

身の回りの有機物：ポリマーを中学校教材に —選択理科「ポリマーって何？」—

理科 佐々木 和 枝

目 次

I	はじめに	2
	1. 身の回りの有機物：ポリマーを中学校教材に	2
	2. 学習指導要領における有機物の取り扱い	3
	3. 諸外国の状況	4
II	単元「ポリマーって何？」の構想	5
	1. 中学校段階で扱う必要性	5
	2. 単元の構想	6
	3. 単元のねらいと指導計画	6
III	実践の概要	8
	1. 「ポリマーって何？」	8
	2. 「ぬるぬる・ねばねばのスライム？」	9
	3. 「水を吸うポリマー」	10
	4. 「私たちの体もポリマー？（天然のポリマー）」	10
	5. 「ガムもポリマー？」	11
	6. 「ペットボトルから繊維を作ろう」	13
	7. 「リモネンで溶けるポリマー（プラスチックごみのリサイクルをめざして）」	14
IV	評価と考察	16
	1. 生徒のアンケートから	16
	2. 評価と考察	19
V	資 料	21
	1. 授業で使ったワークシート	21
	2. 化学・生物総合管理の再教育講座（講義内容）	25

要 旨

科学・技術がますます進展するのに対し、一般の大人が科学・技術に関する知識・理解や科学的な見方・考え方を身につけていないことによる弊害がますます大きくなってくると予想される。このような現状を考えたとき、義務教育最終段階である中学校の理科で、「自然との関わりを重視する」と「日常生活との関わりを重視する」ことが何よりも重要であると考えている。

本稿は、「日常生活との関わりを重視する」ための一つの方策として、「身の回りの有機物：ポリマーを中学校教材に」取り上げることを提案し、2005年度3年生の選択理科「ポリマーって何？」（前期 2コマ7回の授業）で授業実践を試みたので、その実践結果を報告する。指導内容や指導方法の工夫により、中学校でポリマーを扱うことが可能であることを報告する。

I はじめに

1. 身の回りの有機物：ポリマーを中学校教材に

理科離れが叫ばれて久しい。現場の理科教員も文部科学省も、理科離れをくい止めるための方策を打ち出し努力しているが、成果は今ひとつである。これは、理科離れの問題が、単に理科だけの問題ではなく、読書離れ、知離れ、ひいては学習意欲の喪失と繋がった根深い問題であるため、理科大好きプログラム等の推進を叫ぶだけでは解決できないと考えられる。

科学・技術がますます進展するのに対して、一般の大人が科学・技術に関する知識・理解や科学的な見方・考え方を身につけていないことによる弊害がますます大きくなってくると予想される。このような現状を考えたとき、義務教育最終段階である中学校の理科において、理科離れを解決する方策としては、次の2点が重要であると考えている。

- 自然との関わりを重視する。
- 日常生活との関わりを重視する。

「自然との関わりを重視する」のは、科学・技術の進展が進むにつれ、自然が少なくなり、子どもたちが自然と接する機会が減少する中、自然の一部である人間は、自然と関わらないとうまく生きていけない状況が現れていることを痛感しているからである。敢えて機会を作って自然の中で過ごしたり、自然に触れる機会を多くすることで、人間の根源的な生命力を維持する必要性が大きくなってきていると感じている。そのような中で、理科はこれまで以上に自然との関わりを重視した学習を行うことによって、大きな貢献ができると思う。

一方「日常生活との関わりを重視する」のは、科学・技術の進展によって、ブラックボックス化した日常生活への科学的な興味・関心を高め、日常生活における思考や価値判断を科学的な見方・考え方を活用して行うために必要であると考えからである。ボタン1つで何でもできてしまう日常生活の中で、自分が考えなくても誰かえらい人が考えてくれているから大丈夫という判断基準を持ち続けた先の危険を大いに危惧している。

本稿では、2点目の「日常生活との関わりを重視する」ための一つの方策として、「身の回りの有機物：ポリマーを中学校教材に」を取り上げることを提案し、2005年度3年生の選択理科「ポリマーって何？」（前期 2コマを7回の授業）で授業実践を試みたので、その実践結果を報告する。なお、この授業実践は、筆者がお茶の水女子大学ライフワールド・ウォッチセンターによる「化学・生物総合管理の再教育講座」2004年度下期の科目14「社会技術革新学各論1」（V資料参照）を受講した後、これを参考にして教材化したものである。さらに、選択理科の授業については、本校の前川哲也教諭が補助に入ったTTで行った。また、本学生活科学部教授で本校の前校長であった小川昭二郎教授に最後のまとめとしての特別授業をお願いした。また、本学附属高等学校の田中京子教諭（家庭科）には、ポリエステル繊維の熱可塑性における実験をご教示いただいた。これら関係各位から多大なご協力と示唆をいただくことにより授業実践ができたことに対して、厚くお礼を申し上げたい。

2. 学習指導要領における有機物の取り扱い

私たちは、たくさんの物質に囲まれ、それらの物質を利用して生きているが、身の回りの物質の中で圧倒的に多くを占めているポリマーについての学習は取り扱われていない。昨今、環境学習が普及し、身の回りの物質への関心も高まり、ごみの分別やリサイクルへの取り組みが高まっているが、それらの物質の多くがポリマーであるのに、ポリマーの学習は行われていない。物質を知らずに単に分別やリサイクルを行うのでは、自分から考えた行動とは言えず、ロボット化した人間を育てることに繋がる危険性がある。これからの生徒たちには、なぜ分別したりリサイクルをしたりする必要があるのか、物質のつくりや性質から考え、納得して行動できる大人に育ててほしいと考えている。

身の回りの物質を適切に活用するには、その物質を知る必要がある。最低限、その物質のつくりと性質を知る必要がある。身の回りの物質の中で圧倒的に多くを占めているポリマーを適切に活用するには、それぞれのポリマーのつくりと性質を知る必要があり、そのためには、有機物と無機物の違い、原子の構造、原子の結合について、ごく基本的なことを学習する必要がある。

ところが、現行の学習指導要領（平成10年告示）の有機物に関する扱いはごく少ない。

第1分野の「2 内容 (2) ア (ア)」に「身の回りの物質の性質を様々な方法で調べ、物質には密度や電気の通りやすさ、加熱したときの変化など固有の性質と共通の性質があることを見いだすとともに、実験器具の操作、記録の仕方などの技能を身につけること。」とあるが、これに対して「3 内容の取り扱い (3) ア」に、「アの (ア) については、有機物と無機物との違いや金属と非金属との違いにも触れること。(以下略)」とあり、学習内容そのものではなく、内容の取り扱い事項として「触れる」程度の扱いを要求している。

教科書の扱いとしては、例えばガラス、鉄、プラスチックを加熱して、「プラスチックを加熱し続けると、黒くこげて炭ができたり、二酸化炭素が発生したりする物質のことを有機物という。木や紙なども有機物である。」とし、「一方、鉄などの金属やガラスなどは、加熱し続けても、炭ができたり二酸化炭素が発生したりしない。これらの物質のことを無機物という。」として、有機物と無機物の違いに触れている。

一方、有機物のつくりや性質を理解する上で必要となる原子の構造や結合に関しては、中学校段階ではいっさい学習しないことになっている。

したがって、中学校では、有機物に触れてはいるが、「物質には燃える有機物と燃えない無機物がある」という程度の理解しか得られず、ポリマーについては扱われていない。

現行の学習指導要領改訂の課題として、日常生活との関わりを重視することが挙げられていた。しかし、学校週5日制の導入や、基礎・基本の徹底との絡みから、学習指導要領に盛り込まれる内容が厳選に厳選された最低限のものになってしまい、日常生活との関わりを重視するという課題を解決する方策は取り入れにくい状況となってしまった。

3. 諸外国の状況

日本の中学校と同等段階（義務教育での相当段階。年齢は1歳程度の差がある場合もある。）における諸外国では、身の回りの有機物をどのように扱っているだろうか。「化学と教育」（日本化学会）誌に2004年から連載された「諸外国では理科カリキュラムをどう学習につなげているか」を調べてみた。

