授業実践例

SEPUP（シープアップ）「有害な廃液」のモジュールを使った授業　選択理科

春日部市立大増中学校　**鈴木 勝浩**

1．はじめに

「有害な廃液」はSEPUPのモジュールの一つである。この4月，中村理科よりSEPUPシリーズの二つ目として販売予定である。

SEPUPモジュールの特徴の一つとして，「調査や実験によって得た確かな情報とその分析に基づいて，最良の方法・判断を下せる力をつける」ということがある。このような力は，必修理科では，なかなか生徒に身に付けさせにくい。このモジュールは，イオンの考え方なども必要なので，3年生で学習するのが適当である。

2．SEPUPとは

SEPUP（ Science Education for Public Understandig Program）とは，米国カル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。化学物質に対する理解を深め，社会の中でどのように使われていくべきかを科学的に考えることのできる市民を育てるという視点で作られている。このプログラムを通して，生徒は科学の現状を理解することができ，事実（根拠）を収集分析し，どのように判断をくだすか，社会にどのように役立てるのかを学ぶことができる。

3．「有害な廃液」の概要

生徒は，コンピューターマイクロチップの工場に勤務する環境保全エンジニアという立場をとる。そして，メッキ工程で生成された塩化銅水溶液の廃液を，いかに安全に処理するかという課題のもとに学習を進めていく。

まず，希釈という方法を用いる。次に，銅の金属交換法や，沈殿法などを用いる。さらに，最近の廃液処理の有用な方法としての固化・凝集法なども用いる。最終的に，これらの廃液の処理方法を相互に検討し，話し合って，有害な廃液の処理や廃棄方法について，自分自身で決定する。

4．指導計画　　（　）内の数字は時間数

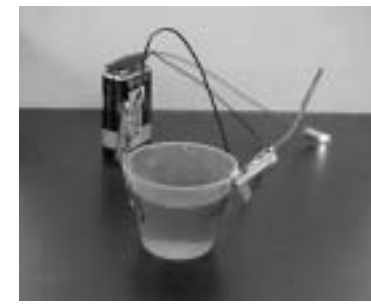
- アクティビティ1「銅メッキ」(2)
- アクティビティ2「塩化銅水溶液の希釈」(2)
- アクティビティ3「廃棄物回収方法」(2)
- アクティビティ4「金属交換反応」(2)
- アクティビティ5「沈殿反応」(2)
- アクティビティ6「固体化と固定化」(3)
- アクティビティ7「廃棄物マネージメント」(2)
- アチーブメントテスト（1）

5．各アクティビティの紹介

(1) アクティビティ1「銅メッキ」

1時間目，まず「有害な廃液」の全体を紹介する。そのあと，食塩と砂糖の水溶液が電気を通すかどうかの実験を行う。それからイオンについて学習する。現行の中学校の検定教科書ではイオンについての学習が削除されたので，数時間，イオンについての学習が必要となる。

2時間目，50,000ppm（5％）の塩化銅水溶液を用いてクリップに銅メッキを行う。右の写真が実験の様子である。



この実験後には，使い終わった溶液は，使用済み溶液となり，この廃液処理をモジュール全体を通して考えていくこととなる。

(2) アクティビティ2「塩化銅水溶液の希釈」

1時間目，使用済み塩化銅水溶液の廃棄方法の一つとして，連続希釈を行う。次に50,000ppmの塩化銅水溶液1Lを5ppmに希釈する時に必要となる水の量を計算する。最後に，希釈という方法による，良い点と良くない点を話し合う。

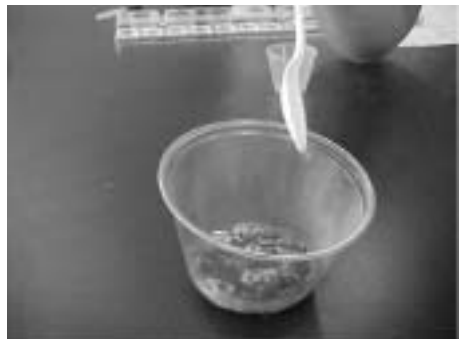
2時間目，銅イオンを検出するアンモニア検査法の検出限界の実験を行う。そして，検査可能な銅イオンの最低濃度は100ppmであることを知る。

