

# カイロの内容物が与える時間と温度への影響



六甲アイランド高等学校 26期総合科学系4班

## はじめに

使い捨てカイロを使用していて、もっとすぐに温まるようになってほしい、もっと高い温度で長時間温かさが持続したらいいなと思っていた。

- ⇒ ①平均温度(52℃)になるまでの時間が短い
- ②持続時間が長い
- ③最高温度が高い このようなカイロを自分たちの力で作ってみたい

### A)カイロの発熱のしくみ 参考文献①

使い捨てカイロは鉄の酸化が起こるときに発生する熱を利用している



### B)各成分の役割 参考文献②

- 鉄粉→さびることによって発熱
- 水や食塩→さびる速度を速める
- 活性炭→空気中の酸素を吸着して、酸素の濃度を高める
- パーミキュライト→水で鉄粉がベタベタするのを防ぐための保水剤

### 〈仮説〉

触媒である食塩の量を変えることでカイロの温度の立ち上がる時間を早くできる

### 〈目的〉

自分たちで、持続時間が長くて温度の高いカイロを作ってみる

## 実験1 食塩水濃度を変化させる

### 〈方法〉

- ①蒸留水と食塩で1%・3%・5%・10%・15%・20%食塩水をそれぞれ100mLずつ作った
- ②鉄粉4.00g、活性炭2.00gを量ってプラスチックカップに入れた
- ③パーミキュライト5.00gに①の食塩水を7.53g 浸み込ませた
- ④茶封筒の上部を切り②と③を入れ、それをジッパーバッグに入れた
- ⑤10分間④を温度を計りながら振り続け、30秒ごとの温度変化を記録した
- ※食塩水の濃度ごとに6回ずつ繰り返した



