



本校初の化学基礎・地学基礎 における放射線に関する 科目横断型授業の教育実践

学校法人大阪学園大阪高等学校

谷脇鉄平 松長瞬

本日のラインナップ

* 本校では様々な形で、生徒たちに『学びの実体験』を提供

1. (公財)日本科学技術振興財団の『放射線に関する出前授業』の活用
2. ハイスクールラジエーションクラスで『大阪公立大学との共同研究』を発表
3. 化学基礎・地学基礎の『科目横断型授業』の紹介
4. 番外編 中学校での『出前授業』の紹介

1. (公財)日本科学技術振興財団『放射線に関する出前授業』 の活用

2022年8月23日 本校夏期講座で『霧箱実験』を体験

講師: 掛布 智久

参加生徒数: 1年生～3年生 25名



2. ハイス쿨ールラジエーションクラスで『大阪公立大学との共同研究』 を发表

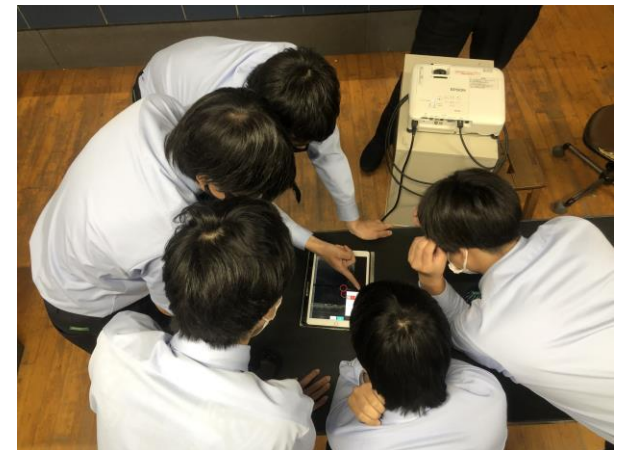
2022年9月～10月 有志による『放射線を用いた研究活動』を体験

講師: 秋吉 優史

参加生徒数: 1年生総合コース 3名(有志)

1年生文理コース 3名(有志)

3年生探究コース 4名(授業)



