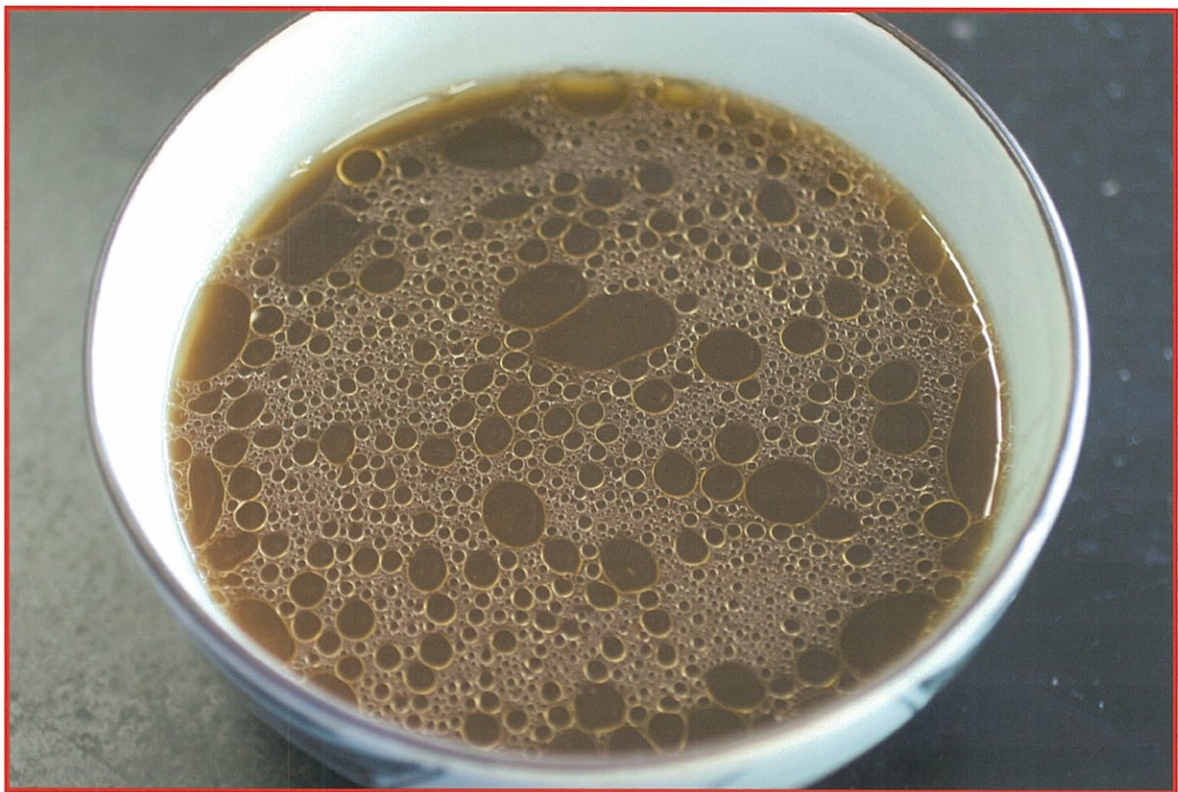


キラキラ光る油の研究



刈谷市立刈谷東中学校

浅野紘希

水野佑亮

森下貴弘

キラキラ光る油の研究

3年 浅野紘希

2年 水野佑亮 森下貴弘

1 研究の動機

友達と一緒にラーメンを食べました。僕のしょう油ラーメンのスープには油が浮いてキラキラ光り、おいしそうでした。友達のみそラーメンにも油が浮いていましたが、僕のは油の光る感じが少し違っていました。興味がわいてきたので注意していると、給食のおかずにも油が浮いていることがありました。このことについて科学部の仲間に話したところ、興味をもった人がいたので、スープに浮いている油の光り方について研究することにしました。

2 研究を始める前に

まず、スープに油が浮いている料理を調べました。ラーメン、天ぷらうどん、中華スープなどいろいろな料理のスープやつゆで油が光っていました。やはり、料理によって、油の玉の大きさや光り方が違っていました。

次に、料理に使われる油の種類について調べました。油には植物性と動物性のものがありました。植物性は、植物の種類によって、菜種油、ごま油、コーン油、オリーブ油などがありました。よく使われているサラダ油は菜種油とコーン油を混ぜたものでした。動物性はぶたの油のラードやすきやきで使う牛脂がありました。この研究では、日常の料理でよく使われるサラダ油で実験を行うことにしました。

