

# 授業内での電子黒板の有効活用例について

## 1 研究のねらい

物理の授業では、生徒が頭の中で物体の運動や現象をイメージできるようになることが大切だと思われ授業実践をしているが、黒板や教科書の図や、実験道具を用いて口頭で説明することに難しさを感じていた。特に、単振動のような物体にはたらく力の大きさや向きが時間的に変化する現象や、波が媒質中を進む様子は、板書するには難しい部分がある。電気の分野では、目には見えない電子の動きを想像しなくてはいけなかったり、また電流や磁場の向きなど、立体でとらえなくてはいけなかったりする内容が多くある。そこで、導入された電子黒板を用い、動画やアニメーションを見せながら説明することで、生徒の理解力向上の効果を探ることにした。

しかし、シミュレーション動画などを自ら作成するには技術的な面や時間的制約の面で難しい為、今回はすでに、デジタル教科書やインターネット内にあるものから活用できそうなものを探ってきて授業で試し、その活用例の記録を多く残すことに重点を置くことにした。また、電子黒板を有効に活用した板書作りや、パワーポイントを用いた視覚的な物理の教材作りを試みた。

## 2 実践した内容

### 1. 授業中にシミュレーション動画を使用

使用動画と掲載サイト、動画を用いた教科書の単元、生徒の反応などを記録

### 2. 見やすい板書作りのための電子黒板活用例の模索

電子黒板の活用によって板書が見やすくなったと実感した例を記録。

### 3. パワーポイントでの教材づくり

授業での説明と連動して動く教材を作成し、授業で実践し結果を記録。

## 3 実践中および実践後の生徒の変容

### 1. 授業中に用いたシミュレーションやアニメーション動画

#### ①単振動 等速円運動と単振動の運動の時間変化

引用サイト：

「物理シミュレーション 単振動」KIT 物理ナビゲーション

(最終閲覧日：2019年8月9日) <http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/physics/>

使用記録：

・教科書「改訂版物理」数研出版 P.71 第4章円運動と万有引力 3 単振動

単振動導入時に、等速円運動から単振動の運動へ理解をつなげる際に使用した。等速円運動を真横から見ると単振動に見えることが容易に確認できる。また、変位 $x$ が正弦曲線になる様子も併せて確認できる。この動画により、単振動の変位を表す式の導出がスムーズになった。

・教科書 P.76 3 単振動 D. ばね振り子

シミュレーション動画に物体にはたらく力が表記されているので、鉛直ばね振り子における変位 $x$ の正負による復元力の向きを確認することができる。復元力が $F = -kx$ と表され、なぜマイナスが付いているのか理由がよくわかったという声が多かった。

## ②いろいろな力 浮力

引用サイト：

「浮力 ■わかりやすい高校物理の部屋■」（最終閲覧日：2019年10月31日）

<https://wakariyasui.sakura.ne.jp/p/mech/pas/huryoku.html>

使用記録：

・教科書「改訂版物理基礎」数研出版 P.74 第2章運動の法則 5液体や気体から受ける力  
 浮力の説明でよくある、「浮力は物体が押しつけた液体の重さと同じ大きさ」をいう文章は、生徒はなかなか理解しづらいようである。上記のサイトのアニメーションは、液体中の物体と同じ体積の液体が、はかりの上まで動き重さをはかるという説明をそのまま動画にしたものである為、生徒に見せると「なるほど」という声が聞こえた。説明の簡単さと、生徒の理解の速さの面で、ICTを使った例の中で、最も効果を実感した教材であった。浮力の計算で使用する密度は、物体の密度ではなく物体を沈めた液体の密度であるということも合わせて説明することができた。

## ③ホール効果

引用サイト：

「ホール効果 ■わかりやすい高校物理の部屋■」（最終閲覧日：2019年12月6日）

<https://wakariyasui.sakura.ne.jp/p/elec/ro-renn/ho-ru.html>

使用記録：

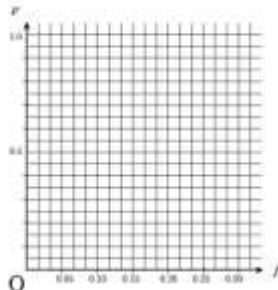
・教科書「改訂版物理」数研出版 P.287 第3章電流と磁場 4ローレンツ力  
 キャリアが正孔の場合、どのように電流が流れていくのかを表したアニメーションが生徒に伝わりやすく感じた。また、ホール効果が起きる様子を多くの図で示されており、図をプロジェクターで映しながら説明することで、自身が板書する時間が省け、授業進行がスムーズであった。