図1:実験の様子

### 〈結果〉

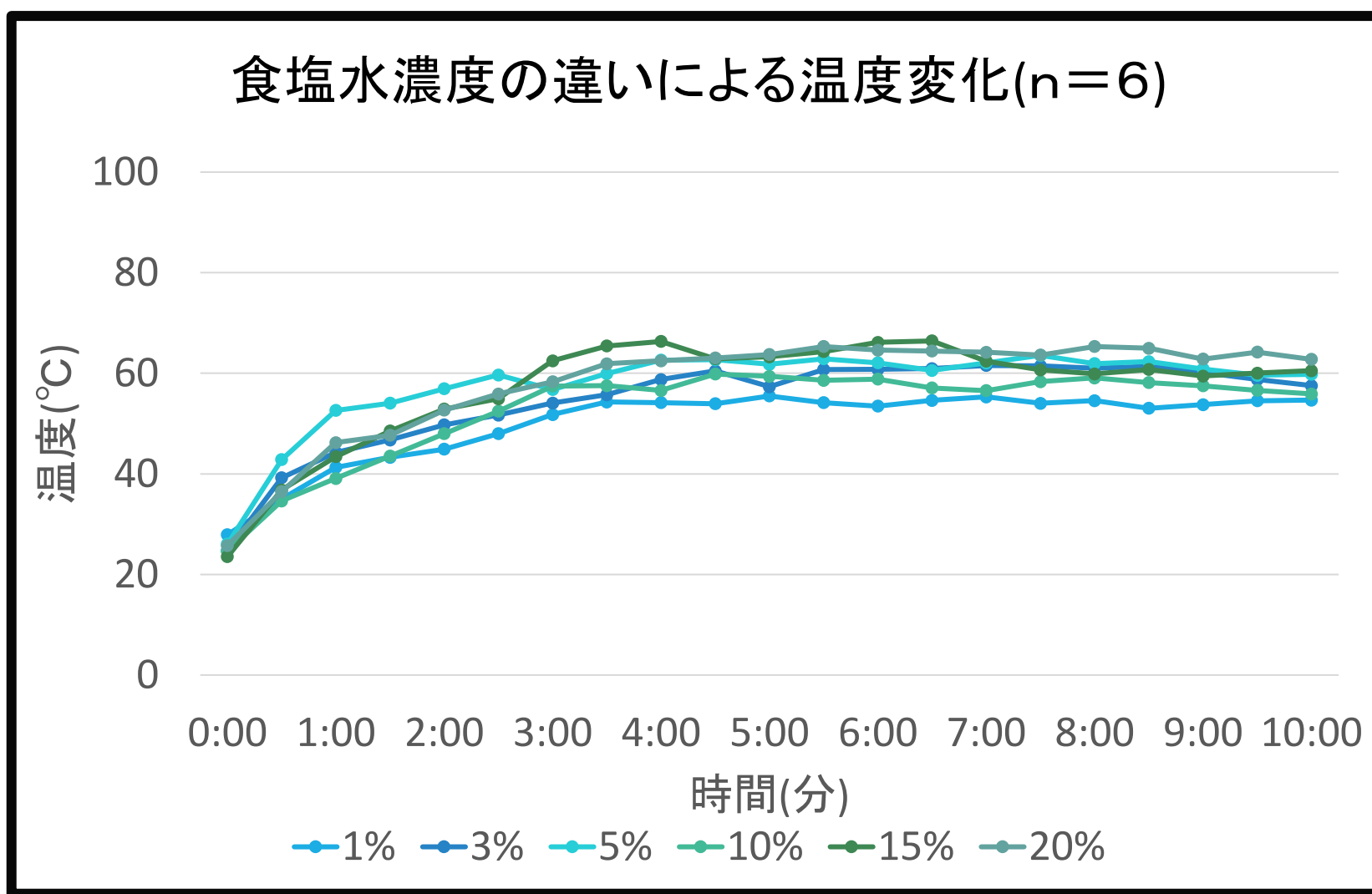


図2:食塩水の濃度の違いによる温度変化(平均)

表1:食塩水の濃度の違いによる温度変化(平均)

秒\濃度	1%	3%	5%	10%	15%	20%
0:30	35.0	39.2	42.9	34.6	36.8	36.5
1:00	41.3	44.3	52.6	39.1	43.4	46.2
1:30	43.3	46.7	54.1	43.5	48.5	47.7
2:00	44.9	49.8	56.9	48.0	52.9	52.7
2:30	48.0	51.7	59.7	52.5	54.9	55.9
3:00	51.8	54.1	56.8	57.5	62.5	58.3
3:30	54.3	55.7	59.9	57.5	65.4	61.9
4:00	54.2	58.8	62.6	56.6	66.3	62.5

- グラフより、分布にあまり差はなかった
- 表1より、温度の立ち上がり最も早かったのは食塩水濃度が5%の場合
- 次に温度の立ち上がり早かったのは、食塩水濃度が15%・20%の場合