ここで取り上げられている、イギリス、ドイツ、フランス、台湾、韓国、中国、いずれの国においても、現在教育改革が進められている状況にあり、新しい社会に対応した教育のあり方が模索されているところである。その中で共通して言えることは、科学・技術と社会との関係を認識し、理科の学習において日常生活との関わりを重視する必要があることを強調していることであった。その底流には、このような理科の学習を通じて、理論と実際を結びつける方法を習得したり、社会方策に参画する意識を育成したり、持続的に発展するこれからの社会を担う人材育成に、日常生活との関わりを重視することが必要であるという認識がされていることが伺える。さらに詳しく見てみると、イギリス、韓国では日本と同様、有機物に関する扱いは少なかったが、ドイツ、台湾、中国では、以下のようにかなり多くの内容について扱われていることがわかった。

(1) 身の回りの有機物の扱いについて

① ドイツ

- 有機物の主な特徴を挙げる（アルカン、アルケン1つ、アルカノール、アルカナール1つ、アセトン、アルカン酸、グルコース、エステル）
- 同系列の物質の変化とその特徴を挙げる（アルカノール）
- いくつかの有機反応を挙げる（脱水素、縮合反応としてのエステルの生成）
- 高分子の合成の仕方を説明する。
- 官能基を手がかりに炭素の化合物を分類する（炭素の二重結合、炭化水素、アルデヒド、ケトン、カルボン酸、エステル）
- エネルギー源としての炭素の役割を評価する。
- 日常や技術における有機物の利用を述べる（メタン、エタン、エタノール、アセトン、酢酸）。

② 台湾

- 食物の成分（糖類・タンパク質・ニコチン・カフェイン・ビタミン等）を検出する。
- 例を挙げてプラスチック・金属・ガラス・セラミックス等日常生活の中の材料を説明する。
- 次の人工的に合成された物質の特性、簡単な製造プロセスと生活の利用等を認識する。

- ① 石油化学製品 ② 衣料用の繊維 ③ 洗剤 ④ 常用の金属製品
- ⑤ ガラスとセラミックス ⑥ 新しい科学技術製品

- 日常生活で、紙・金属缶・プラスチック・ポリビン等回収し再利用できる資源があることを知る。

③ フランス

- 酸素と有機物の反応，反応物，化学反応，生成物（包装に用いる材料を安全に燃やすことができるか——文献での学習：プラスチックの燃焼の危険性，——さまざまな種類の容器の燃焼）
- 包装材料に用いられる物質の化学的不活性さ（物質は，酸性溶液，塩基性溶液と反応するか——塩酸や水酸化ナトリウム水溶液とプラスチックやガラスとの反応）

④ 中国

- 科学課程標準；身の回りの有機物（教科書で28 p の記述）
- 化学課程標準；生活上よく見かける化合物（教科書で22 p の記述——人類にとって重要な化学物質：化学元素と人体の健康：有機合成材料）

(2) 原子の構造，原子の結合の扱いについて

① ドイツ

- 共有結合による分子の結合を説明する。（共有電子対，非共有電子対）

これら諸外国の例を見ても，日常生活との関わりを重視する必要性は必至であり，身の回りの有機物についても，日常生活との関わりという文脈の中で，積極的に学習内容に取り入れている国もあることがわかった。

そこで，本稿では，身の回りの有機物の中でも，特に私たちの体を作っている物質に始まり，木や紙，プラスチックなど，たくさんの種類のポリマーを活用していることから，義務教育最終段階である中学校でポリマーを積極的に扱うことを提案したいと考えたわけである。

II 単元「ポリマーって何？」の構想

1. 中学校段階で扱う必要性

I で述べたような理由から，義務教育の最終段階である中学校で，身の回りの有機物：ポリマーを扱う単元「ポリマーって何？」を提案したい。

学校週5日制の実施等もあり，学習内容の精選，厳選が続き，生徒にとって難しい学習内容（学力調査等で到達度の低い学習内容）は削減されて今日に至っている。しかし，難しいからといって削除して良いのだろうか。社会人として生きていく上で必要な基礎の力をつける役割を担っている義務教育最終段階の中学校では，難しい内容でも必要なら教え方を工夫してでも教える必要があるのではないだろうか。

また，学習時間の減少から，重複して学ぶ内容は整理され削減された。スパイラル状に段階的に高度な内容にして学ぶことによって，難しい内容も理解しやすくなることを見捨てられて

しまったように思われる。有機物、特にポリマーに関する学習は、現行の学習指導要領では高校の化学Ⅱの内容であるが、中学校段階でその入門編を学習することを提案したい。

2. 単元の構想

まず、私たちは日常生活の中で、たくさんの種類のポリマーを利用していることに気づかせたい。さらに、私たち人間を始め生物の体を作っている物質の多くがポリマーであることを知り、物質への関心を高め、ポリマーという新しい物質を見る目で身の回りの物質を見せたい。そして、これらの物質が、炭素・酸素・水素・窒素などのたった数種類の元素だけからつくられていること、それらの原子の集まり（モノマー）が繰り返し結合することによって巨大な分子（ポリマー）になること、結合する原子の種類や結合の仕方、分子の集合状態により物質の性質が変わり、様々な機能をもつ物質になるおもしろさを伝えたいと考えた。

昨今、自然界のものは良くて、人工的に作られたものは悪いというイメージが広がっているように思う。確かに、自然の造形のすばらしさには目を見張るばかりで、自然にあるものに如何に近づくかということが人工物を作るときの最大の目標になっているくらいである。しかし、そのような研究の末、自然物を超える機能を持つ物質が生まれ、私たちの生活をより豊かなものにしてきていることに、生徒たちは気づいていない。科学を研究し、開発するという仕事に携わっている人は自分とは関わりのないえらい人で、自分はそのえらい人たちのいう通りにしていればよいという風潮が蔓延している。万が一方向を過つ研究・開発が行われたとき、抑止力を持てる市民を育成したい。どのような目的で、どのような研究・開発が行われているのかを知ることにより、例えその内容を詳しく知らなくても判断が可能になるような力をつけさせたい。そのためには、学習内容が難しいからといって避けるのではなく、指導方法を工夫してでも積極的に取り入れていくべきだと考えている。

ポリマーを学習する際には、それぞれのポリマーの種類や性質の違いを理解する上で、分子モデル、構造式を取り扱う必要があると考えた。1つ1つの構造式を覚える必要はないが、分子モデルを図として形から受け止め、その性質と関連して考えられるようにしたいと考えた。現行の学習指導要領では、原子の構造は扱わないので、核外電子による結合の説明はここでは扱わないこととして、「結合の腕」で説明し、考えさせることにした。

3. 単元のねらいと指導計画

(1) ねらい

- ① 私たちの体を作っている物質を始め、身の回りにはポリマーがたくさんあり、利用されていることを知る。
- ② ポリマーの性質が、ポリマーのつくり（構造）に関係していることを知る。
- ③ 必要な性質をもったポリマーを、新しく合成できることを知る。
- ④ ポリマーをリサイクルする方法を考え、環境を考慮した生活を考える。

