

家庭用ビデオカメラを用いた理科教育の改善 －実物投影装置・実体顕微鏡・顕微鏡投影装置としての活用－

渡 辺 克 己

北里大学理学部

要旨

理科離れ、授業改善、ICTの導入が叫ばれて久しい。今日の理科教育においては、コンピュータ等の情報機器を活用して授業改善を行い、科学に対する興味関心を高め、知識基盤社会で活躍できる生徒を育てようとしている。一方で、日常の授業においては、教員の意図を正確に示した分かりやすい授業を行う、本物・実物をなるべく多く見せる、生徒の積極的な授業参加を促す等、授業展開の中で簡便に利用できる教育機器が必要である。今回、身近な機材を工夫した映像システムを開発し活用について検証することで理科教育の改善を目指した。

キーワード：わかりやすい授業、大型テレビ、家庭用ビデオカメラ、顕微鏡投影装置、実物投影装置、書画カメラ

はじめに

平成17年に神奈川県教育委員会が神奈川の教育ビジョンの作成に当たり行った大規模な調査¹によれば、教員の68.0%が「わかりやすい授業をする」ことを目指している。しかし、筆者の経験では、教科書の指示されたページを開けても見る場所を探すのに手間取る、身近な動植物の形や細部構造を見たことがないので先生の話が理解できない、顕微鏡をのぞいても観察すべきポイントがわからない、といった生徒も多く存在する。また、児童・生徒の70.1%が「わかりやすい授業をしてくれる先生」に教わりたいと願っている。そこで、これらの生徒が抱える課題の解決と理科の授業改善への活用を目指し、学校に普及している大型テレビと家庭用ビデオカメラを組み合わせた、簡便で多目的に利用できる映像システムを開発した。

I 機器の調整・装置の作製

1 ビデオカメラの調整

(1) 使用したビデオカメラ等

- ・SONYデジタルビデオカメラレコーダー HDR-CX485
- ・HDMI延長ケーブル（5m）（別売）
- ・ACアダプター AC-L200（別売）

(2) テレビ画面の調整

ビデオカメラの液晶画面には多くのアイコンが表示されており、このままだとテレビ画面に不必要な画像が表示され見にくくなる。そこでテレビ画面上のアイコンを消すための次の操作を行う。

MENU → セットアップ → HDMI機器制御 → 切

この結果カメラの液晶画面はそのままで、テレビには撮影した画像のみを映すことができる。

(3) テレビへの接続

5mのHDMI延長ケーブルを60インチの大型テレビに接続する。これにより、テレビから少し離れた場所で画面を見ながら必要な作業を行うことができる。

2 据え置き型実物投影装置用カメラ取り付け装置1の作製

装置はコピースタンド又は、写真用引延し機の支柱部分に取り付けて使用する。今回は廃棄になった引延し機の支柱部分を利用した。

(1) 材料

- ・取付金具 $3 \times 25 \times 200 \times 100$ mm 1個、 $3 \times 25 \times 130 \times 70$ mm 1個
- 取付金具は株式会社マイスト製で、L型の場合（厚み） \times （幅） \times （直線部分の長さ） \times （直線部分の長さ）mmで表示する。ホームセンター等で販売されている。
- ・六角ボルトW $1/4 \times 25$ mm 1個、W $1/4$ 蝶ナット1個、ワッシャー1枚
- ・六角ボルトM 6×35 mm 1個、ナット1個、ワッシャー2枚
- ・ステンレスさら小ねじM 4×15 mm 4個、ナット・ワッシャー各4個
- ・ビニールパッキン4枚

厚さ2mmのビニールシートを 3×3 cm程度に切り、5mm径の穴をあけたもの。ビニールシートはホームセンター等でテーブル用として販売されている。



写真1 カメラ取り付け装置1

(2) 組み立て・取り付け方法

- ①装置の骨格：2枚の取付金具を手前側が長い変形コの字型に置き、ステンレスさら小ねじ4個で固定する。
- ②引延し機への固定：六角ボルトM6×35mmを引延し機の本体が取り付けられていた穴に通し装置1をしっかりと固定する。その際装置1が水平であることを確認する。
- ③ビデオカメラ固定ねじ：蝶ナットにボルトを通し、ワッシャー、取付金具、ビニールパッキン4枚の順に通してカメラの三脚用ねじ穴に固定する。蝶ナットを締め取付金具に固定する。

