

粘性の違いによるシャボン玉の強度の差に関する実験

2502 安藤 昂輝 2534 武藤 雄大

要旨

シャボン玉液と洗濯のりを用いた混合液で割れにくいシャボン玉を作る条件を研究した。

まずは、ほこりなどの刺激を与えないようにすることと、玉の下部に液が下がって上部の膜が薄くなることを防ぐことが大切であると考えた。

その後シャボン玉液と洗濯のりの混合液の粘性を調べ、上の条件に注目して実験を行った。シャボン玉液と洗濯のりの混合液の割合を考えて行い、その結果シャボン玉液 7 に対し洗濯のり 3 の割合が最も割れにくかった。

1. 目的

表面張力という物理現象を身近に体験できるシャボン玉を利用し、その強度を強くする方法を探る。またその方法を実際に試し長い時間球を保っていられるものをつくる。

2. 実験の手順・結果

実験 1, 2 で使用した道具

- ・メスシリンダー (100ml 用)
- ・ビーカー
- ・電卓
- ・シャボン玉液 (シャボン玉 5 本入り, ダイソー, ホームセンターvalor)
- ・洗濯のり (せんたく糊ハイ・クリーチ, ホームセンターvalor)
- ・ストップウォッチ
- ・ノギス
- ・ビー玉 (半径 0.61 cm)

(1) 実験 1 公式を使って、各液体の粘性を求める。

① 目的 実験に用いた液体の粘性を求める。

水, シャボン玉液, 洗濯のりの 3 種類の液体に注目する。また, 実際にシャボン玉を作って遊んでいたとき, シャボン玉液 : 洗濯のり = 7 : 3 の液体が最もシャボン玉が長持ちすると感じていたためこの比率についても粘性を求めることとした。

② 方法

原理：ストークスの式を変形して粘性を求めるために必要な要素を調べる

ストークスの式

$$v_s = \frac{2r^2(\rho_p - \rho_f)g}{9\eta}$$

r ：粒子の半径 [cm] ρ_p ：ビー玉の密度 [g/cm³]

ρ_f ：液体の密度 [g/cm³] g ：重力加速度 [cm/s²]

v_s ：液体中を粒子が落下するときの終端速度 [cm/s]

η ：粘性 [g/(cm²·s)]

これを変形して

$$\eta = \frac{2r^2(\rho_p - \rho_f)g}{9v_s}$$

したがって、 ρ_p , ρ_f , v_s , r , g を測定することで、粘性を求めることができる。

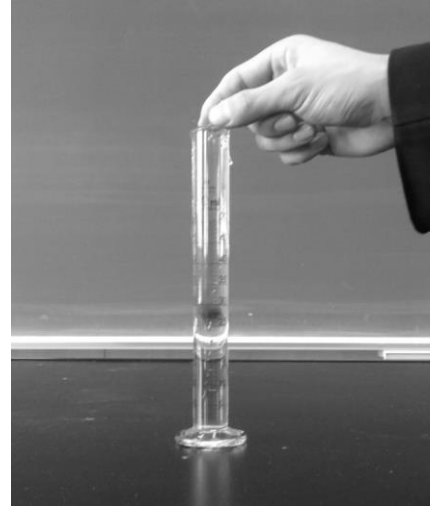


図1 実験の様子

実験内容

1. メスシリンダーやはかりを用いて液体の体積と質量を測り、液体の密度を求める。
2. ビー玉の直径、質量を求めてビー玉の密度を求める。
3. 液体中でビー玉を落下させ、時間当たりの落下距離を求める。
4. 落下距離の変化が一定になったところで終端速度を求める。
5. ストークスの式に測定値を代入して粘性を算出する。

③ 結果

表1 <水の粘性の実験データ>

時間 (s)	かかった時間 (s)	通過した目盛り (ml)
30 ; 09	0	100

.

.

.

