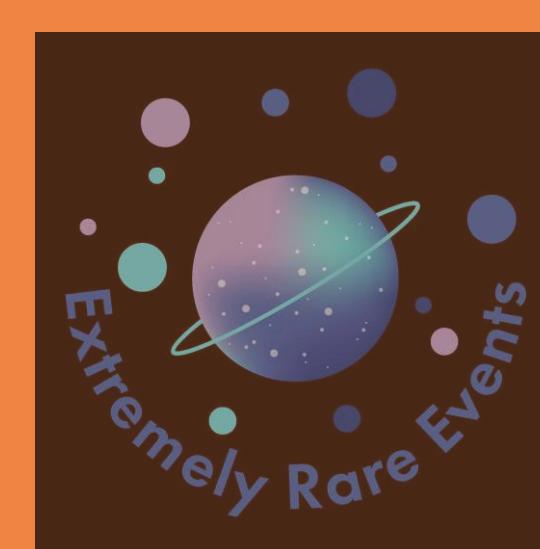


ガス検出器を用いた暗黒物質探索実験における 電離によるエネルギー損失測定のためのビーム試験

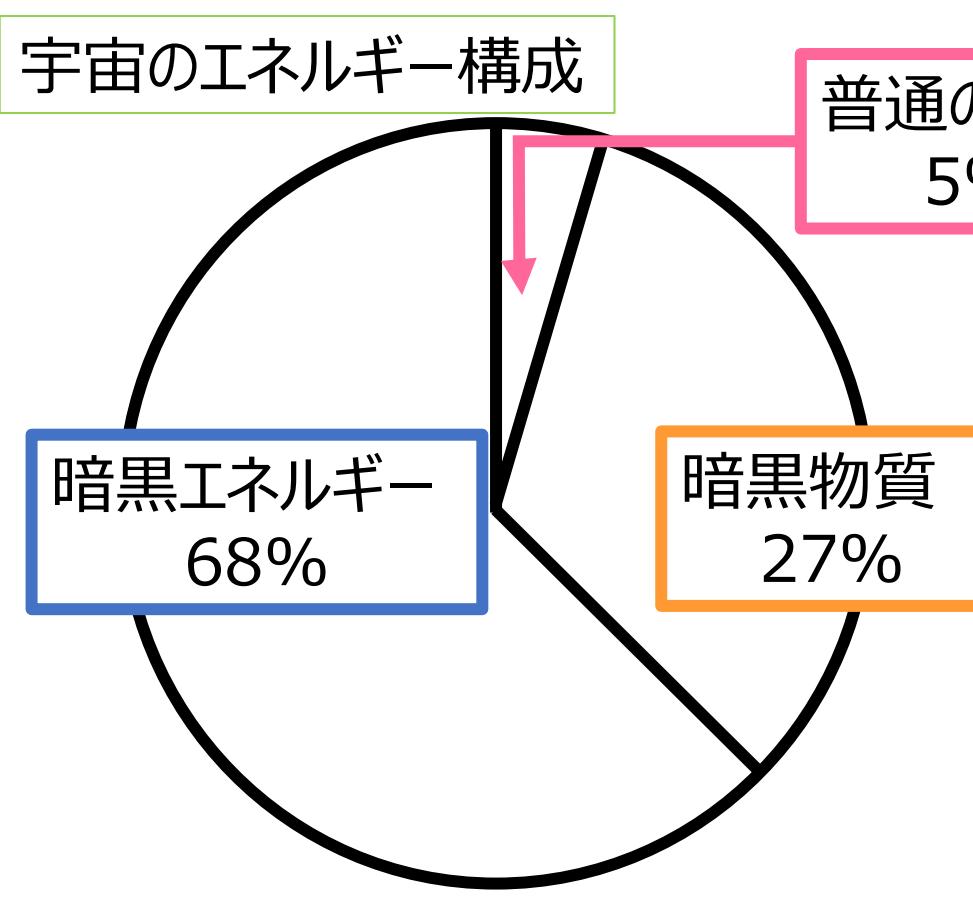
神戸大学 理学研究科 粒子物理学講座 粒子物理学教育研究分野 M1 遠山和佳子



暗黒物質探索

● 暗黒物質とは…

宇宙の全エネルギー組成の約27%を占める、目に見えない**正体不明**の物質



