

この資料は以下のページからも DL できます。

<http://www.cp.cmc.osaka-u.ac.jp/~kmatsu/index.php?plugin=attach&refer=Basic-Experiments-in-Science-and-Engineering&openfile=lecture8.pdf>



## 8 水平投射運動

### A. データシート記入上の注意点事項:

#### 1. 予習(p.1)の書き方

##### 採点基準(2点):

- A) 項目ごとにどこに書いたか分かるように書く。①②③などの番号をつける。  
 ① 課題は……。②課題の目的は……。③課題の実験の手順は……。
- B) ①課題は実験内容, ②課題の目的は明らかにすべきこと, ③は手順をすべての実験 1-3 に対して書く
- C) 各項目は字数に収まるように要約する。以下の内容が含まれるように書く事。  
 チェック事項:  
 1. ①と②が実験の課題と目的が分かるように書かれている事。  
 2. ③で実験 1-3 のすべての手順が書かれている事。

#### 2. 感想(p.1)の書き方

##### 採点基準(3点):

自由に書いてよいが, 論理的な文章を書く。論理性のため以下の点には注意:

- ① 前の文の言葉を次の文で使用し, 続く二文をつなげる。
1. つながっている例
    1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験では物体として球を使う。その球を水平投射のためにレールを使う。レールの先端は水平に固定する。そしてその先端の…
    2. 水平投射は水平に物体を投げる。例えば水平投射にはバッティングマシンによるボールの投射がある。バッティングではこの水平投射のボールの位置を予測…
  2. つながっていない例(この場合, 物体とボールの対応がはっきりしない。レールを乗せることと位置を測ることの関係が不明..)
    1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験ではボールをレールに乗せる。通り過ぎた位置を測ると速度が分かる。そして…

- ② 一文は簡潔に短くする。基本的に一文に動詞は一つまでとする。  
長い文章の例(たくさん動詞がふくまれている)  
 1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験では物体として球を使う。その球の水平投射のためにレールを使う。レールの先端は水平に固定する。そしてその先端の…
- ③ 文中でロングパスはしない(通常つながりが読めない)  
ロングパスの例 (ボールが数行離れた文をつなげている)  
 1. 水平投射は水平にボールを投げる。実験ではこの水平投射にレールを使う。レールの一方を水平にする。そしてもう一方は高くあげる。ボールはビー玉を使う。…
- ④ “てにをは”をチェックする。  
おかしい例  
 1. 水平投射が水平を物体が投げる。実験では物体が球を使う。その球へ水平投射がレールに使う。…
- ⑤ 代名詞の使用はそれが何の代替か分かるときのみ使用する。文内での言葉の繰り返しに制限するほうがよい。文の論理があいまいになる。  
代名詞が何(水平投射, 水平, 物体)を指しているか分からない例  
 1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験ではこれに球を使う。

### 3. 測定テーブル(p.2, p. 3) の書き方

#### 採点の基準(各 1 点):

- ① 実験の測定精度(cm 単位)に合わせて測定する事。例えば 10cm の場合は 0.10m とする。

### 4. グラフ(p. 2, p. 3)の書き方

#### 採点の基準(各 2 点):

- ① シンボルは指定通りに○と●とする。  
 ② cm 単位で記入する。  
 ③ 推測した関係式に沿った線を自在定規で引く。  
 ④ シンボルの近くをできるだけ線を書く(直線の場合は物差しを使う)  
 ⑤ データがはみ出した場合は枠線を追加する。はみ出るデータの位置は目分量で書かず、正確に物差しを使ってシンボルを書くこと。

#### 注意(p.3 の右のグラフ):

グラフが比例関係になる図を作図することで関数形と関数の係数などを推測する手法はよく用いられる。右のグラフはそれを行っている。

## 5. 考察(p. 2)の書き方

考察は感想ではない。実験結果に基づいて結果を論じる事。

## 採点基準(2点):

- ① まず主題の関係を表す数式をデータに基づき書くこと
  - (ア)  $h$  と  $y$  を固定したときの  $x$  と  $a$  の関係を  $x = \alpha a + \beta$  として  $\alpha$  と  $\beta$  を算出せよ。
  - (イ)  $V_x$  が一定になる条件を  $a$  と  $h$  の数式を使って書く
- ② 文字の意味を明示する。
- ③ その数式を導いた理由をデータの数値やグラフを引用し説明する。

書き方の例:

$x$  と  $a$  の関係式:

$$x = \alpha a + \beta \text{としたとき, } \alpha = -0.5, \beta = 0.60\text{m}$$

$V_x$  が一定になる必要条件:  $h/a$  が一定

理由: グラフより  $h = 0.10\text{m}, 0.20\text{m}$  を比較すると値が大きい方 4 倍に  $x$  が増加する。また  $a = 0.20\text{m}, 0.40\text{m}, 0.60\text{m}$  とすると  $h = 0.10\text{m}$  では  $0.50\text{m}, 0.40\text{m}, 0.30\text{m}$  と減る。よって上の  $\alpha$  と  $\beta$  が推測できる。一方、データから  $V_x$  は  $a$  と  $h$  を別々に変えると変わる。しかし、その  $a$  と  $h$  が共に 2 倍になっても変化しない。従って  $a/h$  を一定にすると  $V_x$  は同じ値となり上記の条件となる。

