

# 方向感度をもつ暗黒物質検出器の 開発をめざした異方性を有する シンチレータ開発の検討 7

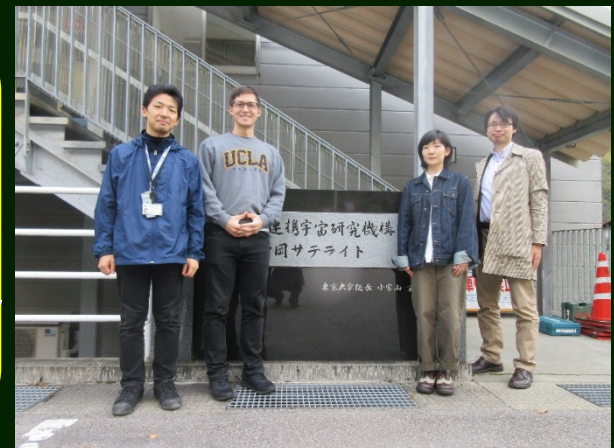
2018年9月17日 2018年秋季大会 信州大学(松本キャンパス)

○黒澤俊介<sup>1,2</sup>、関谷洋之<sup>3</sup>、山路晃広<sup>4</sup>、塚原美紗<sup>2</sup>、  
ピーダーセン珠杏<sup>3</sup>、堀合毅彦<sup>4</sup>、小玉翔平<sup>4</sup>、大和慎之介<sup>4</sup>、  
庄子育宏<sup>4</sup>、大橋雄二<sup>4</sup>、鎌田圭<sup>1</sup>、横田有為<sup>1</sup>、吉川彰<sup>1,4</sup>、  
大西 彰正<sup>2</sup>

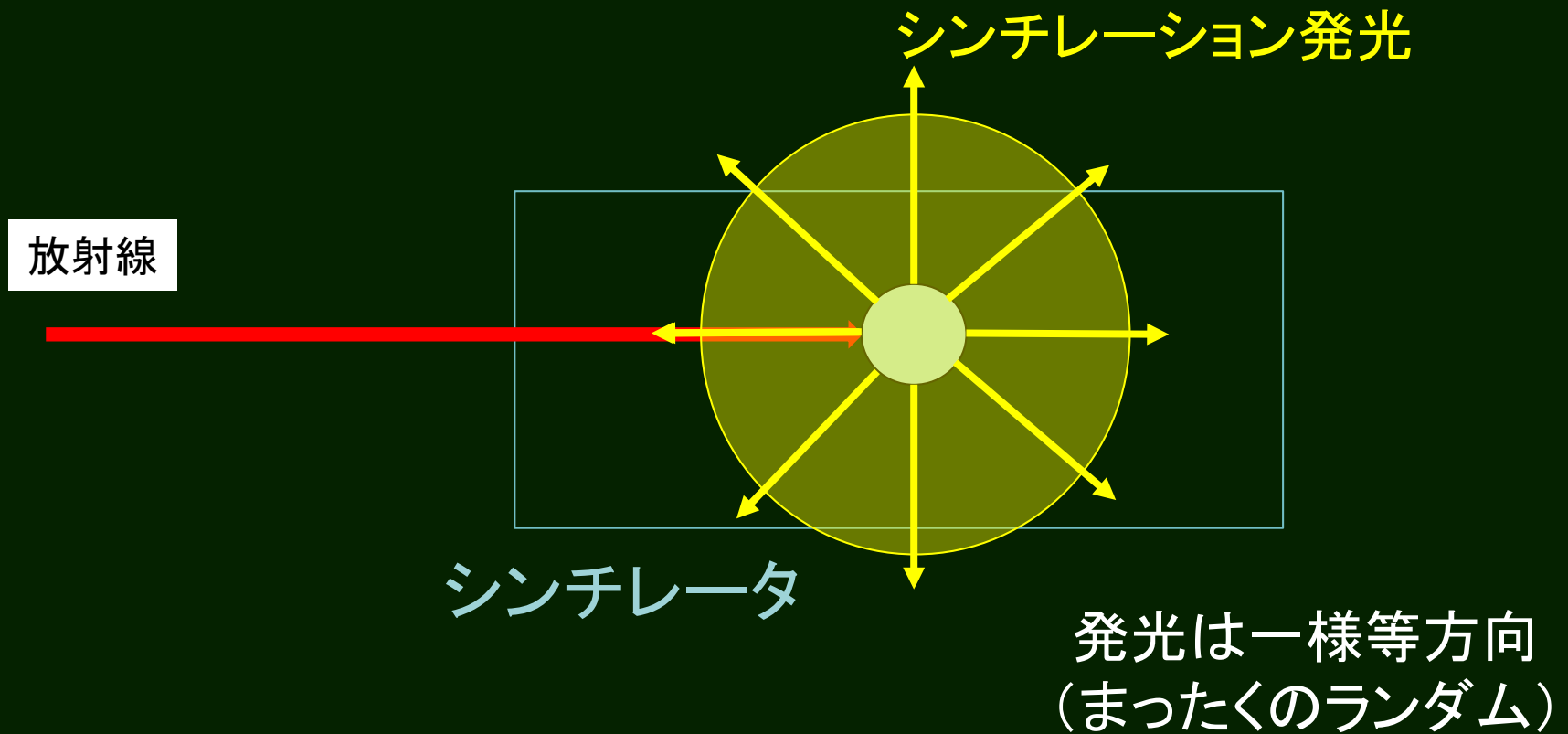
(1:東北大NICHe, 2:山形大理 3:東大宇宙線研, 4:東北大金研)

