

## 学生実験で行うガラス細工

迫田 憲治 (さこた けんじ)

所属：理学研究科 物質分子系専攻

専門分野：物理化学

趣味：野菜の栽培



### 1. はじめに

かつては多くの大学にガラス工作室や機械工作室があり、専門の技術職員の方が教育・研究をサポートして下さっていた。現在では、全国的にガラス・機械工作室は縮小傾向だと聞くが、幸いなことに大阪市立大学では両工作室ともに健在である。日々実験を行っている、良さそうなアイデアが浮かんでくることもあるわけで、すぐにそのアイデアを試したくなるのが人情である。筆者の専門である物理化学では装置を自作することも多く、研究のアイデアというのは、装置製作や改造に関係していることも多い。そのようなとき、民間に発注する手もあるのだが、これだと時間がかかってしまうことも多く、じれったい。その点、身近にガラス工作室や機械工作室があると、アイデアを実行に移すまでの時間を短くできるだけでなく、いろいろと融通がきいて非常にありがたい。また、民間に比べて圧倒的に低価格なのも魅力的である。

筆者も学部4年で物理化学の研究室に配属されたころから、機械工作室に足しげく通い、旋盤で部品を削り出したり、専門職員のかたに製作物の相談や製作依頼を行ったりしていた。筆者は化学科で教育を受けたので、図面の書き方や旋盤の使い方などをカリキュラムとして教えられたことはなかった。当時所属していた大学の機械工作室には、腕は確かであるがいわゆる職人氣質のこわい“おっちゃん”がいて、書いた図面に何度もダメ出しをされた。しかし、ただ図面を突き返すだけでなく、きちんとどこがダメなのかを指摘してくれていた。今思えば、その厳しい指摘を通して素人である筆者を教育してくれていたのだと思う。たしかに、そのやり取りを通して、曲がりなりにも相手に通じる図面を書けるようになったわけで、今では非常に感謝している（当時は本当に怖かったが）。

筆者の例でも分かるとおり、一般に化学科の学生が工作室と深いかわりをもつようになるのは、研究室に配属された学部4年以降であることが多く、市大の化学科も例にもれない。実際に研究活動を始めれば、工作室を頻繁に利用することになる学生も多いわけであり、学部3年生を対象とした学生実験を工作室と共同で実施することが学生の利益になるのではないかという話が出たのが昨年度のことである。これまで市大の化学科では、学部学生を対象にした本格的なガラス細工に関する教育課程は存在しておらず、また、化学科ではガラス器

具を多用した実験を行っている研究室も多いため、化学科の八ッ橋先生、伊藤先生（現高知工科大学）、ガラス工作室の堀井氏、中原氏のご尽力のもと、今年度の前期からガラス細工に関する学生実験をスタートさせた。

## 2. 実際のカリキュラム

市大の化学科では、学部3年前期に物理化学関連の実験を行う化学実験2を開講しており、ガラス細工はこのなかに組み込まれている。1 グループ 8~9名の学生が2日間(3,4時限目)にわたり、ガラス工作室で実習を行っており、今年度の受講者数は54名であった。実際の実習では、中原氏が実習内容の説明とガラス細工の実演を行ったのち、それぞれの学生が実際にガラス細工を行う、という手順で進めている。学生が実習を行っているあいだは、中原氏、堀井氏および筆者が、各学生の実習状況を見て回り、必要なアドバイスを与えたり、実演を交えたりして指導を行っている。今年度の実習内容は以下のとおりである。

### 1日目 ① 全体説明・諸注意

- ② ガラス管切断（手折り法、焼玉法）
- ③ ガラス管引き延ばし（足場作り）

### 2日目 ④ ゴム管止め

- ⑤ ガラス管接合（通常法、四隅焼き）
- ⑥ 課題製作
- ⑦ 自由製作

#### ① 全体説明・諸注意

実習の冒頭では、安全面に関する諸注意が与えられる。ガラス細工では、高温のガスバーナーを使用してガラスを軟化温度まで加熱する必要があるため、火傷に要注意である。また、加熱中のガラスは赤く光っているため、高温になっていることがすぐわかるが、炎から外した加熱直後のガラスは透明に戻っており、高温になっていることが目では分かりにくく、特に注意が必要である。また、ガラスやその破片は鋭利になっていることも多く、思わぬケガを負ってしまうこともありうるため、集中力を保って実習を行う必要がある。なお、化学科の学生は白衣と保護メガネを全員購入しているため、実習の際にはそれらを必ず着用するように指導している。実習は梅雨~初夏にかけて行うので、季節柄、サンダル履きの学生も多いが、実習日には必ず足全体が覆われている靴を着用してくるよう求めている。

