

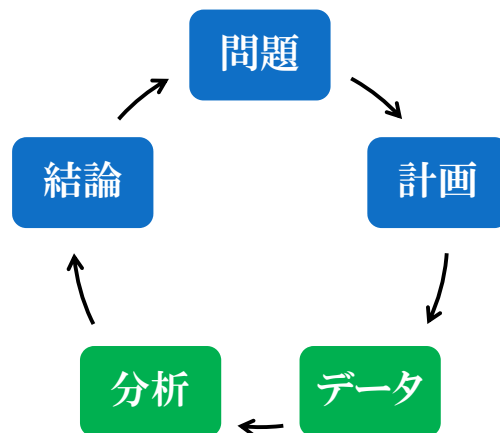
中学校「資料の活用」における グラフ電卓を利用した 教材開発

小口 祐一・茨城大学教育学部
荻原 文弘・佐久長聖中学高等学校
小池 徳男・信州大学教育学部附属長野中学校

1. 教材開発の目的

- グラフ電卓は，
 - 大量のデータを分析できる。
 - 効率的に基本統計量を計算できる。
 - 様々なグラフに表現できる。
 - **普通教室で利用できる。**
- そのため，
 - 指導の重点を「計画を立てること」におくことができる。
 - 指導の重点を「的確に判断したり結論を導いたりすること」におくことができる。
 - **生徒が統計的探究プロセスを体験できる。**

統計的探究プロセス (C.J.Wild & M.Pfannkuch, 1999)



2. 教材開発の枠組み

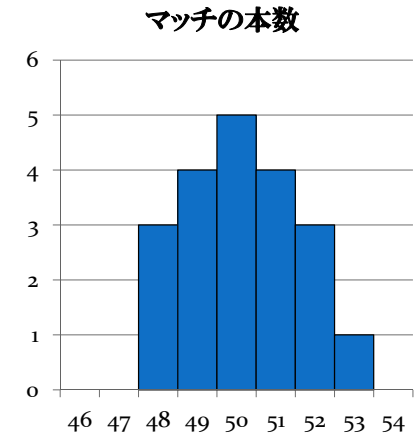
1. 統計用語やグラフなどの必要性和意味
2. **グラフ電卓を利用した統計的探究**
3. 評価問題における的確な判断，結論の記述
 - データの収集，データの表現，データの中心
 - データの散らばり，標準偏差
 - **2変数の関係**，相関係数，回帰直線
 - 標本分布，平均値の推定，平均値の差の検定，独立性の検定
 - 統計的探究プロセス，グラフ解釈，ベイズの定理

3(1)ヒストグラムの必要性と意味

- 【例題2】
- A社が製造したマッチ箱は、中身のマッチの本数が50本だといわれています。A社のマッチ箱から20箱を見本として無作為抽出したところ、中身のマッチの本数は次のようになりました。
 - 48,51,49,50,51,52,50,48,49,51
 - 50,53,48,49,51,50,52,49,50,52

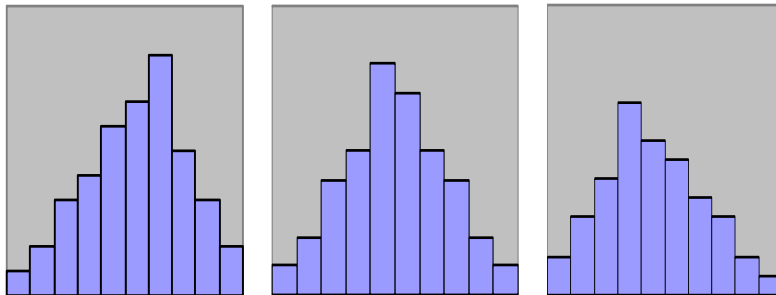
設問とグラフ

- このデータの最頻値はいくつですか。
- 中身のマッチの本数が50本未満だったのは何箱ですか。
- Kさんは、A社に対して「マッチの本数が50本未満のことが多いので、A社のマッチ箱は中身のマッチの本数が50本とはいえない」と主張しました。この主張は妥当ですか。



