

論文

# 小学校統計指導における多変数の扱いに関する一考察 —第6学年「走り幅跳びの選手決め」の事例を通して—

佐藤 茂太郎・大西 優輝

A Study on the Handling of Multiple Variables in Teaching Statistics in Elementary Schools:  
A Case Study of “Deciding Athletes for the Long Jump” in the 6th Grade

SATO Shigetaro and OHNISHI Yuki

## 要 旨

本研究の目的は、小学校第6学年「データの活用」において、授業実践の中で生じた児童の取り組み状況及び記述表現から、多変数の指導についての示唆を得ることである。そのために、第6学年の児童に「走り幅跳びの選手決め」という場を設定し、分析に使うデータを1変数から2変数、多変数へと増やしていく授業を実施した。その結果、小学校課程においても多変数に着目させる指導が可能であることが示唆された。指導のポイントは次の2点だと捉えた。1点目は、走り幅跳びの記録、ファールの記録の2変数に気付かせるように量的変数を提示したこと、2点目は、他の要因が無い児童が日常生活経験から推測できる問題場を設定したことである。

## キーワード

データの活用    統計的探究プロセス    PPDACサイクル    多変数

## 目 次

- I. 本研究の背景と目的
- II. 研究の方法
- III. 統計的探究プロセス及び授業分析のための枠組み
- IV. 実際の授業
- V. 考察
- VI. 本研究の結論と今後に残された課題

文献

## I. 本研究の背景と目的

### 1. 本研究の背景

高度情報化社会のみならず、Society 5.0の実現に向けて、近年はより一層データの扱いが重要視されている。渡辺(2014, p.34)<sup>1)</sup>は、統計教育の重要性について「ビッグデータはこれからインターネットと同規模の社会変革をもたらすという認識の下に、重要な位置付けで捉えられていることから、単なる一過性の現象と考えるべきではない。また、これをビッグデータを活用する一部の専門職能(データサイエンティスト)の需要や教育とみるのではなく、データのサイズや適用する規模が必ずしもビッグでなくても、データリテラシーを含むデータ活用能力自身はひろく一般の国民に涵養されるべき基礎コンピテンシーになったと考えるべき」と述べ、統計教育は専門家だけでなく一般の国民に対しても必要であると捉えることができる。

### 2. 統計教育の充実

2017年3月に新学習指導要領が公示され、学習指導要領の改訂が行われた。算数科でも育成したい資質・能力の3つの柱のもと目標が設定され、領域も再編された。従来の「D 数量関係」領域から統計の分野を中心とした「D データの活用」領域となり、中学校数学との系統が意図されている。内容の概観としては「①目的に応じてデータを収集、分類整理し、結果を適切に表現すること」「②統計データの特徴を読み取り判断すること」となっており示されている。育みたい数学的な見方・考え方についても「日常生活の問題解決のために、データの特徴と傾向などに着目して捉え、根拠を基に筋道を立てて考えたり、統合的・発展的に考えたりすること」と示されている。また統計的な問題解決についても言及しており、算数科においても本格的に統計的な内容を扱うことが示唆されている。学習指導要領では「統計的な問題解決とは、「問題－計画－データ－分析－結論」という五つの段階を経て問題解決をすることである」(文部科学省、2017, p.272)<sup>2)</sup>と記載されており、このような過程からなる一連のプロセスを統計的探究プロセスとして述べている。

また、社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような能力を育成するため、小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが求められている(文部科学省、2017, p.10)<sup>2)</sup>。更に、日本学術会議の「提言 新学習指導要領下での算数・数学教育の円滑な実施に向けた緊急提言：統計教育の実効性の向上に焦点を当てて」に「データを活用し、意思決定につながる問題解決の方法として、算数・数学科での統計的な方法、考え方を体得させるべきである。」とあるように、統計的な問題解決の充実を図ることが述べられており、小学校算数科において、統計教育の充実を図っていくことが求められている(日本学術会議、2020a, piii)<sup>3)</sup>。

しかし、学習指導要領の求める統計教育の充実を授業実践において行われているとは言えないと考えられている。日本学術会議(2020)は、「初等中等教育における統計教育の目的は、身近な問題解決と意思決定に統計学を活用する態度と能力を育成することにある。しかし、現在の初等中等教育の算数・数学教育においては、統計教育が質・量とも不足している。これを改善すべきである。」と述べていることから、算数科における効果的な統計的問題解決(統計的探究プロセス)の取り組みについて研究を進めることが必要だと判断した(日本学術会議、2020b, p.3)<sup>3)</sup>。

