

中学3年 原子力の授業

関東学院中学校 渡邊雅人

授業予定

月	日	曜日	行事	中3-1	中3-2	中3-3	中3-4	中3-5	中3-6
8	27	月	合同礼拝短縮 高12スタサボ						
8	28	火		㊶					
8	29	水		㊷					
8	30	木							
8	31	金		㊸					
月	日	曜日	行事	中3-1	中3-2	中3-3	中3-4	中3-5	中3-6
9	1	土		㊹					
9	2	日							
9	3	月							
9	4	火		㊺					
9	5	水		㊻					
9	6	木							
9	7	金		㊼					
9	8	土		㊽					

前期授業最後で、仕事とエネルギーを終えたところで、2週間（8時間分）を原子力の授業に充てた。

全8回

1回～2回 放射性原子の発見 ※映画キューリー夫人 35分

3回 放射性同位体と放射線 ～原子の構造, 同位体～

4回 放射性同位体と放射線 ～放射線の種類と性質～

5回 ウィルソン霧箱, 放射線の遮蔽実験 ※はかるくん

6回 核分裂と核融合 ～原子爆弾と原子力発電, 恒星の輝きと水爆～

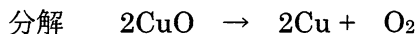
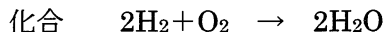
7回 まとめ、問題演習

中3原子力の授業 第1回 放射性原子（放射性同位体）の発見

私たちが利用している電力の約1.7%（2016年）が**原子力発電**によるものである。レントゲン検査で使われるX線やがん治療で使われる中性子線は**放射線**（目には見えない、とても小さな粒子またはエネルギーの流れ）の一種である。ラジウム温泉で使われるラジウムは、放射線を出す**放射性物質**である。これら原子力の利用は私たちの生活にしっかり根を張る一方で、深刻な問題も引き起こしている。2011年の福島第一原子力発電所事故、1945年の広島・長崎に投下された原子爆弾により多くの人々が犠牲になった事実がある

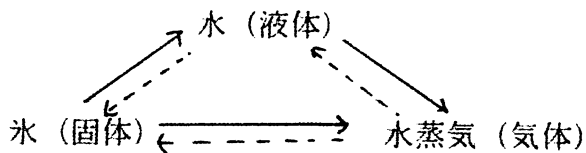
原子力とは、一体、何か。以上から言えることは原子力を平和的に利用できれば、私たちの生活をしっかりと支えてくれるが、使い方を誤れば私たちの生存を脅かすことにもなるというこどだ。そんな原子力のことを勉強してみよう。

(1) 化学変化： 原子の組み合わせが変わるだけで、原子は変化しない。



(2) 物理変化

状態変化： 温度による物質粒子の集合状態が変わるだけで、原子は変化しない。



自然界における原子（約100種）は本当に変化しないのか？

今から100年前に、「自発的に変化する原子（放射性原子）が自然界に存在することを発見した科学者がいた。

フランスの科学者 アンリ・ベクレル, マリー・キュリー, ピエール・キュリー
映画『キュリー夫人』 1943年アメリカ 35分 を見てみよう。

<用語の説明>

放射性原子（放射性同位体）・・・放射線を出しながら自発的に変化する原子

${}_{92}\text{U}$ （ウラン）, ${}_{90}\text{Th}$ （トリウム）, ${}_{88}\text{Ra}$ （ラジウム） など ※数字は原子番号

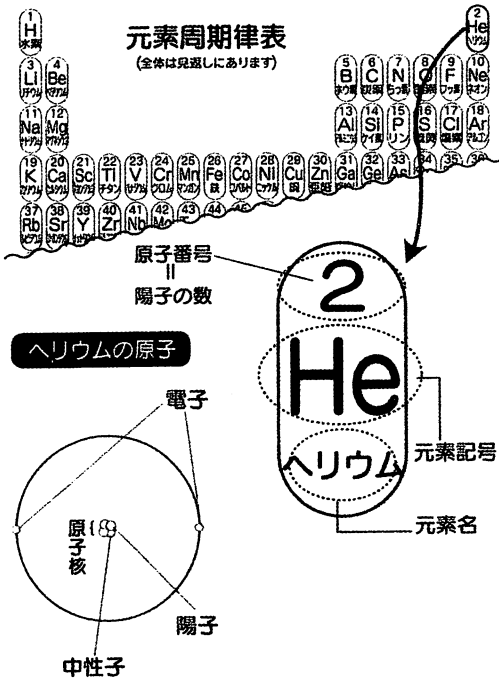
放射性物質・・・放射性原子を含む物質

ウランを含む岩石・・・瀝青ウラン鉱（ピッチブレンド）

放射能・・・放射性原子が放射性崩壊を起こして放射線を出す性質

(1) 原子と元素

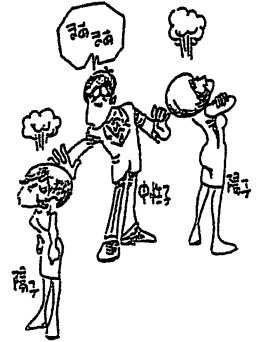
※「元素」・・・それぞれの原子の性質を表すときに使われる言い方
 「原子」・・・原子のつぶ一つ一つに着目した言い方



