

アルファ線を使った PRISMのための入射器の開発

久野研究室 M2 荒木慎也

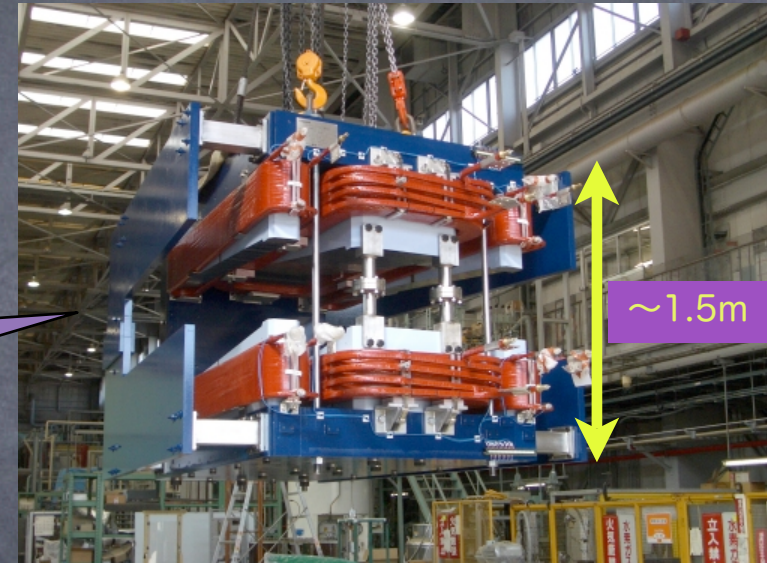
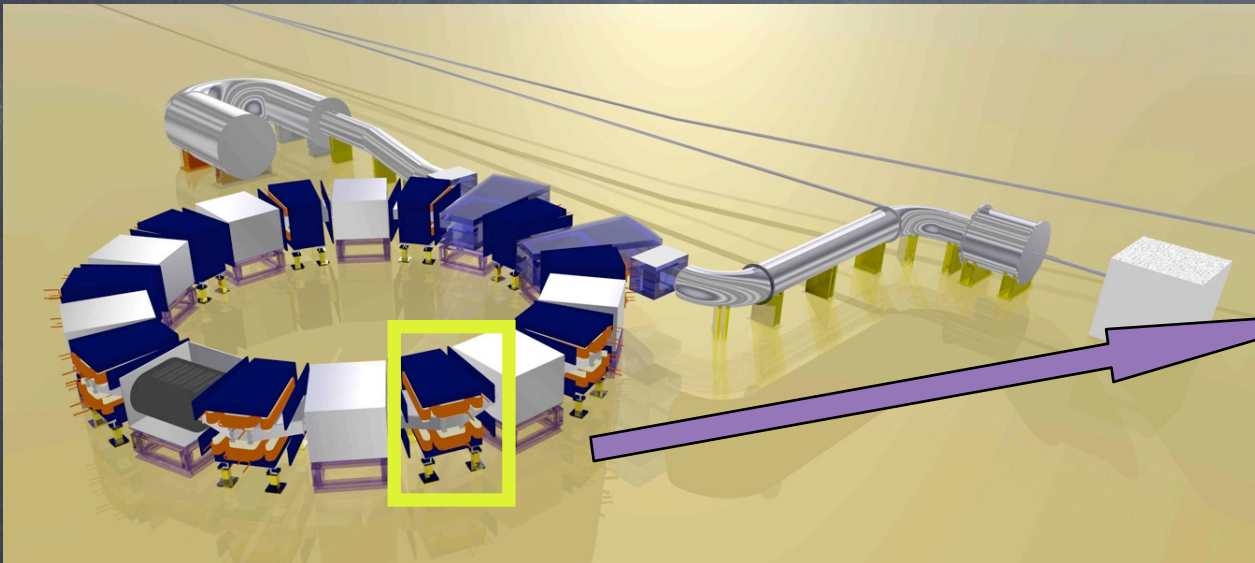
目次

