

# 新たな統計的知識獲得の学習における批判的思考の意義

## －累積度数の必要性と意味の指導に焦点を当てて－

藤原 大樹

お茶の水女子大学附属中学校

### 1. 研究の背景, 目的, 方法

新しい中学校学習指導要領(以下,CS)の各学年「D データの活用」領域に「批判的思考」が位置付けられた(文部科学省, 2017a). 不確定な事象における情報に適切に対応する上で「批判的思考」は重要であり,既習の知識・技能を活用して問題解決する場面で働くものと第一に考えられる. 筆者はそれに加え,第二として,新たな概念・知識を獲得する場面においても有効に働くと考える. なぜなら,新たな概念・知識の必要性を感じるのは,既知の概念・知識の限界に気付いたときであり(峰野・富田, 2014),その後の「批判的思考」が新たな概念・知識の獲得の動機付けとなり得ると期待するからである. そこで本研究の目的を「新たな統計的知識獲得の学習における『批判的思考』の意義を明らかにすること」とし,実験授業,評価問題,感想を分析する. 獲得する統計的知識は,新CSの第1学年に位置付けられた累積度数(と累積相対度数)とする.

### 2. 「批判的思考」と累積度数

「批判的思考」は21世紀をよりよく生きるための基盤であり,他者を非難するものではない. 類似概念の反省的思考は自己を対象とするが,「批判的思考」は自己と他者を対象とし(楠見・道田, 2015),これらにバランスよく「批判的思考」を働かせることができる指導が統計教育では必要である(栢元, 2017). 久保ら(2016)は,社会的文脈に着目した数学教育における「批判的思考」について,民主的社会構築を視野に具体的に検討している. 本研究では,概念獲得に向けて「批判的思考」をより広義に捉え,「多面的に吟味してよりよい解決や結論を見いだすこと」と捉える(文部科学省, 2017b 91-92).

本研究では,具体的な問題解決の過程で,既習の方法を用いた考えを批判的に捉えることで,新たな方法を考察する動機付けを生むことができるか,さらには累積度数や累積相対度数(以下,累積度数等)につながる考えを生徒が見いだすことができるかどうかをみる. なお,度数分布において「最小の階級から各階級までの度数の総和」がその階級の累積度数であり,相対度数の総和が累積相対度数である(文部科学省, 2017b 90-91).

### 3. 実験授業とその分析

#### (1) 実験授業の構想

実験授業では,累積度数等につながる考えを生徒が見いだせる問題が必要である. 現行CSの代表値などの学習では,中央値などデータの度数が比較的大きい階級の周辺に着目する問題「中央値着目型問題」を扱う. 一方,累積度数の学習では,問題解決のためにデータの最小値の周辺の階級に着目する問題「最小値着目型問題」を扱う必要がある. 現行CSにより前者は蓄積があるが,後者は過去の文献に見られない.

そこで,本研究では既存の教材「お小遣い調査」(藤原, 2010)をアレンジし,「お小遣いアップ大作戦」を開発した. 問題は以下の通りである.

毎月2000円のお小遣いをもらっている大介くん(中3). 思い切って学年全員を対象にアンケートを実施し,データを集めました. 統計を使って,お小遣いの金額が少な過ぎることを親に訴える方法を考えよう!

藤原(2010)で収集した実際のデータを統計ソフトstathistに入力した画面(図1, 2はその一部)を印刷したプリントを配付する.

実験授業における「批判的思考」は,既習の代

表値を用いた主張を生徒が批判的に捉え、よりよい新たな方法を検討することとする。しかし、久保(2017)が指摘するように、対象生徒は「批判的思考」の態度形成が十分でないと考えられ、教師が手立てを講じない状況で、生徒自ら批判的に考察することは

データ: 中3 131名		
階級	度数	相対
0-1000	11	0.0839
1000-2000	23	0.1756
2000-3000	24	0.1832
3000-4000	27	0.2061
4000-5000	15	0.1145
5000-6000	9	0.0687
6000-7000	7	0.0534
7000-8000	2	0.0152
8000-9000	1	0.0076
9000-10000	0	0
10000-11000	5	0.0382
平均値	3881.2748091	
中央値	3000	
最頻値	3500	

