

理科（物理） 学習指導案

単元名「単振動／長さの異なる4種類のばねを用いた鉛直ばね振り子の実験」

令和7年10月 第2学年 指導者 大嶋 勇輝

I 単元の構想

1 単元観

本単元は、物体の周期的な運動の中でも特に重要な単振動に焦点を当て、その規則性を見いだして理解すること、および単振動をする物体の様子を表す方法や、その物体に働く力について理解することを目的とする。この単元は、高等学校物理科の「様々な物体の運動」という大項目に位置づけられ、「円運動と単振動」という内容に含まれている。この項目は、「万有引力」や「気体分子の運動」といった他の様々な物体の運動と並列に扱われる学習内容の一つである。

この学びの基盤となるのは、中学校理科で学習した「運動とエネルギー」における「運動の速さと向き」「力と運動」といった運動の規則性や「力学的エネルギーの保存」などの概念である。また、物理基礎で扱われる「運動の表し方」における直線運動の加速度や「様々な力とその働き」における運動の法則、そして直前の単元で習得した「運動量保存の法則」と「衝突における力学的エネルギーの変化」に関する理解が、単振動におけるエネルギーや力の関係性を考察する上で不可欠となる。これらの既習事項で培われた力学的現象の分析能力や探究の技能は、単振動というより複雑な運動現象を「質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法」を用いて分析するための土台となる。

本単元では、特に鉛直ばね振り子を扱い、質量やばね定数が周期にどのような影響を与えるかを実験的に探究する。この探究を通じて、物理学の基本的な概念や原理・法則を単に記憶するだけでなく、理解し活用する力を身に付けること、そして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的な技能を習得することを目指している。

この単元で培われた単振動や周期運動に関する理解は、その後の学習である「万有引力」における惑星の運動（ケプラーの法則など）や、他の波動現象（波の性質、音と振動、交流など）の理解へとつながり、ひいては日常生活や社会における様々な周期現象や振動現象を物理学的な観点から捉え、応用する基盤となる。

2 研究との関わり

生徒の実態として、授業に集中して取り組み、内容を的確に理解することができる生徒は多い。しかし、授業や実験に際して、教員から指示された活動には取り組んでいるものの、主体的に関わっているとは言い難く、実験結果を踏まえた考察にも課題が見られる。実験を「自分事」として捉え、探究的な姿勢で課題解決に向かう力を育成する必要がある。また、その過程で他者と意見を交わしながら、協働的に学びを深めていく力の育成も求められる。

そこで本研究では、自ら課題を見出して主体的に実験に取り組み、探究的な視点で課題設定ができる生徒。また、他の生徒の実験結果との比較・分類・関連づけを通して、自らの結果を多角的に捉え、深い考察へとつなげる力をもつ生徒の育成を目指したい。

この実現に向けた授業改善の手立てとして、次のような実践を行う。まず、手立て①として、自分の班と他の班の実験結果を比較・検討し、関係性や法則性を導くための、Google スプレッドシートを活用する。手立て①(a)は、自分の班だけでは関係性を導き出すには十分なデータが得られないような条件の設定である。実験結果をクラス全体で共有することができるスプレッドシートを活用する。これにより、生徒は自分の班（自班）の結果だけでなく、他の班（他班）のデータと照らし合わせながら考察を深める必要性を感じ、比較・検討の視点をもった協働的な探究活動を促すことができる。手立て①(b)は、「実験結果から得た個人の知見」と「他の班との協議活動による共同の結論」の共有である。

実験次時に行う振り返り活動において、自班内および他班との協議活動を行い、自らの振り返りを深められるようにする。また、フォームを用いて、実験レポートの自己評価および実験結果から得た知見を記述する。フォームの回答内容はスプレッドシート上で瞬時に共有でき、他者の考察を参照することで学びの視野を広げることができる。他班との協議活動では班ペアの結論を「共同の結論」としてスプレッドシートに入力する。

さらに、手立て②として、複数の協議活動と理論的振り返りを組み合わせた探究活動のしかけを設定した。手立て②(a)は、2班を1組にした「班ペア」による協議活動である。協議活動の進行は各班ペアで指名したファシリテーターに一任し、生徒主体の協議となるよう支援する。班ペアごとの「共同の結論」を作成してスプレッドシートに入力し、クラス全体で発表・共有する。手立て②(b)は、実験と理論を結び付ける考察レポートである。実験次時の最後に配布し、実験の成果を理論と結び付けて振り返る活動を行う。このレポートの目的は二つあり、第一に、発展的な物理課題を通して実験の裏にある理論や視点を確認すること、第二に、同じ実験道具から新しい問いを立て、理論的に予測する力を育むことである。

