

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12万+物件8万)

使途:

旅費 13.5万円: 神戸～神岡、5往復

**物件 6.5万円: 配管部品(シンフレックスチューブ、
スエーヂロック継手)、送料(神戸～神岡)**

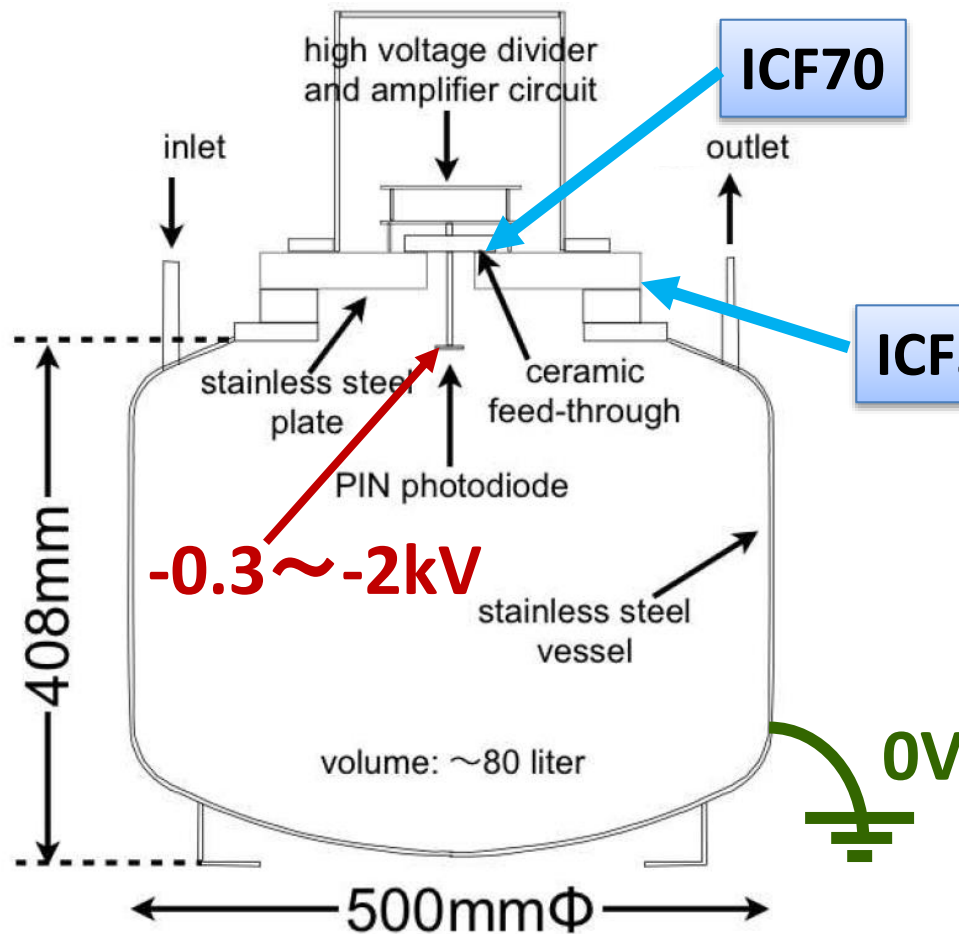
本研究の目的

- 高純度ガス中の残留ラドンを高い感度で測定する装置を開発し、地下素核実験へ応用する。
 - 目標: $1 \sim 100 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$
- これまで、70L検出器、700L検出器の開発を行ってきた。
 - 70L detector: NIM A421 (1999) 334
 - 700L detector: NIM A497 (2003) 414
- ICFフレンジを使用したラドン検出器(=80L検出器)を試作し、特性試験・性能評価を行う。
 - 最初の評価はほぼ終了。論文執筆中。

