

# 高等学校「科学と人間生活」における形状記憶プラスチックの教材化とその活用

メタデータ	<p>言語: jpn</p> <p>出版者:</p> <p>公開日: 2021-03-26</p> <p>キーワード (Ja):</p> <p>キーワード (En):</p> <p>作成者: 谷口, 裕樹, 岡田, 拓也, 中田, 隆二, 浅原, 雅浩</p> <p>メールアドレス:</p> <p>所属:</p>
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/00028645">http://hdl.handle.net/10098/00028645</a>

## 高等学校「科学と人間生活」における 形状記憶プラスチックの教材化とその活用

福井大学大学院教育学研究科 谷 口 裕 樹

福井県立科学技術高等学校 岡 田 拓 也

福井大学教育学部 中 田 隆 二

福井大学教育学部 浅 原 雅 浩

本研究では、機能性プラスチックについての理解を深め、生活を豊かにする機能と製品について考える教材の探索、教材化、実践およびその評価を行った。機能性プラスチックの一例として形状記憶プラスチックを取り上げることとし、高等学校「科学と人間生活」の単元「物質の科学」での活用について検討した。教材の開発にあたって、①機能性高分子について学べる、②容易かつ安全な実験操作、③言語活動の時間確保、および④50分授業で実践可能な構成の4点を考慮し、実験条件の最適化を図った。開発教材を用いて、福井県内の高等学校にて授業実践を行い、授業後アンケートにより評価した。

キーワード：機能性プラスチック、形状記憶、プラスチック、教材、化学、高等学校

### 1. はじめに

高分子化合物は日常生活に欠かすことのできない物質である。日常的に目にするプラスチックの例として、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンテレフタレート、尿素樹脂があり、容器・フィルムといった構造形成材料として使用されている。また、紙オムツやタッチパネルなど高分子化合物の物理的・化学的な機能を有効に利用した製品もある<sup>1</sup>。

中学校では、理科『身のまわりの物質とその性質』、技術『材料』においてプラスチックについて学ぶ。その際、一般的なプラスチックとしての性質に加えて、生分解性、吸水性、導電性といった機能についても一部触れられている<sup>2</sup>。

高等学校「科学と人間生活」および「化学」の教科書では、機能性プラスチックについて詳しく学ぶことになる。たとえば、「機能性高分子（プラスチック）」という専門用語と共に具体的な物質名、構造、用途などが紹介されている<sup>3</sup>。

高等学校「科学と人間生活」では、プラスチックの性質として、熱可塑性、熱硬化性のほか様々な機能性についても触れられている<sup>4-7</sup>。また、平成30年3月告示高等学校学習指導要領解説（理科・理数編）では、単元『物質の科学』において、「代表的なプラスチックや金属の種類、性質に関して、観察実験などを中心に扱うこと。その際、『プラスチック』については、その成分の違い、化学構造及び燃焼にかかわる安全性にも触れること。」が記載され、加えて、材料とその再利用について学ぶ活動についても言及されている<sup>8</sup>。例えば、教科書にはプ

ラスチックを分類する実験が事例として掲載されている。そこでは、①熱を加えたことによる、可塑性と硬化性を比較する<sup>9</sup>。②試験管内で加熱すると、水、二酸化炭素、物質によっては塩化水素やエチレンガスに分解されることを確認する<sup>10</sup>。③プラスチックを銅線と共に熱したときの炎の色を確認する<sup>11</sup>。④プラスチックを密度が異なる溶液に浸漬して比較する<sup>12</sup>。⑤ナイロン66や尿素樹脂の合成などが挙げられている<sup>13</sup>。

平成30年3月告示高等学校学習指導要領において理科の単元構成に大きな変更はなく、「科学と人間生活」では引き続き、自然の事物・現象を科学的に探究するための資質・能力の育成を目標としている。

これまでに機能性高分子の合成と観察を行う実践が複数報告されている。例えば、国内では生分解性高分子<sup>14</sup>や導電性高分子<sup>15</sup>に関する実践事例がある。また、国外の例（スペイン）では、高校生向けのペットボトルを使用した材料科学についての実験が提案され、その実施内容の報告<sup>16</sup>がされている。

