

マイクロスケール実験によるプラスチックの区別：  
高校化学および中学校理科の教材開発と実践および  
その評価

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-04-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奥屋, 倫太郎, 青山, 絹代, 中田, 隆二, 浅原, 雅浩 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/9913">http://hdl.handle.net/10098/9913</a>

# マイクロスケール実験によるプラスチックの区別 — 高校化学および中学校理科の教材開発と実践およびその評価 —

福井大学大学院教育学研究科 奥 屋 倫太朗  
 福井大学教育地域科学部 青 山 絹 代  
 福井大学教育地域科学部 中 田 隆 二  
 福井大学教育地域科学部 浅 原 雅 浩

プラスチックは日常に欠かすことのできない材料であり、種類も豊富である。一般に、プラスチック素材は見た目が似ているため、目視での比較が難しい。本研究では、マイクロスケール実験で用いられるセルプレートを使用し、探究的にプラスチックを区別する教材開発と実践およびその評価を行った。教材開発のコンセプトとして、①未知の5つのプラスチックを密度の違いを利用して探究的に種類を特定、②セルプレートを用いた個別実験、③操作が容易、④目視での比較が可能、⑤中学校でも実践可能、⑥廃液処理が容易、⑦PETとPVCを飽和食塩水に入れた際の沈む速さで区別、⑧言語活動の出現を考慮し、高等学校「化学基礎」で実践した。授業後にアンケートを行ったところ、生徒の80以上が、プラスチックの区別に対する有意感を得られた。

キーワード：プラスチック、マイクロスケール実験、セルプレート、密度、化学教育、高校化学

## 1. はじめに

プラスチックは日常生活に欠かすことのできない物質であるが、その安全性や廃棄の問題、また原料となる石油資源の課題などについても考慮していく必要がある。中学校・高等学校の学習指導要領は「代表的なプラスチックを扱うこと」とされ、中学校は「性質に触れること」、高等学校では「再利用に触れること」となっている<sup>1,2)</sup>。廃棄する際、ペットボトルのラベルをはずし、ふたと容器を分けて回収しているように、同じプラスチックでも種類が違う。高等学校でプラスチックの再利用にふれるためには、性質の違いに触れながら区別する実験を通し、さまざまな種類があることを知る必要がある。

中学校でプラスチックを区別する実験は、平成20年度公示の学習指導要領から新しく追加され、プラスチックの種類による密度と燃え方の違いを利用して区別するものがある。燃え方の違いで区別する実験をする際、繰り返し実験が困難で比較しにくい、また安全面と健康面の配慮が必要であるなど課題があり、扱いが困難である<sup>3)</sup>。密度を利用し区別する実験は中学校・高等学校ともにあり、高等学校では、3種類の密度の異なる溶液を使用し、それぞれの溶液に対する浮き沈みを観察させる実験が掲載されている<sup>4)</sup>。

プラスチックの区別に関する教育研究の例として、宮内のポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリスチレン (PS)、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) の4種類を密度の違いを利用して種類を特定する実験の報告がある<sup>5,6)</sup>。この密度で区別する実験は、グループ実験であり、またポリ塩化ビニル (PVC) の区別は含まれていない。また、大日本図書「調べてわかるプラスチッ

ク」でもプラスチックを調べる実験が紹介されている<sup>7)</sup>。

国外では、プラスチックを区別する方法に関して多数の研究報告があり<sup>8-12)</sup>、密度や燃え方の違いだけでなく、溶解度や熱可塑性の違いを利用した研究もある。Harrisらは7種類のリサイクルプラスチックを密度と溶解度、熱可塑性を利用し区別する方法を開発したと報告している (Chart 1)<sup>13)</sup>。

実験器具を小さくするとグループ実験でなく、1～2人の少人数による個別実験がより行われやすくなり、現在ではマイクロスケール実験と呼ばれている。セルプレートを活用し、実験器具を小さくすることで試薬の少量化、廃液量の削減も期待できる。学習指導要領では実験・観

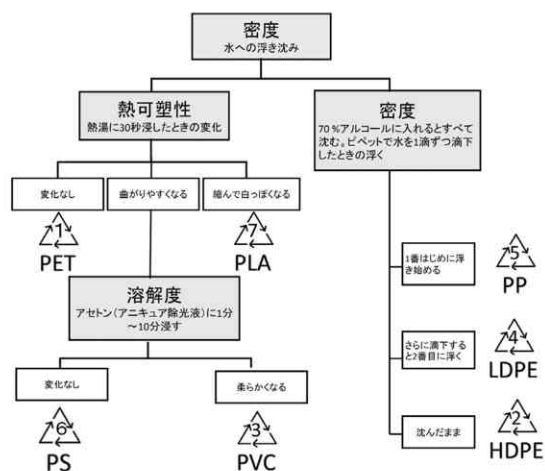


Chart1. 7種類のプラスチックを区別する方法, PLA(ポリ乳酸), LDPE(低密度ポリエチレン), HDPE(高密度ポリエチレン), アルコールとしてエタノールを使用されている。