80Lラドン検出器

Cf. 80Lラドン検出器
J. of Phys. Conf. Series
469 (2013) 012007

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

今年度の進捗

■ 70Lラドン検出器の新たな応用を行なった。

■ XMASS実験の純水シールド中ラドン濃度のモニター

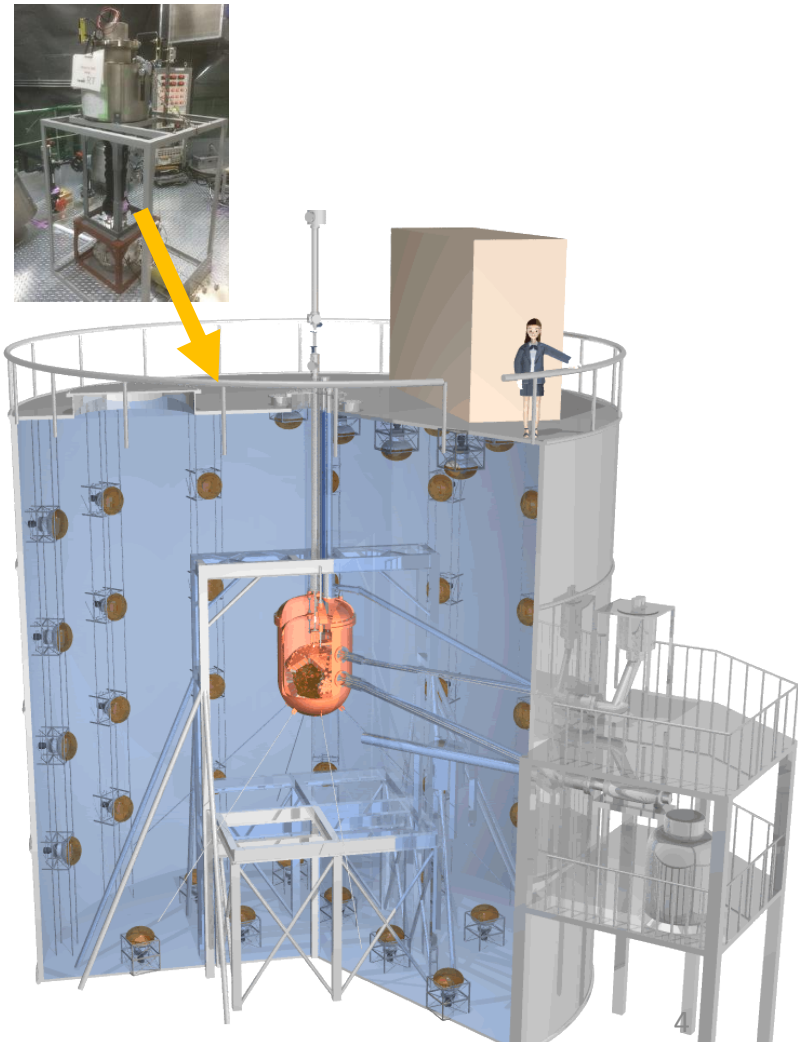
■ 要請

■ 暗黒物質の季節変動観測 に影響を与えないためには、 純水中ラドン濃度を**～2000 mBq/m³以下**に保つ必要が ある

■ SK純水中と比較して制限が かなりゆるい

■ 長期間(～年)、**連続測定が 必要**

■ メンテナンスフリーが望ましい



これまでに開発した水中ラドン検出器

Good
Bad

■ 70L水用ラドン検出器

- 感度: 3.6 ± 0.5 [(214Po count/day) / (mBq/m³)]
- 持ち運び容易
- 水中ラドンの分離が不安定(シャワー式)

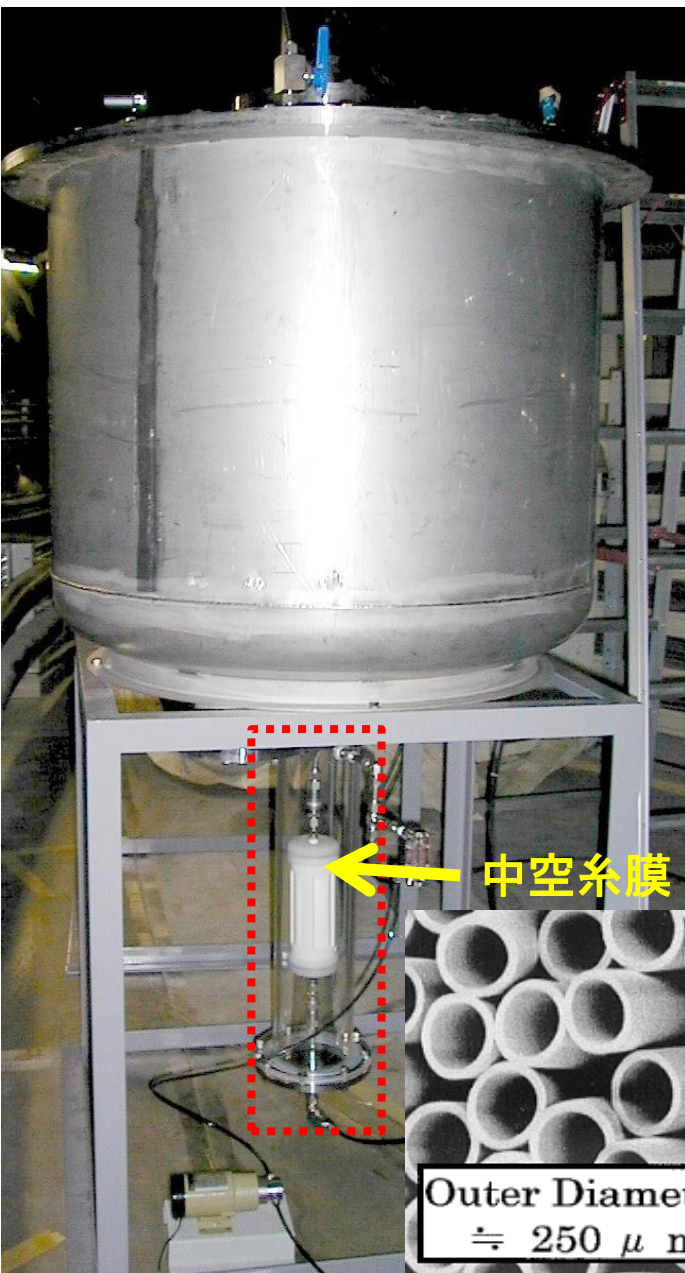
■ 700L水用ラドン検出器

- 感度: 14.6 ± 2.1 [(214Po count/day) / (mBq/m³)]
- 持ち運び難しい
- 水中ラドンの分離が安定(中空糸膜モジュール)



