

高等学校における仮説検定の扱いにかかわる期待と懸念

－ 仮説検定授業の実践を踏まえて－

立命館宇治中学校・高等学校 情報科・数学科 稲葉芳成

本日のお話

- 統計教育・データサイエンス教育をめぐる21年度に起きた、学校現場での2つのざわざわ

発表者について

- 21年度担当
 - 情報4単位
 - 数学9単位（うち3単位が学校設定科目「統計学」）
 - 総合的な探究の時間2単位
 - LHR1単位
 - 情報科・数学科両方の22年度使用教科書見本を見れる立場にあった

統計・データサイエンス教育をめぐる話題 (ひとつめのざわざわ)

新年度の1年生の数学Iのデータの分析って数学科でやる？

統計・データサイエンス教育をめぐる話題 (ひとつめのざわざわ)

問いの背景・・・

大学入試共通テストサンプル問題「情報」第3問



これまでに無い変化が起こる可能性

情報科の本気度

- 大学入試センターの作成した共通テストサンプル問題「情報」では「データの分析」の内容と重複する問いが大問として紹介された
- 問題中には、散布図、相関係数、回帰直線、標準偏差、四分位数、クロス集計表、などの言葉が並ぶ
- 将来的に仮説検定も含まれる？

大学入試共通テストサンプル問題「情報」 第3問

散布図・四分位数・単回帰

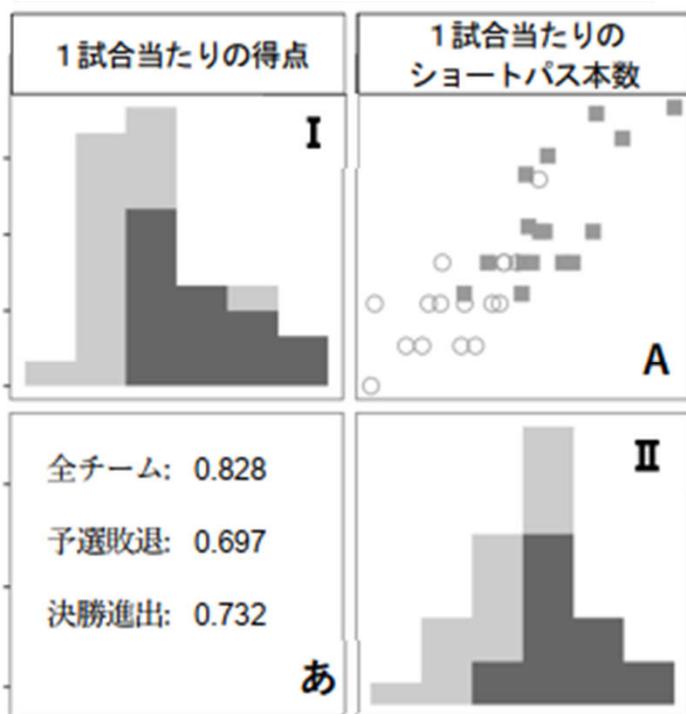


表2 1試合当りの得点

	A	B
1		
2	統計量	1試合 当たりの 得点
3	合計	21.56
4	最小値	0.75
5	第1四分位数	1.00
6	第2四分位数	1.25
7	第3四分位数	1.75
8	最大値	2.25
9	分散	0.23
10	標準偏差	0.48
11	平均値	1.35

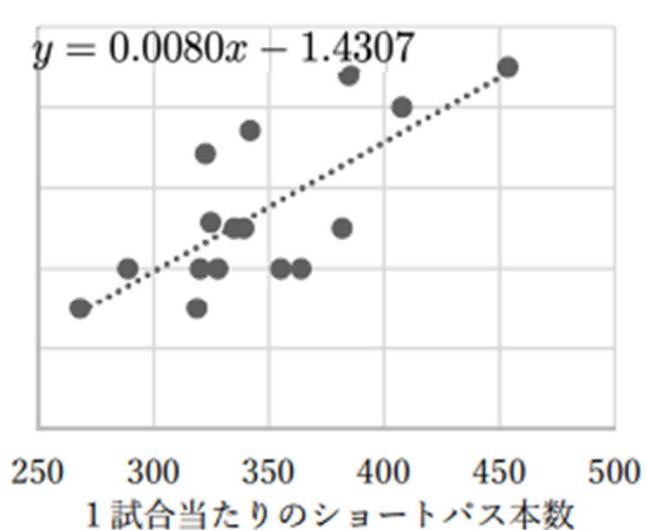


図2 決勝進出チーム(左)
1試合当たりの得点と

情報科とのかかわり

- 従前より統計教育の内容は数学科とともに情報科でも扱われてきた。今次の学習指導要領の改定により情報科の科目再編が行われ従前の必修科目は「情報Ⅰ」に再編された。具体的な指導項目として「名義尺度, 順序尺度, 間隔尺度, 比例尺度」「質的データ, 量的データ」「データに含まれる欠損値や外れ値」「テキストマイニング」「仮説検定の考え方」「相関係数, 相関関係や因果関係」「交絡因子, 単回帰分析」などが挙げられている。これによれば、**情報科においても仮説検定が扱われる可能性がある。**

