

次期学習指導要領での新領域「データの活用」における一考察

— 小学校算数第6学年の『データの考察』を通して —

富永雅*

----- 研究の要約 -----

本年度、2017年3月に小学校学習指導要領が、続く6月にその解説が改訂された。中でも、新たな領域「Dデータの活用」での第6学年における学習事項では、現行同様、度数分布表・柱状グラフが扱われるとはいえ、統計的な問題解決活動や結論の妥当性についての批判的な考察が取り入れられ、新たな教科書には大きな変更が見込まれる。

本稿では、現行の教科書に関する分析を更に行い、また次期学習指導要領・同解説を精査し、特徴や問題点を吟味する。このことは次期教科書に求められる対応につながる考察となる。

key-word : 小学校学習指導要領・同解説、データの活用、算数教科書

1. はじめに

次期小学校学習指導要領が2017年3月に、同解説算数編が同年6月に公示された。本稿で取り扱う現行第6学年の『資料の考察』に相当する単元は、平成10年の改定では削除され、現行平成20年で復活、平成29年の次期学習指導要領(以下、次期指導要領)では『データの考察』として進展を遂げることとなり、最も変化に満ちた単元といえる。その様子は、領域の変化からも見て取れる。実際、現学習指導要領(以下、現行指導要領)では領域が「A数と計算」、「B量と測定」、「C図形」、及び「D数量関係」であるが、次期指導要領では「A数と計算」、「B図形」、「C測定」(下学年)、「C変化と関係」(上学年)、及び「Dデータの活用」となっていて、本単元に関し大雑把には、現領域「D数量関係」における「関数の考え」、「式の表現と読み」、「資料の整理と読み」のうちの「資料の整理と読み」が新領域「Dデータの活用」を形成することとなった。

勿論、本単元は、今回の改訂により領域という形式のみならず、内容においても大きな変化を生じさせている。中でも、

- ・ 統計用語(中央値・最頻値・階級・平均値・ドットプロット)
- ・ 統計的な問題解決のための統計的探求プロセス
- ・ 導いた結論の妥当性についての批判的考察

を新たに取り入れ、例を挙げ、その取り組みを具体

的に求めている。その変化は、間もなく実施される検定、採択を経て、現場で使用される新たな算数教科書に反映される。

これまで、拙稿にて、現行指導要領・同解説、そして教科書に関して、分析を行ってきた。特に、

- ・ 単元の構成
- ・ 導入問題の設定と、その解決法
- ・ 全算数教科書で取り上げられている人口ピラミッド

について、吟味し、問題点も明らかにした。

本稿では、次期指導要領・同解説の記載事項の分析や新旧(現行・次期)の比較により、次期教科書に求められる対応を考察する。そのために、現行の教科書の分析を、これまでの拙稿に加え、補うことにする。特に、教科書で扱われるデータや表・グラフ、更にグラフが分析に影響を及ぼすことから、その作成のあり様について各教科書を分析する。

また次期指導要領では、体系化された統計的活動や妥当性についての批判的考察が特徴的であり、統計教育に深みある学習が期待される。しかし、その内容分析・考察の結果、資料のグラフ化やそのグラフからの現象の読み取りの点で現行よりも後退する面があることも考えられるなど、幾つかの問題点がある。本稿ではこのことについて述べ、次期指導要領(や新教科書)の下での統計教育を考える始めとしたい。

* 大阪教育大学初等教育講座

2. 本単元の現行各算数教科書の分析

現行教科書の流れは、大凡次の通り共通している：

- ㊦ 資料（データ数値）を与え、課題設定
- ㊧ 資料を合計、最大値、最小値そして平均等で分析・比較し、課題解決を図る
- ㊨ 資料を数直線上に表し、ちらばりの様子を考察
- ㊩ 度数分布表を用い記録を整理
- ㊪ 柱状グラフを用い記録の特徴・比較を考察
- ㊫ 色々なグラフ
- ㊬ まとめ問題・その他

本節では資料（データ）等に特化して分析する。各教科書では、二組の資料（東書：東西鶏小屋での卵の重さ、その他：1,2組のソフトボール投げの記録、以下では東書も1,2組で表す）が与えられどちらの記録が良いか問われる。次の表は、資料から得られるものである：

	組人数		組合計		組平均	
	1	2	1	2	1	2
東書	16	13	920	754	57.5	58
大日本	16	15	492	471	30.75	31.4
学図	20	19	600	589	30	31
教出	19	20	557	580	29.3...	29
啓林館	28	26	728	676	26	26
日文	18	17	289	273	16.055...	16.058...