- PRISM
- アルファ線入射実験
- 入射器の開発
 - アルファ線源
 - 減速材
 - コリメーター径の決定
 - 減速後のエネルギー測定

PRISM計画

PRISM：大強度、高輝度、高純度ミュオン源

PRISM-FFAG電磁石

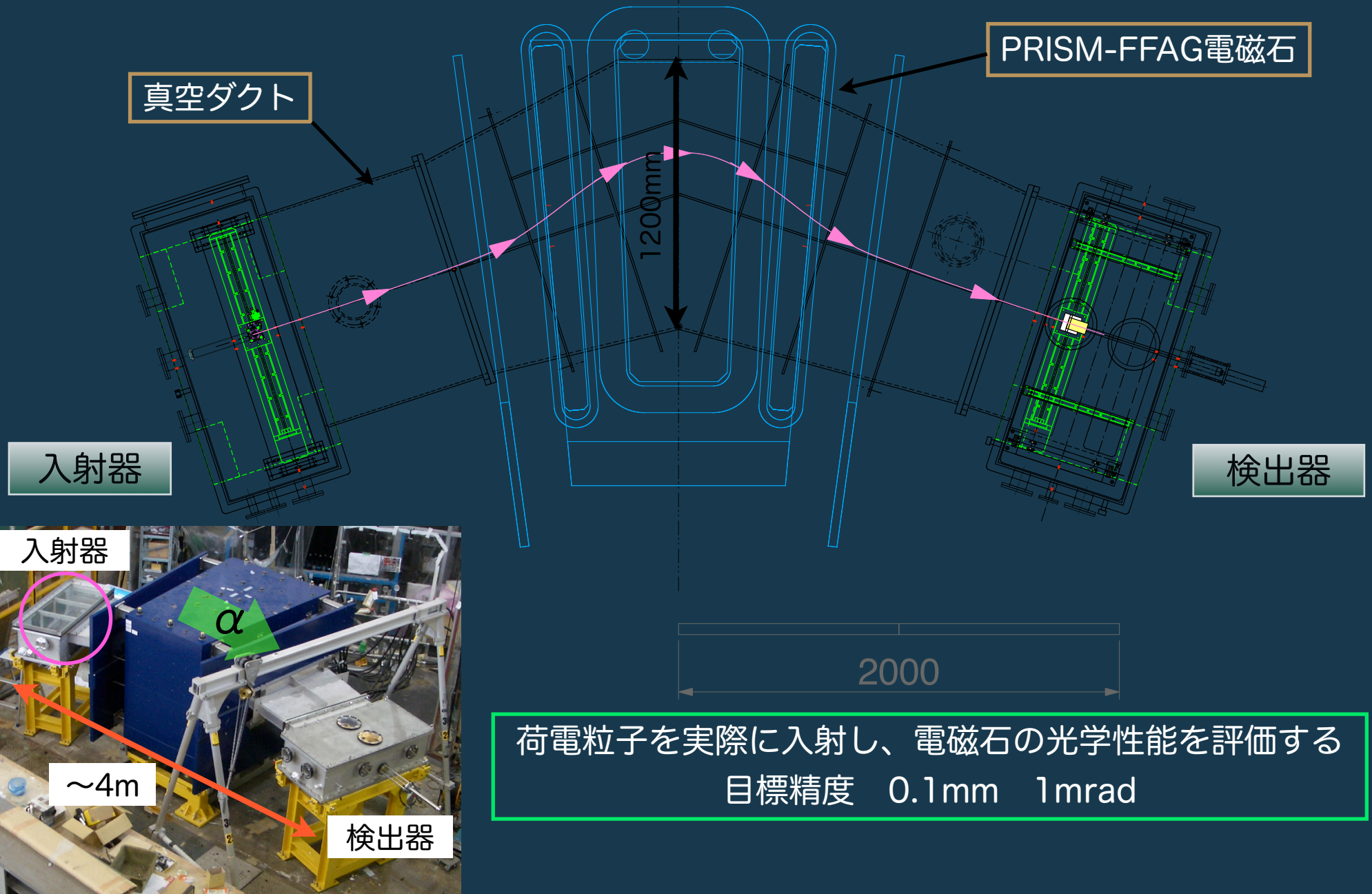


PRIME：大強度ミュオン源を用いて
 $\mu^+(A,Z) \rightarrow e^+(A,Z)$ の探索

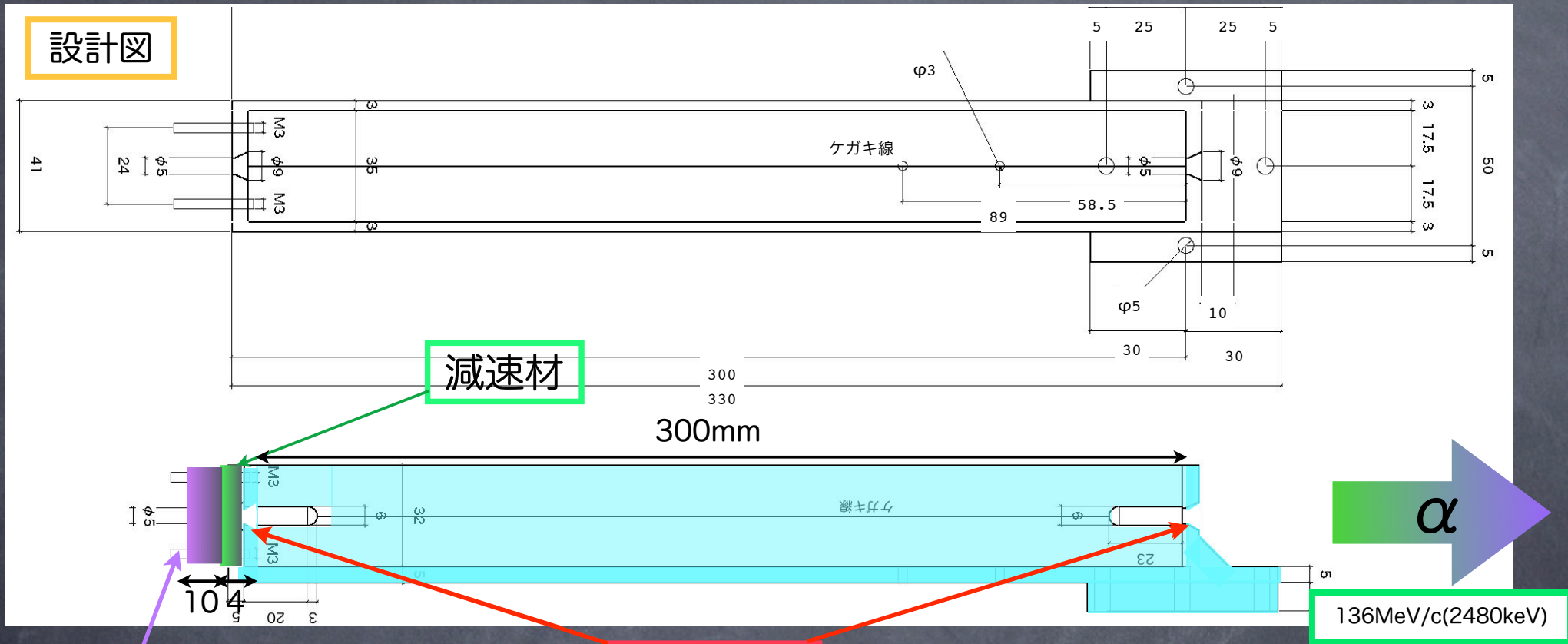
大口径(300mm×1000mm)のビームダクト

PRISM-FFAG(固定磁場強収束)リングによる位相空間回転によって $10^{12}\mu^-/s$ を目指す
→ アルファ線を用いた性能評価

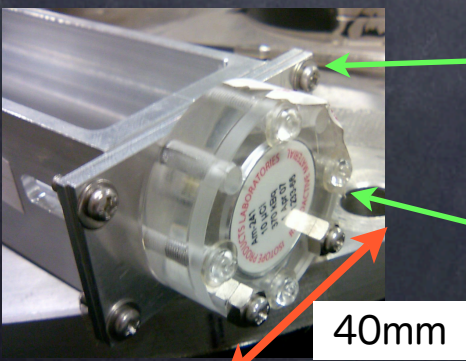
アルファ線入射実験



入射器の開発



