

統計授業に現れる子どもの思考に関する一考察

— ジグソー学習の実践に着目して —

天野 秀樹 ・ 福永 大晴 ・ 松浦 武人*

1. 研究の目的と方法

「人は考える葦である」。これは、哲学者パスカルの名言である。人間が生きる意味は思考すること、というメッセージである。この名言から、人間が豊かに生きていくためには、思考を深めていく教育活動が必要不可欠であることを教えられる。

新しい学習指導要領において、データの活用領域の内容が大きく変更された。データの活用領域の学習における特徴は、答えが一つに定まらないことである。不確実な事象を取り扱う場面で、子どもたちの思考の様相を解明することが欠かせない。

これまでに広島県中学校数学教育実践研修会では、学習指導要領の改訂に向けたデータの活用領域の指導法について提案してきた(天野, 2020)。例えば、「楽ラク Excel 箱ひげ図作成シート」を使用した授業などである。詳細は、右記のQRコードを参照していただきたい。



このように学習指導要領の改訂に向けて、データの活用領域の指導法を提案する実践報告は、国内で見られるようになってきた。しかしながら、データの活用領域の学習で表出される子どもたちの思考の様相に焦点をあてた研究は、管見の限り見られない。

したがって、本研究の目的は、不確実な事象を取り扱う統計授業で表出される子どもたちの思考過程を明らかにすることである。そのためにまず、不確実な事象を取り扱う統計授業で表出される中学校第 1 学年の子どもたちの思考について先行研究をもとに考察する。次に、中学校第 1 学年の教科書の構成を分析し、教科書に示された統計授業で表出される思考を整理する。そして、実践授業を設計・実施・分析することで、実際の統計授業で表出される子どもたちの思考過程を明らかにする。図 1 は、実践「どちらを先発投手に選びますか？」の授業風景である。



図 1 実践「どちらを先発投手に選びますか？」の授業風景

* 広島大学大学院人間社会科学研究科

Hideki AMANO, Taisei FUKUNAGA, Taketo MATSUURA

Analysis of children's thinking processes appearing in statistics classes

: Focusing on the practice of the jigsaw method

2. 中学校第1学年の統計授業で表出される思考

Wild&Pfannkuch (1999) は, PPDACの探究サイクル(図2)に沿って統計にかかわる問題解決の方法を示している。松浦(2021)は, この探究サイクルのプロセスを理解させる学習によって, 統計にかかわる問題解決の方法を知ることにつながれると述べている。

また, Wild&Pfannkuch (1999) は, 統計授業で特有に表出される思考の基本的なタイプ (types of thinking) として, データの必要性の認識, 表現の変換, ばらつきの考慮, 統計的モデルによる推論, 統計的と文脈的の統合の5つをあげている。これら5つの思考の基本的なタイプに対して西村

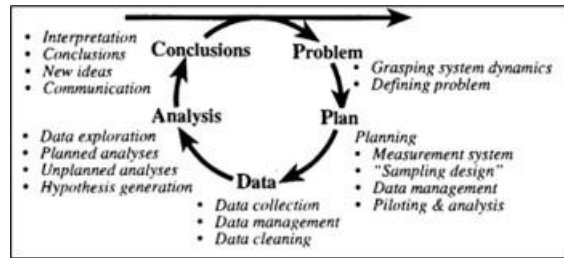


図2 PPDACの探究サイクル(Wild & Pfannkuch,1999)

(2011) は, 統計の専門家の思考をもとに導出されたものであるから, 小・中学校の統計授業で表出される思考に限定した検討が必要であると述べている。

これらの研究をもとに本稿では, 中学校第1学年の子どもたちが「データの必要性の認識」, そして, 「統計的と文脈的の統合」をどのように進めているのかについて考察する。[註: 5つのうち, 2つに絞って考察する。他の3つの思考タイプは, 本実践のような2時間分の授業から考察することは難しい。]

