

中学校数学科における検証を重視した統計的な探究の学習指導 第1学年単元「データの活用」における「どんな長方形が美しいか」の授業研究

山脇雅也

鳥取大学附属中学校 数学科

E-mail: yamawaki_ms@fuzoku.tottori-u.ac.jp

Masaya YAMAWAKI (Tottori University Junior High School) : Teaching of process of statistical investigation that emphasizes verification of hypothesis at the secondary school: Lesson study of 'What shape of rectangle is beautiful?' in the unit of 'Making Use of Data' for grade 7

要旨 — 平成29年公示の学習指導要領では、内容ベースから能力ベースに移行するとともに数学科における統計領域の学習内容の拡充がなされる。そこで本稿は、検証を重視した統計的な探究の能力の育成を意図した学習指導を提案する。これを、中学校第1学年を対象とした「どんな長方形が美しいか」の統計的な探究による授業研究によって行う。結論として、生徒は当初のデータによるヒストグラムの分布とデータを加工して度数分布を変えたヒストグラムの分布と比較するという検証につながる活動を行うことができた。これら一連の活動は教師の組織的な発問によって導かれた。しかし、生徒にいかなる能力を育成したかについてはさらに研究が必要である。

キーワード — 統計的な探究, 検証, インフォーマルな推測, 数学的活動

Abstract — The Japanese course of study that published in FY 2017 going to shift from content-based to competence-based organization. In addition, it is increased contents of statistics in mathematics. Therefore, this paper proposes the lesson plan intended to develop the competence of statistical investigation that emphasizes verification. The method of research is lesson study of statistical investigation in the 7th grade that is 'What shape of rectangle is beautiful?' as a statistical problem. As a result, students who were the subject in the lesson were able to perform activity of leading to verification that is to compare the distribution of the histogram according to the original data with distribution of another histogram that changed by processing the data. These series of activities were led by a systematic question of the teacher. However, what competence the students are acquiring should be researched further.

Key words — statistical investigation, verification, informal inference, mathematical activity

1. はじめに

1.1. 問題の所在

わが国では、数学的な考え方の「事象を数理的に捉える」面の指導や統計教育において一層の充実の方向性にある。これは、日本学術会議数理学委員会数学教育分科会(2016)、また、その提言を受けた平成29年3月公示の学習指導要領からも明らかである。この学習指導要領では、内容ベースから資質・能力ベースに移行するとともに数学科における統計領域では学習内容の拡充がなされ「箱ひげ図」や「四分位範囲」といったデータ分析の手法も扱われること

となった。こうした動向において、中学校数学においても先行して「箱ひげ図」をデータの分析に活用するといった個別の学習内容についての提案授業が試行されている(cf.岡本, 2016; 峰野, 2017)。一方、渡辺(2013)は、教師自身のデータ分析とその学習指導経験の乏しさ、統計活用場自体に学際的な広がりがあり、数学科だけでなく他教科とのクロスカリキュラムの整合性を図る必要性を課題として指摘している。また大谷(2017)は、現行の学習指導要領における内容ベースの統計カリキュラムでは、統計的推測スキルが段階的に育まれないことを

示し、能力ベースの統計カリキュラム開発の必要性を指摘している。よって、統計領域について能力ベースによるカリキュラムや単元全体のより実践的な提案やその学習指導の報告が期待される。

1.2. 本稿の目的と方法

一般的な学習指導案では、単元の目標や評価の観点において生徒の能力面についても記述されるが、単元の学習指導計画は内容で記述されることが多い。そこで本稿は、研究課題：統計的な探究の能力の育成を意図した授業設計は学習指導案としていかに記述しうるか、を目的とする。これを中学校第1学年の「データの活用」領域の単元の導入の授業設計を通して行う。後述するが、生徒の能力の現れを数学的活動で捉え、このうち検証の活動が探究のプロセスの諸相の循環や往還に機能することから、これを重視した学習指導とする。併せてこの実践とその分析を行う。

