

# 地下実験のための 放射能分析装置の開発



神戸大 **伊藤博士**、竹内康雄、身内賢太郎、橋本隆

徳島大 伏見賢一

ICRR神岡施設 岸本康宏、関谷洋之、竹田敦、小林兼好、  
中野佑樹

大阪大 吉田齊

東北大 梅原さおり

福井大 小川泉

査定金額:21万円

用途:

旅費 神戸～神岡、～4往復

物件 配管部品～2万円(予定)

# 本研究の目的

- 新学術「**地下素核研究**」での、計画研究D01:「**極低放射能技術による宇宙素粒子研究の高感度化**」の活動の1つ

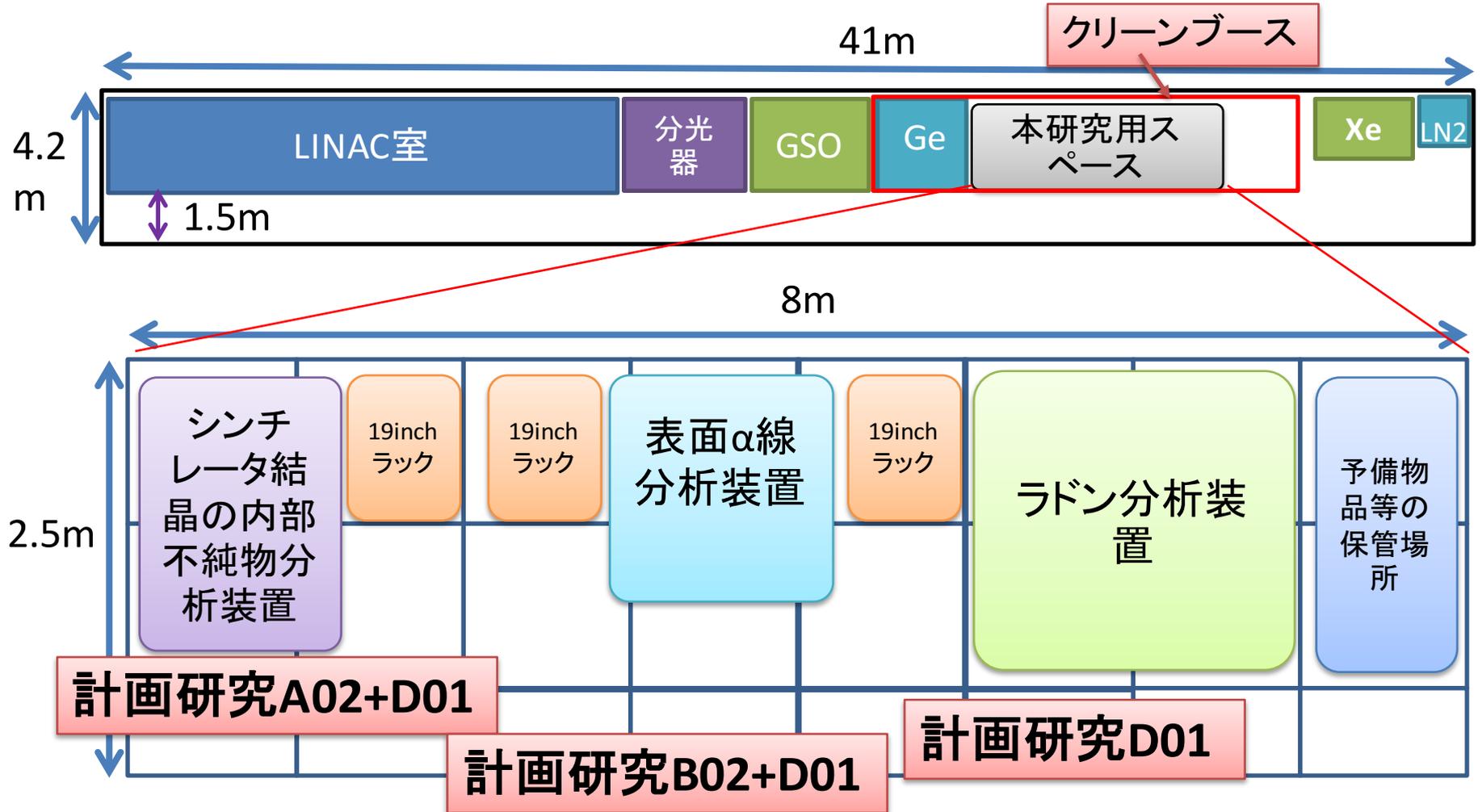
■ URL: <http://www.lowbg.org/ugnd/>



- 神岡地下で、最先端の**放射能分析装置**を、各計画研究グループの**枠を超えて連携**して、研究・開発・構築を進める。
- その活動のためのスペースを共同利用申請。
