

統計的探究プロセスを基盤にもつ絵本のストーリーの構成 ～ 幼小接続期において数と形に親しむ絵本の開発 ～

佐々木 隆宏 (現代教育研究所研究員)

佐々木 郁子 (現代教育研究所研究員)

要約：平成29年告示の小学校学習指導要領の算数科において従前の課程の領域区分が見直され、統計に関する領域「データの活用」が新設された。この領域の目的の一つには統計的リテラシーの育成が掲げられ、小学校学習指導要領解説には、その方法として統計的探究プロセス (PPDACサイクル) に沿った学びがあげられている。また、新学習指導要領において就学前教育と小学校教育の円滑な接続が求められていることから、就学前教育の幼児を対象とした、統計的探究プロセスの素地的学習を行う算数教材の開発も必要である。佐々木・佐々木 (2018) 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の教材となり得ることを示している。この研究を受け、本研究では5歳児を対象として統計的探究プロセス全体の流れを基盤にもつ絵本のストーリーを構成しようと考えた。その結果、5歳児にとって馴染みのある積み木遊びを題材とした絵本のストーリーを構成することができた。

1. 研究の背景及び目的と方法

(1) 統計的探究プロセス

平成29年告示の小学校学習指導要領の算数科において、新たに「データの活用」領域が設定された。日常生活の至るところにおいて統計的な情報が常に提示されているだけではなく、社会において統計を使って得られた結果をもとに意思決定をする場面が少なくないことから、現代を生きる市民にとって、統計に関わる資質・能力の育成は必要とされる。ここで、統計に関わる資質・能力は統計的リテラシーとよばれる。平成29年告示の小学校学習指導要領において、統計的リテラシーの育成の方法として統計的探究プロセス (PPDACサイクル) が推奨されている。

統計的探究プロセスは、統計教育の先進国といわれるニュージーランドで推奨されている統計的問題解決のモデルである (青山, 2018)。このプロセスは問題 (Problem)、計画 (Plan)、データ (Data)、分析 (Analysis)、結論 (Conclusion) から構成されており、複数のフェーズから構成されるため、小学校低学年から統計的探究プロセスの全体を学習することは難しい。そのため平成29年告示の小学校学習指導要領によると、低学年から統計的探究プロセス全体について学習するのではなく、低学年や中学年で各フェーズに対応する学習を行い、小学校高学年から中学校にかけてプロセス全体を学習することになっている。佐々木・佐々木 (2018) は、統計的探究プロセスが5つのフェーズから構成され、各フェーズの学習に時間がかかることから、学習後に子どもが統計的探究プロセス全体の流れを理解することは難しいこと、統計的探究プロセス全体の流れを理解していなければ学んだことを日常生活や学習に活かすことは難しいことを指摘している。

(2) 統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーに要請される要件

野口 (2002, 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. この定義によれば, 線形的な時間的順序を備えていればナラティブということになる. 例えば「朝起きて歯を磨いた. 昼はカフェで食べた. 夜は読書をした.」はナラティブである. しかしながら, これには筋書きがない. 本研究では, ナラティブに筋書きが加わったものをストーリーとよぶ. 社会構成主義者のガーゲン (2004) は, 次に示す6要素によってストーリーを構造化している.

- (1) 価値ある終点を明確にしている
- (2) 終点にとっての関連事象を選択する
- (3) 事象を (線形的に) 並べる
- (4) 同一性を安定させる
- (5) 因果の連鎖をつくる
- (6) 区切りを示す

佐々木・佐々木 (2018) は, 統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーを構成する場合, ガーゲン (2004) の示した6要素において, (5) を「各フェーズ間の意味的な整合性・接続性をもつ」に修正した6要素を要請している.

(3) 本研究の目的と方法

佐々木・佐々木 (2018) は, 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, 絵本は統計的探究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うることを示した. また, その際に統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーに要請される要件を6要素にまとめている. そこで, 本研究では, これらの研究を受けて, 実際に統計的探究プロセスを基盤にもつ絵本のストーリーを構成することが目的である.

次に研究の方法について述べる. まず, 絵本のストーリーの題材と対象年齢について検討する. 次に, 佐々木・佐々木 (2018) が示した, 統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーに要請される要件を満たすようにストーリーを構成し, 数学教育の視座から考察する.

2. 統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーの構成へ向けた準備

(1) 絵本のストーリーの題材選定

本研究では絵本のストーリーの構成において, 積み木を題材にすることにする. 積み木は殆どの保育施設にも備えられていると考えられるものであり, 子どもにとって身近な遊びといえるからである. ここでは, さらに, 題材とする積み木について概観する.

