

実感を伴った物理量の理解

～大気圧の測定～

PROFILE

田口 哲 たぐち さとし（北海道教育大学教授（札幌校））

1968年北海道生まれ。北海道教育大学卒業。北海道大学大学院理学研究科修士課程・同大学院地球環境科学研究科博士課程修了。博士（地球環境科学）。北海道教育大学講師、准教授を経て2011年より現職。専門は物理化学、化学教育。1999～2001年大学入試センター教科専門委員会委員、2006～2011年大学入試センター教科科目第2委員会委員。化学教育ジャーナル(CEJ)編集委員。著書「理科教育学―教師とこれから教師になる人のために―」（東京教学社）、「解説実験書 新しい北海道の理科」（北海道教育大学）。電気化学・物理化学に関する論文、化学教育に関する論文等多数。



① はじめに

前回(No.15 p.24-25)、物理量＝数値×単位を意識した指導について解説しました。今回は前回も踏まえ、圧力、中でも大気圧の測定を例として、実感を伴った物理量の理解について考えてみたいと思います。圧力を取り上げたのは、中学生が難しいと感じている¹⁾ことに加え、圧力の学習が単なる計算問題になっていることが指摘されている²⁾ためです。

圧力とは単位面積あたりの力ですが、圧力の理解が難しいと感じる理由は、力の大きさと面積の2つが関わり複雑なこと、圧力を求める式の意味がよくわからないこと、さらに記号や単位が加わり複雑なためであることが明らかにされています¹⁾。



「未来へひろがるサイエンス1」p.225

② 大気圧についての学習内容

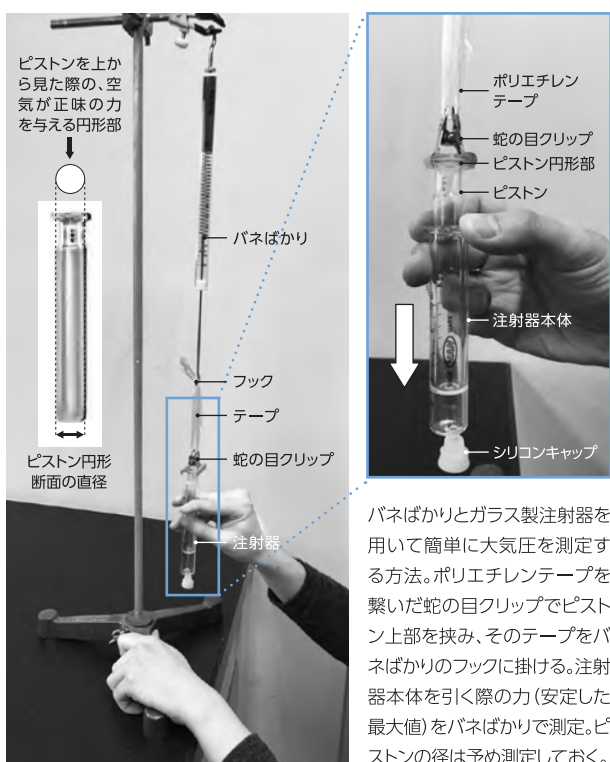
学習指導要領の解説では、圧力が、力の大きさと力が働く面積に関係があることと単位面積あたりの力であることをスポンジを用いた実験で学んだ後、大気圧については、空気の重さに関連付けて理解させることやあらゆる向きから働くことなどを理解させることが求められています。教科書では、地上の大気圧は約1013 hPa＝約100000 N/m²であることや(左下図)、大気圧によって押し付けられた取っ手付きゴム板で机が持ち上がる様子が示されています。

③ 大気圧を実感しながら測定する

気圧は、中学校ではアネロイド気圧計で測定することが多いかと思います。また最近では、スマートフォンに気圧センサーが内蔵されていますので簡単に測定することができます。しかし、これら計器での測定は単なる数値の読み取りになりがちで「実感を伴った理解」にはなり難いと思われます。そこで、発展的にはなりますが、バネばかりとガラス製注射器を活用して、空気が与える(分

子衝突による)力を実感しつつ大気圧を簡単に測定できる方法を紹介します。

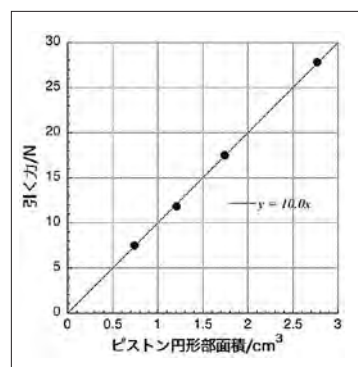
伸縮性のないポリエチレン製テープでバネばかりのフックとガラス製注射器のピストンを繋ぎます。注射器のピストンにはグリセリンを薄く塗り密閉性をよくしておきます。ピストンは注射器の先端まで押し込み、その先端をシリコンキャップなどで閉じます(下の写真参照)。この注射器本体を手でつかんでゆっくり引く際に必要な力、すなわちピストン上部円形部(写真参照)に空気が与える力をバネばかりで測定します(注射器内部は真空)。この際、ピストンが注射器から抜けないように、ピストンを引く程度は、ピストンの先端が注射器の容量の半分の目盛りを指すくらいに止めます。この方法のよいところは、空気が与える力を注射器を手で引くことで実感しながら、その力を定量的に測定できることです。



右段のグラフは、この方法で、空気が与える力をピストン円形部の面積を変えて測定した結果の一例です(3、5、10、20 mLの注射器を使用)。空気が正味の力を与えるピストン上部円形部の面積は、ピストンの円形断面の直径を定規で測れば求めることができます(ノギス

を使った方が正確ですが、その場合は教師が予め測って提示した方がよいでしょう)。例えば、ピストン円形部の面積が 0.74 cm^2 (3 mL注射器)のとき注射器を引く力はグラフから7.5 Nですので、大気圧は力/面積 $=7.5 \text{ N}/(7.4 \times 10^{-5} \text{ m}^2)=1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2=1.0 \times 10^3 \text{ hPa}$ と得られます。5、10、20 mL注射器を用いても圧力は同じ値が得られます。色々な大きさの注射器で測定を行った後、実際に、生徒に下のグラフをかかせたり、大気圧を計算で求めさせたりすると、実感を伴った大気圧の理解に効果的と思われる。その際、苦手意識が強いかなとは思いますが、面積を求めるときは生徒自身がcmからmへの単位変換を行い、また、単位 $\text{N/m}^2=\text{Pa}$ の意味(単位面積あたりの力)を意識しながら大気圧を求めることが大切です。

さらにこのグラフから、力の大きさは面積に比例する、すなわち一次関数になっていることがわかります。圧力を学ぶ単元は、1年生の第1分野でしたが、新学習指導要領に



注射器のピストンを引く力と
ピストン円形部面積の関係

においては2年生の第2分野へと移行されました。その結果、指導のタイミングが合えば、2年生の数学で学ぶ「一次関数」と関連付けながら結果を考察することが可能です。また、このグラフの直線の傾き(単位あり)が大気圧を表していることを、数学で学んだ内容を活用して考えることもできます。このような簡単な実験も活用しながら、単なる計算問題ではなく“実感を伴った圧力の理解”へと引き上げていただければと思います。

引用・参考文献

- 1) 石井俊行、科学教育研究、39(1)42 (2015)
- 2) 藤垣和之、日本理科教育学会全国大会要項、46、276、(1996)