

統計的探究プロセスにおける批判的思考と方法知の育成  
 ～教材「小指ギャップ」の教科等横断的な扱い～

お茶の水女子大学附属中学校  
 教諭 藤原 大樹

1. 研究の主題

本研究は、中学校数学科「D データの活用」領域の第1学年において、統計教育における批判的思考と統計的問題解決に関する方法知を生徒が身に付けることのできる統計的探究プロセス（PPDAC サイクル（Wild & Pfannkuch, 1999））を通じた学習の具体を、総合的な学習の時間との連携により実現するものである。

実施にあたっては、

- ・中学校第1学年 総合的な学習の時間 「仮説検証」単元（2時間／2時間）
- ・中学校第1学年 数学科 「データの分布と予測」単元（3時間／1.3時間）

の合計5時間を充てた。東京都内の国立大学附属中学校第1学年の生徒を対象に、2019年1月から2月にかけて実施した。夏休みなどの長期休業でレポート作成を家庭で実施する場合は、7月などに実施することも考えられる。

単元の学習に主体的に関わる中で批判的思考を促すために、次の手立てを講じた。

(i) 教材に関する手立て

生徒がデータ収集に関われるもの、生徒の日常生活や近い将来に深く関わるものなど、生徒が深く考えたいと感じそうな教材や問題を取り上げる。単元における複数時間の授業を使って探究するような、核となる教材を複数回位置付ける。

表1 単元「データの分析と予測」のデザイン

| 時   | 教材              | 習得する知識等と活用する知識等 [ICT等]                                 | 重視する相   |
|-----|-----------------|--|---------|
| 1   | ルーラー (データ収集)    | データ収集の仕方   | PrPID   |
| 2   | キャッチ            | (自分の位置) ヒストグラム,中央値,平均値,外れ値,度数折れ線                       | ACPr    |
| 3   |                 | (クラス比較) 中央値,平均値,最頻値,範囲,代表値の特徴 [電卓] ([stathist])        | AC      |
| 4   |                 | (男女比較1) 層別,度数折れ線,説明 [Excel,stathist,PowerPoint(以下,PP)] | AC      |
| 5   |                 | (男女比較2) 相対度数,説明 [Excel,stathist,PP]                    |         |
| 6   | 図書館,ランチハンバーグ    | 代表値の特徴の再整理,度数折れ線 [電卓]                                  | AC      |
| 7   | 小指 (既存仮説の検証)    | 度数折れ線,相対度数,代表値等,説明 [Excel,stathist,PP]                 | PrDACPr |
| 8,9 | ギャップ (新仮説設定と検証) | 層別,度数折れ線,相対度数,代表値等,説明 [Excel,stathist,PP]              | PrPIDAC |
| 10  | お小遣いアップ大作戦      | 累積度数,累積相対度数 ([stathist])                               | PrAC    |
| 11  | 方法知のまとめ         | 統計的に問題解決する方法(方法知)                                      | PrPIDAC |
| 12  | いかさまダイス         | (質的データの)相対度数,折れ線グラフ,統計的確率 [電卓]                         | PrDA    |
| 13  | 貸し出し靴           | 相対度数を確率とみなすこと,意思決定 [電卓]                                | PrPIDAC |

## (ii) 問いに関する手立て

授業ごとに批判的思考を促す問いを検討・想定し、生徒自身がこの問いを抱けるように、問題の示し方や着眼点のもたせ方等を工夫したり、教師から生徒へ発問したりする。前述した核となる教材では、問いを発展的に広げて検討する中で新たな内容知や方法知を獲得できるようにする。

## (iii) 授業展開に関する手立て

生徒が批判的に考察する場面を積極的に位置付ける。統計的問題解決の過程において、最初は教師主導で批判的な考察の対象を他者の考えを中心とするが、徐々に活動の自由度を広げていき、相互作用を一層促し、生徒主体で自分の考えを対象に含めていくようにする(藤原, 2018)。

## (iv) 教具に関する手立て

考察・判断したことを瞬時かつ容易に表現して記録に残すため、分析に統計ソフトウェア、ワークシートに PowerPoint などの ICT を目的に応じて生徒に活用させる(藤原, 2018)。不慣れな生徒が混乱せずに活用できるように、単元前半で教師が ICT 操作をやって見せ、有効性を感得させる。その上で生徒に限定的な操作をさせ、単元の後半では複数回操作する中で自由に活用できるように配慮する(藤原, 2012)。

## (v) メタ認知に関する手立て

対象を批判的に考察することによって生徒自身で方法知を獲得できるように、単元を通してメタ認知的支援(重松ほか, 2013)を必要に応じて行う。例えば、「○○すればうまくいくよ」と方法知を直接伝授するのではなく、「よりよい方法はないかな」「○○のときはどうするとよいかな」などと代理発問を行う。また、本単元以前の授業において、見いだした方法知を授業中・後にノートなどに記述したり、問題解決中にノートをめくって解決の見通しを得る場面を意図的に位置付けたりして、「解決がうまくいかないときは過去のノートを見ればよい」などの方略に関するメタ認知的知識をもてるように指導しておく。

上記(i)～(v)の手立てを踏まえ、単元「データの分布と予測」を表1のようにデザインし、実施した。数学科の単元計画は表1の通りである。

## 2. 研究のねらい

本研究では、「人がダンスの角で小指をよくぶつけるのはなぜか?」という問いを扱う。本教材「小指ギャップ」は、NHKのTV番組「チョコちゃんに叱られる!」の平成30年5月4日の放送で取り上げられた「足部の外側の知覚誤差」(小林ほか, 2007)を教材化したものである。筆者は、(a) 実生活との関連、(b) 実験の容易性と楽しさ、

(c) 後に学ぶ統計との関連、(d) 問いの発展性、(e) 先行研究の存在などといった教材のよさがあると考えている。

授業では、番組で出される理論「タンスに小指をぶつけるのは、自分が思っているより約1cm 外側を歩いているから」を紹介し、「他者のつくった仮説」として捉え、「本当にそうなのか確かめてみよう」と筆者から投げかけ、実験を通して検証することとした。また、その後で、新たに仮説を各自で考え、データを層別するなどして分析し、「自分のつくった仮説」を検証することにした。このような学習を通して、ヒストグラムや相対度数、代表値などを用いて、他者のつくった仮説（理論）や自分が設けた仮説に対して批判的に考察し表現することができること（思考力・判断力・表現力等）を目指した。

単一のデータセットについて、代表値や相対度数を用いてデータが1 cm の近くに多く密集していることを批判的に考察して表現したり、複数のデータセットについて、ヒストグラムや度数折れ線を比較してその特徴に大きな違いがないことを批判的に考察して表現したりすることができるようにする。

授業の主な展開は表2の通りである。

表2 授業の主な展開

|   |
|---|
| <p>1. 問題提示, データ収集 (総合的な学習の時間の授業)</p> <p>テレビ番組「チョコちゃんに叱られる」で放送されていた「人は1 cm外側を歩いている」という理論 (小林他, 2007 以下, 小林理論) を知り, 実体験と関連付けることで関心と問題意識を高める。実際に実験をしてデータを集め, データカードを黒板に貼ってヒストグラムをつくる。小林理論を1つの「仮説」として捉え, これが正しいといえるかどうかについて, 小学校算数科で学習したヒストグラムや平均値などの知識をもとに検証する。(16~18人程度のゼミ形式で行うため, データの個数も少ない。)</p> |
| <p>2. 生徒全員のデータに増やし, 小林理論を再検証する。(数学科の授業)</p> <p>データの個数を増やして, 小林理論が正しいといえるかどうかについて, 数学科の授業で学習した知識 (ヒストグラム, 度数分布表, 代表値, 相対度数など) をもとに再び検証する。分析には統計ソフトを生徒が使用し, わかったことや考えたことを申請者が準備した PowerPoint のスライドをワークシート代わりにして表現する。スライドには, 「工夫したこと」や「感想」を記入できるようにしておく。</p>   |
| <p>3. 自分が仮説を立て, 検証する。</p> <p>「男女ではどちらの方がより外側を歩いているといえるのか」や「利き足と非利き足とはどちらの方がより外側を歩いているといえるのか」など, 自分で関心をもった問いについて仮説を立て, その仮説を検証する。ここでも統計ソフト, PowerPoint を生徒が使用する。</p>   |
| <p>4. お互いにスライドを閲覧し合い, 意見交換をする。</p> <p>生徒同士で, 作ったスライドを閲覧し合い, よい点や改善すべき点などをコメントし合う。これを自己評価の参考として改善し, スライドを修正して完成させる。</p>  |

5. 単元の最後に、単元を通して身に付けた方法知を振り返る。

本単元を通して学んだ方法知を振り返って「統計的問題解決のワザカード」を記入する。

### 3. 研究内容・授業の実際

#### (1) 総合的な学習の時間での扱い

第1学年「D データの活用」領域を学習する前に、総合的な学習の時間の授業で、小学校算数科での既習事項のみを活用した統計的問題解決の場面を意図的に位置付けた。問題設定と実験の計画は教師主導で行い、データ収集（実験）、分析、結論付けという一連の仮説検証を経験させることに力を置いた。

