

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 卷

2024 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 474

統計教育実践研究

第 16 卷

2024 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、2023年度統計数理研究所共同研究（研究課題番号：2023-ISMCRP-5009）による研究成果報告書として作成されたものである。

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. 16

目次

I. 【講演】2022 年度日本統計学会統計教育賞受賞者受賞講演

1. STEAM への接続を意識したデータ駆動型 PBL の展開—データを活用・生成する経験—
都丸希和・佐藤健太・石川久美（名古屋大学教育学部附属中・高等学校、
第 19 回日本統計学会統計教育賞受賞者） 1
2. 学びと繋がり場を求めた FESTAT（全国統計探究発表会）5 年間の歩み
床田太郎・三好敏之（香川県立観音寺第一高等学校、第 19 回日本統計学会統計教育賞受賞者） 6

II. 【講演】企業による産学連携の取り組み事例

- インテージグループのデータサイエンス教育の実践事例～企業データを活用した取り組み～
増田純也（株式会社インテージホールディングス）・小林春佳（株式会社インテージ） 8

III. 統計教育の研究および授業実践事例 I

1. 教員養成大学における体験を重視したデータサイエンス教育への取り組み
山下雅代（東京学芸大学） 10
2. 統計学の講義資料を HTML で記述することの有効性— R Markdown との連携—
林篤裕（名古屋工業大学） 16
3. 統計教育に欠かせない科学哲学の基礎知識
島谷健一郎（統計数理研究所） 20
4. 教員養成学部における「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ための
カリキュラムに関する一考察—福井大学教育学部における実践事例より—
松本智恵子（福井大学） 21
5. 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
—大学初年次生の PBL 演習における取り組み—
和泉志津恵・田中琢真（滋賀大学） 25

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
佐藤美和（独立行政法人統計センター） 31
2. 生活の形態と女性の社会進出
杉山輝恵（愛知県立岡崎高等学校） 33
3. 大腸がん罹患要因の探究と罹患しにくい生活の提案
鈴木実由・馬場国博（慶應義塾湘南藤沢中・高等部） 34
4. 地価に関する最適モデルの構築と手法提案
柏原昊隼・田原睦己・大西裕貴・林宏樹（雲雀丘学園高等学校） 35
5. 独自指標作成による地方創生の方法論と兵庫県活性化の提案
衣川凌太・中島琉士・穂積佑季・丸山晃平・盈優真・福島香（兵庫県立姫路西高等学校） 37

V. 【特別講演】生成 AI ×データサイエンスの展望	
生成 AI の教育利用の最新事情—統計・データサイエンス教育での可能性—	
中野淳（株式会社日経 BP 技術プロダクツユニット長補佐／大阪教育大学客員教授）	39
VI. 統計教育の研究および授業実践事例 II	
1. リスクに対する小学生の統計的な問題解決の様相—6年「データの見方」の授業実践—	
高山新悟（静岡大学教育学部附属浜松小学校）	41
2. 地域課題解決に向けた現状分析にデータ活用を～総合的な学習の時間×2年数学～	
稲垣道子（岩手大学教育学部附属中学校）	47
3. 標本調査の結果を評価するためのツール開発とその実践—Excel マクロの可能性—	
柴田翔（東京学芸大学附属小金井中学校）	50
4. 統計を活かす探究活動に向けたデータの扱いの指導について	
稲葉芳成（立命館宇治中学校・高等学校）	56
5. 同一題材を3年間継続して統計的に探究する授業デザインの創造と実践	
高野貴亜紀（宇都宮大学共同教育学部附属中学校）	58
VII. 統計教育の研究および授業実践事例 III	
1. データサイエンス基礎—仮想データを利用したヒストグラムの授業実践事例—	
中時貴弘（神戸大学附属中等教育学校）	61
2. DS 教育の現状と課題を踏まえた中高生向け DS コンテストの役割と在り方	
林兵馬（神戸大学附属中等教育学校／神戸大学数理・データサイエンスセンター）	63
3. ICT を活用した高等学校数学 B「統計的な推測」の指導	
橋本三嗣（広島大学附属高等学校）	65
4. 家庭科教育×データサイエンスで培う素養の一考察	
林宏樹・小山光美・佐野真理子（雲雀丘学園中学校・高等学校）	
・松永藤彦・稲津早紀子（東洋食品工業短期大学）	69
5. SERJ の特集号からみるデータサイエンス教育の動向：	
日本の学校教育段階におけるカリキュラム開発に向けて	
塩澤友樹（椙山女学園大学）	71
6. Scratch で遊んでわかる！中学数学 —数学をプログラミングでハックする	
五十嵐康伸（滋賀大学データサイエンス・AI イノベーション研究推進センター	
／名古屋工業大学コミュニティ創成教育研究センター）	
・岡田延昭（光が丘オープンソースクラブ主宰）	76
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	79
「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—2024—」について	80
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	81

STEAMへの接続を意識したデータ駆動型PBLの展開

～データを活用・生成する経験～

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)
石川 久美 (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

所属校である名古屋大学教育学部附属中・高等学校(以下、名大附属高校)では、20年以上にわたる総合型探究学習の経験を活かし、2018年からSSH(スーパー・サイエンス・ハイスクール)第Ⅲ期に認定され、STEAM(科学・技術・工学・芸術・数学)、科学倫理、数理探究という特設科目を導入した。これらの科目は、生徒に科学的かつ客観的な視点から物事を定量的に評価する能力を身につけさせるためのものである。2021年度からはWWL(ワールド・ワイド・ラーニング)認定校となり、総合学習をSTEAMに一本化、その基盤として科学倫理と数理探究が「アカデミックライティング(AW)」と「データサイエンス(DS)」にアップグレードされた。(表1)

表1. 3年間のSTEAMカリキュラム

	科目名	概要	単位
高1	アカデミック ライティング	批判的な考え方 先行研究の調査 課題の設定方法	1
	データ サイエンス	定量評価の手法と演習 PBLでの実験からの データ生成	1
	高2	STEAM	個人テーマに基づく
高3		課題研究	

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、定量評価する方法や視点について、実践的に理解を深めることを目的としている。統計方法の基礎を学び、STEAMの個人探究におけるデータの取得や分析を統計的な視点

で行うためのデータリテラシーを養うことに重点を置いている。

教材開発においては、生徒がデータ分析の過程を理解しやすいよう、段階的な指導を心掛けている。初めに基本的な統計概念について、できる限り詳細な概念説明を避けて伝えている。その後、実際のデータセットを用いた演習を行い、統計処理を活用する感覚を実感する。最終的には実践的な課題に取り組みながら、詳細な概念説明を挟み、データの読み取り方の学びを深める形式を取っている。このプロセスにより、理論と実践の統合を促し、生徒が統計学をより深く理解する助けとなるのではないかと考えている。生徒が統計学の基本的な枠組みとその応用方法を理解するだけでなく、彼らが自分自身の問題意識を持ってデータにアプローチできるよう心がけている。DSの学習は、単に数値を分析する技術を超え、データの背景にあるストーリーを読み解き、それを社会的、科学的な文脈に位置づける能力の育成にも寄与できる可能性を秘めており、所属校ではこの部分に指導の重心を置きながら教材開発を行なっている。

3. 実践内容

2021年度より新課程となり、データ分析は数学や情報の分野にも加わった。そこで、所属校のDS授業では、これらの教科と棲み分けをしている。具体的には、DSで統計分野の概念を担当し、数学Iでは12月頃にその問題演習を行う。また、情報Iでは4月当初に表計算ソフトの基礎演習を行っている。これは、DSでの演習が始まる前に、生徒に慣れておいてもらうためである。DSでは前半で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

たミニPPDACを行っており、その成果物として統計ポスターの作成を行なっている。（一部作品を愛知県統計グラフコンクールへ出品）後半では、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、分析している。共通テーマは「ビタミンCの滴定」である。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、課題を見つけることで、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る。（表2）

4. 具体的な授業実践例（前期：理論編）

授業において大切にしていることは「生徒自身の気づき」である。「具体例の提示→結果の読み取り→概念の大まかな理解」の順で伝えることを意識した。さらに、個人で見つけた「気づき」はクラスで共有し、皆でデータ分析を楽しむ授業を心がけた。

❖ 相関関係の考え方・演習

SSDSEのデータセットを用いたオリジナルのExcelシートを作成し、調べたいデータを入力すれば、相関係数とグラフが簡単に表示できるようにしている。これは、結果を正しく読み取ることとともに、それだけで判断しないようグラフも必ず確認する習慣を持ってもらいたいからである。また、自宅でも作業ができるように、Excel版とGoogleスプレッドシート版を用意した。（図1）また、交絡因子（第三の変数）の存在を考えるため、相関関係と因果関係の違いについてクイズ形式で考えた。（図1）

図1. 相関関係を調べるExcelシート

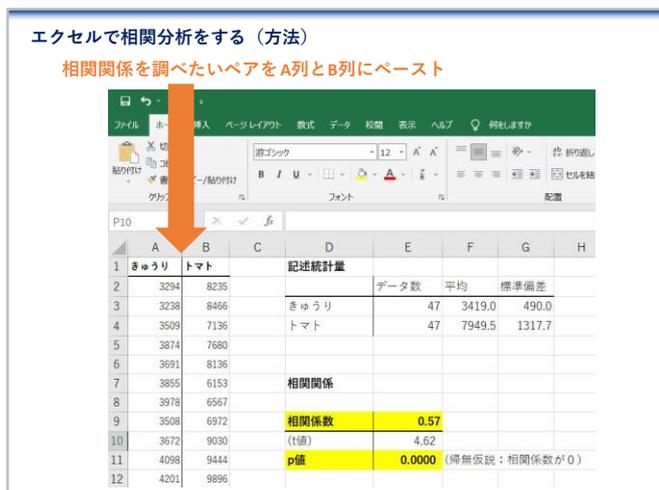


表2. DS年間計画

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 仮説検定
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

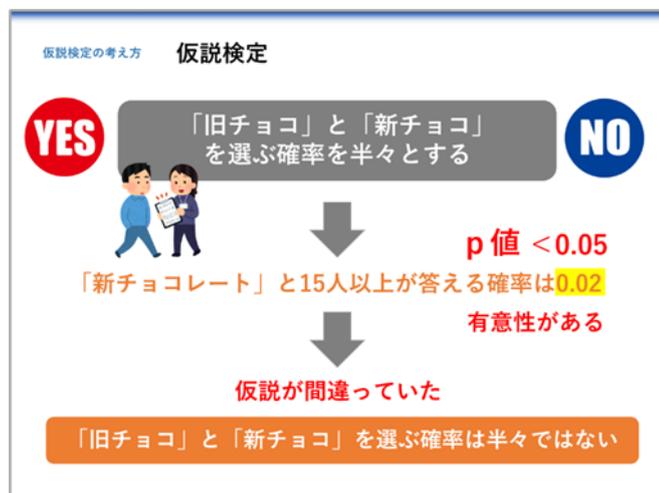
回	内容（後期：実験編）
1	後期オリエンテーション
2	滴定原理・器具の説明
3	濃度既知のビタミンCの定量滴定
4	プレ実験（オレジュース対グレープフルーツジュース）
5	分析・グループ自由テーマ検討
6	PBL研究テーマ発表会・実験計画
7	PBL実験（ビタミンCの滴定）①
8	PBL実験（ビタミンCの滴定）②
冬	PBL実験レポート作成
9	PBL実験レポート作成・再実験計画
10	PBL再実験（ビタミンCの滴定）
11	PBL実験レポート提出
12	PBL実験レポート発表会
13	相関・重回帰分析
14	まとめ・アンケート

❖ 仮説検定の考え方

新課程となり、仮説検定は数学Iに新たに加わった単元である。生徒にとって馴染みのない言葉が多く、理解しにくさを感じている。できる限り具体的なイメージを持ってもらうため、「リニューアルした商品が美

味しくなったことを確かめるには？」という実験する場合、さらに何人以上なら信ぴょう性があるのかを考えてもらい、有意確率や有意水準について理解を深めた。(図2)

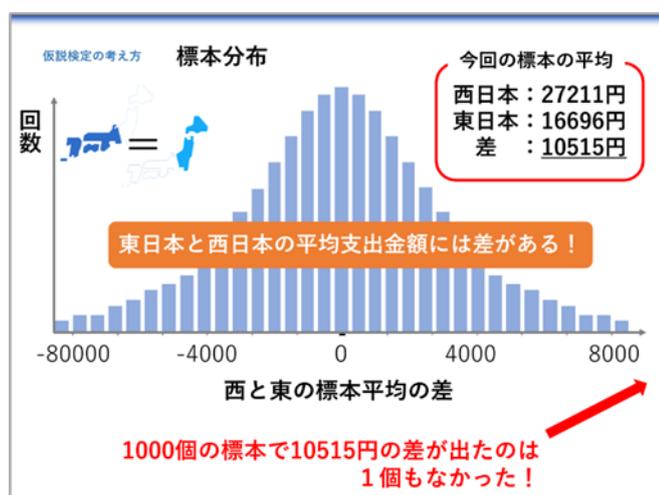
図2. 仮説検定の考え方のスライド



❖ t 検定の考え方

相関係数と同様に、SSDSEのデータセットを用いたオリジナルのExcelシートを作成し、調べたいデータを入力すれば、有意確率とグラフが簡単に表示できるようにしている。また、DSの授業では理論は深く説明せず、正しく結果を読み取ることに重点を置いた。最初は直感的に理解ができるよう、曖昧な表現を使うことを避けている。演習を進め用語に慣れてきた時に、改めて一步深めた理論の授業を行なった。(図3)

図3. 地域における違いを t 検定を用いて考える



❖ 統計ポスターの作成

全員に対する夏休みの課題として統計ポスターの作成を行なっている。また、優れた作品を愛知県統計グ

ラフコンクール (第5部、パソコン統計グラフの部) に出品している。都道府県別に統計グラフコンクールがあり、金賞作品は全国統計グラフコンクールへ出品される。2023年度は愛知県において、金賞4作品であり、さらに1作品は全国において特選となった。

5. 具体的な授業実践例 (後期：実験編)

後期のDS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る。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た。また、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る。テーマは「ビタミンCが多いもの」である。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た。

最初の3回は実際の実験に対する正しい知識を得る回である。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ある。そこで、予めコントロールされた環境づくりを行い、小さな成功体験を得ることを目的とした。

(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

これらの予備実験を踏まえ、ビタミンCの量を測るオリジナル試料を選んだ。試料選びの際の観点は以下の8つである。

- 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で意識させている。

(生徒が選んだテーマ例)

「赤と黄パプリカでは赤の方がビタミンCが多い」

「静岡と熊本産のミカンでは熊本の方がビタミンCが多い」

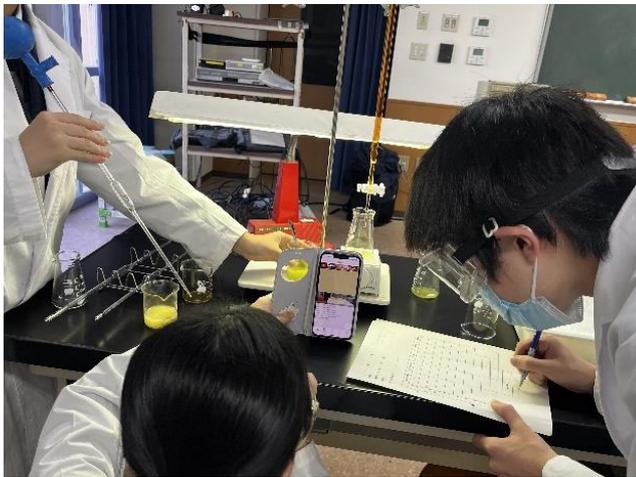
「レモンのビタミンC含有量の温度による違い」

「野菜ジュースの種類でビタミンCの量は異なる」

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る。中和滴定が終了し、試料の色が変わったと判断するのを目視ではなく、RGB値を測定するアプリを用いる班もあった。(写真)

PBL実験はまず2時間行い、中間分析レポートをまとめていく。中間レポートの内容を班でさらにクラスで共有し、実験における課題やデータ数の不足から、再実験をどのように行うとよいかを再構築し、再実験を行った上で最終レポートの作成を行なった。

写真1. 実験時の様子



6. データコンペティションへの参加

2022年度から各データコンペティションに対して、エントリーを希望する生徒のサポートを行ってきた。特に2023年度は、高校1・2年生全校240名のうち60名以上の生徒が何らかのコンペティションに参加した。2024年度からは週1回のプロジェクト活動として本格的に活動を行う予定である。

生徒の研究時に心がけていることは、教員から意見を伝えすぎないことである。専門的な手法を学びたいと言われた場合には伝えるが、大切なことは生徒たちが自分たち自身でアイデアを作り出すことである。現状を他者に報告し、意見を交わすことで、多角的に課題をとらえることができ、課題を解決する本質に迫ることが出来ると考えている。教員もチームの一員となり、一緒に課題解決を楽しむように心がけている。

また、コンペティションへの参加を通して、生徒はデータを利活用する楽しさを認識することができる。地域課題に着眼し、自分にとって身近な地域の解決策

を提案するコンペもあり、生徒は自分の地域について学びを深めることができる。2023年度は和歌山県が主催する和歌山県データ利活用コンペティションに6チームが参加し、2チームが大賞と協賛企業賞を受賞した。

6. 評価

DSの授業を受ける前(2022年4月)と受けた後(2023年3月)に高校1年生を対象にアンケートを行っている。(表3)アンケート項目は、⑤よくあてはまる④あてはまる③どちらともいえない②あまりあてはまらない①あてはまらない

(n=120, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$)

	4月	3月	
現在「数学」は好きですか	3.40	3.96	***
現在「理科」は好きですか	3.24	3.79	**
現在「統計」「データ分析」は好きですか	2.83	3.33	***
現在「統計」「データ分析」は得意ですか	2.54	2.74	
グラフや表を適切に読むことが出来ますか	3.43	3.26	
実験や観察、アンケートなど自分でデータを収集することが出来ますか	3.06	3.23	
データの種類からどんな分析方法が適切かを判断できますか	2.85	3.20	*
先行研究などを調査して、課題を発見することが出来ますか	2.83	3.31	***
データを加工・整理することが出来ますか	2.88	3.14	
データ解析から結論を導くことが出来ますか	2.97	3.39	**
複数のデータを組み合わせて結論を導くことが出来ますか	3.09	3.3	
自分の研究を客観的に他者に説明することが出来ますか	3.26	3.41	
他の人の研究にアドバイスを出来ますか	2.88	2.83	
他の人の意見を柔軟に取り入れて、考えを修正することが出来ますか	3.59	3.80	*
あなた自身にとって、DSの授業はどの程度必要性を感じますか	2.87	4.25	***

表3. 授業アンケート結果(2022年)

特に、「現在、数学が好きか」に対し3.40点から3.96点、「現在、理科が好きか」に対し3.24点から3.73点、「現在、統計やデータ分析が好きか」に対し2.83点から3.33点と有意に上昇している。これは、DS授業によってデータ分析だけでなく、数学や理科に対しての興味を刺激し、好意的な影響を与えていることが考えられる。

また、授業の感想として「地理の図表の見方が変わ

った」「テレビのグラフに疑問を持つようになった」など多方面での視野の広がりも見えている。一方で、「難しかった」という生徒も多く、文理問わず、どの生徒も楽しくDS授業を取り組むための改善は今後も必要であると感じている。

7. 最後に

この度「日本統計学会統計教育賞」を授与して頂き、改めて自分の実践を振り返ることができました。

3年前、名大附属高校にとって新たな取り組みであるDSを初年度に担当することになった私は、とにかく必死に「統計の概念や手法」を知識として教えるために教材研究を行っていました。その後、実践を通して生徒の反応に触れ、DS実践校の先生方にお話を伺い、連携している大学の先生方にもご助言を頂きながら、試行錯誤して現在の形に至っています。本実践は実感としてはまだ「初動の段階」であり、胸を張って何か筋道をお示しできるような事例ではありません。しかしながら、このような形で取り組みを評価頂き、驚きとともに、方向性に自信を持つことが出来たのも事実です。本実践に関わっていただいております、名古屋大学名誉教授・神保雅一先生、東京大学・藤村宣之先生、名古屋大学・石井秀宗先生、経済産業研究所・小西葉子先生、関西大学・脇田貴文先生には、改めて、心より感謝を申し上げます。三小田博昭副校長はじめ、勤務校である名大附属高校の先生方には、DSの実践だけでなく、DSを基礎としたSTEAM等、課題研究への連動についてご理解とご協力を頂いており、改めて感謝申し上げます。過年度も含めまして、名大附属高校の生徒として実践に関わってきた皆様、DSの授業に協力的に一生懸命向き合っていて頂いており感謝致します。

DS教育は、データに基づいた考察や論理を展開する練習をしながら、数字・数値に翻弄されない素養を育むこともできるといった不思議な力を持っています。私は、実践を重ねながらDS教育に様々な可能性を感じられるようになりました。普及に関わる先生方も同じなのではと僭越ながら感じています。

今後も引き続き、先生方のご指導を頂きながら実践を重ね、更に近隣校を中心とした他校と連携し、普及にも力をいれていきたいと考えております。

8. 参考文献

- ・ 名古屋大学全学教育科目「データ科学基礎」スライド
- ・ 青山和裕. ニュージーランドの統計教育から得られる示唆ーカリキュラム, 教材・授業事例, 評価制度の観点からー. 日本数学教育学会誌, 2018, 100.7: 11.
- ・ 阿部真人. データ分析に必須の知識・考え方 統計学入門. ソシム株式会社, 2021
- ・ 伊川美保; 楠見孝. 統計リテラシー自己効力感尺度日本語版の作成ー統計教育の効果測定ー. 心理学研究, 2020, 91.2: 133-141.
- ・ 石井秀宗. 人間科学のための統計分析. 医歯薬出版株式会社, 2014
- ・ 石村光資郎 石村友二郎. 卒論・修論のためのアンケート調査と統計処理. 東京図書株式会社, 2014
- ・ 浦上昌則 脇田貴文. 心理学・社会科学研究のための調査系論文の読み方 改訂版. 東京図書株式会社, 2020
- ・ 江崎貴裕. 分析者のためのデータ解釈学入門. ソシム株式会社, 2021
- ・ 岡本尚也. 課題研究メソッド 2nd Edition. 啓林館, 2021
- ・ 後藤芳文ら. 学びの技 14歳からの探究・論文プレゼンテーション. 玉川大学出版部, 2015
- ・ 酒井淳平; 稲葉芳成. 高等学校における「データの分析」その後の統計教育実践の一事例. 統計数理, 2018, 66.1: 135-151.
- ・ TOBIÁS-LARA, Maria Guadalupe; GÓMEZ-BLANCARTE, Ana Luisa. Assessment of informal and formal inferential reasoning: A critical research review. *Statistics Education Research Journal*, 2019
- ・ 名古屋大学教育学部附属中・高等学校. はじめようロジカルライティング, ひつじ書房, 2014
- ・ 日本統計学会. 日本統計学会公式認定 統計検定 3級・4級 公式問題集[2018~2021年], 実務教育出版, 2021
- ・ Makar, K., & Rubin, A., A framework for thinking about informal statistical inference, *Statistics Education Research Journal*, 2009
- ・ 理数探究基礎. 数研出版株式会社, 2020
- ・ 理数探究基礎 未来に向かって. 新興出版社啓林館, 2020
- ・ 涌井良幸. 統計クイズ .実務教育出版, 2015

学びと繋がり の場を求めた FESTAT (全国統計探究発表会) 5 年間の歩み

床田太郎 香川県立観音寺第一高等学校 公民科 教諭
三好敏之 香川県立観音寺第一高等学校 数学科 教諭
〒768-0069 香川県観音寺市茂木町四丁目 2 番 38 号

TEL : 0875-25-4155 FAX : 0875-25-4145

Mail : xe5957@kagawa-edu.jp hd0345@kagawa-edu.jp

1. はじめに

この度は、本校の事業 FESTAT (全国統計探究発表会) に統計教育賞をいただいたことに、深く感謝申し上げます。この度の受賞は、実に多くの方々のご指導やご支援のもと、数年にわたって本校が続けてきた取組みが、広く認められた証として、心より嬉しく思っております。

それでは、5年間実施してきた FESTAT とは、どういう意図で始め、どういう内容を行ってきたか、また、今後の FESTAT について、ご説明いたします。

2. そのままの発端と志

2012 年度から高等学校学習指導要領で数学 I に「データの分析」が取り入れられ、2022 年度の学習指導要領では、数学や情報においてさらに統計の内容が充実し、数学を用いての日常生活における問題発見・解決も重視されることになりました。従来の座学の勉強や計算問題の演習だけでは、その必要な力は身につけません。

2019 年度からは「総合的な探究の時間」が先行実施されました。ただの調べ学習で終わらせず、深い探究活動にさせようとするならば、せめて自らの主張を説得力のあるものに根拠づけるために、統計を利活用する必要があります。このような探究活動は、生徒の興味から始めることができ、文系・理系を問わず取り組みやすく、生徒が数学で学ぶことの有用性を実感できる活動です。まさに、実社会や身近な現象と、学問を繋ぐ、探究の趣旨にかなっており、統計を活用する課題研究を広げたいという思いがありました。

一方で当時、多くの教員には真面目さや責任感からくる心理的負担がありました。数学の教員についても、多くの教員が自らのキャリアのなかで、統計について本格的に学んでいません。生徒に教えたり、指導したりするとなると、きちんとしなければならぬと考えます。困ったときに誰に質問すればよいのか。すでに取り組んでいる先生方は、どのような内容、方法で行っているのか。そうした「学びと繋がり の場」が欲しいという状況がありました。

これらのニーズを満たすためには、小学生、中学生、高校生、大学生が学びあう場が必要であると考えました。小中高大の児童・生徒・学生が「統計を利活用した研究」を発表し、交流し、専門家のご指導ご助言を受ける場を設定し、指導者の教員も専門家の指導助言や他校の実践から学んだり、繋がったりすることができます。SSH 指定校は、他校との発表交流の機会が多いのですが、その大半は理科の研究です。理科の先生方はこのような発表交流の場で学び、情報交換し、つながっている姿がありました。また、数学の研究における発表交流としては、

大阪府立大手前高等学校が長年実施している「マスフェスタ」があります。しかしそこでも、統計を扱った研究はほとんどない状況でした。高度な分析や研究成果を競うコンペティションは当時からいくつかありましたが、研究初期の段階や、中間発表段階の発表交流の機会はほとんどないのが現状でした。必要なものがないならば、私どもで作っていくしかない、と、当時本校で数学の課題研究を指導していた石井 裕基 先生 (現 東北大学 高度教養教育・学生支援機構 特任教授) が中心となって、その案を練っていきました。

3. SSH 科学技術人材育成重点枠の指定

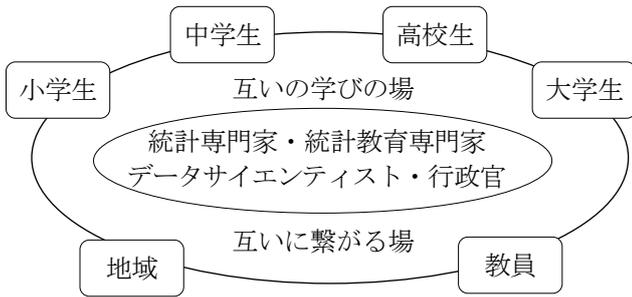
最終発表の交流だけではなく、研究初期の、研究計画でも、仮説の立て方が分からないという段階、どういった統計的手法が適切かわからない、分析したけれども、その結果や考察が妥当かどうか、助言が欲しい、といった、様々な研究段階の生徒や指導する教員が一堂に集い、まさに「学びと繋がり の場」を作りたい。構想はできたものの、一考しただけで膨大な予算が必要です。そこで、当時 (2018 年度) の本校は SSH 指定 II 期目 (5 年間) の 2 年目だったのですが、残りの 3 年間で科学技術人材育成重点枠をとろう、と決めました。そして、「学びと繋がり の場」の構想が出来上がってきました。祭典・フェスタと、統計・スタティスティクスを合わせて、この取り組みの名称を、FESTAT と名付けました。

重点枠の申請時には、文部科学省にて、当時の多田幸平校長、香川県教育委員会の佐々木邦彦教育次長と私でヒアリングを受けました。「実施しようとしていることは大変価値がある」などのポジティブなコメントもあり、採択への手ごたえを感じました。一方で、「なぜ統計教育が、観音寺第一高校なのか、なぜ香川県でデータサイエンスなのか」と、厳しい指摘の言葉もありました。それに対しては、「必要な取組であるにも関わらず、誰もやっていないのだから、自分たちで創っていくのです」と答えました。そうして FESTAT は、2019 年度から 2021 年度まで、SSH 科学技術重点枠事業として、特別な予算がついて実施できることになりました。2019 年には、滋賀大学と連携協力に関する協定書を交わしました。

3. 第 1 回 F E S T A T (2019 年)

第 1 回は、学校の近くのハイスタッフホール (観音寺市民会館) の多目的会場をメイン会場に、滋賀大学大津サテライトプラザをサテライト会場にして開催しました。中学校 1 校、全国の北は長野県、南は熊本県から 9 つの高校、2 大学 5 学部が参加し、全国各地からデータサイエンティスト、大学、研究機関、企業から統計関係

の専門家、行政官 11 名が指導助言を行い、口頭発表 7、ポスター発表 28 で交流しました。まさに、下の構想図に描いた、FESTAT の思いが結実した一日でした。



4. FESTAT 2020, FESTAT 2021

2020 年、世界をコロナ禍が襲いました。一斉休校や様々な行事の中止。当時の本校のホームページ「SSH ブログ」を振り返ってみてみると、2020 年 7 月 2 日付記事で「観一の学びは、止まらない。いや、止めてはならない。」と書いてありました。当然、FESTAT も実施しました。2020 年は、基調講演と有識者や先輩大学生による応援メッセージをからなるキックオフイベントを Zoom で実施した後、事前に YouTube に限定公開でアップロードした発表動画を相互視聴する期間をはさみ、Zoom で質疑応答やグループセッションをしました。参加校は増えて 16 県の高等学校 17 校、38 チームで発表交流をしました。また、指導助言講師 11 名、講演講師 3 名と、多くの方々に支えられました。また、司会や運営などを、大学生が行ってくれました。また、高校教員と統計教育専門家との交流会も、オンラインで実施しました。

2021 年は、基調講演と応援メッセージからなるキックオフイベントと、グループセッションを Zoom で、そしてポスター発表、質疑応答をバーチャル空間 oVice で実施しました。18 校 40 チームが参加し、基調講演や応援メッセージをいただいた先生方や、指導助言者 20 名の先生方に支えられて、実施することができました。

なお、2021 年度をもって SSH 科学技術人材育成重点枠の指定は終了しました。「学びと繋がり場の場づくり」という当初の目的を達成できたと考えています。一方で、せっかくの FESTAT のしくみや、形成されてきたネットワークはぜひ継続させていきたいと考えました。2022 年度からも、本校は SSHⅢ期目の指定を受けることができましたので、今後は、基礎枠の中で実施していくことにしました。対面で多くの方々を招聘して実施することは困難ですが、オンラインを使えば、比較的低予算で実施可能だという見通しが立ったからです。

4. FESTAT 2022, FESTAT 2023

ここ 2 年間は、基調講演と発表交流会の 2 部構成とし、基本的にはバーチャル空間 oVice を用いて実施しています。40 本程度の高校生の研究発表に対し、15 名程度の専門家の方が指導助言し、大学生が運営に携わるというスタイルが定着しています。また、2022 年度からは、JDSSP (高等学校データサイエンス教育研究会) との共催で実施しています。2023 年度からは、日本統計学会

統計教育分科会、人工知能学会の後援もいただき、実施しました。

5. FESTAT のこれから

FESTAT の特長は、繰り返しになりますが、高度な分析を競うコンペではなく、「学ぶ」「繋がる」という、交流に主眼を置いているところです。オンラインにより、場所や時間、予算の制約を超えて、毎年多くの学校から参加いただいております。

また、2024 年度からは、全国 1000 校超で DX ハイスクール (高等学校 DX 加速化推進事業) が始まります。

「ICT を活用した文理横断的・探究的な学びを強化する学校などに対して、そのために必要な環境整備の経費を支援する」とのことです。また、DX ハイスクールにおいて、「総合的な探究の時間については、数理・データサイエンス・AI の活用を前提とした実践的な内容に充実させる」こととなっているので、統計を用いた探究はますます広がりを見せられると思われま。

SSH 校と DX ハイスクールとの連携に、そして小中高大の接続に、「学びと繋がり場の場」である FESTAT は大いに貢献できると思います。継続的に実施していこうと考えておりますので、高校に留まらず小・中・大の皆様も、ぜひご参加についてご検討いただければ幸いです。

最後に、ここまでの取組につきましては、全国各校の生徒たちの熱意ある参加、共に学び合う全国の高校教員たちの協力、そして、このような取組みに賛同し、アドバイザーとしてご参加いただいた統計関係の皆様のご支援がなければ実現できなかったものです。また、この度名誉ある賞を授与してくださった統計教育賞の選考委員の皆様、本校運営指導委員の渡辺美智子先生、山田剛史先生、JDSSP 高等学校データサイエンス教育研究会の皆様、連携協定を締結していただいた滋賀大学の皆様、その他多くの関係の皆様方に心より感謝申し上げます。どうもありがとうございました。

【参考文献等】

1. 日本統計学会統計教育分科会等 (2020), 第 17 回統計教育の方法論ワークショップ・理数系教員授業力向上研修会 (東京) および第 9 回科学技術教育フォーラム, 「課題研究における数理・データサイエンス教育の実践と SSH 重点枠の記録」
2. 日本統計学会統計教育分科会等 (2021), 第 18 回統計教育の方法論ワークショップ・理数系教員授業力向上研修会 (東京), 「コロナ禍でのチャレンジ, オンライン全国統計探究発表会 (FESTAT)」
3. 日本統計学会統計教育分科会等 (2022), 第 19 回統計教育の方法論ワークショップ・理数系教員授業力向上研修会 (東京) 「オンライン FESTAT の 2 年間を通して見える探究発表会の可能性」
4. 月刊『統計』2021 年 7 月号「高校における統計・データサイエンス教育の最前線 (1) 一学びと繋がり場の場を求めて」
5. 文部科学省 高等学校 DX 加速化推進事業 (DX ハイスクール https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/shinko/1366335_00009.htm)

増田純也・株式会社インテージホールディングス
小林春佳・株式会社インテージ
〒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. はじめに

デジタル時代にともない、経済産業省と文部科学省は、2026年度までにデジタル推進人材を230万人育成することを目標に2023年から協議会を開催している[1]。このような政府機関の取り組みからデジタル推進人材の育成は、急務であり、教育機関だけではなく、産学官が連携し、育成を推進していくことが求められている。

インテージグループは、1960年に創業して以来、日本の市場調査会社のリーディングカンパニーとして常に最高レベルのサービスを提供することで主に企業のマーケティング担当者に支持されてきた。現在では、マーケティング・リサーチ業界アジア No. 1*の企業グループである。インテージグループでは、企業視点と生活者視点をつなぐデータ活用価値の不断の向上によって、健やかで持続可能な社会の実現に貢献すべく、ビジネス力を起点に、データサイエンス力、データエンジニアリング力を強化し、データ価値向上を担う人材の育成を行っている。2018年からインテージホールディングスでは、データサイエンス領域の人材育成や産学連携教育の推進などを目的としていくつかの大学機関と包括的連携協定を結び、当社グループのデータ活用のノウハウやデータサイエンス力によって教育支援を行っている。本稿では、企業視点のデータサイエンス教育の事例とその効果を考察する。

*「ESOMAR's Global Top-50 Insights Companies 2023」に基づく
(グループ連結売上高ベース)

2. 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. 考察と今後の課題

2020年度に新しい学習指導要領として導入されたアクティブラーニングにより学校教育の在り方が変化していると感じる。学校教育を通じて、小学生から社会と連携・協働しながら、未来の創り手となるために必要な資質・能力を育むことが求められている[2]。しかしながら、学校の授業や書籍のみで学ぶことは、限界がある。私たちは、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。また、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

教員養成大学における体験を重視したデータサイエンス教育への試み

山下 雅代・東京学芸大学

住所：東京都小金井市貫井北町 4-1-1

Te l : 042-329-7927

Email: yama11@u-gakugei.ac.jp

1. はじめに

東京学芸大学は、令和4年3月9日に文部科学大臣から「教員養成フラッグシップ大学」に指定された。教員養成フラッグシップ大学は、文部科学省が創設した新しい仕組みで、「令和の日本型学校教育」を担う教師の育成を先導し、教員養成の在り方自体を変革していくための牽引役として3つの役割(①先導的・革新的な教員養成プログラム・教職科目の研究・開発、②全国的な教員養成ネットワークの構築と成果の展開、③取組の検証を踏まえた教職課程に関する制度の改善への貢献等)を果たす大学を文部科学大臣が指定するものである。

「教員養成フラッグシップ大学」には、本学を含む4大学が指定された。本学の教員養成フラッグシップ大学構想の概要は図1に示す通りである[1]。

教員養成フラッグシップ大学には、大学独自の先導的な教職科目の設置が許されている。本学ではその特例を適用した教育創成科目を5つ設置する予定である(図1左中段フラッグシップ特例科目を参照のこと)。

