

統計実習

～ みんなが楽しめる文化祭のアトラクションを考えよう ～

千葉県立長生高等学校

教諭 梶原 昌朗

1. 研究の主題

高等学校における数学教科の「統計」では理論的な学習が中心となっており、実社会で報告されている実際の数値から分析するなどの取組みはまだ少ない。本研究では、各生徒の統計への理解度の幅を考慮し、統計を体験すること重視し、研究（探究）活動の成果を分析するために統計処理が重要であることを理解させる実践方法の開発を行っている。

本校理数科1年生における「理数探究」（2単位）では、2年からの課題研究活動に向けて、探究活動の基礎的な手法や発展的な学習に取り組んでいる。基本的な実験方法、文献や博物館からの取材方法などを学んだ後であり、具体的に次年度の研究テーマを設定する直前の11月に「統計講座」が4週（8時間）実施される。第1～第3週は理論と練習問題によって統計の基礎を学ぶ。そして第4週目に、本研究である「統計実習」が実施される。

実習では、東京パラリンピックに向けた機運の高まりに合わせて、「車いすで生活する方や、健常者においても性別に基づく体格の差を考慮しながら、みんなで楽しんで参加できる文化祭のアトラクションを考える。」ことをテーマに設定し、ピンポン玉を投げる行為において、立位と座位、利き手と利き手でない手、名簿に基づく男女の差を統計的に分析できる内容とした。

2. 研究のねらい

理数科を有する本校においては、探究活動を推進しており、生徒個々の探究成果の分析にあたっては統計学的な検定手法を用いる必要性があった。

本研究では、授業における統計の理論を、実際の探究に活用させる前段階として、生徒の理論への理解度を踏まえた、データ処理に関する経験を与える実習を設定し、生徒の統計学への理解を深め、技能として習得させることを目的としている。展開は以下のとおりである。

・1時間目（1時間目/2時間） 場所：体育館

- ① 「みんなが楽しめる文化祭のアトラクションを考えよう」という1つの探究企画に関する説明を行う。（男子、女子、車いす利用者が同一のルールで競

争できるアトラクション（競技）として、ピンポン球を投げる競技を考案した。この競技のルールとして、「男子の利き手で投げる」が一番飛ぶという仮説を基に、参加者の属性に基づいた適切なハンデを、根拠を持って設定しよう。）

- ② 4人グループを設定し、クラスの男子、女子にそれぞれ「利き手/利き手じゃない方の手」、「立った状態/イスに座った状態」でピンポン球を投げさせ、距離を記録させる。
- ③ 記録を提出（オンラインフォームによる提出）させる。

・2時間目（2時間目/2時間） 場所：パソコンルーム

- ① t検定、多重比較に関する説明を行う。（t検定等に必要な標準誤差などは事前に解説済み）
- ② 提出されたデータが入力された教材ファイル（自動的にt検定、多重比較ができるファイル）を確認し、当初の目的であるハンデ設定のために、どの条件に有意差があるかをグループごとに話し合いをさせる。
- ③ 適切なハンデ設定を発表させる（時間が無い場合はワークシートに記入して後日提出）。

3. 研究内容・授業指導の実際

(1) 使用教材

1班当たり、ピンポン玉10個、パイプ椅子1脚、メジャー1個、記録用紙4枚を準備、事前に授業連絡ツールMicrosoft社のアプリケーション「teams」に結果登録用フォームのQRコードを配信した。

報告された結果を自作のエクセルファイルに転記し、男性-女性、利き手-利き手じゃない手、立位-座位の8個の組み合わせ別に分析できるようにまとめた。エクセルファイルから自動的に出力される分析結果から考察させ、考察内容を記入するワークシートを配布した。

自作のエクセルファイルには以下の内容が含まれている。

- ・探究テーマと仮説の確認
- ・結果入力
- ・結果の平均グラフ（自動出力）
- ・t検定結果（自動出力）※
- ・t検定に関する説明
- ・多重比較結果（自動出力）
- ・各群の平均±標準偏差を示した比較のための棒グラフ（自動出力）
- ・各群の平均±標準誤差を示した比較のための棒グラフ（自動出力）

