

# 使い捨てカイロの仕組みに関する調査

Investigation of about the Disposable Heating Pad

佐藤 博\*

SATO Hiroshi

**要約：** 日常の生活の中でも、鉄がさびるときには熱を出しているが、ゆっくりと反応が進むので発熱を感じない。化学反応が起こるときに出る発熱を制御したものが使い捨てカイロの原理になる。中学校理科および技術科では鉄の燃焼、鉄の酸化を教えるが、使い捨てのカイロの鉄粉、酸素、塩類、水、パーミキュライトの役割を含む仕組みを教えていないと考えられる。本研究では、鉄の酸化、使い捨てカイロの仕組みについて中学生と大学生がどのように理解しているか調査を行い、検討した。その結果、中1では理科でまだ鉄の燃焼、鉄の錆びを学習していないので正答率が低かった。中3と大学生は鉄の燃焼、鉄の錆びを学習しているため正答率が高かったが、使い捨てカイロの仕組みで、鉄粉、塩類、水、酸素との関係がよくわからないものが多かった。したがって使い捨てカイロの仕組みを中学校技術科で行い、鉄粉、塩類、水、酸素の働きを教えるて行くことが有用であることがわかった。

**キーワード：** カイロ 使い捨て 酸化鉄 さび 酸化 技術科

## I はじめに

使い捨てカイロは、冬の寒い日などに腰や背中などに貼ったり、足のつま先に敷いたりして手軽に利用されている。この使い捨てカイロは、鉄分の酸化による発熱を利用している。鉄釘などを濡れたまま放置しておくとも腐食され、鉄釘の表面が赤くなる。この赤いものが赤さびである。鉄釘が水と空気中の酸素と反応して酸化鉄、正確には $\text{Fe}(\text{OH})_3$ になる。言い替えると鉄の腐食は、水と接触する原子が鉄イオン $\text{Fe}^{2+}$ となり、さらに酸素と水が反応し $\text{OH}^-$ となり、 $2\text{OH}^-$ と結合して $\text{Fe}(\text{OH})_2$ となり、さらに酸化され $\text{Fe}(\text{OH})_3$ となり、水がとれて水和酸化鉄 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ となる。この水和酸化鉄が赤さびである。日常の生活の中でも、鉄がさびるときには熱を出しているが、ゆっくりと反応が進むので発熱を感じない。化学反応が起こるときに出る発熱を制御したものが使い捨てカイロの原理になる。また火傷の危険性を使用者に知らせるためのカイロの最高温度、カイロが発熱を開始して $40^\circ\text{C}$ を超えたときから $40^\circ\text{C}$ を下回るまでの間の平均温度と維持時間がJIS法により定められた方法により測定した製品管理をするための数値が表示されている。中学校理科および技術科では鉄の燃焼、鉄の酸化を教えるが、使い捨てのカイロの鉄粉、酸素、塩類、水、パーミキュライトの役割を含む仕組みを教えていない。<sup>1)~7)</sup>

本研究では、鉄の酸化、使い捨てカイロの仕組みについて中学生と大学生がどのように理解しているか調査を行い、検討した。

\* 科学文化教育講座

## II 調査方法

### 2-1 調査問題の形式

本研究においては、比較的短時間で多数の対象者から事項について多くの調査できること、また、それらの結果を数量化しやすいという理由から、質問紙法により調査を行った。具体的には、質問紙を用いてカッコ内に単語を記述するという方法で実施した。

### 2-2 調査対象

対象者は、山梨県内のF中学校の生徒（1年生40人、3年生39人）、Y大学の理系学生70人であった。

中学校1年生、中学校3年生、理系学生を以下中1、中3、大学生とする。

### 2-3 調査時期

調査は、2016年6月中旬から7月の中旬に実施した。

### 2-4 調査問題

調査問題を表1に示す。調査問題は問題1から問題4からなり、計4題から構成されている。問題1は「鉄の酸化」について、問題2は「さび」について、問題3は「冷却パック」について、問題4は「使い捨てカイロ」についてどのように理解をしているかを調べるものである。

