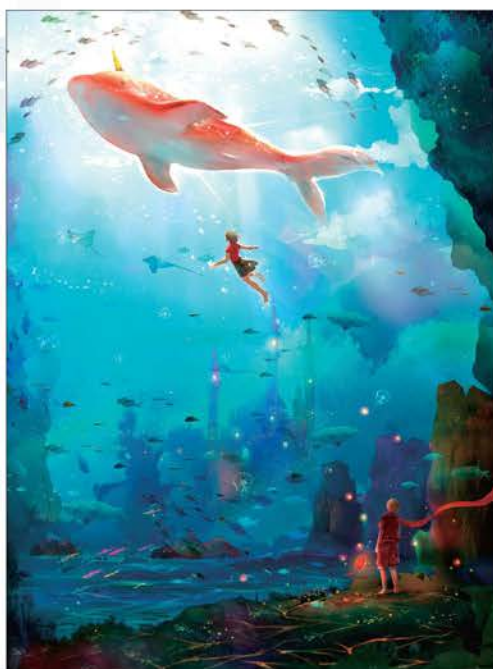


ダイジェスト版

理数／702



文部科学省検定済教科書 | 104 | 数研 | 理数 / 702 | 高等学校理数科用

理数探究基礎

数研出版

【理数探究基礎】

- | | | | |
|----|--------------|----|---------|
| 1 | 教科書の特徴 | 36 | 教授資料 |
| 8 | 教科書の紹介 | 41 | デジタル教科書 |
| 35 | QRコードコンテンツ一覧 | | |



教科書の詳細は
こちら！



教科書の紹介動画は
こちら！

理数探究基礎とは

POINT

1 教科『理数』が新設されました

「理数探究基礎」「理数探究」の2科目で構成

| | | |
|--------|-------|-------------------|
| 理数探究基礎 | 1単位 | 探究に必要な基本的知識、技能を学ぶ |
| 理数探究 | 2～5単位 | 実際に探究を行う |

- 「理数探究基礎」,「理数探究」は、2科目とも選択科目。
- 「理数探究基礎」, または、「理数探究」を履修することで、「総合的な探究の時間」の一部、または、全部に代替が可能。

POINT

2 「理数探究基礎」で学習することは?

- 「理数探究基礎」では、探究を行うために必要な基本的な知識、技能を学習する。

| 探究するために必要な知識 | 探究するために必要な技能 |
|--------------------------|------------------------------------------------|
| 探究を行う意義 探究の流れ 研究倫理 | 観察、実験、調査などの方法 事象を分析するための方法 結果をまとめ、発表する方法 |

POINT

3 探究を行うことで、身につく力は?

- 数学や理科の学習では、それぞれの科目固有の知識や技術を学び、科目における問題解決方法や考え方を育みます。
一方、探究では、教科にとらわれない、科目横断的・総合的な問題解決の能力を育みます。

著 作 者

| | | | |
|-------|--------------------------|-------|------------------------------|
| 鬘谷 要 | 和洋女子大学教授 | 中込 真 | 和洋九段女子中学校高等学校校長 |
| 野村 純 | 千葉大学教授 | 林 宏樹 | 雲雀丘学園中学校・高等学校教諭 |
| 姫野 哲人 | 滋賀大学准教授 | 日高 正貴 | 愛知県立名古屋南高等学校教諭 |
| 石塚 学 | 栃木県立栃木高等学校教諭 | 兵藤 友紀 | 芝中学校・高等学校教諭 |
| 小泉 治彦 | 千葉県立木更津高等学校教諭 | 降旗 敬 | 京都府立洛北高等学校・ 洛北高等学校附属中学校教諭 |
| 須藤 優 | 栃木県立栃木高等学校主幹教諭 | 山崎 健太 | 新潟県立長岡高等学校教諭 |
| 田中 秀二 | 京都府立洛北高等学校附属中学校 主席副校長 | | |

教科書『理数探究基礎』の特徴

詳しくは次のページから

POINT

1 探究で必要となる知識、技能を網羅

POINT

2 探究において活用できるように説明

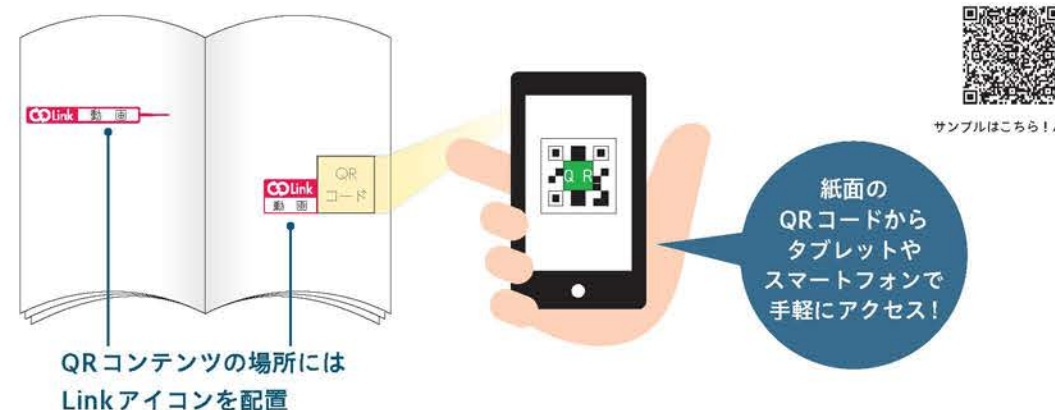
POINT

3 調べたい、知りたいことをさがしやすい

新課程数研教科書の新たな試み!

QRコンテンツで、新たな学びへ!

紙面のQRコードからアクセス可能なQRコンテンツが合計43点



学習内容の理解を助けるコンテンツを多数ご用意! (コンテンツの内訳)

表計算ソフトの使い方(映像): 14点

問題の解答・解説: 12点(全問)

補足資料: 10点

理数系分野学問マップ: 1点

Webサイトへのリンク: 6点

→コンテンツの内容など詳しくは、本冊子 35

POINT1 探究で必要となる知識, 技能を網羅

序編では、科学的に探究するために必要な考え方や、研究倫理について説明しました。

第1章では、科学的とはどういうことを説明

科学的に探究を行うためには、まず科学とはどのようなものかを知る必要があります。そこで、はじめに「科学とは」を説明しました。

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 第1章 科学的とは 1 科学とは 6 A 科学による表現 B 科学の取り組み C 科学は万能ではない D 科学は技術の進歩とともに発展する 2 科学的な探究とは 8 A 探究とは B 探究を通して身につくこと C 探究の目指すもの D 科学的に探究するために | 第2章 探究するうえでの心構え 1 研究倫理とは 10 A 研究不正 B 個人情報の取り扱い C 生命倫理 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

▲前見返し◎ (▶本冊子 8)

第2章では、探究におけるルールを解説

第2章では、探究を行うときに知っておくべきルールや心構えを説明しました。

第1編では、探究の進め方を順序立てて説明しました。教科書にそって進めれば、探究を行うことができます。

第1章 テーマの設定

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 テーマをさがす 16 A テーマをさがす B テーマとなりそうなアイデアをさがす C テーマの具体化 2 テーマについて調べる 20 A テーマについて調べることの必要性 B テーマの何を調べるのか C どのように調べるのか 3 テーマを決める 24 A テーマの焦点をしぼる B 探究する対象をしぼる C 検証できるテーマであるか確認する 第2章 仮説を立てる 1 仮説を立てる 26 A 仮説とは何か B 仮説を立てるステップ C 仮説を立てるために必要な考え方 D 仮説を立ててみよう E 仮説を立てる際に気をつけること F 仮説はデータや結論に影響を与える G 仮説は変わっていく |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

第3章 計画を立てる

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 探究計画を立てる 30 A 探究計画の立て方 B 探究計画を立てるときの注意点 2 実験を計画する 32 A 実験計画を立てるために B 実験方法をデザインする C 予備実験と本実験 D 実験は1つ1つ確実に実施する E 実験の安全に配慮する 3 調査・アンケート 36 A 標本調査・アンケート B いろいろな調査方法 C 統計データの活用 4 探究ノートの書き方 40 A 記録することの意味 B 探究ノートの書き方 第4章 結果の分析 1 データの性質を知る 44 A データは数値で表されるか B データはいくつの項目をもつか 2 1項目のデータの特徴をみる 46 A 表やグラフで視覚化する B データの代表値を求める |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

第4章 結果の分析

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 データの性質を知る 44 A データは数値で表されるか B データはいくつの項目をもつか 2 1項目のデータの特徴をみる 46 A 表やグラフで視覚化する B データの代表値を求める 3 2項目のデータの関連をみる 52 A 表やグラフで視覚化する B 項目間の傾向をみる C 項目間に直線的な関係がある場合 D 項目間に曲線的な関係がある場合 4 分析結果とその評価 60 A 分析結果は正しいのか B 分析結果を評価する 5 結果の考察 64 A 結果からわかることを考える B 結果の疑問点から再度仮説を立てる 第5章 成果をまとめる 1 論文の書き方 66 A 論文の構成要素 B 論文における文章表現 第6章 成果を発表する 1 発表するにあたって 70 A ポスター発表と口頭発表 B ポスター発表 C 口頭発表 D 発表の仕方 E 聞き手の心構え |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ハンドブックとしても活用いただけます。

探究に必要な知識・内容を、細かく項目を立てて説明しました。生徒がわからないこと・知りたいことを調べるハンドブックとして活用いただけます。

それぞれの項目では、考え方や方法を列挙しました。

考えるポイントや方法を見つけられるように、考え方や方法はできるだけ多く紹介するようにしました。



▲p.16~17 (▶本冊子 14 ~ 15)

第4章では、探究に必要なデータの分析方法を紹介しています。

はじめにデータの性質を調べ、データの性質にあった分析方法が見つけれられるようにしました。

A データは数値で表されるか

1 数値で表されるデータ

表2の植物の個体数のように、数値で表されるデータを **量的データ** という。他にも、長さ、時間、速さ、温度、人数、値段などがある。

表2 ある地域における1m²当たりの特定の植物の個体数

| 区画 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|--------|---|---|---|----|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| 植物の個体数 | 5 | 8 | 3 | 10 | 7 | 9 | 6 | 13 | 11 | 12 | 2 | 4 | 7 | 7 |

量的データは、平均値などの代表値を計算したり、表やグラフにして視覚化したりすることで、さまざまな特徴を把握することができる。

2 数値ではないデータ

表3の降雨の有無のデータのように数値ではなく、状態や属しているカテゴリー(属性、グループ)を表すデータを **質的データ** という。他にも、天気や地域、アンケートの選択結果(よい、ふつう、わるいなど)などさまざまなものがある。

表3 鳥取県鳥取市における2019年7月上旬ごろの降雨の有無

| 日付 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 降雨の有無 | 無 | 無 | 無 | 有 | 無 | 無 | 無 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |

▲p.44 (▶本冊子 22)

B データはいくつの項目をもつか

1 1項目のデータ

1つの対象に対し、1つの項目の測定値や観測値をもつデータのことを **1次元データ** という。

表4は、日本各地の年平均気温のデータである。1つの観測地点に対し、1つの観測値をもつので、1次元データである。

表4 日本各地の年平均気温

| 観測地点 | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 年平均気温(℃) | 6.8 | 12.4 | 15.4 | 14.6 | 15.8 | 15.9 | 16.5 | 18.6 |

1次元データは、最大値や最小値、どのような値をとりやすいかなどの特徴を調べる **p.46参照** ことが重要となる。

2 2項目以上のデータ

1つの対象に対し、2つの項目の測定値や観測値をもつデータのことを **2次元データ** という。また、項目がさらに多いときを含め、2つ以上の項目をもつデータのことを **多次元データ** という。

表5は、表4のデータに、さらに観測地点の緯度(北緯)を追加したものである。1つの観測地点に対して、2つの観測値をもつので、2次元データとなる。

▲p.45 (▶本冊子 23)

第2編第1章では、実験・観察における方法を7つに分けて、それぞれの方法に用いる装置・器具の特徴を説明しました。

生徒がテーマにあった検証方法を考えることができるように構成しました。

器具・装置の特徴を紹介し、測定の精度や対象物のサイズ・性質などから検証方法を見つけることができます。

第2編 探究に用いる技能と実践例

第1章 実験・観察・調査に関する基本操作

1 計る・測る・量る 78

A 図筒を用いて計る

B 長さをはかる

C 体積をはかる

D 質量や密度をはかる

E 濃度ををはかる

F 時間ををはかる

G 温度をはかる

H その他の「はかる」

I 有効数字

2 熱する・冷やす 94

A 熱する

B 冷やす

3 見る 96

A 光学顕微鏡

B 実体顕微鏡・ルーペ

C 電子顕微鏡

D 顕微鏡

E 双筒鏡・単筒鏡・天体望遠鏡

4 つぶす・分ける 101

A つぶす

B 分ける

C つぶす・分けるの実例：DNA抽出

5 増やす 104

A 培養

B DNAの増幅

6 野外調査 106

A 野外調査の流れ

B 採集

C 生物の調査

D 環境の調査

7 記録する 110

A 写真撮影

B スケッチする

C 自動的に記録する

D 表計算ソフトを利用する

▲p.1 (▶本冊子 9)

実験・観察に対する理解が深まります。

理科で行う実験・観察において、どうしてこの器具を用いるのか、なぜこのような方法を行うのかなど、実験・観察に関して理解を深めることができます。

第2編第2章では、探究の実践例を掲載しました。

6 オオクテバスにおける鱗の形態と生息環境の関係

背景・目的

硬骨魚の鱗は成長に伴って隆起線が形成され、成長が早いほど隆起線の間隔が広がることから知られている。近年、外来魚の増加が在来魚の減少に影響を与えていることが懸念となっているため、特に大型の外来魚であるオオクテバスについて、鱗の形態と生息環境の関係を明らかにすることを試みる。

実験方法

- 調査地として本津川(京都府)の支流部と、琵琶湖(滋賀県)の内湖を選んだ。2地点は地理的に近接しているが、琵琶湖と比較して、本津川は水深が浅く、流速が大きく、水温の変化が大きいなど、環境が大きく異なる。
- 本津川からオオクテバス12個体を、琵琶湖から8個体を採集し、それぞれの個体の全長、標準体長、体高を測定した(図a左)。
- 鱗の後ろの鱗を3枚ずつ採取し、アリザリンドで染色した。光学顕微鏡を用いて被覆部の半径と隆起線数、露出部の隆起線数を測定した(図a右)。
- 測定結果をもとに、隆起線数(被覆部の半径/被覆部の隆起線数)、および隆起線数比(被覆部の隆起線数/露出部の隆起線数)を計算した。

結果と考察

表3 測定結果(数値は平均値、nは標準偏差も表示)

| 調査地 | 全長(mm) | 標準体長(mm) | 体高(mm) | 被覆部半径(μm) | 被覆部隆起線数 | 露出部隆起線数 | 隆起線数比 |
|-----|--------------|--------------|------------|----------------|-------------|-----------|------------|
| 本津川 | 100.3 ± 10.6 | 80.8 ± 9.0 | 34.4 ± 3.7 | 676.8 ± 134.9 | 35.4 ± 6.4 | 116 ± 2.1 | 19.2 ± 2.3 |
| 琵琶湖 | 225.5 ± 14.3 | 183.9 ± 10.2 | 61.0 ± 2.1 | 1851.6 ± 346.1 | 95.6 ± 24.7 | 207 ± 4.6 | 19.8 ± 2.7 |

