



NEWAGE実験における大型ガス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

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

➤ 前回の実験と結果

- ^{222}Rn , H_2O

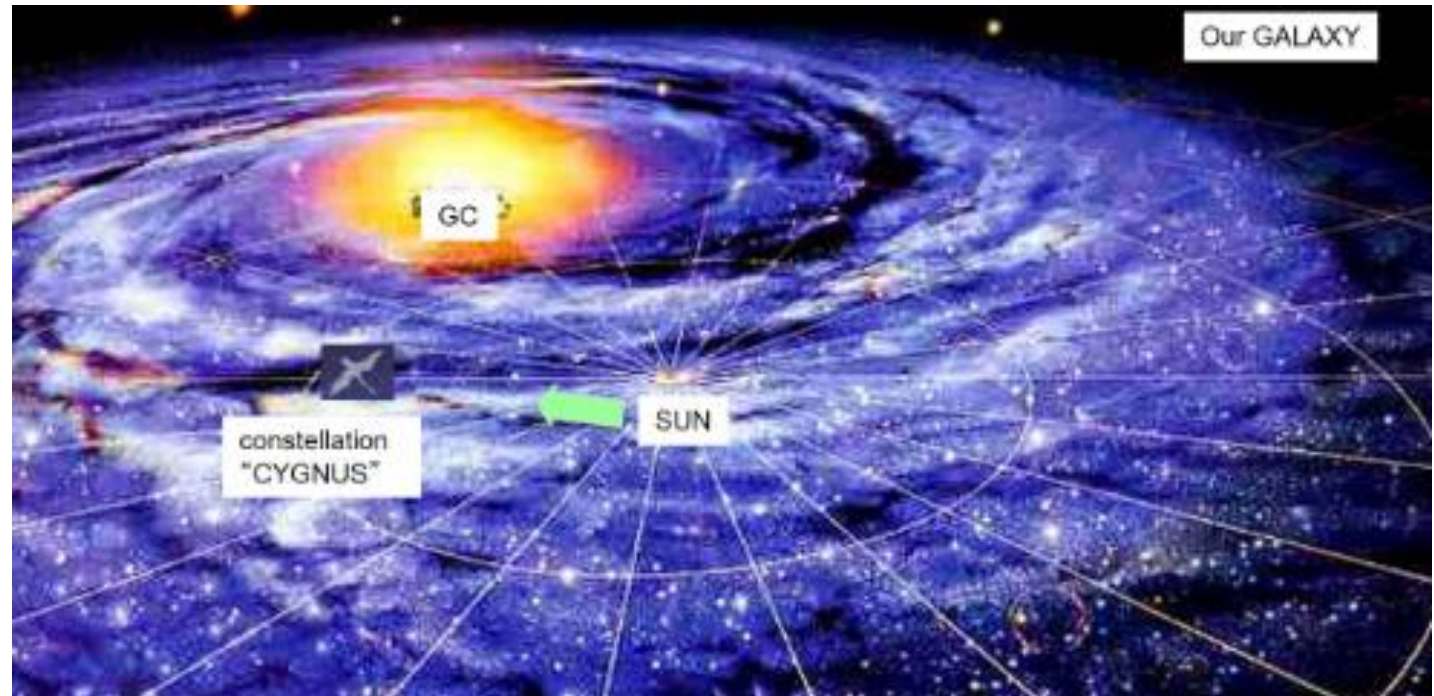
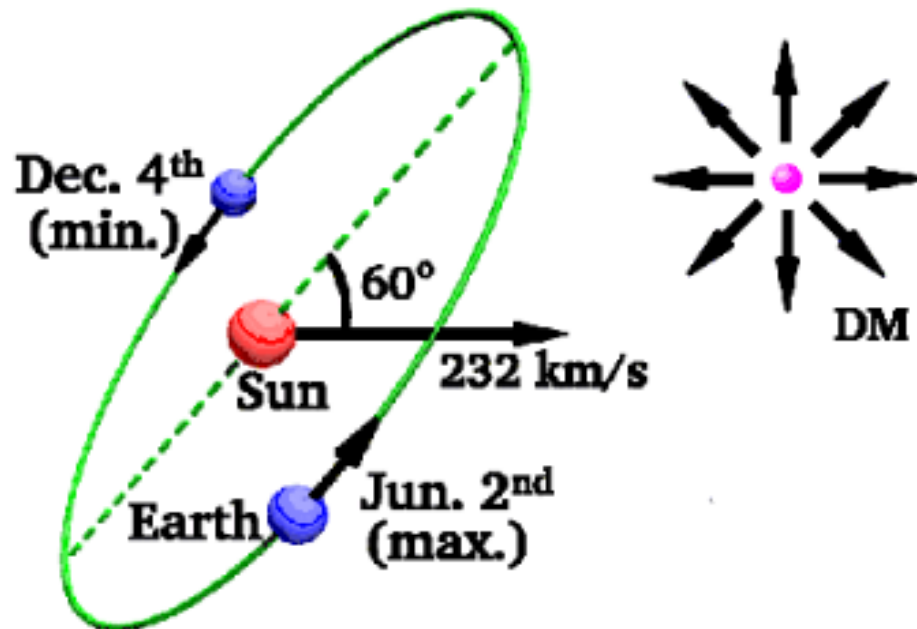
➤ 今回の実験と結果