これらの手立ては、目指す生徒像である「探究的な課題設定」「他者との比較・関連付けを通じた考察力の育成」を可能にする具体的な支援策である。

3 単元の目標及び生徒の実態

	目 標	生徒の実態
知識及び技能	・単振動について、変位・速度・加速度の式、運動方程式、ばね振り子、単振り子を理解するとともに、それらの観察・実験などに関する技能を身に付ける。	・授業に集中して取り組み、内容を的確に理解する力がある。理解した知識を活用し、問題演習によって着実に学力を高めている。
思考力、判断力、表現力等	・単振動が関わる物体の運動について、観察、実験などを通して探究し、規則性や関係性を見いだして表現する力を養う。	・実験結果を他者と比較・検討したり、それを活かして考察やプレゼンテーションを行ったりすることに課題がある。
学びに向かう力、人間性等	・物理的な事物・現象に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。	・実験から得られた知見をもとに新たな課題を見出して探究する力の育成が必要である。その過程で他者と意見を交わしながら、協働的に学びを深めていく力の育成も求められる。

4 評価規準

知識・技能	・単振動について、変位・速度・加速度の式、運動方程式、ばね振り子、単振り子を理解するとともに、それらの観察・実験などに関する技能を身に付けている。
思考・判断・表現	・単振動が関わる物体の運動について、観察、実験などを通して探究し、規則性や関係性を見いだして表現できている。
主体的に学習に取り組む態度	・物理的な事物・現象に主体的に関わり、科学的に探究しようとしている。

5 指導及び評価の計画（全6時間：本時第6時）

時 間	□学習活動	知 思 態	◆評価項目<方法（観点）> ○指導に生かす評価、●評定に用いる評価
-----	-------	-------	--------------------------------------

1	□等速円運動をする物体の直径方向への正射影が単振動であることを理解する。	○	○	<p>◆授業で学んだ知識や原理を活用し、練習問題に対して適切に解答しようとしている。〈授業プリント（知）〉</p> <p>◆授業で学んだ内容を他者に分かりやすく説明しようとしながら、自分の理解を深めようとしている。〈ペアワークによる生徒同士の解説（思）〉</p>
<p>[単元・題材の学習課題・問い等]</p> <p>単振動について、変位・速度・加速度の式、運動方程式、ばね振り子、単振り子を理解する。</p>				
2	□物体にはたらく力が、常に振動の中心へ向かって引き戻す向きであり、その大きさが振動の中心からの距離に比例するとき、物体の運動は単振動であることを理解する。	○	○	<p>◆授業で学んだ知識や原理を活用し、練習問題に対して適切に解答しようとしている。〈授業プリント（知）〉</p> <p>◆授業で学んだ内容を他者に分かりやすく説明しようとしながら、自分の理解を深めようとしている。〈ペアワークによる生徒同士の解説（思）〉</p>
3 ・ 4	□ばね振り子や単振り子の実験をもとに、おもりの質量や糸の長さなどいくつかの値を変えたとき、周期がどのように変化するかを理解する。	●	○	<p>◆授業で学んだ知識や原理を活用し、練習問題に対して適切に解答しようとしている。〈授業プリント（知）〉</p> <p>◆授業で学んだ内容を他者に分かりやすく説明しようとしながら、自分の理解を深めようとしている。〈ペアワークによる生徒同士の解説（思）〉</p>
5 ・ 6 (本時)	□鉛直ばね振り子の周期を調べる実験に取り組む。	●	●	<p>◆物理現象に関する基礎的な知識や実験手法を理解し、適切に活用して実験を遂行している。〈実験レポート（知）〉</p> <p>◆実験データを整理し、表やグラフなどの手法を用いて適切に表現している。〈実験レポート（思）〉</p> <p>◆協議活動を通して得られた多様な視点をもとに、自らの考察を再構築し、論理的かつ多角的に表現している。〈実験レポート（思）〉</p> <p>◆他者との協議に積極的に参加し、自らの考えを深めようとする姿勢が見られる。実験後の振り返りにおいて、新たな疑問や仮説を自発的に立て、学びを次につなげようとしている。</p> <p>〈他班との協議活動（態）〉</p>
<p>[本時の課題]</p> <p>長さの異なる4種類のばねを用いて鉛直ばね振り子の運動を観察し、振動の周期に影響を与える要因を明らかにする。</p>				

II 第6時の学習

- 1 ねらい 『自分の班と他の班の実験結果を比較・検討し、関係性や法則性を導くための、Google スプレッドシートの活用』、『複数の協議活動と理論的振り返りを組み合わせた探究活動のしかけ』を通して、実験前の課題設定から、実験本時の実施、実験後の考察・発表に至るまで、生徒が自らの問いをもとに学びを深めることができるようにする。

