

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



RIKEN



大阪大学



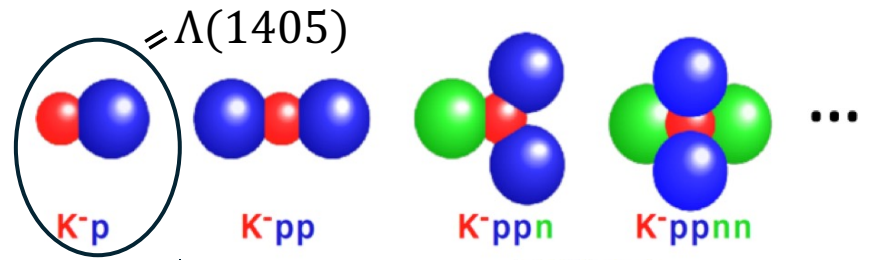
For the J-PARC E80 Collaboration

ELPH Symposium 2024

個別発表 b05

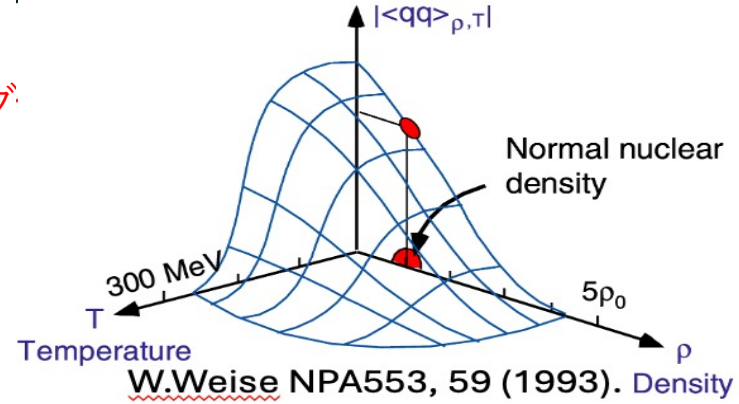
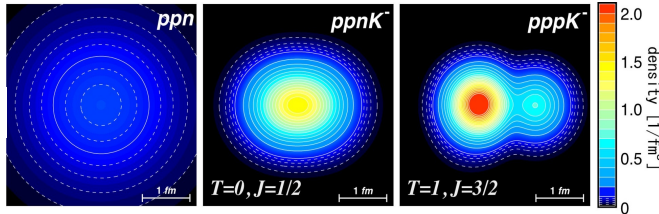
1. 反K中間子束縛原子核

ボソンである中間子が構成粒子の
 新奇的な原子核！

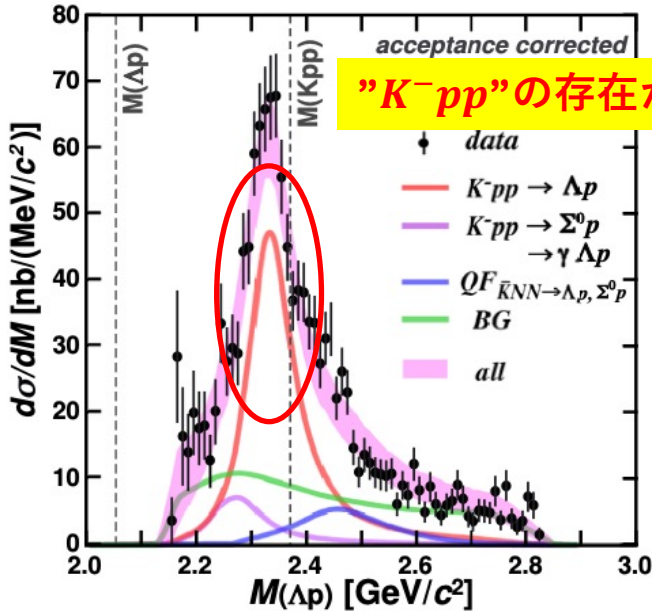


通常の原子核を超える高密度核物質
 高密度条件下でのハドロン性質調査の新たなプローブ

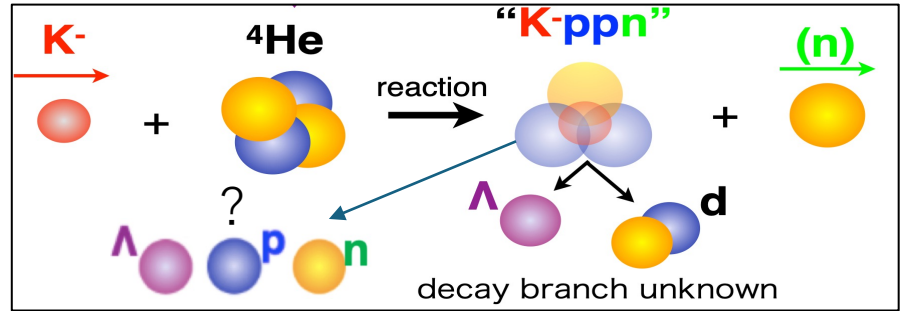
Dote et al., PLB 590 (2004) 51



J-PARC E15実験：“K⁻pp”探索



E80実験：“K̄NNN”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)



