

物理チャレンジ 2009 第 1 チャレンジ実験課題レポート講評

2009/07/1 第 1 チャレンジ部会

1. 出題の狙い

今年の実験課題は課題 A と B の 2 つのテーマを用意し、参加者がどちらか一方を選択して実験に取り組めるようにした。課題 A は、ボールなど物体を床に落としたときの跳ね返りに関する実験で、跳ね返り係数などの法則性を見出す課題であった。課題 B は、お湯の温度の時間変化を調べ、その冷める速さを決定している要因を突き止め、冷め方を制御する課題であった。両方とも、実験の方法や着目すべき観点などを具体的に指定することはしなかった。各自それぞれの視点・観点で実験を行って解析させることを意図したからである。

両課題とも以下の観点から採点した。

- ① 実験条件を適切に制御して、自分の観点・目的に合った測定および解析ができているか。
- ② 自分のやったことや考えたことを正確に要領よく伝える体裁になっているか。
- ③ 独自の創意工夫や独自の視点を取り入れた実験および解析をおこなっているか。

2. 総評

両課題とも、採点者をうならせる研究論文のようなすばらしいレポートから、レポートの体裁をなしていないものまで、さまざまなレベルのレポートが集まった。素晴らしいレポートとして、課題 A では、跳ね返りのときのボールや床の変形、ヤング率との関係、さらにはエネルギー損失の考察まで行っていたのには感心した。課題 B では、お湯の温度変化と質量変化を同時に測定し、蒸発による放熱と伝導による放熱を区別したレポートにも感心した。

しかし、両課題ともに、ある一定のレベルまでの実験および解析を多くの生徒が行っていたが、さらに一步踏み込んだものは多くなかった。つまり、課題 A では、跳ね返りの高さを測定して跳ね返り係数を求めること、課題 B では、温度が下がっていく時間変化を測定してグラフにすること、まではほとんどのレポートでなされていた。しかし、その先、さらに踏み込んだ実験・解析が欲しかった。実験条件をさまざまに変えて測定するまではできているが、そこから定量的に何が言えるのか、自分の仮説や理論と比較し、踏み込んだ解析と、必要なら追加実験などが欲しいものが多かった。

しかし、実験手法にはさまざまな工夫が見られ、学校の授業で時間制限の厳しいなかで行う実験ではできない試行錯誤や追加実験、あるいはコンピュータによるデータ解析などを行った力作も多数あった。デジタルビデオ、高速カメラ、パソコン接続の熱電対やマイクロフォンなど、さまざまな最新鋭の計測機器を使ったレポートもあり、測定精度やデー

タ量で格段に優れたレポートもあった。中学生や女子生徒の意欲的なレポートが目立った。

グループ実験でもレポートは各自がそれぞれ独自にまとめなければならないが、必ずしもそれが実行されていないグループがあったのは残念である。ワープロで作成した一字一句同じレポートも少ないながらあったのは極めて残念であった。

優れたレポートやユニークな観点からのレポートの例を課題別に具体的に列挙する。

課題A：物体の跳ね返り

- ・身の回りにあるものを使って実験装置をつくり、測定方法やツールにいろいろな工夫が見られた。たとえば、ボールを初速度ゼロで落とすために、掃除機のホースでボールを吸いつけてから落としたり、跳ね返りの高さを直接測らずにバウンドして床に着くまでの時間を測定したりしていた。また、時間計測については、ボールが床に着くときの音をマイクで拾ってパソコンで記録する工夫も見られた。
- ・跳ね返り係数が衝突速度に依存していることを系統的な実験から発見している。
- ・跳ね返り係数の落下高さ依存性から、ボールの落下中での空気抵抗による効果を考察し、落下高さをゼロにする極限をとって（外挿して）跳ね返り係数を求めた。
- ・ボールの空気圧による跳ね返り係数の違いを系統的に調べた。
- ・ボールの温度による違いを調べた。ゴムボールは温度が高いほど跳ね返るが、ピンポン玉は逆の傾向を示した。
- ・跳ね返るときのエネルギー損失やボールの変形と跳ね返り係数との関係を調べた。
- ・発泡スチロールに物体を落として、その凹む深さと高さの関係を調べ、跳ね返るときのエネルギー損失を考察した。
- ・落下速度の測定から空気抵抗の影響を調べ、ストークスの法則まで確認した。
- ・参考文献を明記している人が多かった。
- ・グループ実験でも各自が独自の解析・まとめをしている人が多かった。