今回新たに、70L水用ラドン検出器の測定部分と、中空糸膜モジュールを用いた

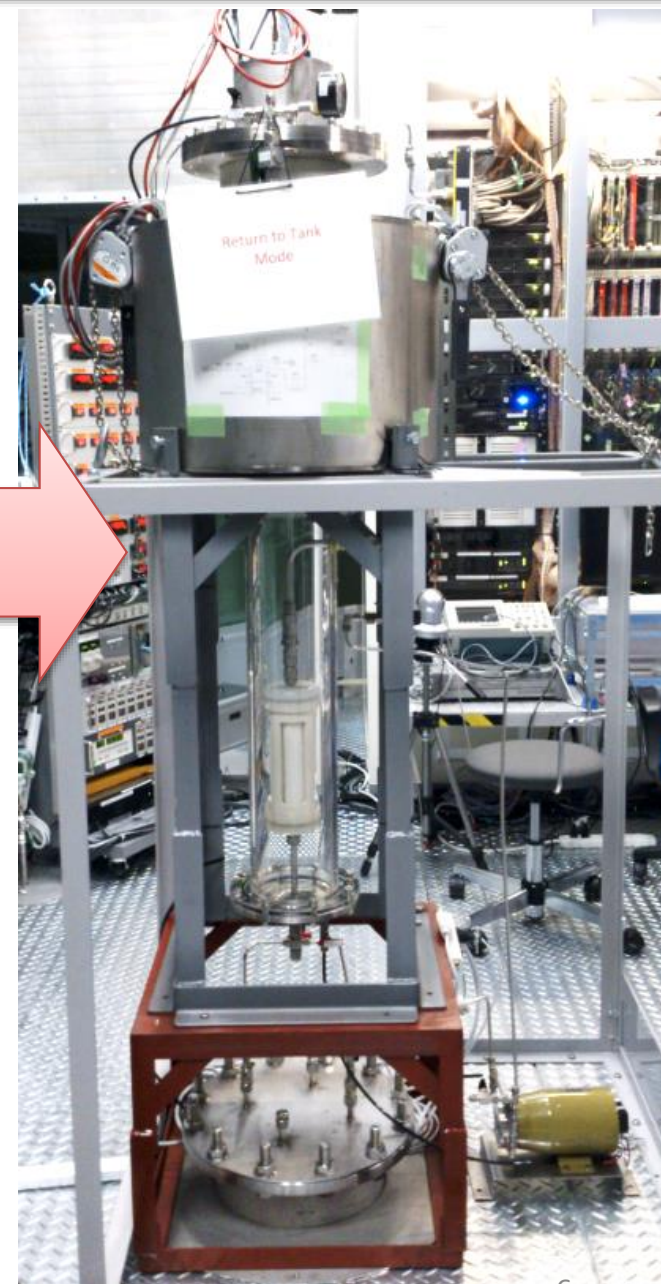
700L水用



70L水用



中空糸膜+70L水用

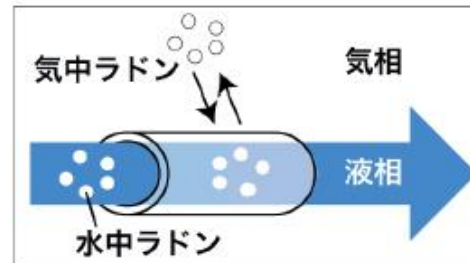


水中 ^{222}Rn の検出原理

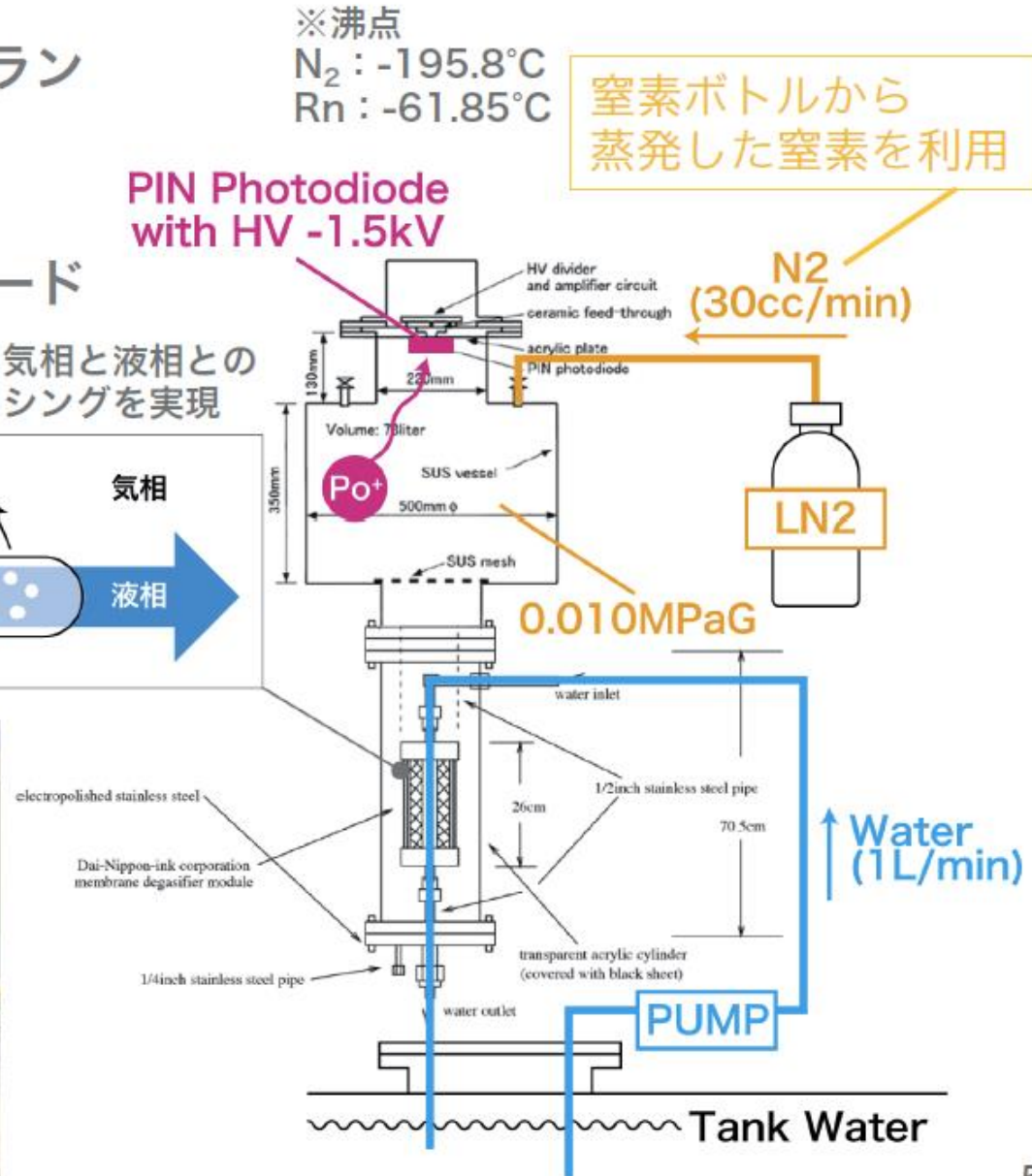
大西
@JPS2014.09.18

- 中空糸膜：
気相／液相間のラドン濃度のバラン
