

# 気液2相型アルゴン光検出器 による暗黒物質探索

**(ANKOK実験)**

寄田浩平, 田中雅士

藤崎薫, 加地俊瑛, 川村将城, 鷲見貴生

五十嵐貴弘, 木村真人, 鈴木優人, 中新平, 横山寛至

早大理工 (所内担当: 中畑雅行氏)

13.Dec.2014 @ 柏キャンパス

東大宇宙線研共同利用成果発表会

# (お初なため、) ANKOK実験の紹介

## ◆ 早大グループが推進中の 暗黒物質探索実験

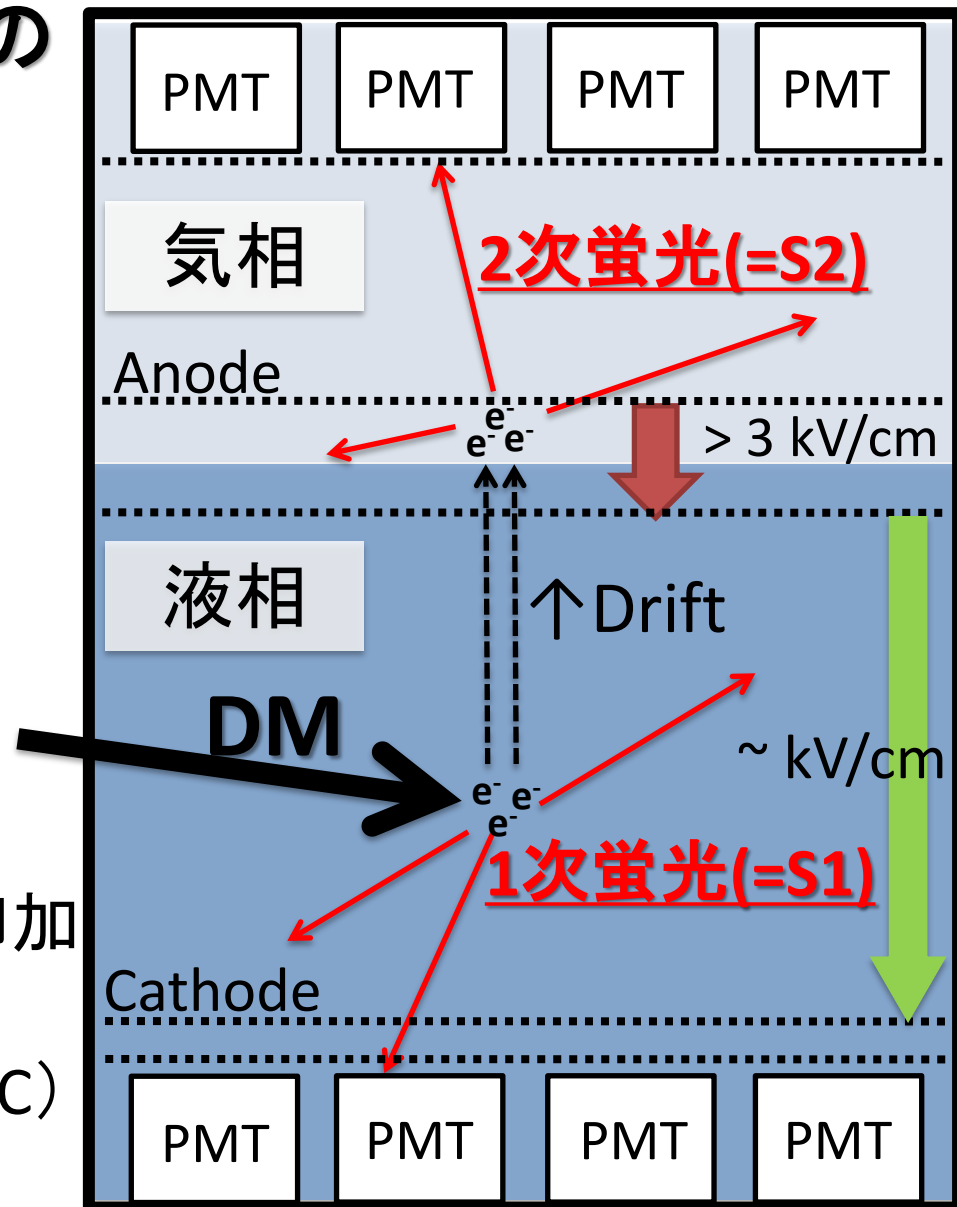
★ 2012年より開発本格化

## ◆ Ar2相式の利点:

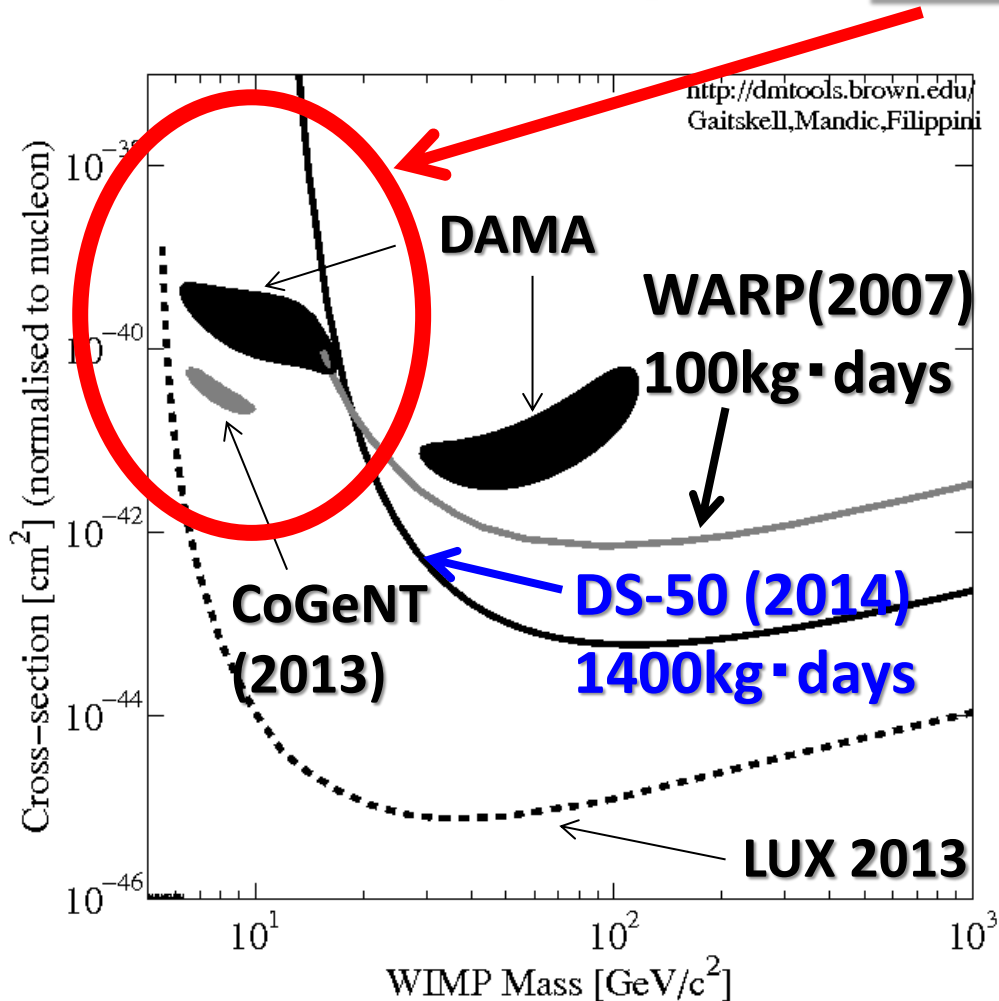
- ①  $\sim 40\text{pes/KeVee}$
- ② 高い $\gamma$ 除去: PSD + S2/S1
- ③ TPC: 光 + 電離(z-fiducial)
- ④ 安価 $\rightarrow$ 大型化にも $\bigcirc$

