

# 宇宙線を用いたsPHENIX実験-中間飛 跡検出器INTT用シリコンセンサーの 性能評価

# 研究背景:sPHENIX実験とは

- アメリカブルックヘブン国立研究所(BNL)  
RHIC(Relativistic Heavy Ion Collider)加速器での実験
- 2000年-2016年まで稼働していたPHENIX実験を高度化、2023年より稼働予定

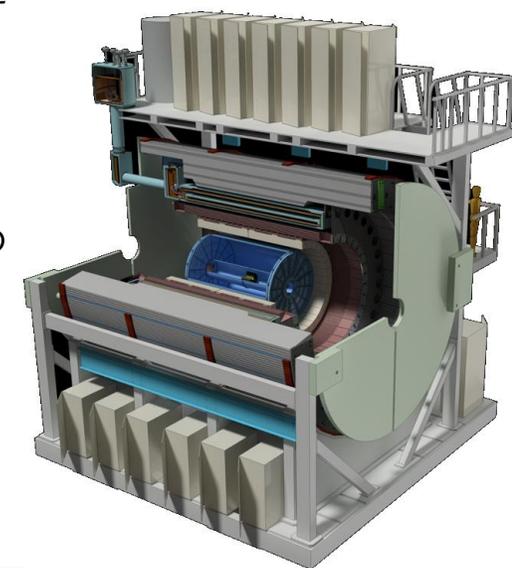


## 実験目的

- 衝突によって発生するJet現象やUpsilon粒子を測定し、QGPの性質を決定する

## 衝突核子、エネルギー

- 金原子核+金原子核(200GeV)、偏極陽子+偏極陽子(200GeV)

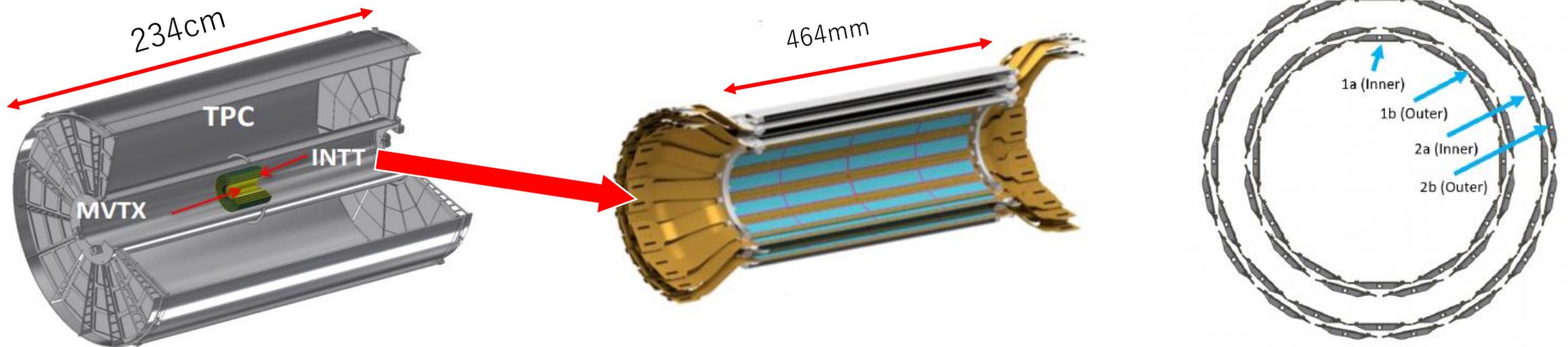


## QGP(Quark-Gluon Plasma)

高温、高密度状態で、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たプラズマ状態の物質  
ビッグバンから約 $10^{-5}$ 秒後に実現していたとされる

# INTT (INTermediate Tracker) とは

- sPHENIX実験で用いられる、衝突点付近に存在する3つの飛跡検出器のうちの1つ
- シリコンストリップセンサーが樽状に、2層に分かれて衝突点を覆っている
- 全56枚のINTTラダーが配置される
- 1ビームクロック(106ns)以下の時間分解能を持ち、TPC,MVTXのパイルアップを解決する

