

水の冷却プロセス

2638 山田颯一郎 2602 市川允英 2615 関谷晟

要旨

ムペンバ効果（熱水のほうが冷水よりも早く凍るとい物理学上の主張）を再現するために実験を行った。温度の異なる水をプラスチックカップに入れ、冷凍庫を用いて凍らせた。なお、ムペンバ効果は1度再現に成功した。再現度の低い実験なので、再現度を高めるため、日々実験を繰り返している。

1. 目的

0℃以前の温度逆転が最も起こりやすい温度を見つける。

2. 仮説

30℃と10℃で再現できると考える。なお30℃は夏場における常温、10℃は冷蔵庫から取り出した水の温度を想定している。

凍結の定義

目視による判断が難しいため、0℃になったタイミングを凍ったと定義する。

3. 研究・実験

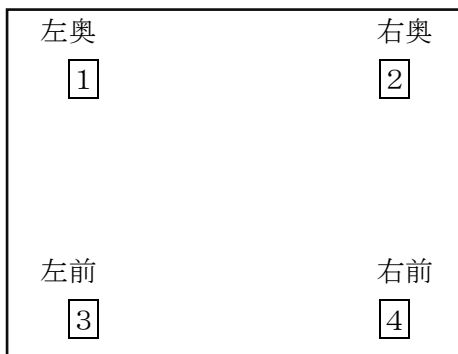
事前実験①

目的

冷凍庫内で冷却時間（冷え方）に違いはあるのか確認する。

実験

(1) 冷凍庫内に下図のようにカップを配置する



(冷凍庫内を上から見た図、□はカップを置く位置を表し、1~4の番号を振る。)

(2) 常温の水 50ml を凍らせる。

結果

約20分後4が凍った。約30分後2,1が凍った。3は、40分たっても凍らなかった。2,1の冷却時間に大きな差は、見られなかった。

よって、凍る順番は、4→2→1→3であった。

考察

冷凍庫の場所によって凍り方に違いがある。奥の1,2に大きな差はなかったが、扉側の3,4は冷却時間に大きな差があった。

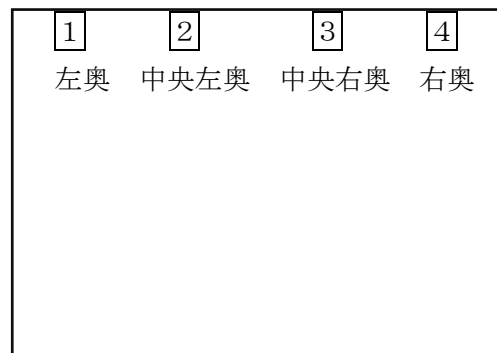
事前実験②

目的

事前実験①から、冷凍庫の場所によって冷却時間に差があることが分かった。その中で、差がほとんどなかった奥で本当に差が小さいのかを確かめる。

実験

(1) 冷凍庫内に下図のようにカップを配置する。



(冷凍庫内を上から見た図、□はカップを置く位置を表し、1~4の番号を振る。)

(2) 常温の水 50ml を凍らせる。

結果

約20分後2,3が凍った。その後、1,4の順に凍

った。2, 3 の冷却時間に大きな差はなかった。

考察

冷凍庫の奥では、中央 2 つで差は見られなかった。

結論

事前実験①, ②から本実験は冷凍庫の中央奥を使用する。

事前実験③

目的

50ml の水 (40°C) を冷凍庫を用いて凍らせ、凍る時間を確認する。

実験

ビーカーに 40°C の水 50ml を入れ冷凍庫中央奥に置く、凍るまでの時間を 3 回計測する。

結果

凍るまでの時間

1 回目 約 1200 秒

2 回目 約 1300 秒

3 回目 約 1300 秒

考察

1300 秒あれば凍ることが分かったので、本実験では、2000 秒間、測定することとする。

本実験

- (1) 温度の異なる水を用意する。
温度センサーが、正確に温度を読み取れるよう水量は 50ml とする。
- (2) 冷凍庫を用いて凍らせる。
実験中のビーカーが破損する恐れがあるため、プラスチックカップを用いる。
- (3) 温度センサーと計測用ソフトを用い、温度変化をコンピュータで記録する。
- (4) 計測は、毎秒ごと 2000 秒間行う。

