

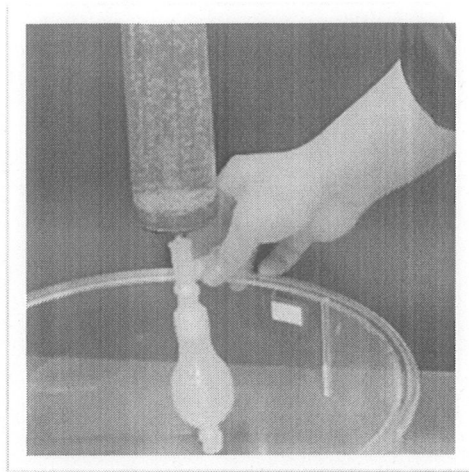


図1 空気の泡を作る装置

4. 方法

私たちは仮説を検証するために、次のとおり実験を行った。

① 2つの実験用スタンドを使用し、1台にアクリルパイプ（図2・左）、もう1台にビデオ機能を作動させたスマートフォンをセットした。

② 純水 500ml から炭酸水メーカーを用いて炭酸水を作った。

③ 底から空気を出す装置の安全ピペットの真ん中のゴム球を気体で満たし、栓をして、アクリルパイプに取り付けた。

④ 炭酸水の温度を計測した後、炭酸水をアクリルパイプに注いだ（図2・右）。対流の影響を考慮し、注ぎ始めてから30秒後^{*3}に真ん中のゴム球をゆっくり押して気体を注入した。この際手の力ではなく、浮力のみの力で気泡が上昇し始めるように力を調節した。

⑤ ①～④の方法で空気とCO₂の気泡について調べた。得られた動画のデータをKinoveaという動作分析ソフトウェアで追跡し、映像を解析した。

^{*3}予備実験により、炭酸水を注いでから30秒後には対流がほとんど起こらないことが確認できた。

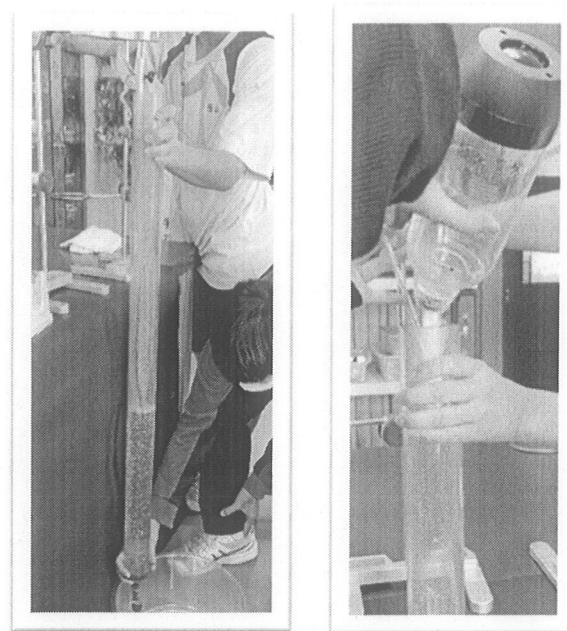


図2 実験装置（左）炭酸水を入れる様子（右）

5. 実験結果

炭酸水中にCO₂を導入させた結果と大気中の空気を導入させ、速さを限定した結果を図3、図4に示す。それぞれ試行回数は、CO₂6回、空気6回であった。両者进行比较するために、一例ずつの結果を重ねたものを図3に示す。

また、気泡が上昇する速さの平均値CO₂と空気で同等の結果であったのに対して、気泡が上昇する速さの分散はCO₂が空気より大きいという図3の傾向と同じ結果となった。このことは、CO₂の気泡が、空気の気泡より上昇する速さの変化が大きい事を示す。