筆者は、この5つの教育創成科目の1つである「教育のためのデータサイエンス(以下、教育のためのDS)」のカリキュラム開発を担当している。「教育のためのDS」は、学校教育のよりよい変革に資する基盤となる探究力、創造力を育成するための科目として、学部2年生を対象に令和6年度の春学期から全学必修科目として開講が予定されている。

本稿は、教育のためのDSのカリキュラムを紹介すると共に、開発した教材の内、コイン射撃シミュレータを取り上げて、詳しく紹介する。加えて、令和5年度に行った2回の先行試行の結果も報告する。



図1：東京学芸大学 教員養成フラッグシップ大学構想 概要図[1]

2. 科目開発のコンセプト

データサイエンスは一般的に、データから価値の抽出や価値の実現を行うためのアプローチに関する学問である[2][3]。

データサイエンスは実学であるため、知識の習得だけでなく、実践や体験を通して行動に落とし込むような、いわゆる方法知の習得が必須であるという考えから、知識ベースの基本的なリテラシーのみでなく、経験を通して活用が見据えられるようなカリキュラムの構築を目指した。「教育のためのDS」のねらいと目標は、本学大学院連合学校教育学研究科 関口貴裕教授が作成したものを基に、5つめの力“価値を実現する力”を加え、修正をおこなったものが下記である。

ねらい：常に変革が求められ、情報が高い価値を持つデジタル社会の到来を踏まえ、データを用いた資料等を使いこなし、学校教育の場で、根拠に基づく指導の改善や子供たちとの関わり工夫を実践するための基礎的素養を身に着けていることを目指す。

目標：データサイエンスに必要な5つ力

- ①データを集める力
- ②データで伝える力
- ③データを使う力
- ④データをよむ力
- ⑤①～④の力を駆使しながら、データを活用して価値を実現する力の基礎力を養う。問題解決プロセスを理解し、データを活用して価値抽出を行うことや価値実現につなげることをイメージできる。

この科目は、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）の申請を目指している。モデルカリキュラムにはない「データを集める力」を新たに立てているところに特徴がある。集めるデータの種類は、1次データ（自分で採るデータ）と2次データ（何かの目的で採られたデータ）があるが、この両方のデータを集める力を指している。採られたデータを活用する力だけでなく、自分でデータを採り教育活動の改善に結び付けることを目指している。

以上のねらいと目標に基づき、図1に示すように、教育のためのDSを「価値(自分を含めた誰かの幸せ)の実現のため、統計・ICTを活用しながら、教科横断的に問題解決を行うこと」と定義した。

この講義で用いる問題解決プロセスは、図3の問題解決すごろく[4]を用いる。問題解決すごろくは、社会

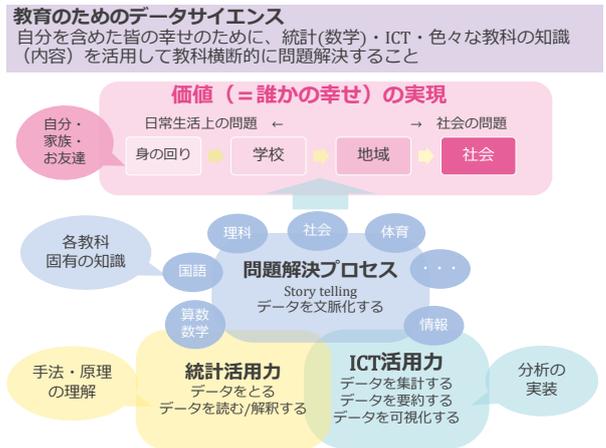


図2：教育のためのデータサイエンス

に活かす統計の考え方をすごろくの図に示したものである。このすごろくは、問題発見エリア、原因追及エリア、問題解決（対策）エリアの3つのエリアからなり、これらのエリアは、それぞれの探究の目的を示している。すなわち、価値の実現を目指したときには、この3つを目的とした探究活動が必要であることを示している。

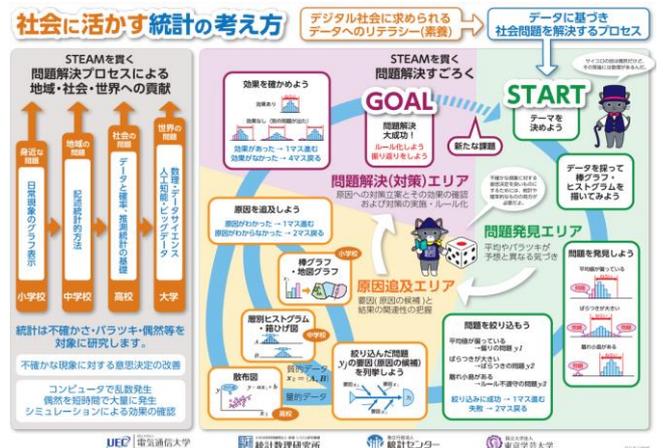


図3：問題解決すごろく[4]

3. 教育のためのDSの構成

教育のためのDSは1単位科目であるため、100分×7コマで行われる。加えて、全学必修となるため、履修人数は1000人を8クラスに分けて実施し、オンライン開講を前提に開発した。

内容構成についても本学の関口貴裕教授の案に基づいて筆者が実装を行った。科目編成は、表1に示す通りである。

本学の学生は、小学校教員養成課程の学生が最も多く、加えて、数学や数式に抵抗感が強い学生が多い。そのため、教育のためのDSでは、できるだけ高校ま

表1：教育のためのDSの構成

回	講義名	内容	教材
1	データサイエンスと問題解決プロセス	データサイエンスの定義、問題解決プロセス、高校までの内容の復習	現職教員研修動画
2	キャラクターを改善しよう	アンケート調査、問題解決プロセスの体験	アンケート支援システム
3	公的統計を活用して人口問題を考えよう	グラフの選び方と注意点、外れ値の考え方、相関分析の注意点	統計局動画 SSDSE
4	擬似成績データを読んでみよう	エクセルの使い方、2変量の外れ値の見方、散布図行列の見方と解釈、偏差値	成績擬似データ
5	コインを目標位置に止めてみよう	ばらつきと問題のタイプとその解き方、単回帰分析	コイン射撃
6	平均値の誤差の評価を考えよう	中心極限定理と大数の法則、不偏分散、区間推定、Z検定、2種類の過誤、効果量	SSDSEを用いた復元抽出実験
7	多様な分析手法とまとめ	主成分分析、小学校の実践事例の紹介 まとめ	現職教員研修動画

でに習った内容の活用を体験する場にしたいと考えた。グラフだけでもできることは多く、グラフを活用した分析のイメージを形成することを目指すことにした。特に、第4回では、附属竹早中学校の上園悦史教諭に提供頂いた社会科の成績データを基に擬似データを作成した。これにより、学校の現場ですべての教員が触れる機会のあるデータを活用するイメージを持てるようにした。

加えて、本学は単科大でありながら総合大学のような多様な専門性を持った学生がいる。そこで、できるだけ多様な統計に触れ、自分ができる統計、好きな統計を考える機会としたいと考えた。1次データを取得し分析する回は、第2回と第5回である。第2回は感性データを扱い主に質的データの取得とその分析を扱う。一方、第5回は、ものづくりで用いられるような量的データの取得とその分析ができるように構成した。その他にも、公的統計をメインにした回も設けた。

4. コイン射撃シミュレータ

本稿では、7コマの内、第5回「コインを目標位置に止めてみよう」を取り上げ、詳しく紹介する。ここで用いる教材は、高橋武則統計数理研究所客員教授が開発したコイン射撃である[5][6]。目標位置±一定の幅の間に止まるようにゴムを使って10円玉などのコインを飛ばすといった教材である。コインストッパー（引き量を一定するための治具）やコインガイド（まっすぐ飛ばすためのガイド）などの治具（作業を楽にするための補助工具）を用いてばらつきを制御した環境下でコインを飛ばすと、図4に示すように正規分布状にばらつくため、分析過程に区間推定や検定などの

推測統計の基本的な内容を盛り込むことも可能である。ゴムの引き量が飛距離と関連することは子どもでも気づくことができることから、ゲーム感覚の演習を通して、ばらつき低減の問題解決を確実に体験できる優れた教材である。



図4：コイン射撃の結果の様子

ばらつきのタイプと解決の方法

問題解決すごろくに示されているようなばらつきの問題は、図5に示すように原因特定の方法がある程度絞られる。

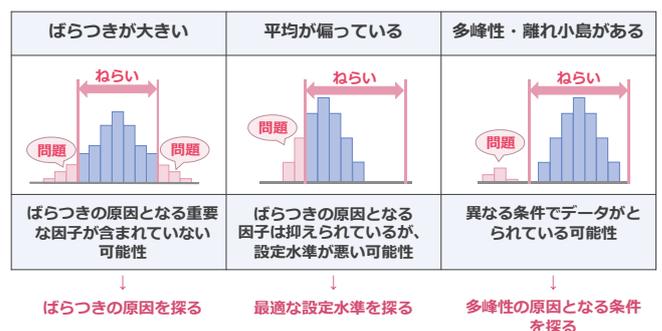


図5：ばらつきのタイプと解決の方法

ばらつきが大きい問題は、ばらつきの原因となる要因あるいは因子を探ることが必要である。特性要因図などの因果関係を整理した図から、ばらつきの原因となる因子の条件を固定して、全体のばらつきが小さくなるようする。例えば、コイン射撃の例では引き量を一定するなどである。このとき、因子がとる水準（引き量○cm）も一緒に探究することになる。

平均が偏る問題は、最適な水準を探ることが必要である。量的データの場合は、散布図や回帰分析を用い、質的データの場合はクロス表を用いることができる。

多峰性がある場合は、条件の違いで山が分かれるため、条件の違いを層別（分類）して分析する。

何も管理されていない状態だと、これら3つのタイプの問題が複合問題となって観察される場合もある。その場合は、まずばらつきの原因や条件の違いをまとめ、因子や条件を固定化することでばらつきや多峰性を抑えた後、偏りの問題に対処するのが一般的である。

以上より、コイン射撃は、問題解決すぐろくの問題発見エリアに描かれたようなばらつきに関する問題を発見し解決する体験を得るのに最適な教材の1つである。しかし、実物教材のままでは、オンライン講義での実施が難しいことから、Webブラウザ上で動くシミュレータ（試作版）の開発を行った。

コイン射撃シミュレータと問題解決の例

試作版のコイン射撃シミュレータは、高橋武則先生らに提供いただいた実験データを基に開発を行った。

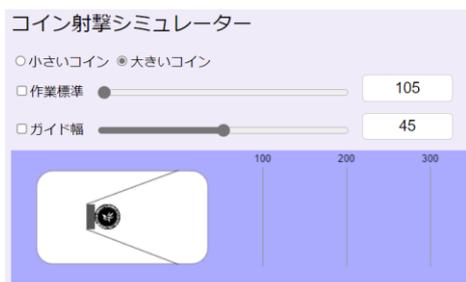


図6：コイン射撃シミュレータ（試作版）

現在、図6に示すように選べる因子は、コインの大きさ（小・大）、ストッパーにあたる作業標準、ガイド幅の3因子である。引き量一定の時、コイン大と小で飛距離は異なる。ガイド幅を使用すると、斜め方向に飛ばないだけでなく、ばらつきにも効き、ある一定以下の幅では飛距離が短くなるようになっている（図7）。実物教材では、コインガイドによる大きなばらつき低減効果は観察できないが、改善効果を大きくし、



図7：コイン大の最適ガイド幅の導出の例

達成感を出すため、このような設定とした。問題解決の大まかな流れを記す（図8）。

- ① 勘で目標位置に止まるように試行し、ばらつきを観察する。ばらつきと偏りの問題だけでなく、多峰性や外れ値、歪みが観察されることもある。
- ② 回帰分析を用いて、目標位置に止まるような引き量を求める。
- ③ 求めた最適引き量で効果を確認する。ばらつきは①に比べて小さくなるが、依然としてばらつきの問題と偏りの問題が観察される。
- ④ コインガイドの最適幅を求める。図7のように求めることもできるが、よく観察しながら試行していれば、最適幅を求めることができる。なお、コインの大きさで、最適な幅は異なる。
- ⑤ 求めた最適ガイド幅を用い、再度②で求めた引き量で試行し、効果を確認する。その結果、ばらつきの問題は解決するが、偏りの問題が発生する。
- ⑥ 最適ガイド幅で、偏りが生じない引き量（水準）を回帰分析で求める。
- ⑦ ⑥で求めた引き量を用い効果を確認する。偏りがでる場合もあるが、概ねこの手順で問題は解決する。

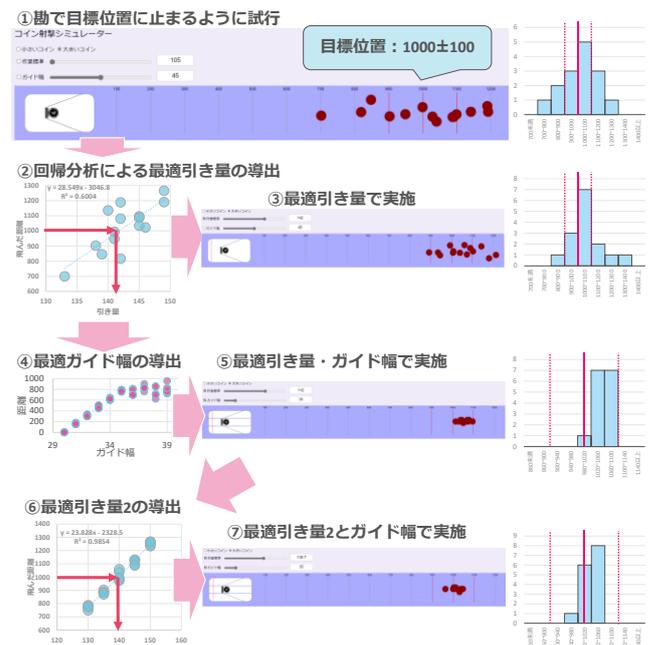


図8：問題解決の流れの例

図8右のヒストグラムを観察すると、目標に対してばらつきが小さくなる様子と中心が目標の1000によって行く様子が観察できる。

5. 先行試行の結果

令和6年度の春学期からの全学開講を控え、令和5年度の秋学期の第3タームおよび第4タームに、本学の2年生から4年生に向けた科目を開講し、先行試行を2回行った。先行試行では、対面講義で実施した。第3タームは9名、第4タームは5名が履修した。所属コースは、理科3名、技術3名とデータを扱うコースからの学生が多かったが、それ以外の国語、社会、美術など、多様なコースの学生が参加した。第4タームは第3タームの結果を踏まえ、講義の順番を見直し、数式の説明を加えるなどの改善を行った。

講義では、学務課が無記名のアンケートを行った。その結果の一部を表2にて紹介する。

表2：学務課の無記名アンケート（抜粋）

この科目は将来役に立ちそうですか。	3T	4T	合計
1.とても役立ちそう	2	2	4
2.役立ちそう	4	2	6
3.あまり役立ちそうにない	1	0	1
4.役立ちそうにない	0	0	0
5.未回答	0	1	1
計)	7	5	12
教職を目指す学生はこの科目を履修した方が良いと思いますか。	3T	4T	合計
1.とてもそう思う	2	1	3
2.そう思う	4	2	6
3.あまり思わない	0	0	0
4.思わない	0	0	0
5.わからない	1	1	2
6.未回答	0	1	1
計)	7	5	12

「この科目は将来役に立ちそうですか。」については、12人中10人が肯定的な回答を示した。「あまり役に立ちそうにない」と回答した人の自由記述を見ると、「内容をうまく使えたら役立つと思うが、自信がない。」とあり、内容自体は役立つと考えていることが伺えた。肯定的な回答をした学生の自由記述の一部を紹介する。

- この科目で学んだ手法を応用すれば、教育現場の中のさまざまな問題を解決することができる

思うから。

- 学校現場では様々なデータが採れることから、教師をやりながら直面する色々な問題を解決することに役立つと思う。

- ちゃんと全部内容を聞けば、必ず役に立つ。

以上から、データを活用して問題解決をするイメージをつかめた様子が伺えた。

「教職を目指す学生はこの科目を履修した方が良いと思いますか。」については、12人中9人が肯定的な回答を示した。わからないと回答した学生の自由記述を見ると、「統計的な考え方を積極的に用いる分野とそうでない分野があるため、全員が履修した方が良いと言えるかどうかはわからない。」といった記述があり、2名とも専攻によって異なると感じたようだった。肯定的な回答をした学生の自由記述の一部を紹介する。

- 例として成績処理の話もあったが現場で使えたら役に立つものが多いと思うから。
- 教員がテストを採点するときのデータ処理に役立つ。仕事を効率化できて、ブラックでなくなるかも。

- アンケートなどの見方などはより視野を広くするという面でも身に付けた方が良くと思うから。などの記述が見られた。教職に直結した内容を扱ったことで、学校の中でデータを活用するイメージが形成されたと考える。

加えて、筆者が学務課のアンケートとは別に、記名の自由記述のアンケートを行った。設問は下記の通りである。「講義全体を通して、学んだことや心に残ったことをご記入ください。また、内容が難しかったと感じる方は、来年の2年生のために、どのくらいの難易度だとよさそうかご意見を記入くださると幸いです。」これに関して、一部抜粋したものを紹介する。

- 統計学に興味を持つきっかけとしてはとてもおもしろい内容であった。
- キャラクターやコイン射撃の課題や内容はとても興味深く、面白かったので塩梅が難しそうだがもう少し実践を増やせたらなと思った。
- エクセルの使い方だけ覚えるのではなくて、それぞれの場面で使う情報や分析方法をしっかりと理解し取捨選択しなければならぬということがわかったので、難しいがもう一度数学的なところから学び直したいと感じた。
- どの進路を考えていてもデータ活用能力は身につけておいたほうが良いと感じた。
- 教育の現場は勿論のこと、日常生活などさまざま

な場面で応用できるということを授業を通して学んだ。

- 講義全体では、ほとんど知らなかったデータサイエンスの手法にふれることができた。分析の対象とできるようにデータを加工する方法はよくわかりました。しかし、やはり、データを解釈し、意味づけるにはデータ分析の経験を積んでいかなければならないと感じました。国語専攻だからデータサイエンスとはあまり関わらないと思っていたのですが、評価での活用や、校務分掌をより効果的に行っていくために、データサイエンスを活用できるのではないかと思いました。数式についてはより詳細な説明が必要だと思います。

(略) 学生同士がサポートしあえるような仕組みを作ると効果的に学習ができるのではないのでしょうか。

興味を持たた、色々な場面で活用できることが分かったなどの意見が多くあった。楽しかったのは、キャラクターの改善(第2回)とコイン射撃(第5回)で、役に立ったのは成績データ(第4回)であることが分かった。一方、要望としては、演習を増やして欲しいとの意見が多く見られた。分析ができるようになりたいという心の表れと考える。その他にも少数ではあったが、学び合いの仕組み、教育に直結した事例の紹介を増やして欲しいなどの意見があった。難易度については、適切～やや難しいと答える学生が多かった。難しいと感じたのは数式であり、数式に関してはより詳しくわかりやすい解説などをアクセスしやすい場所に置き、自習をサポートできるような仕組みが必要であると考えた。

6. おわりに

本稿では、教育のためのDSのカリキュラムと共に、開発した教材の内、コイン射撃シミュレータを取り上げて紹介した。加えて、令和5年度に行った先行試行の結果も報告した。先行試行の結果から、教育現場だけでなく多様な場面で、グラフを活用した分析のイメージを形成することができたと考えた。

来年度の本実施では、大人数のオンライン開講となるため、先行試行では観察できなかった問題が浮上するものと考えた。先行試行でも、分析的思考力が極めて弱い学生が見られた。コース横断のグループワークにしたことで、数学や分析に強い学生がチームをサポートする様子が見受けられた。しかし、本実施時は、

コースごとにクラスが決まっているため、数学や分析に強いクラスでは、教員が丁寧にサポートする必要があるものとする。さらに、コイン射撃シミュレータは多様な活用が期待できる。

現在、重回帰分析や検定での学習にも活用できるよう、システムの改修を行っている。教材についても実践に基づいた開発と改善を行う必要があり、引き続きPDCAを回しながら取り組んでいく。以上のような学芸大での取り組みについて、叱咤を含め、忌憚ないご意見を頂ければ幸いです。

謝辞

高橋武則統計数理研究所客員教授には、コイン射撃に関して詳しくご教授頂くだけでなく、実験データも快くご提供頂いた。心より深く感謝を申し上げます。高橋先生からの提供データを基に、リトルスタジオインク(株)様にシミュレータの開発頂いた。これにより楽しく学ぶ講義が可能になった。深く御礼を申し上げます。

- [1] 東京学芸大学 教員養成フラッグシップ大学の取組：
<https://www.u-gakugei.ac.jp/strategy/> (2024.2.22最終確認)
- [2] 竹村彰通・姫野哲人・高田聖治編(2021)『第2版データサイエンス入門』学術図書
- [3] 鈴木和幸・椿広計(2019)「講演概要 ミシガン大学 Vijay Nair 教授講演会:ビッグデータ、機械学習、データサイエンスの近年に見られる発展と今後の展望」『品質』Vol.49(1) pp.29-34
- [4] 統計数理研究所「統計の考えかたポスター」
<https://www.ism.ac.jp/ura/press/ISM2022-01/poster.pdf> (2024.2.22 最終確認)
- [5] 高橋武則(1998)：「模擬生産・模擬実験と統計的品質管理」, 品質月間委員会.
- [6] 高橋武則 (2014)「模擬体験による認識・創造・経営の教育-質を中核としたデータ・マネジメントの体験教育-」『品質』Vol.44(1), pp.49-57.

統計学の講義資料を HTML で記述することの有効性

— R Markdown との連携 —

林 篤裕・名古屋工業大学
名古屋市昭和区御器所町
Tel/Fax: 052-735-5119
E-mail: hayashi.atsuhiko@nitech.ac.jp

1. はじめに

大人数を対象とした教室で、講義内容を学生に伝える方策として、かつては黒板への板書や OHP(Over Head Projector)といったアナログ的な手法が使われていたが、現在では電子資料を提供することが一般的になった。特に、2020 年初から感染が拡大した COVID-19 の脅威は教育の諸活動にも多大な影響を与え、教室に集っての開講を避ける必要からオンライン講義と呼ばれる運営形態が否応なく導入され、益々アナログ的な手法は採れなくなった。

その際に用いられたのが Moodle 等の学習管理システム(LMS, Learning Management System)で、これに電子資料や説明動画を掲載し、個々の学生にはインターネット環境下から参照させて学修を進める形態が普及した。元々、LSM は e ラーニングを実現するために開発されてきたプラットフォームであり、教員側からの情報提示だけでなく、学生からの質問・レポート等の提出や、個々の学生のアクセス記録に基づいて学修行動を把握する機能も備えており、オンライン講義との相性も良かったことから、これを機に導入した大学も多かったと思われる。

本発表では、統計学(やこれに類する科目)の講義における電子資料の作成に、HTML(Hyper Text Markup Language)が有効であることと、これを生成する機能を有している R Markdown を有機的に活用することを提案するものである。加えて、R Markdown が生成した HTML の一部を切り出して利用することができることも紹介する。

2. 統計学の講義資料に求められる構成要素

統計学の講義を念頭に考えた場合、講義内容の説明に必要な構成要素とも言うべき「部品」としては、文字(文章)、数式、画像、グラフ、表、他のサイトへのリンクぐらいが挙げられるであろう。特に文字については、文字サイズやフォント、色、下線等の修飾ができると効果的である。加えて、統計プログラムを学習内容に含んでいる講義の場合であれば、プログラムの掲載も必要になる。講義の目的にも依存するであろうが、プログラムを簡単にコピー&ペーストで取り込めるようになってくると講義時間中にプログラムの入力のための演習時間を

短くすることが出来るため、より高効率に講義を進行することが可能になる。

よって、講義資料を提示するツールにはこれらが容易に掲載・実現できることが求められる。表 1 には、講義資料を作成・提示するためのツール・環境に関する構成要素の掲載可能性と、幾つかの特徴をまとめた。

表 1. 記述ツールの比較表

ツール・環境	HTML / R Markdown	Power Point / MS-Word	LaTeX	テキストファイル
文字	○(修飾可)	○(修飾可)	○(修飾可)	○(修飾なし)
数式	○	○	○	△
画像	○	○	○	×
グラフ	○(Rで)	○	○	×
表	○	○	○	△
プログラム	○	△	△	○
リンク	○	○	○	△
編集	エディタ	専用ソフト	エディタ	エディタ
提示	Webブラウザ PDF	専用ソフト PDF	PDF	エディタ PDF
ページの概念	ない	ある	ある	ない
Moodle への掲載	HTML/PDF	PDF	PDF	テキスト/PDF
費用	無料	有料	無料	無料/有料

3. 講義資料の作成ツールとしての HTML

世間には多くの LMS が発表・運用されており、中でも多くの大学で採用されている Moodle は、オープンソースであり、画像・音声等のマルチメディアや、PDF ファイル、Power Point、MS-Word 等だけでなく、HTML で記述したの電子ファイルも掲載可能である。

他の教員がどのようなツールを用いて電子的な講義資料を作成しているかを網羅的に把握しているわけではないが、COVID-19 対応としてリモート講義を強いられた際、本学では Moodle 上に講義資料を掲載することが推奨され、Power Point で作成した資料をアップロードすることが例示されていた。その理由は Power Point にはスライド毎に音声を録音する機能があるため、画面に説明資料を提示し、それに呼応したナレーションを流すことによって講義の進行を模擬的に実現できたからであろう。事実、この方法でリモート講義を運営していた同僚も少なからずいた。

著者も当初この推奨された方法を試してはみたものの、

Power Point で提示情報(文字や図表)を作成後、スライド 1 枚ごとに対応する説明を音声で録音していく作業は非常に煩雑で、かつページが変わる度に説明を中断する必要もあったので、個人的には非常にストレスフルであった。加えて、Power Point のスライドにはページ概念があるので、講義の進度や理解度に合わせて、より詳しい説明を追記しようとするとう当該のページから溢れてしまい、文字を小さくしてページ内に収めたり、次ページとの調整が必要であったりと講義内容自身ではなく、体裁の整形に費やす時間が想像以上に多く必要になった。Power Point が多機能であることは事実であるが、比較的動作の重いソフトウェアであることもネックとなった。

他にも LaTeX で講義資料を作成されている方を存じ上げているし、MS-Word で作成することも考えなくは無かったが、どうも納得が行くものではなかった。

著者はこれまでも講義資料を HTML で記述して Web サーバーに掲載してきた。学生にはこれを印刷したものを配布すると共に、サーバーの URL も共有していたので、欠席した場合等には各自で印刷することも可能であった。また、統計分析用言語である SAS 言語や R 言語のソースコードも掲載していたので、学生はいちいち印刷資料の文字(コマンド等)を手入力する必要はなく、Web サーバー上の資料からコピー&ペーストで統計分析用言語のソースコードを入手することができるというメリットにも重宝していた。

HTML は World Wide Web(いわゆるインターネット)の普及と呼応するように整備・拡張されてきた計算機言語で、その名称からも推察できる通り、構造化された文書表現するためのものであり、Web ページの記述言語として広く利用されている。Google Chrome 等の Web ブラウザは、HTML で記述された電子情報を表示するプログラムとして重宝されているが、視点を変えると、サーバーから HTML で記述された電子情報をダウンロードしてきて、それを規定されたルールに則って、画面に表示するツールとも言える。HTML にはページ概念がなく、希望する場所に新たな記述を追記すれば、押し出された情報は下側に移動するだけである。

また、HTML は数式を表示する機能も有しており、しかもその表記法は LaTeX のそれに準じるものなので、LaTeX ユーザーであれば容易に記述することができると思われる。

計算機言語と言っても、Web ブラウザ側の解釈に冗長なところがあるので、文法上の厳密なルールに規定された記述がなされていなくても目的の表示ができるのも、

表 2. 代表的な HTML のタグ

ul, ol, li, h, b, p, br, font, pre, code, hr, href, img, a
--

個人的には好都合であった。HTML には多くのタグが規定されているが、その中でも表 2 に示したタグを駆使すれば構造化された文章の多くを記述することが可能であると考えている。加えて、表 1 に示したように、HTML は統計学の講義資料に求められる構成要素を記述することに何の障害もない。

副次的なメリットとしては、上述のように HTML で記述された講義資料は、Web ブラウザに転送されて表示されるので、興味を持った表示の実現方法を知りたいければ、そのソースコードを見ることによって把握することができる。いわばオープンソースであり、同様の表示を必要とした際の参考になる。

当初取っ付き難いと感じた Moodle であったが、使い込むに従って、強力な支援ツールであることも判った。

4. HTML も生成可能な R Markdown

今更言うまでもないであろうが、統計解析用プログラミング言語である R 言語には、多くの支援ツールが開発・提供されており、その中の一つに RStudio という統合環境がある。名称からは想像し難いが、RStudio は R 言語に特化されたものではなく、多くのプログラミング言語用の開発環境であるが、統計学関係ではもっぱら R 言語の統合環境として利用されていると思われる(ちなみに手元の RStudio では 52 の言語をサポートしている)。R 言語を利用して統計分析を進める環境として優れている RStudio だが、それ以外に R 言語の計算結果を取り込んで報告書を作成するレポート機能も有しており、この機能を利用するには R Markdown と呼ばれるマークアップ言語で記述する必要がある。RStudio の左上ペインに、データを読み込んだり分析したりするコマンド群を R Markdown の文法に則ったソースコード(.rmd ファイル)として記述し、コンパイル(knit と呼ばれる)することによって、計算結果を MS-Word や PDF(LaTeX 経由で)、そして HTML のフォーマットで出力することができる。

R Markdown の文法は HTML のそれと非常に類似しており、(これは既に広く知られていることなのかもしれないが)、R Markdown で定められていない(と思われる)タグもそのまま HTML に吐き出してくれるので、個人的には「R 言語用に拡張された HTML」といった捉え方をしている。希望に副わない表示をしてしまう HTML が生成されてしまった場合にも、直接 HTML に手を加えることで修正することが可能である。

少し追加で習得する必要があるのは、chunk(チャンク)と呼ばれる R 言語への指定であり、プログラム自身の評価や、その計算結果を表示させるか等を指定する命令群である。しかし、難しいものではないので、一度理解してしまえば以後は使い回すことができる。

加えて、R Markdown のソースコードも HTML のコードも何れもテキストファイルなので、編集には手慣れたテキストエディタを利用すれば良く、動作が軽い

も魅力である。

統計学の講義では、身近な生きたデータを用いるのが学生の理解を促進すると考えているが、毎年更新されるデータに基づいた講義を行っているような場合、新しい計算結果をこれまで書き溜めた講義資料に取り込もうとすると、R Markdown で記述しておけばデータファイルの名前を変更するだけで最新のデータに基づいた講義資料を生成することができるというメリットもある。

5. グラフの有効活用

前節で述べたように R Markdown を用いれば、R 言語で記述した分析命令とその計算結果をまとめた Web ページを HTML で生成することができる。R Markdown が内部でどのような処理を行っているかを正確には把握出来ていないのだが、R 言語の実行結果である統計量等の数値情報だけでなくヒストグラムや箱ひげ図、散布図等の図形情報も含まれる。これらがどのように HTML で実現されているかに興味を持ったので、生成された HTML を覗いてみたところ、図形情報については png という画像フォーマット (Portable Network Graphics) で作成されており、それが img という HTML のタグに引用される形の記述となっていることが判った。つまり、生成された Web ページに含まれるグラフ群の中から、必要と考えるグラフだけを容易に抜き出すことができることを意味しており、事実、当該のグラフ部分だけを他の HTML に挿入してみると期待通りの表示となった。このテクニックはグラフ以外にも有効なので、R 言語の出力を独立して利用したいような場合、重宝すると思われる。

なおデフォルトの画像フォーマットは png であったが、陽に指定すればそれ以外のフォーマットでも作成することができるとなっている。

参考までに、著者が回帰分析の講義で用いた散布図部分(図 1)と数式部分(図 2)の、R Markdown のソースコード(右上)と生成された HTML(右下)、および Web ブラウザの表示(左)を以下に示しておく。

6. まとめに代えて

Power Point は、プレゼンテーションツールとしてデファクトスタンダードの地位を確立したと言っても過言ではないであろう。多機能であり洗練された提示が行えることから学会発表等で多用されていることも納得できる。しかし、それを講義資料の作成・提示ツールとして用いるには、やや重厚過ぎるように感じると共に、講義内容の洗練に注力すべき労力が奪われるように危惧している。

講義資料をどのような方法で準備するかは、それぞれの教員が判断することであることは改めて言うまでもないことではあるが、こと「統計学の講義資料」という限定的な目的であれば、HTML もその選択肢に加えていただけないのではないかと、今回紹介することにした次第

である。しかも、R Markdown がその作成を強力にバックアップしてくれるのが嬉しい点である。

利用するファイルはテキストファイルであるので、軽快に編集ができ、しかも何れのツールも無料で利用できることもメリットではないだろうか。

ここに至るまでの過程では、講義資料の作成に HTML を用いている人がおられるのではないかと検索してみたが、的確なものはヒットしなかった。その意味では著者の気付いていない大きな欠点があるのかもしれない。一方で、著者の調査不足から、もう既に広く利用されていたり、より高度な実装方法が実現されていたりするのかもしれない。そのような際には是非ご教授いただければ幸いである。

個人的な動機としては、リモート講義を強いられたことにより講義の運営が難しくなりかけたところに、R Markdown とその HTML 生成機能を知ることによって救われた。「必要は発明の母」の諺ではないが、窮地を救ってくれたのは RStudio であったことから、語弊を覚悟して言えば COVID-19 には感謝しないといけないうかもしれない(著者も 1 回罹患したが)。

本稿が統計学やデータサイエンスを題材とした講義の運営の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) MathJax, <https://www.mathjax.org/>
- 2) R Markdown, <https://rmarkdown.rstudio.com/>
- 3) R Markdown 入門, https://kazutan.github.io/kazutanR/Rmd_intro.html
- 4) Yihui Xie, J. J. Allaire, Garrett Golemund, R Markdown: The Definitive Guide, <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/>
- 5) Yihui Xie, Christophe Dervieux, Emily Riederer, R Markdown Cookbook, <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook/> (URL は何れも 2024 年 2 月 22 日現在)

The figure shows a web browser window on the left displaying a scatter plot titled "Scatter Plot of Shintyou and Taijyuu". The x-axis is labeled "Height" and ranges from 150 to 180. The y-axis is labeled "Weight" and ranges from 40 to 100. A positive linear regression line is drawn through the data points. Below the plot, there are two bullet points: "「誤差が一番小さい」直線が良さそうだ。" and "では、その「誤差」って何? どう定義する?".

On the right, there are two panels showing R Markdown source code and its rendered HTML output. The top panel shows the R code for plotting the data and adding a regression line. The bottom panel shows the rendered HTML, which includes the plot and the explanatory text.

図 1. 回帰直線を説明する部分の R Markdown ソース(右上)、生成された HTML(右下)と Web ブラウザの表示(左)

The figure shows a web browser window on the left displaying a page titled "7.1. 定式化: 式の展開、解法". The page contains several mathematical formulas and text explaining the linear regression process. The formulas include the regression equation $y = a_0 + \sum_{j=1}^p a_j x_j^t$, the residual $\epsilon_i = y_i - (a_0 + \sum_{j=1}^p a_j x_{ij})$, and the sum of squared residuals $S = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n \{y_i - (a_0 + \sum_{j=1}^p a_j x_{ij})\}^2$. The page also includes a matrix representation $Y = XA$ and a table of the matrix elements.

On the right, there are two panels showing R Markdown source code and its rendered HTML output. The top panel shows the R code for calculating the regression coefficients and residuals. The bottom panel shows the rendered HTML, which includes the mathematical formulas and the explanatory text.