シング
- 70L検出器：
静電捕集法+PINフォトダイオード

透過膜を境界とする気相と液相との
間でラドンのバランシングを実現

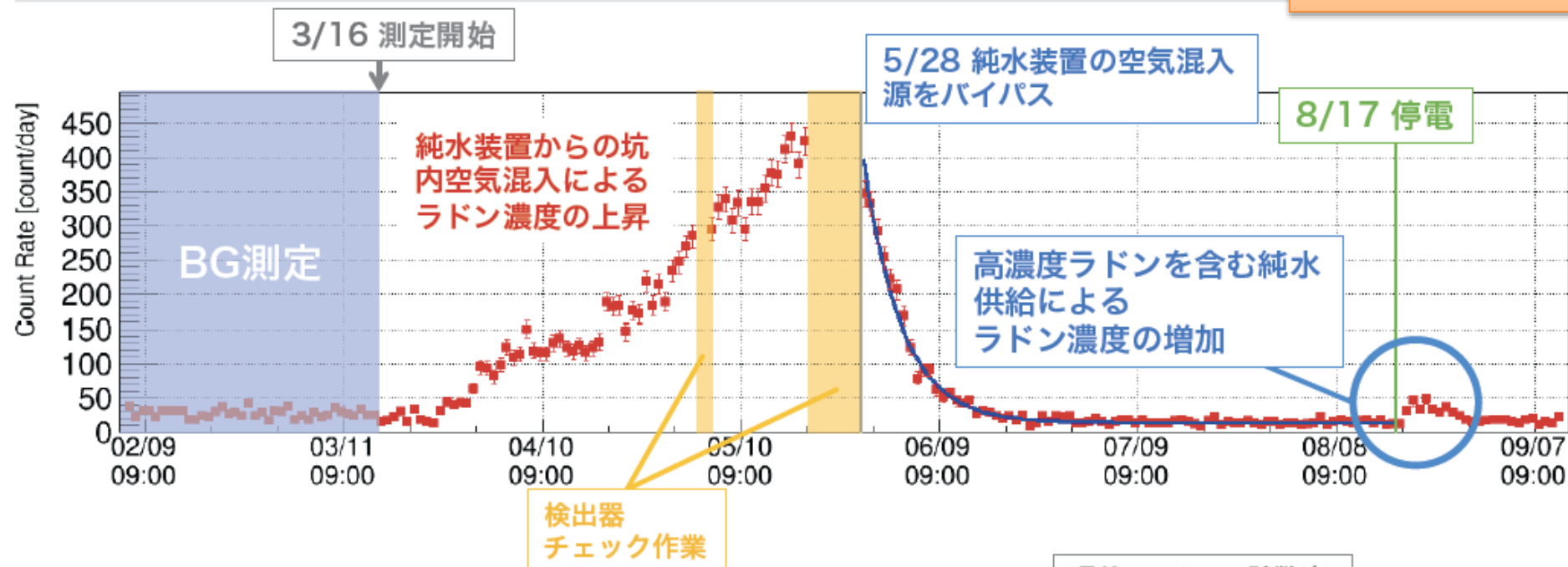


中空糸膜
モジュール

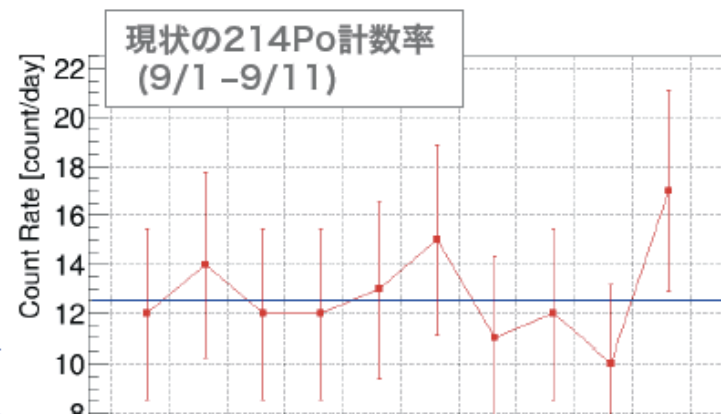


測定結果： ^{214}Po の計数率の時間変動

大西
@JPS2014.09.18



- 純水装置からの坑内空気混入によるラドン濃度の上昇を発見することができた