- RGAを用いたガス不純物量の測定

➤ まとめ・展望

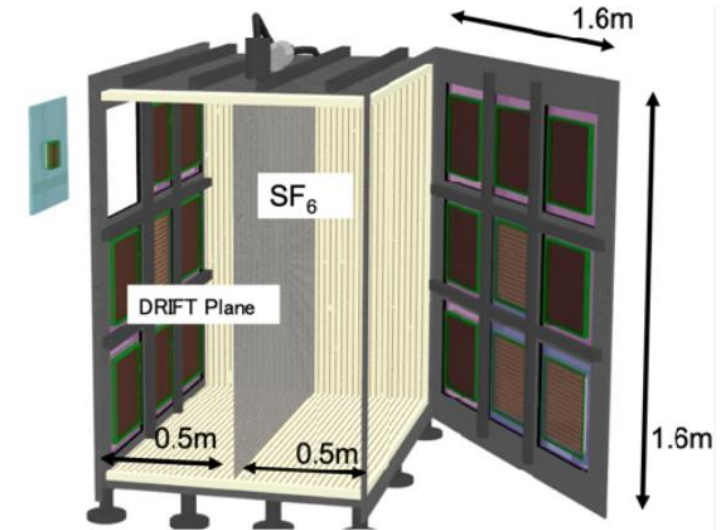
暗黒物質の直接探索

- 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 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 9\text{ 枚} \times 2\text{ 面}$, ドリフト領域 50 cm
- 内側を電極枠の亚克力で覆う
- SF_6 (陰イオンガス) 20 Torrを使用予定



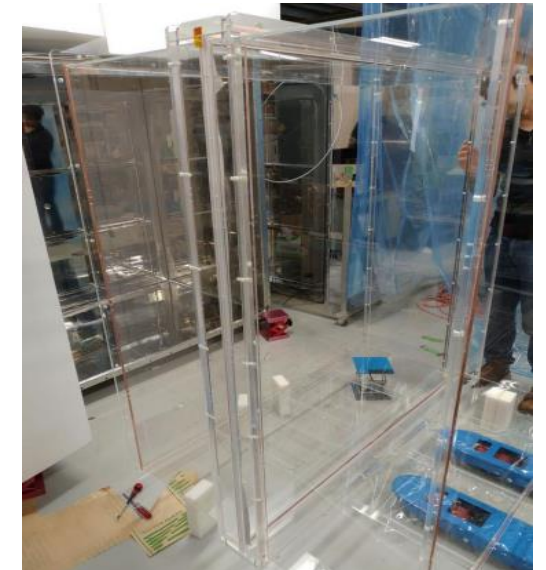
CYGNUS/NEWAGE vessel
40cm modules



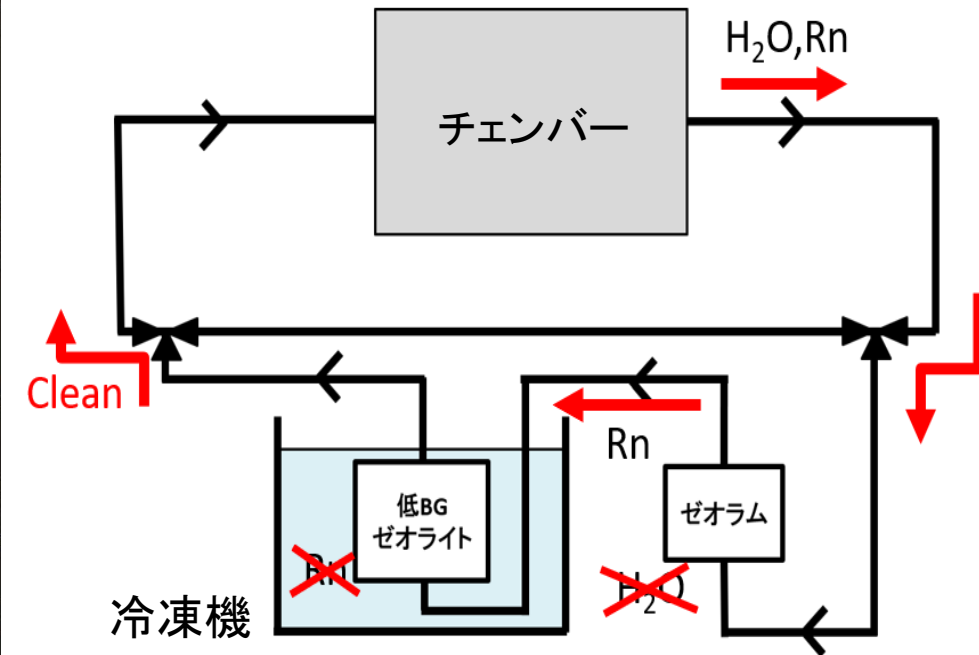
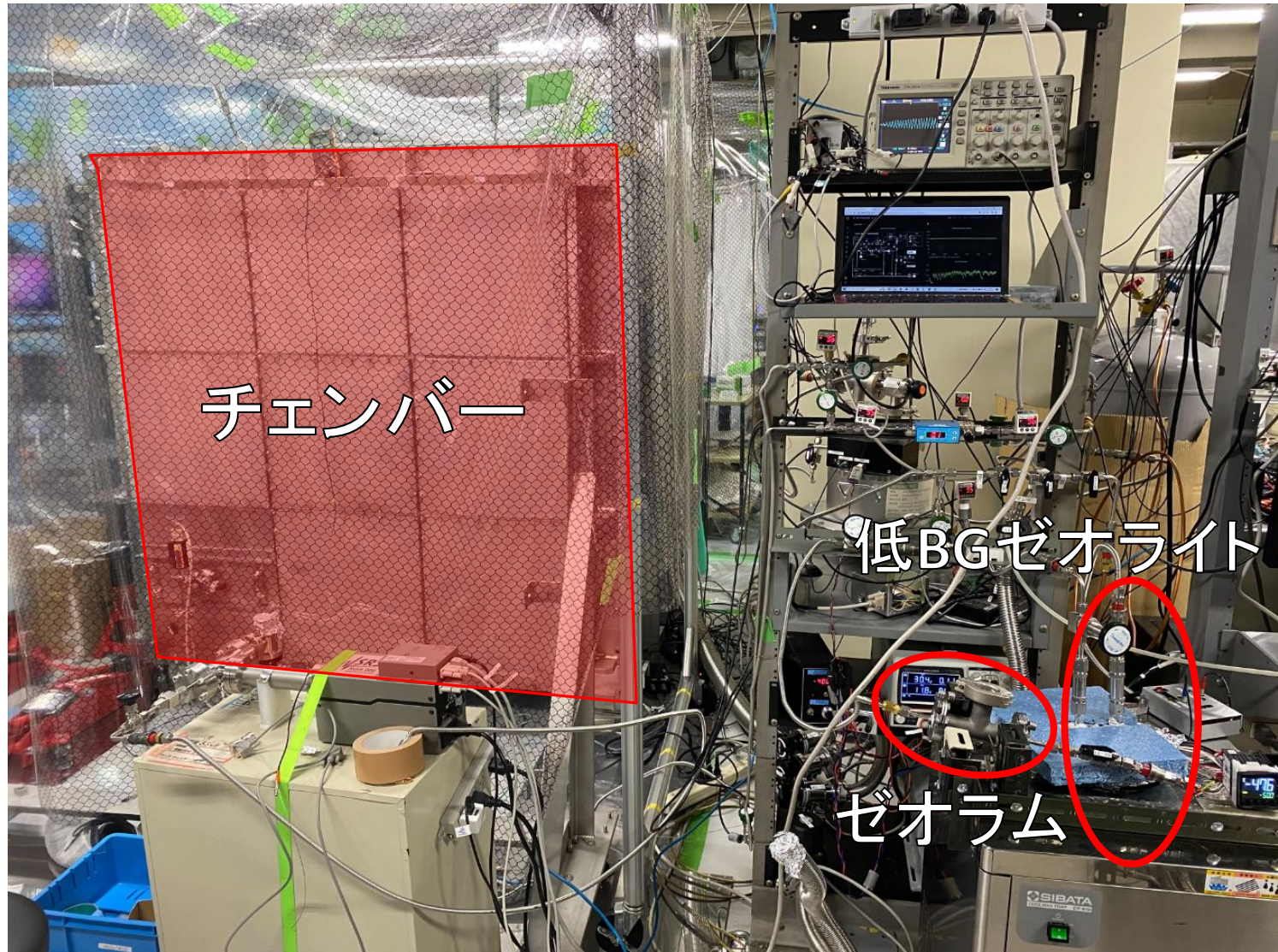
@Kobe Univ.