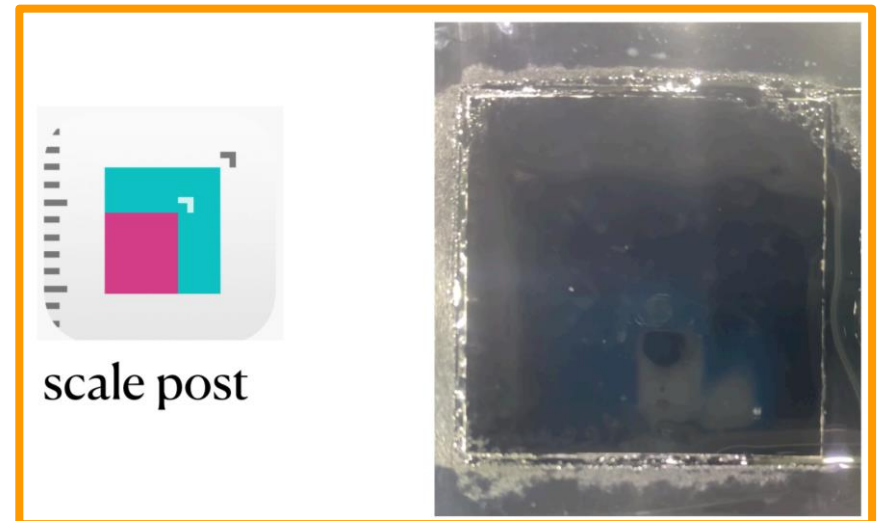
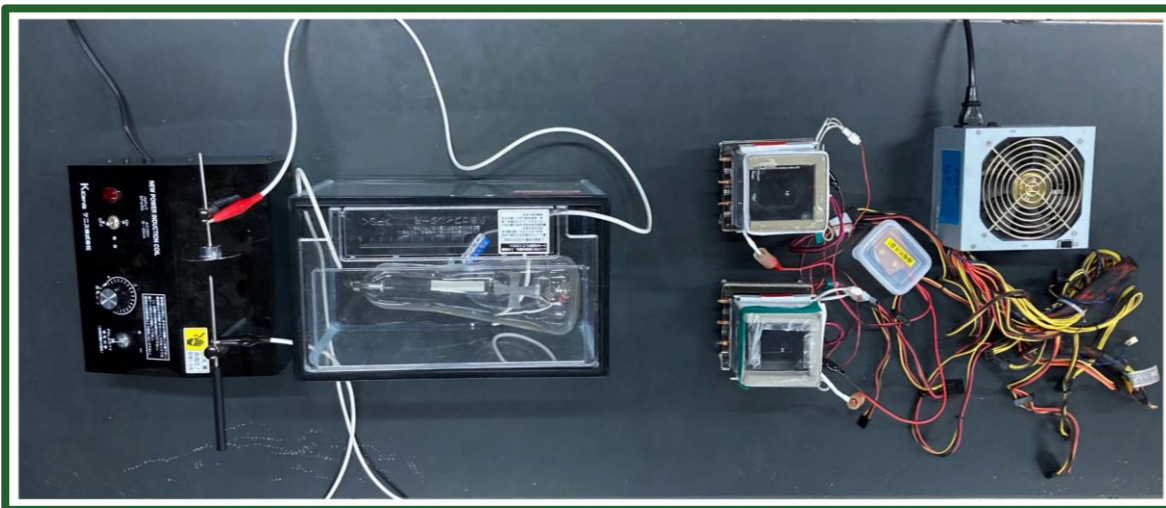
ハイスクールラジエーションクラスでオーラル発表(その1)

