

シミュレータを用いた RLC 直列回路の実験

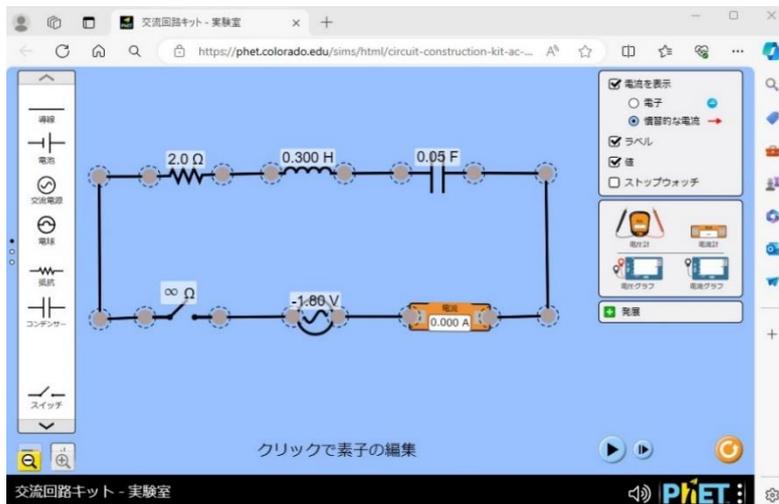
<p>■ 単元名：第4章 電磁誘導と電磁波 4. 交流</p> <p>【単元の目標(めざす生徒の姿)】</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">知識及び技能</th> <th style="width: 33%;">思考力・判断力・表現力等</th> <th style="width: 33%;">学びに向かう力、人間性等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">コイルやコンデンサーを単体で交流電源につないだとき、電流・電圧がどのように振る舞うか、RLC 直列回路ではどうなるか理解する。また、スプレッドシートを用いて実験結果をグラフ化できる。</td> <td style="padding: 5px;">コイルやコンデンサーを単体で交流電源につないだとき、電流と電圧を思考することで、電力がどのように変化するか判断できる。また、グラフを用いて変化を表すことができる。</td> <td style="padding: 5px;">身近な交流について理解を深め、グループワークでは確かな物理用語と物理的思考を用いてコミュニケーションを図ろうとする。</td> </tr> </tbody> </table>			知識及び技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力、人間性等	コイルやコンデンサーを単体で交流電源につないだとき、電流・電圧がどのように振る舞うか、RLC 直列回路ではどうなるか理解する。また、スプレッドシートを用いて実験結果をグラフ化できる。	コイルやコンデンサーを単体で交流電源につないだとき、電流と電圧を思考することで、電力がどのように変化するか判断できる。また、グラフを用いて変化を表すことができる。	身近な交流について理解を深め、グループワークでは確かな物理用語と物理的思考を用いてコミュニケーションを図ろうとする。						
知識及び技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力、人間性等												
コイルやコンデンサーを単体で交流電源につないだとき、電流・電圧がどのように振る舞うか、RLC 直列回路ではどうなるか理解する。また、スプレッドシートを用いて実験結果をグラフ化できる。	コイルやコンデンサーを単体で交流電源につないだとき、電流と電圧を思考することで、電力がどのように変化するか判断できる。また、グラフを用いて変化を表すことができる。	身近な交流について理解を深め、グループワークでは確かな物理用語と物理的思考を用いてコミュニケーションを図ろうとする。												
<p>■ 使用する機器、アプリ等</p> <p>Chromebook、交流回路キット(PhET)</p>														
<p>■ 学習のねらい</p> <p>RLC 直列回路の実験(シミュレーション)を通して、電流に対する各素子の電圧の振る舞いを確認できる。また、電流に対する各素子の電圧の位相差についてグラフを用いて考えることができる。さらに、実験結果より、各素子の電圧の瞬時値を一般的な式で表すことができる。</p> <p>■ 学習の流れ</p> <p>【本時までの学習】(4時間)</p> <p>「交流の発生」・・・コイルの回転と交流の発生、交流の実効値 「交流による送電」・・・変圧器(トランス)の利用、送電と変圧 「コイル・コンデンサーを流れる交流」・・・コイル・コンデンサーと交流、それらの消費電力</p> <p>【本時の流れ】(50分)</p> <div style="border: 2px solid blue; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">本時のポイント「交流回路キットを活用した RLC 直列回路の実験」</p> <p>RLC 直列回路において、電流に対する抵抗、コイル、コンデンサーの電圧を調べる。