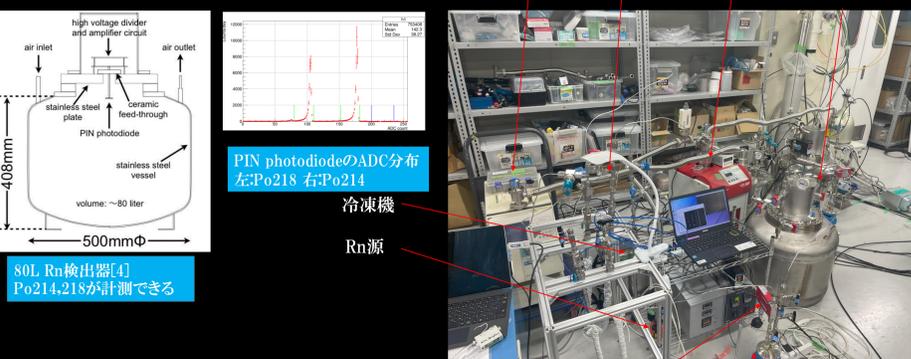
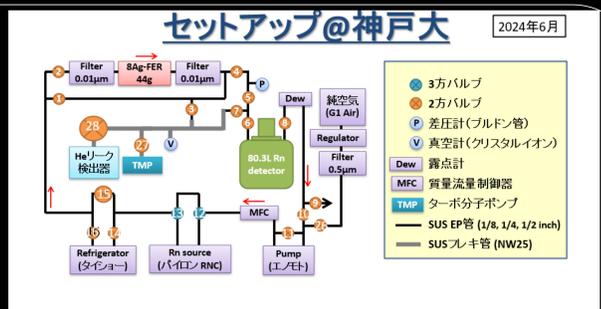


Introduction

- 222Rnは放射性の貴ガスで地下実験共通のバックグラウンド源であるため、その削減は必須である。
- 例として214Biによるβ線がスーパーカミオカンデやハイパーカミオカンデでの(特に太陽ニュートリノ解析の)バックグラウンドになる。
- 近年、銀ゼオライトが非常に高い空气中Xe吸着特性を持つ報告があり、さらに空气中Rnについても非常に高い吸着特性を示す報告がある[1,2,3]。
- そこで銀ゼオライトを地下実験でのラドン除去に応用可能か調べるため、ラドン吸着性能評価装置を構築し、それを用いて銀ゼオライトの空气中ラドン除去性能評価を開始した。

実験装置

U字型カラムを作成し、これに銀ゼオライトを詰めて吸着実験を行った。Rn線源を間に配置し、純空気(G1)をMFCで制御しながら配管を循環させた。高感度80.3LRn検出器を用いており、カラム後方のRn濃度の計測を行っている。



銀ゼオライトサンプル(8Ag-FER-B)

