

# 放射線授業事例 「上田市における科学的な理解を促す放射線教育」

一般社団法人全国中学校理科教育研究会支援センター 高島勇二

## 1. 授業対象及び授業内容

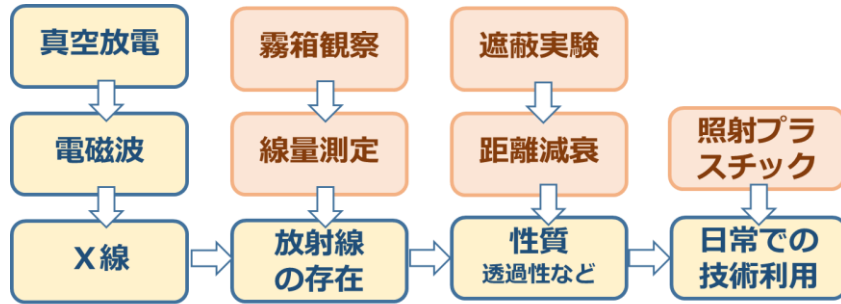
- (1) 中学2年生：真空放電に伴い発生する電磁波から放射線の存在を認識し、その性質や利用について理解する
- (2) 中学3年生：様々な発電方法の仕組みや特徴の中で、原子力発電では核燃料から放射線が出ていること、自然界にも存在することを理解する

## 2. 指導プラン

学習指導要領との関連から、扱う学習項目については次の図のような構造や指導の流れを想定し指導プランを考えた。

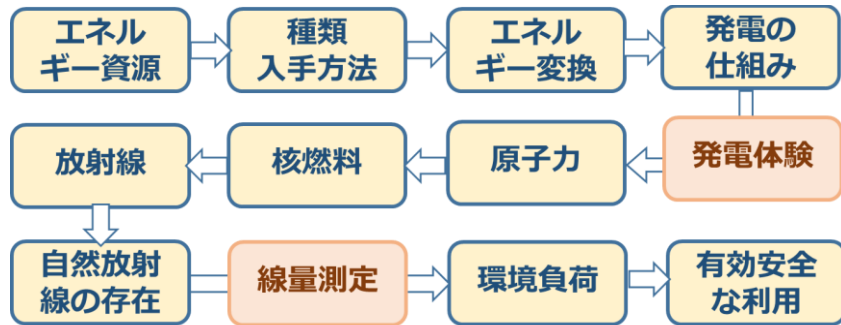
### (1) 中学2年生

・真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れる



### (2) 中学3年生

・人間は、水力、火力、原子力、太陽光などからエネルギーを得ていることを知るとともに、エネルギー資源の有効な利用が大切であることを認識する



## 3. ワークシート

観察・実験の時間及びその記録をする時間を確保するために、事象の確認や用語のまとめなどについてはワークシートに記載してある形式(別紙1、2参照)とした。

## 4. 観察・実験内容

中学2年生、3年生で共通して、次のようなねらいで観察・実験を行った。

- (1) 空間線量測定：自然放射線の存在を「はかるくん」を用いて数値で生徒自身が測定する
- (2) 身のまわりの放射線：様々なものから放射線が出ていることを「ベータちゃん」を用いて講師が演示する
- (3) 霧箱観察：自然放射線の存在を「霧箱」(別紙3参照)を用いて飛跡として生徒自身が観察する

(4)放射線技術の利用：具体的利用例として「照射プラスチック」（別紙4参照）の耐熱性を代表生徒が演示する

## 5. 提示資料及び授業実施方法

中学2年生、3年生共に、東京から高島がオンラインでPowerPoint資料(別紙5, 6参照)を提示し、教室にいる外部協力者が観察・実験の指導を行う形式で授業を実施した。

## 6. 実施状況と実施校との連携

令和3年1月現在、上田五中2年生5クラス(各100分)、上田三中2年生4クラス(各50分)、上田五中3年生5クラス(各50分)、上田二中3年生3クラス(各50分)で授業を実施した。今後、年度内に上田三中3年生6クラス(特別支援学級を含む)で実施する予定である。

実施校へは、上田市に在住している外部協力者が事前に授業内容及び授業方法を提示し、日程調整を行った。また、実施する学校へは、打ち合わせを兼ねてネット環境や通信機材なども含めて確認するための事前訪問を行った。