内部



実験装置



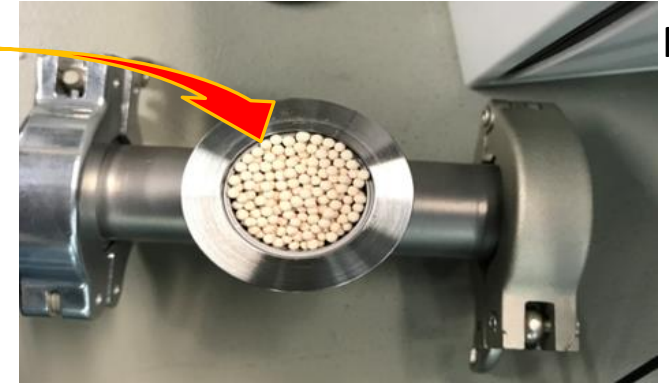
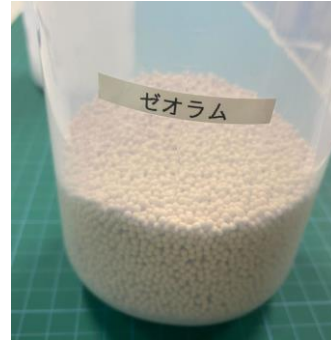
冷凍機

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

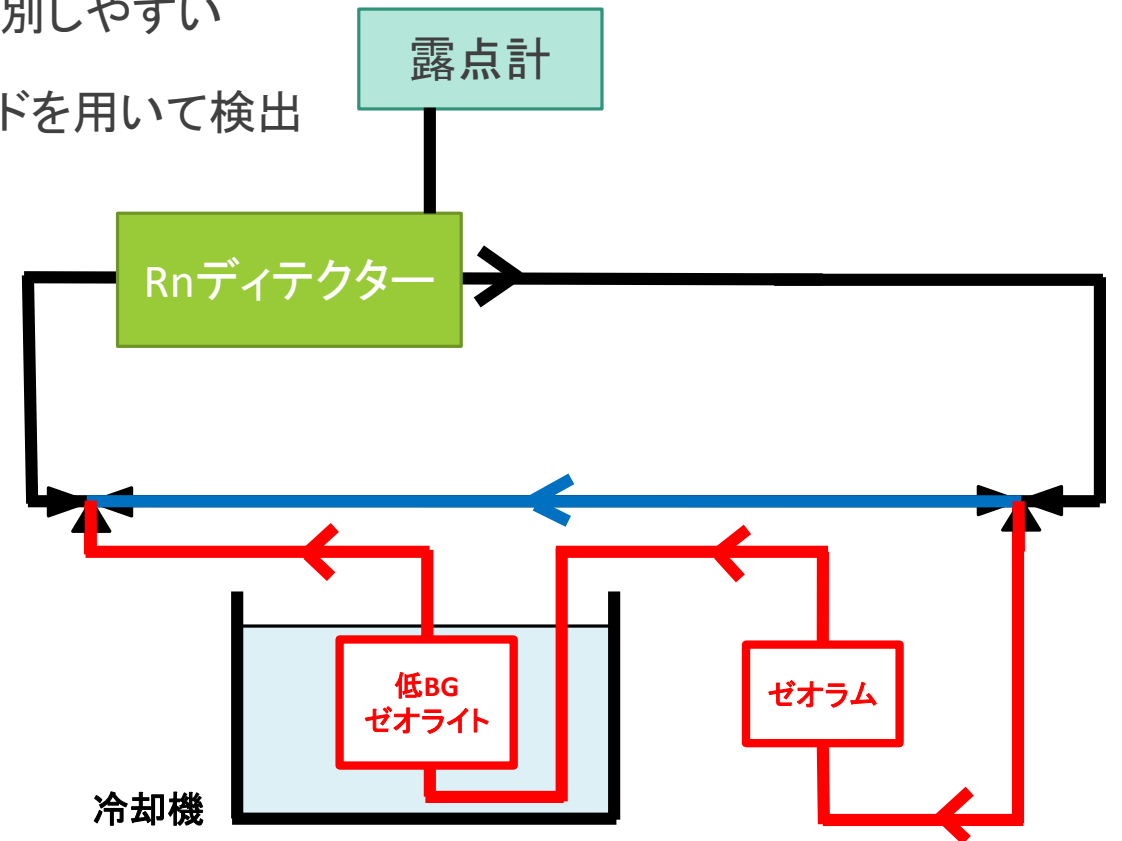
➤5Å(H₂O, Rnともに吸着)の格子構造



ICF70

前回の実験

- 露点計, Rnディテクターを用いて循環系の不純物(H_2O , ^{222}Rn)とフィルターの除去能力を調べる