  - 坑内実験室A (**LAB-A**)

# LAB-A: 装置の配置図

- ICRR共同利用で神岡坑内に、以下のスペースを確保し、各種の分析装置を構築中(H27年度～)



# 結晶内部の不純物測定装置

測定対象：遅延同時計数測定

U-系列

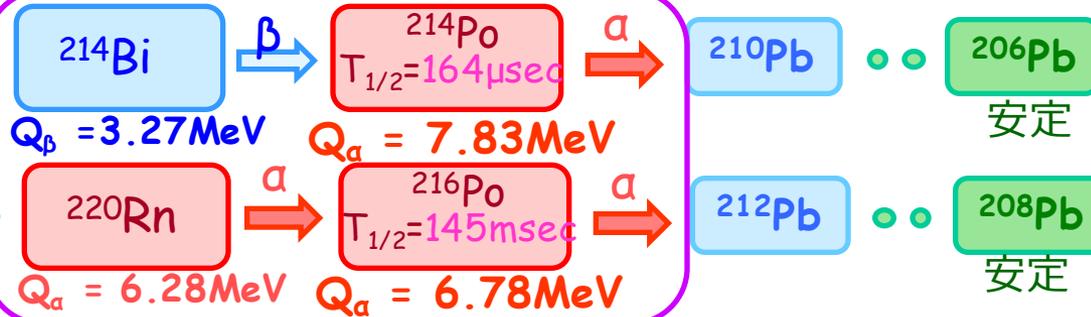
$^{238}\text{U}$

$T_{1/2}=4.5\times 10^9$ 年

Th-系列

$^{232}\text{Th}$

$T_{1/2}=1.4\times 10^{10}$ 年



検出効率

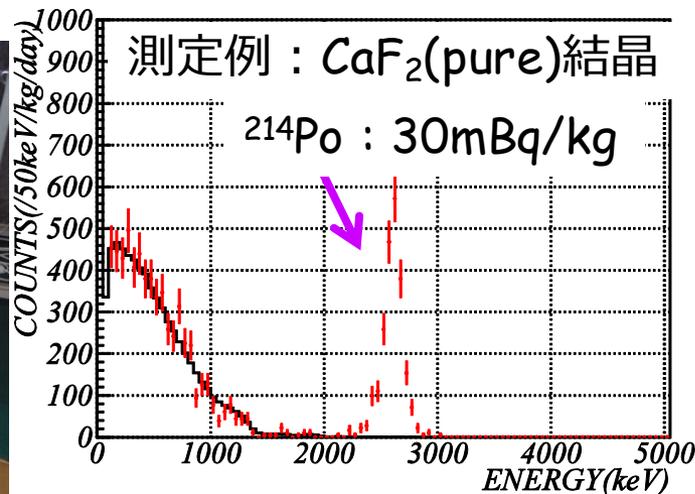
U-系列 : ~90%

Th-系列 : ~85%

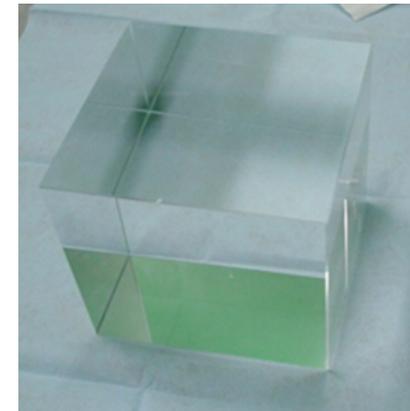
実験室Aでの測定



測定装置(RCNP)