- 現在、タンク中純水の ^{214}Po の計数率は安定
- 定常状態では、液相中のラドン濃度が気相中のBGレベルより低くなっていて、気相→液相へのラドンの溶解込みが発生していると考えられる



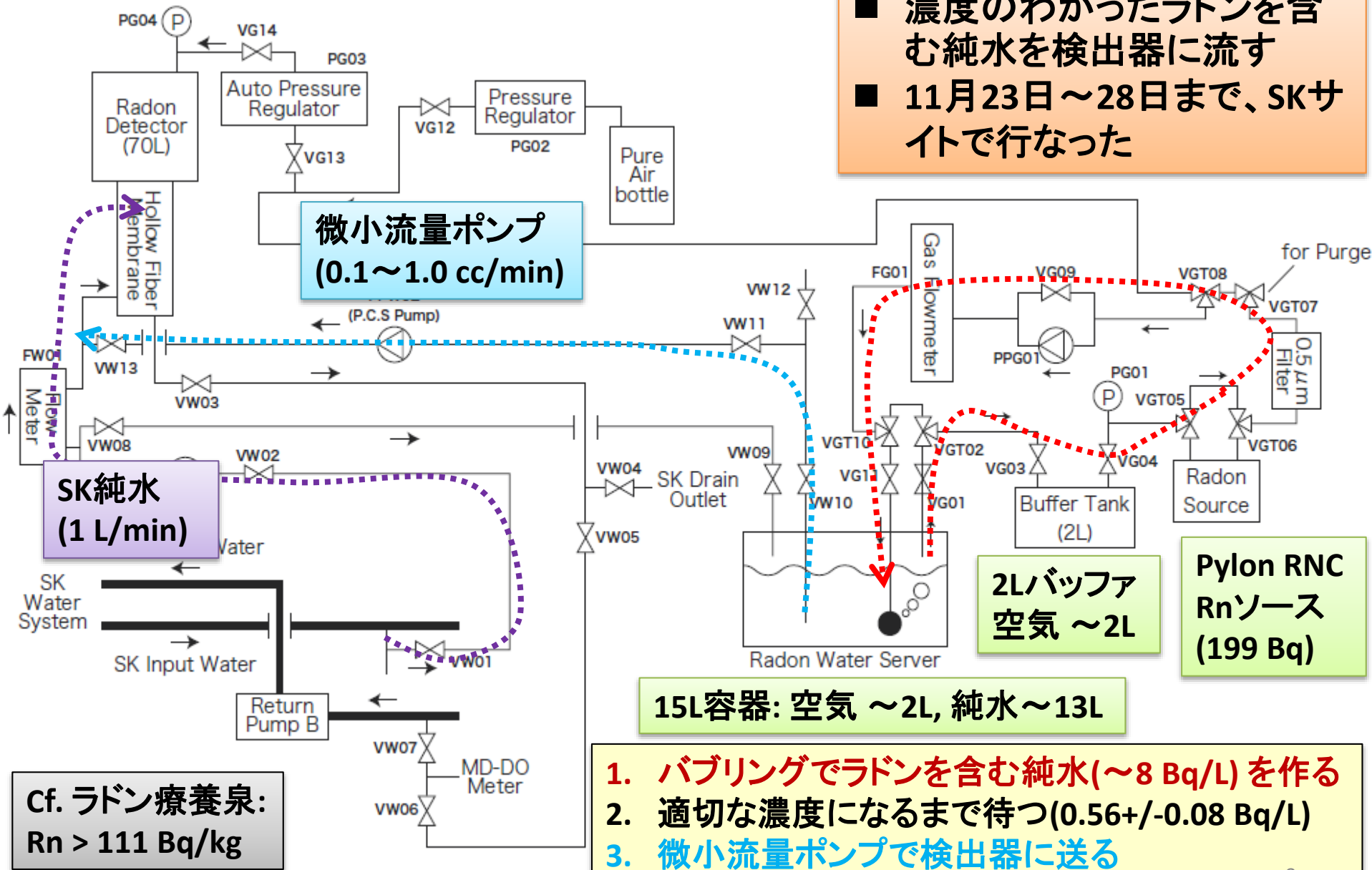
^{214}Po の計数率 [count/day]	
現状の測定 (9/1-9/11)	12.5 +/- 1.1
測定期間中の最大値 (5/19)	429 +/- 21
バックグラウンド測定	23 +/- 1