測定の結果、本津川よりも琵琶湖の個体群のほうが全長、標準体長、体高がいずれも大きかった。また、標準体長と鱗の被覆部の隆起線数に正の相関がみられた。一方で、鱗の隆起線数には有意差がみられなかった。これらのことから、本津川と琵琶湖の個体群の間で成長速度にはほとんど差がなく、琵琶湖の個体群のほうが年齢が高かったと考えられる。

また、琵琶湖の個体群のほうが鱗の隆起線数比が大きかった。これは、被覆部の隆起線の形成速度が、琵琶湖の個体群より大きいためだと考えられる。

探究の全体像を知ることができます。

実際に行った探究11テーマを紹介しています。

Process

テーマ設定から仮説を立てるまでのプロセスを紹介しました。テーマや仮説を考えるためのヒントが詰まっています。

Note

探究を行った際に注意した点や工夫したことなどを記しました。

Analysis

データを分析するときに用いた統計的手法を示しました。

▶p.118 (▶本冊子 30)

(1) おおまかな体積を簡単にはかる 「およそ〇mL」のようにおおまかな体積をはかる際には、図8のような器具を用いる。液体を入れて、液面の目盛りを読めばよい。これらの器具は、精度があまり高くないが、おおまかな測定値でよいときには便利である。いろいろな大きさのものがあるので、はかる対象の量によって使い分ける。



▲図8 体積を簡単にはかる器具

(2) 精密にはかる・はかりとる 0.1mLまたは0.01mLの単位で精密にはかるときには、図9のような器具を用いる。いずれの器具にも目盛りや標線が入っている。

ビュレットやメスビュレットは、先端から液体を滴下して、滴下前後の目盛りの差から、体積をはかることができる。ビュレットは1~10mL程度、メスビュレットは0.1~1mL程度の体積を精密にはかるときに使う。

メスフラスコとホールビュレットは容量が決まっており、標線まで液体を入れると正確な体積をはかりとることができる。両方とも、溶液の調整や希釈の際に使われる。

▶p.82 (▶本冊子 28)

データの分析に必要な統計学を詳しく扱いました。

第1編第4章で分析方法を紹介し、第3編第1章では統計学を詳しく解説。

第1編第4章(▶本冊子 22)では、データの性質によってどのような分析方法を用いるとよいかを説明し、データの分析で用いる統計学については、第3編第1章(▶本冊子 32)で詳しく解説しました。

第1章 統計学

1 データの整理

気温や降水量、所属、性別などによって、ある特性を表すものを「変数」といい、調査や実験で得られた変数の測定値や観測値の集まりを「データ」という。また、データを構成する観測値や測定値の個数を、「データの大きさ」という。データを分析するには、データを分析しやすいように整理する必要がある。データ全体の特性を把握する方法をみてみよう。

A 度数分布表

データの散らばりやすさを「分布」という。データの分布をみるための1つの方法として、「度数分布表」がある。度数分布表において、区切られた各区間を「階級」、区間の幅を「階級の幅」、各階級に入るデータの値の個数を「度数」という。また、各階級の真ん中の値を「階級値」という。

B ヒストグラム

度数分布表に整理されたデータを柱状のグラフで表したものを「ヒストグラム」という。ヒストグラムも、データの分布をみるための1つの方法である。

例1 表1は、ある都市の4月の日ごとの最高気温*t*(°C)を測定したものである。

| 日 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>t</i> | 21.9 | 24.5 | 23.4 | 28.2 | 18.3 | 22.4 | 21.1 |
| 日 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| <i>t</i> | 20.0 | 15.0 | 16.0 | 22.2 | 28.4 | 26.0 | 28.1 |

表2 度数分布表

| 階級の幅 | 階級 | 度数 |
|--------------------|----|----|
| 15 ≤ <i>t</i> < 18 | 4 | 4 |
| 18 ≤ <i>t</i> < 21 | 6 | 6 |
| 21 ≤ <i>t</i> < 24 | 10 | 10 |
| 24 ≤ <i>t</i> < 27 | 9 | 9 |
| 27 ≤ <i>t</i> < 30 | 1 | 1 |
| 計 | 30 | 30 |

表3 例1における相対度数と累積相対度数

| 階級 | 相対度数 | 累積相対度数 |
|--------------------|------|--------|
| 15 ≤ <i>t</i> < 18 | 0.13 | 0.13 |
| 18 ≤ <i>t</i> < 21 | 0.20 | 0.33 |
| 21 ≤ <i>t</i> < 24 | 0.33 | 0.67 |
| 24 ≤ <i>t</i> < 27 | 0.30 | 0.97 |
| 27 ≤ <i>t</i> < 30 | 0.03 | 1.00 |
| 計 | 1 | — |

表4 ある種類の植物の高さ

| 個体 | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 高さ(cm) | 26 | 38 | 17 | 27 | 30 | 19 | 22 | 20 |

表5 データの例

| データ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| データ1 | 280 | 270 | 280 | 280 | 300 | 280 |
| データ2 | 100 | 260 | 270 | 280 | 280 | 280 |

表6 1日当たりの睡眠時間

| 日数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 睡眠時間(分) | 420 | 390 | 450 | 400 | 460 | 430 |

2 データの代表値

データ全体の特性を適当な1つの数値で表すことがある。その数値をデータの「代表値」という。ここでは、さまざまな代表値をみてみよう。

A 平均値

変数*x*についてのデータが*n*個の値*x*₁, *x*₂, ..., *x*_{*n*}であるとき、それらの総和を*n*で割ったものを、データの「平均値」といい、 \bar{x} で表す。すなわち

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

例2 p.126の表1のデータについて、平均値を計算すると次のようになる。

$$\frac{1}{30}(21.9 + 24.5 + \dots + 25.7) = \frac{661.7}{30} \approx 22.1$$

よって、平均値は22.1°C

B 中央値

データの値の大きさを順に並べたとき、中央の位置にくる値を、データの「中央値」または「メジアン」という。データの大きさが偶数のとき、中央に2つの値が並ぶが、その場合は2つの値の平均値を中央値とする。

例3 表5のデータ1およびデータ2について、中央値をそれぞれ求めよ。

(1) データ1について、データの大きさは5であるから、中央値は3番目の値である。よって、中央値は280

(2) データ2について、データの大きさは6であるから、中央値は3番目の値と4番目の値の平均値である。よって、中央値は

$$\frac{1}{2}(270 + 280) = 275$$

C 最頻値

データにおいて、最も個数の多い値を、そのデータの「最頻値」または「モード」という。データが度数分布表に整理されているときは、度数が最も大きい階級の階級値を最頻値とする。

例4 表2の度数分布表において、度数が最も大きい階級は21°C以上24°C未満であるから、最頻値は22.5°C

表計算ソフトの使い方や、問題の解答・解説、補足資料を見ることができます。

ヒストグラムのつくり方

度数分布表を選択し、「集合図表」グラフを作成する

表計算ソフトの式目録

- 平均値 (AVERAGE)
- 中央値 (MEDIAN)
- 最頻値 (MODE.SINGLE)

表計算ソフトの式目録

- 相対度数 (RELATIVE FREQUENCY)
- 累積相対度数 (CUMULATIVE RELATIVE FREQUENCY)

▶p.126 (▶本冊子 32)

数学や情報とのつながり

第3編第1章では、数学Iや数学Bの教科書と解説やデータを連携させています。また、表計算ソフトの活用は、情報Iと関連づけて扱うことができます。

▶p.127 (▶本冊子 33)

POINT2 探究において活用できるように説明

節はじめに、学習内容の目的を記しました。

第2章 仮説を立てる

1 仮説を立てる

テーマが決まったら、探究を始める前に、自分なりの探究の“答え”を設定する。この“答え”が仮説である。この“答え”とは、探究のさしあたっての到達目標でもある。

ここでは、自分なりの探究の“答え”(仮説)をどのように考えていけばよいかを説明する。

節はじめの導入

「なぜ、このようなことをしないとイケないのか」ということをはじめに説明しました。生徒が目的・意図を理解して、探究を進めることができます。

▶p.26 (▶本冊子 16)

第3章 計画を立てる

1 探究計画を立てる

高等学校で行う探究には、時間・設備・協力者・指導者などの制約があるため、その環境で実現可能な範囲での探究計画を考える必要がある。

▶p.30 (▶本冊子 18)

具体例を豊富に掲載しました。生徒の理解を助けます。

▶p.27 (▶本冊子 17)

1 演繹法

演繹法とは、すでに正当性がある程度保証されている仮説や理論に、観察された事実を当てはめ、結果を推論する方法である。

中学の内容や身近な題材の例

中学で学習した内容や身近な題材を用いた例でわかりやすく説明しています。抽象的な概念も、具体的な例で説明していますので、生徒の理解を助けます。

例3

前提となる理論：アンモナイトは、中生代の化石である。

観察された事実：この地域は、中生代の地層からなる。

導かれた推論：この地層からは、アンモナイトの化石が見つかるだろう。

節末の「Point」で、その節で学習したことをまとめました。

「Point」は確認事項のまとめ

その節の内容を、「Point」でまとめました。「Point」でチェックすべきことを確認しながら、探究を進めることができます。また、授業の最後に、学習内容のまとめとして活用いただけます。

Point

- 探究を行う時間や頻度、設備を考慮して、探究計画を立てる。
- 探究の方法は、仮説を証明・検証できるかどうか予想して検討することが重要である。
- 探究計画では、論文作成や発表の準備の時間も考えておく必要がある。

▶p.31 (▶本冊子 19)

Point

- “量的データ”は、平均値などの代表値を計算したり、分布を確認したりすることでデータの特徴を把握できる。一方、“質的データ”は、頻度や割合を計算することでデータの特徴を把握できる。
- “1次元データ”は、その分布の特徴を調べることで分析を行う。一方、“多次元データ”は、各項目の分布の特徴だけでなく、各項目間の関連も調べることで分析を行う。

▶p.45 (▶本冊子 23)

POINT3 調べたい、知りたいことをさがしやすい

インデックスや項目見出しから、内容をさがしやすくしました。タイトルからさがしやすいように工夫しました。

説明を細かく分け、わかりやすいタイトルを付けました。タイトルから調べたい内容をさがしやすくしました。

第2章 仮説を立てる

1 仮説を立てる

テーマが決まったら、探究を始める前に、自分なりの探究の“答え”を設定する。この“答え”が仮説である。この“答え”とは、探究のさしあたっての到達目標でもある。

ここでは、自分なりの探究の“答え”(仮説)をどのように考えていけばよいかを説明する。

A 仮説を立てる目的

探究はゴール(到達目標)を目指して行うもので、仮のゴールを設定しないと、どこに向かっていくかあいまいになってしまう。ゴールが決まらないうちに、何を、どうやって、どこまで調べようかを決めることもできない。

とりあえずななく思い通りの結果や結論はあると思うが、これはどちらかというと予想である。なとなくの予想では、探究を進めるための手段を詳細に決めることはできない。そのため、進めたい探究にまつべき仮説や目標を立てることが必要となる。この目的は、仮説を立てることである。

B 仮説を立てるステップ

仮説は、次のように順序立てて考えていくとよい。

- ① 観察から、ある現象をもった事実を見出す。
- ② 過去の探究を調べ、似たようなテーマをさがし、そこで使われている知識や仮説・理論を整理する。
- ③ その仮説・理論を、見つけた事実に応じてはめてみる。
- ④ 観察した事実が当てはまる、もしくは、うまく説明できるシブシブな仮説を考えた。

観察から事実を見出す → 過去の探究を調べる → その仮説・理論を整理する → 観察した事実が当てはまるか確認する → 仮説を立てる

▶p.26~27 (▶本冊子 16 ~ 17)

第1編はインデックスを付けました

わからないこと・調べたいことをさがしやすいように、第1編はインデックスを付けています。

関連する内容の参照ページ

A データは数値で表されるか

1 数値で表されるデータ

表2の植物の個体数のように、数値で表されるデータを「量的データ」という。他にも、長さ、時間、速さ、重さ、人数、値域などがある。

表2 ある地域における1㎡あたり10cm以上の植物の個体数

| 区画 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|--------|---|---|---|----|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| 植物の個体数 | 5 | 9 | 3 | 10 | 7 | 9 | 8 | 11 | 11 | 12 | 2 | 4 | 7 | 7 |

量的データは、平均値などの代表値を計算したり、表やグラフにして視覚化したりすることで、さまざまな特徴を把握することができる。

2 数値ではないデータ

表3の降雨の有無のデータのように数値ではなく、状態や属しているカテゴリ(属性、グループ)を表すデータを「質的データ」という。他にも、天気や地域、アンケートの選択結果(はい、いいえ、わからないなど)などさまざまなものがある。

表3 長野県松本市における2019年7月と8月の降雨の有無

| 日付 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 降雨の有無 | 無 | 無 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |

▶p.44 (▶本冊子 22)

第1編第4章と第3編第1章の連携

第1編第4章で紹介したデータの分析方法の公式や分析の意味については、第3編第1章の解説を参照すると理解が深まります。

A 平均値

変量xについてのデータがn個の値 x_1, x_2, \dots, x_n であるとき、それらの総和を n で割ったものを、データの「平均値」といい、 \bar{x} で表す。すなわち $\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$ である。

例1 p.106の表1のデータについて、平均値を計算すると次のようになる。

例2 $\frac{1}{30}(11.9 + 24.5 + \dots + 25.0) = \frac{661.1}{30} \approx 22.1$ よって、平均値は 22.1 である。

例3 表4は、ある種類の植物の高さを測ったデータである。このデータの平均値を求めよ。

表4 ある種類の植物の高さ

| 区画 | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 高さ(cm) | 25 | 36 | 17 | 27 | 30 | 19 | 22 | 20 |

例4 表5のデータ1およびデータ2について、中央値をそれぞれ求めよ。

表5 データの表

| データ1 | 260 | 270 | 280 | 280 | 300 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| データ2 | 100 | 200 | 270 | 280 | 280 |

例5 表6は、ある生徒の6日間にわたる1日当たりの睡眠時間のデータである。このデータの中央値を求めよ。

表6 1日当たりの睡眠時間

| 日付 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 睡眠時間(分) | 420 | 530 | 460 | 400 | 480 | 430 |

▶p.127 (▶本冊子 33)

理数探究基礎 目次

本書と高等学校の教科・科目との関係について
 本書は、中学校までの学習内容を基に、探究に必要な基本的な知識・技能を学習できるように構成した。しかし、本書では教科・科目にとられない教科横断的・総合的な問題を扱うため、高等学校の数学・理科やその他の教科の学習内容だけでなく、それらを超える内容にも触れている。そのため、知らない用語・内容が出てきた場合には、書籍やインターネットで調べたり、先生に聞いたりして学習してほしい。

序編 探究を始める前に

第1章 科学的とは

- 1 科学とは ————— 6
 - A 科学による表現
 - B 科学の取り組み
 - C 科学は万能ではない
 - D 科学は技術の進歩とともに発展する
- 2 科学的な探究とは ————— 8
 - A 探究とは
 - B 探究を通して身につくこと
 - C 探究の目指すもの
 - D 科学的に探究するために

