

## 化学領域におけるものづくり教材の開発：

アルミニウムを用いたネームプレート作り

柳 瀬 綾 花\*<sup>1</sup>・鎌 田 正 裕\*<sup>2</sup>

理科教育学分野

(2015年5月22日受理)

YANASE, A. and KAMATA, M.: Science craft for chemistry education: Making an aluminum name plate. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., **67**: 15-23. (2015) ISSN 1880-4330

### Abstract

Monozukuri, or making learning materials, is strongly recommended in the Course of Study for elementary and junior high school science. This is because Monozukuri can enhance students' interest and realistic understanding on the properties and functions of objects in their individual activities. However, Monozukuri is very limited in the field of chemistry.

From such a viewpoint, we have developed a science craft to make aluminum name plates using chemical etching in hydrochloric acid. We used this craft in science classes for sixth grade students, and found that the responses from the students were very positive.

**Keywords:** science craft, acid, aluminum, name plate, elementary school

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

**要旨：** 小学校や中学校の理科の学習指導要領では、ものづくり（学習のための工作）が強く推奨されている。これは、ものづくりが個々の活動を通して児童生徒の関心を惹き、ものの原理やしぐみについての理解を助けるからである。しかし、化学分野におけるものづくりは非常に限られている。

そこで我々は、塩酸による化学エッチングを用いてアルミニウム製のネームプレートを作るものづくりを開発した。開発されたものづくりは小学校第6学年の児童を対象とした授業で試用され、これに対する児童からの反応は肯定的なものであった。

---

\* 1 東京学芸大学 教育学部 理科選修 平成26年度卒業生

\* 2 東京学芸大学 基礎自然科学講座 理科教育学分野 (184-8501 小金井市貫井北町4-1-1)

## 1. はじめに

ものづくりは科学的な原理や法則について実感を伴った理解を促すものとして効果的であるとされ、小学校や中学校の学習指導要領解説理科編ではものづくり活動を推奨する記述がある<sup>1), 2)</sup>。

小学校学習指導要領解説理科編では、特にA物質・エネルギーの領域では学年ごとに何種類かのものづくりを行う必要があるとされている。ものづくりの例として水鉄砲やモーターカーなどが挙げられているが、化学分野におけるものづくりはほとんど見られない。化学領域の実感を伴った理解を図るためにも、ものづくり活動が有効であると考え、園田らは主に黄銅製のネームプレートに化学エッチングや電解エッチングを用いて作製するものづくり活動を開発し、実践を行った<sup>3)</sup>。しかし、黄銅や電解は小学校で扱わないことや、エッチングに用いている塗料は美術用の特殊なものである等の課題があった。

そこで本研究では、小学校で扱う代表的な水溶液と金属である塩酸とアルミニウムに絞った活動を検討し、安価な材料を用いたものづくり教材を開発した。また同教材を用いた授業実践を行い、その効果について検討した。

## 2. 方法

### 2. 1 原理

エッチングは金属加工の方法の一つで、耐酸性のニス(防腐食材)などで金属と酸性の水溶液が触れる部分と触れない部分をつくり、酸性の水溶液で金属表面の一部のみを溶かす技術である。銅版画では防腐食材として「グラウンド」を用いており、先行研究でもグラウンドを防腐食材としている。

小学校第6学年「水溶液の性質」では水溶液に金属を溶かす働きがあることを学習する。ここで用いる水溶液や金属は塩酸やアルミニウム、鉄が例として挙げられている。本研究では、この学習内容を応用して、アルミニウム板の表面の一部のみを溶かしネームプレートを作製する方法を検討した。

### 2. 2 ろうを用いたコーティング

ろうは身近な素材であり、また塩酸と反応しないため、防腐食材(コーティング材)として利用できる。

ろうの融点は約60~80℃であるため、45℃以下の塩酸を用いればろうは融けない。ただし、塩酸とアルミニウムの化学反応は発熱反応であるため、反応が進み、

溶液が60℃以上にならないよう注意する必要がある。金属面の凹凸を手で触って感じられるようになるまでに要した時間は20分程度であった。ネームプレート1枚の作製に使用した材料は、(1) アルミニウム板1枚(15×45×0.5 mm)、(2) ろう(10 mL)、(3) 塩酸(約3 mol/L, 10 mL)、(4) 竹串や割り箸の先をとがらせたもの、(5) 内径が15 mmの試験管、(6) お湯(45℃)、(7) ティッシュや布、またはアイロンである。手順を以下に示す。