## ◆ 特有の課題:

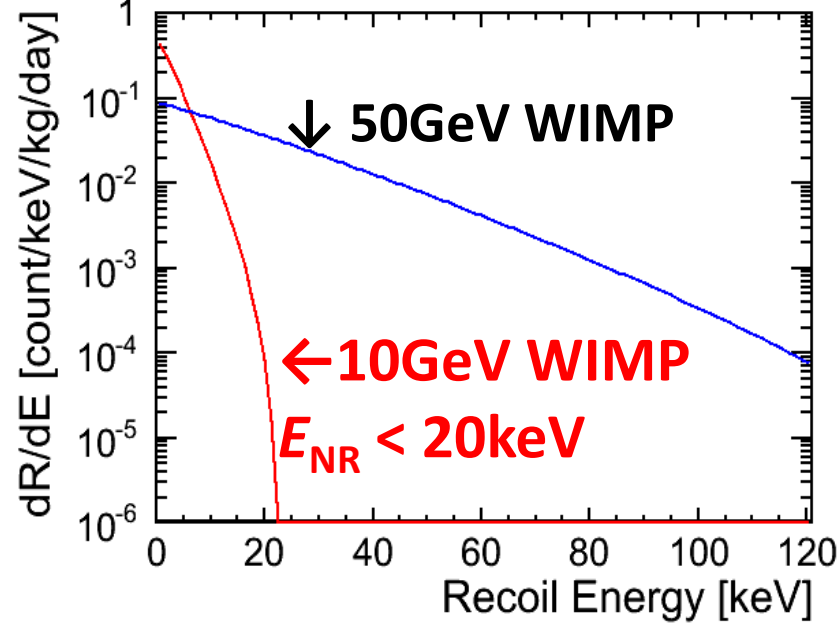
- ① 極低温、高純度、高電圧印加
- ② 128nm VUV蛍光の検出  
 $\rightarrow$  PMT+WLS (+VUV-MPPC)
- ③  $^{39}\text{Ar}$ 同位体: AAr 1Bq/kg



