

Status 2025/03/12

- Gas Study with Test Chamber (why Gain \neq ToT?)
- To Do for E80-CDC
- Status & Schedule

Yuto Kimura

Rough Summary of Gas Study

- Goal: To decide which gas we will use for E80-CDC, Ar-C2H6 or Ar-CO2.
- Policy
 - Performance; Ar-C2H6 > Ar-CO2 > required level ?
 - Started from checking a raw signal and getting the gain curve
- What I did
 - Simulation with using Garfield(++)
 - Electric Field, Drift Velocity, Diffusion, Gas Gain, Drift Time...
 - Test Chamber (55Fe and 90Sr)
 - Get the wave form with 55Fe
(raw signal from a sense wire and analog signal after pre-amp)
 - Gas Gain of Ar-C2H6 (50:50), Ar-CO2 (82:18, 87:13, 90:10, 94:6)
 - by analysis of wave form and QDC spectra with 55Fe
 - Rough efficiency with 90Sr
 - E15-CDC (Cosmic Ray)
 - Layer Efficiency, Tracking Efficiency, Position Resolution (Residual)

Rough Summary @Test Chamber

Rough Summary @Test Chamber with 55Fe

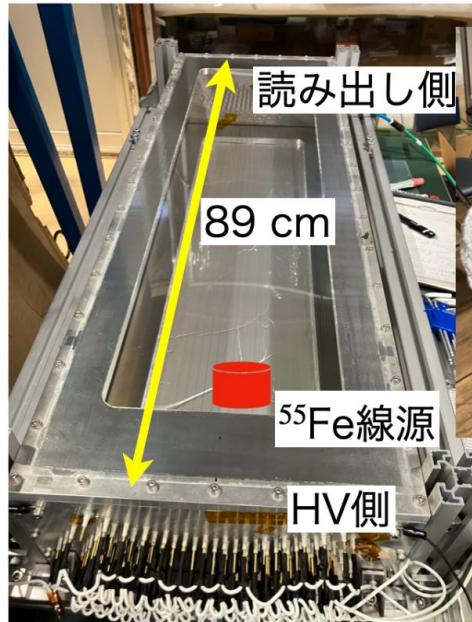
5. テストチェンバー実験によるガス混合比の決定

信号波形確認

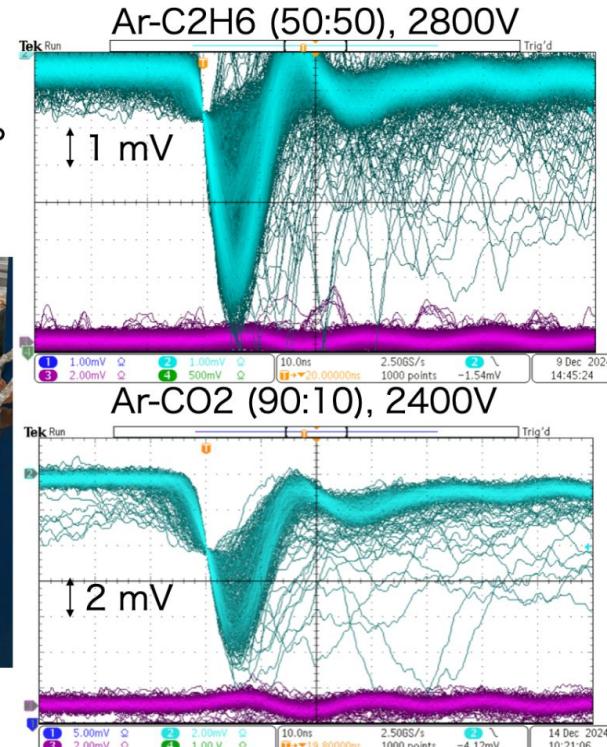
セル構造はE80(15)-CDCと同じ

ワイヤーから直接信号を
オシロスコープで観測した。

セットアップ図



両ガス間で信号の波形に明らかな違いは見られなかった。



Rough Summary @Test Chamber with 55Fe

オシロスコープで取得した典型的な波形を図 4.14 に示す。

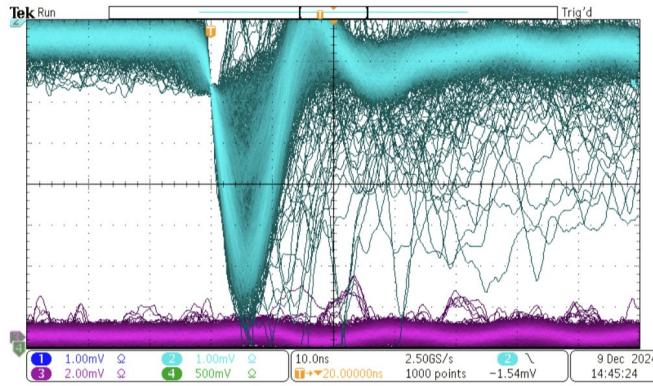


図 4.13: テストチャンバーにおけるワイヤーからの直接信号の典型例。Ar-C₂H₆ (50:50), 2800 V。

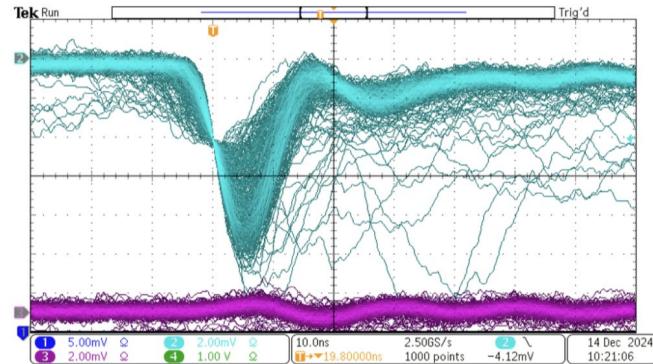
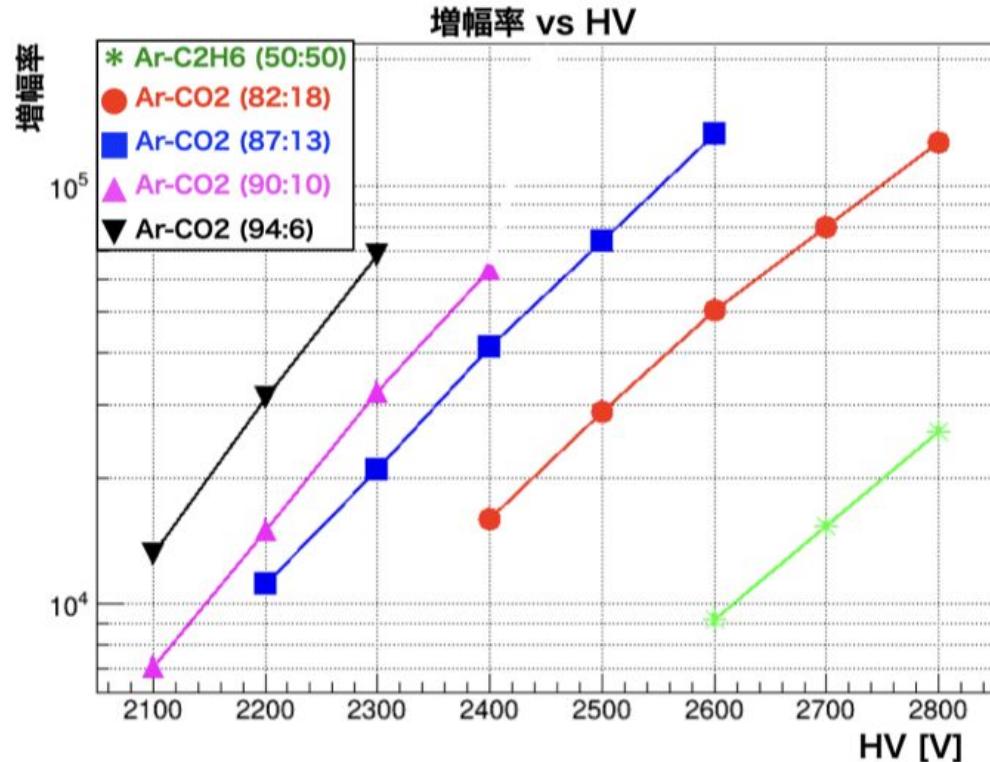


図 4.14: テストチャンバーにおけるワイヤーからの直接信号の典型例。Ar-CO₂ (90:10), 2400 V。



We got gain curves experimentally.

