

# 大館鳳鳴高等学校 理科「物理」学習指導案

日 時：令和6年10月15日(火) 6校時

対象生徒：普通科3年E組(35名)

使用教科書：物理(数研出版)

授業者：教諭 長 俊成

場 所：3年E組教室

## 1 単元名

第5編「原子」 第1章「電子と光」

## 2 単元の指導目標

- (1) 電子と光についての観察、観察、実験などを通して、電子の性質および光の粒子性と波動性について理解し、それらの観察、実験に対する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けること。
- (2) 観察、実験を通して電子と光について探究し、電子の性質および光の粒子性と波動性について表現すること。
- (3) 電子の性質および光の粒子性と波動性について主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

## 3 生徒と単元

本クラスは男子18名、女子17名で構成され、全員が物理を選択している。物静かではあるが、授業には積極的に取り組む生徒が多い。数理的素養の個人差が大きく、理数を苦手とする生徒が一定数いるため、教師による適切な支援が必要である。本単元の内容は、生活に身近な科学技術にも応用されているが、日常生活において電子の性質や光の粒子性についての現象を直接目にする機会は少ない。実験・観察や動画を利用しながら現象についての理解を深めさせたい。

## 4 単元の評価規準

(ア)知識・技能	(イ)思考・判断・表現	(ウ)主体的に学習に取り組む態度
電子の性質および光の粒子性と波動性について理解し、それらの観察、実験に対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。	観察、実験を通して電子と光について探究し、電子の性質および光の粒子性と波動性について表現している。	電子の性質および光の粒子性と波動性について主体的に関わり、見通しを持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。

## 5 指導と評価の計画(時間)

時間	ねらい・学習活動	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
2時間	陰極線の性質を理解させる。また、電子の比電荷、電荷、質量の求め方を理解させる。	陰極線が電子であることを理解している。	実験から電子の比電荷、電荷、質量をどのように求めたか表現している。	電子の比電荷、電荷、質量に興味・関心を示し、身近な利用例について探究しようとしている。
2時間 (本時1/2)	光の粒子性や光電効果について理解させる。	光電効果を実験によって確かめ、原理を理解している。	光電効果の原理を踏まえて、実験結果について考察し、表現している。	光が粒子性をもつことに興味・関心を示し、身近な利用例について探究しようとしている。
2時間	X線の波動性や粒子性について理解させる。	X線の基本的な性質や波動性や粒子性について基本的な知識を身に付けている。	ラウエ斑点ができるしくみやコンプトン効果について表現している。	X線の波動性や粒子性に興味・関心を示し、身近な利用例について探究しようとしている。
2時間	物質波や電子線の波動性について理解させる。	物質波や電子線の干渉、不確定性原理についての基礎的な知識を身に付けている。		電子顕微鏡などの身近な利用例について興味・関心を持ち、探究しようとしている。

6 本時の計画

(1)本時の目標

箔検電器を用いた光電効果の実験から、光電効果がどのような現象であるか考察するとともに、光の粒子性について理解する。

(2)学習活動と評価

過程	学 習 活 動	教 師 の 支 援 等	評価の観点
導入 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>光の研究についての歴史を提示し、光の波動性や粒子性がどのように議論されてきたか学ぶ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>光の波動性について既習事項を確認しながら進める。</li> </ul>	
展開 (30分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>箔検電器を使った光電効果の実験を演示し、箔の変化について考察する。</li> <li>教科書やスライドで、光電効果の特徴や光の粒子性を考慮しなければ光電効果が説明できないことを理解する。</li> <li>光子のエネルギーを確認し、仕事関数、電子の最大運動エネルギーの関係から、光電効果の式を導く。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>箔検電器の帯電のしくみについて復習し、光電効果によって箔がどのように変化したか考察させる。</li> <li>光を波動と考えた場合、なぜ光電効果を説明できないか強調する。</li> <li>電子の運動エネルギーの最大値は金属の種類によらずに、光の振動数に比例していることを強調する。</li> </ul>	(イ) 箔の変化について考察し、説明することができる。 (プリント)
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>光電効果と光子のエネルギーについて確認する。</li> </ul>		