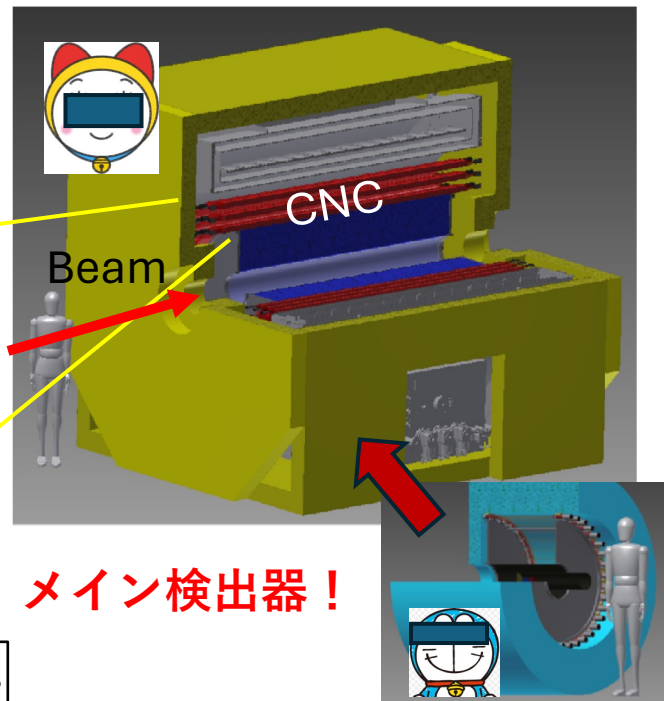
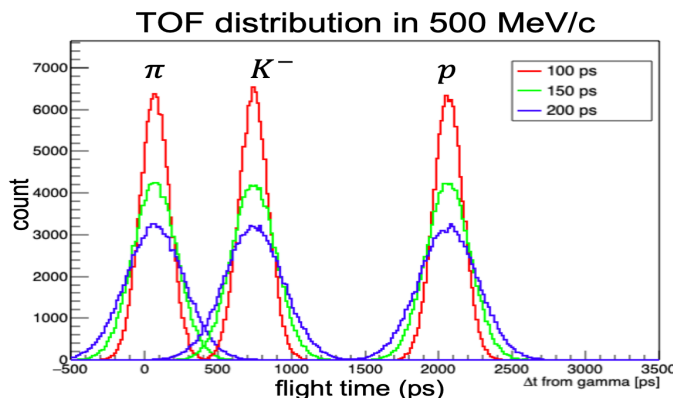
- プラスチックシンチレータ(EJ-200) 2600*120*50 mm
- ライトガイド 115 mm
- 光電子増倍管(Hamamatsu H8409)

新スペクトロメーター中のメイン検出器!

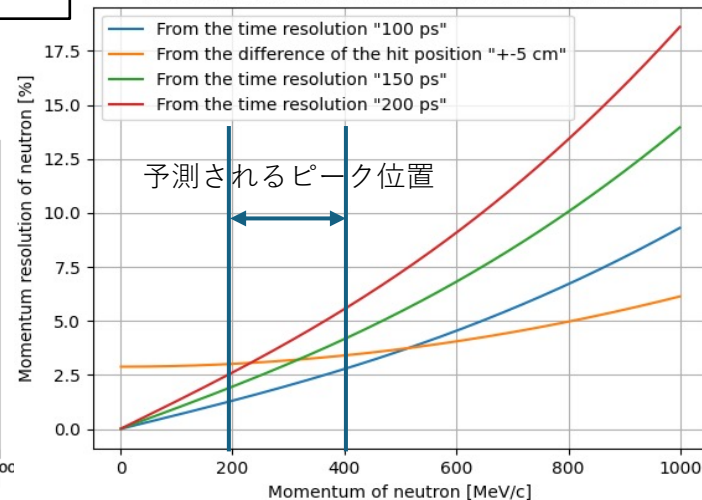
1層目：TOF情報から荷電粒子(π, K, p, d)を識別しトリガーとして使う。
1,2,3層目：中性子を検出し、TOF情報からその運動量を得る。

要求性能：時間分解能 $\sigma = 150$ ps

TOF Length 50 cm
(右の2つの図)



