

オランダの涙について
——興味・関心を高める実験の開発——

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科
大谷 悦久

オランダの涙について

——興味・関心を高める実験の開発——

筑波大学附属駒場高校

大谷 悦久

1. はじめに

先生が教室で生徒に、2 cmほどのガラスの塊を見せる。生徒に「何に見えるか」と質問する。「ガラス」と答える。「そのとおり」。先生はガラスの塊を軽く金づちでたたく。つぎに、ガラスの塊を指に掲げて、「念力」を働かせると、それはみごとに砕け散る。

手品じみた実験は教室を活性化する。逆さコップのように単純なものであっても、振動反応のように理屈が必ずしも明らかでないものでも、進め方を工夫すれば、生き生きとした授業につながる。

このオランダの涙は、ガラスの融解したものを水で急冷し、強化ガラスとするものである。10年以上も前、化学クラブの生徒が文化祭で実験していたが、あまりうまくはできなかった。今回、書物にも紹介されたので（参考文献）実験を試みた。

少し工夫すると、比較的大きな涙ができるし、中学3年生のテーマ学習（授業時間内の自由研究、複数の教科で選択実施）の理科で実施し、25人全員の生徒が作れたので、作り方や注意点も含めて報告する。

2. 方法

- ①直径6 mm、長さ30 cmのガラス棒を用意し、その一端（いまA端とする）をスタンドにはほぼ水平に固定する。（ガラス棒の端をアルミ箔でくるむと固定しやすい）（図1）
- ②ガスバーナーでガラス棒の中央付近を加熱し、B端が自然に真下に曲がるまで加熱を続ける。
- ③曲がったB端のさらに真下に、溶けたガラスを受けるように、底にステンレス金網を張り、また水を入れた500 ml用ビーカーか、500 ml用メスシリンダーを置く。メスシリンダーを用いるときは、メスシリンダーを、少し水の入った水槽に入れ、万一溶融ガラス玉がメスシリンダーからそれでも、安全なようにしておく。）
- ④ガスバーナーの炎を強くし、B端を加熱する。
- ⑤赤く溶融したガラス玉が自然に水に落ちるまで加熱を続ける。
- ⑥水に落ちて割れなかったガラスがオランダの涙である。この涙の糸状の部分を端（尾）から少