表1 アンケート調査問題

アンケート	
No.	名前
カッコに入る語句を下記の回答欄に記述してください。	
問題1 鉄粉やスチールウール（鉄）は鉄または鉄合金であるが、加熱すると空気中の（①）と結びついて激しく燃えて（②）になる。その（②）は燃えたあとのほうが（③）くなる。鉄粉やスチールウールが燃えるときに（④）と（⑤）を出す。	
問題2 鉄粉やスチールウールは加熱しなくても、空気中に長い時間おいておくだけで、空気中の（①）と結びついて、しだいに（⑥）に変わっていく。この（⑥）も（②）である。空気中においておくことできる（⑥）の多くは、このように金属と（①）とが結びついてできたものである。（⑥）ができるときには、燃えるときとちがって、鉄が（①）と非常に（⑦）結びつくために、（⑤）は出ないし（④）が出ていることも気が付かないことが多い。燃えることをも含めて、物質が（①）と結びつくことを（⑧）といい、（⑧）によってできた物質を（⑨）という。	

問題3 硝酸アンモニウムと尿素を使った冷却パックがあるが、これは ( ⑩ ) と反応して ( ⑪ ) することを利用している。

問題4 使い捨てカイロは主に、( ⑫ )、( ① )、( ⑩ )、( ⑬ ) からなり、( ⑫ ) と ( ① ) と反応して、( ② ) になり ( ④ ) を発生する仕組になっている。この反応で、( ⑩ ) と ( ⑬ ) は ( ⑧ ) の速度を速める働きをする。

回答欄

① (        )    ② (        )    ③ (        )    ④ (        )    ⑤ (        )  
 ⑥ (        )    ⑦ (        )    ⑧ (        )    ⑨ (        )    ⑩ (        )  
 ⑪ (        )    ⑫ (        )    ⑬ (        )

### Ⅲ 調査結果

#### 1 問題1の回答結果

問題1 ①の回答結果を図1に示す。一番多かった回答は正答の「酸素」で、中1が95%、中3と大学生が100%あった。中1は「炭素」が2.5%、「二酸化炭素」が2.5%あった。

問題1 - ①

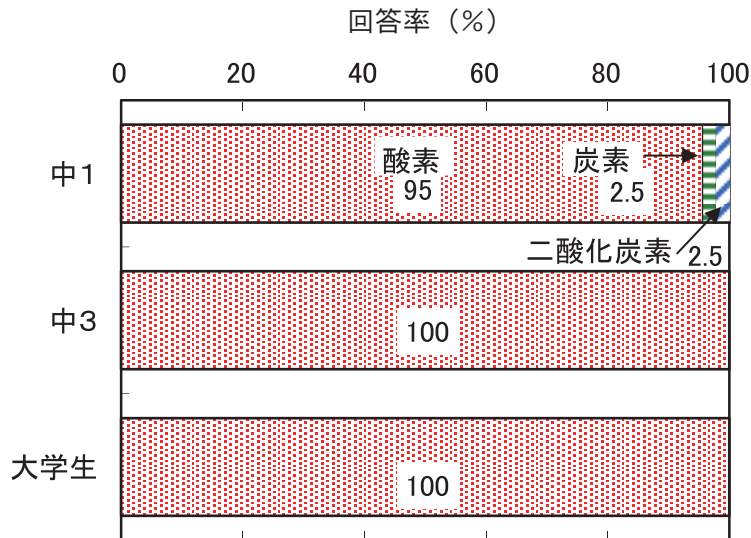


図1 問題1 ①の回答結果

使い捨てカイロの仕組に関する調査

②の回答結果を図2に示す. 多かった回答は正答の「酸化鉄」で, 中1が15%, 中3が87%, 大学生が89%あった. 中1は「炭素」が22.5%, 「二酸化炭素」が7.5%, 「液体」が5%, 「鉄」が5%あった. 中3が「化合物」が5%あった.

