

簡易煙発生器の改良と対流実験装置の作製

—小学校「ものの温まり方」、中学校「気象とその変化」の学習等への活用—

近藤 浩文

平成22年度に、簡易煙発生器を作製し、空気の温まり方を調べるための実験方法について検討した^{*1)}。ここでは、簡易煙発生器を改良するとともに、新たに対流実験装置を作製し、温度差による空気の移動をより観察しやすくするための実験方法について検討した。

〔キーワード〕 簡易煙発生器 対流実験装置 空気の温まり方 海陸風

はじめに

平成22年度に、市販の風船用ポンプを利用した簡易煙発生器を作製し、空気の温まり方を調べるための実験方法について検討したが、その後、市販の風船用ポンプが容量の小さなものに替わったため、空気の動きを観察するための十分な量の煙を放出することができなくなっていた。今回は、まず、容量の小さな風船用ポンプを2個使用することなどにより簡易煙発生器を改良した。また、新たに対流実験装置を作製し、小学校第4学年の「ものの温まり方」における、部屋の空気が暖房機器で温められることによって起こる対流や、中学校第2学年の「気象とその変化」の学習における、陸上と海上の気温の差によって起こる海陸風など、温度差による空気の移動をより観察しやすくするための実験方法について検討した。

1 簡易煙発生器の改良

前回作製した簡易煙発生器では、5号のシリコン栓に直径8mm、深さ20mmの穴を掘り、半分に折った線香を7本程度差し込んで燃やしていたが、今回は、穴の直径を11mmに拡大し、線香を11本差し込めるようにすることで、発生する煙を増量させた。また、前は、容量が約80mLの風船用ポンプを1個使用したのに対し、今回は、現在市販されている容量が約50mLの風船用ポンプを2個使用することにより放出する煙の増量を図った。

準備

風船用ポンプ（容量約50mL）、シリコン栓（3号、5号）、ポリエチレン管（外径6mm）、ポリエチレン管（外径8mm）、ゴム管（外径7mm）、プラスチックカップ（材質：PET樹脂）、接着剤（ホットグルーボンドなど）、コルクボーラ、彫刻刀（丸刀）、カッターナイフ、輪ゴム

方法

(1) ポンプ部分の改良

図1のように、風船用ポンプを2個重ね、1本の輪ゴムを交差させながら巻き付けることにより固定する。



図1 2個の風船用ポンプの固定

(2) ふたまたポリエチレン管の作製

ア 外径11mmのコルクボーラと彫刻刀を用いて、5号のシリコン栓2個に、それぞれ直径が11mm、深さが約13mmの穴を掘る。また、それぞれの穴の中心に外径6.5mmのコルクボーラを用いて穴を開け、約3cmに切断し

たポリエチレン管（外径 6mm）を通す。

イ 約 3.5cm に切断した 2 本のポリエチレン管（外径 6mm）の一端をそれぞれ斜めに切断する。また、約 6cm に切断したポリエチレン管（外径 8mm）の一端を V 字型に切断する（図 2 ①）。

ウ ポリエチレン管（外径 8mm）の V 字に切断した部分の先端にポリエチレン管の切片を接着剤で固定し、股の部分を作った後（図 2 ①）、2 本のポリエチレン管（外径 6mm）の斜めに切断した断面をポリエチレン管（外径 8mm）の切断面にそれぞれ接着し、接着部分を多量の接着剤で覆い、気密性を高める（図 2 ②）。

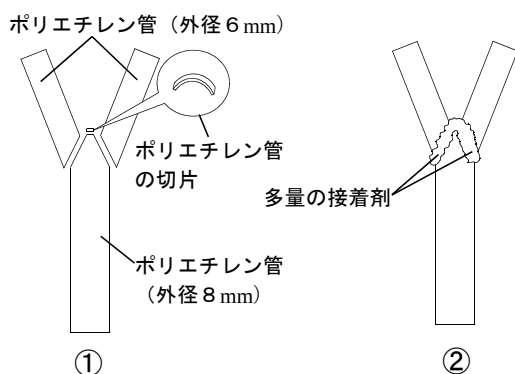


図 2 ふたまたポリエチレン管の作製

(3) 燃烧容器とスタンドの作製

ア 図 3 ①のように、線香の燃烧容器を作るため、2 個のプラスチックカップの口どうしを接着剤を用いて接着し、熱したコルクボーラを用いて、上のカップの底部に直径約 17mm の穴を、下のカップの底部に直径約 19mm の穴をそれぞれ 1 個開ける。また、下のカップの側面下部に直径約 6mm の穴を 20～30mm 間隔で 5～6 個開け、空気穴を作る。