（啓林館：3組目が存在、値は順に27, 729, 27）

共通する資料の特徴として

- ・ 二組の各人数を一致させないことで、必ずしも合計で優劣が決しないようにしている。
- ・ 指導要領解説での「平均が同じでも、資料の散らばりにより資料の特徴が異なることを理解する」を反映させている。尚、平均差1でも学図はほぼ一致とみなすが、啓林館は優劣をつけている。一方、異なる点として、要素数の多さや無限小数となる計算の扱いが挙げられ、簡素化が考えられてもよいと思われる。また、日文では、導入で平均の考えを紹介するが、計算は柱状グラフ学習後であり、散らばりの考えへの移行の点からも問題を感じる。

	1組		2組	
	max	min	max	min
東書	67	48	74	45
大日本	45	19	40	24
学図	45	16	43	17
教出	40	17	42	17
啓林館	41	13	35	17
日文	26	8	28	7

左の表は、各組の最大値・最小値を表している。1組に最大値、2組に最小値が存在し、1組の記録のほうが良いというような

判断がなされないように最大値・最小値を同じ組内に存在させ、ちらばりの学習につなげている。

更に次の表は、度数分布表や柱状グラフの掲載数、そして、単元頁数の一覧である。『記入済』とは、数値等が記載されているもの、『未記入』とは、それ以外を意味する（人口ピラミッドは、含まない）。

	度数分布表			柱状グラフ			計	単元頁数
	記入済	未記入	小計	記入済	未記入	小計		
東書	2	3	5	1	2	3	8	11
大日本	0	4	4	2	3	5	9	14
学図	0	2	2	1	1	2	4	10
教出	2	4	6	3	4	7	13	10
啓林館	1	3	4	6	8	14	18	8
日文	1	2	3	4	1	5	8	8
平均	1	3	4	3	3	6	10	10

例えば、学図と教出とは同頁数ながら表・グラフの掲載数が大きく異なる。指導要領解説では傾向や特徴をつかむため階級の幅などの考察が求められており、この点から学図の取り扱いは少ないといえる。

また、用語に関して学習指導要領では「度数分布を表す表やグラフ」、同解説では、度数分布表、柱状グラフ、ヒストグラムが使用される一方、教科書では、柱状グラフは全てで使用されるが、度数分布表は教出、ヒストグラムは東書、教出、啓林館と限定的である。尚、柱状グラフと棒グラフとの異なりを大日本・啓林館では問っている。

最後に、階級（の幅、教科書では5）についてみる。本来、設定した目的等で階級を考える必要があり、また、教出（幅：10, 20m）や啓林館（幅：3, 10m）の様に5m以外の幅を持つ柱状グラフ作成し、それらと比較したり、大日本の様に階級を学習者自身に定めさせたりすることは必要である。尚、東書には、「はんいを10gずつに区切ると、大まかなちらばりの様子が…」との吹き出しがある。

一般に、階級数については、次が知られている：

- ① スタージェス公式 $\log_2 N + 1$ (N:人数, 切り上げ)
- ② 平方根選択 $N_{1/2}$ (N:人数, 切り捨て)

また、日本工業規格 (JIS) (Z 9041-1: 1999) には、度数(分布)表の作成手順が記されている。参考までに、東書の卵に関しては、「鶏卵の取引規格」(農林水産省)による定めが存在する。

3. 本単元における次期学習指導要領解説の変化
 現行指導要領解説における本単元の主たる記載内容は次の通りである：

① 第2章 算数科の目標及び内容

第2節 算数科の内容

2 各領域の内容の概観 D 数量関係

ア) 目的を明確にし、それに沿った資料を収集するようにする。

イ) 資料を分類整理し、それを表やグラフを用いて表したり、百分率や平均などを求めたりして、資料の特徴や傾向を読み取る。

ウ) これらの資料の特徴や傾向に着目することによって、事柄の判断や予測をしたり、様々な問題の解決に活用し、その思考過程や結果を表現したり、説明したりする。

② 第3章 各学年の内容

6 第6 学年の内容 [D 数量関係]

