

ムペンバ効果の起こる条件とその再現性 ～対流はムペンバ効果に影響するのか～

岸和田高校 ムペンバ班

研究背景・動機

・ムペンバ効果という現象が目にとまった。

<ムペンバ効果>

特定の条件下では低温よりも高温の水のほうが早く凍るという現象。どのような条件下で起こるのかははっきりとは解明されていない。

→世界中の科学者が挑戦しているこの不思議な現象に挑戦して少しでも解明したい。

研究目的

ムペンバ効果と「温度のムラ」との関係を調べる。そのために対流に注目して実験をする。

※注意

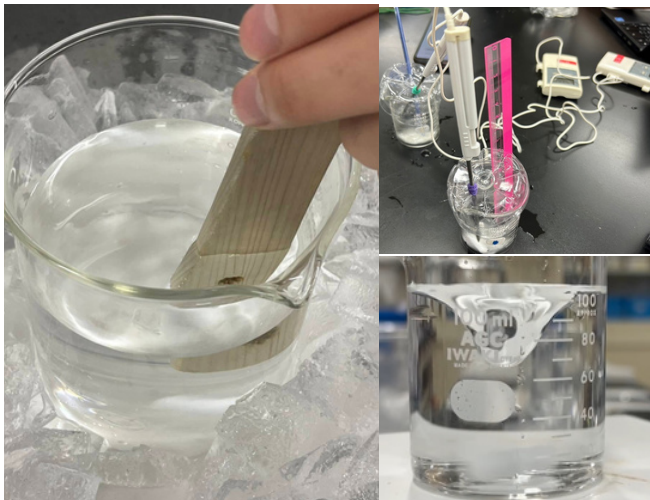
まずは水が早く冷える条件を調べるために温度を揃えて実験をする。その後、温度を変えて本来のムペンバ効果について実験する。

仮説

対流が影響し、対流により温度のムラをなくした水 (A)と対流がなく温度のムラがある水 (B)では、対流により温度のムラをなくした水 (A)が先に0℃に達する。

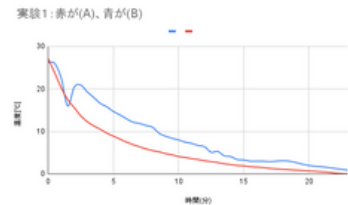
研究手法

- ①水道水に超音波を当てる。
- ②100mlビーカーに①の水を60ml入れる。
- ③(A)には攪拌子を入れて回転させ、直定規を水流に対して垂直に入れる。
- ④(B)にも対照実験のため、直定規を入れる。
- ⑤これら(A)(B)を、寒剤を入れた大きな1つの氷浴に入れ、30秒ごとにそれぞれの周縁部の温度を記録する。
- ⑥どちらかが0度になった時点で実験を終了する。



研究結果

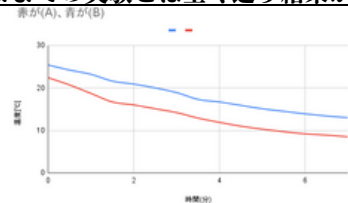
5回の実験では5回とも対流により温度のムラをなくした水 (A)のほうが先に0度に達した。



しかし、(B)のビーカーは実験中わずかに振動しており、その振動によって温度変化になにかしら影響を与えてしまっているのではないかと考え以下の実験を行った。

先ほどの実験を2つの氷浴を用意し、それぞれに1つずつビーカーを入れ実験したらどうか。

この実験より以下の結果を得た
図より、グラフはほぼ等しい温度変化によって下降していき、いままでの実験とは全く違う結果が得られた。



考察

- ・最初の実験とあとの実験でグラフの傾きを比較
→ (A)の傾きは変わっていない
- ・最初の実験では (B)の冷える速度が遅くなっただけで、(A)のほうが特別速く冷えたとは言えないのでは？
- ・最初とあとの実験での違いを考えたところ、最初の実験では、(B)に(A)を攪拌した際のわずかな振動が伝わったことで冷える速度が遅くなったのではと推測した。
- ・ただし(A)のビーカー自身も攪拌によって振動しておりその点も考慮してより深く考察していく必要がある。

今後の展望

- ・実験回数を増やして後者の実験結果が偶然でないことを確かめ、原因の考察を深める。
- ・実際に異なる温度で実験して、ムペンバ効果が起こるか確かめる。

参考文献

・宇和島東高等学校 (2017) .「流体の運動とムペンバ効果の関係性」 <https://uwajimahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/h292nen06.pdf>

・宇和島東高等学校 年代不詳 .「振動とムペンバ効果」 <https://uwajimahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/h302nen05.pdf>

・宇和島東高等学校 年代不詳 .「ムペンバ効果と溶解酸素量」 . <https://uwajimahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/h302nen04.pdf>

・Avinash Kumar&John Bechohofer (2020年8月5日) . Exponentially faster cooling in a colloidal system. Nature. Vol584. 64-68. <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2560-x>