## 目次

- 目的と前回までのまとめ
- 宇宙線をつかった評価の途中経過
- まとめ



# いままでのシンチレータの一般的認識

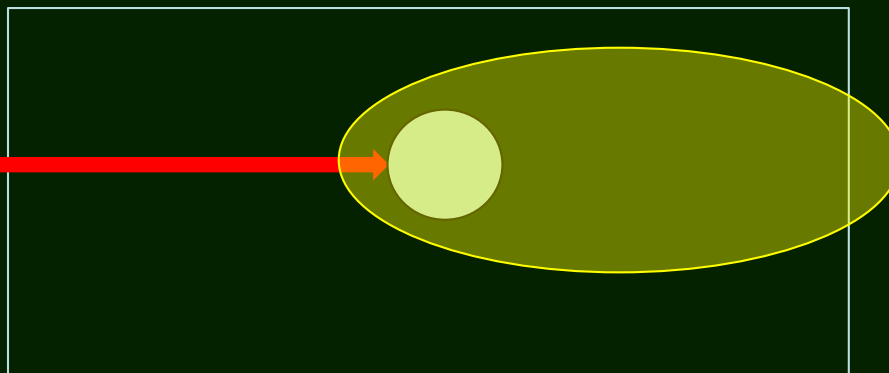


# 方向依存性シンチレータ(異方性シンチレータ)

放射線



発光に方向性あり?



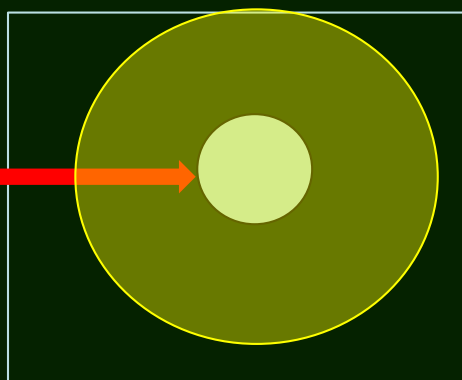
シンチレータ

放射線

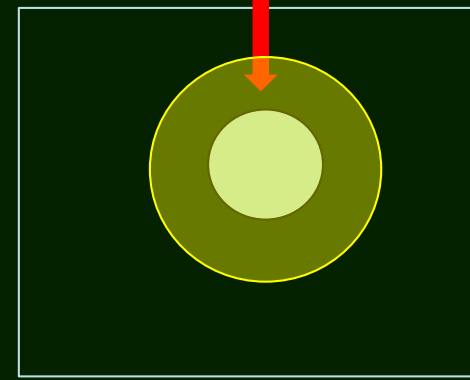
放射線



入射方向で発光の差あり?



