

放射線授業事例

愛知教育大学附属名古屋中学校 教諭 奈良 大

1 基本的な考え方

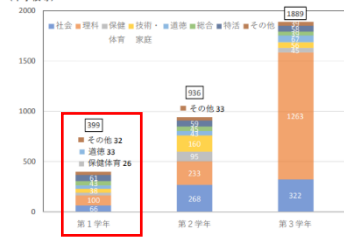
平成 29 年告示中学校学習指導要領解説総則編では、災害等による困難を乗り越えて次代の社会を形成する生徒に対し、現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を教科横断的に育成する観点から、放射線教育の重要性が述べられている。さらに、理科第 1 分野「電流とその利用」の静電気と電流における内容の取扱いに関わる項目で「真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れること」という記述も見られる。

また、文部科学省より『放射線副読本』が配布され、義務教育課程から高等教育課程までの連続した放射線教育を推進していくことが推奨されている。しかし、文部科学省教育課程課「放射線教育の実施状況調査の結果について」(令和 2 年 3 月)によると、放射線に関する内容を扱った(扱う予定の)教科等・学年における中学 1 年生の割合が小学校高学年に比べて低くなっていることが分かっている。さらに、放射線に関する内容を扱った時や授業等を準備する際に外部人材等を活用している割合がとても低いことも分かっている。(資料)

Q1-2 放射線に関する内容を扱った(扱う予定の)教科等・学年(複数回答有)
(小学校等)

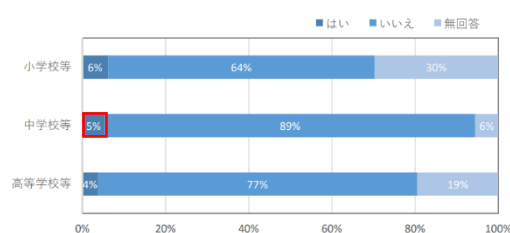


(中学校等)



Q1-4 授業等で放射線に関する内容を扱った時や授業等を準備する際に外部人材等を活用しましたか。

(回答数：小学校等 1673 校、中学校等 1377 校、高等学校等 1240 校)



資料 文部科学省教育課程課「放射線教育の実施状況調査の結果について」(令和 2 年 3 月) ※ は筆者による

そこで、義務教育課程が修了する中学 3 年間を見通して、放射線副読本等を参考にしたり、外部人材による出前授業を積極的に活用したりして、放射線利用をテーマにした放射線教育を中学 1 年生から進めていくことで中学 2・3 年生の学習に繋げていくことが大切であると考えた。しかし、中学 1 年生では、放射線を直接的に扱う単元がないため、「物質のすがた」や「光の性質」の単元で取り扱うことにした。そして、外部人材を活用して、放射線に関する基礎的な知識を身に付けさせるとともに、安価で容易により多くの教員が活用できる放射線利用に関する自作カード教材を利用し、放射線利用に関するなかまわけの観点を考えさせる授業を実施した。外部人材として中部原子力懇談会の佐合穰氏に、自作カード教材の使用にあたり、東海学園大学准教授の山岡武邦氏に御協力いただいた。

その結果、外部人材による出前授業で、生徒に放射線に関する基礎的な知識を身に付けさせることができた。また、放射線利用に関する自作カード教材のなかまわけの観点を考えさせる活動を通して、放射線が日常生活や社会でどのように利用されているかを知らせることができ、中学 2・3 年生の学習に繋げることができたと考える。

なお、私は昨年度より放射線教育を中学 3 年間で計画している。転勤により、今年度中学 1 年生より再スタートであるが、来年度の令和 4 年度は、放射線の主な性質である「透過作用」、「電離作用」について、実感を伴った理解ができることを目指し、デンタルフィルムと Web カメラによる放射線の可視化を授業で扱っていきたいと考えている。

