

# シャボン玉の強度に関する研究

3516 櫻井優真 3511 岸川航成 3514 熊谷颯真 3536 六鹿瑞

## 要旨

割れにくいシャボン玉を作ることが目的に実験を行った。先行研究から、粘性のある物質を混ぜるとシャボン玉が割れにくくなることが分かっている。私たちは界面活性剤、糖類に着目し、それぞれの割合を変え、割れるまでの時間にどれほど違いが生じるか検証した。また糖の種類によって割れにくさにどのような違いがあるか調べた。その結果、界面活性剤は30%~40%のときに割れるまでの時間が長く、スクロースは質量比20%の時に最も割れにくくなった。また糖類の中でフルクトースを混ぜたシャボン液が一番割れにくくなった。今後はフルクトースを混ぜたものがなぜ最も強度が高くなるのか調べていきたい。

## 1. 目的

割れにくいシャボン玉を作る。

## 2. 仮説

シャボン玉は保水性が高い物質を含むほど割れにくくなる。

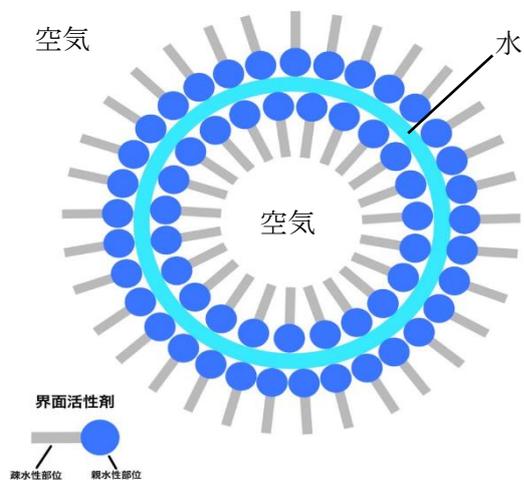


図1 シャボン玉の構造

シャボン玉は主に水と界面活性剤からできている。界面活性剤とは石鹼や洗剤のような、洗浄作用・起泡作用を持つ化合物のことである。また親水性と疎水性を持っている。水には表面張力と呼ばれる、凝集能力がある。そのため水だけでシャボン玉を作ろうとしても、元の状態に戻る力が働き、シャボン玉は壊れてしまう。しかし界面活性剤をいれることにより、その凝集能力を弱めることができ、薄い膜をつくれるようになる。

## 3. 実験1

シャボン玉の割れ方を調べる。

### (1) 使用した器具

- ・食紅 (緑)    ・カメラ    ・シャーレ
- ・シャボン液 (市販:水 界面活性剤 増粘剤)

### (2) 実験の手順

- i シャボン玉液に食紅を入れる。
- ii シャーレ上に色のついたシャボン玉を作る。
- iii できたシャボン玉の様子をカメラで撮影し割れる様子をカメラで撮影する。