 - 冷媒温度 -50°C
 - 露点計: 露点温度を測定することで水分量を測る
 - 露点温度が -50°C (2500ppm) 以下: SF_6 でマイノリティピークを判別しやすい
 - Rnディテクター: ^{222}Rn が崩壊した ^{214}Po , ^{218}Po を PIN フォトダイオードを用いて検出
- SF_6 20Torr
 - フィルターなし
 - フィルターあり
 - 常温, 冷却

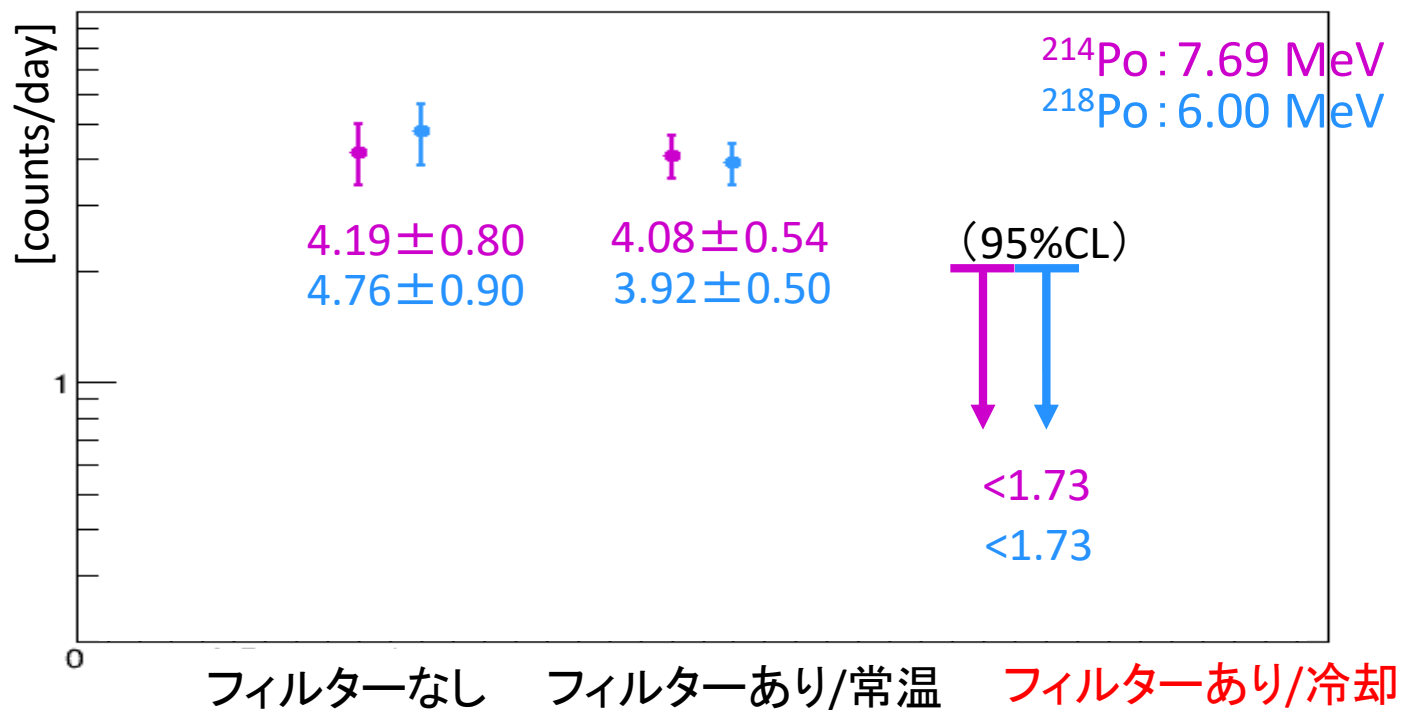
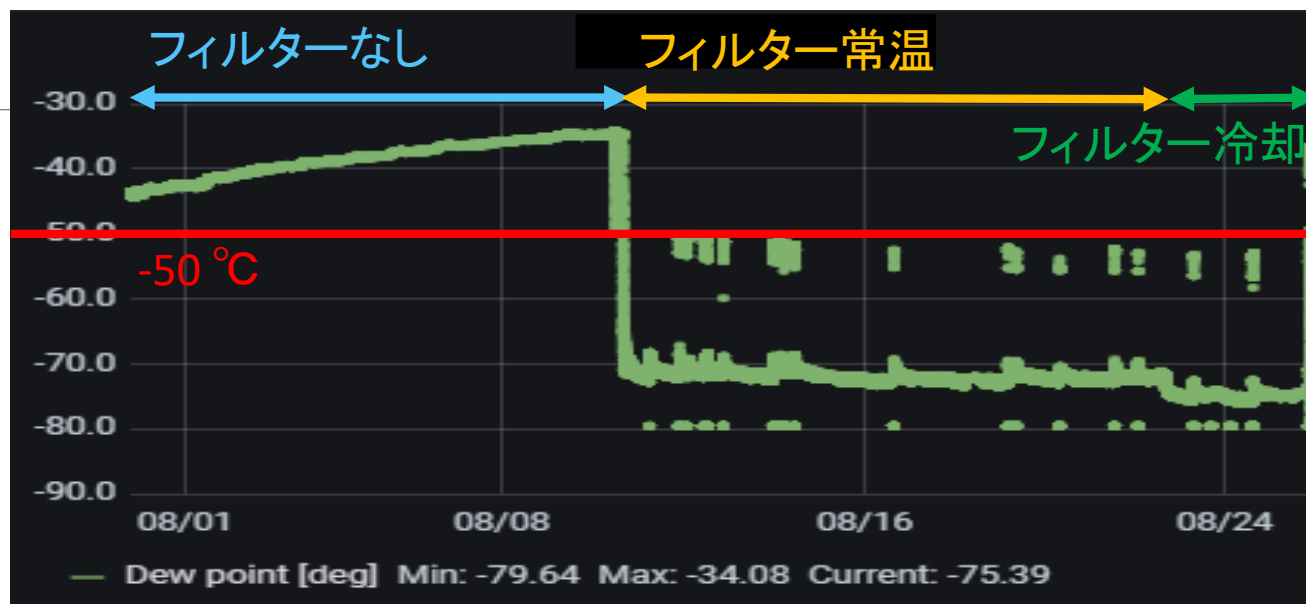


