

絵本を用いた統計的探究プロセスの素地的学習についての一考察

佐々木 隆宏 (現代教育研究所研究員)

佐々木 郁子 (桜花保育園 保育士)

要約：平成29年告示の小学校学習指導要領では「データの活用」が新たに算数の主要領域の一つに設置されるなど、統計教育の充実が目指された。この領域では統計的な問題解決や意思決定を扱うことと、統計情報に対する批判的・多面的な考察が強調されている。統計は算数・数学の中で閉じた領域ではなく、多様な分野との関わりや、社会に出てからの問題解決に対する方法知を提供するという意味において学ぶ価値のある領域である。小学校算数では統計を現実の世界で活用できるように、分析を主とする学習から始めて段階的に統計的探究プロセスを用いて統計における問題を解決する学習を目指す。したがって、最後の段階である統計的探究プロセスの学習は高学年で扱われる内容であり、そのために低学年と中学年ではプロセスの各段階について学ぶが、プロセス全体の流れを理解するための素地的な学習はあまり行わない。そこで本論文では、絵本に着目し、絵本が統計的探究プロセス全体の流れを理解するための素地的学習の教材となりうるかを考察した。さらに、統計的探究プロセス全体の流れを理解するための学習に絵本を教材として用いることの意義について考察した。

キーワード：統計的探求プロセス 絵本 統計教育

1. 研究の背景

統計は社会の様々な領域で活用され、日常生活も統計的情報で溢れていることから、統計的な資質・能力は初等教育及び中等教育を通して育成されることが必要である。そのため平成29年告示の小学校学習指導要領では新しい領域として「データの活用」が設置され、初等教育及び中等教育を通して統計教育が充実されることとなった。そこでは従前の課程における統計の内容のように知識及び技能を問うだけではなく、統計的な問題解決や意思決定を扱うことと、統計情報に対する批判的・多面的な考察を行うことが特徴的である。統計的な資質・能力を、問題解決を通して育成しようとする場合、問題解決はどのような過程によって遂行されるのであろうか。文部科学省(2018)は統計的な問題解決の過程として、「問題 (Problem)」、「計画 (Plan)」、「データ (Data)」、「分析 (Analysis)」、「結論 (Conclusions)」の5つのフェーズから構成される統計的探究プロセスを示している。このプロセスは、各フェーズの頭文字をとってPPDACサイクルとよばれることもある。PPDACサイクルはWild & Pfannkuch (1999)によって示されたものであり、ニュージーランドにおいて推奨されている統計的問題解決過程のモデルである。ニュージーランドは教科名である「数学」を「数学と統計」に変更するなど、統計を重視した教育に方向転換したことで知られる(裕元, 2013)。また、PISA2003において不確実性領域で参加国中1位を取った実績もあり、統計教育に関する先進国といえるほどである(青山, 2018)。そのニュージーランドにおける統計に関する指導内容は「統計的な調査 (Statistical Investigation)」、「統計的リテラシー (Statistical Literacy)」、「確率 (Probability)」の3本柱から構成されており、これらのうち統計的調査において、統計的探究プロセスを軸にカリキュラムが編成され、授業が行われ、評価基準が定められている。今後の日本の統計教育においても統計的探究プロセ

スが参照されることになるが、問題、計画の段階は特に低学年には難しい学習であるとされており、プロセス全体の流れを理解する学習は主に高学年で行われることになっている（文部科学省，2018）。また、統計教育を展開していくうえでの日本の課題として教材に関する情報は不足していることが指摘されている（青山，2018）。

2. 研究の目的と方法

小学校学習指導要領解説算数編（文部科学省，2018）によれば、統計的な問題解決過程の全体に対する学習は主に高学年で行われる。そのため低学年や中学年では、統計的探究プロセスを遂行するための素地的学習として、各段階のみを対象とした学習が行われる。しかしながら、そこには統計的探究プロセス全体の流れに対する素地的な学習を行うという視点がない。そこで、本論文では絵本が統計的探究プロセス全体の流れを理解するための素地的学習における教材となりうるかを考察することが目的である。本論文が絵本に着目した理由は、絵本の中には問題解決過程が描かれている内容もあり、そこで描かれるナラティブを利用して統計的探究プロセス全体の流れを理解するための素地的な学習が可能になるのではないかと考えられるからである。

