

## 算数・数学科「データの活用」領域におけるPPDACサイクルを活用した授業づくり

### 教科研究センター 小中学校教科研究課

青木利憲

本研究は、多面的・批判的に解釈し判断する力やデータを活用する態度の育成を目指し、算数・数学科「データの活用」領域において、PPDACサイクル（「Problem:問題-Plan:計画-Data:データ-Analysis:分析-Conclusion:結論」）を活用した授業を提案するものである。授業を構想するにあたり、児童・生徒が問題解決の一連のプロセスを経験できるように、PPDACサイクルを活用できる題材の条件を整理し、その条件を満たす題材での授業を軸に単元を構成した。小・中学校での授業実践の概要とその有効性について報告する。

〈キーワード〉データの活用 PPDACサイクル 箱ひげ図 ヒストグラム 代表値 小中接続

### I はじめに

内閣府が提唱するSociety5.0は、仮想空間と現実空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会である。文部科学省が公表した「Society5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」では、Society5.0に求められる力として、「文章や情報を正確に読み解き、対話する力」、「科学的に思考・吟味し活用する力」、「価値を見つけ生み出す感性と力」が重要とされている。これを踏まえ、今後取り組むべき教育政策の1つに「基礎的な読解力、数学的思考力などの基盤的な学力や情報活用能力をすべての児童生徒が習得すること」があげられている。この情報活用能力の中に、統計的な資質・能力が位置づけられている（文部科学省, 2018a）。

この様な背景から、学習指導要領の改訂にあたっては、社会生活など様々な場面において必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定したりする資質・能力の育成のため、算数・数学科における統計的な内容の改善・充実が図られた（文部科学省, 2018b; 文部科学省, 2018c; 文部科学省, 2019）。その中では、校種を問わず「必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすること」、つまり統計的な問題解決活動が重要視されている。しかしながら、松本・風間・藤川・草涌（2017）は、「教育現場においては、統計教育分野の教材の不足や教員自身の経験不足、そして授業時数の圧迫などにより、問題解決を指向する授業が難しい」、三井寺（2020）は、「教員が統計的探究プロセスを指導することに不安感・負担感をもっている」と指摘している。

そこで、本研究では、上記の課題克服に向け、統計的探究プロセスの1つであるPPDACサイクルを児童・生徒が問題解決に活用していく授業について考察し、小・中学校での実践を通してその有効性を検証することにした。なお、本稿ではPPDACサイクルの各プロセスを「P:問題」、「P:計画」、「D:データ」、「A:分析」、「C:結論」のように示す。

### II 研究の目的

本研究は次の2点を目的とする。

- ・ 児童・生徒が統計的な問題解決の一連のプロセスを経験できる授業を提案すること。
- ・ 実践を通して多面的・批判的に解釈し判断する力やデータを活用する態度の育成についての有効性を検証すること。

### III 研究の方法

PPDACサイクルを活用して問題解決を行う授業をつくり、その有効性を検証するために、以下の手順で研究を進める。

- ・ 先行研究や文献から、PPDACサイクルを活用できる題材の条件を整理する。
- ・ 整理した条件を基にした題材を軸に、授業の単元を構成する。
- ・ 小・中学校での実践を通して、その有効性を検証する。

## IV 研究の概要

### 1 PPDAC サイクル

統計教育においては、児童・生徒が目的意識をもって統計的な問題解決のプロセスを実体験することが大切である。日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会（2016）によれば、統計的な問題解決のプロセスのモデルには、PPDAC サイクル(Problem:問題-Plan:計画-Data:データ-Analysis:分析-Conclusion:結論)、PCPD サイクル (Plan:計画-Collect:収集-Process:分析-Discuss:討論)、DMAIC サイクル (Define:定義-Measure:測定-Analyze:分析-Improve:改善-Control:定着) などがあり、海外では統計教育に幅広く活用されている。

その中の、PPDAC サイクルは、Wild&Pfannkuch(1999)が提唱し、統計教育の先進国の1つであるニュージーランドで推奨されている。総務省ホームページ「なるほど統計学園高等部」でも紹介され、次の5つの段階からなる(図1)。

