

論 文

中学校との連携を志向した小学校における統計
カリキュラムの改善に関する一考察
—「統計的推論力」の育成に着目して—

川上 貴

(西九州大学子ども学部子ども学科)

(平成27年1月13日受理)

**Examining the Revision of Statistics Curriculum in Primary Mathematics: Bridging the Gap between
Primary and Lower Secondary Schools from the Perspective of Developing Statistical Reasoning**

Takashi KAWAKAMI

(Department of Children's Studies, Faculty of Children's Studies, Nishikyushu University)

(Accepted January 13, 2015)

Abstract

Bridging the gap between primary and lower secondary schools in teaching statistics in school mathematics is a serious issue in Japan. The purpose of this study is to propose the direction of the revision of statistics curriculum in primary mathematics in order to make smooth connection between primary and lower secondary schools in teaching statistics from the perspective of developing statistical reasoning. In this paper, how students' statistical reasoning connect to future statistical learning was analyzed in the cases of Year 1~Year 5 statistics lessons. As a result of the analysis, the following points were proposed for the revision of statistics curriculum in primary mathematics:

- Important statistical ideas and notions should be enhanced systematically from the early years through the activity of making graphs and the activity of inquiring data intuitively such as marking clumps on graphs.
- The opportunity of doing statistical inquiry process should be made by degrees from the early years.

Key words : Statistics curriculum in primary mathematics 小学校統計カリキュラム
Cooperation between primary and lower secondary schools 小中連携
Statistical reasoning 統計的推論力

1. はじめに

質・量ともに膨大なデータを利活用する「ビッグデータ時代」を迎え、次期学習指導要領改訂（平成30年頃）に向けて、学校数学における系統的な統計指導の提言とその実現が一層求められている（松壽他，2014）。算数・数学科における統計カリキュラムの革新に向けた喫緊の課題の一つとして、小・中学校の統計指導の連続性とそれぞれの独自性を明確にすることが挙げられる。例えば、現行の学習指導要領（平成20年告示）の算数・数学科における小学校第6学年と中学校第1学年では、度数分布の指導が位置づけられているが、小・中学校の指導の繋がりとそれぞれの指導のねらいの区別が曖昧であり、これらを明確にする必要性が指摘されている（景山，2011）。

これまで、次期学習指導要領改訂に向けた日本の統計カリキュラム改善に対する提言として、「統計学の内容や学問的特徴からの提言」（例えば、青山，2013；藤井，2014；渡辺，2014）や「諸外国のカリキュラムや他教科の教科書における統計の扱いの分析からの提言」（例えば、松元，2013；小口，2014）があるが、本稿では、子どもの学びの実態から提言を行う。すなわち、本稿は、学年段階を跨った子どもたちのマクロな実態を解明することで、子どもの認知的発達に基づいた系統的なカリキュラムの開発を目指す立場である。

本稿では、小学校段階に焦点をあてて、統計指導の幼小連携の推進について一考したい。その視点として、「統計的推論力」（Ben-Zvi & Garfield, 2004）の育成に着目する。「統計的推論力」とは、簡単に言えば、統計的概念などを用いて物事を解釈する能力である。本稿の目的は、筆者が行ってきた小学校における統計指導の事例において確認できる各学年段階の児童の統計的推論力を、現行の中学校の統計指導との関連性から再評価することを通して、小・中学校を通して統計的推論力を系統的に育成するためには、小学校における統計カリキュラムをどのように改善していけばよいかについて提案することである。

2. 統計的推論力の育成

「統計的推論力（statistical reasoning）」の定義に関しては、世界的な統一見解は存在しないが、一つ

のまとめとして以下のように示されている：「複数の統計的なアイデアや概念を関連づけて統計的な情報や手続きについて理解し、説明する能力」（Ben-Zvi & Garfield, 2004）。統計的推論力の育成は、統計が学校数学のカリキュラムに位置づけられることが多いなかで、「不確実性の扱い」といった統計学の学問的な特性を指導に反映させるために、「統計的リテラシー（statistical literacy）」や「統計的思考力（statistical thinking）」と共に、統計指導の新たな目標として提起された（Ben-Zvi & Garfield, 2004）。統計的推論力の重要性和意味、そしてその育成などに係わる話題は、4年ごとに開催される統計指導に関する国際会議 ICOTS（International Conference on Teaching Statistics）や隔年開催される専門の国際研究フォーラム SRTL（International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy）で中心的に議論されてきており、数学教育に関する世界会議 ICME（International Congress on Mathematical Education）の分科会や第18回の ICMI 研究（Batanero et al., 2011）などでも取り上げられている。

