

# エコカイロについて

2年D組 班長 2番 阿部愛笑  
7番 奥山一恵  
21番 佐藤 萌

## 要約

普段使われているカイロは使い捨てだが、エコカイロは何度でも繰り返し使える仕様となっている。本研究では、エコカイロの原料である酢酸ナトリウム三水和物等を用い、エコカイロを実際に作成し、経過時間による温度変化の測定・比較・検討を行った。また、使い捨てカイロとの比較も行った。さらに、エコカイロを作成する際の冷却条件を変えて、エコカイロの生成状態を比較し、経過時間による温度変化も測定することで、最適な生成条件を調べた。

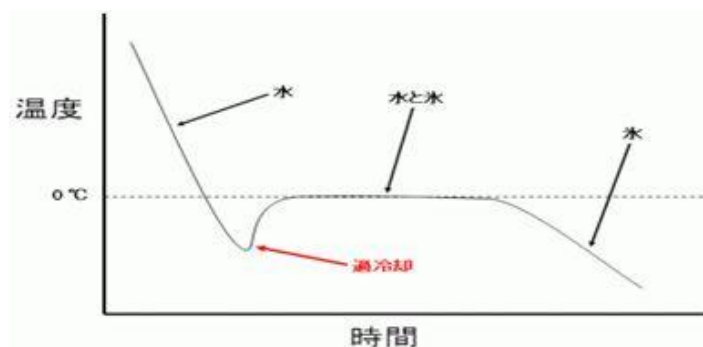
## 1, 研究の動機と目的

冬になると、一般的に使い捨てカイロが使われるが、何度でも繰り返し使えるエコカイロというものがある。そこで、エコカイロはどのような原理で発熱するのか疑問に思った。また、自分たちでも簡単に作れることがわかったので、実際に作ってみたいと思った。エコカイロの最適な生成条件を明確にし、エコカイロと使い捨てカイロを比較することが目的である。

## 2, エコカイロの仕組み

エコカイロとは、繰り返し利用できるカイロのことであり、**過冷却状態**の酢酸ナトリウム水溶液、金属板から構成されている。

**過冷却**とは、融点を下回ってもすぐには凝固しないで液体の状態を保っている現象のことである。たとえば水の場合、融点は0℃だが、少しずつ冷やしていくと、融点を下回っても氷にはならず、水の状態が保たれる場合がある。この現象を**過冷却**という。

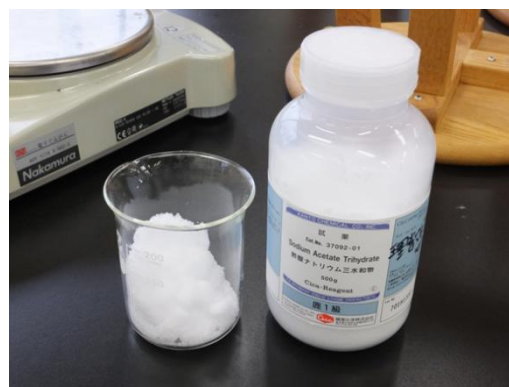


エコカイロの中に入っている金属板を变形することにより、過冷却状態の酢酸ナトリウム水溶液に刺激を与えて結晶化し、その際に発生する凝固熱を利用し、発熱している。

## 3, 酢酸ナトリウム三水和物とは

酢酸ナトリウム三水和物とは、酢酸ナトリウム三水和物は酢酸のアルカリ塩の一つで、弱い酢酸臭がする。さらに、融点は約58℃で、過冷却を起こしやすい物質である。

化学式は、 $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  である。



## 4, 失敗談

私たちは本格的な実験をする前にエコカイロを試しに作ってみた。酢酸ナトリウム三水和物がなかったため、酢酸ナトリウム無水物で実験したところ4回中1回成功した。失敗した原因として、試料が溶けなかったり、溶かしている最中に刺激を与えてしまったりしたことが考えられた。

次に酢酸ナトリウム三水和物でも実験してみた。結果一度も成功せず、その原因として溶かしている最中に水が蒸発してしまったことが考えられる。これらをもとに私たちは実験を開始した。

## 5, 仮説 I

水の蒸発を防ぐため、アルミニウム箔でふたをするとよいのではないか。

## 6, 実験 I

酢酸ナトリウム三水和物を用いてエコカイロを作成し、温度変化を測定した。

### 〈実験試料〉

- ・ 酢酸ナトリウム三水和物  
68 g (0.50mol)
- ・ 水  
少量(駒込ピペット7滴分)

