ガリレオ温度計をつくろう

加納 泰平 ・ 種田 将嗣

みなさんは容器の中にある物体のうきしずみを見るだけでおよその温度が分かる「ガリレオ温度計」を知っていますか？この実験では私たちの身近にあるものを使って、実際にガリレオ温度計を作ってみましょう。

用意するもの

・500mL ペットボトル　・水さい絵の具　・（魚の形をした）しょう油入れ
・結束バンド　・クリップ　・タコ糸　・水　・ベビーオイル　・氷
・お湯　・平底ボウル　・温度計（2 つ）

実験の手順

① 500mL ペットボトルに約400mL のベビーオイルを入れます。

② 17°C の水を入れた平底ボウルに①でベビーオイルを入れたペットボトルを立てます。この時、ペットボトルの中のベビーオイルの温度が17°C になっているか、温度計で確認しておきましょう。（水に使う温度計とベビーオイルに使う温度計はそれぞれ別にしておきましょう。**ベビーオイルに水を混ぜてはいけません**。）温度がずれているときは、平底ボウルにお湯や氷を入れることで調節してください。

③ しょう油入れに水さい絵の具で色を付けた水を容量いっぱいになるまで入れます。

④ タコ糸をしょう油入れに取り付け（図1）、ペットボトルの中にしょう油入れを入れます。

図1. タコ糸の取り付け位置

⑤ しょう油入れの中の水の量を変えてしょう油入れがペットボトルの真ん中にうかぶように調節します。それでもうかんでしまう場合はしょう油入れに結束バンドとクリップを付けることで調節しましょう（図2）。

図2. 結束バンドとクリップの取り付け位置

⑥ 20、23、26、29°C の平底ボウルの中でも②から⑤の実験を行い、五種類のしょう油入れを作ります。このとき、**しょう油入れに入れる水の色を温度ごとに変えておきましょう**。どの色がどの温度で実験したものか、きちんと記録しておきましょう。

⑦ 作ったしょう油入れをペットボトルに入れて完成です。温度によって、どのしょう油入れがういていて、どのしょう油入れがしずんでいるかを観察してみましょう。

図3. 完成したガリレオ温度計（青：17°C、むらさき：20°C、赤：23°C、緑：26°C、黄：29°C）

解説

小学校の理科（四年）で、ものの温まり方を学びます。その中で、水や空気は温まると上に登っていくということを学びます。では、どうして温かくなった水や空気は上に登っていくのでしょうか？

例えば木片は水にうきますね。鉄だとしずんでしまいます。同じ体積の水と木片と鉄の重さを比べると、どのようになっているでしょうか？体積が1cm^3 の水は1gです。これが、体積が1cm^3 の木片だとおよそ0.5gになります。このように同じ体積で比べた時に、軽いものが上に登る性質があるので、木片は水にうくのです。体積が1cm^3 の鉄の重さは7.9gもあります。同じ体積の水よりも重たいので、鉄は水にしずむのです。このように**「同じ体積で比べた時の重さ」が、もののうきしずみではとても大切になります**。

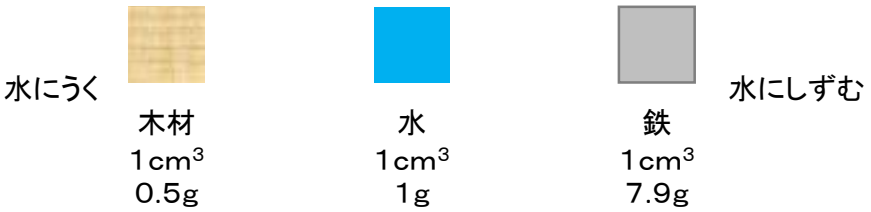

図 4. 同じ体積の木片と水と鉄の重さ

では、どうして温められた水は上に登るのでしょうか。水や空気は、温められると少しだけ体積が大きくなります。水を例にして図5にこの様子を書いていますが、これから考えることをわかりやすくするために、図5では体積が大きくなる様子をわざと大げさに書いています。体積が大きくなっても、もとの水の重さは同じですね。となると、温められて体積が大きくなった水では、温められる前の水と同じ体積の重さは、点線で囲まれた外の部分の重さだけ軽くなっているはずです。同じ体積では、温められた水のほうが軽いということになりますので、温められた水は上に登っていくことになりますね。

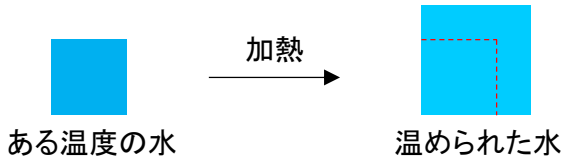

図 5. 水を温めた時の体積の変わり方

この実験では、ベビーオイルという液体をペットボトルに入れています。この**ベビーオイルというものは、水と比べて体積が変わりやすいという性質があります**。ある温度でおもりを付けたしょう油入れの全体の体積と重さと、同じ温度のベビーオイルの体積と重さの関係が同じになると、しょうゆ入れはうきしずみしなくなります。そこから温度が上がれば、同じ体積のベビーオイルは軽くなるので、しょう油入れはしずんでいきます。逆に温度が下がれば、同じ体積のベビーオイルの重さは重たくなるので、しょう油入れはうきあがるのです。

図6. ベビーオイルの体積の変化と重さの関係

重さを体積で割った値は「密度」といいます。小学校で習うこともあるかもしれませんが、中学校に入ったらきちんと学びます。「ガリレオ」という人は16世紀ごろに活やくしたイタリアの科学者で、温度と密度について研究を行っていました。なので、この実験で作ったような温度計は「ガリレオ温度計」と呼ばれるようです。

謝辞:本実験書は JSPS科研費 JP21K02520 の助成を受けたものです。