α線源(²⁴¹Am)



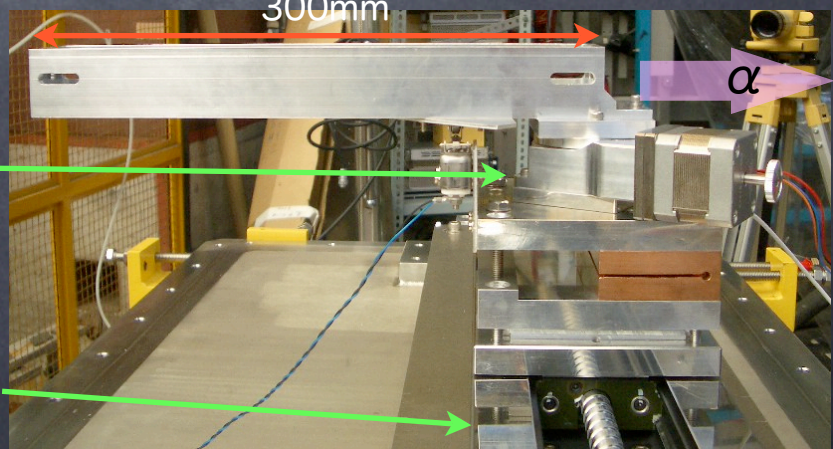
減速材

α線源

コリメーター

回転ステージ
シグマ光機(KSPS-606M)
±300mrad 精度1mrad

リニアガイド
シグマ光機(SGSP46-800)
800mm 精度0.1mm



アルファ線源

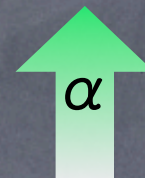
アルファ線源への要求

- ・ 高強度であること
- ・ エネルギー分布の広がりを抑えていること

5486keV(文献値)

密封膜による分布の広がり

~400keV



^{241}Am

非密封線源



^{241}Am

密封線源

特注した線源の概念図



- A. Standard window 0.052 μm (Au)
- B. Electroplated pure ^{241}Am
- C. Platinum Clad Nickel Foil