Momentum resolution of neutron from each error

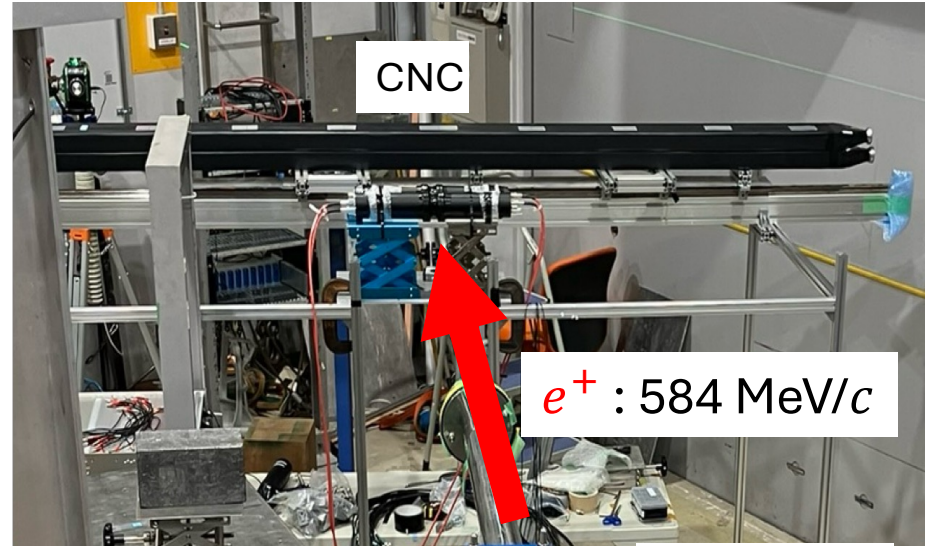


3. ビームテスト実験 @GeV- γ 照射室, ELPH

目的1

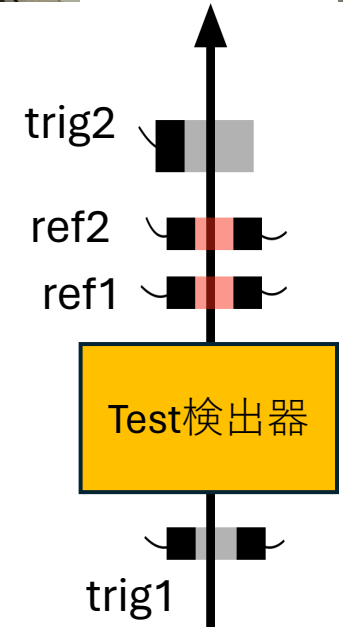
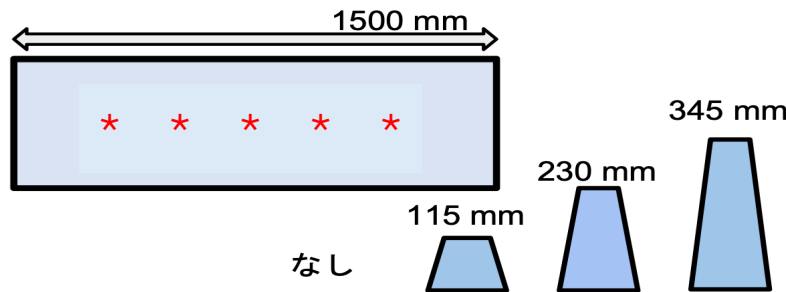
- CNC時間分解能が要求性能を満たすか。
- CNC時間分解能の位置依存性があるか。

