

光るシャボン玉

2年D組 三浦 統弥 佐々木 理人
赤川 詩織 小番 美優宇
佐藤 愛莉

要約

子供の頃遊んだことがあるであろうシャボン玉。「割れにくいシャボン玉」「巨大シャボン玉」など遊ぶだけでなく研究材料としても使われることが多い。本研究では、「光るシャボン玉」の作成を目的とした。シャボン玉の主な材料である水・洗剤のほかにグリセリン・洗濯のりを使用し、「割れにくいシャボン玉」の実験を行った。ここでシャボン玉の仕組みについて理解を深めた。そして、蛍光塗料などを用いて「光るシャボン玉」は作れるか実験を行った。

1. 研究の動機と目的

テーマパークのパレードや野外ライブなどでたくさんのシャボン玉が宙に舞うところを見たことがある。透明なシャボン玉だがたくさん舞うと場の雰囲気が明るく楽しくなる。私たちはこの透明なシャボン玉に色や光をつけたいと思った。蛍のように暗闇で「光るシャボン玉」があれば幻想的でイベントでの演出に使用すればもっと盛り上がると思え、作ることを目的にした。

2. 実験内容・考察・検証・結果

実験の使用材料としては、水、洗剤（界面活性剤16%と34%のもの）、グリセリン、洗濯のり、蛍光塗料、食紅、蛍光ペンインクを用いた。事前にインターネットで調べた結果からこの材料を用いることにした。

使用器具としては、50mLビーカー、25mLメスシリンダー、ガラス棒、ブラックライト、【実験2】のシャボン玉を膨らます際に扇風機を使用した。

本研究では大きく3つの実験を行った。

参考 インターネットの比率

水：洗剤：グリセリン 1：1：3

水：洗剤：洗濯のり 5：1：4

【予備実験】界面活性剤（16%と34%）の洗剤を使用してシャボン玉を作成

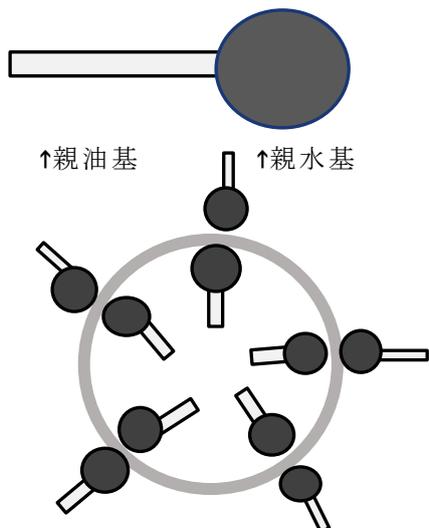
普通のシャボン玉を作るために、学校にあった材料で作成する。このとき学校にあった材料は界面活性剤16%の洗剤と34%の洗剤、グリセリンであった。その2つの洗剤とグリセリンで予備実験を行う。グリセリンを使用したため、比率を1：1：3で作成する。

結果・考察【予備実験】

【予備実験】では、界面活性剤が16%と34%の洗剤を使用した。16%の洗剤では、膜も張らずシャボン玉を作ることができなかった。次に、界面活性剤34%の洗剤では、シャボン玉を作ることができた。つまり、シャボン玉を作るためには洗剤の中の界面活性剤の濃度がある程度高くなければ作ることができないということが分かった。ここで、私たちは「シャボン玉」の定義として球体で長く浮遊するものとした。この定義は、割れにくいシャボン玉・光るシャボン玉にも必要とする条件とする。

シャボン玉の仕組み（界面活性剤について）

【界面活性剤】



界面活性剤を表すと右の図のようになる。

油に付着しやすい方が親油基、水に付着しやすい方は親水基である。

界面活性剤の親水基が水の膜を内側と外側から挟むことで球体を作っている。

【実験 1】水の比率を変えて、シャボン玉を作成

インターネットの比率がどれだけ割れにくいのか確かめるために水の比率を変え「割れにくさ」の検証を行った。シャボン玉の割れる理由として、①「水が蒸発してしまう」②「重力により溶液が下部に溜まってしまい上部から割れてしまう」の二つが考えられる。以下の説明からグリセリン入りのシャボン玉は「グリセリン」。洗濯のり入りのシャボン玉は「洗濯のり」と表す。

