

統計数理研究所共同研究レポート 480

統計教育実践研究

第 17 卷

2025 年 3 月

統計数理研究所

統計数理研究所共同研究レポート 480

統計教育実践研究

第 17 卷

2025 年 3 月

統計数理研究所

東京都立川市緑町 10-3

電話 (050) 5533-8500

この共同研究レポートは、2024 年度統計数理研究所共同研究（研究課題番号：2024-ISMCRP-5008）による研究成果報告書として作成されたものである。本レポートの著作権は著者に帰属する。本レポートのいかなる部分も、著者の書面による許可なく、複写、録音、情報記憶・検索システムを含む電子的または機械的ないかなる形式または手段によっても、複製または転送することを禁ずる。

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the author(s).

統計教育実践研究 Vol. 17

目次

I. ICT を活用した統計・データサイエンス教育の研究および事例報告

1. ウェラブル端末を用いた探究的な取り組み～保健体育科×データサイエンス～
大谷麻子（関西福祉大学）・石丸幸勢・林兵馬（神戸大学附属中等教育学校） 1
2. 健康医療データに関わるデータサイエンティスト育成教育
～中央 AI 専門学校における授業シラバスと実践～
佐藤智絵（中央 AI 専門学校／慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科） 4
3. ICT を活用した自己調整学習の充実
橋本三嗣（広島大学附属高等学校） 6

II. 記述から推測に至る統計学指導における課題

1. 確率という数学概念における高校までと大学以降のギャップ
島谷健一郎（統計数理研究所） 12
2. なぜ仮説検定は帰無仮説を棄却するというわかりにくい論理なのか？
森元良太（北海道医療大学） 16
3. 仮説検定の指導に関する教員の意識調査について
—東京理科大学数学教育研究所「理数系高校生のための数学基礎学力調査」から—
半田真（東京女学館中学校・高等学校） 20
4. 統計学の習得状況と高校数学・情報の各単元の履修状況の関係について
—大学 1 年次科目の履修生に対するアンケート結果に基づく考察—
関哲人（北海学園大学）・速水孝夫（桜美林大学） 24

III. データサイエンス教育実践

1. DS 指導の初心者コンビによる「数学×情報」の 1 年間の授業実践
増田朋美・鈴木雅子（愛知県立瑞陵高等学校） 28
2. 高等学校情報科の DS 授業からの一考察「思考の言語化活動」の重要性
松本慶子（京都府立洛北高等学校・洛北高等学校附属中学校） 32
3. 価値創造を目指した情報Ⅱデータサイエンス教育の考え方と教材開発
林宏樹（雲雀丘学園中学校・高等学校） 37
4. 大学都市神戸産官学プラットフォームと連携した社会人リスキリング研修における基礎統計内容
林兵馬（神戸大学附属中等教育学校） 39

IV. 統計センターの SSDSE（教育用標準データセット）の利活用

1. SSDSE と統計データ分析コンペティションの概要
谷薫（独立行政法人統計センター） 41
2. 食の外部化における地域特性
佐々木万悠子（雙葉高等学校） 43
3. SSDSE を使ったデータ活用能力の育成
鈴木淳子（愛知県立一宮高等学校） 44

V. 【特別講演】

- 国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）データの活用方法に関する提案
細田幸希（目白大学／文部科学省国立教育政策研究所） 46

VI. 【特別講演】小中学校「データの活用」から高校「統計的な推測」までの教科書比較と教材開発	
1. 「データの活用」領域の改訂教科書内容の比較と課題 山内慶太（慶應義塾大学）	48
2. 高等学校数学 B の教科書にみる統計教育について 及川久遠（四天王寺大学）	53
3. 推測統計の動画教材の開発—わかりやすいと正しい解釈の両立を目指して— 山下雅代（東京学芸大学）・清水邦夫（統計数理研究所）	57
VII. 【講演】第 20 回日本統計学会統計教育賞受賞者受賞講演	
1. 生活や社会の課題解決を目指すデータの活用領域の授業実践 稲垣道子（岩手大学教育学部附属中学校）	61
2. データサイエンス教育支援に向けたインテージグループの取り組み 小林春佳・増田純也（株式会社インテージホールディングス）	73
VIII. 【講演】公益財団法人統計情報研究開発センター主催 統計・データサイエンス力向上のための授業に係る優秀事例表彰 2023 年度受賞者講演	
1. ゼロウェイスト運動 環境や人に優しい街を目指して！ 佐々木佑崇（印西市立原山小学校）	74
2. ICT を活用し、日常生活と関連させた統計的問題解決学習の授業実践 黒須直之（さいたま市立桜木小学校）	76
3. micro bit を活用した統計的探究の授業モデル開発と遠隔教育への応用 今澤宏太（大阪教育大学附属天王寺中学校）	78
4. ビタミン C の滴定実験を用いた PBL によるデータの生成 都丸希和・佐藤健太（名古屋大学教育学部附属中・高等学校）	80
IX. 教科融合で考える統計・データサイエンス教育	
1. 学校設定科目「情報 I Plus」による問題解決能力の育成—実践事例の紹介— 奥屋玲香（広島大学附属高等学校）	83
2. DS 教育の観点からみた大学入学共通テスト「数学」と「情報 I」の一考察 増井貴明・林宏樹（雲雀丘学園中学校・高等学校）	86
3. 物理基礎の生徒実験におけるデータ分析の現状報告 中島康彦（群馬県立前橋高等学校）	88
X. 参考資料	
「中高生・スポーツデータ解析コンペティション」について	92
「女性が活躍する社会をデザインするスタートアップデータソン—2025—」	93
日本統計学会統計教育分科会のお知らせおよび入会案内	94

ウェアブル端末を用いた探究的な取り組み ～保健体育科 × データサイエンス～

発表者 関西福祉大学 大谷麻子
神戸大学附属中等教育学校 石丸幸勢 林兵馬

1. はじめに

近年、急速にデジタル化が進み、スマートフォンをはじめ、スマートウォッチなどは、日々進化し続け、簡単に身体に関する数値（心拍数や歩数など）を計測することが可能となっている。今後は、こうした数値の意味を正しく理解したうえで、その数値から主体的に課題を発見し、日常生活にいかすことが大切になるだろう。

保健体育の授業では、陸上競技の短距離走やリレーのタイムをはじめ、体づくり運動での運動時間や強度の設定など、様々な数値を取り扱い、日常生活の改善に結びつけられる数値も少なくない。

そこで、今回は、心拍数を探究の手掛かりとして、運動や健康に関する課題を生徒一人ひとりが設定し、主体的に取り組む授業実践を試みることにした。

神戸大学附属中等教育学校では、「Kobe ポート・インテリジェンス・プロジェクト」と称して総合的な探究（学習）の時間に、自身の興味・関心に従って1人1テーマを設定し、一人ひとりが探究手法を自分自身で考えて探究を行っている。また、学校設定科目である「データサイエンス」では統計について学んでいる。この取り組みを生かし、今回は、保健体育の学習と他の教科とを関連付けて、相互作用的に深い学びにつなげていくための取り組みに挑戦した。具体的には、心拍数を手掛かりにして保健体育に関する「問い」を立て、「データサイエンス」で学んだ統計学的手法を用いて、その「問い」を追究していく。

2. 取組の概要

1) 事前調査

中等4年生（高校1年生相応、以下4年生）を対象に、心拍数を計測するウェアブル端末の活用方法について、調査を実施した。結果は以下のとおりである。

- ・運動強度を調べて挑戦できる限界を知る(24名)
- ・心拍数を測って適した走るペースを見つける(21名)
- ・自分の生活を可視化して健康管理に役立てる(13名)
- ・リラックスや緊張など心情の変化による心拍数への影響を調べる(12名)
- ・終日着用して日々の運動量やエネルギー消費を調べる(7名)
- ・心拍数と運動パフォーマンスとの関係を調べる(7名)
- ・心肺機能を高めて持久力をあげる(6名)

自分に合った運動強度や運動のペースを見つけることについて探究したいと回答した生徒が最も多く認められた。

これは「体づくり運動」の動きを持続する能力を高めるための運動の授業で、運動強度の指標として、実際に心拍数を用いたことが影響していると思われる。

また、自分の生活を可視化して健康管理に役立てるとした回答や心の状態を表す指標として心拍数をとらえた回答も多かったが、これらは、ここまでの保健分野で学んだことや教科書に取り上げられていることによるものと推察される。生徒は、日々の授業の学びを探究の「問い」につなげており、あらためて日々の授業実践の重要性を感じる結果となった。

2) 生徒実践事例

実際に心拍計を用いて探究学習に取り組んだ事例を紹介する。なお、本実践は、保健体育の授業内で行われたのではなく、有志生徒によるものである。

テーマ

「音楽を聴いた時の心拍変化は運動の頻度によって異なるのか」

目的：音楽を聴いた時の心拍変化は運動頻度によって異なるのかを明らかにする

日時：2025年1月30日、31日 12:40～13:10

場所：選択教室 E2

対象：4年生（15～16歳）

【A】週3回以上運動を行う 9人

【B】週1回以下しか運動をしない 8人

実験方法

1. 心拍計（POLAR社製）を腕に着用し、ジャンプをする
2. 何も聴いていない状態で30秒間心拍数を測る
3. 曲1を30秒聴き、心拍数を測る
4. 曲2を30秒聴き、心拍数を測る
5. 曲1を聴いた時と曲2を聴いた時の心拍数の様子の比較する

<曲1> きらきら星 オルゴール テンポ：55

<曲2> PSY - STYLEE(강남스타일) テンポ：132

仮説

仮説Ⅰ：テンポの速い曲（曲2）を聴いた方が、心拍数が上がる

仮説Ⅱ：運動していない人より、運動をよくするの方が、心拍数が変化しにくい

結果

表1は週3回以上運動をする人【Aグループ：9名】、表2は週1回以下、つまりほとんど運動を行っていない人【Bグループ：8名】の心拍数と標準偏差を表し

たものである。

表1 週3回以上運動をする人【Aグループ:9名】の心拍数の平均と標準偏差

	曲なし	曲1	曲2
平均	95.56	95.56	98.33
標準偏差	12.07	7.96	17.71

表2 週1回以下運動をする人【Bグループ:8名】の心拍数の平均と標準偏差

	曲なし	曲1	曲2
平均	92.25	97.75	101.5
標準偏差	5.99	7.03	11.03

次の図は、AグループおよびBグループの心拍数の変化を表したものである。(以下の図は生徒作成スライド)



7. 考察

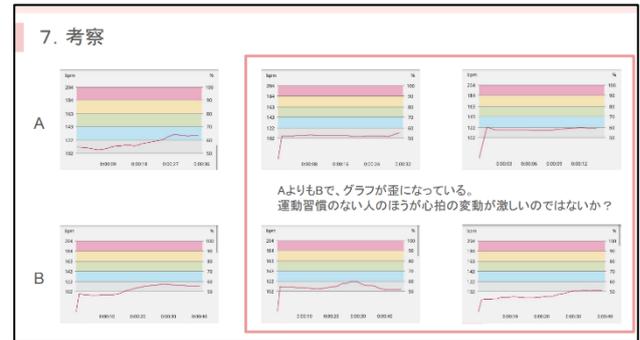
有意水準5%で対応のある2標本のt検定を行い、立てた仮説を検証した。

- 仮説 I
 帰無仮説:「曲1を聴いた時のほうが心拍は速くなる」
 対立仮説:「曲2を聴いた時のほうが心拍は速くなる」
 曲1と曲2の平均値間に有意な差が認められた
 (t(32)=-2.11705 p=0.0210614 棄却域t=-1.69389)。
 帰無仮説を棄却し、対立仮説を採択する
 「曲2を聴いた時のほうが心拍は速くなる」と言える

心拍数のグラフから、曲1を聞いた時は、何も聴いていない時及び曲2を聴いた時を比較すると、心拍数の上昇が抑えられていると読み取った。そこで仮説Iを検証するため、優位水準5%で対応のある2標本のt検定を行った。その結果、曲2を聴いたときの方が心拍数は上昇し、心拍が速くなると言えるとした。

次に運動していない人より、運動をよくする人の方が、心拍は変化しにくいことについて検証することとした。生徒はAよりもBのグループの心拍数のグラフが大きく変化しているため、運動習慣のない人のほうが、心拍の変動が大きいのではないかと推測した。そこで有意水準5%の仮説検定を行い、t検定によりAとBグループの差のデータは、等分散であることが分かった。母分散が等しいと仮定した対応のない2標本のt検定により、帰無仮説は棄却できな

いこと、コーエンdの値が効果的な値でないため、心拍の変化は運動頻度によって異なるとは言えないこととした。



7. 考察

- 母分散が等しいと仮定した対応のない2標本のt検定により
 帰無仮説を棄却できない (p=0.146903>0.05)
- コーエンdより効果的な値でないため、(d=-0.412<0.2)
 「心拍変化は運動頻度によって異なるとは言えない」

コーエンd: 値が効果的かどうか
 0.2 小さな効果
 0.5 中程度の効果
 0.8 大きな効果

7. 考察

有意水準5%の仮説検定を行った。

- 仮説 II
 帰無仮説:「運動をする人の方が心拍が変化しやすい」
 対立仮説:「運動をする人の方が心拍が変化しにくい」

t検定によりA・Bの差のデータは等分散である (p=0.096612>0.05)

結論

- 聴く曲によって心拍数は変化する。特に、アップテンポの曲を聴くと心拍数が上昇する傾向がある。
- 運動頻度によって心拍数の変化の様子は、異なるとは言えない。本実験ではサンプル数が少なかったことや、連続運動時間が短かったことが、仮説を検証出来なかった原因として挙げられる。

課題

- 実験と実験の間隔が短く、休息時間が十分でなかった。
- テンポだけが心拍数の変化に影響しているとは言い切れない。
- 心拍計の扱いに不慣れなため、時間を要した。

3. まとめ

本実践は、卒業していった生徒が、「心拍計で運動中の心拍数を計測できれば、もっと自分たちの走り方を分析できる」と発した言葉から始まったものである。国立研究開発法人産業技術総合研究所、人工知能技術コンソーシアムの

協力を得て、心拍計を借りることができ、本実践がスタートすることになった。当初は教員が、心拍計を使う単元や目的を定めた授業を計画していた。しかし主体的な学びを育み、これまで培ってきた探究する力を、さらに伸ばすことを考え、まずは生徒に「心拍計をどのように使いたいか」を問いかけることとなった。回答は、体育分野だけでなく、保健分野も含め、多岐にわたったことが興味深い。

今回報告した実践は、有志の生徒によるものであり、実験方法など多くの課題が残るが、学習した統計学的手法を用いて、その「問い」を追究していくことは、深い学びにつながったと推察される。今後、体育及び保健の授業の中で心拍数を探究の手掛かりとした授業実践に挑戦していきたいと考える。例えば、持久走における主観的な運動強度と心拍数との関係を検証する授業や、本実践をもとにして、心拍数の変化から音楽によるリラクゼーション効果を考察する授業が挙げられる。

このように保健体育で用いられる数値をもとに、生徒が数学で学んだ統計学的手法を用いて探究的に学びを進めることで、相乗的な効果が期待できる。そしてこのような教科横断的な学びの体験は、生徒の問題解決能力の向上に寄与することが期待できると考える。

健康医療データに関わるデータサイエンティスト育成教育

～中央 AI 専門学校における授業シラバスと実践～

慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科 特任助教
中央 AI 専門学校 講師
佐藤 智絵
chies@sfc.keio.ac.jp

1. はじめに

AI やデータサイエンスを専門とする専門学校はまだ少数である。しかし、企業・医療機関・自治体など様々な分野でデータ活用の重要性が高まり、データサイエンティストの需要は急増している。特に、医療・ヘルスケア分野では、電子カルテデータ、健診データなどの医療・健康・介護に関わる大規模データを解析できる人材が求められている。

そのため、プログラミングやシステムエンジニアリングの技術に加え、データサイエンスの知識を習得できる専門学校が今後増えていくと考えられる。

専門学校で学ぶデータサイエンスは、より実践的であり、かつ、資格取得にも対応した授業が求められる。本報告では、今後増えていくであろう AI・データサイエンス専門学校の授業設計の参考となるよう、中央 AI 専門学校 2 年次の「ヘルスデータアナリティクス実践」の授業内容を報告する。

2. ヘルスデータアナリティクス実践シラバス

健康医療データを適切に分析するためには、まず医療や保険制度の基礎を理解し、その上でデータ解析の技術を身につけることが欠かせない。そのため、本授業では通年 30 回の授業を、理論編「基礎的な概念の習得」・演習前編「ヘルスデータアナリティクスと調査手法の習得」・演習後編「ヘルスデータアナリティクスの実践知の獲得」の 3 つのフェーズに分けて段階的に学習を進める構成とした。

理論編「基礎的な概念の習得」においては、日本における医療・保険制度、医療データの管理、ヘル

スケアの倫理、記述統計などの習得を目指した。内容はヘルスデータサイエンティスト協会が設定する準ヘルスデータ解析士の資格に必要な「日本における社会保障制度及び医療制度、ヘルスケア倫理等に関する基礎知識」に該当するように検討した。

演習前編「ヘルスデータアナリティクスと調査手法の習得」では、ヘルスデータの事例や分析の手法を学ぶとともに、アンケート調査に必要な手法の習得を目指した。演習の時間を多くとり、実際にヘルスデータを解析し、理解を深められるようにした。

演習後編「ヘルスデータアナリティクスの実践知の獲得」では、生徒自身がヘルスデータサイエンティストとしてプロジェクトを実施した。これまでに学んだ理論や手法を応用し、課題設定から報告書の作成まで、一連のプロセスを経験した。

表 1：基礎的な概念の習得

シラバス		内容
1	イントロダクション・ガイダンス	本講義の全体像、授業概要・到達目標・講義の進め方
2	医療・介護制度	日本における医療、介護、各種保険の制度
3	地域保健・職域保健	地域や職域で行われる健康診断等の保健事業
4	保健・医療・介護分野評価	個人や医療機関等に対する評価指標
5	医療情報システム	医療情報システムや ICT 化と安全管理、RDB
6	個人情報と情報セキュリティ	個人情報保護に関する制度、情報セキュリティ対策
7	ヘルスデータの分析方法①：記述統計	度数分布、散布図、クロス集計、相関分析
8	ヘルスデータの分析方法②：推測統計	統計的推定と仮説検定
9	ヘルスデータの分析方法③：生存分析	Kaplan-Meier 曲線、Cox 比例ハザードモデル
10	科学的研究デザイン	ヘルスデータ研究のデザイン、研究倫理

表2：ヘルスデータアナリティクスと調査手法の習得

シラバス		内容
11	調査①	調査の基本、課題と仮説の設定
12	調査②	尺度の活用方法
13	調査③	調査項目の作成
14	調査④	調査票作成ワーク
15	前期の振り返り・理解度確認テスト	プレゼンテーション・小テスト
16	ヘルスデータの利活用①	リアルワールドデータの事例紹介
17	ヘルスデータの利活用②	健康経営への活用・事例紹介
18	ヘルスデータの品質管理	データ管理・プロジェクト管理
19	ヘルスデータの分析方法④：回帰分析	単回帰分析と重回帰分析
20	ヘルスデータの分析方法⑤：集団の特性	クラスター分析・潜在クラス分析
21	ヘルスデータの分析方法⑥：予測	機械学習

表3：ヘルスデータアナリティクスの実践知の獲得

シラバス		内容
22	ヘルスデータアナリティクス実践演習①：プロジェクトの開始	プロジェクトの概要と目標の確立
23	ヘルスデータアナリティクス実践演習②：データの収集と品質評価	データクレンジング、欠損データの処理
24	ヘルスデータアナリティクス実践演習③：データの洞察	記述統計、データの要約、問題の理解、目標の調整
25	ヘルスデータアナリティクス実践演習④：分析方法の選定	統計モデルの選定
26	ヘルスデータアナリティクス実践演習⑤：データ分析の実行	統計解析の実行、統計モデルの評価、解析結果の評価
27	ヘルスデータアナリティクス実践演習⑥：結果の解釈	プロジェクトの結果解釈、考察
28	ヘルスデータアナリティクス実践演習⑦：プレゼンテーション準備	発表資料の作成、データの視覚化
29	ヘルスデータアナリティクス実践演習⑧：最終成果報告書の準備	最終成果報告書の作成、文書化
30	ヘルスデータアナリティクス実践演習⑨：プレゼンテーションの実施	発表と意見交換

3. 課題

専門学校の特長上、2年次の12月中旬になると就職先でのインターンシップやアルバイトが本格化し、多くの学生が公欠となり、授業への出席率が大きく低下した。特に、最終プレゼンテーションや最終報告書の準備期間に学生の欠席が続き、予定通り実施することが難しく、事前にプレゼンテーションを録画することで対応を行なった。来年度は、最終プレゼンテーションをグループの発表に変えるなどグループで授業内容を補完しあいながら作業できる体制を整える必要があると考えている。

4. 参考

ヘルスデータサイエンティスト協会の設定する認定資格は3種。本授業では基礎となる準ヘルスデータ解析士の取得に必要な知識の習得を目指した。



図1：ヘルスデータ解析士 レベル別試験内容

URL: <https://japan-hds.org/> 2025/2/21 時点

ICT を活用した自己調整学習の充実

橋本三嗣・広島大学附属高等学校
〒734-0005 広島市南区翠一丁目1番1号
TEL.082-251-0192 FAX.082-252-0725
E-mail : mhashimo@hiroshima-u.ac.jp

1. はじめに

変化が激しく、未来の予測が困難な現代では、社会を生き抜くために、そして一人ひとりがウェルビーイングを実現するために、生涯を通じて学び続ける力が求められている。そうした社会状況を背景に、「自己調整学習(self-regulation of learning)」に対する注目度が高まっている。「自己調整学習」は、1990年代からアメリカの教育心理学者であるバリー・ジーマンらが中心となって提唱している教育心理学の理論体系の1つであり、学習者が自らの学習プロセスを計画・調整・評価しながら進める学習方法である。単に受動的に教えられるのではなく、目標を設定し、適切な学習方法を選び、学習の進捗を自己評価しながら修正することで、より効果的に学習を進めることを目指す。

文部科学省は、学校教育を通して育成を目指す資質・能力と個別最適な学び・協働的な学びとして、個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実を挙げており、「個別最適な学び」について「指導の個別化」と「学習の個性化」の2つに整理している⁽¹⁾。「指導の個別化」は一定の目標を全ての生徒が達成することを目指し、個々の生徒に応じて異なる方法等で学習を進めることであり、「学習の個性化」は個々の生徒の興味・関心等に応じた異なる目標に向けて、学習を深め、広げることの意味する。学習者が学習の目標や教材について理解し、計画を立て、見通しをもって学習し、その過程や達成状況を評価して次につなげる能力を育成するために、個別最適な学びを自己調整して進めることが大切であるとしている⁽²⁾。

現在は科学技術の急速な発展に伴い、ICTを活用することで、欲しい情報を瞬時に得ることができる。この様な中、教育現場では生徒にどのような問いや疑問を持たせるかが重要になると考える。そこで本稿では、ICTを活用した取組の事例を示し、自己調整学習を成立させる3つの要素「動機づけ」「学習方略」「メタ認知」からその効果を考察したい。

2. 事例1「数学の証明に親しむ活動」

(1) 概要

数学の授業において、証明を学ぶ意義はいうまでもないが、抽象的でわかりにくいと感じる生徒も多い。そのため、証明を「受け身で学ぶもの」ではなく、「自分で考え、試行錯誤するもの」として位置づけることで、生徒の主体性が高まると考えられる。証明の流れを対話的に構築する方法の1つに、複数のアプローチを比較する(異なる証明方法を示し、どれが納得しやすいか議論する)ものがある。中学校3年数学の「三平方の定理」の授業展開例を示す。最初に三平方の定理を教科書やICTを活用して個人で調べ、グループでどの証明が納得しやすいか議論し、**図1**のように黒板に書いて紹介する。この場合、授業者は選んだ理由を聞くとともに、時間管理を行う。

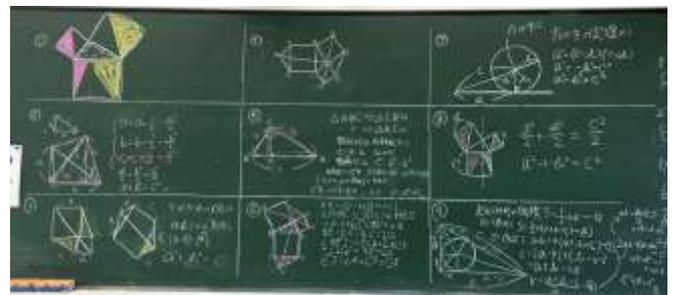


図1 生徒が紹介した「三平方の定理」の証明

このような指導は、多様な方法を調べることができる題材において行うことが必要となるため、毎時間行うものではない。現在の高校数学は、学習内容が多く、授業者は複数のアプローチを比較する時間を単元計画の中に多く取り入れることは困難である。そこで、単元の中の一部に計画的に取り組むのが現実的であるといえる。高校数学における授業展開例として「 $\sqrt{2}$ が無理数であることの証明」を挙げる。背理法を用いたものが一般的であるが、連分数展開やユークリッドの互除法を利用するという方法もある。授業者は活動の目的を生徒に伝え、その後、ペアまたはグループで活動する時間を確保する。

(2) 生徒の反応

MathGPT (<https://mathful.com/ja/mathgpt>) で調べた生徒は、次の検索結果をグループ内で紹介した。



図2 MathGPTのトップページ (2025. 1. 17)



《証明を省略》

この証明のポイント、「奇数の2乗は奇数になる」という性質と、「最初の仮定と矛盾することによって示す」背理法の考え方です。

もし、生徒に教えるときには、次のような質問をすると、より理解が深まるかもしれません。

- 「奇数の2乗はなぜ奇数になるの？」(具体例を考えさせる)
- 「なぜ、2を分数の形で書けると仮定するの？」(背理法の意義を確認)
- 「他の無理数も同じ方法で証明できる？」(√3や√5も試させる)

先生の授業では、どのように証明活動を進めていますか？

図3 MathGPTの検索結果① (2025. 1. 17)

このように考え方やポイントまで詳細に示されたことに驚いたようである。その後、グループの他の生徒から、「別の証明方法を調べよう」との提案があり、「√2が無理数であることのいろいろな証明」と再度入力して検索した結果、考え方と証明が表示された(図4)。

《考え方を省略》



図4 MathGPTの検索結果② (2025. 1. 17)

他にも様々なサイトで調べた結果が出されと教科書の記述を比較して、どの証明が納得しやすいか議論した。その後、グループごとに発表し、クラスで共有したが、その際には調べた結果のスクリーンショット等をスクリーンに映した。自身が理解できるだけでなく、他の生徒も納得できる証明を選ぶ活動の中で、説明を加える、そのアイデアを簡潔に表現するなどの工夫が生徒から見られた。またグループで選んだ方法をクラスで共有する際に、限られた時間で表現しようと工夫した。

(3) 効果

$\sqrt{2}$ が無理数であることの証明は、中学校 3 年の数学の教科書の中に発展扱いで記述があるため、知っている生徒も多くいたが、他の生徒と納得できる証明を探して議論するという活動に積極的に参加した。「動機づけ」に関しては、授業者が提案するというスタイルであったが、活動の目的が明確になり、生徒も取り組みやすかったようである。「学習方略」は教科書の記述と ICT を活用して調べた結果を比較・検討するものであり、理解の状況の異なる生徒の集団においては、つまづいている生徒への支援の手立てが必要となる。高校数学の授業でペアまたはグループの話し合いを行うと、得意な生徒が苦手な生徒に説明するという場面が多く見られる。しかし、最初に個人で調べて選んだものをもとに話しあうことで、苦手な生徒が活躍できる場所が増える。得意な生徒の話を待つという消極的な態度から、調べて自分が納得できる証明を探すという積極的な態度に変わる。クラスという集団の中で個の学びをどのように実現するかという視点に立てば、授業内に納得のいく説明があればよいかと考える。授業後「グループ内で紹介する証明をどのように決めたか」というアンケートへの記述では、38 名のうち、「自分が分かりやすいと感じた」(21 名)、「証明の記述が短い」(8 名)、「証明のアイデアが面白い」(6 名)、その他・無回答(3 名)であった。「証明のアイデアが面白い」と記述した生徒には数学が得意な生徒が多く、グループで発表する際にはその方法を強く推すことはなかった。他の生徒も納得できることと個人の興味を追求することを天秤にかけて、授業の目的に合うものを選択するという「メタ認知」が働いたと考えられる。クラスで共有する時間を授業中に確保できれば、「 $\sqrt{2}$ が無理数であることの証明」を個人レポート課題にするという方法も考えられる。その場合、レポートが作成できていない状態で授業に参加する危険性もある。グループの発表を聞いた後の生徒の反応には、詳細について話し合う、共有された結果を写真撮影する、考えを受け入れ可能・不可能を判断するなどがあつた。生徒の理解の状況により、様々な生徒の反応があるが、主体的に課題に向き合っているといえるであろう。また、証明を比較する活動を通して、生徒が背理法という証明法の特徴を理解する一助になっていることが、生徒の反応、授業後のアンケートへの記述からわかる。

3. 事例 2 「総合的な探究の時間」

(1) 概要

筆者の所属校では、「総合的な探究の時間」に課題研究を行っており、1 学年 3 学期にテーマ設定、グループ決め、2、3 学年で研究を進めて論文集にまとめる。3 年間の指導の方法を課題研究指導のための「広大メソッド」として整理し、学校ホームページに掲載している(図 5)。



図 5 課題研究指導のための「広大メソッド」

(https://www.hiroshima-u.ac.jp/fu_midori/superscience4/method)

「総合的な探究の時間」に実施するため、教員間で相談しながら進めることが可能となり、指導経験の差を埋めることもできる。本稿では、グループで行う課題研究における、ICT の活用による例を紹介する。

(2) 生徒の反応

「天使が通る」という現象に着目したグループは、2024 年 1~3 月に生徒 5 名でテーマを設定し、2024 年 4 月以降、研究を進めている。「天使が通る」は、集団において一瞬のうちに前触れなく静まる現象であり、生徒たちはこの現象のしくみに興味を持って調べることから始めた。学業や部活動などで忙しくしており、授業外の時間に情報を共有する方法として Google Drive を活用している。各自が役割分担のもとに進めて、「総合的な探究の時間」に集まった時に議論している。気づいたことを気づいたときに記録するため、深夜・早朝にメモが共有されることもある。役割分担は、得意、不得意に加えて、生徒たちの個々のスケジュールも考慮される。校内ポスター発表会などの締切日が設定されたものへの準備も共同編集をするなど工夫している。指導教員も可能なときに閲覧し、コメントす

ることができる。指導教員が複数のグループを担当する場合、これは無理なくできる方法でもある。指導教員が支援した内容は、「天使が通る」についてどんな調べ方があるか、調査の仕方に無理がないか（研究倫理などを含む）、進まなくなったときのアドバイス、Google Forms によるアンケート調査の質問、設定の確認、調査依頼、発表前のポスターの確認である。

(3) 効果

生徒たちが話し合っ て決めたテーマであり、「動機づけ」は個人、グループの両方でうまくいったといえる。どこまで進めるのかも研究計画を修正しながら生徒たちが行うため無理が少ない。「学習方略」に関しては、5名の役割分担による課題探究であり、問題解決に必要な手法を現地調達主義で学んだ。具体的には、仮説検証のシミュレーション、中学生、高校生を対象としたアンケート調査の実施とその分析を行った。探究活動を通して学び方を学んだようである。「メタ認知」に関しては、グループのメンバーで集まり、研究の進捗状況や今後の方針を定める際に、各自が何をすべきかを考えることができた。工夫や修正のメタ認知が働いたように思われる。具体的には課題設定の際に、「このテーマは適切か?」「もっと具体的にできるか?」と考える、情報収集・分析の際に、「この情報は信頼できるか?」「自分の仮説に偏った情報だけを集めていないか?」と考える、考察・結論を作成する際に、「自分の結論は論理的に正しいか?」「別の視点から見たらどうか?」を考える、振り返りの際に、「どこが上手くいったか?」「次回はどうか改善できるか?」を考えるなどが観察された。

4. 事例3「ひろしま AI 部」

(1) 概要

産学官で構成する「ひろしま AI 部運営コンソーシアム」が運営しており、事務局はひろぎんエリアデザイン株式会社にある。高校生を対象に、課外活動等を通して、企業の社員等がコーチとして AI の基礎を教えることで、社会や企業の課題解決にテクノロジーを活用できる人材を育成する教育プログラムである。オンデマンド講座、コーチセッション、成果発表会、AI チャレンジ等のプログラムを行っている。活動期間は6月から、翌3月までである。昨年度末にプレプログラムの参加募集があり、第1学年2名の生徒が参加した。

今年度から正式に募集され、第2学年1名の生徒が参加している。学校単位での参加で、参加費はない。

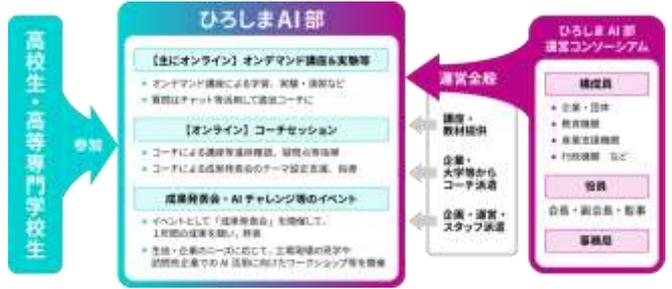


図6 ひろしま AI 部とは⁽³⁾

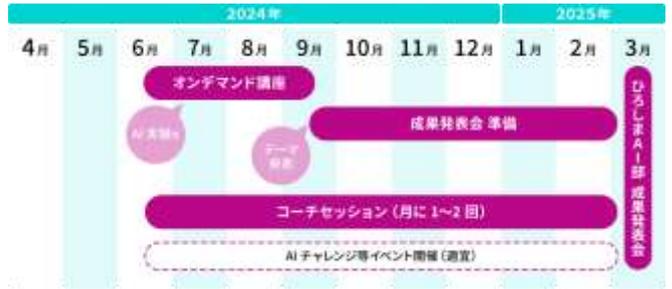


図7 年間スケジュール⁽³⁾

広島県教育委員会は、ひろしま AI 部運営コンソーシアム 発足式資料でその詳細を紹介している。以下は資料の一部抜粋である⁽⁴⁾。

【ひろしま AI 部運営コンソーシアムについて】

概 要：ひろしま AI 部を運営する産学官で構成する組織
 役 員：会 長 部谷 俊雄氏 (㈱ひろぎんホールディングス代表取締役社長)
 副会長 須崎 壮事、藤田教育長
 設立委員：別所孝順

【ひろしま AI 部とは】
 高校生を対象に、企業の社員等がコーチとして AI の基礎を教えることで、社会や企業の課題解決にテクノロジーを活用できる人材を育成する教育プログラム (6月25日開始)
 ①オンデマンド講座及び実験・演習
 AI 基礎等の学習用オンデマンド講座や手書き実習・演習の機会の提供
 ②オンラインコーチセッション
 企業等から派遣されたコーチによる定例的なオンラインでの指導・助言の実施
 ③成果発表等のイベント
 年間の成果を祝い、発表する場や AI に関するワークショップ等のイベントの開催

【ひろしま AI 部の特徴】
 ① AI に関するリテラシーの向上
 高校生から、大学や企業で学ぶ AI リテラシーの一部を先取り。
 ②積極的に DX を推進する地元企業の魅力が伝わる
 企業の社員等がコーチとして、相談・指導を行う体制のため、県内企業や仕事・職業への認知や関心が高まる効果が期待できる。

【ホームページ (右図)】 <https://hiroshima-aiclub.org/>

設立会員一覧

【正会員】		【行政・教育会員】	
No	名称	No	名称
1	㈱アスカネット	26	広島県
2	㈱荒谷建設コンサルタンツ	27	広島県教育委員会
3	ウォンテッドリー株式会社		
4	㈱エイトノット		
5	㈱エレクト		
6	オタフクホールディングス㈱		
7	㈱北川鉄工所		
8	KGモータース㈱		
9	㈱ GenLeaf		
10	㈱システムフレンド		
11	㈱中国新聞社		
12	㈱ドリーム・アーツ		
13	㈱ハイエレクト		
14	パレットグループ㈱		
15	㈱ひろぎんホールディングス		
16	ひろぎん IT ソリューションズ㈱		
17	(一社) 広島県情報産業協会		
18	㈱広島ドラゴンフライズ		
19	㈱ビーライズ		
20	㈱ヒロテック		
21	復建調査設計㈱		
22	平和情報システム㈱		
23	マイクロンメモリアジャパン㈱		
24	マツダ㈱		
25	㈱Rejouit		

※1：50音順
 ※2：事務局の会員企業・団体は随時拡大予定

学校の参加状況

(※6.11現在)

No	区分	学校名	No	区分	学校名
1	国立	広島大学附属高等学校	13	私立	広島市立広島商業高等学校
2		広島大学附属福山高等学校	14		英数学館高等学校
3		弘工業高等専門学校	15		進徳女子高等学校
4		広島商船高等専門学校	16		広島学院高等学校
5		広島県立智茂北高等学校	17		広島工業大学高等学校
6	県立	広島県立鞆北高等学校	18		広島城北高等学校
7		広島県立三津田高等学校			
8		広島県立庄原格致高等学校			
9		広島県立大門高等学校			
10		広島県立広島井口高等学校			
11		広島県立広島国泰寺高等学校			
12		広島県立広島皆実高等学校			

※1：50 名順
 ※2：参加学校は随時拡大予定

広島県は2024年9月10日にAIを積極的に活用して、誰もが希望を持てる社会と未来を目指し、「AIで未来を切り開く」ひろしま宣言を行った。そこで湯崎英彦知事が広島県にAI人材が少ないことを指摘し、AI活用をリードする3つの取組「ひろしまAIサンドボックス」、「広島AIラボ」、「ひろしまAI部」を紹介した⁵⁾。

広島大学附属高等学校ではひろしまAI部の活動時間が学校の授業と重なる場合、生徒が公欠届を申請し、授業担当者に提出するなどの工夫をして参加している。休日のイベント等については、生徒の興味・関心や都合に合わせて参加している。参加生徒と学校代表の教員にはひろしまAI部運営コンソーシアムからGoogle Chatにて連絡があり、オンラインでのコーチセッションの日程はそこで調整する。学校行事やテスト期間などがある程度考慮される。またいくつかの参加校ごとに班を編成し、活動内容の交流ができるようになっている。

(2) 生徒の反応

AIに関心を持つ生徒が集まって活動するため、主体的な学習になっている。またオンラインのコーチセッションでは、困っていることを相談し、他校の生徒の研究の進捗状況を知ることができるため、参加者のモチベーションを維持しやすい。2024年度に参加した生徒1名は、身近なシャープペンシルをテーマにして「ソムリエAI」を作成した。特徴は、Pythonでプログラミングした「決定木」をもとにしていることであり、重さなど5つの特徴を入力することで、自分の好みを意識することもできる。AIを用いてウェブサイトとして完成させている。また、休日に企画される様々な企画もあり、希望に応じて参加することができる。その1つとして、2024年11月4日に開催された「ゆでたまご実験」では、ひろしまAI部の希望者を対象にして、温度センサーで計測し、AI（教師あり学習）にてたまごの中を予測する実験が行われた。この企画に参

