

3 小単元「化学と人間生活とのかかわり」に関する指導事例

I 科目「化学基礎」の中で扱う小単元「化学と人間生活とのかかわり」について

新学習指導要領に示されているように、この単元を通して、生徒に科目「化学基礎」を学習する意義や目的を確認させたり、化学の役割を理解させたりする必要がある。また、化学的に探究する方法の基礎や安全に実験を行うための基本的な技能を身に付けさせる必要もある。

一方で、この単元で扱う学習内容には、中学校で学習する内容に加えて、現行の学習指導要領の科目「化学Ⅱ」で扱う学習内容までも含まれており、限られた知識、技能、化学的な思考力しか備えていない生徒に対して、化学に対する興味・関心や、化学を学習する意欲を最大限に喚起しなければならない。そのために、全ての単元の中で、最も指導する教師の力量が試される単元であると言っても過言ではない。

本調査研究では、生徒が化学の世界に抵抗なく入っていけるように、生徒が日常生活で利用している物質であるプラスチックや合成洗剤を題材に、スモールステップ・体験型学習で展開する指導法を検討し、実践した。

II 小単元「化学と人間生活とのかかわり」の展開例（指導計画案）

1 単元（大項目）「化学と人間生活」の目標（学習指導要領）

化学と人間生活とのかかわりについて関心を高め、化学が物質を対象とする科学であることや化学が人間生活に果たしている役割を理解させるとともに、観察、実験などを通して物質を探究する方法の基礎を身に付けさせる。

2 小単元（中項目）「化学と人間生活とのかかわり」のねらい（学習指導要領解説より）

化学の研究成果が人間生活に果たしている役割を身近な具体例を通して調べ、物質を対象とする学問である化学の特徴について理解させるとともに、化学への興味・関心を高める。

3 小単元（中項目）「化学と人間生活とのかかわり」の評価の観点（例）

(1) 関心・意欲・態度	(2) 思考・判断・表現	(3) 観察・実験の技能	(4) 知識・理解
- 化学の研究成果が人間生活に果たしている役割を身近な具体例を通して調べ、化学と人間生活とのかかわりについて関心を高めている。 - 日常生活や社会で使われている身近な物質の化学的な働きや化学の役割と課題を確認し、化学への興味・関心を高めている。	- 化学の研究成果が人間生活に果たしている役割について考察し、導き出した考えを表現している。 - 物質を探究する方法の基礎を身に付けている。 - 日常生活や社会で使われている物質の有効性と危険性の評価に基づいた適切な使用量について考察し、導き出した考えを表現している。	- 金属やプラスチックの性質を調べる観察、実験を行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。 - 洗剤の性質及び洗濯した衣類の残留洗剤量などを調べる観察、実験を行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。	- 金属やプラスチックの特性や、それらが様々な化学の研究成果に基づいて製造されていることや再利用されていることを理解し、その知識を身に付けている。 - 日常生活や社会で使われている物質の化学的な働きや物質を対象とする化学の特徴についてを理解している。

4 小単元（中項目）「化学と人間生活とのかかわり」の展開（例）

時間	学習内容	ねらい〈評価規準〉	具体的な学習到達目標	評価（評価方法）
1時間	<u>人間生活の中の化学</u> 【演習】 身の回りにあるプラスチックを探そう	化学の研究成果が人間生活に果たしている役割を身近な具体例を通して調べ、化学と人間生活とのかかわりについて関心を高めている。 〈関心・意欲・態度〉	- 身の回りにある金属を確認する。 - 人類の歴史と金属について理解する。 - 金属の特徴を理解し、その知識を身に付ける。 - 身の回りにあるプラスチックを確認する。	身の回りにある金属及びプラスチックを積極的に見つけ、それらの特性を確認しようとしている。 （行動観察、ノート）
1時間	【生徒実験】 プラスチックのなかまを作ろう 【演示実験】 プラスチックに含まれる原子を調べる	金属やプラスチックの特性や、それらが様々な化学の研究成果に基づいて製造されていることや再利用されていることを理解し、その知識を身に付けている。 〈知識・理解〉	6,6-ナイロンを合成する。 - プラスチックと酸化銅(Ⅱ)の反応のようすを観察する。 - 観察、実験の結果を基に、古くから金属資源を還元・精錬によって利用してきたことやプラスチックが化学的に石油を原料として合成された物質であることを理解する。 - 金属の製錬技術や金属の使用の歴史について整理する。 - プラスチックの性質及び種類について理解し、その知識を身に付ける。	化学反応によってナイロンやプラスチックが合成されることを確認し、身の回りにある様々な物質が化学の研究成果に基づいてつくられていることを理解し、その知識を身に付けている。 （実験レポート、授業評価シート）
1時間	【生徒実験】 プラスチックを識別しよう	金属やプラスチックの性質を調べる観察、実験を行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。 〈観察・実験の技能〉	身に付けた知識を基に、プラスチックの識別方法を考察し、実際に数種類の未知のプラスチックを識別する。	- プラスチックの特性や種類について理解し、得られた知識を基にプラスチックの識別方法を考え、適切に表現することができる。 （実験レポート、行動観察） - プラスチックの識別を、考えた手順通りに、安全に行うとともに、得られた結果を的確に記録している。 （実験レポート、行動観察、授業評価シート）
1時間	【生徒実験】 プラスチックから繊維を作ろう 【演示実験】 着色したプラスチックを作ろう	化学の研究成果が人間生活に果たしている役割について考察し、導き出した考えを表現している。 〈思考・判断・表現〉	- プラスチック（合成樹脂）から合成繊維に変化させる。 - 実験を通して、プラスチックの再利用や資源の有効利用について考察し、化学の研究成果が人間生活に果たしている役割を理解する。 - セラミックスやプラスチック以外の有機合成物質等の材料の存在についても簡単に確認する。 - ポリウレタン樹脂を合成する過程でアゾ染料を混合し、プラスチックが簡単に着色できることを観察する。	- プラスチックから繊維をつくる実験を通して、プラスチックのリサイクルについて探究し、導き出した考えを他者に発表している。 （実験レポート、行動観察、授業評価シート） - プラスチックやセラミックスなどの物質が人間生活を支えていることを再確認し、化学の役割について考察し、自身の考えを文章にまとめることができる。 （感想文、授業評価シート）