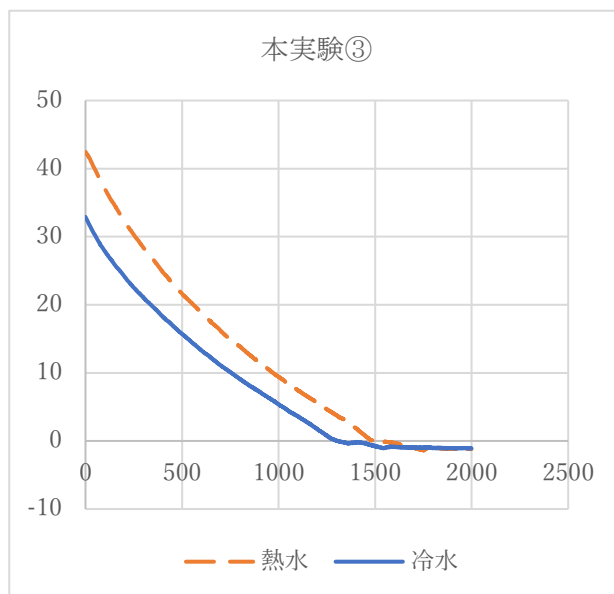
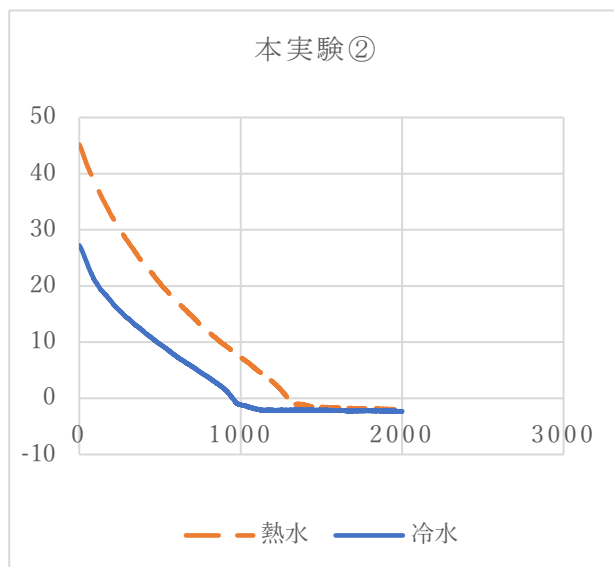
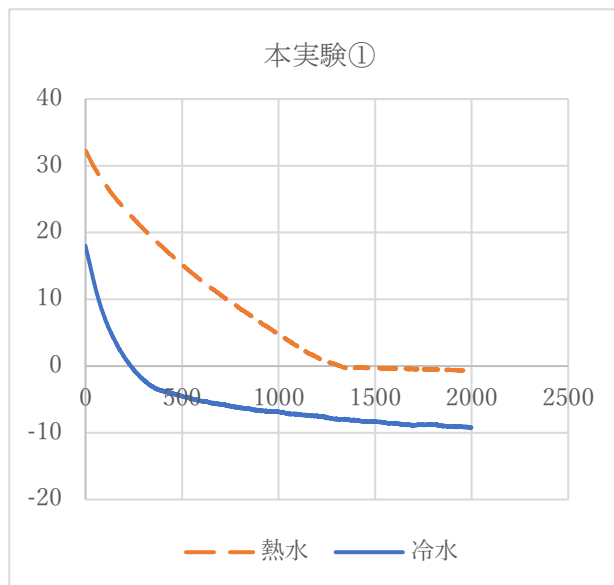
実験器具