また、電流の実効値より、周波数の変化と電流の実効値の関係を調べる。これらの実験を行うにあたり、シミュレータ(PhET:交流回路キット)を活用する。</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">時間</th> <th>学習内容・活動</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">5分 導入</td> <td>(内容)本時の目的を確認する。コイル・コンデンサーのリアクタンスについて確認する。コイル・コンデンサーの位相のずれについて思い出させる。</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">25分 展開①</td> <td>(活動) Chromebook を用いて、各グループで交流回路キットを活用し、RLC 直列回路の実験を行う。実験結果をワークシートおよびスプレッドシートにまとめる。</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5分 展開②</td> <td>(内容)実験結果のまとめを共有する。「電圧の瞬時値」と「電流に対する各素子の電圧のずれ」について結果より思考させる。グラフを用いて電流に対する電圧の変化を表す。</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12分 展開③</td> <td>(内容)一般的な RLC 直列回路において、電流に対する各素子の電圧の瞬時値を式で表す(実験結果を用いて、理論を導く感覚を養う)。</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3分 まとめ</td> <td>(内容)本時の学習を振り返る。次回までに、電流に対する各素子の電圧の瞬時値を式で表す。</td> </tr> </tbody> </table>			時間	学習内容・活動	5分 導入	(内容)本時の目的を確認する。コイル・コンデンサーのリアクタンスについて確認する。コイル・コンデンサーの位相のずれについて思い出させる。	25分 展開①	(活動) Chromebook を用いて、各グループで交流回路キットを活用し、RLC 直列回路の実験を行う。実験結果をワークシートおよびスプレッドシートにまとめる。	5分 展開②	(内容)実験結果のまとめを共有する。「電圧の瞬時値」と「電流に対する各素子の電圧のずれ」について結果より思考させる。グラフを用いて電流に対する電圧の変化を表す。	12分 展開③	(内容)一般的な RLC 直列回路において、電流に対する各素子の電圧の瞬時値を式で表す(実験結果を用いて、理論を導く感覚を養う)。	3分 まとめ	(内容)本時の学習を振り返る。次回までに、電流に対する各素子の電圧の瞬時値を式で表す。
時間	学習内容・活動													
5分 導入	(内容)本時の目的を確認する。コイル・コンデンサーのリアクタンスについて確認する。コイル・コンデンサーの位相のずれについて思い出させる。													
25分 展開①	(活動) Chromebook を用いて、各グループで交流回路キットを活用し、RLC 直列回路の実験を行う。実験結果をワークシートおよびスプレッドシートにまとめる。													
5分 展開②	(内容)実験結果のまとめを共有する。「電圧の瞬時値」と「電流に対する各素子の電圧のずれ」について結果より思考させる。グラフを用いて電流に対する電圧の変化を表す。													
12分 展開③	(内容)一般的な RLC 直列回路において、電流に対する各素子の電圧の瞬時値を式で表す(実験結果を用いて、理論を導く感覚を養う)。													
3分 まとめ	(内容)本時の学習を振り返る。次回までに、電流に対する各素子の電圧の瞬時値を式で表す。													

