

「継続的に取り組む課題研究の実践」～その2～

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科

石川 秀樹・大谷 悦久・大道 明
梶山 正明・高橋 宏和・仲里 友
濱本 悟志

「継続的に取り組む課題研究の実践」～その2～

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科

石川 秀樹・大谷 悦久・大道 明
梶山 正明・高橋 宏和・仲里 友一
濱本 悟志

理科の学習においては、自然現象への興味・関心や理解過程における創意工夫、未知の現象への探究姿勢などを涵養するため、生徒は多くの実験・観察を含んだ研究に取り組むことが望ましい。しかし、教科で扱う項目の多さや時間等の制約のため、現実には網羅的な授業を行わざるを得ないことが多い。そこで、本校では平成11年度より、「継続的に取り組む課題研究の実践」の研究を開始した。今年度は化学分野において、身近な物質であるプラスチックを題材とし、個々の生徒の能力や学習状況に応じた取り組みに配慮した授業実践を行った。

キーワード：課題研究、実験・観察、文献調査、合成高分子化合物、プラスチック、環境、化学Ⅱ

1. はじめに

中等教育における理科教育では、自然現象の観察・観測・実験をもとに、「規則性の発見→抽象的概念への発展→関連現象の体系化→個々の自然現象の再評価」という展開のなかで、自然現象への興味・関心、理解過程における創意工夫、未知の現象への探究姿勢などの涵養を目指している。新教育課程においても、「観察や実験、調査・研究、その他就業体験など、体験的な学習や問題解決的な学習」の積極的な導入を掲げている。しかしながら、教科や科目で扱う項目の多さ、時間面・設備面・財政面の制約のため、網羅的な形式の授業を行わざるを得ず、多くの理科教員が歯がゆい思いをしている。本校理科では、このような理想と現実の狭間を少しでも埋めるため、「継続的に取り組む課題研究の実践」と題して、平成11年度より、その研究を開始した。11年度には、課題研究その1「音の魅力とその秘密を探る」、課題研究その2「生態系における生産者の構造と機能を探る」と題した2科目において、一連の授業を実施した。本校教育研究会や全附属等の場で実践報告を行ったが、いずれの場でも関心が高く好評であった。4年計画の2年次にあたる本年は、高校3年生を対象とした、化学分野における課題研究の展開例を示すことにする。

2. 課題研究その3

「プラスチック・合成高分子化合物の研究」

2-1 化学分野における「高分子化合物」展開例と「課題研究」の位置づけ

「化学Ⅱ」（高校3年、1単位）において、「高分子化合物」分野は、次のように展開している。授業時間は10時間である。

(1) 高分子とは何か

(2) 合成高分子化合物

(1) 高分子化合物の合成

付加重合、縮合重合

(2) 合成樹脂と合成繊維

① 熱可塑性樹脂

ビニル系合成樹脂、ビニロン（付加重合）

ポリアミド系合成繊維、ポリエステル系合成繊維（縮合重合）

<実験1> 付加重合と縮合重合による熱可塑性樹脂の合成^{1)~2)}

・メタクリル酸メチル、6,6-ナイロン、6-ナイロンの合成

② 熱硬化性樹脂

③ 機能性高分子（イオン交換樹脂、高吸水性樹脂など）

(3) ゴム

① 天然ゴム

② 合成ゴム

(4) 高分子化学工業

- ① 新素材プラスチック（アラミド繊維、テフロン、瞬間接着剤、FRPなど）
- ② 環境(ゴミ)問題とプラスチック

<実験2> プラスチックを科学的に識別する²⁾

- ・種々の熱可塑性樹脂製品を密度、燃焼性、バイルシュタインテスト等により見分ける

(3) 課題研究「プラスチック・合成高分子化合物」

(4) 天然高分子化合物

(1) 糖類

- ① 単糖類、二糖類（構造と性質）
- ② 多糖類（でんぷん、セルロースなど）
- ③ セルロースの用途

(2) タンパク質

- ① アミノ酸（構造と性質）
- ② タンパク質（構造と性質、検出反応）

<実験3> 天然高分子化合物の識別³⁾

- ・種々の検出反応により糖類、アミノ酸・タンパク質等を見分ける

2-2 具体的な展開例

(1) 研究テーマの選定

化学Ⅱでは、課題研究を行うことになっているが、本校では高校2年～3年にまたがってこれを履修するため、課題研究の実施時期は3年になってしまう。その上、時間配当の都合で高校3年は週1時間のみの授