問題1-②

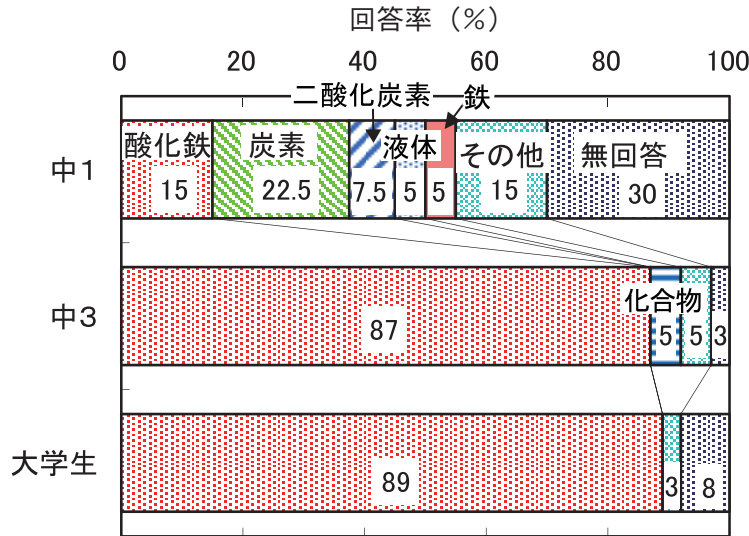


図2 問題1②の回答結果

③の回答結果を図3に示す. 正答の「重く」が, 中1が2.5%, 中3が41%, 大学生が20%あった. 多かった回答の「黒く」が, 中1は2.5%, 中3が20%, 大学生が33%あった. 「脆く」が, 中1は5%, 中3が0%, 大学生が12%あった. 「固く」が, 中1は15%, 中3が5%, 大学生が4%あった. 「多く」が, 中1に10%, 「熱」が, 中1で5%, 中3で8%あった. 「その他」が, 中1は27.5%, 中3が16%, 大学生が17%あった. 「無回答」が, 中1で最も多く32.5%, 中3が8%, 大学生が14%あった.

問題1-③

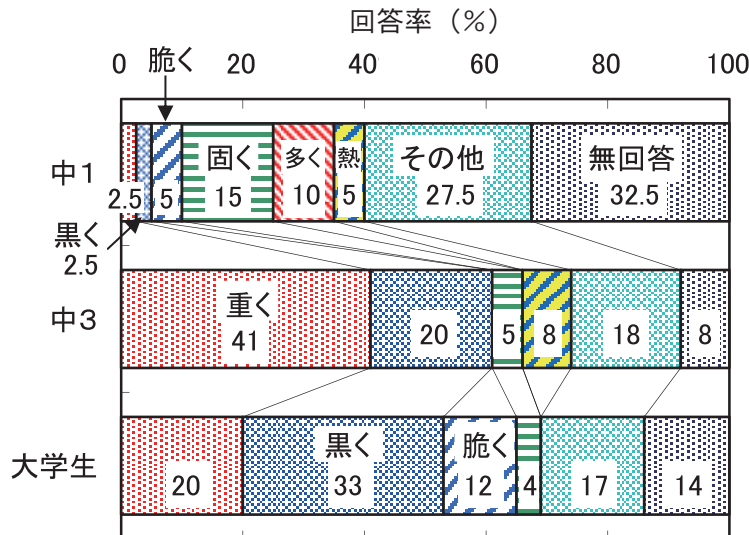


図3 問題1③の回答結果

使い捨てカイロの仕組みに関する調査

④の回答結果を図4に示す。一番多かった回答は正答の「熱」で、中1が25%、中3が67%、大学生が63%あった。「二酸化炭素」が、中1が22.5%、中3が8%、大学生が19%あった。「炭素」が、中1が17.5%、中3が5%、大学生が0%あった。「その他」が、中1は20%、中3が12%、大学生が13%あった。「無回答」が、中1が15%、中3が8%、大学生が5%あった。

