

方向に感度を持つ暗黒物質直接探索のための SF_6 ガスのクエンチングファクター測定

神戸大学理学研究科物理学専攻

島田 拓弥

身内賢太郎、池田智法、石浦宏尚、中村拓馬、中村輝石

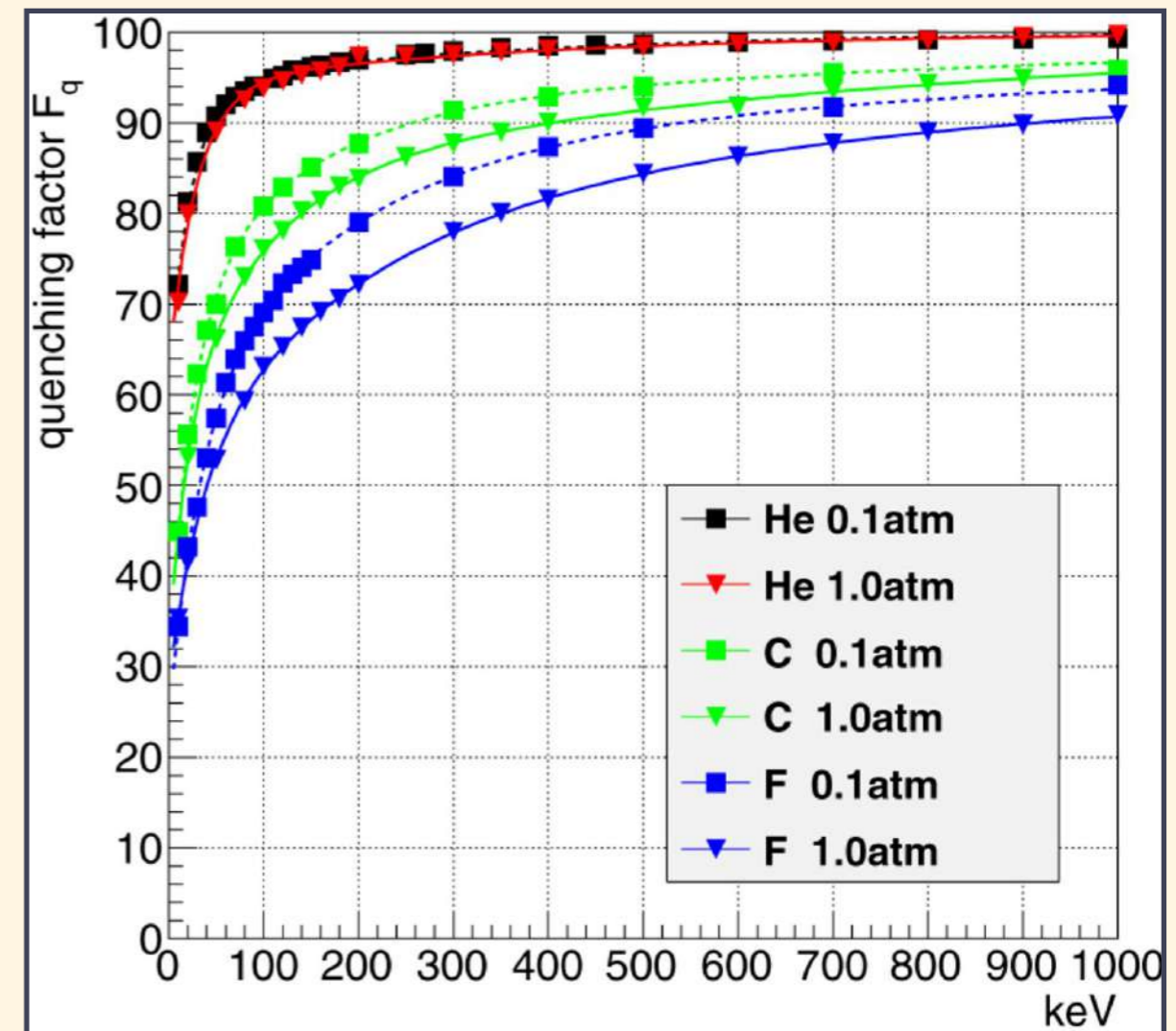
2020.03.19

2020年日本物理学会春季大会



クエンチングファクター(IQF)