積み木は一定の形を持ったものを積み上げるなり並べるなりして, 何等かの大きな構築物にすることである (無藤, 2013). 古くはフレーベルの恩物やモンテッソーリの二項式などもあげられるが, 殆どの保育施設に備えられていることを考えると, 単一の思想の基にできたものではなく, 非常に多くの子どもたちが積み木で遊んでいると考えられる. それでは, 何故, 積み木が多くの子どもたちに与えられているのだろうか. 無藤 (2013) は積み木のもつ発達的な意義ある要素や, 積み木の抽象性と

面白さの構造について私見を述べているが、参考までに、そのうちの代表的な内容を以下にまとめる。

- ①円，三角形，四角形といった図形の基本要素の区別がつく。
- ②平面ではなく立体であることから，手に持つことができる。
- ③組み合わせるといふ行為の結果が残る。記憶力の弱い小さな子どもでも目の前に置いた結果が残ることから，積み木を高く積んでいくことができる。
- ④積み木はやり直しがきく。修正しながら組み立てることができる。
- ⑤積み上げては崩れることの繰り返しの中で，積み上げ方がわかり，高く積むことができる。崩れることも面白いことから，積み上げては崩れることを繰り返す。
- ⑥積むという単純な動きによって複雑な構築物をつくることができる。
- ⑦積み木は1個1個が三角や四角といった抽象的な形であるが，その組み合わせで大きなものをつくることができるという達成の喜びがある
- ⑧フレーベルの恩物やモンテッソーリの教具のように積み木の数は少なくて特定の形をつくったら終わりという遊び方や，単純に積み木を高く積み上げるだけという遊び方など，様々に考えられる。

(2) 統計的探究プロセス及び積み木の観点からみた対象年齢の設定

対象年齢を設定するにあたり，二つの内容について検討する。一つ目は統計的探究プロセスは5つのフェーズから構成されていることから，一連の流れを理解することが可能であると思われる年齢でなくてはならない。二つ目は紙面に描かれた積み木のイラストを空間的な視点で捉えることのできる年齢でなくてはならない。この二つの点をもとに対象年齢を設定する。

一つ目は，統計的探究プロセスは複数のフェーズが有機的に結合された問題解決過程であることから，日常生活や遊びにおいて複数のフェーズから構成される問題解決過程をある程度円滑に遂行できる4歳から5歳児が適当である。例えば，排泄の場合を考える。子どもは排泄前の不安定な状態から排泄後の安定した状態に推移するにはどのようにすればよいかという問題解決の場面にある。3歳児程度の場合，この問題を解決するために，大人の付き添いを必要としながらも衣服を下ろして，排泄し，水を流し，手を洗浄して拭くことを理解している。4～5歳児になると，これらの過程を十分に理解し，トイレのマナーを身につけることや，活動が始まる前にトイレに行くといったように，生活に見通しがもてるようになる。このように，4～5歳児頃になると，日常生活において習慣的に行っている内容ならば，複数のフェーズから構成される問題解決過程の流れを手続き的知識として獲得している。したがって，日常生活や遊びの中で習慣的に行っている題材でストーリーを構成すれば，4～5歳児は理解できるものと考えられる。

二つ目は，空間的視点取得の問題である。空間的視点取得とは，自分の視点を他視点まで移動させることによって見えることを推測する心的な働きである (Huttenlocher・Presson, 1973)。空間的視点取得の能力は射影的空間表象段階からユークリッド的空間表象段階への移行に関する能力であり，渡部 (1987) により，3次元空間内のある位置に自己の身体を移動した場面をイメージする過程 (渡部は仮想的身体移動とよんでいる) と，状況に応じて必要とされるそれ以外の認知的情報処理過程という二つの過程から構成されることが示されている。このうち仮想的身体移動については通常の空間的視点取得課題への正反応以前の3～4歳頃には獲得されることもわかっている (渡部, 2000)，また，認知的情報処理に関する能力の多くが児童期後半になって急速に獲得されることも指摘されている

(渡部, 2014). その考察の中で, 有意差までは明らかにされていないが, 3~4歳群と5~6歳群の間で認知的情報処理時間に差もみられる. したがって, 積み木の空間的構造を読み取るために必要と思われる空間的視点取得の時期を考え, 本研究では5歳児以上を対象にした.

以上の二つの理由から5歳児を対象とすることにした. しかしながら, 厳密に5歳児を対象とするのではない. 渡部(2014)は「空間的視点取得の能力がいつの頃までに獲得されるのかを断じることさらに多くの労力を割くのは, あまり効率的とは言えない.」と述べているが, 本研究でも絵本の対象年齢を厳密に断じることが本質的な議論ではないと考えるからである.

3. 統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーの構成と分析

(1) 絵本で用いる文章量についての検討

本研究で用いる文章量について検討する. 算数や数学の内容の絵本等はいくつかあり, 対象年齢や算数・数学の内容, 文章量は様々である. 数学教育の視座では, 図形の概念形成は日常生活における身近な形を見つけ, それを数学的対象とみていくが, このとき, 形を意識させることが大切であり, 文章量は初期の段階では少なくてよいとされる. 図形よりも高度な概念である数の場合も, 具体物をもとに半具体物を經由して抽象化されることにより概念が形成されることから, 文章量は多くならない程度にする.

