

# 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－

川 上 貴\*\*

## 要 約

本稿では、先行事例で確認できる各学年段階の児童の「統計的推論力」(Ben-Zvi & Garfield, 2004)を、現行の中学校の統計指導との関連性から再評価した上で、算数科における統計カリキュラムの改訂に向けて、中学校との連携を推進する方向性について2つ提案した。①小学校低学年から質的データの題材だけでなく、量的データの題材も取扱い、統計的推論力の一つの基盤となる「分布の見方」(川上, 2013)を漸次的に構成していく。②小学校高学年において、ドットプロットを用いて分布を直観的に捉えて説明する活動を重視する。

キーワード：統計的推論力、小中連携、小学校算数科、分布の見方

### 1. 本稿の意図

質・量ともに膨大なデータを利活用する時代を迎え、学校数学における系統的な統計指導の実現が、一層求められている。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、現行の小学校6年と中学校1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や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)。

本稿では、小学校段階の立場から、統計指導の小中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。本稿では、先行事例で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し、算数科における統計カリキュラムの改訂に向けて、中学校との連携を推進する方向性について提案する。

### 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」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と意味、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 (International

\*平成25年12月10日受付、平成26年1月8日決定  
\*\*西九州大学子ども学部子ども学科

Conference on Teaching Statistics) や隔年開催される専門の国際研究フォーラム (International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy) で中心的に議論されてきており, ICMEの分科会 (TSG) や18th ICMI Study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。それは, 「高次な統計的思考力」(Wild & Pfannkuch, 1999) を要する統計的探究プロセス (例えば, PPDACサイクル) 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)。こうした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)。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)。

### 3. 各学年段階における児童の統計的推論力

本稿では, 量的データの分布を比較する場面を中心に, 小学校低・中・高学年における事例を概観し, 児童の統計的推論力についてみていく。事例はすべて東京都内私立小学校におけるものであるが, 同一の児童集団によるものではない。

#### (1) 低学年の場合

「乳歯の抜けた本数」を題材とした実験授業 (2年生) を取り上げる。本授業の中で, 2つのクラスの本数を示した絵グラフ (図1, 図2) を比べて気付いたことを児童に記述させた。すると, 最頻値どうしを比べる児童が多くみられた (図3)。分布の一つの指標に着目した比較である。

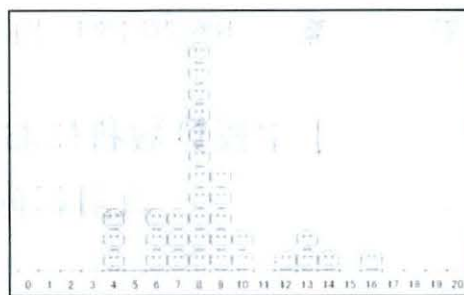


図1 A組の乳歯の抜けた本数の分布 (横軸: 本)

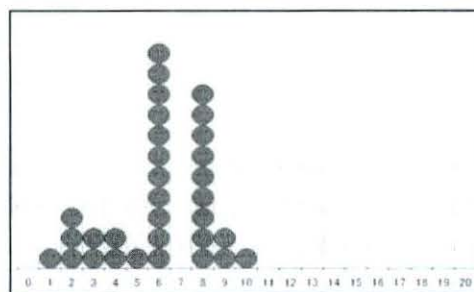


図2 B組の乳歯の抜けた本数の分布 (横軸: 本)

A 組で抜けた本数が多いのよ。でも B 組は本数が多。

#### 図3 最頻値に着目した比較

#### (2) 中学年の場合

単元「棒グラフ」の授業 (3年生) を取り上げる。本単元では, 質的データの題材として学年の誕生日調べを扱った。この授業では, 「3年生全体では, 何月から何月あたりの誕生日の人が多いのかな」と投げかけたところ, 図4のように3か月ごとに四季で区切って夏の人数が多いという意見が出された。児童は, 四季というある区分の度数をまとめて捉えているわけである。