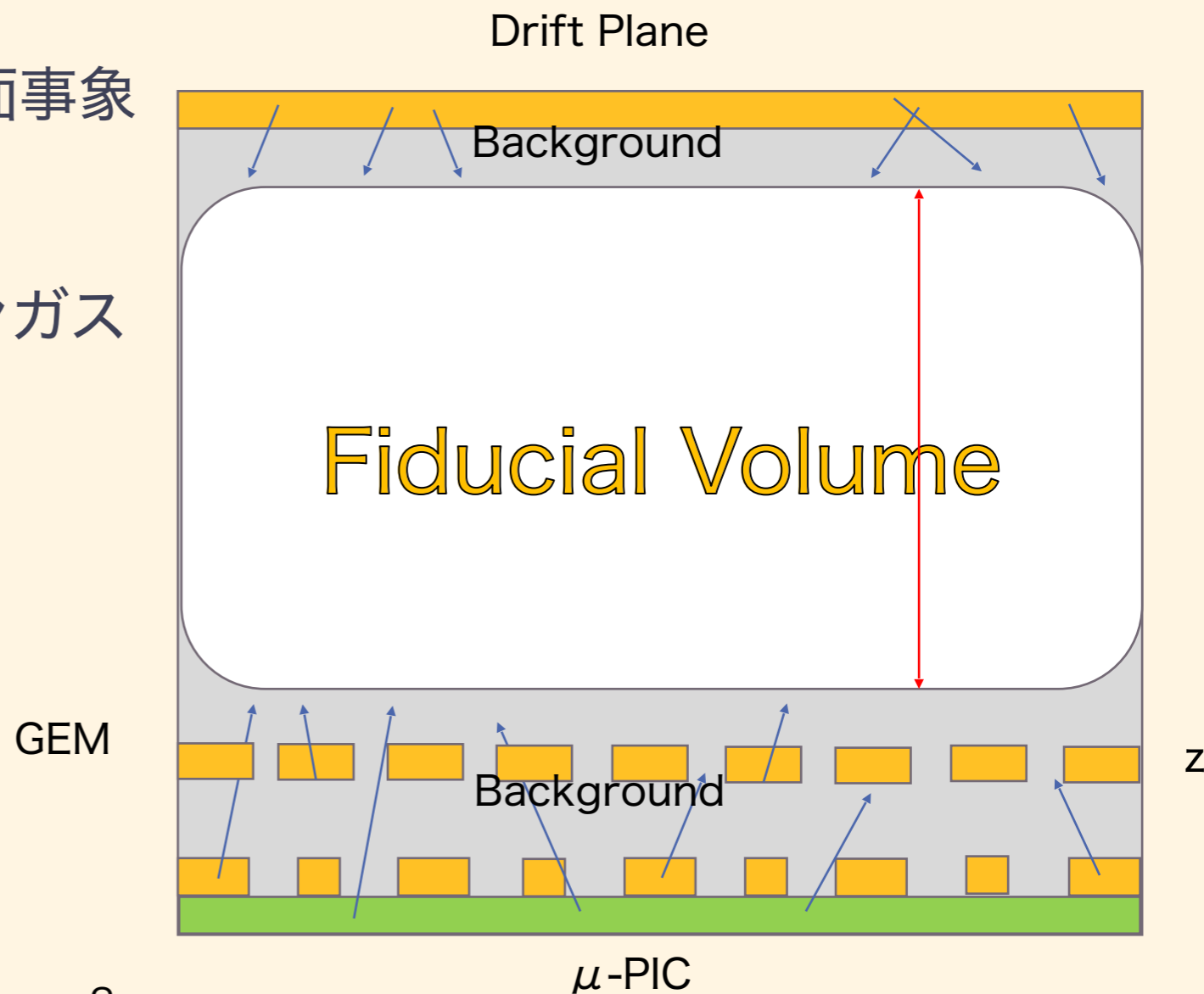
- ◎ 暗黒物質由来の**原子核反跳**を捉える直接探索実験ではクエンチングファクターは重要なパラメータ
- ◎ $E_{\text{visual}} = Q \times E_{\text{Recoil}}$
 - ▶ E_{Recoil} : 反跳エネルギー
 - ▶ E_{visual} : E_{Recoil} のうちイオン化に用いられたエネルギー
(検出可能なエネルギー)
 - ▶ **Q** : クエンチングファクター(**IQF**)
 - ▶ 電子: $Q = 1$ 、**核子: $Q < 1$**



Kiseki Nakamura, Direction-sensitive dark matter search with gaseous tracking detector NEWAGE-0.3b', Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2015, Issue 4, April 2015, 043F01, <https://doi.org/10.1093/ptep/ptv041>