問題1-④

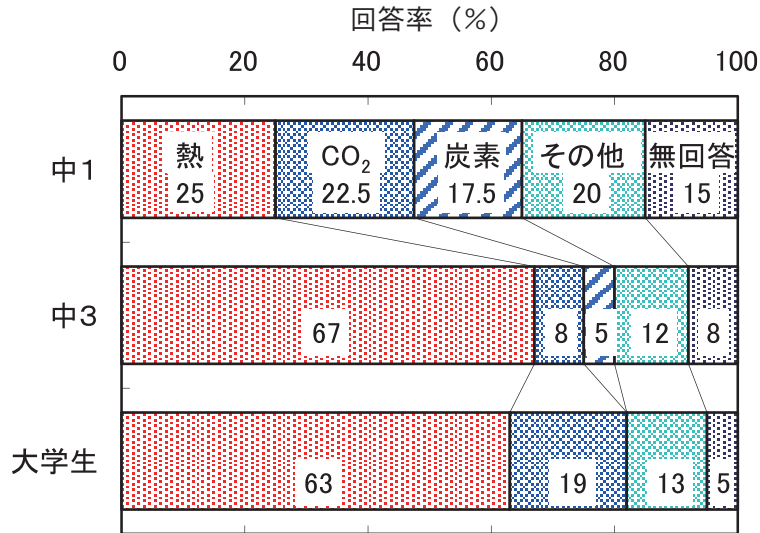


図4 問題1④の回答結果

⑤の回答結果を図5に示す。正答の「光」が、中1が2.5%、中3が41%、大学生が31%あった。「二酸化炭素」が、中1が30%、中3が29%、大学生が27%あった。「炭素」が、中1が10%、中3が0%、大学生が6%あった。「水」が、中1が0%、中3が7%あった。中1は「煙(10%)」、「火花」が7.5%あった。「その他」として、中1が20%、中3が15%、大学生が13%あった。「無回答」が、中1が20%、中3が10%、大学生が18%あった。

問題1-⑤

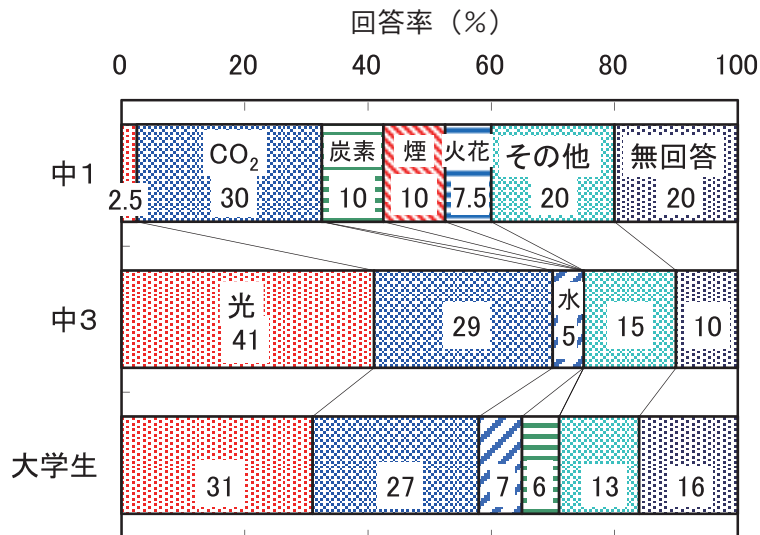


図5 問題1⑤の回答結果

2 問題 2 の回答結果

問題 2 ⑥の回答結果を図 6 に示す。正答の「さび」と回答したものは、中 1 が 17.5%，中 3 が 62%，大学生が 57%あった。「酸化鉄」と回答したものは、中 1 が 10%，中 3 が 5%，大学生が 21%あった。中 1 は「灰」が 5%あった。「その他」として、中 1 が 22.5%，中 3 が 13%，大学生が 19%あった。「無回答」として、中 1 が 40%，中 3 が 20%，大学生が 21%あった。

