

# CF<sub>4</sub>ガスを用いたラドン検出器の性能評価と新規吸着物質の試験

Kotsar Yurii<sup>1</sup> : <sup>1</sup>神戸大

講演番号:P03

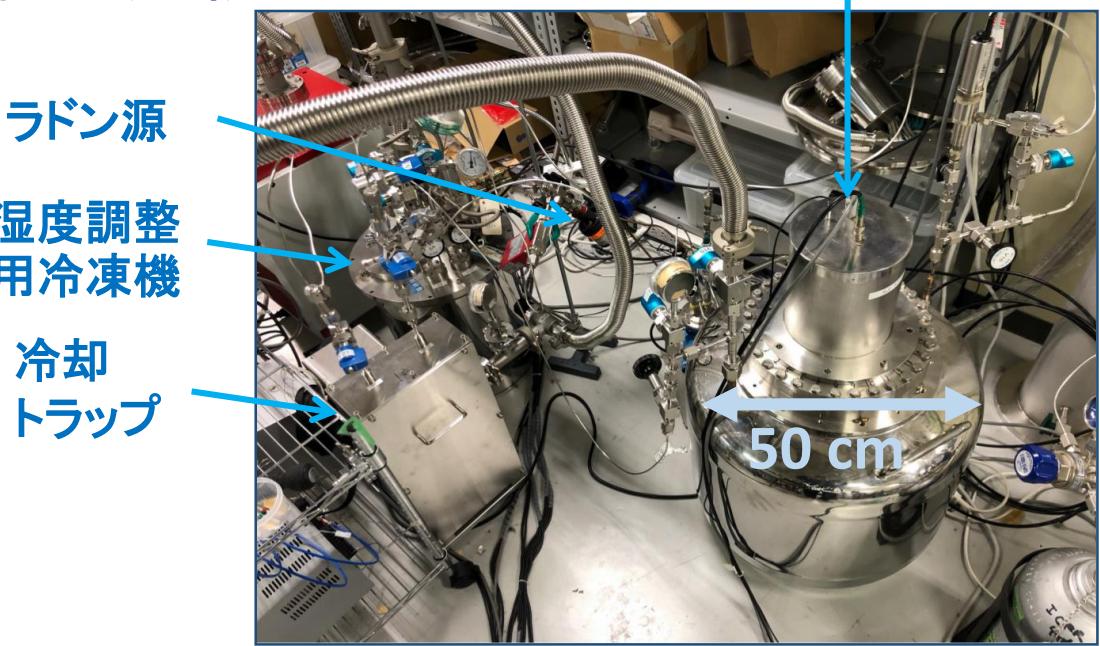
## 1. 背景と目的

放射性貴ガラドン(<sup>222</sup>Rn)は、暗黒物質の直接探索を目指しているNEWAGE実験などの検出器内で $\alpha$ 崩壊するため、探索の主要なバックグラウンド源となり得る。NEWAGEでは高い精度を得るためにガス中バックグラウンドを低いレベルに保つことが必要である。しかし、NEWAGE検出器以外で定量分析する手段がなかった。そのため、本研究では、NEWAGEで用いているCF<sub>4</sub>ガス中で、ラドン検出器の較正係数の様々な依存性を調べた。また、CF<sub>4</sub>ガス中で新規吸着物質(ACF)によるラドン吸着試験が以前行われていなかったので、本研究では実施した。NEWAGEの圧力付近まで圧力を下げてその圧力依存性も確認した。