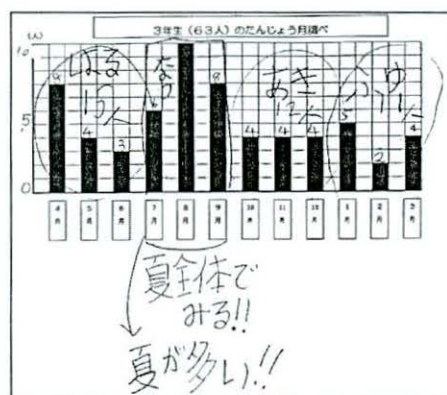


図4 四季ごとの度数をまとめてみる見方

単元の終わりでは、量的データの題材として、架空の国語と算数（実践校では数学と呼ぶ）のテストの成績比を扱った。ここでは、「グラフを見て、国語のテストと数学のテストのどちらの方が難しかったと言えるかな」と投げかけ、考えを記述させた。その際、「点数が低いことをテストが難しいと言う」とした。すると、高得点の意味を5点または6点以上と定義し、その高得点の区間の人数を数えて、高得点の人数が少ない国語の方が難しいと判断する児童がみられた（図5）。また、高得点と低得点の区間の両方で比較する児童もみられた。児童は、高得点や低得点の区間とその度数をまとめて捉えているわけである。

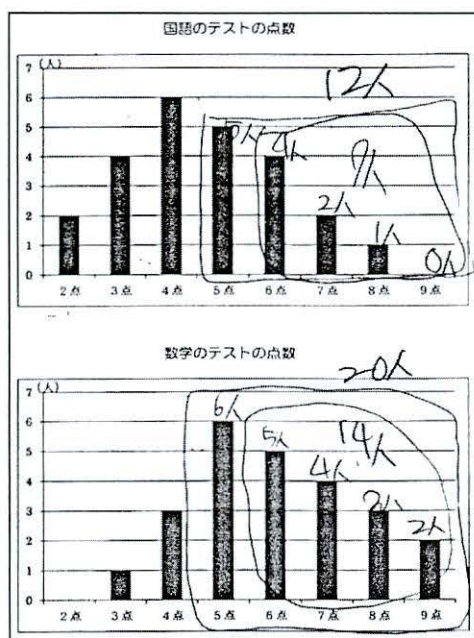


図5 高得点の区間の度数に着目した比較

### (3) 高学年の場合

紙ヘリコプターを題材とした実験授業（5年生）（川上，2013）を取り上げる。本授業では、羽の長さが異なる紙ヘリコプターの滞空時間を、ドットプロットを用いて比較した。その際、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た児童がいた（pp.10-11, 図6）。この児童は、平均値やデータが集中している区間や外れ値を関連づけている。

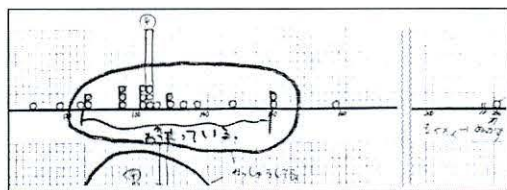


図6 データが集中している区間と平均値や外れ値とを関連づけた見方（一部省略）

さらに、発展として図6のドットプロットからヒストグラムに換えると、分布全体の形状に着目する児童（図7）や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する児童（図8）がみられた。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。

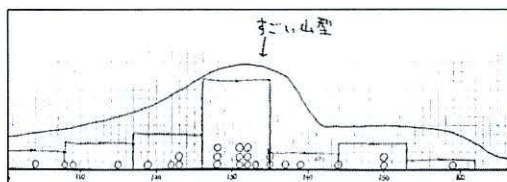


図7 分布全体の形状への着目（一部省略）

ヒストグラムは、山のような形だ」と、すぐに分かる

### 図8 ヒストグラムの特性への気づき

以上の事例を統計的推論力の観点からみると、低学年では、中心（最頻値）または密度（度数）といった分布の一つの特徴（指標）に着目している（図3）。中学年では、広がり（区分、区間）や密度（度数）といった分布の複数の特徴（指標）を関連づけて捉えている（図4, 図5）。高学年では、さらに中心（平均値）や広がり・密度（外れ値）とも関連づけて捉えている（図6）。また、形状の観点からヒストグラムの特性を捉えていること（図8）も統計的推論力として見逃せない。

## 4. 中学校との連携を推進する方向性

### (1) 低学年から量的データの題材も取扱い、分布の見方を漸次的に構成していく

小・中学校の統計指導の連続性を強化する観点から、小学校低学年から統計的推論力の一つの基盤となる「分布の見方」<sup>1)</sup>（川上，2013）を漸次的に構成していくことを提案する。これは、事例のように、学年進行に伴い着目する分布の特徴（指標）を増やし、それらを関連づけ、分布をより複

合的に捉えていく指導系列である。中学校では、小学校で学んだ分布の見方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、新たな分布の特徴（指標）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、「分布」に関するアイデ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。

