

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、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+物品)

現在までの使途 (旅費: ~5.5万円、物品: ~7.8万円、):

旅費: 神戸~神岡

物品: VCR継手、SUS配管部品、送料(神岡~神戸)

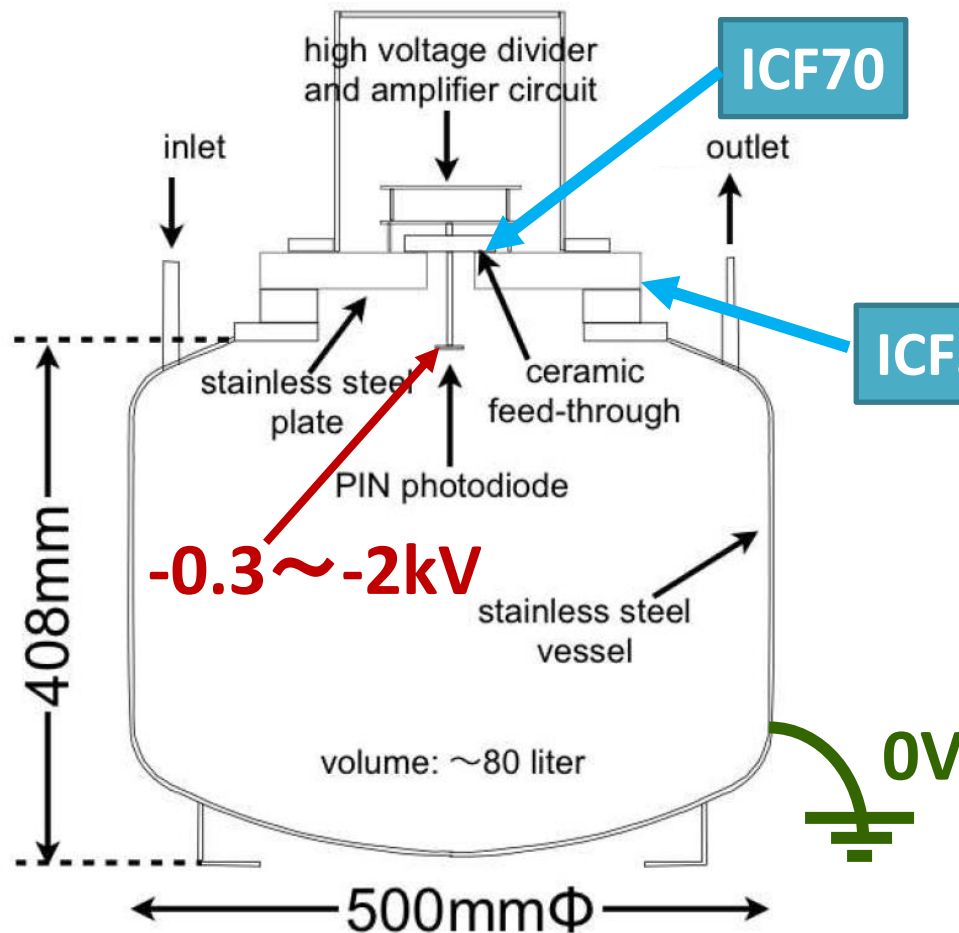
本研究の目的

- **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: $\sim 1\text{mBq/m}^3$ (real-time in gas/water)
 $\sim 14\mu\text{Bq/m}^3$ (with 濃縮トラップ in gas Ar)
 - これまでの70L検出器(NIM A421 (1999) 334)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