## 2. 測定システム

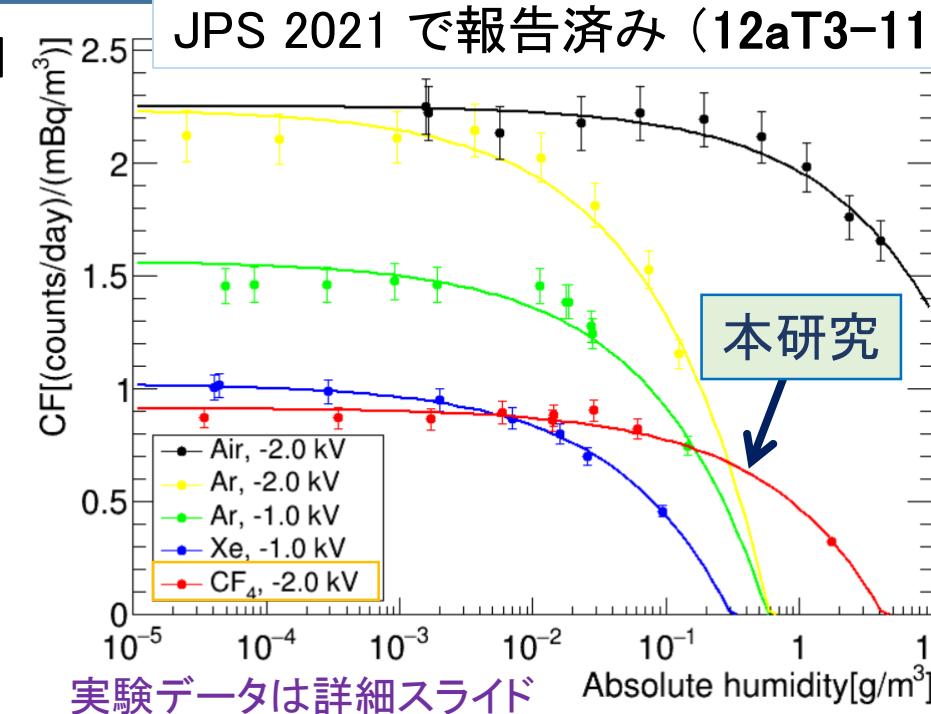
神戸大学に構築した

講演番号:P05(尾崎)



## 3. 較正係数の絶対湿度依存性

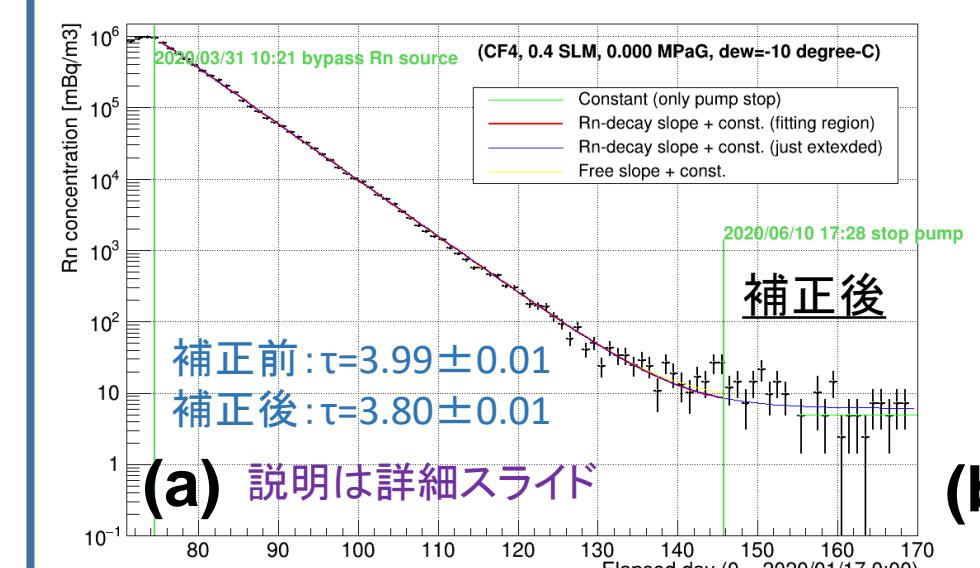
湿度調整用冷凍機を使って露点温度を変化させて、ラドン検出器の較正係数を<sup>214</sup>Po計数率と既知のラドン濃度から求めた。  
-2kVを印加した乾燥ガス中で比較したらCF<sub>4</sub>の較正係数が空気とArの半分程度であった。レナード・ジョーンズボテンシャルの $\sigma$ パラメータと相関があると考えられる。  
ただし、同様の湿度依存性が見られたので、先行研究と同様に湿度依存性を $-a\sqrt{AH} + b$ の関数で表した。  
$$CF = -0.44\sqrt{AH} + 0.91$$