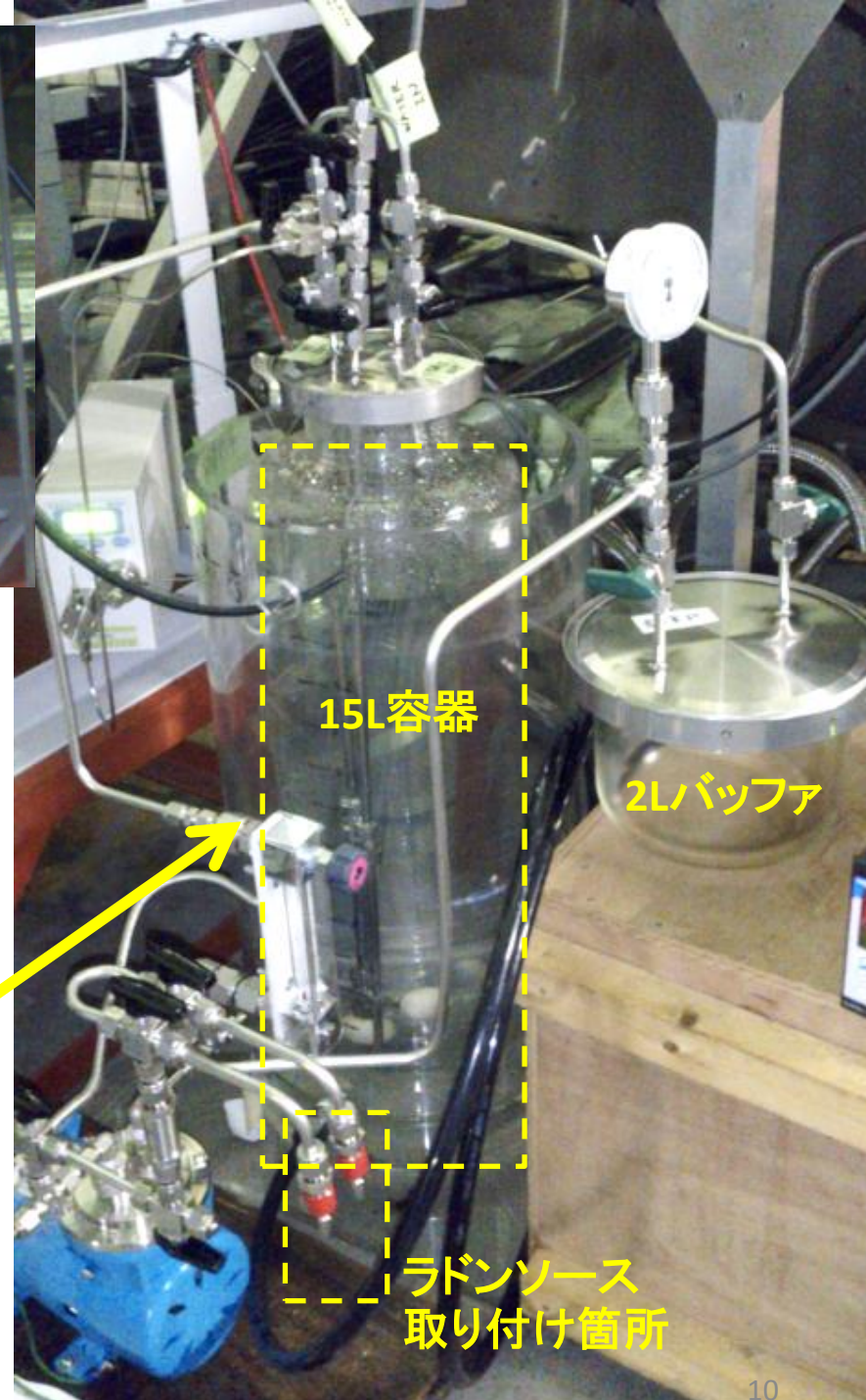
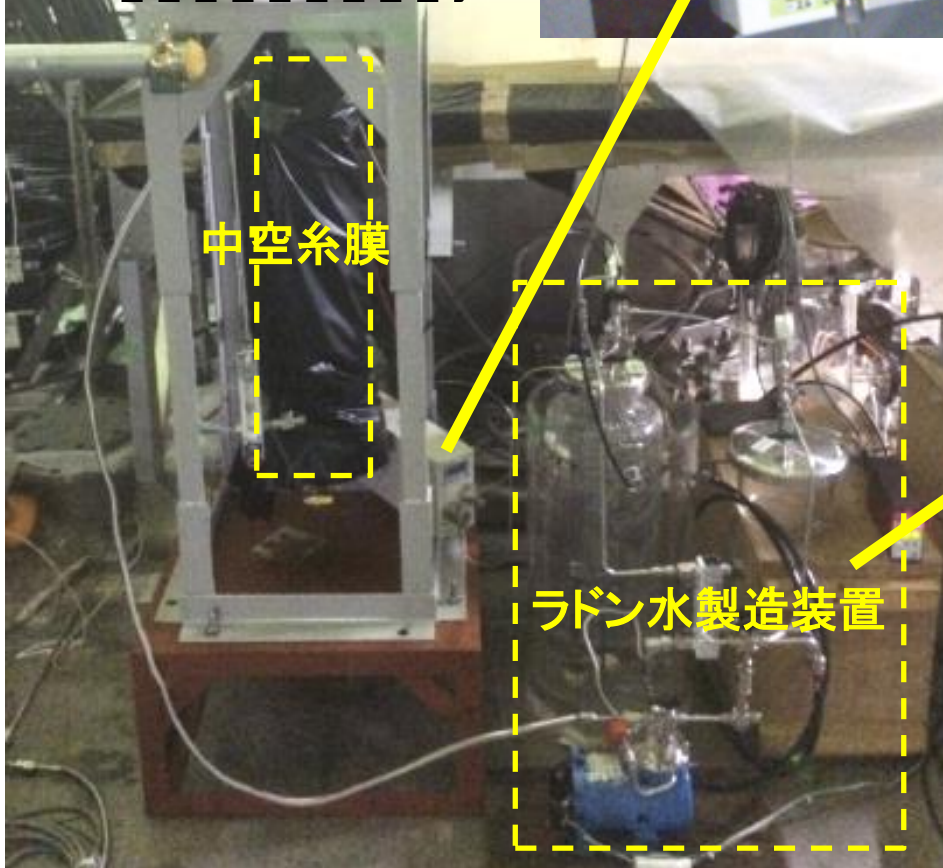
過去の較正実験から類推して、
 $(3.4 \pm 1.0) \times 10^2 [\text{mBq}/\text{m}^3]$ 相当と評価した
 較正係数 = $1.2 [(\text{count}/\text{day})/(\text{mBq}/\text{m}^3)]$

