

SMILE25 : 電子飛跡検出型コンプトンカメラの 電子飛跡解析の改良による イメージングの改善

京都大学 宮本奨平

谷森達, 窪秀利, 高田淳史, Parker Joseph, 水村好貴,
水本哲矢, 園田真也, 友野大, 中村輝石, 松岡佳大,
古村翔太郎, 中村祥吾, 岸本哲朗, 小田真, 竹村泰斗,
中増勇真, 吉川慶, 身内賢太郎(神戸大学),
澤野達哉(金沢大学数物), 黒澤俊介(東北大金研)

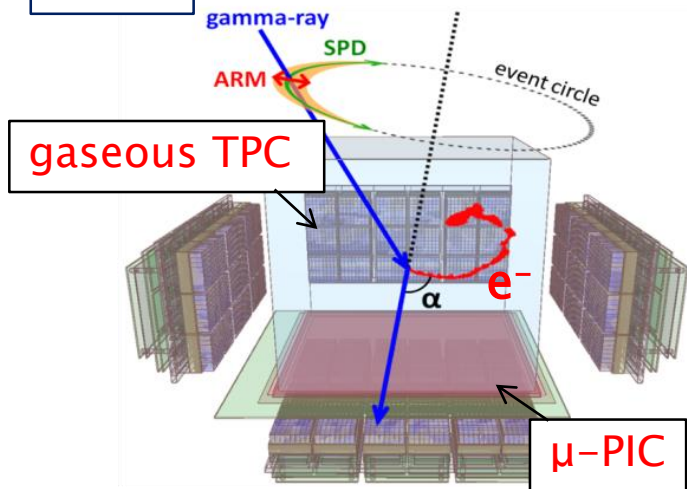
目次

- 電子飛跡解析の改良
- 2次元角度分布の評価
- imaging spectroscopy
- 課題と展望
- まとめ

電子飛跡解析の改良

春季大会の内容

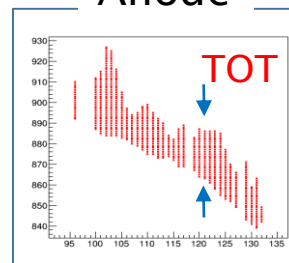
ETCC



TOT(Time Over Threshold)補正

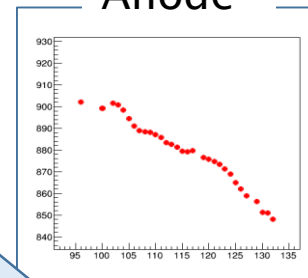
従来解析

Anode

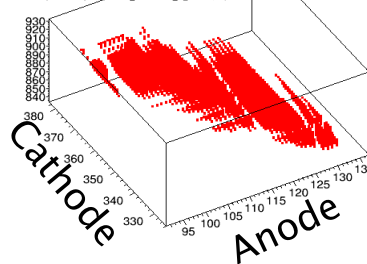


TOT補正

Anode

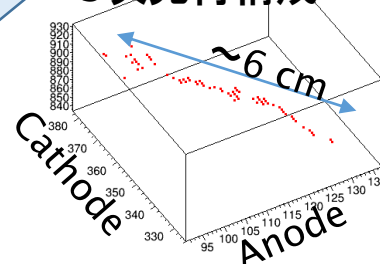


3次元再構成



TOT補正

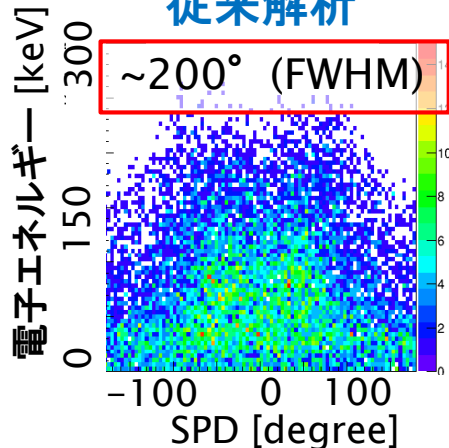
3次元再構成



SPD分布(662 keV)

