



2022/9/6 JPS2022秋
講演番号: 6pA562-3

NEWAGE実験70: 大型ガスTPCのガス不純物の除去

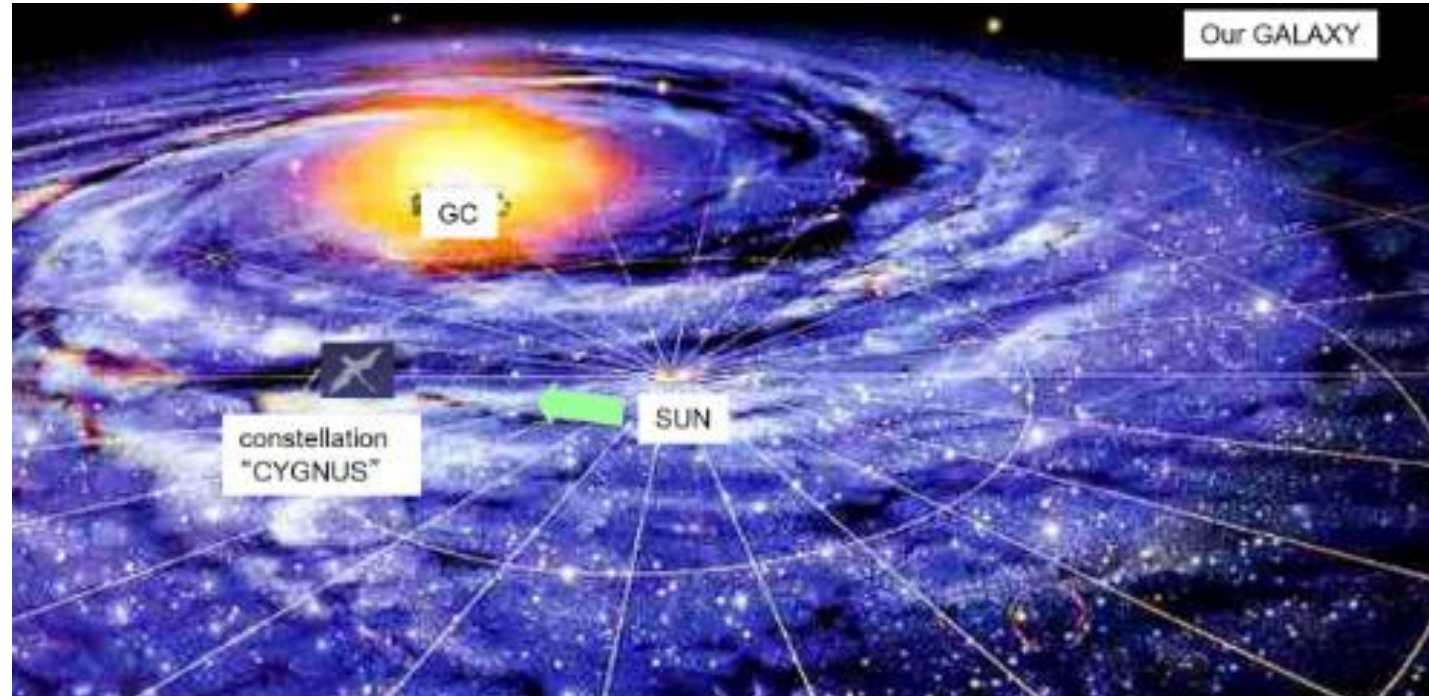
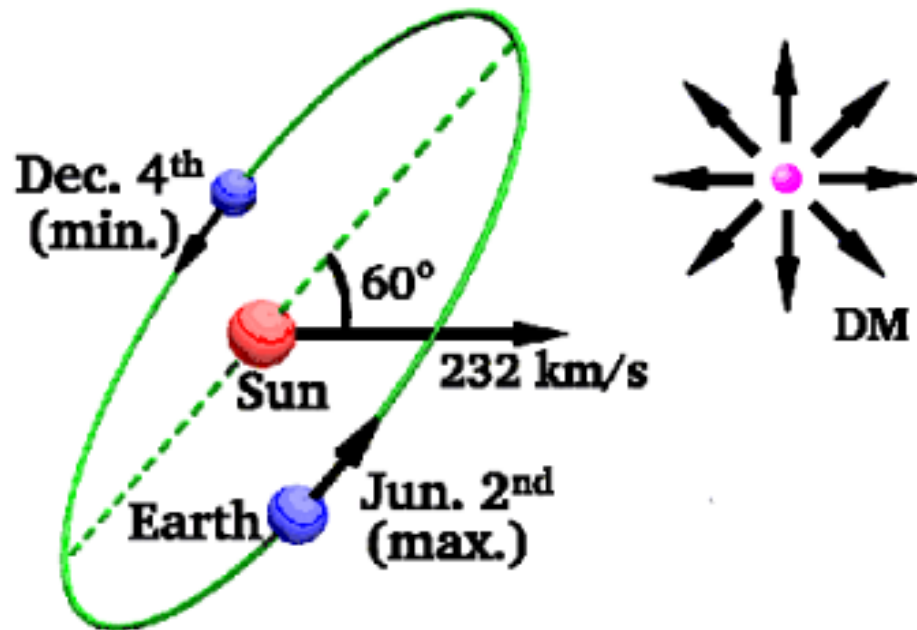
神戸大学 M1 大藤 瑞乃, 身内 賢太郎, 東野 聡, 中山 郁香, 安 博充