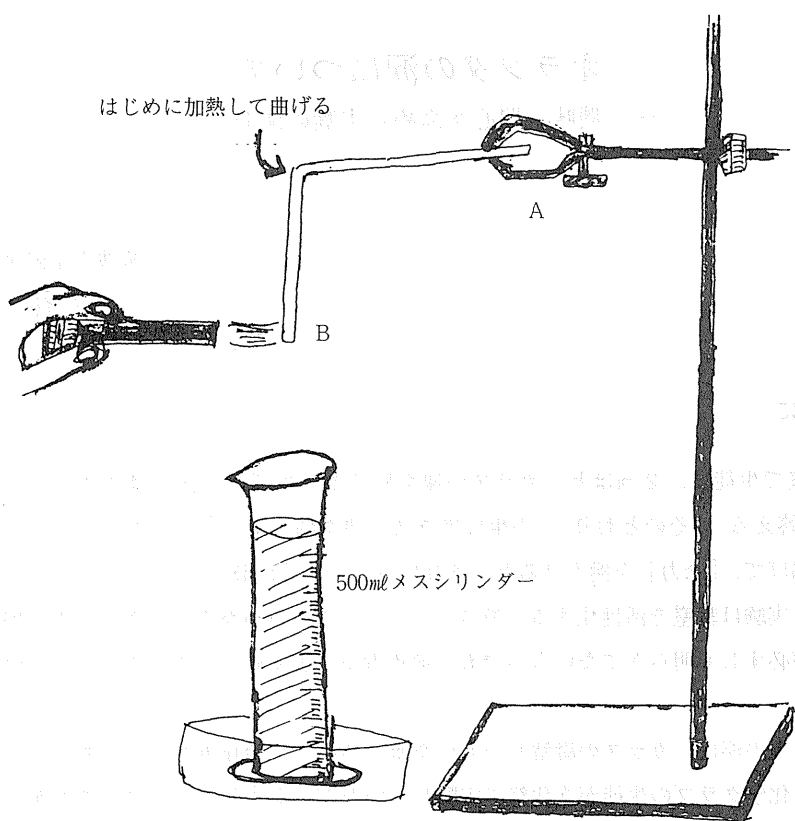


図1 オランダの涙、作り方

しずつ折っていくと、あるところで突然全体が粉々に碎ける。(目に入らないように注意)
もし、折りにくければ、ペンチを使う。

3. 注意点

- ①涙は碎けるというよりも破裂するという感じである。手でつかんでいると痛みを感じる。
- ②碎けたガラスの粉は、強化ガラスと同じだから、鋭くない。したがって、目に入ったりしなければそれほど心配ではない。ただし、散らかる。
- ③ガラスに色をつけたりすると見やすいし、演示効果も大きい。色ガラスを用いてもよい。
- ④製作した涙を置いておくと、時に自然に破裂するから注意。
- ⑤涙の製作のときに、水を入れたビーカーの底に金網を敷くのは、ビーカーの底で涙が壊れたとき、ビーカーの底を抜かないためである。メスシリンダーでは、ガラスの肉が厚いので壊れない。
- ⑥軍手をしたほうがよい。

⑦初めの一滴ができるまでは時間がかかるが、二滴目からは次々とできる。

4. 結果

①ガラス棒が太いほうが大きい涙ができるが、10mm以上ではほとんどできない。つまり水に入れるとその時点で壊れる。6mmでは成功率90%以上。8mmでは40%くらいになる。(表)

表 ガラス棒の質・太さと涙のでき方

ガラス棒	結果
硬質 6 mm	5滴のうち4滴生成。別にはすべて生成
軟質 6 mm	100%生成する。
硬質 8 mm	7滴のうち4滴生成
硬質10mm	生成しない。
軟質10mm	生成しない。

②図2から図5に作成した涙の一部を示した。

③硬質のガラス棒は加熱が大変だが、大きいのができる。なお、硬質のガラス棒では10mmの太さがあると、普通のバーナーでは加熱しきれない。8mmが限界。

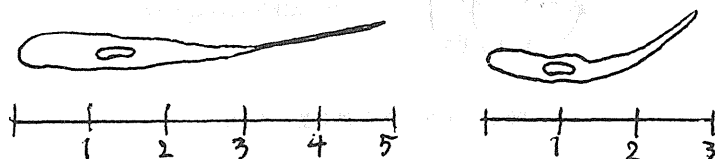


図2 硬質 6 mmから製作 (単位: cm)

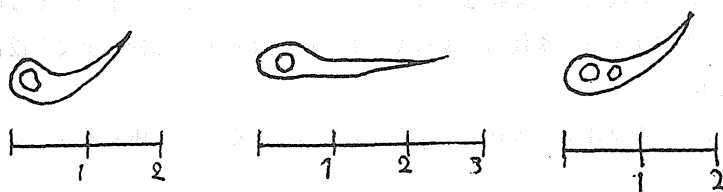


図3 軟質 6 mmから製作 (単位: cm)

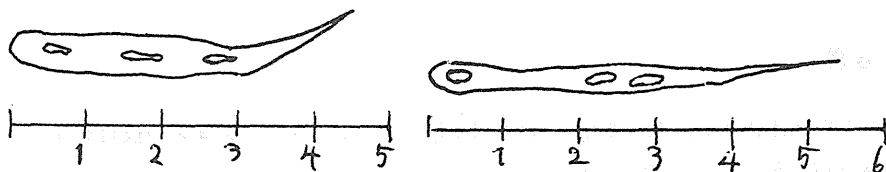


図4 軟質 6 mmから製作 (単位: cm)