- ・ Problem (問題の発見)  
問題を把握して、統計的に解決が可能な課題を設定する。
- ・ Plan (調査の計画)  
問題を解決するために、必要なデータの収集方法や分析方法等を計画する。
- ・ Data (データの収集)  
データを収集し、表に整理する。また、不要なデータがないかを検討する。
- ・ Analysis (分析)  
グラフの作成や代表値を求めることを通して、データの傾向を分析する。
- ・ Conclusion (結論)  
分析した結果から結論を導き、より良い解決に向けて新たな課題を見いだす。

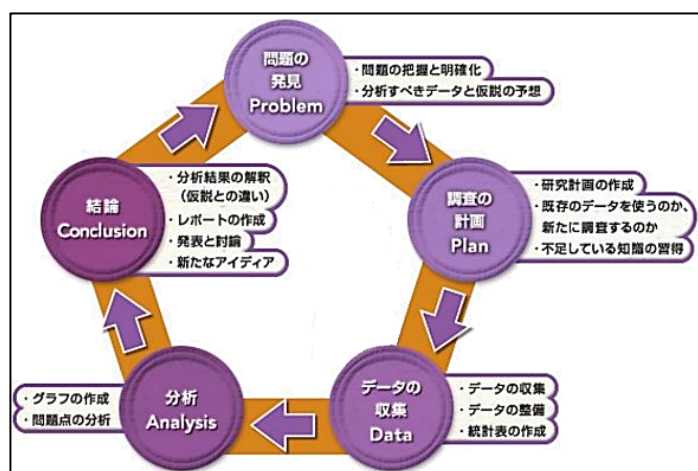


図1 PPDAC サイクル (総務省ホームページ「なるほど統計学園高等部」より引用)

そして、批判的思考を働かせながら各段階を行き来し、結論から見えてきた新たな課題の克服に向けて何度もこのサイクルを回しながら問題を解決していく。

授業において、児童・生徒が目的意識をもって統計的な問題解決のプロセスを実体験するためには、「問題を発見」段階が起点となる。また、一度得られた結論について、多面的・批判的な思考を働かせながら新たな問題へとつなげ調査活動を充実させるためにも、問題を発見する段階が「P:問題」として明示されている PPDAC サイクルに着目し、本研究を進めることにした。

### 2 PPDAC サイクルを活用できる題材の条件

小学校学習指導要領解説(文部科学省, 2018b)では、目的に応じてデータを集めて分類整理するためには、「児童にとって身近な興味や気付きなどから、判断や考察したい事象を問題場面として設定できるようにすることが大切である」と述べられている。問題を見いだすためには、児童・生徒にとって身近で解決したいと思える要素が必要である。また、中学校段階では、社会一般的な内容を扱い、生徒の興味・関心の範囲を広げていくことも大切だが、生徒が問題解決の一連のプロセスを経験できる授業を実現する第一歩として、本研究では、身近で解決したいと思えるような問題場면을扱うことを想定した。

しかし、児童・生徒が身近なものから問題を見いだせたとしても、見いだした問題が単元の学習内容に沿ったものになるとは限らない。藤井(2019)は、「統計的に解決可能な問題を設定するには、各学年で学習する内容に対する知識が不可欠であり、初めて学習する際にその内容に沿った問題を設定することはかなり難しく、ある程度教員が誘導しながら問題の設定を行う必要がある」「教員主導で最初の問題を設定すると、児童・生徒自身で問題設定をする機会を逸してしまう」と指摘している。また、この解決策として、「データを収集する部分までは教員主導で進め、その後に児童・生徒主導で授業を進めること、そして PPDAC サイクルを2度回す」ことが提案している(図2)。本研究では、この提案を基に PPDAC サイクルを2度回すことのできる授業および単元について考察していくことにした。

また、1回目のサイクルで得られた結論から、児童・生徒が多面的・批判的な思考を働かせながら新たな

問題を見だしやすくするためには、何らかの工夫が必要になる。さらに藤井は、サイクルを2度回すためには、「最初のサイクルですっきりと解決しないような問題、あるいは今後課題が残るような問題を設定する」ことを提案している。加えて、青山（2015）は「多変数を扱うことにより分析や児童の発想に広がりを持たせることができ、従来の統計指導に比べて有用感を持たせやすいことも明らかになった」と述べている。結果に影響を与える要素が複数ある題材を扱うことで、2回目のサイクルにおける「P:問題」の設定の幅が広がると考えた。