- フェリエライト(FER)は正方晶系のゼオライト
- 東ソー製のFERにシナネンゼオミックが銀を特別に8%添加した。
- 今回は44.08g使用。

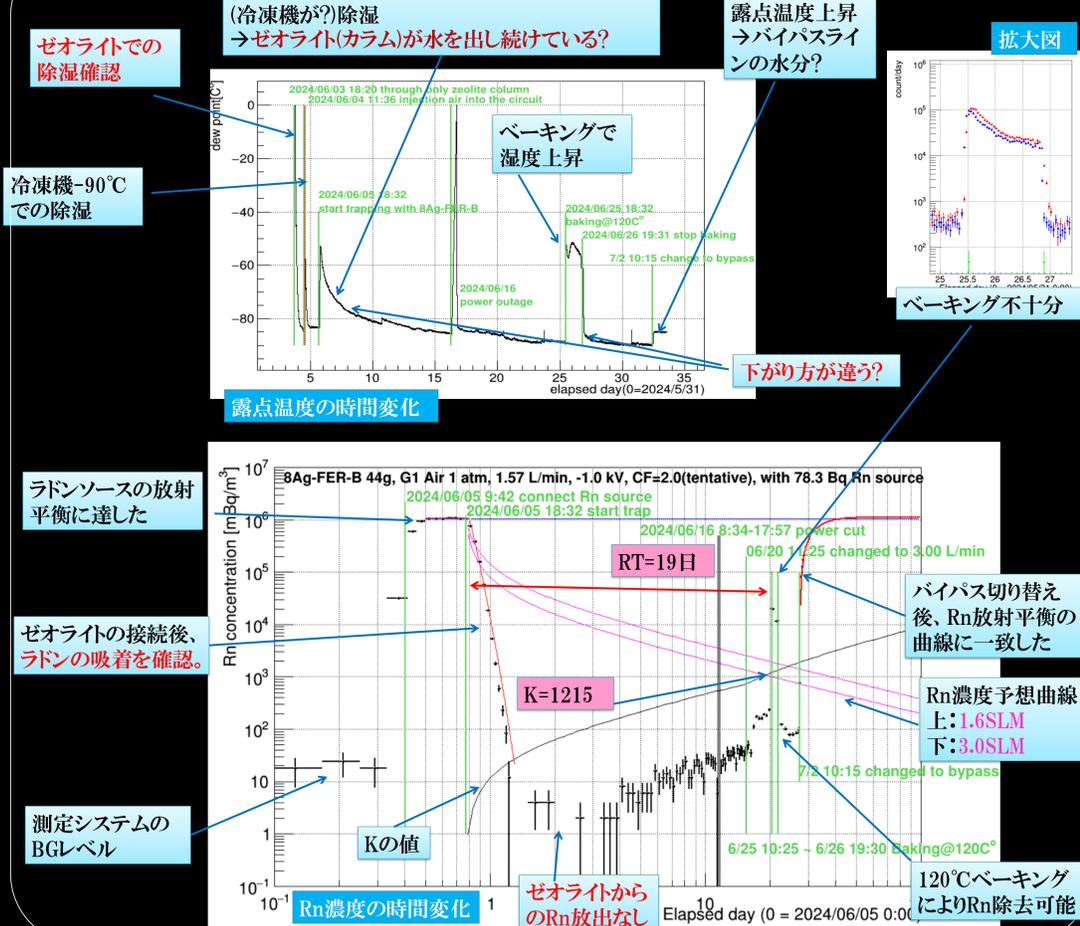


作業内容

- 6/3 18:20 ゼオライトカラム経由、冷凍機バイパス、ラドンソースバイパスでの循環開始
- 6/4(火) 10:46~12:38 TMPで真空引きしながらベーキング。
 - ゼオライト中の水分を飛ばすためにベーキングを行った。
 - ワイヤー型のヒーターを使用しており、設定温度は280℃
 - 最高温度は227℃、到達真空度は0.34Pa。
- 6/4 10:52 純空気(G1 Air)を大気圧程度(+0.004MPa)充填
- 6/4 12:41 ゼオライトカラムバイパス、冷凍機接続(設定-90℃)、ラドンソースバイパスに切り替えて循環測定継続。
- 6/5 9:42 ラドンソース接続して循環測定継続。
- 6/5 18:32 ゼオライトカラム経由に切り替えた。
 - MFC流量1.57 SLMで吸着試験開始。
- 6/16 8:34~17:57 大学停電のため測定中断。
- 6/20 11:25 MFC交換、流量3.00 SLMに変更。
- 6/25 10:26 ~ 6/26 19:31 120℃で再度ベーキング。
- 7/2 10:15 ゼオライトカラムバイパスに切り替え。

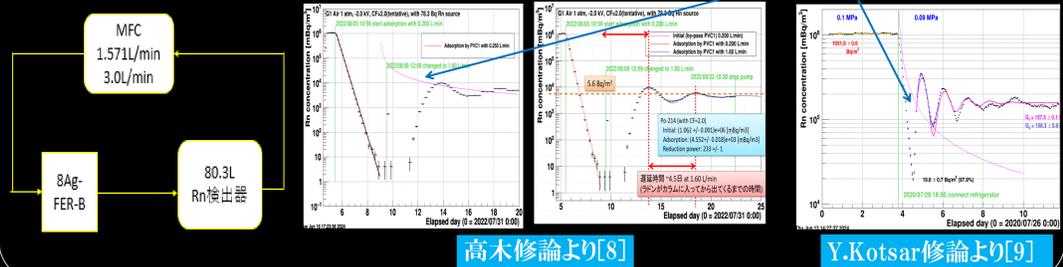


実験結果



保持時間(RT)の確認

- Rn濃度予想曲線:U字カラム内とRn検出器内のRn濃度の比がそれぞれのRnの滞在時間の比と一致していると仮定して求めた。
- Rn検出器でのRn濃度予想曲線を過去の研究[8,9]を使って引いてみるとこの予想がおおよそ正しいことが分かる。
- Rn濃度予想曲線とベーキング直前の値が大幅に違うため、Rnの大部分はゼオライトに保持されている。
- 保持時間はもっと長いと言える。



吸着係数(K)の評価

- 先行研究[2,3]でRnの吸着能力の指標として、係数(adsorption coefficient, K)が使われている。
- $$K = \frac{RT[h] \times \text{flow rate}[kg/h]}{m[kg]}$$
 - RT = Retention Time(保持されているRnが半分放出されるまでの時間)
 - Flow rate = MFCの流量, m = 吸着剤の質量
- ベーキング直前までを保持時間としてKを見積もると、K=1215となる。
- 銀ゼオライトはACFより少なくとも約200倍以上の吸着能力があることを確認した。
 - (粒状活性炭より少なくとも約240倍以上)

	8Ag-FER-B	AgZSM-5[2]	Ag-ETS-10[2]	Ag-ETS-10[3]	ACF[8]	Granular AC[8] (TC2B1)	CarbAct [2]
mass(g)	44.08	8.85	16.3	0.2~0.75	4.65×10^3	26.9×10^3	4.2
RT(h)	約456	256	460	—	45.6	244	0.25
K	1215以上	3500	3400	1400	6.47 @375kPa	4.96	7.2

まとめと今後の予定

- 銀ゼオライト(8Ag-FER-B)を用いたRn吸着実験を開始した。
- 活性炭を用いた吸着実験よりも明らかにRn除去性能が高いことが分かった。
- 今回はベーキングが全体的にうまくいったとは言えないためゼオライトの量を半分ほどにして、ゼオライトの種類(3Ag-FER)とヒーターを変え(リボンヒーター)試験を開始した。

参考文献

- "Role of Silver Nanoparticles in Enhanced Xenon Adsorption Using Silver-Loaded Zeolites",
- "Adsorption of radon on silver exchanged zeolites at ambient temperatures", Sci Rep 13, 6811 (2023)
- "Exploring the potential use of silver-exchanged zeolites for adsorption of radon traces in low background experiments", PTEP 2024, 023C01
- J. of Phys. Conf. Series 469 (2013) 012007, PTEP 2015, 033H01, NIMA 867, 108 (2017)
- Y型ゼオライトのナノ細孔に局在した金属イオン・プロトンに対する炭素-酸素および炭素-窒素二重結合化合物が示す吸着形態の解析と合成反応への応用研究
- https://ppwww.phys.sci.kobe-u.ac.jp/seminar/pdf/Takagi_Mthesis.pdf
- https://ppwww.phys.sci.kobe-u.ac.jp/seminar/pdf/Kotsar_Mthesis.pdf