業となり、時間内における課題研究はおろか、生徒実験もなかなか困難な状況にある。こうした中で課題研究を実施するにあたり、本来自由であるべき研究テーマ選択に制限を設け、プラスチック（合成高分子化合物）に関わる内容について取り組ませることにした。このように考えたのは、実験器具・試薬の準備など教員側の対応の容易さのほか、次の2つの理由がある。

- ① 現代社会において、容器・包装用プラスチックの使用と廃棄処理は、深刻な環境問題となりつつある。これは、生徒にとっても日常的で身近な問題でもあるので、合成高分子化合物の学習のまとめとして相応しい。
- ② 化学は自然科学であるから、実験・観察を伴う研究が望ましいが、研究に割ける時間がほとんど授業時間外となってしまうため、生徒への負担が大きい。しかし、プラスチックに関わる環境問題等をテーマとした場合は、各生徒の事情により、文献調査を中心とした研究も可能である。

具体的な研究テーマは、基本的には下記より選択させたが、独自のテーマも実験室の設備や薬品、安全性に問題がなく、高校生の実験として期間内に結果が得られそうな（絞り込まれた）内容ならばよいことにした。

はじめに提示した研究テーマ
(1) プラスチックの化学構造と性質 実験例：種々のプラスチックの合成（実験1など）、プラスチックを科学的に識別する（実験2）
(2) 種々のプラスチックの性質・価格と用途（製品） 実験例：プラスチックを科学的に識別する（実験2）
(3) プラスチックの成型技術 実験例：ポリスチレン製品の熱収縮
(4) 使用済みプラスチックの処理と環境汚染（ドイツ等との比較） 実験例：種々のプラスチックの燃焼生成物
(5) プラスチックのリサイクルとエネルギー収支 実験例：リモネン（溶媒）を用いた、ポリスチレンの溶解と再生 PETボトルからキーホルダーやポリエステル繊維を作る
(6) プラスチック利用の功罪（総合的に、今後の展望も含め） 実験例：(1)～(6)のいずれの実験も可

実際には、上記のテーマから選んだ生徒のほか、授業中に時間の関係もあって実施できなかった内容に興

味を持ち、実験を行った生徒も少なからずいた（次ページ参照）。

生徒が選んだ研究テーマ（おもなもの）
<p><実験を含む研究></p> <ul style="list-style-type: none"> ・プラスチックの再生のエネルギー収支について考える 実験：発泡スチロール（ポリスチレン）の油化（熱分解） 実験：発泡スチロールのりモネン等有機溶媒への溶解と再生 ・プラスチックの化学構造と性質 ・プラスチックの性質と製品への応用 実験：熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂の合成 ・導電性高分子（色が変わる高分子） 実験：ポリアニリンの合成、ポリアニリンー亜鉛電池 ・プラスチック製品の熱収縮 実験：ポリスチレン製品・PETボトルの熱収縮 ・陽イオン交換樹脂の化学構造と性質 実験：発泡スチロールから作る陽イオン交換樹脂 ・硝化綿大砲を作る 実験：硝化綿の合成 ・PETの紡糸 実験：ペットボトルから作るポリエステル繊維 など
<p><授業中に行った実験と文献等の調査でまとめた研究></p> <ul style="list-style-type: none"> ・光分解性プラスチック ・使用済みプラスチック処理と環境汚染 ・プラスチック利用の功罪 ・プラスチックの分子構造と性質 ・合成高分子の分類とそれらの性質 など

(2) 実施方法

合成高分子化合物の学習終了後、各生徒に課題研究の研究計画書を提出させた。その後は、週3日程度放課後に化学実験室を開放し、申し出れば自由に実験が行えるようにした。また、生徒が計画した研究・実験の方法や内容について、随時助言・修正を行い、生徒が準備しにくい試薬類や器具は教員側で準備することにした。

実験は、2～5名程度の班で行った生徒が多かったが、準備不足や放課後という時間の制約もあり、1回で十分満足できる内容をこなせた班は少なかった。にもかかわらず、期末考査1ヶ月前～直前が研究期間ということもあり、実験の実施日数は多い班で3～4日程度であった。ただ、それぞれの実験に取り組む姿勢は、多くの生徒において積極的であり、自分たちの興味・関心で選んだテーマについての実験が、彼らの探究心を目覚めさせたといえる。