(2) 指導計画

2005 選択理科

ポリマーって何？

回	月	日	タイトル	内 容
1	4	14	① ポリマーって何？	<p><実験> ガスを燃やして成分を調べる</p> <ul style="list-style-type: none"> ○メタン、有機物と無機物 → 教室の物質はどっち？ ○結合の手、炭素の不思議（ダイヤモンドと炭） ○いろいろな有機物のモデル、(シールで構造式) ○エチレン→ポリエチレン、
2	4	28	② ぬるぬる・ねばねばのスライム？	<p><復習> ガスを燃やすと？有機物と無機物、結合の手、炭化水素 エチレン→ポリエチレン、ポリマーって何？</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ポリエチレンでできているもの ○柔らかいポリエチレンと固いポリエチレンの違い ○洗濯のりの成分・・・PVA <p><実験> スライムを作ってポリマーの性質を探ろう</p>
3	5	12	③ 水を吸うポリマー	<p><実験> 吸水性ポリマーの不思議</p> <ul style="list-style-type: none"> ○吸水性ポリマーの利用
4	5	26	④ 私たちの体もポリマー？	<ul style="list-style-type: none"> ○前回の実験の結果発表、気づいたこと・感想の交流 <p><調べ学習> 天然のポリマー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調べてわかったこと ・調べた物質はポリマーか？ ・どのようなポリマー？
5	6	9	④ 私たちの体もポリマー？ (つづき)	<p><発表></p> <ul style="list-style-type: none"> ・何の原子からできているか？ ・ポリマーか？ ・どんなモノマーが繋がっているか？ ・気づいたことなど <p><観察> 生体ポリマーを実体顕微鏡で観察してみよう</p> <p>ゴム、木綿糸、ろ紙、ティッシュペーパー、毛糸、絹糸、髪の毛、爪、皮膚、その他</p>
			⑤ ガムもポリマー？	<ul style="list-style-type: none"> ○ガムの成分であるガムベースは、ポリ酢酸ビニル <p><実験> 冷凍庫で冷やしたガムと口の中で温めたガムの「かたさ」「こわれやすさ（もろさ）」を比較する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ポリマーの状態と温度 ○アモルファス状態と結晶（ガラス）状態 ○ガラス転移温度 T_g ○水の量とガラス転移温度の変化（グラフ） <p><問い> 4題</p>
6	6	23	⑥ ペットボトルから繊維	<p><実験> ペットボトルから繊維を作ろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ペットボトルは何からできているか ○ペットボトルから繊維を作る ○できた繊維を実体顕微鏡で観察し、動物繊維・植物繊維と比較する ○プラスチックと繊維 ペットボトルから作った繊維・・・ポリエステル繊維 (物質はどちらも、ポリエチレンテレフタレートで同じ) ○ペットボトルはプラスチック、ポリエステルは繊維 ○プラスチックの熱可塑性 ○プラスチックと繊維の違い <p><実験> ポリエステル繊維にも熱可塑性はあるか</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ポリエステル繊維の熱可塑性を活用して永久プリーツを作ろう <p>○参考資料(1～4)</p> <p>プラスチック製品の作り方 ペットボトルの再利用 スーパー化学繊維 防弾チョッキの秘密</p>
7	9	15	⑦ リモネンで溶けるポリマー	<p><実験> 水、灯油、ベンジン、エタノール、互いに溶け合う？</p> <ul style="list-style-type: none"> ○溶ける・溶けないは何が違うの？ <p><実験> 6種類のプラスチックの小片にリモネン液をかけるとどうなるか。</p> <p>発泡スチロールの容器にリモネン液をかけるとどうなるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○リモネンで溶けるプラスチック ○プラスチックの種類と識別マーク
			⑧ 特別授業（小川前校長）	これまでのまとめとして

III 実践の概要

今回は、3年生を対象とした選択理科で授業を行った。学習時期は、原子、分子の学習を終えた3年生が適当であると考えた。実際に授業に参加した生徒は18名（男子5名、女子13名）であった。授業は、4月から9月までの前期、2週に1回のペースで、2コマ×7回（14コマ）実施した。（1コマ=45分）

以下に、学習した内容の概要について述べる。p21～24に授業で使用したワークシートを資料として掲載してあるので、参考にしていただきたい。

1. 「ポリマーって何？」

(1) 本時のねらい

はじめに、事前調査（後述）で「ポリ」のつくものを挙げさせ、身の回りに「ポリ〇〇」というものがあることに注目させる。本時は、その中でも最もよく使っている物質であるポリエチレンを取り上げ、ポリマーというのは「単位の分子（モノマー）が長く連なった巨大分子（これを高分子またはポリマーという）である」ことを、学習する。なぜ、単位の分子が長く連なるのか、炭素原子の結合の特徴を、結合の手を使って理解させるのが本時のねらいである。

(2) 本時の学習内容

① 天然ガスの成分は？

【実験】天然ガスを燃やして生じる物質から、天然ガスの成分を推定する。

② 有機物と無機物の違いを復習する。

③ 原子が結びついて分子になるとき、原子によって結合の手の本数が決まっていることを教える。水素原子（1本） 酸素原子（2本） 窒素原子（3本） 炭素原子（4本）
結合の手を用いて、化合物のつくりを表してみる。（シールを使いモデルをつくる）

水 (H_2O) 二酸化炭素 (CO_2) アンモニア (NH_3)

④ 炭素の不思議（ダイヤモンドと炭）特に、結合の手が4本あることで、たくさんの種類の炭素化合物があることに気づかせる。

⑤ いろいろな有機物のつくり（シールを使いモデルをつくる）

メタン（天然ガスの主成分） エタン（天然ガス） プロパン（地方のガス）

ブタン（テーブルコンロのガス） メタノール（アルコールランプの燃料）

エタノール（お酒の成分） 酢酸（酢の成分） エチレン（参考資料参照）

シールを貼りながら、結合の規則性になれてきたところで、エチレンの二重結合を発見させるように導く。

<参考資料>エチレンとはどのような物質か、平成13年発行の中学国語教科書（教育出版）より「植物の姿勢と鮮度」（樋口春三著）を読み物資料として提供した。

- ⑥ エチレンガス（エチレン） → ポリ袋（ポリエチレン）
炭素の二重結合が切れてモノマーが長く連なる様子をイメージさせるように導く。
- ⑦ 「ポリマーって何？」ポリマーの定義をする。
- ⑧ ポリエチレンでできているものを探そう
- 柔らかいポリエチレン；ポリ袋，ラップ材，容器のふた
 - 固いポリエチレン；まな板，ビールのケース，（ポリバケツ）
 - どこが違うの？ → 長い鎖状ポリマー分子の集まり方が違う
ぐちゃぐちゃ（非晶（アモルファス）領域）・・・柔らかいポリエチレン
びちっと整列（結晶領域）・・・・・・・・・・固いポリエチレン

(3) 本時の生徒の様子

1年生で学習した有機物，無機物の違いを実験によって確認し，復習した後で，いよいよポリマーとは何かの謎に迫っていった。有機物の化学式には抵抗があるようであったが，きれいな色シールでモデルをつくる作業を通すことによってその苦痛も少し柔らぎ，分子を図の形として理解することで，わかりやすくなったようである。エチレンのところでは，はじめから答を言わず，どうしたらモデルが作れるかじっくり考えさせたところ，しばらくして気づく生徒が出て，二重結合の役割を理解させることができた。

ポリエチレンのもとがリンゴやバナナから出るエチレンガスだとは，思いもよらなかっただけに生徒は驚いていた。それが，どうしてあのようなものになるのか，二重結合が切れて，たくさんのエチレン分子（モノマー）が長く連なった様子を各自どのようにイメージできたであろうか。

2. 「ぬるぬる・ねばねばのスライム？」

(1) 本時のねらい

本時は，いろいろな科学イベントで実施されているスライムを取り上げる。実施する実験としては同じだが，なぜ独特のぬるぬる，ねばねばになるのかを，ポリマーの鎖状構造の編み目に着目し，ポリマーの性質を活用した特徴であることを学習するのがねらいである。

(2) 本時の学習内容

- ① 洗濯のりの成分ポリビニルアルコール（PVA）って何だろう。PVAのモデル
例 液体せんたくのり ゴーセノール（ポリビニルアルコール 8%）

- ② スライムを作ってポリマーの性質を探ろう

【実験】スライム作りと性質調べ

（スライムとは，英語でslime「ぬるぬる・ねばねばしたもの」という意味）

- ③ なぜ「ねばねば・ぬるぬる」に固まるのか

(3) 本時の生徒の様子

とにかく，文句なく生徒は熱中する。PVAの濃度，硼砂を混ぜる量，混ぜるタイミング，

色をつける具合等、生徒は熱中し、工夫する。この状態がゼリーやプリンと同じ「ゲル」という状態であると知り、さらに認識を新たにする。

どうして、こんなおもしろい状態の物質があるだろうかというのが生徒の正直な感想のようであり、いつまでも飽きることなく実験を繰り返している様子は微笑ましい。直鎖状のポリマーが示す性質を、楽しみながら体験できる好教材といえよう。

3. 「水を吸うポリマー」

(1) 本時のねらい

本時は、ポリマーの鎖の編み目に水を閉じこめる性質を活用して、いろいろなところで使われている吸水生ポリマーを取り上げる。ポリマーが鎖状に連なることから生じる性質を実感させるのがねらいである。