流れ

- イントロダクション
 - 方向に感度を持つ暗黒物質探索
 - 開発中のTPCにおける主なガス不純物とその除去
- 実験1: 循環系でのフィルターの効果検証
- 実験2: チェンバーを含む系でのガス不純物量測定(削減後)
- まとめ・展望

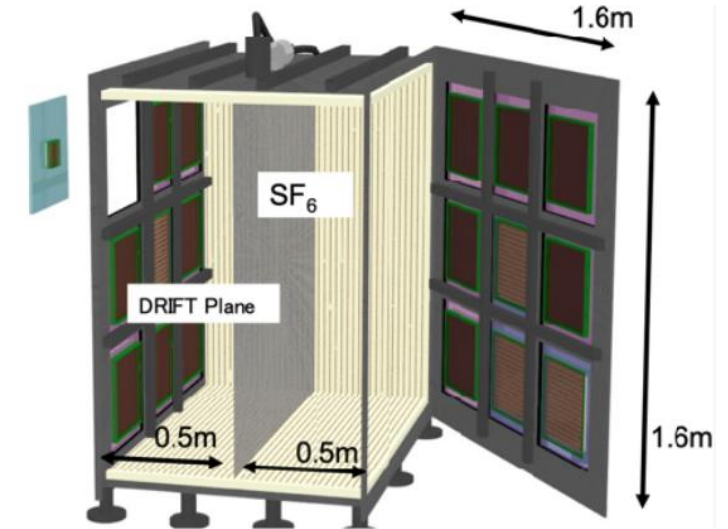
暗黒物質の直接探索

- WIMPs : Weakly Interacting Massive Particles
 - 暗黒物質の有力候補
 - SM粒子と相互作用すると仮定
- 太陽系が動いている⇒CYGNUS(はくちょう座)方向から暗黒物質が到来してくるように見える

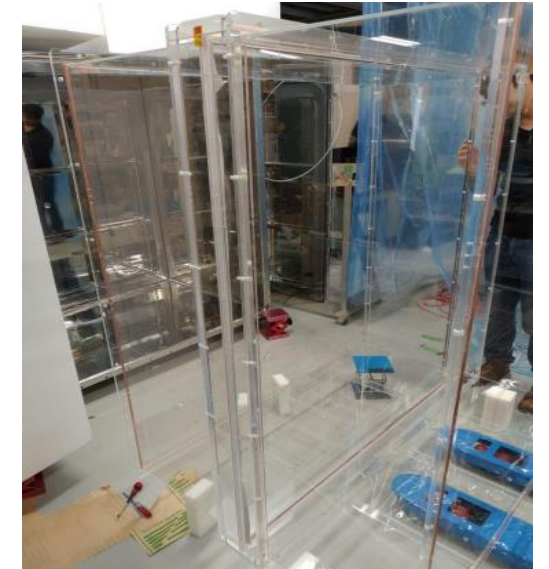


方向に感度のある暗黒物質直接探索のための大型ガスTPC

- 読み出し面積30 cm*30 cm*9枚*2面, ドリフト領域50 cm
- 内側を電極枠の亚克力で覆う
- SF₆ (陰イオンガス) 20 Torrを使用予定