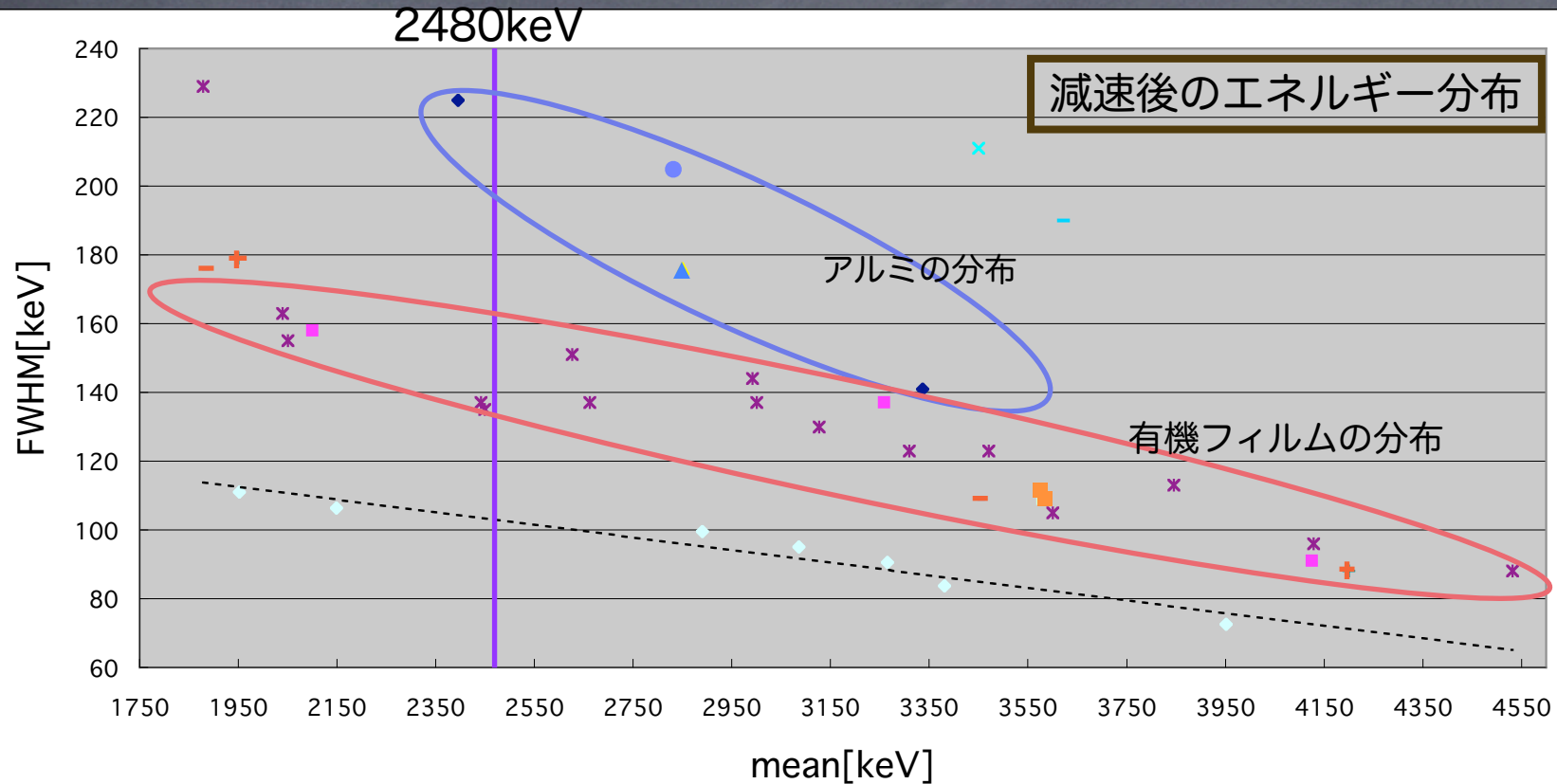
Cross-section

強度 : 370kBq
FWHM : ~40keV

減速材の選定

減速材への要求

- ・ 2480keV程度まで減速すること
- ・ 減速後のFWHMを140keV以下にできること



| | | |
|------------------------|--------------------|--------------------------------|
| ◆ アルミ(goodfellow社) | ■ マイラー(シーアイ工業) | ▲ アルミ(日本製箔) |
| × アルミ | × アラミド(帝人テクノプロダクツ) | ● アルミ(キッチンフォイル) |
| + アラミド1 | - アラミド2 | - カーボン |
| ◆ アルミでの減速結果(by GEANT3) | ■ マイラー(帝人デュボン) | ----- 線形(アルミでの減速結果(by GEANT3)) |

