ICRR共同利用研究成果発表会
2012年12月07日

高純度ガス用のラドン濃度測定器の開発

神戸大・理　竹内康雄、細川佳志、村田亜紀、大西洋輔
岐阜大・総合情報メディアセンター　田阪茂樹
ICRR神岡施設　関谷洋之

査定金額：20万円(旅費)
現在までの使途 (旅費: ～14万円、物品:～2.5万円、):
　旅費: 神戸～神岡
　物品: 送料(神岡～神戸) 、ICカードリーダ

本研究の目的

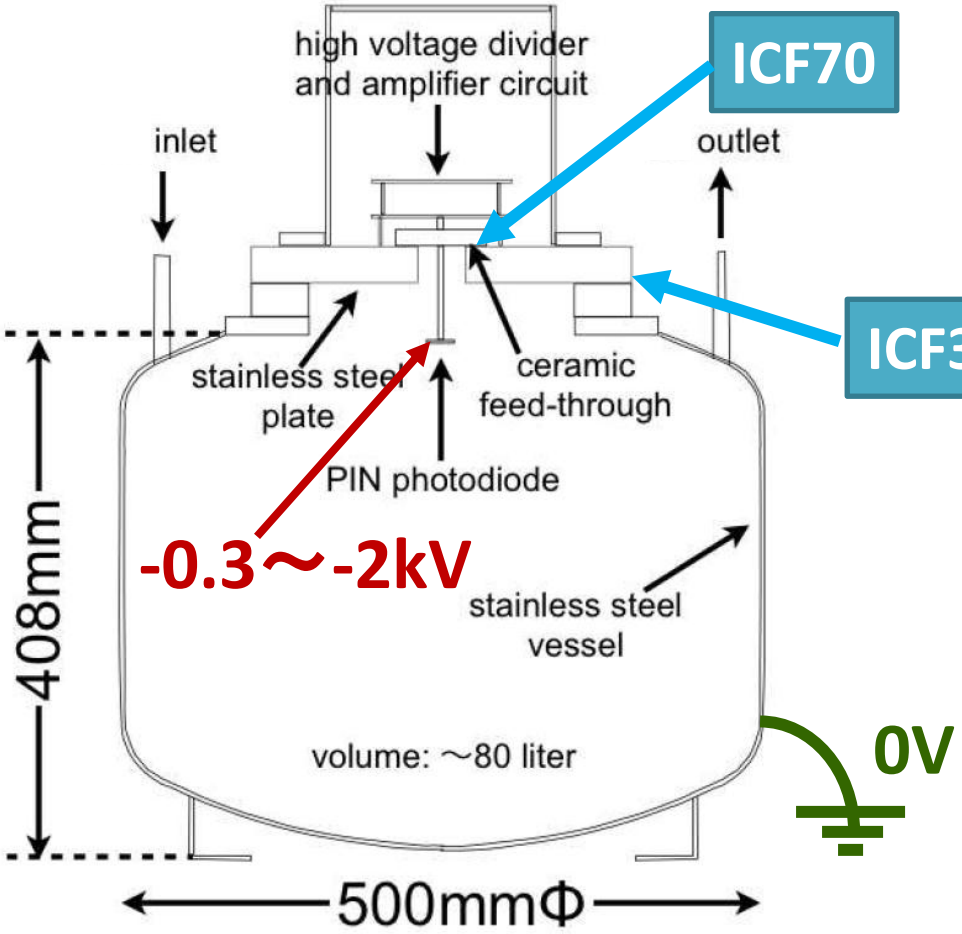
- 高純度ガス中のラドンをより高い感度で測定することを目指す。
  - 現在: ～1mBq/m^3 (real-time in gas/water)
    ～ 14μBq/m^3 (with 濃縮トラップ in gas Ar)
- これまでの70L検出器では、アクリル板(M3ネジ用タップ付き)、バイトンO-リングが使われていた。
  - 大気圧付近でしか使用できない。

