

# 反K中間子束縛原子核探索のための 円筒型中性子カウンターの 性能評価@ELPH

木村 佑斗 (修士課程1年, ELPH, 東北大学)



東北大学

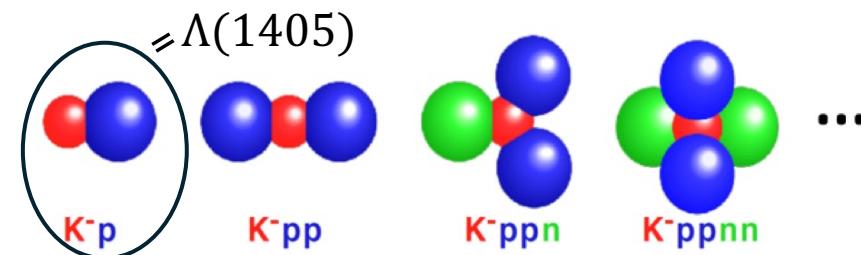


For the J-PARC E80 Collaboration

ELPH Symposium 2024  
個別発表 b05

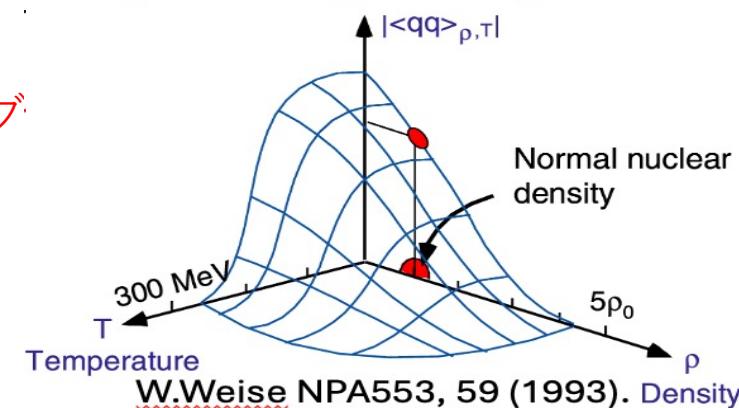
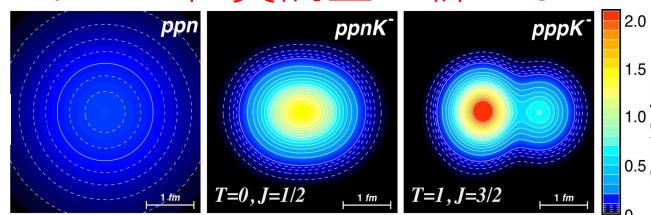
# 1. 反K中間子束縛原子核

ボソンである中間子が構成粒子の  
新奇な原子核！

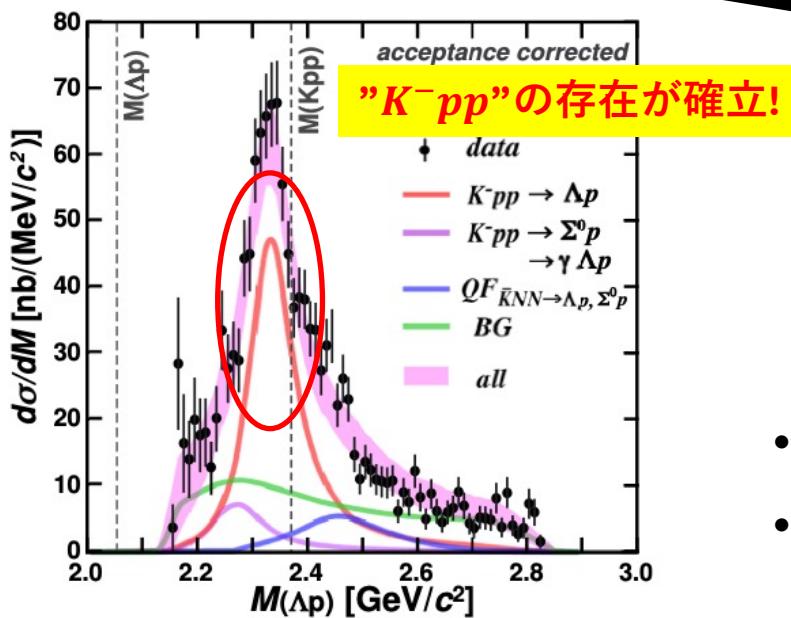


通常の原子核を超える高密度核物質  
高密度条件下でのハドロン性質調査の新たなプローブ

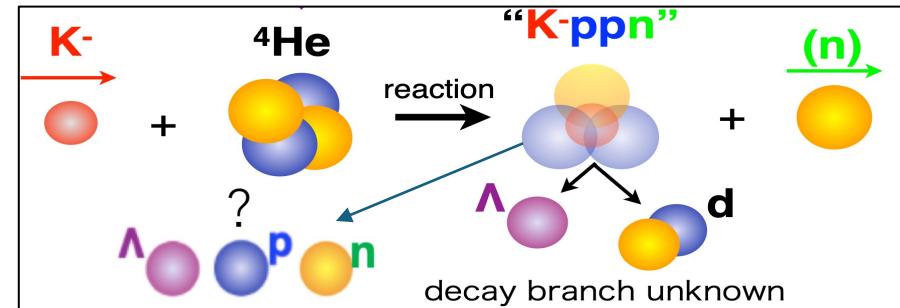
Dote et al., PLB 590 (2004) 51



J-PARC E15実験：“ $K^- pp$ ”探索



E80実験：“ $\bar{K} N N N$ ”探索 (2026年予定)