シンチレータ

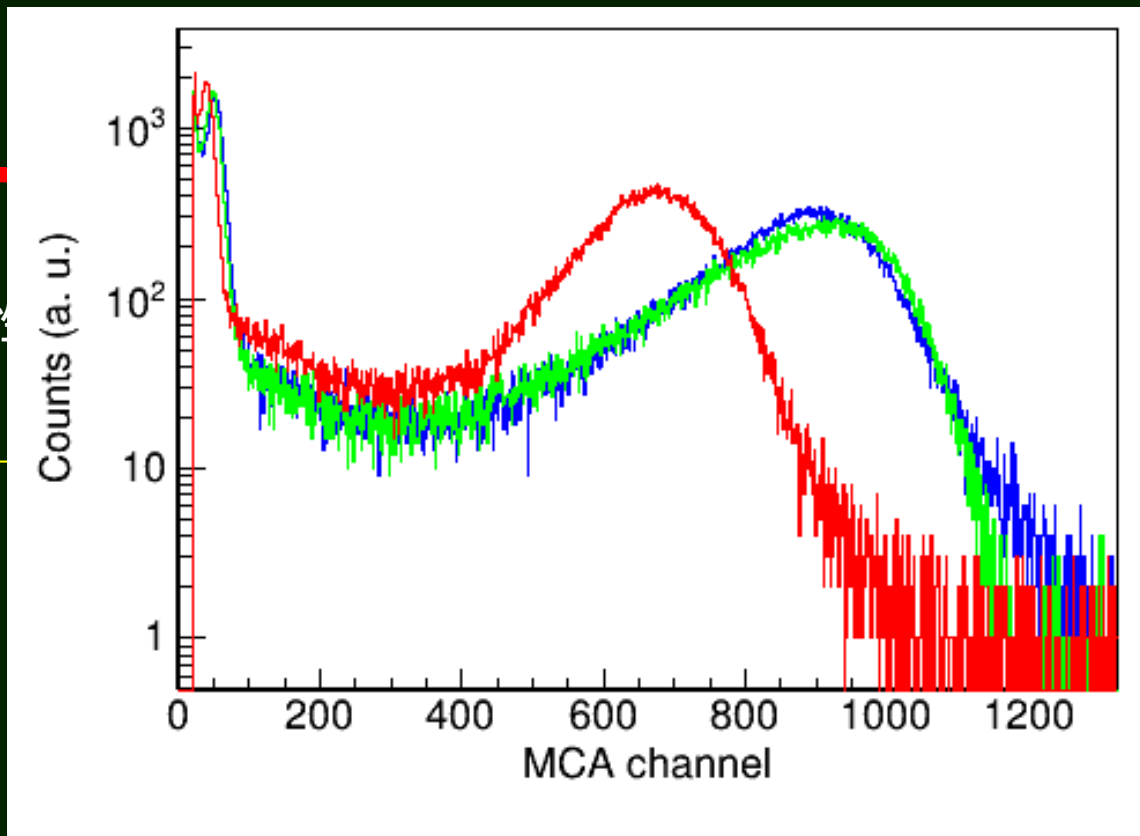


シンチレータ

# 方向依存性シンチレータ(異方性シンチレータ)

放射線

発光に方向性



入射方向で発光の差あり?

シンチレータ

シンチレータ

# DAMA's report : 異方性結晶の可能性

Eur. Phys. J. C (2013) 73:2276  
DOI 10.1140/epjc/s10052-013-2276-2

THE EUROPEAN  
PHYSICAL JOURNAL C

Regular Article - Experimental Physics

## On the potentiality of the $\text{ZnWO}_4$ anisotropic detectors to measure the directionality of Dark Matter

F. Cappella<sup>1</sup>, R. Bernabei<sup>2,3,a</sup>, P. Belli<sup>3</sup>, V. Caracciolo<sup>4</sup>, R. Cerulli<sup>4</sup>, F.A. Danevich<sup>5</sup>, A. d'Angelo<sup>1,6</sup>, A. Di Marco<sup>2,3</sup>, A. Incicchitti<sup>6</sup>, D.V. Poda<sup>5</sup>, V.I. Tretyak<sup>5</sup>

