

身近な素材を用いた教材・教具の開発 — 自作顕微鏡の構造と機能 —

竹 下 俊 治 ・ 向 平 和 *
(2010年12月3日受理)

Developments of the teaching material and the teaching tool Structure and Performance of the handmade Microscope

Shunji TAKESHITA and Heiwa MUKO

Abstract. In the present study, five types of handmade microscopes were developed for the basic tool of the biology class. They were the paste lens type, the glass bead type, the marble-magnifier type, the loupe-loupe type and the paper craft type. Most of the materials of these microscopes were able to obtain from the Do-it-yourself stores or the miscellaneous daily goods stores. The processes of making microscopes are effective teaching materials for understanding about structure and function of the light microscopes.

はじめに

現在、市販されている教材・教具には様々なものがあり、それらには授業での使い方や指導案にいたるまで、いわば「手取り足取り」の資料が添えられていることもある。かつて、乏しい素材から創意工夫で教材・教具を教師自身が自作していた時代に比べると、理科の授業を実践する上では非常に恵まれているといえる。しかしその背景には、自作する時間がもてないことや、教師自身の「ものづくり」に対する姿勢がなくなってきたことや、その技術をもたない者も多いことが予想される。一方で、自作した教材や教具が用いられることもある。それは予算的な都合ではなく、市販品では教師自身の細かな要求に応えられないことや、教師が手づくりした教材・教具は、たとえ多少見栄えが悪くとも、子どもたちの興味や関心を引きやすいことから、あえて自作している場合もあると思われる。また、教師ではなく、子どもたちが自分たちの手で自作できたとすると、その後の観察活動の積極性にも大きく影響する（九十九

ほか 2007)。そこで本稿では、身近な素材を利用して簡単に自作できる教材・教具として、顕微鏡を取り上げ、その構造や機能、製法を示すこととした。顕微鏡は、肉眼では確認できない微細な形態や微小な生物を可視化してくれる機器であり、小・中学校理科や高等学校生物にとどまらず、好奇心や探究心をもって生物に接するためには非常に効果的なツールである（九十九ほか 2007）。顕微鏡はごく基本的な観察機器であり、顕微鏡を覗いた者の多くは、それまで自分が見たことのない世界が広がっていることに驚きと感動を覚えるが、一方で顕微鏡に対して「高価」、「扱いづらい」、「特別な物」という印象をもっていると思われる。実際、顕微鏡は決して安価なものではないが、よほど乱雑な扱いをしない限り、全く機能しなくなるほど壊れることはなく、また、光軸がずれるようなこともまれである。恐らく、それは顕微鏡の構造に対する理解が不十分で、精密機器であるという先入観が、顕微鏡の使用を消極的にさせているのであろう。顕微鏡を自作することでその構造

*愛媛大学教育学部理科教育講座

の理解も進み、実際の顕微鏡の各部の機能について理解した上で操作できるようになることも期待される。

自作顕微鏡については、水滴顕微鏡（竹下 1988）やペットボトルの飲み口とガラス玉を利用したもの（村田 2004）など、様々なものが報告されている。これらは、児童・生徒が「自作」することに主眼を置き、児童・生徒の興味・関心を高めることに役立つものである。本稿では、そのような簡易の虫眼鏡的なものから、より高倍率なものまで、5種類の顕微鏡を取り上げた。

自作微鏡のいろいろ

1. 水糊顕微鏡（図1）

- 材料：液状糊（無色透明）、スライドガラス
または無色透明の樹脂製シート
構造：液状糊の滴をレンズとする。曲率が高いものほど高倍率になる。
性能：虫眼鏡程度の倍率が得られる。