今日の統計指導研究では、上記の3つの能力の中でも、「統計的推論力」の育成に注目することが多い（Garfield & Ben-Zvi, 2008；藤井，2010）。それは、「高次の統計的思考力」（Wild & Pfannkuch, 1999）を要する統計的探究プロセス（例えば、PPDAC サイクル¹⁾）の遂行には、基礎的な知識や技能の理解に当たる「統計的リテラシー」を越えて、「データ」、「分布」、「ばらつき（variability）」といった統計の中核をなす「大きなアイデア（big ideas）」を漸次的に構成し、深い理解に基づいてそれらを活用する「統計的推論力」が不可欠であると認識されるようになったからである（Garfield & Ben-Zvi, 2008, pp. 21-43）。基本的なアイデアの理解深化を志向する教育観は、構成主義や社会文化理論に基づいている（Garfield & Ben-Zvi, 2008, pp. 46-47）。こうした統計的推論力の強調は、「推論」の学であるという統計学の基本精神（松原，2013）とも符合する。

さらに、統計的推論力の育成は、統計の内容的な側面（構成する統計的概念）と方法的な側面（構成した統計的概念を関連づけて探究の文脈で活用するプロセス）についての指導目標と係わるため、学校数学における統計カリキュラムの新たな系統性の一つとしても着目されている（例えば、Jones et al.,

2004)。統計の内容と方法の両面からカリキュラムの系統性を考えていくことは、オーストラリアの国家カリキュラムやアメリカの統一カリキュラムなどの「諸外国の統計カリキュラムの動向」(松元, 2013; 青山, 2013)とも符合する。

3. 小学校における統計教育カリキュラムの改善に向けて

ここでは、統計的推論力の育成を視点として、統計の内容面と方法面に分けて小学校における統計教育カリキュラムを改善する方向性について述べる。

(1) 低学年から統計で中核となるアイディアや概念を系統的に育む

統計的内容的な観点から、小学校低学年から統計で中核となるアイディアや概念を系統的に育成することを提案する。学年進行に伴い、扱う統計的なアイディアや概念を増やし、それらを関連づけていくことである。中学校では、小学校で獲得した統計的なアイディアや概念を一層活用すると共に、統計的指標を用いて定式化したり、新たなアイディアや概念と関連づけて洗練したりすることで、より主体的で質の高い統計的探究の実現が期待される。こうした指導系列は、統計において中核となるアイディアや概念に焦点をあてて、小・中学校を通して統計的推論力を育成していくことに他ならない。

これまで筆者は、統計的推論力の一つの基盤となる、分布をよんだり、比較したりする際に必要となるアイディアや概念を「分布の見方」(川上, 2013)と呼び、小学校低・中・高学年へと学年が進むにつれて、児童の分布の見方の質を高めていける可能性を明らかにしてきた(川上, 2014a, 2014b)。では、低学年から分布の見方を系統的に育んでいくためには、具体的にどのような活動をカリキュラムの中で重視していけばよいか。本稿では、その活動として「グラフ表現を創り上げる活動」と「グラフを囲むといった素朴な考察」を提案したい。

① グラフ表現を創り上げる活動を重視する

低学年から目的に沿ってグラフ表現を創り上げる活動を重視したい。児童が作成した素朴な表現を正式な(formal)グラフへと洗練させていくわけである。だが、現行の算数教科書の取扱いをみると、絵グラフや棒グラフのマスなどが初めから提示され、

グラフ表現の形式が整っているものが殆どである。完成されたグラフをよむこと自体は大切な学習ではあるが、目的に沿って素朴な表現を正式なグラフへと洗練させる過程で、範囲や度数などの分布の見方を児童から引き出し、洗練させたり、そうした見方のよさを感得させたりすることが期待できる。このことについて、具体的な実践例を通してみていくことにする。

例1 「本の借りた数」(質的データ)を題材とした授業(小1)

本授業の中で、2年生から6年生までの5人の児童が借りた本の数を比較するために、バラバラに並べられた本の絵カード(読んだ児童の名前も記されている)と児童の絵カード(児童の名前と学年が記されている)を自分なりの方法で分類・整理させた。すると、授業を通して素朴な表現から絵グラフへと洗練させていく児童がみられた(図1)。

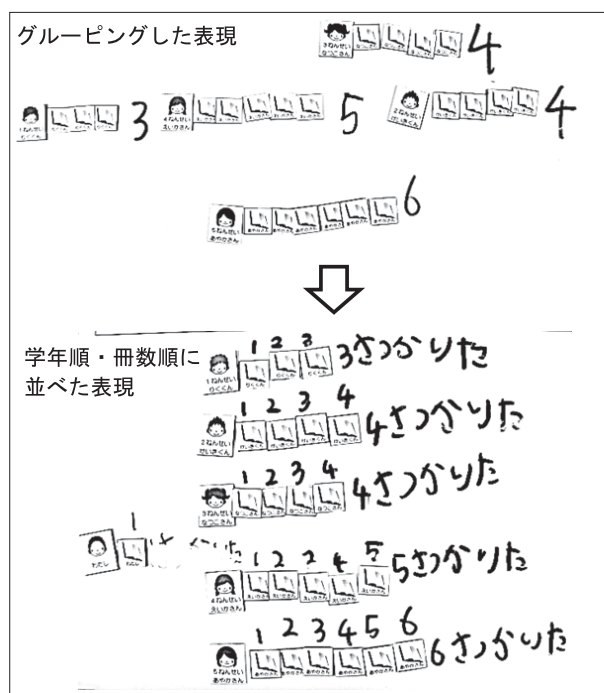


図1 ある児童の表現の変容(小1)

