

## 3

# ナイロン66の合成

## ～繊維の合成～

化学と人間生活との  
かかわり

難易度	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1ヶ月	1時間	35分

### 目的と内容

物質の探究

薬品から合成繊維を作り出すことで、  
化学と日常生活との関係を実感する

物質の構成粒子

「生活を支える物質として、その特性を生かして使われている金属やプラスチック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学び、物質を対象とする学問である化学への興味・関心を高め、化学の学習の動機付けとすること」がこの単元の主なねらいである。

この単元を、化学基礎の導入として位置付けていることを踏まえ、化学への興味・関心を高める視点で取り扱わなければならない。日常生活や社会を支える身近な物質を取り上げて、化学が人間生活に果たしている役割について扱い、以後の学習に生徒が意欲的に取り組めるように学習の展開を工夫することが重要である。

ここでは、薬品から合成繊維を作ることにより、生徒の興味関心を高め、化学と日常生活との関係を実感させる。



物質と化学結合

物質と化学反応式

### 既習事項

小学校：5年生の「物の溶け方」  
中学校：1年生の「物質のすがた」「水溶液」  
2年生の「物質の成り立ち」

中学校1年生の「物質のすがた」では、物質を金属と非金属にわけ、非金属の一つとしてプラスチックを取り扱っている。軽い、さびない、衝撃に強いなどのプラスチックの性質について学習している。ポリエチレン（PE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリスチレン（PS）、ポリプロピレン（PP）を密度や加熱したときの様子の違いから区別する実験を行っている。また、ペットボトルから繊維を作る実験も教科書に掲載されている。