しかしながら、科学の原理や法則が科学技術として日常生活や社会の中でどのように利用されているのかを、容易に入手可能な市販品を用いて行った国内での授業実践例は少ない。市販品を使用することは、化学と実社会のつながりを意識でき、学校での実験準備を簡略化が期待できる。

一般的に入手可能な機能性高分子の市販品として生分解性高分子であればポリ乳酸性の袋<sup>17</sup>、吸水性高分子であれば吸水性樹脂の簡易トイレ<sup>18</sup>、形状記憶プラスチックではポリカプロラクトン、ポリウレタンのシート<sup>19</sup>

が挙げられる。これらの製品を実験素材に用いることで、安価で多くの素材を容易に入手できる。これらの市販品を授業に活用することとした。

授業開発にあたって、使用する材料の選定、50分授業内で行える実験の開発と実践、開発した教材の評価を分析するためのアンケート作成を行った。

## 2. 開発コンセプト

「科学と人間生活」の学習指導要領には、『物質と科学』の単元を学ぶ際のねらいとして、「問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、材料とその再利用又は衣料と食品について、日常生活と関連付けて理解させるとともに、科学的に考察し表現できるようにすること」<sup>20</sup>と記載されている。

上記のねらいを考慮し、使用する機能性高分子を選定した結果、短時間での実験が可能であり、他の種類との比較が容易であり、生活を豊かにする製品を考えるという教科横断的な取り組みが期待できる「形状記憶プラスチック」を用いることを選んだ。

本研究では、形状記憶プラスチックを例に、機能性プラスチックについての理解を深め、生活を豊かにする機能と製品について考える授業の開発を行った。

教材開発のコンセプトは以下のとおりである。

- ① 機能性プラスチック材料について学べる
- ② 容易かつ安全な実験操作
- ③ 言語活動の時間確保
- ④ 50分授業で実践可能な構成

①について、形状記憶プラスチックは機能性プラスチックの一種であることを考慮した授業展開について留意した。②について、実験手順が複数段階にならないこと、受講者が創意工夫できる余地があること、そして火傷や切り傷などの事故が極力生じない実験操作に留意した。③について、機能性プラスチックについての理解を深めるための話題設定を行い、生活を豊かにする機能と応用をグループで考える時間を確保した。④について、以上3点を含む実践を、50分間で行うための構成と必要な配布物や提示資料の開発に留意した。

## 3. 使用教材の研究

本研究で使用する形状記憶プラスチックについては、①市販されかつ、入手が容易、つまり安価で一定量が定期的に入手可能であること、②形状記憶操作の温度範囲が40～90℃以内であり、水で温める程度でプラスチックの変形が可能であること、③プラスチックの変形が人の手で可能なことなどの性質が求められる。

### 3-1. 形状記憶プラスチックの特徴

形状記憶プラスチックのうち、入手可能な市販品は、ポリカプロラクトンまたはポリウレタン製のものであった。どちらもA4サイズのシート状で販売されており、

厚みはそれぞれ0.5, 0.4 mmである。はさみで容易に切断可能であり、ペーパーカッター裁断機でも切断可能である。それぞれの熱応答性の違いを比較した結果を表1に示した。なお、熱源として、80℃のお湯を用いた。

表1 使用したポリカプロラクトンまたはポリウレタン製形状記憶プラスチックの熱応答性の比較

材料	厚さ/mm	湯浴に入れた時の色変化	湯浴に入れた時の変形特性	冷却後再びお湯に入れた時の応答
ポリカプロラクトン	0.5	透明化	粘土の様に一塊になる	再び透明になり粘土状になる
ポリウレタン	0.4	変化なし	折り曲げ可(くっつかない)	元の平面状態に戻る