察の重要性が指摘され、「マイクロスケールの実験など、使用する薬品の量をできる限り少なくした実験を行うことも考えられる。」と記されている<sup>1)</sup>。環境問題を意識するとともに、生徒一人一人が積極的に実験・観察に取り組ませるために、マイクロスケール実験は有効であると考えられる。

荻野(東北大学)は、昭和63年以来、マイクロスケール実験の教材開発と実践を報告し<sup>14)</sup>、この分野の国内における先駆けとなった。現在、芝原(京都教育大学)、中川(神戸女学院大)らによりマイクロスケール実験の教材開発および普及に向けての取り組みが行われている<sup>15-16)</sup>。マイクロスケール実験は一部の教員や大学でしか実践されておらず普及しているとは言えない状況ではあるが、斎藤は東日本大震災の影響で理科室が使用できない環境下で、マイクロスケール実験の手法を取り入れ、観察・実験を行った例を報告している<sup>17)</sup>。

主に日本で開発されたマイクロスケール実験化教材は、小学校理科においては、「ものの溶け方」や「水溶液の変化」、中学校理科においては、「だ液の性質」や「水溶液の性質」、高等学校においては「混合物の分離」、「金属イオンの定性分析」などがある<sup>18)</sup>。

マイクロスケール実験は、従来の教科書にあるグループ実験を少人数による個別実験にするだけでなく、探究的な学習に活用することが期待できる。これはマイクロスケール実験による操作の簡略化に伴い、課題を見つけ、その課題の解決に向けた学習が容易になるためである。さらに、個人の結果をもとにグループ議論もできるため、協働的な学習にもつなげることが可能である。

## 2. プラスチックを区別するマイクロスケール実験化教材の開発コンセプト

本研究は、プラスチックを区別するマイクロスケール教材の開発と授業実践およびその評価を行うことを計画した。教材開発のコンセプトは以下の通りである。

- ① 未知の5種類のプラスチックを密度の違いを利用して探究的に種類を特定
- ② セルプレートを用いた個別実験
- ③ 操作が容易
- ④ 目視での比較が可能
- ⑤ 中学校でも実践可能
- ⑥ 廃液処理が容易
- ⑦ PETとPVCを飽和食塩水に入れた際の沈む速さで区別
- ⑧ 言語活動の出現

①のプラスチックを区別し特定することに関しては、中学校・高等学校で扱うことになっている5種類のプラスチック全てを扱うこととする。直径3mm程度の5種類の粒状プラスチックを使用し、その色や形が似ていることを利用し、「謎の5つのプラスチックを区別しよう」

という探究的な活動に設定し、プラスチックにはさまざまな種類があることを知ってもらう。

②の個別実験については、生徒一人ひとりが24Wellセルプレートを使用し1人1実験を実現とし、机上のスペースで実験でき、自ら課題を見つけ解決する力を養うこととした。セルプレートとは、多数のくぼみがある平板からなる実験・検査器具で、各くぼみに少量の溶液などを入れることができ、主に生化学的分析や臨床検査に用いられる。

③の操作が容易、④の目視での比較が可能、⑤の中学校で実践可能に関しては、密度の異なる4つの無色透明の溶液を、それぞれ市販の食用色素を用いて異なる色に着色することにより達成した。目視により溶液を区別・比較することができ、実験操作を容易にすることで、中学校でも実践可能となる。また、6×4個のくぼみがあるセルプレートを使用することで、比較対照実験がし易くなり、また結果の記入や考察も容易となる。

⑥廃液処理が容易に関しては、一人あたり少量の溶液で実験することができ、また使用する全ての溶液を水道に流し捨てることのできるため、学校現場で実践可能である。

⑦PETとPVCの区別する方法に関しては、密度差による沈む速さの違いによって区別する探究的な場面が期待される。

⑧の言語活動に関しては、不確定な個人の実験結果をグループの中で確認、相談することで議論が生まれ、言語活動が自発的に展開されることを期待した。さらにマイクロスケール化により実験時間短縮が可能となり、言語活動の時間をつくることのできる。