授業で使用している簡易放射線量測定器「はかる君」30台については、上田市教育委員会が保有しているものを学校側が手配し、「ベータちゃん」は外部協力者の手配したものを利用した。

なお、上田市以外でも、川崎市の2校で2年生計7クラス(各50分)、中学3年4クラス(各50分)、文京区の2校で3年生計3クラス(各50分)でも実施及び実施予定である。

## 7. 授業内容に対する生徒の受け止め方

まだ実施中の途中段階であり、授業内容に対する生徒の受け止め方についての数値的な集計はできていないが、授業内の反応やワークシートからは次のようなことがおおむね読み取れる。

- ・自然放射線の存在については、2年生、3年生共に既に認識を持っているが、その放射線がどこから出ているのかについては認識を持っていない。また、改めて数値として測定したりブザー音で確認したりすることで、その存在を認識して驚きを感じている生徒が多くいた。
- ・放射線の利用については、日常生活の中で様々に利用されていることに驚きを感じている生徒が多くいた。
- ・エネルギーの利用に関しては、省エネをあげる生徒が多くいた。また、原子力発電については、リスクとベネフィットを挙げながら、安全性を確保し積極的に利用するという生徒とできるだけ利用しないという生徒が半々程度と別れていた。
- ・「放射線は悪いものではないが、できるだけ少なくするためにこれから放射線についてよく知る必要がある。」と考えている生徒も見られた。

## 8. まとめ

この放射線の授業で中心的なねらいとしている「自然放射線の存在の認識」についてはおおむね達成できたと考える。また、その放射線が日常生活の中で「様々に利用」されていることについても認識を深めることができたと考えられる。空間放射線量測定や霧箱観察はそのための観察・実験として有効に機能していた。

ただし、放射線が持つ透過性や人への健康影響などについては十分な理解を得るまだには至っていない。授業に確保できる時間的な制限もあることが課題である。

科学的な理解をすすめる放射線の学習  
**放射線について考えよう**

学校名：上田市立〇〇中学校 2年 名前 \_\_\_\_\_

1 真空放電

- ・電気 電圧が高くなる ⇒ 空間を電流が流れる ⇒ 放電
- ・放電 放電するとき周囲にエネルギーを放出  
⇒ 謎の见えない何かをレントゲン博士が発見 ⇒ これをX線と名付けた
- ・X線は放射線の仲間  
放射線 いくつかの種類があり、物質を通り抜ける能力がある

2 放射線量測定「はかるくん」を使った放射線量測定の結果を記録

- ・この教室の放射線の数値は \_\_\_\_\_  $\mu\text{Sv/h}$ (マイクロシーベルト毎時)
- ・「カリウム肥料」、「御影石」「湯の華(温泉のもと)」などからは、  
放射線が 出ています ・ 出ていません。
- ・自然放射線も人工放射線も、受ける放射線の量が同じであれば人体への影響の度合いも同じ
- ・私たちは、ふだん身のまわりの様々なものから放射線を受けている。

3 言葉の整理

- ・放射線 … 強いエネルギーを持っている粒子( $\alpha$ 線,  $\beta$ 線など)や電磁波( $\gamma$ 線, X線など)
- ・放射性物質 … 放射線を出す物質(自然の中にあるものと人工的なものがある)
- ・放射能 … 放射線を出す能力

4 霧箱観察

「霧箱」の観察で、どのようなものがどのように見えたかを記録する。

5 放射線量のまとめ

- ・X線：放電の時に発生する
- ・透過性を持ち、放射線の仲間
- ・私たちの体に影響をあたえることがある
- ・その種類によって、はたらきや影響も異なる
- ・線源からの距離をとったり、遮へい物を置いたりすることによって線量を減らすことができる
- ・放射線：身近な自然界にもあり、生活の中で様々な利用されている

6 学習後の感想

学習を通して、あなたは放射線についてどのような感想を持ちましたか。自由に書いてください。

## エネルギーと放射線について考えよう

学校名：上田市立〇〇中学校 3年 名前

### 1 発電方法の一つとしての原子力発電についてのまとめ

- ・核分裂によって発生する熱を使ってタービンを回し発電する
- ・少量のウランから大量のエネルギーを安定的に得ることができる
- ・CO<sub>2</sub>は発生しないが、核分裂にかかわる放射性物質から放射線が発生する
- ・放射性物質の安全対策を十分にすることがある

