

クォーク・グルーオン・プラズマ 中でのパートンのエネルギー損失

INTTとMBDの衝突データの同期についての研究

2024/3/11 卒業研究会

奈良女子大学 高エネルギー研究室

B4 森本菜央

目次

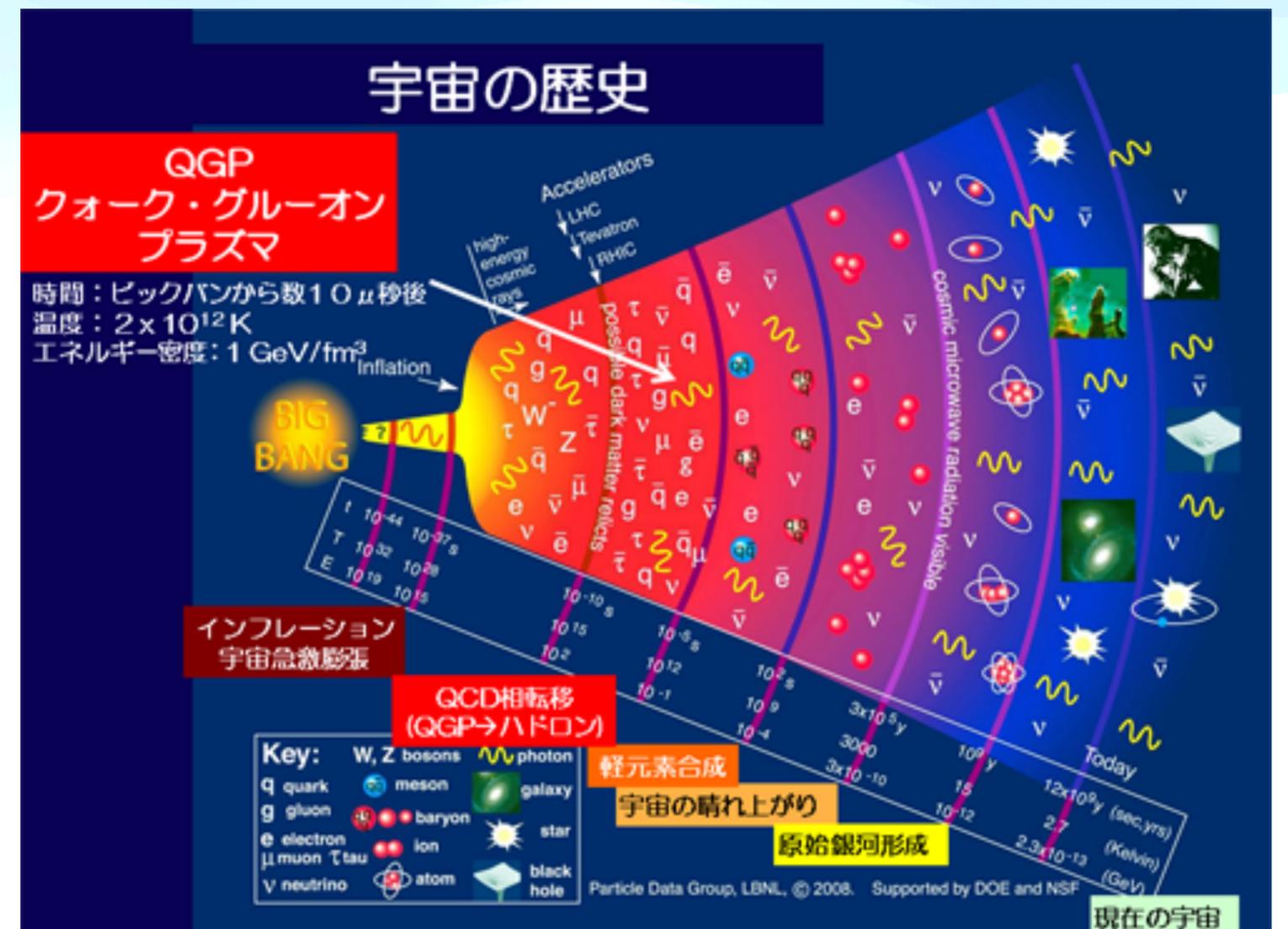
- 1.研究背景
- 2.研究目的
- 3.研究内容
- 4.まとめ
- 5.今後の課題

研究背景

QGP (Quark Gluon Plasma) とは

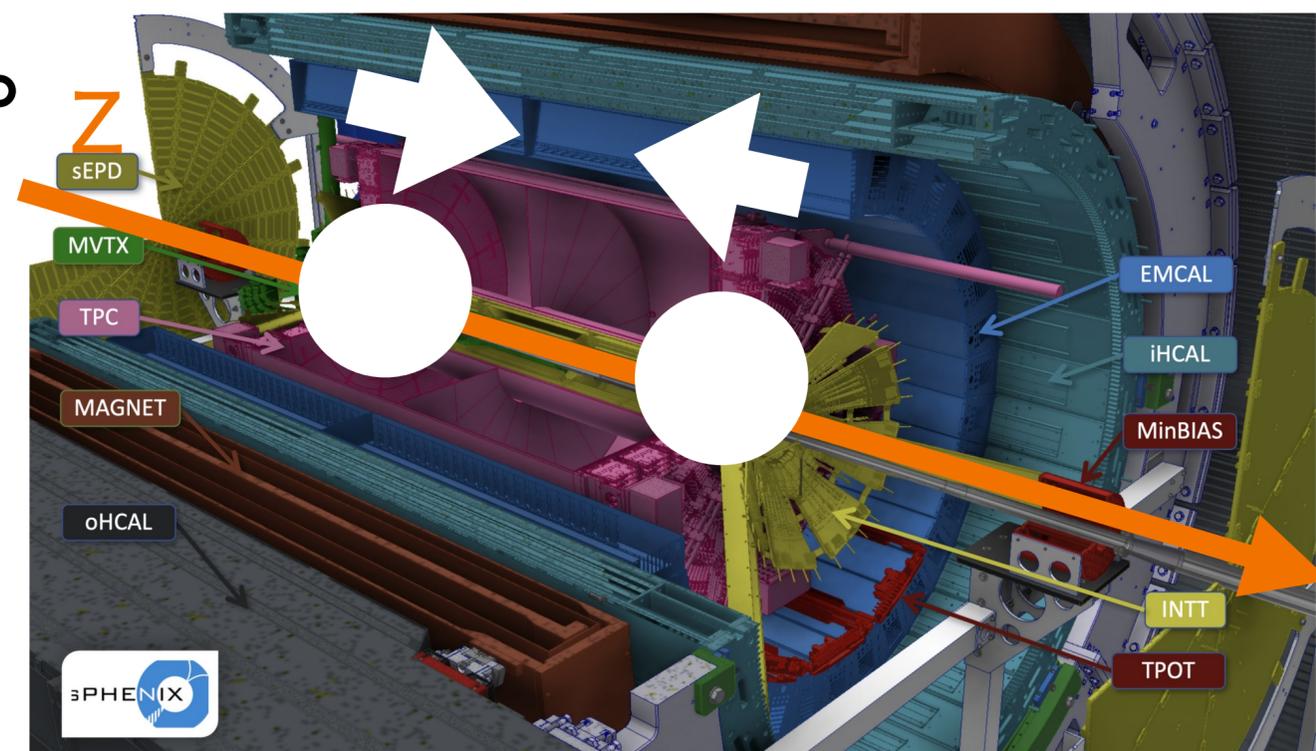
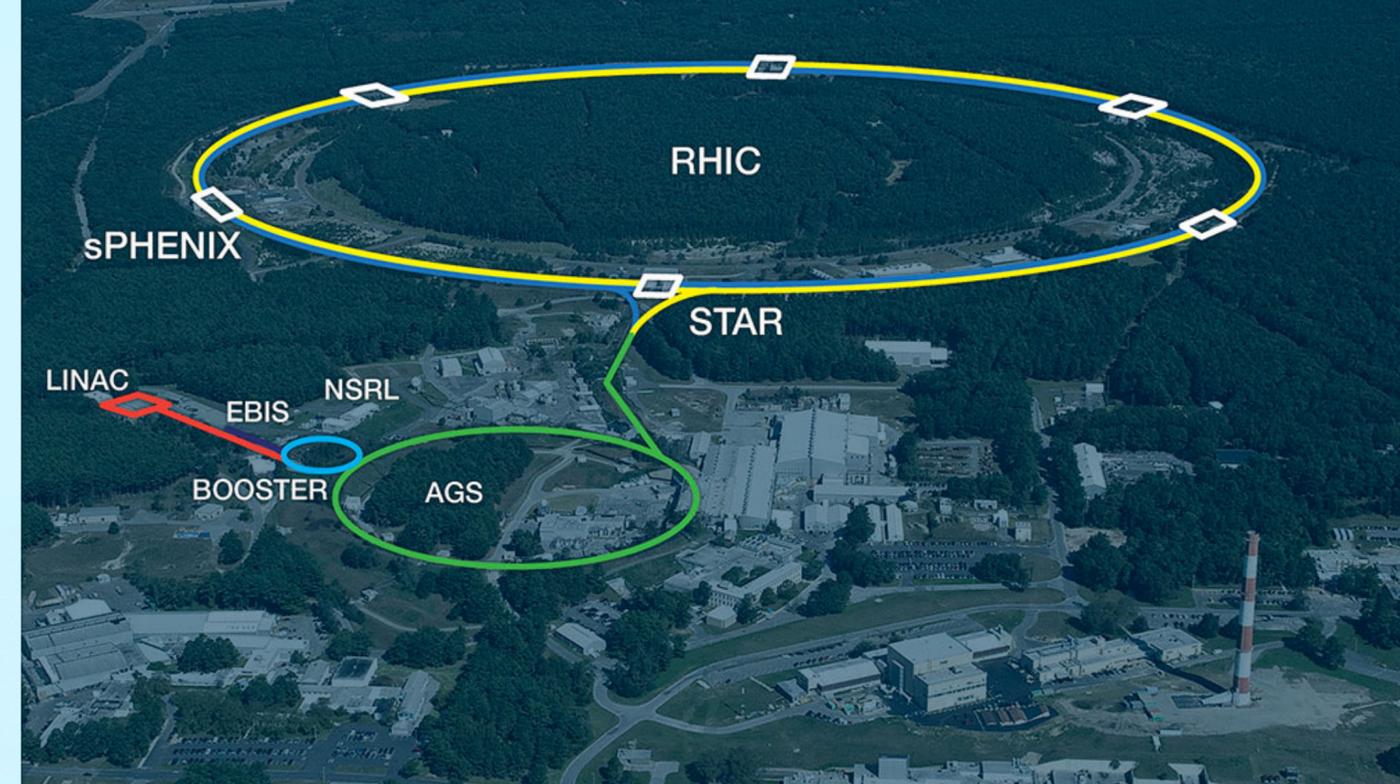
ビッグバンから数 10μ 秒後の宇宙初期はQGPという特別な状態にあった。