図 2. 回帰式を説明する部分の R Markdown ソース(右上)、生成された HTML(右下)と Web ブラウザの表示(左)

統計教育に欠かせない科学哲学の基礎知識

島谷健一郎（統計数理研究所）

統計学の原点は「データを観て考える」であり、この統計思考は（国語と算数がある程度の段階に達しているという条件のもと）小学校からも可能である。一方、実社会や学術研究に必要な統計思考は、「データに基づく意志決定や科学的推論」である。「推論」には大きく演繹推論と帰納推論があるが、推論に関する教育は大学を含め極めて不十分な状態にある。統計思考はデータに基づく帰納推論であるが、その中で統計学という

（演繹推論からなる）数学を用いる。帰納と演繹が混ざるため推論の流れはややこしい。実際、統計科学でも古典物理学のような演繹推論を実践できるという誤解や、有意性検定が反証という演繹推論であるといった誤解が充満している。

こうした現状を踏まえ、発表者は科学的推論と統計科学に精通する科学哲学の専門家による公開講座「科学哲学の視点からの統計学再入門」（森元良太講師）を2018年度の統計数理研究所公開講座として企画した。その後も生態学会や鳥学会などで時間を短縮して行なうなど、統計を用いる推論に関する教育・啓蒙に努めてきた。それらを統合して2024年2月現在、大学生や大学院生、研究者や社会人向け教科書の執筆・編集を進めている（近代科学社統計スポットライトシリーズとして2024年発刊予定）。

本発表では、この教科書の内容にも触れながら、小中高における統計教育とも

かかわると発表者が考える科学哲学的基礎事項を紹介する。

以下は発表で用いる予定のスライドの一部である。

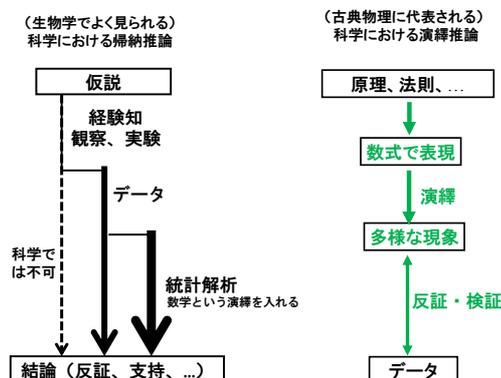
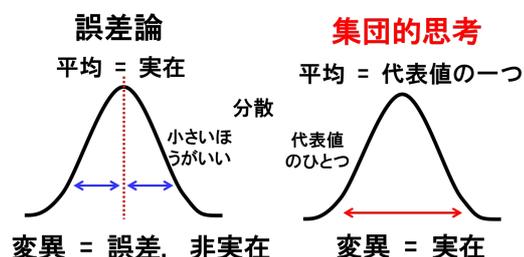
データを統計解析にかけるとき



違和感や後ろめたさ...

原因:大きくは2つ

1. 統計を使うときの思考の枠組み: 集团的思考
2. 帰納推論と演繹推論



教員養成学部における「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ための カリキュラムに関する一考察

ー福井大学教育学部における実践事例よりー

松本智恵子（福井大学教育学部）

連絡先：c-matumo@g.u-fukui.ac.jp

1. はじめに

2017年3月に告示された小学校・中学校学習指導要領や、2018年3月に告示された高等学校学習指導要領では、統計領域の拡充が改定の中心となっており、予測不可能なこれからの時代に求められる資質・能力を児童・生徒が身に付けることができるよう、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善が求められているものとなっている（文部科学省，2017a, b, 2018）。小学校・中学校・高等学校における統計・データサイエンス教育の重要性も一層の高まりをみせているが、教育現場においては、統計教育分野の教材の不足や教員自身の統計に関する知識や経験の不足、そして授業時数の圧迫などにより、課題解決を指向する授業を行うことが難しいことが課題となっている（松本，2018）。また、一般的な数理・データサイエンス・AI教育においては「各分野で『尖った能力』を持つデータサイエンティストを養成する」ことが求められているが、教員という立場から考えると、「データサイエンス的思考の『裾野を広げる』人材育成（初歩的・基本的な数理・DS・AI教育を担うことができる教員の養成）」と「教育現場の課題について、教員自身がデータを活用し、客観的なデータの解釈や将来的な予測などを通して解決できるようにする（教員自身のデータ分析・活用力の育成）」という、養成に関して二つの方向性があるため、この両方の『力』を持つ教員を育成できるような数理・データサイエンス・AI教育のカリキュラムを作成する必要がある。更に、数理・データサイエンス・AIを理解し、利用していくためには算数・数学の力、特に微分・積分と線形代数の知識が必要不可欠であるため、専門分野にかかわらず「算数・数学が『嫌い』な児童・生徒を作らない教員」や「将来の社会環境・学習指導要領の変化に柔軟に対応できる教員」を養成する必要も生じていることに留意する必要がある。

本報告では、福井大学教育学部において筆者が実践している（実践予定である）「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ためのカリキュラムについて紹介する。なお、今回紹介するカリキュラムは、令和元年6月に統合イノベーション戦略推進会議が決定

した「AI戦略2019」に基づき、数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアムによって2020年4月に策定された「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラム」と2021年3月に策定された「数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）モデルカリキュラム」に対応するものとなっている。

更に、現在実施している、「数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）モデルカリキュラム」における「AI・データサイエンス実践」に対応させる予定である科目「情報数学」と「数学講究C」において活用している外部教材についても紹介する。

2. 福井大学教育学部について

福井大学は、福井県にある国立大学法人である。キャンパスは福井市にある文京キャンパスと永平寺町にある松岡キャンパスとに分かれているが、教育学部は文京キャンパス内にある。1学年定員100名の非常に小規模な教員養成学部であるが、1949年の旧福井大学発足以来70年以上の歴史を持っており、小学校、中高10教科、特別支援学校、幼稚園の免許を取得できる体制のもと、教職における諸理論と実践との往還を実現するカリキュラムによって地域社会に学校教員をはじめとする多くの人材を輩出している。2016年4月から「初等教育コース（1学年定員60名）」と「中等教育コース（1学年定員40名）」から成る新教育学部がスタートしており、小学校・各教科・領域の高い専門性と教育現場における実践力を備えた質の高い教員養成に取り組んでいる。2022年には文部科学省より「教員養成フラッグシップ大学」に採択され、総合大学内にある教員養成学部として、教員養成の在り方を変革していくための牽引役としての役割を担うことになった。学生と教員の距離が近く、きめ細やかな指導も特徴となっている教員養成学部である。ただし、基本的には文系寄りの学生が多く、また音楽・美術・体育などの『実技系』教科を専攻する学生もいるため、数理・データサイエンス・AI教育を行う際には、学生の知識や興味・関心に幅があることに留意する必要がある。また、福井県は小学校と中学校の人事交流が盛

んな県であるため、福井大学教育学部においては、小学校と中学校の教員免許を取得して卒業する学生がほとんどである。それゆえ、「算数・数学が『嫌い』な児童・生徒を作らない教員」の育成に関しては十分に注意する必要があるが、学生の興味・関心によっては「統計・データサイエンスに強い」小学校教員・中学校教員を養成できる可能性がある学部でもある。更に、福井大学は総合大学でもあるため、「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ためのカリキュラム作成の際には他学部の科目を利用することが可能であり、カリキュラム内の授業を受講することによって、数理・データサイエンス・AIに興味を持つ学生が出てくる可能性も期待できる。

3. カリキュラムと利用教材

大学において数理・データサイエンス・AI教育を行うおうとする際、「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル・応用基礎レベル）モデルカリキュラム」と、そのカリキュラムに準拠した全学開講の教育プログラムを文部科学省大臣が認定する「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル・応用基礎レベル）認定制度」を無視することはできない。福井大学教育学部におけるカリキュラムにおいても、これらのモデルカリキュラムと認定制度に基づいたプログラムを作成し、実施している（応用基礎レベルについては予定）。

3.1 リテラシーレベル

「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）認定制度」に対応するプログラムとして、福井大学では、2021年後期より、文京キャンパスでは教養教育科目群（科学技術分野）において「数理・データサイエンス入門」を開講、松岡キャンパスでも共通教育科目として同じ「数理・データサイエンス入門」を開講し（2022年度からは専門科目に移行）、国際地域学部の専門科目である「統計入門」とともに「データサイエンス実践基礎力育成プログラム」を導入し、2022年度に教育プログラムの認定を受けている（<https://www.dsai.u-fukui.ac.jp/program/>）。医学部の学生は「数理・データサイエンス入門」、国際地域学部の学生は「統計入門」、教育学部・工学部の学生は「数理・データサイエンス入門」または教養専門教育科目群（国際地域学分野）「統計入門」のどちらか一方の単位を修得することで「データサイエンス実践基礎力育成プログラム」の修了が認められる。なお、「数理・データサイエンス入門」は文京・松岡の両キャンパスで開講しているため、授業は全て遠隔（オンデマンド型）で行い、授業動画については Google Classroom、そ

のほかの資料については WebClass を用いて公開し、課題・期末試験については WebClass を用いた採点・管理を行っている。なお、医学部における課題採点は医学部の教員が行っているため、特に記述式の課題や期末試験においては、授業作成者が作成したルーブリックによって採点を行うことにより、文京キャンパス・松岡キャンパスにおける採点のばらつきを抑えている。

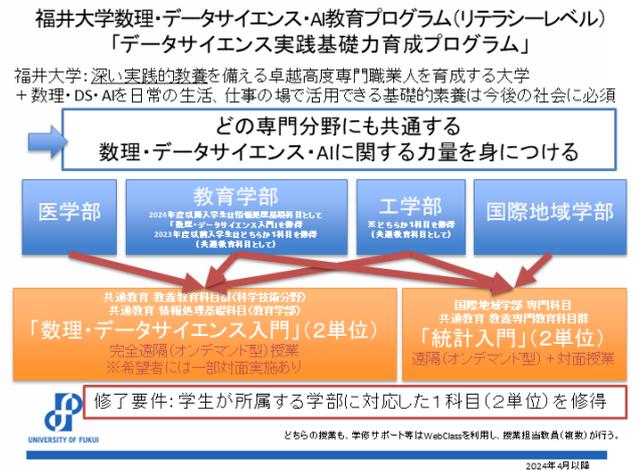


図 1 福井大学における数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）概要

また、「AI戦略2019」が掲げている育成目標では、2025年度までに全ての大学・高専生がリテラシーレベルの数理・データサイエンス・AI教育を受けることができるよう、各大学・高等専門学校の教育環境を整える必要があることが示されている。福井大学では、2023年度時点で、医学部では「数理・データサイエンス入門（2024年度以降は共通教育科目）」が、国際地域学部では「統計入門」が必修科目となっており、2024年度からは教育学部において「数理・データサイエンス入門」を必修化する予定である。

教育学部の「数理・データサイエンス入門」の必修化は、「基礎教育科目」内にある「情報処理基礎科目」の「情報処理基礎」を置き換える形で行われる。教育学部においては、教員免許状の取得にあたり認定課程とは別に修得が求められる科目（日本国憲法、体育、外国語コミュニケーション、情報機器の操作）が共通教育の枠内で定められているが、令和4年に、「情報機器の操作」に代わり「数理、データ活用及び人工知能に関する科目」が修得できるように免許法施行規則（教育職員免許法施行規則第66条の6）が改正されている。更に、この改正には『「数理、データ活用及び人工知能に関する科目」を設置する場合は、数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度実施要綱により「数理」、「データ活用」、「人工知能」の内容が包

含まれたものとして科目を構成しているものを適用し、かつ当該科目を積極的に修得させることが望ましい』という留意事項が付けられているため、リテラシーレベルの教育プログラム認定を受けている「数理・データサイエンス入門」を「数理、データ活用及び人工知能に関する科目」として適用することとなった。

福井大学「データサイエンス実践基礎力育成プログラム」を構成する授業の一つであり、教育学部において必修化する予定の科目「数理・データサイエンス入門」は、完全遠隔（オンデマンド型・試験のみリアルタイム）で行われる授業である。このため、教員免許取得のための必須科目が多い教育学部においても、分散集中という形で授業を行うことができ、それゆえに、大学におけるキャップ制の影響を考えなくてよい。授業内容は「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラム」に準拠しており、講義の他、実際にデータを入手し、データの加工・分析を行い、最終的に問題解決をはかる演習も行っている。評価については、演習課題（2種類）の他、講義資料を閲覧・視聴の後に回答する択一式あるいは記述式の課題、そして期末試験によって行っている。ただし、教育学部生の知識には幅があるため、講義資料を閲覧・視聴しても課題を解くことができない学生のために、時間を指定して対面での解説・質問受付も行う予定である。また、「数理・データサイエンス・AIに関する力を身につける」ことが授業の目標であるため、記述式の課題や演習・レポート課題は採点し、コメントをつけて返却を行っている（早めに提出した学生は再提出も可）。

「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル・応用基礎レベル）モデルカリキュラム」に準拠しているため、「数理・データサイエンス入門」の授業内容は「中学校第2～3学年くらいまでの『データの活用』領域+AI関連+相関と回帰」となっているが、「AIが発達したら、分析はAIがやってくれる」社会が来るであろうことを考慮して、演習・レポート課題においては「分析結果から何が分かるか（最初の問題は解決したか？ 新たな課題発見があるか？）」をきちんと述べることを重視している。

3.2 応用基礎レベル

教育学部における応用基礎レベルのカリキュラムも、リテラシーレベルと同じように「数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）モデルカリキュラム」と「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（応用基礎レベル）認定制度」に対応するものとなる予定である。「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（応用基礎レベル）認定制度」に認定されるためには、

「3つの基本的要素（データ表現とアルゴリズム、AI・データサイエンス基礎、AI・データサイエンス実践）と「モデルカリキュラム（応用基礎レベル）」の各項目を、プログラムを構成する授業科目により網羅している必要がある。福井大学教育学部では数学の教員免許（中学校・高等学校）が取得できるようになっているため、「データ表現とアルゴリズム」内の「1-6. 数学基礎」については数学の教員免許用科目で対応できる。「1-6. 数学基礎」以外の「データ表現とアルゴリズム」部分と「AI・データサイエンス基礎」部分については国際地域学部で開講している科目を教育学部生も受講できるように（教養専門教育科目群（国際地域学分野）として開講）することで対応する予定である（国際地域学部担当者了承済）。「AI・データサイエンス実践」部分については数学の教員免許科目である「情報数学」と「数学講究C」で対応可能だと考えるが、「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ためには、教員養成フラッグシップのための科目として2024年度以降に開講するICT科目とSTEAM教育科目にも協力を求める必要があると考えている。このように、「総合大学である」という強みと『教員養成フラッグシップ大学』に採択された」という強みを利用することで、「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ためのより良いカリキュラムを構築することが可能であると考える。

項目	3つの基本的要素	モデルカリキュラム対応箇所	数学の科目で対応
I	データ表現とアルゴリズム： データサイエンスとして、統計学を応用してデータを分析・処理する領域であり、数学基礎（統計学、線形代数、微分積分）に基き、A1を基礎とするための手段として「アルゴリズム」、「データ表現」、「プログラミング基礎」の概念や知識の取得を目指す。	1-6. 数学基礎 1-7. 応用 2-2. データ表現 2-7. プログラミング基礎	数学の科目で対応
II	A1・データサイエンス基礎： A1の応用が多数にわたる技術領域や応用分野。そこは研究やシステムの新規において実際にA1を活用する際の構築から活用までの一連の流れを把握して、習得するA1基礎的なものに加え、「データサイエンス基礎」、「機械学習の基礎と応用」、及び「深層学習の基礎と応用」が構築される。	1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス 2-1. 分類 2-1. ビッグデータ・データ・データサイエンス 3-1. AIの歴史と応用分野 3-2. AIと社会 3-3. 機械学習の歴史と概要 3-4. 深層学習の基礎と応用 3-9. AIの発展と運用	国際地域学部の科目で対応（共通教育）
III	A1・データサイエンス実践： 本認定制度が育成目標として掲げる「データと社会」における課題の解決に活用できる人材に関する理解や認識の向上に資する実践的学習を目的とした学習体験を行う学習目標群。応用基礎レベルの科目に実習や実習科目群（「データサイエンス実習」、「データサイエンス実習」）及び「データ・AI活用 企画・実施・評価」が構成される。	項目は該当 AI・データサイエンス実践（演習や課題解決学習） データ・AI活用 企画・実施・評価	数学の科目（情報数学と数学講究C）で対応できるが、ICT科目とSTEAM教育科目にも協力してもらいたい

認定教育プログラムは「3つの基本的要素」と「モデルカリキュラム」の各項目を、プログラムを構成する授業科目により網羅していることが要件

図2 教育学部における数理・データサイエンス・AI教育プログラム（応用基礎レベル）構想

3.3 外部教材の利用

「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル・応用基礎レベル）モデルカリキュラム」の内容は、統計・データサイエンス分野のみならず、AIやデータ活用に関するさまざまな物事や留意事項についても網羅しているが、この広範囲な内容を一人の教員が指導するのは無理である。それゆえ、特に小規模で教員に余裕がない大学においては、外部教材の利用が必須になる。例えば、数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアムのポータルサイト (<http://www.>

mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/) では、リテラシーレベル・応用基礎レベル用の e-ラーニング教材が公開されており、利用条件を守ることによって自由に利用することができる。また、SSDSE（教育用標準データセット）や統計グラフ全国コンクール、STEAM ライブラリーなど、統計・データサイエンスに関連した外部教材を適切に利用することで、授業者の負担を減らすと同時に、学生に対しても、将来「データの活用」分野の授業を行う際の教材開発の一助となることが期待される。

具体例として、応用基礎レベル「AI・データサイエンス実践」部分として活用予定である科目「情報数学」と「数学講究 C」においてどのように外部教材を利用しているかについて紹介する。PC やアプリケーションを利用した数学の授業について考察するために亜実際のアプリケーションの操作方法を学ぶ「情報数学」では、SSDSE の「家計消費」データを用いて、福井県が令和 5 年 2 月に出したプレスリリース『令和 4 年の家計調査において「油揚げ・がんもどき」の購入額が 60 年連続で 1 位になりました』について、児童・生徒が理解できるように説明することと、SSDSE と、SSDSE の元になっている「家計調査」のデータについて「利用のしやすさ」や「児童・生徒への説明のしやすさ」について考察することを課題の一つに設定した。児童・生徒への説明は、データの並べ替えや箱ひげ図を用いることによって簡単に行うことができるが、SSDSE のデータは 3 年分を平均しており、プレスリリースに書かれている数値とは異なっていることを児童・生徒に説明する必要がある。一方、元データである「家計調査」のデータは、児童・生徒への説明の前にデータの加工が必要であり、その一手間をどうするかについて考える必要がある。また、プレゼミ的な授業である「数学講究 C」では、統計グラフ全国コンクールと、SSDSE を用いた統計データ分析コンペティションについて、実際に自分でポスターや小論文を作成した上で、児童・生徒に対する指導について考え、発表するというを行っている。学生自身がポスターや論文を作成することによって指導上の留意点を理解することができるため、学生の将来の「引き出し」の一つになるのではないかと考える。

4. 今後の課題

本報告では、福井大学教育学部における「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ためのカリキュラムについて紹介した。しかしながら、特に応用基礎レベルについてはまだ構想段階であるため、2025 年度に「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム（応用基礎レベル）認定制度」に申請できるよう、早

急に関係各所と交渉を行いたいと思っている。その上で、数学や数理・データサイエンス・AI に興味がない学生に対して興味を持ってもらう方法・カリキュラムについても考察する必要がある。

また、リテラシーレベルの授業内容についても改善が必要である。「数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラム」は改訂が予定されており、また 2025 年度以降は高等学校で「情報 I」や「仮説検定の考え方」を学習した学生が大学に入学してくる。更に、現在の授業内容では教員の負担が大きいため、改訂されたモデルカリキュラムを精査しつつ、教員の負担が少しでも減り、なお「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ことができる授業内容・授業方法について検討したい。

引用・参考文献

SSDSE（教育用標準データセット）

<https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/>

STEAM ライブラリー

<https://www.steam-library.go.jp/>

統計グラフ全国コンクール

<https://www.sinfonica.or.jp/tokei/graph/index.html>

松本智恵子(2018), 新学習指導要領「データの活用」に関する小中指導の課題 ー福井県教員意識調査から見えてくるものー, 統計数理研究所共同研究レポート 統計教育実践研究, 第 10 巻, 19-24.

文部科学省(2017a), 小学校学習指導要領解説算数編, 文部科学省.

文部科学省(2017b), 中学校学習指導要領解説数学編, 文部科学省.

文部科学省(2018), 高等学校学習指導要領解説数学編理数編, 文部科学省.

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

謝辞

本研究は、科研費 21K02600 の助成を受けたものである。

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

和泉志津恵^{*}, 田中琢真・滋賀大学データサイエンス学系

^{*} 〒522-8522 滋賀県彦根市馬場1丁目1番1号, Email: shizue-izumi@biwako.shiga-u.ac.jp

1. はじめに

国内のデータサイエンティストの育成について滋賀大学への期待は高い。滋賀大学は、2016年にデータサイエンス(DS)教育研究センター(現 データサイエンス・AI イノベーション研究推進センター)を立ち上げ、2017年に日本初のデータサイエンス学部を開設した。企業・学校・官公庁・研究機関等と連携協定を次々と結び、データサイエンスの教育・研究環境を整えた[1]。

統計数理研究所との連携活動として、滋賀大学は2021年から開始された「統計エキスパート人材育成プロジェクト」に参画し、2022年に滋賀大学彦根キャンパス内に統計数理研究所サテライトを開所した[2]。2026年3月までにコンソーシアム参画機関・大学等の若手研究者を対象にして大学統計教員育成研修を行う。滋賀大学からも若手研究者が参加し、現在も研修が続いている。

データサイエンス教育の滋賀大学モデルでは、理系のスキルを持つとともに文系的なマインドも持つデータサイエンティストを育成する[3-5]。理系の長所として、論理的思考、問題解決力、発想力、検証力、推理力、数理処理能力があげられる[6]。一方、文系の長所として、語彙力、コミュニケーション力、協調性の高さ、感受性の豊かさ、柔軟な考え方、ユーモアのセンスがあげられる[7]。文理融合型のデータサイエンス教育では、統計系や情報系の授業だけでなく、課題解決型(Project Based Learning, PBL)演習が不可欠である[8]。PBL演習では、現実の社会を意識して、実データを用いてデータ分析から問題解決に取り組む。そこは、授業において学んだ内容の実践の場となる。演習をとおしてデザイン力が育成されていく。PBL演習の実施は、産学公連携機関が支援している。

本稿では、まず、滋賀大学のPBL演習科目「データサイエンス入門演習」の概要を解説する。次に、ストーリー・テリングの技術を伸ばす授業デザインを提案する。最後に、実践内容を紹介する。

2. 「データサイエンス入門演習」の概要

授業は、秋学期(10月から翌年1月の4か月間)に週1コマ(90分)で実施されるDS学部1年次生の必修科目である。経済学部の選択科目「データサイエンス・AIへの招待演習」と合同で授業を行う。

2.1 授業計画

授業計画では、初回2回分を全体講義とし、その後13回分をクラスごとに講義や演習を行う。この13回分では、履修者を25名程度のクラスに分けた。各クラスでは、DS学部と経済学部の学生を混ぜて4~5名程度からなる班を構成する。再履修者やグループ活動が難しい学生の内、希望者には班での活動を無しとして最終レポートによる評価を行った。表1に授業計画の一例を示す。

表1. シラバスにおける授業計画

(a) 2017年度

No	内容
第1回	1. ガイダンス
第2回	2. PDCAサイクルとは
第3回	3. 教員またはデータを実際に扱う実務家によるデータサイエンスの紹介
第4回	4. 教員またはデータを実際に扱う実務家によるデータサイエンスの紹介
第5回	5. 教員またはデータを実際に扱う実務家によるデータサイエンスの紹介
第6回	6. 教員またはデータを実際に扱う実務家によるデータサイエンスの紹介
第7回	7. 教員またはデータを実際に扱う実務家によるデータサイエンスの紹介
第8回	8. 教員またはデータを実際に扱う実務家によるデータサイエンスの紹介
第9回	9. 教員またはデータを実際に扱う実務家によるデータサイエンスの紹介 (3回分) 3~9回の中で、いずれかのタイミングで、データを扱う現場の見学を行う。
第10回	10. 現状の課題の確認と、その課題について検証するためのデータについてのグループ討論
第11回	11. 現状の課題の確認と、その課題について検証するためのデータについてのグループ討論
第12回	12. 現状の課題の確認と、その課題について検証するためのデータについてのグループ討論
第13回	13. 課題及び検証用データについてクラス全体で議論を行う
第14回	14. 課題及び検証用データについてクラス全体で議論を行う
第15回	15. 課題及び検証用データについてクラス全体で議論を行う

(b) 2023 年度

No	内容
第1回	1. PPDACサイクル (1) *全クラス合同
第2回	2. PPDACサイクル (2) *全クラス合同
第3回	3. グループワーク・分析のアイデア出し
第4回	4. Excel基本操作・セルの演算/要約統計量の計算+グループワーク
第5回	5. Excelヒストグラムへの作り方/相関と回帰+グループワーク
第6回	6. Excel信頼区間+グループワーク
第7回	7. Excelロジスティック回帰+グループワーク
第8回	8. (クラス内) 中間発表
第9回	9. グループワーク
第10回	10. グループワーク
第11回	11. グループワーク
第12回	12. グループワーク
第13回	13. グループワーク
第14回	14. (クラス内) 最終発表
第15回	15. 全体発表

DS 学部生は、1・2 年次に記述統計や推測統計、プログラミング言語 Python や統計解析ソフトウェア R の演習などデータサイエンスの基礎を学ぶ[9-12]。開講前および開講後に授業内容を点検し、過去の実施状況をふまえて授業デザインの改善を繰り返した。

学習環境は、学生自身のノート PC を持参する BYOD (Bring your own device) を推奨し、LMS (Moodle や Microsoft Teams) による授業運営を行い、主なデータ解析ツールとして Microsoft Excel (オプションで Rstudio, Python) を使い、Zoom を学外講師とのコミュニケーションに用いた。

2.2 工場等の見学

データを扱う現場の見学会は、2017 年度から 2019 年度までの夏休みに滋賀大学の連携団体を中心に協力を得た企業や自治体において実施した[13, 14]。学生らと教員は、訪問先にてデータが収集される現場を見学し担当者から説明を聞いた。学生らは、工場見学から学んだこと (たとえば、見学した企業ではデータをどのように活用していたか、データの活用において何が解決すべき課題だったか) をまとめ、その課題はどのようにすれば改善されるかについて考え、工場見学レポートに簡潔に述べた。レポートの文字数は 1500 字以上、A4 サイズ 2 頁以内とした。このレポートの評価は成績全体の 20% に含まれた。残りの 80% はプレゼンテーションに関する最終レポートおよび授業参加で総合的に判断した。

2019 年度の見学会は、ブリヂストン彦根工場 (彦

根市)、村田機械 (京都市)、インダ滋賀事業所 (栗東市)、堀場製作所 (大津市)、大津市役所 (大津市) の 5 か所に学生らは分かれて参加した。2020 年度の見学会は、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止した。カリキュラムの変更に伴い、以降は見学会を取りやめ Microsoft Excel を用いた演習を 4 回分行うことになった。成績評価は、授業参加 (70%) と最終レポート (30%) で総合的に判断した。

2.3 データ分析

PBL 演習におけるデータ分析では、科目担当者がテーマやデータの選定について議論し、開講前および開講後に内容の改善を行った[15-17]。このデータ分析では、履修者が統計検定 2 級程度の知識を使い、課題解決に至るまでの PPDAC (Problem-Plan-Data-Analysis-Conclusion) サイクルの過程を体験することを目的にした。最終発表会は、クラス内の班ごとに発表を行う発表会 (クラス内発表会) を行った後に、異なるデータを用いた 5 班を混ぜてクラス外発表会を行い、お互いの発表について議論した。

2019 年度は、クラスごとにテーマやデータを決め、テレビ字幕データ、高齢者歩行データ、消費購買データ、健康診断データ、大津市オープンデータのような実データを用いて分析を行った。

2020 年度も、クラスごとにテーマやデータを決め、新型コロナウイルス感染症に関するオープンデータ、テレビ字幕データ、運転者挙動データ、健康診断データ、大津市オープンデータのような実データを用いて分析を行った。

2022 年度は、全クラス共通のデータを決め、SSDSE (Standardized Statistical Data Set for Education: 教育用標準データ; 独立行政法人 統計センター提供) を用いて課題探しのきっかけづくりにも活用した[18]。

表 2. SSDSE の内訳

名称	最新版ファイル名	内容
SSDSE-市区町村	SSDSE-A-2023	1741市区町村×多分野125項目
SSDSE-県別推移	SSDSE-B-2023	47都道府県×12年次×多分野109項目
SSDSE-家計消費	SSDSE-C-2023	全国・47都道府県庁所在地×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-2023	全国・47都道府県×多分野90項目
SSDSE-気候値 NEW	SSDSE-F	47都道府県庁所在地×月・年×気象42項目

出典 <https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/> (2024 年 2 月 8 日時点)

表 3. SSDSE のデータレイアウト

SSDSE-A/2022	prefecture	municipality	A1101	A110101	A110102	A1102		6200	6300	650302
	年度	年度	2020	2020	2020	2020		2018	2018	2019
地域コード	都道府県	市区町村	総人口	総人口 (男)	総人口 (女)	日本人口		農科医師数	毒物師数	保育所等数 (基本数)
R01100	北海道	札幌市	197395	91868	105471	193304		2094	5485	325
R01202	北海道	函館市	251084	113965	137119	248208		187	700	53
R01203	北海道	小樽市	111295	50136	61163	109971		98	348	22
R01204	北海道	旭川市	329300	152108	177198	325287		254	879	71
R01205	北海道	室蘭市	82383	40390	41993	81658		59	195	11
R01206	北海道	網走市	165077	77506	87571	163026		113	382	26
R01207	北海道	釧路市	166536	79623	86913	165759		145	415	26
R01208	北海道	北見市	115480	54729	60751	114601		76	220	27
R47360	沖縄県	伊達北村	1322	718	604	1299		1	0	1
R47361	沖縄県	久米島町	7192	3823	3369	7152		2	0	4
R47362	沖縄県	八重瀬町	30941	15244	15697	30809		17	37	14
R47375	沖縄県	多良間村	1058	575	483	1047		2	0	1
R47381	沖縄県	竹富町	3943	2033	1909	3898		2	2	0
R47382	沖縄県	与那国町	1676	923	753	1661		1	0	1

出典 <https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/> (2024年2月8日時点)



図 1. SSDSE の解説

出典 <https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/> (2024年2月8日時点)

SSDSEには、SSDSE-市区町村、SSDSE-県別推移、SSDSE-家計消費、SSDSE-社会生活、SSDSE-基本素材、SSDSE-気候値に分かれエクセルデータや解説ファイルが用意されている(表2、表3、図1)。SSDSE-社会生活は、総務省統計局「社会生活基本調査」をもとに都道府県別の自由時間活動・生活時間データを集めたデータセットである。

2023年度は、協力企業から提供された教育用消費購買データ(月別・店舗別・商品名別売上げデータ、月別・店舗別・販売個数データ、店舗別客数などの属性データ)を全クラス共通で用いて課題探しのきっかけづくりに活用した。これらのデータに加えて関連する他のオープンデータを活用して分析を行った。

コロナ禍での授業改革として、対面とZoomオンラインの併用、LMS(MoodleやMicrosoft Teams)とMicrosoft Streamを用いて講義のオンデマンド

配信、SNSを用いてグループ活動の対話支援、Microsoft Power AutomateとLMSを用いて履修者の学習状況を時系列的に解析し、履修者の学習支援に役立てた。このようにニューノーマル時代に向けて統計教育のDX化も進んでいる[19]。

3. ストーリー・テリングの技術を伸ばす

ストーリー・テリングとは、文字通りストーリー(物語) + テリング(語り)という意味であり、聴衆に伝わり・動かす物語を語る行為や能力を指す[20]。ストーリーの雛形のひとつに「ヒーローズ・ジャーニー」がある。これは、起承転結や演劇の3幕構成を補完する12のステップで構成される。本研究では、より単純化した起承転結の4のステップを考える。

3.1 授業デザイン

- 1) 起ステップ: ストーリーのきっかけを作る。たとえば、データを扱う現場を見学する。実務者からデータ活用のお話を聞く。
- 2) 承ステップ: きっかけを形にする。たとえば、作業仮説をパス図にあらわす。きっかけに関する単純なデータを集計し表にあらわす。統計グラフを用いて視覚化する。気づきを仲間と共有する。
- 3) 転ステップ: 別のデータを導入する。または、別の視点を取り入れる。たとえば、別のデータと組み合わせ、データに基づいたストーリーの裏付けをとる。仲間や実務者からフィードバックを得る。
- 4) 結ステップ: ストーリーを締めくくる。たとえば、データ解析の結果を統計グラフや表にまとめ証拠(エビデンス)を示す。スライドやレポートにストーリーをまとめ、発表する。

これらのステップは、可能な限り単純なものとする。教員の介入は最小限にとどめ、学生自身でストーリーを組立てられるように個々の学生の考えに沿う助言を行う。

3.2 実践内容

本研究では、和泉が担当した2019年度・2020年度および2022年度・2023年度の内容を中心に報告する。

3.2.1 起ステップ

2019年度は9月27日(金)に滋賀県大津市役所を学生21名が見学した(図2)。本学DS教育研究センターと大津市との連携・協力に関する協定

(2018年8月30日)に基づく連携・協力の一環として、この見学会が実現した。見学会では、大津市職員から「大津市のデータ利活用」について説明を聞き、学生と職員との意見交換を行った。その後、市役所内を見学し、データを扱う現場の様子や職務の内容について職員から説明を聞いた。その様子は、NHK ニュースや新聞紙上において報道された[21, 22]。大津市のアドバイザーは、3名(高木氏、梶原氏：当時 大津市政策調整部イノベーションラボの窓口、大庭氏)であった。彼らの役割は、大津市役所での職場見学の実施、EBPMに関する講義の実施、研究内容への助言であった。

2020年度は、10月27日(火)に彦根キャンパスの講義室と大津市役所をZoomにてつなぎ、オンライン見学会を実施した。この見学会では、前半に市役所の職場紹介(動画)や「大津市のデータ利活用」(動画)の視聴を行い、後半にオンラインLiveにて大津市職員から追加説明を聞き、学生21名と職員が質疑応答を含めた意見交換を行った。その時の様子もNHK ニュースや新聞紙上において報道された[23]。大津市のアドバイザーは、3名(高木氏、土井氏、大庭氏：当時 大津市政策調整部イノベーションラボの窓口)であった。彼らの役割は、オンラインによる見学の実施、EBPMに関する講義の実施、研究内容への助言であった。



図 2. 2019 年度見学会の様子

2022年度は、まずSSDSE・社会生活(SSDSE-D-2021.xlsx ; 「総務省統計局平成28年社会生活基本調査」が元となる)を用いて社会生活の幾つかの項目について都道府県別ランキング表を作成した。たとえば、滋賀県の順位は上から順に「4_家政・家事」では2位、「5_人文・社会・自然科学」では3位、「0_学習・自己啓発・訓練」、「21_パソコンなどの情報処理」、「22_商業実務・ビジネス関係」では5位であった。滋賀県は、2015年に実施された国勢調査のインターネット回答率で全国一位を記録した。歴史的に滋賀県出身の商人は近江商人と呼ばれ、商いに熱心な地域性がある。こうした事実と先の順位を結び付けて探求するのも面白いテーマとなると学

生に探索の動機を促した。

3.2.2 承ステップ・転ステップ

2019年度は、大津市との連携授業として、大津市オープンデータや内閣府のRESASや総務省のe-Statのオープンデータを組み合わせて活用し、学生らが探した大津市の魅力を同規模の他市と比較してデータに基づく推測を行った。2019年11月26日(火)の中間発表では、大津市職員から助言をいただいた。

2020年度は、2019年度と同様に大津市の魅力づくりを提言するというテーマにて演習を行った。大津市オープンデータや内閣府のV-RESASなどのオープンデータや学生らがSNSを用いて収集したアンケートデータを組み合わせて活用し、学生らが探した大津市の魅力を同規模の他市と比較してデータに基づく推測を行った。2020年12月1日(火)のオンライン中間発表では、大津市職員から助言をいただいた。

2022年度は、学生らはSSDSEと他のオープンデータを組み合わせてデータ解析を行った。2022年11月22日(火)の中間発表では、班ごとの内容についてフィードバックを行った。

2023年度は、学生らは教育用消費購買データと他のオープンデータを組み合わせてデータ解析を行った。2023年11月21日(火)の中間発表では、班ごとの内容についてフィードバックを行った。

3.2.3 結ステップ

2019年度は、2020年1月7日(火)に彦根キャンパスでのクラス内発表会では、大津市職員との質疑応答があり、アニメの聖地としての文化都市「OTSU」をアピールすることによる大津市の魅力づくりを提言した班が大津市長から表彰された(図3)[24, 25]。

2020年度は、2021年1月19日(火)に彦根キャンパスの講義室と大津市役所をZoomにてつなぎ、クラス内発表会を実施した。DS学部1年生を対象にしたSNSでのアンケート調査結果やV-RESASや総務省のe-Statのオープンデータを組み合わせて活用した「大学生が考えるデートプラン IN 大津 “心を密に♡”」を提言した班が大津市長から表彰された(図3)[26, 27]。学生に加えて大津市職員は、このデータ解析演習をとおしてデータから価値を生み出す経験を積んだようだ[28]。これ以降、大津市との連携授業は講義科目「質的データ解析入門」で継続する[29-31]。

2022年度は、2023年1月17日（火）にクラス内発表を行い、「滋賀県の観光について」、「滋賀県の暮らしやすさについての分析」、「滋賀県の魅力」、「滋賀県の魅力＝住みやすさ」についてデータに基づいた提言が行われた。

2023年度は、2024年1月16日（火）にクラス内発表を行い、「キャッシュレス決済が店舗に与える影響」、「新店舗候補地の提案」、「売り上げに関与する因子を発見」、「店舗の売り上げを上げる方法を考察・提案」についてデータに基づいた提言が行われた。