今回は、実際に今年度実施した内容を中心に放射線授業事例の報告をすることとする。

3 単元の指導

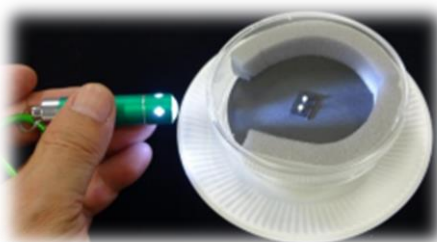
(1) 目標

放射線に関する基礎的な知識を身に付けることができる。また、放射線利用に関する自作カード教材のなかまわけの観点を考える活動を通して、放射線が日常生活や社会で利用されている例を知り、理解することができる。

(2) 準備

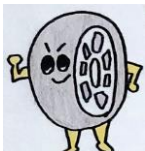
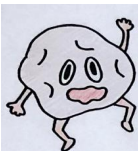
- 霧箱（中部原子力懇談会の佐合穰氏の御提供による）

プラスチック製のシャーレの中でエタノールの過飽和の状態をつくり、放射線源としてモナザイト（モナズ石）を入れてふたをしたものをドライアイスの上に置き、白色光を当てて放射線の飛跡を観察する。



- 自作カード教材（東海学園大学准教授の山岡武邦氏の御提供による）

教科書や放射線副読本等を参考し、放射線利用例として取り上げられることが多い日常生活や社会で見られる事物・現象をイラストにしたものである。授業では、どの利用例を意図して描いたかは生徒に示さずにイラストのみをカードで示し、その解釈も含めて生徒に考えさせ、なかまわけの観点を考えさせた。

＜放射線の工業分野での利用＞  ①工場  ②飛行機		＜放射線の医療分野での利用＞  ③がん細胞  ④注射器  ⑤レントゲン	
＜放射線の産業分野での利用＞  ⑥ラケット  ⑦タイヤ  ⑧ダイヤモンド		＜放射線の農業分野での利用＞  ⑨花  ⑩ジャガイモ  ⑪害虫	



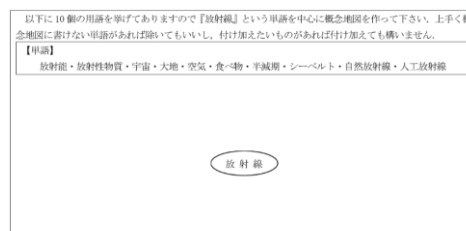
○放射線の工業分野での利用：①工場	工場における放射線の利用を表すカード
②飛行機	飛行機搭乗時の手荷物透視検査における放射線の利用を表すカード
○放射線の医療分野での利用：③がん細胞	がん細胞の治療における放射線の利用を表すカード
④注射器	注射器の滅菌・消毒における放射線の利用を表すカード
⑤レントゲン	レントゲン撮影における放射線の利用を表すカード
○放射線の産業分野での利用：⑥ラケット	ラケットのガットの補強における放射線の利用を表すカード
⑦タイヤ	タイヤの強度強化における放射線の利用を表すカード
⑧ダイヤモンド	ダイヤモンドの着色における放射線の利用を表すカード
○放射線の農業分野での利用：⑨花	花の品種改良における放射線の利用を表すカード
⑩ジャガイモ	ジャガイモの発芽止めにおける放射線の利用を表すカード
⑪害虫	害虫駆除における放射線の利用を表すカード
※⑫地球 いずれにも分類できると考えられることを意図したワイルドカードの要素をもつカード	

