

第14回統計教育の方法論ワークショップ

2018年3月2日(金)・3日(土) 情報・システム研究機構統計数理研究所

高等学校における推測統計の指導について —内容と方法の実践的検討—



広島大学附属中・高等学校
数学科 橋本 三嗣



広島大学

⑤これから何をするか(今年のWSのスライド)

- 統計の授業で身につけさせたい力(資質・能力)の明確化
- 記述統計(数学I)から推測統計(数学B)へ
問題解決型の授業実践例の提案(内容、方法)
- 中等教育を一貫したカリキュラムの構築(発達段階を考慮)
学びへの憧れ(高校ではこんなことが学べる…)
- 他教科・科目と連携した統計教育プログラムの考案
- 深い学びのツールとしての統計の技能習得に向けた指導
(分布の見方や検定の方法…)
- 新たな問題を設定する力、思考の過程を表現する力の育成
- 授業における生徒の活動の評価方法についての検討

本日の発表は下線部に焦点をあてる

高等学校学習指導要領の改訂

高等学校学習指導要領の改訂(案)のポイント(2018年2月)

5. 教育内容の主な改善事項

「理数教育の充実」

- 理数を学ぶことの有用性の実感や理数への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視(数学、理科)するとともに、見通しをもった観察、実験を行うことなどの科学的に探究する学習活動の充実(理科)などの充実により学習の質を向上
- 必要なデータを収集・分析し、その傾向を踏まえて課題を解決するための統計教育を充実(数学)
- 将来、学術研究を通じた知の創出をもたらすことができる創造性豊かな人材の育成を目指し、新たな探究的科目として、「理数探究基礎」及び「理数探究」を新設(理数)

下線部は発表者による

高等学校数学科で指導する統計内容

科目・単元	内容
数学Ⅰ 「データの分析」	<p>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。</p> <p>ア次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(ア) 分散，標準偏差，散布図及び相関係数の意味やその用い方を理解すること。</p> <p>(イ) コンピュータなどの情報機器を用いるなどして，データを表やグラフに整理したり，分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりすること。</p> <p>(ウ) <u>具体的な事象において仮説検定の考え方を理解すること。</u></p> <p>イ次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること。</p> <p>(ア) データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察すること。</p> <p>(イ) 目的に応じて複数の種類のデータを収集し，適切な統計量やグラフ，手法などを選択して分析を行い，データの傾向を把握して事象の特徴を表現すること。</p> <p>(ウ) 不確実な事象の起こりやすさに着目し，主張の妥当性について，実験などを通して判断したり，批判的に考察したりすること。</p>
数学B 「統計的な推測」	<p>統計的な推測について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付けることができるよう指導する。</p> <p>ア次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(ア) 標本調査の考え方について理解を深めること。</p> <p>(イ) 確率変数と確率分布について理解すること。</p> <p>(ウ) 二項分布と正規分布の性質や特徴について理解すること。</p> <p>(エ) <u>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。</u></p> <p>イ次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること。</p> <p>(ア) 確率分布や標本分布の特徴を，確率変数の平均，分散，標準偏差などを用いて考察すること。</p> <p>(イ) 目的に応じて標本調査を設計し，収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして，母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに，標本調査の方法や結果を批判的に考察すること。</p> <p style="text-align: right;">高等学校学習指導要領(案)(2018年2月)下線部は発表者による</p>

新設「理数探究基礎」、「理数探究」

科目・単元	内容
第1 理数探究 基礎	<p>様々な事象についての探究の過程を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <ul style="list-style-type: none"> (ア) 探究の意義についての理解 (イ) 探究の過程についての理解 (ウ) 研究倫理についての理解 (エ) 観察, 実験, 調査等についての基本的な技能 (オ) 事象を分析するための基本的な技能 (カ) 探究した結果をまとめ, 発表するための基本的な技能 <p>イ次のような思考力, 判断力, 表現力等を身に付けること。</p> <ul style="list-style-type: none"> (ア) 課題を設定するための基礎的な力 (イ) 数学的な手法や科学的な手法などを用いて, 探究の過程を遂行する力 (ウ) 探究した結果をまとめ, 適切に表現する力
第2 理数探究	<p>様々な事象について, 主体的に課題を設定し探究の過程を通して, 次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <ul style="list-style-type: none"> (ア) 探究の意義についての理解 (イ) 探究の過程についての理解 (ウ) 研究倫理についての理解 (エ) 観察, 実験, 調査等についての技能 (オ) 事象を分析するための技能 (カ) 探究の成果などをまとめ, 発表するための技能 <p>イ次のような思考力, 判断力, 表現力等を身に付けること。</p> <ul style="list-style-type: none"> (ア) 多角的, 複合的に事象を捉え, 課題を設定する力 (イ) 数学的な手法や科学的な手法などを用いて, 探究の過程を遂行する力 (ウ) 探究の過程を整理し, 成果などを適切に表現する力 <p style="text-align: right;">高等学校学習指導要領(案)(2018年2月)</p>