3 研究の目的

この研究では、次の2つの内容を調べることにしました。

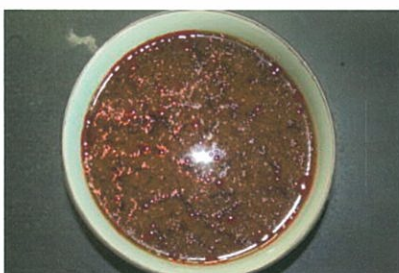
- ・油の玉が光って見える時の光の通り方を調べる。
- ・油が光る時のスープの種類、温度の条件を調べる。

4 研究の内容

追究1 油の玉が光って見える時の光の通り方を調べる。

実験1 スープより油の方が光っているのか

スープに油が浮いている時、油がキラキラ光って見える理由を調べました。油の浮いたスープを見てみると、スープと油の両方が光っている時とスープが光ってなくて油だけが光っている時がありました。このことから、油の方がキラキラと光って見えることが多いことが分かりました。なぜ、スープが光ってなくても油は光るのでしょうか。



スープと油が光っている



油だけが光っている

実験2 スープの水面が光っていないのに、油が光るのはなぜか

みんなで、油の玉を観察しました。いろいろな方向から見ている時、「表面が盛り上がっている」ということに気がつきました。確かに、油の玉は盛り上がってレンズのような球面になっています。このことが関係しているのではないかと思い、さらに観察を続けました。そのうち、油の周りで自分の位置をずらして見ていると、見る位置を変えても油が光って見えました。

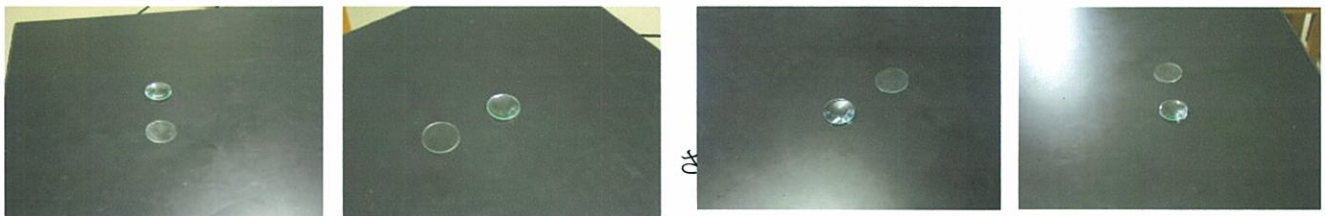


油の表面が盛り上がっている

みんなで何度もやってみましたが、確かに位置を変えても油は光って見えます。

このことをはっきりさせるために、レンズを使ってモデル実験をしてみました。

レンズとガラス板をならべて、いろいろな方向から見てみました。すると、レンズはどの方向から見ても光って見えました。

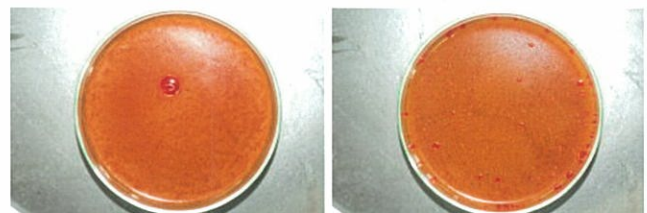


いろいろな方向から見たところ（レンズとガラス板で比較）

らに、よく観察すると、見る方向を変えるとレンズの光る場所が違って見えました。このことから、平面では反射した光が見える位置は限られていますが、球面になっていると、いろいろな方向から反射光が見えることがわかりました。

実験3 小さく分かれている方がキラキラ光って見える

何度も油の観察をしているうちに、さらにおもしろいことに気がつきました。小さな油の玉がたくさんある方が、キラキラ光って見えるのです。これを正確に比べるために、同じ体積の油（5滴）を1個の玉にした時と多くの小さな玉にした時で光り方を比べました。



同じ量（5滴）の油で比較

玉の表面で光っている部分の面積を比べるために、エクセルのマクロを使ったプログラムを自作しました。このプログラムを使って、光っている部分の面積を集約し、比べました。結果は次の通りです。