図1上の表現は、1時間目の最初に作成したものであり、グルーピングして「誰が何冊読んだのか」といった度数に着目している。それに対して、図1下の表現は、2時間目に作成してのものであり、自分が読んだ冊数の絵カードも加え、冊数順・学年順に並べており、「2年生から6年生までの児童が何冊読んだのか」といった度数の差やカテゴリー(学年)にも着目している。こうしたカテゴリー毎に分類し

で度数を数え上げようとすることは、小学校第3学年で取扱う「質的データの度数分布」だけでなく、小学校第6学年や中学校第1学年で取扱う「量的データの度数分布」においても必要となる重要なアイデアである。

例2 「乳歯の抜けた本数」(離散的な量的データ)を題材とした授業(小2)

本授業(川上, 2010)の中で、顔カードに15人の児童の名前と抜けた乳歯の本数を記し、抜けた本数を比較するために、バラバラに並べられた絵カードを自分なりの方法で分類・整理させた。そして、クラスで話し合いながら表現方法を目的に沿って練り上げていくことを通して、本数順に並べた絵グラフへと洗練されていった(図2)。

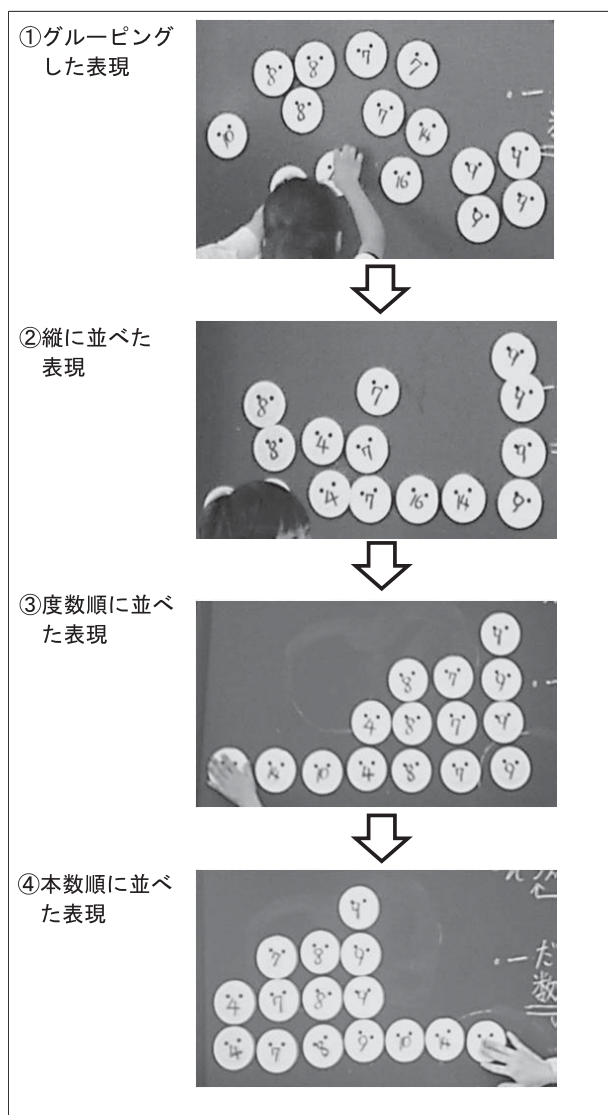


図2 クラスの表現の変容(小2)

①の表現では、「抜けた人数」といった度数しか

着目していなかったが、④の表現に洗練されるにつれて、度数の違いや「何本から何本まで抜けている人があるのか」といった範囲にも着目するようになっていく。こうした値の大小順に分類して度数を数え上げようとすることや範囲への着目は、小学校第6学年や中学校第1学年で取扱う「量的データの度数分布」において必要となるアイデアである。

例3 「紙ヘリコプター実験」(連続的な量的データ)を題材とした授業(小5)

例1と例2は、児童が作成した素朴な表現から出発していたが、既習のグラフから未習のグラフを創り上げる活動もあり得る。本事例(川上, 2013)の中で、同一のデータセットを用いながらドットプロットからヒストグラムを創り上げていくことで、分布全体の形状に着目したり、大まかな分布傾向を掴むのにヒストグラムが有効であると記述したりする児童がみられた(図3)。図3をみると、ドットプロットでは、「どこに密集しているのか」といった密度に着目していたのが、ヒストグラムでは、「全体としてどのように分布しているのか」といった形状に着目するようになっていく。さらに、ドットプロットとの対比からみえるヒストグラムの特性に気づいていることが窺える。

