

試験管の中のものを美しく見やすくするための工夫

－「光る試験管立て」の開発－

溝口倫明¹⁾，中野英之²⁾

1) 京都教育大学大学院教育学研究科 din65049@kyokyo-u.ac.jp

2) 京都教育大学理学科 hnakano@kyokyo-u.ac.jp

キーワード：試験管立て，化学実験，試験管内容物の観察

(受付：2018年2月1日)

I. はじめに

試験管は，理科の実験で最も頻繁に使用される実験器具である。また試験管を用いる際に，しばしば「試験管立て」に立てた状態で溶液や沈殿物，化学反応を起こしている様子などを観察することがある。試験管立ては試験管と同様，理科の実験で多用される実験器具である。

試験管立ては，単に試験管が倒れないように安定していることのみならず，試験管の中のものが観察しやすいことが必要とされる。一般的に理科の実験に使用される試験管立てを使用した場合，① 試験管立ての背景，② 部屋の明るさ，によって試験管の中のものの見え方が影響を受けるという問題点が予測された。これを解消するためには，① 試験管の背後に紙などを挿入して背景による見え方の変化をなくすこと，② 試験管の至近距離から効果的に試験管を照らす照明を設置すること，の2点が有効ではないかと考えた。試験管と試験管立ては同時に使うものであることを考えると，上記2点の改良点を満たすような試験管立てを開発することは，試験管の中のものを見やすくするための工夫として汎用性のあるものではないかと考えられる。

本研究では，前述の一般的な試験管立てで想定される問題点を解消した試験管立ての開発を行うとともに，その有用性について検討を行った。

II. 開発した試験管立て

試験管立ての作製にあたって，I. はじめにで述べた問題点を解消することに加え，試験管立ての中のものを見やすくすることを目的として設計を行った。

試験管立ての作製に用いた材料を表1に示す。表中のMDF（medium density fiberboard，中密度繊維板）とは，木材をほぐして繊維状にし，接着剤と混合して板状に

表1 試験管立ての作製に用いた材料の一覧

シナベニヤ材(60 mm×190 mm×12 mm) ...1枚，MDF(45 mm×120 mm×5 mm) ...2枚，MDF(45 mm×180 mm×5 mm) ...1枚，アクリル板(強化乳白色半透明，95 mm×200 mm×1 mm) ...1枚，角材(ヒノキ，15 mm×15 mm×60 mm) ...2本，角材(ヒノキ，15 mm×15 mm×45 mm) ...2本，抵抗内臓5 mm白色LED ...4個，スイッチ付カバー付電池ボックス9 V ...2個，アルカリ乾電池9 V ...2個，ユニバーサル基板(39.5 mm×70 mm) ...1枚，鉄丸釘(16 mm) ...4本，鉄丸釘(10 mm) ...2本，ネジ(太さ3 mm×長さ16 mm) ...10本，耐熱ビニル絶縁電線，はんだ，木工用ボンド

成型したものである。

著者は、後述の授業実践のために計 10 個の試験管立てを作製した。表 1 に示した材料費（工具の購入費用を除く）は 10 個分の総額で約 25,000 円であった。したがって、作製する個数によって変動するが、1 個あたり 2,500 円程度で作製が可能である。

完成した試験管立てを図 1-1 に示す。これを、一般的な試験管立てに対して「光る試験管立て」と命名した。「光る試験管立て」は、4 箇所中 2 箇所が試験管の背後と下側から白色 LED で試験管内部を照らすことのできる構造となっている。背後と下側の LED はそれぞれスイッチが独立となっており、下側からのみ、背後からのみ照らすといった使い方も可能である。また、背後に設置した LED については指向性を考慮して LED の先端を 90 度曲げた（図 1-2）。背後の LED と試験管を立てる場所の間にはアクリル板を挟んだ。これによって、アクリル板がない場合に比べて効果的に試験管を照らすことができるようになったほか、試験管の見え方が背景によって影響を受けるということがなくなった。



図 1-1 光る試験管立て



図 1-2 LED の向き

試験管を光らせる機能をもつ試験管立ては、芸術家がインターネット上で販売しているもの（mine nekoism info, 2018）や雑貨店がインターネット上で販売しているもの（VILLAGE/VANGUARD, 2018）などがあるが、いずれも芸術品やインテリア雑貨としての使用を目的としたものである。また、試験管を光らせる機能はいずれも試験管の下側からのみである。理科の実験で使用する器具として開発した点や、アクリル板を通して背後から試験管を光らせる機能を付けた点は前例がなく、著者の開発した「光る試験管立て」独自の特徴であるといえる。