中空糸膜+70L検出器の校正実験

NEW

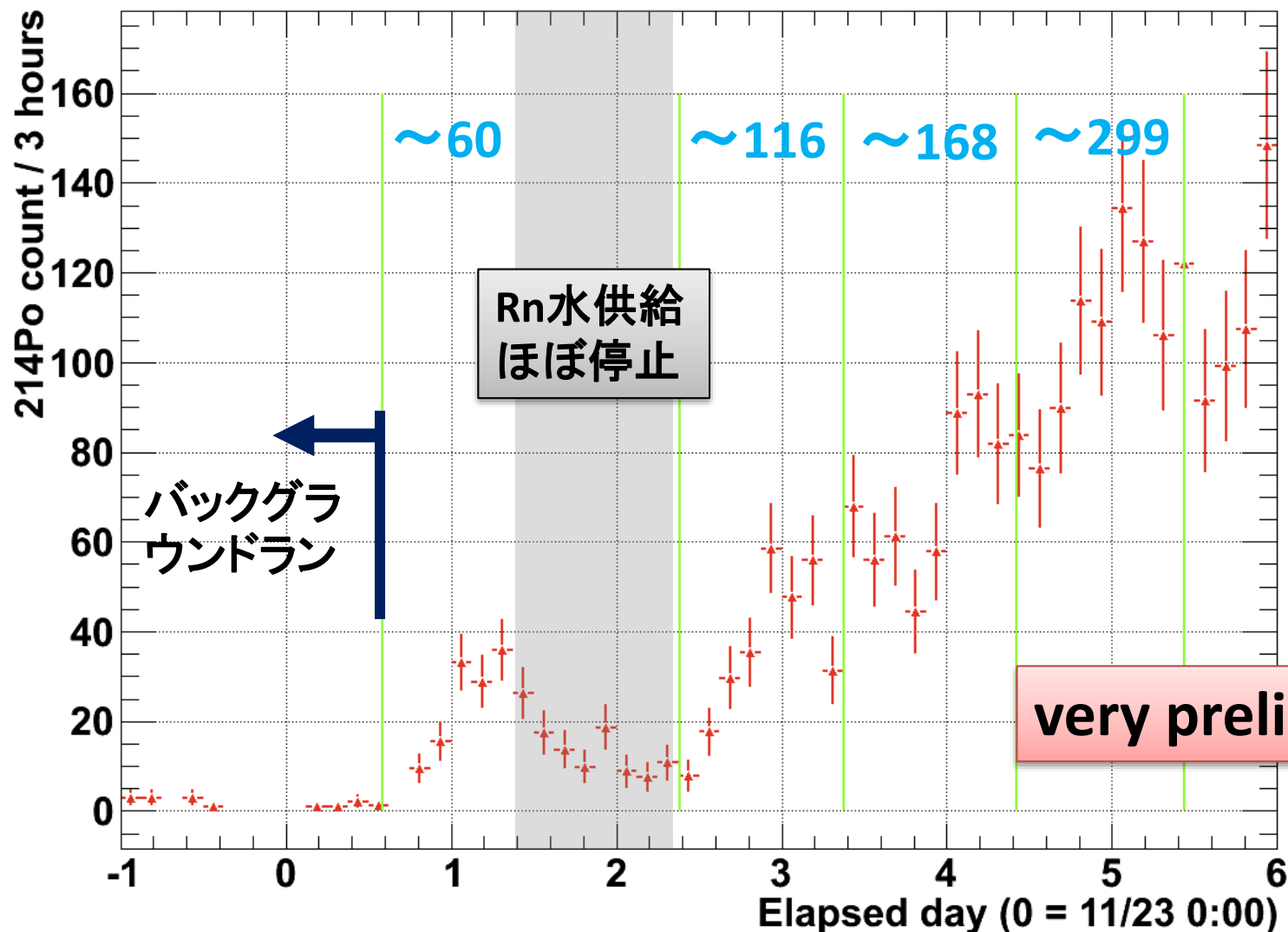
- 濃度のわかったラドンを含む純水を検出器に流す
- 11月23日～28日まで、SKサイトで行なった





