

〈原著論文〉

自作顕微鏡カメラの作製法と理科における活用例

吉川 武 憲^{*1} ・ 柳 井 祐 香^{*2}

How to Make Self-Made Microscope Camera and Examples of Utilization the Camera in Science Classes

(YOSHIKAWA Takenori ・ YANAI Yuuka)

1. はじめに

理科授業における顕微鏡観察は、小学校での花粉観察に始まり、中学校での植物や動物細胞の観察、高等学校での原核細胞の観察など、生物領域を中心に多くの場面で利用されている。ただし、生徒が何を観察しているかを確かめることが指導者側も難しく、正確な観察に結び付けづらいといった指摘がある（例えば、吉川，2021）。

その解決策として顕微鏡カメラの利用が考えられる。顕微鏡カメラで観察物を PC 画面などに映すことで、正しく対象を捉えているかどうかを指導者にもすぐわかり指導に生かせる。また、花粉・孢子化石の分類に顕微鏡カメラを利用した吉川（2021）は、顕微鏡カメラを用いることで成し得たペア観察が、観察の正確性を高めた可能性を示唆した。このように利点の多い顕微鏡カメラであるが、現場の理科教員からは市販のカメラが高額であることから、個々の生徒に利用させることができないといった声がある。

そこで本稿では、吉川・森（2020）で紹介した市販の顕微鏡カメラより安価に利用できる自作顕微鏡カメラ（図1）の作製法を詳細に示すとともに、本カメラを用

いて実際に撮影した画像等を使いながら、理科授業における本カメラの活用例を示す。これらに基づき、本自作顕微鏡カメラの性能等とともに、それを活用した学習の可能性を検討したい。



図1 自作顕微鏡カメラ（上）とタブレット PC との接続（下）

① web カメラ、② インナー、③ 軟ビカウス。吉川・森，（2020）を一部改変。

*1 近畿大学教職教育部教授

*2 羽曳野市立はびきの埴生学園教諭

〔キーワード〕 顕微鏡観察、自作顕微鏡カメラ、理科、中学校、高等学校

2. 自作顕微鏡カメラの作製法

ここでは図2に従って自作顕微鏡カメラの作製法を紹介する。ただし、本カメラは顕微鏡の接眼レンズの外径が28mm用である。顕微鏡の種類によって接眼レンズの外径が異なる場合があるので注意が必要となる。