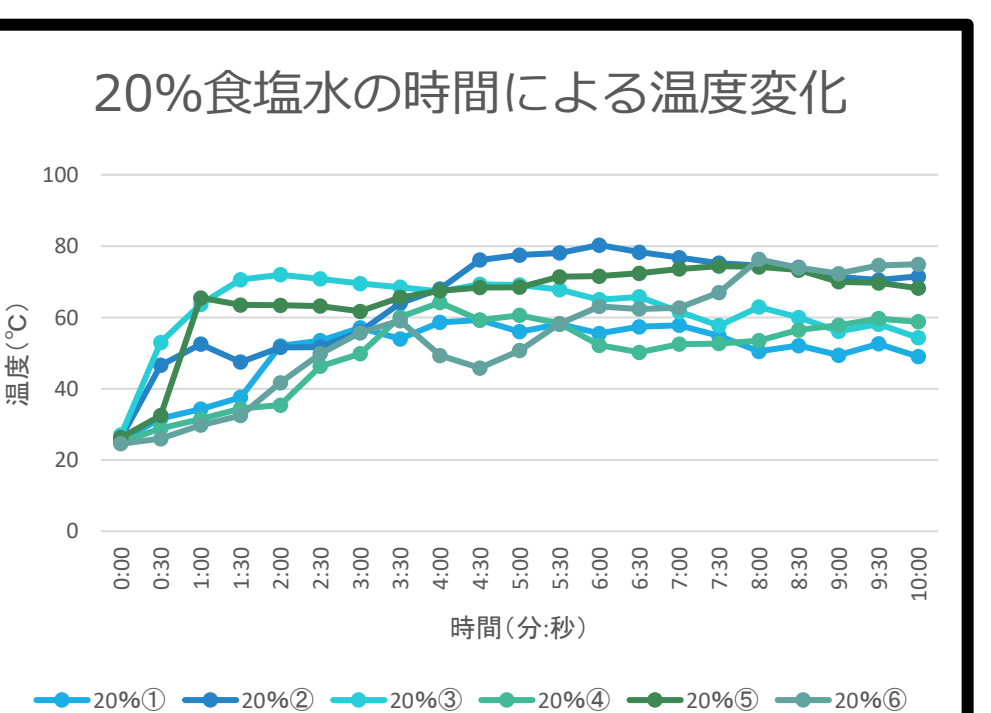
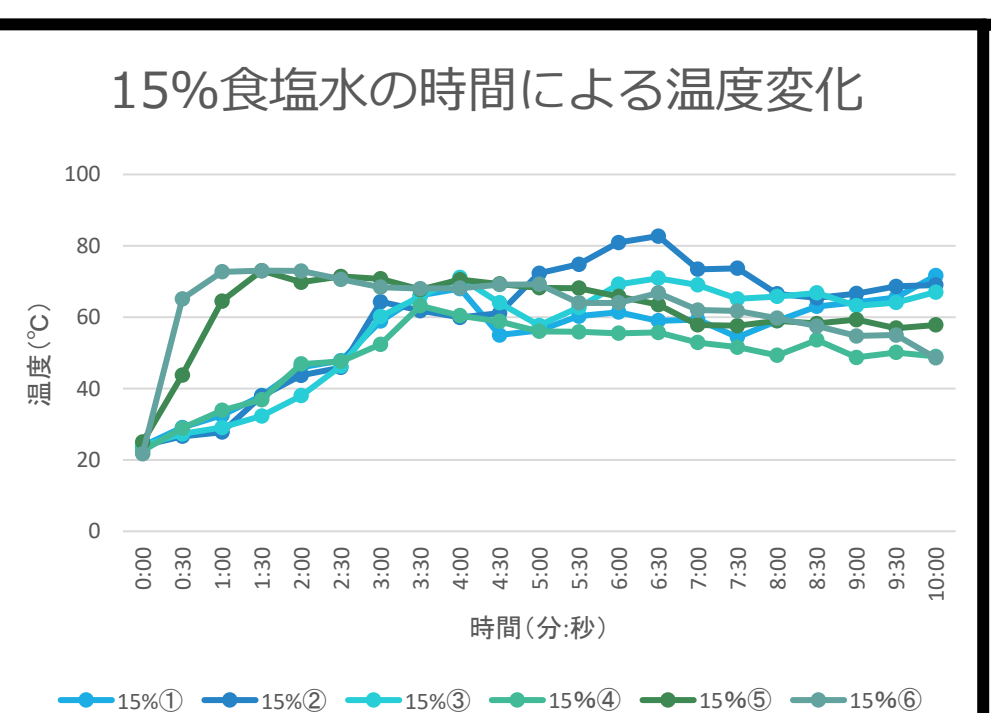
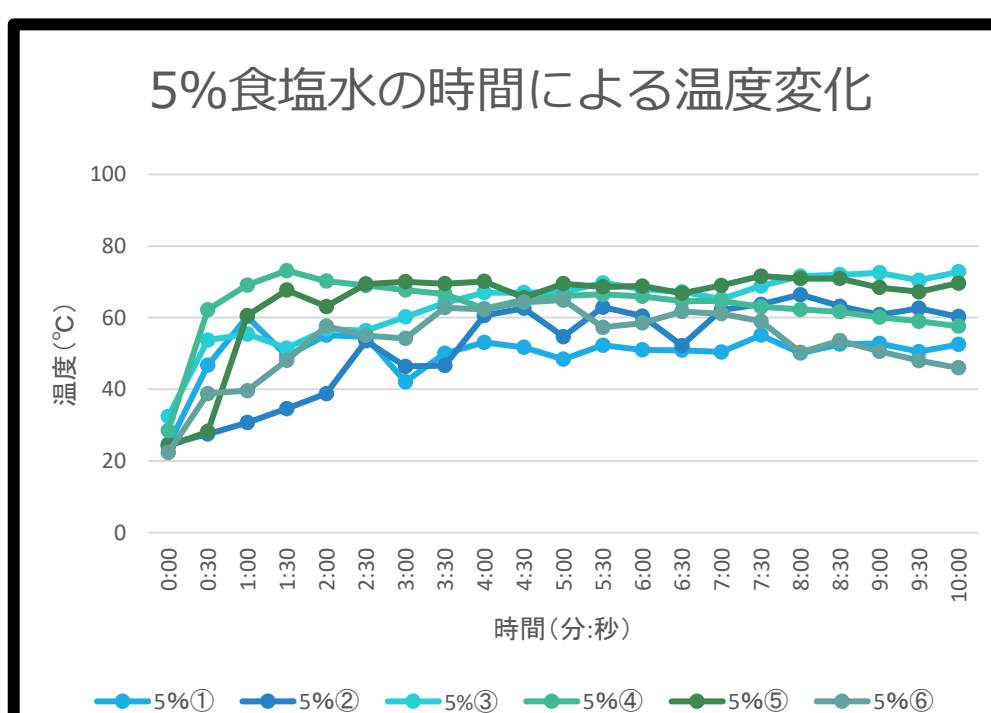


図3:5%食塩水の時間による温度変化

図4:15%食塩水の時間による温度変化

図5:20%食塩水の時間による温度変化

- すぐ最高温度まで上がるパターンと最高温度までゆるやかに上がるパターンの2種類の温度変化の仕方が見られた
- ゆるやかに上がっていく方が最高温度が高いところまで到達している
- 他の濃度の食塩水の場合にも同様の傾向が見られた

### 〈考察〉

- 結果より、同じ触媒の量でも温度変化や到達温度には違いがあることが分かった
- カイロの使い方によって温度や持続時間が異なると考えられる
- 今後は食塩水の濃度を変化させるだけでなく他の内容物の条件も変えて使い捨てカイロを製作していきたい