※分析にあたっては3群以上の比較であるため t 検定は不適切であるが、多重比較との結果を比べるために示している。

(2) 評価方法

ワークシートにおける考察内容から以下の3点を評価した

- ① 統計的に処理された結果を正しく理解できているか。
- ② ハンデ設定は「有意差がない」条件に合わせる必要があるが、理解できているか。
- ③ 考察を基にアトラクションを改善する案を想像（創造）できたか。

(3) 授業実践で工夫した特筆すべき点

[動機付けについて]

- ・文化祭、アトラクションという生徒に身近なテーマを統計学的な根拠を持って面白くしようというコンセプトを共有し、統計は学問だけでなく、実践のためにあるという認識を持たせた。

[授業展開]

- ・一連の統計講座において、実習前に標準偏差、標準誤差、正規分布などの基礎知識を事前に確認しておくことで、考察をしやすくさせた。
- ・表計算ソフトを使い慣れていない事を考慮し、関数など時間がかかるところを自動化させて、まずは体験させることに重きを置いた。
- ・講座後は生徒探究活動に活用させるために統計処理ファイルを公開し、探究結果の処理を統計的に行えるようにした。統計検定の意味や理論などは2年次の探究中に確認する。今回の授業実践は統計学の理論と実践をつなげるためのスタートとなる授業としての位置づけにしている。

[教材の選択・作成]

- ・男女だけでなく、車いす利用者にも言及し、カテゴリ分けという解決策ではなく、「同一競技をみんなで楽しめる」ことにこだわることで多様性と融和についての意識を持たせた。（東京パラリンピックの実施前後であることを活かし、その理念の実現を身近な物にするため。）
- ・「ハンデの設定」という課題を課すことにより、競技の参加者ではなく運営者の視点をもたせることができ、社会生活を送る上でのルールや基準には科学的根拠が必要な事を理解させられるようにした。
- ・多重比較は高校生にとって高度な内容となるが、実際の生徒研究においては3群以上の比較がある研究も過去にはあったため、統計の検定における過誤

について触れ、実習後の探究活動においても分析を適切に行えるよう意識させた。

(4) 生徒の反応

- ・事前に行った統計の理論に関する授業（数学分野の確認）では難しいと感じていた生徒たちは、講座によって理論と実践がつながったと記述していた。
- ・この講座が行われる理数科1年生の「理数探究」では定期テストによる評価は実施しないため、統計に関する内容を忘れないようにする工夫が必要であった。講座後、提出されたワークシートをまとめたポスターを作成、クラス全体を1つの探究活動グループとした成果物として教室掲示による活動のフィードバックを行った。これにより2年生で実施する探究活動計画策定に統計学的な視点を忘れずに持たせることができた。
- ・2021年度に本校で実施された県内8校の高校2年生が参加した課題研究発表会において、発表ポスター内の統計学的な記述の有無（誤差範囲、相関係数・決定係数の記載等）を他校と本校とで比較したところ、他校で5.1%しか統計学的記述がないことに対して、本校は26.9%の発表に統計学的記述があることがわかり、本校においては結果分析に統計の学習が活用されていることが示唆された。また、探究テーマにおいても県内の動物轢死（ロードキル）件数を統計的に示した研究、スマートフォンアプリのユーザーコメントをテキストマイニングによって分析する研究など、得られる情報を統計的に処理して分析するものが見られるようになり、探究テーマを設定する段階においても統計学習の影響が見られた。（ロードキルに関する研究ポスターは統計グラフ全国コンクールに出展し、入賞した。）

(5) 実践された授業についての今後の課題と改善策

多重比較の「第一種の過誤を避けるため3群以上ではt検定を繰り返してはいけない」という説明と、表計算ソフト上で行う手順の複雑さについて高校1年生では短い時間で理解しにくいと、時間数を増やすか、実施規模をしばる必要がある。利き手/利き手じゃない手、男/女、立位/座位の3つの条件があるため、生徒グループに応じてそれぞれの検定を行わせ、発表させるなどの工夫を行い、多重比較をせず、3つの平均値比較結果を全員に提示できるようにする事も可能である。