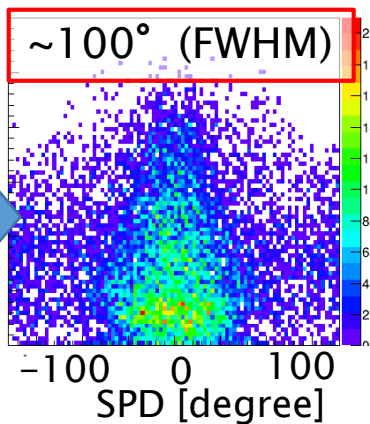
従来解析

~200° (FWHM)



TOT補正解析

~100° (FWHM)



飛跡解析の結果SPDが原理限界に近付いた

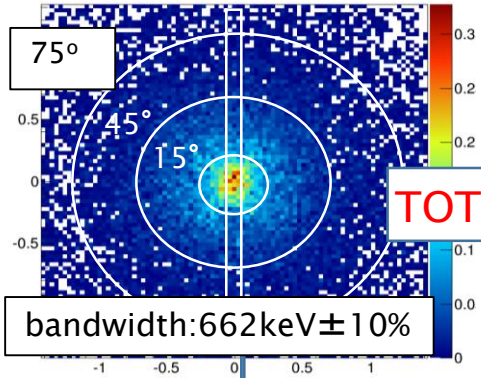


imaging spectroscopyへどう影響するか

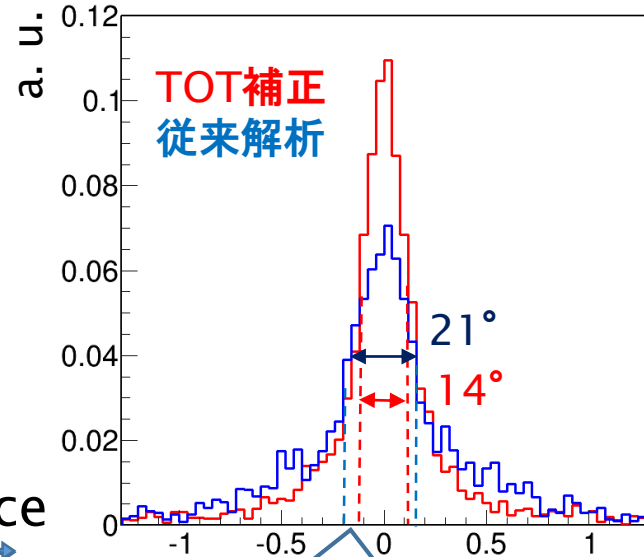
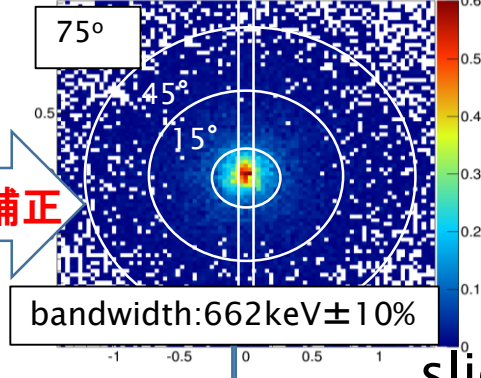
2次元角度分布の評価