図1 度数分布表

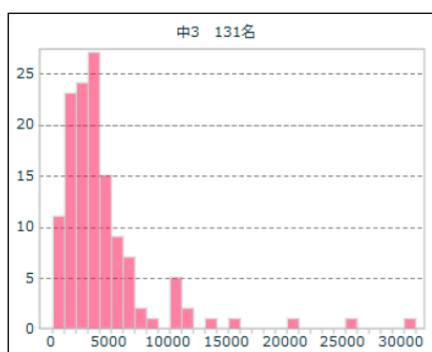


図2 ヒストグラム

あまり期待できそうにない。そこで、主人公が平均値より少な過ぎることを主張するも、親から外れ値に影響を

受けた可能性を批判的に指摘される設定とし、生徒の「批判的思考」を促す展開とする。実際、図1, 2のデータは外れ値を含む。親の指摘を動機付けとして、新たな方法、特に累積度数等につながる考えを生徒が見いだせるかを分析する。

## (2) 実験授業の実際とその分析

平成29年3月3日(金)に関東地方の国立大学附属中学校1クラスを対象に、現行CSの第1学年の内容を全て学習した後、実験授業を実施した。授業者は筆者で、目標は「累積度数及び累積相対度数の必要性和意味を理解している」である。

問題提示をしてプリントを配付した上で、前述の親による指摘を紹介し、生徒の「批判的思考」を促すようにした。親の指摘の鋭さに驚く様子が多くの生徒に見られたが、平均値の限界は既習であるため、納得して新たな方法を考えているようであった。まず個人で5分間考え、4人程度のグループで10分間話し合っ

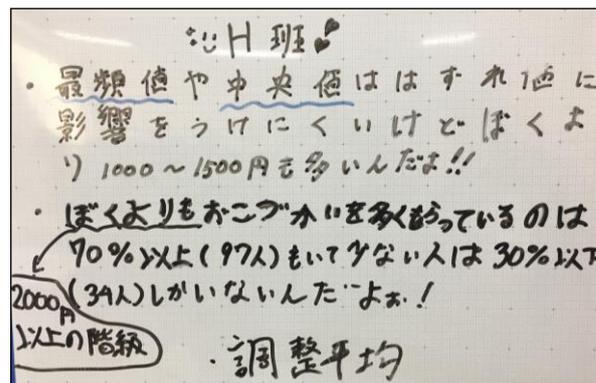


図3 累積相対度数につながる方法を記述した2つのグループの記述

方法の両方を見いだせた場合、後者を優先して記述するように伝え、新たな統計的知識獲得に向けて活動を緩やかに方向付けるようにした。

全体で考えを共有する場面では、ホワイトボードを黒板に貼り、代表値を用いた考えと累積度数等につながる考えとを分類し、後者を強調した。その上で、累積度数と累積相対度数の用語とその意味を紹介して板書し、ノートに記入させた。

実験授業では、対象生徒の9グループのうち、2グループが累積度数につながる考えを、7グループが累積相対度数につながる考え(例えば図3)を基に訴える記述をした。他者(主人公の親)の「批判的思考」が新たな方法を生徒が考える動機付けに影響を与え、生徒が累積度数等につながる考えを見いだすことに作用したと解釈できる。その後、累積度数と累積相対度数の用語を紹介した。

## 4. 評価問題とその分析

### (1) 評価問題の構想

実験授業で学習した累積度数等の必要性和意味の理解が活用可能な状態にあるかを調べるため、ルーブリックを予め作成した上で、評価問題「病院の待ち時間」(図4)を実施する。

境界の階級を自ら設定する点、複数の集団を比較する点が、「お小遣いアップ大作戦」より複合的である。なお、「病院の待ち時間」では、相対度数を確率とみなして判断することで「統計と確率の関連付け」(青山, 2014)の学習が可能であるが、研究の目的に照らし、これは意図しない。