情報科の教科書

- 2022年度に使用される教科書では数学科以上に教科書により記述内容の幅が大きい
- 一部では仮説検定が扱われている。そこでは仮説検定の考え方にとどまらずz検定, 1標本 t 検定および2標本 t 検定, そしてクロス集計の結果に対する適合度検定 (独立性の検定) までが紹介されている
- 教科書の選定次第ではこのような記述を含む教科書を持つ生徒が生じる。

統計・データサイエンス教育をめぐるひとつの懸念

●数学科と情報科の棲み分け問題

数学科

数学 I 「データの分析」

データの分析について、**数学的活動を通して**、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

情報科

情報 I 「情報通信ネットワークとデータの活用」

情報通信ネットワークを介して流通するデータに着目し、情報通信ネットワークや情報システムにより**提供されるサービスを活用し**、**問題を発見・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。

情報科との棲み分け

- 数学科と情報科における統計分野の棲み分けがどのように進むかにより現場での「取り合い」「または「押し付け合い」が起こる可能性も否定できない
- 現場感覚では、**内容や理念よりも入試でより出題されるほうに重点が置かれるだろう**ことは必然

2022年の変化（ふたつめのざわざわ）

- 新学習指導要領により数学Ⅰ「データの分析」において「仮説検定の考え方」が扱われることとなった
 - 1年生にどうやって仮説検定教えるのという疑問
- 今般の仮説検定の取り扱いの最も重要な点のひとつは、**数学Ⅰ**という**必修科目で扱われる**という点
- すべての**高校生がそれを学び、**今次の取り扱いにより多くの**数学教員が指導することになる
 - 正直言って統計分野を教えるのは苦手という声も

率直な現場の声のひとつ

中心極限定理は数学ですけど仮説検定は手続きですよ

リテラシーとしての「仮説検定の考え方」 という積極面

- 探究的な学習が中等教育の現場ですすめられる中において、エビデンスベースの文章に慣れること
- 自ら仮説検定を用いるかどうかは別として、「考え方」の学習が、仮説検定が用いられた先行研究を読んで、その概要が理解できる素養に結びつく
- 数学Bへの橋渡しの役割

数学Ⅰ「データの分析」における「仮説検定の考え方」

- 必修科目である「数学Ⅰ」の履修時期は高校1年
- 数学Aとの併修となるだろう
- つまり高等学校の内容としての確率の学習は前提とできない

教科書見本における「仮説検定の考え方」

- 主に5社の教科書について内容の記述を見た
- 学習指導要領解説で例示された「新素材枕の評価」の事例に倣う内容
- ある状況場面での比率に関する主張の正当性を相対度数により確率的に判断する点が共通

学習指導要領における「仮説検定の考え方」の例

例えば、「ある新素材の枕を使用した30人のうち80%にあたる24人が以前よりよく眠れたと回答した」という結果に対して、新素材の枕を使用するとよく眠ることができるか、という問題に取り組ませることを考える。この問題を解決するために、この結果が偶然に起こりえた可能性はどのくらいあるのかを、コイン等を使った実験を多数回繰り返して考察する。つまり、以前よりよく眠れた場合とそうでない場合が起こる可能性が半々だとしたとき、24人以上がよく眠れたと回答することがどの程度起こるかを考える。実験として、コインが表あはになった場合を「以前よりよく眠れた場合」とし、コインを30回投げるという試行を繰り返す。実験結果を表やグラフなどに整理し、24枚以上表になった回数の相対度数 p を「起こりえないこと」の尺度として用いることで、「30人中24人以上がよく眠れたと回答することが、無作為性（ランダムネス）だけで説明できる可能性は p しかないように思われる。」という、判断の根拠が得られたことになる。この

教科書見本における「仮説検定の考え方」

- レストランの料理の美味しさの満足度を20人の客に調査した
- 実力が同じという評判のテニス部員A, Bが試合を行ったところ, Aが4連勝した
- 製品1000個あたりの不良品の個数の平均値が6個, 標準偏差が0.7であった。機械を改良して, 改めて1000個の製品を作った
- サッカーの試合の勝つチームをよく当てる犬がいる。その犬に, あるトーナメント戦の勝敗を予想させた
- A社で新しい飲料を開発し, 最終候補としてPとQが残った。消費者30人を偏りなく選んでどちらを好むか調査した

教科書見本における「仮説検定の考え方」

- 確率分布に代わるものとしてコイントスに基づく分布が示されている
- 状況設定は様々であるが、良い・悪い, 正しい・正しくない、の2値の評価の比率の場面
- 仮説検定そのものの定義は「あるデータが与えられたとき、仮説を立て、それが妥当かを判定する手法を仮説検定という」
「実際に起こったことがらが、ある仮説のもとで起こり得るかどうかを考えることによって、仮説が誤りかどうか検証する方法を仮説検定という」など端的なもの