(3) 実施結果

実験回数の少なさに象徴されるように、生徒の研究への取り組みや成果は、全体的には課題研究と呼ぶには遠いものも多く、教員側が例示した実験を行っておしまい、という班もあった。高校3年の多忙さを考えると、やむを得ない面もあるが、高校2年頃の彼らの実験レポートから考えると、もう少し時間的・精神的にゆとりのある時期に実施していたら、また異なる展開になっていたかもしれず、やや残念である。

しかし、文献やインターネットによる資料調査が主体となってしまったレポートも含め、プラスチックの構造や性質、リサイクルなどについて科学的な視点から考察しているものも多く、その意味では、課題研究として実施した意義はあったと考えている。

次ページに、生徒が考察したテーマの一部を掲げ、まとめとしたい。

- ・プラスチック製品のライフサイクルアセスメント（LCA）の手法と意義
- ・ポリスチレン製品処理のエネルギー収支比較（種々のリサイクルと焼却）
- ・自然科学としてのリサイクル推進の限界と社会問題としてのリサイクル問題
- ・プラスチックの分子構造と性質（分子配向、結晶性など）
- ・ポリエチレンの分枝構造の生成、分枝構造と密度の関係
- ・プラスチックの延伸・分子の配向（結晶性）と強度の関係
- ・プラスチックの熱収縮（種々の成形技術、ガラス転移点との関係）
- ・イオン交換樹脂のイオン交換の起こりやすさと利用例
- ・導電性高分子の分子構造
- ・エレクトロクロミズム
- ・（授業で扱った）プラスチックの識別実験の実験方法の信頼性 など

参考文献

- 1) 妻木貴雄, 山本孝二, 化学と教育, 40, 219, 237 (1992)
- 2) 浅見真年, 現代化学, 12月号, p. 53, 東京化学同人 (1990)
- 3) 掛本道子, 地球環境問題とリサイクル, 東京化学社(1995)
- 4) 梶山正明, 守本昭彦, 環境を化学の目で見る, p. 290, 日本化学会 (1999).
- 5) 守本昭彦, 梶山正明, 化学と教育, 44, 112 (1996).
- 6) 守本昭彦, 梶山正明, 日本理化学協会・全国理科教育大会, 第18巻, p. 98 (1996)
- 7) 国立天文台編, 理科年表, 丸善 (1994).
- 8) 「12695の化学商品」化学工業日報社(1995), pp854-877.
- 9) 山田茂博, 梶山正明, 化学探究実験集, 都理化学教育研究会平成6・7年度化学専門委員会, p. 61 (1996)

次ページ以降に、課題研究のために生徒に配布したプリントを資料として掲載する。

化学実験3-1 付加重合と縮合重合による熱可塑性樹脂の合成

〔目的〕 付加重合および縮合重合により熱可塑性樹脂を合成し、その重合反応について学ぶ。

実験1 ポリメタクリル酸メチルの合成（付加重合）

〔準備〕（器具）試験管 アルミカップ ホットプレート

（試薬）メタクリル酸メチル（モノマー） アゾビスイソブチロニトリル

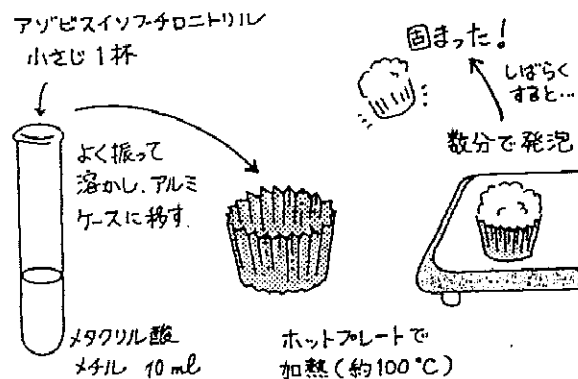


クリスタルバイオレット ローダミンB アントラセン

〔方法〕(1) 試験管にメタクリル酸メチルを10ml取り、アゾビスイソブチロニトリルを小さじ1杯加え、よく振り混ぜて完全に溶かす。このとき、着色したい場合は、クリスタルバイオレット（紫色）やローダミンB（ピンク色）、アントラセン（UVで蛍光）などを、少量加えて溶かす。この溶液を、アルミカップに移す。