(3) アクティビティ3「廃棄物回収方法」

1時間目，廃棄物回収方法として，アルミニウムであるアルミホイルを使って，「塩化銅ー アルミニウム交換反応」の実験をする。

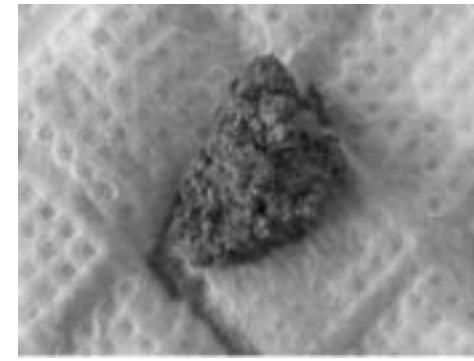
まず，プラスチック容器の底の内側にアルミホイルをおいて，塩化銅水溶液を入れる。

やがて，反応がはじまる。



アルミニウムがイオンとなって，溶液中にとけ込み，かわって，銅イオンが銅となって析出をはじめる。

下の写真は，析出した銅を集めてかたまりにしたものである。



2時間目，1時間目の実験結果などをもとに，廃棄物回収方法としての，金属交換法の良い点と良くない点について話し合う。

(4) アクティビティ4「金属交換反応」

1時間目，塩化銅水溶液の廃液の中から銅イオンを取り出す方法として，アルミニウム以外の金属を探すという目的で，アルミニウム・亜鉛・鉄の3種類の金属の中に，それぞれ塩化銅水溶液の廃液を入れ，金属交換反応の実験をする。下の写真はSEPUPトレイに金属を入れたところである。(左からアルミニウム・亜鉛・鉄である。)

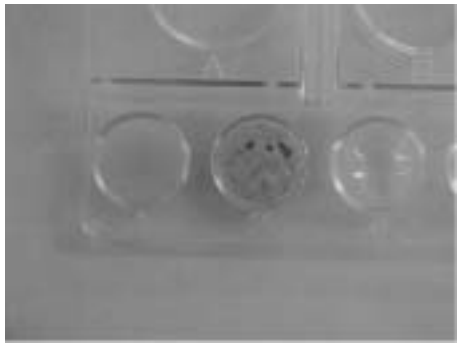
金属の中に塩化銅水溶液を入れたあとの反応の

様子が下の写真である。一番反応のはげしいのはアルミニウムである。次に，亜鉛，鉄の順である。反応後，塩化銅水溶液は，透明に近い色になる。

2時間目，1時間目の実験結果などをもとに，塩化銅水溶液の廃液の処理方法として，どの金属を使ったらよいか，コストや安全性など，いくつかの要因を検討し，話し合う。

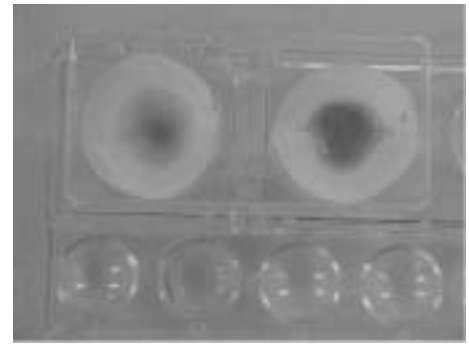
(5) アクティビティ5「沈殿反応」

1時間目，塩化銅水溶液の廃液の中に，リン酸ナトリウム水溶液と炭酸ナトリウム水溶液を入れる。すると沈殿が生じる。下の写真の左側がリン酸ナトリウム水溶液を加えたもので，右側が炭酸ナトリウム水溶液を加えたものである。



この混合物から，ろ液と沈殿物を分けるために，「ろ過」を行う。

次の写真は，それぞれの沈殿物を漏斗に移したところである。漏斗や漏斗台を用意しなくても，キットの中に，漏斗にかわるものが入っている。ろ紙ももちろん用意されている。ひじょうに便利である。

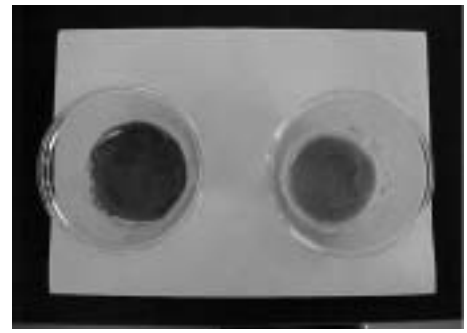


また，2次検査として，ろ液のアンモニアによる銅イオンの検出検査を行う。さらに，沈殿物の食酢に対する安定性の実験を行う。これは，食酢を酸性雨と想定し，酸性雨の影響により，沈殿物から銅イオンが溶け出さないかどうかのシミュレーションである。