測定点 CNC



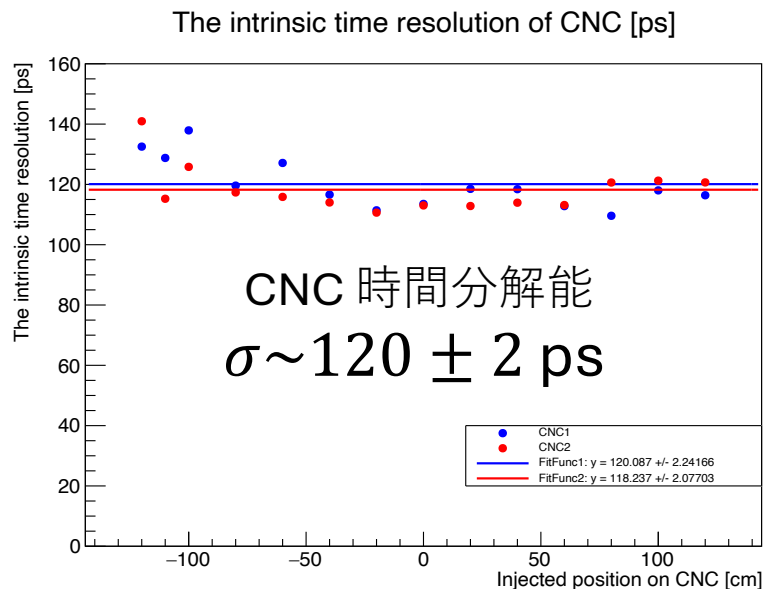
目的2

- 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)&位置を変えて(全5点)測定した。



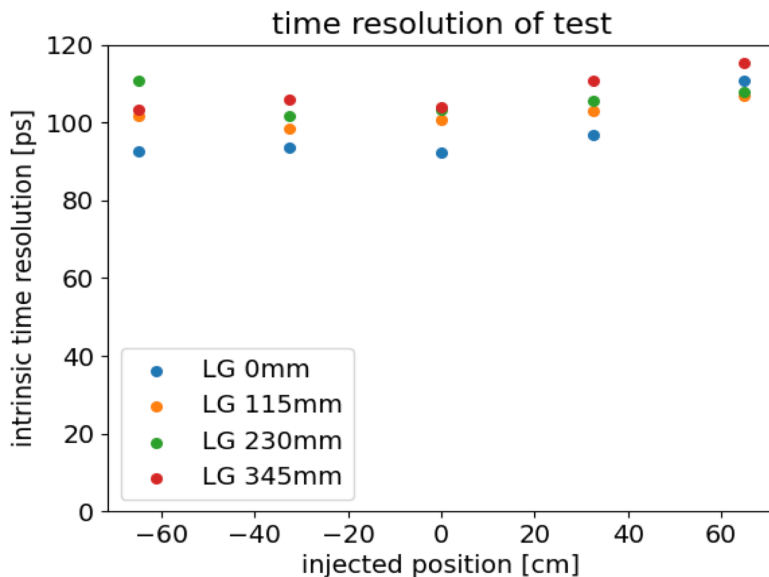
3. ビームテスト実験 @GeV- γ 照射室, ELPH

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

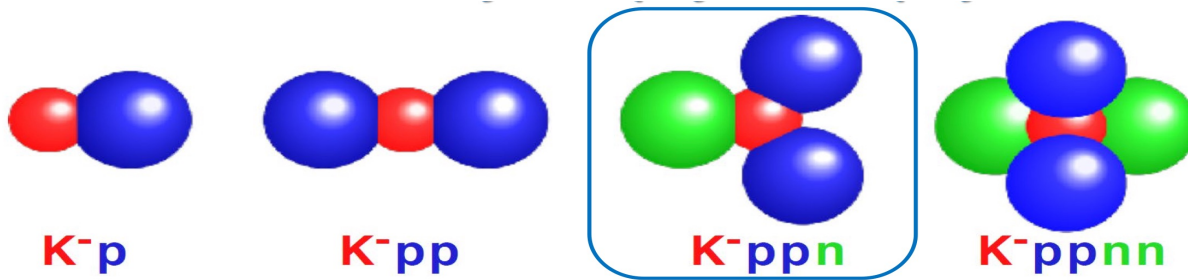


- 明確な位置依存は無かった。
- ライトガイドが短い方が高分解能となった。

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- γ 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。

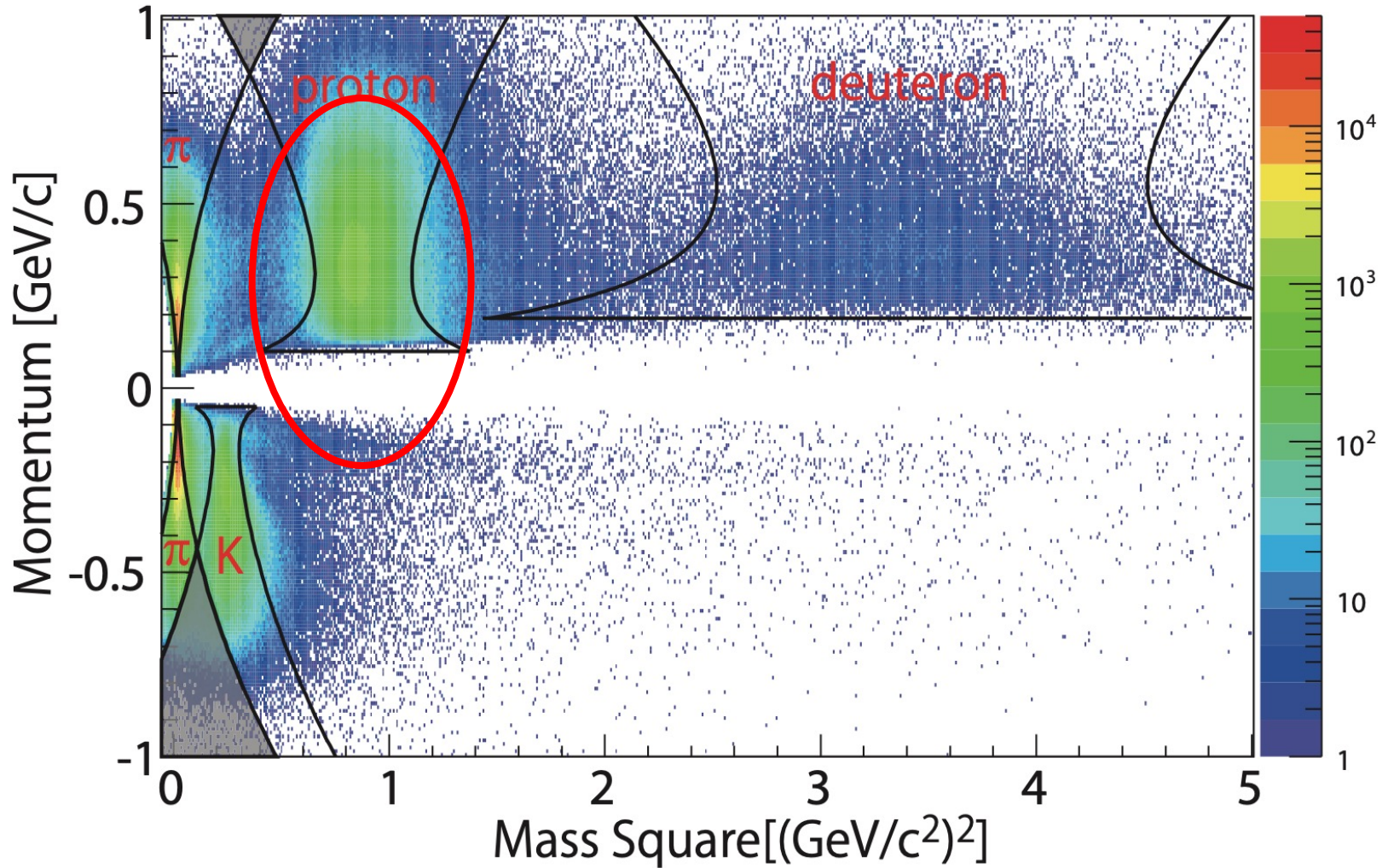
反K中間子原子核の系統的調査の第一歩！ Go to the J-PARC E80!