今回の実践ではt検定、多重比較などパラメトリックな検定が主であったが、過去の生徒探究活動ではアンケート調査も多くあったため、ノンパラメトリック

な検定、カイ二乗検定などを活用した実践も合わせて実施し、多様な統計検定の体験をさせることで、今後の探究計画に幅を持たせたいと考えている。

Excel ファイル内にある統計に関する関数についての説明する時間は十分ではなく、生徒が今回の取組を再現するには「数学」「情報」と連携してフォローをする必要がある。

4. 参考文献

- ・「実験で使うとこだけ 生物統計 キホンのキ①」池田郁男著（羊土社）
- ・「実験で使うとこだけ 生物統計 キホンのキ②」池田郁男著（羊土社）
- ・STATWEB 統計学活用支援サイト <https://www.statweb.jp/>
- ・生物工学会誌 - 『間違いから学ぶ実践統計解析』
https://www.sbj.or.jp/sbj/sbj_tokei_kaiseki.html

長生高校の統計教育

～探究に必要なスキルとしての統計～

千葉県立長生高等学校

所在地 千葉県茂原市

創立 明治21年(1888年)

課程 全日制、定時制



- 全日制は 1学年 普通科6クラス 理数科1クラス
- 昭和43年(1968年)より理数科設置
- 2010年よりスーパーサイエンスハイスクール指定

生徒の探究活動を推進

スーパーサイエンスハイスクール (SSH)

現在 第3期[2021~2025年度]

未来を切り開く
イノベーション人材

豊かな
創造性

未来を
デザイン
できる力

理数探究
(課題研究)

SS探究ⅠⅡⅢ
(課題研究)