本稿は、統計領域における能力ベースの実践的な授業設計として意義がある。また次期学習指導要領下における学習指導案作成の示唆となりうる。

2. 単元「資料の活用」の指導計画の構想

2.1. 統計的な探究のプロセスとは

事象に対する探究において、問いを立てたものの答えがあるかどうかははっきりしないことがあり得る。こうした問いに対して局所的に捉えるのではなく、客観的な統計資料やデータから大局的に捉えて推測・判断し、最適解・納得解としての仮説を示すことが可能となる。一般に、こうした一連の探究活動が統計的な探究のプロセスと呼ばれる。日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会（2016）によれば、諸外国では、小・中学校段階のカリキュラムから統計的な探究のプロセスとして、PPDAC、DMAIC、PCPDなどが位置付けられている。よって、本案において、統計的な探究を学習指導するとき、まずはこれらの枠組みを規範として授業設計を試みる場所である。単元「資料（データ）の活用」において、こうした統計的な探究のプロセスを通して、それに伴う数学的な見方・考

え方ならびに学習内容・用語等を学習指導していくよう計画していく。ここに、いかなる数学的活動を位置づけるべきかが単元計画においての具体となる。一方で、統計的な探究のプロセスにおいて推測統計するとき、単にデータの分布の傾向だけでなく、統計的仮説検定や区間推定、回帰モデルによる推測等が行われる。海外の統計教育においては、これらを「フォーマルな推測」とし、その前段階で、厳密な推測統計の手法・用語を使用せずに（インフォーマルに）、学校教育の早期から、入手したデータから得られる集計結果には標準誤差が伴うことを意識した結果の解釈や判断を行わせる方法）をとっており、これを「インフォーマルな推測」と言っている（*ibid.*, p.16）。つまり、数学的な厳密さの程度にはよるものの、数学的な見方・考え方により、仮説を立説したり、検証したりすることが求められると言えよう。

2.2. 教科書教材の批判的考察

統計的な探究のプロセスの視点から現行の学習指導要領下における教科書（啓林館、平成28年度用）の小単元構成を考察する。単元の導入に「羽の長さの異なる2種類（5 cmと7 cm）の紙コプターの滞空時間は、どちらが長いか」と問題提示し、実験によりデータを収集し、データの分析を通して傾向分析の手法を指導していくように展開されている。統計的な探究のプロセスにより学習指導していく展開であり、この点について異論はない。しかし、教科書の統計的な探究のプロセスにおいては、探究活動における各相の循環や往還によって活動が促進されることから、もともとの題材で意図されていた「紙コプター改良の効果を、データを通じて明らかにしていく」活動）が明確に位置付けられていない点で不満である。具体的には以下の二点である。

第一に、外れ値の扱いがなされていない。実験結果のデータが示されているが（*ibid.*, p.202）、通常、このような実験でデータを得る場合、諸要因に伴い外れ値となるデータがあることの方が自然であるにも関わらず、模範的・理想的なデータが示されている。また、実際に実験をすると諸要因に伴い教科書に示されたデータと分

布の傾向が一致しないこともあり得る。教科書の性質上、続く学習指導において都合のよいデータであろうが、得られたデータの質（標本誤差や標本変動）の検討は、仮説の立説と検証につながる極めて重要な活動である。

第二に、仮説の検証の視点が明確でない。次々と仮説を立説させていく展開で、内容の学習指導優先的である。紙コプターの問題に対して、すでに、羽の長さが5 cm, 7 cm のデータ比較による仮説を立説させている（はずである）にもかかわらず、さらに6 cm のデータを加えた度数分布多角形とし、「どんなことがいえるでしょうか。これまでに調べたことと、わかったことをまとめましょう」と単に問うに留まる（ibid., p.207）。度数の異なるデータを相対度数で比較することを扱いたいであろう。相対度数という内容事項に注力するほど、生徒は当初の仮説と関係なく新たに仮説を立説していたり、仮説の修正であることが無自覚であったりすることが考えられる。本来は、立説した仮説の真偽はどんなデータで明らかになるか、その仮説が真ならばどのようなことが推測できるかという検討がなされ、仮説の検証が行われるべきである（当然その先には、仮説の棄却や修正がなされるであろう）。

