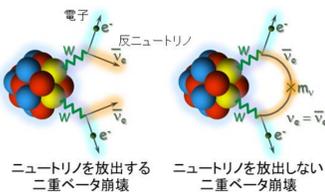


## 導入

<sup>48</sup>Caは二重ベータ崩壊核 0νββ崩壊候補核  
Q値が大きくバックグラウンドが少ない領域で観測できる

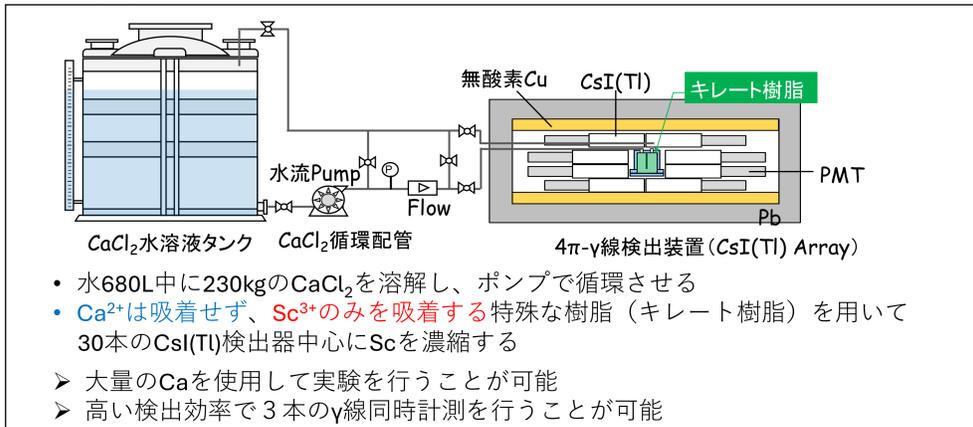


- <sup>48</sup>Caはベータ崩壊もエネルギー的に許容される。その半減期は未測定
- ✓ 有限な半減期が求めれば、ベータ崩壊核として世界最長半減期の測定
- ✓ β崩壊の半減期により、2νββ崩壊の半減期の見積 (0νββ崩壊のバックグラウンド) が変わる可能性がある

## 半減期の測定方法

- <sup>48</sup>Scもベータ崩壊する
- <sup>48</sup>Scの半減期は<sup>48</sup>Caに比べて極めて短い→放射平衡 (<sup>48</sup>Caの崩壊数=<sup>48</sup>Scの崩壊数)
- <sup>48</sup>Scのβ崩壊では3本のγ線を放出する
- 3本のγ線同時計測→低バックグラウンドで<sup>48</sup>Scのβ崩壊の計測が可能

## 実験装置



- 水680L中に230kgのCaCl<sub>2</sub>を溶解し、ポンプで循環させる
- Ca<sup>2+</sup>は吸着せず、Sc<sup>3+</sup>のみを吸着する特殊な樹脂 (キレート樹脂) を用いて30本のCsI(Tl)検出器中心にScを濃縮する
- 大量のCaを使用して実験を行うことが可能
- 高い検出効率で3本のγ線同時計測を行うことが可能

## キレート樹脂とは

イオン交換樹脂の一種 (NOBIAS-CHELATE-PA1)  
化学分析では

- Scは90%以上を吸着する
- Caはほとんど吸着しない



pH6水溶液中の各元素の吸着率

H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh
Cs	Ba	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu
		Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
		Lu						
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am
		Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No
		Lr						

■ >90%   
 ■ >70%   
 ■ >50%   
 ■ >10%   
 ■ ≈0%   
 ■ 未検討

大量のCa中で発生したScイオンも捕集可能か放射線計測で調べる  
放射化されたSc(A=46)で実験を行う前に  
より扱いやすい元素であるPbやBi (A=214) で実験方法の検討を行う

## 本研究で行うこと

### ①<sup>222</sup>Rnが水溶液を作成する

→<sup>222</sup>Rnの崩壊によって発生する<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biのγ線をHPGe検出器で測定

