

# 水面のふしぎな力 ～手作り天びんを使った表面張力の研究～

つくば市立竹園東小学校

3年 高木 順生

## 1. 研究の動機と目的

ぼくは宇宙が大好きで、将来は宇宙飛行士になりたいと思っている。宇宙からのテレビ中継を見たときに、水が丸い球のような形をしてフワフワ浮いていた。どうして水が広がらずに丸い球のような形になっているのか不思議に思い調べてみたところ、“表面張力”という力によるものであると知った。表面張力の原理について調べたところ、「液体は分子という小さなつぶが集まってできている。液体の表面にある分子はおたがいに引っ張り合って小さくまとまろうとする性質を持っている。このようにできるだけ表面積を小さくしようとするはたらきを表面張力という。」とあった。表面張力という力が存在することは分かったが、どのような力なのか自分で実験して調べることにした。身近にあるものを使って表面張力を測定する仕組みを作り、水や色々な液体について表面張力のちがいを調べる。

## 2. 表面張力の測定方法

自作した天びん、水、容器を用意し、プラスチック板のサイズに合わせて天びんがつりあうようにプラスチックコップの重さを調整した。容器に水を入れ、プラスチック板が水面につくように調整した後、プラスチックコップにスポイトで少しずつ水を入れていき、プラスチック板が水面からはなれた時のコップの重さをはかりで測定した。水面からはなれた時のコップの重さから、水を入れる前のコップの重さを差し引いたものを表面張力の測定値として求めた。

## 3. 結果と考察

### 3.1 1円玉と表面張力

容器に水を入れ、水の表面にそっと1円玉をのせたところ、1円玉を水平になるように水面に置くと浮かんだ。ところが、たてやななめに置くと何回試しても1円玉は水の中にしずんでしまった。1円玉が浮かんでいるとき、1円玉のまわりの部分が水面から少しへこんでいた。1円玉が水面にのることで水面にくぼみができて水の表面の大きさが大きくなる。水面を元にもどそうとする力、つまり表面張力がはたらき1円玉を押し上げようとするので1円玉は水面に浮かぶことができたと考えられる。



図1 1円玉にかかる表面張力

### 3.2 表面張力のはたらき

1円玉を3枚重ねて接着剤でくっつけたものと、1円玉をとなり同士に3枚接着剤でくっつけたものを用意し、水平になるように水面にのせた結果をまとめる。それぞれ3回ずつ行った。

表1 水面に1円玉を浮かべた結果

	1回目	2回目	3回目
1円玉を3枚重ねてくっつけたもの	しずんだ	しずんだ	しずんだ
1円玉を3枚となり同士くっつけたもの	浮いた	浮いた	浮いた



図2 1円玉をくっつけたものを浮かべた様子

同じ重さである3枚分の1円玉であっても水面に接している面積が変わることで浮いたりしずんだりすることが分かった。接する液面の大きさが大きいほど、かかる表面張力が大きくなり、より重いものを浮かべることができたと考えられる。

### 3.3 天びんの作成

表面張力のちがいについてくわしく調べるために 100 円ショップや身近にある材料で天びんを自作した。ねん着フック、目玉クリップ、たこ糸、プラスチック下じき、ぼう（さいばし）、プラスチックコップ、スポイト、容器、ペットボトル、はかり、水を用意した。ぼうの中心付近で左右が水平にバランスのとれる位置を目玉クリップではさみ、ペットボトルに固定したフックにぶら下げた。ぼうの左右のはしにプラスチック板とプラスチックコップをぶら下げた。プラスチックコップにスポイトで少しずつ水を入れていくと、あるところでプラスチック板が水面から離れ、天びんが大きく傾いた。このときコップの中に入っている水の重さをはかりで測定した。これを何度か同じことをくり返してみたところ、コップの中に入っていた水の重さは値が近いことが確認できた。これにより、プラスチック板が水面からはなれるのに必要な力の大きさ、つまり表面張力の大きさを測定できる天びんが完成した。この研究では天びんのプラスチック板が液面から離れるときのプラスチックコップの中の水の重さを表面張力とする。

また、一辺の長さが 3cm, 4cm, 5cm, 6cm, 7cm の正方形の板をプラスチック下じきから切り取り、1cm 間かくでたて横に線を引き、できたマス目の数を数えて液面の大きさとした。それぞれのプラスチック板をぶら下げたときに天びんが釣りあうようにプラスチックコップ側の重さを調整した（このとき天びんの中心や物をぶら下げる位置は変えない）。目玉クリップの位置や、ぼうの左右にぶら下げている物の位置を変えると、天びんの左右のバランスが変わり、ぼうのかたむきが変わってしまうことが分かった。このため、目玉クリップの位置やぶら下げる物の位置はこの実験を通して変えないようにした。