1 時 間	化学とその役割 【演示実験】 洗剤の洗浄作用を調べよう	日常生活や社会で使われている物質の化学的な働きや物質を対象とする化学の特徴についてを理解している。 〈知識・理解〉	- いくつかの加工食品について、合成着色料や他の食品添加物も頻繁に使用されていることと、それらの化学的な働きを理解する。 - 食品添加物以外に健康や衛生を保つ物質を確認する。 - 洗剤の洗浄作用（界面活性剤の構造とそのはたらき方）やセッケンと合成洗剤の性質の違いを理解し、知識を身に付ける。	食品添加物や合成洗剤等の化学的な働きについて理解し、知識を身に付けている。 （ノート、授業評価シート）
1 時 間	【生徒実験】 合成洗剤の適切な使用量を確認しよう	洗剤の性質及び洗濯した衣類の残留洗剤量などを調べる観察、実験を行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。 〈観察・実験の技能〉	- 合成洗剤の適切な使用量や用法を調べる。 - 実験を通して、水溶液の性質や濃度を測定するための基本操作を身に付ける。	適切に器具と試薬を使用し、洗濯排水中の合成洗剤の濃度を調べ、得られた結果を的確に記録している。 （行動観察、実験レポート）
1 時 間	【ガイダンス】 科目「化学基礎」の学習の進め方	- 日常生活や社会で使われている物質の有効性と危険性の評価に基づいた適切な使用量について考察し、導き出した考えを表現している。 〈思考・判断・表現〉 - 日常生活や社会で使われている身近な物質の化学的な働きや化学の役割と課題を確認し、化学への興味・関心を高めている。 〈関心・意欲・態度〉	- 実験結果や考察したことを基に、合成物質の適切な使用量や物質の有用性と危険性について考察する。 - 日常生活や社会で使われている物質が地球環境や健康に及ぼす影響や化学が果たすべき役割と課題について積極的に意見を出し合い、自身の考えや認識を深める。 - 化学を学ぶ意義と必要性を考え、自発的かつ意欲的に学習に取り組もうとする姿勢を身に付ける。	- 合成洗剤の適切な使用量を確認し、不適切な使用量をもたらす影響を考察し、導き出した考えをレポートにまとめている。 （実験レポート、授業評価シート） - 環境問題などの社会的な諸課題に対して化学がどのように役割を果たすべきかを、意欲的に考え、文章にまとめている。 （感想文、授業評価シート、学習の振り返りシート）

*本調査研究では1～4時間目（小単元（小項目）「人間生活の中の化学」）の内容を実践した。

Ⅲ スモールステップ・体験型学習「プラスチックで学ぶ、人間生活の中の化学」

1 授業展開例

(1) 〈ステップ1〉演習「身の回りにあるプラスチックを探そう」

一般家庭のダイニングキッチンの絵を提示し、その中にプラスチックがいくつ使われているかを考えさせる。さらに、「もしもプラスチックが無かったら」及び「プラスチックを金属で代用したら」部屋の様子はどうなるかを想像させる。この演習を通して、「身の回りにいかに多くのプラスチックが存在し、プラスチック無しで現代の便利な人間生活が成立しない」ことを考えさせる。また、金属と比較しながら、プラスチックの特性を確認させる。

(2) 〈ステップ2〉生徒実験「プラスチックのなかまを作ろう」

投影・提示するスライドのシートを貼り付けた簡易的な実験プリントを配布して、6,6-ナイロンを合成する生徒実験を通して、「化学反応により高分子化合物が生成される」ことを確認させ

ると同時に、合成高分子化合物への興味・関心を喚起させる。

■生徒実験プリント例

プラスチックのなかまを作ろう

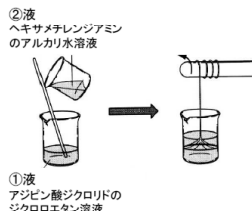
【6,6-ナイロンの合成】

(1) ①液15mLと②液15mLをそれぞれ50mLビーカーにはかり取る。

(2) ①液に②液をガラス棒を伝わせて静かに少量ずつ加える。加え終わると溶液は2層に分かれ、境界面に膜ができているのが観察される。

注意 ②液に①液を加えない。
途切れないように注意する。

(3) 境界面の膜をピンセットで慎重につかみ、太い試験管にその端を巻きつける。
試験管を巻くと白い糸状の物質ができるので、途切れないようにゆっくりと巻きつける。



〔結果〕

(1) ①液と②液の境界面で見られた変化について記録しておこう！

(2) その他に気付いたことをまとめておこう！

※実際の記入欄はもっと広くとる。

〔考察〕

①液と②液の境界面で起こっていた変化について、まとめてみよう！

アジピン酸ジクロリドの溶液とヘキサメチレンジアミンの溶液の境界で生じたナイロンは、どちらの溶液とも全く異なる物質であった。

従って、境界で起こっていた変化は、

なお、本実験で用いるアジピン酸ジクロリドのジクロロエタン溶液（①液）は、1,2-ジクロロエタン15mLにアジピン酸ジクロリド0.5mLを加えて溶かしたものを、ヘキサメチレンジアミンのアルカリ水溶液（②液）は、水15mLにヘキサメチレンジアミン1gを溶かしさらに水酸化ナトリウム0.7gを加えて溶かしたものを準備する。時間に余裕があれば、試験管に巻きつけた糸をアセトンでよく洗い、乾燥させるとよい。

(3) 〈ステップ3〉 演示実験「プラスチックに含まれる原子を調べる」

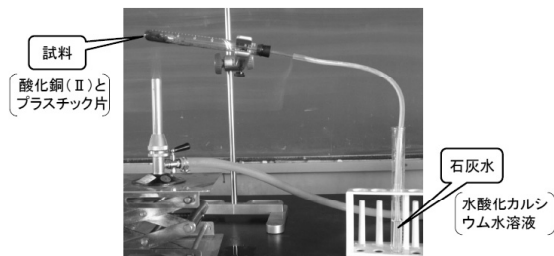
〈ステップ2〉と同様の、スライドのシートを貼り付けた実験プリントを配布して、「プラスチックの成分元素を調べるとともに金属の酸化物から金属を精製する方法を探究させる」ための導入として、プラスチックと酸化銅(Ⅱ)との反応を観察させる演示実験を行う。ただし、実験名には「元素」という語ではなく、生徒がイメージしやすい「原子」という語をあえて使用している。また、この実験ではプラスチック片としてポリエチレンラップ0.1gと酸化銅(Ⅱ)1.0gを用いる。

