国立大学法人
大阪教育大学

教員養成課程理科教育部門　深澤優子　鈴木康文

物理分野の授業での
小中学校理科デジタル教科書の活用と実践

我々は，小・中の学習内容の確認（復習）とデジタル教科書の紹介のために啓林館の理科デジタル教科書を物理分野のいくつかの講義で活用した。物理分野に対する大きな学力の幅を持つ集団への指導を援助するツールとなることを期待した。ここでは，この実践内容およびそこで得たデジタル教科書の活用に関する知見について報告する。

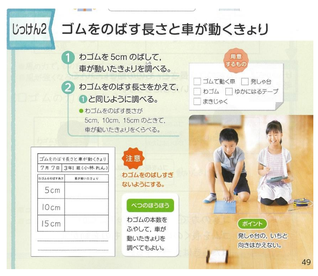
1．はじめに

物理分野の学びの特徴

物理分野は生活にかかわりが深く，相互にまたがるいろいろな側面から理解する必要がある。様々な項目をほぼ独立させて，小学校から高等学校まで限られた筋書きに沿った積み上げ学習を行っている。

表１ 積み上げ学習の例

校種学年と学ぶ内容	詳細
小学校3年　ゴムの力	ゴムの力で動く車でゴムを伸ばす長さと車の動く距離を比較する
中学校１年　ばねの伸びと力の関係	ばねにおもりをつけると，おもりの重さとばねの伸びが比例する（フックの法則）
高校・物理基礎　弾性力	フックの法則 力の大きさは伸び・縮みに比例　$F=-kx$
高校・物理　単振動	変位の大きさに比例する復元力が物体に働くと，その物体は単振動をする



啓林館 わくわく理科3年より

物理分野はこのように学びを積み上げて，一見無関係に学んだ内容が相互に関係していることを知った上で学習者に教え，彼らの理解を広げるよう指導する必要がある分野である。
積み上げ学習を行ってきた学生とそうでない学生の，その後の学びに対する理解力や洞察力には大きな差が生じている。
高等学校で物理を履修していない学生は，小学校や中学校の学習内容も忘れてしまっている

➡ **学生によって，学力の幅が著しく，集団への指導が困難**

小・中の学習内容の確認とデジタル教科書の紹介のためにデジタル教科書を活用

デジタル教科書を活用した授業

実践した授業は深澤・鈴木が共同実施している中・高の理科の免許取得に必要な２つの科目「物理学Ⅰ」・「物理学Ⅱ」，及び理科教育部門の教員がオムニバス形式で第二ブロックにおいて実施している「教職実践演習」ミニ講座の２つの授業で実践した。

物理学Ⅰ・物理学Ⅱ　（深澤・鈴木が共同実施）

対象：理科教育コースの中等教育専攻（必修），小中教育専攻の学生

中・高の理科の免許取得に必要なため，小中教育専攻も含め理科教育コースの学生のほぼ全員が受講する

高等学校までに物理を学んできた（受験科目として選択した）学生は全体のおよそ30％

1学年約60名だが，物理学Ⅰでは1割，Ⅱでは3割程度の学生が再履修

結果的に，受講者数が物理学Ⅰでは７０名，Ⅱでは１００名程度になる

内容：高校物理 $+\alpha$

物理学Ⅰでは主に力学・波動，Ⅱでは電磁気・熱・現代物理を扱う

2015年度より，授業のレベルを高校の内容まで落とし，物理学ⅠとⅡに接続性（教科書・演習書を共通化）を持たせた。

講義とグループワーク実験を行う　グループワークでは物理履修者がファシリテータとして議論をすすめる

教職実践演習　理科教育学・物理学・化学・生物学・地学の教員がオムニバスで実施

① 小学校理科

対象：主に他コースの小学校教員を目指す学生を対象にしているが理科の学生も多い

物理が担当している内容：　電気や磁石の実験の準備，安全についての指導

②中学校理科

対象：主に理科教育コース･自然科学コースの学生

物理が担当している内容：　中2理科の電気分野

2．実践例紹介

物理学Ⅰ 1回生開講　グループワーク実験の導入にデジタル教科書を活用

実験内容：振り子の周期と長さの関係を図示し，重力加速度を求める

まず，振り子の周期と長さの関係は小学校5年生で学ぶ内容であることを紹介した。このときデジタル教科書のノート機能や外部リンク機能で，学生たちがグループワークで使う実験装置の写真やワークシートを示した。そこで示した実験装置を基本的に小学校の実験装置に合わせていたため，デジタル教科書を用いて実験方法の説明を行った。