課題B：お湯の冷め方

- ・冷却速度が容器の表面積に比例することを定量的に示した。
- ・蒸発による質量変化も温度変化と同時に測定し、高温分子の蒸発による温度低下と伝導による放熱を区別した。
- ・水に磁場をかけたり音波をあてたりして、冷め方の違いを調べた。
- ・お風呂の冷め方、深さによる違いを系統的に調べた。
- ・なめこ汁が冷めにくい原因を調べた。
- ・水に絵の具を溶かし、色がある場合と透明な水での冷め方を比較した。

残念な点

- ・グラフはグラフ用紙を使って描くべきだが、レポート用紙に直接、しかもフリーハンドで描いているレポートが少なからずあった。グラフの横軸・縦軸に単位を明記

すべきである。エクセルのグラフには要注意（コンピュータ出力そのままのグラフが散見された）。

- ・測定ツール・解析ソフトに振り回されて、解析・考察が不十分なものが見られた。
- ・計算の結果から求められた数値を7桁も8桁も書いているものがあったが、意味ある桁数にとどめて表記すべきである。
- ・結論や考察に感想を書いた例が多かったが、感想は書くとしても、結論や考察と区別するのが望ましい（実験レポートとしては感想は不要）。
- ・グループ実験で、考察・まとめが全員同じになっていたグループがあったのは残念。
- ・全く同じレポートのコピーは論外。
- ・測定精度を高める工夫、精度を落とす原因の考察が安易（安易に空気の抵抗や自分の測定技術の未熟のせいにするレポートが多かった。）
- ・実験結果による考察、さらにその考察を確かめる実験（実証実験）を行うというフィードバックの過程が見られるレポートが少なかった。実験を1日で終わらせるのではなく、データ解析と改良再実験を繰り返すという努力があまり見られなかった。