3. 中学校第1学年の教科書の構成

わが国において学習指導要領に準拠して刊行される教科書は, 授業者にとっても子どもたちにとっても不可欠な媒介物である(清水, 2020)。そこで, 中学校第1学年の教科書の構成(表1)を示すことで, 統計授業で表出される思考を概観する。なお, 表1は, 中学校第1学年のデータの活用領域における主たる学習内容であるヒストグラム, 相対度数, 累積度数, 統計的確率(文部科学省, 2018)の4つを中心に, その順序を示している。

表1 中学校第1学年の教科書の構成

	内容の順序
T社	1節: 累積度数⇒ヒストグラム/相対度数/ (代表値) 2節: (活用) 3節: 統計的確率
G社	1節: (代表値) ⇒ヒストグラム/相対度数⇒累積度数⇒統計的確率 2節: (活用)
S社	1節: (代表値) ⇒ヒストグラム/相対度数/累積度数 2節: 統計的確率
Ke社	1節: 累積度数⇒ヒストグラム⇒ (代表値) ⇒相対度数/ (活用) 2節: 統計的確率
Ky社	1節: ヒストグラム/ (代表値) /相対度数/累積度数/統計的確率 2節: (活用)
N社	1節: ヒストグラム/ (代表値) /相対度数/累積度数/ (活用) 2節: 統計的確率/ (活用)
D社	1節: ヒストグラム/相対度数/累積度数/ (代表値) 2節: 統計的確率 3節: (活用)

7社における中学校第1学年の教科書の構成(表1)をもとにすると, 統計授業で表出される思考は, 次の3点に整理できる。

1. 最初はヒストグラムに表してデータの傾向をよむ。
2. 事象を累積度数と相対度数のどちらを先に分析するかは曖昧である。
3. 統計的確率は考察の後半に位置づけられる。

4. 実践授業

4-1. 実践授業の設計

中学校第1学年の子どもたちが不確定な事象を探究する学習の過程において、「データの必要性の認識」, 「統計的と文脈的の統合」を進める様相を把握することを目的として実践授業を設計した。また授業の進め方としては、「ジグソー・メソッド (Elliot&Shelley, 2011)」を採用した。その理由は2つある。一つは、考えたことをグループの仲間と会話する学習形態を主としているため、思考の過程が表出されやすいからである。もう一つは、いくつかの未習の学習課題を各グループに分かれて解決する学習形態であるから、グループごとに異なる思考の様相が表出されやすいからである(松島, 2014)。なお、中学校第1学年においてデータの活用領域の学習は実施したことがない状態で実践授業を行ったため、レディネスは小学校第6学年終了段階であることを言及しておく。

4-2. 実践授業の概要

- 期 日 : 令和3年9月29日(水), 30日(木)
対 象 : 国立大学附属S中学校第1学年生徒39名
授業者 : 筆頭著者と第2著者のTeam Teaching
目 標 : 複数の情報をもとに、自分なりに根拠を示しながら結論づけることができる。

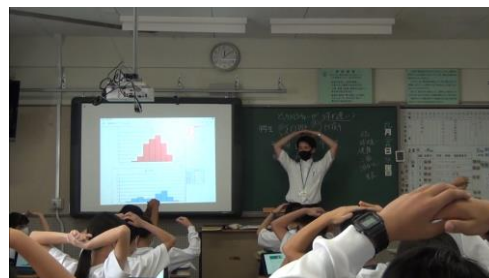
題材は、野球の先発投手を選出する問題にした。大リーグや東京オリンピックにおいて日本選手が活躍する話題がニュースになり、生徒の興味をひきつけるからである。また、先発投手を選出するための判断は数々の視点があり、不確定な事象に対してデータをもとに意思決定することが要求されるからである。主発問は、「O投手とM投手のうち、あなたはどちらを先発投手に選びますか?」として、2択の解答限定問題にした。このことによって、解答を定める根拠を重視する授業形式にした(天野, 2021)。