次世代型
情報活用能力

主体性

様々な課題への課題解決行動

グローバル
実践力

「長高メソッド」による探究的な学び

「長高メソッド」

… 本校が開発する高度な理数系学力や探究力を育成するための手法。
創造性と実行力を備えた人材育成を目的としている。



令和4年度、国立教育政策研究所が指定する

「外国語(英語)」・「総合的な探究の時間」

2科目の教育課程実践検証協力校に

生徒探究に必要な「統計」に関する技能？

探究活動・課題研究を推進するSSHとして統計学習に対する様々な意見

生徒

体系的に統計学を学ぶ
時間はあるか？

分野ごとに分析に使う
統計手法は同じか？

内容

教員

教えられる教員はい
るか？

数学

情報

社会
科学

物理

化学

生物

地学

→ 2018年3月公示の高等学校指導要領から数学での「統計」

SSHとしてはそれ以前から生徒探究活動における統計の必要性実感

かつてあった探究発表での「う～ん・・・」

①平均値の比較だけでいきなり結論

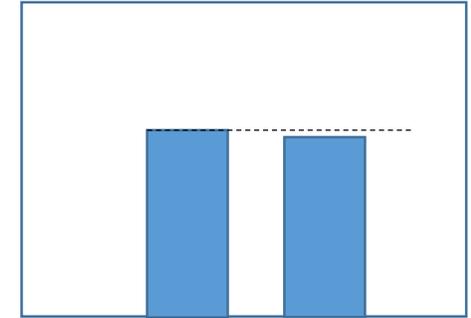
「『差があった』 根拠は唯一 平均値」

②本人もわかっていない散布図登場

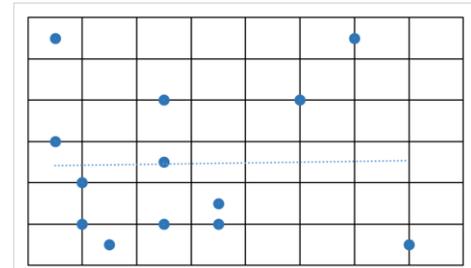
「とりあえず 散布図だしときゃ 大丈夫」

③グラフに誤差範囲をつけてくれたけど・・・

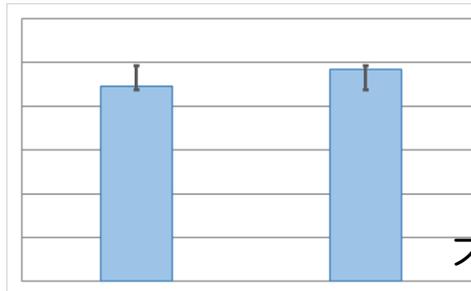
「デフォルトの 同じ長さの エラーバー」



誤差
では？



碁盤？



不自然・・・

まずは「正規分布」「標準偏差」などのばらつきを考慮したデータ処理を目指し、基礎的な理論の学習を取り入れることにした。

探究授業内での統計学習(2016～)

本校理数科における「総合的な探究の時間」

- ①(～2019) 「SSW (Super Science Workshop)」 学校設定科目
- ②(～2021) 「理数探究」 学校設定科目
- ③ 2022～ 「理数探究」 新指導要領(理数)

その1講座として「統計講座」を4週(2単位)実施

目的

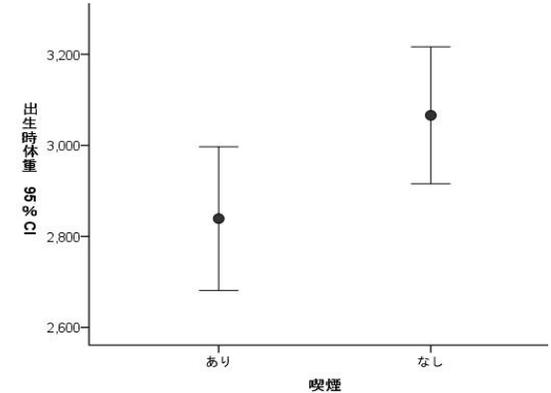
課題研究の結果を示す際に必要な検定までを理解する。

- ・ 正規分布
- ・ 標準偏差
- ・ 区間推定

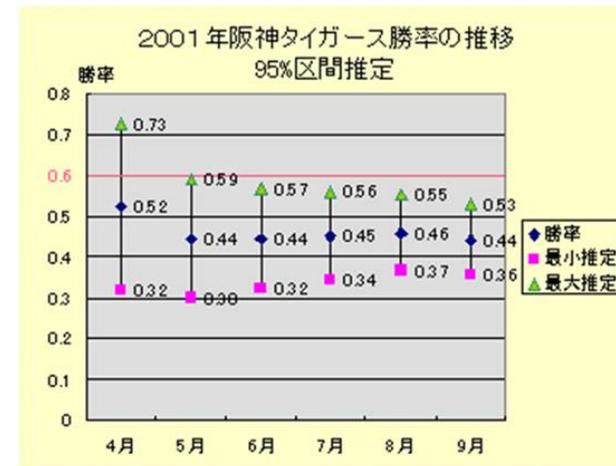
など理論を中心とした座学講座

【§1-推測統計を学ぶ意味】

●以下は実験結果・観察結果・アンケート等(標本)から母集団の平均(母平均)を、ある確率で母平均が存在する(信頼区間)を推定したグラフです。信頼区間を示すことで、標本ではなく、母集団の統計量(母数)についての推定が可能になります。真の値について議論できるようになります。(資料はインターネット引用)
(事例1)