研究の方法は、はじめに統計的探究プロセス全体の流れについて概観する。次に問題解決を題材とする絵本を例にとり、絵本のストーリーを統計的探究プロセスと対応させることにより、絵本が統計的探究プロセス全体の流れを理解するための素地的学習における教材となり得ることを示す。さらに社会的構成主義に基づいたナラティブの視座から、統計的探究プロセスの素地的学習における絵本の意義について考察する。

3. 小学校算数における統計的探求プロセスの学習

統計的探究プロセスはWild & Pfannkuch（1999）によって図1のように示されている。統計的探究プロセス全体の流れを具体的な例により概観する。例えば、ある町で交通事故が多いことから、交通事故を減らしたいという問題があるとする。しかしながら、この問題は統計的探究プロセスにおける「問題（Problem）」ではなく、統計的に取り組むことができるような問題設定をすることが「問題（Problem）」にあたる。この段階において「町で交通事故の多い場所や時間帯、車両の種類や当事者の年齢、性別などについて何か特徴や傾向はないだろうか」といった問題解決を指向する具体的な問題が設定される。問題が設定されたら、収集するデータの種類や収集方法について計画を立てる。この段階が「計画（Plan）」である。計画を立てることができたら実際にデータ収集を行い、表に集計するなどを行うのが「データ（Data）」である。次に収集したデータから特徴や傾向を読み取るために「分析（Analysis）」を行う。各々の交通事故の記録が記録された表のままでは特徴や傾向がわかりにくいので、月ごとや場所ごとなどといった観点を定めて交通事故の件数をまとめ、グラフや表に表して分析を行う。収集したデータの特徴や傾向が把握できたら設定した問題に対する結論や解決策などを考える段階が「結論（Conclusion）」である。以上の例のような一連の問題解決過程が統計的探究プロセスである。

文部科学省（2018）も同様に「元々の問題意識や解決すべき事柄に対して、統計的に解決可能な問題を設定し、設定した問題に対して集めるべきデータと集め方を考え、その計画に従って実際にデータを集め、表などに整理した上で、集めたデータに対して、目的やデータの種類に応じてグラフにま

とめたり、統計量を求めるなどして特徴や傾向を把握し、見出した特徴や傾向から問題に対する結論をまとめて表現したり、さらなる課題や活動全体の改善点を見出したりするという一連のプロセス」が「データの活用」領域における統計的な問題解決活動であるとしている。しかしながら全学年を通して統計的探究プロセス全体を学習するのではなく、どの段階を主に扱うかは学年によって異なるとされる。低学年においては、「P問題」、「P計画」、「C結論」の部分はあまり深く扱わず、データを整理しながらデータの特徴を捉えることを中心に学習することから、「Dデータ」と「A分析」が中心である。中学年においては「C結論」の部分はあまり深く扱わず低学年における学習に児童の身近な題材から問題を設定すること、どのようなデータをどのように集めるかといったことが追加される。高学年においては、結論付けや、結論の妥当性の検討、問題解決過程を振り返ることなど、統計的探究プロセス全体を学習する。このように算数科では、統計の学習は統計的探究プロセスという文脈に埋め込んで行われることになる。

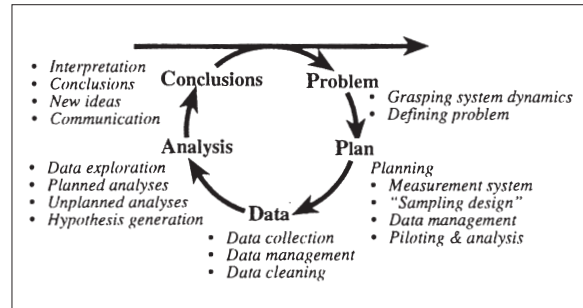


図1. 統計的探究プロセス (Wild & Pfannkuch, 1999)

4. 絵本に見られる問題解決のプロセス

前章において、統計の学習が統計的探究プロセスという文脈に埋め込んで行われることを述べた。それでは、プロセス全体の流れを理解するための素地的学習は、どのような教材を用いて行えばよいだろうか。