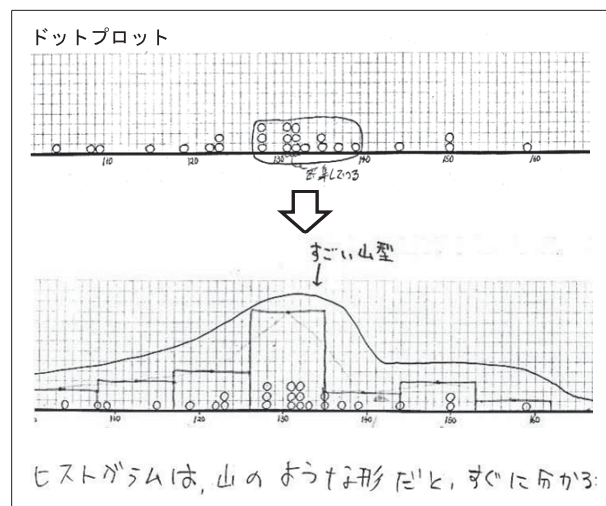


図3 ドットプロットからヒストグラムへの変換とヒストグラムの特性への気づき(小5)

こうした連続的な量的データを取扱った同一の題材またはデータセットを用いた表現の変換によって、部分から全体へとといった分布の見方の質的な変容や各表現の特性を感得できる可能性が示唆される。現行の学習指導要領では、小学校第6学年においてドットプロットとヒストグラムを学習することに

なっているが、小学校第6学年では、ドットプロットを取扱い、中学校第1学年では、ヒストグラムを取扱うことにすれば、中学校第1学年でヒストグラムを学習する際に、小学校第6学年でドットプロットを学習していた頃と比べて自身の統計的推論力が伸長したことを生徒が認識できる可能性もあるわけである。もちろん、これは小学校段階でドットプロットを十分に使い、その有効性と限界を熟知していることが前提となろう。

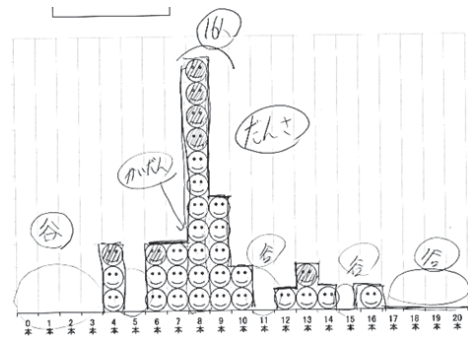
② グラフを囲むといった素朴な考察を重視する

分布の概形やデータが集中する区間を囲むといった、分布の部分的な特徴や全体的な特徴を直観的に考察する活動も低学年から重視したい。こうした素朴で直観的な考察は、その後の学年で指導する分布の見方の素地になり得るからである（川上，2014a）。例えば、図4²⁾は小学校低・中・高学年の実践事例の中で児童がグラフを囲っている記述を抽出したものである。

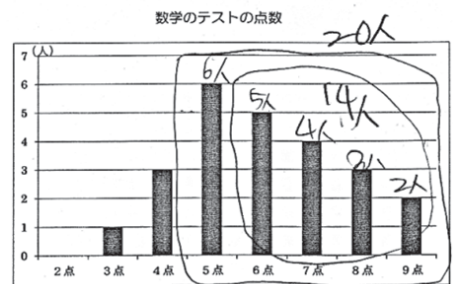
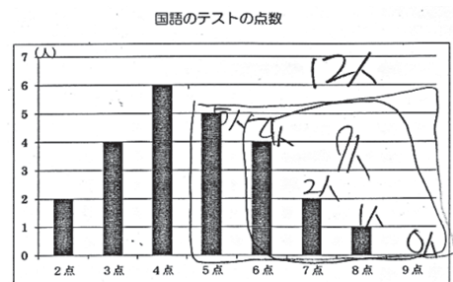
小学校2年生の絵グラフの事例では、グラフの特徴を問うた際に、度数の差が大きい箇所をなぞり「かいだん」や「だんさ」と表現したり、度数が0の箇所を「谷」と表現したりしており、児童はグラフを分布として捉えるというよりも絵画的に捉えていることが窺える。それに対して、小学校3年生の棒グラフの事例では、高得点の区間を囲み、その人数を数えて、高得点の人数が少ない国語のテストの方が難しいと判断しており、得点区間の度数といった部分的な分布に着目するようになってきている。こうした視点は、中学校第1学年で扱う「階級」の素地になり得るアイデアである。さらに、小学校5年生のドットプロットの事例では、平均値の周辺で度数が複数ある区間を囲み、その区間からの距離が遠いという根拠で外れ値を除いており、平均値や外れ値とも関連づけて分布を部分的に捉えるようになってきている。こうした視点は、現行の数学Iで扱う「四分位範囲」の素地になり得る。最後に、小学校5年生のヒストグラムの事例では、分布全体の形状を囲み「ほとんど対称」であることに気付いている。すなわち、分布の全体に着目するようになってきている。このように、同じ「囲む」といった考察をみても、学年進行に伴い、分布として捉えない状態から分布を部分的に捉える状態へ、そして分布を全体的に捉える状態へ移行していることが分かる。