Rough Summary @Test Chamber with 55Fe

オシロスコープで取得した典型的な波形を図 4.14 に示す。

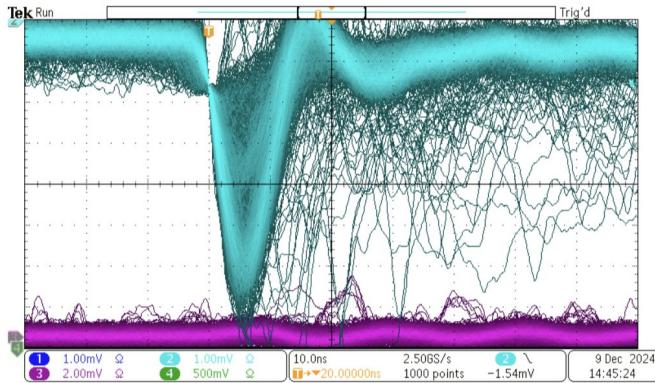


図 4.13: テストチャンバーにおけるワイヤーからの直接信号の典型例。Ar-C₂H₆ (50:50), 2800 V

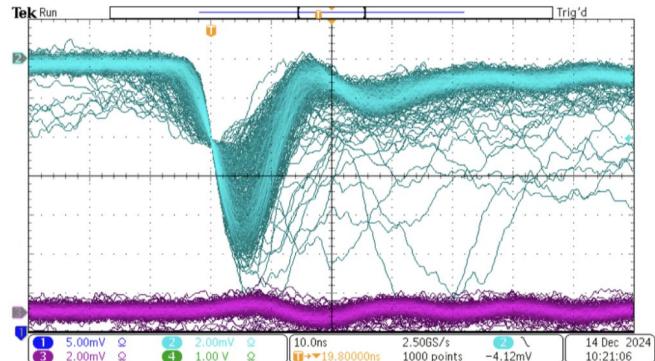


図 4.14: テストチャンバーにおけるワイヤーからの直接信号の典型例。Ar-CO₂ (90:10), 2400 V.

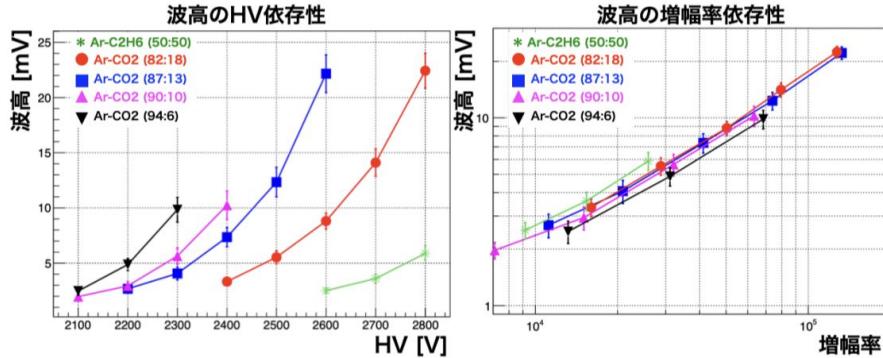


図 4.18: 波高の HV 依存性と増幅率依存性 (プロット点が標本の平均値であり、誤差は標本の標準偏差としている。)

Wave form of Ar-CO₂ is a little wider than of Ar-C₂H₆.

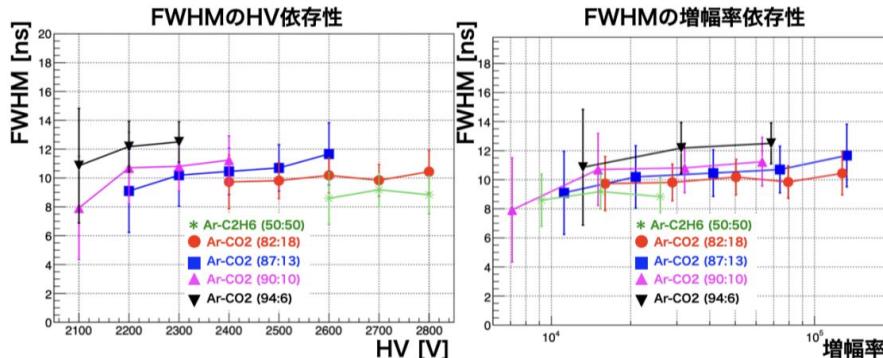
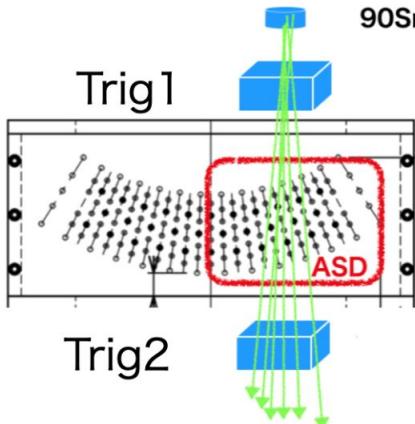


図 4.19: FWHM の HV 依存性と増幅率依存性 (プロット点が標本の平均値であり、誤差は標本の標準偏差としている。)