# ANKOK実験のターゲットと課題



Cross Section =  $1.0 \cdot 10^{-41} \text{cm}^2$

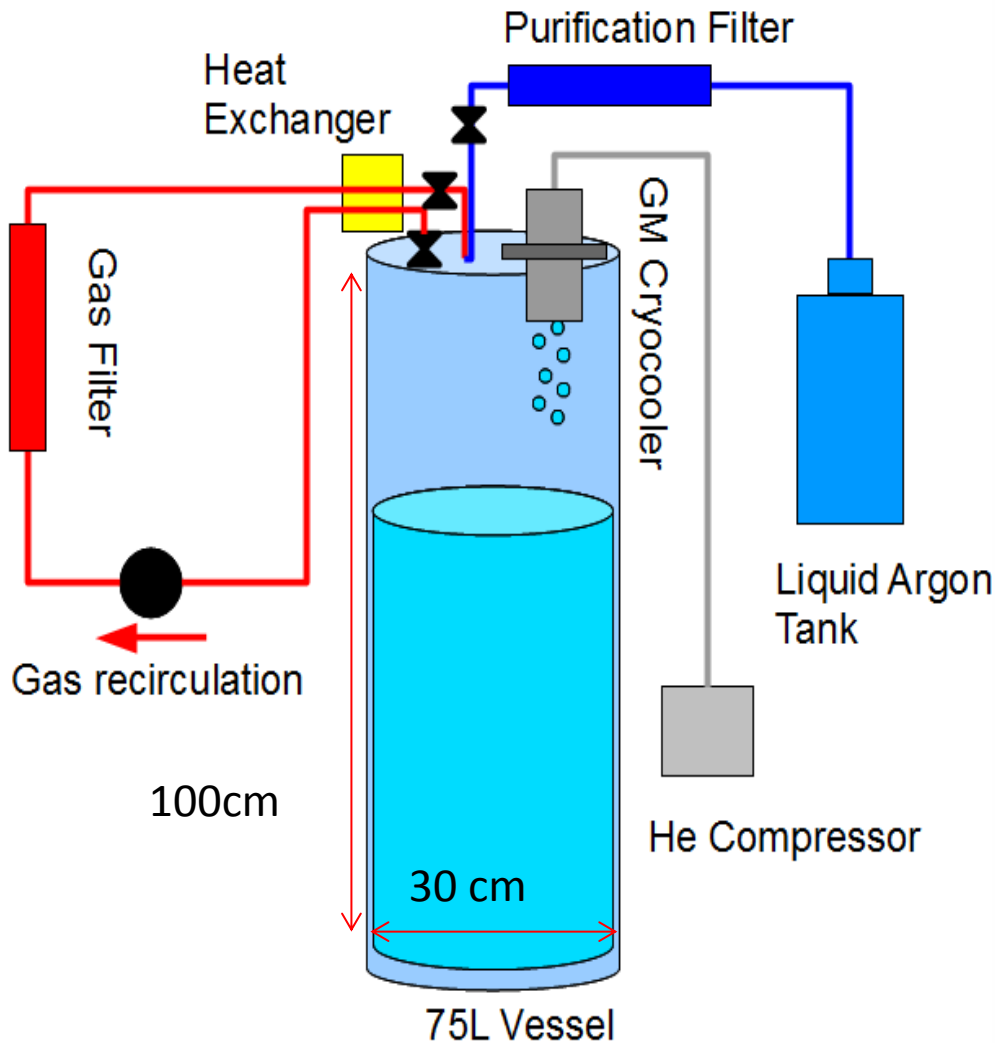


- ~10GeV WIMP探索**  
 →原子核反跳 < 20 keVnr  
 の信号検出が必要条件

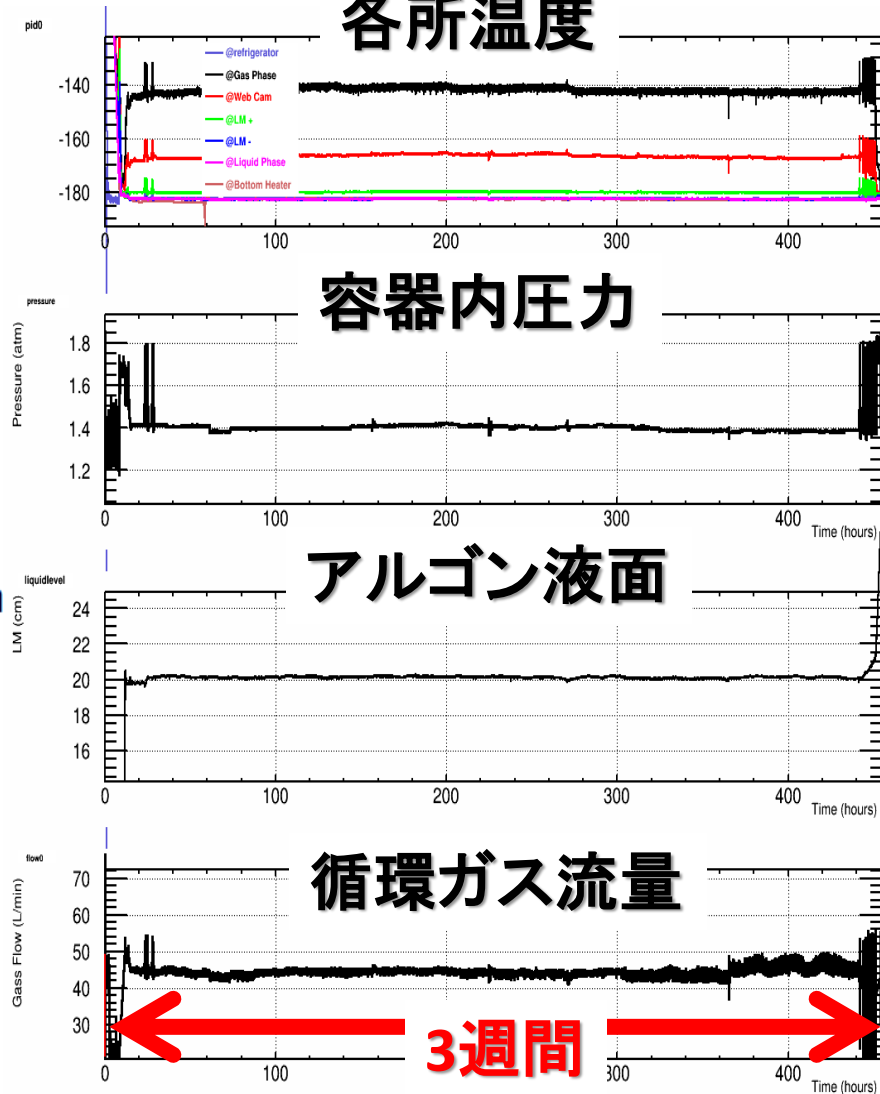
- まずは、、
  - ① 検出光量の最大化
  - ② γ線事象除去力の詳細理解

# ANKOKテストスタンドの外観

## ◆75L容器, 循環ライン等:



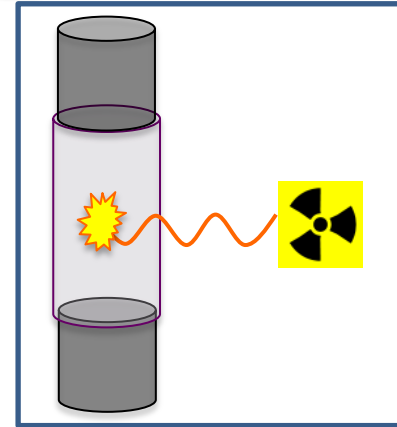