中性子は原子のまとめ役

原子核にある中性子は、陽子と陽子を結びつける役割がある。たとえば、ヘリウムには2個、酸素には8個、・・・カルシウム20個といった具合である。

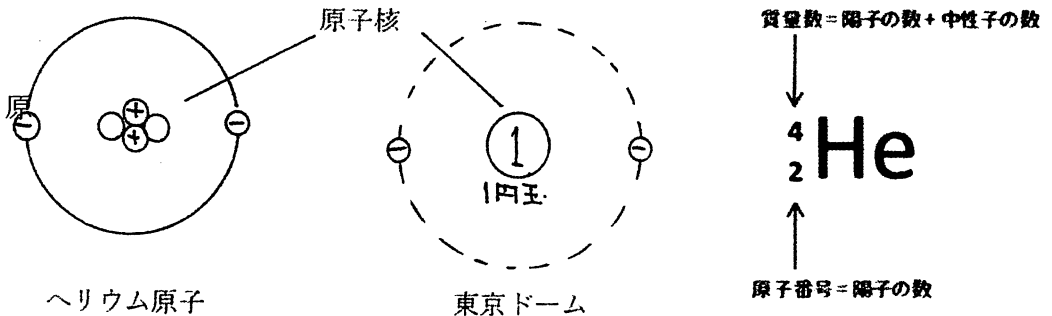
これが、重い原子核になると話が変わってくる。陽子の数が増えてくるとお互いに反発して不安定になってくる。これを安定させるためには、同数の中性子では、足りず、より多くの中性が必要になる。たとえば鉄は、陽子26・中性子30個、タングステン陽子74個に中性子110個、最も重いウランは、陽子92個・中性子146個となる。間違った中性子の苦労は並大抵ではない。いくら中性子が多くなっても、このように大きな原子核になるとどうにも落ち着きが悪くなるのである。事実、陽子の数が83個のビスマスより大きい原子核になると完全に安定なもの一つもない。



(2) 原子の構造

原子 { 原子核 { ⊕ 陽子・・・+の電気を持つ粒子
 ○ 中性子・・・電気を持たない粒子
 ⊖ 電子・・・-の電気を持つ粒子

原子内では同数ある。



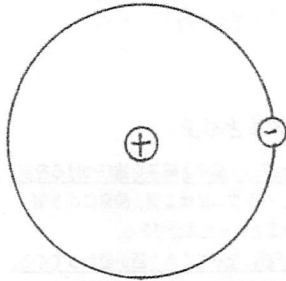
原子核を1円玉の大きさとする、原子は東京ドームぐらいになる。

(3) 同位体 (アイソトープ)・・・同じ元素の原子で中性子の数が異なる原子

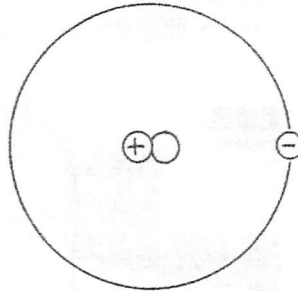
水素原子



中性子なし (普通の水素)



中性子1個 (重水素)



炭素原子



中性子6個

(安定同位体)



中性子7個

(安定同位体)



中性子8個

(放射性同位体)