授業風景

物理学Ⅱ ２回生開講（ただし，再履修・再々履修者である物理が苦手な3、４回生も多数）

デジタル教科書の紹介と画像資料を提示する目的でデジタル教科書を活用

高校物理や物理基礎の電気の分野を学ぶため，中２の「電流の正体」の振り返り，熱力学の分野を学ぶため，中３の「多様なエネルギーとその移り変わり」の範囲を示した。この授業では特に高度なテクニックを使わず，デジタル教科書の基本機能の紹介とその教科書内に収録されている画像や映像の資料を提示する目的でデジタル教科書を活用した。

授業風景

教職実践演習　①小学校理科

学習内容の確認

実験器具の説明動画（検流計・電流計，電源装置の使い方）を活用

〇受講生へのインタビュー結果

理科以外のコースの学生のなかには、デジタル教科書を見たことも，使ったこともない学生がいた。
使ったことがある学生も、使えるかどうか不安に思っている学生が多かった。

教職実践演習　②中学校理科

実験器具の説明動画（電圧計・電流計の使い方）を活用

ゲーム感覚で学べるように工夫されている教科書内のリンクも多く，このときは階段の上・下にあるスイッチの配線の資料紹介を行った。

〇受講生へのインタビュー結果

デジタル教科書をみたり，活用しているところをみたり，実習等で実際に活用したことがある学生がほとんどだった。次年度からの教師としての活用に不安はなさそう。

授業風景

3．活用した教科書の紹介

物理学Ⅱと教職実践演習（中学校理科）ではデジタル教科書の基本的な使い方の紹介と教科書内コンテンツへのリンクも含め，画像・映像資料を提示する目的で活用したのみであったが，物理学Ⅰと教職実践演習（小学校理科）では外部資料へのリンクやマイリンクで添付資料の張付などの機能をふんだんに活用した。

表2 活用したデジタル教科書（啓林館）の機能

機能	使用例・使用方法
学習履歴	ノート，選択したツールや動画資料，最後に表示した教科書のページが保存される。あらかじめ上記の機能を使って，授業の展開に合わせたコンテンツやツールを配置して保存しておけば，授業時に必要なものがすぐに活用できる。外部リンク機能としてこの機能を使うことで，学年を超えた教科書間のリンクも簡単にできる。
動画・画像コンテンツ	教科書に収録されている実験器具の説明動画や，興味を引く実験動画を学生に紹介した。教科書に載っていない必要な動画を選択しておくと，画面下のタブを使って，外部リンク機能として教科書画面からすぐに切り替えることができる。
機能一覧	タイマー，計算機，分度器や三角定規などのツールがまとめられている。使用できるツールは教科によって異なる。授業では，実験時間の管理のため，タイマーを使用した。
ノート	画像や文字を貼り付けることができる。授業では，実験器具の写真やワークシートを貼り付けて実験方法を説明した。「バインダー」ボタンで教科書画面からノートの画面に切り替えることができる。
マイリンク	教科書画面上に外部のファイルやウェブサイト，作成したノートへのリンクボタンを配置することができる。授業では，実験結果を入力して図示するために，エクセルファイルへのリンクを使った。

4．まとめと今後の課題

小・中学校理科のデジタル教科書を，小・中の学習内容の確認とデジタル教科書の紹介（使用方法の紹介を含む）のために物理に関するいくつかの講義で活用した。活用した結果，いくつかの認識を新たにした。

〇必要な動画がまとまっているため、資料収集・準備の手間が省ける

〇自作のノートも挿入可能なので，資料をあらかじめ保存しておけば，デジタル教科書だけで授業ができる

〇事前に使いたいところをまとめて保存しておける

➡ **小中からの積み上げ＝復習が必要な分野では学び直しに有効と実感**

今回はデジタル教科書の紹介と学習内容の教育であり，学生にファシリテータとしての教員の立場の活用ができるような教育していない。今後，彼らをファシリテータの立場にした活用をしてみたいが，特にグループワークで工夫できないかを検討している。今回紹介した授業で同様な活用をするのに加え，今後の活用予定のある授業として，実験科目の「物理学実験Ⅰ」での利用を検討中である。一方，教育実習の事前指導で必要になるかもしれない。