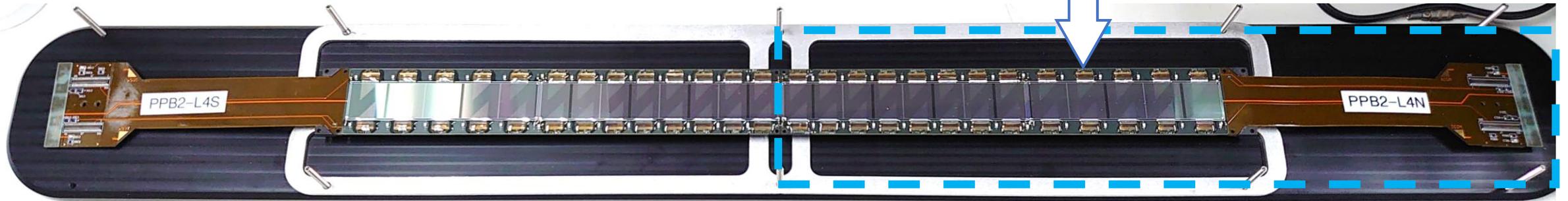
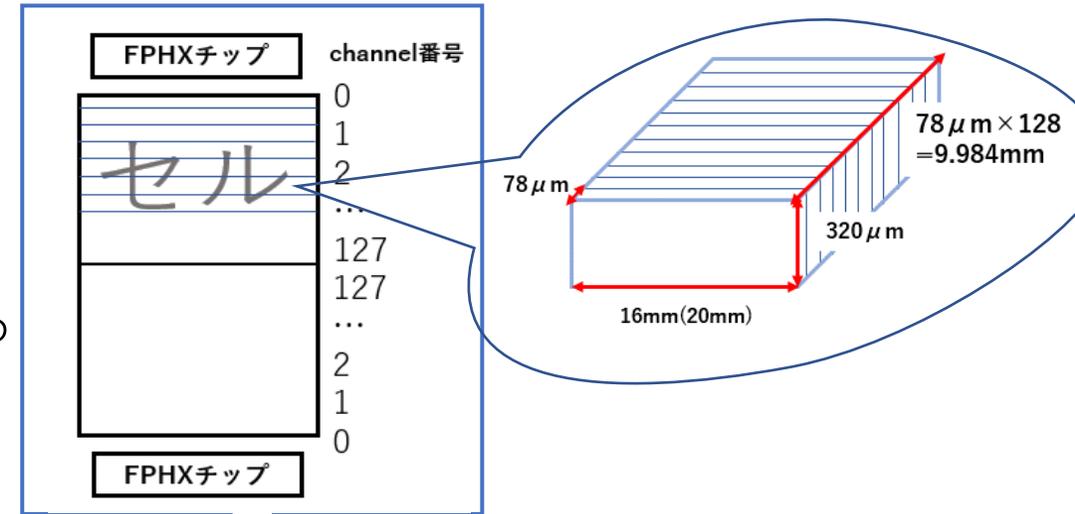


宇宙線を用いたsPHENIX実験-中間飛跡検出器INTT用シリコンセンサーの性能評価

# INTTラダー

## シリコンストリップセンサー

- 縦 $78\mu\text{m}$ 、厚み $320\mu\text{m}$ 、横幅 $16\text{mm}$ ( $20\text{mm}$ )の128本のストリップで1つの読み出しセルが構成される
- Channel番号は右図の通り



