

研究結果報告書

2019年4月11日

鹿児島市立谷山中学校 教諭 原口栄一

「放射線実験キットを活用した、すぐにできる放射線基本実験」

- 準備・放射線実験キット 試料 10 放射線量測定器 10 (下写真 10 班分に分けた)

3年生の3学期2月くらいに放射線についての内容があるので、半年前から「らでい」にキットレンタルの予約をしていた。



○自分で準備したもの オリジナル教具多し。

- ・ γ 線・ α 線・ β 線の模型 (右写真)

100円ショップにて発泡スチロール球、木棒を購入し加工した。

- ・中性子・陽子・電子の模型

陽子には+、電子には-の黒テープを貼り付けている。中性子には何も貼らず。

- ・原子のイメージモデル (右写真)

ウランなど陽子中性子の多い原子をイメージさせている。天体観察用の透明半球2個、ガチャポンのカプセル、赤とクリーム色のBB弾、透明プラ板を使って作成している。



- ・ペレット模型

原子力発電所見学の際に入手した物。

- ・1/350原子力発電所模型 (左写真)

過去、顧問をしていた科学同好会の生徒が文化祭に向けて作成したペーパークラフト。

- ・時計 (1分間の測定時間を計るためのアナログ時計)

- ・ 個人で購入した安価な放射線量測定器 11台
(右写真)

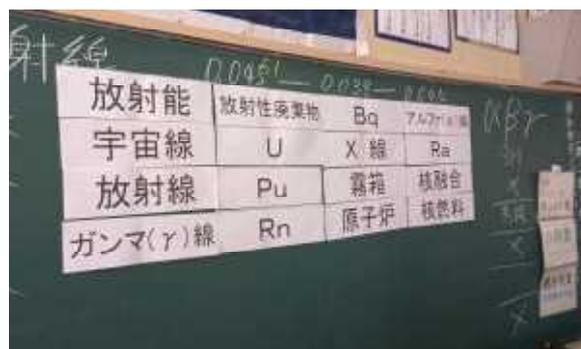


2月の初旬にキットが届く数日前から、上記の教材教具を準備して、オリジナルテキストやワークもそろえ、届いてから5日間で行った放射線教育は、次の通りである。

● 1時間目 「放射線の基本」

オリジナルテキストと教科書で基本的なことを教える。

最初の10分は、「放射線マッキーノ」という放射線用語ゲームを行った。実験の日以外の教室では、授業の始めに実施している。おおかたの生徒には、人気がある。今までの生徒たち達の感想の中にも、「よく覚えられた」「自然に覚えることが出来た。」「楽しかった。」という声が多い。(上写真はマッキーノ時の黒板写真)



マッキーノというのは、旧来あるビンゴゲーム(キーノ)をもとに、愛知県の中学教諭牧野英一さんが「たのしい授業」に役立つものとして新たに開発したものである。ゲームそのものを楽しむことができるとともに、その過程でものごとを記憶することができるというものである。放射線マッキーノの22用語から解説を読んだ後で、用語を言うようにして16語をくじ引きしてゲームを進める。下記に用語集を示す。(この放射線マッキーノは1月くらいから行っている。)

1. アルファ線(α線)・・・放射線の一種で、陽子2個、中性子2個から構成される粒子。つまりヘリウムの原子核の流れである。
2. ベータ線(β線)・・・放射線の一種で、マイナスの電気を帯びた電子の流れ
3. ガンマ線(γ線)・・・放射線の一種で電磁波である。原子核内から生じる物質を透過する力がα線やβ線に比べて強いので、原子力発電所では厚いコンクリートで原子炉を囲い、外へ出ないようにしている。
4. X線・・・放射線の一種で電磁波である。原子核外から生じる点がγ線と異なる。透過力が大きいので、医療や非破壊検査等にも使われる。
5. 宇宙線・・・宇宙から地球大気に飛来する放射線。90%近くが陽子である。
6. 放射線・・・空気など相手を電離する能力をもつもの
7. 放射能・・・放射線を出す能力
8. 放射性廃棄物・・・使用済みの核燃料や放射性物質が付着したもの
9. 核燃料・・・ウラン、プルトニウムまたはその混合物(MOX)
10. 核分裂・・・ウランのような大きな原子核が2個の原子核に分裂すること