予想【実験 1】

実験 1 の予想として、「グリセリン」と「洗濯のり」とともに水の比率を低くすればより強固になるのではないかと考えた。比率を高くすればより大きなシャボン玉を作れるのではないかと考えた。

結果【実験 1】インターネットの水の比率を変えて作成し、比較する

インターネットの基準の比率をみると「グリセリン」・「洗濯のり」で水の比率が大きく違った。そこで水の比率に着目し、水だけの比率を変えて実験してみた。最後は水を加えずに作成し、実験を行った。【実験 1】の目的は強度を確かめることであるため、普通のシャボン玉と同様に、人が吹いてシャボン玉を作り、割れるか検証する。結果は以下のとおりである。

材料	比率	結果
水 : 洗剤 : グリセリン	1 : 1 : 3 (基準)	○
	2 : 1 : 3	○
	3 : 1 : 3	○
水 : 洗剤 : 洗濯のり	5 : 1 : 4 (基準)	○
	4 : 1 : 4	◎
	3 : 1 : 4	×

○はシャボン玉が作れた ×はシャボン玉が作れなかった。

また、「グリセリン」0 : 1 : 3、「洗濯のり」0 : 1 : 4で作ったシャボン玉に関しては膜が全く張らずシャボン玉を作れなかった。

考察【実験1】

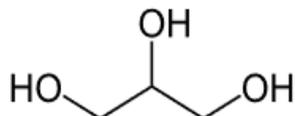
【実験1】の結果より水は必要である

- ・「グリセリン」では、水の比率を高くしても作成可能だが、強度は弱くなる。
- ・「洗濯のり」では、水の比率が洗濯のりの比率と同じでも作成可能である。

グリセリン・洗濯のりの構造式について

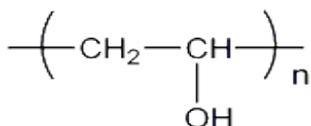
<グリセリンの構造式>

グリセリンは分子内にOH基を3つ持っており水と結びつきやすい。親水性が強い。



<PVAの構造式>

PVAは基本単位内にOH基を1つだけ持っているが高分子であるため親水性が非常に強くなる。グリセリンに比べ、分子量が大きい。



次にグリセリン・洗濯のり成分については、以下のとおりである。

	成分・特徴	使用される物
グリセリン	透明の液体でアルコールの一種 水に溶ける性質 水を引き寄せる性質	化粧品 医薬品
洗濯のり	PVA（ポリビニルアルコール） 水に溶ける性質を持つプラスチック	バインダー 接着剤 偏光フィルム

【実験2】水の比率を高くして、落ちる時間を計測して比較する

水の比率を高くして「グリセリン」・「洗濯のり」のシャボン玉の落ちる速度を計測する。【実験1】で「グリセリン」は水の比率を高くしてもすべての比率で成功したが、「洗濯のり」は水の比率を減らすとシャボン玉ができにくくなった。その結果から【実験2】では「洗濯のり」も水の比率を増やして実験を行う。【実験2】は、風を一定に送るために扇風機を使用する。

予想【実験2】

水の比率を高くすると、どちらのシャボン玉も早く落ちると考えた。水の比率を高くするとシャボン玉が重くなると考え、比率を高くするとともに滞在時間が短くなるのではないかと予想した。また、洗濯のりのシャボン玉が「グリセリン」よりも早く落ちると考えた。洗濯のりはグリセリンに比べ分子量が大きいためである。

結果【実験2】落ちる時間の計測

「グリセリン」	比率（水：洗剤：グリセリン）	「洗濯のり」	比率（水：洗剤：洗濯のり）
---------	----------------	--------	---------------

約 11.49 秒	1 : 1 : 3	約 7.09 秒	5 : 1 : 4
約 10.76 秒	2 : 1 : 3	約 9.26 秒	6 : 1 : 4
約 9.36 秒	3 : 1 : 3	約 8.85 秒	7 : 1 : 4