水、プラスチックカップ、冷凍庫

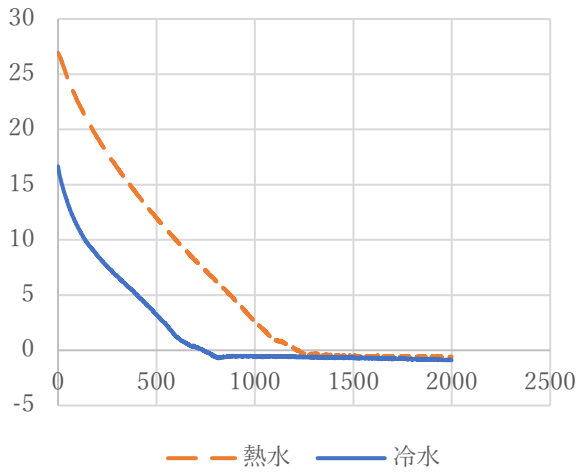
温度センサー→温度変化を測定

パソコン→温度変化のグラフ作成

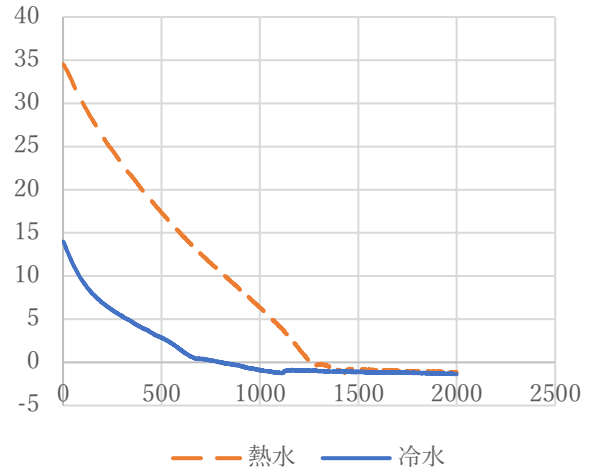
結果



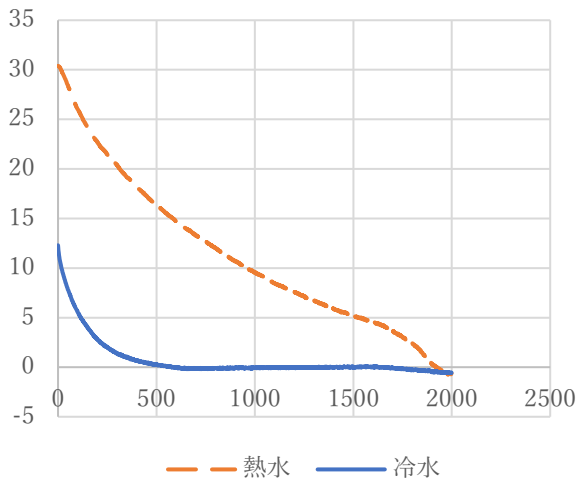
本実験④



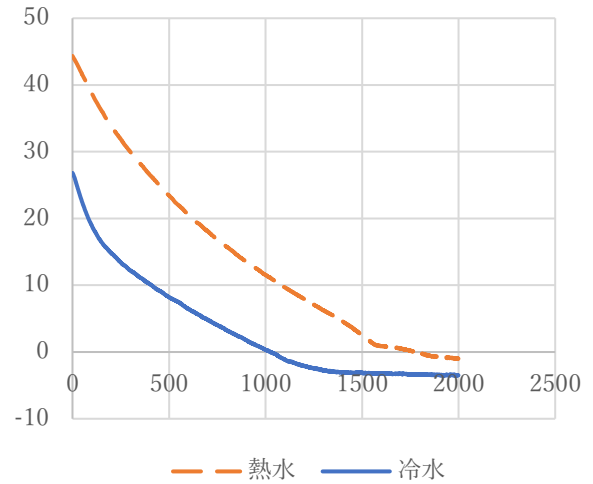
本実験⑦



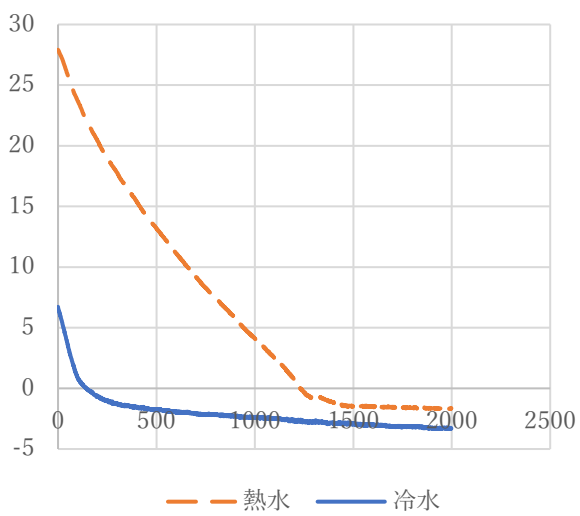
本実験⑤



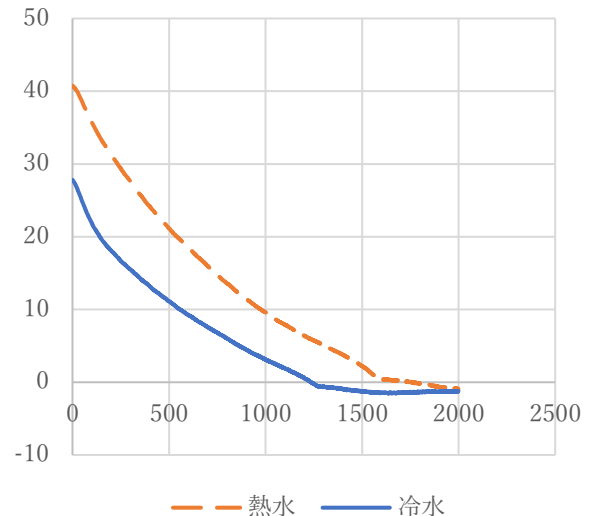
本実験⑧