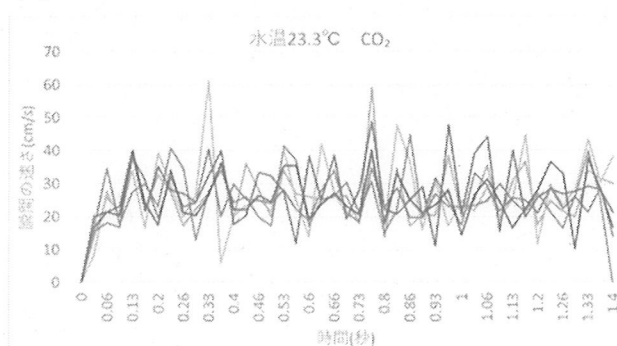


図3. 経過時間と気泡の速さ（CO₂）

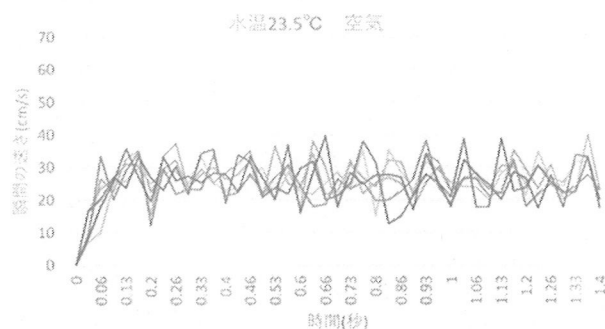


図4. 経過時間と気泡の速さ（空気）

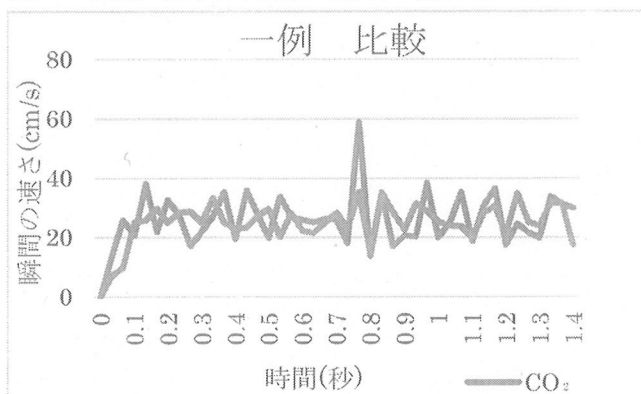


図5. 経過時間と気泡の速さ（CO₂と空気の比較）

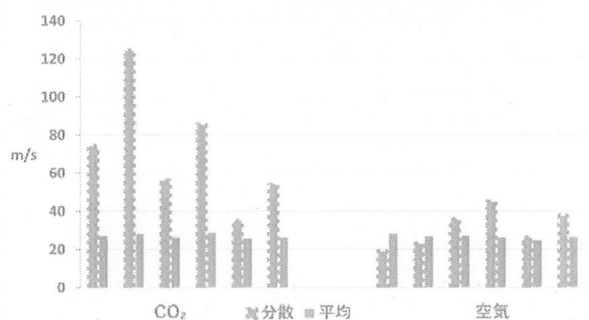


図6. CO₂（左）と空気（右）の分散と平均の比較

6. 考察

結果より、CO₂の気泡の方が瞬間の速さにばらつきがあることが示された。今回の実験は一方向から撮影されたデータであるため、瞬間の速さが大きい時は動画上横方向に気泡が動いている時であり、速さが小さい時は、奥行きの中で動いている時であると考えられる。そのように仮定すると、瞬間の速さのバラつきの大きいCO₂はらせん運動をしながら上昇しているためであると考えられる。

そのような動きの違いが生じた要因として水溶性が空気よりCO₂の方が大きいことがあげられる。CO₂はより多くの気泡が炭酸水に溶けてしまう。その上で炭酸水中のCO₂と合体するということが起こっていると仮定すると、CO₂の方が気泡の形が不安定で変化しやすいのではないかと考えられる。球状の気泡は直線的に、球状でないものはらせん状に上昇するということがわかっている。（※1）したがってCO₂の水溶性がらせんの半径が大きさに影響していると考えられる。

これらのことにより、気泡の形が崩れやすい条件となることで気泡の気体の種類によってらせんの動きが変化することが示された。

7. 今後の課題

今回の実験では使用できる器具の大きさに制限があったので、データの違いがあまり見られなかった。そのため、容器をより大きいものにすることでその差をより明確にできると気泡の動きの変化が顕著に現れると考えた。

また、カメラを1台のみの使用であり、1方向からのデータしか得られなかったので、カメラを2台使用し、立体的に気泡の動きを追跡できるようにすることでより詳細に解析できると今回の実験での不明な点がわかるかもしれない。

8. 参考文献

※1 物理チャレンジ2006, 水の泡は一定速度で上昇するのに

(<https://www.youtube.com/watch?v=D IqimUXUNHY>)

※2 山本芳太郎, 1969, 種々の液体中を上昇する気泡の挙動に関する研究, 東北大学機関リポジトリ

(<https://tohoku.repo.nii.ac.jp/>)

回って昇る炭酸水の泡

北海道札幌啓成高等学校 理数科 6 班

加賀谷凜 石田凜 陰山順平 大島進之介

We focused on the fact that the movement of bubbles rising in carbonated water has a spiral motion, and conducted a study on "how and under what conditions bubbles rise in carbonated water". We used different types of gases and took them into carbonated water. And then we tracked the state of the bubbles with motion analysis software called Kinovea. Eventually, we took the data by quantifying the images, and got the data. We made some graphs and considered them.

1. はじめに

私たちは炭酸水中で人為的に発生させた気泡が、炭酸を含まない水中とは異なり、らせん状に上昇することに気づいた。そこで、私たちはその気泡の動きの違いが生じる原因や条件に興味をもった。

インターネットでは炭酸水中の気泡に関する事例が紹介されている。そこでは、炭酸水中の気泡は過飽和した二酸化炭素が合体して体積が大きくなること、その際に完全な球の形が崩れることで浮力が不均一に働き、その結果として気泡がらせん運動するということが示されている。しかし、その気泡内の気体の種類については言及されていない。

そこで本研究は、炭酸水中を上昇する気泡内の気体の種類の違いによって、気泡の挙動が変化するかを調べることを目的とした。先行研究では、自然に炭酸水中から発生する気泡 (CO_2) の観察を行っていたこともあり、気泡の種類は空気と CO_2 の 2 種について比較することとした。

2. 仮説

空気と CO_2 の密度を比較すると、 CO_2 の方がその値は大きいので炭酸水中を上昇す

る際に安定し、炭酸水から受ける抵抗は少ないと考えられる。気体の質量の差は浮力に比べて小さいため、 CO_2 の気泡のほうが、より直線的に炭酸水中を上昇すると考えた。

また、気泡は空気と CO_2 で同じ装置を使用して発生させたため、体積は等しく、得られる浮力も等しい。そのため、平均の速さに違いは見られないと考えた。

3. 実験準備

まず私たちは同じ条件のもと実験を行うため、以下のものを用意した。

- ・純水
- ・炭酸水メーカー*¹
- ・アクリルパイプ (内径 52mm, 全長約 1 m)
- ・底から空気を出す装置*²
- ・温度計
- ・二酸化炭素ガスボンベ
- ・実験用スタンド

*¹ soda stream GENESIS v31 を使用した。

*² この装置はお風呂の栓に穴を空け、安全ピペットを取り付けたガラス棒を通して作成した (図 1)。