

第 1 章

iso-C₄H₁₀(10) + H₂(9) のガス特性

本章では検出ガスとして用いる iso-C₄H₁₀(1) + H₂(9) の特性について述べる。

1.1 ドリフトスピード

ドリフトスピードのドリフト電場依存性を調べた。plate, grid 間の電場を 3.25 V/mm – 10.4 V/mm の間で変化させた。線源を用いて測定したドリフトスピードと Magboltz により求めたドリフトスピードを図 1.1 に示す。線源を用いて測定したドリフトスピードと Magboltz で求めたドリフトスピードがおよそ一致していることが分かる。ただ、全体的に測定値のドリフトスピードの方が小さくなっている。これは測定で用いた検出ガスに水などの不純物が含まれていることが原因と考えられる。

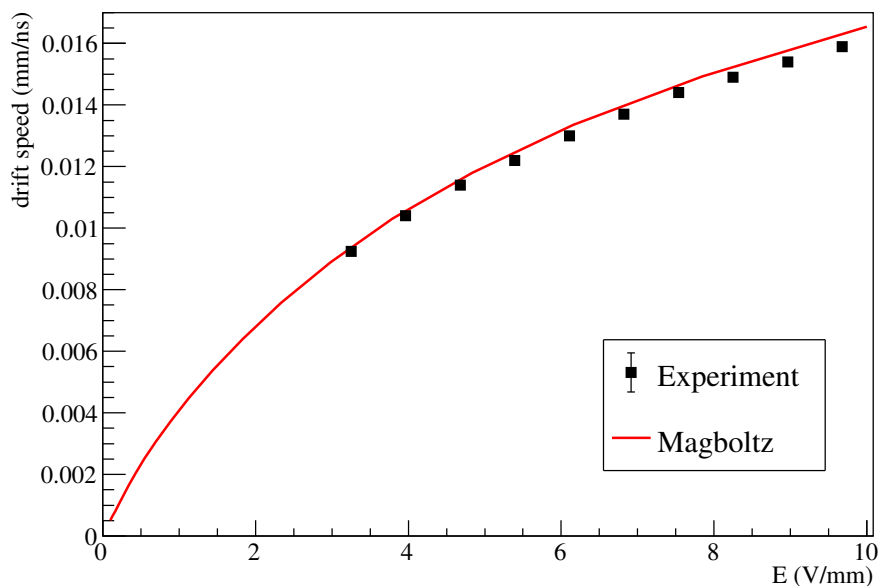


図 1.1: ドリフトスピードの電場依存性。点は測定したドリフトスピード，実線は Magboltz で求めたドリフトスピードを示す。

表 1.1: 基準となる電圧構成.

項目	電位差 (V)
$\Delta V_{\text{grid-GEM}}$	700
ΔV_{GEM}	350
$\Delta V_{\text{GEM-}\mu\text{-PIC}}$	650
$V_{\mu\text{-PIC}}$	400

1.2 電子増幅率

電子の増幅率は GEM, μ -PIC の電圧によって変化する. また, grid や GEM を通過する際に電子の一部が増幅されずに吸収されてしまう. そこで, 電子増幅率の電位差依存性を調べる. grid と GEM との電位差を $\Delta V_{\text{grid-GEM}}$, GEM の両面間の電位差を ΔV_{GEM} , GEM の μ -PIC 側と μ -PIC との電位差を $\Delta V_{\text{GEM-}\mu\text{-PIC}}$, μ -PIC の anode 電極の電圧を $V_{\mu\text{-PIC}}$ とする. μ -PIC の cathode 電極は接地されている. 表 1.1 にあるような電位差を基準として, 各項目の電位差依存性を調べた.

1.2.1 grid と GEM との電位差による電子の増幅率

grid と GEM の間の電位差によって電子がドリフト領域から増幅領域へ移動する効率が変化することがわかっている [?]. 最終的に得られる電子の増幅率の grid と GEM の間の電位差 ($\Delta V_{\text{grid-GEM}}$) 依存性を図 1.2 に示す. 増幅率の変化は $0.00704 \times \Delta V_{\text{grid-GEM}}^2 - 7.92 \times \Delta V_{\text{grid-GEM}} + 2330$ とフィットできる.