以上のことから、本研究においてPPDACサイクルを活用できる条件を、次の3つに整理した。

条件①：児童・生徒にとって身近で、解決したいと思えること

条件②：PPDACサイクルを2度回す必然性があること

条件③：結果に影響を与える要素（多変数）が複数あること

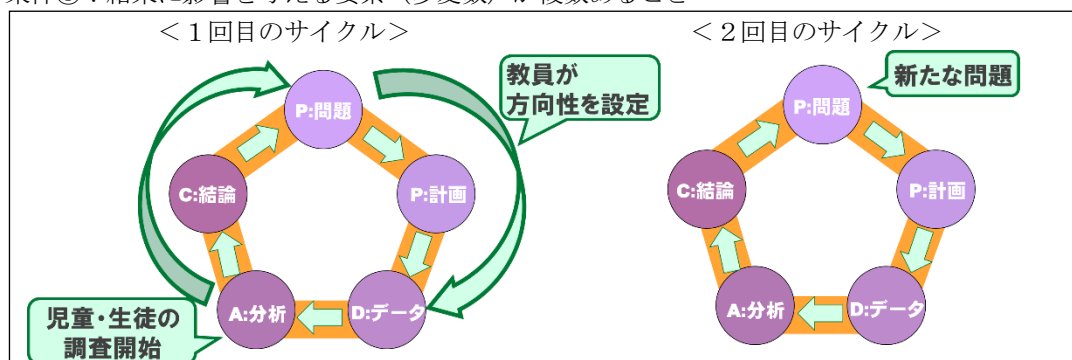


図2 PPDACサイクルを2度回すイメージ（図1を参考に作成）

### 3 検証方法

次の3つの方法・内容から、実践の有効性を検証する。

【小テスト】知識および技能を評価

【レポート】多面的・批判的に考察する力を評価

【児童・生徒、教員へのアンケート】データを活用する態度の育成につながるかを評価

### 4 授業実践

小学校学習指導要領解説（文部科学省，2018b）にも記載されているように、多面的、批判的に解釈し判断する力は、小学校段階から育成し身に付けていく力である。そのため、小学校から中学校にかけて継続した実践が必要だと考える。そこで、本研究を進めるにあたり、中学校でPPDACサイクルを活用した授業が、多面的・批判的に解釈し判断する力の育成につながるかを検証し、そこで得られた示唆を基に、小学校における実践を計画することにした。具体的な単元は次のとおりである。

- ・中学校第2学年「箱ひげ図とデータの活用」（指導要領改訂時に高等学校から移行）
- ・小学校第6学年「資料の調べ方」（指導要領改訂時に一部の内容が中学校から移行）
- ・小学校第5学年「平均とその利用」

また、単元を計画するにあたり前項で挙げた題材の条件に加え、次の点に留意した。

- ・通常の年間指導計画に沿って行える時数を設定する。
- ・ICTを活用し効率化を図る。

#### (1) 題材「私たちのインターネット使用時間は長いのか」 中学校第2学年での実践

##### ① 題材と単元計画

単元：箱ひげ図とデータの活用

対象：春江中学校 第2学年 9クラス

題材：インターネット使用時間（以下、使用時間）が長いことが学校で問題視されている。ヒストグラムや箱ひげ図を使いながら、各クラスの使用時間の現状について調査し、使用時間が本当に長いのか考察する。

PPDACサイクルを活用できる条件との適合

条件①：生徒会が中心となって使用時間を短くしようと取り組んでいる問題である。

条件②：使用時間が長くなる原因は何か、生活にとって本当に悪影響か等の視点をもつことで、2回目のサイクルにつながる。

条件③：勉強時間との比較、男女による違い、使用目的など、関連する要素が複数ある。

単元計画（全5時間）

< 1回目のサイクル >

事前：「P:問題」「P:計画」「D:データ」

前時に教員が、「インターネット使用時間は長いのか」を問題とし、1日の平均使用時間(分)のデータを収集し分析していくこと、1週間分(月曜日から日曜日まで)の使用時間を記録することを伝える。

