

## 物理チャレンジ 2022 第 1 チャレンジ実験課題レポート

### 課題『お湯の冷め方を調べ、そのしくみを考えてみよう』

#### 実験優秀賞

##### 日沼 純香

京都市立堀川高等学校 2年生

『三層構造で考えるニュートンの冷却の法則の拡張』

(講評) コップの中央、底、側面、気温を同時に測定し解析を行っています。既定の実験を行うだけでなく、コップの大きさ、蓋の有無など容器の条件を変えて行っています。また、外部から風を当てることで、コップ周辺の空気に生じる条件の変化と熱伝導の関係についても考察しています。ニュートンの式をただ証明するのではなく、コップ上部からの蒸発と側面からの熱伝導の二つの大きな熱散逸過程を特定し更なる改良を加え定量化しています。

実験の内容、レポートの構成ともに完成度が高く、実験優秀賞として評価できるレポートであると思います。

##### 西川 諒

兵庫県 白陵高等学校 3年生

『紙コップに入れたお湯の冷め方の考察』

(講評) 紙コップのお湯が冷める機構として、熱伝導、蒸発、放射の3つを実験的に分離して評価している点が高く評価されます。

表やグラフの記述は適切で他の参加者の参考になると思います。本文の記述も論理的で、不自然な飛躍が無く合理的です。

温度差の対数を時間に対してプロットしたグラフを直線回帰し、その直線からのズレをもとに、高温域と低温域で異なる熱の散逸がそれぞれ主となっていることに気付いたのは、さすがです。解析の質の高さがそれを可能にしたのだと思います。

本質的ではない細々した事項は軽く記述するか、付録として本文の後に記述するなりして、論理の流れを明瞭にするとより優れたレポートになるでしょう。

##### 三輪 栞太郎

石川県立金沢泉丘高等学校 3年生

『お湯の冷却における数理的構造と対流による熱移動に関する考察』

(講評) 熱移動の経路を定量的に考察することを目的としたレポートです。この考察のため段階を踏んだ3つの実験を行っています。実験A：熱伝導と水面面積との関係を知るため

の実験を行い、熱伝導による伝播係数が水面面積にほぼ比例することを確認しました。実験 B：水面からの蒸発を抑制・側面と底面を断熱し、水中の深さによる温度分布を測定し、対流の寄与を定量的に求めています。実験 C：蒸発の寄与を知るための実験を行っています。各々の測定は5回繰り返し、測定データの解析を行っています。

水の冷却のメカニズムに関して、その状況を可能な限り考慮するなど丁寧な実験を行っています。また、結果の解釈も秀逸です。

---

## 実験優良賞

### 板垣 仁菜

佐賀県 早稲田佐賀高等学校 2年生

『原因解析によるお湯の冷め方探求』

(講評) 水から熱が移動する現象の様々な機構を検討し、いろいろな実験を工夫してやっています。伝導と対流の二つの効果のそれぞれを明らかにするために、条件を工夫した実験を行い、さらに実験結果の考察で浮かび上がった疑問を解決するために新たな実験を追加して行う姿勢は高く評価できます。ただ、実験・考察の目的は物理現象を理解することであって、ニュートンの熱伝導の法則を実現することではないので、現象に向き合う姿勢がぶれないようにして、論理展開を整理すると、さらに一步踏み込んだ良い論文になると思います。

### 煙岡 英樹

奈良県 西大和学園高等学校 2年生

『お湯を室温に放置したときの水温の時間変化の性質について』

(講評) 仮説をたてて、その仮説が正しいかどうかを確かめる実験を行い、仮設が説明できないとき、次の仮説をたてて実験を行うという研究の基本ができていると思われます。

最初にお湯の冷め方が時間の指数関数となる(ニュートンの冷却の法則)、質量が小さいほど冷めやすい、という仮説から実験を行い、蒸発熱や蒸発による質量変化、容器からの輻射などの仮説を次々にたてて、それを実証する実験を行っています。実験では、温度測定に、マイクロコンピュータの Arduion と温度センサーを利用するなどの工夫も見られます。得られたデータについての分析もきちんと行われていて、大変優秀なレポートだと判断いたしました。