小さい玉の光っている部分の面積の合計：1個の光っている部分の面積 = 5 : 3

同じ量の油でも、小さく分かれた方が光っている面積が大きいことがわかりました。なぜ、小さく分かれている方が光って見えるのでしょうか。

実験4 なぜ小さく分かれた方が光って見えるのか

この疑問についてみんな考えてみましたが、なかなか良い考えが浮かびませんでした。

そのうち、「紅茶に角砂糖を入れると、細かくくだいた方が早く溶ける。これは表面積が大きくなるからだ。油も小さく分かれた方が表面積が大きくなるのではないか。」という予想が出てきました。そこで、先生に球の体積や表面積を出す公式を教えてもらって計算してみました。

半径 1 cm の球 (a) の表面積とこれを 2 つに分けた球 (b) の表面積を比べる。

(a) の体積 = $4 / 3 \pi r^3 = 4 / 3 \pi \text{ cm}^3$

(b) の体積 = (a) の体積 $\times 1 / 2 = 2 / 3 \pi \text{ cm}^3 = 4 / 3 \pi r^3$

(b) の半径 $r = \text{約 } 0.8 \text{ cm}$

(b) の表面積 = $4 \pi r^2 = 2.56 \pi \text{ cm}^2$

(b) 2 個の表面積 = $5.12 \pi \text{ cm}^2$

(a) の表面積 = $4 \pi \text{ cm}^2$ なので 2 個に分かれると表面積は約 1.3 倍になる。

同様に計算していくと、

3 個に分かれた時・・・約 1.4 倍

4 個に分かれた時・・・約 1.6 倍

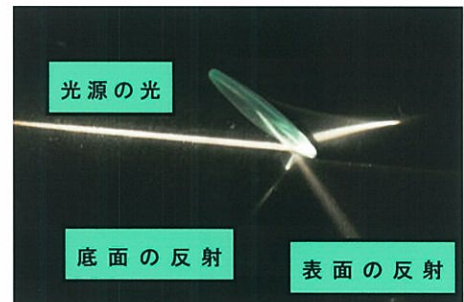
と小さく分かれるほど表面積は大きくなっていく。

このことから、小さく分かれるほど表面積が大きくなるために、光る面積の合計も大きくなることが分かりました。小さく分かれた方が光って見える理由をつきとめることができました。

実験 5 油の底面で反射した光が見えているのか

実験 4 をやっている時に、「油はレンズみたいな形をしているので、底面で反射した光が見えているのではないか」という予想が出ました。ガラスのレンズで実験してみると、底面で反射した光が表面から出て行くことを確かめることができました。ただ、実際にスプーンに浮いている油でこの光を確認することはできませんでした。

油の玉を下から観察すると、下向きに大きくふくらんでいる様子が見られました。どうも、上半分と下半分では、形が違います。そこで、密度を測り、水面の上の油と下の油の体積を計算して比べてみました。



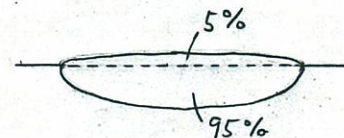
油の密度・・・約 0.95 g / cm^3

水に浮かべた場合、水の密度は約 1 g / cm^3

↓

水面上に出る油・・・ 5%

水面下の油・・・ 95%

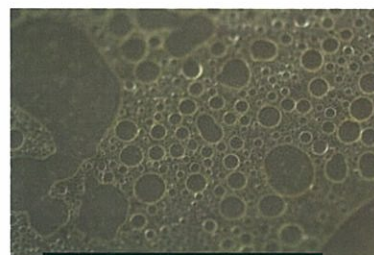


この結果から、油の多くは水面の下にあるということになるので、油の玉の形は下側に大きくふくらんでいることになります。そのために、ガラスのレンズで見られたような底面の反射光が油に玉では見られないのかもしれない。

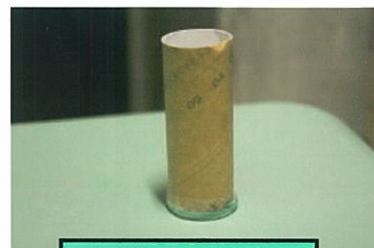
実験6 油の周囲が光っているのはなぜか

油の観察を続けているうちに、油の玉には輪郭のように光っている部分があることに気づきました。これまで、表面が反射して光ることについて調べてきましたが、それとは別に油の周囲が光っているようです。