- 崩壊粒子の数が増加 → 検出器の大立体角化が必要
- 崩壊粒子に中性子を含む → 中性子検出効率向上が必要

# 2.J-PARC E80実験へ向けた新スペクトロメーター

大立体角化（長さ3倍）：アクセプタンス 59% → 93%

3層のシンチレータ：中性子検出効率 3% → 15%

## 円筒型中性子カウンター

### Cylindrical Neutron Counter (CNC)



- プラスチックシンチレータ(EJ-200) 2600\*120\*50 mm
- ライトガイド 115 mm
- 光電子増倍管(Hamamatsu H8409)

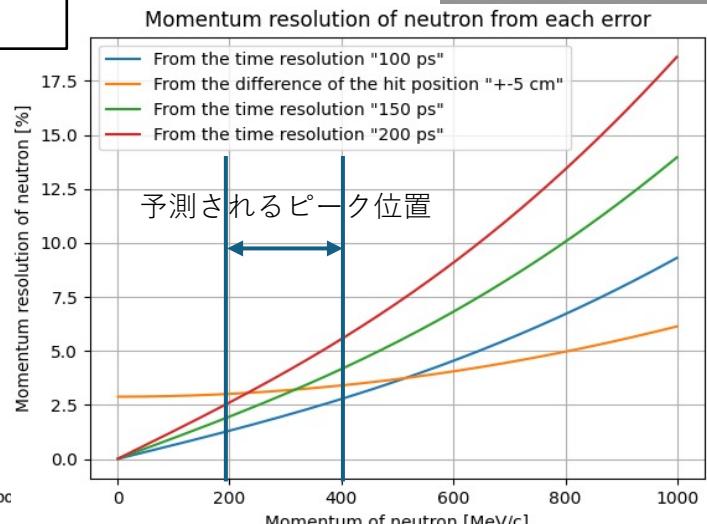
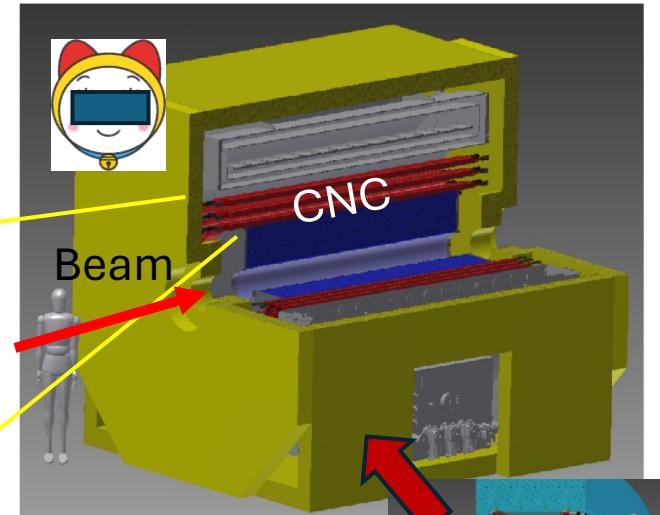
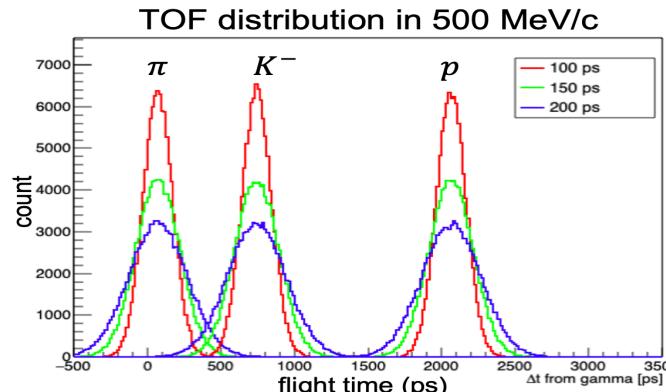
新スペクトロメータ中の メイン検出器！

1層目：TOF情報から荷電粒子( $\pi, K, p, d$ )を識別しトリガーとして使う。

1,2,3層目：中性子を検出し、TOF情報からその運動量を得る。

要求性能：時間分解能  $\sigma = 150 \text{ ps}$

TOF Length 50 cm  
(右の 2 つの図)