対象校では、第2学年から第3学年前半まで取り組む探究学習「自主研究」の準備として、20人程度で探究の方法を学ぶ「自主研究ゼミ」が第1学年総合的な学習の時間に設定されている。その一環で「人がタンスの角で小指をよくぶつけるのはなぜか？」という問いを、探究の方法の1つである「仮説検証」を学ぶ総合的な学習の時間の授業で扱った。総合的な学習の時間の授業で、番組で出される理論「タンスに小指をぶつけるのは、自分が思っているより約1cm外側を歩いているから」を紹介し、「他者のつくった仮説」として捉え、「本当にそうなのか確かめてみよう」と授業者である筆者から投げかけ、実験を通して検証することとした。

授業の導入で問題を提示すると、数名の生徒が「テレビで観たことがある」などつつぶやいた。それを受け、番組中の理論「タンスに小指をぶつけるのは、自分が思っているより約1cm外側を歩いているから」を紹介して仮説として設定し、「本当にそうなのか確かめてみよう」と筆者から投げかけ、実験を通して検証することとした。

実験は、A4ファイルを縦置きに持って足下を隠し、目先に伸びる凹凸の無い線の端（基準線）を両目で見ながら、足下の基準線に片足の足部外側が接するように想像して片足を置くというものである（図1）。基準線と足部外側の誤差を定規の0.1cm単位で測定し、正負の数で記録するようにした（無凹凸線を踏んだら正の数で表す）。

正確なデータ収集のために靴を脱

いで片足を置く際、基準線に凹凸があると恣意的に置き場所を変えられるため、基準線に凹凸がないテニスコートで実験した（図2）。実験結果の記録とその後のグラフづくりのために図3のデータカード（青山・松元，2017）を各自に配付し、「性別（性自



図1 実験の方法

認)「利き足(サッカーボールを蹴る足)」を書かせた上で実験し、「右足の結果」「左足の結果」を記入させた。「性別」と「利き足」の記入枠は、生徒が「性別でぶつけやすさに差はあるか」「非利き足の方がぶつけやすいのか」などの問いを生徒が抱くと予想して教師側で事前に設けた。結果に影響する原因変数を生徒から引き出すことは要因分析の観点から重要であり、今後の課題である。



図2 靴を脱いで実験する生徒の様子

生徒は、第1学年D領域の学習を終えてないため、小学校算数科での既習内容(平均値、円グラフ、柱状グラフなど)を用いて検証を試みた。例えば、「データカードを並べて柱状グラフを作ってみよう」と生徒が提案し、ホワイトボードに貼り、右足の実験結果の柱状グラフを作成した(図4の上)。しかし階級幅が1cmだと各階級の度数が少なくて傾向を捉えづらいので、生徒が階級幅を2cmに変えて柱状グラフを作り替えた(図4の下)。



図3 授業で使ったデータカード

平均を求めた生徒もあり、右足は+0.7cm、左足は+1.8cmであったことから「左足の方がぶつけやすい」と発言する生徒もいたが、「人数が少ないので信憑性が低い」と述べる生徒もいた。中には、男/女や利き足/非利き足で平均値を求める生徒もいた。

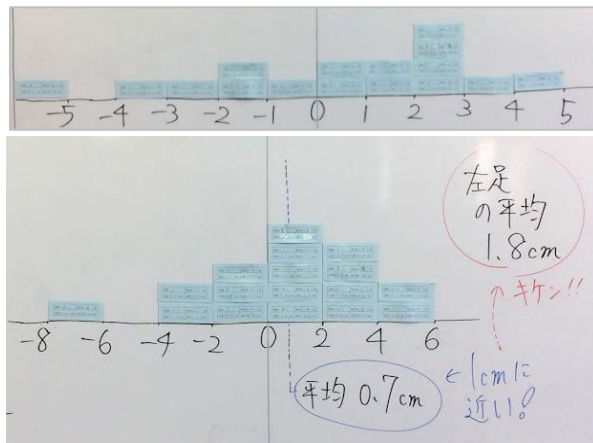


図4 データカードで作った階級幅1cmの柱状グラフ(上)と階級幅2cmで作り替えた柱状グラフ(下)

なお、この授業では、Excelで平均値を求めたり足をぶつけた回数についての円グラフを作成したり、得られた結果をWordに打ち込んだりする作業を同時に行っていた。

上記のような授業を総合的な学習の時間に実施することは、教科横断的な問題場面で「数学的な見方・考え方」(文部科学省, 2018)を働かせる貴重な場となる。

## (2) 数学科の授業での扱い

この後の中学校数学科の授業で、「小指ギャップ」の全生徒分のデータを再度取り上げて、ICT を活用し、新たに学ぶ統計内容を用いてより深く検証する学習活動を単元の第7～9時の3時間扱いで設けた。単元での位置付けについては表1を参照されたい。第7時では既存の理論を仮説として捉え、批判的に考察し表現する機会とした。また第8、9時は新たな仮説を自分で立て、批判的に考察し表現する機会とした。

授業はPC室で行い、一人1台のPCを操作することとした。まず、約1ヶ月前に実施した総合的な学習の時間での授業を想起させ、「データが少ないので妥当な検証ができない」と言っていた生徒の反応を紹介し、「仮説「自分が思っているより約1cm外側を歩いている」は正しいだろうか？ 1年生の実験データから検証しよう」という問題を提示した。総合的な学習の時間とは、データの個数が大きく異なる。

まず、総合的な学習の時間で実験した生徒全員の左足と右足の結果の値が入力されたExcelのファイルと、分析して結論を入力するためのワークシートとして使うPowerPointのファイルを筆者が予め共有ハードディスクに準備しておき、生徒各自のUSBメモリに保存させた。

USBメモリにはフリーの統計ソフト stathist が既に保存されている。(現在では、校内Wi-Fiが整備されているため、クラウド上に保存することができる。また、フリーの統計ソフトは statlook や SGRAPA などの優れたものが選択肢に挙げられよう。)

生徒は stathist を開いて、Excelファイルからデータをコピーし、stathistに入力して分析していった。stathistで表示させた代表値やグラフなどはプリントスクリーン(PCのキーボード右上のPrtSc)でPowerPointの1枚目のスライドの空きスペースに貼り付け、分析した結果を基に【私の結論】の枠に説明を書いていっ

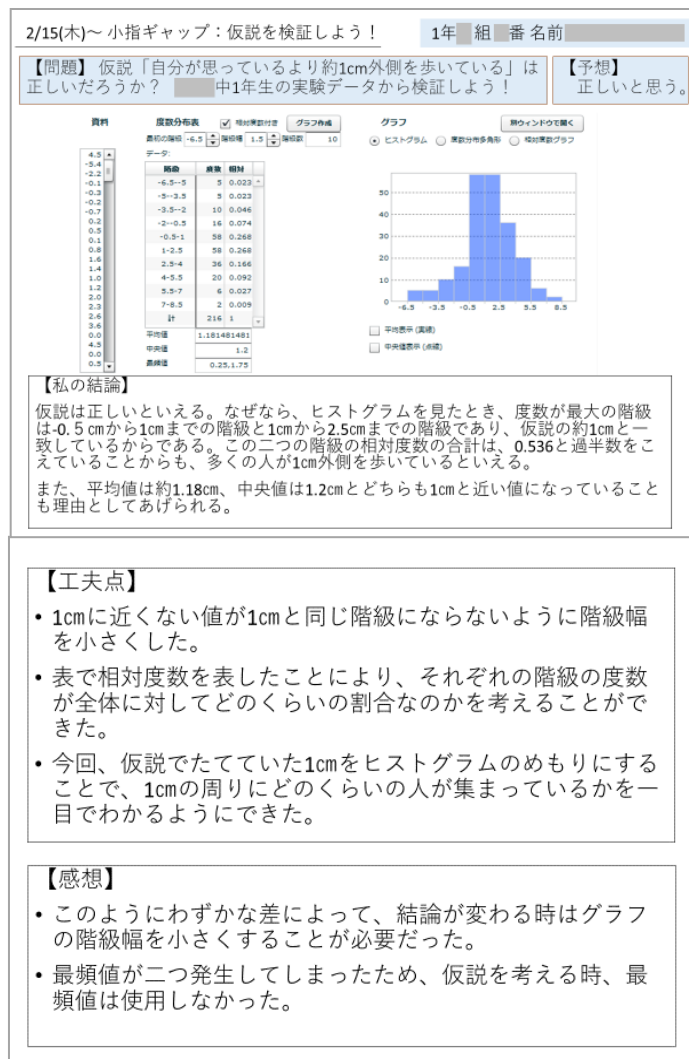


図4 第7～8時に生徒が作成したスライド

た。そして、2枚目の【工夫点】と【感想】を入力していった。同様の作業を第4、5時での経験を生かし、比較的円滑に進められた。

第8時では、10分間ほど続きを行い、座席を立てて他者の取組を自由に閲覧する機会を5分間ほどとった。他者のものを参考にしながら必要に応じて修正し、共有ハードディスクに提出をさせた。