## 3. 使用する教材の研究

### 3-1. セルプレート

24Wellセルプレート(例えば、池田理化株式会社, Falcon<sup>®</sup> マルチウェルプレート細胞培養24

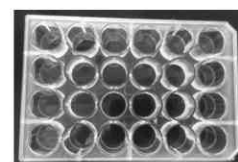


図1. 24Wellセルプレート

Well, 液容量3.5mL, 図1)を使用した。ふたは今回使用しないため、事前に回収した。

### 3-2. プラスチック

粒状プラスチック(ナリカ株式会社, プラスチック素材B, 直径約3mm, 図2)を採用した。このプラスチックは、種類ごとに形状、色が均一である。このうち、プラスチックの種類は中学校の教科書に記載されているPET(ポリエチレンテレフタレート)、PVC(ポリ塩化ビニル)、PS(ポリスチレン)、HDPE(高密度ポリエチレン)、PP(ポリプロピレン)を使用した。この選択した5種類の粒状プラスチックを一粒ずつ小さなナイロン袋に入れた(図3)

予備実験の際、理論的には水に沈むはずの粒状PETの中に水に浮くものが複数あった。浮く粒状PETは気泡を

含んでいる可能性があり、事前に分別し取り除いた。また、プラスチックはメーカーや製法によって密度が異なる。5種類のプラスチックの密度について、ナリカ社と教科書(A社)を比較したものを表1に示した。PETとPVCの密度の値が大きく異なることがわかる。入手先によって、基本となる密度が異なる場合があるので注意する必要がある。



図2. 代表的な5種類の粒状プラスチック。



図3. 5種類の粒状プラスチックが入った袋

表1. 代表的なプラスチックの密度比較

種類	ナリカ社 密度/ gcm <sup>-3</sup>	教科書(A社) 密度/ gcm <sup>-3</sup>
PET	1.55~1.70	1.38~1.40
PVC	1.30~1.58	1.2~1.6
PS	1.04~1.05	1.05~1.07
(HD)PE	0.95~0.97	0.92~0.97*
PP	0.90~0.91	0.90~0.91

\*低密度ポリエチレン(LDPE)と高密度ポリエチレン(HDPE)両方を含む密度の値。

### 3-3. 溶液の選択と着色

飽和食塩水(A)、水(B)、50%エタノール水(C)、エタノール(D)の密度の異なる溶液を使用することで、浮き沈みにより5種類のプラスチックを区別することができる(表2)。溶液A-Dの密度(有効数字2桁)は、それぞれ1.2, 1.0, 0.9, 0.8である(表3)。

今回、飽和食塩水(密度 1.2g/cm<sup>3</sup>)を使用しているが、10%食塩水(密度 1.1g/cm<sup>3</sup>)でも同様の実験結果を得ることができる。しかし、表2からPETとPVCの結果が等しくなるため、沈む速さでPETとPVCを区別するために、PETとPVCの密度がより近い飽和食塩水を使用することにした。PETとPVCの粒状プラスチックを沈む速さで比べる際、なるべく沈む速さを遅くしたほうが目視により判断がしやすくなる。

溶液Cと溶液Dの調整は、エタノールでなく、安価なメタノールでも代用可能である。しかし、メタノールは劇物であり、学校現場での使用は好ましくないため、エタノールを選択した。

表2. 溶液A-Dに5種類の粒状プラスチックを沈めたときの浮き沈みの結果

○: 浮く ×: 沈む	A 飽和食塩水	B 水	C 50%エタノール	D エタノール
PET	×	×	×	×
PVC	×	×	×	×
PS	○	×	×	×
(HD)PE	○	○	×	×
PP	○	○	○	×

水以外の溶液を、粉末タイプ食用色素により色付けした。すなわち飽和食塩水が黄色、50%エタノールは青、エタノールは赤に着色した(表3, 図4)。着色料はそれぞれ50mLに対して1mg添加した。ごく少量の着色料しか使用していないので、着色料による密度変化は考慮しなくても影響はない。溶液を着色する理由として、密度の異なるプラスチックを浮き沈みによって区別するには、密度の異なる溶液が必要になる。今回使用する飽和食塩水、水、50%エタノール水、エタノールはいずれも無色透明溶液であり、セルプレートに入れる際や実験を行う際に、生徒に混乱をきたす可能性がある。そこで、それぞれの溶液を着色することによって、目視による区別が容易となりミスや混乱を避けることができ、思考が整理されやすくなることを期待した。

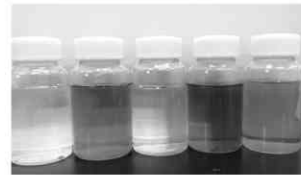


図4. 着色した溶液(左から飽和食塩水、水、50%エタノール水、エタノール)