QGPとはハドロン内に閉じ込められていたクォークやグルーオンが解放され、バラバラになった超高温、高密度な状態である



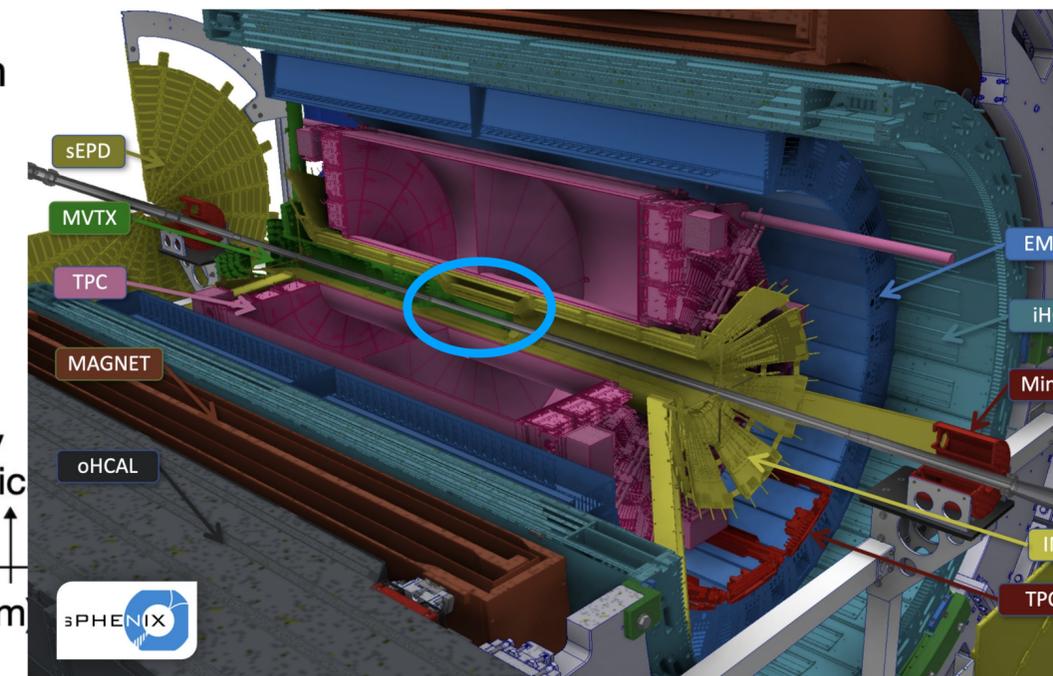
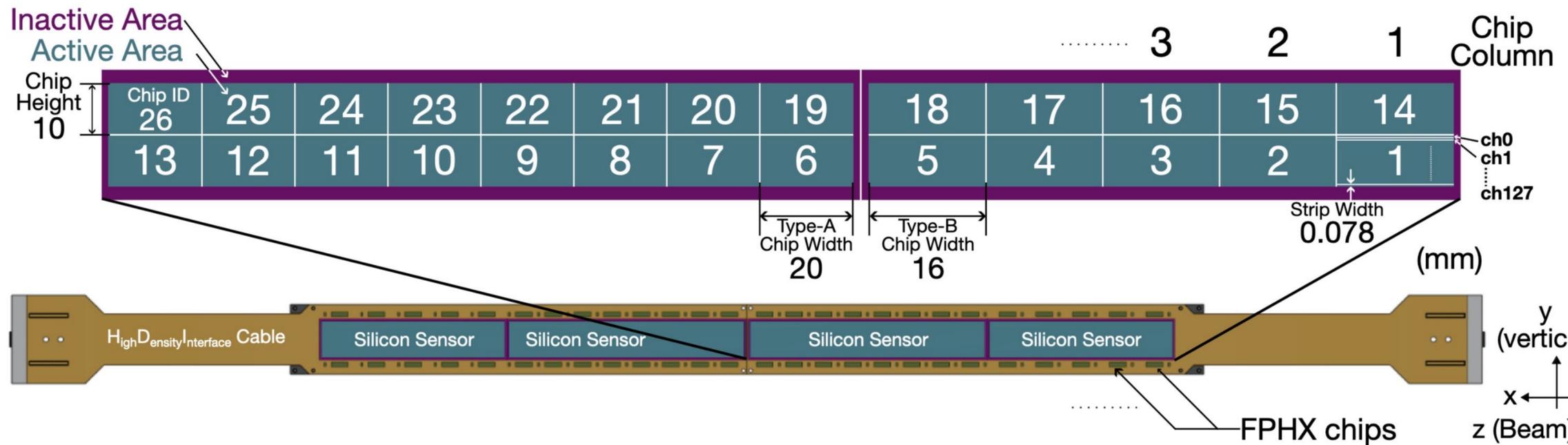
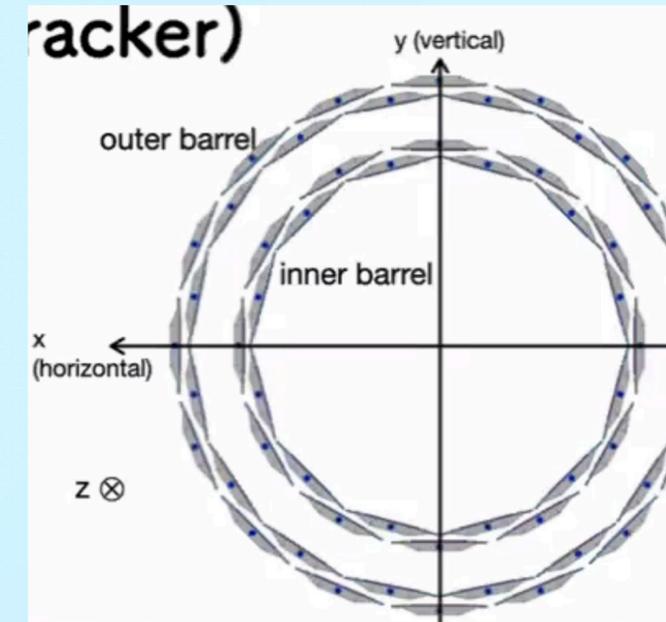
sPHENIX実験