箔の変化について考察し、説明することができる の評価例

【評価Bの例】 紫外線を当てると箔から電子が移動し、箔が閉じる。

金属に紫外線を当てた際、電子が移動し、箔が閉じたことを記述している。このことから、思考・判断・表現の観点で「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

【評価Aの例】 波長の長い(振動数の小さい)可視光線では金属から電子は飛び出さず、箔は閉じない。波長の短い(振動数の大きい)紫外線では金属から電子が飛び出すため、箔は閉じる。

具体的な実験の結果を基に、波長による違いや電子が金属の外部へ移動し、箔が閉じたことを記述している。このことから、思考・判断・表現の観点で「十分満足できる」状況(A)と判断できる。

【評価Cの例】 紫外線を当てると箔が閉じる。

現象のみを記述しており、考察や説明が記述されていない。このことから、思考・判断・表現の観点で「努力を要する」状況(C)と判断できる。

●教科・科目[ 物理 ]

授業者[ 長 俊成 ]

指導者[ 高校教育課指導主事 鈴木道生 ]

## ●「研究授業について」

### ① 授業者から

〈成果〉本研究会の重点目標である ICT の活用に重点を置いた。授業内容としては、光電効果が進度的に合っていたからこれを取り扱った。授業中、できるかぎり生徒から意見を出してほしかったためフォームで回答させ、スプレッドシートで共有を行った。スプレッドシートを途中から公開したが、最初から見せるとその意見に流されてしまうことがあるため、途中からの公開にした。結果として様々な意見を見ることができた。教科書は何の説明もなく光量子化説を導入しているが、本授業では歴史の流れを重視し、光の歴史を、当時の問題提起を説明することで解説した。

〈改善点〉内容はかなり盛沢山で駆け足になってしまったため、もう少し時間をかけて丁寧に説明したいと感じた。評価の観点からフォームでの生徒の回答を評価すると、評価 A を与えられる回答はなかった。これは、十分な時間を取れなかったためだと思われる。

### ② 参観者から

〈成果〉

・生徒の様々な意見が見ることができて良かった。また、黒板がきれいに纏まっており、字も大きく読みやすい。加えて余計なものも書かれてなく、要点が纏まっていた。プリントも授業の流れがわかるようになっており良かった。

・言葉で表現しにくい部分を実験で見えるようにしており、視覚的に理解しやすかった。

・箔検電器を用いて光電効果の実験を行っているところを初めてみたが、とても興味深かった。箔検電器が小さく見にくい部分もあったが、興味や理解、関心を深めるために有効だったと思われる。

・フォームで入力させたものを皆で共有が良かった。授業をやっていると感じることだが、ここ最近、語彙力が足りない生徒が増えており、それ故に記述力の指導が極めて重要と思われる。そこでフォームを共有することで、人の語彙力から学べる部分があり、そういった指導に繋がる。

・フォームを使っての共有は授業でやったことはあるが、授業を円滑に進めるために最適な記述がなく、活用は難しいと感じることがあったが、長先生の日頃の指導の賜物で、よく記述できているように感じた。

・フォームによる共有が良かった。言葉が出にくい、口にしにくい生徒も答えやすく、先ほど言及されていた語彙力についても向上に繋がる。

・最初の歴史の話の部分はクラスの色に合っており、俯いている生徒もなく、ちゃんと聴いているようだった。グループを作って活発に活動させる授業もあれば、しっかり静かに考えさせる授業もあるが、今回の静かに進める授業スタイルはクラスの色に合っていたと思われる。フォームによる共有も、生徒は「自分で意見を出した」という気になれるため、良かったと思われる。

・教科書のコラムに言及しているのも良かった。難しい話であっても、教科書のコラムで日常と関連付けて理解できることもあるため、見落とさないようにしなければと感じた。

〈改善点〉

・前半は基本的に聴いているだけだったため、生徒をうまく活動させられる工夫が欲しい。

・生徒の動きが少なかったため、紫外線以外は3つ4つ使って、生徒にやらせても良いのではないかな。

・問いかけのあと、生徒に話し合わせてから答えさせると、もう少しスムーズに授業が進んだように思える。

・導入部分が長く、発問が無かったため、生徒はただ聴いているだけになっていた。「光の正体は何か？」等、何か疑問部分を最初に与え、生徒の発言を引き出した方が良かったのではないかな。

