

# シャボン膜の性質を考察する小学生向けの教材の提案

## Suggestion of the Teaching Materials for Primary Schoolchildren to Consider the Property of the Soap Film

横峯 孝昭\*, 安藤 貴人\*\*, 原村 隆也\*\*

Takaaki Yokomine, Takahito Andou, Takaya Haramura

\*鹿児島女子短期大学, \*\*志學館中・高等部

シャボン玉はなぜ球形になるのかを、小学生に理解、イメージしてもらうための教材研究を行い、小学6年生に理科実験教室を行った。小学生では専門用語として出てこない「表面張力」を身近なものを使い理解させる試みでもある。授業そのものは大半の児童が楽しいと感じてくれたが、理解できたかという点に関しては楽しさとイコールではないという結果にもなっている。

キーワード：表面張力，最短距離，仮説実験授業，シャボン玉

### 1. はじめに

誰しも幼い頃にシャボン玉で遊んだことはないだろうか。幼児教育の現場においてもその不思議さ，楽しさから用いられることが多い。著者も担当教科保育内容（環境）においてシャボン玉の工夫について取り扱うが，短大生においてもシャボン玉を飛ばすと心躍るようで時間を忘れて飛ばす姿が見て取れる。一方なぜシャボン玉が球形になるのかについて問うとその原理について答えられる学生は少数である。以前著者ら<sup>1)</sup>は小学生にその原理を説明できないかという試みを行った。前回の授業書に改訂を加え，小学生に表面張力という概念を理解させることができないか試みたので報告する。

### 2. 研究の目的と方法

#### 2.1 授業の目的

作成した授業書の話を読み，その中にある問題・質問に自らの考えを書き，どうしてそのように考えたのか互いに意見を出し合う。その後実験を行い，その結果をもとに考察を行くという「仮説実験授業」<sup>2)</sup>の形式にのっとり授業を展開。シャボン玉を作るに当たり，なぜ洗剤を入れるのかという根本的なことの問いかけから，現象としての表面張力を実際に見せ，体験してもらう。その中でシャボン玉がなぜ球にしかならないのかを理解することがこの授業の目的である。「表面張力」の概念を含んでおり，小学校では学習しない内容<sup>3)</sup>であるが，それを質問にてある程度のヒントを与え<sup>4)</sup>，実際の演示実験を行い，どのような原理であるのかを理解させることが可能であることを実証することも今回の目的の一つである

#### 2.2 対象

志學館中・高等部で行われた理科実験教室に参加した77名の小学校6年生を志學館中・高等部の生徒ホールに集めて行った。授業実施者は安藤貴人教諭。

#### 2.3 授業の構成

児童77名を最大6名のグループに分け，各テーブルに座らせた。教員の手元を見せる演示実験では，ビデオで手元を写し，スクリーンで大きく投射し後方にも見えるようにした。授業の進行に関しては，授業書をPowerPointにて作成，スクリーンに投射することにより進化した。<sup>5)</sup>

#### 2.4 準備

紙コップ（水入り，シャボン液入り）15セット，一円玉5個×30セット，針金制作物（輪っかに輪っかの糸を吊り下げたもの，三角錐，三角柱，五角柱，六角柱）各15セット，アクリル板とアクリル棒の制作物（アクリル棒2本，3本）各15セット

### 3. 結果と考察

#### 3.1 授業の概要

一円玉を水の表面に浮かべるとい問題に対し，20名弱がア.そこに沈む，その他の児童はイ.水に浮くという考えを持っていた。ア.の意見を持つ児童としては同じ体積だと1円玉の重さは水より重いので沈むという意見を述べていた。イ.の意見を持つ児童は，浮力があり表面張力により浮く，1円玉1gで1cm<sup>3</sup>以上の体積があるので浮くのではないかと，質量と体積の関係で浮くのではないかと，なんとなく密度を児童の中なりにイメージしている様子が

