

統計的思考力の育成を目指した単元指導と評価（9）

～教科横断的な探究に向けた単一教材の複数回扱い～

お茶の水女子大学附属中学校 藤原 大樹

要 約

すべての市民に統計的問題解決力を育成するため、中学校数学科では、教科横断的な探究に向けて、生徒が統計的問題解決を経験すること、統計的問題解決に関する方法知を習得することが重視されている。そこで、カリキュラム・デザインの観点から検討し、中学校第 1 学年の総合的な学習の時間と数学科と単一教材を複数回扱うことによる学習活動の実践を効果的に行うことができた。今後の課題としては、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挙げられる。

キーワード 統計的思考力、PPDAC サイクル、単元デザイン、探究、総合的な学習の時間、メタ認知

1. 研究の背景と目的、方法

急速に発展する society5.0 時代では、統計的問題解決力がすべての市民に必要である。そのため、小中高等学校の算数・数学科の学習指導においては、教科横断的な探究に向けて、生徒が統計的問題解決過程（例えば、PPDAC サイクル（Wild & Pfannkuch, 1999））を経験することや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）が重要である（文部科学省，2017）。

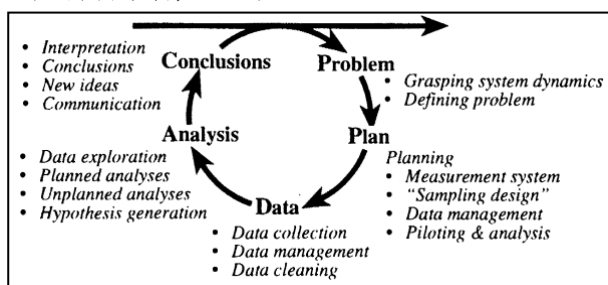


図 1 PPDAC サイクル

(Wild & Pfannkuch, 1999*9) *5

その一方で、統計的問題解決の機会を数学科の限られた授業の中だけで実践することは難しい。特に、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は至難の業といえる。

そこで本研究の目的を、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、とする。

そのために、先行研究を踏まえつつ、新たな教材研究を行って単元をデザインし、生徒の記述、発言、成果物を分析する。

なお、記述の分析には生徒が記述したノートを、発言の分析にはビデオを、成果物の分析には生徒が授業で作成した PowerPoint のスライドを用いる。

なお、本研究の対象とする学年・単元は、中 1 の単元「データの分布と予測」とする。本単元は統計的な内容が他学年と比較して充実しており、一定の授業時数が確保できること、また今後検討すべき方法知の系統化に向けて小・中・高等学校のほぼ中央の学年にあたり、都合がよいことがその理由である。まずは本研究で効果的な単元デザインの視点を明らかにして構成、実施、検証し、今後は別の単元でも検討していきたいと考える。

2. 批判的思考を促す手立てと単元デザイン

知識を内容知と方法知に区別することを提案した G.ライル (1987) によると、「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 (p.31)。統計的問題解決に関しては、Wild & Pfannkuch (1999) が、PPDAC サイクルの遂行に「批判的な態度 (Scepticism)」が影響することを指摘している。これらのことから、統計的に問題を解決するよりよい方法を生徒自身で見いだす主な原動力に、自他に対して偏りなく多面的に考察する批判的思考があると考えられる。

先行研究、先行実践を踏まえ、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。

(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させ方を工夫したり、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, 2018b)。

(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 stathist, 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, 2018b)。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 (後述) 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。表 1 には、教材と習得・活用する知識等 (習得に下線)、生徒が用いた ICT、重視する PPDAC サイクルの相 (Pr, Pl, D, A, C と略記) を、各授業について示した。複数の授業時間を使っ

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

て、PPDAC サイクルの多くを経験させるための核教材として、「ルーラーキャッチ」と「小指ギャップ」を位置付けた。「ルーラーキャッチ」では、同じデータを扱いつつ、生徒の問いの進展に伴って多くの知識・技能を効果的・効率的に獲得できるように配慮した。「小指ギャップ」については、単元指導の前に総合的な学習の時間での少人数でのゼミ形式授業で問題設定やデータ収集、算数の知識での分析、結論付けなどを行う。これについては後で詳述したい。以下に単元の流れを概説する。