第2章 探究するうえで的心構え

- 1 研究倫理とは ————— 10
 - A 研究不正 (▶本冊子 12)
 - B 個人情報の取り扱い
 - C 生命倫理



第1編 探究の流れ

第1章 テーマの設定 (▶本冊子 14)

- 1 テーマを考える ————— 16
 - A テーマをさがす
 - B テーマとなりそうなアイデアをさがす
 - C テーマの具体化
- 2 テーマについて調べる ————— 20
 - A テーマについて調べることの必要性
 - B テーマの何を調べるのか
 - C どのように調べるのか
- 3 テーマを決める ————— 24
 - A テーマの焦点をしぼる
 - B 探究する対象をしぼる
 - C 検証できるテーマであるか確認する

- 2 実験を計画する ————— 32
 - A 実験計画を立てるために
 - B 実験方法をデザインする
 - C 予備実験と本実験
 - D 実験は1つ1つ確実に実施する
 - E 実験の安全に配慮する

第2章 仮説を立てる (▶本冊子 16)

- 1 仮説を立てる ————— 26
 - A 仮説とは何か
 - B 仮説を立てるステップ
 - C 仮説を立てるために必要な考え方
 - D 仮説を立ててみよう
 - E 仮説を立てる際に気をつけること
 - F 仮説はデータや結論に影響を与える
 - G 仮説は変わっていく

- 3 調査・アンケート ————— 36
 - A 標本調査・アンケート
 - B いろいろな調査方法
 - C 統計データの活用

第4章 結果の分析 (▶本冊子 22)

- 1 データの性質を知る ————— 44
 - A データは数値で表されるか
 - B データはいくつの項目をもつか
- 2 1項目のデータの特徴をみる ————— 46
 - A 表やグラフで視覚化する
 - B データの代表値を求める
 - C データの散らばりの度合いを表す値を求める
- 3 2項目のデータの関連をみる ————— 52
 - A 表やグラフで視覚化する
 - B 項目間の傾向をみる (▶本冊子 24)
 - C 項目間に直線的な関係がある場合
 - D 項目間に曲線的な関係がある場合

第3章 計画を立てる (▶本冊子 18)

- 1 探究計画を立てる ————— 30
 - A 探究計画の立て方
 - B 探究計画を立てるときの注意点

- 4 分析結果とその評価 ————— 60
 - A 分析結果は正しいのか
 - B 分析結果を評価する
- 5 結果の考察 ————— 64
 - A 結果からわかることを考える
 - B 結果の疑問点から再度仮説を立てる

第5章 成果をまとめる

- 1 論文の書き方 ————— 66
 - A 論文の構成要素
 - B 論文における文章表現

第6章 成果を発表する

- 1 発表するにあたって ————— 70
 - A ポスター発表と口頭発表
 - B ポスター発表
 - C 口頭発表
 - D 発表の仕方
 - E 聞き手の心構え

- 2 ポスターのつくり方 ————— 72
 - A ポスターのつくり方 (▶本冊子 26)
 - B ポスターの構成
- 3 口頭発表スライドのつくり方 ————— 74
 - A 発表スライドのつくり方



第2編 探究に用いる技能と実践例

第1章 実験・観察・調査に関する基本操作

- 1 計る・測る・量る ————— 78
 - A 国際単位系 (SI)
 - B 長さをはかる
 - C 体積をはかる (▶本冊子 28)
 - D 質量や密度をはかる
 - E 濃度をはかる
 - F 時間をはかる
 - G 温度をはかる
 - H その他の“はかる”
 - I 有効数字
- 2 熱する・冷やす ————— 94
 - A 熱する
 - B 冷やす

- 3 見る ————— 96
 - A 光学顕微鏡
 - B 実体顕微鏡・ルーペ
 - C 電子顕微鏡
 - D 偏光顕微鏡
 - E 双眼鏡・単眼鏡・天体望遠鏡
- 4 つぶす・分ける ————— 101
 - A つぶす
 - B 分ける
 - C つぶす・分けるの実際：DNA抽出
- 5 増やす ————— 104
 - A 培養
 - B DNAの増幅
- 6 野外調査 ————— 106
 - A 野外調査の流れ
 - B 採集
 - C 生物の調査
 - D 環境の調査
- 7 記録する ————— 110
 - A 写真を撮る
 - B スケッチする
 - C 自動的に記録する
 - D 表計算ソフトを利用する



第2章 探究の実践例

- 1 表面張力のはたらき 113
- 2 溶解による金属の表面積の変化 114
- 3 水蒸気以外の雲の生成 115
- 4 磁石モデルによるケプラーの法則の検証と応用 116
- 5 校舎の固有振動数の測定 117

(▶本冊子 30 31)

- 6 オオクチバスにおける鱗の形態と生息環境の関係 118
- 7 ゼブラフィッシュから見える世界 119
- 8 図形パズル 120
- 9 無理数の連分数表示 121
- 10 虫歯を減らす効果的な手段 122
- 11 バスケットボールにおけるリバウンドの有用性 123

第3編 探究に必要なその他の知識

第1章 統計学

- 1 データの整理 126
 - A 度数分布表
 - B ヒストグラム
 - C 相対度数と累積度数
- 2 データの代表値 127
 - A 平均値
 - B 中央値
 - C 最頻値
- 3 分散と標準偏差 128
 - A 分散・標準偏差
- 4 データの相関 129
 - A 散布図
 - B 正の相関関係、負の相関関係
 - C 相関係数
- 5 回帰分析 131
 - A 回帰分析とは
 - B 最小2乗法による直線への回帰
 - C 決定係数
 - D 曲線への回帰
- 6 正規分布 134
 - A 連続した値をとる分布
 - B 正規分布
 - C 標準正規分布

(▶本冊子 32)

- 7 母集団と標本 136
 - A 全数調査と標本調査
 - B 母集団分布
 - C 復元抽出・非復元抽出
- 8 標本平均の分布 137
 - A 母標準偏差がわかっているとき
 - B 母標準偏差がわかっていないとき
- 9 母平均の推定 139
 - A 母標準偏差がわかっているときの母平均の推定
 - B 母標準偏差がわかっていないときの母平均の推定
- 10 仮説検定 141
 - A 仮説検定の考え方
 - B 平均値に関する検定
 - C その他の検定

第2章 インターネットでの情報収集

- 1 インターネットでの情報収集の仕方 148
 - A 検索サイトによる検索の方法
 - B 学術記事にしぼった検索
 - C 検索結果から必要な情報を選ぶ
 - D 外国語で書かれた論文や情報の翻訳

第3章 英語での発表

- 1 探究で用いられる英語 151
 - A 英語での論文執筆とプレゼンテーション

- 索引 152
- 索引 - 表計算ソフトの式一覧 157
- 統計数値表 - 正規分布表、t分布表 158

記号と単位の表記について
 一般に、理科における記号(「質量 m 」など)は、物理量(数値と単位の積)を表すことが多いが、本書での記号は、物理量ではなく数値を表している。

本書の構成

重要な考え方や公式を扱っている。

Check
 本文で説明した内容を確認する問いを扱っている。

表計算ソフトの式
 表計算ソフトの関数を記している。
 p.156 参照

コラム
 関連した話題を扱っている。

例
 本文で説明した内容に関する具体例を掲載している。

練習
 第3編第1章では、適宜「例」の下に「練習」用の問題を掲載している。

第1編では、探究におけるどの段階であるのかを、ここに示している。

Point
 各節の重要な事柄をまとめている。

インターネットへのリンクマーク

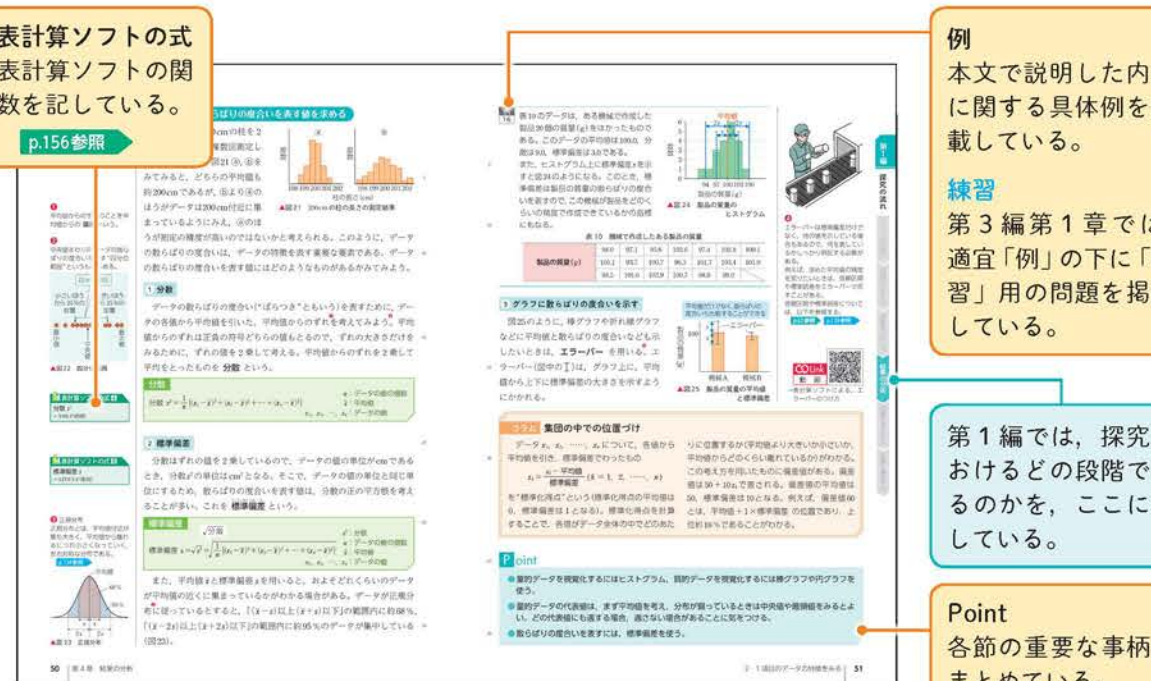
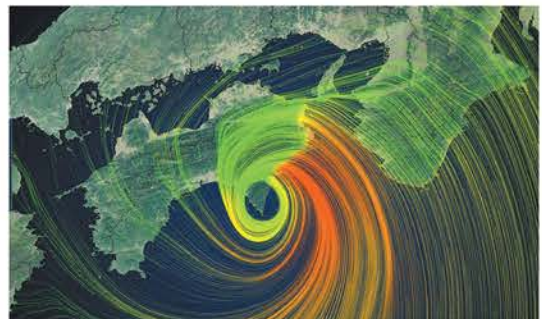
この教科書に関連した参考資料、活動を効果的に行うためのツールなどが利用できる目印です。

Link コンテンツ



これらの資料は、右下のアドレスまたは二次元コードからアクセスできます。必要に応じて活用してください。インターネット接続に際して発生する通信料は、使用される方の負担となりますのでご注意ください。

<https://www.chart.co.jp/qr/22si1/>



1 研究倫理とは

節はじめに、学習する目的や意味を記しました。

●研究倫理とは、探究は良心に従って嘘や偽りのない客観的事実に基づき、誠実に実施されなければならない、また、個人とそのプライバシーを尊重し、人や動物をできるだけ傷つけないようにしなければならないという考え方である。現代では、研究倫理の考えに基づいて正しく行われた探究でなければ、学術的価値が認められないようになっている。

ここでは、研究不正、個人情報、生命倫理の観点から、研究倫理の基本を理解していこう。

A 研究不正

科学的な探究は、純粋な好奇心から真実をさがすことが目的である。真実をさがすためには、目の前の事実常に謙虚でなくてはならない。

研究不正とは、自分に都合よく事実と異なる報告をしたり、他人のアイデアや成果を盗んだりすることである。研究不正は、決して許されないことである。

1 ねつ造・改ざん

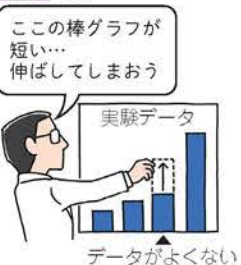
ねつ造とは、自分に都合のよい実験結果や実験記録などを意図的につくってしまうことである。

また、**改ざん**とは、データを事実と異なる都合のよい値や形に変えてしまうことである。実験データの好ましくない部分を作為的に削除したり、画像を自分の説明に都合がよいように加工したりすることも改ざんにあたる。

ねつ造の例



改ざんの例



① ただし、画像の重要な部分が見やすくなるように、画像の背景部分をトリミングすることは改ざんにあたらない。



Check 確認してみよう

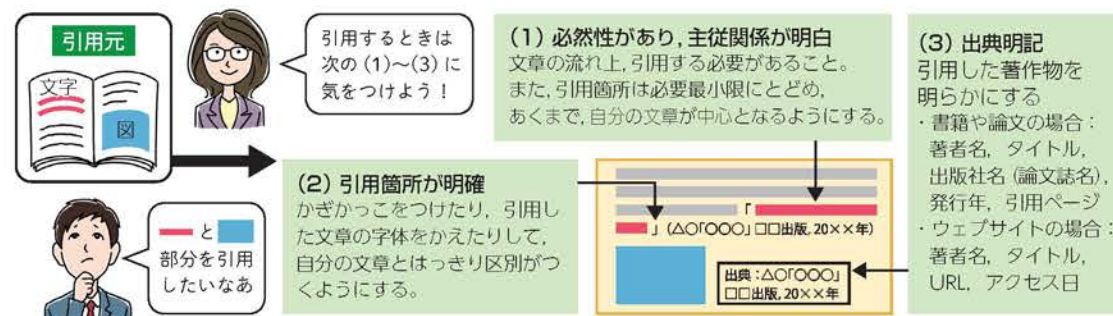
測定中、測定装置の画面を見ながら、自分の期待通りの値が得られていると喜んでいたら、後になって測定結果の保存を忘れてしまったことに気がついた。記憶を頼りに、測定結果をつくってもよいだろうか？

学習内容の理解を深める問いを入れました。

2 引用と盗用

自分の報告書や論文などの中で、他人の成果や考えを紹介することを**引用**という。引用は、自分の探究を位置付けるために必要不可欠な手続きである。「○○氏は、□□の実験を行って△△という結果を得ている」、「××氏は、◇◇について▽▽であると報告している」のように、報告書(論文)の中でどの部分が引用であることを明確に記述する。

② 引用文献の表記の仕方 p.69参照



▲図1 法律で認められる引用

一方、他人の考えたことや実験結果などを引用せずに無断で、あたかも自分の考えたことや、自分が実験したことのように報告することを**盗用**という。盗用は、文字通り盗むことで、恥ずべき行為であり、絶対に行ってはいけない。インターネットの普及で簡単に文章がコピーできるが、この場合も正しく引用しないと盗用になってしまう。

探究で不正を行うことは、その人の探究者として、さらには人としての信用をなくすこととなり、失うものが非常に大きいことをしっかり認識しておこう。研究不正は、その人だけが信用を失うのではなく、共同で探究を行った人や所属する機関の名誉も傷つける。悪質で大がかりな場合、国としての信頼の失墜にもなりかねない重大な事件にもなる。