さらに、校種間の指導の連続性を一層明確にするために、小学校低学年から質的データの題材だけでなく、量的データの題材も取扱いたい。この場合、学年進行に伴い、量的な離散データから連続データへ発展させることを想定している。現在、小学校では、量的データの取扱いは第6学年しかないため、校種間の指導の一貫性が弱い。だが、量的データを扱った低・中学年の事例をみると、児童の統計的推論力の発揮の中に、中学校で指導する分布の見方の萌芽を見取ることができる。

例えば、最頻値に着目した比較（図3）は、中学校で扱う代表値としての最頻値に繋がり得る。中学校では、量的な連続データを用いてそれを指導することを踏まえると、最頻値に着目できる段階から量的な離散データの題材を取扱うことが、長期的な展望を持って中学校の指導に繋げる上で大切ではないか。また、得点区間の度数に着目した比較（図5）は、中学校で扱う階級の素地になり得る。こうした区間で捉える包括的な見方は、量的データの題材であれば顕在化され易いだろう。

一方で、従来の小学校低学年からの質的データの取扱いも見逃してはいけない。そのため、小学校中・高学年から、図4のように扱う質的データの題材を工夫することで、「分布の全体的特徴を捉える」という観点から、質的データに対する分布の見方と量的データに対する分布の見方の統合的な理解を、少しずつ図ることも必要であろう。

## (2) 高学年において、ドットプロットを用いて分布を直観的に捉えて説明する活動を重視する

校種を跨ぐ統計的推論力のスパイラルな育成を視点とした際に、同じ量的な連続データを扱うにしても、子どもに求める分布の見方や分布のよみとり・比較などの活動の質に差異をおき、小・中学

校の統計指導の独自性をつくることも重要である。中学校では、代表値や範囲などの統計的指標を用いて、分布の全体的特徴を数理的に考察する活動を重視するとし、小学校高学年では、中学校の素地的活動として、分布の概形やデータが集中する区間を囲むなど、分布の部分的または全体的特徴を直観的に捉えて説明する活動を重視したい。

さらに、各校種の指導の独自性を一層明確にするために、小学校高学年ではドットプロットを、中学校ではヒストグラムを重点的に扱うこと（松寄他、2014）も積極的に考えたい。現在、第6学年と中学校第1学年では、ヒストグラムを重点的に扱うが、同じグラフ表現を扱うがゆえに、各校種の指導のねらいの差異が曖昧になりがちである。同じ表現を校種間で扱うよさはあるけれども、各校種で重点的に扱う表現を変えることで、ねらいとする分布の見方や分布を捉える活動の質の違いが明確になることもある。元データが残るドットプロットの方が、ヒストグラムに比べて分布の様子を具体的なレベルで把握できるわけである。実際、ドットプロットを重点的に扱うことで、小学生が有する分布に対する直観的かつ重要な見方が顕在化される（川上、2013も参照）。

例えば、データが集中している区間を囲った直観的な説明（図6）は、階級や相対度数を用いて全体の50%以上の値が含まれる区間をよみとり分布傾向を掴む、中学校における数理的な考察や、現行の数学Iで扱う四分位範囲の素地になり得る。さらに、図6で平均値を基準にする見方は、分散や標準偏差の素地にもなり得る。

また、中学校の統計指導において、小学校と同一の題材またはデータセットを用いてドットプロットからヒストグラムへ変換することも重要である。こうした表現の変換によって、部分から全体へ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からである（図7、図8）。中学生が、小学校時と比べて自身の統計的推論力が伸長したことを認識する契機になり得るわけである。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。

註

- 1) 「中心 (center)」, 「広がり (spread)」, 「形状 (shape)」, 「密度 (density)」といった分布の特徴に着目して、分布を捉えることを意味する (川上, 2013).
- 2) 本稿は、「第95回全国算数・数学教育研究 (山梨) 大会」の発表内容 (川上他, 2013) を中心に加筆修正し、個人的見解として再構成したものである。

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 Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp.3-15). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Jones, G. A. et al. (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.
- 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 (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・金本良通・松寄昭雄他6名 (2013). 「新教育課程編成に向けた系統的な統計指導の提案—中学校との接続を考慮した小学校高学年の指導について—」. 日本数学教育学会誌, 95 (Ex), 77.
- 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た提言—」. 日本数学教育学会誌, 96(1), 2-12.