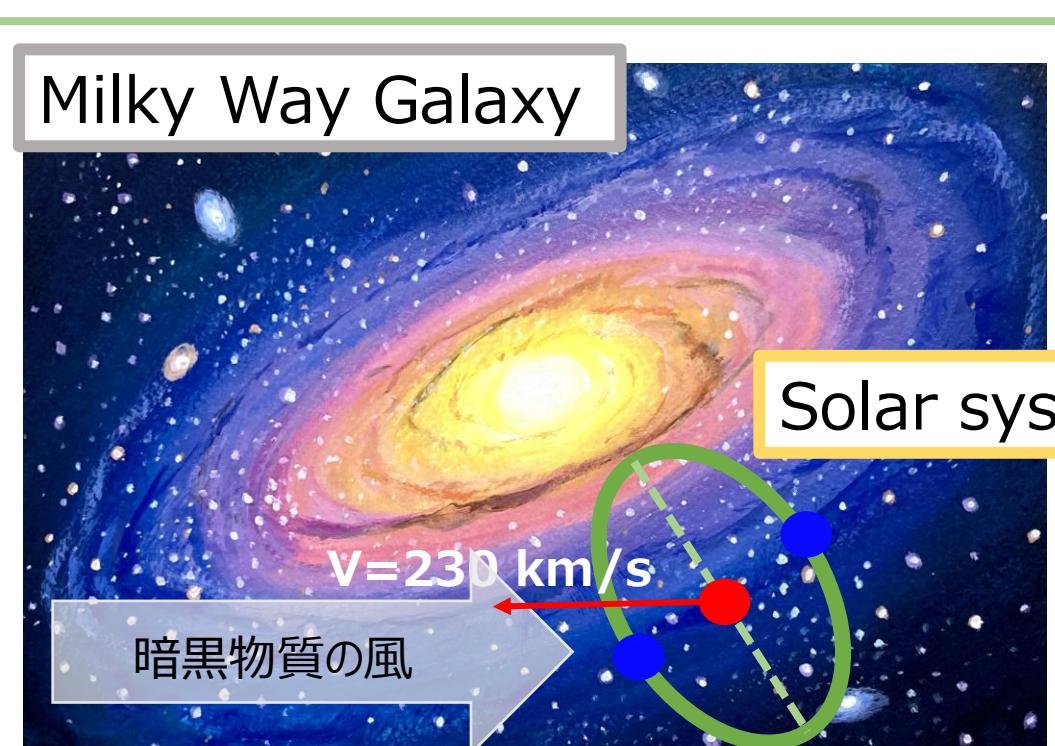
● 暗黒物質の候補

WIMP(Weakly Interacting Massive Particles)

神戸大の粒子物理学研究室では**WIMP**をターゲットとした方向感度を持った探索を行っている！

NEWAGE実験

(ガス検出器を用いた探索)



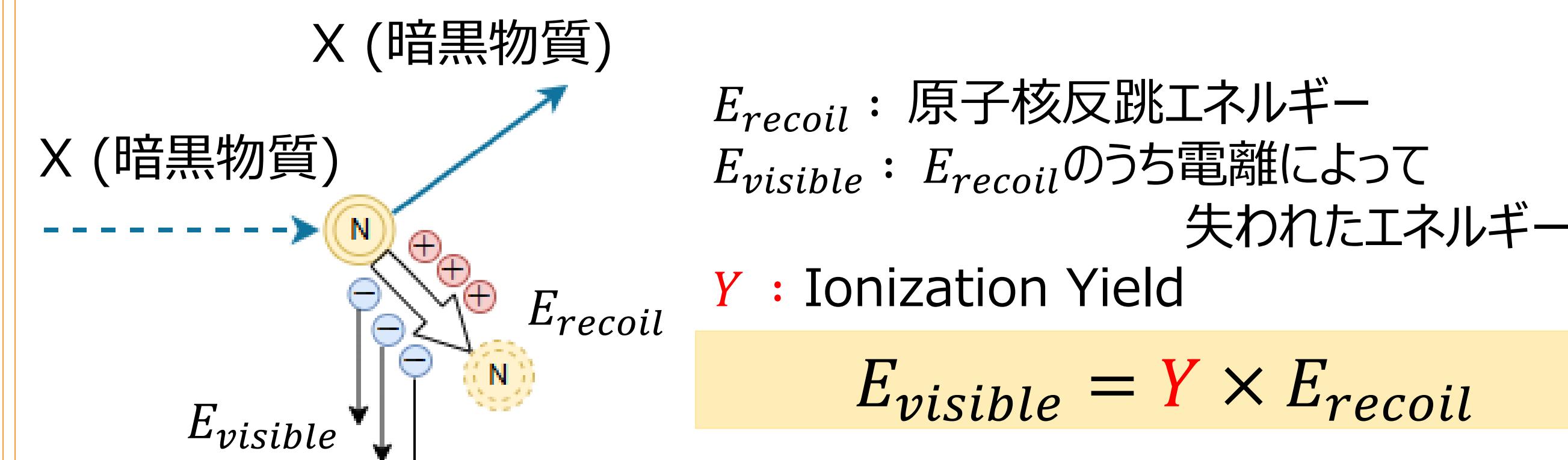
● 検出したい事象
暗黒物質の風
風下へ飛んでいくはず！？
暗黒物質(WIMP)
原子核の反跳事象を捉えたい！

