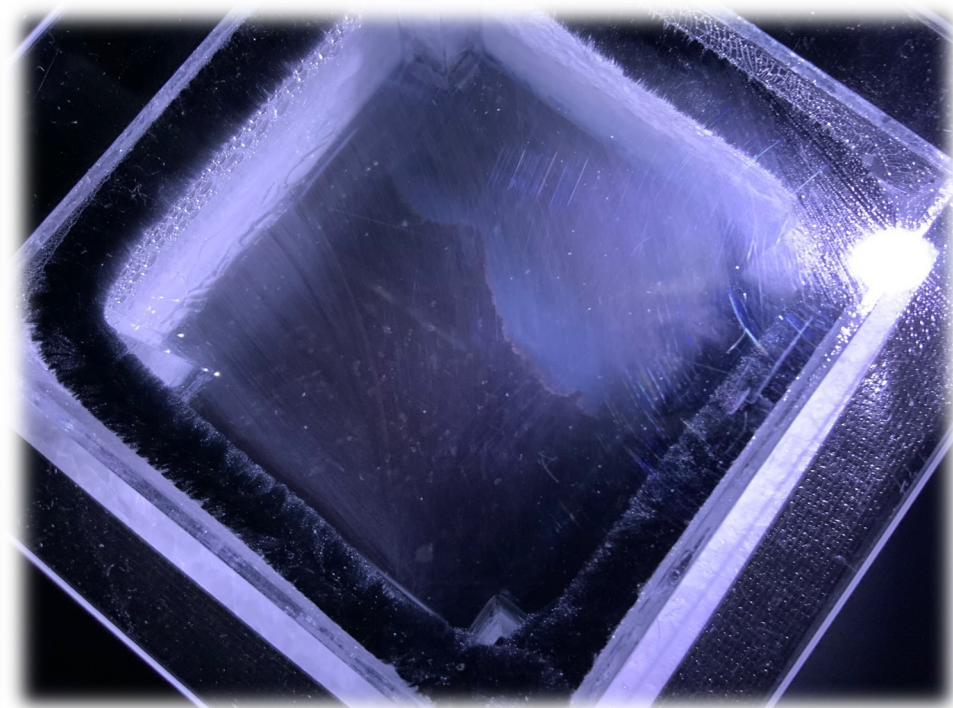


2022年度エネルギー環境教育「NUMO全国研修会」



中学2年生における放射線教育の授業事例

愛知教育大学附属名古屋中学校
教諭 奈良 大

令和5年3月5日（日）



MENU

CHAPTER 1

勤務校紹介

CHAPTER 2

背景

CHAPTER 3

授業実践紹介

CHAPTER 4

今後の展望

勤務校紹介

愛知教育大学附属名古屋中学校



「自主自立と共生」

- ・自ら問題を見つめ、粘り強く追究する生徒
- ・自分の判断を大切にし、責任ある行動をする生徒
- ・友と手を携えて問題の解決に当たり、自他共にいかすことのできる生徒

勤務校紹介

本校理科部における教科理論

○研究主題

「生徒が科学的な知識体系への
コミットメントを形成する理科授業」

○目指す生徒像

「科学知識をひとまとまりの有意義な
知識の体系として捉え、コミットメント
を形成することができる生徒」

○手立て

- ①「中核となる知識」を柱とした単元構成
- ②科学の文脈における学びづくり

今年度より新しい研究主題で研究に
取り組んでいます。詳しくは本校HP
をご覧ください。

国立大学法人 愛知教育大学附属名古屋中学校

第65回 教育研究発表会

研究主題

「深い学びをデザインする授業づくり
～主体性を発揮させることを通して～」
(1年次)

本研究のキーワード

深い学び 主体性の発揮 学びの文脈 個別最適な学び 協働的な学び



大満

第65回 教育研究発表会御案内

暑さ厳しき折、皆様におかれましては、ますます御清祥のこととお慶び申し上げます。日頃より、本校の教育研究活動に格別の御理解、御支援を賜り、誠にありがとうございます。本校の第65回教育研究発表会は、コロナの収束を期待しつつ、対面とオンラインのハイブリッド形式で行うことを予定しております。

今年度の研究テーマは「深い学びをデザインする授業づくり～主体性を発揮させることを通して～」の1年次です。この研究主題設定は、深い学びを達成するためには、主体性の発揮が必要だとの認識から、生徒が自ら課題や問題の解決方法を考え出したり、追究したりする場面を設定していく研究と位置づけました。3年間の研究計画の1年次である今回は、理論の構築とその提案を行います。生徒が主体性を発揮しながら文脈の中で学ぶ過程において、知識の構造化をするための対話や学習した知識の意味付け、価値付けをする活動を通して精緻化されていく学びを深い学びと考え、この学びをデザインする授業づくりが提案できる研究を進めております。

研究発表会の公開授業と研究協議会に多くの方々のお参加を賜り、御意見、御指導を頂きますよう、お願い申し上げます。

令和4年
9月22日(木)

内容

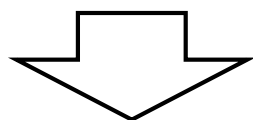
「教科教育研究」授業公開・研究協議会・情報交換会
「帰国生徒教育研究」授業公開・研究協議会
「学校保健」保健室公開・学校保健教育研究協議会

後援/愛知県教育委員会 名古屋市教育委員会 愛知県小中学校長会 名古屋市立小中学校長会

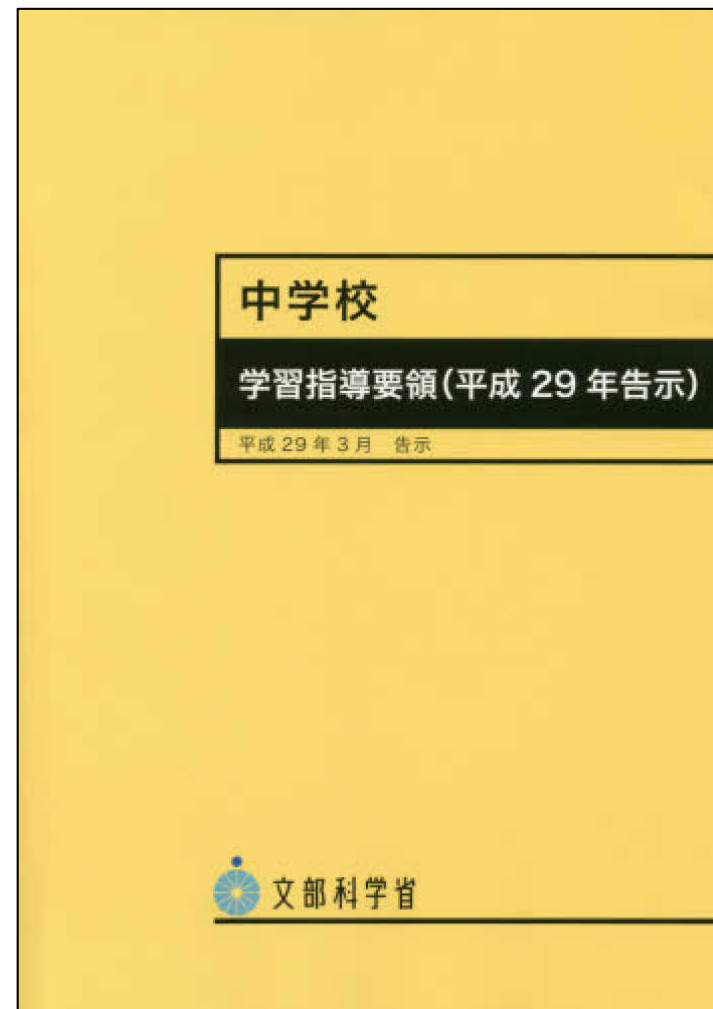
背景

中学校学習指導要領（平成29年告示）

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

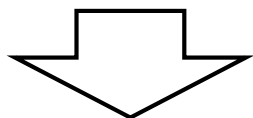


背景

旧

中学3年生 科学技術と人間

「放射線の性質と利用にも触れること」



新

中学2年生 電流とその利用

「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」

中学3年生 科学技術と人間

「放射線の性質にも触れること」

授業実践紹介

放射線の性質

● **放射線の性質** 放射線には、光のなかまであるX線や γ 線、高速の粒子の流れである α 線や β 線などがある(図13)。これらの放射線は目に見えず、物体を通り抜ける性質(透過性)や、原子の構造を変える性質がある(図14)。