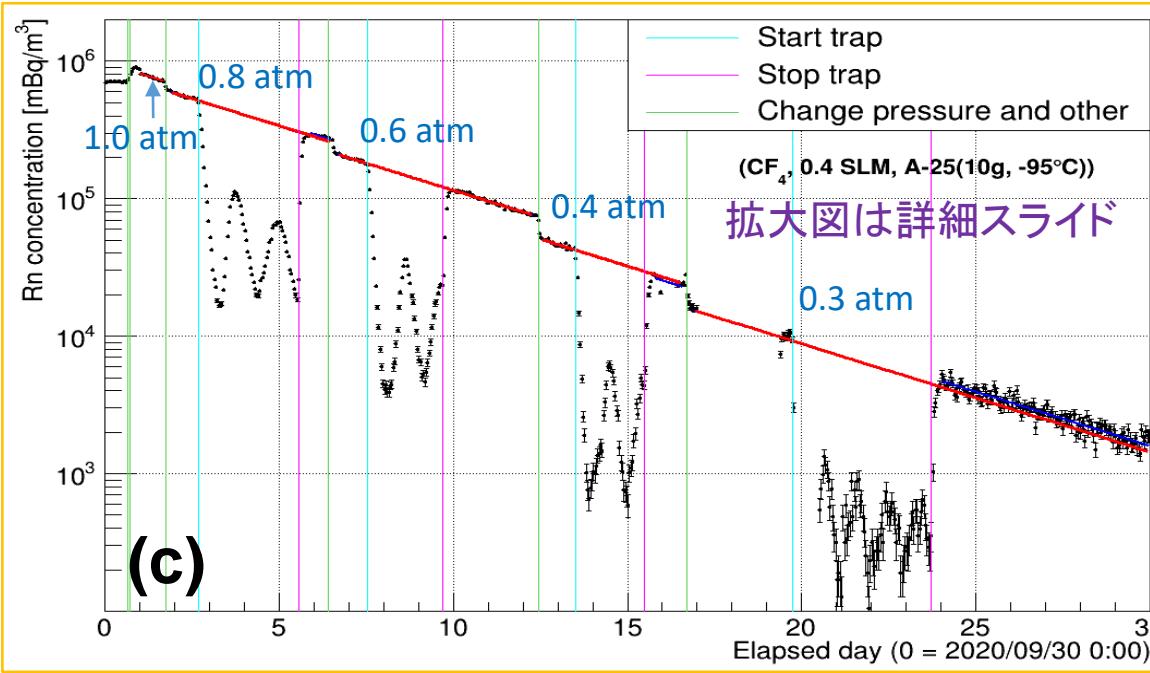
## 4. 較正係数の濃度依存性と圧力依存性

ラドン源をバイパスして数ヶ月放置でラドン崩壊を観測した。観測されたラドン濃度の時定数が期待値( $t=3.82$ d)と異なっていた(3.99d)ので、ラドン濃度の計算に使った較正係数に加えて補正計数を導入した。その値域が(1~1.3)である。補正されたラドン濃度のグラフを作成して理論と一致することを確認した。(3.80d)

系内圧力を1.0気圧から0.3気圧まで変えて、較正係数の圧力依存性を確認した。(c)  
圧力低下とラドン濃度低下は比例すると仮定すると、CF<sub>4</sub>ガス中で圧力が下がると較正係数が上がるることが確認できた。その結果を表にまとめた。(b)



| 圧力 [atm] | 濃度の比率 | 圧力依存性の補正係数 |
|----------|-------|------------|
| 1.000    | 1.000 | 1.000      |
| 0.803    | 0.866 | 1.082      |
| 0.605    | 0.727 | 1.212      |
| 0.408    | 0.506 | 1.265      |
| 0.309    | 0.341 | 1.137      |



## 5. ラドン吸着効率とその圧力依存性

講演番号:P01(中野)

活性炭素繊維(ACF)[A-25 10.5 g Unitika Ltd.]が入った冷却トラップを用いて、CF<sub>4</sub>ガス中でラドン吸着の試験を行った。  
安定時の値を使って吸着効率を求めた。その結果は右図。  
キャリアガスによる吸着効率の違いは、レナード・ジョーンズボテンシャルの $\sigma$ パラメータで説明できると考えられる。(右表)