D(4) 資料の考察

(4) 資料の平均や散らばりを調べ、統計的に考察したり表現したりすることができるようにする。

ア 資料の平均について知ること。

イ 度数分布を表す表やグラフについて知ること。

一方、次期指導要領解説では、現行と比べ本単元に関する内容に、多くの頁が割かれ、次の2ヶ所に掲載されている：

③ 第2章 算数科の目標及び内容

第2節 算数科の内容

2 各領域の内容の概観 D データの活用

④ 第3章 各学年の目標及び内容

第6節 第6 学年の目標及び内容

1 第6 学年の目標

2 第6 学年の内容 D データの活用

改訂での大きな変化は、統計的探求プロセス（5段階「問題—計画—データ—分析—結論」）を採用する等、体系化していることである。

以下では、③、④での統計的探求プロセスを含む内容を確認し、現指導要領解説・同解説との比較の結果、特徴的な記載内容を確認する。

(1) ③に関して

この領域を通してのねらいが、次のように記載されている：

・目的に応じてデータを集めて分類整理し、適切なグラフに表したり、代表値などを求めたりするとともに、統計的な問題解決の方法について知ること

・データのもつ特徴や傾向を把握し、問題に対して自分なりの結論を出したり、その結論の妥当性について批判的に考察したりすること

・統計的な問題解決のよさに気づき、データやその分析結果を生活や学習に活用しようとする態度を身に付けること

上記だけでは現行と類似点も多いように思えるが、ここでは、異なる次の3点を挙げる：

ア) 現行指導要領解説にみられる「思考過程や結果を表現したり、説明したりする」というような文言が、ねらいの段階では記載されておらず、「発表する活動や、それぞれの問題解決について共有したり議論したりするなどの活動も行うとよい。」と、柔らかな表現で文中に留まっている。

イ) 「結論の妥当性について批判的に考察したりする」ことが求められるようになった。これは、統計的な問題解決では、結論が断定できない、若しくは、結論が異なる場合があるため、その過程や結論を多面的に捉え、考察することが重要であることによる。

ウ) ならず操作としての平均の他、中央値、最頻値の求め方とその意味が取り入れられた。

尚、先に挙げた、統計的な問題解決活動のため統計的探究プロセスが用いられている。また、統計的探求プロセス、及び、批判的な考察に関しては、第6 学年以降高等学校にかけて高度情報化社会において必要なものとして扱われている。

(2) ④に関して

次のように記載されている：

(1) データの収集とその分析に関わる数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のような知識及び技能を身に付けること。

(ア) 代表値の意味や求め方を理解すること。

(イ) 度数分布を表す表やグラフの特徴及びそれらの用い方を理解すること。

(ウ) 目的に応じてデータを収集したり適切な手法を選択したりするなど、統計的な問題解決の方法を知ること。

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。

(ア) 目的に応じてデータを集めて分類整理し、データの特徴や傾向に着目し、代表値などを用いて問題の結論について判断するとともに、その妥当性について批判的に考察すること。

次期指導要領では、上記の通り、「ア」で「知識及び技能」、「イ」で「思考力、判断力、表現力」に関することが述べられている。特に、ア(ア)、(イ)の各項目の記載事項から、次の点で次期算数教科書に影響を与えることが考えられる：