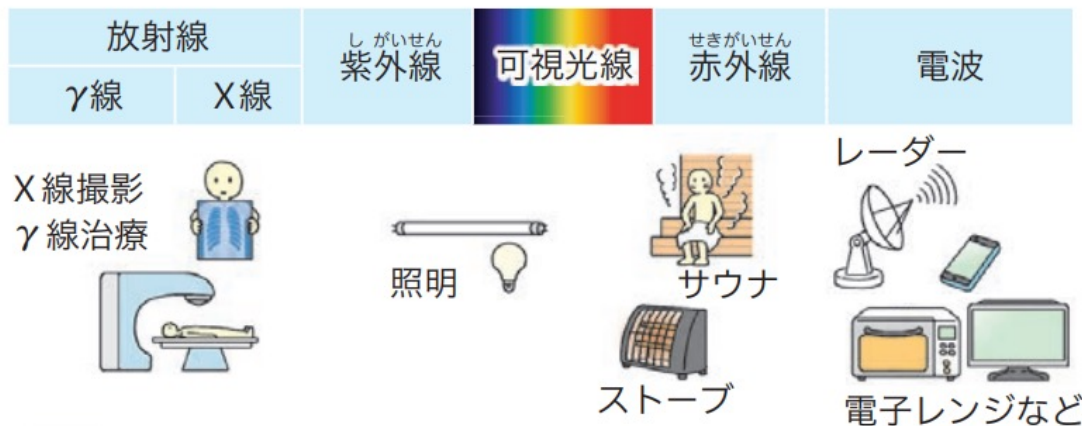


図13 光のなかま

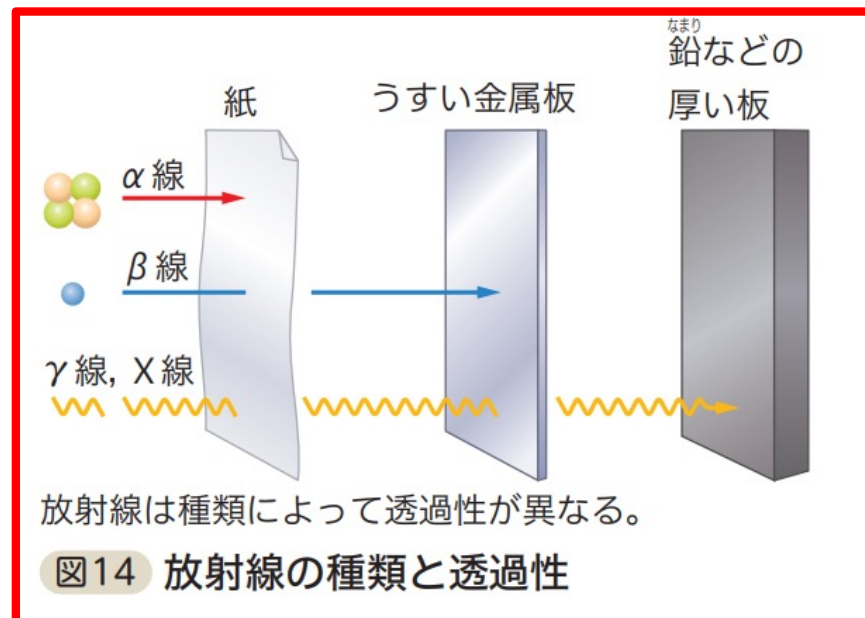


図14 放射線の種類と透過性

とある教科書より引用 (赤線、赤枠は発表者による)

授業実践紹介

教科書会社 5 社の比較

教科書	目に見えない	透過性	物質の性質を 変質させる	体への影響	頁
A社	○	○	○	○	3
B社	○	○	×	○	1
C社	○	○	○	○	3
D社	○	○	○	△	2
E社	○	○	○	○	3

○：本文中に記述が見られるもの

△：本文中には記述が見られないが、コラムや注釈に記述が見られるもの

×：記述が見られないもの

(発表者調べ)

おおむね 5 社の教科書の記述に差は見られない

授業実践紹介

教科書会社 5 社の比較

教科書	学習課題の設定	頁
A社	放射線には、どのような性質があり、どのように利用されているのだろうか。	3
B社	課題設定なし	1
C社	放射線にはどのような性質があり、どのように利用されているのだろうか。	3
D社	電子線などはどのように利用されているか。 見方 物質により、その性質が異なる。 考え方 粒子の種類と性質を関連づける。	2
E社	放射線にはどのような性質があり、どのように利用されているのだろうか。	3

(発表者調べ)

授業実践紹介

教科書会社 5 社の比較

教科書	観察・実験の設定	頁
A社	設定なし ※欄外に「霧箱による実験」との記述と図あり	3
B社	設定なし	1
C社	設定なし ※欄外に「形状記憶性の実験」との記述と図あり	3
D社	設定なし	2
E社	設定なし ※欄外に「やってみよう：放射線を観察してみよう（霧箱による放射線の飛跡の観察）」とのコラムあり	3

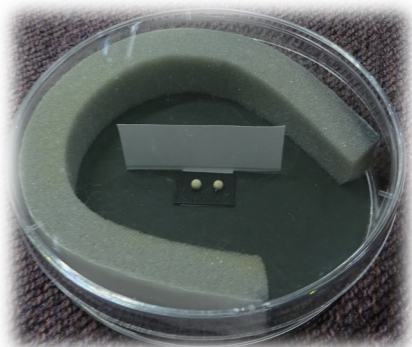
(発表者調べ)

観察・実験の設定がなく、仮説演繹的な授業展開がしにくい

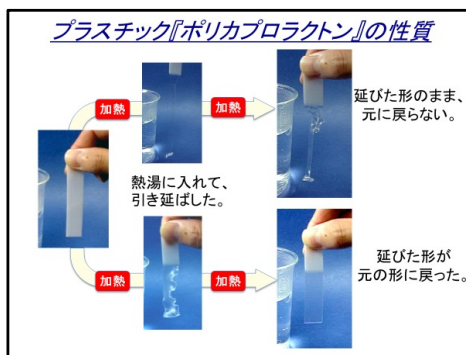
授業実践紹介

これまでの中学2年生の放射線の性質とその利用の学習

- 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放射性物質を置き、霧箱で放射線の飛跡を観察する。



②ポリカプロラクトンの性質を実験して確かめる。



③ジャガイモの発芽防止などの例を確認する。

放射線の性質を学習する際に、**発見学習的に放射線の性質を捉えさせようとしている場合が多いと思われる**

授業実践紹介

仮説とは？

< 科学者 >

理論をその時代の科学者の研究の方向を導く模範となる業績
(著書や論文など) (=パラダイム) から得る



< 生徒 >

仮説となる理論を教科書 (=パラダイムの一部を平易な文で
記述したテキスト) から得る

教科書を先に読ませ、概観をつかませる「通読」を行っている

授業実践紹介

仮説の定型文

もし **(理論)** ならば, **(方法)** すると, **(結果の予測)** だろう。

● **放射線の性質** 放射線には, 光のなかまであるX線や^{ガンマ}γ線, 高速の^{リウシ}粒子の流れである^{アルファ}α線や^{ベータ}β線などがある(図13)。これらの放射線は目に見えず, **物体を通り抜ける性質(透過性)**や, **原子の構造を変える性質**がある(図14)。

