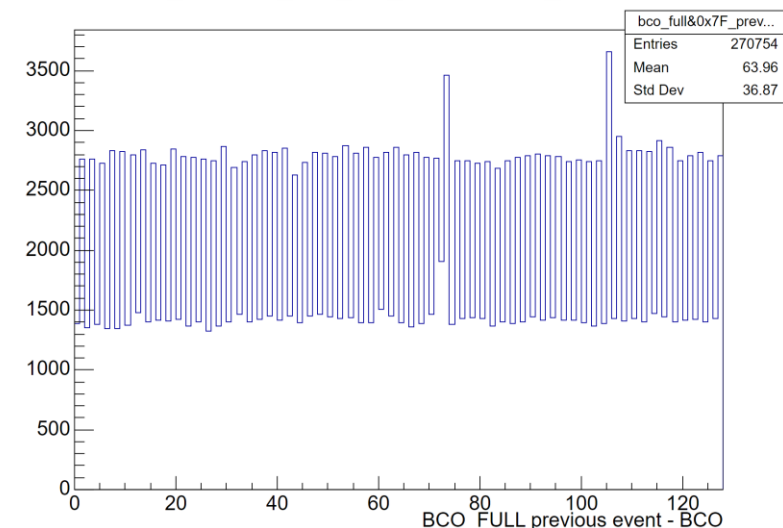
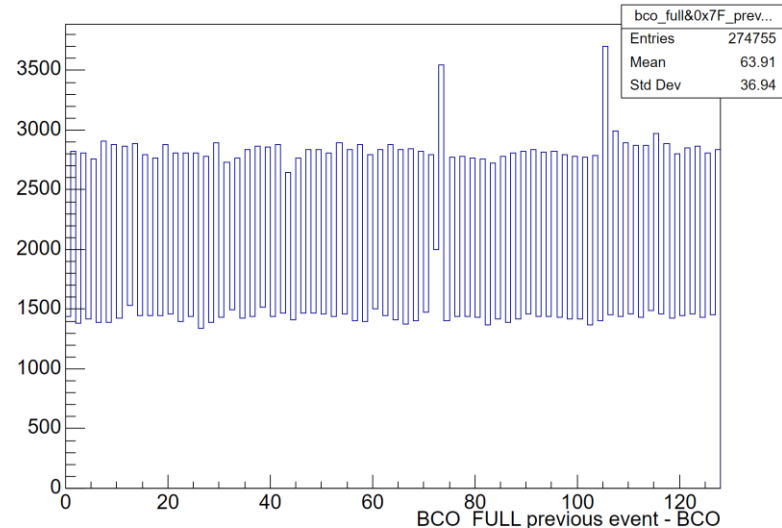
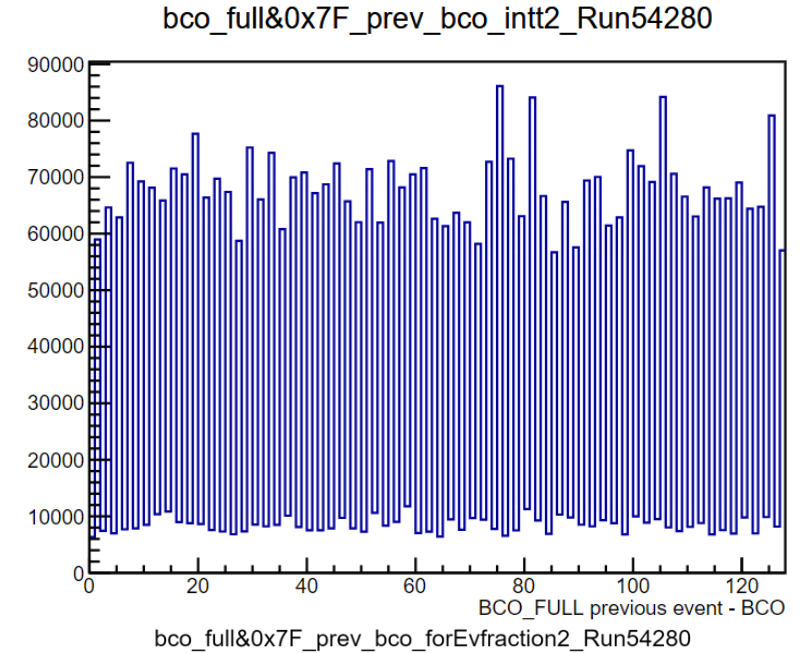
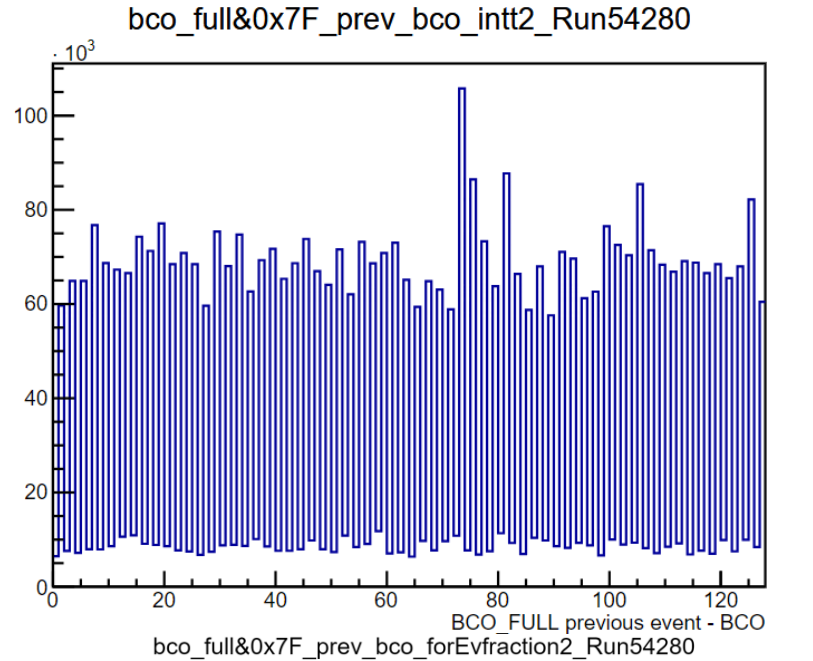