- ・試験管に砕いたろうソクを入れ、湯煎で融かし、ろうを得る。ネームプレート全体がろうに浸かる量を用意する。
- ・ネームプレートとなるアルミニウム板をろうに浸し、全体にろうを付ける。(図1左上参照)
- ・引き揚げて空気中で冷まし、ろうを固める。
- ・ろうで覆われたアルミニウムの板に竹串や鉛筆の先などで文字や絵をかく。絵や文字は両面に書くことができる。(図1右上参照)
- ・試験管にアルミニウム板全体が浸かる量の塩酸を注ぎ、45℃のお湯で湯煎しながら約20分間反応させる。(図1左下参照)
- ・反応後、流水で塩酸を洗い流す。
- ・ろうをティッシュや布で拭き取る。または、紙にろうでコーティングされたアルミニウム板をはさみ、熱したアイロンを上から当て、ろうを融かし、紙に吸収させる。(図1右下参照)

実験の様子を図1に示す。完成したアルミニウムのネームプレートを図2に示す。

### 2. 3 アルミニウムの厚み

園田らによる先行研究でネームプレートに用いた金



図1 実験の様子

左上：融かしたろうにアルミニウム板を浸す様子

右上：アルミニウム板に字を書く様子

左下：湯煎している塩酸中でのアルミニウムの様子

右下：ろうをアイロンで融かし紙に吸収させている様子



図2 ろうのコーティングで作ったネームプレート

属の厚みは0.5 mmである。この厚みで作ったキーホルダーは強度があり折れ曲がりにくい。しかし、金属の表面の変化の様子が視覚的に分かりづらい。また0.5 mmの厚みの金属を切断したり穴をあけたりするのは難しい。

そこで、板厚を0.1 mmとして、短時間でアルミニウム板に穴があくまで反応させることで視覚的に化学変化が分かりやすいネームプレートづくりの方法を検討した。

完全に溶けきらせ穴を開けるために、デザインは表面だけに描くことになる。このとき、0.5 mmの厚みのネームプレートを作製する方法同様に板全体をろうでコーティングすると、「口」のように囲みのある文字や絵はアルミニウム板本体とつながらないため、板から抜け落ちてしまう。そこでアルミニウム板の裏面に透明なセロハンテープを貼ることで囲んだ文字や絵をセロハンテープに貼りついたままとなるようにした。

エッチングの時間はデザインにもよるが概ね15分程度で終了するため、授業時間内に実験を終えることができると考えられる。

0.1 mmの厚みのアルミニウム板は折れ曲がりやすく耐久性に乏しい。そこで完成後には、ラミネート加工をしたり、セロハンテープを両面に貼ったりすることで補強をする。なお、0.1 mmのアルミニウム板に付けたろうの除去は、ティッシュや布などで拭き取る際にアルミニウム板が折れ曲がったり、板が破れたりすることがあり、児童にとって難しいと考えられる。しかし0.5 mmの厚みのアルミニウムと比べ、短い時間でものづくりができ、金属の表面が視覚的に分かりやすいことは大きな利点であると考えられる。

ネームプレート1枚を作製する材料は、(1) アルミニウム板1枚 (15×45×0.1 mm)、(2) セロハンテープ、(3) ろう (10 mL)、(4) 塩酸 (約3 mol/L, 10 mL)、(5) 竹串や割り箸の先をとがらせたもの、(6) 内径が15 mmの試験管、(7) お湯 (45°C)、(8) ティッシュや布、

またはアイロン、(9) ラミネートフィルム・ラミネート機、またはセロハンテープである。実験の手順を以下に示す。

- ・0.1 mmの厚みのアルミニウム板を15×45 mmの大きさに切り、片面にセロハンテープを貼る。
  - ・セロハンテープを貼ったまま、融かしたろうに全体を浸け、引き揚げて空気中で固め、アルミニウム板全体にろうを付ける。
  - ・ろうだけがついているアルミニウム板の表面に竹串や鉛筆で字や絵をかく。
  - ・45°Cのお湯で湯煎した約3 mol/Lの塩酸でコーティングのない部分が完全に溶け、穴があくまで反応させる (約15分程度)。
  - ・アルミニウム板を流水で洗い、コーティング材を取る。
  - ・ラミネート加工などの補強をする。
- 完成したネームプレートを図3に示す。



