

# 身近に存在する天然の放射性同位元素の教材化

鳥取大学 中村麻利子

ウラン系列に含まれるラドン222は、気体であるため取り出すことが容易である。このラドンを用いた実験を紹介する。

## 日本にある主なラジウム(ラドン)温泉



温泉水に含まれているラドンは気体である。

- ・温泉水から簡単に取り出すことができる。
- ・活性炭に吸着される。
- ・加熱すると活性炭から容易に離れる。



気体

	半減期	崩壊系列
$^{222}\text{Rn}$	3.82 d	$\alpha$
$\downarrow$		
$^{218}\text{Po}$	3.11 m	$\alpha$
$\downarrow$		
$^{214}\text{Pb}$	27 m	$\beta$
$\downarrow$		
$^{214}\text{Bi}$	19.9 m	$\beta$
$\downarrow$		
$^{214}\text{Po}$	164 $\mu\text{s}$	$\alpha$

三朝温泉に含まれている放射性同位元素

## 実験に使用した測定器



実験は、三朝温泉河原風呂の温泉水を用いて、はかるくんIIで測定した結果の一例である。

温泉水の代わりに人形峠の土あるいは過燐酸石灰(園芸用肥料)を用いて同様の実験を行うこともできる

洗浄ビンを密封しておき、中にたまったらドンガスを利用する。

洗浄ビンに短く切ったノズルを取り付け、洗浄ビンの中の空気を活性炭に吹き付けたり、霧箱に注入する。



# 温泉水から出ている放射線(β線)の測定

## (放射平衡)

## 手づくり霧箱での観察

ラドンを活性炭に吸着させる  
3回繰り返す  
強くふる

はかるくんIIではかる

フェルトを両面テープではいつける  
黒い紙を底に敷く  
容器をドライアイスで冷やす  
食品用トレー  
フェルトにエタノールをしみ込ませ、容器をサラララップでふたをすれば完成。

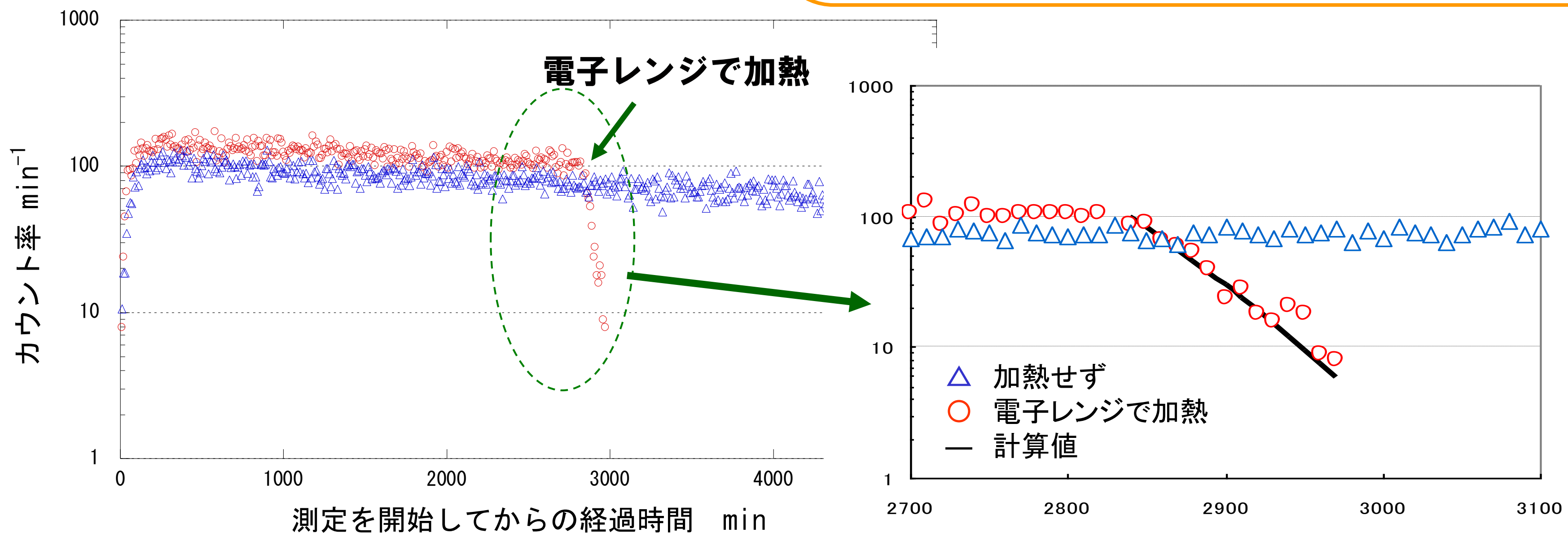
## (α線の飛跡の観察)