## 6. 考察(p. 3)の書き方

考察は感想ではない。実験結果に基づいて結果を論じる事。

## 採点基準(2点):

- ① まず主題の関係を表す数式をデータに基づき推測すること
  - (ア)  $y = f(x)$  の関係式
- ② 文字の意味を明示する。
- ③ ① で導いた関係式から  $z = x^2$  とした式  $y = g(z)$  を導く。
- ④ その数式を導いた理由をデータの数値やグラフを引用し説明する。
- ⑤ 導いた数式を基に二つのグラフにその曲線を引く。

書き方の例:

$y$  と  $x$  の関係式:  $y = 2 \log(x^2) + 1$  (1)

$y$  と  $z = x^2$  の関係式:  $y = \log(z) + 1$

理由: 左図のデータより  $y$  の値は  $x$  とともに増加する。その値は  $x = 1.00\text{m}$  の近くで  $0\text{m}$ ,  $x = 2.00\text{m}$  の近くで  $2.20\text{m}$  となった。これらは  $\log(x^2) + 1$  の値と近くこの(1)式のようにすると推定できる。このことは右図が横軸を  $\log(z) + 1$  にしたときに比例していて比例係数が 1 であることからわかる。

## 7. 予想

注意: 実験の前に書くこと.

### 採点の基準(2点):

1. 実験の測定精度(cm 単位)に合わせて予想する事
2. 超能力で当ててはいけない.
3. チーム内で当たっている人と当たっていない人がいた場合は全員 0 点.

## 8. 結果

### 採点の基準(3点):

1. 考察は感想ではない. 実験結果に基づいて結果を論じる事.
2. 推測の仕方が分かるように p.3 の左グラフに星印で推定値にし、さらに推定に使った曲線を示すこと. そして  $x$  の値の導出根拠を述べること(1点).
3. 測定軌道の  $x, y$  が予想値と比べて長いか短いかを述べる. (1点)
4. 予想が外れた場合 “当たらなかった原因” の仮説を述べる(1点).  
※測定の失敗や計算ミスは原因に含まない

### 書き方の例

**予想根拠:** 実験データから  $y$  は  $x$  の対数できまると予想した. そこで p. 2 の左のグラフから  $h = 0.50\text{m}$  とし  $x = 1.00\text{ m}$ ,  $y = \log(1^2) + 1 \sim 1.0\text{m}$  を予想した.

**比較の結果:** 当たらなかった. 結果は 20cm 程度上を通過した. 実際はより速く落下する. これは予想が  $x = 2\text{m}$  近くでのみ正しい近似であったからと考えられる.

## B. 実験上の注意点事項:

### 1. 実験全体について

- ① この実験のテーマは「**測定データから未知の値を予測する**」である.
- ② チームごとに実験前に**じゃんけん**でリーダーを選出してください. もし雑用が好きだったら**積極的に志願**してもよいです.
- ③ 実験室での飲食, スマートフォンの利用は原則禁止です.
- ④ **班内で話し合っ分担任を決めて進めること.**
- ⑤ トイレや飲み物を飲むため部屋から出るときは教員に許可を求めること.

### 2. 実験 1-3 共通

- ① **球の最初の位置は台の高さと一致させる.** (しなければやり直しになる)
- ② **実験 1-2 は考察の前に終わらせること.**
- ③ **実験 2 終了後装置の配置はそのままにし, 考察, 推測後実験 3 を行う.**
- ④ 実験装置はテーブルの長辺に沿って設置する.
- ⑤ カーテンレールは持ち上げすぎない(**折れてしまいます!**).
- ⑥ 台となる木片は装置上のストッパーとセロハンテープで固定.
- ⑦ 球受けのトレーは球の落下する地面に置く(転がっていくのを防ぎます.).
- ⑧  $x$  と  $y$  の位置の測定は的に当たったときに行う.
- ⑨ 的の棒は  $x - y$  平面に垂直に向け揺れないようにする.

### 3. 実験 1 について

- ① まず  $h$  と  $y$  を決めること.
- ② 速度はビースピをレールの終点にかぶせて start を押し測定する.
- ③  $h$  をまず固定して  $a$  を **0.3m 以上** で変えて測定, べつの  $h$  でそれを繰り返す.
- ④  $h$  を変える場合は台を積み重ねること.
- ⑤ 考察が可能なように  $a, h$  が異なる複数のデータを取る.
- ⑥ 基本的には**グラフの  $a$  の範囲内**でデータを取ること.

### 4. 実験 2 について

- ① まず  $h$  を決めること.
- ②  $y$  をまず固定して  $x$  を測定, べつの  $y$  でそれを繰り返す.
- ③ 考察を書くために十分なデータを取ること. 追加点を測定してもよい.

### 5. 実験 3 について

- ① まず予想を決めるが, p.3 の左のグラフに推測方法を記すこと.
- ② 結果を記述するために実際の予想と  $y$  の違いを計測する事.