前回の実験の結果

- H₂O: フィルターを用いた場合, 十分に減少
- ²²²Rn: フィルターを冷却すると, 大幅に減少

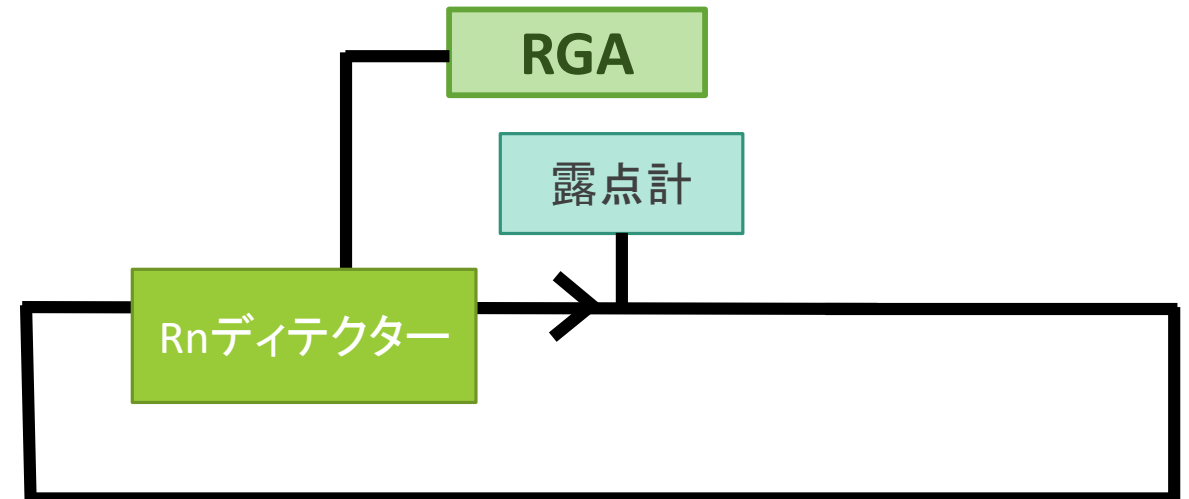
課題:

