

統計領域における小・中・高等学校のつながりに関する研究

自然科学系サブプログラム

山本 紗希

【指導教員】 二宮 裕之 飛田 明彦 西澤 由輔

【キーワード】 統計教育 小・中・高等学校のつながり 統合・発展

1. はじめに

近年、学習指導要領の改訂により学習内容の変更や新しい内容の追加がおこなわれ、学校現場では新しい学習内容への対応が求められている。統計領域についての教科書分析をおこなう中でも、既習事項との結びつけや異校種間でのつながりが重要視されていることが見受けられた。そこで、中学校数学科の学習内容において、小学校での既習事項とのつながりを生かした上で知識を習得し、さらに高等学校の学びへつながる授業をおこなうことで、小・中・高等学校の学びの系統性から生徒の知識の習得や、既習事項も含めた様々な視点から考える力が深まるのではないかと考えた。中学校学習指導要領解説総則編では、

小学校教育の基礎の上に、中学校教育を通して身に付けるべき資質・能力を明確化し、その育成を高等学校教育等のその後の学びに円滑に接続させていくことが求められている」「高等学校における新たな教科・科目構成と接続を含め、小・中・高等学校を見通した改善・充実の中で中学校教育の充実を図っていくことが重要となる（文部科学省,2018,p.74）。

このことを踏まえ、小・中・高等学校を一貫する授業について研究をおこなう。本研究は、統計に焦点を当てる。算数・数学ワーキンググループ（2016）では、

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、高等学校情報科等との関連も図りつつ、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必要である」（算数・数学ワーキンググループ,2016,p.8）。

とされている。新学習指導要領においても重視され、統計教育の充実化が見て取れる。小・中や中・高一貫教育についての研究は多いが小・中・高等学校のつながりをもつ研究は数が少ない。そこで本研究は、小・中・高等学校での統計領域での学びや指導の系統性について教科書分析や先行研究から、小学校、高等学校とのつながりをもつ中学校数学科の授業構想をおこなう。

2. 小・中・高等学校の教科書分析について

小・中・高等学校それぞれの統計学の学びや指導の系統性について調べるため、小学校第6学年、中学校第2学年、高等学校数Iの教科書において教科書分析をおこなった。中学校学習指導要領解説数学編では「小学校算数科におけるデータの代表値や散らばりを調べ、統計的に考察したり表現したりする学習を受けて、ヒストグラムや相対度数などの必要性和意味を理解し、それらを用いてデータの傾向を捉え説明することを学習する」（文部科学省,2018,p.57）とされ、高等学校学習指導要領解説数学編では、「「数学I」では、そのようなデータの散らばりの度合いを数値化する方法を考察し、データの散らばりの度合いを表す新たな指標として分散及び標準偏差を取り扱う」とされている（文部科学省,2018,p.44）これらのことから、小・中・高等学校のつながりについて、「散らばり」に焦点を当てることで、小・中・高等学校のつながりが明確になるのではないかと考え、散らばりに焦点を当て教科書分析をおこなった。

（1）小学校の教科書分析

東京書籍の教科書では、ヒストグラム・柱状グラフの学習について、平均値、度数分布表の後の学習に、「全体の散らばりの様子がひと目でわかる」と新たなデータの表し方として説明している。また、ヒストグラムの学習の際、外れ値を構想させるような記載があった。（図2-1）

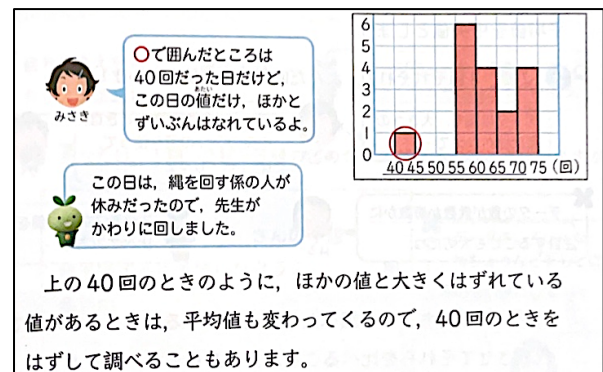


図2-1 東京書籍（p.185）の教科書

日本文教出版の教科書では、題材としてソフトボール投げを扱い、落ちたボールの場所にフラグを立てることから、ドットプロットも同様にフラグをプロットに見立て説明がおこなわれている。このように、現実世界のフラグの散らばりから、数学の世界であるドットプロットへの散らばりへつながる説明が見受けられた。

(2) 中学校の教科書分析

啓林館の教科書では、四分位範囲の説明の際、箱ひげ図とドットプロットを縦に並べた図を扱い、四分位範囲がデータの中央付近のほぼ 50%が含まれる区間の大きさを表していることを説明している。(図 2-2)

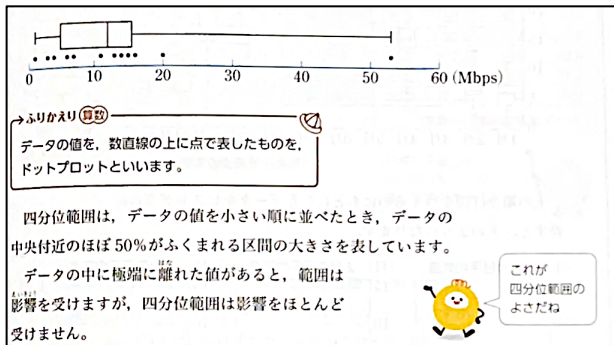


図 2-2 啓林館 (p. 177) の第 2 学年の教科書

東京書籍の教科書では、導入において、ヒストグラムを 4 つ比較する問題を提示し多群比較に適さないことから箱ひげ図の説明をおこなっている。(図 2-3)

