

# 閉鎖空間における気体の温度上昇

2年3組 市橋 大我 2年3組 山木 翔

2年3組 酒井 丈実 2年3組 倉川 盛登

2年3組 河野 太政

指導者 二宮 正司・田中 善久

## 1 課題設定の理由

快適に生活していく上で冷暖房器具は欠かせない。夏場、ほとんどの人は、冷房のおかげで快適に過ごせるが、冷房の吹き出し口の近くでは寒いと感じる声もよく聞く。当然のことながら、同じ室内空間でも、その室温は一樣ではない。冬場も同様で、室内空間はどのように暖まっていくのかを定量的に調べたいと考えた。そして、空気の流れの特徴を把握し、実際の生活に生かすことを目的に、本課題を設定した。

## 2 仮説

(1) 図2のB点に電熱線（電熱線をエアコンに見立てる）を取り付けて、図1の閉鎖空間の気体を暖める場合

図2を用いて説明すると、 $B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow C$ の順に暖かい気体が循環し、E点の温度上昇は小さい。

(2) 図2のD点に電熱線（電熱線をストーブに見立てる）を取り付けて、図1の閉鎖空間の気体を暖める場合

図2を用いて説明すると、 $D \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$ の順に暖かい気体が循環し、E点の温度上昇は小さい。



図1 閉鎖空間を作るための容器

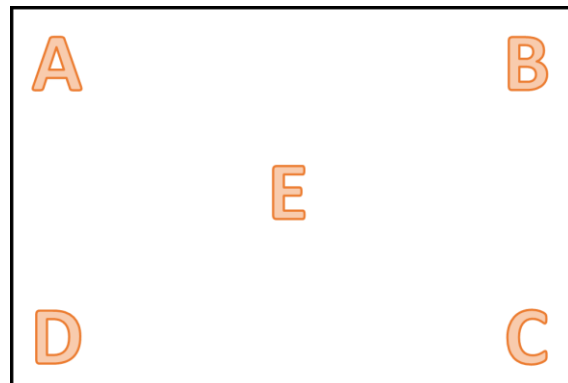


図2 閉鎖空間の模式図

## 3 実験方法

(1) 図1のようにアクリル板を用いて直方体の容器（18.5cm×16.0cm×3.8cm）を製作し、図1と図2のように閉鎖空間を作る。

(2) 直方体の容器の両側面（18.5cm×16.0cm）には、予め、図2のA、B、C、D、Eの5か所に、向かい合うように小さな穴を空けておく。その穴は、電熱線や温度センサーを取り付けるためのもので、使用しないときはテープ等でふさいでおく。

(3) 電熱線を用いて閉鎖空間内の気体を暖め、温度センサー（Spark、島津製作所）を用いてその温度を10秒ごとに900秒間測定する。なお、電源装置を用いて電熱線に通電するが、そのとき、電熱線に加える電圧は1.5Vで、流れる電流は3.0Aとする。

## 5 結果と考察

(1) 図2のB点に電熱線（電熱線をエアコンに見立てる）を取り付けて、図1の閉鎖空間の気体を暖める場合

- ・ 図3を、図4、図5、図6と比較すると、一般に、暖気は冷気より密度が小さいので、暖気が閉鎖空間の上部から溜まったと考えることができる。また、B点に電熱線を取り付けていたことから、その場合、閉鎖空間の上部だけで空気の流れがあったと考えることができる。
- ・ 図4、図5、図6より、C点、D点、E点では、900秒の時間が経っても気体の温度がほとんど上昇しなかった。B点に電熱線を取り付けて、C点、D点、E点で気体の温度を測定する場合、暖気が下方にまで流れてくるとしたら、その暖気が下方に移る速さは非常に小さい。
- ・ 図3において、A点では気体の温度は上昇したが、その変化は緩やかで、気体の温度は10℃程度しか上昇しなかった。