※中性子の数により、安定か放射性的かがきまる。

(4) 原子番号が大きくなると

陽子 (+の電気を持つ) が増えて、原子核内の反発が大きくなる。→原子核の不安定化



鉛

ウラン

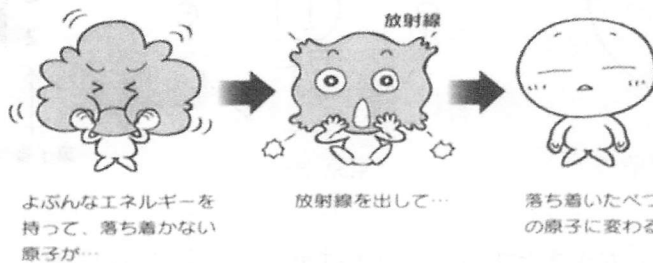
※鉛より思い元素はすべて放射性 (放射線を出す) 原子

(5) 放射性崩壊: 放射性原子が放射線を出してより小さな原子になること

重い原子: Ra Th U

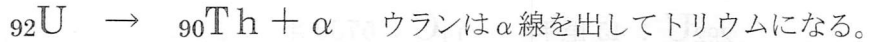
軽い原子: C

放射線を出すと落ち着く



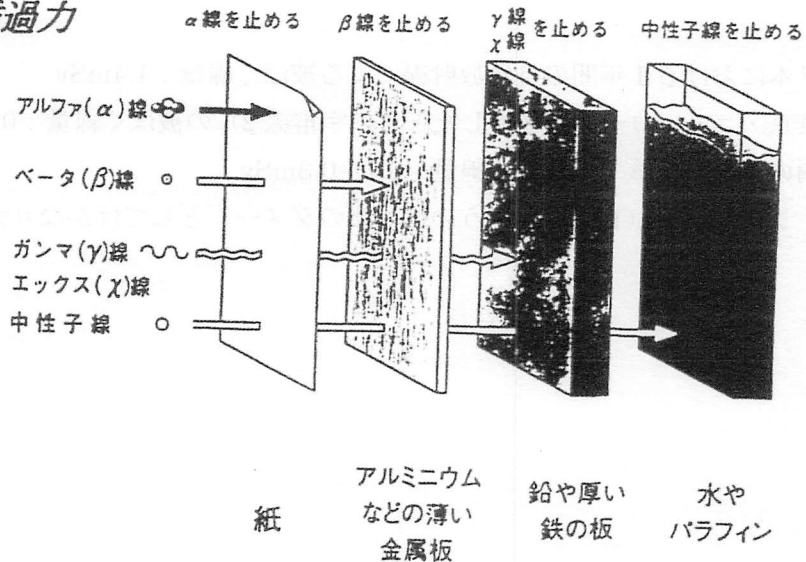
(6) 放射線の種類と性質 ※高いエネルギーを持っている。

- ① α 線 (アルファ線)・・・高速で飛んでいる「陽子2個と中性子2個」からなる粒子
ヘリウムの原子核と同じ
主に、大きい放射性同位体から放出される、重く大きな粒子から出る。



- ② β 線 (ベータ線)・・・高速で飛んでいる電子
物質の中まで入り込む (透過性あり) .
- ③ γ 線 (ガンマ線)・・・ α 線や β 線が出た後に原子核内にある余分なエネルギーが
放出されたもの。エックス線と同じもの
透過力が非常に強い。
- ④ 中性子線・・・中性子の粒子の流れ ※核分裂のときに出る。

放射線の透過力



放射線の電離作用(被爆)

放射線は、大きなエネルギーを持ち、原子や分子から電子をたたき出してイオンをつくる。人体(タンパク質などの分子からできている)が外部から放射線を浴びる(外部被爆)こともこの電離作用によるものである。放射性物質を体内に取り込む場合を内部被爆という。

電離作用の大きさ: α 線 > β 線 > γ 線

(7) 半減期・・・放射性原子が崩壊して、その原子数が元の半分になるまでの時間

ラジウムのかたまりは、休みなく放射線を出し続け、やがて 1602 年経つと、ラジウムの量は半分になり、放射線の量も半分に減る。放射能は煮ても、焼いても弱めることはできず、時間が経過するのを待つのみなのだ。

^{292}U : 45 億年 ^{14}C : 5730 年

(8) 放射線の単位

① 放射線の強さを表す単位 (放射性物質の量を表す) : ベクレル [Bq]

1 秒間に出てくる放射線の数 (α , β , γ 線のどれが出てくるかは問わない)

地面にどれくらい放射性物質がくっついているか、食品にどれくらい放射性物質が混ざっているかなどを示すときに使われる。

② 被ばく線量の単位 (人体が受けるダメージの程度を表す) : シーベルト [Sv]