Rough Summary @Test Chamber with 90Sr

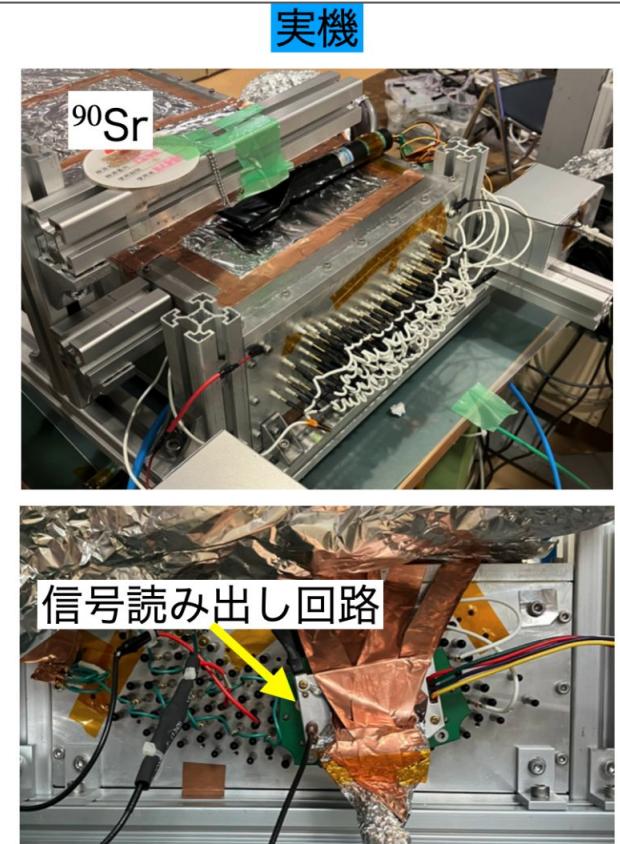
線源を使った検出効率測定

Ar-CO₂の場合に十分な検出効率が得られるかを調査した。



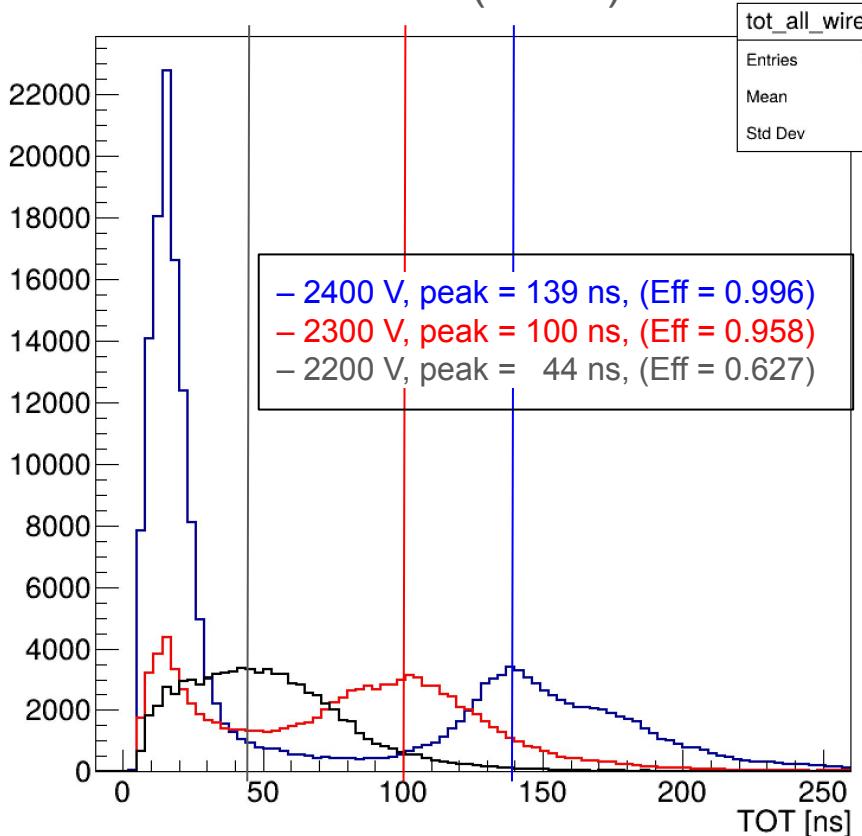
検出効率の定義

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Hit7} \& \text{Hit8} \& (\text{Hit6 or Hit9})}{\text{Hit7} \& \text{Hit8}}$$

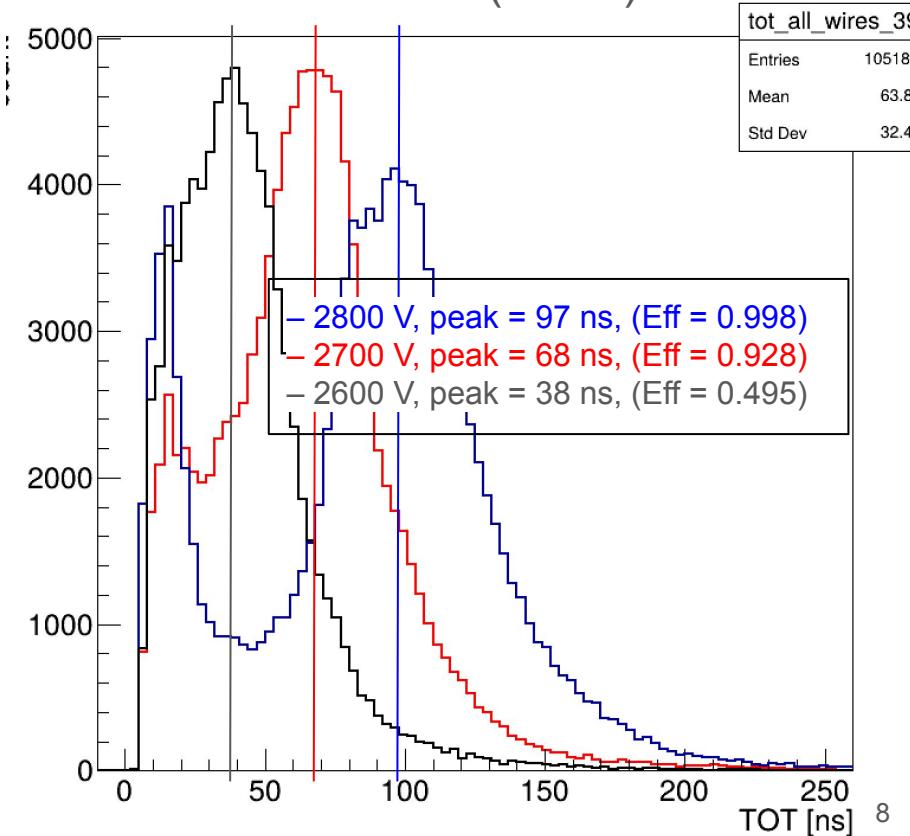


Rough Summary @Test Chamber; ToT (Raw) with 90Sr

Ar-CO₂ (90:10)

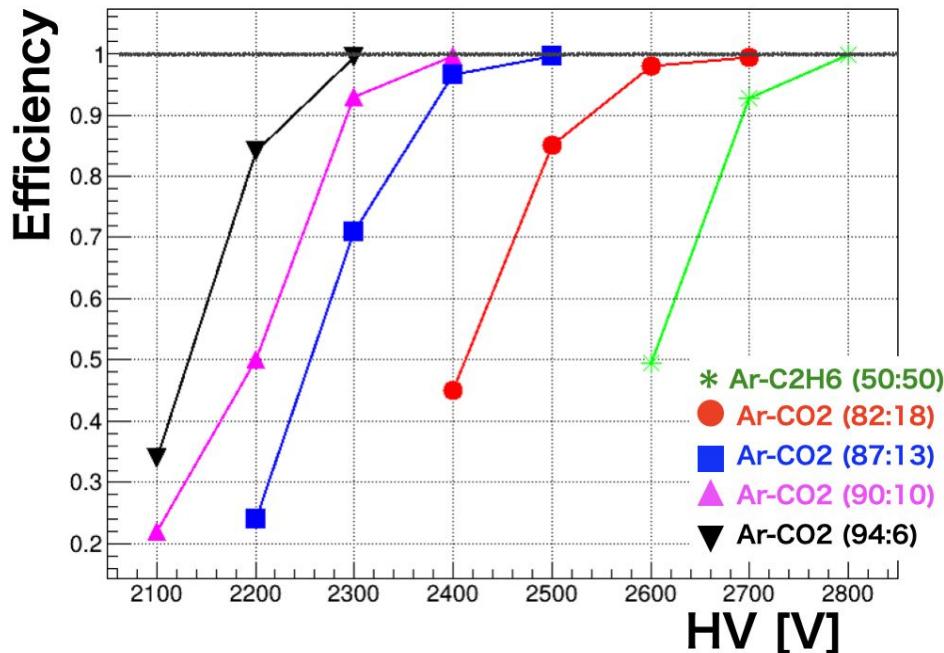


Ar-C₂H₆ (50:50)