表1の特徴を踏まえて、温度と変形の関係性についてさらに詳しく検討した。実験方法は次の通りである。①それぞれの材料を約1.5×5 cmに切断する。②温度一定(40, 50, 55, 60, 70℃)の湯浴を準備する。③切断したシートの70%(3.5 cm)程度を湯浴に浸漬した時間を計測する。④シートを湯浴から取り出し、5秒後の変形の程度を確認するという手順である。評価指標としての変形度は、ポリカプロラクトンの場合、長辺の一方を手で支え、もう一方を100 gのおもりをつけた洗濯バサミではさみ、その重みで伸長した長さを計測することで確認した。ポリウレタンの場合、浸漬後折り目がつかないよう穏やかに長辺の両端が接触するまで人力で折り曲げ、長辺の両端が接触した直後に人力を解放し、その時の変形角度を計測した。表2～6に、各湯浴の温度と浸漬時間の違いによる形状記憶プラスチックを変形させた結果の指標を示した。また、表2～6の結果を図1と2にまとめた。

表2 湯浴温度40℃における形状記憶プラスチック変形実験の結果

40℃		
時間	延ばせる長さ/cm (ポリカプロラクトン)	変形角度/° (ポリウレタン)
10 s	+0	0°
30 s	+0	0°
1 min	+0	0°

表3 湯浴温度50℃における形状記憶プラスチック変形実験の結果

50℃		
時間	延ばせる長さ/cm (ポリカプロラクトン)	変形角度/° (ポリウレタン)
10 s	+0	15°
30 s	+0	110°
1 min	+0	120°

表4 湯浴温度55℃における形状記憶プラスチック変形実験の結果

55℃		
時間	延ばせる長さ/cm (ポリカプロラクトン)	変形角度/° (ポリウレタン)
10 s	+0	180°
30 s	+0	180°
1 min	+0	180°

表5 湯浴温度60℃における形状記憶プラスチック変形実験の結果

60℃		
時間	延ばせる長さ/cm (ポリカプロラクトン)	変形角度/° (ポリウレタン)
10 s	+1	180°
30 s	+60	180°
1 min	> +100	180°

表6 湯浴温度70℃における形状記憶プラスチック変形実験の結果

70℃		
時間	延ばせる長さ/cm (ポリカプロラクトン)	変形角度/° (ポリウレタン)
10 s	> +100	180°
30 s	> +100	180°
1 min	> +100	180°

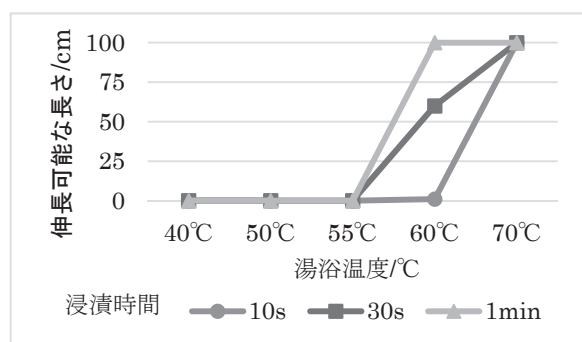


図1 ポリカプロラクトンの実験結果

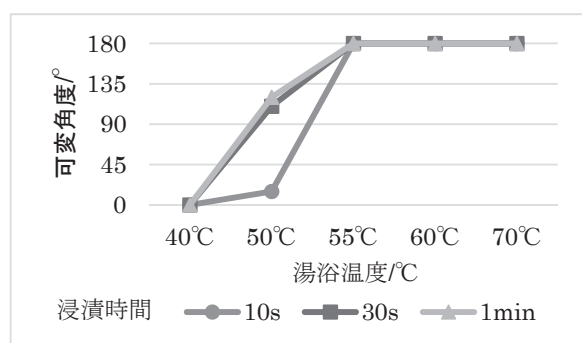


図2 ポリウレタンの実験結果

図1と2より、ポリカプロラクトンの形状記憶性を観察するためには約60℃、ポリウレタンは約50℃以上の加温が必要であることが分かった。さらに、湯浴への浸漬時間によって結果が変化する場合もあることが分かった。教材開発のコンセプト①～③を踏まえたうえで、コン

セプト④ 50分授業で実践可能な構成を達成するためには、実験操作の時間をできるだけ短く設定する必要がある。その上で、受講者が何度も実験操作を行えるといった、創意工夫できる余地を作るとすると、湯浴への浸漬時間は10秒以内が望ましい。そのため、実験時の理想は70℃以上に温める必要がある。

