大阪市立科学館研究報告 29, 103 - 110 (2019)

サイエンスショー—「ふわふわキラキラ！シャボン玉大実験」の制作について

小 野　昌 弘 *

概　要

2018 年 3～5 月に実施したサイエンスショーは、シャボン玉を通して表面張力及び、薄膜干渉に関する内容を紹介する実験とした。老若男女問わず楽しめるシャボン玉にどのような科学が潜んでいるのかを気楽に見学でき、気軽にその奥深さに触れられる内容となるようにした。以下にその内容について報告する。

1. はじめに

老若男女問わず知っており、見ているだけで癒されるシャボン玉。本サイエンスショーでは、そのシャボン玉にまつわる科学の中で「表面張力」と「薄膜での光の屈折」について取り上げ、その科学的内容を紹介解説するショーとした。

シャボン玉を扱うサイエンスショーとしては、当館では 1998 年に筆者が「シャボン玉への挑戦」という内容で実施したことがあるが、その時は、主に表面張力についての実験内容を取り上げた。今回は、その表面張力に関しても実験内容を改良、加えるなどし、実験項目としては半分以上を新しい実験とした。

2. 実験

2-1. 実験項目並びに内容

今回のサイエンスショーとして実施した実験は、以下の種類である。

①一般的なシャボン玉

ストロー、市販のシャボン玉セットの吹き棒を使ってシャボン玉の大きさや飛び方などのようすを確認する。

②シャボン玉を作る枠を変える

①では、ごく一般的なシャボン玉を作ったが、ストローや吹き棒では、大きなシャボン玉を作ることはできない。そこで針金やハンガーを改良して作った中型、大型の枠で、シャボン玉を作り、場を盛り上げた。

さらに、シャボン玉を作る枠の形状を四角、三角、三日月状、星形にして用意し、どの枠でも丸いシャボン玉しかできないことを確認した。

図1. 丸以外のシャボン玉枠。針金のハンガーを開き、毛糸やタコ糸を巻いてそれぞれの形を作った。

③表面張力確認実験1

シャボン玉はどうして丸い形にしかならないのかを紹介するために、丸いシャボン枠の中心に毛糸を緩めに通したものを用意した。

そのシャボン枠に膜をはり、真ん中のひもを境にできる膜のどちらかを破ると、毛糸が膜のあるほうに引っ張られるようすを確認する実験である。

毛糸を垂直方向にしてこの実験を行うと、毛糸は左右のどちらかに、また、毛糸を水平方向、実際には、重力に引かれ下に垂れている状態で、下の幕を破ると、上方向に毛糸が引き上げられる。

また、真ん中に張る毛糸を 2 本にし、その真ん中のシャボン膜を破ると、毛糸が左右両方向に引っ張られる様子も確認した。

*大阪市立科学館

④表面張力の確認実験 2

立方体及び、正四面体の枠を用意し、シャボン玉液を入れた水槽にこの枠を入れ、引き上げたときにどのような形で膜が張るかを確認する実験。

さらに、最小面積でできた膜が張っている枠を半分液中に浸し、立方体や四面体のような形状のシャボン膜ができることも確認した。そして、その立体的にできているシャボン膜を引っ張っているシャボン膜を静かに割っていくと、最後に球状の通常のシャボン玉ができることも確認した。

図２．枠に張ったシャボン膜

図３．図２のシャボン膜を半分水槽に沈め、内部に立方体状のシャボンを作る。周りのシャボン膜を割ると最終的には通常の丸いシャボン玉にな

⑤シャボン膜の色 1

シャボン玉の虹色を確認する実験を 2 つ用意した。1 つ目は、リングにシャボン膜を張り、そのリングをテーブル上へ水平に置き、さらにそこへ別の洗剤液を滴下することでシャボン膜の厚みが変化し、その時の干渉光のようすを確認した。

⑥シャボン膜の色 2

シャボン膜の観察実験の 2 つ目。リングにシャボン膜を張り、それを用いて垂直に立てた。斜め下方向から、光を当てて、薄膜による光の干渉を確認した。この場合は、実際のシャボン玉が空中に浮いている時と同じように、シャボン膜の上下方向で、どのような色変化が起きているかを確認できる。