加した生徒からは、「予測AIを使うことでゆでたまごの中の状態がわかることや、AIが天気予報などに使われていることを知った。」「今回はたまごを茹でる過程でAIを使ったが、ゆでたまごの味などをAIに判定させることも面白そうだと感じた。」「ゆでたまごでは実際に中身を割ってみないとわからなかったのですが、中身の見えないものが、AIによって見える化できることを知った。」などの感想が出された。

(3) 効果

「学習の個別化」という観点の学びとなり、関心ある生徒が参加するため、参加する生徒の学習意欲は高い。「動機づけ」は自分のできそうなことをできる範囲で進めることができるため無理が少ない。他の生徒が行っていることを知るとともに、コーチのコメントを聞くことにより、自分の取組の参考にすることができるのも学習意欲の維持、向上に貢献しているといえる。「学習方略」はオンライン講習を自分のペースで視聴して、疑問に感じたことを相談できる環境にあるため、ICTを活用した学習が中心である。Google Classroomに「ひろしまAI部」のページを作り、本校教員に相談できるようにすることで、生徒が学びを自己調整することができる。その意味で「メタ認知」が有効に働く学習の場であるといえる。また様々なコメントをもとにして考えを振り返る、修正するという経験ができることも利点である。従来は学校の特別講義などで企業の方の話の伺う形態であったのが、ICTを活用することで、知りたいことを自分のタイミングで得ることが可能となる。

5. まとめ・今後の課題

本稿では、ICTを活用した自己調整学習に関する事例を3つ紹介したが、いずれも教員が生徒に何を紹介するかが重要となる。明確なゴールを設定しにくい活動であるが、その過程が大切であり、生徒の変化を側で感じることができるのも教員としての醍醐味である。事前に教員が設定したゴールへの到達を目指すのではなく、生徒自身が学びを自己調整する過程で教員が適切に関わることで生徒の学びの可能性が広がる。しかし、多様な関心を持つ生徒の個別最適な学びを実現するには、更に実践例を収集する必要がある。

今後は、生徒が学びを自己調整する事例を検討し、その評価と教員の支援の在り方について考えたい。

6. 参考文献・参考 URL

- (1) 文部科学省, 学習指導要領『「生きる力」 「2. 育成を目指す資質・能力と個別最適な学び・協働的な学び」』

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseiyouen/mext_01491.html#a01 (閲覧日 : 2025年2月15日)

- (2) 中央教育審議会(2021), 『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～ (答申)』

https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf (閲覧日 : 2025年2月15日)

- (3) 『ひろしま AI 部』 <https://hiroshima-aiclub.org/>
(閲覧日 : 2025年2月21日)

- (4) 『ひろしま AI 部運営コンソーシアム』発足式資料』
<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/581136.pdf> (閲覧日 : 2025年2月21日)

- (5) 『「AI で未来を切り開く」 ひろしま宣言』
<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/264/hiroshimaai.html> (閲覧日 : 2025年2月21日)

確率という数学概念における高校までと大学以降のギャップ

島谷健一郎（統計数理研究所）

立川市緑町 10-3, 050-5533-8590, shimatan@ism.ac.jp

高校までの数学と大学以降の数学のギャップは古くから議論されている。確率や統計もその例外ではない。しかし、この2分野については、高校で学習する確率という概念が、統計学の中では異なる役割を担うあたりにひとつの要因があり、それが小中高大通した統計の教えにくさ感につながっている。また、確率論的不確実性という概念は、統計モデルよりも確率過程（確率論的現象が積み重なる）のほうが直観的に体得しやすい。

こうした主張は、確率論や統計学だけでなく科学史や科学哲学も含めた包括的な検証が必要で、しっかりした根拠を伴っていない現状では思い付きや憶測に過ぎず、それを述べることは統計教育現場に混乱を巻き起こしかねない。ただ、以下で取り上げるような諸々についての科学的・哲学的検証の未成熟が教育現場でのやりにくさ感につながっているという認識を共有することは、逆に現場教員のやりにくさ感や負担感を軽減させるという期待もあり、あえてここにまとめてみる次第である。

1. 統計学における確率概念の使われ方：

「確率と統計」は教科書や授業科目の名称に使われるほど、セットで登場す

る。しかし、本来、2つは数学として別の概念である。

確率の起源については、パスカル起源説がよく知られているが、他の諸説もあり（文献[1]）、科学史や科学哲学も巻き込んで、盛んに議論され検証を受け成熟してきている。それと比べ統計の起源に関する文献はごく限られる。森元良太著「統計学再入門」（文献[2]）1章でその一つを紹介している。ロンドンの人口の推定だが、そこに確率という数学は登場しない。断片的な複数の情報を組み合わせて直接測れない数量（住んでいる人の数）を推定・予測する。統計学の主要な目的であるが、これ自体は確率と無縁のはずである。

1.1 真値と誤差論

統計学に最初に確率概念を導入したのは、正規分布を発見するガウスやラプラスであろう。天体などの物理現象のデータは計測誤差を伴い、観測値は真値の周辺に散らばる。それを考慮しながら真値を推定する。標本平均と真値に関する仮定をおくと正規分布の式が導出される。逆に、正規分布は経験的な散らばりと合っているのをこれを仮定すると、標本平均を真値に近似として使うことの妥当性

と限界が、標準偏差や分散で定量的に示される。

1.2 集団的思考

一方、高校の参考書を見る限り、正規分布の導入はこうした真値・誤差論ではなく、データの散らばりを見るヒストグラムの細分で導入されている。これは、誤差論と対極をなす集団的思考に基づく（文献[2]3章）。

生物の集団や人間社会（ヒトの集団）に関する各個体の（体サイズなど）数値情報は、ほぼ例外なく散らばり、ベル型や二山や一様など、特徴を持つ分布を示す。平均は集団の特徴量のひとつであり、それが生物集団の構成員の“真”の体サイズというわけではない。また、誤差論では散らばりを表す標準偏差は小さいほど測定精度がよく好ましかった。しかし、集団的思考では、散らばっていることが集団の特質であり、標準偏差は散らばりという特徴の定量化である。

1.3 予測におけるごまかし

一方、統計学の入門書の多くが、確率分布という数学概念から入る。

ところで、線形回帰モデルを限られたデータから予測する目的で使う場合、そこで用いられている正規分布の役割は何だろう。説明変数について新しいデータを得たとき、目的変数を予測したい。新しい（多変量）データがこれまでに得ている説明変数とピッタリ同じ数値である

ことなど滅多にないし、仮に近い数値がいくつかあっても、かなり異なる目的変数の値と対応していることも普通に見られる。そもそも、複雑な現象について、限られたデータから線形のような単純な数式でピッタリ予測できるはずがない。それで、ピッタリ予測をあきらめて「だいたい予測」で妥協する。

「だいたいこのくらい」を表現するとき、正規分布は便利である。おそらくこのあたりであろう、を平均で表し、その周辺への散らばりを標準偏差で表す。しかも、正規分布を仮定すると数学の定理をいろいろ導け、限られたデータから行う予測の妥当性や限界も検証できる。

誤差論、集団的思考、予測におけるごまかし、いずれも高校までで学ぶ機会はあるし、大学でも多くの学科で学ぶ内容である。しかし、それを確率という数学の概念で表現するという発想は、すぐに納得できるものではないものと思われる。

考えてみると、どうも我々は気づかないうちに、統計学の中で確率という数学を異なる目的で使っているようである。

1.4 帰納推論を補佐する演繹推論

線形回帰モデルに代表される一般化線形モデル(Generalized liner model, GLM)をデータに適用する目的にもいろいろある。説明変数が容易に入手できるが目的変数は難しい。あるいは説明変数を目的

変数より先に入手できる。こうしたとき、説明変数を目的変数の予測に使う、というのは主要な目的の一つである。関連して、予測において重要な説明変数はどれか。各要因はどのくらい目的変数と関係しているか。情報量規準や有意性検定を通して各説明変数と目的変数の関係性を知るといった目的もある。ロジスティック回帰では、説明変数のある値を境に急速に0か1か変化する場合があります、そうした変化のパターンの定量化という目的もある（[3]1章参照）。

各説明変数と目的変数の関係性については、データを見たり、データがなくても経験的にその有無や強さについて帰納的な推測はできる。しかし、統計学は、そこに数学という演繹推論（定理）で帰納推論を強化してくれる。このとき、確率論を用いることで、実データに基づく帰納推論を補強する諸々の定理を証明することができる。

帰納推論を補佐する演繹推論を構築させるという役割も確率分布は有する。しかし、こんな目的を確率分布から想像できるだろうか。

2. 確率論的不確実性と確率過程

確率論的不確実性も、実生活において重要な数学的概念である。これは、データと統計モデルより、確率過程のほうが直観的理解につなげやすいように思え

る。特に、集団が時間とともに確率法則に従って変動していく様子を見ると確率論的不確実性を体得できる。

例えば、ある生物集団には100個体いて、すべて異なる種だったとする（世代0）。一定期間後にそれらは子供を作って入れ替わりに全部死ぬとする。新たな子供はいずれかの個体（種）の子供で、それは100種からランダムに選ばれるとする（どの種かは確率1/100ずつ）。1世代目は何種くらいになるだろう。2世代目はどうか。10世代、100世代はどうか。

これは表計算ソフトでもシミュレーションできる。プログラミングの問題としても適している。また、2項分布を知っていれば、1世代目にある種の子供が1個いる確率、2個いる確率、1個もない確率を計算できるので数学の課題にもなる。

ここでは確率論的不確実性を体得するための確率過程の例として取り上げる。

参考文献

- [1] イアン・ハッキング（広田すみれ・森元良太 訳）2012 確率の出現. 慶応義塾大学出版会
- [2] 森元良太 (2024) 「統計学再入門：科学哲学から探る統計思考の原点」近代科学社

[3] 島谷健一郎 (2012) フィールドデータ
による統計モデリングと AIC. 近代科学
社

なぜ仮説検定は帰無仮説を棄却するというわかりにくい論理なのか？

森元良太・北海道医療大学
北海道石狩郡当別町金沢 1757
ryota@hoku-iryo-u.ac.jp

1. 帰無仮説を棄却する？

統計学の教科書では、仮説検定は帰無仮説を棄却するかどうかを判断する方法だと説明されている。帰無仮説は主張したいことを否定した仮説であり、それを棄却するというのは二重否定のような構造をしているため、わかりにくい。なぜ仮説検定はこのようなわかりにくい論理なのだろうか。素直に、主張したい仮説を受け入れるかどうかを判断するわけにはいかないのだろうか。本発表ではこの問いに答えていくが、特に強調したいのは、この問いが数学や論理学の知識だけでは答えられず、哲学の知識も必要だという点である。

教科書で「仮説検定」と呼ばれているものは、ロナルド・フィッシャーが考案した有意性検定と、その後にエッジ・ネイマンとエゴン・ピアソンが変更を加えた仮説検定が混成されたものである（ただし、ネイマンとピアソンによる仮説検定は、教科書に載っている仮説検定と同じでない）。じつは、フィッシャーとネイマンは統計学の検定理論について論争を繰り返しており、フィッシャー流の有意性検定とネイマン-ピアソン流の仮説検定はいくつかの点で異なる。本発表では、フィッシャー流の有意性検定とネイマン-ピアソン流の仮説検定を科学哲学の観点から比較することで、なぜ仮説検定は二重否定のようなわかりにくい論理なのかを明らかにする。

2. フィッシャー流の有意性検定とネイマン-ピアソン流の仮説検定

フィッシャー流の有意性検定とネイマン-ピアソン流の仮説検定の違いを確認しておこう。

有意性検定は、フィッシャーが 1921 年の論文で発表した (Fisher 1921)。有意性検定の手順は以下のとおりである。

- (1) 帰無仮説を設定する。
- (2) 統計量と分布を設定する。

- (3) 有意水準を決める。
- (4) データをとり、 p 値を計算する。
- (5) 帰無仮説を棄却するかどうかを決める。

一方、仮説検定は、ネイマンとピアソンの 1928 年から 10 年のあいだに発表された 10 本の共著論文のなかで展開された (Neyman and Pearson 1928)。ネイマンとピアソンは、フィッシャー流の有意性検定に変更を加え、仮説検定という別の理論を構築した。ネイマン-ピアソン流の仮説検定の手順は以下のとおりである。

- (1') 検定される仮説と対立仮説を設定する。
- (2') 統計量と分布を設定する。
- (3') 有意水準と検出力を決める。
- (4') データをとり、 p 値を計算する。
- (5') 仮説の棄却か採択か保留を決める。

これら 2 つの手法の違いをみてみよう。まず、手順 (1) と (1') に違いがある。フィッシャー流の有意性検定では、帰無仮説という 1 つの仮説のみを設定するのに対し、ネイマン-ピアソン流の仮説検定では、検定される仮説の他に対立仮説という別の仮説もたてて、複数の仮説を設定する。ちなみに、帰無仮説はフィッシャーの考案した用語であり、ネイマンとピアソンはその用語の使用を避けた。次に、手順 (3) と (3') に違いがある。有意性検定では検出力は必要ないが、仮説検定では検出力が導入されている。有意水準は 1 つの仮説を検定するときが必要となり、検出力は 2 つ以上の仮説を検定するときが必要となる。それゆえ、この違いは手順 (1) と (1') の違いから派生したものである。最後に、手順 (5) と (5') が異なる。有意性検定では、仮説を棄却するかどうかの判断の選択肢しかない。対して、仮説検定では、仮説の棄却だけでなく、採択という選択肢もある。正確には、4 節で述べるように、ネイマンとピアソンは仮説の保留という選択肢も導入した。

まとめると、有意性検定と仮説検定の大きな違いは

次の2つである。

(I) 設定する仮説は1つのみか、複数か。

(II) 仮説の採択を認めるかどうか。

では、この2点について検討しよう。

3. 設定する仮説は1つのみか、複数か？

フィッシャー流の有意性検定では、設定される仮説は帰無仮説のみである。フィッシャーは、帰無仮説を棄却するためだけに存在する仮説として導入した。フィッシャーは1935年の『実験計画法』において、「帰無仮説」を次のように導入する。「実験を計画する際に、仮説を明示的に提示しておけば、多くの混乱を避けられるだろう。どの実験においても、この仮説を『帰無仮説』と呼ぶことができる。そして、帰無仮説は一連の実験によって誤りであることが証明されることはあっても、決して正しさを証明されたり確立されたりすることはないという点に注意すべきである。どんな実験も、帰無仮説の誤りを証明する機会を事実と与えるためだけに存在するといえるのである」(Fisher 1935a, p. 19)。フィッシャーは帰無仮説の正しさや誤りの証明について述べているが、正確には、帰無仮説は採択することはできず、できるとしても棄却だけである。5節で述べるが、この帰無仮説の非対称性は些末なことではなく、フィッシャーの哲学の核心的な要素である。

一方、ネイマンとピアソンによると、1つの仮説のみを検討するのでは、その仮説に有利なデータが得られたとしても、その仮説の信頼性は正当化されない。なぜなら、そのデータを説明できる他の確からしい対立仮説があるかもしれないからである。また、仮説に不利なデータが得られたとしても、そのデータに合う確からしい仮説が他にあることを示さなければ、その仮説を棄却することは正当化できない。ネイマンとピアソンは、1つの仮説しか検討しない有意性検定を批判し、対立仮説という他の仮説を導入した(Neyman and Pearson 1928)。

これに対し、フィッシャーは対立仮説を認めない。その理由は、いわゆる第II種の過誤の生じる確率が計算できないからである。第I種の過誤は、対立仮説が真であるときに、帰無仮説を採択する誤りである。ちなみに、第I種の過誤は、帰無仮説が真であるときに、帰無仮説を棄却する誤りである。フィッシャー流の有意性検定

では、対立仮説を認めないので、第II種の過誤は生じえない(第I種の過誤は生じうる)。フィッシャーは、第II種の過誤の確率を形式的には計算できるが、実際に対立仮説を設けて計算することはできないと主張する。仮説を立てる際に、検定したい仮説を否定した帰無仮説を設定することはできるが、科学の実践においてどのような対立仮説を設けるべきかを決められないばかりか、対立仮説を設ける科学的根拠が理解できないと考えている。また、推定では対立仮説を設けないことも理由にあげている(Fisher 1955; 森元 2024)。

4. 仮説の採択を認めるかどうか？

仮説の採択を検定理論に導入したのは、ネイマンとピアソンである。彼らの最初の共著論文のなかで、仮説検定の目的を次のように説明する。「一般的に、手続きの方法はある検定や基準をあてはめることである。その結果によって、調査者は仮説Aを採択するか棄却するかを信頼の度合いの大小をもって意思決定(decide)することを可能にするか、あるいはよくあることだが、意思決定に至るまでに追加のデータが必要であることが示される」(Neyman and Pearson 1928, p.175)。このように、ネイマン-ピアソン流の仮説検定では、仮説の棄却だけでなく、採択という行為も認める。ちなみに、「意思決定に至るまでに追加のデータが必要である」というのは、仮説を保留することである。仮説検定では、仮説の棄却と採択のほかに、保留という第3の選択肢も許容されている。

これに対し、フィッシャーは仮説の採択を認めない。「採択の方法[仮説検定]は、実験研究において理論的な知識を改良するために用いられる方法[有意性検定]とさまざな点で異なる。(中略)この違いを強調することが必要なのは、第一に実験科学における研究者たちの目的が酷く誤解され、またひどく誤って表現されているからである。ネイマンやワルドのような著者たちは、自然科学における検定の目的をほとんど考慮せずにこれらの検定を取り扱った」(Fisher 1956, pp.76-77)。フィッシャーは、仮説の採択を認める仮説検定は科学の方法論ではないと批判している。フィッシャーはなぜ仮説の採択を認めないのだろうか。次節では、その理由を究明することにする。

5. フィッシャー、およびネイマンとピアソンの科学哲学

これまでみたように、フィッシャー流の有意性検定とネイマン-ピアソン流の仮説検定には相違点がある。これらの相違点は、フィッシャー、およびネイマンとピアソンの科学哲学の違いに起因すると考えられる。そこで本節では、両陣営の根底にある科学哲学の違いを検討する。

フィッシャーがネイマン-ピアソン流の仮説検定を根本的な批判する理由は、仮説検定が自然科学の方法でないからである。フィッシャーは次のように批判する。「『仮説検定の理論』なるものは、有意性検定の発展や有意性検定を科学へ応用することに加わらなかった学者たちが後で試みたものであり、商業で用いられはじめた受け入れ[採択]検査のような過程を想定して、有意性検定を再解釈しようとしたものである。受け入れ検査のような過程の論理的基礎は、科学者が観測値から実在をよりよく理解しようとするときのものとはまったく異なる」(Fisher 1956, pp.4-5)。受け入れ検査は商業や工業などで用いられる手法であり、フィッシャーによると、自然科学の方法ではない。そのため、仮説検定は実在を理解しようとする科学の方法とは異なるのである。

フィッシャーの考えでは、科学の営みは誤った仮説を棄却するものであり、真偽不明な仮説を採択することは認められない。仮説を検定するのは、仮説が真かどうかという事実はわからないからである。事実がわかっているのであれば、そもそも仮説を検定する必要はない。そしてフィッシャーは、真偽のわからない仮説を採択するような大胆な態度を科学で採るべきではないと考える。フィッシャーによると、有意性検定は「多くの誤りが溶け込んだ自然鉱石から真理を引き出す過程、すなわち知識の発生学の研究である」(Fisher 1935b, p.54)。誤りを排除して残ったものが真理かどうかは検討の余地があるが、フィッシャーにとって検定は疑わしい仮説を取り除くための作業である。科学の営みは仮説に対して批判的であるべきであり、安易に仮説を受け入れるべきではないのである。

一方、ネイマンも自身の検定理論を科学の方法論と捉えている。ネイマンは次のように述べる。「ここでは、

科学研究の最終段階をその構成要素の心的過程の本性を確定する目的で検討する。(中略) 私はその構成要素となる過程が次の3つの項目に分類されることを示したい。すなわち、(i) 研究対象の現象に関して考えられる仮説の集合を明確化すること、(ii) これらの仮説から演繹をすること、(iii) 場合によっては(i)で言及したさまざまな仮説の集合に対するある特定の態度を仮定して、ある特定の行動をとるために意図(will)したり意思決定したりすることである」(Neyman 1957, pp.10-11)。ネイマンは、科学研究を科学者の心理過程をもとに分析する。考えられる仮説を明確にし、それらの仮説から演繹をし、仮説についてある特定の行動を意思決定する(森元 2024)。

6. 科学理論と科学者の区別

ここで、科学理論と科学者の区別は重要である。命題と人を混同してはならない。フィッシャーによると、科学的仮説は有意性検定によって棄却されるかどうかの審判を受け続けるものであった。フィッシャーは、多くの科学的仮説のなかで棄却されずに残ったものを真理と捉えていた。フィッシャーが語っているのは、科学的仮説という命題である。

それに対し、ネイマンは科学者の心的過程について論じていた。ネイマンが科学を語る時、科学研究における科学者の心理過程を説明し、意図や意思決定という心的用語を使って検定理論を解説した。

このように、両陣営の対立は、一方でフィッシャーは科学の仮説をもとに科学を語り、他方でネイマンとピアソンは科学者の心的過程をもとに科学を語っていた。命題と人は異なる。フィッシャーは科学の理論の観点から科学を考えたのに対し、ネイマンとピアソンは科学者という人に注目して科学を捉えていた。そのため、両陣営は同じように科学を語っているようにみえたが、議論がかみあっていなかったのだろう(Morimoto 2021)。

7. なぜ帰無仮説を棄却するかどうかなのか？

フィッシャー、ネイマン、ピアソンの論争は、フィッシャーの逝去により終わる。だが、論争は解決したわけではなく、未解決のままである。そして、論争は棚上げにされたまま、フィッシャー流の有意性検定

とネイマン-ピアソン流の仮説検定がごちゃ混ぜにされた。「混成理論 (hybrid theory)」と呼ばれる現在の検定理論は、科学をどう捉えるかという哲学が抜け落ちてしまった。そのため、今日の統計学の教科書には、帰無仮説と対立仮説が併記されたり、帰無仮説を採択するという形容矛盾のような表現が用いられたりする。ちなみに、現在の高校の教科書では、仮説の棄却は載っているが、仮説の採択という表現は見当たらない。一方、仮説については、帰無仮説と対立仮説が本文に載っている教科書もあれば、注にしか載っていない教科書もある。

さて、最初の問いに戻ろう。統計学の教科書では、なぜ仮説検定は帰無仮説を棄却するかを判断する方法だと説明されているのだろうか。この答えは、意図的かどうかはさておき、フィッシャーの科学哲学が反映されているのだろう。つまり、科学では、真偽の定かでない仮説を安易に受け入れることはせず、仮説に対して疑い続けるという批判的な態度をとるべきである。これは、論理学や数学の知識ではなく、科学の本性をどう捉えるかという哲学の問題なのである。

参考文献

- Fisher, R. (1921). On the “Probable Error” of a Coefficient of Correlation Deduced from a Small Sample. *Metron* 1: 3-32.
- Fisher, R. (1935a). *The Design of Experiments*. Oliver and Boyd. (R. A. フィッシャー (1971) 『実験計画法』遠藤健児・鍋谷清治 (訳), 森北出版)
- Fisher, R. (1935b). The Logic of Inductive Inference. *Journal of the Royal Statistical Society* 98: 39-82.
- Fisher, R. (1955). Statistical Methods and Scientific Induction. *Journal of the Royal Statistical Society* B, 17: 69-78.
- Fisher, R. (1956). *Statistical Methods and Scientific Inference*. Oliver and Boyd. (R. A. フィッシャー (1962) 『統計的方法と科学的推論』渋谷政昭・竹内啓 (訳), 岩波書店)
- Morimoto, R. (2021). Stop and Think About p -Value Statistics: Fisher, Neyman, and E. Pearson

Revisited. *Annals of the Japan Association for Philosophy of Science* 30: 43-65.

森元良太 (2024). 『統計学再入門』近代科学社.

Neyman, J. (1957). “Inductive Behavior” as a Basic Concept of Philosophy of Science. *Revue de l'Institut International de Statistique* 25: 7-22.

Neyman, J. and Pearson, E. S. (1928). On the Use and Interpretation of Certain Test Criteria for Purposes of Statistical Inference: Part I. *Biometrika* 20A: 175-240.

仮説検定の指導に関する教員の意識調査について

- 東京理科大学数学教育研究所「理数系高校生のための数学基礎学力調査」から -

東京女学館中学校・高等学校 半田 真

E-Mail : 992mhanaki @ gmail.com

1 はじめに

2025年1月、高等学校学習指導要領（平成30年告示）のもとでの大学入学試験共通テストが実施された。この学習指導要領で数学Bは「統計的な推測」を扱う。その分野を習得させるべく選択問題として「数列（数学B）」、「統計的な推測（数学B）」、「ベクトル（数学C）」、「複素数平面（数学C）」から3問選ぶ形がとられた。この原稿執筆時点（2025年2月15日）では、まだどの問題をどれだけの受験生が選択・解答したか公表されていない。しかし「統計的な推測（数学B）」を選択解答した受験生は、他の3分野と比較して極端に少ないのではないかと筆者は推察する。

その根拠として2022年末に東京理科大学数学教育研究所（以下、数学教育研究所）が実施した教員向けアンケート「仮説検定の考え方の指導について」の結果がある。半田（2023）はこのアンケート結果を踏まえて「現職教員の3割強が仮説検定について、習得していない事」と「インフォーマルな仮説検定について、理解が不足していると思われる事」の2つを課題としてあげている（半田，2023，p.49）。こうした点から統計分野の指導を苦手とする教員も存在しているように感じるためである。

また、このアンケートでは、数学Bで「仮説検定」を指導する予定時間数などについてもきいている。だが、半田（2023）はそこまで詳しく報告できていない。今春、現行学習指導要領で学んだ高校生が卒業を迎えるにあたり、数学B「統計的な推測」は2022年の時点でどの様に扱う予定であったのか、数学教育研究所が実施した教員向けアンケートから課題点を探る。

2 アンケートについて

本稿で対象とするアンケートは、数学教育研究所が毎年実施している理数系高校生の数学基礎学力調査協力校（以下、調査協力校）の数学科教員を対象にWEBにて実施したものである。

理数系高校生の数学基礎学力調査（以下、学力調査）は数学教育研究所が2005年から実施している理数系進学希望者を対象とした学力調査であり、筆者も2005年度調査から問題作成・評価協力者として関わって現在に至る。調査協力校の選定については、東京理科大学数学教育研究所（2023）に詳しく記されている。2022年度は、調査依頼状を250校に郵送、その結果、調査協力校は71校であった（東京理科大学数学教育研究所，2023，pp.1-4）。その学力調査に協力していただけた高等学校の数学科教員を対象に9月から12月までの間でアンケート調査への回答を依頼した。アンケートに回答する調査協力校の教員は各校1名ではなく複数の先生方に回答して頂くことも可として案内した。さらに東京理科大学数学教育研究会の会員教員の協力も得て、ともに2022年9月から12月末にかけて実施した。

筆者は、このアンケート作成にも関わってきた。アンケートの目的として仮説検定の考え方を指導する際の課題点を探り、今後の指導のあり方に対する示唆を得ることが目的である旨を明示した。データの処理については、個人や学校名が特定されることのないよう集計し、学会等で結果を報告させていただく旨を案内している。その上で、任意の回答を依頼し、101件の回答を得た。

質問項目は全18項目にわたる。その内、全員に回答してもらった問いは次の14項目である。質問1：勤務校、質問2：勤務校の所在地（都道府県）、質問3：年代区分、質問4：性別、質問5：担当学年、質問6：「仮説検定の考え方」を指導すること、ご存じでしたか？、質問7：「仮説検定」の習得時期、質問8：採択した「数学I」の教科書会社、質問9：指導時間数、質問10：「仮説検定」を扱った授業科目、質問11：共通テストで「仮説検定の考え方」が出題されると思うか？、質問12：「数学B」で「仮説検定」を指導する予定はあるか？、質問13：数学Iで「仮

説検定の考え方」，数学 B で「仮説検定」を指導すること，について，今現在，何が課題か？，質問 14：すでに「仮説検定の考え方」を指導したか？

このうち，本稿では質問 9，質問 12，質問 14 の回答について特定の回答を選んだ方にきいた個別意見について分析・考察する．

質問 9 については，数学 I における「仮説検定の考え方」の指導時間数（予定を含む）を 0 時間から 3 時間以上まで 1 時間刻みの選択肢を用意して 1 つ選ぶ形の回答を依頼した．その内「0 時間」と回答した方に理由を聞こうとしたが「0 時間」と回答した方はいなかった．

質問 12 については，2022 年度末の調査であったため，次年度の予定をきいた．その内「指導しない予定」と回答した方に理由を聞いた．

質問 14 については，2022 年度内ですでに数学 I「仮説検定の考え方」を指導した経験があると回答した方に，指導してみた感想として，良かった点・困った点をそれぞれ自由記述で聞いた．

以下，質問 12・14 の回答に関する詳しい質問事項に関して分析し，数学 B における「仮説検定」の指導を数学科教員が如何に捉えていたか確認する．その上で，何が課題なのか検討する．

3 指導しない予定と回答した理由

数学 B において「仮説検定」を「指導しない予定」と回答した方 9 名（8.9%）にその理由を以下の選択肢から複数回答可で聞いた．(1) 時間に余裕がないから，(2) 入試では出題されないから，(3) 指導できる教員がないから，(4) 教科書の扱いが少ないから，(5) その他，とし「その他」についてはコメント欄も用意した．その回答結果をグラフに表したものが図 1 である．なお複数回答可のため，回答数は 15 件あった．

また，(5) その他，と回答した方のコメントとしては「過年度のノウハウが生かせる数学 B 数列・数学 C ベクトルを授業で扱う予定であるから」，「本校では数学 B を履修する予定はない」という意見が寄せられていた．

4 仮説検定の考え方を指導してみても

2022 年度途中でのアンケートであったため，すでに数学 I「仮説検定の考え方」を指導したか

指導できる教員がないから 6.7%

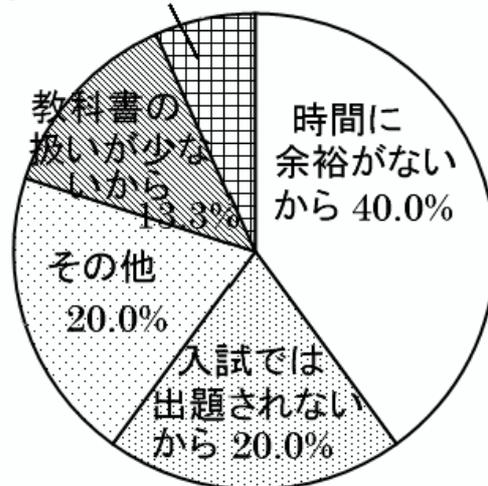


図 1: 指導しない理由

否かをきいた．その結果が図 2 である．

図 2 を見ると「その他」が 29 名（28.7%）と全体の 3 割弱いることが分かる．すでに指導したと回答した先生方（14 名，13.9%）には，良かった点・困った点をそれぞれきいた．以下にその様子を記す．

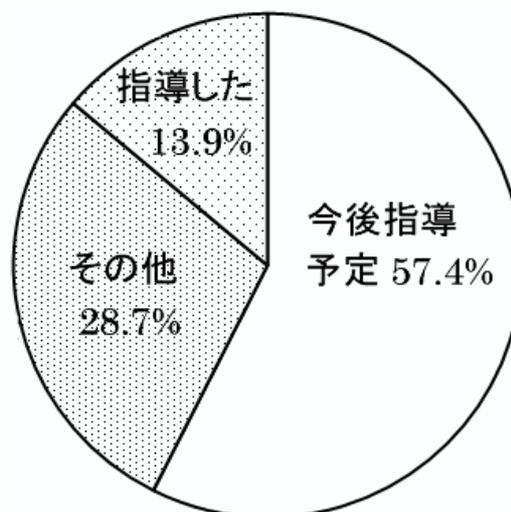


図 2: 仮説検定の考え方を指導したか

4.1 指導してみても良かった点

指導してみても良かったという意見を以下に挙げる．

- 自分の考えをもち，それを他人と共有することで，生徒の発言など活発となったこと．
- 生徒の考え方の幅が広がった．

- 探究学習とのつながりがあり，自分の論に根拠を持たせる客観的な方法の幅が増えたこと．
- 出てきた結果が，偶然かどうかを考えなくてはならない，ということが新しい視点としてみについたようである．
- 数学 A と平行履修のため反復試行を用いた方法が生徒に刺さっていたように感じた．

このように，生徒の考え方に変容が見られるのではないかといった意見が目立った．

4.2 指導してみて困った点

指導してみて困った点として主な意見を以下に挙げる．

- 自分が習ったことがなく，内容が非常に理解しにくいこと．
- 教科書では文章が多く，理解し難いこと．
- あいまいな表現や考えとしては難しいと感じた生徒が参加しにくい授業となったこと．
- 帰無仮説や有意水準の設定などを説明しないで，理解させるのは苦しかった．
- “何回”のところで硬貨を投げて表の回数を“何回以上”で考える理由を指導する部分が難しいと思いました．
- まず考え方が生徒にはわかりづらいものでした．また，検定する際に，なぜコインがでてくるのかも生徒には疑問だったようです．
- 教科書の内容だけだと，考え方を理解してもいまいちピンとこない様子だった．
- 考え方がわかりにくい．言葉が難しい．
- 普段使わない思考過程なので納得しづらい様子．わかり易い例が欲しい．
- 仮説検定をする意義等があまり伝わってないと感じた．

こちらは，教員自身の理解が不足していることへの不安等も含め，良かった点よりも多くの困った事に対する意見が寄せられていた．

5 考察

5.1 仮説検定を指導しないことについて

数学 B で，仮説検定を指導しない予定と回答した方の理由で「時間に余裕がないから」が 6

件（40.0%），「教科書の扱いが少ないから」が 2 件（13.3%）であった．しかし各社の検定教科書を見ても時間に余裕がないことはなさそうである．教科書の扱いも数学 I の「仮説検定の考え方」に比べれば十分ページ数を割いている様に思われる．検定教科書の見本は各高校一冊しか配布されないので，事前に確認するのは難しいと思う．しかし，新しい内容だけに事前にきちんと見ておきたいものである．

また「入試では出題されないから」との意見が 3 件（20.0%）あった．だが，最近は各大学で年内入試によって定員の半数近くをとってしまうケースが増えてきた．そのような状況下で，いつまでも入試に出題されるか否かで教科書の内容を扱うかどうかを決めるのは見直すべきではないだろうか．

「その他」についてだが「数学 B 数列・数学 C ベクトルを授業で扱う予定」という意見もあった．統計の問題を避けている様に思われる意見で残念である．

5.2 仮説検定の考え方の指導

本アンケート調査は 2 学期半ばに実施したため，その時点で数学 I 「仮説検定の考え方」を指導していた学校は少なかった．「その他」の回答が 27 件（28.7%）あるが，その内訳は以下の通りである．

- 今年度数学 I を担当していない，等 … 11 件
- 来年度指導予定，等 … 5 件
- わからない … 3 件
- 今年度は指導しない，等 … 5 件
- 回答なし … 3 件

この内「来年度指導予定」や「今年度は指導しない」とした中には「数学 B でまとめて指導する」といった意見も見られた．数学 B でまとめて指導するということは，すべての高校生が履修すべき数学 I で扱わないということになる．仮説検定の考え方をすべての高校生が知ってほしいという考え方とは反する意見で残念である．

5.3 良かった点・困った点について

数学 I 「仮説検定の考え方」を指導した先生方からの良かった点としては，探究学習との結びつけや新しい概念に触れる機会があったことな

どの指摘が多かった。その一方で、困った点については、指導する教員の理解不足を懸念する意見はもちろん、用語や表現に生徒も教員も慣れていなくて戸惑っている様子がみられた。特に、コイントスで検証することへの違和感や一定回数の確率ではなく一定回数以上の確率で考えることへの指導のむずかしさを指摘する意見も目立つ。半田(2024)は、次のようなコイントスを行うことを考えさせる小問を用意して実践を行っている。

ある地域の水質改善結果に関して、20人にアンケート回答を求めたところ、15人が以前より改善したと回答した。しかし、改善したと回答する可能性は五分五分ではないか。そこで、住民の意見を聞く代わりにある実験を行って改善したと回答した人数を調べることにした。次の(a)~(d)のどの実験が適しているか答えよ。

- (a) コインを20回投げて表が出る回数を調べる
- (b) サイコロを20回投げて1の目が出る回数を調べる
- (c) 20本中15本が当たりのくじを作って1本引いたとき当たる回数を調べる
- (d) その他

この問いは、コイントスで検証するという方法が妥当であることを共通認識させるためにきいたとし「この問いにより、コイントスによる数学的活動に生徒は違和感なく取り組むことができている。」(半田, 2024, p.81)と報告している。こうした数学的活動を取り入れ、グラフや表を見ながら考察する体験を取り入れることを推奨したい。

6 今後の課題

5.3節で指摘したように数学I仮説検定の考え方では「一定回数の確率ではなく一定回数以上の確率で考えること」を生徒たちに理解させることは難しい。筆者自身にとっても、どの様に指導すれば生徒が違和感なく理解していけるか、

検討することが今後の課題である。今後の教材開発およびその実践を通じて課題を克服できればと考える。今回のワークショップ等でよいアイデアが得られればありがたい。

今回報告したアンケート調査は2022年度に実施したため、新課程の数学Bを実践する前に行ったものである。そのため、2023年度以降のように数学Bで「仮説検定」が扱われたか不明である。また、調査対象もサンプル数が小さい。もっと多くの教員から意見を聞く機会があればよいと考える。こちらも今後の課題である。

謝辞

本研究における教師向けアンケートを実施するにあたり、東京理科大学名誉教授の澤田利夫先生をはじめ、東京理科大学数学教育研究所の清水克彦先生、東京理科大学教職教育センターの渡辺雄貴先生、芝浦工業大学の牧下英世先生、及びこの基礎学力調査に携わった関係者各位から多くの有益なご助言・ご協力をいただきました。深く感謝いたします。

引用・参考文献

- 半田 真(2023) :「2022「理数系高校生の数学力」教師アンケート - 仮説検定についてのアンケートに関する報告 - 」, 日本数学教育学会 第105回大会発表要旨集(青森大会), p.399
- 半田 真(2024) :「中学1年生に対するインフォーマルな統計的推論を取り入れた「データの活用」領域の指導に関する研究」, 日本教科内容学会誌, Vol.10, No.1, pp.77-88
- 文部科学省(2018) : 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説, 日本文教出版
- 大島利雄, 他13名(2021) : 数学I, 数研出版, p.204
- 東京理科大学数学教育研究所(2023) :「理数系高校生のための数学基礎学力調査」報告書(中間), 2023年(令和5年)3月 東京理科大学数学教育研究所