### 3.2. 実験器具の最適化

形状記憶プラスチックの温度特性からプラスチックを柔らかくするための湯浴と高温下で形状記憶プラスチックを操作する時の手指の保護について検討した。

#### 3.2-1. 湯浴の検討

70℃以上の温度で温めるためには、湯浴が必要である。ウォーターバス（恒温水槽）を学校現場で準備することは金銭的な面から難しい。また、ピーカーを湯浴としてガスバーナーで加熱しながら操作を行うことは容易性と安全性に不安がある。実験時間を15分程度と仮定し、実験開始時は70℃以上であり、実験終了時まで50℃以上を保つことができれば今回使用するポリカプロラクトンとポリウレタン製の形状記憶プラスチックの特性を調べる実験が可能である。

そこで、湯浴はウォーターバスでもなく、ガスバーナーで温め続けるピーカーでもない、保温性を持った発泡ポリスチレン容器に90℃以上で熱したお湯を溜めたものを用いることとした。発泡ポリスチレン容器としては、市販の大型カップ麺容器（約縦17cm×横17cm×深さ7cm）を流用することとした。この発泡ポリスチレン容器は、①底面が平坦で安定、②開口面が広く、A7サイズのプラスチックシートの加温操作が可能、そして、③室温25℃の時、90℃以上のお湯を500mL程度用いれば、15分後でも湯浴の温度を50℃以上に保つことができる特性をもつことが分かった。

なお、実験操作によって湯浴の温度が想定より下がった場合、100～200mL程のお湯を入れ替えると再びポリウレタンの変形を確認することができる。

#### 3.2-2. 手指の保護についての検討

50℃以上で温められた形状記憶プラスチックを湯浴から取り出したり、形状を変形させたりする操作を素手で行った場合、手指を火傷する可能性がある。そこで、実験操作を、ゴム手袋を装着して行うことについて検討した。この時、ゴム手袋には①100℃近いお湯の温度から手指が守られること、②本実験条件においてゴム手袋自体が溶けださない素材であること、③手袋を装着しても実験の操作性が損なわれないこと、などの特性が必要である。

以上を考慮し、市販品のうち6種類のゴム製手袋について検討した結果、厚手（0.9mm）のニトリルゴム製手袋（エステー株式会社製）を採用することとした。



#### 4. 50分授業の開発

開発にあたり、実験準備物、生徒用授業プリント、および提示資料について検討した。

##### 4-1. 授業時における実験準備物の検討

形状記憶プラスチックおよび実験器具の最適条件の検討結果に基づき、実験時間を15分以内とし、2人1組で行うことを想定した場合の1組ごとの実験準備物は次の通りである。

- ・形状記憶プラスチック  
(内訳)
- ・厚さ0.5 mmのポリカプロラクトン  
(1.5 × 5 cm) 1枚
- ・厚さ0.4 mmのポリウレタン  
(1.5 × 5 cm) 1枚
- ・厚さ0.4 mmのポリウレタン  
(A7版) 1枚
- ・厚手ニトリル製ゴム手袋 1双
- ・温度計 1本
- ・発泡ポリスチレン容器 1個

開発した授業では、実験① 1.5 × 5 cmのポリカプロラクトンとポリウレタンを用いた熱応答の比較、引き続き、実験② A7版サイズに切り取ったポリウレタンを用いた形状記憶特性を確認の2種類の実験を行うこととした。そのため、1組あたり合計3枚の形状記憶プラスチック片を準備することとした。

お湯は、1組あたり約500 mLを準備する必要があるため、保温機能付き電気ポットを数台使用することとした。ポットの温度は、ポリウレタンの形状記憶性を観察できる50℃以上を実験終了時まで維持できることを想定し、98℃以上に設定し準備した。なお、実験時の環境や操作方法によっては50℃を下回ることも起こりうる考え、1組あたりの必要量に加えて予備のお湯(200 mL)も用意した。さらに、各組で温度管理ができるように温度計を配布することとした。

