



東京学芸大学リポジトリ

Tokyo Gakugei University Repository

小学校理科の化学領域におけるものづくり教材：
エッチングを用いたネームプレートづくり

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2010-05-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 園田,梨沙, 鎌田,正裕 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2309/107108

小学校理科の化学領域におけるものづくり教材

—— エッチングを用いたネームプレートづくり ——

園 田 梨 沙*・鎌 田 正 裕*

理科教育学分野

(2009年5月20日受理)

SONODA, R., KAMATA, M.: Science craft in chemistry for elementary school students; The craft of making a name plate with chemical etching. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Division of Natur. Sci., 61: 11 -16. (2009) ISSN 1880-4330

Abstract

Science craft of making an aluminum or brass name plate using chemical/electrochemical etching was developed. Since dangerous chemicals such as nitric acid are not used, and therefore, harmful gases do not evolve, the craft is considered to be useful for elementary school students when they learn about the chemical properties of aqueous solutions in sixth grade.

A practical study was conducted in a small science school for elementary school students and most of their opinions were positive ones.

Key words: science craft, name plate, etching, chemistry

Department of Science Education, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨: 化学/電気化学エッチングを用いて、アルミニウム製もしくは黄銅製のネームプレートを製作するものづくり教材を開発した。硝酸のような危険な薬品を使用せず、また有害なガスの発生を伴わないので、本教材は、6学年で水溶液の性質を学習する際に理科の授業で活用することができるものと考えられる。

また、小学生を対象とした小さな科学教室で実践したところ、子どもたちからは肯定的な意見が寄せられた。

1. はじめに

1. 1 ものづくり教材の特徴

ものづくりは、児童生徒が知的好奇心を高めながら各人のペースで取り組むことのできる活動である。ものづくりを理科の学習に取り入れることの意義や役割には、次のようなものがあると言われている¹⁾。

1. 子どもは本来活動的であり、物を作ることに興味・関心をもっている。

2. 物を作ることによって、原理や法則をよく理解できるようになる。

3. 製作過程を通じて、原理の適用方法や応用の仕方が身についていく。

4. 工夫・創造する力が身についていく。

5. 生活に役立つ技術、生きた知識が身についていく。

6. 完成したときの喜び、理解できたときの喜びが大きい。

* 東京学芸大学 (184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1)

現実に、ものづくりは平成10年改定の小学校学習指導要領(理科)や平成20年改定の同要領の中でも、重視されている。しかし、ものづくりの大部分は、物理領域で行われ、化学領域に関してはミョウバンの結晶づくり程度しか見られないのが現状である。そこで、本研究では、6学年の「水溶液の性質」で「水溶液には金属を変化させるものがあること」を学習する際に、エッチングを利用したものづくりが利用できると考え、授業の中で活用できるものづくり教材の開発を目指した。

1. 2 黄銅板と硝酸を用いたネームプレートづくり

エッチングは、銅版画で版をつくる際に用いられる技法の一つである。銅板の表面にグラント(防食剤)を塗り、ニードルでグラントを引っ掻くとその部分のグラントがはがれ、銅板の表面が露出する。この銅板を腐食液(硝酸や塩化鉄(Ⅲ)水溶液など)につけるとその露出部分が腐蝕し、表面に凹凸が刻まれた銅版が完成する。その他にも、エッチングは、機械の名盤や会社・店舗の門標などを作る際に利用されている。また、同様の技術が電子回路のプリント基板の製造にも使われている。

黄銅は、銅と亜鉛の合金であり、一般に真鍮として市販されているものは、銅が約65%、亜鉛が約35%とされている。さびにくく展性に富むので、楽器や家具などに使われ、児童にとっても身近な金属のひとつである。黄銅は、安価で見た目もきれいで、子どもに「作りたい」という気持ちを持たせやすいので、ものづくり活動で用いる素材として適当なものと言える。

いっぽう、防食液としては、新日本造形の液体グラントが、また腐食液としては2.5倍に希釈した硝酸が加工に適している。具体的な製作手順は、以下の通りで、完成したネームプレートを写真1に示す。



写真1 完成したネームプレート
上：表面，下：裏面

- ①黄銅板(45×14×0.5mm)の表面をクレンザーで洗浄する。
- ②黄銅板にグラントを塗り、乾燥させる。
- ③先端を削って尖らせた割りばし等で、黄銅板に文字や絵を描く(グラントをはがす)。
- ④2.5倍に希釈した硝酸を入れた試験管の中で金属の表面を溶かす(5～10分)
- ⑤水で硝酸を洗い流したのち、エタノールでグラントをふき取り、ピカール金属磨で磨く。