・導入で行った歴史の話が長く感じたため、生徒に実験を手伝ってもらったりすることで、生徒の活動を増やしても良いのではないかな。

・授業の導入での歴史が長く、何が重要かつかめなかったのではないか。情報過多に思われる。

・箔検電器の実験が見えにくかったので書画カメラやアニメーション等を活用した方がよかったのではないだろうか。

・箔検電器が見つらく、書画カメラで写してもよかったのではないだろうか。

・箔検電器の演示が見えにくかった。遠慮がちな生徒はよく見えなくても言い出せないと思われる。

・演示実験が見えにくかった。紫外線を直接見ることが危ないなら、書画カメラで写すことで安全に見せることができるのではないか。

→[授業者より]書画カメラをセットすることは考えたが、見える範囲が狭くなるため今回は使わなかった。

しかし、聴講者の意見から、やはり小さくて見えづらく、使った方が良かったと感じた。

・実験は仮説と検証で構成されており、「どうなると思う？」という問いかけを発端に、わくわく感を持たせたうえで演示実験で検証すると良いのではないか。

・プリントでは、表の右側に「光電効果の実験」というタイトルが書かれており、また、「光電効果がどのような現象か観察しよう」とあるが、時系列的には生徒は光電効果を知らないため、伝わりにくい。

・プリント表の右側の①の指示がわかりにくく、私含め生徒も混乱していた。それ故、箔検電器が沢山あるなら、良い復習にもなることから、生徒に実験させても良いのではと感じた。

→[授業者より]箔検電器はたくさんある。しかし、ブラックライトの数が少ない上に、紫外線を生徒に扱わせるのはどうかと思い、演示実験に留めた。

・箔検電器において、金属部分を指で触れた後の状態が分かっていなかった。この部分が本授業の重要な部分の一つである為、歴史よりもそこに時間を割くべきではなかったのではないか。そのような状態で光電効果の4つの性質を説明しても恐らく伝わっていないと思われる。特に光の強さが何なのかは説明なしではわからないだろう。結果として、全体的にイメージがつきにくい授業だった。

・フォームのやり取りに支障が出ていたため下書きをのせておいて投稿する等といった対策が必要である。

→[授業者より]生徒の立場で考えると、クラスルームが多く、逐一クラスルームによりフォームなどを配信すれば生徒は使い分けが大変だと思われる。今後、ICTを有効に活用することを考えると、どう整理するかが課題になってくるだろう。

### ③ 指導主事から

#### 〈ICTに対するコメント〉

・フォームによる共有を、名前を隠したうえで行っていたため、生徒の「間違ったらいやだなあ」という部分に対するハードルを下げることに成功しており、有効な手立てだと感じた。

・共有により一度に生徒の意見が確認でき、それを元に次の展開につなげられると思われる。さらにスプレッドシートに書き残しておくことにより、授業後も生徒は確認することができる点で優れている。先の話にもあったが、自分では表現できなかったものに対するヒントになる上に、語彙力や表現力を養うことにも繋がる。

・本研究会を通じて、ICTの活用方法は実に多種多様ではあるが、効果的に何をしたいのかというところに焦点を合わせて使っていくことが重要に思えた。

#### 〈授業に関するコメント〉

・光電効果は専門性が高く、深い思考を要する非常に良い題材だと思う。しかし、やはり難しい部分もあるように感じる。特に箔検電器を用いた光電効果の実験は、不可視である分、イメージを持たせることが重要だと思われる。例えば Google スライドを事前に準備しておき、グループで箔検電器の T 字の部分がどうなるかをイラスト等で描かせる。この時、電子の出入りがあるという見方を提示することで、箔の開閉に応じて電子がどうなるか、特に光電効果では電子が飛び出るから箔が閉じる、ということはイメージできるようになるのではないだろうか。また、それを全体で共有することで他のグループのアイデアから得るものがあるように思える。さらに、スライドの共有により、教員はグループ毎の理解の差を把握しやすくなり、理解が遅れているグループには指導を行うことができるといった利点もある。

・生徒に指示する場面で、上手く焦点化できていなかったため、生徒への指示が分かりにくいものになった。