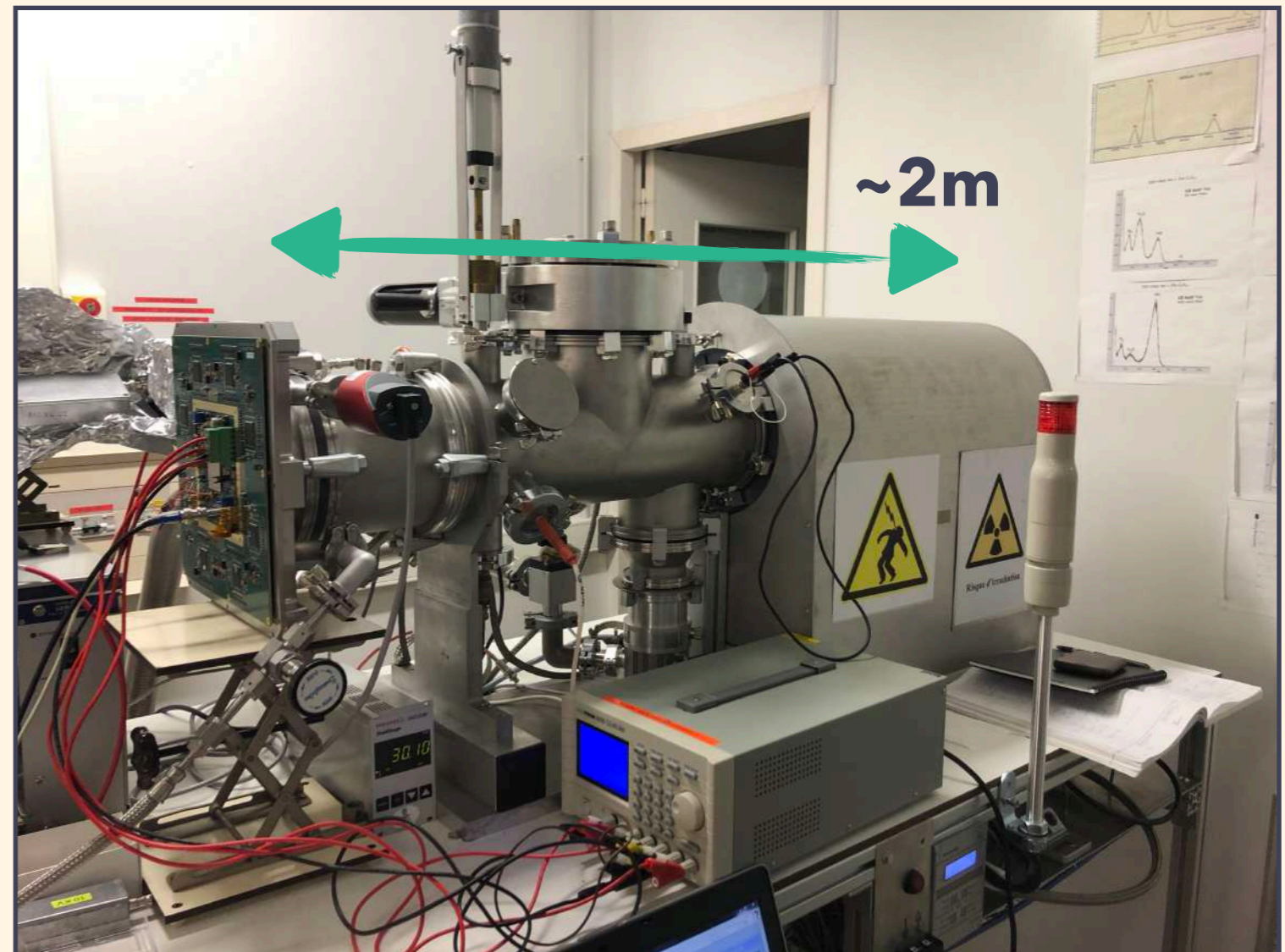
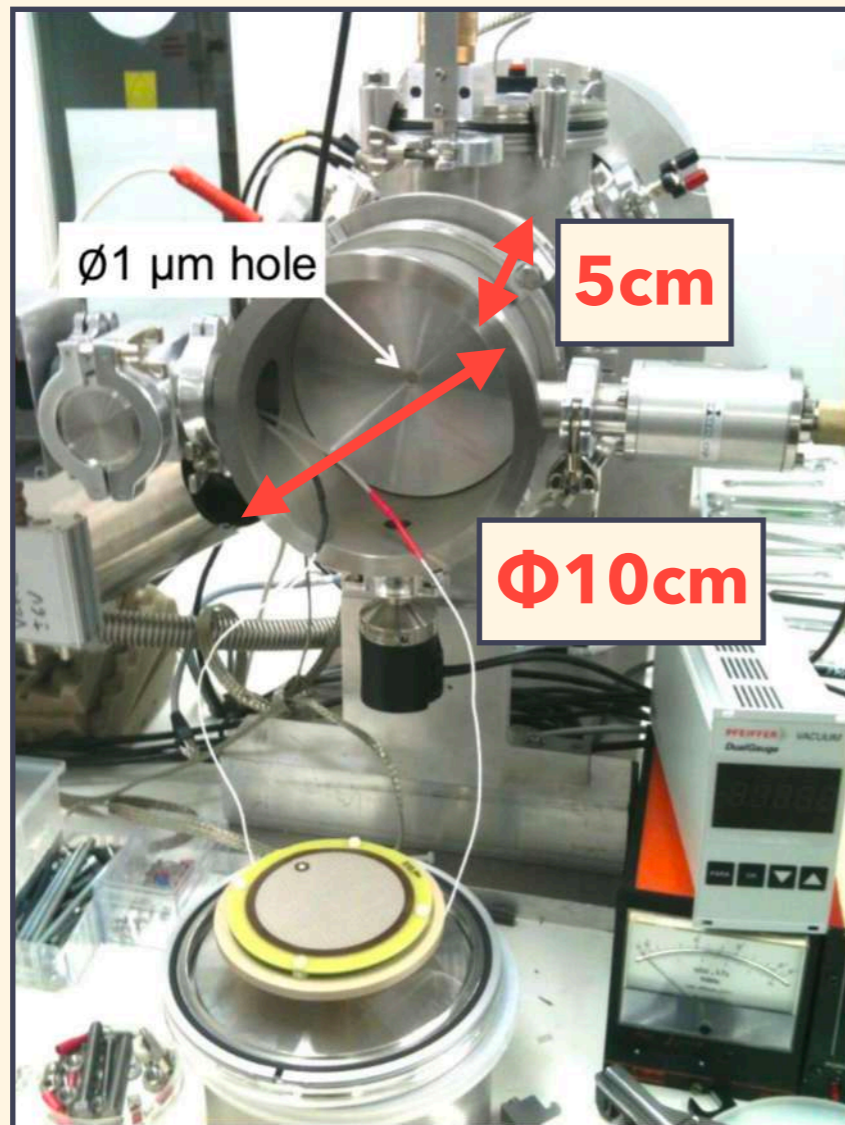
◎ 陰イオンガス μ -TPC