アラミドフィルム(帝人テクノプロダクツ) が最適と判断し減速材(21 μ m)として採用

コリメーター径の決定

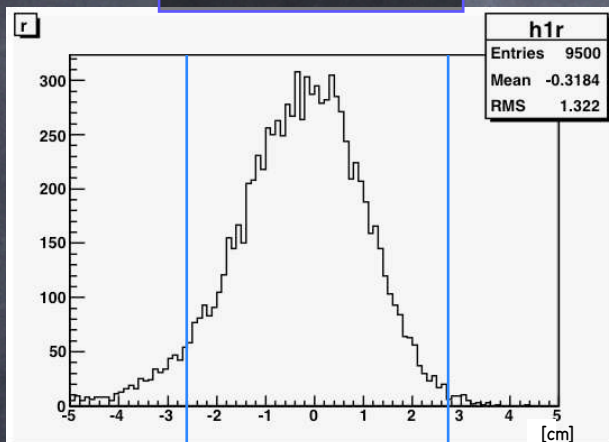
コリメーターへの要求

- ・ 検出レートが数Hz程度以上であること
- ・ 検出位置での中心値の特定ができること

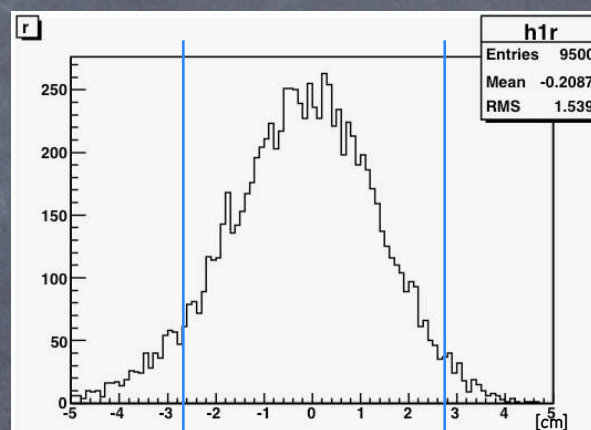
コリメーター径を変化させたときの、検出位置におけるアルファ線の広がりの様子

- ・ 理想的な減速材(表面粗さ=0)を用いて、136MeV/cまで減速して入射

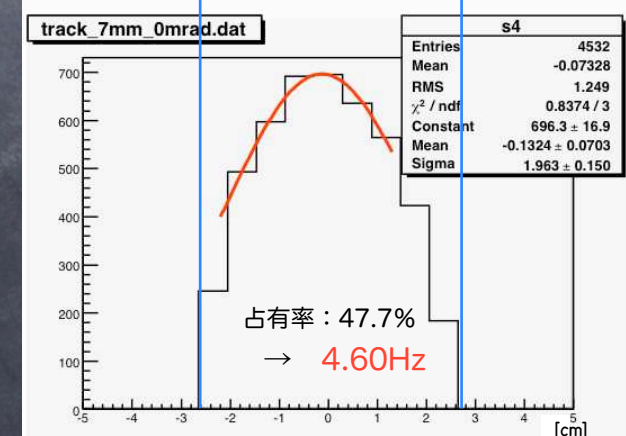
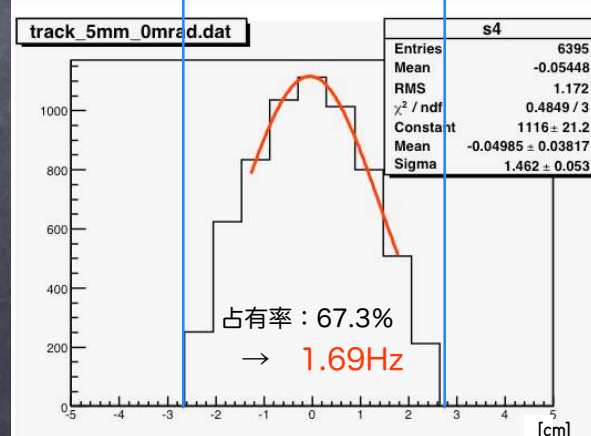
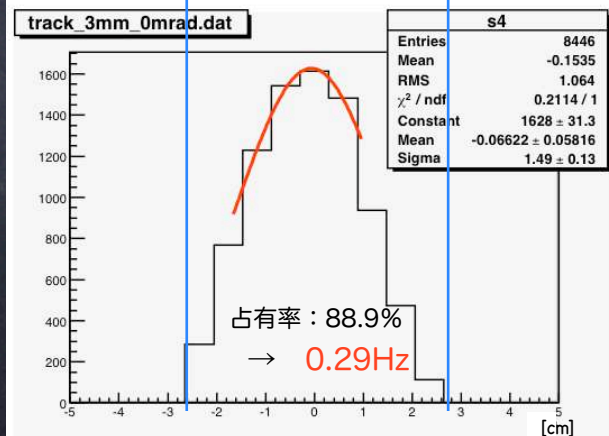
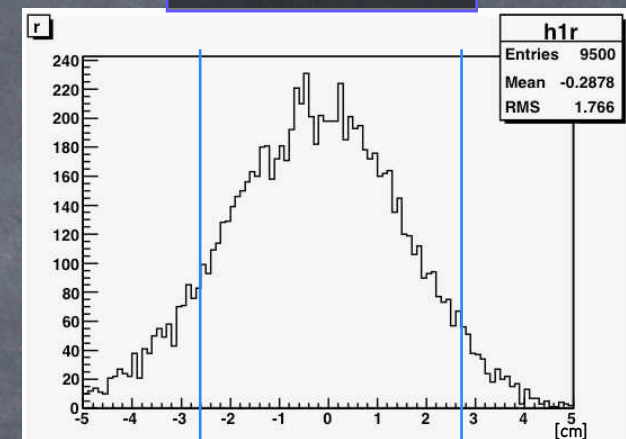
直径3mmの場合