## ◆スローコントロール・モニター 各所温度



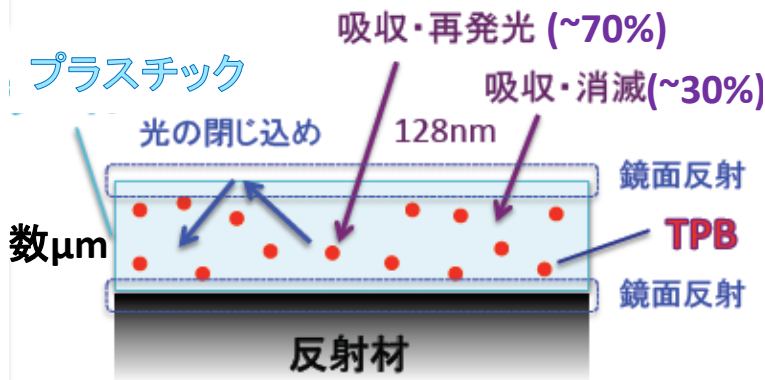
# ① 検出光量の最大化

## ★ 鍵:

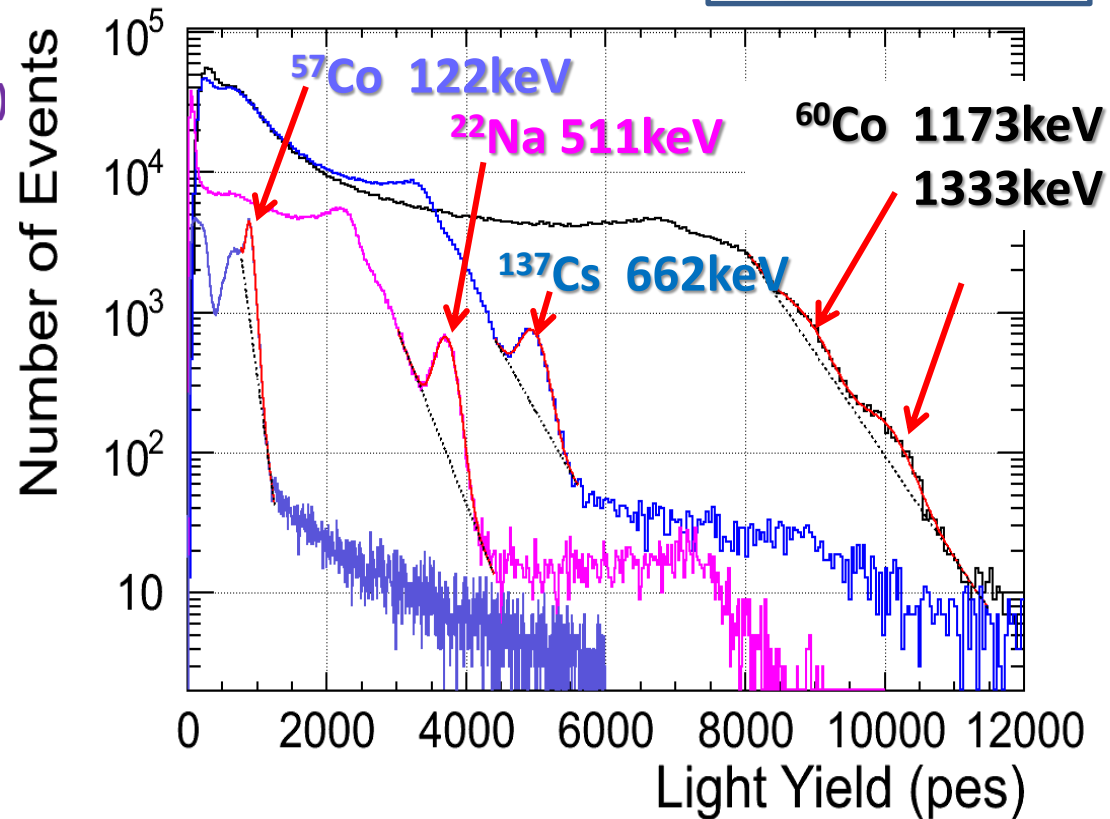
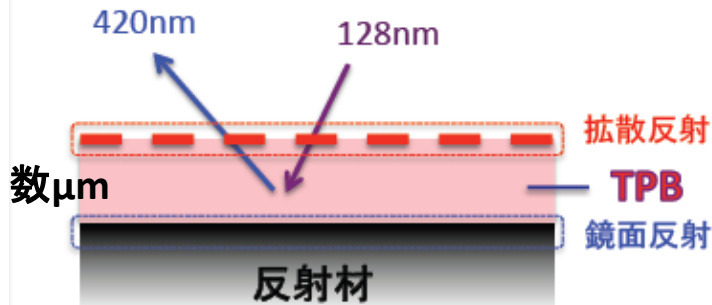
- 塗布するTPB量の最適化・手法確立
- 不純物 ( $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$ ) の徹底的な除去
- 高QEのPMTの使用、内部構造の工夫