例えば図4は、ある生徒が第7～8時に作成したスライドである。図4のスライドでは、これまでの単元の学習を生かして、仮説が正しいことを説明している。根拠にはヒストグラム、相対度数、平均値、中央値を用いている。特に、1cm付近の3cmの範囲に過半数以上のデータが集まっていることについて論じている点が注目に値する。また、ヒストグラムの階級の境目の値をどうすればよいか、筆者から全体に問いかけて考えさせた場面が授業であったが、境目の値を基準値である1cmにしてある。総合的な学習の時間で、1cm付近にどのくらい集まっているかについてデータカードを用いて分析した経験が作用した可能性も推察される。いずれにしても、相対度数を用いたことやヒストグラムの目盛りの工夫を意図的に行ったということが、2枚目のスライドの【工夫点】と【感想】から読み取れる。

次に、第8時にスライドを提出し終えた生徒には自ら仮説を立てて、Excelのデータを目的に応じて層別して分析し結論付ける活動に取り組ませた。

例えば図5は、図4を作成した生徒が第8～9時に作成したスライドである。図4では、「右足と左足では自分が歩いているとと思っている（位置）と実際に歩いている位置との差（間）に違いはある」という仮説を立て、「利き足の人が多い右足の方がずれが少ない」と予想していた。図4で用いた相対度数、平均値、中央値を今回も使い、複数の量的データを比べることからヒストグラムの代わりに度数折れ線を用いている。その結果、予想に反し、「変わらない（違いがない）」という結論を得

2/15(木)～小指ギャップ：My仮説を検証しよう！ 1年組 番号前

【問題】右足と左足では自分が歩いているとと思っていると実際に歩いている位置との差に違いはあるのだろうか？

【予想】利き足の人が多い右足の方がずれが少ないと思う

| 階級      | 度数  | 相対度数  | 階級  | 度数    | 相対度数 |
|---------|-----|-------|-----|-------|------|
| -6.5~-5 | 4   | 0.037 | 1   | 0.009 |      |
| -5~-3.5 | 0   | 0     | 5   | 0.046 |      |
| -3.5~-2 | 4   | 0.037 | 6   | 0.055 |      |
| -2~-0.5 | 11  | 0.101 | 8   | 0.046 |      |
| -0.5~1  | 28  | 0.259 | 20  | 0.277 |      |
| 1~2.5   | 30  | 0.277 | 28  | 0.259 |      |
| 2.5~4   | 17  | 0.157 | 19  | 0.175 |      |
| 4~5.5   | 12  | 0.111 | 8   | 0.074 |      |
| 5.5~7   | 2   | 0.018 | 4   | 0.037 |      |
| 7~8.5   | 0   | 0     | 2   | 0.018 |      |
| 計       | 108 | 1.000 | 108 | 0.999 |      |

平均値 1.130555556 1.232407407  
中央値 1.2 1.1  
最頻値 1.75 0.25

【私の結論】  
変わらないといえる。なぜなら、階級が0.5から1の階級と1から2.5の階級の度数の合計は右足も左足も58人で相対度数は0.536であるからである。  
〔1〕周辺の階級を比べたのはほかの実験により、〔自分が思っているより1cm外側を歩いている〕という仮説は正しいと検証したからである。  
また、平均値や中央値を比べた時、  
平均値は右足が約1.13、左足が約1.23と0.1cmほどしかかわらない。  
また、中央値を比べた時も右足が1.2、左足が1.1cmとこちらも0.1cmほどしかかわらない。  
これらのことから、右足と左足ではあまりかわりがないという結論をだした。

【動機】  
・小指ギャップの様々なデータをみていたときに、ふと、右足と左足のずれは利き足等の理由から差が出たりするのか気になったため。平均値等を使って比べたいとおもったから。

【工夫点・感想】  
・グラフの一番山が大きかったところの相対度数を合計してみたところ、過半数を超えていたのでそこに焦点を当てて調べた。  
・全体の結果には、あまり関係しない、度数が少ない階級はもしかしたら、傾向が見えてきたりするかもなので、そのような階級ももっと活用して結論を出すべきだった。  
・授業で習った平均値や中央値も活用しながら結論をだすことができた。  
・相対度数グラフを使うことで割合を比べることができた。

図5 第8～9時に生徒が作成したスライド

た。【工夫点・感想】からは、度数の少ない階級では右足のデータと左足のデータの度数折れ線があまり重なっていない点に着目して、さらなる関心を見いだしている。

他の生徒たちは表3の仮説を立てていた。生徒に自由に仮説を考えさせたが、仮説には大きく分けて仮説Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの3つがあった。少ないようにも感じられるが、層別できるデータの準備の負担が大きいことや、生徒の活動の範囲をある程度制限することで活動の質が高まることを期待して、筆者はデータカードへ記述させる項目を限定した。自由度を大きくして、一層主体的な活動を翌学年などで行うことが有効であると考える。

進んだ生徒は一人で複数の仮説について検証したスライドもあるため、表3の人数は延べ人数をしめしている。また、仮説Ⅰを立てた18人の中には、データの値ではなく、データの値を絶対値で表し直して分析したものもあった。そのうちの一人は「(実験の) 基準線に近づけるとい目的だったので、すべて絶対値を考えた。」と入力していた。

表3 対象学級の生徒たちが立てた仮説  
(〈〉内：32人中の人数 ・印：動機の例)

|  |
|--|
| 仮説Ⅰ 利き足と非利き足とでは利き足の方が外側を歩いている (ぶつけやすい).<br>〈20人〉   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・利き足と非利き足を比べることで、どちらの足がよりぶつけやすいかがわかればぶつけにくくなるかもしれないと思ったから.]</li> <li>・非利き足の方が感覚が鈍いと思ったから.</li> <li>・小林理論は常に正しいか気になったから.</li> </ul>                      |
| 仮説Ⅱ 右足と左足とでは左足の方が外側を歩いている (ぶつけやすい). 〈9人〉   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・左足利きのひの方がズレが小さそうという先入観があったため.</li> <li>・Excelの数値をみているときに、利き足のほうがー(マイナス)になっている値が多かったので、利き足と非利き足には違う傾向があるのではないかと思ったから.</li> </ul>                        |
| 仮説Ⅲ 男子と女子では男子 (あるいは女子)の方が外側を歩いている (ぶつけやすい). 〈4人〉   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・家で、圧倒的に父より母の方がぶつけている回数が少なく、学校ではどうなのか気になったから.</li> <li>・ルーラーキャッチの学習の時に、男子と女子を比べたら、男子の方が記録が良かったので、小指ギャップのときも男子の方が記録が良くなる (ズレが小さくなる)のか気になったから.</li> </ul> |

第7～9時の授業中に活動が終えられなかった生徒は、昼休みを2回分使ってPC室を開放して活動させ、全員が提出することができた。



#### 4. 研究のまとめ

第11時には生徒に書かせたワザカードには、PPDACサイクルの各相に関わる様々な方法知を記述することができた（例えば図6）。その分析は藤原（2019）を参照されたい。

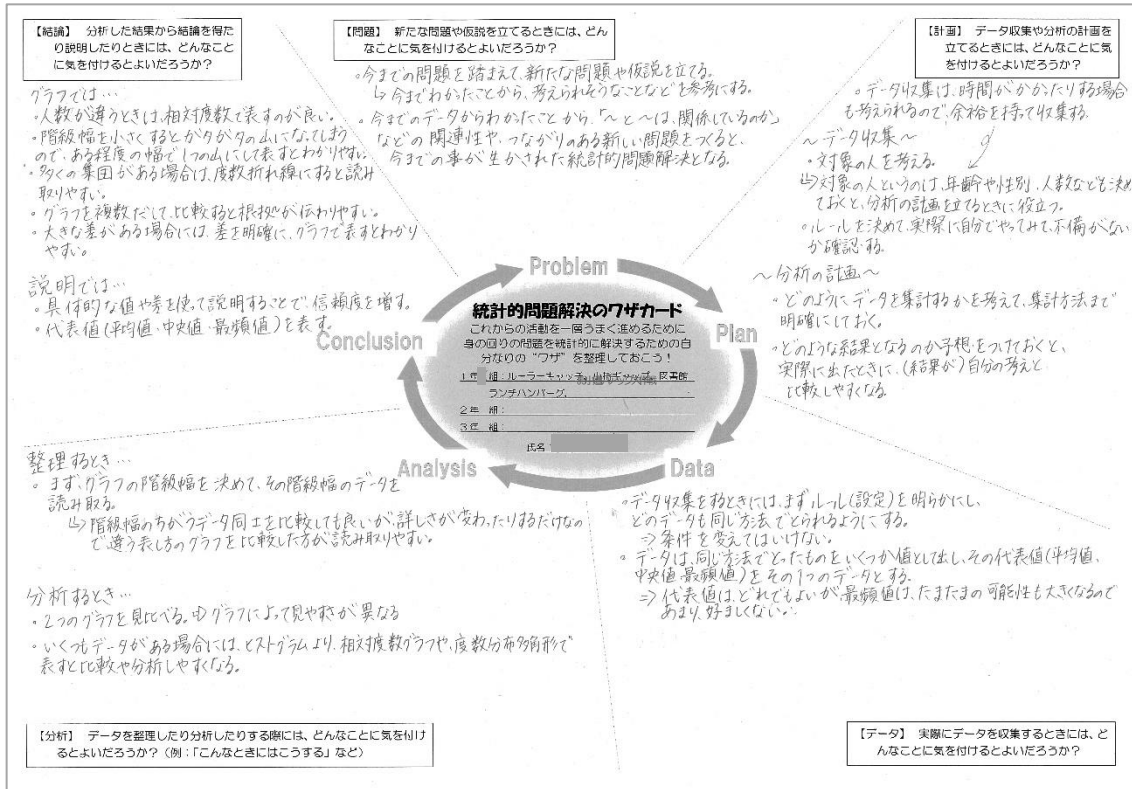


図6 第11時に生徒が記述したワザカード

本研究では、統計的問題解決に関わる批判的思考を促すために、教材、問い、授業展開、教具、メタ認知に関わる手立てを検討し、総合的な学習の時間と連携しつつ、単元計画を作成した。その結果、複数時間をかけて生徒にPPDACサイクルの多くを経験させ、振り返って方法知を習得させるようなダイナミックな活動の展開を効果的に実施できた。その要因は、カリキュラム・デザインに関わる次の4つの視点に整理できる。