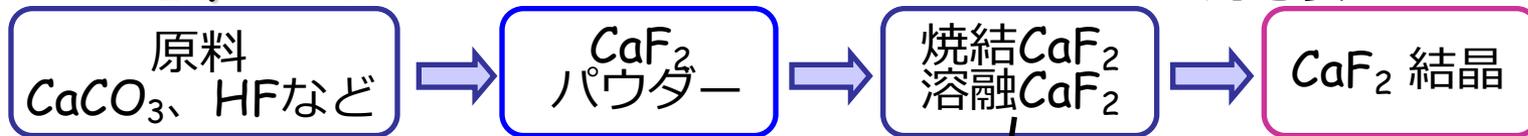
CaF<sub>2</sub>(pure)結晶サンプル



- 測定感度：~5μBq/kg(ppmレベル) (測定時間10日)
- 現在、CaF<sub>2</sub>溶融品、結晶等の不純物測定  
→より高純度なシンチレーション結晶開発へ

# 高純度結晶の開発

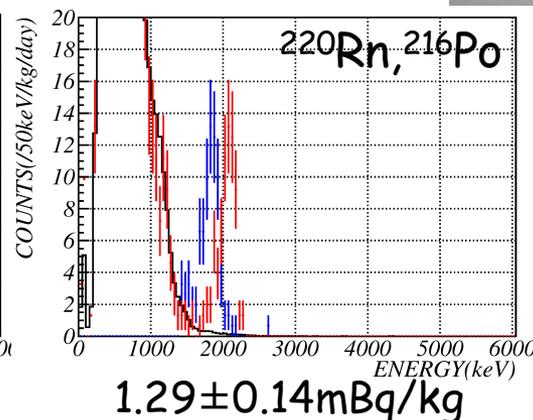
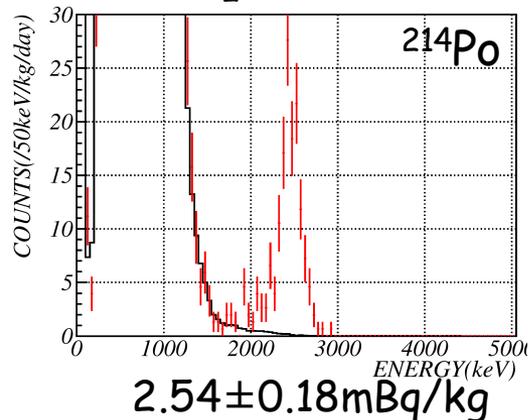
## CaF<sub>2</sub>(pure) 結晶の精製過程



Ge検出器を用いた  
不純物測定  
→測定感度が悪い

CaF<sub>2</sub>結晶だけでなく  
CaF<sub>2</sub>溶融品の不純物測定も  
本システムで行う。  
→高感度不純物測定が可能  
高純度結晶開発の高速化