- 1 1. 核融合・・・水素のような軽い原子核同士が結合すること。その際、大きなエネルギーが放出される。
- 1 2. 原子力・・・核分裂か核融合によって発生する大きなエネルギー
- 1 3. 原子炉・・・核燃料物質を燃料として使用する装置。発電、熱源、研究等に利用する。
- 1 4. 霧箱・・・放射線の飛跡（ひせき）を観察する箱
- 1 5. Sv・・・シーベルト。放射線被曝の人体への影響を表す単位、報道などでよく聞く。
- 1 6. Bq・・・ベクレル。放射能の強さ
- 1 7. Gy・・・グレイ。物質が放射線から吸収する単位質量あたりのエネルギー量
- 1 8. U・・・ウラン。核分裂しやすい元素。核燃料の一つ
- 1 9. Pu・・・プルトニウム。天然に存在しない核燃料の一つ
- 2 0. Sr・・・ストロンチウム。カルシウムに似た性質を持つため体内に取り込まれ骨に沈着し内部被曝の原因となる。
- 2 1. Rn・・・ラドン。気体であり地中で発生すると空気中に出てくる。呼吸により体内に取り込まれる。
- 2 2. Ra・・・ラジウム。放射性で、温泉水に微量に含まれていることがある。

次に、テキストとオリジナル教具を使用し、教科書（東京書籍）の図や写真を活用しながら授業を行った。なお、テキストは主に「すぐに授業で使える放射線教育教材」と勤務校に送付されていた「原子力エネルギー図面集 2011 年版」から画像を取り入れ、2 年生、3 年生の化学分野の復習をしながら放射線について理解を深めるように構成した。また、実際のテキストは、下記の文章の途中で、いくつかを（ ）にして、用語を埋めることで考えさせるようにしてある。

ドルトンは「物質はそれ以上分けることのできない粒からできていて、その種類によって性質と質量が違う」と考えた。その考え方がもとになり、現在ではこの小さな粒＝（原子）と呼ぶ。さらに、現在では、原子の中の構造もわかっており、ヘリウムの例をとると、+の電気をもつ粒を（陽子）といい、電気をもっていない粒を（中性子）という。それらをあわせて（原子核）といい、全体として+の電気をもっている。そのまわりに-の電気をもった（電子）がある。

原子には陽子の数と中性子の数の比によって不安定な原子核が存在する。不安定な原子核の原子は（放射線）を出して安定な原子に変わって行く。

例 壊変しながら放射線を出すパターン

例 中性子を当てることで放射線を出すパターン→（核分裂）＝原子力

放射線には、ヘリウムの原子核の流れである（アルファ線）、電子の流れである（ベータ線）、電磁波である（ガンマ線）や X 線などがある。

放射線は非常に大きな（エネルギー）をもっていて、物質を（透過する）性質があり、短時間に大量の放射線を浴びる（被ばく）と放射線障害＝髪の毛が抜けたり、やけどをしたり、出血する＝を起こします。重症の場合は、治療しても生命が危険になり、助かっても

ガンになる危険性が増します。

では、(原子力)発電所は、どうなのでしょう
か。行けば、放射線を浴びることになるので
しょうか。ここで使う(ウラン)やプルトニウム
などの核燃料や発電後の廃棄物からは放射線が
出ているので、厳重な管理が必要である。

原子炉に異常があれば、自動的に(止める)。

熱くなりすぎたら(冷やす)。

そして、(5)重の壁で放射能を閉じ込める。

ところで、放射線と放射能の違いってわかる？

放射線を出す能力を(放射能)、放射能を持つ物質を(放射性物質)という。

放射線は(ガン)などの病気の診断や治療に利用されたり、器具の(滅菌)をし
たりしている。また、医療以外の産業にも利用されており、農業では、ジャガイモの(発
芽)を防止することや、物を破壊せずに(透視して)検査することもできる。

放射線は、どこにいけばあるのでしょうか。

放射線測定器を取り出して教室の放射線量をブザーを鳴らしながら測定し、「実は、
身近にいくらでもあるのです。」と言って日常生活と放射線の図を見る。

「今日の授業の感想を書いてください。次の時間は、実際に放射線の性質を調べます。」



生徒の感想の一部

・放射線の作りや種類、役割についてたくさんを知ることができた。日常生活にも
たくさんの放射線が関わっていることを初めて知った。放射線には良いところと悪いとこ
ろの両方があるんだなと思った。放射線のつくりについてしっかり覚えてテストに臨みた
い。

