

第 20 回 統計教育・データサイエンス教育の方法論ワークショップ
The 20th Japan Conference on Teaching Statistics, JCOTS2023

令和5年3月12日(日)

セッション V: 統計教育の研究および授業実践事例 II

ICTを活用した推測統計の指導とその評価



広島大学附属中・高等学校
橋本 三嗣



広島大学

背景

- ・ ICTの活用に関して学校教育への期待も強まり、文部科学省が進めるGIGAスクール構想もその実現に向けて準備が進んでいる。

→扱いに慣れた生徒たちが高校に入学

- ・ 学校内の設備面が充実する中、実際にどのように活用して指導を展開するかという問題が出てきた。

→授業展開の変化

- ・ 今年度実施の高等学校学習指導要領では、数学科、情報科における統計内容の指導を期待されている。

→単元としての扱い、評価

報告する内容

- ①SSHの研究開発の成果
- ②評価の方法
- ③授業実践事例(「センサス@スクール」の利用)

①SSHの研究開発の成果

- ・科学教育プログラムの開発(シラバス・教材)
- ・高校生が課題研究を行うための支援
- ・教員が内容と方法を習得(インプット, アップデート)

①SSHの研究開発の成果

課題研究

SS(スーパーサイエンス)コース
を対象に実施

第1～第3期:
指導計画・指導方法の開発

第3期:

育成すべき6つの資質・能力

科学的思考力, 科学的判断力
科学的表現力, 科学的問題発見能力
科学的問題解決能力, 統合的意志決定能力

評価法
(評価規準・ルーブリック)
の開発

第4期に向けた改善事項:

- 第3期までのSSコースの成果を還元・発展(GSコース), 発展・進化(ASコース)
- 第3期までのカリキュラムを統合・発展
- 3年間の主体的・自律的な課題研究→「附属メソッド」の開発
- 学校設定科目や海外連携における教材開発を教育課程や課題研究へ反映
- 高大連携・接続による課題研究の高度化

【第4期】

社会に開かれた科学技術を
先導する人材の基盤となる能力

SAGAcity

(賢明な判断が下
せる)洞察力, 深い
知性, 先見の明

学校設定科目 及び教材開発

学校設定科目: SSコースを対象
教材開発: 全教科で実施

第3期:

「現象数理解析」「科学英語表現」の開発
科学観及び倫理観育成, ESDの教材開発

第2期:

「数理解析」「サイエンスコミュニケーション」「生命科学」
「宇宙・地球科学」の開発, 創造性育成, ESDの教材開発

第1期:

「数理解析」「科学英語」
の開発

【第2期】

持続可能な社会を担う
科学技術人材の基礎的能力

創造的思考

【第1期】

将来の先端研究を担う
科学技術人材の基礎的能力

科学的
リテラシー

高大連携

海外連携

第2～3期基礎枠:

韓国・天安中央高等学校との共同科学授業モデルの開発
SSコースを対象に実施

第1～3期: 課題研究の指導・支援, 特別講義, 研究実習,
研究室訪問, 国内研修

【第3期】

持続可能な社会を先導する
科学技術人材の基盤となる能力

統合的
意志決定能力
(科学技術を論理的に
判断できる能力)

科学技術人材育成重点枠:
韓国, タイ, ドイツ, チェコ
との共同科学授業モデルの開発
全生徒(希望者)を対象に実施

「課題研究」を中核とした
科学教育カリキュラムの開発
学校設定教科「SAGAs(探す)」

「課題研究」を通じて
S: 科学的, A: 高度かつ専門的
G: 国際的, A: 主体的・自律的
な素養を育む

Scientific

S

Academic

A

Global

G

Autonomous

A

「科学する」
教科融合授業
高大連携・
接続システム

海外連携校との
課題研究

広大メソッド
(指導・評価)

①SSHの研究開発の成果

国立大学法人広島大学附属高等学校 第4期SSH

社会に開かれた科学技術を先導する人材育成の起点となる科学教育カリキュラムの開発

AS (Advanced Science) コース

第2学年: ASサイエンス・コミュニケーション

第2学年: AS統計科学

社会に開かれた科学技術を
先導する人材の基盤となる能力

SAGAcity

(賢明な判断が下
せる)洞察力, 深い
知性, 先見の明

3年間の「課題研究」

第3学年:
AS科学探究Ⅱ

第2学年:
AS科学探究Ⅰ

第1学年:
総合科学

「課題研究」を中核とした学校設定教科「SAGAs(探す)」

第2学年:
GS総合科学探究Ⅰ

第3学年:
GS総合科学探究Ⅱ

GS (General Science) コース

第2学年: GSクリティカル・コミュニケーション

第2学年: GS社会と統計

Scientific

S

「科学する」
教科融合授業

Academic

A

高大連携・
接続システム

Global

G

海外連携校との
課題研究

Autonomous

A

広大メソッド
(指導・評価)