(3) 指導計画（全3時間）

【事前調査】（概念地図法による放射線に関する概念の確認）

○ねらい

福岡ら（1998）による概念地図法の説明を参考にして、概念地図の作り方を提示し、右の図のように概念地図を描かせ、生徒の学習前の放射線に関する概念を確認する。



【第1時】（Zoomを用いたオンラインによる出前授業）

○ねらい

霧箱の観察を通して、放射線の基礎的な性質（透過性など）を理解することができる。（知識・技能）

○外部人材

中部原子力懇談会 佐合 穰 氏

○学習の流れ

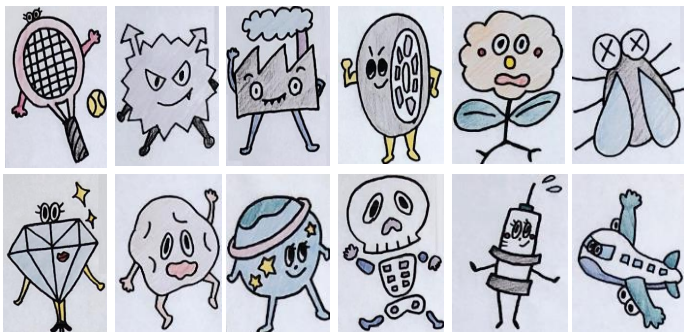
学習指導	指導上の留意点
1 放射線について知っていることを発表する。	＜予想される生徒の発言＞ ・福島原子力発電所の事故 ・レントゲンを撮るときに体を通過するもの ・目に見えない光の一種
2 放射線についての説明を聞く。	○放射線の種類（X線、 α 線、 β 線、 γ 線など）について、簡単に説明する。 ○放射線の性質について、以下の3点を確認する。 ・目には見えない ・物体を通り抜ける能力（透過力）がある ・原子をイオンにする能力（電離能）がある
3 本時の課題を知る。	
霧箱を用いて、放射線の飛跡を観察しよう。	
4 霧箱を用いた観察の手順、霧箱の仕組みを知る。	○放射線そのものを見ることはできないが、霧箱を使うと、放射線が飛んだ跡（飛跡）を見ることができることを説明する。 ○霧箱セットの袋から中味を出し、部品の確認をしながら組立についての説明をする。 ○ドライアイス配布する。ドライアイスでやけど等をしないように注意する。
5 霧箱を用いて、放射線の飛跡を観察する。	○準備ができれば、理科室を暗室にし、スポンジの切れた側から懐中電灯で照らし、上から観察するように指示する。
6 観察結果を発表する。	＜予想される生徒の発言＞ ・放射線源から、白く細長い雲のようなものが出ていた。これが放射線の飛跡である ・白い雲はずっと見えているのではなく、だんだんと消えていった
7 分かったことをプリントに記入し、後片付けをする。	○ドライアイスの片付けをするときにやけどをしないように注意させる。

【第2時】（放射線利用に関する自作カード教材のなかまわけの観点を考える授業）

○ねらい

放射線利用に関する自作カード教材をなかまわけする観点を考え、実際になかまわけをすることを通して、放射線利用に関する関心を高める。（主体的に学習に取り組む態度）

○学習の流れ

学習指導	指導上の留意点
1 放射線に関するカード12枚を配布し、班でなかまわけを行う。	○放射線に関するカード12枚のイラストの解釈を考えさせるとともに、どのような観点でなかまわけをすればよいかを考えさせる。 
2 インターネットを使って調べ学習を行う。	○放射線に関する観点でなかまわけができるように調べ学習をさせる。
3 グループで調べたことを基に話し合い、Google スライドを使ってなかまわけをまとめる。	○グループで話し合ったことを、Google スライドを活用し、次回の授業で発表できるようにまとめさせる。 ○他のグループのなかまわけの様子を自由に参考にしてよいことを伝える。

【第3時】（放射線利用に関する自作カード教材のなかまわけの観点を発表する授業）

○ねらい

放射線利用に関する自作カード教材をなかまわけする観点を考え、実際になかまわけをすることを通して、放射線利用に関する関心を高める。（主体的に学習に取り組む態度）

○学習の流れ

学習指導	指導上の留意点
1 グループごとに発表を行う。	○Google スライドにまとめたプレゼンテーション資料を用いて、どのような観点でなかまわけしたのかを発表させる。
2 他のグループのなかまわけについて聞きたいことなどを質問する。	○他のグループの発表を聞いて、さらに聞きたいことなどを自由に発言させる。