図４．⑤シャボン膜の色１実験。シャボン膜全体の色変化を確認した。（本誌では、白黒画像のため色変化は見にくい）

図５．シャボン膜の色２実験　シャボン膜を垂直に固定し、その表面の反射光を観察する。

⑦いろいろなシャボン玉

「弾むシャボン玉」「水中の中にできるシャボン玉」「シャボン玉の中にシャボン玉を作る」などアラカルト的に実験・パフォーマンスを用意した。中でも「弾むシャボン玉」と「水中シャボン玉」は自宅でも簡単に楽しめる実験であることから、その実験用の液のレシピを現場

で紹介した。

また、大型シャボン玉を作るときの枠を工夫し、一つの枠で大きなシャボン玉の中に小型シャボン玉を入れる様子や、大きなシャボン玉に息を吹き込んで小さなシャボン玉を入れるパフォーマンスを披露した。

3. 実験の解説

各実験の内容、解説上の留意点は以下のとおりである。

①一般的なシャボン玉

最近は、家庭用洗剤で液を作り、ストロー等でシャボン玉を楽しむよりは、100 円ショップ等で販売されている市販の液と、吹き棒を利用してシャボン玉を作ることが多いようである。

吹き棒については、液を吸い込む危険性をなくすため切り欠きもあり、液を誤って飲み込んでしまうという事がないようになっている。

また、大きなシャボン玉を作るときにストローの先端をはさみで切り、広げるという事に関しては、知らなくなっている子供が多くなっているようであった。

ここでの内容は、ごく一般的なシャボン玉を作ることではあったが、たくさんのシャボン玉を作ることでショー開始のお互いの緊張感を和ませることができた。

②シャボン玉を作る枠を変える

大きなシャボン玉を作ることについて見学者に問いかけると、枠を大きくすればよいという答えが返ってくる。それではという事で、枠の形を四角や三角形に変えたらどうなるのか、についての問いもほぼ、丸いシャボン玉というのが答えである。ただし、バナナ形、星形の枠にすると小学校低学年までは、迷いはじめ、大人にとっても本当にバナナ形や星形ができないのかを何回か聞くと丸いシャボン玉ができるという自信が揺らいでいく様子も見られた。これは、科学館行っている実験だからという期待も込めて、そのようなシャボン玉が見たいという意識もあったからのようである。

③表面張力確認実験1

結局のところ、枠の形状を変えても、できあがるシャボン玉は丸、つまり球状でしかないということを確認したが、ではなぜ、丸になっていくのかの理由を説明するために、枠の真ん中に毛糸を張ったものを用意した。2－③で紹介したような実験を行った。

これもシャボン玉の表面張力を見るための古典的な実験であるが、大人の方を含め、膜がひもを引っ張るという現象を確認すると驚きの声が上がり、膜には何らかの力が働くという事を視覚的に理解したようである。

特に毛糸を水平方向になるように垂らして 2 分割された下のほうの膜を破ると毛糸が上のほうへ引っ張り上げられる様子に感嘆の声が上がる。薄膜には重力に打ち勝って毛糸を引き上げるくらいの力があるという事を見学者は視覚的に確認できた。本実験の前は毛糸を垂直方向にたらし、左右どちらかの膜を破るという実験もしているため、膜には何らかの力が働くという事は意識づけられており、鉛直方向の実験を行うことでさらにそれを確信として理解してもらうことができる。

演出的には、シャボン膜が透明であることや、毛糸自体も細いことから見学者がよく見えるよう演示者は注意を払う必要がある。今回は、ステージを照らすスポットライトの光を膜にあて、その反射光で膜が張っていることを見学者に確認してもらい、実験を行うように心がけた。

④表面張力の確認実験 2

ここまで行ってきたシャボン玉の実験は、すべて 2 次元の枠を使用しているが、本実験は立体枠にシャボン膜を張った場合の形状確認を行った。

立方体、四面体形状の枠を用意し、それを水槽のシャボン液に全体を浸し引き上げると、表面積が最小になる形でシャボン膜が張ることが確認できる。本実験もシャボン玉の実験では古典的なものであるが、見学者にとってはとても珍しい現象であり、何度か実験を繰り返し行うことでその現象が単なる偶然ではなく必然であることを認識してもらい、楽しんでもらうことができた。

