

中学校第1分野「電流とその利用」における マルチメディア教科書の効果

清水欽也・原田二郎¹・前原俊信

(2004年9月30日受理)

An Examination of the Effect of Multi-media Textbook
in teaching "Electric Current and its uses"

Kinya Shimizu, Jiro Harada, and Toshinobu Maehara

We made a high quality digital movie contents for laboratory works in science education in junior high school. It is designed to be used through the whole subject of "Electric current and its uses". After the practical use in classes, we have studied if the use of such a multimedia teaching material has the ability to change the students' image of the science classes affirmatively. As a result, we have a conclusion that the effect of the multimedia contents depends on the students' attitudes to the science classes. It is effective to the students with motivations, but has bad effects to those who are lacking in the motivations.

Key words : Digital Movie Contents, Multi-media Science Textbook,

キーワード：動画教材，マルチメディア教材，コンテンツ，変容

1. はじめに

学校現場へのコンピュータの導入が進んできたが、しばらくは、教室に1台程度の状況であると思われる。そこで、当面は教師が授業の中で資料提示用を使うという利用が多いと考えられる。その際には、副教材というより、教科書自体がマルチメディア化されることが想定され、文章や静止面だけでなく動画が利用されることが予想される。学校現場においては、これまで、ビデオを補助教材として利用した経験はあるが、教科書自体がマルチメディア化されることは想定しておらず、マルチメディア教科書のあり方やその効果的な利用法について明らかにする必要がある。

そこで、本研究においては、教師が一斉授業で説明する際に提示することを想定して、理科第1分野の教科書内容をマルチメディア化することを中心に研究した。作成したコンテンツを用いた実践を通して、マル

チメディア教材を用いると「理科授業に対するイメージ」を肯定的に変容させる効果があるかどうかを調べた(清水ほか2003, 前原ほか2003)。

2. 動画コンテンツの制作

理科の第2分野では、身近に見られない動植物や地形など、副教材としてのコンテンツはすぐに考えられるため、業者等も作りやすいと思われる。そこで、本研究グループでは、第一分野の方では、どのような利用が考えられるかを調べている。2001年度より、中学校理科第1分野の「電流の性質とはたらき」の単元において利用する映像の自作を試みていたの(森田ほか2002, 森田2003)で、これを専門家に撮影を依頼し、高品質なコンテンツとすることとした。

内容については、主に、生徒実験を取り上げ、実験技術が未熟であったり、操作に不慣れた生徒達に実験前に見せることで、電気関係の実験に対する障壁を低くすること、また、実験中にも連続再生することで

¹安芸郡熊野町立熊野中学校

困っている生徒を補助すること、さらに、実験後のまとめでも利用することをねらった。教材は、イベント的な利用でなく、単元を通じた継続利用によって評価することが必要であると考え、この単元の中のすべての実験をコンテンツ化した。

映像は高品位なものとするため、業者に依頼してハイビジョン・カメラで撮影してもらい、編集は自分で行った。現在の学校では、ハイビジョンサイズの映像を映すことは難しいため、ダウンコンバートして4:3の映像とし、DVテープにしたものをパソコンにキャプチャして編集した。将来的には、16:9のままデジタルサイズできるような体制を準備したい。制作の過程で、どちらの画面サイズを使用するかによって、画面レイアウトがかなり変わるので、一つで両方のサイズに適切なものは作りにくいことが分かった。

コンテンツは、教師が提示して説明するため、音声は入っておらず、映像だけである。高品質なまま余分な手続きなしに見られるよう、MPEG1（サイズ720×480ビットレート6Mbps固定）のデータとしたが、全体で約1.5GBという大きなサイズになった。

次に、電気関係の映像のDVD化を行った。DVDのメニューによって欲しい映像を選択できるようにし、パソコンがなくても、DVDから映像を映せるテレビやプロジェクタさえあれば、コンテンツが利用できるようにした。

理科の生徒実験の際に、教師がプロジェクター等で提示するショートコンテンツ集である。そのため、音声は入っていないが、画像はできるだけ高品質にしてある。全部で30本の動画にまとめ、時間は総計約35分となった。

授業の流れに沿って、生徒実験における操作をそのまま動画として記録してあるので、実際に実験を行う前の説明、実験中の補助、実験後のまとめのところで使うことができ、教科書では分かりにくい機器の操作

法や実験手順が理解できる。電流の単元全般を通じて利用できるようになっている。

3. 効果の評価

本調査では、制作された「マルチメディア教科書（電磁気分野）」を実際に中学校2年生の授業において活用した結果「理科授業に対するイメージ」を肯定的に変容させる効果があるかどうかを調べた。調査は、理科到達度の異なる広島県内の2校の中学校2年生に対して実施した。