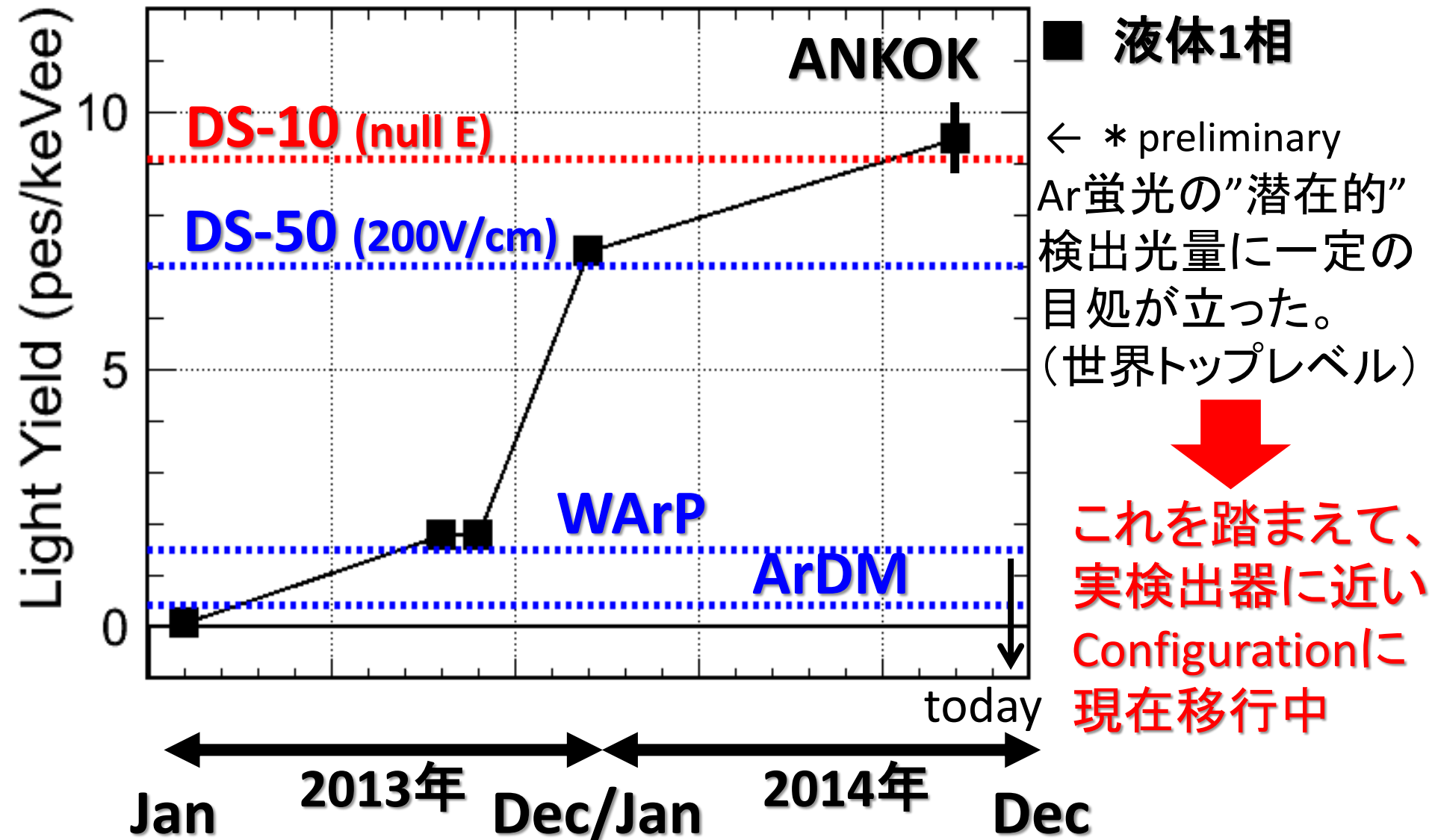
### 【高分子マトリックス法によるTPB塗布】



### 【真空蒸着によるTPB塗布】

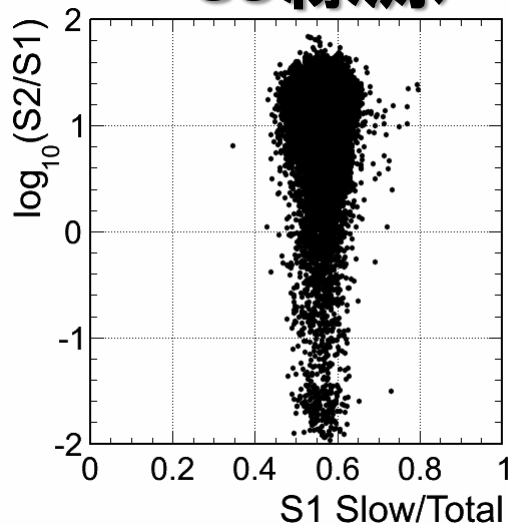


# 検出光量の推移と比較

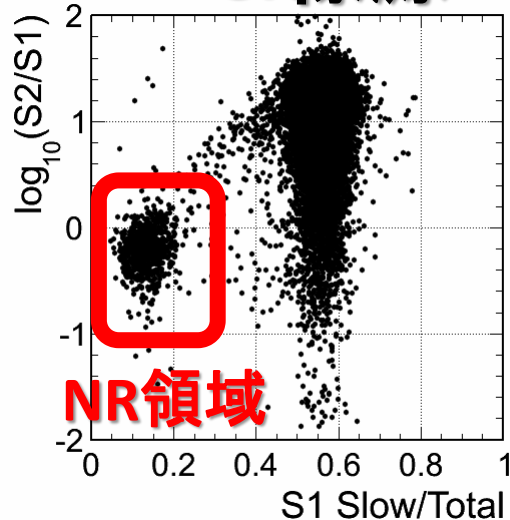


# ② n/γ事象識別 (PSD vs S2/S1比)

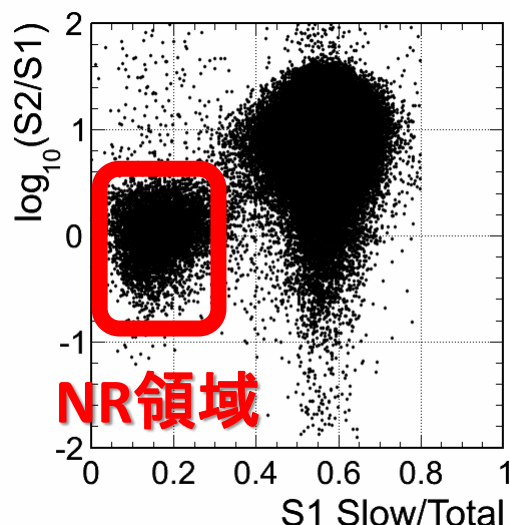
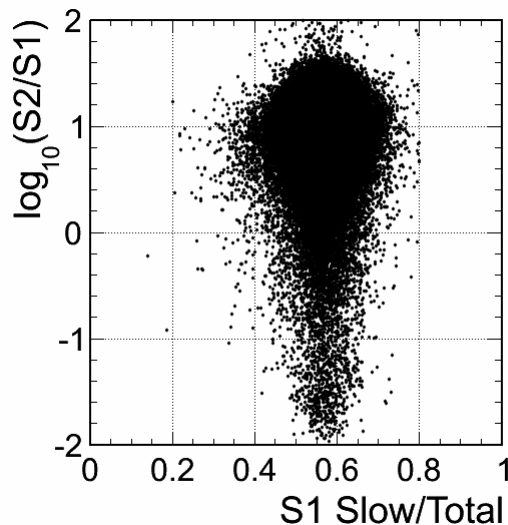
## $^{60}\text{Co}$ 線源



## $^{252}\text{Cf}$ 線源



← 光量大領域:  
S1 Fast: 100pes – 200pes



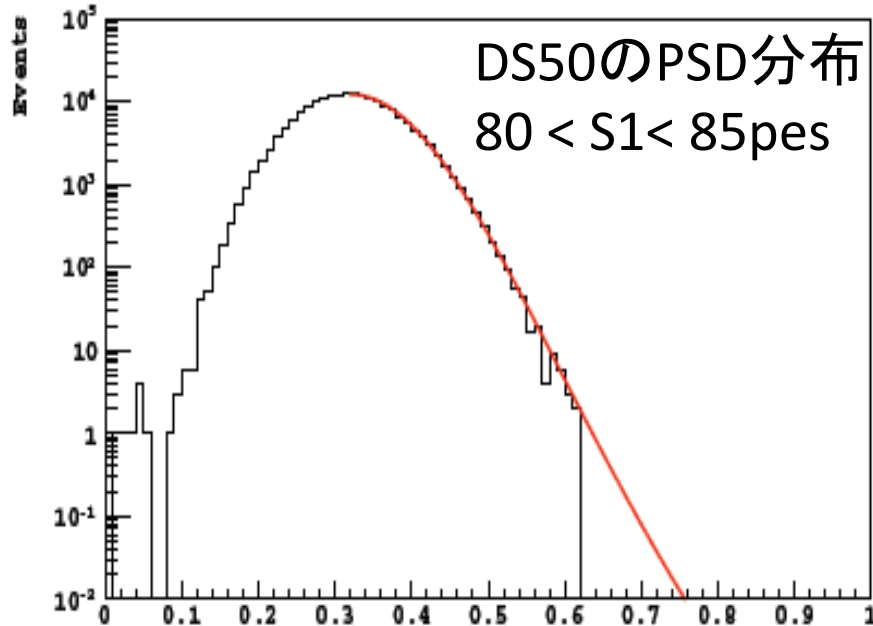
← 光量小領域:  
S1 Fast: 30pes – 300pes

**γ分離が本実験最初の鍵**

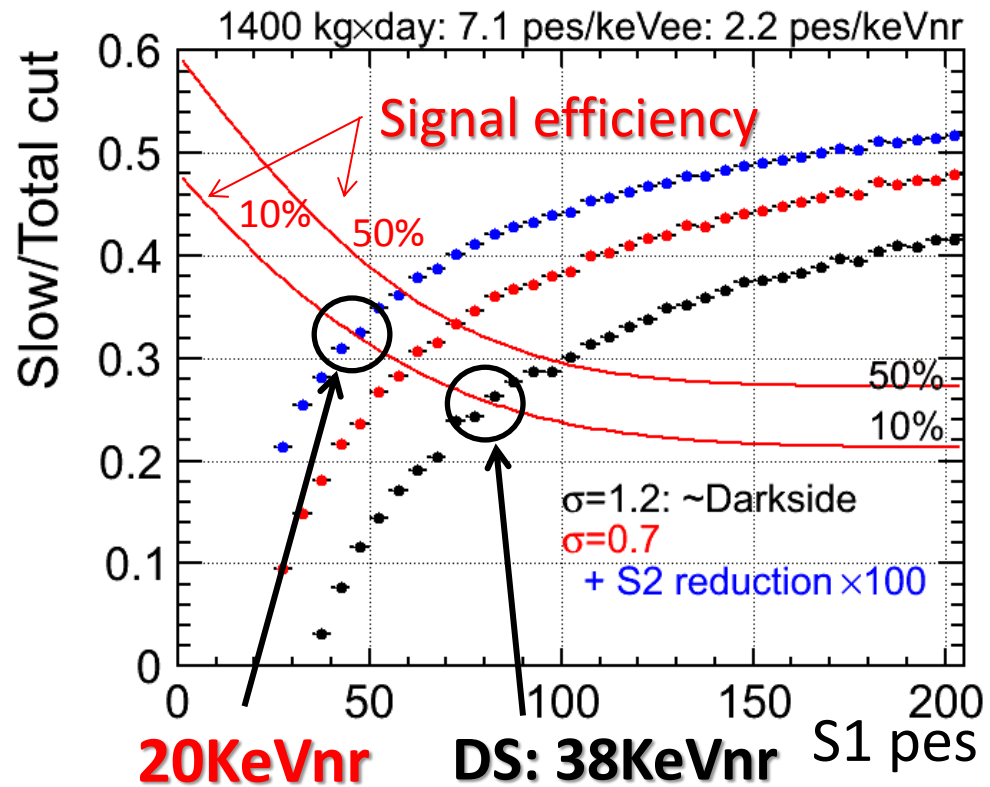
# DS-50との比較考察と $^{39}\text{Ar}$

→ **First result from DS-50**

arXiv:1410.0653 (2014.Oct)