##### 4-2. 生徒用授業プリント

生徒用授業プリント(A4版)を2種類作成した(図3・4)。1種類は機能性プラスチックの種類と使用例および、実験の準備物と方法について記載したプリントである。

もう1種類はプラスチックに関する3つの課題が書かれたプリントであり、実験結果に基づく言語活動を補助する目的で作成した。各課題に回答する際は、課題1は黄色と青色、課題2は緑色、課題3は桃色の付箋に書き込み、プリントに貼る形式をとった。課題1ではプラスチックの長所と短所について、意識して考えてもらうため、長所を黄色、短所を青色に記入してもらうこととした。これにより話し合いや情報共有の際の正確化を図った。

令和元年 10月29日 6限目

年 組 出席番号( ) 氏名 \_\_\_\_\_

**機能性プラスチック** — ある性能が付与されたプラスチック  
(例)

- ・導電性—スマホのタッチパネル
- ・吸水性—紙おむつ
- ・半透膜—人口腎臓、淡水製造
- ・生分解性—手術糸
- ・形状記憶—障がい者用スプーン、留置針

**形状記憶性をもつ機能性プラスチックの実験**

<準備物>

ポリカプロラクトン(白色)、ポリウレタン(透明)、ゴム手袋、温度計、カップ麺の容器(お湯入用)

実験は2人1組で行う

###### 実験1

- ① カップ麺の容器とお湯を取りに行く。
- ② ゴム手袋をつける。
- ③ ポリカプロラクトン、ポリウレタン(1.5×5サイズ)をお湯の中に半分ほど入れ、10秒ほど待つ。
- ④ お湯から取り出し、手で形を変える(曲げる、延ばす など)。
- ⑤ もう一度お湯に入れて、10秒ほど形を観察する。

※やけどに注意

###### 実験2

- ① お湯が50℃未満であれば取りに行く。
- ② ゴム手袋をつけて、ポリウレタン(A7サイズ)をお湯の中に10秒ほど入れる。
- ③ お湯から取り出し、手で形を変える(丸める、何度も折りたたむ など)。
- ④ ②,③を繰り返して様々な形にしてみる。

※やけどに注意

図3 機能性プラスチックの種類と実験準備物および手順を示したプリント①

10月29日

出席番号( ) 氏名 \_\_\_\_\_

###### 課題

①プラスチックの長所(黄付箋)、短所(青付箋)は何か

②ポリウレタンのような形状記憶性をもったプラスチックがある。どのような使い道があるか(緑付箋)

③どのような機能をもったプラスチックがあると生活が豊かになるだろうか。もしくはどのような機能性プラスチック製品があると生活を便利にするだろうか(赤付箋)

※本研究実施者は、回答者の個人情報の保護に十分配慮します。また、研究内容を公表する際、回答者を特定できない形で情報を整理し、使用します。

図4 課題提示のための補助プリント②

### 4-3. 提示資料の検討

授業を円滑に進めるため、提示資料を作成し、プロジェクターで投影した。構成は表7のとおりである。

表7 提示資料の構成

スライド内容	スライド ／枚
無機・有機・高分子の復習	5
課題1（プリント②に記載）	1
機能性プラスチック・形状記憶について	2
実験操作について	3
課題2、3（プリント②に記載）	1

有機・無機・高分子について簡易的な復習を行うためのスライドを5枚。機能性高分子とその中の1つである形状記憶プラスチックについて説明したスライドを2枚。実験操作と実験上の注意点を示したスライドを3枚作成。実験操作や課題は生徒用授業プリントと同様の内容を提示しておくことで、全体でどのような活動を行うのかを意識できるように配慮した。

## 5. 授業実践

福井県内の高等学校の協力を得て、令和元年10月29日（火）に、情報工学科の3年生1クラス（31人）を対象とした50分授業1コマを化学実験室で行った。授業科目は「科学と人間生活」であり、単元は『物質の科学』である。