数研出版の教科書では、四分位数の説明の際に、「データの散らばりを表す新たな数値を考えよう」と書かれており、散らばりによる既習事項と新たな学習のつながりが見受けられた。

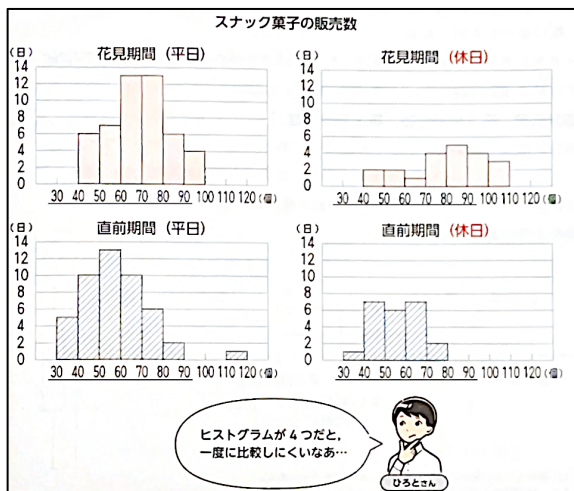


図 2-3 東京書籍 (p. 179) の第 2 学年の教科書

(3) 高等学校の教科書分析

数研出版の教科書では、ヒストグラムと箱ひげ図を並べた図の扱いがあり、「ヒストグラムの山と箱ひげ図の位置がだいたい対応している」とし、「箱ひげ図から、データの分布のおおまかな様子がわかる」と説明されていた。(図 2-4) 数研出版の別の教科書では、分散と標準偏差の説明の際、「四分位範囲は、データを値の大きさの順に並べたとき、4 等分する位置にくる値を用いて散らばり度合いを表すものであった。ここでは、データのすべての値を用いて散らばり度合いを表す値について学ぼう」と記載があったことから、箱ひげ図と分散、標準偏差とのつながりには「散らばり度合いを表す値」が必要であることがわかった。

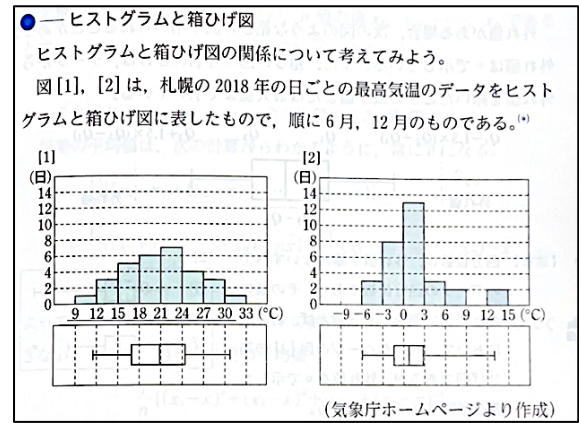


図 2-4 数研出版 (p.185) の数 I の教科書

これら教科書分析から、小・中・高等学校の学びの系統性について中学校の教科書では、小学校で既習のドットプロットや度数分布表などから、多群比較に適していることに着目することで箱ひげ図への繋がりについて示されていた。高等学校の内容については、具体的に示唆する形で繋がり示すものは見られなかった。また高等学校の教科書では、ヒストグラムと箱ひげ図を並べた図を扱うことで、箱ひげ図ではおおまかな分布がわかるが細かい分布はわからないということを改めて確認していることがわかった。さらに、数研出版の教科書から、値を用いた散らばり度合いに着目することで、小・中学校で学んだドットプロットやヒストグラム、箱ひげ図から、数値化をおこなう分散や標準偏差への学びにつながるのではないかと考えた。

3. 統合的・発展的な考え方

算数・数学のつながり、また内容の関連性や系統性を考える際に、それらのつながりが基本的には「統合・発展」であることから統合的・発展的な考え方についてまとめる。統合的・発展的な考え方について現在では、学習指導要領にも記載があり研究も盛んにおこなわれ重要視されている考え方であることが見受けられる。実際にどう捉えられているのか明確にし、小学校、中学校、高等学校のつながりについて考察するため、統合的・発展的な考え方について以下にまとめる。

(1) 中島健三 (1982/2015) の考え方

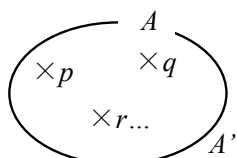
統合的・発展的な考え方について中島 (1982/2015) は、

単に二つの観点を並列したものとして読みとるよりは、「統合といったことによる発展的～」としてよみとることが望ましい。すなわち。発展的な考察ということは、上で説明したように、固定的、結局的なこととしてみないということを指しており、その「発展的」ということが、算数・数学の場合には具体的にどんな方向であるべきかを示す観点(価値観)の代表的なものとして、「統合」ということをあげていると考えるようにしたい(中島, 1982/2015, p.127)

