

大学入試センター試験 と海外の出題傾向

東京医療保健大学 深澤弘美
東京情報大学 櫻井尚子
大分大学 和泉志津恵

平成27年センター試験

科目	受験者数	平均点	標準偏差
数学 I	5,277	32.38	17.37
数学 I・数学A	338,406	61.27	20.31

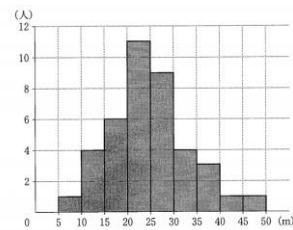
大学入試センター 2/5

数学 I「データの分析」からの出題

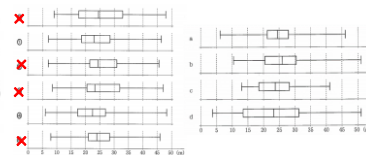
数学 I : 第4問(20点)
数学 I・数学A: 第3問(15点)
必須問題

27年度センター入試の問題[1]

[1]ある高校3年生1クラスの生徒40人について、ハンドボール投げの飛距離のデータを取った。次の図1は、このクラスで最初に取ったデータのヒストグラムである。

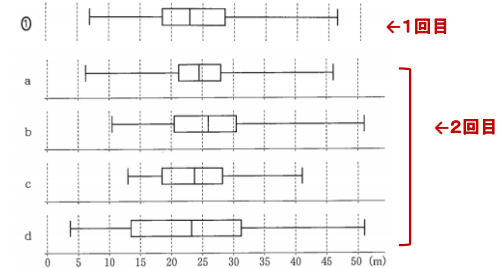


- (1)第3四分位数が含まれる階級
- (2)ヒストグラムと箱ひげ図の対応
- (3)箱ひげ図と分析結果の対応



27年度センター入試の問題

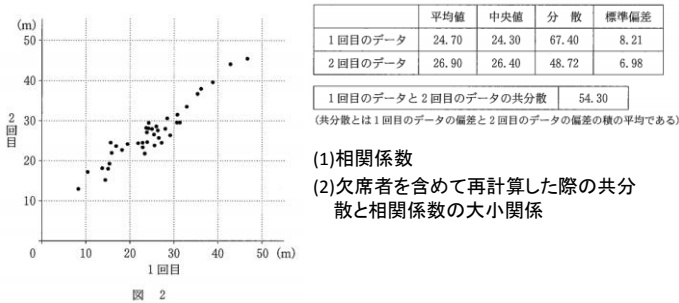
[1]の(3)



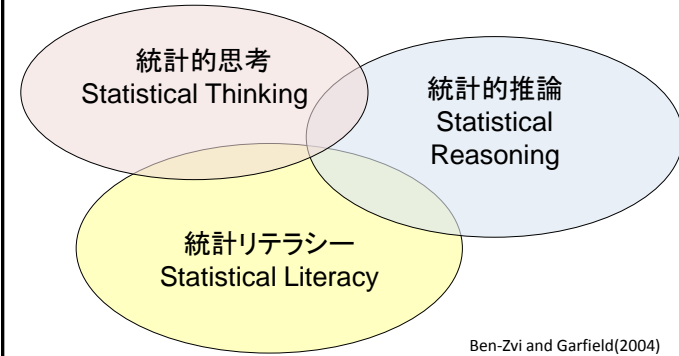
- A:どの生徒の記録も下がった。
B:どの生徒の記録も伸びた。
C:最初に取ったデータで上位1/3に入るすべての生徒の記録が伸びた。
D:最初に取ったデータで上位1/3に入るすべての生徒の記録は伸び、下位1/3に入るすべての生徒の記録は下がった。

27年度センター入試の問題[2]

[2]ある高校2年生40人のクラスで一人2回ずつハンドボール投げの飛距離のデータを取ることにした。次の図2は、1回目のデータを横軸に、2回目のデータを縦軸にとった散布図である。なお、一人の生徒が欠席したため、39人のデータとなっている。