- ① 同じデータを扱い、生徒の問いの進展に伴って多くの知識・技能を効果的・効率的に獲得させるように配慮すること（ルーラーキャッチ）
- ② 総合的な学習の時間と数学科の連携を活かして探究の時間を確保すること（小指ギャップ）
- ③ PPDACサイクルのうち、どの相を主に生徒に経験させるか、各授業で重点を置くこと
- ④ ICTをいつどのように使わせるかを計画し、漸次的に活用できるようにすること

統計的問題解決を生かした教科横断的な探究の実現、統計的問題解決に関する方法知の同定やその系統化の検討などが、今後の課題の1つとして挙げられる。

## 5. 参考文献など

- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004) .Statistical literacy, reasoning and thinking:Goals, definitions, and challenges. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.) .The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking, Kluwer Academic Publishers.3-15.
- 藤原大樹. (2012). 「統計的思考力の育成を目指した単元指導と評価」. 日本数学教育学会誌第 94 巻臨時増刊. 348.
- 藤原大樹 (2018) 「中学生の箱ひげ図等を用いた批判的思考」, 日本科学教育学会年会論文集. 42, 139-142.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssep/42/0/42\\_139/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssep/42/0/42_139/_article/-char/ja/)
- 藤原大樹. (2017). 「新たな統計的知識獲得の学習における批判的思考の意義」. 日本数学教育学会秋期研究大会発表集録. 345-348.  
<https://kyozai-db.fz.ocha.ac.jp/downloadpdfdisp/351>
- 藤原大樹. (2019). 「生徒の活動を通じた統計的問題解決に関する方法知の特定」. 日本科学教育学会年会論文集. 43. 227-230.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssep/43/0/43\\_227/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssep/43/0/43_227/_article/-char/ja/)
- G.ライル. (1987). 「心の概念」. みすず書房.
- 小林吉之・嶺也守寛・藤本浩志. (2007). ヒト足部の身体位置覚に関する研究. 日本機械学会論文集. C. 73 (725). 274-279.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kikaic1979/73/725/73\\_725\\_274/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kikaic1979/73/725/73_725_274/_article/-char/ja/)
- 文部科学省. (2018). 中学校学習指導要領解説数学編. 日本文教出版.
- NHK「チョコちゃんに叱られる！」制作班 (2018). ワンダーライフスペシャル チョコちゃんに叱られる！. 小学館. 19-21.
- 重松敬一・勝美芳雄・高澤茂樹・上田喜彦・高井吾朗 (2013). 「算数の授業で『メタ認知』を育てよう」. 日本文教出版.
- 田中優子・楠見孝. (2007). 批判的思考プロセスにおけるメタ認知の役割. 心理学評論. 50. 256-269.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjpr/50/3/50\\_256/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjpr/50/3/50_256/_article/-char/ja/)

## 添付資料

応募時のパワーポイント資料など

## 関連情報

藤原大樹. 小指ギャップ. お茶の水女子大学附属学校園. 教材・論文データベース.  
<https://kyozai-db.fz.ocha.ac.jp/search/detail/330>

2022年度 統計・データサイエンス力向上のための授業に係る優秀事例表彰

統計的探究プロセスにおける  
批判的思考と方法知の育成  
～教材「小指ギャップ」の教科等横断的な扱い～

藤原 大樹

お茶の水女子大学附属中学校

# 研究の背景

- society5.0時代 統計的問題解決力の重要性
- 小中高等学校の算数・数学科で教科横断的な探究に向けて,
  - ①生徒が統計的問題解決過程を経験すること  
(例えば, PPDACサイクル)
  - ②統計的に問題解決する方法について知ること  
(以下, 方法知)が重要 (新学習指導要領より)

しかし、「時間が足りない！」

# 研究の目的・方法

**目的** : 総合的な学習の時間と連携した  
中学校数学科の単元をデザインし、  
実践して指導への示唆を得ること

**方法** : ①先行研究の調査  
②新たな教材の開発  
③単元のデザイン  
④授業の構想  
⑤生徒の記述, 発言,

PowerPointのスライドを  
ワークシートとして使用

成果物の分析

# 見通しをもって実行し、振り返ること

G.ライル(1987)

※方法知

- 方法論とはその方法の適用がすでに存在しているということを前提としており、むしろ**その適用を批判的に探究した結果得られるものである。**

Wild & Pfannkuch(1999)

※PPDACサイクル

- **PPDACサイクルの遂行に批判的な態度(Scepticism)が影響する**



批判的思考を重視する。

- 自他に対して偏りなく多面的に考察すること

# 批判的思考を促す5つの手立て

## ( i ) 教材

生徒が深く考えたいと感じそうな教材や問題  
単元における複数時間の授業を使って探究するような、  
核となる教材を複数回位置付ける

## ( ii ) 問い

批判的思考を促す発問 生徒の問いを発展的に広げる

## ( iii ) 授業展開

最初は・・・ 教師主導 他者に対して批判的に考察  
徐々に・・・ 生徒主体 自分に対して批判的に考察

## ( iv ) 教具

分析に統計ソフトstathist, ワークシートにPowerPointも

## ( v ) メタ認知

単元を通してメタ認知的支援を重視  
「よりよい方法はないかな」「〇〇のときはどうするとよいかな」  
見いだした方法知 → ノート・ワザカードへ記述  
「解決がうまくいかないときは過去のノートを見ればよい」

# 中1 総合的な学習の時間 「仮説検証」

## 中1 数学科 単元「データの分布と予測」

| 時   | 教材              | 習得する知識等と活用する知識等 [ICT等]                        | 重視する相   |
|-----|-----------------|---|---------|
| 1   | ルーラー (データ収集)    | データ収集の仕方                                      | PrPID   |
| 2   | キャッチ (自分の位置)    | ヒストグラム,中央値,平均値,外れ値,度数折れ線                      | ACPr    |
| 3   | (クラス比較)         | 中央値,平均値,最頻値,範囲,代表値の特徴[電卓]([stathist])         | AC      |
| 4   | (男女比較1)         | 層別,度数折れ線,説明[Excel,stathist,PowerPoint(以下,PP)] | AC      |
| 5   | (男女比較2)         | 相対度数,説明 [Excel,stathist,PP]                   |         |
| 6   | 図書館,ランチハンバーグ    | 代表値の特徴の再整理,度数折れ線[電卓]                          | AC      |
| 7   | 小指 (既存仮説の検証)    | 度数折れ線,相対度数,代表値等,説明 [Excel,stathist,PP]        | PrDACPr |
| 8,9 | ギャップ (新仮説設定と検証) | 層別,度数折れ線,相対度数,代表値等,説明[Excel,stathist,PP]      | PrPIDAC |
| 10  | お小遣いアップ大作戦      | 累積度数,累積相対度数([stathist])                       | PrAC    |
| 11  | 方法知のまとめ         | 統計的に問題解決する方法(方法知)                             | PrPIDAC |
| 12  | いかさまダイス         | (質的データの)相対度数,折れ線グラフ,統計的確率[電卓]                 | PrDA    |
| 13  | 貸し出し靴           | 相対度数を確率とみなすこと,意思決定 [電卓]                       | PrPIDAC |