2.3. 検証の活動を位置付けた指導計画

仮説の検証の活動を明確に位置づけるとするならば、例えば、上記の活動を、当初の仮説「羽の長い方が、滞空時間が長い」ことがどの程度正しいかを、「6 cm の羽のデータを調べること確かめる」とする。授業では、「始めに出した結論（仮説:7 cmの方が滞空時間が長い）は、本当に正しいのであろうか。正しいことは、次にどんなことを調べれば確かめられるだろうか。」と問題設定する。こうした活動により、単に「『羽の長い方が、空気抵抗が大きい』という自然界の法則にも合致する」という程度の仮説の検証ではなく、まさに統計的な探究による仮説の検証となり、ここに数学的な価値が認められる。また、仮説はデータの表し方（階級の幅や範囲）によって妥当と言える条件が明らかになる。階級の幅を変えたり、階級の範囲を変えたりしていくことで、一つの山に見えてい

たデータに双峰性を認められ得ることがある。こうした探究により「この階級の幅において言える」のように、仮説に条件が負荷される。換言すれば、当初の仮説が主張できる限界が決定される。これも、数学的に価値ある活動といえよう。つまり、「質の異なるデータに基づき仮説の妥当性を判断すること」および「表し方の異なるデータに基づき仮説の限界を決定すること」こそを、本単元における仮説の検証の活動としたい。

以上を踏まえ、単元目標、単元の学習指導計画を設定する。このとき、生徒に期待する数学的活動を記述し、これを統計的な探究の能力によってなされる活動と捉える。つまり、数学的な活動による学習指導計画こそが能力ベースの学習指導計画となる。

(単元目標): データの分布について、数学的活動を通して、次の事項を身に付ける。

- ・ヒストグラムや相対度数などの必要性和意味を理解すること。
- ・コンピュータなどの情報手段を用いるなどしてデータを表やグラフに整理すること。
- ・目的に応じてデータを収集して分析し、そのデータの分布の傾向を読み取り、批判的に考察し判断すること。

(単元を通して培う数学的活動) :

- ・統計的な問いに対して、調査の目的に応じて収集・処理したデータを根拠とする仮説の立説とインフォーマルな推測によってその検証をすること。

(単元の学習指導計画)

※時数, 主題, 期待する数学的活動

第1時 統計的な探究

データから判断しよう・確かめよう

第2時 度数分布表とヒストグラム

階級値を変えて分析しよう

第3時 近似値

データの正確さを表現しよう

第4時 度数分布多角形

複数のデータを比較して分析しよう

第5時 相対度数

度数の異なるデータを分析しよう

第6時 代表値（最頻値）

最頻値をもとにデータを分析しよう

第7時 代表値（平均値，中央値）

代表値をもとにデータを分析しよう

第8時 散らばり

データの散らばりを考えて判断しよう

第9時 分布の形と代表値

データの分布と代表値の大小関係を調べよう

3. 授業設計の実際

3.1. 生徒の実態と期待する学習態度

前章の学習指導計画を踏まえ、第1時の授業設計を試みる。大半の生徒は、統計的な探究活動を初めて行うこととなる。後に、生徒による自主的な問題解決の一つの手段として、統計的な探究を行うことを期待するが、単元の導入の時間においては、その探究の方法を、教師の発問（支援）によって構成する必要がある。とはいうものの、単元を通して培う数学的活動として設定した「仮説の立説と検証」につながる生徒の活動を期待したい。具体的には、データを分析することは、単に「その特徴を述べる」に留まらず、「その特徴があるからこそ、どのようなことが言えるか」までを期待する。さらに、「別のデータでも言える」ことにその妥当性を求める仮説検証の態度も期待する。

3.2. 授業に向けた教材研究

本時は国立教育政策研究所（2013）の授業アイデア例で示された問題「美しい長方形はどんな長方形か？」を原問題とした。これは、1授業時間内で、仮説検証のためのデータを得ることに適しているためである。1授業時間内で、仮説検証のためのデータを再度得るための時間

を考慮すると「紙コプターの問題」は適していない。生徒がそれぞれに描いた「美しい長方形」のデータを、集団の傾向を得るためのデータとすると、どちらか一辺が基準の長さになるよう拡大・縮小する。再度、長方形を描くことなく、一度得た測定値をもとに、基準の長さを変えることによって、値の異なるデータを得ることができる。これにより、当初のデータから立説した仮説を、別のデータで検証していく活動を行うことができる。

