

授業実践報告**夏休み公開講座**

小俣 大輔
Daisuke OMATA

2013年度より夏期講習期間中の午後に中学生対象の公開講座を担当しています。ここでは、その講座の内容および授業の雰囲気を紹介したいと思います。



写真① 〈ネームプレートの作成〉

写真①は中学生が家庭科調理室に入室した直後のものです。本講座では、要所要所でグループワーク（問題に対しグループで考えて一つの答えにまとめる）を計画していました。1グループは6人ほどのグループにします。グループワークに消極的になる一つの理由が相手の名前を知らないということです。そこで、まずはネームプレートを作成して相手の名前を知ってもらいました。そして自己紹介。最初こそ緊張で声も小さかったですが、私の方で紹介する

項目を少し決めてあげると生徒たちもスムーズに自己紹介をしていました。

本題です。大気圧の大きさがどのくらいなのか、身近なもので置き換えて考えてみます。まず、30cm四方のゴムシートに取っ手をつけた器具（写真②a）。ただのゴムシートをテーブルに置いただけなのに引っ張ってもテーブルから離れません（写真②b）。強く引っ張った結果、ネジ穴からネジが外れ、取っ手だけがゴムシートから離れてしまいました。これは空気がゴムシートを上から下に押さえつけているので、空気が押さえつけている力以上の力で引っ張らないとゴムシートは離れないということです。では、空気が押さえつけている力とはどれくらいでしょうか。



写真②a 〈ゴムシート〉



写真②b 〈大気圧を体験〉

$$\begin{aligned}
 \text{皆が住んでいる空間の気圧} &= 1 \text{ 気圧} \\
 &= 1013 \text{ hPa} \\
 &= 1013 \times 10^2 \text{ Pa} \\
 &= \underline{1013 \times 10^2 \text{ N/m}^2}
 \end{aligned}$$

皆が住んでいる空間の気圧（空気による圧力）は $1013 \times 10^2 \text{ N/m}^2$ です。これは 1m^2 に $1013 \times 10^2 \text{ N}$ （この力は約 10000kg の物体の重力と同じ）の力が働くということです。重力とは別名、重さです。 10000kg の物体の重力…、これは 10t の物体の重力。 1m^2 という小さい面積に 10t …、 10t とは大体ゾウ2～3頭分です。かなりの圧力の中で皆さんは生活していることになります。

ここで、1回目のグループワーク。(写真③)

〈問〉皆が住んでいる空間では 1m^2 にゾウ2～3頭分の重力が働いています。皆の体の表面積は 1m^2 以上あるはず。つまり、皆はゾウ2～3頭を背負って生活をしているはずなのに、ゾウ2～3頭の重さを感じないのはなぜでしょうか。

〈答〉人間の体の内部も1気圧になっているから。

この間は高校生にも授業で投げかけます。中学生たちは自己紹介の甲斐もあり、意見を出し合い、答えをまとめようと頑張っていました。まとめた答えを各グループの代表者に発表してもらい、私からの正解発表。ここでは正解を出すのが目的ではありません。意見を出し合い、まとめることが大切なのです。



写真③ 〈グループワークの様子〉

次はペットボトルを大気圧で潰す実験です。(写真④a)

以下の手順に従って実験をします。



写真④a 〈ペットボトル潰し〉

- 手順①ペットボトルに熱湯を少量入れる。
 - 手順②ペットボトルに蓋をして、シェイクする。
 - 手順③中の熱湯を捨てて、蓋をする。
 - 手順④ペットボトルを水の中に入れる。
- (空中にそのまま放置でも可)

まずは、私が演示として手順に従い、ペットボトルを潰してみました。(写真④b)

中学生たちは初対面ながらも班ごとにコミュニケーションをとりながら実験をしていました。(写真④c)

実際に自分で実験をしてみると「おお」とか「すごい」とか歓喜の声が上がっていました。

そして、またグループワーク。

〈問〉なぜペットボトルが潰れたのだろうか。

〈答〉ペットボトル内の空気が膨張された後、冷やされて収縮した時に真空部分がペットボトル内にできる。真空部分が水圧と大気圧によって力を受けて潰れる。

これは「水につける」や「お湯を少し入れてシェイク」という過程がヒントになったのか正解に近い答えを出すグループがいくつかありました。お湯にさえ気を付ければ小さい子供にもできるという手軽さもあり、中学生には是非持ち帰ってもらいたい実験です。

最後の演示、小便小僧です。(写真⑤)

