

中学理科のデジタル教科書とシミュレーションソフトの作成

佐藤 周*1・井川 大介*2・須澤 啓一*3・亀丸 俊一*1
Email: renten15@yahoo.co.jp

*1: 北見工業大学大学院工学研究科情報システム工学専攻

*2: 北見市立東相内中学校

*3: 北見工業大学 技術部

©Key Words デジタル教科書, 中学校理科教材, 光学実験シミュレーションソフト

1. はじめに

学校設置者が諸般の理由から準備できない実験装置があったり、教師の多忙化からしっかりした実験実施のための時間の不足を補うという目的で、大学での学生実験などで行う光学実験を基に、Microsoft Excel (以下 Excel) を用いて小・中学校でもシミュレーションで行える実験を報告してきた。ここに来て、小中学校の教員からこの研究に関心をもつ声が挙がり、小・中学校における理科の中でいくつかの実験をシミュレーションする実験補助ソフトウェアを Excel や Java で開発し改良してきた⁽¹⁻³⁾。そこで今回は、すでに Java で作成されている「凸レンズの結像の光学実験シミュレーションソフト」を改良し Excel 上で動作するようにした。これはソフトウェアを使っている最中に起こる不具合などを修正する必要が生じた時、特別な知識や開発環境が必要な Java ではなく Excel がベースになっている方が有効であると考えたからである。さらにこれまでの研究で作成されたいくつかの光学実験のシミュレーションを行うソフトをひとつにまとめ、中学校で実際に使われている教科書と同じ書式でデジタル教科書の何ページ分かの作成を行ったので報告する。

2. 小・中学校での理科教育

小・中学校向けの理科の指導要領から抜き出した光学に関する実験と、我々の以前からの研究で作成された光学実験シミュレーションソフト名をわかりやすく対比させて表 1 に示す。

表 1 小中学校で実施する光学実験

学年	実験内容	作成されたソフト名
小学 3年	鏡を使って光のすすみ方を調べる	光の進む道すじ
	太陽の光をあててもののあたかさの変化を調べる	適さない
	虫めがねで光を集める	適さない
中学 1年	鏡や透明な物体に当たった光の進む道すじを調べよう	光の進む道すじ
	凸レンズによってできる像を調べよう	未作成

今回は表中の中学 1 年の部分で「未作成」となっている「凸レンズによってできる像を調べよう」という実験内容について、既に本研究室における従来の研究

において Java で作成されている「凸レンズの結像」のシミュレーションソフトを改良したものを Excel VBA で作成する。そして、Excel VBA で既に作成されている「光の進む道すじ」というシミュレーションと合わせ、中学校で実際に使われている教科書を参考としたデジタル教科書を作成する。また、デジタル教科書を閲覧するハードとしては開発環境や現在の関連機器の普及状況から Windows タブレットを想定している。

3. 既存のシミュレーションソフトとその改良

導入するタブレット台数は紙の教科書の「義務教育諸学校の教科用図書の無償措置に関する法律」に準じて無償で小学校及び中学校入学時に 1 台ずつ児童および生徒の人数分配布し、教師はこれを従来の教科書と同様に活用して授業を進める。ここではデジタル教科書を表示するためのハードまでを教科用図書として定義する。

デジタル教科書表示用ハードを使用した生徒指導上の問題行動を未然に防ぐための一つとして、インターネットに接続できないようにするためのシステムは必須である。ソフトウェアによるロックも考えられるが、インターネットにつなげるための機能を初めから搭載しないデジタル教科書表示用ハードを使用するという方法が良いと考える。また、一斉授業で容量の大きいコンテンツを生徒全員に配布する際、ネットワークに負荷がかかり授業が進まないという事態に陥る可能性があるため、予めネットワークに頼らない方法で開発を進めるべきと考える。ただしこの方法では、タブレットにインストールされているソフトのアップデートの問題も生じる。

4. 既存のシミュレーションソフトとその改良

中学生用に Java で作成された光学実験シミュレーションソフトは、光線が光源からレンズを通過し像を成すまでをアニメーションで描線するソフトであった。本研究ではこの既存のソフトの改良版を Excel VBA で作成した。改良版の使用方法を以下に示す。

シミュレーションソフトはデジタル教科書中にあるアイコンをクリックすることで起動する。Excel のセル上にあるソフトウェアの起動ボタンを押すとこのソフトウェアの簡単な説明のウインドウが開く。次にこのソフトの使い方の説明があるウインドウが表示された後に図 1 の画面が表示され、レンズ結像のシミュレーションソフトウェアが起動する。「実験開始」ボタンを