第 1-5 時では、落下する定規を瞬時に掴んだときの落下距離のデータ（単位：cm）を生徒自身が収集する実験「ルーラーキャッチ」を行う。最初は自分の速い・遅いに着目してゲーム感覚で行い、集団における自分の位置を中心に分析する。しだいに他の同数集団（自他学級；同人数）の比較や異数集団（男女；異人数）の比較などに関心を広げながら、新たな統計的知識等を学んでいく。なお第 4-5 時では、教師がワークシートとして用意しておいた PowerPoint のスライドのファイルを生徒に配布し、生徒が stathist で分析した結果（グラフ等やテキスト）を入力して教師に提出させる。

第 6 時では、前後半で 2 つの問題「図書館」「ランチハンバーグ」を扱う。前半では、架空の 2 クラスの生徒（各 20 人）が借りた冊数のデータ（単位：冊）から、図書委員会としてどちらが「たくさん借りている」と判断して公表するかを考えさせる。片方のクラスには極端に飛び抜けて借りている生徒が 1 名いる設定とする。後半では、架空の顧客アンケートのデータ（単位：g）から、レストランの店長としてランチハンバーグの量を何 g にするかを考えさせる。ともに、代表値の扱い方の検討に焦点を当てる。

第 7-9 時では、足の小指をダンスの角などでよくぶつけるといふ経験を基に、足部認知誤差のデータを生徒自身が収集し、仮説を立てて検証させる。図 1 の要領で実験を行い、基準線よりも外側のずれを正の数、内側のずれを負の数で表記してデータとする（単位：cm 図 2）。問題設定やデータ収集（実験）は総合的な学習の時間を使って行い、足の左右の実験結果を「性別（性自認）」「利き足（サッカーボールを蹴る足）」の情報とともにデータカ



図 2 実験の方法

ード(図 3)に記入して分析に用いる。第 7 時では、TV 番組で放映の既存の理論「人は自分が思ってい

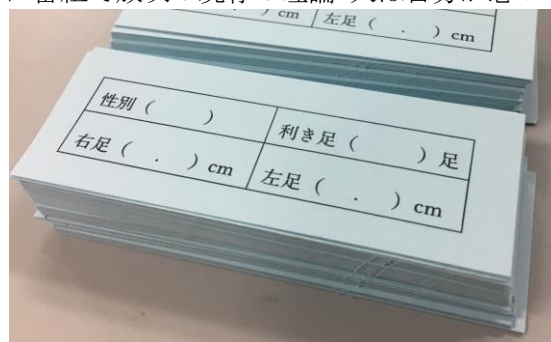


図 3 授業で使ったデータカード

るより約 1cm 外側を歩いている」(小林ほか, 2017)を紹介して仮説として捉え、データから検証する。第 8, 9 時では新たな仮説を生徒自身に創造させ、データを自由に層別して検証する。第 4-5 時の経験を基に、活動の成果を PowerPoint のスライドで提出させる。

第 10 時では、中 3 の架空の主人公が同級生から収集した小遣い月額のデータ（単位：円）から、自分の月額を親に上げてもらうためにどう説得するかを考えさせる（藤原, 2017）。同級生から収集した月額のデータを stathist に入力した画面を印刷・配付し、自分の額が同級生の平均値や中央値より低いことを示す既習の方法を批判的にみて、自分の額が「低過ぎる」ことを示す新たな方法を 4 人班で協働的に見いださせる。未習である累積度数、さらには割合で表現して累積相対度数につながる考えを生徒自身で見いだすことがねらいである。

第 11 時では、これまでの複数の統計的問題解決を振り返って、PPDAC サイクルの各相で有効であ

った方法知を「統計的問題解決のワザカード」(以下,ワザカード)に整理して記述させる. 数学的ライティングによるメタ認知の促進を意図している. 第12,13時については,紙面の都合上割愛する.