Run54280 intt2 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut

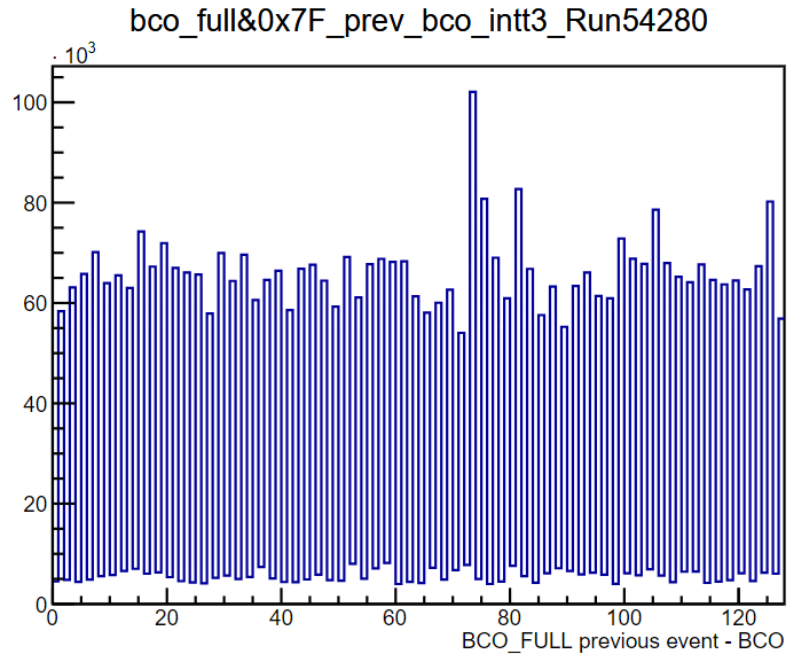
After cut



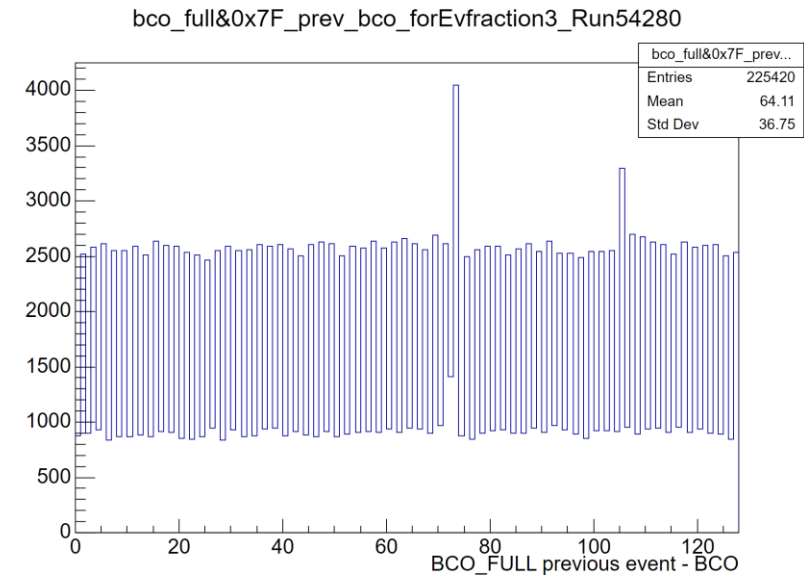
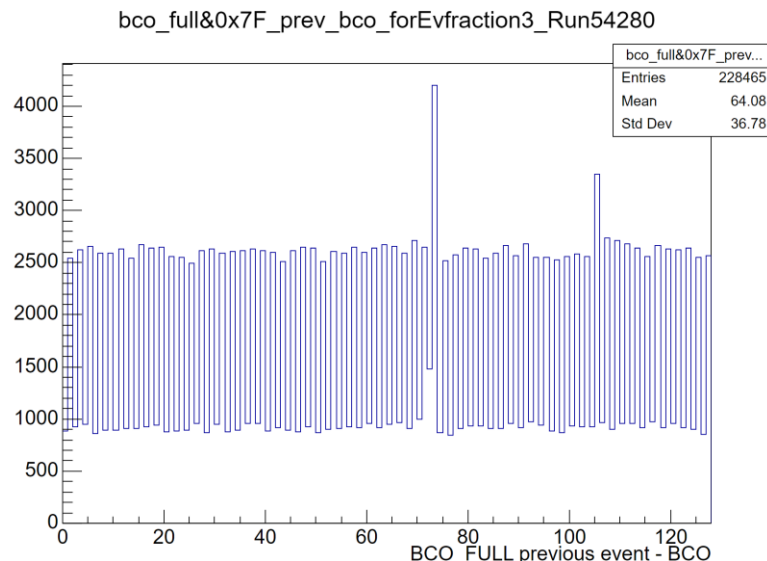
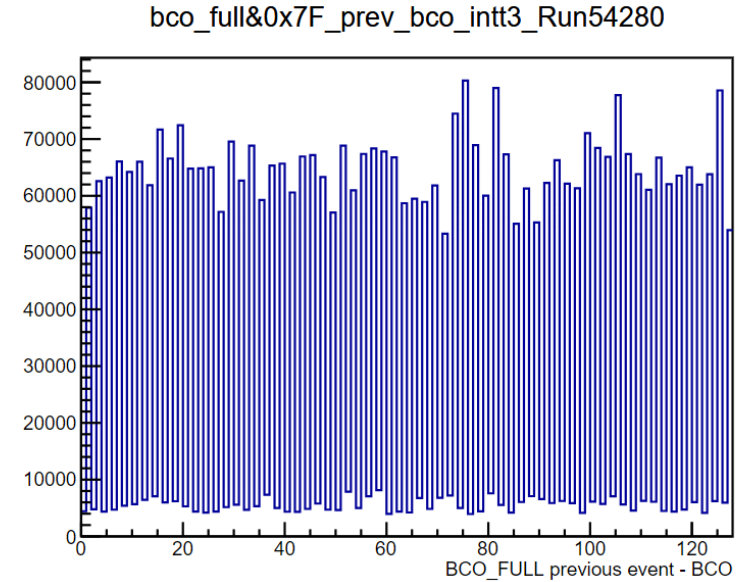
Run54280 intt3 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut



After cut

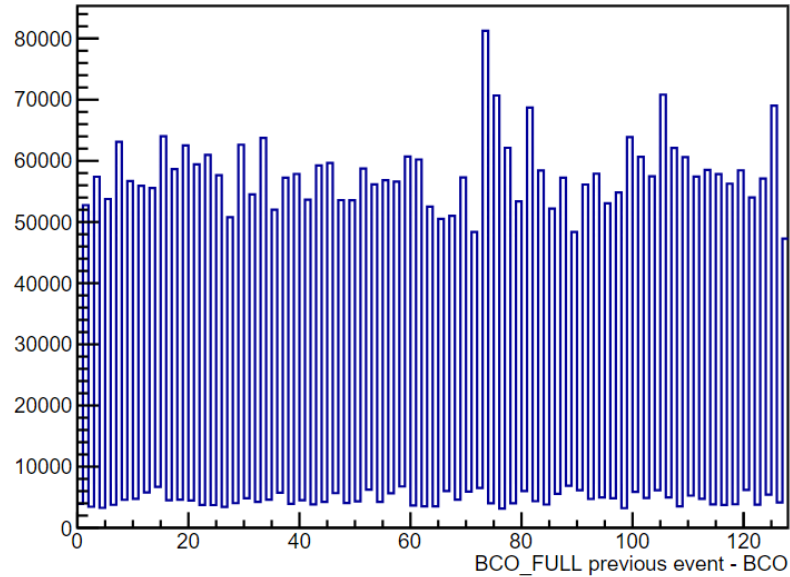


Run54280 intt4 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

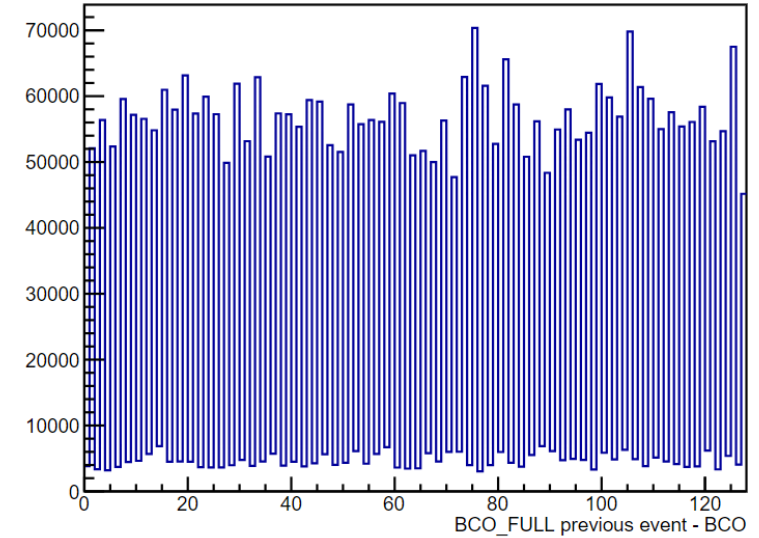
Before cut

bco_full&0x7F_prev_bco_intt4_Run54280

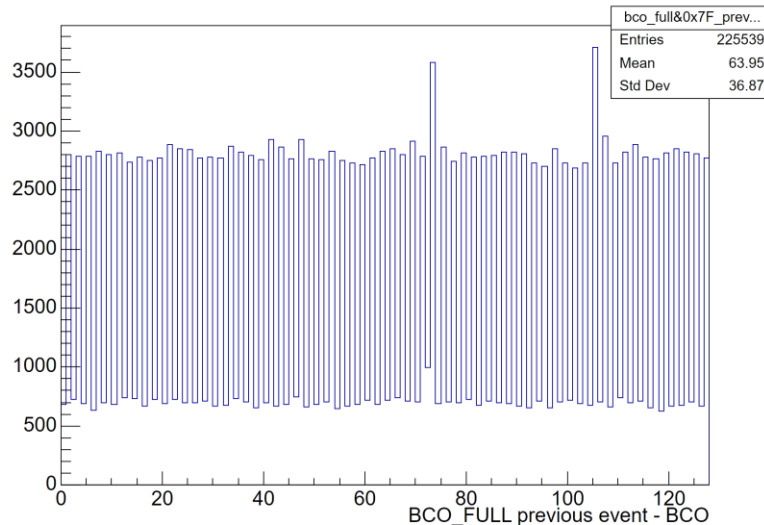


After cut

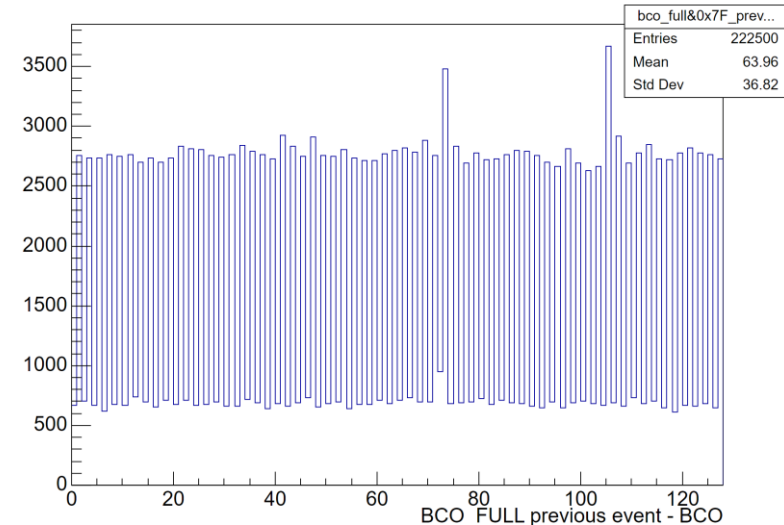
bco_full&0x7F_prev_bco_intt4_Run54280



bco_full&0x7F_prev_bco_forEvfraction4_Run54280



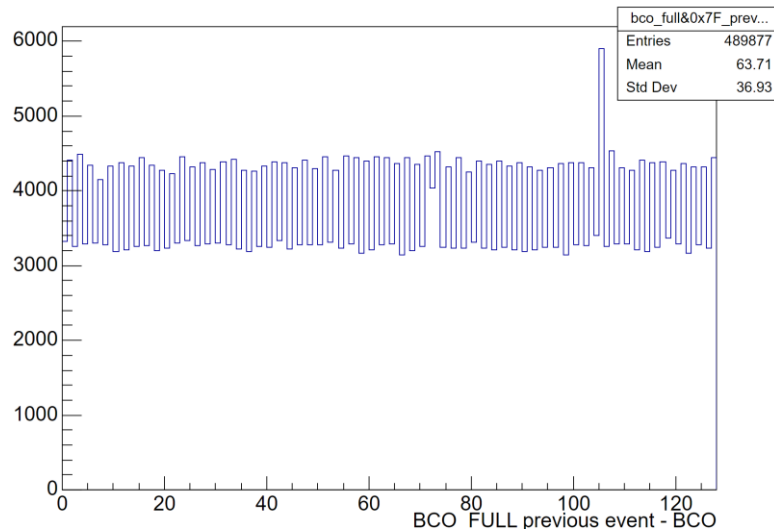
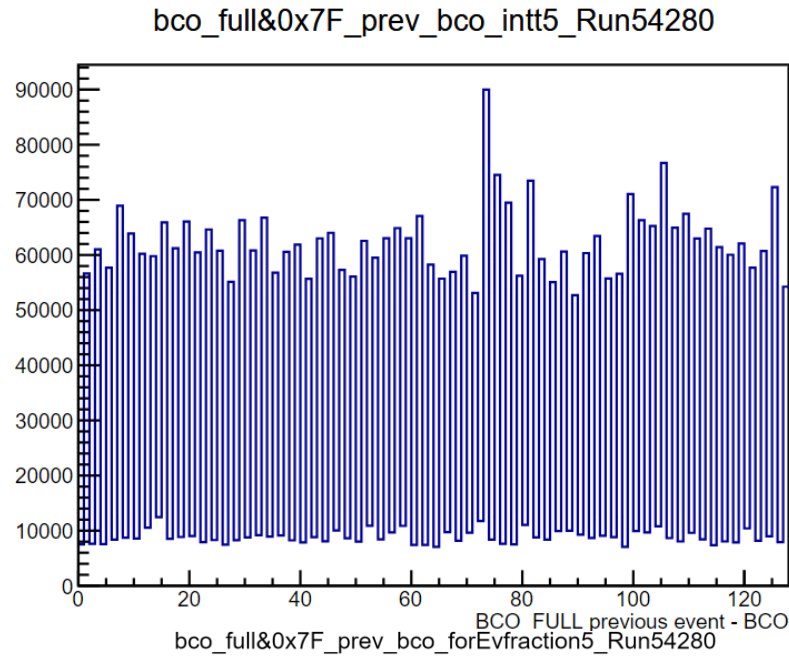
bco_full&0x7F_prev_bco_forEvfraction4_Run54280



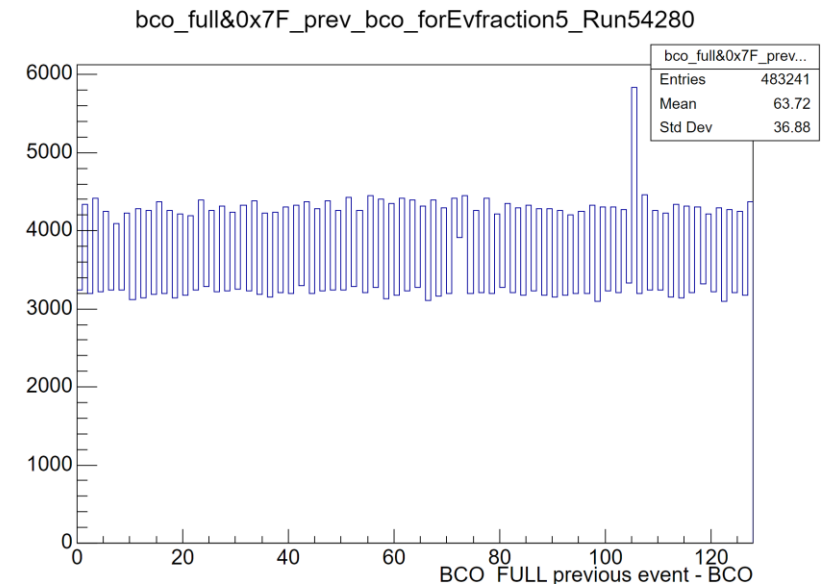
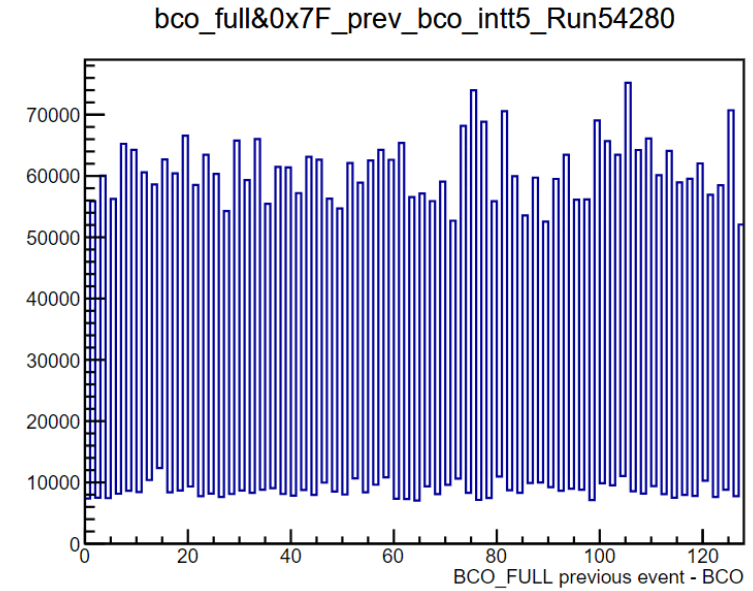
Run54280 intt5 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut



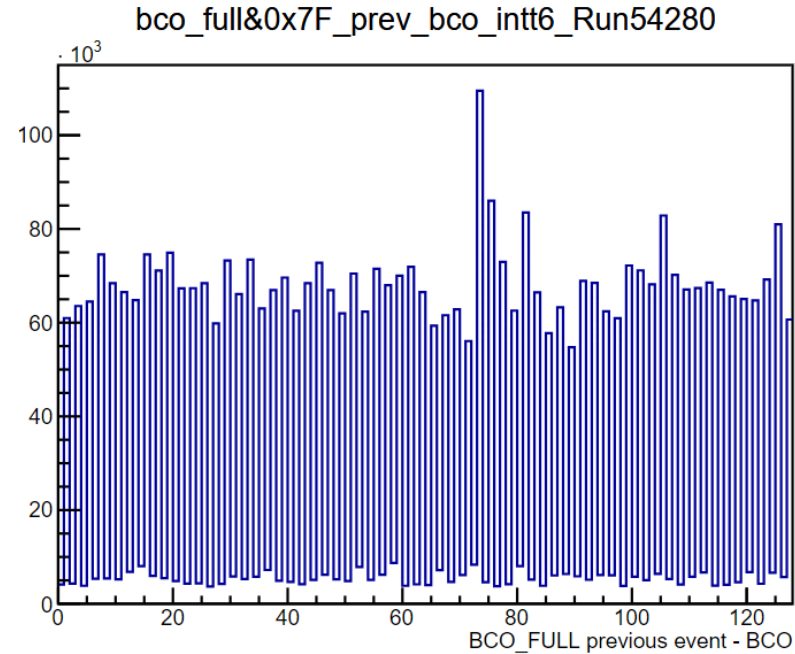
After cut



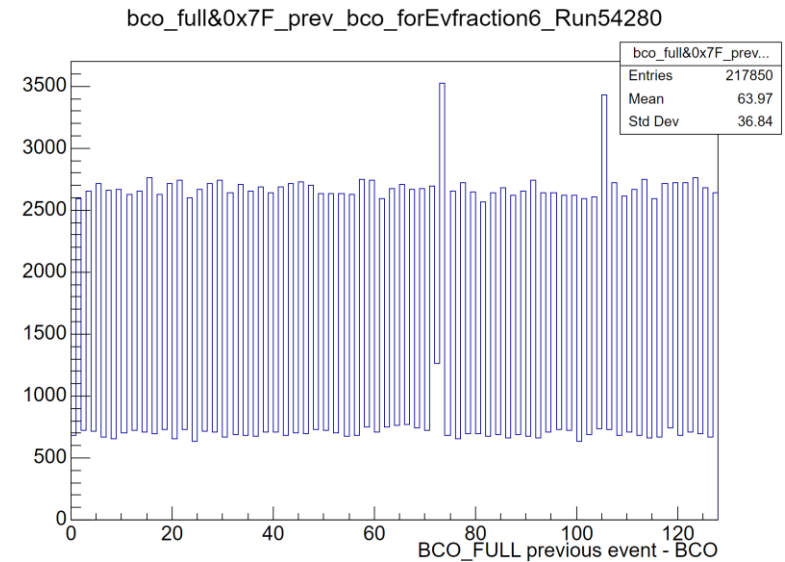
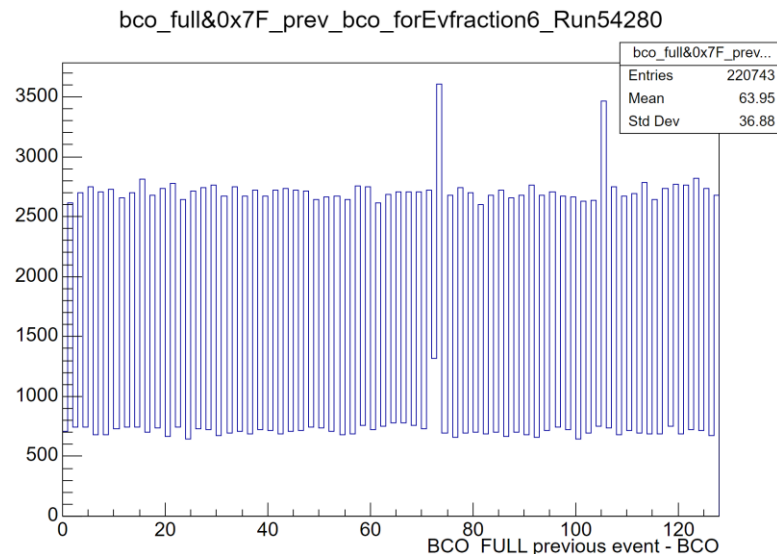
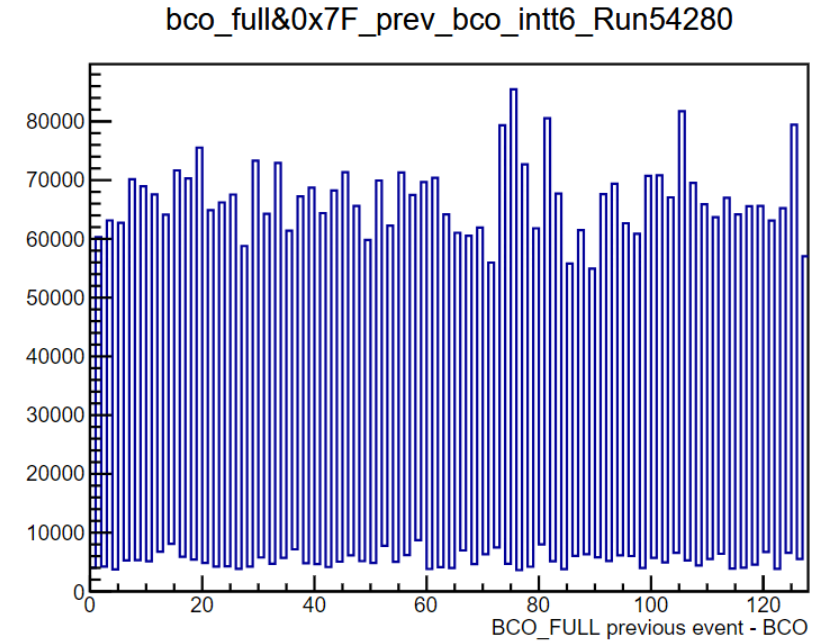
Run54280 intt6 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut



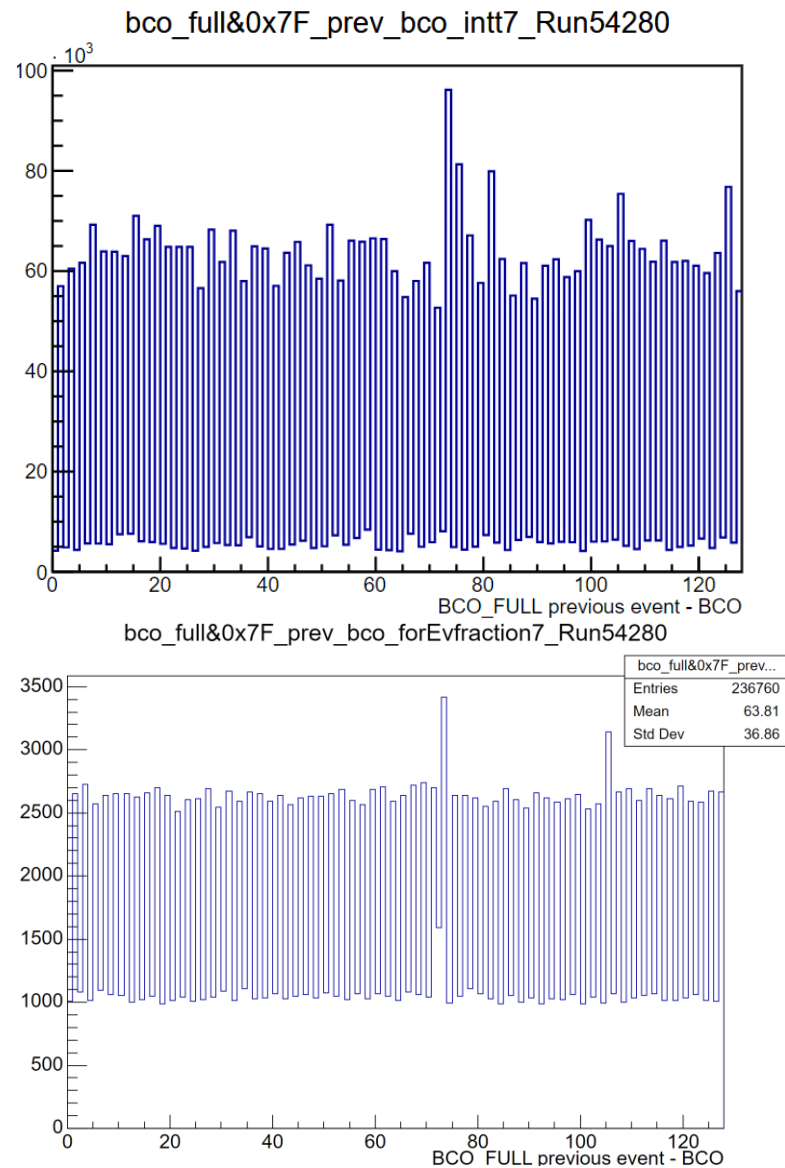
After cut



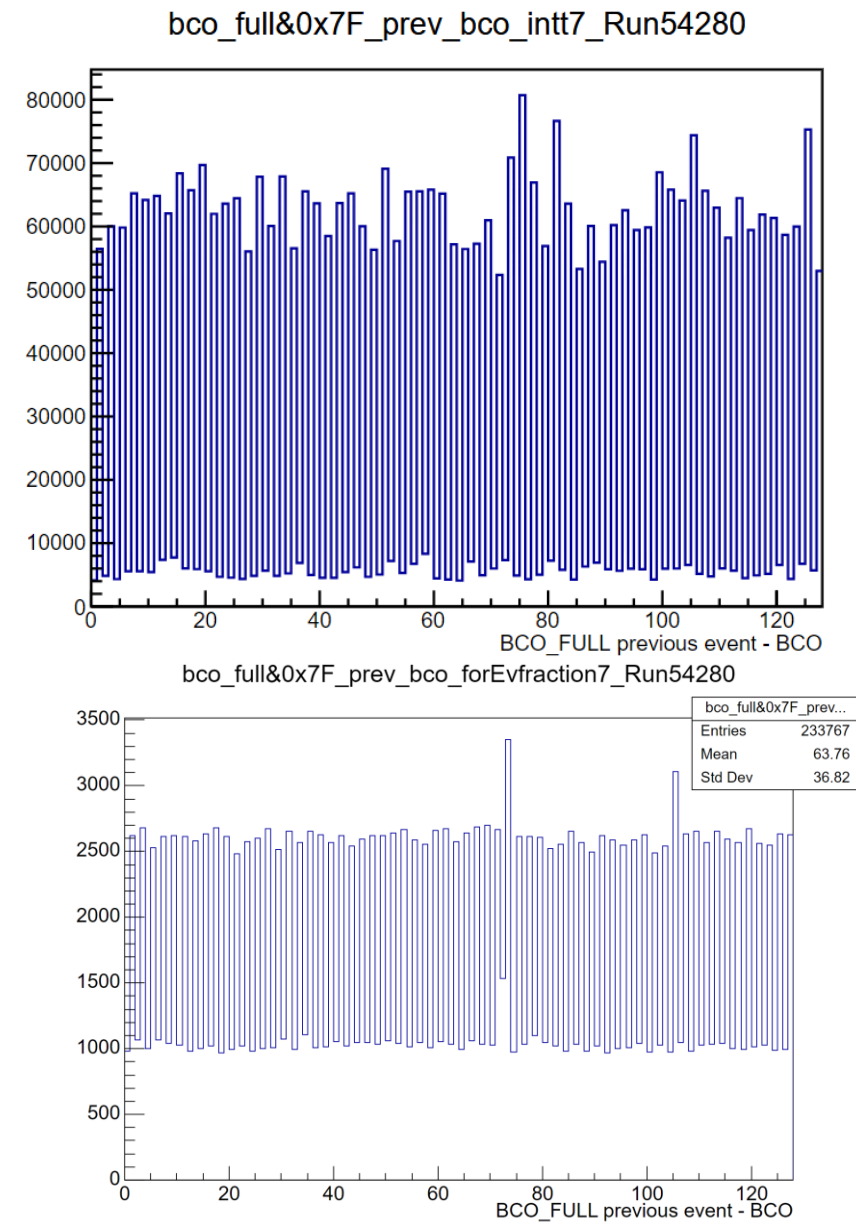
Run54280 intt7 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut



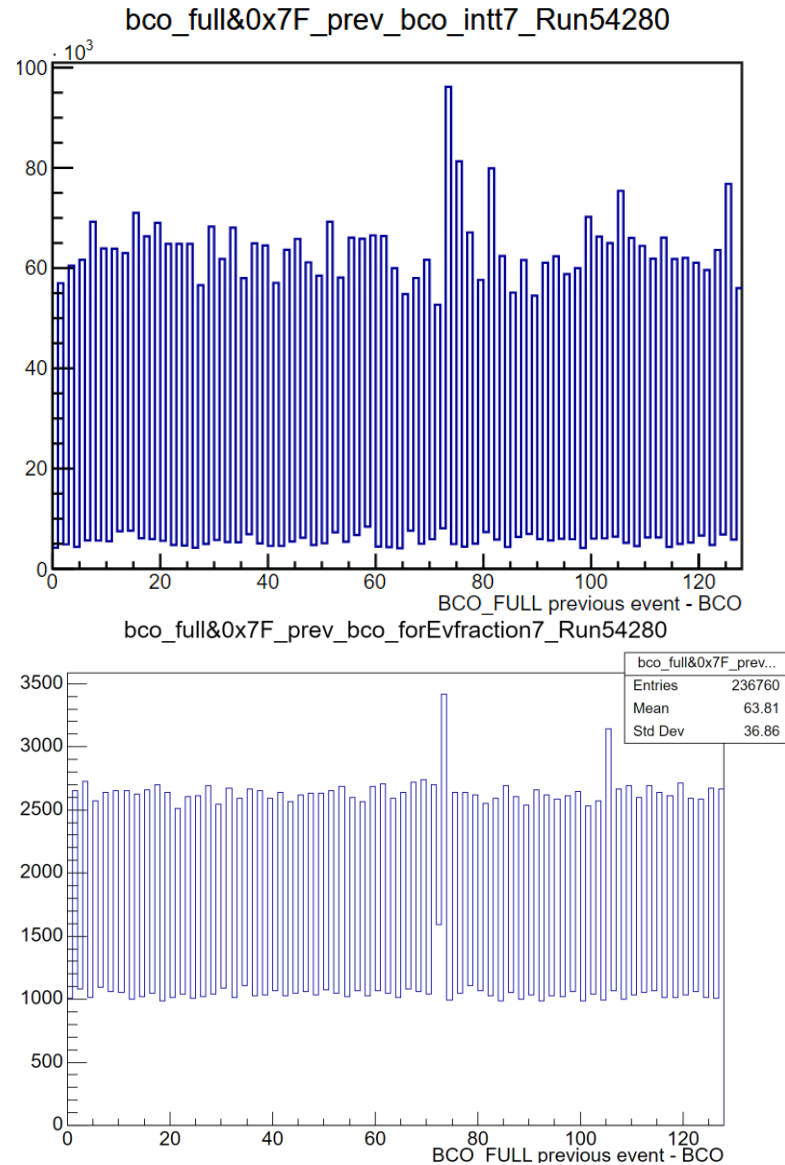
After cut



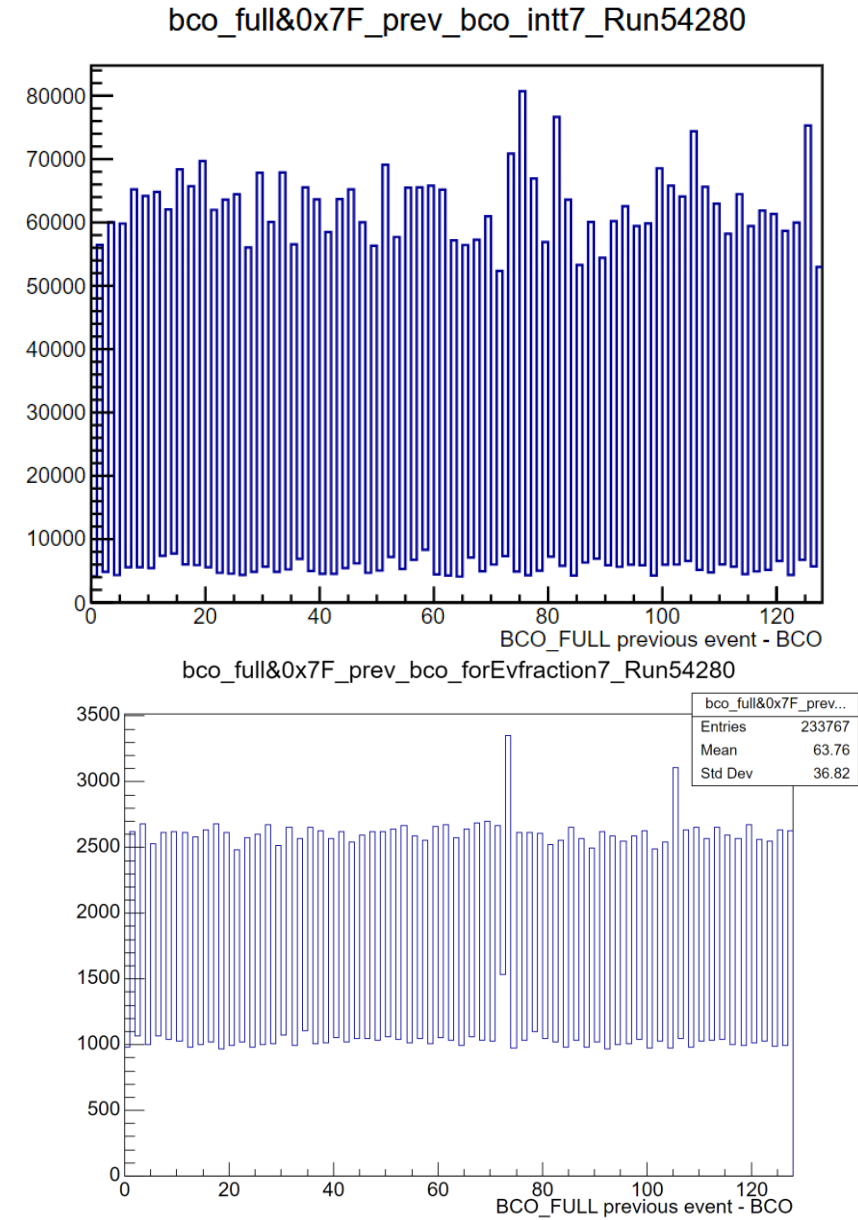
Run54280 intt7 BCOdiff<61 cut

Mixup hitはBCO diff<61cutにより減少
Mixup Event は変わらず

Before cut



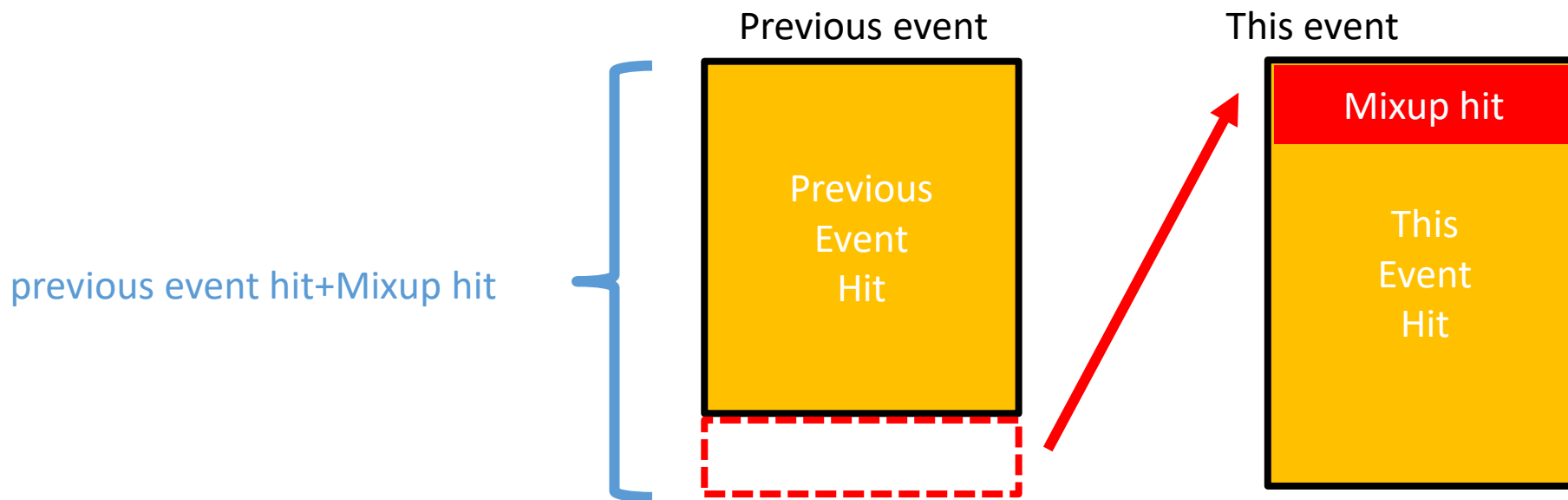
After cut



Mixup event hit fraction

$$\text{Mixup Event fraction} = \frac{\text{Mixup Event}}{\text{All Event}} \times 100 [\%]$$

$$\text{Mixup Hit fraction} = \frac{\text{Mixup Hit}}{\text{Previous Event Hit} + \text{Mixup Hit}} \times 100 [\%] \quad \text{Average} = \frac{\text{Mixup Hit fraction}}{\text{Mixup Event}}$$