ボクシングで、今までに受けたパンチの総数のようなもの。

日本における 1 年間の自然放射線による被ばく線量 : 1.4mSv

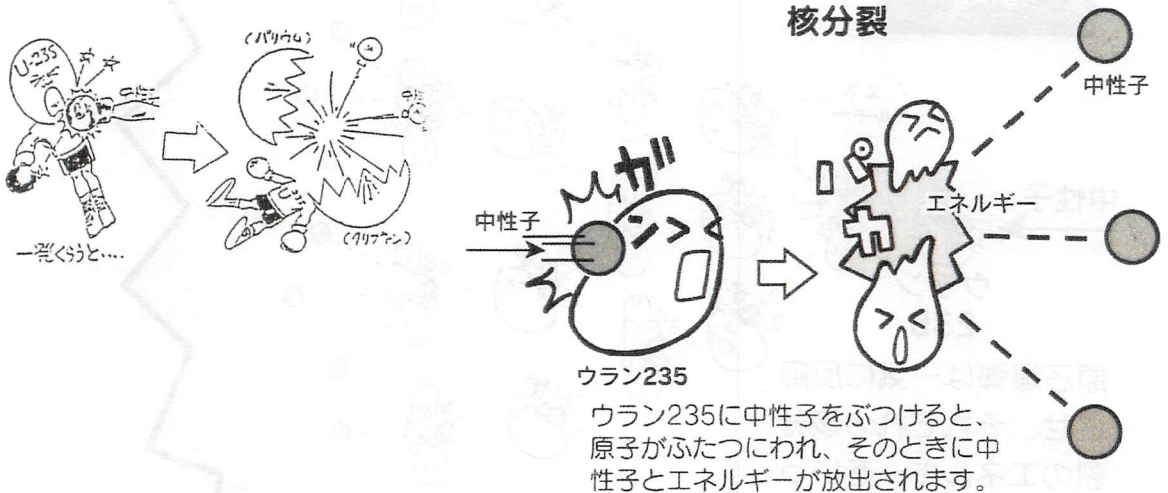
東京・ニューヨークを往復したときの宇宙線 2) の被ばく線量 : 0.2mSv

胸の X 線の検診での被ばく線量・0.1~0.3mSv

1 シーベルト (1 Sv) というのは、体のダメージとしてはかなり大きい。

第3回 核分裂の連鎖反応

(1)核分裂…… 原子核が二つ割れる現象。原子核に中性子や α 線、 γ 線などを当てることで起こる。自ら自然に分裂するものもある（ウラン 235）。また核分裂と同時に、いくつかの中性子と大きなエネルギーが出る。