研究題目

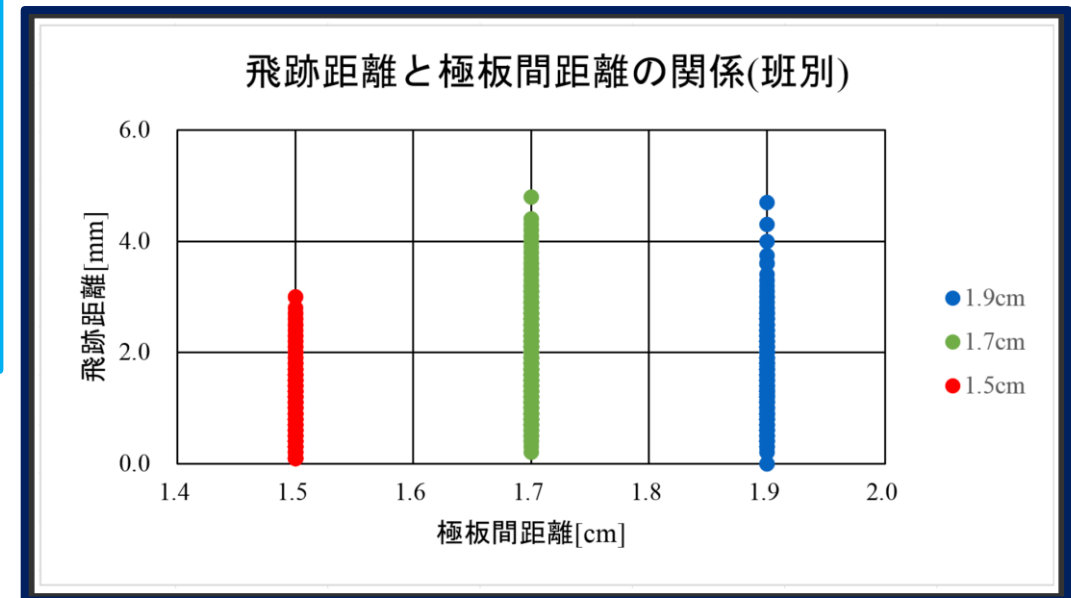
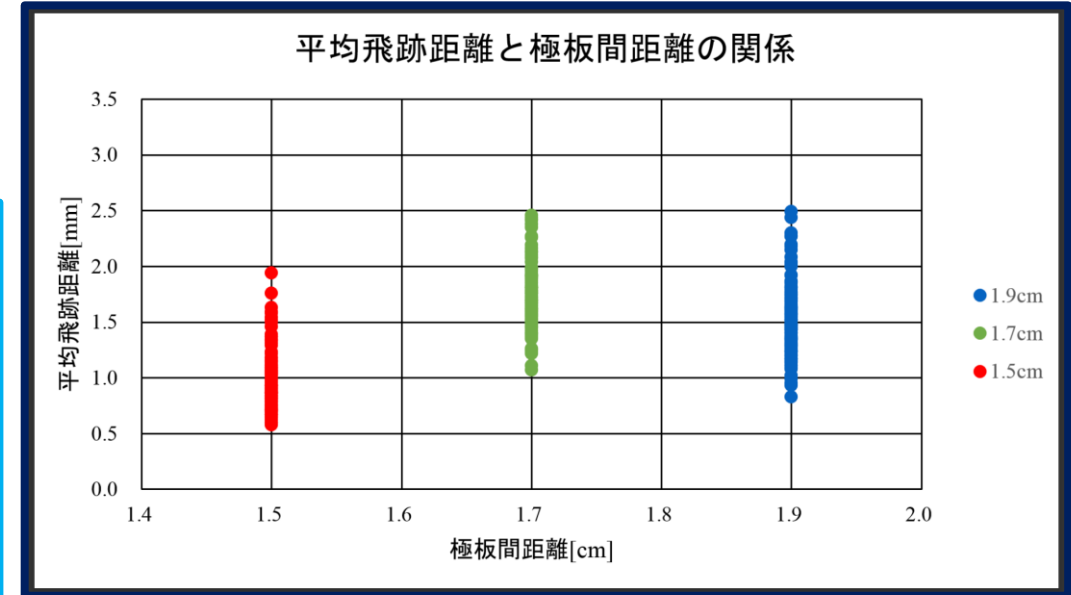
「クルックス管及び霧箱(ペルチェ素子型)を用いた放射線(光電子)の軌跡距離測定及び実験を通じて見えた課題」

実験目的

誘電コイルの電極間の距離と放射線(光電子)の軌跡距離の相関関係の有無を検証すると同時に、高校生が実験行う上での課題を模索した



ハイスクールラジエーションクラスでオーラル発表(その2)