### 溶融CaF<sub>2</sub>の測定例



### GAGG結晶



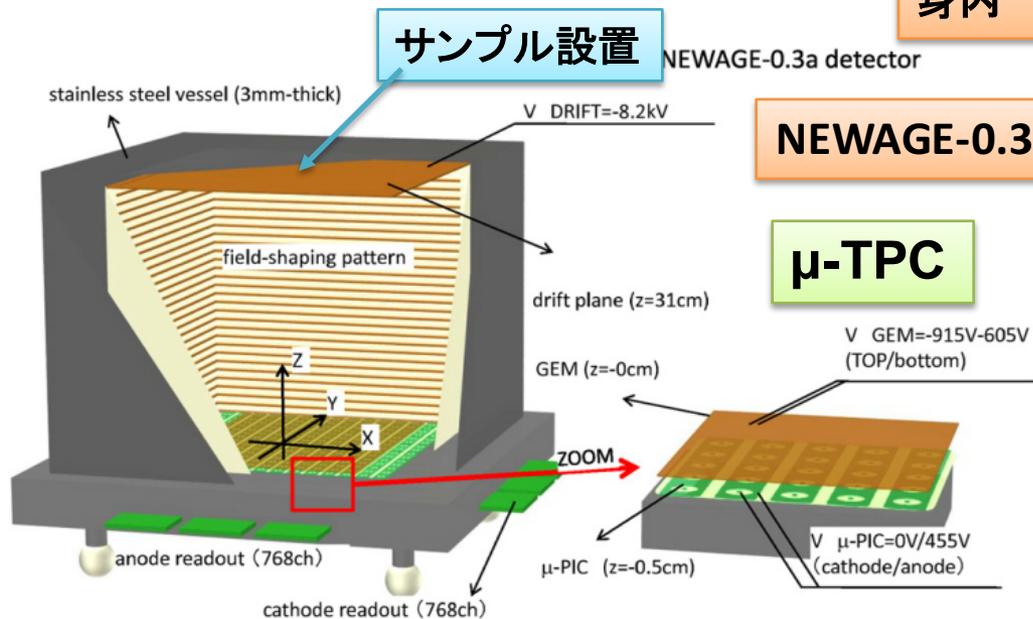
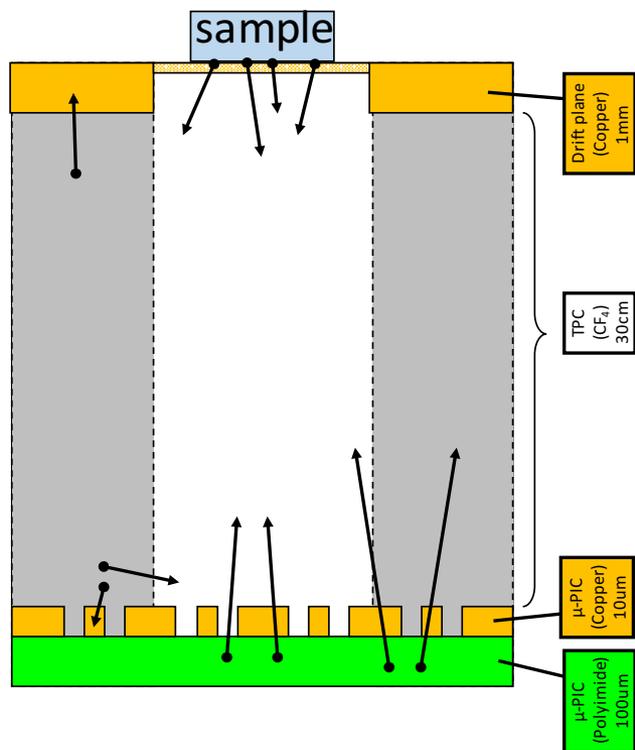
- 本年度の測定  
CaF<sub>2</sub>結晶、CaF<sub>2</sub>溶融品(大阪大学：CANDLES)  
ほか、GAGG結晶(福井大学)

