

# 自然科学の歩き方 第5回

2019年

第1クォーター

金曜4クラス

# 前回の復習

- モデル推定の定式化について
- 実験データをもとに、モデルの関数を推定
- その関数のパラメータを、二乗誤差が最も小さくなるように計算
  - 最小二乗法

# 今回の話

一連の実験の内容と考察をどのようにまとめるか？

- レポート・論文を作成するときの基本
- 「論理的な文章」とは何か？

# レポート・論文の基本

- 何を使って何をして、その結果どうなって、どう考えたのか、過不足なく説明する
- **文章で書く**。数式や表も文章の一部。  
— 答案でよくある「数学的失語症」は駄目！

## 問題

質点が $x$ 軸上を運動する。 $t = 0$ において静止している質点に、加速度  $a = A \sin \omega t$  が働く。  
時刻 $t$ における質点の速度  $v$  を求めよ。

$$v = \int a dt$$

$$v = \int A \sin \omega t dt = -\frac{A}{\omega} \cos \omega t + C$$

$$t = 0 \Rightarrow v = 0$$

$$C = \frac{A}{\omega}$$

**悪い答案**

$$v = \frac{A}{\omega} (1 - \cos \omega t)$$

速度と加速度の関係は以下である。

$$v = \int a dt$$

与えられた加速度を代入して積分する。

$$v = \int A \sin \omega t dt = -\frac{A}{\omega} \cos \omega t + C$$

積分定数  $C$  を求めるため初期条件を使う。

$$t = 0 \Rightarrow v = 0$$

これから  $C = \frac{A}{\omega}$  となる。

以下が結果である。

**良い答案**

$$v = \frac{A}{\omega} (1 - \cos \omega t)$$

# レポート・論文の読み手

- そこそこの「基礎知識」を持っていることは仮定してよい
- 自分の研究の具体的な内容は知らない
- 何をやったかを、「ちゃんと」記述する。
  - どのような道具を使ったか？
  - どのような計算をしたか？
- 再現性があるかが重要

# 記述の良い例：料理のレシピ

指示のとおり調理すれば美味しい料理が完成する

材料(実験器具, 機材)が明示されている

読み手はその「業界」の標準的常識はある。「小さじ, 1カップ」は説明していない。

## マーボー豆腐



ほどよい辛さでご飯に合う味

調理時間	エネルギー	塩分
20分	236kcal	2.7g

※ エネルギー・塩分は1人分です。

### 材料 (4人分)

絹ごし豆腐	300g
豚ひき肉(赤身)	50g
にんにく(みじん切り)	1/4片分
しょうが(みじん切り)	1/2片分
キッコーマン豆板醤(トウバンジャン) 川風唐辛子みそ	小さじ2
ねぎ(みじん切り)	1/4本分
サラダ油	小さじ2
ごま油	小さじ1

### (A)合わせ調味料

鶏ガラスープ	3/4カップ
キッコーマン特選丸大豆しょうゆ	小さじ2
デルモンテ・トマトケチャップ	小さじ2
こしょう	少々

### (B)

片栗粉	大さじ1
水	大さじ2

### 作り方

- 豆腐は厚みを半部に切ってさらに角切りにする。
- フライパンに油を熱し、ひき肉、にんにく、しょうがを炒め、香りが出たら豆板醤を加えてさらに炒める。
- (A)を入れて煮立て、(1)とねぎを入れて中火で2〜3分煮る。
- (B)でとろみをつけ、ひと煮立ちしたら香りがつけのごま油をまわし入れる。

### チェックポイント

#### しょうがのみじん切り



皮をむいて薄切りにし、少しずつずらして重ね、端から細く切る(せん切り)。さらに端から直角に細かく切っていく。

手順(実験の方法)が明示されている

もし、途中で作り手が途惑うようではよいレシピではない。

# 本日の目標

- レポートの文章を書く「流れ」を身に付ける
  - 数学の、簡単な証明問題を題材にする。



# 基礎的なキーワードや概念

概念があやふやだと、理解や証明もあやふやになります。

**自然数** : 1, 2, 3, ... という数の集まり

**整数** : 自然数とゼロと自然数にマイナスをつけた数の集まり

**約数と割り切れる, 割り切れない**

$x, y, z, a$  が自然数で  $z = xy$  であるとする。

- ・  $x$  が  $a$  で割り切れれば,  $z$  も  $a$  で割り切れる。
- ・  $y$  が  $a$  で割り切れれば,  $z$  も  $a$  で割り切れる。

**少なくとも1つ**

ゼロはダメだが, 1以上であり, 確実にいくつかは不確定な場合「少なくとも1つ」と言う。

# 問題

- 連続する3つの自然数を掛け合わせた数は、6の倍数であることを証明せよ
- 例:
  - $3 \times 4 \times 5 = 60 = 6 \times 10$
  - $9 \times 10 \times 11 = 990 = 6 \times 165$
  - $10 \times 11 \times 12 = 1320 = 6 \times 220$

# まず、自分で書いてみてください

- 6の倍数 = 6を約数に持つ整数
- **考え方:**
  - 3つの連続する自然数:  $n, n+1, n+2$
  - どれか1つは偶数  $\rightarrow n \times (n+1) \times (n+2)$  は2を約数に持つ
  - どれか1つは3の倍数  $\rightarrow n \times (n+1) \times (n+2)$  は3を約数に持つ
- 制限時間: 10分

# 考えのステップを文章にする(1)

- 3つの数字:  $n, n+1, n+2$
- ポイント:
  - 記号をちゃんと定義しているか?
  - 必要以上に記号を定義していないか?
- 「連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。」