(2) アルミカップをホットプレートにのせ、約100℃で加熱する。溶液はやがて沸騰し、次第に粘性が高くなる。重合の様子を観察しよう。
（メタクリル酸メチルの蒸気が出るので、十分換気を行う。）

(3) 5分程度加熱したら、アルミカップをホットプレートから下ろし、放冷後アルミをはがす。ポリメタクリル酸メチル（メタクリル樹脂）が生成している。



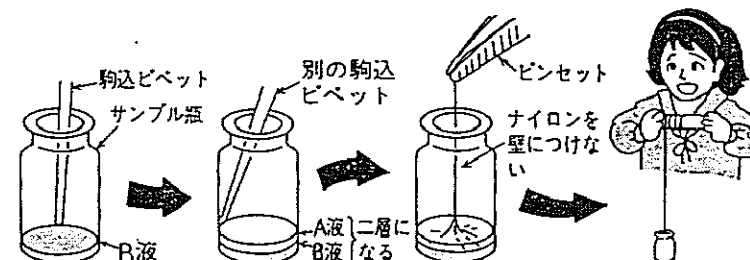
実験2 「1人1人が実験する」6,6-ナイロンの合成（付加重合）

〔準備〕（器具）試験管 サンプル管（1人1本） ピンセット（班で1本）
駒込ピペット（班に2本）

（試薬）A液：アジピン酸ジクロリド $\text{ClOC}(\text{CH}_2)_6\text{COCl}$ 2 mlを、シクロヘキサン50 mlに溶かしたもの

B液：ヘキサメチレンジアミン 3 mlを水50 mlに溶かしたもの

〔方法〕 下図にしたがって、6,6-ナイロンを合成する。界面重合の様子を観察しよう。



B液を壁につけないようにして1 ml入れる。

A液を、B液と混ぜないように壁を伝わらせて1 ml入れる。

界面にできたナイロンをピンセットでつまみ上げる。

試験管にナイロンを巻きつけ、試験管をまわしてナイロンを巻きとる。

どっちが長い糸を取れたか、隣の人と自慢しあうといっそう楽しくなる？

*時間に余裕のある班は、6-ナイロンの合成（開環重合・裏面参照）もやってみよう。

〔考察〕

- (1) ポリメタクリル酸メチルおよび6,6-ナイロンの合成反応を化学反応式で示せ。
- (2) メタクリル酸メチルの付加重合で観察された結果と、分子量の変化と関係を説明せよ。
- (3) メタクリル酸メチルの付加重合で、アゾビスイソブチロニトリルの役割は何か。考えてみよう。
- (4) 付加重合と縮合重合およびそれらの重合反応によって合成される樹脂の特徴についてまとめてみよう。

化学実験 3-1 6-ナイロンの合成

[目的] 開環重合により生成する6-ナイロンを合成し、その重合反応と性質について学ぶ

[準備]

(器具) 試験管(φ18mm) 試験管はさみ 駒込ピペット ガラス棒
ガスバーナー

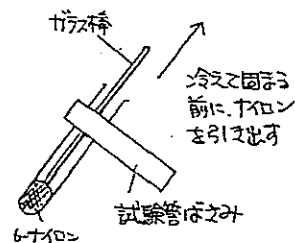
(試薬) ε-カプロラクタム ポリエチレングリコール(Mw3000)
N-アセチルカプロラクタム 水素化ナトリウム(60%油性)

[方法]

- (1) 試験管にε-カプロラクタム2gとポリエチレングリコール0.1gとを取り、駒込ピペットでN-アセチルカプロラクタム1滴を加える。
- (2) 試験管をおだやかに加熱し、中の物質が融け始めたら良く混ぜるように、試験管をよく振る。
- (3) 中の物質が融けたら、いったん火から離して水素化ナトリウム0.03g(ミクロスパチュラ1杯程度)を加える。
- (4) 試験管を振りながら再び加熱し、反応物の粘度が増し、褐色を帯び不透明になり出したら火から離す。
- (5) ガラス棒の先に生成物を付着させ、引っ張って糸を作る(下図)。どっちが長い糸が取れたか、隣の班の人と自慢しあうといっそう楽しくなる!?