3. 化学基礎・地学基礎の『科目横断型授業』の紹介

担当教員：10名

クラス数：1年生19クラス（約700名）

内 容：化学基礎及び地学基礎における授業で、「放射線」に関する
横断型授業の実施

* プリント・スライドに関しては、全教員共通で使用

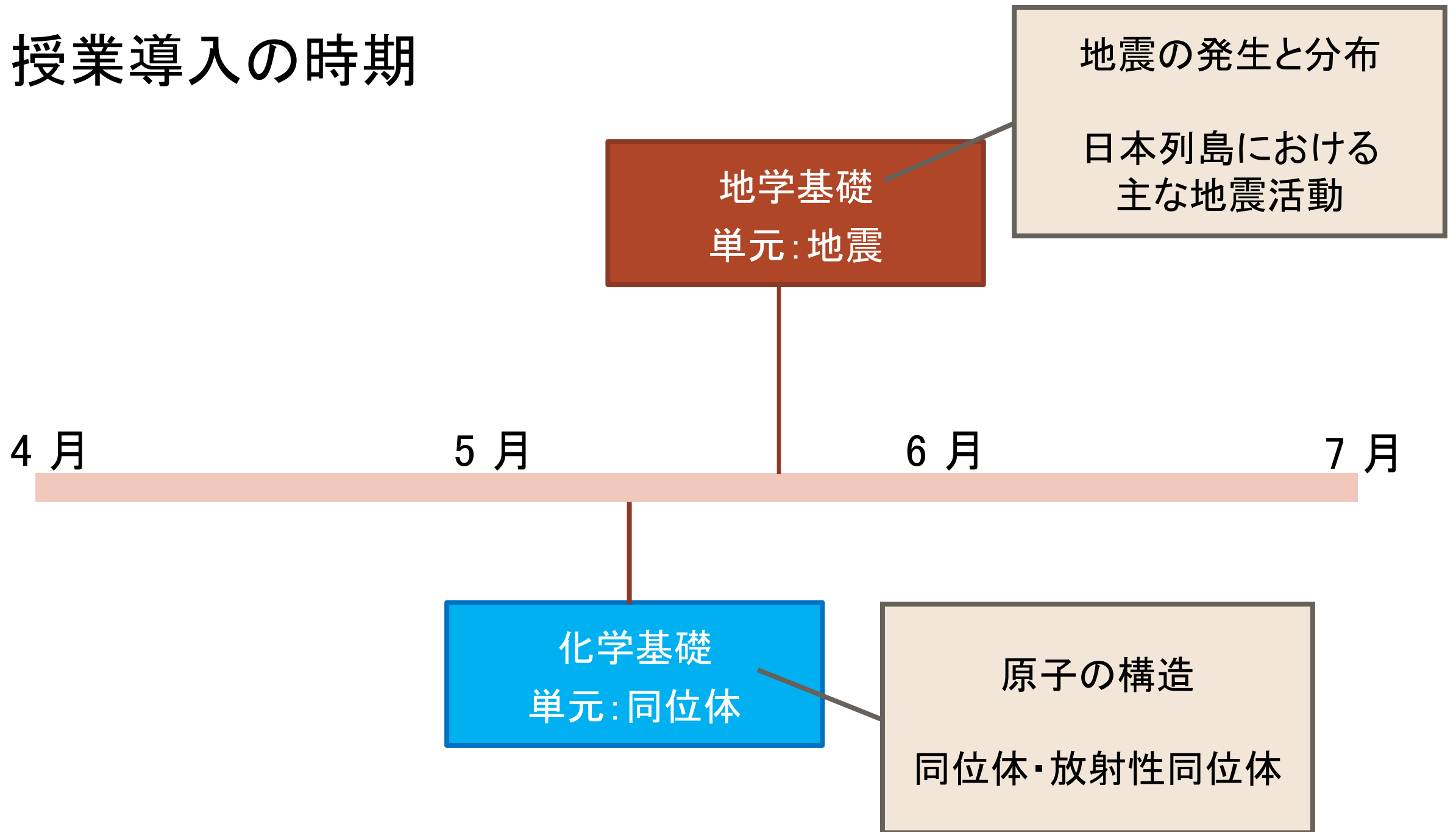
時間数：各教科2コマ（1コマ目は導入、2コマ目は放射線に関して）

化学基礎 ⇒ 講義形式

地学基礎 ⇒ 実習形式

を織り交ぜながら実施

授業導入の時期



化学基礎では

○導入

同位体・放射性同位体の単元から放射線について学び、自分が抱く放射線に対する印象を考えさせる。

そのうえで、**壊変の種類やそれによる透過性を観点**に、放射線の基礎的な知識を身に着けるとともに、正しく扱うことができれば安全であることを学ぶ。

? 同じ元素には、1種類の原子しか存在しないのだろうか。

B 同位体

原子番号が同じ原子(すなわち同じ元素)でも、中性子の数が異なるため質量数の異なる原子が存在する。これらの原子を、互いに**同位体**(アイソトープ)であるという。