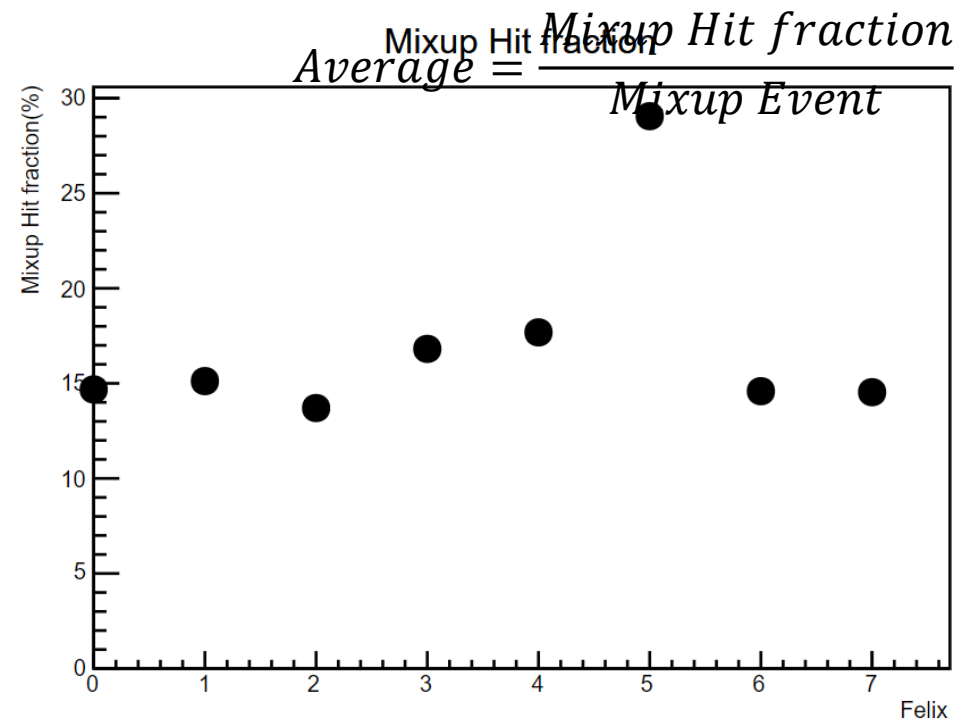
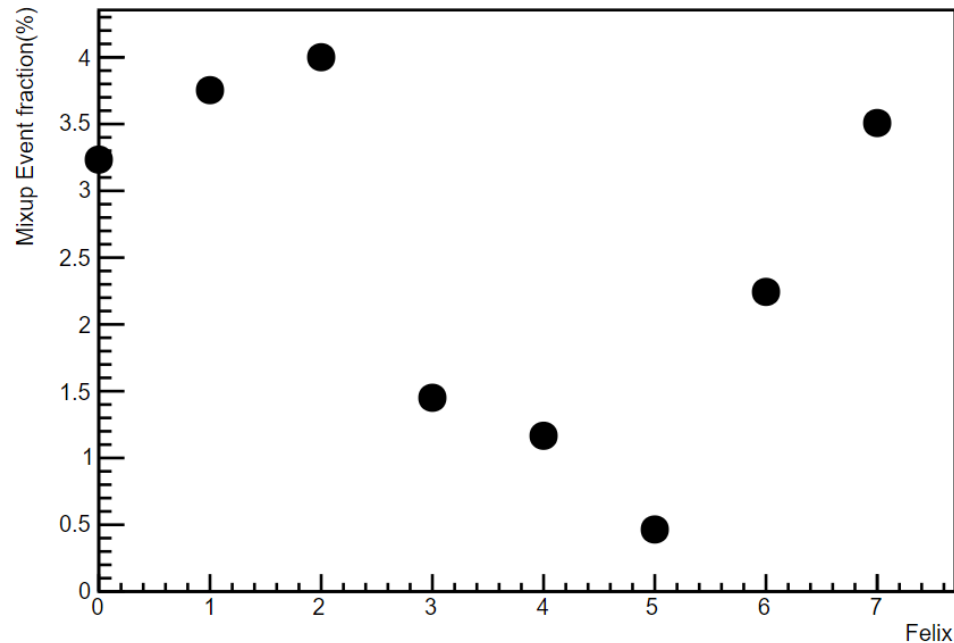
To be able to see how many mixups are occurring, I calculated the fraction of events where mixup are occurring and the fraction of mixup hits. Both are multiplied by 100 and changed to percent.

Run24 pp

Run41502(5/2) open time=35 n_collision=100

$$\text{Mixup Hit fraction} = \frac{\text{Mixup Hit}}{\text{Previous Event Hit} + \text{Mixup Hit}} \times 100$$

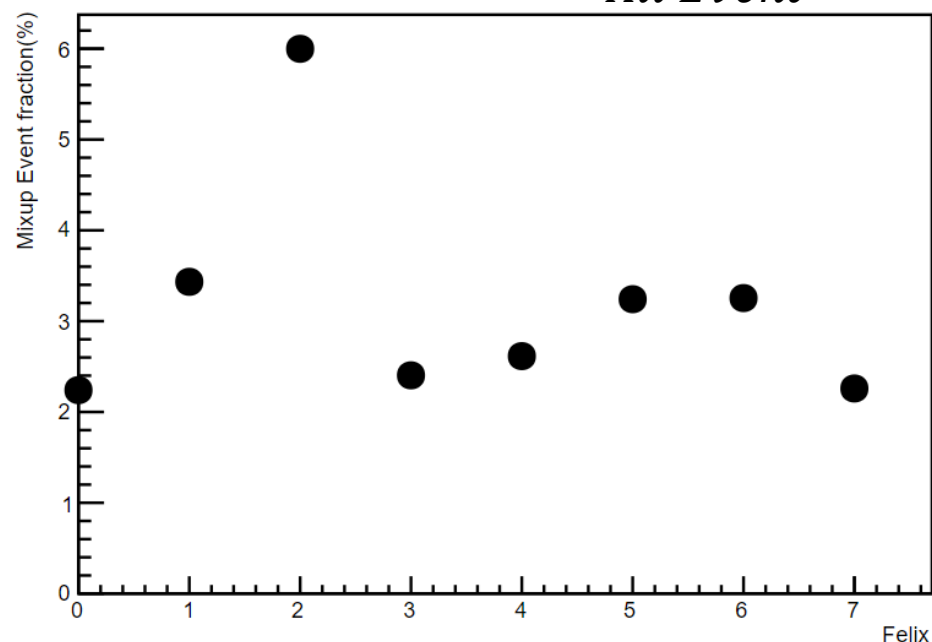
$$\text{Mixup Event fraction} = \frac{\text{Mixup Event}}{\text{All Event}} \times 100$$



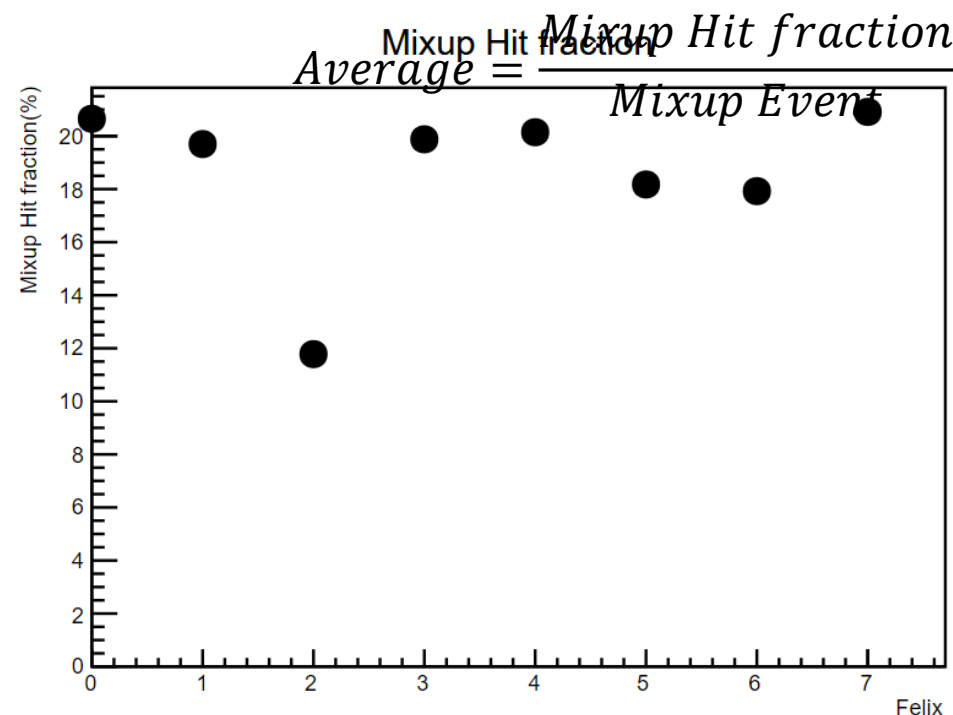
Run24 p-p

Run43278(5/20) open time=55 n_collision=100

$$\text{Mixup Event fraction} = \frac{\text{Mixup Event}}{\text{All Event}} \times 100$$



$$\text{Mixup Hit fraction} = \frac{\text{Mixup Hit}}{\text{Previous Event Hit} + \text{Mixup Hit}} \times 100$$