図 3. 2019年度・2020年度クラス内発表会の様子

4.まとめ

本稿では、大学初年次生のPBL演習である「データサイエンス入門演習」を解説し、その授業における実データを活用したストーリー・テリングの技術を伸ばす授業デザインを提案し、実践内容を紹介した。実データを用いた演習の場合、Microsoft Excelを用いたデータのエラーチェックやクリーニング、データに関する不明な点の問い合わせなど、データ分析を進める過程の問題点が見つかった。PBL演習を行う際には、学生らの技術レベルに合わせた実データの事前処理、問い合わせ窓口の明確化が必要である。

ストーリー・テリングの技術を伸ばすには、コミュニケーション力と論理的思考の両方の育成が大事である。加えて、問題解決につながりそうな想像（妄想）を学生に促すことも大切である。自分の意図を相手に分かりやすく伝えることは、ボディランゲージ (body language) が伝わりにくいオンラインの方が対面より難しいと、学生らの印象に残った。ニューノーマル時代では、その伝わりにくさをどのように補っていくのが新たな課題と考えられる。

加えて、この技術を伸ばすには、エビデンスに基づいた統計的思考の育成を重要視する。また、その教育活動の振り返りにおいてもエビデンスをもとに振り返ることが大切だと考える。

謝辞

本研究は、統計数理研究所・共同研究利用・重点型研究「データサイエンティスト育成に向けたカリキュラム・教材に関する研究」(29-共研-4306, 30-共研-4105, 2019-統数研-一般研究2-00209, 2020-統数研-一般研究2-00064, 代表者 和泉志津恵, 受入教員 川崎能典氏), および共同研究集会「統計教育の方法とその基礎的研究に関する研究集会」(2023-ISMCRP-5009, 代表者 末永勝征, 受入教員 椿広計氏) の助成を受けた。2022年度と2023年度の授業は、データサイエンス AI・イノベーション研究推進センター・特任教授 谷口伸一氏の支援を受けた。なお、滋賀大学・マスコットキャラクター「カモンちゃん」は谷口ゼミで考案され、授業資料の中で学生らを励まし続けた(図4)。ここに謝意を表す。



図 4. 授業資料に活用した「カモンちゃん」例

【参考文献・参考 URL】

1. 滋賀大学. (2024). 産学公連携協定先.
https://www.shiga-u.ac.jp/research_cooperation/social_cooperation/partnership_agreement/
2. 統計数理研究所. (2021). 統計エキスパート人材育成コンソーシアム.
<https://stat-expert.ism.ac.jp/>
3. 竹村彰通, 和泉志津恵, 齋藤邦彦, 姫野哲人, 松井秀俊, 伊達平和. (2018). データサイエンス教育の滋賀大学モデル. 統計数理 特集「統計教育の新展開」 66(1): 63-78.
4. 佐藤智和・田中琢真・姫野哲人・佐藤健一. (2021). データサイエンス教育の先進的な取り組み, 大学教育と情報, 2020年度(3) 19-23.
5. Tanaka, T., Himeno, T. and Fueda, K. (2022). Shiga University's endeavor to promote human resources development for data science in Japan. Japanese Journal of Statistics and Data Science, 5: 747-755.
6. 小学館. (2020). 「理系脳」はどう作る? AI時代に求められる子どもの思考力を鍛える方法.
<https://dime.jp/genre/922316/>
7. 小学館. (2020). 時代が求める「理系脳」の特徴と思考パターン.
<https://dime.jp/genre/930941/>

8. 和泉志津恵, 櫻井尚子, 深澤弘美. (2016). 大学の統計教育でのインタラクティブな授業のデザインとその評価方法. 統計数理研究所共同研究レポート 362「統計教育実践研究」8:5-10.
9. 滋賀大学データサイエンス学部. (2018). オフィシャルスタディノート『大学生のためのデータサイエンス(D)』. 日本統計協会.
10. 竹村彰通・姫野哲人・高田聖治編. 和泉志津恵・市川治・梅津高朗・北廣和雄・齋藤邦彦・佐藤智和・白井剛・高田聖治・竹村彰通・田中琢真・姫野哲人・榎田直木・松井秀俊. (2021). 『データサイエンス大系 データサイエンス入門 第2版』. 学術図書出版社.
11. 滋賀大学データサイエンス学部・長崎大学情報データ科学部. (2022). 『データサイエンスの歩き方』. 学術図書出版社.
12. 滋賀大学データサイエンス学部・山梨学院大学 ICT リテラシー教育チーム. (2023). 『はじめてのデータサイエンス』. 学術図書出版社.
13. 滋賀大学 DS 教育研究センター. (2018). データサイエンス教育開発:工場見学. Data Science View, 2:20.
<https://dsaic.shiga-u.ac.jp/action/287/>
14. 滋賀大学 DS 教育研究センター. (2019). データサイエンス教育開発:工場見学. Data Science View, 3:23.
<https://dsaic.shiga-u.ac.jp/action/287/>
15. 滋賀大学 DS 教育研究センター. (2020). データサイエンス教育開発:PBL 演習:DS 入門演習. Data Science View, 4:26.
<https://dsaic.shiga-u.ac.jp/action/287/>
16. 滋賀大学 DS 教育研究センター. (2021). データサイエンス教育開発: DS 入門演習. Data Science View, 5:31.
<https://dsaic.shiga-u.ac.jp/action/287/>
17. 滋賀大学 DS 教育研究センター. (2022). データサイエンス教育開発: DS 入門演習. Data Science View, 6:40.
<https://dsaic.shiga-u.ac.jp/action/287/>
18. 独立行政法人 統計センター. (2022). SSDSE (教育用標準データセット).
https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/?doing_wp_cron=1707200715.7403600215911865234375
19. 和泉志津恵. (2023). データ駆動型 DS 教育 -産学官の協働活動-. 滋賀大学 FD 情報誌「su-L」21: 8-9.
20. 津田真吾. (2021). ストーリーテリングとは?
<https://blog.indee-jp.com/4101/> 2021年3月9日版
21. 滋賀大学. (2018). 滋賀県大津市と連携協力協定を締結.
<https://www.shiga-u.ac.jp/2018/08/31/59258/>
22. 滋賀大学. (2019). 大津市市役所にて EBPM について授業.
<https://www.ds.shiga-u.ac.jp/news-faculty/p4777/>
23. NHK. (2020). 滋賀大の学生 大津市役所の“データ活用”を学ぶ.
<https://www3.nhk.or.jp/lnews/otsu/20201027/2060006106.html>
24. 滋賀大学. (2020). データサイエンス学部生が大津市役所へ政策案を提言 (第1弾).
<https://www.ds.shiga-u.ac.jp/news-faculty/p5142/>
25. 滋賀大学. (2021). データを活用した学生目線の政策を提案する「データサイエンス入門演習」. 広報誌「しがだい」, 53: 08.
https://www.shiga-u.ac.jp/information/publish/info_publish_magazine/info_publish_magazine_backnumber/
26. 滋賀大学 DS 教育研究センター. (2021). 学生による企業での成果発表: ②大津市役所へ政策案を提言 (第2弾). Data Science View, 5: 39.
<https://dsaic.shiga-u.ac.jp/action/287/>
27. 滋賀大学. (2022). きらきらがだい人 自治体への政策提案. 滋賀大学 広報誌「しがだい」, 55: 10.
https://www.shiga-u.ac.jp/information/publish/info_publish_magazine/info_publish_magazine_backnumber/
28. 大津市. (2021). 統計データの利活用において総務省から特別賞を受賞.
<https://www.city.otsu.lg.jp/soshiki/001/1024/g/EBPM/45132.html>
29. 滋賀大学. (2023). データサイエンス学部生が大津市役所へデータ分析結果を報告 (第3弾).
<https://www.ds.shiga-u.ac.jp/news-faculty/p8175/>
30. 滋賀大学. (2023). データサイエンス学部生が大津市へデータ分析結果を報告 (第4弾).
<https://www.ds.shiga-u.ac.jp/news-faculty/p8967/>
31. 大津市. (2023). (令和5年度) 大津市 DX 推進室が滋賀大学データサイエンス学部と連携授業を実施.
<https://www.city.otsu.lg.jp/soshiki/001/1024/g/EBPM/ShigaUniversity/58311.html>

SSDSE と統計データ分析コンペティションの概要

佐藤 美和・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等について解説する。

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、都道府県別又は市区町村別にまとめた、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。政府統計の地域別データを手軽に利用できるよう編集しており、項目ごとの解説もあり、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、以下の 6 種類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）：

市区町村別、多分野データ（項目数 125）

SSDSE-県別推移（SSDSE-B）：

都道府県別、時系列、多分野データ（109）

SSDSE-家計消費（SSDSE-C）：

都道府県庁所在市別、家計消費データ（226）

SSDSE-社会生活（SSDSE-D）：

都道府県別、男女別の自由時間活動・生活時間データ（121）

SSDSE-基本素材（SSDSE-E）：

都道府県別、多分野データ（90）

SSDSE-基本素材（SSDSE-F）：

都道府県庁所在市別、月別の気象データ平年値データ（42）

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。

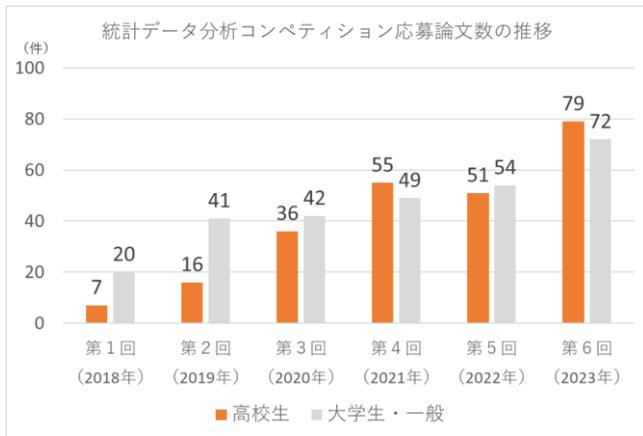
このコンペでは、高校生、大学生等を対象に論文を公募し（参加無料）、統計センターが提供する日本の地域別統計をまとめたデータセット SSDSE を用いて、統計データ分析力を活用した課題解決のアイデアを評価するものである。

2023 年のポスター（2024 年も 4 月公開予定）



3. 統計データ分析コンペティションの応募状況

昨年 2023 年の応募論文数は、高校生の部 79 本、大学生・一般の部 72 本であり、こ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

杉山 輝恵（愛知県立岡崎高等学校）

「生活の形態と女性の社会進出」

女性の社会進出に影響を与える要因を勤続年数、正規雇用率、管理職有職率の3つの目的変数それぞれから分析し、雇用環境や住居環境ではなく、育児支援や介護支援などの公的生活要因に属する社会制度が大きく関わっていることを示した。

(2) 優秀賞

鈴木 実由（慶應義塾湘南藤沢高等部）

「大腸がん罹患要因の探究と罹患しにくい生活の提案」

男女の総罹患数が最も多い大腸がんに着目し、生活や環境に関するデータを用いて相関分析や重回帰分析を行うことで、どのような要素が大腸がん罹患に起因しているかを明らかにし、その結果を基に罹患しにくい生活を提案した。

(3) 統計数理賞

柏原 昊隼、田原 睦己、大西 裕貴（雲雀丘学園高等学校）

「地価に関する最適モデルの構築と手法提案」

都市部への人口集中や地方の過疎化の問題に着目し、地価データを用いて因子分析及び重回帰分析を行い、地価の高い地域に共通する因子の特徴

を推定することで、地方の人口増加に貢献する要因を見出した。

(4) 統計活用奨励賞

衣川 凌太、中島 琉士、穂積 佑季、丸山 晃平、盈 優真（兵庫県立姫路西高等学校）

「独自指標作成による地方創生の方法論と兵庫県活性化の提案」

自身が生活する兵庫県を題材に、地方創生・活性化を目指し、様々なデータを用いて新たな指標を作成しクラスター分析や主成分分析を行うことで、地域の課題を発見し、兵庫県活性化の施策提言を行った。

(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 2023
<<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/ho231018.pdf>>

生活の形態と女性の社会進出

杉山 輝恵（愛知県立岡崎高等学校）

1. データ分析の目的

昨今、男女平等が叫ばれる世の中になっているが、依然として日本の女性の社会進出は欧米諸国に比べて遅れているままである。日本では、女性の年齢階級別労働力率が出産や育児が重なる30～39歳に低下する傾向にある。しかし、欧米諸国の女性は、出産や育児が重なる30～39歳の年齢であっても、出産前と変わらず働き続けている傾向が強い。日本特有のこの傾向は、女性が育児をしながら仕事を続けることが困難である社会構造や環境に起因するものであり、日本経済の活性化や少子高齢化の改善といった面でも大きな障害となる、近い将来には解決しなければならない問題であると考えた。そこで、本分析では、生活の形態と女性の社会進出との関係を分析し、女性の社会進出を推進する上で、最適な環境を提示することを目的とする。

2. データ分析の手法

本分析では、雇用面での女性の社会進出に着目することにした。女性の社会進出を表す目的変数として「勤続年数」「正規雇用率」「役員割合」を選定し、女性の社会進出に影響を与えそうな要因を説明変数として選定する。まず、主にSSDSEから抽出した、分析に用いるデータをそれぞれ加工する。そして、データを箱ひげ図を用いて外れ値を特定して外れ値の統計的な意味を考察し、外れ値を除外するか否かを検討する。次に、重回帰分析における多重共線性の問題から、要因間の相関係数を導出し、相関が高い2つの要因が挙げられた場合には、女性の社会進出との相関が高い要因を説明変数として選択する。さらに、目的変数間の相関分析を行い、結果を考察した後重回帰分析を行う。最後に、分析で推定された重回帰分析の精度や統計的な妥当性について考察し、女性の社会進出を推進するための対策または環境を提示する。

3. データ分析の結論

「勤続年数」と「正規雇用率」の重回帰式は女性の社会進出の予測に役立つ一方、「役員割合」は予測に役立つとはいえない結果となった。

「勤続年数」と「離婚率」には負の影響がみられた。これは、女性は離婚すると引っ越しする機会が多いからだと考えられる。また、「勤続年数」と「老人福祉費割合」には正の相関がみられた。これは、介護制度が充実しているほど、女性は介護が原因で仕事を辞める必要がないからだと考えられる。「正規雇用率」と「保育所等数」は正の相関がみられた。これは、育児支援が充実しているほど、女性は仕事にも集中できるためだと考えられる。さらに、「正規雇用率」と「老人福祉費割合」には負の相関がみられた。先行研究や本分析における仮説とは異なる結果であったため、今後の検証が必要であろう。

4. データ分析の意義（利点）

本分析では、雇用環境や住居環境の項目ではなく、社会制度の項目に振り分けられたデータが最も女性の社会進出に対して有意な値をとった。また、社会制度の育児や介護に関わるデータで女性の社会進出に対して正の影響がみられた。これらの結果から、女性の社会進出の推進には子育て支援や介護支援などの社会制度の拡充が必要だと考えた。育児と仕事の両立は重要な課題であり、仕事をしていても安心できる環境が必須である。また、日本には、老人支援施設が存在するとはいえ、依然として介護の負担は子供をはじめとした親族に重くのしかかっている。女性の社会進出を推進するためには、このような家庭での心配を行政の支援で少しでも軽くすることが重要だと考える。本分析を通じて、女性の社会進出には、育児支援や介護支援などの行政支援を通じた、働く女性の支援が大切であるという本分析における仮説を強める結果となった。

大腸がん罹患要因の探究と罹患しにくい生活の提案

鈴木実由・馬場国博

慶應義塾湘南藤沢中・高等部

〒252-0816 藤沢市遠藤 5466

TEL: (0466)49-3585 FAX: (0466)47-5077

1. 研究テーマと目的

男女の総罹患患者数が最も多い大腸がんについて、その罹患要因を調査し、罹患しにくい生活を考えることで罹患患者数の減少に繋げることが本研究の目的である。

2. データ分析の手法

大腸がん罹患の原因となる要素について、都道府県別のデータを用い、「食生活」「生活習慣」「自然環境」「社会・経済環境」の4つのジャンルに分けて考えた。これをさらに13の項目に細分化したうえで、第一・第三四分位数から[四分位範囲×1.75]離れたデータを外れ値として除外した。また、大腸がん罹患には男女差、年代差がみられたことから、男女別、年齢(10歳階級)別で分析を行った。10代以下、20代は患者数が極めて少ないことから分析の対象外とした。分析については、まずすべての項目と大腸がん罹患患者数の相関係数の算出と無相関の検定を行った。その後、相関が確認できた項目を説明変数、大腸がん罹患患者数を目的変数として重回帰分析を行い、「因果関係」の確認を行った。

3. 結果

2つ以上の世代で同じ符号の回帰係数が算出できた項目を、大腸がん罹患要因候補項目として判断したところ、男性は「飲酒」「喫煙」「日照時間」、女性は「塩分摂取」「野菜摂取」「飲酒」「喫煙」「日照時間」「労働時間」「所得」となった。しかし、男性の「日照時間」、女性の「喫煙」と「日照時間」は擬似相関の可能性が示唆された。また、年代ごとにみられる相関の違いを見てみると、『食生活』『生活習慣』のジャンルでは高齢世代に、『社会・経済環境』のジャンルでは若い世代に、より大きな相関が現れる傾向にあり、『自然環境』のジャンルでは年代による相関の違いが少ないことが読み取れた。最後に、今回挙げた13

の項目を説明変数として各世代で重回帰分析を行ったときの決定係数を求めたところ、多くの世代で0.3を超え、70代男性、80代以上男性、80代以上女性では0.5を超えた。高齢になればなるほど、遺伝だけでなく、生活習慣・生活環境が罹患を招きやすいことが分かった。

4. 結論

本研究により、男性は飲酒や喫煙の習慣が大腸がん罹患の大きな原因となる可能性があることが分かった。また、女性は飲酒・塩分摂取の習慣化や食べすぎ、所得の少なさが原因として考えられる。がんには「遺伝」という自分ではどうすることもできない原因因子があるが、高齢世代は特に、日々の生活の工夫によって罹患を避けられる可能性があると考えられる。禁酒や禁煙、減塩、適量な食事こそが罹患しにくい生活といえるだろう。

5. 参考文献

- ・国立がん研究センターがん情報サービス「がん統計」(全国がん登録)
https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/cancer/67_colorectal.html
 - ・厚生労働省「国民健康・栄養調査」(平成28年) <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450171&tstat=000001041744&cycle=7&tclass1=000001111535&tclass2val=0>
 - ・総務省「人口推計」(2019年)<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200524&tstat=00000090001&cycle=7&year=20190&month=0&tclass1=000001011679>
 - ・厚生労働省「国民生活基礎調査」(2019年)https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450061&tstat=000001141126&cycle=7&tclass1=000001141142&tclass2=000001142126&tstat_infid=000031964353&tclass3val=0
 - ・厚生労働省「毎日勤労統計調査」(平成21年) <https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/monthly/21/21r/mk21r.html>
 - ・総務省「統計でみる都道府県のすがた」(2021年)<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200502&tstat=000001149950949&cycle=0&year=20210&month=0&tclass1=000001149950>
- (以上すべて最終閲覧 2023/08/16)
- ・藤原紘一郎『病気の9割は免疫力で防げる一大腸がん・乳がん・子宮頸がんを防ぐ!』 p8~12,21~23,84~87 (樫出版社 2019年)

地価に関する最適モデルの構築と手法提案

柏原 昊隼・雲雀丘学園高等学校（2年）

田原 睦己・雲雀丘学園高等学校（2年）

大西 裕貴・雲雀丘学園高等学校（2年）

林 宏樹*・雲雀丘学園高等学校（指導教員）

*連絡先 〒665-0804 兵庫県宝塚市雲雀丘 4-2-1

Email : h-hayashi@hibari.ed.jp

1. はじめに

近年、都市部への人口集中や地方での過疎化が問題となっているため、地価の高い地域に共通する因子の特徴を推定することで、地方の人口増加に貢献する要因を見いだしたいと考えている。また、先行研究より、地価はその土地の魅力を経済的に算出する値であるという見方もできる。よって、地価を高めることはその土地の魅力を高めることにつながると考えている。

我々は、総務省の統計データを用いて、地価に影響を与える説明モデルを構築することにした。モデル構築に用いた統計手法は、重回帰分析を用いることにした。そこで、説明変数の検討を行う際、どのような変数を説明変数に用いることでよりよいモデルが構築できるか検討する上で、よりよい説明変数の加工に着目した。よって、本研究では、より最適な説明変数を設定するために説明変数の候補となる変数についてデータを加工して重回帰分析を実施し、従来の方法と比較する。

本稿では、最適モデルを構築するための説明変数の加工方法について提案する。

2. 研究デザイン

本研究では、重回帰分析を用いてモデルを作成し、地価に影響を与える説明変数を見だし、時代ごとの要因や変遷について考察する。そのためには、どのような変数を説明変数にするのか評価・検証を行いながら、モデルを構築する必要がある。そこで、研究方法は次の手順に従って進め、適宜、評価・検証を行うことにした。

方法1 因子分析を用いて因子を得る。

方法2 方法1で得た因子をそのまま説明変数と

して重回帰分析を用いてモデルを構築する。

方法3 因子を加工した変数を説明変数として重回帰分析を用いてモデルを構築する。

方法4 2つのモデルを評価し、比較する。

方法2と方法3で構築した2つのモデルを評価・比較し、方法3におけるデータの加工方法がよりよい手法であることを示す。

3. データ分析

3.1 データ収集

本研究では、重回帰分析に用いる変数について、次の変数を収集し、説明変数と目的変数とした。

目的変数は、平均地価のデータを用いた。2005年、2010年、2015年の都道府県地価調査の地価データから、各都道府県庁所在地の各地区の地価データの平均を求め、その平均値を目的変数とした。

説明変数の元となるデータ（元データ）は、総務省統計局が提供する「統計でみる市区町村のすがた」と「国勢調査」、総務省が提供する「地方公共団体の主要財政指標一覧」、各都道府県が調査・公表する「都道府県地価調査」を使用した。

ここで、説明変数については、元データと人口・面積による影響を確認した。人口と元データとの相関係数は0.65から0.99の範囲であり、人口との相関があることを確認した。面積との相関係数は-0.30から0.10の範囲であり、ほとんど相関がみられないと確認した。

3.2 因子分析

因子分析は、固有値が1.00以上で、累積寄与率が75%以上となった因子までを抽出し、プロマックス法によって各因子を軸の直交回転と斜交回転で行った。結果、直交回転では因子が1つだけとなり、年

ごとの違いや変遷を見だすためには適当ではないと判断した。一方、斜交回転では 6 つに因子を得ることができ、各因子は人口因子 (F1)、非労働人口因子 (F2)、離婚因子 (F3)、県外人口流入因子 (F4)、県内人口流入因子 (F5)、若年人口因子 (F6) と名付けた。

3.3 重回帰分析

斜交回転から得た因子を用いて重回帰分析を行った。ここでは、東京都を省いた 46 都道府県データからランダムに抽出し、40 都道府県を学習用データ、6 都道府県をテストデータとした。

学習用データを用いて、方法 2 と方法 3 において p 値を基準に変数減少法でモデルを構築した。

方法 2 で構築したモデル (一次モデル)

・ 2005 年の最適モデル

$$y = 3285 \times (F1) - 1257 \times (F2) + 134765$$

・ 2010 年の最適モデル

$$y = 4343 \times (F1) + 2807 \times (F5) + 127881$$

・ 2015 年の最適モデル

$$y = 5219 \times (F1) + 2459 \times (F5) + 4308 \times (F6) + 123656$$

方法 3 で構築したモデル (二次モデル)

・ 2005 年の最適モデル

$$y = 4802 \times (F1) + 194 \times (F1 \times F2) - 196 \times (F1 \times F3) + 148452$$

・ 2010 年の最適モデル

$$y = 5849 \times (F1) + 3023 \times (F6) + 154 \times (F1 \times F2) + 141341$$

・ 2015 年の最適モデル

$$y = 5772 \times (F1) + 2885 \times (F5) + 2127 \times (F6) + 106 \times (F1 \times F2) + 201 \times (F1 \times F6) + 132374$$

4. モデルの評価

2005 年、2010 年、2015 年の一次モデル、二次モデルに 6 都道府県のテストデータを当てはめて、予測値を求める。実際の地価と予測値の相関係数を用いてモデルの評価と比較を行い、その結果を表 1、実際の地価と予測値の散布図の例を図 1 に示す。

表 1 地価と予測値の相関係数

相関係数	2005	2010	2015
一次モデル	0.86	0.90	0.85
二次モデル	0.96	0.88	0.88

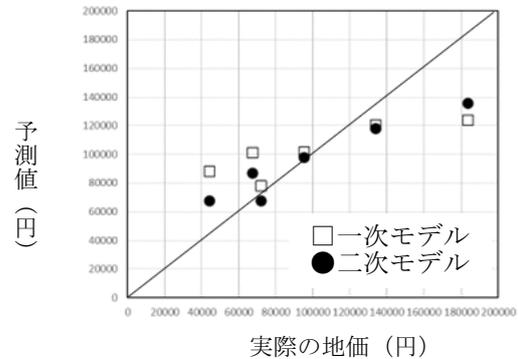


図 1 2005 年の実際の地価と予測値

5. 考察

本研究では、地価に影響を与えるよりよい説明モデルとして一次モデルと二次モデルを構築した。この結果において、各変数から地価に影響を与える要素について考察する。

本研究の成果として、二次モデルが最適なモデルとなる可能性を示唆することができた。単に線形的に因子を用いた説明変数よりも、影響力の大きい因子と掛け合わせて変数を加工することで、目的変数に影響を与える要因分析につながる要素を見いだせる可能性を確認できた。

具体的には、2005 年のモデルに離婚因子が説明変数となっており、2010 年以降は離婚因子が含まれなかった点である。これは、2005 年は共働きでない夫婦の離婚が多く、2010 年以降は共働き夫婦の離婚が増えたことが関係しているのではないかと推察する。

6. おわりに

本研究では、重回帰分析における説明変数について研究した。単に与えられた統計手法を用いるのではなく、今後、要因を特定できるような分析手法の研究を続けていきたい。

謝辞

本研究の実施にあたり、ご指導くださった大阪成蹊大学の小山田耕二先生に感謝申し上げます。

独自指標作成による地方創生の方法論と兵庫県活性化の提案

衣川凌太・兵庫県立姫路西高等学校

中島琉士, 穂積佑季, 丸山晃平, 盈優真・兵庫県立姫路西高等学校

担当教員 福島 香

兵庫県姫路市北八代 2-1-33

TEL:079-281-6621

FAX:079-281-6623

1. 研究のテーマと目的

兵庫県は、摂津・播磨・但馬・丹波・淡路という歴史も風土も異なる5国からできている。様々な特色を持つ地域が混在しているが故に、「日本の縮図」と称されるが、抱える問題までも日本を反映して複雑化している。

県がまとめる課題・現状に関する6つの資料を効率よく把握するために、テキストマイニングを用いて頻出語・共起語を調べた(図1)。その結果、東西南北を貫くように整備された「基幹道路」の活用法、周辺都市との「交流人口対策」、県内での「繋がり」が今後解決すべき問題ではないかと考えたが、より複雑な課題があると感じた。

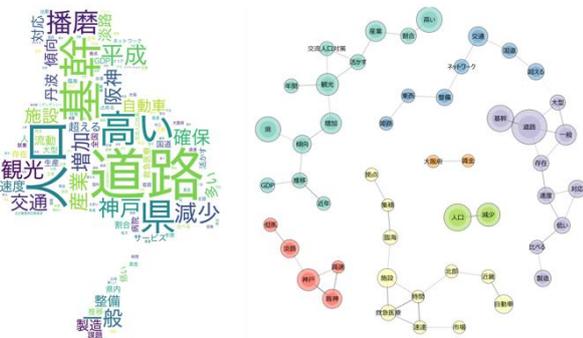


図1

本研究では、「兵庫県の抱える複雑な課題を読み解き、活性化させるにはどうすればよいか。」とリサーチクエスチョンを立てた。従来、地方創生は子育てや経済といった単一側面での課題をきっかけに政策が進められているが、それでは限界があると私達は考えた。そこで、「統合的アプローチでの方法論を編み出すことで兵庫県の課題発見・解決につなげられる」と仮説を立てた。多側面からデータを収集して、独自指標の作成・スコアの算出をすることで、全国の市区町村間を客観的に比較できるのではないかと考えた。

2. データ分析の手法

本研究は、証拠に基づく政策立案:EBPM (Evidence Based Policy Making) に則り、①データの収集・整形・スケーリング、②評価指標作成、③地域課題の発見、④施策提案の4ステップで研究を進める。(図2)

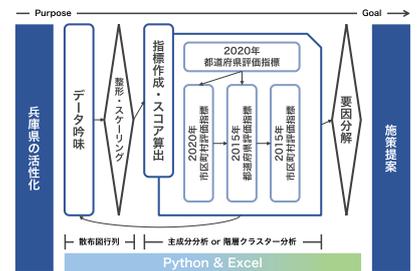


図2

経年運用・比較が可能であるように、国勢調査等のオープンデータから指標項目を選定する。このとき、欠損値は延長推計を用いて補完し、外れ値は四分位数を用いて置換する。また、重回帰分析で使用される多重共線性の考え方を応用し、似た特徴を持つ項目の削減を行う。

収集したデータを元に「都道府県評価指標」と「市区町村評価指標」を作成する。作成手順

(図3)に従い、まず、2020年度都道府県評価指標を作成した後、これをモデル指標として、他年

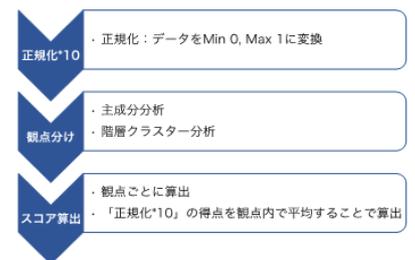


図3

度の都道府県評価指標や、市区町村データを用いた市区町村評価指標を作成する。

指標を元にスコアの算出を行い、都道府県や市区町村をクラスタリングすることで、地域分けや経済圏の把握を行う。また、スコアの要因分解をすることで、それぞれの地域の特異性を導く。これらの研究結果から、的確な施策提案に繋げる。

3. データ分析の結論

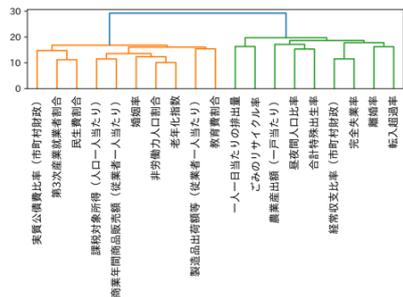


図4
表1

分野	観点	項目
地方力	α：持続可能性	一人一日当たりの排出量 ごみのリサイクル率
	β：第1次産業力	農業産出額（一戸当たり） 昼夜間人口比率 合計特殊出生率
	γ：地方安定性	経常収支比率（市町村財政） 完全失業率 離婚率 転入超過率
都市力	δ：都市集権性	実質公債費比率（市町村財政） 第3次産業就業者割合 民生費割合
	ε：第3次産業力	課税対象所得（人口一人当たり） 商業年間商品販売額（従業者一人当たり） 婚姻率 非労働人口割合 老年化指数
	ζ：第2次産業力	製造品出荷額等（従業者一人当たり） 教育費割合

域に分離させた。この都道府県を分離させる作業は、2020年度と2015年度の都道府県評価指標でそれぞれ個別に行った。また、これらを元にして、同年度の市区町村の地域分けを行った（図5・表2・表3）。

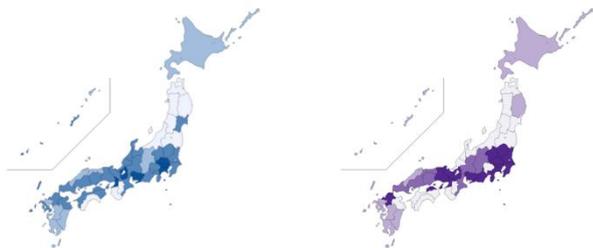


図5（左図は2020年度版、右図は2015年度版）

表2（2020年度版）

クラスター名	特徴
都市型	A：都心型 三大都市圏を中心に分布 「地方安定性」が特に低く、「都市集権性」「第3次産業力」が非常に高い
都市型	B：準都心・工業特化型 Aクラスターからの分離 太平洋ベルト沿い地域で、「第2次産業力」が高め 「第1次産業力」が高い
地方型	C：地方・農林畜水産特化型 北海道や鹿児島周辺の農・畜産業、鳥取県や島根県などの水産・農業が盛んな地域
地方型	D：地方型 要因分析より、「地方集権性」のプラス要因もマイナス要因も高い いわゆる少子高齢化が進む過疎地域で、今後の改善が重要

2020年度版と2015年版の都道府県評価指標と市区町村評価指標をそれぞれ一つずつ、計4つの指標を作成した。観点分けには、階層クラスター分析（図4）を最終的に採用し、選定した19項目のデータを2分野6観点に分離した（表1）。

そして、各観点内の項目の正規化得点を単純平均した後、10倍することでスコアを算出した。そのスコアを活用して、47都道府県を4つの地

表3（2015年度版）

クラスター名	特徴
都市型	A：都心型 三大都市圏を中心に分布 「地方安定性」が特に低く、「都市集権性」「第3次産業力」「第2次産業力」が高い
都市型	B：地方・都市化型 2020年度指標でBクラスターの地域が多く分布 「都市集権性」が低く、「地方安定性」が高い
地方型	C：地方・農林畜水産特化型 2020年度指標のCクラスターに類似 北海道や鹿児島周辺の農・畜産業、鳥取県や島根県などの水産・農業が盛んな地域
地方型	D：地方型 要因分析より、「地方集権性」以外はすべてマイナス要因 いわゆる少子高齢化が進む過疎地域で、今後の改善が重要

兵庫県は、全体として「準都心・準工業特化型」地域に当てはまるが、内訳をみてみると、阪神地域や瀬戸内海沿岸部は「都市型」地域、内陸部は「地方型」地域、南北は「地方・農林地区水産特化型」地域であることが分かった。また、周辺地域とのかかわりに着目すると、北部は「京丹後経済圏」、瀬戸内海沿岸の都市型地域は「京阪神経済圏」を形成しているのではないかと考えられる（図6）。そして、2015年度指標の結果と比較すると、姫路市周辺の瀬戸内地域や内陸部で地域の特徴が大きく変わったことが読み取れる（図7）。

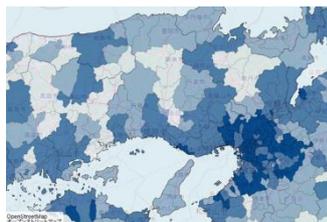


図6

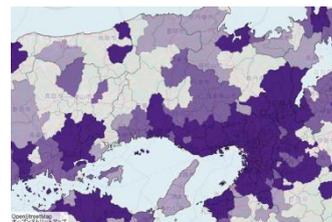


図7

これらの結果から、兵庫県では6次産業を推進することで更なる活性化に繋がられるのではないかと考えた。第1次産業、第2次産業、第3次産業のいずれを取っても兵庫県は特色を持っている、それらの特色をうまく組み合わせ、新たな需要・雇用・経済力を生み出し、循環させることが目標である。

4. データ分析の意義

本研究の独自指標は、国勢調査を元としたオープンデータを利用しているため、どんな規模のどの地域の現状も比較・評価することができる。

多角的な視点による、市区町村単位でのミクロな地域比較を可能にする指標の作成は、今までに類を見ない新たな試みであるため、更なる検証・見直しは必要である。だが、研究をより深化させることで、実際の地方創生の現場で扱うことのできる、非常に有益なツールになると考えている。

【特別講演】 生成 AI × データサイエンスの展望

生成 AI の教育利用の最新事情 — 統計・データサイエンス教育での可能性 —

中野 淳・日経 BP 技術プロダクツユニット長補佐
大阪教育大学 客員教授
Email: anakano@nikkeibp.co.jp

1. はじめに

「ChatGPT」を始めとする生成 AI の登場で、社会が大きく変わろうとしている。教育現場も例外ではなく、授業や校務などのさまざまな分野で生成 AI の活用が広がりつつある。文部科学省も、教育現場での利用に関するガイドラインの作成やパイロット校による活用実践などを進めている。

生成 AI でできることは多様だ（下図）。文章の生成やプログラミングのほか、画像や映像の出力もできる。文章の要約や翻訳なども実用レベルに達している。音声や画像、映像の入力などにも対応する「マルチモーダル」も当たり前になりつつある。



今後、社会のさまざまなサービスに生成 AI が組み込まれていくだろう。教育現場でも、生成を活用することで、教育の質を高めたり教職員の負荷を軽減したりといったメリットを期待できる。

2. 文部科学省のガイドライン

文部科学省は 2023 年 7 月 4 日、「初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン」、2023 年 7 月 13 日に「大学・高専における生成 AI の教学面の取扱いについて」と題する文書をそれぞれ公開した。いずれの指針も、学習や校務での生成 AI 活