(2) 本時の学習内容

① 吸水性ポリマーの不思議

【実験】紙おむつから吸水性ポリマーを取り出し、吸水性を調べよう

吸水性ポリマー物質そのものを用いて、上と同様の実験で吸水性を調べる。

② 吸水性ポリマーを利用したもの

<参考資料> 止水袋, 砂漠における植物栽培等

(3) 本時の生徒の様子

紙おむつそのものを使って実験することをかなり迷ったが、生徒は抵抗なく入ってくれたことは収穫だった。テレビのCMなどでも、日常的に使われるようになったことも起因しているだろう。

実際に生徒が実験した結果から、平均して、紙おむつの場合は自重の約100倍の水を吸うこと、吸水生ポリマーそのものを使った実験では、平均して自重の約400倍の水を吸うことがわかった。これは、生徒にとってまさに驚きであった。

分子の間に水を閉じこめるというのが、どこまでイメージできたかは不明であるが、ポリマーの持つ1つの特徴、性質に大きな感動を覚えたようである。

4. 「私たちの体もポリマー? (天然のポリマー)」

(1) 本時のねらい

タンパク質や炭水化物等、生物の体はポリマーからできている。遺伝情報を司るDNA, RNAもポリマーである。生命を維持する物質のほとんどはポリマーであるといっても言い過ぎではない。

本時は、私たちの体をつくる物質がポリマーかどうか、グループごとに調べて発表することにした。内容的には観察・実験をとりあげにくく、調べ学習・発表という学習方法により、生徒の興味・関心を高めようと考えた。

(2) 本時の学習内容

ここで取り上げる物質は、次の7種類とした。(脂肪以外はすべてポリマー)

- 主に動物の体・・・タンパク質, 脂肪, 繊維 (羊毛)
- 主に植物の体・・・デンプン, 繊維 (もめん, 麻), 天然ゴム
- 遺伝に関係・・・DNA

① 調べ学習

2～3人のグループごとに、上の物質を担当し、以下のことについて調べて発表することとした。

- 調べてわかったこと (どういうもの? どういう性質? どこにある? など)
- 調べた物質はポリマーか? Yes No
- どのようなポリマー?
- どういう原子からできているの?
- どういうモノマーがつながっているの?
- ポリマーの構造は?

② 発表

③ 顕微鏡で見てみよう

【観察】次のポリマーを実体顕微鏡で見てみよう

- ゴム 木綿糸 ろ紙 ティッシュペーパー 毛糸
- 絹糸 髪の毛 爪 皮膚 その他

(3) 本時の生徒の様子

調べるための資料は、教員が図書室、インターネット等であらかじめ調べて用意しておき、必要に応じて生徒に示すようにした。初めはどこから取り組んだらよいか迷っていた生徒たちも、参考になる資料が手に入れば、嬉々として調べ学習に取り組んでいた。

発表は、上記7種類の物質ごとに、一番わかりやすくレポートをまとめたグループを中心に行った。難しい内容については、教員が説明するよりも、生徒同士が発表する方が有効であると感じている。

生徒は、それぞれの発表を聞きながら、生物の体もポリマーでできているのだということを実感できたようである。

5. 「ガムもポリマー？」

(1) 本時のねらい

本時は、固体状態の中にも結晶状態と非晶 (アモルファス) 状態の違いがあることに気付かせるのがねらいである。

ガムの主成分であるガムベースは「ポリ酢酸ビニル」というポリマーである。ガムを口に入れて噛むと柔らかくなるのは、同じ固体でも、結晶状態から非晶 (アモルファス) 状態に

転移するからで、その転移温度（ガラス転移温度； T_g ）がちょうど口の中の温度であるからなのである。ガムを噛むという何気ない日常の中に、このようなおもしろい科学が隠れていることを気づかせると共に、固体もさらに分子の集合状態によって2種類に分けられることを学習するのが、本時のねらいである。

中学校段階では、物質の状態は、固体・液体・気体の三態で説明するが、日常の現象を説明するのに、さらに固体を2つの状態に分けて考える必要があることに触れたい。結晶状態とアモルファス状態の違いを利用したものは、案外身の回りに多いことも気づかせたい。

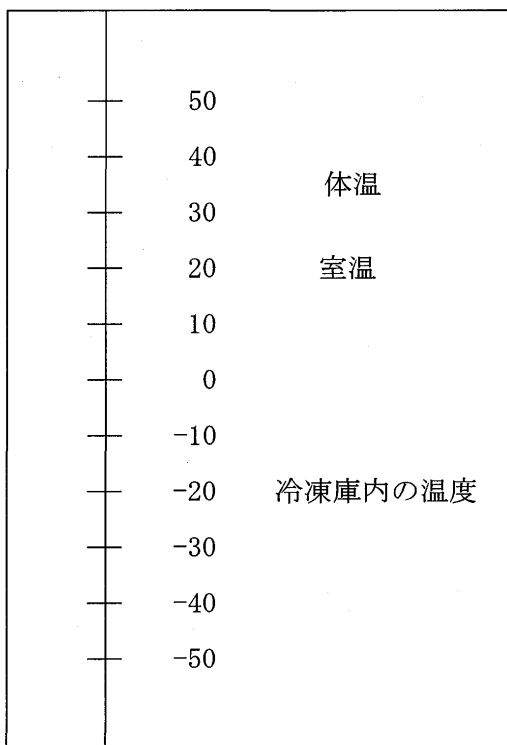
(2) 本時の学習内容

- ① ガムの主成分は、ポリ酢酸ビニルというポリマーである。(分子のモデル)
- ② ガムの温度と堅さの関係

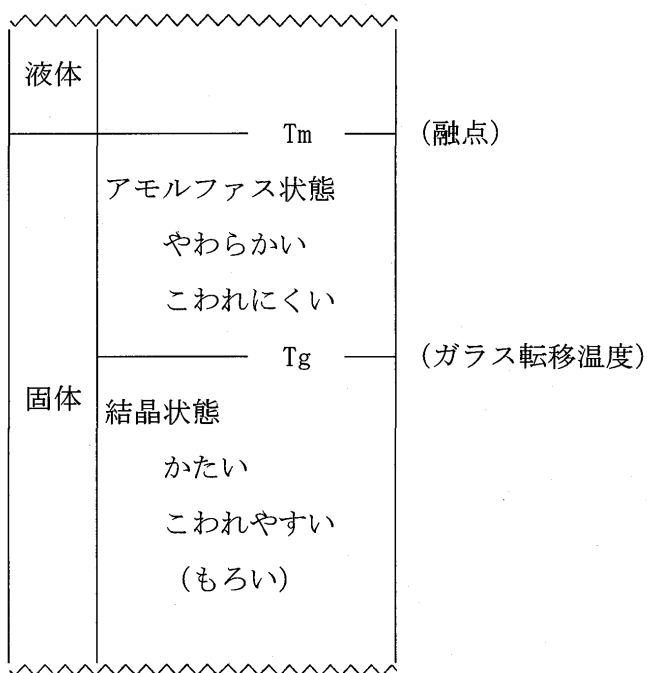
【実験】 冷凍庫で冷やしたガムと手で暖めたガム、口の中の体温で暖めたガムの「かたさ」や「こわれやすさ（もろさ）」を、実際に噛んで比較する。

- ③ 口の中でガムがやわらかくなるのはなぜか。
- ④ 下の図を参考に、 T_g （ガラス転移温度）で考えよう。
- ⑤ T_g で次のことを説明してみよう。
 - タッパーの容器は冷凍庫でもやわらかいのはなぜか？
 - アイロンがけをする時、水や蒸気をかけると衣類のしわが伸びるのはなぜか？
 - ジェル（ポリマー）はドロットしているのに、髪につけると固くなるのはなぜか？

<シート1>



<シート2>



* <シート1>を黒板に貼り、<シート2>を<シート1>の上を動かして考えさせる。

(3) 本時の生徒の様子

ガムを理科室で食べられるということで、大変喜んで実験に臨んだ。(ただし、生徒の歯の健康を考えてノンシュガーガムにしたため、2枚目を欲しがる生徒はいなかった。) 何気なく噛んで柔らかくなるという当たり前のことが、考えれば不思議であることに気づいたようである。ガラス転移温度については、理解するのが難しいと考え、前頁の図のような説明板を工夫したところ理解の助けになったようである。ここでは、スパイラル学習での初めの出会いとして「何となくわかったような気がする」程度で良いと考えている。