先行クラスの実践から、次のようなデータが得られた。なお、データはいずれか一辺を5 cmに拡大・縮小したときの他方の辺の長さである。

3.6	9.9	10.0	8.0	2.5
3.5	3.8	8.3	2.0	7.1
6.7	6.7	9.7	7.5	4.0
7.5	5.8	7.5	10.0	7.5
8.0	7.5	7.5	7.5	7.5
7.2	10.0	3.8	7.5	5.5
10.0	8.0	6.7	*単位 cm	

これらをヒストグラムに表すと、**図1**、**2**の通りである。

図1から分布の傾向をよみ取ると、7～8 cmの階級が最頻値であり、ここを「美しい」長方形とする仮説が立説できる。また、9～10 cmや、3～4 cm、8～9 cmも比較的度数が多く、ここも「美しい」と認めることもできない。この仮説を、階級の幅を半分にしたヒストグラム（**図2**）で検証する。**図2**の分布の形は、最頻値となる階級を中心に左右に小さい山のある多峰性の分布である。これは、**図1**の分布と「ほぼ同じ」であるとみなすことができ

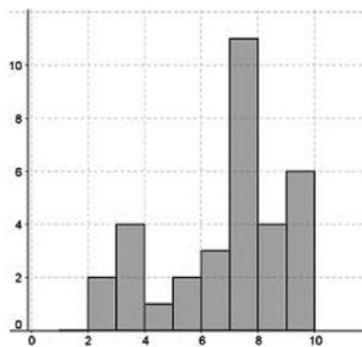


図1 階級の幅 1 cm のヒストグラム

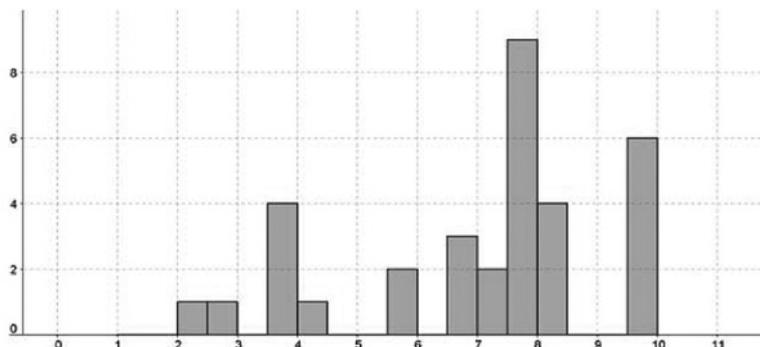


図2 階級の幅 0.5 cm のヒストグラム

る（インフォーマルな推測）ことから、当初の仮説は、妥当であると言える。一方、図1で比較的多い度数であった8～9 cmの階級は、図2で見ると、最頻値に近い分布であることが分かる。このことから、当初の仮説を、「7～9(8.5) cmが美しい」と修正することもできる。

さらには、このように山が多峰性になる理由をデータの質に求めると、縦長の長方形と横長の長方形が混在していることが分かる。これらを短辺に対する長辺の比として、データを処理（短辺：長辺 = 5 : x）し、ヒストグラムに表すと図3となる。図3の分布は双峰性で、最頻値7～8 cmがより際立って見える。このデータは、黄金比や白銀比に近い値であることが確認される。

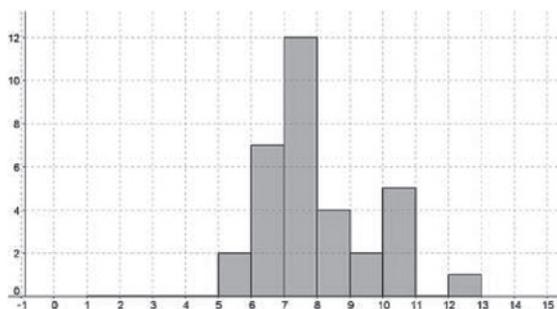


図3 短辺5 cmに対する長辺の比で表したデータによるヒストグラム

また、図4のように、テクノロジーを活用すると、容易に階級の個数や幅を様々に変えてデータをヒストグラムに表すことができる。どの表し方においても、10 cm付近の度数が多いこともよみ取れ、このデータにおいては、辺の比が1:2の長方形も「美しい」と主張できる。