## 2. 見やすい板書作りのための電子黒板活用例の模索

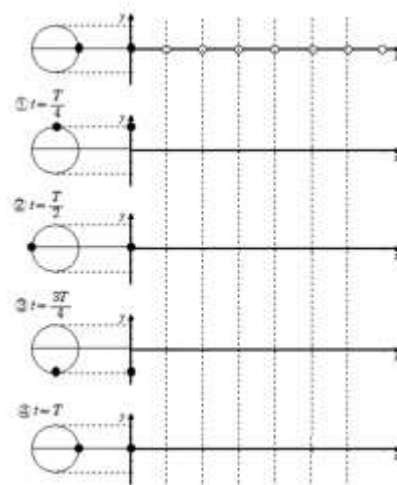
デジタル教科書を用いて、教科書や問題集の図を投影し、その図の上に書き込みながら説明をした。また、生徒に配布したワークプリントと同じ内容のデータを映し、その上に板書をする事で、生徒が作業を確認することが容易になった。表やグラフの枠を板書する必要がなくなることで、授業進行においてかなりの時間短縮となり、生徒の考える時間を増やすことにつながって大変効果的であった。

プロジェクターで投影した例：

■力F=1値				
時刻(t)	0	0.10	0.20	0.30
位置(x)	0	0.000	0.072	0.117
速度(v)				
平均の速度(ave)				
■力F=2値				
時刻(t)	0	0.10	0.20	0.30
位置(x)	0	0.064	0.12	0.188
速度(v)				
平均の速度(ave)				
■力F=3値				
時刻(t)	0	0.10	0.20	0.30
位置(x)	0	0.083	0.144	0.243
速度(v)				
平均の速度(ave)				



例1：運動方程式導入の際に使用した表とグラフ用紙

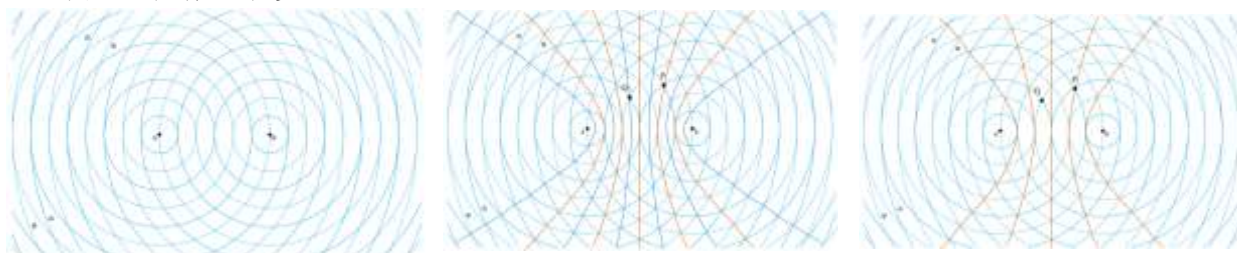


例2：正弦波のでき方の作図

### 3. パワーポイントでの教材づくり

教科書の図を投影しながらの授業へのメリットを感じながらも、教科書の図は情報量が多く、授業の説明の進行具合に応じて必要な情報のみを取り出して投影したいと感じることも多くあった。そこで、パワーポイントを使った教材づくりを試みた。

例：水面派の干渉



1 枚目

2 枚目

強め合う線+弱め合う線

3 枚目

強め合う線のみ

パワーポイントで作成した教材は、生徒の反応や理解度によって映す情報を操作できる点がとても便利であった。活用方法によっては様々なことに応用できる可能性を感じた。

### 4 研究のまとめ

各教室にプロジェクターが常備されたことによって、デジタル教科書を用いて授業することが大変多くなった。板書が難しい図でも、プロジェクターで投影すれば、きれいな図の上書き込みながら説明ができる上、時間短縮となり、生徒の考える時間を大幅に増やすことができた。また、やはり動画やアニメーションを使うことの効果の絶大さを実感した。上記以外にも、多くのアニメーションや実験動画を見せて授業を行った。アニメーションなしで説明していた以前と比べると、確実に生徒が理解する速さが違った。気軽に電子黒板が使用できる環境は、学習効果を上げることに繋がると感じた。

課題としては、図などを投影することで教員側の授業進行の時間短縮となる反面、生徒がノートに記入する時間が短くなってしまうことである。授業ノートをとる時間を確保しつつ、テンポの良い授業展開にするには、まだ考察が必要である。

### 5 実践した授業の単元計画と学習指導案

#### ① 単元の指導と評価の計画

時	学習内容	学習活動	ねらい	評価の観点				評価規準	評価方法
				関	思	技	知		
1	電磁誘導	図やグラフから、レンツの法則とファラデーの電磁誘導の法則を理解する。	レンツの法則とファラデーの電磁誘導の法則を理解する。	○		○	○	磁束密度の変化をグラフから読み取り、起電力の大きさや電流が流れる向きが分かる。	授業ノート【関・知・技】
2	誘導起電力	磁場を横切るコイルに生じる誘導起電力を考える。	磁場を横切る導線に生じる誘導起電力や、ローレンツ力と誘導起電力の関係など、様々な観点から起電力が生じる理由を考える。	○		○	○	誘導起電力が生じる過程を説明できる。	授業ノート【関・知・技】