- 探索方法は…？
- ・ 加速器による探索
- ・ 間接探索
- ・ 直接探索

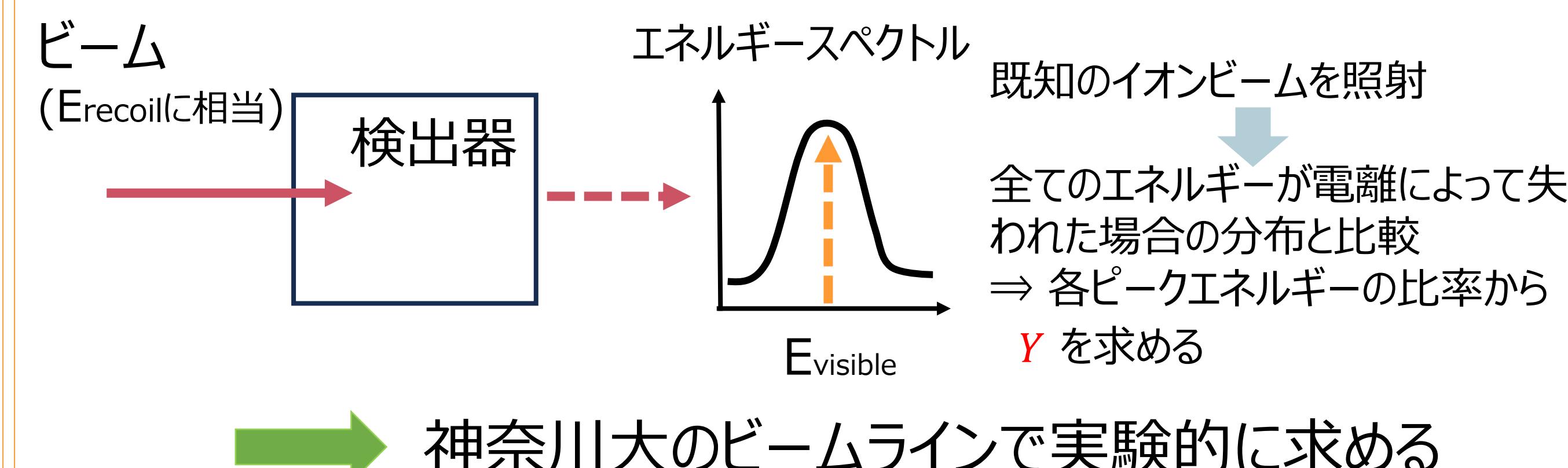
Ionization Yield測定

● Ionization Yieldとは

⇒測定可能なエネルギーと原子核反跳のエネルギーとを補正する係数



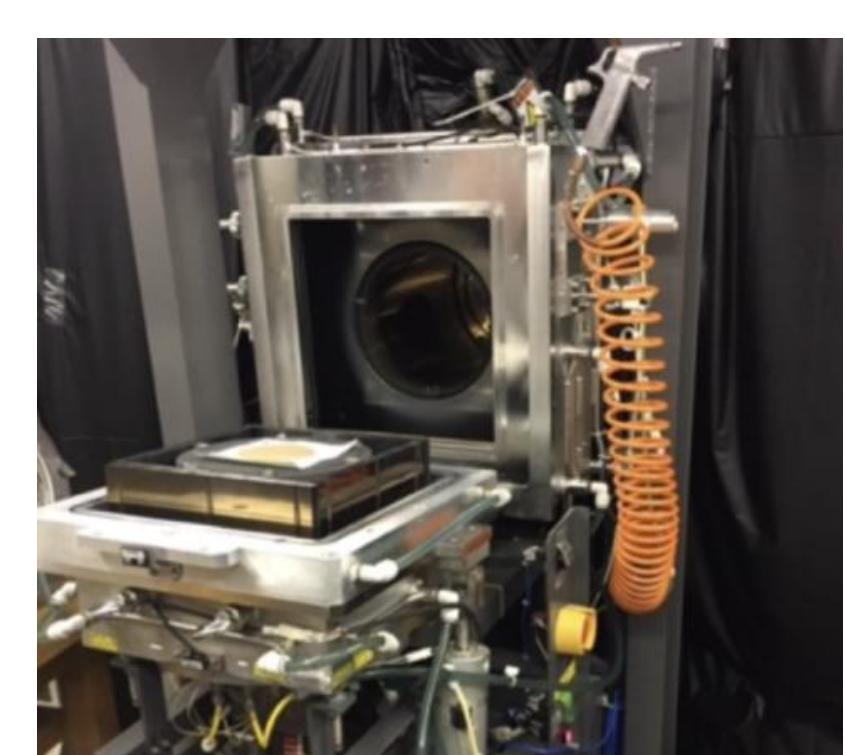
● Ionization Yieldを求める流れ



ビーム実験概要

測定条件

- 測定期間 : 2025/9/3~5
@神奈川大
- ・ フッ素イオン
- ・ ビームエネルギー : 5~50 keV
- ・ ガス : CF₄,
- ・ ガス圧 : 0.06気圧



- ◆ 神奈川大ビーム情報
 - ・ 低エネルギー試料照射装置
 - ・ 加速電圧 : 5~200 kV
 - ・ イオン種 : H, He, F, Ar, Cなど