ご清聴ありがとうございました。

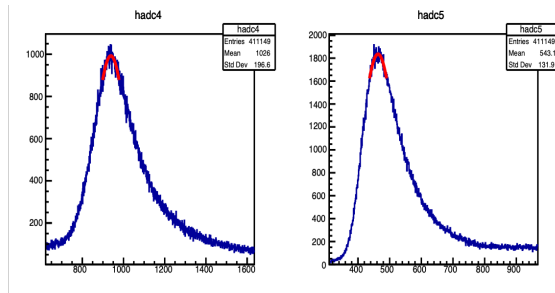
Back up for CNC

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

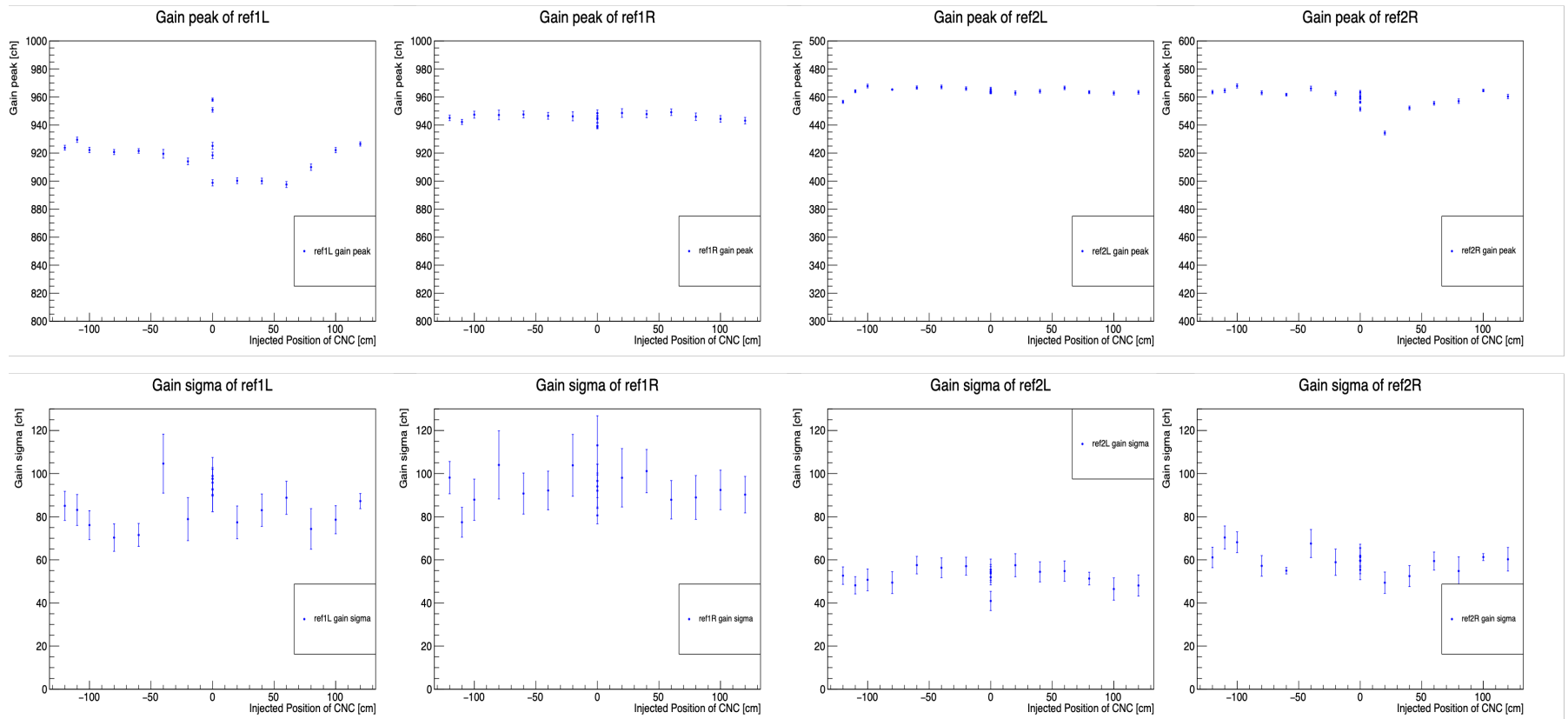