^{137}Cs @視野中心での実測データ

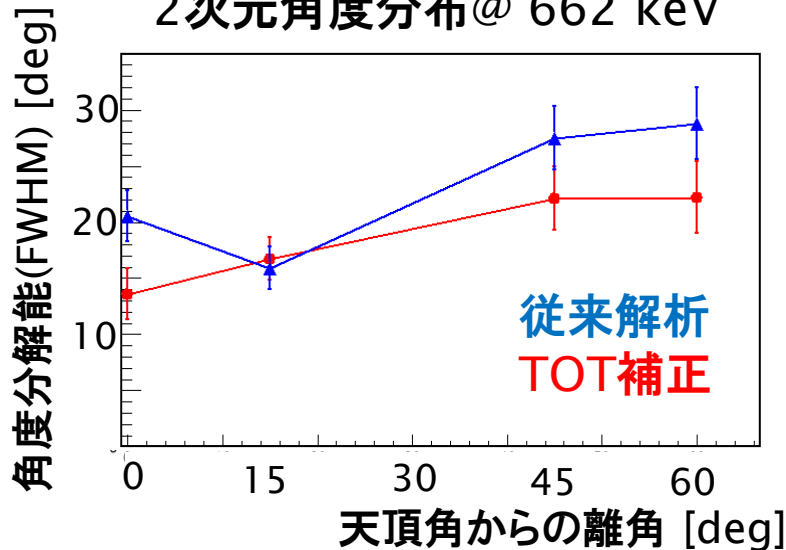
従来解析



TOT補正



2次元角度分布@ 662 keV



FWHMで2次元角度分布を評価

SPDが小さくなった結果

2次元の角度分布が集中した

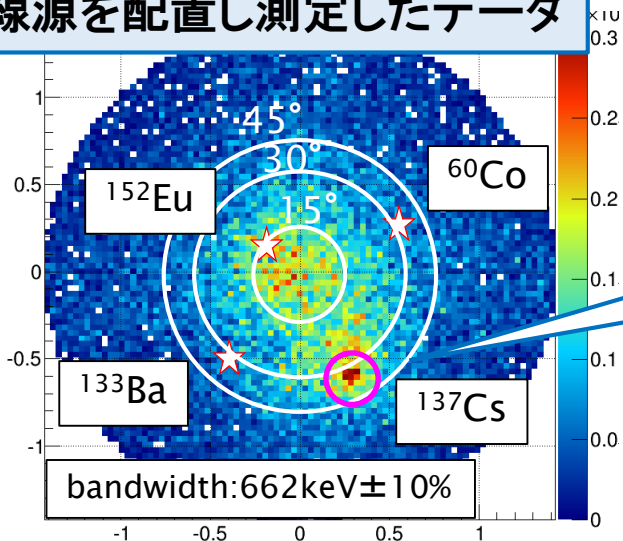
21° → 14° @ 視野中心、662 keV

PSFは空気散乱や線源の広がり効果を考慮したPSFの評価が必要

PSFの評価(シミュレーション)→高田講演 25aSJ-12

imaging spectroscopy(漏れ込みの効果)

4線源を配置し測定したデータ

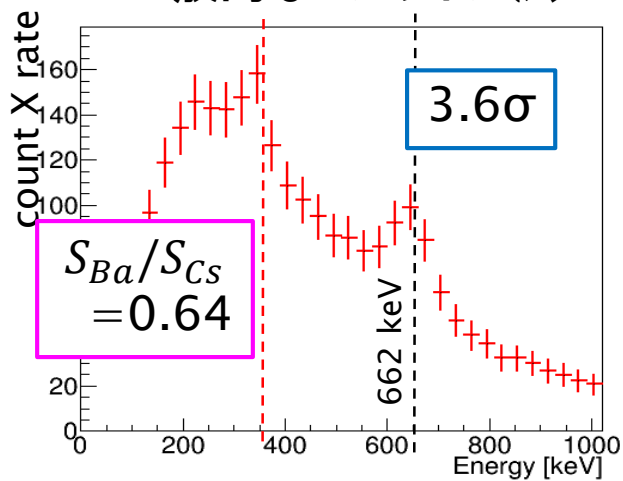


flux ratio \rightarrow $^{137}\text{Cs} : ^{152}\text{Eu} : ^{133}\text{Ba} : ^{60}\text{Co}$
 $= 1 : 1.4 : 0.73 : 0.56$

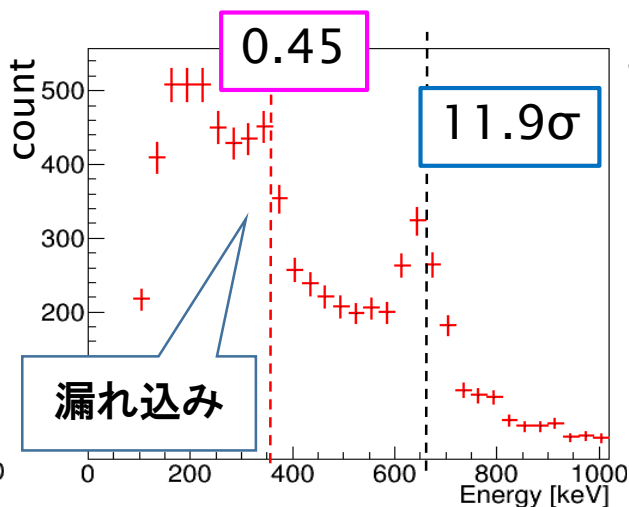
^{137}Cs の位置から直径 10° をイメージングカット
 (漏れ込みの効果を見るための敢えて狭いカット)