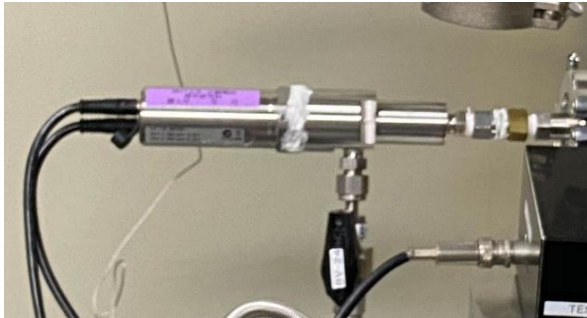


CYGNUS/NEWAGE vessel
40cm modules

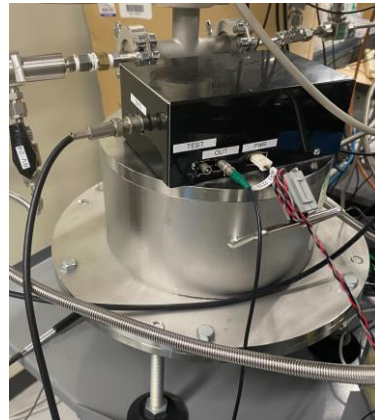


予想されるガス不純物とその除去方法/測定方法

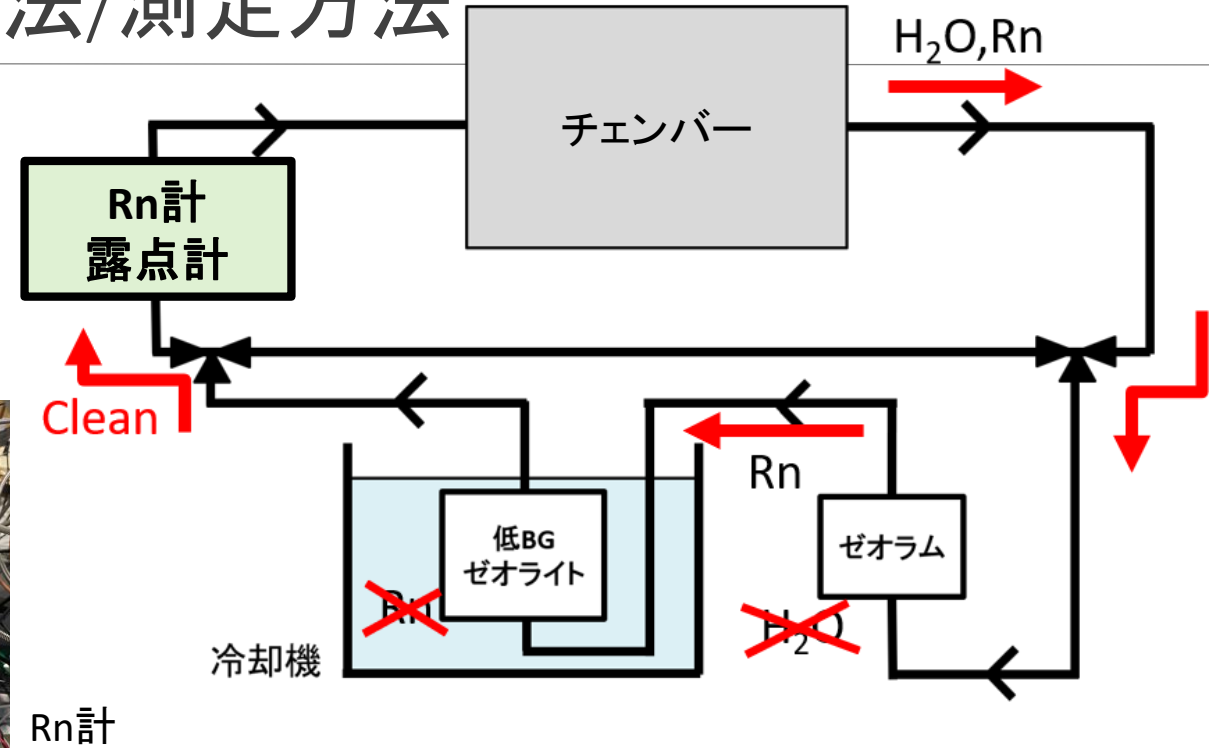
- **H₂O** - フィルター：ゼオラム(詳細は次p), 測定：露点計
 - 目標露点温度：**-50 °C以下**(2500 ppm相当)
 - 大気中の水分がアクリル表面に付着, 時間経過で放出される
 - **ゼオラムはRn源になる**



露点計



Rn計



- **²²²Rn** - フィルター：低BGゼオライト(詳細は次p) - 常温/冷却, 測定：静電捕集型Rn計
 - 目標量：**~ 0.1 mBq/m³以下***(暫定)
 - Po崩壊過程で放出される α (²¹⁸Po: 6.003 MeV, ²¹⁴Po: 7.687 MeV)を測定
 - **Rn計のSF₆ - 20 Torrでの検出効率は未検証**: 削減率の測定を行う

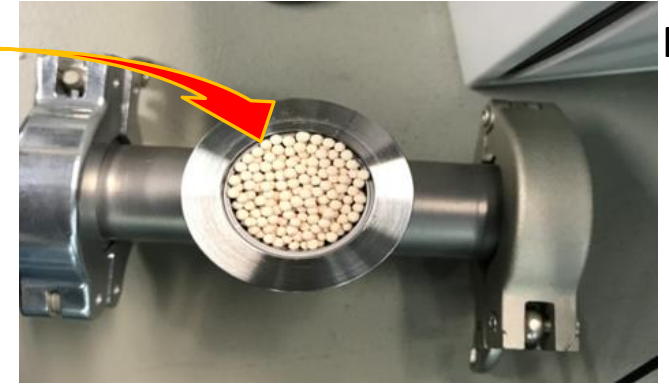
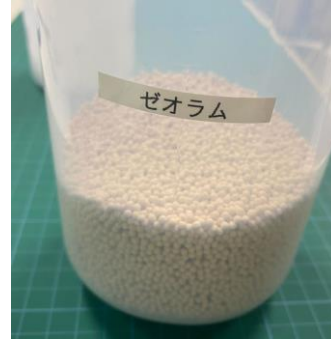
*PTET/ptab053