統計学の習得状況と高校数学・情報の各単元の履修状況の関係について

-大学1年次科目の履修生に対するアンケート結果に基づく考察-

北海学園大学経営学部

北海道大学数理・データサイエンス教育研究センター 関 哲人

桜美林大学リベラルアーツ学群

速水 孝夫

代表連絡先：nseki@ba.hokkai-s-u.ac.jp

1.問題提起

近年初等教育・中等教育の段階で統計教育が進められている。数学Ⅰが必修であり、2022年度より高等学校では、情報Ⅰが必修科目である[1]。これは高校1年次に履修するものであるが、2024年度以前に大学に入学した学生は、必ずしも情報Ⅰを学んでいない。

また、文部科学省(文科省)より数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)を受ける大学が増加している[2]。ここでは高等学校の教科数学Ⅰ、情報Ⅰの内容が多く含まれている。

本プログラム(リテラシーレベル)に指定されている科目のうち大人数教育の科目で、2024年度以前に大学に入学した学生を対象としている場合、高校で情報Ⅰを学んでいる学生と学んでいない学生が混在することが想定される。

2.筆者が属する学部でのデータサイエンスプログラム(リテラシーレベル)の現状について

筆者が所属している大学では2024年度に本プログラムの認定を文科省より受けた。本学では、それぞれの学部によってプログラム修了要件が異なる。

筆者が属する学部(経営学部)では以下の3科目の単位取得をもって、プログラムを修めるものとする。

- ・情報リテラシー(小人数による実習科目)
4単位
- ・経営統計学概論Ⅰ(大人数による統計学教育)
2単位
- ・経営統計学概論Ⅱ(大人数による統計学教育)
2単位
(いずれも1年次科目)

表1 2024年度入試における科目選択率

選択科目	経営学科	経営情報学科
日本史	17.0%	16.2%
世界史	4.1%	4.0%
地理	8.9%	10.40%
政治・経済	30.0%	33.6%
数学	39.4%	35.8%

表2 高校時代における数学の単元履修状況

科目	単元	度数	選択率
数学Ⅰ	平均	442	95.05%
数学Ⅰ	分散・標準偏差	412	88.60%
数学Ⅰ	相関係数	397	85.38%
数学A	場合の数	431	92.69%
数学A	確率	392	84.30%
数学B	二項分布	175	37.63%
数学B	正規分布	170	36.56%
数学B	推定	134	28.82%
数学B	仮説検定	113	24.30%
数学C	データの表現	17	3.66%

※複数回答形式

表3 高校時代における情報Ⅰの単元履修状況

科目	単元	度数	選択率
情報Ⅰ	データ活用	183	39.35%
情報Ⅰ	モデリング	28	6.02%
情報Ⅰ	シミュレーション	26	5.59%
	いずれも学習していない	276	59.35%

※単一回答形式

本プログラムは、全ての学生が身に着けるべき学習内容と示されている以上、全受講生に内容を習得してもらう必要がある。本学部の場合、3科目計8単位としているものの、情報リテラシーと経営統計学概論Ⅰは履修必須科目(単位の取得は問わず)、経営統計学概論Ⅱは選択必修科目に指定されている。2024年度の1年生については、293名の参加登録があった(参加登録率56.4%、2024年度入学者数484名)。なお、2024年度現在は学生による登録制としている。

本学部の一般入試試験は、英語 / 国語 / 選択科目の3科目である。選択科目は、日本史 / 世界史 / 地理 / 政治・経済 / 数学の5科目である。表1にあるように数学の受験者は3.5割から4割程度いるものの、数学を選んでいない学生がいることを考慮する必要がある。

筆者は経営統計学概論Ⅰ,Ⅱを担当しており、1年生に対して一斉に統計学及びデータ活用的心得・事例を説明する立場にある。そのためにも、受講生の高校時代における学習状況を把握する必要が生じた。

3.筆者が担当する授業における受講生の高校時代における学習状況について

筆者は学習状況の把握をすべく、以下の概要で調査を実施した。

- ・2024年7月24日から8月7日
- ・n=528(経営統計学概論Ⅰの受講生)
 - ※上級年次を含めた受講者数
- ・有効回答数:465(回収率:88.1%)
- ・LMSのアンケート機能を利用

表2は、高校数学の学習状況を示したものである。数学Ⅰの単元についてはほとんどの学生が履修していると言える。数学Ⅰは高校1年次の科目であり、受験で統計学の単元を選ばない限り、空白の期間が生じることになる。

表3は高校における情報Ⅰの学習状況である。6割程度の受講生はデータ活用に関連する内容を学習していない状況が明らかとなった。

4.筆者が担当する授業における期末定期試験の正答率と高校時代の学習状況について

経営統計学概論Ⅰの成績は、期末定期試験90%、授業で指定したアンケート形式の課題10%で評価する。期末定期試験の正答率と高校での学習状況について関連があるのか考察を試みる。

経営統計学概論Ⅰの期末定期試験は、統計学の基礎知識を問うもので、以下にあるような形式であった。

試験実施概要

- ・2024年7月31日に実施(大教室2教室使用)
 - ・問題用紙を配布、スマートフォンまたはタブレット端末より解答(LMSのフォームを利用)
 - ・実質試験時間は40分
 - ・選択肢形式と数値入力形式の併用
 - ・受験対象者527名
 - ・試験出席者490名(92.98%)
- ※当日の試験欠席者についてはレポート課題で対応した

出題内容

- ・記述統計(平均値/分散・標準偏差/中央値/範囲/最頻値)
- ・クロス集計表の相対度数、2×2クロス集計表の指標
- ・期待値と確率
- ・相関係数についての総合問題

本稿では、数学Ⅰと情報Ⅰに関連している出題内容について取り上げる。表4は数値入力形式の正答率である。これらは、計算問題である。平均、分散、標準偏差は良好な正答率と言える。共分散は偏差を用いた、分散・標準偏差の延長上の計算であるが、計算量が多くなるためか正答率は下がった。なお、共分散は相関係数の総合問題の設定で出題した。

表4 数値入力形式の正答率

単元	正答率
平均	90.13%
分散	75.71%
標準偏差	81.02%
共分散	40.79%

表5 統計学科目期末定期試験の相関係数の単元(選択肢式)の正答率

設問	選択肢	正答率
相関係数の数値(n=11)	r = .4647	74.00%
適切な図の選択	層別散布図	27.89%
	散布図	49.72%
グループごとでの特徴	強い負の相関がある	30.17%

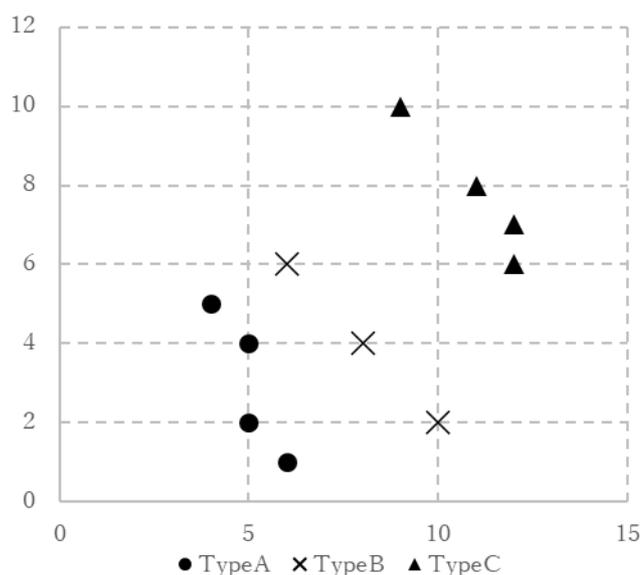


図1 駅からの距離と売上層別散布図
(横軸は駅からの距離、縦軸が売上)

表5は相関係数の単元の正答率である。これらは、選択肢式での解答であった。相関係数の総合問題では、A,B,Cの3タイプの店舗別の駅からの距離(立地)と売上の相関について問うものである。本問においては、A,B,Cを区別することなく全体で相関係数を算出した場合とA,B,Cで別個で相関係数を算出した場合に考察に違いが生じることを問題文で示している。

したがって、A,B,Cについての層別散布図を作成した上で解答することを想定している。A,B,Cを一括(n=11)で散布図を作成した場合、 $r=.0497$ とあるように、一見すると駅からの距離と売上がかなり強い正の相関があるように思える。しかし、層別散布図を描くと、それぞれの店舗に強い負の相関があることが分かる。Aは $r=-.8944$ 、Bは $r=-1.0000$ 、Cは $r=.9661$ である。

表6 層別散布図・散布図の解答状況と店舗別にみられる特徴(強い負の相関がある)の正答率

	正解	不正解	合計
層別散布図解答学生	72 0.490	75 0.510	147 1.000
散布図解答学生	69 0.263	193 0.737	262 1.000
合計	141 0.345	268 0.655	409 1.000

ユールの $Q:Q=4573$ 、 ϕ 係数: $\phi=.2286$

表7 層別散布図・散布図の解答状況と店舗別にみられる特徴(強い負の相関がある)の正答率
(情報Iを学習した学生に限定)

	正解	不正解	合計
層別散布図解答学生	30 0.492	31 0.508	61 1.000
散布図解答学生	23 0.242	72 0.758	95 1.000
合計	53 0.340	103 0.660	156 1.000

表8 層別散布図・散布図の解答状況と店舗別にみられる特徴(強い負の相関がある)の正答率
(情報Iを学習していない学生に限定)

	正解	不正解	合計
層別散布図解答学生	30 0.385	48 0.615	78 1.000
散布図解答学生	42 0.284	106 0.716	148 1.000
合計	72 0.319	154 0.681	226 1.000

n=11 に対しての相関係数の算出(問題文本文で、共分散、x の標準偏差、y の標準偏差は示した)については、正答率は良いと思われる。しかしながら、A,B,C にみられるそれぞれの特徴である強い負の相関であると解答した受講生は 3 割程度であった。

本問では、層別散布図の作図という情報リテラシースキルも合わせて問うものであった。情報 I の教科書では、散布図と相関係数と併用することで、的確に 2 変数の関係を考察することが明記されている。数学 I、情報 I では外れ値については言及されている一方で、必ずしも層別散布図については取り上げられていない[3,4]。よって、層別散布図については、散布図の応用問題として位置づけられるものであり、大学ではじめて層別散布図を学ぶ学生も存在する。

表 6 は本設問における適切な図として層別散布図と解答した学生と散布図と解答した学生のグループごとの特徴である強い負の相関があるという正答に至ったかどうかを示したものである。層別散布図と解答した学生については、約半数が正答に至っている。一方で、散布図と解答した学生は、全体(n=11)の相関係数 $r=0.4647$ が念頭にあるためか、グループごとの特徴として強い負の相関があるという正解に結び付けられないのではなかったのではないだろうか。本クロス集計表については、ユールの Q が $Q=0.4573$ であることから、適切な図の選択と相関係数の判断についてはかなり強い関連がある。

表 7 と表 8 はそれぞれ、表 6 のクロス集計表について、情報 I を学習した学生と学習していない学生に限定した表である。

5 考察と今後の課題

本稿では、2024 年度入学者を対象に高校における統計学の学習状況として、数学と情報の教科の単元の学習状況を把握した。

高校では、数学での数理に基づく統計手法の習得を基に、情報 I でデータ解析・活用の実践を学ぶことを想定したカリキュラムではあるが、実践部分である情報 I の習得している学生が 4 割程度であった。それぞれの統計手法そのものについては理解できているものの、実際のデータに対峙し、活用する場面になると必ずしも上手く適用できない場面が想定される。

実際に、層別散布図の作図に基づく相関係数の考察は出来が期待したものとは言えなかった。

今回は、データ分析の実践については不安を残す結果になったと言えるのではないだろうか。

2025 年度からは情報 I を学んだ学生が入学する。さらなる情報リテラシースキルを身につけた生徒の入学が期待される。今回と同様の設問についての正答率を比較することで、統計スキルの活用能力についてさらに考察ができよう。

参考文献

[1]文部科学省 高等学校学習指導要領 情報科関係資料

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_01831.html

(最終閲覧日:2025 年 1 月 21 日)

[2]文部科学省 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度

https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm

(最終閲覧日:2025 年 1 月 21 日)

[3] 高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説 数学編 理数編

https://www.mext.go.jp/content/20230217-mxt_kyoiku02-100002620_05.pdf

(最終閲覧日:2025 年 1 月 21 日)

[4]高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説 情報編

https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf

(最終閲覧日:2025 年 1 月 21 日)

DS 指導の初心者コンビによる「数学×情報」の 1 年間の授業実践

増田朋美 鈴木雅子 愛知県立瑞陵高等学校

〒467-0811 名古屋市瑞穂区北原町 2-1

TEL : 052-851-7141 FAX : 052-852-5364

masuda1335@aichi-c.ed.jp

suzuki8958@aichi-c.ed.jp

1. はじめに

現行の学習指導要領になって、3 年が経過し、初めての令和 7 年度入試が行われている。今回の数学科の学習指導要領は、全体的に統計学の色を強めた形となっており、「データの分析」に加えて、これまでほとんどの入試の出題範囲からは外れていた数学 B「確率分布と統計的な推測」が事実上、必須化された。また、共通テストには「情報 I」が加えられ、高等学校で、統計分野の学習やデータサイエンスの扱いの強化をますます求められていると感じる。

同時に、今回の学習指導要領の中で、「カリキュラム・マネジメント」という言葉もキーワードとして取り上げられている。これは、単に各学年にどのような科目を配置するかということの意味しているのではなく、どのように科目を配置すると、効果的に生徒の力を伸ばし、将来必要な知識や技術を身に付けさせることができるのか、教科間連携や、外部人材の活用なども含めて、考えることを意味している。特に、統計分野やデータサイエンスの学習においては、このような「カリキュラム・マネジメント」の考え方が大切になると考える。実際、数学科の教員はコンピュータやソフトウェアの活用や指導になっていない。また教員自身も大規模なデータを扱った経験がない。一方、情報科の教員は、コンピュータは扱うものの、データサイエンスの背景にある仕組みの数学を十分に説明できるわけではない。そのため、教科間連携や外部人材の活用が必要不可欠であり、少なくとも学校内での教科間連携がなければ、授業でデータサイエンスを学習させることは難しいのではないだろうか。

今回、現代社会に求められる統計的なリテラシーの育成をデータサイエンス指導初心者の二人が、どのようにして本校の学校設定科目「理数情報」で行ったか、

その実践の記録をまとめ、発表する。

2. 本校理数科について

本校は、明治 40 年創立の愛知県立第五中学校を前身とする伝統校であり、1 学年普通科 7 クラス、食物科 1 クラス、理数科 1 クラスがある。このうち理数科は、平成 19 年に普通科に設置されたコスモサイエンスコースをベースに、令和 4 年度に新設された学科である。

本校理数科は、理数科目の充実や特別講義、研究所訪問、探究活動や外部発表などを通して、総合的な科学知識による多角的な発想力や思考力、表現力の育成を目指している。理数科としての主な設置科目とその内容は以下のとおりである。

- ・「理数探究基礎」(1 年次・1 単位)
 - 研究テーマの設定の仕方や探究の進め方
 - 課題研究 (探究活動の予定演習)
 - 探究テーマの決定、先行事例研究、研究計画
- ・「理数探究」(2 年次・1 単位, 3 年次・1 単位)
 - 4 人 1 組での探究活動
 - 中間発表 (2 年次 11 月)
 - 成果発表 (3 年次 7 月)
- ・「サイエンスラボ」(2 年次・1 単位)
 - 実験、特別講義、研究所訪問など
- ・「理数情報」(2 年次・1 単位)
 - データ活用のための知識や技能、考え方
 - データの活用による研究レポートの作成
- ・「サイエンスイングリッシュ」(3 年次・1 単位)
 - 理数系の英文講読
 - 外国人研究者の特別講義

理数科を志望して入学する生徒たちは、理数に対する関心が強く、熱心に取り組んでおり、外部発表にも積極的である。令和 6 年度 3 月、第 1 期生が卒業する。

3. 年間の計画と教材

(1) 年間計画

「理数情報」(2年次・1単位)

月	時数	内容
4	1	ガイダンス
5	4	データの分析(教材①)
	2	特別講義「活用事例で学ぶデータサイエンス」(愛知教育大学准教授 青山和裕)
6	3	データの読み取りと表現(教材②)
7	3	データの活用による研究ポスターの作成(統計グラフコンクール)
8	3	データの活用による研究ポスターの作成(統計グラフコンクール)
9	2	特別講義「事例を踏まえた多変量解析入門～モノゴトを多次元でプロファイルし現実課題を解決する技術と考え方～」(立正大学教授 渡辺美智子)
	1	統計グラフコンクール振り返り
10	1	仮説検定(教材③)
11	5	多変量解析とSASの実習(教材④)
	2	特別講義「食品の機能性解明を通してヒトの健康に貢献する～Trial and Errorを重ねて研究課題と向き合う～」(名古屋大学助教 中島史恵)
12	8	データの活用による研究レポートの作成(武蔵野大学数理工学コンテスト・中高生スポーツデータ解析コンペティション)
	2	特別講義「生成AIで拡張する人工生命アプローチ」(名古屋大学教授 鈴木麗璽)
3	1	振り返り, 総括

(敬称略)

(2) 教材①「データの分析」

1つ目の教材(増田, 2015)では、「田舎と都会の違いをデータで表現する」ことを課題とし、1年次で学んだ「データの分析」を復習した。県別「出生率」を軸の指標とし、「就職率」「三世帯同居率」「保育所数」を加えて、地方の 카테고리データ別にその実データを分析し、考察した。生徒は、1年次の数学の授業で統計の理論的なことは学んでいるが、実践的な分析は行っていない。この教材で、Excelを使ってヒストグラムや箱ひげ図、散布図や相関係数を求めた。情報の授業では一

通りの操作経験はあるが、社会的な文脈を持つ同じデータセットで実践した経験はない。探究活動や実験などの、自分たちで設定した問題を解決する際に行う「データ分析」の足掛かりになればと考えた。理論的なことやデータのとらえ方、表現の仕方などのレクチャーは数学科教員が行い、Excelでの実践演習は情報科の教員がメインで担当した。

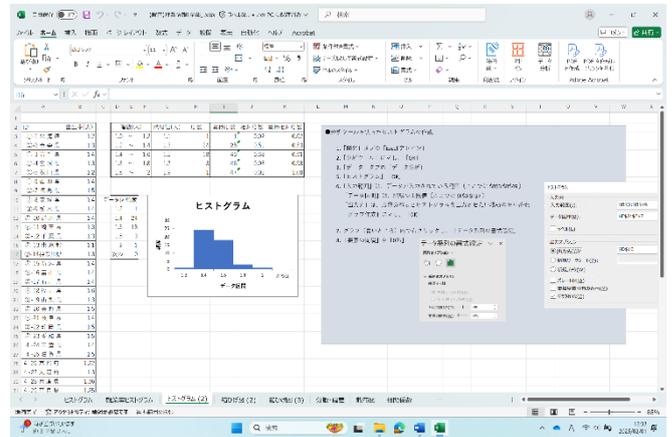


図1 授業で用いた演習シート

図1は、作成した演習ファイルである。同じファイルにヒストグラム・箱ひげ図・散布図・相関係数の求め方の手順書をまとめた。

(3) 教材②「データの読み取りと表現」

1年次の情報では、生徒は基本統計量、回帰分析、相関分析などとともに、データクレンジングや標準化など、基本的なデータの扱い方や読み取り方を学んでいる。オープンデータを用いた統計分析レポート課題では、各自の着眼によるデータの選択と分析方法で取り組み、考察している。問題解決学習の一端としての実践であるが、その成果物をみると、何らかの分析をしているものの、中には、単位やグラフの目盛が不揃いなものや、データの選択が目的に合っていないもの、読み取りに偏りがあるものなど、データの扱いや可視化、考察が適切でないものも見受けられた。

そこで、データの見方や表現についてあらためて見直す機会として、この教材を用意した。扱った内容を大きく分けると、以下のとおりである。

- (i) データの見極めや読み取りと理解
- (ii) 適切な指標による調査や測定, 分析と可視化
- (iii) データを見る視点

(i)・(ii)は、データを適切に整理、変換することなく分析したもの、比較対象とするデータがないもの、質

問項目が目的に合っていない、あるいは不十分なもの、グラフの目盛の表示範囲が不揃いなものや、歪ませたグラフなど、意図的に不適切なものを作成し、それぞれに客観性に欠ける考察を付記したものを教材とした。生徒には、これらについて、4人1組で問題点や改善点を考えさせた。(iii)は、視点(分析方法)の違いによって新たな結果が得られる例を紹介した。

生徒は、教材として意図した事項の指摘に加え、「対象者はどのように選んだのか」「どちらでもない」の選択肢はあったのか」「(この結果の)要因となっていることは何だろうか」「(この結果には)〇〇が影響しているのではないか」「比較対象として〇〇のデータがあるとよい」などの意見が出た。

全体として、1年次のレポートでは不適切な分析や考察もみられたが、このように意図的に作成された題材においては、適切な指摘や提案ができるようであった。グループで話し合わせたことの効果も考えられる。

これらのことを通して、自らデータを収集し、分析、考察する際の留意点を確認するとともに、不備や不適切な点がないかを見定めることの大切さを認識する機会とし、このあとの7~8月の課題である「データの活用による研究ポスターの作成」につなげたいと考えた。

(4)教材③「仮説検定」

3つ目の教材(Jimmy DOIら, 2024)は、「飼い猫は社会空間認識能力を持つか?」である。仮説検定概念をシミュレーションベースの推論アプローチを用いて体験的に理解する。教材セットは無償で提供されている(<https://bit.ly/SBI-ARCHIVE>)。講義ノートや指導案、シミュレーションアプレット等を活用することができ、生徒も興味を持って活動した。ただし、教材の想定されている実践の時間を大幅に短縮して、1時間で行った。生徒はカードをシャッフルして差を求め、クラスの人気分のデータをExcelファイルに集約し、実験結果を考察した。なお、このExcelファイルは校内で作成したもので、提供されたものではない。

生徒は、自分たちの実験結果から、「0.394という研究データが特別なものだと判断できないのではないか」と意見を共有した。さらに提供されたアプレットを使い、データ数を増やしてシミュレーションし、その分布が正規分布に近似することやデータの位置から、改めて「帰無仮説を棄却すべきでない」との結論に至った。

この学習活動を通して、仮説検定を体験的に理解することができた。

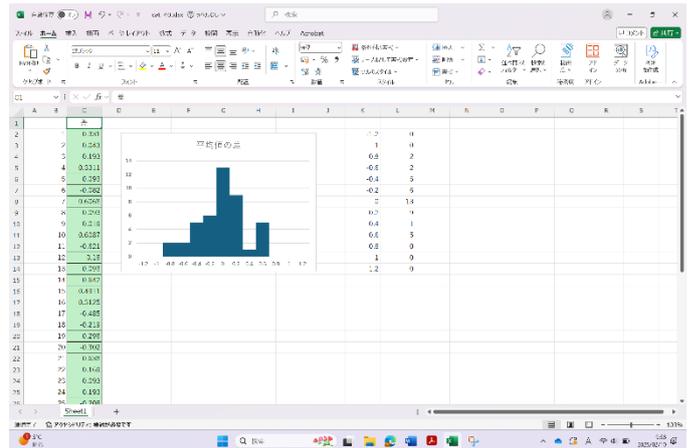


図 2 実験結果を集約

(5)教材④「多変量解析とSASの実習」

ここでは、放送大学の「多変量データ分析実践の基礎」の講義動画を活用した。この講義動画および実習用データは、9月の特別講義において、立正大学データサイエンス学部教授の渡辺美智子先生から提供いただいた。

まず、多変量データとその分析手法について概観したのち、「重回帰分析」「主成分分析」「クラスター分析」について、目的や方法、結果の解釈などについての説明動画を視聴し、Excel および SAS OnDemand for Academics (以下、SAS) で実習をした。実習で扱った題材は以下のとおりである。

- ・重回帰分析：住宅価格の要因分析
- ・主成分分析：生徒の学力の特徴把握
- ・クラスター分析：食費支出額による都道府県分類

実習は、重回帰分析はExcelとSASで教員の操作を見ながら一斉に行った。主成分分析とクラスター分析は、教員が作成したSASの操作マニュアルを見ながら、各自で行った。説明動画とこの操作マニュアルは、Teamsで共有し、いつでも見ることができるようにした。SASの操作手順を追うごとに、生徒はその仕組みの理解を進めていたようであったが、操作方法などがわからない場合は、自ら調べたり、生成AIを活用したりする姿もみられた。

このあとの課題である「データの活用による研究レポートの作成」において、この授業を通して身に付けたSASでの分析をする生徒の姿もみられたが、実際にその成果をレポートに反映させた生徒は少なかった。今後、分析事例に多く触れさせるなど、分析手法や結果の

解釈についての理解を深めながら、より有効なデータ活用の実践につながるような指導を検討していきたい。

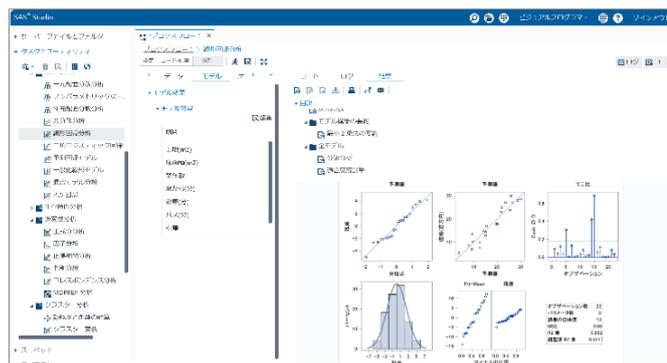


図 3 SAS の操作画面 (重回帰分析)

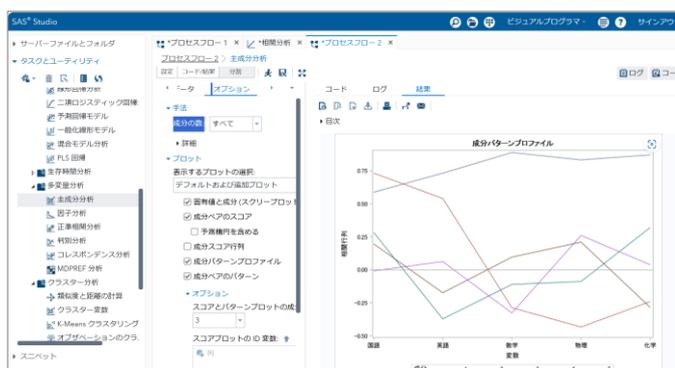


図 4 SAS の操作画面 (主成分分析)

4. まとめと今後の課題

今回、学校設定科目「理数情報」での取り組みであるものの、「数学科と情報科が連携するデータサイエンスの授業」に挑戦した。2つの教科がタグを組むことで、数学の分析の視点と情報の表現の両面を補い合う形で授業ができた意義は大きい。

今年度は、時間的に余裕が全くなく、生徒のポスターやレポートに、十分に目を通したり、指導したりすることなく、作品を応募させてしまったことが、我々指導者側の反省としてある。加えて、本年度実践したスポーツデータコンペティションや数理工学コンテストの成果物を評価し、生徒の学習の様子を分析することと、1年間のカリキュラムを精査し、来年度へ生かすことが当面の課題である。

【謝辞】

本研究の一部は、令和6年度科学教育研究費奨励研究(24H02414)の助成を受けています。

【参考引用文献】

- 増田朋美 (2015) 「多変数を扱った統計教材に関する考察と授業実践による検証—学ぶ統計教育から使う統計教育のための教材の提案—」第48回『秋期研究大会発表集録』日本数学教育学会, pp311-314
- Jimmy DOI et al. (2024) 「シミュレーションに基づく統計的推測のための教材と授業実践」『日本数学教育学会誌 2024 第106巻第7号数学教育 78-4』, pp11-24
- 高木佐保 (2025) 「ネコの心理学」Newton 第45巻第2号 (523号) pp112-121
- 山田剛史・金森保智「エピソードで学ぶ統計リテラシー」北大路書房 (2022)
- 保本正芳「基礎からはじめるデータサイエンス」noa出版 (2022)
- 山田奨治「情報のみかた」弘文堂 (2005)

高等学校情報科の DS 教育からの一考察「思考の言語化活動」の重要性

京都府立洛北高等学校・洛北高等学校附属中学校

情報科 松本 慶子

k-matsumoto-20@kyoto-be.ne.jp

1. はじめに

DS 教育は、高等学校の情報科(情報 I)でもその基礎的な学習が求められる。それは単なるデータの収集・可視化へのスキルの伝授ではなく、分析から得られた結果を適切に言語化し、論理的に説明できることだと認識している。特に 2022 年度より始まった新学習指導要領から推察すると、情報科の教師には DS 教育を通じて生徒たちが因果推論や対象データの分析結果から新たな価値を見出す力を育成する指導スキルが求められていると思う。そこで本校の情報科では平成 30 年に文部科学省提示の「次世代の教育情報化推進事業・情報教育推進校 (IE-school) の 情報活用能力の体系表」を参考にループリックを作成し、以下の 2 つの観点について高校 1 年生を対象に意識調査を実施してきた。

観点①

問題解決・探究における情報活用方法の理解

観点②

データから新たな意味や価値を創造する力

本実践では、DS 教育から見えてきた課題から言語化活動をより多く授業に取り入れた事で得られた効果からの一考察を報告する。

2. DS 教育の実施の在り方

本校は、DS とプログラミング(PG)の学習は 1 年間を通して行うように授業計画 (シラバス) を立てている。情報科は 2 単位の授業ではあるが、様々な分野からの学習内容を盛

り込んで指導を行わなければならない。一授業の中にも一つの単元を集中して行うのではなく、2 つの以上の単元をモジュール活動の組み合わせとして実施している。

その理由は知識・技能の定着をねらいとしている。DS や PG のような実習を兼ねる必要のある重要な学習内容は反復をしながらスモールステップで進め、モラルや法律等の用語類の学習は生徒自らで予習をさせ、その成果を定期考査にて実施する反転学習を取り入れていた。

3. 授業実践の過程で浮かび上がった課題

3.1 定期考査結果からの考察

5 月の定期考査に DS 教育分野で、1 年生 240 人を対象にこのような出題をした。

(問) 欠損値の箇所に「0」を入力すると全体の平均値の結果は変わってしまう。「0」を入力したことで平均値はどのように変化するか。そのように変化する理由も答えよ。

全体の平均値が「下がる」と 98% の生徒が正答できるが、その理由を論述させると正答率が 60% で、残り 40% の生徒が「平均は全体の合計を全体の人数で割り算をするから」と平均値の求め方のみを答えていた。

授業で表計算ソフトにて実習し、事象の理由についても説明したことなので全体の平均

値が「下がる」とは答えられるが理由の説明が出来ないと、結局、「実習」は単なる「作業」だったと思われる。正答した生徒たちの解答は「総和は変化しないが、割る数(分子)が増えて結果として平均値が小さくなる。」という類の解答が多かった。

次いで7月の定期考査に平均値と中央値の違いは何かを出題した。これは教科書にも記載があり、思考というより丸暗記で答えている可能性も否定はできないが、ポイントとして「外れ値の影響を受けるのが平均値で受けてないのが中央値」という解答を出せたのは約70%だった。これに関しては「箱ひげ図」を用いた統計検定4級の過去問題を用いて出題をしたが「箱ひげ図」のどこが平均値で中央値を示しているのか正しく答えられた生徒も約60%にとどまった。

3.2 他教科へ課題の共有として問題提供

これらの考査結果をまず、国語科に問題提供したところ「思考力や問題文の読解力の低下」については共感することがあるという。その理由として国語科の教員からは、次のような現状が指摘されている。

見解① BYODが普及した影響により、国語系の辞書を所持または活用する生徒が年々減少している。その結果、学習において検索機能に依存する傾向が強まり、語彙力の低下を招いた。

見解② 家庭での新聞購読率が著しく低下していることも影響していると考えられ、生徒の語彙量や時事的な知識が乏しいと感ぜられる場面が増加した。

この両見解から考査等で十分な語彙を用いた解答が得られにくく、思考の深まりが不足しているというのが国語科の見解である。

確かに、ケース②については、PISA2018調査報告からも「PISAの調査問題における難しさの認識」に関する3項目について、日本は「(1) 分からない言葉が多かった」「(2) 自分には難しすぎる文章が多かった」「(3) 複数ページを読んでいるうちに、どこを読んでいるのかわからなくなった」の全てで「まったくその通りだ」「その通りだ」と回答した割合がOECD平均よりも多いという報告があげられている。筆者作問の定期考査の問題も生徒たちにタイピングをさせ、その入力文字数を報告させ、生徒たち自身でデータの並べ替え、半角・全角などの表記ゆれの修正などの過程を経て統計処理をさせた実習の過程内容を基に作問した一設問なので、途中で何について解答するのか見失った可能性は否めないと考えてみた。

しかし、このDS学習をする上での基礎的な理解を必要とする事項について、予想より正答率が出なかったことに対して危機感を感じ、まず授業として出来ることは、生徒たちがどんなに拙い表現をしてこようとも、データ分析をした事に対して思考をアウトプットさせる活動を増加させることに重点を置き以後の授業を進めてきた。

4. 実習より「思考の言語化活動」の事例

4.1 オープンデータ SSDSE-C(家計消費)データを利用した散布図の作成

大阪大学の学生が実際に使うというDS授業のテキストを参照し、「ワインをよく飲む人ほど、チーズもよく食すのだろう」という「問い」をたて散布図を作成させた。この時、「○○(X軸)を消費するなら、△△(Y軸)も消費するだろう」という「問いのシナリオ」を頭の中にイメージし、何をX

軸に据え、何を Y 軸に据えるのかを決める事が重要であると伝えている。その結果が必ずしも正負の相関が明らかに出てこなくても、どんな見立てをしたのかを評価すると伝え、散布図の作成をさせた。

(生徒たちの作品より)

ケーキを消費するなら、紅茶も消費するのか
食パンを消費するなら、ジャムも消費するのか
コーヒーを消費するなら、牛乳も消費するのか
コロッケを消費するなら、ソースもよく消費するのか
外食の寿司を消費するなら、焼肉も消費するのか
など

(生徒本人に問い直しを求めた事例)

納豆を食べるから、米もよく食べる……!?
→ 米をよく食すから納豆もよく食すのでは

牛乳をよく飲む人は、学校給食もよく食べる!?
→ 学校給食を食す機会があるから
牛乳も飲むのではないか

机間指導をする中で、けして生徒たちの考えた事を否定するつもりはないが、理想は生徒が主体的に自問自答できるように促す指導力を身に着けたいと授業者として考えた場面が多々あった。

4.2 グラフの見た目だけで結論付けしない指導

可視化されたデータより、正負無の相関と相関係数、その強さのみを述べるのではなく、必ずその相関が疑似相関である事も想定させた。「どうしてこの相関になったのか『交絡因子 (第3の要因)』は何か」を考えさせた。その一例として「ビールをよく飲むなら、ワインもよく飲む。それはアルコール依存症の傾向があるのだと考えられる」「喫煙をするなら飲酒もする。それはストレス軽減

分析結果から交絡因子を考えさせた。「どうしてこの相関になったのか『交絡因子 (第3の要因)』は何か」を考えさせた。その一例として「ビールをよく飲むなら、ワインもよく飲む。それはアルコール依存症の傾向があるのだと考えられる」「喫煙をするなら飲酒もする。それはストレス軽減をしたい欲求があるからだ。」とデータの分析結果から交絡因子を考えさせ、自らの考察に説得力を持たせる事を実感させた。

4.3 Formsを利用し結果を学年間情報共有

実習をさせると、クラスによってその様相はさまざまだが、グラフを作成するのに一生懸命になる生徒も多いが、思考を言語化し表現させるためには、対話も必要だと思い、とにかく教室内なら移動も許可した。「歩く・喋る」というアクティビティも取入れた。

1 学年全 7 クラス指導している強みは、クラス間を超えた情報共有が可能であること。この利点を活かし、何と何の相関を調査しその相関の結果は、自分は何を交絡因子だと考えたのかを教師側で集約し無記名で情報提供した。他者参照はクラス内でも可能だが、やはりクラス間を超えた他者参照をする機会を与えることで、生徒の思考の視点も広がると思う。実は、プログラミングの 1 行 1 行訳文をつける作業をさせたり、処理の考え方 (アルゴリズム) の解説を言語化 (文字化) させたり途中で疲れると言う生徒も一部出てくるが「最後までやりきる」という事がこれからの非認知能力ベースの評価になろうとする近後の 1 つの観点要素としても取り入れた。

5. まとめ・今後の課題

序論で述べた「次世代の教育情報化推進事業・情報教育推進校（IE-school）の 情報活用能力の体系表」を参考に作成したループリックより以下の2つの観点についての意識調査は以下（図1・2）のようになった。

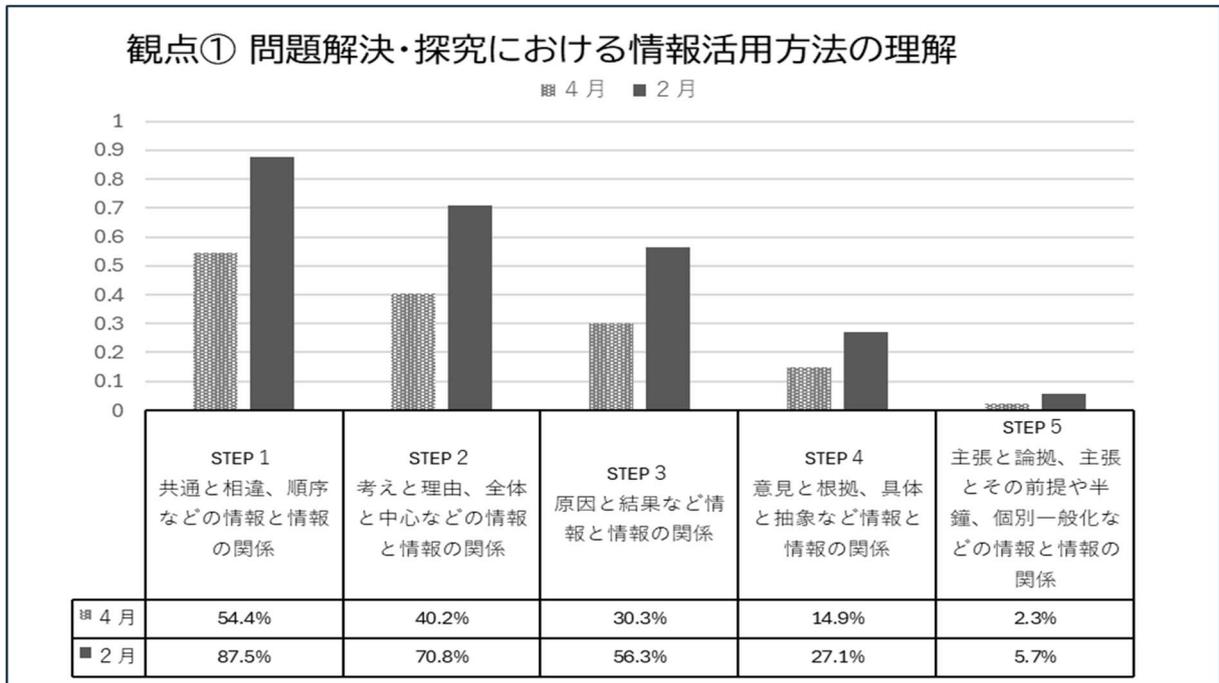


図1 観点①の調査結果グラフ 5つのSTEP項目は文科省の文を引用

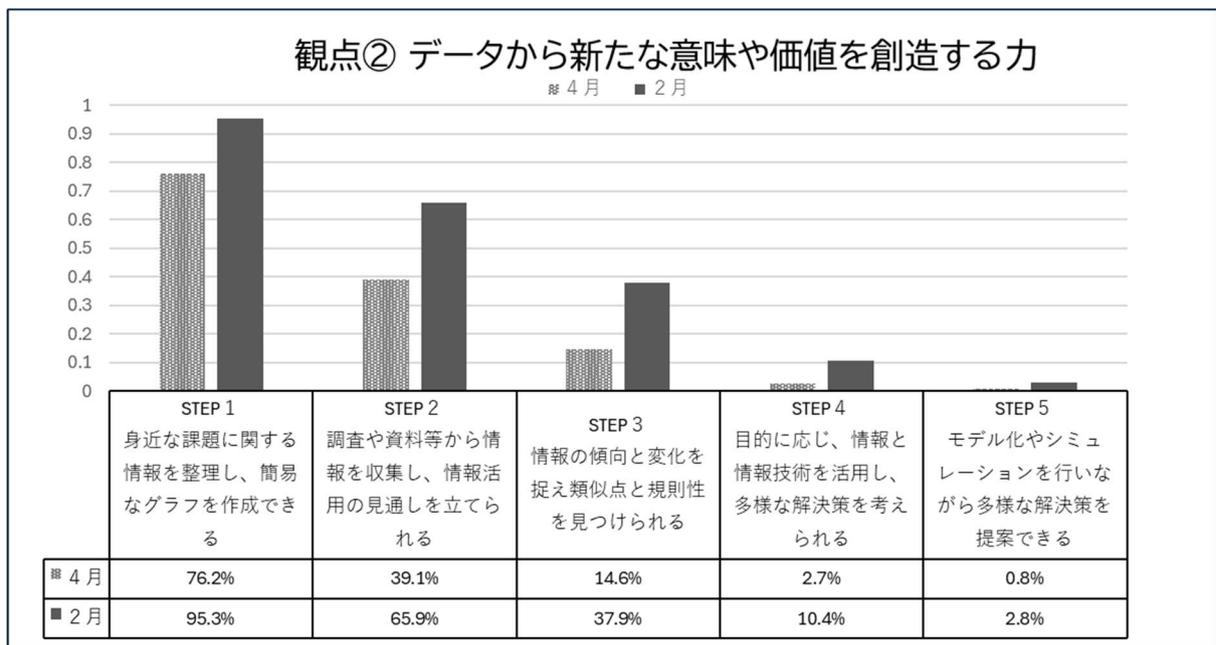


図2 観点②の調査結果グラフ 5つのSTEP項目は筆者が生徒向けに一部改変し調査を実施

生徒の意識調査なので、データの信憑性については別途、検証が必要ではあると思う。だが1年間の授業実践を通じて、生徒たちが事象を言語化するため思考を働かせる機会を多く設定すると、グラフの数値の伸びからもその重要性が証明できたと考える。

今後の課題としては、交絡因子の検証を行うことだと思う。今年度は分析結果を言語化することに重視したため、分散（標準偏差・仮説検定）に対する指導が手薄になってしまった事

は、省察しなければならない。分散の指導は数学科に委ねている所も多いが、情報科の強みはやはり、生徒自らがデータの可視化と分析の実習を通して体系的に学習できる点にある。次年度には情報科の強みを活かした分散を求める実習も多く取り入れられる指導計画を立てることである。

今年度の DS 教育には生徒たちが周囲と対話をしながら思考をめぐらしている様子を間近で観察をしていて、生徒教師ともに深い学びにつながる活動は出来たと思う。

引用・参考文献

(1) 西野和典 「高等学校情報科に関連する国語科の学習内容とその考察」.日本情報科教育学会誌,日本情報科教育学会誌, Vol. 15, No. 1, 2022. pp.7-14.