ここで,(v)の手立てで前述したメタ認知的支援について補足しておきたい. 生徒が方法知を獲得する際の主たる原動力になると考えられる批判的思考には,メタ認知が重要な役割を果たす(田中・楠見,2007). 自らの活動をモニタリングして評価し,メタ認知的知識を参照してコントロールするというメタ認知の働き(重松ほか,2013)を,統計的問題解決の場面に当てはめると図式化すると,例えば図4のように表すことができる.

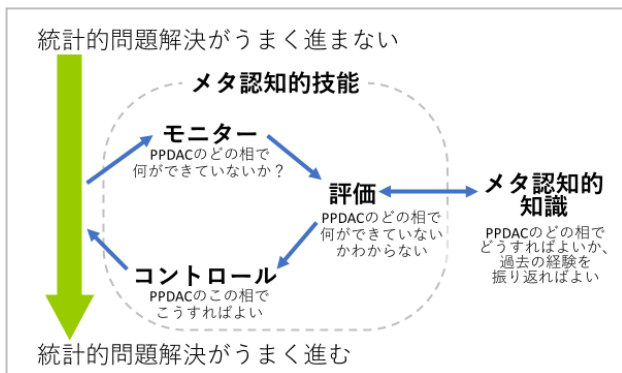


図4 統計的問題解決の場面におけるメタ認知の働きのモデル

この図を基に,生徒の統計的問題解決の実行に向けて,モニターや評価を一時的,部分的に教師が代行して生徒のコントロールにつなげるには,教師のメタ認知的支援(重松他,2013)が重要である. 具体的には次のものが考えられる.

- ・「何か不十分な点はないかな」「よりよい方法はないかな」と助言する。(モニターの代行)
- ・「〇〇のときはどうするとよいか」「『ワザカード』を見てごらん」と助言する。(評価の代行)

生徒のメタ認知を高めることは,学習の自己調整を促し,自律的な問題解決者の育成につながる. 実際の指導場面で上記の支援は,各生徒の状況を捉え,必要かどうかを見極めて施すべきである.

また,第11時で書くワザカードは“統計的問題解決の手引書”として捉えられ,自らの経験をもとに生徒自身が創りあげていくものという側面と,ある時点では既にできあがったものという側面がある. したがって,このワザカードをその後の統計

的問題解決の場面で適宜加筆・更新することは,見いだした方法知の自覚化や再自覚化に有効な手立てなり得ると推察され,メタ認知を重視し,次年度以降の学習指導で活用することも考えられる.

3. 生徒の活動の様相

ここでは,本研究の目的に従い,教材「小指ギャップ」を扱った総合的な学習の時間での授業と数学科での授業について報告する.

(1) 総合的な学習の時間の授業での扱い

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点を置いた.

筆者の勤務校では,第2学年から取り組む探究学習「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. 「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.

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)を教材化したものである. (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.

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」などとつぶやいた. 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.

「自分が思っているより約1cm外側を歩いている」は本当だろうか? 実験データから検証しよう!

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5)。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・裕元, 2017)を各自に配付し、「性別(性自認)」「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5 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6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6の下)。

平均を求めた生徒もおり、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

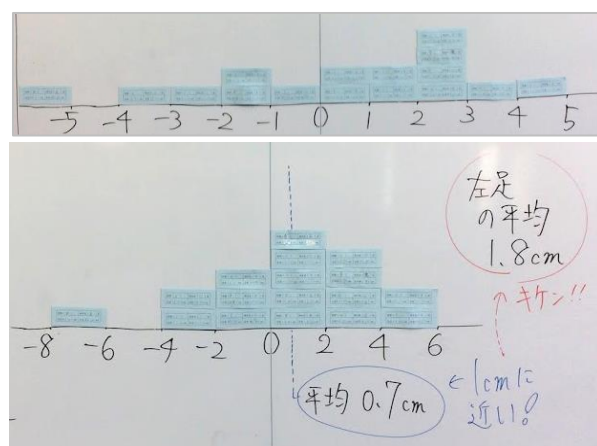


図6 データカードで作った階級幅1cmの柱状グラフ(上)と階級幅2cmで作り替えた柱状グラフ(下)

利き足/非利き足で平均値を求める生徒もいた。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ため、生徒の記述は残っていない。

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)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 が既に保存されてある。

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、座席を立っ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 7 は、ある生徒が第 7~8 時に作成したスライドである。