伺える意見が出ていた。

次に1円玉をシャボン液の表面に浮かべるといふ問題に対しては、20名ほどがア.底に沈む、40名ほどがイ.液の上に浮く、10名ほどがウ.その他という考えを持った。浮くという考えを持つに至った児童は、洗剤が水に溶けて1 cm<sup>3</sup>あたりの重さが重くなって浮くという意見が出た。その他の考えとして、洗剤が水に溶けて、浮力が大きくなるので中間で浮くのではないかという意見が出てきた。

小学生では密度については学習しないが、物の溶け方といった粒子に関する単元<sup>3)</sup>によりその考え方の大筋は習得している様子が伺える。

ストローを引っ張る表面張力を体験してもらう問題3においてはア.割れてそのまま10名程度、イ.割れた膜の方へストローが移動する15名程度、ウ.膜が残っている方へストローが移動する15名程度、エ.その他の意見として、ストローが上に飛んでいく、どちらの膜も割る(ストローはそのまま)、ストローが変形する(下に曲がる)という意見を持つに至った。実際に実験し、児童もストローが膜に引っ張られている様子に納得している様子であった。応用としてストロー2本を用い、3つの膜のうち中央の膜を割った時の様子も観察してもらった。

実際に表面張力の引っ張る力を体験してもらうために、授業書p12のものを作り<sup>6)7)</sup>、その中心にある糸の輪っか内の膜を割ってもらった。中心に指を入れることで、さらに外側の膜を割ることで引っ張る力も体験してもらった。

さらに、膜が最短の距離を作ることを、アクリル板を用いて体験してもらった<sup>7)</sup>。問題5においては、図1のような膜が貼ると児童は予想した。

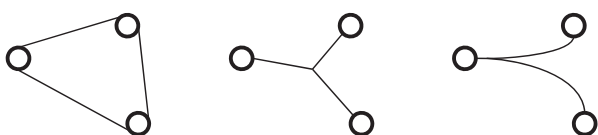


図1

問題6においてはア.8名、イ.10名、ウ.残り、エ.0名という予測を立てるに至った。最短距離を取るといふ考えは持つに至っている様子である。さらに問題5の次にアクリル棒を4つにした実験を行うと、問題6においても正解を導く児童が出てくると思われる。

問題7においてはシャボン玉を作るにあたっての最適の表面張力というものを理解してもらうため、表面張力が弱すぎてもシャボン玉はできないことを体感してもらう狙いがある。予測の段階ではア.15名、イ.8名、ウ.30名、エ.20名となり、予測の段階ではその考えに大半の児童はたどり着いていないことが理解できる。

### 3.2 授業の評価

最後に参加児童に、本授業の面白さ、理解度について授業アンケートを行い、評価してもらった。その結果は表1のとおりである。

自由記述による感想としては

- ・表面張力のことについてとてもわかりやすかった。
- ・予想するのが面白かったです
- ・難しい
- ・意外なことが分かり、とてもびっくりした。シャボン玉で楽しむことがよくあったけど、シャボン玉の事実を知れて面白かった。
- ・意外なことがたくさんあって面白かったです。5番目の問題に一番驚きました。
- ・予想が外れていたけれど、説明がよくわかりやすかったです。シャボン玉で遊ぶときは針金で丸くしたものでしか遊んだことがなかったです。でもいろいろな形で実験すると面白かったです。
- ・シャボン玉について考えないけど、考えてよかったです。
- ・楽しかった。難しい言葉もわかりやすく説明してくださったので面白かった。
- ・シャボン玉のことが楽しく実験をしてくれたのでとても面白かった。説明もよく分かり色々なことを知る孤男ができたので良かった。
- ・面白かったので家でもやってみたいです。
- ・針金で作った立方体が、小さい立方体ができてすごかったです。
- ・納豆や長芋など、ネバネバしたものをいれると、強いシャボン玉ができることを初めて知りました。家の外で実験してみたいです。
- ・普段はあまりやらないような実験ができてよかった。また、初めて知ることもあったのでいい機会になった。
- ・予想を立てるのは難しかったけれど、実験をするとわかりました。家でいろいろ試したいと思いました。
- ・友達と協力して実験できて面白かったです。
- ・シャボン玉について調べたことがなかったのととてもためになったと思う。
- ・知らないことがいっぱいあった中だったけれど、実際に