(2) 文部科学省 国立教育政策研究所
OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)
2018 年調査国際結果の要約 令和元
(2019) 年 12 月

(3) https://www.mext.go.jp/content/20240524-mxt_chousa02-100002205_1.pdf
文部科学省 PISA2022 の日本の結果
ー全ての子供たちの可能性を引き出す日本の教育ー

(4) 和泉志津恵・田中琢真 (滋賀大学)
ストーリー・テリングの技術を伸ばすデータサイエンティスト教育 ー大学初年次生の PBL 演習における取組みー
統計数理研究所共同研究レポート 474 統計教育実践研究 第 16 巻

(5) PDF (www.mext.go.jp) 1416859_02
文部科学省 情報活用能力の体系表例(IE-School における指導計画を基にステップ別に整理)平成 30 年版

(6) 高等学校「情報 I」及び生成 AI 等への対応
http://mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm

(7) 数理人材育成協会 鈴木貴 高野涉
(大阪大学) 宮西吉久 (信州大学) 共著
データサイエンスリテラシー・モデルカリキュラム準拠 培風館 2021 年初版

価値創造を目指した情報Ⅱ データサイエンス教育の考え方と教材開発

林 宏樹* (雲雀丘学園中学校・高等学校)

*連絡先 〒665-0805 兵庫県宝塚市雲雀丘 4-2-1

Email : h-hayashi@hibari.ed.jp

1. はじめに

2024年度、文部科学省は、高校段階におけるデジタル等成長分野を支える人材育成の抜本的強化が必要であるとの課題に対して、「高等学校 DX 加速化推進事業」(以下、DX ハイスクール)を通じて高等学校を支援することを決定した[1]。この事業において、兵庫県宝塚市に所在する雲雀丘学園高等学校(以下、雲雀丘)はDX ハイスクールに採択され、高校2年生生理系選択者全員に対して情報Ⅱを必修とした。このことを踏まえ、本発表では、新たな価値の創造を目指した情報Ⅱ データサイエンス教育の考え方と、教材開発について述べる。

2. 情報Ⅱの課題

大学における数理・データサイエンス・AI教育プログラムが進展している一方で、高等学校におけるデータサイエンス教育は依然として不十分であり、高大接続の課題が残されている。その中で、「情報Ⅰ」を基礎とした「情報Ⅱ」の実施は、高大接続を実現するために欠かせないと指摘がなされている[2]。

情報Ⅱでは「情報と情報技術を活用した問題発見・解決の探究」分野が重要視されており、この分野の指導に対する高等学校教員の不安や心理的負担が大きいたことが指摘されている[2]。

この課題を解決するため、雲雀丘では令和8年度より開講する「情報Ⅱ」に向けてカリキュラム開発や指導法の検討を行っている。その中で、「情報Ⅰ」の「データの活用」分野においても指導に不安を抱く教員が多いことから、情報Ⅱの「情報とデータサイエンス」分野における指導の困難さが懸念されている。

3. 雲雀丘学園が実施する解決策

雲雀丘では、情報Ⅱ「情報とデータサイエンス」分野を中心とした探究活動を取り入れた授業を行う計画を立てた。そのために、質の高い授業を行うために、指導力向上を目指し、次の2点に取り組む。

(1) 情報Ⅱ全国指導力向上研修会の開催

実社会と情報Ⅱを結びつけた授業内容とするために、データサイエンスを活用している企業での活用事例を学習する機会を設ける。単に教科書に準じた指導ではなく、実社会での見方、考え方を取り入れた教材作りや指導計画を立てる一助とする。

(2) 情報Ⅱ授業用動画教材の制作

高校生が理解しづらいトピックを直観的にイメージできる動画教材を制作し、データサイエンス教育の充実を図る。

4. 雲雀丘学園が実施する解決策

4.1 情報Ⅱ全国指導力向上研修会

本研修会は、雲雀丘学園、一般社団法人デジタル人材共創連盟(デジ連)、JDSSP 高等学校データサイエンス教育研究会が主催する。情報Ⅱの「情報と情報技術を活用した問題発見・解決の探究」分野を実践するためには、テーマ設定、課題・仮説設定、情報収集、情報整理、分析の繰り返しが求められる。そのため、実社会における情報や情報技術の活用事例を知ることが重要であると考え、研修会では実社会のデータを活用している専門家を講師として招いた。

【第1回】2024年8月29日(木)

「情報Ⅱと実社会との接続～学校の学びが社会にもたらすもの～」

協力団体：データサイエンティスト協会

株式会社日立アカデミー 大黒健一

ユニカムノルタ株式会社 園山将士

【第2回】2024年9月27日(金)

「条件付き確率からはじめるベイジアンネットワーク～その技術と実社会への応用～」

協力団体：産業技術総合研究所 AI技術コンソーシアム(株)NTTデータ数理システム 岩本圭介

【第3回】2024年10月9日(水)

「未来を切り拓く高校生が情報Ⅱを学ぶ意義」

協力団体：産業技術総合研究所 AI技術コンソーシアム

大阪教育大学理数情報教育系・(株) エボルブ 安松健

【第4回】2024年10月29日(水)

「情報Ⅱ 重回帰分析の実社会での使われ方の紹介」

協力団体：データサイエンティスト協会

ユニカミノルタ株式会社 藤井健悟

NEC 中道和輝

【第5回】2025年1月30日(木)

「Webからのデータ収集と探究事例の紹介」

共催：人工知能学会

日本経済新聞社 石原祥太郎

なお、第5回については、人工知能学会第94回人工知能セミナーとの共催である。

このように、情報Ⅱの内容は非常に専門性が高く、学会や専門家団体の協力を得ることで、質の高い教育の実現が可能であると考えられる。一方で、高等学校教員の役割について検討すると、専門家による高度な内容を適切に解釈し、それを高校生に対して分かりやすく伝えるとともに、興味を引き出すことに注力する必要がある。これにより、教育の質の向上が期待される。また、教員自身が過度な業務負担を抱えることを避けるためにも、専門家と高校生をつなぐ「架け橋」としての役割を担うことが重要であると考えられる。このような連携のもとで、高等学校における専門教育の充実を図ることが可能になる。

4.2 情報Ⅱ 授業用動画教材の制作

授業内で指導が難しいトピックを選定し、補助教材として活用可能な動画を制作する。この動画は、高等学校教員の理解を深めるとともに、生徒がデータサイエンスにおける概念や手法を直感的に理解できるように設計する。

たとえば、決定木をテーマとした動画では、アルゴリズムのシミュレーションを含む内容を制作している。また、動画で使用したデータを生徒に提供し、同様の処理を実践する環境を整備する。

5. おわりに

情報Ⅱの推進とその内容の充実は、日本におけるデジタル人材の育成に大きく寄与するものである。本発表で述べた取り組みを通じ、高等学校における情報Ⅱの実施環境構築に貢献し、どのような学校においても情報Ⅱが円滑に実施できる基盤を築くことを目指す。なお、情報Ⅱ全国指導力向上研修会のア

ライブ動画は、JDSSP 高等学校データサイエンス教育研究会のサイト内で閲覧することが可能である。情報Ⅱ 授業用動画教材の制作は、雲雀丘学園のホームページ内に DX ハイスクール専用ページを設け、閲覧可能とし、データなども提供する予定である。

参考文献

- [1] 文部科学省，高等学校 DX 加速化推進事業 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/shinko/1366335_00009.htm
- [2] 高岡詠子，中野由章，高等学校 DX 加速化推進事業 (DX ハイスクール) に関する情報処理学会の意見表明について，情報処理，Vol.65, No.6, e44-e60 (2024)

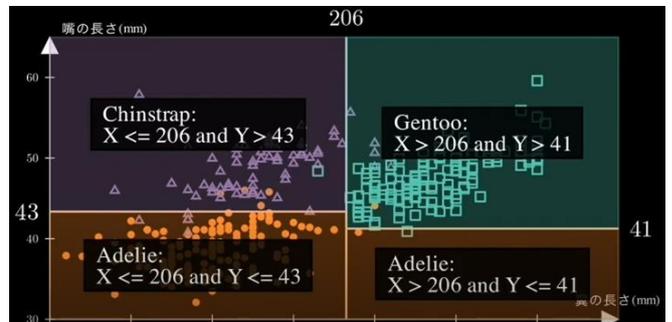


図1 「決定木」をテーマとした動画の一部 (1)

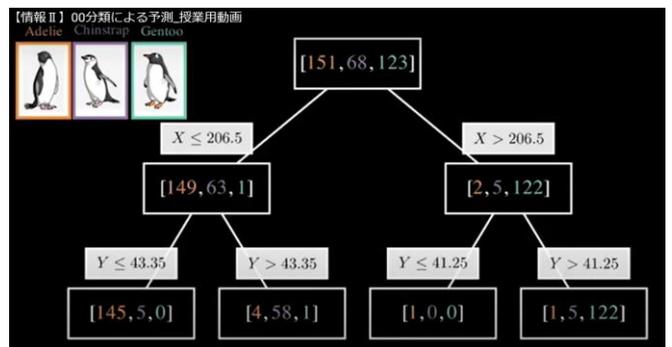


図2 「決定木」をテーマとした動画の一部 (2)



図3 「決定木」をテーマとした動画の一部 (3)

大学都市神戸産官学プラットフォームと連携した

社会人リスキリング研修における基礎統計内容

神戸大学附属中等教育学校¹数学科教諭
神戸大学数理・データサイエンスセンター²客員研究員
産総研人工知能技術コンソーシアム³ 教育 WG リーダー
林 兵馬(h-hayashi@people.kobe-u.ac.jp)

1. はじめに

昨今、社会人が高度な専門性を獲得し、キャリアアップを図るためのリカレント教育（学び直し）への関心が急速に高まっている。神戸市内の大学、産業界、神戸市が一体となる（一社）大学都市神戸産官学プラットフォームは、文部科学省の「地域ニーズに応える産学官連携を通じたリカレント教育プラットフォーム構築支援事業」の採択を受け、全国有数の大学都市である神戸の強みを最大限に活かし、各種リカレント教育プログラムを展開している。このような背景の下、DX時代においてデータの本格的な分析・活用が求められる現状を踏まえ、数学の基礎知識不足により統計やデータサイエンスの学習に苦慮している層に対して、数学の学び直しの機会を提供する場として、本数学基礎講座を開催するに至った。

2. 実施背景

近年、DXやデジタルトランスフォーメーションの進展に伴い、統計的および数学的知識の重要性が飛躍的に高まっている。しかし、大学が提供するリカレント教育プログラムは、高校数学の前提知識が求められることが多く、普段数学や統計、データサイエンスに触れていない層がその受講に踏み切れず、またリカレント教育を継続することが困難な受講生が数多くいるようである。統計を理解し、データサイエンスを実践するためには、一定の数学的知

識および理解が不可欠である。そこで、本取り組みでは、基礎理論と実践演習を統合したカリキュラムを採用し、受講者が実際のデータ分析プロセスを体験できる環境を整備し、提供するに至った。

3. 実施内容

本プログラムは全4回にわたって実施され、各回において以下の内容を展開した。

■【DAY1：数学基礎の導入】

- ・プログラムの趣旨説明および目標設定
- ・平均値、中央値、分散・標準偏差の定義および算出方法の解説
- ・具体例および演習問題を通じ、データのばらつきを示す指標としての分散・標準偏差の意味を丁寧に解説した。特に Σ （シグマ）記号を用いた計算演習により、受講者が数式の背景にある考え方を体感できるよう努めた。

■【DAY2：相関係数の理解と演習】

- ・前回の復習を踏まえ、受講者からの質問に基づき、分散計算の背景—特に値を二乗する理由—を再確認した。
- ・その後、相関係数の定義および計算方法を講義し、気温とアイスクリームの売上など具体例を用いて統計的関係性の理解を深めた。
- ・手計算による演習も取り入れ、理論と実践の両面からアプローチした。

¹ <https://www.edu.kobe-u.ac.jp/kuss-top/>

² <http://www.cmds.kobe-u.ac.jp/index.html>

³ <https://www.ai-tech-c.jp/>

■【DAY3：Excelによるデータ分析実習】

- ・DAY2の内容を復習した上で、Excelを用いた相関係数の算出に挑戦した。
- ・Excelの操作方法および、データ全体を俯瞰するための散布図の活用を実演した。
- ・また、外れ値の影響や統計量だけでは捉えにくい点について、具体例を挙げながら説明し、受講者の理解を促進した。

■【DAY4：単回帰分析と予測の実践】

- ・最終回において、Excelを活用した単回帰分析の実践演習を実施した。
- ・気温から売上を予測する過程を、散布図の作成、近似直線の追加、予測式の導出という流れで体験させ、統計的手法を用いた実際のデータ解析のイメージを持ってもらった。
- ・さらに、実データを扱う中での仮説立てや検証の重要性を再認識させる説明も行った。

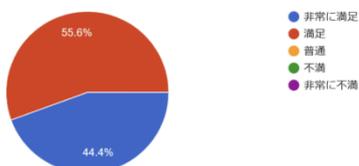
4. 本取り組みの手ごたえと今後の方針

本取り組みにおいて、受講者は理論と実践が融合された講義内容に対し高い評価を示したのである。特に、Excelを用いた実習や単回帰分析の体験が、統計・DSのイメージの理解に大いに寄与したと感じている。また、基礎数学の再学習の重要性が再確認され、計算演習や散布図によるビジュアル分析が、抽象的な数式の理解を具体化する効果的な手法として受講生より評価された。

一方で、数学的内容の難解さに対する理解促進のさらなる工夫が必要であると感じている。

今後は、より多様な分析手法とデータセットを活用するとともに、重回帰分析やPythonなどを用いたプログラミングによるデータ解析など、さらに高度な内容への展開を検討する方針である。また、現行教材の充実および受講者のニーズに即したサポート体制の整備を進め、リカレント教育プログラムとしての持続的発展およびDX推進への寄与を目指すのである。

質問1 セミナー全体の満足度を教えてください。
9件の回答



5. 謝辞

本プログラムの実施にあたり、大学都市神戸産官学プラットフォーム、産総研人工知能技術コンソーシアムおよび神戸大学数理データサイエンスセンターの各機関から多大なるご支援を賜ったことに、深甚なる感謝の意を表す。

6. 参考 講義で利用したスライドの一部

2. 平均値・中央値

17

和の記号Σ

$$\sum_{k=1}^n x_k = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

x_k の k に、1から n まで代入し、足し合わせる

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$



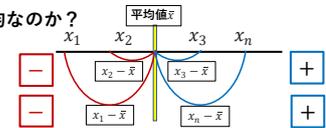
2. 前回の復習/頂いた質問より

9

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 \}$$

注意：前回分数は $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2$ と書いていましたが、今回表示しているのも同じものです。

質問：分散はなぜ二乗の平均なのか？



平均値との差（偏差）の平均を取りたいが、このままでは正（+）と負（-）があり、打ち消し合う



2. 前回の復習/頂いた質問より

10

質問：分散はなぜ二乗の平均なのか？

平均値との差（偏差）の平均を取りたいが、このままでは正（+）と負（-）があり、打ち消し合う

作戦① 偏差が負（-）の場合、正（+）にする

⇒ただしこれは、値を見てから計算する必要があるので、かなり計算が煩雑である

作戦② 偏差すべてを2乗してから平均を取る

⇒正（+）と負（-）に同じ操作を行う。また、こちらの方がよい性質がある。

ただし、偏差の2乗の平均なので、平方根（ルート）を取った標準偏差を用いる。

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\bar{x} - x_k)^2$$

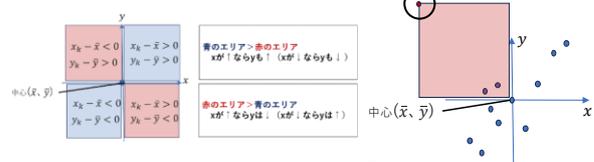
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\bar{x} - x_k)^2}$$

3. 相関係数

32

■練習問題3 共分散が、外れ値の影響を受けやすい理由を教えてください。

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})(y_k - \bar{y}) = \frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + (x_2 - \bar{x})(y_2 - \bar{y}) + \dots + (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y}) \}$$



解答
赤の点を作るエリアの影響が共分散全体に影響を及ぼすため

SSDSE と統計データ分析コンペティションの概要

谷 薫・独立行政法人統計センター
〒162-8668 東京都新宿区若松町 19-1
TEL：03-5273-1368
E-mail：statcompe@nstac.go.jp

本報告では、SSDSE 及び統計データ分析コンペティションの概要及び今年度の実施状況について解説する。

1. SSDSE の概要

SSDSE（教育用標準データセット：Standardized Statistical Data Set for Education）は、データ分析のための汎用素材として、統計センターが作成し毎年更新の上、公開している。様々な分野（人口・世帯、経済基盤、教育、健康・医療、福祉・社会保障など）の公的統計を、地域別にまとめた、表形式のデータセットであり（ファイル形式は、CSV 及び Excel）、これをダウンロードすることで直ちにデータ分析に利用することができる。併せて、収録している統計データの出典、単位、項目定義など、SSDSE を利用する上で必要な情報を掲載した「解説」を公開している。データサイエンス演習、統計教育などに活用できる。

2018 年に提供を開始し、現在は 6 種類の SSDSE が無償ダウンロードできる。今年も 4 月から 7 月にかけて、最新データに更新、順次提供を行うこととしている。今後も、利用者の要望を参考に内容を充実させていく予定である。

SSDSE-市区町村（SSDSE-A）：

市区町村×多分野 125 項目

SSDSE-県別推移（SSDSE-B）：

47 都道府県×12 年次×多分野 109 項目

SSDSE-家計消費（SSDSE-C）：

全国・47 都道府県庁所在市×家計消費 226 項目

SSDSE-社会生活（SSDSE-D）：

全国・47 都道府県×男女別×社会生活 121 項目

SSDSE-基本素材（SSDSE-E）：

全国・47 都道府県×多分野 90 項目

SSDSE-気候値（SSDSE-F）：

47 都道府県庁所在市×月・年×気象 42 項目

2. 統計データ分析コンペティションの概要

独立行政法人統計センター（以下、統計センター）では、総務省統計局等との共催により、統計リテラシー向上のための取組として統計データ分析コンペティションを 2018 年から毎年開催している。2021 年からは文部科学省の後援も得ている。

このコンペでは、高校生、大学生等を対象に論文を公募し（参加無料）、統計センターが提供する SSDSE を用いて、統計データ分析力を活用した課題解決のアイデアを評価するものである。

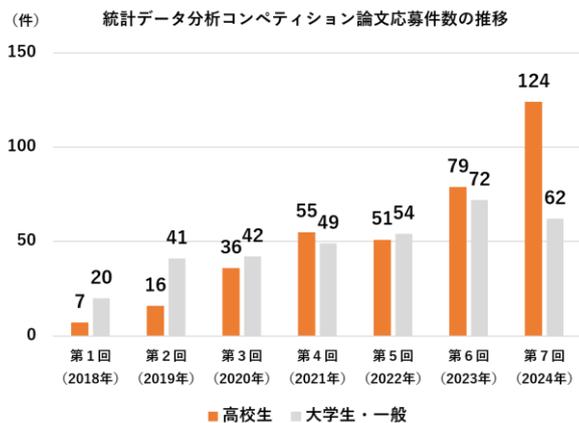
2024 年のポスター（2025 年も 4 月公開予定）



The poster for the 2024 Statistical Data Analysis Competition features a blue and yellow color scheme. At the top, it lists the organizing institutions: the Ministry of Statistics, the National Institute of Statistics, the National Institute of Information and Communications, and the Japan Statistical Association. The main title '統計データ分析コンペティション 2024' is prominently displayed in large, bold characters. Below the title, the target audience is identified as '高校生、大学生等の皆さんの統計データ分析力を活用した課題解決のアイデアを競います' (Compete for ideas that utilize the statistical data analysis skills of high school and university students to solve problems). The '論文募集' (Paper Collection) section is divided into three categories: 'エントリー期間' (Entry Period) from May 10 to August 9, 2024; '論文締切' (Paper Deadline) for '大学生・一般の部' (University/General) on August 30, 2024, and for '高校生の部' (High School) on September 6, 2024. A yellow circular badge highlights that the best works will receive '総務大臣賞と副賞' (Minister's Award and Special Award). A QR code and the website URL 'https://www.nstac.go.jp/compete/' are provided for more information. The bottom of the poster lists the sponsors: '共催' (Co-organized) by the Ministry of Statistics, National Institute of Statistics, and Japan Statistical Association; '後援' (Sponsored) by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, National Institute of Information and Communications, and Japan Statistical Association.

3. 統計データ分析コンペティションの応募状況

昨年 2024 年の応募論文数は、高校生の部 124 本、大学生・一般の部 62 本であり、高校生の応募論文数は増加傾向にある。



4. 受賞論文の概要等

高校生の部の受賞者及び受賞論文の概要は、以下のとおり。

(1) 総務大臣賞

佐々木 万悠子 (雙葉高等学校)

「食の外部化における地域特性」

新型コロナウイルス感染症による外出自粛の影響により、外食から中食へのシフトが進んでいる状況に着目し、都道府県庁所在市別にどのように異なるかを比較分析し、食の外部化（外食と中食）の傾向が地域により異なり、その背景は生活環境が大きく影響すると考えられることを示唆した。

(2) 優秀賞

黒木 喬士郎、井上 和幸、高山 大綺、玉田 章人 (大分工業高等専門学校情報工学科)

「福祉支援を通じた過疎化対策の提案」

過疎化が進行している地域において、福祉支援が人口増加に与える影響を調査し、福祉施設の利用者割合と人口増加率の間には一貫した相関は見られなかったものの、特定の地域では福祉施設の充実が人口増加に寄与している可能性を示唆した。

(3) 統計数理賞

大河内 花音 (愛知県立一宮高等学校)

「子供の体力・運動能力」

子供の体力・運動能力の向上・低下に関係する要因を見つけるため、都道府県別に分析を行い、運動習慣が運動能力に大きな影響を与えており、運動系の習い事や外で遊びやすい環境を作ることや、生活習慣を整え学校での勉強にも力を注ぐことが、結果的に運動能力の向上につながることを示唆した。

(4) 統計活用奨励賞

過 目今 (法政大学国際高等学校)

「医療費削減に向けたスポーツ時間増加策のデータ分析」

医療費削減に向けスポーツ時間を阻害する要因を見つけるため、スポーツ行動者率とスポーツ行動者平均時間の二つについて分析し、青少年期では、睡眠時間とスポーツ時間の確保が重要であり、現役世代では、健康への危機感や、飲みニケーションは阻害要因であることを示し、シニア世代においては、寝すぎを避けることとスポーツ仲間作りが重要であることを示した。

(5) 審査員奨励賞 6本

【参考URL】

- ・統計データ分析コンペティション 2024
<<https://www.nstac.go.jp/statcompe/>>
- ・SSDSE (教育用標準データセット)
<<https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/>>
- ・総務省統計局報道資料
<<https://www.stat.go.jp/info/guide/public/houdou/pdf/ho241018.pdf>>

食の外部化における地域特性

佐々木 万悠子（私立雙葉高等学校）

1. データ分析の目的

2020年の新型コロナウイルス感染症(COVID-19)による外出自粛の影響は、外食需要の減少をもたらした。一方、「中食(調理食品)」の支出は右肩上がりの傾向で、外食から中食へのシフトが進んでいる。このような状況に着目し、本研究では、都道府県庁所在市(以下、県庁所在市)ごとに「食の外部化(外食+中食)」の傾向を比較し、地域ごとの違いが生じる背景を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法と手順

総務省の「家計調査」全国データを基に、県庁所在市ごとの内食・中食・外食の消費支出割合を算出した。この結果を基に、各都市を「地方」/「都市」と、「内食型」/「中食型」/「バランス型(中食割合-外食割合=0に近い)」/「外食型」のタイプに分類し、抽出した代表的な13都市について、共働き世帯の割合、帰宅から夕食までの時間の長短、エンゲル係数という3指標で相関分析を行い、食の選択の背景に生活環境がどのように影響しているのか検証した。

3. データ分析の結果

3つの指標の相関分析結果として、次のような傾向が見られた。共働きの世帯ほど、中食割合が高い傾向を示す。共働き世帯割合が高いと内食割合が低くなる傾向がある。エンゲル係数が高いと内食割合が高くなる傾向が見られる。中食割合が高いほど、帰宅から夕食までの時間が短くなることも推察された。そして、抽出した13都市を類型化し、各類型を分析した結果、県庁所在市は、次の7つのタイプに分類することができた。

地方では、「①内食型」「②中食型」「③バランス

型」の3つのタイプが見られた。青森市のように冬季の寒冷な気候や市場規模の小ささが影響し、内食の割合が高い都市がある〔①〕。一方、甲府市のように共働き世帯の割合が高く、調理にかかる時間を短縮するために中食を積極的に利用すると推察できる都市が見られた〔②〕。また、富山市のように中食・外食の利用割合がバランスよく分かれている都市が確認された〔③〕。

都心では、「④内食型」「⑤外食型」「⑥中食型」「⑦バランス型」の4つのタイプが見られた。京都市のように共働き世帯割合が低く、家庭で調理する時間を確保しやすい「内食型」都市もあれば〔④〕、名古屋市のように「モーニング文化」などの影響で外食の割合が高い「外食型」都市もあった〔⑤〕。また、大阪市は都心部でありながら外食よりも中食の割合が高い「中食型」都市として分類された〔⑥〕。そして、千葉市のように、中食・外食の支出が同程度の「バランス型」都市も見られた〔⑦〕。

4. 結論

「食の外部化(外食+中食)」は、共働き世帯、単身世帯の増加など、ライフスタイルの変化を背景に、中食のニーズが増大している。また、外食産業では中食需要を取り込む動きが活発化している。

今後、共働きや人口減少といった社会構造の変化が加速するにつれ、地域特性は一層強化されると予想される。外食も中食も発展していくことは確実だと思われるが、地域によってその発展の度合いは異なっていくことになるだろう。この地域特性を考慮した上で、消費者も生産者も共に有益となるように活性化される外食・中食産業の今後のあり方を検討していくことが重要である。

SSDSE を使ったデータ活用能力の育成

鈴木 淳子・愛知県立一宮高等学校（情報科教員）
〒491-8533 愛知県一宮市北園通6丁目9番地
E-mail : suzuki9059[at]aichi-c.ed.jp [at] は@

1. はじめに

本校は、長年、国の SSH（スーパーサイエンスハイスクール）の実践校に指定されており、データサイエンス教育の充実が重点目標の一つとなっている。データ活用能力の育成が、昨今社会全体から期待されていることは、科目「情報Ⅰ」の中で、単元「データの活用」が大きな割合を占めていることからもうかがえる。

本研究では、SSDSE を活用した授業の取り組みを報告するとともに、授業の最終段階として生徒に課しているレポート（一部生徒は論文）の中から、「統計データ分析コンペティション」の「統計数理賞」を受賞した論文について紹介する。

2. 『データの活用』授業の流れ

授業は、『実習：表計算ソフトの基本』『実習：e-Stat』『実習：SSDSE』『夏課題レポート作成』の四つの段階を踏んで行っている。

2.1 実習：表計算ソフトの基本

最初の 2 時間程度は表計算ソフトに慣れることに費やす。簡単な関数を使えるようにすることが目的であるが、スマートフォン世代の生徒にとってはマウス操作ですら難しいため、重要な時間である。

2.2 実習：e-Stat の活用

表計算ソフトの基本操作を習得した後、e-Stat を用いた実習に進む。e-Stat には膨大なデータがあり、初めて触れる生徒はどこから手を付けて良いか迷いがちなため、市区町村データに絞って取り出し方を教える。基本操作を指導した後、具体的なミッション「愛知県の市町村で外国人居住者の多い市を探せ！」を通じてデータを扱う方法を学ばせる。その際、『『多い』とは？単に数の多い少ないの比較でよいですか？』と問いかけをし、総人口で割るなどの処理の必要性に気づかせる。

2.3 実習：SSDSE の活用

SSDSE を使った実習では、令和 5 年度の数学の共通テストの問題を用いてデータの可視化を行った（図 1・図 2）。共通テストの問題を用いた理由は、受験を意識させるためではなく、本問題が分析の基本的な流れを把握できる良問であること、うなぎのかば焼きとやきとりの支出金額の地域による特性をみる、という題材が生徒の興味をひくと考えたからである。

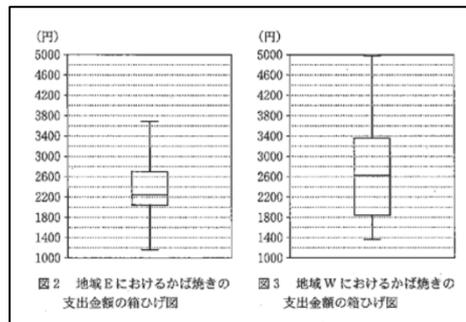


図 1 箱ひげ図（共通テスト問題より）

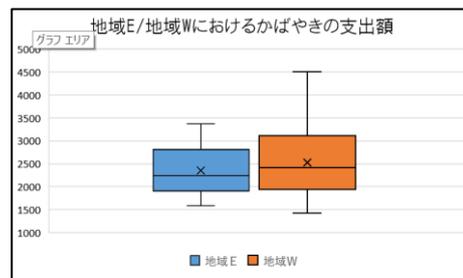


図 2 箱ひげ図（表計算ソフトによる）

2.4 独自のテーマで分析

これまでの実習の集大成として、各自のテーマに基づいてデータ分析レポートを作成させる。また、データ分析コンペティションへの応募を促し、希望する生徒には論文を作成するよう指導する。

3. 今後に向けた授業改善

現状は、データの可視化ができる技術を習得させた後に各自のテーマでデータ分析を行う流れだが、加えて、今後は、可視化されたデータの読み取り練習を行うことで、思考力・判断力の育成につなげたい。

4. 統計データ分析コンペティション

以下が、過去三年間の生徒の受賞論文のタイトルである。

<令和4年度>

統計活用奨励賞：都市部と地方の教育格差の要因と課題

<令和5年度>

審査員奨励賞：日本の食料自給率を上げるために・日本人の英語能力の実態とその背景・熱中症を防ごう！

<令和6年度>

統計数理賞：子供の体力・運動能力

審査員奨励賞：鳥獣被害の原因と対策提案

5. 受賞論文の概要

令和6年度に統計数理賞を受賞した論文『子供の体力・運動能力』について、概要を紹介する。

5.1 分析の背景と目的

子供たちの身体的な健康状態を把握する重要な指標である全国体力・運動能力調査では、子供たちの体力が低下傾向を示していることが読み取れる（図3）⁽¹⁾。

これは、近年の環境・ライフスタイルの変化やコロナ禍により運動機会が減少するなど、悪影響を及ぼす原因が複数あることが考えられる。

また、筆者の住む愛知県は、全国で最低レベルの結果となっていることから、今回、子供たち



図3 全国体力・運動能力調査

の体力・運動能力に与える要因を特定することで、子供たちの運動能力向上に寄与したい、というのが本研究の目的である。

表1 愛知県の体力合計点都道府県別順位

	2021年	2022年	2023年
小5女子	47位	47位	43位
小5男子	47位	46位	47位
中2女子	45位	46位	45位
中2男子	47位	47位	46位

5.2 データ分析の手法

データ分析を行うにあたって仮説を設定するため、体力や運動能力に影響を与える要因を分類した（図4）。



図4 要因の分類

また、箱ひげ図を使ってデータの分布を確認し、外れ値の扱いについても検討した（図5）。

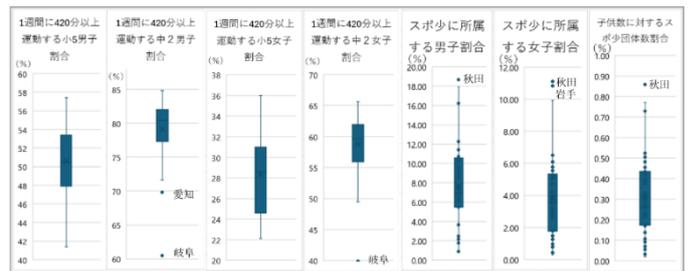


図5 各項目の分布と外れ値

その後、相関係数を算出して各要因間の相関を調べ、相関係数の高かった項目について、重回帰分析を行うことで、特定の要因が運動能力に与える影響を測定した。

5.3 結果の解釈と考察

重回帰分析により、スポーツ少年団に所属する割合など、運動習慣が運動能力に最も影響を与えることがわかった。運動習慣をつけるには、運動系の習い事、外で遊びやすい観光づくりなど、大人の協力も必要である。また、生活習慣を整え学校での勉強に力を注ぐことが、結果的に運動能力の向上につながることもわかった。

ここで、当初の目的でもある、愛知県内の子供たちの運動能力向上に寄与したい、という視点から結果をみると、睡眠時間の少なさ、スポーツ少年団の団体数や所属する割合の少なさ、がマイナス原因としてあげられる。昨今、愛知県では、中学校などで部活動を廃止する方向に進みつつあるが、部活動の継続や、スポーツ少年団の充実が必要だと考える。また、親子で参加するスポーツイベントなどを通し、運動の楽しさを伝えることが大切ではないだろうか。

参考文献

- (1)小中学生の体力、男女とも過去最低 22年度調査、コロナ禍で運動機会減る【西日本新聞 me】(nishinippon.co.jp)

国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS) データの活用方法に関する提案

細田 幸希・目白大学/文部科学省国立教育政策研究所

〒161-8539 東京都新宿区中落合 4-31-1

E-mail : k.hosoda@mejiro.ac.jp

1. はじめに

我が国において、教育データの分析と利活用の推進は重点課題の一つとして位置づけられている。文部科学省 (2024) によると、教育データの利活用の意義や目的について、データの役割と実用性を明確にしながらか教育関係者に広く周知していくことが重要であるとされている。また、教育現場における人材育成では、教員養成段階における教育データの読み取りや解釈、活用方法の検討といったデータリテラシーの向上に向けた教育の充実も求められている。しかしながら、具体的な教育データに即した分析方法や利活用については検討の余地があると考えられる。

そこで、本稿では、教育に関する国際的な大規模調査である「国際数学・理科教育動向調査 (Trends in International Mathematics and Science Study : TIMSS)」のデータを用いた分析や利活用に着目する。TIMSS 調査では、4年生と8年生の児童生徒の算数・数学及び理科の学力を測定するとともに、児童生徒、保護者、教師、学校長による質問調査を通して、児童生徒の態度や経験、家庭、教室の環境に関する様々な情報を収集している (Fishbein et al., 2025)。また、TIMSS 調査データ (最新版は TIMSS 2023 International Database) は一般公開されており、自由にダウンロードして分析することが可能である。さらに、TIMSS データの統合・解析ソフトウェアである「IEA IDB Analyzer¹⁾」を使用することで、基本的な統計解析を行うことができる。したがって、TIMSS データを用いた分析と解釈を通して、教育データの学びの機会の提供や学術研究及び教育政策への活用に関する指針を示すことができる。