問題 2 - ⑥

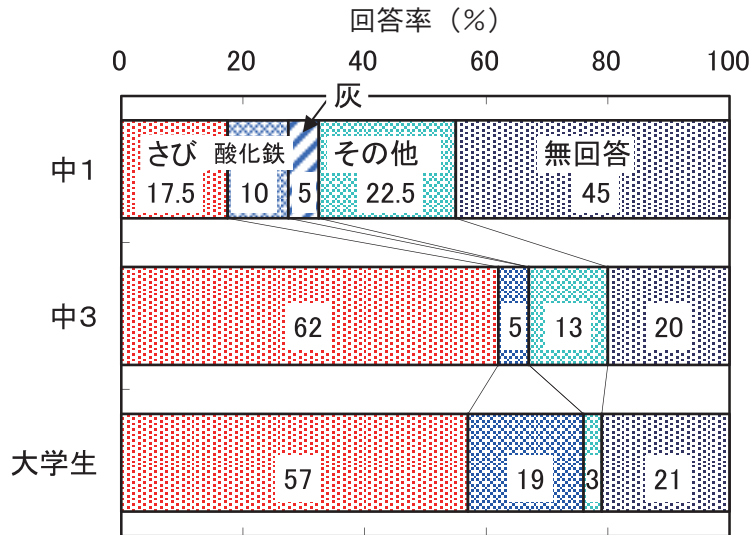


図 6 問題 2 ⑥の回答結果

⑦の回答結果を図 7 に示す。中 3 と大学生で多かった回答は正答の「ゆっくり」で、中 1 が 5%，中 3 が 59%，大学生が 39%あった。「強く」と回答したものは、中 1 が 15%，中 3 が 5%，大学生が 20%あった。中 1 は「多く」が 7.5%、「空気」が 7.5%あった。「弱く」が、中 3 で 5%，大学生で 10%あった。その他として、中 1 が 12.5%，中 3 が 21%，大学生が 14%あった。「無回答」として、中 1 が 52.5%，中 3 が 10%，大学生が 17%あった。

問題 2 - ⑦

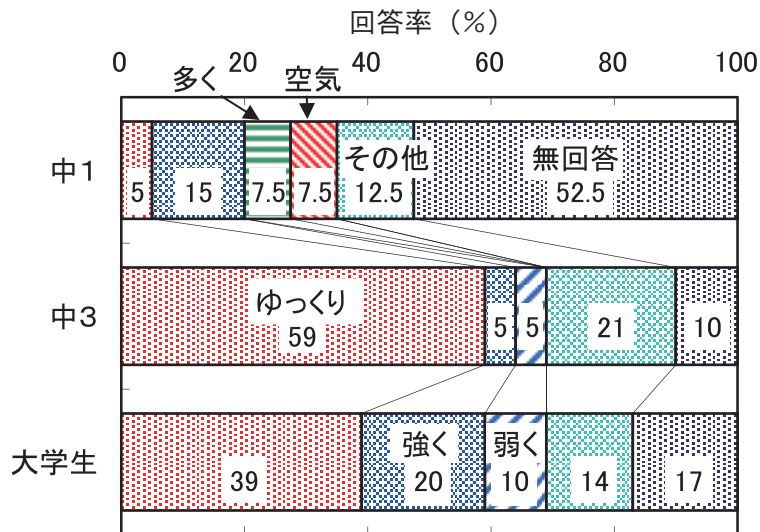


図 7 問題 2 ⑦の回答結果

使い捨てカイロの仕組みに関する調査

⑧の回答結果を図8に示す。正答の「酸化」と回答したものは、中1が22.5%、中3、大学生とも92%あった。「結合」が、中1は5%、中3が8%、大学生が0%あった。「その他」が、中1は20%、中3が0%、大学生が6%あった。「無回答」が、中1で最も多く52.5%、中3が0%、大学生が2%あった。