- ▶ 電離した電子を電子捕獲して**陰イオン**がドリフト
- ▶ 陰イオンガスを用いることによる**低拡散**
 - 角度と位置の高分解能を持つ μ -TPC
- ▶ **Z(ドリフト方向)絶対値決定**
 - μ -PICなどの検出器由来の表面事象
 - Zの**有効体積カット**が可能
- ▶ 本研究でIQFを測定する陰イオンガス
 - **SF₆**

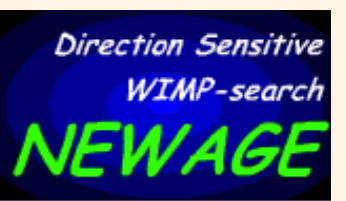


IQFの測定方法

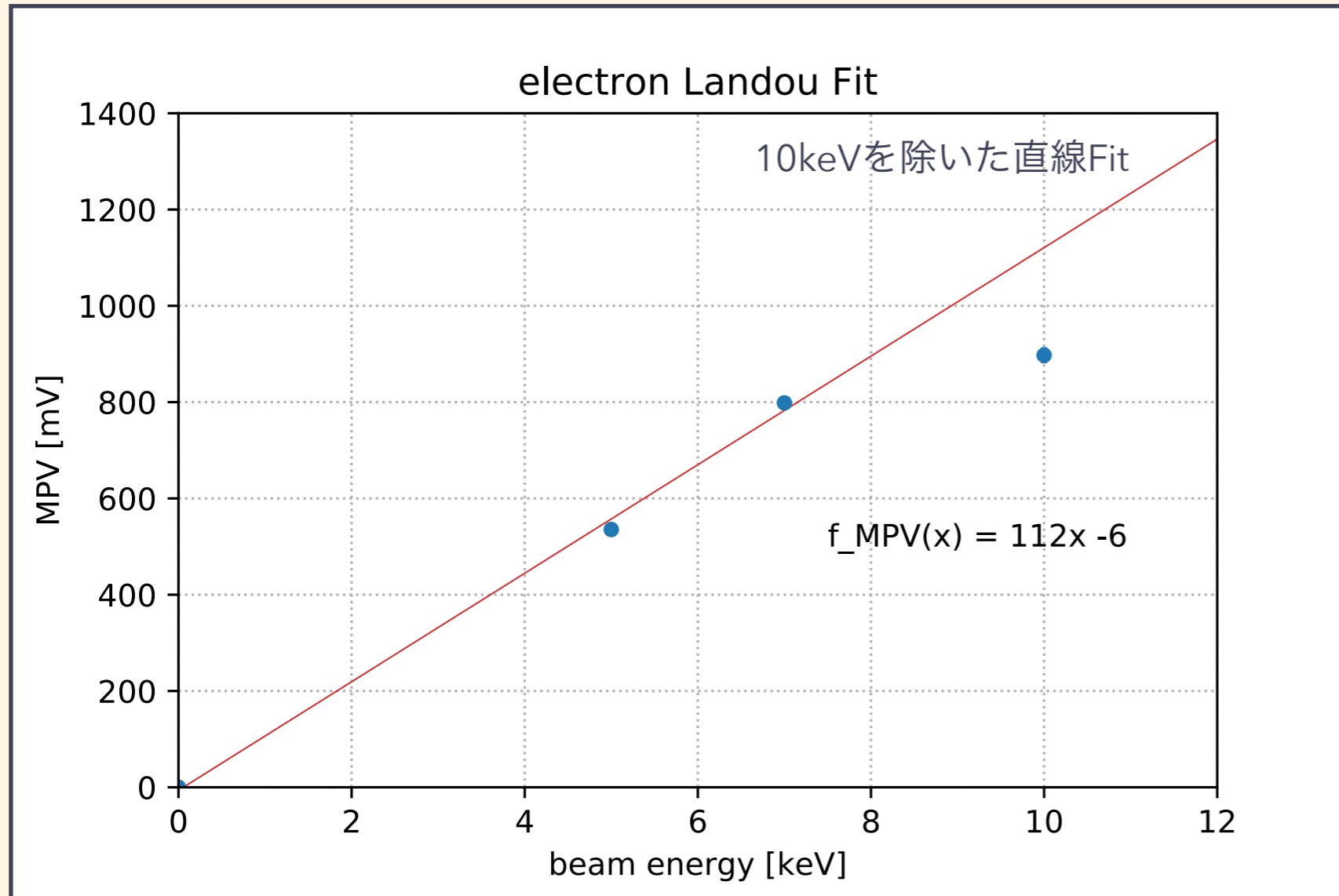