# $\mu$ -TPCを用いた表面 $\alpha$ 分析測定

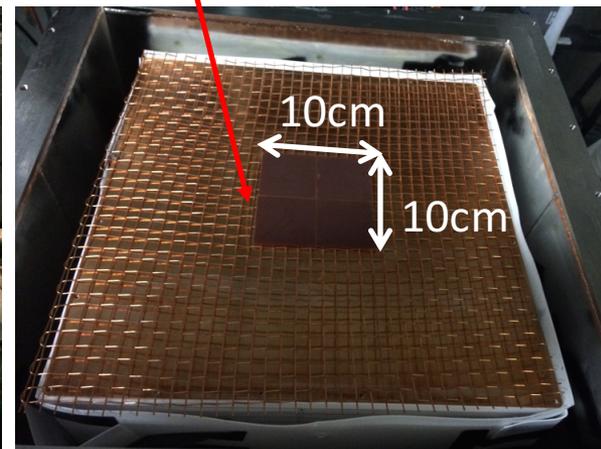
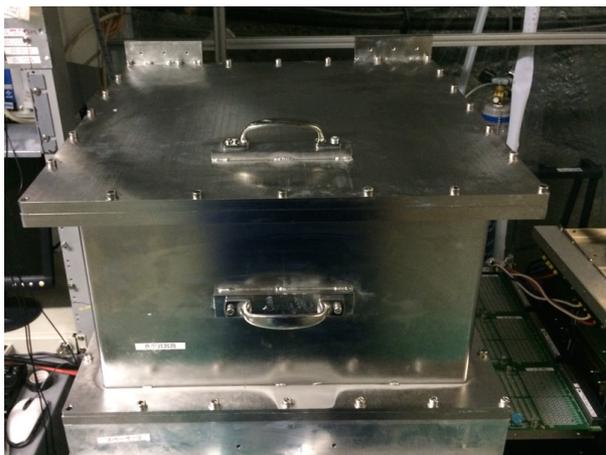
B02+D01

伊藤、橋本、  
身内

- 表面からの $\alpha$ 線: 暗黒物質・ $\beta\beta$ 実験などで問題
- NEWAGEのマイクロTPCで感度よく測定する



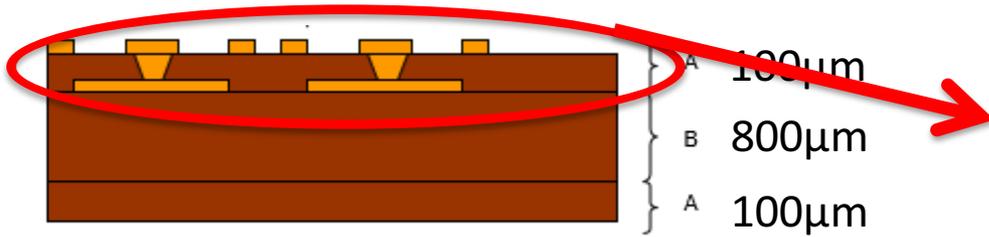
サンプル



# Low $\alpha$ $\mu$ -TPCの開発

B02+D01

伊藤、橋本、  
身内



Replace with low radioactive materials

## New material

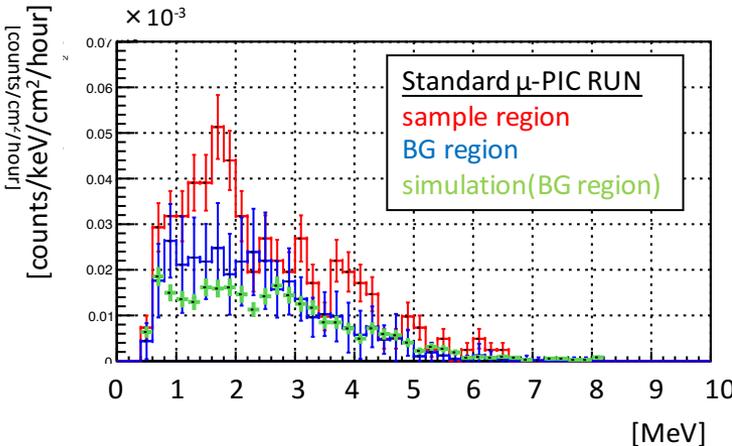
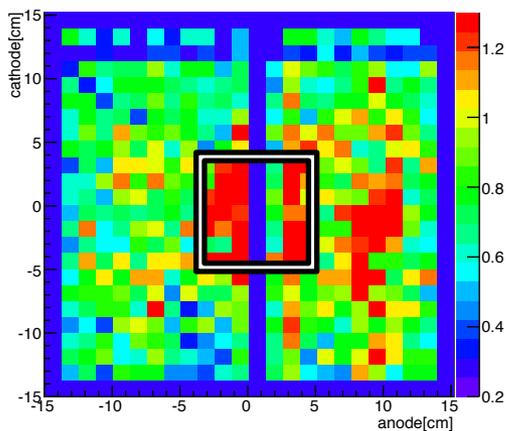
$^{238}\text{U}$  and  $^{232}\text{Th}$  measurement results using the HPGe detector