以下の手順に従ってみると小便小僧から水が飛び出します。小便小僧の下腹部には小さな穴が開いています。

手順①熱湯をかけてあたためる。

手順②冷水に浸して冷やす。

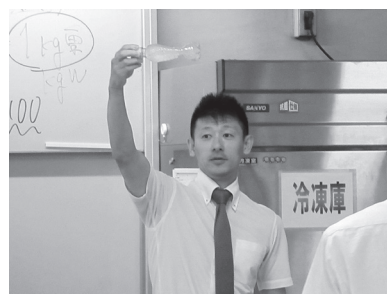
手順③再び熱湯をかけると…。

小便小僧からは水が飛び出すのですが、水族館でイルカショーを見た時に水が観客席にかかるときと同じような盛り上がりがありました。

ここで、またまたグループワークです。

〈問〉なぜ小便小僧から水が飛び出たのだろうか。

〈答〉小便小僧にお湯を掛けると内部の空気が膨張する。そして小僧を水に浸すと内部の空気



写真④b 〈大気圧で潰れたペットボトル〉



写真④c 〈実験の様子〉



写真⑤ 〈小便小僧〉

が冷えて収縮し、空気のない部分（真空）が出来る。そこに下腹部の小さな穴から水が小僧の内部に入る。その後、小僧にお湯を再び掛けると内部の空気が膨張し、水を押し出す。

ペットボトルの実験をした後なので「空気の膨張圧縮」という考えが中学生の頭にはあるからか「小便小僧の中の空気がどうのこうの…」という意見がグループ内でちらほら聞こえてきていました。

ここまでグループワークをしてきて慣れたこともあり、良い雰囲気で行われていて、正解を出すグループもありました。

最後に大気圧に関する問①～③をグループで考え、答えをまとめます。

問① ジュースが飲めるストローの限界の長さはいくらか。

問② 深海魚を水揚げするとどうなるか。

問③ 富士山頂での沸点は何度か。 ※答えは中学生配布用プリントに記載

少しボリュームがあったようで最後の問①～③は一部解説しましたが、残りは入学してからということにしました。4月から國學院高校で理科を勉強したいと思ってくれたら幸いです。

中学生は1時間前とは打って変わってしっかりと考え、お互いに意見を出し合い答えをまとめていました。この講座では「空気の力を知る」ということで大気圧について話をしましたが、本当に大切なこと、伝えなかったことは「人と面と向かってコミュニケーションをとる」「人の意見を聞き、自らしっかりと考え、相手に伝える」ということです。この講座が中学生にとって「人と面と向かってコミュニケーションをとる」「人の意見を聞き、自らしっかりと考え、相手に伝える」ことへのきっかけになってくれればと思います。

2013年度より始めた中学生対象の公開講座ですが、2015年度をもって公開講座は終了しました。

ほとんどの生徒が初対面で授業に臨みましたがネームプレートの作成により、相手の名前が分かりコミュニケーションが取りやすくなりました。またグループワークをすることで自分の考えを相手に伝えるということにも取り組むことができ、有意義な時間を生徒たちは過ごせたのではないかと思います。

科学に興味を持ってもらうためにやってきたことですが、また機会があれば是非やってみたいと思います。

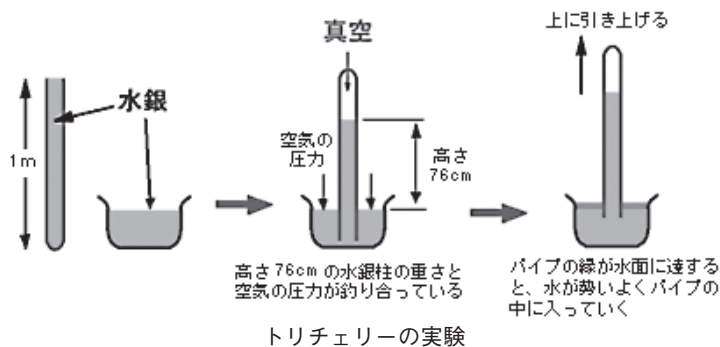
※以下は中学生に配布用プリントです

〈夏休み公開講座〉

1. 空気の力を知る

トリチェリー（イタリア、1608年～1647年）の実験により大気圧が測定された。実験内容は以下の通りです。

実験では片方が閉じた1mのガラスのパイプに水銀を満らし、水銀が入った容器の中にそれを立てました。すると、パイプの中の水銀は下がり、パイプの上部に空間が出来ます。そこが「真空」です。また、パイプの中に残った水銀の高さは約76cmでした。大気圧とパイプの中に残った水銀柱の重さが釣り合ったため、水銀がパイプの中に残っていたわけです。次に、容器の上部に水を入れてパイプを水のあるレベルまで引き上げました。パイプの口が水面に達すると、パイプの中に水が勢いよく入っていきました。この実験から、トリチェリーは「人間は大気という海の底に住んでいる（noi viviamo sommersi nel fondo d'un pelago d'aria elementare）」と考えました。