#### ② ガラス管切断（手折り法、焼玉法）

全体説明が終わったあと、いよいよ実習がはじまる。はじめに、手折り法によるガラス管の切断を行う。手折り法は、ガラスが引っ張り応力に弱いことを利用した切断法であり、直径15mm程度までのガラス管を切断するのに用いられる。まず、ガラス管の外壁にヤスリで

3～4 mm 程度の長さの傷をつける。つぎに、傷を上に向け、傷の両側に親指を添えるようにして両手で握る。さいごに、肘を張り、両側に引くようにして切断する（図 1）。



図 1 手折り法

手折り法では、最初にヤスリでガラス管に傷をつけるが、ここで初心者がやってしまいがちなのが、ヤスリをのこぎりのようにガラス管のうえで往復させて深い傷を入れようとする点である。これをやってしまうと、ガラス管の傷自体は深くなるが、傷の頂点が丸みを帯びてしまい、ガラス管を引っ張っても上手く切断できない。適切な力を用い、1 回だけヤスリを這わせると、傷の頂点が鋭利になり、弱い力で簡単に切断することができる。ガラスの手折りをやったことのある方は分かるかもしれないが、最初はなかなか上手く切断することができないことも多く、苦勞している学生もいたが、何度かチャレンジしているとだんだんとコツが分かってきて、面白いようにポキポキと折れるようになっていた。

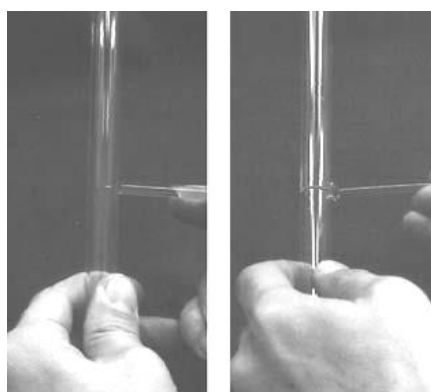


図 2 焼玉法

つぎに、熱衝撃を利用した焼玉法によるガラス管の切断を行う。まず、ガラス管にヤスリで傷をつける。つぎに、細いガラス管を熱し、ヤスリ傷の先端から 3～4 mm 離れたところに熱したガラス（焼玉）を押し当てると、急熱されることにより、ガラス管のひびが伸びる。さいごに、ひびの入ったガラス管を引っ張ると切断される（図 2）。

実際に焼玉法をやってみると、ガラス管のひびが伸びるのは、焼玉を当てた直後ではなくて、数秒たってからのことであるのがわかる。これは、ガラスに熱が伝わって膨張するのに少し時間がかかることを反映しているのだろう。また、焼玉がしっかり焼ける前に炎から焼玉を出してしまい、熱が十分伝わらないために上手くひびが伸びなくて苦勞している学生もいたが、ほどなくコツをつかんでいったようである。

### ③ ガラス管引き延ばし（足場作り）

実際にガラス細工をおこなうとき、太いガラス管を使用することもあるが、管が太いままでは回転させにくいので、ガラス管を引き伸ばして持ちやすい場所を作る。この部分を「足場」という。足場はガラス管を加熱して引き伸ばすことによってつくるため、ガラス管を一樣に加熱する必要がある。そのため、ガラス管を炎のなかで常に回転させるのであるが、ガ

ラス管をスムーズに回転させるには、以下のようにする。1. 左手でガラス管を上からつかみ、小指と薬指でガラス管を支える。2. 左手の親指と人差し指で回転させる。3. 右手の中指の爪の上にガラス管をのせ、親指と人差し指で軽くつかむように支えて回転させる(図3)。



図3 ガラス管の持ち方と回転のさせ方

足場を作るときのポイントは、足場とガラス管の回転軸が合うようにガラス管を引き伸ばすことである。加熱のときの回転のさせ方が悪いと融け方が不均一となり軸が合わなくなるので注意が必要である。また、ガラス管を均一に加熱できたとしても、軸が合うように引き伸ばすには、熟練の技が必要とされる。今回の実習でも、中原氏、堀井氏が作成された足場のように完全に軸があっているものを学生が作れるようになったわけではなかった。これは致し方ない部分があり、研究室に配属されてからも練習を積むしか方法はない。

#### ④ ゴム管止め

実際、研究室ではガラス管にゴム管などをつなげることがよくやられている。このとき、ガラス管からゴム管が簡単に外れないようにするために、ガラス管側にゴム管止めをつくる。作り方は以下のとおりである。1. 足場を作り、その足場の肩から1.5~2倍のところを細い炎で回しながら加熱し、両側から軽く押すことでガラス管に膨らみをつける。2. 1でつけたふくらみのすぐ横に同様にしてふくらみをつける。3. 足場を切り取り、切り口を焼いてなめらかにする。