表1 児童による授業評価

今回の授業はおもしろかったですか？わかりましたか？					
おもしろい	5	71名 (95.9%)	よくわかった	5	64名 (86.5%)
	4	4名 (2.7%)		4	9名 (12.1%)
	3	0名 (0.0%)		3	1名 (1.4%)
	2	1名 (1.4%)		2	0名 (0.0%)
つまらない	1	0名 (0.0%)	わからん	1	0名 (0.0%)

- 実験してみて新しい発見につながったのでよかったです。
- ・いろいろな形ができたり、意外な結果になったりしてとても面白かった。
  - ・いろんな形がわかって面白かった。シャボン玉についてよくわかった。
  - ・予想を立てて、できて説明もよくわかってよかった。
  - ・子供の頃は、何も考えずにシャボン玉で遊んでいたけど、こういう実験もあると、たくさんを知ることができました。
  - ・私は夏休みの自由研究で割れにくいシャボン玉の実験をしました。その時シャボン玉についての疑問が多く、まだ解決しないままでした。でも、この実験教室で新しい知識や発見を身につけたり出来ました。
  - ・実際に立体を使った実験をしたのでわかりやすかった。問題を出したのでわかりやすかった。
  - ・身近なものをテーマにして、その応用の実験をしたのでとても楽しく勉強になりました。
  - ・なぜ休憩になるのかが知ることができてとても面白かったです。
  - ・予想するの楽しいな、不思議だな、すごいなと思った。
  - ・順序建てて実験を進めてくださったのでわかりやすかったです。
  - ・自分が「こうだ!!」というものを覆す結果でびっくりした。
  - ・六角柱や三角柱のシャボン玉の膜が意外と面白い形になったのが面白かったです。

#### 4. まとめ

一昨年同様のテーマで「仮説実験授業」の授業書という方法を探ることにより、「表面張力」という小学校の理科の課程では扱わない現象を児童へ理解させることが可能か試みた。前回<sup>5)</sup>は表面張力のみならず、膜の性質についてまで手を伸ばし、90分という時間内で収まることができなかった反省を踏まえ、今回は「表面張力」のみに絞り、その原理をシャボン玉を通して理解すること、実験をなるべく多くと取り入れ児童に体験を通して理解してもらうことという2点に重点を置いて構築した。そう言う意味では今回は90分の時間内で収め切り、その中でも自動たちのアンケート結果を見ると、大筋「仮説実験授業」が目指しているものも取り入れつつの授業となったのではないだろうかと思っている。しかし、アンケートの中に出てきた内容として、予想を立てていくことが新しいものとして感じている児童がいることに驚かされた。小学校の理科の授業においては、問題意識、予想(仮説)、検証(実験)、結果、考察という流れで事業が展開されているであろうと著者は推察していたからである。現場の理科教育というものがどの

ようになっているのか、気になるところである。今回の授業内容が今後も改良を重ねていくことで良いものへと精選されていくことができればと考えている。

#### 謝辞

授業を行うに当たり、ご協力いただいた志學館中・高等部の山崎教諭、宇都誠一郎教諭、石川和廣教諭、稲留教諭並びに諸先生方、理科実験教室へ参加いただいた日能研の児童・保護者・先生の皆様に感謝申し上げます。

#### 引用文献

- 1) シャボン玉を用いた授業書(仮説実験授業)の提案 ―身近な素材への関心を育てる授業の実践例― 鹿児島女子短期大学紀要 第49号 p19-34 (2014)
- 2) 仮説実験授業のABC 楽しい授業への招待 板倉聖宣, 仮説社
- 3) 文部科学省 小学校学習指導要領(平成20年告示)
- 4) 仮説実験授業における「問題」段階の検討 福岡教育大学紀要 第55号 第4分冊 p1-13 (2006)
- 5) 大人数における仮説実験授業のあり方への提案 鹿児島女子短期大学紀要第50号 p11-18 (2015)
- 6) シャボン玉の科学 C.V.ボイス著 野口広訳 東京図書(1987)
- 7) シャボン玉のはなし 杉山弘之・杉山輝行著 東京図書(1989)

(2015年12月11日 受理)