以上のことから、「①グラフを創りあげる活動」

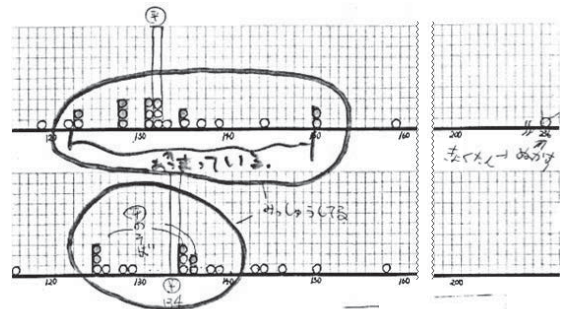
絵グラフの場合（小2）



棒グラフの場合（小3）



ドットプロットの場合（小5）



ヒストグラムの場合（小5）

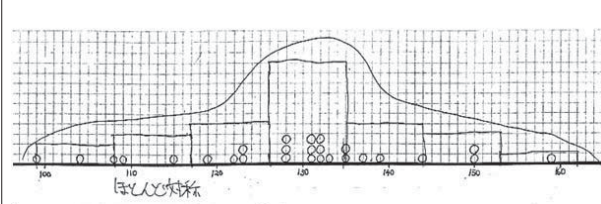


図4 各学年段階の児童のグラフを囲む考察

や「②グラフを囲むといった素朴な考察」といった軸となる活動を繰り返していくなかで、小・中学校の学年進行に伴い、統計的推論力の基盤となる統計的なアイデアや概念を増やし、それらを関連づけたり、その後の学年段階で取扱う統計的なアイデアや概念を萌芽させたりする指導系列が考えられる。こうした指導系列は、統計的な表現、アイデア、概念などを活動を通して関連づけていくことから、子どもたちにとっては、既習の統計の学びと未習の統計の学びとの繋がりを体系的に創っていくことが期待できる。

(2) 低学年から目的意識を持って統計的探究プロセスを少しずつ経験する

統計的方法的な観点から、低学年から目的意識を持って統計的探究プロセスを少しずつ経験することを提案する。学年進行に応じて探究プロセスの扱い方や重点の置き方を変えたり、学年進行に伴い、様々な問題解決の経験を通じて、プロセスの遂行に必要な見方や考え方等を獲得したりしていく指導系統を想定する(青山, 2013も参照)。もちろん、低学年段階では、授業の中で探究プロセスの一部しか経験できなかったり、教師主導でプロセスの遂行が行われたりすることも十分にあり得る。しかしながら、本提案では、児童自身が解決すべき(統計的な)問題を掴み、目的意識を明確に持った上で、限定的な探究プロセスを経験することに重きを置いている。こうした経験を土台として、中学校では、統計的な探究プロセス全体を理解した上で一連のプロセスを生徒が主体的に遂行できることをねらう。

だが、目的意識を明確にする場面の設定は容易ではないだろう。そこで筆者は、データ収集の以前に分布について予想し、データ収集・整理を通して予想を確認し、必要があれば、予想を立て直す一連のサイクル(「予想-確認プロセス」と呼ぶ)の導入に着目してきた。予想の活動を設定することで、「予想を確かめる」といった問題解決の目的が生まれると考えたからである。さらに、手元にデータがない状況で児童が分布を予想することで、自ずと分布の要素に着目し、分布の全体像をイメージすることに繋がる、すなわち、分布の見方が促進され得るからである(例えば、川上, 2010)。以下、実践事例を挙げながら児童の予想-確認プロセスについてみていくことにする。

例4 「乳歯の抜けた本数」(離散的な量的データ)を題材とした授業(小2)

本実践は10時間の単元で構成されている(川上, 2010)。本単元の導入では、「子どもの歯のぬけた本数は人によってちがうようです。2年A組のみんなはだいたい何本ぐらい子どもの歯が抜けているのでしょうか?」という問いを提示し、児童に何本ぐらいかを簡単に予想させた。すると、以下のように、児童はクラス全員分のデータを収集する必要性に気づいていった。

C 1. 8本。

C 2. 9本。

C 3. バラバラ。

(中略)

T 1. 今、何人かの人が自分の本数を言ってくれたんだけど、ちなみに、O君はさっき、8本って言ったんだよね。M君は8本だよ。じゃあ、このクラス、8本で良いじゃん。

Cc 1. だめ〜!!

C 4. 32人全員の、まだ調べてないのに、最初から2人で、あの、やっちゃうと、まだ他の人が7本だったり、5本だったり、ちがう数かもしれないから、ちがうと思う。

T 2. Kさんの意見(C 4)どうですか?