## 実験2 鉄粉のメッシュ数を増やす

### 〈方法〉

- ①3つの乳鉢に鉄粉を30.00gずつ入れた
- ②乳棒で鉄粉をすりつぶしたすりつぶす前の鉄粉とすりつぶした鉄粉を双眼実体顕微鏡で見比べ、すりつぶした鉄粉の方が粒が小さくなっていることを確認した(図6・図7)
- ③すりつぶした鉄粉4.00gと活性炭2.00gを量って、プラスチックカップに入れた
- ④蒸留水と食塩で5%・15%・20%食塩水を100mL作った
- ⑤パーミキュライト5.00gに①の食塩水を7.53g 浸み込ませた
- ⑥茶封筒の上部を切り③と⑤を入れ、それをジッパーバッグに入れた
- ⑦10分間⑥を温度を計りながら振り続け、30秒ごとの温度変化を記録した
- ※食塩水の濃度ごとに実験を2回行った

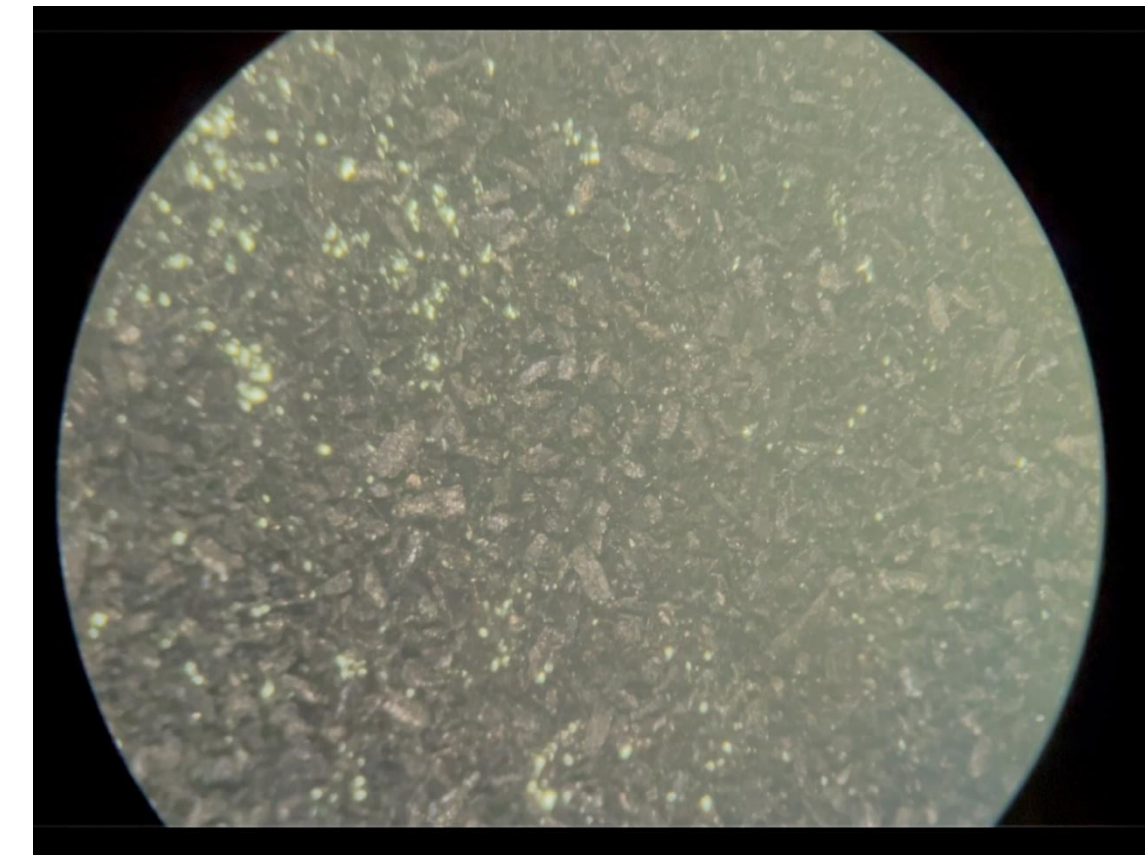


図6:すりつぶす前の鉄粉

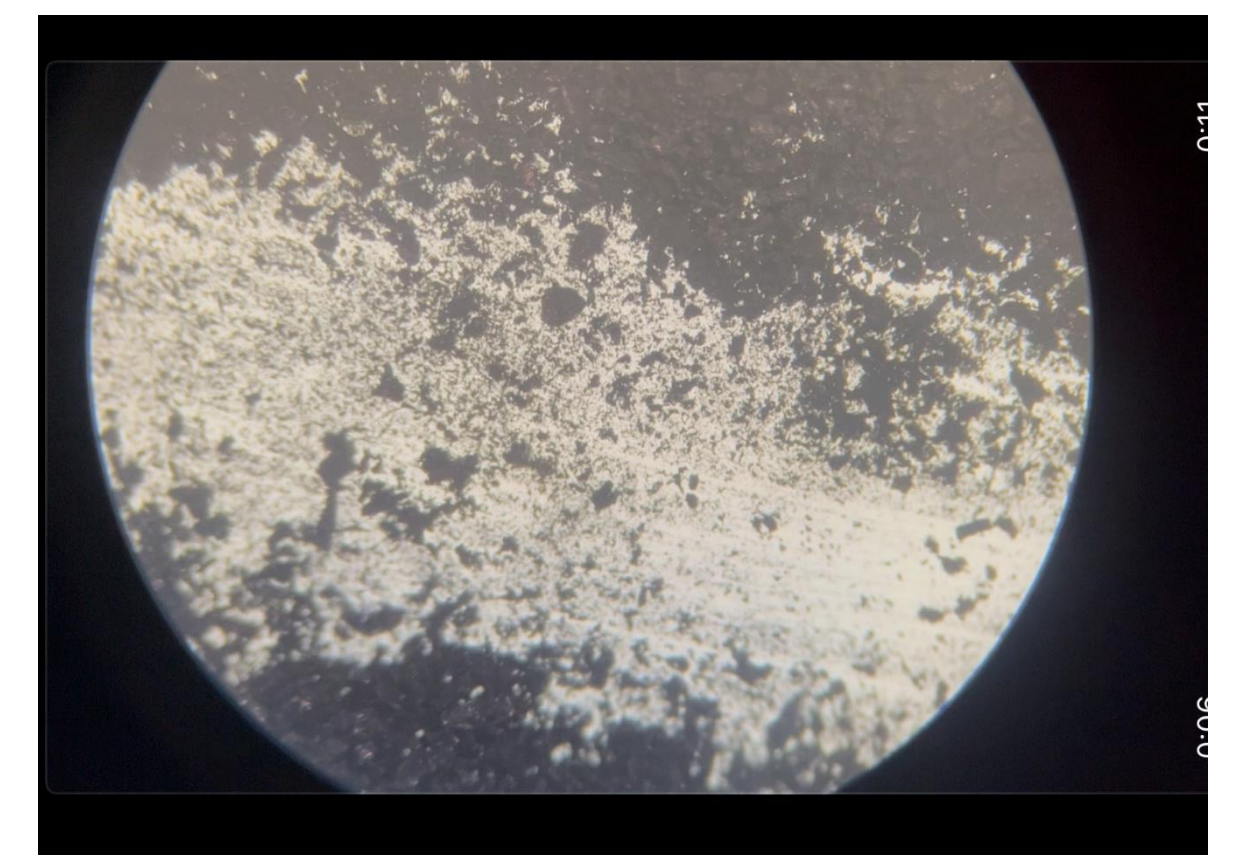