表3. 溶液の種類、色、濃度

溶液	色*	密度/gcm <sup>-3</sup>
A(飽和食塩水)	黄	1.2
B(水)	無	1.0
C(50%エタノール)	青	0.9
D(エタノール)	赤	0.8

\*着色料: 粉末タイプ食用色素(黄, 青, 赤)

4種類の溶液は、それぞれの溶液専用のポリスポイトを用いて、セルプレートのセルに入れていく。しかし生徒がポリスポイトを使用する際、混合してしまう可能性がある。溶液が混合すると、密度が変化してしまう。さらに、飽和食塩水とエタノールが混合した場合、溶解度が低下し塩化ナトリウムが析出してしまい溶液が白濁する。浮き沈みを判断する際、濁っていると観察が困難になる。このような状況を避けるために、溶液を注ぐポリスポイトに予めラベルを貼り、溶液の混合を防ぐことに努めた。

### 3-4. 生徒用実験プリント (A 4版)

生徒実験用プリント (A 4版) を作成した (図5)。生徒はこのプリントを使って実験を進める。図6のように、プリント上でセルプレート置き実験ができるように表を配置した。さらに、セルプレートで実験した結果を右側の表に記入できる。プリントには、代表的なプラスチックの身近な使用例が示されている。例えば、ペットボトルには3種類のプラスチック (PET, PS, PP)、消しゴムにはPVC、買い物袋にはPEなどが使用されていることを挙げている。左下には、5種類のプラスチックの密度、右上には4種類の溶液の色と密度を表にして記載した。その他に、実験の際の注意事項も合わせて記載した。

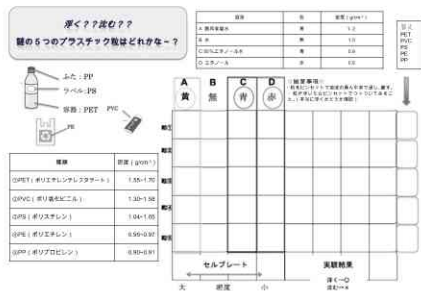


図5. 作成した生徒用プリント (A 4版)

### 3-5. 提示物 (実験説明用 (A 3版))

セルプレートに着色した4種類の溶液を入れる方法を説明するために、提示物としてA 3版のプリントを作成した (図6)。4種類の溶液をセルプレートに入れる際、この提示物を参考することで、スムーズに4種類の溶液を各セルに導入することができ、効率化と正確化を図った。

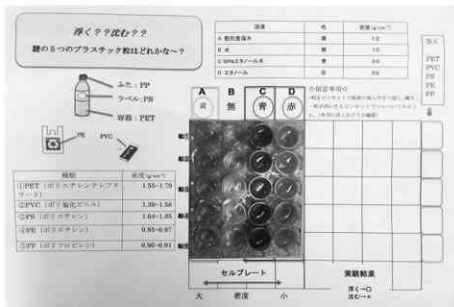


図6. セルプレートに各溶液を入れる方法を説明するためのプリント (A 3版)。

## 4. 生徒実験の開発

### 4-1. 実験方法

本教材を用いた生徒実験を開発した。本教材を用いた実験は、未知の5種類の粒状プラスチックの密度の違いを利用し区別させるものであり、手順は以下の通りである。

①セルプレートをセルと生徒用プリント (図5) のマスが合うように置く。実験説明用プリント (図6) を提示し、各溶液をセルの高さ8割程度まで入れる。

②小さなナイロン袋 (図3) で生徒に配布された5種類の粒状プラスチックを、1つずつピンセットで取り出し、1列目の着色した密度の異なる溶液に左から順に入れていく。このとき、ピンセットで各セルに入った溶液の半分まで沈ませ、離す。プラスチックが浮いた場合は、一度ピンセットでつつき、再度浮くかどうかを確認する。この操作により、粒状プラスチック表面の空気による影響を排除し、実験誤差を減らすことができる。