- ・ア(ア) 用語「中央値・最頻値・階級」、用語「平均値」(現行の「資料(の代表値として)の平均」などの表現は削除)、そしてドットプロット(現行の表現「数直線上に値を点で示す」は削除)の登場。
- ・ア(イ) 柱状グラフと棒グラフとの異なり。柱状グラフ表現上の注意。分布の様子を的確に捉えることは、中学校第1学年で扱う。(後述)
加えて特徴的な事として、現行とは異なり生活場面での例が下記の通り幾つも取り上げられている：「ア(ア)」での例示
- ・代表値として相応しくない平均値の例
1年間に売れた靴のサイズの平均値を求め、そのサイズの靴を次年度に多く製造する(→実際には、最頻値がより適切であることを述べている)。
- ・ドットプロットでの考察例
学級内で地域の空き缶拾いの缶の数を調べ、最頻値を見付ける(中央値・平均値も図示)。「ア(ウ)」での例示
- ・目的に応じたデータ収集と適切な手法選択の例
図書館の貸し出し状況。(後述)
- 「イ」での例示
- ・「10年前、20年前と比べて自分たちの体力は落ちているという話を聞いた。それは本当だろうか。」(後述)
- ・PISAでの問題例

4. 次期指導要領解説に関する考察

他の領域・単元と比べても、次期指導要領解説の本単元に関わる改訂内容には、求められる事項がより具体化され、そのための例も記載内容に沿い挙げられるなど大きな変化が見られる。これは従来の改訂では、本単元における既存の学習指導が表やグラフの作成作業に終始するなどとなり目標の達成に至らなかったからかもしれない。今後、次期指導要領に対応した検定済み算数教科書が現場で使用されていくことになる。その教科書において

- ・(統計的探究プロセスによる)統計的な問題解決活動
- ・統計的な問題解決活動により得られた結論の妥当

性についての批判的考察

を如何に(単元の導入に)設定させるかは、関心が寄せられるところであろう。拙稿で見てきたように、導入で扱う場面設定をハンドボール投げとした従前の教科書と同様の流れを展開することは考えにくい。ましてや、二組のデータを与え、どちらの記録がよいか、と問い、その考察のため表・グラフを作成しながら、結論を出さず、従って結論の吟味自体が存在しない、とはならないであろう。

しかし、一方で次期指導要領解説には、下記のように改善を図るべき点、後退したと感じられる点も見受けられる。

まず、統計的探究プロセスでは、問題解決の共有場面(発表・説明・議論の場)に後退が見られる。確かに、既に述べたように、次期指導要領解説では「発表する活動や、それぞれの問題解決について共有したり議論したりするなどの活動も行うとよい。」と、表現されているが、現行では「思考過程や結果を表現したり、説明したりする」となっている。統計的な問題解決では不確定な事象を扱うことから、確定的な結論は得られないので、自身の結論に関しての批判的考察を深めるためにも共有場面は必要不可欠であり、より充実させなければならない。

また、現行指導要領解説においては、「階級の幅をどのようにとるかなど、…配慮する必要がある。」と記載され、既に述べたように、東書、大日本、教出、啓林館ではこのことに対応している。しかし、次期指導要領解説では「階級の幅を変えて柱状グラフを作り直すなどして、分布の様子を的確に捉えることは、中学校第1学年で扱うものとする。」と記されている。目的から適切に階級・階級の幅を決定することは、統計的探究プロセスの分析(特徴や傾向の把握)に関係する事項であり、そのためには、階級の幅の考察は必要である。実際、柱状グラフから、データのもつ特徴や傾向を把握し結論を出したり、批判的に考察を行う場合、少なからず、その形状が影響を与える。このようなことから、階級の幅を考えさせる学習にあえて制限を加える必要はないと考えられる。またこの制限は、現行教科書から何うに、表・グラフの作成を単純作業にする要因になるのではないかと危惧されるので注視しなければならない。

次に、解説で挙げられている例についても、次の点で危惧される。

「ア(ウ)」では、目的に応じたデータ収集と適切な手法選択の例として「図書館の貸し出し状況」が次

のような概要で挙げられている。

単に「貸し出し状況について」では漠然とし、統計的解決は難しいので、目的を明確にする必要がある。具体的には、(グラフに関して)

- ・分類別の本を充実させるためには、各々の貸し出しデータを収集し、棒グラフで表し、
- ・上記の割合分析には、帯・円グラフを用い、
- ・時系列順のデータでは、折れ線グラフを用い、
- ・「借りる数が多い児童と少ない児童がいるので、その傾向を調べたい」場合は柱状グラフを用いて分析する。