コラム 仕事としての探究

探究を仕事とした場合は、必ず探究の成果を求められる。そのため、十分な成果をあげないといけないというプレッシャーから、つい不正を行ってしまうと、取り返しのつかないことになる。

探究は、人から見えない部分が多いが、決して研究不正をはたらくことがないよう、高い意識をもって取り組んでほしい。



▲図a 嘘の大波(TIDE OF LIES) 世界的な科学週刊誌サイエンスに掲載された研究不正に関する記事の挿絵。葛飾北斎風のイラストで、白波が論文になっている。

1 テーマを考える

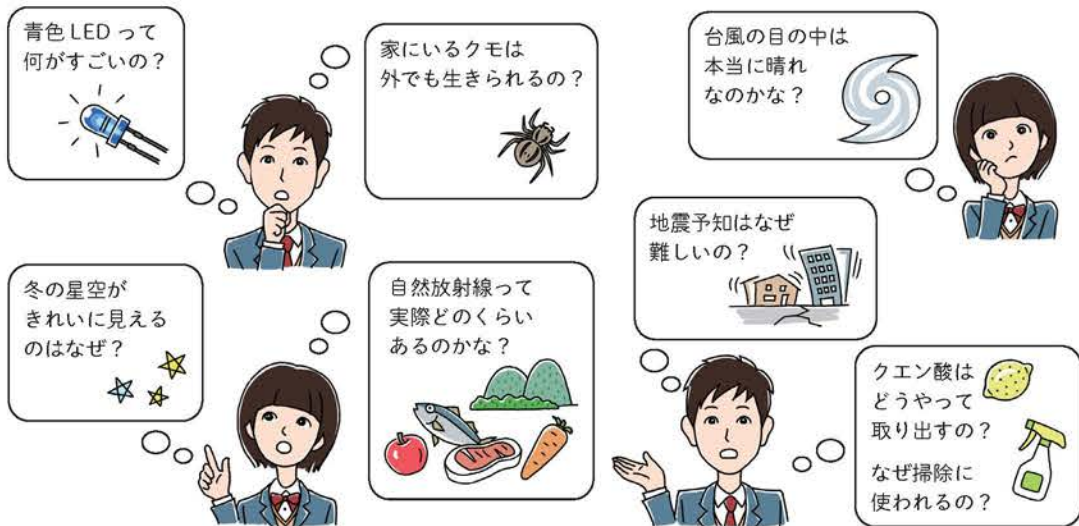
探究をよいものにするには、探究するテーマをよいものにするのが大切である。しかし、よいテーマは、すぐに思いつくものではない。ここでは、どのようにテーマの題材をさがし、よいテーマとしていくかを紹介する。

A テーマをさがす

テーマを見つけるためには、常日頃から“さまざまなことに興味をもつ”、“よく観察する”、“批判的にみる”ということが必要となる。いろいろなことを当たり前とみなさずに、何が起きているのか、なぜそうなるのか、調べるために何かをうまく使えないだろうか、と考えることが大事である。

1 常に“なぜ”を心の中にもつ

いろいろなことを“なぜだろう”という気持ちで見ることが大切である。教科書で説明されている事象や、当たり前とされていることに対して、疑問をもつことが重要である。科学で説明されている事柄や理論は、科学の進歩に伴い、修正されることもある。したがって、自身の経験や観察から、現在いわれていることに納得のいかないものがあれば、それは探究のテーマとすることができる。



テーマをさがす方法を6つ紹介し、生徒が自分にあった方法を見つけられるようにしました。

2 生活の中の困りごと

ふだんの生活で困っていることや、こうであつたらいいなと思っいることがあるならば、それは探究のテーマの大きなヒントとなる。いつもなんとなく心に引っかかっているが顕在化されていないことについて、ていねいに、注意深く見つめ直し、その原因をさがしだしてみよう。



3 個人的に見つけた規則性

疑問ではなく、個人的に見つけた規則性を探究のテーマとすることもできる。個人的に見つけた規則性を多くの人と共有できる形にしていくことは、探究の醍醐味の一つである。

4 先輩たちのテーマの継承

先輩たちのテーマを継承することも考えられる。この場合は、先輩たちが探究をどこまで進めたのか、どんな課題が残っているのか、そのテーマを調べ直すうえでの新規性や独創性(オリジナリティー)はどこにあるのかについて考える必要がある。

5 過去のテーマからさがす

なかなかテーマを見つけられない場合は、過去のテーマからさがすのも1つの方法である。これまでに自分の学校で発表されたテーマや全国の発表会のテーマの一覧、さらに研究所などの研究者たちが行っている探究などを調べてみるとよいだろう。ただし、過去のテーマからさがす場合、新しい疑問はどこにあるのかを考えることが大切である。

6 インターネットの利用

上にあげた方法以外にも、インターネットを使って、テーマにつながる話題をさがすのも1つの方法である。自分の興味のある分野をインターネットを使って検索し、おもしろそうな話題をさがしていくとよい。検索していく中で、その分野にはどんな話題があるのか、他の人が何に興味をもっているのかを知りながら、テーマをさがすことができる。ただし、インターネットで得られる情報には、根拠の確かでないものもたくさんある。このため、ある程度テーマがしぼられた時点で、より確からしい情報源、例えば論文などを読み、情報の精度を高める必要がある。

2 この場合、あなたが個人的に見つけた規則性が“仮説”である。

p.26参照

関連する項目を参照できるように示しました。

3 プロの研究者のテーマで探究を実施する場合は、十分な知識・理解と、適切な環境が求められる。高校生には困難となるものがほとんどであるので、注意が必要である。

4 インターネットで見つかる情報には流行りに関連するテーマが目につくことが多く、一見、自分にとっても社会にとっても時流に乗って重要なテーマとして映る。しかし、安易に取り組むと、知識不足から、またそのテーマへの情熱不足から、テーマの真意が理解できずに探究することになりやすいので、注意が必要である。

第2章 仮説を立てる



1 仮説を立てる

テーマが決まったら、探究を始める前に、自分なりの探究の“答え”を設定する。この“答え”が仮説である。この“答え”とは、探究のさしあたっての到達目標でもある。

ここでは、自分なりの探究の“答え”(仮説)をどのように考えていけばよいかを説明する。

A 仮説とは何か

探究はゴール(到達目標)を目指して行うものなので、仮のゴールを設定しないと、どこに向かっていくかがあいまいになってしまう。ゴールが決まらないと、何を、どうやって、どこまで調べるかを定めることもできない。

とりあえずでなんとなく思いつく実験結果や結論はあると思うが、これはどちらかという予想である。なんとなくの予想では、探究を進めるための手段を詳細に決めることはできない。そのため、過去の探究に裏づけされた理論的な予想を立てることが必要となる。この理論的な予想が、**仮説**である。

B 仮説を立てるステップ

仮説は、次のように順序立てて考えていくとよい。

- ①観察から、ある規則性をもった事実を見出す。
- ②過去の探究を調べ、似たようなテーマをさがし、そこで使われている知識や仮説・理論を理解する。
- ③その仮説・理論を、見つけた事実に当てはめてみる。
- ④観察した事実に当てはまる、もしくは、うまく説明できるシンプルな仮説を考え出す。



C 仮説を立てるために必要な考え方

仮説を立てるには、推論する必要がある。推論するための基本的な方法として、**演繹法**・**帰納法**・**アブダクション**がある。

1 演繹法

演繹法とは、すでに正当性がある程度保証されている仮説や理論に、観察された事実を当てはめ、結果を推論する方法である。

例 3 前提となる理論：アンモナイトは、中生代の化石である。
 観察された事実：この地域は、中生代の地層からなる。
 導かれた推論：この地層からは、アンモナイトの化石が見つかるだろう。

2 帰納法

帰納法とは、今までに観察された事例に共通した事実を見出し、そこから一般的な法則を推論する方法である。

例 4 事例：イネの成長には、水が必要だ。
 シロツメクサの成長には、水が必要だ。
 ダイコンの成長には、水が必要だ。
 キャベツの成長には、水が必要だ。
 共通した事実：調べた植物の成長には、水が必要だ。
 導かれた推論：植物の成長には、水が必要だ。

3 アブダクション

アブダクションとは、直接観察された事例から見出された事実をもとに、新しいことを推論し、その説明を試みようとする方法である。

例 5 事実A：鳥には羽毛がある。
 事実B：恐竜には羽毛がある。
 導かれた推論：鳥と恐竜の祖先是同じだ。

仮説を立てるときは、演繹法・帰納法・アブダクションのうちのどれか、または、これらを組み合わせながら考えていくとよい。

演繹法・帰納法・アブダクションをわかりやすく説明するため、概念図だけでなく、実際の例を示しました。



第1編 探究の流れ
 テーマの設定
 仮説を立てる
 計画を立てる
 結果の分析
 成果をまとめる
 成果を発表する

第3章 計画を立てる

1 探究計画を立てる

高等学校で行う探究には、時間・設備・協力者・指導者などの制約があるため、その環境で実現可能な範囲での探究計画を考える必要がある。

A 探究計画の立て方

1 仮説を証明・検証するための方法を考える

探究する方法を考える一番のヒントは、多くの場合、過去の探究にある。まずは、類似した探究をさがして、その探究者の考え方や発想、方法を学習し、新しい探究の方法を考えよう。

2 限られた資源、限られた時間でできる方法を選ぶ

高等学校での探究には、時間・設備・予算・人手・技術への熟練度など、さまざまな制約があるため、この制約の中で実現可能な方法を選択する。中でも、探究を行える時間、頻度には注意して、探究する方法を選ぶ必要がある。探究をグループで行う場合は、メンバーそれぞれの時間を融通しあうなど、グループとしての強みをいかすことも大切である。

3 生物を使用するときの注意

探究に生物を用いる場合は、生命倫理や環境への配慮を含め、特別に考えないといけないことがある。

まず、飼育や栽培環境の確保が必要である。長期休暇中の飼育・栽培の計画も必要となる。さらに、実験終了後も責任をもって飼育・栽培する必要がある。他にも、季節性など都合よく操作できない条件について考慮しなければならない。また、外来生物、特に特定外来生物の使用には、動物・植物ともに拡散防止を含め、法令に違反しないようにする。

4 証明・検証できることは何か、仮説との関連性を明確にする

探究する方法を考えたら、その方法で何が結果として得られるのかについて、あらかじめ予想しておく。このとき、1つの実験や調査で得られる結果は1つにすることが重要である。欲張って、1つの実験・調査で2つ以上の結果を得ようとする、正確性に欠けるものとなる。

さらに、得られる結果を予想したら、仮のグラフや表などを作成して、計画がうまくいくかどうかの事前の検証を行っておこう。

5 仮説の証明・検証ができないならば、方法を見直す

もし、④の事前の検証により、適切なグラフや表がつかれそうにない場合は、もう一度探究の方法を検討し直す必要がある。これは、①の過去の探究の調査にもどる場合と、単純に方法を少し改良するだけである場合とがある。

B 探究計画を立てるときの注意点

探究に使える期間および時間は、学校や個人によりさまざまである。しかし、探究は、思ったよりも時間がかかる場合が多いことをあらかじめ認識しておくことが大切である。

実験は最初からスムーズに成功することはほとんどないので、本実験の前に予備実験やリハーサルを行い、実際にできることを確認しておくことが必要である。

また、本実験についても、1回ですべてのデータをとることはできないと考えたほうが間違いない。したがって、実験をやり直す予備日をあらかじめ確保しておく必要がある。

発表の準備やまとめを行う時間も考慮しておく必要がある。探究では、中間発表や最終発表、発表会への出場、論文作成などが求められる。発表準備や論文作成は、最低でも1ヶ月程度はかかると思ったほうがよい。これらを考慮に入れた探究計画を立案することが重要である。

実際には、探究計画通りに進まず、すべてのデータが集まらないまま発表の準備に入らないといけない場合もあるだろう。このときは、集まったデータをもとに、どこまで仮説の検証が進んだのか、今後どのように進めていくのかについてまとめ、発表することになる。

表1 1年間の探究計画の例と注意点

| | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1学期 | <ul style="list-style-type: none"> テーマ設定に時間をかけ、的確なテーマを決める 探究の目的をはっきりさせることが重要 文献調査は徹底的に行う 予備実験、実験装置の製作 実験・調査を行う 夏休み前に小まとめを行い、夏休み中の計画を立てる |
| 2学期 | <ul style="list-style-type: none"> 探究の中間発表 中間発表後の取りかかりは早く行う 実験・調査の最終段階 |
| 3学期 | <ul style="list-style-type: none"> 早めに実験・調査データをまとめて考察に進む 必要な場合は追加で実験・調査を行う 発表、論文提出期限を前提にまとめ作業を進める スライド・ポスター制作、論文作成【発表会】 |

5 予備実験 p.33参照

節末に入れた「Point」では、節の内容をまとめました。探究を進めるときに行うこと、気をつけることを示しました。

Point

- 探究を行う時間や頻度、設備を考えて、探究計画を立てる。
- 探究の方法は、仮説を証明・検証できるかどうか予想して検討することが重要である。
- 探究計画では、論文作成や発表の準備の時間も考えておく必要がある。

さまざまなテーマに対して、考えなければいけないことを列挙しました。

1 グループの場合、メンバー間でしっかりと情報共有することが大切である。

2 生命倫理 p.13参照

3 例えば、開花や結実の時期に季節性がある植物の探究では、その時期を逃すと、次の探究の機会は1年後になってしまう。

4 外来生物とは、もともとは生息していなかった地域に、人間の活動により入りこんだ生物である。外来生物のうち、人や生態系へ被害を及ぼすもの、または及ぼすおそれがあるものの中から国が指定した生物を、特定外来生物という。

省庁などで実施した統計調査のデータを紹介し、これらのデータを活用して探究を行うことができるようにしました。

C 統計データの活用

日本の行政機関である内閣府や総務省などの省庁では、いろいろな調査を行っている。これらのデータは、探究に活用することができる。

例えば、5年に1度、日本国内に住むすべての人と世帯を対象として行われる国勢調査がある。国勢調査では、世帯の男女の別、年齢、配偶者の有無、就業・就学状態、就業者が働いている場所または通学者が通学している場所などが調べられている。国勢調査で得られたデータは、将来の人口の推測や衆議院選挙における小選挙区の改定など、さまざまな分野で幅広く活用されている。

このような内閣府や省庁などで実施している統計調査のデータや情報は、e-Stat(政府統計の総合窓口)というウェブサイトから利用することができる。

他にも、気象庁のウェブサイトからは気象庁が測定しているデータが得られるなど、各省庁や研究機関の個別のウェブサイトからもさまざまなデータを得ることができる。

3 ウェブサイトや書籍などから得たデータは、探究のテーマに合ったものであるかを確かめるために、どのような状況で測定や調査したデータであるかを調べよう。



▲図10 e-Stat(政府統計の総合窓口)のトップページ(2019年12月現在)

Point

- 調査やアンケートを行う場合は、目的に合わせて、どのような標本を調べるかよく検討する必要がある。
- アンケートを作成するときは、目的、回答方法とともに分析の仕方も含めて検討する必要がある。
- 調査方法には横断的調査・経時的調査・介入による調査があるので、それぞれの調査方法の特徴を理解して、適切な調査方法を用いる。
- 各省庁や研究機関のウェブサイトには、さまざまな統計データや情報が掲載されているので、探究に活用することができる。