と説明している。また、統合のの意味について中島（1982/2015, pp.128-129）は主要な場合として、以下の3つの場合に分けて考えている。

④ 集合による統合

はじめは、異なったものとしてとらえられていたものについて、ある必要から共通の観点を見出して一つのものにまとめる場合である。これは図3-1でもわかるように、「集合の考え」によって新しく概念などをつくる場合とほぼ同じであって、いわば、狭い意味での統合にあたる。



[Aという概念でまとめる]

図3-1 集合による統合
(中島, 1982/2015, p.127)

(例)

それぞれ異なった対象の計算と考えていたことを、「それぞれの単位どうしの足し算で処理できる」

- ・2けたの数の計算

23+45 単位[10]と[1]

- ・帯分数の計算

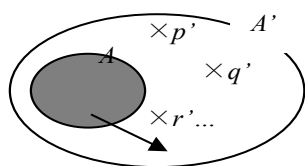
2 3/5 + 4 1/5 単位[1]と[1/5]

- ・時間の計算

2時間30分+4時間10分 単位[時間]と[分]

⑤ 拡張による統合

はじめに考えた概念や形式が、もっと広い範囲(はじめの考えでは含められない範囲のものまで)に適用できるようにするために、はじめの概念の意味や形式を一般化して、もとのものも含めてまとめる場合である(図3-2)



[Aを含むA'を新しく考えてまとめる]

図3-2 拡張による統合
(中島, 1982/2015, p.128)

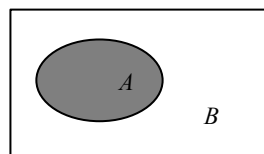
(例)

- ・1位数どうしについて考えた計算が、2位数、3位数でも使えるようにする場合

- ・整数でのかけ算が、小数、分数の場合にも考えられるようにする場合

⑥ 補完による統合

すでに知っている概念や形式だけでは、適用できない場合が起こるとき、補うものを加えて、「完全になる」ようにまとめる場合である(図3-3)



[Aに対して、Bを補って(補集合にあたるものを考えて)完全にする]

図3-3 補完による統合
(中島, 1982/2015, p.129)

(例)

- ・たし算、かけ算に対してひき算やわり算を考え出す場合
- ・比例に対して反比例を考え出す場合

また⑥について、「算数・数学ではこの⑥の場合の「統合」がきわめて多く、これが「系統性」と言われる所以であるわけである」と述べている(中島, 1982/2015, p.128)

中島(1982/2015)の考え方から、統合的な考え方とは全く新たなことを生み出すのではなく、元々ある知識を拡張したり補ったりするものであることがわかった。以下に片桐(1988)の統合的な考え方、発展的な考え方についてまとめる。

(2) 片桐重男(1988)の考え方

片桐重男(1988)は、本書において小学校の算数及び中学校の数学で指導する内容を検討し、小・中学校で指導するのが適当と考えられる内容に関連する数学的な考え方についてまとめている。そこに書かれている、統合的な考え方、発展的な考え方についてまとめ、考察する。片桐(1988)は、統合的な考え方の意味を簡単に言えば

「多くの事柄を個々ばらばらにしておかないで、より広い観点から、それらの本質的な共通点を抽象し、これによって、同じものとしてまとめていこうとする考え方である」(片桐, 1988, p.148)

と述べている。またこの点について本書では、1967年の指導要領の「小学校指導書算数編」の記載を取り上げている。

拡張することに対して、この数を操作する演算の意味も、関連して広げようとするようにすることも必要になる。この場合、処理の方法が同じ文脈のことばで表現されるものには、同じ形式を与えるようにするため、前のものと新しく生み出したものとを包含的に扱えるように意味を規定したり、処理の考えをまとめたりする。これが統合の考えである。

算数科の学習では、絶えず、創造的な発展を図るとともに、一面では、創造したものをより高い、あるいは、より広い観点から統合してみられるようにする。さらに、これを次の飛躍への足場としていくなど、創造しつづけてやまないようにすることが大事であり、このような能力と

態度を伸ばすことが期待されているのである。(文部省, 1969, p.6)

1967 年の小学校指導要領算数編の下線から, 統合には 2 つの意味があるよう捉えることができ, 前のものと新しく生み出したものとを包含的に扱えるよう意味づけをする, また処理の考えをまとめたりすると捉えることができる。本書で片桐 (1969, pp.148-152) は統合的な考え方について 3 つの場合に分けて考えている。

①統合Ⅰ型 (高次への統合)

いくつかの事柄 (それは概念や原理法則, さらにには理論, 考え方などいろいろあろう) がある時, これをより広い, より高い観点からみて, それらに共通な本質を見出し, これによってまとめていこうとするもの

(例)

次のような問題が個々別々にその解法が考えられたとする。その後でこれらを同じものとしてまとめようとする。そのためにこれらを図に表して, 図の形に着目する。

①20 円切手と 15 円切手を合計 25 枚買い, 480 円払った。各何枚ずつ買ったか。

②男子は紙を 20 枚ずつ, 女子は 15 枚ずつとった。人数は男女合わせて 25 人で紙は 480 枚であった。男女各何人ずつか。

③はじめは毎秒 20m の速さで進み, 途中から 15m の速さに変えて, 25 秒間で 480m 進んだ。各々の速さで何秒ずつ進んだか。

これらは問題場面が非常に違うため, 解くことができてまったく異なった問題としかみられない。ところが, いずれも, 解法を考える助けとなる図を描いてみると右 (図 3-4) のような図になる。