また、青山(2015)は「学校教育に対して要請していることは、数理統計的に高度な手法の指導ではなく、データに基づく合理的な判断力や多面的な分析力、斬新な発想力などであり、これに応えるためには多変数の取り扱いは不可避である。」と述べている(青山和裕、2015, pp.39-40)<sup>4)</sup>。結論を導出するために、1変数や2変数を収集し分析・処理するだけで統計的な探究や問題解決が完結するとは考えにくく、多変数の分析が必要になる。上記の理由から、「データの活用」領域において、多変数を扱った統計的探究プロセスの具体的な授業提案が必要と考えた。

### 3. 本研究の目的

本研究の目的は、小学校第6学年「データの活用」において、授業実践の中で生じた児童の取り組み状況及び児童の記述表現から、多変数の指導についての示唆を得ることである。

## II. 研究の方法

本研究の目的を達成するためにまず、本研究における統計的探究プロセスについて説明するとともに、統計的探究プロセスの構想について述べる。次に、実践した授業について、授業のプロトコル及び児童の記述表現を基に分析し、その有効性について検討する。

## III. 統計的探究プロセス及び授業分析のための枠組み

### 1. 統計的探究プロセス

1章で述べた統計的探究プロセスは、「問題(Problem) - 計画(Plan) - データ(Data) - 分析(Analysis) - 結論(Conclusion)」のそれぞれの頭文字をとって、PPDACサイクルと呼ばれている(Wild & Pfannkuch、1999、p.226)<sup>5)</sup>(図1参照)。

PPDACサイクルに関して文部科学省(2017)は、「これらの一連のプロセスは「問題」から「結論」に向けて、一方向に進んでいくものではなく、計画を立てながら修正を加えてみたり、グラフを作り直して分析したり、ときにはデータを集め直したり、相互に関連し、行き来しながら進むものである。」(文部科

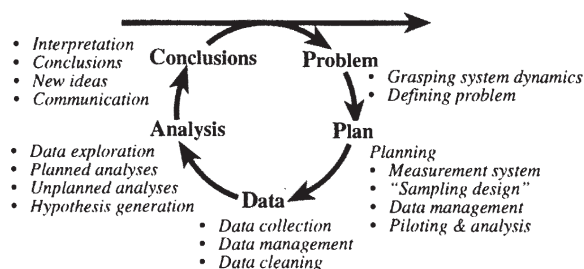


図1. PPDACサイクル  
(Wild & Pfannkuch、1999、p.226)

学省、2017、p.68)<sup>2)</sup>としている(図2参照)。PPDACサイクルを動かすためには、結論を強いものしたい、よりわかりやすく表現したいという態度の面も重要である。

### 2. 授業分析のための枠組み

今回は、増田(2015、pp.311-314)<sup>6)</sup>を参照し、本研究の目的達成のために(株)Albertの「多変量解析に至るまでの手順」を分析枠組みとして設定した。それが図3である。この枠組みは、実社会において研究者やアナリストが解析する手順であるため、小学校第6学年の児童に対して全てを教えることは困難なことは推測できる。

実際の授業においては、ア～エの過程全てに焦点を当てるのではなく、極めて限定的に焦点化して進めていくことにする。このように考える理由としては、1変数の分析から2変数の分析、そして多変数の分析へと移行していく児童の変容をみとめるためである。そのため、(ア)のデータ収集に関しては教師から提示することとしている。図3のような過程を経ることができれば、多変数の分析の必要性について児童が実感したと捉え、多変数の指導が有効であったと主張できるようにする。

### 3. 本授業の基本的な構想

青山(2018a)は「現状の教科書教材では、ハンドボール投げなど特定のデータについて2グループを比較するだけというようなものが多く、項目がごく少ないために分析の広げようもない状況である。項目が多岐にわたっていればそれらの組み合わせにより仮説を立てることもできるため、現状よりも大き

問題	・問題の把握	・問題の設定
計画	・データの想定	・収集計画
データ	・データの収集	・表への整理
分析	・グラフの作成	・特徴や傾向の把握
結論	・結論付け	・振り返り

図2. 統計的探究プロセスの一連の流れ  
(文部科学省、2017、p.68)<sup>2)</sup>から抜粋

く前進できることとなる。」と述べている(青山和裕、2018a、p.103)<sup>8)</sup>。つまり、分析するデータが複数あれば分析の内容をより充実させていける可能性があると言える。そこで本研究では、分析に使うデータを1変数から2変数…と増やしていく授業を構想した。変数を増やしていく過程で自分の見出した初期の根拠から、より強い根拠に変容させることをねらいとする。