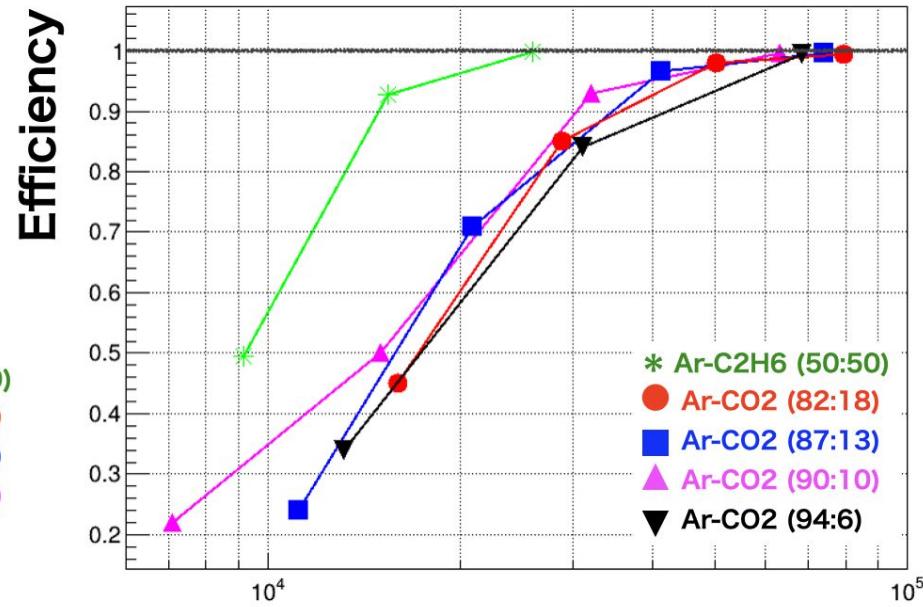


Rough Summary @Test Chamber; ToT (Raw) with 90Sr

Efficiency vs HV



Efficiency vs Gain



We need to apply higher HV in case of Ar-CO₂ to reach the enough efficiency.

*** Ar-CO₂ (90:10), 2300 V; The value of efficiency is mistook. ***

Rough Summary @E15-CDC

Rough Summary @E15-CDC

6. 旧CDCによる性能評価

日本物理学会 2025年春季大会, 20pV1-2, 木村佑斗, 2025/3/20 20

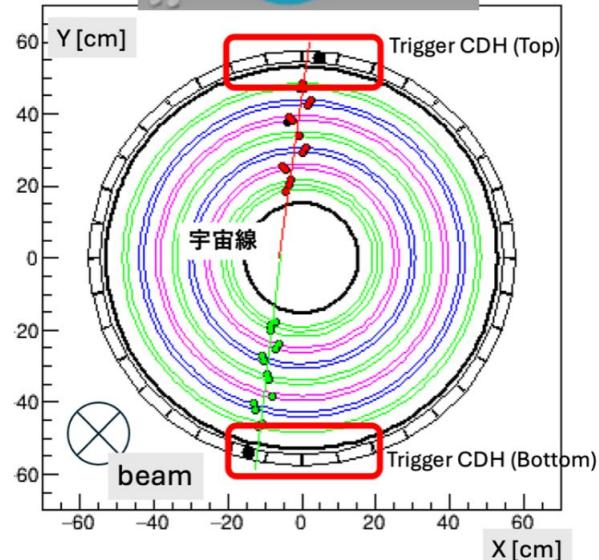
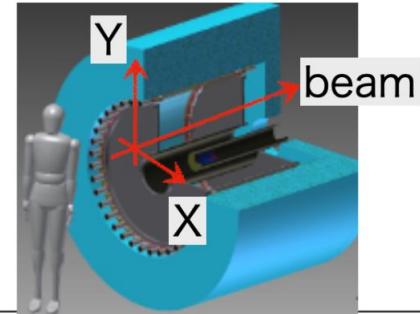
E15-CDCによる宇宙線テスト

目的 : 実際のCDCを用いて Ar-CO₂ (90:10) が要求性能を満たすか、
Ar-C₂H₆ (50:50) との性能比較も含めて調査した。

要求性能 : Layer 検出効率~97%、位置分解能~200um

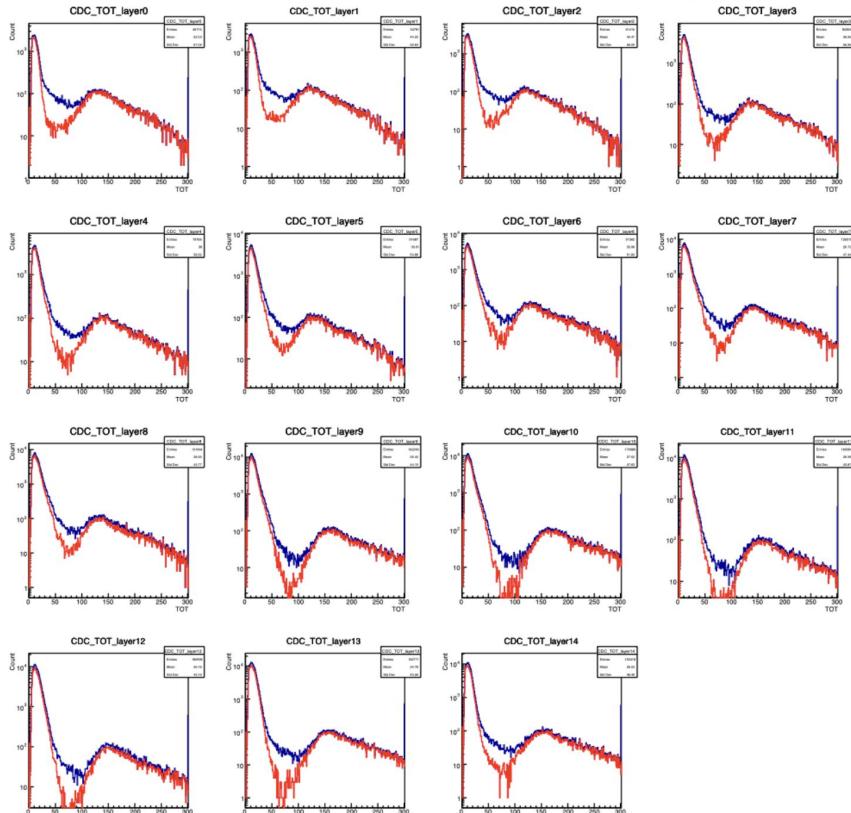
実験方法

- E15-CDC、磁場ゼロ
- 印加電圧
 - Ar-C₂H₆ (50-50) : -2500 ~ -2800 V
 - Ar-CO₂ (90-10) : -2200 ~ -2400 V
- 読み出し: ASD (SONY CXA3653Q, $\tau = 16\text{ns}$)
- データ取得 : Multi-Hit TDC module
時間情報 (TDC)とエネルギー情報 (Time Over Threshold)
- トリガー : 上下のシンチレータ(CDH)の 2 コインシデンス