Ⅲ. 「光る試験管立て」と一般的な試験管立ての見え方の比較

「光る試験管立て」が一般的な試験管立てに比べて見え方が安定しているということを証明するために、以下の 1～4 に示す方法で色相分析を行うこととした。

1. 「光る試験管立て」（図 1-1）と一般的な試験管立てに着色した液体を入れた試験管を立て、その様子を写真で撮影した。
2. 撮影した写真のうち、試験管内部の溶液の部分だけをトリミングした。
3. トリミングした写真を、画像の中に含まれている色を RGB カラーモデルで数値化することのできる Web ツールである、イメージカラーピッカー（[https://lab.syncer.jp/ Tool/Image-Color-Picker/](https://lab.syncer.jp/Tool/Image-Color-Picker/), 2017 年 12 月 21 日閲覧）を用いて含まれる色を抽出した。
4. 抽出された色の RGB 値をグラフ上にプロットした。

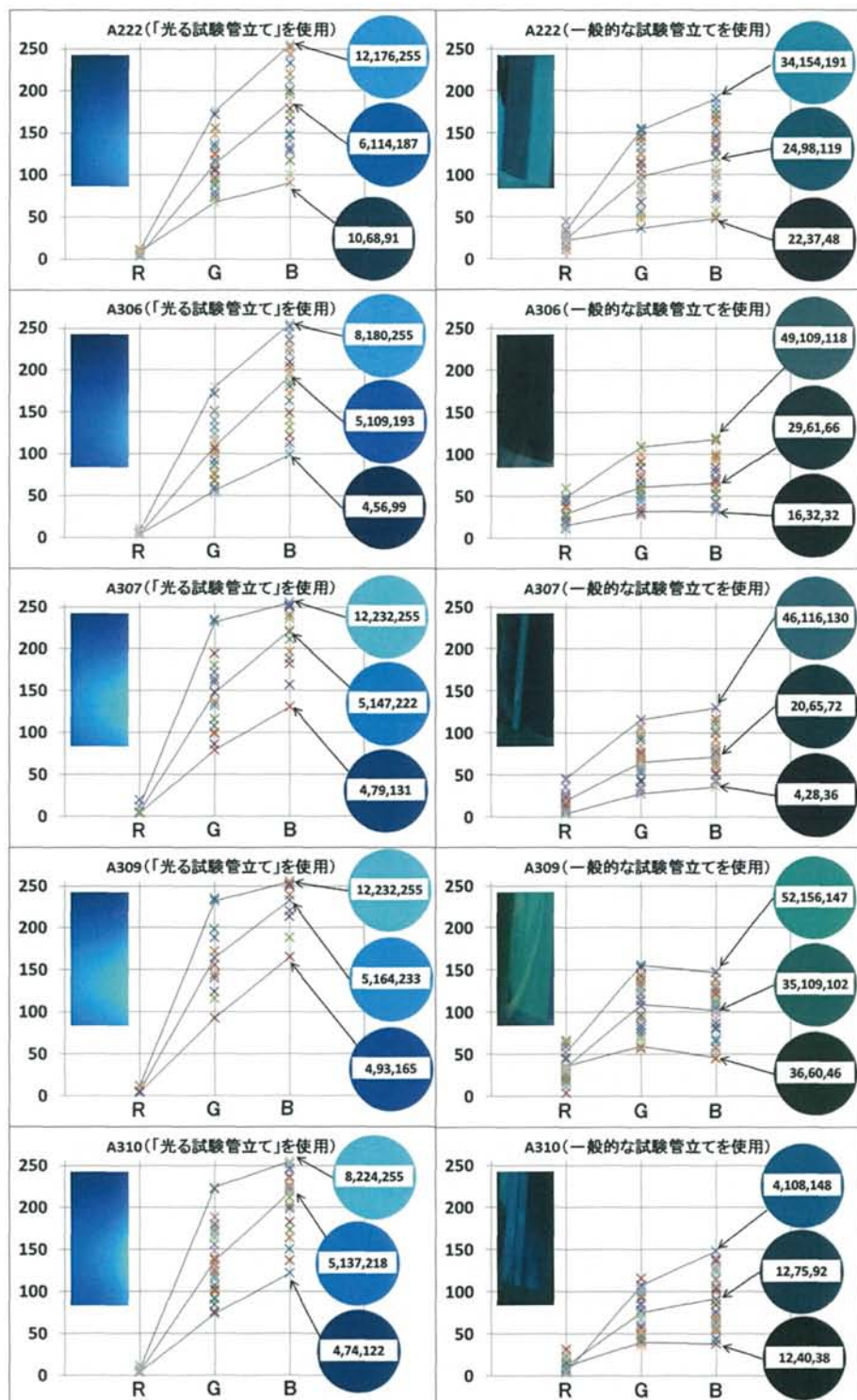


図2 分析結果（青色）

試験管の中に入れる液体の色は赤、青、黄、緑とした。いずれも食用色素を少量水に溶かし、攪拌したものである。撮影は、京都教育大学藤森学舎1号館（A棟）2階・3階の、A222、A306、A307、A309、A310の5ヶ所で行った。撮影の際は、各部屋の水平な机の上に試験管立てを置き、試験管立ての正面から約10 cm離れた位置から撮影を行った。