ゼオラム/低BGゼオライト

➤ゼオラム - O(10²) g

➤3Å(H₂Oのみ吸着)の格子構造

➤1.40~2.36 mmの顆粒



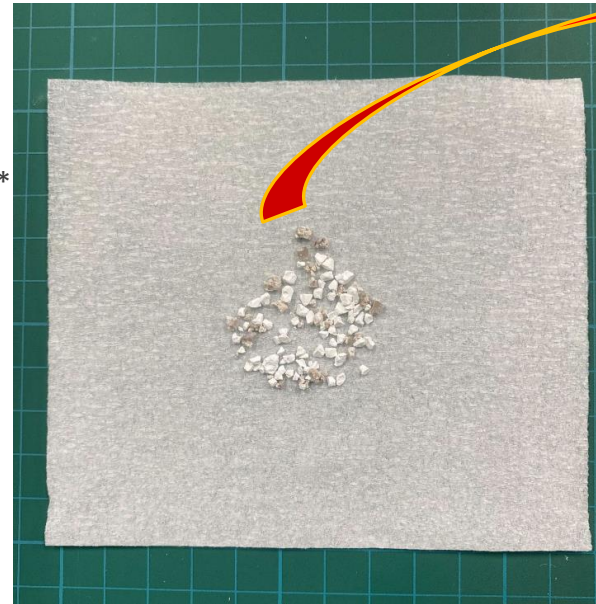
NW25

➤低BGゼオライト* - 100 g

➤日本大学・小川さんが開発 2021年製造

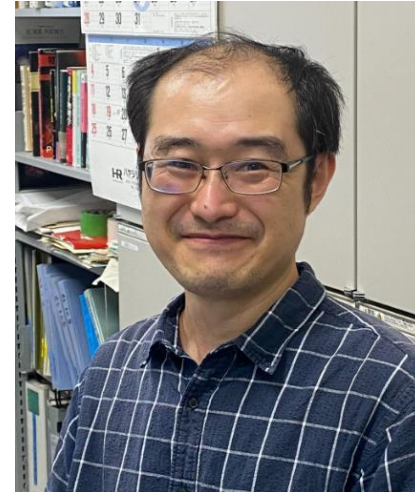
➤Arガスに関しては冷却時²²²Rnを90%以上除去**

➤5Å(H₂O, Rnともに吸着)の格子構造



ICF70

日本大学:小川さん



*2022/11-第2回新学術「地下宇宙」若手研究会 小川さん

**2022/09/08 - JPS 小川さん: 8aA562-12

実験1: フィルターの効果の検証: 条件

➤ チェンバーを含まない循環系で条件を変えて測定することで, フィルターの効果と比較

➤ **フィルターなし**

➤ **フィルターあり**

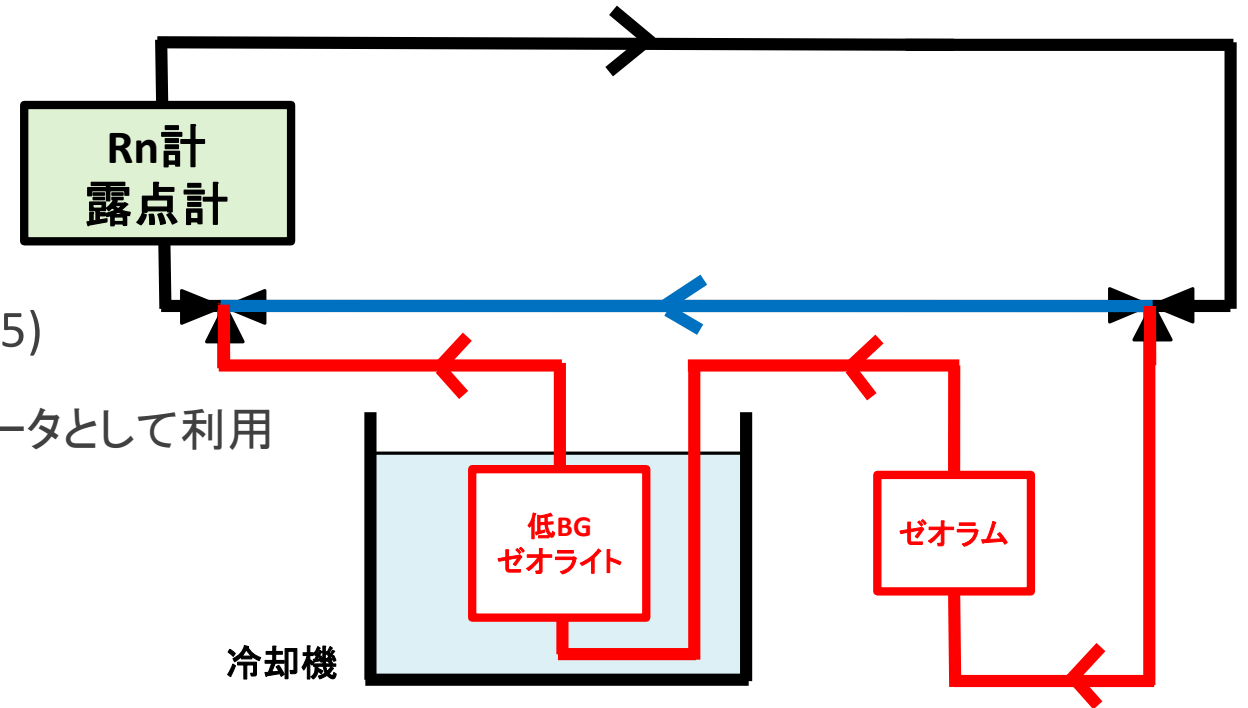