Y. Sada D-Thesisより

Back up for CNC

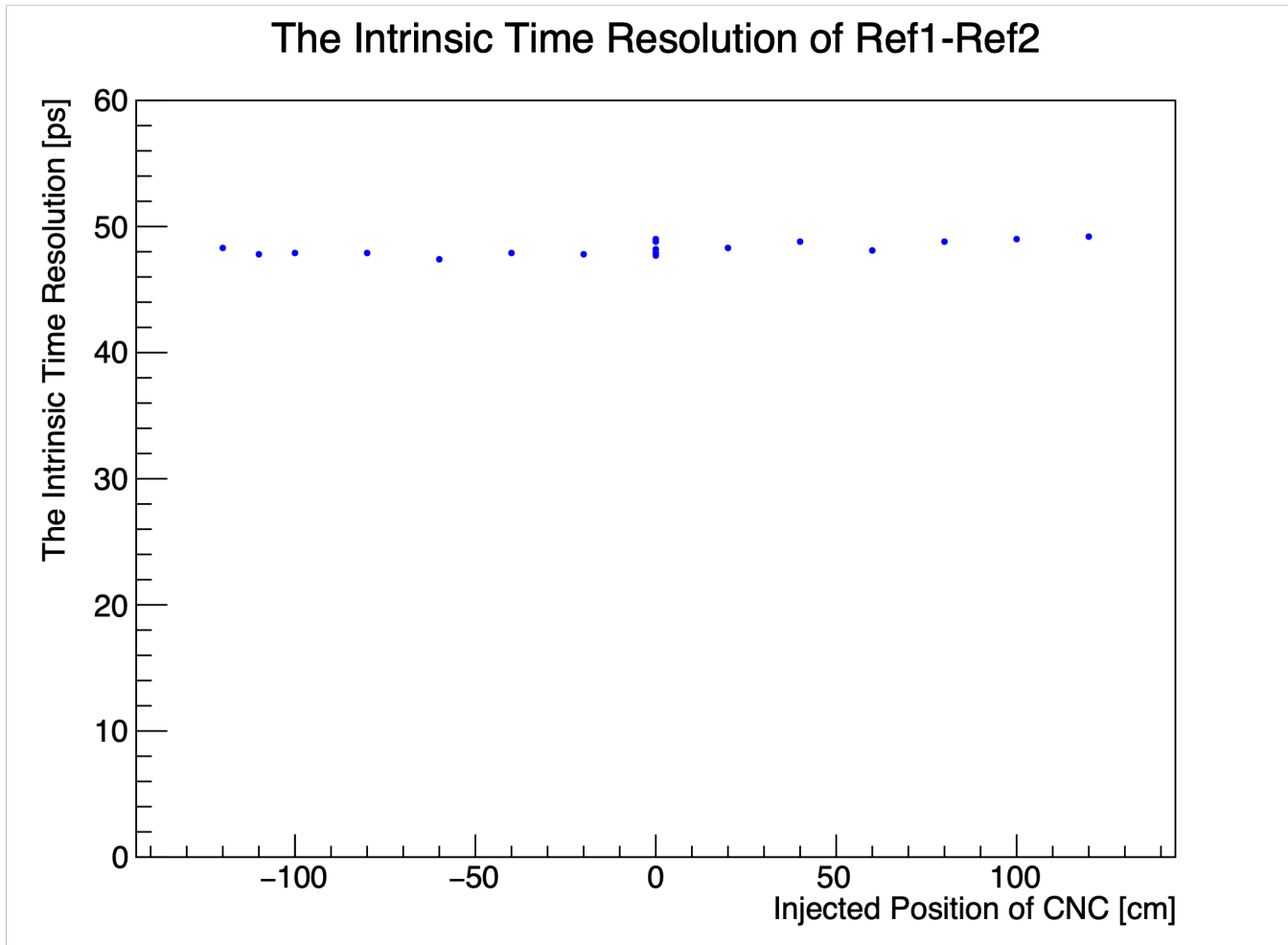


以下、adc histのpeakをガウスでfitした時のmeanとsigmaをプロットしてみた。
基本的にrefに関しては安定するはずだが、、ref1Lがやや荒れ模様。