効果的な演示にするために、次頁の演示実験プリントに観察結果を記録させたり、考察したことをまとめさせたりするとよい。また、教師用実験台の周りに生徒を集めて直接観察させると同時に、CCDカメラとプロジェクターを用いて同時にスクリーンに投影させることにより、全生徒が十分に観察できるようにする必要がある。

■ 演示実験プリント例

プラスチックに含まれる原子を調べる

試料として酸化銅(Ⅱ)粉末と細かく切ったプラスチック片が試験管に入っています。図のように試験管の口を下げて装置を組み立て穏やかに加熱するとどのような変化が観察されますか。



[予想]

プラスチックには、

が含まれている。

[実験方法に関して]
試料の入った試験管を、図のように傾ける必要があるのはなぜだろう？

化学反応が起こって、() のような液体が生じて、
加熱部分に流れると、

から。

[結果と考察]

(1) 加熱した試験管内の変化に関して

酸化銅(Ⅱ) (化学式: CuO) とプラスチック試料との化学反応により、() 色の液体が生じた。この液体を塩化コバルト紙につけると、塩化コバルト紙は() 色から() 色に変化した。

この結果より、液体は() (化学式:) であることが分かり、プラスチックには() 原子が含まれていることになる。

(2) 石灰水の変化に関して

酸化銅(Ⅱ) (化学式: CuO) とプラスチック試料との化学反応により、気体が発生した。この気体が石灰水に吹き込まれると、石灰水は無色から() 色に変化した。

この結果より、気体は() (化学式:) であることが分かり、プラスチックには() 原子が含まれていることになる。

(3) 酸化銅(Ⅱ)の変化に関して

酸化銅(Ⅱ) (化学式: CuO) の粉末は、プラスチック試料との化学反応により、() 色から() 色に変化した。変化後の粉末の多くは() (化学式:) であると予想される。

この場合、酸化銅(Ⅱ)がプラスチックに() 原子を奪われて() 反応が起こり、() に変化したことになる。

(4) プラスチックの合成原料である、() 原子 と() 原子で構成される物質は何だろう？

(5) 天然に存在する金属の多くが酸化物や硫化物(硫黄の化合物)で存在することが多い。この実験で見られた酸化銅(Ⅱ)から銅への変化を参考にしながら、銅、鉄、アルミニウム等の金属の精製について調べてみよう。

※実際の記入欄はもっと広くとる。

(4) 〈ステップ4〉演習「プラスチックの種類を調べる」

「プラスチックの識別マークに着目させ、様々な種類のプラスチックが存在し、それぞれ異なる性質をもつ」ことを確認させる。今回の実践では、生徒の身の回りにあるプラスチック製品を持ち寄らせ、それぞれのプラスチックが何かを調べさせた。その上で、右のスライドを提示して、それぞれのプラスチックの用途、SPIコードや材質マークについて説明し、生徒が持参したプラスチックが何かを確認させるとともに、製品にプラスチックのどんな特性を活かしているかを考えさせる。なお、〈ステップ5〉の準備として、それぞれのプラスチックの燃え方やバイルシュタイン試験を、演示実験を通して確認させる。

プラスチックの種類			
の識別表示マークや種類を示す		のあるものを探してみよう。	
樹脂名 (SPIコード)	用途	プラスチックの樹脂	プラスチックの樹脂 (SPIコード)
ポリエチレン (PE)	ポリタンク 食品容器 電気絶縁材料 など	PE	LDPE HDPE
ポリプロピレン (PP)	タンパー バケツの容器 作業服 防凍衣 など	PP	PP
ポリスチレン (PS)	透明な容器 ボールペンの軸 発泡スチロール 弁当のケース など	PS	PS
ポリエチレンテレフタレート (PET)	ペットボトル フロッピーディスク シヤブ 水筒 など	PET	PET
ポリ塩化ビニル (PVC)	シート 水道管 電線の被覆 など	PVC	V
その他 ポリ塩化ビニル (PVC) など	人工芝 電子部品 食品ラップ など	その他	OTHER

(5) 〈ステップ5〉生徒実験「プラスチックを識別しよう」

「プラスチックの性質の違いを利用して、未知のプラスチックを識別する」ための生徒実験を行う。班ごとに5種類の未知のプラスチックを効率的に識別する方法を考え、実験計画を立てた上で実践する活動を通して、実験の技能だけでなく、探究する方法も習得させるねらいがある。また、密度の違いを利用したプラスチックの分離・識別でよく用いられる酢酸メチルや酢酸エチルを使用せず、本方法では濃度を調整したエタノール水溶液を使用している。これにより、実験の安全性が向上するとともに、プラスチックが溶けてビーカーの底に付着するのを防ぐことができ、実験後の処理が容易になる。時間に余裕があれば、生徒が持参したプラスチックについても、密度や燃え方等の確認実験をさせるとよい。

■生徒実験プリント例

実験 プラスチックを識別しよう

[目的]

5種類の未知のプラスチックを、それぞれの性質の違いを利用し、化学的・物理的に識別する。

[準備]

(1) 器具

50mLビーカー (3個)、ピンセット、アルミニウム箔、ガスマッチ、ガスバーナー、銅線

(2) 試薬

プラスチック片 (試料1～試料5)、水、エタノール水溶液 (50%)、飽和食塩水

* 試料1～5のプラスチック片は、PE、PP、PS、PET、PVCのいずれかである。

[方法]

(1) 用意されたプラスチックや実験器具等を用いて効率的に実験を行う計画を立てる。

* 表1と表2を参考にして実験方法を考え、まとめる。(箇条書きしてもよい。)