実際にゴム管を作ってみると意外とむずかしい。特にふくらみをつけるときの力の入れ加減にコツが必要で、ちょうどよい力加減でないと、ほとんどふくらまなかったり、ふくらみすぎたりする。また、足場とガラス管の軸がある程度あっていないと、細い炎で加熱するときに、ガラス管がスムーズに回転せず、均一に加熱することができない。実際、学生がゴム管止めをつくるときには、1つのガラス管に何か所もゴム管止めをつくって練習を行うので、実習を終わったあとには、ガラスでできた竹のオブジェのようなものが大量に出来上がっていた。これはこれで、何とも言えない味わいのあるものがあつた。

#### ⑤ ガラス管接合(通常法、四隅焼き)

実際にガラス細工を行うときには、ガラスを接合する必要に迫られることが多い。今回はガラス管の接合実習を行ったが、このあたりになると、ガラス細工の素人がやるにはかなり難しい技術になってくる。実際の接合方法は以下のとおりである。1. 足場の付いたガラス管

を両手に持ち、接合する部分だけが熱せられるように、炎に対して接合部分が少し斜めになるようにして回しながら加熱する。2. 炎から出し、両方の接合部分を押し合わせる。3. 継ぎ目を細い炎でよく焼きこむ。4. ガラスが縮んできたら口で空気を吹き込む。5. 継ぎ目がなくなり、きれいに接合できるまで3と4を繰り返す。

実際に接合をやってみると、手順2の接合部分を押し合わせるころがむずかしく、最初はまともに押し合わせることにすら困難で、2つのガラス管が完全にズレてくっついてしまう。うまく接合部分を押し合わせていることができると、手順3と4を繰り返して継ぎ目をきれいにするのであるが、なかなか継ぎ目がなくなるところまではいかない。結局はこれも練習あるのみである。

### ⑥ 課題製作

ガラス細工の実習では、最後にこれまで習得した技術を利用して、1. キャピラリー（長さ5 cm程度）10本と保管用試験管 2. 試験管（直径15~18 mm）を製作する。この課題製作で作成したものは、学部3年後期に開講される化学実験IIIで使用することになっている。

課題製作1のほうは、多くの学生が比較的上手に作っていたが、課題製作2の試験管のほうは、学生によって出来はまちまちであった。2の試験管は、太いガラス管の一方を閉じることによって作る。ガラス管を閉じるときに発生する余ったガラスを取り除き、息を吹き込むことによってガラス管の底に丸みをつけるのであるが、底がいびつになってしまい、試験管と言いつけるのが憚られるものもいくつかあった。

### ⑦ 自由製作

学生実験としてのガラス細工実習は、⑥の終了後、レポート課題についての説明を行うと終了である。5時限目の授業のある学生はそのまま授業に向かうが、希望者は実験終了後、自由製作としてイルカのついたマドラーを作っている。マドラーの作り方は、中原氏が実演してくれるので、学生はそれを見て各自制作にトライしている。きちんと人数を数えていないが、大体、1/3~1/4の学生が自由製作を楽しんでいた。筆者も実際に作ってみたが、イルカをイルカらしく作るには、技術とともに美的センスが必要であり、筆者が作ったイルカは、イルカというよりナメクジであった。なお、ガラス工作室の2階には、中原氏が制作された美しいガラス細工がいろいろと置いてある。なかでも筆者の印象に残っているのは、カブトムシとクワガタのガラス細工である。売り物だったら、1万円はくだらないだろうと思わせる逸品である。

### 3. さいごに

ガラス細工の実験では、学生に簡単なアンケートを提出してもらっている。このアンケートの結果をみると、実験はおおむね好評のようである。ガラスというのは、普段の生活のなかでも身近なものであるが、実際に自分で作ってみる機会というのは殆どない。実際にガラス細工をやってみると、理屈抜きで楽しいものであり、学生も制作をエンジョイしていた。

一方、わずか2日間の実習のみで学生がガラス細工を極めることは不可能であり、また、筆者らもそれを求めているわけではない。実際に研究をしていると、これまで馴染みのなかったものに取り組む必要がでてくることも多いが、以前に少しでもやった経験があると、それに取り組む際の心理的障壁が著しく下がることを経験された方も多いのではないかと思う。学生が将来、ガラス細工の必要に迫られたときに、学生実験での経験が少しでも役に立つことを願っている。ガラス細工の学生実験は、ガラス工作室の堀井氏、中原氏の多大なるご尽力がなければ成立しない。特に、ガラス細工のプロフェッショナルである両氏の実演をまじかで見ながら実習を進められることが、教育効果を非常に高めている。堀井氏と中原氏のご尽力に深く感謝申し上げたい。