アンケート調査にもいろいろな方法がありますので、さまざまな方法を紹介し、生徒が設定したテーマにあった方法を選ぶようにしました。

B いろいろな調査方法

1 横断的調査

横断的調査とは、時間を調査時点に固定して、さまざまな人や物を対象に、調査を同時期に実施する方法である。横断的調査では、調査時点でのいくつかのデータを収集し、これらを調査集団の中に含まれるグループごとに比較する。

例えば、前ページの例の「高校生は魚をほとんど食べない」という仮説による調査では、街の全住民について魚を食べた量と頻度を調査し、これを各年代別に集計し、比較するものである。

2 経時的調査

経時的調査には、前向き調査と後ろ向き調査がある。

前向き調査とは、調査を開始した時点から、時間経過を追ってデータを集める方法である。例えば、海外研修に行った生徒と行かなかった生徒について、研修から帰国後の英語力の伸びの違いや海外旅行に行く頻度の違いなどを調査するものである。前向き調査は、十分なデータが集まるまでに調査開始から数ヶ月～数年かかることも多く、期間の限られる高等学校での探究には向かないと考えられる。

後ろ向き調査とは、現時点でみられる事象がどうして起こったかを、過去にさかのぼって調査する方法である。例えば、「英語力が伸びた生徒」にはどのような特徴があるかを知りたいとき、過去の勉強の取り組み方、海外旅行に行く頻度や留学経験の有無などを調査するものである。後ろ向き調査は、すでに調査資料や対象が存在しており、比較的早く行える利点がある。しかし、既存の資料を活用するため、調査したい要因を過去にもどって把握できないことがあったり、どのような目的で行われた調査なのかわからなかったりするなど、データの信頼性に課題が残る場合がある。また、現在の認識に基づくものであるため、過去の考え方は相容れない可能性もある。

3 介入による調査

介入による調査とは、観察対象に何らかの処理やはたらきかけを行ったときの、処理やはたらきかけ前後での変化を調べるものである。

例えば、異なる禁煙教育の授業を受けてもらい、受講前後での受講生の知識量や考え方の変化を調査する場合は、介入による調査に当たる。このとき、どちらの教育を受けてもらうかを無作為に受講生に割り当てることで、教育の効果の違いを正しく調べることができる。

1 横断的調査では、そのときの幅広い事象の中で複数の要因(変数)を調べることができる。しかし、時間経過に伴う変化はわからない。

2 例えば、一方は講義中心で、もう一方は喫煙による肺の汚染のモデル実験を取り入れた授業を行い、それぞれの集団について知識量・禁煙意識・モチベーションの変化などをみるのが考えられる。

数学I・数学Bとの関連を示しています。

- 2は数学I, 数学Bで学習する内容
- 3は数学Iで学習する内容, および, 高等学校の数学の学習範囲をこえる内容
- 4は数学Bで学習する内容

1 データの性質を知る

1 処理や分析を行っていない, 測定した状態のままのデータを **生データ** という。

測定や観測を行いデータが得られても, 得たままのデータのみをみるだけではその特徴を把握しにくい。特徴を把握するためには, データの処理や分析を行うが, どのようなデータかによってその方法は異なる。まずは, 扱うデータの性質を次の観点でみてみよう。

A データは数値で表されるか

1 数値で表されるデータ

2 量的データは, 長さや絶対温度(K)などの絶対的な量を表す“比例尺度”と, 時刻やセルシウス温度(°C)などの相対的な量を表す“間隔尺度”に分けられる。間隔尺度の場合, 比例尺度と異なり, AはBの○倍であるということに意味がない。

表2の植物の個体数のように, 数値で表されるデータを **量的データ** という。他にも, 長さ, 時間, 速さ, 温度, 人数, 値段などがある。

表2 ある地域における1m²当たりの特定の植物の個体数

| 区画 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|--------|---|---|---|----|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| 植物の個体数 | 5 | 8 | 3 | 10 | 7 | 9 | 6 | 13 | 11 | 12 | 2 | 4 | 7 | 7 |

量的データは, 平均値などの代表値を計算したり, 表やグラフにして視覚化したりすることで, さまざまな特徴を把握することができる。

3 代表値
平均値, 中央値, 最頻値などさまざまなものがある。
p.48参照 p.127参照

2 数値ではないデータ

表3の降雨の有無のデータのように数値ではなく, 状態や属しているカテゴリー(属性, グループ)を表すデータを **質的データ** という。他にも, 天気や地域, アンケートの選択結果(よい, ふつう, わるいなど)などさまざまなものがある。

表3 島根県松江市における2019年7月上旬ごろの降雨の有無

| 日付 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 降雨の有無 | 無 | 無 | 無 | 有 | 無 | 無 | 無 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |

[出典] 気象庁HP

質的データは, 頻度や割合などを計算して特徴を把握する。また, 質的データ自体を数値化することもある。例えば, 表3の場合, 有を1, 無を0として数値化することができる。アンケートの選択結果の場合には, よい, ふつう, わるいなどの選択肢に, それぞれ+1, 0, -1など得点をつけて数値化することもある。質的データを数値化することで, 計算による分析が可能になる。

4 質的データは, 単純なカテゴリー(属性, グループ)を表す“名義尺度”と, 学年や順位などの序列のあるカテゴリーを表す“順序尺度”に分けられる。



概念や公式の意味は, 第3編第1章で解説しました。

データの性質にあわせて, どのような分析を行ってあげればよいかを, 順を追って説明しました。

B データはいくつの項目をもつか

1 1項目のデータ

1つの対象に対し, 1つの項目の測定値や観測値をもつデータのことを **1次元データ** という。

例8 表4は, 日本各地の年平均気温のデータである。1つの観測地点に対し, 1つの観測値をもつので, 1次元データである。

表4 日本各地の年平均気温

| 観測地点 | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 年平均気温(°C) | 6.8 | 12.4 | 15.4 | 14.6 | 15.8 | 15.9 | 16.5 | 18.6 |

[出典] 『理科年表 2020』(国立天文台 編)

1次元データは, 最大値や最小値, どのような値を取りやすいかなどの特徴を調べる p.46参照 ことが重要となる。

2 2項目以上のデータ

1つの対象に対し, 2つの項目の測定値や観測値をもつデータのことを **2次元データ** という。また, 項目がさらに多いときを含め, 2つ以上の項目をもつデータのことを **多次元データ** という。

例9 表5は, 表4のデータに, さらに観測地点の緯度(北緯)を追加したものである。1つの観測地点に対して, 2つの観測値をもつので, 2次元データとなる。

表5 日本各地の年平均気温と緯度

| 観測地点 | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年平均気温(°C) | 6.8 | 12.4 | 15.4 | 14.6 | 15.8 | 15.9 | 16.5 | 18.6 |
| 緯度 | 45°25' | 38°16' | 35°42' | 36°35' | 35°10' | 35°01' | 33°51' | 31°33' |

[出典] 『理科年表 2020』(国立天文台 編)

また, 例えばこれに各観測地点の標高も追加すると3次元データとなる。

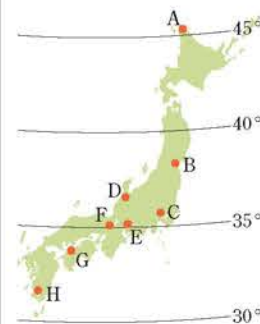
2次元データ(または多次元データ)では, 各項目間の関連について調べる p.52参照 ことも重要となる。その際には, 相関係数や回帰分析などを用いて分析する。

Point

- “量的データ”は, 平均値などの代表値を計算したり, 分布を確認したりすることでデータの特徴を把握できる。一方, “質的データ”は, 頻度や割合を計算することでデータの特徴を把握できる。
- “1次元データ”は, その分布の特徴を調べることで分析を行う。一方, “多次元データ”は, 各項目の分布の特徴だけでなく, 各項目間の関連も調べることで分析を行う。



5 測定・観測対象を識別するための記号や通し番号などは, データの項目数には数えない。



- 6 相関係数 p.55参照 p.130参照
- 7 回帰分析 p.56参照 p.131参照

ここでは、得点数と勝った試合数について、サッカーの例を取り上げました。「例」には、インターネットの利用に関するデータや化学の実験結果など、さまざまなものを取り上げています。

1 相関関係 p.129参照

2 相関関係は、“関係”を省略して、“相関がある”、“相関がない”のようにいわれることもある。

B 項目間の傾向をみる

これまでデータを表やグラフにすることで、項目間の関連をみやすくなってきた。そこに何かしらの傾向や規則性をみつけることは、さまざまな法則を発見することにつながる。

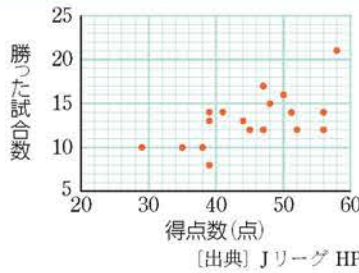
ここでは散布図を作成し、増加または減少傾向がみられたときについて考えてみよう。

1 相関関係をみる

2項目のデータの散布図をかいたときに、一方の値が増えるにつれて、もう一方の値も直線的に増える傾向があることを **正の相関関係** があるという。

逆に、一方の値が増えるにつれて、もう一方の値は直線的に減る傾向があることを **負の相関関係** があるという。

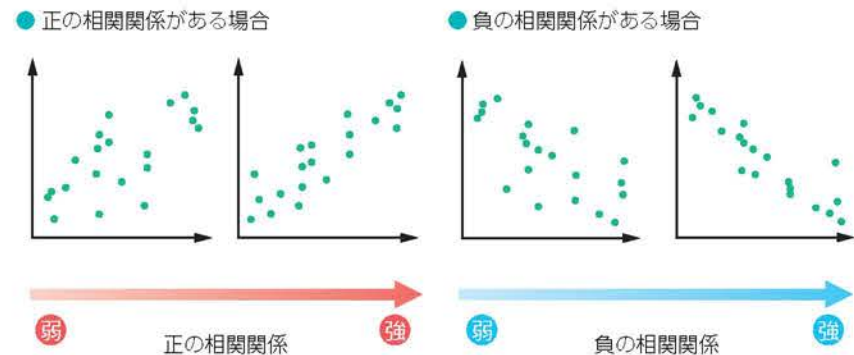
例 21 図32は、サッカーJ1リーグ2018年シーズンの、各チームの得点数と勝った試合数のデータを散布図にしたものである。得点数が多いチームほど勝った試合数も増えており、得点数と勝った試合数の間には、正の相関関係があると考えられる。



▲図32 得点数と勝った試合数の関係

また、相関関係があるときは、どの程度の関連があるのかをみるのが重要である。データの値が1つの直線上に集まるほど規則性があり、そのようなときを“強い相関関係がある”という。逆に、相関関係がみられるがそれほど直線上にデータの値が集まっていない場合を“弱い相関関係がある”という(図33)。

相関関係の強さを見た目以外で判断できないかな？



▲図33 相関関係の強さ

表計算ソフトを活用するときに入力する式を示しました。

2 相関関係の強さを調べる

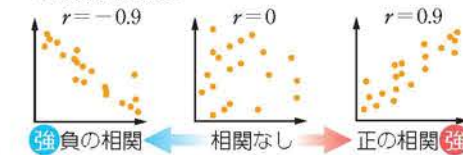
相関関係の強さを散布図から判断するのも限界がある。そこで、相関関係の強さを数値で表す **相関係数** を用いる。

相関係数

$$\text{相関係数 } r = \frac{(x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y})}{\sqrt{\{(x_1 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2\} \{(y_1 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2\}}}$$

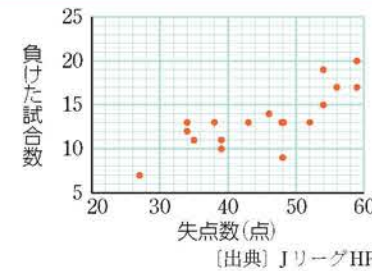
◆相関係数の性質

- ・ $-1 \leq r \leq 1$
- ・ 相関関係の強さ



n : データの値の個数
 \bar{x}, \bar{y} : x, y の平均値
 $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$: データの値の組

例 22 図34は、p.54の例21と同じ2018年の各チームの失点数と負けた試合数のデータを散布図にしたもので、相関係数を計算すると0.81となる。図32の得点数と勝った試合数の相関係数は0.60なので、失点数と負けた試合数の間の相関関係のほうが強いことがわかる。



▲図34 失点数と負けた試合数の関係

また、相関係数が0に近いからといって、項目間に関係がないとはいえないので、項目間の関係を相関係数だけから判断するのではなく、散布図と相関係数の両方を確認することが重要である。

3 相関係数 p.130参照

表計算ソフトの式 相関係数 $r = \text{CORREL}(y \text{ の範囲}, x \text{ の範囲})$

4 相関係数は x, y の単位の影響を受けない。例えば、 x の単位が g から kg に変わっても相関係数の値は変化しない。

5 相関関係とは、直線的な傾向を表すものである。例えば、次のような場合は“相関関係がない”が、1つのある放物線上に集まる傾向があることがわかる。



▲図35 規則性はあるが相関関係はない例

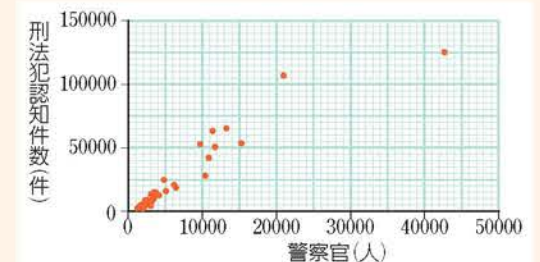


→相関係数に関する注意点

コラム 擬似相関

図aは47都道府県ごとの警察官の数と刑法犯認知件数の散布図である。相関関係は強く、相関係数は0.95である。しかし、警察官が増えるほど犯罪が増えるというよいだろうか。

警察官の数も刑法犯認知件数も、人口が多いほど増えると考えられる。実際、警察官の数と人口の相関係数は0.95、刑法犯認知件数と人口の相関係数は0.97である。このように、因果関係のない2つの項目の両方に影響を与える別の項目があることで、これらの中に相関関係が生