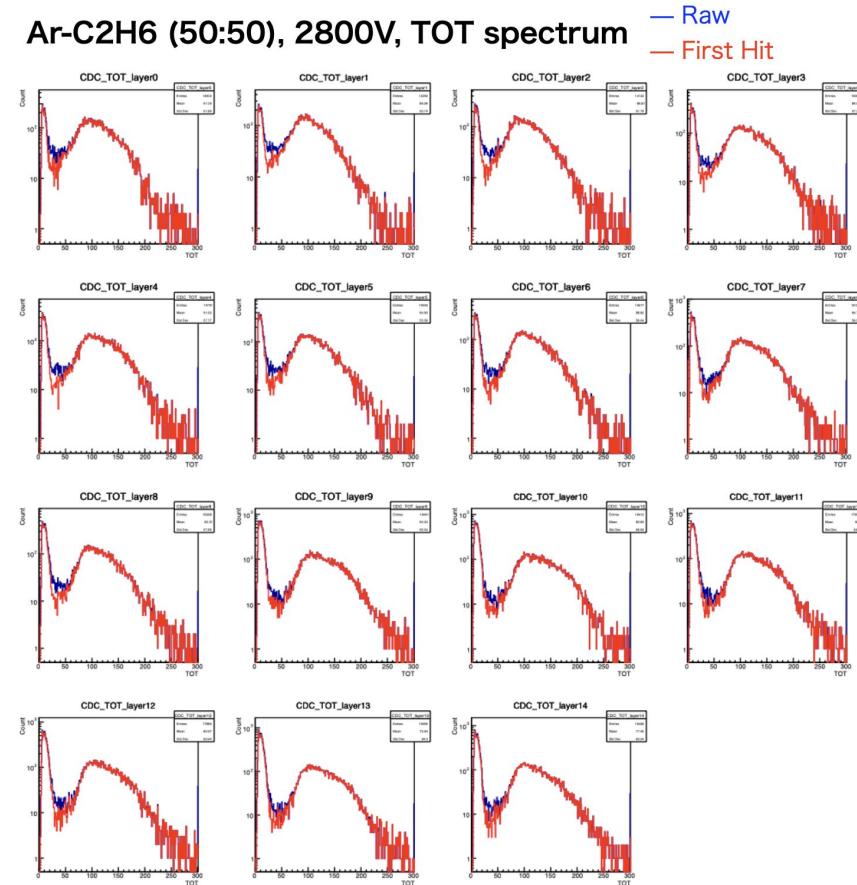
Rough Summary @E15-CDC

Ar-CO₂ (90:10), 2400V, TOT spectrum



120 < peak < 160

Ar-C₂H₆ (50:50), 2800V, TOT spectrum

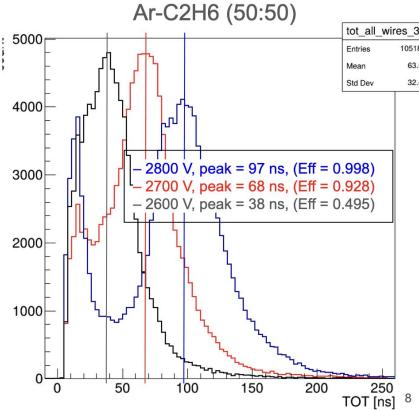


80 < peak < 100

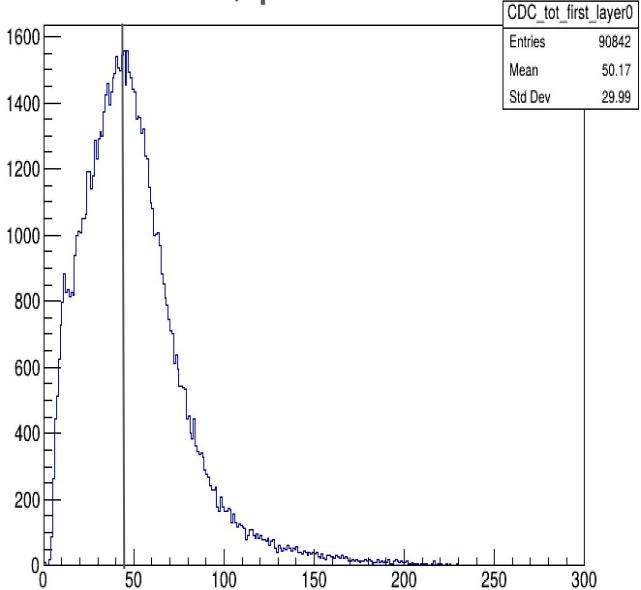
Rough Summary @E15-CDC

c.f.) 90Sr

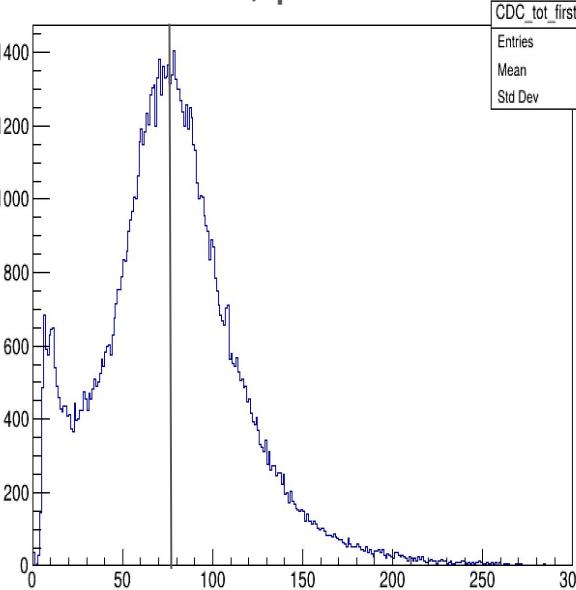
ToT of Ar-C2H6 (50:50), Layer#1



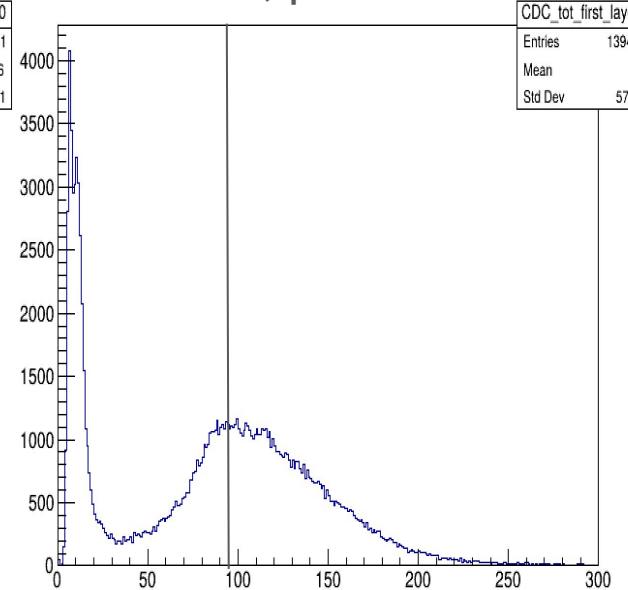
2600 V, peak=43 ns



2700 V, peak=78 ns



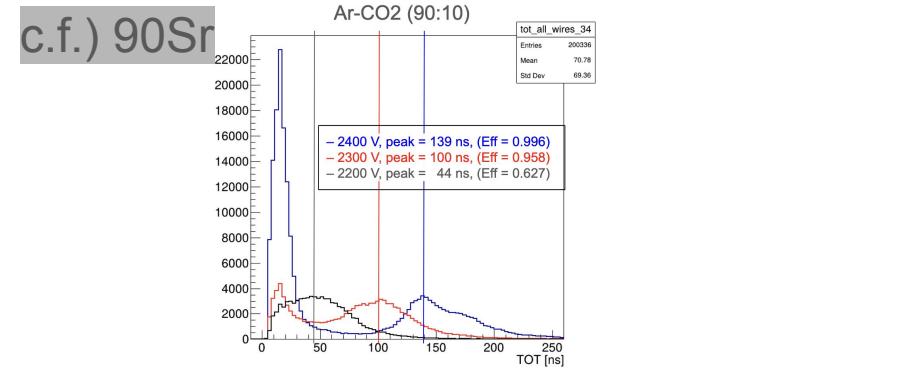
2800 V, peak=94 ns



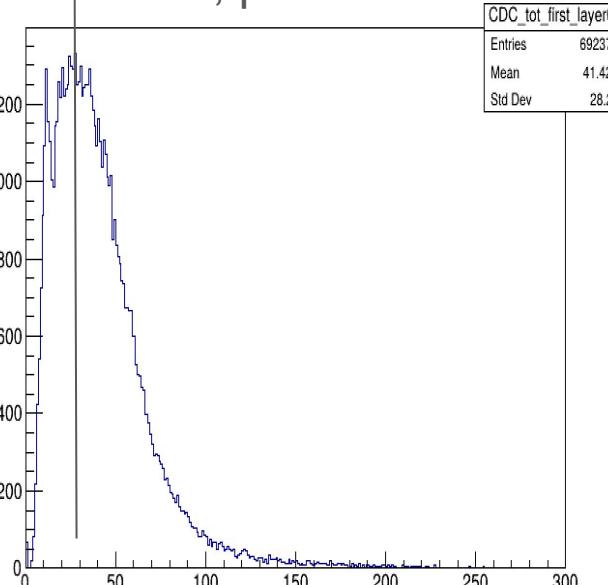
Rough Summary @E15-CDC