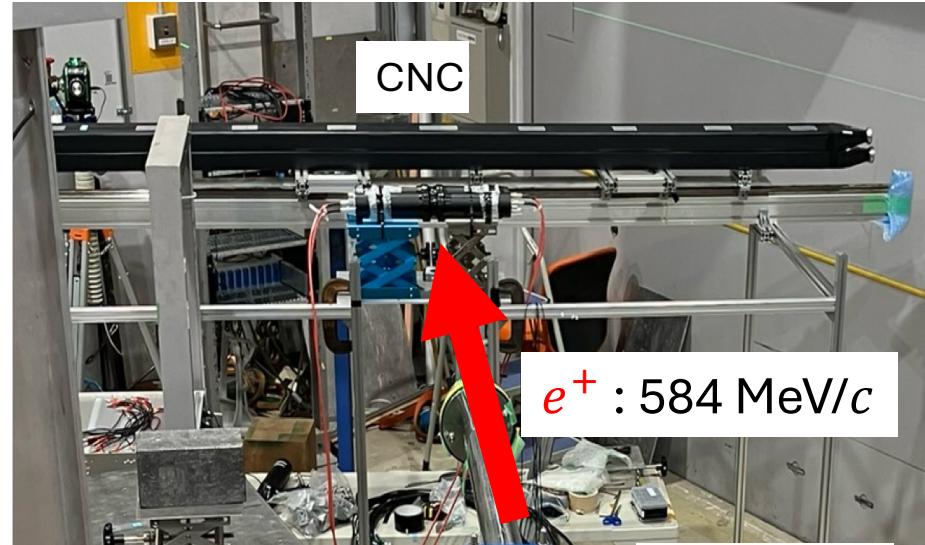


# 3. ビームテスト実験 @GeV- $\gamma$ 照射室, ELPH

## 目的1

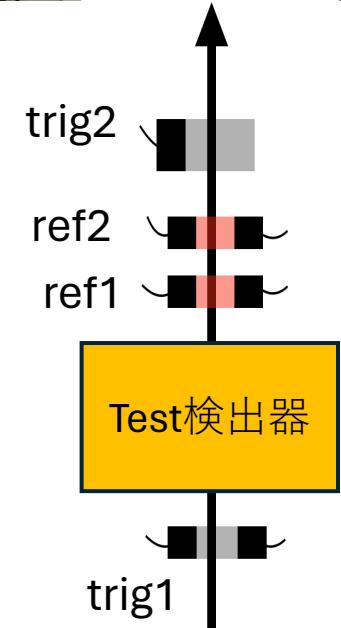
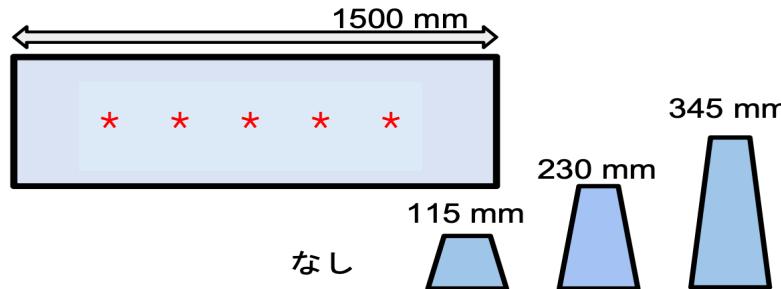
- CNC時間分解能が要求性能を満たすか。
- CNC時間分解能の位置依存性があるか。

測定点 CNC



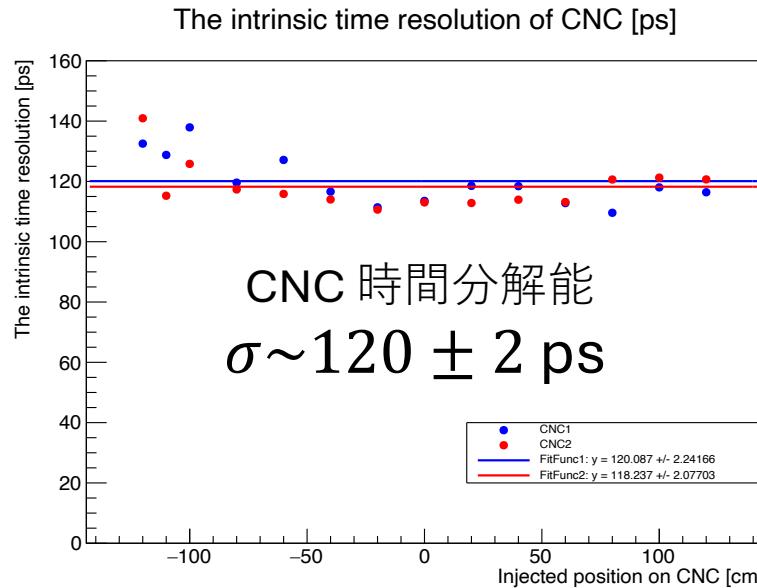
## 目的2

- 時間分解能のライトガイドの長さ依存性を調べた。
- 1500\*120\*50 mmのプラスチックシンチレータ, PMT(CNCと同じ)
- ライトガイドの長さを変えて(全4通り)&位置を変えて(全5点)測定した。



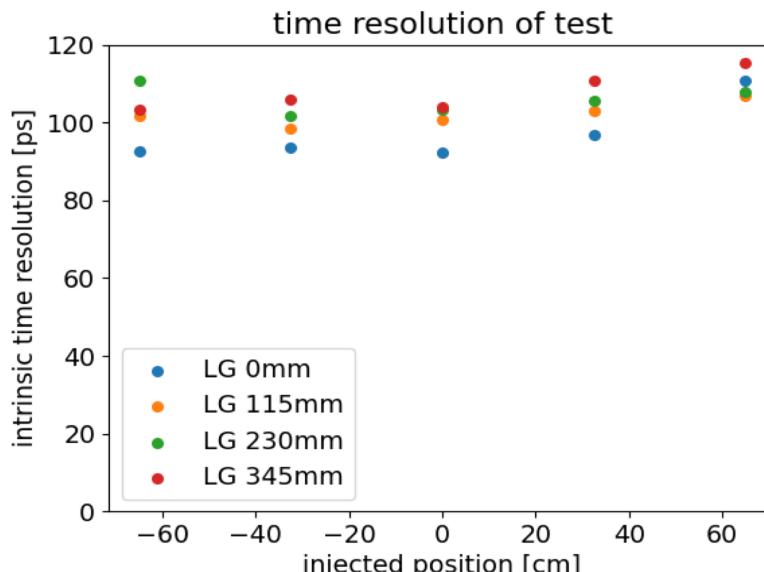
### 3. ビームテスト実験 @GeV- $\gamma$ 照射室, ELPH