6. 「ペットボトルから繊維を作ろう」

(1) 本時のねらい

飲料用容器としておなじみのペットボトルが、繊維などにリサイクルされていることは生徒も知っている。しかし、リサイクル活動に協力はしても、どのようにリサイクルされているのかは知らない。一方、ポリエステルは綿花に次いで世界で最も生産量が多い繊維原料で、生徒の制服等にも利用されている。本時は、ペットボトルもポリエステル繊維も同じ物質であることを知らせ、ペットボトルから繊維への再生を実際に体験してみることで、プラスチックのリサイクルについて考えさせるのがねらいである。また、プラスチックの特徴である熱可塑性に着目させ、ペットボトルと同じ物質であるポリエステル繊維の熱可塑性を実験から体験させる。(ポリエステルの熱可塑性を利用してプリーツをつくり、この生地を使ってブラウスやスカートを製作するという授業を、本学附属高校の田中京子教諭が実践をしている。それを参考にさせていただいて実験を行った。)

(2) 本時の学習内容

- ① ペットボトルは、PET (ポリエチレンテレフタレートというポリマー) からできている。(PETの分子モデル)

【実験】 ペットボトルから繊維を作ろう

できた繊維を、顕微鏡で木綿や羊毛と比べてみよう

- ② ペットボトルから作られた繊維はポリエステルである。
 ③ ペットボトルとポリエステルの違い
 物質は同じだが、プラスチックと繊維の違い
 ④ プラスチックとは？

ポリマーを原料として、熱を加えると形が変わる性質(熱可塑性)を利用して、人工的に有用な形に作られた固体のこと。「可塑性(形をかえる性質)をもつもの」というギリシャ語が語源。

- ⑤ プラスチックと繊維の違いは、ポリマーの集合状態の違い(参考; ゴム)
 ⑥ ポリエステルにも熱可塑性はあるか？

【実験】 ポリエステルの熱可塑性を使って永久プリーツをつくろう！

- ⑦ <参考資料>○ プラスチックの成型をどのようにするか。
○ ペットボトルの再利用の現状
○ スーパー化学繊維, 防弾チョッキの秘密

(3) 本時の生徒の様子

ペットボトルの小片をガスバーナーで加熱し, 2人で協力して引き伸ばせば, ポリエステルという繊維になるという, まるで魔法のような実験に生徒は熱中した。できるだけ長く伸ばそうとして, 熱し方や引っ張り方を工夫し, 5mも長い繊維をつくったグループもあった。顕微鏡で見ると, 木綿や羊毛に比べ, 表面がツルンとしていることもわかった。

ポリエステル100%の布を, 生徒が思い思いの形に糸で縮め, 高めの温度の蒸気アイロンを当て, さましてから糸をはずすと, 思いがけない模様のプリーツができあがった。熱可塑性を体感できたようである。

7. 「リモネンで溶けるポリマー (プラスチックごみのリサイクルをめざして)」

(1) 本時のねらい

本時は, リモネンで溶ける発泡スチロールを例に, プラスチックごみのリサイクルについて考えさせ, これからの社会で物質とどうつきあっていくかを考えさせるのがねらいである。科学・技術の進展に伴い, 便利な物質が次々に発明され利用されているが, 新しい物質の処理や還元までも含めた開発がなされる必要があることに気づかせたい。

(2) 本時の学習内容

- ① 溶ける・溶けないの違いは何か。分子の構造が似たもの同士は溶ける。

【実験】2種類の液を混ぜて, 溶けるかどうか調べる。

- 水 ○ 灯油 ○ ベンジン

- ② リモネンで溶けるプラスチック

リモネンはみかんやレモンなどの柑橘類全般の果皮の粒(油胞)の中にある物質で, ミカンの香りの成分である。

【実験】プラスチックの小片にリモネン液をかけるとどうなるか。

- ペットボトル ○ フィルムケース ○ ビニル傘 ○ ポリ袋
○ ビデオケース ○ 発泡スチロールトレイ

- ③ 発泡スチロールの容器にリモネン液をかけるとどうなるか。

- ④ リモネンとポリスチレンの分子モデルの比較——似たもの同士は溶け合う

- ⑤ 実験結果から, 発泡スチロールのリサイクル方法を考えよう

<参考資料>発泡スチロールリサイクルシステム(ソニー)

- ⑥ プラスチックの種類と識別マーク

- SPIコード; リサイクルのための表示。アメリカ, ドイツ, 日本等各国で表示。
○ プラマーク; 2001年から日本で義務づけられたマーク。このマークのプラスチック

はごみにしないで、鉄をつくるときのコークスの変わりに使う。

<参考資料>生分解性プラスチック

(3) 本時の生徒の様子

リモネンをかけると、発泡スチロールのトレーがみるみるうちに泡を出してとけていき、やがては穴が開いてしまう様子に、生徒は驚いていた。溶けるというのは分子の構造が似たもの同士であるということから、物質の構造を知る必要性を何となく感じられたのではないだろうか。身の回りのいろいろなプラスチックの種類と識別マークは、よく目になっているものの、あまりよく見ていなかったようで、これまで学習したことを整理する意味でもまとめの表として役に立ったようである。

<特別授業>

最後に、本学生活科学部教授で本校の前校長であった小川昭二郎先生に、特別授業をお願いした。同じキャンパス内なので、大学の校舎で講義を行った。化学繊維の研究をしていらっしゃる小川先生から、いろいろな機能をもった繊維について、実物や映像を見せていただきながらのお話は、生徒にとって大変興味深いものであった。私たちが日頃当たり前のように使っているものが、どのような研究・開発で製品化されてきたのか、ブラックボックスの鍵穴を開けていただいたようなお話で、これまでの学習のまとめとしても大変有効であった。

以下は、特別授業についての生徒の感想である。

さまざまな繊維があつて、それぞれ長所や短所があることがわかりました。加工（人工）のものでは、レインコートやめがねふきのような布は、水をはじくことができたり、とても細かいめなので、ゴミをふくのに便利などといった良いところがたくさんわかりました。ポリマーというそのものは難しく、わからない部分もあるけれど（身近には感じられない難しいもの）実は身近でたくさん利用されている事がよくわかりました。あと、ペットボトルなどがリサイクルされて、制服になったり、もう一度使ったりしていくこともできるとてもすごいものだと思います。何度も同じものを使うことで、あまり多くの資源を使用せずにすむことは環境にも良いし、私たちにとっても良いことだと思います。まだまだあまり人々に意識されていませんが、注目していきたいなと思いました。小川先生の話聞いて、このようなことに意識がもてたので、とても感謝しています。ありがとうございました。これからも機会があればお話を聞きたいです。（KN）

IV 評価と考察

1. 生徒のアンケートから

(1) 事前調査

この学習を始める前に、生徒がポリマーに対してどの程度の知識があるかを調査した。

() 内の数字は、選択理科をとった18人のうち、その項目を挙げた人数である。

<質問1> 「ポリ」がついているものを、思いっただけ挙げてみよう

ポリエステル (16) ポリ袋 (12) ポリンキー (8) ポリデント (7)
ポリバケツ (4) プロポリス (3) ポリエチレン (3) ポリゴン (2)
ポリウレタン (1) ポリス (1) ポリスメン (1) ポリエモン (1)
モノポリー (1) トランポリン (1)

<質問2> 「ポリマー」って何だと思いますか

わからない (7) 人の名前 (3) 高分子 (1) 合成したもの (1)
ポリ〇〇の原料 (1) ポリ袋に使われているもの (1) モノマーの複数形 (1)
プラスチック類 (1)
ものの何か、私たちがもっているもの (1) 物質 (1)

以上の事前調査から、日常生活の中で、「ポリ」とつくものがいくつもあることは知っていても、その名前の由来であるポリマーについて、ほとんどの生徒は知識を持っていないことがわかった。中学校理科の学習内容に入っていないので当然といえば当然であるが、私たちの体を含めて、身の回りにこれだけたくさんのポリマーがあり、それを活用して生活していることを考えると、これでいいのかと考えざるを得ない。