イ 図 3 ②のように、簡易煙発生器のスタンドを作るため、プラスチックカップを、図の点線部分で切断し、側面下部に直径約 13mm の穴を 20～30mm 間隔で 5～6 個開け、空気穴を作る。

(4) 簡易煙発生器の組み立てと使い方

ア 3 号のシリコン栓に、外径 6.5mm のコル

クボーラで穴を開け、約 5cm の長さに切断したポリエチレン管（外径 6mm）を通し、長さ約 40cm のゴム管に接続する。

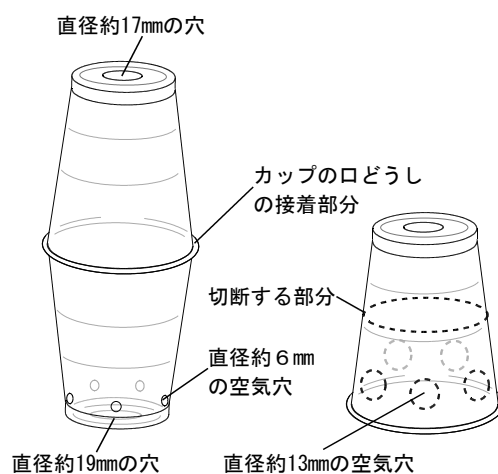


図 3 線香の燃烧容器とスタンド

イ (2) ア～ウで作った部品を図 4 ①のようにゴム管で接続し、さらに、風船用ポンプと(3) ア、イ及び(4) アで作った部品を接続して簡易煙発生器を完成させる（図 4 ②）。

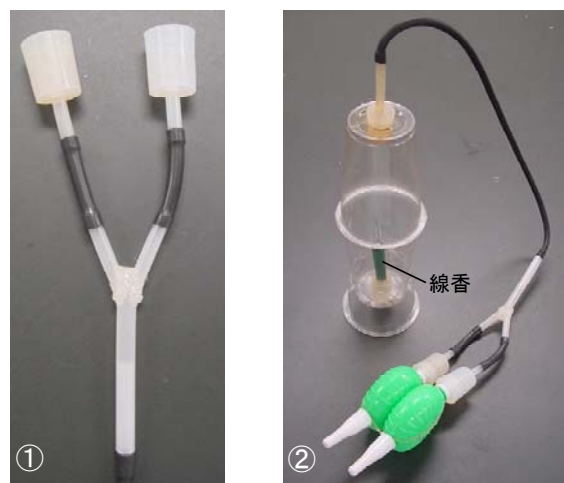


図 4 部品の接続と完成した簡易煙発生器

ウ 図 4 ②の線香に点火し、煙が燃烧容器の内部に満たされた後、2 個の風船用ポンプを同時に静かに押すと、空気の動きを観察するための十分な量の煙を放出することができる。

2 対流実験装置の作製

対流実験装置（図5）は、装置内を「部屋」や「海上と陸上」などに見立てたモデル実験を行うための装置であり、空気の対流を煙の動きを通して観察することができる。また、目的に応じて、空気の加熱・冷却方法、煙を放出する位置などを変えて実験できるように工夫した。