- ICFフランジに変更した高感度ラドン検出器(=80L検出器)を試作
- 純ガスを用いて、特性試験・性能評価を行う

80Lラドン検出器

Cf. 70Lラドン検出器
NIM A421 (1999) 334

Method = PIN photodiode + Electrostatic collection



■帯電したラドン娘核をフォトダイオード表面に静電場により捕集する
■フォトダイオード表面でのα崩壊のエネルギーを測定し、カウントする

まとめ

H23年度の報告

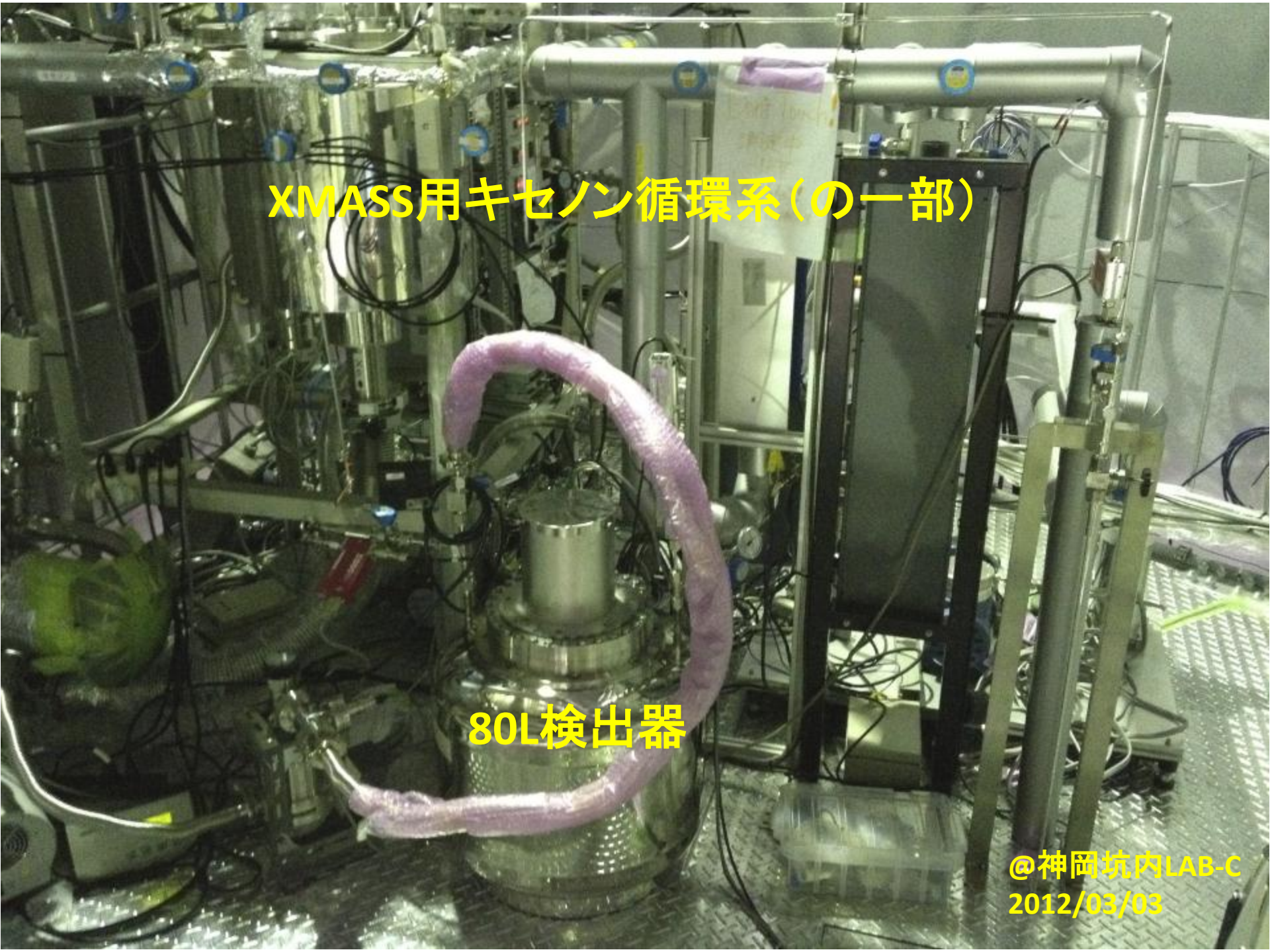
- 真空中の測定に対応したラドン検出器を試作した
- 真空中では、-0.3kVまでは安定して動作する。
- U/Th系列の不純物が残っている可能性あり。