評価問題の説明は多様に予想され、生徒の活動を累積度数等にある程度焦点化する必要がある。

そこで、図3の問題文において着目させたい視点に鍵かっこを付けて強調し、生徒の活動を累積度数等に緩やかに方向付けることとした。

ゆりさんは2つの耳鼻科 A, B のうち、待ち時間の短そうな方を選んで通おうとしています。次の度数分布表は、ゆりさんが通おうとしている曜日・時間帯に、耳鼻科 A と耳鼻科 B のそれぞれで受診した患者さん一人一人の待ち時間のデータを整理したものです。この表から、「待ち時間が短かった患者さんが多かったのはどちらの耳鼻科か」を、学習した専門用語や値を用いて説明しなさい。

階級 (分間)	耳鼻科 A		耳鼻科 B	
	度数	相対度数	度数	相対度数
以上 未満 5-15	6	0.07	8	0.06
15-25	13	0.15	15	0.11
25-35	21	0.24	27	0.20
35-45	23	0.26	36	0.27
45-55	14	0.16	23	0.17
55-65	7	0.08	16	0.12
65-75	4	0.05	7	0.05
合計	88	1.00	132	1.00

【説明】

図4 評価問題の配付プリント

(2) 評価問題への取組結果とその分析

実験授業の次時に、評価問題へ15分間取り組ませた。その記述をルーブリックに照らして整理したのが表1である。

表1 評価問題のルーブリックと結果

判定	評価基準	人数 (割合)
S	累積相対度数に着目して比較しており、用語や値を正しく用いた上で、その値の差を求めて、どちらがどの程度頻度が高いかを説明している。	8人 (22.9%)
A	累積相対度数に着目して比較しており、用語や値を正しく用いて説明している。	19人 (54.3%)
B	累積相対度数に着目して比較しているが、用語や値を正しく用いずに説明している。	6人 (17.1%)
C	上記Bに達していない。	2人 (5.7%)

例えば、図5, 6, 7の記述をそれぞれS, A, Bとした。

Aの待ち時間が35分未満の累積相対度数は0.46である。Bは0.37であり、その差は0.09となる。よって待ち時間が短かった患者さんが多かったのはAだと言える。

図5 評価問題でSと判定した記述例

ゆりさんは「(私の設定)少なくとも待ち時間が35分以内がいい」と考えるので、累積相対度数で比べると、耳鼻科Aでは患者の46%が待ち時間35分以内で見てもらえる。耳鼻科Bでは37%が待ち時間35分以内で見てもらえる。Aでは約半分の人が35分以内で見てもらえているので、Aの耳鼻科の方が待ち時間が少ないと言える。

図6 評価問題でAと判定した記述例

合計人数が違うので相対度数でみる。35分未満の人はAが40人で全体の0.46であり、Bが50人で全体の0.37であるため累積度数はAの方が多く、待ち時間が少ない。

図7 評価問題でBと判定した記述例

表1では、用語や値の使用などといった説明の質によってS, A, Bを分けしたが、94.3%の生徒が累積相対度数に着目して2つの集団を比較することができており、累積相対度数の必要性と意味を活用可能な状態で理解できていると評価できる。前述のように、実験授業の成果として、境界の階級を自ら設定し、累積相対度数を用いて2つの集団を比較して解決できたことがわかる。図5, 6, 7では偶然にもすべて35分未満の累積相対度数について記述しているが、25分未満や45分未満の累積相対度数で比較した記述もあった。

なお、累積度数等を用いた説明は初めてだが、S, Aの77.1%の生徒が用語「累積相対度数」や値を適切に用いて説明できた。これは、既習の第1学年D領域において、統計的な説明を評価・改善する活動を通して、「用語を適切に用いる」、「代表値などの値を挙げる」、「比較する際には差を求めて解釈する」など、統計的な説明に関する方法知を複数回取り上げて学習してきたことが大きいと推測される。指導にあたっては、机間を回りながら必要に応じて上記の方法知を想起させる助言を個別に行うことが効果的であろう。

5. 特徴的な感想の分析

累積度数等の指導上の留意点を探るため、授業後の生徒の感想の特徴的な記述を分析する。

例えば、図8の記述からは、平均値を例に挙げ、根拠が脆弱であった場合を想定すると批判的な考察が重要であること、及び新たな方法の価値が高いことを実感していると読み取ることができる。新たな統計的な知識の獲得における「批判的