化学反応

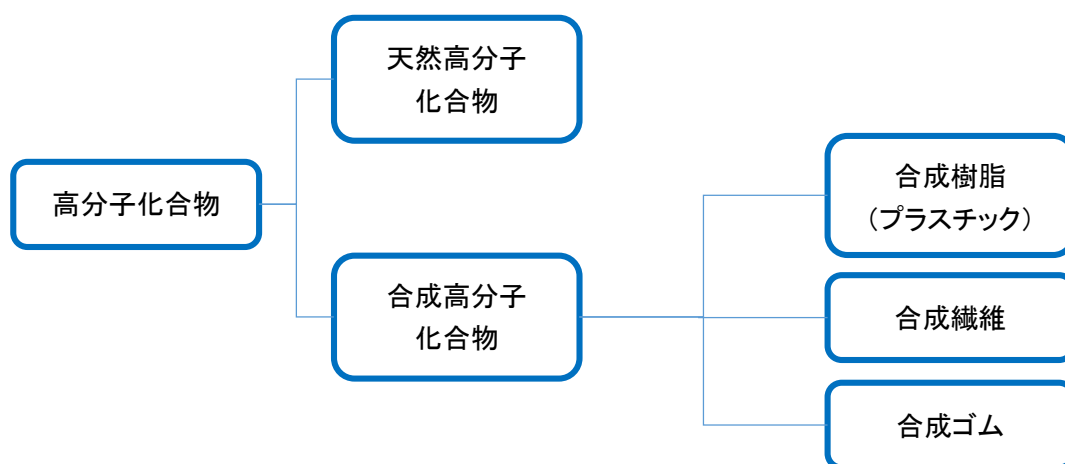
巻末資料

## 留意点

### 【指導面】

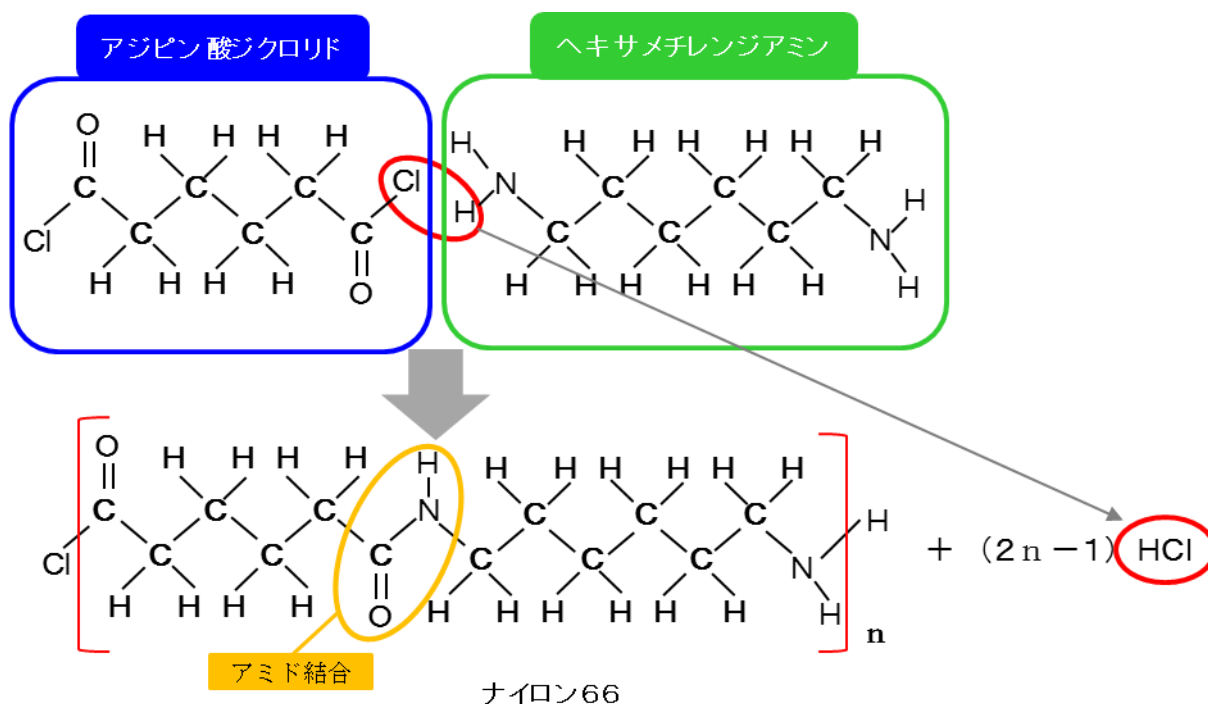
○化学に対する興味・関心を高めることが主なねらいなので、原理については簡単に触れる程度にとどめる。身の回りにある合成高分子に気付かせ、それらが化学の先人の研究成果によって作られたものであることから、化学が人間生活に果たしている役割について触れる。

○分子量が約1万以上の分子からなる物質を高分子化合物という。石油などを原料として、人工的に化学的な方法で作られた高分子化合物を合成高分子化合物という。合成高分子化合物は、密度が小さい、腐食しにくい、加工しやすい、などの利点が多く、生活のいたるところで使われている上、新しい機能をもったプラスチックも開発されている。その反面、自然界では分解されにくいといった欠点がある。再利用法など化学にさらなる期待が寄せられている。



○今回の実験について

合成繊維の一つである、ナイロン66の生成を行う。ナイロン66はアジピン酸とヘキサメチレンジアミンから作られる。実験室では、反応性を高めるため、アジピン酸ジクロリドを用いる。アジピン酸溶液とヘキサメチレンジアミン溶液の境界面で重合し、ナイロンが作られる。



### 【安全面】

- ヘキサンは有毒であり，引火性もあるので，吸い込まないように気を付け，換気を十分に行いながら行う。
- ヘキサンなどは劇物であるので，保護めがね，手袋を着用し直接触れないようにする。万一，触った場合は，ただちに水でよく洗うよう指導する。

### 【後処理】

- 残った溶液は有機廃液として回収し，貯留しておき，専門業者に廃棄を委託する。

## 導 入

### 【ポイント】

- 合成繊維やプラスチックに興味・関心を高める。
- 化学と日常生活とのつながりを感じさせる。

### 【導入例】

- プラスチック製品がないと日常生活はどうか発問する。
- 身近なプラスチック製品を例示させる。

## ◎準備

### 準備の流れ

#### 1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 材料の準備
- 実験室の備品確認

#### ～前日

- 材料の確認
- ヘキサメチレンジアミンを砕く
- 器具・教材の分配

#### 当日

- 器具・教材の分配

## 必要な材料・器具・薬品

準備で必要なもの

なし

当日必要なもの

[器具] ビーカー, 試験管, 駒込ピペット, ガラス棒, ピンセット, プラスチックカップ, 洗浄瓶, 手袋, 保護めがね

[薬品] 水酸化ナトリウム, ヘキサメチレンジアミン, ヘキサン, アジピン酸ジクロリド, エタノール

溶液の必要量   ヘキサン   10mL/1班 × (    ) 班 = (    ) mL

                  エタノール   20mL/1班 × (    ) 班 = (    ) mL

                  アジピン酸ジクロリド   1mL/1班 × (    ) 班 = (    ) mL

## ☆教材の入手方法

①ヘキサメチレンジアミン (1,6-ヘキサレンジアミン)  $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$