ビーム入射孔

厚さ10 μm のステンレス
箔に直径1 μm の穴

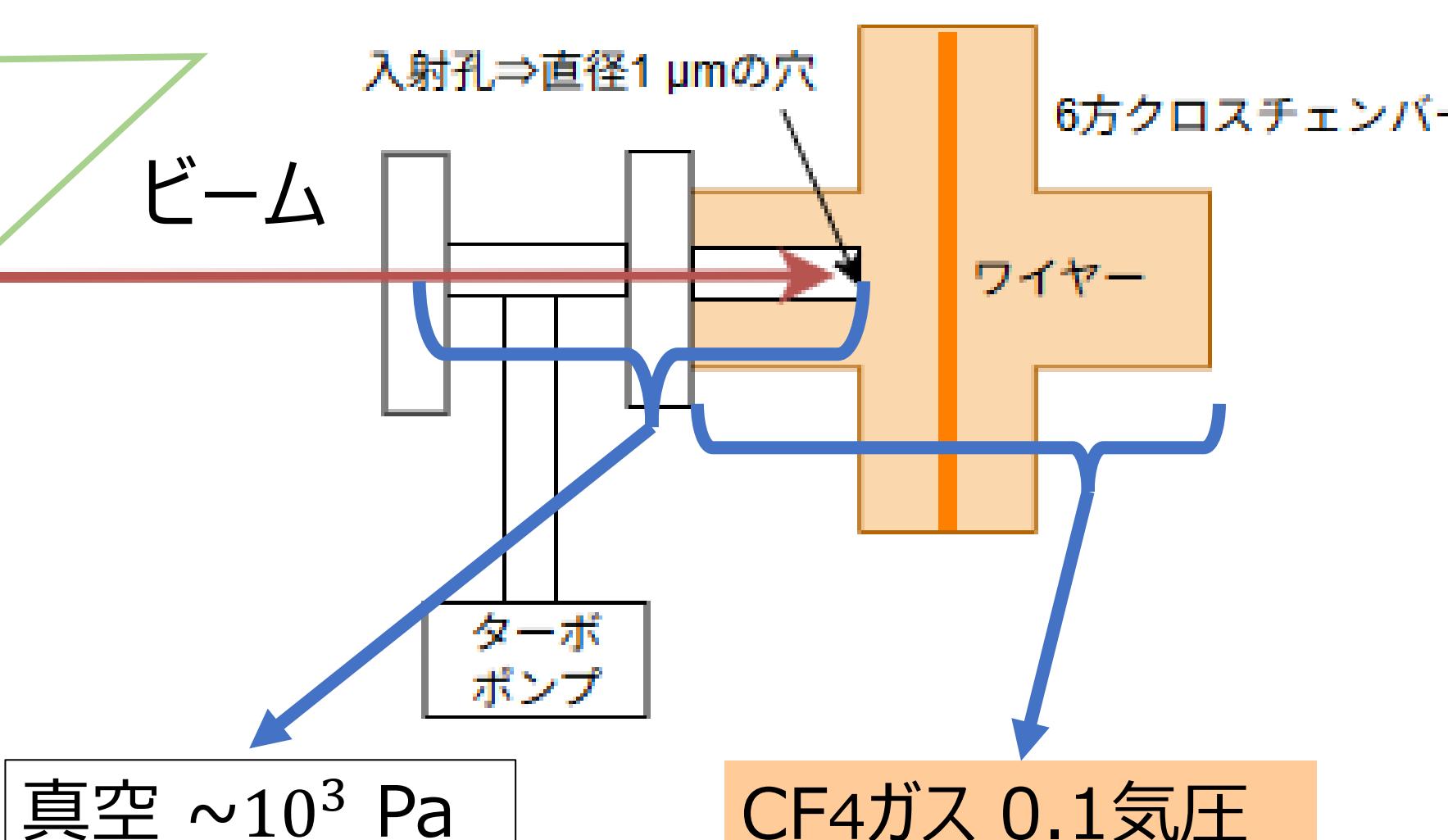