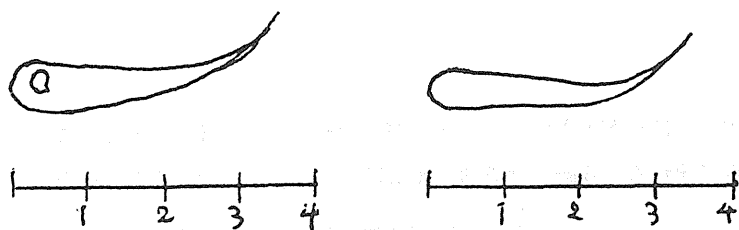


図5 硬質8mmから製作(単位:cm)

注. 右の涙には気体がない

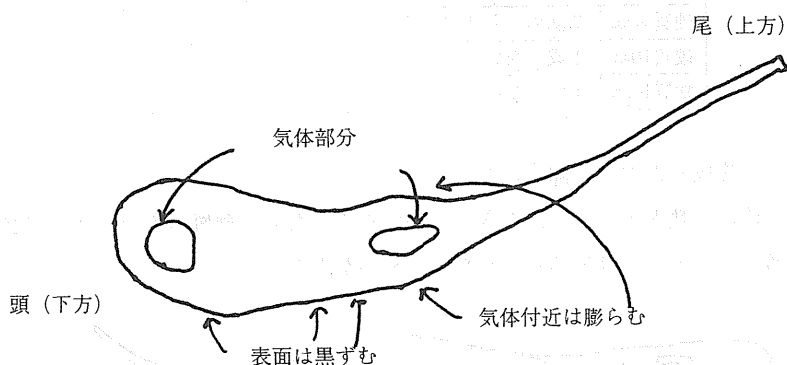


図6 オランダの涙:基本の形

- ④軟質のガラス棒では, 加熱は楽だが, 粘性がないので大きいのができない。ただ, 長細い涙ができる。(図4)
- ⑤涙の中にはほとんどの場合, 気体状態のものができる。これがないと水中で涙は壊れてしまう。つまり, オランダの涙ができる条件は, 少なくともこの気体状態の部分が重要な役目をしていると思われる。(図6)
- ⑥長い涙にはいくつもの気体が含まれる。また, 涙が大きくなると気体も大きくなる傾向がある。(図4)
- ⑦ガラス棒が涙に変化すると少し黒っぽくなる。
- ⑧涙の尾を折っても頭まで割れないことがある。逆に尾をほんの少し折っただけで全体が碎けることがある。

5. 考察

- ①涙の中の気体状態が, 涙が水中で外から固まってくるときクッションの役目をする。このため, 涙に張力がかかっても準安定に保たれる。
- ②涙の中の気体状態の正体は, ガラス棒にわずかに取り込まれていた気体になりやすい物質(大

部分は空気と思われるが、ここでは気体成分と呼ぶ)であろう。

③したがって、涙ができる仕組みは以下のように考えられる。

ガラスが赤熱溶融状態になると、気体成分は溶融状態の上部(尾)へ移動する。ガラス球が切れて、水に入ると糸状部分のほうが早く冷やされるので、気体成分はまだ固まっていない球形の方(頭)、つまり下部へ移動する。このとき、気体部分はいくつかに分離する可能性がある。この気体部分のできる状況や移動の状況と、ガラスが固まる状況がうまく合うと涙が形成される。

④ガラス棒より涙が黒くなるのは、気体部分が流失するためであろう。

6. その他

①軟質ガラスを加熱するときは、バーナーを動かし全体が一様に加熱されるようにすると、長い大きな涙となる。(図4)

②水温は25℃から30℃の範囲で実験した。温度は高くても低くても、涙のできかたに大きな影響はない。氷を用いたりしてみたが違いはない。ただし、沸騰させながらではあまりよくできない。

③涙の落ちる距離を変えても(ペットボトル3本をつなげてみたが)影響はない。せいぜいメスシリンダーくらいの距離があれば十分である。(ピーカーとも変わらない)

④受ける水に炭酸水素ナトリウムを飽和させてみたが影響はない。

参考文献

「ときめき化学実験」林 良重著 裳華房