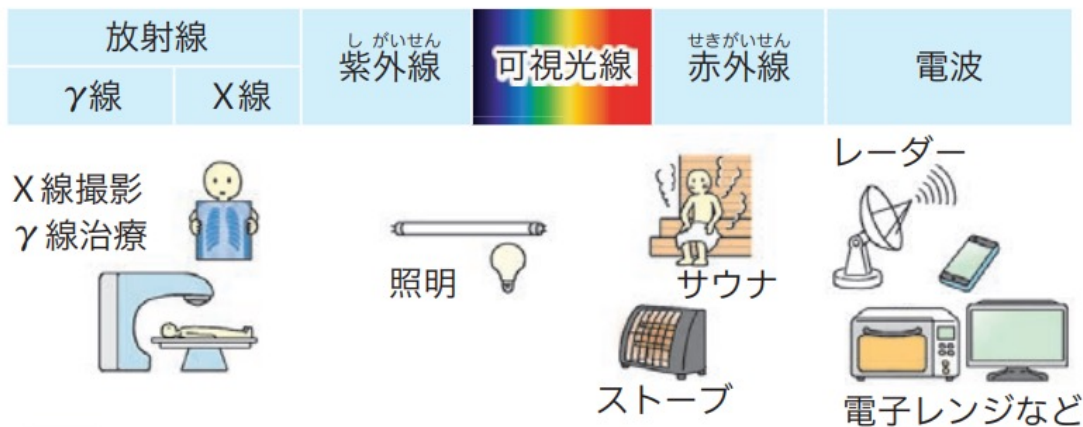
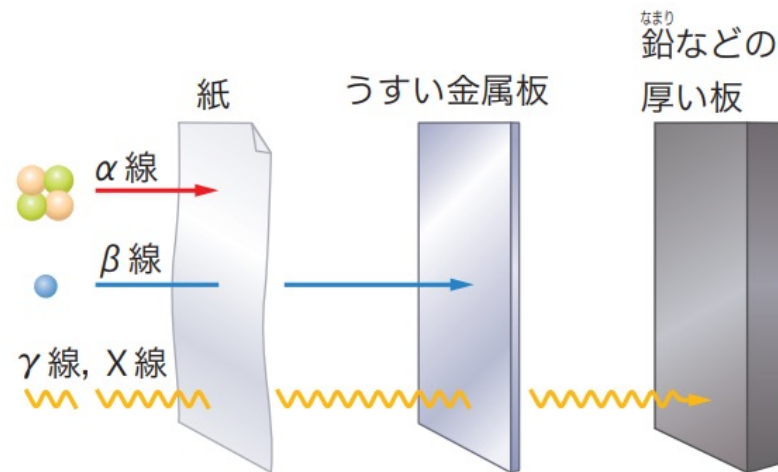


図13 光のなかま



放射線は種類によって透過性が異なる。

図14 放射線の種類と透過性

大日本図書2年理科教科書より引用 (赤枠は発表者による)

授業実践紹介

仮説の定型文

もし (理論) ならば, (方法) すると, (結果の予測) だろう。

●**放射線の利用** 暮らしの中では、放射線の性質を生かしてさまざまな分野で放射線が利用されている。

例えば、レントゲン^{きつえい}撮影^{★3}やCTによる^{いりょうしんだん}医療診断、空港の手荷物検査、工業製品の検査などは、放射線の^{とうか}透過性を利用して^{たいねつ}いる。また、**放射線が物質の性質を変化させる**ことを利用して、プラスチックやゴムの^{たいねつ}耐熱性、耐水性、^{しょうげき}耐衝撃性、かたさなどの向上に利用されている。

また、**放射線が生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する**ことを利用して、がんの放射線治療が行われている。注射器などの^{めつきん}滅菌や、ジャガイモの発芽防止なども、放射線の生物への影響を利用した例である。

いずれの分野でも、安全に放射線を利用するために、十分に^{はら}注意が払われている。

★3 : computerized tomography (コンピュータ断層撮影) の略。CTでは、X線で撮影した画像を、コンピュータを使って人体の輪切り画像にしている。

大日本図書 2年理科教科書より引用 (赤枠は発表者による)

授業実践紹介

仮説の定型文

もし **(理論)** ならば, **(方法)** すると, **(結果の予測)** だろう。

● **放射線の性質** 放射線には, 光のなかまであるX線や^{ガンマ}γ線, 高速の^{リウシ}粒子の流れである^{アルファ}α線や^{ベータ}β線などがある(図13)。これらの放射線は目に見えず, **物体を通り抜ける性質(透過性)** や, **原子の構造を変える性質**がある(図14)。

もし **(放射線に物質を通り抜ける性質(透過性)がある)** ならば, **(方法)** すると, **(結果の予測)** だろう。

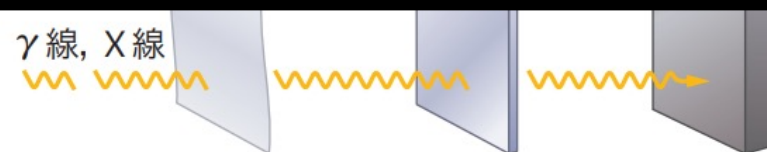


図13 光のなかま

図14 放射線の種類と透過性

大日本図書 2年理科教科書より引用 (赤枠は発表者による)

授業実践紹介

仮説の定型文

もし (理論) ならば, (方法) すると, (結果の予測) だろう。

もし (放射線が物質の性質を変化させる) ならば,
(方法) すると, (結果の予測) だろう。

物検査、工業製品の検査などは、放射線の透過性を利用している。また、放射線が物質の性質を変化させることを利用して、プラスチックやゴムの耐熱性、耐水性、耐衝撃性、かたさなどの向上に利用されている。

また、放射線が生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅することを利用して、がんの放射線治療が行われている。注射器か

した画像を、コンピュータを使って人体の輪切り画像にしている。

もし (放射線が生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する) ならば,
(方法) すると, (結果の予測) だろう。

注意が払われている。

大日本図書 2年理科教科書より引用 (赤枠は発表者による)

授業実践紹介

仮説の定型文

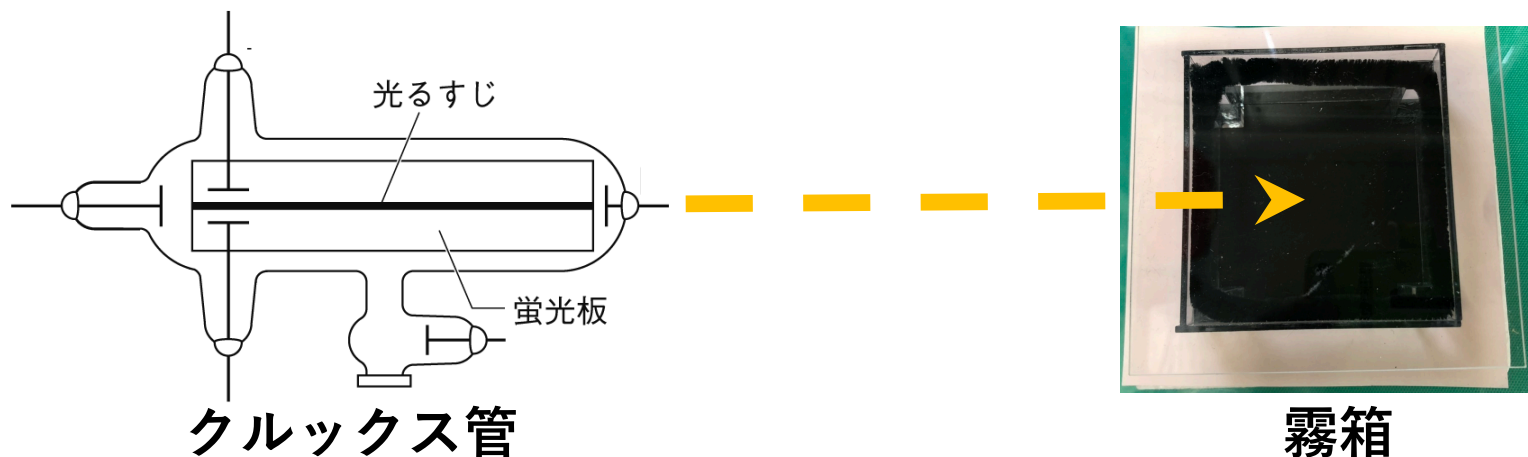
もし **(理論)** ならば, **(方法)** すると, **(結果の予測)** だろう。