- 米国ブルックヘブン国立研究所での重イオン衝突型加速器RHICを用いた研究
- RHICで金原子核同士衝突(200 GeV)で生じるJet現象やUpsilon粒子を測定
- 陽子陽子衝突 (200 GeV) も行われる予定。



INTTの構造

- 樽状の2層構造のストリップ型シリコンセンサーを用いた飛跡検出器
- ビームパイプから 7 - 10 cm に位置する。
- 厚み $320\mu\text{m}$ 、幅 $78\mu\text{m}$ のストリップ 128 本で 1 つの センサーが構成されてる。衝突中心からビームパイプ方向に $\pm 23\text{cm}$ 、方位角方向 2π の範囲を覆う。
- typeAの幅:20mm typeBの幅:16mmである



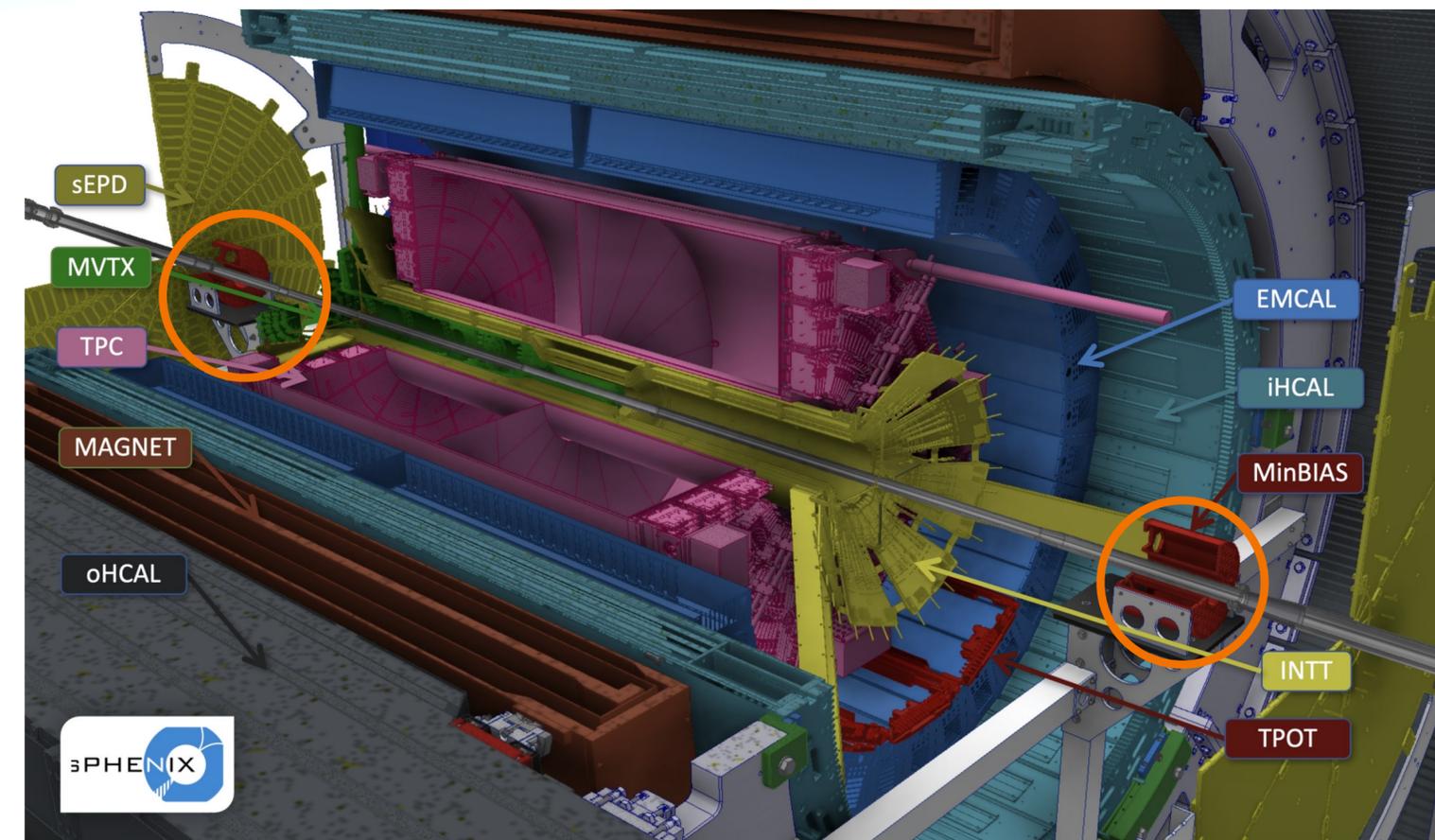
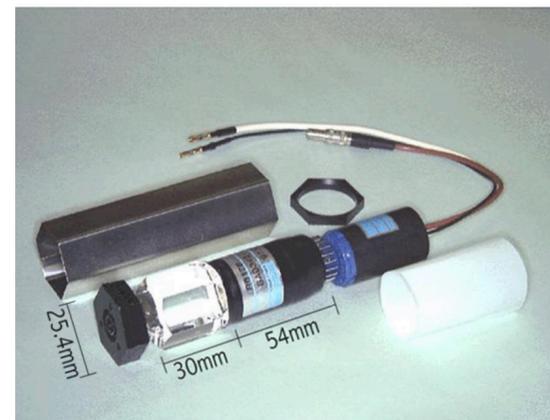
MBDの構造

- ・ 2つのアームで構成され、それぞれのアームには 64 個のチェレンコフ検出器があり、各検出器は厚さ 3 cm で六角形。
- ・ 検出器は、最も内側の半径が 5 cm、最も外側の半径が 15 cm になるように、ビームパイプの周囲に並べて配置されている
- ・ 衝突中心点から |2.5m| の所に位置する

*チェレンコフ検出器・・・

粒子が検出器を通して出すチェレンコフ光を検知することで粒子を測定する

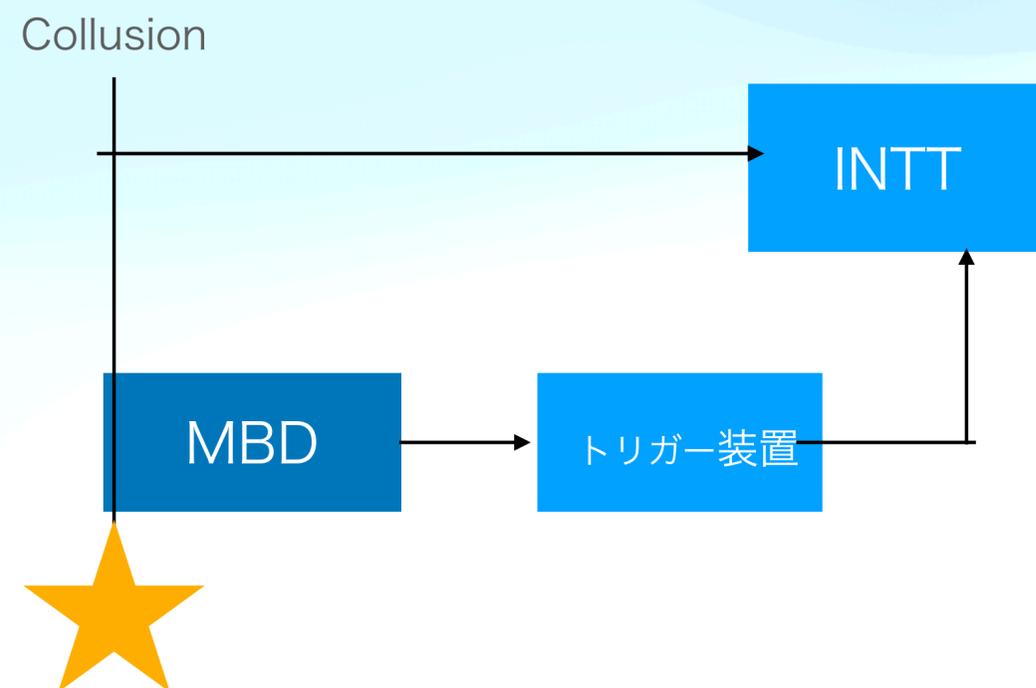
↓ PMT (光電子増倍管)