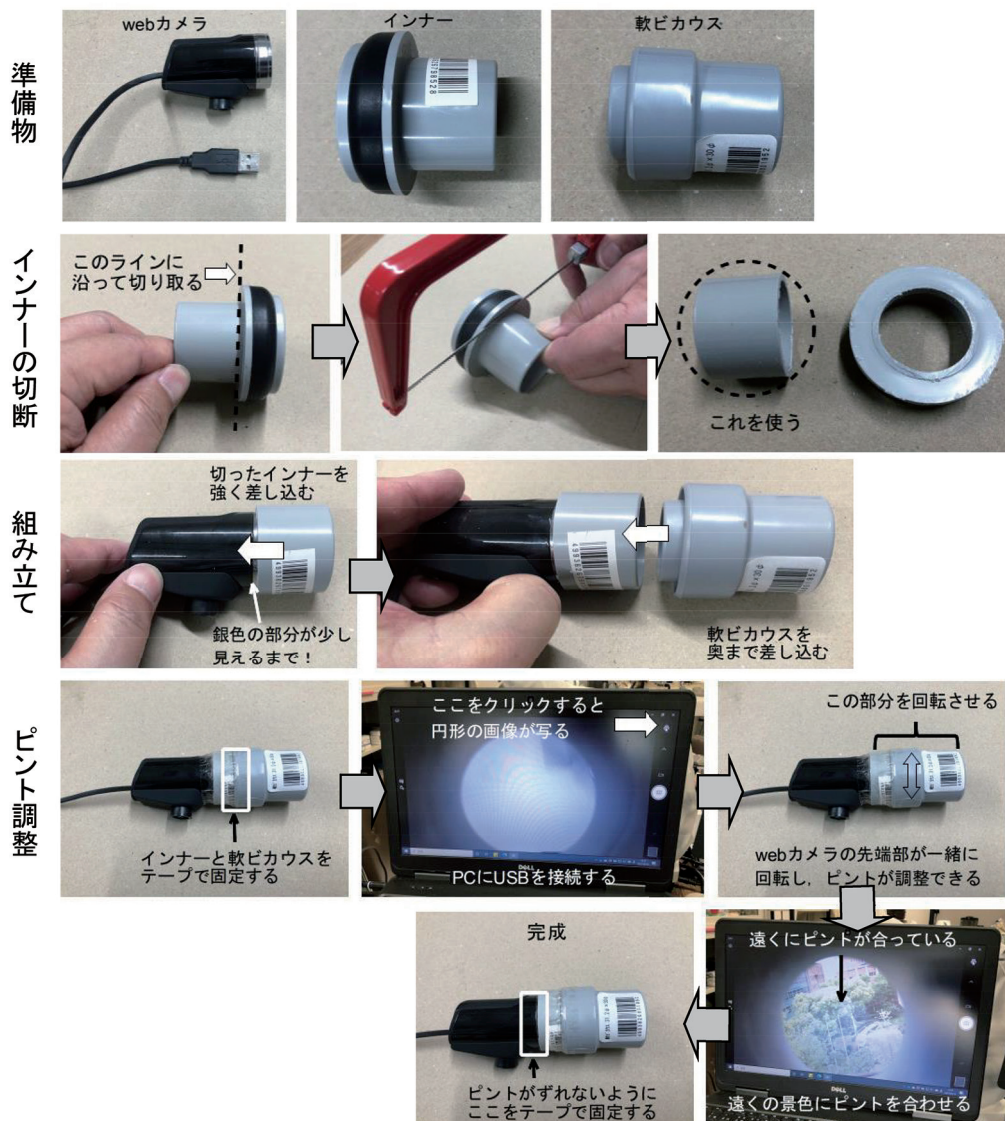


図2 自作顕微鏡カメラの準備物と作製法

(1) 準備物

準備物は web カメラ、インナー、軟ビカウスの 3 点である。web カメラは USB 接続が可能な AUSDOM ウェブカメラ AW615 やサンワサプライ web カメラ CMS-V37BK など、図 2 と同様な規格であれば利用可能である。筆者らはインターネット通販サイトから 1 台 3,500 円程度で購入した。インナーの規格は 2 インチ×38、軟ビカウスは 31.2 φ×30 φで、いずれもホームセンターなどで 1 個 300 円程度で購入できる。

(2) インナーの切断、組み立て

インナーを図 2 の通り切断し、切断面側を web カメラに差し込む。その際、インナーの内径と web カメラの外径はほぼ同じであるため強く差し込む必要がある。インナーは web カメラの先端の銀色の部分が少し見える位置まで差し込めばよい。その後インナーの先端側から軟ビカウスを奥まで差し込めばほぼ完成である。

(3) ピント調整

軟ビカウスを奥まで差し込んだ後、軟ビカウスとインナーの接合部分をテープ等で固定する。その後 web カメラの USB 端子を PC に接続してカメラ機能を立ち上げ、入力を切り替えれば PC 画面に円形の画像が映る。この状態で軟ビカウスとインナーを同時に回転させると web カメラの先端部分が回転する。この部分を回転させながら PC 画面に遠景がはっきりと映るように調整し、その状態のままインナーと web カメラ本体の接合部分をテープ等で固定すれば完成である。

3. 自作顕微鏡カメラの活用例

ここでは中学校や高等学校での理科授業を想定し、自作顕微鏡カメラでどのような画像や動画が得られるかを筆者らが撮影した画像等に基づいて紹介していく。なお、図中の QR コードを読み取れば、筆者らが YouTube に限定公開した動画が視聴できる。

(1) 水中の微生物（ミジンコ）

図 3 ①はミジンコを 60 倍で撮影したものである。複眼や触覚、消化管の様子がはっきりと観察できる。倍率を 150 倍にあげると全形は見えなくなるが、内臓の様子などがはっきりと確認