★  $^{39}\text{Ar}$  spectrumで0.01ev/5pe



★ < 20KeVnrの達成には、

☑ 光量最大化

☐ PSD分散の抑制

☑ S2/S1比の利用

◆ 分散抑制のための課題:

物理プロセス詳細理解 (dE/dX依存等)

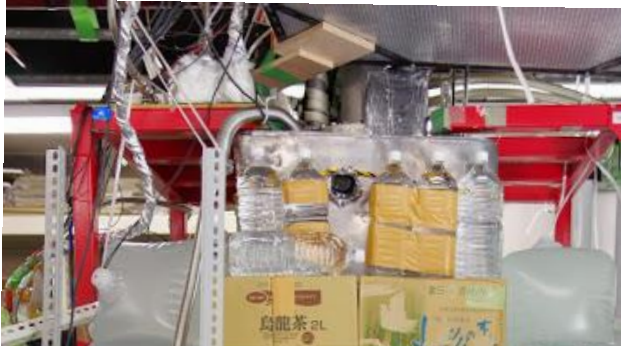
photo-counting法の再検証

検出器構造の影響、解析手法改善等

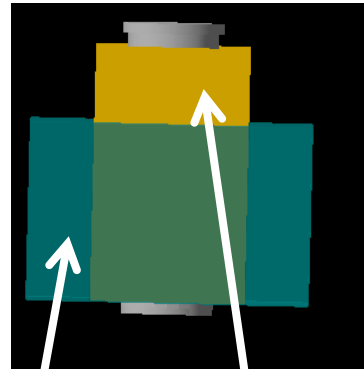


# 環境中性子の理解

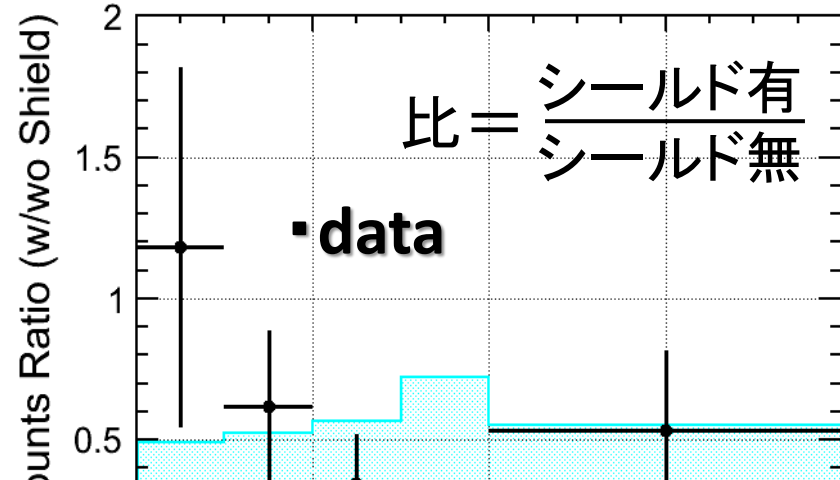
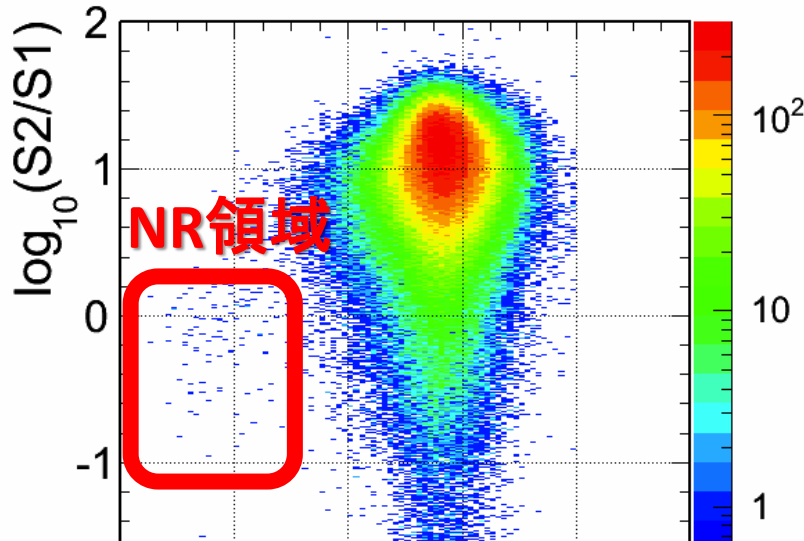
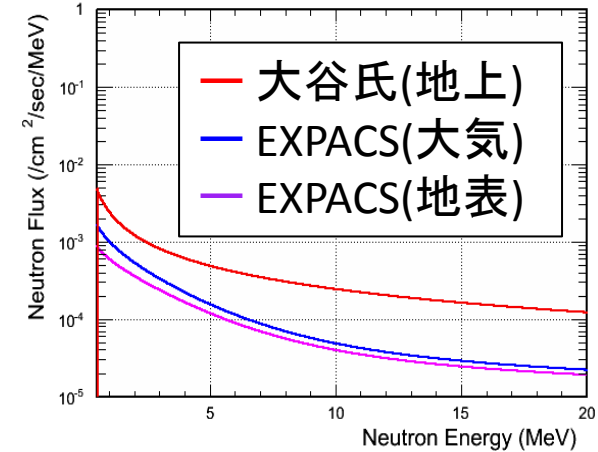
## ◆ 地上データ(～1kg・days)



