

週1時間の授業。しかし、継続しない。ネタがなくなる。そのような「選択理科」の授業で、とっておきの教材がある。SEPUP教材「水溶液と廃液」である。以下、詳細を説明する。

1. 選択理科における SEPUP の意義

中学校には、選択教科としての「理科」がある。その目標は、以下のものだ。

（略）第2の内容その他の内容で各学校が定めるものについて、課題研究、野外観察、補足的な学習、発展的な学習などの学習活動を各学校において適切に工夫して取り扱うものとする（中学校学習指導要領より）

つまり、「各学校が定めるもの」が必要な訳である。

「理科を通して何を身につけるか」という、学校の具体的な展望がなければ、選択理科がただの「実験遊び」の時間になってしまうおそれがある。

選択理科の時間に使用できる、一通りの流れをもった教材は、これまでに存在しなかった。

しかし、そのような教材が、アメリカで開発された。

SEPUP (Science Education for Public Understanding Program) 教材である。

カリフォルニア大学バークレー校のローレンスホールを中心に、大学や産業界の科学者と授業を行う教員が協力して開発している科学教育プログラムである。

SEPUP 教材には、次のような特徴がある。

科学的な考え方を身につけさせる。

日常生活や社会に目を向けさせる工夫がある。

教師も生徒も使いやすい。

について

物事を科学的に調べるとき、以下のようなサイクルがある。

仮説→観察・実験→考察→次の仮説→
観察・実験→考察

SEPUP 教材には、このサイクルが1～2時間ごとに1つある。この流れの中で、「科学的な考え方」が育成される。

について

たとえば、SEPUP 教材のモジュール「水溶液と廃液」の中に、以下のような設問がある。

「希釈は、酸汚染またはアルカリ汚染の解決法になりますか？ その理由は？」

一通りの酸・アルカリの希釈実験を行った後に、問う。

実験の結果から何が言えるか。それを社会的側面から考える工夫が凝らされている。

について

教材キットには、SEPUP トレイというプラスチック製のパレットのようなものがある。9本の小さい試験管と5つのピーカーを1つにしたようなものである。手早く水洗いができ、積み重ねて保管できる。

試薬類はポリエチレンの滴びんに小分けしてあり、すぐに生徒が使えるようになっている。

SEPUP教材「水溶液と廃液」は、17時間の内容で構成されている。週1回の選択理科の、半分の時間にあたる。

教材を用意する労力を必要とせず、なおかつ科学リテラシーを身につけさせるために、絶好の教材である。

2. 「水溶液と廃液」のカリキュラム

SEPUP教材「水溶液と廃液」は、「化学物質調査」と「水溶液と廃液」の2つの部分で構成されている。以下にカリキュラムを示す。

1. 化学物質調査	
アクティビティ1	「化学物質とは何か？」
アクティビティ2	「データ分析」
アクティビティ3	「データの比較」
2. 水溶液と廃液	
アクティビティ1	「溶液とは何か？」
アクティビティ2	「連続希釈と百万分率」
アクティビティ3	「種々の溶液を探る」
アクティビティ4	「酸、塩基、指示薬」
アクティビティ5	「酸塩基中和」
アクティビティ6	「食酢の濃度」
アクティビティ7	「使用済みの水の問題」

私が授業で実施したのは、アクティビティ4の「酸、塩基、指示薬」までである。

3. 学校での実践「化学物質調査」

中学2年生を対象にした。

アクティビティ3「データの比較」の場面である。

「化学物質」について、事前に調査をとっていた。生徒29名と、大人23名の比較である。

	危険←	1	2	3	4	5	→安全
中学生		6	17	3	1	0	
大人		6	3	13	0	1	

	不要←	1	2	3	4	5	→必要
中学生		0	4	9	7	7	
大人		0	4	6	3	12	

また、化学物質の定義に関する質問の結果である。

	A	B	C	D	E
中学生	0	1	2	15	9
大人	1	11	1	4	6

- A. 毒性のある物質
- B. 質量をもつあらゆるものを形作っている
- C. 実験を行うために実験室で使用される物質
- D. 環境にとって有害な人工物質
- E. 製品を作るための産業に使用される物質

以上のデータを解析し、要約する作業では、相違点として以下の部分があげられた。

大人は、化学物質をそれほど危険とは思っていない。
大人は、化学物質が必要であると思っている。
大人は、化学物質を質量をもつあらゆるものを形作っているもの、と思っている。