### 2 放射線量測定「はかるくん」を使った放射線量測定の結果を記録

- ・この教室の放射線の数値は .....  $\mu\text{Sv/h}$ (マイクロシーベルト毎時)でした。
- ・「カリウム肥料」、「御影石(花崗岩)」、「湯の華(温泉のもと)」など、身のまわりの様々なものから放射線が出ています。

### 3 霧箱観察

「霧箱」の観察で、どのようなものがどのように見えたのかを自分の言葉で記録しましょう。

### 4 放射線のまとめ

- ・放射線 …… 強いエネルギーを持っている粒子や電磁波( $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、X線など)
- ・放射性物質 …… 放射線を出す物質(自然の中にあるものと人工的なものがある)
- ・放射能 …… 放射線を出す能力
- ・自然放射線も人工放射線も受ける放射線の量が同じであれば人体への影響の度合いも同じ
- ・私たちは、ふだん身のまわりの様々なものから放射線を受けている

### 5 放射線の人への影響

- ・弱い放射線の人への影響は、科学的には十分に解明されていない
- ⇒ だから  
絶対的に安全な量はなく、わずかでも体に影響があると考えて、  
必要のない放射線はできるだけ受けないようにする

### 6 放射線の利用

科学技術のひとつとして、日常生活で利用されている

- ・医療
  - ・荷物検査
  - ・年代測定
  - ・害虫防除
  - などなど
- 一つの例として、熱に強いプラスチックを見てどのように感じましたか？

### 7 まとめ

今日の学習を通して、エネルギー利用にかかわってこれからどのようなことを考えていかなければならないと考えましたか。自由に書いてください。

## 【別紙3】 霧箱観察

No	品名	材 料	個数
1	容器	深角型ガラス容器(22cm×22cm くらい)	1 グループ 1 個
		フェルト布 (容器の底の部分と同じ大きさ) + 黒ラシャ紙	1 グループ 1 枚
2	線源	線源(ランタンマントル、ラジウムボールなど)	1 グループ 1 個
3	カバー	サランラップ (容器カバー用)	1 グループ 1 個
4	受け皿	発泡スチロール皿	1 グループ 1 個
5	アルコ ール	無水エタノール(99.5% 500ml)	8 グループ 1 個
		スポイト (必要に応じて)	
6	ライト	LED ライト(明る過ぎると逆に見えづらい)	1 グループ 2 個
7	塩ビ	塩化ビニルパイプ (静電気発生用)	1 グループ 1 個
8	その他	ドライアイス (冷却用霧箱 1 個に 1kg スライスの 1/2 使用)	1 グループ 1 個
		軍手	教師用 1 個

### 1 霧箱

・耐熱性のあるガラス製のケーキ皿を使用している。角形はラップで蓋をするときにしわになりにくいという良さがある。

・霧箱の底にフェルト布の上に黒いラシャ紙(反射を抑え、飛跡を見えやすくする)を引くだけにして、霧箱の壁部分にアルコールをしみこませるためのスポンジなどをつけることはしない。その理由としては、つけなくても観察できることと、できるだけ装置を簡単にし維持管理しやすくするためである。

(1) 皿の底に黒いフェルト布+黒ラシャ紙を置く。

(2) フェルト布に布がひたひたとなりラシャ紙が湿る程度のアルコールをしみこませる。その量は、一皿につき約 60ml 程度である。アルコールの量は多めの方が観察しやすいが、ガラス容器内に線源を中に入れる場合は線源が湿ってしまい、 $\alpha$  線の観察はできなくなる。線源は入れず、ラップの上に置く形で観察することを基本とする。