ToT of Ar-CO₂ (90:10), Layer#1

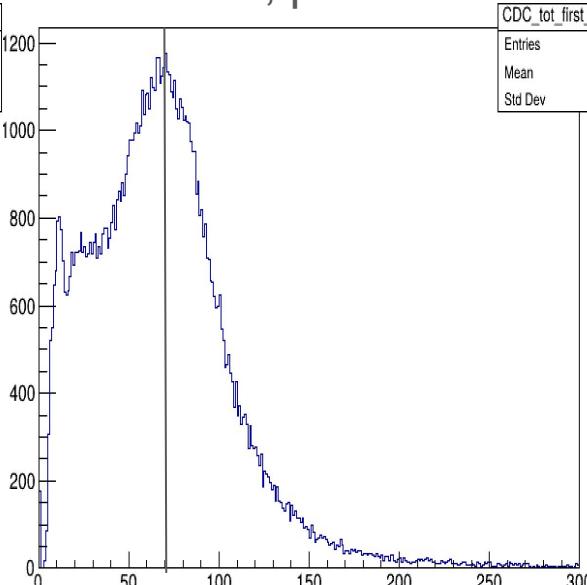
c.f.) 90Sr



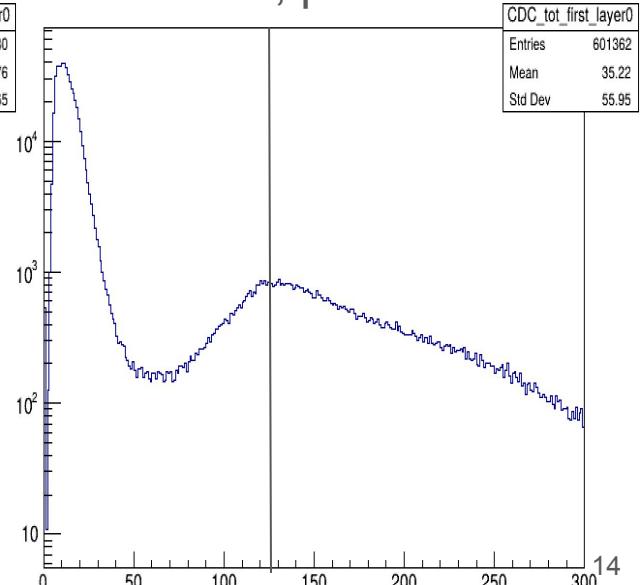
2200 V, peak=29 ns



2300 V, peak=70 ns



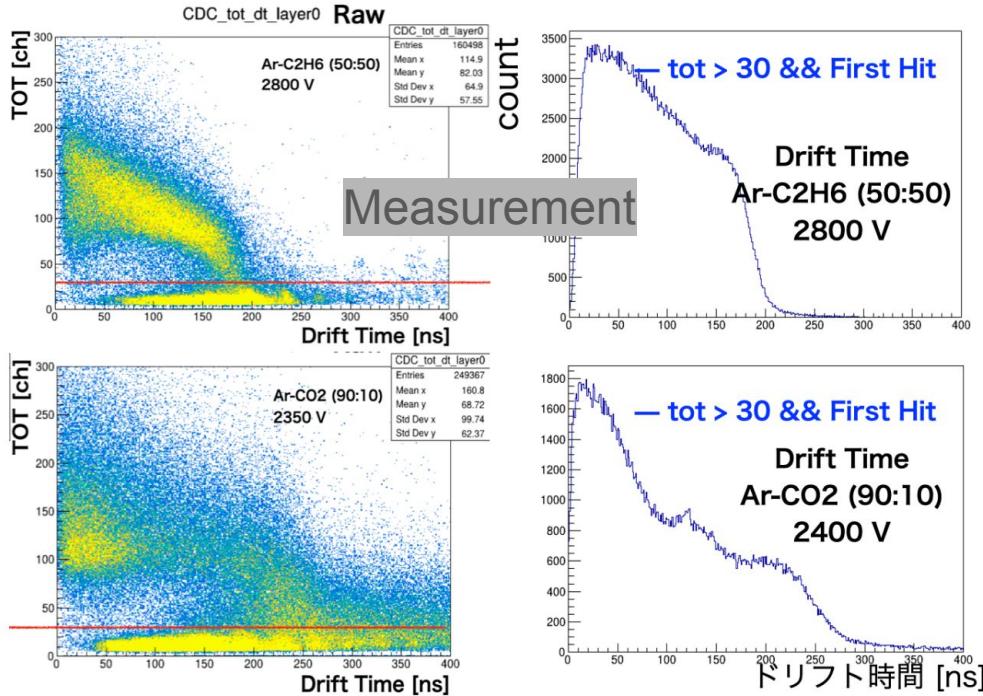
2400 V, peak=128 ns



Rough Summary @E15-CDC

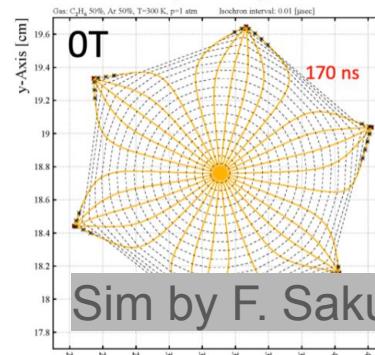
6. IEDCDCによる性能評価

生データとドリフト時間分布

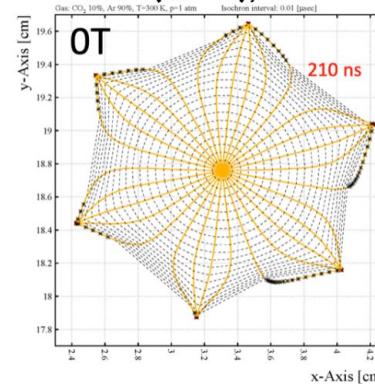


日本物理学会 2025年春季大会, 20pV1-2, 木村佑斗, 2025/3/20 21

Ar-C₂H₆ (50:50), -2800V



Ar-CO₂ (90:10), -2350V



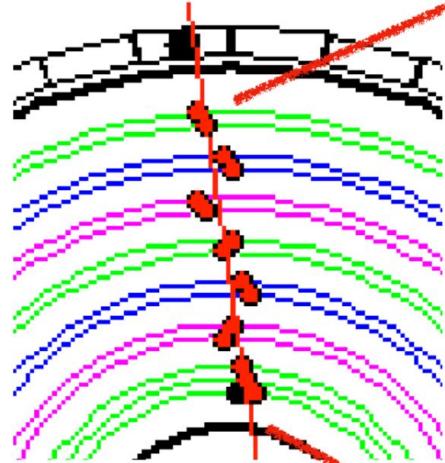
We can obtain drift time distribution difficult to understand.

