中学校理科 光分野における教材開発
−りんごが赤い理由を実感できる教具−
Development of Teaching Materials in the Optics Field of Junior High School Science
−A Teaching Aid to Help Students Understand Why Apples Are Red -

○稲垣　佑[*1]
INAGAKI Yu[*1]
[*1] 愛媛大学大学院教育学研究科
[**1]Graduate School of Education，Ehime University

［要約］本研究では，中学１年生の理科「光」の学習において，光の基本法則の理解を深めるため，「りんごが赤く見える理由」を導入として授業を設計した．授業は国立中学校の 1 年生 32 名を対象に実施し，小集団での実験・考察を通じて学習を進めた．授業は（1）身近な風景から光の性質を考える，(2) 光の基本法則を整理し，色の見え方の課題を設定する，(3) 光の三原色と透過率の実験を行い考察する，の 3 ステップで展開．実験には，カラーフィルターを用いた自作教具とタブレット PC 上の Web アプリ「JavaLab」を活用し，光源の色とフィルターの透過光の関係を観察した．結果として，生徒は光の透過に関する基本的な関係性を理解したが，吸収や反射の原理まで考察できたのは一部にとどまった．今後は，光の振る舞いをより深く理解できるよう，指導方法を工夫し，実験や考察のプロセスを強化する必要がある．

［キーワード］光，中学校，自作教具

Ⅰ．問題の所在

1．教科書の現状

現行の学習指導要領では，中学校第１学年の第１分野では身近な現象として光と音の学習が位置付けられている．光と音の分野では，光の反射・屈折，凸レンズの働き，音の性質を学習する．いずれの学習内容においても「関係性や規則性を見いだして理解すること」と理科の見方・考え方が示されている．

また，ねらいや指導の重点として，「光の反射や屈折，凸レンズの働き，音の性質に関して問題を見いだし見通しをもって実験を行い，その結果を分析して解釈し，規則性を見いださせ，日常生活や社会と関連付けて理解させるとともに，光や音に関する観察，実験の技能を身に付けさせることが主なねらいである.」と示し，実験を通してその結果を分析し規則性を見いだすことを挙げている．

現在，松山市で使用されている理科教科書，東京書籍「新しい科学１」では身近な現象を，「単元３ 身のまわりの現象」として取り扱っている．単元３は「第１章　光の世界」から始まっており，中学校１年生が初めて触れる物理の学習内容として「光の反射・屈折」を扱っている．

「光の反射・屈折」で扱う内容は，光の直進性，反射の法則，屈折の法則である．特に東京書籍では章の１時間目に，光の直進性に触れるほか，光源の存在を学んだり，物体が見える理由は光の反射であると学んだり，色づいて見える理由について学んだりする．その一文に「りんごが赤く見えるのは，りんごに当たった光の中で，赤い色をした光が多く反射し，私たちの目に届くからである」と記されている．

ここでの問題，単元の１時間目の関係性や規則性を見いだす活動として，子どもが課題意識を持てるテーマは何かということだった．子どもの学習観を整理すると，生活体験から導かれる常識，小学校での既習事項，他教科での既習事項にわけられる．章の１時間目で学習する内容をそれらに分ける．

小学校では鏡を用いて光を反射させたり，凸レンズで太陽の光を集めたりする経験をしている．それ以外にも，太陽と月の関係を見出す活動を通して，光の直進性やものを見るためには光源の存在が必要であることなどを理解しているはずである．