なるほど、ここでの例は、「目的に応じたデータ収集と適切な手法選択」に特化したものであり、その理解は必要かと思われる。現行教科書でも既述の通り大日本と啓林館で柱状グラフと棒グラフとの異なりを問うている。ただ、現行の東書の教科書で『日本の人口の変化と予測』として時系列データの総人口が棒グラフ(65歳以上の割合を表す折れ線グラフとの複合グラフ)で描かれている様に、必ずしも上記の通りに画一的にグラフが描かれておらず、まさに目的に応じグラフを作成する事が必要であり、その点への注意を怠ると、各々の(表や)グラフ作成の単純作業となりはしないかと危惧される。

さて、今回の改訂では、5つの例が挙げられている。中でも統計的な問題解決活動や批判的考察を考慮して挙げられた例が「イ」での「10年前、20年前と比べて自分たちの体力は落ちているという話を聞いた。それは本当だろうか。」という不確定な事象を統計的に解決していく問題であり、その概要は次のとおりである。

- ・比較する対象を明確にした問題を設定する
「20年前のこの学校の児童の50m走の記録と今の自分たちの50m走の記録を比べる。」
- ・適切にデータを集める計画を立てる。
「学年や性別を揃え正しく比較。」
「なるべく多くの人数のデータを集める。」
- ・データを集めて必要なデータを分類整理する。
- ・代表値を求め、度数分布表や柱状グラフから分布の様子を捉え、特徴が表す意味を考察、分析した結果から結論を見だし、判断する。
「20年前と今とでは、順に、平均値8.0秒、8.2秒、中央値7.9秒、8.2秒、最頻値8.0秒、8.2秒、柱状グラフは、どちらも左右対称な山型をしているので二つのデータの分布はほぼ同じと考えられ、代表値の数値から20年前の方がよか

ったようだ。」

- ・妥当性について批判的に考察する

「20年前と今の児童の体力を比較するのに、50m走の記録だけに注目したり、6年生の男子児童だけを比較したりしたことは妥当か。」

まず既述の通り、現行教科書では、2つのデータの平均がほぼ同じなので散らばりの様子を棒グラフで考え比較する、という流れになっている。これは、現行指導要領解説の「平均が同じであっても、値が密集しているか、分散しているかによって、資料の特徴が異なることなどについて理解できるようにすることが必要である。(この後、散らばりの様子を棒グラフで表す工夫を行う活動としてドットプロットを取り入れることが大切であるとしている。)」によるものである。このことからすると、平均値・中央値・最頻値の記録すべてが20年前のほうがよいとしたとき、グラフの作成の必要性を感じるかは疑問であり、これを導入課題とするには難しさが生じる。仮に練習・応用問題として扱い、柱状グラフを作成したとしても、そのグラフが左右対称な山型で、20年前のほうがよいとした先の考えに影響ないのであれば、なお必要性を意識しないのではないかと思われる。また、これは、左右対称だけでなく、山の高さ、すそ野の広がりと同じ場合であり、それらが異なる場合には、別途考察が必要になる。

次に、妥当性についての批判的考察に関しては、今回の例の様に一般的に言われている「体力の低下」を「この学校」のデータのみで判断していることなども考え合わせなければならない。

ところで、このように時間経過を伴ったデータの分析は、現行の教科書でも行われている。具体的には、現行の全教科書で扱われている「人口ピラミッド」、そして次の啓林館の問題である：

『次のグラフ(略)は、6年1組の子どもたちが5年のときの(ソフトボール投げの)記録の柱状グラフと、6年での記録の柱状グラフを重ねてかいたものです。どんなことがいえるか調べてみましょう。』

児童自身という同一対象が1年経過した後の記録であれば、興味・関心を持って、度数分布表や柱状グラフの変化(成長)を明らかにする事が出来ると考えられる。概要としては、先の例の段階を参考に次のことが考えられる：

「この一年間で自分たちの体力は成長したであろうか。」を統計的に解決していく。

- ・比較する対象を明確にした問題を設定する
「昨年と今年の記録を比べる」
- ・適切にデータを集める計画を立てる。
「なるべく多くの人数、同一集団となることを考慮し学年全体で正しく比較。」
- ・データを集めて必要なデータを分類整理する。
- ・代表値を求め、度数分布表や柱状グラフから分布の様子を捉え、特徴が表す意味を考察、分析した結果から結論を見だし、判断する。
- ・妥当性について批判的に考察する。
「ソフトボール投げの記録だけに注目することは妥当か。」