図5に示した原子は、すべて水素原子の同位体であり、原子核に陽子1個を含む。水素の同位体には質量数が1, 2, 3のものが存在し、それぞれ ^1H (水素)、 ^2H (重水素)、 ^3H (三重水素)と呼ばれる。 ^1H は原子核に中性子を含まないが、 ^2H は1個の、 ^3H は2個の中性子を含む。同位体は質量が異なるが、その化学的性質はほぼ同じである。

同位体は多くの元素に存在し、各元素の同位体の存在比(表1)は地球上で場所、時間を問わずほぼ一定であるが、わずかに変動することも知られている。

●**放射性同位体** 同位体のなかには、原子核が不安定で、放射線と呼ばれる粒子や電磁波を出して壊れ、より安定な原子になるものがある。それらを**放射性同位体**(ラジオアイソトープ)といい、放射線を出す性質を**放射能**という。代表的な原子核の壊変として、表2のようなものがある。

同位体	^1H	^2H	^3H
陽子 \oplus の数	1	1	1
中性子 \circ の数	0	1	2
質量数	1	2	3
電子 \ominus の数	1	1	1

▲図5 水素の同位体 重水素はジユウテリウム(D)、三重水素はトリチウム(T)とも呼ばれる。

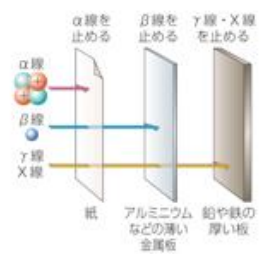
▼表1 同位体の存在比 ^3H や ^{14}C は放射性同位体であり、天然にはほとんど存在しない。

元素	同位体	質量数	存在比(%)
水素 H	^1H	1	99.972~99.999
	^2H	2	0.001~0.028
	^3H	3	ごく微量
炭素 C	^{12}C	12	98.84~99.04
	^{13}C	13	0.96~1.16
	^{14}C	14	ごく微量
酸素 O	^{16}O	16	99.738~99.776
	^{17}O	17	0.0367~0.0400
	^{18}O	18	0.187~0.222
塩素 Cl	^{35}Cl	35	75.5~76.1
	^{37}Cl	37	23.9~24.5

- ①フッ素、ナトリウム、アルミニウムなど約20種類の元素は、天然に1つの同位体しか存在しない。
- ②同位体の存在比とは、そ

▼表2 壊変の種類と放射線 表の反応式は原子核の反応を示しており、式中の元素記号は原子ではなく原子核を表している。

α壊変	α線(陽子2個、中性子2個からなる ^4He の原子核)を放出する。質量数は4減少し、原子番号は2減少して、ほかの原子になる。(例) $^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{222}\text{Rn} + ^4\text{He}$
β壊変	原子核の中で、中性子が陽子になるときにβ線(電子)を放出する。質量数は変化せず、原子番号は1増加して、ほかの原子になる。(例) $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + e^-$
γ壊変	α壊変、β壊変などに引き続き、より安定な原子核の状態になるときにγ線(電磁波)を放出する。質量数、原子番号は変化しない。



▲図6 放射線の透過力

東京書籍：「化学基礎」
p.34~35より

○実践

・壊変の種類

α 崩壊、 β 崩壊、 γ 崩壊の3種類の崩壊について、それぞれの特徴やそれらによって放出される放射線の種類について学ぶ。

・放射線の透過性

放射線の透過性について実験を交えながら α 線や β 、 γ 線への遮蔽の有用性について学ぶ。

・放射線の利用

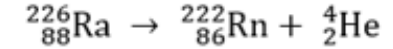
放射線の安全な利用法について、医療現場での活用など身近な例を挙げながら学ぶ。

放射線の利用と安全性

○壊変の種類と放射線

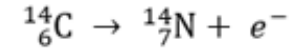
… α 線()を放出する
質量数が()し、原子番号が()する

例：ラジウム 226 の壊変



… β 線()を放出する
質量数は()、原子番号が()する

例：炭素 14 の壊変



… γ 線()を放出する
質量数も原子番号も()