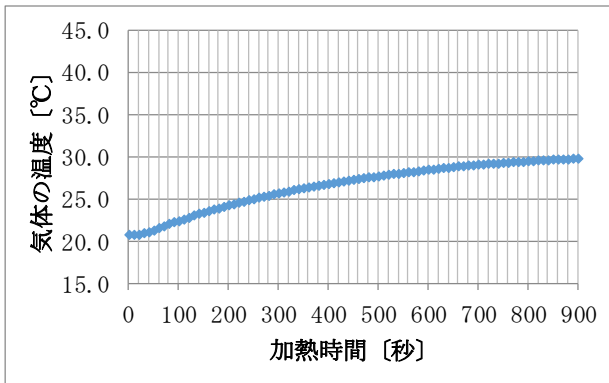
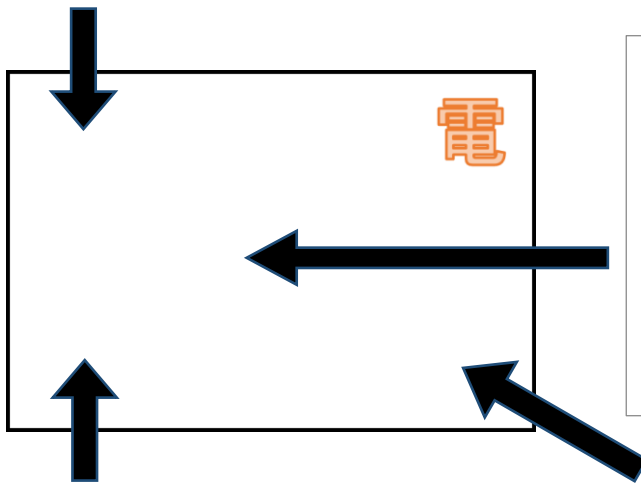