第1時：「A:分析」

ヒストグラム等の既習事項を使って、各クラスの傾向を比較・分析する。ヒストグラム等では比較が難しいことを体験し、必要性を感じた状態で箱ひげ図を知る。

第2時：「A:分析」

ドットプロットを使い箱ひげ図をかくことで、箱ひげ図の仕組みやそこから読み取れるデータの特徴や傾向について理解する。

第3時：「C:結論」

箱ひげ図やヒストグラムを使って各クラスのデータを比較・分析し、2年生全体のデータの特徴や傾向を捉え、「使用時間は長いのか」に対する結論を導く。

< 2回目のサイクル >

第4時～第5時：「P:問題」「P:計画」「D:データ」「A:分析」「C:結論」

第3時で得られた結論から、新たな問題を見いだす。その問題を解決する活動を通して、PPDACサイクルの一連のプロセスを経験する。小テストを実施する。

② 授業の実際と検証

前時の授業の最後に教員が、「私たちのインターネット使用時間は長いのか」を問題とし、1日の平均使用時間(分)のデータを収集し分析していくことを伝え、2年生全員にアンケートを実施し、1週間の1日平均使用時間(分)をデータとして収集した。

第1時では、アンケートを基に収集した1日の平均使用時間のデータを教員が提示し(図3)、生徒は「突出したデータがあるから9組の使用時間が長い」「200分台の生徒が多いから1組の使用時間が長い」など、様々な判断をしていた。「詳しく傾向を調べるにはどうしたらよいだろうか」という教員の発問に対し、生徒の「ヒストグラムにまとめて比べる」という提案から、グループで手分けしてヒストグラムの作成(Excelを使用)と分析を行った。生徒は、それぞれが作成したヒストグラムを見せ合っていたが、うまく比較することができず困惑していた(図4)。そこで、教員から箱ひげ図を提示した(図5)。生徒からは「6組が少ない」といった発言があり、視覚的に比較しやすくなった様子が見られた。

	1組	2組	3組	4組	5組	6組	7組	8組	9組
1	246	77	94	111	118	43	120	146	111
2	223	45	394	111	69	0	124	91	111
3	51	137	23	107	0	46	294	99	216
4	141	94	229	147	132	8	123	47	489
5	161	95	189	179	123	86	75	187	47
6	89	77	104	187	138	46	117	154	87
7	266	30	197	59	77	0	71	149	27
8	133	64	34	161	29	53	89	92	39
9	223	146	120	0	68	137	53	66	81
10	155	10	236	137	115	39	64	124	50
11	9	85	64	168	40	19	76	108	100
12	99	60	87	180	121	34	0	128	146
13	24	32	74	75	102	4	115	185	40
14	70	180	70	190	69	0	90	60	160

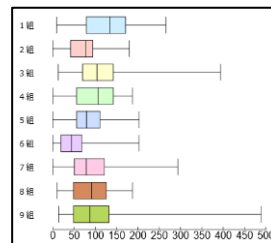


図3 提示した1日の平均使用時間のデータ 図4 ヒストグラムの比較 図5 提示した箱ひげ図

第2時では、第1時で提示された箱ひげ図を観察し、生徒は「箱の中の線は平均値を表しているのではないかと予想していた。その後、自クラスのデータから作成したドットプロットと箱ひげ図を照らし合わせ(図6)、箱ひげ図の各パーツが何を表しているかを考察し、平均値と予想していた線が中央値を表していることに気づき驚いていた。また、第1四分位数や第3四分位数等についても理解することができていた。そして、教員が説明に使用した箱ひげ図とドットプロットのうち、ドットプロットを消して箱ひげ図のみにした際、生徒から「何人いるかがわからなくなった」という声があった。箱ひげ図だけでなく、ヒストグラムも併せて分析する必要性を感じていた。

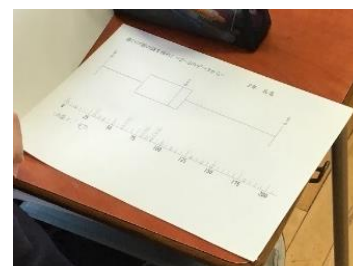


図6 ドットプロットの作成

第3時ではまず、自クラスと別の1クラスを比較・分析した。箱ひげ図とヒストグラムの利点を考え、



それぞれから読み取れることを考察していった(図7)。生徒は、箱ひげ図の箱の位置や中央値、ヒストグラムの最頻値などを比較しながら分析することができていた。次に、全クラスの比較・分析に入ったが、途中で授業が終わってしまい、次時に結論を導くことになった。