図3 ろうでコーティングした0.1 mmの厚みのネームプレート

### 3. 授業実践

#### 3. 1 対象とねらい

児童にとってネームプレートを作る活動が楽しいものであるか、児童にとって操作が技術的に簡単であるか、ネームプレートを作製する活動による気付きは何か、などの検証のために、授業実践を行った。2015年1月21日 (水)、22日 (木) に東京学芸大学附属小金井小学校で理科の授業実践を行った。対象は「水溶液の性質」について学習済みである第6学年3組、4組の計72名である。本実践では、2.2で述べた方法を用いて、0.5 mmの厚みのネームプレートを作製した。授業中に行った記名式のワークシートと授業直後に行った無記名のアンケートによる調査を行った。授業時間は45分授業の2時間続き (90分) とした。授業は著者である柳瀬が行った。

### 3. 2 授業・調査内容

実際の授業展開を表1に、授業の様子を図4に示す。授業で使ったワークシートは資料に示す。

流れは両クラス共にはほぼ同じだが、3組にのみ、ネームプレートのできる仕組みについて考えさせるために「塩酸は何でも溶かすのかな。」「試験管は塩酸を入れても溶けないよ。」など発言をした。すると児童から、「塩酸に溶けないもので金属を覆い、塩酸と金属が触れるところと触れないところをつくる、という趣旨の発言が得られた。

時間短縮と、ろうの状態変化ではなくアルミニウムと塩酸の化学変化だけに注目させるため、アルミニウム板は事前にろうでコーティングしたものを使用した。そのため児童はデザインを竹串でかく作業から始めた。塩酸で20分程度反応させるときには反応時間を揃えるために、児童全員の準備ができたことを確認してから児童全員で同時に始めた。実験では一人一本の試験管に10 mLの塩酸を入れたものと、班に1個、200 mLビーカーを用意した。200 mLビーカーには45°Cのお湯を入れ、班員全員の試験管を1つのビーカーで湯煎した。児童は一人ひとりそれぞれの試験管での化学反応の様子を観察することができた。塩酸にアルミニウム板を入れてから、直後、5分後、10分後、20分後のアルミニウム板の様子を観察させた。

表1 実際の授業展開

導入 (20分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>身の回りに水溶液の性質を利用したものがあることを知る。</li> <li>「水溶液の性質」を復習する。</li> </ul>
展開 (60分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>作り方を確認する。</li> <li>ネームプレートをつくる。</li> <li>塩酸とアルミニウムの化学反応の様子を観察する。</li> <li>実験の様子や気が付いたことをワークシートに記入する。</li> </ul>
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>今日の実験で分かったことを授業者がまとめ、確認する。</li> <li>アンケートに回答する。</li> </ul>



図4 授業の様子

エッチング後は児童が各自アルミニウム板についている塩酸を洗い流した。ろうの除去は授業者がアイロンを用いて行った。ろうがついたままのアルミニウム板を紙で挟み、上から熱したアイロンを当てた。アイロンの熱でろうを融かし、融けたろうを紙に吸収させる。アイロン後に仕上げとしてアルミニウム板の表面に残っているろうをふき取る作業を児童が行った。

ろうを授業者が除去している間に児童はワークシートを完成させ、授業の最後にアンケートに回答した。

### 3. 3 結果と考察

無記名式のアンケートによる調査と、記名式のワークシートによる調査を行った。

#### 3. 3. 1 活動への興味、関心について

アンケートの設問2「今日のネームプレートづくりは楽しかったですか?」という設問の回答結果を図5に示す。95%以上の児童が肯定的な回答をした。また設問1「理科の授業は好きですか?」に対し、否定的な回答をした児童が16名いたが、その児童らも設問2では肯定的な意見を示している。このことから、理科に対して否定的な意見を持つ児童を含む多くの児童にとって、ネームプレートづくりは関心を惹くことができる活動であるということが示唆された。

一方、設問2で「楽しくなかった」と回答した児童が2名いた。それぞれ回答の理由は「おどろきもなにもなかった」「(デザインを)書くことが思いつかない」と回答していた。本教材は学習のまとめとして行ったものであり、新しい知識を教授するものではない。身の回りで既習内容が活かされているということを知っていた場合、単なる復習の活動にとどまってしまう可能性がある。「書くことが思いつかない」という児童は、授業中に何人か見受けられた。授業者が机間指導をしながらデザインのアイデアを一緒に考えたり、友達と相談させたりすることが必要であると考えられる。

