

光の反射・屈折学習におけるアガールの活用

—学習意欲を喚起し、学び合いの必然をもたせる教材・教具の工夫—

高瀬裕史¹・山田茂樹²・川上紳一³

1: 下呂市立萩原北中学校

2: 飛騨教育事務所

3: 岐阜大学教育学部

Application of agar in study on reflection and refraction of light for enhance student's motivation and thinking each other

Hiroshi Takase¹, Shigeki Yamada² and Shin-ichi Kawakami³

1: Hda education Board, Kamiokamoto-cho, Takayama-shi, 506-8666, Japan

2: Hagiwarakita Junior High School, Gero-shi, 509-2508, Japan

3: Faculty of Education, Gifu University, Gifu, 501-1193, Japan

要 旨

中学校理科第1学年「身近な物理現象」における光の屈折・反射の授業において、アガー（ゼリー凝固剤）の教材化を行った。寒天を用いた光の反射や屈折の実験については、これまでも実践があるが、アガーは寒天よりも透明度が高いことと、変形させても壊れにくいというメリットがある。本授業実践では、光の屈折現象の学習を発展させて、光ファイバーに関する学習へと展開するうえで、従来の寒天にはない物質としてアガーに着目した。アガーと光ファイバーを教材とした学習過程を構築し、授業実践を行って、生徒の学習効果をもとに分析を行った。

【キーワード】：光，屈折，反射，アガー，光ファイバー，中学校，理科

1. はじめに

「もので始まり，もので終わる。」というように理科は教材で勝負だといわれている。生徒に興味をもたせ，疑問を与え，科学的に追究させて，自然の事物・現象について実感して理解できる教材開発への模索は，理科の教員はだれでも日常的に心がけていることである。

そんな理想の教材がもつ要素としては，(1) これまでもっていた見方や考え方は説明できない事物・現象，(2) 予想の段階で多様な見方や考え方が出る事物・現象，(3) 日常生活や社会との関連が実感できる事物・現象を提示するものであることなどが挙げられる。(1)については単に驚きを与えるだけでは授業にならない。既習事項や生活経験で得ている知識では説明できない事物・現象により疑問を生じさせ，学習

意欲を喚起させることにつながるものである。

(2)については多様な見方・考え方が出ることによって様々な仮説が立てられ，考え方の幅が出てくる。また多様な見方・考え方があれば，それを交流する必然が出てくる。その交流からいろんな見方・考え方を学び合うことにつながるものである。(3)については，身近であればあるほど生徒の興味・関心は高まり，科学を学ぶ意義や有用性を実感することにつながるものである。

中学校理科第1学年の「身近な物理現象」の単元における，光の反射・屈折の学習のなかで，(1)から(3)に示したような要素を含む教材を開発できないかと考えた。日常生活につながる教材として，光ファイバーを取り上げ，光の反射や屈折の学習を光ファイバーにつなげる手立

てとして、アガー（ゼリー凝固剤）の教材化を試みた。

これまでに、中学校理科の光の反射や屈折の実験には、半円の板状のガラスをもちいたり、寒天が使われてきた（たとえば、川北，1992）。光の全反射の学習を発展させて光ファイバーの学習へとつなげる試みとしては、林田ほか（2008）が検討しており、ガラス棒が使われている。本研究では、透明度が高く、媒質の中で多重反射を観察でき、しかも媒質を変形させることができる教材として、アガーを活用した。

2. 「光の反射・屈折」の学習における「アガー（ゼリー凝固剤）」の教材化

光は私たちの身の回りに満ち溢れている。太陽光、明かりとしての光、テレビのようものを映し出す光など、光は私たちの生活になくはないものである。また、私たちにとっては様々なものの色や形を見るために光が必要である。現在では光の性質・法則が様々なものに活用されている。特に光ファイバーは光の全反射を活用しているものである。大量のデータを瞬時に移動させている現在の情報社会においては欠かせないものである。