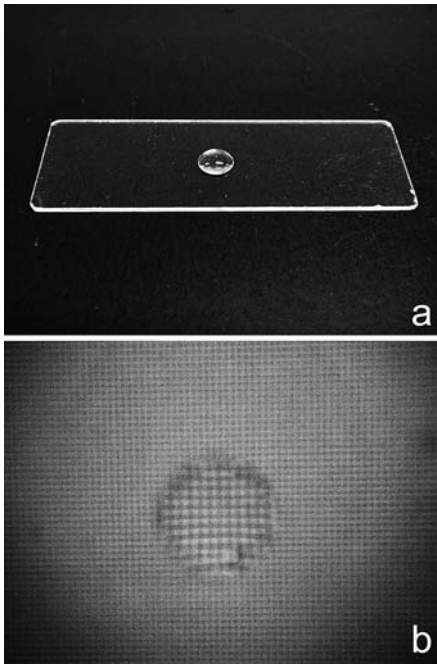


図1. 水糊顕微鏡。

- a：全体図（スライドガラスを使用した例）。
b：液晶画面の拡大。

水滴顕微鏡の水滴を液状糊で代用したものである。水滴顕微鏡は簡単に作製できるが、倍率の高いレンズとするには、ガラスではなくOHPシー

トのような樹脂製の透明シート上に水滴を落とす必要がある上、乾きやすく形状を保持しにくく、使用する際には注意を要する。その点、液状糊はレンズ（糊の滴）をのせるシートの種類を選ばず、乾きにくく形状がよく保たれるという特徴がある。使用する液状糊は、新品よりもやや使用期間が経過して粘度が高くなったものが適している。

2. ビーズ顕微鏡（図2）

- 材料：ガラスビーズ（直径3mm）、画用紙（黒色）
構造：直径2mmの穴をあけた黒色の画用紙でビーズをはさみ、周囲4か所をステープラで固定した。
性能：虫眼鏡以上の倍率が得られ、ムラサキツユクサの表皮細胞の観察が可能である。

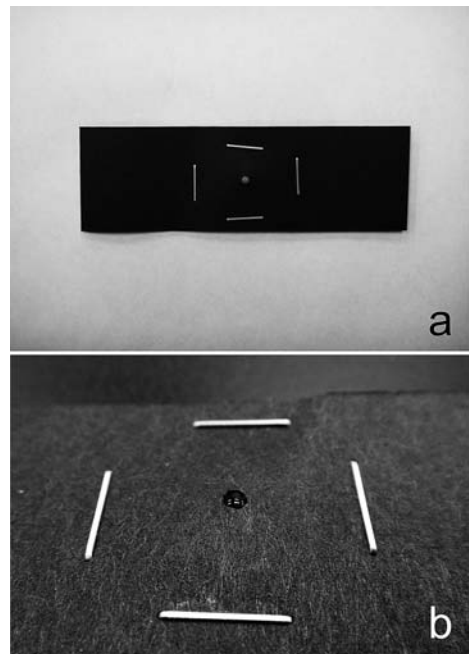


図2. ビーズ顕微鏡。

- a：全体図。 b：レンズ部の拡大。

種々のガラスビーズを比較した結果、ノートルダム女学院高等学校科学クラブの報告と同様、直径3mmのもののみずみさが最も少なく良好な視界が得られた。また、黒色の画用紙以外は周囲の光の影響で観察に適さない。画用紙にあける穴は、円形であるほど良い画質が得られる。

3. ビー玉顕微鏡 (図3)

材料：ビー玉 (無色透明), 虫眼鏡, 画用紙 (黒色)

構造：黒色の画用紙をメガホン状に成型して鏡筒とし, ビー玉を対物レンズ, 虫眼鏡を接眼レンズとした複式顕微鏡。

性能：ビー玉のガラスのひずみにより解像力が異なる。「1」の水糊顕微鏡よりも高倍率だが, 解像力としては同程度。

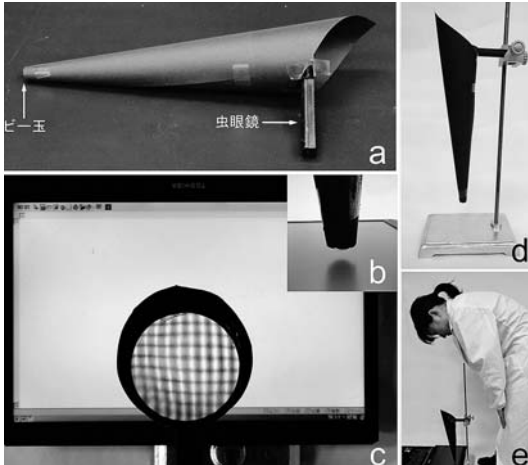


図3. ビー玉顕微鏡。

a: 全体図. b: 作動距離. c: 液晶画面の拡大.
d: スタンドで固定した使用例. e: 観察時の様子。

容易に作製できる複式顕微鏡であるため, 解像力は低い, 顕微鏡の各レンズのはたらきを理解するのに有効である。印刷物のカラードットや, パソコンの液晶画面などを観察すると良い。また, 使用する際は実験用のスタンドで固定すると観察しやすい。

4. ルーペ顕微鏡 (図4)