また中学校では，美術科で色の３原色とともに光の３原色にも触れるほか，技術科では植物の育成をパフォーマンス課題として行っており，白色光に触れる機

会は多い．社会科では日本の農業を学ぶことを通して，促成栽培で人工の光源で育成することを知る機会もある．

表１　教科書の説明文と子どもの学習観の対応

教科書の記述（東京書籍「新しい科学１」から引用）	学習観
自ら光を出す物体を光源という．	・常識 ・小学校
光がまっすぐ進むことを光の直進という．	・常識 ・小学校
光源から出た光の一部が目に届くことで，私たちは光源の姿を見ることができる．	・常識
光源から出た光の一部が，物体の表面ではね返り目に届くからである．	・常識 ・小学校
物体の表面で光がはね返ることを光の反射という．	・常識 ・小学校
太陽の光は，複数の色の光が混ざり合っているため，白く見える．	・他教科 （技術科）
プリズムというガラスによって光の色が分かれたようすと虹	
りんごが赤く見えるのは，りんごに当たった光の中で，赤い色をした光が多く反射し，私たちの目に届くからである．	
葉などに含まれるクロロフィルという物質が，太陽光に含まれる緑色の以外の光を吸収しているからです．	・他教科 （技術科，社会科）
テレビなどでは３原色の光を組み合わせることでさまざまな色を再現しています．	・他教科 （美術科，技術科）
実験１の結果から，入射角と反射角が等しいことを示している．これを光の反射の法則という．	・常識 ・小学校 ・他教科

そこで理科の学習では，１時間目でりんごが赤く見える理由について，屈折を取り扱う章でプリズムについて扱うことにした．子どもは，これまで当たり前だと思っていた現象の理由や新たに触れる現象へ興味と疑問を抱くと思った．

2. 教材化とその実験原理

りんごが赤いのは，りんご表面での光の吸収率と関連する．白色光が表面に当たったとき，光の３原色の青と緑が比較的多く吸収される．そのため，りんごは赤い光を反射し，私たちはそれを認知する．

この仕組みを教材化する上で３つの方法を考えた．それは，光源の色に着目する方法，物体表面に着目する方法，人の認知機能に着目する方法である．このうち，人間の認知機能に着目した実験は教材化が難しかった．そのため今回は，光の３原色を用いた光源と物体の関係を調べる活動を行える教材開発を行った．

教材化の発想としては，光の吸収率を，光の透過率として実感できないかというものである．りんごが赤く見えるように，光は吸収され，一部が反射する．一方で，ステンドガラスのように，光は吸収され，一部が透過することで色を認知することもある．これらの２つの現象を同様に重ね合わせ実験できないかと考えた．

実験は白色光及び，光の３原色のうち赤と青を使用して実施する．

白色光がフィルターに入射したとき，３色すべてのフィルターでフィルターと同じ色の光が透過する．例えば，赤色のフィルターであれば，白色光は赤，緑，青のまじりあった光なので，緑や青の光は赤いフィルターに吸収される．一方で，赤色の光は赤のフィルターを透過したり反射したりする．他の緑や青のフィルターでも同じ色の光で同様の現象が起きる．

赤色の光がフィルターに入射したとき，赤色のフィルターで他の２色のフィルターと比較して透過光の光量が大きくなる．

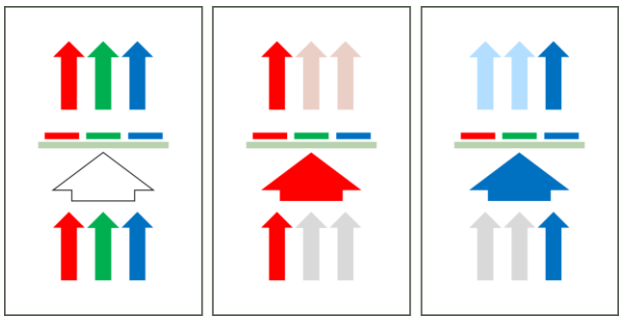


図１　光源が白色，赤色，青色のときの透過率に関するモデル

この原理をもとに教材化を行った．

Ⅱ．研究の方法

1．対象と期間・分析方法

国立中学校１年生２クラスを対象に授業を実施した．時期は，10/21（月），10/30（水）である．実施方法は１クラス 32 人を８班に分け，小集団による実験と考察である．