(1) 対流実験装置の作製

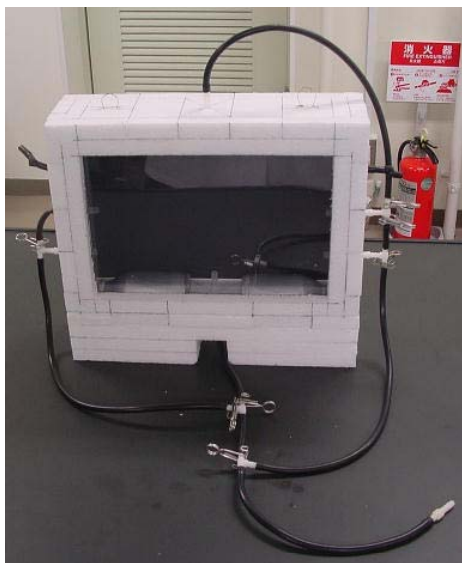


図5 対流実験装置

準備

発泡スチロール板（厚さ20mm）、画用紙（黒色）、硬質カードケース（A4サイズ）、接着剤（発泡スチロール用、両面テープ、ゴム管、ポリエチレン管（外径8mm）、T型ホース継手（6mm）、二方型ホース継手（6mm）、ピンチコック、LEDライト、カッターナイフ、コルクボーラ

方法

ア 図6のように、発泡スチロール板をカッターナイフで切り抜いて組み立て、装置内部に幅34cm、奥行7cm、高さ24cmの空間を作った。また、内壁の上面、側面、背面に、両面テープで黒色画用紙を貼り付け、前面の中央部を縦20cm、横30cmの長方形に切り抜いて内側から硬質カードケースを貼り付けることにより、煙の動きの観察がしやすくなるように工夫した。

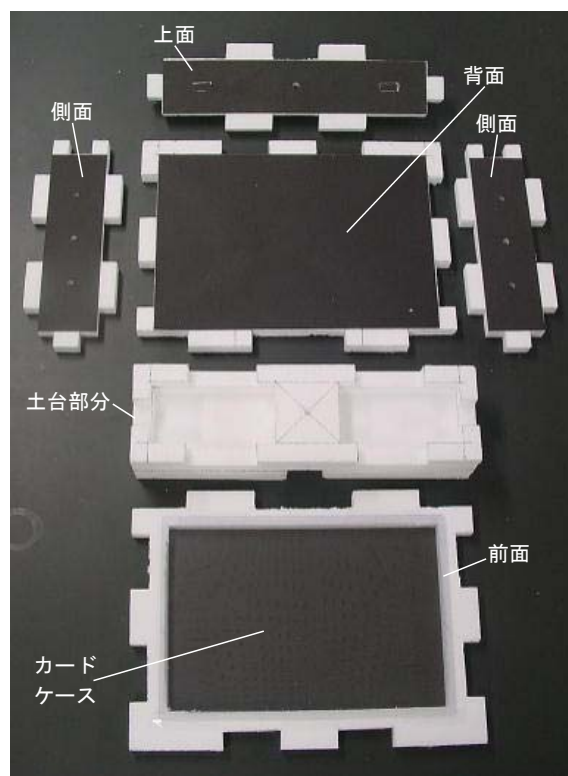


図6 対流実験装置の構造

イ 上面に10mm×25mmの穴を2箇所開け（通常は図7①のようにふたをした状態）、状況に応じてLEDライトを穴に差し込み、装置内部を照らし、煙の動きが見やすくなるように工夫した（図7②）。

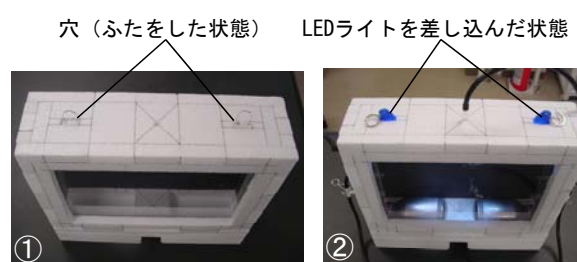


図7 装置上面の工夫

ウ ゴム管を通して装置内部に煙を吹き込むために、図5のように、上面、側面、土台部分に開けた穴にポリエチレン管を差し込み、ゴム管の分岐部分（図8①）やポリエチレン管をT型ホース継手やゴム管で連結した部分（図8②）には、ピンチコックを配置し、煙を放出する位置を調節できるようにした。