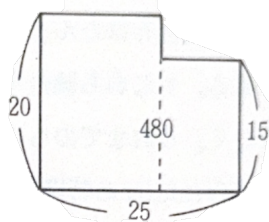


図 3-4 解法の手助けとなる図

(片桐, 1969, p.149)

このように面積図が同じになるということから, これらは結局同じ型の問題としてまとめることができる。

このように, 文章題を同じ型の問題としてまとめるには, 図の形や式の形をもとにして, その同一性に目をつけ, 各問題の特殊性をすてて, 最も根本にあるものを探ることによって統合することができるのである。

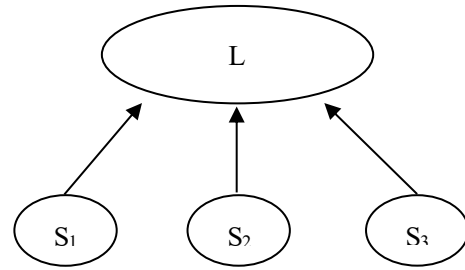


図 3-5 統合Ⅰの模式図

(片桐, 1969, p.149)

②統合Ⅱ型 (包含的統合)

上の場合とほとんど同様であるが, 前項の図 (図 3-5) の L が S3 そのものであることがある。より高い新しい観点からみるということではなく, これまでのものを見直すことによって, S1 や S2 がそれと同様にしてえられた S3 の特別な場合としてまとめられないかと考えることがある。

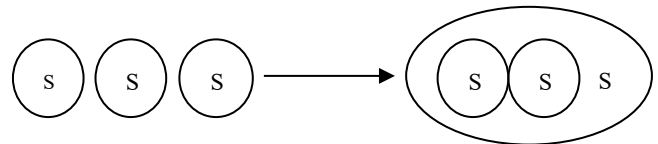


図 3-6 統合Ⅱの模式図 (図から筆者が作成)

(片桐, 1969, p.150)

(例)

文字式の乗法の指導で, 乗法公式を次の順序で指導していたとする。

$$(1) (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(2) (a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(3) (a + b)(a - b) = a^2 - b^2$$

$$(4) (x + a)(x + b) = x^2 + (a + b)x + ab$$

$$(5) (a + b)(c + d) = ac + ad + bc + bd$$

その後で, (2) は (1) の b を -b にした特別な場合と考えられること, また (1) (2) (3) はそれぞれ (4) の x を a にし, (1) は a を b, (2) は a, b を -b (3) は a を -b とした特別な場合である。さらに (1) (2) (3) (4) も同様に (5) の特別な場合であると統合できるものである。これによって, (4) を十分に理解していれば, 上のように他はその特別なものと見られるようになる。

③統合Ⅲ型 (拡張)

ある事柄がわかっている時, これを含む広い範囲にまで広げていく, または, より広い範囲においてもそれがいえるようにするために, 条件を少し変えてより包含的なものにする。すなわち, 新しいものを次々取り入れてまとめていこうとする考えである。

これも統合の一つの面とみる。これは拡張といえるものであって, この中に発展的な面が見られる。

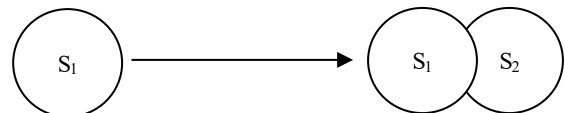


図 3.7 統合Ⅲの模式図

(片桐, 1969, p.151)

(例)

0 や自然数の範囲では、減法 $a - b$ は、 $a \geq b$ の時には常に結果を求めることができた。しかし、 $3 - 5$ のように、 $a \leq b$ になると、結果が求められないという例外があった。そこで、この例外をなくす方法を考える。そのための方法として、 $a \leq b$ の時にも、 $a - b$ の結果を表せるように数の範囲を広げる。

また、中島 (1982/2015) の考え方と比較し、片桐 (1969) は、

I 型とⅢ型は、氏の④と⑥に当たるものである。④型は、氏が「④または⑥の形式で、あとで統合し直すことが多い」といっているように、むしろその段階で初めて統合がなされると考えてよいものであるので、ここでは取り上げていない (片桐, 1969, p.153)

と述べている。2 人の統合についての考え方をまとめたが、比較することで2つの考えがあることが見受けられた。

また、片桐 (1969) は発展的な考え方についても言及があり、発展的な考え方の意味とは

結合したことをさらに広い範囲に用いていこうとしたら、一つの結果が得られても、さらによりよい方法を求めたり、これを基にして、より一般的な、より新しいものを発見していこうとするのが発展的な考え方である。(片桐, 1969, p.159)

と述べている。さらに、発展的な考え方について片桐 (1969, pp.161-163) は2つの型に分けて以下のように言及している。

①発展型Ⅰ型 (条件変更による発展)

その一つは、広い意味での問題の条件を変えてみるということである。(発展型Ⅰとする)

変えてみる条件というのはここでは、広い意味をとって、

- (1) 条件の一部を他のものにおきかえてみる、または条件をゆるめる
- (2) 問題の場面を変えてみる

などが考えられる。

②発展型Ⅱ型 (条件変更による発展)