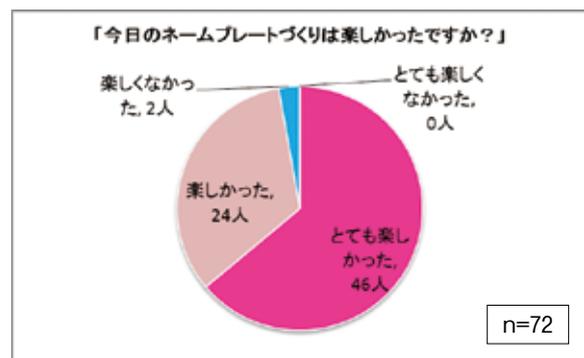


図5 アンケートの設問2に対する回答

### 3. 3. 2 教材の難易度について

アンケートの設問3「今日のネームプレート作りで、難しかったところがあれば教えてください」の回答結果を図6に、難しいと感じた理由を表2に示す。およそ半分の児童が難しいところがあったと回答した。

難しいと感じた理由には、大きく分けて2種類あった。1つは「竹串が書きにくい」「思い通りに書くことが難しい」「削りかすがじゃまで見えない」という“書きにくい”という難しさである。もう一つは「書くのに緊張した」「間違いを修正できない」という“書き直せないこと”に関する難しさであった。書き間違えないように事前にデザインの下書きを描いたり、ろうを付け直せるようにしたりすることで、これらの難しさが解消できるのではないかと考えられる。

### 3. 3. 3 水溶液と金属との化学反応について

ワークシートの設問1「ろうでコーティングしてあるアルミニウムのプレートを塩酸に入れているときの様子はどうでしたか。」という設問で用いた図を図7に、回答を図8に示す。

図8では、ろうでコーティングしてある部分に対しての回答が「あわが出ない」「反応していない」という内容であり、かつ文字の部分に対しての回答が「あ

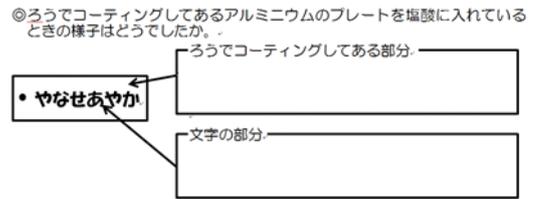


図7 実際の設定

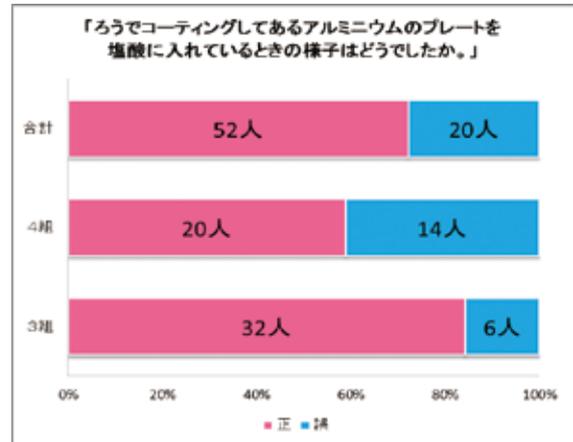


図8 設問1の正答率

わが出る」「反応している」という内容の回答を正答とし、それ以外を誤答とした。

誤答として一番多かった回答は、ろうでコーティングしてある部分で「あわが出る」というものだった。アルミニウム板は、全体を融かしたろうに浸けているが、側面のコーティングが剥がれ、化学反応が起ることがある。そのため側面で発生した水素がアルミニウム板のろうでコーティングされている部分から出ていように見え、そのことを記述した児童がいたのではないかと考えられる。また「文字から出た泡がはりついている。」など、ろうでコーティングされている部分と塩酸との反応に関する記述ではない回答もあった。

また、4組に対して3組の正答者が多いのは、授業中にネームプレートができる仕組みに関する授業者からの声かけがあったためだと考えられる。このことから、ネームプレート作りを始める前にネームプレートができる仕組みについて考えさせたり、反応中にアルミニウム板のろうでコーティングされている部分とされていない部分の様子の違いに注目させたりすることが必要であると考えられる。