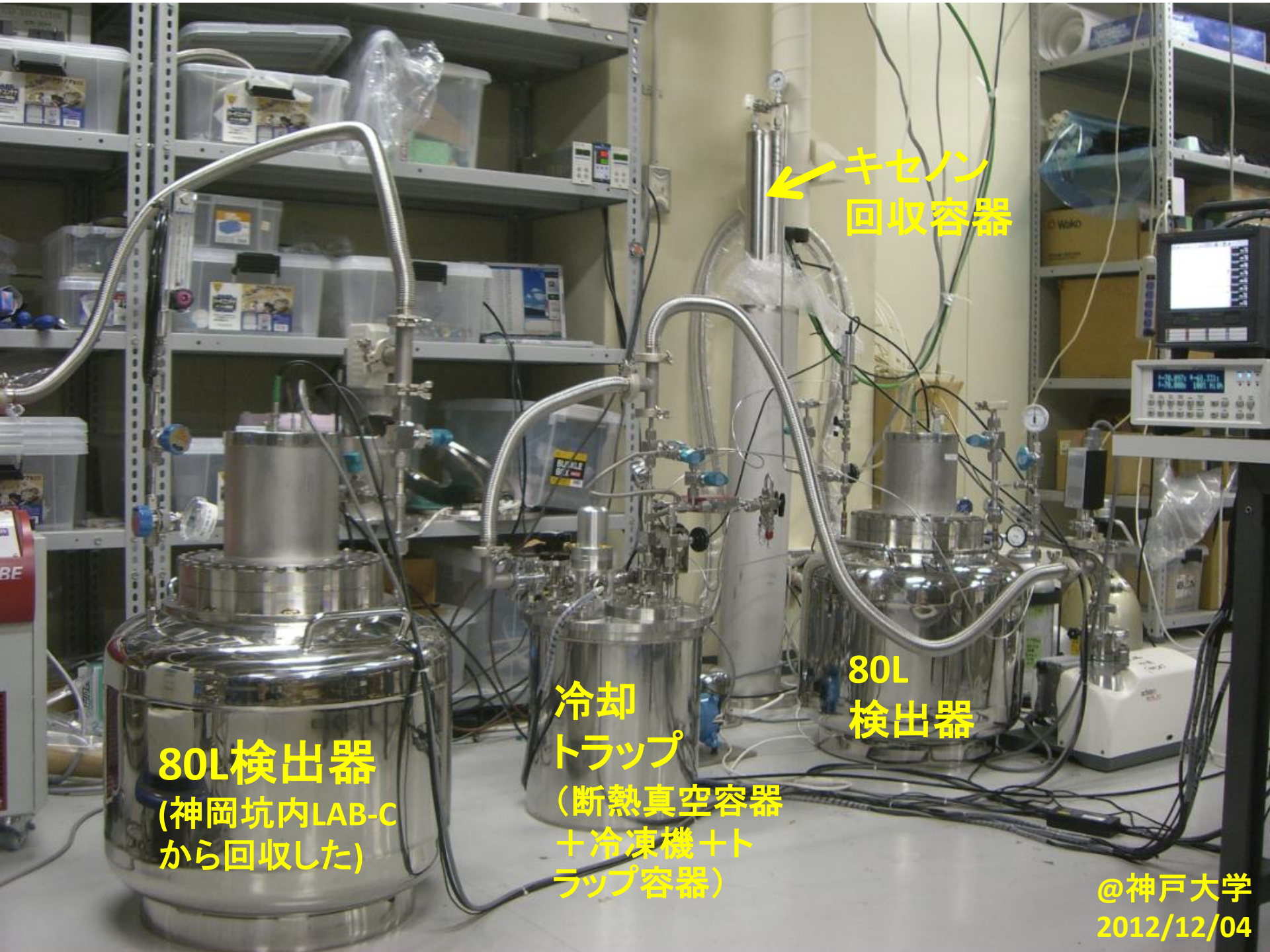
今後の計画

現状

- 特性試験を継続 → 高電圧特性・湿度特性の測定
- BG源の探索・除去
  - 真空でのBGランによる切り分け → 真空中測定のR&D
  - フィードスルー、PINフォトのセラミックか？ → セラミックの測定
- キセノンガス中ラドンの高感度測定方法の開発

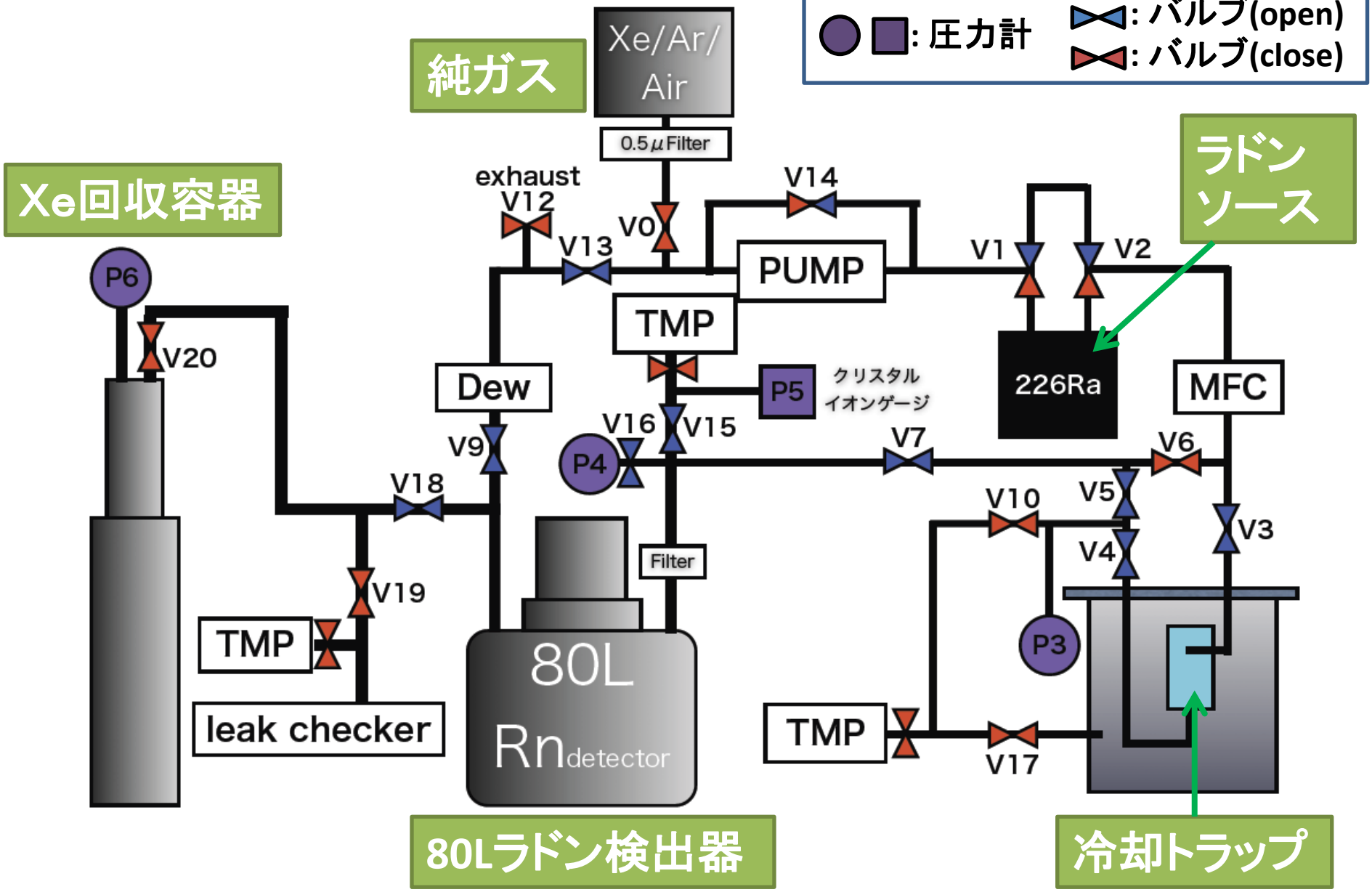
→ 科研費 KAKENHI でも推進 (H24-26年度 基盤B)


XMASS用キセノン循環系（の一部）
80L検出器
@神岡坑内LAB-C
2012/03/03


キセノン
回収容器
80L
検出器
冷却
トラップ
（断熱真空容器
＋冷凍機＋ト
ラップ容器）
80L検出器
(神岡坑内LAB-C
から回収した)
@神戸大学
2012/12/04

