

# ここまでできる放射線教育

## ～中学2年生理科「電流とその利用」における授業実践～

札幌市立あやめ野中学校 森山 正樹

### 1. はじめに

「中学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説 総則編」(文部科学省, 2018)では, 現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を育成することの例として, 「放射線の科学的な理解や科学的に探究する態度」を中学校理科において育成することを示している。そして, 「中学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説 理科編」(文部科学省, 2018)では, 単元「電流とその利用」(7)電流④静電気と電流における内容の取扱いとして, 「電流が電子の流れに関係していることを扱うこと。また, 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。」と示している。前回の学習指導要領では, 中学3年生の理科「エネルギー資源とその利用」において放射線について触れてきたが, 今回からは中学2年生の理科において放射線についての学習を行えることになった。教科書の扱いでは, 生徒が実験をして放射線に関する事象を行うようにはなっていない。これでは放射線という目に見えない現象を, 教科書の文字や写真を見て終わることになってしまい, しっかりと理解しないで終わってしまうおそれがある。放射線に関する現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を育成するためにも, 生徒が放射線について理解し, 性質などを生徒が自ら探ることができる実験を行う必要がある。そこで, 公益財団法人日本科学技術振興財団が貸し出しを行っている実験機材を借りて生徒実験を行ったり, 教師が必要な演示実験を行ったりすることで, 中学2年生理科「電流とその利用」における放射線教育をここまで充実させることができるという授業実践を行った。さらに, 単元の発展として, 原子力発電によって生じる高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する学習をおこなったので, ここに報告する。

### 2. 単元「電流とその利用」の指導計画

(啓林館 未来へひろがるサイエンス 2)

- 第2章 電流の正体・・・10時間
  - ・放射線について・・・7時間
- 第1章 電流の性質・・・14時間
- 第3章 電流の利用・・・4時間
- 発展 電気をつくって出るゴミ・・・3時間  
(高レベル放射性廃棄物の地層処分)
- まとめ 単元全体の振り返り・・・1時間

<合計 32時間>

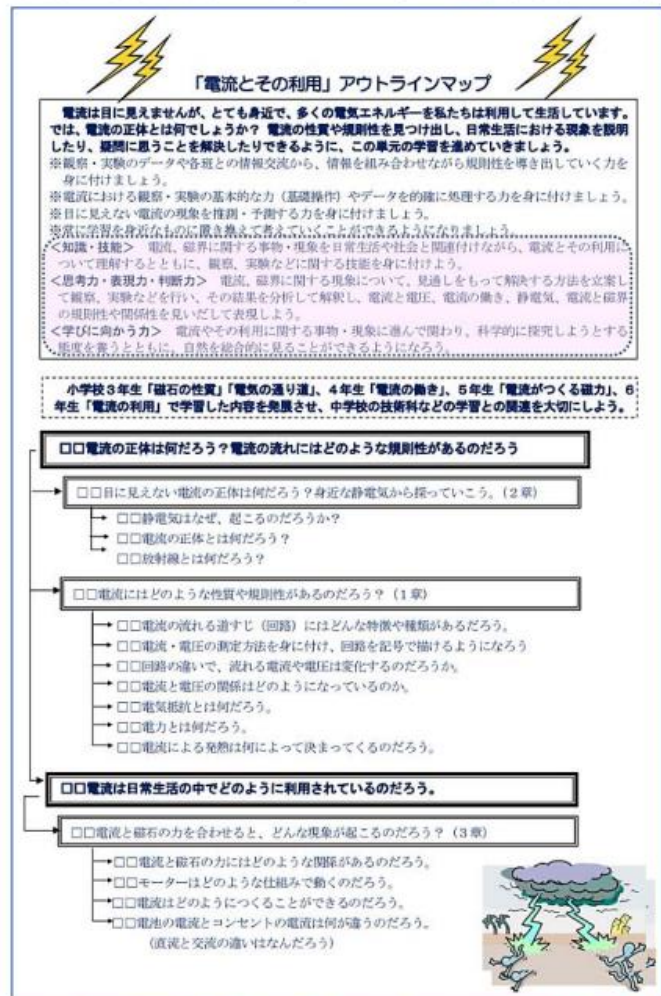


図1 単元の最初に配布したアウトラインマップ



### 3. 放射線に関する評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
放射線に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けながら、放射線の種類や性質などを理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	放射線に関する現象について、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、放射線の性質を捉えるとともに、放射線から身を守る方法などを見いだして表現しているなど、科学的に探究している。	放射線に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、日常生活と放射線に関する事象を結び付けて、科学的に探究しようとしている。