Directional response  
with MeV alpha particles

“Estimated” quenching factor @ 5keV

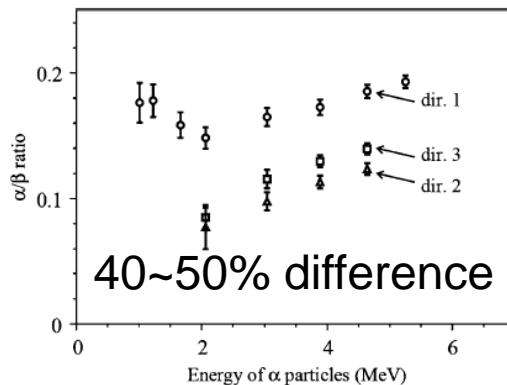


Fig. 3 Dependence of the  $\alpha/\beta$  ratio on energy of  $\alpha$  particles measured with  $\text{ZnWO}_4$  scintillator. The crystal was irradiated in the directions perpendicular to (010), (001) and (100) crystal planes (directions 1, 2 and 3, respectively). The anisotropic behaviour of the crystal is evident [99]

Table 2 Quenching factors for O, Zn and W ions with energy 5 keV for different directions in  $\text{ZnWO}_4$  crystal. Systematic uncertainties are estimated on the level of 20 % using data of [90]

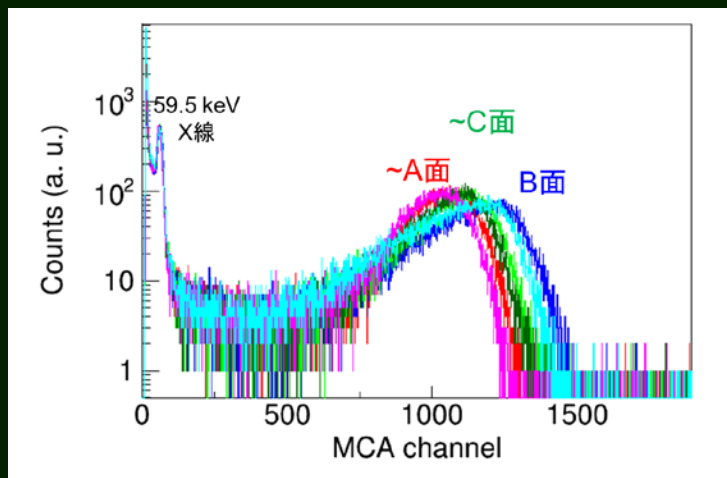
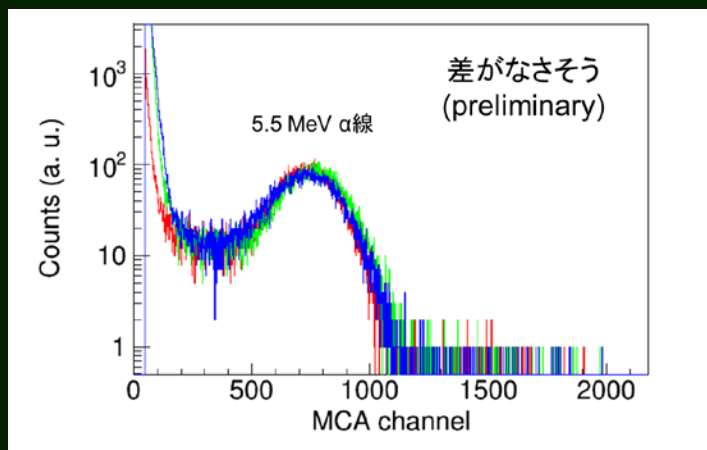
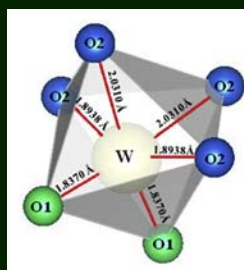
Ion	Quenching factor		
	dir. 1	dir. 2	dir. 3
O	0.235	0.159	0.176
Zn	0.084	0.054	0.060
W	0.058	0.037	0.041