### 伊藤 朱維丸

福井県立高志高等学校 3年生

『息の吹きかけ方とお湯の冷め方について』

(講評) 息の吹きかけ方とお湯の冷め方について研究しているところが興味と思います。まず、お湯の空気と接触する面積に注目して、大きさの違う紙コップと皿の3種類で実験を行い、水面の表面積とお湯の冷め方の関係を見つけています。測定を5分しか行っていないので、70℃から10℃程度しか下がっていないため、グラフは1次曲線の部分しか示されていないのが残念です。温度が室温程度まで下がるまで測定して欲しいと思いました。この研究で面白いのは、息の吹きかけ方について、扇風機を用いて4つの方法(コップの中央、端、中央を上から、コップの横から)で風を吹きかけて温度が下がる様子を実験で調べるところが評価できると思います。この結果を、水面の表面積の変化で説明しようといういろいろな考えをまとめていますが、水の対流の影響も大きいのではないかと思われるので、このことも実験で確かめて欲しいと思いました。

## 佐藤 賢之介

福島県 会津若松ザベリオ学園高等学校 2年生

『温度変化と二物体間の温度差の関係』

(講評) 温度変化が二物体間の温度差にどのように関係しているかを調べる実験を行っています。最初の実験で、お湯の冷める温度と、お湯の温度と空気の温度差の関係が比例していることがわかりました。次に、ふたのできる大きさの異なるポリプロピレンの容器を用意して、小さい容器を大きい容器の中に入れて、ふたのあるなしでの実験を行って仮説を確かめています。さらに、大きな容器に違う温度の水を入れ、そこにお湯をいれた小さな容器入れて実験を行っています。仮説を確かめるために適切な実験を行っているところが評価できます。測定は、20分程度なのでお湯は20℃くらいしかさめていないので、室温(周りの温度)まで冷めるまで測定をして欲しいと思いました。また、実験結果について、最初はグラフがあったのですが、後半は表だけで示されていたので、結果の表現に工夫が欲しいと思いました。

## 大西 航介

岐阜県立菊高等学校 2年生

『ニュートンの冷却法則 定数kの値について』

(講評) 定数kの要因を積極的に調べようとしています。水表面からの蒸発の影響を実験的に抑圧して妥当な考察を深めている点評価できます。容器の表面積の影響も、表面積を実測できる容器を自作するなど、工夫の跡が見られます。容器表面積の依存性を定量的に実測することは難しいが、その糸口への発想は評価できます。容器の材質の影響についても、実験条件をそろえるための努力もなされていて、材料の比熱にも言及しています。誤差計算や、水の攪拌と、初期条件がkに与える影響など、さらなる考察を期待したいと思います。実験

も丁寧に行われていて、考察も深い。優れたレポートです。

## 安田 煌典

石川県 金沢大学附属高等学校 2年生

### 『お湯の冷め方とニュートンの冷却法則』

(講評) お湯の冷め方がニュートンの冷却曲線と一致しているかを確認する実験を行い、理論との差がなぜ生じるのかについて研究をすすめています。対流と蒸発が原因であると仮定して、それを確かめるための実験を行っています。対流については、レゴ・マインドストームを攪拌機として利用しているところはユニークだと思いました。実験により理論との差が小さくなることを確認しています。さらに、水面に油を浮かべることにより、理論との差が小さくなることを確認し、理論との差が生じる原因に、対流と蒸発があると結論づけています。仮定を立てて、それを確かめる実験を行い考察しているところが評価できます。実験を行った場合、まず生のデータ(この実験では、水温と時間の関係)を示してから、それを加工したデータ(温度差と時間の関係)を示して欲しいと思いました。また、理論値と結果の差を「誤差」としていますが、これは「差」であって科学でいう「誤差」ではありません。グラフとそれらに対する文中説明の数か所で、「近似曲線」を「近似直線」と記載しています。科学では正しい用語の使いが求められますので、注意して下さい。