授業の流れは、次のように進行した。

(実践授業の1時間目)

〔導入〕問題を把握して結論を予想する(20分)

東京オリンピックの野球の投手がプレーする映像を流して動機づけをした。その後、O投手とM投手の球速を羅列したデータを提示し、「あなたはどちらを先発投手に選びますか?」と主発問で投げかけた。その際、生徒から「グラフに表したものがほしい」という発言があった。



そこで、ヒストグラムと代表値に表したワークシート(資料1)を配付した。そのうえで再度どちらを先発投手に選ぶか尋ねたところ、15名がO投手、24名がM投手を選ぶことを表明した。

〔展開〕エキスパート活動(25分)

資料A, 資料B, 資料C, 資料D(資料2)を分析するグループを3グループずつ編成した。なお、各グループの人数は、3名か4名であった。ジグソー・メソッドでは、このような活動を各資料のエキスパート(熟練考察者)として分析することから、エキスパート活動と呼んでいる。資料A, 資料B, 資料C, 資料Dの内容は、次の通りである。



- 資料A : O投手とM投手におけるストレートの球速と変化球の球速についての度数折れ線及び代表値
資料B : O投手とM投手における投球数が50球未満の球速と50球以上の球速についての度数折れ線
資料C : O投手とM投手における投球数が50球未満の球速と50球以上の球速についての累積度数分布表
資料D : O投手とM投手の球速についての相対度数分布表及び相対度数折れ線

資料B及び資料Dを分析するグループは、時間に余裕が見られた。一方で、資料A及び資料Cを分析するグループは、視点が多く変更されて、時間いっぱい議論が展開された。

〔まとめ〕結論をまとめる(5分)

最初の予想やエキスパート活動での分析をもとに、O投手とM投手のうち、どちらを先発投手に選ぶかを授業ワークシートに記述させた。その結果、12名がO投手、27名がM投手を選んだ。その際、理由を整理して自分なりに根拠を示しながら書くように呼びかけた。

(実践授業の 2 時間目)

〔導入〕 学習課題を再確認する (5 分)

前時に検討した問いについて、自分が出した結論とその理由を確認させた。また、その後の交流活動について説明し、自分の意見を話せるように準備させた。

〔展開Ⅰ〕 ジグソー活動 (25 分)

資料 A, B, C, D の 4 種類のうち、同じ資料を分析したメンバーが混ざることのないように 10 のグループを編成した。なお、各グループの人数は、3 名か 4 名であった。ジグソー・メソッドでは、このような活動を各資料から分析したことをもとに、それぞれの意見をジグソーパズルのように不規則に編み込んでいくことから、ジグソー活動と呼んでいる。



〔展開Ⅱ〕 全体で意見を交流する (10 分)

まず、投球数が 50 球未満と 50 球以上の場合に分けて球速の相対度数の分布を考察した生徒の意見を取りあげ、ジグソー活動の班で再度協議させた。次に、O 投手と M 投手それぞれの長所を書き出した生徒の授業ワークシートを投影し、その生徒が記述した意見をもとに交流させた。最後に、本実践授業と PPDAC の探究サイクルによる学習方法との関係を確認した。

〔まとめ〕 結論をまとめる (10 分)

前時からのすべての学習をふまえたうえで、O 投手と M 投手のうち、どちらを先発投手に選ぶかを授業ワークシートに記述させた。その結果、13 名が O 投手、26 名が M 投手を選んだ。その際、理由を自分なりに根拠を示して書くように指示した。

4-3. 実践授業の結果～発話記録

発話記録は、2 時間目のジグソー活動において、各グループにボイスレコーダーを設置して録音した。その発話記録を、表 2 に示す。

表 2 発話記録

18	C 1 : 相対度数って何です?
19	C 4 : あ、割合のこと。全体のうち、どれくらい投げたかってこと。 C 3 : じゃあ、%使って書いて私は考えよう。
20	(略)
28	C 3 : 私は、M 投手だと思うんです。理由は、私も速さの確率を出してみて一。その時
29	に、M 投手の方が全体的に速いことが分かったので、M 投手だと思いました。
30	C 1 : はい。 C 2 : 前半の球速が 110 キロ以上とかの確率は M の方が高いということ?
31	C 3 : そう。そこまで理由には書いてないけど。