(3) 次に、皿の上にラップでぴったりと蓋をする。蓋をした後は、そのまま室温に 2~3 分ほど放置する。これで、皿の内部を気化したアルコールで十分に満たす。

### 2 ドライアイス

・ドライアイスは、砕かずに 1kg スライスをほぼ半分ブロックに割って使用する。

・ドライアイスの販売店は葬儀場の近くにもある。取扱店が近所がない場合、ネットで注文することができる。ネットでは指定日時に配送してくれる。

### 3 観察

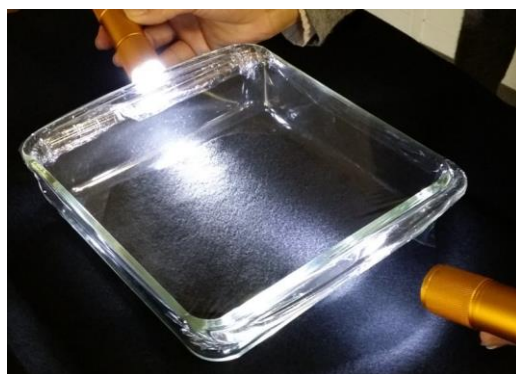
・はじめは、線源を入れない状態で自然放射線の飛跡を観察する。これは、自然界に放射線があるということを確認することが目的である。

・次に、線源をラップの中央上面に載せ、その下の部分にみられる飛跡を観察する。

(1) 霧箱をドライアイスの上において、5 分くらいすれば放射線の飛跡を観察することができる。

(2) LED ライトは、少し(5cm 位)離して手前ななめ上からフェルト面を照らすと飛跡が見えやすい。

(3) 飛跡を観察しやすくするために、塩化ビニルパイプをティッシュなどでこすり静電気を帯電させてラップにかざす。霧箱内部の雑イオンを除去でき、飛跡が良く見えるようになる。

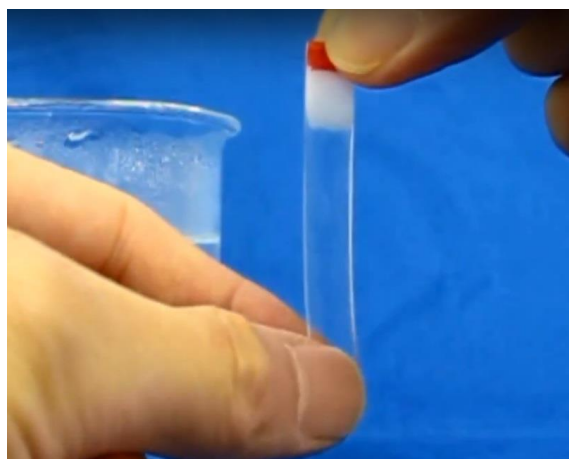


## 【別紙4】 照射プラスチック

放射線を照射してあるものとしてない2種類の短冊状になっているプラスチック(ポリカプロラクトン)で、熱耐性が異なることを確認することができる。

この2種類のプラスチックを80℃程度の熱湯につまんで入れると徐々に不透明なものが透明になってくる。

- ・照射していないプラスチックはほとんど力を加えなくても伸びる
- ・照射してあるプラスチックは弾力性があり伸びにくくなる。また、伸びたものを再度熱湯に入れると、元の短冊状に戻る。



### コード・仕様・価格表

コード	1-121-0585	1-121-0587
型式	Rad3	少量パック
入数	照射済×10枚非照射×20枚照射量(小)×10枚	照射済×1枚非照射×1枚照射量(小)×1枚
大きさ	7×50×1mm	
材質	ポリカプロラクトン	
価格	¥15,000	¥1,800

【別紙5】 中学2年生 提示資料 (一部抜粋)


**真空放電 (プリント1 参照)**

確認

- 電気はエネルギーを持っている
- 電流は電子の流れ
- 電極の間の電圧が高くなると、  
電子が空間に放出される ⇒ 放電

放電する時、エネルギーを放出している

19世紀の終わり、ドイツの物理学者レントゲンは、クルックス管を用いた実験をしている時に、謎の  
見えない何かがあることを発見  
謎の未知数を表す「X」から「X線」と名付けた



**X線?**

X線といえば...





**X線は**

- X線は、私たちの体を通り抜ける
- X線は、放射線の仲間
- 放射線には、  
α線、β線、γ線、中性子線などの種類がある
- どれも物質を透過する能力を持つ  
(物質の種類によって、透過する割合はちがう)

4

**放射線って?**

謎の見えない何か

- 目に見えない
- 臭いもない
- 触れない

でも...