本論文では教材の可能性を絵本に求めた。統計的探究プロセスは問題解決過程であり、絵本のストーリーに問題解決過程が記述されたものがあることから、統計的探究プロセス全体の流れを理解するための素地的な学習に絵本が利用できるのではないかと考えたからである。ここでは、例として「ノラネコぐんだんパンこうじょう」(工藤ノリコ, 2012)を取り上げることにする。この本はノラネコの集団が美味しそうなパンを食べたいと考え、夜間にパン工場に侵入してパンをつくり、それが騒動を引き起こすというストーリーである。この本の内容を統計的探究プロセスに対応させてみる。

図2は、ノラネコの集団がパン工場を覗きパンを食べたいという問題が生起する場面である。統計的探究プロセスでは、このような問題が生起することを「問題 (Problem)」とするのではなく、統計的に取り組む問題を設定する段階を「問題」とよんだ。この段階で生起した「パンを食べたいね」という問題から、パンはどのような材料を使い、どのようにつくるのだろうかという問題が設定された段階であると考えられる。次の場面でパンが作られる様子を見学して、パンの作り方を学んでいるからである。したがって「パンを食べたい」という問題から「パンはどのような材料を使い、どのようにつくるのだろうか」という、問題解決を指向する具体的な問題が設定されていることから、統計的探究プロセスにおける「問題」に対応する場面であると考えられる。

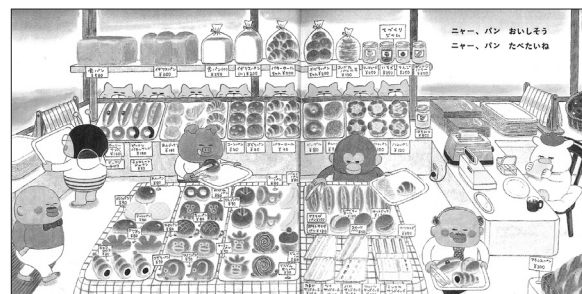


図2. 問題が生起する場面 (Problem)

図3は、ノラネコの集団がどのような材料を使い、どのようにパンをつくるかを理解する場面である。この場面はパンをつくるためにはどのような材料が必要であるかを理解する場面であることから、問題を解決するためにはどのようなデータをどのように集めるかといった段階に対応することから、この場面は統計的探究プロセスにおける「計画 (Plan)」に対応する。



図3. 計画に対応する場面 (Plan)

図4はパンづくりに必要な材料を揃える段階である。集める材料は統計的なデータではないが、パンを食べるとい問題を解決するために必要なものを収集している。材料を収集するとき、こうじょう内にある多くの材料の中をパンづくりに必要な材料であるかどうかを弁別することが求められる。これは統計的データを収集する場合にも収集すべきデータであるかどうかを弁別することが必要である。したがって、パンづくりに必要な材料を収集する段階は統計的探究プロセスにおける「データ (Data)」に対応すると考えられる。

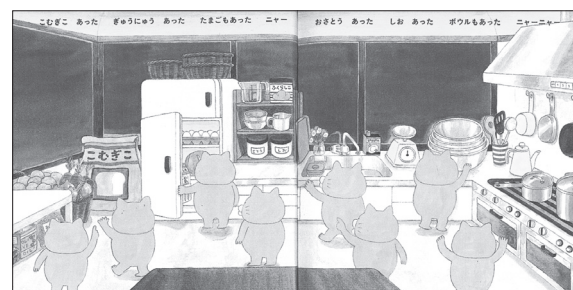


図4. データに対応する場面 (Data)

図5はノラネコの集団が収集した材料を使って実際にパンをつくる過程である。統計的探究プロセスでは、収集したデータから結論を導く中間にある段階が「分析 (Analysis)」である。図5は集めた材料からパンを食べるとい結論を導く中間にある段階であり統計的探究プロセスにおける「分析」に対応すると考えられる。

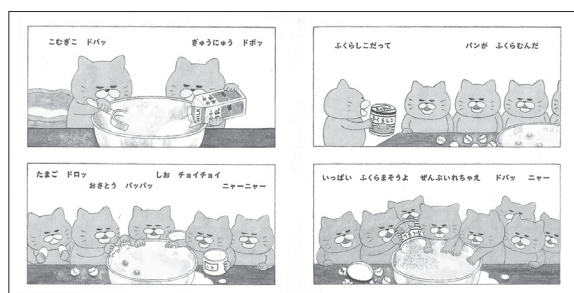


図5. 分析に対応する場面 (Analysis)