直径5mmの場合



直径7mmの場合

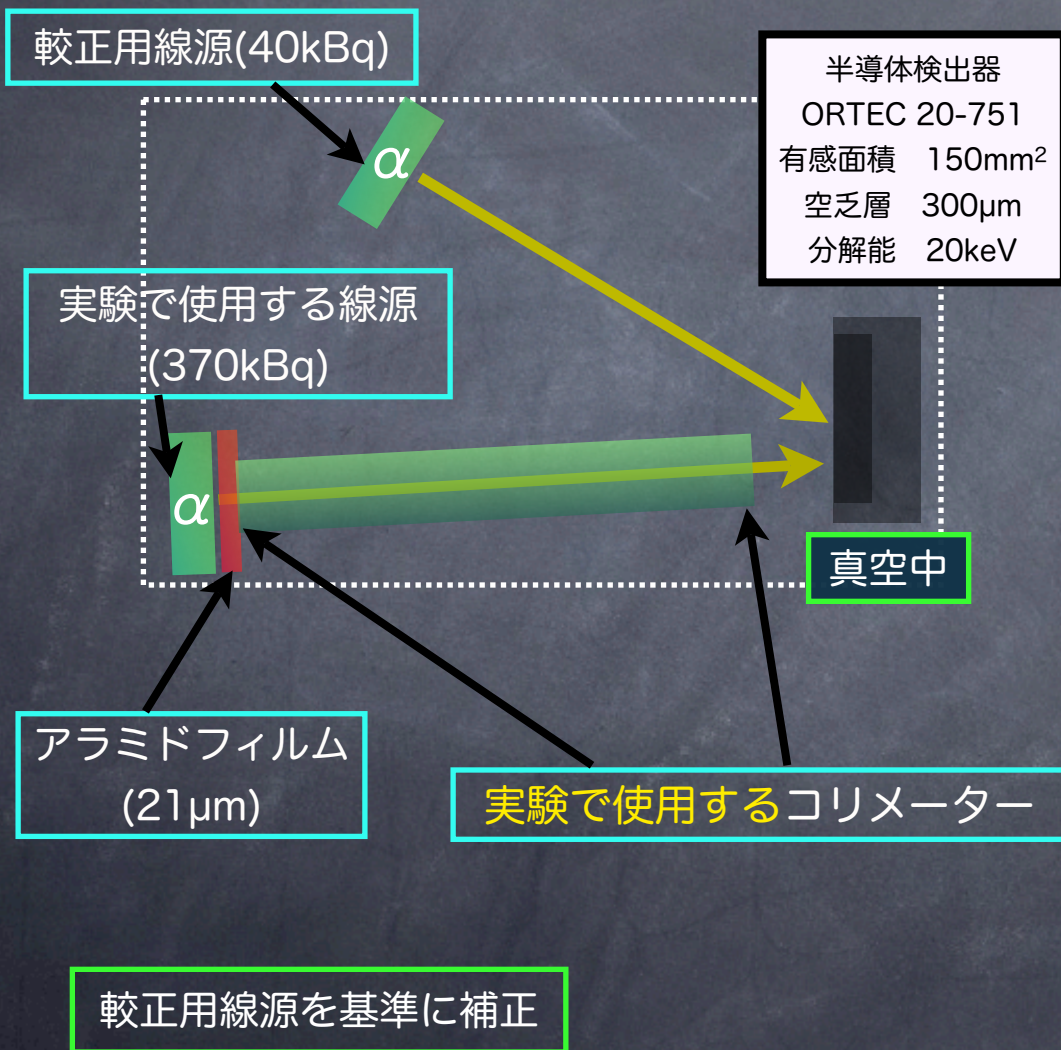
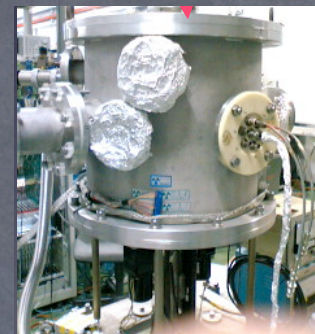