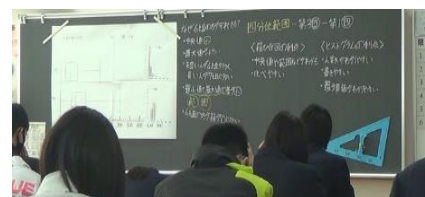


図7 箱ひげ図とヒストグラムを使った分析

本来なら、第4時から第5時にかけて、結論から見いだした新たな問題の解決活動を行う予定だったが、コロナ禍の影響で授業時数が減ってしまい、第4時で単元を終えることとなった。そこで第4時では、小テストを行い、生徒個人のレポート作成の中で、2年生の使用時間について結論をまとめ、新たにもった疑問を整理する時間とした。箱ひげ図とヒストグラムの両方を使い、四分位範囲や中央値、最頻値等で分析し「9組の使用時間は8組と似ていてそれほど多くない」といった結論を導いていた。また、「6組は使用時間が短いけれど、勉強時間は長いのか」といった新たな問題を見つけることができていた。

### ③ 検証結果

#### 【小テスト】知識及び技能を評価

問題の概要	正答率
箱ひげ図をかく。	94.2%
四分位数を求める。	72.4%
箱ひげ図からデータの特徴や傾向を読み取る。	79.2%
箱ひげ図とヒストグラムを関連させながらデータの特徴や傾向を読み取る。	30.5%

(成果)

箱ひげ図をかく、四分位数を求める、箱ひげ図からデータの特徴や傾向を読み取る等の知識及び技能を身に付けることができていた。

(課題)

箱ひげ図とヒストグラムを関連させながらデータの特徴や傾向を読み取るができなかった。

#### 【レポート】多面的・批判的に考察する力を評価

レポート課題が初めてだったこともあり、「わかったこと、わかること」「わからないこと」「次に調べてみたいこと」を項目として設定した(図8)。

(成果)

「次に調べてみたいこと」の項目において、「勉強時間に影響するのか」「男女では結果が異なるのか」「インターネットを利用していない人は何に時間を使っているのか」など、約90%の生徒が多面的・批判的な思考を働かせながら、新たな問題をあげていた。

(課題)

質問項目を設定したことで生徒の中から新たな問題が出てきたが、自由に記述させた場合、新たな問題を見いだすことができるのかは今後検討が必要である。

#### 【生徒、教員へのアンケート】データを活用する態度の育成につながるかを評価

(成果)

生徒の感想には、「箱ひげ図が他の場面ではどのように使われているのかが気になった」「自分たちの結果だったので、教科書の問題よりも興味が出た」、教員の感想には、「生徒の身近な問題を題材にしたことで、普段以上に授業に意欲的に取り組んでいた」などの肯定的な意見が多かった。

(課題)

教員の感想には、「1度目のサイクルでの授業時数が少ないと感じた」という意見が複数あった。

### ④ 中学校での実践における課題と小学校での実践に向けた対応

中学校第2学年での実践では、PPDACサイクルを活用した授業において、一定の知識および技能を身に付けながら、生徒の意欲的に問題に取り組む姿勢や、更に調査を続けたいというデータを活用する態度を見取ることができた。また、質問項目を設定した状況下では、レポート課題においてほとんどの生徒が新

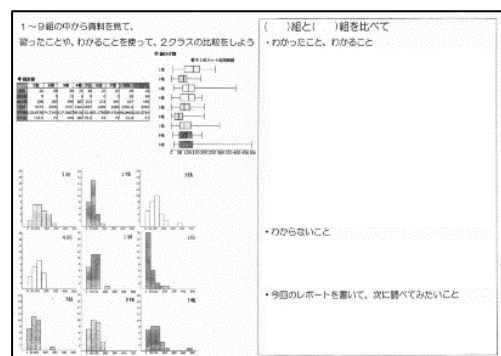


図8 中学第2学年レポート課題

たな問題を見いだすことができおり、多面的・批判的に解釈し判断する力の育成にも効果があったと考える。そこで、小学校の実践においても、PPDACサイクルを活用できる条件を基に単元の題材を考えることにした。中学校の実践では、1回目のサイクルで箱ひげ図を目盛りに合わせてかく作業が難しく、時間がかかってしまい、授業時数が足りなくなった。そこで、小学校第6学年での実践においては、計算やグラフを書く作業を素早く正確に行えるようにし、作業効率を上げるためにタブレット端末で行うことにした。また、レポートにおいて、項目を設定しなくとも児童自身で新たな問題を見いだすことができるのかを評価することも必要である。そこで、PPDACサイクルについて授業の活動と照らし合わせながら理解する場面を設定し、問題を見いだす段階を意識して調査活動が進められるようにした。