思考」が重要な働きをしていることが、実験授業のみならず、生徒の記述からも解釈される。

お小遣いアップをするためには、他の人たちの平均を出すのがいいと思っていましたが、外れ値があると見破られるとアップできないので様々な根拠を考えておくことが大切だと思いました。僕を基準に高いか安いかを比べる考え方が新しかったので、忘れないようにしたいです。

#### 図8 「批判的思考」の重要性などの記述例

また、図9からは、最小値の方からではなく、最大値の方から順に階級の度数を足していくことについて素朴に疑問をもっている様子が窺える。その和については、総度数から累積度数を引けば得られる。累積相対度数で考えると、1から累積相対度数を引くことで容易に得られ、このことを授業で扱うことは「確率」の学習で扱う余事象の素地学習となる。本研究の2つの教材では最小値の方からの度数の総和が重要であるが、問題場面によっては、最小値の方からの総和と最大値の方からの総和のどちらが解決、説明には適しているかを批判的に検討することがあり得るため、最大値の方からの度数の総和時機を見計らって取り上げられるとよい。

累積度数の逆で、上から数えるものは無いのか気になった。

#### 図9 度数を累計する順序に疑問をもった記述例

### 6. 研究の成果と課題

累積度数等の指導に適した「最小値着目型問題」は蓄積が少ない。そこで本研究では「お小遣いアップ大作戦」(実験授業の問題)と「病院の待ち時間」(評価問題)を開発し実施した。その結果、他者の「批判的思考」が、新たな方法を生徒が考える動機付けとなり、生徒が累積度数等につながる考えを見いだすことに作用し、累積度数や累積相対度数の必要性和意味が活用可能な状態で理解されることが確認された。これは、新たな統計的知識獲得の学習における「批判的思考」の意義といえ、生徒の感想からも読み取れる。指導においては、「批判的思考」の態度が不十分な生徒に対して他者の「批判的思考」を取り上げて本人の「批判的思考」を促す指導が、新たな統計的知識獲得の場面で有効であると示唆される。

なお本研究では、実験授業における生徒の協働的な解決の様相を十分に分析し切れていない。統計的問題解決に生徒各自が「批判的思考」を働かせて取り組む様相を、生徒同士の相互作用を含めて詳しく調査することが今後の課題である。

謝辞：本研究は、JSPS科研費25381247・17K04765(代表：柁元新一郎)、17H00159(代表：藤原大樹)の助成を受けたものである。

#### 引用・参考文献

- 青山和裕(2014).「資料の活用」領域における指導の充実に向けてー探究プロセスに関するスパイラル指導と確率との関連付けー.日本数学教育学会誌,96(1),43-46.
- 藤原大樹(2010). 統計的な問題解決の方法を学ぶ実践～中3「お小遣い調査」を通して～.総務省統計局, 統計学習の指導のために(先生向け).  
<http://www.stat.go.jp/teacher/cl/jirei.htm> (2017.9.25 最終確認)
- 久保良宏・久永靖史・谷口千佳・太刀川祥平(2017).社会的文脈に着目した数学教育における批判的思考の具体例と学習者の考え方の傾向.日本数学教育学会誌,99(5),2-9.
- 楠見孝・道田康司(2015).批判的思考 21世紀を生き抜くリテラシーの基盤.新曜社.
- 柁元新一郎(2017). 数学教育の統計指導における批判的思考.日本科学教育学会年会論文集 41,167-170.
- 峰野宏祐・富田真永(2014).中・高等学校における統計領域の系統案に関する一考察ー生徒の問いと、そこから生じる活動に焦点を当ててー.日本数学教育学会誌.96(1),60-63.
- 文部科学省(2017a).中学校学習指導要領.  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2017/06/21/1384661\\_5.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/06/21/1384661_5.pdf) ((2017.9.25最終確認))
- 文部科学省(2017b).中学校学習指導要領解説数学編.  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2017/07/25/1387018\\_4\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/07/25/1387018_4_1.pdf) (2017.9.25 最終確認)