

物理チャレンジ 2008 第 1 チャレンジ実験課題レポート講評と表彰

物理チャレンジ・オリンピック日本委員会

1. 出題のねらい

今年の実験課題は、2つの同等な単振り子を連結した「連成振り子」の実験を行い、その運動の規則性について解析することであった。どのような観点から実験・解析するか、あるいはどの程度まで定量的に解析するか、具体的に指定することはしなかった。各自それぞれの観点で実験を行って解析して欲しかったからである。しかし、やるべき実験を3つ明記して、ある程度やるべきことを指定した：①一方の振り子だけを振った場合、②同位相で2つを振った場合、③逆位相で2つを振った場合、である。これら3つの実験について、あるいは、それらを手がかりに下記のような内容のレポートを期待した。

- ・実験方法や現象の観察を正確に記述し、その上、定量的な測定を行う。
- ・運動の保存量（エネルギー）を定量的に示す。
- ・単振り子と連成振り子の関係を定量的に示す。
- ・可能なら、実験①②③を結び付けて、うなり現象、基準振動、波の重ね合わせ、まで考察を進める。

また、レポートの書式を指定して、レポートの書き方のトレーニングも意図した。

2. 総評

片方の振り子だけを振る上記の実験①を実行してみて、振動が2つの振り子の間で行き来する現象を観察し、それが多くの参加者に驚きを与えたようだ。その新鮮な驚きが伝わってくるレポートが多数あった。しかし、それに引きずられて上記の実験②と実験③の意味や解析がおろそかになった例も少なからずあった。

振り子の運動の定性的な記述にとどまるレポートが 1/3 程度あったが、定量的な測定を工夫しているレポートも多数見られた。振り子の周期やうなりをストップウォッチで測定するものが多かったが、ビデオカメラや携帯電話のカメラで振り子の運動を撮影し、それを解析しているレポートも見られた。自宅で身近にあるものを使って連成振り子を作っている姿もほほえましい。

今年の特徴として、通学している学校の先生方の支援・協力、あるいはグループによる共同実験が目立った。そのため、指導者の助言がレベルアップにつながっているレポートが多かった。ただし、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。

レポートを採点してみて気づいた点（良かった点と残念な点）を具体的に列挙する。

(1) 良かった点

- ・身の回りにあるものを使って実験装置をつくり、そこにいろいろな工夫が見られた。
- ・出題者が想定しなかった様々な実験条件で観測を行っていた。
- ・測定方法・ツール（デジタルカメラ・携帯カメラ、照明の陰の利用、インクによる振動の可視化など）に工夫が見られた。
- ・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。
- ・全体のレベルは上がった。特に、底上げされた（白紙に近いレポートが皆無）。
- ・中学生や女子生徒の意欲的なレポートが目立った。

(2) 残念な点

- ・終わりに反省を書いているレポートが多かったが、その反省を踏まえてもう一度実験をやり直して欲しかった。成功するまで、あるいは満足いくまで実験するという態度が欲しい。
- ・グラフを有効的に使って欲しい。測定値を羅列した一覧表が目立った。
- ・グラフはグラフ用紙を使って描くべき。グラフの横軸・縦軸・単位を明記すべき。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多かった）。
- ・有効なグラフの形式を用いていない（棒グラフ、折れ線グラフの使い分け）。
- ・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。
- ・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①②③を結び付けて、うなり現象までの考察まで行ったレポートが少なかった。
- ・言葉の定義があいまいな場合が多かった（eg. 「糸の長さ」がどこの長さなのか不明、「周期」が振り子の周期なのかうなりの周期なのか不明）。
- ・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あまり見られなかった。
- ・連結糸の位置を支点側に上げて単振り子に帰着させるという実験が無かった。

3. 採点

1点から9点までの9段階評価を行った。

9点：4名， 8点：6名， 7点：35名， 6点：54名， 5点：142名，
4点：107名， 3点：171名， 2点：67名， 1点：63名， 合計649名

【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。
- ・振る方向が面内の場合と面直の場合の違いを議論している。
- ・基準振動を定量的に議論している。

7, 6点：優れている

- ・条件を変えて系統的にやっている。（3つの実験をやっている。）
- ・定量的な議論から「うなり」（②と③の差が①のうなり）に気づいている
- ・保存量に関する定量的な議論

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。
- ・定量的に優れていれば3つやっっていなくともいい。

3. 2点：やや劣っている

- ・ 3つの実験を（あまり定量的でないが）やっている。
- ・ 定量的にやっていたら1，2つの実験でもよい。
- ・ 実験方法，データの記述がある。

1点：劣っている

- ・ 定性的な観察だけにとどまっている。
- ・ 実験方法，データの記述が不十分。
- ・ 他人のレポートのコピー。

4. 実験優秀賞

実験や解析に工夫が見られたユニークなレポートを実験優秀賞として決定した。これらは、必ずしも上記の点数の成績上位者ではない。（50音順）

- ・ 上原 悠治 筑波大学附属駒場中学校（2年）
固有振動の概念から優れた解析を行った。
- ・ 大竹 洋輔 私立大成高等学校（3年）
面内・面直の混在した振動の実験を行い，固有振動の概念まで近づいている。
- ・ 大野 悟 東京都立小石川中等教育学校（1年）
2つの振り子の間の距離や振り子の長さを系統的に変え、規則性を見出そうと工夫していた。
- ・ 小幡 哲士 愛知県立岡崎高等学校（2年）
3つの連成振り子の追加実験を行った。
- ・ 佐々木裕典 岩手県立盛岡第一高等学校（2年）
ビデオカメラのコマ送りによって美しいデータを取得。
- ・ 共同実験優秀賞
グループ実験でも各自がそれぞれの観点から実験および解析を行っている。
 - ・ 上間 優美 私立昭和薬科大学附属高等学校（3年）
 - ・ 加藤 本子 私立昭和薬科大学附属高等学校（3年）
 - ・ 平良 裕人 私立昭和薬科大学附属高等学校（3年）

以上