分布の形状

- 負の歪み・対称・正の歪み

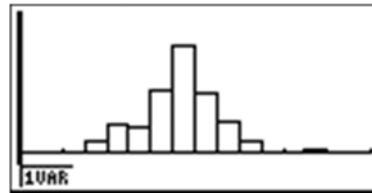
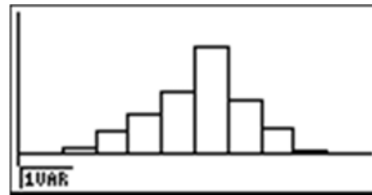


3(2)グラフ電卓を利用した探究

- 【探究2】
- ある農家の主人は、新しい肥料を使うことによって、えんどう豆の収穫量が増えることを望んでいます。そこで同じ広さの小さな畑を2つ作り、たくさんのえんどう豆を植えました。一方の土地には新しい肥料を入れ、他方には入れなかったことを除いて、どちらの土地も同じように扱います。無作為に選ばれた150さやずつの標本は、それぞれの土地から同時期に収穫されたものです。そのさやの中にある豆の数を数えたところ、次のような結果が得られました。
- [肥料なし](単位:個)
 - 4,6,5,6,5 6,4,6,4,9 5,3,6,8,5 4,6,8,6,5 6,7,4,6,5 2,8,6,5,6
 - 5,5,5,4,4 4,6,7,5,6 7,5,5,6,4 8,5,3,7,5 3,6,4,7,5 6,5,7,5,7
 - 6,7,5,4,7 5,5,5,6,6 5,6,7,5,8 6,8,6,7,6 6,3,7,6,8 3,3,4,4,7
 - 6,5,6,4,5 7,3,7,7,6 7,7,4,6,6 5,6,7,6,3 4,6,6,3,7 6,7,6,8,6
 - 6,6,6,4,7 6,6,5,3,8 6,7,6,8,6 7,6,6,6,8 4,4,8,6,6 2,6,5,7,3
- [肥料あり](単位:個)
 - 6,7,7,4,9 5,5,5,8,9 8,9,7,7,5 8,7,6,6,7 9,7,7,7,8 9,3,7,4,8
 - 5,10,8,6,7 6,7,5,6,8 7,9,4,4,9 6,8,5,8,7 7,4,7,8,10 6,10,7,7,7
 - 9,7,7,8,6 8,6,8,7,4 8,6,8,7,3 8,7,6,9,7 6,9,7,6,8 3,9,5,7,6
 - 8,7,9,7,8 4,8,7,7,7 6,6,8,6,3 8,5,8,7,6 7,4,9,6,6 6,8,4,7,8
 - 9,7,7,4,7 5,7,4,7,6 4,6,7,7,6 7,8,7,6,6 7,8,6,7,10 5,13,4,7,7

設問とグラフ

- それぞれのデータについて、どのような分布の形状ですか。
- 肥料を使うことによって「さやの中にある豆の数は増えた」といえますか。そう判断した理由も簡潔に述べなさい。
- 肥料を使うことによって「この農家の収入は増えた」といえますか。そう判断した理由も簡潔に述べなさい。



グラフ電卓の操作

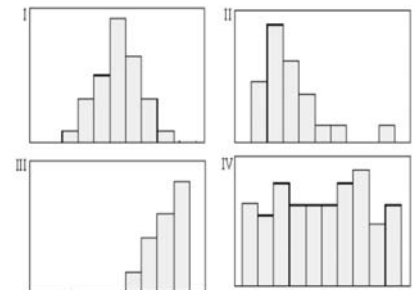


3(3) 評価問題

- 【問2】
- 次の状況のとき、最も起こりそうな分布を表現しているヒストグラムを選びなさい。そう判断した理由も簡潔に述べなさい。

設問とグラフ

- とても簡単だったテストのとき、そのテストの得点の分布は、どのヒストグラムによって表現されますか？
- 絵札とジョーカーを除いた40枚のトランプをよくきってから1枚ひいて数を記録し、その1枚をもとに戻すことを繰り返し行ったとき、記録した数の分布は、どのヒストグラムによって表現されますか？
- ある高校の1年生男子320名の身長を測ったとき、それらの身長の分布は、どのヒストグラムによって表現されますか？
- ある会社で働いている人々の年収を調べたとき、それらの年収の分布は、どのヒストグラムによって表現されますか？



