

放射線授業事例

名古屋市立長良中学校 教諭 奈良 大

1 基本的な考え方

令和3年度より中学校においても新学習指導要領が全面実施される。理科においては、「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」となった。つまり、真空放電とX線をリンクさせて初めて指導することとなった。しかし、X線などの放射線は目に見えないため、実感を伴った理解が難しい現状にある。そこで、生徒がX線と聞いたときに最も連想するであろうレントゲン写真と関連付け、クルックス管から出たX線を利用してあらかじめ感光させたデンタルフィルムを見せることで、クルックス管から出ている電子線がガラスに当たってX線が発生していることを理解させたいと考えた。そして、生徒がクルックス管から出ている電子線と放射線を関連付けすることができたかどうかを、コンセプトマップに書かれた関係付け（線で結ぶこと）、意味付け（文で説明すること）から判断することにした。さらに、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も知らせることにした。また、本校にあるクルックス管や誘導コイルなどでデンタルフィルムを作成する条件も整備することにした。条件検討および資材の調達にあたり、コミユタン福島の教育ディレクターである佐々木清氏、長崎大学教育学部附属中学校の前田勝弘氏に御示唆をいただいた。

その結果、レントゲン写真のようにあらかじめ感光させたデンタルフィルムを見せることで、生徒はクルックス管から出ている電子線と放射線（X線）を関係付けることができ、さらにその意味付け（文で説明すること）ができていた生徒が多く見られたことから、クルックス管から出ている電子線がガラスに当たってX線が発生していることを理解することができた。また、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も知ることができた。

なお、私は放射線教育を中学3年間で計画している。初年度の令和元年度は、中部原子力懇談会に協力いただき、出前授業として放射線の飛跡を霧箱で観察することで、放射線の種類や性質の理解を図ることを目指した。次年度の令和3年度は、これからの未来のエネルギーミックスを考える観点から、放射線と原子力発電を関連させた授業を計画している。

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。

2 対象生徒 名古屋市立長良中学校 2年生 158名

3 本時の指導

(1) 目標

クルックス管から放射線（X線）が出ていることを理解することができる。また、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

デンタルフィルム（あらかじめクリップや小さな鍵を写しておいたもの）
クルックス管、誘導コイル、デンタルフィルム用現像液、プッシャー
教育用放射線測定器（KIND-mini；日本科学技術振興財団「らでい」より貸出）

(3) 指導過程

時間配分	学習活動	指導上の留意点
5分	<p>1 導入</p> <p>① レントゲン写真を見る。 →筋肉などは写らないのに、骨の部分が写るのか疑問にもつ。</p> <p>② X線の名前を確認し、X線について興味をもつ。</p>	<p>○ プロジェクタでスクリーンに拡大して映し出す。</p> <p>○ レントゲン写真はX線を当てて写していることを説明する。</p>
<p>【学習課題】 X線はどのようにして発見されたのだろうか。</p>		
35分	<p>2 展開</p> <p>① 教科書の内容を読み、ワークシートの穴埋めを行う。</p> <p>② ワークシートの穴埋めの答え合わせを行い、クルックス管からX線が出ていることを理解する。 →放射線の種類、放射線の性質などを理解する。</p> <p>③ レントゲンのX線の発見の歴史に合わせ、クルックス管にクリップや鍵を置いたデンタルフィルムをテープで貼り付け、放電の様子を観察する。また、現像したデンタルフィルムを見て、スケッチをする。</p> <p>④ 放射線が日常生活や社会で利用されている例として、ジャガイモの発芽を止めること、空港での手荷物検査、タイヤの強度を上げることを知る。</p>	<p>○ 交代しながら声に出して読む。</p> <p>○ ワークシートを配布し、穴埋め形式で必要事項を記入させる。</p> <p>○ 誘導コイルでクルックス管に印加し、電子線(陰極線)が出ていることを確認させる。その後、教育用放射線測定器(KIND-mini)の音機能を使い、X線の存在に気付かせる。放電中は距離を十分にとっていれば、人体への影響は無視できるほど小さいことを伝える。</p> <p>○ 放電する時間は数十秒にとどめ、実際にはあらかじめ教師が作成しておいたデンタルフィルムを見せ、見えているものは何であるかを考えさせながら、スケッチさせる。</p> <p>○ さらに強力なX線投影装置で作成したデンタルフィルムも見せ、さらに興味・関心を高める。</p> <p>○ プロジェクタでスクリーンに映し出しながら、放射線が日常生活や社会で利用されている例として、ジャガイモの発芽を止めること、空港での手荷物検査、タイヤの強度を上げることについて説明する。</p>
5分	<p>3 終末</p> <p>本時の授業について、電子線と放射線の関係付け(線で結ぶこと)、意味付け(文で説明すること)をコンセプトマップに表出する。</p>	<p>○ コンセプトマップに電子線と放射線に関連付け(関係付けと意味付け)させる。</p>