できあがったコンテンツは、まず、Webページから再生できるようにリンクを張ったものを作成し、A中学校の教諭が単元を通じて利用した。A校は新興住宅地に所在し、都市部への通勤者子弟が多い。各種研究会も活発に行っている。同教諭の授業スタイルは制作の際に想定した授業スタイルと違ったため、最初はとまどいながらの利用であり、十分な効果があがらないとの不安もあったが、その後は大変便利に使っていただいたとのことであった。演示の代替として用いたが、ビデオテープを用いることに比べて頭出しが容易であり、繰り返しも楽であったとの期待通りの感想が得られた。ただし、映像が高品位なため、計測器の針の位置が読め、結果が見えてしまうという問題点があることを指摘された。

次に、2003年度に、制作に積極的に関わった教師がB中学校において授業で利用し、その効果について検証した。B校は、伝統的な町並みと農村部とが混在している。この教師は転任したばかりであり、まだ十分B中学校の雰囲気に慣れてない状況での実践であった。

A校における調査

A校における調査は平成14年6月から12月にかけて、第2学年の全生徒に対して、「電流」の単元についての学習前後に質問紙調査を行った。図2にあるように、調査項目は20項目あり、そのうち10項目ずつは理科授業に対して肯定的および否定的なイメージを持つ文を示し、それに対してそれぞれ、「まったくその通りだ」、「だいたいそう思う」、「あまりそう思わない」、「まったくそう思わない」の選択肢で回答してもらうように構成されている。尚、事前・事後の両調査票への回答者は183名であった。

まず、本調査票から「理科授業に対する肯定的なイメージ」および「理科授業に対する否定的なイメージ」という心理特性を抽出可能かどうか確認するため、全20項目の回答に対して、最尤法による因子分析を行っ

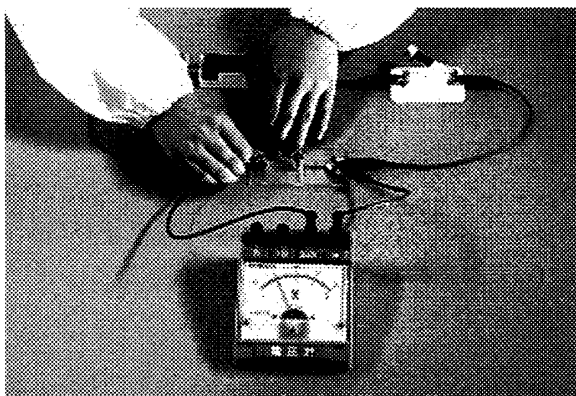


図1. コンテンツの一場面

た。因子抽出後の回転はプロマックス回転である。まず、事前テストにおいては、「理科の時間、いつもとても緊張する」、また、事後テストにおいては、この項目に加え、「理科の時間は、まるで私は数字の森に迷い込んでしまい、出口を見つけられないかのような気分させてしまう」の両項目が単独で因子を構成していたため、これらの項目を除外し、再度、同様な方法

にて因子分析を行った。その結果は表1のとおりである。

事前、事後テストとも第一因子「理科授業に対する肯定的イメージ」、第二因子「理科授業に対する否定的イメージ」、第三因子「理科授業に対する怖さ（慎重さ）」が因子として抽出された。また、各因子を構成する項目から、合成変量を作成する場合の信頼性係

理科の授業についての調査アンケート

() 学年 () 組 出席番号 () 性別 (男・女)

この調査は、正解・不正解はありません。私たちが聞きたいのは、みなさん自身がこれらの文についてどうおもつかということです。以下の文を注意深く読んで、どのように思うか正直に、教えてください。

答え方：それぞれの文について、みなさん自身の意見にもっとも近いと思われるものを○で囲んでください。

もし、あなたが「全くそのとおりだ」と思えば、1に○を… ① 2 3 4
 もし、あなたが「だいたいそう思う」と思えば、2に○を… 1 ② 3 4
 もし、あなたが「あまりそう思わない」と思えば、3に○を… 1 2 ③ 4
 もし、あなたが「全くそう思わない」と思えば、4に○を… 1 2 3 ④