(3) 留意点

- ・コピースタンドには、W1/4ボルトが付いているので、M6ボルトは必要ないが、装置を固定するためW1/4蝶ナット1個が必要になる。
- ・ボルトにはM(ミリ)規格のものと、W(インチ)規格のものがある。一般にはミリ規格のものが使われているが、カメラ関係部品にはインチ規格のものが使われている。
- ・ビニールパッキンを4枚はさむことでビデオカメラの液晶部分を開いた時、顕微鏡投影用カメラ固定装置に触れないようにする。

3 持ち運び型実物投影装置用カメラ取り付け装置2の作製

板にカメラ取付装置を固定したもので、機能に制約はあるがどこにでも持ち運びが可能であり簡便で使いやすい。

(1) 材料

- ・取付金具3×25×120×40×65mm 1個、3×25×75×120mm 1個
- ・六角ボルトW1/4×25mm 1個、W1/4蝶ナット 1個、ワッシャー 1枚
- ・ボルト六角頭6×12mm 2個、ナット 2個 (NEXTアングル固定用)
- ・トラスタッピング(木ねじ様のねじ) 5×16mm 3個、ワッシャー 3枚
- ・板18×20×2cm 1枚(歪みのないパイン集成材が好ましい)
- ・ビニールパッキン 1枚

(2) 組み立て・取り付け方法

- ①基板の作製：板の18cm側に、L字型取付金具の75mm部分を置き、ワッシャーを通してトラスタッピングで止める。
- ②支柱の作製：①で固定した取付金具の上部に、もう一つの取付金具の120mm部分をボルト六角頭6×12mmで固定する。
- ③ビデオカメラ固定ねじ：蝶ナットにボルトを



写真2 持ち運び型実物投影装置

通し、ワッシャー、取付金具、ビニールパッキンの順に通してカメラの三脚用ねじ穴に固定する。

- ④カメラの固定：蝶ナットを締めカメラが真下を向くように調整しながら取付金具に固定する。

4 顕微鏡投影装置用カメラ取り付け装置3の作製²

カメラ取り付け装置1に取り付けることで、顕微鏡の接眼レンズにビデオカメラを密着させ、顕微鏡の観察像をテレビに映す機能を持たせることができる。

(1) 材料

- ・取付金具 3×25×50×50mm
- ・六角ボルトW1/4×25mm 2個、蝶ナットW1/4 2個、六角ナットW1/4 1個、ワッシャー3枚
- ・ビニールパッキン1枚

(2) 組み立て・取り付け方法

カメラ取り付け装置1の手前部分の左端に取り付ける。

- ①装置の固定：蝶ナットにボルトを通し、ワッシャー、カメラ取り付け装置1、取付金具、ワッシャー、六角ナットの順に通す。蝶ナットを締め取付金具を固定する。

- ②ビデオカメラ固定ねじ：蝶ナットにボルトを通し、取り付け金具の外向きに、ワッシャー、取付金具、ビニールパッキンの順に通してカメラの三脚用ねじ穴に固定する。

- ③カメラの固定：蝶ナットを締めカメラの方向を調整しながら取付金具に固定する。

(3) 留意点

- ・取付金具を回転させ、カメラを固定するボルトがカメラ取り付け装置1の上に出るようにし、カメラの傾きが顕微鏡の鏡筒の傾きと同じになるように調整し固定する。

5 落射照明装置の作製

ビデオカメラを実体顕微鏡として用いる場合、カメラと被写体との間は3cm前後になり被写体が暗くなる。被写体が明るいほど鮮明な画像が得られるので、良い画像を得るために斜め方向から照明する必要がある。



写真3 カメラ取り付け装置3

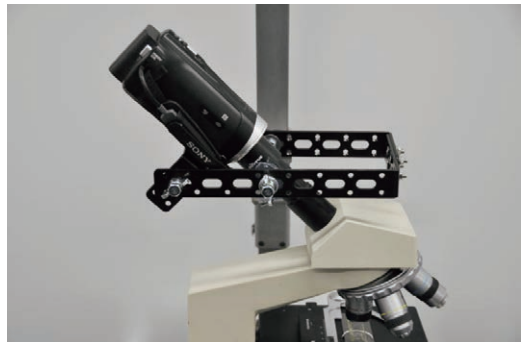


写真4 顕微鏡投影装置

(1) 材料

- ・取付金具 3×25×50×50×50mm(変形Z型)
- ・六角ボルトW1/4×25mm 1個、蝶ナット W1/4 1個、ワッシャー 2枚
- ・口金17mmコード付きソケット1.5m 1個
- ・E17 LED電球専用可変式ソケット 1個
- ・E17 LED電球 小型電球40形相当 昼光色 1個
- ・アルミホイル 3×10cm 1枚