4-4. 実践授業の結果～授業ワークシートの記述

授業ワークシートは、実践授業の最終場面で記述させたものをデータ化した。そのうち、生徒 Mo のワークシートを、図 3 に示す。

私は M 投手です。
理由は、相対度数折れ線の山が、O 投手だと 110~115 で、M 投手だと 115~120km/h のところが一番の決め手です。また、累積度数の球速が 110~115km/h の割合を求めた時に、O 投手の前半は 48%で後半は 59%、M 投手の前半は 62%で後半は 56%であったことから M 投手の方が速い球を投げられると考えました。

図 3 生徒 Mo のワークシート

5. 考察

(1) 学習の初段階ではデータを視覚化して分析しようとする

「3. 中学校第 1 学年の教科書の構成」において, 統計授業で表出される思考の一つに, 学習の初段階ではヒストグラムに表して, データの傾向をよむことを示した。

実践授業の 1 時間目の導入部分において, O 投手と M 投手の球速を羅列したデータを提示した時点で, 生徒から「グラフに表したのが見たい」という発言が出された。そして授業者は, ヒストグラムに表したワークシートを配付した。

以上のことをもとにすると, 中学校第 1 学年の子どもたちは, 「データの必要性の認識」について学習の初段階で視覚化したヒストグラムからデータの傾向をよもうとする様相が窺われる。また, 「統計的と文脈的の統合」については, ヒストグラムを見比べる方法によって O 投手と M 投手のどちらを選ぶか判断しようとする思考が働くようである。

(2) 意思決定するまでに「比較して判断する」思考を働かせることが多い

実践授業の 1 時間目のエキスパート活動をもとに記述した授業ワークシートでは, 結論にいたる理由として「～投手の方が」, 「～投手より」という記述が 39 名中 36 名 (92.3%) あった。

以上のことから, 中学校第 1 学年の子どもたちは, 「統計的と文脈的の統合」について意思決定するまでに折れ線や代表値, 累積度数, 相対度数などの各種統計分析ツールを用いながら, O 投手と M 投手の傾向を比較してどちらを選ぶか判断しようとする様相が窺われる。このことは, Wild&Pfanckuch (1999) が, 事象を統計的思考を働かせて判断する「尋問サイクル (interrogative cycle)」において, 事象の傾向を解釈するうえで「データを比較する過程がある」という主張を裏づけている。

(3) 比較して判断する場合は割合の考えを活用しようとする

「3. 中学校第 1 学年の教科書の構成」で, 統計授業で表出される思考の一つに, 事象を累積度数と相対度数のどちらを先に分析するかは曖昧であることを示した。

実践授業の 1 時間目のエキスパート活動 C 班における授業ワークシートでは, 図 4 のように 9 名中 9 名 (100%) が割合の考えを用いて, O 投手と M 投手のどちらを選ぶか判断している。

私は M 投手を選びます。理由は, 球速 110km/h 以上の割合を求めると, 「O」の前半が 45%, 後半が 58% で, 「M」の前半が 52%, 後半が 56% です, それらの割合を平均すると, 「O」が 51.5%, 「M」が 54% と考えると, 「M」の方が速い球を投げていると考えられるから。

図 4 生徒 Y のワークシート

このことは, 実践授業の 2 時間目のジグソー活動での発話記録 (表 2) における「28: 私は, M 投手だと思っんです。理由は, 私も速さの確率を出してみてー。その時に, M 投手の方が全体的に速いことが分かったので, M 投手だと思いました。」に裏づけられる。この生徒の発言は, 確率という表現で割合の考えを用いて考察する言動と捉えられる。さらには, 実践授業の最終場面に記述したワークシート (図 3) によると, 「累積度数の球速が 110~115km/h の割合を求めた時に, O 投手の前半は 48% で後半は 59%, M 投手の前半は 62% で後半は 56% であったことから M 投手の方が速い球を投げられると考えました。」にも裏づけられる。この生徒の記述から, 割合の考えを用いて判断していると捉えられる。