その2として、思考の観点を変えてみるということがある。

観点を変えていろいろな方法を考えることによって、算数の問題はただ一つだけの正解だけがあるという固定的な考えにとらわれず、自分の力によって、いろいろな解き方、いろいろなアプローチのしかたができるのだということがわかってくるであろう。

これらの統合的な考え方、発展的な考え方について2人の考えをまとめたが、中島 (1982/2015) は発展的な考え方

について説明されている記載がなく、統合的・発展的な考え方については「統合といったことによる発展的～」と捉えるべきとの記載が見受けられた。

統合的・発展的な考え方について現行の学習指導要領と片桐 (1969) や中島 (1982/2015) を比較してもあまり相違がないため、過去から受け継がれている考え方であることもわかった。調べる中でも、当たり前学習の中でおこなわれる、統合的・発展的な考え方ではあるが、知識・技能のみの習得ではなく、考え方も重視した授業構想が必要である。

4. 小・中・高等学校のつながり

統計領域における、中学校数学科の学習内容において小学校での既習事項とのつながりを生かした上で知識を習得し、さらに高等学校の学びへつながる授業をおこなうことで、小・中・高等学校の学びの系統性から生徒の知識の習得や、既習事項も含めた様々な視点から考える力が深まるのではないかと考えた。算数・数学ワーキンググループ (2016) では、小・中・高等学校を通じた統計教育のイメージについて以下の資料が記載されている。

小・中・高等学校を通じた統計教育のイメージ、内容等の整理	
【高等学校(必修)】 ● 統計的に分析するための知識・技能を理解し、日常生活や社会生活、学習の場面において問題を発見し、必要なデータを集める適切な統計的手法を用いて分析し、その結果に基づいて問題解決や意思決定につなげる。 ● データの収集方法や統計的な分析結果などを批判的に考察する。	
【中学校】 ● 統計的に分析するための知識・技能を理解し、日常生活や社会生活の場面において問題を発見し、調査を行いデータをまとめて表やグラフに表し、統計量を求めることで、分布の傾向を把握したり、二つ以上の集団を比較したりして、問題解決や意思決定につなげる。 ● データの収集方法や統計的な分析結果などを多面的に吟味する。	
【小学校】 ● 統計的に分析するための知識・技能を理解し、身近な生活の場面の問題を解決するためにデータを集めて表やグラフに表し、統計量を求めることで、分布の傾向を把握したり、二つ以上の集団を比較したりして意思決定につなげる。 ● 統計的手法を用いて出された結果を多面的に吟味する。	
資質・能力及び内容等の整理	
知識・技能	● 統計に関する基本的な概念や原理・法則の理解 ● 統計的に分析するための知識・技能
思考力・判断力・表現力等	● 不確定な事象について統計的な手法を適切に選択し分析する力 ● データに基づいて合理的に判断し、統計的な表現を用いて説明する力 ● 統計的な表現を批判的に解釈する力
学びに向かう力・人間性等	● 不確定な事象の考察や問題解決に、統計を活用しようとする態度 ● データに基づいて予測や推測をしたり判断したりしようとする態度 ● 統計的な表現を批判的にみようとする態度

図4-1 小・中・高等学校を通じた統計教育のイメージ (算数・数学ワーキンググループ, 2016 から転載)

算数・数学ワーキンググループのまとめより、統計教育について小・中・高等学校のつながりが求められている。既習事項との関連や、他教科との関連が必要となるため、それぞれの校種や教科で何を学んでいるか、教師が把握することも必要となる。

4. 小学校、高等学校とのつながりをもつ中学校の授業

小学校とのつながりについて、青山 (2019, pp.133-136) は中学校第2学年の箱ひげ図の授業において、多数のヒストグラムの比較をおこないヒストグラムでの多群比較は困難であるという印象をもたせ、箱ひげ図の導入の授業をおこなった。また、石綿 (2016, pp.34-42) は中学校第1学年の授業において、データの個数に着目しドットプロットを4分割することで箱ひげ図の導入をおこなった。

これらの先行研究から、中学校第2学年の授業において小学校とのつながり、高等学校とのつながりをもつ授業構想をおこなう。

（１）箱ひげ図に着目した小学校とのつながりについて

森光（2019, pp.11-14）は、お昼ご飯の値段とカロリーの関係について、ICTを用いたヒストグラムの比較から、生徒が階級の幅を変え比較をする授業をおこなった。教師が最初に示したヒストグラムの階級の幅は大きいものであったため、生徒がそれぞれ比較しやすい階級の幅を設定し比較をおこなっていた。先行研究から中学校数学科で学ぶ「箱ひげ図」の導入について2点授業構想をおこなう。

小学校での既習事項である「ヒストグラム」と中学校で再度学ぶ「ヒストグラム」とのつながりについて考察をおこなった。小学校とは異なる中学校での学習内容として、階級の幅を変えてデータの比較をおこなうことが挙げられる。このことから、階級の幅を変えることを生徒自らが考えるために、導入として、階級の幅が大きいヒストグラムを複数用意し、生徒に比較をおこなってもらう。比較からヒストグラムでのデータの散らばりに着目し、さらに詳しく比較するために階級の幅を変えて比較するという意見が生徒から出てくるのではないかと考えた（図4-1）。