4(1) 代表値の必要性和意味

- 【例題3】
- M高校の交通安全委員会は、M高校の正門前の道路を通る自動車の数を、連続9日間調査することを計画しました。ある連続した9日間、午後1時から午後2時までの1時間にM高校の前の道路を通った自動車の数を調べた結果、次のデータが得られました。
 - 4, 5, 3, 5, 7, 8, 3, 5, 5 (単位:台)

設問と統計量

- 9日間に通った自動車の台数の平均値, 中央値, 最頻値はいくつですか。
 - [9日間]
 - 平均値5
 - 中央値5
 - 最頻値5
- 次の日に通った自動車の台数を調べると12台でした。この結果も含めて平均値, 中央値, 最頻値を計算しなさい。
 - [10日間]
 - 平均値5.7
 - 中央値5
 - 最頻値5
- 次の日に通った自動車の台数も含めると、平均値, 中央値, 最頻値には、どのような変化がありましたか。

頑健性

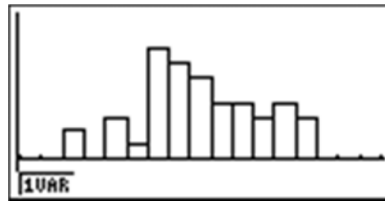
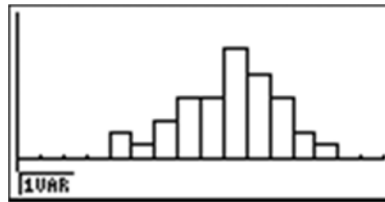
- たとえば、ある会社の年収の傾向をとらえる場合、社長の年収だけが極端に高いときには代表値として中央値の方が適切です。平均値はデータの数値としての情報を利用しているので、極端に離れた値の影響を受けます。一方、中央値はデータの順位としての情報を利用しているので、極端に離れた値の影響をほとんど受けません。このことから、中央値は極端に離れた値や分布の歪みに対して頑健性(Robustness)があるといえます。

4(2) グラフ電卓を利用した探究

- 【探究3】
- M高校の保健の先生は、この20年間でM高校の3年男子の身長が伸びたのではないかと予想しています。2007年のM高校の3年男子40名の身長を測定した結果、Aのデータが得られました。20年前のM高校の3年男子45名の身長を測定した結果は、Bのデータです。
 - [2007年] (単位:cm)
 - 172 163 166 174 169 168 171 176 178 171
 - 171 173 161 170 172 160 172 165 170 174
 - 177 167 168 169 165 171 175 175 167 164
 - 172 170 173 170 171 167 175 168 173 167
 - [1987年] (単位:cm)
 - 165 170 168 162 172 157 173 166 169 171
 - 164 173 174 169 165 172 156 164 175 160
 - 161 164 167 171 165 166 176 161 174 177
 - 167 168 167 168 178 165 167 165 170 177
 - 178 167 179 169 176

設問とグラフ

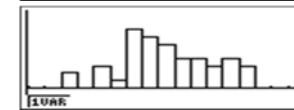
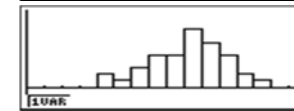
- それぞれのデータについて、平均値、中央値、最頻値を求めなさい。
- M高校の保健の先生は「20年間でM高校3年男子の身長が伸びた」と主張しました。この主張は妥当ですか。



グラフ電卓の操作

```
StatGraph1 :DrawOn
StatGraph2 :DrawOff
StatGraph3 :DrawOff
[On] [Off] [DRAW]
```

```
Histogram Settings
Start:156
Width:2
Draw:[EXE]
[On] [Off] [DRAW]
```



```
1-Variable
Max =178
Min =168
σx =1.1566e+06
σxσ =4.14125504
xσn-1 =4.194812842
n =48
↓ [DRAW]
```

```
1-Variable
Med =173.5
Max =178
Min =170
Mod =171
σx =1.1566e+06
σxσ =4.14125504
xσn-1 =4.194812842
n =48
↓ [DRAW]
```

```
1-Variable
Med =168.622222
Max =178
Min =168
Mod =165
σx =1.1566e+06
σxσ =4.14125504
xσn-1 =4.194812842
n =48
↓ [DRAW]
```

```
1-Variable
Med =165
Max =170
Min =165
Mod =165
σx =1.1566e+06
σxσ =4.14125504
xσn-1 =4.194812842
n =48
↓ [DRAW]
```