(2)連鎖反応…… 核分裂で放出された中性子が別のウランの原子核に衝突してエネルギーの放出が行われ、これが繰り返されることで大量のエネルギーが発生する。

臨 界 : 安定して連鎖反応を続けられる状態

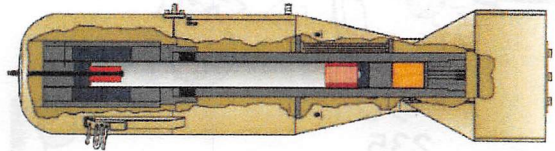
一定の放射性物質が必要・・・臨界量

(3)核分裂の連鎖反応を利用

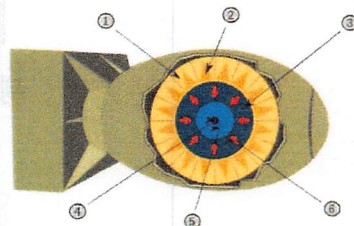
原子力発電 : 核分裂の連鎖反応を 制御して少しずつエネルギーを取り出す。

原子爆弾 : 核分裂の連鎖反応を 短時間に行い、大量のエネルギーを発生させる。

広島型原爆 ウラン 235 リトルボーイ

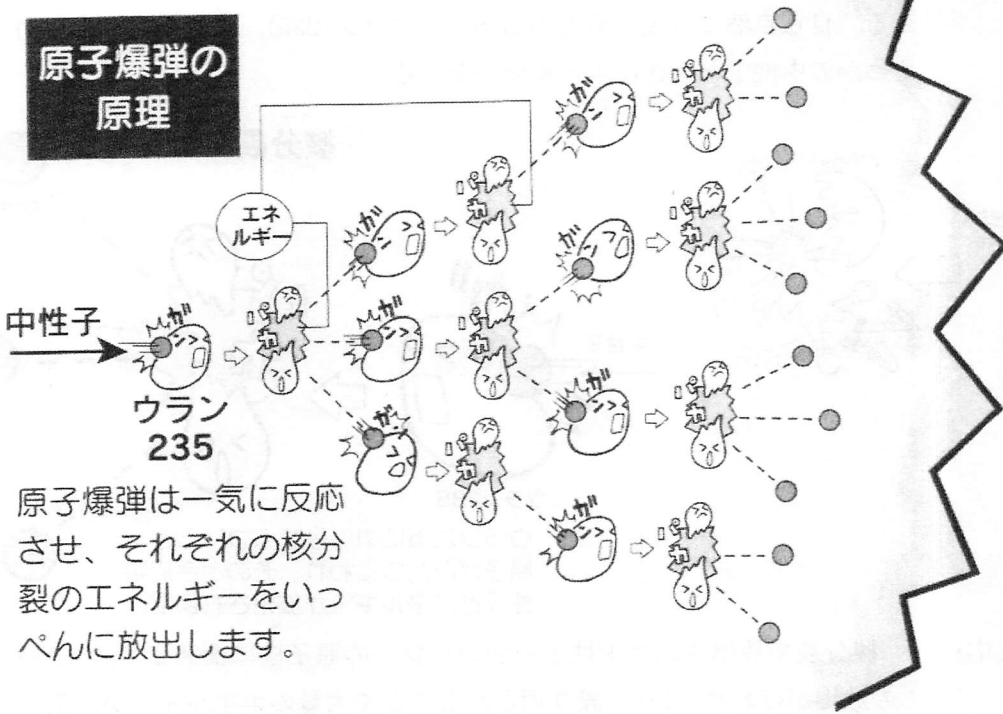


長崎型原爆 プルトニウム 239 ファットマン



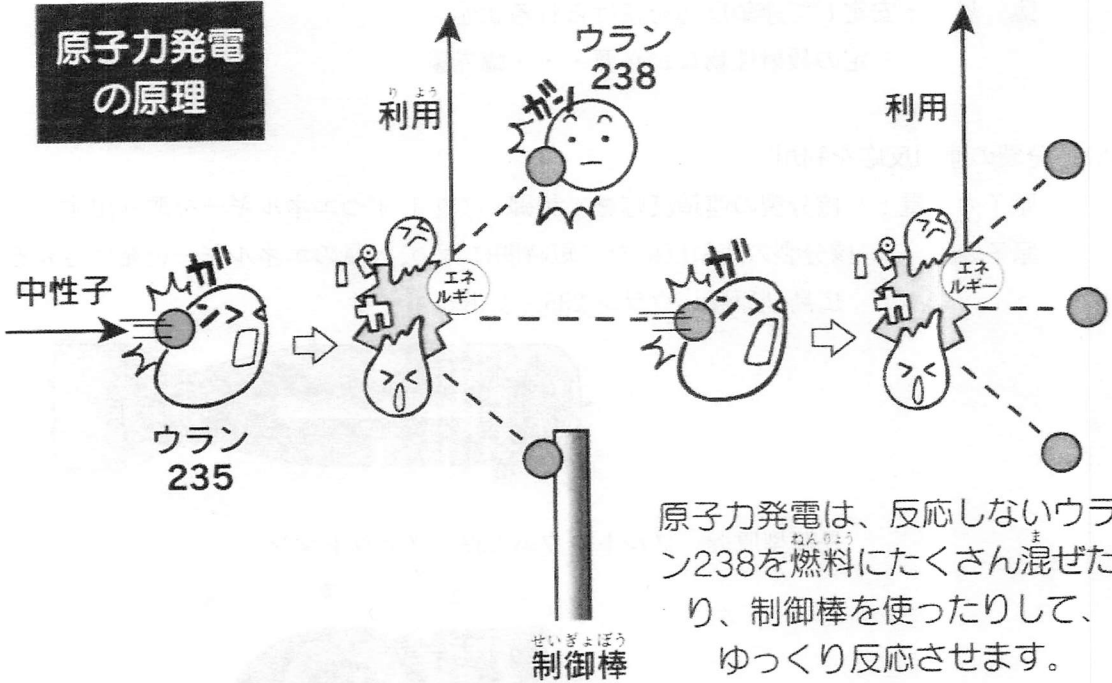
原子爆弾と原子力発電

原子爆弾の原理



原子爆弾は一気に反応させ、それぞれの核分裂のエネルギーをいっぺんに放出します。

原子力発電の原理



原子力発電は、反応しないウラン238を燃料にたくさん混ぜたり、制御棒を使ったりして、ゆっくり反応させます。

かくぶんれつ

核分裂ではいろいろな放射性物質が生まれる

原子力発電所では、原子炉の中でウラン235に「核分裂」を起こさせています。この核分裂のときに、じつは多くの放射性物質が生まれているのです。

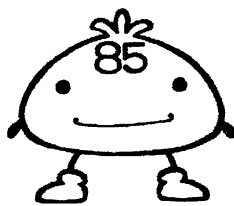
生まれてくる放射性物質の代表的なものは、ヨウ素131、セシウム137、クリプトン85、ストロンチウム90など…。