(多くの児童が頷く)

上記のCc 1やC 4の発言にあるような「ばらつき」の意識化が、自分のクラス全員を調査対象と見なすといった集合の考えへと繋がり、一部の児童のデータだけでなくクラス全員分のデータを収集する必要性に気付いたと考えられる。こうした集団を考察対象とするという考えは、統計学の本質(松原, 2013)に相当するものでもある。さらに、中学校段階の統計的な探究プロセスを取扱った学習指導においても、課題を明確にしたり(「Problem」の相)、データ収集の計画・実施したりする(「Plan」や「Data」の相)際に、基礎となる重要なアイデアである。

さらに、予想した乳歯の本数の分布を確認する場面では、以下のように予想した分布と実際の分布とを比較する児童が現れた。

T 3. はい、ちょっと前を見てください。これ、若干、小さくなっちゃってるとこあるけど、これ、黄色が実際のほんもののやつです。で、左M君の予想です。M君は、ぜんぜん違うってとこに手を挙げてくれたんだけど、みなさん、見てどうですか?

Cc 2. 全然違う。

C 5. 1つしかあってない。

T 4. 全然違うってどうちがうの?

C 6. ここの一番多いところから、ここの5本とか11本とかで、なんかすごい離れてるっていうのが。

Cc 3. ああ〜。(納得の様子)

C 7. この真ん中あたりから離れてる

C 8. 高さも離れてる気がする。

C 9. 8本の本数が予想よりも3本多いから、8本の高さが大きい。

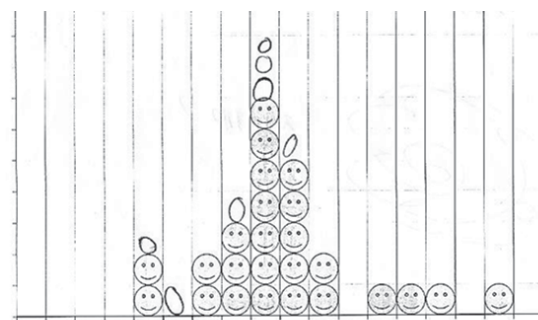
上記のC 6～C 9の発言にあるように、予想がどの程度当たっていたのかを大まかに確認するという目的に応じて、分布どうしを大まかに比較している。分布どうしを大まかに比較するアイデアが生まれたのは、予想した分布と実際の分布とが大きく異なっていたことも関係しているかもしれないが、既に分布を予想することを通して分布の全体的なイメージを抱いていたことも影響しているかもしれない。こうした目的に応じて分布を全体的に比較する見方は、中学校段階の統計的な探究プロセスを取扱った学習指導において、データを分析する（「Analysis」の相）際に基礎となる。

本単元の後半では、以下のような予想－確認プロセスを指導展開の中に位置づけた：小学校2年生のクラスの25人分の乳歯の抜けた本数のデータが予め記してある絵グラフを提示し、そのグラフに追加する形で残りの7人分の標本を予想させた。そして、クラス全員分のデータを収集したグラフと予想したグラフを比較させた。さらに、プリントに絵グラフを記述する形で6年生のクラス（31名）の乳歯の抜けた本数の分布を予想させた。その際、自分達のクラス（2年生）のグラフを薄く印刷しておき、すぐに参照できるようにした。

ここでは、児童R.Iの予想－確認プロセス(図5)をみていく。自分のクラスの予想を立てる場面では、8本を中心に予想しつつも、「いろいろな人がいろいろな本数ぬけているから、すこしバラバラにかいてよそうした」と未出の5本や度数の少ない4本、7本、9本を予想しており、根拠が曖昧であるがばらつきや最頻値にも着目している。予想を確かめる場面では、「ほとんどの人が8本」であることに気付き、驚いていた。さらに、6年生のクラスの分布を予想する場面では、ある箇所に「かたまっているんじゃないかなー」（波線部）、「9本～18本に、ぬけたんじゃないかな」（下線部）と記し、分布の形状や中心には着目されていないものの、自分のクラスよりも全体的に右に寄っている分布を予想した。児童R.Iの予想－確認プロセスにおいて見て取れる統計的なアイデアや概念に着目すると、線型的に分布の見方が深化していつているわけではないものの、そのプロセスの中で最頻値や範囲やばらつきの芽生えといった、その後の学年で扱う重要な分布の見方が表出されていることが分かる。

例5 「紙ヘリコプター実験」(連続的な量的デー

自分のクラスの分布を予想する



いろいろな人がいろいろな本数ぬけているから、すこしバラバラにかいてよそうした。



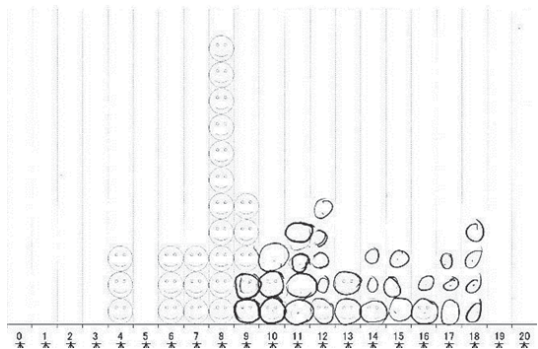
予想を確かめる

かんそう(2)ぬ
今7人にはぬけたかずをきいて、ぼくは、
はっけんしました。はっけんしたのわ(ママ)、
いろんな本数がいてもっと4本が多いかとおもってほとんどの人が8本だと思ってふしぎだなーと思った。