(2) 題材「外食が高カロリーというのは本当か」 小学校第6学年での実践

① 題材と単元計画

単元：資料の調べ方

対象：大石小学校 第6学年 2クラス

題材：ファーストフード店等で食事をしたときの摂取カロリーは本当に高カロリーなのかを、代表値やヒストグラムを使った分析を通して調査するもので、裕元（2013）を参考に作成した。現代的な諸課題に関する教科等横断的な教育内容の「食に関する教育」を数学で扱ったものである。小学第6学年の家庭科で栄養バランスのとれた食事について学ぶ場面、中学校第1学年の家庭科や保健体育で食事摂取基準について学ぶ場面にも活用できると考える。

PPDACサイクルを活用できる題材の条件との適合

条件①：「食」は児童にとって身近で、家庭科等とも関連した教科等横断的な問題である。

条件②：ファーストフード店だけの調査でいいのか、高カロリーになる原因は何か、カロリー以外にも体に悪いことがありそう等の視点をもつことで、2回目のサイクルにつながる。

条件③：ファミリーレストランやコンビニといった業種、ピザや寿司といった食べ物の違い、栄養素の偏りなど関連する要素が複数ある。

単元計画（全9時間）

< 1回目のサイクル >

第1時：「P:問題」「P:計画」「D:データ」「A:分析」

教員が、「外食は高カロリーというのは本当か」を問題とし、ファーストフード店での摂取カロリーについて分析することを伝える。自クラスについて、ファーストフード店で児童がよく食べるメニューを基に摂取カロリーのデータを収集・分析する。データの特徴や傾向を調べるために平均値が使え、データの分布の様子を調べるためにドットプロットを用いることを理解する。

第2時：「A:分析」

自クラスのデータのみで結論を導くことが妥当ではないことに気付き、自クラスと他クラスのデータを比較し分析する。データの傾向を比較するには、範囲からデータの散らばりを調べたり、代表値で判断したりする必要があることを知る。

第3時：「A:分析」

度数分布表を用いて散らばりの様子について分析する。度数分布表の必要性和意味を理解し、度数分布表を使ってデータの特徴や傾向を見いだす。

第4時：「A:分析」

ヒストグラムに整理して分析する。ヒストグラムにすることで視覚的に分布の様子が捉えられること、階級の幅により見え方が変わることにより気付きながらデータの特徴や傾向を見いだす。

第5時：「C:結論」

第2時から第4時までの授業での活動を、PPDACサイクルの各段階に当てはめて振り返る。2クラスのデータを比較しながら分析し、「外食が高カロリーというのは本当か」について1回目のサイクルでの結論を導く。

< 2回目のサイクル >

第6時～第8時：「P:問題」「P:計画」「D:データ」「A:分析」「C:結論」

第5時で得られた結論から、新たな問題を見いだす。その問題を解決する活動を通して、PPDACサイクルの一連のプロセスを経験する。

第9時：調査活動の発表と小テストを実施する。



第5時では、教員がPPDAC サイクルについて説明し、第4時までの授業について各段階に当てはめながら振り返っていった(図15 PowerPointを使用)。児童は、代表値や度数分布表、ヒストグラムを見直し、平均値、最頻値、中央値、ヒストグラムの山の位置が2クラスとも750kcalよりも高いことを理由に、ファーストフード店では高カロリーになる傾向にあると結論付けるとともに、ファーストフード店以外はどうなのかといった疑問の声を上げていた。

第6時から第8時では、3人1組のグループで新たな問題を考え調査を進めていった。「ピザは高カロリーか」「寿司チェーン店のA店とB店ではどちらが高カロリーか」等の新たな問題を設定し、インターネットでカロリーを調べてデータを収集し、第1時から第5時までに学んだ分析手法を用いて結論を導くことができた。調査活動の中で、ピザのカロリーについて調査したグループが、実際に食べる分量で分析する必要があることに気付き、インターネット上に表示されているカロリーを自分たちが普段食べる4ピース分に換算し分析するなど、批判的・多面的な思考を働かせながら調査を進める姿が見られた。また、2台のタブレット端末で2つの店のヒストグラムを表示させて分析する(図16 statlookを使用)など、工夫して調査する姿が見られた。