シャボン玉が球状になるのは表面張力によるものであることを説明するためにこれら 2 つの実験を行ったが、これら実験が証明している表面張力が、必ずしもシャボン玉が球状になるというところまで結びつけることはできず、見学者にその理解をしてもらうためには、もう少し実験や説明を繰り出す必要はあった。

深い科学的考察へ導くような追加実験や確認実験などが用意できなかったのは力量不足を痛感した。ここからさらに表面張力の本質に迫れるような実験も考案し見学者の理解を深められる演示を行えるように努力したい。

⑤シャボン膜の色 1

本実験は、「シャボン膜のカメレオン現象」というホームページの実験、

https://kiih.jimdo.com/科学/シャボン膜のカメレオン現象/

を参考とさせていただいた。実験道具を当館のサイエンスショーとして演示者が実験しやすいように、膜を張るリングに持ち手を付けたり、リングを置く場所を天然ゴムのシートの上にするなどして、サイエンスショー会場の天井に取り付けてあるカメラで映し出せるようにし

ている。なお、使用する洗剤液は参考ホームページのままである。

今回使用したシャボン膜を張るリングは、手芸用のカバンを作る際の持ち手の部分で直径約 100 ㎜のものである。そこへ針金で持ち手を付けてシャボン液へ浸しやすいように工夫している。

⑥シャボン膜の色 2

手芸の刺繍枠にシャボン膜を張り、実験用スタンドを利用して垂直に立てる。この垂直になっているシャボン膜に斜め下方向からA3 判のトレース台の光を当て、シャボン膜で光を反射させ、その光を天井に設置してあるカメラで映し出し観察した。

図6.シャボン膜の色２　薄膜のようすの変化
左上からＺ方向で時間が経過していく様子を撮影したもの。薄膜下のほうに積層状の模様ができ、徐々に上のほうから液の状態が乱れてくる。

図7. シャボン薄膜観察のようす

シャボン膜の色 1 の実験では、シャボン膜全体が同一色に変化していくことが多い。そのためシャボン膜の色変化が起きているのかが確認しやすい。それに対してこの 2 つ目の実験は、実際にシャボン玉ができたときに、重力によってシャボン玉を作っている薄膜の膜厚が変化していくのと同じような状況を作り出せる。そのため時間をかけて観察していると膜の上下で色がどのように変化していくのかを確認でき、実際のシャボン玉がどのように色変化をしているのかが理解できる実験である。

時間経過とともにャボン膜の下部では 7 色の虹色が積層状に繰り返し現れることが観察できる。そして上部では、膜厚が薄くなることで色が見えなくなっていき透

図8. シャボン枠の工夫
枠の中に島状に小さな枠を付けた。片持ちでつけないと大きなシャボン玉の中にシャボン玉の小玉が入らない。

図9. 左側のシャボン玉の中に小さなシャボン玉が入っている。シャボン玉を見やすくするため周りを黒いプラ段ボールで囲い、演示者も黒エプロンを付けた。

明になる。実際には部屋を暗くし光を当てているが、その光が透過してしまうため、直視では黒い状態にしか見えない。

本実験は、カメラで薄膜を観察しやすくし、シャボン薄膜による光の色変化がよくわかるようにした実験である。実際のシャボン玉は、明るいところで周りの空気の動きなどにより安定して光の観察はできないことから、この実験でシャボン玉の色変化が実際に確認できることは、見学者にとって大変良い経験になったようである。

⑦いろいろなシャボン玉

ごくごく一般的なシャボン玉以外にも少し工夫をすることで、自宅で楽しめるシャボン玉がある。それらについて実験で紹介し、そのシャボン液や実験の仕方をパネルでも紹介した。実験終了後はそのパネルを見学者の多くがスマートフォンで写真撮影をしていた。

4．まとめ

今回のサイエンスショーは、誰もが知っており、きれい、面白い、はかないなど人の感情に働きかける要素が強いシャボン玉を取り上げた。単なるシャボン玉ショーであれば同じような系統のパフォーマンスを続けていってもよいし、実際そのようなプロフェッショナルもいる。