SPDが小さくなることで
 周囲からの線源やBGの漏れ込みを抑えられる

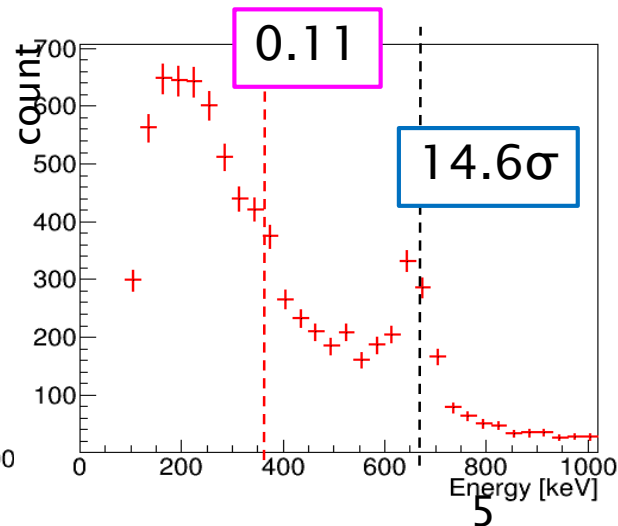
一般的なコンプトン法



ETCC(従来解析)



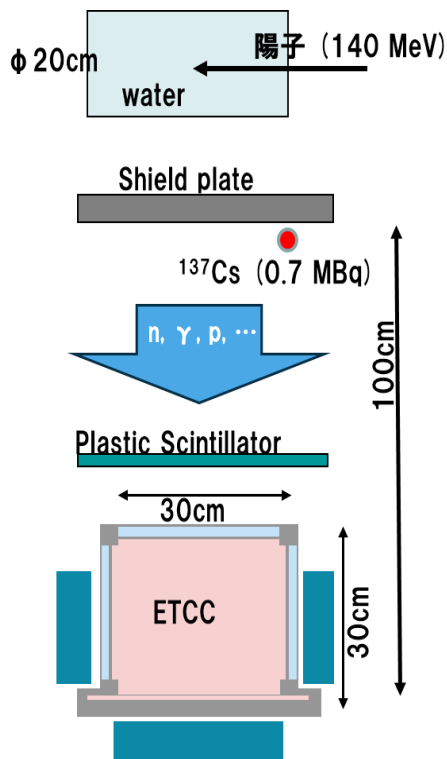
ETCC(TOT補正)



高雑音環境下でのimaging spectroscopy

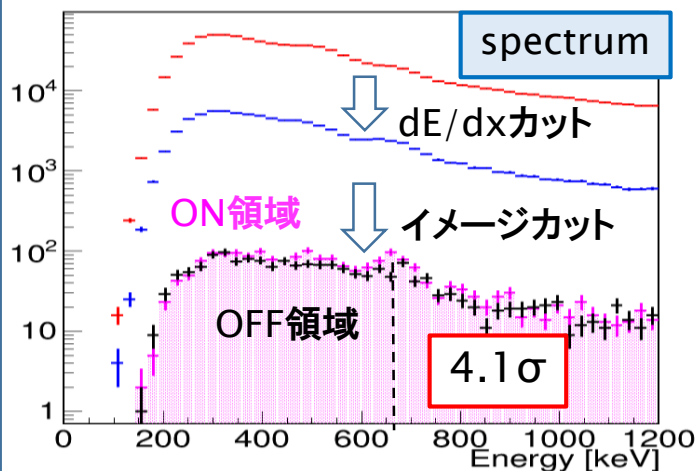
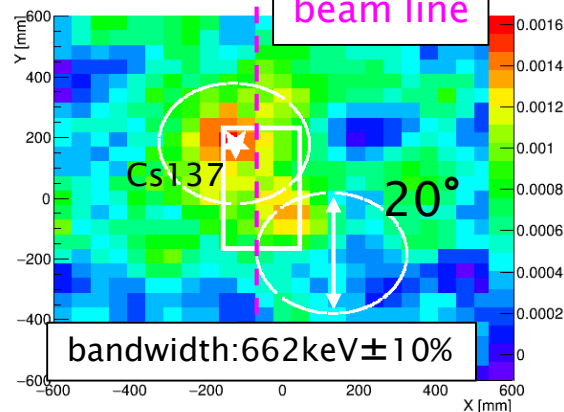
高雑音環境下での測定