③浮いた場合は○, 沈んだら×と記入する。

④プラスチックを異なる溶液に移す際は、紙タオルで軽く水分を取り除く。

⑤同様に、残り4種類の粒状プラスチックも各列に入れていき、浮き沈みの結果を判断し、右欄に記入する。

⑥密度の異なる溶液に対する浮き沈みの違いから、5種類のプラスチックを区別し、答えを記入する。

### 4-2. プラスチックの区別方法

浮き沈みを○×で判断し記入できたら、次に、実験結果、各溶液の密度、各プラスチックの密度と比較し、種類を特定する。例えば、図7のような結果を得たとする1種類目の結果によると、溶液B (水, 密度: 1.0 g/cm<sup>3</sup>) に浮き、青色に着色した溶液C (50%エタノール水, 密度: 0.9g/cm<sup>3</sup>) には沈んだ。このプラスチックは、密度が0.9g/cm<sup>3</sup>より大きく、1.0g/cm<sup>3</sup>より小さい物質であり、与えられた試料とその密度から推測するとポリエチレン (PE) かポリプロピレン (PP) であると予想できる。2種類目の結果では、このプラスチックは密度が0.8 g/cm<sup>3</sup>より大きく、0.9 g/cm<sup>3</sup>より小さいことになる。密度が最も小さいプラスチックはPPとなり、2種類目のプラスチックはPPとなり、1種類目のプラスチックはPEと決定できる。

PETとPVCは、全て×になり結果は等しくなる。そこで、この2つの違いを見つけさせることになる。生徒は何度も実験を繰り返すことで、沈む速さの違いに気付く。今回使用した粒状プラスチックは、PVCよりPETのほうが密度が大きいので、PETがより速く沈む。同じ溶液の入ったセルにPETとPVCと考えられる2つの粒状プラスチックを同時に落とし、速さを比較し始める。セルプレートを使用すると、繰り返し実験が容易となる、何度も試行することにより再現性という言葉の意味も指導可能となる。沈む速さの比較には、飽和食塩水を選択することで、より容易となる。飽和食塩水では、PVCとの密度差が小さく、PVCがPETよりも比較的ゆっくり沈むためである。このように、5種類のプラスチックを区別できることになる。PETとPVCの区別方法に関して、生徒自ら考え、区別し特定できる環境となる。

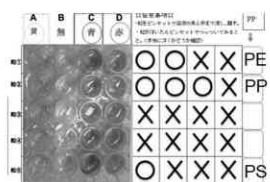


図7. 実験結果の例

#### 4-3. グループでの言語活動

プラスチックを特定し、その結果を確認する作業はグループで行う。5種類のプラスチックは、それぞれ形状・色が統一されているため、他者と確認しやすい。結果が異なる場合は、再実験を行う。密度を利用して区別できない生徒がいたら、グループの中で解決させる。このように、個別実験の結果をもとに、グループで話し合う言語活動の時間が生まれてくる。

#### 5. 授業実践<sup>19)</sup>

A高等学校の協力を得て、当日の授業を以下のように進めた。

##### 5-1. 実施について

実施日時：平成26年7月7日（月）

1, 2時間目 各50分

対象：高等学校 文系進学コース  
2年2クラス 計64人

科目：化学基礎

単元：化学と人間生活「プラスチック」

場所：実験室

##### 5-2. 準備物

実験キットは1班4人分で整備し、図8のように配布した。

- ・セルプレート（24ウェル）×4
- ・ピンセット×4
- ・スポイト×4
- ・紙タオル×4
- ・プリント×4
- ・着色した密度の異なる4つの溶液（各50mL）
- ・5種類のプラスチック粒が入った袋×4

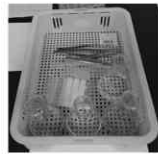


図8. 1班4人の準備物

##### 5-3. 授業の流れとその様子（50分）

本実践は、導入、実験説明、個別実験と言語活動、アンケートを含め50分で計画した。

##### 5-3-1. 導入演示実験（10分）

- ①身の回りのプラスチックとしてペットボトル飲料水のふたと容器とラベルの3種類を紹介した。演示実験に使用するペットボトルのふたと容器、ラベルを適当な大きさに切り試料をその場で準備した。
- ②教師が3種類のプラスチックを入れる際、生徒に浮くか沈むか予想させてから演示実験を行った。
- ③高さ1m、直径5cmの水の入ったアクリルパイプ中に②のプラスチックを落とした（図9）。すると、ペットボトルのふたは浮き、ラベルと容器は沈んだ。
- ④ラベルと容器は水に沈むけれども、水との密度差により沈む速さが違うことに注目させた。形状による影響を小さくするために、容器とラベルを同じ大きさに切った。



図9. 高さ1m、直径5cmの水の入ったアクリルパイプ中にペットボトルのラベルを落とす様子

##### 5-3-2. 実験の説明（5分）

演示実験をふまえて、「謎の5つのプラスチック粒を区別しよう」という探究的な活動を設定した。生徒に5種類の粒状プラスチックを配布し、プリントに基づく実験の進め方を説明した。