		まったくそのとおりだ	だいたいそう思う	あまりそう思わない	まったくそう思わない
1.	私は理科の授業中、いつもとても緊張する。……………	1	2	3	4
2.	私は理科が好きではなく、勉強するのがこわい。……………	1	2	3	4
3.	私にとって理科は大変興味をそそる教科で、日頃から楽しんで授業を受けている。……………	1	2	3	4
4.	理科はごくごくさせてくれて、楽しい。……………	1	2	3	4
5.	理科は私を安心させてくれて、同時に刺激的でもある。……………	1	2	3	4
6.	理科の時間、私はボーっとして、何も考えられない。……………	1	2	3	4
7.	理科の時間、何かしようとする時、不安を感じる。……………	1	2	3	4
8.	理科の時間は、居心地が悪く、そわそわ、イライラしてしまう。……………	1	2	3	4
9.	理科に対する私の印象は、大変良い。……………	1	2	3	4
10.	理科の時間は、まるで私は数字の森に迷い込んでしまい、出口を見つけられないかのような気分させてしまう。……………	1	2	3	4
11.	理科は私が大変楽しめるものの一つだ。……………	1	2	3	4
12.	「理科」という言葉を聞くと、私は嫌な気持ちになる。……………	1	2	3	4
13.	私は理科ができないという不安から、いつも理科の時間、少しためらってしまう。……………	1	2	3	4
14.	私は理科が本当に好きだ。……………	1	2	3	4
15.	理科は私がいつも楽しんで勉強する教科の一つである。……………	1	2	3	4
16.	理科の実験をしななければならないと考えただけで、緊張してくる。……………	1	2	3	4
17.	私はかつて一度も理科が好きだったことはなく、私が最もおそれるものである。……………	1	2	3	4
18.	私は他の教科の時間より、理科の時間のほうが幸せを感じる。……………	1	2	3	4
19.	理科は簡単で、大好きだ。……………	1	2	3	4
20.	私は、明らかに、理科の時間楽しくなる。……………	1	2	3	4

ご協力ありがとうございました

図2. 理科についての調査アンケート

表1. A校における「理科授業に対するイメージ」調査因子分析結果

事前テスト				事後テスト			
項目	因子			項目	因子		
	1	2	3		1	2	3
14. 本当に好きだ	0.870	-0.617	-0.094	14. 本当に好きだ	0.916	-0.618	0.003
15. 楽しんで勉強する教科の一つ	0.859	-0.655	0.000	15. 楽しんで勉強する教科の一つ	0.910	-0.596	0.001
20. 明らかに楽しくなる	0.829	-0.424	-0.084	11. 大変楽しめるもの一つ	0.891	-0.559	0.018
11. 大変楽しめるもの一つ	0.814	-0.543	-0.012	3. 大変興味をそそる	0.817	-0.535	-0.043
3. 大変興味をそそる	0.811	-0.644	0.024	20. 明らかに楽しくなる	0.797	-0.525	0.011
19. 簡単で大好きだ	0.766	-0.343	-0.159	18. 他教科より幸せを感じる	0.783	-0.507	0.000
18. 他教科より幸せを感じる	0.765	-0.325	-0.212	4. ぞくぞくする	0.734	-0.367	-0.036
9. 印象が大変よい	0.728	-0.546	0.067	19. 簡単で大好きだ	0.734	-0.501	-0.064
4. ぞくぞくする	0.661	-0.378	0.224	9. 印象が大変よい	0.733	-0.487	-0.005
5. 安心かつ刺激的	0.579	-0.198	0.167	5. 安心かつ刺激的	0.641	-0.290	0.201
12. 嫌な気持ちになる	-0.450	0.651	0.209	12. 嫌な気持ちになる	-0.508	0.752	0.161
6. ポーっとしてなにも考えられない	-0.265	0.581	0.205	17. 好きだったことはなく最もおそれる	-0.511	0.707	0.151
13. 不安ゆえためらってしまう	-0.332	0.575	0.350	13. 不安ゆえためらってしまう	-0.332	0.679	0.249
2. 勉強するのがこわい	-0.242	0.537	0.503	2. 勉強するのがこわい	-0.401	0.558	0.180
8. 居心地が悪い	-0.257	0.526	0.175	8. 居心地が悪い	-0.365	0.557	0.042
17. 好きだったことはなく最もおそれる	-0.295	0.515	0.238	6. ポーっとしてなにも考えられない	-0.405	0.556	0.178
7. 不安を感じる	-0.115	0.329	0.730	16. 実験をしなければならぬ→緊張する	0.019	0.201	0.995
16. 実験をしなければならぬ→緊張する	-0.021	0.261	0.627	7. 不安を感じる	-0.062	0.434	0.592

数 (Cronbach α) を測定すると、「肯定的イメージ得点」については、事前0.94, 事後0.95であり、「否定的イメージ得点」については事前0.76, 事後0.80, 「理科授業に対する怖さ (慎重さ)」については、事前0.68, 事後0.71となりいずれも十分な信頼性が得られた。