2時間目，沈殿反応について，銅イオンを安全で，なおかつ容易に取り除くことができるかどうか，良い点と良くない点を話し合う。

(6) アクティビティ6「固体化と固定化」

1時間目，塩化銅水溶液の廃液の中にセメントと珪酸ナトリウムをいろいろな割合で入れる。そして，廃液である塩化銅水溶液を固める。下の写真の左側はセメントのみを使って固めたもの。右側は珪酸ナトリウムのみを使って固めたものである。



2時間目，1時間目で作った固まったものを使い，食酢による安定性の実験とアンモニア検査を行う。そして固定化の度合いを比べる。

3時間目，廃液の処理としてのセメントと珪酸ナトリウムの組み合わせを評価し，話し合う。

(7) アクティビティ7「廃棄物マネージメント」

今まで学習してきたことを振り返り，塩化銅水溶液の廃液の処理方法として，どの方法が一番良いか，それぞれの方法について，コスト・環境への影響・処理方法の難易度に注目し，良い点，良くない点をまとめ，比較検討していく。そして，廃液の処理方法として，どの方法が環境保全エンジニアとして，一番ふさわしいか考え決定する。

6．有害な廃液の実践を終えて

選択理科の準備は授業のある前日にした。教師用の指導書もあるので，30分もあれば十分である。生徒用のワークシートもあるので，そのまま人数分を印刷すれば，選択理科の教材研究はすむ。

いよいよ授業である。授業に必要なものは，すべて実験用キットに入っているので，キットの入った箱を用意すれば，用意は完了である。

生徒にワークシートを配り，授業がはじまる。ワークシートには，実験の手順が細かく書いてあるので，生徒は自分たちで読みながら実験できる。実験も，50分授業の中で十分にできるようになっている。後片づけも，いたって簡単である。もともと，理科室がなくても学習できるようにできているので，後片づけも5分もかからない。

「有害な廃液」の中で，私が特に感動したアクティビティは「3」と「4」であった。アクティビティ3では，アルミホイルの中に塩化銅水溶液を入れるだけで，激しい金属交換反応が起こった。アルミニウムが塩化銅水溶液と反応し，溶液の中の銅イオンが銅に，アルミニウムがアルミニウムイオンに置き換わったのである。銅は赤茶色の固体として回収できる。

また，アクティビティ4では，アルミニウムと亜鉛と鉄でできたワッシャーなどを使って銅イオンとの交換実験を行う。とても簡単な実験であるが，結果がよくわかった。生徒にとってもわかりやすい。

アクティビティの中には，話し合いの活動もある。実験結果や調べたことに基づいて話し合いを行うのであるが，必修理科の時間に鍛えていないせいか，やや盛り上がりに欠けた。

イオンが学習指導要領の改訂で削除されたが，中3で化学の発展学習として，十分に学習できる内容である。

7．有害な廃液を学んだあとの生徒の感想

・今回の選択理科は，塩化銅水溶液をたくさん使い，実験が多かったので，とても楽しかった。廃液を流せる濃度が決まっている事を初めて知った。一番印象に残っている実験を一つあげるのは難しくて，すべての実験がよい勉強になった。いろいろな液体を混ぜたり，液体に物質を入れるだけで不思議な反応がおこり，性質が変わってしまうのに驚き，もっと実験したいと思った。(女子)

・私は今まで，銅イオンが有害であることすら知らなかった。いろいろなものを加えると変化が起こって害が減るのを見て感動した。よくこのような方法を思いついたと思った。生活とともにある理科はやっぱり楽しいし，すごい。(女子)

8．参考文献

・小森栄治「選択理科におけるSEPUPの実践」『理科の教育』2002年1月号，東洋館

・百武三郎「選択理科におけるSEPUPの実践」『教科研究169号』，学校図書

・山本芳幸「選択理科，こんな教材がほしかった！」『教科研究173号』，学校図書

・日本SEPUP研究会のホームページ(http://sepup.easter.ne.jp/)