上記のエッチング技法は、工芸の分野ではすでに広く知られたもので、初めての児童でも短時間で対応の作品を作り上げることが可能である。

エッチングの作業を通して、金属と水溶液が反応する様子を確認することができ、理科においてもその教育効果は大きいと考えられるが、硝酸のような劇薬を使用することや、エッチング時に有害な一酸化窒素(NO)や二酸化窒素(NO₂)が発生することから、そのままの形で理科の授業で取り入れることにはやや無理がある。

そこで、本報では、小学校の理科で水溶液の性質について学習をする際に使用する金属と試薬を用いたネームプレートづくりや、電気分解を利用することで、劇薬を使用せずに、有害な気体も発生しないネームプレートづくりについて報告する。

2. 方法

2. 1 アルミニウム板と塩酸を用いたネームプレートづくり

第6学年の水溶液の性質で用いられる金属は、アルミニウムと鉄(スチールウール)が主である。また、これらと反応する物質としては、塩酸や水酸化ナトリウムが一般的である。そこで、アルミニウム板を塩酸でエッチングしてネームプレートを作ることができれば、学習内容に直結したものづくりが可能になると考え、その方法を検討した。

使用した材料などは表1に示す通りで、加工の手順は1で述べた真鍮板の場合と同様である。ただし、アルミニウム板の場合、その表面に酸化被膜が存在するため、塩酸に浸漬後の反応速度が一定ならず、反応が激しくなるとグラントが剥がれてしまうなど、黄銅板のエッチングに比べ、条件の制御がやや難しくなる。ここでは、はじめにクレンザーで洗浄する代わりにサンドペーパーで表面を研磨し、事前に表面の酸化被膜を取り除く。また、3倍希釈(約4M)の塩酸で徐々にエッチングを進め、グラントがはがれ出す直前でアルミニウム板を引き上げた。完成したネームプレートを写真2に示す。

表1 使用する材料と器具

アルミニウム板 (A1050P)
タテ 1.2～1.5cm ヨコ 4.0～5.0cm
厚さ 0.5mm以上1.0mm以下が望ましい。
腐食液 (2～3倍に希釈した塩酸)
耐水研磨紙 (#600)
液体グラント
割りばし (先を尖らせたもの)
エタノール
ピカール金属磨
試験管

表2 使用する材料と器具

黄銅板 2枚 (45×14×0.5mm)
硫酸ナトリウム水溶液 (0.1mol/L)
液体グラント
割りばし (削って先を尖らせたもの)
クレンザー
エタノール
ピカール金属磨
手回し発電機
電極固定板 (スチロール製)
100ml ビーカー



写真2 完成したネームプレート (3倍希釈の塩酸, 45°Cで5分間エッチング)

2. 2 電気分解を利用した黄銅板のネームプレートづくり

黄銅製のネームプレートはアルミニウム製のものに比べ、仕上がりが美しく、強度も高い。しかし、化学エッチングで黄銅板を加工するためには腐食液として硝酸または塩化鉄(Ⅲ)水溶液を使用する必要がある。塩化鉄(Ⅲ)水溶液を用いると、硝酸の使用した時のような有害な気体の発生はないが、そのエッチング速度は遅く、十分程度ではエッチングは完了しない。また、水溶液そのものも濃い褐色で、金属板の反応する様子を学習者が確認できないことも、教材に向いていない一因である。

そこで本研究では、黄銅板で安全にネームプレートを作製するために、電気分解の利用を試みた。黄銅を溶かすまでの作業工程は、1で述べた硝酸を用いた場合と同様である。以後に示す実験では電解液に硫酸ナトリウム水溶液を使用した。小学校でよく使用されるミョウバン水溶液でも代用することができる。

使用する材料、器具は表2に示す。

具体的な作業内容は以下のとおりである。

- ① 黄銅板の表面をクレンザーで洗う。
- ② 黄銅板にグラントを塗り乾燥させる。(写真3)
- ③ 割りばしで、黄銅板に文字や絵を描く(グラントをはがす)。(写真4)
- ④ 黄銅板を固定板に2枚設置し、クリップをつけ、硫酸ナトリウム水溶液につける。(写真5)
- ⑤ ネームプレートとなる黄銅板をプラス、対極となる黄銅板をマイナスにつなぎ、手回し発電機を回す(5～10分)。(写真6)
- ⑥ エタノールでグラントをふき取り、ピカール金属磨で磨く。(写真7)
- ⑦ ピカールで研磨して完成(写真8)



写真3 加工前の黄銅板 (上: クレンザー洗浄後, 下: グラント塗布乾燥後)