できる(図3②)。図3③は150倍で撮影した動画で、触角の動きや心臓の鼓動がはっきりと確認できる。



図3 自作顕微鏡カメラで撮影したミジンコ
① 60倍で撮影したミジンコ、② 150倍で撮影したミジンコ、③ 150倍で撮影したミジンコの動画。

(2) ツククサの葉の表皮細胞

図4はツククサの葉の表皮細胞である。100倍で撮影した表側(図4①)と裏側(図4②)の画像を比較すれば、具体的に気孔の数の違いなども確認できる。また400倍に倍率を上げると孔辺細胞の中に葉緑体があることがはっきりと確認できる(図4③)。

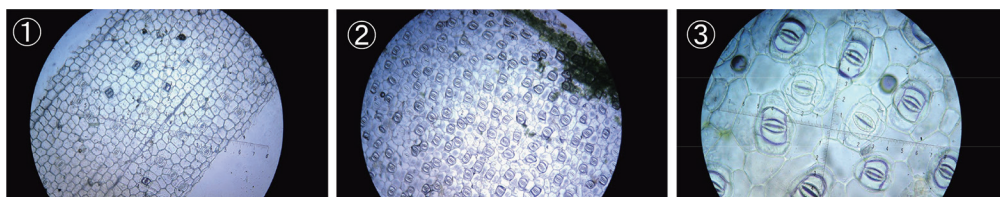


図4 自作顕微鏡カメラで撮影したツククサの葉の表皮細胞
① 100倍で撮影した表皮細胞(表側)、② 100倍で撮影した表皮細胞(裏側)、③ 400倍で撮影した表皮細胞(裏側)。

(3) ヒメダカの尾びれの血流

図5①は中学校理科教科書(大矢ほか145名, 2021a)に示された方法を用いて、ヒメダカの尾びれを100倍で撮影したものである。尾びれの骨格がはっきりと確認できるが、赤血球を確認するのは難しい。図5②は同倍率で撮影した動画である。丁寧に観察すれば赤血球の動きから血流が確認できる。本観察ではヒメダカが弱るなどの原因で、短時間しか観察できない。その点、動画であれば短時間の撮影であっても何度も視聴することが可能となり、多くの生徒が血流を確認することが可能となろう。

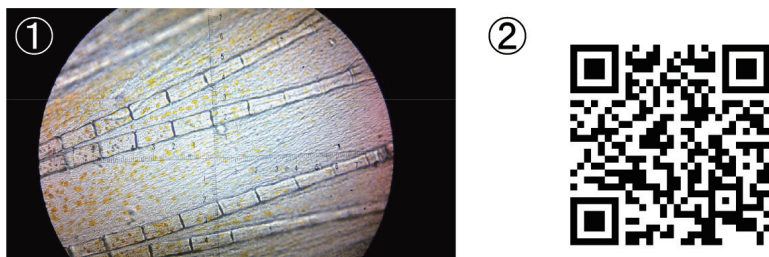


図5 自作顕微鏡カメラで撮影したヒメダカの尾びれ
① 100倍で撮影した尾びれ、② 100倍で撮影した尾びれの動画。

(4) ネギの根の染色体

図6は中学校理科教科書（大矢ほか145名，2021b）に示された方法を用いて、ネギの根の先端部分の細胞を酢酸カーミン溶液で染色したものである。倍率は600倍である。ほとんどが細胞分裂終了後の細胞であるが、よく観察すると染色体の様子を手がかりに細胞周期の①前期、②中期、③後期、④終期の細胞が含まれていることが確認できる。本観察では染色体を発見できない生徒がいることが予測できるが、生徒に画像を撮影させておき、その画像を生徒同士で観察させるなどの工夫により発見率を高めることが期待できよう。



図6 自作顕微鏡で撮影したネギの根の細胞分裂（600倍）
① 前期、② 中期、③ 後期、④ 終期。

(5) ホウセンカの花粉管の伸長

図7①②は中学校理科教科書（大矢ほか145名，2021b）に示される方法を用いて、ホウセンカの花粉管が伸長する前と後の花粉を400倍で撮影したものである。教科書で示される観察法は最初の花粉と5～10分後の花粉を比較して花粉管の伸長を確認することになっているが、花粉管の伸長は非常にゆっくりと進むことから、花粉管が伸長している様子を動的には確認できない。そこで今回は12分間連続で撮影した動画を64倍速で編集した（図7③）。生徒が撮影した動画をこのように編集させることで、花粉管が伸長している様子をはっきりと確認させることができよう。