図3 A点の気体の温度変化



※ 電 は、電熱線を意味する。

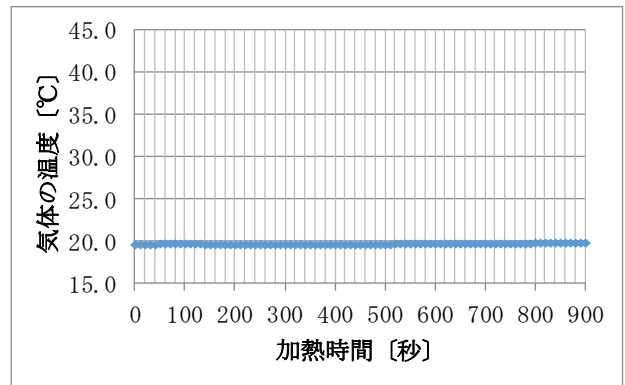


図4 E点の気体の温度変化

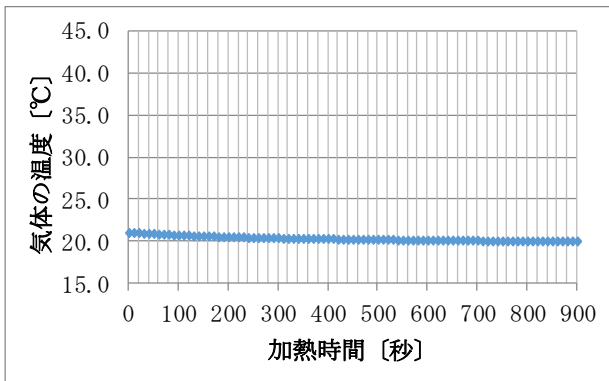


図5 D点の気体の温度変化

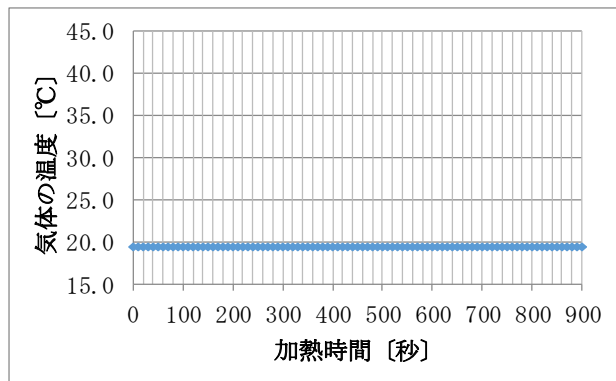


図6 C点の気体の温度変化

(2) 図2のD点に電熱線（電熱線をストーブに見立てる）を取り付けて、図1の閉鎖空間の気体を暖める場合

- ・ 図7を図8、図9、図10と比較すると、一般に、暖気は冷気より密度が小さいので、閉鎖空間では、電熱線を取り付けたD点からA点に向かって上昇気流が生じたと言える。図7の気体の温度変化は、図3に比べて、2倍の20℃程度も上昇し、急激な変化であったと言える。閉鎖空間のD点やA点あたりで暖気の比較的大きな流れができたと考えられる。
- ・ 図8、図9、図10より、B点で15℃程度、図4、図6の実験で気体の温度が上昇しなかったC点でも5℃程度の温度が上昇した。図8、図9、図10の実験にあって、図4、図5、図6の実験になかったことは、暖気の比較的大きな流れが生じたことにより、空気がかくはんされ、B点、C点、D点にもいくらか暖気が移ったと考える。