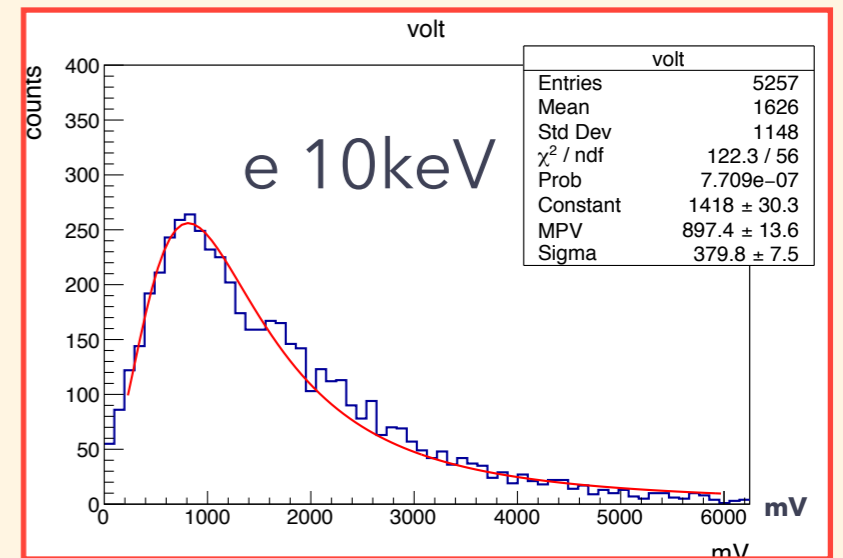
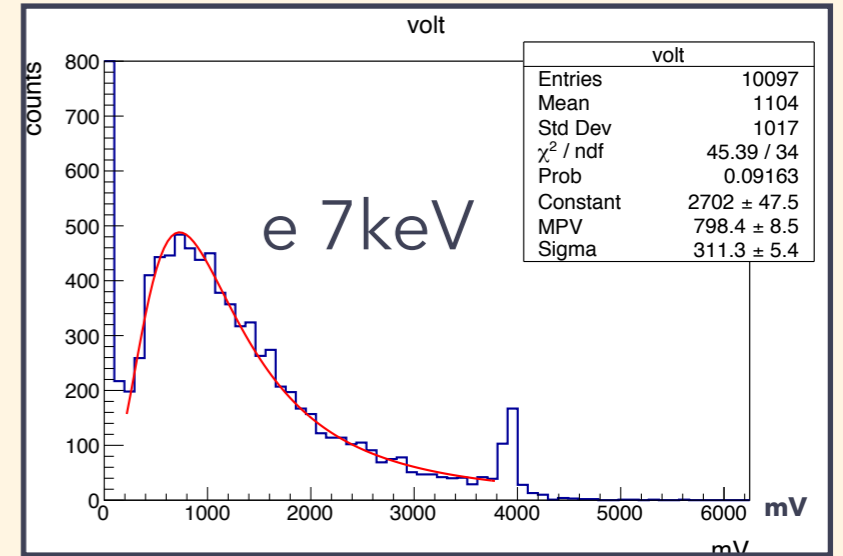
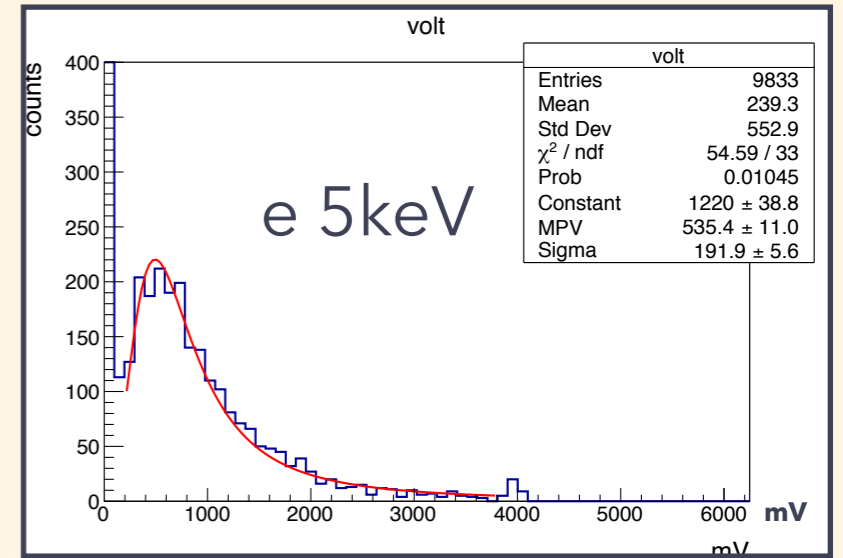
- ◎ COMIMACを用いてIQFを測定する
 - ▶ 場所：フランス/グルノーブル/LPSC (暗黒物質探索実験MIMAC)
 - ▶ 低エネルギー電子・イオンビーム施設 (1~50 keV)
- ◎ NEWAGEとMIMACの2種類のエレキで測定を行った