1.2.2 GEM による電子増幅率

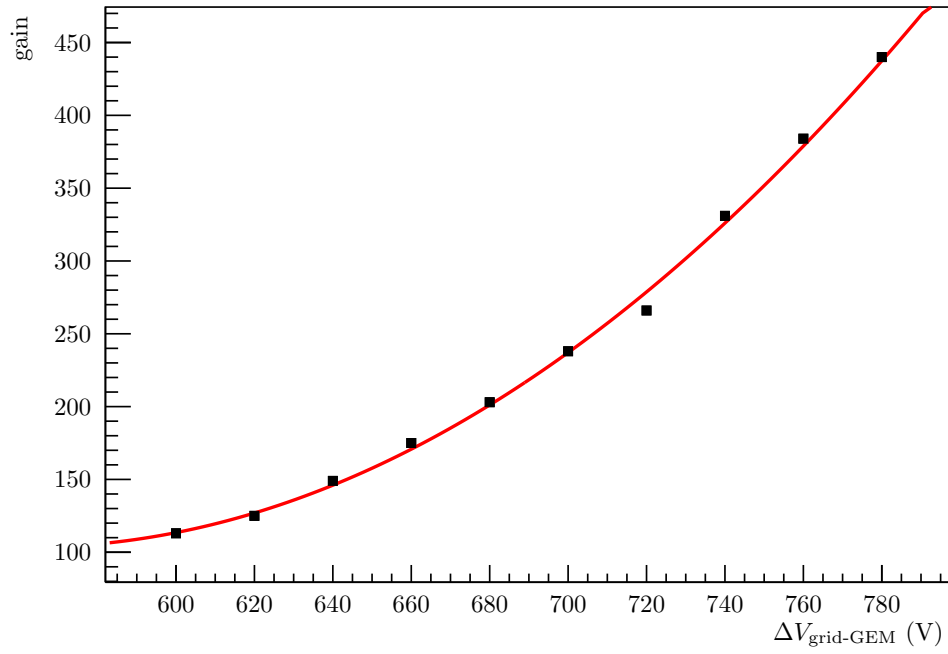
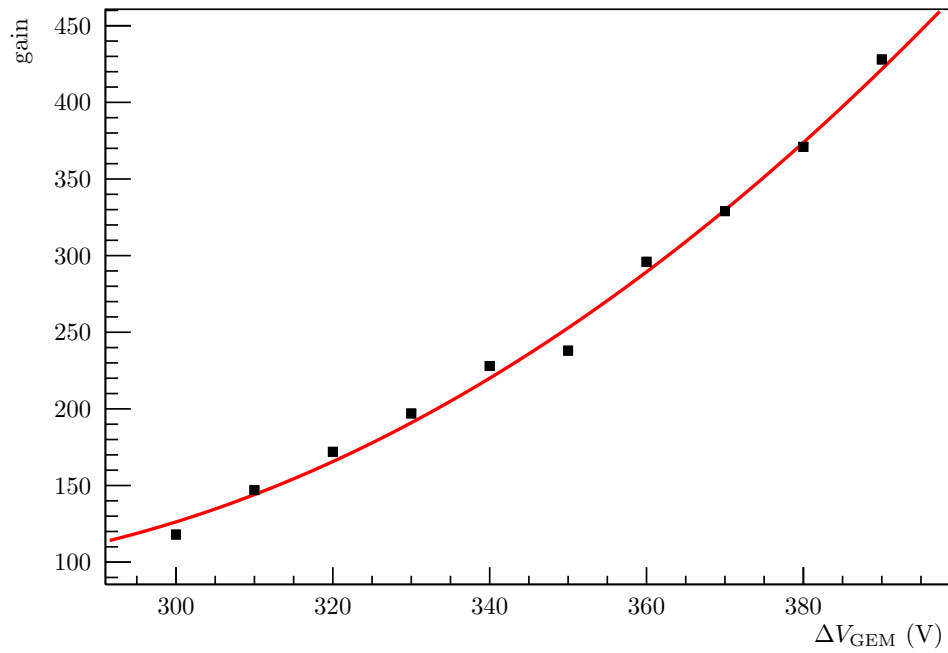
GEM は絶縁体のフィルムの両面を銅で被覆し, 微細な穴を開けたものである. GEM の各面に電圧をかけることで高電場を形成し, 電子のアバランシェ増幅を起こす. ΔV_{GEM} を変化させることで電子の増幅率が変化する. 最終的に得られる電子の増幅率の ΔV_{GEM} 依存性を図 1.3 に示す. 増幅率の変化は $0.0188 \times \Delta V_{\text{GEM}}^2 - 0.67 \times \Delta V_{\text{GEM}} + 1340$ とフィットできる. $\Delta V_{\text{GEM}} = 350\text{V}$ とそれ以外では測定するタイミングが 2 時間ほどずれている. そのため, 図 1.3 で $V_{\text{GEM}} = 350\text{V}$ のみ不連続に変化している.