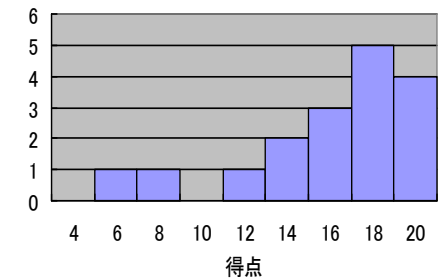
4(3) 評価問題

- 【問3-1】
- 次のヒストグラムは、20点満点の小テストの得点を示しています。平均値と中央値として正しい値の組はどれですか。そう判断した理由も簡潔に述べてください。ただし、実際に計算する必要はありません。

設問とグラフ

- 中央値16, 平均値13
- 中央値13, 平均値16
- 中央値16, 平均値18
- 中央値18, 平均値16

小テストの得点

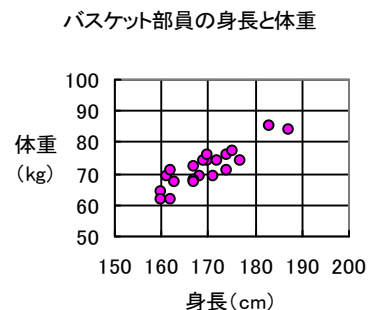


5(1) 相関関係の必要性と意味

- 【例題6】
- M高校のバスケット部の顧問は、部員の身長が高くなるにつれて体重は重くなるだろうと予想しています。部員21名の身長と体重との関係を散布図に表示すると、次のようになりました。

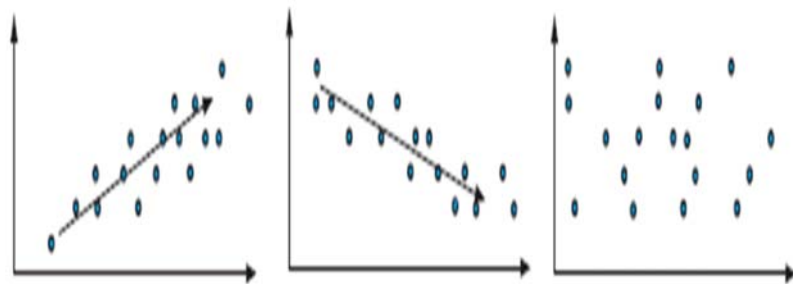
設問とグラフ

- 独立変数は何ですか。
- 従属変数は何ですか。
- 独立変数の値が大きくなるにつれて、従属変数の値はどのように変化しますか。
- 散布図に示された多くの点が近いところに集まる直線を探しましょう。



分布の形状

- 正の相関・負の相関・相関なし



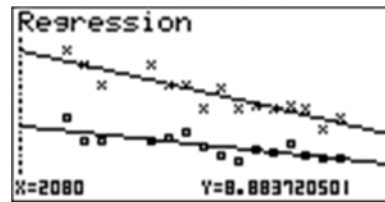
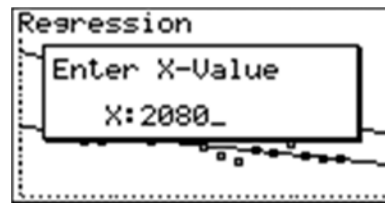
5(2) グラフ電卓を利用した探究

- 【探究6】
- 下の表は、1928年から1992年までの夏のオリンピックにおける男子と女子の100m競争の優勝タイムを示しています。

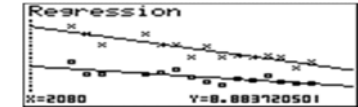
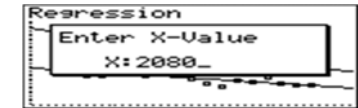
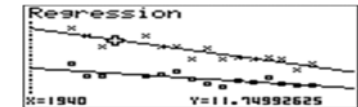
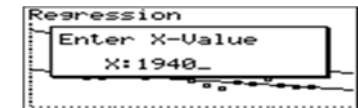
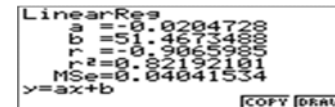
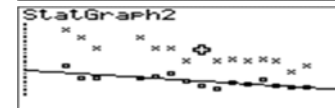
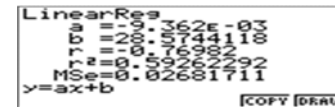
開催年	男子の記録	女子の記録	開催年	男子の記録	女子の記録
1928	10.80	12.20	1964	10.00	11.40
1932	10.30	11.90	1968	9.90	11.00
1936	10.30	11.50	1972	10.14	11.07
1940	非開催	非開催	1976	10.06	11.01
1944	非開催	非開催	1980	10.25	11.06
1948	10.30	11.90	1984	9.99	10.97
1952	10.40	11.50	1988	9.92	10.54
1956	10.50	11.50	1992	9.96	10.82
1960	10.20	11.00			