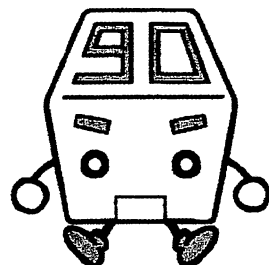
ヨウ素131



セシウム137



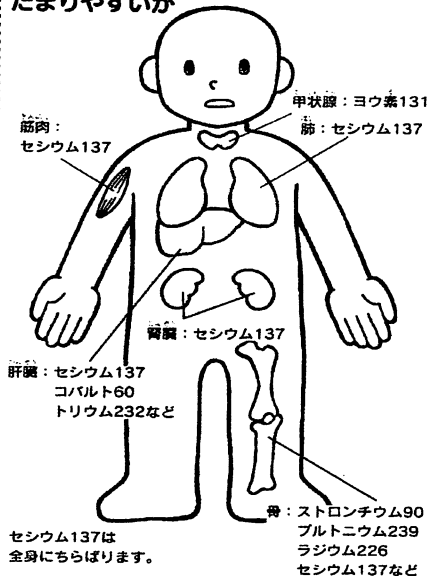
クリプトン85



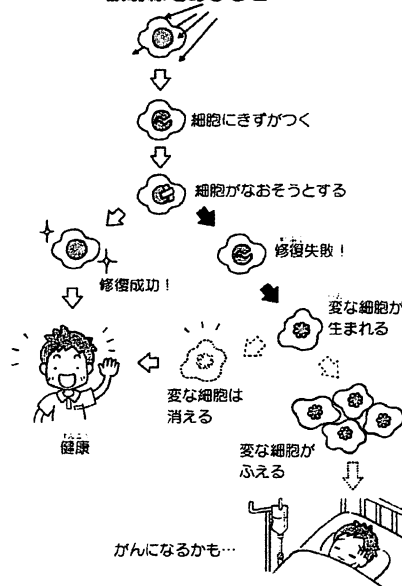
ストロンチウム90

「原子力発電所の事故で放射性物質が外にもれた」というときに、いろいろな放射性物質の名前が出てくるのは、このように核分裂のときにいろいろな放射性物質が生まれているからです。