##### 5-3-3. 個別実験と言語活動（30分）

未知の5種類の粒状プラスチックを密度の異なる溶液に沈めて、浮き沈みを観察させた（図10）。観察を終え、結果を記入することができたら、各プラスチックおよび各溶液の密度の表と見比べて5種類のプラスチックを特定させた。答えはグループの中でプラスチックを見比べ確認した。



図10. 生徒が実験している様子

図11および図12は生徒A、生徒Bの実際の実験結果である。両者の結果を見比べると、袋からそれぞれがランダムに粒を取り出すため生徒ごとにプラスチックを調べる順番が異なっていることがわかる。5種類のプラスチックを調べる順番が異なることにより、「これ浮いた？沈んだ？」という相互による結果の考察が行われていた。また生徒Bは、グループの中で実験結果を確認した際、他者と結果が異なることに気付き、再度実験を行っていた。この過程においても結果の違いについて議論し、再実験を行い、答えを導き出していた。PETとPVCの区別方法に関しても、グループで解決している様子がいくつかみられた。

図11. 生徒Aの実験結果

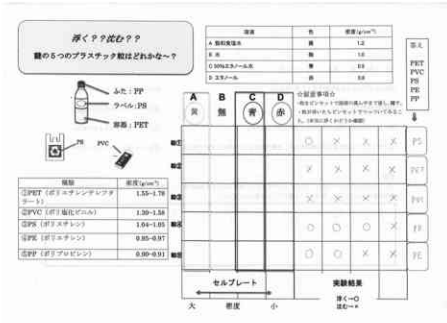


図12. 生徒Bの実験結果

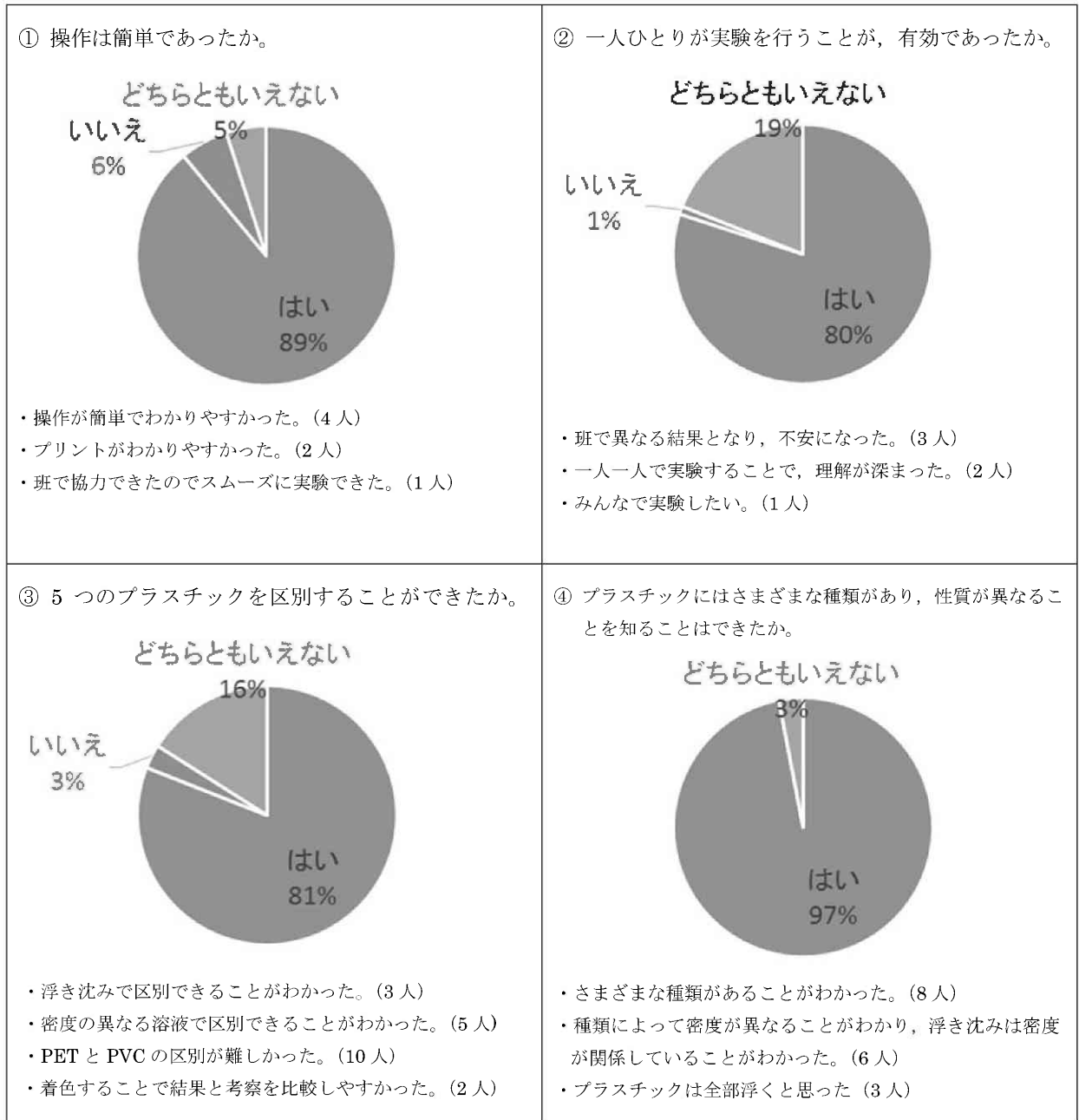
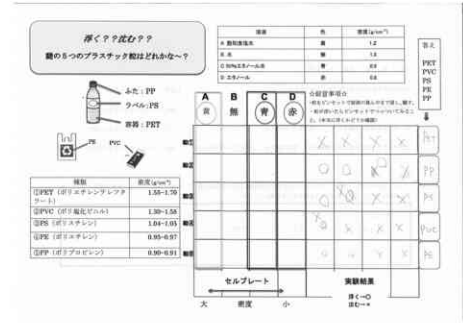