# 教材「小指ギャップ」 総合2h＋数学3h

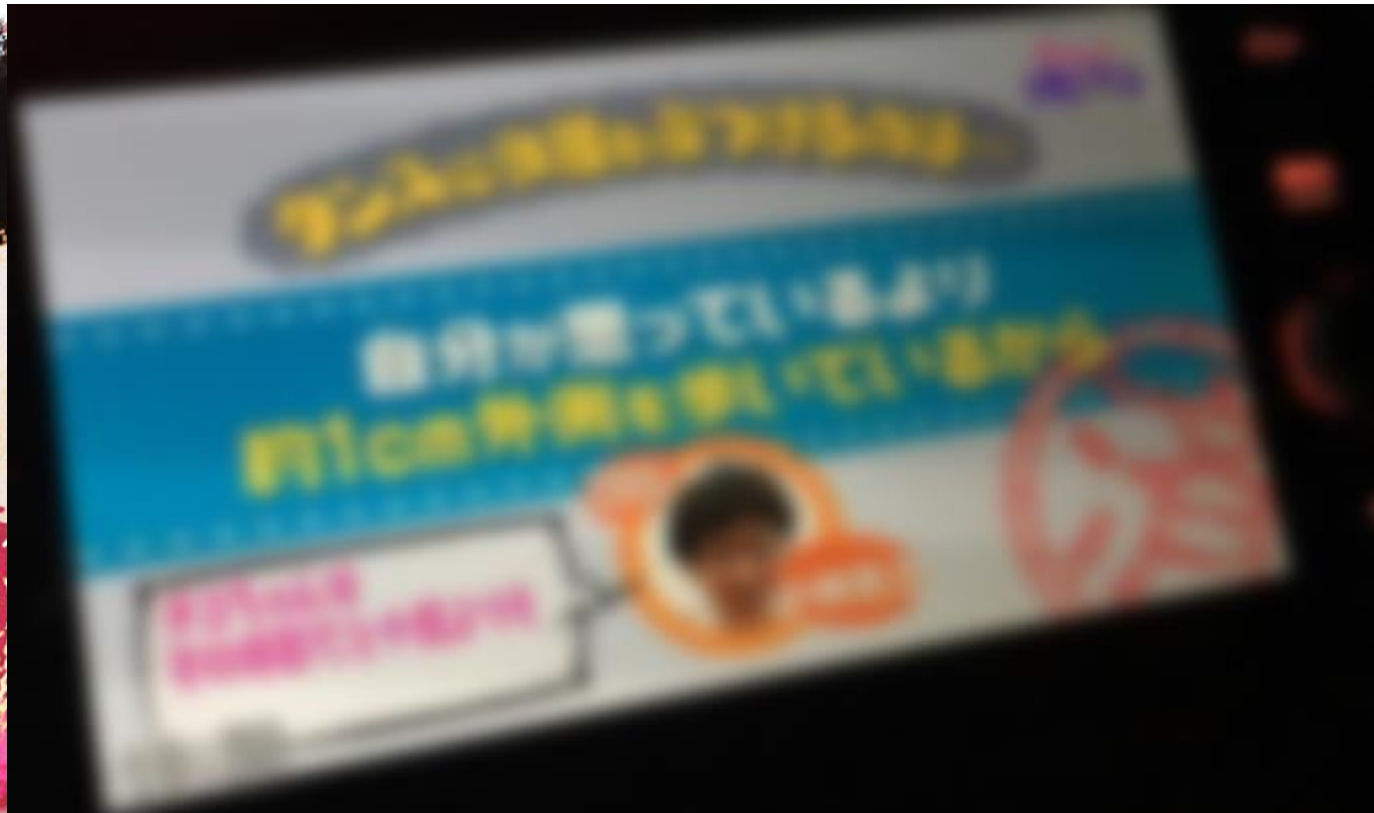
ダンスの角などで、  
足の小指をぶつけたことはありますか？



本当かな…？  
(仮説を検証する)

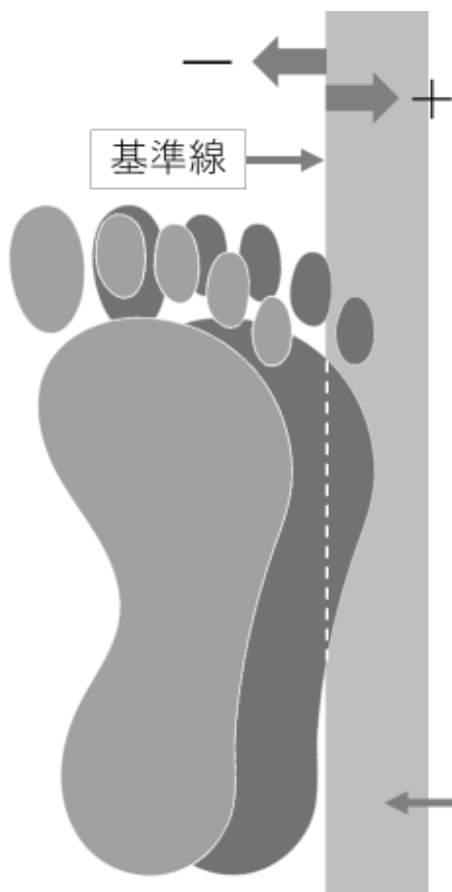
# 教材「小指ギャップ」 総合2h＋数学3h

ダンスの角などで、  
足の小指をぶつけたことはありますか？



# 中1 総合的な学習の時間「仮説検証」

- 問題設定, データ収集, 算数で分析, 結論付け
- 少ないデータで場当たりに検証



- A4ファイルを縦置きに持って足下を隠し、目先に伸びる無凹凸線の端（基準線）を両目で見ながら、足下の基準線に片足の足部外側が接するように想像して片足を置く。
- 基準線と足部外側の誤差を定規で測定し（小数第一位まで）、正負の数で記録する。（無凹凸線を踏んだら正の数で表す。）





# 教材のよさ

- 本教材「小指ギャップ」は、NHKのTV番組「チョコちゃんに叱られる！」のH30.5.4放送で扱われた「足部の外側の知覚誤差」(小林ほか, 2007)を教材化したもの。

(a) 実生活との関連

(b) 実験の容易性と楽しさ

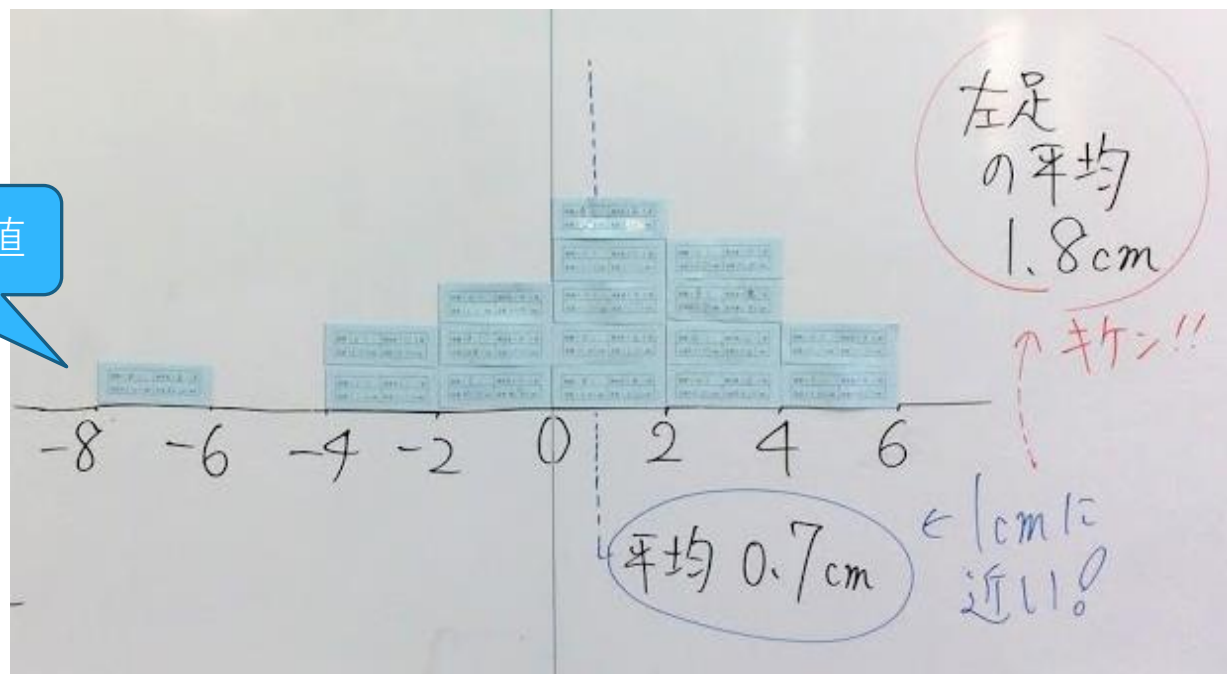
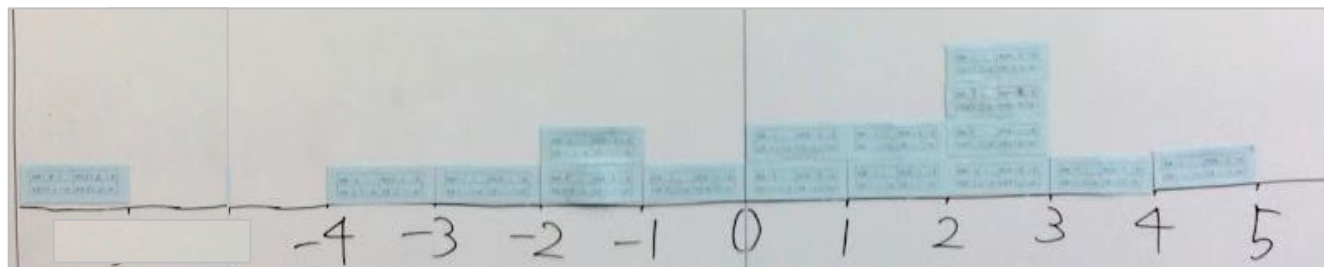
(c) 後に学ぶ統計との関連

(d) 問いの発展性

(e) 先行研究の存在      など

# 中1 総合的な学習の時間「仮説検証」

- 問題設定, データ収集, 算数で分析, 結論付け
- 少ないデータで場当たりに検証



かけ離れた値

左足の平均  
1.8cm

キケン!!