3.3. 授業の学習指導過程

以上を踏まえ、授業の目標を「合目的なデータをヒストグラムに表すことを通して、データ

の傾向を分布や範囲をもとに分析し仮説を立てるとともにその仮説の検証をインフォーマルな推測によって行うことができる。」とする。

ここで、学習指導過程の記述の仕方について述べると、仮説の立説と検証を重視した統計的な探究のプロセスはいかに記述されるべきか、本稿ではまだ十分に検討できていない。そこで、暫定的にPPDACサイクルを採用し展開していくことを試みる)。つまり、PPDACサイクルに誘う教師の発問（支援）とそれに対する生徒の活動によって、授業を構成していくことを考えた。よって、通常の問題解決の授業のように、生徒に期待する課題または活動を設定し、それを実現する支援による活動のつながりを記述していく指導過程の形式に合わない。したがって、生徒に期待する活動を、PPDACの相に位置付けていくことで指導過程の記述を試みる（図5）。当然、探究活動において各相の往還があり、それを矢印で表現している。このため、時系列に沿うと、必ずしもPPDACを順に経るとは限らない。

4. 実践とその分析

4.1. 公開授業による実践

授業の実践は、国立大学附属中学校第1学年の生徒を対象とし、2017年7月7日に行った。

問題解決の見通しにより、データの傾向から結論を述べる統計的な探究を「みんなの『美しい』を集めて決めよう」と表現し、学習課題とした。次に、「どんな情報（データ）が必要？」と発問した。これにより、生徒から長方形の形状を示すデータとして「辺の長さ」を引き出した。続けてワークシートを配布し、生徒の自由に長方形を描かせた。このとき、定規で測定しながら描く生徒が比較的多く、「測定せず感覚的に描くように」と指示した。測定することによって少なからず長辺と短辺の辺の比が意図さ

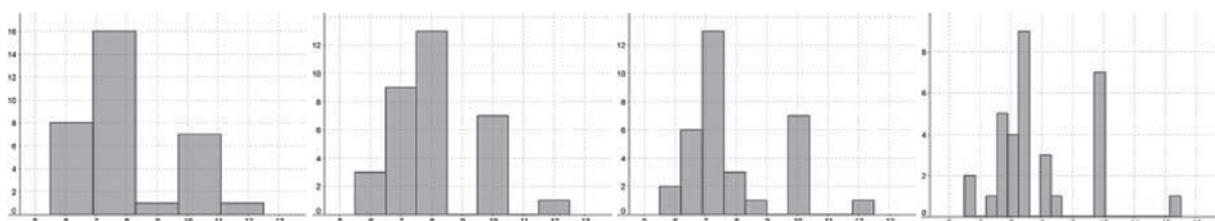


図4 階級の個数と幅を変えたヒストグラム

本時の展開 (支1)一般的な支援, (支2)特殊な支援, ○発問, ・生徒に期待する活動, ※留意点)

【P 問題の相】データを基に問題解決していく見通しを立てる

※口頭で問い, 板書する。

問題 美しいと思う長方形は, どんな長方形?

※「美しい」と思うかどうかは, 個人によって異なることから一意に決定できないことを確認し, 生徒それぞれの「美しいと思う長方形」のデータを集めて「数学的(統計的)に」仮説を立説することを本時の課題として設定する。
※学習課題として, 「みんなの『美しい』を集めて, きめよう」と提示する。

○集める「美しい」の基となる, 自分の「美しいと思う長方形」を, まずは描いてみよう。

※ワークシート(正方形)を配布する。長方形をいくつか描かせ, 自分の思う「美しい長方形」を描かせる。

支1 問題を解決するために, どんな情報(データ)が必要?

支2 「美しい長方形」をきめるために, みんなが描いた長方形の何の情報(データ)を集めればよい?

※「どのような長方形を描いたか発表して」と問いかけることから始め, 対話を通して「美しい長方形」を判断するデータとして, 何を言えよいかを引き出していく。必要に応じて「長方形の形は何で決まるか」と問い, 辺の長さを引き出す。

【P 計画の相】合目的なデータ収集の方法とその処理を検討する

・辺の長さ (5.5, 4.0), (4.5, 6.5), (2.5, 2.0), (4.0, 3.0), …

※測定値は定規で, mm まで求めさせる。

※単位を cm とし, 縦, 横の長さを組みとし板書することを断る。

・拡大・縮図 (5, 3.6), (5, 7.2), (5, 4.0), (5, 6.0), …

※比については, 小数第 3 位を四捨五入して求めさせる。

※辺の長さでは大きさがそれぞれであるので, 一方の辺(縦)を基準とした拡大・縮図によりデータを収集することが合理的であることを確認する。

・拡大・縮図 (10, 7.2), (10, 14.4), (10, 8.0), (10, 12.0), …

※仮説の検証のためのデータ。実質的には同じデータであるが, 階級の幅は 5 cm のときと(暗黙裡に)変えないので, 度数は散らばる(階級の幅は実質半分となるので)。

支1

支2

データを仕分けしながら集めよう
どう集計すればいい?

