

1. SEPUP とは

SEPUP(Science Education for Public Understanding Program)とは、米国カリフォルニア大学バークレイ校で開発された科学教育プログラムである。

科学技術を理解し、確かな情報と合理的な分析に基づき判断を下せる能力を備えた市民を育てるという視点があるのが特徴である。

また、教材キットとワークシート、教師用指導書がモジュールという1組のセットになっており、理科教材会社から販売されている。(日本では中村理科が販売)

日本SEPUP研究会では、まだ日本で販売していないモジュールについても、授業実践を行い日本版の開発を進めている。

今回は、その一つである「生活の中のプラスチック」(Plastics in Our Lives)について紹介する。2003年度に、本校2年生の選択理科で実践したものである。

2. 単元構成

本校では、アメリカ版からいくつかの活動を省略したり、独自のもを追加したりして、次の表のように全18時間で実施した。このモジュールで学ぶ主なことがらを、次にあげる。

- ・実験を通して、プラスチックの性質(柔軟性、傷つきやすさ、伸びる、熱の影響、耐薬品性、密度、光の透過性など)や製造法を学ぶ。
- ・プラスチックの種類の多さ、リサイクルなどについて学ぶ。
- ・プラスチックを使う社会全体のなかで、リサイクルや製造にかかるエネルギーまでを考察することの大切さを学ぶ。

- ・トレードオフの状況で、事実に基づき科学的に考えて合意を得るという方法を学ぶ。

活動	時数	学 習 内 容
1	3	紙袋とプラスチックの袋の長所、短所について話し合う。次に、自分たちの身のまわりにあるもので、プラスチックでできているものを、できるだけ多く探す。最後に、プラスチックの性質の一つである「伸びる」ということについて簡単な実験を通して学ぶ。
2	2	ポリプロピレンと高密度ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレンの4種類のプラスチックについて、柔らかさ、固さ、傷つきやすさ、ドライヤーで温めたときの变化、アセトンに対して溶けるかどうか、密度の違い(食塩水に浮くかどうかなど)を比較する。その実験結果をもとにして、未知のプラスチックを同定する実験を行う。
3	3	スライムづくりを行い、プラスチックの特性について学んでいく。次に、「原油からポリマー」の読み物から、プラスチックのできかたを学ぶ。プラスチックのおおもとは原油である。原油を分留してできたナフサというものがプラスチックのもとになっていることを知る。最後にプラスチックのフィルムについて、光の透過性、柔らかさ、伸びやすさ、溶液の浸透性などについて実験する。
4	1	モノマーとポリマーとの違いをゼムクリップを使ってモデル実験を行う。ピンから出

		やすいかどうか、かき混ぜやすいかどうかなどを比べる。さらに鎖状のものをネット状にしたものも実験する。
5	2	紙おむつと布おむつの吸水性を実験し比較する。吸水ポリマーにより紙おむつが水を吸っていることを観察する。紙おむつ派と布おむつ派に分かれて、どちらがよいか討論する。
6	1	身の回りの多くのプラスチック製品は、石油から作られている。どうしても石油から作らざるを得ないものはどれか、石油以外のものから作って代替できるか考える。
7	2	スーパーで買い物する際の袋を再度考える。エネルギーコストや使用量について考慮する。
8	2	ゴミ問題とプラスチックについて考える。分別やりサイクルにかかるコストやエネルギーを考察する必要性を学ぶ。
9	2	アチーブメントテストを行う。

3. 活動の紹介

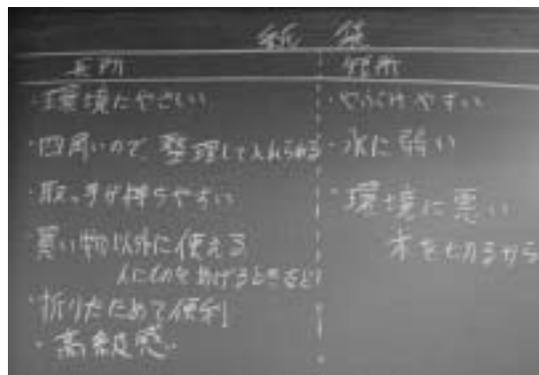
(1) 導入 ~スーパーのレジでもらう袋~

最初に、スーパーで買い物をしたときに商品を入れる袋を、紙袋にするべきか、プラスチックの袋(ポリ袋)にすべきかを投票させる。

開票後に、この投票結果で決定してよいのかを問う。生徒たちは、単なる多数決ではダメであるという。きちんと意見を出し合う必要性を感じさせる工夫である。教師から、事実に基づいた意見でなくてはならないと補足する。

紙袋とポリ袋の長所と短所を出し合って表にまとめると。

すると、1つの視点に注目すると一方の短所を補うような長所を他方が持っていることに気づく。



たとえば、水に対する強さという視点では、「紙袋は水に弱い」(短所)、「ポリ袋は水に強い」(長所)となっている。環境との関連では、「紙袋は土にかえる」(長所)、「ポリ袋は土にかえらない」(短所)となっている。

これは、あとで出てくるトレードオフの伏線にもなっている。

(2) プラスチックの性質調べ

4色に色分けされたポリプロピレンと高密度ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレンの4種類のプラスチックの薄片、およびビーズ(色はついていない)を用いて、性質を比較していく。