図 3 自作した天びん

### 3.4 液面と表面張力の関係

これまでの実験から、接する液面が大きいほど、表面張力が大きくなることが分かっている。その関係を詳しく調べるために、色々なサイズのプラスチック板を使って表面張力の変化を実験した。1 辺 3cm, 4cm, 5cm, 6cm, 7cm のプラスチック板について自作した天びんを用いて水面での表面張力を測定した。それぞれのサイズのプラスチック板について表面張力を 3 回ずつ測定して平均値を求めた。

表 2 接する液面の大きさと表面張力

プラスチック板	接する液面の大きさ	表面張力の平均値
3cmの正方形	9マス	4.7 g
4cmの正方形	16マス	7.9 g
5cmの正方形	25マス	11.8 g
6cmの正方形	36マス	17.2 g
7cmの正方形	49マス	25.5 g

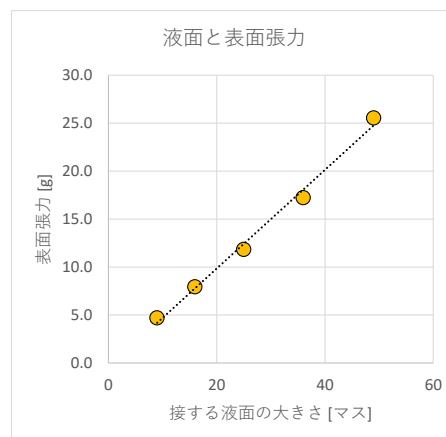


図 2 液面と表面張力の関係

先の実験で確認したように、接する液面の大きさが表面張力に関係していることが確認された。また、表面張力は接する液面の大きさに応じて直線的に大きくなることが分かった。つまり接する液面の大きさが 2 倍になれば、そこにかかる表面張力も 2 倍になるという関係である。

### 3.5 水の温度と表面張力の関係

水の表面張力についてくわしく調べるため、水の温度を変えたときに表面張力に変化が起こるのか実験した。10 度、20 度、30 度、40 度、50 度、60 度の水を用意し、1 辺 6cm のプラスチック板と自作した天びんを用いて水面での表面張力を測定した。それぞれの温度について 3 回ずつ表面張力を測定して平均値を求めた。

表 3 水の温度と表面張力の関係

水の温度	表面張力の平均値
10度	18.6 g
20度	17.8 g
30度	16.5 g
40度	15.4 g
50度	14.8 g
60度	プラスチック板が曲がってしまい測定できなかった

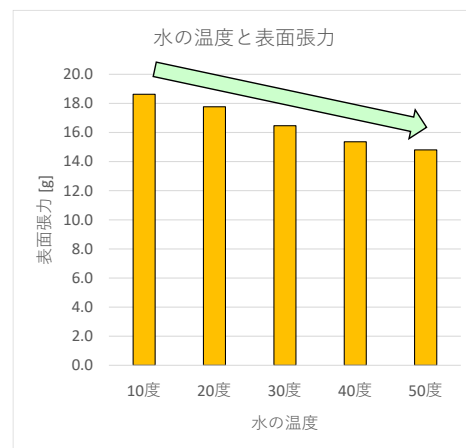


図 4 水の温度と表面張力の関係

水の温度が表面張力に関係していることが確認された。また、水の温度が高くなるにつれ、表面張力はどんどん小さくなることが分かった。これは温度が高いときには、水をつぶの動きが活発になり、おたがいに引っ張り合う力が弱くなったため、表面張力が小さくなったと考えられる。

### 3.6 色々な液体の表面張力

これまでの実験では、水についての表面張力の色々なちがいを実験した。そこで水以外の液体では表面張力が水と比べて大きいのか小さいのか実験して調べた。水、100%オレンジジュース、清酒、牛乳、洗剤（水に 1 てき洗剤を加えたもの）、油を用意し、1 辺 6cm のプラスチック板と自作した天びんを用いて液面での表面張力を測定した。それぞれの液体について 3 回ずつ表面張力を測定して平均値を求めた。前の実験結果から温度が表面張力に関係することが分かったので、ジュースや牛乳など実験に使う前に冷蔵庫から出しておいた。