今7人にはぬけたかずを、きいて、ぼくは、
はっけんしました。はっけんしたのわ(ママ)、
いろんな本数がいてもっと4本が多いかとおもってほとんどの人が8本だと思ってふしぎだなーと思った。



6年生の分布を予想する



A組で16本ぬけているけど いろいろなクラスで0本とか4本もいるけど ぼくはかたまっているんじゃないかなーと思って16本いると思ったから、9本～18本に、ぬけたんじゃないかと思った。(波線・下線筆者)

図5 児童R.Iの予想－確認プロセス(小2)

夕)を題材とした授業(小5)

本授業(川上, 2013)では、紙ヘリコプターの滞空時間を測定した後に、滞空時間のばらつきの原因は何かを考えさせ、その原因を改善するとどのような分布になるかを予想させた。そして、原因に対す

る改善策を施した実験を行い、予想した原因や分布が妥当であったかを確認させた。さらに、再び実験を行うとすれば必要な改善策は何かを考えさせ、分布を予想させた。ここでは、児童 A.O の予想-確認プロセス（図6）をみていく。

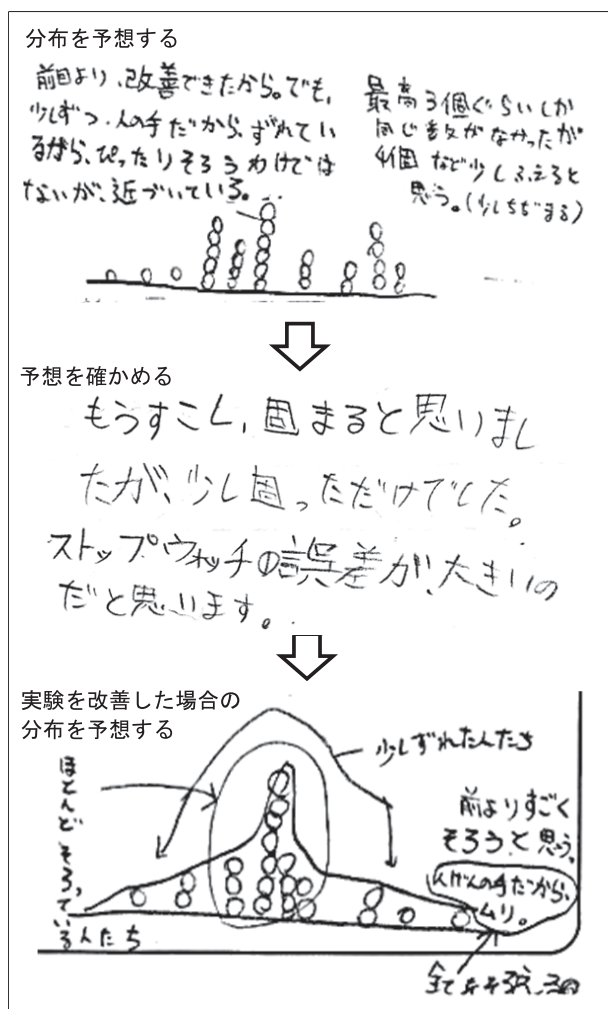


図6 児童 A.O の予想-確認プロセス（小5）

予想を立てる場面では、クラスで決めた改善策を施すと、分布としては「ぴったりそろうわけではないが、近づいている」とある部分に度数の多い値が近づくこと、さらに、「最高3個ぐらいいしか同じ数になかったが4個など少しふえると思う」と最頻値の度数が増えることを予想した。予想を確認する場面では、予想よりも実際の分布は「少し固まっただけ」と評価し、その理由として「ストップウォッチの誤差が大きい」のではないかと記述している。再び予想を立てる場面では、計測のタイミングをより揃えたら、ほぼ左右対称の単峰性の分布になると予想した。その際、ドットプロットの形状を囲み、分布の中心部分は、「(計測のタイミングが) ほとんど

そろっている人たち」、分布の左右の裾の部分は「少しずれた人たち」というように誤差によるばらつきと関連させてデータを意味づけていた。

このように、児童 A.O の予想-確認プロセスをみると、分布の予想を立てる場面では、最頻値や度数に着目しているものの互いに関連づけてはいない見方であったが、再び分布の予想を立てる場面では、予想の確認時に意識化された密度やばらつきの要因（文脈）も関連づけた分布を全体的にみる見方に深化していることが分かる。