Rough Summary @E15-CDC

6. 旧CDCによる性能評価

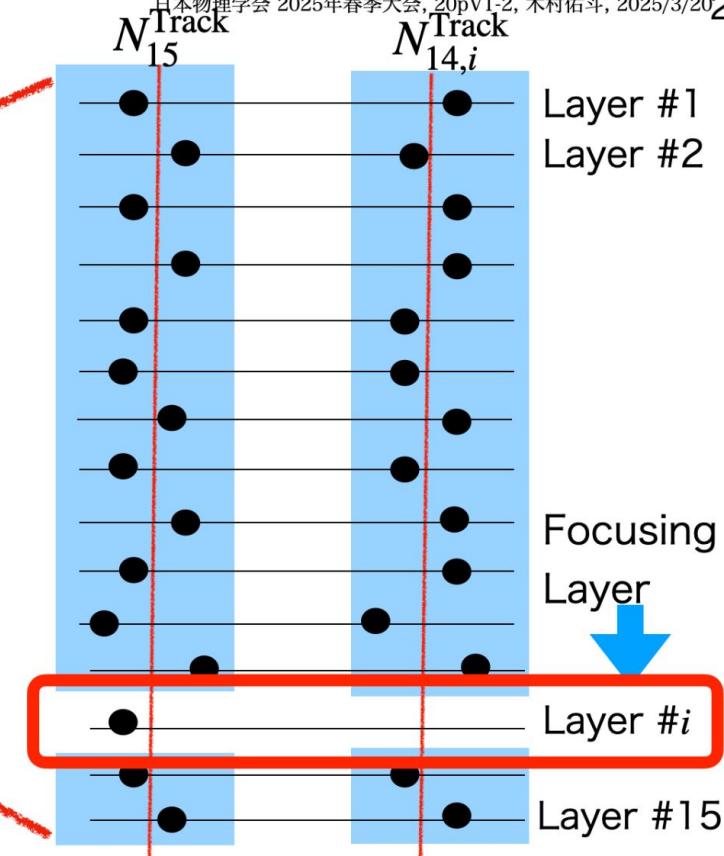
Layer検出効率の定義

宇宙線のイベントディスプレイ



$$E_i = \frac{N_{15}^{\text{track}}}{N_{15}^{\text{track}} + N_{14,i}^{\text{track}}}$$

日本物理学会 2025年春季大会, 20pV1-2, 木村佑斗, 2025/3/20 22



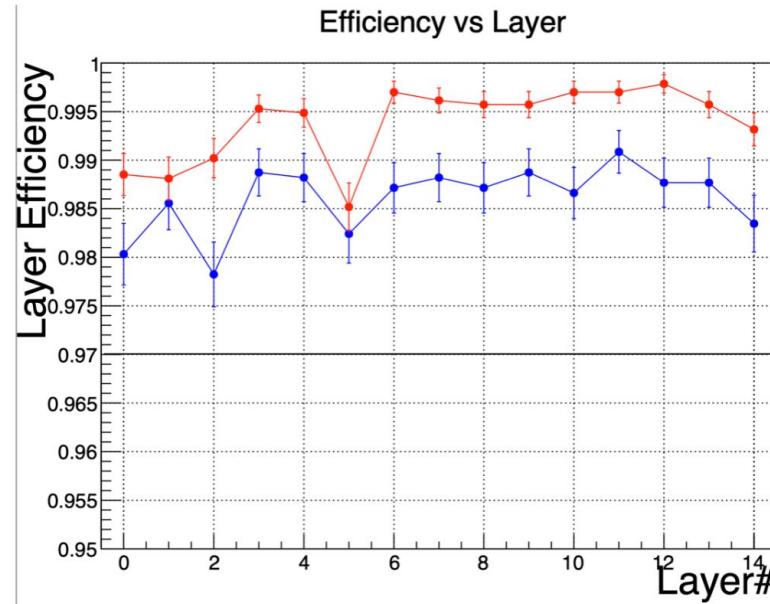
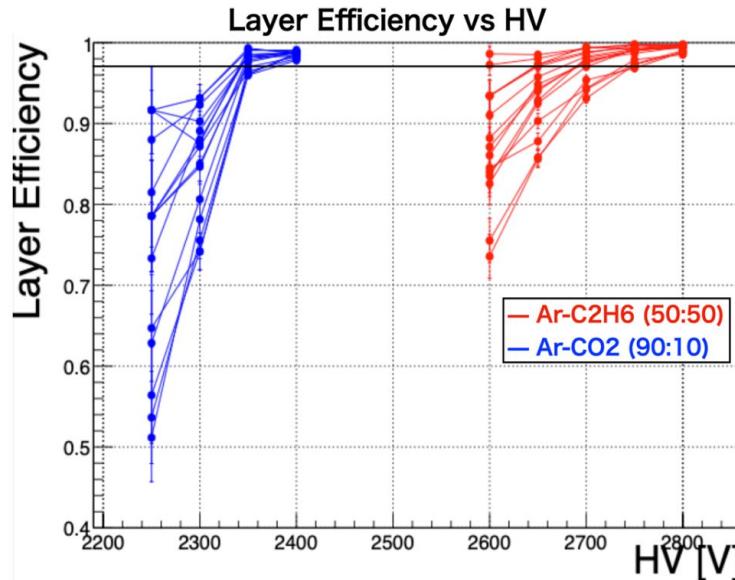
Rough Summary @E15-CDC

6. 旧CDCによる性能評価

日本物理学会 2025年春季大会, 20pV1-2, 木村佑斗, 2025/3/20 24

Layer検出効率の評価結果

要求性能 $E_i = \frac{N_{15}^{\text{track}}}{N_{15}^{\text{track}} + N_{14, i}^{\text{track}}} > 97\%$