➤ **フィルターあり**, 低BGゼオライト冷却

➤ 冷媒が $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ となるようにヒーターで温度を自動制御

➤ ガス: SF_6 - 20 Torr

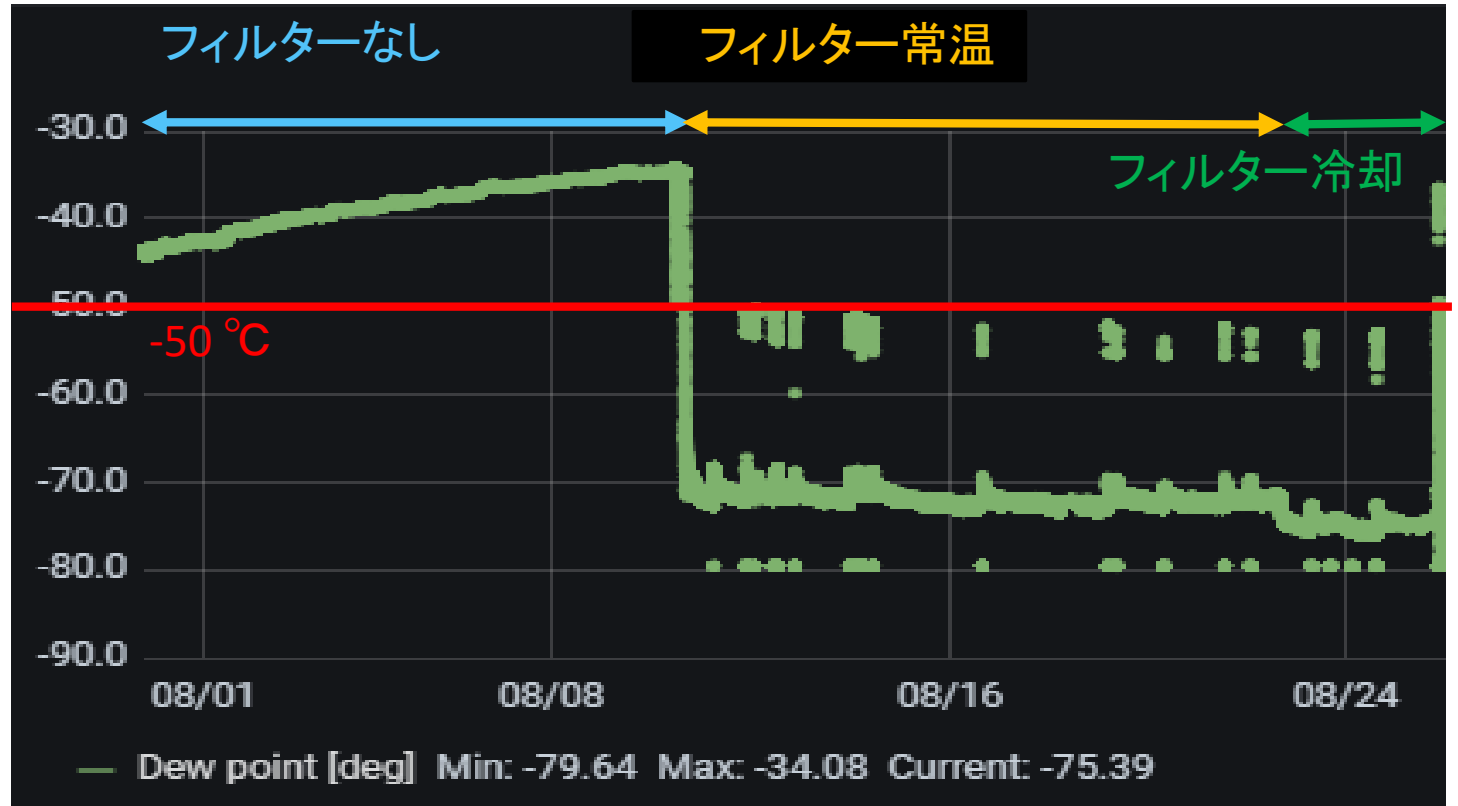
➤ データ取得期間: 合計28 days (2022/7/28~2022/8/25)

➤ ^{222}Rn の半減期が3.8 daysであるため, 以降を安定したデータとして利用



実験1: フィルターの効果の検証: 結果 - H₂O

- H₂O: ゼオラム - 目標値: 露点温度 **-50 °C以下**
 - フィルターなし: -45°Cから上昇し続け測定終了時 **-35 °C**程度
 - フィルターあり常温: **-70 °C**程度で安定
 - 目標達成
 - フィルターあり冷却: **-75 °C**程度で安定
 - 目標達成