配管図@神戸大

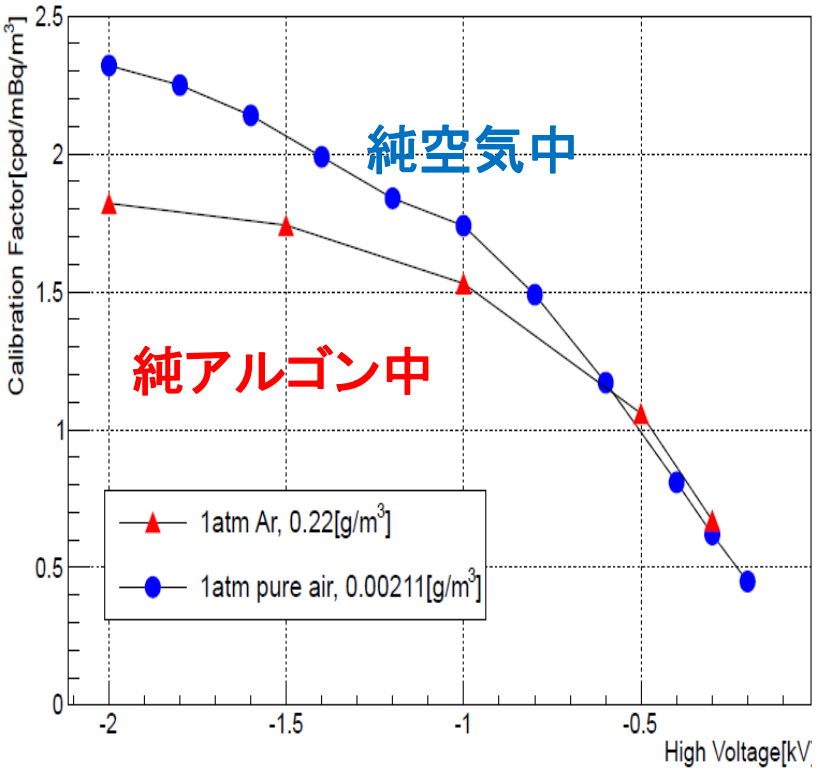
TMP: ターボ分子ポンプ
Dew: 露点計
MFC: Mass Flow Controller
: 圧力計
: バルブ(open)
: バルブ(close)



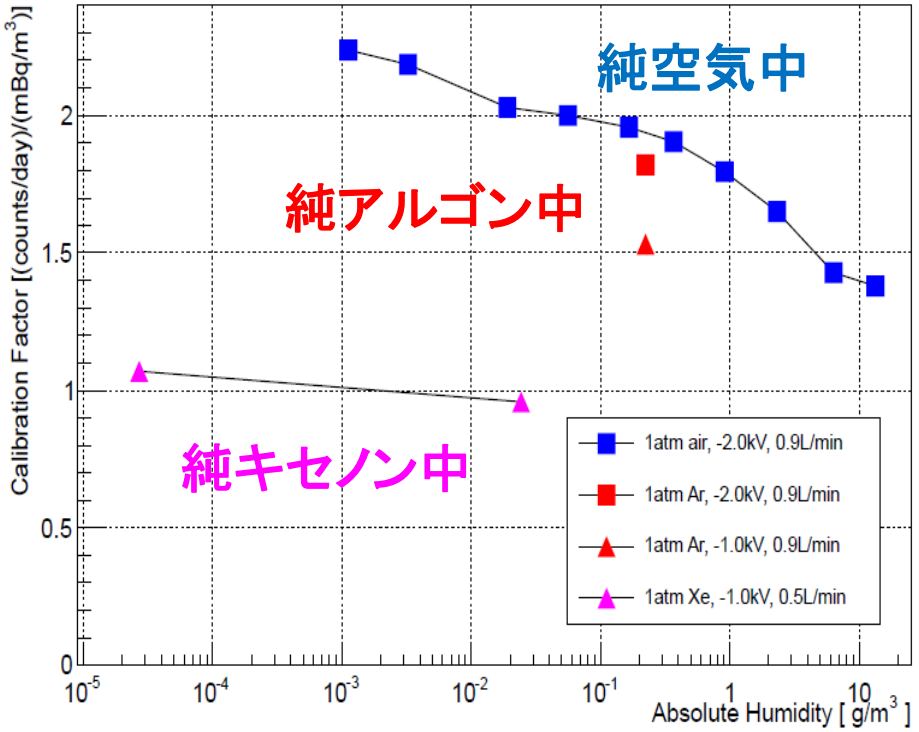
80L検出器：高電圧特性・湿度特性

Preliminary

較正定数 [(count/day) / (mBq/m³)]



電圧 [kV]