設問とグラフ

- 開催年と男子の記録の関係と、開催年と女子の記録の関係から最小2乗直線(Least Squares Regression Line)を求め、その式も求めましょう。
- 1940年にオリンピックが開催されたと仮定したとき、男子と女子の優勝タイムを推定しよう。
- 2080年にオリンピックが開催されると仮定したとき、男子と女子の優勝タイムを予測しよう。



グラフ電卓の操作



5(3) 評価問題

- 【問2】
- Sくんは、あるタイプの自動車について、販売されて1年目の中古車から10年目の中古車までの価格に関するデータを大量に収集しました。そして、このタイプの自動車について、販売されてからの経過年数と中古価格との間に直線的な関係を見つけて、次の回帰式を導きました。
 - 予測価格: $720,000 - 56,000 \times (\text{経過年数})$ (単位:円)
- 友人のKくんは、このタイプの自動車の中古価格を予測してくれるようSくんに頼みました。次にあげる①～④の主張は妥当ですか。そう判断した理由も簡潔に述べてください。

設問

- 販売されてから5年経過したときの中古価格を予測するためには、回帰直線を引いて、横軸が5のところで縦軸に対応する値をよめばよい。
- 販売されてから9年経過したときの中古価格を予測するためには、回帰式の(経過年数)に9を代入して、その価格を求めればよい。
- 販売されてから13年経過したときの中古価格を予測するためには、回帰直線を引いて、横軸が13のところで縦軸に対応する値をよめばよい。
- 新車の価格は、回帰式の(経過年数)に0を代入して、その価格を求めればよい。

中学校学習指導要領対応表

	内 容	活動
第1学 年	D資料の活用 (1) 目的に応じて資料を収集し、コンピュータを用いるなどして表やグラフに整理し、代表値や資料の散らばりに着目してその資料の傾向を読み取ることができるようにする。 ア ヒストグラムや代表値の必要性和意味を理解すること。 イ ヒストグラムや代表値を用いて資料の傾向をとらえ説明すること。	2
		3
		4
第2学 年	D資料の活用 (1) 不確定な事象についての観察や実験などの活動を通して、確率について理解し、それを用いて考察し表現することができるようにする。 ア 確率の必要性和意味を理解し、簡単な場合について確率を求めること。 イ 確率を用いて不確定な事象をとらえ説明すること。	15
第3学 年	D資料の活用 (1) コンピュータを用いたりするなどして、母集団から標本を取り出し、標本の傾向を調べることで、母集団の傾向が読み取れることを理解できるようにする。 ア 標本調査の必要性和意味を理解すること。 イ 簡単な場合について標本調査を行い、母集団の傾向をとらえ説明すること。	1
		13
		14

高等学校学習指導要領対応表

	内 容	活動
数学 I	(4) データの分析 ア データの散らばり 四分位偏差、分散及び標準偏差などの意味について理解し、それらを用いてデータの傾向を把握し説明すること。 イ データの相関 散布図や相関係数の意味を理解し、それらを用いて二つのデータの相関を把握し説明すること。	4
		5
		6
		7
数学B	(1) 確率分布と統計的な推測 ア 確率分布 (ア) 確率変数と確率分布 (イ) 二項分布 イ 正規分布 正規分布について理解し、二項分布が正規分布で近似できることを知ること。また、それらを事象の考察に活用すること。 ウ 統計的な推測 (ア) 母集団と標本 (イ) 統計的な推測の考え	1
		9
		10
		11
数学 活用	(2) 社会生活における数理的な考察 ウ データの分析 目的に応じてデータを収集し、表計算用のソフトウェアなどを用いて処理しデータ間の傾向をとらえ予測や判断をすること。	13
		14