授業の達成度についての分析は，授業中の小集団での成果物であるホワイトボードによる記述と，授業後の個別の振り返りの記述によって行う．

2．授業展開

本実験は中学校１年生理科の物理分野における１時間目に実施する．光分野においては，全９時間の１時間目である．

開発した教具を使用する実験は，以下の展開に示す３つ目のパートである．授業の序盤では，光に関する概念や簡単な法則性について確認し整理した．その後，私たちの見ている景色の色に着目させ，色づいて見える理由に対して課題意識を高めた．実験はその直後に実施した．

表 2　授業展開と子どもの姿

おもな活動	ねらいとした子どもの姿
1．光に関する身近な風景を見させ，様々な概念を出させる．	・影や光の当たり方に着目して太陽の位置を推測する． ・壁に反射した光が赤いことに気が付く． ・光の強度や色について気が付く． ここで学習課題を提示する．
2．簡単な法則を整理し，色について課題意識を高める．	1 で出た内容と，光に関する科学的概念を結びつける．{光の直進性，光源，反射} 壁が赤く色づいていることや，空が青いことに注目させ，色について課題意識を持つ．
3．実験結果をもとに，班で考えをまとめる．	「光の三原色と透過率の実験」を行う． 結果をもとに，光源の色と見えた光の強さから科学的なきまりを見出し，その理由を考察する．

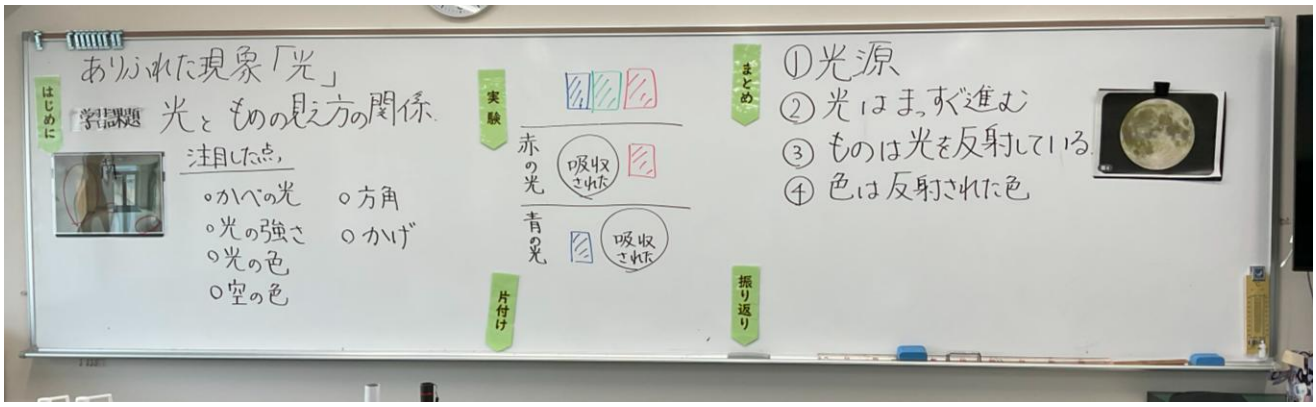


図 2　実際に授業した際の板書

Ⅲ．実験に使用した自作教具について

1．教具の全体と使用方法

作製した教具の次に示す．教具は３つの部品にわけられる．土台となる短い円筒，３色（青，緑，赤）のフィルター，覗き込むための長い円筒である．

使用方法は，写真の通りである．タブレット PC の画面上に３つの部品を，短い円筒，フィルター，長い円筒の順に積み重ね，長い円筒の上部から片目で覗き込む．タブレット PC の画面色を変化させられる Web アプリを使用する．画面色を赤や青と変化させ，フィルターの３色のうちどれが光を多く通しているか観察するものである．

使用した Web アプリは「JavaLab」というシミュレーション教材を扱うサイトの「カラーパネル」である．カラーパネルは，どのような端末であってもディスプレイを光の３原色を含む７色に変化させることができ