- H₂O以外の不純物の定量的な測定は未だ
 - ²²²Rn: ディテクターの検出効率測定
 - その他の分子: 別の方法で測定が必要



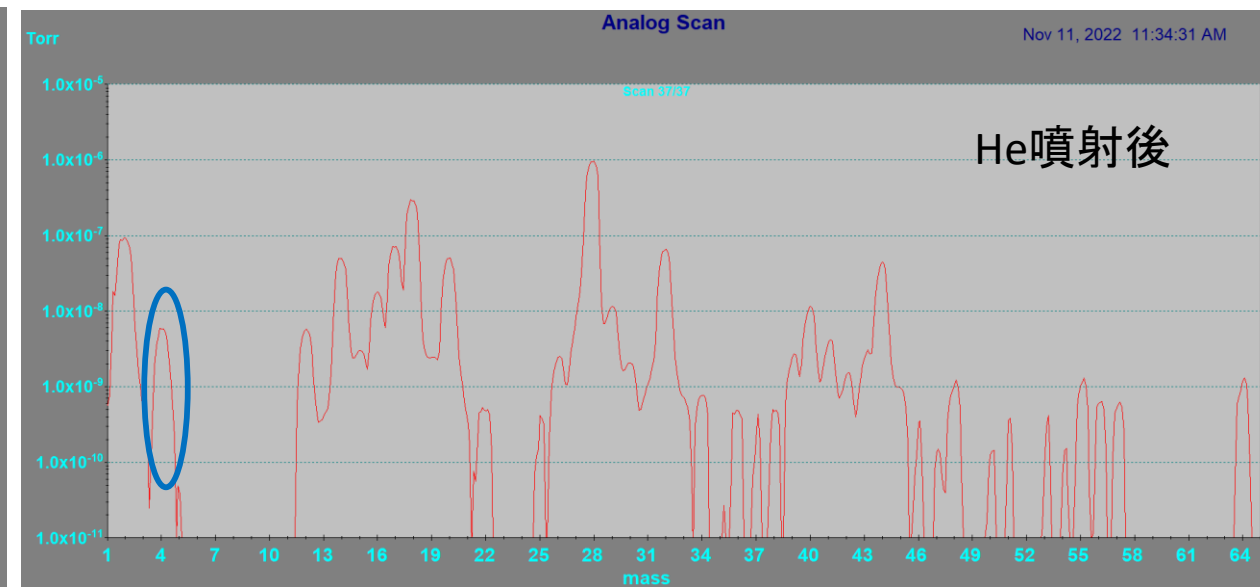
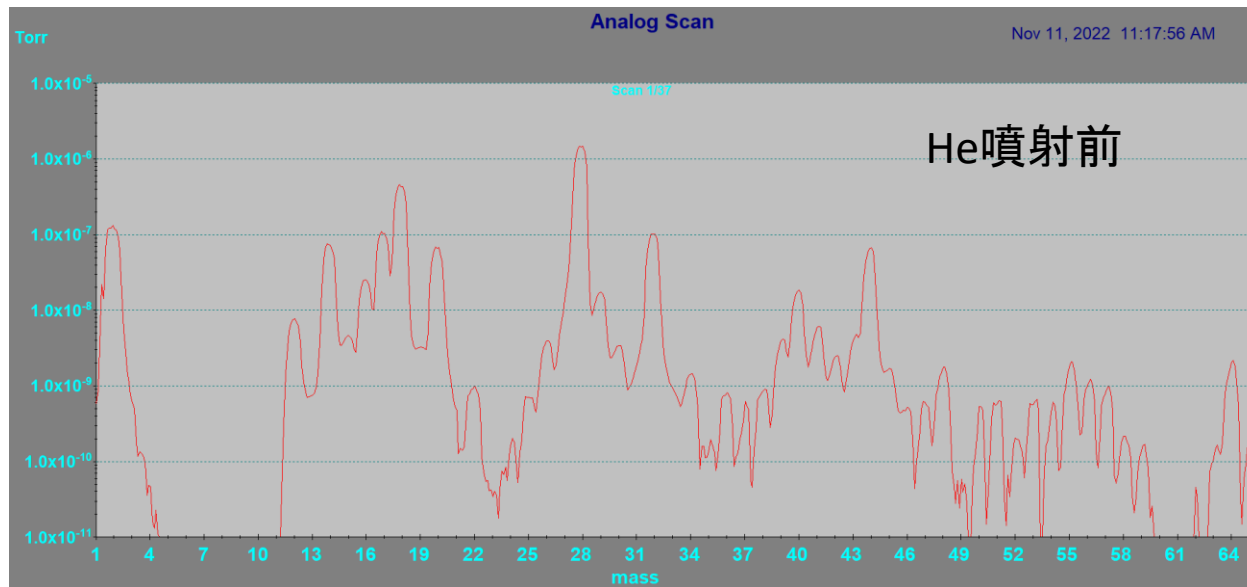
今回の実験

- RGA: 循環系内のガス不純物を調べる
 - 水, 酸素, SF₆, 窒素の検出量を比較
 - 露点計の結果と水分検出量を比較
- BG(真空状態($\sim 2.0 \times 10^{-5}$ Pa)), 空気 1atm, 純空気 1atm, SF₆ 1atm
 - BGと空気の測定は循環系を介さず



RGAについて

- RGA – Residual Gas Analyzer
 - 真空状態に含まれる残留ガスを分圧で測定
 - キャリブレーションを行うことで絶対値に変換可能
 - 継続的に分子質量範囲をスキャンすることで時間変化を確認できる