例：バリウム 137 の壊変

問： ${}_{82}^{235}\text{U}$ は α 崩壊と β 崩壊を何回か行って、 ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ になる。
この間 β 崩壊は4回起こる。 α 崩壊の回数を求めよ。

○放射線の利用

… 放射線が物質を透過することを利用。
X線を照射して人体の内部を撮影する。

… 放射線が細胞を破壊することを利用し、悪影響を及ぼしているがん細胞のみを破壊して治療を行う。

… γ 線の透過性を利用して直接触れたりすることなく滅菌を行う。注射針などの医療器具にも用いられる

地学基礎では

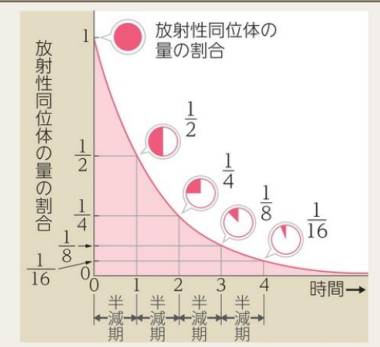
○導入

地震の単元から東北太平洋沖地震(東日本大震災)の発生メカニズム等について学び、それに伴って、福島第一原子力発電所での事故を題材に、半減期や実効線量を観点に数値的な捉え方を考察する。また、化学基礎で学んだ知識を用いながら「放射線」が私たちに与える影響や安全性について学ぶ。

発展 放射年代の測定と利用

陽子の数が同じで、中性子の数が異なる原子を互いに同位体という。同位体のうち、放射線を放出して別の原子に変わる不安定なものを放射性同位体という。

放射性同位体は、時間の経過とともに、一定の割合で変化し、安定した原子となる。放射性同位体の量が、半分になるまでの時間を半減期という(図a, 表b)。岩石や鉱物に含まれている放射性同位体の変化した量がわかれば、岩石や鉱物が形成されてからの時間を数値で求めることができる。このようにして求められた数値年代は、放射年代とよばれる。



図a 半減期

表b 放射年代の測定方法 半減期は、放射性同位体ごとに異なっている。

測定方法	放射性同位体	半減期	適用される年代	適用される対象
U-Pb法	ウラン238 (^{238}U)	44.7億年	数百万～数十億年前程度	岩石や鉱物
	ウラン235 (^{235}U)	7.04億年		
K-Ar法	カリウム40 (^{40}K)	12.5億年	数万～数億年前程度	木片、貝殻、骨など
^{14}C 法	炭素14 (^{14}C)	5730年	5～6万年よりも新しい年代	

図b 日本付近の大きな地震の分布と活断層
図中の活断層は、陸域に分布する主なものだけを示している。ほかにも多数存在し、海域にも活断層がある。



第一学習社「高等学校地学基礎」p41,151より

○実践

・地震と放射線

東北太平洋沖地震(東日本大震災)を題材に、事故により放出された放射性物質から半減期について学ぶ。

・放射線の用語と単位

放射線に関する基本的な用語(放射性物質・放射能など)や放射線に関する単位について学ぶ。

・放射線と実効線量

ある身近な物質から放出される放射線の実効線量について計算をさせ、放射線の安全性について半減期や放射線の種類だけではなく、Sv(kg, Bq/kg, Bq)という数値的な観点から判断ができるようになる。

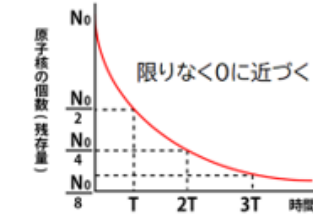
1 放射性物質の種類

放射性物質 (自然由来・人工由来)	放出される放射線	半減期	存在や利用
ラドン222	α線、γ線	3.8日	温泉、大気など
ヨウ素131	β線、γ線	8日	原子力発電所
セシウム134	β線、γ線	2.1年	原子力発電所
セシウム137	β線、γ線	30年	原子力発電所
炭素14	β線	5,730年	年代測定
カリウム40	β線、γ線	13億年	減塩、バナナなど
ウラン238	α線、γ線	45億年	ウラン鉱床(鳥取県、岐阜県)