各質問項目に対する回答について、「まったくその通りだ」を5, 「だいたいそう思う」を4, 無回答・無効回答を3, 「あまりそう思わない」を2, 「まったくそう思わない」を1とし, 各因子ごとの総得点を求め, 「肯定的イメージ得点」, 「否定的イメージ得点」, 「怖さ得点」を算出した。その結果, 各得点の事前・事後の平均及び標準偏差は表2のとおりであった。

表2. A校における理科授業に対するイメージ得点の平均及び標準偏差

	事前		事後	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
肯定的イメージ得点	31.62	10.32	33.63	10.77
否定的イメージ得点	25.61	4.03	25.56	4.29
怖さ得点	7.77	2.14	7.81	2.03

(N=183)

さらに, 単元学習後においてそれぞれの得点について, 有意な変化が見られるかどうか検定するために, 対応関係のあるT検定を行ったところ, 肯定的イメージ得点については, 1%水準で有意差 (T=-3.225**) が認められ, 他の得点については有意な変化はみられ

なかった。

B校における調査

B校においては, 被験者が78名と少なく主因子法による20項目の因子分析については因子が収束し難いという問題がある。そのため, A校における因子分析によって抽出された各肯定的・否定的イメージについてそれぞれ1因子を仮定し, 主成分分析を行い各因子に対する主成分負荷量を検証した。

肯定項目においては, 事前テストの「19. 簡単で大好きだ」について負荷量が0.5より小さいため肯定的イメージ得点には適さないと判断した。また, これら9項目で合成変数を作成した場合の信頼性係数 (Cronbach α) は事前0.84, 事後0.87であった (表3参照)。

表3. B中学校における肯定項目の主成分分析結果

項目	主成分負荷量	
	事前	事後
14. 本当に好きだ	0.790	0.797
3. 大変興味をそそる	0.785	0.777
20. 明らかに楽しくなる	0.741	0.773
15. 楽しんで勉強する教科の一つ	0.727	0.583
11. 大変楽しめるもの一つ	0.656	0.612
5. 安心かつ刺激的	0.627	0.520
9. 印象が大変よい	0.619	0.710
18. 他教科より幸せを感じる	0.532	0.762
4. ぞくぞくする	0.501	0.752
19. 簡単で大好きだ	0.432	0.657

否定項目においては、事後テストの「2. 勉強するのがこわい」及び「13. 不安ゆえためらってしまう」について負荷量が0.5より小さいため肯定的イメージ得点には適さないと判断した。また、これら4項目で合成変数を作成した場合の信頼性係数 (Cronbach α) は事前0.70, 事後0.71であった (表4参照)。また、怖さ得点については、信頼性係数を算出したところ0.43と信頼性が低いため、B中学校における分析からは除外した。

表4. B中学校における否定項目の主成分分析結果

項目	主成分負荷量	
	事前	事後
17. 好きだったことはなく最もおそれる	0.795	0.821
12. 嫌な気持ちになる	0.712	0.771
2. 勉強するのがこわい	0.674	0.446
6. ポーツとしてなにも考えられない	0.657	0.642
8. 居心地が悪い	0.615	0.601
13. 不安ゆえためらってしまう	0.562	0.359

B中学校においても、単元終了全後でそれぞれの得点について有意な変化が見られるかどうか検定するために、対応関係のあるT検定を行った。その結果、肯定的イメージ得点については学習後5%水準での有意さは見られなかったが、否定的イメージ得点については0.1%水準の有意差 ($T=-4.377$) が認められ、学習後理科授業に対する否定的イメージが高くなっていることが明らかとなった。

表5. B中学校における理科授業に対するイメージ得点の平均及び標準偏差

	事前		事後	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
肯定的イメージ得点	21.10	7.63	19.51	8.37
否定的イメージ得点	6.66	2.24	8.74	3.69

考察

上記の分析により、本動画教材の効果は生徒の実態や学校の取り巻く環境などによって、その成果が肯定的にも、否定的にも働き得ることが明らかとなった。実践を行った教師に対する聞き取り調査によると、B校においてはA校に比べ、学習意欲が低いとのことであった。つまり、この動画教材は、事前の理科学習に対する態度により、その効果は異なり、あらかじめ理科学習に意欲的なものには肯定的に働くが、意欲不足な生徒に対しては否定的に働きうると考えられる。このことから、動画教材の導入について留意すべき点として、学習者の目的意識や学習者の学習スタイル (例えば熟慮型-衝動型などの認知スタイル) な