教科書	観察・実験の設定	頁
A社	設定なし ※欄外に「霧箱による実験」との記述と図あり	3
B社	設定なし	1
C社	設定なし ※欄外に「形状記憶性の実験」との記述と図あり	3
D社	設定なし	2
E社	設定なし ※欄外に「やってみよう：放射線を観察してみよう（霧箱による放射線の飛跡の観察）」とのコラムあり	3

(発表者調べ)

授業実践紹介

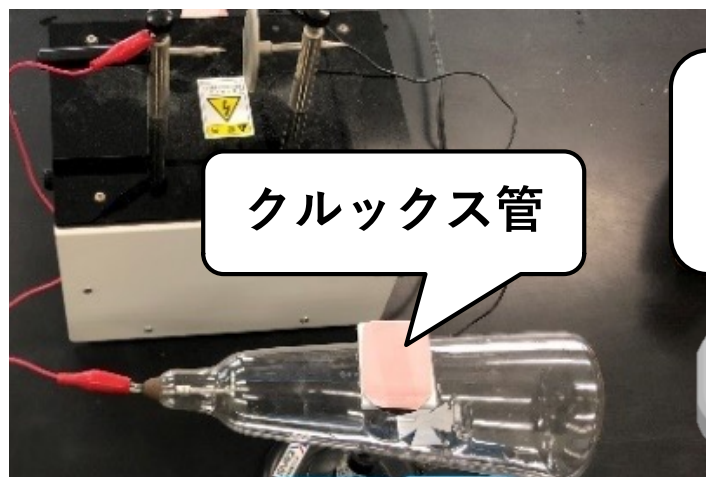
もし（放射線に物質を通り抜ける性質（透過性）がある）ならば、
（クルックス管に電圧をかけ、霧箱で観察）すると、
（放射線の飛跡が見える）だろう。



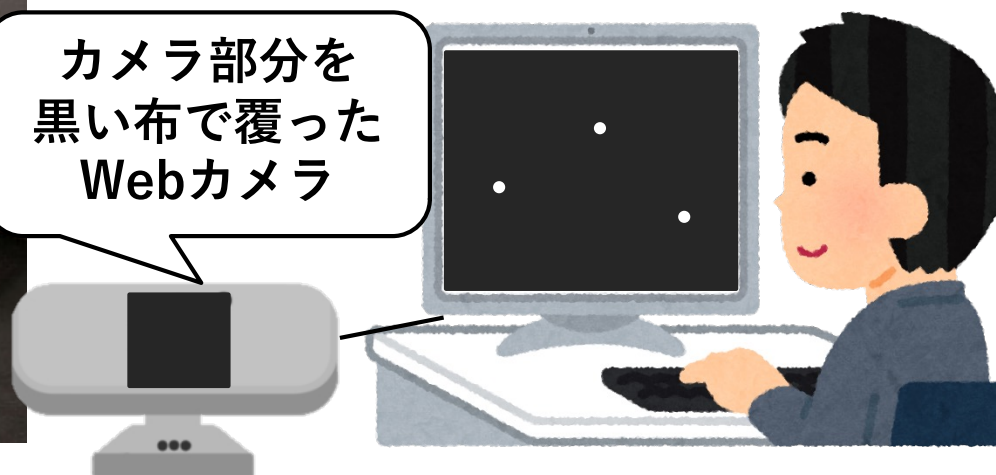
- ・クルックス管と霧箱が離れていても、空気と放射線が相互作用する確率が低い^{ため}、遠くまで止まらずに進むことができる（＝透過できる）ために霧箱の中に侵入でき、その飛跡が白い線として見える。

授業実践紹介

もし（放射線が物質の性質を変化させる）ならば、
（クルックス管に電圧をかけ、Webカメラで観察）すると、
（白い輝点が見える）だろう。



カメラ部分を
黒い布で覆った
Webカメラ

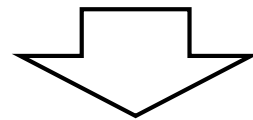


- ・クルックス管から出た放射線を可視化するために、Webカメラのカメラ部分を黒い布で覆い、PCにつなぐ。画像解析ソフトで、クルックス管から出た放射線の存在を「白い輝点が見える」ことで確認する。

授業実践紹介

もし（放射線が生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する）ならば、
（方法）すると、（結果の予測）だろう。

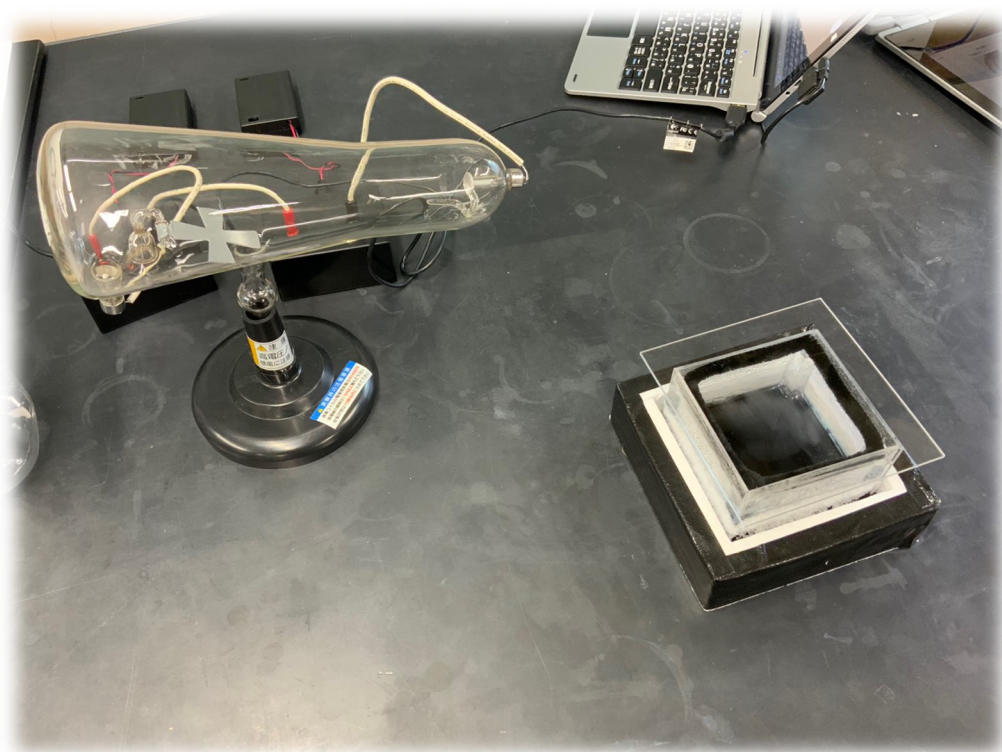
認められる範囲で、適切な観察・実験を今後も検討していきたい。
難しければ、映像資料などで結果を示すことができないか。