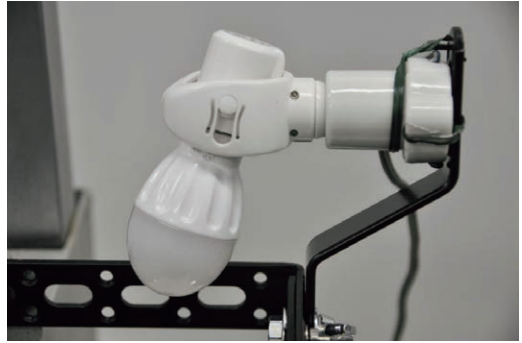


写真5 落射照明装置

(2) 組み立て・取り付け方法

カメラ取り付け装置1の右側部分の奥に装置を取り付ける。

- ①装置の固定：ボルトを内側から外側に向け、ワッシャー、カメラ取り付け装置1、取付金具の下端の穴、ワッシャー、蝶ナットの順に通す。蝶ナットを締め取付金具を固定する。
- ②ソケットの固定：口金17mmのソケットを取付金具の上部に針金等で固定する。
- ③電球の取り付け：可変式ソケットを②のソケットに取り付け、LED電球を取り付ける。
- ④アルミホイルの取り付け：電球の周囲をアルミホイルでくるみ、光束を絞る。

(3) 留意点

- ・LED電球の基部はかなり高温になるので、この部分をアルミホイルで覆わないよう注意する。

6 透過照明装置の作製

3個重ねた発泡スチロールブロックの上段の発泡スチロールブロックに穴をあけ、中段のブロックの上にLED電球を置くことで十分な透過光を得ることができる。この結果水棲プランクトンなど光を通し易い被写体の拡大画像を得ることができる。

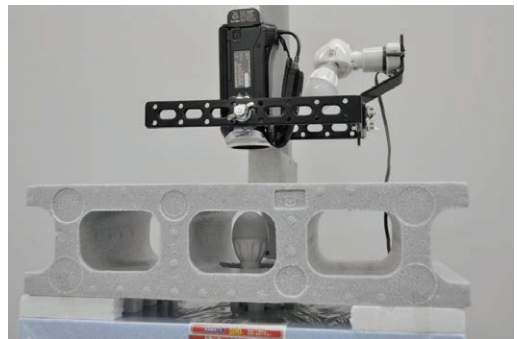


写真6 透過照明装置 (ブロック内)

(1) 材料

- ・口金17mmコード付きソケット1.5m 1個
- ・E17 LED電球 小型電球25形相当 昼光色 1個
- ・発泡スチロール製ブロック (18×37×9.5cm) 3個
- ・発泡スチロール板 (9×18×2cm) 2枚
- ・乳白色プラスチック板 (12×15cm) 1枚

(2) 組み立て・取り付け方法

- ①ブロックの穴あけ：上段の発泡スチロールブロックの上面の中心に直径4.5cmの穴を、

下面の中心に直径7.0cmの穴をあける。ドリルに取り付けて用いるホール・ソーがあれば便利であるが、カッターを用いても作製は可能である。

- ②電球の設置：中段の発泡スチロールブロックの上面の中心に印をつけ、ソケットを置きビニールテープ等で固定し、LED電球をセットする。
- ③上段と中段のブロックの間の両端に厚さ2cmの発泡スチロール板をはさみ、全体をセロハンテープ等で固定する。
- ④上段の発泡スチロールの穴の上に乳白色プラスチック板を置き、透過光を一様にする。