※実際の記入欄はもっと広くとる。

(2) (1)の計画に従い、実験を進める。

*** 注意 ***

- ①燃焼させるプラスチックは少量で、ピンセットは先端をアルミニウム箔で覆って使用する。
ガスマッチで点火し、燃焼時間は短時間とし、換気すること。また、すすが発生した場合は直ちに火を消すこと。
- ③バイルシュタイン試験も、炎の色が確認できたら、銅線をすぐに火から離すこと。

表1 プラスチックの性質

プラスチック	ポリエチレン PE	ポリプロピレン PP	ポリスチレン PS	ポリエチレンテレフタレート PET	ポリ塩化ビニル PVC
密度 [g/cm ³]	0.91～0.96	0.90～0.91	1.04～1.09	1.38～1.39	1.16～1.72
燃え方	燃えやすい	燃えやすい	燃えやすい 多量のすすを出す	比較的燃えやすい すすを出す	燃えにくい
バイルシュタイン 試験	反応なし	反応なし	反応なし	反応なし	青緑色の 炎色反応

表2 溶液等の密度

溶液等	エタノール水溶液 (50%)	水	飽和食塩水
密度 [g/cm ³]	0.91	1.00	1.15～1.16

[結果]

(1) 実験計画に従って行った操作から得られた結果を表にまとめよう！

試料 操作	1	2	3	4	5

(表のすべてを埋める必要はない。必要な結果を記入していこう！)

(2) その他に気になる点をまとめておこう！

※実際の記入欄はもっと広くとる。

[考察]

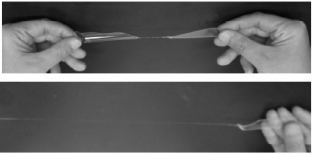
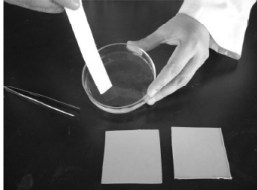
それぞれの結果をもとに、それぞれのプラスチックが何番かを考察して判断しよう！

	PE	PP	PS	PET	PVC
試料番号					

(6) 〈ステップ6〉生徒実験「プラスチックから繊維を作ろう」

〈ステップ2〉と同様の、スライドのシートを貼り付けた簡易的な実験プリントを配布して、樹脂から繊維に変化させる二つの生徒実験を行い、「化学反応をせずに状態を変化させることで、プラスチックの再利用が可能である」ことを確認させる。

■生徒実験プリント例

ペットボトルから繊維を作ろう① ① ペットボトルを1cm×8cm程度に切り、一方の角を鋭角になるように切る。  ② 2つの小片の鋭角部分をバーナーの炎の外炎で同時に熱して融解させる。 (PETに火がつくことがあるが、炎はすぐに消える) 	発泡スチロールから繊維を作ろう② (1) シャーレにアセトン(マニキュア落とし液でも可)を入れ、発泡スチロールを溶かす。約1/50の体積になる。 ※アセトンはマニキュア落としなどの主成分です。 (2) アセトンに溶かした発泡スチロールを取り出し、画用紙の間にはさんで、軽く押してなじませる。 (3) 画用紙をゆっくり引き離す。どのくらい長い繊維ができるかな？ 
[補足事項] 発泡スチロール (PS(ポリスチレン)) をアセトンに入れたときに形状が無くなるのは、アセトンに溶解しているだけで、他の物質に変化しているのではない。	
[結果] (1) PET (ポリエチレンテレフタレート) から繊維ができるときのようすを記録しておこう！ ※実際の記入欄はもっと広くとる。	
(2) 発泡スチロールから繊維ができるときのようすを記録しておこう！ ※実際の記入欄はもっと広くとる。	
(3) その他に気付いたことをまとめておこう！ ※実際の記入欄はもっと広くとる。	
[考察] (1) それぞれのプラスチックから繊維ができたときの変化について、まとめてみよう！ PETでは（ ）と外部から働く力学的な作用により、プラスチック（樹脂状）から繊維状に変化し、PSではアセトンへの（ ）とアセトンの蒸発及び外部から働く力学的な作用により、プラスチック（樹脂状）から繊維状に変化した。 従って、いずれの変化も（ ）変化）ではなく、	

- (2) 前回行ったナイロン繊維をつくる方法と今回の実験で行った繊維をつくる方法を比較して、今回の方法の方が優れている点を考えて、まとめよう！（同じ班で話し合ってみよう。）

※実際の記入欄はもっと広くとった。

2 実践後の振り返り

(1) 各実践・授業の様子

本調査研究では、現行の学習指導要領の科目「化学Ⅱ」において選択履修する単元「生活と物質」の中で実践した。3学年の化学の学習や観察、実験に慣れた生徒が対象の授業であり、4単位時間を充てて展開していったが、どの生徒も最後まで意欲的に取り組んでいた。これまで学習した化学の知識をほとんど必要としない授業であったので、化学に苦手意識をもっている生徒も、熱心に探究を深めている様子が見られた。



写真1 教科担当教師の説明



写真2 識別・実験方法の検討



写真3 プラスチック識別の実験



写真4 ナイロンの生成



写真5 PET繊維の生成



写真6 PS繊維の生成

(2) 生徒が記入した「実験 プラスチックを識別しよう」の実験プリント

本実験では、実験前に生徒が未知のプラスチックを識別するための実験方法・手順を考え、生徒自身が使いやすいようにプリントにまとめることが大きな柱となっている。いずれの班（生徒）も、次頁のプリントのように、図を描いて識別の過程を表現していた。これは、科目「化学Ⅰ」で行った「金属イオンの分離」や「芳香族化合物の分離」で同様の図を描いた経験からであると考えられる。したがって、科目「化学基礎」においては、このような表現方法は期待できない。教科担当教師の助言などにより、生徒が考えた実験方法は概ね適切であった。また、実験結果の表のまとめ方は、文章で表現する生徒がいたり、記号で表現した生徒がいたりとは多様であった。高校3年生に対しては「自身のみならず他者が見ても理解できる」という視点で表現させる指導も重要であるが、科目「化学基礎」の導入の単元では、自由な発想で表現させてもよいと考える。