(参照 <http://www.bioweather.net/column/weather/contents/mame046.htm>)

または『トリチェリーの実験』で検索)

$$\begin{aligned}
 \text{皆が住んでいる空間の気圧} &= 1 \text{ 気圧} \\
 &= 1013 \text{ hPa} \\
 &= 1013 \times 10^2 \text{ Pa} \\
 &= \underline{1013 \times 10^2 \text{ N/m}^2}
 \end{aligned}$$

それでは、 $1013 \times 10^2 \text{ N/m}^2$ を身近なもので表してみましょう。

$1013 \times 10^2 \text{ N/m}^2$ とは \Rightarrow 1 m^2 に $1013 \times 10^2 \text{ N}$ の力が働くということ
 \Rightarrow $1013 \times 10^2 \text{ N} \approx 1000 \times 10^2 \text{ N}$ としよう
 \Rightarrow $1 \text{ N} \approx 0.1 \text{ kgw}$ なので…

よって $1013 \times 10^2 \text{ N} \approx 1000 \times 10^2 \text{ N} \approx (\quad) \text{ kgw}$



(\quad) $\text{kgw} = (\quad) \text{ kg}$ の物体に働く重力



つまり

$1013 \times 10^2 \text{ N/m}^2$ とは (\quad)
 ということ!

〈演示①〉 ゴムシート (30cm × 30cm)

ゴムシートにはどれくらいの力が働いているだろうか。

〈演示②〉 小便小僧 (陶器)

なぜ水が飛び出すのだろうか。

手順①熱湯をかけてあたためる。

手順②冷水で冷やす。

手順③再び熱湯をかけると…。

〈実験〉 ペットボトルを大気圧で潰してみよう。

手順①ペットボトルに熱湯を少量入れる。

手順②ペットボトルに蓋をして、シェイクする。

手順③中の熱湯を捨てて、蓋をする。

手順④ペットボトルを水の中に入れる。(空中にそのまま放置でも可)

〈問題〉

- ①長いストローでジュースを飲もう。ジュースが飲める限界のストローの長さはどれくらいだろうか。

A. 約10m

簡単に言うと、断面積 1cm^2 で高さ10mの水柱の水圧と大気圧が釣り合うから。それ以上、水が高くなると、大気圧が水圧に負けて水が下がる（つまり高さが低くなる）。

- ②深海魚を水揚げすると、深海魚はどうなるだろうか。

A. 体が膨れ上がる

深海魚の体内の圧力は、深海の圧力と同じになっています。海の浅い所と深い所では、浅い所の方が圧力は低くなっているため、深海魚が地上に上がってくると、深海魚の体内の圧力の方が海の浅い所や空気中での圧力より大きくなるので深海魚の体はパンパンに膨れ上がります。

表層・中深層（水深200 - 1,000m）・漸深層（水深1,000 - 3,000m、2 - 5℃）・

深海層（水深3,000 - 6,000m、1 - 2℃）・超深海層（6,000m以深）に分けられる。

$$P = \rho gh = 1000 \times 9.8 \times 10\text{m} = 98000\text{N/m}^2$$

③ 普段、お湯が沸いた時の温度は100℃です。では富士山頂では何度でお湯が沸くだろうか。

A. 3776m、88℃。

沸点より低い温度でも液体の表面から少しずつ蒸発しています。

液体の表面から飛び出した分子は空気分子と衝突します。

このとき、空気分子より蒸気圧（分子が飛び出す圧力）が低いとき、空気分子により撃墜され、また、液面に戻ります。分子の何%かが、空気分子中に割り込み蒸発するのです。しかし、空気分子より高い圧力で液面から飛び出したとき、空気分子に撃墜されずに液面から飛び出すことができます。これが沸騰です。

10m上昇で1 hPa下がる。(一定ではない)

富士山頂 ⇒ 0.7気圧

エベレスト ⇒ 0.3気圧

1気圧 = 1バール