

# 三朝の温泉水を用いた<sup>214</sup>Pbの半減期の教材化

The study of the half-life of <sup>214</sup>Pb by making use of natural hot spring water

公立鳥取環境大学 足利裕人 hashikaga@gmail.com

## 目的

温泉水中のラドン(<sup>222</sup>Rn)の娘核種、鉛(<sup>214</sup>Pb)とビスマス(<sup>214</sup>Bi)の一定時間毎のガンマ線スペクトル強度を精密測定し、その減衰比から半減期を精密に計算する教材を作成する

## 概要

従来のβ線を用いる方法は、<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biの分離に化学的処理が必要

γ線を用いると<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biをエネルギー的に分離可能

γ線スペクトルより<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biのピーク強度を求める

ピーク強度の時間的減衰比より、半減期を求める

<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biの半減期は20分~30分で、中等学校の授業時間内で測定でき、理科教育への寄与が期待できる

## 原理

$t_0$ 分ごとのMCA(マルチチャンネルアナライザ)によるスペクトル中の<sup>214</sup>Pbのピークの面積比から、半減期を計算。図1は半減期 $T$ の放射性物質の減衰を示す。 $t_0$ 分間ごとのピーク面積は、 $S_1$ 、 $S_2$ に相当し、 $T$ は図中の式で表される

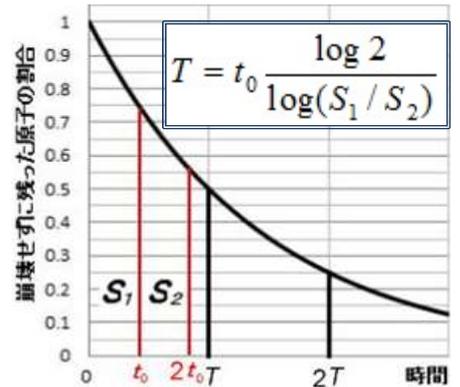


図1 半減期 $T$ の崩壊曲線

## 方法



図2 薬師の湯を採取



図3 吸着後の活性炭



図4 ガイガーでの測定

- 1 温泉水の入った洗浄瓶を数十回振り、<sup>222</sup>Rnを気相中に追い出す(図2)
- 2 シリカゲルを通して、ポリ袋に入れた活性炭に<sup>222</sup>Rnを吸着させる(図3)
- 3 ガイガーカウンタで放射平衡を確認する(図4)
- 4 平衡後電子レンジで試料を数十秒間加熱し、活性炭中に<sup>214</sup>Pbと<sup>214</sup>Biだけを残す
- 5 γ線をシンチレータで10分間ごとに測定する(図5)
- 6 各元素のピーク面積の減衰比を求める

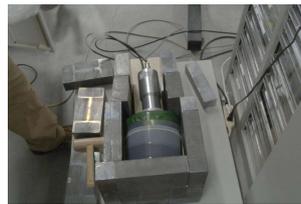


図5 シンチレータでの測定

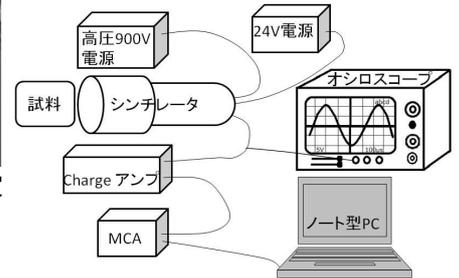


図6 装置の配置図

## 結果

図7は、γ線スペクトルの各ピークのGaussian関数による分離である。<sup>214</sup>Pbは、a、b、c三本のピークが顕著である。

図8は、奥から10分間ずつ測定したスペクトルの時間変化を示す。

図9は、a、b、c各ピークの減衰比(原理の $S_1/S_2$ )の時間変化を示す。

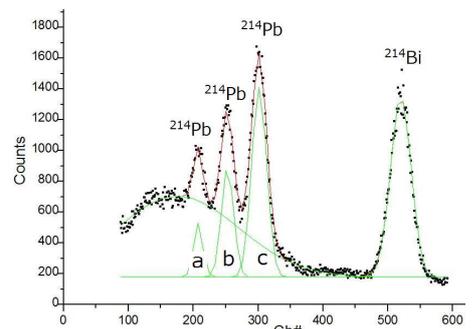


図7 Gaussian関数による分離

## 考察

<sup>214</sup>Pbの3本のピークの面積の和で求めた減衰比による半減期は  $29.9 \pm 3.5$ 分、文献値は26.8分であり、誤差の範囲内に収まる。

今後の課題は、試料作成から測定までの時間短縮、高線量の泉源の数え落とし対策、<sup>214</sup>Biの半減期の決定法の確立である。

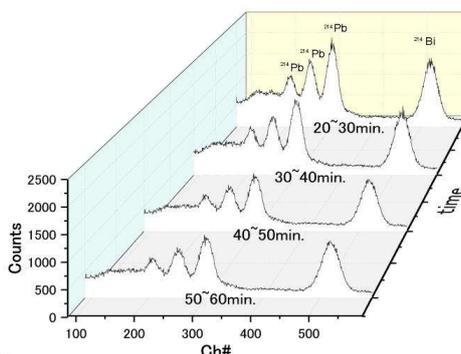


図8 スペクトルの時間変化

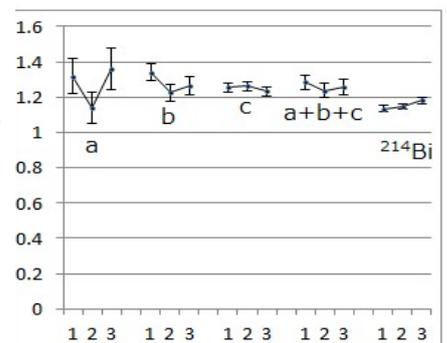


図9 各ピークの減衰比推移