### 5-1. 授業の流れ（50分）

本実践は、導入、実験説明、グループ実験、言語活動を含め50分で計画した。授業の流れの概略を表8に示す。授業後にアンケートを行った。アンケート記入の時

表8 授業の流れ

時間 ／分	スライド 授業の流れ／枚
7	【導入①】 無機・有機・高分子の復習
1	高分子のうち、プラスチックを取り上げることの確認
5	【言語活動①】 課題①プラスチックの長所・短所を考え、4人1組で話し合う
2	【導入②】 機能性プラスチックについて
20	【実験】 形状記憶プラスチックの特徴を調べる実験 (説明5分+実験15分)
4	【言語活動②】 課題②ポリウレタンの使い道について考え、4人1組で話し合う
4	【言語活動③】 課題③どのような機能をもったプラスチックがあると生活が豊かになるか、また、どのような機能性プラスチック製品があると便利か考え、4人1組で話し合う
7	課題②③の共有
時間外	アンケート

間は50分のなかに含めず、授業後に記載してもらい、回収することとした。

### 5-2. 導入①（7分）

有機物と無機物の違いを説明した後、高分子化合物について説明した。有機高分子化合物、無機高分子化合物について具体例を挙げて紹介した。このとき、有機高分子化合物の合成物に分類される合成樹脂がいわゆるプラスチックであるということを補足した。

### 5-3. 言語活動①（5分）

課題として「プラスチックの長所、短所は何か」を挙げた。その際、身の回りにあるプラスチック製品を挙げたうえで、プラスチックの長所と短所について考えてもらった。2分間でプリントに個人の意見をまとめた後、3分間全体共有を行った。

### 5-4. 導入②（2分）

機能性プラスチックと呼ばれるプラスチックがあることを説明。具体的な性質とそれが使用されている製品を紹介した。そのうち今回は、形状記憶特性に着目することを伝えた。

### 5-5. 実験（20分）

#### 5-5-1. 実験の説明（5分）

2種類の異なる素材でできた形状記憶プラスチックの比較を目的とした実験①および、形状記憶機能の体験を目的とした実験②について、配布したプリント①を閲覧しながら、スライドを用いて確認した。なお、実験②の説明は実験①を終えた後に行った。

#### 5-5-2. 実験実技（15分）

##### <実験①>

発泡ポリスチレン容器とお湯を受け取った後、ゴム手袋を装着して行った。ポリカプロラクトンおよびポリウレタン製のプラスチック片（1.5×5 cm）をそれぞれ順に湯浴の中に半分程度10秒間浸漬した後、湯浴から取り出し、曲げたり伸ばしたりするなど手指で変形させた。変形後のプラスチック片をもう一度湯浴に浸漬させた状態で10秒ほど形を観察した。

##### <実験②>

実験①と同様、ゴム手袋を装着して行った。ポリウレタン製プラスチックシート（A7版）を湯浴中に10秒ほど浸漬した後、湯浴から取り出し、丸めたり折りたたんだりするなど手指で変形させた。変形後のプラスチックシートを再び湯浴に浸漬すると再び元の平面状のシートに戻ることを確認した。これを数回繰り返して、様々な形に変形してもらった。なお、お湯が50℃未満になった場合は100～200mL程を90℃のお湯と入れ替えた。

## 5-6. 言語活動②③と共有（15分）

形状記憶プラスチックの性質を実験的に確認した後、個人で考え、続いて4人1組で、①「ポリウレタンを例とした形状記憶プラスチックの使い道」と②「どのような機能性プラスチックがあると生活が豊かになるか、また、どのような製品があると便利か」を考えた。4人での言語活動後、挙手してくれた生徒に発表してもらい、全体共有を図った。

以下は回収したプリントに記載されていた回答から抽出した一部である。

### ①形状記憶プラスチックの使い道

- ・ブラシ（潰れてもお湯に浸すことで元のまっすぐな状態に戻るため、買い替え不要になる）
- ・耳の形にあうイヤホン
- ・簡易的な義足 等

### ②どのような機能性プラスチックがあると生活が豊かになるか。どのような製品があると便利か。

<機能性に視点を置いたもの>

- ・蓄電性がある
- ・有害物質がでない
- ・光合成をする 等

<製品に焦点を置いたもの>

- ・高吸水性マット、エプロン（吸水性）
- ・基板に容易にかける（導電性）
- ・骨格の代用品（形状記憶性） 等

## 6. 授業後アンケート

授業を受けた生徒31人にアンケートを行った。アンケートの内容を表9に示した。設問③については5件法で行い、その他の設問については4件法で行った。結果を図5にまとめた。