# タングステン酸塩の原子配置

## 正方晶系のシーライト型



## 単斜晶系のウォルフラマイト型



発光中心:  $(\text{WO}_6)^{6-}$

酸素とタングステンの距離にばらつき

P. Yadav et al., Journal of Alloys and Compounds 726, pp.1014-1023, 2017.

# 結晶育成の現状



(Zn, Mg)WO<sub>4</sub> 結晶の育成

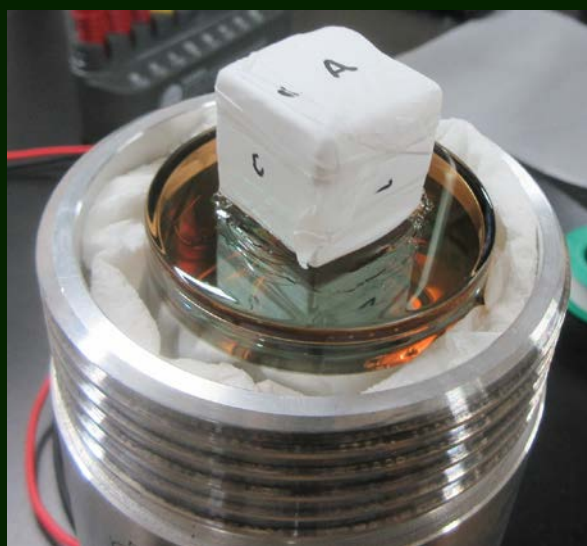
CdWO<sub>4</sub>, PbWO<sub>4</sub>などの  
測定統計ため