①SSHの研究開発の成果

SSH主対象生徒（課題研究に取り組む生徒）
第4期（H30～）

クラス	第1学年	第2学年	第3学年
1	課題研究	40	40
2	のための	40	40
3	基礎科目	GS (General Science)	40
4	3学期から	40	40
5	課題研究の	40	40
計	開始	AS (Advanced Science)	200
総計	600		

①SSHの研究開発の成果

国立大学法人広島大学附属高等学校 第4期SSH

社会に開かれた科学技術を先導する人材育成の起点となる科学教育カリキュラムの開発

新・学校設定教科「SAGAs(探す)」

第2学年より、普通科5クラスのうち、
1クラスをASコース、4クラスをGSコースとする

	AS (Advanced Science) コース	GS (General Science) コース	SSHの4つの柱
3年	AS科学探究Ⅱ (1単位) 理数分野の高度な 課題研究 AS科学探究Ⅰ (2単位)	GS総合科学探究Ⅱ 多様な分野での 科学的手法を用いた 課題研究 GS総合科学探究Ⅰ (2単位)	Scientific Autonomous S A Global Academic G A
2年	AS統計科学 (1単位) 課題研究に活用できる統計のスキル, AS社会と統計 (1単位) コミュニケーション・プレゼンテーションのスキル (1単位)	GS社会と統計 (1単位) 課題研究に活用できる統計のスキル, GS統計科学 (1単位) コミュニケーション・プレゼンテーションのスキル (1単位)	Scientific Autonomous S A Scientific Global Academic S G A
1年	課題研究の基礎を学ぶ, テーマ設定	課題研究の基礎を学ぶ, テーマ設定	Scientific Academic Autonomous S A A

①SSHの研究開発の成果

学校設定科目「GS社会と統計」(高2:1単位)

(1) 目的

統計的な見方や考え方を使いながらICTを適切に活用することを通して、主体的な問題解決のために必要な資質と能力を育成する。

(2) 目標

- ①統計的な見方・考え方、概念を理解することで、データやデータの分析を批判的に思考する力を育成する。
- ②社会科学における具体的な事例を通して統計的にデータを処理する方法を学び、目的に適合する方法を課題研究に活用することができる。

(3) 評価の方法

レポート、授業中の学習状況等を総合的に判断し、評価する。

①SSHの研究開発の成果

(4) 単元・学習内容・時数

単元	学習内容	時数
「統計」の見方・考え方	1. いろいろな「統計」 2. 相関 3. 回帰直線・回帰分析とその利用	4
確率分布とその性質	1. 確率変数と確率分布 2. 二項分布と正規分布 3. 分布表の使い方	4
標本と標本分布	1. 母集団と標本 2. 標本平均の分布	6
推定の考え方	1. 大数の法則と中心極限定理 2. 点推定と区間推定 3. 信頼区間の作成と意味 4. 母平均の区間推定 5. t分布による区間推定 6. 母比率の区間推定	8
検定の考え方	1. 検定の概要 2. 仮説の設定と検定 3. 標準正規分布やt分布を利用した検定 4. 平均値の差の検定 5. χ^2 分布を利用した適合度, 独立性の検定	8
社会における統計の利用	1. いろいろな統計調査 2. 課題研究への活用 3. まとめ	5

②評価の方法

- ・毎時間のワークシートを授業最後に提出
→共有フォルダに提出
- ・課題レポートの設定
→エビデンスを示して、簡潔に表現
- ・学期末テストを実施
→知識・技能面の習得、生徒の感想

観点別評価「知識・技能」「思考・判断・表現」「主体的に課題に取り組む態度」に対応

②評価の方法

・学期末テストの例

1. () に入ることばを書き入れなさい。〈20点〉

①「現在は、情報が重要な役割を果たす(高度情報)社会になっている。この社会を生き抜くためには、多くの情報を活用できることが必要とされるが、個人が蓄えられる情報には(限界)がある。そのため、情報をあらかじめ蓄えておくのではなく、その都度、(情報技術)を駆使して情報を活用することが現実的であり、また、それが可能になっている。今日では、そうした活用の技能を身につけることが大切である。」