理科消耗品カタログ等で購入可能 25mL で 2,500 円程度

②ヘキサン  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$

理科消耗品カタログ等で購入可能 500mL で 1,500 円程度

③アジピン酸ジクロリド (アジピン酸クロリド, 塩化アジポイル)

$\text{ClCO}(\text{CH}_2)_4\text{COCl}$

理科消耗品カタログ等で購入可能 25g で 10,800 円程度

※実験では, 反応性を高めるために, アジピン酸ではなく, アジピン酸ジクロリドを使用する。



③

## 当日のセット

### ☆生徒用

#### [器具]

<input type="checkbox"/> 50mL ビーカー	1 個
<input type="checkbox"/> 50mL ビーカー (ヘキサン)	1 個
<input type="checkbox"/> 200mL ビーカー (エタノール)	1 個
<input type="checkbox"/> 試験管	1 本
<input type="checkbox"/> 2mL 駒込ピペット	1 本
<input type="checkbox"/> ガラス棒	1 本
<input type="checkbox"/> ピンセット	1 本
<input type="checkbox"/> プラスチックカップ (水酸化ナトリウム, ヘキサメチレンジアミン)	2 個
<input type="checkbox"/> 洗浄瓶 (蒸留水)	1 個
<input type="checkbox"/> 保護メガネ	人数分
<input type="checkbox"/> 手袋	1 ~ 人数分

#### [薬品]

<input type="checkbox"/> 水酸化ナトリウム	1 粒
<input type="checkbox"/> ヘキサメチレンジアミン	1 g
<input type="checkbox"/> ヘキサン	10mL
<input type="checkbox"/> アジピン酸ジクロリド	1 mL
<input type="checkbox"/> エタノール	20mL
<input type="checkbox"/> 蒸留水	洗浄瓶 1 本

- ビーカーは他の大きさでも構わない。
- 試験管は、ナイロンを巻き取るために用いるため、直径の太いものの方が使用しやすい。



### ★教員用

- 生徒用と同じもの

#### (1) 前日まで

- 材料や器具の確認・調達を行う。
- ヘキサメチレンジアミンは瓶の中で大きな結晶になっている場合があるので、事前に砕いておく。

#### (2) 実験当日

- 材料や器具の分配を行う。
  - ・ヘキサメチレンジアミンは、空気に触れると二酸化炭素と反応し、炭酸塩を作るため、直前に分配する。
  - ・水酸化ナトリウムは潮解性があり、空気中の水分を吸収し溶けるので、直前に分配する。
  - ・ヘキサン 10mL は揮発性なので、直前に分配する。

## ◎観察，実験

### 観察，実験の流れ

#### □導入（5分）

- \*導入のポイント及び例を参照する
- \*目的を理解させる

#### □観察，実験（20分）

##### \*手順を指導する

- ・A液（水層：水+水酸化ナトリウム+ヘキサメチレンジアミン）を作る。
- ・B液（油層：ヘキサン+アジピン酸ジクロリド）を作る。
- ・A，B液を合わせ，試験管に糸を巻き付け，エタノールで洗う