用の効果を認め、活用の注意点を列挙している。

初等中等教育の指針では、「子供の発達の段階や実態を踏まえ、年齢制限・保護者同意等の利用規約の順守を前提に、教育活動や学習評価の目的を達成する上で、生成 AI の利用が効果的か否かで判断することを基本とする」と明記。活用が考えられる例として、「考えをまとめたりアイデアを出す途中で足りない視点を見つけたりする」「英会話の相手として活用する」「生成 AI を用いて高度なプログラミングを行う」などを挙げている。校務での活用例としても、教材やテスト問題、報告書、教員研修資料、保護者へのお知らせ文書などのたたき台の作成を示している。

注意点としては、個人情報や機械学習に利用されないようにすること、生成した文章の利用時に既存の著作物の権利を侵害しないことなどを示している。また、学校の授業では著作権法第 35 条によって許諾なく著作物の複製や公衆送信ができることから、「既存の著作物と同一、または類似でも授業で利用可能」と明記している。

参考資料として、初等中等教育の各学校で生成 AI を利用する際のチェックリストも記載している。リストでは、「事前に性質やメリット・デメリット、情報の真偽を確かめるような使い方等に関する学習の実施」「著作権の侵害につながる使い方をしないような十分な指導」などを挙げている。

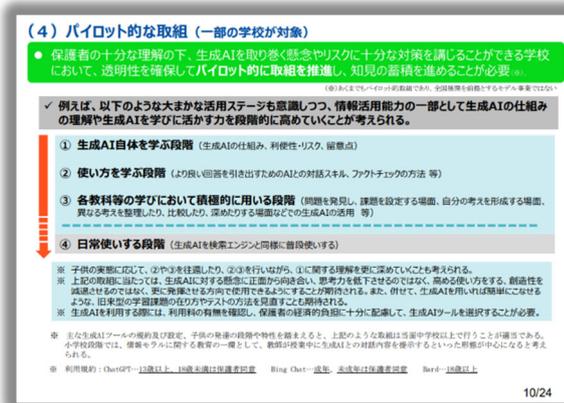
文部科学省のガイドラインのチェックリスト

高等教育向けの指針も、構成や表現は異なるものの骨子は同様だ。こちらの指針では、高等教育で数理・データサイエンス・AI 教育を後押しするカリキュラムの「認定制度」や大学・高専による「コンソーシアム」について触れ、こうした取り組みへの参加などを求めている。

3. 教育現場の活用例

教育現場での生成 AI の活用としては、大きく分けて「授業準備」「授業」「校務」の 3 分野が考えられる。それぞれの分野での授業実践も進みつつある。

文部科学省は「個別最適な学び」「協働的な学び」「校務 DX」などを推進する「リーディング DX スクール」事業の一環で、全国に 50 を超すパイロット校を設けて、生成 AI の活用実践を進めている。2024 年 2 月 20 日には都内で、実践事例の発表会を開催した。発表会では各分野や各教科での取り組みが多く披露された。今後、リーディング DX スクール事業の Web サイトなどで、実践事例の公開を進める予定だ。このほか、企業と教育機関が連携した活用実践も広がっている。



文部科学省はパイロット的な取り組みを推進

教育現場での活用は、どの程度広がっているのだろうか。文部科学省は 2023 年 3 月の「GIGA スクール構想」の下での校務の情報化の在り方に関する専門家会議の提言で、「今後数年かけて校務系・学習系ネットワークの統合と次世代の校務支援システムの整備を行うとともに、クラウドツールの積極的な活用による負担軽減・コミュニケーションの活性化を推進すべき」と訴えている。

これを受けて、生成 AI の活用を含む望ましい取り組みについてのチェックリストを作成。公立小中学校や教育委員会などの自己点検の結果を 2023 年 12 月 27 日に公表した。この調査は 2023 年 9 月 29 日～11 月 2 日に実施したもので、公立小中学校は 90.9%に当たる 2 万 6364 校、教育委員会などの学校設置者は 93.3%に当たる 1690 カ所が回答している。

これによると、学校では『「初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン』に基づき生成 AI を校務で活用していますか』という問いに対して、「ほぼ全員の教職員が活用している」(0.3%)、「一部の教職員が活用している (半分以上)」(0.9%)、「一部の教職員が活用している (半分未満)」(22.0%)、「全く活用していない」(76.8%) という結果だった。

調査の時期を考えると、現在では生成 AI の校務利用は珍しいものではなくなっていると言えるだろう。パイロット校での実践事例の共有が進むと、授業での生成 AI の活用も広がっていきそうだ。今後は、定期的な実態調査や判明した課題、課題解決の情報共有が望まれる。

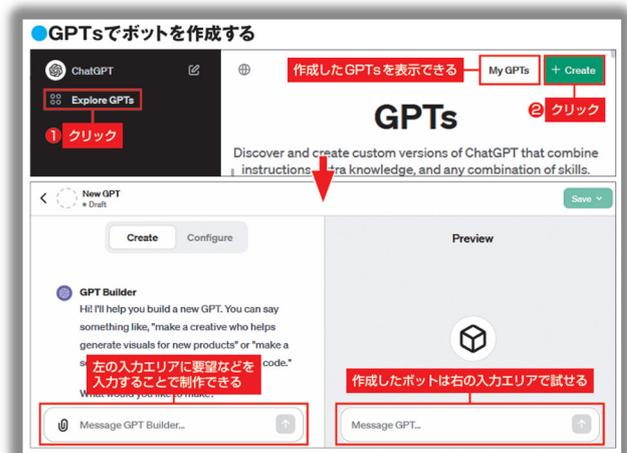
4. 統計・データサイエンス教育への期待

生成 AI はデータ分析でも力を発揮する。統計・データサイエンス教育の分野でも、生成 AI の活用が進んでいくだろう。

生成 AI は、文章の取り扱いが得意だ。例えば、大量の自由記述のアンケート結果から回答の傾向を分析できる。生成 AI を使って、アンケート結果を分析したり、マルチモーダル機能を利用して画像や映像からデータを読み取って分析したりといった授業も有益な学びになりそうだ。

教育現場では GIGA スクール構想によって、1 人 1 台の学習端末が整備された。こうした端末で取得した学習ログを基に、個別最適な学びを進めることができる。学習ログの分析でも生成 AI は活用できる。

生成 AI は独自の資料やデータを読み込ませて、専用のチャットサービスを構築することも可能だ。関係者が協力すれば、統計・データサイエンスの学びをサポートするチャットサービスの提供なども可能ではないだろうか。統計・データサイエンス教育の分野でも活用事例の共有が進むことを期待したい。



独自のチャットを作成できる「GPTs」

リスクに対する小学生の統計的な問題解決の様相 － 6年「データの見方」の授業実践－

高山新悟（静岡大学教育学部附属浜松小学校）
静岡県浜松市中央区布橋 3-2-1 TEL. 053-455-1441 / FAX. 053-457-3583 /
E-mail.takayama.shingo@shizuoka.ac.jp

1. 問題の所在

平成 29 年 3 月公示の学習指導要領では、「D データの活用」の領域が新設された(文部科学省, 2017)。小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善が期待されている。これを受け、統計分野における教材開発、授業研究がさかんに行われている。

筆者(2018-2021)は、小学生の統計教育における様相を、研究授業から考察し、以下の諸点を明らかにした。

- ①児童にとって身近な問題提示をすることは、より確かなデータの必要性への気づきや探究サイクルの活性化につながる。
- ②取り扱うデータ、交流の視点を明確にすることは、児童に批判的思考を促し、課題に沿った意見交流の活性化や新たな課題設定の創出に有効である。
- ③児童は、問題に対する結論を導出する際に、多様なデータを総合的に考察したり、データを序列化したりする傾向がある。
- ④統計ソフト(例えば stathist)を活用することで、児童がグラフ作成に要する時間や労力を、思考したり議論したりする時間に向けることができる。

一方で、身近な問題の提示により、児童は社会的文脈を重視するがゆえに、数学のステージに乗り切らないデータまで考察する傾向が課題として浮かび上がった。児童が、現実の世界と数学の世界を往還しながら、統計的に考察することで、現実の世界に働き掛けていく過程が求められる。

2. 研究の目的と研究の方法

(1) 研究の方法

本研究では、上述の問題の改善を検討しながら、小6児童の問題解決の様相について明らかにすることを目的としている。そのために、小6「データの見方」の授業実践を通して、児童のノートやパフォーマンス(児童が作成した表やグラフ等)、意見交流の際の授業記録を考察する。

(2) 問題に対する方策

栢元ら(2023)は、数学教育においてリスクを扱う際の枠組みを設定し、それぞれの観点に基づいて、小学校の授業実践を分析した。結果、小学生に身近な文脈や行動をリスクの場面として設定していること、統計領域との親和性

が高いことが明らかとなった。そこで、本研究授業では、問題について、児童に身近なリスクを取り扱うことで、児童が問題について自分事として捉え、結論を導出していけるようにする(方策①)。

Wiggins らは、知識やスキルの習得以上の能力、すなわち、それらを柔軟に活用する力を計画的に育むためのカリキュラム設計の枠組み(Understanding by Design)として、「逆向き設計」のプロセスを辿ることを提案した。「逆向き設計」とは、①求められている結果を明確にする、②承認できる証拠を決定する、③学習経験と指導を計画する、という 3 段階で計画するアプローチである。また、カリキュラムの構造化を進める際には、単元レベルの「トピックごとの本質的な問い」のみならず、単元を超えて繰り返し問われる「包括的な本質的な問い」を明らかにすることが有効性を主張している。本研究では、「学習のくくり」と称し、「データの見方」「場合の数」を大きな Unit として統合し、児童に「『もの・こと』を、統計的に処理し、問題の結論について判断したり、その妥当性について批判的に考察したりすることの必要性や価値とは」という問い(以下、共通テーマ)に対して、児童が最適解を見いだす授業デザインをとる(方策②)。このことにより、児童が、統計的に考察することの有用性を自覚することを期待する。

3. 授業実践「6年 体温を測るにはどうすればいいだろう」

(1) 対象児童と実施時期

静岡県国立小学校第 6 学年児童 35 名(男子 15 名、女子 19 名)に対して、令和 5 年 10 月に実施した。

(2) 単元の構成について

単元を2部で構成した。前半の基礎学習編(第1時～第5時)では、資料の傾向や集団の特徴を表す代表値としての平均値や中央値、最頻値、資料全体の分布の様子を度数分布表やヒストグラムについて学習をする。後半(第6時～第11時)では、この基礎学習編を基に、現実場面におけるリスクについて統計的に考察していく活動を活用学習編として設ける。本研究は、この後半の活用学習編についての授業実践について考える。

時	学習内容
基礎	1 ・資料の代表値としての平均値、中央値、最頻値の意味を理解する。

学習	5	<ul style="list-style-type: none"> 資料の傾向を表すものとして、資料の散らばりについて理解する。 資料全体の分布の様子を度数分布表に表し、その特徴をよみ取る。 資料全体の分布の様子を基にヒストグラムに表し、その特徴をよみ取る。
活用学習	6 ~ 11	<ul style="list-style-type: none"> 学習課題(非接触型体温計による測定の過誤)を確認する。 データの収集法等をグループ毎に考察する。 データの集計をする。収集したデータの中の不備を確認する。 集計したデータを基に、表やグラフを作成する。 作成した表やグラフを基に、学習問題に対する結論を話し合う。

(3) 教材について

活用学習編の教材として、非接触型体温計の精度を取り扱い、よりよい検温の方法について最適解を見いださせていく。非接触型体温計は、教室に常備されており、朝の検温を忘れた際や、不調を訴える児童の検温の際に使用される。しかし、その精度について何度か問題となったことがあった。例えば、不調を訴えた児童を非接触型体温計で検温したところ 36.8 度であったため、教室の様子を観察していたが、児童の具合が回復しなかったために、保健室で検温したところ、37 度を超えていたことがあった。逆に、教室の検温では 37 度を超えていたために、保健室へ行かせたところ、保健室では接触型体温計では平温であったことがあった。本単元の学習(9~10 月)の後に、児童が楽しみにしている体験旅行(11 月)が予定されているため、体験旅行中に使用頻度が上がる非接触型体温計の精度を現実場面での問題として共有し、統計的に問題解決していく活動を展開した。

(4) 授業の実際

①問題の確認と課題解決への計画(第6・7時)

まず、問題を認知させるために、非接触型体温計と体温計を使った事例のスライドを2つ紹介した。

- 1) 教室では、36.7°Cだったが、具合が回復しなかったので保健室で検温したら 37.5°Cだった。
- 2) 教室で、37.5°Cだったが、保健室では 36.7°Cだった。その後体調は回復した。

この事例に対して、どこに問題点があるのかを児童に問い、以下の通り、問題を共有した。

C1「測るタイミングというか時間。外に行った後だと(体温

が)熱くなる」

C2「場所もそうだけど、(測定する)体の位置」

C3「その、しんどいという気持ち」

C4「病は気から」 (同調の声)

C5「体温計の種類」 (大勢の同調)

C6「それ(センサーカメラ)とかもそうだし、手首で測るやつもそうだし、(体温が)ころころ変わるんだよね。33.3 とか出る」

C7「部屋の空気を吸っちゃう」

T 問題「どのように検温したらいいか、データをもとに考えよう」を板書。

C8「正確な方が安心じゃない? だってもし正確じゃなかったら熱があるかもしれないじゃん」
(一斉にいろいろな解決方法を、つぶやく)

非接触型体温計の精度問題の解決のためにどんなデータがほしいかを、で考えさせた。図1のように多くの児童が、即時的に検証の方法や測定条件をプランニングした。

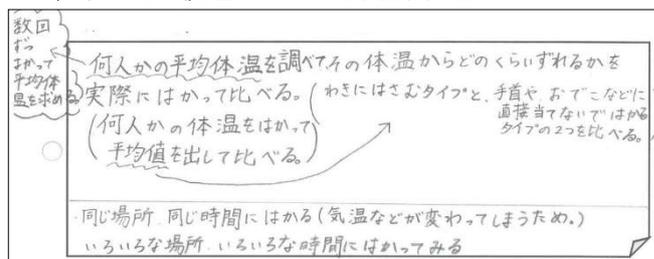


図 1-1 A 児のワークシート

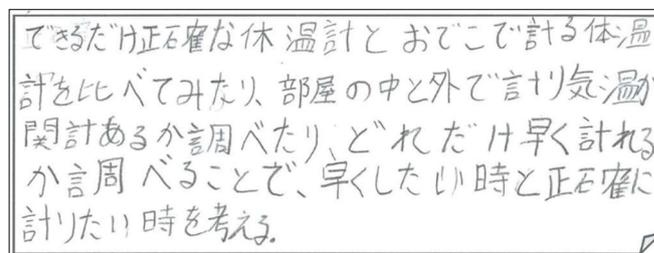


図 1-2 B 児のワークシート

その後、グループで相談し、個人で考えた検証方法や測定条件を調整し、グループの問題解決の計画をホワイトボードに記入させた(図2)。

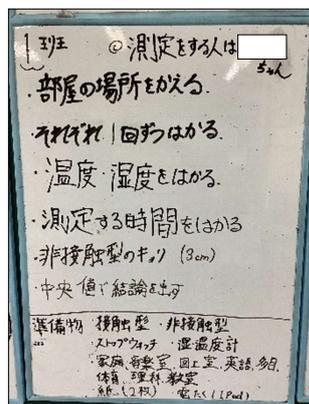


図 2-1 1 班の計画

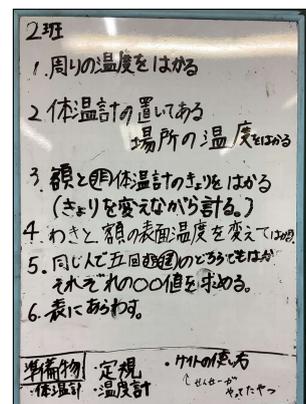


図 2-2 2 班の計画

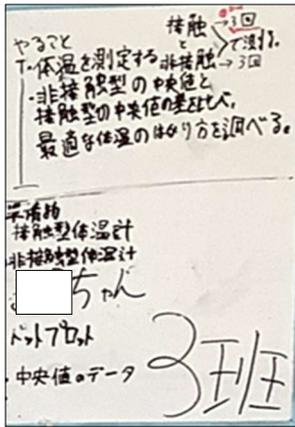


図 2-3 3 班の計画図

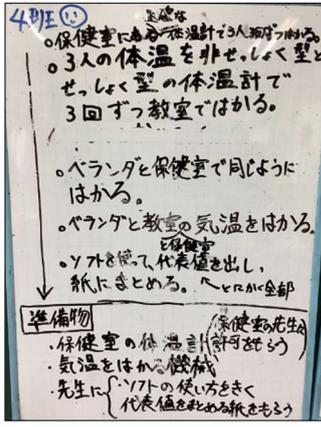


図 2-4 4 班の計画

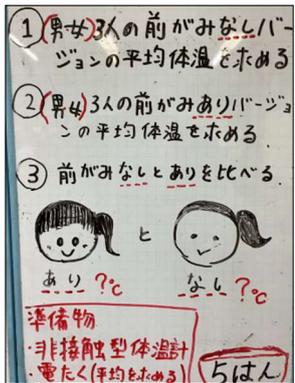


図 2-5 5 班の計画図

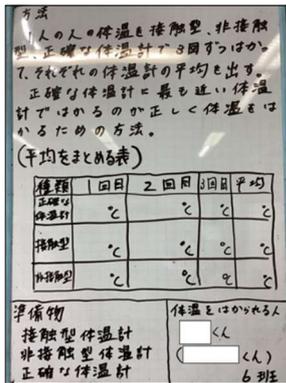


図 2-6 6 班の計画

図3は、第7時の児童の振り返りである。検証方法、測定の子予想について批判的に考察していることが分かる。

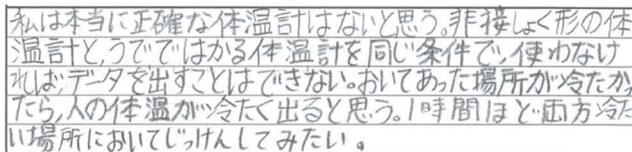


図 3 C 児の振り返り

②データの収集、データの分析、グループでの結論の考察 (第8・9・10 時)

第8時では、第6・7時で立てた計画に基づいて、児童はデータ収集をした。



図 4 児童の活動の様子

第9・10 時では、第8時で収集したデータを基に、グラフや表を作成し、問題に対する結論をグループで話し合った。表やグラフの作成にあたっては、教師があらかじめ用意したドットプロットの枠を使用したグループもあれば、統計ソフト(本実践では、statlook)を活用したグループもいた。そして、グループで導いた結論とその根拠を1枚の画用紙にまとめた(図5)。

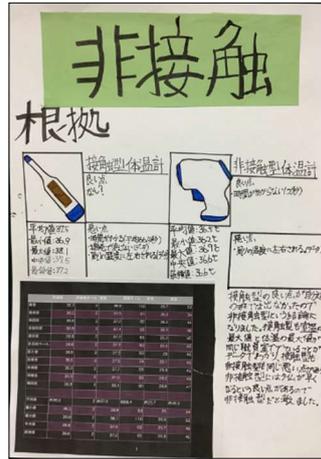


図 5-1 1 班の結論

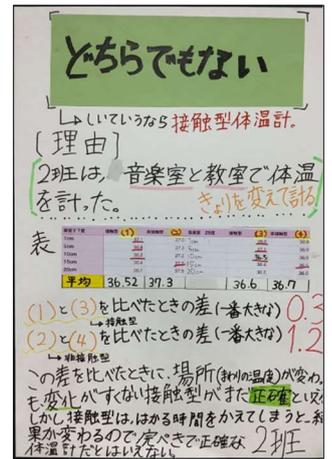


図 5-2 2 班の結論



図 5-3 3 班の結論

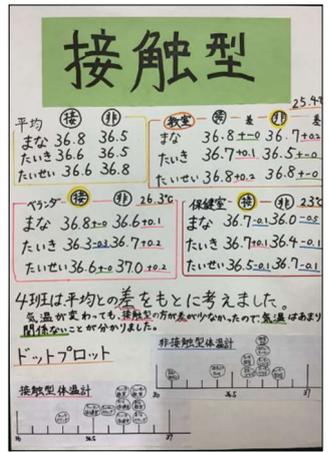


図 5-3 3 班の結論

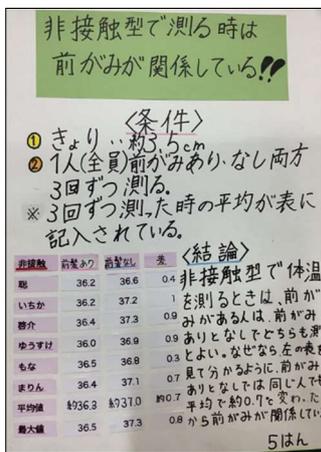


図 5-5 5 班の結論

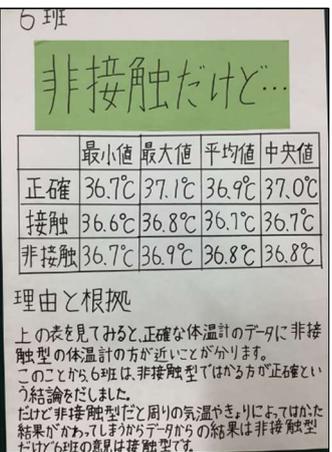


図 5-6 6 班の結論

図6は、第10時の児童の振り返りである。個人が思い描いた結論と異なるデータが出たため、データを基にせず、「接触型の方が正しいと思う」と推測で結論を出した。

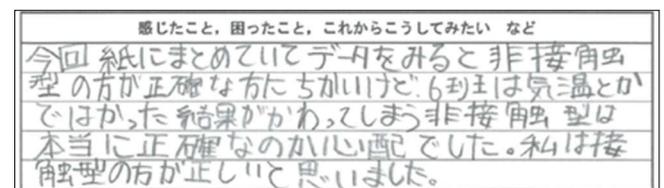


図 6 D 児の結論

③最終的な結論の話合い（第11時）

第10時までに作成したそれぞれのグループの結論を共有し合った上で、問題に対する最終的な結論を考察した。



図7 グループの説明の様子

以下は、全体での意見交流の記録である。

C9「正確な体温計はないと思います。理由は、気分が熱が変わる時もあるし、体温計で測って熱があったのは、気分が悪い場合は、その人の体温がもともと高いだけかもしれないから、結論は答えはない」

T「めっちゃ正確な体温計は、あるの？ないの？」

C10「C9と近い答えなんだけど、どっちでもない。結局気分だと思うので、もし自分が非接触型で測ったときに、気分が悪くないのに、熱があったりしたら、体温計がおかしいなって思うから、だからそれは、めっちゃ正確な体温計とかじゃなくて、自分が気分が悪くて熱があるのなら、熱って、わかって、具合が悪くなくて、熱ってでも、体温計がおかしいなって思うから、正確な体温計はない」

C11「僕もC10と同じでどちらでもないと思います。理由は、今回のめあては、体温を測るにはどうすればいいだろう、だから、体温を測れればいい。だからいつでも体温を測れるから、どちらでもない。(笑いの後)楽。楽に測れるから、非接触型でいいと思います。速い。体温を測るのが速い。どっちだろう」

T「少なくとも言えることは、接触型はないということだね」

C「はい」

C12「僕は接触型だと思います。理由は、速く測れるかもしれないけど、それで正確だと接触型のメリットがないから、とりあえず接触型は売れないと思う。だから、接触型だと思う」

T「マーケティングということ？」

C13「非接触型で測る人は、速さを求めている、接触型だったら、C10がいったように、気分によって変わると思うから、なんて言うんだろう、自分が納得したいから、安心して(活動などを)楽しめるように、接触型があるんだと思います」

C14「接触型の方がいいと思うんですけど、例えばさっきの非接触型だと、5班の発表を聞くと、前髪が重なっちゃう

し、私の班では、気温はあんまり関係ないかもしれないけど、他の班のとかをみると、気温とか前髪とかで変わっちゃったりするから、それをいうと肌に直接触れている体温計の方が遅くても正確。」

T「気温、影響する？」

C15「はい。すると思います。私たちの班は、教室でと、冷やした音楽室で、熱を測ってみました。それで、教室で測ったときより、音楽室で測ったときの方が、1度くらい下がったんですよ。なので、非接触型で測ったとき、距離が影響したり、周りの温度が影響すると思います。あと、接触型だと、脇に当たっていたいとエラーになるんだけど、非接触型は、空気中の温度がでちゃう非接触型は違うと思います」

C16「僕は、非接触型がいいと思いました。僕たちの班の結果は前髪有り無し、の結果だったから、まあわかんなかったけど、でも僕が考えるには、非接触型がいいと思いました。なぜかという、気温が影響してるってデメリットもあるけど、速いっていうのがあるので、で、接触型はなんで売れるかという、非接触型より安いから売れると思います」

C17「私の班もC15の2班なんですけど、やっぱり接触型の方が正確で、ですが遅いし、それなりの時間がかかるので、速く測りたいときは非接触型、遅くてもいいから正確に測りたいときは接触型と、いいところを使えばいいと思います」

C18「センサーカメラだと思うんですけど、センサーカメラは普通の非接触よりも、上がり下がりが大きいかもしれないけど、平均すれば接触と近くなるので、そしたら、センサーカメラの方が、高いかもしれないけど、いい」

T「問題に対して、最終結論を問う。」

C19「具合が悪いときとか、しっかり測りたいときは、接触型で、朝とかパパッと測りたいときは、非接触型」

T「本時(あるいはこれまでの統計的な問題解決全体)振り返りを促す。」

C20「私は、場合によると思う。なぜなら、朝にパパッと測るなら(非接触型を使うことは)いいと思うけど、熱っぽいときやしんどいときに接触型ではかればいから、非接触型と接触型でお互いのメリットとデメリットを使い合っていけばいい」

図8-1のように、多くの児童が、全体での話合いで伝えきれなかった考えを記述していた。少数派ではあるが、測定の方法に着目した考え(図8-2)、算数の有用性に関連した意見(図8-3)を確認した。

感じたこと、困ったこと、これからこうしてみたい など

私は接触型という意見はたまたけどどちらにも、良いところ悪いところがあるから、場合によって変えたりすれば良いと思います。はやくはかりたいときは、非接触型で、具合が悪かったりして、正確にはかりたいときは、接触型にするなど変えれば良いと思います。

図 8-1 E 児の振り返り

感じたこと、困ったこと、これからこうしてみたい など

私はもともと、体温のズレに着目し、接触型の方が正確だと思っていたけれど、他の班でも非接触型だと、体温のズレに着目するところがあって、接触と非接触どちらも良いと思い、是非接触と非接触の意見は、その班の調査が5カ月の間で、まったく同じ調査ではなると結論は出ないと考えました。

図 8-2 F 児の振り返り

感じたこと、困ったこと、これからこうしてみたい など

そもそも今日の体温計は機械、機械が常に正確かを考えたと正確ではないかもしれない、算数を使い、そこから正確な体温が出る、そのための体温計を未来が必要だと考えた。これからAIも機械が増えてくる、その中で算数でも正確で、インテリジェントな体温計では、算数でAIを作るとより正確にもとらえられる。

図 8-3 G 児の振り返り

④「学習のくり」の中で見いだした共通テーマに対する最適解

Wiggins らの逆向き設計を参考にし、9年間の算数・数学科の学びを、共通テーマの入れ子構造化して、教科カリキュラム(図 9)を編成した。



図 9 小中一貫の教科カリキュラム(算数・数学科)

本単元 6 年「データの見方」が属する「学習のくり」である「データの分析の拡張」では、第 5・6 学年の「データの活用」領域の単元を統合し、共通テーマ『もの・こと』を、統計的に処理し、問題の結論について判断したり、その妥当性について批判的に考察したりすることの必要性や 価値とはの最適解を見出ししていく。

第 6 学年としては、本単元「データの見方」と「場合の数」を統合して、統計的な問題を解決する有用性の自覚を促すことを意図した。前章の通り、「データの見方」での、リスクに対して統計的に問題解決する活動に加え、「場合の数」では、簡単な確率に関する検証を行った。具体的には、コインの表が出る確率は $1/2$ か、じゃんけんがグーが勝つ確率は $1/3$ 、サイコロで 1 の目が出る確率は $1/6$ か、について

何度も試行して検証した。その上で、数学的な確率と、実際のデータがなぜ異なるのかを考えさせた。児童からは、「サイコロの穴の重みが違うから」「コインやサイコロの投げ方が違うから」「投げるとき力の入れ方」が一緒でないから」といった意見が出た。



図 9 児童の活動の様子

図 10 は、児童が見出した共通テーマに対する最適解である。

データをもとに答えをみちぎきだることの良さは、正確であるということと、数学の世界(数学的厳密)だとがたてないイメージやパッと思いついた考えであって、正確とはいえない、ただデータをもとに計算すると求めやすい実数に体験したことによっての飛べんなどもある。また、データは表にまとめることが多いので結果をみやすくなることもできるし表にも色々な種類があるからまとめやすいというのもデータにまとめることの良さもある。

図 10-1 H 児の振り返り

算数と現実の数字は少しとまっているかもしれない。体温計でも考えたように本当にその温度が本当なのかも分からない。でもその分からいも少しちがっても算数が分かるに変えて、答えを出してくれ。その答えが分からなくても、だいたいの答えを算数が導いてくれる。私たちは、算数があるからこそ今、過酷にしているかもしれない。これから、算数を使い、かく実な答えを出せるように考えていきたい。

図 10-2 I 児の振り返り

4. 授業実践の考察

(1) 第 6・7 時(問題の確認と課題解決への計画)

児童は、問題のスライドをみるなり、体温計の誤差という問題に対して高い関心を抱いた。さらに、自分の経験と照らし合わせて、測定前後の運動によって体温が異なる(C1)、測定部位(C2)、精神面(C3)、非接触体温計の精度(C5、C6)、室温による測定バイアス(C7)など、問題の所在を推測し始めた。また、児童のワークシートやホワイトボード(図 1、図 2)を見ると、条件を整えたり(例えば、A 児の同じ場所、同じ時刻で測定すること)、測定バイアスが生じないような方法(例えば、1 班の測定者を 1 人に限定すること)を考察していることが分かる。児童が、より正確なデータを収集しようとする意図が推察される。筆者の過去実践で提示した問題(例えば、「いつから秋は深まっているか」と比較したときに、実際に学級内で起こったことを事例として提示することは、リスクへの関心を誘発させ、問題の認知から問題解決への計画(検証方法や測定条件)への移行を促

すことに効果的であると考え。

(2) 第 8・9・10 時(データの収集)

D児の振り返り(図 6)から、結論の導出に当たって、個人によっては、得られたデータよりも、これまでの経験からの感覚を優先してする傾向があることが明らかとなった。また、再測定をしたり、測定回数を増やしたりすることはなかった。得られたデータに対して、批判的に考察する点に課題が残る。

(3) 第 11 時(最終的な結論の話合い)

全体の話合いでは、データを超えて最終的な結論を導出する児童(C9,10,11,12,13)とデータを基にして結論を導出する児童(C14,15,16,17,18)の双方の意見を確認した。ただ、「非接触型は速い」という発言は、計測時間のデータ(図 5-1)を基にしているというよりは、経験則で回答している印象を受けた。

最終的な結論を出す場面では、リスクの重みや用途で接触型と非接触型を使い分ける考えが確認できた(C19,20)。リスクを理解した上で、行動につなげようという考えと捉える。ただし、児童が統計的な有用性を自覚したかどうかは不明確である。

(4) 「学習のくくり」の中で見いだした共通テーマに対する最適解

図 8 では、問題に対する結論への思いにとどまっていた児童の記述が、図 10 では、現実の世界では必ずしも数学で導き出した結果ではないこと、表やデータにまとめる有用性に拡張していることが分かる。「学習のくくり」の中で、共通テーマを問い続けながら、最適解を見出す学びのプロセスは、児童に、数学の世界と現実の世界を往還しながら、統計的な問題対決の有用性を自覚させていくことに寄与すると考える。

5. 本研究の成果と今後の課題

(1) 本実践で得られた成果

本授業実践を通して、小6児童の問題解決の様相について、次のような示唆を得た。

- ①児童に身近なリスクを問題として取り扱うこと(方策①)で、児童が、問題を認識し、問題解決への計画(検証方法や測定条件)への思考を促すことに効果的である。
- ②問題に対する結論を導出する際には、データを基に考察する児童と、データを超えて考察する児童の双方が混在する。
- ③大きな単元の Unit の中で、複数の統計的な活動を経験させていくことで、児童は統計的に問題解決することの

有用性を自覚していく。

(2) 今後の課題

第 8・9・10 時において、児童は、得られたデータと期待した結果との差異に対して、自身の経験則を優先させ、測定データを棄却する記述が確認された。今後は、生データに対する理解や、データの再検討を促すような批判的思考の育成を醸成できる統計的実践が必要となる。

[引用・参考文献]

- 文部科学省(2017).小学校学習指導要領解説
算数編, pp.9-10
- 裕元新一郎(2019).小学校算数・中学校数学「データの活用」の授業づくり
- 高山新悟(2018).統計教育における小学生の批判的思考の様相.第42回日本科学教育学会年会論文集,135-138
- 高山新悟(2019).統計教育における小学生の批判的思考の様相Ⅱ.第43回日本科学教育学会年会論文集,223-226
- 高山新悟(2019).数学的モデリングのサイクルと統計的探究プロセスにもとづく小学校算数科授業研究.第9回春期大会論文集,171-178
- 高山新悟(2020).統計教育における批判的思考を促すための授業研究.第104回全国算数・数学教育大会
- 裕元新一郎他(2023).数学教育においてリスクを扱う際の枠組みの提案,日本科学教育学会第47回年会論文集,pp17-20
- G.Wigguns and J.McTighe(2012).理解をもたらすカリキュラム設計

[謝辞]

本研究は科学研究費(基盤研究 C)「初等中等教育における批判的思考を志向した統計指導プログラムの開発」(研究代表者:裕元新一郎)の助成を受けて行った。

地域課題解決に向けた現状分析にデータ活用を

～総合的な学習の時間×2年数学～

稲垣道子 岩手大学教育学部附属中学校

〒020-0807 岩手県盛岡市加賀野三丁目9番1号

TEL 019-623-4241 FAX 019-623-4243

E-mail: inaka@iwate-u.ac.jp

1. はじめに

OECD(2019)は、OECDラーニングコンパスを発表した。OECDラーニングコンパスは、子どものエージェンシーという概念のもと、個人、社会地域、地球のより大きなウェルビーイングという願いに向けて推進される未来の教育を提示している。その中で記載されているPISAの枠組みでは、統計を実社会の文脈における問題解決に役立つものと明確に定義している。統計的モデル化が、推論や人間の意思決定においてますます重要な役割を果たすようになっていくことや、データリテラシーやデジタルリテラシーの重要性についても述べられている。より深い学習のために教科横断的に学ぶことが求められていることから、生徒自身が統計を社会の問題解決のために使っていることを実感できるような学習を計画した。特に、本校の学習活動の軸である総合的な学習の時間とのつながりを意識した実践である。

2. 総合的な学習の時間と数学との関わり

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において、目標には、「探究的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、よりよく課題を解決し、自己の生き方を考えていくための資質・能力を育成することを目指す」と記されている。探究的な見方・考え方の一つに、各教科等における見方・考え方を働かせるということがある。実社会における問題は、そもそもどの教科等の特質に応じた視点や捉え方で考えればよいか決まっていなため、扱う対象や解決しようとする方向性などに応じて、生徒が意識的に活用できるようになることが大事であることも記されている。その時々で、どのような数学的な見

方・考え方を働かせることが効果的なのかを、数学の時間に考えていくことは、自己の生き方を考えていくための資質・能力を育成することにつながる。

3. 本学年の総合的な学習の時間について

本校では、3年間で「人生いかに生きるべきか」について考える。1学年のテーマを「自分自身を見つめる」、2学年のテーマを「他者から学ぶ」、3学年のテーマを「生き方を考える」と設定し、探究的に学ぶ中で自己の生き方を考えていく。その視点として地域があり、学びの過程で自分と地域との関わりを考えテーマに迫る。本学年では、第1学年

(2022年度)で「地域と関わるとはどのようなことか～盛岡を知ることから始めよう～」を共通学習課題として学習を進めた。生徒が発見した盛岡の地域課題を12のラベルに分け、その課題に向き合っている方へのインタビュー活動を中心とした学習を通して課題に迫った。第2学年(2023年度)は、地域を岩手に広げ、第一次産業の体験学習を中心とした学習で課題に迫った。また、第2学年では、第1学年で触れることができなかった地域課題の1つである「スポーツ芸能」の分野からも学習課題に迫ることを企画した。第3学年は、日本に視野を広げ、学びを深めるとともに、自らの興味・関心があるラベルの地域課題に対して、中学生ができる課題解決を生徒自身が考え、実行する。

4. 本単元で向き合う地域課題と活用する数学

本単元では、スポーツの地域課題に向き合う。今年度の講演会では、岩手のプロバスケットボールチームである岩手ビッグブルズの社長、水野哲志氏からお話を伺い、施設の少なさや入場者数の少なさを

