

かんたん工作 マリオットの瓶

村田憲治@山県高校

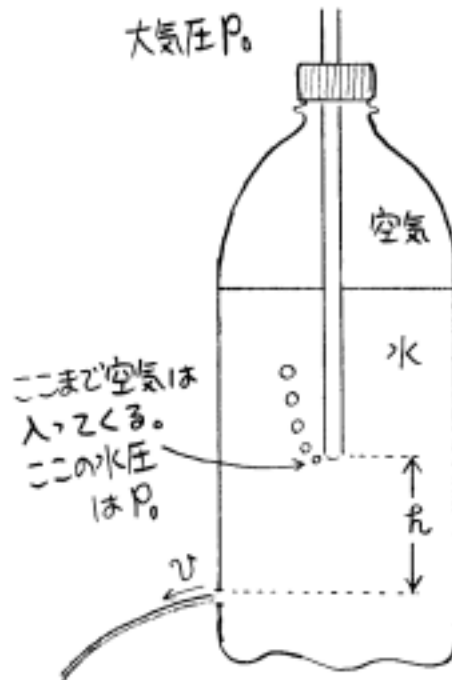
フランスの物理学者マリオットが考案した、水深が下がってきても水の流出速度が一定である容器（マリオットの^{びん}瓶）をペットボトルで作ってみました。

用意するのはペットボトルとプラスチックのパイプ

ペットボトルの下の方にドリルで直径3mm程度の穴をあけます。またボトルのフタに穴をあけてプラスチックのパイプを差し込みます。（パイプは固定せず、上下に動かせるようにしておくとよい）これで完成です。5分もあればできるでしょう。

水の流出速度が一定になるわけ

水を入れてからパイプを差し込むと、パイプの下端からボコボコと空気が入り込んで、ボトルの穴から水が流れ出します。しかし、水位が下がってもパイプの下端が水面下にある間は、流れ出る水のスピードは一定です。パイプを深く沈めると流量は少なくなり、浅くすると流量は多くなります。流出する水の速さ v は、パイプの下端とボトルにあけた穴との高さの差 h で決まるのです。ちょっと計算してみましょう。



ペットボトル内の空気は減圧されており、パイプ下端での水圧は大気圧に等しくなっています。（パイプ下端での水圧＝ボトル内の空気圧＋パイプ下端より上の水による水圧＝大気圧）水が流れ出して水位が下がると（パイプ下端の水圧が下がるので）大気圧に押されて外から空気が入り込んで、パイプ下端の水圧は自動的に大気圧 p_0 に等しくなるわけです。

水の流出速度 v は、ベルヌーイの定理 $\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + p = \text{一定}$ から求められます。

パイプの下端では $v = 0$ 、ボトルの穴の所では $h = 0$ ですから、

$\frac{1}{2}\rho \times 0^2 + \rho gh + p_0 = \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g \times 0 + p_0$ より、 $v = \sqrt{2gh}$ となるのです。