る．今回の実験では，当 Web アプリのカラーパネルの赤と青の 2 色を使用して実験した．

写真 1　開発した教具

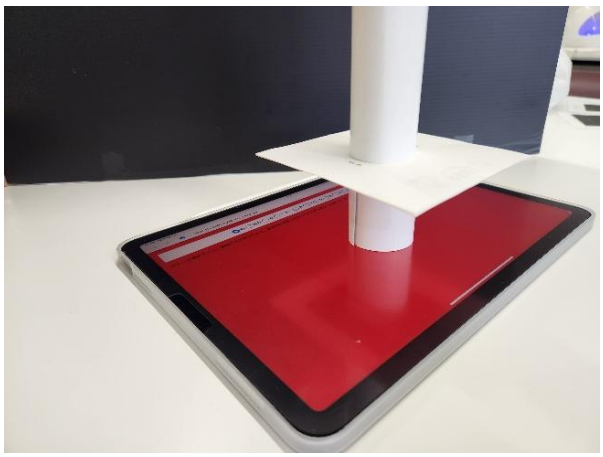
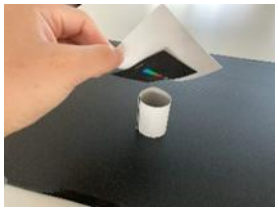
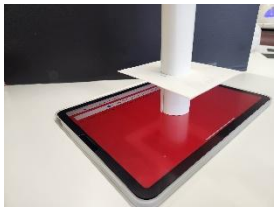
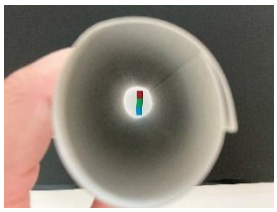


写真 2　教具を使用している様子

表 3　使用手順とその様子

1.　短い筒の上にフィルターをのせる フィルターの黒い面を下にむける．	
2．その上に長い円筒を乗せる	
3．タブレット PC で Web アプリを起動し，光源の色を変化させる	
4．長い円筒の上部から除き，フィルターの光度の変化を観察する	

2. 作製に使用した材料

作製に使用した，材料を次に順に示す．

ア．付箋

使用した付箋は，フィルムタイプの半透明なものである．これをカラーフィルターとして使用した．用意した付箋は，ダイソーの「ポップアップ式フィルムふせん」である．６色あるうち，光の３原色にあたる，赤，緑，青をカラーフィルターとした．

作製する際は，赤，緑，青の順に並べた．１色あたり３枚重ねて使用した．ふせんをフィルターとして１枚しか使用しなかった場合，光源の色によってはねらいとする実験結果を得られない．そのため枚数を増減させ予備実験したところ，３枚重ねて使用すると適切であると結論付けた．

イ．メモ帳

メモ帳は１辺９cm 程度の正方形のメモ帳を使用した．これは，長い円筒から観察を行った際に光源を遮るために使用した．この遮光板としてのメモ帳は，フィルムふせんで作製したフィルターのみに光を透過させ，それ以外の部分から光源からの光が透過しないような厚みであればよい．今回は４枚重ね使用している．また，メモ帳の中心部分は切り抜かれており，フィルムふせんを３色横並びにしたとき，カラーの部分のみに光源の光が当たるようになっている．

ウ．画用紙（黒色）

黒色の画用紙は，フィルターの光源側（使用する際の下側）に使用した．短い円筒内での反射を抑え，フ

ィルムふせんとメモ帳（遮光板）との隙間からの光の漏れ出しを防止する．

エ．厚紙（菓子箱）

円筒として，丸めて使用した．作製時，ラップの芯などの円筒形の素材を用意できなかったため，厚紙を使用して作製した．用意できるのであれば，フィルムふせん３枚を横並びにした幅より太いラップの芯などが好ましいだろう．