2 半減期

原子核が崩壊によって他の原子核に変化するとき、もとの原子核の数が半分になるまでの時間

式



N: 時間 t 秒後に壊れないで残っている原子核の数
 N_0 : 初めの原子核の数
 t : 経過時間
 T : 半減期

地層の年代測定等に利用される

【基本 演習問題】

- 半減期が1時間の放射性物質がある。
3時間後に、この放射性物質は、元の状態の量の何倍になっているか求めよ。
式 _____
- ある放射性物質の原子核の数が、24日経つと $\frac{1}{16}$ になった。
半減期は何日ですか？ (ヒント: $2^x = 8 \Rightarrow x = ?$)
式 _____

3 放射性物質に関する用語と放射線の単位

_____ : 放射線を出す物質
_____ : 放射線を出す能力
_____ (Bq) : 1秒間に1個の放射性崩壊をする放射性物質の重
_____ (Sv) : 放射線が人体に及ぼす影響を含めた線量
_____ (J/kg) : 物質がどれだけ放射線のエネルギーを吸収したかを表す量

- カリウム 40(半減期: 13億年)
フライドポテト 180 Bq/kg、1日経口量 0.1 kg、実行線量係数 0.0000062 mSv/Bq
ヒトが受ける被ばく線量は、何 mSv になるか求めよ。
式 _____
- セシウム 134(半減期: 2.1年)
福島第一原発事故による汚染 2000 Bq/kg、1日経口量 0.1 kg、実行線量係数 0.000019 mSv/Bq
ヒトが受ける被ばく線量は、何 mSv になるか求めよ。
式 _____

4. 中学校での『出前授業』 の紹介

担当教員: 1~2名

出前先: 大阪市立東中学校

箕面市立第四中学校

内容: 「放射線」を観て学ぶ

α 線検出器[cpm]

β, γ 線検出器[cpm]

放射線に対するイメージ

身近な場所での測定 等

時間数: 1コマ 50分

1. 「放射線」を見聞きすると、どんなことをイメージしますか？

自由に記述してみよう

2. 身近な「放射線」を測定してみよう！（測定器が示す状態を文章で表現してみよう）

◎測定1：校舎内の放射線の測定

	円柱形の測定器	長方形の測定器
教室の壁		
廊下		
掃除機		

◎測定2：測定試料を使った放射線の測定

	円柱形の測定器	長方形の測定器
塩(減塩)	遮蔽なし	遮蔽なし
	遮蔽(ガラス)	遮蔽(ガラス)
	遮蔽(金属)	遮蔽(金属)
マントル	遮蔽なし	遮蔽なし
	遮蔽(ガラス)	遮蔽(ガラス)
	遮蔽(金属)	遮蔽(金属)
ラジウムボール	遮蔽なし	遮蔽なし
	遮蔽(ガラス)	遮蔽(ガラス)
	遮蔽(金属)	遮蔽(金属)

雑感

- ・綿密な授業計画及び、教員間での細かな進捗報告を行うことによって、「放射線」という独立した単元ではなく本来の授業の延長として授業を実施できた。
- ・お互いに理科であるが、より、科目として進捗具合や習熟度を確認し合えることができ、改めて、理科の面白さを共有できた。
- ・授業を通じての生徒の反応から「放射線」に対して、ただ怖いという印象や、どこか他人事のような印象から確かな変化が見られた。
- ・定期テストで授業に基づいた内容の問題を出題。
例：**化学基礎** α 崩壊 β 崩壊の際の質量数変化などの基礎計算の習得。
地学基礎 GyやSvという単位の扱いなどの基礎的知識の習得。