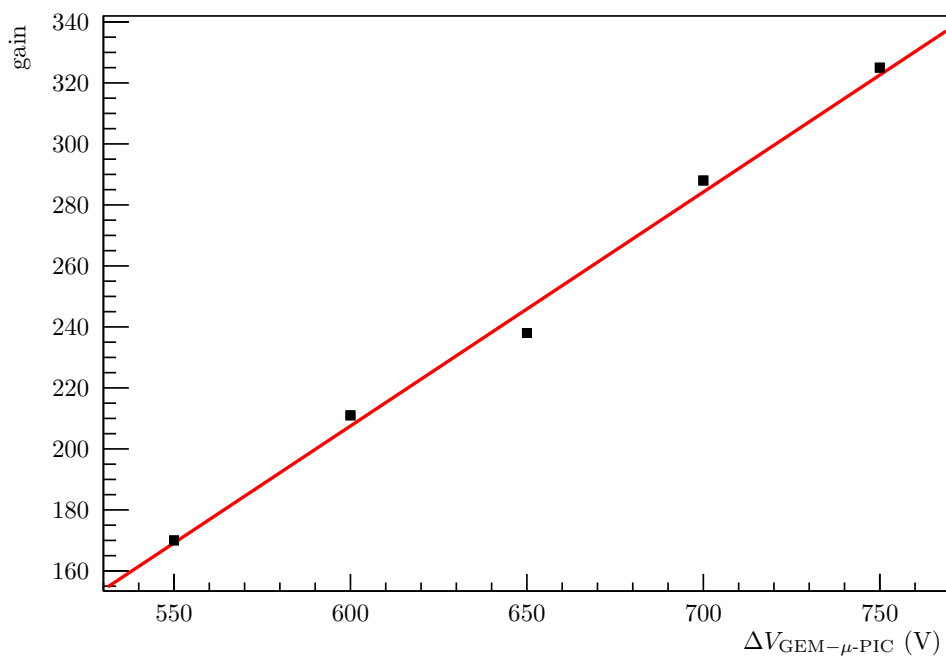
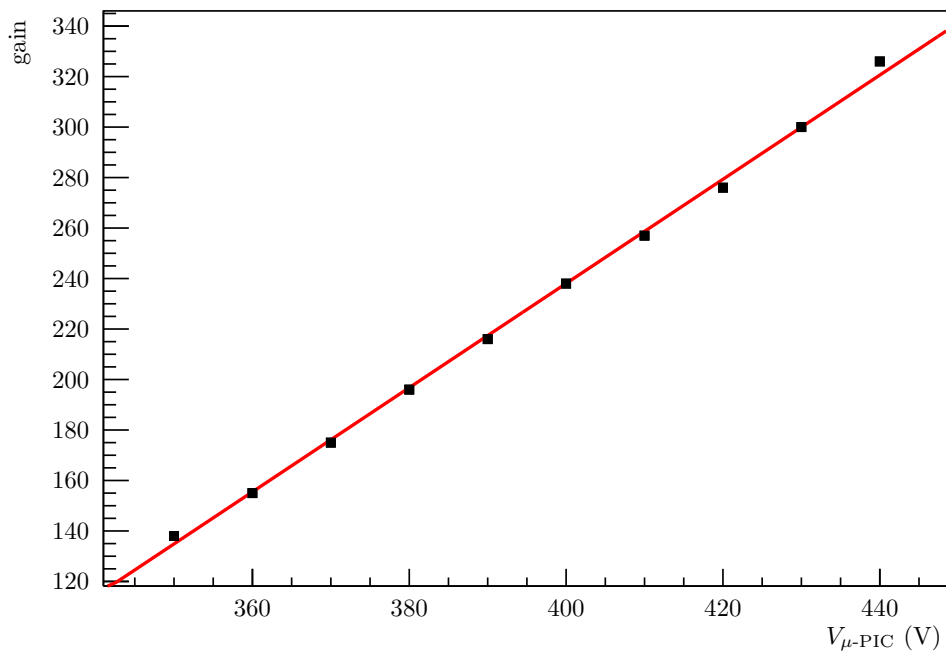
1.2.3 GEM と μ -PIC との電位差による電子の増幅率

$\Delta V_{\text{GEM-}\mu\text{-PIC}}$ によって GEM で増幅された電子の μ -PIC による収集率が変化する. 最終的に得られる電子の増幅率の $\Delta V_{\text{GEM-}\mu\text{-PIC}}$ 依存性を図 1.4 に示す. 増幅率の変化は $0.767 \times \Delta V_{\text{GEM-}\mu\text{-PIC}}$ とフィットできる.

1.2.4 μ -PIC による電子増幅率

電子は μ -PIC で読み出される直前に, μ -PIC によって作られた高電場によって増幅される. 最終的に得られる電子の増幅率の μ -PIC の anode 電極にかかる電圧 ($V_{\mu\text{-PIC}}$) に対する依存性を図 1.5 に示す. 増幅率の変化は $2.06 \times V_{\mu\text{-PIC}} - 253$ とフィットできる.

図 1.2: 電子増幅率の $\Delta V_{\text{grid-GEM}}$ 依存性.図 1.3: 電子増幅率の ΔV_{GEM} 依存性.