長さは，短い円筒では高さ５cm，長い円筒では20cmである．短い円筒は，光源の光のみをフィルターにあてる役割をする．フィルターをタブレット PC の画面に直接置いた場合，太陽光や蛍光灯などの白色光が光源の光と混ざってしまう．すると明瞭な実験結果を得られない為，短い円筒を使用する必要がある．長い円筒は，観察の際に，フィルター周辺を暗くし観察しやすくする役割をする．この円筒は，長いことで観察者側（円筒上部）から入り込む光を減光する働きをもつ．短い場合，観察者側から入射する蛍光灯などの光がフィルターへ直接当たり大変見えづらい．そのため適切な長さで作製する必要がある．

用意できるのであれば，いずれの円筒も黒色の画用紙などを使用し，内側の反射光を抑制することが望まれる．

Ⅳ．結果と考察

1．小集団での話し合いを通じたホワイトボードの記述

授業のねらいである，科学的なきまりを見出すことについては，達成していると考える．一方で，その理由を考察することまでは，一部生徒は達成しているが，多くは達成できていないと考える．

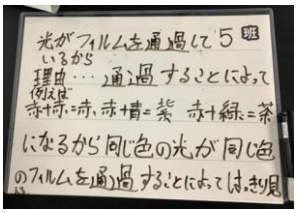
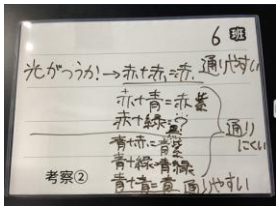
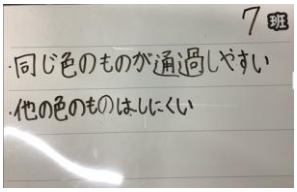
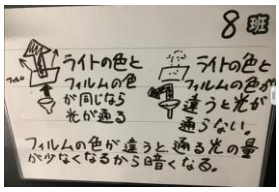
授業では実験から考察されることを，ホワイトボードにまとめるようにした．生徒は，一班４人で実験の結果と考察を記述した．その記述が次の通りである．

記述は，「通る・通過する」「通らない（にくい）」といった表現が多用されている．生徒は，光源の色とフィルムを通過した色の関係について着目し記述している．そのことから，実験を通して光源とフィルムが同じ色であるとき，何か現象が起きていることに気が付いたと言える．

現象については，「ライトの色とフィルムが同じ色ならひかりが通る」や「赤＋赤＝赤　通りやすい」のような表現で光の通しやすさについて書かれていた．生徒は，同じ色であれば明るくなっている（事実）と気が付いていた．その事実をもとに，一部の班では考察し，「他の色のものは通しにくい」「光の量がすくなくなる」のような表現で，フィルムの透過率に言及している様子が見られた．

一方で，「赤が明るい（強く見えた）」や「赤＋緑＝茶」のような事実段階で止まっている記述が頻繁に見られた．すべての班が透過率や吸収率について述べることはできておらず，解決すべきポイントであった．

表 4　小集団での成果物であるホワイトボードによる記述

５班	６班
	
７班	**８班**
	

1．AI リフレクションの記述

授業を実施したクラスでは，生徒一人一人に授業毎で振り返りを記入させている．振り返りは「AI リフレクション」（真木 2025）のシステムを使用した．次に示すのは，生徒が入力した記述である．

教具を使用した成果は２点ある．１つ目は，実体験的な理解を促せたことである．２つ目は，色に対して興味を引き付けられたことである．

生徒は，振り返りの「実際に見たり考えたりしながら光について学ぶことができました．」や「赤の光の時，赤は光を通した．青は通さず，黄色は少し通した．」の記述のように，フィルターと光源の関係には通しやすい色の組み合わせがあることを体験した．多くの生徒は，実験を通し吸光率について体験的に理解している．

一部の生徒は，「目に見えている色は，その色だけ反射して見えているものということがわかりました．」や「見える光は見える光だけを反射させていることで，色が分かれて見えている．」というように記述してい