ど、岩手のスポーツが抱える地域課題について知った。岩手ビッグブルズが所属する B. LEAGUE は、2026 年度にリーグを再編する。ブルズは、3つのリーグのうちの B. LEAGUE ONE への所属を目指しているが、そのためには今年度のホーム入場者数が平均 1500 人を超える必要がある。「入場者数を増やすにはどうしたらよいか」という課題に、中学生の視点から迫ることとした。シーズン途中である 1 月現在、平均 1600 人程度という状況であるが、開催日や会場によって入場者数は大きく異なるため、平均値だけで判断しようとするのはよいとはいえない。生徒にその点に気付かせ、平均値だけではなく、さまざまな代表値や分布で見る必要性を捉えさせたい。また、経年での変化を見る必要性にも気付かせ、水野社長が社長に就任してからの 6 年間を分析することにしていく。ここから、PPDAC サイクルを大切にしながら統計的な問題解決を促す。なお、6 年間の中で、リーグの昇格や降格等もあるが、その点については単元の最初では触れないこととする。6 年間の分布を比較するには、1 年生の時に学習したヒストグラムでは難しい場合がある。新しいグラフの必要性から、箱ひげ図の学習につなげていく。1 周目の問題解決を終えたあとは、さらに細かい視点で現状分析を行い、入場者数が増えている要因を探る。その視点は生徒に委ねる。その後は総合的な学習の時間で入場者数を増やす企画を考えていく。

5. 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 6 総合 1 計 7)

時間		内容
1	数 1	直近 6 年間の入場者数が増えているか、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	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。

単元計画

以上の単元計画で実践を行う。なお、企画書は社長である、水野氏に審査をお願いしている。

5. 授業実践

- (1) 対象 中学 2 年 4 クラス 136 名
- (2) 授業の実際

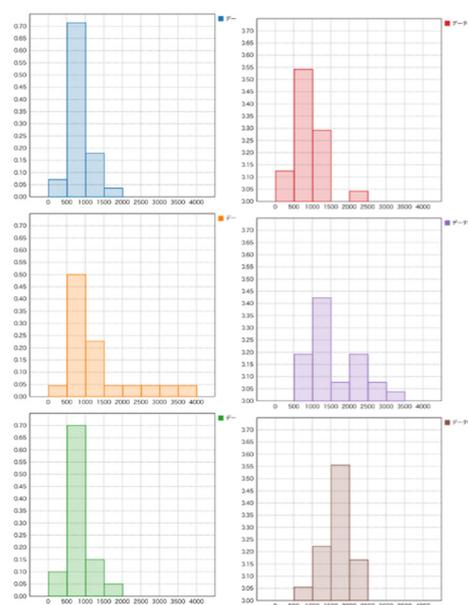
【単元の学習課題】

入場者数を増やすためにどのような企画をすればよいか。

【1 時間目】単元のゴールと学習の目的を確認し、課題解決のために、何を分析したらよいかを問うた。すると、生徒は次のような視点を挙げた

- ・入場者の年齢層
- ・季節ごと、曜日ごとの入場者数の違い
- ・来場するきっかけ
- ・会場までの交通手段
- ・今までの企画の人気度
- ・入場者数が少ない日と多い日の特徴
- ・他チームの戦略
- ・他スポーツの戦略
- ・人気の選手

質的・量的にそれぞれの視点、自チーム内での分析や他チーム、他競技との比較が出てきてとても興味深かった。大まかなところを調べてから、徐々に細かいところに目を向けていこうと伝え、本時の学習に入った。まず、実際の入場者数が 6 年間でどのように変化しているのか、その傾向をみるために生徒はヒストグラムを作成した。

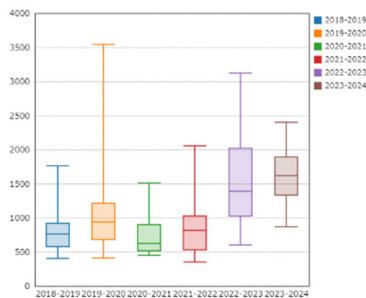


左上から
2018-2019
2019-2018
2020-2021
右上から
2021-2022
2022-2023
2023-2024
シーズンの
入場者数を
表している

6 年間の入場者数を表すヒストグラム

このグラフから、生徒は山の頂点に着目していたが、結論を出すのは難しいようであった。試合数が違うが、相対度数を用いることの必要性に気づくことも難しく、6つのヒストグラムで比較することの難しさに気付いたようであった。

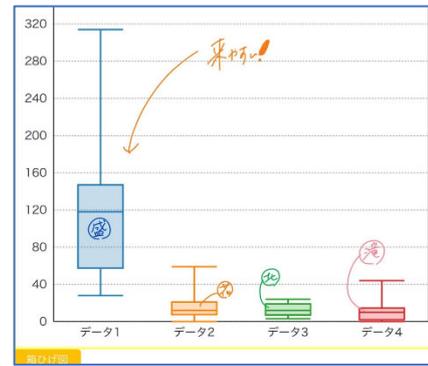
【3時間目】1時間目と同じ課題について、箱ひげ図を考察することで解決した。ほとんどの生徒が中央値、箱に着目して結論を述べていた。中には、中央値で折れ線グラフを作っている生徒がいた。最大値だけを見て判断している生徒がおり、最大値だけに着目して捉えることで、的確な読み取りにつながる可能性があること、企画を考える際には外れ値に着目することは重要な視点であることも確認することができた。1つ目の「入場者数は増加しているのか」という問に対しては、「増加している」という結論を出した生徒が多かった。



【4時間目】ここからは、「さらに入場者数を増やすにはどうしたらよいか」という問にグループごとに迫っていく。生徒は1時間目に出た視点を参考にしながら、入場者数を目的としたときにそれを高める要因と予想されることを自分達で考え、傾向を考えていた。データを調べグラフに表している生徒、過去の企画や他チームの企画について調べている生徒等さまざまである。生徒が調査した例としては次の通り。

→30歳から39歳、40歳から49歳のところが圧倒的に多く、若者と高齢者少ない
 →若者や高齢者の関心の低さもあるかもしれないが、交通手段の自由度も関係している(と思う)
 →若者や高齢者は車以外のバスなどがあったほうがいい

年齢層ごとのチケット売り上げ



盛岡・花巻・北上・滝沢の4地区からの入場者数

<人気の企画>
 ○2019年4月27・28(土日):1352
 →南部美人:観開き、お酒提供(南部美人)
 ★50名限定!

●2019年9月28・29(土日):3543・3213[過去最大]
 →南部美人:お酒の提供、コラボグッズ(乾杯升を買くと2杯以降無料)500円
 ★なくなり次第終了(28日:16:00~・29日:12:00~)

●2022年10月8日・9日(土日):3122[過去2番目]
 →開幕戦:2シーズン振り『全席無料』
 ※列に時間指定と並ぶ(8:30~・9:30~)
 →チケット、順番券の配布
 ★ホーム戦:ビッグブルズ会員が有利!!

入場者数が多かった日に行われていたイベント

平日・土日祝日 バス時刻表

2024年10月1日 東奥地区

■盛岡ループ 楽園先回り(右回り) <高森線車21号>

運行区間	発	着	発	着	発	着	発	着
210 盛岡駅前	10:30	11:30	12:30	14:30	10:30	12:30	14:30	15:00
110 高森(楽園先回り)	10:33	11:33	12:33	14:33	10:33	12:33	14:33	15:03
170 高森(楽園先回り)	10:34	11:34	12:34	14:34	10:34	12:34	14:34	15:04
170 高森(楽園先回り)	10:35	11:35	12:35	14:35	10:35	12:35	14:35	15:05
170 高森(楽園先回り)	10:36	11:36	12:36	14:36	10:36	12:36	14:36	15:06
170 高森(楽園先回り)	10:37	11:37	12:37	14:37	10:37	12:37	14:37	15:07
170 高森(楽園先回り)	10:38	11:38	12:38	14:38	10:38	12:38	14:38	15:08
170 高森(楽園先回り)	10:39	11:39	12:39	14:39	10:39	12:39	14:39	15:09
210 高森(楽園先回り)	10:41	11:41	12:41	14:41	10:41	12:41	14:41	15:11
210 高森(楽園先回り)	10:43	11:43	12:43	14:43	10:43	12:43	14:43	15:13
210 高森(楽園先回り)	10:44	11:44	12:44	14:44	10:44	12:44	14:44	15:14
210 高森(楽園先回り)	10:46	11:46	12:46	14:46	10:46	12:46	14:46	15:16
210 高森(楽園先回り)	10:48	11:48	12:48	14:48	10:48	12:48	14:48	15:18
210 高森(楽園先回り)	10:50	11:50	12:50	14:50	10:50	12:50	14:50	15:20
210 高森(楽園先回り)	10:51	11:51	12:51	14:51	10:51	12:51	14:51	15:21
210 高森(楽園先回り)	10:52	11:52	12:52	14:52	10:52	12:52	14:52	15:22
210 高森(楽園先回り)	10:53	11:53	12:53	14:53	10:53	12:53	14:53	15:23
210 高森(楽園先回り)	10:54	11:54	12:54	14:54	10:54	12:54	14:54	15:24
210 高森(楽園先回り)	10:55	11:55	12:55	14:55	10:55	12:55	14:55	15:25
210 高森(楽園先回り)	10:56	11:56	12:56	14:56	10:56	12:56	14:56	15:26
210 高森(楽園先回り)	10:58	11:58	12:58	14:58	10:58	12:58	14:58	15:28
210 高森(楽園先回り)	10:59	11:59	12:59	14:59	10:59	12:59	14:59	15:29
210 高森(楽園先回り)	11:00	12:00	13:00	15:00	11:00	13:00	14:00	15:30
210 高森(楽園先回り)	11:01	12:01	13:01	15:01	11:01	13:01	14:01	15:31
210 高森(楽園先回り)	11:02	12:02	13:02	15:02	11:02	13:02	14:02	15:32
210 下北津	11:04	12:04	13:04	15:04	11:04	13:04	14:04	15:34

会場までの公共バス時刻

6. まとめ

現在、授業実践を行っており、総合1時間目以降の実践及び実践の成果と課題については当日発表する予定である。データの見方については指導の余地があるので、実践の中で指導改善を図っていく。

7. 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) 新しい数学2(東京書籍)
- (4) THE FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS OECD Learning Compass for Mathematics
- (5) 岩手ビッグブルズ <https://www.bigbulls.jp>
- (6) 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
- (7) Basketballnavi <https://stats.basketballnavi.com>

標本調査の結果を評価するためのツールの開発と実践

－Excel マクロの可能性－

柴田 翔 東京学芸大学附属小金井中学校
東京都小金井市貫井北町 4-1-1
TEL 042-329-7833 FAX 042-329-7834
shibasho@u-gakugei.ac.jp

1. はじめに

(1) 研究の意図と目的

本研究が捉える問題を端的に述べれば、中学生が授業の中で行う標本調査について、中学生自身が、その推定の結果について評価すれば良いのか不明であるという点である。

実際、標本調査を指導していると、「標本が多ければ正確な値になる」と何となく理解し、偶然性を持った傾向があること、すなわち「標本が多ければ正確な値に近づく可能性が増える」と理解せず、標本が少ないときにおおよそ正確であったのに、標本が増えたときに逆に真なる値から離れるなどすると、「正確な値が出なかったから」という理由を持って、「標本の数は大きすぎても駄目」などと結論づける生徒がいる。また、「奇数個で確認すると、0.5(真なる値)にならないから奇数個で確認するのは良くない」と正確な値が出るかどうかに着目している生徒もいる。また生徒の実施した標本調査がたまたま想定する範囲から外れたことによって、標本調査という手法について、「あまり信頼性は高くない、信用できない」と結論づける生徒もいたりするのが現状である。

また、大谷(2019)は日本の統計の授業においてシミュレーションがほとんど利用されていないことを指摘している。

本研究では、上に示した問題意識に対して、生徒がシミュレーションによって、標本調査を評価する際に、真なる値に近いかどうかではなく、標本のちらばりなどから、統計的に評価出来るようにするなど、より豊かな標本調査の学習を行うことのできる ICT ツールを作成し授業実践とその考察などを通して問題を解決していくことを目的としている。これ

までに、柴田(2023)では、「標本調査を理解している」とはどのような状況かを明らかにし、その上で、その状況に、生徒を導くためのツールを開発し考察している。本稿では、ツールを用いた授業を設計・実践し、その考察を行うことを通して、ツールの評価を行うことを目的とする。

(2) 研究の方法

(1)の目的を達成するために以下の課題を設定する。第一に標本調査という手法を理解している状態がどのような状態かを明らかにし、柴田(2023)開発したツールを用いて、その状態に導きうる授業を設計する。第二に授業を実施し、その授業の考察を通して、第一に挙げた状態を達成しうることを示す。

2. 開発したツール

(1) 標本調査を理解している姿

柴田(2023)では、標本調査を理解している姿として、以下の5点を示した

- ア 標本調査によって母集団が推定できること、及びその限界を理解している。
- イ 標本の大きさが大きくなると標本分布のばらつきが小さくなること、またある程度まで標本の大きさが大きくなると、ばらつきはあまり変わらないことを理解している
- ウ 標本分布が釣鐘型(正規分布)になることを理解している
- エ 無作為抽出の必要性和意味を理解している。
- オ よい標本調査の特徴を元に、標本調査の結果を評価出来る。

これらは、鈴木ら(2019)の設定した標本調査における基礎的な概念や性質を元に、数学的意味からの

検討を経て、イの下線部と、オを加筆したものである。特にイの下線部は、標本調査の限界を示しているようで、逆にその有用性を示していることを指摘した。すなわち、標本調査は標本の大きさが大きいほど信頼度が上がるが、その変化は小さくなっていき、ある程度の数で母集団を推定すれば良い(それ以上増やしてもあまり信頼度が上がらない)ことを表す。標本調査が経済性と信頼度の両立を達成している点で、標本調査の重要な特徴であると言える。

(2) ツールの要件

ICT を活用したシミュレーションやそれによって作られる標本分布への考察が、先に示したア～オの姿を実現するために必要となる。その際に利用するツールが備えるべき要件を暫定的ではあるが、以下に定めた。

- A 生徒が容易に扱うことができる
- B 生徒がシミュレーションすることができる
- C 生徒が標本の大きさを変えながら、シミュレーションを複数回行うような操作を代わりに行ってくれる
- D 生徒が選んだいくつかの標本の大きさについて、比較し評価することができる

また、生徒の学習とは関係ないが、他の中学校の先生にも授業で使ってもらえるよう、E を加えている。

- E 題材が変わっても容易な修正で活用できる

(3) ツールの具体

題材として選挙における出口調査を扱う。この理由は、生徒にとっても身近であり、中学校3年生の社会などでも扱われる点が挙げられる。元のデータを変えれば、辞書の見出し語の推定や、混ぜられた黒玉白玉の数の推定にも応用可能な形でプログラムを組むため、プログラムを組む上で題材はあまり関係ないとも言える。また、推定が複雑にならないように、直近の令和4年参議院選挙で1人選挙区であった長野県を取り上げた。

乱数を発生させ標本となった人どの候補者に投票したかをシミュレートするように関数を組み(表1)、各候補者の名前が何回表示されているか、各候補者の得票数とその割合を求めている。

表2 候補者と割り当てた番号

候補者	割り当てた番号
杉尾秀哉	1~433154
松山三四六	433155~809182
手塚大輔	809183~911405
秋山良治	911406~943049
日高千穂	943050~959695
サルサ岩淵	959696~970673

その上で、各候補者の名前が何回表示されているか、すなわち、出口調査で何人がその候補者に投票したかを数えるために、COUNTIF 関数を用いて、各候補者の得票数とその割合を求めている。図1の一番左の列がランダムに生成された数であるが、これは「再計算」ボタンを押すことで新しい乱数を生成し、また違った標本調査した結果となる。

257068	杉尾秀哉	候補者	数	割合
638154	松山三四六	杉尾秀哉	10	50%
371161	杉尾秀哉	松山三四六	7	35%
638213	松山三四六	手塚大輔	2	10%
597475	松山三四六	秋山良治	1	5%
281565	杉尾秀哉	日高千穂	0	0%
9	杉尾秀哉	サルサ岩淵	0	0%
498749	松山三四六	揺らぎを調べる		
208156	杉尾秀哉			
125000	杉尾秀哉			

図1 実際の Excel 画面

図1の右下に設置されているボタンが標本調査を100回繰り返し、各標本調査の標本平均を他のシートに記録していくボタンである。ボタンで実行するコードとその意味が表2である。

図1の左の2列を増やしていけば、標本の大きさを変えることになる。これによって、標本の大きさを生徒が変えながら、その標本平均がどのようにばらつくかをシミュレートすることが出来る。また、標本の大きさを変えつつ、標本平均を箱ひげ図等に表す(図2)と、標本の大きさとその標本平均の散らばりを評価することになる。

表2 VBA のコードとその意味

コード	コードの意味
Sub 標本平均の記録()	マクロの名前を決める
Dim i As Long	i を整数の変数として用いることを宣言
Dim n As Long	n を整数の変数として用いることを宣言
Sheets("標本調査の記録").Select	「標本調査の記録」のシートを選ぶ
Dim sht As Worksheet	sht をシートを表す変数として用いることを宣言
Dim r As Range	r を範囲を表す変数として用いることを宣言
Set sht = ActiveSheet	sht に今使っているシート「標本調査の記録」を代入
Set r = sht.UsedRange	r に sht のシートの使われている範囲を代入
n = r.Columns.Count + 1	n を r の列番号に 1 たしたものを代入
For i = 1 To 100	i に 1 から 100 まで代入するループの始まり
Sheets("標本調査").Select	「標本調査」シートを選択
Range("F2").Copy	F2 のセルをコピー
Sheets("標本調査の記録").Select	「標本調査の記録」シートを選択
Cells(i, n).PasteSpecial xlPasteValues	i 行, n 列のセルにコピーしたセルの値を代入
Next i	次の i へ (ここで乱数の再生成がなされる)
End Sub	マクロの終了

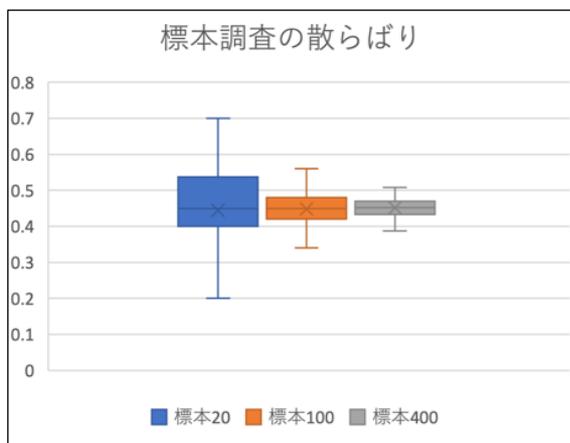


図2 標本分布の箱ひげ図

これまでに挙げてきた生徒の行う操作は、Excel のセルのコピー & ペーストやボタンを押すこと、データを選択し箱ひげ図を作ることなどであり、特別な操作はしていないため、要件 A も満たすと言えよう。更に、コードはこのままでも、元の Excel のデータを変えれば、出口調査の問題から、他の推定にも活用出来る。また「For i = 1 To 100」の 100 の部分を 1000 に変えれば標本調査を何回繰り返すかを変更することが出来る。更に、コードはこのままでも、元の Excel のデータを変えれば、出口調査の問題か

ら、辞書の見出し語の推定や黒玉白玉の個数の推定にも活用出来る。また標本平均を 100 回ではなく、1000 回にしたければ、「For i = 1 To 100」の 100 の部分を 1000 に変えればよい。また、1 位と 2 位の 2 人のデータを記録したければ、ループ構文の中の 4 行目に「Cells(i, n).PasteSpecial xlPasteValues, Transpose:=True」と下線部を書き加えれば良い。

なお、実際の得票数は 970673 票のうち、433154 票が杉山氏、376028 票が松山氏となっており、その確率を元にするると、45%、39%を元に考えると、90%、95%、99%のそれぞれの信頼度において、以下の通りになる(表 4)。

$$0.39 + 1.64 \sqrt{\frac{0.39(1-0.39)}{n}} < 0.45 - 1.64 \sqrt{\frac{0.45(1-0.45)}{n}}$$

$$0.39 + 1.96 \sqrt{\frac{0.39(1-0.39)}{n}} < 0.45 - 1.96 \sqrt{\frac{0.45(1-0.45)}{n}}$$

$$0.39 + 2.58 \sqrt{\frac{0.39(1-0.39)}{n}} < 0.45 - 2.58 \sqrt{\frac{0.45(1-0.45)}{n}}$$

表4 信頼度と実際に必要な人数

信頼度(%)	必要な人数(人)
90	726
95	1036
99	1795

3. 授業の概要と考察

(1) 授業の概要

授業は、2023年11月16日、17日、20日に、国立大学附属中学校の3年生を対象に実施した。

1時間目に、マクロの組み立てられていない標本調査のシミュレーションを行い、標本サイズが大きいと正確な値に近づきそうであることを確認した。具体的には、図1のAB列の数を増やしたり、減らしたりしながら、F列の得票率を、再計算させることで、どのような傾向にあるのかを考えた。そこでは、上位の2人に着目し、2000くらいからはほぼ負けない、1000くらいで何回かまけるといった感覚的なものから、○回中△回といった統計的確率による評価がでた。また、1500人だとたまたまに入れ替わるから、駄目だという生徒と、それは必要な誤差だと言う生徒がいた(図3)。

一方で、再計算実行ボタンを押すことによって得票率はどんどん変化していくため、「何回標本調査をシミュレーションして、何回、誰が1番だったのか」という点が記録として残していない生徒が多かった。

2時間目は、前時の振り返りをした上で、何人に聞けば良いのか、を本時の課題とすることを確認した。その上で、前時で記録を取っていない人が多かった点を指摘し、記録が取れるように、マクロの組み立てられたExcelファイルをダウンロードし、探究を始めた。その後、何人に聞けば良いかをどのように調べるかを共有した(図4)。

3時間目は、前時の確認をしつつ、何人に聞いたときに、杉尾氏がトップとなる確率をまとめ、またそのデータをヒストグラムや箱ひげ図に表すことを通して、標本のサイズを変えることで、どのように信頼度が上がっていくかを確認し、必要な信頼度に合わせて、聞く人数を変えればよいことを結論とした(図5)。

(2) 理解している姿が見られた場面

標本調査を理解している姿(柴田, 2023)に該当する姿を授業における発言から取り上げる。

ア 標本調査によって母集団が推定できること、及びその限界を理解している。

「ゼロ(1回も結果が変わらない)を作り出せるのが、青がオレンジにまけた数がゼロなんが、とりあえず1500らしいんですね。土田さんとやったんですけど、でもまあ正直、そこは運なのでどこまで、でなんか?一回失敗するだけなら別にいいかみたいな。許容の仕方であらっちゃって。」()内は筆者加筆

「いや、何か、その、今私たちは、1500だと、大体変わんなかったんですけど、なんか、この1回の1500をやっただけじゃ分からないから、本当に0って言ったら、マジでもう全員になっちゃう。」

イ 標本の大きさが大きくなると標本分布のばらつきが小さくなること、またある程度まで標本の大きさが大きくなると、ばらつきはあまり変わらないことを理解している

「まあなんか、10人のとき、正答率58%で500人のときで、89%で、あの1000いった時にはなんか5%、あ、98%ですね。だから、まあ、(図6のように、人数と信頼度は変化していく。)」()内は筆者加筆



図6 信頼度とコスト (人数)

ウ 標本分布が釣鐘型(正規分布)になることを理解している

3時間目の授業データが破損していたため、確認出来なかった。

エ 無作為抽出の必要性和意味を理解している。

今回使ったツールは、ランダムに数を生成するため、無作為である必要性やその意味については触れることが出来なかった。

引用・参考文献

文部科学省 (2017). 学習指導要領解説数学編. 日本文教出版.

長野県選挙管理委員会 (2022). 参議院長野県選出議員選挙開票状況.

<https://www.pref.nagano.lg.jp/senkan/san2022/documents/07kaisenekka.pdf> (2023.7.20 参照)

大谷洋貴 (2019). 統計的モデル化研究から見た統計的探究指導の方向性. 日本数学教育学会. 春期研究大会論文集. 7, 53-60

鈴木康志・関富美雄・山本恵悟・國宗進 (2019). 標本調査における基本的概念の理解とその授業化. 日本科学教育学会年会論文集. 43, 333-336.

https://doi.org/10.14935/jssep.43.0_333

柴田翔(2023). 標本調査の結果を評価するためのツール開発—Excel マクロの可能性—. 日本数学教育学会. 秋期研究大会発表集録. 56, 381-384

参考資料

開発した Excel ファイルのダウンロード URL

<https://www2.u-gakugei.ac.jp/~gkogane/SSmacro.xlsm>



標本の大きさを大きくしながら、マクロを使用して標本平均の様子を箱ひげ図などに表していくことで、標本の大きさが大きくなれば、そのちらばりが小さくなるが、一方で、どんどん大きくしていても次第にそのちらばりが減っていく様子(イ)が緩やかになることを理解出来る。また、標本平均をヒストグラムにすることで、正規分布になること(ウ)を確認出来る。エについては無作為抽出を前提としてシミュレーションを行っているので、このツールを用いてでは困難である。オについては、複数回の標本調査の結果を元に、それらがあまりちらばらない、すなわち、その辺りに真なる値もありそうだ、きっとあるのではないかと、真の値と比較せずとも、良い標本調査であったと結論づけることが出来るであろう。

しかしながら、授業を実践してみると、ウやオは、生徒たちの多くが誰が勝つかに着目しており、各標本サイズにおける、得票率がどのようにちらばっているかよりも、何回、あるいは何%の確率で、結果と異なる標本調査になるかに着目している点で、課題が残る。

それ以外の点については、概ね、生徒たちの活動の中で、標本調査について理解していく姿が確認された。

4. 終わりに

本研究では、「生徒にこんな理解をしてほしい」という姿を規定し、それを達成するために、VBA を用いて Excel のマクロを作った。また、その実践を通して、探究の中で、生徒の標本調査を理解している姿を見出した。今回の報告では、特に全体共有の場で発言されたものに焦点を当てているが、個々の解決過程について分析していくことが、生徒の標本調査の理解の様相や、それに至る過程を明らかにしていくためには、必要である。

また、ツール開発においては、ループ構文や、セルや行の指定方法など、知らなくては書けないことが多いが、一定の手続きだけでよいのであれば、「マクロの記録」によって、その手続きを繰り返させることは容易であり、今回のツールと同様にボタンを押せば、簡単に手続きを自動化することができる。GIGA 機が生徒たちの手元にはあるのに、Excel ではかゆい所に手が届かないという際に、使い慣れた Excel に一工夫を加えることで、今回のようなツールを開発することが出来、より良い統計の学習を行うことが出来る可能性がある。

立命館宇治中学校・高等学校 数学科 稲葉芳成

〒611-0031 京都府宇治市広野町八軒屋谷 33-1

Email : inava.y2011@gmail.com

1. はじめに

本稿は2023年9月に日本科学教育学会にて筆者が発表した、「高校生に対するデータの見方・扱い方についての授業の一例」の内容に、その後の授業実践の内容を踏まえ加筆した実践レポートである。

学習指導要領の改定に伴う統計教育の充実をはじめ、ここ数年来の統計教育やデータサイエンス教育の実践の急速な進展、探究活動への活用の動きを好ましく捉えた上で、教科書的な理想の世界と探究活動という現実社会の世界を繋ぐ視点の必要性を感じる。比較的新しい社会的な話題でも、データの改竄を含む不正により、一部型式指定の取り消しという重い処分を含む事態に陥っている大手自動車会社の例も含めて、現実の世界では、官・民・個人を問わずデータ不正が後を絶たない。

教室での統計教育やデータサイエンスの実際において、題材はあくまでも教科書やその周辺であり、そこに登場するデータは予め準備されていたり、理想化された状況で、それらのデータの処理のための理論的背景やその手続きの仕方を学ぶ。一方で、教室の内外を問わず現実の世界の事象をデータとして扱う場合には、そこに様々なノイズやバイアスが含まれるだろう。

探究活動における統計処理は、身の回りに生じている何らかの事象について、推測したり、判断するという行為に繋がることから、正しいデータを集め、正しい処置を行い、適切な判断を下すことが必要である。

データの改竄などを含む統計活動上の不正が引き起こされるには、意図的なもの以外にも、意図せず無知や未熟さによるものや、誤認やミスにも依る。したがって、不正を許さないという倫理的な意識の涵養は勿論のこと、データを扱う一連の過程において常に意識的に誤りやミスが無いかを点検する姿勢が求められる。

2. データを真正に扱うために

一方で、このような倫理的な内容や、心構えについての教育は、これまで統計教育が多く扱われてきた算

数・数学科の教育内容にカテゴライズされるものではないだろう。

2016年の文部科学省教育課程部会、算数・数学ワーキンググループ（第6回）の配付資料6では高等学校の統計教育の充実のたたき台として数学科では「統計を活用するための基本的な知識や技能、考え方を育む」として、情報科では「統計を活用して問題解決する力を育む」としている。2つの教科が相互に補完しながら統計の活用を目指そうというものである。

このようは位置づけから統計教育が探究学習や活動に繋がることは自然な流れとなるが、この過程において、理想化された教科書のデータの世界から、現実のデータの世界のギャップが生じる。教科書では1行で扱われる、「無作為に抽出された大きさ〇〇の標本」というフレーズひとつをとっても、現実の世界で実現することは容易でない。統計を探究活動に活かす上で、その心構えとして倫理的な側面の指導の必要性を感じた。教材として、米国統計協会「統計業務の倫理ガイドライン：原題“Ethical Guidelines for Statistical Practice”」と、本邦の統計関連学会連合「統計家の行動基準」を用いた。授業では「①データや統計的な根拠に基づく主張に対して慎重、あるいはクリティカルな態度をとるための意識を高めること、②データや統計的な情報にかかわり、官・民・個人を問わず不正が生じている実態を知ることや、身の回りで見られるデータや統計的な情報には信頼性の疑わしいものが多く見られる実態を知ること、③信頼性を毀損したデータや統計的な情報が発信されることが、悪意や善意に関わらず生じていること、そして知識不足・認識不足やミスなどによっても生じうることから、データに係わる際のあるべき態度を考えること。」をねらいとした。その詳細は先の発表の内容に譲るが、高校3年生を対象とした学校設定科目「統計学」の年度当初の授業での実践を踏まえ、実際に生徒たちがその後のレポート課題に取り組む際にどのような態度をとるかにも興味があった。指導する側としても統計教育の中で倫理的な側面に触れることは稀で、経験的にも未熟さを

感じる中での実践となったことからその成果は端的であった。

3. 授業での実際の取り扱い

4月当初に統計を実践的に扱う上での倫理的な側面について扱い、その後の授業を進めた。その直接的な実践は平常の授業の中で試されることは難しく、意識することができたのは夏期休暇におけるレポート課題と、年度の終わりに課したレポートの機会であった。統計学の基礎を学習する上では、与えられた状況設定は、無作為に抽出された標本であったり、何らかの形式で与えられるデータを基とするものである。そのような場合に倫理的な面で留意しなければならないことを意識されることは難しい。統計学の授業では、様々な実験を採り入れているが、サイコロを振る、設定されたタイムでストップウォッチを止める、紙ヘリコプターの落下時間を測るなどの過程で、できるだけ自然かつ正確に観測や測定をすることなどを呼びかけることはできても、それらが実際に達成できたかどうかを見極めることは難しい。

夏期休暇に課したレポートのテーマは「データを収集して推定を行う」であった。身の回りの事柄を対象にして観測や測定によってデータを収集する。無作為に抽出することの難しさは事前にも説明していたが、提出されたレポートでは、計算ミスなどの単純ミスも散見される状況であった。また、生徒の認識に起因するものも見られた。ひとつは、普通自動車と軽自動車の比率を調査したものでは、レポート発表時に質問したところ、普通か軽かを見分けたポイントは「ナンバープレートの色」という回答であった。現在は軽自動車の中にも白色のものが混在していることを知らなかった様子で、データが不正確になった可能性は否定できない。またその原因は悪意のあるものでもない。また、街に行く訪日客と日本人の比率を調べたものでは、その見分けは単なる「みかけ」というものであった。持ち物や衣服などを含めておよその見当はついたということであったが、データの正確性という点では疑わしい。指導上の課題認識を深めるものであった。この経験を踏まえて、年度の終わりに課したレポートでは、あらかじめ「統計倫理の学習を踏まえて、データ収集やデータの処理で気をつけたところ」をレポート項目として提示した。これにより、生徒は課題を遂行する上でのデザイン上に、正確にデータ収集を行うことや、適切なデータ処理を心がけるであろうという

ねらいであった。ここに記された内容をいくつかあげる。

- ・桁数が多いため計算間違いをしないよう注意を払った。
- ・(収集する) データがばらつくように男女問わず聞いた
- ・標本をある部活に限定してしまうと、それぞれの活動の特性で身長が偏ってしまうと考えたので標本をクラスにすることでばらつきがないようにした。また9・10組以外の7人は4.5.6.7.8.11.12組の各クラスから1人ずつ聞いた。
- ・データが偏らないように収集する際に気をつけるようにしました
- ・シンプルな質問にして検定した。
- ・(車の観察において) 追い抜かしたり、追い抜かれたりした車を2回以上カウントしないようにした。
- ・正しくデータの収集を行うことができるようにカウンターを用いて計測し、また計算にも誤りがないようにチェックを行った。
- ・データの値をうまく統計の検定の式の計算に当てはめることに気を付けた。
- ・データの公平さを保つために、国名が書かれたリスト表から無作為抽出した。データに誤りがないように慎重に調査を行った。
- ・データの桁数が大きく、手計算や電卓を使用して計算すると計算ミスをしてしまう可能性が高いため、平均や不偏分散を求めるときは、エクセルを用いて計算ミスをしないう心掛けた。
- ・今回データの収集をするにあたって2つの部分に気をつけた。一つ目にサンプルを多くするために駅の階段に当たる部分の号車を選んだ。2つ目に時間帯を同じにしないようにした。平日では多くの人が毎日同じ時間の現車に乗るため収集するデータを行きと帰りにした。
- ・都合の良いデータが出るような操作をしないようにした。
- ・データ収集の際に、自分の好きなものがたくさん入っているものを選ばずに、無造作に商品を選ぶことに気をつけた。

内容として不十分などところも見られたが、生徒が自分なりに正確さを期して課題に取り組んだ様子が見られた。また、このような認識の下で取り組まれたレポートにもいくつかの単純ミスが散見される状況は解消されず、効果の定量的な評価もできていない。しかしながら、わずかな声掛けレベルの取り組みを通して、このような実践を経る中で、統計の実践における正しい態度が涵養されることを願うものであった。

付記

本研究の一部はJSPS 科研費 JP23H05031 の助成を受けている。

文献

- ・稲葉芳成「高校生に対するデータの見方・扱い方についての授業の一例 -統計活用における倫理的側面にも着目して-」2023年度日本科学教育学会年会論文集
- ・米国統計協会「統計業務の倫理ガイドライン」2018, 2022, 原題: "Ethical Guidelines for Statistical Practice", American Statistical Association, 2018,2022,
- ・統計関連学会連合「統計家の行動基準」2017
- ・佐藤恵子他「統計家の行動基準の策定 背景と今後の課題」, 計量生物学, Vol. 35, No. 1, 37-53 (2014)

同一教材を3年間継続して統計的に探究する授業デザインの創造と実践

高野 貴亜紀 宇都宮大学共同教育学部附属中学校

1024taka@cc.utsunomiya-u.ac.jp

1 本稿の意図

中学校学習指導要領解説数学編(文部科学省, 2017)では、「データの活用」領域の指導の意義を次のように述べている。

- ①日常生活においては、不確定な事象についてデータに基づいて判断する場面が多いので、目的に応じてデータを収集して処理し、その傾向を読み取って判断することが有用であること。
- ②よりよい解決や結論を見いだすに当たって、データに基づいた判断や主張を批判的に考察することが有用であること。

本稿では、これら①、②の意義(以降、意義①、意義②と呼ぶ)を踏まえ、同一教材を3年間継続して統計的に探究する授業デザインの創造と実践の一部を報告する。

2 問題の所在

本研究では、意義①、意義②を達成するために克服が望まれる課題を次の4点に整理した。

意義①を達成するための現場に内在している課題

課題1 教材と学習者における関連性が薄いことで、学習者によっては当事者意識が高まりきらずに授業が進んでいる課題(教材と当事者感覚の課題)。

課題2 授業で使用するデータ処理アプリが特殊で、日常生活で使用されず、生涯を通じてアプリを用いてデータを処理してこうとする態度及びスキルが育ちにくい問題(アプリの一般性の課題)。

課題3 主体的にデータを用いて問題を解決する統計的な問題解決である、問題、計画、データ整理・分析、結論(以下、PPDACと呼ぶ)に必要な見方・考え方が、学習者に定着していないことで、主体的な解決の方略を学習者が自らデザインしたくても上手くできない課題(統計的な問題解決能力の課題)。

意義②を達成するための現場に内在している問題

課題4 複数年かけて同一学習を発展的・批判的に考察する学習活動を念頭に入れた授業デザインの先行例を見つけることが困難な課題(発展性・継続性のある授業デザイン開発の課題)。

3 課題の克服に向けた方策の設定

本研究では、2で挙げた4つの課題の克服に向けて次のように方策を設定した。

方策1 教材と当事者感覚の課題(課題1)を解決するために、問いかけなどを工夫して教材を導入し、学習者が当事者意識をもって問題を設定して実験を行い、得られた実データを分析して判断できる学習材を用いる。