2/15(木)~小指ギャップ：仮説を検証しよう！ 1年 組 番号前

【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？ 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。

階級	階級幅	階級	階級	階級
-4.5	0.5	1	0.023	0.023
-4.0	0.5	3	0.069	0.069
-3.5	0.5	10	0.046	0.046
-3.0	0.5	14	0.074	0.074
-2.5	0.5	58	0.268	0.268
-2.0	0.5	36	0.166	0.166
-1.5	0.5	20	0.092	0.092
-1.0	0.5	8	0.027	0.027
-0.5	0.5	2	0.009	0.009
0.0	0.5	1	0.005	0.005
0.5	0.5	1	0.005	0.005
1.0	0.5	1	0.005	0.005
1.5	0.5	1	0.005	0.005
2.0	0.5	1	0.005	0.005
2.5	0.5	1	0.005	0.005
3.0	0.5	1	0.005	0.005
3.5	0.5	1	0.005	0.005
4.0	0.5	1	0.005	0.005
4.5	0.5	1	0.005	0.005
合計		216	1	1
平均値		1.181481481		
中央値		1.2		
標準偏差		0.251175		

【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-0.5cm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と過半数を越えていることから、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に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なった。

【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。

図 7 第 7~8 時に生徒が作成したスライド

図 7 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なる。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みさせた。

例えば図 8 は、図 7 を作成した生徒が第 8~9 時に作成したスライドである。

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思っていると実際に歩いている位置との差は違いはあるのだろうか？

【予想】 利き足の方が多し右足の方が少し少ないと思う

階級	階級幅	階級	階級	階級	
-4.5	0.5	4	0.037	1	0.009
-4.0	0.5	0	0	5	0.046
-3.5	0.5	4	0.037	6	0.055
-3.0	0.5	11	0.101	9	0.084
-2.5	0.5	28	0.239	30	0.277
-2.0	0.5	30	0.277	28	0.239
-1.5	0.5	17	0.157	19	0.175
-1.0	0.5	12	0.111	8	0.074
-0.5	0.5	3	0.026	4	0.037
0.0	0.5	0	0	2	0.018
0.5	0.5	1	0.009	0	0
1.0	0.5	1	0.009	0	0
1.5	0.5	1	0.009	0	0
2.0	0.5	1	0.009	0	0
2.5	0.5	1	0.009	0	0
3.0	0.5	1	0.009	0	0
3.5	0.5	1	0.009	0	0
4.0	0.5	1	0.009	0	0
4.5	0.5	1	0.009	0	0
合計		108	1.000	108	0.999
平均値		1.130555556		1.232407407	
中央値		1.2		1.1	
標準偏差		0.25		0.25	

【私の結論】
変わらないういえる。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】周辺階級の度数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ほどしか変わらない。
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ほどしか変わらない。
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、そのような階級を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 8 第 8~9 時に生徒が作成したスライド

図 8 では、「右足と左足では自分が歩いていると思

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 7 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 2 の仮説を立てていた。

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〉
<ul style="list-style-type: none"> ・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〉
<ul style="list-style-type: none"> ・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、利き足のほうが一（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〉
<ul style="list-style-type: none"> ・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。

生徒に自由に仮説を考えさせたが、大きく分けて仮説Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの 3 つである。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 2 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った目的だったので、すべて絶対値を考えた。」と入力していた。

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. 本研究の成果と課題

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 9）。その分析は稿を改める。

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。その要因となったのは、カリキュラム・デザインに関わる以下の 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）
- ③PPDAC 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
- ④ICT 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。

引用・参考文献

Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning and thinking: Goals, definitions, and challenges. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.). *The*