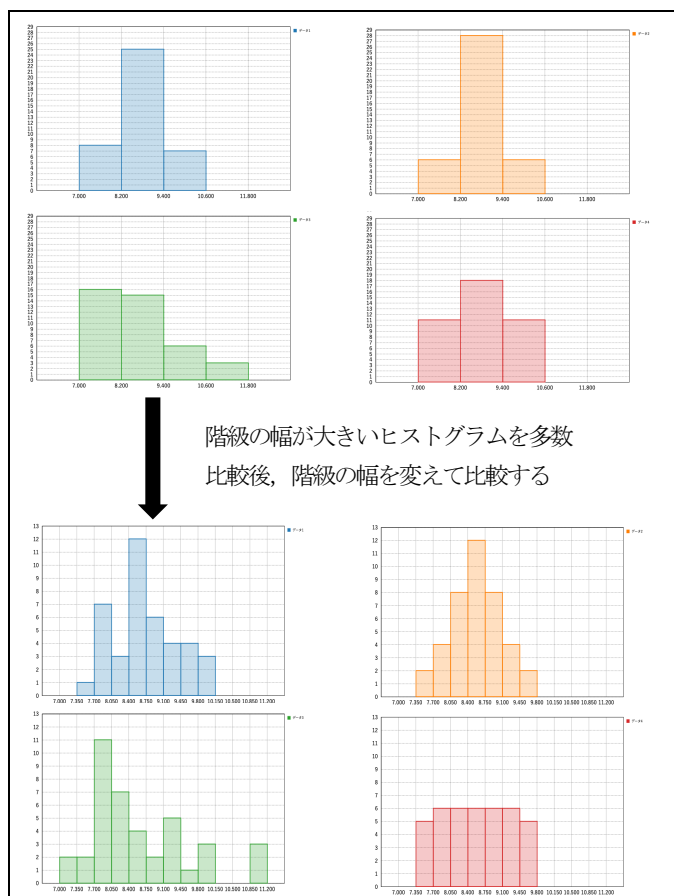


図4-1 階級の幅を変えたヒストグラム

また小学校で学ぶ「ドットプロット」「ヒストグラム」と中学校で学ぶ「箱ひげ図」とのつながりについて考察をおこなった。教科書分析から、数研出版の中学校の教科書において、四分位数の説明の際「データの散らばりを表す新たな数値を考えよう」という記載があったことから、四分位数を学ぶ際に散らばりに着目することが必要だと考えた。初めにドットプロットを用いることで生徒がデータの散らばりに着目することができる。その後、新たな散らばりを表す数値

として四分位数を学習することで、散らばりに着目すると同時に、四分位数がデータの個数を4等分していることに気づき、箱ひげ図の理解につながるのではないだろうか。加えて箱ひげ図の学習後、生徒がヒストグラム、箱ひげ図をそれぞれ多数使い比較をおこなうことで、ヒストグラムや箱ひげ図の性質やよさを考察できるのではないかと考えた。

さらに、「箱ひげ図」と「ヒストグラム」のつながりについて、箱ひげ図は五数要約のみを用いて表した図であるため、扱われないデータが多い。このことから、箱ひげ図が同じでもヒストグラムが異なる場合があることから、箱ひげ図、ヒストグラムのそれぞれの使い分けなども学ぶことができる（図4-2）。

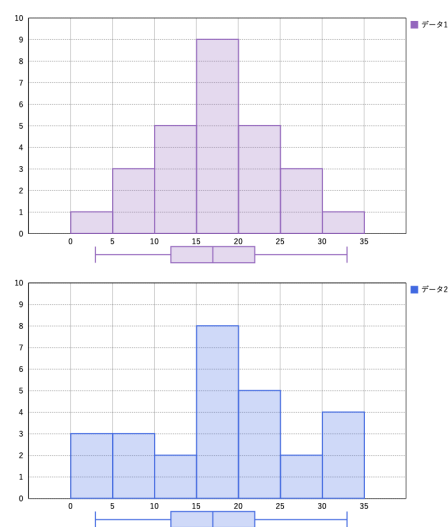


図4-2 同じ箱ひげ図をもつデータ

（２）外れ値に着目した高等学校とのつながりについて

高等学校とのつながりについて、平均値は外れ値の影響を大きく受けるが、中央値や四分位数はあまり影響を受けないことから中学校と高等学校のつながりについて、高等学校で再度箱ひげ図を学習する際に学ぶ「外れ値」に着目し研究をおこなった。栢元（2021）は外れ値について以下のように述べている。

学習指導要領解説に外れ値の扱い方について示されているものの、中学校では、学習指導要領解説に「極端にかけ離れた値(外れ値)の有無」についてのみ、小学校では外れ値の記載はない。量的データを扱う際には、必ずといってよいほど外れ値について検討しなければならないことから、児童・生徒の発達段階に応じた小中高を通じての外れ値の扱いの位置付けを検討したい（栢元, 2021, pp.17-20）。

中学校の授業において箱ひげ図の学習後、高等学校の学習内容である、外れ値をもつ箱ひげ図を授業で取り上げる。外れ値を外した箱ひげ図と元の外れ値をもつ箱ひげ図の比較をおこなうことで生徒が、なぜ四分位数が外れ値に影響されないかを考察することができるのではないだろうか。こ