そこにビーム通す！



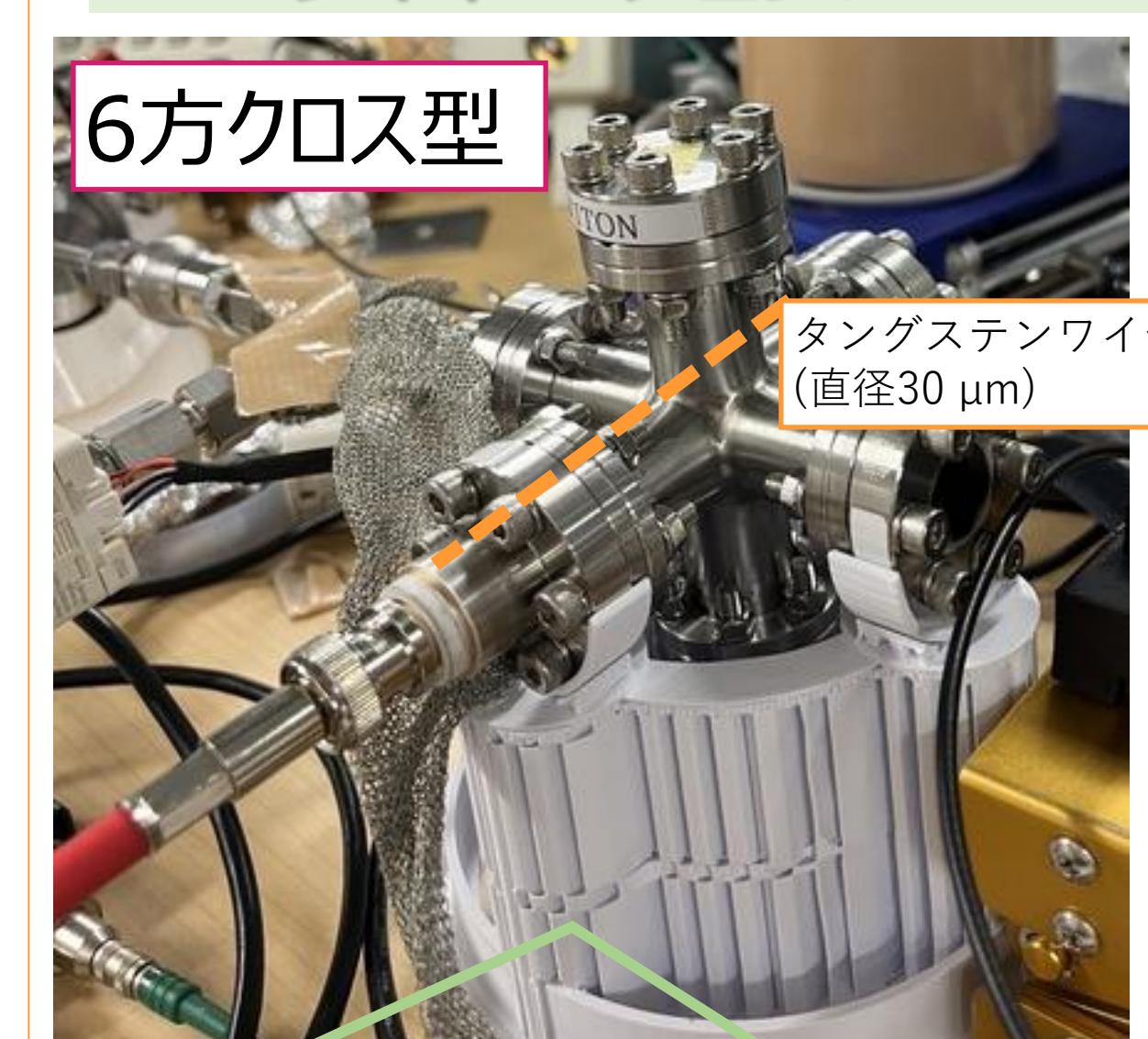
先行研究
COMIMAC加速施設での実験
(Grenoble)