低エネルギー電子較正(NEWAGEエレキ)

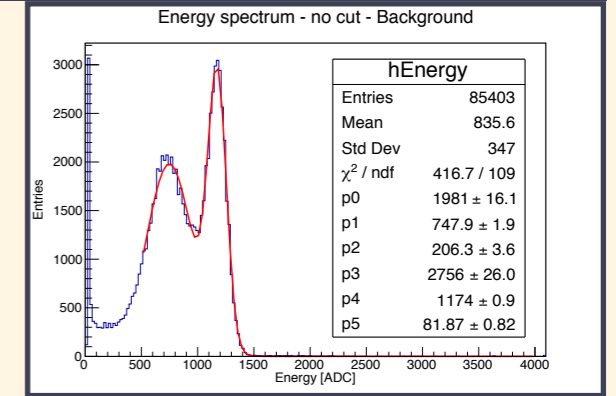


- CR-110を用いたChargeアンプ(時定数 $\tau = 140\mu\text{s}$)
- エネルギースペクトルのFit関数: Landau PDF
- 10keVが低く見積もられている
 - ▶ Feに電子を当てたときの蛍光X線6.4keVによる影響

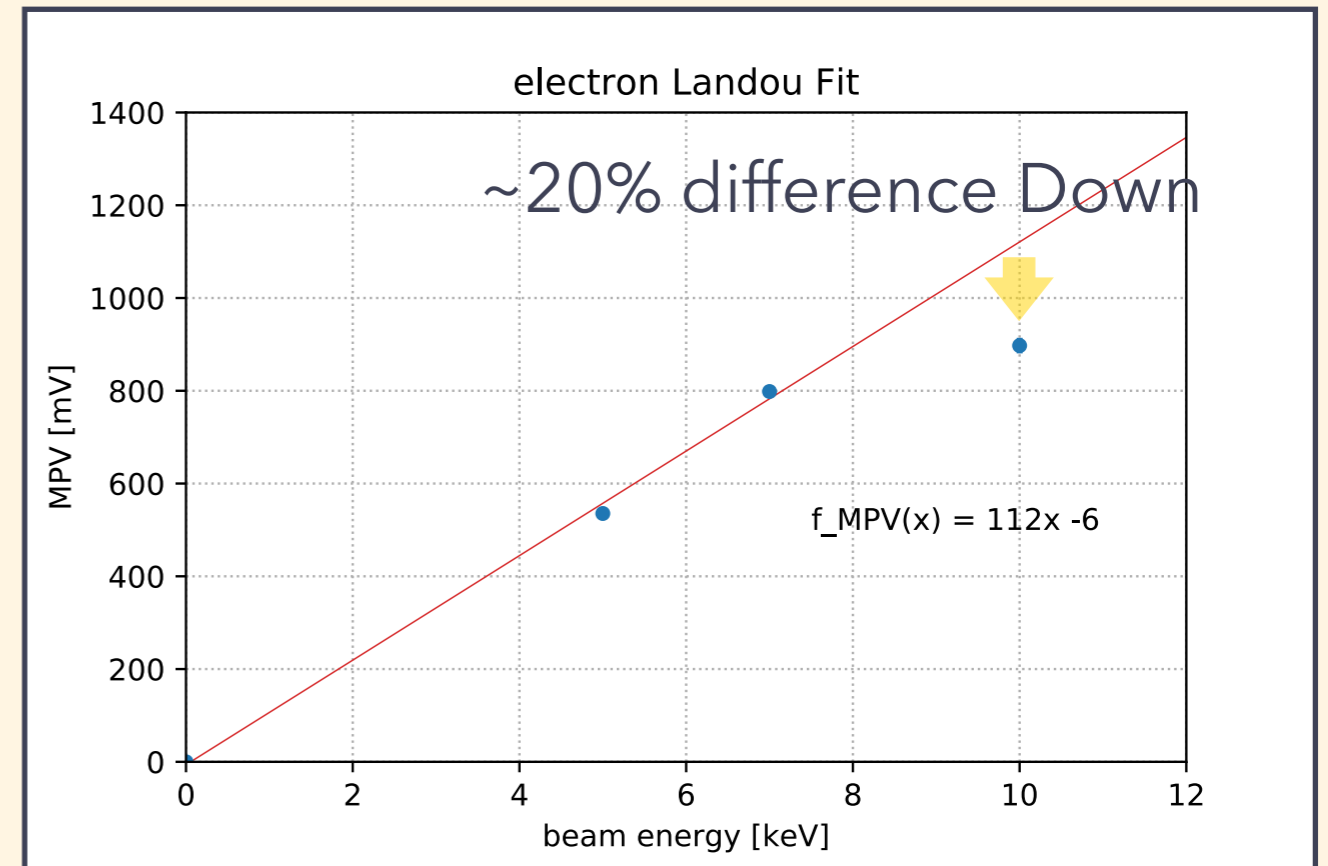
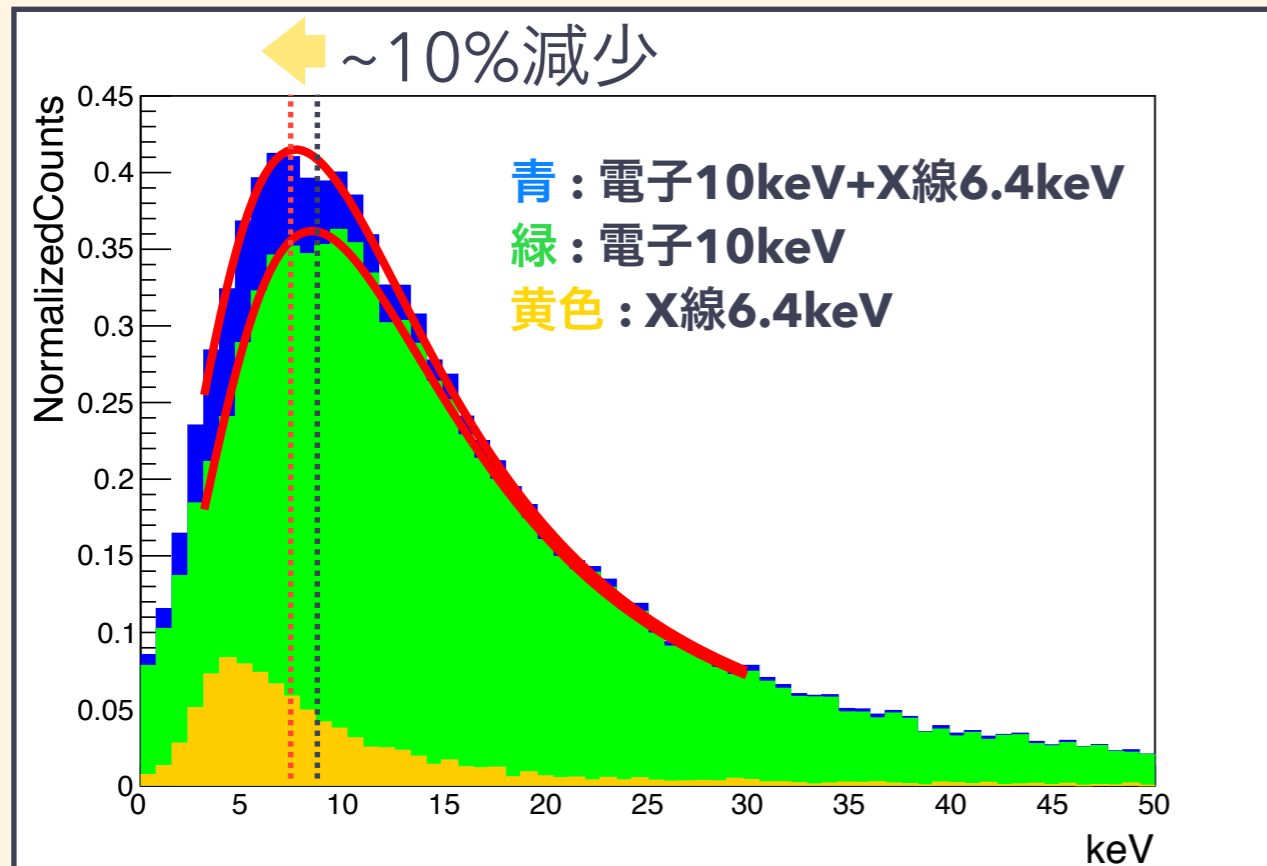