#### 結果1



- CNCは要求性能を満たした。
- 明確な位置依存性は無かった。

#### 結果2

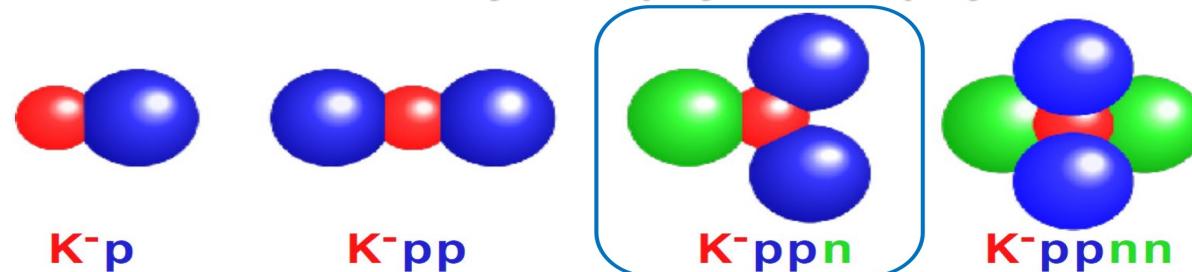


- 明確な位置依存は無かった。
- ライトガイドが短い方が高分解能となった。

## 4. まとめ

- 反K中間子束縛原子核の調査をさらに進めるために、我々J-PARC E80実験グループは現在、大立体角化と中性子検出効率を向上させた新しいスペクトロメータを建設中である。
- その中でメイン検出器となる円筒型中性子カウンター(CNC)の時間分解能評価をELPHのGeV- $\gamma$ 照射室の陽電子ビームラインで行った。
- 結果、CNCの時間分解能は要求値を満たし、明確な位置依存性は無かった。
- ライトガイドの形状、PMTとMPPCによる分解能の違い、CNCの厚さなどいくつか議論の余地が残っている。本実験結果を材料にし、CNCのデザイン最終決定&製作に向けて議論する必要がある。

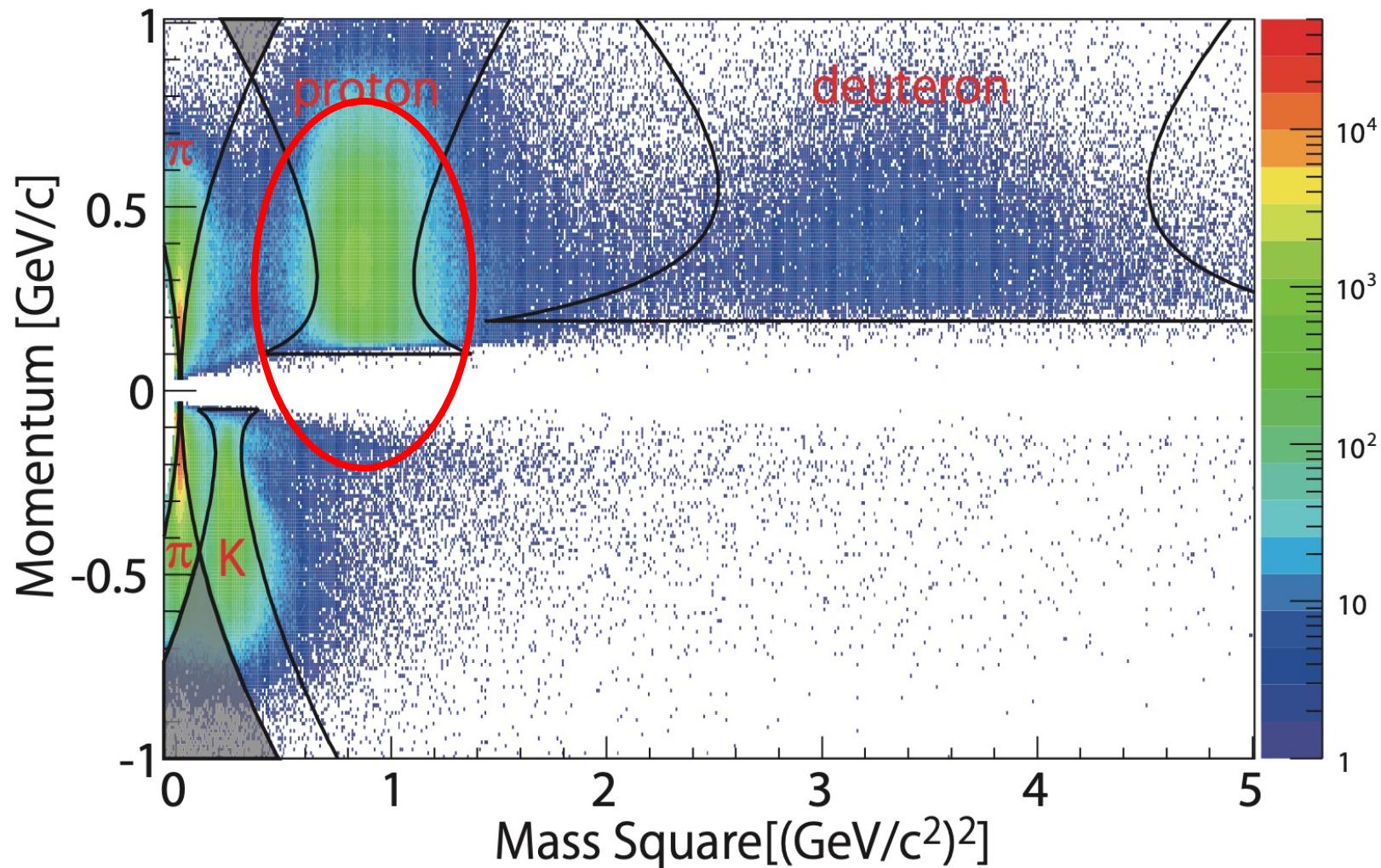
反K中間子原子核の系統的調査の第一歩！ Go to the J-PARC E80!