図6はパンが焼きあがり、ノラネコの集団の「パンを食べる」とい結論が得られる段階である。物語では夜中にパン工場へ侵入した事実が明らかとなり騒動が起こるが、最終的な結論としてパンを食べるだけではなく、パン工場のまつりにおいてパンを販売する内容である。この段階は統計的探究プロセスにおける「結論 (Conclusion)」に対応する。

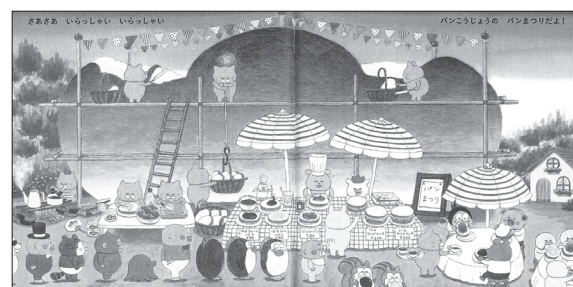


図6. 結論に対応する場面 (Conclusion)

この絵本の物語は統計的な内容ではないが、そのプロセスは統計的探究プロセスに対応すると考えることができる。このことは、絵本が統計的探究プロセス全体の流れを理解する素地的学習における教材となり得ることを示唆している。それでは、統計的探究プロセス全体の流れを理解する学習に絵本を取り入れることの意義は何であろうか。次章において検討することにする。

5. ナラティブの視点から見た絵本を教材にすることの意義

(1) ナラティブの視点

統計的探究プロセス全体の流れを理解する学習に絵本を取り入れることの意義を考察するために社会構成主義に基づいたナラティブ (narrative) に着目する。ナラティブは「語り」または「物語」と訳され、医療やソーシャルワークなどの様々な分野における問題を解決するために利用されている。

野口 (2009) はナラティブを「複数の出来事の連鎖、複数の出来事を時間軸上に並べてその順序関係を示したもの」と定義している。統計的探究プロセスは、問題、計画、データ、分析、結論について、多少組み合わせや順序の変更はあるものの、探究の過程を線形的な時間的序列として捉えることができる。しかしながら、複数の出来事を時間軸上に並べてその順序関係を示すだけでは、ナラティブは構成できたとしても物語性が保証されるわけではない。例えば「今日起きてから歯を磨いた。昼食はカフェで食べた。夜は読書をした。」はナラティブである。しかしながら、これでは物語性がない。それは筋立てがないからである。社会構成主義者であるガーゲン (2004) は、次に示す6つの要素によって筋立てのあるナラティブを構造化している。

- (1) 価値ある終点を明確にする
- (2) 終点にとっての関連事象を選択する
- (3) 事象を並べる
- (4) 同一性を安定させる
- (5) 因果の連鎖を作る
- (6) 区切りを示す

(1) について、例えば「このまま明治通りをまっすぐ進み、3つ目の信号を右折する。」の場合、終点がなく無意味であるが、「人気のあるカフェに辿り着く」という終点があれば受容可能になるであろう。ここで「人気のあるカフェに辿り着く」という事象そのものから、それが終点となるかは非決定的であり、事象に固有の価値はない。カフェに辿り着くことが最終的な目的になるか、カフェにたどり着いてからの様々な出来事があるかは文化相対的であり、事象が終点であるかどうかは決定不可能である。ナラティブにおいてカフェに辿り着くことに価値が付与されることが、筋立てのあるナラティブの構成要素となるということである。

次に、(2) と (3) において終点に関連した事象が選択され、事象を並べてあることが要請されている。よく用いられる序列の慣習は事象を時間軸上に沿って線形的に配置するものであろう。野口 (2009) によるナラティブの定義も時間軸上に事象を配置するものである。ここで注意したいことは、本来ならば線形的な時間的序列は記号システムに内的整合性を与える一つの慣習に過ぎず、現実世界そのものによって要請されるものではないことである。時間的配列は事実を理解可能にする表現規則であり、必ずしも現実の事象そのものではないのである。しかしながら統計的探究プロセスに沿ってナラティブを構成する場合は、プロセスそのものが時間軸上に線形的に配置されうることから、ナラティブの時間的序列と現実の事象とは一致すると考えられる。

