

蒸気機関のモデル実験の工夫

池田 和人

高等学校の理科基礎では、内容の「(2)自然の探究と科学の発展」の「ウ エネルギーの考え方」の単元で、蒸気機関の発明にも触れることになっている。ここでは、ピストン付の蒸気機関の最初の発明者であるフランスのパパンが17世紀末に考案した蒸気機関^{*1)}のモデル実験を紹介するとともに、実験の成功率を上げるために、実験材料の空き缶の組み合わせについて検討した。

〔キーワード〕 高等学校理科基礎 パパン 蒸気機関 モデル実験 総合的な学習の時間

はじめに

理科基礎の内容(2)のウ「(ア) エネルギーの考え方の形成」では、熱と仕事との関係や熱と他のエネルギーとの変換に関する実験を通して、エネルギー保存の法則が自然のあらゆる現象を貫いて成立する自然科学の一般的な原理として確立されたことを扱うことになっている。

パパンの蒸気機関のモデル実験^{*2)}は、生徒に熱エネルギーから位置エネルギーへの変換を理解させる上で有効な教材である。しかし、実験を実施した場合、約半数がスチール缶にかぶせたアルミニウム缶がつぶれ、失敗してした。

そこで、方法通りに行えば、モデル実験が必ず成功するようにするため、実験のポイントと考えられるスチール缶とアルミニウム缶との組み合わせを検討することにした。

準 備

スチール缶、アルミニウム缶、吸盤付きフック（吸盤径4cm程度）、測量用水糸（テトロンまたはポリエチレン製）または金属線、グリス、木の棒（長さ50cm程度）、鉄製スタンド、ビーカー、ガスバーナー、千枚通し、布ガムテープ、はさみ、カッター、ペットボトル、ヒートン、軍手

方 法

- (1) スチール缶のプルタブをはずし、側面に真空グリスを塗る。
- (2) アルミニウム缶の口の方をカッターで切り取り、はさみで缶の切断面の凹凸をきれいに切り取る。このとき、アルミニウム缶の底面から1cm位の位置に空気抜きの穴をあけておく。

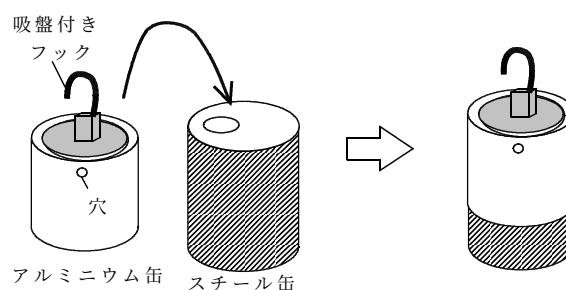


図1 パパンの蒸気機関のモデル

- (3) 方法(1)のスチール缶に少量の水を入れて方法(2)のアルミニウム缶を静かにかぶせ、グリスをなじませる。また、アルミニウム缶の底に吸盤付きフックを取り付ける（図1）。
- (4) 木の棒の両端にヒートンを用いて測量用水糸を取り付け、支点となる穴をあけて、てこをつくる。

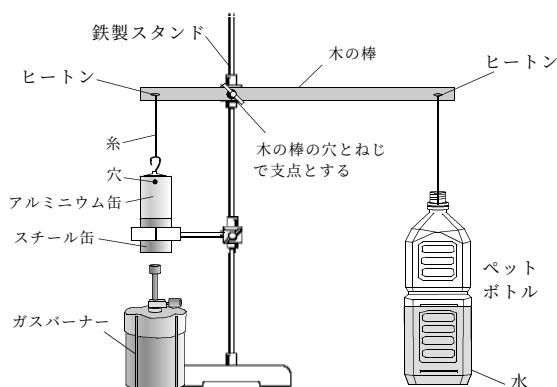


図2 実験装置

- (5) 木の棒の穴に鉄製スタンドのねじを通し、鉄製スタンドに、てこを取り付ける（図2）。
- (6) スチール缶の底を鉄製スタンドで固定し、アルミニウム缶のフックと水を入れたペットボトルを、図2のように測量用水糸で結ぶ。
- (7) スチール缶の底をガスバーナーで加熱する。
- (8) アルミニウム缶の穴から十分湯気が出るまで加熱したら、火を止めてアルミニウム缶の穴を布ガムテープでふさぎ、アルミニウム缶の上から冷水をかける。
- (9) スチール缶は「午後の紅茶」「おいしいお茶」「不二家ネクター」、アルミニウム缶は「ポカリスエット」「爽健美茶」「まる茶」「生茶」を使用し、それぞれの組み合わせで実験が成功するか、確認した。

留意点

方法(8)はやけどしないように、軍手を着用して行う。また、火を消した後もしばらくの間缶が熱くなっているので、素手で触れないようにする。

結果

	成功：○ 失敗：×			
	ポカリスエット	爽健美茶	まる茶	生茶
午後の紅茶	×	×	×	×

おいしいお茶	○	○	○	○
不二家ネクター	×	×	×	×

考察

店頭に出回っているスチール缶は、アルミニウム缶に比べて種類が少ない。アルミニウム缶との相性から、「おいしいお茶」をスチール缶として用いると、実験の成功率は、ほぼ100%となる。

また、方法(2)のアルミニウム缶の口の方をカッターで切り取り、はさみで缶の切断面の凹凸をきれいに切り取ることをしなければ、スチール缶とアルミニウム缶との密着がうまくいかず、実験は失敗に終わってしまう。

おわりに

パパンの蒸気機関のモデル実験の発展のさせ方としては、何kgのおもりまで持ち上げることができるかなど、この蒸気機関の性能を探究したり、連続して動力を取り出す方法を検討することが考えられる。また、ニューコメンやワットの蒸気機関について調べる学習も考えられる。さらに、中学校においても、総合的な学習の時間において、エネルギーとの関連で授業に取り入れることができると考えられる。

参考文献

- 1) 安孫子誠也 歴史をたどる物理学 東京教学社 1981
- 2) 東徹 熱機関の復元装置の製作 全国理科センター研究発表会資料 大阪府教育センター 2000

(いけだ かずひと 物理研究室研究員)