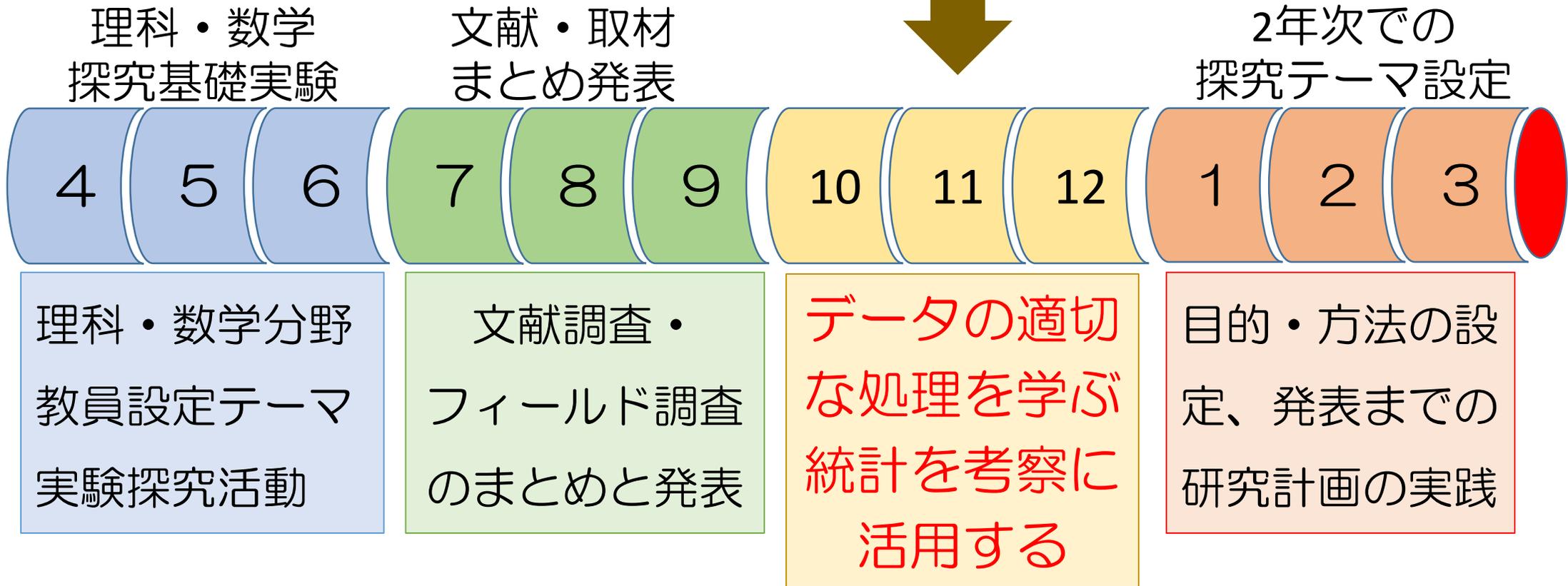
(事例2)



初期テキスト内容

理数科 1 年生 「理数探究」 での統計の位置づけ

探究計画の前に統計に関する学習を展開



結果を統計的に処理するために必要な実験回数・サンプル数は？

「統計実習」の追加 (2020～)

理論と探究との接続を体験する実習



SSH指定の初期では生徒研究に統計が十分に活用されにくかった。

→座学(理論)だけだと忘れてしまう？

理論だけではなく、探究に直結する実践を！

1クラス全員で1つのテーマについて探究するグループ活動。

データを集め、統計検定の結果をみんなで考察する

生徒の統計処理の実力に基づいた講座の設定

1年生
中盤の状態

- 理論を知ったばかりなので自信が無い
- 表計算ソフトで大量のデータを計算した経験が少ない
- 統計に関連する関数を用いる場面はなかった。



表計算ソフトには**入力だけ**！

関数は自動化！（簡単な紹介はする）

検定結果（有意差）を**考察することに重きを置く**！

統計処理により考察に説得力が増すことを体験する

令和2年度～3年度実施テーマ

「みんなで楽しめるアトラクションのハンデを設定する」

- ピンポン球を箱に投げて入れる
- 男子、女子、車いす利用者で「投げられる距離」が結果に影響しないようなルール（ハンデ）を設定したい
- 投げる、箱までの距離はどのように設定するか

平均値の比較・t検定を軸にした実習

[なぜt検定か？]

- 過去の生徒探究テーマでの結果提示が多かった検定

[テーマはどう設定したか？]