材料：円筒型ルーペ (PEAK LUPE 10倍) を2個, 画用紙 (黒色)

構造：一方のルーペを対物レンズ, 他方を接眼レンズとする。鏡筒は黒色の画用紙で製作する。対物レンズに相当するルーペには, 黒色の画用紙で作製した絞り板を入れてある。

性能：ムラサキツユクサの気孔を観察できる。絞りの調節により, 反射光での観察に適したもの, 透過光での観察に適したものと, 使い分けができる。

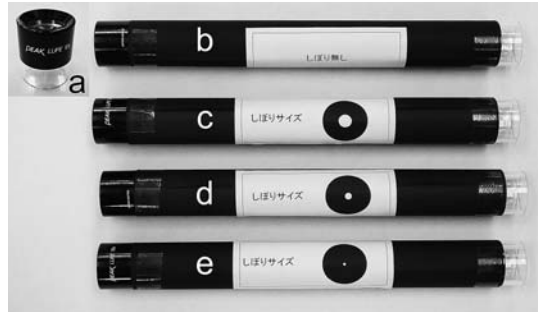


図4. ルーペ顕微鏡。

a: 使用したルーペ. b~e: 絞りサイズの異なるもの。

九十九ほか (2007) で報告した複式顕微鏡である。ルーペの性能が高いため, 細胞の観察器具として十分実用に耐えうる。ピント調整には, 後述のステージを用いると良い。絞り板の交換が可能のため, 絞りサイズによる効果の違いを学習する際に使用できる。ルーペが高額なのが難点。

5. ペーパークラフト顕微鏡 (図5)

材料：凸レンズ (ϕ 30 mm, $f=50$ mm 程度) を3~4枚, 工作用紙

構造：図6参照

性能：「4. ルーペ顕微鏡」と同等の倍率が得られ, ムラサキツユクサの気孔を観察できる。

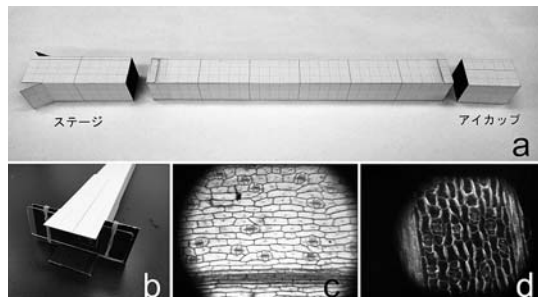


図5. ペーパークラフト顕微鏡。

a: 全体図. b: プレパラートを固定したステージ.
c, d: 製作した顕微鏡で観察したムラサキツユクサの気孔。明視野観察 (c)。暗視野観察 (d)。

凸レンズと工作用紙で製作できる複式顕微鏡である。レンズは100円均一店の双眼鏡や虫眼鏡を分解したもので使用可能である。ただし凸レンズの性能によって, レンズの枚数, または鏡筒長を調節する必要がある。ピント調整を容易にするために, ステージをスリーブ式にして鏡筒の下部に装着した。鏡筒の内側はマーカーなどで黒色に塗り, 無用な散乱光を吸収させると良い。また,