### 〈実験器具〉

- ・ ビーカー
- ・ アルミニウム箔
- ・ ガラス棒
- ・ メスシリンダー
- ・ water bath
- ・ 温度計
- ・ はかり

### 〈実験方法 I〉

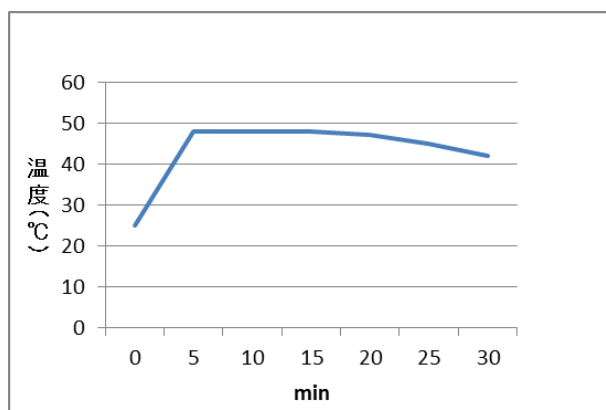
- ① 酢酸ナトリウム三水和物と水少量を混ぜる。
- ② ビーカーにふたをして、60~80℃のお湯で溶かす。
- ③ 融解した試料を放冷する。
- ④ 58℃より温度が下がった試料に刺激を与える。
- ⑤ 経過時間による温度の変化の仕方を温度計で測る。



## 7, 結果 I

もともと透明だった液体が刺激を与えた瞬間みるみるうちに白く結晶化し、温度が上昇していった。

刺激を与える前は25℃だった。刺激を与えてから5分後には、48℃まで上昇し、初めの温度から23℃上がった。20分を過ぎたあたりから、少しずつ温度が下がっていった。



## 8, 考察 I

考察として、酢酸ナトリウム三水和物で溶解する際、水が蒸発していることがわかった。また、市販のカイロに比べ、温度が低く、熱の持続時間も短いということがわかった。これらのことから、水の蒸発を防ぐことで酢酸ナトリウム三水和物を使ってエコカイロが作れることがわかった。そこで、私たちは、同様に酢酸ナトリウム無水物でも作成できるのか、という疑問を持った。また、失敗談より、酢酸ナトリウム無水物に加える水の量を正しい比率にしても溶け切れなかったため、加える水の量を多くすることで融解がしやすくなるのではないか、融解がしやすくなったときの反応や温度変化はどうなるのか、という疑問も持った。

## 9, 酢酸ナトリウム無水物とは

酢酸ナトリウム無水物とは、酢酸ナトリウム三水和物からH<sub>2</sub>Oが取り除かれた物質である。また、融点は約32.4℃である。

## 10, 仮説 II

正しい水の比率でアルミニウム箔でふたをすると、酢酸ナトリウム三水和物と同様の結果が得られるのではないか。

水の比率が高いと融解しやすいが、反応しないのではないか。

## 11, 実験 II

酢酸ナトリウム無水物で水の比率を変えたエコカイロも作成し、温度変化の測定を行った。

化学式は、



(酢酸ナトリウム)

(三水和物)

### 〈実験試料〉

- ・ 酢酸ナトリウム無水物 41g (0.50mol)
- ・ 水 ①27g (CH<sub>3</sub>COONa0.50mol に対する 3H<sub>2</sub>O 0.50mol 分)  
H<sub>2</sub>O1mol の分子量=18 のため、18×0.50×3=27
- ②54g (CH<sub>3</sub>COONa0.50mol に対する 3H<sub>2</sub>O 1.0mol 分)  
H<sub>2</sub>O1mol の分子量=18 のため、18×1.0×3=54

※実験器具と実験方法は実験 I と同様。

## 12, 結果 II

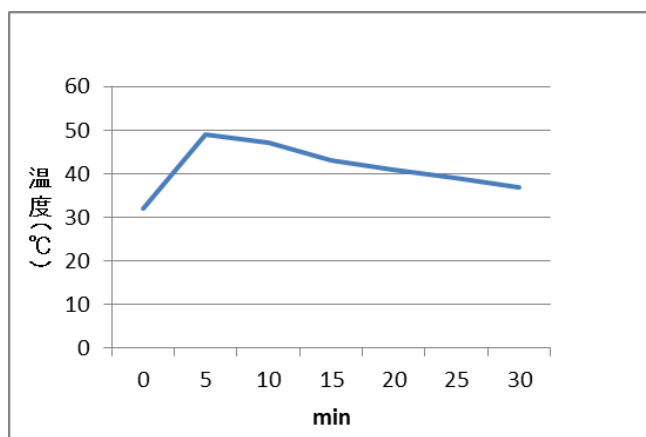
### ① 水 27g (0.50mol)