図7:すりつぶした後の鉄粉

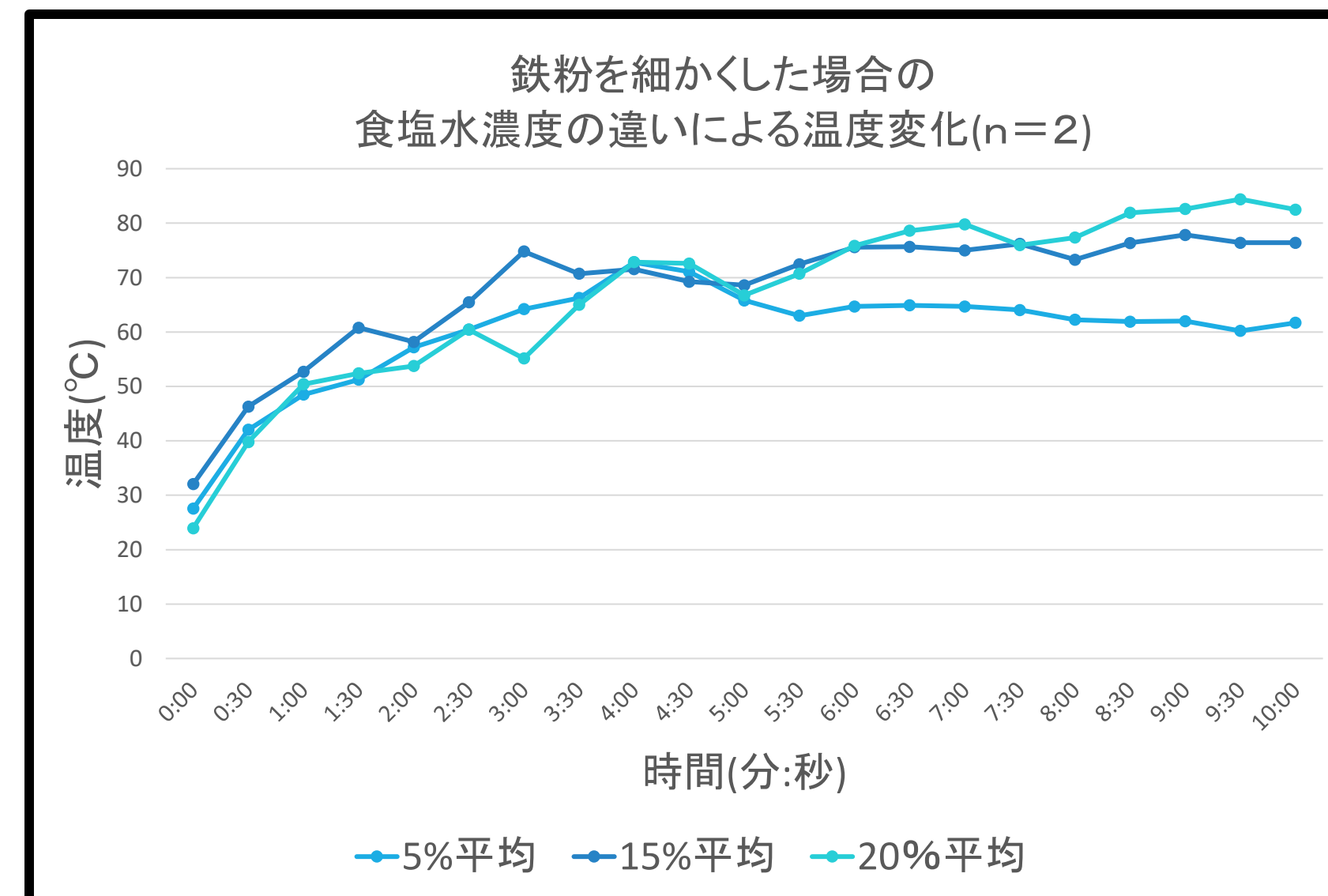


図8:鉄粉を細かくしたときの食塩水の濃度の違いによる温度変化(平均)

表2:鉄粉を細かくしたときの食塩水の濃度の違いによる温度変化(平均)

秒\濃度	5%平均	15%平均	20%平均
0:30	42.1	46.3	39.8
1:00	48.5	52.7	50.4
1:30	51.3	60.8	52.4
2:00	57.2	58.2	53.8
2:30	60.5	65.5	60.5
3:00	64.2	74.8	55.2
3:30	66.3	70.7	65.0
4:00	72.8	71.6	72.9

- グラフより、どの食塩の量でも分布にあまり差はなかった
- 反応後5分30秒ごろから食塩水の濃度が20%の場合→15%の場合→5%の場合の順で温度が高くなっている
- 表2より、温度の立ち上がり最も早かったのは食塩水濃度が15%の場合