図 1.4: 電子増幅率の $\Delta V_{\text{GEM}-\mu\text{-PIC}}$ 依存性.図 1.5: 電子増幅率の $V_{\mu\text{-PIC}}$ 依存性.

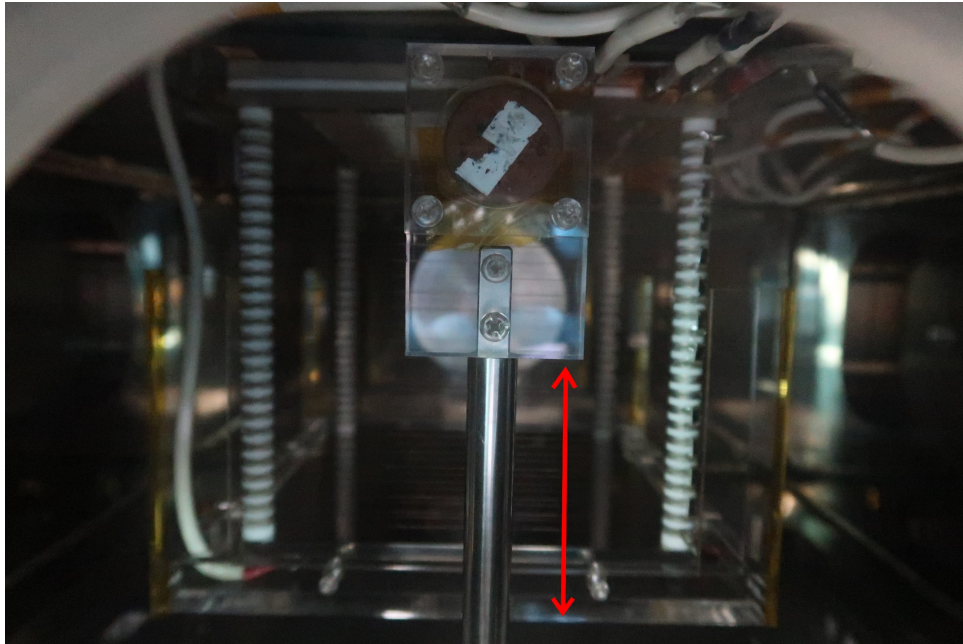


図 1.6: 線源導入機に取り付けたれた線源.

1.3 拡散効果

電子の拡散は \sqrt{L} に比例する．線源は線源導入機によってドリフト方向に移動可能である．図 1.6 に線源導入機の前に線源を取り付けた様子を示す．矢印の方向に線源を移動させることができる．線源導入機によって線源の位置を変化させることで，拡散効果の L 依存性を調べることができる．拡散効果とトラックの太さが比例していると仮定すると， $\text{track width} \sim \sqrt{L}$ となる．トラックの太さと線源の位置との依存性を図 1.7 に示す．図 1.7 の L は線源と grid との距離である．依存性は $\text{track width} = 1.27 \times \sqrt{L - 19.2} + 23.1$ となり， \sqrt{L} に比例していることが確認された．

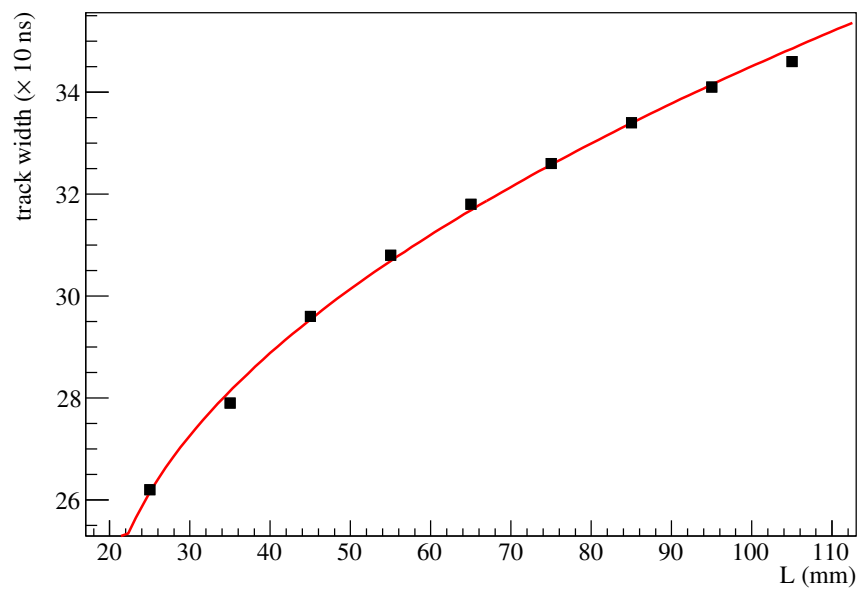


図 1.7: トラックの太さの位置依存性.