MBD INTTのデータについて

MBDはトリガーを出し、その装置からINTTなどの検出器に送られる。

INTTではそのトリガーによってビーム衝突のヒットデータを選び出して、記録する



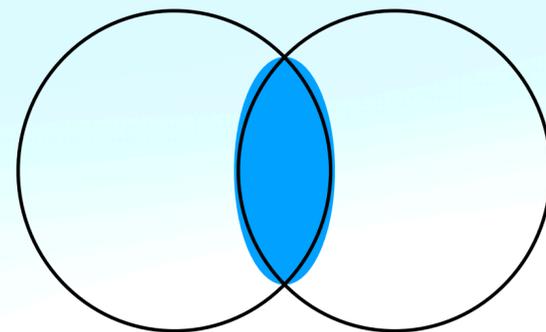
研究目的

研究目的

エネルギー損失量を測ることでQGPの性質を調べる研究をしたい。

→エネルギー損失はcentralityで変化する。

原子核衝突時の衝突面積が大きい程、エネルギー損失は大きくなる
(ただし、エネルギー損失を求めるにはINTT、MBDとその他の検出のデータも必要)

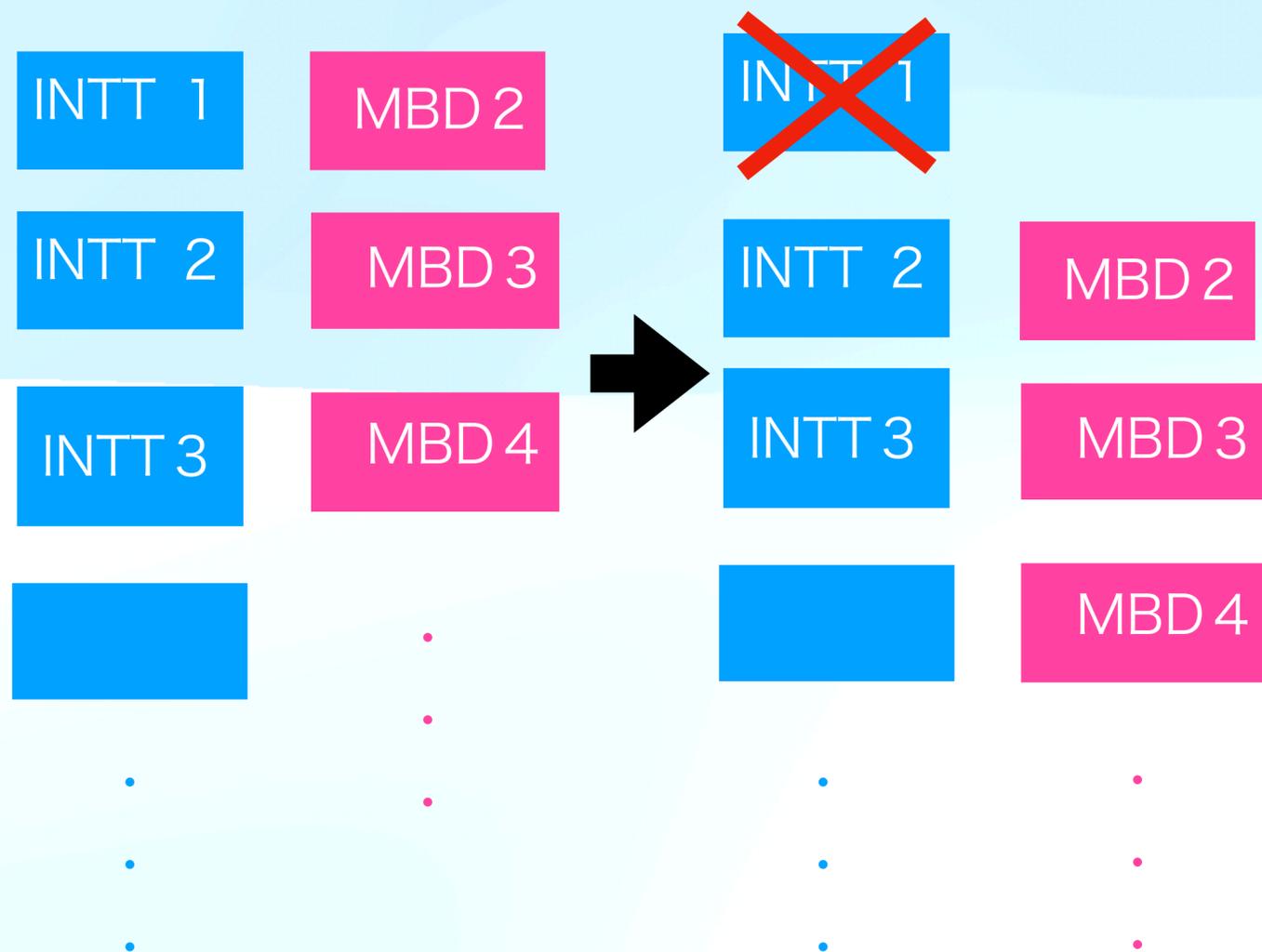


centralityが
MBDで求まる

まずは、INTTとMBDデータの同期したい

今回の研究目的

イメージ



例えば、

INTTのデータは一つ目のデータが存在するが、MBDのデータはない場合

→INTTの一つ目のデータを消して、
ずれを解消する

研究内容

MBDの北と南の総電荷量の 相関図

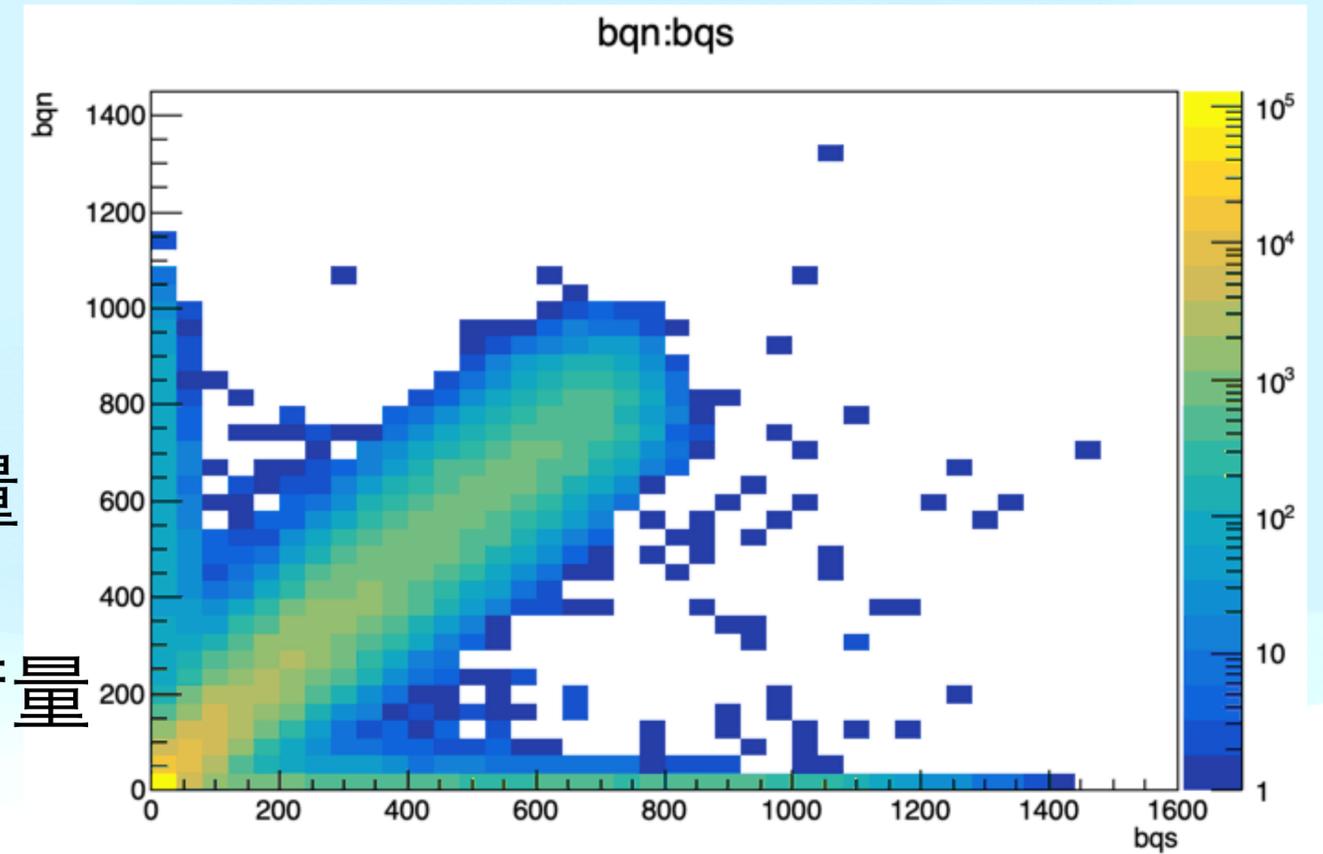
使用したデータ：2023/07 磁場なしの金衝突の200GeV(MBD)