写真4 グラントを剥がして文字や絵を描く

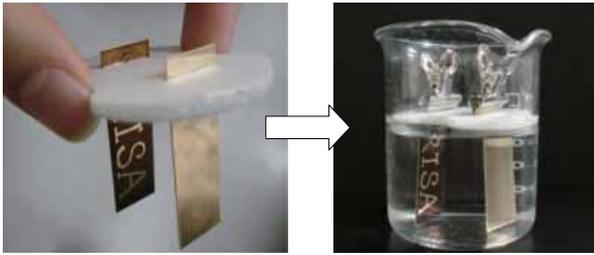


写真5 電解セルに固定した様子

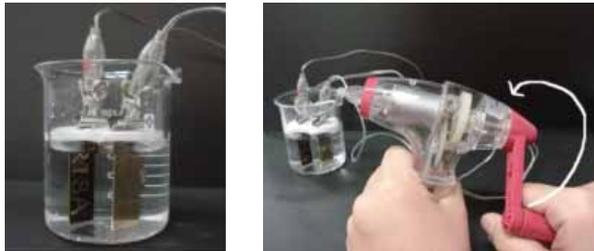


写真6 手回し発電機で通電の様子

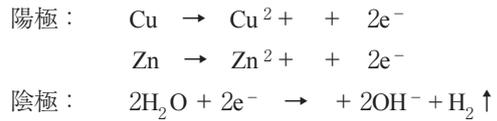


写真7 エタノールでグラウンドを取り除く



写真8 完成したネームプレート

電気分解は、写真5, 6のように100mlビーカーに電解液を入れ、黄銅板を2枚向かい合わせて並べ、ネームプレートとなる黄銅板を電源のプラス、対極となる黄銅板をマイナスにつないで通電した。電極板間距離は、2.0cmとした。黄銅板の反応は、以下の化学反応式で示すように、陽極で銅や亜鉛が溶け、陰極で水素が発生する。



電源には、乾電池や通常の直流電源装置を使用することができるが、手回し発電機で電解に必要な100mA程度の電流を無理なく作れること、新学習指導要領に合わせ、多くの小学校で相当数の手回し発電機を揃えるであろうことを考え、ここではあえて手回し発電機を使用した。電解に必要な時間は5～10分程度で、写真8のネームプレートは、手回し発電機を1秒間に約3回の速さで6分間回して制作したものである。

4. 授業実践

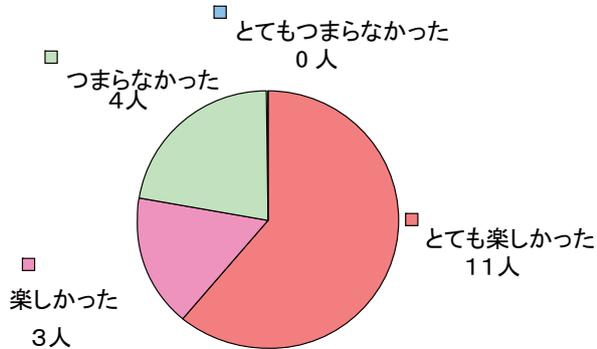
本研究で開発された黄銅板と手回し発電機を用いたネームプレートづくりが実際に小学生に受け入れられるか、また、ネームプレートができる仕組みを児童が理解することができるかなどを明らかにするために、立川市高松学習館で実施される科学教室（高松子ども科学あそび隊）において資料1に示すような実践を行った。実践時の児童の活動の様子は写真9に示す。



写真9 活動の様子

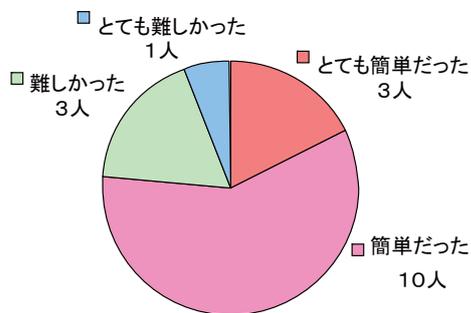
また、実践直後にとったアンケートの結果は、以下のとおりであった。

設問① 「ネームプレートを作る活動は楽しかったですか？」



設問①の結果、18人中14人の児童が「とても楽しかった・楽しかった」と回答した。これは、全体の78%を占めており、ネームプレートづくりが児童にとって楽しむことのできる活動であることが確認できた。

設問② 「ネームプレートを作る活動は簡単でしたか？」



設問②の結果、17人中13人の児童が「とても簡単だった・簡単だった」と回答した（有効回答数17、無効回答数1）。これは全体の約77%を占めている。よって、小学校4年生以上であれば、技術的には容易なものづくりであることがわかった。