具体的には、小学校第6学年の児童に、3人の走り幅跳びの選手から代表の選手を選出する問題場面を設定した。代表の選手は何の変数で決定することができるのかということに主眼を置き、まずは、各選手の練習記録を1変数として分析する。更に、練習の際に生じたファールの回数を2変数として、1変数の分析と2変数の分析ではどちらがより代表選手の選出に相応しいのか比較・検討する。更にもっと多くの変数の必要性を、児童が感じることができるようにした。上記のような統計的探究プロセスを辿る授業を基本的な授業の構想とする。

#### IV. 実際の授業

2021年3月に埼玉県内の公立小学校6年生1クラス32名を対象にして、「データの活用」の授業を行った。本時は指導計画上の10時間のうち第8時と第9時に設定し、単元の終末に位置付けている。本時に入る前の学習では、代表値としての平均値、最頻値、中央値、ドットプロットやヒストグラムなどを学習した。それらは1変数(大縄跳びの練習記録)をもとに学習を進めた。

第8時の目標は「走り幅跳びの練習記録(1変数)に

着目して分析することから、ファールの回数も含めた2変数に着目し、既習の数学的表現を活用して、児童自身の結論について根拠をもって説明すること。」とした。今回、走り幅跳びの選手決めを教材として選定した理由は次のとおりである。まず、体育科で取り組んできた児童にとって馴染みがある種目であることである。また、数値も記録の変数とファールの回数の変数の2つの変数から考えることができるからである。

#### 1. 第8時の授業の実際

1変数のみ(走り幅跳びの練習記録)で分析するプロセスから、2変数(走り幅跳びの練習記録とファール数や過去の優勝記録など)で考える活動

導入ではまず、問題場面を理解することから始めた。中学校の部活顧問からの依頼があり、3名の走り幅跳びの候補選手から1名だけを選出してほしいという依頼があったこと。そのための分析資料の作成を依頼されたことを児童に説明した。その際、児童らにどのようなデータがあれば3名の選手のうち1名を決めることができるのか問うた。練習の記録がないと決められないという発言のもと、本時の問題と練習記録のデータを提示した。それが以下に示した表1と表2である。この問題場面やデータは西村ら(2016)<sup>9)</sup>を参照し設定している。

第1時から第7時までの学習では、1変数のみを考察対象として学習を進めてきた。例えば、藤井他(2020)<sup>10)</sup>を参照し大縄のクラス対抗代表チームを決める方法について学習してきた。その際、1組から3

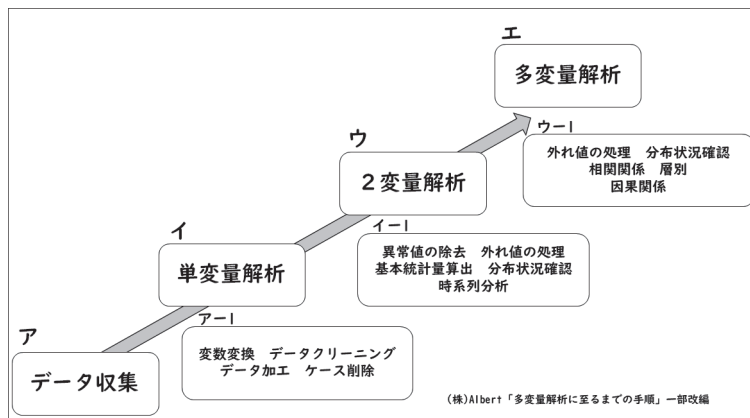


図3. 「多変量解析に至るまでの手順」(株) Albert(2021)<sup>7)</sup>

組までのこれまでの大縄の練習記録1つのデータを分析し代表クラスを選定してきている。その際、代表値としての平均値や中央値、最頻値を取り扱い分析した。その理由もあり、選手の走り幅跳びのデータの平均値や中央値などの代表値を分析し、結論を出した。児童Aは、走り幅跳びの記録(1変数)のみに着目し、平均値で結論を導出していた。その際、ファールの記録を0cmとして回数に含めて平均値を分析している。児童Aはこの分析から、「ひでき」を選出している。その根拠を問うと、ファールの回数を含めた平均値で比べると、「ひでき」の数値が高いことから選出したという理由であった。

また、最大値のみに着目し結論をだした児童Bもいた(図4)。児童Bは最大値と比較すると、最大値が405cmと一番高いため、「わたる」と結論付けている。

他にファールの回数を0cmとして中央値を分析し結論を出す児童C(図5)もあらわれた。しかし、児童Cは「ひでき」も「ようすけ」も中央値が369.5cmとなり、どちらにするべきか結論をだすことに躊躇していた。児童Cにこの後どう分析するか問うと、他にも代表値を分析しないと結論付けることができないと考えていた。この時点での解決対象の変数は1変数である。