【D データ収集の相】データを階級別に列挙し, ヒストグラムを作成する

・ヒストグラムに表す

※比を, 順々に発表していくのではなく, 階級の幅を設定し, 仕分けながら集めていくよう指示する。具体的には, 付箋に 5 cm の辺に対する比のデータを書き, 付箋自体が累積度数として簡易的なヒストグラムとなるように処理する。

※階級の幅の設定については, 示されているデータから, 整数値となるよう 1 cm とすることを合意する。

支1 データから, 決定しよう

支2 ヒストグラムから, 「美しい」をきめよう

支1 どうすれば, より確からしさが示せる?

支2 別のデータでも, 同じ結果になるか確かめてみよう

【A 分析の相】データの傾向による仮説の立説と検証

・5 cm, 7.5 cm の長方形が美しいと思う人が多い。(階級値としての最頻値による判断)

・5 cm, 7.0~8.0 cm の長方形が美しいと思う人が多い。(度数の最も多い階級による判断)

・5 cm, 3.0~4.0 cm や 10 cm の長方形もやや多い。(多峰性を考慮した判断)

※ヒストグラムをどのように見たか, 仮説立説の根拠を問い, データをもとにした推測であることを再確認する。

○どうすれば, これら(仮説)の確からしさが示せるだろうか?

※別のデータによるヒストグラムでも同様な傾向がよみ取れることで, 仮説の妥当性の検証できることを確認する。

・10 cm, 15 cm が美しいと思う人が多い。5 cm のときと, グラフの形が似ている。

・10 cm, 7~8 cm が美しいと思う人も多い。5 cm のときでも, 確かにやや多い。

※10 cm の分布の傾向を単によみ取るのではなく, 5 cm の分布の検証として, ヒストグラムの形状の類似性に着目させる。

※逆に 10 cm の分布からよみ取れたことを, 5 cm の分布で確認することで, 仮説を修正することも認めていく。

支1 次に, どんなことを考えることが必要?

支2 多くなっているところの理由は何だろう? また, そのことは, どんなデータをもとに確かめられる?

※結論としての仮説に対して, データの多峰性を解釈していくとき, どうしてこのような散らばりができるのか改めて問い, 再度データの質がどうであったか検討していく。これにより, 長方形が縦長か横長かを統一して, データを表し直すことを求めることを期待する。