接眼部にアイカップを装着すると、観察しやすくなる。鏡筒の長さによって倍率を変えられるため、スリーブで鏡筒長を可変式にすると、ズーム式顕微鏡になる。

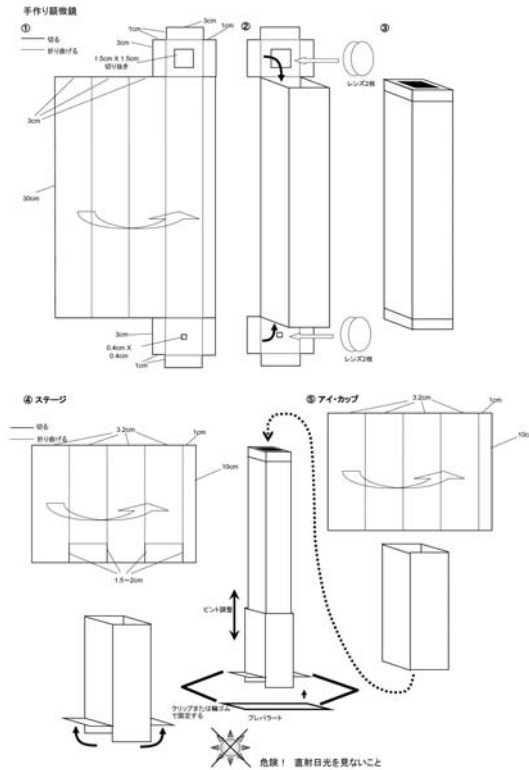


図6. ペーパークラフト顕微鏡の製作法。

自作顕微鏡の活用

上記の顕微鏡を、ただ単に児童・生徒に作らせるだけでは、動機づけとしては十分でも、教材として不十分であるのはいうまでもない。そこで、例えば、水糊顕微鏡やビーズ顕微鏡の単式顕微鏡からルーペ顕微鏡やペーパークラフト顕微鏡の複式顕微鏡までの一連のものを実際に作り、各レンズや各部の機能を確認させることで、顕微鏡の構造・原理を理解し、同時に顕微鏡の発展の歴史も学ぶことができる。また、顕微鏡の原理は、凸レンズの性質と関連付けたり、製作過程に試行錯誤を伴う作業を取り入れたりして扱うと、より効果的な学習となるであろう。

これまで、大学での授業（初等理科，生物教材内容論など），中学校，JICA個別研修などにおいて，授業の目的に応じて自作顕微鏡を使い分けて実践に用いてきた。中には顕微鏡の原理はおろか，

凸レンズの性質も知らない者もいたが，受講生の感想としては，「身近な素材」を使って「自分で作ったもの」で「拡大して観察できる」ことに対する新鮮な驚きや，主体的に観察しようとする意識の変化を記したものが多かった。また，顕微鏡づくりを通して，初めてその原理や各 부품の機能が分かったという者もいた。福岡（2003）は時代に即した新しい教材が必要であると述べている。それと同様に，顕微鏡のような基本的で効果的な機器の教材的な活用について見直して新たな教材とすることも，理科において大切であると考ええる。

おわりに

本稿で取り上げた顕微鏡の材料は，ホームセンターや100円均一店などで入手可能なものがほとんどである。ガラスビーズや凸レンズ，ルーペは，理科機器を取り扱う業者や光学機器を扱う専門店で購入したが，より安価で入手しやすいものでも代用可能である。身の回りの物に対して常に「何かに使えないか」というアンテナを張っておくこと，そして「その素材をいかに活用するか」という発想をどこまで具体的に考えられるかが，教材づくりに使える身近な素材を発掘する鍵である。また，実際に何かを作るには，「ものづくり」の技能が要求される。これは各自が経験を積みながら習得すべきである。そうすることで素材の見方も変わり，教材づくりのアイデアも豊富になるであろう。井出（1988）は自分で創造性を発揮して作るだけでなく，他人が工夫したものや真似して自分なりに手を入れて教材を自作するだけでも「教材・教具の自作」とし，「教材・教具の自作」を通して指導する児童・生徒を考えて，自分の指導しやすいように改良することで十分な指導上の効果があると指摘している。本稿はその一助となると考える。

本稿では機器の製作を取り上げたが，「ものづくり」だけが教材開発ではない。校庭の草花や小石も立派な素材であり，使い方次第では立派な教材となり得る。これは渡邊（2010）や菅井（2010）が述べている通りである。身近な素材に着目した教材研究こそ，現在の教員に求められている課題であろう。

謝 辞

本研究の一部は、科学研究費基盤研究(B)(22300272)および科学研究費基盤研究(C)(22500853)の助成を受けて行った。この場をお借りして御礼申し上げる。

参考文献

井出耕一郎，理科教材・教具の理論と実際，東洋館出版社，155-163, 1988

菅井啓之，自然を見る窓としての身近な素材－「身近な自然の観察」(3年)における教材化のこつを考えることを通して－. 理科の教育, 59：9-12, 2010.

竹下政範，小学校理科のための自作簡易顕微鏡.

安田女子大学紀要, No. 16：105-110, 1988.

九十九絵理・竹下俊治・古賀信吉，興味関心を高める理科授業実践－自作顕微鏡による観察を通して－. 学校教育実践学研究, 13：179-184, 2007.

福岡敏行，時代に見合った教材・教具の必要性. 理科の教育, 52：4-6, 2003.

村田直之，ペットボトル顕微鏡. 川村康文編著，サイエンスEネットの楽しくわかる理科大実験：64-65. (株)かがわ出版，2004.

渡邊重義，原石(素材)から宝石(教材)へ－創造的な素材の教材化を楽しもう！－. 理科の教育, 59：5-8, 2010.