この例では、実際に児童に行わせることができ、また、本単元が第6学年の学習内容であることから、第5学年時との比較だけでなく、第1学年時からの比較の他、いずれの学年での成長が大きいかなどが、関心持つ種々の自身の分析を、「新体力テスト」(1999年度より導入)の結果を受け考察することも出来る。

5. おわりに

現行指導要領・同解説の下では、学習内容が表やグラフの作成に終始し、統計的考察が不十分となる傾向がある。事実、既述の通り、現行の教科書では、数値に工夫を施している様子は伺えるが、二クラスのソフトボール投げの記録の平均がほぼ同じことから、どちらが良い記録かを判断するにあたり、度数分布表・柱状グラフを作成しておきながら、その判断がなされていない。

次期指導要領・同解説の下では、これまで見てきたように統計的な問題解決が強く押し出され、例示もされていることから、その点は改善され、更に、結論を導いた後は、その妥当性について批判的に考察することも求められ、次期教科書は、従来と比べ格段に統計教育的な内容が盛り込まれることが見込まれる。

しかし、本稿で見てきたように、表やグラフの作成においては、画一化したものになることも考えられ、本単元が作業中心となる要素も含んでいる。また、本単元は、導入での学習者の問題意識の高さが、後の表・グラフを用いての考察に影響を与える。そのため、与えられたデータでなく、自ら収集したデータを用いた活動も求められる。

これらの点を踏まえ、本単元では、ねらいを十分に理解した上で、次期指導要領(また、教科書)の問題点も意識して指導することが重要である。

最近、長年に渡り教科書(啓林館)の編集に携わってこられた松宮哲夫先生から「中学校数学教科書創りの回想と学んだこと」をいただいた。そこには、共に教科書編集に携わり、緑表紙教科書の編集者としても知られている塩野直道先生の言葉が記載されていたので紹介したい：

「学習指導要領の不備は教科書で補っていくこと」、「現場にいるものはその立場を生かすこと」
塩野先生の言葉を改めて考え、生かしていくことは、現在の数学教育においても必要な事である。

いよいよ教科書の検定・採択、そして現場での指導が行われる。その中で、統計的な問題解決の手法が反映された学習活動についてより考えなくてはならない時期になっている。

参考文献及び引用文献

- 小山正孝, 他 25 名 (2012) 『小学算数 6 年下』, 日本教出版.
- 清水静海, 船越俊介, 根上生也, 寺垣内政一, 他 55 名 (2012) 『わくわく 算数 6』, 啓林館.
- 坪田耕三, 金本良通, 他 28 名 (2012) 『小学算数 6』, 教育出版.
- 富永雅, 教科書と学習指導要領での資料の整理と読みのねらいとその問題点について — 小学校算数第6学年の単元『資料の調べ方』を通して —, 数学教育学会誌 臨時増刊 2015 年度 数学教育学会秋季例会 発表論文集, 138-140.
- 富永雅, 「資料の調べ方」の導入の分析と人口ピラミッドへの応用 — 小学校教科書と学習指導要領の分析 —, 大阪教育大学数学教室編 数学教育研究 第45号(2016), 1-110.
- 橋本吉彦, 他 20 名 (2012) 『新版たのしい算数 6』, 大日本図書.
- 一松信, 他 48 名 (2012) 『みんなと学ぶ 小学校 算数 6年 中学校へのかけ橋』, 学校図書.
- 藤井斉亮, 他 41 名 (2012) 『新編 新しい算数 6 数学へジャンプ!』, 東京書籍.
- 松宮哲夫, 中学校数学教科書創りの回想と学んだこと, 『算数・数学教科書創りを顧みて』, 新興出版社啓林館 2011 年 3 月, 133-143.
- 文部科学省 (2008) 『小学校学習指導要領 解説 算数編』, 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2017) 『小学校学習指導要領』.
- 文部科学省 (2017) 『小学校学習指導要領 解説 算数編』. (平成29年9月29日受理)