【C 結論の相】妥当な結論としての仮説(最適解・納得解)を得る

・辺の比が黄金比になっている長方形が美しい

→縦長と横長の長方形の向きをそろえたデータで集計して検証

→身の回りの長方形の辺の比のデータを収集・集計して検証

・1:2の長方形が美しい

→二等辺三角形による底辺と二辺の長さの比のデータを収集・集計して検証

※授業の終末に, 本時の探究活動について振り返りを行う。以下の点について教師が整理した後, 各自で「まとめ」を行い, 次時につなげる。

・本時は, データを基に仮説を立説し, それをデータで検証したこと。

・そのために, 合目的なデータ収集とデータ集計を行ったこと。

・立説した仮説は暫定的であり, 妥当性を高めること仮説の理解をするために, 再度データやその表し方の検討が必要なこと。

図 5 授業の学習指導過程案

れると考えたからである。こうして生徒が描いた長方形の各辺の長さを元データとした。

ここで「データをどのように集計していけばいい？」と発問し、ばらばらの大きさの長方形を統一的に考えるために、拡大図・縮図のアイデアを引き出し、一方の辺を5 cm とするときの他方の辺の値を分析の対象とするデータとした。一人一枚の付箋にそのデータを記録し、それを黒板に何 cm 台の値であるかによって仕分け簡易的なヒストグラムを作成していくこととした(図6)。このヒストグラムを参照して、「データを『美しい』をきめよう」発問し、ヒストグラムの傾向を根拠に「美しい長方形」の特徴の仮説を立てさせた。生徒は、最頻値に着目して仮説、度数の多い階級に着目した仮説などを立てた。これを結論とさせず「どうすればこれが確かめられる？」と発問し、続けて「データをもとに確かめてみよう」とデータの再加工を指示した。これにより一方の辺を10 cm としたときの他方の辺の長さによるデータで、同様に簡易ヒストグラムをつくり、同様の傾向が見られるかどうかを検討させた。授業時間の制約から、生徒は十分に検討することができなかった。最後に、次回の授業の予告として、この検討を引き続き行い、仮説が妥当であるか、また修正の必要があるかを明らかにしていくことを示し授業を終えた。

4.2. 公開授業の分析

授業は、概ね図5で示した学習過程通りに展開された。これは統計的な探究のプロセスの各相を移行させるための教師の組織的な発問が機能したことに他ならない。このことから授業全体を通して教師主導の展開であったと言える。しかしながら、どんな長方形を描くかにお

いて、また、どんな仮説が立説できるかにおいて十分に生徒の自主性は保障された。

仮説の検証においては、一方を10 cm とするときの他方の辺長によるヒストグラムを扱うこととしたが、生徒は「そもそも、このヒストグラムの傾向を捉えることが検証となりうるのか」、「このヒストグラムの傾向をどう比較すればよいのか」など、検証の活動を行なっているとの認識が不十分であったと思われる。こうした生徒の素朴な疑問を共有し、検討していくことが必要であった。加えて生徒の活動の数学的価値が明確になるような教師の評価や支援が必要であった。

5. おわりに

本稿は、研究課題：統計的な探究の能力の育成を意図した授業設計は学習指導案としていかに記述しうるか、を目的とした。これを中学校第1学年の「データの活用」領域の単元の導入の授業設計を通して行った。その結果、統計的な探究のプロセスの視点による教科書教材の批判的考察を通して仮説の検証の活動が欠落していることを明らかにした。また生徒の能力が数学的活動に現れると捉えて能力ベースの学習指導計画を設計することができた。加えて単元の導入として「どんな長方形が美しいか」を統計的な探究により、その傾向を明らかにする授業を構想した。授業実践においては、教師の組織的な発問によって、生徒が統計的な探究の諸活動を行うこととなった。特に、元データを加工したヒストグラムの傾向から得られた仮説を、再加工したデータのヒストグラムの傾向と比較することで検証につながる活動を行うことができた。しかしながら、加工されたデータが検証のためのデータとして妥当であるか、そもそも

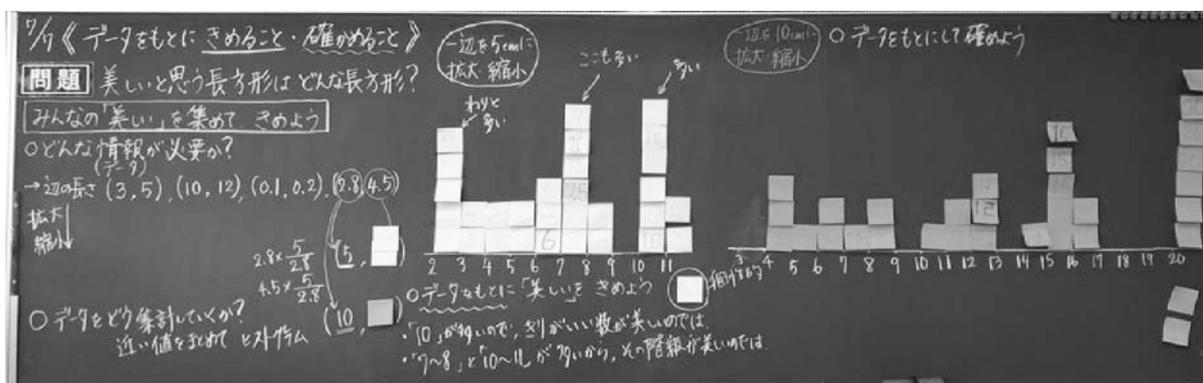


図6 公開授業の板書：付箋による簡易ヒストグラム(板書中央および右)