図7 自作顕微鏡カメラで撮影したホウセンカの花粉(400倍)
①花粉管が伸長する前の花粉(中央に4個ある花粉のうち、右下の花粉はすでに花粉管が伸びている)、②花粉管が伸長した後の花粉(伸長したのは黒矢印の花粉管)、③花粉管の伸長の様子を64倍速で編集した動画。

(6) オオカナダモの細胞の原形質流動

高等学校生物基礎教科書(赤坂ほか63名, 2022)にはオオカナダモの葉を利用した原形質流動の観察がある。オオカナダモの葉の細胞にある葉緑体などは比較的観察しやすいが(図8①)、これらが流動している様子をリアルタイムで観察することは難しい(図8②)。そこで動画で撮影した葉の様子を8倍速に編集した(図8③)。生徒が撮影した動画をこのように編集させることで、原形質流動の様子をはっきりと確認させることができよう。



図8 自作顕微鏡カメラで撮影したオオカナダモの葉の細胞(400倍)
①オオカナダモの葉、②オオカナダモの葉を撮影した動画(1倍速)、③②を8倍速に編集した動画。

4. 自作顕微鏡カメラの活用について

本稿のねらいは、著者らが作製した自作顕微鏡カメラの性能等とともに、本カメラを活用した学習の可能性を検討することにある。本稿に示す画像や動画からすれば自作顕微鏡カメラの性能や得られた画質等に問題はなく、例示した授業で生徒に認識させたい情報を十分に備えている画像等を得ることができた。また、これまで観察させづらかった自然現象等においても、画像や動画(編集されたものを含む)を自己の理解度に応じて繰り返し観察することが可能と

なるとともに、PC 画面による観察物の共有が可能となることで、教師－生徒間だけでなく、生徒同士の対話的な学びの推進にもつながる。これらにより観察の質の向上が期待できることが自作顕微鏡カメラ利用の最大の価値となろう。

2023年9月時点で筆者らが調べたところでは、市販の顕微鏡カメラの最安値は2万円程度である。個々の生徒に顕微鏡カメラで観察させるには現状では80万円程度の予算が必要で、2人1組による観察を想定してもその半額である。本稿で紹介した自作顕微鏡カメラは画質等から授業での利用に支障はないと考えられるが、安価な web カメラを利用している点などから故障する可能性は市販のものより高い可能性がある。生徒が利用している PC 等に新たなアプリケーションをインストールすることを禁止している教育委員会等があると聞くが、市販の顕微鏡カメラに付随するアプリケーションのインストールが可能で、上記の予算が捻出できる学校については市販の顕微鏡カメラの利用を検討すればよい。

一方、上記のような予算が捻出できない学校や、市販の顕微鏡カメラを購入する前に顕微鏡カメラの活用法を検討したい学校等であれば、本稿で紹介した自作顕微鏡カメラを利用する価値は高いと考える。ただし、特定の学校で利用されている iPad などの USB 接続ができない端末の場合は、本カメラが利用できないことに注意が必要である。

本稿をきっかけとして顕微鏡カメラの利用が促進され、今後の顕微鏡観察の質の向上がなされることを期待したい。なお、本稿で紹介した作製法がわかりにくい場合や顕微鏡の接眼レンズの外径が異なる場合の対処法などについては、第一筆者（吉川：tyoshikawa@kindai.ac.jp）まで連絡していただければできる限り対応する。

謝 辞

本研究は NPO 法人学習開発研究所の2021年度の研究助成を受けて実施した。この場を借りて感謝申し上げる。

引用文献

- 赤坂ほか63名 (2022) 高等学校生物基礎. 新興出版社啓林館, 大阪.
- 大矢ほか145名 (2021a) 未来へひろがるサイエンス 2. 新興出版社啓林館, 大阪.
- 大矢ほか145名 (2021b) 未来へひろがるサイエンス 3. 新興出版社啓林館, 大阪.
- 吉川武憲 (2021) ペア顕微鏡観察が観察者にもたらす心理的な影響—大学生を対象とした花

粉・孢子化石の分類を例に一. 近畿大学教育論叢, 第33巻第1号, 19-34.

吉川武憲・森 繁（2020）“雨滝湖成層”産花粉・孢子化石の分類に着目した教材の開発. 地学教育, 第72巻第4号, 141-152.