どこにどんな放射性物質がたまりやすいか

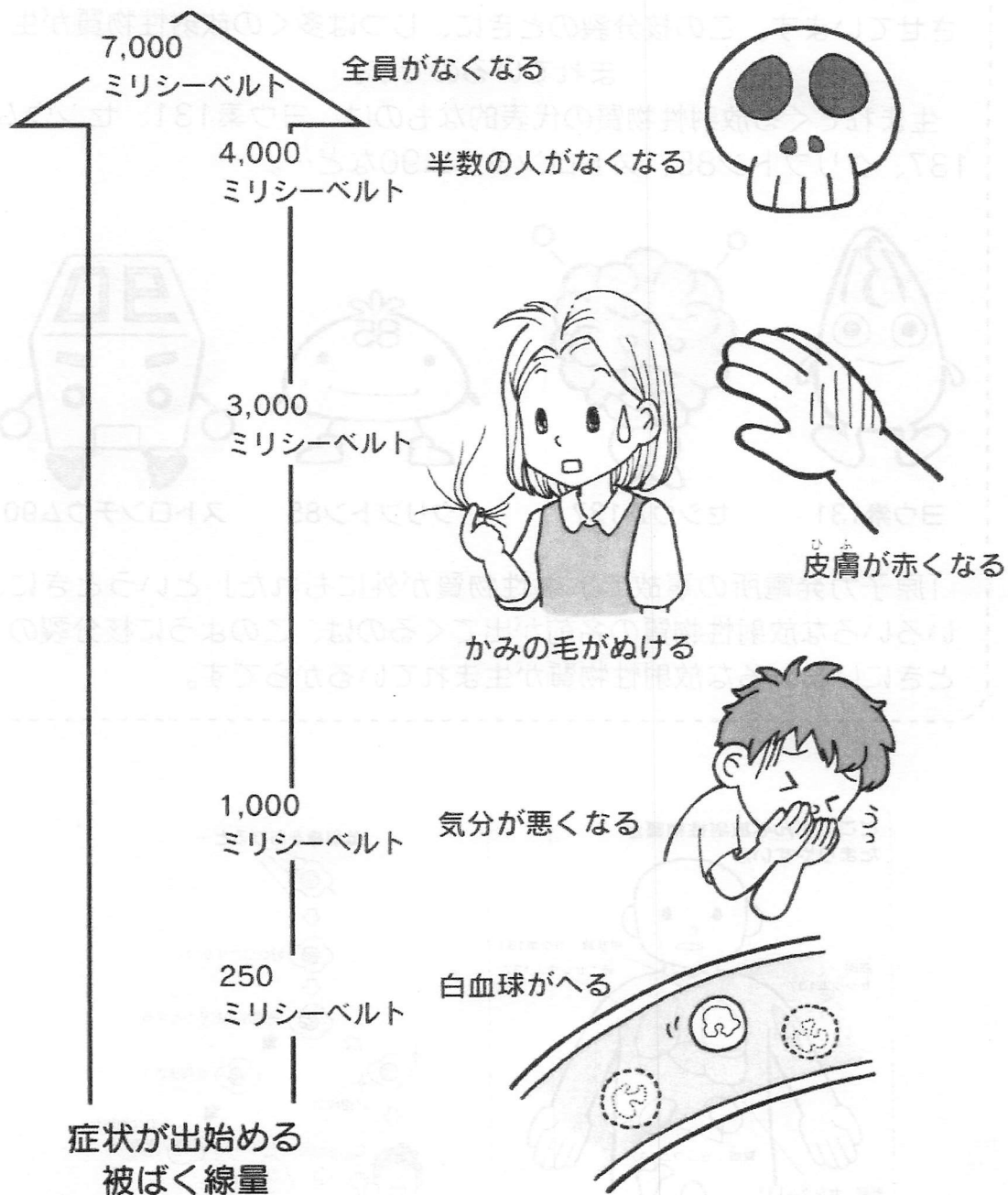


放射線をあびると…



確定的影響

一度にたくさんの放射線をあびたときにならず体にあられる影響です。



確定的影響・・・一度に大量の放射線を浴びると必ず出てくる症状。

確率的影響・・・少ない量の放射線を浴びつづけるとだんだん、がんになる確率が高くなっていくもの。これだけ浴びればこうなる、という決まりがない。

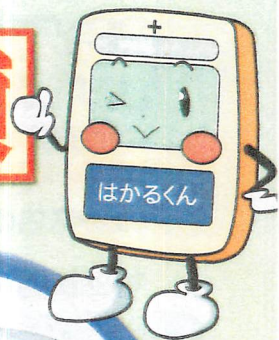
谷川勝彦著

小学写真新聞社

みんなの知りたこと 放射線の話

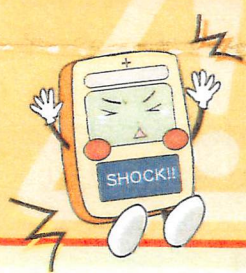
特性 実験セット

注意事項



フタはあけないで!
接着剤で固定していますので、
開封しないでください。

注意



- ①測定試料は全て、一般に市販されているものを利用しています。そのため、測定試料から出る放射線の量が少なく、正確な測定を行うには備品の配置等に十分な配慮が必要です。
- ②遮へい実験用ブロックは大変壊れやすいため、取扱いには十分にご注意ください。(破損した場合は、当方までご連絡ください。)
- ③測定試料のピンは通常の取扱いでは破損しないようにつくられていますが、落下など大きな衝撃を与えないようにご注意ください。
- ④実習終了後、備品をケースの中に収納し、鍵をかけてください。

測定試料

船底塗料(添加剤)

船の底にフジツボなどの貝類や海藻が付着するのを防ぐために、塗料に添加する材料です。この船底塗料(添加剤)には、トリウム($Th232$)を含んでいるものがあります。このトリウム系列から出る放射線はイオンをつくり(電離作用)、微生物や海藻を寄せつけません。

塩

一般に「塩」というと塩化ナトリウムを指しますが、高血圧の方のために、塩分を控える目的で塩化ナトリウムの代わりとして、塩化カリウムを使うことがあります。測定試料として使っている塩は、塩化ナトリウムと塩化カリウムが半分ずつ入っているものを利用しています。

湯の花

ラドン温泉の1つである玉川温泉の湯の花(温泉の成分が固まったもの)です。湯の花には、トリウム系列、ウラン系列などの放射性物質が含まれています。

カリ肥料

植物を育てるためには肥料が必要です。「窒素、リン酸、カリウム」は肥料の3大要素とも言われ、特にカリウムは根の成長を助けます。放射線はそのカリウムの中にあるカリウム($K40$)から出ています。

花崗岩(御影石)

お墓の石や建材(敷石、記念碑、台所の天板など)によく利用されています。トリウム系列、ウラン系列、カリウム($K40$)など様々な放射性物質が含まれています。

●その他、お気づきの点がありましたら、下記までご連絡下さいませようお願いします。

一般財団法人大阪科学技術センター TEL: 06-6443-9400 FAX: 06-6443-9403

放射線等に関する学習用機器貸出事務局 係 〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町1丁目8番4号

<http://hakarukun.go.jp/>

ワークシートはホームページからダウンロードできます。



特性実験セットの確認依頼書

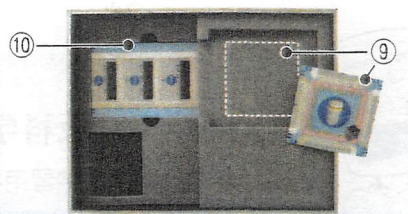
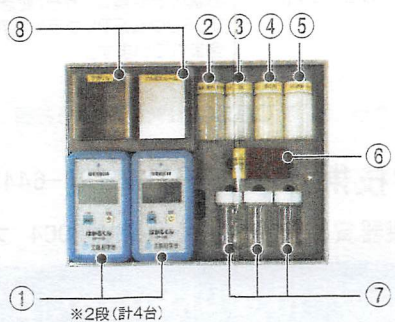
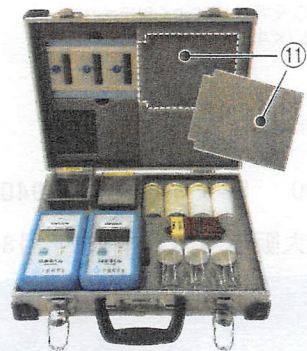
- ① 特性実験セット受取りの際には、下記の一覧表により備品の有無を確認してください。
 - ② 返却の際には、一覧表により備品の有無を確認し、本セットと共にご返送ください。
- ケース内の配置は下図を参照してください。