【事後調査】（概念地図法による放射線に関する概念の確認）

○ねらい

事前調査と同様に概念地図法を用いて、学習後の放射線に関する概念を確認する。

4 実際の授業の様子

【第1時】(Zoomを用いたオンラインによる出前授業)

外部人材である中部原子力懇談会による出前授業を実施した。霧箱の作成と放射線の飛跡を観察させながら、霧箱の仕組みや自然放射線の基礎的な性質について説明した。

観察のポイント

- ☞ 見えた霧は、放射線が通った跡に出来たアルファ(α)線の飛跡です
- ☞ 放射線は規則的に出るか、それとも不規則か
- ☞ 放射線の出る方向は規則的か、それとも不規則か



<生徒の感想>

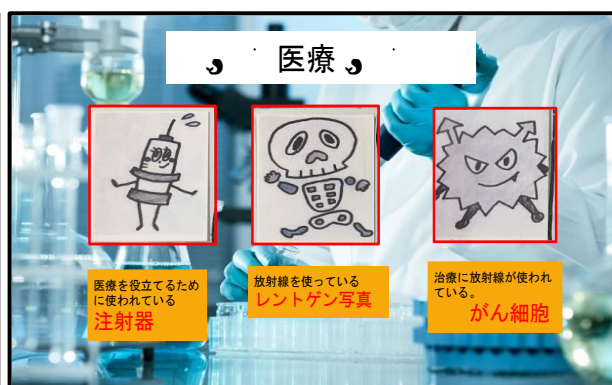
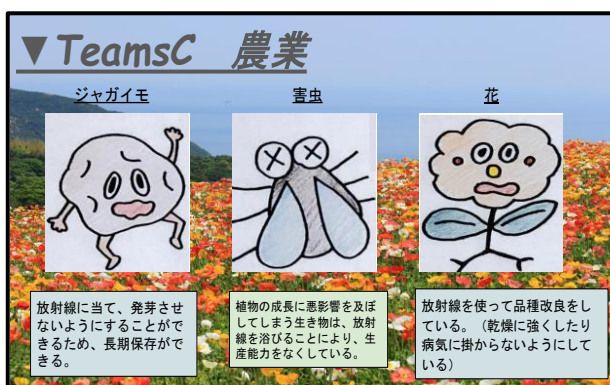
- 初めは放射線についてはあまり何も知らなくて、出る物すら知らなかった。けど、今の実験や学習で放射線について深く知れてとても興味を持つことが出来た。これからもこのことを生かして生活していきたい。
- 身の回りにある放射線の中で、食べ物からも放射線がでていることを初めて知り、とてもおどろいた。飛行機雲のでき方を学ぶことができた。放射線の飛んだあとをみるのがとてもおもしろかった。放射線は規則的に飛んでいると思ったが、1分間に飛んだ放射線は7～33と数が様々だったので、不規則なんだと考えた。

【第2時】(放射線利用に関する自作カード教材のなかまわけの観点を考える授業)

グループで話し合い、自作カード教材をなかまわけすることができた。「地球」を表すワイルドオカードの要素をもつカードにより、話し合い活動が活発に行われている様子がクラス全体で見られた。また、なかまわけの途中経過をクラス全体で発表した際も多く生徒が熱心に発表を聞いていた。発表後、お互いの発表内容について他のグループとの意見交流の場として、質疑応答を行ったところ、積極的に質問紙し、回答している様子が見られ、議論の深まりが見られた。



作成したプレゼンテーション資料を用いた発表会を行った。多くのグループで、作成側が想定したイラストの解釈ができており、放射線の利用という視点に気付くことができていた発表会となった。発表会終了後、お互いの発表内容について、質疑応答を行わせたところ、「害虫の駆除に使われる不妊虫放飼法について、詳しく教えてください」や「地球のカードをそのグループに分類したのはなぜか。」などの質問が出た。質問に対する回
おり、放射線利用に対する関心の高まりが見られ
ン資料の一部を示した。