▲図a 都道府県ごとの警察官数と刑法犯認知件数の散布図

じることがある。このような因果関係のない相関関係のことを **擬似相関** という。

論文・ポスター・発表スライドは、それぞれについて節を設けて、構成要素や作成する際のポイントを説明しました。

B ポスターの構成

ポスターの構成は、探究の背景・目的、実験や調査の方法、結果と考察などを経て結論とする。

構成は、論文や、口頭発表のスライドと基本的に同じである。

2 ポスターのつくり方

ポスター発表の会場には、たくさんのポスターが一堂に展示される。

ポスターの見映えと探究の内容は本来関係がないが、集まった参加者の目にはどう映るだろうか？

見やすく美しいポスターは、それだけで参加者をわくわくさせ、内容を詳しく聞いてみたいという気持ちにさせる。

探究の成果を多くの人にしっかり伝えることも、探究における大切な活動である。そのため、ポスターの制作も、熱意をもって取り組みたい。

A ポスターのつくり方

ポスター発表の会場では、大勢の参加者がたくさんのポスターを見てまわる。参加者は、興味をもったポスターの前で、発表者から説明を聞き、直接質問をすることができる。

そのため、ポスターは、参加者の目にとまり、内容が一目でわかるようにつくりたい。また、発表者の説明がなくても、ポスターを見れば、探究の概要がわかる必要がある。

フォントや色を効果的に使い、主張が明確に伝わるようにポスターを作成する。文字はできるだけ少なくし、図・表や写真を多く使うことが効果的である。

ポスターは、コピー用紙などに分けて書いたり、プリンターで印刷したりして作成する。最近は、ポスターはパソコンで作成し、大判プリンターで1枚に出力することが多い。

① 細かい実験条件などについてはポスターには書かないで、説明するときに伝えればよい。



▲図57 ポスター発表のようす

実際に行われた発表のようすの写真を掲載しました。発表のようすを知ることで、本文中で説明したポスターのつくり方のポイントをイメージしやすくなります。

紅茶と緑茶の成分の比較

未来学園高等学校 未来 守、宇宙 翔



タイトルは、大きな文字で書く。タイトルは、簡潔でわかりやすいものにする。

最初に探究の背景や目的と仮説を示す。読む人に興味をもってもらえるように書く。

実験や調査など、探究で実際に行ったことを書く。写真や図・表やイラストなどを使って、聞き手に短い時間でもわかるように工夫する。

ポスターは一度に大勢の人が見るので、大きな文字を使う。グラフや写真などをふんだんに使ってわかりやすさと見やすさを大切にする。小さな文字で細かくたくさんの情報を詰めこむことはやめよう。

背景・目的

実験・調査

1) ●●について

2) ■■について

3) ▲▲について

結果

1) ●●について

2) ■■について

3) ▲▲について

考察

結論

1. _____

2. _____

3. _____

実験や調査などから得られた結果を述べる。図・表や写真を中心に、視覚的に伝える工夫を行うとよい。

考察には、結果から考えられること、どんな新しいことがわかったかを書く。論理の飛躍に気をつけよう。

結論には、今回の発表で主張したいことを、簡潔に書く。簡潔書きなどもいいだろう。

▲図58 ポスターの構成とレイアウトの例

Point

- ポスター発表では、1枚のポスターにすべての構成要素をまとめる。
- 文字はできるだけ少なくして、図・表や写真を活用することで、わかりやすさと見やすさを重視したポスターを作成する。

C 体積をはかる

1 液体の体積をはかる

どの程度の精度で測定する必要があるかによって、器具を選べるように構成しています。

液体の体積をはかるときには、各種のガラス器具を使う。はかる量や求められる精度によって、器具を使い分けよう。

(1) おおまかな体積を簡単にはかる 「およそ〇 mL」のようにおおまかな体積をはかるときには、図8のような器具を用いる。液体を入れて、液面の目盛りを読めばよい。これらの器具は、精度があまり高くないが、おおまかな測定値でよいときには便利である。いろいろな大きさのものがあるので、はかる対象の量によって使い分ける。



▲図8 体積を簡単にはかる器具

(2) 精密にはかる・はかりとる 0.1 mL または 0.01 mL の単位で精密にはかるときには、図9のような器具を用いる。いずれの器具にも目盛りや標線が入っている。

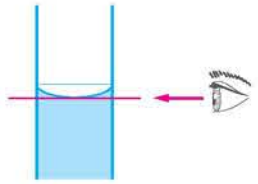
ビュレットやメスピペットは、先端から液体を滴下して、滴下前後の目盛りの差から、体積をはかることができる。ビュレットは1～10 mL 程度、メスピペットは0.1～1 mL 程度の体積を精密にはかるときに使う。

メスフラスコとホールピペットは容量が決まっており、標線まで液体を入れると正確な体積をはかりとることができる。両方とも、溶液の調製や希釈の際に使われる。



▲図9 体積を精密にはかる器具

① ガラス容器内の水面は、平らではなく、下に曲がっている。この曲面をメナスカスという。水溶液の体積をはかるときには、下図のように液面を真横から見て、メナスカスのいちばん下の目盛りを読む(あるいは、メナスカスのいちばん下を標線に合わせる)。



② ビュレットの使い方

- 使う前に、はかる液体で内部を洗う(共洗い)。
- 漏斗を使って液体を入れる。
- 液面の目盛りを記録する。
- コックを開き、液体を滴下する。
- 液面の目盛りを記録する。
- 目盛りの差から、滴下した体積を計算する。

③ ホールピペットの使い方

- 使う前に、はかる液体で内部を洗う(共洗い)。
- 安全ピペッターを上部につけ、空気を抜く。



- 標線まで液体を吸い上げる。
- はかりとった液体を、次の操作に用いる容器へ出す。最後に残る数滴も、中央のふくらみを手で温めて出し切る。

④ 溶液の希釈

- ホールピペットで溶液をはかりとる。
- メスフラスコに(1)の溶液を入れる。
- 溶媒を標線まで入れる。
- 栓をしてよく振り混ぜる。

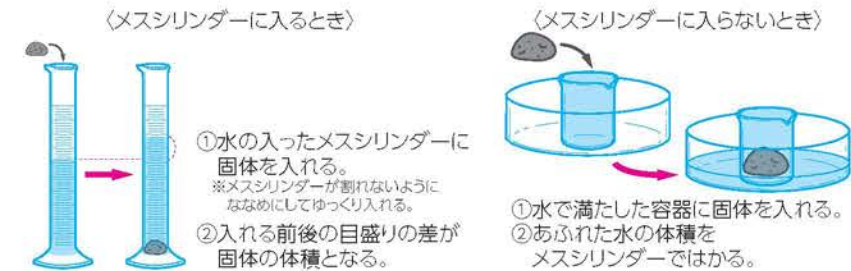
2 気体の体積をはかる

気体の体積を精密にはかることは難しい。水にほとんど溶けない気体であれば、水上置換法でメスシリンダーに集めて、体積をはかることができる。

- 水によく溶ける気体の場合には、水上置換法が使えないため、体積をはかること自体が非常に難しい。完全に空気を追い出したビニル袋に気体を入れ、その体積をはかる方法もあるが、精度は高くない。

3 固体の体積をはかる

- 固体も、体積をはかることが難しい。石など、水と反応しない固体であれば、メスシリンダーなどを用いて次のようにはかることができる。



▲図11 固体の体積のはかり方

球や直方体など簡単な形の場合には、寸法がわかれば、体積を計算することができる。例えば、ピラミッドの体積を知りたいときは、写真から幅や高さなどをはかり、計算により求めればよい。

試料が純物質で、密度がわかっている場合には、質量をはかって計算で求めることもできる。例えば、20.0 g の銅の体積は、文献で銅の密度を調べると 8.96 g/cm^3 であるから

$$20.0 \text{ g} \div 8.96 \text{ g/cm}^3 = 2.232 \dots \text{ cm}^3 \approx 2.23 \text{ cm}^3$$

と求めることができる。

コラム 精密なガラス器具の扱い方

- メスフラスコやホールピペットなどの精密なガラス器具は、熱に弱く、割れやすいため、注意して扱う。例えば、ガスバーナーや電気炉による加熱や、発熱を伴う操作(器具内での化学反応や、濃厚溶液の希釈など)を行ってはいけない。攪拌に用いてもならない。ガラス器具に限らず、実験器具には壊れやすいものが多いため、取り扱いには細心の注意を払う。



⑤ 水上置換法
水で満たしたメスシリンダーを逆さに立てて、気体誘導管から気体を出して集める方法。目盛りを読むときには、メスシリンダー内の水面を外の水面と一致させる。



水上置換法が適している気体は、例えば、水素・酸素・窒素・ヘリウム・アルゴンなどの水にほとんど溶けない気体である。

水に溶けやすい気体は、全量を集められないため、水上置換法で体積をはかることはできない。ただし、目的が、体積の測定ではなく、純度の高い気体の収集である場合には、水上置換法を用いることもある。

6 オオクチバスにおける鱗の形態と生息環境の関係

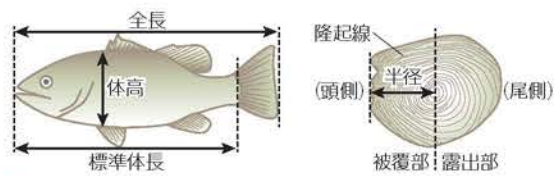
背景・目的

硬骨魚類の鱗には成長に伴って隆起線が形成され、成長が早いほど隆起線の間隔が広がることが知られている。近年、外来魚の急増が在来魚の減少に影響を与えていることが問題となっているため、特に大型の外来魚であるオオクチバスについて、鱗の形態と生息環境の関係を明らかにすることを試みた。

実験方法

- 調査地として木津川(京都府)の支流部と、琵琶湖(滋賀県)の内湖を選んだ。2地点は地理的に近接しているが、琵琶湖と比較して、木津川は水深が浅く、流速が大きく、水温の変化が大きいなど、環境が大きく異なる。

- 木津川からオオクチバス12個体を、琵琶湖から8個体を採集し、それぞれの個体の全長、標準体長、体高を測定した(図a左)。



▲図a 測定した項目

- 眼の後方の鱗を3枚ずつ採取し、アリザリンレッドで染色した。光学顕微鏡を用いて被覆部の半径と隆起線数、露出部の隆起線数を測定した(図a右)。
- 測定結果をもとに、隆起線幅(被覆部の半径/被覆部の隆起線数)、および隆起線数比(被覆部の隆起線数/露出部の隆起線数)を計算した。

結果と考察

表a 測定結果(数値は平均値。±は標準偏差を表す)

| 調査地 | 全長(mm) | 標準体長(mm) | 体高(mm) | 被覆部半径(μm) | 被覆部隆起線数 | 露出部隆起線数 | 隆起線幅(μm) | 隆起線数比 |
|-----|--------------|--------------|------------|----------------|-------------|------------|------------|-----------|
| 木津川 | 100.3 ± 10.6 | 80.8 ± 9.0 | 24.4 ± 3.7 | 676.8 ± 134.9 | 35.4 ± 6.4 | 11.6 ± 2.1 | 19.2 ± 2.3 | 3.1 ± 0.5 |
| 琵琶湖 | 222.5 ± 14.3 | 183.9 ± 10.2 | 61.0 ± 2.1 | 1851.6 ± 346.1 | 95.6 ± 24.7 | 20.7 ± 4.6 | 19.8 ± 2.7 | 4.6 ± 0.9 |

測定の結果、木津川よりも琵琶湖の個体群のほうが全長、標準体長、体高がいずれも大きかった。また、標準体長と鱗の被覆部の隆起線数に正の相関がみられた。一方で、鱗の隆起線幅には有意差がみられなかった。これらのことから、木津川と琵琶湖の個体群の間で成長速度にはほとんど差がなく、琵琶湖の個体群のほうが年齢が高かったと考えられる。

また、琵琶湖の個体群のほうが鱗の隆起線数比が大きかった。これは、被覆部の隆起線の形成速度が、琵琶湖の個体群でより大きいためだと考えられる。隆起線の形成速度が、年齢や生息環境の影響を受ける可能性が示唆された。

更なる展開

より多くのデータを集める

- 調査地を拡大して同様の測定を行う。
- ほかの魚種について同様の測定を行う。

さらに詳しく調べる

- 調査地の環境(水温など)を定量的に調べる。
- 鱗の成分に含まれている元素を分析する。

Process

テーマの設定
「オオクチバスを減らす方法を考える」

↓ 生息環境を詳細に把握する必要がある

「生息環境を簡単に調べる方法を考える」

↓ 鱗は採取しやすく、隆起線などのさまざまな情報をもつ

仮説
「鱗の形態から生育環境を推定することができる」

Note

測定を行う前に、オオクチバスの複数の部位から鱗を採取し、どの部位の鱗を調べるのがよいか確かめた。

Analysis

さまざまな測定値について仮説検定(t検定)を行い、生息環境の違いを反映していると考えられるものを探した。

p.143参照

9 無理数の連分数表示

背景・目的

$\frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2} = 1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1}}$ と変形できる。このように、分数の分母にさらに

分数が含まれているものを連分数という。連分数を用いて、無理数を表すことは可能だろうか。

検証

$\frac{1}{\sqrt{2}+1}$ について、分母の有理化を行うと $\frac{1}{\sqrt{2}+1} = \frac{\sqrt{2}-1}{(\sqrt{2}+1)(\sqrt{2}-1)} = \sqrt{2}-1$

となる。この式から $\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{\sqrt{2}+1}$ ……①という等式が導かれ、左辺の $\sqrt{2}$ が右辺にも出てくる。ここで、右辺の分母の $\sqrt{2}$ に①を代入すると

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}+1}\right) + 1} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{\sqrt{2}+1}}$$

となる。さらに続けていくと、 $\sqrt{2}$ は無限に続く連分数で表すことができる。

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}}}}}$$

結果と考察

n を自然数、 a を \sqrt{n} の整数部分とするとき

$$\frac{1}{\sqrt{n}+a} = \frac{\sqrt{n}-a}{(\sqrt{n}+a)(\sqrt{n}-a)} = \frac{\sqrt{n}-a}{n-a^2}$$

両辺に $n-a^2$ を掛けて $\frac{n-a^2}{\sqrt{n}+a} = \sqrt{n}-a$

よって、 $\sqrt{n} = a + \frac{n-a^2}{\sqrt{n}+a}$ となり、これを利用すると、次のようになる。

$$\begin{aligned} \sqrt{n} &= a + \frac{n-a^2}{\sqrt{n}+a} = a + \frac{n-a^2}{\left(a + \frac{n-a^2}{\sqrt{n}+a}\right) + a} = a + \frac{n-a^2}{2a + \frac{n-a^2}{\sqrt{n}+a}} \\ &= a + \frac{n-a^2}{2a + \frac{n-a^2}{2a + \frac{n-a^2}{2a + \frac{n-a^2}{2a + \frac{n-a^2}{2a + \dots}}}}} \end{aligned}$$

ゆえに、無理数 \sqrt{n} は、無限に続く連分数で表せる。また、 a の値を変化させることで、連分数による無理数の表し方は1つだけとは限らないと考えられる。

更なる展開

フィボナッチ数列と連分数

- フィボナッチ数列 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ……について、それぞれを左隣りの数で割ると $\frac{1}{1} \cdot \frac{2}{1} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{8}{5} \cdot \frac{13}{8} \cdot \frac{21}{13} \cdot \dots$ となる。この値をそれぞれ分子がすべて1である連分数で表すとどうなるだろうか。
- 上記の分数の数列は、どんな値に近づいていくだろうか。

Process

テーマの設定
「数を変形するといういろいろな表現が可能となる」

↓ いくつかの数で検証

「無理数を連分数で表すどのようなになるのか」

↓

仮説
「規則的に数が並ぶのではないか」

Note

$\sqrt{2}$ と同様にして $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, $\sqrt{7}$, ……についても考えてみる。そしてある程度見通しが立ったら一般化する。