### 3. 3. 4 ネームプレートづくりから得られる気付き

ワークシートの設問2「今日の実験（ネームプレート作り）の感想を書きましょう。（思ったこと・考えたこと。初めて知ったことなど）」の回答の中から一

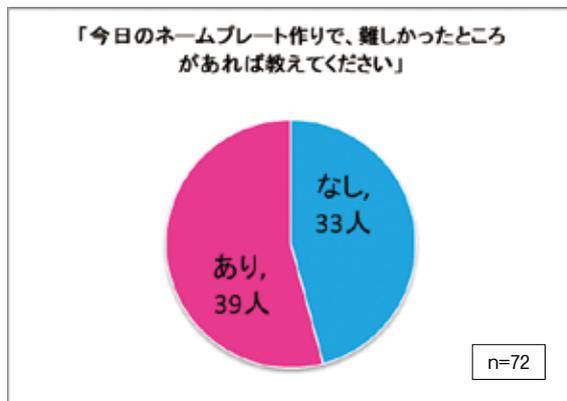


図6 アンケートの設問3に対する回答

表2 アンケートの設問3に対する理由

難しいと感じた理由	人数
竹串が書きにくい	2
思い通りに書くことが難しい	17
削りかすがじゃまで見えない	3
書くのが緊張する	6
修正できない	5
ろうの拭き取り	2
実験技能	5

表3 ワークシートの自由記述欄の回答

補足資料

児童1	きばんをこうやって作っていると初めて知りました。
児童2	ろうはとけないということを初めて知った。塩酸は家で使えないけれど、応用したい。
児童3	実験しながら物を作れたので、とても楽しかったです。塩酸のはたらきや利用のしかたがよくわかりました。
児童4	ろうでコーティングしても文字を書いた場所から中もとけてしまうかと思った。
児童5	理科の授業で習ったことが色々なことに役だっていておどろいた。ほかにも習ったことをつかってもっと別のことができるのだと思う。ろうはとけると思っていたけれどとけないという事を知れたので良かったです。また身近なものも理科をかつようできると思います。
児童6	まさか、塩酸でネームプレートが出来るなんて知りませんでした。その原理を使って作れたので、楽しく理科を学ぶことが出来ました。塩酸でなくとも材料を少しかえれば作れるのではないかと思った。(過酸化水素水とアルミ)

部抜粋したものを表3に示す。

自由記述欄の内容には、学習内容が身の回りに役に立っていることに驚いた、楽しかった、ネームプレートができてうれしい、また作りたいという趣旨の回答が見られた。

児童2や5のように、ろうと塩酸の反応について言及している児童もいた。金属を溶かすことができるということは学習するが、塩酸に溶けないものに焦点があてられることはあまりないようだった。

児童6のように、ネームプレートづくりを発展させて、他の金属や水溶液を用いてネームプレートづくりをしてみたい、という意見があった。このようにネームプレートづくりが化学への興味を惹く上でも有効だと考えられる。

#### 4. まとめ

小学校第6学年理科「水溶液の性質」の単元で学習する水溶液(塩酸)や金属(アルミニウム)を用いて、小学校の理科の授業で実践できる化学領域でのものづくり教材(ネームプレートづくり)を開発した。

小学校6年生を対象に行った授業実践では、アンケートやワークシートの回答から、学習内容と実生活との関連や化学変化に興味を持った児童がいたことが明らかになった。よって本研究は化学への興味を惹く有効な教材であるということが示唆された。

### 1. ろう以外を用いたコーティング方法

#### 1. 1 転写シートを用いたコーティング方法

プリント基板を作製する方法に、パソコンで作成した回路を金属に写すための転写シートを用いる方法がある。この転写シートを用いてネームプレートの作製を行うことで、より緻密なデザインが可能になる。またデザインをパソコンで編集することでICT教育につなげることができると考えられる。そこで転写シートを用いたコーティング方法を報告する。使用した材料は、(1)アルミニウム板(15×45×0.5 mm)、(2)転写シート(Press-n-Peel Techniks社)、(3)レーザープリンター、(4)塩酸(約3 mol/L, 10 mL)、(5)試験管、(6)お湯(45℃)、(7)アセトン(適量)、(8)ティッシュや布、である。手順を以下に示す。ネームプレートのデザインとなる転写シートに印刷する画像はペイントなどの画像作成ソフトなら何を使ってもよいが、ここではパワーポイントを使う方法を紹介する。