以上の2つの事例から、学年段階の程度の差はあるものの、予想の場面では、児童は分布について豊かなイメージを創出し、確認の場面では、予想した分布と実際の分布とを目的をもって比較できる可能性が示唆される。さらに、予想-確認プロセスは、児童の分布の見方を育成する「方法」としても期待できるだろう。予想-確認といった基本的なプロセスの骨格自体は固定して、小・中学校の学年進行に伴い、より主体的にそうしたプロセスを遂行できるようにするだけでなく、そこで用いる統計的なアイデアや概念を増やしたり、より洗練させたりすることを通して、PPDACサイクルのようなより包括的な探究プロセスへと、取り組む問題解決の内容も発展させていく指導系列が考えられるわけである。こうした指導系列は、子どもたちにとっては、同様なプロセスを繰り返していく中で自身の統計に係わる方法知や内容知の深化を感得することが期待できる。

4. おわりに

本稿では、小中連携を志向した統計的推論力の系統的な育成の視点から、小学校における統計カリキュラムの改善に向けて、以下の2点を提案した：①低学年から統計で中核となるアイデアや概念を系統的に育む。そのために、グラフを創り上げる活動やグラフを囲むといった素朴な考察を重視する。②低学年から目的意識を持って統計的探究プロセスを少しずつ経験する。これらの方向性に基づき、統計カリキュラム案を具現化することが今後の課題である。

謝辞

本研究は平成26年度科学研究費補助金（若手研究（B））26780509（代表者：川上 貴）及び統計数理

研究所共同利用研究プログラム(26-共研-4303)(代表者:川上 貴)の助成を受けて行われました。

註

- 1) PPDAC サイクルとは、統計学者の思考過程(Wild & Pfannkuch, 1999)などを参考にして初等・中等教育における統計指導用に定式化された、身近な課題の明確化(Problem)、実験・調査の計画(Plan)、データの収集と加工(Data)、データの分析やパターンの発見(Analysis)、最初の課題に対する結論と新たな課題の設定(Conclusion)という5つの相からなるサイクリックな問題解決プロセスである(日本統計学会, 2012)。
- 2) 図4で示されている記述は、同一児童によるものではない。
- 3) 本稿は、川上(2014a, 2014b)の論考を加除修正し、提言を再構成したものである。

引用・参考文献

- Batanero, C., Burrill, G., & Reading, C. (2011). *Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education: The 18th ICMI Study*. New York: Springer.
- 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* (pp.3-15). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Jones, G. A., Langrall, C. W., Mooney, E. S., & Thornton, C. A. (2004). Models of development in statistical reasoning. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (pp.97-117). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. New York: Springer.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67 (3), 223-265.
- 青山和裕 (2013). 「日本の統計教育における系統性構築に向けた検討と提案」. 数学教育学論究, 95 (Ex), 1 - 8.
- 藤井良宜 (2014). 「統計的内容と問題解決プロセスの系統性」. 日本科学教育学会年会論文集, 38, 91-94.
- 景山三平 (2011). 「小・中・高等学校における統計教育の課題—新学習指導要領から見えるもの—」. 広島工業大学紀要／教育編, 10, 37-43.
- 川上貴 (2010). 「小学校低学年児童の分布の見方に関する実態—分布を推測する様相に焦点をあてて—」. 数学教育学会誌, 51 (1/2), 1 -14.
- 川上貴 (2013). 「小学校第5学年における『分布の見方』の育成をめざす統計指導の可能性—予想—実験—確認のプロセスを指導アプローチとして—」. 日本数学教育学会誌, 95(8), 4 -12.
- 川上貴 (2014a). 「小学校算数科における統計カリキュラム改訂に向けた一提案—『統計的推論力』育成の視点から中学校との連携を考えて—」. 日本数学教育学会誌, 96(1), 55-59.
- 川上貴 (2014b). 「小学校における統計カリキュラムの改善に向けて—日本数学教育学会『資料の活用』検討WGの提言を踏まえて—」. 統計教育実践研究, 6, 37-42.
- 裕元新一郎(2013).「数学教育における統計カリキュラム改善への検討課題—海外のカリキュラムと他教科の統計の扱いの分析を通して—」. 日本数学教育学会第1回春季大会論文集, 147-154.
- 松原望 (2013). 『松原望統計学』. 東京図書.
- 松寄昭雄・金本良通・大根田裕・青山和裕他5名 (2014). 「新教育課程編成に向けた系統的な統計指導の提言—義務教育段階から高等学校第1学年までを対象として—」. 日本数学教育学会誌, 96(1), 2 -12.
- 日本統計学会編 (2012). 『統計検定4級対応資料の活用』. 東京図書.
- 小口祐一 (2014). 「学校数学におけるデータの変動性の系統的な指導に向けて—GAISE レポートを参照して—」. 日本数学教育学会誌, 96(1), 47-50.
- 渡辺美智子 (2014). 「不確実性の数理と統計的問題解決力の育成—次期学習指導要領の改訂に向けて—」. 日本数学教育学会誌, 96(1), 33-37.