現段階では文章量について厳密な基準まで検討していないが, 例えば, 絵本の頁をめくったときに, その頁に描かれている数学的対象(積み木など)よりも最初に文章の方に注意が向くような場合, 文章量が多いとする. 実際に算数や数学の内容に関する絵本を調べると, 図形を題材にした絵本(例えば『せんのはっけん』(鈴木康広, 2019)など)は文章量が少ないが, 数を題材にした絵本(例えば『アリになった数学者』(森田真生, 2017)など)の文章量が多い傾向があるように思われる. 本研究では積み木の完成図をみて, 同じ作品をつくることから, 文章量は多くならない程度にする.

(2) 統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーの構成と分析

統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーに要請される要件に基づいて, 絵本のストーリーを構成する. 表1にストーリーの概要を示す. 表1には「題名」「対象」「構成」「内包される要素1」「内包される要素2」「概要」から構成される.

表1. ストーリーの概要

題	名:『ねえ これ できる?』
対	象:5歳児(あるいは幼小接続期の幼児・児童)
構	成:問題, 計画, データ, 分析, 結論の5つのフェーズ
内包される要素1:	遊びや体験を通して数量や図形に親しむ場面・記述
内包される要素2:	(1) 価値ある終点を明確にしている (2) 終点にとっての関連事象を選択する (3) 事象を(線形的に)並べる (4) 同一性を安定させる (5) 連続するフェーズ間の意味的な整合性・接続性がある (6) 区切りを示す
概	要:積み木で遊びながら絵本を読み進める体験型の絵本

本研究において開発する絵本は、積み木で遊びながら絵本を読み進める体験型の絵本である。完成図が与えられて、同じものをつくるのに必要な積み木を最初にすべて集めてから積み上げさせるものである。特定の形をつくるのが目標にあるという点では、フレーベルの恩物やモンテッソーリの教具と類似しているが、本研究の場合、その過程に特徴がある。ストーリーは表2における1から6を2巡する。はじめに1巡目の各フェーズについて述べる。

第1のフェーズは「問題」であり、統計的に解決可能な問題を明らかにする場面である。この場面では5歳児ならばつくることができると考えられる作品を提示し、文「ねえこれできる？」により、積み木を用いて同じ作品をつくるように誘導する。このとき、提示された作品の構成要素（目の前にある実物の積み木のうち、どのような形、どのような大きさの積み木から構成されているか）を理解することが必要になる。

第2のフェーズは「計画」であり、調査・実験をどのように行うか計画を立てる場面である。この場面では「どれつかう？」により、提示された作品をつくるには、どのような形、どのような大きさの積み木が何個ずつ必要か考える場面である。このフェーズでは空間的視点取得の能力を用いて、提示された作品の空間的構造を理解し、構成要素である目の前の積み木の形状や数量といった数学的属性を把握することが必要になる。

第3のフェーズは「データ」であり、データの収集とデータを加工する場面である。絵本では、使用する積み木を集めてきて、提示された作品と同じ作品をつくる場面である。ここで大切なことは、必要な積み木を必要な場面で一つずつ手にとって使うのではなく、最初に必要と思う積み木をすべて集めてから、提示された作品と同じ作品をつくることである。実際に作品をつくらうとして、積み木が何個か不足する場面が生じる可能性があるが、1巡目は「計画」段階で必要な積み木の形状と数量が正しく把握可能な作品を提示し、過不足が生じないように工夫する必要がある。2巡目に提示する作品は、逆に必要な積み木の過不足の生起を促すような複雑なものにする。例えば「あと何個たりない」ことを考えることは、算数における「補数」を考えることになる。「10の補数」は小学校第1学年で繰り上がりのある加法を学ぶ場合に必要となる考え方であり、積み木を通して補数を考えることができる。必要な積み木の過不足が生じる場合、再び計画の段階に戻る。このことは、統計的探究プロセスの過程が線形的ではないことを意味する。具体的には「問題、計画、データ、分析、…」と進行するのではなく、「問題、計画、データ、分析、計画、データ…」のように必要なフェーズに移りながら進行することもある。2巡目に提示する作品は、統計的探究プロセスの非線型性を体験できるように工夫する。問題解決が行き詰まり、以前のフェーズに戻って考え直し、目標を達成する体験をすることは忍耐力といった非認知的スキルの育成にもつながる。