NUMO全国研修会に御参加の皆さんの
お知恵をお貸しく下さい！！

授業実践紹介

もし（放射線に物質を通り抜ける性質（透過性）がある）ならば、
（クルックス管に電圧をかけ、霧箱で観察）すると、
（放射線の飛跡が見える）だろう。

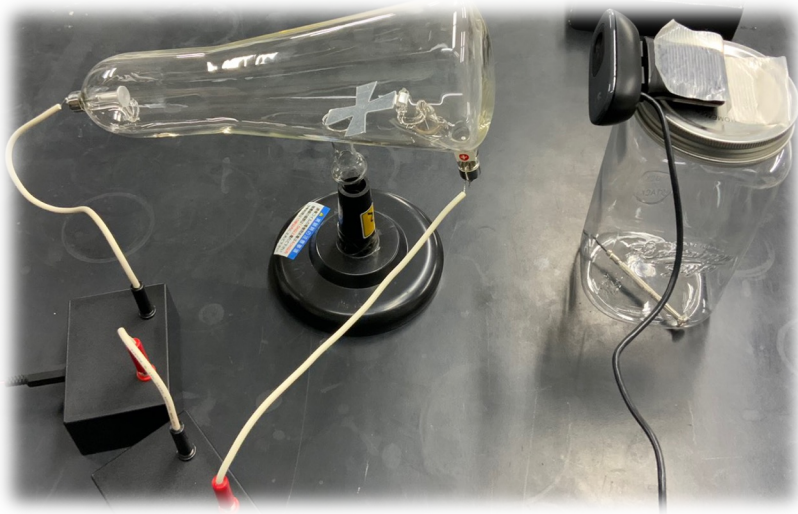


授業実践紹介



授業実践紹介

もし（放射線が物質の性質を変化させる）ならば、
（クルックス管に電圧をかけ、Webカメラで観察）すると、
（白い輝点が見える）だろう。



授業実践紹介



授業実践紹介

性質①「透過性」とその利用例

- X線撮影、X線CT、PET (陽電子放出断層撮影)
- 空港の手荷物検査、工場の金属板計測

↓ (開けずに中身確認) ↓



物質を基本的に透過し、

特定のものは透過しないという性質を利用したもの

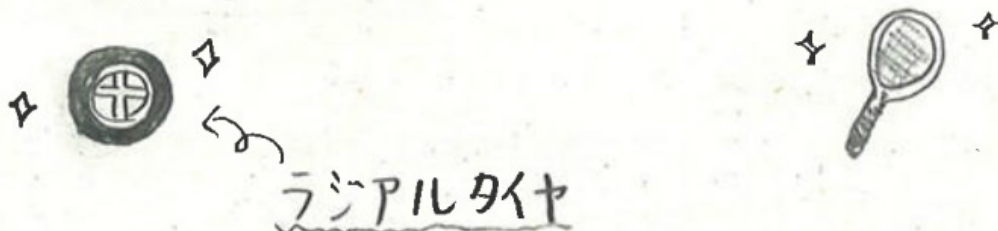


X線の場合、骨はほとんど透過しないため、レントゲンで骨は白く見える。

授業実践紹介

性質②「物質の性質を変化させる」とその利用例

- 丈夫な素材の開発 (自動車のタイヤの強度向上、ラケットのガットを切れにくくする)



- ダイヤモンドの着色



- 花や食品の品種改良



局部的に大きなエネルギーを与えると
物質の性質が変化する

授業実践紹介

性質③ 「生物の細胞に大量に当たると、細胞が死滅する」とその利用例

- ・ 癌の治療 → Normalの細胞よりも感受性の高い癌細胞に放射線を浴びせ、破壊し、治療をするもの（放射線治療）

<問題点>

癌細胞周辺の正常な細胞まで破壊してしまう……

↓


加速器を用いた治療するものに対して、副作用を大幅減

従来のものよりも、

↳ 人間が放射線を制御しやすいため

- ・ 滅菌 → 後処理を減らしながらも、殺菌が可能!



- ・ 農業 → 害虫の駆除 

↳ 食品照射にも使用されている。

↳ 産んだ卵はふ化しない!

→ 農薬を使う必要がなくなり、安全性の高い野菜を販売できる。

授業実践紹介

授業を受けた生徒の感想

- ✔ なかなか放射線の授業をやることがないため面白かった。だけれど難しかった。
- ✔ 少し難しくてわからないところが多かった。特に、放射線が物質の性質を変えるとという実験です。
- ✔ 難しい言葉がいっぱいあってなんで白い飛跡が出るのかがよくわからなかった。
- ✔ 実験の方法についてもっとわかりやすい方法があるといいな~と思った。また放射線の性質が今までの電流とどんな関係があるのか詳しく知りたいと思った。
- ✔ Webカメラの実験がよく理解できなかった。でも、放射線について教科書を読むだけではなく、目で確かめたことで理解しやすかった。

授業実践紹介

授業を受けた生徒の感想

- ✔ 言葉が少し難しかったのがあったけれど、実験をしてみると納得した。教科書ではやらないことだったから面白かった。
- ✔ 自分たちの班でも放射線が見れたら良かった。
- ✔ 放射線といえは「怖い」とか「亡くなる」などのイメージしかなかったけれど、今回の授業を受けて放射線には命に関わる性質だけでなく、産業や医療に活かせる性質があると知って驚いた。実験②の説明が、文だけを読んだときはわからなかったけれど先生の説明を受けてすんなり理解できた。
- ✔ 事前に実験方法などについて学びを深めることで、実験で実際に得られる成果が多いと感じた。
- ✔ 実験で実際に見える（自分たちで実験ができる？）状態だったらよりわかりやすかったと思う。

授業実践紹介

授業を受けた生徒の感想

- ✔ 性質を確かめる実験の中で分からない言葉があったので少し実験内容を理解するのが**難しかった**けれど、実際に実験をしてみるとざっくり**意味がわかりました**。だから、**少しわかりやすい実験内容にしていた**いただきたいところもありますが、このままでも分かったのでこのままでも良いかなと思います。また、実際に実験を行い、放射線が通っていること、透過性などがよく**わかりました**。**楽しかったし、面白かったです！**
- ✔ 実験は**楽しかった**けど言葉が**英語とかカタカナとか意味不明**で何を目的にその実験をしているのか、それが何を表しているのかが**普段の授業に比べてあんまわかんなかった**。

説明に使う言葉などを精選し、さらなる改善をしていく必要がある。

授業実践紹介

授業実践を終えて

成果

- 実際に実験をしてみると理解させやすかった。
- 放射線の性質を学習した後に、放射線の利用を学習させることで、性質と利用をリンクさせることができた。

課題

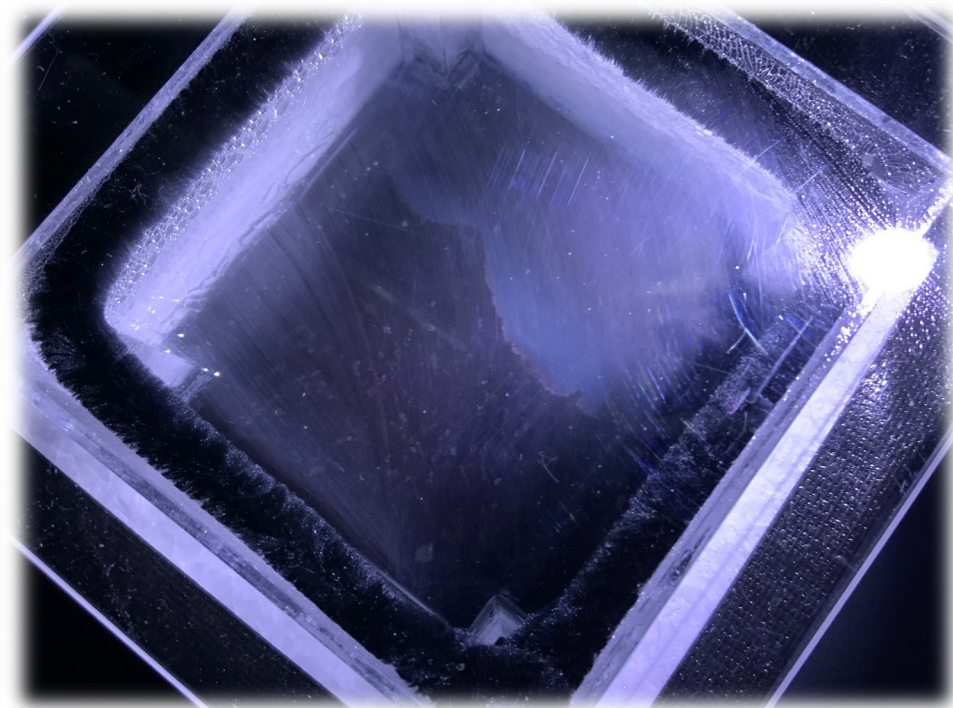
- Webカメラの実験では、専門用語やカタカナが多く、理解させるのが難しいことが分かった。
- 「電離」という言葉を一切使わずに説明するのが中学2年生には難しいことが分かった。