平均 0.7cm

← 1cmに  
近しい!

# 中1 数学科 単元「データの分布と予測」

## 第1～2時 他者の既存の仮説を批判的に考察する。

【問題】 仮説「自分が思っているより約1cm外側を歩いている」は正しいだろうか？ お茶中1年生の実験データから検証しよう！

2/15(木)～小指ギャップ：仮説を検証しよう！ 1年■■■■番名前■■■■■■■■

【問題】 仮説「自分が思っているより約1cm外側を歩いている」は正しいだろうか？ お茶中1年生の実験データから検証しよう！ 【予想】

必要な情報を貼り付けましょう。  
(中学生のデータを自由に多く集めてください。)

【私の結論】  
■■■■。なぜなら、■■■■。

【工夫点】  
・ただだ

【感想】  
・どとど

2/15(木)～小指ギャップ：My仮説を検証しよう！ 1年■■■■番名前■■■■■■■■

【問題】 ■■■■■■だろうか？ 【予想】

必要な情報を貼り付けましょう。  
(中学生のデータを自由に多く集めてください。)

【私の結論】  
■■■■。なぜなら、■■■■。

【動機】  
・ただだ

【工夫点・感想】  
・どとど

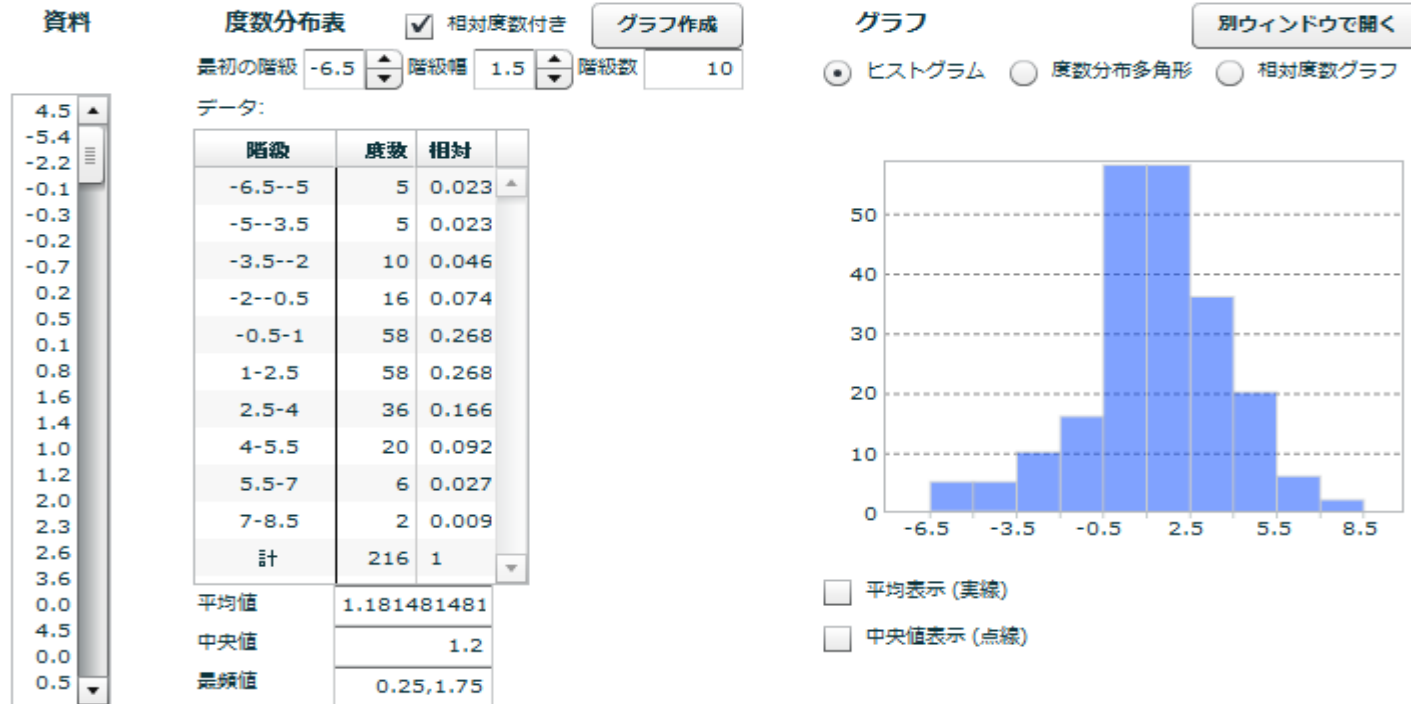
## 第2～3時 自身の新たな仮説を批判的に考察する。 「どんな人がぶつけやすいのだろうか？」

【問題】

だろうか？

【問題】 仮説「自分が思っているより約1cm外側を歩いている」は正しいだろうか？ お茶中1年生の実験データから検証しよう！

【予想】 正しいと思う。



### 【私の結論】

仮説は正しいといえる。なぜなら、ヒストグラムを見たとき、度数が最大の階級は-0.5 cmから1cmまでの階級と1cmから2.5cmまでの階級であり、仮説の約1cmと一致しているからである。この二つの階級の相対度数の合計は、0.536と過半数をこえていることから、多くの人が1cm外側を歩いているといえる。

また、平均値は約1.18cm、中央値は1.2cmとどちらも1cmと近い値になっていることも理由としてあげられる。



## 【工夫点】

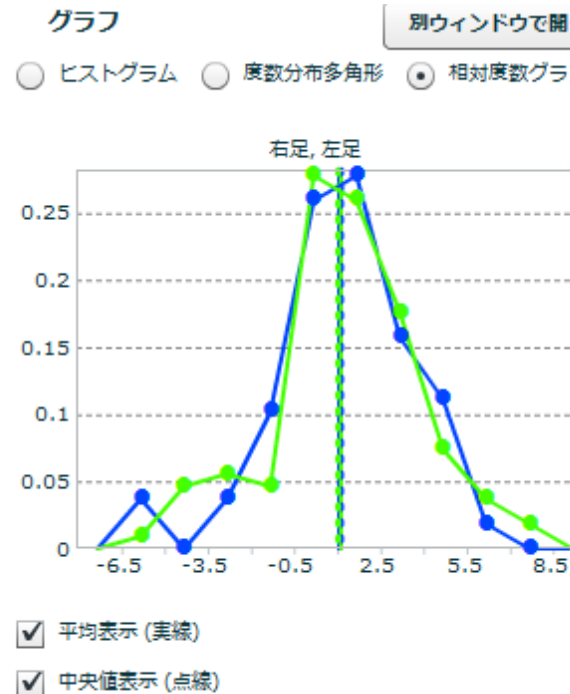
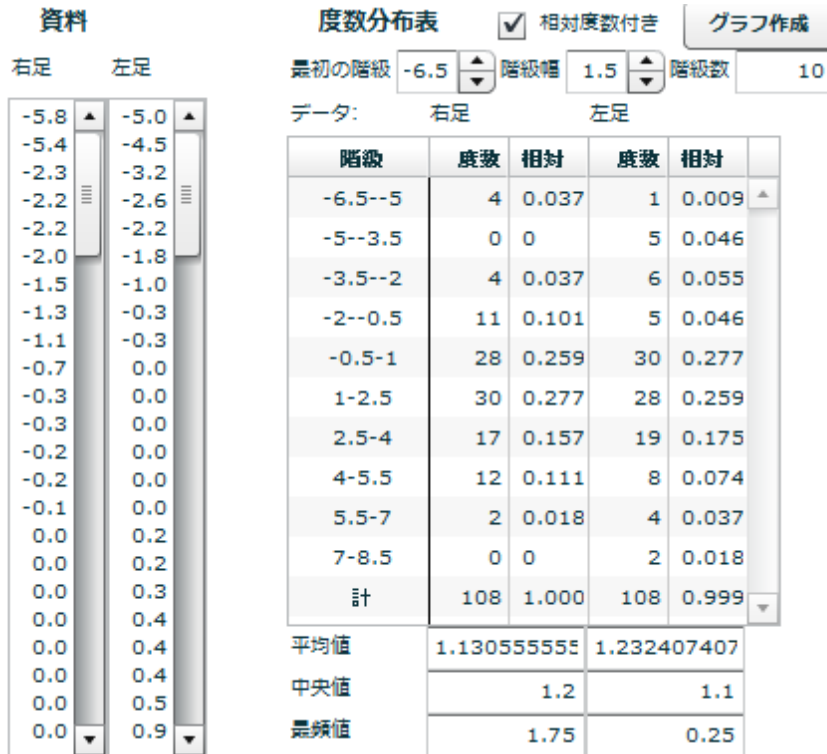
- 1cmに近くない値が1cmと同じ階級にならないように階級幅を小さくした。
- 表で相対度数を表したことにより，それぞれの階級の度数が全体に対してどのくらいの割合なのかを考えることができた。
- 今回，仮説でたてていた1cmをヒストグラムのめもりにすることで，1cmの周りにどのくらいの人が集まっているかを一目でわかるようにできた。