教科書見本における「仮説検定の考え方」

- 取り扱う頁数は出版社や同じ出版社でも教科書のレベルによって最小1頁からの数頁の幅がある
- 用語の扱いの差として「仮説」について概ね「仮説」に留めているが、欄外で「帰無仮説」や「対立仮説」が記されている教科書もある
- 「棄却域」が記載されていたり、発展として反復試行の確率がとりあげられているものもある
- **記述の幅**は教科書初出での「よくあること」、**改訂で落ち着く?**

数学B「統計的な推測」における「仮説検定」

- 2021年現在見本となる教科書も未版のため学習指導要領解説の記述と過去の指導内容を参考に推測するに留まる
- 学習指導要領解説では知識・技能に関して「(工) 正規分布を用いた区間推定及び仮説検定の方法を理解すること。」と書かれており、**z検定による母平均の検定及び母比率の検定が対象となることが推測される**
- 係る用語を抜き出してみれば、仮説検定・有意水準・母平均に関する検定・対立仮説・帰無仮説などが並ぶ

数学 I の「データの分析」で扱われる仮説 検定の考え方の指導上の懸念

- 内容とその理解について（**確率的判断の基準**）
 - **有意水準がなぜ5%や1%なのかを説明することは難しい。** 数字の根拠は明確に説明されず、5%と1%の使い分けも経験的である。
- 内容とその理解について（**確率和について**）
 - 二項分布などの直接確率検定では当該のことがらの起こる確率のみならず、その発生頻度がより小さいであろう上位の確率和を計算して判断する。**なぜ和をとるのかの説明や理解が難しい。**

数学 I の「データの分析」で扱われる仮説 検定の考え方の指導上の懸念

- 内容とその理解について（**信頼性について**）
 - 例題での状況設定は標本の大きさが必ずしも大きなものでない。また必ずしも**無作為に抽出された標本が対象**と明記されていないものもある
- 「起こりにくさ」の判断は、コイントスなどの事例との対比で行われる。**具象を基にした判断**について、信頼性に疑問が生じる懸念がある。

数学 I の「データの分析」で扱われる仮説 検定の考え方の指導上の懸念

- 入試における取り扱いについて（入試対応）
 - 現状なによりも未知数
 - 数学 I において扱われることから、大学入学共通テストでの出題が可能となる。教科書の練習問題は例題を踏襲したものでその数も僅かである。
- 数学B「統計的な推測」の履修を考えれば、数学Bでより深く学ぶ学生とそうでない学生の受験上の有利不利も考えられる。

数学 I の「データの分析」で扱われる仮説 検定の考え方の指導上の懸念

- 指導経験不足の懸念（**教員の側の課題**）
 - 必修科目である数学Iで取り扱うことから、現場の多くの数学科教員が携わることになる。仮説検定の内容は空白期が長かったこともあり多くの教員が指導に不慣れであろうことが予想される
 - 統計分野への拒否反応も含めて

仮説検定を扱った授業実践からの経験的な懸念【数学B】

- 仮説検定のロジックに慣れない（**手続きの煩雑さ**）
 - 仮説検定における、「仮説の下ではほとんど起こり得ないことが起こったことになり、仮説が誤りであったと判断する」というロジックに慣れない。

仮説検定を扱った授業実践からの経験的な懸念【数学B】

- 仮説の採択（帰無仮説を棄却する意味）
 - 帰無仮説を棄却し、対立仮説を採択する場合、また帰無仮説を棄却しない場合には、帰無仮説を採択するのか、対立仮説を棄却するのか、結論を留保するのか、の定着が難しい

仮説検定を扱った授業実践からの経験的な懸念【数学B】

- 推定との混同（学習内容の類似性）
 - 仮説検定と同時期に統計的推定を学習した場合に、しばしば仮説検定との混同が見られる。信頼区間に入るかどうかによって検定しようとする。

仮説検定を扱った授業実践からの経験的な懸念【数学B】

- 課題学習の難しさ（**現実のデータを検定することの難しさ**）
 - 仮説検定を用いた現実事象の検証が指導上も難しい
 - 対象となる事象が限られている
 - 標本の選び方, など

現場で起こったざわざわに対するまとめ①

- 整理が求められることから
 - 中等教育における統計内容と取り扱いに関する整理
 - どの段階でどの教科内でどのように扱うのが適当か
 - 数学教育と情報教育と統計教育の整理
 - 入試での取り扱いの整理
 - 大学入試共通テストの動向
 - 私学における数学での出題の可能性

現場で起こったざわざわに対するまとめ②

- 数学教育としての統計教育への数学科における準備
 - 仮説検定に慣れない生徒への指導の配慮
 - 生徒はどこでつまづくか
 - 仮説検定の指導に慣れない教員の準備
 - 先行事例の共有や経験の共有

附記・参考文献

- 本研究の一部は JSPS 科研費 JP21H03958 の助成を受けている
- 塩澤友樹「高等学校数学科における新内容「仮説検定の考え方」の扱いと今後の展望」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,2020
- 文部科学省「高等学校学習指導要領（平成30 年告示）解説数学編理数編」,2019
- 稲葉芳成,酒井淳平「高校生を対象とした推測統計の指導上の留意点について—課題学習を通して見た推測統計指導におけるいくつかの課題—」,数学教育学会誌 / Vol.59 / No.3・4,2018