1~4は数学Iで学習する内容
 5は高等学校の数学の学習範囲をこえる内容
 6~7は数学Bで学習する内容
 8~10は数学Bで学習する内容、
 および、高等学校の数学の学習範囲をこえる内容

第1編第4章で紹介した分析方法について、概念や公式を説明しました。

1 データの整理

気温や降水量、所属、性別などのように、ある特性を表すものを **変量** といい、調査や実験で得られた変量の測定値や観測値の集まりを **データ** という。また、データを構成する観測値や測定値の個数を、データの **大きさ** という。データを分析するには、データを分析しやすいように整理する必要がある。データ全体の特徴を把握する方法をみてみよう。

A 度数分布表

データの散らばりのようすを **分布** という。データの分布をみるための1つの方法として、**度数分布表** がある。度数分布表において、区切られた各区間を **階級**、各区間の幅を **階級の幅**、各階級に入るデータの値の個数を **度数** という。また、各階級の真ん中の値を **階級値** という。

B ヒストグラム

度数分布表に整理されたデータを柱状のグラフで表したものを **ヒストグラム** という。ヒストグラムも、データの分布をみるための1つの方法である。

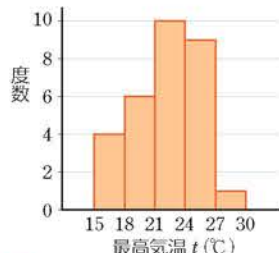
例1 表1は、ある都市の4月の日ごとの最高気温 t °C を測定したものである。

| 日 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 変量 t | 21.9 | 24.5 | 23.4 | 26.2 | 15.3 | 22.4 | 21.8 | 16.8 | 19.9 | 19.1 | 21.9 | 25.9 | 20.9 | 18.8 | 22.1 |
| 日 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| t | 20.0 | 15.0 | 16.0 | 22.2 | 26.4 | 26.0 | 28.3 | 18.7 | 21.3 | 22.5 | 25.0 | 22.0 | 26.1 | 25.6 | 25.7 |

度数分布表にまとめる

| 階級の幅 | 階級 | 度数 |
|----------|------------------|----|
| 3 | $15 \leq t < 18$ | 4 |
| 階級値 19.5 | $18 \leq t < 21$ | 6 |
| | $21 \leq t < 24$ | 10 |
| | $24 \leq t < 27$ | 9 |
| | $27 \leq t < 30$ | 1 |
| データの大きさ | 計 | 30 |

ヒストグラムにする



▲図1 表2のヒストグラム

C 相対度数と累積度数

度数の合計に対する各階級の度数の割合を **相対度数** という。これは、データの大きさが異なる複数のデータを比較するときなどに有効である。

また、その階級までの度数を足しあわせていったものを **累積度数** という。例えば、最高気温が21°Cを下回った日は何日あったかなどを知りたいときに有効である。全体に対する累積度数の割合は **累積相対度数** という。

表2の度数分布表について、相対度数、累積度数、累積相対度数を求めると、次の表3のようになる。

表3 例1における相対度数と累積(相対)度数

| 階級 | 相対度数 | 累積度数 | 累積相対度数 |
|------------------|------|------|--------|
| $15 \leq t < 18$ | 0.13 | 4 | 0.13 |
| $18 \leq t < 21$ | 0.20 | 10 | 0.33 |
| $21 \leq t < 24$ | 0.33 | 20 | 0.67 |
| $24 \leq t < 27$ | 0.30 | 29 | 0.97 |
| $27 \leq t < 30$ | 0.03 | 30 | 1.00 |
| 計 | 1 | - | - |

解説や公式の表現、題材として扱うデータなどは、数学の教科書と連携しています。

2 データの代表値

データ全体の特徴を適当な1つの数値で表すことがある。その数値をデータの **代表値** という。ここでは、さまざまな代表値をみてみよう。

A 平均値

変量 x についてのデータが n 個の値 x_1, x_2, \dots, x_n であるとき、それらの総和を n で割ったものを、データの **平均値** といい、 \bar{x} で表す。すなわち

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

例2 p.126の表1のデータについて、平均値を計算すると次のようになる。

$$\frac{1}{30}(21.9 + 24.5 + \dots + 25.7) = \frac{661.7}{30} \approx 22.1 \quad \text{よって、平均値は } 22.1^\circ\text{C}$$

練習1 表4は、ある種類の植物の高さをはかったデータである。このデータの平均値を求めよ。

| 個体 | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 高さ(cm) | 25 | 36 | 17 | 27 | 30 | 19 | 22 | 20 |

B 中央値

データを値の大きさの順に並べたとき、中央の位置にくる値を、データの **中央値** または **メジアン** という。データの大きさが偶数のとき、中央に2つの値が並ぶが、その場合は2つの値の平均値を中央値とする。

例3 表5のデータ1およびデータ2について、中央値をそれぞれ求めよ。

| データ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| データ1 | 260 | 270 | 280 | 280 | 300 | |
| データ2 | 100 | 260 | 270 | 280 | 280 | 280 |

(1) データ1について、データの大きさは5であるから、中央値は3番目の値である。よって、中央値は 280

(2) データ2について、データの大きさは6であるから、中央値は3番目の値と4番目の値の平均値である。よって、中央値は

$$\frac{1}{2}(270 + 280) = 275$$

練習2 表6は、ある生徒の6日間における1日当たりの睡眠時間のデータである。このデータの中央値を求めよ。

| 日数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 睡眠時間(分) | 420 | 390 | 450 | 400 | 460 | 430 |

C 最頻値

データにおいて、最も個数の多い値を、そのデータの **最頻値** または **モード** という。データが度数分布表に整理されているときは、度数が最も大きい階級の階級値を最頻値とする。

例4 表2の度数分布表において、度数が最も大きい階級は21°C以上24°C未満であるから、最頻値は 22.5°C



表計算ソフトの式 1

平均値 \bar{x}
 = AVERAGE(範囲)

→表計算ソフトの式の見方
 p.156参照

Link 解説

表計算ソフトの式 2

中央値(メジアン)
 = MEDIAN(範囲)

4 他の値よりも著しく大きい値や小さい値(これらを外れ値という)がある場合、その値によって平均値は大きく影響を受けてしまう。しかし、中央値はこの影響を受けないので、代表値としては、平均値よりも中央値のほうが適切である場合がある。

Link 解説

表計算ソフトの式 3

最頻値(モード)
 = MODE.SNGL(範囲)

5 最頻値は、データの大きさが小さいと、代表値としてあまり適切ではない。

✓ 探究を行う際のチェックシート

次の項目を確認しながら、探究を進めよう。

1 探究テーマの設定 (→p.16 ~ 25 参照)

- 興味がある分野を選ぶ。
- その分野の知識を得るために、文献などを調べる。
- その分野を探究する目的を明確にする。
- 探究する題材を具体的にしばって、探究テーマを設定する。

2 仮説を立てる (→p.26 ~ 29 参照)

- 探究テーマについて、観察から事実を見つける。
- 探究テーマに関する過去の探究の仮説や理論を調べる。
- 過去の探究の仮説や理論に、見つけた事実を当てはめる。
- 見つけた事実にはまる規則性を参考にして、仮説を立てる。

3 探究計画を立てる (→p.30 ~ 43 参照)

- 探究を行う時間・頻度を考える。
- 学校の設備を調べる。

◆ 調査の場合

- 目的にあわせて、調査する内容を検討する。
- 調査する内容にあわせて、どのような標本とするかを検討する。
- 調査した結果をどのように分析するか、あらかじめ考える。
- 個人情報の取り扱いについて先生に相談する。
- アンケートを行う際には、関係者に許可をとる。
- 予備調査を行い、調査方法を確認する。
- 調査を実施する。

◆ 実験の場合

- 実験で検証する要素が1つとなるように、実験方法を考える。

- 実験における危険性を、先生に相談する。
- 薬品や消耗品の廃棄の仕方を確認する。
- 生物を用いる場合は、生命倫理、環境への配慮について先生に相談する。
- 予備実験を行う。
- 本実験を行う。

- 探究ノートに記録する。
- 得られた結果をすべて記録する。
- 実験・調査を行う前に、日付、目的、方法を書く。
- 実験・調査を行った日のうちに、次に何を行う必要があるかまとめる。

4 結果を分析する (→p.44 ~ 65 参照)

- 得られたデータが、どのような性質をもつかを把握する。
- データの性質にあった分析手法を用いる。
- ばらつきや誤差を考慮する。
- 結果から何がわかったのか、なぜそうなったのかを考察する。

5 成果をまとめる (→p.66 ~ 69 参照)

- 論文・レポートを書く。
- 引用した部分は、引用であることを明確に示す。
- お世話になった先生、企業などがある場合は謝辞を入れる。

6 成果を発表する (→p.70 ~ 75 参照)

- ポスター、または、発表用のスライドを作成する。
- 聴衆が高校生なのか、研究者なのかを意識して、説明するための原稿を作成する。
- 発表の練習をする。

充実の QR コンテンツ！

紙面のQRコードからアクセス可能なコンテンツが43点。
QRコンテンツで、探究をサポートします。



サンプルはこちら!▲

◆ 映像

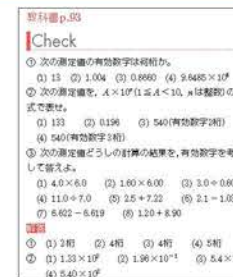
教科書で紹介したデータの分析について、表計算ソフトで行った場合の操作手順を動画で説明しました。

- 度数分布表とヒストグラムのつくり方
- 棒グラフと円グラフのつくり方
- エラーバーのつけ方
- 表やグラフのつくり方
- 回帰分析の方法
- 散布図のつくり方
- 曲線への回帰の方法
- 信頼区間の求め方
- 平均値に関する検定の方法
- 無相関検定の方法
- χ^2 検定の方法



◆ 「Check」「練習」の解答・解説

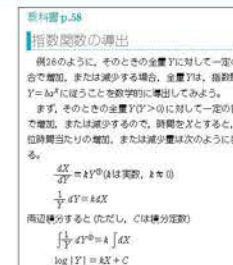
教科書に掲載したすべての「Check」と「練習」の解答・解説を見られるようにして、学習内容の理解を深めることができます。



◆ 補足

教科書で説明した内容について、さらに理解を深めてもらうための資料が見られます。

- さまざまな平均について
- 分散の公式の導出
- 分割表に関する注意点
- 最小2乗法の導出
- 相関係数に関する注意点
- 決定係数が相関係数の2乗になることの導出
- 指数関数の導出
- χ^2 分布表



◆ Web サイト

学習内容の参考になる Web サイトにアクセスすることができます。

- CiNii Articles
- CiNii Books
- e-Stat (政府統計の総合窓口)
- SDS (安全データシート)
- モニタリングサイト 1000
- doi (Digital Object Identifier)

◆ 理数系分野学問マップ

教科書の前見返しの QR コードから、理数系分野学問マップのさらに詳しい情報を見ることができます。



教授資料のご案内

POINT

1 探究に役立つ情報を掲載

- 探究の各段階における指導のポイントや注意点など、生徒指導に役立つ情報を掲載
- 探究に役立つ参考文献・Webサイトを各節で多数紹介
- 統計的な分析を行う際の指導のポイントや教科書で紹介した統計学に関して詳しく解説

POINT

2 授業をサポートするデータが充実

- 節ごとの授業計画例と、授業計画例に対応した授業用スライド、授業プリントを収録
- 統計分野の解説で用いた生データを収録
- 探究の流れを一通り演習できるワークシートを収録
- 探究における評価方法の一例を紹介

教授資料 収録データ

● 教授資料は、DVD-ROMにてご用意しています。



サンプルはこちら！

収録データ一覧

| 用途 | 内容 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教授資料 | 教授資料紙面データ |
| 授業でそのまま使える | 授業用スライドデータ サンプル 授業用プリントデータ サンプル 教科書紙面データ 教科書に掲載したQRコンテンツ |
| テストやプリントの作成に使える | 教科書テキストデータ 教科書図版データ |
| 主体的な学びに役立つ | 振り返りシート |
| 演習に使える | 統計分野の解説に用いた生データ ワークシート |
| その他 | 各節の指導計画案例 学習指導計画（シラバス）例 評価方法例 AL型授業の進め方 |

※収録データに追加や修正が生じた際は、専用サイト「チャート×ラボ」にてご用意する場合もございます。

教授資料では、編のねらい、章の目標や指導上の留意点、教科書で扱った内容の解説とともに、指導計画案例(▶本冊子 38)を紹介しています。

第2章 探究するうえでの心構え 13

1 研究倫理とは 表 p.10~13

指導計画案例 理数05_序編2章 p010-013_授業計画.docx
 授業用スライド 理数05_序編2章 p010-013_スライド.pptx
 授業用プリント 理数05_序編2章 p010-013_プリント-4.docx

■指導方針と指導のポイント

歴史のある大学や研究機関で実験データをつなぎ、大規模な研究費不正使用など、昨今国内でも倫理観を失った研究者の振るまいが目立つ。研究倫理はできるだけ早い時期から醸成することが肝要で、探究を始める時期に、最初にしっかりと「やってはいけないこと」と「やらなければならないこと」を、身につけてほしい。

○引用と盗用のありがちなミスの具体例 表 p.11

引用と盗用の違い
引用と盗用は、それが読み手に誰の考えとして伝わるかによる。引用部分を明確に「〇〇が〇〇に表したこと」と区別して示すことで確実に盗用を避けることができる。

引用範囲が不適切な場合
引用範囲が不明瞭で、実際の引用部分の一部しか引用していないように示すことは盗用になってしまうことに注意する。

原文を変更する
引用して転述している以上、表現や論旨が原文(出典)と異なってはならない。特に、間接的に(要約したり言い換えたりして)引用する場合には注意が必要である。

結語の引用
その報告(あなたの報告)の主たる結語が引用であってはならない。結語は、必ず筆者のオリジナルでなければならない。結語が他からの引用であれば丸写し=盗用となる。

引用が多すぎる
引用はあくまで従たるもので、結語や論旨を導くための参考に留めなければならない。目安として、引用は全体のせいぜい2割程度までにすべきであろう。引用が5割を超えれば「丸写し」と考えられる。ただし、総説(Review)といわれる、全体が引用でまとめられたものは例外となる。

引用の継ぎ接ぎ
複数の引用を混ぜてはいけない。引用は、各々独立させて出典と対応させる。自己の文章と引用を混ぜることも決して行ってはならない。

○論文やポスターでの引用の示し方 表 p.11

いずれも共通で、表 p.09 図 56 で示した例や、例で紹介した資料(参考文献の役割と書き方: https://jipsti.jst.go.jp/sist/pdf/SIST_booklet2011.pdf)を参考にするとよい。

以下のようなWebサイトに例が挙げられているが、絶対的な正解はなく、分野や組織によって流儀がある。ただし、論文であれば投稿規定に必ず従うこと、またポスターであれば大会の組織委員会などに事前に推奨スタイルを確認するとよい。引用時に、複数の著者を省略するかどうか、論文のタイトルを示すかどうか、雑誌名の省略表記ルールなどもスタイルによって異なる。ポスター発表や発表予備集など論文以外に文献を示す際のスタイルは、多くは著者に任されている。

・慶応義塾大学「10章 引用の方法と参考文献の書き方」
https://www.lib.keio.ac.jp/hiyoshi/files/10_slide2021.pdf

・北海道大学 高等教育推進機構 高等教育研修センター「引用の仕方-不正と書けないために」
https://iso.hokudai.ac.jp/esa/wp-content/themes/iso_r2021/images/document/ethics_2.pdf

・早稲田大学教育学部「盗用・剽窃をしないか? ルールを守って「正しいレポート」を!」
http://www.lwaseda.jp/moriya/PUBLIC_HTML/education/classes/informat5/

・howtowriterreports2012.pdf

・千葉大学 Academic Link「文献を引用する」
<https://alc.chiba-u.jp/eyr/2020/03/16/03quote>

補足問題

問題 探究を行う本人の情報であれば個人が特定されても構わないか?