た．この生徒は，本実験を通して吸光されていることを理解し，それを光の反射と結びつけて理解したと考えられる．一方で「「色は反射された色」というのを詳しく知っていきたいです.」のよう実験と結びつけられていない生徒もいる．

振り返りの課題や質問に対する回答として，「その原理がどのようなことなのか知っていきたいです.」と，実験から考察されることを超えた興味を示す生徒が見られた．

それだけでなく，「人はりんごが赤色に見えるけれど，犬は景色が白黒に見えるそうなので，犬はりんご＝赤色と認識できるのですか.」のように生物の光の認知機能に対する興味を持った生徒もいた．

表 5　授業後の個別の振り返りの記述

生徒 A	【学習内容】光① 光の道筋 【成果】赤い光は赤いフィルムにしか光を通さない事がわかって，赤以外のフィルムだと光を吸収している事がわかりました．**同じ光には同じ色のフィルムを通し，それ以外は吸収する** 【課題】 【質問等】赤に近しいオレンジだと濁った色に見えるのはなぜですか？
生徒 B	【学習内容】光① 光の道筋 【成果】今日は自分たちの**目に見えている色は，その色だけ反射して見えている**ものということがわかりました． 【課題】**その原理がどのようなことなのか知っていきたいです．** 【質問等】
生徒 C	【学習内容】光① 光の道筋 【成果】私たちが普段，**何気に見えている光には理由があることを知りました．**班で赤い光でどうなるか，青い光でどうなるかを実験をして，確かめました．赤の光の時，赤は光を通した．青は通さず，黄色は少し通した．青の光の時，赤は光を通した．青も通し，黄色は少し通して緑色に近い色になった．結果を図でまとめることができるようになり，班で考察をし，緑の予想も立てることができました． 【課題】他の班はどのようにしているのかわかりませんでした．赤や青い光だけでなく，緑色の光も予想を立てたのでそこについて次回やっていきたいです．**「色は反射された色」というのを詳しく知っていきたいです．** 【質問等】
生徒 D	【学習内容】光① 光の道筋 【成果】光の直進や反射について学び，反射されるものや物の色が見えていることを新しく知ることができました．そして，**実際に見たり考えたりしながら光について学ぶことができました．** 【課題】今回の授業では，その写真を取った時間帯を写真を見て考えるとき，あまりアイデアが出ず苦戦してしまったので，これから光のことを今よりももっとたくさん理解できるように頑張りたいです． 【質問等】なぜ影が長くなるにつれて影の広さは広くなっていくのか． 「見えている色は反射された色」について，**人はりんごが赤色に見えるけれど，犬は景色が白黒に見えるそうなので，犬はりんご＝赤色と認識できるのですか．** 光の直進などの法則については，どのようにして発見していったのか．

Ⅴ．おわりに

りんごが赤い理由や，植物の葉が緑である理由を知っている子どもはいる．そのような子どもであっても，光の吸収によってそれらの色を認知しているという

仕組みを理解していたり、ましてや実感できていたりするとは思えない.

今回，開発した教具は，安価に，短い時間で作製できる．また，使用の際も直感的で簡単に使用できる．そのような観点から，実際の教育現場で導入しやすいのではないだろうか.

今回のような，子どもが日常生活で着目したことの無いような現象，体験できないような現象を，授業を通してこれからも提供し続けていきたい.

文献

文部科学省（2017）: 中学校学習指導要領解説 理科編
東京書籍株式会社（2023）: 新しい科学１
今井泉（2022）: 科学教育における教材としての「光と色と色覚」，化学と教育，70，4，196-199.
真木大輔・大西義浩・山本浅幸（2025）: 中学校理科教育における生成 AI 活用モデルの構築―教員の指導支援および生徒の学習活用による実践的検証―，愛媛大学教職大学院実践研究報告書，18.