■二人の生徒がそれぞれ記入した実験プリントの一部

① 用意されたプラスチックや実験器具等を用いて効率的に実験を行う計画をたてる。(参考 表1・2)
(簡易書きでよい)

【結果】

試料	1	2	3	4	5
水	沈む	浮く	沈む	沈む	浮く
エタノール		沈む		沈む	浮く
飽和食塩水	沈む		沈む	浮く	
バイロシタイン反応	反応なし		青緑色		

(表のすべてを埋める必要はない。必要な結果を記入していこう)

① 用意されたプラスチックや実験器具等を用いて効率的に実験を行う計画をたてる。(参考 表1・2)
(簡易書きでよい)

【結果】

試料	1	2	3	4	5
水	×	○	×	×	○
エタノール		×			○
飽和食塩水	×		○	×	
バイロシタイン反応	×			○	

(表のすべてを埋める必要はない。必要な結果を記入していこう)

(3) 授業評価シートによる評価

下の授業評価シートを作成し、生徒に自身の内容の理解度と授業に対する評価を行った。

■授業評価シート例

「プラスチックで化学と私たちの生活について考える授業」に関して、あてはまる数字に○をつけてください。

あなた自身の自己評価	できた	だいたいできた	少しできた	できなかった
1 身の回りのプラスチックに興味をもちながら探すことができましたか。	4	3	2	1
2 プラスチックが身の回りに多く存在する理由が理解できましたか。	4	3	2	1
3 化学反応を利用してナイロンがつくられていることを理解できましたか。	4	3	2	1
4 プラスチックに含まれる原子を予想することができましたか。	4	3	2	1
5 プラスチックの識別を行うための方法・手順を考えることができましたか。	4	3	2	1
6 プラスチックの識別の実験を、考えた方法・手順通りに行うことができましたか。	4	3	2	1
7 実験結果から、プラスチックを適切に識別することができましたか。	4	3	2	1
8 プラスチックのリサイクルについての知識が深まりましたか。	4	3	2	1
9 プラスチックのリサイクルの大切さについての理解が深まりましたか。	4	3	2	1
10 プラスチックと私たちの生活の関連性についての知識が深まりましたか。	4	3	2	1

授業に対する評価	そう思う	だいたい そう思う	あまりそう 思わない	そう思わ ない
1 板書（スライド）は分かりやすかったですか。	4	3	2	1
2 説明は分かりやすかったですか。	4	3	2	1
3 分らないところが分かるようになる授業でしたか。	4	3	2	1
4 考える時間が十分にありましたか。	4	3	2	1

今回の授業に関して、あなたの感想や意見を書いてください。

よいと思ったところ	改善してほしいところや疑問に思ったことなど

授業評価シートの数値的評価の集計結果及び生徒の特徴的な感想や意見は、p. 24とp. 25の通りである。

「プラスチックの識別を行う」生徒実験に関する項目、及び「プラスチックのリサイクルについて理解する」学習活動（「プラスチックから繊維を作る」生徒実験）に関する項目は概ね高い到達度が確認できた。体験的に学習し、探究を深めることができた結果であると思われる。また、生徒の授業内容に対する満足度も概ね高いことがうかがえる。

それに対して、「プラスチックに含まれる原子を予想する」学習活動（「プラスチックの成分元素を調べる」演示実験）に関する項目の到達度が他の項目に比べやや低かった。生徒の自由記述にもあるように、演示した実験や提示したスライドのシートが見にくかったことが原因にあると考える。演示方法を十分に工夫するとともに、プレゼンテーションソフトを活用したスライドの分かりやすさを追求する必要がある。「1 授業展開例」で示したように、生徒の実験プリントやワークシートに、必要なスライドのシートを貼り付けるのもよいと考える。

①授業評価シートの集計結果（3学年の1クラス42名）

到達度	評価項目 注)	達成できた	だいたい達成できた	少し達成できた	達成できなかった
	身の回りのプラスチックへの興味 〈関〉	18 (42.9%)	19 (45.2%)	4 (9.5%)	1 (2.4%)
	プラスチックが多く存在する理由の理解 〈知〉	36 (85.7%)	3 (7.1%)	3 (7.1%)	0 (—)
	化学反応を利用してナイロンが生成されていることの理解 〈知〉	27 (64.3%)	12 (28.6%)	3 (7.1%)	0 (—)
	プラスチックに含まれる原子の予想 〈思〉	8 (19.0%)	19 (45.2%)	14 (33.3%)	1 (2.4%)
	プラスチックの識別を行うための実験の計画 〈思〉	32 (76.2%)	7 (16.7%)	3 (7.1%)	0 (—)
	実験の計画通りの実施 〈技〉	36 (85.7%)	4 (9.5%)	2 (4.8%)	0 (—)
	実験結果に基づいた適切な思考・判断 〈思〉	35 (83.3%)	5 (11.9%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)
	プラスチックのリサイクルについての知識の深まり 〈知〉	24 (57.1%)	18 (42.9%)	0 (—)	0 (—)
	プラスチックのリサイクルの大切さについての理解の深まり 〈知〉〈思〉	33 (78.6%)	7 (16.7%)	2 (4.8%)	0 (—)
	プラスチックと人間生活の関連性についての知識の深まり 〈知〉〈思〉	27 (64.3%)	13 (31.0%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)
授業評価	評価項目	あてはまる	だいたいあてはまる	あまりあてはまらない	あてはまらない
	板書(スライド)が分かりやすかったか	17 (40.5%)	24 (57.1%)	0 (—)	1 (2.4%)
	説明が分かりやすかったか	34 (81.0%)	8 (19.0%)	0 (—)	0 (—)
	分かるようになる内容だったか	27 (64.3%)	15 (35.7%)	0 (—)	0 (—)
	考える時間が十分にあったか	21 (50.0%)	18 (42.9%)	3 (7.1%)	0 (—)