bqn : north(北側) のMBDで検出された総電荷量

bqs : south(南側) のMBDで検出された総電荷量

・ bqnとbqsは一次関数の相関が見られます

→今後のデータでもこのような相関を見たい



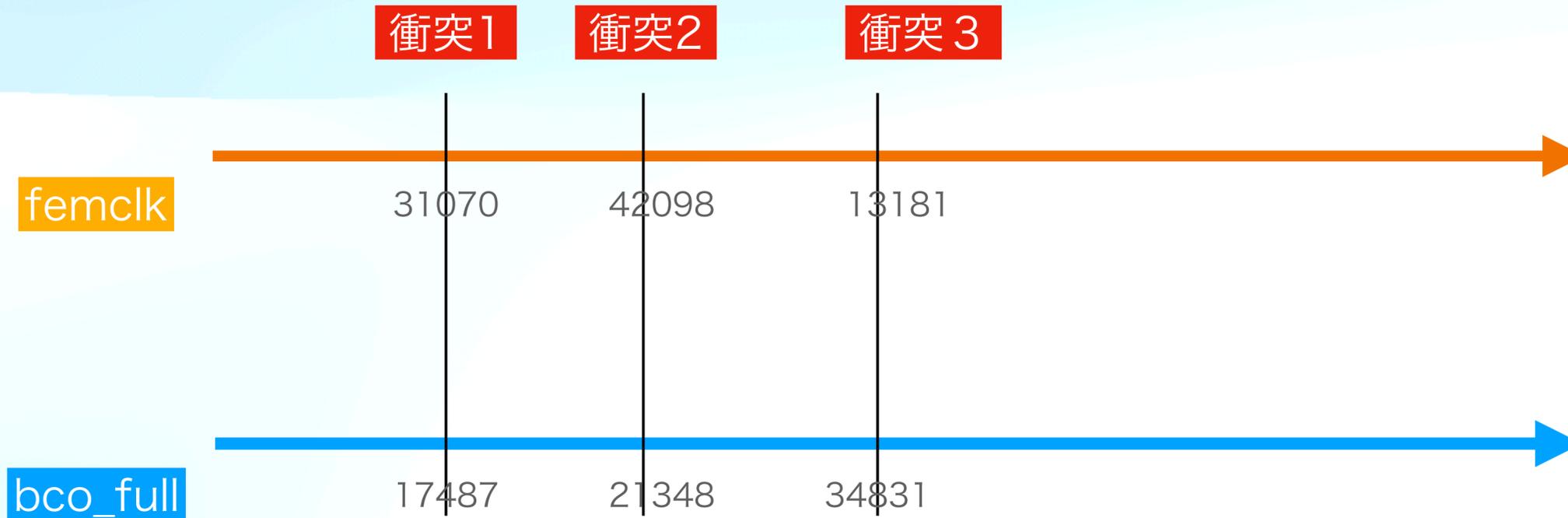
femclkとbco_full

$$2^{16} = 65,536$$

Hitした時刻を記録した
この2つの時刻には差がある

MBDのhitした時間 (65,536まで目盛りがある時計) → femclk
INTTのhitした時間 (65,536まで目盛りがある時計) → bco_full

(本来は40bitであるが、MBDの時計16bitと比べるために、下位16bitを使う。)



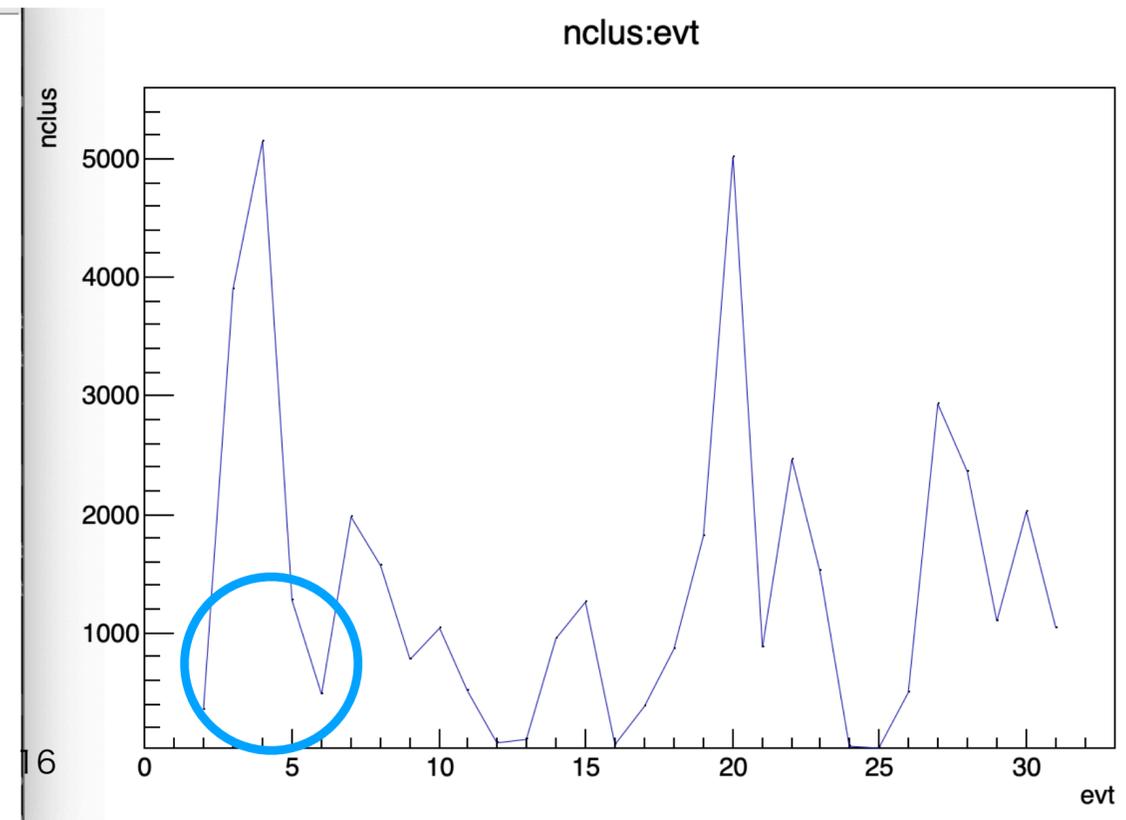
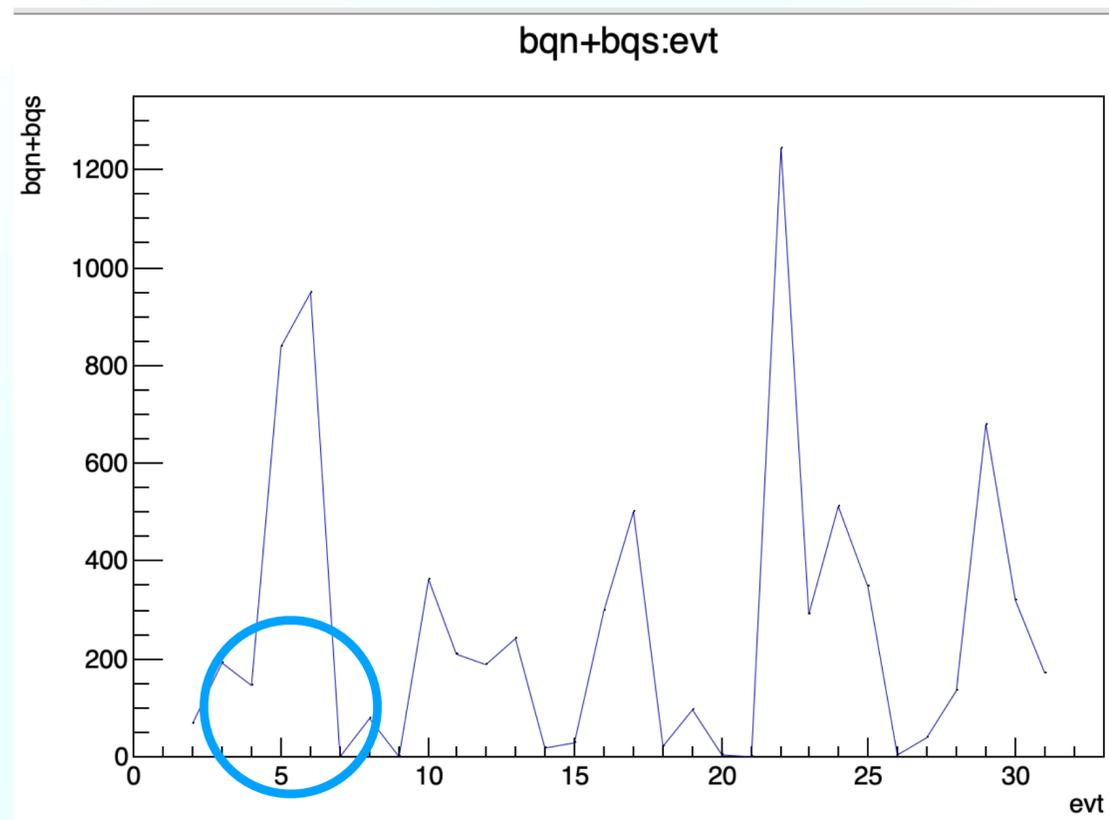
研究手段①