ある機械を使えば、その量を測ることができる  
⇒ **放射線量測定器**

ある器具を使えば、それを目で確かめることができる  
⇒ **霧箱**



5

**言葉の整理 (プリント3 参照)**

- 放射線  
目に見えない  
エネルギーを持っている波や粒
- 放射性物質  
放射線を出す物質  
自然界にあるものと人工的なものがある
- 放射能  
放射線を出す能力





6

**放射線の量**

- 放射線の量 ⇒ **ベクレル**  
1秒間に何個とんでるか
- 放射線の影響の大きさ ⇒ **シーベルト**  
人の体がどれくらいの影響を受けるか

「はかるくん」の数字はこのシーベルト  
(※ 同じ量の放射線でも、体への影響の大きさは  
α線、β線などの放射線の種類によって違う)<sup>7</sup>



【別紙6】 中学3年生 提示資料 (一部抜粋)

それぞれの発電方法 (プリント1参照)

発電方法	メリット	デメリット
火力	安定的発電 発電量調整容易	資源が輸入で有限 CO <sub>2</sub> が発生
水力	安定的発電 発電量調整容易	設置場所が限定 環境に影響
原子力	大量安定的発電 CO <sub>2</sub> なし	放射性廃棄物 安全対策
風力	風は無限 CO <sub>2</sub> なし	天候に依存して不安定 環境に影響
地熱	安定的発電 CO <sub>2</sub> なし	場所の確保
太陽光	太陽光は無限 CO <sub>2</sub> なし	天候に依存して不安定 広大な施設

原子力発電について



- 火力発電の**ボイラー**を原子炉に置き換えたもの
- 石油などの燃料を燃やし発生する熱のかわりに**ウランの核分裂**による熱でタービンを回転させる
- 核分裂の際、**放射性物質から放射線**が発生する



新潟にある  
柏崎刈羽原子力発電所  
7基の原子炉は全て  
現在、定期点検のため  
停止している  
(出典：原子力規制庁HP)


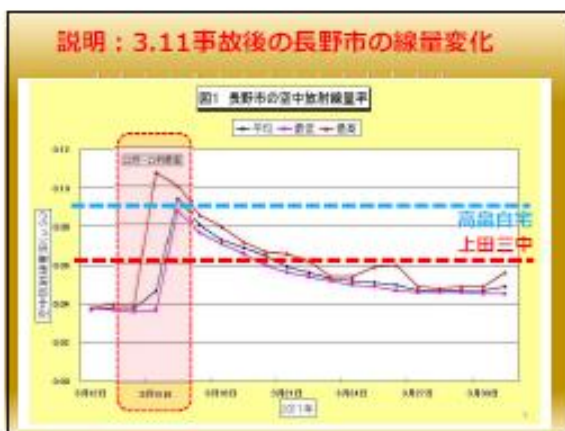
東日本大震災で

- 10年前の東日本大震災に伴う津波によって、福島第一原子力発電所で**放射線を出す物質**が外に漏れるという**重大事故**が発生した
- この事故後、全国の原発は**全て操業を停止**し、直後には計画停電も実施された
- この事故を境に、日本における**原子力発電の在り方**は大きく変わった

実習：放射線量を測る (カンマ線)

- 「はかるくん」で調べてみよう  
この教室には**放射線があるの?**  
(1時間あたりの放射線の量 = 線量率)
- この数字は、放射線が  
多い所では大きく、少ないところでは小さくなり、  
なければゼロになります
- 測定結果 ⇒ 教室に放射線はある **プリント2**に記入
- この教室にある放射線は**原発事故によるものではない**
- 昔から自然の中にこれくらいの放射線があり、  
この環境の中で生物は生まれ進化してきました

では、この教室の放射線はどこから?

- カリウム肥料からわずかですが放射線が  
⇒ 出ています **プリント2**参照
- 他に、こんなものからも  
⇒ 御影石(花崗岩)、湯の草 など
- 宇宙、地面、空気 など、ふだん身のまわりの  
様々なものから放射線(**自然放射線**)を受けている



(出典：文部科学省放射線防護課編「日本に1年間にかかる自然放射線」)