以上より、本稿では、IEA IDB Analyzer を用いた TIMSS2023 データの構造や分析、解釈の方法を概説しながら、教育データの利活用に関する展望について議論する。

2. IEA IDB Analyzer を活用した TIMSS2023 データ分析の概要

① IEA IDB Analyzer の仕組みとデータの統合

IEA IDB Analyzer は、TIMSS 国際本部の一つである国際教育到達度評価学会 (IEA Humburg) によって開発され、IEA 調査データファイルを、R や SAS、SPSS 言語を用いて統合したり、データ分析をおこなったりできるグラフィカルユーザーインターフェースである (Fishbein et al., 2025)。IEA IDB Analyzer は、プログラミングコードを書かずにデータファイルの統合と分析ができる。また、TIMSS を含む大規模な教育評価調査における複雑なサンプリング設計を考慮した分析が可能である。

具体的な分析の手順として、まず、TIMSS データファイルをダウンロードする²⁾。TIMSS データファイルは、異なるファイルが国ごとに分けられて配布されている。そのため、複数の国や地域を比較して分析するためにデータを組み合わせたり、異なる種類のデータ (児童生徒、保護者、学校、教師) を1つのデータセットに統合したりすることができる。なお、現在は R、SAS、SPSS 形式のデータがそれぞれ公開されている。

次に、データを統合するためには、IEA IDB Analyzer を起動し、「Merge Module」を実行する。先ほどダウンロードしたデータファイルを IDB Analyzer 上で開き、Available Participants リストにある国や地域から関心があるものを選択する。続いて、Available Variables リストから変数名と説明を基に、分析に必要な変数を選択する。そして、統合されたデータファイルの名前と保存先を指定すると、R スクリプトや SAS、SPSS プログラムが自動的に作成される。最後に、R スクリプト (または SPSS や SAS プログラム) を実行することで、統合されたデータファイルが指定したフォルダに保存される。

② 統計解析の種類

IEA IDB Analyzer を活用したデータ分析では、多くの統計解析を行うことができる (IEA, 2025)。主な統計解析の種類は以下の通りである (表 1)。

表 1 IEA IDB Analyzer で使用できる統計解析

種類	内容
割合と平均	選択された分析変数のグループごとに比率, 平均値, 標準偏差を算出する。
線形回帰	選択された独立変数に関するグループごとに従属変数を予測する回帰係数を算出する (SAS または SPSS のみロジスティック回帰も使用可能)。
相関	選択された分析変数のグループごとに平均値, 標準偏差, 相関係数を算出する。
国際標識水準 (Benchmarks)	グループ化変数で定義されたサブグループごとに, 分析者が指定した国際標識水準を満たす児童生徒の割合を算出する。
パーセンタイル (Percentiles)	連続型の分析変数に関する分布上の割合を基に, グループ化変数によって定義されたサブグループごとに分離する得点を算出する。

さらに、複数年のデータセットを作成することで、IEA IDB Analyzer 上で経年変化分析を行うこともできる (R, SAS, SPSS に対応するコマンドを使用してデータセットを作成する)。

3. 海外における TIMSS データの活用例

海外では TIMSS データを教科教育研究や教育政策に積極的に活用している。例えば、Bokhove (2022) は、中学校教師を対象とした質問調査における数学指導に関する 13 個の項目に基づく尺度が開発し、それらと数学の得点の関連性を分析しながら、東アジアの国と地域 (日本, 韓国, 香港, 台湾, シンガポール) と他国の数学指導の違いが明らかになっている。その結果、東アジアの国と地域は、他国と比べて、生徒が能動的に数学的知識を生成するように教師が促す

指導が少ない傾向があることが明らかになった。

また、教育政策への活用例として、Lin (2018) では台湾における数学教育改革の事例が報告されている。具体的には、TIMSS データの分析から下位層の児童生徒の支援や、態度及び動機づけを高める活動の必要性が明らかになり、それらの課題に対する取り組み「Just Do Math」を通して教育改革を推進した。

上記のような TIMSS データの活用を一例に、我が国においても今後、大学等の研究機関で教育データの利活用をより一層進めていく必要がある。

注

- 1) IEA IDB Analyzer の最新版は、IEA Data and Tools のウェブサイトからダウンロードできる (<https://www.ica.nl/data-tools>)。
- 2) TIMSS 2023 International Database は、TIMSS & PIRLS 国際研究センター (<https://timss2023.org/data/>)、または IEA Data Repository (<https://www.ica.nl/data-tools/repository>) のウェブサイトよりダウンロードできる。

引用・参考文献

- Bokhove, C. (2022). Are instructional practices different between East and West? An analysis of grade 8 TIMSS 2019 data. *Asian Journal of Mathematics Education*, 1, 221-241. <https://doi.org/10.1177/27527263221109752>
- Fishbein, B., Taneva, M., & Kowolik, K. (2025). *TIMSS 2023 User Guide for the International Database*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://timss2023.org/data> (2025.2.17 参照)
- IEA (2025). *Help Manual for the IEA IDB Analyzer (Version 5.0)*. Hamburg, Germany. <https://www.ica.nl/data-tools/tools> (2025.2.17 参照)
- Lin, F.L. (2018). How Chinese Taipei used TIMSS data to reform mathematics education. *IEA Compass: Briefs in Education*, 2, Amsterdam, The Netherlands: IEA.
- 文部科学省 (2024). 教育データ利活用の実現に向けた実効的な方策について (議論のまとめ). https://www.mext.go.jp/content/20240328-mext_syoto01-000034992_1.pdf (2025.2.17 参照)

2025年3月1日
第22回統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ
デジタル人材育成を視野に入れた統計・データサイエンス教育を考える
～新学習指導要領を見据えた生成AIや探求学習を活用した
統計・データサイエンス教育における文理横断・文理融合教育の展開～

「データの活用領域」の改訂教科書 内容の比較と課題

慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科
山内 慶太

内容

1. 背景
2. データの分布を見る
 - ① 題材の選び方
 - ② 2つの山からなるヒストグラムの扱い
3. 統計的探究プロセス(PPDACサイクル)
4. 他の教科との連携
 - ① 比較・分類・因果に国語で言及
 - ② フィッシュボーン等の思考ツールを様々な教科・出版社が紹介
 - ③ 探究の過程のサイクルを強調している教科書もある
5. まとめ

1. 背景

- 平成29年3月告示の学習指導要領
 - 統計的問題解決能力の育成を重視
 - 小学校算数科・中学校数学科では領域構成を見直し「データの活用」を設定
- 新学習指導要領に基づく教科書
 - 小学校 2020年4月～ 改訂版2024年4月～
 - 中学校 2021年4月～ 改訂版2025年4月～
- 演者は、
 - 大学院で医療マネジメントにおけるヘルスデータサイエンスの活用に関心を持って教育研究に従事
 - 初等中等教育にも初等部長や自治体の教育委員の立場で関わって来たので、各社の各学年の教科書を読み比べる機会に恵まれて来た。

2. データの分布を見る

- 中学の「データの活用」
 - 1年 データの分布(ヒストグラム)・不確定な事象の起こりやすさ
 - 2年 データの分布(箱ひげ図)・不確定な事象の起こりやすさ
 - 3年 標本調査
 各教科書が、様々な分布のパターンを示して、分布を丁寧に見る必要性が理解できるように留意している印象
- ① 題材の選び方

「目的に応じてデータを収集して分析し、そのデータの分布の傾向を読み取り、批判的に考察し判断すること」、

「日常の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察したりする活動」
(『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説数学編』)
- ② 2つの山からなるヒストグラムの扱いに差異

① 題材の選び方(中1「データの活用」の冒頭の題材)

- データを収集して分析
 - [学校図書] (ルーラーキャッチ)反応の早さはどのくらいかな?
 - [大日本図書]10cmでどれくらいかな?
 - [啓林館] ゆっくり落ちる紙(紙吹雪)の大きさは?(2021)
⇒滞在時間の長いリボンをつくらう(2025)
 - [教育出版] どちらの(バス)ルートを利用すればよいかな?(2021)
⇒滞空時間の長い紙コプターを作らう(2025)
- 日常の(身近な)事象を分析
 - [東京書籍] 現在の(サッカー)チームを分析しよう(1500m走)
 - [数研出版] 旅行先を過去の同時期の気温・天気から考える
 - [日本文教出版]気温は高くなってきている?

データを収集して分析(紙コプター)



教育出版・1年

紙ヘリコプター

「樫広計先生が米国(MIT)から持ち帰られた優れた教材で、日本品質管理学会の研究会の席で、樫先生がメンバーの皆さんに紹介されたもの」(高橋武則)

高橋武則「超設計のパラダイムとメソドロジー」横幹13(2)

日常の身近な題材 (中2)

- ・[日本文教出版] 猛暑日は増えている?
- ・[教育出版] 冬日は本当に減ってきているのかな?
- ・[学校図書] 降水日は多くなったのか?
- ・[大日本図書] 気温、読書時間、体力測定
- ・[数研出版] 体力測定
- ・[東京書籍] 牛乳の販売数の傾向は?
- ・[啓林館] インターネット通信速度(どの会社を選ぶ?)

日常の(身近な)事象を分析

東京書籍(2021年版)・2年

② 2つの山からなるヒストグラム

『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説数学編』に例示されている、ホーリング場の靴のサイズ毎の貸し出し回数と同様の題材を使うにとどまっている教科書もある。

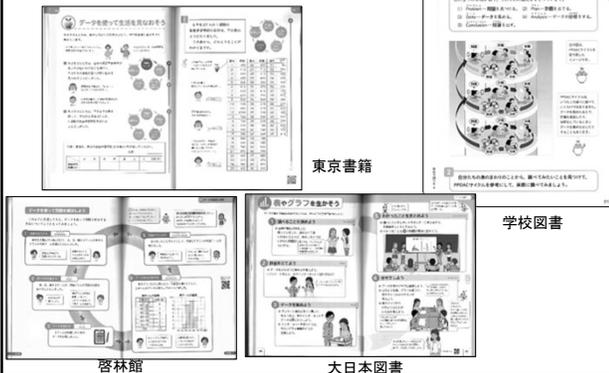
学校図書・1年

日本文教出版(2021版)・1年

日本文教出版(2025版)・1年

統計的探究プロセスの説明(小学校6年)

- PPDACサイクルであることを視覚的にも示している



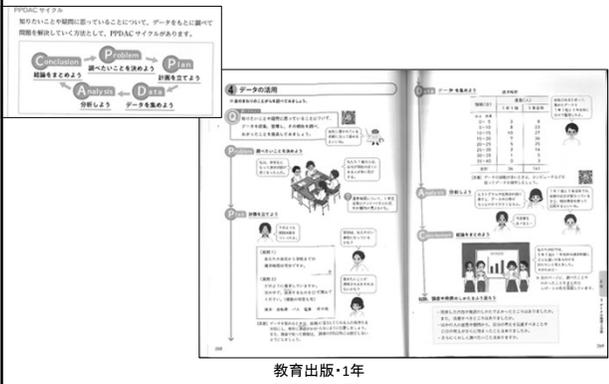
- PPDACサイクルを8頁に亘り、漫画で説明した教科書

題材も、6年のマスコットを決めるために、4案のアンケートを行ってみんなの意見を調査するというもの



統計的探究プロセスの説明(中学校1年)

- PPDACサイクルの各段階を分かり易く表示した教科書



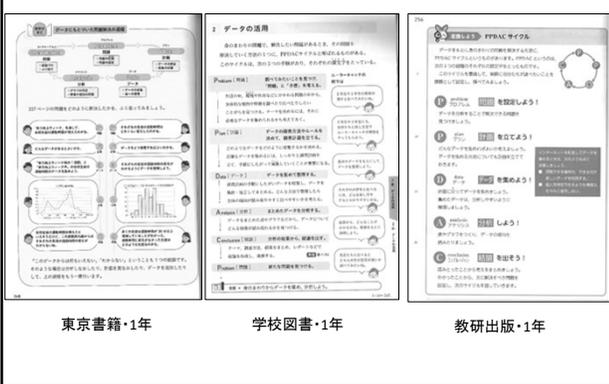
統計的探究プロセスの説明(中学校1年)

- PPDACの各段階を分かり易く表示した教科書



統計的探究プロセスの説明(中学校1年)

- PPDACサイクルを示した教科書例



3. 統計的探究プロセス(PPDACサイクル)

- 『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説算数編』
「目的に応じてデータを収集、分類整理し、結果を適切に表現するとは、統計的な問題解決活動を指しているが、統計的な問題解決活動においては、「問題—計画—データ分析—結論」というような段階からなる統計的探究プロセスと呼ばれるものがある」
- 小6年は全社教科書が紹介
 - 課題
 - サイクルを意識出来るかどうかには差異があったが、今回改訂で各社サイクルを意識する図になった。
 - 取り上げている題材が、何かをわかったことで終わるものと、行動につながるものに分かれる。
- 中学校教科書は小学校版に比べ印象づけられる図や説明が弱い

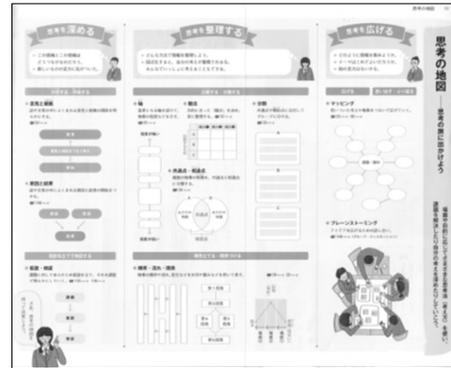
⇒ 統計的探究の思考過程の定着の為には、小6教科書から更に発展させた図示・説明が必要

4. 他の教科との連携

・ 探究的な思考は新学習指導要領では教科を問わず重視されており、他の教科の教科書にも、算数・数学における統計教育と補完したり、つなげたりできる内容が散見される。

- ① 比較・分類・因果に国語で言及
- ② フィッシュボーン等の思考ツールを様々な教科・出版社が紹介
- ③ 探究の過程のサイクルを強調している教科書もある

① 国語でも、比較・分類・因果に言及



光村書店・1年

① 国語でも比較・分類・因果に言及

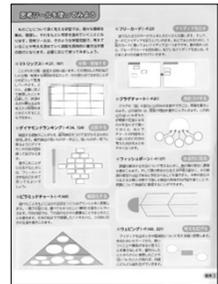


光村書店・1年

- ・ 矢印の方向
- ・ 見かけ上の相関・隔れた共通の要因 等にも触れる

② 思考ツールを各教科で紹介

日本文教・公民



- ・ 国語・歴史・地理・公民等各科で思考ツールが紹介
- ・ 歴史・地理・公民では、巻末の課題の分析等に使用
- ・ 但し説明は不十分
 - ・ フィッシュボーンも、要素の整理のためで、「特性要因図」としての説明が無い

4. 他の教科との連携

・ 探究的な思考は新学習指導要領では教科を問わず重視されており、他の教科の教科書にも、算数・数学における統計教育と補完したり、つなげたりできる内容が散見される。

- ① 比較・分類・因果に国語で言及
- ② フィッシュボーン等の思考ツールを様々な教科・出版社が紹介
- ③ 探究の過程のサイクルを強調している教科書もある

⇒ 小学校と異なり、中学校では、教員の担当科目が明確になっている為、他の教科の教科書まで読む機会は余り多くない。

しかしながら、上記のように、重要な概念・視点・ツールが他教科にも多く入って来ているのが特徴であり、これらを適切に結びつけることができれば、統計的探究・統計的思考力の教育効果はより大きくなる。

特に、思考ツールはそれ自体の説明が不十分で、しかも活用事例も国語・社会科学等にとどまっている為、統計的探究の中での活用事例を作っていくことが望まれる。

小学校教科書での教科間の連携の例

2年生の生活科 ⇒ 3年生の理科



教育出版『せいかつ下 なかよしひろがれ』



教育出版『みらいをひらく小学理科3』

3年生の理科(続き)



教育出版 理科3年

2020年版は教育出版のみ
2024年版は全社教科書に入る

- ・ ゴム車の走行距離の要因として、ゴムを引っ張る長さがあることを知る。
- ・ グラフに図示することで、両者の関係を視覚的に掴む。

(以上前頁)

- ・ 狙った走行距離で止めるゲームを行う。
 - ・ 結果を規定する要因を制御することについて体験的に理解する。
 - ・ データを基にした論理的な議論が各チームで繰り広げられる。(小学生低学年でも十分可能)
 - ・ 紙ヘリコプター等、模擬体験教育に通ずる意義がある。
- [一番長く走る競争では、単にゴムを長く引っ張るだけになってしまいチームでの議論も理解も深まらない。]

5. まとめ

- ・ 新学習指導要領に対応した新教科書で、「データの活用」の部分は充実したが、教科書によって題材の選び方、補足の記述、等には差がある。
- ・ 但し、今回の改訂では、以下のような点は注目される。
 - ・ 中1の教科書で、題材を改めて紙ヘリコプターが登場。
 - ・ 小6の教科書で、各社ともPPDACがサイクルを意識する図になった。
- ・ 他の教科でも出版社によってはあるが、統計的思考に繋がる内容が散見される。
 - ・ 小3理科のゴム車のゲームが、全社で取り上げられるようになった。
 - ・ フィッシュボーン等思考ツールは、活用事例が増えているが、思考ツール自体の説明は不十分なまま。
- ・ 各校では、各社の教科書を対比して物足りない点を補いながら活用すること、他教科ともつなぎ合わせることで統計的思考力をより育てられる。(統計教育の視点での意義をその教科の教員とも共有するための対話が必要)
- ・ 勿論、教科書に頼るのではなく、統計的な問題解決の方法の面白さを体験的に学べる題材、データとの対話、データを巡るグループでの対話を活発にしやすい教材を開発して積極的に実践することも期待される

高等学校数学 B の教科書にみる統計教育について

及川久遠・四天王寺大学教育学部

E-mail : oikawa@shitennoji.ac.jp

1. はじめに

「はじめに」にあたり、高等学校の状況を紹介することから始める。

令和 5 (2023) 年度からの高等学校「数学 B」において、統計的な推測で仮説検定を再び扱うことになった。再びといっても高等学校で仮説検定が扱われていたのは、昭和 57(1982)年度施行の学習指導要領における科目「確率・統計」であり、標準的な高等学校の教育課程でいえば、平成 7(1995)年度の 3 年生が最後であった。平成 5(1993)年度施行の学習指導要領においても統計的な推測という単元は存在していたが、推定のみで検定は扱われていなかった。

実は、これまでの高等学校の数学では、統計的な推測を扱わなくとも未履修等にはならず、また一部の大学入試（主に医学部入試）を除いては生徒の進路にも影響はなかった。それ故なのか、高等学校の多数の数学教員はこれまでに統計的な推測を教えた経験がない状態で指導することとなり、大変ご苦労されているとのことである。そのような中で早速令和 7 年 1 月に実施された共通テストの数学②〔数学 II・数学 B・数学 C〕第 5 問で検定を含む問題が出題された。もはや統計的な推測、特に推定・検定の指導は待ったなしの状態である。

このような状況において統計的な推測をどのように教えようかという声を数学 B の検定教科書が発行された 2 年前よりよく聞くようになった。特に検定については高等学校で扱っていた最終年度の平成 7(1995)年度に最も若い 23 歳の教員が教えた経験があったとしても、その教員は令和 7 年度で 53 歳である。53 歳以上の教員数、当時は統計的な推測は教科書には載っているものの、ほとんど教えられていなかったということから、検定を教えた経験のある教員は稀な存在である。

数学科における統計教育の重要性・必要性を感じ、積極的に活動されている先生がいらっしゃる一方で、

多くの現場はこのような状況にあるということを理解しておかないといけない。

そこで本稿では、これまでに行った「数学科における統計教育に関する教材研究」のうち、数学 B の教科書比較（の一部）について紹介する。

2. 「確率・統計」の教科書と「数学 B」の教科書比較

教科書を比較する前に、学習指導要領を比較する。学習指導要領には本文と解説があるが誰も手に入られる本文の方で比較する。

まずは、昭和 57(1982)年度施行の学習指導要領[1]の「確率・統計」を紹介する。

第 6 確率・統計

1 目 標

確率に関する基本的な概念や法則についての理解を深めるとともに、確率分布の概念を理解させ、統計的な見方・考え方に関する能力を伸ばす。

2 内 容

(5) 統計的な推測

ア 母集団と標本

イ 統計的な推測の考え

[用語・記号] 推定, 検定

3 内容の取扱い

内容の(5)については、具体例を通して統計的な推測の考え方を理解させる程度とする。

次に、現行の学習指導要領（令和 4 年度施行）[2]であるが、目標は少し長いので統計的な推測に関連する部分を先に抜き出しておくと、次の通りである。

・統計的な推測についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解する。

・確率分布や標本分布の性質に着目し、母集団の傾向を推測し判断したり、標本調査の方法や結果を批判的に考察したりする力を養う。

内容と内容の取扱いは以下の通りである。

2 内容

(2) 統計的な推測

統計的な推測について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のような知識及び技能を身に付けること。

(エ) 正規分布を用いた区間推定及び仮説検定の方法を理解すること。

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。

(イ) 目的に応じて標本調査を設計し、収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして、母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに、標本調査の方法や結果を批判的に考察すること。

[用語・記号] 信頼区間, 有意水準

3 内容の取扱い

(1) この科目は、内容の(1)から(3)までの中から適宜選択させるものとする。

始めに仮説検定に限定して、同じ出版社・同じレベルの「確率・統計」と「数学 B」の事項の説明、例や例題、問題などを比較する。(以下、「確率・統計」の教科書[3]を「確」、 「数学 B」の教科書[4]を「B」で表すこととする。)

まず、節のタイトルであるが、学習指導要領の内容における記述の違いがはっきり現れている。

確：検定の考え

B：仮説検定の方法

「確」の方は仮説検定という用語は一度も現れないのに対して、「B」は学習指導要領に記載されていることもあり、明確に定義されている。用語に関しては後述する。

次に、導入の例は以下の通りである。「確」の方は確率変数が二項分布にしたがう例、「B」の方は正規分布にしたがう例を扱っている。これも、学習指導要領の記述に寄るところが大きい。

確：ある硬貨を10回投げるとき、表の出る回数が9回以上あるいは1回以下であったとすれば、それは極端なできごとで、硬貨が正しくつくられていないので

はないかという疑問が起こる。このことを確率を用いて調べてみよう。…

B：あるスマートフォンは、最大に充電した状態から連続で平均500時間の通話が可能であるという。今回、製造工程の見直しによって充電電池の品質が向上し、通話可能な時間が伸びたことが予想された。

そこで、この新しい充電電池から144個を無作為に抽出して通話可能な時間を測定したところ、標本における平均は510時間であった。

母標準偏差が60時間であるとき、この標本調査の結果から、通話可能な時間の平均は伸びたと判断してよいであろうか、…

ちなみに、大学の一般教養の講義で使用しているテキスト[5]の導入例もコイントスである。

「B」の場合、学習指導要領に記載されているので、「正規分布を用いた仮説検定の方法」を導入とするのは当然なことではあるが、実はこの導入例は片側検定であり、導入例の後で、用語の説明、例題と続くが、その例題も片側検定である。さらに例題を踏まえての間も逆側の片側検定であり、その後で「片側検定と両側検定」という項目を立てて詳しく説明をしている。

「確」の方であるが、導入例の後で、用語の説明、例題と続くが、その例題は「硬貨を400回投げたら表が242回出た。…」というような問題で、二項分布を正規分布に近似して考える問題である。こちらは終始大学のテキストに近い記述になっている。

どちらも導入例の後には用語の説明であるが、ここでは、それぞれの教科書に出てくる用語のうち、太字になっているものを出現順に列挙して比較する。

表 教科書に現れる用語の比較

確率・統計	数学 B
統計的仮説	帰無仮説, 対立仮説
検定	仮説検定, 検定
棄却	棄却
有意水準	有意水準
棄却域	棄却域
危険率	—
片側検定, 両側検定	両側検定, 片側検定

上の表で明らかな違いが2つあるので、これらについて詳しく見てみることにする。

まず、「確」の統計的仮説であるが、教科書の記述を抜き出してみよう。上に示した導入例の直後に、「いま、この硬貨が正しくつくられていると仮定しよう。すなわち、表の出る確率 p が“ $p=0.5$ ”であることを仮定する。」という記述があり、それを受けて、

“ $p=0.5$ ”のように、一般に母集団に関する仮定を統計的仮説といい、…

という説明がなされている。これは帰無仮説であり、対立仮説についての記述はない。その点で、「B」の方がちゃんと説明がされているといえる。

次に、「確」の危険率であるが、「B」にはない用語である。「確」における説明は次の通りである。

検定においては標本を用いて仮説が正しいかどうかを判断している。

仮説が正しいのにその仮説を棄却することがある。その確率を危険率という。たとえば、129 ページの例（著者注：上で示した導入例）では危険率は 0.022 である。

一般に、危険率は有意水準以下である。

「確」における危険率の説明はこの記述のみであり、何かに応用するといった具体例はない。

一方、「B」では危険率という用語は扱っていない代わりに、節末の問題で「2 種類の過誤」について、次のような問題として扱っている。

母平均について仮説検定をするとき、次の 4 通りの結果が起り得る。

	実際は帰無仮説が真	実際は帰無仮説が偽
帰無仮説を棄却しない	正しい判断	誤った判断
帰無仮説を棄却する	①	正しい判断

(1) 表の①は、正しい判断、誤った判断のいずれか。

(2) ①が起る確率は、何の値と一致するか。

新旧どちらも、最後に母比率の検定を扱って仮説検定の節を終えている。なお、現在の教科書には章末問題の後、「活用」というコラムがあり、そこでは「世論調査と支持率」についての記述もある。

ここまで過去に仮説検定が教えられていたときの教科書と同じ会社・同じレベルの現在使われている教科書とを比較した。現在の教科書の例や例題・問題は日常の事象にありそうな題材で、次章では、現在発行されている複数の教科書を比較する。

3. 複数の「数学B」の教科書比較

前章では同じ会社・同じレベルの教科書を比較したが、本章では現在使われている教科書を複数冊比較する。本稿では 11 冊の教科書を調べた結果を紹介する。

まずは扱っている内容の比較である。対象としたのは、仮説検定に関するページ数（本編のみ、コラムのようなものを除く.）、導入例、帰無仮説・対立仮説の用語の取扱い、片側検定の取扱いなどを調べた。

ページ数については、次の通りである。

ページ数	2	3	4	5	6	7
冊数	1	3	2	1	3	1

導入例が二項分布の例 4 冊、二項分布を標準正規分布に近似して考える例 3 冊、正規分布の例 4 冊であった。学習指導要領で「正規分布を用いた仮説検定の方法を理解する」とあるので、(11 冊中) 7 冊が導入例の段階から正規分布で考える例を扱っていると考えられる。やさしい教科書でも二項分布を標準正規分布に近似して考える例を導入で扱っているため、二項分布の例を扱っている教科書はやさしい教科書であるとはいえない。

さいころを続けて投げるとき、偶数の目ばかり、または奇数の目ばかりが出た場合、さいころが正しくつくられているかどうかをどのように判断すればよいだろうか。

このような判断をするには、確率を用いて次のように考えればよい。



例 6

- 「さいころは正しくつくられている」と仮説をたてる。
- 仮説を否定するかどうかの基準となる確率を定める。たとえば、確率 0.05 とする。
- さいころを 10 回投げるとき、偶数の目が出る回数を X とする。正しくつくられたさいころであれば、1 回ごとの偶数の目の出る確率は $\frac{1}{2}$ であるから、 X は二項分布 $B(10, \frac{1}{2})$ に従い、確率分布は右の表ようになる。

偶数の目ばかり、または奇数の目ばかり出たことを、いずれかが 10 回中 9 回以上出るとすると、このようなことが起る確率は

$$P(X \leq 1) + P(X \geq 9) = 0.022$$

となり、基準の確率 0.05 以下である。よって、仮説「さいころは正しくつくられている」は誤りと判断する。

仮説検定の考え方

- 仮説をたてる
- 基準の確率を定める
- 確率が基準以下であれば、仮説が誤りと判断する

X	P
0	0.001
1	0.010
2	0.044
3	0.117
4	0.205
5	0.246
6	0.205
7	0.117
8	0.044
9	0.010
10	0.001
計	1

図 1 導入例が二項分布の教科書[6]

図のように二項分布の例を導入例にしている場合

の試行回数は、5回が1冊、6回が1冊、10回が2冊であった。二項分布を正規分布に近似して考える例の場合の試行回数は、3冊とも100回である。これは学習指導要領解説[7]に次のような例が紹介されているからであると考えられる。

あるコインにはどちらかの面が出やすくなるよう細工がされているという噂がある。そこで、実際にそのコインを投げる実験を行ったところ、100回投げて、表が61回出た。このとき、このコインには表が出やすい細工がされていると主張してよいだろうか。

なお、3冊中2冊は、成功回数も学習指導要領解説の例と同じ61回である。

次に帰無仮説・対立仮説の用語の扱いであるが、学習指導要領解説では扱っていることから、(11冊中)10冊の教科書が本編で扱っている。

また片側検定と両側検定の両方の例を扱っている教科書は(11冊中)10冊あった。今回の調査で棄却や棄却域を扱わない教科書が3冊あった。これらはすべて「大判」と呼ばれる各社が発行している「もっともやさしい教科書」で、3冊とも帰無仮説を棄却するかどうかをP値と有意水準で判断する方法をとっている。両側検定としてカウントした中に区間推定を関連付けて説明している例題を見つけたので紹介する。

例題 5 指定された有意水準での仮説検定

ミネラルウォーターの瓶詰工場で作られている製品の容量は、平均500mL、標準偏差10mLの正規分布にしたがうことがわかっている。ある日の製品から100本を無作為に選んで調べると、容量の平均が502mLであった。この日の製品は、正常に作られていると判断してもよいか。有意水準5%で検定せよ。

解 仮説を「製品は正常に作られている」とする。
 製品の容量を X mL とおくと、 X は正規分布 $N(500, 10^2)$ にしたがうので、標本平均 \bar{X} は $N\left(500, \frac{10^2}{100}\right)$ にしたがう。ここで、
 $Z = \frac{\bar{X} - 500}{\frac{10}{\sqrt{100}}}$ とおくと、確率変数 Z は標準正規分布 $N(0, 1)$ にしたがう。
 信頼度95%のときは、 $-1.96 \leq Z \leq 1.96$ であるから

$$-1.96 \cdot \frac{10}{\sqrt{100}} \leq \bar{X} - 500 \leq 1.96 \cdot \frac{10}{\sqrt{100}}$$
 すなわち $498.04 \leq \bar{X} \leq 501.96$
 $\bar{X} = 502$ はこの範囲に入らないので、仮説は棄却される。
 したがって、この日の製品は正常に作られてはいないと判断できる。

解法のポイント
 有意水準5%で検定するから、標本平均が信頼度95%の信頼区間に入らないとき、仮説は棄却される。標準化した確率変数 Z が $-1.96 \leq Z \leq 1.96$ を満たすかどうかを調べる。

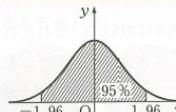


図2 両側検定の例題[8]

最後にその他の特徴的なことを簡単にまとめておくと、危険率を扱っている教科書が2冊あったが、「有意

水準または危険率という。」という形で定義されていて、前章で紹介した危険率とは違っている。ここでは危険率の定義について深入りしないことにし、別の機会に統計学の視点から危険率だけ留まらずに高等学校数学の教科書を検証する。2種類の過誤を扱っている教科書は2冊あった。また、1冊だけではあるが、発展事項として中心極限定理が扱われている。

4. まとめ

仮説検定が高等学校数学で再び扱われるようになったが、過去の教科書と比較しても設問の設定が少しだけ日常の事象に近いものを扱っているだけであるといってもよい。仮説検定に割いたページ数は11冊の平均で4.5ページであり、およその構成は
 導入例：1ページ、用語説明：1ページ
 例題等：1ページ、応用例等：1ページ
 であった。高等学校においては、学習指導要領の内容イ(イ)に関する指導も充実されることを期待したい。

参考文献・引用文献

- [1] 高等学校学習指導要領 昭和53年(1978)改訂版, 第3節数学, 学習指導要領データベース https://www.nier.go.jp/yoshioka/cofs_new/s53h/cha_p2-3.htm
- [2] 高等学校学習指導要領 平成30年(2018)告示, 第4節数学, 文部科学省ホームページ https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_03.pdf
- [3] 小平邦彦編, 確率・統計 改訂版, 東京書籍, 平成4年3月, P.129~137
- [4] 俣野博・河野俊丈他, 数学B Advanced, 東京書籍, 令和5年2月, P.97~106
- [5] 中西寛子・竹内光悦・中山厚穂, スタンダード 文科系の統計学, 培風館, 平成30年4月
- [6] 岡本和夫監修, 新編数学B, 実教出版, 令和5年1月, P.92
- [7] 高等学校学習指導要領解説 数学編, 理数編 平成30年(2018)告示, 文部科学省ホームページ https://www.mext.go.jp/content/20230217-mxt_kyoiku02-100002620_05.pdf
- [8] 小山正孝他, 新編数学B, 第一学習社, 令和5年2月, P.78

推測統計の動画教材の開発

—わかりやすいと正しい解釈の両立を目指して—

山下 雅代・東京学芸大学

清水 邦夫・統計数理研究所

Email: yama11@u-gakugei.ac.jp

1. はじめに

平成 30 年に告示された高等学校の学習指導要領において、数学 I の「データの活用」には仮説検定の考え方が、加えて、数学 B の「統計的な推測」には仮説検定 (Z 検定・母比率の検定) が新たに加わった[1]。推測統計は、大学の基礎教養においても難関な学問の一つである。中でも、信頼区間、仮説検定、 P -値については、正しい理解と解釈が困難であり、特に、 P -値に関しては、大学の研究者にも誤用と誤解がみられることから、アメリカ統計協会 (ASA) から統計的有意性と P -値に関する声明が 2016 年に発表された[2]。この声明の和訳は日本計量生物学会の HP において公開されている[3]。加えて、記者による動画も存在する[4]。このような統計の専門家による正しい説明を理解するためには、ある程度深い推測統計の知識が必要である。

上述のように、推測統計には正しい理解や解釈が困難な内容が多く含まれる。生徒・学生のみならず、教える側の教員が推測統計を専門としない場合には、正しい理解が困難な状況ではないかと考える。加えて、既存の初学者向けの書籍では、分かりやすい説明がなされているものの、正しく説明されていないものも見受けられ、自信がない人ほど正しい理解に至る道筋を見つけにくい状況がある。そこで、推測統計を正しく教えるために、わかりやすく、かつ、正しい解釈を身に着けられるような動画教材の開発を目的とする。

2. 推測統計の動画教材のアウトライン

動画教材は、信頼区間、仮説検定、 P -値の正しい理解を促すための 9 つの動画とその中に含まれるキーワードを以下に示す。

- ① 正規分布：
正規分布、パラメータ
- ② 正規分布の標準化：
標準化、偏差値
- ③ 推測統計の重要定理：

復元抽出、非復元抽出、大数の法則、中心極限定理、有限母集団修正項、シミュレーション

- ④ 点推定：
一致性、不偏性、不偏分散
- ⑤ 区間推定の考え方：
信頼区間、信頼係数、区間推定と点推定の関係
- ⑥ 区間推定・信頼区間の注意点：
信頼区間の解釈、信頼係数と区間の幅の関係
- ⑦ 統計的仮説検定の考え方：
帰無仮説、対立仮説、片側検定、両側検定、1 標本 Z 検定、標準正規分布表
- ⑧ 統計的仮説検定の真実と判断のパターン：
第一種の過誤、第二種の過誤
- ⑨ 二標本の平均値の差の検定と仮説検定の解釈の注意点：

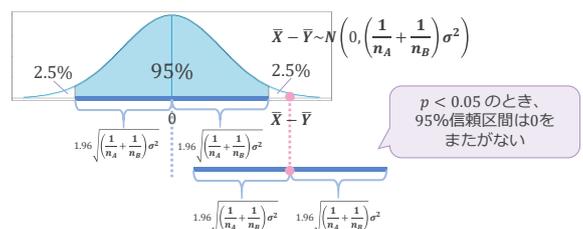
二標本 Z 検定、仮説検定と信頼区間の関係、 P -値

上記に示す通り、④点推定ならびに⑨二標本 Z 検定が含まれており、高校生に向けた動画教材ではなく、大学の推測統計を学ぶための動画である。わかりやすさを促すために、数式だけではなく、図ならびに言葉での説明を行うように開発を行った。例として図 1 を紹介する。図 1 は仮説検定と信頼区間が表と裏の関係が分かるよう図示したものである。

仮説検定と信頼区間：表と裏の関係

2標本の平均値の両側検定で P -値が 0.05 を下回るのかどうと $\mu_A - \mu_B$ の 95% 信頼区間が 0 をまたぐのかどうかは同じ意味

仮説検定：帰無仮説 ($\mu_A = \mu_B$) の下で、 $\bar{X} - \bar{Y}$ がどれくらい珍しいかを P -値で判断する



信頼区間：得られた $\bar{X} - \bar{Y}$ から、信頼係数の確率で母数を含む区間を推定する

図 1：仮説検定と信頼区間の関係

加えて、内容の難易度は統計検定2級程度の想定とし、統計検定2級のテキストの言葉や説明に準拠する方針とした[5]。

次章以降は、§1に取り上げた、信頼区間、仮説検定、 P -値の正しい解釈を促すためのポイントを、動画に用いたスライドとともに紹介する。

3. 信頼区間の解釈の注意点

信頼区間の解釈は、間違えやすいことがよく知られている。例えば、「母平均の信頼区間には、その区間に母平均が95%の確率で入る」といった表現である。一方、高校数学Bの教科書ならびに統計の専門家による説明では、例えば、「同じ手続きで100回信頼区間を計算した場合、平均的にその内の95回は母平均を含む」といった表現がよくなされている。この2つの説明の間には、「母平均の信頼区間は、95%の確率で母平均を含む」といった表現もある。これらの3つのパターンについて、動画教材では、解説を行っている。解説スライドを図2に示す。

勘違いしやすい区間推定・信頼区間の解釈

母平均の95%信頼区間は、

- A 母平均が95%の確率で入るような区間である → ×
- B 区間が95%の確率で母平均を含むような区間である → △
- C 多数回、区間推定の式から信頼区間を算出したときに、そのうちの95%は母平均を含むような区間である → ○

ポイント

- 母平均（真値）は、ある決まった定数で確率変動せず、区間に母数が含まれるか否かでしか語れない
→母平均が確率的に変動して、区間に含まれるという意味ではない
- 確率変数 X を用いる場合は、確率を使った表現が可能
- 無作為抽出によって得られた標本平均 \bar{x} を用いた信頼区間には、確率表現ができない
- 間違った解釈でも、使用上は問題ないが、教える場合には注意が必要