## ハーフラダー

## INTTラダー

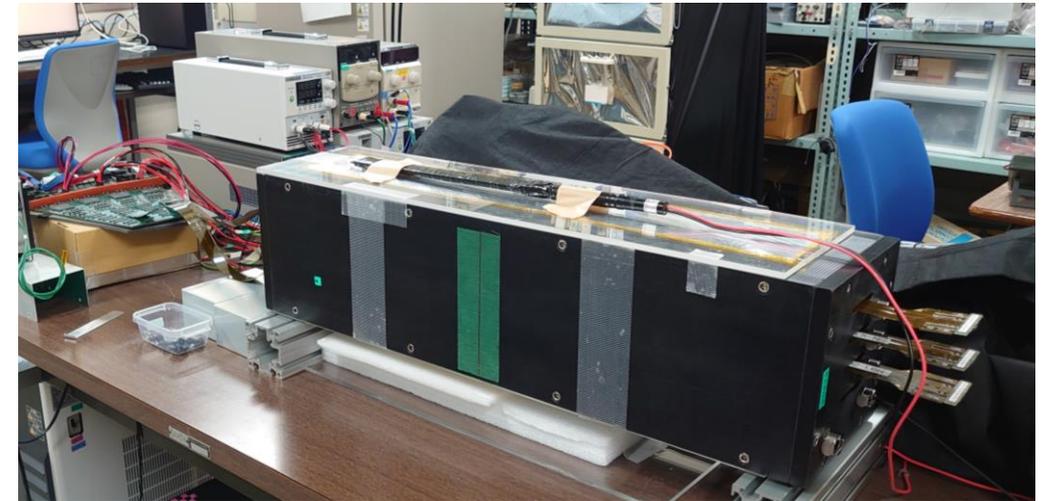
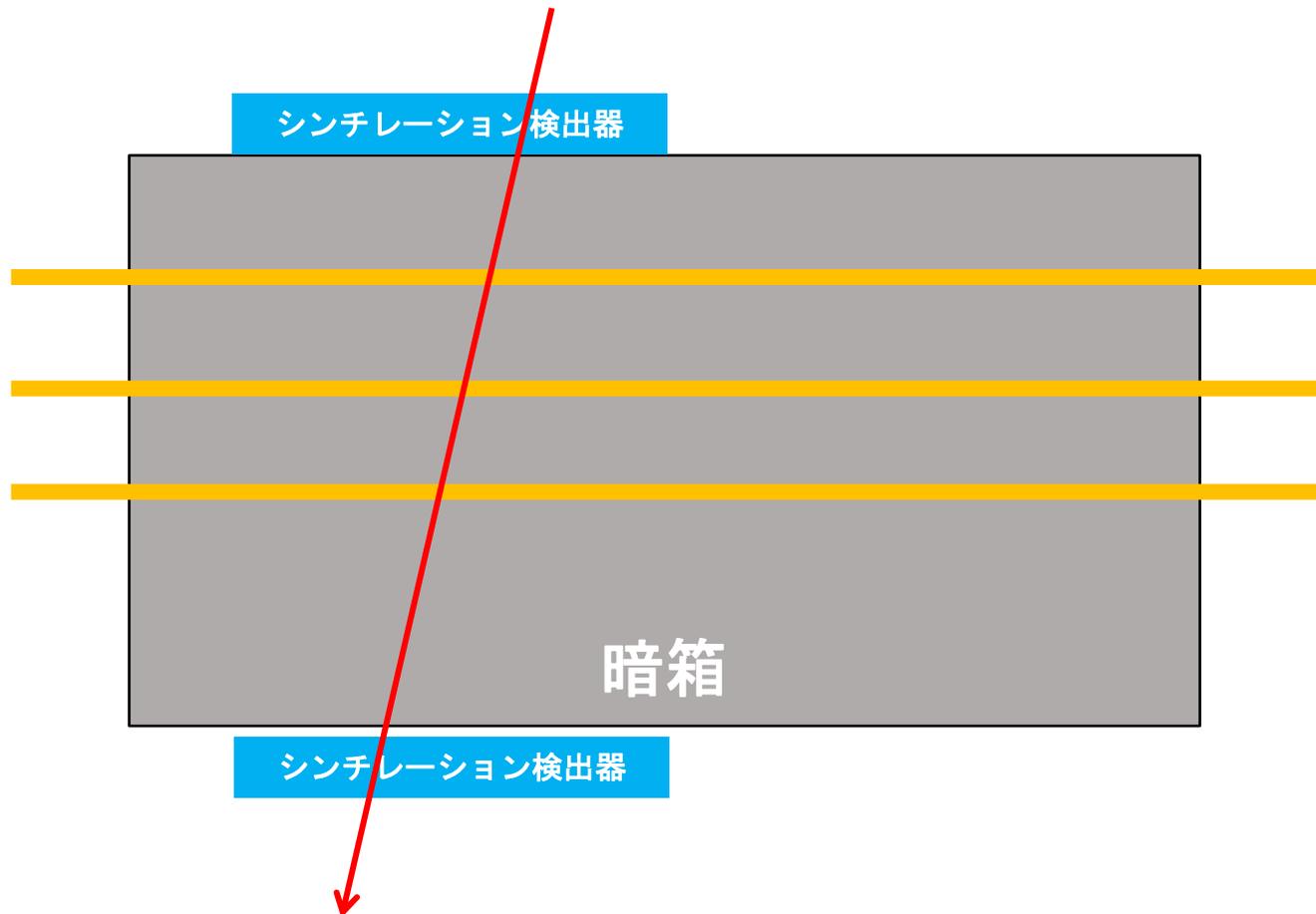
- INTTラダーは電氣的に2つに分割され、分割された一つをハーフラダーと呼ぶ
- 1つのハーフラダーには26個の読み出しセルが存在し、1つ読み出しセルの信号を1つの読み出しチップ(FPHXチップ)が担当している
- ハーフラダーの全channel数は $128 \times 26 = 3328$ 個