##### \*安全面を指導する（留意点の安全面を参照）

##### \*操作は必ず全員で分担して行うように指導する

##### \*机間巡視を行いながら，生徒への実験のアドバイスや注意を促す

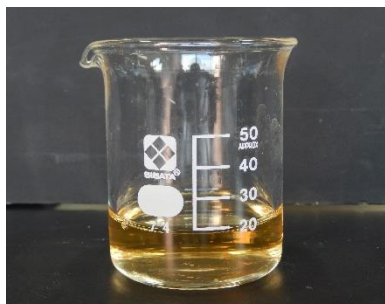
#### □考察，まとめ（5分）

#### □後片付け（5分）

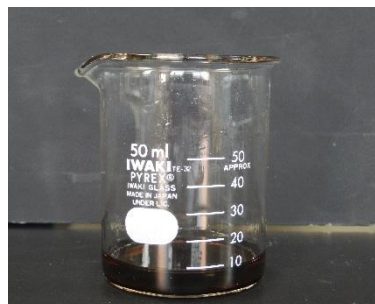
## 手順 時間のめど（およそ15分）

**注意！**ヘキサンは有毒で，引火性もあるので，窓や戸を開け，換気扇を回すなど十分に換気を行うこと。  
生徒には，保護メガネと手袋を着用させるとともに，吸い込まないように注意をする。

- ① 50mL ビーカーに蒸留水をビーカーの目盛り 20mL まで入れる。この中に，水酸化ナトリウム 1 粒を加え，攪拌し溶かす。そこに，ヘキサメチレンジアミン 1 g を加え，攪拌し溶かす。（A液）
- ② ヘキサンの入っているビーカーに，駒込ピペットで 1mL 量りとったアジピン酸ジクロリドを加えて溶かす。アジピン酸ジクロリドが溶け残る場合がある。（B液）



①（A液）



②（B液）

- ③ A液にB液をガラス棒に伝わらせて静かに加える。溶け残ったアジピン酸ジクロリドは下に沈むので，その場合は，溶け残りは加えず，上澄み（無色透明な溶液）を加える。

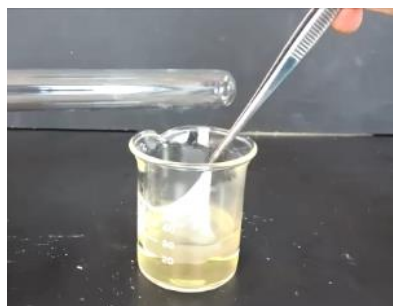


③-1



③-2

④ ③でA液とB液の境界面に生じる膜を、ピンセットで静かに引き上げ、試験管に巻き付ける。



④-1



④-2



④-3

⑤ できたナイロンをビーカーに入れたエタノールで洗った後、水道水で洗い、乾燥させる。



⑤-1



⑤-2



⑤-3

## 考 察

「合成繊維の利点は何か」などについて、考察させ、プリントに記入もしくは発表させる。

## まとめ

以下の視点を参考に、まとめを行う。

- ① ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸ジクロリドから合成繊維を作ることができた。
- ② 合成繊維は化学薬品から作られていることから、化学と日常生活との関係が実感できた。

## 後片付け

- 溶液は有機廃液として回収する。
- 使用したビーカーや試験管などは、食器用洗剤で洗う。

## 失敗例

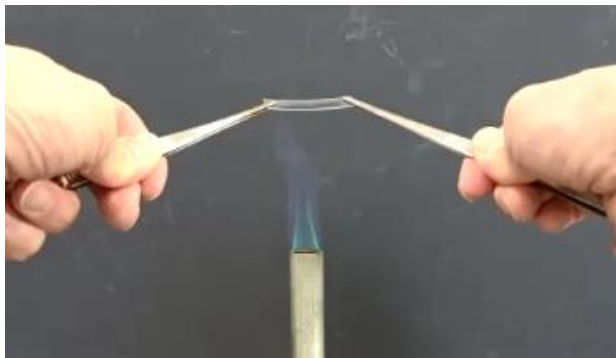
状態 作成した繊維がボロボロになった。

原因 ヘキサンへ溶け切らなかったアジピン酸ジクロリドを、A液に加えてしまった。

## 別 法

別法① ペットボトルを加熱し、引っ張って糸状にする。(PET繊維)

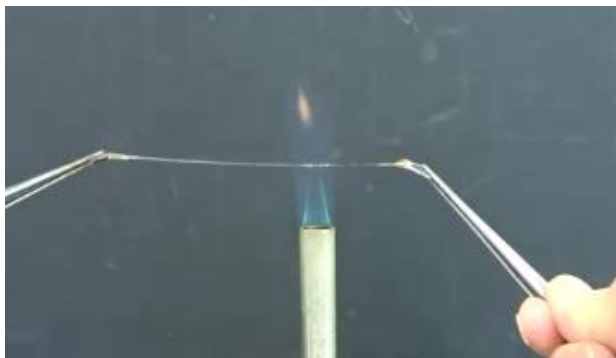
ペットボトルを細長く切り、ピンセットで両端を持つ。ペットボトル片の中央付近をガスバーナーで加熱し、十分に柔らかくなったら火から外し、両方向に引っ張る。このとき、加熱しすぎるとペットボトル片が二つに分かれてしまう(図別法①-5)。その際は、それぞれの端を加熱し、くっつけてから引っ張るとよい。



別法①-1



別法①-2



別法①-3



別法①-4



別法①-5