注) 到達度の評価項目に、関連する評価の観点の付した。各観点は次のように表している。

〈関〉：関心・意欲・態度、〈思〉：思考・判断・表現、〈技〉：観察・実験の技能、〈知〉：知識・理解

②授業評価シートへの自由記述による評価

〈授業の良いところ〉

- ・様々な実験をして、体験できたのでプラスチックについての理解が深まった。(複数)
- ・今まであまり興味をもって接することのなかったプラスチックについて知ることができてよかった。(複数)
- ・プラスチックの識別の実験や繊維をつくる実験に興味をひかれた。(複数)
- ・実験が豊富なため、生徒一人一人の興味や関心が喚起されたと思った。
- ・化学と私たちの生活の結びつきがよく分かった。
- ・リサイクルをするのがいかに大変であるかを理解することができた。
- ・スライドと説明がとても理解しやすかった。(複数)
- ・先生自身が楽しんでいるように感じられ、興味深く授業を受けることができた。(複数)

〈改善してほしいところ〉

- ・スライドの字(写真・映像)を大きく、見やすくしてほしい。(複数)

- ・自分たちが持ってきたプラスチックを使って実験させてほしい。(複数)
- ・繊維をつくる実験のための時間と材料をもっと確保してほしい。(複数)
- ・実験の時間をとらなければいけないので仕方がないが、ゆっくりと説明してほしい。
- ・プラスチックの識別方法について、班で考える時間をもっと確保してほしい。
- ・バイルシュタイン試験や発泡スチロールがとける現象について詳しく解説してほしい。
- ・プラスチックはさまざまな色の染料で染められている製品が多く、染めやすいと聞いた覚えがある。実際に実験で着色してみたい。

〈疑問に思ったこと〉

- ・生成された繊維が何に使われているのか知りたい。
- ・プラスチックが種類によって具体的にどう使い分けられているのか知りたい。

(4) まとめ

本実践を、「学習のねらいが達成されたか」という観点からまとめておく。

まず、授業中の様子及び授業評価シートの集計結果から、生徒の多くが「身の回りにある金属及びプラスチックを積極的に見つけ、それらの特性を確認しよう」としていた。同様に、6,6-ナイロンの合成実験を通して、「化学反応によってナイロンやプラスチックが合成されることを確認させる」ことはできたが、どのくらいの割合の生徒が「身の回りにある様々な物質が化学の研究成果に基づいてつくられていることを理解し、知識を身に付けている」かまでは確認できなかった。次に、提出させた実験レポートの記述状況を確認するとともに、実験中の生徒の動きを観察し、「プラスチックの特性や種類について理解し、得られた知識を基にプラスチックの識別方法を考え、適切に表現する」ことや「プラスチックの識別を、考えた手順通りに、安全に行うとともに、得られた結果を的確に記録する」という目標は、大多数の生徒が概ね達成していた。さらに、実験レポートの記述から、多くの生徒が「プラスチックから繊維をつくる実験を通して、プラスチックのリサイクルについて探究」していたが、「導き出した考えを他者に発表」させるための時間の確保ができなかった。最後に、授業評価シートの自由記述などから、「プラスチックやセラミックスなどの物質が人間生活を支えていることを再確認し、化学の役割について考察」させることは達成できたが、授業後に「自身の考えを文章にまとめる」という課題は本実践では課さなかった。以上の通り、本調査研究で検討した授業展開や教材は、設定した学習目標を生徒が達成するために、概ね効果的であると判断している。

本調査研究における実践対象は理科系進学希望の3学年の生徒であり、化学の基礎的な学習内容のほとんどを履修した上で、プラスチックを中心に化学の役割や課題について探究を深めている。本来は、化学を初めて系統的に学ぶ、実験操作の技能を十分に身に付けていない生徒が、科目「化学基礎」の導入単位として、向かい合う学習内容である。しかし、ほとんどの実践対象の生徒が今回の内容に意欲的に取り組み、社会や人間生活に直結する化学的な課題に真剣に向かい合ってくれたことから、一般の高校生の関心・意欲を引き出す可能性が高い教材になると期待している。また、3年近く化学を学び続けながら身に付けた精度の高い視点で教材や授業展開を評価し、多くの改善意見を出してもらえたことは大きな収穫であった。前章までに紹介した指導計画や各教材は、それらの評価を基に、協力校以外の学校でも使用していただけるように工夫・改善したものである。

IV 参考

i 演示実験「着色したプラスチックを作ろう」

1 ねらい

- (1) 着色したプラスチックを合成することにより、プラスチックの特性を確認させる。
*工芸用などとして利用されている「ハイキャスト（(株)平泉洋行）」を使用し、ポリウレタン樹脂を合成するとともに、アゾ染料で着色する。
- (2) プラスチックの着色の観察から、食品をはじめとする他の物質の着色方法や、染料や顔料についての興味・関心を喚起させる。

2 実験方法

(1) 準備

- ①器具（アゾ染料の合成に必要なものを除く。）

【ポリウレタン樹脂の合成に関して】

紙コップ（60mL）、竹製割り箸、駒込ピペット（3本）、シリコーン離型枠

*投影・提示のためのCCDカメラ、プロジェクターなども用意する。

【シリコーン離型枠（写真7）の作製に関して】

紙コップ（200mL）、竹製割り箸、カップ麺容器（小）、

原型となるオブジェ、おもり（必要に応じて）

- ②試薬（アゾ染料の合成に必要なものを除く。）

【ポリウレタン樹脂の合成に関して】

ハイキャストA液（主にジフェニルメタンジイソシアネートのトリメチルベンゼン溶液）、ハイキャストB液（主にポリエーテルポリオール（ポリオール）のトリメチルベンゼン溶液）（写真8）、アゾ染料（4-フェニルアゾフェノールのトリメチルベンゼン溶液など）

【シリコーン離型枠（写真7）の作製に関して】

シリコーン樹脂離型剤（KE17（信越化学工業）など）、硬化剤（CAT-RM（信越化学工業）など）（写真9）



写真7 離型枠



写真8 ハイキャストA液（左）とB液（右）



写真9 硬化剤（左）とシリコーン樹脂離型剤（右）

(1) 事前操作1（アゾ染料の合成例）

(A) 塩化ベンゼンジアゾニウムの合成

- ①50mLビーカーにアニリン0.5mLを入れ、6 mol/L塩酸を2 mL加える。
- ②①のビーカーの反応液（アニリン塩酸塩水溶液）に氷を1個加える。
- ③試験管に1 mol/L亜硝酸ナトリウム水溶液5 mLを入れる。この試験管と②のビーカーを氷水が