この場合、

左図 (MBD) 右図 (INTT) を見比べて、(縦：総電荷量、横：イベント番号)

どこがズれているか、抜けているか目視で調べ、同期しているデータを調べる

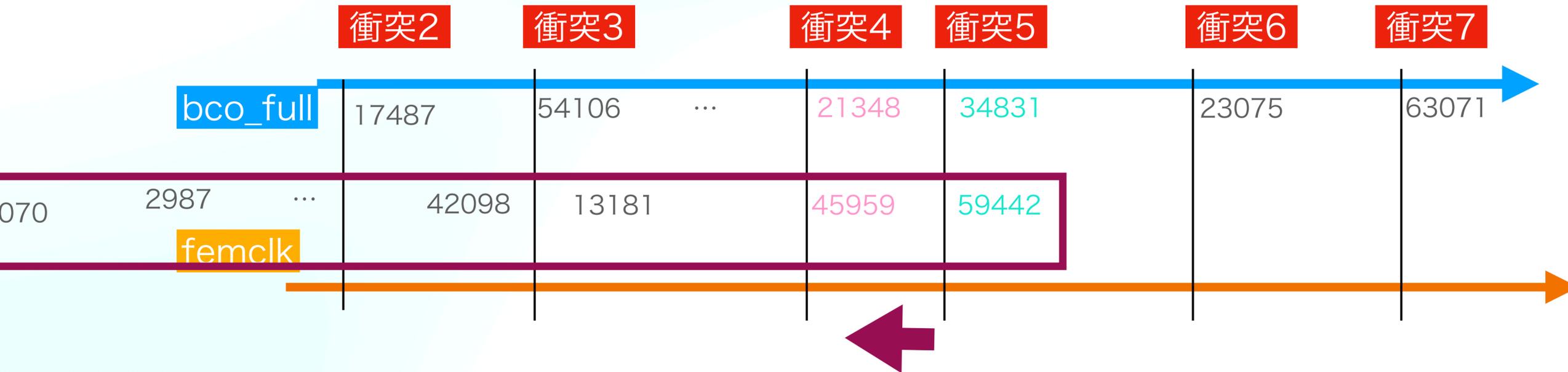
→今回はMBDのグラフが2個、ずれている



実際の例



MBD(femclk)の数值を2個、ずらす

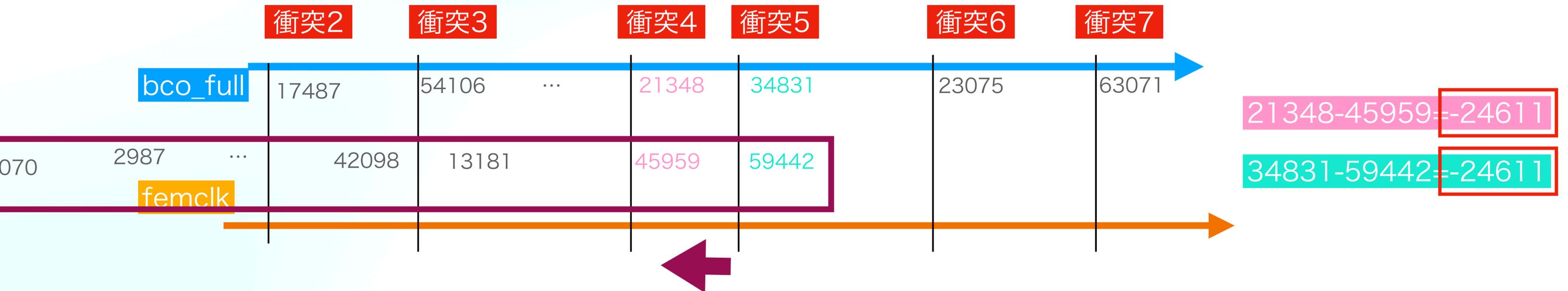


INTTとMBDのデータの相関性を証明するために

• $\text{bco_full} - \text{femclk} = \text{一定}$ を表す

なぜか

→それぞれ同じ衝突を観測しているので、
そこで生じる差は一定なはず

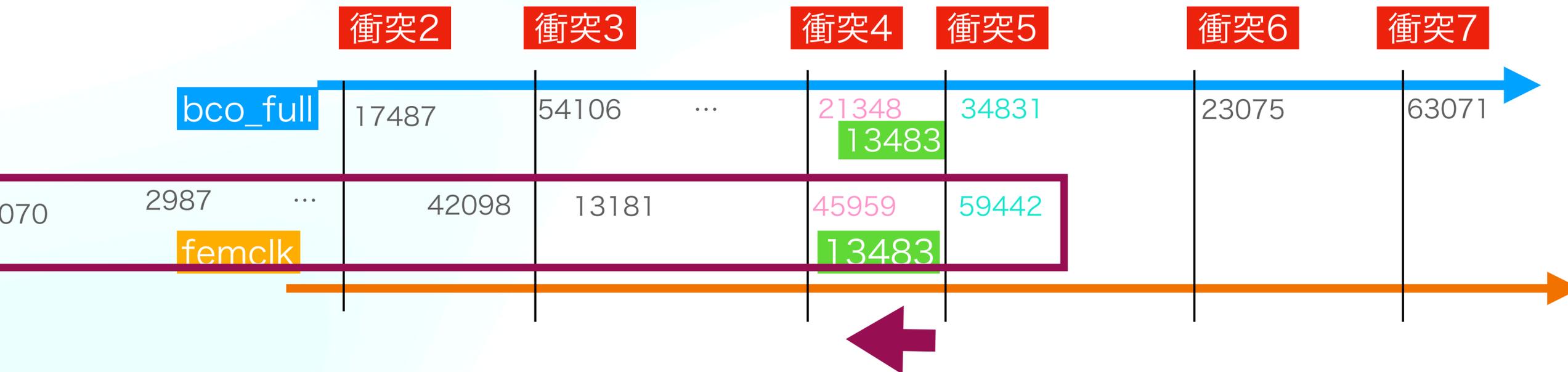


確認方法②

fem_clk(MBD)とbco_full(INTT)それぞれの

前のイベントの値 $-$ 今のイベントの値 $=$ 差

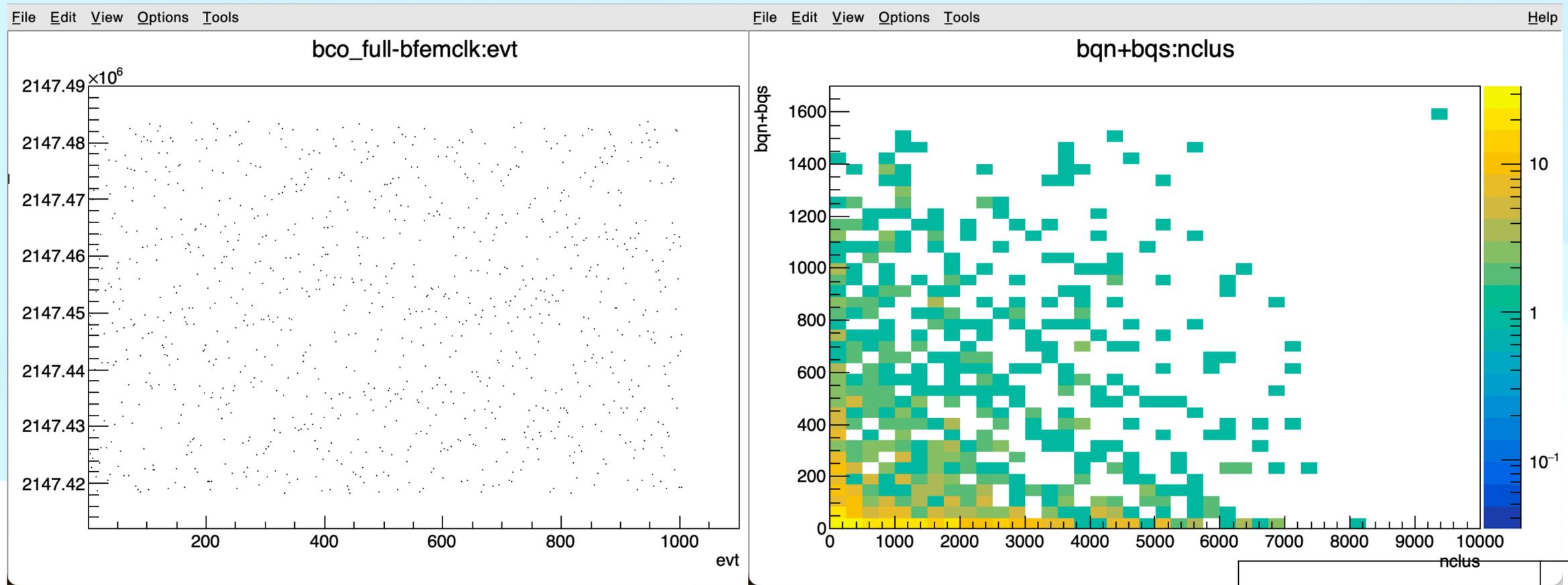