リテラシー・推論・思考の関係



統計リテラシー

- 基本的な用語や概念の定義を理解している
- 問題の特定、データの記述、変換、解釈、読解、計算

統計的推論

- 用語の基礎的な解釈や2つ以上の用語や概念の関連性を理解している
- 基本的な概念を利用した理由の説明ができる
- 方法の説明ができる

統計的思考

- 具体的な文脈に基づいて統計的に考え問題を解決できる
- 統計的な調査や実験を計画し実施することができる
- 応用、批判、評価、一般化

イギリスGCE試験 Aレベルの問題

サンドバッグの重さは正規分布に従いその平均は μ kg、標準偏差は0.4kgであるとき、たくさんのサンドバッグの中から25個をランダムに取り出してその重さの平均を計算すると19.9kgであった。

- (a)たくさんあるサンドバッグの重さの平均の信頼度98%の信頼区間を求めよ。
- (b)「サンドバッグの重さは平均20kgである」という主張に対するあなたの意見を、(a)の結果をもとに述べよ。

Mathematics Unit Statistics 1A (Friday 17 May 2013 実施、試験時間90分)の問1. 確率含めて全5問が出題されている。AQA, <http://www.aqa.org.uk/>

ニュージーランドNCEAの問題

- (a) 2006年夏にlittle spotted kiwiの大きさ45の無作為標本が研究者により抽出された。この標本におけるlittle spotted kiwiの体重は、平均1257グラム、標準偏差145グラムであった。この島のlittle spotted kiwiの平均体重の99%信頼区間を求めよ。
- (b) 研究者は、この島のlittle spotted kiwiの平均体重が雄と雌では異なるのかを知りたい。そこで、2007年夏に雄と雌の無作為標本がそれぞれ抽出された。結果を次の表にまとめる。この島のlittle spotted kiwiの平均体重が雄と雌では異なるかを調べるために95%信頼区間を用いて、統計的な理由付け(Statistical Reasoning)のもとで、あなたの考えを述べよ。

2009 Level3

ニュージーランドNCEAの問題

反応時間に関する問題

エラは反応時間について調べています。

CensusAtSchoolからカナダとオーストラリア各200人のデータを入手して比較した。



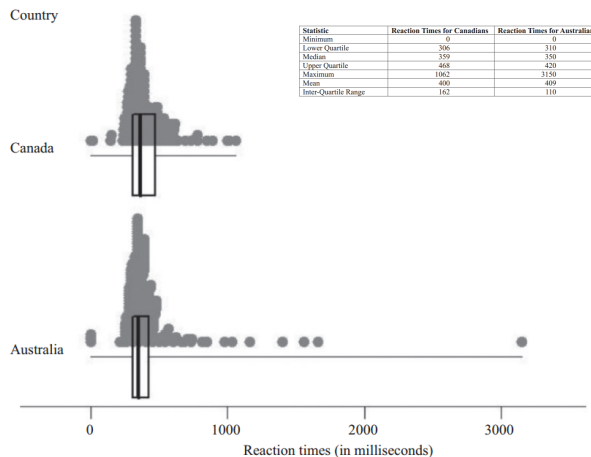
「スタート」ボタンをクリックください。枠の中に画像が見えたらできるだけ早く「ストップ」ボタンをクリックしてください。



スタート ストップ 0.58 秒

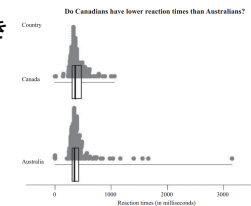
2012 Level1

Do Canadians have lower reaction times than Australians?