(2) 事後調査

7回 (14コマ) の授業を終了した後に、事後調査を行った。当日欠席があったため、() または< >内の数字は17人のうち、その項目を挙げた生徒の人数である。

<質問1>ポリマーについて、次の①～⑦のような学習をしました。

下の1)～4)についてあなたのトップ2を教えてください。

- | | |
|-------------------|----------------|
| ① ポリマーって何？ | ⑤ ガムもポリマー？ |
| ② ぬるぬる・ねばねばのスライム？ | ⑥ ペットボトルから繊維 |
| ③ 水を吸うポリマー | ⑦ リモネンで溶けるポリマー |
| ④ 私たちの体もポリマー？ | トップ1 2 |

- | | |
|--------------------------|---------|
| 1) 印象に残っているのは①～⑦のどれですか。 | () () |
| 2) おもしろかったのは①～⑦のどれですか。 | () () |
| 3) 興味が持てなかったのは①～⑦のどれですか。 | () () |
| 4) 難しかったのは、①～⑦のどれですか。 | () () |

1)～4)の結果について

< >内の数字はトップ1に挙げた人数, ()の数字はトップ1と2を合わせた人数

1) 印象に残っていることは①～⑦のどれですか。

① <0> (2) ② <14> (15) ③ <1> (7) ④ <0> (0)

⑤ <1> (2) ⑥ <1> (4) ⑦ <0> (4)

2) おもしろかったのは①～⑦のどれですか。

① <0> (1) ② <13> (15) ③ <1> (9) ④ <0> (0)

⑤ <0> (0) ⑥ <1> (3) ⑦ <2> (6)

3) 興味が持てなかったのは①～⑦のどれですか。

① <1> (1) ② <1> (1) ③ <1> (1) ④ <6> (12)

⑤ <3> (5) ⑥ <2> (4) ⑦ <0> (4) 無答<3> (8)

4) 難しかったのは、①～⑦のどれですか。

① <5> (8) ② <2> (2) ③ <0> (0) ④ <5> (8)

⑤ <2> (3) ⑥ <0> (1) ⑦ <3> (8) 無答<0> (2)

この調査結果から、「印象に残っている」のは「おもしろかった」と同じで②の「ぬるぬる・ねばねばのスライム？」を約8割の生徒が挙げていて、群を抜いてトップであった。1位と2位の合計で見ると、次は③の「水を吸うポリマー」、その次は「リモネンで溶けるポリマー」と「ペットボトルから繊維」であった。いずれも実験がおもしろく、いろいろ工夫できるため、生徒の興味・関心が高く印象に残ったものと考えられる。

逆に、「興味が持てなかった」のは、④の「私たちの体もポリマー？」が多かった。他の学習と比べて実験がなかったことと、調べ学習と発表学習を行うことで興味を持たせようと工夫したが、さらに授業の工夫をする必要があることを痛感した。しかし、この後の<質問4>では、「人の体もポリマー」を挙げる生徒が大変多いことから、この学習項目は興味は持てな

ったものの、物質を見る目に新しい発見をもたらしたものと考えられる。また、「興味を持てなかったのはどれか」の質問に約2割の生徒が無答、すなわちすべて興味をもって取り組めたと答えてくれたのがうれしかった。

最後の「難しかった」のはトップ1と2を合計した数字でみると、①の「ポリマーって何？」と④の「私たちの体もポリマー？」と⑦の「リモネンで溶けるポリマー」が同じで、約半数の生徒が挙げたことになる。いずれも、新しい言葉が多く出てきたり、化学式が多く出てきたりしたところが難しいと感じた原因だと考えられる。先に述べたように、今回の単元は、ポリマーの入門編ともいうべき内容であって、この後、スパイラルに高度な内容を提供することによって理解が深まることが予想される。要は、その入り口を中学校時代に開けておいて、面白そうな道が続いていることを知らせることが重要であると考えている。

<質問2> 全体的に、やさしかったですか、難しかったですか。

当てはまる記号に○をつけてください。

- ア とてもやさしかった イ やさしかった ウ むずかしかった
エ とてもむずかしかった オ どちらともいえない

ア (0) イ (1) ウ (12) エ (2) オ (2)

<質問3> 選択理科で「こんなことを学習したい」とあなたがはじめに思ったことができたか。当てはまる記号に○をつけてください。

- ア すべてできた イ ほぼできた ウ あまりできなかった
エ ぜんぜんできなかった オ どちらともいえない

ア (1) イ (10) ウ (2) エ (0) オ (4)

<質問2>と<質問3>の調査結果から、「難しかったけど、やりたい学習がほぼできた」と感じる生徒が多いことがわかった。現場で理科の教員をやっていることであるが、生徒は難しい学習内容をきらってはいない。むしろ、難しい内容がわかったときに学ぶおもしろさ、醍醐味を味わうことを実感している。現行学習指導要領の厳選項目の選定理由の多くが難しいからであったが、難しいからといって学習内容を排除することは考え直すべきである。難しい内容でも、生徒がこれから生きる上で必要な学習であるならば、そして日常生活と関わりが深ければ、生徒の興味・関心は高く、学ぶ意味も大きい。わかりやすい指導方法を確立できれば、生徒にとって有効となる。

＜質問4＞「ポリマー」についてわかったことを3つ挙げてください。

() 内の数字は合計の人数

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ・身の回りにはポリマーが案外多い (14) | ・並び方で柔らかさが変わる (1) |
| ・人の体もポリマー (9) | ・ポリマーは種類が多い (1) |
| ・同じものが連なっている (7) | ・状態を変えると、いろいろ変化する (1) |
| ・ポリマーは奥が深い (4) | ・ポリマーは変化する (1) |
| ・細長く伸びている (3) | ・くずれたりする (1) |
| ・水を吸ったりするもの (3) | ・大きさが変わる (1) |

＜質問4＞の調査結果から、授業者がねらったことを確実につかみ、「ポリマーって何？」に対して、他者にきちんと説明ができるようになったと言える。今後、高校で化学を学んでさらに学習内容を深める生徒もいれば、もうこの内容に関しては学習しない生徒もいるであろう。いずれの場合も、これからは、日常生活の中で使う物質に対して、ポリマーという物質を見る新しい目で見えて考え、判断する力を得たと言えよう。

2. 評価と考察

はじめに掲げた＜単元のねらい＞は達成されたであろうか。

＜単元のねらい＞

- ① 私たちの体を作っている物質を始め、身の回りにはポリマーがたくさんあり、利用されていることを知る。
- ② ポリマーの性質が、ポリマーのつくり（構造）に関係していることを知る。
- ③ 必要な性質をもったポリマーを、新しく合成できることを知る。
- ④ ポリマーをリサイクルする方法を考え、環境を考慮した生活を考える。

生徒のアンケート調査結果から、①のねらいは達成できたと考える。特に私たちの体もポリマーでできているというのは生徒にとって驚きであったようである。

②に関しては、分子モデル（構造式）に慣れていない生徒にとって、出てくる原子の種類はC, H, O, Nの3～4種類ぐらいの少ないものであっても、数多くの原子が連なっている様子を理解するのは、難しかったようである。中学校段階では、ただ何となく、性質とつくり（構造）は関係していることっておもしろいなーと感じてくれればよいと思っているので、そのねらいを達成するために、あえて扱ったポリマーの分子モデルを示し、それと関連づけて考えさせるように授業を進めた。できるだけ興味深い実験を取り入れ、その実験で扱った物質の分子モデルを示すことにより、興味をもって分子モデルを受け入れる素地ができていたのか、特に

分子モデルに対する拒否反応は示さなかったと感じている。

③については、新しい機能をもった物質が身の回りにたくさんあり、それが研究・開発の成果であることを知らせることができた。さらに、その研究をしている小川教授からのお話を伺うことで、それらの研究・開発がよそ事ではなく、自分たちと結びついていることを感じ取ってくれたのではないだろうか。

④については、ペットボトルと発泡スチロールの2つの例を取り上げただけではあるが、両方とも、日常生活で多くのごみとして出されているものだけに、インパクトは大きかったと思う。新しい物質を研究・開発していくことは、私たちのより良い生活のために必要なことであり、理科や化学を学ぶのはそのために有効であることを認識させると同時に、新しい物質はその処理や還元の方法までも開発してから商品化すべきであるということが、少ない資源を有効に使い、環境を汚さないこれからの社会のために実現すべき方向であることを感じてくれたのではないかと思う。

