

物理実験と ICT を活用した中学校の統計教育

2019SS063 岡本 真尋

指導教員：小藤 俊幸

1 はじめに

近年の日本では ICT 教育が加速し、2019 年度には文部科学省による GIGA スクール構想が導入されたことにより、教育 ICT 環境を整備するために生徒 1 人につき 1 台の端末と通信大容量ネットワークが整備された。教育現場が急激に変化する現代では、教員も変化しなければならない。

日本の数学教育の課題を明らかにするために中国の数学教育と比較していく。中国は PISA2018 のすべての分野で 1 位を獲得している。そのため、日本も学べることが多いと考えたため、中国と日本の数学のカリキュラムを比較することで、どのような違いがあるのか考察していく。その上で本研究目標として、主体的・対話的で深い学びや ICT 機器を利用した指導案を作成し、教員のあり方について検討することとする。

2 数学のカリキュラムの比較

中国の中学校では日本の高校で習う「一元一次不等式」や「文字式を用いた分数」、「二次関数」、「統計の確率」という単元を扱っていたりするため、日本の中学校の数学よりレベルの高いカリキュラムであるといえる [1]。日本の高校数学では、数学 I、数学 II、数学 A、数学 B が必修となっていることが多く、数学と数学 C は理系が学習することが多く、理系と文系で学習内容に大きく差が出ている。一方で中国の高校数学では文系でも理系でも統計と極限、導関数を必ず履修することになるため、中国の方が日本より学習内容が多く、日本より統計分野にも力を入れていることがわかる。中国の確率・統計教育では日本の大学で習うような「帰帰直線」や「モンテカル口法」を学習していることから中国の方が専門性が高いといえる [2]。日本も学習指導要領が改訂されてから仮説検定の導出等、高校生で習う数学 I の分野の「箱ひげ図」を中学校二年生のカリキュラムに前倒していることから、データの分析の単元に力を入れ始めていることがわかる [3]。

3 授業構想

数学のカリキュラムを比較すると、日本は確率・統計分野の専門性が低いといえる。日本の子どもたちは確率・統計に興味・関心が低かったり、数学が世の中の役に立っている実感がなかったりするため、生徒が意欲的に学習するためには教員の指導能力や方法に依存してしまう。そこで、ICT 機器を活用したモンテカル口法シミュレーションを活用できるような確率・統計教育の 2 時限分の授業を提案する。本授業の目的として、生徒の知識の確立、統計的方法の良さについて実感させ、確率・統計の分野に対して興味・関心を引き出し、将来の可能性を広げることとする。

4 指導案

4.1 1 時限目

4.1.1 1 時限目のめあて

実際にコインを投げ、箱ひげ図を作成することでデータの散らばりや試行回数との関係について考察できる。

4.1.2 導入

コインを 1 回投げる際に、表と裏の 2 通り存在しているため、コインの表が出る確率が $\frac{1}{2}$ であることを確認する。では、確率に本当に偏りがいないのか発問する。

4.1.3 展開

生徒の人数を 40 人として授業を行う。実際の物理的実験においても確率が同じになるのかを (i) から (vii) の手順で実験していく。

(i) 4 人グループを 10 組作成し、1 組につきコインを 10 回ずつ投げる。

(ii) 10 回投げたうちの表が出た回数を調べ、表が出る平均を計算する。

(iii) グループごとに表が出た回数と平均を発表させることでグループの結果を共有させる。

(iv) (iii) をもとに箱ひげ図を手書きで作成させる。

(v) 合計が 20 回、30 回、40 回になるようにコインを投げ、それぞれの平均を計算させ、(iii) と同様に共有する。

(vi) (v) をもとに箱ひげ図を手書きで作成していく。

(vii) 各データの散らばりをグループで考察する。

試行回数が増加すると、四分位範囲が小さくなっていることに気付かせ、四分位数の値が 0.5 に近づいていることに気付かせる。なお、図 1 は実際にコインを投げて、手書きで作成した箱ひげ図である。

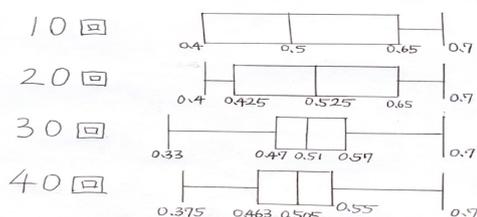


図 1 箱ひげ図の検証結果例

4.2 2 時限目

4.2.1 2 時限目のめあて

大数の法則について理解し、Excel を用いたモンテカル口法コイン投げシミュレーションを通して、確率に対する

理解を深め、統計的方法の良さについて理解する。

4.2.2 導入

表が出る平均値を 0.5 にさらに近づけるためには試行回数を増加させる必要があることを確認する。

4.2.3 展開

試行回数を増やすとことで、四分位範囲が小さくなり、四分位数が 0.5 に近づいていくことが必然的に起こるのかを解決するために、教員は大数の法則とチェビシェフの不等式の原理について理解をした上で、生徒に大数の法則を理解させる。大数の法則： X_1, X_2, \dots, X_n を互いに独立で同一の分布に従う確率変数と仮定し、標本平均を \bar{X}_n 、その分布の平均を μ 、任意の $\epsilon > 0$ に対して、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\bar{X}_n - \mu| \geq \epsilon) = 0 \quad (1)$$