## 【感想】

- このようにわずかな差によって，結論が変わる時はグラフの階級幅を小さくすることが必要だった。
- 最頻値が二つ発生してしまったため，仮説を考える時，最頻値は使用しなかった。

【問題】 右足と左足では自分が歩いていると思っていると実際に歩いている位置との差に違いはあるのだろうか？

【予想】 利き足の人が多い右足の方がずれが少ないと思う



### 【私の結論】

変わらないといえる。なぜなら、階級が-0.5から1の階級と1から2.5の階級の度数の合計は右足も左足も58人で相対度数は0.536であるからである。

(『1』周辺の階級を比べたのはほかの実験により、{自分が思っているより1cm外側を歩いている} という仮説は正しいと検証したからである)

また、平均値や中央値を比べた時、

平均値は右足が約1.13、左足が約1.23と0.1cmほどしかかわらない。

また、中央値を比べた時も右足が1.2、左足が1.1cmとこちらも0.1cmほどしかかわらない。

これらのことから、右足と左足ではあまりかわりがないという結論をだした。

## 【動機】

- 小指ギャップの様々なデータをみていたときに、ふと、右足と左足のずれは利き足等の理由から差が出たりするのか気になったため。平均値等を使って比べたいとおもったから。

## 【工夫点・感想】

- グラフの一番山が大きかったところの相対度数を合計してみたところ、過半数を超えていたのでそこに焦点を当てて調べた。
- 全体の結果には、あまり関係しない、度数が少ない階級はもしかしたら、傾向が見えてきたりするかもなので、そのような階級ももっと活用して結論を出すべきだった。
- 授業で習った平均値や中央値も活用しながら結論をだすことができた。
- 相対度数グラフを使うことで割合を比べることができた。

# 表2 対象学級の生徒たちが立てた仮説

(〈 〉内:32人中の人数 ・印:動機の例)

仮説Ⅰ **利き足と非利き足**とでは利き足の方が外側を歩いている(ぶつけやすい).

〈20人〉

- ・利き足と非利き足を比べることで、どちらの足がよりぶつけやすいかがわかればぶつけにくくなるかもしれないと思ったから.]
- ・非利き足の方が感覚が鈍いと思ったから.
- ・小林理論は常に正しいか気になったから.

仮説Ⅱ **右足と左足**とでは左足の方が外側を歩いている(ぶつけやすい). 〈9人〉

- ・左足利きのひとの方がズレが小さそうという先入観があったため.
- ・Excelの数値をみているときに、利き足のほうがー(マイナス)になっている値が多かったので、利き足と非利き足には違う傾向があるのではないかと思ったから.

仮説Ⅲ **男子と女子**では男子(あるいは女子)の方が外側を歩いている(ぶつけやすい). 〈4人〉

- ・家で、圧倒的に父より母の方がぶつけている回数が少なく、学校ではどうなのか気になったから.
- ・ルーラーキャッチの学習の時に、男子と女子を比べたら、男子の方が記録が良かったので、小指ギャップのときも男子の方が記録が良くなる(ズレが小さくなる)のか気になったから.

【結論】 分析した結果から結論を得たり説明したりときには、どんなことに気を付けるとよいだろうか？

グラフでは...

- 人数が違うときは、相対度数で表すのが良い。
- 階級幅を小さくするとかたがたの山になってしまうので、ある程度の幅で1つの山にして表すとわかりやすい。
- 多くの集団がある場合は、度数折れ線にと読み取りやすい。
- グラフを複数だけ、比較すると根拠が伝わりやすい。
- 大きな差がある場合には、差を明確に、グラフで表すとわかりやすい。

説明では...

- 具体的な値や差を使って説明することで、信頼度を増す。
- 代表値(平均値、中央値、最頻値)を表す。

Conclusion

整理するとき...

- まず、グラフの階級幅を決めて、その階級幅のデータを読み取る。
- ↳ 階級幅のちがうデータ同士を比較しても良いが、詳しくが変わったりするだけなので、違う表し方のグラフを比較した方が読み取りやすい。

分析するとき...

- 2つのグラフを見比べる。そのグラフによって見やすさが異なる。
- いくつもデータがある場合には、ヒストグラムより、相対度数グラフや、度数分布多角形で表すと比較や分析しやすくなる。

【問題】 新たな問題や仮説を立てるときには、どんなことに気を付けるとよいだろうか？

- 今までの問題を踏まえて、新たな問題や仮説を立てる。
- ↳ 今までのわかたことから、考えられそうなことなどを参考にする。
- 今までのデータからわかたことから、「〜と〜は、関係しているのか」などの関連性や、つながりのある新しい問題をつると、今までの事が生かされた統計的問題解決となる。

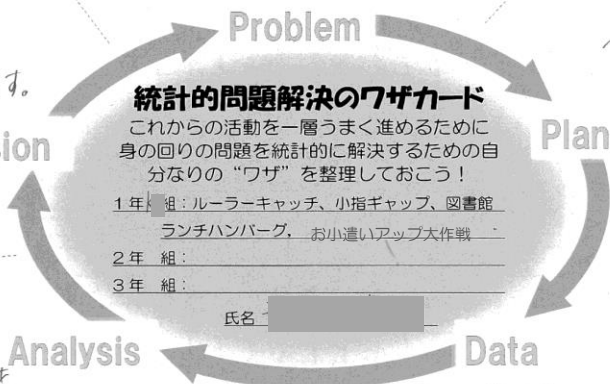
【計画】 データ収集や分析の計画を立てるときには、どんなことに気を付けるとよいだろうか？

- データ収集は、時間がかかたりする場合も考えられるので、余裕を持って収集する。

- 〜データ収集〜
- 対象の人を考える。
  - ↳ 対象の人というのは、年齢や性別、人数なども決めておく、分析の計画を立てるときに役立つ。
  - ルールを決めて、実際に自分でやってみて、不備がないか確認する。

〜分析の計画〜

- どのようにデータを集計するかを考えて、集計方法まで明確にしておく。
- どのような結果となるのか予想をつけておく、実際に出たときに、(結果が)自分の考えと比較しやすくなる。



【分析】 データを整理したり分析したりする際には、どんなことに気を付けるとよいだろうか？ (例: 「こんなときにはこうする」など)

【データ】 実際にデータを収集するときには、どんなことに気を付けるとよいだろうか？

## Problem

- 今までの問題を踏まえて、新たな問題や仮説を立てる。  
↳ 今までわかったことから、考えられそうなことなどを参考にする。
- 今までのデータからわかったことから、「 $\sim$ と $\sim$ は、関係しているのか」などの関連性や、つながりのある新しい問題をつくと、今までの事が生かされた統計的問題解決となる。

【計画】 データ収集や分析の計画を立てるときには、どんなことに気を付けるとよいだろうか？

## Plan

- 対象の人を考える。  
↳ 対象の人というのは、年齢や性別、人数なども決めておく、分析の計画を立てるときに役立つ。
- ルールを決めて、実際に自分でやってみて、不備がないか確認する。

## Data

- データ収集をおくときには、まずルール(設定)を明らかにし、どのデータも同じ方法でとられるようにする。  
⇒ 条件を変えてはいけない。

## Analysis

- 2つのグラフを見比べる。同じグラフによっても見やかりが異なる
- いくつもデータがある場合には、ヒストグラムより、相対度数グラフや、度数分布多角形で表すと比較や分析しやすい。

【データ】 実際にデータを収集するときには、どんなことに気を付けるとよいだろうか？

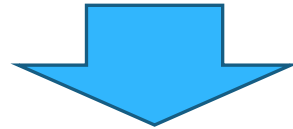
- 説明では...
- 具体的な値や差を使って説明することで、信頼度を増す。
  - 代表値(平均値、中央値、最頻値)を表す。

## Conclusion

# 探究のための 方法知の 獲得へ

# 研究の成果

- 統計的問題解決に関わる批判的思考を促すために、  
教材，問い，授業展開，教具，メタ認知  
に関わる手立てを検討し，  
総合的な学習の時間と連携しつつ，単元計画を作成した。



- 複数時間をかけて生徒にPPDACサイクルの多くを経験  
させ，振り返って方法知を習得させるようなダイナミック  
な活動の展開を効果的に実施できた。

# 効果的に実施できた要因

カリキュラム・デザインに関わる以下の4つの視点

- ① 同じデータを扱い、生徒の**問いの進展**に伴って多くの**知識・技能を効果的・効率的に獲得**させるように配慮すること  
※「ルーラーキャッチ」
- ② **総合的な学習の時間と数学科の連携**を活かして探究の時間を確保すること  
※「小指ギャップ」
- ③ PPDACサイクルのうち、どの**相**を主に生徒に経験させるか、各授業で**重点**を置くこと
- ④ **ICT**をいつどのように使わせるかを計画し、**漸次的**に活用できるようにすること



# 今後の課題

- 統計的問題解決を生かした教科横断的な探究の実現
- 統計的問題解決に関する方法知の同定やその系統化の検討

など

# 資料

# 1/28(月) 統計 (資料の活用)

## 反射神経

反応時間の実験をして  
みよ！

### 《ルーラーキャッチのルール》

- 指を90°開いて指のスレスレから落とす。
- 手首を机で固定する。
- 合図から10秒以内に落とす。
- 見る場所は自由。利手で。(速い方)
- 3回の平均をデータとする。落ち方も同じ。

私のデータ  
1回目: 00.0 cm  
2回目:  
3回目:  
平均: 00.0 cm

調べてみたこと

- クラス平均
- 他のクラスと比較
- 男女別
- 自分の位置
- 平均
- グラフを重ねる
- 範囲の人数 (～cm以上～cm未満)



# 1/30(水) 1kのデータの傾向を調べよう!

## 《度数分布表》

| 階級 (cm) | 度数 (人) |
|---------|--------|
| 以上 未満   |        |
| 10~16   | 2      |
| 16~22   | 8      |
| 22~28   | 9      |
| 28~34   | 5      |
| 34~40   | 4      |
| 40~46   | 4      |
| 合計      | 32     |

※階級幅 6cm

## 《ヒストグラム(柱状グラフ)》



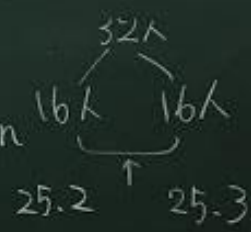
② 最頻値 (度数が最大である階級の階級値。)

〇〇さんが短い方がどうかを判定するにはどうすればよいか?