表9 アンケート内容

設問1. これからの生活に関連づけて考えられる授業であった
設問2. 授業は分かりやすい順序で進められた
設問3. 授業中の課題は適切な量であった
設問4. 授業者は学ぶために適切な教え方をしていた
設問5. 配布資料は適切であった
設問6. 実験によって理解が深まった
設問7. 同級生との対話によって理解が深まった
設問8. 授業は満足できるものだった

### 6-1. アンケートの分析

#### 6-1-1. 生活に関連づけて考えられる授業であったか（設問①）

すべての生徒が、これからの生活に関連づけて考えられる授業であったと回答した。プラスチックの長所・短所を考えた際、多くの生徒が例を挙げていた。このことから、もともと身近な存在として認知されており、関心もあったのだと考えられる。その上で機能性プラスチッ

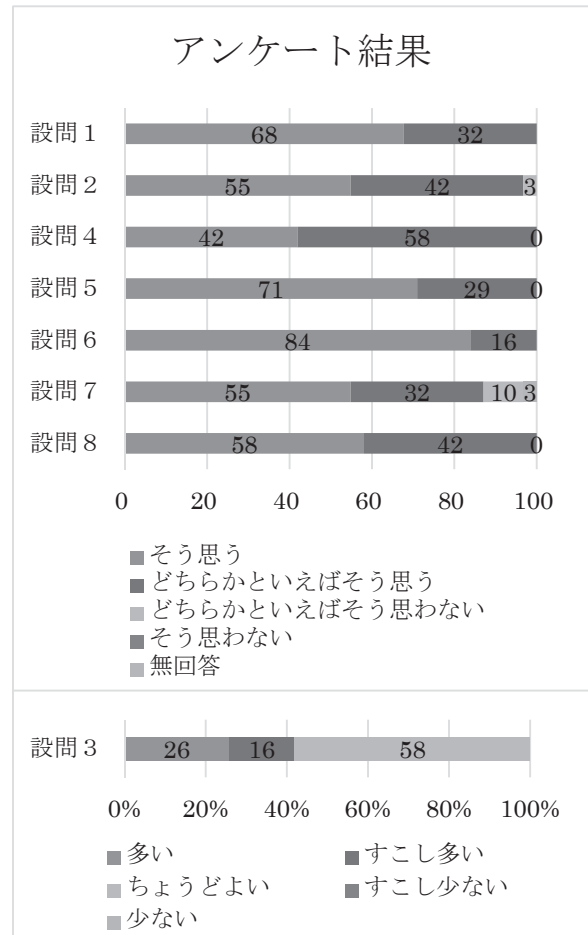


図5 アンケートの集計結果

クが使用されている製品について言及したため、関連づけて考えた生徒が多かったのだと予想される。

#### 6-1-2. 授業の進め方と量について（設問②③）

授業の進め方に関しては、31人中30人（97%）が分かりやすい順序で授業が行われていたと回答した。一方、課題量については13人（42%）から多いとの回答があった。50分授業時間の中で、知識、複数の実験、複数の課題、発表、考察を全て盛り込んだことが原因である。特に、複数の課題と共に複数の言語活動を組み込んだことが、課題量が多いと感じさせた要因であろう。

#### 6-1-3. 授業者の教え方について（設問④⑤）

授業の順序については前述のとおり肯定されている。また、設問④では、「そう思う」13人（42%）、「どちらかといえばそう思う」18人（58%）と回答しており、教え方についても高い評価を得た。

#### 6-1-4. 配布資料は適切であった（設問⑤）

「そう思う」22人（71%）、「どちらかといえばそう思う」9人（29%）と回答している。配布プリントと提示物の両方で確認している様子が見られた。

#### 6-1-5. 実験による理解（設問⑥）

「そう思う」26人（84%）、「どちらかといえばそう思う」5人（16%）と回答しており、2つのプラスチックをもちいたことで、プラスチックの特性・種類によって異なることを実感できたためだと考えられる。