セット内の物品一覧表

※チェック 記入

物品名	数量	チェック		用途
		受	返	
① 「はかるくん」 	4台	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CP-100又はメモリータイプ
② 船底塗料(添加剤) 	1個	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	測定試料
③ 塩 	1個	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	測定試料
④ 湯の花 	1個	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	測定試料
⑤ カリ肥料 	1個	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	測定試料
⑥ 花崗岩(御影石) 	1個	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	測定試料
⑦ 空きビン 	3個	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	身近な試料を入れてください 返却の際は洗浄してください
⑧ しゃへい実験用ブロック (アクリル、アルミ、ステンレス、鉛の板) 	大(1個) 小(1個)	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	しゃへい材
⑨ 台紙：測定試料用 	1枚	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	しゃへい材と測定試料を 置くためのもの
⑩ 台紙：「はかるくん」用 	4枚	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	「はかるくん」を置くためのもの
⑪ アルミケース内固定用ウレタン 	1個	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	収納時の固定



※「台紙：測定試料用」は「アルミケース内固定用ウレタン」の内側にあります。

霧箱による放射線飛跡の観察

(9/6) 天気: 晴れ

3年1組20番 氏名 関根 凜奈

実験の目的: 霧箱を用いて放射線の飛跡を観察して、 α 線、 β 線の性質を理解する。

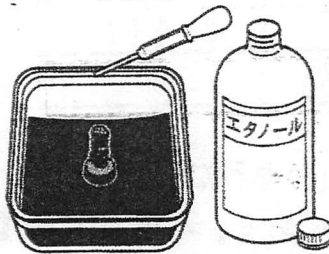
実験道具: 霧箱, エタノール, ドライアイス, ピペット

放射線源 (モノズ石, ユークセン石)

※放射線源は、すでに容器の中に入っている。素手で触らないこと。

実験方法

- 霧箱のふたを外して、上端のフェルト枠、底 (黒布) にエタノールをしみ込ませる。



- 線源が容器中央にくるように割りばしで調整し、ふたをして1~2分待つ。
- 懐中電灯をあてて霧箱の中を観察する。
- 容器の中に放射線が飛んだ跡が見え始める。

α 線と β 線の飛跡を観察して、その様子を記録する。

※イギリスの科学者ウィルソンはこの霧箱でノーベル物理学賞を受賞した。

結果

放射線の種類	霧箱での飛跡の様子
α 線	太く、短い " α 線は重く大きい粒子からできているので、透過力は弱く、少しのものでも放射線が"
β 線	細く、長い " β 線は α 線より軽く小さい粒子からできているので、透過力は強く、放射線は透過しやすい"

考察 霧箱の原理を使えば、放射線がどのような性質をもっているのかを知ることができる。

α 線は電離作用があるので、



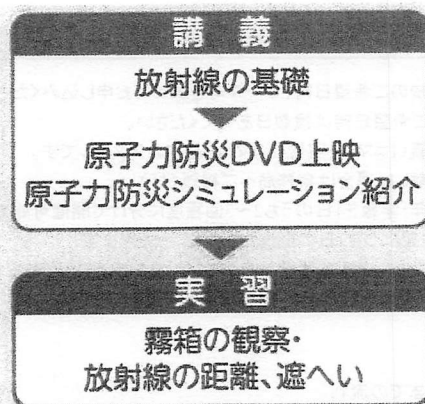
申込書	お申込み書のダウンロードはこちら
送信先	FAX: 03-6891-1575 またはメール: zisedai-haken@jaero.or.jp ※送信先アドレスの■を@に変えて送信して下さい。

講義テーマおよび実習／実践例／活用例

※下記のテーマは一例です。記載以外のご相談も承ります。

対象	講義テーマ	実習・実践等 内容
・中学生 ・高校生 ・教育職員 等	放射線の基礎知識	自然放射線の測定
	放射線利用と性質	霧箱(放射線の飛跡)の観察
	放射線による人体への影響	距離・遮へい実習
	原子力防災(放射線防護・管理)	エネルギーに関する実習
	エネルギーの現状と課題等...	授業での実践法(ワークショップ)等...

<カリキュラム例(原子力防災の場合)>



お問い合わせ(事務局)

事業部 次世代教育係

☎ 03-6891-1573 📠 03-6891-1575

当財団発行出版物等の著作権について
個人情報の取り扱いについて

一般財団法人 日本原子力文化財団

〒108-0023 東京都港区芝浦2-9-31 第2高取ビル5階

Copyright © 2017 Japan Atomic Energy Relations Organization. All Rights Reserved.

TOPへ戻る

14