■ ココで ICT を活用！

シミュレータ(PhET:交流回路キット)の活用

RLC 直列回路において、電流に対する抵抗、コイル、コンデンサーの電圧を調べる。また、電流の実効値より、周波数の変化と電流の実効値の関係を調べる。これらの実験を行うにあたり、シミュレータ(PhET:交流回路キット)を活用した。

※PhET(交流回路キット)は略図から自由に交流回路を作成できる。また、電流計と電圧計を使って回路を測定することができる。



班ごとの実験結果のまとめとしてスプレッドシートを活用

生徒たちが班に分かれて、RLC 直列回路における、時刻0s~1.0sまで 0.1sごとの電流に対する抵抗、コイル、コンデンサーの電圧を調べた実験(シミュレーションした)結果をあらかじめ準備しておいたスプレッドシートの表に入力させた。

その結果をグラフ化することで、電流と抵抗の電圧、電流とコイルの電圧、電流とコンデンサーの電圧の位相差について、それぞれ具体的に確認・判断することができた。

また、スプレッドシートに実験結果より分かることを班ごとにまとめさせた。

10 班

【実験日】 10月12日(木)4時間
 列に電圧計を接続して、電流に対する抵抗、コイル、コンデンサーの電圧を調べる。
 【実験目的】 また、電流の実効値より、周波数の変化と電流の実効値の関係を調べる。
 【実験】 シミュレータ(交流回路キット - 実験室 (colorado.edu))
 (1)シミュレータを起動し、右図のような回路を作成する。
 このとき、抵抗の電圧値は0.0V、コイルの自己インダクタンスは0.30H、コンデンサーの電容量は0.05F、交流電圧の電圧は1.0Vとする。
 交流電流の周波数は表示された値とする。
 (2)電流の値に対する抵抗、コイル、コンデンサーの電圧を、0.1s単位(1コマあたり)に時刻0s~1.0sまで調べて、表に入力する。(時刻0sで電流の値が0Aでよい)

時刻(s)	電流(A)	交流電流の電圧	抵抗の電圧	コイルの電圧	コンデンサーの電圧
0	-2.23	-0.98	-4.02	-0.41	4.48
0.1	-3.47	-0.08	-6.78	3.88	-2.18
0.2	-0.30	6.13	-0.08	12.28	-6.07
0.3	3.23	9.8	6.72	5.18	-2.27
0.4	2.7	0.94	4.98	-4.45	4.41
0.5	-1.28	-8.91	-3.03	-11.38	5.51
0.6	-3.81	-7.5	-7.24	0.07	-0.33
0.7	-1.42	3.38	-2.5	11.44	-5.75
0.8	2.58	9.88	5.54	8.38	-3.91
0.9	3.32	3.97	6.38	-5.28	2.87
1.0	-0.13	-7.07	-0.83	-12.28	6.01
最大値	3.81	9.88	7.24	12.28	6.07
最小値	-2.85	-7.85	5.18	-8.92	-4.28

【まとめ】 実験結果よりわかることを表とめる。
 ・抵抗の電圧は電流と同位相。
 ・コイルの電圧は電流より90度遅い。
 ・コンデンサーの電圧は電流より90度早い。

■ ICT 活用のメリット

1人1台端末(シミュレータ)を活用してシミュレーションによる実験を行う

実際に実験を行うためには実験器具を揃えたうえで準備にも時間を要する。また、授業時間中には実験を終えるだけで、考察や振り返りは次の時間になるなど、時間的な制約もある。このように、実際に実験をするには様々な課題がある。

一方、シミュレータを活用した実験では実験器具が不要であるため、準備に時間を要しない。また、生徒が現象を特徴付けるパラメータ(値)を自由に、容易に変更できるなどのメリットがある。



スプレッドシートの共同編集により各班で実験データ及び考察を共有する

スプレッドシートの共同編集機能を用いることにより、各班(生徒一人ひとり)が行った実験データを共有することができる。また、そのデータやデータに基づくグラフなどから、各班において意見を共有しながら、班としての考えを入力することができる。

■ 本実践での工夫

シミュレーションであっても実際に実験を行ってみる

物理学は、実験と理論の両輪で成立している。生徒は実験を通してどのような現象が起こるかを確認し、その現象を表した数式の意味を学ぶことで、物理の概念の理解を高めることができる。そのことから、生徒たちがシミュレーションであっても実際に実験を行うことを重視した。

スプレッドシートにより実験の目的を明確にした

今回の学習のねらいが生徒に伝わるよう、実験をとおして把握すべき現象をワークシートとスプレッドシートをとおして明確にした。その結果、RLC 直列回路の電流に対する各素子の電圧の位相の変化を観測し、その結果をスプレッドシートを用いてグラフ化することによって、それぞれの位相差について具体的に判断することができた。また、実験結果をまとめることによって、電圧の瞬時値を一般的な式で表すことができるなど、実験の目的を全員が達成した。

■ 実践の振り返り-活用を深めるために-

シミュレーションであっても実験を行うことで、実際の電流に対する電圧の位相のずれを観測することができた。また、それを全体で確認・共有することで正しい現象のイメージを持たせることができた。位相のずれの「+」「-」が逆になっている生徒もいたが、まとめの際にはイメージとともに理解することができた。一方、今回の活動の評価については、ワークシートとスプレッドシートを見るだけになってしまった。今回はグループワークが多く、グループ内での役割や個別の理解度を教員として把握することは困難であり、生徒一人ひとりの評価に入れることができない状況になかった。

今回、シミュレータ(PhET:交流回路キット)を活用した実験を試みたが、実際に理論と一致することを確認できる点で生徒たちの知識の定着に繋がるものだと考える。今後もこうした活動を取り入れていきたい。