@神戸大学
2013/12/19

80L検出器
No.2

80L検出器
No.3

80L検出器
No.1

現状

■ 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校正を行う

■ 論文公表予定 → データを追加し、論文執筆中

■ 真空中での測定試験を継続中 → 進捗なし

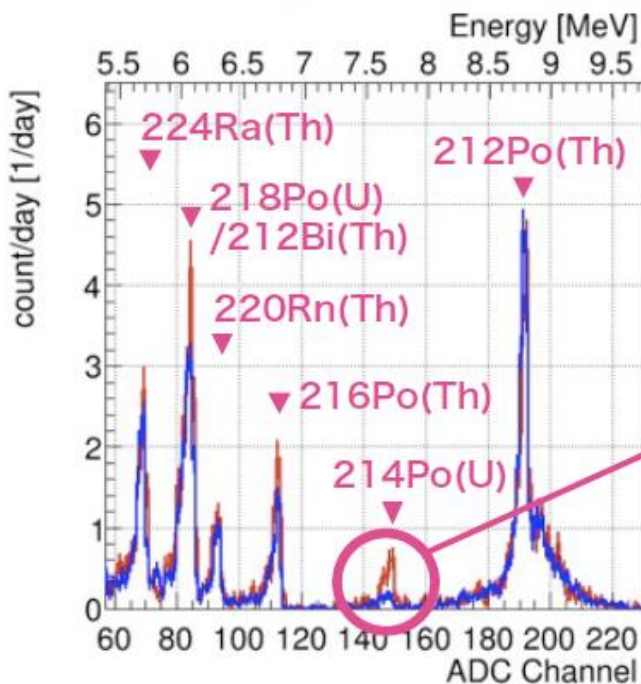
■ セラミックサンプルからのラドン放出量測定中

■ アルミナ3種類、サファイア1種類を評価予定

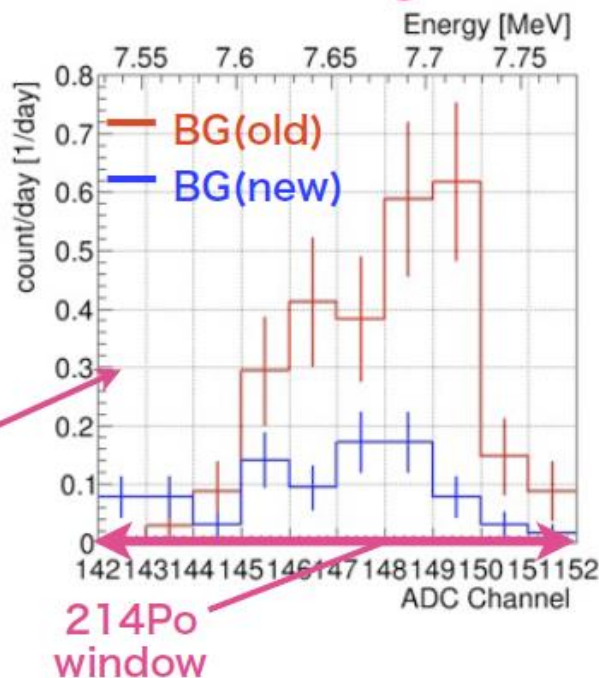