・放射線は身近にあると言うことを初めて知りました。危ないという印象がとてもありま
した。しかし、それは使い方次第と言うことを学びました。毒のあるじゃがいもの発芽を
防止したり、医療につかえることも学びました。これからの人生、放射線と常にいると思
うので、もっと放射線について学び、正しく活用する能力を身につけたいです。

・「はだしのゲン」を小学校で何度も読んでいたので、放射線の怖さは知っていましたが、
詳しいことはあまり知らなかったなので、ためになりました。原子力発電については、いろ
いろな意見もあるが安全にできるならば、とても効率がいいと思う。

● 2時間目 「放射線の基礎的実験」

2時間は欲しい分量だが、残念ながら時間の都合がつかないので、1時間でできるよう
にした。

・測定方法の説明

①キットの5つの試料の中で一番、放射線を出しているものを見つける。11台の安価
な放射線量測定器をサブとして活用しても良い。②以降の実験では、一番のもの(モ
ナズ石)を用いる。

②遮蔽実験 放射線を一番弱くするものはどれか。

キットの鉛板、アルミニウム板、アクリル板、ステンレス板、ビーカーの水、できればペントナイト（原子力関連施設の見学会でもらったもの）で試す。結果は鉛板やビーカーの水が減衰率が高いことが分かったようだ。（右写真）



③放射線の強さと距離との関係調べる。

距離が遠いほど放射線量が減っていくことが分かったようだ。

また、放射線測定の際に霧箱を1台後方に設置していたので、実験の合間に放射線の飛跡を見られるようにした。放射線測定については、以前は各班4台の放射線測定器を準備できたので、4台の平均値を求めさせていたが、現在は、1台となったので1回の測定にしている。時間短縮と計算機を使っても小数点以下の数値の割り算計算は苦手な生徒が多いので、計算は省いた。以上の3つの実験を各班ごとに行い、各人レポートを書き、提出して終了する。（別紙資料1に実際の生徒のレポートのコピーあり。）

生徒の感想の一部

- ・霧箱で、実際に放射線を見ることができてすごかった。実験楽しかったです。
- ・一つ一つ計るのに、1分間待つのはつらかったけれど、どのくらいの数値になるかを考えるのが楽しかったです。
- ・今まで放射線について深く考えてこなかったが、今回の実験を通して放射線が身近にあることが分かった。
- ・モノによって放射線量の高さが違うことに驚きました。扱ったことの無いものを測定することができて、楽しかったです。

●3時間目「放射性廃棄物を考える」

福島、北海道、岐阜の3カ所の取材を元に授業を作成した。オリジナルワークシートを作って進めた。内容は以下の通りである。

問1 福島県は、第一原子力発電所事故のために放射性物質がたくさん巻き散らされましたが、その時、どこか放射線量が低い鹿児島なみ（ $0.1 \mu \text{ Sv/h}$ くらい）の場所はないでしょうか。

- A まったくない。
- B 少しくらいはある。でも、原発から離れた県境ぎりぎりの場所。
- C 少しくらいはある。あちこちに。
- D 県の西半分くらいは、鹿児島なみ。高いのは海岸だけ。
- E 県全体、鹿児島なみ

（生徒の反応）生徒の答えた結果を見ると、どのクラスもCが多かった。（正解はBとして県全体が放射能で汚染されたわけではなく、西側の会津地方なども低かったこ

とを説明する。)

(教師の指示)「この事故の2年後に私は、原子力発電所事故の現場近くに行ってきました。映像を見てください。」と言って動画を流した。内容は「実際に福島県の浜通りに放射線測定を行いながら撮った被災地の写真を音楽をつけて編集したオリジナル動画」である。



問2 浪江町に向かう途中の写真にあった黒い袋は何でしょうか。(左写真)

(生徒の反応) 生徒の半分くらいは「除染をしたために出たゴミ」と知っていた。

(教師の指示)「除染をしたために出たゴミ」について説明した。中身は、「福島第一原子力発電所事故の経緯、土壌汚染、除染、放射能汚染について人々の不安、除染ゴミの最終処分場が決まらなくて