校正実験の解析途中経過

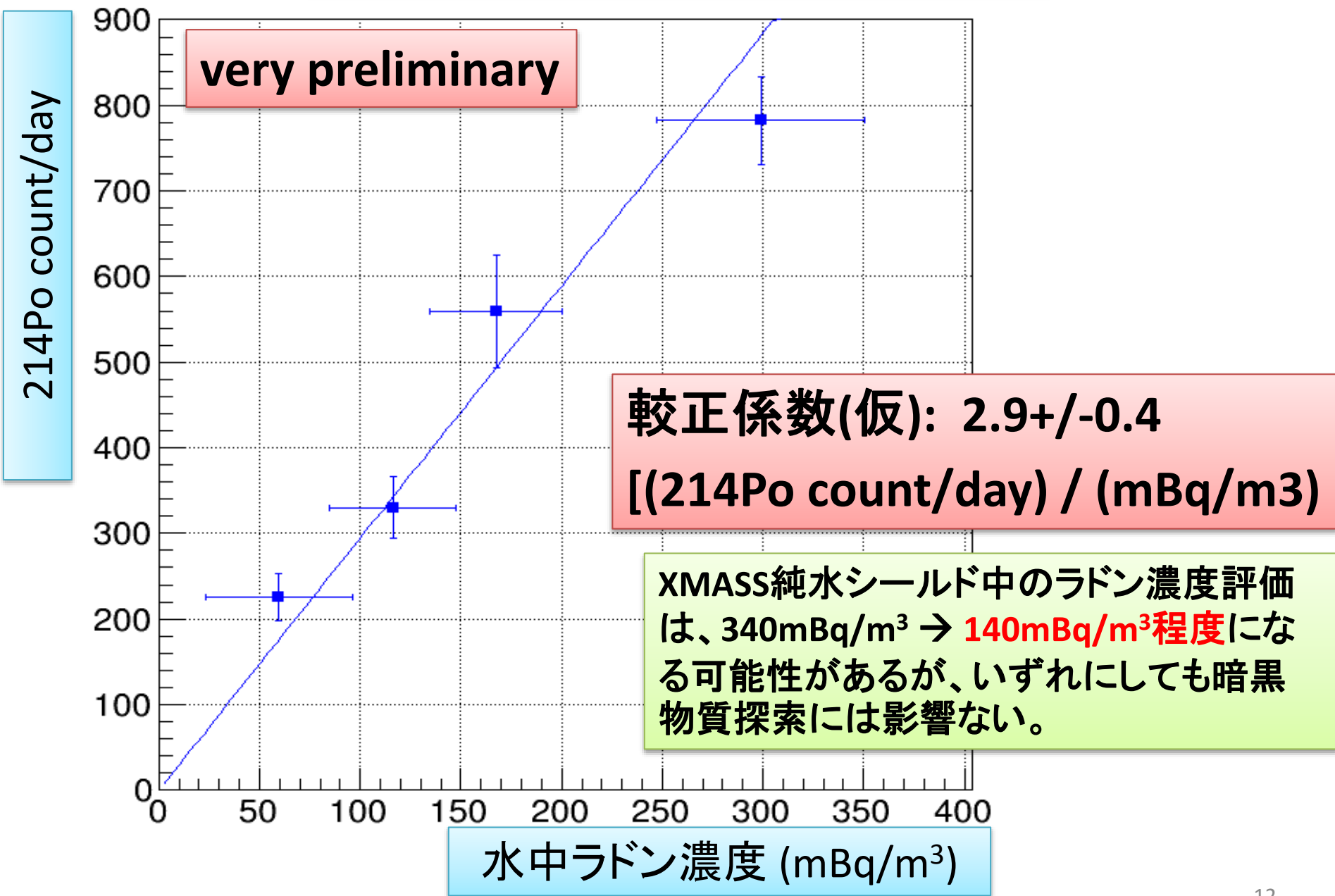
実際に流した純水中に含まれるRn濃度[mBq/m³]
(液シン装置での測定)



途中から微小流量ポンプの動作が不安定。

→15L容器の水位から実際の送水量を見積もった。

校正試験の仮の結果



まとめ

- 新しい水用ラドン検出器を構築した
 - 中空糸膜+70L検出器
 - メンテナンス・(ほぼ)フリーで、安定
 - XMASS純水シールド中ラドンモニターとして運用中
- 新しいラドン水製造装置を構築した
 - 8 Bq/L程度のラドンを含む純水13Lを製造可能
- 新しい水中ラドン用の較正システム構築中
 - 微小流量制御(0.1～1.0 cc/min程度)は要改善