ご清聴ありがとうございました。

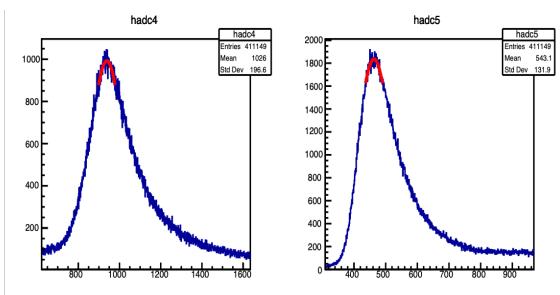
# Back up for CNC

J-PARC E15実験における、各粒子の質量の2乗と運動量の2次元プロット

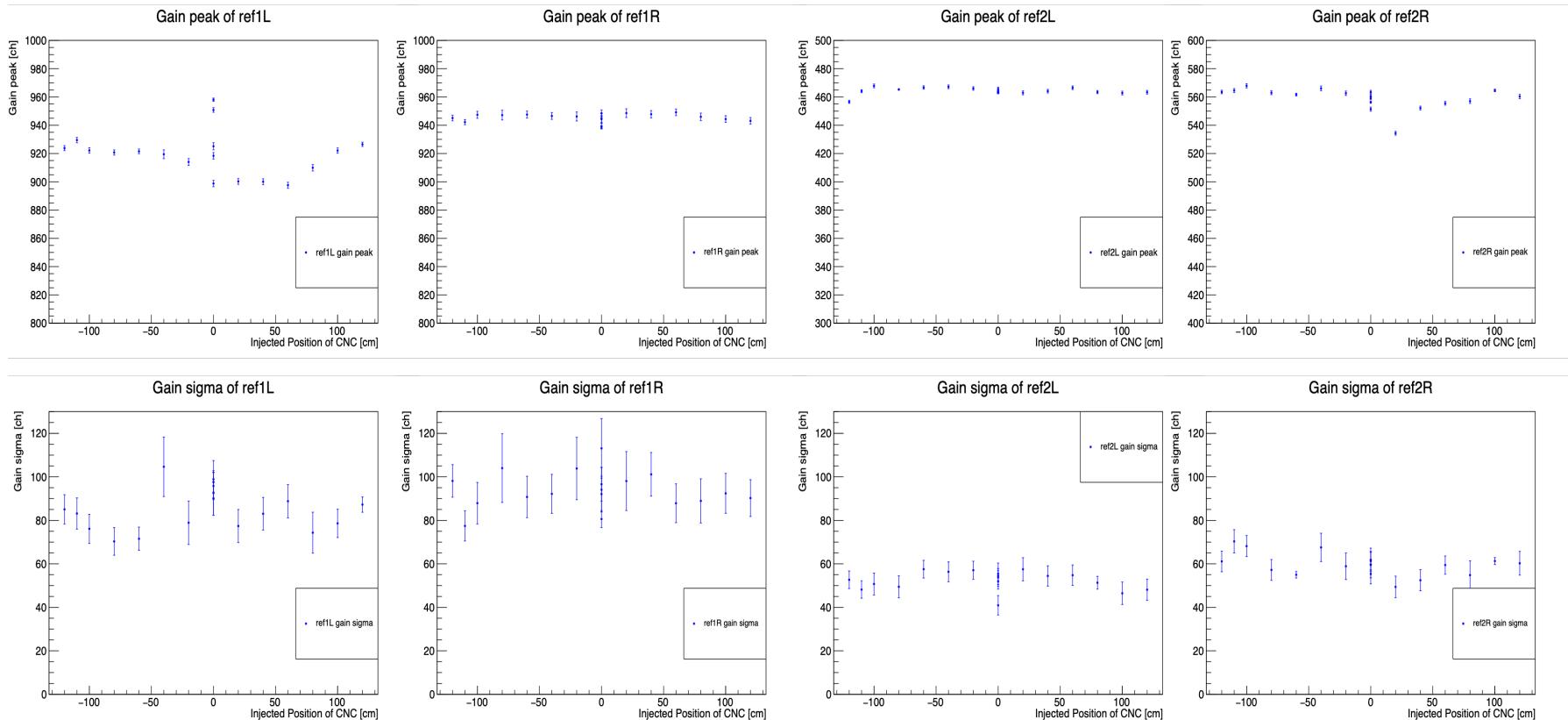