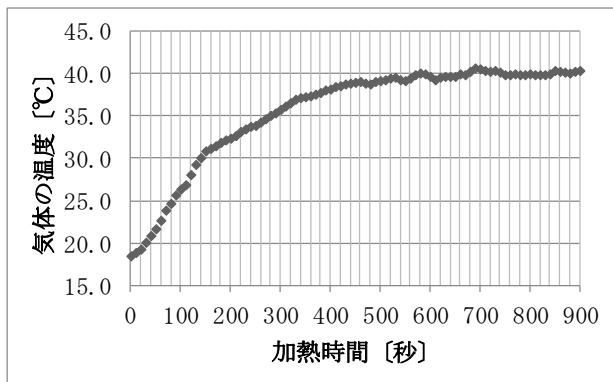


図7 A点の気体の温度変化

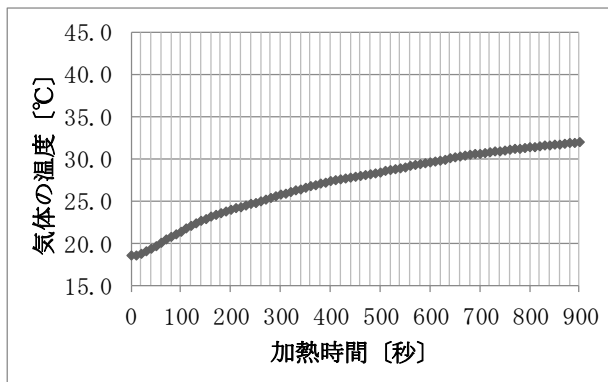


図8 B点の気体の温度変化

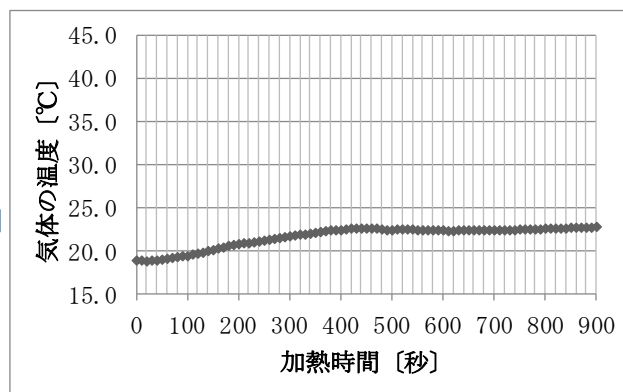
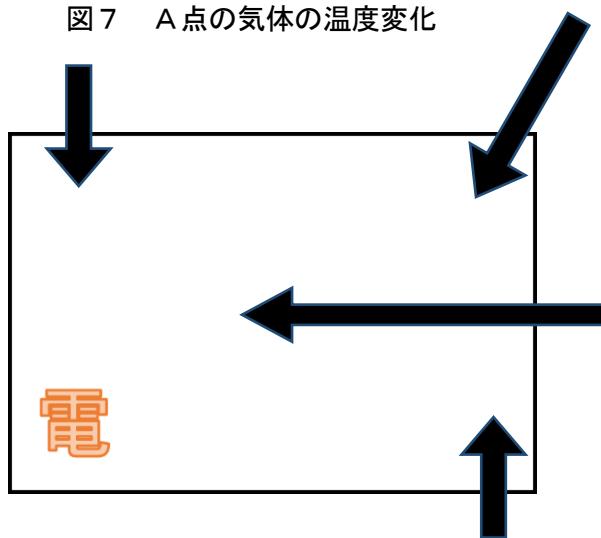


図9 E点の気体の温度変化

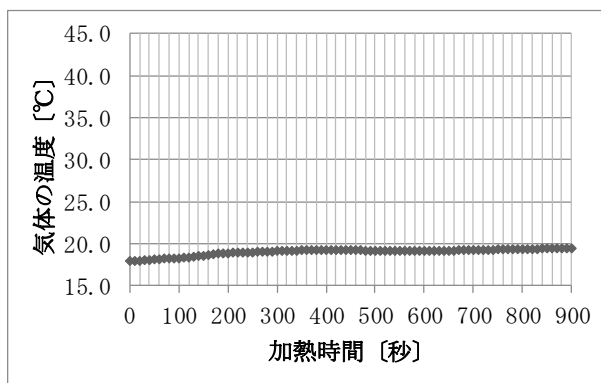


図10 C点の気体の温度変化

- ・ 図8において、点Bで気体の上昇温度も、その変化は緩やかさも、図3とよく似ている。よって、図8の実験でも図3の実験でも、暖気が水平方向に移る速さはほぼ一定であった。厳密には、図8の実験のほうが、上昇気流の影響を受けて、暖気が水平方向に移る速さはやや大きいと言える。

## 6 まとめと今後の課題

### (1) まとめ

#### ア 暖気の移動について

暖気が移動する速さは、大きい順に、上昇する向き、水平方向、下降する向きである。

#### イ 閉鎖空間を早く暖める方法

強い熱源を使う以外に、暖気と冷気をかくはんするとよい。

### (2) 今後の課題

#### ア 本課題の実験を改善するための課題

- ・ 容器を断熱材で囲っていなかったこと、また、自作した容器の接着で隙間等がなかったか確認が不十分であったことから、外へ熱が逃げた可能性がある。
- ・ 容器を作るために用いたアクリル板には熱容量があるので、アクリル板が奪った熱がどれほどなのか、無視できる程度なのか確かめる。
- ・ 容器の側面に空けた穴はセロハンテープでふさいでいたが、熱が逃げた可能性がある。
- ・ 暖気が閉鎖空間の上部から層状にたまっていくことが分かった。それを検証するため、暖気が閉鎖空間の下部に完全にたまるまで、気体の温度を計測する。

#### イ 新たな実験の方向性

- ・ 熱源をどの位置に取り付けるかで、閉鎖空間における気体の温度上昇にどのような影響があるかについて調べる。
- ・ 閉鎖空間を早く暖めるには、暖気を対流させることが効果的であることが分かった。エアコンでも風が重要な役割を果たす。よって、熱源と共に風向や風量などが、閉鎖空間における気体の温度上昇にどのような影響を及ぼすかについて調べる。

## 参考文献

特になし