3. 採点

1点から9点までの9段階評価を行った。

レポート総数 796 通

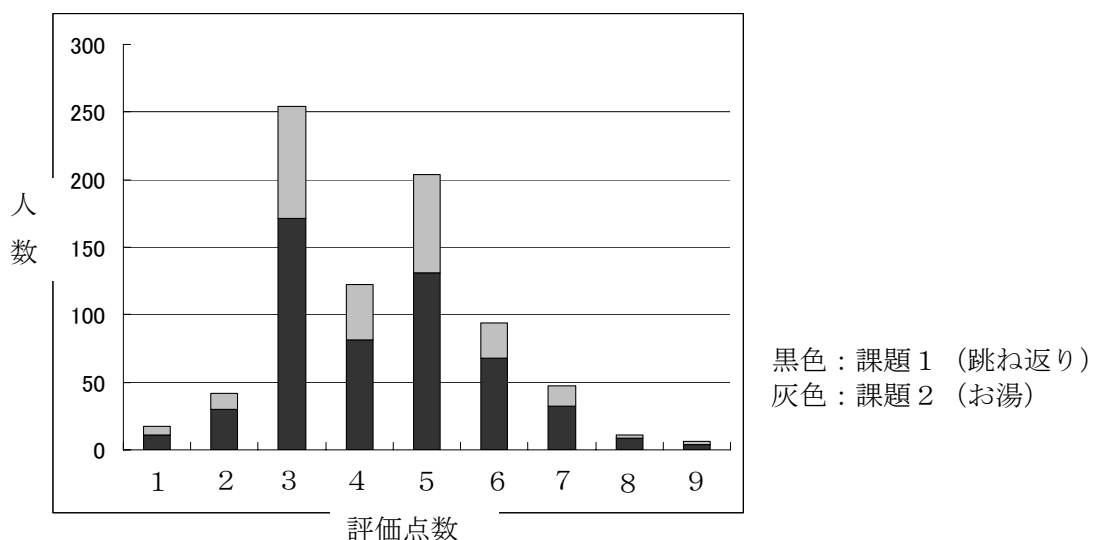
課題1（跳ね返り） 537 通

課題2（お湯の冷め方） 261 通

（2名が両方の課題で提出。しかし、一方の課題でしか評価しなかった。）

成績分布

評価	9点	8点	7点	6点	5点	4点	3点	2点	1点	合計
課題1	4	9	32	68	131	81	171	30	11	537(人)
課題2	2	2	15	26	74	41	83	12	6	261(人)



【評価基準】

9, 8点：特に優れている

- ・何かオリジナルなこと、飛びぬけたことが入っている。

7, 6点：優れている

- ・実験条件を適切に制御して系統的に測定を行っている。
- ・焦点の絞られた実験と考察を行っている。

5, 4点：標準的

- ・定量的な測定がある。
- ・解析に有効な意味のあるグラフがある。

3, 2点：やや努力を要する

- ・実験、解析、考察が系統的でない、または焦点が絞られていない。
- ・実験方法やデータの記述がある。

1点：たいへん努力を要する

- ・実験方法やデータの記述が不十分。

4. 実験優秀賞

実験や解析に工夫が見られた特に優れたレポートを実験優秀賞として決定した。

【課題 A：跳ね返り】

・ **918002 石川貴史**（東邦大学附属東邦高校 2年）

跳ね返るときボールにはたらく力と変形（ひずみ）の関係を考察し、跳ね返り係数とヤング率の関係を解析した。

・ **923001 蘆田祐人**（慶応義塾高等学校 3年）

跳ね返り係数がボール落下高さに依存することから、空気抵抗の影響に気づき、大きさの異なるボールを使って系統的な測定を行い、ストークスの法則までも実験的に検証した。

・ **929005 船曳敦漠**（桐朋中学 3年）

ボール落下中での空気抵抗まで考慮した解析を行うと同時に、跳ね返るときに失う力学的エネルギーの考察を行い、床の種類によってエネルギー損失のメカニズムが異なることを明らかにした。

・ **949024 藤原孝将**（岡山城東高校 3年）

精度の高い実験から、跳ね返り時のエネルギー損失に疑問ともち、高速カメラを用いた詳しい実験を行い、ボールの変形と跳ね返り係数との関係を考察した。

・ **942005 大森 亮**（灘中学 2年）

ボールを初速度ゼロで落とす工夫をし、極めて多数回の測定から測定誤差まで

考慮した系統的な解析を行っている。跳ね返り係数が衝突速さに依存すること、空気の抵抗の影響などを明らかにしている。

【課題 B：お湯の冷め方】

・ 920017 坂本路果（立教女学院高校 1 年）

3つの放熱過程を考え、それを遮る条件をさまざまに設定して系統的な実験を行っている。データ整理も適切であり、自ら立てた仮説に対応させた考察を行っている。

・ 920033 山川真以（桜蔭高校 3 年）

熱の移動について確かなイメージを持ちながら的確に条件制御して実験を行っている。特に、温度変化と同時に湯の質量変化も測定し、高温分子の蒸発と放熱を区別した。結果の解析では理論的な予測との相違から、実験上の克服すべき課題がよく整理されている。

・ 920005 上原雅俊（筑波大学附属駒場中学 3 年）

さまざまな材料・素材を用い、条件制御を系統的に行って実験し、その結果の解析も文献などを参考にしながら現象の理解を深めている。