第1学年「身近な物理現象」では光について学ぶ。その中で光の進み方、凸レンズのはたらきについて学習する。全反射については教科書などの資料では光の屈折を学習していく中で半円形レンズや波状の透明なもので全反射を確認し、光ファイバーを紹介している程度に留まっている。しかし中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）では、全反射が日常生活で活用されているものとして光ファイバーケーブルが例として挙げられており、全反射が繰り返す光ファイバーのしくみについて学習することによって、理科を学ぶ意義や有用性をより感じさせることができるのではないだろうかと考え、教材・教具の工夫を行った。

通常使用する半円形ガラスでも全反射は確認することができる。しかし、1，2度しか全反射しないため、反射し続けるという意識はもちにくい。ある教科書では細長い波状のガラスのようなものを用いて、何度も全反射を繰り返し

ている様子を紹介している。しかし、こういった形状のものはなかなか手に入らない。

そこでアガーを用いることにした。アガーとは寒天の一種でカラギーナンと呼ばれる海藻の抽出物から作られたゼリーを作るための凝固剤である。寒天、ゼラチンなどと一緒にスーパーマーケットで販売されている（図1）。しかも安価で手に入りやすい。また寒天やゼラチンと比べて透明度が高く、光が遠くまで届きやすい。また、ある程度の強度と柔らかさを兼ね備えていることから、光ファイバーケーブルのように細長くして曲げて折れたり、崩れたりすることなく扱うことができる。使用方法は、アガーを四角い型に入れて、固めたものを細長い直方体状に切り取り（長さは約30cm）、レーザー光を当てるだけである。アガーを自由に曲げて、何度も全反射の様子を視覚的にとらえることができるところが最大の長所である。



図1. 市販のアガー

また、全反射という現象は様子だけでなく、きちんと数値で科学的に解明させることが重要であると考え。それゆえ「入射角＝反射角」や「鏡とは異なり、透明な物体に対しては光が入射する角度によって屈折したり、全反射したりすること」を実験でおさえない。

3. 授業実践

单元名：第1学年「光の世界」

平成22年6月に実施



図2. アガーで作成した細長い透明ゼリーの中で光の道筋を考える様子

この学習で生徒たちには次の2つの意識をもたせたいと考えた。

- ・光は透明な物体を通る時、直進や屈折していきはずなのに、反射もする。

(これまでもっていた見方や考え方では説明できない事物・現象)

(予想の段階で多様な見方や考え方が出る事物・現象)

- ・透明な物体が曲がっていても入射した光は反射し続ける。

前者は全反射、後者は光ファイバーの性質への意識である。この2つの意識をもたせるためには光の通り道を見るために透明であることと、光ファイバーのように細く、長く、そして曲がるのが重要であると考えた。

単純にアガーの中を通る光の入射角・反射角を計測すればよいのだが、境界面が平面でないため計測しづらく、検証実験で扱うことは困難であった。

そこで導入の事象提示として、班に1つずつ、アガーで作成した細長い透明ゼリーを用いた(図2)。生徒たちは初めて見る巨大な透明なゼリーに驚くだけでなく、光を入射した後の光の進み方にさらに驚き、「なぜゼリーの中を屈折して外に出ることなく、中を通っていったのだろう。」という課題をもつことができた。そして、予想を交流していく中で「境界面に入射する角度に応じて反射していったのではないか。」→「透明な物体から境界面に対して光を入射させ、光が

反射する角度を見つければいいのだ。」という話し合いをもとにして、前時、屈折角を測るために用いていた半円形レンズと分度器を使うことで、全反射する角度を調べられるという追究の見通しをもつことができた(図3)。

その後、実験、結果・考察、交流、まとめ、終末事象として本物の光ファイバーケーブルを見せた。(日常生活や社会との関連)

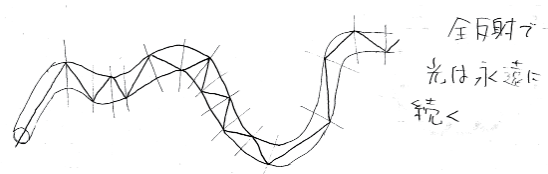


図3. 生徒が観察した細長い透明ゼリーの中での光の道筋(生徒のノートから)