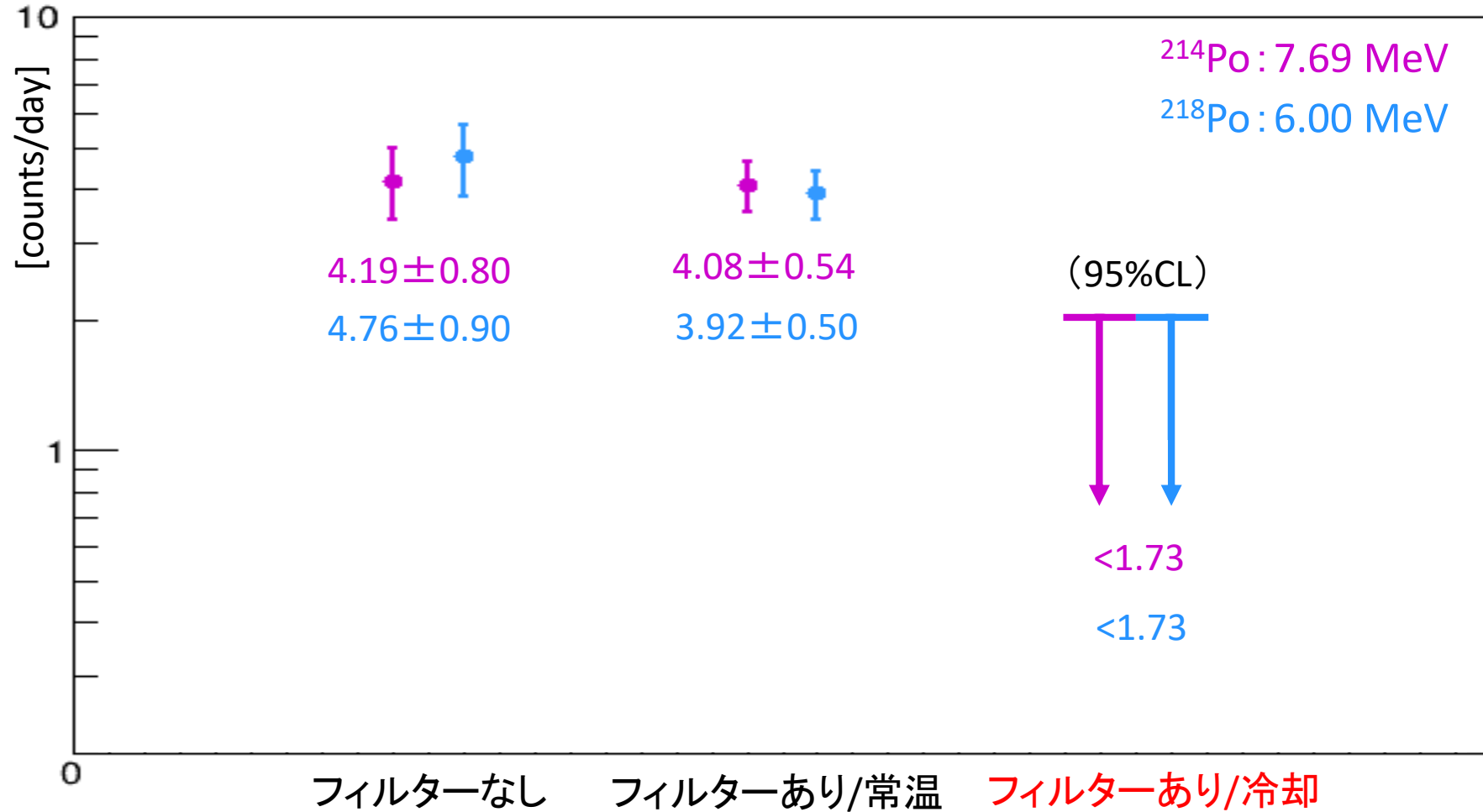


- **フィルターを使用すると**, H₂O含有量の目標値を達成することができる

実験1: フィルターの効果の検証: 結果 - Rn