### (3) 結果

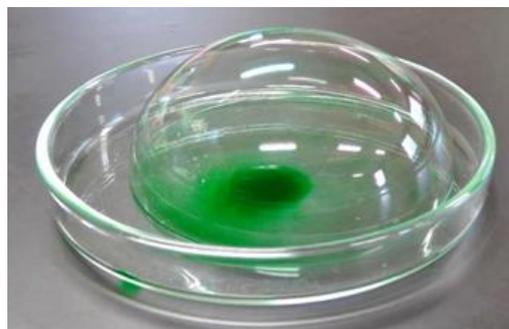


図2 シャボン玉の割れ方

シャボン玉の上部から下部にシャボン液が垂れていき、上部の色素が薄くなった。

#### (4) 考察

重力によってシャボン液が下部に移動することで上部の膜が薄くなり、割れる。

また先行研究よりシャボン玉の水分が蒸発して割れることもわかっている。

#### 4. 実験 2

2 つの条件を変えてシャボン玉の割れるまでの時間を計測する。

- ・界面活性剤の割合を変える。
- ・スクロースの割合を変える。

糖類はヒドロキシ基を多く持ち親水性、保水性があるので今回の実験に用いた。

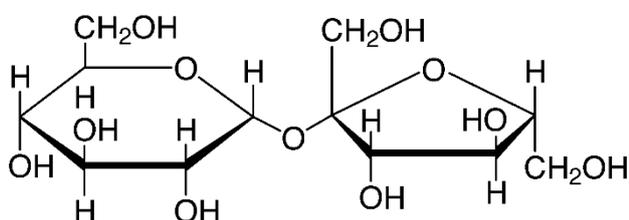


図 3 スクロース (シヨ糖)  $C_{12}H_{22}O_{11}$

#### (1) 器具

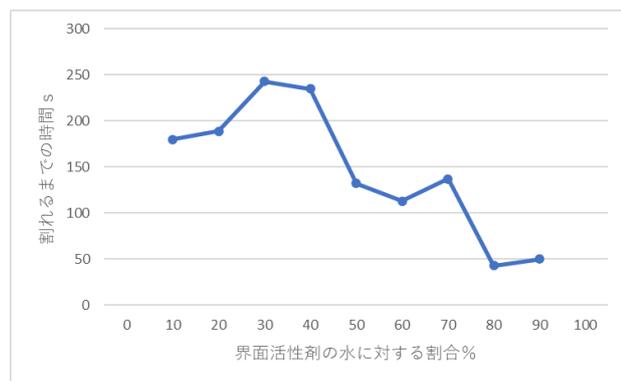
- ・洗剤 (界面活性剤 35%)
- ・蒸留水
- ・ビーカー
- ・スクロース

#### (2) 手順

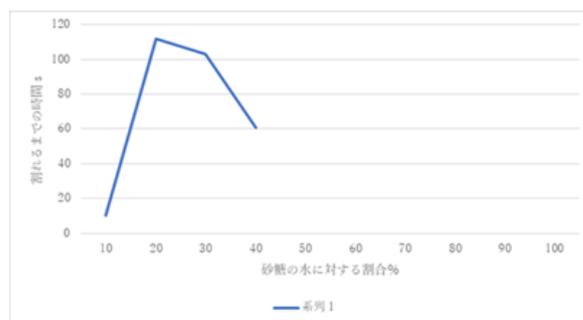
- 洗剤と水の体積比を 10% ずつ変えたシャボン液を用意する。
- シャーレ上にシャボン玉を作り、割れるまでの時間を 5 回計測して平均値をとる。

同様にスクロースも実験を行う。

#### (3) 結果



グラフ 1 グラフ界面活性剤のグラフ



グラフ 2 スクロースのグラフ  
(界面活性剤 50%)

#### (4) 考察

- ・界面活性剤のグラフより洗剤の割合を 30~40% の時が一番割れるまでの時間が長かった。
- ・界面活性剤の割合が大きすぎると、水が足りず重くなるので、シャボン玉は割れやすくてできづらくなった。
- ・スクロースのグラフよりスクロースは水に対して 20% のときが一番割れるまでの時間が長かった。
- ・50% 以降はスクロースの重さによってシャボン玉を形成することができなかった。