今後の展望

まとめ

- ☆中2では、「透過性」の実験だけを扱う。
→「仮説」を立てるときもイメージがしやすいため、実験における霧箱の役割を理解しやすい。
- ☆中3で「電離」の学習をしてから、「電離作用」を確認するWebカメラの実験を行う。
→今年度実施した中2を対象に、来年度「電離」の学習を行ってから再度実験をしてみて、理解度の違いを調査したい。

2022年度エネルギー環境教育「NUMO全国研修会」



中学2年生における放射線教育の授業事例

愛知教育大学附属名古屋中学校
教諭 奈良 大

令和5年3月5日（日）



2022年度「エネルギー環境教育」NUMO全国研修会

国立大学法人 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

私は、仮説を立てて予想し、観察・実験によって理論を確認することを理科の授業で大切にしている。つまり、理科の観察・実験を仮説演繹的に行うことが大前提だと考える。しかし、放射線の性質の学習に限らず、多くの理科の授業では、観察・実験から理論・法則を見つけ出す帰納的かつ発見的な理科学習が多く行われている。そのため、観察・実験の意図を理解しないまま、作業的に観察・実験に取り組んでいる生徒が多く見受けられるように思われる。帰納的かつ発見的な理科学習の最大の欠点は、観察・実験後に結果の解釈が揃わない点である。しかも、その解釈は知っていないとできない（＝つまり、塾などで先行して学習していないとできない）場合が多く、生徒が結果の解釈を苦手としやすい（＝つまり、考察が書けない）原因であると考え。そこで、あらかじめ観察・実験の役割を理解させるとともに、仮説演繹的に理科の学習を進めることが重要となる。

科学者がその時代のパラダイムである理論を、他の科学者の論文や研究から得ると同様に、生徒もその時代のパラダイムである理論について平易な言葉で説明してある教科書から読みとり、科学の文脈に沿う理科学習を行うことが必要であると考え。そこで、科学の文脈に生徒を引き込むことができるようにするために、あらかじめ教科書を読み、概観をつかませる「通読」を行うことにした。そして、教科書から放射線の性質（＝理論）を読みとり、その理論の仮説（実験仮説）を立てることで、観察・実験で何が検証できるのかという意図も理解させつつ、放射線の性質とその利用について学ぶことができることを目指した。なお、仮説（実験仮説）は、以下の定型文で表されることを、生徒はすでに学んでいる。

<仮説（実験仮説）>

もし（理論）ならば、（方法する）と、（結果の予測）だろう。

「理論」には、教科書から読みとった性質・法則などの理論が当てはまる。「方法する」には、教科書から読みとった観察・実験の具体的な手法が当てはまる。最後に、「結果の予測」には、教科書から読みとった観察・実験から予測される結果が当てはまる。これらを仮説（実験仮説）の定型文として示し、仮説演繹的に理科学習を行う一助としている。なお、観察・実験の「予想」は「（方法する）と、（結果の予測）だろう」で示され、「考察」は、仮説（実験仮説）から「もし」と「だろう」を除いて、「（理論）ならば、（方法する）と、（結果の予測）。」と示されることも生徒はすでに学んでいる。

そのため、他の単元では、「通読」により、教科書から理論とともに、観察・実験の手法も読みとり、自分の力で仮説（実験仮説）を立てることができるようになってきている。しかし、残念ながら教科書には、放射線の性質（＝理論）を検証する観察・実験が書かれていないため、観察・実験の手法やその仕組みを全て教師が説明する必要がある。これについては、今後教科書に放射線の性質（＝理論）を検証する観察・実験が掲載されるよう、教科書会社に働き掛けを行っていきたい。

2 授業展開（2時間完了）

○日時 令和5年2月中旬

○対象学年・生徒 愛知教育大学附属名古屋中学校 2年A組 36名

【第1時】

○ねらい

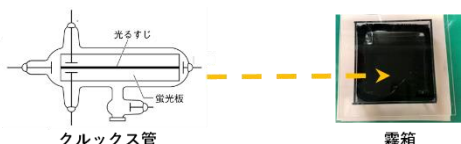
放射線の主な性質（透過性、電離作用など）について、観察・実験を通して理解するとともに、それらの性質がどのように利用されているのか具体的に説明することができる。

○指導計画

学習指導	指導上の留意点
<p>1 「通読」より、放射線の性質（＝理論）を教科書から見つけ出す。</p> <p>2 これらの性質から仮説（実験仮説）をつくり出す。</p>	<p><予想される生徒の発言></p> <ul style="list-style-type: none"> 放射線は物体を通り抜ける性質（透過性）がある。 放射線は物質の性質を変化させる性質がある（電離作用）。 放射線が生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する（電離作用）。 <p>○教科書に観察・実験が掲載されていないので、検証方法については、教師が提示する。</p> <p>○透過性、電離作用の仮説（実験仮説）を立てさせる。</p>

<物体を通り抜ける性質（透過性）の仮説（実験仮説）>

もし（放射線は物体を通り抜ける性質（透過性）がある）ならば、（クルックス管に電圧をかけ、霧箱で観察する）と、（放射線の飛跡が見える）だろう。



○霧箱を使って1年時に放射線を観察したことを思い出させ、クルックス管と霧箱が離れていても、空気と放射線が相互作用する確率が低いため、遠くまで止まらずに進むことができる（＝透過できる）ために霧箱の中に侵入でき、その飛跡が白い線として見えることを説明する。

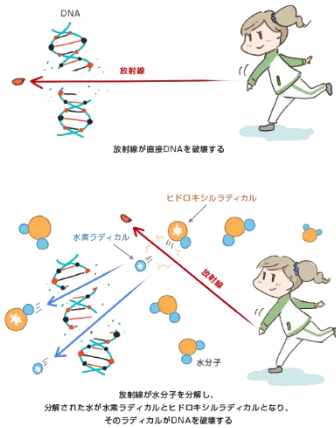
<物質の性質を変化させる（電離作用）の仮説（実験仮説）>

もし（放射線が物質の性質を変化させる）ならば、（クルックス管に電圧をかけ、Webカメラで観察する）と、（白い輝点が見える）だろう。



○WebカメラにはCMOSイメージングセンサーが使われている。目に見える光や放射線がWebカメラに入ると、「電子-正孔対」ができ、電流が流れる。そこで、目に見える光を遮断するためにCMOSイメージングセンサーを黒いビニールテープなどで覆うと、「電子-正孔対」のほぼ全てが放射線によるものとなる。ここで「電子-正孔対」を生成することが「放射線が物質の性質を変化させる」ということであり、生じた電流を電気信号として捉え、コンピュータ上の画面に白い輝点として表示されることを説明する。

<生物の細胞に大量に当たると、細胞が死滅する（電離作用）の仮説（実験仮説）>
 もし（放射線が生物の細胞に大量に当たると、細胞が死滅する）ならば、（方法する）と、（結果の予測）だろう。



【多田将「放射線について考えよう。」
 明幸堂P109より引用】

3 観察・実験の結果の予想をする。

○現時点では、中学校の理科室レベルで検証できる観察・実験方法はないと考えている。逆に、細胞を死滅させるほどの高い放射線を出すと、人体にも影響することを理解させる（第2時の生物影響の学習に繋げる）。