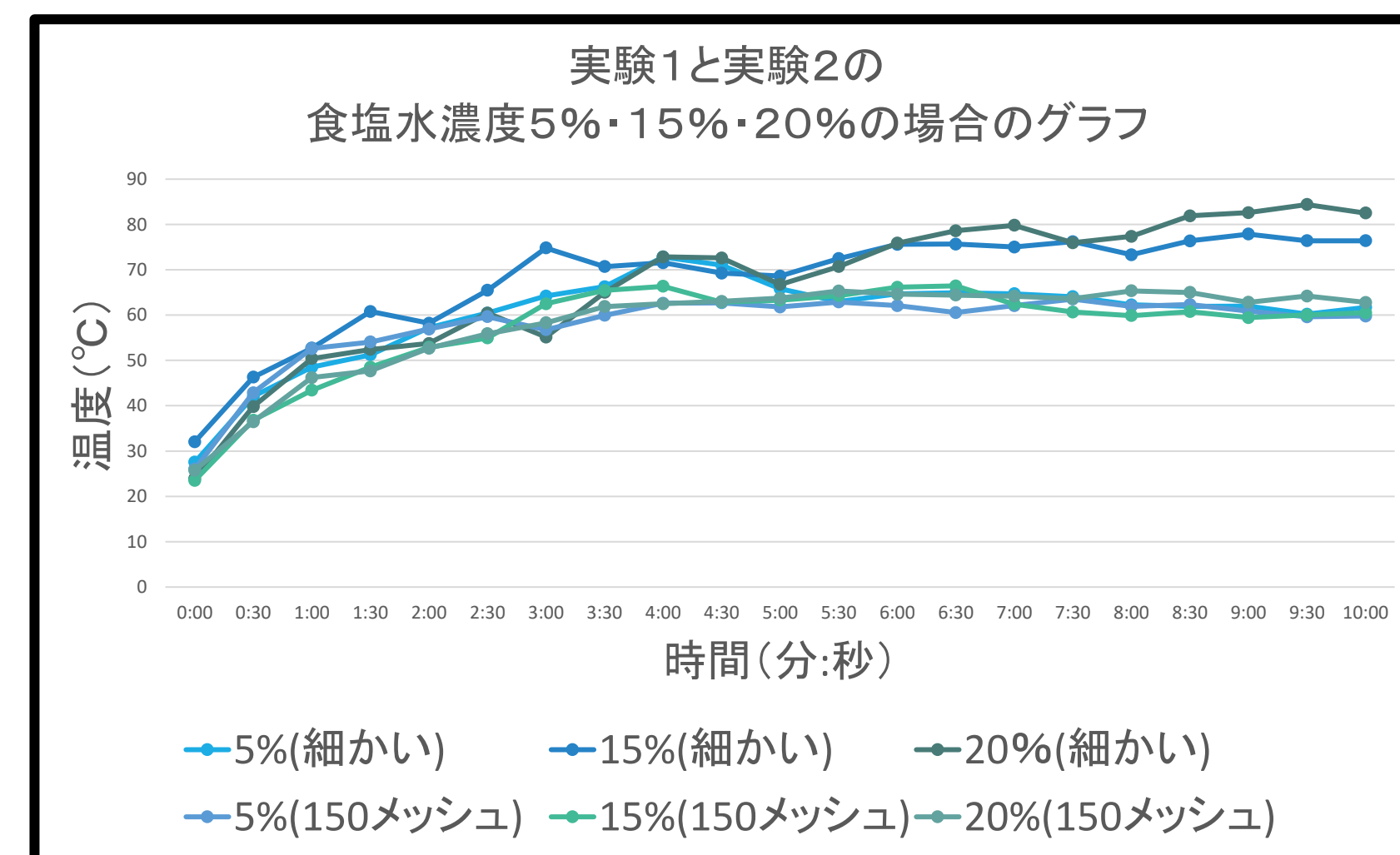


図9:実験1と実験2の食塩水濃度5%・15%・20%の場合のグラフ

- グラフより、分布にあまり差はなかった
- 食塩水濃度が15%・20%の場合は実験2のカイロの方が反応後半での温度が高くなった。

### 〈考察〉 参考文献③

- 実験1と2の結果を比べ、最も温度の立ち上がり早かった食塩水濃度の違いはあったが、平均温度の52℃に達するまでの時間にはあまり差がなかった。
- 実験1より実験2のカイロの最高温度の方が13.2℃高かった。鉄粉を細かくしたことで表面積が大きくなって食塩水や空気と触れる面積が大きくなり、より反応が進むので実験2のカイロの最高温度は実験1のカイロより高くなったといえる。

# カイロの内容物が与える時間と温度への影響

六甲アイランド高等学校 26期総合科学系4班



## 実験3 活性炭の量を増やす

### 〈方法〉

- ①蒸留水と食塩で20%食塩水を100m L作った。
- ②鉄粉4.00 gと活性炭3.00 g・4.00 g・5.00 gを量って、プラスチックカップに入れた。
- ③パーミキュライト5.00gに①の食塩水を7.53 g 浸み込ませた
- ④茶封筒の上部を切り②と③を入れ、それをジッパーバッグに入れた
- ⑤10分間④を温度を計りながら振り続け、30秒ごとの温度変化を記録した  
※活性炭の量ごとに実験を3回行った。