RGB カラーモデルとは、色の表現法の一つであり、赤（Red）・緑（Green）・青（Blue）の三原色から様々な色を表現する。R、G、Bはそれぞれ最小値0、最大値255の256段階である。

青色の溶液についての結果を図2に示す。各グラフの上部には、撮影を行った部屋と使用した試験管立ての種類を示している。グラフには、イメージカラーピッカーによって抽出されたR、G、Bそれぞれの値を×印でプロットしている。抽出した色のうち、他の色と比べてRGBの値が相対的に高いもののうちの1つ、他の色と比べてRGBの値が相対的に低いもののうちの1つ、全体の平均値を整数値で表したものの、の3つについて、グラフ上にRGBの値と色をサンプル（円形）として示している。プロットどうしを繋ぐ直線はこれら3つの色のRGBの組み合わせを示している。グラフの左上にある長方形の部分は、カラーピッカーに入力した実際の写真（溶液部分だけをトリミングしたもの）である。

図2より、「光る試験管立て」を使用したものについては、Bの値が最も高く、次いでGの値が高く、Rの値が最も低い傾向が見られる。Bの値はいずれの部屋においても最高値が255であり、非常に高い値を示しているのに対して、Rの値は10未満と非常に低い値を示していることから、どの部屋も明るく鮮やかな青の色合いをしていることが確認できる。一方で、一般的な試験管立てを使用したものについては、「光る試験管立て」を使用したものよりもBの値は低く、Rの値は高くなっており、全体的にR、G、Bの値どうしの差が小さくなっていることが分かる。また、例えばA309においてはBの値よりもGの値のほうが高くなっているような傾向も見られ、部屋ごとに溶液の色合いがばらつくことが示唆される。実際、溶液部分をトリミングした写真を見ると、「光る試験管立て」を使用したものは明るく鮮やかな色合いで、かつどの部屋でも同じような色合いになっている。その一方で、一般的な試験管立てを使用したものについては、「光る試験管立て」を使用したものに比べて鮮やかさがなく、部屋ごとに黒っぽくなったり白っぽくなったりと色合いのばらつきが見られることが確認できる。

今回は紙面の都合上、青色についての結果のみを示したが、赤色、黄色、緑色の結果についても、「光る試験管立て」を使用したものについてはどの部屋でも同じような色合いで、一般的な試験管立てを使用したものについては色合いのばらつきが見られる、と同様の傾向が見られた。このことから、「光る試験管立て」を使用することで、部屋の環境に左右されず概ね安定した見え方をすることが示されたといえるだろう。

IV. 「光る試験管立て」を使った授業実践

「光る試験管立て」が試験管の中のものを見やすくするための工夫として有用なのかを明らかにするために、化学実験を含む授業で実際に「光る試験管立て」を使用してもらい、受講者から意見を得ることが必要であると考えた。そこで、2017年12月4日（月）2限（10:30～12:00）に共著者の中野が担当する京都教育大学の初等理科教育（d）の授業で、「光る試験管立て」を通常の試験管立ての代わりに使用することにした。

授業の内容は、ヨウ素を含むうがい薬を用いてウーロン茶、アクエリ阿斯、レモン汁、アセロラ、キレートレモンの5種類の飲み物の中に含まれるビタミンCの量を調べる実験（後藤ほか、2016）であった。ビタミンCとヨウ素を含むうがい薬を混合すると、ビタミンCが還元剤としてはたらき、無色のヨウ化水素が生成する。本実験ではこの原理を利用してビタミンCの定量を行う。具体的には、試験管の中に薄めたうがい薬を入れ、デンプン水溶液を混ぜて溶液を青色にした後、飲み物を1滴ずつ滴下して溶液が無色になるまでの滴数を計測することでビタミンCの量を調べる。ところが、飲み物によってはビタミンCを微量しか含まないものもあり、本実験は反応の終点が分かりにくいという特徴がある。

授業では、この「飲み物を滴下する操作」の際に「光る試験管立て」を用いて反応を観察してもらうことにした。その様子を図3-1、図3-2に示す。図3-1は、受講者が実際にスポットで飲み物を滴下しているときの様子である。図3-2は、ビタミンCとの反応でかなり色が薄くなった溶液を拡大したものである。



図3-1 実験中の様子1



図3-2 実験中の様子2

実験終了後、「光る試験管立て」についての自由記述の感想文を受講者に書いてもらい、受講者43名から回答を得た。得られた意見をフレーズごとに分類し、整理してまとめたものを表2に示す。表中の数値は同一意見の出現回数を示している。