PI+epoxy

Sample	$^{238}\text{U}$ [ppm]	$^{232}\text{Th}$ [ppm]	備考
PI100 $\mu\text{m}$	$0.39 \pm 0.01$	$1.81 \pm 0.04$	Current $\mu$ -PIC material
PI+epoxy	$< 2.98 \times 10^{-3}$	$< 6.77 \times 10^{-3}$	New material

arXiv:1707.09744



sample	$\alpha/\text{cm}^2/\text{h}$
standard $\mu$ -PIC	$0.28 \pm 0.12$
Low $\alpha$ $\mu$ -PIC	$< 7.55 \times 10^{-2}$

# ラドンフィルム透過率測定

目的:

暗黒物質、ニュートリノレス二重 $\beta$ 崩壊探索実験では検出器材料などを長期保存、輸送の際に使用する袋の素材などラドンを通さないフィルムが必要になる。本研究ではフィルムのラドン透過率を測定し、材料選定に役立てることを目的とする。

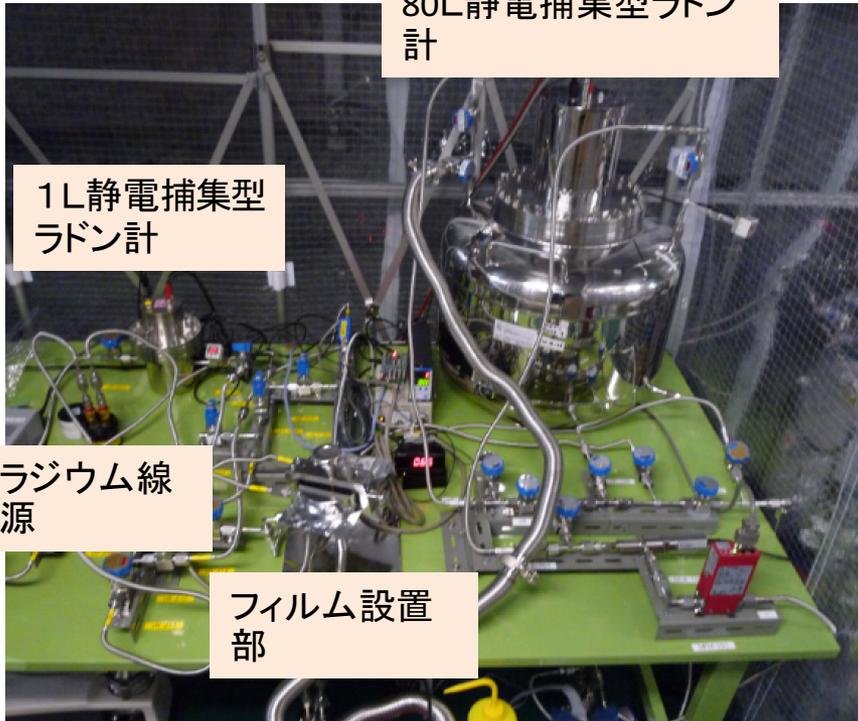
2016年10月 セットアップ組み上げ  
 2016年11月 バックグラウンド測定  
 2016年12月 フィルム測定開始