一方、学級の中には2変数を分析し、結論を出す児童もみられた。児童Dはファールの回数を試技回数に含めた場合の平均値と、ファールの回数を試技回数に含めない場合の平均値の両方を分析した。ファールの回数を試技回数に含めて平均値を算出すると、「わたる」が低い数値となり、ファールの回数も多いため、「ようすけ」がよいと結論を導出し

表1 問題

問題
市内での学校対抗の陸上大会があります。担当の先生は、「走り幅跳び」の選手1名を誰にするか悩んでいます。「走り幅跳び」は、1人が3回跳び、その中で最も遠くまで跳んだ人が優勝となります。担当の先生は、選手を選ぶために、下の表の昨日と今日の記録を見えています。×の印は、ファール(記録なし)を示しています。「ひでき」「ようすけ」「わたる」のうちだれを選手にしますか。そう考えた理由も説明しましょう。また、2年間の優勝記録は2019年は403cm、2020年は385cmとなっています。

表2 3人の選手の練習記録

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
ひでき	355cm	345cm	385cm	360cm	370cm	×	369cm	372cm	375cm	386cm
ようすけ	×	375cm	353cm	390cm	365cm	376cm	×	357cm	386cm	374cm
わたる	400cm	×	315cm	402cm	×	×	×	×	320cm	405cm

図4. 最大値の分析から結論を導出した児童Bの反応

図5. ファールの回数を含めた中央値を導出した児童Cの反応

ている(図6)。

授業では、1変数の分析と2変数の分析結果を比較し、どちらが選手の選考によりよい分析なのか検討する展開にした。第8時の30分を経過した際、以下の表3のようなやり取りを児童と行った。

発話分析から、児童からはファールの回数は重要なデータだが、平均値で比べる際には不必要であると主張する発言が多かったことがわかる。なぜなら、実際の走り幅跳びの練習記録で、「わたる」の記録が184cmといった低い記録は残していないからであ

る。最小値が315cmとなっており、184.2cmとなる平均値は練習記録を反映できていないという理由である。しかし、大会では3回のチャレンジの中で記録を出さなければいけないため、その視点で考えるとファールの回数は大切なデータであるという理由も発言していた。その後、確率に関する次のような反応があったため学級全体で共有した。

それは、10回の練習の記録から成功率を算出する児童Eの結論(図7)である。図7は3人の選手のそれぞれの成功率を百分率で表したものである。「ひでき」

表3 第8時の30分を経過した際の児童とのやり取り

発言者	発言内容
T1	ファールを含めた平均値で比べるのと、ファール含めない平均値で比べるのはどちらがよいと思いますか。
C1	ファールは含めないほうがいいです。
C2	実際の大会に近いほうがいい。
C1	ファールは失敗しているから、実際に出た記録ではないと思います。「わたる」のファールを含めた平均値の184.2cmという記録が、実際に出るわけがないと思います。練習の記録を見ると、ほとんどは300cmを超えているのに。
T2	「わたる」が実際には184.2cmという記録を出さないっていうのは、みなさん意味がわかりますか？
C3	わかります。練習の記録では184cmなどの低い記録は1回も出していません。だから、ファールの回数は含めない方がいいと思います。
T3	じゃあ、ファールの回数を含めない平均値が一番高い、「ようすけ」でいいですか？
C4	でも中央値だと、「わたる」が一番高い数値なんです。
C5	いや、「わたる」は失敗が多いよ。だから大会で記録が出せるか心配…。

