

私の実践

夕焼けの教材開発と中学理科授業実践

橋本 和恵・加藤 優 新潟大学大学院教育学研究科 950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050
興治 文子 新潟大学教育学部 950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050

1. はじめに

新潟大学では、2010年度から県内の中等教育学校と連携して教員志望の大学生・大学院生による授業実践を行っている。教育実習と大きく異なる点は、この取り組みに参加している学生全員で授業案を作り、教材開発を行い、模擬授業を行ったうえで、実際に全員で中等教育学校で授業を行う点である。1つの授業を作り上げるために1ヶ月以上かけて議論する。中等教育学校の教員と事前に検討を行うこともある。実際の授業では、1人の学生が授業者として、残りの学生は実験補助者として授業を行う。授業後には参加している大学生・大学院生に対し、中等教育学校の先生方と1時間程度の協議会を行い、授業について検討している。授業は、土曜日に特別に枠をいただき、年に5回程度実施している。

この取り組みの一環として、青空や夕焼けなどを題材とした教材開発を行い、授業実践を行った¹⁾。開発した教材を中心に、授業実践について報告する。

2. 「光は波である」を中学生に教える

授業の対象は中学3年生であり、既習事項を基に高校や大学で学習する内容や、最先端の科学技術への応用など発展的なことを扱うことにより、科学への興味・関心を喚起することを目的としている。

光学分野での先行研究からは、大学生でもレンズの結像など初歩的な分野でも困難を示していることが明らかとなっているが、今回の題材はあえて発展的な「光は波である」ことを取り上げた²⁾。著者の1人は高校では物理を履修せず、大学に入ってから初めて物理を勉強した。その中で光の粒子性と波動性を初めて知り、「光とは何か」すら考えたことがなかったことを実感したという経緯がある。そこで、科学の素養として光の本質は知っておくべきではないのか、中学生でも理解できることがあるのではないかと考えたことが今回の題材決定に繋がった。

3. 開発した夕焼け実験の教材

夕焼け実験は、多くの実験方法が本やインターネットで

紹介されている^{3), 4)}。青空から夕焼けに変わる理由は、地球が自転していることにより太陽光が大気を通過する距離が変わるためである。夕焼け実験として紹介されている多くの教材は、ワックス水などを入れたペットボトルの上から光源を入れて散乱のしやすさを見せるものである。しかしこの教材では、観測者が宇宙から地球を見たような状態であり、太陽光が通過する大気の距離を意識しないのではないかと考えた。そこで、文献3を参考にワックス水を入れたプラスチックコップを横1列に並べる方法を検討した。図1の左上のイラストが、太陽と大気と観測者の関係を強調したイメージ図、左下の写真が太陽モデルの光源と、大気モデルのワックス水である。右の写真は実際の実験装置で、明るい部屋でも実験できるようにコップに観察用のスリットを入れた黒いプラスチック板で覆いをかぶせた。

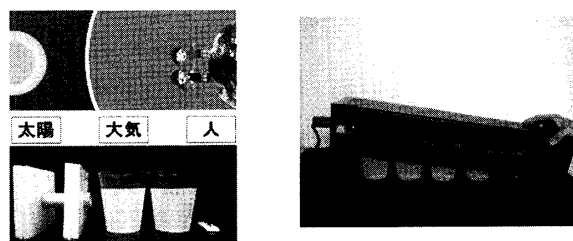


図1 夕焼けを再現する教材

この教材を採用するにあたって、大気モデルとして複数のコップを使用することになるため、途中でプラスチックを挟むことになるのはよいのかという意見や、コップ同士が密着していないために太陽光に見立てた光線がワックス水と空気の両方を通ることになってよいのかといった意見が出た。しかし、生徒自身が、コップを置く距離や置く個数を変えるなど実験を工夫することで、太陽光から出た光が大気を通って地球に届くこと、太陽光が通る大気の距離が変わると見える色が変わることなどの理解につながるのではないかと意見もあり、この教材を使用することとした。

コップにかぶせた覆いについては、皆で「闇ツール」と命名したが、このような遊び心のある教材名は生徒の関心を引き、授業での反応は良かった。以下は実験に用

いた材料であり、安価なもののみを使用した。

- ・床用ワックス (水 1000mL に対してワックス 3mL)
- ・プラスチックコップ (6 個, 表面がつるつるのもの)
- ・黒いプラスチック板の覆い (10×10×55cm, 右側面のぞき穴は下から 4cm に $\phi 2.5\text{cm}$, 左側面のライトを入れるための穴は $\phi 2.7\text{cm}$)
- ・白色 LED ライト
- ・セロファン (赤, 青), セロファン固定板 (9.5×9.5×2cm プラスチック板, ライトを入れる穴 $\phi 2.7\text{cm}$)