- ・パワーポイントでネームプレートの大きさである15×45 mmのデザインを作製する。このとき、デザインの色は白黒とし、塩酸と反応させたい部分(アルミニウム板が凹む部分)を白、塩酸と反応させたくない部分を黒とする。画像を反転させ、レーザープリンターで転写シートに印刷する。
- ・アルミニウム板の皮脂などの汚れを落とす。転写シートをアルミニウム板の大きさに切り、印刷面と金属板を重ね合わせる。転写シートにデザインが黒く見えるまで高温に設定したアイロンで熱する。
- ・水で約1分冷やし、ゆっくりと転写シートをはがす。
- ・2.1.1の⑤、⑥を参照してエッチングする。
- ・エッチング後、転写シートのインクをアセトンで溶かし拭き取る。

作業の様子を図9に、完成したネームプレートを図10に示す。



図9 作業の様子

上：転写前のアルミニウム板と転写シート

左下：アイロンで熱する様子

右下：転写シートのフィルムを剥がす様子



図10 転写シールのコーティングで作ったネームプレート

### 1. 2 ペイントマーカーを用いたコーティング方法

不透明油性マーカーであるペイントマーカーで文字や絵をかいたアルミニウム板をエッチングすると、塗料のついた部分が塩酸と反応せずに溶け残る。ろうや転写シートに比べ、ペンで書くだけでコーティングが可能であり、実験時間を短縮させることができる。

ペイントマーカーはインクがはがれにくいという特性を持つが、塩酸とアルミニウムの化学反応が盛んになると反応の激しさのためにインクがはがれてしまうことがある。そこで反応の途中でインクを付け足す必要がある。材料は(1) アルミニウム板 (15×45×0.5 mm), (2) ペイントマーカーPX-20 (三菱鉛筆株式会社), (3) 塩酸 (約 3 mol/L, 10 mL), (4) 試験管, (5) お湯 (45℃), (6) エタノール (適量), (7) ティッシュ

や布である。手順を以下に示す。

- ・アルミニウム板にペイントマーカーで文字や絵をかく。
- ・ペンのインクを十分に乾かす。
- ・45℃のお湯で湯煎した約 3 mol/Lの塩酸で10分間反応させる。
- ・ペイントマーカーの塗料が剥がれている場合はもう一度インクを付け足し、十分にインクを乾かす。
- ・再び塩酸で10分間反応させる。
- ・引き揚げて流水で塩酸を洗い流す。
- ・ペイントマーカーの塗料をエタノールで拭き取る。

完成したネームプレートを図11に示す。



図11 ペイントマーカーのコーティングで作ったネームプレート

### 参考文献

- 1) 文部科学省「中学校学習指導要領解説 理科編 (平成20年9月)」大日本図書 (東京), p.99, (2012)
- 2) 文部科学省「小学校学習指導要領解説 理科編 (平成20年8月)」大日本図書 (東京), (2011)
- 3) 園田梨沙, 鎌田正裕, 「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」東京学芸大学紀要 自然科学系Vol.61. pp.11-16 (2009)

付録 **塩酸とアルミニウムでオリジナルネームプレートづくり**

( ) 組 ( ) 番 名前 ( )

◎塩酸って？

①塩酸は ( ) 性の水よう液

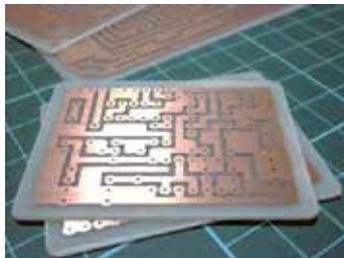
②塩酸は ( ) 体が溶けている水よう液

③塩酸は ( ) を  
溶かすことができる水よう液



◎この性質を利用して作られる身近なもの

作られるもの	見たことがある場所



このように、酸性の水よう液の性質を利用して金属の形を変える方法のことを「エッチング」といいます。

◎エッチングをしてみよう

- ① ろうで全体をコーティングしてあるアルミニウムのプレートに好きな字や絵をかく。
- ② 針金をプレートの穴に通して、テープに名前を書く。
- ③ 温めた塩酸に入れて約 20 分実験する。  
★アルミニウムのプレートの様子を観察しよう！
- ④ 取り出してコップの水で1度洗う。その後水道水で洗う。
- ⑤ 先生に提出する。
- ⑥ 先生が仕上げをしている間にワークシートを記入する。

ネームプレートのデザインを考えよう。

表 ●  裏 ●

◎ろうでコーティングしてあるアルミニウムのプレートを塩酸に入れているときの様子はどうでしたか。

ろうでコーティングしてある部分

● やなせあやか

文字の部分

◎実験で気が付いたことを書きましょう。

◎今日の実験（ネームプレート作り）の感想を書きましょう。  
（思ったこと・考えたこと・初めて知ったことなど）