それぞれの比率を 5 回計測し、計測した時間の値でプラス・マイナス 5 秒以上のものを除き平均をとった。表より「グリセリン」は水の比率を高くした方が早く落ち、「洗濯のり」は水の比率を高くした方がより長く浮遊していた。全体を見ると、「洗濯のり」の方が「グリセリン」より落ちる時間が速かった。

考察【実験 2】

「グリセリン」の場合、水の比率を高くするとその分質量が大きくなり早く大きくなってしまわないかと考えた。また、「洗濯のり」の場合、水の比率を高くし質量が大きくなっても、親水性が非常に強い大きなシャボン玉を作成でき、その分空気抵抗が大きくなり空気中に浮遊するのではないかと考えた。

まとめ【実験 2】

「グリセリン」と「洗濯のり」では、「洗濯のり」の分子量が大きいため「グリセリン」よりも重くなってしまい早く落ちてしまう。さらに床に落ちた際「グリセリン」は 2～3 回バウンドをした。これより「グリセリン」が「洗濯のり」より強度が強いと判断した。

また、「洗濯のり」は数日保管していると白く濁ってしまった。この白く濁ったシャボン玉では膨らませることはできなかった。

これらの理由によりグリセリンを使い、比率を 1 : 1 : 3 にして、シャボン玉を作ることに決めた。

【実験 3】シャボン玉に色・光がつくのかを検証する

- (1) 食紅（緑色）のグラム数を変えて作成し色がどのようにつくのか、検証する。
- (2) ペンライトの中の蛍光塗料（ピンク）を入れ、明るい室内で光るか検証する。
- (3) 蛍光ペン（ピンク）の中身を入れ一日放置して、シャボン玉を作成しブラックライトを当てる。

シャボン玉を光らせる実験以外にもシャボン玉に色をつける実験も行う。光るシャボン玉は明るい室内・屋外、暗闇で光らせることを目的にする。明るい室内・屋外で光るシャボン玉以外にも、色のついたシャボン玉を使用すればいいのではないかと考え、色をつける実験も行う。1 回目は食紅、2 回目は蛍光塗料を基準「グリセリン」の溶液に加え、明るい室内で飛ばす。1、2 回目を室内で飛ばす理由は、色がついているのか、光っているのかを見る実験だったため、屋外で飛ばすと風などの影響を受け、確認する前に飛んで行ってしまう可能性を考えたからである。暗闇で光るのか確認するために、3 回目は蛍光ペンの中身（液体）を入れて 1 日室内で放置し、次の日に暗室でシャボン玉を膨らませ、飛ばしてブラックライトを当てる。宙に球体で浮遊しているシャボン玉が光っていることを肉眼で確認する。肉眼で確認するには個人差があるため、あまり信憑性がもてないと考え、写真・動画でも撮影する。どの実験も膜全体に色または光をつけることを目的とする。

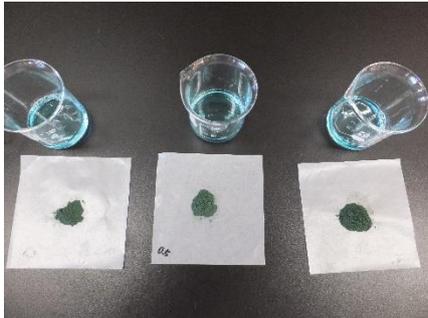
予想【実験 3】

シャボン玉に色を付けることはできる、異物質が入るためシャボン玉が重くなり浮遊時間が短くなるのではないかと予想した。【実験 3】では、あらかじめ【実験 1】で作った溶液に、

食紅・蛍光塗料・蛍光ペンの中身を入れるため、それらを入れることによってシャボン玉自体が重くなると考えた。

結果【実験3①】食紅

食紅（0.1g/0.3g/0.5g）を溶液にそれぞれ加えると、溶液は緑色に色がついていたが、どれもシャボン玉にすると色がつくのは下部に溜まった溶液であり、目的としていたシャボン玉の膜全体には色をつけることが出来なかった。そして、蛍光塗料と同様に耐久性には変わりはないが、割れると溶液の色が床などに飛び散り残ってしまった。