問題2-⑧

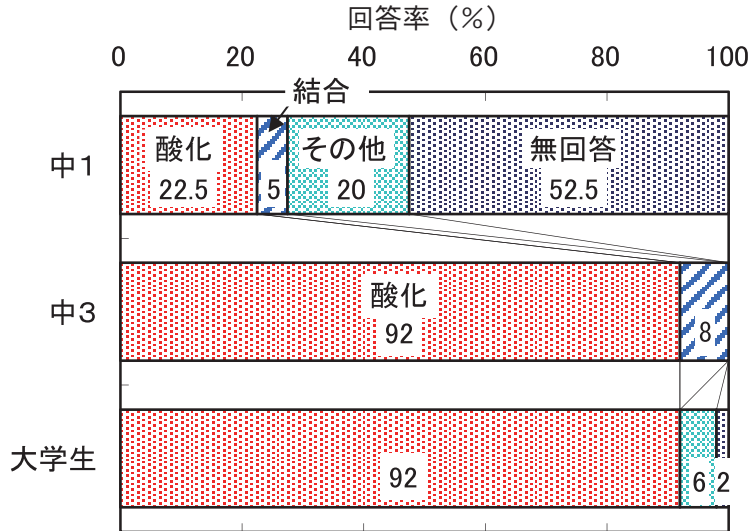


図8 問題2⑧の回答結果

⑨の回答結果を図9に示す。正答の「酸化物」で、中1が12.5%、中3が87%、大学生が98%あった。「炭素」が、中1が17.5%、中3が5%、大学生が0%あった。中3に「化合物」が7%あった。「その他」が、中1は17.5%、中3が3%、大学生が0%あった。「無回答」が、中1が70%、中3が3%、大学生が2%あった。

問題2-⑨

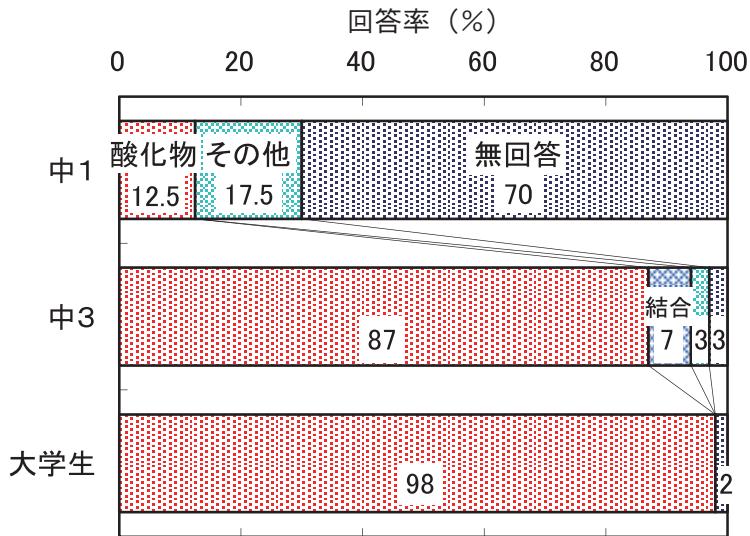


図9 問題2⑨の回答結果

3 問題 3 の回答結果

問題 3 ⑩の回答結果を図 10 に示す。正答の「水」と回答したものは、中 1 が 2.5%，中 3 が 10%，大学生が 16%あった。「アンモニア」と回答したものは、中 1 が 0%，中 3 が 8%，大学生が 6%あった。「窒素」と回答したものは、中 1 が 5%，中 3 が 8%，大学生が 0%あった。中 3 に「炭素」が 5%，「食塩水」が 5%あった。「空気」が中 3 に 5%，大学生に 6%あった。「その他」として、中 1 が 17.5%，中 3 が 23%，大学生が 10%あった。「無回答」として、中 1 が 75%，中 3 が 36%，大学生が 62%あった。