1 μm の穴を通した真空と
ガス領域の破れはなかった

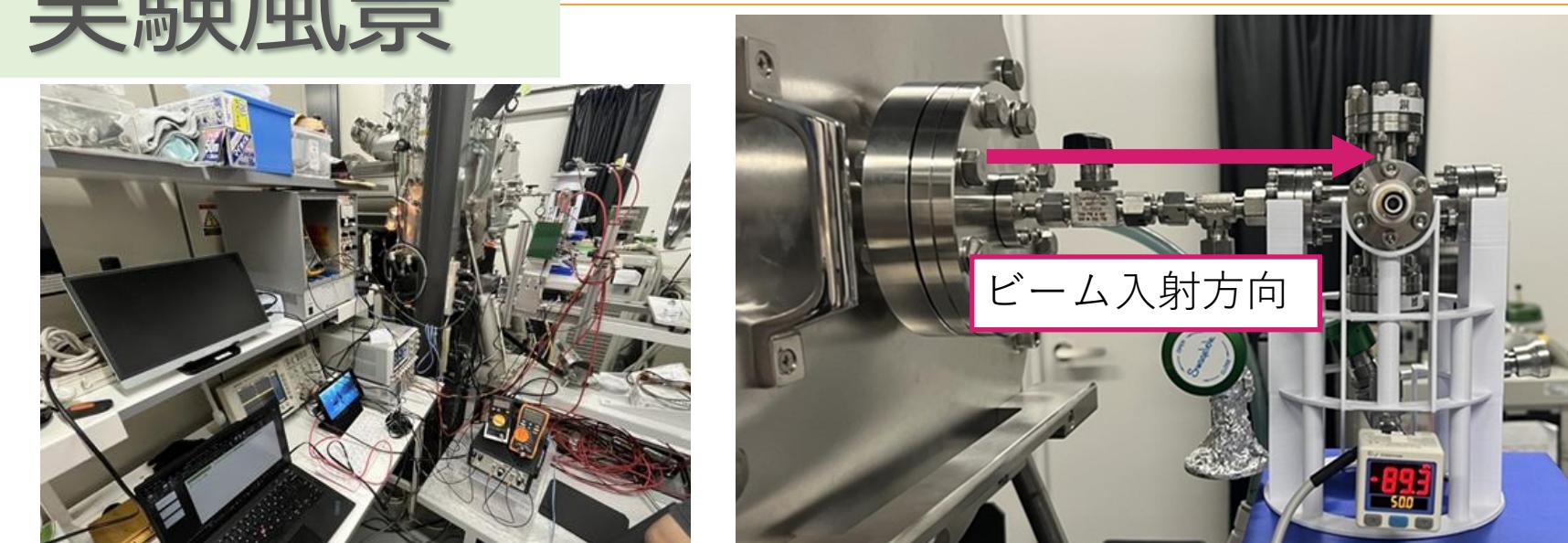
ビームライン模式図



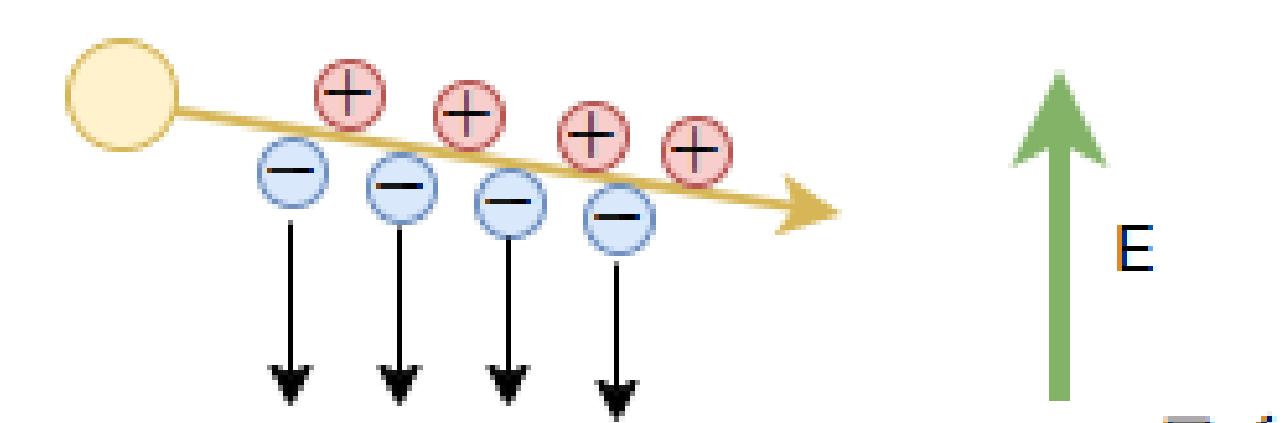
ワイヤーチェンバー



実験風景

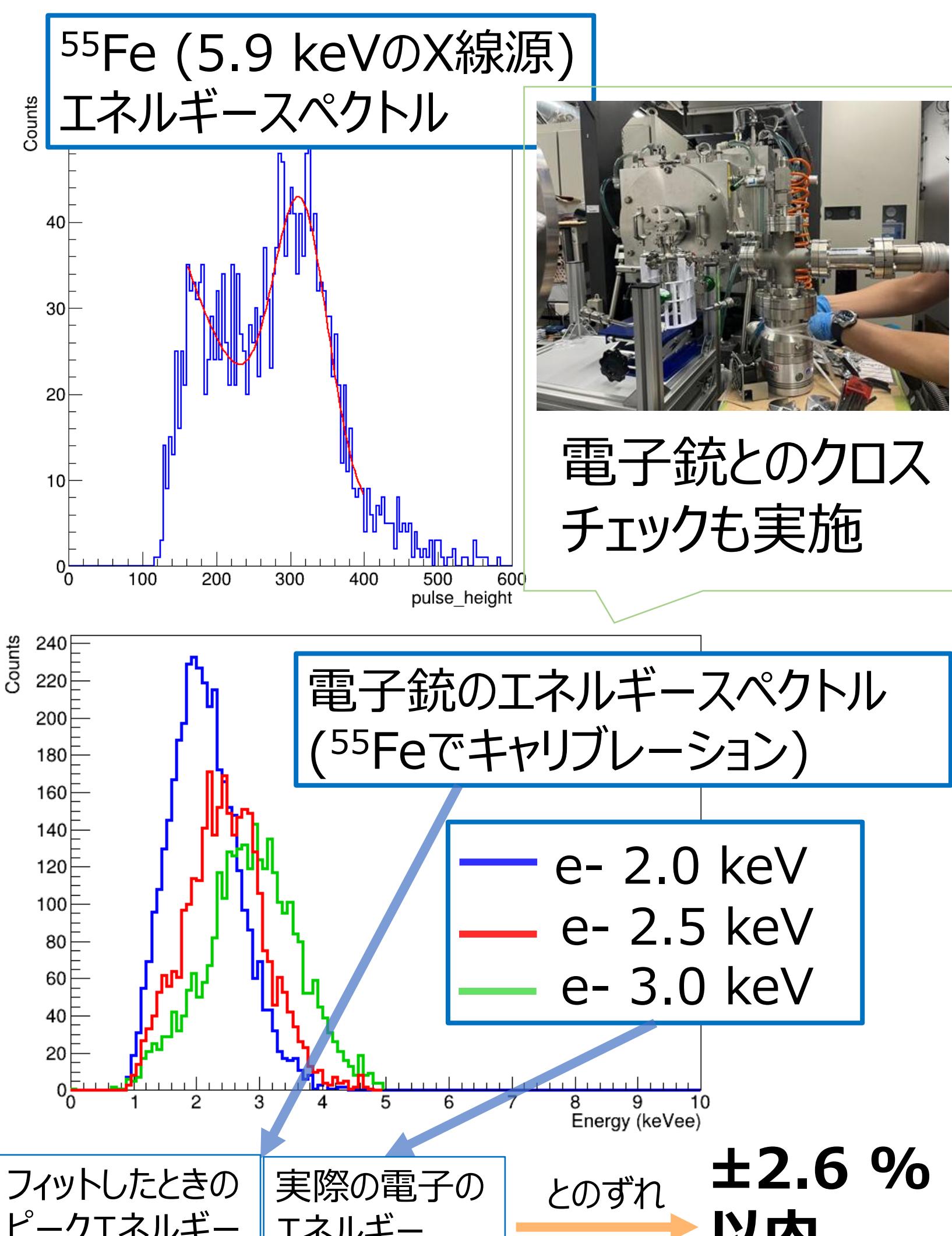


検出原理

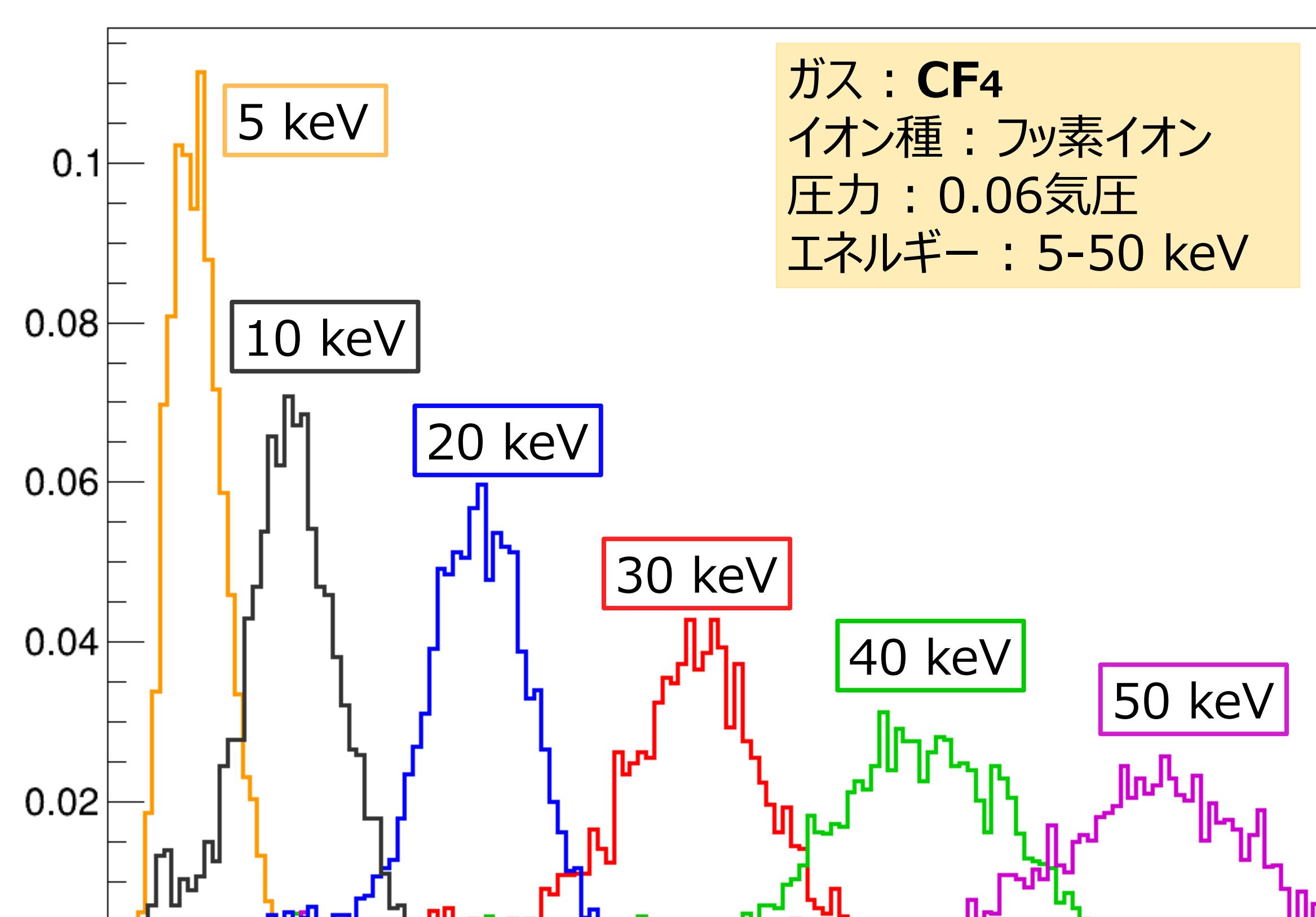


エネルギーキャリブレーション

ビームによるデータ測定毎にキャリブレーション
⇒正確なビームエネルギーを測定