- 過去の生徒探究テーマ「利き手と利き手じゃない手との比較」の継続研究を、実習として実施

[何を考察させたか？]

- 男女、立位／座位、利き手／利き手じゃない手との比較
→多重比較の実施へ

統計処理により「自信を持って」考察できる

令和2年度SSW統計講座

みんなで楽しめるアトラクションのハンデを設定する

千葉県立長生高等学校 1年G組



1. 背景

- 文化祭（体育祭）で、運動神経に関係なく、どんな人でも白熱した展開になるようなアトラクションを考えたい。
- 室内実施も考え、危険性の低い競技内容として、ピンポン玉ならば投げても大丈夫との許可が得られた。
- 参加が予想される生徒には、車いすの生徒もいる。
- 男子の部、女子の部などに分けて実施するほど、丁寧に対応できる時間と人員がない。

2. アトラクションの概要

- ①投げて箱に入ったら得点 ②投げて得点を競う ③下手投げ禁止で条件を合わせる



3. 検討しなければいけないポイント

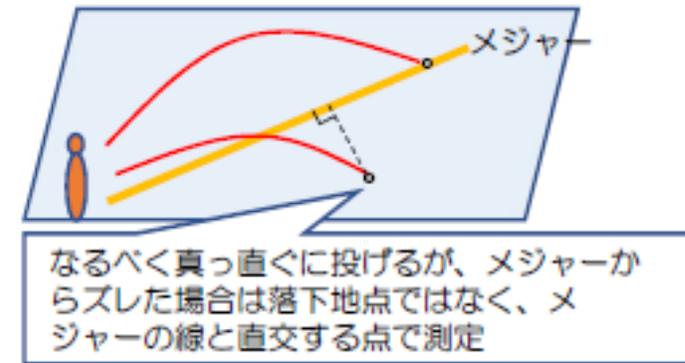
- ①投げる位置から箱までの距離の設定 →男子も女子も健常者も車いすの方も同条件になる距離の設定
②高得点になりやすい条件 →利き手禁止などのハンデ設定。

4. 実験の目的

アトラクション（競技）のハンデ設定をしたいが、何となく決めて、本番になってからルール変更というのは運営上、良くない。本番前に間違えのないハンデ設定をするために、その根拠となる参考データをとりたい。

5. 実験の方法

- (1) 4人一組で班を編成、10班で実施（男子25名 女子15名 合計40名）
- (2) 記録用紙に被験者情報（性別・利き手・運動経験など）を記入
- (3) 投球方向にメジャーを設置し、距離の測定に関する基準（右図）を確認
- (4) 立った状態で、右手で5回投球、左手で5回投球し、飛距離をメジャーで測定
- (5) 座った状態で、(4)と同様に投球



※「ズレ」を飛距離と合わせて検討できるようにするため

6. 実験結果のグラフ



一人ひとりが統計学的な判断を根拠にして考察できる

ポスター例(左)

全体まとめポスターによるフィードバックで効果を実感させる

「統計学的な記述」は他校と比較して多い（まだ少ない）

2022年2月に本校で実施した県内高校2年生による研究発表会における発表件数と統計的な結果処理が見られる発表件数

	発表件数	①誤差範囲等	②統計的な検定
他校発表（7校）	59	3件 (5.1%)	1件 (1.7%)
本校発表	26	7件 (26.9%)	6件 (23.1%)

[基準]

①誤差範囲等

- グラフに誤差範囲（標準偏差・標準誤差）を示している
- 相関係数、決定係数に関する記述がある

②統計的な検定

- 結果を統計学的に処理している（t検定、 χ^2 検定など）

【今後】 リモート環境の進化を追い風にする

○コロナ禍で学習のICT化が進む

- 1人一台端末の整備 (2020～)
- Googleアプリ(classroom), Microsoft アプリ(teams, Onenote, Forms)、Classi、スタディサプリなどによるICTを活用した連絡・学習支援の充実

○Intel社と連携したSTEAM Lab設置事業(2022～)