4. 授業評価

単元終了後にアンケートをとった。結果は以下ようになった。調査は10月30日に行い、対象は1年B組24人である。

問1：細長い透明ゼリーを使った全反射の授業の感想を教えてください。

おもしろかった。	41%
全反射する様子がよくわかった。	32%
驚いた。	18%
わからなかった。	0%
その他	9%

問2：全反射が情報を伝達するために利用されていることがわかりましたか。

よくわかった。	20%
まあまあわかった。	80%
わからなかった。	0%

理由

- ・ゼリーによって光の進み方がよく分かり、世界中に光ファイバーを通して情報が伝わっていることを知ることができた。

- ・ゼリーの中を光が通った時のようにジグザグと全反射していくから伝えることができるということがわかったから。
- ・光は情報を伝えるにはうってつけだと思った。
- ・光は世界の情報をすぐ伝えることができるんだなあと思いました。光は地球で一番良い情報を受信、発信する手段だと思いました。でも、屈折して情報が出たりしないのかなと思います。もし屈折したら情報が伝わらないんじゃないかと思います。でもちゃんと情報が伝わっているので、光ファイバーは全反射するようにできているのかなあと思いました。

こうしたアンケートの結果から、アガーで作成した細長い透明ゼリーを使った実験は、おもしろく、わかりやすいという特徴に加え、驚きをとまなうものであることが示された。

5. 議論

(1) 理科教材としてのアガーの可能性

問1より、全反射についてアガーで作成した細長い透明ゼリーを通して理解した生徒以上に、「おもしろかった」と答えた生徒が多数いたことから、興味、関心が高かったことがわかる。

また「わからなかった」という生徒が0%だったことから、全反射という現象を理解できていたものと考えられる。

また、問2より「わからなかった。」が0%ということやその理由からも全反射が社会で役立っていることをすべての生徒が実感することができたということが考えられる。特に理由の最後の生徒については、アガーの実験でジグザグに光が進む中に全反射しているところもあれば、反射と屈折の両方が起こっていた事実をしっかりと見て、光ファイバーについての自分なりの考えをもてていた。

これらは、生徒自身が、光が全反射しながら進んでいく様子を視覚的にとらえ、光ファイバーのイメージをもつことができた成果であり、寒天よりも透明度が高く、光ファイバーのように細長くして曲げることができるアガーが有効であったととらえる。

(2) 光ファイバーについて

しかし、問2において「よくわかった」が20%ということからは全反射と社会のつながりに関して、十分な理解を得ることができず、すべての生徒が理科を学ぶ意義や有用性を完璧に実感できたわけではないということがいえる。

この要因のひとつとして、光ファイバーの提示の在り方が考えられる。授業では、終末に教師が光ファイバーケーブルを提示し、「今日学習した全反射がこのような光ファイバーケーブルで、日常生活の中で利用されている」という話をしただけに留まり、多くの生徒にとっては、実際の光ファイバーケーブルの中での光の進み方がイメージできなかったのではないかと考える。例えば、評価問題として光ファイバーケーブルを提示し、ケーブルの先から光が出ている現象について、実験で用いた細長い透明ゼリーの中で視覚的にとらえた光の全反射を想起させて、説明する活動などを設定すると効果的であると考えられる。

6. おわりに

「理想の教材の3要素」を満たすといえるアガーは生徒の学習意欲を高めるだけでなく、学び合いの必然をもたすことができると考える。今年度は、この他にも単元「身の回りの物質とその性質」の「白い粉末を区別するには？」の学習において、「シュガーパウダー」を教材化することで、同様の成果を得ることができた。

こういった教材を日々開発していくことで、より生徒が主体的に疑問を見付け、学習意欲を喚起し、学び合う必然をもたせる授業を構築していきたい。

引用文献

- 川北一彦 (1992) 寒天を利用した光の屈折の実験。宮崎大学教育学部紀要 (教育科学), No.72, 57-64.
- 林田靖也・アルバラード・ダニー・桃井凡夫・山下太利 (1993) 物理教材指導上の問題点と対策: 中学における光学教材。日本理科教育学会全国大会要項, 43, 171.
- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説理科編, 149p, 大日本図書。