次に、教員はあらかじめ Excel を用いたモンテカルロ法シミュレーションを作成する [4]。そのファイルを 40 人の生徒用端末に転送し、生徒には、100 回、200 回、1000 回のシミュレーションを行わせ、実行結果を教員用端末と通信で共同作業できるようにすることで、Excel に生徒自身の名前がある場所に記入させる。教員が集めた実行結果を生徒に転送し、箱ひげ図を作成させることで各データの散らばりを考察させる。箱ひげ図の各データの散らばりや前回の授業で作成した 10 回、20 回、30 回、40 回の箱ひげ図と比較すると試行回数が増えるたびに四分位範囲が徐々に小さくなっていくことに気付かせることで大数の法則が成立していることを実感させる。最後に、シミュレーションのプログラムを見せながらシミュレーションを実行することでシミュレーションの仕組みについても理解させる。

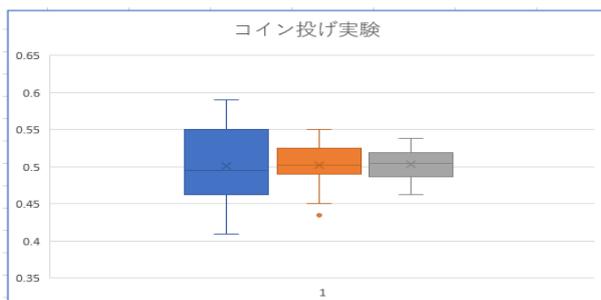


図 2 100 回、200 回、1000 回シミュレーションを行った際の箱ひげ図の例

4.2.4 まとめ

大数の法則について振り返ることで「確率」の意味についての理解を深める。Excel を用いたコイン投げシミュレーションや箱ひげ図の作成から、統計的方法の良さを実感させる。さらに、モンテカルロ法を用いたシミュレーションがコインの確率以外にも活用できることを紹介したり、他

の統計的方法についても触れたりすることで、統計分野への興味・関心を引き出せるような指導を行う。

4.3 指導における留意点

確率が $\frac{1}{2}$ の場合、2 回に 1 回の割合で起こり、2 回投げたら 1 回は必ず表が出るわけではないことを説明する時間を十分に確保することで、確率の意味について復習する。箱ひげ図を忘れていた生徒がいると想定されるため、箱ひげ図の問題を宿題として配布する。それでも、箱ひげ図に苦戦している生徒がいると考えられるため、1 時限目の箱ひげ図を作成する前に宿題のプリントを参考にしながら、一緒に箱ひげ図を作成する。大数の法則は確率の基本となる部分だが、大学で取り扱う内容なので、生徒の普通の授業の様子から、より生徒に合わせて授業を行う必要がある。

5 評価規準

平成 30 年度の新学習指導要領改訂より、知識・技能、思考力・判断力・表現力等、主体的に学習に取り組む態度の 3 つの観点から評価していく。箱ひげ図の作成、箱ひげ図からデータの散らばりを考察する様子、コイン投げ実験時のグループ活動の様子、記録用紙、大数の法則の理解、ワークシートの内容を判断材料とする。

6 おわりに

ICT 教育が急激に加速している日本では、単元に対する興味・関心を引き出すために教員が活用方法について工夫する必要があると考える。それが可能ならば、子どもたちの単元に対する理解を深めることができると考える。教員は限られた授業の時間で子どもたちに単元の内容を理解させる、興味・関心を引き出す、単元の良さを教える必要があるため、今回の授業案のような理想的な授業を実行することは難しいと考えられるが、生徒のための授業を展開するために常に理想的な授業を検討する必要があると考える。

参考文献

- [1] 岡田 大爾, 森山 真文:「中国における義務教育の算数・数学科カリキュラムと実施状況に関する研究～主に深市内中学校への訪問調査を通して～」
http://harp.lib.hiroshima-u.ac.jp/hkg/file/11946/20180327100002/AA11419398_45_p21.pdf
(最終閲覧日 2023 年 1 月 17 日)
- [2] 人民教育出版社 課程教材研究所 中学数学教材実験研究組,『普通高中過程標準実験教科書 数学』, pp73-78, pp109-114
- [3] 文部科学省,「【数学編 理数編】高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説」
https://www.mext.go.jp/content/1407073_05_1_2.pdf
(最終閲覧日 2023 年 1 月 17 日)
- [4] 新納浩幸:『Excel で学ぶ確率論』, オーム社開発局, 東京, 2004, pp2-10