探究活動への活用

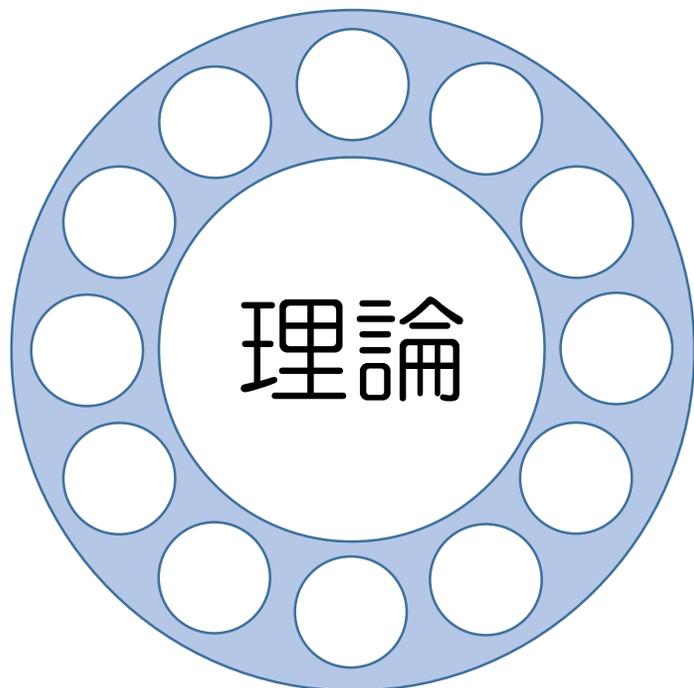
データ提出、データ共有の迅速化、大量のデータ解析がしやすく
[データサイエンスの学びへ]

課題

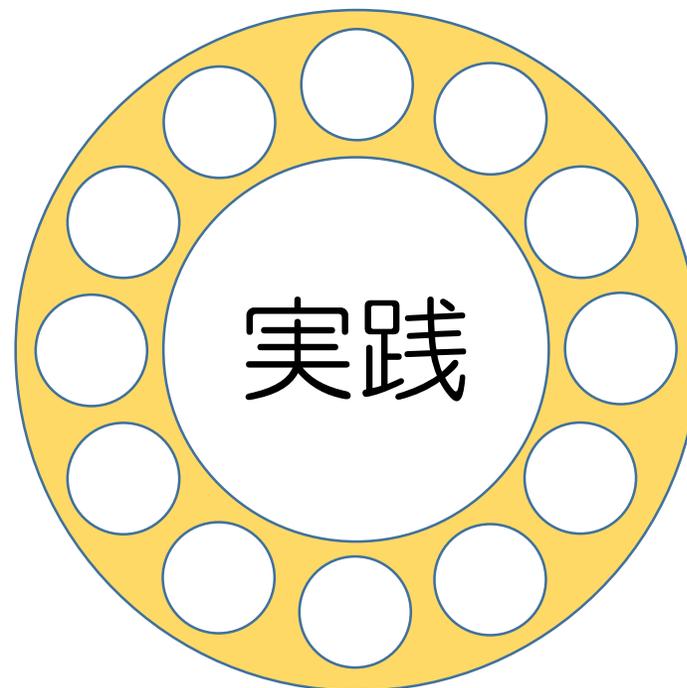
- 統計処理に用いたExcelファイルの関数についての説明が少ない
→「情報」との連携が必要
- 分析するデータが多く、時間が足りなくなる班もあった
→よりシンプルなテーマ設定にする（例：t検定だけにする等）
- 実際の探究においてはt検定、多重比較だけではない
→相関係数、カイ二乗検定も検討
- 単発の実習だけで身につくか
→2年以降の探究では常に意識を持って対話（教員から問いかけ）

【まとめ】統計の学びは探究の広がりにつながる

数学



探究



情報

- ①実験データを分析する経験
- ②図表の判断をするトレーニング
- ③統計情報によって新しい知見を見出す体験

統計学習の理論と実践の両輪を

高校3年間で継続的に学べるカリキュラム開発をめざす