図13. 生徒アンケートと代表的な感想

#### 5-3-4. 本時の感想とアンケート（5分）

2クラス計生徒64人にアンケート調査を行った。アンケート内容を表4に示す。①～④に関して、「はい」、「いいえ」、「どちらともいえない」の3項目で回答してもらい、本時の授業についての感想も記述してもらった。アンケート内容①～④について集計し、グラフ化した。また、①～④に該当する感想を整理・分類し、その人数を追記した（図13）。

表4. アンケート内容

①操作は簡単であったか。
②一人一人が個別で実験を行うことは、有効であったか。
③5つのプラスチックを区別することができたか。
④プラスチックにはさまざまな種類があり、性質が異なることを知ることができたか。
感想（自由記述）

### 6. アンケート分析と開発した教材の効果

#### 6-1. 実験操作について

操作の難易度について、生徒の89%が易しいと答えた。これは、水溶液を着色することで、セルプレートに各溶液を入れやすくなり、目視によって溶液判断ができ、実験準備がスムーズに進んだためだと考える。「プリントがわかりやすかった。」という感想から、セルプレートと対応する表の上での実験が、操作と結果の考察を容易にしたとも考える。またセルプレートを使用することで、多数のくぼみのある1つの平板上で、条件を変えて実験ができることも要因の1つと考える。さらに、「班で協力できたのでスムーズに実験できた。」という感想もあった。よって、コンセプト③④が達成できたと言える。

操作が簡単であるから、中学生にも実験させることができると考え、コンセプト⑤も達成できたと考えている。

#### 6-2. 個別実験の効果

生徒の80%が、個別実験に関して効果があったと回答した。個別実験化により、生徒全員が主体的に実験に取り組み、プラスチックの性質を調べることができたと考え、コンセプト②が達成されたと言える。

一方、「いいえ」あるいは「どちらともいえない」と答えた生徒が計20%いた。これは、同一班内で異なる結果がでてしまい、混乱してしまったことによるものであろう。しかし、グループで結果を考察し再実験することで、最終的にプラスチックを区別し特定することができていた。また、個人の結果をもとグループ全員で共有できていたのでコンセプト⑧につながられたとも考える。

#### 6-3. 5つのプラスチックを区別することに関して

生徒の81%が、5種類のプラスチックを区別できたと答えた。「PETとPVCの区別が難しかった」と回答した

生徒が10名いたが、最終的に実験方法を見つけ出し、繰り返し観察することで区別することができていた。本教材は、何度も浮き沈みを観察することで再現性のある結果を得ることができる利点もある。またPETとPVCの区別に関して、授業の導入の場面で、高さ1mの水の入ったアクリルパイプ中に、ペットボトルの容器とラベルの落ちる速さの違いに注目させたことを手がかりとして、PETとPVCを密度差による速さの違いによって区別する方法に気付くことにできた。よってコンセプト⑦も達成されたと言える。

感想で多くの生徒が「密度」という言葉を使用していたので、密度概念を用いた浮き沈みによって区別できるという科学的思考力を培うことができたと考え。そして「着色することで、比較しやすかった」という感想から、本教材は生徒の思考を整理しやすくプラスチックを区別し易いものと評価できる。