Y. Sada D-Thesisより

# Back up for CNC

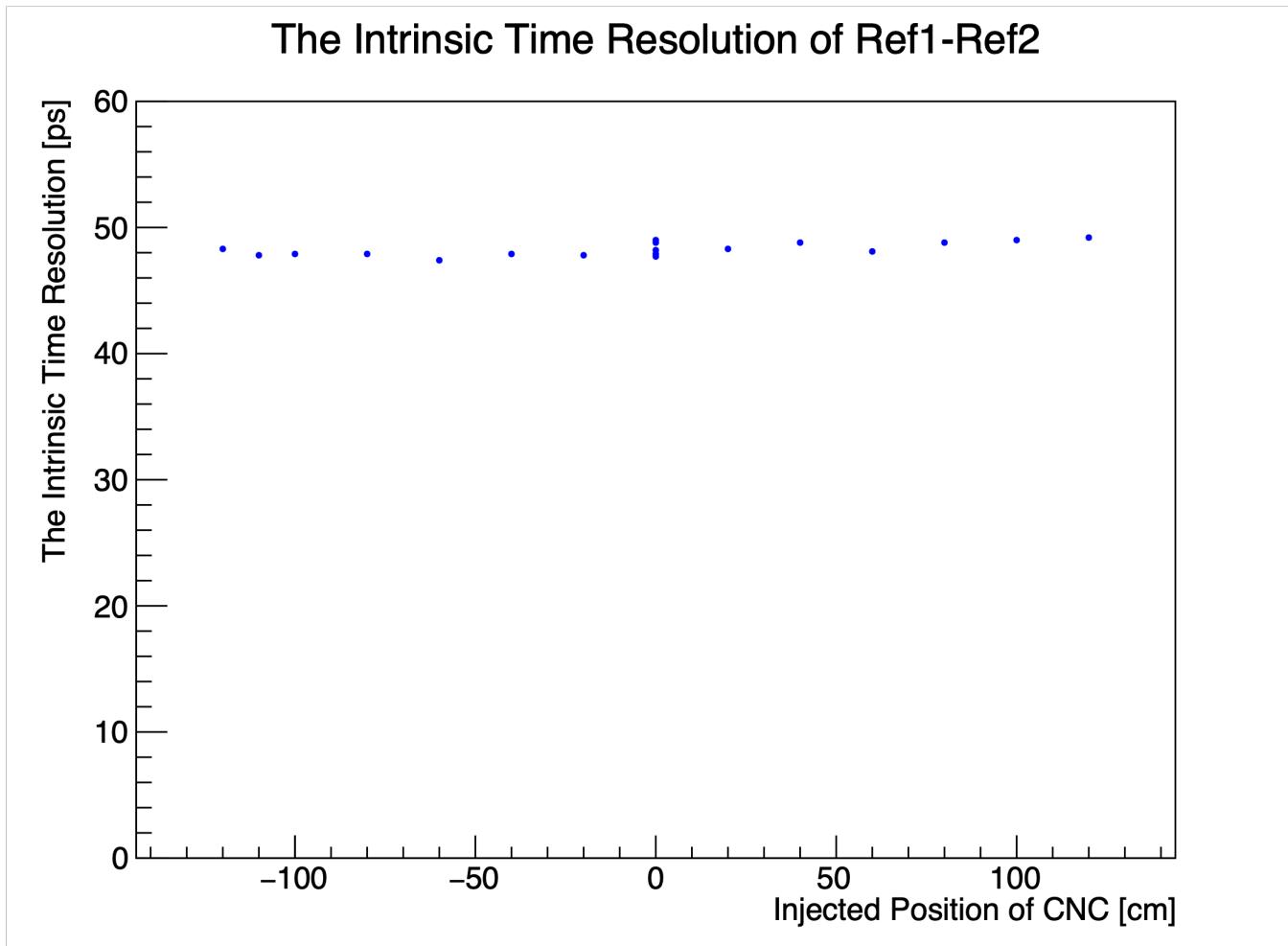


以下、adc histのpeakをガウスでfitした時のmeanとsigmaをプロットしてみた。  
基本的にrefに関しては安定するはずだが、、、  
ref1Lがやや荒れ模様。