#### 5. 実験 3

ヒドロキシ基の数が割れにくさと関係があるのかを調べた。

ヒドロキシ基の数に着目した理由は、ヒドロキシ基は水合をして水分子同士を結び付けるためシャボン玉の強度に関係があるのではないかと考えたからである。

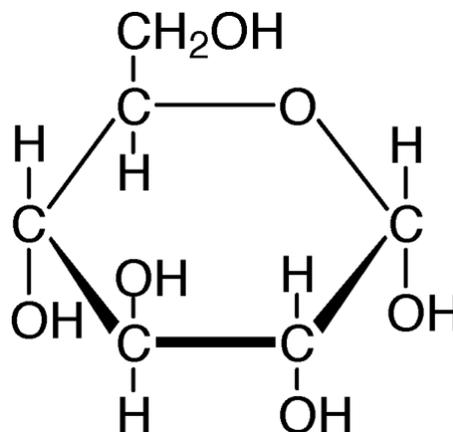


図 3  $\alpha$ -グルコース構造式  $C_6H_{12}O_6$   
ヒドロキシ基 5 個

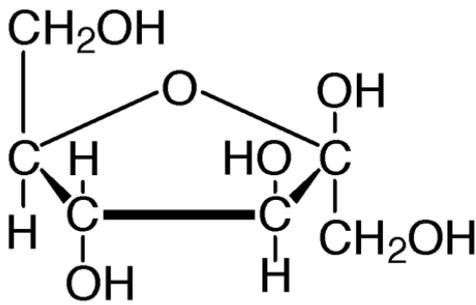


図4 フルクトース構造式  $C_6H_{12}O_6$   
ヒドロキシ基 5 個

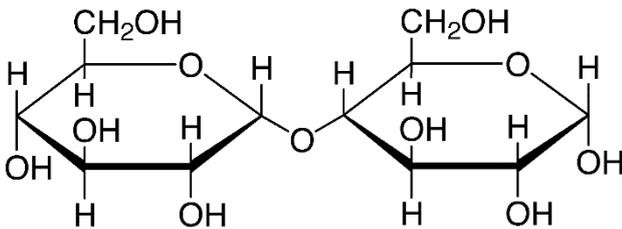


図5 マルトース構造式  $C_{12}H_{22}O_{11}$   
ヒドロキシ基 8 個

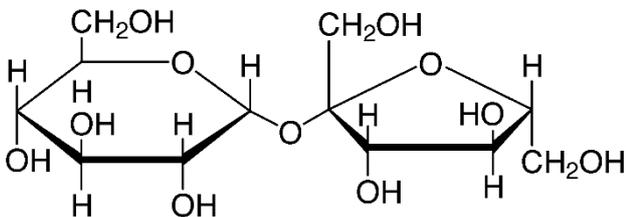
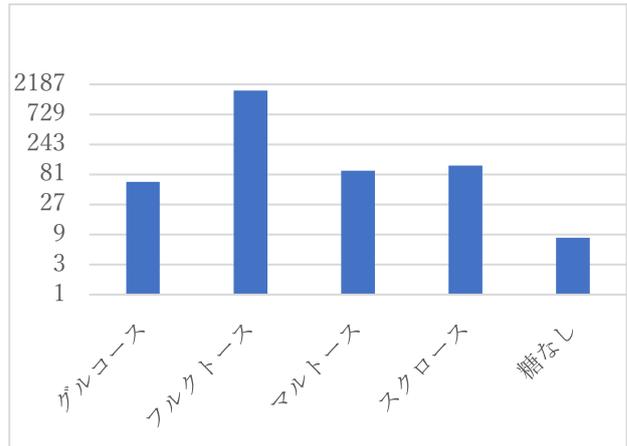


図6 スクロース構造式  $C_{12}H_{22}O_{11}$   
ヒドロキシ基 8 個

### (3) 結果

表1 ヒドロキシ基の数による違い

糖 類	OH 比率	時間 (秒)
グルコース	1.2	62
フルクトース	1.2	1735
マルトース	1	93
スクロース	1	112
何も入れない	0	8



グラフ3 ヒドロキシ基の数による違い

- これらの実験からヒドロキシ基にはシャボン玉を割れにくくする要素があると考えた。
- ヒドロキシ基の数はあまり関係がないと考えた。
- フルクトース以外の糖は一瞬で割れるのに対してフルクトースが割れるときは一か所から広がるように割れていった。