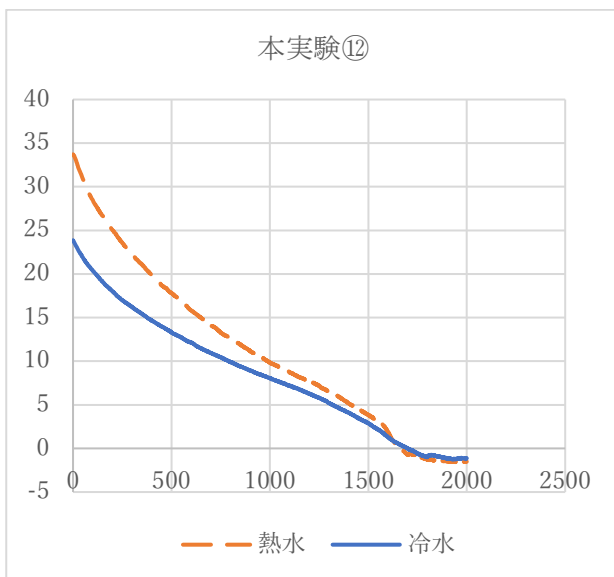
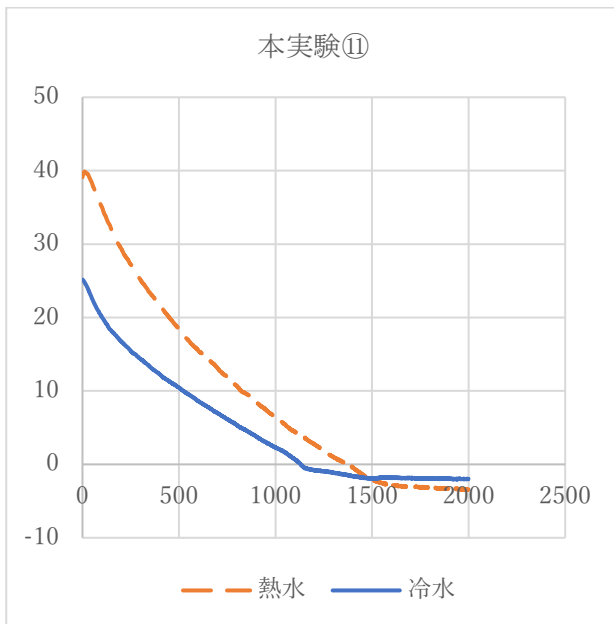
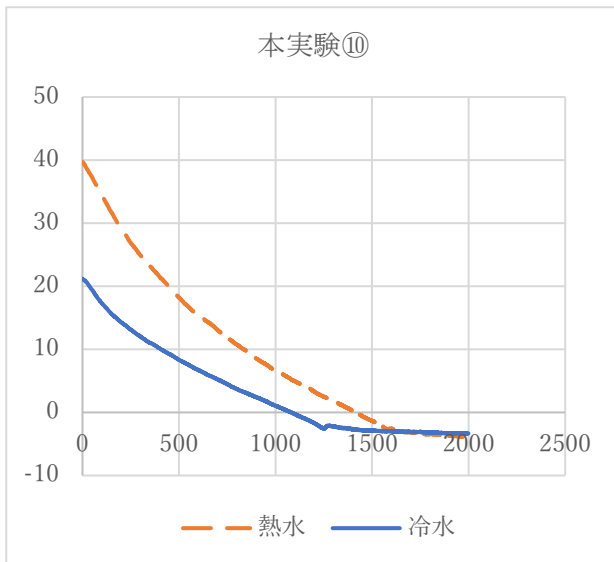


本実験⑥

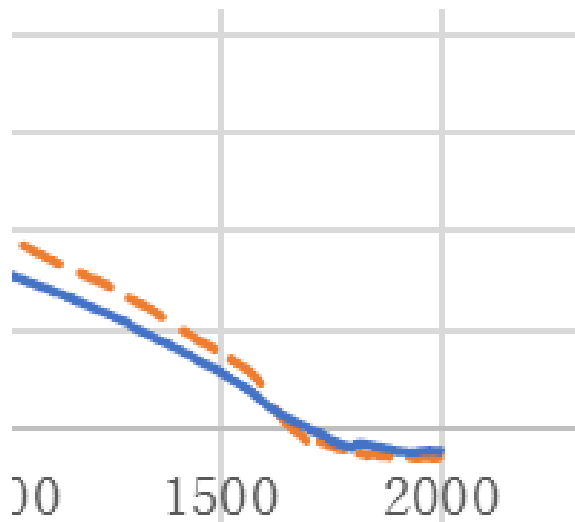


本実験⑨





本実験⑫の拡大図



4. 考察

本実験①～⑪では、ムペンバ効果を確認することはできなかった。

本実験⑥を見ると、冷水の傾きが明らかに、熱水よりも大きい。よって、冷水の温度が極端に低い場合ムペンバ効果が起こる可能性は低い。

本実験⑫において、ムペンバ効果の再現に成功した。0°Cになる直前に、急激に温度が下がっている。実験⑤の熱水も同じように、0°Cの直前で急激に温度が下がっている。どのような温度条件でこのような温度変化がみられるのか検討中である。

5. 展望

今回、ムペンバ効果を再現することに成功した条件で実験を繰り返しながら、ムペンバ効果をもう一度再現することに成功したら、温度条件を変更しながら実験をしていく。

6. 謝辞

研究に対して、適切な助言をくださった先生方に感謝の意を表す。

7. 参考文献

- ・『水の常識ウソホント 77』
- ・大阪市立東高等学校理化学研究会
「湯と水の温度逆転現象について」
- ・ <https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H22ssh/sc2/21037.pdf>