2015/10/18

志学館中等部 日能研理科実験教室

# シャボン玉の科学

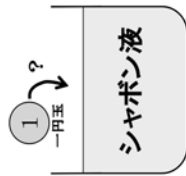


なまえ: \_\_\_\_\_

### 【問題2】

次に、水をシャボン液に替えてみましょう。この場合一円玉を浮かせることは出来るでしょうか。

予想  
ア：1円玉はコップの底に沈む  
イ：1円玉は水の上に浮く  
ウ：その他



討論  
どうしてそう思いますか。みんなの考えをだしあいましょう。

実験の結果

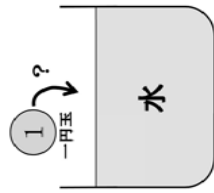
-4-

### 【問題1】

水の上にそっと1円玉を置きます。どうなるでしょうか。

予想

ア：1円玉はコップの底に沈む  
イ：1円玉は水の上に浮く  
ウ：その他



みなさんはシャボン玉を作ったことはありませんか？  
シャボン玉を作るときには何が必要でしょう。  
洗いをすることが多いですね。

では、なぜ洗いを入れるとシャボン玉が作れるのでしょうか。  
今日の実験でその理由について考えてみましょう。



まずは、「水と洗いの関係」について知るために  
次のような実験をしてみましょう。

実験の結果

討論

どうしてそう思いますか。みんなの考えをだしあいましょう。

-1-

-2-

-3-

### 水とシャボン液のちがひ

これが、シャボン玉とどのような関係があるのでしょうか。

正解：ア

シャボン液に一円玉が浮かなくなったこととはどういうことなのか？

うまく実験できると、問題2の一円玉も浮かせることができますが大半の人は浮かせることができなかったのではないのでしょうか。



次のような実験をしてみるとその理由について知るきっかけがつかめるかもしれません。

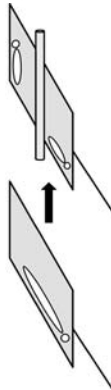
<問題1の結果>

正解：イ

1円玉は上手に置けると水の上に浮くことができます。

失敗した人も周りで成功した人のを見せてもらいましょう。

長方形のわくを針金で作り、ここにシャボン玉の膜を作ります。その上にストローを置いてみます。



ストローをはさんで2つのまぐができましたね。

-7-

-6-

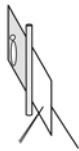
-5-

【問題3】

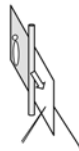
一方のまくを割ってみましょう。どうなるでしょうか？

予想

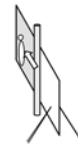
ア：割れてそのまま



イ：割れたまくの方へストローが移動する



ウ：まくが強っている方へストローが移動する



エ：その他  
(自由に書いてみましょう)



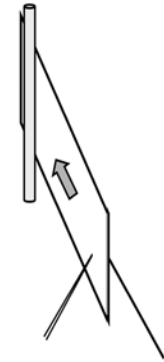
結果



-8-

<問題3の結果>

正解：ウ



まくが強っている方へストローが移動するという結果になりました。

-9-

表面張力 (ひょうめんちからよりよく)