問題 3 - ⑩

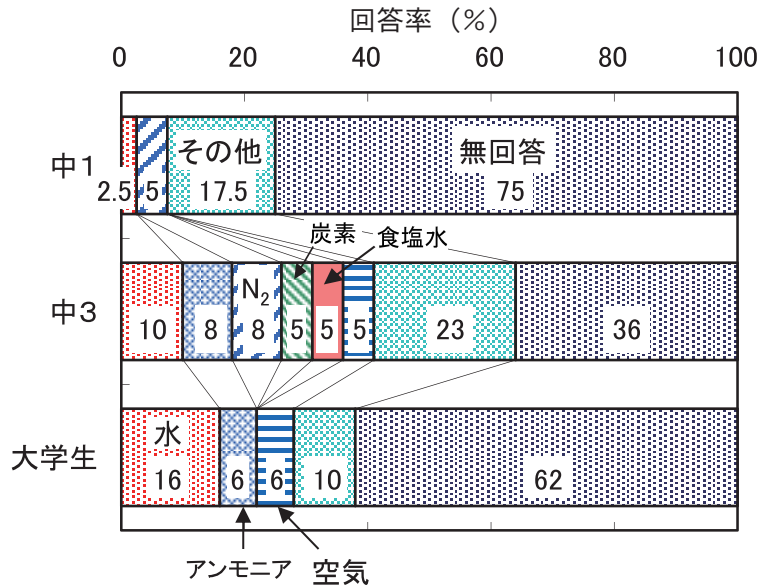


図 10 問題 3 ⑩の回答結果

⑪の回答結果を図 11 に示す。正答の「吸熱」と回答したものは、中 1 が 2.5%，中 3 が 56%，大学生が 37%あった。「冷却」と回答したものは、中 1 が 15%，中 3 が 13%，大学生が 4%あった。大学生は「還元」が 10%あった。「その他」として、中 1 が 15%，中 3 が 8%，大学生が 3%あった。「無回答」として、中 1 が 67.5%，中 3 が 23%，大学生が 46%あった。

問題 3 - ⑪

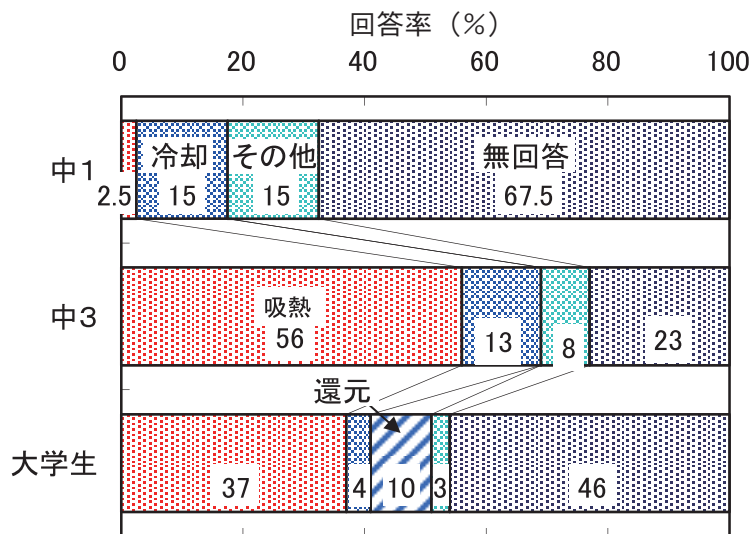


図 11 問題 3 ⑪の回答結果



4 問題 4 の回答結果

問題 4 ⑫の回答結果を図 12 に示す。正答の「鉄粉」と回答したものは、中 1 が 2.5%，中 3 が 26%，大学生が 17% あった。「鉄」と回答したものは、中 1 が 15%，中 3 が 31%，大学生が 26% あった。「砂鉄」と回答したものは、中 1 が 7.5%，中 3 が 0%，大学生が 13% あった。中 3 に「炭素」が 17% あった。「その他」として、中 1 が 15%，中 3 が 5%，大学生が 7% あった。「無回答」として、中 1 が 60%，中 3 が 21%，大学生が 37% あった。