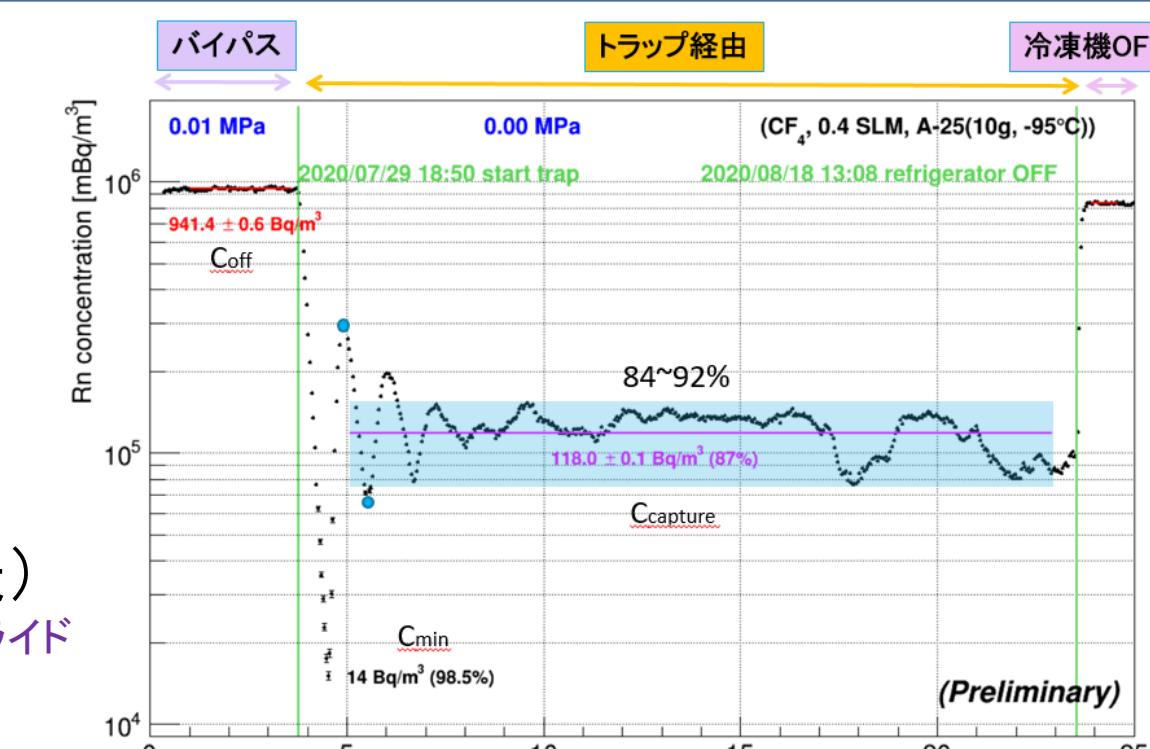
吸着の考察は詳細スライド

### 圧力依存性:

系内圧力を下げて吸着効率の圧力依存性を確認した。4(c)同じACFを使って圧力が下がると吸着効率が上がる傾向が見えた。(下表)

Xeガスと同じ傾向。

| 圧力 [atm] | 1.000 | 0.803 | 0.605     | 0.408     | 0.309 |
|----------|-------|-------|-----------|-----------|-------|
| 吸着効率 [%] | 79.5  | 83.4  | 90.4~92.2 | 92.2~95.4 | 93.5  |



| ガスの種類           | Lennard-Jones $\sigma$ パラメータ | 吸着効率の例        |
|-----------------|------------------------------|---------------|
| 空気              | 0.352–0.369 nm               | 98%, 0.9 SLM  |
| Ar              | 0.340–0.346 nm               | 98%, 1.3 SLM  |
| Xe              | 0.392–0.410 nm               | 28%, 0.14 SLM |
| Rn              | 0.417–0.421 nm               |               |
| CF <sub>4</sub> | 0.470 nm                     | 87%, 0.4 SLM  |

## 6. まとめ

NEWAGEなどのラドン濃度を分析するために、ラドン検出器のCF<sub>4</sub>中の較正係数(calibration factor)を新たに測定した。更に、CF<sub>4</sub>ガス中で、較正係数のラドン濃度依存性があることを確認した。また、CF<sub>4</sub>ガス中のラドンの除去のために新規吸着物質(ACF)による吸着試験を実施した。最後に実際のNEWAGE検出器内の圧力付近までCF<sub>4</sub>ガスの圧力を低下させて、較正係数の圧力依存性を確認した。同じ条件で、ACFの吸着効率を測定した。圧力依存性があることを確認した。