図2：勘違いしやすい区間推定・信頼区間の解釈

図2のスライドは、母平均の95%信頼区間の説明として、「A 母平均が95%の確率で含まれるような区間である」、「B 区間が95%の確率で母平均を含むような区間である」、「C 多数回、区間推定の式から信頼区間を算出したときにそのうちの95%は母平均を含むような区間である」という説明文があったとき、正しいのはどれかを問う内容になっている。これらの違いは微妙であるが、95%の確率が、母数にかかっているのがA、信頼区間にかかっているのがB、確率表現を使っていないのはCである。正解はCである。Aが誤っている理由は、母平均（真値）は、ある

決まった定数で確率変動せず、区間に母平均が含まれるか否かでしか語れない、ということである。つまり、母平均が確率的に変動して、区間に含まれるという意味ではない。次に、Bの説明である。信頼区間の式に \bar{x} を用いる場合は、確率変数であるため、95%などの確率を使った表現が可能である。しかし、無作為抽出によって得られた標本平均 \bar{x} を使った信頼区間の場合は、確率を使った表現ができない。なぜならば、実際に得られたデータの標本平均は、数値（実現値）であるためである。間違った解釈でも、大きな問題はないが、教える立場の人は、正確な解釈を身に着けることが望ましい。そのためには、確率変数と実現値について理解を深めることが重要である。

4. 統計的仮説検定の考え方

いかさまコインかどうかを考えよう

コイン投げを考える：表が出た時を1（表の出た回数）、裏が出た時を0（表の出た回数）とする



図3：仮説検定の問題場面

仮説検定の動画では、図3に示すように、いかさまコインかどうかを考える場面「コイン投げをすると表が出やすいらしいコインに対して、表が出やすいことを証明するには、どのように考えればよいでしょうか。」を設けた。

具体的な説明は次の通りである。例えば、公平なコインを100回投げ、表が100回出るとは起こりえないことではないが、究めてまれな事象がたまたま起こったと考えるよりは、表が出る確率は1/2ではなく、表が出やすいコインであると考えた方が合理的である。統計的仮説検定では、このような考え方を使得、確率を用い合理的な判断を行うような方法である。統計的仮説検定では、誤りの可能性、言い換えると間違いを起こす確率を小さくして判断しようとする方法である。この誤りの可能性の閾値を有意水準といい、有意水準を小さく抑えた上で判断を行う。

5. 仮説検定の解釈の注意点

検定は、対立仮説を証明したいために使うことが多い。つまり、できるだけ有意な差を観察したい、ということになる。Z 検定において有意水準 5% で有意な差を観察するためには、検定統計量の絶対値が、1.96 より大きい方がよい。有意な差を観察するために、どのようなことが考えられるのかを二標本の平均値の差の検定を例に取り上げ、図 4 に示すように、標本サイズ n の重要性を説明した。

検定で有意な差を観察するためには？
2 標本の平均値の差の検定（二標本 Z 検定）

この値が 1.96 より大きいと有意になる

$$\frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right)\sigma^2}} > 1.96$$

検定で有意になりやすくするためには、分子が大きいか、分母が小さいかの 2 パターンが考えられる

分子 $(\bar{X} - \bar{Y})$ が大きい：

平均値の差が大きい

薬の研究などでは、研究努力で差を大きくすることが可能

分母 $\sqrt{\left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right)\sigma^2}$ が小さい：

母分散 σ^2 が小さい

母分散は定数なので一般的には難しい

標本サイズ (n_A, n_B) が大きい

データ収集計画時に調整が可能

図 4：検定で有意な差を観察するために

具体的な説明は次の通りである。有意な差を出したときは、分子が大きいか、分母が小さいかの 2 パターンが考えられる。分子の差が大きい場合は、平均値の差が大きいことと言える。例えば、薬の研究などでは、研究努力で差を大きくすることができる。

次に、分母が小さい場合を考える。分母が小さい場合は、母分散が小さい場合と、標本サイズ n が大きい場合が考えられる。母分散が小さい場合は、ものづくりの場では、製品のばらつきを小さくすることで可能な場合もあるが、一般的に、分散は定数なのでコントロールすることが難しい。一方、標本サイズ n は、データ収集計画時に調整が可能で、多くのデータを採れば、分母が小さくなる。

このことから、標本サイズ n が大きければ、平均値の差が小さくても検定で有意になりうるということがわかる。ビッグデータなどの場合は、標本サイズ n が極めて大きくなるため、平均値の差が極わずかでも有意になる事があるということも動画では説明している。逆に検定が有意にならないことは、標本サイズ n が足りない場合もあり、必ずしも研究成果が劣っていることを示すわけではないということにも言及した。

加えて、初学者が間違えやすい点として、 P -値が有意水準を上回ったときの解釈があげられる。そこで、図 5 に示すように、仮説検定を、帰無仮説が正しい世界が完全に白、今回得られたデータがどれくらい稀（黒）かを考える

P -値と検定のイメージ

・ 帰無仮説が正しい世界（完全に白）で、今回得られたデータがどれくらい稀（黒）かを考える



- ・ 有意水準 5% より小さかったら（黒かったら）、帰無仮説を棄却し対立仮説を採択する（黒とする）
- ・ このとき、20 回に 1 回の確率で判断を誤ることは許容する
- ・ 有意水準より P -値が大きいことは、帰無仮説が正しいこと（白）を示すわけではない
- ・ P -値が有意水準より大きいことは、証拠不十分で黒とは言えないということに過ぎない → 平均値に差がないということを結論づけられない
- ・ 有意な差が見られないことは、データの取集法を含めた実験計画（仮説）のどこかに問題がある可能性を示す

図 5： P -値と検定のイメージ

具体的な説明は次の通りである。標本には、必ず誤差を含むため、0 や 1 を取ることはない。そのため、有意水準 5% といった閾値を使って判断する。有意水準 5% より P -値が小さい場合（色で言うと黒い場合）、帰無仮説を棄却して対立仮説を採択し、黒と判断する。このとき、20 回に 1 回の確率で判断を誤ることは許容する。つまり、有意水準より P -値が大きいことは、帰無仮説が正しいこと（完全に白）を示すわけではなく、証拠不十分で黒だと言えないということである。 P -値が、例えば 6% など、5% に近ければ、結構、黒に近い。換言すると、有意な差が見られないことは、今回得られたデータでは帰無仮説を棄却できるほどの証拠がないということに過ぎない。つまり、検定で有意にならないことは、データの取集法を含めた実験計画（仮説）のどこかに問題がある可能性を示すものであり、有意にならない場合は、もう一度研究計画を見直す必要があるかもしれないということを示す。したがって、統計的仮説検定は、白黒をはっきりさせるための方法というよりは、特定の条件（仮説）の下で合理的な判断を行うための方法といえる。

6. 動画スライドを用いた授業実践

動画スライドを用いて、東京学芸大学の学部1年生（B・E情報コース）において、2024年度の秋学期に授業を実施し、学生からのコメント（学んだこと、感想など）を得た。

例えば、⑦統計的仮説検定の考え方をを用いた授業では、「コインのいかさまに関しては面白い考え方だと感じた。1/2の確率で表が出るコインだとしても偶然5回連続で表が出ることも可能性はなくないし、100回200回も同様にほんのわずかな可能性がある。」との記述があり、仮説検定の考え方について理解がしやすかった様子が伺えた。加えて、⑨二標本の平均値の差の検定と仮説検定の解釈の注意点のスライドを用いた授業では、「今日の授業で、統計的仮説検定P-値の解釈の注意点について学びました。値は帰無仮説が正しい確率である、というわけではなく統計的に有意な差が見られないことは、帰無仮説が正しいことを証明するわけではなくデータの取集法を含めた実験計画（仮説）のどこかに問題がある可能性を示すということを学びました。この学びは、統計を正しく使うためにとても重要だと感じました。P-値が有意でない場合は「効果がない」「帰無仮説が正しい」と考えても大丈夫だと思っていましたが、そうではないことが分かりました。P-値が有意水準を上回ったときの解釈は誤りやすく「統計的に有意な差がない」ということではなく、「統計的に有意な差があるとは言えない」というのが正確な考え方ということを学びました。」との記述もあり、正しい理解を促せたことが伺えた。

一方で、「意味などはよくわかっていないので復習しようと思う。」「過誤についてや、P-値についてよく理解することができなかった。」など意見も多く散見され、動画スライドを用いた説明だけでは、正確な理解が難しい学生が少なからずいることも確認できた。

7. おわりに

本稿は、開発中のわかりやすく、かつ、正しい解釈を身に付けられることを志向した推測統計の動画教材について紹介した。初学者が動画教材のみで推測統計を正しく理解するのは困難であるため、授業で理解を促すような教育活動も併せて重要である。一方で、動画教材にすることで授業後も自習に役立てられるため、そのような効果の観察については、今後の課題である。なお、これらの動画は、現在、撮影と公開の準備を行っているところである。動画の公開は、東京学芸大学

が運営する、教育者が主体的に学べるコンテンツを提供するプラットフォーム「IDig Edu」上で行う予定である[6]。

さらに、動画には至らない部分も含まれる。実際に、推測統計とは何かについては説明が不足しており、早急に開発する予定である。加えて、今後の取り組み予定としては、動画で説明が不足している点について解説を行うようなWebサイトの構築を行うとともに、学生からは用語が難しいなどの意見が多いため、動画の内容を学習させたカスタムGPTなど、LLMを活用した学習サポートも行い、自習ができる環境を整えていく予定である。動画については、できるだけ多くの方にご覧いただき、分かりにくい点、不正確な点等があれば忌憚ないご意見を賜り、多くの人々にとって価値ある教材に改善していければ幸いである。

参考文献

- [1] 文部科学省(2018)「高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編」：
https://www.mext.go.jp/content/20230217-mxt_kyoiku02-100002620_05.pdf (2025.2.17 最終アクセス)
- [2] Wasserstein RL, Lazar NA. Editorial (2016):“The ASA’s Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose” The American Statistician, Vol.70, pp.129-133.
<https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/p-valuestatement.pdf> (2025.2.17 最終アクセス)
- [3] 日本計量生物学会 (2017)「統計的有意性とP値に関するASA声明」：
<https://www.biometrics.gr.jp/news/all/ASA.pdf> (2025.2.17 最終アクセス)
- [4] 京都大学大学院医学研究科 聴講コース 臨床研究者のための生物統計学「仮説検定とP値の誤解」佐藤 俊哉 医学研究科教授：
<https://www.youtube.com/watch?v=vz9cZnB1d1c> (2025.2.21 最終アクセス)
- [5] 日本統計学会編(2015):『改訂版 日本統計学会公式認定 統計検定2級対応 統計学基礎』日本図書株式会社.
- [6] 東京学芸大学教育者研修サイト「IDig Edu」：
<https://www.u-gakugei.ac.jp/training/ide/index.html> (2025.2.17 最終アクセス)

生活や社会の課題解決を目指す データの活用領域の授業実践

岩手大学教育学部附属中学校
稲垣 道子

中学校学習指導における3年間の統計教育 (Dデータの活用)

1年生	2年生	3年生
<p>D(1)データの分布</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ヒストグラムや相対度数などの必要性と意味 ★コンピュータなどの情報手段を用いるなどしてデータを表やグラフに整理する ◆目的に応じてデータを収集して分析し、そのデータの分布の傾向を読み取り、批判的に考察し判断する 	<p>D(1)データの分布</p> <ul style="list-style-type: none"> ★四分位範囲や箱ひげ図の必要性と意味 ★コンピュータなどの情報手段を用いるなどしてデータを整理し箱ひげ図で表すこと ◆四分位範囲や箱ひげ図を用いてデータの分布の傾向を比較して読み取り、批判的に考察し判断する 	<p>D(1)標本調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ★標本調査の必要性と意味 ★コンピュータなどの情報手段を用いるなどして無作為に標本を取り出し、整理すること ◆標本調査の方法や結果を批判的に考察し表現すること ◆簡単な場合について標本調査を行い、母集団の傾向を推定し判断すること
<p>D(2)不確定な事象の起こりやすさ</p> <ul style="list-style-type: none"> ★多数の観察や多数回の試行によって得られる確率の必要性と意味 ◆多数の観察や多数回の試行の結果を基にして、不確定な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現する 	<p>D(2)不確定な事象の起こりやすさ</p> <ul style="list-style-type: none"> ★多数回の試行によって得られる確率と関連付けて、場合の数を基にして得られる確率の必要性と意味を理解し、簡単な場合について確率を求める ◆同様に確からしいことに着目し、場合の数を基にして得られる確率の求め方を考察し表現すること、確率を用いて不確定な事象を捉え考察し表現すること 	

[実践報告]

01 データの分析と活用（1年）
自分の問題解決にヒストグラムや代表値を活用

02 データの比較（2年） × 総合的な学習の時間
地域課題の解決に箱ひげ図を活用

03 標本調査（3年）
自分の問題解決に標本調査を活用

04 データの活用（3年）【本当は2年時に行いたい】
日常の問題解決に既習事項を活用&ChatGPTを用いた授業づくりの紹介

データの分析と活用（1年）

自分の問題解決にヒストグラムや代表値を活用

01

今、どんなことが気になってますか？

①テーマを確認しよう
②解決したい問題を整理しよう

例1
①高橋
②長編の並び方は、2列よりも3列の方が多く読めるのではないかと～優勝したい！～

例2
①サッカー部員の体力
②今のチームの1500m走の記録は、優勝時のチームの1500m走の記録よりも下がったのか？～優勝したい！～

例3
①睡眠
②中学生は、小学生より睡眠時間は少ないのではないかと～中学生は忙しい！～

勉強？部活？趣味？

その疑問を、「データ」を用いて解決しよう！



自分の問題解決にデータを活用しようとする生徒の姿
↓
指導不足の点が明らかに

睡眠時間はどのくらい？ ～生活リズムを整えよう～

problem plan 自分の睡眠時間は中1にして適切なのか？
1Cで睡眠時間のアンケートをとり、男女別にまとめる→自分となるべく近い状況にするため。中央値、最頻値、平均を使って、大体の睡眠時間を求める。私の睡眠時間：7.5時間

data analysis 自分と比較して、中1らしい睡眠時間というものを探る。
①の通りアンケートを実施。
以下の通りとなった。

「調べたこと」
日本は女性の睡眠時間が短いことが分かってい！
＝部活や部員などで、夜遅くまで活動していることが原因！

conclusion

- 女子は全体的に私よりも睡眠時間が短かった。
- 女子よりも男子の方が睡眠時間が長かった。
- 6時間～8時間ほどの睡眠時間の人がほとんど。
- 日本の中学生の平均睡眠時間が7時間46分
- このことから、中学生の睡眠時間は短いと考えられる。
- これからは、もう少し睡眠時間を伸ばして、中学生らしい生活習慣を身につけたい。

① 睡眠時間の分布

睡眠時間について

①中央値は男子の方が睡眠時間が長い！
女子は私より、睡眠時間が長い！

②平均値も男子の方が睡眠時間が長い！
女子は私とたいがい一緒！

③1番人数が多い階級は、男子の方が睡眠時間が長い！
女子はひとつだけ離れた値がある！

④男子はかけ離れた値がない＝人によって個人差が激しい

データの比較（2年） × 総合的な学習の時間

02

地域課題の解決に箱ひげ図を活用

地域課題

生徒が考えるスポーツの地域課題（1年次）

- プロスポーツチームのファン、サポーター、観客が少ない
- スポーツ施設が少ない、施設的环境が充実していない

岩手ビッグブルズ社長の水野哲志氏に講演会に来ていただいた（2年次）



- スポーツ施設が少ない、観にくる観客数が少ないことなどを課題に挙げていた。特に、リーグ再編にあたり、2023年の観客数が1試合平均1500人以上を必要としている。
- これを文脈とすることにした。

活用する数学

データを用いて、統計的問題解決を目指す。



【用いるデータ】

- インターネット上で公表されている1試合ごとの観客数
- 水野氏に相談し、企業として提供できるデータをいただく

授業の実際

データの比較（2年） × 総合的な学習の時間

02

地域課題の解決に箱ひげ図を活用

単元計画

- (1) 単元 中学2年 データの比較（箱ひげ図）
- (2) 単元計画（数学7 総合1 合計8）

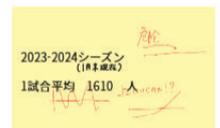
単元の問い：観客数を増やすには？

時間	内容
1 数1	直近6年間で入場者数は増えているか？ 【ヒストグラムで比較する。】
2 数2	箱ひげ図や四分位範囲の意味を知る。
3 数3	6年間の入場者数を箱ひげ図で表し、結論を出す。ヒストグラムと箱ひげ図のメリット・デメリットを考察する。
4 数4	観客数が増える要因を考え、他のデータから現状分析をする。
5 総1	企画を考える。
6 数5	企画を改善し、企画書を作成する。
7 数6	学級で発表会、振り返りをする。
8 数7	単元を振り返る。

1時間目（数学1）

どんな地域課題を抱えていると言っていたか覚えてますか？

- 観客が高齢化
- 観客が少ない
- 施設がない（大きさ、数）
- テレビ中継が少ない
- 県民がスポーツにあまりお金をかけてくれない



↑シーズン途中では、1500人平均は達成しているが、平均1072判断は？

6年間で入場者数は増えているのか？

観客数が多い日と少ない日の特徴

- 観客数が多い日の特徴
 - 観客の年齢層
 - 週末に盛り上がった企画
 - 人気な館(場所)と考えられる理由
 - 夕かどアリーナの特徴
 - 試合の1日の直前の立派状況

観客数が多い日と少ない日の特徴

- 観客数が多い日と少ない日の特徴
 - 観客の年齢層
 - 週末に盛り上がった企画
 - 人気な館(場所)と考えられる理由
 - 夕かどアリーナの特徴
 - 試合の1日の直前の立派状況

観客数が多い日と少ない日の特徴

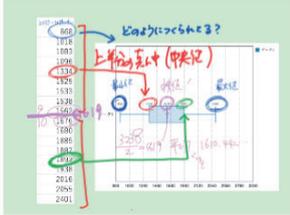
- 観客数が多い日と少ない日の特徴
 - 観客の年齢層
 - 週末に盛り上がった企画
 - 人気な館(場所)と考えられる理由
 - 夕かどアリーナの特徴
 - 試合の1日の直前の立派状況

ヒストグラム作成
生徒
・今年は山の頂上があるから増えているのかな？
・比べていい

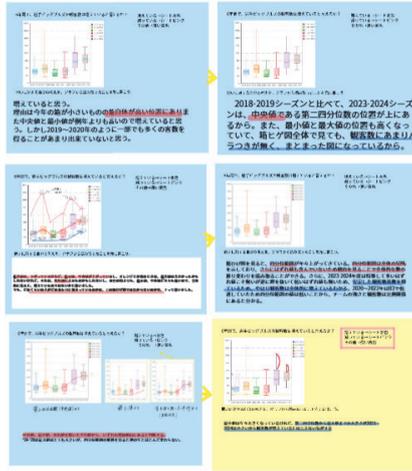


地域課題の解決に箱ひげ図を活用

2時間目 (数学2)



3時間目 (数学3)



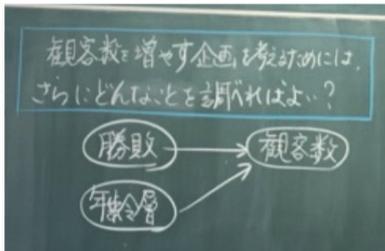
グラフの見方や判断が適切ではないものを全体で確認。また、生徒の表現をよりよいものにしていく。

複数のグラフを合わせて考える必要性や意味を捉えさせる。

	よいところ	よくないところ
ヒストグラム	<ul style="list-style-type: none"> それぞれの分布の特徴がよくわかる ★外れ値も見抜きやすい ■ 累積値がわかりやすい (山の頂点) 	<ul style="list-style-type: none"> 中央値、平均値が分かりにくい それぞれの分布を中央値や四分位数などで比較するのは難しい
箱ひげ図	<ul style="list-style-type: none"> 中央値や四分位数がわかりやすい それぞれの分布を四分位範囲などで比較しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 最大値や最小値が外れ値なのかどうか分かりにくい ■ 最頻値がわかりにくい ■ 範囲しかなかったり、分布の特徴がわかりにくい
ヒストグラム	<ul style="list-style-type: none"> ■ 値の変化を階級ごとに読み取ることでできる ■ 最頻値を読み取りやすい ■ 外れ値を見分けやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 中央値が分かりにくい ■ グラフを比較しにくい ■ 正しい値を読み取りにくい
箱ひげ図	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中央値や第一四分位数、第二四分位数が読み取りやすい ■ グラフの縦軸に比べやすい ■ ヒストグラムに比べると正確な値を読み取ることができ ■ たくさんのデータを基べて比較することが出来る ■ どこにどれくらいの割合で集中しているのかがわかりやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 最頻値を読み取りにくい ■ 外れ値の見分けがつかない

地域課題の解決に箱ひげ図を活用

4時間目 (数学4)



【ネット上に公開されているデータ】

- ・会場ごとの観客数
- ・試合の日にち、曜日
- ・勝敗
- ・シュート数などの各種データ

(10年分くらいある)

【ブルズからいただいたデータ】

- ・地区ごとのチケット購入数
- ・入場者数のうちのファンクラブ会員の割合
- ・ファンクラブ会員の内訳
- ・年齢層ごとの入場者数
- ・男女比
- ・チケットの買い方

(今年度のもののみ)

班で調べる内容を決定、分担

- ・季節
- ・常連さんはなぜ
- ・テレビの視聴率
- ・人気なチームと比較
- ・観客のニーズ
- ・年齢層
- ・イベントごと
- ・土日



選考を知りたい...



データ ノート

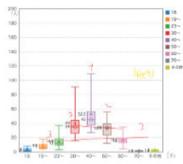


データ スグレア

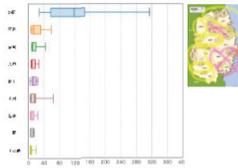
データの比較（2年）× 総合的な学習の時間 02

地域課題の解決に箱ひげ図を活用

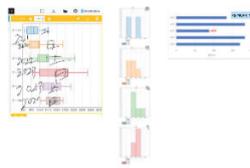
年代別



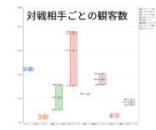
地域別



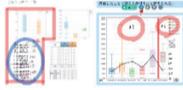
曜日別・月別・開始時間別



対戦相手ごと



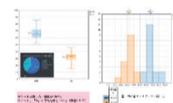
勝敗との関係



男女比

● 来場者の39%がファンクラブに加入している
 →54.2%が女性、43.8%が男性
 (女性の加入率が高い)
 →チケットを複数枚買っている人
 60.6%、1枚買っている人
 27.7% (複数枚買っている人が多い)

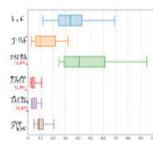
チケットの買い方



自チーム分析



ファンクラブ



交通



他チームとの比較



社会にあるデータ



5時間目（総合1）



データの比較（2年）× 総合的な学習の時間 02

地域課題の解決に箱ひげ図を活用

6時間目（数学5）

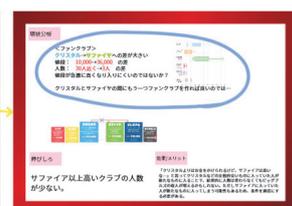


- ・グループ間で発表・質疑
- ・1クラスは授業参観で保護者の方にもプレゼン



※質疑の視点
 ・データ分析の目的 ・グラフの意味
 ・データの解釈 ・企画の根拠に数学があるか
 ・企画の内容、魅力 など

7時間目（数学6）



データの活用 (3年) 【本当は2年生で行いたい】

04

日常の問題解決に既習事項を活用&ChatGPTを用いた授業づくりの紹介

ねらい

目的に応じて必要なデータに着目し、グラフを用いてデータの分布の傾向を比較し、判断したことを説明したり、批判的に考察したりする。

X中学校の陸上部の顧問・コーチ

中総体の共通男子4×100mリレーのオーダーを決めなければなりません。

- 100mタイム (ストレート)
- 100mタイム (カーブ)
- スタートから10mまでのタイム
- 握力
- 長座体前屈
- 反復横跳び
- 立ち幅跳び
- ハンドボール投げ
- シャトルラン

2.5分でリレーオーダーを決めよう!

※6人中4人
※中学生が納得するように根拠を示そう。

×Aが一番速い
→データの〇〇を見ると〇〇なので
→グラフの〇〇を見ると〇〇なので

データの活用 (3年) 【本当は2年生で行いたい】

04

日常の問題解決に既習事項を活用&ChatGPTを用いた授業づくりの紹介

生徒に配布したExcelファイル

		100m (直線)					
		A君 (3年生)	B君 (3年生)	C君 (3年生)	D君 (3年生)	E君 (2年生)	F君 (2年生)
4月17日	①	13.8	13.6	12.7	14.8	11.6	13.5
4月20日	①	13.2	13.4	12.6	14.6	11.7	13.7
4月21日	①	13.7	13.6	12.6	14.9		13.8
4月22日	①	12.9	13.5	12.6	14.5		13.6
4月23日	①	13.5	13.2	12.5	14.7		13.9
4月24日	①	13.7	13.2	12.5	14.6	11.5	13.8
4月27日	①	13.2	13.1	12.5	14.7	11.6	13.5
	②	13.4	14.8	12.4	14.6	11.2	13.4
4月28日	①	13.8	13.4	12.5	14.7	11.9	
	②	13.6	13.5	12.5	14.4	11.3	
	③	13.2	13.7	12.4	14.6	11.3	
4月29日	①	13.1	13.0	12.4	14.3	11.7	12.8
	②	13.4	13.0	12.4	14.7	11.4	12.9
	③	13.7	12.9	12.5	14.7	11.6	15.6
4月30日	①	12.9	12.8	12.4	14.5		12.9
	②	13.5	12.6	12.4	14.9		12.3
	③	13.8	13.1	12.4	14.4		12.6
5月1日	①		12.7	12.4	14.4	11.8	12.3
	②		12.7	12.3	14.6	11.9	12.8
	③		12.4	12.3	14.8	11.5	14.0
5月2日	①	13.2	12.1	12.4	14.9	11.4	12.6
	②	13.4	11.3	12.3	14.5	11.9	12.6
	③	13.7	12.5	12.3	14.8	11.8	12.6
5月3日	①	12.9	12.0	12.3	14.6	11.7	12.8
	②	13.0	12.5	12.3	14.6	11.6	12.7

データを作成するまでのChatGPTの活用 (一部)

リレーのオーダーを決めるときに参考にすべきデータは？

リレーのオーダーを決める際には、以下のデータを参考にとると良いです。

- 各選手の個人タイム
 - 100mや200mなどの自己ベスト
 - 直近の試合や練習でのタイム
- スタート・加速能力
 - スタートダッシュが得意な選手を1走りに配置する
 - 加速が得意な選手を2走や3走向き
- カーブの得意・不得意
 - 2走・3走はカーブを走るため、カーブの走り方が上手な選手を配置
- バトンパスの技術

陸上の100メートルでは、スタートしてから10mまでのタイムが重要です。

- 反応時間 (スタートタイム)
 - スタートの音 (スタートダッシュ) から選手が動き始めるまでの時間。
 - 0.1秒未満で動き出すと「フライング」と判定されます。
 - 一般的な反応時間は0.12秒〜0.18秒程度。
- 10mごとのスプリットタイム
 - レース中、10mごとのタイム (スプリットタイム) が計測されることがあります。
 - スタートから10mまで: 加速が始まる最初の区間。
 - 20m〜50m: 選手がトップスピードに近づく区間。
 - 60m〜80m: 最大スピードの維持が求められる区間。

中学男子のスタートから100メートルまでのスプリットタイムの平均を教えてください。

中学3年生の男子の100メートルのタイム平均は？

目安として:

- 11秒台: 全国レベルの速さ (陸上競技の経験者)
- 12秒台: 運動が得意な生徒、陸上部の平均
- 13秒台: 一般的な中学3年生男子の平均
- 14秒台以上: 運動が苦手、もしくは特に練習していない場合

100m走男子の記録で、平均12.5秒の生徒の120日分の架空データを作ってください。体調不良の時、転んだ時の記録も混ぜてほしい。

100m走記録データ			
Day	Time (s)	Condition	
1	1	12.64901424590337	Normal
2	2	12.458520709648644	Normal
3	3	15.694306561430208	Fail
4	4	12.95690895622408	Normal
5	5	12.429753987582998	Normal
6	6	12.429758912915245	Normal

データの活用（3年）【本当は2年生で行いたい】 04

日常の問題解決に既習事項を活用&ChatGPTを用いた授業づくりの紹介

生徒に配布したExcelファイル

100m (直線)							
	4月(3年)	5月(3年)	6月(3年)	7月(3年)	8月(3年)	9月(3年)	10月(3年)
4月17日	①	13.8	13.6	12.7	14.8	11.6	13.5
4月20日	①	13.2	13.4	12.6	14.6	11.7	13.7
4月21日	①	13.7	13.6	12.6	14.9		13.8
4月22日	①	12.9	13.5	12.6	14.5		13.6
4月23日	①	13.5	13.2	12.5	14.7		13.9
4月24日	①	13.7	13.2	12.5	14.6	11.5	13.8
4月27日	①	13.2	13.1	12.5	14.7	11.6	13.5
	②	13.4	14.8	12.4	14.6	11.2	13.4
4月28日	①	13.8	13.4	12.5	14.7	11.9	
	②	13.6	13.5	12.5	14.4	11.3	
	③	13.2	13.7	12.4	14.6	11.3	
4月29日	①	13.1	13.0	12.4	14.3	11.7	12.8
	②	13.4	13.0	12.4	14.7	11.4	12.9
	③	13.7	12.9	12.5	14.7	11.6	15.6
4月30日	①	12.9	12.8	12.4	14.5		12.9
	②	13.5	12.6	12.4	14.9		12.3
	③	13.8	13.1	12.4	14.4		12.6
5月1日	①	12.7	12.4	14.4	11.8	12.3	
	②	12.7	12.3	14.6	11.9	12.8	
	③	12.4	12.3	14.8	11.5	14.0	
5月2日	①	13.2	12.1	12.4	14.9	11.4	12.6
	②	13.4	11.3	12.3	14.5	11.9	12.6
	③	13.7	12.5	12.3	14.8	11.8	12.6
5月3日	①	12.9	12.0	12.3	14.6	11.7	12.8
	②	13.0	12.5	12.3	14.6	11.6	12.7

データを作成するまでのChatGPTの活用（一部）

100m走男子の記録で、平均14.6秒の生徒の120日分の架空データを作ってください。体調不良の時、転んだ時の記録も混ぜてほしい。記録はバラつきがないようにお願いします

Day	Time (s)	Condition
3 3	14.632214011979	Normal
4 4	15.687720195165	Illness
5 5	14.7551151975522	Normal
6 6	14.6115674634292	Normal
7 7	14.7179297184063	Normal
8 8	14.6067518481410	Normal

バラつきを加えたい100m走の120日分の記録を作成しました。通常の記録は14.6秒前後で、体調不良や転倒時の影響も加味しています。データを確認してください！ [6]

100m走男子の記録で、平均12.8秒の生徒の120日分の架空データを作ってください。記録はバラつきがないようにお願いします。また、後半にいくにしたがって、記録が上がるようにしてほしい

Day	Time (s)	Condition
3 3	12.7783436513563	Normal
4 4	12.8597278931758	Normal
5 5	12.7341194350481	Normal
6 6	12.7611893975819	Normal
7 7	12.7391788551963	Normal
8 8	12.789419636724	Normal

バラつきを抑えつつ、後半に向かって記録が向上する100m走の120日分のデータを作成しました。日が経つにつれて、少しタイムが短縮されるようになっています。データを確認してください！ [6]

100m走男子の記録で、平均11.6秒の生徒の120日分の架空データを作ってください。記録のバラつきは、前後1秒でお願いします

Day	Time (s)	Condition
1 1	11.8900225748962	Normal
2 2	11.7652272959908	Normal
3 3	11.6501396350478	Normal
4 4	11.7216536674887	Normal
5 5	12.4011385284127	Normal
6 6	11.5807937343221	Normal

前後1秒の範囲でバラつきを持たせた100m走の120日分の記録を作成しました。すべての記録が11.6秒前後で変動するように調整しています。データを確認してください！ [6]

100メートル走男子の直線レーンの記録が13秒の選手は、カーブだと何秒くらいになりますか？

一般的な影響

- 100m直線で13秒の選手がカーブを走る場合、通常 +0.2~+0.6秒程度のタイムロスが考えられます。
- つまり、カーブを含む100mのタイムは13.2秒~13.6秒程度になる可能性が高いです。

ただし、これは一般的なケースであり、選手の経験や走るレーンによって変わるため、実際のタイムはもう少し個人差があるかもしれません。

などとやりとりをし、その後、意図的にデータを調整した。

データの活用（3年）【本当は2年生で行いたい】 04

日常の問題解決に既習事項を活用&ChatGPTを用いた授業づくりの紹介



順位	タイム
1	43.49 HIGH
2	43.77 HIGH
3	44.53
4	44.79
5	44.95
6	45.49
7	45.82



データの活用（3年）【本当は2年生で行いたい】 04

日常の問題解決に既習事項を活用&ChatGPTを用いた授業づくりの紹介



データの活用（3年）【本当は2年生で行いたい】 04

日常の問題解決に既習事項を活用&ChatGPTを用いた授業づくりの紹介

リレーオーダー

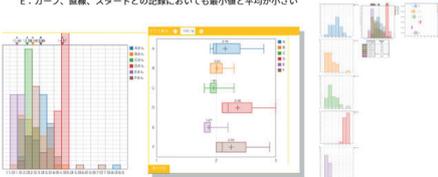
第1走者 第2走者 第3走者 第4走者

C **F** **B** **E**

【予想タイム】秒 _____

【このオーダーにした理由】 ※グラフを貼り付けたり、言葉でかいたり

- C: スタート10秒の範囲が小さく、はやい
- B: カーブが2番目にはやい
- F: 直線強い
- E: カーブ、直線、スタートとの記録においても最小値と平均が小さい



サポート

A **D**

2人へのコメントをお願いします！

応援がんばれ！

3パターンのリレーオーダー

パターン	第1走者	第2走者	第3走者	第4走者	予想タイム
1 バランス重視	Eさん（2年生）	Cさん（3年生）	Bさん（3年生）	Aさん（3年生）	50.11522687408136
2 カーブ重視	Eさん（2年生）	Cさん（3年生）	Bさん（3年生）	Aさん（3年生）	50.11522687408136
3 直線重視	Eさん（2年生）	Bさん（3年生）	Cさん（3年生）	Aさん（3年生）	50.11522687408136

Unnamed: 0	Unnamed: 1	100m (直線)	Unnamed: 3
1		Aさん（3年生）	Bさん（3年生）
2	45764	①	13.8
3	45767	①	13.2
4	45768	①	13.7
5	45769	①	12.9
6	45770	①	13.5

このデータで、4×100mリレーのオーダーを決めます。4人選抜してください。予想タイムも出してください

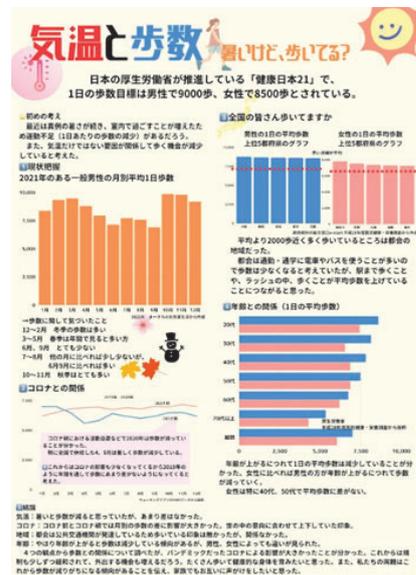
3パターン作れますか

[学んだことを発揮する]

統計グラフコンクール

本学年では、夏休み課題で統計グラフコンクールとマスコンの選択課題を実施している。当該学年で学習したことが直接生かされるわけではないが、統計的問題解決が好きな生徒は統計グラフに取り組んでいる。小学校から現在までに身に付けた資質・能力を発揮する場と位置付けている。

令和5年度 岩手県統計グラフコンクール
パソコン統計グラフの部 特選



[参考文献]

1. 文部科学省 (2018) 「中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説数学編」
2. 文部科学省 (2018) 「中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説総合的な学習の時間編」
3. 東京書籍 「新しい数学1・2・3」
4. 岩手ビッグブルズ <https://www.bigbulls.jp>
5. 岩手ビッグブルズから提供いただいた1試合ごとのデータ
6. Basketballnavi <https://stats.basketballnavi.com>

THANK
ご清聴ありがとうございました。
YOU!