### 4. 授業実践の紹介

放射線に関する授業の実践について、生徒がワークシートに記載した内容や、本校のホームページで発信した授業の様子（写真）をもとに紹介する。

#### ①学習課題<電流の正体は、どんなものだろう>・・・誘導コイルを用いた演示実験

電流の正体を探るため、誘導コイルを用いて、空中放電の様子を演示した。その後、真空放電の様子を演示し、蛍光管の仕組みについて説明した。電流の正体を探ろうとする知的好奇心を引き出した。

2023/1/17 2年1組理科

第1理科室に、電流の正体を探る実験を見ました。誘導コイルを用いて、高い電圧を加えると、空気中にも電流が流れます。また、中の気圧を低くした放電管の様子も観察しました。

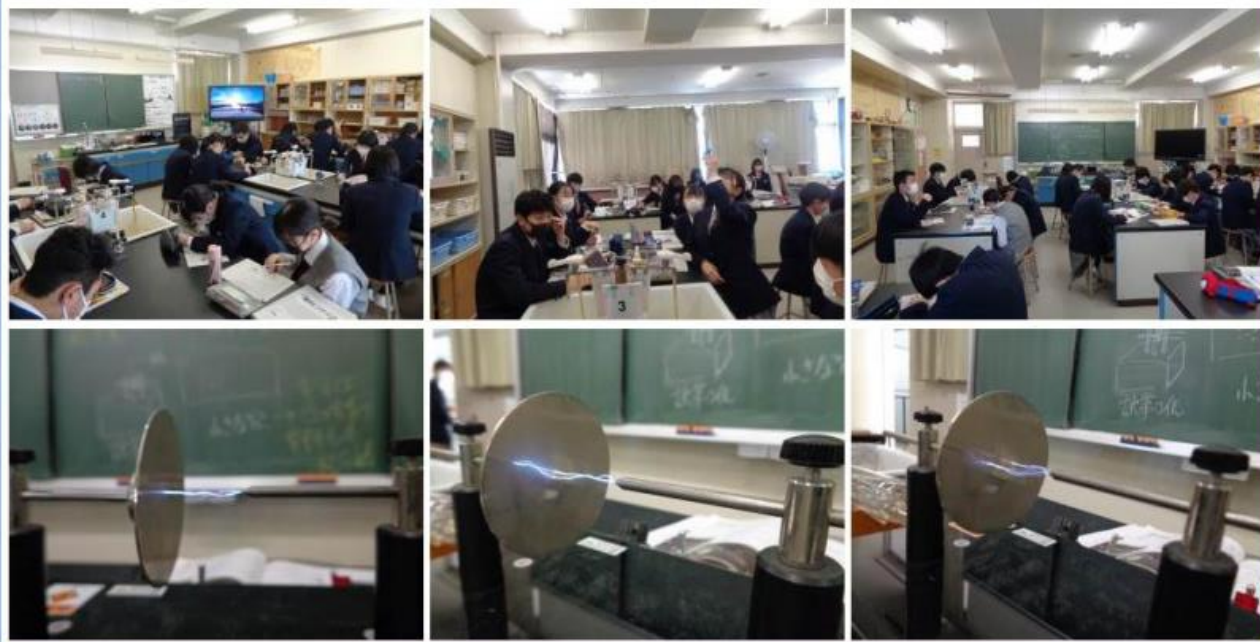


図2 ①の授業の様子(本校のホームページより)