多くの中学生が、今まで「化学物質」を、危険な人工物質と思っていたことを、大人の比較から認識した。

そして、ホームページ上の記事を紹介する。内容は主に、

物質 = 化学物質

ということが書かれている。

生徒の1人の感想を掲載する。

「化学物質は、危険な物質だと思っていたけど、実は身近にある物質で、危険ではないことを知った。」

4. 学校での実践「水溶液と廃液」

a) アクティビティ2「連続希釈と百分率」

10%食紅を10分の1に連続希釈し、最終的に1ppb(10億分の1)に薄める。下は、その結果の写真である。



9つある小カップのうちの5つめまでは、まだ若干色が見える。しかし、それ以降、透明に見える。つまり、

そこで、このように聞く。

たとえ無色であっても、有色な溶液が多少なりとも存在していると思いますか。

「する」と答える生徒がほとんどである。しかし、「しない」と答える生徒が1人いた。理由は、「見えないのだから存在しない」だった。

大いにほめた。なぜなら、たった1人の意見でもちゃんと理由を述べていたからである。

このように理科では、理由が言えることがとても大切である。

SEPUP教材のワークシートには、理由を記入させる部分が数多くある。理科での科学的思考能力を育成するための工夫が凝らされている。

b) アクティビティ3「種々の溶液を探る」

溶液A、溶液Bが、酸、アルカリのどちらであり、何の溶液なのかを、万能指示薬等を用いて、調べる実験である。

実験は、A、Bの溶液を何滴ずつか組み合わせ

て入れ、万能指示薬の色の変化を見るものである。



上の写真は、その結果である。この実験を踏まえて、次の問いがある。

水に指示薬を加えた色(緑)と同じにするためには、溶液Aと溶液Bがそれぞれ何滴ずつ混ぜるとよいか予測しなさい。

意見は2つに分かれる。

1つは、10滴の溶液Aと、0滴の溶液Bを混ぜ合わせる、というもの。理由は、多く混ぜると、色が薄くなると思うから、である。

もう1つは、溶液A、B、ともに同じ滴数をたくさん混ぜる、というもの。理由は、同じ量の溶液を混ぜると緑色にならなかったから、である。

正解は、後者。しかし、この場で答えは言わない。それよりも、

実験の結果から次の実験がどう予測できるか

が大切だからだ。

もう1つ、問いがある。

この実験で観察したことから判断して、溶液A、溶液Bは、何であると思いますか。

どちらも透明な溶液である。

判断基準は、にしないと、実験結果のみ。酢、食塩水、アンモニア水、などの意見がでた。

正解は、溶液Aが、1%酢酸水溶液。溶液Bは、1%水酸化ナトリウム水溶液。

授業の中でただ1人、どちらも正解だった生徒がいた。その生徒の理由を示す。

「Aは、酢。理由は、少しすっぱいにおいがしたから。」

「Bは、水酸化ナトリウム水溶液。理由は、アルカリ性であり、指についたら手がぬるぬるしたから。」

結果やにおい、肌触り（すぐに水で洗うよう指導した）で判断した結果が、見事に当てはまった。

授業内で起こったちょっとしたドラマだった。

C) アクティビティ4「酸、塩基、指示薬」

ここでは、溶液A、溶液Bの連続希釈を行う。

方法は、アクティビティ2で行ったやり方で溶液A、Bをそれぞれ薄めていく。万能指示薬も1滴ずつ追加し、色の変化を比較する。

結果、どちらも中性に近づいてゆく。

そのことを踏まえて、次の問いがある。

希釈は酸汚染またはアルカリ汚染の解決法になりますか？その理由は？

生徒の意見は、真っ二つに分かれた。

1つは、「なる」。理由は、「実験の結果から薄めると中性になるから。」である。

もう1つは、「ならない」。理由は、「薄めても何億分の1という状態で酸やアルカリが残ってしまい、完全には消えないから。」である。

どちらが正解、というわけではない。

生徒が、これまでの情報から判断したことだからだ。

この問いで大切なのは、

実験の結果が社会にどのように活かせるか

である。

SEPUP教材では、実験の結果から何が言えるかを、社会的側面から考える工夫が凝らされている。

5. 生徒の反応

1学期終了前に、授業の感想を書いてもらった。いくつか掲載する。

「最初は、アンケートのようなものをして、実験はあまりないのか、と思っていたけど、毎回、いろんな実験ができてよかったと思います。まだ、習っていない濃度のこと、化学物質のことなどが、よく分かったと思います。」

「授業は、1年の時にやったのが活用されることがあった。また難しい問題などあって、いろいろ悩んだりして、結構勉強になりました。」

「水溶液を使った実験などをして、とてもわかりやすく面白かった。みんなの意見もよくわかった。」

「とても難しいことをしたと思う。友達とも協力して、実験に積極的に取り組めた。」



「2年になって水溶液については習ったけど、このように濃度などについて詳しくは調べなかったもので、初めて知ることができてよかったです。」

難しいけど、簡単で面白い

というのが共通した意見だった。

生徒の科学的思考を伸ばし、なおかつ教師も生徒も使いやすい教材なら、このSEPUP教材がお勧めである。

日本SEPUP研究会のホームページ

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