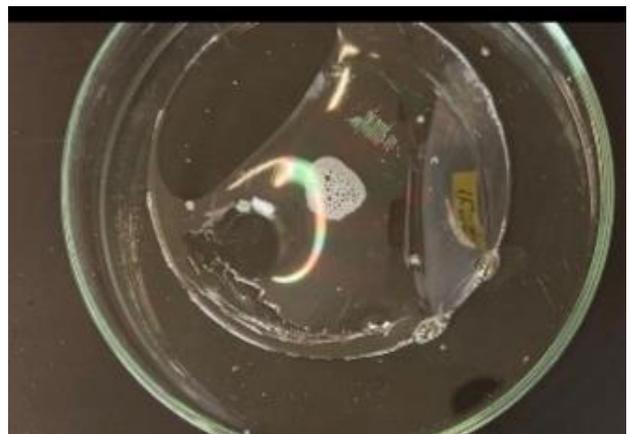


図7 フルクトースの割れる様子

#### (1) 器具

- グルコース    • スクロース    • マルトース
- フルクトース    • 蒸留水
- 洗剤 (界面活性剤 35%)    • シャーレ

#### (2) 手順

- 界面活性剤 5mL と蒸留水 5mL にグルコース 4g 入れたものとフルクトース 4g 入れたものとスクロース 4g 入れたものとグルコース 4g 入れたものの 4 種類を用意する。
- シャーレ上にシャボン玉を作りそれぞれ 5 回計測して平均を出す。

#### (4) 考察

- ・ヒドロキシ基は水和をするため水分子と糖との結びつきを強くして割れるまでの時間を長くしている。
- ・フルクトースは、はちみつなどに含まれ粘り気が強いため割れるまでの時間が長くなったと考えられる。

### 6. 実験4

フルクトースの割れるまでの時間が長かった理由として保水性が高く蒸発しにくくしていると考え二つの実験を行った。

① それぞれの糖を含んだシャボン液を室温で一週間置く。

② シャボン玉に加える圧力を小さくしていく。

①ではそれぞれの糖を含んだ時の蒸発の様子から、②では圧力を小さくしていくことでシャボン玉の膜に含まれる水分を飛ばすという点で保水性との関係を調べた。

#### (1) 器具

- ・グルコース ・スクロース ・マルトース
- ・フルクトース ・蒸留水 ・真空凍結乾燥機
- ・洗剤（界面活性剤 35%） ・シャーレ

#### (2) 手順

- ① i 界面活性剤 5mL と蒸留水 5mL にグルコース 4g 入れたものとフルクトース 4g 入れたものとスクロース 4g 入れたものとグルコース 4g 入れたものの 4 種類を用意する。
- ii 室温で一週間放置する。
- iii 一週間後の様子を観察する。
- ② i 界面活性剤 5mL と蒸留水 5mL にグルコース 4g 入れたものとフルクトース 4g 入れたものとスクロース 4g 入れたものとグルコース 4g 入れたものの 4 種類を用意する。
- ii それぞれシャーレ上にシャボン玉を作りに入真空凍結乾燥機に入れる。
- iii 気圧を下げいき割れた時の圧力を記録する。
- ii と iii をそれぞれ糖で 5 回繰り返して平均をとる。

### (3) 結果①

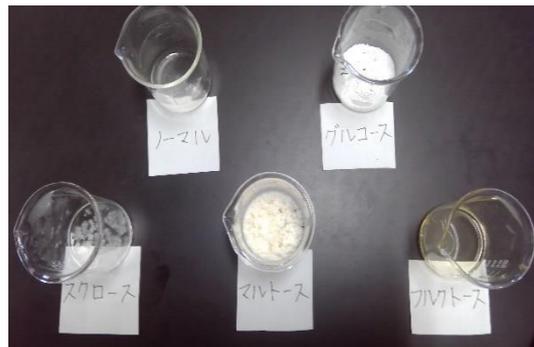
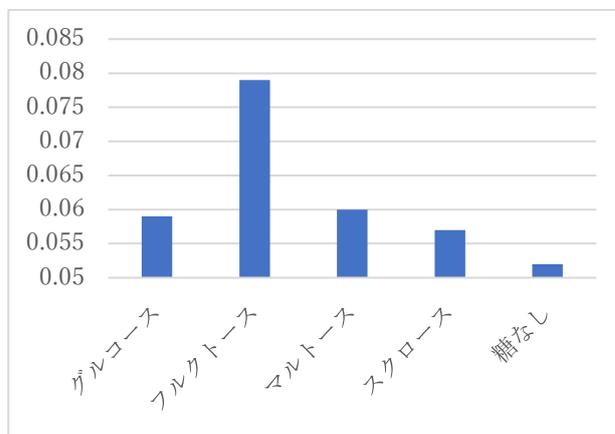