Run23 ▪ Run24 fraction

$$\text{Mixup event fraction[\%]} = (\text{Mixup Event}) / (\text{Entries}) \times 100$$

$$\text{Mixup hit fraction[\%]} = (\text{Mixup hit}) / (\text{Previous event hit} + \text{Mixup hit}) \times 100$$

$$\text{Average (Mixup hit fraction)} / (\text{Mixup Event})$$

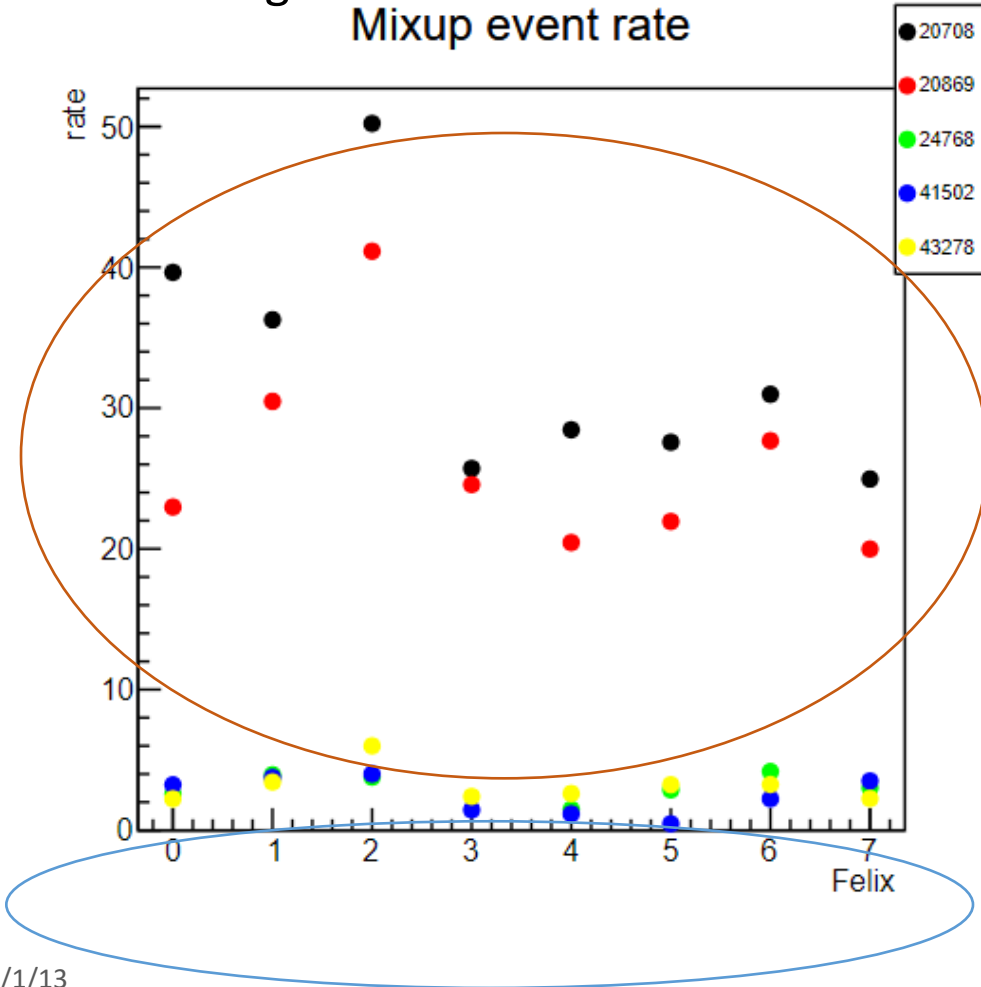
- Event fraction results show that the Mixup Event fraction was lower after the firmware upgrade. This suggests that mixups are less likely to occur than before.
- Run24 had higher fractions than Run23 in the Mixup hit fraction.