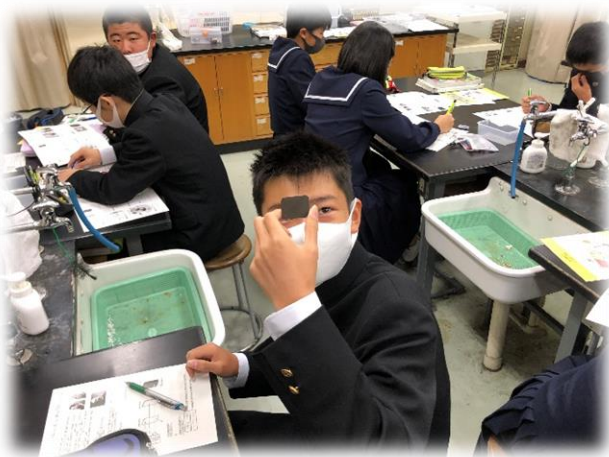
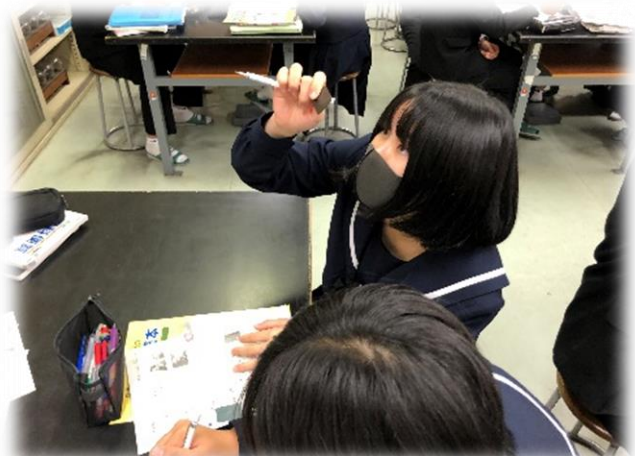
4 実際の授業の様子

導入で、教科書にも掲載されている有名な夫人のレントゲン写真をプロジェクタでスクリーンに拡大して映し出した。生徒は、口々に「レントゲン写真だ」と声を出して答えていた。これがレントゲンの夫人の左手であると考えられているということを説明し、筋肉は写らないのに、骨の部分が写るのはなぜかに疑問をもたせた。次に、どうやってこの写真が撮られたのかを問うと、生徒は「レントゲンを撮った」と答えた。レントゲンを撮るためには何を使うかと問うと、生徒は答えられなかった。そこで、X線を当てて撮っていることを説明し、本時の学習課題を「X線はどのようにして発見されたのだろうか」とした。

次に、教科書の移行教材を開き、交代しながら声に出して読んだ。ワークシートを配布し、穴埋め形式で必要事項を記入させた。

その後、誘導コイルを用いてクルックス管に高電圧を印加し、電子線（陰極線）が出ていることを確認させた。その際、教育用放射線測定器（KIND-mini）の音機能を使い、X線の存在に気付かせ、クルックス管からX線が出ていることを理解させた。放電中は距離を十分にとっていれば、人体への影響は無視できるほど少ないことも説明した。クルックス管の周りを、測定器を近付けながら一周し、X線のたくさん出ているところとそうでないところを確認させた。

レントゲンのX線の発見の歴史に合わせ、クリップや鍵をあらかじめ貼り付けておいたデンタルフィルムをクルックス管に固定し、放電する様子を観察させた。放電する時間は数十秒にとどめ、あらかじめ教師が作成しておいたデンタルフィルムを見せ、見えているものは何であるかを考えさせながら、スケッチさせた。



5 デンタルフィルムを事前に作成する条件検討とその実際

今回使用したデンタルフィルムは歯科用で、ケニス株式会社などの教材会社で購入可能なものである。以下を参照のこと。[\(https://www.monotaro.com/g/02945541/\)](https://www.monotaro.com/g/02945541/)

右図のように、誘導コイルとクルックス管をつなぎ、誘導コイルを用いてクルックス管に高電圧を印加して、5分間放電した。放電の際の誘導コイルの出力を最大にした。また、放電中は教育用放射線測定器（KIND-mini）にて放射線量を測定し、放射線量の大きいところを探した。十字板を倒したまま、直進方向（クルックス管の先）に置いたほうが最も放射線量が大きかったが、右下図のように、一度の放電で同時に複数のデンタルフィルムを作成することを考慮して、デンタルフィルムはクルックス管中央上部に貼り付けることにした。放電中は、無人（誰も入ってこないようにして）で実験した。生徒への被ばく低減も大事であるが、教員の被ばく低減も重要なことであると考えた。