[考察]

- (1) 6-ナイロンの合成反応を化学反応式で示せ。
- (2) 6-ナイロンの特徴(合成法, 性質など)を、6,6-ナイロンと比較してまとめよ。



化学実験3-2 プラスチックを科学的に識別するための準備

プラスチックを集めよう

授業でも取り上げたように、われわれの身のまわりにはプラスチックや合成繊維があふれています。しかし、それらの物質を使用後にどう処理するかが、環境・資源エネルギー問題との関係で、大きな課題となっています。こうした状況から、今年4月より容器包装リサイクル法が完全施行され、プラスチック類にもSPIコードによる、識別マークの表示が進んでいます。

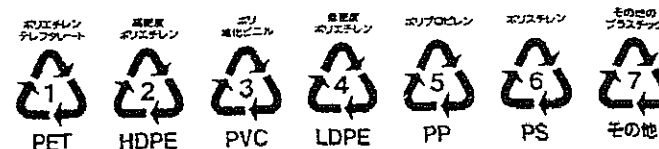
今回、プラスチックがなぜここまで人々の生活の中に入り込み、また、その処理のために種々の問題が発生しているかを考えるため、「プラスチックを科学的に識別する」実験を行います。

各班は、班員で手分けをして、SPIコード1~6までの表示の付いたプラスチックを収集し、それぞれの物理・化学的性質や合成法、おもな用途、その他の特徴などについて、下調べを行ってください。(SPIコード3のポリ塩化ビニルは、見つけにくいので、今回はなくてもかまいません。)

また、SPIコード表示のないプラスチックも集めておき、実験で表示のあるプラスチックとの比較によって材質を明らかにしましょう。

プラスチックを科学的に識別する 実験日は、5月29日(月)の予定です

プラスチックの識別マーク (SPIコード)



SPIのリサイクルマークは、三角形の三辺を矢印3つで囲み、その中に1~7までの番号を入れ、その下にプラスチック・レジン名を略語で入れたものである。最初のマーク

①は、コココーラやミネラルウォーター、ジュース・ドリンクなどに多く使われている。PETのことであり、PETが、最初にきているのは、PETが最も、リサイクル製品の利用価値が高いからである。

アメリカ最大のPETボトルのメーカー、ジョンソン・コントロール (Johnson Control Inc) 社では自社で、PETボトルの回収、リサイクル工場を経営している位である。

②は、低圧法ポリエチレン (HD-PE) であり、主として洗剤ボトルやミルクボトル、ジュースボトルなどに多く採用されている。1番のPETレジんと、2番のHD-PEレジンは最もリサイクル・レジンとしての利用価値が高いものである。

③の塩化ビニル (PVC) はマークの下にVとだけ表示されており、食用油のボトルや、ディッシュウォッシャーのボトルに広く使われている。

④は、高圧法ポリエチレン (LD-PE) であり、マスタードのボトルや、蜂蜜のボトルとして使用されている。

次に

⑤は、ポリプロピレン (PP) であり多くのヨーグルト製品や、錠剤のPTP容器として使われている。

⑥は、ポリスチレンであり、プリン、ヨーグルトなどのデザート類の他、肉や、魚用の発泡PSトレーとして大きな需要分野を占めている。

⑦は、アザー (Other) とマークの下に記されており、常温流通のボール (Bowl) タイプの電子レンジトレーや、不飽和ポリエステル製のトレーなどに表示されている。

化学実験 3-2 プラスチックを科学的に識別する

【目的】 プラスチックの性質の違いを利用して、身のまわりで利用されている種々のプラスチック製品の材質を識別する。

【準備】 (器具) ビーカー、ガスバーナー、ピンセット、アルミホイル、銅線、はさみ、氷、試験管
 (試薬) 酢酸エチル(密度0.90g/cm³ 20℃)
 酢酸メチル(密度0.93g/cm³ 20℃)
 10%食塩水(密度 1.07g/cm³ 20℃)

収集してきたプラスチック試料は、識別マークの有無や識別マーク別に分類し、およそ5mm×5mm程度の大きさに切っておく。識別マーク3番のPVCは、マーク付きが少ないので、塩化ビニルシート(配布する)を利用してもよい。



- 1 : ポリエチレンテレフタレート, poly(ethylene terephthalate)
- 2 : 高密度ポリエチレン, high-density polyethylene
- 3 : ポリ塩化ビニル, poly(vinyl chloride)
- 4 : 低密度ポリエチレン, low-density polyethylene
- 5 : ポリプロピレン, polypropylene
- 6 : ポリスチレン, polystyrene