事前・事後調査で、対象生徒全員に放射線に対する概念地図を描かせた。以下に、ある生徒が作成した概念地図を示した。この生徒の概念地図は、放射線の性質だけでなく、放射線利用の適用事例も描かれていることから、放射線利用に対する関心の高まりが見られたと考える。

事前調査の概念地図

```
graph TD
    宇宙 --- 放射能
    放射能 --- 放射線
    放射線 --- 食べ物
    食べ物 --- 放射性物質
    放射性物質 --- 放射線
    放射性物質 --- 食べ物
```

事後調査の概念地図

```
graph TD
    地球温暖化 --- 二酸化炭素
    地球温暖化 --- 放射線
    二酸化炭素 --- 地球温暖化
    二酸化炭素 --- 地球
    地球 --- 地球温暖化
    地球 --- 大地
    地球 --- 木
    地球 --- 根
    地球 --- ヒト
    地球 --- 単位
    大地 --- 地球
    大地 --- 木
    木 --- 地球
    木 --- 大地
    木 --- 根
    木 --- 空気
    木 --- 単位
    根 --- 木
    根 --- ヒト
    空気 --- 木
    空気 --- ヒト
    ヒト --- 根
    ヒト --- 空気
    ヒト --- 単位
    ヒト --- 自分
    単位 --- ヒト
    単位 --- 空気
    単位 --- シーベルト
    単位 --- 自分
    シーベルト --- 単位
    シーベルト --- 自分
    自分 --- 単位
    自分 --- シーベルト
    食べ物 --- 放射線
    食べ物 --- 放射性物質
    放射性物質 --- 食べ物
    放射性物質 --- 放射線
    金鉱物 --- 放射線
    金鉱物 --- 放射性物質
    自然放射線 --- 放射線
    自然放射線 --- 宇宙
    宇宙 --- 自然放射線
    宇宙 --- 太陽
    太陽 --- 自然放射線
    太陽 --- 宇宙
    放射線 --- 地球温暖化
    放射線 --- 二酸化炭素
    放射線 --- 食べ物
    放射線 --- 放射性物質
    放射線 --- 金鉱物
    放射線 --- 自然放射線
    放射線 --- 宇宙
    放射線 --- 太陽
    放射線 --- 空気
    放射線 --- 木
    放射線 --- 根
    放射線 --- ヒト
    放射線 --- 単位
    放射線 --- シーベルト
    放射線 --- 自分
```


5 成果と課題

義務教育課程が修了する中学3年間を見通して、放射線副読本等を参考にしたり、外部人材による出前授業を積極的に活用したりして、放射線利用をテーマにした放射線教育を中学1年生から進めていくことで中学2・3年生の学習に繋げていくことができたと思う。中学1年生では、放射線を直接的に扱う単元がないため、「物質のすがた」や「光の性質」の単元で取り扱うことで、学習したこととのつながりも意識させることができた。そして、外部人材による出前授業で、生徒に放射線に関する基礎的な知識を身に付けさせることができた。また、放射線利用に関する自作カード教材のなかまわけの観点を考えさせる活動を通して、放射線が日常生活や社会でどのように利用されているかを知らせることができたと思う。

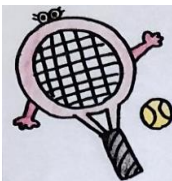
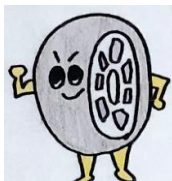
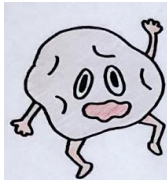
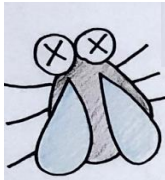
一方、多くのグループが「工業分野での利用」「産業分野での利用」「医療分野での利用」「農業分野での利用」という観点でなかまわけを行っていた。これは、インターネットで放射線利用について検索すると、上記のように紹介されていることが多いからであると考えられる。中学2年生の段階では、放射線にどのような性質があり、どのように利用されているかという点で、生徒が放射線について理解できることが望ましい。具体的には、以下の三つの性質を主な性質として取り上げる。