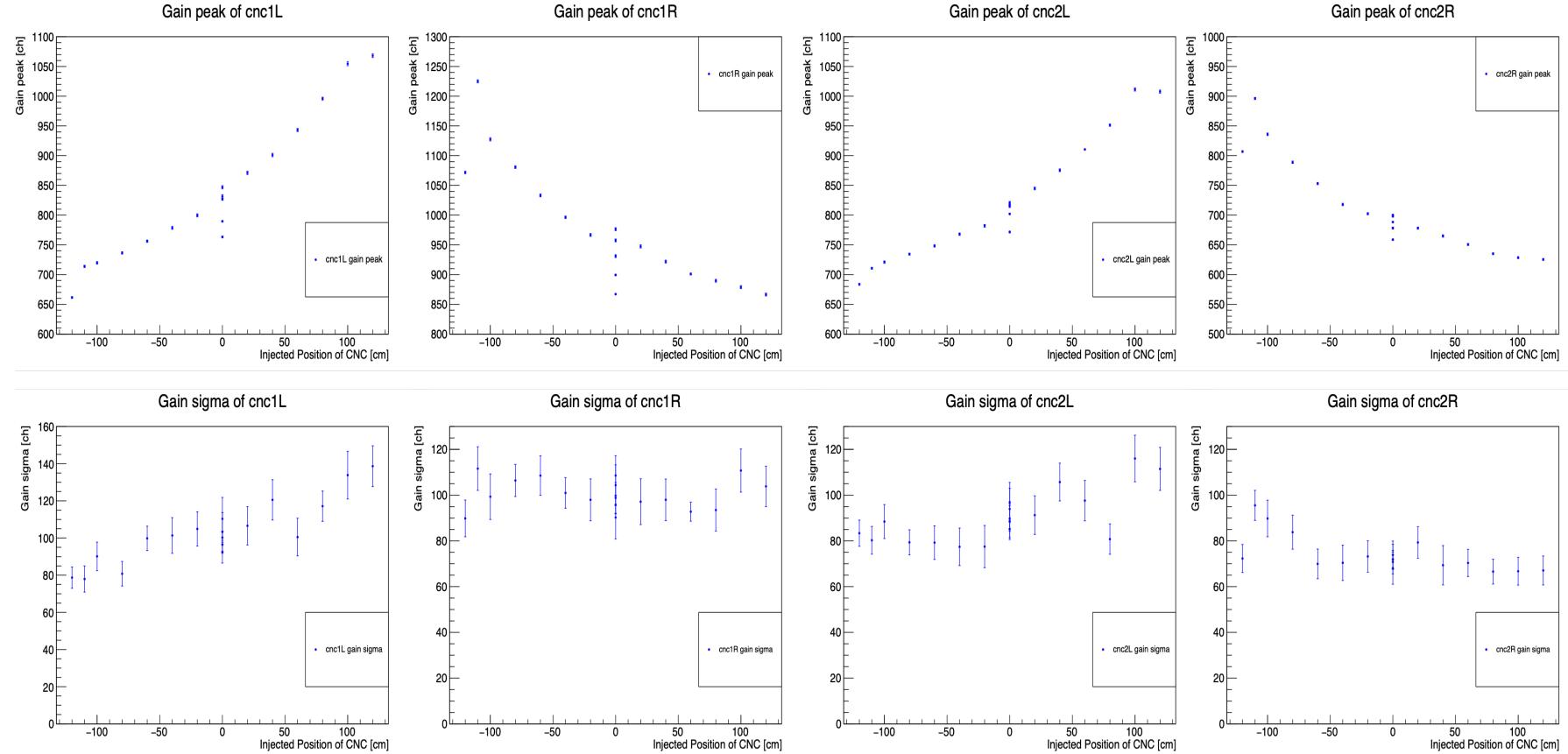


# Back up for CNC

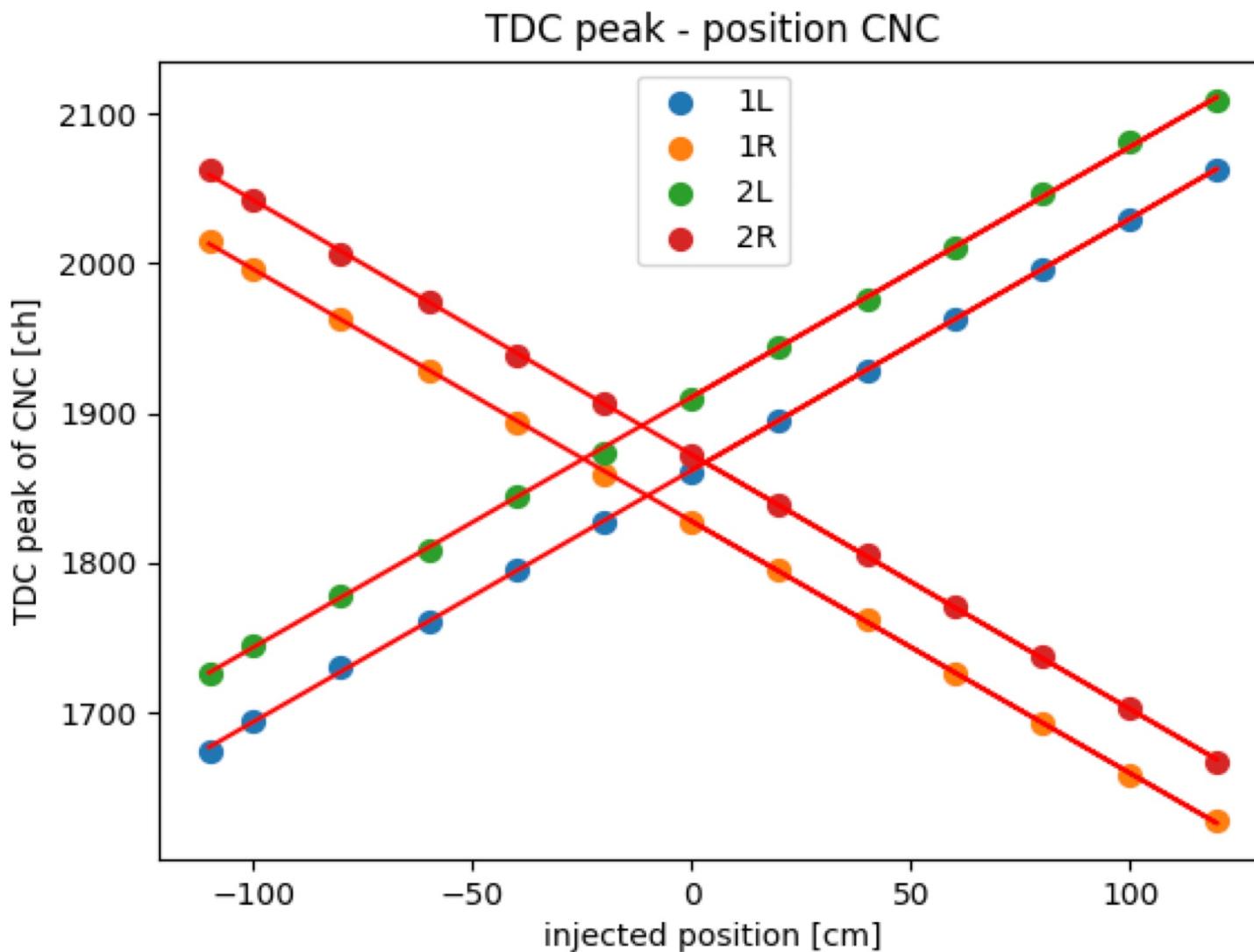
- Ref1,2系は時間分解能に関して安定していた( $\pm 1.5$  ps)。