どもも考慮する必要があるものと考えられる。

4. まとめと今後の展開

実際にこのコンテンツを用いて授業を行うことを考えると、板書をすべてプロジェクタで提示することも考えられる。提示の仕方によっては、生徒が思考する時間がなくなり内容を咀嚼できなくなることも考えられるが、単に板書を待つ時間はなくなり時間を有効に使えることも確かであろう。そこで、板書内容を提示できるように、モデルとなるパワーポイント・データを作成してみた。これについても現場で試用していただき、改良していく計画である。

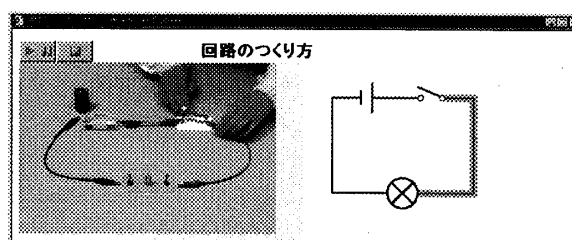


図3. 配線と回路図の同期提示

今後の展開としては、新しいテクノロジーを用いた教材の提示法を検討したい (前原 2003, 道下ほか 2002)。電気回路を見ながらの配線に苦勞することの多い電気関係の実験においては、回路図と実際の配線とを対応させることが重要である。そこで、新しい技術の一つであるXML技術の応用であるSVGで描いた回路図と実写の動画映像をやはりXML技術の応用であるSMILで同期させ、配線中は、接続している部分を回路図で強調するようなコンテンツを制作している (前原ほか2003, 道下ほか2002)。

また、同様に、実際の像と説明図との対応に効果が

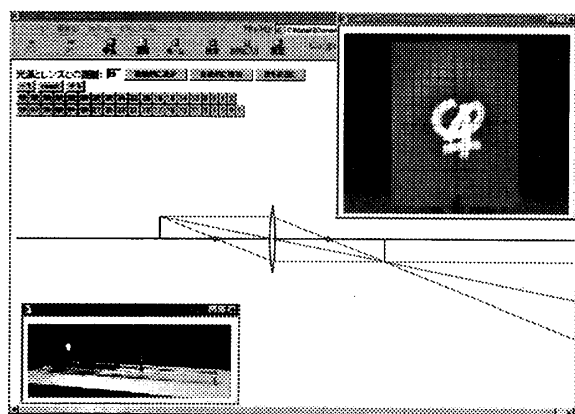


図4. 凸レンズの同期コンテンツ

あると考えられる例として、凸レンズの実験について、コンテンツを作成した（前原ほか2003，道下ほか2002）。こちらは、映像から切り出した静止画と、SVGによって描いた光路の図とを対応させた。この例では、SMILを使わないかわりに、SVGの拡大・縮小機能が機能している。どちらの場合も、モデル図と実写を対応させることで内容の定着を図るためのコンテンツである。これらの教材についても、学校での進授業実践による評価を計画したい。

【謝 辞】

本研究は、2002年度文部科学省科学研究補助金特定領域研究「新世紀型理数科系教育の展開研究」によっている（課題番号：00000000）。コンテンツ制作にあたっては、(株)TSSプロダクションに映像の撮影に協力いただいた。また、中高下亨さんにはコンテンツの設計段階で、野見山恵美、瀧弥生さんには映像の被写体としてご協力いただいた。また、授業を実践していただいた片山文法氏にも心より感謝したい。

【参考文献】

- 清水欽也，原田二郎，片山文法，前原俊信（2003）「動画を用いた中学校理科1分野（電流単元）実験用「マルチメディア教科書」の効果の測定」，日本理科教育学会全国大会発表論文集第1号，1F-05
- 前原俊信，清水欽也，笠井聖二（2003）「XMLを用いた中学校理科1分野実験用「マルチメディア教科書」の制作と活用」，2002年度文部科学省科学研究補助金特定領域研究「新世紀型理数科系教育の展開研究」報告書
- 前原俊信（2003）「中学校理科コンテンツ開発の実践とその考察」，日本教育工学会第18回大会講演論文集，3-306-5，2002
- 道下和生，森田めぐみ，笠井聖二，前原俊信（2002）「中学校理科動画教材におけるXMLの活用」，日本理科教育学会第50回全国大会，1G-07
- 森田めぐみ，原田二郎，杉本佳代，前原俊信（2002）「動画コンテンツ集を活用した授業の試み～中学校理科「電流とそのはたらき」の場合～」，日本理科教育学会第50回全国大会，1G-06
- 森田めぐみ（2003）「中学校理科マルチメディア教材の開発」広島大学大学院教育学研究科修士論文