ぜんぜん関係ありませんが、、、

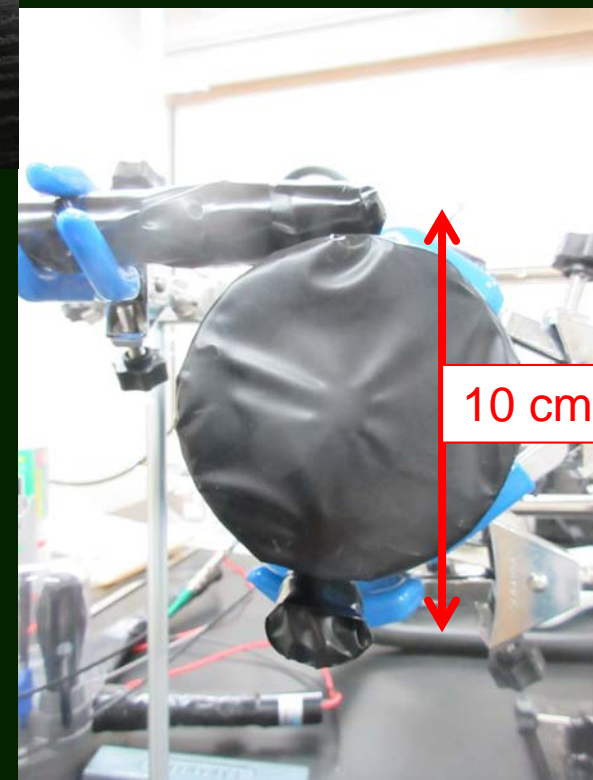
有機結晶

# 宇宙線による評価



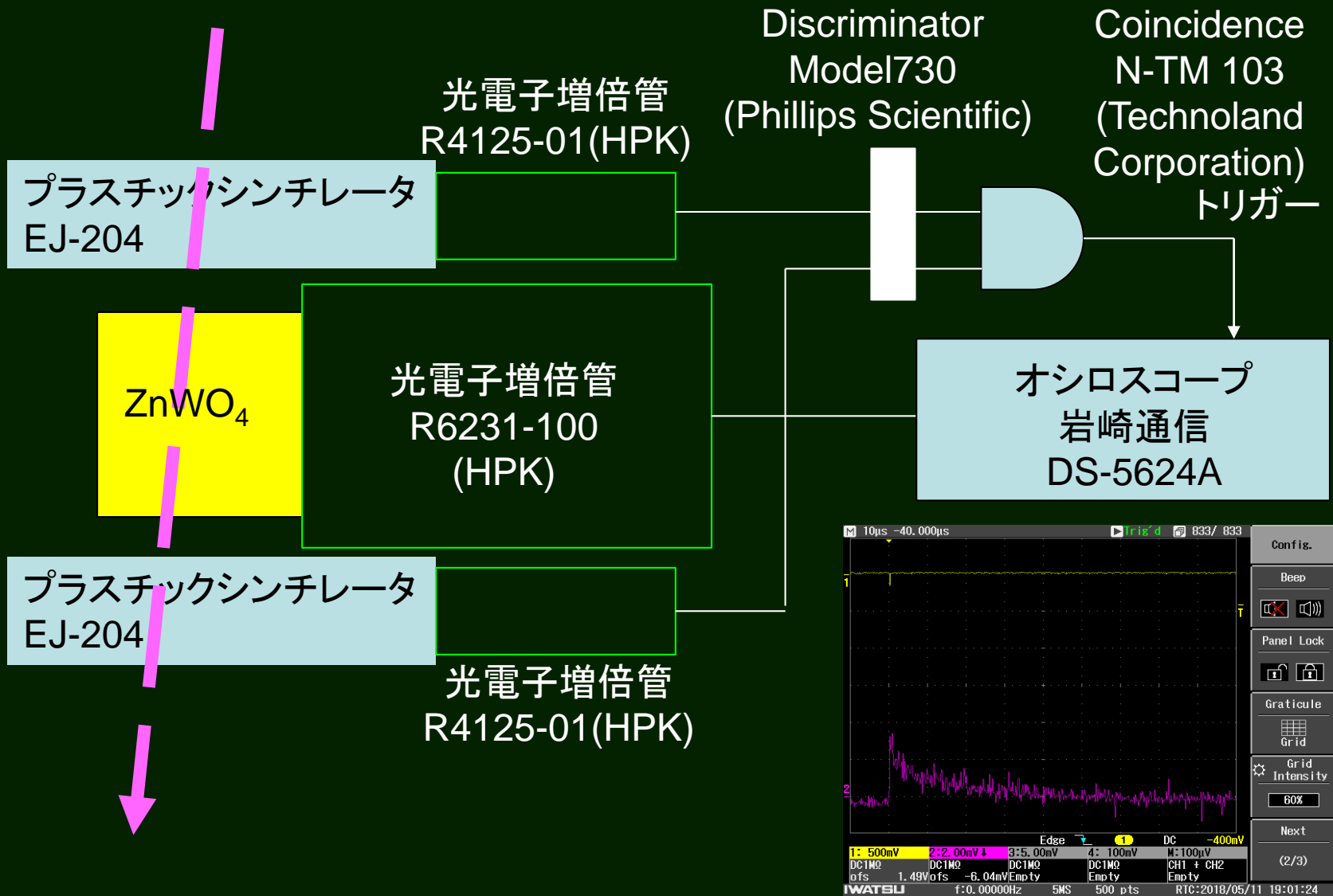
プラスチックシンチレータ  
EJ-204  
20 mm x 20 mm x 5 mm t