表2 「光る試験管立て」についての意見

【肯定的な意見】 見やすい⑩、透明・不透明が分かりやすい④、色の变化④（分かりやすい③／色が変わる瞬間がきれい）、自作への評価③（手作り感が良い／自作できる実験器具の開発は素晴らしい／良い発想）、便利③、使いやすい②、動機づけの効果②（“光るもの”は子どもが関心を持つ／実験の雰囲気が上がった）、用途（色がついている液体に対して使うのがいい）、使いたい、安定している 【否定的な意見】 一方向からしか見えない⑥（反対側から見えない④／側面を木の板からアクリル板に変更すると良い／特定の角度からしか見えない）、光る部分がもっとほしい⑤、立てられる試験管の数を増やしたほうがいい、下からの光だけで十分 【その他】 納得（確かにありそうでなかったなと感じた）、疑問（何の実験をする時に思いついたのか）
--

表2より、「見やすい」「透明・不透明が分かりやすい」「色の变化が分かりやすい」という意見が多数見られることが分かる。このことから、「光る試験管立て」は本実験において試験管の中のもの（反応）を見やすくするための工夫として優れていることが示されたものと考えられる。

V. 「光る試験管立て」の化学以外での用途

「光る試験管立て」は、試験管の中に入るものを見やすくする効果がある。そこで著者

は、例えばミジンコなどの微生物を観察するのに適しているのではないかと考えた。

図4は、「光る試験管立て」と一般的な試験管立てで、京都教育大学構内の池の水の見え方を比較したものである。「光る試験管立て」を使用した場合(図4 左側)は、一般的な試験管立てを使用した場合(図4 右側)に比べて水草がくっきりと見えるほか、無数の白い粒(微生物)が水中に確認できる。実際に肉眼で観察したときには活発に運動している様子が確認できた。一方で、一般的な試験管立ての場合は至近距離から目を凝らさないと微生物の活動が確認できなかった。

以上のことから、「光る試験管立て」には、水中の水草や微生物を観察するための使い方も可能であるといえるだろう。

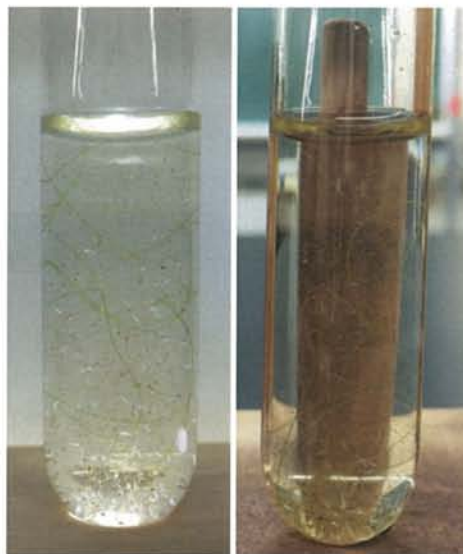


図4 池の水の観察比較

VI. まとめ

著者の開発した「光る試験管立て」の特徴をまとめると以下のようになる。

- ・試験管の中のものの色を鮮やかに強調する効果がある。
- ・試験管の周囲の環境(背景・部屋の明るさ)によらず、比較的安定した見え方をする。
- ・試験管の中のものや反応を見やすくする効果がある。
- ・化学実験のほか、水中の微生物等の観察にも使える。

上記のほか、試験管の中のものを「美しく」する効果も、著者の実感として感じられた。

「光る試験管立て」の難点としては、濃硫酸などの腐食性の高い薬品を扱う実験では使用できないことが挙げられる。IV.「光る試験管立て」を使った授業実践の「ビタミンCの検出実験」などでは腐食性の高い薬品を使用していないため、仮に薬品が試験管立てにこぼれてしまったとしても、すぐにスイッチを切って電池を外して水洗いし、十分に乾かせば再度使用することができる。しかし、腐食性の高い薬品がかかってしまった場合は、基板やLEDなどが即座に傷み、壊れてしまうことが想定される。より幅広い実験で使えるようにするためには、耐薬品性に優れた素材に変更することや基板などの電子部品が直接露出しないような工夫が必要である。これについては今後の課題としたい。

文献

- 後藤創紀・中野英之・仁科篤弘 2016. ビタミンCが一番多い飲み物を探る授業実践-コンピテンシー・ベースによる授業づくりを目指して- フォーラム理科教育, 17, 29-34.
mine nekoism info ウェブサイト, <https://minne.com/@nekoism> (2018年2月閲覧)
VILLAGE/VANGUARD ウェブサイト, 夜光木の試験管立て(3本型) ヴィレヴァン特別仕様 https://vvstore.jp/i/vv_000000000146893/ (2018年2月閲覧)