表 4 色々な液体の表面張力

液体	表面張力の平均値
水	16.4 g
オレンジジュース	15.5 g
清酒	14.8 g
牛乳	14.4 g
洗剤	12.9 g
油	12.1 g

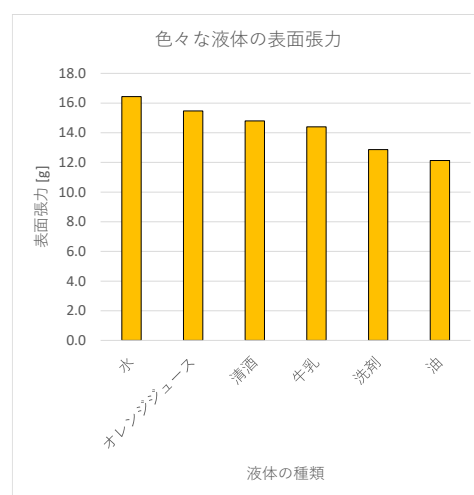


図 5 色々な液体の表面張力

液体の種類によって表面張力の大きさがちがうことが分かった。表面張力は水が一番大きく、調べたものの中では水> オレンジジュース> 清酒> 牛乳> 洗剤> 油という順番であることが分かった。ちがう種類の油や、洗剤をもっとたくさん加えると表面張力をもっと小さくすることができるのか新たに疑問に思ったので、洗剤について詳しく実験した。

### 3.7 洗剤と表面張力の関係

前の実験から、洗剤を水に加えたとき表面張力は小さくなることが分かった。そこで洗剤を加える量を増やしていったとき、表面張力がどのように変化するか調べた。

洗剤をスポイトで 1 てきずつ加えていった水を用意し、1 辺 6cm のプラスチック板と自作した天びんを用いて液面での表面張力を測定した。洗剤を加えた水それぞれについて 3 回ずつ表面張力を測定して平均値を求めた。

表 5 洗剤と表面張力の関係

洗剤を加えた量	表面張力の平均値
0 てき	17.6 g
1 てき	13.0 g
10 てき	11.4 g
20 てき	10.3 g
30 てき	10.4 g

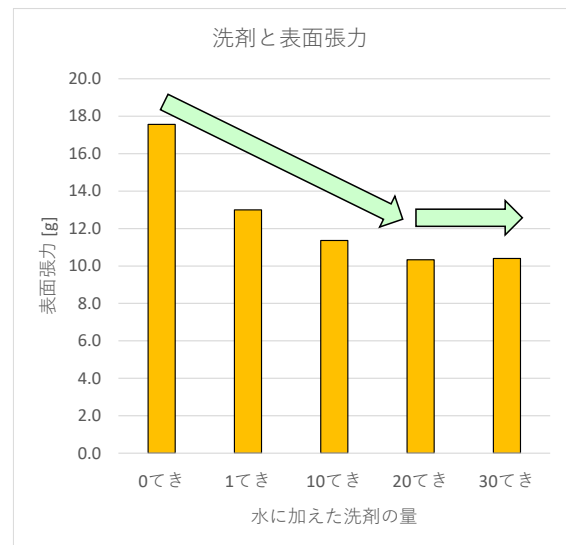


図 6 洗剤と表面張力の関係

洗剤の量が多くなるにつれ、表面張力は小さくなることが分かった。また、洗剤を 1 てき加えるだけで、表面張力が大きく下がるということが分かった。20 てきまでは洗剤を加えるごとに表面張力が小さくなったが、それ以上洗剤を加えてもあまり表面張力の大きさは変わらなかった

### 4. 研究のまとめ

表面張力とは水の表面の大きさをなるべく小さくしようとしてはたらく力のことであり、一番表面の大きさが小さくなるのは球形をしているときである。そのため宇宙空間で水は球のように丸い形をして浮かんでいるということが分かった。1 円玉が水に浮く現象は前から知っていたが、その仕組みが表面張力によるものだということは研究を通して初めて知った。また、その表面張力も接している液面の大きさや、水の温度、さらには色々な液体でちがうということが実験して分かった。

表面張力のちがいを調べるだけでなく、100 円ショップや身近にあるものだけで表面張力を測定する天びんを自分で作って調べることができた。色々な液体の表面張力を比べたところ、水の表面張力が一番大きいという結果が意外だった。水より大きな表面張力をもつ液体がないのだろうかと新たに疑問に思ったので、機会があれば研究してみたい。