実際に作成し、授業で作ったものが右の図である。小さな鍵、クリップは非常にきれいに写っていることが分かる。ただし、当初予定していた、真空パックされた手羽先、煮干しでは、デンタルフィルムに骨が明瞭に写らなかった。おそらく手羽先や煮干しの骨が細いため、コントラストがつきにくかったのが理由ではないかと考えられる。また、クルックス管から出るX線がコリメートされていないため、細いものが写らなかったのではないかと考えられる。ある程度の幅のあるもので、コントラストのつきやすいものである必要がある。太い骨の魚などを用いることを考えたい。鍵やクリップのように、金属できていて、X線を透過させず、感光しているところとのコントラストが明瞭となることが分かった。



6 今後の課題

2017年6月に出された中学校学習指導要領解説理科編には、次のように記述されている。

雷も静電気の放電現象の一種であることを取り上げ、高電圧発生装置（誘導コイルなど）の放電やクルックス管などの真空放電の観察から電子の存在を理解させ、電子の流れが電流に関係していることを理解させる。

その際、真空放電と関連させてX線にも触れるとともに、X線と同じように透過性などの性質をもつ放射線が存在し、医療や製造業などで利用されていることにも触れる。

これを踏まえ、X線の発見の歴史に沿った授業展開がX線や放射線について理解させるのに有効であると考えた。しかし、X線照射装置など高価な器具が公立中学校に置かれている場合は皆無に等しく、今後も今回のようなクルックス管とデンタルフィルムを用いた電子線とX線のリンクで授業展開をしていくのがよいと考える。さらに、放射線が日常生活や社会で利用されている例も今回取り上げ

た3つ(ジャガイモの発芽止め、空港の手荷物検査、タイヤの強度アップ)がよいと考える。さらに、放射線を照射した形状記憶プラスチック(ポリカプロラクトン)の実験も効果的であると考え。

今後の課題として、次のことを考えている。

- ・ 個体差や経年変化があるクルックス管に合わせた放電時間等の条件検討をさらに整備すること。
- ・ フィルム作成の際、教員の被ばく低減を引き続き、実施すること。
- ・ 鍵やクリップだけでなく、どのようなものでデンタルフィルムにレントゲンのように写し出すことができるか、いろいろと試してみる。
- ・ 令和3年度から中学校でも評価の観点が4観点から3観点になるため、放射線の性質や利用について、どのように評価を行うか検討していくこと。

<知識・技能>★重点評価項目

放射線の性質や利用について理解している。

霧箱を用いて放射線のようすを観察する技能を身に付けている。

(評価方法) 行動観察、ワークシート、レポート、ペーパーテスト

<思考・判断・表現>

放射線について問題を見だし、課題を設定して放射線の性質、放射線の利用例を見だして表現している。

(評価方法) ワークシート、レポート、発表、ペーパーテスト

<主体的に学習に取り組む態度>

放射線の性質と利用に関する事物・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、科学的に探究しようとしている。

(評価方法) 行動観察、ワークシート、レポート

★が付いている知識・技能に関する内容が重点評価項目であるとある教科書会社では設定されている。私は、霧箱を用いて放射線の様子を観察する技能については昨年度中学1年生で指導をしてきた。さらに、放射線の性質や利用について理解しているという知識については今回中学2年生で評価する。その際、私が取り組んでいるコンセプトマップの関係付け、意味付けができていのかどうかも評価の一つに入れている。そして、思考・判断・表現に関する内容では、「放射線について問題を見だし、課題を設定して」とあるが、中学2年生が放射線について初めて学習する学年であるため、問題を見出すことは非常に難しいと考える。ましてや課題を設定することはなおのことである。そこで、私が考えるように、中学3年間の3年計画の下で放射線についての学習を進めていきたい。義務教育最終学年の3年生において、放射線の今日的課題の一つとして取り上げられることが多い、エネルギーミックス問題について考えられるようにしていきたい。主体的に学習に取り組む態度についての評価が最も難しいが、私はコンセプトマップの関係付け、意味付けを一つの参考としている。コンセプトマップはメタ認知ツールとして活用されることも多く、自分を俯瞰した視点から見つめ直すことができる。コンセプトマップに放射線の利用例についても関係付け、意味付けをしている生徒も見られた。このような生徒は放射線に対するコミットメントの高まりが見られたと判断でき、自ら進んで関わろうとしている様子をうかがうことができる。以上のように、3観点での評価としていきたい。

7 最後に

放射線授業事例を進めるにあたり、コミュニティ福島の教育ディレクターである佐々木清氏、長崎大学教育学部附属中学校の前田勝弘氏に多くの御教示・御示唆をいただいた。ここに感謝申し上げます。

授業ワークシート（裏）

…人工的につくられる放射線

…自然界に存在する放射線

※わたしたちは年間
を受けている。

程度の自然放射線



(出典)

環境省ホームページより

放射線の利用

参考文献からの引用として、
ジャガイモの発芽止め、空港の手荷物検査、タイヤの強度アップの読み物資料を掲載した。

(参考文献) 児玉一八『身近にあふれる「放射線」が3時間でわかる本』明日香出版社(2020)