V 資料

1. 授業で使ったワークシート

2005 選択理科 ① 3年 組

ポリマーって何？

1. 天然ガスの成分は？
【実験】天然ガスを燃やして生じる物質から、天然ガスの成分を推定する

2. 有機物と無機物

3. 結合の手を考えてみよう

< 1本 > 水素原子	< 2本 > 酸素原子	< 3本 > 窒素原子	< 4本 > 炭素原子
① 水	② 二酸化炭素	③ アンモニア	
H_2O	CO_2	NH_3	

4. 炭素の不思議

5. いろいろな有機物のモデル

① メタン (天然ガスの主成分)	② エタン (天然ガス)
③ プロパン (地方のガス)	④ ブタン (テアガスのガス)
⑤ メタノール (アルコールランプの燃料)	⑥ エタノール (お酒の成分)
⑧ エチレン (資料参照)	⑦ 酢酸 (お酢の成分)

6. エチレンガス → ポリ袋 (ポリエチレン)

7. ポリマーって何？

- 1 -

2005 選択理科 ② 3年 組

ぬるぬる・ねばねばのスライム？

1. エチレン → ポリエチレン

エチレン: $H_2C=CH_2$

ポリエチレン: $\dots - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \dots$

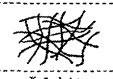
2. ポリマーって何？


3. ポリエチレンでできているもの

柔らかいポリエチレン

固いポリエチレン

どこが違うの？ → 長い鎖状ポリマー分子の集まり方が違う

ぐちゃぐちゃ (非晶(アモルファス)領域)  柔らかい

びちっと整列 (結晶領域)  固い

4. 洗濯のりの成分

例 せんたくのり 液体 ゴーゼノール (ポリビニルアルコール 8%)
ポリビニルアルコール (PVA)

5. スライムを作ってポリマーの性質を探ろう

【実験】スライム作りと性質調べ

<スライム (slime)>
英語で「ぬるぬる・ねばねばしたもの」という意味

<方法>

- ① コップに洗濯のりを約20ml入れる
- ② 色をつけたかったら、アクリル絵の具など入れてかき混ぜる。
- ③ ビーカーに約20mlの水を入れ、スプーン半杯くらいのほう砂を入れて、ガラス棒をかき混ぜて溶かす。(完全に溶けきらなくて良い)
- ④ 洗濯のりにほう砂の水溶液を加え、割りばしでかき混ぜる。
- ⑤ 割りばしにからまってくるようになり、全体が固まったら手のひらに取り出す。
- ⑥ さわった感じはどうか、まるめたり、ゆっくり引っ張ったり、速く引っ張ったり、少し高いところから落としたりどうなるかなど、できたスライムの性質を調べてみよう。
- ⑦ 空気中に放置すると固くなるので、ポリ袋などに入れておく。

(注意) ● 服や髪についたら、とれなくなるので注意すること。
● 実験が終わったら、手を必ず洗うこと。

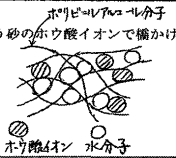
<作っている途中で気づいたこと>

ほう砂 (ほうしゃ) (四ホウ酸ナトリウム) 水溶液は、眼科の消毒や洗浄に使われる。

<できたスライムの性質は？>

なぜ「ねばねば・ぬるぬる」に固まるの？

スライムは、ポリビニルアルコールの分子どうしが、ほう砂の水酸イオンで橋かけされて、網目のような構造になっています。この網目の内部にたくさんの水分子が閉じこめられて、固まります。このように、長い分子の網目に水分子が閉じこめられて固まっているものを、固体と区別して「ゲル」といいます。ゼリーやプリンも同じように「ゲル」です。



- 3 -

2005 選択理科 ③ 3年 組

水を吸うポリマー

1. 吸水性ポリマーの不思議

【実験】紙おむつから吸水性ポリマーを取り出し、性質を調べよう

<方法>

- ① 紙おむつの中身を取り出し、質量を測定する。
・中身が散らばらないよう、ポリ袋の中で分解するとよい。
・吸水性ポリマーだけを取り出せないときは、紙等がついていてもよい。
- ② 大きめのビーカーに入れる。
- ③ メスリンダに水を計り、ビーカーに少しずつ水を加える。
- ④ 割り箸でかき混ぜ、どのくらい水を吸収するかを調べる。
- ⑤ 塩水を加えてかき混ぜるとどうなるか。
- ⑥ 吸水性ポリマーだけで、同じようにやってみよう。
- ⑦ 植物を育てるレインボーゼリーでも、調べてみよう。

<結果>

①～④について

吸水性ポリマーの質量 (紙等を含む)	吸収した水の質量	約 倍の 水を吸収したこ とになる。
g	g	

⑤について

⑥について

吸水性ポリマーの質量	吸収した水の質量	約 倍の 水を吸収したこ とになる。
g	g	

⑦について

<実験の途中で気づいたこと・わかったこと>

<感想>

<全体の結果>

①～④について

	紙おむつ (g)	加えた水 (g)	何倍の水を吸収したか
1			
2			
3			
4			
5			
6			

⑥について

	吸水性ポリマー(g)	加えた水 (g)	何倍の水を吸収したか
1			
2			
3			
4			
5			
6			

- 5 - - 6 -

2005 選択理科 ④-1 3年 組

私たちの体もポリマー？ (天然のポリマー)

主に動物の体・・・タンパク質、脂肪、繊維(羊毛)

主に植物の体・・・デンプン、繊維(もめん、麻)、天然ゴム

遺伝に関係・・・DNA

1. 調べる物質 _____

2. 調べてわかったこと
(どういうもの？ どういう性質？ どういうところにあるの？ など)

3. 調べた物質はポリマーか？ Yes No

- 7 -

3. どのようなポリマー？

① どういう原子からできているの？

② どういうモノマーがつながっているの？

③ ポリマーの構造は？

4. 感想

- 8 -

2005 選択理科 ④-2 3年 組

私たちの体もポリマー？（天然のポリマー）

1. 発表（別紙に記録）

2. 顕微鏡で見てみよう

【観察】 次のポリマーを実体顕微鏡で見てみよう

(倍率 倍)

①ゴム ②木綿糸 ③ろ紙 ④ティッシュペーパー ⑤毛糸
⑥絹糸 ⑦髪の毛 ⑧爪 ⑨皮膚 ⑩その他

<結果> スケッチとコメント

- 9 -

2005 選択理科 ⑥ 3年 組

ゴムもポリマー？

● ゴムの主成分であるゴムベースは「ポリ酢酸ビニル」というポリマー

$$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array} \right]_n$$

【実験】

(1) 冷凍庫で冷やしたゴムと手の体温で温めたゴムを折り曲げたとき、「かたさ」や「こわれやすさ（もろさ）」は違うか。

(2) 口の中でゴムを噛んだとき、「かたさ」や「こわれやすさ（もろさ）」はどうか。

<結果>

ポリマーの状態と温度

高	液体		()
温	固	非晶（アモルファス）状態の部分が動ける。	()
	体	結晶状態（ガラス状態）の部分が動けない。	()
低			

● アモルファスに水が入ると、ポリマー分子が動きやすくなり、Tgが低くなる。〈ナイロンの場合〉

【問い】

- 口の中でゴムがやわらかくなるのはなぜか。
- タッパーの容器は冷凍庫でもやわらかいのはなぜか？
- アイロンがける時、水や蒸気をかけると衣類のしわが伸びるのはなぜか？
- ジェル（ポリマー）はドロットしているのに、髪につけると固くなるのはなぜか？

- 10 -

2005 選択理科 ⑥ 3年 組

ペットボトルから繊維を作ろう

1. ペットボトルは何からできている？

PET ポリエチレンテレフタレート

$$\text{H}-\text{O}-\left[\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{O} \right]_n-\text{H}$$

【実験】 ペットボトルから繊維を作ろう（エステル重合）

<方法>

- ペットボトルの本体部分から小片を切り取る。
- 小片の先端をガスバーナーにかざし、とろけてきたらピンセットで引っ張って繊維をつくる。
 - 引っ張り具合で、長い繊維ができる。
 - 2人で協力すると、より長い繊維ができる。

(注意)