- 気球高度(40 km)の
- ・約5倍のレート
- ・同程度の $\gamma:n(3:1)$

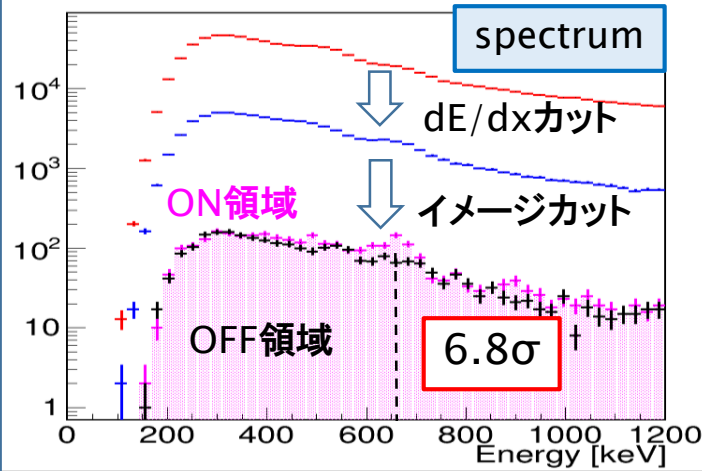
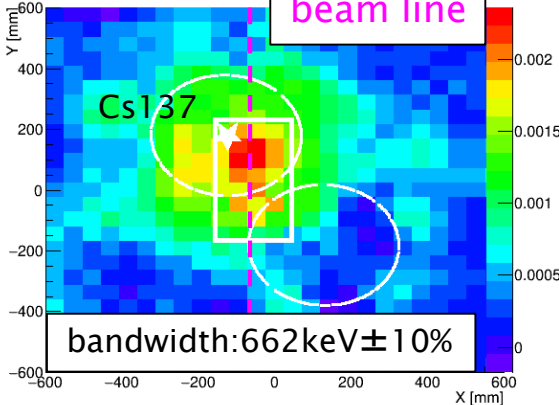


@ RCNP(大阪大学)

従来解析



TOT補正

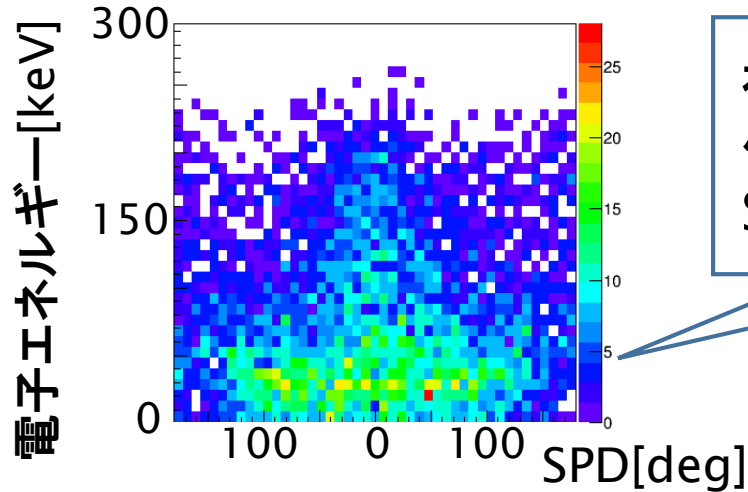


662 keVの検出有意度が約1.6倍向上
高雑音環境下でも同様の効果を得られる

課題と展望

SPD vs 電子エネルギー(^{137}Cs 測定データ)

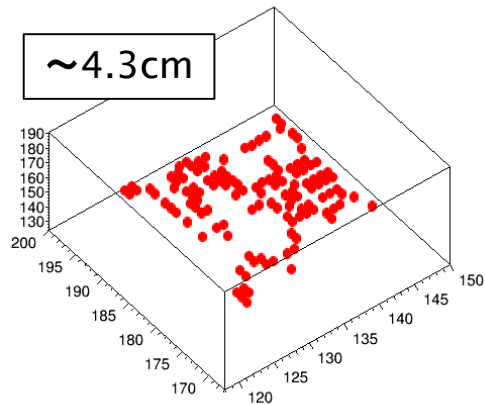
視野中心から45° 離して測定



視野中心から外れると
低エネルギーの電子では
SPD分布が広がってしまう

低エネルギー電子の
SPDを改善する必要が出てきた

TOT補正後の3次元飛跡(短い飛跡)