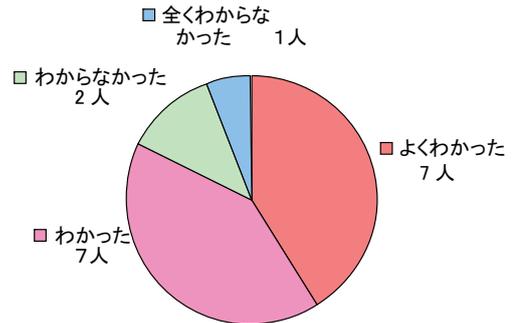
なお、「難しかった・とても難しかった」と回答した児童に理由の記述を求めたところ、以下のような回答が得られた。

「ニスが、わりばしでうまくはがれなかった。」「発電気であわを作る所」「ネームプレートを作る時、発電気を回

す作業がとても大変だった」「アルコールで、きれいにする所」

電解に要する時間（発電機を回す時間）は、ニス（グラウンド）がきれいに剥がされているかにも依存するため、結局のところ、グラウンドの塗布の良否が、その後の作業の容易さに大きく影響していることがわかった。

設問③ 「ネームプレートができるしくみはわかりましたか？」



設問③の結果、17人中14人の児童が「よくわかった・わかった」と回答した（有効回答数17、無効回答数1）。これは、全体の82%を占める。ただし、この場合の「わかった」は、電気分解のしくみに関わるのではなく、ニスで覆われていた部分は金属が溶けない、電気には金属を溶かす働きがあるという程度のことと考えられる。

5. 結論

小学生が実際にできる、化学分野のものづくり教材として、危険な試薬の使用や有毒な気体の発生を伴わないネームプレートづくりを開発した。実際に、ネームプレートを作成した児童からは、「たのしかった」との感想が聞かれ、理科の授業内での活用も十分可能と考えられる。なお、本教材をだれが行っても失敗しないものに仕上げするためには、グラウンドを薄く均一に塗布する方法についてさらなる改善が必要である。

引用文献

- 1) 日本理科教育学会編、「理科教育学講座 第6巻 理科教材論（上）」, pp.133-134, 東洋館出版社, (1992)

資料 1

目的：手回し発電機を使ってネームプレートを作る活動が、子どもにとって可能であるか、また楽しみながら行える活動であるかを確かめる。また、電気分解で金属が溶けることを理解することが可能であるかを判断することを目的とした。

日時：平成20年7月19日（土）

対象：小学校4年生 10名（男子6名，女子4名） 小学校5年生 4名（男子3名，女子1名）
小学校6年生 4名（男子3名，女子1名） 合計 18名（男子12名，女子6名）

時間：120分

調査方法：①活動が終了した後、アンケート調査を行い、今日わかったこと・感想を書かせた。
②児童の活動の様子を観察する。

内容：「電気と金属を研究しよう」と題し、前半を、「手回し発電機で遊ぼう！」、後半を「黄銅板でネームプレートを作ろう！」という2部構成とした。

実践の展開は以下の通りである。

児童の活動	教師の活動
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">手回し発電機で遊ぼう！</div>	
<p>① 手回し発電機で豆電球に明かりをつける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハンドルを回す速さを変えて、豆電球の明るさがどうなったのか、ワークシートに書き込む。 <p>② 豆電球を並列につなぎ、ハンドルを回しながら、豆電球の数を一つ、二つと増やしていく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハンドルを回した手ごたえはどうなったかワークシートに書き込む。 <p>③ 手回し発電機と、豆電球、走光式検流計をつないで、ハンドルを回す方向を変える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハンドルを回す方向を変えると、どうなったかワークシートに書き込む。 <p>④ 2人1組になって、手回し発電機を2つつなぎ、片方のハンドルを回す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どうなったのかワークシートに書き込む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・手回し発電機を1人1つずつ配る。 ・ハンドルを速く回すと、電流がたくさん流れることを確かめる。 ・豆電球をゆるめたり、しめたりする。 ・手ごたえが重くなると、電流がたくさん流れていることを確かめる。 ・走光式検流計の説明をする。 ・ハンドルを回す方向を変えると、電流が流れる向きが変わることを確かめる。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">黄銅板でネームプレートを作ろう！</div>	
<p>⑤ 手回し発電機を回し、電気分解を行い、プラスにつないだ黄銅板・マイナスにつないだ黄銅板の様子を観察する。</p> <p>⑥ 黄銅板でネームプレートを作る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・黄銅板に、文字や絵を描く。 ・手回し発電機を回して、黄銅板の表面を溶かす。 ・エタノールでニスをふき取り、ピカール金属磨で磨く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・2つの黄銅板を平行に並べて硫酸ナトリウム水溶液につけ、手回し発電機を黄銅板につなぐ。 ・黒板で、電流がどこを流れているのか説明する。 ・黄銅版を設置する。 ・ネームプレートができるしくみを説明する。