酢酸ナトリウム三水和物、同様、刺激を与えた瞬間に白く結晶化していき発熱した。

刺激を与える前は、32℃だった。刺激を与えてから5分後には50℃まで上昇し、はじめの温度から18℃上がった。しかし、すぐに少しずつ温度が下がっていった。

### ② 水 54g (1.0mol)

刺激を与えても反応しなかった。



### 13, 考察Ⅱ

考察として、水の割合が多いと融解しやすいが、刺激を加えても結晶化せず、過冷却状態にはならないことがわかった。また、成功したエコカイロは酢酸ナトリウム三水和物に比べて、温度の持続時間が短いことがわかった。

実験Ⅰと実験Ⅱから、酢酸ナトリウム三水和物と無水物のどちらでもエコカイロが作れることがわかったので、これまで使ったエコカイロとノーマルカイロに違いはあるのか、という疑問を持った。

### 14, 仮説Ⅲ

ノーマルカイロのほうが熱が長く持続し、温度が高くなるのではないか。

### 15, 実験Ⅲ

ノーマルカイロを作成し、その経過時間による温度変化を測定する実験を行った。

#### 〈実験試料〉

- ・鉄粉 6.0g
- ・活性炭 3.0g
- ・食塩水 0.10ml

#### 〈実験器具〉

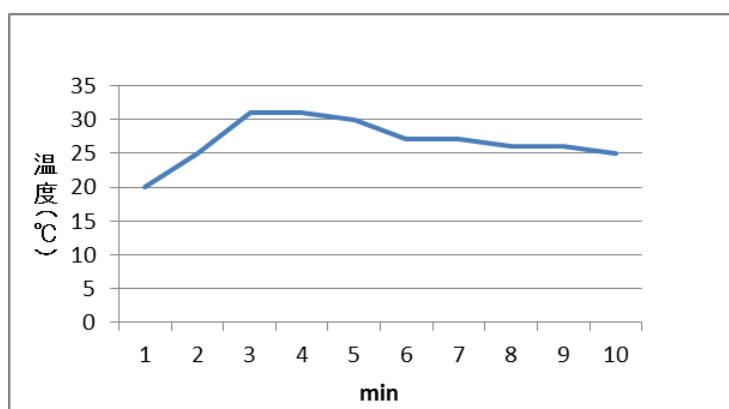
- ・ビーカー
- ・アルミニウム箔
- ・ガラス棒
- ・はかり

#### 〈実験方法〉

- ① 鉄粉、活性炭、食塩水を混ぜる。
- ② 温度の変化の仕方を温度計で測る。

### 16, 結果Ⅲ

はじめの温度は20℃で、10分後には31℃まで温度が上がった。その後すぐ温度は少しずつ下がりはじめ、熱はあまり保たれなかった。



### 17, 考察Ⅲ

市販のノーマルカイロは熱が持続し、温度が高くなるのに対し、私たちが作ったノーマルカイロは温度が低く、熱が保たれなかった。考察として、開封済みの鉄を使ったためすでに酸化されていたのではないかと考えた。