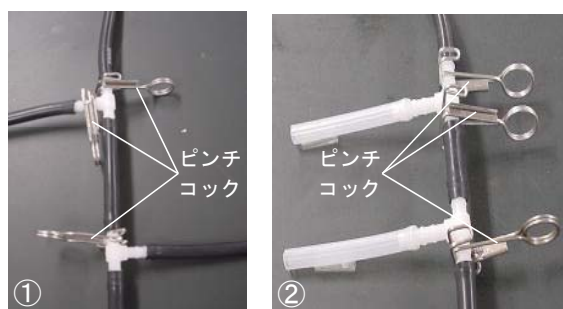


図8 ポリエチレン管・ゴム管の連結部分

エ 土台部分は、発泡スチロール板を3枚重ねて接着し、図9のように成形した。土台部分には、図9①のように、水や湯を入れたボトル缶（アルミニウム製、容量約300mL）などを左右に収めることができ、図9②のように、一方または両方にふたをしてボトル缶以外の物を載せることもできるように工夫した。

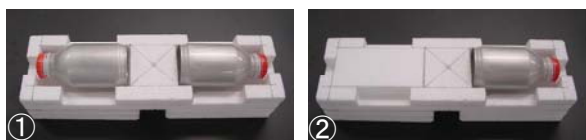


図9 土台部分の工夫

(2) 対流実験装置を用いたモデル実験

準備

対流実験装置、ボトル缶（アルミニウム製）、フォグマシン、ポリ袋、ポリエチレン管

【モデル実験A：部屋の温まり方を調べる】

方法

ア 図10の①、②、④をピンチコックで止め、⑥に湯を入れたボトル缶を収める。

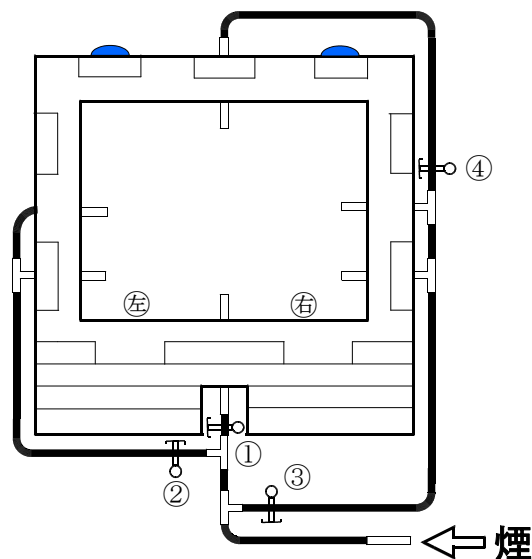
イ フォグマシンの煙をポリ袋に捕集し、ポリ袋に取り付けたポリエチレン管を図10の「煙」の部分に差し込み、少しずつ煙を右側面から装置内に送り込む。

ウ 装置内に放出された煙の動きから、温まった空気がどのように移動するかを観察する。

【モデル実験B：海陸風の原理を調べる】

方法

ア ⑥に水を入れたボトル缶、⑥に湯を入れたボトル缶を収める。



※①～④はピンチコックで止める位置

※⑤、⑥は加熱器具、冷却器具などの位置

図10 対流実験装置の模式図

イ 図10の①、②、④をピンチコックで止め、煙を右側面から装置内に送り込んで、温まった空気がどのように移動するかを観察する。

ウ 図10の①、③をピンチコックで止め、煙を左側面から装置内に送り込んで、冷えた空気がどのように移動するかを観察する。

エ イ、ウの結果から風の向きを予想し、図10の②、③をピンチコックで止め、土台の部分から装置内に煙を送り込んで、垂直に放出された煙の流れる方向を確認する。

おわりに

対流実験装置については、ほぼ構想通りに作製することができた。本稿のモデル実験では水や湯を入れたボトル缶を用いたが、チャック付ビニル袋での代用や、保冷剤、使い捨てカイロの使用も可能である。今後は、LED ライトの位置を検討し、より観察のしやすい装置になるよう工夫・改善を加えていきたい。

参考文献

- 1) 近藤浩文 空気の温まり方を調べるための簡易煙発生器の製作と実験方法の工夫 北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要第23号 2011

(こんどう ひろぶみ 化学研究班)