ZnWO<sub>4</sub>  
20 mm x 20 mm x 20 mm

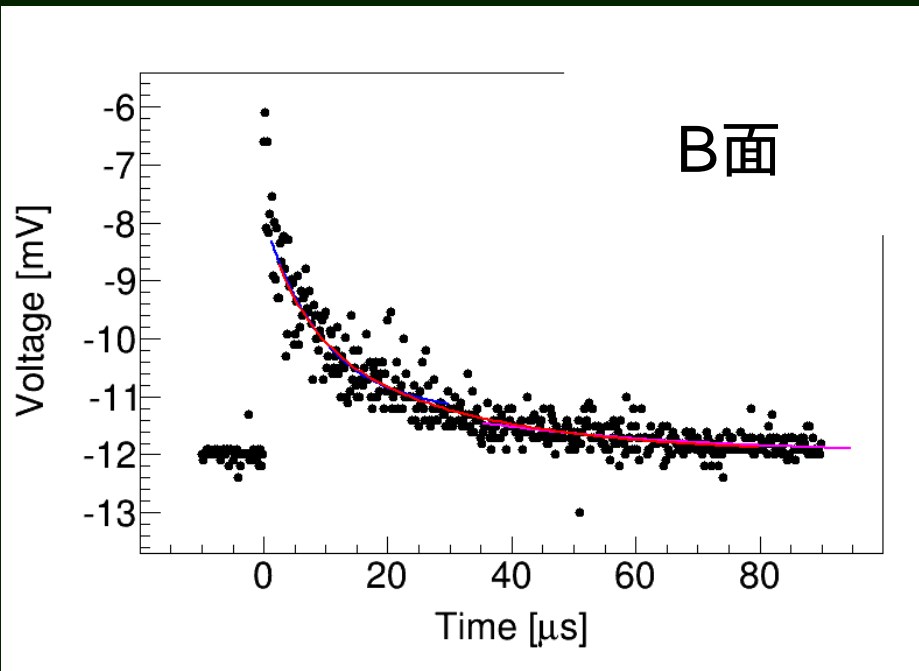




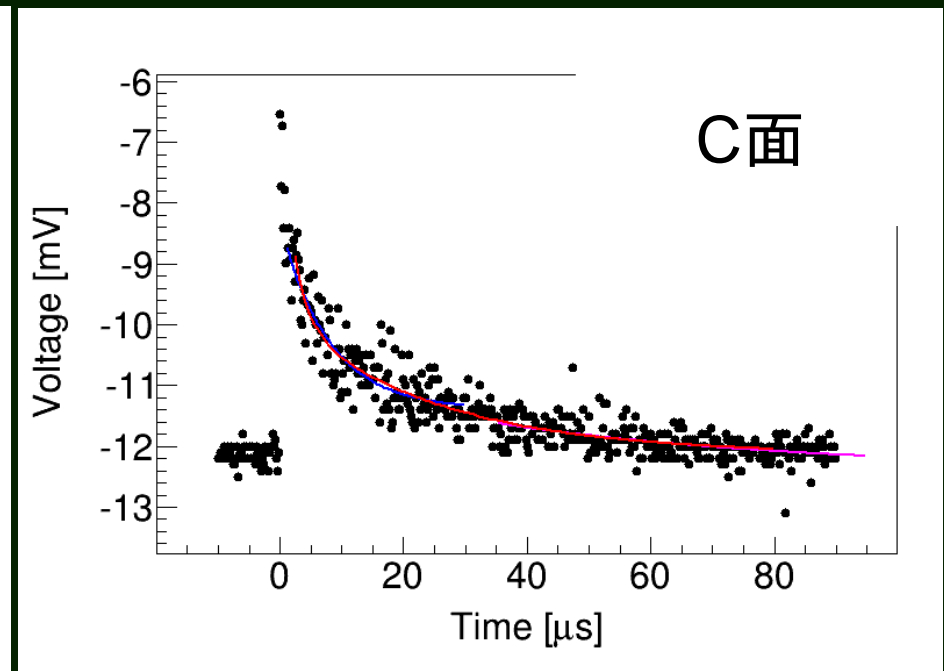
# 宇宙線による評価



# ZnWO<sub>4</sub>の蛍光寿命



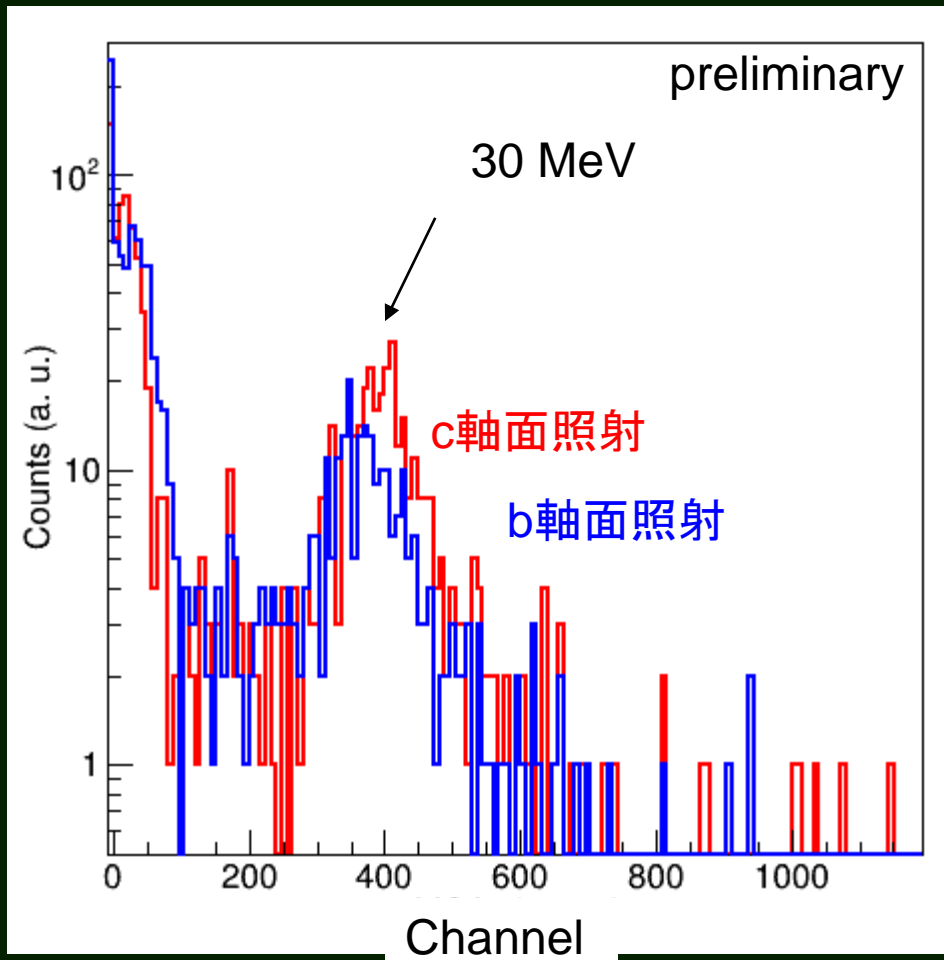
~20 usc



~20 usc

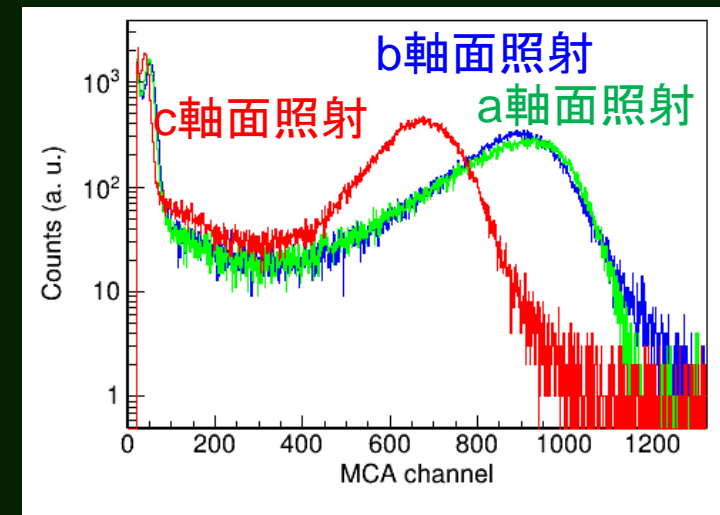
大きな差はなかった

# 宇宙線による評価



$$\begin{aligned} dE/dx & (=1.936 \text{ MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{g}) \\ & \times \rho (=7.85 \text{ g/cm}^3) \times t (=2.0 \text{ cm}) \\ & = 30.4 \text{ MeV} \end{aligned}$$

ミュオンでの発光量に  
大きな差はなかった

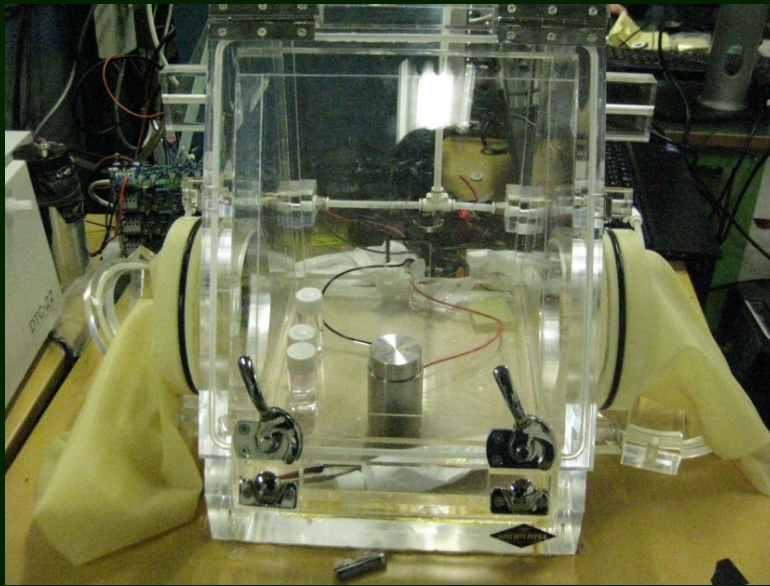


# まとめ＋今後の課題

- $\text{ZnWO}_4$ :宇宙線(ミュオン)を用いた各面での測定  
bとc面で大きな差はない (preliminary)

今後の予定:

- $\text{ZnWO}_4$  + 共添加での発光量の増大調査
- 発光中心と酸素間の距離が不均一な材料の調査
- 陽子などのビームによる結晶方位による発光量の差の評価



普通のAm-241線源  
@真空 難しい

トリタン

測定中

Th-230