したがって、コンセプト①も達成できたと考え。

#### 6-4. 授業後のプラスチックへの理解について

プラスチックの種類による性質の違いについて、生徒の97%が「知ることができた」と答えた。個別実験化により生徒全員が5種類のプラスチックを比較し触れることができたことで、実感を伴った理解につながったことが要因であろう。一般に、生徒は「すべてのプラスチックは水に浮く」という素朴概念をもっており、沈むプラスチックもあることを紹介できたことは、認知的葛藤を生じさせ、生徒の活動への参加意欲を促したと考えられる。

### 7. まとめと今後の展望

高等学校「化学基礎」における身近なプラスチックの区別を、セルプレートによるマイクロスケール実験化に成功し、その実践と評価を行った。密度の異なる溶液を着色し、セルプレートの特徴を活かして実験することで、実験操作と学びの過程を円滑化することができた。さらに、未知の5種類のプラスチックを調べる探究的な活動に設定することで、主体的な個人実験、そしてグループの中で結果を確認し合う言語活動につなげることができた。

今回は高等学校で実践を行ったが、本教材は操作と比較が簡単なため、中学校理科、第1学年「身の回りの物質」の単元においても導入できると考える。プラスチックを密度を利用して区別し、プラスチックにはさまざまな種類があることを知ってから、プラスチックの別の性質を利用した実験、すなわち燃え方の違いを調べる実験をすることが有効であると考え。今後は中学校で実践し、その評価を行いたい。

#### 謝辞

授業実践をさせて頂いた高等学校の先生方およびに授業に協力して頂いた同校2年生64名に、貴重な時間を頂



き, 深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省, 2008, 「中学校学習指導要領解説 理科編」大日本図書株式会社, p. 29, p. 30, p. 110.
- 2) 文部科学省, 2009, 「高等学校学習指導要領解説 理科編」, 実教出版株式会社, p. 19, p. 51.
- 3) 東京書籍, 2012, 「新しい科学 1年」, p81, p82.
- 4) 啓林館, 2011, 「新編 化学基礎」, p. 318.
- 5) 宮内卓也, 2010, 「理科の教育」, 11月号, pp. 790-792.
- 6) 宮内卓也, 2012, 「化学と教育」, 60巻8号, pp. 352-358
- 7) 大日本図書, 2011, 「調べてわかるプラスチック」.
- 8) Seymour, R.B.; Stahl, G.A. J.Chem.Educ. 1976, 53, pp. 653.
- 9) Kolb, K. E.; Kolb, D. K. J.Chem. Educ. 1991, 68, p. 348.
- 10) Blumberg, A. A. J.Chem. Educ. 1993, 70, pp. 399-403.
- 12) Hughes, E.A.; Cerrett, H.M.; Zalts, A. J.Chem.Educ. 2001, 78, p. 522.
- 11) Anderson, G. E. J.Chem.Educ. 1996, 73, A173.
- 13) Mary E. Harris, Barbara Walker, J. Chem. Educ., 2010, 87(2), pp. 147-149.
- 14) 荻野和子, 1998, 「スモールスケール科学実験のすすめ—学園におけるグリーンケミストリー—」, 化学と教育, 46, pp 516-517.
- 15) 芝原寛泰, 坂東舞, 川本公二, 2007, 「授業実践等によるマイクロスケール実験の有用性の検討」, 京都教育大学教育実践研究紀要 第7号, pp. 31-40.
- 16) 中川徹夫, 2006, 「中学校理科におけるマイクロスケール実験の実践—水溶液の液性(酸性, 中性, アルカリ性)の識別—」, 理科の教育, pp. 50-53.
- 17) 斎藤弘一郎, 2014, 「中学校理科におけるマイクロスケール実験—間借り・仮校舎での実践を通して—」日本理科教育学会 第64回全国大会 論文集, p. 105.
- 18) 芝原寛泰, 佐藤美子, 2011, 「マイクロスケール実験—環境にやさしい理科実験—」, 株式会社オーム社.
- 19) 奥屋倫太郎, 青山絹代, 浅原雅浩, 2014, 「マイクロスケール実験によるプラスチックの区別」日本理科教育学会 第64回全国大会論文集 p. 109.

#### Distinction of Plastic by the Microscale Experiment for High School Education

Rintaro OKUYA, Kinuyo AOYAMA, Ryuji NAKATA, Masahiro ASAHARA

Keywords: Plastic, Microscale Experiment, Cell Plate, Density, Chemical Education, High School Chemistry