Felix
Firmware
upgrade

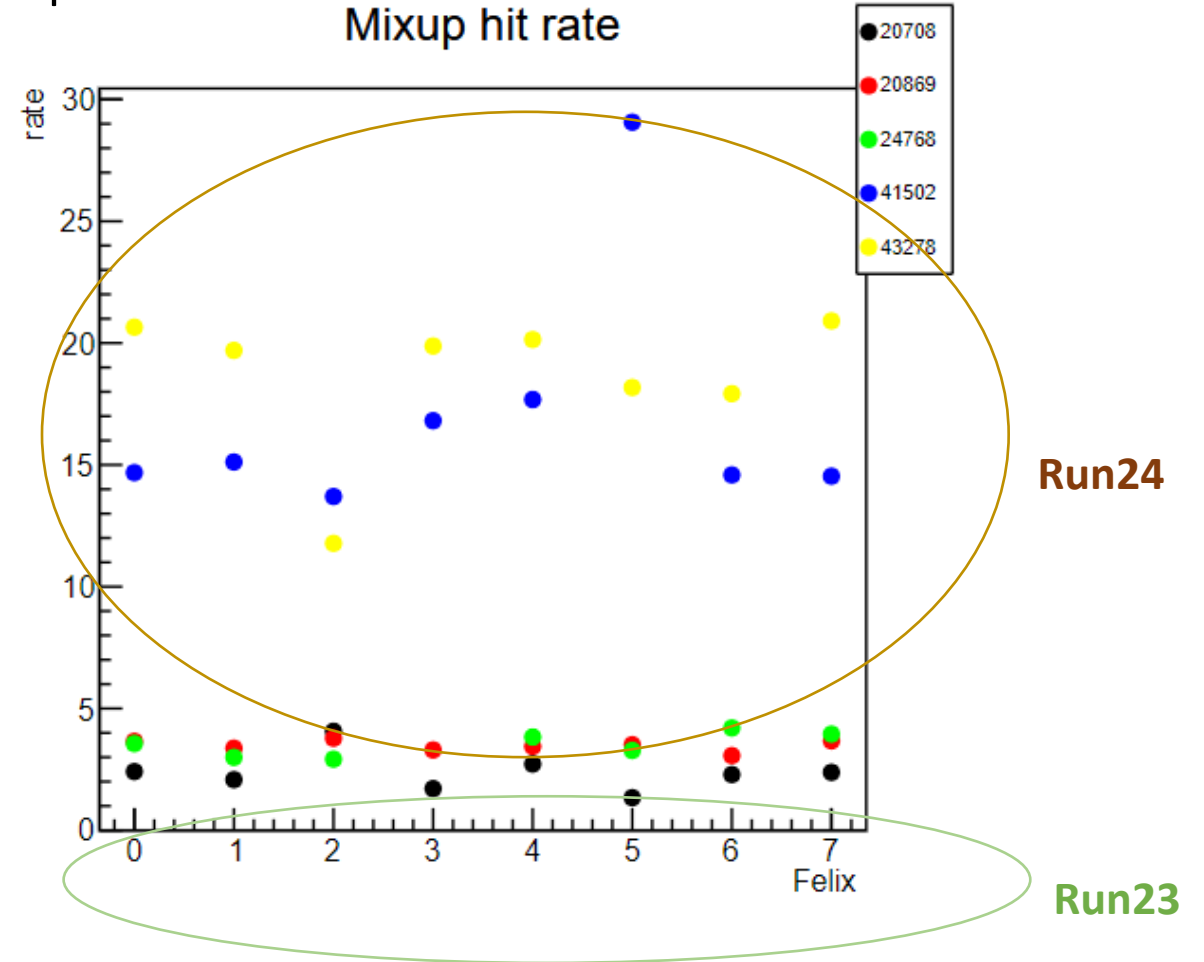
Before

After

Mixup event rate



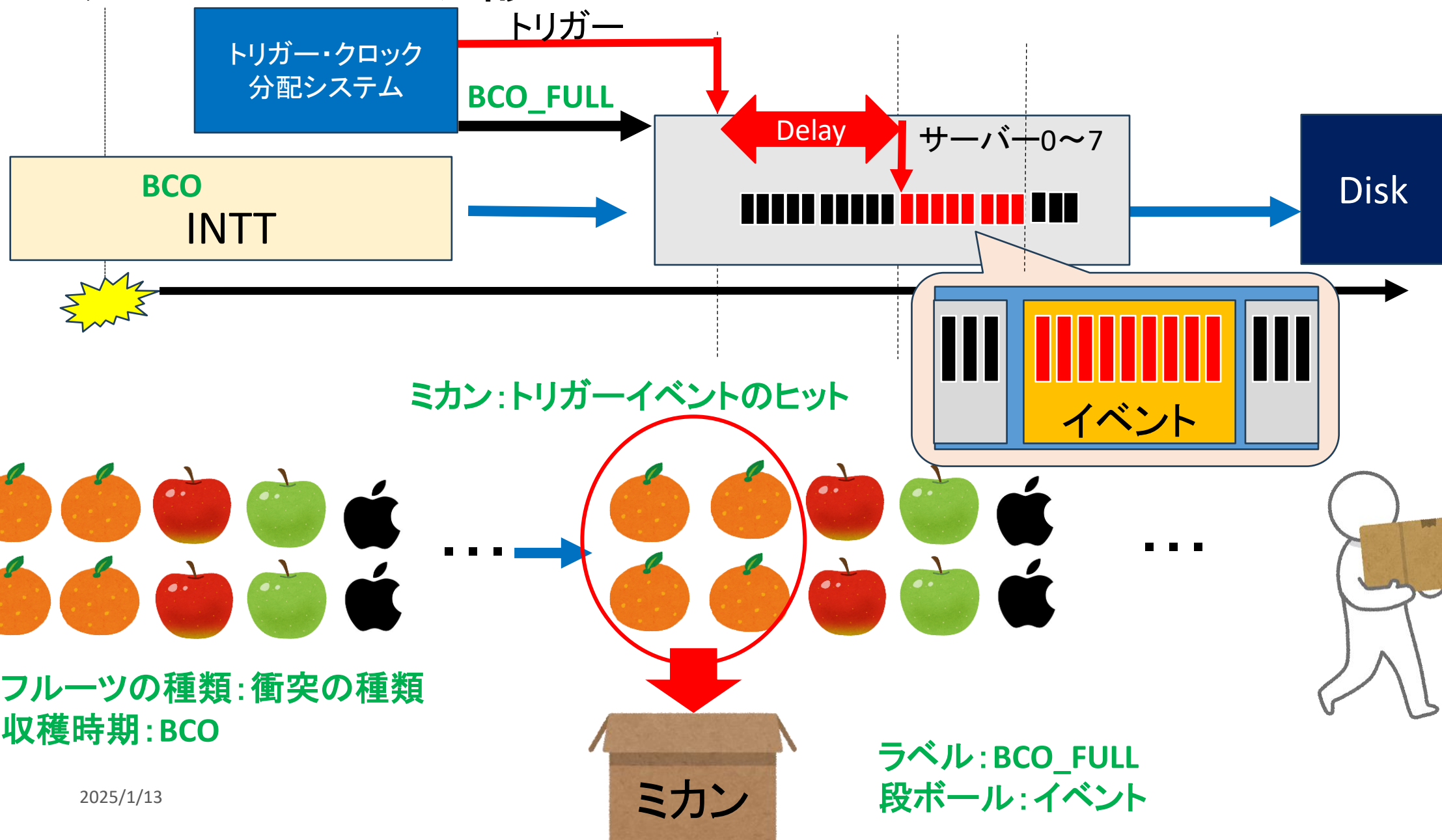
Mixup hit rate



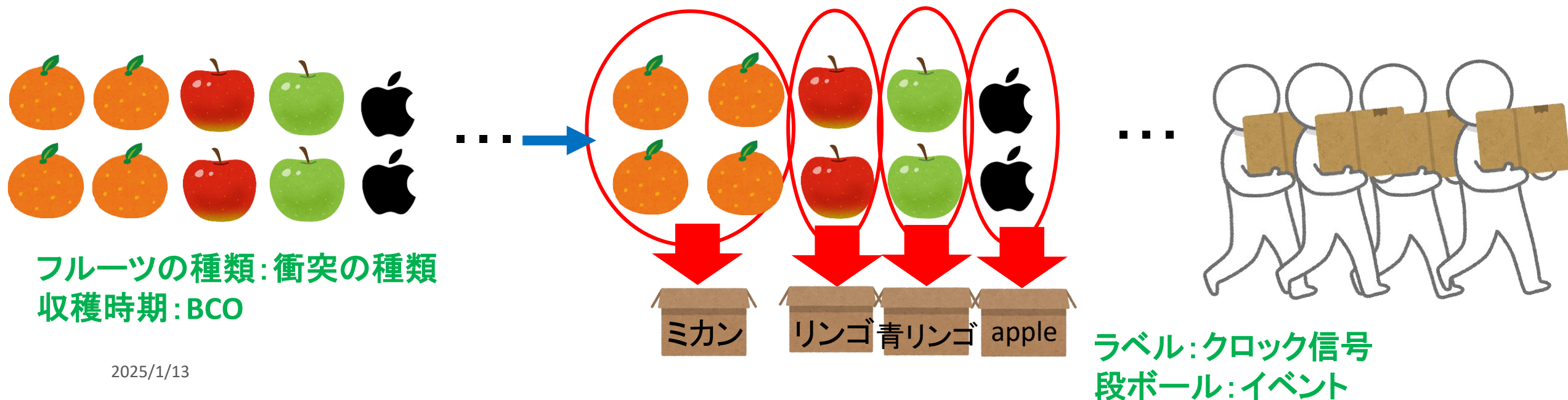
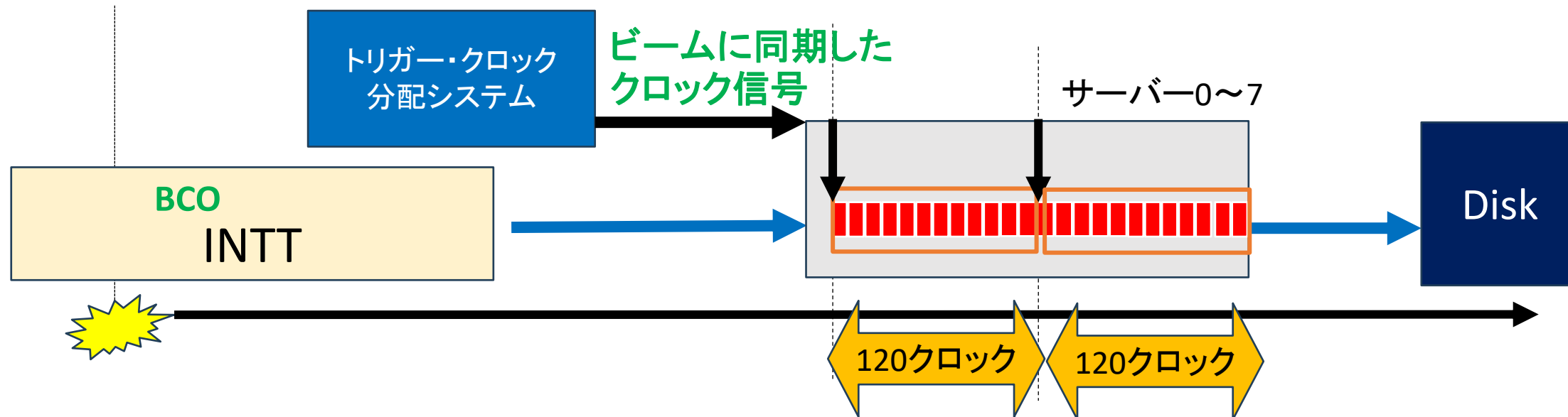
Run23

Run24

トリガー データ読み出し

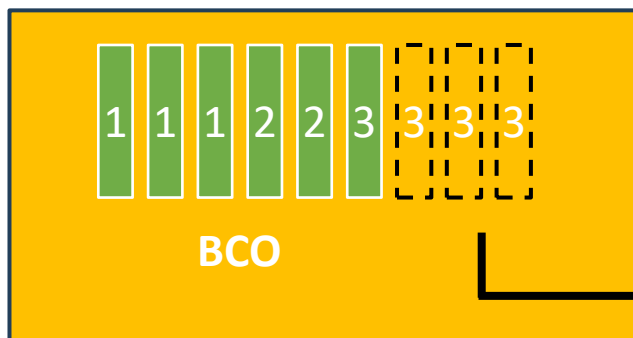


ストリーミング データ読み出し

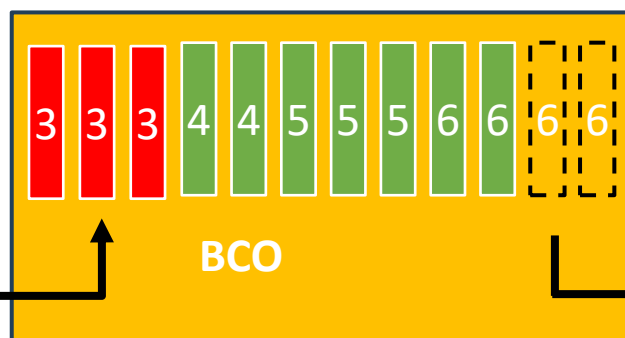


データ読み出しの残された問題点

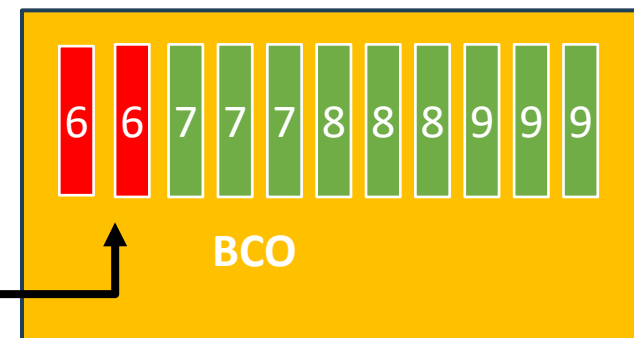
BCO_FULL①



BCO_FULL②

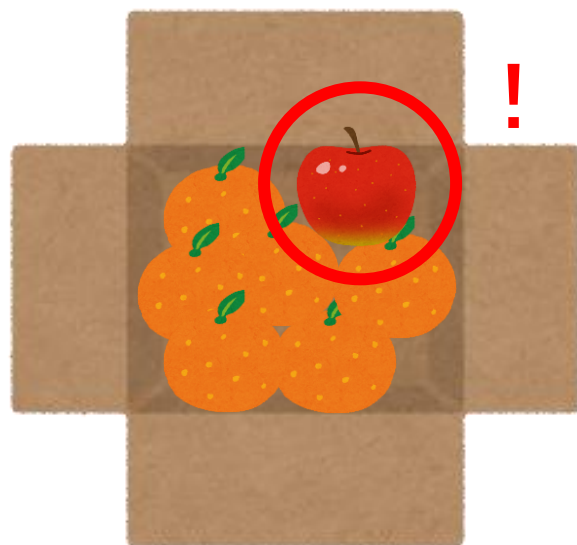


BCO_FULL③



2つの異なるビーム衝突事象のデータが混ざってしまう現象が起きている (Event Mixup)

課題解決のため現象の理解が必須



【2024年春季学会にて】
金原子核衝突で現象を確認
漏れ出してしまうヒット数は
1つ前のイベントのヒット数と
相関がある
→ヒット数が多いほど
漏れ出すヒット数は多くなる