図1 プラスチックの識別マーク (SPIコード)

【方法と予想される結果】

1. 浮上密度試験

以下の操作を順次行い、それぞれのプラスチック試料の密度の違いを調べていく。浮上密度試験に用いるプラスチック試料は、ある程度厚みのあるものを用いるとよい。発泡しているもの、多量の充填物を含むものは適さない。

- (1) 試験管に水を取り、試料を入れる。PET、PVC、PS は沈み、HDPE、LDPE、PPは浮く。
- (2) 乾いた試験管に酢酸エチルを取り、水に浮いたHDPE、LDPE、PPを入れて試験管の外から氷水で冷していくとPPは浮いてくる。酢酸エチルは、実験後そのまま回収する。

表1 プラスチックの性質¹⁾

種類	密度	燃焼性
1 PET	1.38~1.39 g/cm ³	燃えにくい
2 HDPE	0.94~0.97 g/cm ³	燃える
3 PVC	1.35~1.55 g/cm ³	自己消火
4 LDPE	0.92~0.93 g/cm ³	燃える
5 PP	0.90~0.91 g/cm ³	燃える
6 PS	1.04~1.06 g/cm ³	ゆっくり燃える

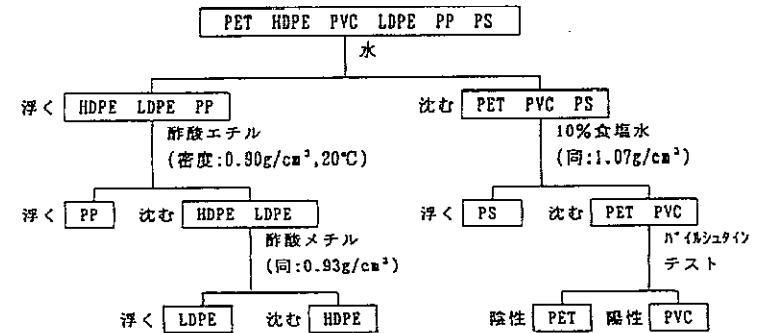


図2 プラスチックの識別実験

- (3) 乾いた試験管に酢酸メチルを取り、HDPE、LDPEを入れて試験管の外から氷水で冷していくとLDPEが浮いてくる。酢酸メチルは、実験後そのまま回収する。
- 注意 PS (ポリスチレン、発泡スチロール) は、酢酸エチルや酢酸メチルに溶けてしまうので、絶対に入れないこと。
- (4) 試験管に10%食塩水を取り、水に沈んだPET、PVC、PSを入れるとPSが浮いてくる。

2. バイルシュタインテスト

浮上密度試験で識別できないPETとPVCについては、バイルシュタインテストで識別する。

- (1) 銅線をガスバーナーの外炎に入れて赤熱し、先端に試料のプラスチックを少量融かし付ける。
- (2) 試料の付いた銅線を再び外炎の中に入れ炎の色を観察する。PVCのように塩素(ハロゲン)を成分に含むものは、青緑色の炎色反応を示す。

3. 燃焼試験

- それぞれのプラスチックの試料を燃焼させ、その様子の違いを調べる。
- (1) ピンセットの先にアルミホイルを巻き付ける。
 - (2) ガスバーナーを斜めにして手で持ち、試料に少しずつ近づけて熱による変形や燃焼の様子を観察する。試料の真下には、少量の水を入れたビーカーを置いておく。

<観察のポイント>

軟らかくなるか、などの状態の変化。燃えるかどうか。炎から取り出して燃え続けるかどうか。炎の色、煙や煤の出具合。燃焼時の臭い(炎から取り出しても燃え続けるものは、火を吹き消してから臭いを調べる)。

炭化水素系のPE (HDPE・LDPE)、PP、PSが熱に弱く、PETとPVCは比較的熱に強いことがわかる。また、PSはベンゼン環を持つ炭化水素系のプラスチックで、燃焼時に多量の煤を出す。燃焼時にPE (LDPE、HDPE) はろうそく臭、PPは石油臭がするといわれているが、PEとPPは化学的性質が似ているため、密度などの物理的性質の差でしか識別しにくい。