80L 静電捕集型ラドン計

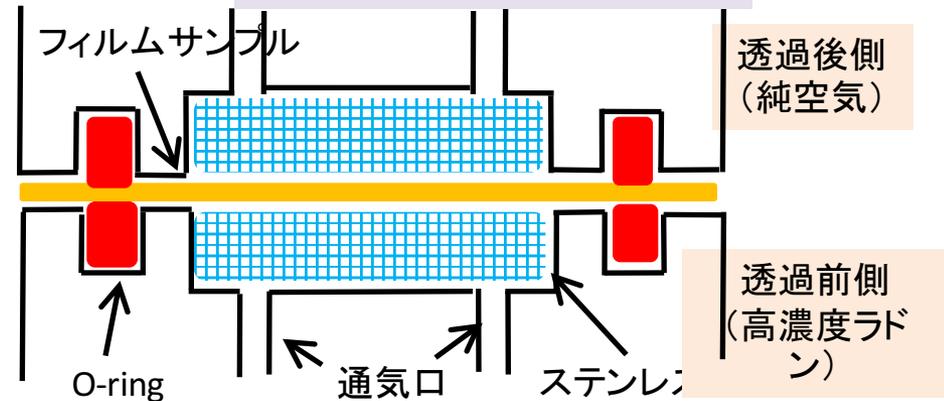
1L 静電捕集型ラドン計

ラジウム線源

フィルム設置部



## フィルム設置部構造



# これまでの結果と今後

- 測定結果

- 検出器バックグラウンドレベル:  $\sim 30\text{mBq/m}^3$   
( $k/T = 1.1 \times 10^{-9}\text{cm/sec}$  相当)



- EVOHフィルム  
(市販品、XMASSで使用):  
 $k/T \leq 1 \times 10^{-9}\text{cm/sec}$

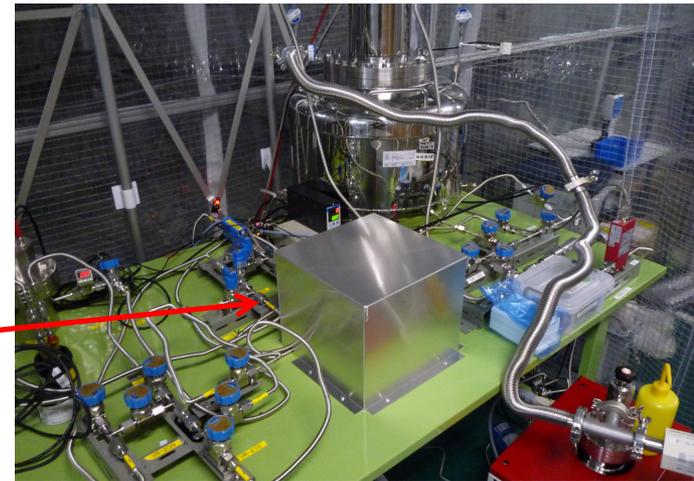
- アルミ蒸着EVOHフィルム:  
 $k/T \leq 3 \times 10^{-9}\text{cm/sec}$



- フィルム設置部における外気からのラドン流入が主バックグラウンド源になっている。フィルム設置部をアルミ箱で覆い中に純空気を流すことでバックグラウンド低減を模索している。

$T$ : フィルムの厚み (cm)

$k$ : ラドン透過率 ( $\text{cm}^2/\text{sec}$ )



# まとめ

- 神岡地下(LAB-A)で、最先端の放射能分析装置を開発する共同研究が行われている。
  - 結晶中の不純物分析
  - 表面アルファ分析
  - ラドン分析(吸着、膜透過)
- 装置改良・サンプル測定の結果が出始めている
- 放射能データベースも構築中