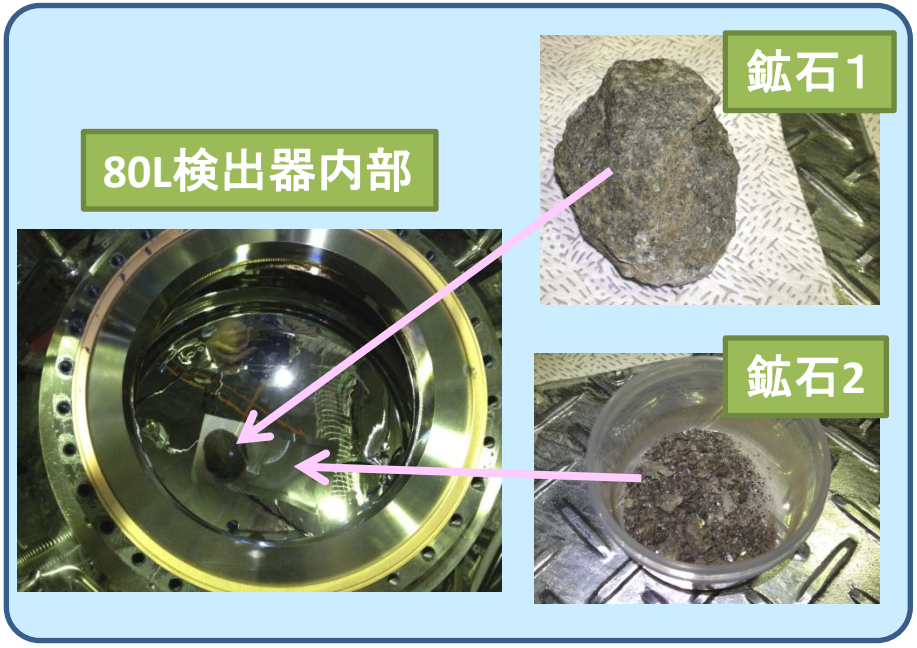
絶対湿度 [g/m³]

■今後、特性試験を継続し、結果をまとめ、論文投稿予定

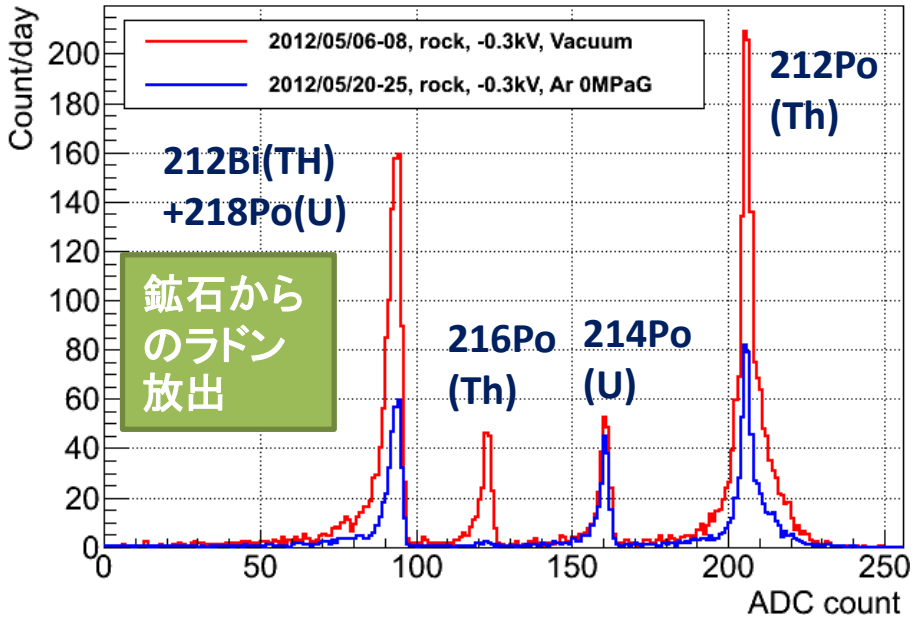
真空中測定のR&D

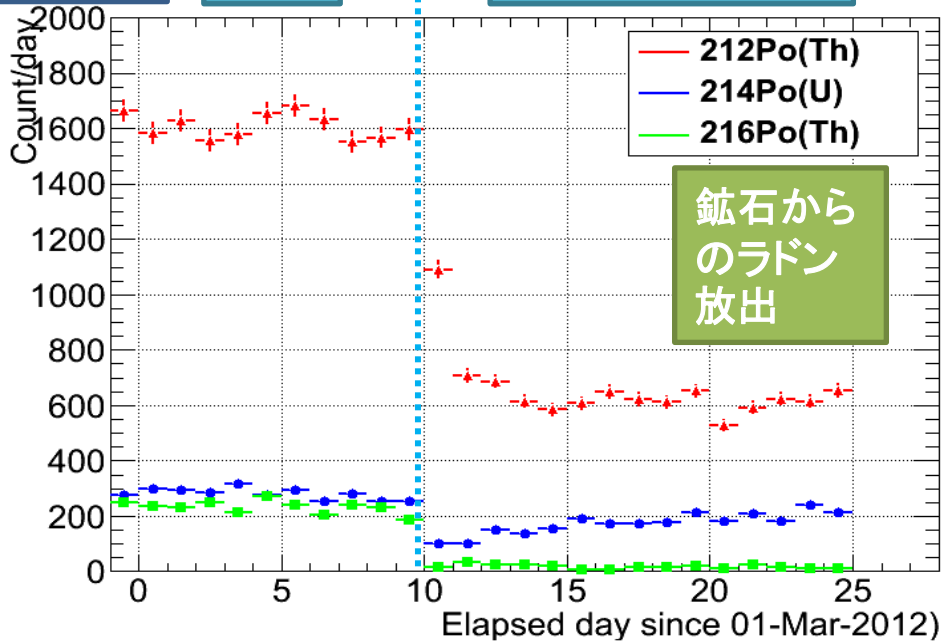
Preliminary

- ランタンマントル、鉱石で動作確認を行った
- 220Rn(Th系列)に対する感度は真空中の方が高い
- 222Rn(U系列)は同程度
- 電極棒、セラミックサンプルでは、再現しない?（調査中）