4. 授業実践

授業は, 2011 年 12 月 3 日と 2012 年 5 月 12 日に, それぞれ 80 分授業を 2 クラス分ずつ行った¹⁾。導入では, 物を見るためには光が必要だということを復習するため, 真っ暗にした部屋でスタートさせた。実験室は雨戸で真っ暗にすることができたため, 最初から生徒の興味を持たせることができた。物を見るためには光が必要であること, 太陽光は白色であることを確認し, 簡易分光器を作成させて白色光にはさまざまな色が混ざっていることを実験で確かめさせた。分光器は, 1 人 1 つずつ作成させ, 折りたたんで持って帰れるような形状にした。

次に, 地球の空と月の空の色を比較し, なぜ空の色が違うのかを考えさせ, 青空や夕焼けを見るためには大気が必要になることを説明した。大気をモデル化したものをワックス水で表わし, 空の色の秘密を探る実験として夕焼け実験を行った。実験は, 班での生徒実験とし, 各班に TA の学生がついて細かく指導を行った。

夕焼け実験では, 白色灯をつけた瞬間に生徒からは「おお!」という歓声があがっていた。ここで, コップの中身は同じなのに, どうしてコップによって見える色が違うのか問うと, 考え込んでいるようすが見られた。実験結果のまとめとして, 青い光は光源に近くで, 赤い光は光源から遠い距離のところで見ることができることを確認した。

更に, 太陽光のモデルである白色灯には色々な色が混ざっていたことを確認させたうえで, 青い光と赤い光の単色光ではどの程度ワックス水を通すのかを確認するために, 白色灯に青や赤のフィルムをかぶせ, 夕焼け実験器で確認させた。生徒は, 青の光ではライトの近くのコップだけが青くなり, 赤の光では, 遠くのコップまで赤くなるようすを見て, 「同じ明るさのライトなのに, 光が届く位置が違うのはなぜだろう」「赤と青では何が違うのだろう」という新しい問いが出ていた。その後の光の色 (波長) によって散乱されやすさが違うという説明につながる疑問がでてきたので, 実験は大成功であった。また, コップの数や距離を変えたり, コップを通し

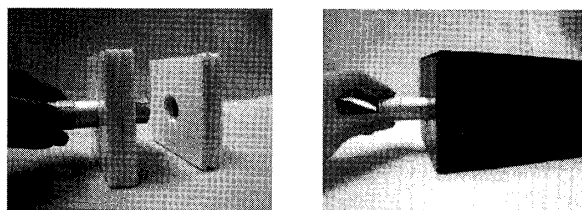


図2 ライトの固定法

てライトを見たりする生徒が見られた。

最後には, 光が波であることについての説明を行い, 散乱されやすさは波長の 4 乗分の 1 に比例することを説明し, 計算しやすいように赤の波長を $0.7\mu\text{m}$, 青の波長を $0.4\mu\text{m}$ として提示し, 生徒に計算させることで青い波長の方が赤い波長よりも 10 倍近く散乱されやすくなることを示した⁵⁾。

5. 授業実践の結果

授業終了後, アンケートを行った (2011 年実施時の回収枚数 55 枚)。アンケートでは, 95% がとても楽しかった, 楽しかったと答え, 内容についても 85% がとてもわかりやすかった, 分かりやすかったと回答した。また, 授業で印象に残ったことには, 多くの生徒が夕焼け実験を挙げており, 今回作成した教材は生徒の興味を十分にひくことができたと考えられる。この項目に関しては, 青い光は散乱されやすく, 赤い光は散乱されにくいことを挙げている生徒もおり, 説明だけでなく, 実際に生徒に少し計算させたことも理解につながったと考えられる。「光が波であることについてどう思いましたか」という質問では, 知らなかった生徒がほとんどで, 驚いた, 意外だったといった意見が多くみられた。

2012 年度から新設された「科学と人間生活」では, 光が電磁波であることや夕焼けについても触れられている教科書もある。開発した教材や授業実践が, 生徒の科学に対する興味・関心の喚起だけでなく, 学力向上へ繋がるものになるかどうか, 今後の課題としたい。

謝辞: 受け入れてくださっている中等教育学校の関係者の皆さまと, 共同研究者として関わった新潟大学の学生の皆さまにお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 橋本和恵: 理科教室 689 (2012) 64-67
- 2) Lillian C. McDermott: GIREP EPEC Conference Frontiers of Physics Education, (2007) 11-23
- 3) 武蔵野美術大学非常勤講師篠崎晃一氏のブログを参考にした <http://textinformation.seesaa.net/article/166176264.html>.
- 4) 馬目秀夫: 日本私学教育研究所紀要 38 (2003) 233-239
- 5) 砂川重信: 『理論電磁気学』 紀伊国屋書店 (1999)

(2012 年 5 月 16 日受理)