### 〈結果〉

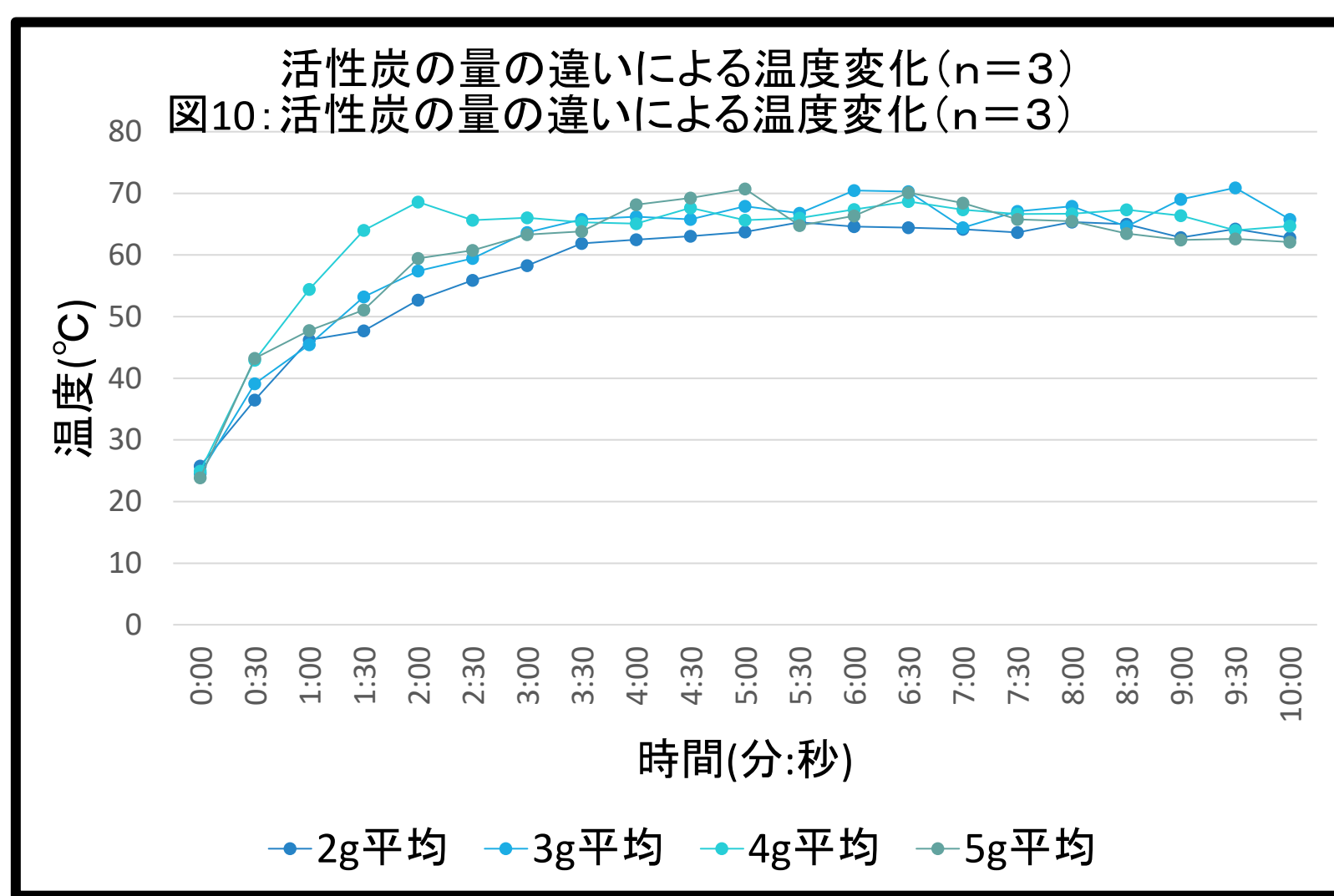


表3: 活性炭の量の違いによる温度変化 (平均)

秒\濃度	2g	3g	4g	5g
0:30	36.5	39.1	42.9	43.2
1:00	46.2	45.5	54.4	47.7
1:30	47.7	53.2	64.0	51.0
2:00	52.7	57.4	68.6	59.4
2:30	55.9	59.4	65.7	60.8
3:00	58.3	63.6	66.0	63.3
3:30	61.9	65.8	65.3	63.8
4:00	62.5	66.2	65.1	68.2

- グラフより、活性炭の量だけ変化させても分布にあまり差はなかった。
- 表3より、温度の立ち上がりは活性炭の量が4gの場合が最も早かった。

### 〈考察〉

- 図7のグラフより、実験1の活性炭が2gのカイロよりは実験3のどのカイロも全体的な温度が少しだけ高くなった。  
→活性炭には酸素濃度を高める働きがあり、その働きによって反応が

## 今後の展望

- 今後は食塩水の濃度・鉄粉・活性炭以外の内容物の条件も変えて立ち上がり時間が早い、持続時間が長い、最高温度が高い、使い捨てカイロを製作していきたい
- これらの実験からでは、持続時間が長い使い捨てカイロの条件について調べられなかったため、今後は特に注目して実験を進めていきたい

## 結論

- 今回の実験からはカイロの温度変化の仕方は2種類あったこと、カイロの温度や持続時間には使い方も影響すること、最高温度をより高くするために、鉄粉を細かくする・活性炭の量を増やす方法が有効であることが分かった。

12 つくる責任  
つかう責任



- また、自分たちで使い捨てカイロを作ったことで別の視点を持つことができた
- 使い捨てカイロの廃棄方法は自治体によって違いがあり、神戸市は「燃えないゴミ」周辺の芦屋市や西宮市は「燃えるゴミ」として収集される  
神戸市はカイロに鉄粉が含まれているため、他の金属類と一緒に粉砕された後に磁力で金属を選別・回収しており再利用に活かしている  
→温かさという快適さを手に入れるためには材料を集めてエネルギーを発生させ、出た廃棄物を処理することにお金と人の手が必要であることを実感した

## 参考文献

- 1) 小林製薬,カイロのしくみ,カイロのしくみ | カイロのすべて | 桐灰カイロ | 小林製薬 (kobayashi.co.jp), 参照: 2024年8月2日
- 2) 毎日新聞,カイロの材料と役割は? 疑問氷解:カイロの材料と役割は? | 毎日新聞 (mainichi.jp), 参照: 2024年8月2日
- 3) 科学のネタ帳, 手作りの化学カイロで反応熱を調べてみよう!(発熱反応), 手作りの化学カイロで反応熱を調べてみよう!(発熱反応) | 科学のネタ帳 (phys-edu.net), 参照: 2024年8月1日
- 4) スリーボンドグループ,カイロが温くなるのはなぜ? ,カイロが温くなるのはなぜ? | スリーボンドグループ (threebond.co.jp), 参照: 2024年8月2日
- 5) 日本カイロ工業会,使い捨てカイロについて,使い捨てカイロについて - 日本カイロ工業会 (kairo.jp), 参照: 2024年8月28日