HV: -0.3kV　真空 ⇔ 大気圧アルゴン





(トリウム含有)電極棒の測定

Preliminary

212Po
218Po+212Bi
210Po
214Po

HV: -0.3kV

底面設置

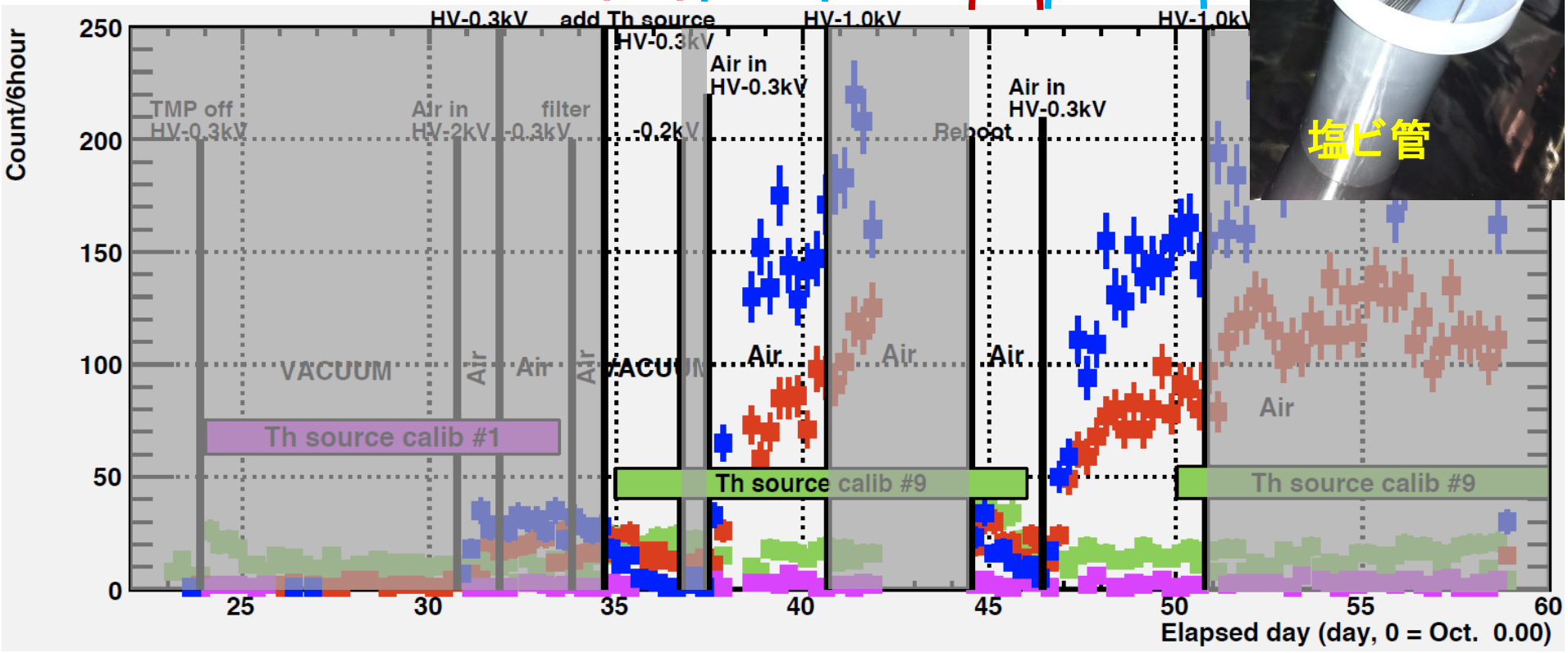
真空

大気圧
純空気

底面+10cm設置

真空

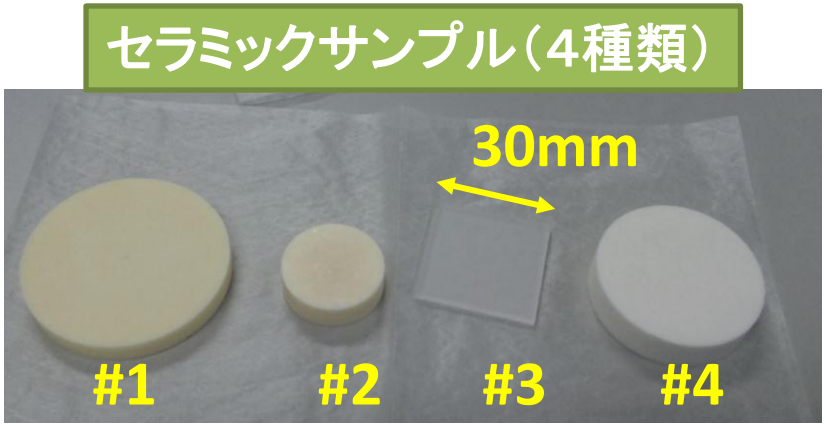
大気圧
純空気



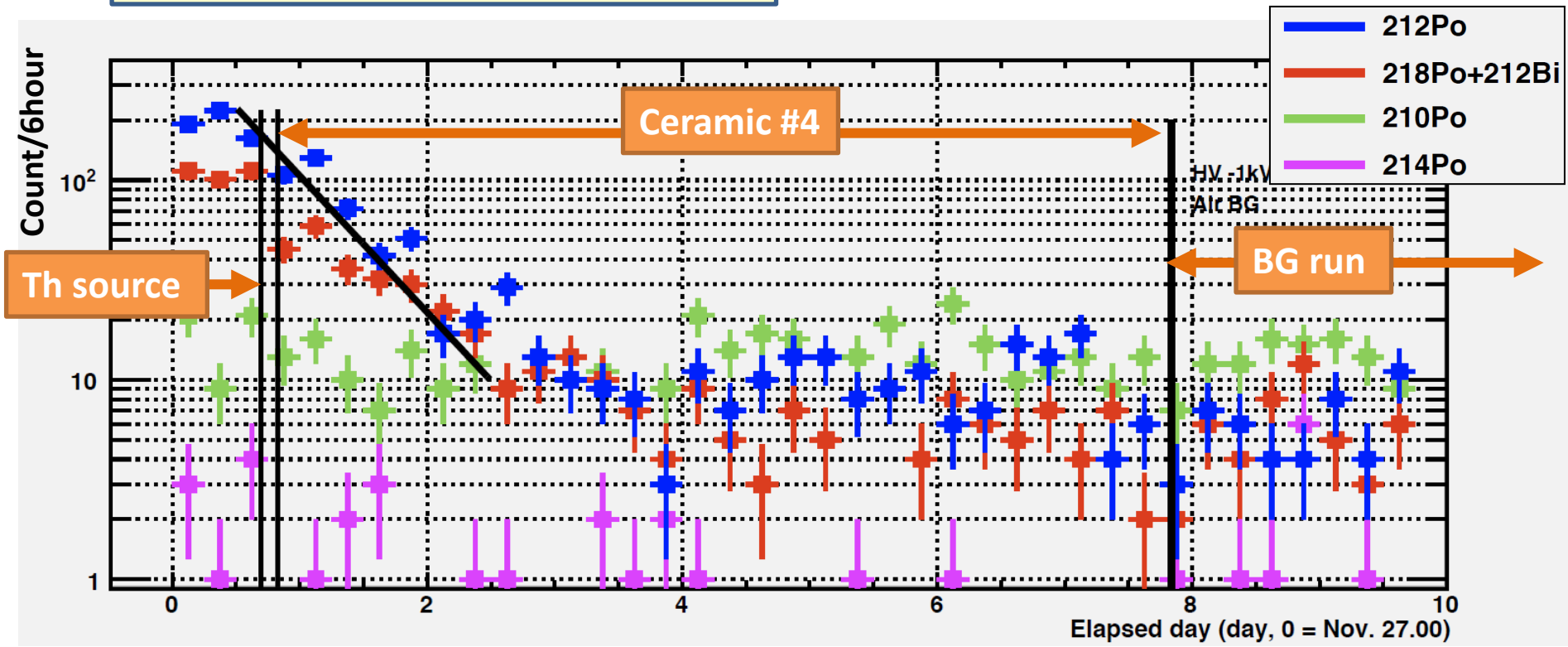
■ 真空中の方が効率悪い？（鉱石と逆、調査中）

セラミックサンプルの測定

- セラミックサンプルからの
  ラドン放出率を測定中



HV: -1.0kV、大気圧純空気、底面設置



まとめ

- 80Lラドン検出器の特性試験を継続中
  - 純空気、純アルゴン、純キセノンでラドン検出器の較正を行う
  - 論文公表予定
- 真空中での測定試験を継続中
- セラミックサンプルからのラドン放出量測定中
  - アルミナ3種類、サファイア1種類を評価予定

SUPPLEMENTS

研究の背景

- 放射性希ガスのラドンは地下実験における主要なバックグラウンド(BG)源となり得る。
  - Super-Kamiokande, XMASS, NEWAGE, …
- 精密測定が実験の信頼度を高めるために必要。
  - 環境から測定器への混入
  - 部材からのラドン放出測定（スクリーニング）
- これまで、純空気中、純水中、純アルゴン中のラドン濃度測定装置を開発した。
  - 極低濃度ラドン測定システムの開発 (代表：岐阜大 田阪)
  - RADIOISOTOPES 59 (2010) 29、NIMA 497 (2003) 414、NIMA 421 (1999) 334
- 国内外の研究グループに情報提供をしてきた
  - KamLAND, NEMO, LSM(France), LBNE(US), …