○課題解決: 電子の流れのことを電流という。電子は $e$ の電気の質量をもった粒子である。
・新たに生じた疑問: 電気は紙を通していたが、他にどんな紙を通るのだろうか。人間は通れないのだろうか。黒色紙紙を紙系紙に代えてみる。
・感動したこと: 約1Vの電圧を実際に見ることで生きていくと思った。距離は1cm。空気中に流れることができないのかと改めて感じた。
★生活との関連: 蛍光管はたい真空管に高電圧に電気を通していた。竹は静電気をためるが、普通の竹はたいては電気を帯びない。

図3 ①の授業での、生徒の振り返りの記述



②学習課題<流れる電子にはどんな特徴があるのか>・・・クルックス管を用いた演示実験

いろいろなクルックス管を誘導コイルにつなぎ、陰極線（電子線）について演示した。電極や陰極線について説明しながら、その性質などを確認した。



図4 ②の授業の様子(本校のホームページより)

【振り返り】

世一極から電子が飛んでいる  
電子は⊖の電気を帯びて

電気の帯びた電極を近づけると、電子は電極の方へ飛んでいく。これは電気の引き寄せの力による。

○課題解決: 陰極線は直進し、一極から電子が飛んでいる。電子は⊖の電気を帯びている。

・新たに生じた疑問: 陰極線の他に放射線というものが存在する。放射線はどのような性質を持っているのだろうか。体を透過する能力はどれくらいあるのだろうか。

・感動したこと: この前の実験のときに紙に穴を開けていたのは、光や音と同じように透過するからと分かった。穴を開けて放射線が通るのかと疑問を抱いていた。結果、放射線は紙を透過する。これは電気の引き寄せの力によるのではなく、放射線の性質による。

★生活との関連: 昨日聞いた話によると、空気中では通りやすいと聞いていたが、実際には空気中では通りにくい。これは放射線の性質による。放射線は空気中の分子と衝突してエネルギーを失うから。放射線は真空中では通りやすい。これは放射線の性質による。放射線は真空中では通りやすい。これは放射線の性質による。

図5 ②の授業での、生徒の振り返りの記述

③学習課題<放射線の存在をどのように調べることができるのだろうか>・・・霧箱を用いた生徒実験

一人一台の霧箱を用いて、放射線の飛跡を観察した。一人一台のタブレットで撮影をする生徒もいた。



図6 2年1組の③の授業の様子(本校のホームページより)



2023/01/20 2年2組理科

放射線の飛跡を見ることができる霧箱の観察を行いました。タブレットを用いて、撮影をしています。α線が飛んだ跡を全員が確認することができました。



図7 2年2組の③の授業の様子(本校のホームページより)

【振り返り】

○課題解決: セト石を細かくしたものにエタノールをひたして、それをドライアイスで冷やると、線について見える。
・新たに生じた疑問: 放射線を出す物質とは具体的にどのようなものがあろうか。ふんばり実験に出てきた線(7177線)はどの物質から出ているのか。
・感動したこと: 放射線というものを実験で見たのがとても良かった。生き物のようでおもしろいと飛んだ。あーいいー!!
★生活との関連: 授業を通じ、電気の大切さを知り、今日の電化製品や放射線による医学の進歩を学ぶ事が出来たと思う。今までの下とこの関係によって、今電気を普通に使い、やんわりと放射線を浴びたのと同じように、あつて夢がはなれらるから、こゝで進歩を止めないでほしい。これからも疑問が解決して、これからの発展をしようと思う。もっと知識を蓄えたい。理科の授業に参加したいと思った。

図8 ③の授業での、生徒の振り返りの記述

④学習課題<放射線は身のまわりにどのくらいあるのか>・・・簡易放射線測定器を用いた生徒実験  
一人一台、簡易放射線測定器を用いて、使い方を確認してから校舎内の自然放射線量率を探った。

2023/01/23 2年1組理科

校舎内の自然放射線について調べているところです。実験にあたって お借りした「はかるくん」というガンマ線を調べる測定器を用いて、校舎内で探究しています。さて、どんなことがわかったでしょうか!!