3	誘導起電力とエネルギー	誘導起電力が生じているときのエネルギーの移り変わりを考える。	電池がする仕事と抵抗で発生するジュール熱と重力による位置エネルギーの関係を理解する。	○	○	○	電池がする仕事と抵抗で発生するジュール熱と重力による位置エネルギーの関係を式で表現できる。	授業ノート【関・知・技】
4	自己誘導と相互誘導	コイルに流れる電流の特徴と、蓄えられるエネルギーについて理解する。	コイルが蓄えるエネルギーについて理解する。	○		○	コイルが蓄えるエネルギーを計算できる。	授業ノート【関・知・技】
5	コイルの回転と交流の発生	コイルの回転により、交流が発生する仕組みを理解する。	交流につないだ抵抗を流れる電流と、交流の実効値や最大値の関係について理解する。	○		○	交流につないだ抵抗に流れる電流を式で表すことができる。	授業ノート【関・知・技】
6	交流とコイル	コイルのリアクタンスと、電流と電圧の位相差について理解する。	コイルのリアクタンスの導出過程を理解する。	○		○	コイルの電流と電圧の位相差を説明できる。	授業ノート【関・知・技】
7	交流とコンデンサー	コンデンサーのリアクタンスと、電流と電圧の位相差について理解する。	コンデンサーのリアクタンスの導出過程を理解する。	○		○	コンデンサーの電流と電圧の位相差を説明できる。	授業ノート【関・知・技】
8	交流回路のインピーダンス	交流回路のインピーダンスについて理解する。	抵抗、コイル、コンデンサーの電圧と電流の最大値をベクトル的に表現し合成することで、交流回路のインピーダンスを求める。	○	○	○	交流回路のインピーダンスを求めることができる。	授業ノート【関・知・技】
9	共振、電気振動	共振や、電気振動について理解する。	振動回路の固有振動数やエネルギーの関係を理解する。	○	○	○	振動回路の固有振動数やエネルギーの関係を式で表現できる。	授業ノート【関・知・技】
10	電磁波	電磁波の発生と性質を理解する。	電磁波の発生のしかたと速さ、性質を理解する。	○		○	電磁波の発生するしくみを説明できる。	授業ノート【関・知・技】

② 学習指導案

科目	物理		使用教材	「改訂版物理」数研出版	
指導クラス	3年		単元	第4章 電磁誘導と電磁波 4. 交流回路	
本時の主題	交流回路のインピーダンス			本時の位置	8 / 10
本時の目標	交流回路のインピーダンスを求められるようになる。				
評価の観点	交流回路における抵抗とコイルとコンデンサーの、電圧の電流の位相のずれを理解し、インピーダンスを求めることができる。				
本 時 の 展 開					
進	学習内容	教師の働きかけ	学習活動 (生徒の活動)	評価の観点 (具体的評価規準)	評価方法や 指導上の留意点
導 入	<ul style="list-style-type: none"> <li>RLC回路の回路全体の電圧と電流の表し方を確認</li> <li>交流回路における、抵抗、コイル、コンデンサーにかかる電圧と電流の位相のずれを復習</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RLC回路の回路全体の電圧を式で表す。回路全体の電圧の最大値は、それぞれの電圧の最大値を単純に足し算してはいけない理由を生徒に投げかける。</li> <li>電子黒板にて、電圧と電流の関係を表す動画を見せて確認する。</li> <li>※デジタル教科書 Studyaid D.B. 理科 プレゼン 教科書P.309 「図11-3 抵抗と電圧と電流の関係」アニメーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RLC回路の回路全体の電圧の最大値は、それぞれの電圧の最大値を単純に足し算してはいけない理由を考える。</li> <li>抵抗、コイル、コンデンサーの位相のずれを確認し、最大値を取るタイミングがそれぞれで異なることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>それぞれの電圧の最大値を単純に足し算してはいけない理由を話し合うことができる。</li> </ul>	
	展 開	<ul style="list-style-type: none"> <li>回路全体の電圧のベクトルを作図</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子黒板にて、抵抗、コイル、コンデンサーの電圧が最大となるタイミングを、電圧のベクトルで作図する様子を見せる。</li> <li>※デジタル教科書 Studyaid D.B. 理科 プレゼン 教科書P.317 「図12-0 最大値の合成」アニメーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>抵抗、コイル、コンデンサーの電圧が最大となるタイミングを、電圧のベクトルで作図する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>抵抗、コイル、コンデンサーの電圧ベクトルが作図できる。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>回路全体の電圧の大きさを求めることにより、回路のインピーダンスを求める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベクトルの合成により回路全体の電圧ベクトルを作図すると、回路全体の電流とも位相がずれていることを見せる。</li> <li>インピーダンスを求める。</li> <li>力率を求める</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベクトルを合成することにより回路全体の電圧ベクトルを作図する。</li> <li>電圧ベクトルの大きさを計算し、インピーダンスを求める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回路全体の電圧ベクトルを作図できる。</li> <li>電圧ベクトルの大きさを計算し、インピーダンスを求めることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業が遅い生徒へアドバイスをする。</li> </ul>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>インピーダンスの求め方を確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>インピーダンスの求め方を確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関連する練習問題に取り組む。</li> </ul>		