#### 6-1-6. 同級生との対話による理解（設問⑦）

「そう思う」17人（55%）、「どちらかといえばそう思う」10人（32%）、「どちらかといえばそう思わない」3人（10%）と回答し、無回答1人（3%）であった。生徒の10%が「どちらかといえばそう思わない」と回答した原因として、言語活動の時間が十分に確保できなかったことに加えて、生徒の経験に基づく知識が乏しかったことも考えられる。

#### 6-1-7. 授業全体への評価（設問⑧）

「そう思う」18人（58%）、「どちらかといえばそう思う」13人（42%）との回答があり、おおむね良好な印象であった。

### 7. まとめと今後の展望

本実践では、形状記憶プラスチックを用いて、機能性高分子についての理解を深め、生活を豊かにする機能と製品について考える教材の探索とその教材化、さらに実践と課題プリントの回答例およびアンケート結果の分析による簡易的な評価を行った。

機能性プラスチックとして、ポリカプロラクトンとポリウレタン製の2種類の形状記憶プラスチックシートを導入した。実験器具として、発泡ポリスチレン容器、ニトリルゴム製手袋を用いることで、90℃近くのお湯を比較的安全に扱える条件を見出した。さらに、50分授業の中に、実験に加えて言語活動を導入することで、機能性プラスチックに対する理解が深まることを確認した。

一方、実際に50分授業を行った結果、アンケートから課題量が多いことが指摘され、全体の時間配分や課題量については再検討が必要である。例えば、課題の量を減じる、実験の種類を1つにする、あるいは、授業時間を50分に収めるのではなく、言語活動部分を独立させるなど、2回に分けた授業構成にするなどが考えられる。

今回は高等学校「科学と人間生活」科目の中で実践したが、機能性高分子を素材として扱う場面としては、高等学校「化学基礎」、「化学」、「工業化学」の他、中学校「理

科」、「技術」もある。今後、これらの科目での活用についても検討していきたい。

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 18H01068 の助成を受けたものです。授業実践をさせていただいた高等学校の先生方およびに授業に協力していただいた同校3年生31名に、貴重な時間をいただき、深く感謝いたします。

註1 形状記憶プラスチックはamazonにて購入。ビビットレイ合同会社製

### 引用文献

- 1)、7)、12)、13) 竹内敬人ら（2019）「改訂 科学と人間生活」東京書籍, p.75、pp.67-75、p.69、p.73
- 2) 安東茂樹ら（2015）「技術分野」開隆堂, p.32
- 3) 齋藤烈ら（2012）「化学」啓林館, p.428
- 4)、9) 河本敏郎ら（2019）「新科学と人間生活」数研出版, pp.26-34、p.27
- 5)、10) 中村桂子ら（2019）「科学と人間生活 新訂版」実教出版, pp.32-39、p.35
- 6) 中村英二ら（2019）「改訂 科学と人間生活」第一学習社, pp.18-25
- 8)、20) 文部科学省（2019）「高等学校学習指導要領解説（平成30年告示）理科編」実教出版, p.35
- 11) 中村英二ら（2019）「改訂 科学と人間生活」第一学習社, p.23
- 14) 藤井浩樹（2014）「体験活動を重視し、科学的な思考力や表現力を育成する理科授業のあり方」, <https://www.torikyo.ed.jp/kyoiku-c/H26ad/27.pdf>（2020年10月9日閲覧）
- 15) 宮島章子ら（2004）「化学と教育」日本化学会, 52巻, 6号, pp. 384-385
- 16) Alfredo Luis M. L. Mateus, *J.Chem. Educ.* 2019, 96, 1696-1700
- 17) <https://www.tjc-jp.com/solution/pla/index.html>（2020年10月9日閲覧）TJC株式会社
- 18) <https://newstone.theshop.jp/>（2020年10月9日閲覧）ニューストーンインターナショナル株式会社
- 19) <http://vivitray.com/>（2020年10月9日閲覧）ビビットレイ合同会社

Development and Its Application of Shape Memory Plastics into Chemistry Educational Materials for High School "Science and Our Daily Life"

Yuki TANIGUCHI, Takuya OKADA, Ryuji NAKATA, and Masahiro ASAHARA

Keywords : Functional Polymer, Shape Memory, Plastics, Teaching, Chemistry, High School