4. その他の方法

慣れてくると、外見(透明度)や折り曲げる、引っ張る、たたくなどの方法で、おおよその目安をつけることもできる。また、アセトンなどの溶媒への溶解性を調べるなどの方法もある。

5. 発展実験

- (1) 識別実験で、6番のPSと判断されたプラスチック(コップや食品容器など)を細かくちぎって100mlビーカーに入れる。
- (2) (1)のビーカーに少しずつアセトンを加えガラス棒でかき混ぜると、樹脂が白濁し膨潤してくる。これを、手にとってこね(餅程度の柔らかさがよい)平たくつぶし、熱湯に入れる。
- (3) "発泡スチロール"ができる。

化学実験3-2 プラスチックを科学的に識別する

(結果)

【結果】 識別マーク1～6のプラスチックごとに、方法1～3のそれぞれの結果と利用されている製品名を一覧表にまとめてみよう。

識別マーク1：ポリエチレンテレフタレート (PET)	
方法1の結果	
方法2の結果	
方法3の結果	
その他の結果	
利用されていた製品名	

識別マーク2：高密度ポリエチレン (HDPE)	
方法1の結果	
方法3の結果	
その他の結果	
利用されていた製品名	

識別マーク3：ポリ塩化ビニル (PVC)	
方法1の結果	
方法2の結果	
方法3の結果	
その他の結果	
利用されていた製品名	

(マーク4～6は省略)

化学実験3-2 プラスチックを科学的に識別する

(考察)

[考察] 課題研究

以下のテーマのうちいずれかを選ぶかまたは独自に課題を設定し、プラスチックまたは合成高分子化合物についての課題研究(資料調査と実験など)を行い、本実験のレポートとあわせて提出すること。

- (1) プラスチックの化学構造と性質
実験例: 種々のプラスチックの合成(実験3-1など)
プラスチックを科学的に識別する(実験3-2)
- (2) 種々のプラスチックの性質・価格と用途(製品)
実験例: プラスチックを科学的に識別する(実験3-2)
- (3) プラスチックの成型技術
実験例: ポリスチレン製品の熱収縮
(プラスチック板の真空成型)
- (4) 使用済みプラスチックの処理と環境汚染(ドイツとの比較)
実験例: 種々のプラスチックの燃焼生成物
- (5) プラスチックのリサイクルとエネルギー収支
実験例: リモネン(溶媒)を用いた、ポリスチレンの溶解と再生
PETボトルからキーホルダーやポリエステル繊維を作る
- (6) プラスチック利用の功罪(総合的に、今後の展望も含め)
実験例: (1)~(6)のいずれの実験も可

実験は、テーマごとに希望日の放課後等に行う。
レポート提出の〆切は、7月10日(月)とする。

研究テーマ	
研究者氏名	3年組番
共同研究者* 氏名	
研究内容	
実験希望日	月 日() 原則として、火・木・金の放課後
その他	実験に必要な試薬・器具など

*実験や資料調査を協力して行う者。研究レポートは、各個人で提出する(評価のため)。

<課題研究>

実験3-1-2を踏まえて、プラスチックまたは合成高分子化合物についての課題研究(資料調査と実験など)を行う。研究レポートは、実験3-2のレポートとあわせて提出すること。研究テーマは、下記から選ぶとよいが、実際の研究(特に実験)は、自分たちでできるように、内容(材質など)を絞り込むこと。

- (1) プラスチックの化学構造と性質
実験例: 種々のプラスチックの合成(実験3-1など)
プラスチックを科学的に識別する(実験3-2)
- (2) 種々のプラスチックの性質・価格と用途(製品)
実験例: プラスチックを科学的に識別する(実験3-2)
- (3) プラスチックの成型技術
実験例: ポリスチレン製品の熱収縮
(プラスチック板の真空成型)
- (4) 使用済みプラスチックの処理と環境汚染(ドイツとの比較)
実験例: 種々のプラスチックの燃焼生成物
- (5) プラスチックのリサイクルとエネルギー収支
実験例: リモネン(溶媒)を用いた、ポリスチレンの溶解と再生
PETボトルからキーホルダーやポリエステル繊維を作る
- (6) プラスチック利用の功罪(総合的に、今後の展望も含め)
実験例: (1)~(6)のいずれの実験も可

研究レポート提出の〆切は、7月10日(月)とする。