→ 検出器本体からのラドン放出BGの低減を行った

検出器のバックグラウンド評価

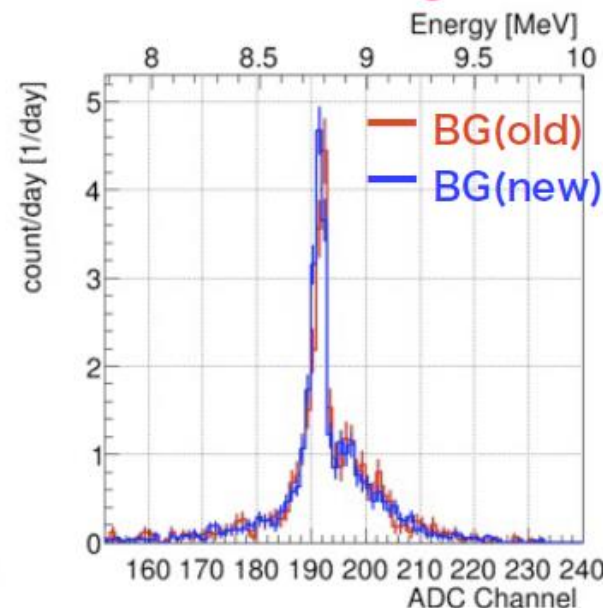
Pure Air, -1.0kV



214Po(U) Signal



212Po(Th) Signal



• 検出器を真空引き後、純空気を封入

• エタノール清掃によって
222Rn (U) が低減• 検出器内に228Thが含まれてい
る可能性がある → 再電解研磨

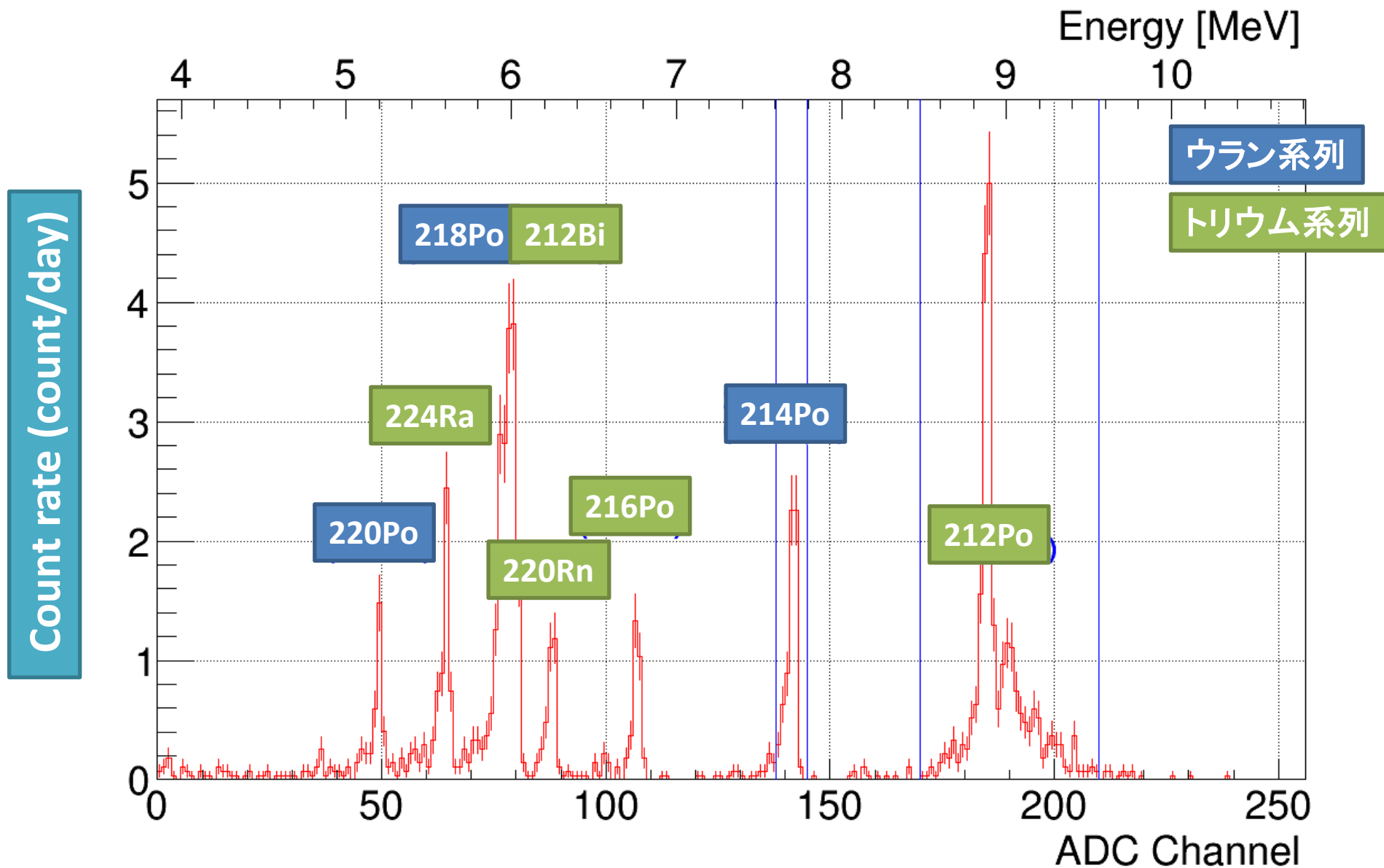
BG(old)	2.65 +/- 0.28 [cpd]
35 days	~1.8 +/- 0.2 [mBq/m ³]