シミュレーションによる蛍光X線の評価

- CF4での測定から電子と蛍光X線の比を求める ~ 5 : 8
 - ▶ 電子10keVとX線6.4keVが分離しているスペクトル->
- Geant4を用いて両検出器のX線の検出効率を求める
 - ▶ SF6 30mbarとCF4 50mbarの同じ体積の検出器(Φ10cm×5cm)
 - ▶ SF6での電子10keVと蛍光X線6.4keVの比 ~ **10 : 1**
- Landau分布で分解能をつける -> ~10%減少



CF4 50mbar



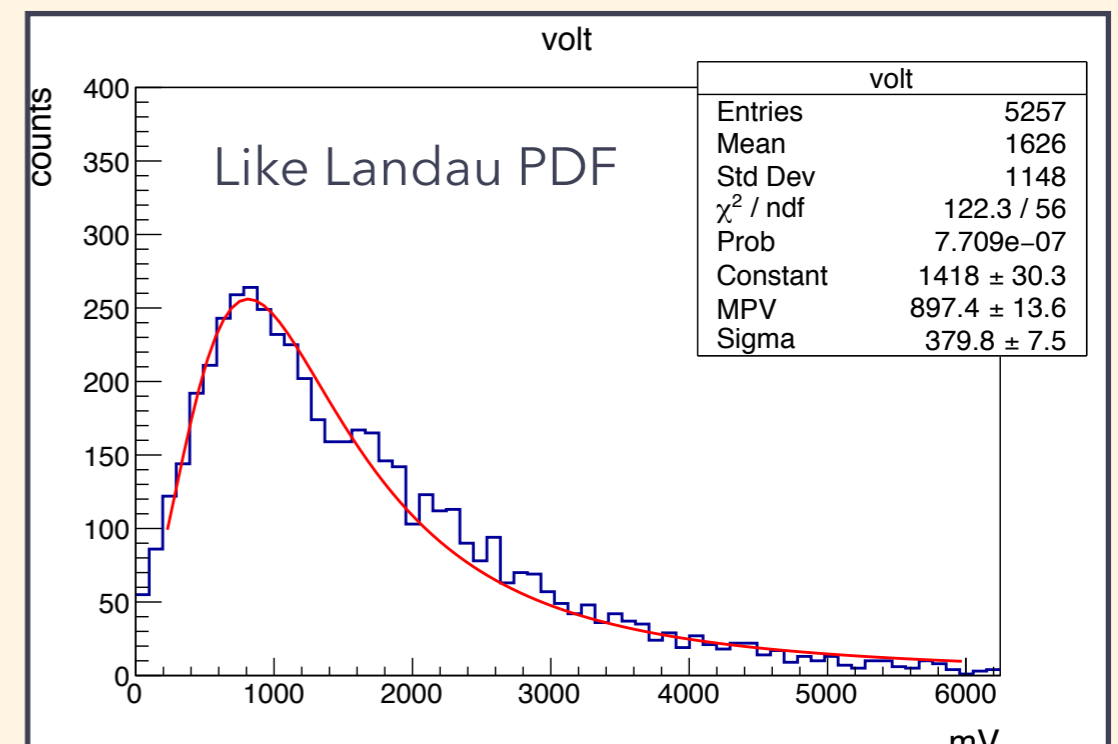
分解能50%

◎ 課題点

- ▶ エネルギースペクトルがLandau Likeな分布をしている
 - ガス増幅(micromegas)の過程でSF6ガス特有の効果がある？
- ▶ 有効体積カットがフッ素Fにも適用可能かどうか

◎ 展望

- ▶ フッ素FのデータからQuenching Factorを見積もる
- ▶ 測定されたIQFとSRIMとの比較



まとめ

- ◎ SF6のIQF測定のための低エネルギー電子較正の最適化を行った
 - ▶ 電子10 keVの測定における蛍光X線の影響をGeant4を用いて評価
- ◎ 課題
 - ▶ Landau Likeなエネルギースペクトルの原因解明
 - ▶ MIMACエレキでの有効体積カットがフッ素の測定で使用可能か
- ◎ 展望
 - ▶ SF6ガスのIQFの見積もり
 - ▶ SRIMとの比較