## (減衰)

放射平衡に達した後の活性炭を電子レンジ用のガラス容器にうつす  
500Wで20秒ずつ3回加熱する  
活性炭をポリ袋に入れて、はかるくんIIではかる

強くふる  
ラドンを注入する

## 測定結果の一例



# 温泉水から出ている放射線(β線)の測定(減衰)

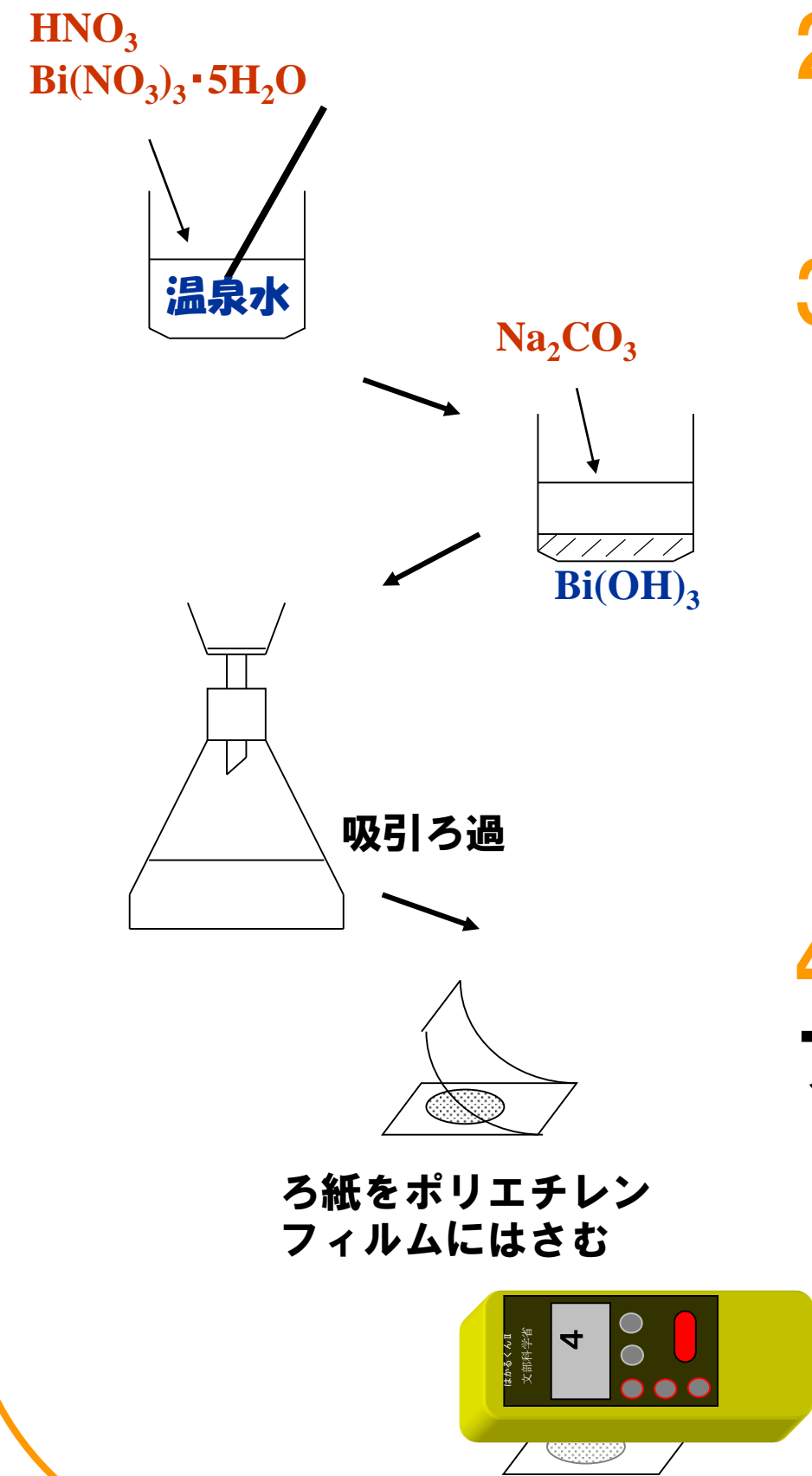
- 1) 温泉水80m l に硝酸10m l を加える。
- 2) 硝酸ビスマス5水和物を100mg加え、約5分間攪拌する。