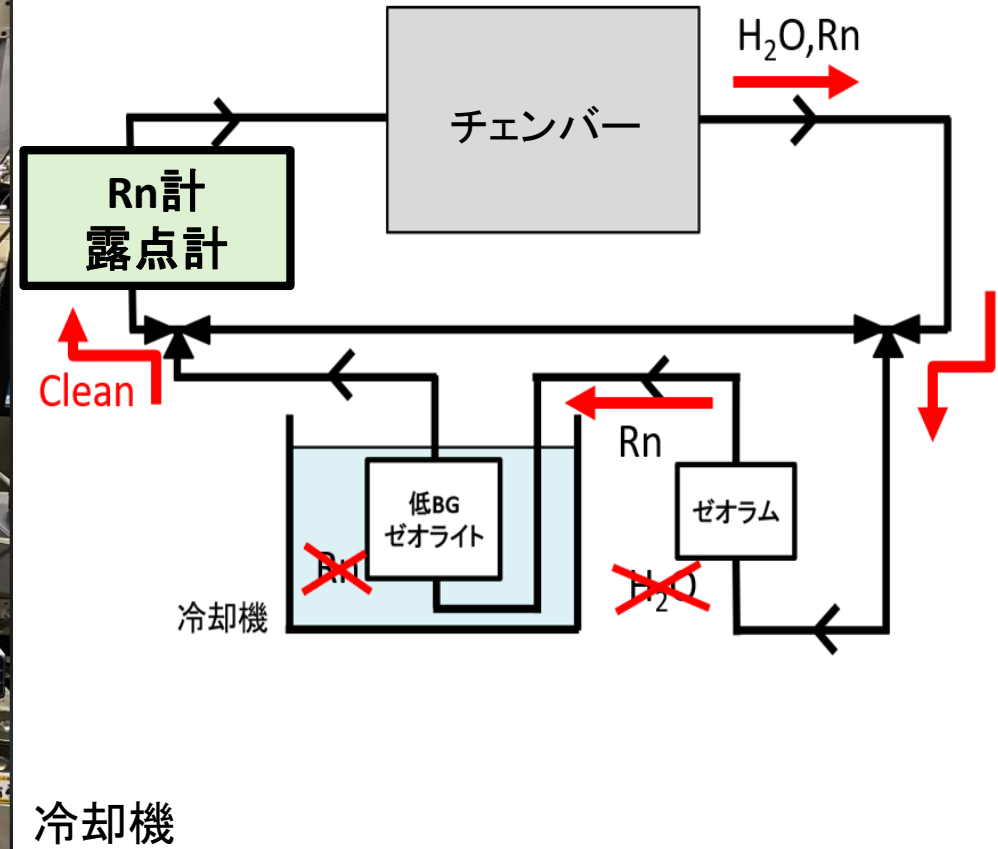
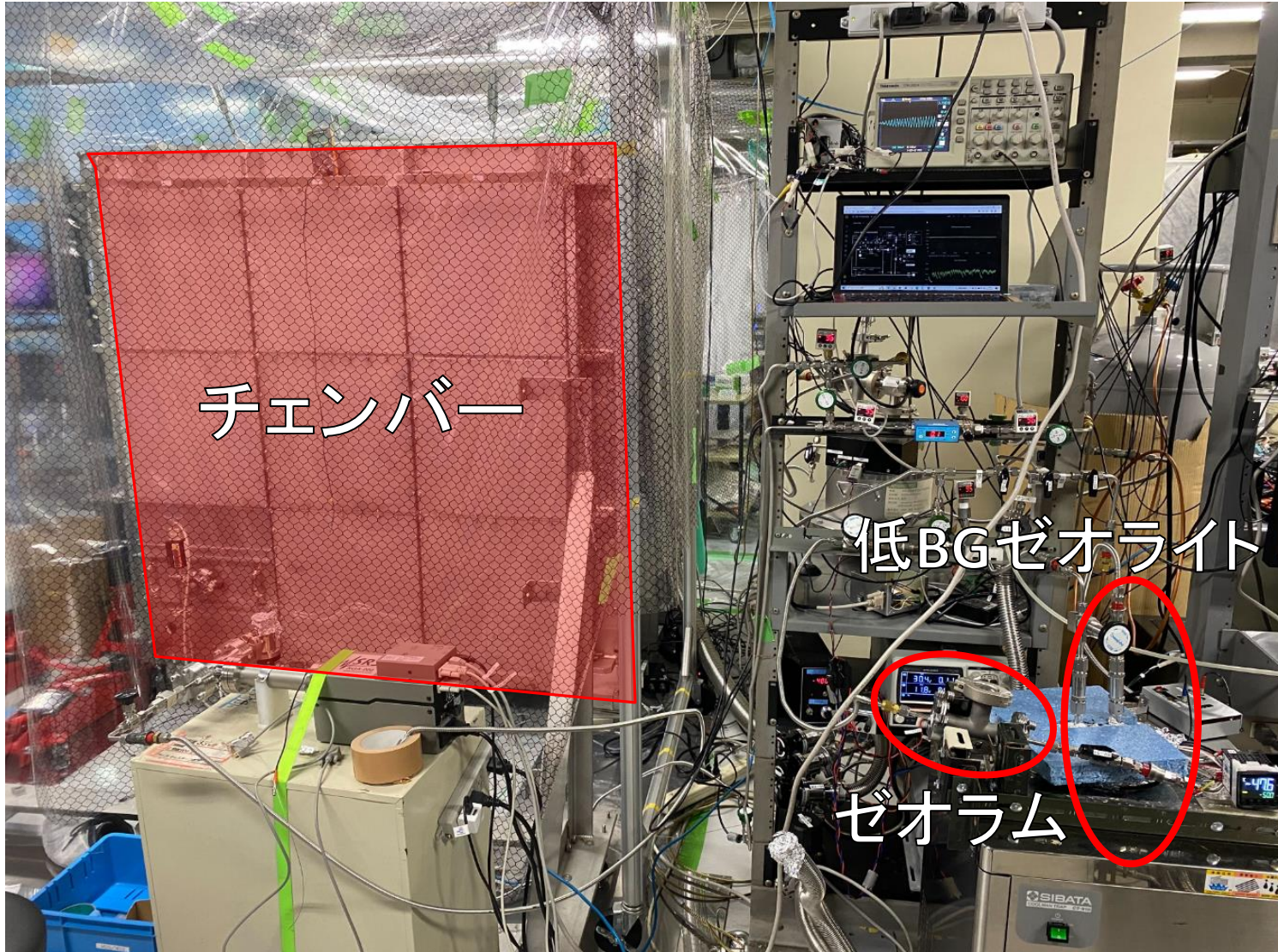
➤ ^{222}Rn : 低BGゼオライト