(3) 留意点

- ・電球を真上を向くように固定し、ビデオカメラと光軸を合わせることで均一な光が得られる。

II 装置の機能と活用

1 実物投影装置（書画カメラ）としての機能

- (1) 据え置き型実物投影装置でカメラの位置を35cmの高さに固定しズーム倍率を調整することにより、見開きの教科書から2.8×4.5cmの図までをテレビ画面全体（60インチテレビの場合75×133cm）の大きな画像として得ることができる。
- (2) カメラが高感度なため特別な照明装置がなくても明るい画像が得られる。
- (3) ビデオカメラの解像度が高いため高倍率でも鮮明な画像が得られる。L判（8.9×12.5cm）の写真プリントを75×116cmに拡大しても画像は鮮明である。
- (4) オートフォーカスのためピント合わせの必要がない。
- (5) 実物、教科書、写真、実験操作など、カメラの下に置けるものなら何でもリアルタイムで大型画面で示すことができる。
- (6) 持ち運び型実物投影装置は運搬が簡単でありテレビのあるところならどこでも利用できる。資料をB6～A5のサイズに揃えることでより便利である。

2 実体顕微鏡としての機能

- (1) カメラの先端から被写体までの距離の違いによりマクロズームで調整して得られる像のテレビ画面上の最大倍率が変化する。距離が短いほど倍率は高くなりカメラの先端からの距離が1mmだと5mmが画面上で58.5cm、35mmだと40.0cmとなる。
- (2) 倍率を上げすぎると画像の周辺部分のピントが甘くなり色収差が生じる。



写真7 稲もみのテレビ画像

- (3) 落射照明を用いた場合で今回の装置を用いた場合はカメラの先端からの距離が 35mm 程度が適当である。透過照明を用いた場合はさらに近づけて中心部分の拡大画像だけを利用することができる。
- (4) 写真 7 は落射照明による稲もみのテレビ画像を撮影したものだが、もみ殻表面の規則的な模様や丈夫な毛状突起の存在などが確認できる鮮明な画像が得られた。また、指の表面を良く拭き観察すると、指紋上の汗腺から汗が吹き出す様子が確認できた。
- (5) 直径 10mm の凹みを付けたプラスチック板にミジンコを放し透過照明を用いた観察は、遊泳脚・複眼・心臓の動き、消化管の内容物の緑色等が確認できる大変興味深いものであった。

3 顕微鏡投影装置としての機能

- (1) ビデオカメラのレンズを広角にし、顕微鏡の接眼レンズに密着させ光軸を合わせることで顕微鏡の画像を投影することができる。
- (2) 写真 8 は 10 倍の対物レンズに 10 倍の接眼レンズを付け、1mm 目盛りの方眼紙を検鏡した状態である。
- (3) 広角レンズを用いるため接眼レンズの周辺部が黒く映ってしまうが、生徒が見ている顕微鏡の視野直径に近い形の画像が得られるので指導上は好都合である。
- (4) 接眼レンズはレンズ径の大きいワイドタイプを用いないと得られる画像直径が小さくなる。
- (5) 広角レンズを用いるため接眼レンズの表面に付いているほこり等が鮮明に映し出され目障りな状態になる。
- (6) ビデオカメラをズームアップしていくとかなり高倍率の状態再度ピントが合うが、得られる像の鮮明さが劣る。

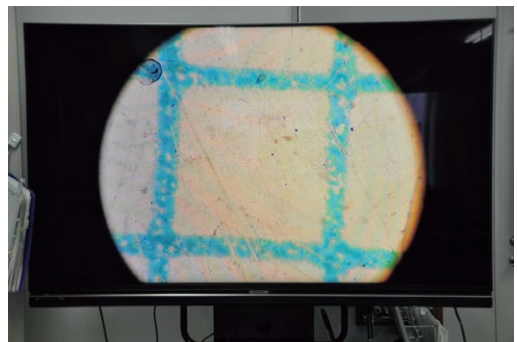


写真 8 1mm 方眼のテレビ画像

III 結果と考察

1 実物投影装置（書画カメラ）として

(1) 据え置き型実物投影装置

- ・カメラ取付装置 1 によりビデオカメラの取り付け方向を 180 度回転させたことで、書画カメラとして市販されている製品に優とも劣らない性能を示す。特にビデオカメラを用いることで特別な照明がなくとも鮮明な画像が得られ、教室を暗くせずに授業を展開で

きる点において優れている。

- ・教科書、写真、実物等、準備に多くの時間をかけなくとも提示が可能であり、見るべきポイントを直接示すことができる、状況の変化に対応できるなど即応性に優れている。
- ・生徒を教卓周辺に集めての実物提示、演示実験、作業手順の説明等が行われる際に、拡大映像が得られる、生徒の頭で見えにくい後ろの生徒の状況が解決できる、危険が回避できる等の効果が期待できる。
- ・ノート等を資料としてそのまま利用できるなど、授業中に生徒が発表する際のツールとして有効であり、発表資料の作成を意識しすぎてことの本質を見失う等の懸念が和らぐ。