表2. 統計的探究プロセスを基盤にもつストーリー（サイクルを2回繰り返す）

	フェーズ	ストーリー
1	問 題 Problem	統計的に解決可能な問題を明確にする
		文：ねえ これ できる？
2	計 画 Plan	調査・実験をどのように行うか計画を立てる
		文：どれ つかう？
3	データ Data	データの収集とデータを加工する
		文：つかう つみき を ぜんぶ あつめてこよう つみき を あつめたら つくって みよう！
4	分 析 Analysis	データの分析を行う
		文：つみき は たりた？ つみき は たりない？ つみき は できたかな？
5	結 論 Conclusion	最初の課題に対する結論（と新たな問題の提示）
		文：つみき が できたね！ じゃあ これ できる？（2巡目は書かない）
6	2巡後	文：つぎ は なにを つくる？
1巡目の提示作品： 5歳児ならばつくることができる と考えられる積み木の作品		2巡目の提示作品： 5歳児ならばつくることができる と考えられる積み木の作品で、1 巡目の作品よりは複雑に構成され ているもの

第4のフェーズは「分析」であり、データを加工したものをもとにデータの分析を行う場面である。

絵本では、実際に積み木をつくってみて、提示された作品と同じものが作れたかどうかを判断する場面である。このことは算数・数学における「合同」であるか否かを判断する場面であり、提示された作品と自らが作った作品を比較する。その場合、二つの作品の属性のうち、特定の属性に注目して判断することになる。これは、図形の合同の学習の素地的な活動といえる。

第5のフェーズは「結論」であり、最初の課題に対する結論と新たな課題提示の場面である。ここでは提示された作品と同じものを作ることができたことを評価することにより一つの区切りになる。子どもが達成感を味わっているうちに、次の作品を提示して、2巡目に移行する。

2巡目に提示する作品は1巡目よりも複雑であり、特に、計画段階において、作品をつくるのに必要な積み木の形状と数量の見積もりが複雑で、その後のフェーズで積み木の過不足の生起を促すようなものである。したがって、作品が完成するまでの過程は非線形的であるが、各フェーズで行うことは、基本的には1巡目と同じである。異なる点としては、結論のフェーズである。最後の文「文：つぎはなにをつくる？」によって、子どもの自由な考え方を促し、発展的な考え方の育成につながると考えられる。

最後に、表2で構成されたストーリーは表1で示された二つの内包される要素を満たしていることを確認する。佐々木・佐々木（2018）によれば、統計的探究プロセスに沿って構成されたストーリーは表1の「内包される要素2」を満たす。また、絵本を読みながら積み木で遊ぶことから、遊びや体

験を通して数量や図形に親しむことになり、表1の「内包される要素1」を満たすこともわかる。したがって、統計的探究プロセスを基盤にもつストーリーを構成することができた。

4. 結語

本研究では佐々木・佐々木(2018)の研究を受け、統計的探究プロセスを基盤にもつ絵本のストーリーを構成した。構成したストーリーは単に統計的探究プロセスの学習の素地となるだけではなく、次の二つの意義が明らかになった。一つ目は、小学校以降の算数・数学の学習の素地となる活動が含まれていることである。二つ目は、うまくいかない状況を乗り越える体験をすることで忍耐力など非認知的スキルの育成にもつながる可能性があることである。今後は本研究で構成したストーリーを基に具体的に絵本を開発し、実際に絵本を用いた実践を行うことが課題である。

【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, 日本数学教育学会誌, 100 (7), pp.11-20, 2018.
- 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), ナカニシヤ出版, 2004. (原書: Realities and Relationships – Soundings in Social Construction)
- Huttenlocher, J. & Presson, C.C., Mental rotation and the perspective problem. *Cognitive Psychology*, 4, pp.277-299, 1973.
- 文部科学省, 小学校学習指導要領 (平成29年告示).
- 文部科学省, 幼稚園教育要領 (平成29年告示).
- 森田真生 (文)・脇坂克二 (絵), 『アリになった数学者』, 福音館書店, 2017.
- 無藤隆, 『幼児保育のデザイン 保育の生態学』, 東京大学出版会, 2013.
- 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』, 医学書院, 2002.
- 野口裕二, 『ナラティブ・アプローチ』, 勁草書房, 2009.
- 佐々木隆宏・佐々木郁子, 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, 昭和女子大学現代教育研究所紀要, 4, pp.29-36, 2018.
- 鈴木康広, 『せんのはっけん』, 月刊 かがくのとも, 599, 福音館書店, 2019.
- 渡部雅之, 空間表象の変換能力に関する発達研究: 下位能力との関連から, 教育心理学研究, 35, pp.107-115, 1987.
- 渡部雅之, 3歳児に空間的視点取得は可能か?: 顔回転課題による測定を試み, 心理学研究, 71, pp.26-33, 2000.
- 渡部雅之・高松みどり, 空間的視点取得における仮想的身体移動の幼児期から成人期に至る変化, 発達心理学研究, 25 (2), pp.111-120, 2014.