# 考えのステップを文章にする(2)

- どれか1つは偶数
- $n(n+1)(n+2)$  は2を約数に持つ
- ポイント:
  - 3つの連続する数字のうち、どれが偶数かは分からないが、「少なくとも一つ」が偶数であることは確実
- 「連続する3つの自然数のうち、少なくとも1つは偶数である。」
- 「 $n(n+1)(n+2)$  は 2を約数に持つ。」

# 考えのステップを文章にする(3)

- どれか1つは3の倍数
- $n(n+1)(n+2)$  は3を約数に持つ
- ポイント:
  - 3つの連続する数字のうち、どれが3の倍数かは分からないが、「少なくとも一つ」が3の倍数であることは確実
- 「連続する3つの自然数のうち、少なくとも1つは3の倍数である。」
- 「 $n(n+1)(n+2)$  は 3を約数に持つ。」

# 文章を並べてみる

連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。連続する3つの自然数のうち、少なくとも1つは偶数である。 $n(n+1)(n+2)$  は 2を約数に持つ。連続する3つの自然数のうち、少なくとも1つは3の倍数である。 $n(n+1)(n+2)$  は 3を約数に持つ。

- 文章のつながりが悪い
- 接続詞や、指示語を活用しよう

# 文章の校正

連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。

直前の繰り返し: 「これら」で代用

連続する3つの自然数のうち、少なくとも1つ

因果関係の接続詞: 「したがって」

は偶数である。  $n(n+1)(n+2)$  は 2を約数に持つ。

直前の繰り返し: 「これら」で代用

連続する3つの自然数のうち、少なくとも1つは

並列の接続詞: 「また、」

3の倍数である。  $n(n+1)(n+2)$  は 3を約数に持つ。

因果関係の接続詞: 「したがって」



# 校正後の文章

連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。これらのうち、少なくとも1つは偶数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 2を約数に持つ。また、これらのうち、少なくとも1つは3の倍数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 3を約数に持つ。

- つながりは良くなった

# この文章は何を言いたいのか？

連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。これらのうち、少なくとも1つは偶数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 2を約数に持つ。また、これらのうち、少なくとも1つは3の倍数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 3を約数に持つ。

- 抜けていること:
  - 何を問題にしているか
  - どのような結論が得られたか

# 文章（パラグラフ）の構成

**トピック・センテンス**  
主張したいことの要約

結論

**サポーターディング・センテンス**  
主張の理由・詳細

詳細

**コンクルーディング・センテンス**  
まとめ

締め

- 「**ロジカルライティング**」で習う、文章の「**三段構成**」
  - 「結論・詳細・締め」の構成は、パラグラフについても重要
  - ただし、パラグラフでは、前後関係により省略される部分もある
    - 「パラグラフ」と「段落」の違い（深入りしません）

# この文章は何を言いたいのか？

## トピック・センテンス

連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。これらのうち、少なくとも1つは偶数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 2 を約数に持つ。また、これらのうち、少なくとも1つは3の倍数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 3 を約数に持つ。

## コンクルーディング・センテンス

- 抜けていること：
  - トピック・センテンス：何を問題にしているか
  - コンクルーディング・センテンス：結論は何か

# トピック・センテンス

何を主張するか？

「連続する3つの自然数の積の値が、6の倍数であることを証明する。」

連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。これらのうち、少なくとも1つは偶数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 2を約数に持つ。また、これらのうち、少なくとも1つは3の倍数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 3を約数に持つ。

コンクルーディング・センテンス

# コンクルーディング・センテンス

何を主張するか？

「連続する3つの自然数の積の値が、6の倍数であることを証明する。」

連続する3つの自然数を  $n, n+1, n+2$  とおく。これらのうち、少なくとも1つは偶数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 2を約数に持つ。また、これらのうち、少なくとも1つは3の倍数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 3を約数に持つ。

結局何がわかったか？

「以上により、 $n(n+1)(n+2)$ は、2と3を約数に持つことが分かったので、この値は6の倍数である。」

# 完成版の文章（パラグラフ）

連続する3つの自然数の積の値が、6の倍数であることを証明する。連続する3つの自然数を  $n$ ,  $n+1$ ,  $n+2$  とおく。これらのうち、少なくとも1つは偶数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 2 を約数に持つ。また、これらのうち、少なくとも1つは 3 の倍数である。したがって、 $n(n+1)(n+2)$  は 3 を約数に持つ。以上により、 $n(n+1)(n+2)$  は、2 と 3 を約数に持つことが分かったので、この値は 6 の倍数である。

# まとめ

- 論文の基本的な考え方
  - 自分のやったことを世の中に伝える
  - 他の人が「再現できるように」書く
  - 適切な接続詞や指示語を用いて、論理的に書く
- パラグラフの構成方法
  - トピック・センテンス
  - サポート・センテンス
  - コンクルーディング・センテンス



# 本日の課題ー1

(1)

プリントの(1)の(a)～(f)は、今までの授業経過の中でやってきたことについて、皆さんが作成した「メモ」だと考える。

メモなので、まともな文章になっていない。

(a)～(f)を、それぞれ、文章の形に直せ。その際、数値は自分がもとめた値に置き換える。

# 本日の課題ー2

(2)

(a)～(f)を「トピック・センテンス」、「サポーティング・センテンス」、「コンクルーディング・センテンス」に分類し、全体を論理的な順番に並べ替えよ。

(3)

全体として論理的なつながりが明確になるように、接続詞や指示語を補うなどの校正を行い、一段落の文章を構成せよ。

これが最終レポートの「概要」となる。