入った300mLビーカーに浸して冷却する。

④冷却を続けながら、亜硝酸ナトリウム水溶液をアニリン塩酸塩水溶液に少しずつ加える。

(B) ナトリウムフェノキシドの合成

⑤別の試験管に、アセトン0.5mLと0.5mol/L水酸化ナトリウム水溶液2mLを入れ、加熱融解させたフェノールを2、3滴加える。

(C) 4-フェニルアゾフェノール（アゾ染料）の合成

⑥⑤の試験管に④で生成した塩化ベンゼンジアゾニウムを数滴加える。

⑦⑥の試験管にトリメチルベンゼン（またはキシレン）を5mL加え、ゴム栓をして試験管を上下に振り、アゾ染料をトリメチルベンゼンに十分に抽出させる。

(2) 事前操作2（シリコーン離型枠の作製）

①シリコーン樹脂離型剤を適量（型枠の大きさに合わせて）紙コップに移す。

*シリコーン樹脂離型剤は均一になっていないので、よくかき混ぜた後に紙コップに注ぐ。

②さらに硬化剤を10～15滴程加え、割り箸でよくかき混ぜる。

③紙コップ内の液をカップ麺の容器に全て移し、型となるオブジェを浮かべる。（写真10）

*おもりを乗せて、必要以上に浮かび上がらないようにする。

④1日程度放置し、硬化した離型枠を取り外す。（写真11）

(3) 演示実験操作

①ハイキャストA液を6mL（約5g）とり、紙コップに移す。

②アゾ染料のトリメチルベンゼン溶液を3mL程度とり、紙コップに移し、割り箸を使って均一になるようによくかき混ぜる。

③ハイキャストB液を5mL（約5g）とり、紙コップに移し、均一になるようにゆっくりと（2分以内で）かき混ぜる。

④紙コップの懸濁液をシリコーン離型枠に流し込み、静かに15分程度放置する。

*数分で発熱しながら硬化し始める。

*換気に注意する。

⑤できた樹脂を離型枠から取り出す。

*写真12のような橙色の樹脂ができる。



写真10 離型枠の作製中

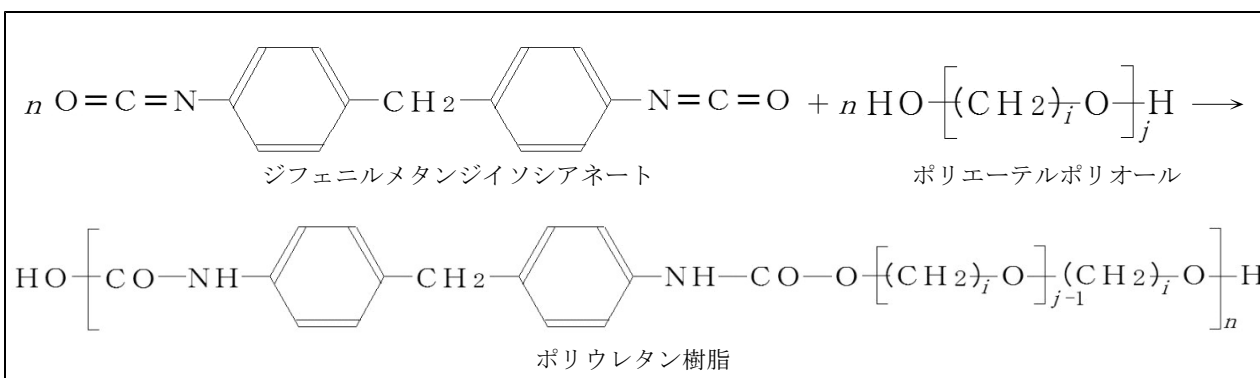


写真11 硬化して完成した離型枠（中段）



写真12 完成したポリウレタン樹脂

4 参考



ii 生徒実験「合成洗剤の適切な使用量を確認しよう」

1 ねらい

- (1) スルホ基を有する陰イオン界面活性剤がメチレンブルーと会合体（青色）を形成する性質を利用し、合成洗剤の検出、定量的な測定を行い、合成洗剤の適切な使用量を確認する。
- (2) 一般的には生成した陰イオン界面活性剤－メチレンブルー会合体をクロロホルムで抽出することで検出・定量を行うが、壁面吸着法により、クロロホルムを使用せずに検出・定量でき、簡便かつ安全に実験を行う。
- (3) 本実験では、既習事項であるプラスチックを利用していること、クロロホルムを利用しない環境に配慮した実験方法であることを生徒に気付かせる。
 - * 生徒実験前の検出方法の原理を説明する際に、クロロホルムを使用した抽出による方法も演示し、なぜ本実験でクロロホルムを使用しないのかを考えさせるとよい。
 - * メチレンブルーは、観賞魚の白点病や尾ぐされ症状を防止する薬品としても利用されており、環境への負荷が小さいことも確認させるとよい。（写真13）



写真13 市販のメチレンブルー水溶液

2 実験方法

(1) 準備

①器具

ポリプロピレン製試験管（直径15mm×150mm、20mL）（5本）（写真14）、ガラス製試験管（駒込ピペット立て用）、試験管立て、ゴム栓（0号）、駒込ピペット、水槽、雑巾又はハンドタオル（乾燥時60g～100g）、ティッシュペーパー、油性マーカー

②試薬

市販の衣類洗濯用の合成洗剤、0.5%メチレンブルー水溶液、60%エタノール水溶液、植物油

*使用する合成洗剤の質量は班ごとに異なる。

〈例〉(ア)：パッケージに表示されている標準的な使用量（1Lの水に対応する質量）、

(イ)：標準的な使用量の2/3の質量、(ウ)：標準的な使用量の1.5倍の質量



写真14 使用器具の一部

(2) 実験操作

(A) 検出実験の準備

- ① 5本のポリプロピレン製試験管の底から75mmの高さの位置が分かるように、油性マーカーで線を引く。
- ② 水槽を水道水でよくすすぐ。（前回洗浄したときの洗剤が残っていないように。）