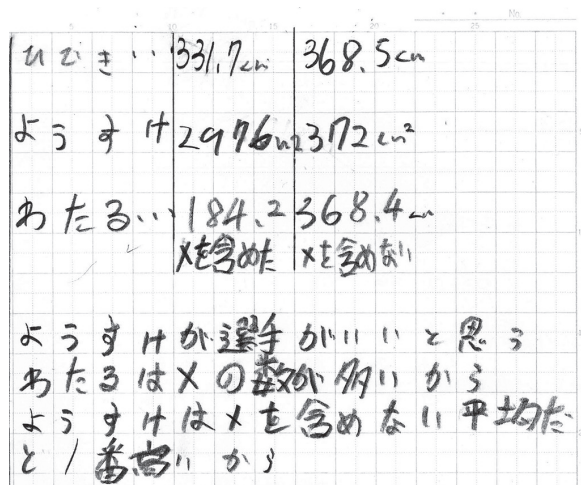


図6. ファールを含めないで平均値を導出した児童Dの反応

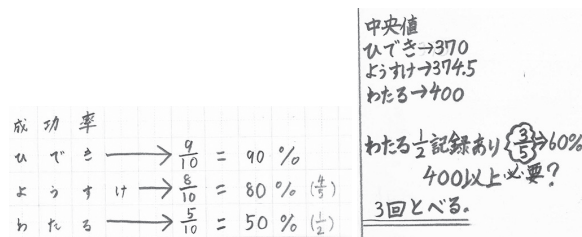


図7. 練習記録の成功率と過去の優勝記録を比較している児童Eの反応

は10回の練習のうち、記録が残った(試技に成功した)回数が9回なので、 $\frac{9}{10}$ とし90%として表現している。同じように算出すると、ようすけは80%、わたるは50%としている。児童Eは過去の優勝記録と比較すると、優勝するには400cmは必要と推測し、ファールの回数を含めない中央値も算出している。「わたる」の中央値では400cmに達していることを示している。そして、児童Eは選手を「わたる」と結論付けている。「わたる」は試技の成功率は10回中5回の $\frac{1}{2}$ である。その成功した5回のうち、優勝するために必要な400cmを3回を残している記録を残していることを「60%」と記録を表現している。試技に成功した場合、60%の確率で400cmの記録が出ると推測し、わたるを選手として選出するべきと結論付けていた。

児童Eの考えと同様な考えをしている児童は他にもおり、共感する児童が3名いた。1変数のみの分析とファールの回数や過去の優勝記録などを含めた分析と比べると、どちらの方法が説得力があるか議論を行った。1変数のみを分析するのでは、根拠が薄く、2変数も分析する必要があるという意見が大半を占めた。更に、2つ以上の代表値や過去の優勝記録などを比較する必要があるという学級の考えに至った。授業のまとめとして、1つの変数だけでなく、他の変数も比べる必要があるというまとめを児童が行った。

その後、学習を振り返る場面を設けた。児童のノートからは以下の内容の記述や発言があった。

児童F「今日は中央値、平均値を調べたが、まだ誰にするかは決められない。」(ノート記述)

児童G「2つ以上のデータを比べるなら、表やグラフにしたほうが分かりやすいと思う。」(ノート記述)

児童H「他のデータがほしい。練習の記録やファールの回数だけでは判断できない。」(発言)

このような記述から、第9時への見通しを持つことができていたといえる。根拠のある結論にするためには、表やグラフ、ヒストグラムなどの数学的表現の必要感を感じていたことがわかる。また、児童Hのように練習記録だけでなく他のデータもほしいという発言も見られた。そこで第9時は、数学的表現をより活用して表現できるように課題を設定した。

## 2. 第9時の授業の実際

2変数を分析する過程において、数学的表現を活用し、さらに根拠をより強固にするために多変数に目を向ける活動

学級全体で結論の根拠を具体的に示すには、表やグラフなどの数学的表現が必要であることを確認した。第9時では2変数を分析する際に、数学的表現をより活用して、結論を出していこうということになった。児童には中学校の顧問の先生を納得させることができるような提案を作ろうと話し、授業を行った。更に、活用できる表やグラフなどはどのようなものがあるかを学級全体で確認した。ここでは、表、折れ線グラフ、円グラフ、柱状グラフを確認した。自分の結論を説明するのに適したものを選択して表現しようと説明し、自力解決に入った。なお、各種類のグラフは事前書きやすいようにワークシートを用意した。

第8時において、2変数を扱うことで、より根拠を明確にした結論を導出することができるだろうとしたため、前時よりも積極的に2変数に着目しようとする姿が見られた。児童Hは折れ線グラフと柱状グラフを活用して分析を行っている(図8)。折れ線グラフには各選手の練習記録を左から「わたる」「ようすけ」「ひでき」の順で示した。次に過去の優勝記録を示し、過去のデータと比較できるように工夫している(2019年度は400cm、2020年度は385cmの線で示している。実際には色別に示していたが本稿ではモノクロ印刷のため黒線に編集している)。また、図5の左側の柱状グラフでは、階級を10cmごとに設定し、

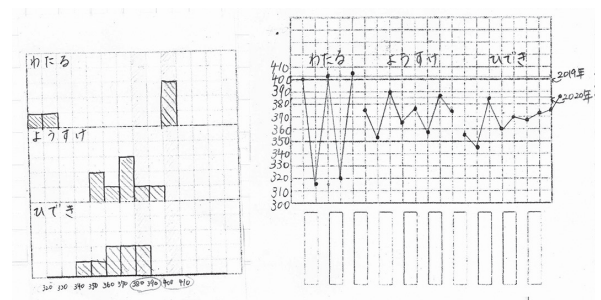


図8. 折れ線グラフと柱状グラフで、練習記録と過去の優勝記録を比較している児童Hの反応(一部修正)