「様々な事象」
 ア自然事象や社会事象に関すること
 イ先端科学や学際的領域に関すること
 ウ自然環境に関すること
 エ科学技術に関すること
 オ数学的事象に関すること

SSH等で開発された
 プログラムが参考になる

「様々な事象」を扱うには・・・

- 統計は理系生徒のためだけでない
- 基礎科学であり、応用科学でもある
(すべての人のため、一部の人のため)
- 教科主義と経験主義の融合
- 教科間の連携(数学科で→数学科でも)
- カリキュラムの多層構造

これらの視点に立つカリキュラム開発が急務
→本校独自のカリキュラム開発に着目

学校設定科目「数理解析」・「現象数理解析」

対象：第2学年SSコース(1単位)

SSH第1期(平成15～17年度)「数理解析」

「確率・統計」の体系的な指導の在り方を模索

SSH第2期(平成19～23年度)「数理解析」

ICT等を利用した統計と数理モデリングの手法を学ぶ教材開発

SSH第3期(平成24～28年度)「現象数理解析」

数理モデリングの理論と手法の習得を目指したカリキュラム開発



平成29年度は、本校SSH事業にて中心的な取り組みである課題研究に焦点を当て、「科学的な判断力」や「統合的意志決定能力」を養うために、統計分析の手法の習得を目指したカリキュラム開発に取り組む。特に推測統計の「推定」と「検定」に着目

すべての生徒に求める力と一部の生徒に求める力

統計分析の手法の習得を目指したカリキュラム開発

- ① 諸科学における科学的論拠(エビデンス)に基づいた論理展開ができる力を育成する。その考え方・方法論として、推定や検定の方法を理解させる。また実習を通して、現実の事象の解析に推定や検定の考えを活用する態度を育てる。
- ② 仮説の構築、実験・調査のデザイン、データ処理、モデリング、解釈という実習を通して、科学的仮説の創出からその検証に至る、データに基づく統計的モデリングの考え方と方法論を理解させる。

章	学習項目
1	データ整理の方法, 記述統計と推測統計
2	確率分布
3	推定
4	検定
5	推定と検定の活用(課題研究の内容も扱う)

生徒の自己評価の結果(1月)n=40

S:知識○技能○, A:知識○技能×, B:知識×技能○, C:知識×技能×

章	学習項目	S	A	B	C
1	データ整理の方法 記述統計学と推測統計学	65.0 (26)	27.5 (11)	5.0 (2)	2.5 (1)
2	確率分布	10.0 (4)	20.0 (8)	60.0 (24)	15.0 (6)
3	推定	7.5 (3)	2.5 (1)	85.0 (34)	5.0 (2)
4	検定	7.5 (3)	2.5 (1)	87.5 (35)	2.5 (1)
5	推定と検定の方法 (統計的モデリング)	57.5 (23)	7.5 (3)	32.5 (13)	2.5 (1)

表内の数は百分率, ()内の数は人数を示す。

導入 先輩の課題研究に学ぶ

平成29年度高3SSコースの課題研究テーマ

分野	テーマ
物理	「コーンが出てこーん！～コーンスープの流体力学～」 「微細気泡発生装置の製作と気泡発生メカニズムの研究」 「靴についての土の落とし方」 「目にゴミが入りにくい最適なまつ毛とは」
化学	「卵白の起泡力及び安定性に対する諸条件の影響」 「シールの最適剥離方法」
生物	「ゼブラフィッシュの記憶の減衰」
数学	「ドローンによる効率的な被災者の探索のシミュレーション」 「多項式関数として定義される加法・乗法」

「資料の読み取り」

次の資料は、国立がん研究センターが平成 29 年 8 月に発表したものである。この資料から読み取れること、これからのがん治療の課題について整理し（準備時間 10 分）、5 分間で発表しなさい。

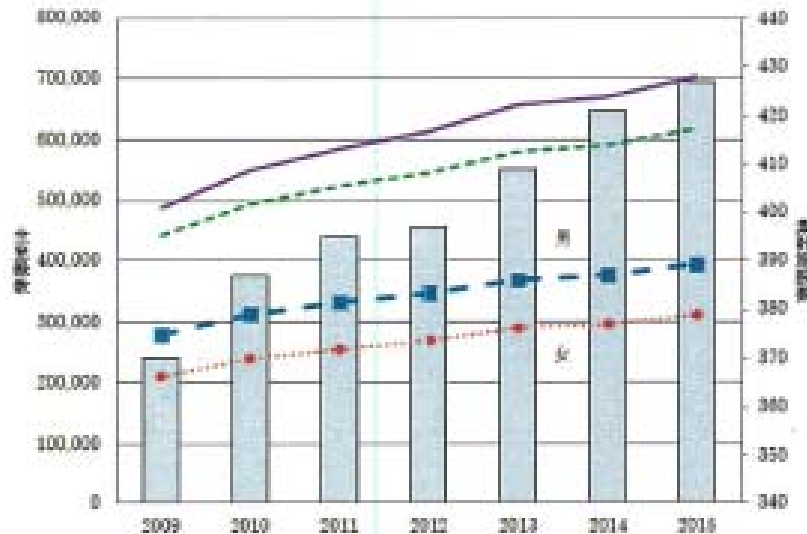


図2-1 全登録数の推移 (上記内傷等を含む総数・男女別、上記内傷等を含む率)