小林春佳・株式会社インテージホールディングス
増田純也・株式会社インテージホールディングス
〒101-8201 東京都千代田区神田練塀町3番地
インテージ秋葉原ビル
03-5295-2662
kobayashi-haruka@intage.com

1. 目的

インテージグループの教育機関におけるデータサイエンス人材の育成では、学生へ実践的なデータ分析やビジネスに触れる機会を提供し、ビジネス力を有したデータサイエンス領域の人材育成を目的としている。従来のアンケートデータやテキストデータに留まらず、マーケティングの現場で活用されるメディア接触データや購買データを提供し、学生自らが分析・考察することで実務に近い体験型授業を展開している。PBL(Project-Based Learning)型の授業では、課題設定からデータ分析・考察、提案までグループで実施し、企業におけるプロジェクト型の実務に近い体験をしている。

3. 取り組み事例

■マーケティング・リサーチカードゲーム講座
マーケティング・リサーチを体験できるオリジナルカードゲームを使い、データ分析・考察の体験し、リサーチに必要な視点を学ぶ。情報が書かれたカードを集め、アイスの販売数を決めていくゲームであり、情報の取捨選択や小学生で習う統計レベルのデータ分析が体験できる。幅広い難易度が選択できるため、小学生から社会人まで利用できる。情報リテラシーの育成の観点から「楽しく」「能動的な学習意欲を高める」目的で導入している。

■データサイエンス学部のPBL型授業
滋賀大学データサイエンス学部では、プログラミング実装からビジネス提案、効果検証まで一気通貫で行うPBL型授業を実施しており、インテージグループのノウハウを提供して授業を展開している。今年で4年目となり、半期を通して、課題発見⇒施策立

案という2段階で実施している。

■データサイエンス学部のR&D Challenge

武蔵野大学データサイエンス学部の学生が、統計モデル、大規模言語モデル(LLM)、仮想現実などのテクノロジーを用いた研究発表を行うイベントを開催している。

■国立情報学研究所 情報学研究データリポジトリ

国立情報学研究所が運営する情報学研究データリポジトリに、メディア接触データ、店舗売上データ、個人購買データを提供している。研究者は、申請をすることで、無償で利用することができる。

■中学教科書へ教材データを無償提供

中学の数学の教科書において、箱ひげ図の題材として花見期間のコンビニエンスストア売上データを無償で提供した。

4. 今後の抱負

これらの取り組みを通して、企業として働く知識・技能であるデータサイエンス力やデータエンジニアリング力の育成に貢献していきたい。どのようなコンテンツ・方法を提供していくことで新しい時代に求められる資質・能力の育成にどのように貢献できるか、学校や教育機関と連携・協働することで見つけていきたい。

参考文献

- [1]文部科学省 デジタル人材育成推進協議会
- [2]平成29年度小・中学校新教育課程説明会(中央説明会)における説明資料

ゼロウェイスト運動 環境や人に優しい街を目指して！

佐々木 佑崇.
印西市立原山小学校
t20106259@inz.ed.jp

本校は市内の学校の中でも積極的に情報教育を推進し、GIGA スクール構想導入後も、市内で先駆的な役割を果たしてきた。現在も授業における積極的な ICT 活用を行い、情報探究に関わる新たな様々な取り組みを行っている。

本校の学校教育目標として「つよい子 やさしい子 きらりかがやく子」育成のために、「社会とつながる 情報教育×情操教育×市民性教育」を掲げている。ここでは人に対する尊敬や思いやりなどの情操面や、市民性・社会性などの力を総合的に高めていくことを目標としている。

これを受けて、本校の研究主題を「情報を論理的に活用し、問題発見・解決できる子供達の資質・能力の育成」としている。研究仮説は、「具体的な文脈や状況を豊かに含みこんだ中で、情報を捉えて活用することへの手立てを工夫すれば、見通しをもち、見方・考え方を働かせながら思考・判断・表現して課題解決に取り組むことができるであろう。」とした上で、本単元の授業においても仮説実証のために計画・実行した。

総合的な学習の「環境や人に優しい世界をめざして」の学習では、印西市内のごみの出し方や資源物・有価物回収などについて取り扱っている。そこで、印西市や自分たちの身の回りの現状を知り、家族や地域の人へ伝えていく学習活動を行った。

本校では、総合的な学習の時間に「情報探究」の学習の時間を位置づけている。「情報探究」では、「データサイエンス」「情報デザイン」「メディア

表現」「コンピュータとネットワーク」「プログラミング」「デジタルシティズンシップ」の6領域を設定し、低学年から系統的に学習を進めている。本実践は、4年生におけるデータサイエンスのPPDAC サイクルと情報デザインのデザイン思考のサイクルを活かした問題発見解決の学びを展開したものである。

この実践は、「情報探究」の時間のみならず、教科横断的な視点で学習を進めるようにし、各教科においてもより身近な課題として捉えられるようにした。これによって各教科においても相乗的に学習を深めてきた。

ゴミ問題について、身の回りの事実をとらえるためデータサイエンスの統計的探求プロセス (PPDAC サイクル) を授業に取り入れた。統計データの役割や活用例について考え、表現することを通して、統計の重要性や、統計データが自分たちの生活や社会と深く関わっていることを理解できるようにしてきた。

学習の進め方として、PPDAC サイクル(目標・計画・データ収集・分析・表現)の学習の流れを定着させ、学習問題を追求し、主体的に解決しようとする態度を養ってきた。そこで、仮説をたてる際には、5W1H を用い課題 (plobrem) を設定し、計画 (plan) を立てる際には、問題に対して集めるべきデータとその集め方を考えてきた。分析 (analysis) では、棒グラフの比較や折れ線グラフからの傾向を捉えること等について扱ってきた。また、この学習プロセス段階を経て螺旋的に進

めていくことで、より効果的な学習をすすめられるように指導してきた。算数科において、教師側が用意した市のごみに関するデータを使い、データを整理分析して傾向を捉えることに重点を置いた学習を実施。この学習での課題を受けて、社会科では有価物回収についての共通テーマでの問題解決型の学習をし、「情報探究」において、各自のテーマでの探究的な学習ができるように設計した。

集めてきたデータを基に、新聞を制作し、印西市や自分たちの周りにおける、ゴミについての課題を見つけることができた。

ここでの課題とは、①可燃物と資源物には大きな差があるということ ②市内の人口の増加とともにゴミの総量が増加していて今後も増加する可能性があるということ ③校内の保護者へのアンケートの結果から、3Rについて知ってはいるが、意識している人が少ないということの3点である。このデータの結果から自分たちが学習してきたことを多くの人々に知ってもらう活動を進めてきた。

デザイン思考のプロセスが、人間生活の様々な課題を解決することを目的としている。相手のインサイトに着目して、課題定義をし、人々のニーズや貢献といった視点で考えながらプロトタイプとして表現できる。さらに、解決プロセスを分析し、粘り強く課題解決に取り組もうとする。ここでの課題とは、データを下にした分析結果として出てきた3つの課題である。

デザインするということは、相手意識を中心としていることに気付き、相手への共感と相手からのフィードバックを大切に解決のための行動ができるようにしていく。その際、お互いの想像力やアイデア力を尊重する等、新しい視点や課題に気付くことができるようにし、思考を深めたり協働的に課題を解決したりすることができるよう

にする。またフィードバックの際には、自分たちのプロトタイプの商品から正しい情報が伝わっているか調査をすることで、そこから得たデータをもとに次のサイクルの課題を見つけていくようにしてきた。

この取り組み以降については、5年生になって、テーマを「エシカル消費」と切り替え、同様の活動をしてきた。

ここでは、環境や人に優しい消費を地域の人々にしてもらうことを目的としている。四年生の時に活動して来たことをさらにレベルアップさせるために、データサイエンスの領域としては、以下の点で更なる指導を行なった。

- ・子どもたちが、フォームを作成し、実体調査を行うこと。
- ・データ収集して来たものを元により説得力のある資料を作成すること。
- ・発表後においてもアンケートを収集し、フィードバックを受ける事。

これらのことを行う上で、子供たちには、どんな結果になるのかあらかじめ想定をさせたり、相手意識をより明確に持たせるために、身近な人にインタビューをして共感する時間を確保したりした。

これらの点において今年度活動を深めることができ、日頃の授業の中でもデータを扱う上で、自然とデータを比較したり、調べ学習においても過去に使用したオープンデータを活用しようとしたりする機会が増えてきた。

ICT を活用し、日常生活と関連させた統計的問題解決学習の授業実践

黒須直之・さいたま市立桜木小学校
連絡先 Email : cross720cross@gmail.com

1. はじめに

現在の学校現場では、一人一台端末の普及に伴い、子どもたちがインターネットを活用した活動を行う機会が急増している。それに伴い、子どもがインターネットを用いて情報収集をしたり、集めた情報やデータをもとに行動したりする機会が、学校生活のみならず、日常生活の中でも増えてきたと言える。このような背景から、子どもたちの統計的な問題解決能力を培うことは、極めて重要なことであると考えられる。そこで、小学校算数科の「データの活用」領域で行う指導に着目し、子どもたちの統計的な問題解決能力を培うために、効果的な授業実践を模索していく。

今回は、小学校5年生の算数科「割合をグラフに表して調べよう」の授業実践について紹介していく。

2. 授業実践の概要

対象学年：小学校第5学年

教科及び時間数：算数科（9時間）

特別活動（1時間）

単元名：割合をグラフに表して調べよう

学級活動（1）話し合い活動（学級会）

授業の実施時期：1月～2月

3. 授業実践のねらい

本実践では、単元における知識・技能、思考・判断・表現、主体的に学習に取り組む態度等を育むことに加えて、「課題意識」と「学習意欲」を継続して持ち続けながら、協働して学びに取り組む力を培うことに重点を置いて行うこととした。課題意識をもち、自ら統計的な問題解決に取り組むという経験をするには、今後の子どもたちの学習や生活に大いに役立つのではないかと考えたからである。そこで、子どもたちが問題意識をもっていた「宿題とのより良い向き合い方」について、データを集めてミニデータバンクを作り、考えるという統計的な問題解決学習を計画した。また、学習後に学級会で合意形成をして日常生活に生かすことを試みることにした。

4. 指導計画

- ①統計的な問題解決について知り、問いを設定し、単元計画を立てる。
- ②集めた自分達のデータをもとに、円グラフや帯グラフを書く。
- ③集めたデータをもとに、円グラフや帯グラフの読み方を理解し、特徴や傾向を読み取る。
- ④複数のデータについて、グラフに表して考察したり、割合や絶対量を読み取って特徴を捉えたり

する。

- ⑤統計的な問題解決のために、班ごとにプレゼンテーションの計画を立てて、準備をする。
- ⑥班ごとに統計的な問題解決の活動を進める。（主に分析や考察）
- ⑦、⑧班ごとに統計的な問題解決の結果をまとめる。（結論を出し、今後のことを考える）
- ⑨考えをまとめたプレゼンテーション資料を用いて、発表を行い、単元の学習を振り返る。
- ⑩特別活動の授業で学級会を行い、学級としてどうしていくかの合意形成をする。※特別活動

5. 授業実践で工夫した特筆すべき点

・単元計画について

今回の実践では、課題設定を含めた前半の4時間で、新しい学習内容である円グラフと帯グラフのかき方や読み方及び複数のグラフの比較の方法を重点的に学ぶように調整し、後半の5時間を主に統計的な問題解決学習を行う時間に設定した。これにより、子どもたちが問題意識を持っている内容について主体的に統計的な問題解決学習をする時間を設けるとともに、一連の統計的な問題解決学習の流れを経験することにより、内容が変わっても、子どもたちが学びを活用しやすくなるような単元計画にした。

・動機付けについて

日常生活の中で子どもたちから「宿題がもっと自分たちにあったものにできたらいいなあ」というつぶやきがあった。そこから、子どもたちと話し合い、「宿題とのより良い向き合い方」についてデータをもとに考えるという課題を設定することにした。この課題は「自分たちの生活に直結する課題であること」、「自分たちが解決したいと思えること」、「考えの結果を自分たちで行動に反映できること」という利点があった。この動機づけは、単元を通して、子どもたちが主体的に活動を続ける原動力となった。

・ミニデータバンクについて

本実践では、子どもたちが集めたいと考えたデータを実際に分担して収集することとした。また、それぞれが集めたデータは、ミニデータバンクとして共有することとした。自分が集めたデータだけでなく、仲間の集めたデータを参照したり、「他のデータと比べたらどんなことが言えるのだろうか？」と進んで比較したりしていけるようにするためである。本校の子どもたちはMicrosoftツールを使用しているため、実践ではTeams上でアンケートやアプリなどで集めたデータを共有していった。

6. 実際の授業と子どもたちの様子

1 時間目

はじめに、宿題の現状について確認した後、統計的な問題解決について確認した。また、単元計画を子どもたちと共有するとともに、自分達が集めて考えたいと思ったデータを出し合い、収集の役割分担をグループ単位で行った。(図1) この分担はミニデータバンクを共同で作るためである。自分達が課題意識を持っている内容だったため、活発な議論や活動が行われた。

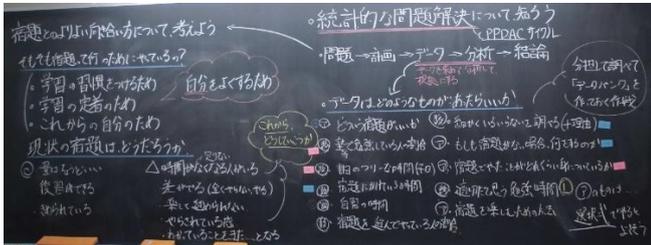


図1 一時間の板書

2～4 時間目

2時間目は、「自主学習をどのくらいの時間やっているか(平日)」というデータを使って、円グラフと帯グラフのかき方について、3時間目は、円グラフと帯グラフの読み方について、それぞれ特徴を考えながら学習を行った。自分達のデータ(自主学習の時間)ということもあり、興味を持ち続けて、活動していた。4時間目は、前時までに挙がっていたグラフを見る視点を生かして、様々な気付きを得ていた。絶対量について学んだ際、「全体の人数が違うと、同じ割合で同じ量に見えたとしても、それは違う」「全体の人数を確認しないと誤解しそう」と口々に述べていた。学習を進める中で、子どもたちはそれぞれのグラフのよさや使い方を捉え直していたようである。

5・6 時間目

子どもたちはグループ毎に提案を考えるために、分析や考察を行っていった。全体で、データとの向き合い方についての議論をした後、自分たちのデータをミニデータバンクで共有しながら、分析や考察を進めていった。

7・8 時間目

これまでの活動をもとに、自分達で今後の活動をどうしていくかの提案を考えていった。提案を考える際には、ポートフォリオを提示し、それぞれの実態に応じて、提案をより高められるように支援を行った。子どもたちは、ポートフォリオを活動の目安としたり、自分たちの提案を見直す指標としたりしていた。(図2)

	S	A	B
内容	Aに加えて、説得力のある「具体的な提案」を行っている。	2つ以上の調査の結果を使って、Bを行っている。	円グラフや帯グラフ等を使って、調べたことを分析したことを根拠にして、考えたことをまとめている。
具体的な方法	Aに加えて、「なぜそうするのか」「具体的にどうするか」「そうすることのよさ」等が表現されている。	複数の調査の結果を根拠に考えている。 例「～と考えました。理由はAとBから～だからです。」	スライドに根拠となるグラフ(円グラフや帯グラフ等)を入れている。

図2 授業で提示したポートフォリオ

9 時間目

グループを回りながら PowerPoint にまとめた提案を聞く活動を行った。柔軟な工夫や従来の在り方にこだわらない斬新な提案がなされ、「データを根拠にすると、データを根拠にしないで考える場合よりも納得できるような内容が多くなるのが分かった。」という気付きが生まれていた。そうした様子からも子どもたちは、統計的な問題解決を通して、データを根拠に考えることのよさや面白さを感じていたようである。(図3)

結論、理由・提案

考え

- ・宿題を要る、またはどちらかといえば要ると考えている人が66%と半数を超えているので、宿題を完全になくす必要はないと考えました。
- ・60分以上の勉強時間が適切だと思っている人は45%で、実際にやっている人は、53%と多くっており、そのうち40%は3時間以上勉強をしているため、今の宿題から少なくとも減らしたほうが良いと考えます。

提案

上のことから、私たちは「宿題の出し方を変える」ことを提案します。具体的には、**期限制の宿題**にする、というのはいかがでしょうか。期限制なら、自分のペースで進められますし、塾などに行っている人が無理して一日に多くの宿題をする必要がなくなります。

図3 子どもが実際に作成した提案

10 時間目

最後に学級会で合意形成をして、子どもたちは、「期限を決めて取り組む」、「PowerPoint で班ごとの自主勉日記を作り、それぞれがしていることを共有して、意欲を高めたり、振り返ったりしやすくする」という意思決定を行った。その後、自主勉日記を Teams 上で共有することで相互にコメントし合ったり、友達の活動に刺激を受けて行動を起こしたりするなどしており、宿題への取組に変化が生まれていた。

7. 授業の成果と今後の課題・改善のアイディア

本実践の成果としては、子どもたちの現状に合わせて、統計的な問題解決を行った結果、課題意識や学習活動への意欲を継続してもつことができたことが挙げられる。また、自分たちのデータを集め、分析して考察するという活動を行ったことで、実際に日常生活の見方に変化が見られたのも成果と言えよう。統計的な問題解決における課題設定の重要性を示すことができたと思われる。

一方で、授業開始に合わせてテーマの設定やデータの収集を行ったため、子どもたちが時間的に忙しくなってしまった。改善策としては、「事前に学級会などで課題を設定する」というアイディアが考えられる。事前に学級会で課題を設定するという活動を行うとデータの収集やミニデータバンクの作成にゆとりをもつことができるであろう。

算数科の授業に留まらず、教科横断的に捉えたり、日常とのつながりを生かしたりしながら考えるという視点は、授業改善や今後の教材研究に大いに役立つのではないだろうか。

参考文献

文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領解説 算数編」
一般財団法人日本統計協会 月刊誌『統計』12月号

micro bit を活用した統計的探究の授業モデル開発と遠隔教育への応用

今澤宏太・大阪教育大学附属天王寺中学校
連絡先 Email : imazawa-k78@ex.osaka-kyoiku.ac.jp

1. はじめに

平成 29 年告示学習指導要領では、全校種において統計的探究プロセスを通じた問題解決能力の育成が重視されることとなった。統計的探究プロセスのモデルは種々あるものの、Wild & Pfannkuch (1999) の PPDAC サイクルが有名である。この PPDAC サイクルの各相が教科書紙面上でどのような扱いをされているのかを把握すべく、筆者(2022)は教科書検定を受けた 7 社が発行する中学校数学科用教科書について、教科書に掲載された問題(例・例題・問題・問等)を PPDAC サイクルの相で分類した。その結果、多くの問題が Analysis・Conclusion の相に焦点化しており、他の相に関する取り扱いが限定的であることが明らかになった。一方、2007 年に統計教育に重点をおいた新たな国家カリキュラムを制定し、統計教育先進国と評されるニュージーランドでは、小学校段階から Problem の相に焦点化した実践が行われており、課題の設定からその解決にいたる一貫した学習が目指されている(関, 2014)。そこで本研究では、Analysis・Conclusion の相だけでなく、その前段に当たる Problem・Plan・Data の相にも注目して統計的問題解決能力を育成することを志向し、micro bit を活用した統計的探究の授業実践を行う。

2. 実践の実際

国立大学附属中学校第 1 学年 4 学級(144 名)を対象として授業実践を行った。実践においては、対象校のビオトープである学びのもりをフィールドとして位置づけ、「学びのもりの環境はどうなっているか」を課題として各種データを収集・分析し、リアルな文脈のなかでの学習を展開することを志向した。

2.1 Problem の相

Problem の相では、ビオトープの管理・維持・運営を担当している部活動である情報科学部の部員から、生徒に対し、「学びのもりでは、大和川水系の動植物の飼育を目指している。その実現に向けて、学びのもりの環境に関するデータを収集、分析し、研究結果を提供してほしい」という呼びかけが行われた。学びのもりは、休み時間や放課後に、生徒が遊んだり、ベンチに腰を掛けて語り合ったりと、生徒の憩いの場となっており、日頃から目にしている環境であるため、その実現に向けて生徒から前向きな意見が多く寄せられた。

2.2 Plan の相

「計画を立てましょう」と指導者が生徒に呼びかけたところで、先を見通すことができず、計画を立案することができない生徒は多い。また、計画を立てる上で、「何を考えればよいのかわからない」とい

ったつまづきを抱える生徒もいる。そこで、本実践では、はじめに「環境」という概念をどのような指標から考えるかについて班で協議を行った。議論の中では、「温度、水温、水位、湿度、降水量、二酸化炭素濃度、水素イオン指数、騒音」といった量的な指標が数多く出された。また、それらをどのように定量的に評価するかについて協議を行った。その後、具体的に評価のための道具を決め、「いつ・どこで・何を・どのように・なぜ」について議論を行い、具体的な計画を策定した。学習感想からは、計画を立てることの苦勞を感じながらも、計画を立てることの重要性について理解している様子が見られた。

2.3 Data の相

本実践では micro: bit のデータロガー機能を活用することで、問題設定に即したデータの収集を行うこととし、micro: bit 本体及び接続することのできる気温・湿度・気圧、水温、照度、音などの各種センサをあらかじめ複数準備して、各班が自由に活用できるようにした。micro: bit によって得られたデータは、csv ファイルに出力することが可能である。生徒がデータを確認すると、センサの差し込み不良でデータが収集できていない、高頻度に設定したことによりデータの数が膨大になった、収集したデータの一部の返り値がエラー値となっているなどの事象が見られた。このため、データの収集の方法を見直し、追加してデータを収集したり、一つひとつのデータを点検し、エラーとなっているデータの削除を行ったりするなど、得られたデータに即して学習を行った。班によってはセンサでのデータ収集の周期を高頻度に設定したため、大量に収集したデータを点検する必要があるなど、苦勞した学習感想が多くみられた。

2.4 Analysis の相

Analysis の相では、データの傾向を表すために、代表値を求めるとともに、度数分布表の作成を行った。その際、表計算ソフトの関数機能を活用させた。多くの生徒が膨大なデータから代表値を計算したり、度数分布表を作成したりする必要があったため、ICT 端末を活用して分析することについてよさを感じていた。また、どの代表値を用いることがデータのちらばりから適切であるか検討している様子が見られた。度数分布表を作成する際には、データの傾向を読み取るために妥当な幅で生徒に任意に決めさせた。階級の幅については、「概ね、階級の幅を...とすれば、ちらばりの様子が分かりそうだ」といったデータの質的な観察から取り組んでいる班や、「階級の数を 10 程度にするため、範囲(最大値と最小値の差)÷10 を計算して階級の幅を求める」

といった、量的な考えから設定している班もあり、多様な考えが見られた。その後、同じデータを収集した他の班と比較するために、表計算ソフトの関数機能やグラフ作成機能を活用して度数分布多角形を作成したり、相対度数・累積相対度数を求めたりした。その際、各班で収集したデータの数が頻度によって異なることから、相対度数や累積相対度数を用いて比較することのよさについて気づいていた。

2.5 Conclusion の相

これまで分析を行う上で作成した図表や代表値などの結果を基にして、学習課題に対する結論をまとめるべくスライドを用いて資料を作成した。研究を進めていく上で得られた複数のデータを比較して発表する場合には、ヒストグラムの併置よりも度数分布多角形が有効であることに気づいていた。また、研究結果を基に生物を実際に飼育することになることから、導き出した結論の妥当性について、繰り返し確認している様子が見られた。班によっては、単に研究結果をまとめるに留まっているものもあったが、環境に適した動物について具体的な提案を行っているものも見られた。

3. まとめ

本研究では、ビオトープの環境を把握することを学習課題として、各種データを収集・分析する実践を行った。その際、PPDAC サイクルのうち、探究の前段に当たる Problem・Plan・Data の相の学習について、micro bit の活用を含めて授業モデルの開発を行った。その結果、micro bit で生のデータを収集することにより、データクリーニングの必要性が生じ、教科書にある与えられたデータやインターネット上のデータベース等に収録されている整理されたデータでは学べないプロセスを経験させることができた。また、大量のデータを整理するために、表計算ソフトを活用する必然性が生じ、GIGA スクール構想にある生徒1人1台端末を有効活用することができた。一方で、青山(2018)の指摘と同様に、問題解決活動の自由度が高まることにより、班ごとで活動の進度に差異が生じ、授業時間数の管理や生徒の活動の取りまとめに難しさが見られた。

4. 遠隔教育への応用の展望

文部科学省(2019)では「子供の力を最大限引き出す学びを実現するため、ICTを基盤とした遠隔技術などの最適な先端技術を効果的に活用」していくことが提言されている。また、中央教育審議会(2023)においても、次期教育振興基本計画において「遠隔・オンラインとリアルを組み合わせた取組の推進」を行っていくことが謳われており、遠隔教育の普及に対して一層の期待が高まっている。遠隔教育の推進については、守屋(1999)が指摘しているように通信機器の改良、インターネットの利用、経済的基盤に関する問題があったが、GIGA スクール構想の実現によりこれらが一気に解消されたことによって、

一層広まりを見せていくと思われる。そこで本実践を応用する形で、クラウド上に、遠隔校両校で収集したデータを共有し、共に課題解決をしたり、互いにその成果を発表し合ったりする遠隔教育モデルの開発について、今後を実施することを計画している。なお、遠隔教育は目的や接続先によって活用方法はさまざまであり、文部科学省(2021)は遠隔教育の種類を12のパターンに分類している。このうち、この構想は、文部科学省(2021)の類別のうちA1「遠隔交流授業」に該当する内容である。



図1 遠隔教育の種類 (文部科学省, 2021)

謝辞

本研究は、大阪教育大学倫理委員会における倫理審査の承認(管理番号 23083,2023/10/27)に基づいて実施している。本研究の一部は、JSPS 科研費 24H02482 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 青山和裕(2018) 統計的問題解決を取り入れた授業実践の在り方に関する一考察, 統計数理, Vol.66, No.1, pp.97-105
- [2] 今澤宏太(2022) 統計的探究プロセス Plan の相に関する実態調査, 大阪教育大学数学教育研究, Vol.51, pp.43-52
- [3] 関大介(2014) データカードの活用による問題設定に焦点化した授業提案, 日本科学教育学会年會論文集, Vol.38, PP.463-464
- [4] 筑波大学附属学校教育局・筑波大学附属高等学校(2015) 次世代を担う高校生のグローバル意識と行動に関するアンケート調査
- [5] 中央教育審議会(2023) 次期教育振興基本計画について(答申)
- [6] 守屋誠司(1999) 数学教育における遠隔教育の実際と将来への提言, 数学教育研究, Vol.29, pp.65-84
- [7] 文部科学省(2019) 新時代の学びを支える先端技術活用推進方策(最終まとめ)
- [8] 文部科学省(2021) 遠隔教育システム活用ガイドブック
- [9] Wild. C. J & Pfannkuch. M (1999) Statistical thinking in empirical enquiry, International Statistical Review, Vol.67, No.3, pp.223-265

ビタミンCの滴定実験を用いたPBLによるデータの生成

都丸 希和 (名古屋大学教育学部附属中・高等学校)

佐藤 健太 (名古屋大学教育学部附属中・高等学校)

愛知県名古屋市千種区不老町 (052) 789-2680

tomaru@highschl.educa.nagoya-u.ac.jp

1. 本校の課題研究について

著者の勤務校では、高校生は文理融合型の個人探究を3年かけて行います。1年生対象に、探究の基礎として、統計的思考や分析の手法を学ぶ特設科目「データサイエンス (DS)」が設置されています。

2. 授業の目的と概念

DSの授業では、データを客観的に分析し、定量評価する方法を実践的に学ぶことを目的としています。統計の基礎を学び、STEAM探究におけるデータ取得や分析のためのデータリテラシーを育成することに重点を置いています。教材開発では、生徒が理解しやすいよう段階的な指導を心がけています。最初に統計概念を端的に伝え、データセットを用いた演習を通じて統計処理の感覚を養うことを意識しています。生徒たちがデータを楽しく利活用する力の育成を目指しています。

3. 実践内容

DSは3つの段階に分けて実施しています。(表1)前期で理論と演習(段階Ⅰ)、統計ポスターの作成(段階Ⅱ)を実施します。生徒は、教育用標準データセットであるSSDSE(統計センター)などオープンデータを用いた探究を行います。これを、PPDACサイクルを縮小した形で体験し、その成果物として統計ポスターの作成を行います(一部作品を愛知県統計グラフコンクールへ出品)。後期では、実験を用いたデータの生成(段階Ⅲ)を実施します。問題型課題解決学習であるProblem Based Learning (PBL)を用い、生徒たちはチームで実験をし、自分たちでデータを生成し、分析を行います。共通テーマは「ビタミンCの滴定」とし、与えられたデータを処理するだけでなく、自分たちでデータを生成します。活動を通して、デー

タの不安定さや課題の解決策を探究する力を養うことを目的としています。以降は、主に段階Ⅲの内容について紹介します。

表1. DS年間計画

回	内 容 (前期:理論編)
1	基礎 データの種類・構造
2	基礎 統計図表・代表値
3	基礎 散布度
4	演習 相関関係
5	基礎 回帰分析・時系列分析
6	基礎 仮設検定
7	演習 t検定
8	基礎 クロス集計表・適合度検定
9	応用 データ収集・正規分布
10	応用 統計ポスター作成
夏	応用 統計ポスター作成・提出
11	基礎 レポート作成時の注意
12	基礎 分析・レポート作成
13	応用 分析・レポート作成2回目
14	応用 分析・レポート完成・まとめ
回	内 容 (後期:実験編)
1	後期オリエンテーション
2	滴定原理・器具の説明
3	濃度既知のビタミンCの定量滴定
4	プレ実験 (オレジュース対グレープフルーツジュース)
5	分析・グループ自由テーマ検討
6	PBL研究テーマ発表会・実験計画
7	PBL実験 (ビタミンCの滴定) ①
8	PBL実験 (ビタミンCの滴定) ②
冬	PBL実験レポート作成

9	PBL実験レポート作成・再実験計画
10	PBL再実験（ビタミンCの滴定）
11	PBL実験レポート提出
12	PBL実験レポート発表会
13	レポート発表会振り返り
14	まとめ・アンケート

4. 化学とコラボレーションしたデータ生成の体験

後期のDSでは化学にもフィードバックできる内容として、酸化還元滴定を選んでいきます。テーマは「ビタミンCが多いもの」です。4人グループとなり、自分たちで試料を選ぶことから計画します。ビッグデータのように要因が多数ではなく、大きな発見ができる訳ではないですが、自分でデータを生成し、測定することは貴重な経験だと考えています。本校の取り組みの特徴をあげます。

化学（実験）+統計学の組合せ

前期からの継続で、既存のデータを使用することもできますが、実験をすることにより、データを生成する経験ができています。実験をすることにより、データを生成する上での誤差についても、多くの場面で考えることが出来ます。また、実験とデータ解析の（少なくとも）2種類の分野を経験できます。

導入問題で実験することで、成功例を先に経験できる

最初の4回は実際の実験に対する正しい知識を得る回としています。データの採択から分析まで、自分たちですべての行程を経験できることは大切であるが、一方で、データを生成する責任は重大です。そこで、予めコントロールされた環境をつくり、小さな成功体験を得ることを目的としています。

- (第1回) 後期DSオリエンテーション
- (第2回) 器具の説明、水を用いた装置の確認
- (第3回) 濃度が既知である試料の滴定実験
- (第4回) 結果が既知である試料の滴定実験

図1は、濃度が既知のビタミンCに対する実験の結果です。このとき、滴定するヨウ素が10 ml になるはずですが、班や滴定によってばらつきがあります。

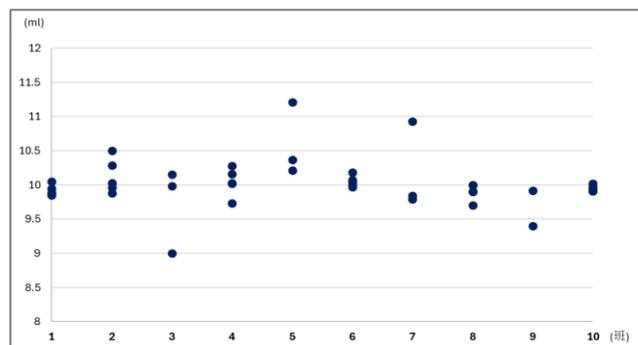


図1：濃度既知のビタミンC滴定実験の結果

この実験を行うことで、その誤差がどこで生じたかを振り返ることができ、その後の実験の精度を上げることができていると考えています。

テーマ設定におけるワークシートの工夫

予備実験を踏まえ、ビタミンCの量を測るオリジナル試料を選びます。テーマ設定における試料選びの際には、次の8つの観点のワークシートを作成しています。

- ① ビタミンC含量を調べる資料を選ぶ
- ② ①を選んだ理由
- ③ 仮説を立てる
- ④ 具体的な予想をする
- ⑤ ④のように予想した理由
- ⑥ データの収集と分析の方法
- ⑦ 試料収集の際に気を付けること
- ⑧ 実験やデータ収集の際に気を付けること

実験・分析に入るまでを①～⑤、実現可能性を⑥～⑧で意識させています。

(生徒が選んだテーマ例)

- ・ 自然のレモンのビタミンC vs 人工レモン
- ・ 『一日分のビタミン』という商品に含まれるビタミンCの量はメーカーによって異なる
- ・ レモンのビタミンC含有量の温度による違い
- ・ 高いカルピスの方がビタミンCの含有量が多い

また、⑧の実験時に気を付けることとして実験誤差をできるだけなくす必要があります。実験時には、酸化還元滴定が終了し、試料の色が変わったと判断するのを目視ではなく写真を撮る班や、RGB値を測定するアプリを用いる班もいました。

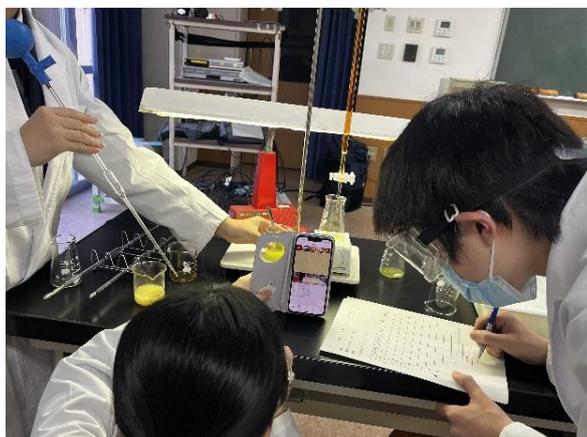


写真1. 実験時の様子 (RGB値の測定)



写真2. 実験時の様子 (実験の検証と分析)

教科書の実験では得られにくい、ばらついた結果

中学生までは、実験のデータ処理方法といえば平均値でした。一方DSでは、箱ひげ図の有用性や平均値の比較のみでは有意な差があるのか誤差であるのかを判断できないという基礎知識を学んでいます。データを集めること、生成することの難しさを実感していました。

個別探究と協同探究による繰り返し学習の機会

テーマ設定時、実験1回目終了後、最終報告と、大きく2回の協同探究学習の場を設けており、個別探究と協同探究を繰り返すようにしています。これにより、人数分の解釈と評価が生まれ、それを知ることができると思います。また、質疑や報告により、客観的に伝える機会をもち、フィードバックで改善する機会を得ることができています。

最終報告会ふりかえりの時間の設定

結果や考察をまとめたレポートを作成し、最終報告会を行った後、そのつぎのワークシートを記入しています。「試料の選択、仮説について考えたこ

と・改善点」や「誤差の種類・誤差が生じた要因・改善点」について個人探究を行います。さらに、「今回の結論に対して生じる可能性がある反論」を考えることで、研究の客観性や信頼性を高め、結論の妥当性を検証することができます。

(生徒の記述例)

- ・ 選んだ試料の色が濃かったため、反応の終点がわかりにくく、基準を決めておくべきだった。
- ・ 他班の発表から温度による違いがあることがわかり、実験時の温度管理が必要出ると感じた。
- ・ 果物には生育環境による違いがあり、今回の試料は対照実験となっていたのか
- ・ どこに変化が現れるのかを事前に調べてから実験するべきだった

新たな技術 (生成AI) を思考と分析に取り入れる

2024年度の実践よりDSにおいて生成AIの活用を始め、「生成AIの問題点を理解した上で、正しく使用する」ことを伝えました。実際の授業で使用することで、便利な点と問題点を主体的に理解できているように感じます。

一方、仮説が明確でないチームが見られ、研究の目的が曖昧になるケースがありました。特に、生成AIを活用した場合、ユニークなタイトルと研究仮説の違いが十分に理解できていなかったようです。

5. 最後に

本校DSでは、前期の取り組みを踏まえ、後期では化学実験と統計学を組み合わせ、データを生成・分析する実践を行っています。特に、誤差の要因を考察し、精度向上を目指すプロセスを経験することで、生徒はデータの信頼性を考える機会となったと思います。

一方、生成AIについて、便利さを実感しつつも、提案された仮説の妥当性を十分に検討せずに進める場面がありました。今後は、生成AIの利点と限界を理解し、それを批判的に活用する力を養う指導が求められると考えます。

学校設定科目「情報 I Plus」による問題解決能力の育成—実践事例の紹介—

広島大学附属高等学校 奥屋 玲香

連絡先(rokuya@hiroshima-u.ac.jp)

1.はじめに

高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説 情報編 [1]では、情報科の科目構成について以下のように示されている。

平成 21 年の高等学校学習指導要領改訂では、(中略)生徒の能力・適性、多様な興味・関心、進路希望等に応じて「社会と情報」及び「情報の科学」のうち 1 科目を選択履修させることとしている。

今回の改訂では(中略)「社会と情報」、「情報の科学」の 2 科目からの選択履修を改め、問題の発見・解決に向けて、事象を情報とその結び付きの視点から捉え、情報技術を適切かつ効果的に活用する力を全ての生徒に育む共通必修科目としての「情報 I」を設けるとともに、「情報 I」において培った基礎の上に、問題の発見・解決に向けて、情報システムや多様なデータを適切かつ効果的に活用する力やコンテンツを創造する力を育む選択科目としての「情報 II」を設置した。

この改訂に伴い本校では、高等学校 2 年生に「情報 I」を設置した。また、それに加え高等学校 3 年生に「情報 I Plus」を設置した。

2.学校設定科目「情報 I Plus」の概要

「情報 I Plus」は高等学校 3 年生の必修科目である。次項でも述べるが、「情報 I」は学習事項が多く、1 年間のカリキュラムで全てを終えることが難しい。そのため、本校では学校設定科目「情報 I Plus」を設定し、情報 I の学習事項を約 1.5 年かけて学習させることとした。

3.カリキュラム構成

3.1.年間カリキュラムの概要

本科目は、1 単位科目であるため、年間授業時数は 35 時間である。以下に、シラバスを示す。

1 時間目	モデル化とシミュレーション	モデル化とは
2 時間目		モデル化とシミュレーション
3 時間目		Pythonの基本
4 時間目		
5 時間目		
6 時間目		
7 時間目		コンピュータを利用したシミュレーション
8 時間目		
9 時間目		
10 時間目		
11 時間目		情報社会の問題解決
12 時間目		
13 時間目	情報デザイン	情報デザイン
14 時間目		
15 時間目	コンピュータとデジタル化	コンピュータの構成
16 時間目		デジタル化の演算
17 時間目		メディアのデジタル化
18 時間目		問題演習
19 時間目	プログラミング	アルゴリズム
20 時間目		プログラミング
21 時間目		
22 時間目		
23 時間目		
24 時間目		
25 時間目	情報通信ネットワーク	ネットワーク
26 時間目		セキュリティ
27 時間目		問題演習
28 時間目	データの活用	データの収集と分析
29 時間目		シミュレーション
30 時間目		問題演習
31 時間目	実践問題①	実践演習
32 時間目		
33 時間目	実践問題②	実践演習
34 時間目		
35 時間目		

図 1：情報 I Plus の年間指導計画

前半では、Python を使用し、テキスト言語の基礎と、コンピュータを利用したシミュレーションについて学んだ。以降は、情報 I で学んできたことも含めて総復習を行った。

3.2.「情報 I」とのつながり

「情報 I Plus」は「情報 I」を学習した後、学習する科目であるため、以下に「情報 I」の年間指導計画を示す。

1時間目	情報社会の問題解決	ガイダンス
2時間目		データの収集と整理
3時間目		数値データの分析
4時間目	情報通信ネットワークとデータの活用	テキストデータの分析
5時間目		アンケート調査によるデータの収集
6時間目		量的データの分析手法
7時間目		統計的検定
8時間目		
9時間目	情報社会の問題解決	知的財産権、個人情報
10時間目		
11時間目		情報の扱い方・表し方①
12時間目		情報の扱い方・表し方②
13時間目	コミュニケーションと情報デザイン	アナログとデジタル、論理回路について
14時間目		文字情報の伝え方
15時間目		音声や動画の表し方
16時間目		データの圧縮と拡張子について①
17時間目		データの圧縮と拡張子について②
18時間目～	コミュニケーションと情報デザイン	使いやすいUIをデザインしよう
26時間目	情報通信ネットワークとデータの活用	情報通信ネットワークの仕組み
27時間目		プロトコルとIP、データ転送の仕組み
28時間目		情報セキュリティと暗号化、認証技術
29時間目～		アルゴリズムとプログラミング①
34時間目～	コンピュータとプログラミング(情報社会の問題解決)	プログラミングで問題解決をしよう①
44時間目～		プログラミングで問題解決をしよう②
65時間目		モデル化とシミュレーション
66時間目		コンピュータを利用したシミュレーション
67時間目	情報通信ネットワークとデータの活用	情報システムとデータベース
68時間目		データベース管理システムとデータモデ
69時間目	情報社会の問題解決	情報 I のまとめ①
70時間目		情報 I のまとめ②