初めに、「油の中に入った光が、油の中で反射を繰り返して周囲に集まるのではないかと」予想しました。この予想を確認するために、ガラスのレンズをモデルとして実験をすることにしました。暗室へ行き、レンズに筒をぴったりとくっつけ、筒の中で懐中電灯をつけました。もし、予想通りなら、レンズの周囲が光るはずですが、しかし、レンズの周囲は変化がなく、予想が違っていることがわかりました。



油の周囲が光っている

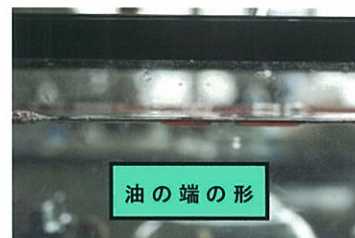


レンズに筒をつけた

実験7 油の周囲の形に秘密があるのか

油の玉の周囲の光について考えるうちに、油の端の形に秘密があるのではないかと考えました。そこで、水槽に油の玉を浮かべ、真横から写真を撮りました。端の形は丸くなっているようでした。このことをヒントに、「油の玉の周囲が丸くなっているので、光源の光がいろいろな方向に反射し、いろいろな位置から周囲が光って見える」という予想を立てました。この予想を検証するために、プラスチックレンズの周囲を紙やすりで丸くけずり、油の玉のモデルを作りました。このレンズを机に置き、4つの方向から見てみると、光る場所が少しずつ変わっていきました。同じように周囲が光っているように見えても、見る位置によって光る場所が違ってくるようになりました。このことから、予想が正しかったことがわかりました。

理科室をよく見ると、円の形で端が丸くなっているものが身近にいろいろとありました。これらも、円の形に添って光って見えていました。油の周囲と同じことが起きているのだと思います。



油の端の形



レンズの端を丸くした

追究2 油が光る時の温度の条件やスプーの種類を調べる

実験1 温度による分かれ方の違いを調べる

油が温度によってどのように形が変わるのかを調べました。ビーカーに400 mlの水を入れ、油を2 ml入れて攪拌機で混ぜ、3分後に観察しました。

結果は、混ぜた直後は小さな玉が多くできますが、時間がたつに連れてくっついて大きな玉ができました。温度が高いほど油はくっつきやすく、小さい玉が減っています。温度が高くなるほど油のねばりけが小さくなっているようです。油のねばりけを比べるために、油を1滴だけにして、温度を変えて実験しました。

結果は、温度が高いほど油が広がり、玉が大きくなりました。このことから、温度が高

いほど粘りけが小さくなっていると言えます。油は、温度が高いほどねばりけが小さくなってくつきやすいと言えます。

実験2 どんぶりで実験してみる

実験1の油の玉は、料理で見る油に比べて玉が大きく、小さい玉が少ないようでした。このことの原因を考えていたとき、容器の違いに気づきました。実験1はどんぶりではなくビーカーで行っていたのです。それでは、ビーカーとどんぶりの違いは何でしょうか。

まず、どんぶりで実験1と同様の実験を行いました。

結果は、実験1に比べて、小さめの玉の数が多くなりました。なぜ、どんぶりの方が小さい玉になりやすいのでしょうか。

実験3 対流の影響が関係あるのか

ビーカーとどんぶりの違いを考えてみました。いろいろと考えるうちに、「形が違えば対流の影響が変わるんじゃないか」「水の量を同じにしても水面の面積が違うからじゃないか」という2つの予想が出ました。そこで、この2つの予想を検証してみました。

まず、ビーカーとどんぶりで対流の様子をビデオで撮影して比べてみました。どんぶりは、観察しやすくするためにガラスのボウルに替えて行いました。



ビーカー

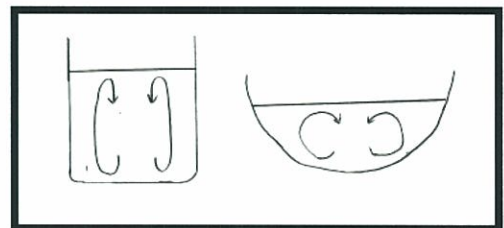


ガラスのボウル

結果は次のようになりました。

ビーカーは上下の動きが多く見られました。

どんぶりは、斜面に沿って丸い動きが多く見られました。どちらも、加熱をやめると、対流の動きは急激に少なくなりました。料理として出てくる時は加熱はしていません。また、麺や具が入っている場合は実験のような対流は起きにくくなります。この予想は間違っていたようです。