### 18, 新たな疑問

エコカイロの実験をしていくうちに、過冷却状態にするときの冷却方法を変えると温度変化の仕方はどうなるのか、という新たな疑問が生まれた。

### 19, 仮説Ⅳ

冷却方法を変えても温度変化の仕方は変わらない。

## 20, 実験Ⅳ

過冷却状態にする際の冷却方法を変えてエコカイロを作成し、経過時間による温度変化を測定する実験を行った。

### 〈実験試料〉

- ・ 酢酸ナトリウム三水和物  
6.9g (0.050mol)
- ・ 水 1.0ml

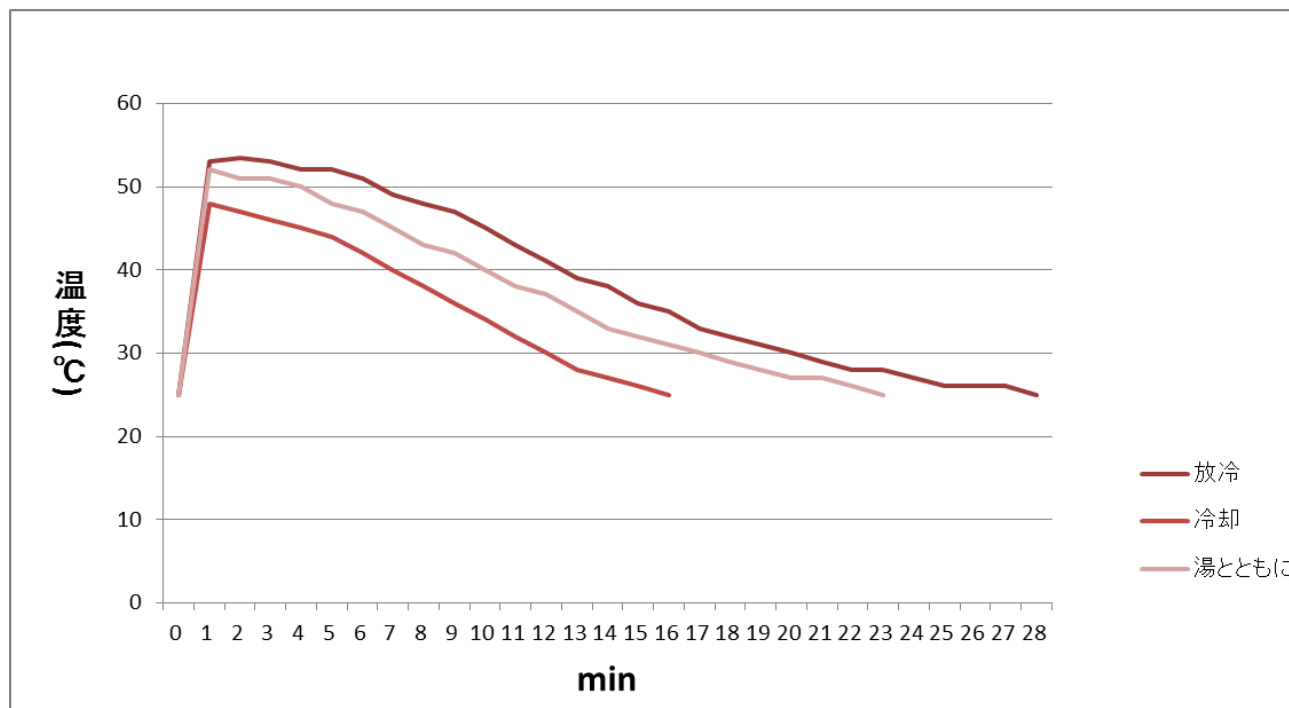
### 〈実験器具〉

- ・ 試験管 3本
- ・ アルミニウム箔
- ・ ガラス棒
- ・ メスシリンダー
- ・ water bath
- ・ 温度計
- ・ はかり

### 〈実験方法〉

- ① 酢酸ナトリウム三水和物 6.9g と水 1.0ml を混ぜる。
- ② 試験管にふたをして、60~80℃のお湯で溶かす。
- ③ 試料を冷却する。
  - A) 放冷する。
  - B) 水で冷却する。
  - C) Water bath のお湯とともに冷ます。
- ④ 冷めた液体にそれぞれ刺激を与える。
- ⑤ 温度上昇の仕方を温度計で測る。

## 21, 結果Ⅳ



刺激を与える前の温度はすべて25℃にそろえて実験した。

三つを比較すると、放冷や湯とともに冷やしたものに対して、水で冷却した場合の発熱後の最高温度は48℃と低かった。反応前の25℃に温度が下がるまで、冷却したものは16分、湯とともに冷やしたものは23分、放冷したものは28分かかった。このことから、熱が長く持続されるのは放冷したものである。

## 2 2, 考察Ⅳ

考察として、水で冷却したものは、温度上昇が小さくなった。また、放冷したものは、最も温度上昇が大きく熱が持続された。

## 2 3, 今後の課題

実験Ⅳについては時間が長くなるため数回しかできなかつたためデータの信頼性が低いので、実験回数を増やしてより正確なデータにしたい。

実験Ⅲでノーマルカイロをうまく作れなかつたため市販の使い捨てカイロと比較させる。また、エコカイロについても市販のものと比較したい。

## 2 4, 参考・引用文献

Siyaku.com

<http://www.siyaku.com/uh/Shs.do?dspWkfcode=192-01507>

一関工業高等学校専門学校 物質化学工学科

<http://www.ichinoseki.ac.jp/che/sosei/hei26/hei26-01.html>

青少年科学館

[http://www.science.pref.fukuoka.jp/kagaku\\_siryoku/kagaku\\_joho/2012winter.html](http://www.science.pref.fukuoka.jp/kagaku_siryoku/kagaku_joho/2012winter.html)