## ◆ G4 Simulation(Geant4.10.0)



水 鉛



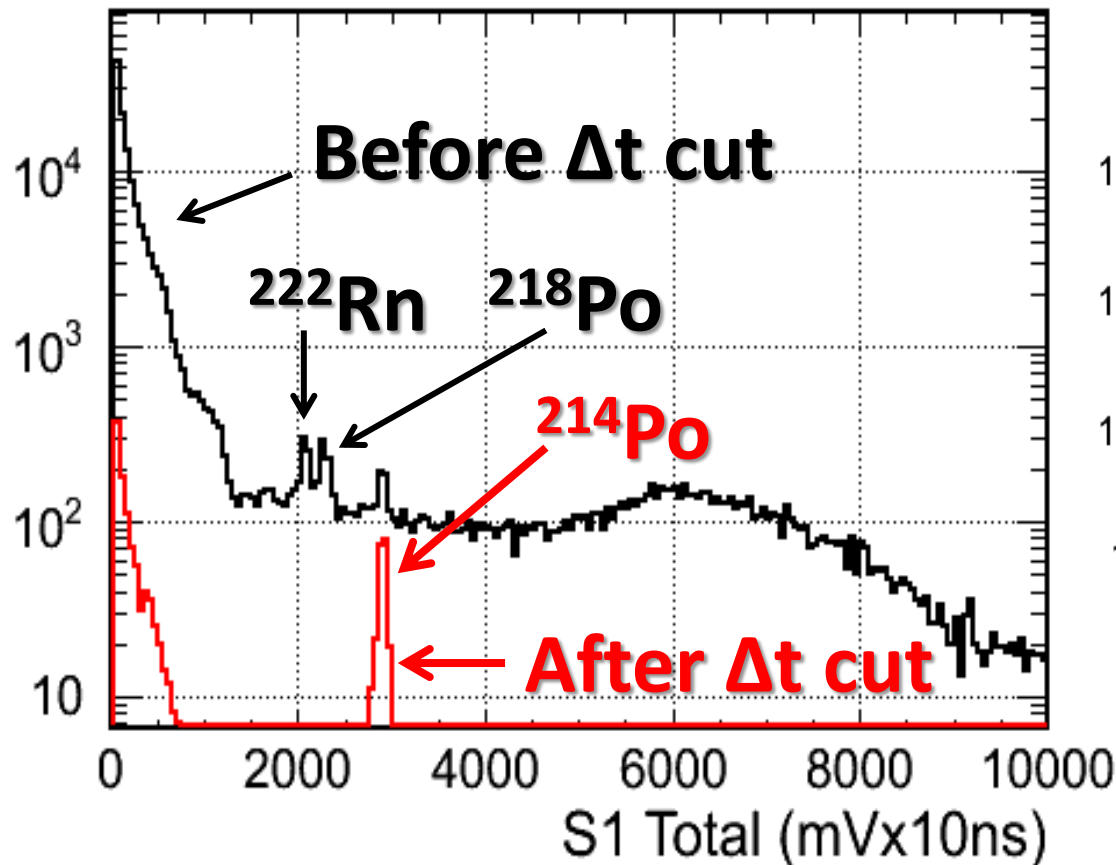
**携帯可能な小型液体シンチでの中性子束の測定も確立  
→ 地下/地上比の測定 → 地下実験に向けての感度予測**

# 内部放射線 ( $\alpha$ -ray観測)

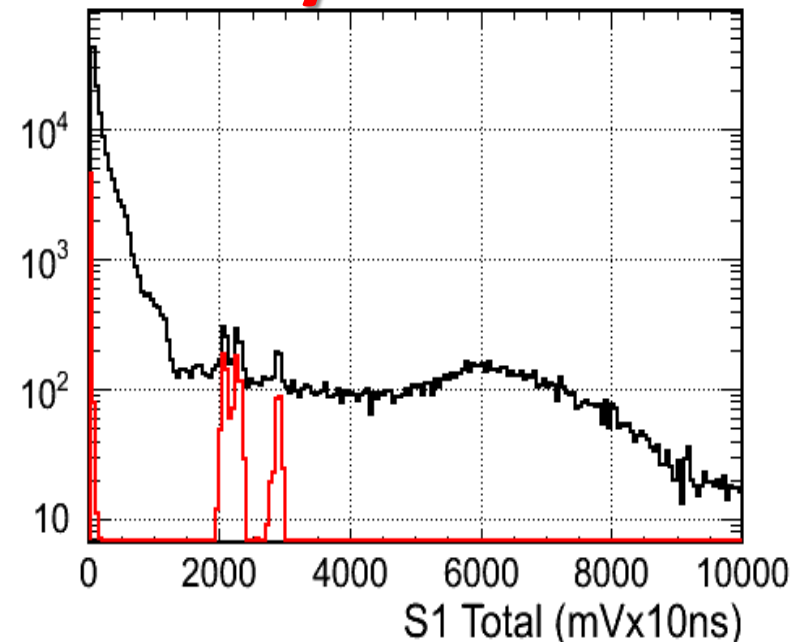
◆ Low Gain Run for  $\alpha$ -ray (only a few hours..)

✓ Delayed Coincidence ( $^{214}\text{Bi} \rightarrow ^{214}\text{Po} \rightarrow ^{210}\text{Pb}$ )

$\Delta t = t(n) - t(n-1) < 1\text{ms}$  cut (trigger rate  $\sim 10\text{Hz}$ )



\* Only PSD cut

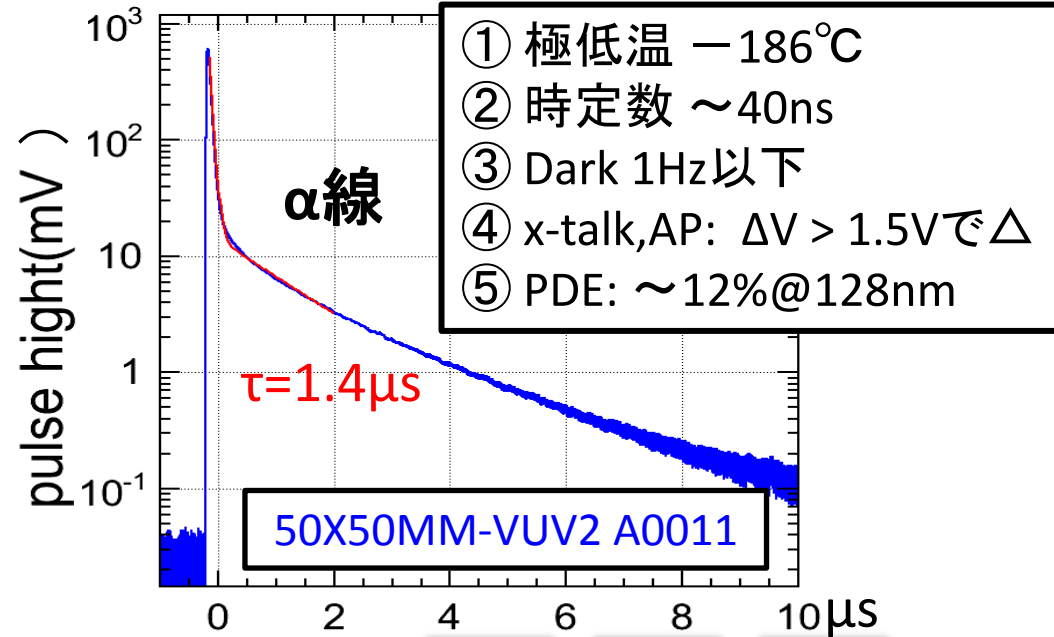
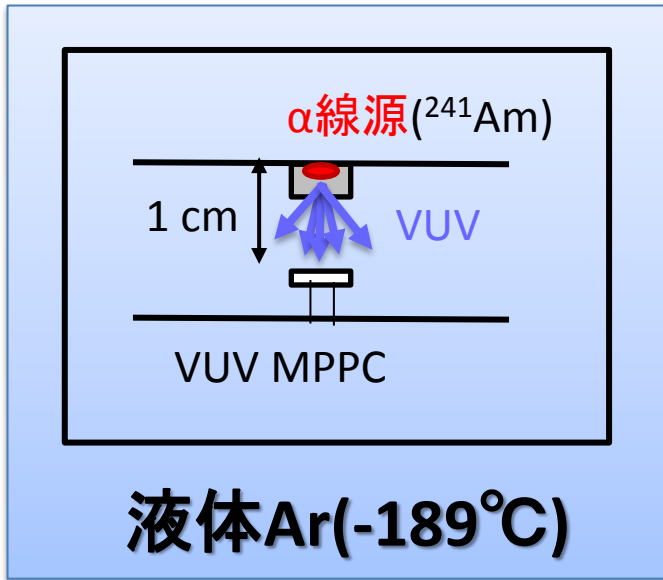