以上のことから, 中学校第 1 学年の子どもたちは, 「データの必要性の認識」についてたとえ累積度数のデータを取得したとしても, それらを割合の考えを用いて相対化してデータの傾向をよもうとする様相が窺われる。このことを言いかえると, 「統計的と文脈的の統合」については, 累積ツールより相対ツールを優先させ, O 投手と M 投手のどちらを選ぶか判断したようである。

6. おわりに

不確実な事象を取り扱う統計授業において子どもたちの思考の様相を解明することが不可欠となる。本研究では、統計授業で表出される中学校第 1 学年の子どもたちの思考について、先行研究及び教科書の構成をもとに考察したうえで、実践授業をもとに実際の統計授業で表出される子どもたちの思考過程を 3 つ明らかにした。

1. 学習の初段階ではデータを視覚化して分析しようとする。
2. 意思決定するまでに「比較して判断する」思考を働かせることが多い。
3. 比較して判断する場合は割合の考えを活用しようとする。

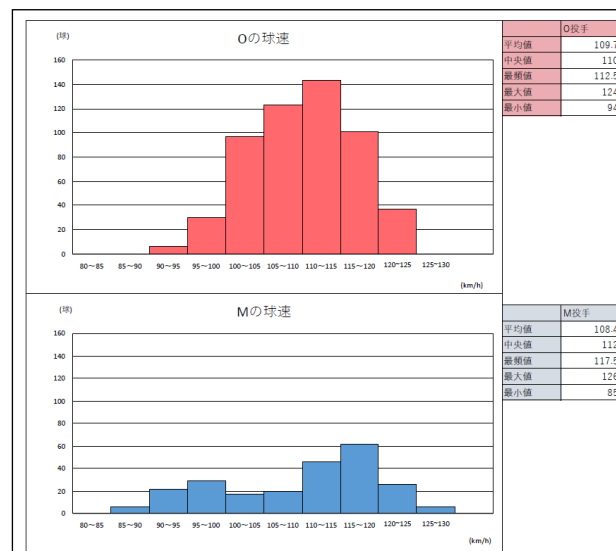
今後は、子どもたちが働かせる思考を円滑に推進する統計の授業モデルを提案したい。

付記 本実践は、日本教育科学研究所研究委嘱事業(財教研発第 2112 号)の助成を受けて実施している。

【 引用・参考文献 】

- 天野秀樹, 広島県中学校数学教育実践研修会の歩み—全 20 回における数学教師の実践力向上に着目して—, 第 102 回全国算数・数学教育研究大会発表要旨集, 157, 2020.
- C. J. Wild, M. Pfannkuch, Statistical Thinking in Empirical Enquiry, *International Statistical Review*, 67(3), 223-265, 1999.
- 松浦武人, 統計的な問題解決の方法について知る, 溝口達也編著, 新しい算数教育の理論と実践, ミネルヴァ書房, 164-166, 2021.
- 西村圭一, 統計的思考力を育成する算数・数学の授業の枠組みに関する研究, 科学教育研究第 35 巻第 2 号, 119-127, 2011.
- 清水美憲, 学校数学カリキュラムにおけるアラインメントを検証するための理論的枠組みの構築, 日本数学教育学会第 53 回秋期研究大会発表収録, 89-92, 2020.
- 文部科学省, 中学校学習指導要領解説数学編, 日本文教出版, 2018.
- 藤井齊亮ほか, 新しい数学 1, 令和 2 年文部科学省検定済, 東京書籍, 2021.
- 池田敏和ほか, 中学校数学 1, 令和 2 年文部科学省検定済, 学校図書, 2021.
- 岡部恒治ほか, これからの数学 1, 令和 2 年文部科学省検定済, 数研出版, 2021.
- 岡本和夫ほか, 未来へひろがる数学 1, 令和 2 年文部科学省検定済, 啓林館, 2021.
- 坂井裕ほか, 中学数学 1, 令和 2 年文部科学省検定済, 教育出版, 2021.
- 重松敬一ほか, 中学数学 1, 令和 2 年文部科学省検定済, 日本文教出版, 2021.
- 吉田稔ほか, 数学の世界 1, 令和 2 年文部科学省検定済, 大日本図書, 2021.
- A. Elliot, P. Shelley, Cooperation in the classroom: the jigsaw method, *Pinter&Martin*, 2011.
- 松島充, 算数・数学教育における協調的問題解決を実現する学習に関する研究, 愛知教育大学・静岡大学大学院学位論文, 2014.
- 天野秀樹, 中学校数学科「見方・考え方」を働かせる 7 つの指導術&授業ワークシート, 明治図書, 2021.