のことから外れ値を中学生で学ぶことにより、四分位数がデータの個数を四等分していることに自然と気づくことができる。外れ値を外した箱ひげ図と元の箱ひげ図の、ひげの長さの比較からデータ全体の散らばりにも着目できるのではないかと考えた（図4-3）。

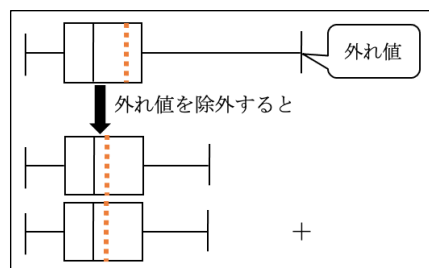


図4-3 箱ひげ図での外れ値の扱いの例
(点線が平均値を表している)

さらに、外れ値を授業で扱った後、元のデータとなる数値のデータを生徒に見せず、多数のヒストグラムのみ提示し、比較をおこなう授業を構想した。ヒストグラムの散らばりをもとに比較は可能だが、平均値や中央値などの値を求めることが不可能である。このようにヒストグラムでの比較を学んだが、数値化も必要であることに生徒が気づくことで、高等学校で学ぶ、偏差や標準偏差など数値化して比較する考えにつながるのではないかと考えた。

このように、散らばりや多群比較に着目し、箱ひげ図の授業をおこなうことで小学校、中学校とのつながりをもつ授業を構想した。さらに箱ひげ図の学習において、外れ値に着目し複数のデータを扱い「散らばり」そのものを比較検討の対象とし、高等学校での標準偏差や分散への学びへとつながる。このような授業構想から、小・中・高等学校のつながりをもつ授業構想が可能だと考える。

(3) 統計的探究プロセスに着目した小・中・高等学校のつながり

算数・数学ワーキンググループ（2016）の小・中・高等学校を通じた統計教育のイメージにおいての学習内容について中学校、高等学校では、データの収集方法や統計的な分析結果などを批判的に考察するとしており、小学校では、統計的手法を用いて出された結果を、批判的に考察する。と書かれている。また、小学校学習指導要領、高等学校学習指導要領においても、統計的探究プロセスが挙げられ、PPDACサイクルが小・中・高等学校のついでに関わりがあるのではないかと考えた。

統計的探究プロセスの学習指導要領への記載は、今回の改訂で初めて記載がおこなわれた。前章で述べたように小学校、高等学校への記載が見られ、強調されていることが見受けられる。そのため、特に今回の改訂では重要視されたものでもあり、問題解決の力の育成には必要不可欠なものであるだろう。統計的探究プロセスとPPDACサイクルの説明について深澤（2018）は、

究プロセスと呼ぶ。統計的探究プロセスには、国際的な枠組みとしてPPDACサイクルというものがある。ニュージーランドでは、初等教育の初期段階から身近な問題や身の回りの現象に関する疑問や課題をPPDACサイクルに沿って解決する授業が繰り返しおこなわれている。（深澤，2018，p18）

以上のように述べており、統計的探究プロセスの一種としてPPDACサイクルが位置付けられていることがわかる。

ニュージーランドでは、2007年の学校のカリキュラムの編成から8つの学習分野に編成され、そのうちの一つにmathematics and statistics（数学と統計）が新設され統計学は初めて数学とは個別として、しかしつながりのある学問とし認識されている（Phillipa Mareea Arnold, 2013）PPDACサイクルはニュージーランドから日本に取り入れられたものであるため、今後もニュージーランドの教育を取り入れることになれば、現数学の4領域に加えて統計の領域ができることもあるかもしれない。ニュージーランドの例を見てもわかるように、統計学は世界的にも必要とされているものであるため、計算や用語の暗記だけにとどまらず、知識・技能を活用したり統計的な問題解決の力などを生徒が身につけていけるよう授業構想が必要であるだろう。

また、総務局統計局はPPDACサイクルについて、以下のように述べている。

問題を解決するためのフレームワークの一つとして「PPDACサイクル」というのがあります。これは、問題解決における各段階をProblem（問題）、Plan（調査の計画）、Data（データ）、Analysis（分析）、Conclusion（結論）に分割した考え方です。

問題解決のフレームワークにはこの他にも、デミングが戦後の日本に業務改善手法として伝えたPDCAサイクル（計画、実行、評価、改善）やPCPD（計画、情報の収集、データの分析、発表・討論）等の手法がありますが、どれも問題解決の計画を立て、客観的な情報やデータの取得・分析をとおして検討し、新たな課題やアイディアに取り組むといった流れは変わりません。

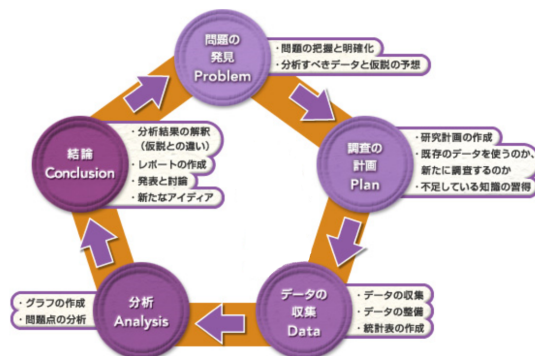


図4-4 PPDAC サイクル

総務局統計局. なるほど統計学園.