(2) 持ち運び型実物投影装置

- ・簡便であり筆者は講演会等で利用している。資料と共に紙袋での持ち運びが可能であり、テレビかビデオプロジェクターのある場所ならば使用できる。
- ・機材の効果ではないが、この装置を見た児童・生徒や関係者の、身近なもので作られている簡単な装置の構造と機能について驚き、興味関心を高める効果が見られた。

2 実体顕微鏡として

- ・予想以上の迫力ある映像が得られた。落射照明、透過照明いずれを用いた場合も得られる画像はそれぞれの特徴を示して美しく大変興味深いものであった。
- ・光の透過度、動きの有無、色の違い等、被写体の特徴と照明方法の組み合わせを工夫することで、見せたい部分や特徴、確認して欲しい動きなどを効果的に示すことができる教育効果の大きい映像が期待できる。
- ・システムを組み立てておけば常に利用が可能であり、児童・生徒の要望にも即対応できるなど理科に対する興味関心を高める効果が大きいと思われる。

3 顕微鏡投影装置として

- ・テレビ上の映像が丸くなり、生徒が検鏡している状態に近い画像が得られる点の教育効果は大きいと思われるが、取り付けの際に光軸を合わせるなど使い易さにやや難点がある。
- ・今回はビデオカメラをシステムの一部に組み入れることを試み可能であることを検証したが、実際の活用にあたっては、より簡便なビデオカメラを顕微鏡に取り付ける専用の装置が望ましいと思われる。

4 映像システムとして

- ・大型テレビは画面が明るく鮮明であり通常の明るさの教室で利用できる点が優れているが、レーザーポインターが利用できない。被写体が大きければ直接注目するポイントを示すこともできるが、小さい場合は画面上を指示棒等で示す必要がある。

- ・ビデオカメラと共にデジタルカメラの進歩普及も著しい。デジタルカメラもビデオカメラと同様の機能を備えているが、その多くがライブ機能を備えていない。その点において今回のシステムに組み入れることができなかった。
- ・ライブ機能を備えた一眼レフカメラに顕微鏡アダプターを装着し、今回のシステムと併用することは有効である。機種により、ライブ機能がHDMI端子と三色のビデオ端子の両方で使えるものと、ビデオ端子のみが使えるものがある点に留意する。

終わりに

県内の高校でスーパーティチャーの物理の授業を見学した。高校時代にこのような授業を受けていたらとチョークとトークで教育され物理が苦手だった我が身に哀れみを禁じ得なかった。昨今はよい授業、よい教師に求められているものが変化していると聞く。しかし、授業における驚きや感動、理解した時の喜びと達成感はいつの時代にも変わらないよい授業の要素であると考え。好きで理科を学び理科の教師になった者が、文献3のとおり理科が好きではなく理科が分からない多くの生徒に授業を行うには、誰に何をどう教えるか、教え方、学ばせ方の工夫と研究が必要である。

ビデオカメラの理科教育への利用はかなり以前から行われていたが、最近のビデオカメラの小型軽量化と機能の向上にはめざましいものがある。今回、身近な材料を工夫することで多目的に活用できる映像システムを開発した。教職課程の学生の授業研究に活用したいと考えているが、学校現場で70.1%の児童・生徒が期待している「わかりやすい授業」を展開するための一助となれば幸いである。

参考文献等

- 1 神奈川県教育委員会は平成17年8月から10月にかけて、県内の公立小学校（5年生）、中学校（2年生）、県立高等学校（2年生）、盲・ろう・養護学校、計118校の教職員、保護者、学校評議員、児童・生徒、計10,795名を対象に「教育に関する学校関係者向け意識調査」を実施した。
- 2 岩波洋造・森脇義武・渡辺克己 「絵を見てできる生物実験part II」講談社 1991
- 3 平成17年度 高等学校教育課程実施状況調査 国立教育政策研究所

高校生の選択科目に対する意識 好きだと答えた割合

物理 I : 32.9%
 化学 I : 32.4%
 生物 I : 44.9%
 地学 I : 45.9%