図16 ヒストグラムの比較

第9時では、調査結果の発表と小テストに取り組んだ。発表では、2つのグループがピザについてそれぞれ違うチェーン店を調査しており、一方は高カロリーでもう一方は低カロリーであると判断していた。同じピザでも店によって違うことに驚きの声を上げていた。

### ③ 検証結果

【小テスト】知識及び技能を評価

問題の概要	正答率
ドットプロットをかく。	78.0%
範囲を求める。	66.0%
最頻値を求める。	90.0%
中央値を求める。	66.0%
ヒストグラムから度数を読み取る。	64.0%
ヒストグラムからデータの傾向を捉え説明する。	20.0%

(成果)

代表値を求める、ヒストグラムから度数を読み取る等の知識及び技能を身に付けることができていた。

(課題)

ヒストグラムからデータの傾向を捉え説明することができていなかった。

【レポート】多面的・批判的に考察する力を評価

(成果)

PPDAC サイクルを活用し、他の外食産業について比較しながら調査する、インターネットに記載されているカロリーを実際に食べる分に換算して調査するといった、多面的・批判的な思考を働かせながら結論を考察している姿が見られた。

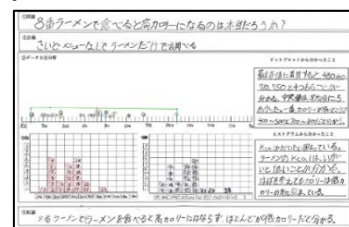


図18 小学第6学年レポート課題

(課題)

2回目のサイクルにおいて、カロリーのみについての調査になっていた。

【児童、教員へのアンケート】データを活用する態度の育成につながるかを評価

(成果)

児童の感想には、「情報を鵜呑みにするのではなく、「これでよいのか」と情報を疑うことの大切さを学んだ」「飲食店のカロリーについて調べたことが楽しかった」「他の飲食店について調べてみたい」、教員の感想には、「児童たちが普段食べているものを題材にしたことで、意欲的で楽しく授業に向かう姿勢が見られ、発表も楽しみにしていた」という肯定的な意見が多かった。

(課題)

教員の感想には、「授業時間にゆとりがなかった」という意見が複数あった。



④ 小学校第6学年の実践における課題と小学校第5学年の実践に向けた対応

中学校での実践同様、PPDACサイクルを活用した授業を通して、一定の知識及び技能を身に付けながら、意欲的に問題に取り組む姿勢や、データを活用する態度を見取ることができた。また、PPDACサイクルについて学習する場面を設定したことが、児童自身が批判的・多面的な思考を働かせながら新たな問題を見いだすための一助になったと感じた。一方で、ICTの活用場を増やしたが、授業時間にゆとりがない状態を改善することができなかつた。児童がPowerPointの扱いや複数のウィンドウが開いた状態での作業に慣れておらず、その対応のため授業が中断してしまう場面が多かったことが理由としてあげられる。そこで、小学校第5学年の実践では、普段のICTの活用方法について教員に聞き取りを行い、児童が使い慣れていて扱いやすいアプリを選択してワークシート等を作成することにした。

(3) 題材「歩幅で距離を測ろう」 小学校第5学年での実践

① 題材と単元計画

単元：平均とその利用

対象：大石小学校 5年生 2クラス

題材：教科書「わくわく算数5（啓林館）」の題材で、歩幅で距離を測る際に、平均を利用してより高い精度で測ることを目的としている。教科書では、平均の意味や求め方を一通り学び終えた後に、平均を利用して問題を解決する場面で本題材を扱い、計測した際の一步の幅がいつも同じとは限らないことを取り上げ、5回の測定を基に10歩の平均距離を求めている。本実践では、本題材を単元の最初に取り扱い、歩幅を使った距離の測り方も児童が考えるようにした。そうすることで、1歩の幅にばらつきがあることや測定結果と実際の距離との差が思っていたより大きくなることに気づき、その差を小さくするために何度も実験し、その結果を処理することを通して平均の考え方を見つけることができると考えた。なお、歩幅の本来の意味は「1歩の幅」であるが、本実践においては、10歩の距離や足を横に開いたときの幅なども含めて歩幅と捉えている。