さらに、(4) における「同一性を安定させる」とは、登場する人物やデータなどは時間軸上で連続した固有の同一性を持つことを要請している。生徒の身長データを収集したあとに行われる分析の段階で身長データでなく体重データに変化することは許容されていないということである。

ガーゲン（2004）によれば、理想的なナラティブは結果に対する説明を含むとし、それは因果的に関係している事象を選択することによってなされ、事象がナラティブの中で因果関係として結びつけられると物語がより物語らしくなるという。統計的探究プロセスからナラティブを構成する場合、必ずしも（5）で要請される因果関係の連鎖を生じさせる必要はないが、段階間の意味的な整合性・接続性は必要である。

以上により、統計的探究プロセスからナラティブを構成しようとする場合、ガーゲンの6要素のうち（5）以外の5要素と（5）の代わりに段階間の意味的な整合性・接続性を持たせるように構成すれば良いと考える。それは統計的探究プロセスの「結論」がガーゲンの6要素のうちの価値ある終点になる。また、それまでの「問題」、「計画」、「データ」、「分析」、「結論」は結論にとっての関連事象であり、それらの事象は段階間の意味的な整合性・接続性を持つように線形的に時間軸上に並べればよい。

それでは統計的探究プロセスから生成されたナラティブを用いて得られる絵本には、どのような意義があるのだろうか。

（2）ナラティブの自己組織化作用と現実制約作用

ナラティブには物語の自己組織化作用と現実制約作用がある（野口，2002）。物語は現実を組織化し、混沌とした世界に意味の一貫性を与える。これを物語の自己組織化作用という。また、既存の物語が事態を理解する際に参照され、引用され、現実の理解を一定の方向へと導き制約する。これを物語の現実制約作用という。ナラティブの自己組織化作用と現実制約作用は統計的探究プロセスの全体の流れを理解する学習において一定のまとまりをもたせている。

（3）ナラティブの時間的・空間的認識作用

（1）で上述したことでもあるが、Elliott（2005）によれば、ナラティブには時間認識作用があるという。ナラティブの時間認識作用により様々な段階を時間軸上に配列し、そのつながりを明らかにして、時間の経過の中で出来事を把握し、時間の流れを実感する。したがって、ナラティブの時間認識作用が各段階の時間的な流れを記述すること、したがってプロセス全体を記述することに対する有効性を示しているといえる。

さらに、ナラティブには空間認識作用もある。ナラティブは様々な出来事を一つの空間上に配置して、出来事の見取り図を提供する。あるいは様々な登場人物のお互いの関係を示す。このように、空間的広がりの中で自体を理解することが可能である。統計的探求プロセスにおける「問題」、「計画」、「データ」、「分析」、「結論」をナラティブとすることにより得られる空間認識作用と時間認識作用が、ナラティブのわかりやすさに寄与していると思われる。

（4）絵本を通して統計的探求プロセス全体を振り返る

平成29年告示の小学校学習指導要領によると、低学年では与えられたデータを整理して絵グラフや棒グラフなどに表すことでデータの特徴を捉えることが学習の中心である。中学年では低学年の学習に子どもの身近な題材から問題を設定することや、収集するデータの種類と収集の方法の学習が追加される。このように低学年及び中学年では、統計的な問題を捉える段階からはじめて結論を得るまで

のすべての過程を遂行する学習は積極的には行わない。小学校算数では最終的に統計的探究プロセス全体を自ら遂行して問題解決を行うまでの階梯がつくられている。しかしながら、各段階の学習を行ったとしても高学年で自動的に統計的探究プロセス全体の流れが理解できるわけではない。また、統計的探究プロセス全体の学習は数時間に及ぶ（例えば 藤原, 2012）。これでは連続的な学習が難しく、したがってプロセス全体の流れを理解することは容易ではないと思われる。筋立てのあるナラティブから構成された絵本であれば短時間で読了可能であることから、プロセス全体の流れを把握しやすいはずである。このことは、絵本を大人に読んでもらった、あるいは自ら読んだ子どもが物語の展開を理解するのと同じことである。また、ナラティブの自己組織化作用がプロセス全体にまとまりを持たせ、流れを理解しやすくしていると考えられる。