$^{214}\text{Po}$ :  $\sim 25\text{mBq/kg}$

→ Analysis ongoing

# VUV-MPPC開発と位置分解能向上

## ◆128nmに直接感度のあるMPPCの開発試験



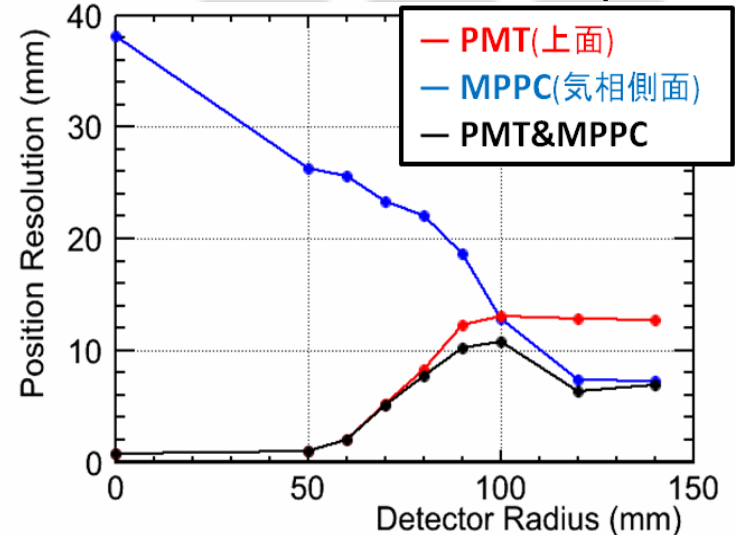
- ① 極低温  $-186^\circ\text{C}$
- ② 時定数  $\sim 40\text{ns}$
- ③ Dark 1Hz以下
- ④ x-talk, AP:  $\Delta V > 1.5\text{V}$ で $\Delta$
- ⑤ PDE:  $\sim 12\%$ @128nm

## ◆ ANKOK実験への利用検討

→ 検出器側面(気相)に1cmピッチで配置し、壁際での位置分解能向上

★ 開発中(浜松ホトニクス)

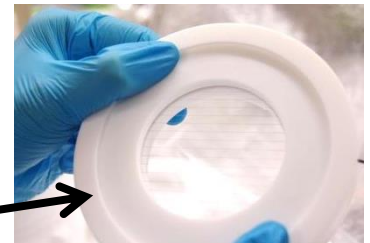
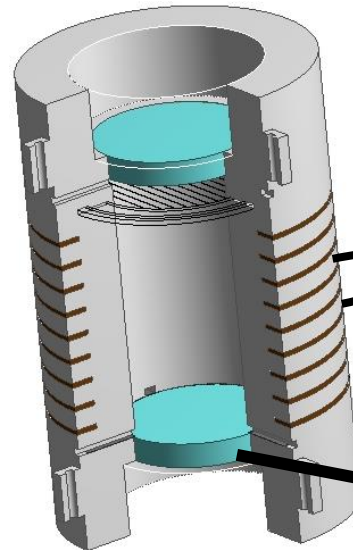
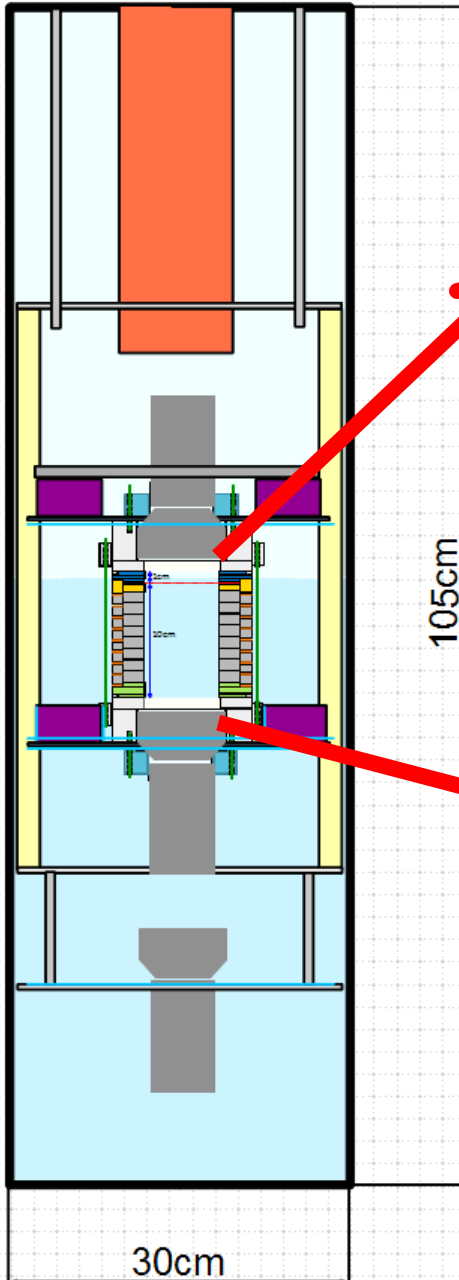
High PDE, low x-talk&AP, low bkg,  
低価格の実現に向けて協力。



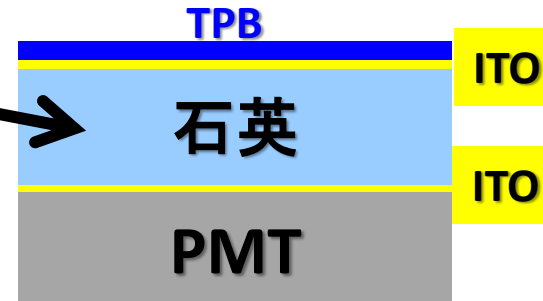
# 今後の展望

◆ Fiducal ~kgレベルの**大光量・2相式運転**  
 現在真空引中：12/16実験開始（10日間運用）

✓ テフロンユニット構造



✓ 石英+ITO電極




◆ 2015年度予定：

**大光量・2相型検出器 (O(10kg)) の確立と運用**

→ 地上実験 (~100kg・days) とデータ解析

→ 地下実験に向けての問題の洗出し

→ **地下施設での実験検討の継続**



来年度も引続き  
よろしくお願ひします