- 3) 炭酸ナトリウムを泡がでなくなるまで加える。  
(あるいはpH10以上になるまでアンモニア水を加える)  
Bi(OH)<sub>3</sub> (沈殿) が生成する。

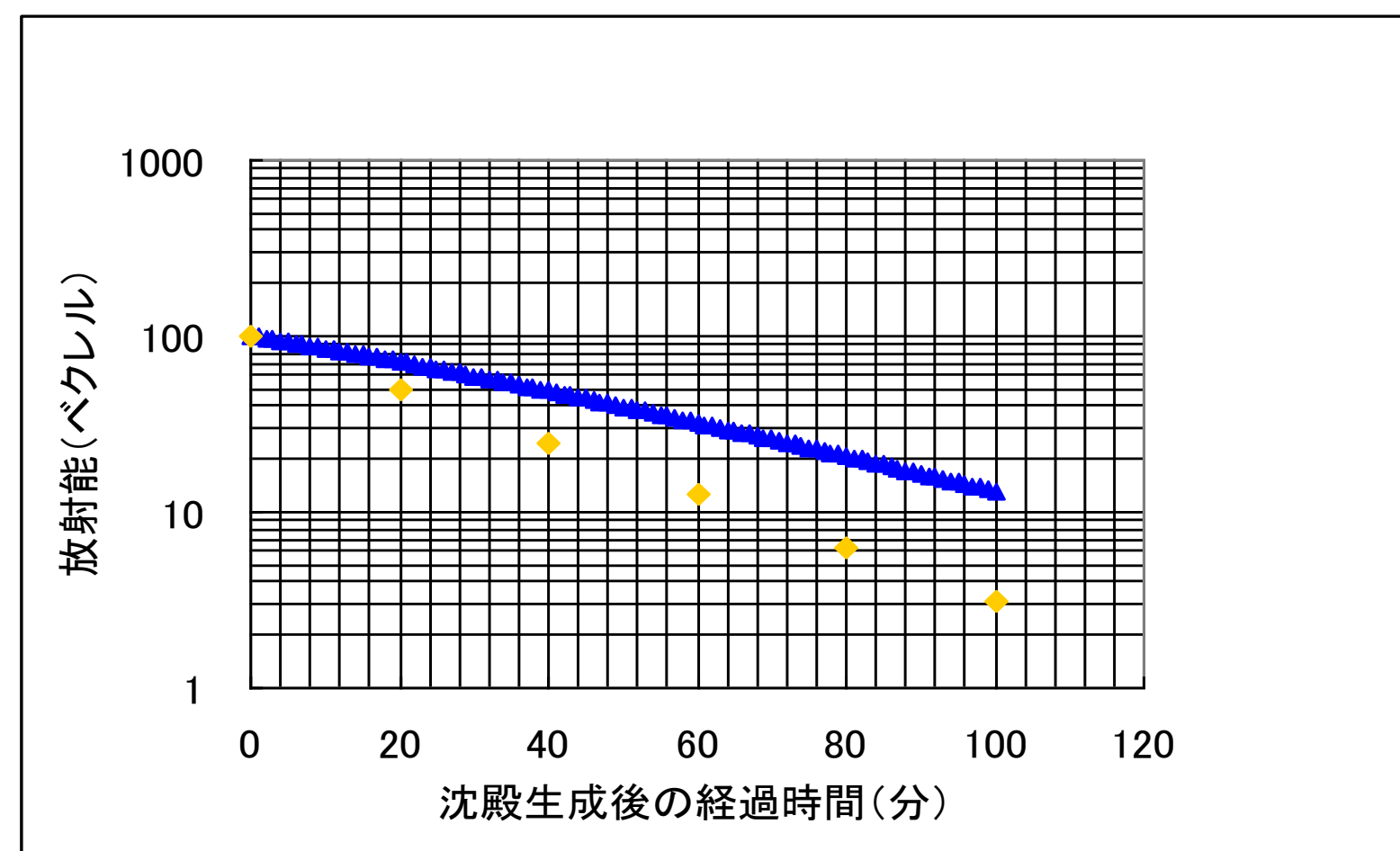
注意→沈殿が生成した時刻を記録する

- 4) 吸引ろ過して沈殿を分離し、ろ紙ごとポリエチレンフィルムにはさみ、はかるくんIIで測定する。

注意→測定を開始した時刻を記録する  
はかるくんIIは自動記憶モードにしておく



## 測定結果の一例



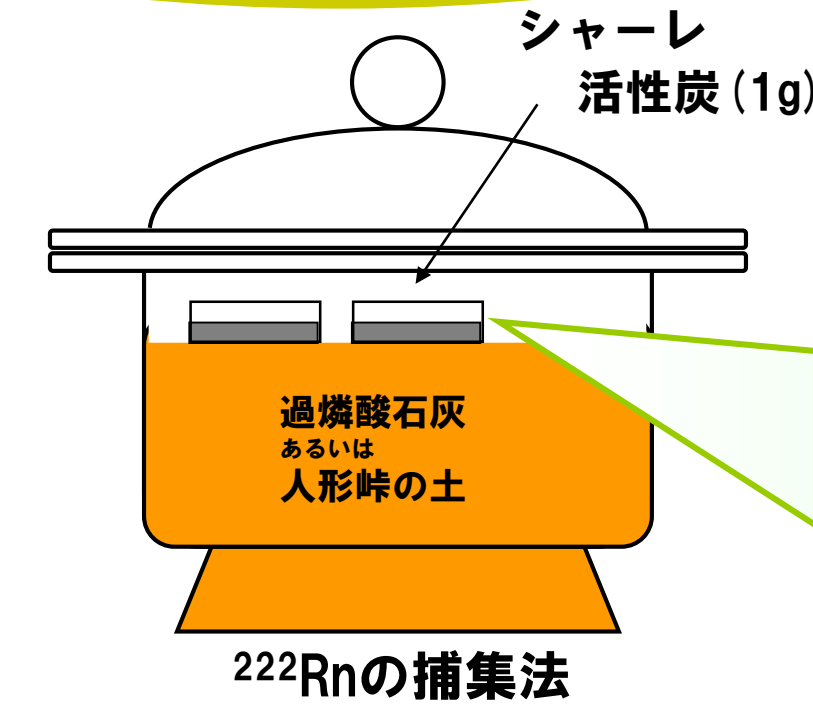
▲ 実測値(Bi+Pb)  
◆ 理論値(Biのみの場合)

# 人形峠の土あるいは過磷酸石灰(園芸用肥料)を用いた場合

核種	半減期	崩壊形式 mode
<sup>238</sup> U	4.47 × 10 <sup>9</sup> y	α
<sup>234</sup> Th	24.1 d	β
<sup>234</sup> Pa	1.17 m	β
<sup>234</sup> U	2.45 × 10 <sup>5</sup> y	α
<sup>230</sup> Th	7.54 × 10 <sup>4</sup> y	α
<sup>226</sup> Ra	1.6 × 10 <sup>3</sup> y	α
<sup>222</sup> Rn	3.82 d	α
<sup>218</sup> Po	3.11 m	α
<sup>214</sup> Pb	27 m	β
<sup>214</sup> Bi	19.9 m	β
<sup>214</sup> Po	164 μs	α