# 研究目的

- 2021年12月に東北大学電子光理学センターにおいてビームテストを行った
- 実験目的: 検出効率の測定、及びBCOが検出効率に与える影響の測定
  - 2019年に行われたビームテストで予想(99%)を下回る検出効率(96%)が得られており、予想を下回った理由としてINTTが独自に持つ時計(Beam Clock: BCO)が検出効率に影響しているという仮説が立てられた
- 検出効率は得られたものの、BCOの影響はビームがハイレートであったことにより測定できなかった
  
- 宇宙線測定は、
  1. 2021年ビームテストで得られた検出効率の確認
  2. BCOが検出効率に与える影響の確認を目的としている

# 測定方法

- 宇宙線測定ではシンチレーション検出器2本をトリガーとして測定を行った
- BCOはCAMACを用いて測定しており、その回路はビームテスト時に用いたものと同じ



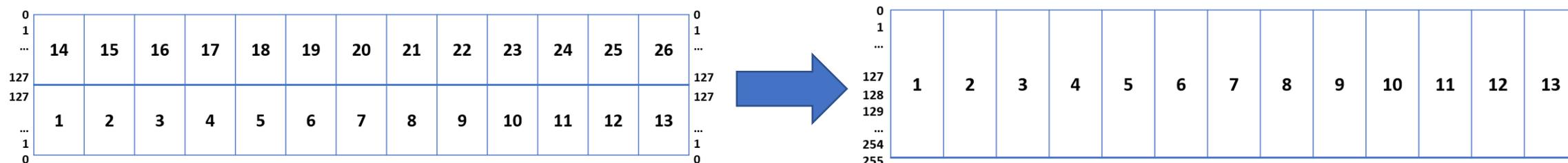
# 検出効率の定義

- 検出効率を求めたいラダーを注目ラダーと呼ぶ
- 各ラダーのhitは1つ以下
- 注目ラダー以外のラダー2枚の同じセルにhitがあることを要求し、これを分母とする
- 注目ラダー、それ以外の2枚のラダーすべてにhitがあった数を分子とする

$$\text{Ladder 1 Efficiency} = \frac{\text{Ladder 0 hit} \cap \text{Ladder 1 hit} \cap \text{Ladder 2 hit}}{\text{Ladder 0 hit} \cap \text{Ladder 2 hit}}$$

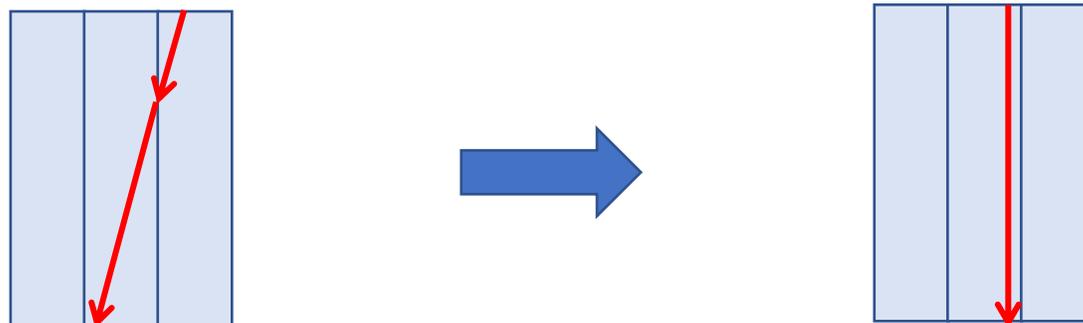
# 宇宙線解析準備: クラスタリング

- 宇宙線ヒットは同一ラダー中の複数channelにまたがることもあるので、それらのヒットを一つにまとめる作業を行った
- 上下のセルにまたがる宇宙線があることを考え、全26セルを縦に繋げて全13セルとした



- 宇宙線ヒットの平均位置を、ADC値(宇宙線の損失エネルギーに相当)によって重み付けして求める

$$\text{Average channel} = \frac{\sum(\text{channel} \times \text{ADC})}{\sum \text{ADC}}$$



# 宇宙線解析準備: カット条件

- 確実に宇宙線ヒットを見つけ出すために、以下のカット条件を適用した

# BACK UP