検出器内部をエタノールで清掃

BG(new)	0.89 +/- 0.12 [cpd]
64 days	~0.6 +/- 0.1 [mBq/m ³]

(CF = 1.5と仮定)

No.3 BGラン: 電解研磨前

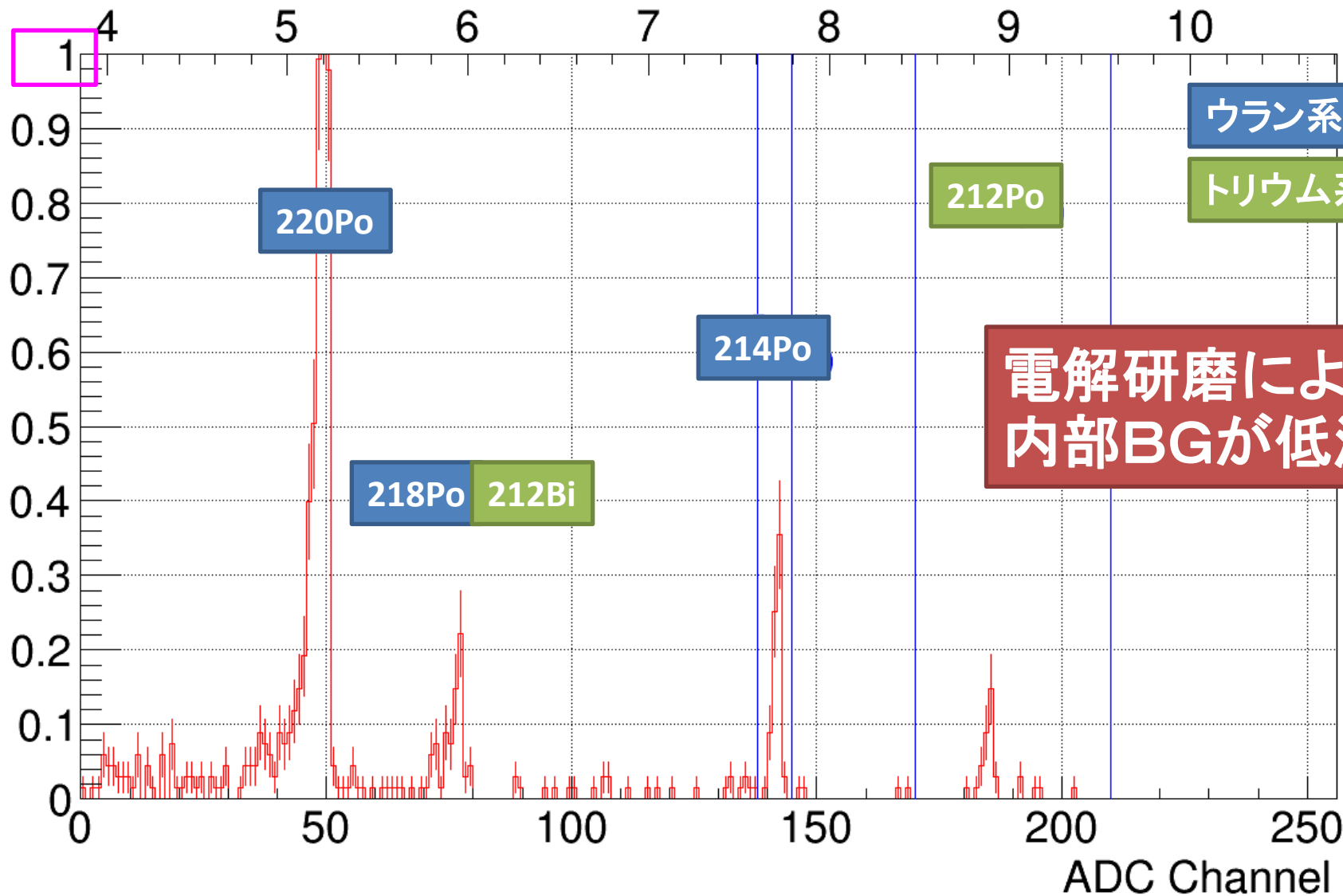


No.3 BGラン: 電解研磨後

表面粗さ: 0.4 μ m