Ar-CO₂ (90:10)においては2400 Vかけた時 要求性能を満たした。

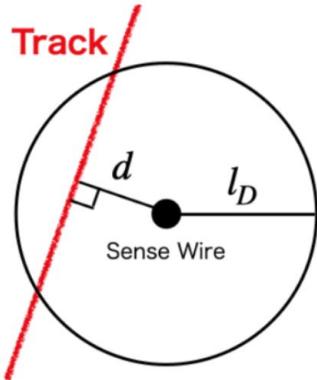
Rough Summary @E15-CDC

6. 旧CDCによる性能評価

位置分解能の評価

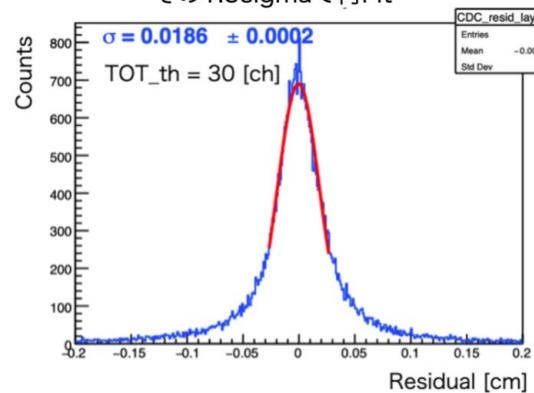
Residualの比較

$$\text{Def : Residual} = l_D - d$$



Residual

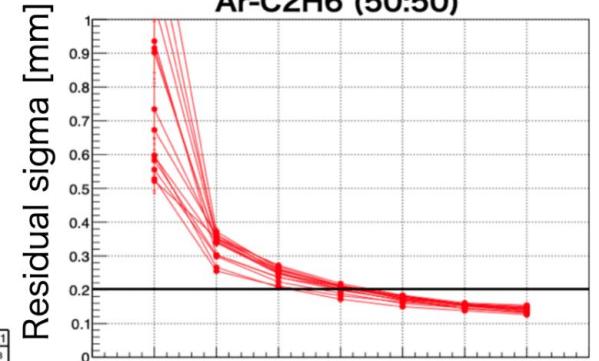
範囲無限でガウシアンFit
その1.5sigmaで再Fit



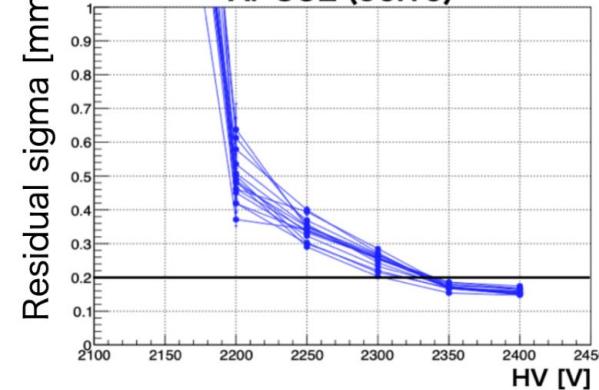
スともにHVを高くするとResidualも小さくなつた。

日本物理学会 2025年春季大会, 20pV1-2, 木村佑斗, 2025/3/20 25

Ar-C2H6 (50:50)



Ar-CO₂ (90:10)



6. 旧CDCによる性能評価

日本物理学会 2025年春季大会, 20pV1-2, 木村佑斗, 2025/3/20 26

位置分解能の評価

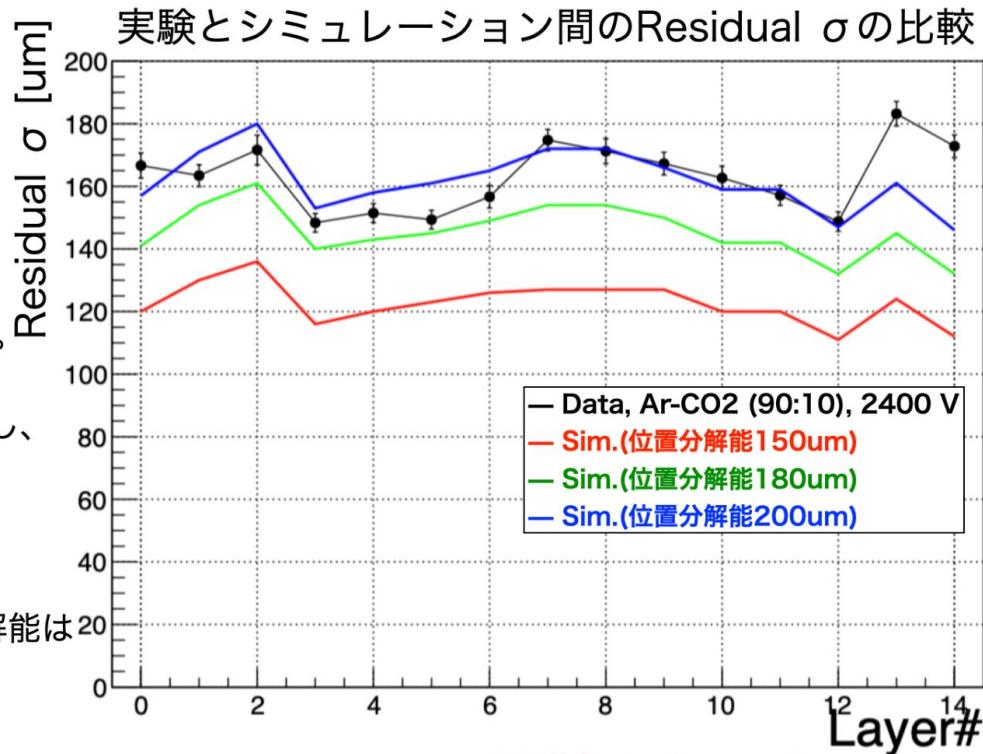
位置分解能 σ について

要求性能 : 200 μm

シミュレーションにて、
CDCの位置分解能を設定し、
トラッキングしてResidualの σ を見た。

シミュレーションと実験データを比較し、
位置分解能を見積もった。

シミュレーションとの比較から、
Ar-CO₂ (90:10)を用いた時の位置分解能は
200 μm であると判断した。

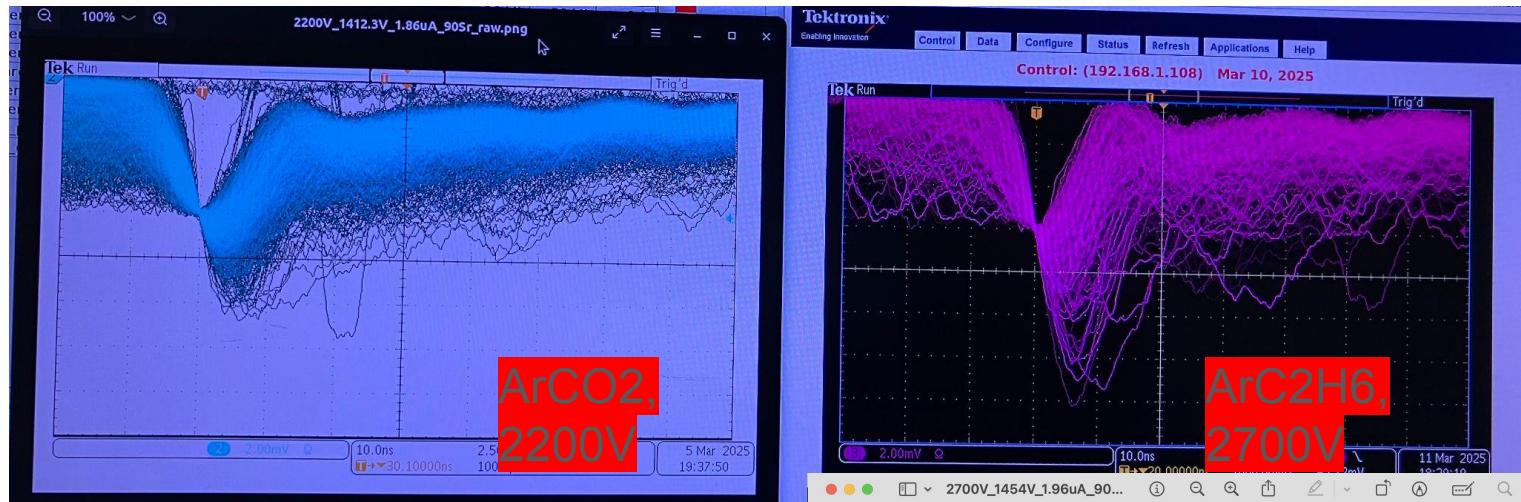


Ar-CO₂ (90:10)においては2400 Vかけたとき要求性能を満たした。

Additional study @Test Chamber

Additional study @ Test Chamber

90Sr, Raw Sig



90Sr, After pre-amp