方策2 アプリの一般性の課題(課題2)を解決するために、データ処理アプリとして広く認知されているMicrosoft Excelをデータ処理アプリとして使用する。

方策3 統計的な問題解決能力の課題(課題3)を解決するために、PPDACに必要な見方・考え方を学習者が活用できる状態に変容していくための3年間を通した計画を作成し、各学年の「データの活用」領域で継続して変容支援を行う。

方策4 継続性・発展性のある授業デザイン開発の課題(課題4)を解決するために、3年間継続して発展的・批判的に考察し続ける教材の選定と授業デザインを開発する。

4 データサイエンスとの関連

データサイエンスの目的の1つには、身の回りの現象や事象をデータ化し、その傾向を解釈して、現実に再度フィードバックし、データ活用の価値の創出に結びつけることがある(渡辺, 2024)。本研究では、データサイエンスに関する素養を培うために、次の態度を育成する。

- ・PPDACを自ら用いて問題を解決する態度。
- ・同一教材を3年間通して発展的・批判的に考察し、学びを得ながらよりよく解決していく態度。

5 課題1・2・4を解決する教材と教具の設定

(1)教材の設定

教材は課題1、課題2を解決するために、実験から得た実データを扱い、3年間継続して発展的・批判的に考察ができ、かつ、書籍等で紹介され汎用性が期待できる1分間を感覚で計測する教材(以下、1分間チャレンジと呼ぶ)を設定した。

(2) 教具の設定

収集したデータを記録するアプリとして Google スプレッドシート、データをグラフにするためのアプリとして Microsoft Excel を用いることにした。また、思考をビジュアライゼーションするアプリとしてロイロノートを用いることとした。

6 課題3を解決するPPDAC習得ステップの設定

本研究では、4で挙げた育成したいPPDACに関する態度の到達目標を、学習者がPPDACを生涯に通じて意識的有能な状態で主体的に用いている姿とした。3年間を通して学習者が目指す姿に変容していけるように、成長の道筋を9つの段階に分けて設定し、段階を達成できるような支援することとした。

(1) 第1学年：PPDACに出会う

段階1 無意識的無能から意識的無能へ変容する。

これまでのデータを活用した課題解決の授業を振り返り、どのような手順によって課題を解決してきたかについて未整理な状態であることに気づく段階。

段階2 意識的無能から意識的有能へ変容する。

統計的な問題解決の見方として PPDAC を認識し、問題(P)、計画(P)、データ整理(D)・分析(A)、結論(C)それぞれ1つずつに分解して、教師主導のサポートを受けながら、なんとなく整理していく段階。

段階3 積極的サポートを受け PPDAC を活用する。

教師主導のサポートを受けながら統計的な問題を PPDAC で整理しながら解決するとともに、PPDAC を活用した問題解決のよさについて認識する段階。

(2) 第2学年：サポートを受け PPDAC を活用する

段階4 意識的有能だったことを想起する。

PPDAC の構造や用いることよさを前年度の学習から振り返り、教師主導で学び直しや修正を行う段階。

段階5 PPDAC 活用の自立度が高まる。

教師の消極的なサポートを受けながら、PPDAC を項目毎に一人で整理していけるようになっていく段階。

段階6 消極的サポートを受け PPDAC を活用する。

教師の消極的なサポートを受けながら PPDAC を活用し、PPDAC を用いて問題を解決するよさについて再起認識できている段階。

(3) 第3学年：PPDACのよさを認識し自律的に活用する

段階7 意識的有能だったことを想起する。

PPDAC の構造と用いることよさを前年度の学習から

振り返り、教師主導で学び直しや修正を行う段階。

段階8 PPDAC 活用の自立度がさらに高まる。

必要に応じて教師のサポートを受けながら、PPDAC を項目毎に一人で整理していけるようになる段階。

段階9 自律的に PPDAC を活用する。

PPDAC のよさを認識しながら自律的に活用して、日常の問題を解決する見方の1つとして自覚できている段階。

7 各学年の単元デザイン

(1) 第1学年の単元デザイン(14時間設計)

学習内容及び PPDAC を認識して自ら用いようとする態度の育成と、ICT を用いてデータを分析する態度の育成をどの授業で行ったかを示す。

時	学習内容	PPDAC/ICT
1	小学校の統計学習を振り返る PPDACに出会う 学ぶ目的とロードマップを知る	段階1
2	1分間チャレンジ問題の導入 ・問題を整理する(P) ・計画を立案する(P) ・データを収集する(D) 目標「分析力を高めよう」設定	段階2 スプレッド
3	分析力向上の学習① ・範囲と階級の幅	Excel
4	データ分析(A)と判断(C)演習 ・PPDACに整理する ・範囲と階級の幅で分析判断する ・ふた山の散らばりの特徴	段階2 Excel
5	中間レポート作成 ・PPDACにまとめて考察する ・範囲と階級の幅による分析	段階2 Excel
6	分析力向上の学習② ・散らばりと代表値 ・平均値と中央値を選ぶよさ	
7	分析力向上の学習③ ・相対度数/起こりやすさ	段階2
8	中間レポート作成② ・PPDACにまとめて考察 ・相対度数による分析	段階2
9	分析力向上の学習④ ・累積度数/累積相対度数	
10	PPDACを用いた問題解決演習	段階2
11	・分析の視点を多面的に用いる ・批判的に考察する	
12	1分間チャレンジ問題の解決①	段階3
13	・主体的な問題解決 ・よりより判断のための課題	スプレッド Excel

14	評価レポートの作成 ・PPDAC にまとめて考察 ・PPDAC を用いるよさ	段階 3 Excel ロイロ
----	--	----------------------

(2) 第 2 学年の単元デザイン(7 時間設計)

時	学習内容	PPDAC/ICT
1	1 分間チャレンジを振り返る 未解決の回数問題を認識する PPDAC で課題 箱ひげ図に出会う	ロイロ 段階 4
2	分析力向上の学習① ・図の意味理解 ・必要性和適応範囲	
3	分析力向上の学習② ・四分位数/四分位範囲 ・外れ値	
4	分析力向上の学習③ ・知識及び技能の習熟演習	
5	箱ひげ図の活用 ・回数問題を解決する 中間レポートの作成	段階 5 スプレッド Excel ロイロ
6 7	1 分間チャレンジの再考察 レポート作成 ・ヒストグラムのよさと問題点 ・箱ひげ図のよさと問題点 ・ヒストグラムと箱ひげ図を組み 合わせて使うことのよさ ・PPDAC を用いるよさ	段階 5 段階 6 スプレッド Excel ロイロ

(3) 第 3 学年の単元デザイン(10 時間)

時	学習内容	PPDAC/ICT
1	1 分間チャレンジの初期条件を振り返り発展問題を設定する ・発展問題「全国中学生からデータを集める方法とは何か」 ・標本調査に出会う 分析力向上の学習① ・無作為に抽出する	段階 7
2	標本調査のよさを理解する	
3 4	1 分間チャレンジのデータを振り返り標本調査だったことに気づいて発展問題を設定する ・発展問題「データがいくつまでなら全数調査と同じような散らばりになるのか」 分析力向上の学習②	段階 7 Excel

	・標本の大きさ ・母集団を推定する	
5	分析力向上の学習③ ・知識及び技能の習熟演習	
6	標本調査の分析力向上④ ・ふた山型から標本を抽出する	段階 7
7	個別探求	
8	・探求したい問題を見つける	段階 8
9	・PPDAC で解決方略を整理する ・問題を主体的に解決する ・レポートを作成する	段階 9 Excel ロイロ
10	3 年間の統計の学びを振り返り、統計の問題解決の方法として統合する	段階 9

8 授業の実際と今後の予定

(1) 第 1 学年 令和 4 年 5 月実施

(2) 第 2 学年 令和 2 年予備実施 令和 5 年 10 月実施

(3) 第 3 学年 令和 3 年予備実施 令和 6 年 5 月予定

同一教材を継続考察する授業デザイン創造について研究を開始するにあたり、予備研究を令和 2 年から令和 3 年の 2 年間、同一学年の第 2 学年から第 3 学年にかけて実施した。その中で、第 2 学年から第 3 学年にかけて同一教材を継続して考察する授業デザイン実現の示唆が得られた。本研究は令和 4 年より本実施し、令和 5 年、10 月現在、第 1 学年から第 2 学年にかけ、同一教材を継続考察する授業デザインを創造できた。令和 6 年度は同一教材を 3 年間継続考察する授業デザインとして成果をまとめる予定である。発表当日は、令和 4 年から実施した、同一教材を第 1 学年から第 2 学年の 2 年間継続考察した際の、PPDAC を自ら用いて問題を解決する態度や、発展的・批判的に考察し、学びを得ながらよりよく解決していく態度の変容の実際とその手立てについて紹介する。

引用・参考文献

片桐重男 (2004). 数学的な考え方の具体化と指導. 明治図書.

文部科学省 (2017). 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説数学編. 日本文教出版.

宇都宮大学共同教育学部・宇都宮大学共同教育学部附属学校園 (2023). 2023 (令和 5) 年度連携研究プロジェクト研究概要集.

渡辺美智子 (2024). 「データ活用」領域の学びに期待すること—データサイエンスの視点から—, 新しい算数研究, 632, 4-9.

データサイエンス基礎

－ 仮想データを利用したヒストグラムの授業実践事例 －

中時 貴弘・神戸大学附属中等教育学校

兵庫県神戸市東灘区住吉山手 5-11-1, 078-811-0232,

nakatoki_t@people.kobe-u.ac.jp

1. はじめに

平成 29 年告示の中学校学習指導要領解説数学編の中に「目的に応じてデータを収集し、ヒストグラムや相対度数などを用いて、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ができるようにする。指導に当たっては、日常生活を題材とした問題などを取り上げ、それを解決するために計画を立て、必要なデータを収集し、コンピュータなどを利用してヒストグラムなどを作成したり相対度数などを求めたりしてデータの傾向を捉え、その結果を基に批判的に考察し判断するという一連の活動を経験できるようにすることが重要である。」とある。

このことを踏まえ、本稿では第 1 学年の「データの活用」で学習するヒストグラムについて、PPDAC の探究サイクル (Wild & Pfannkuch, 1999) に基づいた授業実践事例を紹介する。

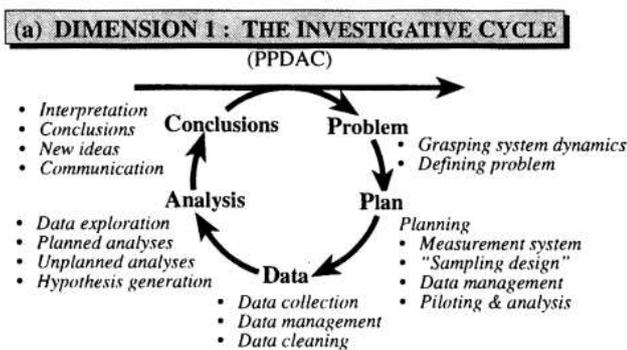


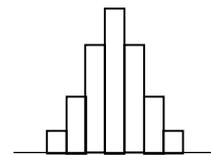
図 1 PPDACの探究サイクル

2. ヒストグラムと分析の視点

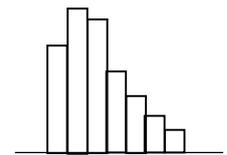
一般に、ヒストグラムからデータの中心やばらつき具合、右や左に歪んでいるかどうか、外れ値の有無などを調べることができる。また、階級の幅のとり方によって形状は異なるので、目的に応じて複数のヒストグラムをつくることも必要になる。

このようにして描かれるヒストグラムの形状はいくつか考えられ、次の(a)～(e)は代表的なものである。

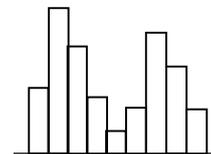
(a) 釣鐘型



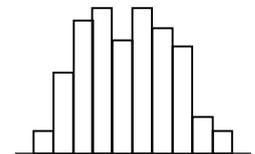
(b) 右歪み型



(c) 二山型



(d) 高原型



(e) 離れ小島型

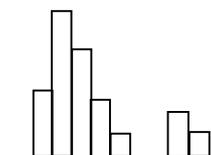


図 2 種々のヒストグラム

(a) 釣鐘型は、分布の中心付近が最も高くなり、両端に向けて左右対称に減少している。所得金額は右に裾を引くデータで (b) 右歪み型になる。平均の異なる 2 つのデータが混在する場合は (c) 二山型になり、3 つ以上の場合には (d) 高原型になる。外れ値が出る場合は、(e) 離れ小島型になる。ヒストグラムによる分析は、2 つ以上の分布を比較するものが主で、度数折れ線を重ねたり、箱ひげ図を比べたり、相対度数をするものが多い。

一方で、1 つの分布を理解するという視点は乏しい。(a) 釣鐘型はデータのほとんどが中央に位置しており (平均値 \approx 中央値 \approx 最頻値)、その集団の傾向をつかむことができるという点で重要な分布といえる。

(c) 二山型、(d) 高原型ときは、原因にあたる項目で分類し直してみる。(e) 離れ小島型ときは、原因が特定できた外れ値を異常値と判断して除外してみる。このようにして再びヒストグラムを描くと、(a) 釣鐘型を見つけることができるようになる。

3. 単元的设计

(1) 単元の構想 *データセットの詳細は当日お示しします。

P (Problem) を「テーマパーク K U S S は、来場者数、年間パスポート取得者数が増加しているものの、売上高(収入の合計)が伸び悩んでいる。売上高を大きくするために何をすべきか。」とし、P (Plan) ではテーマパーク K U S S 来場者の特徴を (a) 釣鐘型を見つけることで分析する。D (Data) は、3カ年の仮想データセット(カードでデータ収集、カードの所有者は1家庭1人)

① 1052件, ② ①のうちの20件を準備して、配布する。

前半は分析例を提示しながら、② 20件で課題解決に向けた P P D A C の探究サイクルを学ぶ。後半はこのことを踏まえて、① 1052件で個人の探究活動を行う。

(2) 単元の展開 *授業プリント、レポート課題は当日お示しします。

時	主な活動 *適宜, Excel の演習を行う。	D (Data)
1次	<u>A (Analysis)</u> [一斉授業] ・来場者の特徴を、性別、年齢から読み取る。	②
2次 ～ 5次	<u>A (Analysis)</u> <u>C (Conclusions)</u> [一斉授業] ・レストラン利用金額について分析する。	
6次 ～ 9次	<u>A (Analysis)</u> <u>C (Conclusions)</u> [個人活動] ・利用金額について分析する。 *レポートの作成を行う。	①

4. レポートとその分析

レポートの評価基準と内訳は次の通りである:

評価	評価基準	人数
A	より大きな釣鐘型のヒストグラムを見つけることができ、構成している人たちの特徴を的確に捉え、課題解決の方策を考えることができている。	24
B	釣鐘型のヒストグラムを見つけることができ、構成している人たちの特徴を捉え、課題解決の方策を考えることができている。	59
C	分布を見つけることはできていないが、課題解決の方策を考えることができている。	20
D	レポートが未提出である。	18

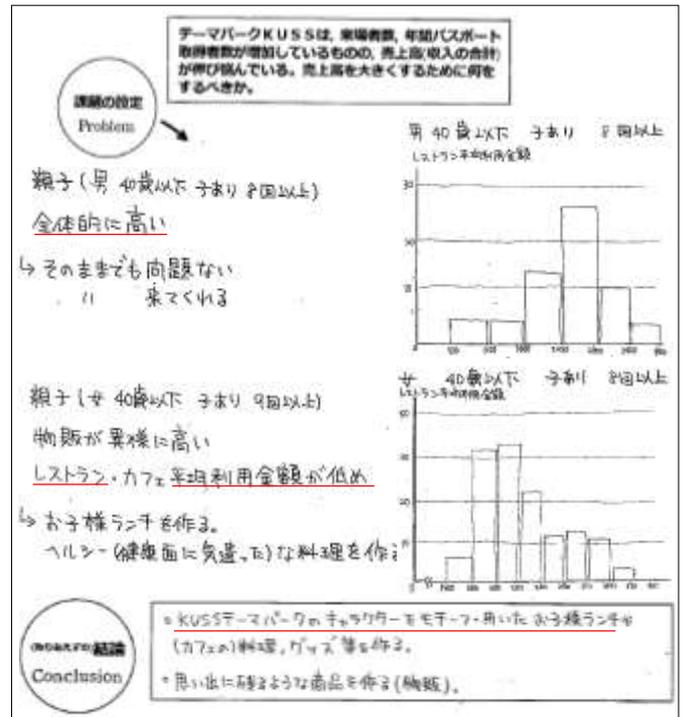


図3 生徒のレポートより一部抜粋

ほとんどの生徒が釣鐘型を見つけられずに苦戦しており、データ分析の難しさを実感することができた。

中には、図3のレポートのように、40歳以下の親子について、特徴を的確に捉えることができていたものがあつた。課題解決の方策も根拠をもとによく考えられているが、子どもに人気のメニューを充実させると、売上高を大きくすることができるのかはわからない。

今回の分析では、利用金額が多い集団を見つけ、その特徴に合ったPRをすることで売上高を大きくすることを期待していたが、推測で書いたものが散見された。

5. おわりに

本実践では、A (Analysis)、C (Conclusions) を中心に個人の探究活動を行ったが、A、B評価の生徒の中に、自ら進んでP (Problem) を立て2週目、3週目と P P D A C の探究サイクルを行っている姿が見られた。釣鐘型を見つけることは、楽しさ変わっていたようだが、分析からわかることを十分に押さえきれなかった。

6. 参考文献

- [1] 文部科学省. 中学校学習指導要領解説数学編 (平成29年告示)
- [2] C.J. Wild and M. Pfannkuch. *Statistical Thinking in Empirical Enquiry*. International Statistical Review (1999), 67,3, 223-265.
- [3] 稲葉太一. 数理統計学入門. 日科技連, 2016

DS教育の現状と課題を踏まえた中高生向けDSコンテストの役割と在り方

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
林 兵馬(h-hayashi@people.kobe-u.ac.jp)

1. はじめに

神戸大学数理・データサイエンスセンター(以下CMDS)は、中学生および高校生を対象にデータサイエンスコンテスト(以下DSコンテスト)を主催しており、これはデータサイエンスおよびAI教育における同大学の取り組みをアピールし、中高生および教育関係者に向けた統計教育の指導力向上を目的としている。

第1回から第3回まで毎年200人以上の中高生が参加しており、生徒は自らの知識と技術を活かして実案件に近い模擬課題に挑戦し、データサイエンスにおけるプロセスである、PPDAC、CRISP-DM、DMAICなどを体験することができる。

DSコンテストは全ての参加生徒が同一のデータとテーマを扱い、Kaggleなどのコンペティションに近く、中高生が参加できる他の多くの自由研究的なコンテストとは異なる。またDSコンテストでは生徒は指定されたテーマに即した問題を自ら設定し、データ分析を行い、その分析結果に基づいて解決策を立案することが求められる。

2. 実施背景

日本における統計およびDS教育は、いくつかの問題点に直面しており、その現状に一石を投じるためにDSコンテストの開催に至った。

まず、データサイエンス教育には理論と実践の統合が重要であるにも関わらず、これを支える適切な教材が不足している。例えば、仮説検定を教える場合、理論的な知識(手法の比較、p値、検定統計量など)と実際にデータを分析する実践が必要と考え

られるが、これらを両方満たした教材は少ない。加えて、教育現場は実際のデータやオープンデータを用いる実案件主義を求められているが、これらのデータは中高生にとって扱いが難しく、またNDA契約など、必要なデータを得るためのハードルが高いという問題がある。

日本における統計・データサイエンス教育は、中高生向けの専門指導者不足と自主学習の機会制限により、質の向上と普及が課題となっている。これを克服するため、実践的な問題セットとデータセットの提供が重要である。実際のデータ分析を通じて、学生はデータサイエンスの手法を学び、問題解決能力を養うことが可能となる。教育現場での適切なデータセットの導入は、生徒の理解を深め、教育の質を向上させるために不可欠である。

3. DSコンテストの方針

参加チームが主体となってデータサイエンスの体験を深めることに重点を置いている。このコンテストでは、リアルに近い模擬案件に取り組むことで、参加者が自ら課題を設定し、データ分析を行い、課題解決策を立案する一連のプロセスを体験することを目指す。

さらに、全ての参加チームが共通のデータセットと模擬案件に取り組むことで、審査の基準が明確となり、公平性を担保している。これにより、チーム間の比較が容易になり、他チームの分析や発表から新たな気づきを得ることが可能になる。

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

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

4. DS コンテストの手ごたえと今後の方針

DS コンテストの参加生徒に統計とデータサイエンスに対する興味を促す重要な機会を提供している。このイベントは、生徒が実際にデータサイエンスを学び、進学を志すきっかけとなっている。DS コンテストでは、高度な専門知識を必要とせず、生徒にとって身近なテーマが採用されている。これにより、「テーマがイメージしやすく、分析に集中できた」という参加者の声が寄せられている。

さらに、このコンテストは中高生だけでなく、大学生や社会人までを対象としたデータサイエンス教育の教材としての活用が可能である。すでに高校や大学の授業で活用されており、今後も PBL 型の授業や教育プログラムでの利用が期待されている。データや案件の取り扱いが容易であるため、NDA 契約などの必要がなく、教育現場での活用が期待される。

5. 今後の展望

現在、出題テーマやデータに関しては、NDA 契約の関係があるため、すべて 0 から作成している。しかし、今後は実データ・実課題に即したデータセットの作成を検討している。

具体的には、プライバシー保護技術を活用し、実際のデータの基本統計量を保持している合成データおよび PBL (Problem-Based Learning) 課題を作成する。このアプローチにより、協力機関から提供されたデータを元に、より現実に即したが架空の設定を構築し、コンテスト参加者・データ提供元だけでなく、データセット及び問題を 2 次利用する授業者、生徒全員にとって安全なデータセットと問題設定提供を目指す。

また、次回以降の開催では生徒の誤用例も精査し、報告したい。

6. 最後に

本発表は、2023 年度人工知能学会全国大会 (第 37 回) 企画セッションでの発表をもとに再構成したものである。



図 1：第三回 DS コンテストのフライヤー

図 2：第三回 DS コンテストの問題スライド 1

図 3：第三回 DS コンテストの問題スライド 2

ICT を活用した高等学校数学 B「統計的な推測」の指導

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

ICT (Information and Communication Technology) を活用した高等学校における統計内容の指導は、高校生にとってより実践的で興味深い学習体験を提供するための効果的な方法である。本稿では、ICT を活用した数学 B「統計的な推測」の指導に関する2つの実践例を紹介する。

2. データの相関と回帰直線

数学 I「データの分析」で、散布図のかき方や相関係数の求め方を学習しているため、回帰直線の求め方の指導は次のように行うことができる。

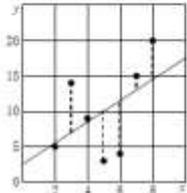
○回帰直線の求め方

例題1 次のデータについて、回帰直線を考えてみます。

x	2	3	4	5	6	7	8
y	5	14	9	3	4	15	20

散布図をかいてみると、おおよそ図のような回帰直線がイメージできるといえます。

回帰直線は、求める直線とそれぞれの観測データのズレが最小になるように傾きや切片を決定することができます。(最小二乗法)。



求める直線を $y = ax + b$ として、それぞれのデータとの差(点線の長さ)を2乗したものの和が最小となるように、 a, b を決定します。

実際には、その和が

$$203a^2 - 784a + 70ab + 7b^2 - 140b + 952$$

$$= 7\left(b - (10 - 5a)\right)^2 + 28\left(a - \frac{3}{2}\right)^2 + 189$$

となるので、 $a = \frac{3}{2}, b = \frac{5}{2}$ のとき最小となる。

また回帰直線は、データの平均、標準偏差や相関係数を用いて次のように求めることもできます。

○回帰直線の方程式

x の標準偏差を s_x 、 y の標準偏差を s_y 、 x と y の共分散を s_{xy} 、相関係数を r とするとき、回帰直線の傾き a は $a = \frac{s_{xy}}{s_x^2} r$ となる。

ちなみに $r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$ であるから $a = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$ とも表される。

また、回帰直線は点 (\bar{x}, \bar{y}) を通る。

そこで、Excelを利用してデータの平均、標準偏差や相関係数を求め、そこから回帰直線の方程式を求めてみましょう。

例題1のデータについて右下のような表が準備されています。

x	y	$(x-\bar{x})^2$	$(y-\bar{y})^2$	$(x-\bar{x})(y-\bar{y})$
2	5			
3	14			
4	9			
5	3			
6	4			
7	15			
8	20			

- x, y の合計と平均を表示させる。
- D2, E2, F2に数式を入力する。(設定するセルに注意します)
※ D2セルには「= (B2 - 8 B \$ 10) ^ 2」と入力して、 $(x - \bar{x})^2$ の値を表示
- コピーを利用してD3以降の欄も表示させる。
- E, F列も同様にして、 x, y の分散と標準偏差、 x と y の共分散を表示させる。
※ x の分散 (D10) は、 $\frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 \}$ ですから、D2~D8の平均で求めることができます。
- 相関係数を表示させる。

今回の例では、 x の標準偏差 $s_x = 2$ 、 y の標準偏差 $s_y = 6$ 、 x と y の共分散 $s_{xy} = 6$ 、 x と y の相関係数 $r = 0.5$ であるから、回帰直線の傾きは $a = \frac{s_{xy}}{s_x^2} r = \frac{6}{2^2} \times 0.5 = \frac{3}{2}$ であり、回帰直線は $(\bar{x}, \bar{y}) = (5, 10)$ を通るので、その方程式は $y = \frac{3}{2}x + \frac{5}{2}$

回帰直線の求め方を指導した後には、回帰直線を利用した推測を行うことができる。

例題1 次のデータについて、Excelを使って散布図や回帰直線を求めてみよう。

x	2	3	4	5	6	7	9	9	11	12	13	15
y	1	2	2	17	3	23	3	25	22	23	21	

(1) グラフの表示 (散布図)

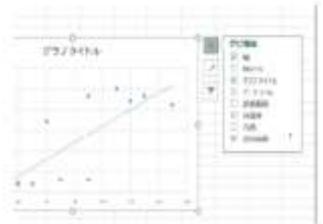
図2のように、マウスでA2~B13セルを指定してから、画面上部の「挿入」をクリックする。挿入の選択メニューの中から、グラフの中にある散布図のアイコンをクリックする。散布図にも色々な種類があるが、一番シンプルなものを選んでクリックすると図3のようなグラフが表示される。これで散布図は完成です。もし、グラフにタイトルをつけたいときは、グラフタイトルの枠をクリックして、タイトルを入力します。

グラフの表示には、グラフの種類に始まり、縦軸、横軸の設定など様々なオプションがあります。グラフを指定してから右クリックすると書式を変更できますので、興味のある人は色々試してみてください。



(2) 近似曲線の表示

作ったグラフをクリックすると、グラフの右上に図4のように3つのアイコンが表示されます。このうち一番上の「+」のアイコンをクリックすると、左下図のように「グラフ要素」というメニューが表示されます。一番下の近似曲線の前の をチェックしてカーソルを近似曲線の位置に合わせると、左下図のように「近似曲線」というタイトルの右側に小さな黒い三角形が現れます。その三角形をクリックすると図5のように、さらにメニューウィンドウが開きます。その中で一番下の「その他のオプション」を選択すると画面右端に「近似曲線の書式設定」というウィンドウが現れます。



この近似曲線の書式設定のウィンドウで、回帰直線を選ぶには線形近似を選択します。さらに、書式設定のウィンドウの下の方に「グラフに数式を表示する」というメニューがありますので、それを選択すると、グラフの中に回帰直線とその式が表示されます。なお、データの分布を近似する直線は直線だけではありません。2次関数 ($y = ax^2 + bx + c$) や指数関数 ($y = a^x$) のグラフで近似した方がよりよくフィットする場合があります。その場合は「近似曲線のオプション」で近似させる関数を選びます。

※例えば、2次関数のグラフで近似したい場合は「多項式近似」→「次数2」とすればよい。

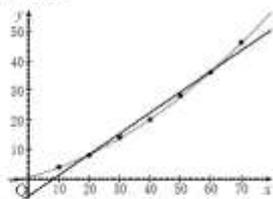


図6

練習2 下の表は、ある自動車でドライバーが止まろうとしてから実際に停止するまでの距離と止まろうとしたときの走行速度の関係をまとめたものである。このデータについて、次の各問に答えよ。(参考資料 警察庁資料「速度による停止距離」)

走行速度 (km/h)	10	20	30	40	50	60	70
車が止まるまでの距離 (m)	4	8	14	20	28	36	46

(1) エクセルにデータを入力して、散布図を作成せよ。



(2) 2つのデータの相関係数を求めよ。
0.99157

(3) このデータの回帰直線の式を求めよ。
 $y = 0.7x - 5.7143$

(4) このデータの近似曲線として②の2次関数のグラフ(放物線)を考えると、その2次関数を表す式を求めよ。
 $y = 0.0052x^2 + 0.281x + 0.5714$

(5) ③、④で求めた関数の式を利用して、走行速度が80km/hであるときに車が停止するまでの距離を予想せよ。

- ③ 回帰直線の場合 50.2857 m
- ④ 2次関数で近似の場合 58.3314 m

【※】警察庁の資料では走行速度が50 km/hのときの停止距離は57 mとなっている。すなわち、直線(1次関数)よりも放物線(2次関数)の方が良い近似結果を得られることがわかる。確かに回帰直線は便利であるが、データの分布を見て、適切に近似を考える関数を選ぶことが必要であることもおさえておきたい。

3. 仮説検定による課題学習

PPDAC サイクルをまわす課題学習の例として仮説検定の利用を挙げる。帰無仮説と対立仮説、仮説検定の考え方を指導した後に、「身近なことがらを数値化して平均値の差を調べてみよう」という課題を設定する。分析には Excel の「分析ツール」を使用する。短い期間(時間)で行えることによさがある。

(1) P (Problem : 問題)

高校生が調べてみたいと考える身近なことから問題を設定する。

(2) P (Plan : 計画)

学習した統計の手法で明らかにできそうなものであるかをグループで検討する。

(3) D (Data : データ収集)

どの単位で答えるのとよいかを明確にし、クラス内でデータ収集を行う。

(4) A (Analysis : 分析)

データの種類に注意し、分析を行う。対応のあるものと対応のないもので分析の方法が異なる。

(5) C (Conclusion : 結論)

分析の結果とそれからいることを整理する。事実と推測を分けることが重要である。

次に実際に生徒が取り組み、作成したスライドを示す。

文理選択と数学の関係性

The relationship between the choice of literature and mathematics

帰無仮説 The null hypothesis

文系も理系も数学が同じほど好きである
Humanities and science majors like mathematics equally as much as each other

対立仮説 Opposition Hypothesis

文系よりも理系のほうが数学が好きである
Science majors like mathematics more than liberal arts majors

方法 method

アンケート調査を実施
Conducted survey

① 文系か理系か
Humanities or Science

② 数学がどれくらい好きか(1~100)
How much do you like mathematics (1-100)

結果 result

文系		理系		F-検定: 2標本を使った分散の検定	
82	45	平均	47.86667	実数 1	実数 2
1	70	分散	816.2667	6	16
70	85	標準誤差	28.58889	自由度	15
50	50	F 検定値	0.085222	2 標本間の分散比	2.655389
50	75	自由度	2.901295	P(T<=t) 片側	0.002222
33	65	2 標本間の分散比	2.901295	F 検定値	2.901295
69	69	t-検定: 等分散を仮定した 2 標本による検定			
34	85	平均	47.86667	実数 1	実数 2
90	80	分散	816.2667	6	16
80	75	標準誤差	28.58889	自由度	15
75	82	t 検定値	-2.41317	P(T<=t) 片側	0.012765
100	83	2 標本間の分散比	1.742118	T 検定値	1.742118
83	60	P(T<=t) 両側	0.02553	T 検定値	1.742118
60	60	T 検定値	2.901295		

F 検定の値は P > 0.05 なので等分散であるとすると

T 検定の値は片側検定で P < 0.05 なので差があると見える

文系よりも理系のほうが数学が好きといえる
You could say that I like math more in the sciences than in the humanities.

考察 consideration

数学が好きな人ほど、理系を選択する
The more you like math, the more you choose science.

or

数学が嫌いな人ほど、文系を選択する
The more you hate math, the more you choose the liberal arts.

発表の後には、対立仮説と考察にある主張は同じものであるのかという議論が起きた。

Is there a difference between Boys' height and Girls' height?

We investigated how tall they are in our class

girl	boy
162	158
166	168.5
167	180
168	170
166	170
168	185
168	175
148	171
151	171
157	182
165	175
168	180
158	182
163	168
163	165
162	181
155	168
166	175
158	174
164	172
159	170

Null hypothesis:
There is not any difference in boys' and girls'

F検定: 2標本を使った分散の検定		
	組数 1	組数 2
平均	157.52381	172.690476
分散	26.5619048	53.3119048
観測数	21	21
自由度	20	20
観測されたF	0.4682359	
$P(T \leq t)$ 片側	0.06381293	
F検定のP値	0.47077539	

We can rejection the null hypothesis
From this result→

t検定: 等分散を仮定した2標本による検定		
	組数 1	組数 2
平均	157.52381	172.690476
分散	26.5619048	53.3119048
観測数	21	21
グループされた	39.9369048	
仮定平均との差	0	
偏差	0.0	
t	-7.7767402	
$P(T \leq t)$ 片側	7.3544E-10	
t検定のP値	1.68385101	
$P(T \leq t)$ 両側	1.5000E-09	
検定値: 両側	2.02167539	

Consideration

Boys' height is taller than Girls'



この結果は、予想通りであるという反応が多かった。2つのグループに共通するのは、直感的に成り立ちそうなことに関して、データ分析を通して検証したことである。1~2グループの発表のみ授業で扱うことにすると、この課題学習を2時間程度で扱うことができる。表に単位を入れる、有効数字を考えて表現するなどの指導も必要である。

4. 学習の系統性と ICT を活用することの意義

数学 I 「データの分析」、数学 A 「確率」で学習した内容を使って、数学 B 「統計的な推測」を指導することになっているが、そのつながりがわかりにくい、内容が豊富であり、限られた授業時間で指導するのが難しい等の問題がある。数学 B の教科書では、先に統計学の性質について数学を使って示し、それから利用の仕方を紹介している。そのため、利用の仕方まで授業で扱われない危険性がある。ICT は情報 I でも活用しており、操作に慣れる、またはその可能性を知る意味でも様々な授業で扱うことが望ましい。本稿では、ICT の活用を Excel の表計算と発表スライド作りの面を中心に紹介した。ICT を活用した課題解決型の学習を取り入れることで、統計学の性質を示すことと利用の仕方を同時に学習できるようになることを主張したい。

また ICT を活用することで、授業者は事前にスライドを準備しておけば、説明や証明を黒板に書くことが減る。これはよいことも多いが、スライドにあることで説明が速くなり、高校生もわかったつもりになる危険性もある。高校生の納得を確認しながら授業を進めるには、スライドに書き込めるようにすること、ICT を活用して解決する課題を増やすことが大切であるといえる。「総合的な探究の時間」に個人やグループで活動する機会も増えている。早い段階の教科の授業で ICT を活用した統計分析の方法を紹介することで、探究の手法を増やすことにもなる。Web サイトに公開さ

れているデータやアプレットを利用してデータ分析を行う、学習用のサイトから動画を閲覧する等、多くの可能性がある。これらは情報科をはじめ多くの教科が連携して取り組むべき課題である。このような取組を教科横断的に行うことで高校生の主体的・対話的で深い学びを実現するものと考えている。

5. まとめ・今後の課題

本稿では、ICTを活用した数学B「統計的な推測」の指導例を示し、学習の系統性とICTを活用することの意義を述べた。今後は、ICTを活用して解決する課題を整理するとともに、授業を受けた高校生にとって、「活動の目的が明確になっているか」、「適切な発問がされているか」、「またやってみたいと思うものか」について検討したい。また、授業での生成系AIの利用についても進めたいと考えている。

6. 参考文献・参考URL

- (1) 文部科学省 (2018), 高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 数学編 理数編.
- (2) 渡辺美智子 (2011) 「科学的探究・問題解決・意思決定のプロセスを通して育成する統計的思考力」, 科学教育研究, 35(2), pp.71-83.