(資料からわかること)
 全登録数、集計施設数ともに2009年から2015年まで増加
 しつづけている。男性、女性ともにほぼ同じ割合で増加してい
 るが、絶対数が男性の方が多い。男女ともに、肝臓がんが少
 なく2万人いない。女性の場合、乳房がんが多く7万人を越えている。
 (これからのがん治療の課題)
 女性の乳房がん治療専門の施設を増やす。
 なぜ男性の方が登録者数が多いのか研究し、
 対策する。

診断技術が向上し、早期発見が可能になってきている。

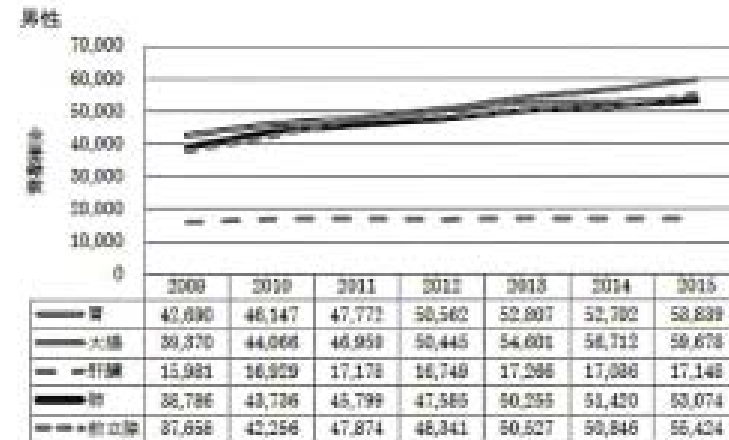


図3-3 全がんの全登録数の推移(上記内傷等を含む、男女別)

第1章 記述統計と推測統計

- データの相関から回帰へ
散布図と近似曲線(1次関数or高次元関数?)
最小2乗法による回帰直線の式を導出
少ないデータで様子を探る(数学的の手法)
3点(0, -1)、(1, 0)、(2, 0)で計算
→平方完成にて係数を決定
→一般化してn組のデータから係数を求める

各章の指導に用いた課題(p82)

- 『自然現象、社会現象の中から正規分布に従っているものを探そう』(第2章「確率分布」)

テーマ設定→視覚化→数値化

- 『古語辞典の1ページの見出しの数の平均値を推定しよう』(第3章「推定」)

点推定→区間推定

- 『利き手とそうでない手では刺激を受け取ってから反応するまでの時間に差があるのか』(第4章「検定」)

予想→データの収集→結果の検討

第5章 推定と検定の活用(課題研究)

平成29年度高2SSコースの課題研究テーマ

分野	テーマ
物理	「マイクロバブルの効率的発生」 「心柱を科学する」
化学	「泡と洗浄能力の関係」 「アルギン酸樹脂の性質向上」 「シリカゲルの吸着性能について」
生物	「ゼブラフィッシュの嫌悪記憶とその解消について」 「身近なコケを用いた金属イオンの回収」
地学	「広島花崗岩中に見られる包有岩の形状と形成過程」
数学	「蚊柱の数理的モデリング」 「n stroke times～奇点と筆数の関係～」 「コインの行方」

生徒の感想(2月)

- 何のために推定や検定を勉強するのかがよくわかった。論文の輪読を通して、統計処理した結果をどのように表現したらよいのかがわかった。研究等で客観的な根拠を与えるのに統計は使えると思った。
- エクセルの使い方は完璧だが得意な人の話に全くついていけなかった。わかりやすい説明がもっと欲しかった。
- データの収集などでわいわいしているときは楽しいが、式が出てくると難しい。けれど式がないと納得できない。
- 分布の見方と確率の関連が知れてよかった。
- どんなデータかにより分析の方法が異なることを知った。読み取りには背景知識が重要だと感じた。
- 多重比較の方法などをもっと詳しく教えてほしかった。

実践を振り返って・今後の課題

- 主体的、対話的で、深い学びに向けて
→「問い」の工夫（教室全体で共有）
- 限られた時間で指導可能となるすべてのためのカリキュラムと一部のためのカリキュラム
→ 広げることで深まる
スパイラル、学び直しの機会
- 活動の評価に向けて
→ 評価問題、レポート課題の開発
授業中における授業者の支援
生徒の自己評価のためのルーブリック作成