図 8 一週間置いた時の様子

フルクトースを溶かした液体のみ水が残っていた。

### 結果②



グラフ 4 シャボン玉が割れた時の減圧量

#### (4) 考察

フルクトースにはほかの 3 種類の糖よりもヒドロキシ基の保水性を増幅する構造や、ヒドロキシ基以外に保水性を持つ構造があるのではないかと考えた。

### 7. 実験 5

空中でシャボン玉をとばした時の割れやすさを調べる。

シャーレ上で実験を行っていたため空中にシャボン玉をとばして割れにくさを確かめた。

#### (1) 器具 材料

- ・界面活性剤 5 mL 蒸留水 5 mL
- ・グルコース ・マルトース ・フルクトース
- ・スクロース ・カメラ

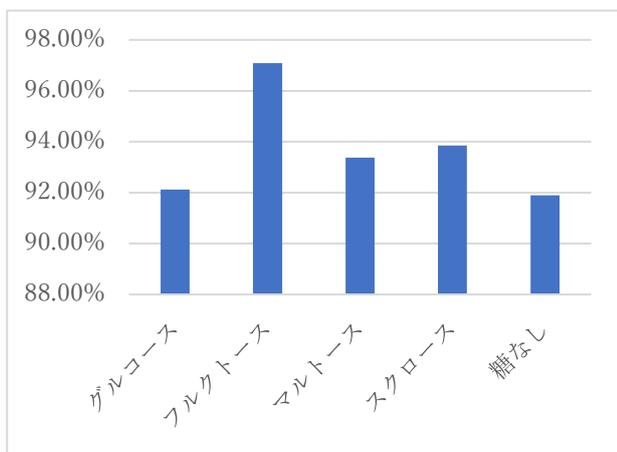
(2) 手順

- i 界面活性剤 5mL と蒸留水 5mL にグルコース 4g 入れたものとフルクトース 4g 入れたものとスクロース 4g 入れたものとグルコース 4g 入れたものの 4 種類を用意する。
- ii 風のない 235 cm の高さから吹き動画を撮る
- iii  $\frac{\text{割れなかったシャボン玉}}{\text{できたシャボン玉}} \times 100$  に代入して平均をとる。

10. 参考文献

- ・「シャボン玉の性質」 寺澤 楓、六鹿 歩  
岐阜県立恵那高等学校  
平成 29 年度課題研究サイエンスリサーチ II
- ・東京書籍 改定 化学
- ・創成科学光学実験 7 班
- ・テレビ大阪 シャボン玉

(3) 結果



グラフ 5 シャボン玉の割れにくさ

(4) 考察

この結果から、シャーレ上で行った時と同様にフルクトースはほかの糖類とくらべ強度が高い。しかし、すべての強度が高いため机の高さからでは大きな差は生じなかった。

8. 今後の展望

- ・シャボン玉の作り方による割れにくさの違いを明らかにする。
- ・フルクトースの中にヒドロキシ基以外に保水性を持つ構造、ヒドロキシ基の保水性を増幅させる作用を持つ構造はないのかを明らかにする。

9. 謝辞

ご協力してくださった先生、支援員の方々ありがとうございました。