(B) 検液の準備

- ③ 試験管Aの線の高さまで水道水を注ぎ、ゴム栓をしておく。
- ④ 水槽に水道水を1L入れ、班に指示された質量の合成洗剤を加えてよくかき混ぜ、分散させる。
- ⑤ ④の溶液で雑巾を洗い、水槽の上でよく絞る。

- ⑥水槽の溶液を試験管Bの線の高さまで入れ、ゴム栓をしておく。(この液を「洗濯排水(1)」と呼ぶことにする。)
- ⑦水槽の溶液を捨て、水槽を水道水でよくすすいでから、再度水道水を1 L入れる。
- ⑧⑦の水で雑巾をすすぎ、水槽の上でよく絞る。
- ⑨水槽の溶液を試験管Cの線の高さまで入れ、ゴム栓をしておく。(この液を「洗濯排水(2)」と呼ぶことにする。)
- ⑩水槽の溶液を捨て、水槽を水道水でよくすすいでから、再度水道水を1 L入れる。
- ⑪⑩の水で雑巾をすすぎ、水槽の上でよく絞る。
- ⑫水槽の溶液を試験管Dの線の高さまで入れ、ゴム栓をしておく。(この液を「洗濯排水(3)」と呼ぶことにする。)
- ⑬水槽の溶液を捨て、水槽を水道水でよくすすいでから、再度水道水を1 L入れる。
- ⑭⑬の水で雑巾をすすぎ、水槽の上でよく絞る。
- ⑮水槽の溶液を試験管Eの線の高さまで入れ、ゴム栓をしておく。(この液を「洗濯排水(4)」と呼ぶことにする。)

(C) 合成洗剤の検出

- ⑯試験管Aのゴム栓を外し、メチレンブルー水溶液を2滴加え、再びゴム栓をして上下に1分間振り混ぜる。
- ⑰試験管Aのゴム栓を外し、中の液を捨て、さらに試験管の口を下にして、ティッシュペーパーの上で叩き、中の液を全て排出する。またゴム栓もよく拭き取る。
- ⑱試験管Aにエタノール水溶液を0.5mL注ぎ、ゴム栓をして上下に1分間振り混ぜ、試験管立てに立てて静置する。
- ⑲試験管B、C、D、Eについても、⑯～⑱の操作を行う。
- ⑳試験管A、B、C、D、E内の溶液の色の濃さを比較する。

* 試験管A内の溶液の色が合成洗剤が含まれないときの色であり、色が濃いほど含まれる合成洗剤の量が多い。

※時間があれば、自宅で洗濯したハンドタオルを1 Lの水に浸し、その水から合成洗剤が検出されるかを確認する。

※測定後試験管を洗うときには、洗剤及び試験管ブラシを使用せず、水で何度も洗い流す。(内壁の色素が取れないときは、お湯で洗う。)

3 実験結果のまとめ及び考察をさせるための発問(例)

- (1) 2回のすすぎで、雑巾に合成洗剤は含まれなくなったか。(洗濯排水(4)に合成洗剤は含まれていなかったか。)
- ①合成洗剤の量が標準量であるとき
 - ②合成洗剤の量が標準量でないとき
- (2) 使用する合成洗剤の量が適切でない場合、どのような問題が生じるか。次の視点で考えよう。
- ①環境科学的な視点
 - ②保健・衛生学的な視点
 - ③経済的な視点
 - ④その他の視点
- (3) 文献やインターネットを利用して、合成洗剤の特性を調べ、メリットとデメリットに分けてみよう。(古くから使用されているセッケンと比較してみよう。)

- ①合成洗剤を使用するメリットについて
- ②合成洗剤を使用するデメリットについて
- (4) (3)②のデメリットを改善するための方策を考え、意見を出し合おう。
 - ①人間生活の工夫（個人の努力）で改善する方法
 - ②人間生活の工夫（社会・行政の努力）で改善する方法
 - ③化学技術（化学技術の進歩）で改善する方法
 - ④その他の方法
- (5) 合成洗剤の他に、人間生活に「便利さ」や「豊かさ」をもたらしている化学物質（合成した物質）を挙げてみよう。そして、合成洗剤と同様の視点で、それらの物質に対して探究してみよう。

4 その他の実施上の留意事項

- (1) (ア)、(イ)、(ウ)の質量の合成洗剤を溶かした、実験操作④の水溶液を生徒から分けてもらい、それぞれを別の三角フラスコに入れておく。各班の実験操作が終わる頃を見計らって、次の演示実験を行う。
 - (ア)、(イ)、(ウ)の質量の合成洗剤を溶かした水溶液が入った三角フラスコそれぞれに、植物油を2滴ずつ加えた後に、よく振り混ぜ、乳化するかどうかを観察させる。
- (2) 以前の教科書に記載されていた合成洗剤の問題点で、既に改善されているものもあるので、実験実施前に使用する洗剤についてよく確認してから、生徒に合成洗剤の特徴について問いかける必要がある。
- (3) 器具と試薬の準備に関して、以下の5点を補足する。
 - ①濃度を調整したメチレンブルー水溶液やエタノール水溶液は、プチボトルや点眼ビンに入れて配布する。
 - ②実験で使用する雑巾又はハンドタオルは、未使用又は洗濯済みのものが望ましい。
 - ③水槽の外壁には、1 Lの水を入れたときの水面の位置に、予めビニルテープで印を付けておく。
 - ④洗剤の水溶液に素手で触れさせたくない場合など、必要に応じてゴム手袋やビニル手袋を用意する。
 - ⑤ポリプロピレン製試験管は、使用回数が多くなると、内壁に吸着した色素が完全に取れにくくなるので、新しい試験管を用意する。
- (4) 本実験方法では、厳密な定量性を求めることはできない。定量的な測定を行いたいときには、市販のキット（共立理化学研究所 陰イオン界面活性剤測定セットWA-DET 1セット約4,000円など）を購入して使用する。
- (5) 合成洗剤及びセッケンの環境負荷に関するインターネット上の情報は、年代や発信者の立場によって様々である。調べ学習の際に推奨するWebサイトの例をいくつか用意しておくといよい。