○透過性、透過性の観察・実験の予想を立てさせる。

<透過性の観察・実験の予想>

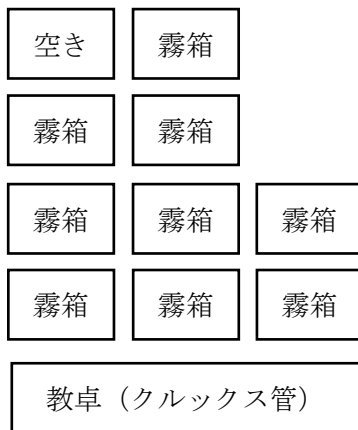
（クルックス管に電圧をかけ、霧箱で観察する）と、（放射線の飛跡が見える）だろう。

<電離作用の観察・実験の予想>

（クルックス管に電圧をかけ、Webカメラで観察する）と、（白い輝点が見える）だろう。

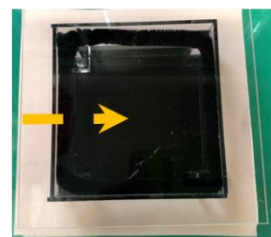
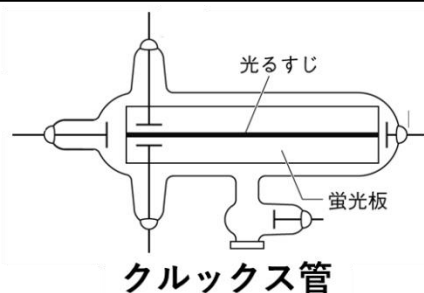
4 観察・実験を行う。

〔透過性〕※理科室の配置



〔透過性の観察・実験のポイント〕

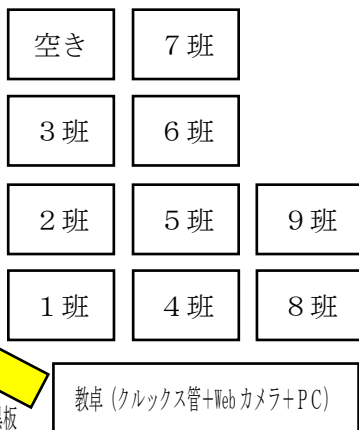
- 霧箱を配布し、白色光ライトを当てて観察する。
- 距離による透過性の違いを調べるために、霧箱をもって教室内を移動してよいが、理科室を暗くするため注意する。
- 日本保健物理学会「教育現場における低エネルギーX線を対象とした放射線安全管理に関する専門研究会」が作成した「クルックス管安全運用ガイドライン」に従い、誘導コイルの放電極距離は15mmに設定する。誘導コイルに印可し、クルックス管に電圧をかける時間を最小限にする。



クルックス管

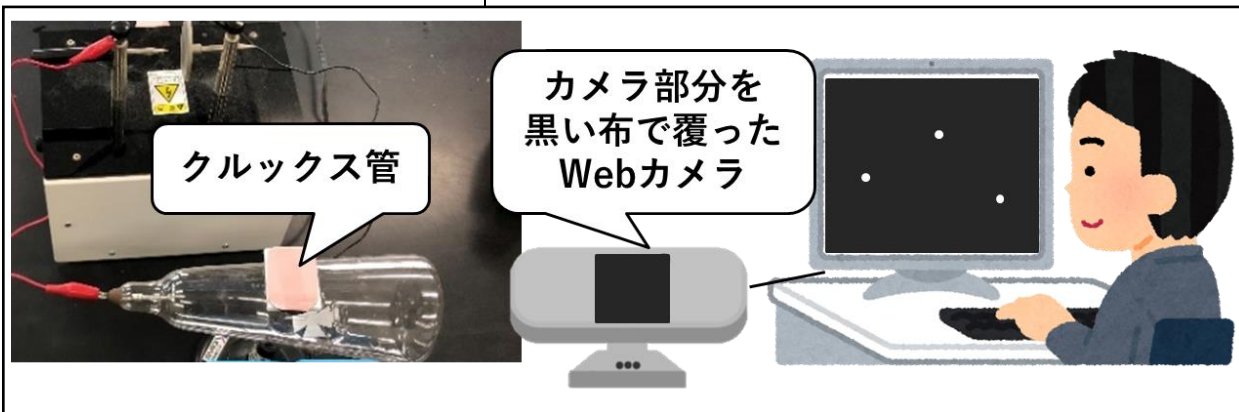
霧箱

〔電離作用〕 ※理科教室の配置



〔電離作用の観察・実験のポイント〕

- Webカメラをつないだコンピュータの画面の様子を、電子黒板に映し出す。また、Webカメラはロジクール製 C270n を用いる。Windows パソコンに標準付属するアプリ「カメラ」を使用して輝点を確認する。
- 理科教室を暗くする。
- 上記同様、「クルックス管安全運用ガイドライン」に従い、誘導コイルの放電極距離は 15 mm に設定する。誘導コイルに印可し、クルックス管に電圧をかける時間を最小限にする。



5 結果・考察をまとめる。

6 「透過性」「電離作用」の利用例について、配布した pdf データで調べ、自分でまとめる。

- 結果をまとめさせる。
- 考察をまとめさせる。考察は、仮説（実験仮説）から「もし」と「だろう」を除いて、「(理論) ならば、(方法する) と、(結果の予測)。」と示されることを確認する。
- 日本原子力産業協会のHPにある資料 ([放射線の利用 \(透過性\)](#)), [放射線の利用 \(電離作用\)](#)) を pdf データで配布し、放射線の性質とその利用例を調べさせる。
- 「透過性」の例として、以下を調べさせる。
 - ①工場などで金属板の厚さをはかるために使われている。
 - ②空港で手荷物の非破壊検査のために使われている。
 - ③X線撮影のために使われている。
- 「電離作用」の例として、以下を調べさせる。
 - ①ラケットのガットを強くするために使われている。
 - ②タイヤの強度を高めるために使われている。
 - ③ダイヤモンドに着色するために使われている。
 - ④花などの品種改良のために使われている。

☆本時の評価

放射線の主な性質（透過性、電離作用など）について、観察・実験を通して理解するとともに、それらの性質がどのように利用されているのか具体的に説明することができる。【知識・技能】

7 学習プリントを回収する。

○班で学習プリントを集め、提出させる。

【第2時】

○ねらい

放射線の主な性質（生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅するなど）について、映像資料を通して理解するとともに、その性質がどのように利用されているのか具体的に説明することができる。

○指導計画

学習指導	指導上の留意点
<p>1 前時の復習を行う。</p> <p>2 DVD教材「Rの正体」を視聴する。</p> <p>3 「生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する」の利用例について、配布した pdf データで調べ、自分でまとめる。</p> <p>4 「重粒子線がん治療」「ジャガイモの芽止め」について、詳しい説明を聞き、まとめる。</p>	<p>○放射線の主な性質を答えさせる。</p> <p><予想される生徒の発言></p> <ul style="list-style-type: none"> ・放射線は物体を通り抜ける性質（透過性）がある。 ・放射線は物質の性質を変化させる性質がある（電離作用）。 ・放射線が生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する（電離作用）。 <p>○文部科学省作成の放射線副読本を pdf データで配布し、P 10・11 を参考にしながら、「Rの正体」の生物影響（12分20秒～18分00秒）を視聴させる。</p> <p>○多田将「放射線について考えよう。」のHPにある資料（放射線の利用方法について考えよう）や「らでい」のHPにある資料（らでいかわら版 13）を pdf データで配布し、放射線の性質とその利用例を調べさせる。</p> <p>○「生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する」の例として、以下を調べさせる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①がん細胞の治療のために使われている。 ②注射器の滅菌のために使われている。 ③ジャガイモの芽止めのために使われている。 ④害虫駆除のために使われている。 <p>○研究助成支援で訪れた「東芝未来科学館」で得られた「重粒子線がん治療」について、撮影してきた画像などを活用して詳しく説明する。</p> <p>○ジャガイモの芽止めについて、環境科学技術研究所のHPにある資料（放射線の利用（ジャガイモの芽止め））を使って詳しく説明する。</p>
<p>☆本時の評価</p> <p>放射線の主な性質（生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅するなど）について、映像資料を通して理解するとともに、その性質がどのように利用されているのか具体的に説明することができる。</p> <p style="text-align: right;">【知識・技能】</p>	
<p>5 学習プリントを回収する。</p>	<p>○班で学習プリントを集め、提出させる。</p>