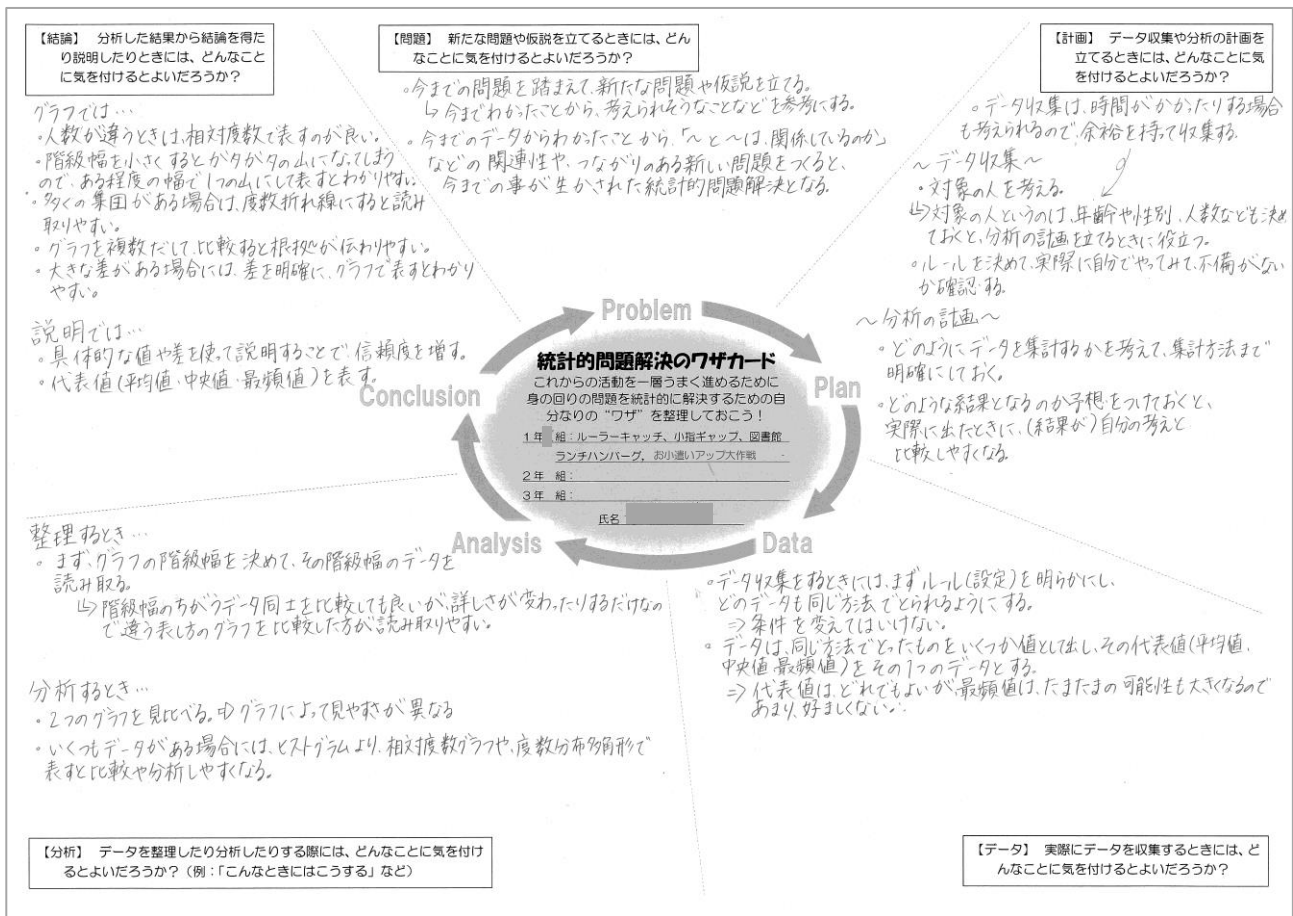


図4 第11時に生徒が記述したワザカード

Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking, Kluwer Academic Publishers, pp.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. p.348.

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. pp.345-348.

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. (印刷中)

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編73巻725号. pp.274-270.

文部科学省. (2017). 「中学校学習指導要領解説数学編」.

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. pp.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」. pp256-269.

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/>
(R01.7.27 最終検索)

(筆者の名前で検索すると、本研究に関する授業の学習指導案, 統計データ, 論文, 他校の追試実践報告などをダウンロードしていただけます.)

謝辞

本研究は、科学研究費(奨励)「統計的考察と確率的判断を基に合理的に意思決定する力を育成するカリキュラム開発」(研究代表者: 藤原大樹, 19H00208)の一部である.