写真は、ドライヤーの熱風をあてたときの変化を調べているようすである。



密度の違いについては、水、食塩水、エタノールと水の混合液にビーズを入れ、浮くか沈むかで

調べる。

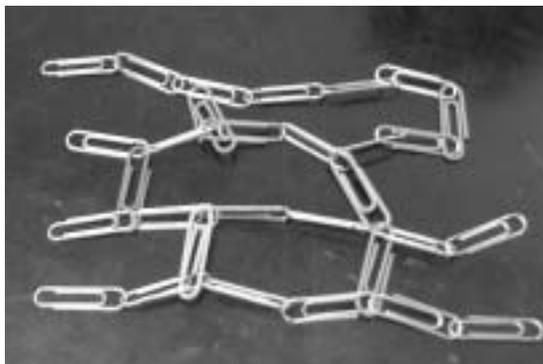
有機溶媒（アセトン）に対する耐性の実験は、教師が用意したものを観察させる。

これらの実験結果をもとにして、未知のプラスチック片（キットに入っているものやプリンカップなどの廃プラスチック）を同定する実験を行う。

身近にあるプラスチック類を識別マークを見ずに判定することに生徒はたいへん興味をもった。

(3) モノマーとポリマー

ゼムクリップをモノマー、それを鎖状につないだものをポリマーとする。さらに、鎖を並べて、架橋することもできる。



これらをカップの中に入れ、スプーンでかき混ぜた感触や、口の小さなびんに入れて振って出すときの出やすさで、粘性の違いをシミュレーション実験する。



身近な素材を使って、モノマーとポリマーの概念をつかませるとともに、分子量が大きくなると粘性が増すことをうまく理解させる方法である。

(4) 紙おむつと布おむつの比較

紙おむつと布おむつの小片で吸水性などを比較実験する。そのあと、再利用の視点なども考慮して「布おむつ派と紙おむつ派」に分かれて討論をする。

しかし、現在、店頭で布おむつを見かけることはなく、ほとんどの生徒が本音は紙おむつ派であり、ディベート式に2分して実施することになった。

(5) コスト意識

紙、布、プラスチックの袋を作る際のコストを重量あたり、1枚あたりで検討する。

どの袋を使うかは、コストだけでなく、使い勝手などほかの要因もあり、全部を満たすものはないことに気づかせる。

「こちらをたてればあちらが立たず、あちらをたてればこちらが立たず」というトレードオフという概念である。

社会の問題は、これで万事解決という1つの解答はないのである。それぞれの長所、短所を考慮して現時点としての最良の選択をする。袋の選択という簡単な例でトレードオフについて理解させる。

(6) ゴミの分別回収

ゴミを何種類に分別すればよいのか考えられる。

生徒は何でもリサイクルすればよいと考えがちであるが、リサイクルすると、回収にかかるコストやエネルギーが増えることにも気づかせる。

また、サーマルリサイクル、たとえば燃やして発電しエネルギーを回収する方法を紹介する。

リサイクルについて、コストや環境への負荷という視点をふまえて考えさせることができた。

4. 評価

アメリカ版の評価テストは、量がたいへん多かったので、一部を改変して実施した。たとえば次のような問題である。

昼食の時間に、あなたは友達どうしが授業で学んだことを話している内容を聞きました。

太郎くんは「昔の生活と比較して、多くの製品が便利で使いやすくなって、すばらしいと思う」と話していた。太郎くんはまた「紙おむつやスーパーのレジ袋、ペットボトルのように、簡単に使えて、すぐに捨てられるものは、日常生活に便利だから、もっと多くつくって、どんどん使ったほうが良いだろう」とも言った。あなたはこの意見に賛成ですか？ 反対ですか？

理由を少なくとも2つ書いて下さい。

選択理科履修者23名のほか、2年生全員を対象に実施した。未履修者は、86名である。

その結果、賛成12名、反対は95名であり、選択理科履修者のすべては反対であった。表に履修者・未履修者別の意見の記述数を示す。

履修者		未履修者	
意見の数	人数(%)	意見の数	人数(%)
5	5.3	5	1.2
4	5.3	4	4.7
3	26.3	3	15.1
2	36.8	2	34.9
1	21.1	1	37.2
0	5.3	0	7.0
平均	2.2個	平均	1.8個

選択理科履修者の記述には賛成あるいは反対している理由を説明するために証拠を用いたり、意見の有利および不利な点を比較(トレードオフ)して説明する記述が多く見られた。

5. 生徒の感想

私は選択理科でプラスチックについて調べるま

で、そのプラスチックの性質、種類、どんなものに使われているかなんて気にもとめかなったけれど、いろいろな面で私たちを支えてくれてるんだと思いました。(Aさん)

どんなことによってプラスチックが作られたかなど、いろいろと新しいことがわかり良かった。今、プラスチックは世界で活躍しているけれど、欠点もあるので、必要な時を判断するのが大切なことではないかな?と思いました。(Bさん)

6. 今後の改善

アメリカ版の「プラスチック」のモジュールは、2003年に改訂が行われている。単元構成や実験が改良されているほか、評価のためにルーブリック(評価指標)が使われるようになっている。

日本語版も、それらを取り入れるとともに、日本の子どもたちになじみのある題材にするよう改訂していきたい。

7. 日本 SEPUP 研究会

本研究会は年に数回ワークショップを開催している。5月29日に埼玉県加須市、6月19日に東京都千代田区にて開催するほか、その後岡山県、青森県なども予定されている。また、研究会に開発会員として参加すると、このような試行的な授業や改訂に積極的に参画することができる。詳しくは、研究会のホームページを参照されたい。

<http://sepup.easter.ne.jp/>

【参考文献】

- ・小森栄治「選択理科におけるSEPUP教材の実践」『理科の教育』2002年1月号、東洋館
- ・藤澤隆次「理科教育学年報第6号」千葉大学理科教育学会、2004年
- ・本誌『教科研究』169, 173, 174号に、SEPUP教材の実践事例が紹介されている。