RGAと循環系の接続

➤ SRS RGA200

➤ 分子量1~200を測定可能

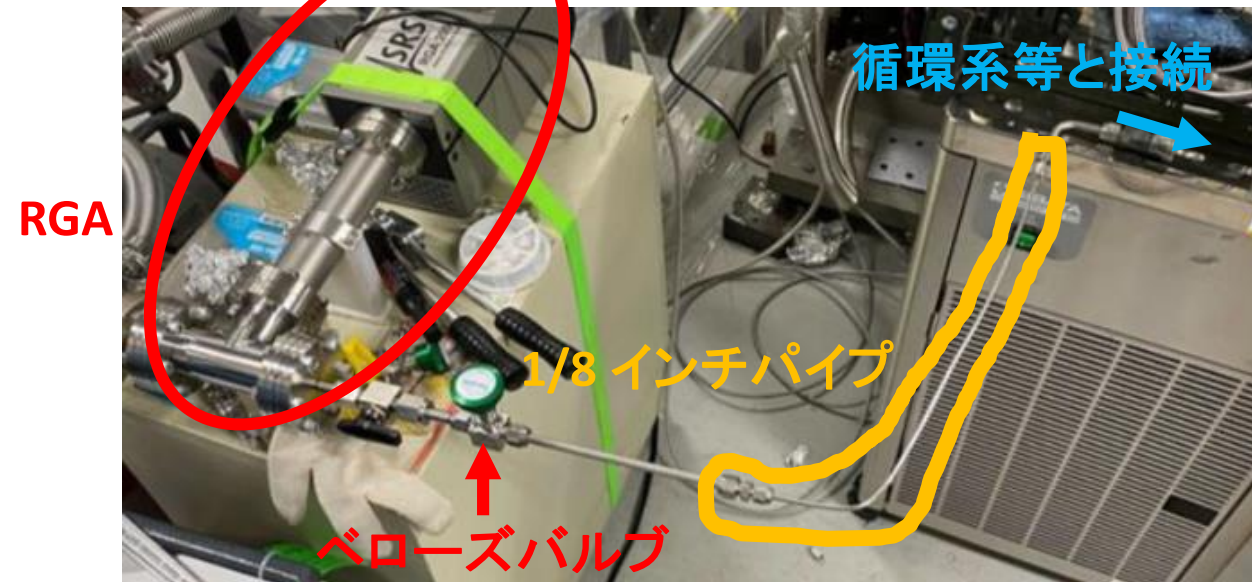
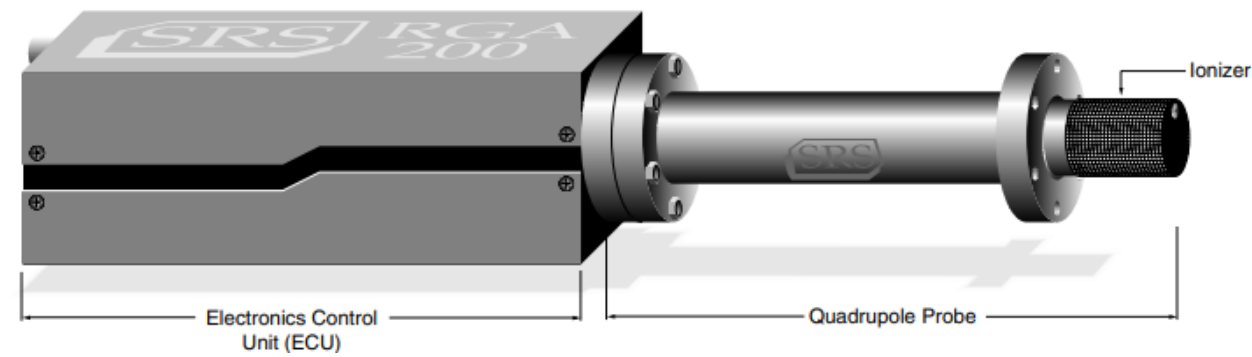
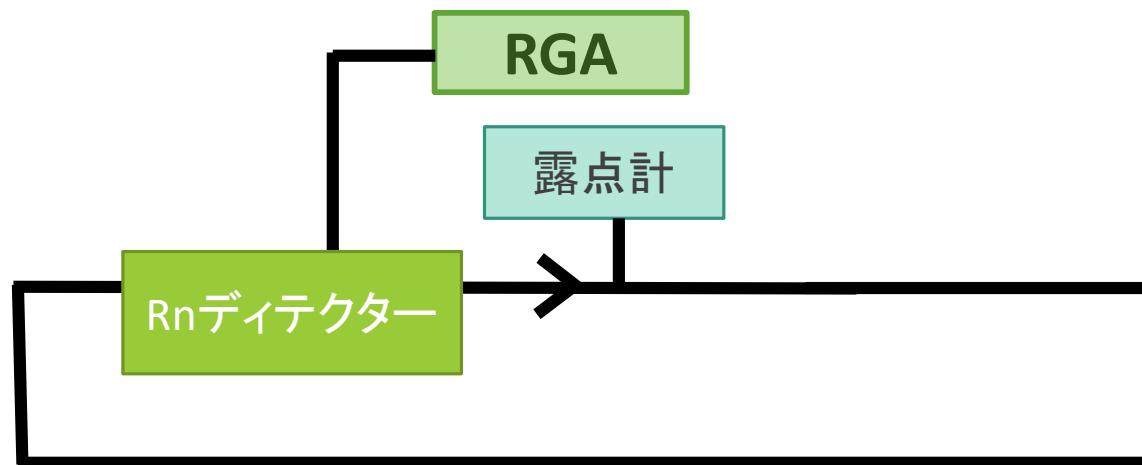
➤ ガス分子をイオン化, 正イオンを質量に応じて分離, 各質量におけるイオン電流を測定する