最頻値がどの階級にあたるのかを示していたり、データの分布の散らばりについて把握できたりするようにしている。児童はこのように表現し、結論を「ひでき」と結論付けている。その根拠は折れ線グラフを見ると、「ひでき」の記録が上昇傾向にあること、「わたる」や「ようすけ」の記録の変動が激しく、安定した結果を残せていないことを挙げている。また、柱状グラフに表すと、「わたる」は400～410cmが3回、「ようすけ」は370～380cmが3回、「ひでき」は380～390cmが2回を示している。3人のそれぞれの最頻値を比べると「わたる」が最も高く、「ようすけ」が最後になる。「ひでき」と「ようすけ」を比較した場合、「ひでき」のほうが最頻値の値が高いところに位置しているためという理由も記述している。

折れ線グラフに表したことで、各選手の練習記録の時系列データに着目する児童が14名増加した。「わたる」の記録の変動の激しさ、「ようすけ」は記録の伸びが見えてこないこと、「ひでき」は少しずつ上昇していることを記述する児童が7名増えた。そのような児童の結論は、代表の選手を「ひでき」としていた。「ひでき」は他の2人に比べて最大値が低いが、2020年の優勝記録を2度上回っていることであった。前時である第8時では31名の児童が代表の選手を「わたる」か「ようすけ」と結論付けていたが、「ひでき」と変更する児童が14名いた。

第8時の結論を、2変数を分析し数学的表現を活用することで、よりわかりやすくしようとする児童も現れた。前述した児童Dは第8時では「ようすけ」としていたが、第9時でも代表の選手を「ようすけ」とする根拠を述べている。児童Dは、最大値や最小値、平均値のファールを含めたものとファールを含めていないもの、最頻値や中央値などの代表値を1つの表にまとめた(図9)。それぞれの代表値の中で優劣をつけていき、その1位と3位の回数を集計している。

例えば、「ひでき」は代表値の中で3人の記録から1番数値がよい値が平均値のファールを試技回数に含めた場合のみである。「ひでき」の場合はそれぞれの代表値で1位を獲得した(児童は「1番多い」と表現している)のが1つだけとなる。また、反対に代表値の項目で、3位を獲得した回数(児童は「1番少ない」と表現している)も集計している。「ひでき」は最大値、最頻値、中央値の3つの代表値で3位となっている。そして、1位と3位の獲得数を差で比較する。「ひ

でき」は1位が1回、3位が3回となり、 $1-3=-2$ という結果になっている。同じように考えたときに、「ようすけ」だけがプラスになっているという根拠を示している。2変数を分析し、代表値を表にまとめることによって、比較しやすくしている。このように2変数の分析を表にまとめる児童も36名中5名いた。表に表現した児童は、代表選手を「ようすけ」と結論付けている。

自力解決を行った後、児童同士で結論と根拠を説明したり、ノートにどのように表現したかを確認したりする時間を設けた。友達の説明を聞く中で、納得したり、数学的表現や言葉による説明にアドバイスを送ったりする姿も見られた。

そして、第9時の40分過ぎに児童から多変数に関する発言があった。残りの時間では、多変数について学級全体で共有する場面を設定した。以下の表4に児童とのやり取りを示す。

上記のようなやり取りを児童と行い、授業を終了した。児童のノートの記述からは、情熱、性格、50m走のタイム、走り幅跳びのフォーム、顔つきなどの多変数の情報が必要であると確認した。ここでは、質的変数や量的変数のどちらも記述してある姿があった。なぜ、練習記録やファールの回数以外の

	ひでき	ようすけ	わたる
いちばん多い	386cm	390cm	405cm
いちばん少ない	345cm	353cm	315cm
平均値×あり	331.2cm	297.6cm	184.2cm
平均値×なし	382.5cm	372cm	368.4cm
最頻値	370-380	370-380	400-410
中央値	370cm	374.5	400
1番多いのはようすけだから、ようすけが1↑1↑1↑と思う			
1番少ない			
ひでき	1	ひでき	3
ようすけ	2	ようすけ	1
わたる	3	わたる	3
ひできより少ない			
ひでき	$1-3=-2$		
ようすけ	$2-1=1$		
わたる	$3-3=0$		