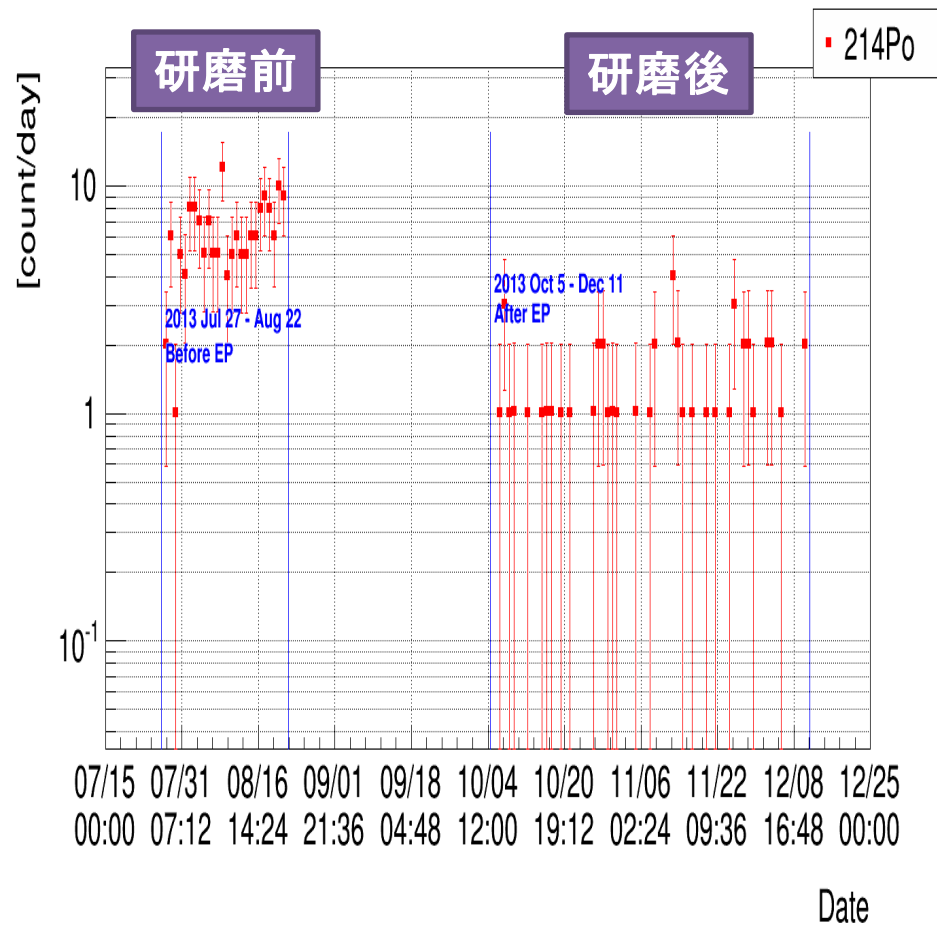
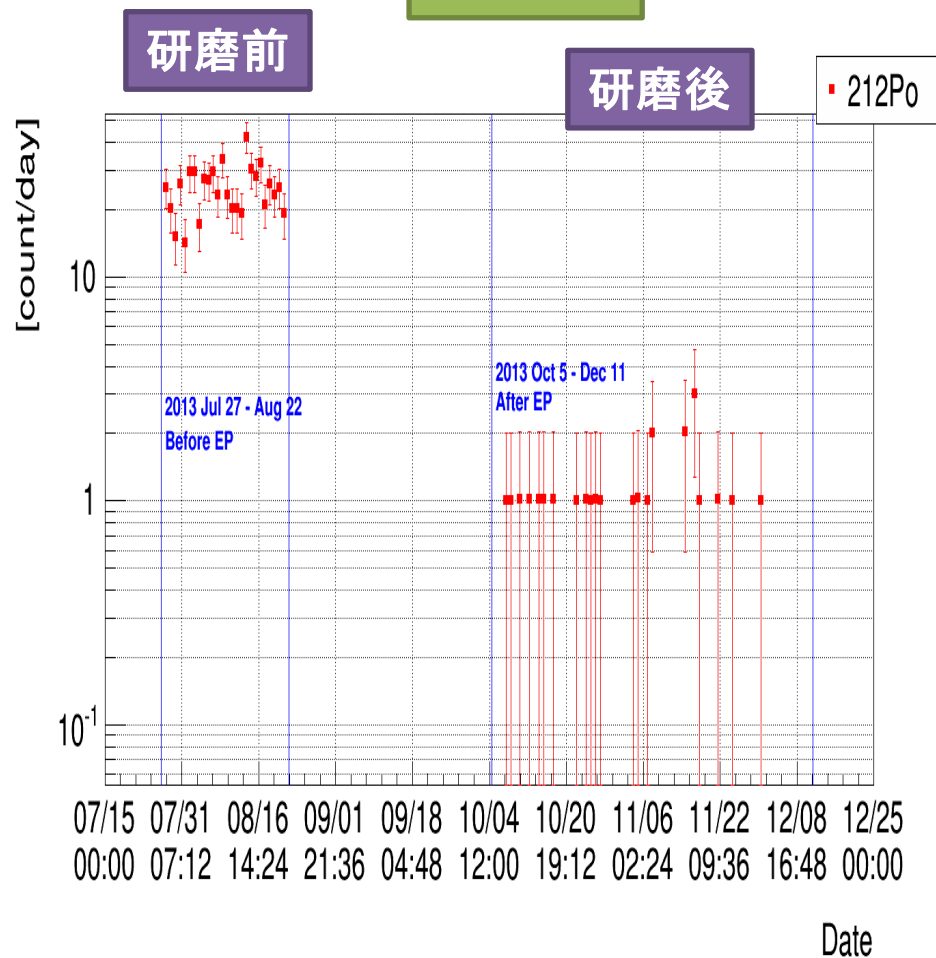
Energy [MeV]