②「情報は信頼できるものとは限らないため、情報を受け取ったときには、その(信憑性)を評価することが必要となる。」

③「統計の目的は大きく分けて3つあり、(国家)や(社会)の実態を捉えるため、大量のデータからその(傾向)や(特徴)をつかむため、事象の結果を(予測)するためである。」

④「推測統計には(確率)が利用される。」

②評価の方法

・学期末テストの例

3. 確率変数 X が正規分布 $N(5, 2^2)$ に従うとき, $P(1 \leq X \leq 9)$ を求めよ。答えだけでなく, 求める過程を適切に記すこと。<5点>

$$X \text{ が } N(5, 2^2) \text{ に従うとき, } Z = \frac{X - 5}{2} \text{ は } N(0, 1^2) \text{ に従う}$$

$$X = 1 \text{ とき } Z = -2, \quad X = 9 \text{ とき } Z = 2 \text{ となる。}$$

$$P(1 \leq X \leq 9) = P(-2 \leq Z \leq 2)$$

$$= P(-2) + P(1.5)$$

$$= 0.4772 + 0.4332$$

$$= \underline{0.9104}$$

$$\begin{array}{r} 0.4772 \\ + 0.4332 \\ \hline 0.9104 \end{array}$$

②評価の方法

・学期末テストの例

7. 1学期の「社会と統計」の授業で、できるようになったこと、まだ十分にできるようになっていないことを書きなさい。〈6点〉

高Iの数Iで習った統計の範囲を、もっと広い視野で根本的なところから考えることができた。今までExcelも基本的な計算しか出来なかったが、もっと発展的なこともできるようになった。第7回あたりの正規分布のところはまだ完全に理解できていないので、これからできるように努力したいと思う。

8. 授業の感想・今後への要望〈2点〉

授業は自分バカリユニバ苦手なので、正直とても難しかったけど、これまで計算だったところをExcelでするようになったのは楽しかった。これからもっと身近な統計を習った方法を用いて考察してみたいと思う。

③授業実践事例(「センサス@スクール」の利用)

(1)実施時期:令和5年1月～3月

(2)対象:高校2年生42名

(3)授業計画

- ①第31時:課題の提示, データの測定
- ②第32時:注目するデータの決定・分析
- ③第33時:課題レポートの作成
- ④第34時:生徒間の相互評価と自己評価
- ⑤第35時:課題レポートの推敲

(4)課題

「センサス@スクールのデータを活用して、『社会と統計』の授業で学習した χ^2 検定および平均値の差の検定を用いて分析せよ。」

③授業実践事例(「センサス@スクール」の利用)

作成されたレポートの例

学校設定科目『社会と統計』課題レポート

「センサス@スクールの利用」

Ⅱ年1組 () 番 名前 ()

1. 課題

「センサス@スクールのデータを活用して、『社会と統計』の授業で学習した χ^2 検定および平均値の差の検定を用いて分析せよ。」

2. 調べたいこと・注目したデータ

起きた時刻、または通学時間により朝食の有無には関係について調べた。

起きた時刻が早い、または通学時間が長い人ほど朝食を食べていない人が多いのではないかと仮定した。

3. 分析結果

(表1)抽出したデータ

Q13.起きた時刻	Q24.通学時間(分)	朝食の有無	
~5:00	15	有	4.5
~5:00	30	無	4.5
~5:00	30	有	4.5
5:00	90	有	5
6:00	30	有	6
6:00	50	有	6
6:30	3	有	6.5
6:30	15	有	6.5
6:45	5	有	6.75
6:45	20	有	6.75
7:00	90	有	7
7:00	30	無	7
7:00	30	有	7
7:00	50	有	7
7:15	15	有	7.25
7:30	5	無	7.5
7:30	40	有	7.5
8:30	30	有	8.5
9:00	45	有	9
9:30	20	有	9.5

起きた時刻は
10進数に直した

朝食なしは
網掛け

(表2)観測度数、期待度数

観測度数				期待度数			
	朝食あり	朝食なし	合計		朝食あり	朝食なし	合計
4.5	2	1	3	4.5	1.75	0.1	1.85
4.75	0	0	0	4.75	1.75	0.1	1.85
5	1	0	1	5	1.5	0.1	1.6
5.25	0	0	0	5.25	1	0.25	1.25
5.5	0	0	0	5.5	1	0.25	1.25
5.75	0	0	0	5.75	1	0.25	1.25
6	2	0	2	6	0.75	0.5	1.25
6.25	0	0	0	6.25	0.5	0.5	1
6.5	2	0	2	6.5	0.5	0.75	1.25
6.75	2	0	2	6.75	0.25	0.75	1
7	3	1	4	7	0.25	1	1.25
7.25	1	0	1	7.25	0.1	1	1.1
7.5	1	1	2	7.5	0.1	1	1.1
合計	14	3	17	合計	10.45	6.55	17