➤ $10^{-5} \sim 5 \times 10^{-11}$ Torrまでの分圧を測定可能

➤ 使用条件: 10^{-4} Pa以下

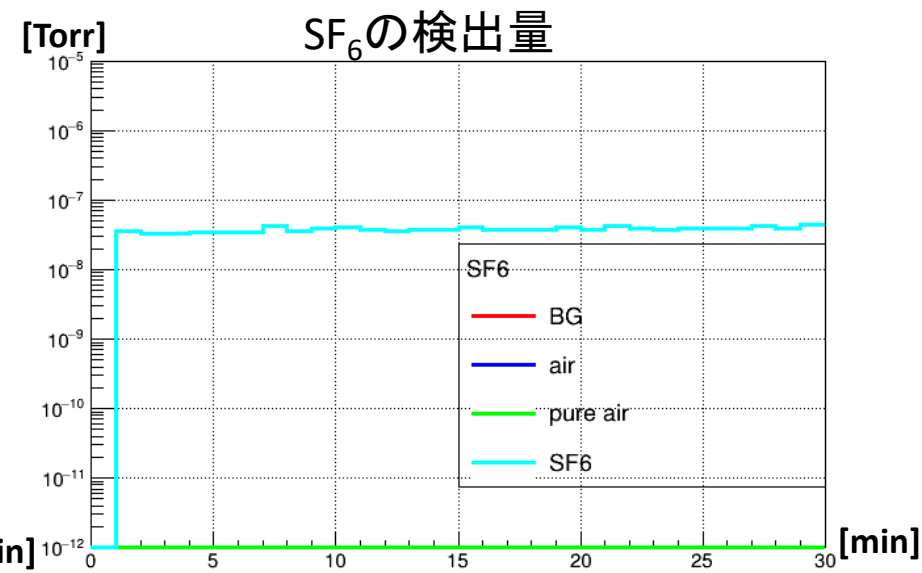
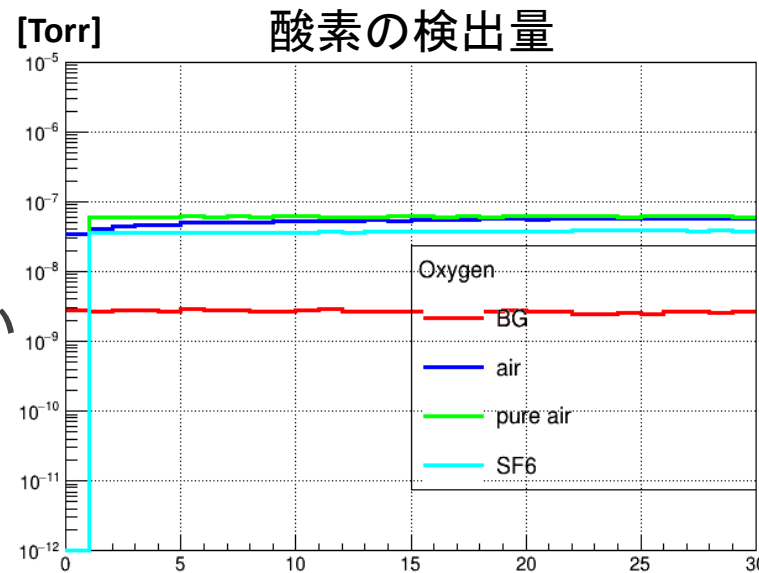
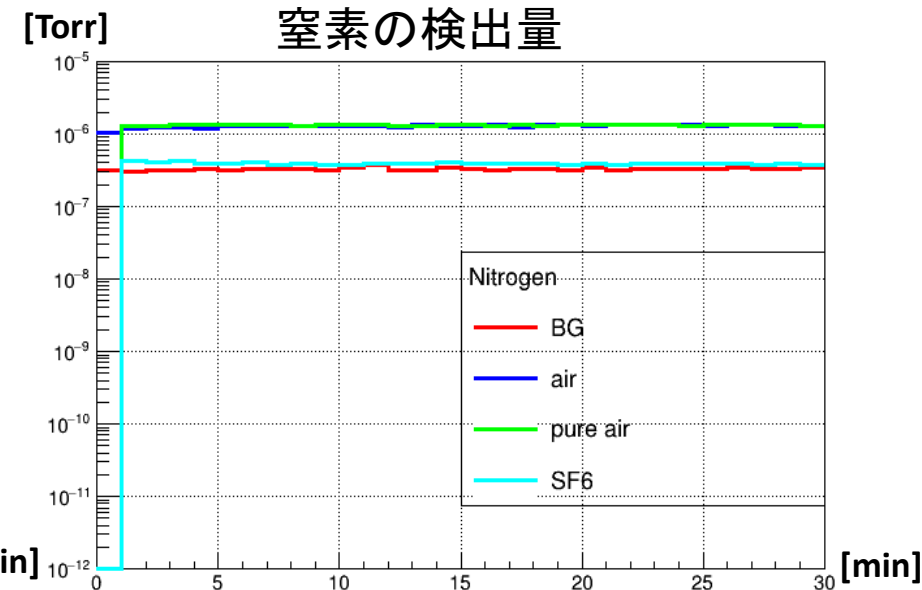
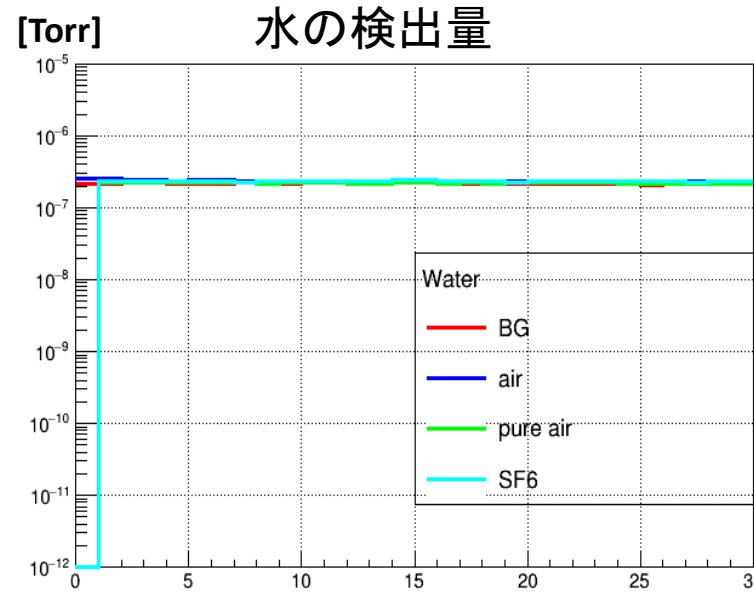
➤ 流入するガスを減らす必要がある

➤ ベローズバルブと1/8インチパイプを組み合わせ



実験結果

- 30min分の測定を比較
 - 水: BGとその他で同量が検出
 - 酸素: SF₆でも検出される
 - 2~3割の減少はみられる
 - 窒素: 減少はした, BG/SF₆でも検出
 - SF₆: SF₆ガス以外では検出されず
- 水分量がガスによらない
 - RGA自体があまり綺麗ではない
- SF₆でも酸素が~BGまで減少しない
 - 循環系にアウトガス発生源がある
 - ex) Rnディテクター



まとめ・展望

- 今回の実験: RGAを用いて循環系内のガス不純物の調べた
 - BGがドミナントになっている
 - RGAのフィラメントをきれいにする
 - Rnディテクター, その他循環系構成要素を循環系から除き, 同様の測定を行い比較する
 - 露点計の測定結果と合わせて, RGA測定値を定量的に評価

- チェンバーに接続する
 - チェンバーからのアウトガス, 長期運用におけるガス不純物量の変化を調べる