生徒は検証を行っているとの認識があったのか、検証の結果を受けて次にいかなる活動に向かうべきかの議論の不十分さが課題として指摘された。また、生徒の統計的な探究の能力の育成を意図した指導計画であったが、実際に生徒にいかなる能力を育成しうることができたかについては、さらに研究が必要である。

註

- 1) PPDACとは、Problem→Plan→Data→Analysis→Conclusionのサイクル。DMAICとは、Define the problem(課題をデータで解ける問題とするための数理的な仮説形成のステップ)→Measure the process(事象間のプロセスと関連性を踏まえた測定指標の決定)→Analyze the process(データに基づく事象間の関連性の分析)→Improve the process(予測モデルにしたがった最適解の決定と問題の改善)→Control the process(分析結果に基づく意思決定と管理)のサイクル。PCPDとは、Plan→Collect→Process→Discussのサイクル。
- 2) 例えば、男子と女子で好きなスポーツの種類に違いがあるかどうかをクラスから入手したデータで判断する等、児童生徒の問題設定においても、集団の傾向や自然界の法則に起因するものが多い。そこで、得られたデータの違いだけで判断させるのではなく、隣のクラスや他の学校でも同じ結果になるのか、などの発問から、シミュレーション(必ずしもPCや乱数を使う必要はない)や実験等の活動を通じて、標本変動や標本誤差の存在とそれのおおよその大きさを感覚的に掴ませる学習方法がインフォーマルな推測である。(ibid., p.16)
- 3) 教科書指導書によると、もともと「どんな紙コプターを作れば、滞空時間がもっとも長くなるか」を考える題材である。羽の長さ以外にも全体のバランスや形状などさまざまな着想で紙コプターを改良することができ、改良する際の目の付け所と改良のしかた、それぞれの効果をデータを通じて計画的に明らかにしていくことができる。商品開発の基本的な考え方を学ぶ等の目的で企業研修などでも用いられるとのことである(p. 201)。
- 4) 註3でも述べられているように、おそらく、羽の長さは無制限に長いほど滞空時間が長いことはなく、次に紙コプターの重量との兼ね合いが問題となり、探究活動が循環的になさ

れるはずである。「統計的な探究のプロセス」はこうした循環性をもって、解の妥当性を高めていく趣旨にある。

- 5) 次期学習指導要領解説(2017年7月)では、統計的に解決可能な問題の設定、データの収集計画、データの分類整理、データの目的に応じた表現と分析、結論言及とさらなる問題の発見を含む一連のサイクルとして示されている(p. 92)。これは、PPDACサイクルと同一し得る。

文献等

- 大谷洋貴(2017).「統計的に推測する力を育む統計カリキュラムの開発の必要性」. 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』, 26(2), pp. 91-103.
- 岡本大介.「資料の活用」山口大学附属山口中学校第64回中学校教育研究発表会(2016年11月25日)
- 岡本和夫ほか編(2015).『未来へひろがる数学1』. 新興出版社啓林館.
- 岡本和夫ほか編(2015).『未来へひろがる数学1指導書』, 第2部詳説朱註編. 新興出版社啓林館.
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2013).「みんなが美しいと思う長方形に特徴があるか考えよう」.『平成25年度全国学力・学習状況調査の結果を踏まえた授業アイデア例』, pp. 15-17.
- 総務省(2016).『生徒のための統計活用～基礎編～』. 総務省政策統括官(統計基準担当)付統計企画管理官室.
- 日本学術会議 数理科学委員会 数学教育分科会. 「初等中等教育における算数・数学教育の改善についての提言」(2016年5月19日)
- 溝口達也(2015).「カリキュラム開発における数学的活動とそのネットワークの方法論的考察」. 日本数学教育学会第3回春期研究大会論文集, pp. 57-62.
- 峰野宏祐.「四分位数・箱ひげ図を用いたデータ分析」東京学芸大学附属世田谷中学校公開研究会(2017年6月17日)
- 文部科学省.「中学校学習指導要領」(2017年3月)
- 文部科学省.「中学校学習指導要領解説 数学編」(2017年7月)
- 渡辺美智子(2013).「知識基盤社会における統計教育の新しい枠組み～科学的探究・問題解決・意思決定に至る統計思考力～」.『日本統計学会誌』, 42(2), pp. 253-271.