押すと図 2 の画面に切り替わる。光軸下に示されている 5 個のオプションボタンはセットする光源の位置である。デジタル教科書作成の参考とした教育出版の教科書⁴⁾に記述されている実験では、焦点距離の 2 倍より遠い位置、焦点距離の 2 倍、焦点距離の 2 倍の位置と焦点の間、焦点、焦点とレンズの間の 5 つの位置に光源であるろうそくを置き測定を行う、とあるので、オプションボタンをそれに合わせて配置し、選択できるように 5 個表示させた。オプションボタンで光源の位置を選択すると図 3 のように光源の位置にろうそくの実像が描かれる。オプションボタンが選択された状態で描画ボタンを押すと 3 本の線がろうそくからレンズを通り、像の位置まで描かれ、結像の位置にろうそくを描画し、メッセージボックスが現れ、画面は図 4 の様になり、凸レンズによる結像の様子が良く分かる。

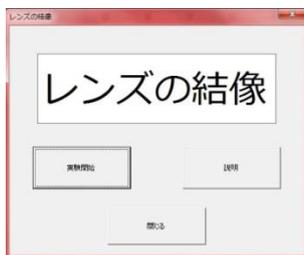


図 1 シミュレーションソフトの起動画面

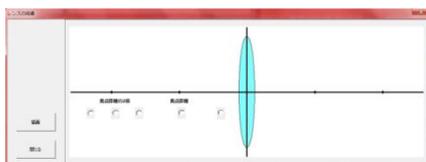


図 2 光源選択画面

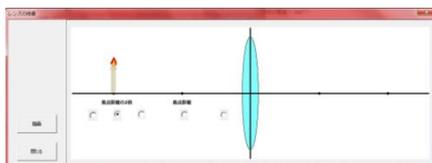


図 3 光源出現後の画面

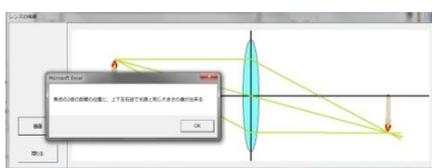


図 4 光線と結像が描画された画面

図 1 の「説明」ボタンを押すと実験で実際に使用する器具の画像と器具の名前のボタンがある画面が起動される。器具の名前が書いてあるボタンを押すことでその器具の説明が表示される。

5. 電子教科書の試作品の作成

中学生向けの理科のデジタル教科書作成にあたり、従来の紙媒体教科書の長所・短所を調べた上で、デジタル教科書ならではの長所をできる限り生かすことを考えて自作のデジタル教科書に反映させることを第一の目標とした。動画や補助ソフトウェアをアイコンの

ワンクリックで起動させることが出来るというのはデジタル教科書ならではの機能である。そこで、実験シミュレーションソフトを教科書中の該当する部分にリンクさせている。

本研究では、今回作成したシミュレーションソフトと、以前作成されたシミュレーションソフト「光の進む道すじ」を合わせて、数ページではあるがデジタル教科書を作成した。電子教科書の作成にあたっては使いやすいソフトウェアが出ており、デジタル教科書の操作方法の統一もされたが、デジタル教科書の規格自体もまだ定まっていないため、今回はこれまで作成した Microsoft のシミュレーションソフトとの整合性を取るという意味で Word を使用した。図 6 に作成したデジタル教科書 (a) と参考にした教育出版の教科書 (b) の 1 ページを並べて示す。

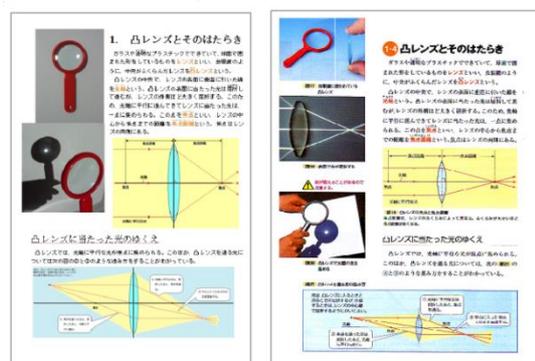


図 5 作成したデジタル教科書(a)と参考にした現在北見市内の中学校で用いられている教科書(b)の 1 ページ

図や文章、レイアウトは北見市内の中学校で用いられている教育出版の教科書を参考として作成しているが、デジタル教科書中のアイコンをクリックすることにより、実験シミュレーションソフトが補助教材として起動するようになっている。

6. おわりに

今後の開発目標は、音声や実験手順の説明などの動画を組み込み、これを使用する中学生の興味を引きより効果的な学習が行える教科書を作成しようと考えている。また、作成したデジタル教科書を実際に中学生に使用してもらい、使用感をアンケートで調査し改良の参考とすることも検討している。

参考文献

- (1) 伊澤和也ほか：「Microsoft Excel を用いた実験学習用教育ソフトウェアの開発」, PC カンファレンス北海道 2008 講演予稿集 pp.6-9 (2008).
- (2) 桑原達也ほか：「Excel を用いた中学校の光学実験教育ソフトウェアの開発」, 第 57 回応用物理学関係連合講演会予稿集 18a-P5-23 (2010).
- (3) 大森勇人ほか：「Excel を利用した理科授業補助教材の開発」, 第 72 回応用物理学学会学術講演会予稿集 30a-P9-13 (2011).
- (4) 細谷治夫, 養老孟司ほか：「自然の探求 中学校理科 1」, 教育出版株式会社 (2013).