# Back up for CNC



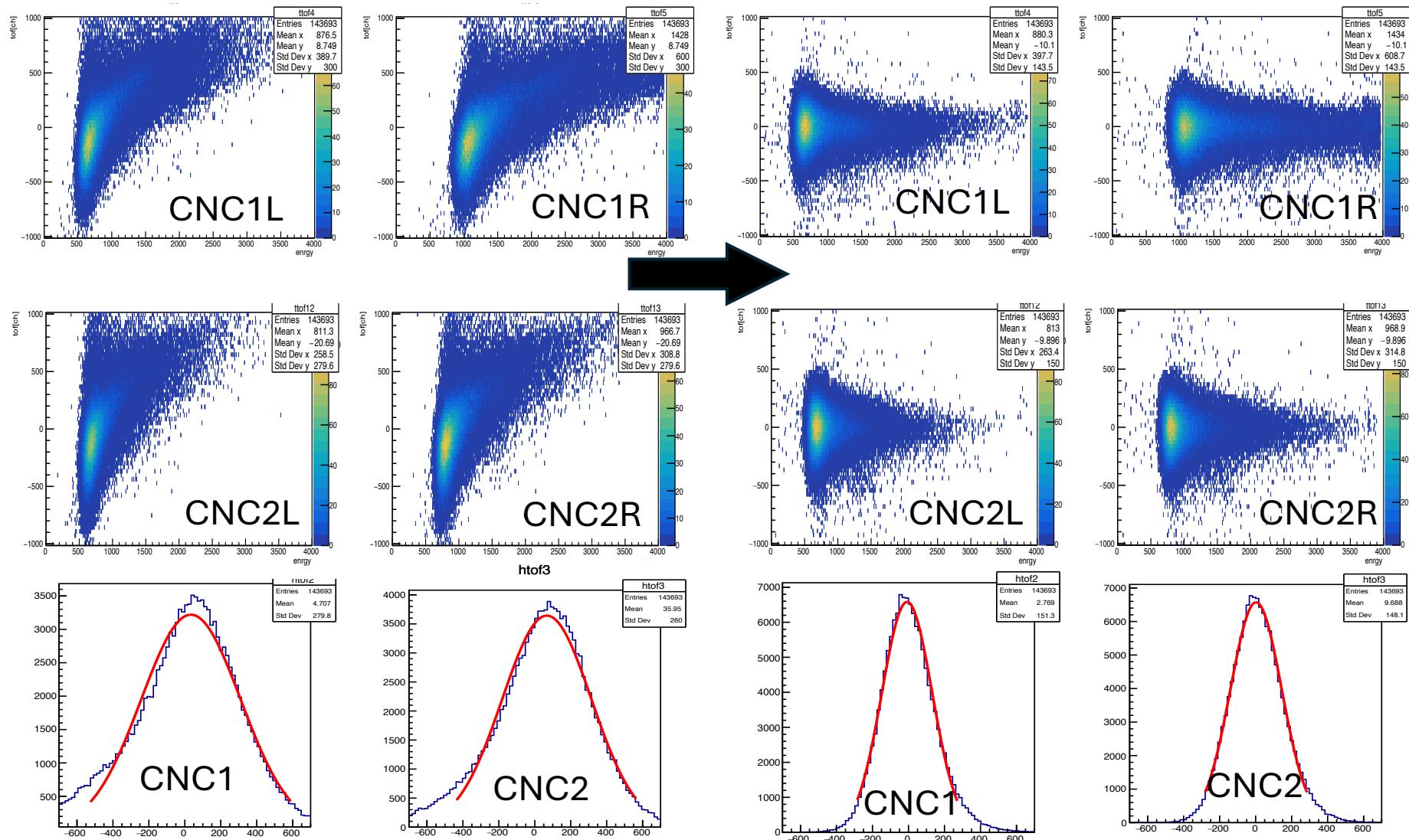
# Back up for CNC



# Back up for CNC

## Slewing correction

vs Ref1の組, Position = -120 cm (横軸 : シグナルのエネルギー [ch], 縦軸 : TOF [ps])



# Back up (その他の実験)

- 光電子増倍管(PMT)とMulti-Pixel Photon Counter(MPPC) (6mm角の $4 \times 4$ をまとめてやった)とで時間分解能を比較した。  
800\*100\*30 mmのプラスチックシンチレータ(CDH)を使用し、位置を変えながら(全7点)測定した。

## 結果

- PMTとMPPCでは基本的に時間分解能は変わらなかった。
- MPPCは時間的に徐々に分解能が落ちた。  
原因は突き止められなかった。  
MPPCはPMTより不安材料が多い？

