

# とやま科学オリンピック大会 **2018**

## 物 理

(高校部門)

2018年8月9日(木)

時間：9時45分～12時15分（150分）

### 注意事項

1. 指示があるまで、問題冊子を開かないで、以下の注意事項をよく読むこと。
2. 問題は、**1** から **4** まで、5ページにわたって印刷してあります。
3. 机の上に置けるものは、「大会参加にあたって」で定められたものと与えられた実験器具のみとする。
4. 解答はすべて解答用レポート用紙に記入し、レポート用紙を提出すること。
5. 参加番号をレポート用紙の決められた欄に記入すること。
6. 途中で気分が悪くなった場合や、トイレに行きたくなった場合には、すぐに申し出ること。
7. 実験はチームで協力して行うこと。
8. 観察・実験等に当たっては、安全に十分に注意すること。
9. 実験中に器具が故障・破損したり、けがをした場合には速やかに申し出ること。

みなさんの健闘を期待しています。

2018年1、2月の日本は、ラニーニャ現象の影響により、全国各地で歴史的な降雪量を記録した。富山市では、2月6日に41cmの降雪があり、一週間後の2月13日には最深積雪84cmを記録した。これは37年ぶりの記録である。

社会に混乱を引き起こす、厄介者の雪ではあるが、注意深く雪を観察してみると、ふわふわ落ちてくる雪もあれば、霰あられのように降ってくる雪もある。雪がゆっくり舞い落ちる要因の1つとして、空気抵抗が挙げられる。そこで、空気抵抗に関する実験を行い、その性質を考える。

**1** 物体の質量と終端速度（重力と空気抵抗がつりあって、速度が一定になったときの速度）の関係を調べる。

物体の質量と終端速度の関係を調べる実験を行い、それぞれの実験結果を表にまとめ、物体の質量と終端速度の関係をグラフにきなさい。また、考察をレポートにまとめなさい。

（目安 30分）

**【実験に必要なもの】**

- ・薄紙カップ（9号 [0.11g/枚]
- ・基準棒（高さ確認用）
- ・メジャー
- ・ストップウォッチ
- ・電卓
- ・油性ペン
- ・養生テープ

**【実験方法】**

- ① 基準棒を養生テープで実験台に固定する。
- ② 2.5m の高さから薄紙カップ1枚を落とし、高さ1.5m 地点から床に落下するまでの所要時間を計測することで終端速度を計算で求める。  
※今回の実験では、落下途中の高さ 1.5m 地点から床に落下するまでの区間の速さを終端速度と見なす。  
※椅子や机の上に乗る際には、十分安全に注意すること。
- ③ 同型同質量の薄紙カップを重ねることでカップの質量を2倍、3倍・・・に変え、②と同様の操作を行う。  
※薄紙カップ1枚の質量を  $M$  [kg] とする。  
※1枚、2枚、3枚、4枚、5枚の5通りで実験を行う。

**【考察】**

- (1) 実験を行うとき、どのようなことに気がつけたか。また工夫した点について説明せよ。
- (2) グラフから分かることを述べよ。

2 有効断面積（落下速度に垂直な断面積）と終端速度の関係を調べる。

有効断面積と終端速度の関係を調べる実験を行い、それぞれの実験結果を表にまとめ、有効断面積と終端速度の関係をグラフに示しなさい。また、考察をレポートにまとめなさい。

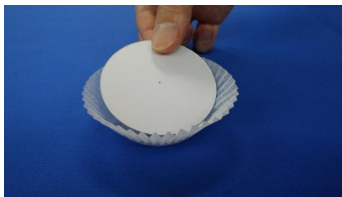
(目安 30分)

【実験に必要なもの】

- ・ ① の【実験に必要なもの】
- ・ 円形型紙 5 枚（面積比 1:2:3:4:5 の 5 種類）  
※一番面積の小さい型紙の面積を  $S$  [m<sup>2</sup>] とする。

【実験方法】

- ① 薄紙カップの底に、一番面積の小さい型紙（面積を  $S$  [m<sup>2</sup>] とする）をあて、型紙の外側部分を垂直に折り曲げ、有効断面積が  $S$  [m<sup>2</sup>] の薄紙カップを製作する。