性質① 放射線には透過性がある。

性質② 放射線は物質の性質を変質させる。

性質③ 放射線は生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する。

そして、上記の性質①の利用例として、「工業製品の品質管理」「飛行機搭乗時の手荷物透視検査」「レントゲン」など、性質②の利用例として、「ラケットやタイヤの強度の強化」「ダイヤモンドの着色」「植物の品種改良」など、性質③の利用例として、「がん治療」「害虫駆除」「注射器の滅菌」「ジャガイモの発芽止め」などのように、自作教材カードを放射線の性質を基にした下記のような利用例になかまわけできることを目指したい（ワイルドカードの要素をもつ「地球」は除く）。ただし、上記の性質①から性質③のうち、複数の性質を利用しているものもあるため、生徒がカードのイラストをどのように解釈したのかも考慮する必要がある。

性質① 放射線には透過性がある。	性質② 放射線は物質の性質を変質させる。	性質③ 放射線は生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する。
 ①工場	 ⑥ラケット	 ③がん細胞
 ②飛行機	 ⑦タイヤ	 ④注射器
 ⑤レントゲン	 ⑧ダイヤモンド	 ⑩ジャガイモ
	 ⑨花	 ⑪害虫

6 最後に

放射線授業事例を進めるにあたり、中部原子力懇談会の佐合穰氏、東海学園大学准教授の山岡武邦氏に多くの御協力と御教示をいただいた。ここに感謝申し上げます。

7 【第2時】授業ワークシート（表）

1年（ ）組（ ）番氏名（ ）

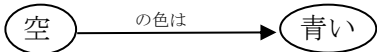
カード	私の予想	調べ学習で学んだこと	話し合ったこと
	【 A 】	【 A 】	【 A 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】
	【 】	【 】	【 】

【第2時】授業ワークシート（裏）

授業を終えて、『新たに生じた疑問』はありましたか？

【事前・事後調査】授業ワークシート（表）

「概念地図の作り方」

- 1 意味を理解するために必要な用語を選びます。
 - (1) あらかじめ 10 個の用語を挙げています。その全てを使う必要はありません。また、付け加えたい用語や具体例があれば付け加えても構いません。
 - (2) 視覚的に分かりやすくするため、用語には○をつけます。
 - (3) 関係のある用語の仲間分けを行い、重要な用語を選びます。
例；「空，青，昼，夕焼け，朝焼け・・・」など
- 2 用語の関連性が強いものを矢印で結びます。その矢印をたどれば、関連性の説明ができるようにします。
 - (1) 選んだ用語と最も関連性がある用語とを矢印で結びます。
 - (2) 矢印の近くに、関連性についての説明を書き加えます。
例；
- 3 概念地図ができあがったら、次のチェックリストを行います。
 - ☐ 全ての用語の関係を正しく表しているか。
 - ☐ 関係のない用語はないだろうか。
 - ☐ 矢印をたどれば、関連性の説明ができるか。

概念地図の作り方

【事前・事後調査】授業ワークシート（裏）

以下に 10 個の用語を挙げてありますので『放射線』という単語を中心に概念地図を作ってください。上手く概念地図に書けない単語があれば除いてもいいし、付け加えたいものがあれば付け加えても構いません。

【単語】

放射能・放射性物質・宇宙・大地・空気・食べ物・半減期・シーベルト・自然放射線・人工放射線

放 射 線

【参考文献】

文部科学省教育課程課『放射線教育の実施状況調査の結果について』（令和 2 年 3 月）

文部科学省『中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説理科編』学校図書(2018)

文部科学省『中学生・高校生のための放射線副読本～放射線について考えよう～』（令和 3 年 10 月改訂版）

奈良大・山岡武邦『中学校理科における放射線利用を学ぶための授業デザインの提案』日本エネルギー環境教育学会第 15 回全国大会論文集. pp. 28-33 (2021)

奈良大『クルックス管と放射線』公益財団法人日本科学技術振興財団放射線授業事例コンテスト(2021)