- ペットボトルが燃えて炎が出たら、すぐガスバーナーから遠ざけ、吹き消す。
- 振り回すと、とろけた部分が皮膚について火傷する恐れがあるので注意する。

③ つくった繊維を顕微鏡で見てみよう。

前回調べた、動物繊維や植物繊維と比べてどうか。

<結果>

②について

<実験の途中で気づいたこと・わかったこと>

ペットボトルから作られた繊維・・・ポリエステル

- 11 -

2. プラスチックと繊維

○ ペットボトルはプラスチック、ポリエステルは繊維

○ プラスチックとは？

ポリマーを原料として、熱を加えると、形が変わる性質（熱可塑性）を利用して、人工的に有用な形に作られた固体のこと。

「可塑性（形をかえる性質）をもつもの」というギリシャ語が語源。

○ プラスチックと繊維の違い（参考：ゴム）

プラスチック

溶媒とゴム中間の構造

繊維

ゴム

「プラスチックの原料にポリエステルが主成分の繊維」

3. ポリエステルにも熱可塑性はあるか？

【実験】 ポリエステルの熱可塑性を使って永久ブリーツをつくろう！

<方法>

- ポリエステル100%の布を、糸で縮める。
- ①の布に、高めの温度の蒸気アイロンを当てる。

<結果>

アイロンの温度 ()

4. 参考資料

(資料1) プラスチック製品の作り方 (資料2) ペットボトルの再利用
(資料3) スーパー化学繊維 (資料4) 防弾チョッキの秘密

<感想>

- 12 -

2005 選択理科 ⑦

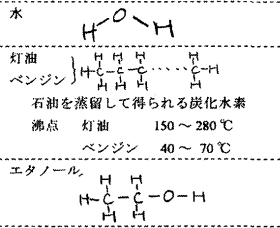
3年 組

リモネンで溶けるポリマー
～ プラスチックゴミのリサイクルをめざして ～

1. 溶ける・溶けないは何が違うの？

【実験】 2種類の液を混ぜて、溶けるかどうか調べよう。

	水	灯油	ベンジン	エタノール
水	*			
灯油	*	*		
ベンジン	*	*	*	



<考えよう> 溶ける・溶けないの違い

2. リモネンで溶けるプラスチック
リモネンって何？

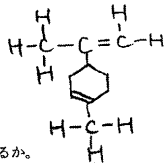
【実験】

① プラスチックの薄片にリモネン液をかけたときどうなるか。

ペットボトル	フィルムケース	ビニル傘	ポリ袋	ビナケース	発泡スチロール

② 発泡スチロールの容器にリモネン液をかけたときどうなるか。

<変化のようす>



- 13 -

<実験結果から、発泡スチロールのリサイクル方法を考えよう>

<参考資料1> 発泡スチロールリサイクルシステム (ソニー)

3. プラスチックの種類と識別マーク

リサイクルできるプラスチックのマークは、このマークがついている。
 ナリメネ、おしよ化学実験アリ

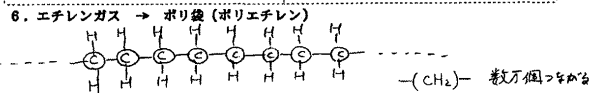
プラスチックの種類	識別マーク	製品
ポリエチレン (高密度ポリエチレン) (PET)	♻️	ペットボトル、食糧や包装など
ポリエチレン (低密度ポリエチレン) (LDPE)	♻️	フィルムケース、シャンプーなどの容器
ポリプロピレン (PP)	♻️	洗剤缶、ビニル傘
ポリスチレン (PS)	♻️	フィルムケース、ケチャップやマヨネーズの容器
ポリビニルアルコール (PVA)	♻️	マーガリンの容器、シャンプー、ビナケース
ポリスチレン (PS)	♻️	高級のトレーやコップ、MP3プレイヤーのケース
その他 (OTHER)	♻️	ラップ、ボタン

- SPIコード；リサイクルのための表示。アメリカ、ドイツ、日本等国で表示。
 - プラマーク；2001年から日本で義務づけられたマーク。このマークのプラスチックはゴミにしないで、鉄をつくるときのコークスの代わりに使う。
- <参考資料2> プラ容器ごみ分別収集5.5%
- <参考資料3> グリーンプラ (生分解性プラスチック)

- 14 -

5. いろいろな有機物のモデル

① メタン (天然ガスの主成分) CH_4	② エタン (天然ガス) C_2H_6
③ プロパン (地方のガス) C_3H_8	④ ブタン (家庭用ガス) C_4H_{10}
⑤ メタノール (アルコールランプの燃料) CH_3OH	⑥ エタノール (お酒の成分) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
⑧ エチレン (資料参照) C_2H_4	⑦ 酢酸 (お酢の成分) CH_3COOH



7. ポリマーって何？
単位の分子 (モノマー) が長く連なる巨大分子 (ポリマー) だよ

- 2 -

<羊毛>

3. どのようなポリマー？

① どういう原子からできているの？

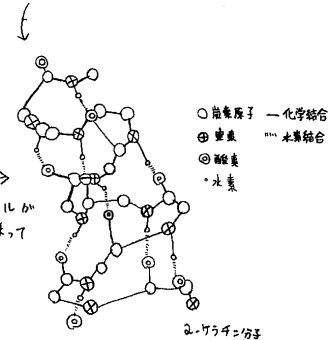
炭素 窒素 酸素 水素

② どういうモノマーがつながっているの？

ケラチン というたんぱく質からできる。(ケラチン)
羊毛の中ではらせん状に並び、2-ケラチンの形をとっている。

③ ポリマーの構造は？

2-ケラチンが3本よりあつまり、プロトフィブリルができて、それがまた11本あつまり、ミクロフィブリルができて



4. 感想

羊毛がふわふわしている理由がわかりました。
分子を見たとき、すごく複雑な構造をしているので、あんなにふわふわした羊毛は、4つしかなくて、少しかわりました。
の原子

サ

- 8 -

2. 化学・生物総合管理の再教育講座（講義内容）

＜科目タイトル＞社会技術革新学各論 I

	講義タイトル	講師名	所 属
1	プラスチックは高分子－1	宮 下 徳 治	東北大学多元物質科学研究所
2	プラスチックは高分子－2	〃	〃
3	塩ビは広く使われている	圓 藤 紀代司	大阪市立大学大学院工学研究科
4	食品パッケージ	寺 田 和 俊	クラレエバールカンパニー倉敷事業所
5	プラスチックはどのように作られるか	角 五 正 弘	住化技術情報センター
6	プラスチックの回収とリサイクル	西 田 治 男	近畿大学分子工学研究所
7	生分解性プラスチックとは	大 島 一 史	バイオインダストリー協会
8	暮らしとプラスチック	吉 田 博 次	積水化学工業（株）
9	燃料電池と高分子膜	渡 辺 正 廣	山梨大学クリーンエネルギーセンター
10	未来のテレビと照明	城 戸 淳 二	山形大学工学部機能高分子工学科
11	電気を通すプラスチック	赤 木 和 夫	筑波大学物質工学系
12	イオンを運ぶ高分子	大 野 弘 幸	東京農工大学工学部生命工学科
13	自動車の課題と高分子材料	倉 内 紀 雄	豊田中央研究所
14	高速光通信と光ファイバー	小 池 康 博	慶応義塾大学工学部物理情報工学科

上記講義は、2004年9月1日から12月15日までの14回、18時半から20時まで行われた。

参考文献

- 1) 「中学校学習指導要領」文部科学省（平成10年告示，平成15年一部改正）
- 2) 「理科1分野上」細谷治夫他（教育出版）
- 3) 「化学と教育 52巻3号～10号（2004年）」（日本化学会）
- 4) 「環境とリサイクル8 プラスチック」半谷高久監修（小峰書店）
- 5) 「ぼくもノーベル賞をとるぞ」高分子学会編著（朝日新聞社）
- 6) 「プラスチックリサイクル」プラスチックリサイクル研究会編著（東京書籍）
- 7) 「ポリマーラウンジ」田所宏行編著（化学同人）
- 8) 「わが家でできる化学実験」池本勲・斉藤幸一編著（丸善）
- 9) 「おもしろ化学実験」守本昭彦著（ナツメ社）
- 10) 「もっと化学を楽しくする5分間」日本化学会近畿支部編（化学同人）