図 2：情報 I の年間指導計画

4.授業実践の概要

ここでは、特に問題解決能力の育成を図った学習項目である「モデル化とシミュレーション」の中の「コンピュータを利用したシミュレーション」について示す。

事前準備の際に、ChatGPT を用いて、仮想の小売店舗の売上 POS データ、架空の高校生 100 人の成績データ①、「国語」と「社会」の相関を強く、「数学」と「理科」の相関を強くした架空の高校生 100 人の成績データ②の 3 つの Excel ファイルを作成した。

そのファイルを配布し、グループに分かれ、1 つのデータを選択し、Python を用いて分析・シミュレーションを行った。

しかし、Python 初学者が多く、何から始めたら良いのかわからない生徒が多くいたため、データの分析に関する参考プログラムを提示した。それが図 3 である。

```
#pandasのインポート(excelのデータ読み込みのため)
import pandas as pd

#matplotlib,pyplotのインポート(グラフを書くため)
import matplotlib.pyplot as plt

#excelファイルを読み込み、dataという変数に格納
#赤文字の部分はexcelファイルでcolabのファイルの部分にドラッグ&ドロップした後、3つの点ボタンをクリックし左をコピーして貼り付ける
data = pd.read_excel("/content/成績データ①.xlsx")

#変数dataに正しくファイルが読み込まれているか確認
print(data)

#読み込んだデータの中の1列を抽出し変数(dfやdf2)に格納
#この数字や理科は抽出したい列の1行目を書いてあるものを書く
df = data["数学"]
df2 = data["理科"]

#dfに使用したい列が入っているか確認
print(df)

#いろいろなデータの算出方法
#sklearnのように変数に値を格納しておくことで便利
#ここでは全て全員の数学の点数について算出している(df.~と書いているため 理科に関して算出したい場合は df2.mean() などになる)
heikin = df.mean() #平均値を算出
df.std() #標準偏差を算出
df.var() #分散を算出
df.sum() #合計値を算出
df.min() #最小値を抽出
df.max() #最大値を抽出
df.median() #中央値を抽出
df.mode() #最頻値を抽出

all = df.describe() #上のものをまとめて算出
print(all)

#変数.to_numpy()で抽出した列を一つの配列に入れることができる
#ここでは、グラフを書くためにその配列をx座標、y座標を入れた配列に格納している
xx=df.to_numpy() #数学の点数の配列を格納
yy=df2.to_numpy() #理科の点数の配列を格納

#この3行はプリントの通り 散布図を書いている
plt.scatter(x,y,color="green")
plt.plot(x,y)
plt.show()

#1種類のヒストグラム
#ここでは数学の点数のヒストグラムを作成した
plt.hist(df)
plt.show()

#2種類以上のヒストグラム
#数学の点数と理科の点数のヒストグラムを並べて表示している
plt.hist([df,df2])
plt.show()

#他のグラフはclassroomの「様々なグラフの書き方の紹介」投稿を参考にしてください
```

図 3:生徒に提示したプログラム

この他にも Python の基本を学習する際に配布したワークシート等を活用しながらグループでデータの分析・シミュレーションに挑んだ。

5.生徒の学習成果

生徒は、グループ活動を行った後、プログラムと、分析したことなどをまとめたスライドを提出した。あるグループのプログラムとスライドは以下の通りである。生徒のスライドに関しては、名前が書いてある箇所のみ画像処理を行った。

参考文献

[1]高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説情報編



図4：生徒のスライド

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

data = pd.read_excel("content/成績データ②.xlsx")
sns.pairplot(data, vars = ['gender', 'japanese', 'math', 'science', 'social', 'english', 'information', 'total'])
```

図5：生徒のプログラム

6.今後の課題と展望

生徒の学習成果にまとめたように、生徒がグループで考えたことをもとに参考プログラムを書き換え、データの分析を行うことはできた。しかし、どのくらいの意図を持ってプログラムを書き換えることができたのかは不明である。また、参考プログラムを提示する前はどのようなプログラムを書けば良いかわかっていなかった。さらに、データの分析をすることはほとんどのグループができたが、シミュレーションをグループで行うということは本実践では難しかった。これらのことから、現時点では、本題材で「コンピュータを利用したシミュレーション」を生徒主体で行うことができているということが課題であると考えられる。

したがって、本実践をベースに、生徒が主体的に「コンピュータを利用したシミュレーション」を学び、行うことができる題材や指導計画の開発に努めたい。

DS 教育の観点からみた大学入学共通テスト「数学」と「情報 I」の一考察

増井 貴明* (雲雀丘学園中学校・高等学校)

林 宏樹 (雲雀丘学園中学校・高等学校)

*連絡先 〒665-0805 兵庫県宝塚市雲雀丘 4-2-1

Email : t-masui@hibari.ed.jp

1. はじめに

高等学校では、2022年4月から新たな学習指導要領に基づいた教育実践が行われている。この学習指導要領の特徴的な点の1つとして、データサイエンス教育の充実が挙げられる。

高等学校数学科では、数学 I「データの分析」、数学 B「統計的な推測」、数学 C「数学的な表現の工夫」の分野において、データサイエンスと関連が深い内容を学ぶことになっている[1]。

高等学校情報科では、科目が再編され、すべての高校生が履修する「情報 I」が新設された[2]。従前の情報科の科目と比べ、データサイエンス教育に関わる「データの活用」等に関する内容が大幅に充実した。

このような背景の中、2025年1月18日・19日、新たな学習指導要領の内容を学習した高校生が受験する大学入学共通テスト(以下、共通テスト)が実施された。共通テストでは、従前とは異なり、「情報 I」が新たな科目として追加された。

本発表では、新たな学習指導要領のもと実施された、共通テストの問題について、「数学 I」、「数学 B」、「情報 I」に関するデータサイエンス教育に関わる分野の出題された問題について考察することを目的とする。本発表の成果は、今後、高等学校において、数学科と情報科の授業をどのように連携して DS 教育を展開していくことが可能であるかのきっかけになることが期待される。

2. 共通テストにおける問題分析

2.1. 数学 I「データの分析」分野

新たに学習内容に含まれた外れ値、仮説検定の考え方に関する問いが出題された。散布図を基本とした図表の読み取りに加えて、「前年比」という新たな指標を用いて作成した箱ひげ図の読み取りや相関係数の計算に関する問いも出題された。

題材は、47都道府県における外国人宿泊者数と日

本人宿泊者数の動向を調べるといった実生活に結びついたものであり、新たな設定や仮説を立てるストーリーのある問題内容であった。

一方で、分散の大小関係を問う問題では、与えられた散布図から相関関係を読み取り、共分散の正負を決定することで不等号を判断する必要があり、適切な式の処理や相関係数の定義についての理解も問われた。

仮説検定の考え方に関する問いは、ある地域の2つのキャンペーン A, B についてのアンケート結果から「Aの方が良い」と判断しても良いかどうかを硬貨投げ実験によるシミュレーション結果と対比して考える問題であり、試作問題にも準じた基本的な内容であった。

2.2. 数学 B「統計的な推測」分野

ある地域で収穫されるレモンのサイズや重さに関する実生活に結びついた問いが出題された。

小問1は、確率変数の標準化や二項分布の性質に関する基本的な内容であった。

小問2は、母平均の推定と標本の大きさに関する問いが出題された。誘導が丁寧であり、標準的な問題であった。

小問3は、収穫されるレモンの重さが過去の平均と比較して低いといえるかどうかを仮説検定によって検証する問いであった。小問2と同様に誘導が丁寧であり、標準的な問題であったといえるが、試作問題とは異なる片側検定が出題された。

小問2、小問3を通して、2人の会話の中で問いが設定されており、探究的なストーリーのある問題内容であった。

2.3. 情報 I「データの活用」分野

問いは4問構成となっていた。地方別、都道府県別の旅行者数に関するデータを題材として、探究的にデータを分析する上でのストーリーのある問題内

容であった。

問 1 は、データの尺度を判断し、データに対応した適切な可視化による読み取りである。名義尺度と比例尺度を判断し、カテゴリごと（地方ごと）の棒グラフ、旅行者数の割合による帯グラフが扱われていた。難易度は高くないが、データ分析を始める上で、基本的な展開であった。

問 2 は、散布図と相関係数から読み取れることを選択する問題である。選択肢は、散布図内のデータを読み取る内容、相関関係を判断する内容、因果関係を示す内容であった。想定通り、相関関係と因果関係の違いを理解しているのか判断させる選択肢であった。

問 3 は、「出張等と観光等の旅行者数を、旅行先の各都道府県の人口で割った値」という指標を導入し、2 変数の関係を考察する問題である。データを割合に加工し、そのデータを適切に判断できるのかを問う問題であった。

問 4 は、問 3 で用いたデータを分類し、具体的なデータを考察する問題である。第 3 四分位数を基準に、「多めの都道府県」と「多めではない都道府県」を分類し、個別の都道府県を判断する問いであった。

3. 探究活動との関係性

学習指導要領では、探究的な活動を取り入れた授業内容が推進されている。共通テストの内容は、探究的な流れを取り入れた内容であり、学習指導要領が目指した方向性と一致した内容であると考えている。

問題の構成を統計的探究プロセスと呼ばれる PPDAC サイクルに基づいて考察する。PPDAC サイクルとは、Problem（問題）-Plan（計画）-Data（データ）-Analysis（分析）-Conclusion（結論）という 5 つのフェーズがある。表 1 は、2 章で挙げた共通テストの各問が PPDAC サイクルのどのフェーズに該当するかをまとめたものである。

4. 共通テストからみる今後の授業実践

3 章で挙げた探究的な活動の流れから、今後の授業実践について考える。

ただ単に収集できるデータを用いて、学習した可視化を行い、結論を導く流れでは不十分であることが示唆されている。このことから、3 つの授業内容が考えられる。

第 1 に、どのようなデータを収集するのか、収集

科目	問番号	PPDAC	内容
数学 I	(1)	Analysis	外れ値の確認と図表の読み取り
	(2)	Analysis	指標を用いたデータの加工と分析
	(3)	Plan	仮説の設定
数学 B	(1)	Data	確率変数の標準化
	(2)	Plan	仮説の設定
	(3)	Data Analysis	確率変数の標準化 P 値と有意水準の比較
情報 I	問 1	Data	データの尺度の確認と可視化
	問 2	Analysis	散布図による可視化と相関の分析
	問 3	Analysis	指標を用いたデータの加工と分析
	問 4	Analysis	四分位数を用いたデータの分類

表 1. 共通テストの問題と PPDAC サイクルの対応

したデータはどのような性質をもち、どのような可視化が適しているのかということをも Plan フェーズで想定したり、Data フェーズで実施する授業内容が考えられる。

第 2 に、データを可視化して結論を導く過程で、収集したデータを適切に比較・検討するためにどのように加工するのか、あるいは「旅行者のデータに対して人口との割合」や「前年比」といった新たな指標の必要性を考える授業内容が考えられる。

第 3 に、可視化したデータの全体をみるだけでなく、ある一定のルールのもとに分類し、分類されたデータ群の特徴を見出すような考察を行う授業内容が考えられる。

以上のことから、データの性質を考え、データの質を読み解くような授業作りが必要であると考えられる。

5. おわりに

新しい学習指導要領のもと実施された共通テストでは、数学、情報ともに身近な題材をもとにした、新たな設定や仮説を立てる探究的な学びを想定した問題が出題された。今後は、本発表で行った各問に対する考察をもとにした授業実践を続けたい。

参考文献

[1] 文部科学省. 高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説数学編理数編, 2018.
[2] 文部科学省. 高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説情報編, 2018.

物理基礎の生徒実験におけるデータ分析の現状報告

中島康彦・群馬県立前橋高等学校

〒371-0011 群馬県前橋市下沖町3-2-1-1

Tel : 027(232)1155 Fax : 027(233)1046

Mail : nakajima-yshk@edu-g.gsn.ed.jp

1 はじめに

2025年実施の共通テストは、全科目を平成30年告示の高等学校学習指導要領（以下、新学習指導要領）で学んだ高校生が初めて受験した。新学習指導要領では探究の過程が重視されるため、共通テストの物理基礎や物理でもデータの分析を含む問題が出題され始めており、筆者も統計的処理やデータ分析を扱う場面を授業でも重要視してきた。

本稿では、まず、新学習指導要領や共通テストでの物理基礎における統計手法の活用やデータ分析の現状を確認する。次に、筆者の物理でのデータ分析における指導観点を紹介し、令和4年度に実践した物理基礎におけるデータ分析を含む授業実践として音分野の生徒実験を報告する。

2 新学習指導要領や共通テストの物理基礎における統計手法の活用やデータ分析の現状

まず、新学習指導要領の物理基礎の内容を振り返り、データ分析手法に関する内容を確認する。次に、共通テストにおける統計的なデータ分析を含む問題の出題状況を確認する。

(1) 新学習指導要領物理基礎のデータ分析手法

新学習指導要領において物理基礎で育成する資質・能力のうち、思考・判断・表現に該当するものは「観察、実験などを行い、科学的に探究する力」である。学習指導要領解説理科編¹⁾では、この力を物理基礎で育成する際に、「探究の過程を通して、情報の収集、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈、法則性の導出などの探究の方法を習得させるとともに、報告書を作成させたり発表させたりして、科学的に探究する力を育てることが重要である。」「学習内容の特質に応じて探究の過程を適宜取り上げ、具体的な課題の解決の場面で探究の方法を用いることができるよう扱う必要がある。」と強調している。探究の方法のうち、「実験データの分析・解釈」にかかる資質能力の育成には、統計的な手法の指導が必要であり、生徒は探究の過程を含む実験において習熟できるように指導する必要がある。

(2) 共通テストにおける統計的なデータ分析を含む問題の出題状況

令和7年度大学入学共通テストに係る大学入学共通テストの問題作成方針²⁾は、平成30年告示の学習指導要領と令和6年度までの共通テストの実施状況を踏まえたものになっており、令和6年度までの実施内容を継承したものである。物理基礎の問題作成方針において、「問題の作成に当たっては、身近な課題等について科学的に探究する問題や、得られたデータを整理する過程などにおいて数学的な手法を用いる問題などを含めて検討する。」とあり、共通テストでも「実験データの分析・解釈」の問題が出題され、問題を解く際には統計的な手法を活用する場面が想定される。共通テストの物理基礎と物理について「得られたデータを整理する過程などにおいて数学的な手法を用いる問題」のうち、物理基礎の範囲の出題を表1に示す。

表1 データ分析を含む物理基礎範囲の共通テストの出題

年度	出題	問題	概要
2023 本試	物理	第2問	慣性抵抗または粘性抵抗を受ける物体の運動の数理モデルを、数値データで検証する。
2024 本試	物理	第3問	弦の伝播速度の数理モデルを数値データから推定する。
2025 本試	物理 基礎	第3問	ジュールの法則と熱量の数理モデルを用いて数値データから比熱を測定し、モデルを評価する。
2025 追試	物理 基礎	第2問	数値データから摩擦力のモデルを推定し、モデルを用いて運動を比較する。

表1を見ると、数値を具体的に与えてデータ分析をさせる問題は2023年の本試から出題され始め、新学習指導要領の全面実施初年度である2025年においては本試・追試ともに数値データの分析が出題されている。グラフのデータを読み取る問題は共通テスト初年度から出題されてきたが、回帰直線のフィットを想定した問題は2023年が初めてである。今後も数値データの分析の出題が増えていくと考えられ、授業でも数値データの分析を重要視していく必要がある。

3 物理基礎におけるデータ分析手法の指導

新学習指導要領及び共通テスト出題方針を踏まえ、筆者は、表2のように物理における生徒の発達段階毎にデータ分析に必要なリテラシーを整理している。

表1で示す共通テストの問題は、どれも第4段階を志向する問題である。近年の共通テストでは、形式的にデータ分析の手法をとらえるのではなく、データ分析の手法から得た結果を物理的に解釈することが求められており、表2における第4段階までの高い水準での指導が求められる。一方で、データの測定を伴う実験を通して課題解決を図る生徒実験のレポートでは、経験上、第1段階で終始する生徒が散見される。

第2段階以降へ生徒のリテラシーが移行できるようにするため、課題解決型の生徒実験の授業をデザインし、振り返りをする機会を設定する必要がある。

表2 物理基礎でデータ分析に必要な発達段階

段階	データ分析に必要なリテラシーの内容
第1段階	数値データを読み取り、数理モデルや定義に当てはめて物理量を計算できる。
第2段階	数理モデルや定義を踏まえ、グラフの傾きや切片の数値を読み取り、物理量を計算できる。
第3段階	回帰直線を引いて分析できるように数理モデルの式やデータやグラフを捉え直すことができる。
第4段階	データから適切な数理モデルを推定できる。また、数理モデルからデータを予測することに加えて、データの測定精度を評価できる。

新学習指導要領解説理科編の物理基礎¹⁾でも「学習課題に関する生徒の考えを引き出し、物理学の基本となる原理・法則との整合性を議論させ、他の生徒や教師との関わりを通して、自らの考えの正しかった部分、誤っていた部分等について振り返らせることが重要である。」と強調されている。

生徒が探究の過程を踏む際には、教師-生徒間、生徒同士間で探究の過程を振り返る活動を入れることで、生徒が第2段階以降のリテラシーを学ぶ有効な手段になり得ると考える。次の4節・5節において、物理基礎の音分野の生徒実験で、表2の第2段階以降のリテラシーを生徒が学ぶための授業実践を報告する。

4 物理基礎「弦の振動」での実践

本実践は、筆者が群馬県立高崎高等学校勤務時において同校の岡田直之教諭が考案し、筆者と共同で実施した授業実践を、令和4年度において筆者がデータ分析におけるリテラシーの振り返りを授業の冒頭に加えて群馬県立前橋高等学校で実践したものである。

(1) 実施対象・時期・授業数

令和4年度1学年(277名)に対し、3月に物理基礎のデータ分析の振り返りとして1時間で実施した。

(2) 授業実践の目的

表2のデータ分析に必要な発達段階のうち第2段階及び第3段階に多くの生徒が到達する。または、第1段階にある生徒が第2段階の意義を見出す。

(3) 授業実践の流れ

授業の冒頭で直径1.0mm, 1.5mm, 2.0mmのいずれかのタコ糸の線密度を測定することを課題として提示する。課題解決の仮説として $V=f\lambda = \sqrt{S/\rho}$ (弦を伝わる波の振動数 f , 波長 λ , 伝播速度 V , 弦に働く張力 S , 弦の線密度 ρ)を示し、各グループで実験方針や変数設定、実験系を組むための主体的な対話を通じて、データ分析における統計手法の振り返る機会を持てるように授業設計した。また、 V^2-S グラフの傾きが $1/\rho$ となることで線密度 ρ が測定できることも必要に応じて確認できるようにし、生徒の発達段階に応じて実験の見通しをもてるようにした。

各グループは、仮説を踏まえて測定すべき変数を定め、実験方針を立ててから実験を開始する。実験系は、図1のように、タコ糸の一端を振動数50Hzの打点タイマーと接続し、もう一端は定滑車を通じておもりと接続する。実験はおもりの質量を変えながら弦を共振させ、弦の2倍振動の様子から波長を測定した。

振動数と波長から求めた伝播速度とおもりの重さのデータを用いて、数理モデルを最小二乗法で評価できるように軸を適切に設定し(第2段階)、得られたグラフの傾きから線密度を測定する(第3段階)。タコ糸の線密度は、精密質量計で直接測定した結果と実験結果との相対誤差を求めることで評価した。



図 1 タコ糸の線密度を測定するための実験系

(4) 授業実践の結果

生徒が測定に用いたスプレットシートは、ロイロノートを通じて提出させ、生徒の報告したスプレットシートから授業の習熟度を判定した。適切なデータ分析ができたグループが作成したグラフを例として図 2 に示す。今回の実践では、スプレットシートを提出した全 53 グループ中 83%のグループが、スプレットシート上に図 2 のような単回帰分析の結果と線密度の測定結果を示すことができている、本実践を通じて表 2 の第 2 段階・第 3 段階に到達したと考えられる。

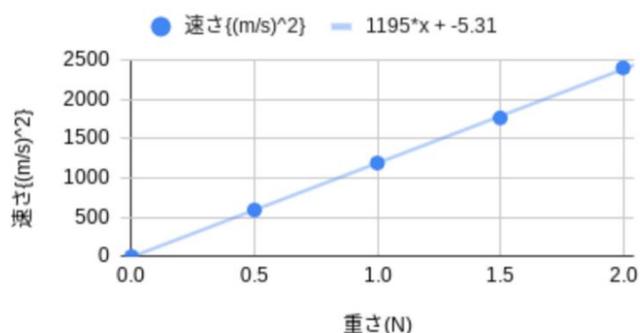


図 2 生徒のデータ分析例（直径 1.5mm のタコ糸）

(5) 授業実践の振り返り

83%のグループが表 2 の第 2 段階・第 3 段階に到達した要因を考察する。相対誤差の結果をロイロノートのフォームで集約したところ、全 52 グループ中 67.3%のグループが相対誤差 5%以内でタコ糸の線密度を測定できた。共振の判定は最大振幅の目視であるが、今回測定する波長は 30cm 以上であるため、真の値に対して 1.5cm 以内のずれで波長を測定できれば、相対誤差が 5%以内となる。5%以内の相対誤差での測定では決定係数が 1 に近い回帰直線を引くことが可能であることが多く、本実践において 83%のグループが表 2 の第 2 段階・第 3 段階に到達した要因であると考えられる。

また、グループ内でのやり取りを観察していると、表 2 の第 1 段階の処理に固執し、おもりの重さと伝播速度の大きさのデータを 1 回測定して、モデルの式に当てはめる処置ではなぜ正確な測定にならないのかと疑問を呈する生徒が現れていた。そのような生徒も生

徒間の協議や教諭による指導助言により、回帰直線を引く統計的な意味を理解したようである。本実践は、第 1 段階で留まる生徒が自身のデータ分析を振り返り、第 2 段階以降へ移行するよい契機になると考えられる。

5 物理基礎「気柱の共鳴」での実践

本実践は、群馬県立前橋高等学校 SSH 事業第 I 期において SS 物理基礎で開発した「気柱の共鳴による気体の同定」³⁾の授業実践を、令和 4 年度において筆者が統計的な分析手法と物理特有のモデルの解釈を横断的に組み合わせて実践したものである。

(1) 実施対象・時期・授業数

令和 4 年度 1 学年全体 (277 名) に対して 2 月から 3 月の物理基礎の授業において 3 時間で実施した。

(2) 授業実践の目的

表 2 のデータ分析に必要な発達段階のうち第 2 段階にある生徒が 4 段階の意義を見出す。また、レポートを通じて、第 1 段階・第 2 段階・第 4 段階までの技能を段階的に見取することで、授業者が生徒の実態を把握する。

(3) 授業実践の流れ

本実践は、理論・実験・評価の 3 段階の学習フェーズを設定して実施した。

理論フェーズでは、気柱共鳴についての単元を学んだ直後に、図 3 に示す気柱共鳴管を用いて空気中の共鳴現象を確認した。

実験フェーズでは、二酸化炭素のスプレー缶を黒いカバーで覆い、中身がわからないようにした状態(図 4)で生徒に示し、5 つの候補から気体を推定することを課題とした。課題解決のための仮説として $V = f\lambda = V_0 + \alpha t$ (音波の共鳴振動数 f 、波長 λ 、伝播速度 V 、管内の気温 t [°C]) を示した。 V_0 と α は気体毎に異なり、 V_0 と α を決定すれば気体を推定できる。

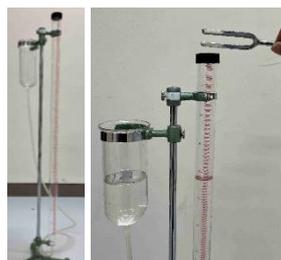


図 3 気柱共鳴管と音叉



図 4 推定する二酸化炭素のスプレー缶

理論フェーズの知識と仮説を踏まえて、各グループは、仮説を踏まえて測定すべき変数を定め、実験方針を立ててから実験を開始する。実験系は、図3の気柱共鳴管の中に図4のスプレー内の気体で充填した状態にして共鳴させる。実験時に、管内の温度、音波の波長、音叉の振動数を測定し、温度と音速のデータセットをつくる。データセットはスプレッドシートを学年で共有し、生徒は自身のデータや共有データを用いて得られた回帰直線のグラフの傾きと切片から V_0 と α の値を測定する(第3段階)。生徒は回帰直線の傾きと切片の値と決定係数、モデルの物理的な解釈を踏まえて気体を推定する(第4段階)。

推定の過程は生徒毎にレポートで提出し、評価した。評価フェーズの授業では全体の推定状況を共有しながら、決定係数の意味とモデルの解釈を協議した。

(4) 授業実践の結果

各グループのデータを散布図にして図5に示す。また、図5の結果や自身の測定結果を用いて、生徒が推定した気体の種類を図6に示す。

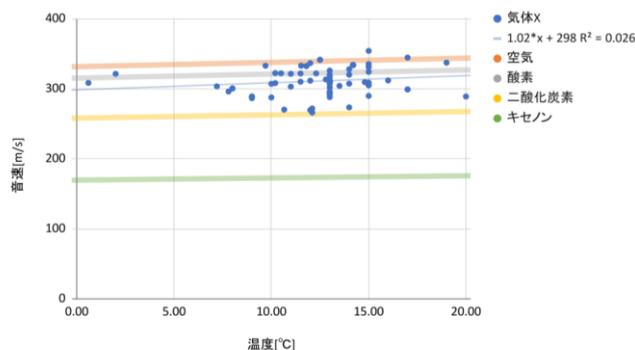


図5 生徒が測定した音速と温度の散布図
(直線は理論式を表す)

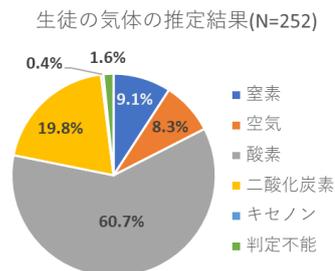


図6 生徒の気体推定結果

表3 図6の判定結果に至った生徒の判断
(1%以下の項目は省略している)

生徒のレポートから読み取れる判断状況	学年割合 (N=252)
全体のデータで回帰直線の傾きと切片から酸素と判断	17.5%
自分のグループの測定値だけをモデル式に代入して酸素と判断	42.5%
自分のグループまたは全体の測定値だけをモデル式に代入して二酸化炭素と判断	15.9%
二酸化炭素が混合する場合の音速の低下を考察して、二酸化炭素と判断	4.0%
自分のグループの測定値だけをモデル式に代入して窒素と判断	8.7%
自分のグループの測定値だけをモデル式に代入して空気と判断	8.3%

図6の結果から生徒は酸素を選ぶ傾向にあることがわかる。生徒のレポートの記述から推定した結果が酸素とした判断理由を調べ、項目毎にグループし直して集計したものを表3に示す。

表3を見ると、正しい結果である二酸化炭素を推定した生徒のうち、散布図の傾向とモデル式の物理的解釈を踏まえて推定した生徒は4.0%である。一方で、自身の気温の測定値を理論式に単純代入し、自身の音速の測定値との相対誤差が最小となることから気体を選ぶ生徒が75.4%いることがわかる。また、決定係数が2.6%であることを気にせず図5の散布図の回帰式と理論式を比べ、相対誤差が最小となることを判断理由にして気体を選ぶ生徒が17.5%いることがわかる。

(5) 授業実践の振り返り

誤った判断をした生徒のレポートを調査したところ、形式的に相対誤差や最小二乗法の処理をしたことを高く自己評価する傾向がある。そのため、評価フェーズの授業では、形式的に統計処理を行うだけでは誤った結論を導く可能性を指摘した上で、スプレー缶の中は二酸化炭素が妥当な理由をクラス毎に協議した。

<協議内容>

音速は気体の分子量の平方根に反比例することを踏まえると、仮にスプレー缶の中が酸素であった場合には、空気と酸素の混合気体が管内に充填した状態になると考えられ、測定点は空気と酸素の理論式の間領域に分布するはずであるが、図5では空気と二酸化炭素の理論式で挟まれた領域に分布している。したがって、図5の分布は、二酸化炭素と空気の混合気体が管内に充填した状態で測定をしてしまっていたと推測すれば説明ができる。

この実践を通して、統計的なデータ分析に加えて、物理的なモデルから現象を追う考察をすることで因果関係を把握できる可能性があることを、各クラスで共有し、生徒がデータ分析のリテラシーの4段階の意義を見出す契機とした。

参考文献

- 1) 文部科学省 高等学校学習指導要領
(平成30年告示) 解説理科編 45p~60p
- 2) 大学入試センター 令和7年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テストの問題作成方針
- 3) 群馬県立前橋高等学校 SSH開発教材
SS物理基礎「気柱共鳴による気体同定」
<https://maebashi-hs.gsn.ed.jp/>

「中高生・スポーツデータ解析コンペティション」について

日本統計学会スポーツデータサイエンス分科会他が主催で中高生向けスポーツデータ解析コンペティションを開催しています。中学生・高校生に対して、実際の日本のプロ野球、プロサッカーおよびプロバスケットボールなどのデータ（開催年で多少変わります）を貸与しますので、各チームでテーマを自由に設定し、統計的な方法でデータ分析し、その内容をポスター発表形式で競います【規定部門】。また貸与データを使わずに各チームが独自で収集したスポーツデータを用いた分析を競う【自由部門】もあります。スポーツやデータ分析に興味のある人はぜひ参加ください。参加に際しては、学校の先生を代表者として申し込んでください。なお外部データ利用申請により、活動成果をSSH 研究会や統計グラフコンクールなどに発表することも可能です。

※参加費は無料です。

■スケジュール

8月：申込受付、データの配布開始。※9 月末まで受付

チーム（1チーム2人～5人をお願いします。一人でも構いません）で、貸与データやオープンデータを利用して、新しい事実の発見、戦略提案、などの分析を行います。学校の先生（チームの代表、責任者）を通じてお申し込みください。申し込み後、参加条件等を確認し、貸与データをお送りいたします。

1月：締切までに分析の仕上げ、ポスター作成

各チームは締切までに作品として、【B2 サイズ】のポスターを一部作成してください。提出は PDF で事務局サイトにて、【1 月末、23:59】までにご提出をお願いします。

2月：「統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ」内で審査結果発表

2月下旬から3月上旬に開催予定の「統計・データサイエンス教育の方法論ワークショップ」内で、審査結果の発表、および作品の紹介を行います。ワークショップ終了後、授賞チームに賞状（最優秀賞、優秀賞、奨励賞には盾も）を送付いたします。3月末をもって貸与データの削除をお願いします。またメールおよびウェブでも結果は告知します。

■審査基準

今回の審査では、以下の基準で評価します。

新規性：データ分析として新しいことにチャレンジしている。

論理性：分析の手続きが論理的に適切であり、分析ストーリーがある。

妥当性：データの処理、分析の方法が適切にできている。

データ利活用力：貸与または持参のデータを効果的・適切に利活用している。

表現力：分かったことを適切にポスターに表現できている。

なお審査員については、統計教育関係研究者・教育者、スポーツデータに関する実務者などに依頼しています。その他の情報につきましては、日本統計学会統計教育分科会のサイト (<https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/>) でも告知いたしますので、ご参照ください。

■申込方法

ウェブサイト (<https://hs.sports.ywebsys.net/>) から登録

代表者（教員）は登録後に生成される誓約書を印刷し署名及び押印したものをスキャンしてポータル上で提出し、メンバー（生徒）署名をポータルサイト上で登録となります。

女性が活躍する社会を
デザインする

スタートアップデータソン—2025—

—The Start-up Datathon for Designing a Society Empowering Women in 2025—

現代の社会では主体的にかつデータに基づく問題解決できる力が求められています。すでにいくつかの大学・高校・企業・団体等でこれらの力を育成を目指したビジコンやコンテストが開催されていますが、「私では無理かな」「データ分析などちょっとできないかな」などと思われ、参加できない人はいませんか？

実践女子大学人間社会学部では、女性が活躍する社会を目指し、現代社会における関係する課題や問題をオープンデータや自主調査データを用いて発見・分析し、よりよい社会になるための施策提案力の育成を目指し、これらのビジコンやコンテストにも参加しやすくなるための「**スタートアップデータソン**」を開催いたします。

夏休みなど短い期間ですが、チャレンジしてみませんか？



参加者への
アドバイス



応募された全作品にコメント



参加費無料



完全オンライン開催

■課題（プレゼン型コンテスト。提出物はスライド資料と発表動画）

公的データまたは自主調査データを分析し、女性が社会で活躍するためために、現在の社会での課題や問題点を指摘し、その改善策を提案。10分以内のプレゼンテーションにまとめ、録画し、関連の資料および動画をまとめて提出。

■応募条件

同一の日本国内の中学校・高等学校の生徒で1名から5名（半数以上が女性であることが条件）までの単独またはチームを編成し、在籍する学校の教員を責任者として、責任者が応募申込。ただし教員を責任者とするのが難しい場合は、下記問い合わせ先までご相談ください。

■応募日程（予定）

- ・エントリー締切：9月5日（金）
- ・課題提出締切：9月26日（金）
- ・最終結果発表：10月10日（金）

■賞・副賞（各チームに授与）

- | | |
|-------|---------|
| 最優秀賞 | 図書券5万円分 |
| 優秀賞 | 図書券1万円分 |
| 奨励賞 | 図書券5千円分 |
| 選考委員賞 | 図書券3千円分 |

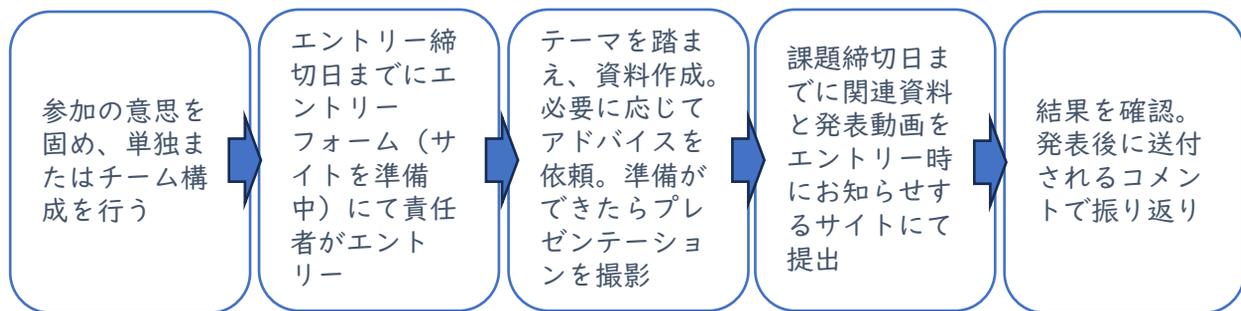


■参加費

無料

■応募までの手順

詳細については次の Web を参照
右上の QR コードでもアクセス可能
<https://sites.google.com/jissen.ac.jp/datathon/>



日本統計学会統計教育分科会のお知らせおよび入会案内

日本統計学会統計教育分科会 主査

東京医療保健大学 深澤弘美

日本の統計・データサイエンス教育が変わろうとしています。義務教育ではほぼ統計・データサイエンス関係の内容に触れなくなった時代もありましたが、これまでの学習指導要領の数回の改訂により、産業界からの要請もあり、小学校・中学校では、一つの領域として、データの分析が設定され、小学校1年生から中学校3年生まで、全児童・生徒がデータの分析に触れる機会が設けられるようになりました。高等学校でも、必修科目の数学 I にはもちろん、数学 B でも推測統計が選択肢として追加されました。またこれらは算数・数学での話ですが、情報はもちろん、社会科、理科、保健体育、国語など多くの科目で触れるようになっていきます。特に英語でも共通テストでは折れ線グラフの出題頻度が多いなど、多くの科目で触れる機会が増えています。またこれらは高等教育機関である大学であっても「数理・AI・データサイエンス教育」の導入が急がれ、データサイエンス学部の開設もですが、副専攻として、文系・理系問わず全学で導入されるなど、多くの大学生が学ぶ機会が増えました。

こういった動きの中、初中等教育では「探究学習」と呼ばれる学習方法が推奨され、身近な地域の問題を解決し、また SDGs を地球規模の課題として考える時間も増えました。また大学ではプロジェクトを踏まえた学び (Project Based Learning/ PBL) やデータコンペティションなど、データを用いたコンペティション等も各大学や企業で開催するなどもあります。これらで大切なのは他者に伝えるためのエビデンス (根拠) に基づく、論理的思考となります。このことも含め、初等中等そして高等教育、社会人教育においても統計・データサイエンス教育が注目されています。

これらの動きをいち早く意識し、平成 14 年 11 月の日本統計学会の評議会において、統計教育の普及・発展に貢献することを目的として活動する統計教育分科会が設置されました。統計教育分科会では、毎年 3 月に行っております統計教育ワークショップをはじめとして、これまで次のような活動を行ってきております。

- 小・中・高校・大学における統計教育、あるいは社会人等を対象とする統計教育の実践、ならびに研究に関する研究会の開催
- 各種統計教育の実践、ならびに研究のための作業グループ、臨時プロジェクト等の活動
- 統計教育に関する他の学会、諸団体との共同プロジェクトの実施
- その他分科会の目的を達成するための適切な作業

活動状況は、公式ウェブページ (<https://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/>) に掲載しています。

またこの分科会では、日本統計学会会員だけでなく、学会会員以外の小・中・高校等の先生方、社会人、行政職員の方など統計教育に関心のある方への入会を歓迎しております。

会員には、メーリングリストで統計教育に関する情報も適宜お送りしております。会費等も必要はありません。統計教育に関心のある皆様方の参加をお待ちしております。

入会のお申し込みは下記ウェブページへアクセスし、必要事項を入力し送付してください。

<https://statds.k-junshin.ac.jp/sesjss-entry>

ご不明な点につきましては下記事務局までお問い合わせください。

日本統計学会統計教育分科会事務局 (sesjss@stat.k-junshin.ac.jp)

統計教育実践研究 第 17 卷 編集委員会

編集委員長	竹内 光悦	(実践女子大学)
編集委員	末永 勝征	(鹿児島純心女子短期大学)
	深澤 弘美	(東京医療保健大学)
	藤井 良宜	(宮崎大学)
	渡辺美智子	(立正大学)

The Institute of Statistical Mathematics
Cooperative Research Report 480

Research on best practice in teaching statistics
Vol. 17

March, 2025

The Institute of Statistical Mathematics
10-3 Midori-cho, Tachikawa
Tokyo Japan 190-8562