解説 個人が特定されることはいかなる場合も避けるべきであるので、不適当と考えられる。

Webサイトの紹介

- ・中高生向け研究倫理の教育サイト(一般財団法人公正研究推進協会 (APRIN))
<https://www.aprin.or.jp/e-learning/rse>
- ・環境省 web サイトで公開されている国内の動物実験施設において動物福祉・管理上の問題があった例と国際的に見た日本の法規制の現状
<https://www.env.go.jp/council/14animal/14y43-21/ex01.pdf>
- ・研究倫理に関する ISEF のページ
<http://nss-wordpress-ief.jp/storage.googleapis.com/IntelISEFGuide2019.pdf>
- ・研究倫理に関する文部科学省のページ
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu12/hookoku/attach/1334651.htm
- https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu12/siryu/attach/1334731.htm

学習した内容を確認するための補足問題を掲載しました。

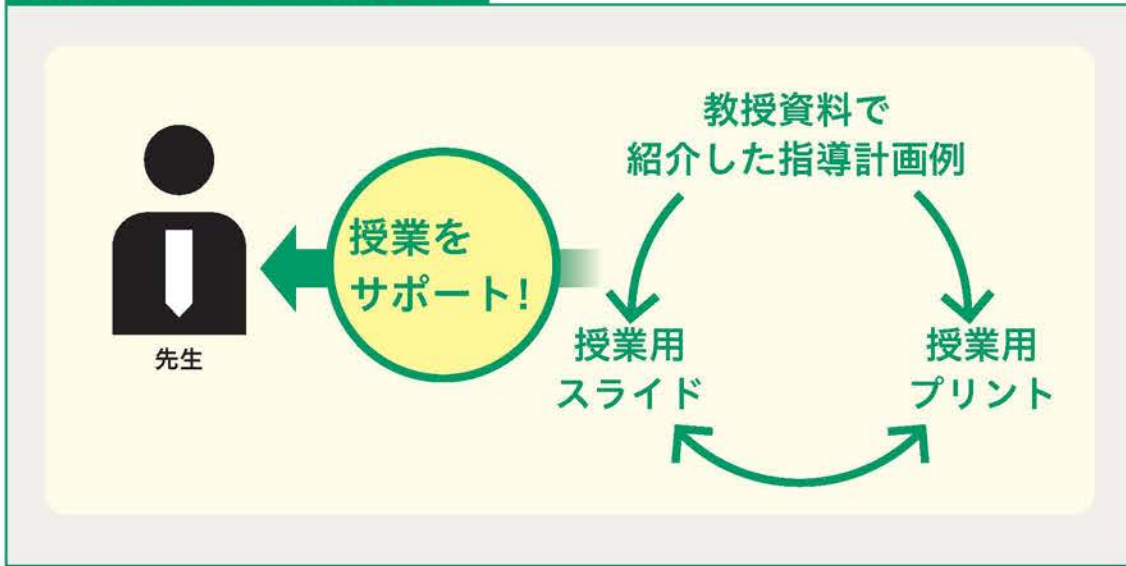
限に絞ってもよいということにはならない。
1) 最近の研究では昆虫が痛みを感じている可能性が示されてきている。Yoshino et al., 2017, Current Biology 27, 2499-2504(2017).

参考となるWebサイトや書籍を紹介しています。

教科書で扱った内容の解説のほか、探究発表会の行い方などの運営に関することも解説しています。

教授資料で紹介した指導計画案例に対応した、授業用プリントと授業用スライドをご用意

先生をサポートする教授資料



指導計画案例

| 目標 | 主な学習活動 | 指導の留意点 | 配当時間 |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 相関を散布図から判断 | 3 2項目のデータの関連をみる B 項目間の傾向をみる <u>問いかけ1</u> データの項目間に何か関係があるかを考えさせる。 <u>演習1</u> 散布図を作成させ、「正の相関」「負の相関」について理解させ、作成した散布図の形状から相関を読み取らせる。 散布図と相関の正負、強弱を形状から判断できるようにする。 | ・最初にデータを見ずに主観で結論を判断させ、データによって客観的に判断してみようとする。 ・時間的に可能ならばデータ収集も生徒自身で行う。生徒の実態に応じてデータは与えてもよい。 ・正の相関を形状から判断できることを理解させる。 ・形状から相関の強さを判断できることを理解させる。ただし、ここでは「強い」「やや強い」などの文言の理解に留め、次の相関係数の比較によって結論を定めることを念頭においておく。 | 3分 20分 |
| 相関係数の理解 | <u>問いかけ2</u> 散布図から相関の強弱が判断できるか考えさせる。 <u>演習2</u> 関数を用いた相関係数を求めさせる。授業時間数に余裕があったり、数学1の「データの分析」と連携したりするならば、表計算によって相関係数を求めさせる。 形状での相関の判断に比べ、相関係数を利用した判断の方が有用であることを理解させる。 | ・演習1についての理解を確認する。 ・関数を用いた相関係数を求めさせる。授業時間数に余裕があったり、数学1の「データの分析」と連携したりするならば、表計算によって相関係数を求めさせてもよい。 | 5分 7分 |

教科書の内容にそった指導計画案の一例を示しました。また、問いかけや演習、解説などの目安の配当時間も示しています。学校や生徒の状況に応じて扱う内容を取捨選択し、授業計画を立てることができます。

授業でそのまま使えるデータ

● 授業用スライドデータ PowerPoint

板書代わりにお使いいただけるスライドデータです。



サンプルはこちら！

問いかけ1

(1) サッカーの試合において、各チームの「得点数」と「勝った試合数」の項目には関係があるだろうか。

(2) サッカーの試合において、各チームの「得点数」が多いとき、「勝った試合数」は多いだろうか。

(3) サッカーの試合において、各チームの「得点数」と「勝った試合数」の散布図をかいたとき、どのような傾向がみられるだろうか。

解説1 ① 相関関係をみる

散布図から、一方の値が増えるにつれて、もう一方の値も直線的に増える傾向がある。

↓

1があるという。

勝った試合数
得点数(点)
[出典] Jリーグ HP

問いかけ2

図1と図2の散布図をみたとき、どちらのほうが「相関関係が強い」と判断できるか考えてみよう。

図1 図2

解説2 ② 相関関係の強さを調べる

相関係数は、-1以上1以下の値をとる。「問いかけ2」の図1と図2からは相関関係の強さは判断できないが、相関係数を求めると、1のほうが相関関係が強いと判断できる。

相関係数 0.60 相関係数 0.81

見た目での感じ方(主観的な視点)では人によって判断が変わるが、数値(客観的な視点)では人によって判断が変わらない。探究では、見た目の感覚ではなく数値で客観的に示すことが大切である。

● 授業用プリントデータ Word

授業の際に配布してノート代わりにお使いいただけるプリントデータです。

第1章 第4節 結果の分析

3 2項目のデータの関連をみる

2項目のデータを表やグラフで表し、どのようなことがわかるか考えてみよう。

B 項目間の傾向をみる

① 相関関係をみる

・相関関係とは

2項目のデータの散布図をかいたときに、一方の値が() につれて、もう一方の値も() につれて() する傾向があることを() の() があるという。逆に、一方の値が() につれて、もう一方の値は() につれて() する傾向があることを() の() があるという。

演習1 右図は、サッカーJ1リーグ2018年シーズンの、各チームの得点数と勝った試合数のデータを散布図にしたものである。サッカーの試合において、各チームの「得点数」と「勝った試合数」の項目には関係があるか考えてみよう。

【考察】
散布図をみると、各チームの「得点数」が() につれて、「勝った試合数」は() する傾向がある。したがって、() の() があるといえる。

演習2 右図は、サッカーJ1リーグ2018年シーズンの、各チームの失点数と勝った試合数のデータを散布図にしたものである。サッカーの試合において、各チームの「失点数」と「勝った試合数」の項目には関係があるか考えてみよう。

【考察】
散布図をみると、各チームの「失点数」が() につれて、「勝った試合数」は() する傾向がある。したがって、() の() があるといえる。

月 / 日 () 年 () 組 () 番 氏名 ()

② 相関関係の強さを調べる

・相関関係の強さ

データの値が1つの() 上に() ほど規則性があり、そのようなときを() 相関関係があるという。相関関係がみられるがそれほど() 上にデータの値が() 場合を() 相関関係があるという。

● 正の相関関係がある場合 ● 負の相関関係がある場合

③ 正の相関関係 ④ 負の相関関係

演習3 図1と図2の散布図をみたとき、どちらの散布図のほうが「強い相関関係がある」と判断できるか考えてみよう。

【考察】
データが1つの直線上に集まっているのは、図() である。したがって、図() のほうが、強い相関関係があるといえる。

演習に使える

ワークシート

Word

探究の流れを演習することができるワークシートです。物理・化学・生物・統計のそれぞれについて、1つのテーマを設定し、教科書の第1編にそって探究を進めることができるように構成しています。

このワークシートは、教科書の探究内容を演習するためのものです。主な内容は以下の通りです。

- 1 テーマの設定**
 - ① テーマを設定する：探究しようとするテーマ、探究するテーマの範囲を決定する。
 - ② テーマについて調べる：テーマに関する基礎知識を調べる。
 - ③ テーマの具体化：探究の範囲を絞り込む。
- 4.1 結果の分析**
 - ① データの性質を知る：データの分布や傾向を把握する。
 - ② データの可視化：ヒストグラムや箱ひげ図を用いてデータを可視化する。
 - ③ データの検定：データの差や関係性を統計的に検定する。

その他のデータ

教科書紙面データ・テキストデータ

Word

PDF

教科書紙面のPDFデータと本文のテキストデータです。スクリーンへの紙面の投影、授業用プリントや定期テストの作成など、授業を補助するデータとしてお使いいただけます。

学習指導計画(シラバス)例

Excel

教科書にそって授業を行う際の、1年間の指導計画案の一例をまとめたデータです。授業計画を立てる際の参考にしていただけます。

評価方法例

Excel

どのような観点で、どのように評価するかをまとめたデータです。



サンプルはこちら！

数研出版 オリジナルのビューア **Esビューア** を搭載したデジタル教科書



最新の情報・体験版はこちら！

Esビューア は、Windows, iPad, Chromebookに対応しています。

▶動作環境については弊社ホームページをご覧ください。

基本機能

操作性を考慮した、一目でわかるアイコンデザインを採用しています。ペン、ふせん、スタンプ、拡大・縮小などの基本機能は、ツールバーから選択して利用できます。

この画面は、デジタル教科書の閲覧環境を示しています。左側には教科書の本文と図表が、右側にはツールのメニューが表示されています。

特別支援機能

音声読み上げ、総ルビ表示、配色設定、文字サイズ・書体変更などができます。

デジタルコンテンツ

教科書紙面掲載のQRコードと同じデジタルコンテンツをご利用いただけます。教科書の記述や図の理解の補助にお役立ていただけます。デジタルのメリットを活かして効率よく学びを進めることができます。

▶p.35で詳しく紹介

理数 デジタル教科書 ラインアップ

【補足：利用期間(教科書使用期間)について】

ご購入いただいたEsビューア対象商品は、その商品が販売終了するまでの期間ご利用いただけます。

また、販売終了後も一定の利用期間を設けます。(利用期間終了後、配信を停止します)

各商品の利用期間(配信期限)の最新情報は、弊社HP (<https://www.chart.co.jp/software/lineup/expiry>) をご覧ください。

学習者用デジタル教科書

生徒一人一人の端末で使用する、制度化された「学習者用デジタル教科書」です。

教科書と同一の内容

| 商品名 | No. | 価格(税込) | データサイズ |
|--------------------|------------|--------|--------|
| 学習者用デジタル教科書 理数探究基礎 | 4381191D12 | 550円 | 約0.5GB |

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：生徒1人につき1ライセンス必要 ■購入方法：直接数研出版へ ■納品物：ライセンス証明書
■搭載機能：下表参照

| 基本機能 | スライドビュー | デジタルコンテンツ | 教材連携 | 学習の記録 | 先生向け機能 | |
|------|---------|-----------|------|-------|--------|------|
| | | | | | 宿題管理 | 表示制御 |
| ○ | — | —※ | — | — | — | — |

※教科書のQRコードからご利用いただけるコンテンツのリンクを配置しています。

ご利用までの流れ、および動作環境等の詳細につきましては、弊社ホームページをご覧ください。または営業員までお問い合わせ下さい。

『理数探究基礎』教科書・周辺教材

令和7年度用

| 書名 | 内容 | 税込価格 |
|---------|----------------------------------------------------------------------|---------|
| 教科書 | 理数探究基礎 (理数/702) B5判・160頁 | |
| 教授資料 | 理数探究基礎 教授資料 ・指導に役立つ情報を掲載。 ・収録した補助データで授業をサポート。 | 15,400円 |
| デジタル教科書 | 学習者用デジタル教科書 理数探究基礎 ・1ライセンスで「アプリ版 (iPadOS / Windows)」「ブラウザ版」が利用可能。 | 550円 |

＼指導に役立つ情報や教材データをお届け／

先生のための会員制サイト **チャート×ラボ**

「チャート×ラボ」で何ができるの？

- ご採用の教材に関連したデータをダウンロードしたり、数研出版が作成したプリントデータを生徒のタブレットやスマホに配信したりできます。
- 新課程デジタル教科書・教材の体験版をお試しいただけます。
- 数研出版主催のセミナーにお申込みいただけます。

会員限定の情報も
お届けするよ

くわしくはこちら

<https://lab.chart.co.jp/>



※「チャート×ラボ」のご利用は、教育機関関係者（小学校・中学校・高等学校・大学などの学校に勤務されている方、教育委員会・教育センターなど教育関係職員の方）に限定しております。

数研出版コールセンター TEL: 075-231-0162 FAX: 075-256-2936



東京本社 〒101-0052
東京都千代田区神田小川町 2-3-3

関西本社 〒604-0861
京都市中京区烏丸通竹屋町上る大倉町 205

関東支社 〒120-0042
東京都足立区千住龍田町 4-17

支店…札幌・仙台・横浜・名古屋・広島・福岡



このパノフレットは
植物油インキを使用しています。

本カタログで使用されている商品の写真は出荷時のものと一部異なる場合があります。
本カタログに掲載されている仕様及び価格等は予告なしに変更することがあります。
返品に関する特約：商品に欠陥のある場合を除き、お客様の都合による商品の返品・交換は受けできません。
本カタログに掲載されている会社名、製品名はそれぞれ各社の登録商標または商標です。
QRコードは株式会社デンソーウェアの商標です。