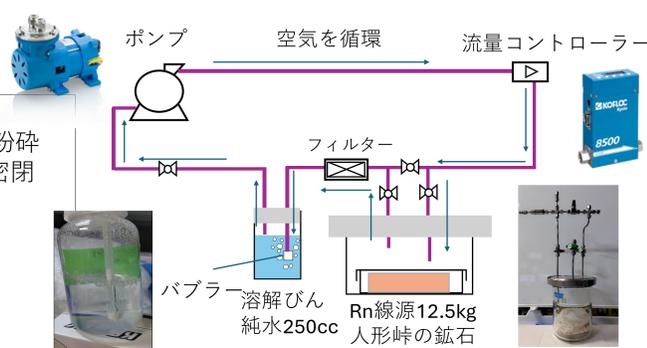
半減期 <sup>222</sup>Rn:3.8日 <sup>214</sup>Pb:26.8分 <sup>214</sup>Bi:19.9分

### 作成方法

- Rn線源**
- 人形峠の鉱石 12.5 kgを粉碎
  - ガラス容器 (3.0 L) に密閉

**Rn水溶液の作成**

- Rn-richガスを循環
- 純水中でバブリング
- 循環流量: 0.20 L/min
- 循環時間: 978s~1606s

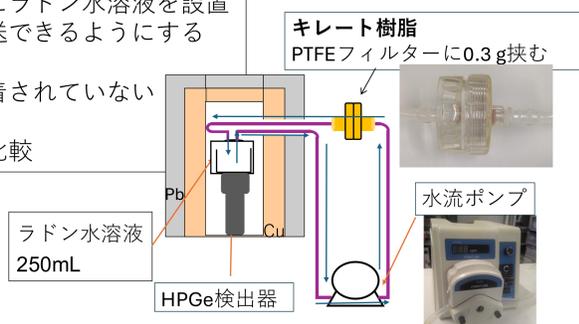


### ②キレート樹脂の<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biの吸着効率を測定する

→ラドン水溶液を樹脂に通して<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biの吸着を行う

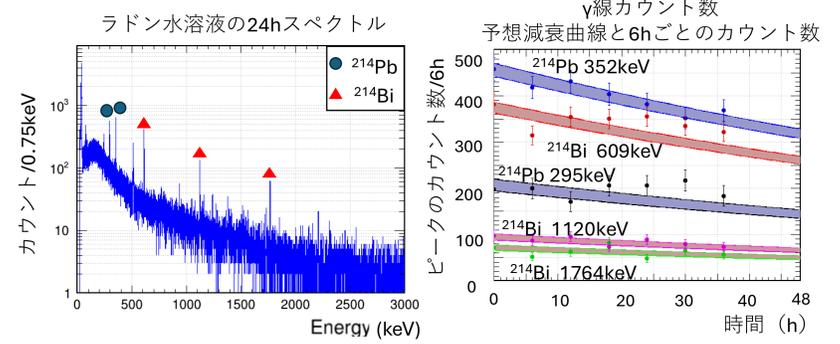
### 樹脂の吸着効率測定方法

- ゲルマニウム検出器の直上にラドン水溶液を設置
- ポンプでラドン水溶液を輸送できるようにする
- 循環前の<sup>214</sup>Pbや<sup>214</sup>Biを測定
- 循環中、キレート樹脂に吸着されていない<sup>214</sup>Pbや<sup>214</sup>Biを測定
- ガンマ線カウントレートを比較