を求め、0のイベント番号以外で2つの差が等しくなる時、同期出来ていると認識できる。



bco_full-femclkに関するグラフと mbdの総電荷量vsINTTのクラスター数のグラフ

使用したデータ：2023/07 磁場なしの金衝突の200GeV(INTTとMBD)

同期できていない時 Before



左の図→ (縦: bco_full-femclk、横: イベント番号)

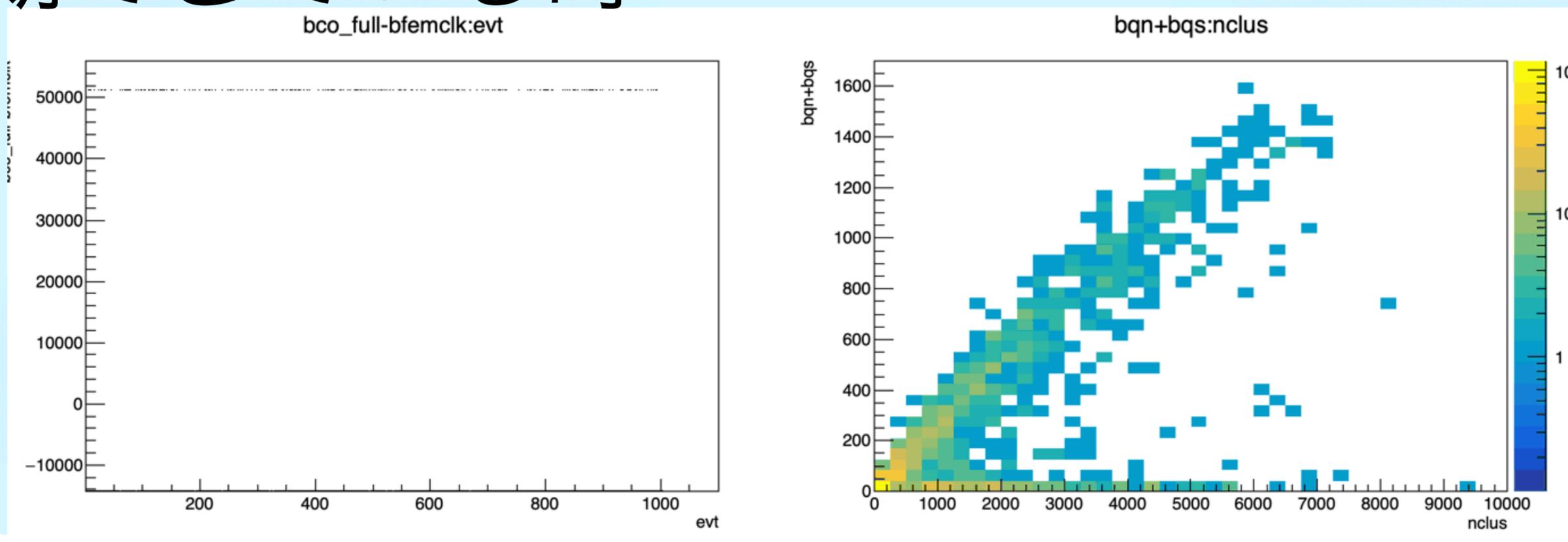
右図→ (縦: bqn+bqs、横: クラスタ数)

左の図→ bco_full-femclk = 一定でない

右図→ MBDとINTTのそう電荷量に相関性が見えない

イベント番号/前イベントとの差	Femclk	bco_full
0	41248	52666
1	10995	12334
2	9246	10995
3	8492	9246
4	13793	8492

同期できている時 After



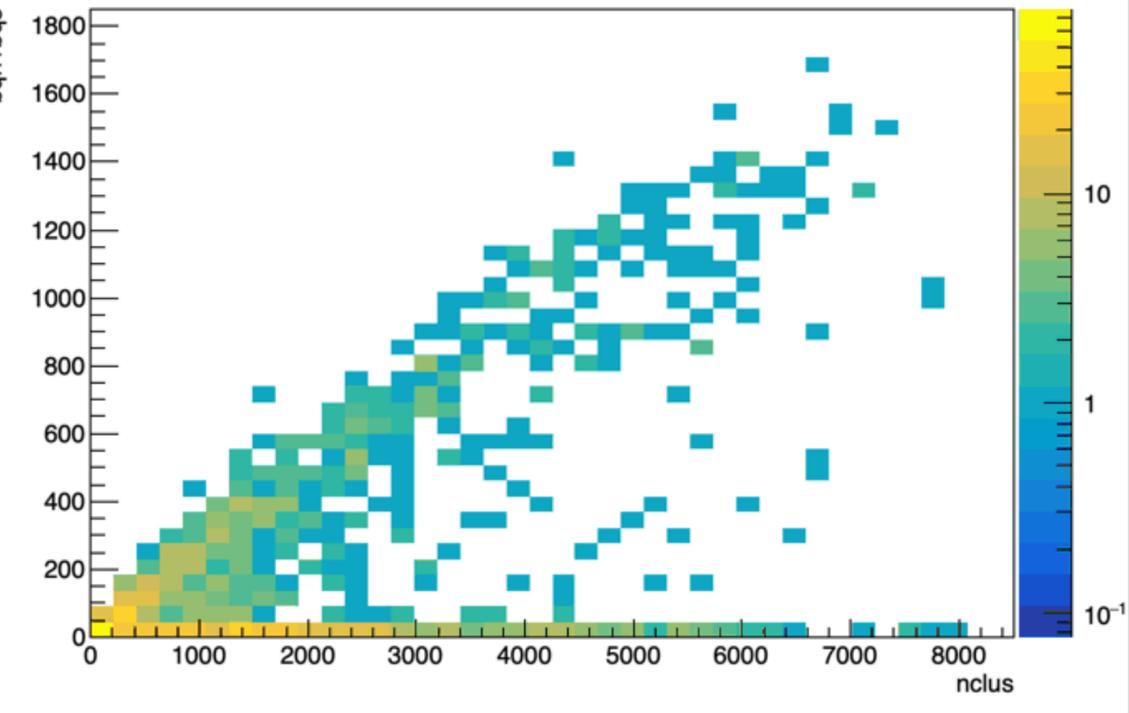
左の図→ (縦: bco_full-femclk、横: イベント番号)