図9. 代表値を表にまとめて比較している児童Dの反応



変数があるとよいのか児童に問うと、自分の結論にさらに根拠を持たせたいという考えや、他に情報があれば、選手の選択に活かすことができるという回答があった。児童の思考の中に統計的探究プロセスに位置付けられる、新たな「データの収集」の必要性を感じている姿だと見取ることができた。

## V. 考察

本研究の目的は児童が問題状況に対して結論を導出するために、多変数を分析する指導をどのように行えばよいか示唆を得るためであった。そこで、実際に授業実践で生じた児童の取り組み状況や児童の記述表現を第2章で述べた「多変量解析に至るまでの手順」(前掲図3)の枠組みをもとに分析する。

統計的探究プロセスでは、まず問題や課題を設定し、どのように解決していくか計画を立てる。しかし、本研究ではこの2つのプロセスについては、教師側から提示することにした。その理由は、本研究の目的である、多変量の指導に焦点を当て分析しなかったからである。したがって、本研究では1変数の分析をした後、2変数の分析を行うのかを検討するために、意図的に2変数の分析ができるように数

値を設定したデータを教師から提示した。

第8時では、走り幅跳びの練習記録だけをもとに平均値や最大値、中央値を算出し、結論を導出して児童A、児童B、児童Cが見られた。児童が練習記録という1変数について、平均値などの代表値に加工する過程を経ていることになる(図3のA-1)。更に、2変数を分析する過程を経る児童Dもいた。練習記録とファールの回数を含めた分析を行った場合である。ファールの回数について、代表値を算出する際に活用するのか、活用した場合の代表値からどのように結論を導出すべきなのかという過程を経ている(図3のI-1)。その際、ファールを含めた平均値では、練習記録とはかけ離れた数値になってしまい、ファールを含めた平均値では参考にならないことからファールの回数を含めないで分析した方がよいのではないかという議論(表2のC1とC2の発言)を行っている。これは単変量解析(イ)から2変量解析(ウ)に移行したことを示している。

第9時では、2変量の解析を折れ線グラフやヒストグラム、ドットプロットなどの数学的表現を活用して、自分の根拠を他者に表現する活動をしている。児童のノートから、「友達の折れ線グラフや表にまとめたものを見て、意見に納得することができた。」

表4. 第9時の40分過ぎの児童とのやり取り

発言者	発言内容
C1	先生、3人の選手の走り幅跳びに対する情熱はどうなんですか？
T1	情熱？
C1	はい。やる気みたいな…。
T2	情熱の度合いがわかると、今の結論は変わるのですか？
C1	変わるかもしれません。
T3	なるほど。ちなみに、他の子で、3人の選手のデータで、走り幅跳びの練習記録と過去の優勝記録以外にほしいデータはありますか？
C2	走り幅跳びなので50m走のタイムとか、走り幅跳びの跳んでいるフォームが知りたいです。
T4	どうして跳び方、フォームを知りたいの？
C2	欠点を見つけて、そこを直したらもっと記録が伸びるかもしれないからです。そうすると結論は変わるかもしれないです。
T3	では、3人の選手の他に知りたい情報があれば、授業の振り返りとしてノートに書いておきましょう。性格とか、走り方のフォームとか、この情報があると結論が変わるかもしれない、あるいはもっと自分の結論に根拠を持ってそうなものでも大丈夫です。

という記述が見られたことから、他者に対して認識を深めることが有用だったと考えられる。日本学術会議(2020)の「改善の方向性」には、「統計的な問題解決の充実を図る。具体的には、グラフを作成したのち、考察し、さらに新たな疑問を基にグラフを作り替え、目的に応じたグラフを作成し、考察を深める。また、ある目的に応じて示されたグラフを、多面的に吟味する。」(日本学術会議、2020c、p.6)<sup>3)</sup>とある。このことから、第9時で実践した児童の問題解決は効果的な活動であったと言える。

更に、第8時の終末では、練習記録とファールの回数だけでなく、他のデータもほしいという児童Hの発言が見られた。発言の意図としては、練習記録とファールの回数、過去の優勝記録だけでは選手の選出を決めることが難しいというものだった。また、第9時の終末においては、児童が多変数の分析の必要性を実感していた。なぜなら、児童自身が結論にさらに強固な根拠を持ち結論を導出したかったからである。児童が第8時と第9時において多変数の必要性を実感している場面は、2変量解析(ウ)から多変量解析(エ)に移行したことを示している。教師から、他にどのような情報があると結論に対してより強固な根拠を持たせられるかと問うと、3選手の50m走の記録や性格、走り幅跳びの跳び方のフォームといった変数を求めている(表4のC2の児童の発言から)。50m走の記録や跳び方のフォームに着目したのは、走り幅跳びという運動の特性を理解し、記録に対して何が影響しているのかといった因果関係を明らかにしようとしていると考える(ウ-1)。このことから、量的変数と質的変数どちらについても、更に分析を進めることにより、結論をより確かなものにしたという児童の思考の変容を確認することができた。