問題 4 - ⑫

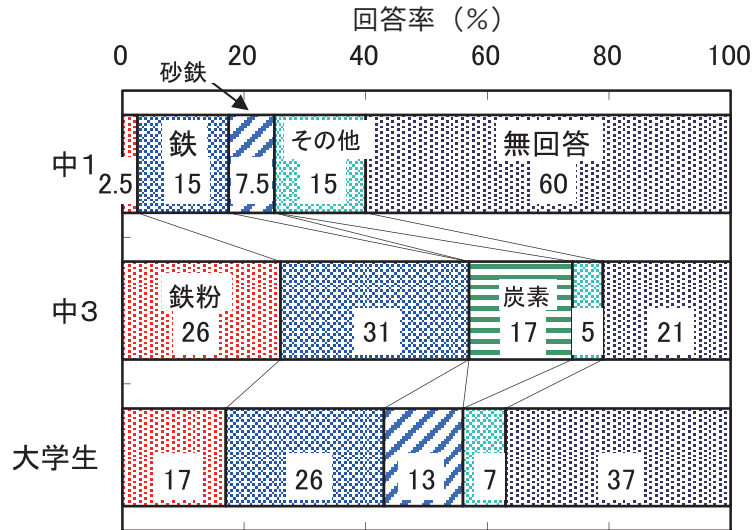


図 12 問題 4 ⑫の回答結果

⑬の回答結果を図 13 に示す。正答の「塩類」と回答したものは、中 1 が 0%，中 3 が 15%，大学生が 3% あった。「炭素」と回答したものは、中 1 が 0%，中 3 が 18%，大学生が 13% あった。中 1 は「鉄」が 5% あった。「その他」として、中 1 が 10%，中 3 が 15%，大学生が 18% あった。「無回答」として、中 1 が 85%，中 3 が 52%，大学生が 66% あった。

問題 4 - ⑬

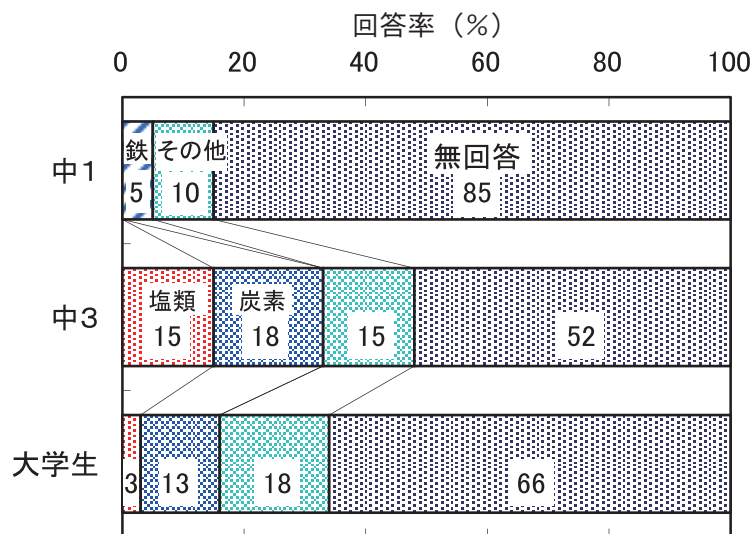


図 13 問題 4 ⑬の回答結果

## IV おわりに

本研究では、鉄の酸化、使い捨てカイロの仕組みについて中学生と大学生がどのように理解しているか調査を行い、検討した。その結果、中1では理科でまだ鉄の燃焼、鉄の錆びを学習していないので正答率が低かった。中3と大学生は鉄の燃焼、鉄の錆びを学習しているので正答率が高かったが、使い捨てカイロの仕組みで、鉄粉、塩類、水、酸素との関係がよくわからないものが多かった。したがって使い捨てカイロの仕組みを中学校技術科で行い、鉄粉、塩類、水、酸素の働きを教えることが有用であることがわかった。

### 文献

- (1) 技術・家庭, 技術分野, 開隆堂, 2012.
- (2) 新しい技術・家庭, 技術分野, 東京書籍, 2012.
- (3) 技術・家庭, 技術分野, 教育図書, 2012.
- (4) 東京書籍, 新しい理科, 2012.
- (5) 大日本図書 楽しい理科, 2012.
- (6) 東京書籍, 新しい科学, 2012.
- (7) 大日本図書 理科の世界, 2012.