右図→ (縦: bqn+bqs、横: クラスタ数)

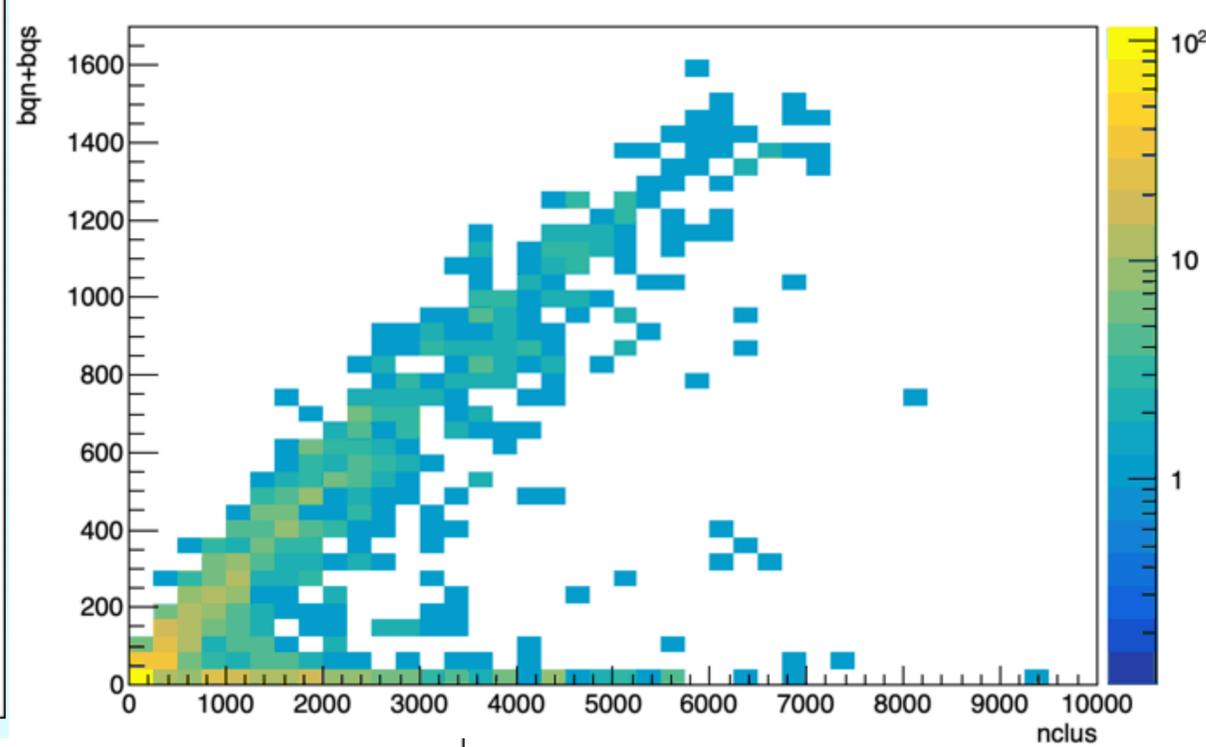
- **bco_full-femclk= 一定 である**
- **mbdでの総電荷量が増えるほど、INTTでのヒット数が増える**

イベント番号/前イベントとの差	Femclk	bco_full
0	41248	52666
1	10995	10995
2	9246	9246
3	8492	8492
4	13793	13793

bqn+bqs:nclus

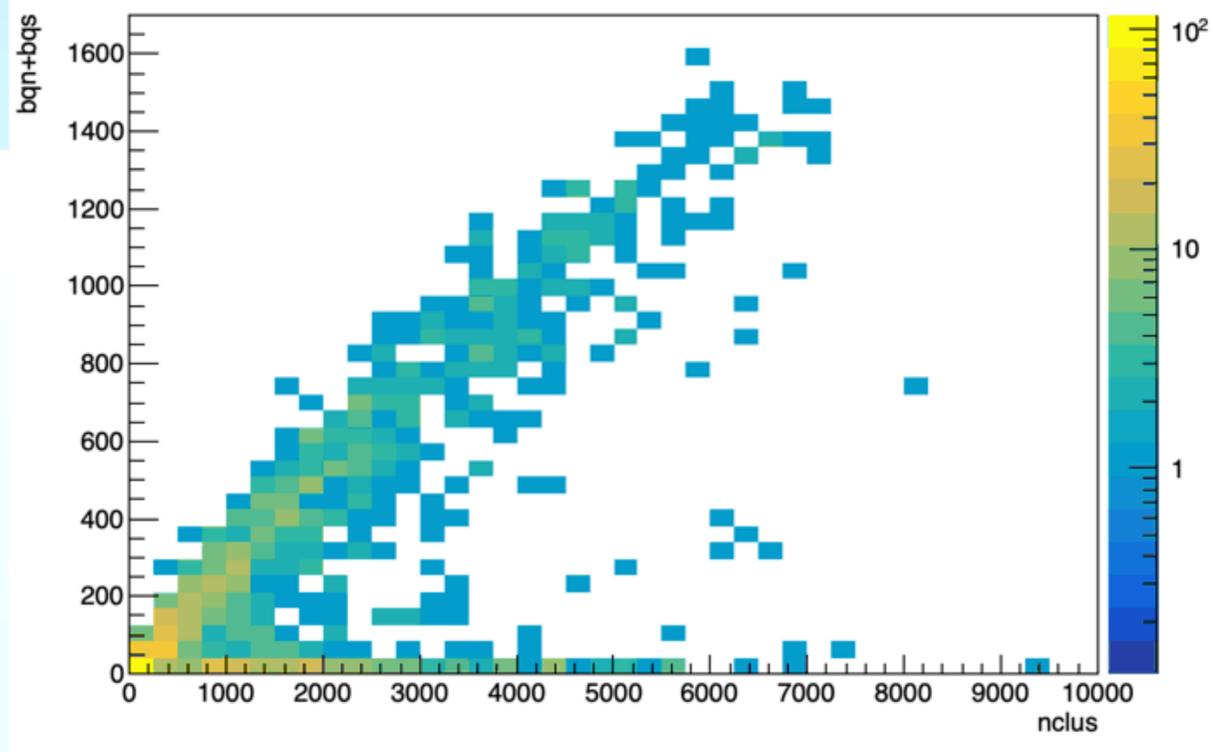


bqn+bqs:nclus



その他のデータでも
相関が示せた

bqn+bqs:nclus



run番号/相関・同期出来たか	bqn+bqs/nclus	femclk-bcofull=
20864	×	×
20866	○	一定
20867	○	一定
20868	○	一定
20869	○	一定
20878	○	一定
20880	○	一定
20881	○	一定
20885	○	一定

まとめ

- ・ INTTとMBD時計の差、 $bcofull-femclk = \text{一定}$ が示せた
- ・ INTTのクラスター数とMBDの総電荷量の相関が見えた
- ・ sPHENIX実験の2023年度に取られたデータについて、同期していなかった、MBDとINTTのデータを同期させるために比較し同期する方法を確立した。

今後の課題

- 相関性が全く見つけられなかったデータもあった
- 磁場あり、金衝突、200GeVデータについて
についても解析する