低エネルギー電子の短い飛跡(≤ 4 cm)では
TOT補正解析でも四角形になってしまう

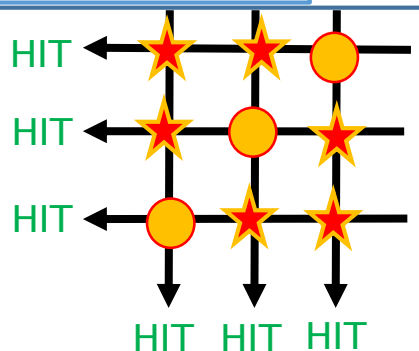
新しい手段を考える必要がある

課題と展望

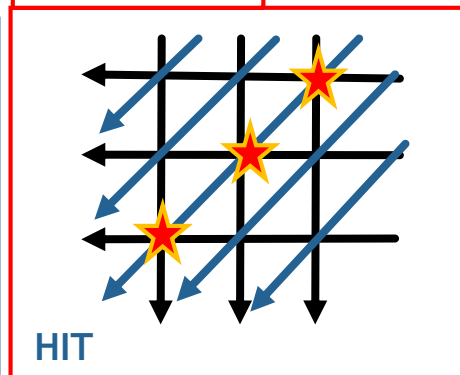
3軸 μ -PICの開発

時間軸情報と
組み合わせ飛跡問題を解決する

現在の μ -PIC



3軸 μ -PIC



μ -PICのストリップのピッチを細分化

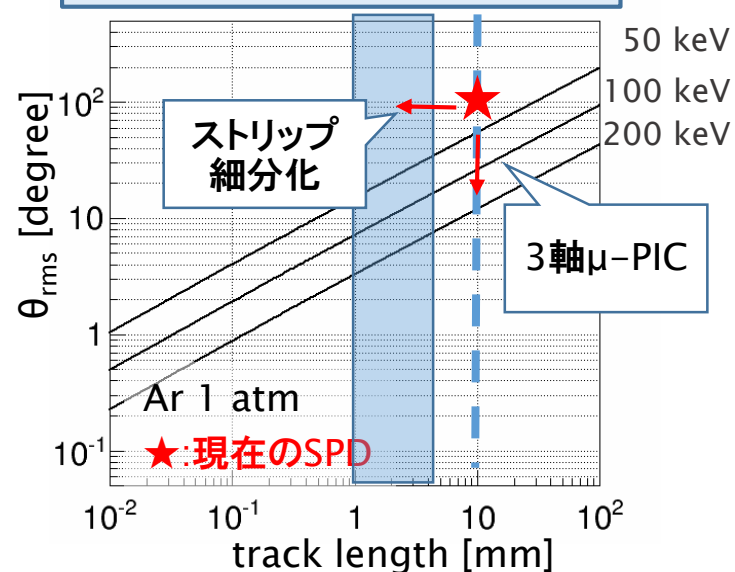
800 μm から $\leq 400 \mu\text{m}$

- > 飛跡のデータを緻密に取得できる
- > 多重散乱による不定性が小さくなる

SPDのさらなる向上

現在値 $\sim 100^\circ$ から 10° 以下まで改善できる

多重散乱による原理限界



まとめ

飛跡解析改良でSPDが小さくなったことで、

- イメージが集中し、**2次元角度分布が向上**
FWHMで $\sim 21^\circ \rightarrow \sim 14^\circ$ (視野中心、662 keV)
空気散乱などの効果を除いてPSFを評価する必要がある
- 周囲からの**漏れ込みを抑えることができ、検出有意度が向上**
- **高雑音環境下でも同様の効果が得られる**

SPD向上への展望

- 3軸 μ -PICにより短い飛跡問題を解決する
- ストリップピッチの細分化により、
多重散乱による不定性を抑えることができる
 \rightarrow **SPDを 10° 付近にまで向上**

PSFの評価(シミュレーション)については高田講演 25aSJ-12

次回、竹村によりシミュレーションと試作機の作成について講演予定