主張:カナダの方が反応が遅い

- 中央値の差は？中央値を比べたときエラの主張に賛成できるか。統計的な理由をこたえなさい。
- 平均と中央値を比較した場合
- グラフを比較した場合



Statistic	Reaction Times for Canadians	Reaction Times for Australians
Minimum	0	0
Lower Quartile	306	310
Median	359	350
Upper Quartile	468	420
Maximum	1062	3150
Mean	400	409
Inter-Quartile Range	162	110

解答例:(a)中央値の比較

(a) (i) What is the difference between the medians?

9 milliseconds

(ii) When you consider the medians, do you agree with Ella's conclusion?

Give statistical reasons for your answer.

No, the difference between the medians is only 9 milliseconds, which is negligible. Such a difference is not representative of the population with only a small sample size, 9 milliseconds is within the margin of error.

中央値の比較

×9大きい(統計的な意味がかけていない)

△中央値が9ミリ秒高い値を示しているカナダの方が反応が遅いという結論は妥当である。

○9ミリ秒は母集団の違いを示すには小さい値なのでカナダの方が遅いとは言えない

◎カナダの方が高い値だがオーストラリアの箱の範囲内なので賛成できない

○平均はオーストラリアが遅く、中央値はカナダが遅い。主張は偏っている

平均値と中央値の比較

×結果が逆転していることを書いていない

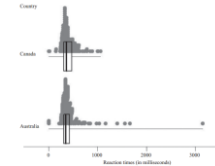
△平均値がオーストラリアの方が高いので賛成できない

○外れ値があるので平均値で比較してはおかしい

○代表値として平均値は適していない

	カナダ	オーストラリア
平均値	400	409
中央値	359	350

Do Canadians have lower reaction times than Australians?



Statistic	Reaction Times for Canadians	Reaction Times for Australians
Minimum	0	0
Lower Quartile	306	310
Median	359	350
Upper Quartile	408	420
Maximum	1062	3150
Mean	400	409
Inter-Quartile Range	162	110

グラフの比較

×グラフをもとに答えていない
△ドットプロットの形状について比較しているが外れ値に言及していない

○箱がカナダの方が高い値に位置している

○カナダの方がドットプロットを見ると高い値の人が多い

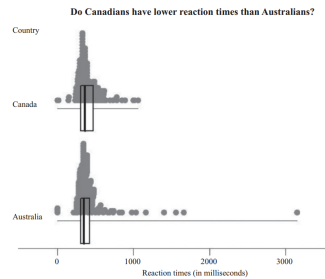
◎オーストラリアの箱が少し左→速い

◎分布のピークはほぼ同じであるか、カナダのピークの右側がより散らばっている。オーストラリアの方が左寄りに集中している。

◎オーストラリアの最大値3150は大きすぎる(外れ値)
→平均値は代表値として不適切。

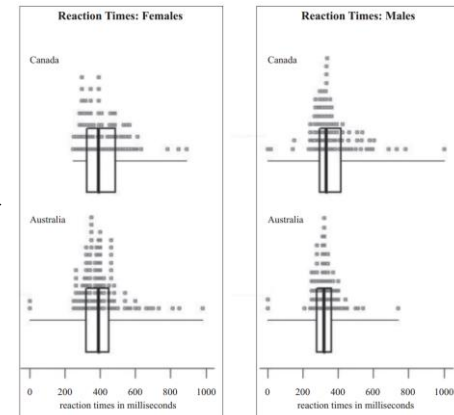
◎外れ値を除くと2つの分布はとともよく似ている
→グラフの形から結論を導き出すことはできない

◎ゼロも除外すべき値なのでカナダが遅いという結論は間違っている



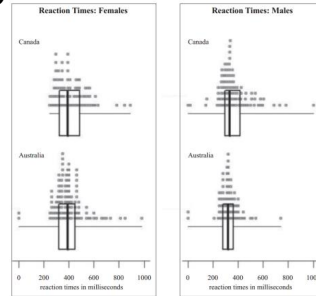
男女の反応時間に違いがあるか.