当館で行う意義としては、科学的な要素をきちんと取り込みその紹介や理解を助けることをしていくことである。幸いにして前述したようにシャボン玉は人を魅了するため、容易に演示者のほうへ注意や関心を向けてもらえる。解説は冗長にならず、簡潔にそして聞いた人の頭の中にとどまるようにし、あまり多くの不必要な情報は出さないように注意した。保育園や学校のクラブでの実験、自宅で子供と楽しむためにということで実験終了後にシャボン液の作り方や枠の作り方、そして実際にシャボン玉を作るときの注意点を熱心に聞き取りに来るなど、ショー見学後の質問者が通常のサイエンスショーよりも多かった。

今回のサイエンスショーについて実施中にアンケートを行ったので、アンケート及びその結果を以下に記す。

【アンケート内容】

サイエンスショー 「ふわふわきらきら！シャボン玉サイエンス！」 アンケート

本日は、サイエンスショーをご覧いただき、ありがとうございました。さらに楽しい実験を作り続けるために、皆さまのご意見、ご感想をお聞かせください。

1．シャボン玉のサイエンスショーはおもしろかったですか？

A．おもしろかった　B．ふつう　C．おもしろくなかった

自由記入らん

2．とくに印象に残った実験について教えてください。いくつ選んでもらっても良いです。

A．四角などのわくで作ったシャボン玉　B．表面張力の実験　C．立体わくのシャボン玉実験

D．シャボンのまくの色　E．水中シャボン玉　F．割れないシャボン玉　G．その他

自由記入らん（印象に残った理由など）

3．「表面張力」や「シャボンまく」について、科学的なことを知ることができましたか？

A．分かった　B．なんとなく分かった　C．あまり分からない　D．分からない　E．その他

自由記入らん

4．今回の実験を見て、自宅で試してみたいものはありましたか？

A．あった　B．なかった　C．分からない　D．できない　E．その他

自由記入らん　（やってみたい実験やその理由など）

5．今回の実験を見て、その他の感想やご意見がありましたら、ご記入ください。

自由記入らん　（また見たい、見にくかった、もっとすごいのを作って欲しい、等々）

6．年れい、性別など、さしつかえなければ教えてください。

年れい　　性別

5/27 まで、シャボン玉の実験をしますので、また見に来てください。 アンケートのご協力ありがとうございました。

（大阪市立科学館　小野）

【結　果】

回答

アンケート実施日

2018 年 4 月 22 日(土)･23 日(日)

年　齢	男	女
～10	20	17
11～20	2	
21～30		1
31～40		6
41～	1	1
計	23	25

上記分類 48 名以外にも、年齢など記載されていないものが 7 枚あり、アンケート総数としては、55 枚を有効回答数とした。

	A. 面白かった	B. ふつう	C.面白くなかった		
Q1. 面白いか否か	51 (92.7%)	3	1		
	A. いろいろな枠	B.表面張力	C.立体枠	D.膜の色	E.水中シャボン玉
Q2. 印象に残った実験	6	13	16	12	15
	F.割れないシャボン玉	G.その他			
	29	5			
	A. 分かった	B.なんとなく	C.あまり分からない	D.分からない	E.その他
Q3. 科学的なことは？	34 (65.4%)	13	3	2	
	A. あった	B.なかった	C.わからない	D.できない	E.その他
Q4. 自宅でしたい実験	41 (89.1%)			4	1

アンケート有効数 N=55

概ねショーとして面白いという評価をいただき、科学的なことについても 65%の人が分かったと回答しており、なんとなく分かったという回答者も含めると 85%の方々に科学的な内容についても紹介することができたようである。
自由記述の回答についても主なものを紹介する。