平均値 27.6cm と比べる。  
→ 弱点 かけ離れた値 (はずれ値) があると影響を受けて、真ん中にならない。

中央値 (ちがひ真ん中の順序の値) 25.25 cm と比べる。

テスト範囲  
① P.124~160  
② P.199~30



# IRとIUの傾向の共通点や相違点を説明しよう!

- 平均値<sup>average</sup>はIRが28.0cm、IUが23.0cmなので、IUの方が5.0cm<sup>median</sup>短い。
- 中央値は、IRが29.3cm、IUが21.3cmなので、IUの方が8.0cm短い。<sup>平均値 = 階級値</sup>
- IUの最大度数の階級は15以上23未満で、IRの<sup>平均</sup>は31以上39未満になっている。
- 最頻値<sup>mode</sup>はIUが19.0、IRは35.0である。

- IRは分布の山が右に寄っている。IUは...が左に寄っている。
- IRは10.1~46.5でIUは2.5~48.2なのでばらつきはIRの方が少ない。
- (分布の範囲) = (最大値) - (最小値)  
range → IR: 36.4cm IU: 40.7cm
- 両方、はずれ値がない。



2/7 (木) stathistで統計的に分析しよう 1年組 番 名前

【問題】 お茶中1年生の男女では、反応時間はどちらの方が短いといえるだろうか? ルーラーキャッチの記録から結論づけよう!

グラフなどを貼り付けよう

## 【私の結論】

- ●●の方が短いといえる。なぜなら、...
- (↑「どちらも変わらない」という結論もアリです。)

## コツ

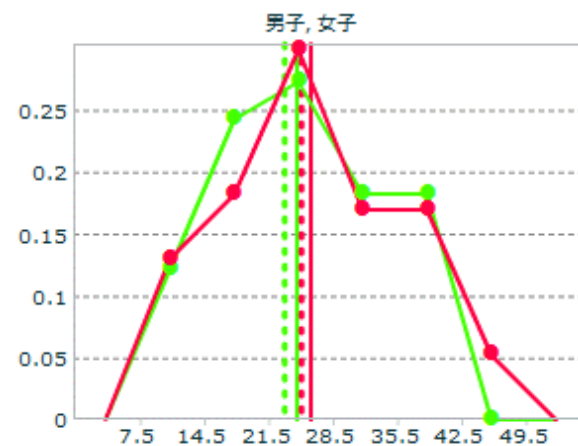
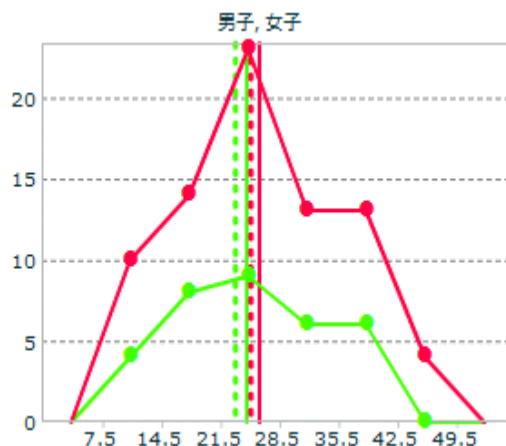
- 《根拠を明らかに説明するために...》
1. グラフ
    - ・ 階級幅で見やすく。
    - ・ 多くの集団 → 度数折れ線
    - ・ 人数のちがい → 相対度数
  2. 代表値
    - ・ 値や差を入れるとよい。
  3. その他

## 2/8(金)の流れ

- ① 前回の続き (~10:55)
- ② お互いの見合う
- ③ 説明のコツの共有
- ④ 自分のスライドの改善
- ⑤ 提出 <sup>←自分の確認!</sup>  
「スライド表示」→「ルーラーキャッチ(提出)」  
↓  
「IK」

【問題】 お茶中1年生の男女では、反応時間はどちらの方が短いといえるだろうか？ ルーラーキャッチの記録から結論づけよう！

| データ:      |       |       |
|-----------|-------|-------|
|           | 男子    | 女子    |
| 階級        | 人数    | 人数    |
| 7.5-14.5  | 4     | 10    |
| 14.5-21.5 | 8     | 14    |
| 21.5-28.5 | 9     | 23    |
| 28.5-35.5 | 6     | 13    |
| 35.5-42.5 | 6     | 13    |
| 42.5-49.5 | 0     | 4     |
| 計         | 33    | 77    |
| 平均値       | 24.72 | 26.36 |
| 中央値       | 23.5  | 25.3  |
| 最頻値       | 25    | 25    |



### 【私の結論】

・どちらも変わらないといえる。なぜなら、平均値・中央値を比べると、男子の平均値は24.72、女子は26.36で差は1.64、中央値は男子が23.5、女子が25.3で差は1.8。

このことからあまり差がないため、どちらも変わらない。

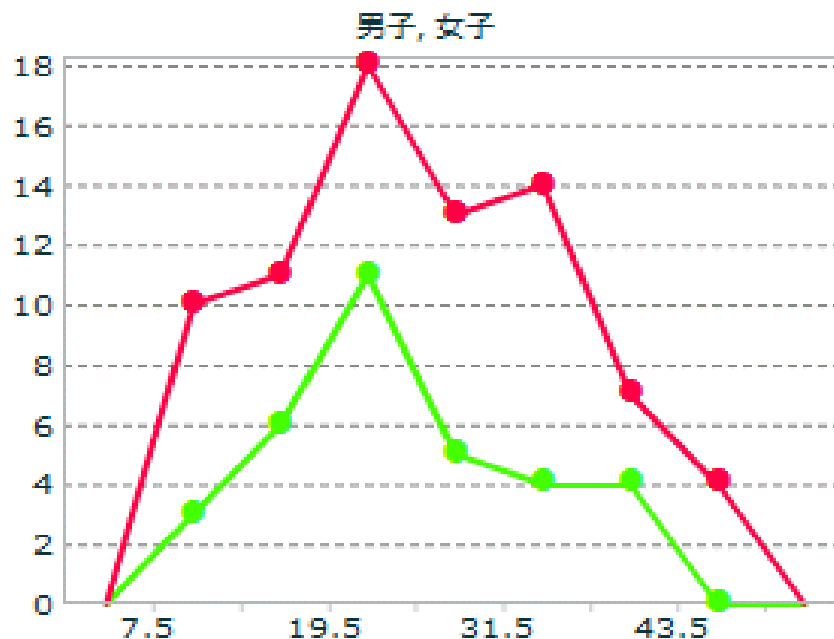
【問題】 お茶中1年生の男女では、反応時間はどちらの方が短いといえるだろうか？ ルーラーキャッチの記録から結論づけよう！

最初の階級 7.5 階級幅 6

データ: 男子 女子

| 階級        | 度数 | 度数 |
|-----------|----|----|
| 7.5-13.5  | 3  | 10 |
| 13.5-19.5 | 6  | 11 |
| 19.5-25.5 | 11 | 18 |
| 25.5-31.5 | 5  | 13 |
| 31.5-37.5 | 4  | 14 |
| 37.5-43.5 | 4  | 7  |
| 43.5-49.5 | 0  | 4  |
| 計         | 33 | 77 |

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 平均値 | 24.72 | 26.36 |
| 中央値 | 23.5  | 25.3  |
| 最頻値 | 22.5  | 22.5  |



### 【私の結論】

男子の方が短いといえる。なぜなら、平均値と中央値が女子より男子の方が小さいからである。

平均値 男子24.72 女子26.36 男子の方が1.64短い

中央値 男子23.50 女子25.30 男子の方が1.80短い

また、最大の度数の階級は同じ (=最頻値が同じ) だが、その次に大きい度数の階級が女子より男子の方がグラフの左側 (より早い値) にあることや、度数のばらつきが男子の方が少なく全体的に男子が早いことなども理由として挙げられる。