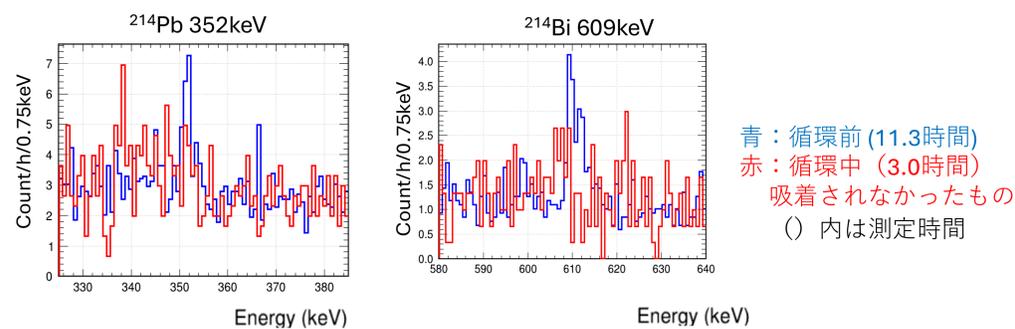
## 結果

### ①<sup>222</sup>Rnが水溶液を作成する



- <sup>214</sup>Pbや<sup>214</sup>Biからのガンマ線が見られた
- 測定開始から10時間のカウント数から、<sup>222</sup>Rnが溶解していた場合の半減期3.8日を仮定カウントレートの予想減衰曲線を作成した。
- 概ね実験結果と予想曲線が一致していて、ここには<sup>222</sup>Rnが溶けいているとわかる。

### ②キレート樹脂の<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biの吸着効率を測定する



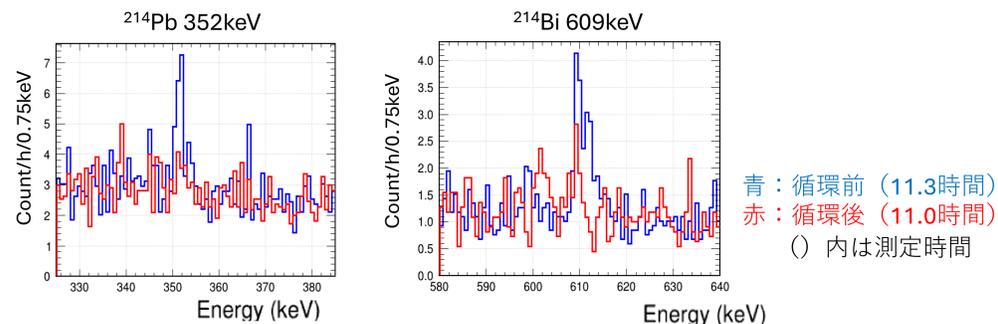
- 循環によってガンマ線カウントレートが下がった。
- 循環によって、水溶液中からラドンがなくなった。

**PbやBiの水溶液からの消失割合**

<sup>214</sup>Pb: 0.95 ± 0.08

<sup>214</sup>Bi: 0.96 ± 0.05

### 循環を止めた半日後も測定



循環前と循環を止めた半日後の比較

- 理想的には循環前と同じくらいまで戻ってくるはず。
- しかし、時間による減衰を考慮しても明らかにピークが低い。
- 循環の過程でラドンが逃げてしまったのだろう。

**Rnが系の外に逃げてしまった割合**

0.69 ± 0.10

### 吸着効率

= (PbやBiの水溶液からの消失量 - 逃げたラドン量) / (循環前のラドン量 - 逃げたラドン量)  
水溶液中でPbやBiへ崩壊したRnのうち、消失した割合

吸着効率

<sup>214</sup>Pb: 0.84 ± 0.14

<sup>214</sup>Bi: 0.87 ± 0.13

### ラドンが逃げてしまった原因と考えているもの

- ラドン水溶液を入れていた容器の上部にはホースの体積分 (直径6mm×長さ240cm) 気層があり、循環過程でラドンが気層に移ってしまったと考えられる。
- ラドンの樹脂への吸着は未検討である。

## まとめ

- 吸着効率は <sup>214</sup>Pb: 0.84 ± 0.14 <sup>214</sup>Bi: 0.87 ± 0.13 であった。
- この方法を用いることで樹脂のSc吸着効率も調べることが可能であると考えられる。
- このキレート樹脂は樹脂は原子1個の吸着ができる

### 今後の課題

- 今回は塩化カルシウム水溶液下での樹脂の吸着を確認することができていないので同様の方法で確認する
- 測定装置の都合で吸着した樹脂の方を測定できていないのでPbやBiのガンマ線が樹脂から観測できることを確認する

### 将来計画

- <sup>214</sup>Pb、<sup>214</sup>Biを用いた吸着実験をCsI(Tl)検出器システムで行う
- <sup>46</sup>Sc同位体 (放射能標識) を使った検出効率測定を行う