カナダ
オーストラリア
男女比較
1000ミリ秒以上の値は除外
(マウスの故障などの可能性を考慮)



ばらつきの小さい(consistent)結果はどれか。
統計的な理由も答えなさい

- オーストラリアの男子の
四分位範囲が最も小さい
→ばらつきが小さい
- ドットプロットが最も集中している
- △範囲(レンジ)はカナダの女子が小さい
- 外れ値を除くと範囲もオーストラリア男子が小さい
- ×一つを選んでいない
- ×範囲(レンジ), 四分位範囲について書いていない



エラの分析をさらに改善するにはどうしたらいいか。
統計的な考察もとずく提案を2つ以上あげなさい。

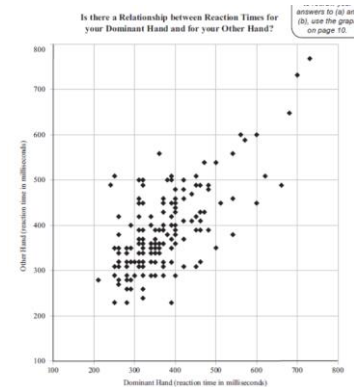
- ◎1000ミリ秒以上のデータを除外して分析をしているにも関わらず、ゼロを除いていないのは間違い。代表値に影響している。
- ◎インターネット上で集められたデータなので悪意をもって値を操作しているかもしれない
- ◎インターネットの速度やコンピュータの性能など環境が統一されていない。この仕組みでいいのか?
- ◎ある年齢の生徒だけが参加しているとすればこのデータで正しく母集団を推測できない
- ×エラの分析とは全く別の提案(男女の比較)
- ◎標本サイズを大きく
- ◎年齢を確認する。国の比較であれば小中高校生のデータだけでは不十分
- ◎ほかの国のデータも使う

500ミリ秒以下の生徒に関する分析

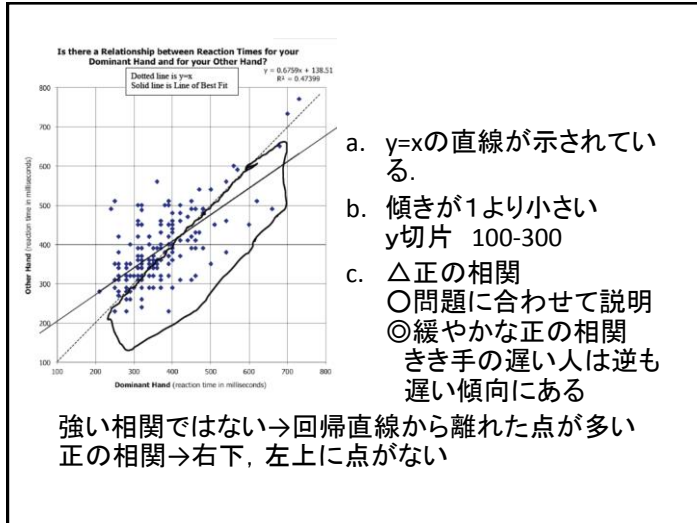
Time (milliseconds)	Female	Male
Under 500	97	77
Over 500	18	8

- i. このサンプルからランダムに生徒を選んだとき、反応時間が500ミリ秒以下の確率
- ii. 女性で500ミリ秒以下の確率
- iii. 男子生徒の中から500ミリ秒を選ぶ確率
- iv. 全体から2人を選ぶとき、2人とも500ミリ以下の確率

きき手と逆の手の反応時間の関係



- a. きき手の方が反応が早い人にするしをつけなさい。
- b. 関係を示す直線を引きなさい。
- c. どんな関係があるか。その統計的な理由を書きなさい。



まとめ

- ★リテラシーのみならず, 統計的な意味を理解し活用する力=統計的思考力を育成する
→ 理由・方法を説明する問題(推論力を問う問題)



リテラシー・推論力を使って問題を解決する力を問う問題(思考力を問う問題)

- ★新しい評価の形
記述式問題の必要性
問題解決にコンピュータを活用する力の評価