直径5mmを選択

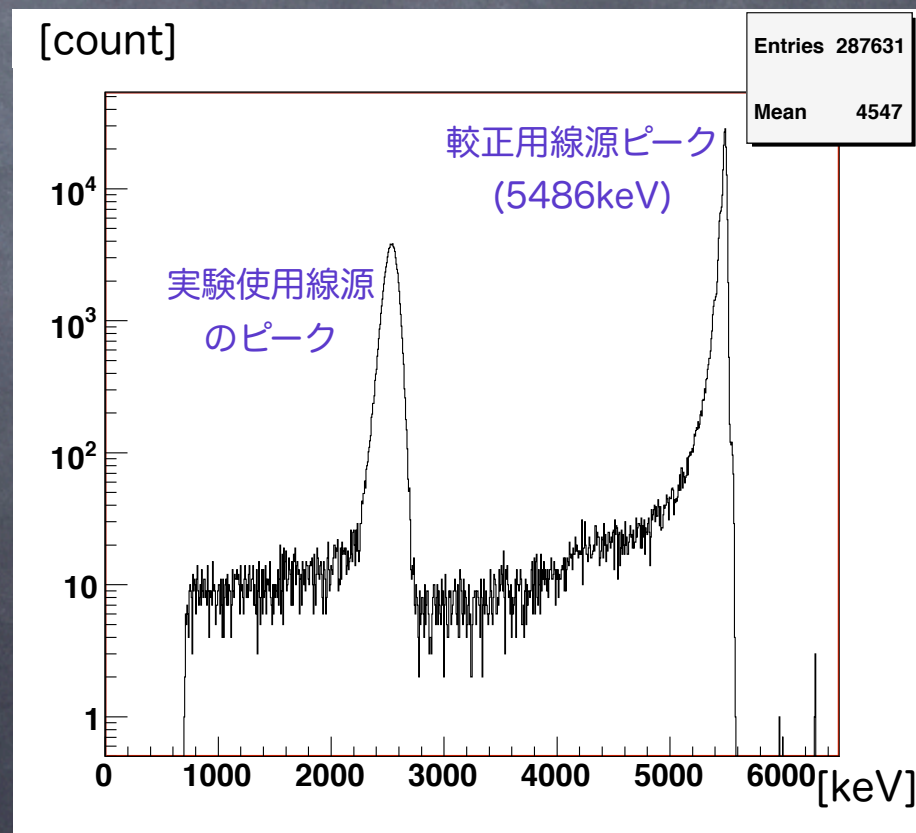
減速後のエネルギー測定

入射エネルギー1keVの違いは検出位置0.2mmの違いに相当

➡ 2線源を用いたエネルギーの正確な絶対値の測定が必要



2線源を用いて同時測定

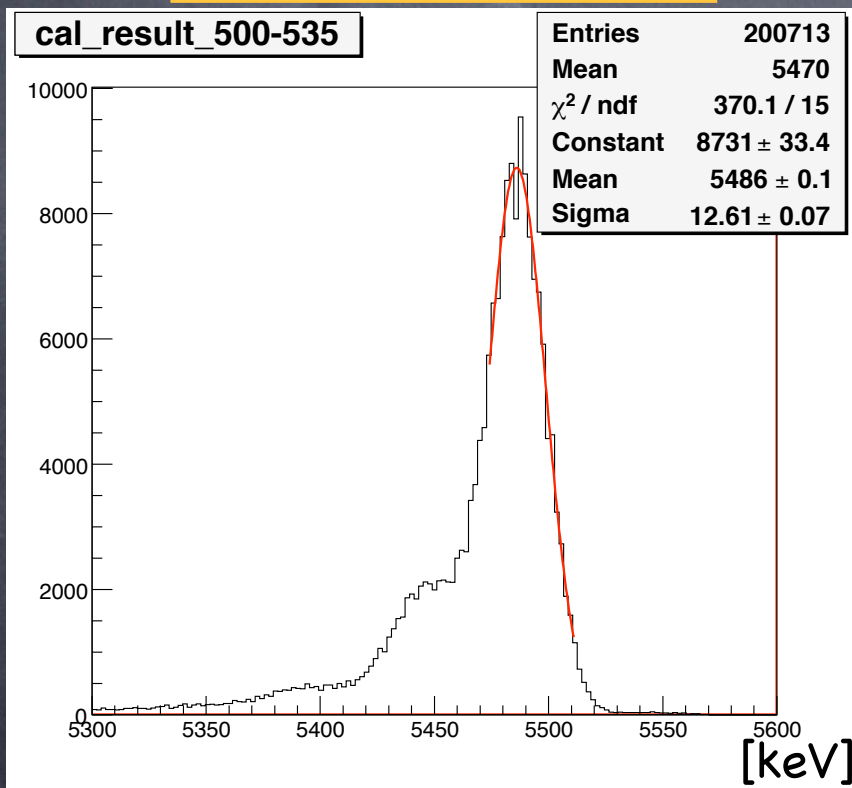


減速後のエネルギー測定

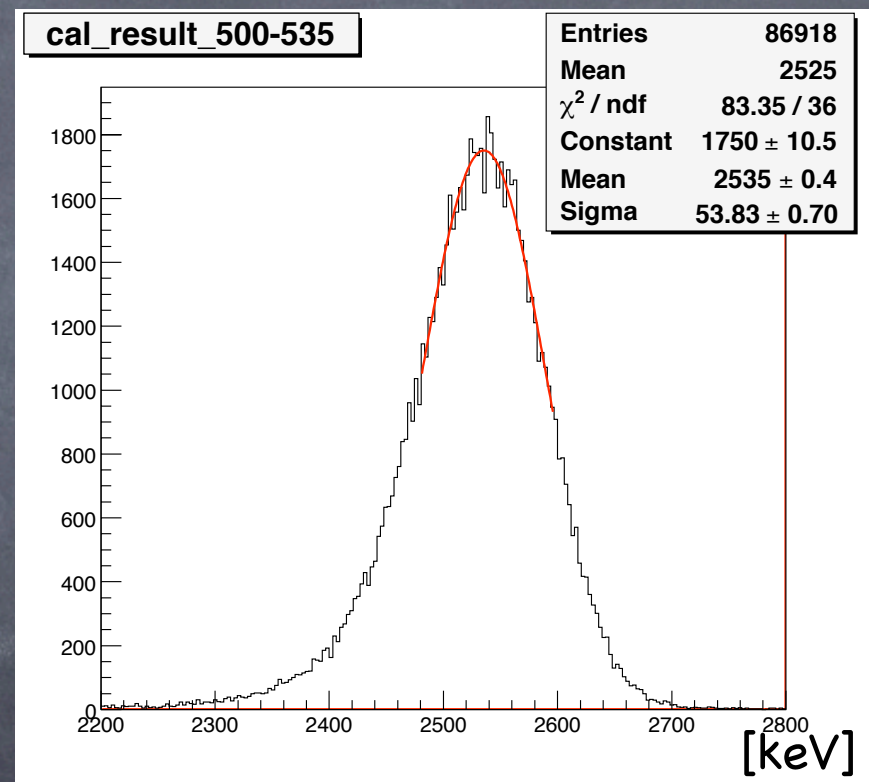
1回の測定 → 8000trig ~20分

毎回の測定で較正用線源のmean値を5486keVとして統計を足し合わせ

較正用線源のスペクトル



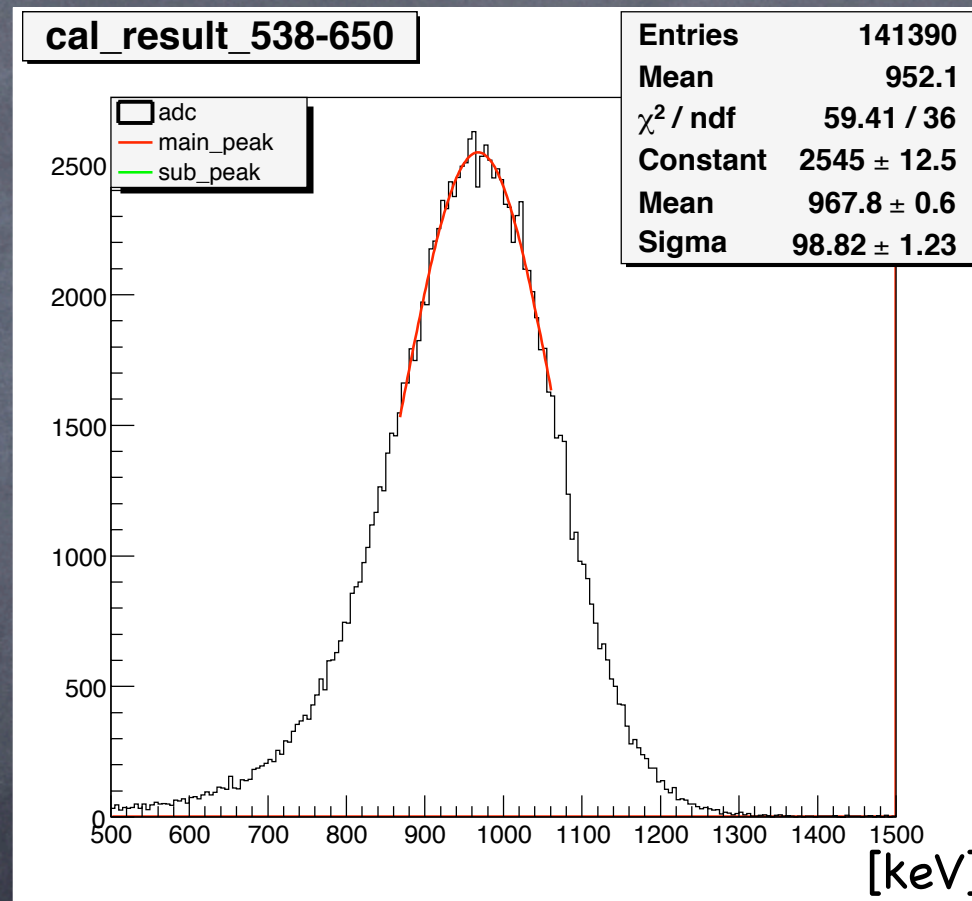
減速後のスペクトル



PH-ADCの較正エラー $1.76 \times 10^{-4} \text{keV/ch}$

$E = 2535 \pm 0.67 \text{keV} (137.4 \text{MeV}/c)$ FWHM = $122.8 \pm 2.4 \text{keV}$

6セルリング試験のための エネルギー減速



$$E = 968.7 \pm 0.7 \text{ keV} (84.9 \text{ MeV}/c) \quad \text{FWHM} = 232.2 \pm 2.9 \text{ keV}$$

まとめ

- ・ PRISM-FFAG電磁石性能評価実験のための要求を満たす入射器を設計した
 - ・ アルファ線源 → 強度 370kBq 、 $0.052\mu\text{m}_{\text{Au}}$
 - ・ 減速材の選定 → アラミドフィルム、 $21\mu\text{m}$
 - ・ コリメーター径 → 直径 5mm を選択
 - ・ 実機を使用しての減速後のエネルギー測定
 - ・ Mean $2535\pm 0.67\text{keV}$ 、 FWHM $122.8\pm 2.4\text{keV}$
- ・ 6セルリング実験にて、当該入射器を使用する予定