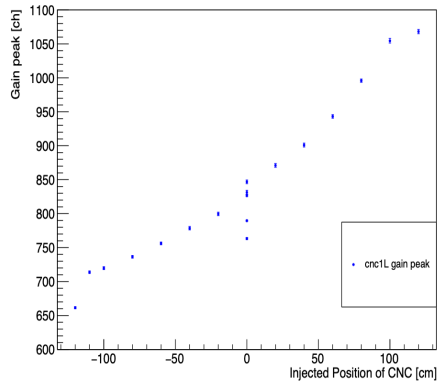
Back up for CNC

- Ref1,2系は時間分解能に関して安定していた(± 1.5 ps)。

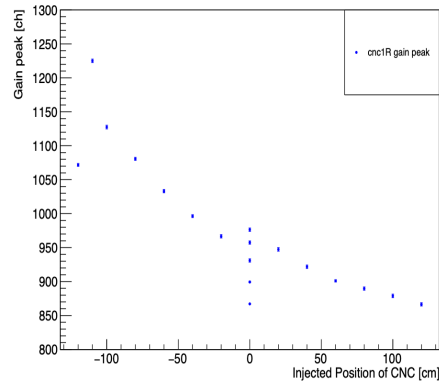


Back up for CNC

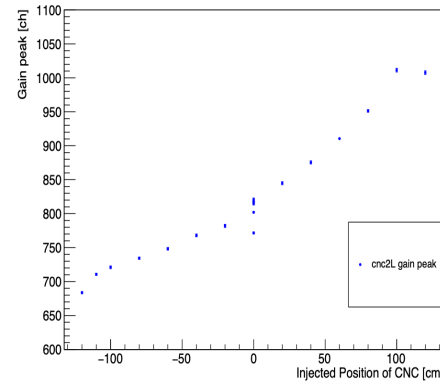
Gain peak of cnc1L



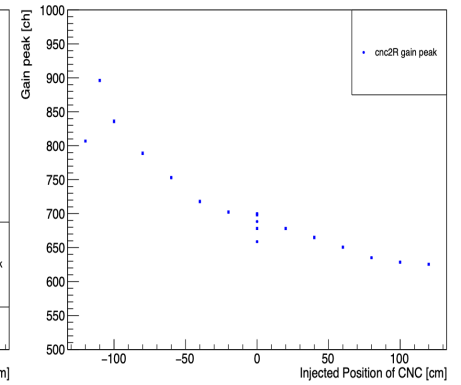
Gain peak of cnc1R



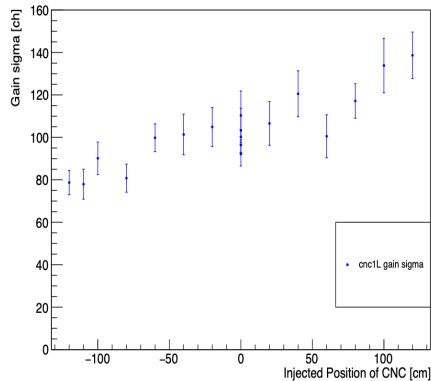
Gain peak of cnc2L



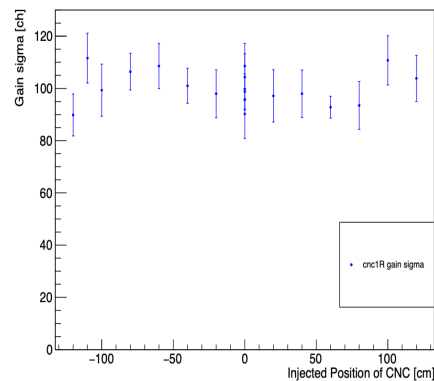
Gain peak of cnc2R