型紙をあてる



型紙に沿って折り目を付ける



型紙を外し、完成

- ② ① の実験同様 2.5m の高さから①で製作した薄紙カップを落とし、高さ 1.5m 地点から床に落下するまでの所要時間を計測することで終端速度を計算で求める。  
※今回の実験では、落下途中の高さ 1.5m 地点から床に落下するまでの区間の速さを終端速度と見なす。  
※椅子や机の上に乗る際には、十分安全に注意すること。
- ③ 有効断面積の異なる薄紙カップのそれぞれについて、①、②と同様の操作を行う。  
※有効断面積は  $S$ 、 $2S$ 、 $3S$ 、 $4S$ 、 $5S$  の 5 通りで実験を行う。

【考察】

- (1) 実験を行うとき、どのようなことに気が付いたか。また工夫した点について説明せよ。
- (2) グラフから分かることを述べよ。

**3** 落下時間から終端速度を求める。

**1**、**2**の実験では、落下距離が 1.0m で終端速度に達していると考えて実験を行った。実際に、あるアルミカップを落下させたときのスタート位置の高さと落下に要する時間を測定した実験データをもとに、落下距離が何mで終端速度に達しているかグラフに描いて考察し、その根拠をレポートにまとめなさい。

(目安 20分)

落下位置と落下時間	
位置[m]	平均時間[s]
0	0
0.10	0.130
0.20	0.200
0.30	0.270
0.40	0.340
0.50	0.380
0.60	0.450
0.70	0.520
0.80	0.570

落下位置と落下時間	
位置[m]	平均時間[s]
0.90	0.630
1.00	0.675
1.10	0.723
1.20	0.800
1.30	0.830
1.40	0.910
1.50	0.940
1.60	1.01
1.70	1.05

落下位置と落下時間	
位置[m]	平均時間[s]
1.80	1.14
1.90	1.18
2.00	1.26
2.10	1.29
2.20	1.33
2.30	1.38
2.40	1.44
2.50	1.51

#### 4 競技

できるだけ多くの発泡ポリスチレン球をアルミホイルカップ1枚にのせて、できるだけゆっくり、着地する落下物を製作する。その後、落下物を指定の場所から落下させる競技を行う。

競技では落下時間、発泡ポリスチレン球の数の2つの要素を計測して点数に換算し、得点の合計を競う。（目安 製作とレポート 40分、競技 30分）

#### 【製作に使用してよいもの】

- ・アルミホイルカップ（9号）
- ・発泡ポリスチレン球（20個）
- ・A4用紙
- ・たこ糸2m
- ・まち針2本
- ・カッター1つ
- ・カッター敷台1つ
- ・はさみ2つ
- ・直定規2つ
- ・セロハンテープ1つ
- ・ストップウォッチ1つ

※使用するA4用紙に枚数の制限はありません。

### 【製作のルール】

- ・【製作に使用してよいもの】から必要なものを用いて、製作すること。
- ・落下物にはアルミホイルカップ1枚のみを使用する。
- ・発泡ポリスチレン球は加工しない。また、発泡ポリスチレン球が触れてよいのは他の発泡ポリスチレン球とアルミホイルカップのみとする。
- ・競技用の落下物は1チーム1個とする。ただし、試行用の落下物を別途製作することは構わない。
- ・実際の競技会場での試行は製作時間終了10分前まで行うことができる。

### 【競技ルール】

- ① 落下指定位置から、チームの1人が落下物を素手で自由落下させる。
- ② 各チーム、競技は1回のみとする。
- ③ 指定エリア内に着地させること。指定エリア外に着地したチームは失格となる。
- ④ 計測した落下時間とアルミホイルカップ内に残っている発泡ポリスチレン球の数を点数に換算し、その合計により各チームの得点を算出する。得点計算方法は以下の通りとする。

#### 得点計算方法

$$\text{得点} = (\text{落下所要時間}) \times 10 + (\text{発泡スチロール球の数}) \times 2$$

例 落下時間：4.3秒、発泡スチロール球の数：5個の場合

$$4.3 \times 10 + 5 \times 2 = 53$$

得点53点

- ⑤ 落下時間の計測、着地後のアルミホイルカップ内の発泡ポリスチレン球の数は、競技役員が判定する。
  - ⑥ 競技得点の高いチームから順位をつけ、これを4の評価の一部とする。
  - ⑦ 製作した落下物は実験終了後、チームの参加番号を記入し提出すること。
- ※ 競技は、参加番号順に2チームずつ同時に行う。
  - ※ 製作した落下物が途中で壁に接触した場合でも、計測の対象とする。
  - ※ いかなる場合にも「やり直し」は認めない。

【考察】落下物にどのような工夫をしたか。図を用いて説明せよ。