2 展開

実験次時（振り返りと深化） ※授業時間は60分

<p>主な学習活動 予想される児童(生徒)の反応〔S〕</p>	<p>◎研究上の手立て ○指導上の留意点 ◆評価項目（観点）</p>
<p>1 自班で実験結果を再度データ分析して、実験レポートの“結果”“考察”の項目を記述する。（展開①10分） S：測定結果を分析し、ばねの特徴や法則性を見つけよう。探究的な課題に取り組もう。 S：自班の他の人はどのような考察をしたらうか。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><課題>長さの異なる4種類のばねを用いて鉛直ばね振り子の運動を観察し、振動の周期に影響を与える要因を明らかにする。</p> </div>	<p>○「“振り返り”の項目は、他班との意見交換後に入力する」と生徒に伝える。 ○「他班の実験結果も参考にしながら考察しよう」と生徒に伝える。 ○生徒が実験レポートを作成している間に、前時に指名したファシリテーターと打ち合わせを行う。 ○班編成は出席番号順に4人ずつ、全10班とする。</p>
<p>2 実験レポートの自己評価と実験結果について分かったことを、Google フォームの自己評価アンケートに入力する。（展開②8分） S：ループリック表を見て実験レポートのこの項目について自己評価すると、○点かな。</p>	<p>◎各生徒の回答をリアルタイムで閲覧できるように、自己評価アンケートの回答をGoogle スプレッドシートと連携して整理しておく。 ○生徒が、何に留意して実験レポートを書けばよいか分かるように評価基準やループリック表を提示しておく。</p>
<p>3 他班との協議活動を行い、班ペアの結論を「共同の結論」としてGoogle スプレッドシートに入力する。（展開③12分） S：他班の実験結果との比較・分類・関連付けを通して、物理的な関係性や法則性を導き出そう。</p>	<p>◎全10班を1班と8班、2班と9班といったようにペアで構成し、各ペア内で協議を行い、他班の実験結果と比較・検討する視点をもてるように促す。 ○協議活動の円滑な進行と深い学びを促すため、ファシリテーターには事前に役割や進行方法について説明資料を配布する。 ○協議活動は、①各班の実験結果および考察の発表②実験手法や測定値の違い・共通点の確認③他班の実験結果との関連性や相違点の分析であることのみ伝え、進行方法については、ファシリテーターに一任し、主体の協議となるよう支援する。 ○生徒の主体性の伸長のために、ジャンケンなどによる安易な役割決定を避けるよう注意喚起を行う。</p>

<p>4 「共同の結論」や協議内容、導き出した結論についてクラス全体で共有をする。 (展開④4分×2) S：他の班ペアはどのような結論を導き出しただろうか。</p>	<p>○共有されている Google スプレッドシートを黒板に投影し、全体で比較・検討しやすい環境を整える。 ○協議を行った班ペアのうち発表を希望する2ペア程度を立候補で募る。</p>
<p>5 実験レポートの“振り返り”の項目を記述して、実験レポートを提出する。 (展開⑤5分) S：協議活動の中で他者の考察や視点に触れることで、自分の考えに変化が生まれた。</p>	<p>◎“振り返り”の目的『他者との比較・協議を通じた多角的な考察』『他者の視点を取り入れた深い学びへの変容』を伝え、法則性を導き出す過程や自分の考えの変化について記述できるようにする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>◆他者との協議に積極的に参加し、自らの考えを深めようとする姿勢が見られる。実験後の振り返りにおいて、新たな疑問や仮説を自発的に立て、学びを次につなげようとしている。<他班との協議活動(態)></p> </div>
<p>6 クラス全体で共有している実験結果入力用の Google スプレッドシートをもとに、教員がデータ分析(グラフ作成やデータの並び替え)を行なったシートを投影し、全体で実験の総括を行う。(展開⑥2分) S：自分の考察と見比べてみよう。</p>	<p>○班ごとの実験データのの一つ一つは小さなサンプルに過ぎないが、クラス全体で集約することで「ビッグデータ」としての傾向や関係性を分析できることを生徒に伝える。 ○複数条件の比較や多量のデータ分析は、大学や研究機関で行う本格的な実験とも共通する考え方である、高校での実験にもその入り口があることを意識させる。</p>
<p>7 今回の実験に類似した発展的な物理課題をまとめたプリント(実験と理論を結び付ける考察レポート)を配布する。(展開⑦15分) S：実験に類似した発展的な物理課題を理論の目で読み解いて、実験を問い直してみよう。 S：『ばね定数は長さに反比例する』ことが実験から分かったけど、理論的にも確かめてみよう。 S：今回の実験道具を使うと、他にどのような実験ができるかも考えてみたい。</p>	<p>○追加レポートに取り組むことで、実験の考察をより深められると判断した生徒には、任意で追加レポートを作成・提出してよい旨を伝える。 ○「1. 発展的な物理課題を通して実験の裏にある理論や視点を探ろう」「2. 「同じ実験道具から新しい問いを立てよう」と思えるような視点を中心に、理論的な予測を立ててみよう」が追加レポートの目的であることを生徒に伝える。 ○授業時間に余裕がある場合は、生徒が気になった点について追実験を行い、追加レポートとしてまとめてもよい旨を伝える。その際、理論的な視点からの考察でも、実験的なアプローチによる分析でも構わないことを伝え、生徒自身が学びを深める方法を選択できるようにする。 ◎今回の実験に類似した入試問題をまとめたプリントの解答は、Google Classroomで共有する。</p>

3 板書計画 注：写真やICT活用の際の画面も可とする

本時の目的・注意事項

実験結果・考察・他班との協議内容
[Google スプレッドシートを投影]