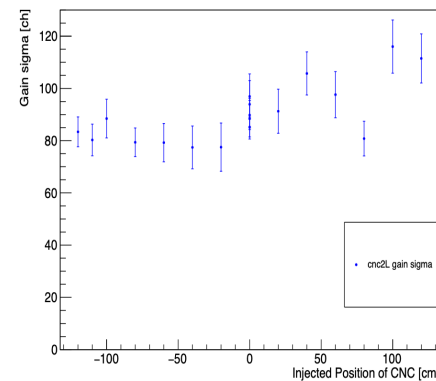
Gain sigma of cnc1L



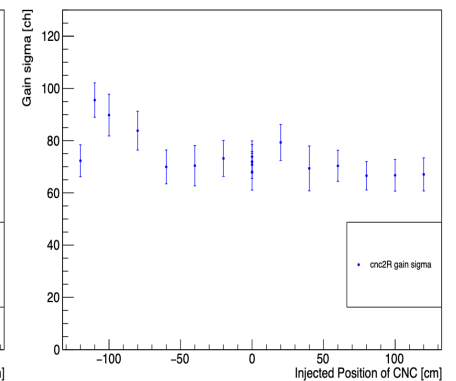
Gain sigma of cnc1R



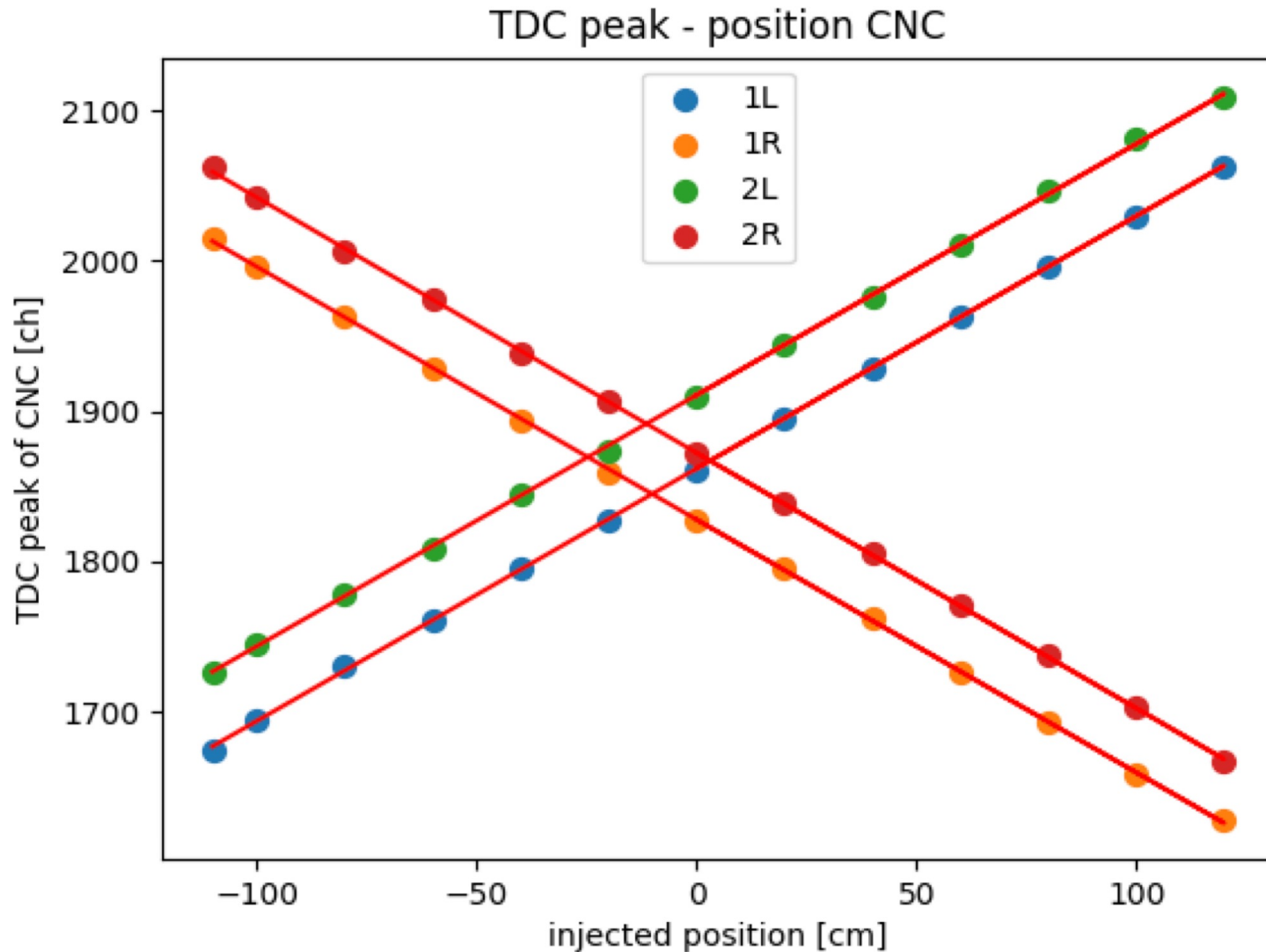
Gain sigma of cnc2L



Gain sigma of cnc2R



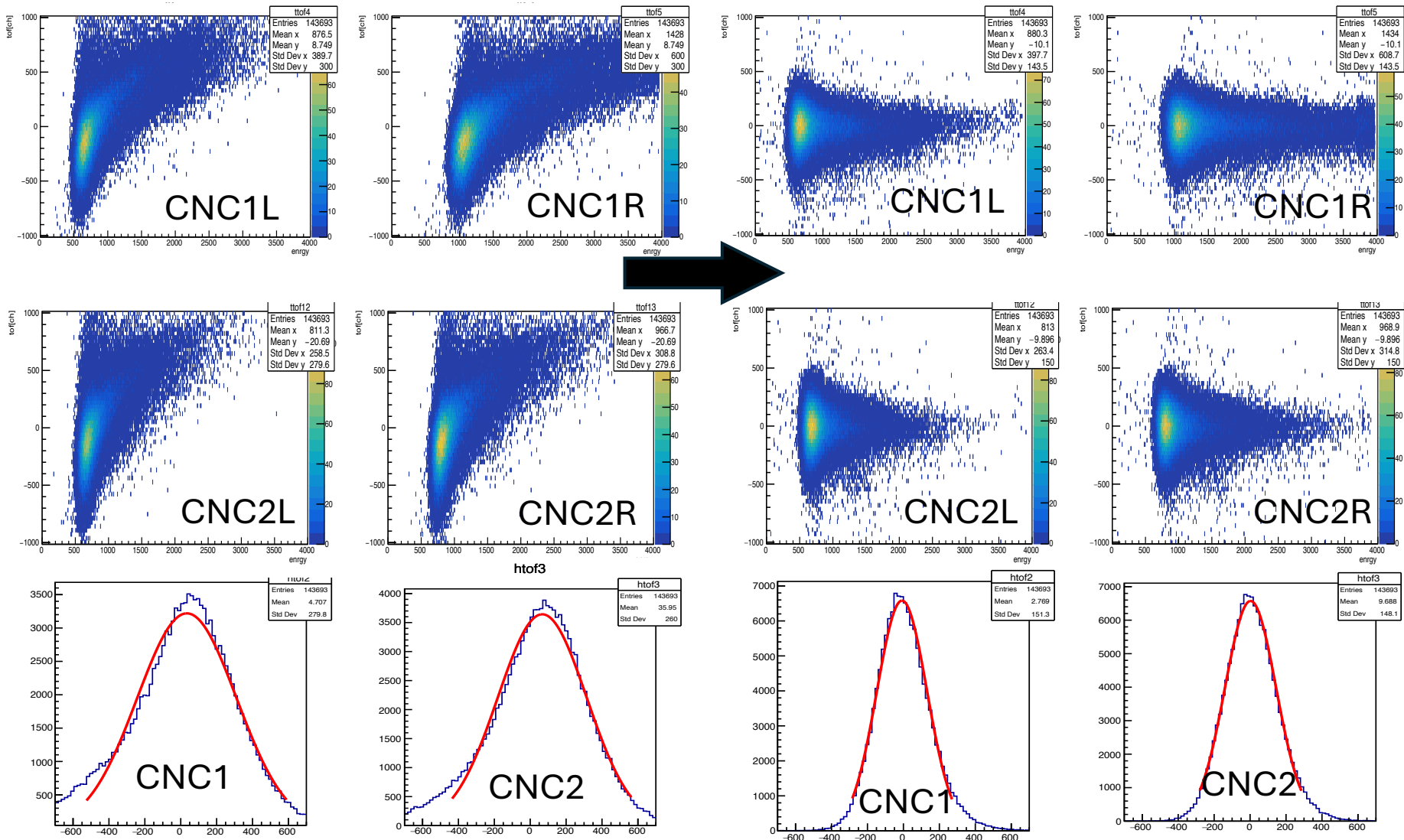
Back up for CNC



Back up for CNC

Stewing 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*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？