(5) 絵本は幼児期・児童期の各期に応じた批判的思考力を育成する教材にもなりうる

平成29年告示の小学校学習指導要領では、統計情報に対して批判的・多面的に考察することが強調されている。統計的探究プロセスから構成されるナラティブにバイアスを含めるなどして、絵本に批判的な考察を促す要素を取り入れることもできる。その場合には子どもの批判的思考の発達を考慮しなければならない。例えば、Koenig & Harris (2005) は3歳児と4歳児を対象として、情報源の信頼性の評価という点から、次の実験を行なっている。まず、「ボール」を「ボール」とよぶ人（Aとする）と「くつ」とよぶ人（Bとする）が登場するビデオを子どもに見せる。ここで、子どもは映像に現れる物を「ボール」とよぶことは知っている。次に、子どもが見たことのない物を見せ、その名前をAとBのどちらに尋ねるかを子どもに質問したところ、3歳児よりも4歳児の方が既知の物（ボール）を正しくよんだAに尋ねるといった傾向を示している。このことから、情報源の信頼性を評価する内容のナラティブから絵本を構成する場合、批判的思考の発達を考慮する必要があると考える。

6. 終わりに

これまでの算数・数学教育における統計領域の指導内容は、統計量を求めることやデータをグラフ等に表してデータの傾向を読み取る内容がほとんどであった。この背景には日本において統計教育が重視されてこなかっただけでなく、これまでの算数・数学教育は知識及び技能、思考力の育成が目指される一方で日常生活や社会に学んだことを活かそうとする実践力が不足していたことがあげられる。

平成29年告示の小学校学習指導要領では従前の課程で育成が目指されてきた知識及び技能、思考力・判断力・表現力に、学びへ向かう力、人間性等が加わり、実践へ向けた真性の学びが指向されることになった。統計教育において実践へ向けた真性の学びを実現するためには、現実の場面における問題解決に埋め込んで学習が行われることが必要であり、併せて統計的な問題解決全体の流れを理解する必要がある。そのために本論文では2つの内容について考察した。第一に、絵本は統計的探求プロセス全体の流れを理解する素地的学習の教材となり得ることを示した。第二に、統計的探究プロセス全体の流れを理解するための学習に絵本を教材として用いることの意義を社会構成主義に基づいたナラティブの視座から考察した。今後は統計的探究プロセスから構成したナラティブを取り入れた絵本を実際に開発することが課題である。

【引用文献・参考文献】

- 青山和裕, ニュージーランドの統計教育から得られる示唆, 日本数学教育学会, 100 (7), pp. 11-20, 2018.
- Elliot, J., *Using narrative in social research*, pp. 1-11, 2005, Sage.
- 藤原大樹, 統計的問題解決過程の主体的な進展を目指した『のの字テスト』の授業の試み, 第45回数学教育論文発表会論文集, pp. 311-314, 2012.
- ガーゲン, K.J., 社会構成主義の理論と実践 関係性が現実をつくる, 永田素彦・深尾誠 (訳), 2004, ナカニシヤ出版.
(原書: Realities and Relationships - Soundings in Social Construction)
- Koenig, M.A. & Harris, P.L., Preschoolers mistrust ignorant and inaccurate speakers, *Child Development*, 76, pp. 1261-1277, 2005.
- 工藤ノリコ, ノラネコぐんだん パンこうじょう, 2012, 白泉社.
- 榎本新一郎, ニュージーランドの国家カリキュラムにおける統計の位置づけ—統計的思考力を育成するカリキュラムの開発に向けて—, 日本数学教育学会第46回秋期研究大会論文集, pp. 291-294, 2013.
- Ministry of Education, The New Zealand Curriculum Online, <http://nzcurriculum.tki.org.nz/> (accessed 2018.8.04) .
- 文部科学省, 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 算数編, 2018, 日本文教出版.
- 野口裕二, 物語としてのケア—ナラティブ・アプローチの世界へ, 2002, 医学書院.
- 野口裕二, ナラティブ・アプローチ, 2009, 勁草書房.
- Wild, C.J. and Pfannkuch, M., Statistical Thinking in Empirical Enquiry, *International Statistical Review*, 67, 3, pp. 223-265, 1999.