<https://www.stat.go.jp/naruhodo/index.ht>

統計を使って問題を解決するために、問題を捉え、データを分析して結論を導き出す一連のプロセスを統計的探

さらに、小学校学習指導要領では統計的な問題解決活動において、「問題—計画—データ—分析—結論」の段階からなる統計的探究プロセスを挙げている（文部科学省，2017,p.68）。

表1 統計的探究プロセスについて

問題	・問題の把握	・問題設定
計画	・データの想定	・収集計画
データ	・データ収集	・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

統計的探究プロセスは小学校段階から、統計的な問題解決活動として位置づけられ、高等学校学習指導要領解説数学編理数編(2019)では、「小学校や中学校で学習した平均値、最小値、最大値、中央値（メジアン）、最頻値（モード）、範囲、四分位範囲などの統計量や、棒グラフ、折れ線グラフ、ヒストグラム、箱ひげ図、散布図などのグラフを、どのようなデータに対して、どのような目的で使用する人が多いかについて整理したり、必要に応じてそれらの精度を高めたりする方法を工夫することも大切である。」（文部科学省，2019, p45）と書かれており、小・中・高等学校での既習事項の活用方法の整理や工夫が求められている。このことから統計的探求プロセスは、小・中・高等学校の学びの内容を通して経験するものであり、知識・技能の基礎のもと、小・中・高等学校のつながりをもつ授業において必要であることがわかった。

4. 研究のまとめ（考察）と今後の方針

先行研究や教科書分析から、データの散らばりや外れ値に着目することで、小学校・高等学校とのつながりをもつ中学校数学科の授業構想をおこなうことができた。教科書分析において、小学校の教科書でも外れ値と似たデータの扱いがあったため、中学校で外れ値を先に学習することは、箱ひげ図の理解につながり生徒の思考にも大きく影響することからデータを比較する際にも役立つのではないだろうか。また最後に統計的探究プロセスに着目した、小・中・高等学校のつながりについて考察をおこなったが、授業構想とまで考えることができなかったため今後の課題となった。

今後の方針として、今回は先行研究や教科書分析をもとにした中学校の授業構想から、アンケートやワークシートを通して、生徒の思考や理解度が変わるのか実際に実践をおこなっていきたい。さらに高等学校の内容である統計的な推測への既習事項とのつながりについても、さらに研究を進めていきたい。また、実践に向けどのようなデータを題材として扱うべきか、教科書や先行研究で扱われているデータなどについてさらに詳しく研究を進め、授業構想をおこなっていく。

引用および参考文献

青山和裕（2019）．「箱ひげ図の指導にあたっての単元構成と指導事項について」．日本科学教育学会第43回年会論文集，pp.133-136.
https://doi.org/10.14935/jssep.43.0_133
深澤弘美，櫻井尚子，和泉志津恵（2018）．統計的探求プロセスとその評価. 統計数理, 66 巻 127 号. 15-36.
藤井齊亮他（2020）．「新しい算数 6 数学へジャンプ」．東京書籍.
藤井齊亮他（2021）．「新しい数学 2」．東京書籍. p.179.
石綿健一郎（2020）．「中学校における箱ひげ図の指導のあり方-統計教育に関する教員アンケートと授業実践を通して-」．日本数学教育学会誌 102(5), pp.34-42.
https://doi.org/10.32296/jjsme.102.5_34
片桐重男（1988）,「数学的な考え方・態度とその指導 1 数学的な考え方の具体化」．明治図書.
小山正孝他（2020）．「小学校算数 6 年」．日本文教出版.
松元新一郎（2021）．「初等中等教育における批判的思考を志向した統計指導のあり方」．日本科学教育学会『第45回年会論文集』，pp.17-20.
https://doi.org/10.14935/jssep.45.0_17
文部科学省（2018）．「中学校学習指導要領（平成 29 年度告示）解説総則編」．日本文教出版.
文部科学省（2019）．「高等学校学習指導要領（平成 29 年度告示）解説数学編理数編」．日本文教出版.
文部科学省（2017）．「小学校学習指導要領（平成 29 年度告示）解説算数編」．日本文教出版.
文部省（1958）.「中学校学習指導要領」．
<https://erid.nier.go.jp/files/COFS/s33e/chap2-3.htm>（2024 年 2 月 2 日最終確認）
森光優（2019）．「ICT を積極的に活用した中学校統計 授業の実践」．日本科学教育学会研究会研究報告』33(5), pp.11-14.
https://doi.org/10.14935/jssep.33.5_11
中島健三（1982/2015）．「復刻版 算数・数学教育と数学的な考え方—その進展のための考察—」．東洋館出版.
大島利雄他（2022）．「数学 I」．数研出版.
岡部恒治（2022）．「これからの数学 2」．数研出版.
岡本和夫（2021）．「未来へひろがる数学 2」．啓林館.
算数・数学ワーキンググループ（2016）．算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめ.
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/sonota/_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376993.pdf
総務局統計局. なるほど統計学園.
<https://www.stat.go.jp/naruhodo/index.ht>（2024 年 2 月 2 日最終確認）
戸瀬信之（2022）．「高等学校数学 I」．数研出版.