家庭科教育×データサイエンスで培う素養の一考察

林 宏樹* (雲雀丘学園中学校・高等学校)
小山 光美 (雲雀丘学園中学校・高等学校)
佐野真理子 (雲雀丘学園中学校・高等学校)
松永 藤彦 (東洋食品工業短期大学包装食品工学科)
稲津早紀子 (東洋食品工業短期大学包装食品工学科)

*連絡先 〒665-0804 兵庫県宝塚市雲雀丘 4-2-1

Email : h-hayashi@hibari.ed.jp

1. はじめに

2022 年度より高等学校では新たな学習指導要領のもと、教育活動が行われている。そのうち、データサイエンス教育の基盤となる学習内容が増えたことが特徴の1つとして挙げられる。これらを踏まえ、「情報 I」におけるデータの活用、「数学 I」のデータの分析、「数学 B」の統計的な推測などの分野における探究的な取組や、データを活用した「総合的な探究の時間」の取組などのデータサイエンスと探究学習を連携させた授業実践事例が増えてきた。

高校2年生「家庭基礎」の「食生活と健康」では、食品の調理上の性質の理解と食文化の継承を考慮した調理計画に関する実習を行う。我々は、これらの学習内容に、科学的視点を取り入れたデータを用いた授業展開を行う指導方法について情報科教員、数学科教員、家庭科教員で協議を行った。

本稿では、日本の伝統的な食品の一つである「筑前煮」を題材に科学的視点を取り入れたデータサイエンス学習教材を開発するための予備的な授業実践を紹介する。

2. 「筑前煮」を題材とした授業デザイン

雲雀丘学園中学校・高等学校の家庭科の調理実習では「和食」を積極的に取り入れており、高校2年生「家庭基礎」の授業にて、お節料理「筑前煮」の実習を行う。筑前煮の調理に関する指導を行う際、重点的項目の1つとして砂糖の量に着目した指導を行う。筑前煮はお節料理の1つの食材であり、年末に調理を行い、1月1日～1月3日の3日間腐らないようにするために通常より砂糖の量を増やして調理する。これらを学び、筑前煮を3日間腐らさないという先

人の知恵を学ぶ授業展開である。その後、伝統的な調理方法をもとに、生徒は決められた砂糖の量を含めた調味料を使って調理する実習であった。

そこで、本実践では、科学的な視点を育むために、筑前煮が腐る砂糖の適切な量はどの程度か、保存する環境によってどのように砂糖の量が異なるのかなど、与えられた情報を鵜呑みにするのではなく、生徒が主体的に考えることができる授業展開の実現を目指した。

3. 「筑前煮」における教材と授業展開

授業準備として、「腐る」とはどのような状態を指すのか定義を定める必要がある。そこで、東洋食品工業短期大学と連携し、3種類の砂糖の量(通常量の10gに対して、0g、20g)を用いた筑前煮に関する資料を作成した。恒温器にて4℃または35℃で保存した0、2、6、14日目の筑前煮の外観(図1)、生菌数(図2)、pH、水分活性(Aw)、Brix(%), 塩濃度(%)を記録し、腐っている状態を判断した。



図1 筑前煮の画像・保存状態 35℃
(保存期間 左：2日目、右：6日目)



図2 筑前煮の菌数の様子

保存状態（上：4℃，下：35℃）保存期間2日目

次に、実施した授業展開の内容を表1に示す。

表1 授業展開の内容

指導内容	生徒の学習活動
画像による主観的な調査	筑前煮の画像をみて、「腐っているか、腐っていないか判断させる。
実物による主観的な調査	画像と同じ砂糖の量の実物の筑前煮を観察し、腐っているか腐っていないか判断させる。
科学的なデータと主観的な判断の比較・考察	東洋食品工業短期大学による測定データを示し、画像の状態と判断した結果と比較・考察させる。
アンケート分析	自らの判断と他者の判断の違いをデータから分析させる。

4. 調査結果を用いた授業展開の例

本実践では、画像の「筑前煮」をみて、「腐っていると断定できる、腐っていると思う、腐っていないと思う、腐っていないと断定できる」の4件法の調査を行った。砂糖の量を0g、10g（通常）、20gと変え35℃で保存した0、2、6、14日目の筑前煮の12枚の画像をランダムに並べて回答させた。

結果、「腐っていると思う、腐っていると断定できる」と回答した結果は、表1の通り、砂糖の量が0g、10gの場合は日が経つほど割合が高くなり、妥当な結果となった。しかしながら、20gの場合は2日目の割合が高く、逆に14日目は割合が低い結果となっている。このような予想と異なる結果について、考察させる授業展開を行う。

表2 画像による調査結果

砂糖の量	0日目	2日目	6日目	14日目
0g	4%	42%	99%	99%
10g	8%	36%	97%	100%
20g	5%	74%	87%	30%

考察を行う際には、生徒の調査結果と、授業準備でデータ収集した生菌数（図2）、pH、水分活性（Aw）、Brix（%）、塩濃度（%）などを組み合わせて結論を見出すように展開する。

5. 本実践による生徒の感想

本実践では、授業前と授業後のアンケート調査において「あなたは、腐っている食品についてどのような基準で腐っていると判断しますか？複数項目を記入してもよい」を記述で回答させた。回答結果について、腐っていると判断する観点の個数は、授業前が平均2.3個、授業後が2.9個と向上した。また、腐っていると判断する観点の個数が増加した生徒は60%であり、一定程度の授業効果があったと判断できる。

6. おわりに

本実践では、「筑前煮」に対して、画像、実物をもとに、「腐る」という状態について判断と考察を行わせた。また、科学的なデータを加えることで、判断した結果に対する妥当性を確認するように展開した。本実践によって、次の2つのデータサイエンスに関わる力を身に付けることができる可能性を示唆することができた。

- ① 「腐る」という観点に関して、見た目、臭いなど1つの指標で判断するのではなく、複数の指標に基づいて判断する力を身に付けさせる。
- ② 自己の判断と他者の判断が異なることをデータから学び、客観的なデータを活用して意思決定する姿勢を身に付けさせる。

身の回りの生活に密接な授業を取り扱う家庭科において、従来の内容に加え、データを活用した授業内容に発展させることで、データサイエンスの基本的な素養を育むことができると考えている。

SERJの特集号からみるデータサイエンス教育の動向

: 日本の学校教育段階におけるカリキュラム開発に向けて

塩澤友樹・梶山女学園大学教育学部

〒464-8662 名古屋市千種区星が丘元町 17 番 3 号

E-mail : yshiozawa@sugiyama-u.ac.jp

1. はじめに

AI戦略2019では、今後のデジタル社会に向けて、数理・AI・データサイエンスに関する教育改革の方針を示した。例えば、高等学校、大学・高専、社会人のリテラシー教育の具体目標について、表1の通り定めている。

表1 AI戦略2019における具体目標

<p><高等学校> 全ての高等学校卒業生（約100万人卒/年）が、データサイエンス・AIの基礎となる理数素養や基本的情報知識を習得。また、人文学・社会科学系の知識、新たな社会の在り方や製品・サービスのデザイン等に向けた問題発見・解決学習を体験</p> <p><大学・高専> 文理を問わず、全ての大学・高専生（約50万人卒/年）が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得</p> <p><社会人> 多くの社会人（約100万人/年）が、基本的情報知識と、データサイエンス・AI等の実践的活用スキルを習得できる機会をあらゆる手段を用いて提供</p>

※内閣府(2019)p.9及びp.12の記述を引用し筆者作成

表1の具体目標に関わり、数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアムは、大学・高専における具体目標を達成するために、2020年4月に数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）のモデルカリキュラム、2021年3月に数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）のモデルカリキュラムを公表した。近年では、コンソーシアムのブロック毎の交流も一層盛んに行われ、モデルカリキュラムに対応した大学での数理・データサイエンス・AI教育が普及している。一方、高等学校においては、表1の具体目標を達成するために、平成30年告示高等学校学習指導要領において「情報I」が必修化され、「数学I」や「数学B」でも30年ぶりに仮説検定に関わる内容を扱う等、統計に関する内容が充実した。さらに、学習内容に目を向けると、数学科

と情報科では、重複内容を認めながら、連携して確率統計に関する内容を扱うことが期待された（大橋，2022，p.20）。例えば、2019年に公表された高等学校情報科「情報I」教員研修用教材では、「情報通信ネットワークとデータの活用」の学習内容として、「数学I」で扱う箱ひげ図や散布図（単回帰分析）、「数学B」で扱う仮説検定に関わる学習活動が紹介されている。

しかし、データサイエンス（DS）に関わる学習内容を数学科と情報科で扱う上で、どのように体系的に扱うかについて理論的な検討を行った先行研究はいまだ少なく、課題研究などでの実践報告が中心である（例えば、古賀，2020；林，2023）。そのため、特に学校教育段階におけるDSの学習内容の配列や位置づけ方については、今後の研究課題になっている。諸外国の研究動向に目を向けても、主要な統計教育研究の文献をレビューした Burrill & Pfankuch (2024) は、統計教育の新たな動向として、「データサイエンス (Data science)」、「統計概念の可視化 (Visiblizing statistical concepts)」、「社会統計学 (Social statistics)」、「学習に関する新たな文脈 (New contexts for learning)」の4つを挙げた。そして、「データサイエンス」の方向性として、カリキュラム全体にDSの一貫した考え方を導入するためのより詳細な研究が必要であることを指摘している (Burrill & Pfankuch, 2024, p.26)。したがって、世界的な研究動向から見ても、DSの学習内容の配列や位置づけ方の詳細については明らかにされていない点が多く、課題となっている。このような現状に対し、国際的な統計教育の学術誌である「Statistics Education Research Journal」(以下、SERJ)では、2022年7月にDS教育に関する特集号が組まれた。そして、その中で、当時の研究動向について整理する上で、11本の論文を紹介した。日本でも学校教育段階におけるDSの学習内容を体系的に扱うことを検討することを鑑みれば、これらの論文は日本の学校段階におけるDSカリキュラムの体系化に向けた貴重な資料と

なり得る。

そこで、本研究では、SERJのDS教育に関する特集号に掲載された論文について整理・考察することで、日本の学校教育段階におけるDSカリキュラムの体系化に向けた示唆を導出することを目的とする。

2. 研究の方法

本研究では、2022年にSERJのDS教育の特集号として掲載された論文のうち、エディトリアル(Editorial)として掲載された論文を除く11本の論文について、①論文のタイトル、②論文の種類、③対象とする教育段階(対象段階)、④論文の概要の観点で整理する。この際、②については、エディトリアルでの分類(Biehler et al., 2022, p.2)を参考に「DS教育の理論的な貢献や枠組みに関する論文」(理論的貢献)、「中等教育や教師教育におけるDSの教授・学習に対するデザインや実証的な貢献に関する論文」(実証

的貢献)、「学部、あるいは職場レベルにおける異なる分野のDSの教授・学習に対する諸課題に関する論文」(異分野での諸課題)の3つに分類する(Biehler et al., 2022, p.3)。③については、「中等教育」、「高等教育」、「一般教育」の3つに分類する。なお、教師教育を対象としている場合は「(教師教育)」と付記する。そして、これらの論文の全体的な特徴について総合的な考察を行い、日本のDSカリキュラムの体系化に向けた示唆を導出する。

3. SERJのDS教育に関する特集号に掲載された論文の概要とその特徴

SERJのDS教育の特集号として整理された11本の論文について、前述の4つの観点で整理すると、表2の通りである。

表2より、論文の種類は、「理論的貢献」が3本、「実証的貢献」が4本、「異分野での諸課題」が4本であった。

表2 SERJのDS教育に関する特集号に掲載された論文の概要

ID	論文のタイトル	論文の種類	対象段階	論文の概要
1	ホリスティックなデータサイエンス教育に向けて (Veaux et al., 2022)	理論的貢献	高等教育	ホリスティック・データサイエンスを「データに基づく問題解決と知識発見への学際的アプローチ」と定義し、DSカリキュラムをテクニクやコーディング練習の寄せ集めとするのではなく、①動機、問題の定義、文脈、②データの出所と経歴、③科学的推測、④人間と機械の相互作用と意思決定、⑤倫理、⑥問題解決に焦点を当てるなど、より実践的でホリスティックなカリキュラムに移行する必要性を指摘した。
2	データサイエンティストのようなデータ探索：キーとなる実践とプロセス (Lee et al., 2022)	理論的貢献	中等教育	先行研究におけるDS概念及び統計的問題解決等の問題解決のプロセスの捉えについて整理するとともに、データサイエンティストへの観察・インタビュー調査、公開記事の分析を行った。その結果、従来の枠組みを拡張する形で、学校教育段階でのDS実践に対応する「Data investigation process」を提案するとともに、実践上の留意点と今後の授業設計・カリキュラム開発の指針について報告した。
3	データサイエンス入門のクラスにおける5W1Hの期間プロジェクト (Cetinkaya-Runde et al., 2022)	理論的貢献	高等教育	DS入門カリキュラムにおいて、大学生が創造性、積極性、自主性を促進する実践的な学習としてチームプロジェクト(研究課題、データセット、アプローチ(Rを利用)、分析、結果の伝達)と一連の問題解決に取り組む意義とその有用性について体系的に論じるとともに、授業の流れやその留意点についても実践事例に基づき説明した。
4	「コーディングだけならば数学が好き」：データサイエンス入門コースにおける生徒の経験のケーススタディ (Heinzman, 2022)	実証的貢献	中等教育	カリフォルニア州の州立高等学校の生徒を対象にしたDS入門の授業実践(Rを利用)についての報告であり、自己決定理論に基づく授業観察や調査を通して、DS入門を受講した9割近くがコンピテンシー、自主性(エージェンシー)、関係性(帰属意識)の項目に肯定的な回答を示し、既に履修した数学や統計の授業と比べても、問題解決等のよさを実感していたことを報告した。
5	学校におけるデータサイエンスプロジェクトの場：統計学とプログラミングの間 (Podworny et al., 2022)	実証的貢献	中等教育	ドイツの中等教育レベルの教授単元/教師の能力開発を目的とするProDaBiプロジェクトの一環として、9学年の生徒を対象にコンピュータサイエンスの授業で実施したDS授業について報告であった。具体的には、認識論的プログラミングを用いたプロジェクト(Jupyter Notebook (Python)を利用)を通して、9学年でも統計とプログラミングの要素を含む授業が可能であることを例示した。

6	教育用に設計されたジュピター・ノートブックを用いたデータ駆動型機械学習の指導と学習 (Fleischer et al., 2022)	実証的 貢献	中等 教育	ドイツの ProDaBi プロジェクトの一環として、12 学年の生徒を対象に開発した DS 授業についての報告であった。具体的には、本コースは教育モジュールとプロジェクトフェーズから構成され、CRISP-DM サイクルを背景に、機械学習の手法として自動作成される決定木を用いる教育モジュールやプロジェクト、作成物について (Jupyter Notebook (Python) を利用)、生徒は機械学習のプロセスを遂行できるものの、説明の文書化に課題があることを指摘した。
7	コード駆動型ツールを使用した予測モデリングと API の高等学校の統計教師への導入 (Fergusson & Pfannkuch, 2022)	実証的 貢献	中等 教育 (教師 教育)	高等学校の統計教師が API を介した動的データや予測モデリングを含む新しい学習環境に触れたとき、どのような統計的理解や計算的理解を示すかについて調べるため、コード駆動型ツール (R を利用) を用いた Web ベース課題を開発した。そして、その課題を教師向けのワークショップでの実践し、API と予測モデリングに関する新しい統計的理解や計算的理解を促すことを明らかにした。
8	データサイエンス教育への人文科学の統合 (Vance et al., 2022)	異分野 での諸 課題	高等 教育	従来の技術面に偏った DS 教育に対し、STEM と人文科学の視点を融合した新しい包括的学際的 DS 入門コースとして、米国コロラド大学ボルダー校で開発されたコースの概要 (R を利用) についての報告であった。具体的には、National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine の学部での DS 教育に関する報告書を参照しながら、STEM 専攻以外のより多くの学生に「データ洞察力」を身に付けるため、DS 教育へ人文科学を統合する必要性を指摘した。
9	非専門家向けの機械学習：ホワイトボックス的アプローチ (Mike & Hazzan, 2022)	異分野 での諸 課題	高等 教育	DS を専攻していない (数学の知識不足) 学習者 (大学院生) に対し、機械学習アルゴリズムに関するホワイトボックス的理解を支援するため、数学教育のプロセスオブジェクト理論 ²⁾ を背景に開発した学習モジュールとその評価方法の有用性についての報告であった。具体的には、K 近傍アルゴリズムを手計算で確認したり、手でシミュレートしたりする機会を設ける、つまり、既知の数学的知識と実践課題に基づくアルゴリズムを関連付けて教授することで、学習者はプロセスとしての理解を向上できることを指摘した。
10	ビジュアライゼーションの作成と解釈に関するデータサイエンティストの認識論的思考 (Bolch & Crippen, 2022)	異分野 での諸 課題	一般 教育	データサイエンティストがデータビジュアライゼーションを作成・解釈するための一般的なスキル/戦略を理解するため、大学の DS 研究者を対象にデルファイ法を用いて調査した結果についての報告であった。具体的には、調査対象者のコンセンサスとして、作成に関わり 11 個 (美的センス、明確で効率的な意味をもつ可視化など)、解釈に関わり 6 個 (可視化したレイアウトの理解、軸の読みなど) のデータビジュアライゼーションスキル/戦略を特定した。
11	データサイエンスにおける職業統合的学習と評価枠組みの提案 (Bligin et al., 2022)	異分野 での諸 課題	高等 教育	大学での DS 教育において着目されてこなかった職業統合的学習 (Work integrated learning ; WIL) を実現した DS 授業のケーススタディを紹介するとともに、10 年間の WIL の実践を踏まえながら、学生の評価枠組みを提案する報告であった。具体的には、産業界のパートナーや専門スタッフの協力を得ながら WIL を取り入れる意義を論じるとともに、①課題、②物理的な文脈、③社会的な文脈、④結果形式、⑤評価規準の 5 次元からなる評価枠組みを例示した。

また、対象段階は、「中等教育」が 5 本 (教師教育 1 本を含む)、「高等教育」が 5 本、「一般教育」が 1 本であった。論文の概要については、まず ID1~ID3 は「理論的貢献」に分類された論文であり、ID1 は大学でのホリスティックな DS カリキュラムの必要性、ID2 はデータサイエンティストへの調査結果を踏まえた DS 授業での問題解決のプロセスの提案、ID3 は大学での DS 入門カリキュラムにおけるプロジェクトの意義と有用性についての報告であった。次に ID4~ID7 は「実証的貢献」に分類された論文であり、いずれも中等教育段階における生徒・教師を対象に R や Jupyter Notebook (Python) を用いた授業実践についての報告であった。具体

的には、ID4 は高等学校での DS 入門コースを経験した生徒の変容、ID5、ID6 は ProDaBi プロジェクトの一環として実践された Jupyter Notebook を用いた DS 授業とその課題、ID7 は高等学校の統計教師向けに開催した API と予測モデリングのワークショップについて報告であった。そして、従来の数学や統計学の講義形式の授業と異なり、チームで問題を解決したり、コーディングと DS 内容を関連付けたりして新たな理解が可能になる点を指摘している点が共通していた。最後に ID8~ID11 は「異分野での諸課題」に分類された問題であり、ID8 は大学における DS 教育の人文科学分野との統合の必要性、ID9 は DS 専攻以外の学習者に対するホワイ

トボックス的理解を促す学習モジュールの開発とその効果、ID10 はデータビジュアライゼーションの作成と解釈における一般的なスキル/戦略の特定、ID11 は大学での DS 単元における職業統合的学習の意義とその評価についての報告であった。いずれも大学生以上の DS 教育における学習内容の偏りや難しさの改善に向けた報告であり、特に ID8 や ID11 は単に知識・技能を教授する講義形式をとるのではなく、チームでのプロジェクトとして問題解決する重要性について指摘していた。

以上より、11 本の論文は 9 学年以上の生徒、大学生、大学院生、社会人を対象にした DS 教育の在り方や授業実践についての報告であった。そして、プログラミング言語としては、R (4 本) や Python (2 本) が授業事例の紹介の中で取り上げられ、半数近くの論文 (ID1~ID4 及び ID11) で DS 授業にチームプロジェクト (チームでの問題解決) を位置付ける重要性を指摘していた。特に ID2 では、新たな DS における 6 段階の問題解決のプロセスを設計し、その枠組みに基づき授業やカリキュラム開発を行うことを提案した (Lee et al., 2022, p.11)。また、コンピュータを用いた分析を行うことで、ID7 のように新たな理解が可能になることに言及する反面、DS 教育がコーディング等の技能中心に偏る危険性 (ID1, ID8) や DS 内容とコーディングを関連付けて学習する難しさ (ID9) を指摘する論文が一定数あった。

4. 考察

平成 29 年、30 年告示学習指導要領では、技術・家庭科の技術分野の「D 情報の技術」の項目に「(2) 生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する」(文部科学省, 2018, p.52), 「(3) 生活や社会における問題を、計測・制御のプログラミングによって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する」(文部科学省, 2018, p.55) とある。さらに「情報 I」では、「コンピュータとプログラミング」の項目に「アルゴリズムを表現する手段、プログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークを活用する方法について理解し技能を身に付けること」(文部科学省, 2019a, p.31), 「目的に応じたアルゴリズムを考え適切な方法で表現し、プログラミングによりコンピュータや情報通信ネットワークを活用するとともに、その過程を評価し改善すること」(文部科学省, 2019a, p.31) とある。しかし、R や Python 等の具体的なプログラミング

言語については言及していない。また、「情報 I」の「情報通信ネットワークとデータの活用」の項目に「データの収集、整理、分析及び結果の表現の方法を適切に選択し、実行し、評価し改善すること」とあるものの、モデルの評価等の DS 手法を用いた問題解決は、選択科目である「情報 II」に位置づいている (文部科学省, 2019a, p.49)。そのため、「情報 I」において表 2 で紹介されたような DS 手法を用いた問題解決やプロジェクトが必ずしも実現されるとは限らない。さらに平成 30 年告示高等学校学習指導要領解説数学編でも確率統計に関する内容と「情報 I」, 「情報 II」を関連付けて扱うことに言及しているものの (文部科学省, 2019c, p.44, p.92, p.105), 具体的に関連付ける方法については言及していない。そのため、ID1 や ID8, ID9 で指摘されたような DS 内容とコーディングを関連付ける困難性やホワイトボックス的な理解を促す工夫について日本の中高生の実態を踏まえ明らかにしていく必要がある。

したがって、SERJ の DS 教育に関する特集号に掲載された論文から、日本の学校教育段階における DS カリキュラムの体系化に向けて、次の 3 つの示唆を導出できる。

- (1) DS カリキュラムでは、R や Python をプログラミング言語として用いることが有効である。
- (2) DS カリキュラムでは、DS 手法を用いた問題解決のよさを生徒が実感させることが重要であり、特にカリキュラムの中にプロジェクトに対応する学習活動を位置付けることが有効である。
- (3) DS カリキュラムでは、コーディングと DS 内容を関連付けることに課題があり、手動でシミュレートする機会を設けるなど、ホワイトボックス的な理解を促す工夫について配慮する必要がある。

5. まとめ・今後の課題

本稿では、SERJ の DS 教育に関する特集号に掲載された論文について整理・考察し、日本の学校教育段階における DS カリキュラムの体系化に向けて 3 つの示唆を導出した。

今後の課題は、他の学術誌を含めた学校教育段階における DS 教育の動向について整理すること、及び高等学校の必修履修科目までで扱うべき DS 内容とは何か検討することの 2 つである。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 (No.19K14249) の助成を受けて行われました。

註

- 1) Podworny et al. (2022) では、「認識論的プログラミング」をプログラミングのプロセスとこのプロセスが明らかにする新しい洞察とのつながりを有効に用いて教授単元を設計しようとするアプローチと説明している (Podworny et al., 2022, p.1)。
- 2) Mike & Hazzan (2022)では、「process-object duality theory」の意味で用いており、「抽象的な数学概念は人間の頭の中では、オブジェクト、あるいはプロセスとして表現される」(Mike & Hazzan 2022, p.5)と説明し、この二面性を考慮した理論として用いている。

引用・参考文献

- Biehler, R., De Veaux, R., Engel, J., Kazak, S., Frischemeier, D. (2022). Editorial: Research on data science education. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-4.
- Bilgin, A. A., Powell, A., Richards, D. (2022). Work integrated learning in data science and a proposed assessment framework. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-12.
- Bolch, C.A. & Crippen, K. J. (2022). Data scientists' epistemic thinking for creating and interpreting visualizations. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-25.
- Burrill, G., Pfannkuch, M. (2024). Emerging trends in statistics education. *ZDM Mathematics Education*, 56, 19–29.
- Cetinkaya-Rundel, M., Dogucu, M., Rummerfield, W. (2022). The 5Ws and 1H of term project in the introductory data science classroom. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-19.
- De Veaux, R., Hoerl, R., Snee, R., Velleman, P. (2022). Toward holistic data science education. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-12.
- Fleischer, Y., Biehler, R., Schulte, C. (2022). Teaching and learning data-driven machine learning with educationally designed jupyter notebooks. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-25.
- Fergusson, A. & Pfannkuch, M. (2022). Introducing high school statistics teachers to predictive modeling and APIs using code-driven tools. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-25.
- 林兵馬(2023). 課題研究と学校設定科目「データサイエンス」との接続. *日本科学教育学会年会論文集*, 47, 135-136.
- Heinzman, E. (2022). "I love math only if its coding": A case study of student experience in an introduction to data science course. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-15.
- 古賀竣也(2020). 統計教育における高等学校共通教科情報の役割：ニュージーランドの統計教育カリキュラムとの比較を中心に. *日本情報科教育学会誌*, 13, 45-54.
- Lee, H., Mojica, G., Thrasher, E., Baumgartner P. (2022). Investigating data link data scientist: Key practices and processes. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-23.
- Mike, K. & Hazzan, O. (2022). Machine learning for non-major data science students; A white box approach. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-22.
- 文部科学省(2018). 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説技術・家庭編. 開隆堂出版.
- 文部科学省(2019a). 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 解説情報編. 開隆堂出版.
- 文部科学省(2019b). 高等学校情報科「情報I」教員研修用教材. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00017.html (参照日 2024.02.10)
- 文部科学省(2019c). 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 解説数学編理数編. 学校図書.
- 内閣府(2019): AI 戦略 2019. <https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/index.html> (参照日 2024.02.10)
- 大橋真也(2022). 高等学校共通教科「情報」におけるデータサイエンス：新学習指導要領解説およびその他の資料から見えること. *コンピュータ&エデュケーション*, 52, 18-23.
- Podworny, S., Hüsing, S., Schulte, C. (2022). A place for a data science project in school: Between statistics and epistemic programming. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-15.
- 数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアム (2020): 数理・データサイエンス・AI (リテラシーレベル) モデルカリキュラム：データ思考の涵養, http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/model_literacy.html (参照日 2024.02.10)
- 数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアム (2021): 数理・データサイエンス・AI (応用基礎レベル) モデルカリキュラム：AI×データ活用の実践, http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/model_ouyoukiso.html (参照日 2024.02.10).
- Vance, E. A., Glimp, D. R., Pieplow, N. D., Garrity, J. M., Melbourne., B.A. (2022). Integrating the humanities into data science education. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), 1-18.

五十嵐康伸

滋賀大学 データサイエンス・AIイノベーション研究推進センター
 名古屋工業大学 コミュニティ創成教育研究センター
yasunobu.igarashi@gmail.com

岡田 延昭

光が丘オープンソークラブ
nokada07@gmail.com

1 はじめに

筆者らは光が丘オープンソークラブという団体を立ち上げ、探究学習の対象として「都立高校入試ハック」というテーマを設定し、東京都練馬区光が丘周辺にて対面型ワークショップを行った[1-3]。その内容は、都立高校入試の数学問題の動的モデルをScratchで表現するという内容であった[4-6]。本原稿において、動的モデルとは動かせるグラフや図形のことを指す。本原稿では光が丘オープンソークラブの授業実践事例と、授業内容を教材の形にまとめて出版した書籍について紹介する[7]。

2 授業実践事例

2.1 対面型ワークショップの内容

都立高校入試の数学問題は、中学校で学習する基本的な理解を問う問題であり、紙と鉛筆で解くことを想定されて作成されている。しかし、筆者らが試しにScratchで表現してみたところ、奇跡的にScratchのステージにぴったりおさまる問題設定になっていることに気づいた。そして、都立高校入試の数学問題は、紙と鉛筆を用いて観る数学の一面と、プログラミングを用いて観る数学の一面の両方を比較できる絶好の題材だと考えた。公開されている問題と解答を用い、近所の小中学生に呼びかけてワークショップを開始した[4]。ワークショップの中では、都立高校入試の数学問題の動的モデルをScratchで表現することに注力した。統計の問題は、サイコロも用いて行った(図1)[6]。

2019年1月頃から、筆者らはワークショップを「都立高校入試ハック」と題した。「都立高校入試ハック」と名付けたのは、紙と鉛筆を使って行う試験として象徴的な入試問題を、Scratchで表現することで、プログラミングという違った角度から学校で学んだ公式や数式を把握しなおし、遊んでみることを意図したからであった。ハック(hack)とは、ある対象を別の角度から見て、従来とは違った方法で遊んだり面白がったりする、客観的で喜劇的な行為と筆者らはとらえており、紙と鉛筆が中心の試験をちょっと遠くから俯瞰し、相対化するという意味も含んでいる。

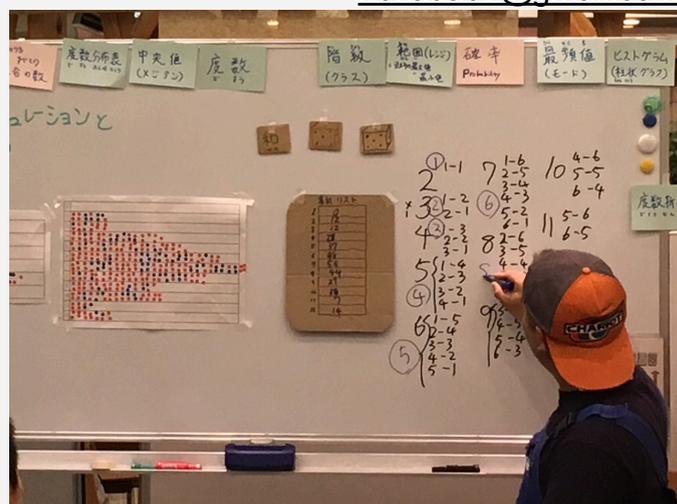


図1: 統計の問題のワークショップ風景

2.2 対面型ワークショップの運営

場所は当初光が丘図書館であったが、その後光が丘公民館になった。その判断理由は、光が丘図書館の会場は洋室であったが光が丘公民館は和室であったため、洋室よりも和室の方が参加者に開放感を与えられると考えたからである(図2-4)。プロジェクターの投影先は当初スクリーンであったが、その後壁となった。期間は2016年12月から2020年2月であった。合計回数は約50回行った。頻度は初期に月1回行い、その後週2回になった。曜日と時間は、水曜日の19:00-21:00と日曜日の19:00-21:00であった。参加者はのべ100人であった。参加者の主な年齢は中学生であった。当初想定していた中学生の属性は公立中学生だったが、興味を持って継続して参加してくれるのは私立中学生の方が多かった。主な公立中学校は光が丘第3中学校、主な私立中学校は城北中学校であった。小学生や塾の先生が参加してくれたこともあった。PCは、基本参加者に持参してもらった。ただ予備のchrome bookを2台と、運営用のPC1台も持参した。

3 教育教材

3.1 書籍執筆の経緯

2020年3月からコロナで対面型ワークショップができなくなった。そこで、それまでに作成していたscratchのコード及び生徒との対話により構築された授業実践体験をまとめようと、書籍の執筆を2021年3月始めた。出版社は株式会社オライリー・ジャパンを選んだ。タイトルは「Scratchで遊んでわかる！ 中学数学—数学をプログラミングで

ハックする」にした。書籍は2023年12月に出版した[7]。

書籍に含まれるscratchのコードは2018年10月から2020年3月までの約1年5ヶ月で作った。コードの出力結果は、twitterにて #都立高校入試ハックのハッシュタグをつけて発信した。書籍中で使われたコードは全て、scratchのプロジェクトとして公開した[5]。

3.2 書籍とワークショップの対応

書籍の目次は以下になる。

PART 1 準備編: Scratchでのグラフの描き方、数式の表し方の基本

1-1-1 Scratchの基本的な操作

1-1-2 数式を組み立てる

1-1-3 グラフ描画における計算値の補正

PART 2 トレーニング編: 中学数学で習った内容をScratchで表現しよう

2-1 関数

2-1-1 線対称と点対称の図形を描く

2-1-2 比例・反比例のグラフを描く

2-1-3 一次関数を描く

2-1-4 2点間の傾き、切片、距離を求める

2-1-5 2点間を線分比で分ける

2-1-6 垂直に交わる直線を描く

2-1-7 2直線の交点を求める

2-1-8 二次関数を描く

2-1-9 点 P を動かす

2-1-10 解の公式・判別式を表現する

平面図形の項に入る前に

2-2 平面図形

2-2-1 円を描く

2-2-2 三角、四角、 n 角形を描く

2-2-3 扇型を描く

2-2-4 角度と面積を求める

2-2-5 円周角の定理を動かす

2-2-6 平行四辺形を動かす

2-3 確率

2-3-1 サイコロをシミュレーションする

PART 3 応用編

都立高校入試問題をScratchでプログラムしてみよう

3-1-1 関数問題1

3-1-2 関数問題2

3-2-1 平面図形問題 1

3-2-2 平面図形問題 2

エピローグ 数式を使った表現で遊ぶ

点 P のパレード/原点 O の扇ダンス/点 P の紙吹雪
おわりに



図2: 図書館におけるワークショップ風景

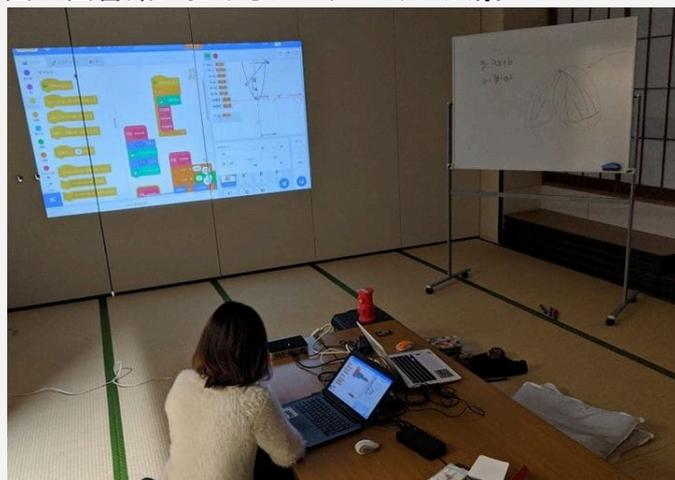


図3: 公民館における平成30年度の都立高校入試数学の設問3(二次関数)のワークショップ風景



図4: 公民館における平成27年度都立高校数学入試問題の問4(円周上の点を結んでできる図形)のワークショップ風景

書籍は、Scratchの初歩の1章から中級の2章、そして応用の3章の順で書かれている。しかし、3年強のワークショップ初期には、いきなり応用の3章から教え始めていた。ただ、その内容に着いてこれる参加者と着いてこれない参加者の両方がいた。そのため、3章の前に教えるべき内容として2章を教え始めた。そしてその後、2章の前に教えるべき内容として1章を教え始めた。

4 おわりに

小学校では2020年度から、中学校では2021年度からプログラミング教育が必修化された。Scratchは、文部科学省が「新小学校学習指導要領におけるプログラミング教育の円滑な実施」に向けて作成した、小学校プログラミング教育に関する研修教材において、ビジュアル型プログラミング言語の一つとして紹介されている[8]。中学校の技術・家庭科(技術分野)でもScratchが使われることは多い[9]。ただ、Scratchの主な利用目的は「ゲームを作るもの」と、世間一般では認識されている傾向にある。本原稿を通じてScratchは「中学数学の動的モデルを作ることによって数理概念を学習すること」にも適しているという視点を世の中に提供し、ワークショップの内容をまとめた書籍が教材として、ICTを活用した統計・データサイエンス教育の発展に貢献できることを期待する。読者が、学校や地域において、本原稿や書籍を用いたワークショップを著者らに行って欲しい場合は、気軽にメールで相談して欲しい。

【参考文献】

1. <https://www.facebook.com/hkrosc/>
2. https://twitter.com/hkr_osc
3. <https://twitter.com/hika3cyu>
4. https://www.kyoiku.metro.tokyo.lg.jp/admission/high_school/ability_test/problem_and_answer/index.html
5. <https://scratch.mit.edu/studios/29433278/>
6. <http://www.plaything.jp/?p=6891>
7. <https://www.oreilly.co.jp/books/9784814400355/>
8. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416408.htm
9. https://www.mext.go.jp/content/20200403-mxt_jogai01-000006333_001.pdf

「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。

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

- ・エントリー締切：9月6日（金）
- ・課題提出締切：9月27日（金）
- ・最終結果発表：10月11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/>

参加の意思を
固め、単独ま
たはチーム構
成を行う

エントリー締
切日までにエ
ントリー
フォーム（サ
イトを準備
中）にて責任
者がエント
リー

テーマを踏ま
え、資料作成。
必要に応じて
アドバイスを
依頼。準備が
できたらプレ
ゼンテーショ
ンを撮影

課題締切日ま
でに関連資料
と発表動画を
エントリー時
にお知らせす
るサイトにて
提出

結果を確認。
発表後に送付
されるコメン
トで振り返り

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

統計教育分科会 主査
実践女子大学 竹内光悦

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 16 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)
	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 474

Research on best practice in teaching statistics
Vol. 16

March, 2024

The Institute of Statistical Mathematics
10-3 Midori-cho, Tachikawa
Tokyo Japan 190-8562