30 ; 30	0.01	40
30 ; 32	0.02	30
30 ; 34	0.02	20
30 ; 36	0.02	10
30 ; 38	0.02	0

表 2 <シャボン玉液の粘性の実験データ>

時間 (s)	かかった時間 (s)	通過した目盛り (ml)
30 ; 34	0	100
	.	
	.	
	.	
30 ; 68	0.03	40
30 ; 72	0.04	30
30 ; 76	0.04	20
30 ; 80	0.04	10
30 ; 84	0.04	0

表 3 <シャボン玉液 7 に対し, 洗濯のり 3 の混合液>

時間 (s)	かかった時間 (s)	通過した目盛り (ml)
29,66	0	100
	.	
	.	
	.	
31 ; 42	0,13	40
31 ; 55	0,11	30
31 ; 66	0,11	20
31 ; 77	0,11	10
31 ; 88	0,11	0

測定結果

ビー玉の半径・・・0.61 cm

密度

ビー球の密度・・・2.57 g/cm³

水の密度・・・1.00 g/cm³

シャボン玉液の密度・・・1.00 g/cm³

シャボン玉液 7 に対し, 洗濯のり 3 の混合液の密度・・・0.984 g/cm³

終端速度

水・・・0.55 cm/s

シャボン玉液・・・0.275 cm/s

シャボン玉液 7 に対し, 洗濯のり 3 の混合液・・・0.12 cm/s

これらの測定値から粘性を求める。

粘性

水・・・2.313

シャボン玉液・・・4.626

シャボン玉液 7 に対し，洗濯のり 3 の混合液・・・10.71

④ 考察

この実験から最も粘性が高い液は，シャボン玉液 7 に対し，洗濯のり 3 の混合液であることが分かった。

粘性が高いほうが強度が高いと考えたため，この混合液が最も強度が高いのではないかと考えた。

(2) 実験 2

① 目的

玉の下部に液が下がって上部の膜が薄くなることを防ぐことができるかを確認する。

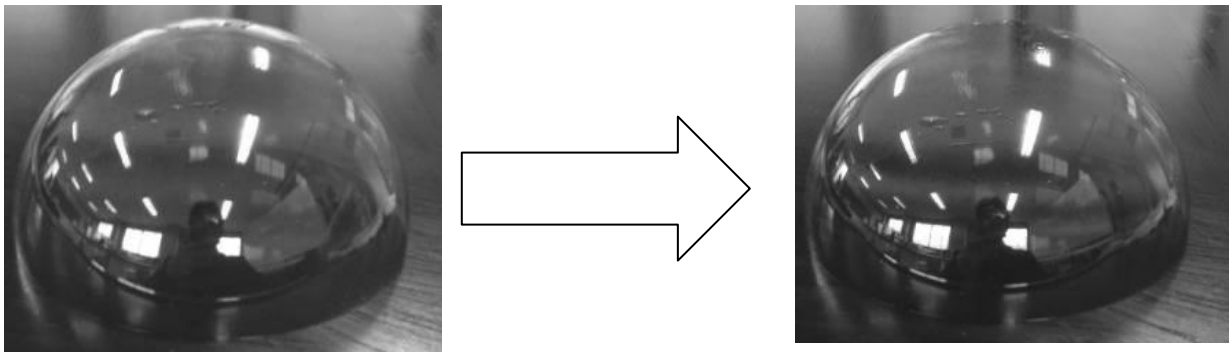


図 2 半球のシャボン玉観察

図 2 の左の図は虹色の層が上から下までできているが，右の図は虹色の層が下のほうに偏っている。これを防ぐことで，より割れにくいシャボン玉を作ることができると考えた。

② 方法

この条件を満たすことができるかどうかの調べ方

シャボン玉を大きくふくらませた状態で，玉の下部に液が下がってくるのをまって，下がってきたらもう一度息を吹き，大きくふくらませる。このときに下部にたまった液が，シャボン玉の回転によって全体に均等にいきわたれば，上部の膜が薄くなることを防ぐことができると考えた。