図9 2年1組の④の授業の様子(本校のホームページより)



2023/01/23 2年2組理科②

いろいろな場所で調べ、タブレットで写真を撮って記録を残しています。その後、学級のクラスルームのストリームに投稿し、学級全体で確認しました。



図10 2年2組の④の授業の様子(本校のホームページより)

<p>○課題解決: いろいろなところから0.060前後の数値が出ている。体には害がなければいい量がある。</p> <p>・疑問: <math>Mg^{2+}/Mg</math> はどのくらい入ったのか。人間に有害な量が出ているというが、数値が出るというのは具体的にどれくらいまで起きているのか。2011年の大震災の原子炉廃炉所の汚染は「<math>^{60}Co</math>」が起きている。陽子が高いと陽子の数が多くなる。</p> <p>・感動: 実際放射線を調べてみて、誤差があることが分かった。1時間くらい待つことでもわかるのがいいと思った。</p> <p>★生活との関連: 電線に近づいているから、外側にわたる水の電気の漏れの原因に気が出た。水に水酸化ナトリウムを溶かして、水素と酸素に分解する。この反応で、<math>NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-</math> になると分かった。NaとOHはつながって <math>H_2O</math> と <math>Na^+</math> と <math>OH^-</math> になる。</p>
---

図11 ④の授業での、生徒の振り返りの記述

⑤学習課題<放射線はどのようなものから出て、体を守るにはどうすればよいか>・・・生徒実験  
簡易放射線測定器と特性実験セットを用いて、班ごとに遮蔽の実験を行った。

2023/01/25 2年1組理科

放射線を出す物質を調べ、その放射線をどのように遮蔽することができるかを調べました。タブレットで撮影し、データを処理しています。



図12 2年1組の⑤の授業の様子(本校のホームページより)











⑧学習課題<発電によってどのような環境問題やゴミが発生するのか>・・・\*NUMO「地層処分って？」の映像やリーフレット「高レベル放射性廃棄物について考えよう」を活用 \*原子力発電環境整備機構

単元「電流とその利用」の内容を終えて、発展として、発電によって生じる問題について扱った。授業の事前に、主要な発電方法における環境問題や生じるゴミについて、Google フォームで生徒に回答してもらい、授業ではその結果を見ながら確認をした。特に原子力発電によって生じる高レベル放射性廃棄物について生徒は詳しくわからないため、NUMO の映像教材や資料を活用した。学習後に生じた疑問については、Google フォームで集約してから NUMO の方にまとめて質問した。

2023/03/17 2年2組理科の様子



図 19 ⑧の授業の様子(本校のホームページより)

【振り返り】	
○課題解決:	さまざまな発電による、ゴミがでたり、環境破壊が起きている。
・疑問:	なぜ発電は、その放熱を廃止することができないのか、廃止して何だろうか？ 特定の放熱だけを廃止することはできるのか、どのような方法で廃止しているのだろうか。熱の伝わりやすさや伝わり難さがあるけれど、それが関係しているのか。
・感動:	カーボン化件にした後に熱が伝わりやすさは20年以上を要するといふことが、すごく驚いた。そんな時に、これは人間がコントロールしていると同時に物質、その不燃性などは改めて感じた。化学の世界は無限大!!!
★生活との関連:	再生可能エネルギーは火力発電+原子力発電より重要環境に於て、その役割を担っているけれど、発電する過程で放熱を廃止すると環境におよぼす影響が、私たちの設備を破るために環境を悪化させているから、再生可能エネルギーによって環境に優しいこととされていると命じた。つまり、発電する時に、環境に優しいことができないという課題は、かなり難しいと命じた。