シャボン玉のまくは「周りのものを引っ張ろうとする力」があります。

この力のことを表面張力(ひょうめんちからよりよく)といいます。

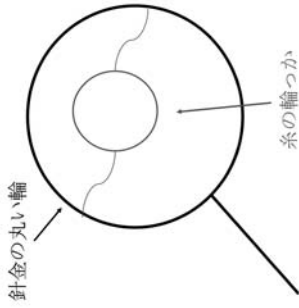
この力のため、ストローが引っ張られてこのような結果になります。



次のような実験をしてさらにシャボン液が持つ「表面張力」＝「引っ張る力」を体験してみましょう。

-10-

ここに針金で丸い輪を作り、その中に小さな輪っかを意図で作ったものがあります。

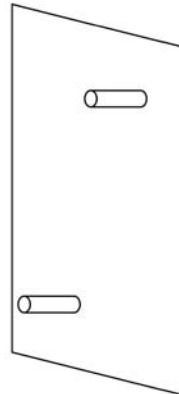


-11-

【問題4】

まず、柱の数を少なくして2本で考えてみましょう。

予想

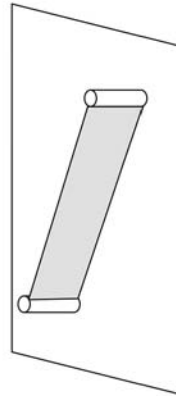


討論

どうしてそう思いますか。  
みんなの考えを出し合ひましょう。

-14-

<問題4の結果>



うまく実験できると、問題2の一円玉も浮かせることができますが大半の人は浮かせることができなかったのではないですか。

-15-

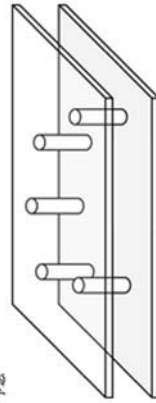
この「引っ張ろうとする力」を利用すると次のようなことが分かります。

予想

アクリル板の上に下図のように小さな五本の棒を立て、さらにアクリル板を重ねます。

これをシャボン液の中につけて、ゆっくり持ち上げます。さて、どのようなまくができるでしょうか。考えてみましょう。

予想



↑  
いろいろな予想が思い浮かぶと思いますが、順序立てて考えていきたいと思ひます。

-13-

これにシャボン液をつけて、全体にまくを作ります。

糸の輪っかになっている内側のまくをわけてみます。

すると、糸の部分は外側のまくに引っ張られて完全な円になります。

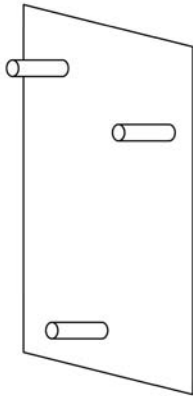
-12-



【問題5】

次に3本の柱で考えてみましょう。

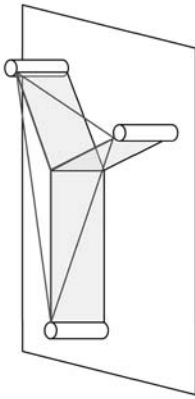
予想



討論

どうしてそう思いますか。  
みんなの考えを出し合みましょう。

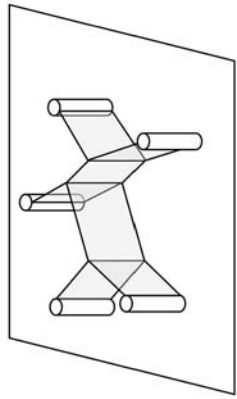
<問題4の結果>



3本の柱の頂はちよっと変わった形になりましたね。

この「まぐ」は、3本の柱のあいだの隙間をよりを示しています。

つまり、5本の場合も、シャボン液のまぐによって示される道筋は最短距離を示していることになりました。  
実際に実験してみましょう。

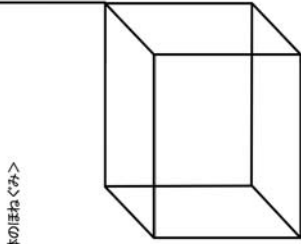


予想した、まぐのつくり方とどのようにつながったでしょうか。

このように、表面張力の引っ張る力により、シャボンまくは最も短きよりを取るように形を作っていくのです。

では次に、立体的なもので考えてみたいと思います。

針金を使い、このようなものを準備してみました。



<立方体のほねぐみ>

【問題6】

針金で立方体のほねぐみを作り、これをシャボン液につけます。  
シャボン液の「まぐ」はどのような形になると思いますか。

予想

ア：各面にシャボンのまぐがはる イ：中に球のへこみができる



イ：その他



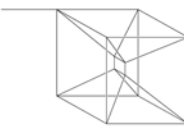
ウ：中心に向けてまぐが貼る

実験の結果

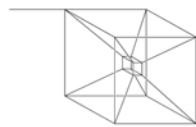


立方体のわくでは・・・

実際に実験してみると下の図のような結果になりました。

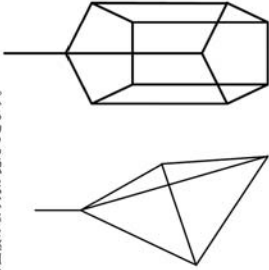


シャボン玉とはいえない変な形ができましたね。うまく作ると下の図のように中心に立方体ができることもあります。立方体といってもよく見ると真っ直ぐではなく曲がっているのでも、ちゃんとした立方体ではありません。とてもきれいでふしぎな形をしています。