Live time : 25.15 days



➤ 低BGゼオライトを冷却してフィルターを使用すると, ^{222}Rn を他の条件の**40%以下**まで削減できる

チェンバーを接続



実験2: チェンバーを含む系でのガス不純物量測定

➤ 低BGゼオライトを冷却した状態でチェンバーを系に導入

➤ ガス圧 : 21 Torr程度

➤ データ取得期間 : 8 days 2022/8/25~2022/9/2(半減期を考慮し3.8days以降のデータを使用)

➤ H₂O - 目標: **-50 °C**

➤ **-76 °C**程度で安定

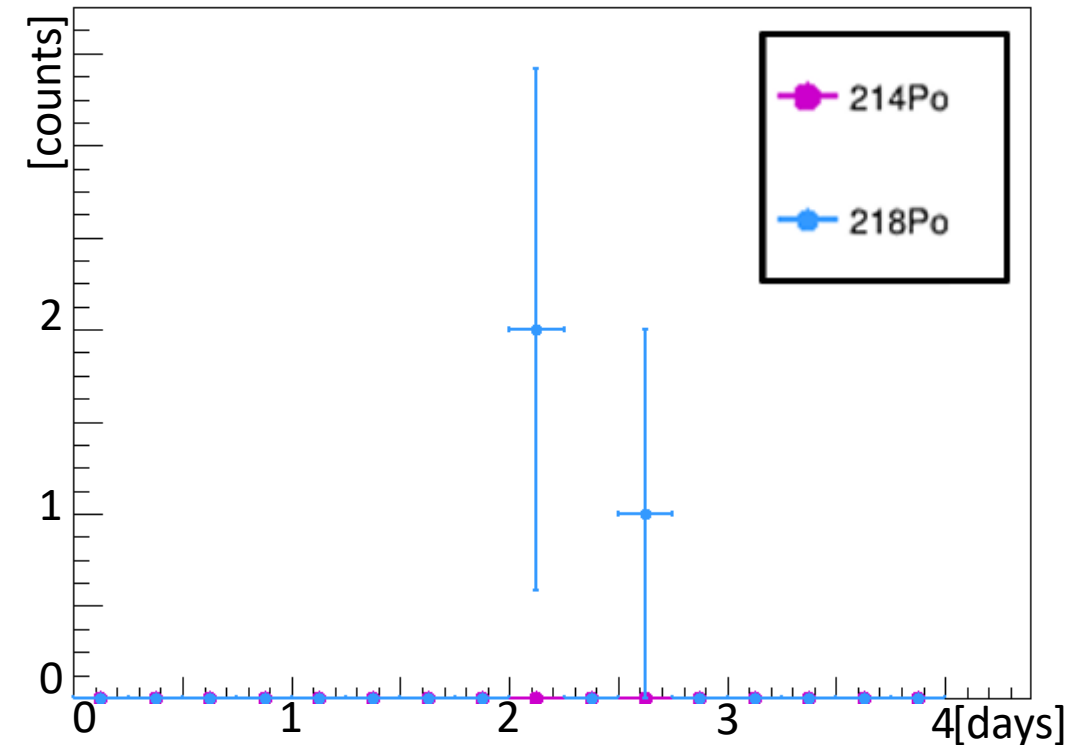
➤ **目標達成**

➤ ²²²Rn - 目標: **~ 0.1 mBq/m³以下**(暫定)

➤ ²¹⁴Po : **<0.94 counts/day(95%CL)** ²¹⁸Po : **0.75^{+0.73}_{-0.41} counts/day(1σ)**

➤ 検出効率を測定する必要あり

Live time : 3.99 days



展望・まとめ

- フィルターを(特に**低BGゼオライトを冷却して**)用いることで, H_2O , ^{222}Rn 検出量を大きく削減できる
- H_2O に関しては現行のフィルター量で十分に**目標を達成**できる

- ^{222}Rn 検出量に関して, 定量評価を行う必要がある
 - フィルターの最適量を決定する

- 神岡への設置