3 授業の様子

【第1時】

まず、放射線が真空放電の研究中に発見されたこと、放射性物質、放射線の種類などについて簡単に説明した。「通読」により、教科書から放射線の性質を見つけ出させ、放射線は物質を通り抜ける性質（透過性）があること、放射線は物質の性質を変化させる性質（電離作用）があること、そして、放射線が生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅する（電離作用）ことを確認した。

次に、生徒に問い掛けながら、透過性、電離作用を検証するための仮説（実験仮説）を次のように立てさせた。

<物体を通り抜ける性質（透過性）の仮説（実験仮説）>

もし（放射線は物体を通り抜ける性質（透過性）がある）ならば、（クルックス管に電圧をかけ、霧箱で観察する）と、（放射線の飛跡が見える）だろう。

<物質の性質を変化させる（電離作用）の仮説（実験仮説）>

もし（放射線が物質の性質を変化させる）ならば、（クルックス管に電圧をかけ、Webカメラで観察する）と、（白い輝点が見える）だろう。

生徒は、透過性についての仮説（実験仮説）は、イメージがしやすそうであったが、電離作用についての仮説（実験仮説）は、イメージがしにくそうであった。CMOS イメージングセンサーや電子-正孔対などの専門用語がたくさん出てきて、中学2年生には難しそうな印象を受けた（詳しくは発表スライドに掲載）。

続いて実験の予想を記述し、実際に実験を行った。透過性を検証する霧箱は、理科室の各テーブルの上に置き、白色光を当てて観察させた。時折隣の班の霧箱を覗くなどさせたり、クルックス管から最も近い霧箱の様子を電子黒板に映し出したりして、自分の班の霧箱の様子と比較させた。また、電離作用を検証するWebカメラは、クルックス管に近付けて置き、その様子を電子黒板に映し出して観察させた。X線は紙や薄い金属板では止まらず、鉛板などで止まることを示すために、クルックス管とWebカメラの間にわら半紙やアルミニウムはく、鉛板などを置き、白い輝点の有無の違いで確認させた。さらに、レントゲン撮影で骨の部分が白く映り、つまり、骨はX線が止まりやすいこと、皮膚や肉の部分が黒く映る、つまり皮膚や肉はX線が透過しやすいことを示すために、クルックス管とWebカメラの間に犬用の骨やビーフジャーキーを置き、白い輝点の有無の違いで確認させた。この方法で生徒は納得しているようであった。Webカメラは、透過性の違いを検証する実験にも十分活用できることが分かった。

最後に、透過性、電離作用の利用例について、日本原子力産業協会のHPにある資料をデータで配布し、放射線の性質とその利用例を調べさせ、プリントにまとめさせた（詳しくは発表スライドに掲載）。

【第2時】

生物の細胞に大量に当たると細胞が死滅することを検証する方法は現時点では思いついていないことを説明し、映像資料（DVD教材「Rの正体」12分20秒～18分00秒）で確認させた。その後、前時に引き続き、多田将「放射線について考えよう。」のHPにある資料や「らでい」のHPにある資料（らでいかわら版13）をデータで配布し、放射線の性質とその利用例を調べさせ、プリントにまとめさせた（詳しくは発表スライドに掲載）。

最後に、研究助成支援で訪れた「東芝未来科学館」で得られた「重粒子線がん治療」やジャガイモの芽止めについて、詳しく説明し、興味・関心を引き出した。

4 結果と考察

授業を受けた生徒の感想（一部）は、以下の通りである。

- ☑なかなか放射線の授業をやることがないため面白かった。だけれど難しかった。
- ☑少し難しくてわからないところが多かった。特に、放射線が物質の性質を変えるという実験です。
- ☑難しい言葉がいっぱいあってなんで白い飛跡が出るのかがよくわからなかった。
- ☑実験の方法についてもっとわかりやすい方法があるといいな～と思った。また放射線の性質が今までの電流とどんな関係があるのか詳しく知りたいと思った。
- ☑Web カメラの実験がよく理解できなかった。でも、放射線について教科書を読むだけでなく、目で確かめたことで理解しやすかった。
- ☑言葉が少し難しかったのがあったけれど、実験をしてみると納得した。教科書ではやらないことだったから面白かった。
- ☑自分たちの班でも放射線が見れたら良かった。
- ☑放射線といえば「怖い」とか「亡くなる」などのイメージしかなかったけれど、今回の授業を受けて放射線には命に関わる性質だけでなく、産業や医療に活かせる性質があると知って驚いた。実験②の説明が、文だけを読んだときはわからなかったけれど先生の説明を受けてすんなり理解できた。
- ☑事前に実験方法などについて学びを深めることで、実験で実際に得られる成果が多いと感じた。
- ☑実験で実際に見える（自分たちで実験ができる？）状態だったらよりわかりやすかったと思う。
- ☑性質を確かめる実験の中で分からない言葉があったので少し実験内容を理解するのが難しかったけれど、実際に実験をしてみるとざっくり意味がわかりました。だから、少しわかりやすい実験内容にさせていただきたいところもありますが、このままでも分かったのでこのままでも良いかなと思います。また、実際に実験を行い、放射線が通っていること、透過性などがよくわかりました。楽しかったし、面白かったです！
- ☑実験は楽しかったけど言葉が英語とかカタカナとか意味不明で何を目的にその実験をしているのか、それが何を表しているのかが普段の授業に比べてあんまわかんなかった。

授業時の生徒の様子やこれらの感想を受け、次のように分析した。（○：成果，●：課題）

- 実際に実験をしてみると理解させやすかった。特に、透過性の検証における霧箱は、有用性が高いことが分かった。
- 放射線の性質を学習した後に、放射線の利用を学習させることで、生徒のまとめなどから性質と利用をリンクさせることができたと考える。
- Web カメラの実験では、専門用語やカタカナが多く、理解させるのが難しかった。
- 電離という言葉の中3で学習するために一切用いなかった。しかし、電離作用を理解するには、放射線がぶつかって、電子をとばすようなイメージをつかませないとならないため、中3のイオンの単元で電離を学んでからのほうがよいことが分かった。

以上の成果と課題を踏まえ、今後は次のことを検討していきたい。

- ・ 中2では、透過性の実験だけを扱うのがよいのではないかと感じた。仮説（実験仮説）を立てるときもイメージがしやすいため、霧箱の役割も理解しやすいと考える。
- ・ 中3で電離の学習をしてから、電離作用を確認するWebカメラの実験を行いたい。今年度実施した中2を対象に、イオンの学習を行ってから再度実験をし、理解度の違いを調査したい。

【参考文献】

多田将「放射線について考えよう。」，明幸堂，2018.

遠西昭寿・福田恒康・佐野嘉昭「テキスト解釈としての科学理解と科学知識習得のための方法論的提案」，日本理科教育学会第64回東海支部大会研究発表予稿集，2018.

日本保健物理学会「教育現場における低エネルギーX線を対象とした放射線安全管理に関する専門研究会」が作成した『クルックス管安全運用ガイドライン』，2019.

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2020年度放射線授業事例コンテスト，2021.

奈良大「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」，公益財団法人日本科学技術振興財団2021年度放射線授業事例コンテスト，2022.

奈良大「中学3年間における放射線教育」，日本エネルギー環境教育学会第16回全国大会論文集，2022.