針金で作った立方体でできる面は、四角ではなく13面からなる変わったまぐができます。これをよく眺めてみると、すべての面が同じ角度120度で交わっていることも分かります。なぜこのような形になるのか、それは表面張力の働きにより、一番小さな表面積を取るように引っ張り合っているからなのです。つまり、この形が一番表面積が小さくなるまぐのほうり方というわけなのです。

ほかにも三角すい、三角柱、五角柱にシャボン液をつけてみると、その小さな面積の取り方が強えてきます。



表面積が一番小さい形：球

これをシャボン玉に考え直してみると、シャボン玉も膨らむ時に、シャボン液の表面張力により最も小さい面積を持つ形になるというところが予測できると思います。

私たちがつくったシャボン玉は、シャボン液の表面張力のために小さく小さくならうとし、その結果として球になっていたのです。



【問題7】

水よりも表面張力が強いエタノール(水の約3分の1しか表面張力がない液体) 持ってきました。これを併うと洗剤を併わなくてもシャボン玉ができるでしょうか。

予 想

- ア：洗剤の時より大きなシャボン玉ができる
- イ：洗剤と同じぐらいのシャボン玉ができる
- ウ：洗剤の時より小さなシャボン玉ができる
- エ：シャボン玉はできない

討 論

どうしてそう思いますか、みんなの考えをだしあいましょう。

実験の結果

ここで、最初の「1円玉をうがへる実験」を思い出してください。水に1円玉はうがきましたが、シャボン液にはうがきませんでした。



実は、あの実験は「表面張力の強さがわかる実験」だったのです。

水は表面張力が強いので、1円玉は浮いたのですが、シャボン液は表面張力が弱いので、1円玉は沈んでしまったのです。

つまり、水に洗剤を加えるということは、水の表面張力を弱めているということなのです。

これによって、表面張力が程よい強さとなり、シャボン玉ができるようになったのです。

割れにくいシャボン玉

それから、「せんたくのり」の中に「PVA」という成分が入ったものがあります。これを入れるとシャボンまくの強さが上がることも分かっています。



今回は実験にこのPVA入りの洗剤を用いてまくが強くなったシャボン玉を作って飛ばしてみたいと思います。

科学者は球の表面積を求める方法を発見し、現在ではその表面積を計算により求めることができます。実験どのくらいの表面積の差があるのか計算をしてみましょう。

立方体：15cm(たて) × 15cm(横) × 6(面) = 1350 cm<sup>2</sup>

斜金の膜： 806 cm<sup>2</sup>

球：4 × 3.14 × 7.5cm(半径) × 7.5cm(半径) = 706.5 cm<sup>2</sup>

3つの面積を比べると球が一番小さいことがわかります。実際、様々な形の表面積を出べると、球が一番小さいことが分かっています。なので、シャボン玉は他の形にはならず球型になるので

また、シャボンまくの強さ(強度)を強くしてくれるものがあることも分かっています。「まく」を強くするにはどのようなものを入れてあげればよいでしょうか。

それは、「つなぎ」となるものを入れてあげればよいのです。

納豆、山いもなどの水入りの部分も良いものです。



<問題7の結果>

正解：エ

シャボン玉はできませんでした。

シャボン玉は表面張力が強すぎてもできませんし、弱すぎてもできないということになります。

つまり、表面張力がちょうどいい強さの時に割れにくいシャボン玉ができるということになります。

題： シャボン玉の科学

● 今回の授業はおもしろかったですか? わかりましたか?

5 ・ 4 ・ 3 ・ 2 ・ 1

おもしろい つまらない

5 ・ 4 ・ 3 ・ 2 ・ 1

よくわかった わからん

● なにか感想などがあればどうぞ!!