食紅の成分について

食紅には、天然素材由来の食紅と化学合成による食紅がある。天然素材由来の食紅は主にクチナシが使用されている。化学合成の食紅とは一般的にタール色素が使われており、コールターールという石炭を加工して得られる副生成物である。私たちは、天然素材由来の食紅の緑色を使用した。

色	成分
緑色	クチナシ黄色 75.0% クチナシ青色 20.0% デキストリン 5.0%

【実験3②】蛍光塗料

蛍光塗料を入れた瞬間から溶液は光っていたが、シャボン玉にした状態では光っていることは確認できなかった。耐久性に変わりはなく、シャボン玉として浮遊していた。しかし、蛍光塗料を加えたため、割れたとき床などに色が飛び散り残ってしまった。

蛍光塗料の成分について

蛍光塗料の主な成分はフルオレセインという化学物質である。

【フルオレセイン】とは粉末で黄色いが、水に溶かすと赤茶色になる。化学式で表すと $C_{20}H_{12}O$

結果【実験3③】（蛍光ペン&ブラックライト）

蛍光ペンの中身を加えた瞬間、蛍光塗料と同様に溶液は光って見えた。ラップをかけ、そのまま1日放置し、暗室でブラックライトを当てたところ、浮遊するシャボン玉の膜全体が光っているのを肉眼で確認できた。写真・動画で浮遊する光るシャボン玉を撮影したが、それらでは光っているのは確認できなかった。しかし、シャボン玉を浮遊させなければ写真・動画でも光っていることが確認できた。そして、これも前の実験と同様に耐久性に変わりはないが、割れたとき床などに溶液の色が飛び散ってしまった。

結果【実験3】

色をつける実験では、シャボン玉の膜全体に色をつけようとしたが、シャボン玉の底に食紅が溜まってしまい色はつかず、割れてしまった。シャボン玉の膜は薄すぎたり、厚すぎたりするとシャボン玉は透明に見えてしまう、今回はシャボン玉の膜の厚さを一定に保てなかったことが色のつかなかった理由として考えられる。

シャボン玉を光らせる実験では、シャボン玉の膜が一定の厚さに保たれないことや膜が電気などの光りに反射してしまうことから明るい室内でシャボン玉自体を光らせることは難しい。暗室でブラックライトを使わないとシャボン玉の膜全体が光っているように見えない。暗室であることやブラックライトを使用することなど、条件が揃わないとシャボン玉を光らせるのは難しい。

3. 結論

割れにくいシャボン玉を作るには、水の比率が大きく関係している。水が少なすぎても、多すぎてもシャボン玉を作ることは出来ない。シャボン玉の構造より水は必要不可欠である。「グリセリン」や「洗濯のり」は水があることによって機能するため、水がないと機能しない。シャボン玉に色をつけたり、シャボン玉を光らせるには、膜の厚さを一定に保つことが必要である。浮遊中に膜の厚さが部分によって変わるため、浮遊させながら色をつけることや光らせることは難しい。

4. 今後の活動予定

ブラックライトの性質を知る。

蛍光ペンの中身を入れ、ブラックライトを当てたときに光る理由を調べる。

蛍光塗料以外でシャボン玉液に混ぜ、光らせる実験を行う。

5. 主要な参考文献

昔のおもちゃアルバム

<http://www.omocha-album.com/okugai/syabondama/>

マサカメ TV

<http://dysdis.hatenablog.com/entry/2015/08/08/201125>

ポパール (PVA・ポリビニルアルコール)

http://www.kuraray-trading.co.jp/products/pva_ev1/product7.html

weblio 辞書

<http://www.weblio.jp/content/PVA>

乾燥肌のための美白スキンケア

<http://vaseline.naosou.info/bihada/skincare/guriserin.html>

ポリビニルアルコール (PVAL) の物性と用途、特性について

<http://www.toishi.info/sozai/plastic/pva.html>

物質工学研究会

http://bandc.at.webry.info/200611/article_2.html

Wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B0%E3%83%AA%E3%82%BB%E3%83%AA%E3%83%B3>