実験4 水面の面積が関係あるのか

2つ目の予想を検証するために、大きさの違う6種類のガラスのボウルを用意しました。それぞれに同じ量の油(2ml)と湯を入れて3分後の様子を観察しました。

この結果から、水面の面積が大きいほど油は小さい玉に分かれやすいと言えます。どの大きさのボウルも混ぜた時は小さい玉がたくさんできます。その後の様子を見てみると、小さいボウルでは、玉と玉が次々にぶつかって合わさり、大きな玉に変わっていきました。この動きは、小さいボウルほど多く見られ、大きいボウルになるほど少なくなりました。ビーカーに比べてどんぶりでは、油の玉がぶつかりにくいいため、小さい玉になりやすいこ

とがわかりました。

試しにボウルに油を1滴だけ入れて同様の実験をやってみました。結果は、水面の面積が小さくても、油が少なければ、油の玉同士がぶつかることが少なくなり、小さい玉が多くできました。

実験5 塩スープによる違いを調べる

容器をどんぶりに変えたことで油の玉が小さくなりましたが、料理で見る油の玉はもっと小さなものです。何が違うのでしょうか。このことについて考えているうちに、「料理だとスープに味がついている。調味料に秘密があるんじゃないか。」という予想が出てきました。そこで、スープについて調べてみることにしました。

多くの料理では、食塩が使われています。湯に食塩を溶かして油と一緒に混ぜ、3分後の様子を観察しました。

濃い食塩水ほど小さい玉が多くできました。食塩の影響があることがわかりました。

実験6 しょう油スープによる違いを調べる

次に、しょう油を湯に溶かして、実験5と同様に調べてみました。

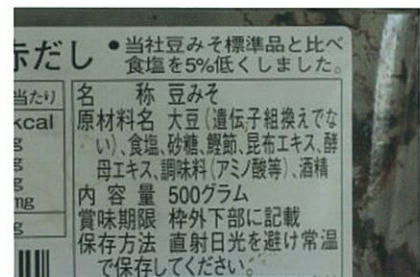
薄いものより濃いものの方が玉が小さくなりましたが、全体的にあまり小さい玉にはなりませんでした。

実験7 みそスープによる違いを調べる

次に、みそを湯に溶かして、実験5と同様に調べてみました。

みそは、塩、しょう油に比べてかなり小さい玉になりました。また、濃いものほど小さい玉になりました。みそには食塩が含まれていますが、みそに含まれている食塩以外の成分に、油の玉を小さくするはたらきがあると思います。

そこで、みその成分を見てみました。これによるとみそには「酒精」というものがふくまれていました。「酒精」を調べてみるとエチルアルコールであることがわかりました。



みその成分

実験8 エチルアルコールのはたらきを調べる

エチルアルコールと油を2mlを湯に入れ、混ぜた後3分後に観察しました。

エタノールを入れた方が少し小さい玉になりました。エタノールの効果も少しあることがわかりました。

実験9 だしのはたらきを調べる

僕たちが使ったみそには、かつお節などのだしが使われていました。料理でもいろいろなだしが使われているので、もしかしたらだしに油の玉を小さくするはたらきがあるのかもしれない。

結果は、だしをとったものとだしのないものを比べると、だしをとった方は油の玉は少し小さくなりました。また、容器の周囲にくっつく油がたくさんありました。だしの効果も少しあることがわかりました。

5 研究のまとめ

- ・油の表面が球面になっているため、光源の光がいろいろな向きに反射している。そのため、いろいろな方向から反射光が見える。
- ・油が小さく分けると1つの玉の時に比べて表面積が大きくなる。そのため、反射に使われる面積が増える。
- ・油の端が丸くなっているため、光源の光がいろいろな向きに反射している。そのため、いろいろな方向から反射光が見えるので、油の周囲が光って見える。
- ・油が小さい玉になる条件は、
 - ①水面の面積が大きい容器を使う。
 - ②塩、しょう油、みそなどの調味料がスープに溶けている。
 - ③エチルアルコールやだしが溶けている。

6 おわりに

この研究を進める中で、次の内容についてはまだ明らかにすることができませんでした。これからも研究を続けていきたいと思います。

- ・スープの成分がどうにはたらいて油の玉が小さくなるのか。
- ・温度が高くなると油の玉が平らに近づいていくが、このときの光り方の違いについて。
- ・浮いている油の形を正確に観察する方法について