図 20 ⑧の授業での、生徒の振り返りの記述







## 5. 放射線についての捉えの変容や授業を受けての感想（事後アンケートから、いくつかを示す）

- ・学習前の自分は放射線は戦争に関わっているため、悪いものだとばかり思っていたが、学習後、例えば病院ではレントゲンで放射線が使われ、そのおかげで原因を見つけたりすることができるため、悪いことばかりではないと改めて考えさせられた。
- ・学習前は自分とは全く関わりのないものだと思っていたし、危ないものだと思っていたけれど、学習後には量と浴びる時間によって違い、ニホニウムを生み出すための大事なものだったことに気づき、大切さを学んだ。
- ・学習前はただ危険なものというイメージであったが、学習後は放射線が直接私達に害を与える可能性は低く、また放射線による恩恵もあると知った。
- ・学習前は放射線についてただ漠然とした「怖い」というイメージしかなかったけれど、学習後には放射線はただ怖いだけでなく生活の中で使われていて身近だけど、気をつけて扱わなければいけないものと言う考えになった。
- ・放射線を実際に見る実験はすごく感動した。NUMOの方々に来てくれたり、森山先生はすごい人なんだと思いました。
- ・たくさんの実験、普通ではすることのない放射線測定などを通して、教科書通りにのみ勉強してはつかない力がたくさんつきました。
- ・3月20日にしたNIMBY問題について考える授業がとても印象に残っている。理科の授業なのに、なんだか人間の本质について知ることができたような気がしたから。

## 6. 成果と課題

本実践のように、目に見えない放射線について生徒自らがしっかりと実験をしながら探究していくことは、改めて大切だと感じた。子どもたちの振り返りの記述からも、本実践を通して数多くのことを学び、考える視点を大きく広げたことが伺えた。さまざまな情報が飛び交う現代社会において、科学的に自然事象を捉え、根拠をもって自分の考えを表現していく資質・能力を育成することが求められている。日本科学技術振興財団から本実践で用いた実験道具を借用してこのような実践をすることができるため、ぜひ日本中の理科教諭には実践していただきたい。機材を借りて実験をすることは確かに大変であるし、年間の限られた授業時数を放射線教育に捻出するのは、教育課程の編成においても検討が必要であるが、教師によるほんの少しの創意工夫によって成し遂げられるのではないかと考えている。

### 【引用・参考文献】

- ・秋吉優史(2019)。「クルックス管プロジェクトの進捗状況のまとめ」
- ・あやめ野中学校ホームページ あやめ野の様子. <https://www.ayameno-j.sapporo-c.ed.jp/>(参照 2023-03-20).
- ・原子力発電環境整備機構(2021)。「高レベル放射性廃棄物について考えよう」.  
[https://www.numo.or.jp/eess/materials/pdf/numo\\_chugaku\\_2021.3.pdf](https://www.numo.or.jp/eess/materials/pdf/numo_chugaku_2021.3.pdf)(参照 2023-03-20).
- ・啓林館(2021)。「未来へひろがるサイエンス2」
- ・文部科学省(2018)。「放射線副読本(平成30年改訂)」
- ・文部科学省(2018)。「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」. 学校図書.
- ・文部科学省(2018)。「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編」. 東山書房.
- ・文部科学省 国立教育政策研究所 教育課程研究センター(2020).『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 中学校 理科』
- ・森山正樹ら(2016)。「中学校理科「エネルギー資源とその利用」の学習におけるエネルギー環境教育の工夫 — 放射線の利用から、高レベル放射性廃棄物の地層処分を題材にした学習を通して —」. エネルギー環境教育研究 第10巻第2号 pp55-62.
- ・森山正樹(2022)。「誰でもできる! 『Rの正体』を活用した中学校理科2学年での放射線教育」  
[https://www.radi-edu.jp/radi/wp-content/uploads/2021/06/case2021\\_13\\_jirei\\_MMoriyama.pdf](https://www.radi-edu.jp/radi/wp-content/uploads/2021/06/case2021_13_jirei_MMoriyama.pdf) (参照 2023-03-20).
- ・Teacher's Net 中学校教材紹介 Rの正体 ～放射線の性質と利用～  
<https://www.teachers-net.com/education/r> (参照 2023-03-20).
- ・地層処分って? 原子力発電から出たゴミの処分について.  
[https://www.numo.or.jp/chisoushobun/what\\_movie.html](https://www.numo.or.jp/chisoushobun/what_movie.html) (参照 2023-03-20).