③ 結果

下部にたまった液はシャボン玉の回転では移動しなかった。

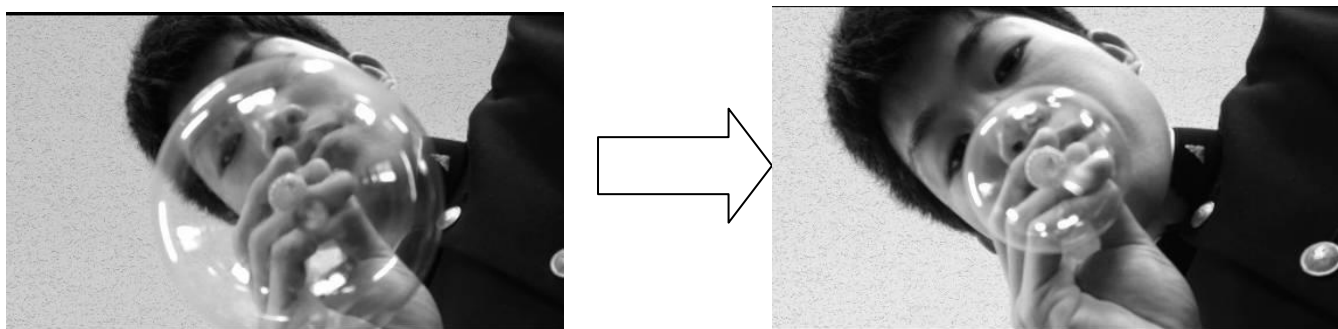


図3 シャボン玉ができるときと、液が落ちるときのシャボン液の様子

左の図は液が下部にたまっている様子であり、右の図は液が下部にたまった状態から、液が落ちる瞬間の様子である。このことから、上部の膜が薄くなることを防ぐことはできないと考えた。

(3) 実験3

① 目的

シャボン玉が実際にどれだけの時間割れずに形を保っていられるかを調べる。

② 方法

風のない部屋で、シャボン玉液、混合液でシャボン玉を作り、宙に浮かせた状態でどれだけ割れずにいるか、ストップウォッチで測る。また、1回では正確な数値とはいえないため、反復して10回実験を繰り返し、その平均を求めた。

*このとき混合液は、シャボン玉液9に対し、洗濯のり1のもの、8に対し2のもの、7に対し3のもの、6に対し4のもの、5に対し5のものの5種類で実験を行った。

③ 結果

シャボン玉液のみ	42秒
シャボン玉液9に対し、洗濯のり1の混合液	49秒
シャボン玉液8に対し、洗濯のり2の混合液	1分 1秒
シャボン玉液7に対し、洗濯のり3の混合液	1分 19秒
シャボン玉液6に対し、洗濯のり4の混合液	50秒
シャボン玉液5に対し、洗濯のり5の混合液	38秒

④ 考察

感覚として7:3の液が最も長く形を保っていられると考えていたが、実際に結果として、この割合の混合液によって作られたシャボン玉が最も長く形を保っている。

シャボン玉液7に対し、洗濯のり3の混合液・・・10.71

5. 結果に対する考察・分かったこと

これらの実験から、粘性はシャボン玉の強度に大きく関係していることが分かった。これは、シャボン玉液のみでシャボン玉を作ったときより、洗濯のりを加えた混合液のほうが、割れにくかったことから推測できる。

しかし、粘性が高ければ高いほど強度が高くなる、というわけでもないように思われる。実際に、シャボン玉液5に対し、洗濯のり5の混合液は、最もはやく割れてしまった。そのうえ、この混合液は、ふくらませているときに割れてしまうこともしばしばあった。

このことから、洗濯のりを多く加えて液の粘性を高くしても、洗濯のりにはシャボン玉を作る性質はないため、シャボン玉液の、シャボン玉を作るという成分を弱めてしまえば、強度の高いシャボン玉を作ることはできないのではないかと考えた。また、実験を通して、小さいシャボン玉のほうが割れにくいということも分かった。

6. 今後の展望

これからは、シャボン玉の大きさなども細かく考えたり、もっと回数を重ねたりして、今以上に正確に粘性と強度の関係を調べたい。また、今回は市販のシャボン玉液を用いたため、次は使用する溶液を成分がはっきりとわかるものを使用することで、より詳細に求めて生きたい。溶液として現段階で注目しているものとして、水道水か純水か、また界面活性剤やグリセリンなどである。

7. 参考文献

ウィキペディア

シャボン玉ワールド <http://www.tomoda.ne.jp>