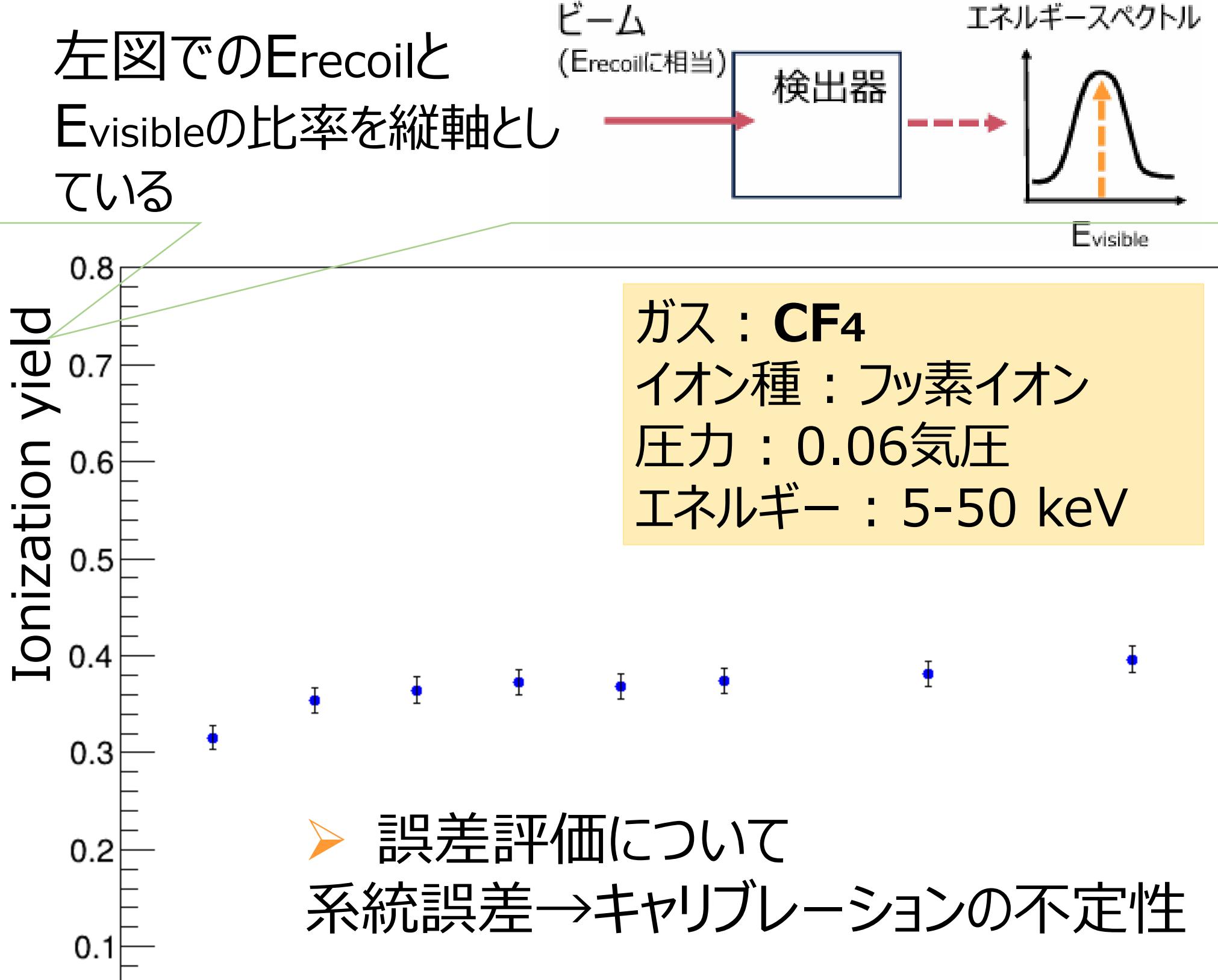
フッ素イオン エネルギースペクトル



- ビームエネルギーに対する測定エネルギーの相関も確認
- 電離以外でエネルギーを落としていることを確認
- Ionization Yieldは約30~40 %

ビーム実験結果

フッ素イオン Ionization Yield



- 誤差評価について
系統誤差→キャリブレーションの不定性
- CF₄ 0.06気圧中でのフッ素の
Ionization Yieldを求めることができた

展望・結論

● 展望

- シミュレーションと実測値との違いを説明できる、もしくは実測値の正確性を確かめられるようなデータを得る or 調査を実施
- 求めたIonization Yieldの値で正確な暗黒物質による原子核反跳のエネルギーを測定する

● 結論

- 暗黒物質の直接探索では暗黒物質による原子核反跳事象を検出
- Ionization Yield測定のためのビーム試験を実施
- 1 μm の穴を境とした真空とガス領域の分離に成功
- ビームエネルギーに対するエネルギーピークの相関を確認
- CF₄ 0.06気圧中でのフッ素イオンのIonization Yieldを求めた
- 日本で低速イオンビーム施設を用いたIonization Yield測定手法確立へ