③授業実践事例(「センサス@スクール」の利用)

作成されたレポートの例(続き)

- ・「起きた時刻」「通学時間」「朝食」の3つに注目したが、データを表に起こしたところ、通学時間にはばらつきがあり、関係が視られそうにないと判断した。また、今回は朝食の内容までは焦点を当てる必要を感じなかったため、「起きた時刻」と「朝食の有無」に絞って調査した。(表1)
- ・縦軸を「起きた時刻」とし、5時以前のデータは4:30に統一した。また、45分刻みで縦軸を設定した。横軸を朝食の有無とした。今回は学校に行く日の生活に絞って調査したかったため、本校の登校時刻8:30に絶対に間に合わない8:30以降に起きたとするデータは除外した。(表2)

(表3) χ^2 値

χ^2 値			
	朝食あり	朝食なし	合計
4.5	0.03571429	8.1	8.135714286
4.75	1.75	0.1	1.85
5	0.16666667	0.1	0.266666667
5.25	1	0.25	1.25
5.5	1	0.25	1.25
5.75	1	0.25	1.25
6	2.08333333	0.5	2.583333333
6.25	0.5	0.5	1
6.5	4.5	0.75	5.25
6.75	12.25	0.75	13
7	56.25	0	56.25
7.25	8.1	0	8.1
7.5	0.1	1	1.1
合計	88.7357143	12.55	101.2857143

(表4) 結果

自由度	12
有意水準0.05の境界値	21.02606982
観測度数のようになる確率	0.000000000001

③授業実践事例(「センサス@スクール」の利用)

作成されたレポートの例(続き)

4. 考察

- ・起きた時刻と朝食の有無には有意な関係はみられなかった。
- ・しかし、分析の仕方に反省点が多いため正確な結果とは言い難い。

具体的には、

- i. サンプル数がかなり少なかったため期待度数の設定に難渋した。
- ii. 朝食の有無に「起きた時刻」と「通学時間」のどちらがより関係するか分からず、とりあえず両方のデータを抽出してしまったこともデータ数の少なさに響いてしまったかもしれない。
- iii. 度数によって横軸の値に傾斜をつくってしまったことが χ^2 検定を用いる際には不適切であった可能性が高い。
- iv. 朝食を登校中や登校後に食べる人が存在する想定ができていなかったという点である。

5. 今後調べてみたいこと

- ・多いデータ数でかつきちんと仮説を立てて調べて直してみたい。
- ・朝食を食べるタイミングや登校手段なども考慮した、詳しいデータを用いてやりたい。

③授業実践事例(「センサス@スクール」の利用)

生徒間の相互評価と自己評価

「社会と統計」課題レポート

令和5年2月28日(火)

リフレクションシート

Ⅱ年()組()番 名前()

1. 他の人の課題レポートを読んで、「よいところ」「工夫すべきところ」を書きなさい。

出席番号	よいところ	工夫すべきところ
	好きなスポーツに着目したのが おもしろいと思いました。	観測度数の単位は(人)だと 思うから、それをつけたら良いと思います。
	1つの仮説を検証して、そこから 更に発展させていて読みごたえが ありました。	2つ目の検証の χ^2 値や 有意水準を載せてほしいです。
	私が調査したテーマの続きのような 内容なのでこの結果が 気になります。	頑張って検証正して下さい!!

③授業実践事例(「センサス@スクール」の利用)

生徒間の相互評価と自己評価

2. 選出された課題レポートを読んで、「よいところ」「工夫すべきところ」を書きなさい。

出席番号	よいところ	工夫すべきところ
例	網かけで表示したのが分かりやすい。 調査が細かくて簡潔で ほんとにすごい!	表2に単位があったら 良いと思います!
	不要な情報がなく、洗練 されている	調査した値の単位が 欲しいです。
	・考察が深くて良い。 ・テーマを最初に書いてくれているのが 理解の助けになりました。	棄却息 → 棄却域だと思う。

3. 自分の課題レポートをよりよいものにするために、何をどう修正すればよいと思いますか。

・今回の「身長と内腕の長さの差」を検証するだけでなく、そこから
もう1つ仮説を立てて実行してみる。
・字体を統一する術を知って、揃える。
・考察をもっと深くする。

- ICTの活用
- 数学科と情報科の連携
- 指導と評価の一体化
- 振り返りの時間
- 研究倫理