中間貯蔵施設に山積みになっている、原子力発電所のゴミについても行き先が決まらない」というような内容である。除染の結果のゴミと原子力発電所による放射性廃棄物では、線量のレベルも違い、高レベルから低レベルまで何段階かに分かれての処理も考えられていることはわかっているが、ここでは、あえて福島の身近な放射性廃棄物の問題と原子力発電所の高レベル放射性廃棄物の問題の根本は同じと考えて、次の問いに進んだ。(この授業ではなるべく専門的なことは省き、中学生にわかりやすいように授業を進めた。)

問3 これらのゴミがあるために原子力発電は「トイレのないマンション」とも言われていますが、このゴミをどうすればよいのでしょうか。

- A ロケットで打ち上げて宇宙処分
- B 船で海溝まで持っていき、海洋底処分
- C 南極などの氷に埋める氷床処分
- D 施設を地上に作り人間による管理
- E 地下深く穴を掘り、そこに埋める地層処分
- F その他

(生徒の反応) AやEが多かった。

(教師の指示) A～Eそれぞれの処理方法の欠点をあげていき、最後に世間では、反対意見もあるが、「Eの地層処分」が進められていると答えた。



問4 一番地層処理が進んでいる国はどこでしょうか。ヨーロッパにある国です。

(生徒の反応) 生徒の答えとしては「フランス」「イギリス」などが多かった。

(教師の指示)「現在、一番進んでいるのが、フィンランドです。2004年に掘削開始しました。日本では岐阜県・瑞浪と北海道・幌延で調査研究さ



れています。瑞浪は花崗岩質の地下、幌延は堆積岩質の地下で調査研究を行っています。」と説明し、動画を見せることにした。内容は「実際に北海道・幌延深地層研究センター（左上写真）と岐阜県・瑞浪の超深地層研究所（左下写真）を訪れて地下 250 m の坑道を見学した体験写真に音楽をつけて編集したオリジナル動画」である。

最後に「君たちなら、放射性廃棄物を受け入れるか、受け入れないか、これからどう処理すべきか」などを自分で考えてから、班はコロナ禍のために作れないので前後左右の人と短時間の意見交換をさせた。

* オリジナル動画を使用しない場合は、NUMO が配布している「エネルギーの未来と地層処分」や『地層処分』とは・・・?』などを見せると良い。

すぐに答えは出ないが、これからの放射性廃棄物を考える一助になったと考える。

生徒のいくつかの感想。

・私は、今日の授業を通して放射性廃棄物は個人の問題ではなく、すべての国民の問題であると思いました。これから、この放射性廃棄物は、どこに捨てられるのか、どうしていくのかを疑問に思い、とても興味を持ちました。

・福島原発事故から2年経っても放射性物質が多い場所は鹿児島は何十倍もあることが分かりました。放射性物質を捨てる場所を決めないで、原子力発電を始めてしまったのは、やばいなと思いました。処分するのは、とても難しいのかが分かりました。大地震がきたら地層処分も難しくなるのではないかと、お金だけでは解決しないのではないかと感じました。できれば、鹿児島にもってこないでほしいです。10万年もとても管理できません。安全に宇宙に捨てたらどうでしょうか。宇宙には多くの放射性物質があるので、そこに、未来の技術で運ぶのもアリかなと思います。

・原発について、もっと気軽に考えていた自分がだめだった。先生が実際に福島や実験場などを見に行っていてすごいと思った。自分もとても興味がわいた。原子力発電は、とても便利な反面、悪いところもあるので、もっと考えていきたいです。

・先生が福島の方へ行って大丈夫なのかなと思いました。ちゃんと検問所もあり、徹底しているなと思いました。それと鹿児島にも高レベル放射性廃棄物が持ち込まれる可能性があるのも驚きました。

・今回の授業で放射性廃棄物のことを少しは知ることができた。前の放射線実験で0.1マイクロシーベルトから、多くて1.2マイクロシーベルトくらいのモノしか触っていないのに、福島のビデオではその300倍の場所もあり驚いた。

この3時間の授業を追実践されたい方がいらっしゃれば、教具の作成方法や入手先、オリジナルワークシートをお分けいたします。eiichi-h@po4.synapse.ne.jp までメールをいただくか、「原口栄一」で検索されると私のホームページ「学び工房 eiichi」につながって、連絡先や実践について情報が得られます。また、教材作成は、2019年に武田科学振興財団中学校理科教育振興奨励金をいただいたおかげで進みました。