Q5.その他意見
・さわらせてほしかった
・シャボン玉が雲近くにいけるようにしたい
・割れないの子どもが好きそう
・子どもがかぶりつきで見ていました
・割れないシャボン玉と中に小さいものを作る(実験をしたい)
・子どもを連れてまた来たい。ありがとうございました
・子どもがとても興味を持っていたし、簡単そうなので(実験したい)
・人が入れる大きさのを作ってほしい。屋外で観客も一緒にできるとなお良い
・また見たい(複数)
・割れないシャボン玉(実験したい)(複数)
・もっとすごいものが見たい(複数)
・ガムシロップを入れて割れないシャボン玉をつくりたい
・楽しかったよ、また来るね 他、また来る(複数)
・シャボン玉の中に小玉が入っていてとてもおもしろい
・たくさんのシャボン玉、また見たい
・やってみたかった
・いっぱい楽しかった
・たからばこをやりたい(シャボン玉inシャボン玉)
・いっぱい工夫すると、とてもたのしいな
・ハンガーで作ってみたい
・興味深かった
・今のクオリティーを維持して頂ければ十分と思います
・もっと詳しく知りたい
・先生のしゃべり(印象に残ったもの)
・全部面白い
・大阪の子供は反応がおもしろい。かけあいがたのしい

以下にシャボン玉液作成の仕様も掲載しておく。

2018年3月1日～5月27日 サイエンスショー 「ふわふわ、キラキラ！シャボン玉サイエンス」
◆各実験で使用しているシャボン玉用液について
・今回使用している洗剤は、キュキュット(界面活性剤濃度 37%)です。
・実験によって、少しずつ配合を変えております。液間でのコンタミのないよう、ご注意ください。
・小野が対応できない場合、この分量で作成をお願いします。お湯を使うPVAやグリセリンが早く溶けます。

(1)大きなシャボン玉を作る液 →1回で約6リットル作ります。

名称	水	洗剤(37%時)	PVA	グリセリン
分量(ml)	1500	167	300	100
比率	15	約1.7	3	1

上記1回で約2リットルです。これを3回作成し混ぜています。 この液の界面活性剤の濃度は約3%で、市販のおもちゃシャボン玉液とほぼ同じになります。

(2)表面張力を見るシャボン玉液 【ヒモの移動用】2～4リットル作ります。

名称	水	洗剤(37%時)	グリセリン
分量(ml)	2000	60	25
比率	80	2.4	1

界面活性剤の濃度は、1.064…約1.1%

(3)表面張力を見るシャボン玉液 【立体枠用】下記濃度で水槽一杯作ります。約19リットル。

名称	水	洗剤(37%時)	グリセリン
分量(ml)	2000	120	50
比率	40	2.4	1

界面活性剤の濃度は約2%
なお、液量が減った場合は、上記濃度の液を継ぎ足して使用するようします。
②、③の表面張力の実験では、PVAを入れると液が重くなり、乾燥後の膜が邪魔なので、使用しません。

(4)シャボン膜の干渉光(水平面での観察)
・タッパーには、ビオレ泡の出る洗剤の原液が入っています。
・滴下する液は、チャーミーVを10mlに水を90ml加えたものです。

(5)シャボン膜の干渉光用シャボン液(垂直面での観察)　3リットル準備

名称	水	洗剤(37%時)
分量(ml)	2750	250
比率	11	1

界面活性剤の濃度は、約1.1　%

(6)水中シャボン玉

コップ1杯(約180～200ml)に、今回使用した洗剤キュキュットを5～6滴入れて作った液です。液の濃度はそれほど厳密でなくともできます。

(7)弾むシャボン玉

市販の3%シャボン液に100mlに、ガムシロップ25mlでできる。
今回の洗剤、キュキュットの場合、40mlに水を460ml加えて500mlとし、そこへグリセリン
25ml加えたものを用意しています。

洗剤の原液を変えた場合の仕様

2018.3.16　小野

ジョイでのシャボン玉液の作り方

【分　量】
・ジョイ　200ml
・PVA　750ml（1本）
・水　1600ml

作り方
①水1600mlにPVAを750ml混ぜて溶かします。
②その後、ジョイを200ml加えて、あまり泡立てないように混ぜます。
③ジョイを計量するときの容器に残っている洗剤分を、1600mlの水の一部を
使って混ぜてもらって構いません。

その他、シャボン玉のでき具合や、湿度の状況を見て、グリセリンもしくは、ガムシロップを 50～100ml 加える。

このレシピでは、液量が多いですが、少量で作る場合は同じ程度の比率で作ってもらえれば結構です。