本研究の目的である多変数の分析の指導に関して、青山(2018b)は、「統計的に処理した結果をそのまま結論とするのではなく、別の観点から捉えてみると結論は変わるのではないか、何か見落としや誤りはないだろうかと考えることはとても大切である。これが批判的・多面的に考察するということで期待されている活動」(青山、2018b、p.8)<sup>11)</sup>と述べている。

## VI. 本研究の結論と今後に残された課題

### 1. 本研究の結論

本研究の結論の第一は、小学校第6学年の児童において、1変数や2変数だけでなく多変数に自ら着目していこうとする態度が見られたということである。つまり、小学校課程においても多変数に着目させる指導が可能であることが示唆された。このことに関わって、青山(2015)も述べているように「児童の生活や経験に即したとらえやすいものを用いる」(青山、2015、pp.45-46)<sup>4)</sup>ことがやはり重要な要素であることが分かった。

結論の第二は多変数の指導の際のポイントは、次の2点だと捉えた。1点目は、走り幅跳びの記録、ファールの記録の2変数に気付かせるように量的変数を提示したことである。ただし、「実際の授業」の際にも説明してきたが、一方的に提示したわけではない。児童の必要感に応じて、練習記録を提示している。2点目として、他の要因が無い児童が日常生活経験から推測できる問題場面を設定したことである。

### 2. 今後に残された課題

本研究では多変数の分析を行うことができていないため、多変数の分析による結論の導出がより効果的であったのかは議論が必要であると考えられる。多くの変数を得た場合、それまでのデータと結びつけて結論を出すことができるのか、新しいデータによる分析結果から結論が大きく左右されるのかといった点については、さらなる実践が必要となると考えられる。そのために、今回は2時間を設定して行ったが、2時間目の終末に児童から、多変数について言及する場面が見られたことから、今後は3時間を設定して児童が多変数を分析し、どのように結論を導出するか検討する必要がある。

また、今回はデータの収集については教師側から設定している。どんなデータが必要かについては児童とやり取りをしながら進めたが、初期段階のデータの収集から児童が考え収集するということも検討していく必要がある。しかし、データの収集から行う場合は変数の扱いが授業者の意図的した方向に進

まない場合があるため、どのような問題場面を設定するかは検討事項となる。

#### 文献

- 1) 渡辺美智子, 『不確実性の数理と統計的問題解決力の育成—時期学習指導要領の改訂に向けて—』日本数学教育学会誌, 96号巻, 1号, pp.33-37(2014).
- 2) 文部科学省, 『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 算数編』文部科学省(2017).
- 3) 日本学術会議, 『提言 新学習指導要領下での算数・数学教育の円滑な実施に向けた緊急提言: 統計教育の実効性の向上に焦点を当てて』(2020).
- 4) 青山和裕, 『小学校統計指導における多変数データの利用について—知多市立旭東小学校での実践から—』イブシロン, Vol.57, pp.39-50(2015).
- 5) Wild, C.J & Pfannkuch, M. Statistical thinking in enquiry. International Statistical Review, 67(3), pp.223-265(1999).
- 6) 増田朋美, 「多変数を扱った統計教材に関する考察と授業実践による検証—学ぶ統計教育から使う統計教育のための教材の提案—」日本数学教育学会秋期研究大会発表収録48, pp.311-314(2015).
- 7) ㈱Albert.  
[https://www.albert2005.co.jp/knowledge/statistics\\_analysis/multivariate\\_analysis/multivariate\\_basis/](https://www.albert2005.co.jp/knowledge/statistics_analysis/multivariate_analysis/multivariate_basis/)(2021年9月11日確認).
- 8) 青山和裕, 「統計的問題解決を取り入れた授業実践の在り方に関する一考察」統計数理研究所 研究ノート, 第66巻 第1号(2018a).
- 9) 西村圭一他, 『真の問題解決能力を育てる数学授業—資質・能力の育成を目指して—』明治図書(2016).
- 10) 藤井齊亮他, 『新編 新しい算数6 数学へジャンプ』東京書籍(2020).
- 11) 青山和裕, 『小学校算数におけるこれからの統計教育』Rimse, 22, pp.7-11(2018b).