過磷酸石灰あるいは人形峠の土に含まれている放射性同位元素

222Rnとその娘核種の分離  
222Rn(気体)を活性炭に吸着させる



<sup>222</sup> Rn	3.82d	α
↓		
<sup>218</sup> Po	3.11m	α
↓		
<sup>214</sup> Pb	27m	β
↓		
<sup>214</sup> Bi	19.9m	β
↓		
<sup>214</sup> Po	164 μs	α

活性炭上の<sup>214</sup>Bi(+<sup>214</sup>Pb)を共沈法を用いて沈殿物として分離し、放出される放射線(β線)を測定する

攪拌 硝酸水溶液(硝酸10mL+水30mL)  
硝酸ビスマス5水和物100mg  
222Rnを吸着した活性炭1mg

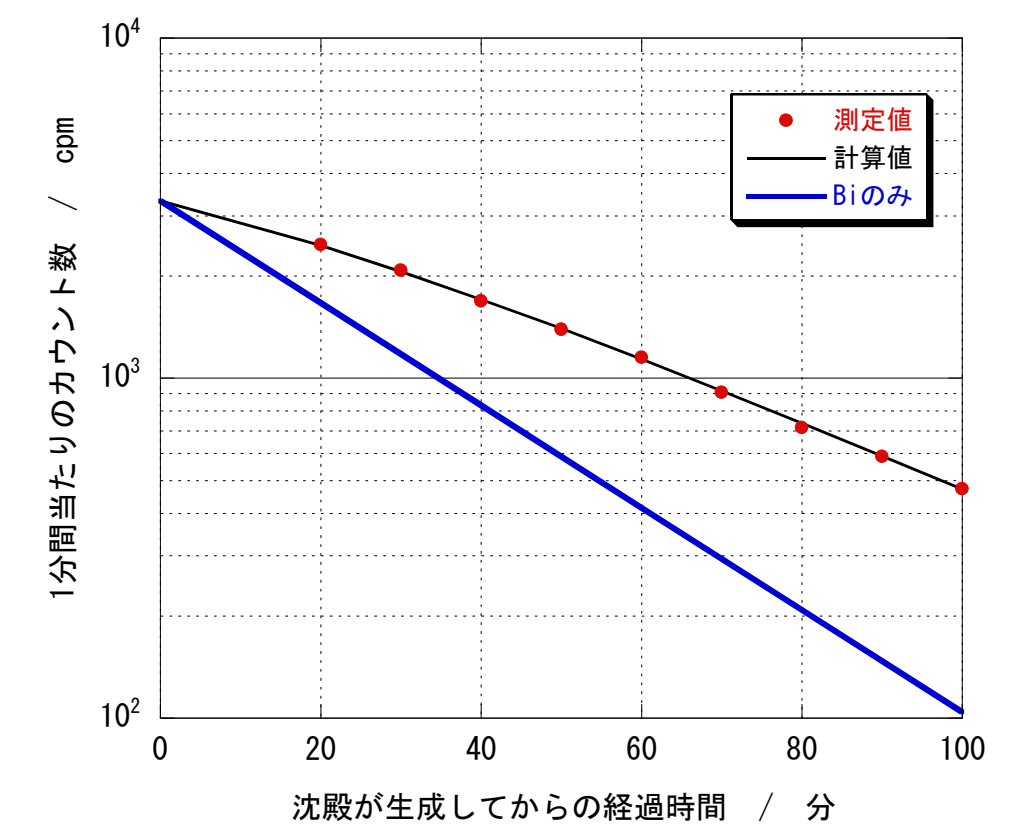
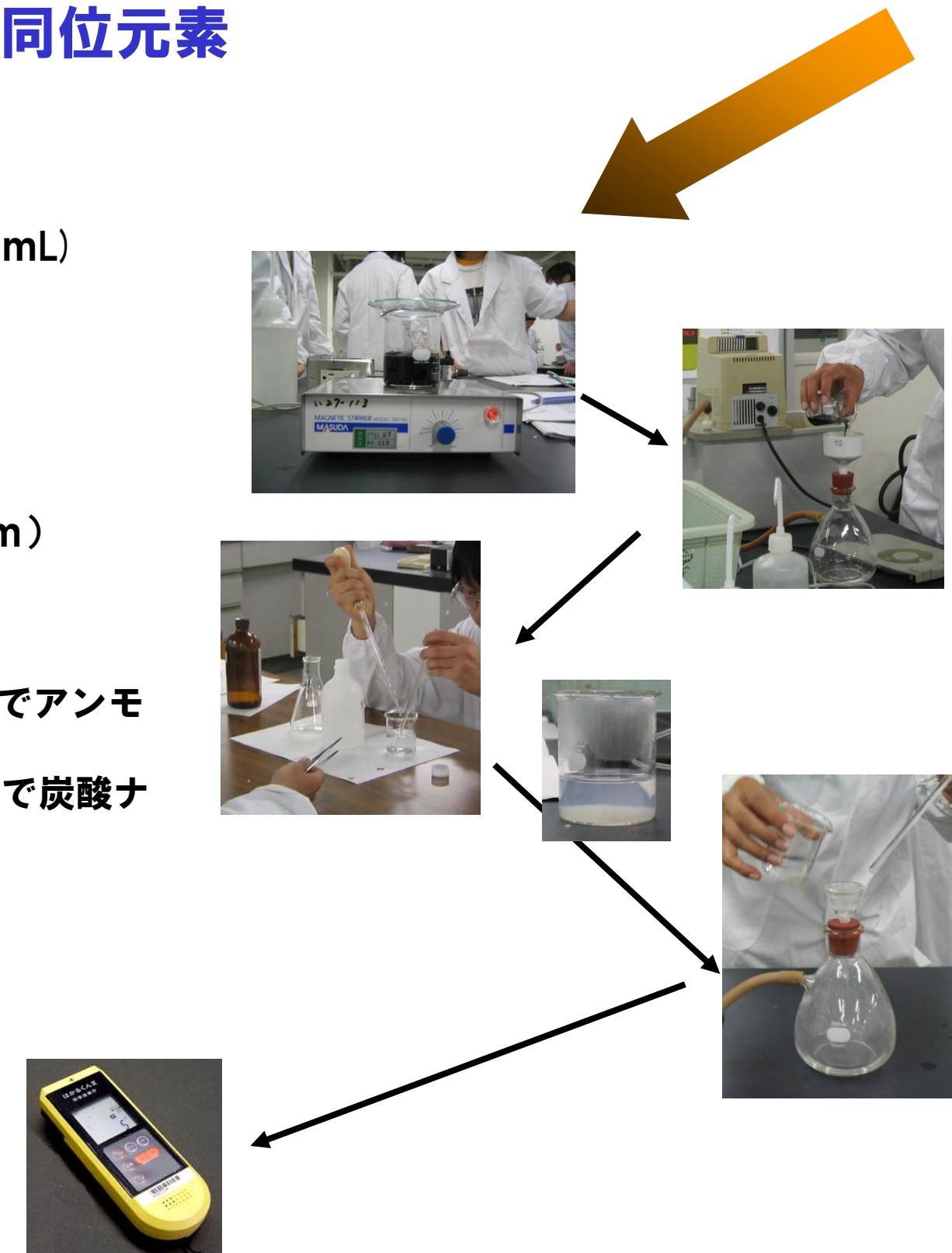
約5分間

吸引ろ過 プフナーロート(径60mm)  
活性炭を取り除く

沈殿生成 ろ液にpH10以上になるまでアンモニア水を加える  
または、泡がでなくなるまで炭酸ナトリウムを加える

吸引ろ過 桐山ロート(径21mm)

測定



測定結果の一例

$$X = -(dN/dt) = \lambda N$$

X: 1秒間当たりの崩壊数(ベクレル)  
1分間当たりのカウント数を60で割った値  
λ: 崩壊定数(λ = ln2/T)  
ln2=0.693 Tは半減期(秒)  
N: ある試料中の放射性核種の原子の数