Count rate (count/day)



214Po & 212Po Count Rates

2013年7月～12月

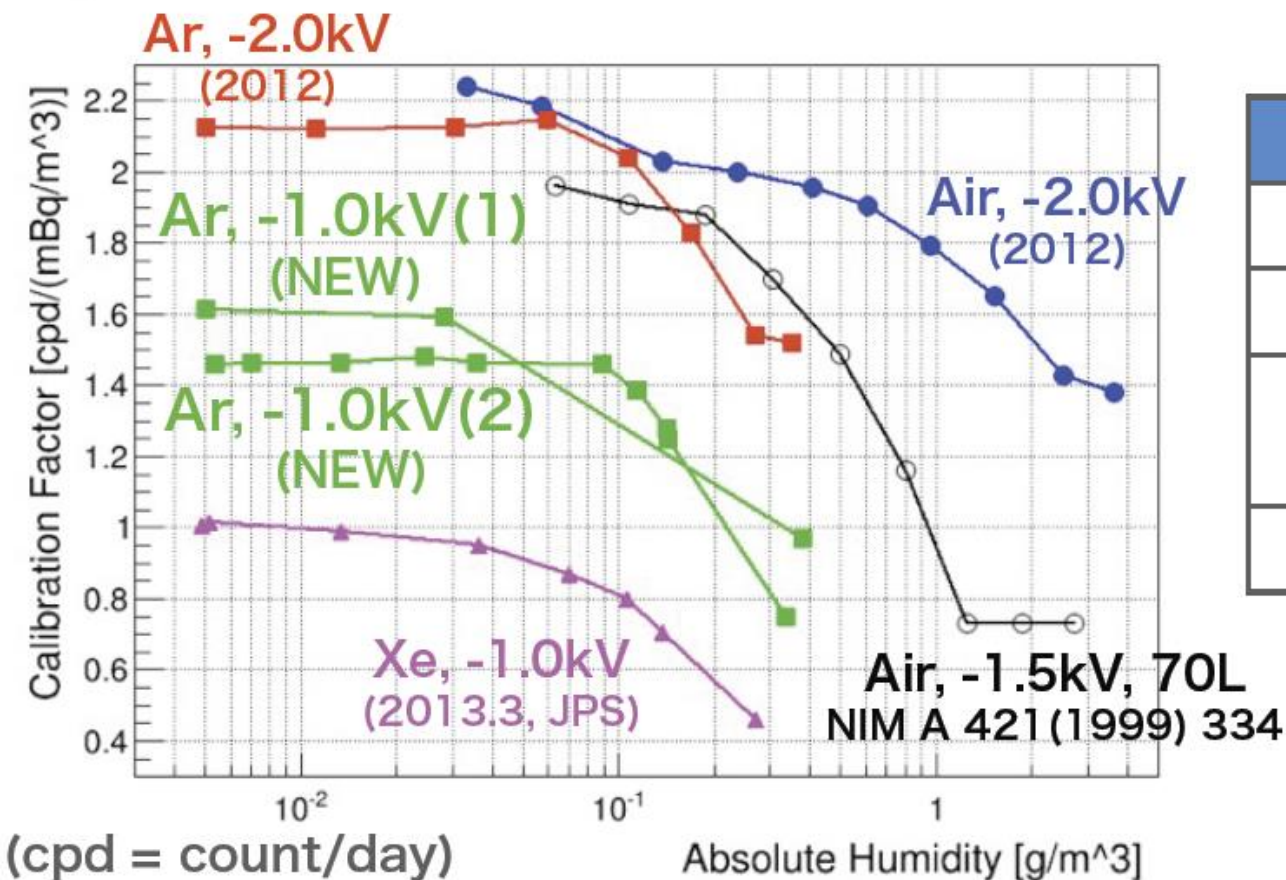
214Po**212Po**

電解研磨による内部BGの低減

	ADC [ch]	Count Rate [cpd] (Before EP)	Count Rate [cpd] (After EP)	(upper limit: 90%C.L.)
210Po	44-52	(3.4 +/- 0.4)	(5.7 +/- 0.3)	← (PIN photo表面 の汚染)
224Ra	58-66	6.0 +/- 0.5	<0.15	
218Po	68-82	18.8 +/- 0.8	0.8 +/- 0.1	
220Rn	85-90	3.3 +/- 0.3	<0.1	
216Po	104-109	3.1 +/- 0.3	<0.1	
214Po	138-145	6.6 +/- 0.5	0.8 +/- 0.1	← ~0.5mBq/m ³ 程度の222Rn 濃度に相当
212Po	170-210	24.7 +/- 1.0	0.4 +/- 0.1	

- 電解研磨はステンレス表面の汚染除去に有効(再確認)
- 測定作業によって、検出器が汚染された可能性高い

$$\text{Calibration Factor } [(\text{count/day})(\text{mBq/m}^3)] = \frac{214\text{Po count rate } [\text{count/day}]}{222\text{Rn concentration } [\text{mBq/m}^3]}$$



	CF
Air, -2.0kV	~2.2
Ar, -2.0kV	~2.2
Ar, -1.0kV (NEW)	~1.5
Xe, -1.0kV	~0.9

Absolute Humidity
= 0.06g/m³

■ 論文執筆中

- Ar, -1.0kVの再現性を確認中
- 検出器の基本特性がほぼ得られた

まとめ

- 電解研磨(表面粗さ: $0.4\mu\text{m}$)は、ラドン検出器表面の汚染除去に有効(再確認)
 - 過去の測定で汚染された可能性が高い
 - 0.8 ± 0.1 count/day程度の ^{214}Po カウントが残留
 - 今後、さらなるBG低減を目指す
 - 1Lラドン検出器(検出器のステンレス表面積を低減)
 - セラミックサンプルの測定
- 80Lラドン検出器の特性試験はほぼ終了
 - 論文執筆中