80L検出器内部の電場計算

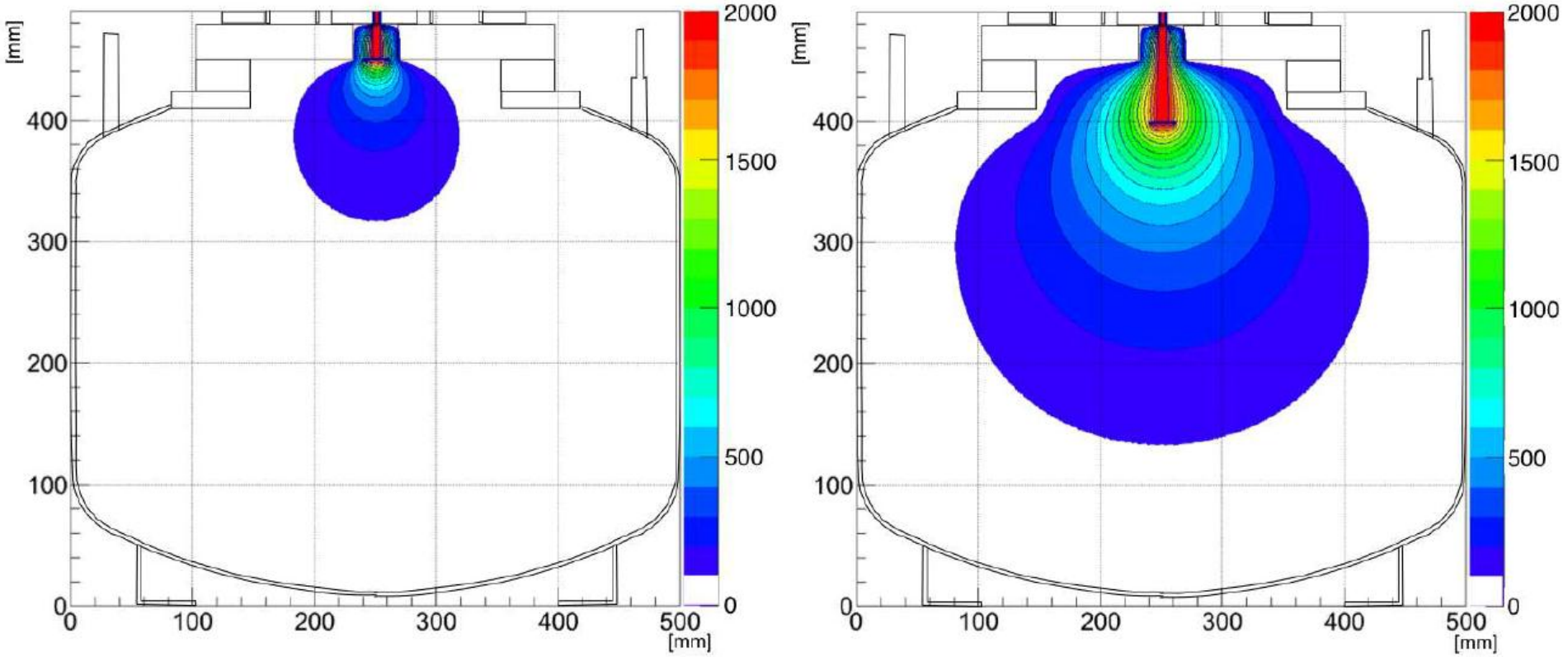
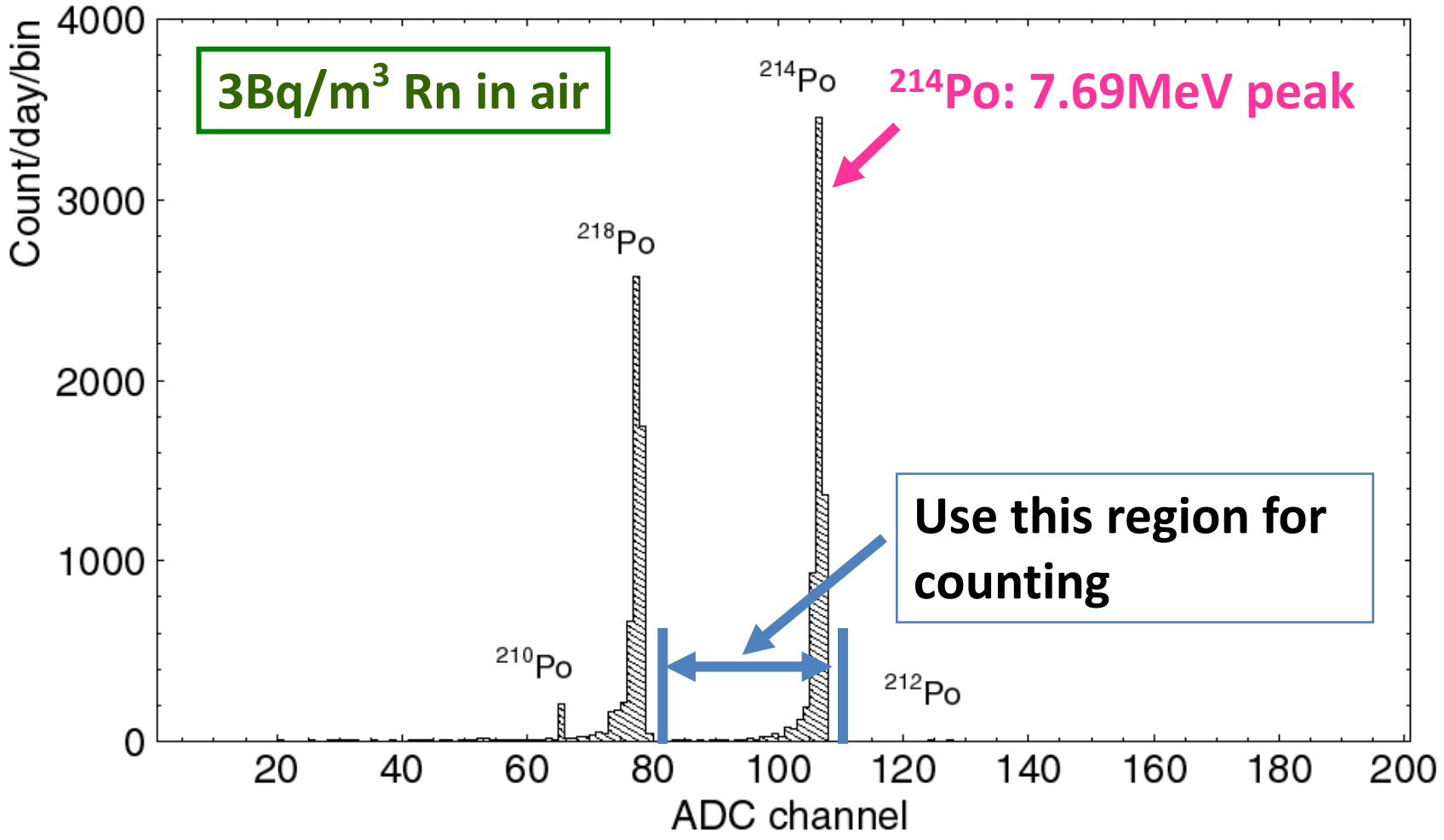


Fig. 2 PIN photodiode position dependence of electric field in airtight radon detector.

NIM A421 (1999) 334

Typical response of 70L Rn detector



較正定数: 2.2+/-0.4 (^{214}Po count/day) / (mBq/m^3) @0.08g H_2O/m^3
0.9+/-0.2 (^{214}Po count/day) / (mBq/m^3) @11g H_2O/m^3