【資料 1】



【資料2】

エキスパートA ～ストレート/変化球別にみる球速～ 1年2組 () 番

○投手とM投手のストレート/変化球別の球速の折れ線

代表値	平均値		中央値		最頻値	
	変化球	ストレート	変化球	ストレート	変化球	ストレート
○投手	102.5km/h	112.7km/h	102.5km/h	112.5km/h	102.5km/h	112.5km/h
M投手	96.3km/h	116.5km/h	97.5km/h	117.5km/h	97.5km/h	117.5km/h

エキスパートB ～疲れたときの球速～ 1年2組 () 番

エキスパートC ～○○km/h以上の球速～ 1年2組 () 番

○投手とM投手の投球数が前半と後半の球速の度数分布表

投手名	○投手				M投手			
	前半 (投球数50球未満)		後半 (投球数50球以上)		前半 (投球数50球未満)		後半 (投球数50球以上)	
	度数 (球)	累積度数 (球)	度数 (球)	累積度数 (球)	度数 (球)	累積度数 (球)	度数 (球)	累積度数 (球)
球速 (km/h)								
以上 未満								
125~130	0	0	0	0	6	6	0	0
120~125	13	13	24	24	17	23	9	9
115~120	50	63	51	75	44	67	18	27
110~115	103	166	40	115	19	86	27	54
105~110	93	259	30	145	10	96	10	64
100~105	64	323	33	178	11	()	6	70
95~100	16	339	14	192	18	125	11	81
90~95	4	343	2	194	9	134	13	94
85~90	0	343	0	194	4	138	2	96
合計	343		194		138		96	

上の表は、○投手とM投手の球速の度数分布表を前半（投球数50球未満）と後半（投球数50球以上）に分けたものです。
階級について、最初の階級からその階級までの度数を合計したものを、累積度数という。上の表のように、度数分布表に累積度数を含めることもある。

エキスパートD ～割合からみる球速～ 1年2組 () 番

記録 (km/h)	○投手		M投手	
	度数 (球)	相対度数	度数 (球)	相対度数
以上 未満				
125~130	0	0.00	6	0.03
120~125	37	0.07	26	0.13
115~120	101	0.19	62	0.26
110~115	143	0.27	46	0.20
105~110	123	0.23	20	0.09
100~105	97	0.18	17	0.07
95~100	30	0.06	29	0.12
90~95	6	0.01	22	0.09
85~90	0	0.00	6	0.03
合計	537	1.00	234	1.00

全体の度数が異なるデータを比較するときには、度数の代わりに、度数の合計に対する割合を用いるとよい。すなわち

$$\frac{\text{（その階級の度数）}}{\text{（度数の合計）}}$$

を用いる。このようにして求めた値を相対度数という。
相対度数を用いることで、ある階級の度数の全体に対する割合がわかる。