PPDACサイクルを活用できる題材の条件との適合

条件①：概算で距離を測るなど、日常に生かすことができる問題である。

条件②：1回目のサイクルでは精度の高い測定は難しく、児童がもっと高い精度で測りたいという思いをもつことで、2回目のサイクルにつながる。

条件③：10回の測定を基に求めた1歩の平均幅を利用する、10回の測定を基に求めた10m歩く際の平均歩数を利用するなど、様々な測り方がある。

単元計画（全7時間）

<p>&lt; 1回目のサイクル &gt;</p> <p>第1時：「P:問題」「P:計画」「D:データ」「A:分析」「C:結論」 教員が「歩幅で距離を測ろう」を問題とし、実験を通して歩幅や歩数から距離を求めることを伝える。1歩の幅を利用して距離を測る方法を考察し、距離を求める。歩幅や歩数等を複数回測ってデータを収集し、分析していく中で、平均の考え方を知る。</p>
<p>&lt; 2回目のサイクル &gt;</p> <p>第2時～第3時：「P:問題」「P:計画」「D:データ」「A:分析」「C:結論」 平均を使って高い精度で距離を測る方法を考え、実験を通して距離を求める。歩幅以外にも距離を測る方法があること、多数回の測定結果から平均を求めることで高い精度で距離を測ることができることを理解する。</p>
<p>第4時～第6時：平均について教科書を基に授業を進め、理解を深める。 第7時：小テストを実施し、レポート課題の説明を聞く。</p>

② 授業の実際と検証

事前に、教員が「1mものさし（以下、ものさし）は歩幅を測るためだけに使う」等のデータを収集する際のルールを設定した。

第1時では、教員が「歩幅で距離を測ろう」を問題とし、実験を通して歩幅や歩数から距離を求めることを伝え、児童が3人1組になって体育館に引かれている2本の直線の間の距離を測る活動を行った。児童は、大股での1歩の幅を測ってから歩数を数える(図19)、片膝をついたときの膝からつま先の長さを1歩の幅



図19 歩幅での測定

と捉えて測る（図20）等、様々な方法で測定していた。距離の計算では、複数回の測定結果からおおよその値を求めたり平均を求めたりと様々であった。教員から実際の距離を伝えたところ児童は、自分たちが求めた距離との差に悔しがりながらも、差が出た理由として測定回数が少なかったことをあげていた。平均を使ったグループの求め方を基に平均について考えた後に、測定回数を増やし平均を使うことで精度の高い測定ができることを教員が伝えた。児童の振り返りに「次は、平均を使ってより正確に測りたい」という記述が多く見られた。



図20 歩幅での測定

第2時では、3人1組になって「ものさしや10mメジャー（以下、メジャー）は歩幅等を測るためだけに使うこと、必ず平均を使うこと」をルールとして、廊下に引かれている2本の直線の間の距離（体育館より長い距離）を求める活動を行った。歩幅の測定方法の多様化をねらって、メジャーを取り入れることにした。児童は、第1時と同じ方法や10回の測定を基にした1歩の平均幅を使って2本の直線間の距離を求める（図21）、横に足を開いたときの幅の平均を使って3人組が1列に並び最後尾の児童が最前列に移動することを繰り返す（図22）等の様々な方法で測定していた。また第3時の発表に向けて、測定方法を説明するための動画を撮影した（図23）。



図21 1歩の平均幅での測定



図22 横に足を開いた幅での測定



図23 測定方法の撮影

第3時では、測定方法及び結果を発表した。発表は撮影した動画で行い、それを見ながら測定方法について正確さや簡易さを評価し合った（図24 学習支援アプリの機能を使用）。児童の大半から正確だと評価されたグループは、 $(1 \text{ 歩の平均幅}) \times (2 \text{ 本の直線間の平均歩数})$ という方法で距離を求めていた。このグループの測定結果は実際の距離と差が10cmと小さく、他の児童から賞賛を受けていた。

第4時では、平均について教科書に沿って授業を進めた。平均の意味である「平らに均（なら）す」について、小田(2019)で紹介されていた平均水槽の動画で確認し（図25）、タブレット端末を使って図形をかきながら「平に均す」ことを体験し（図26 PowerPointを使用）、平均について理解を深めた。児童からは、「平均の意味がよくわかった」という声が多く聞かれた。



図24 児童による評価



図25 平均水槽の動画



図26 平らに均す体験

第5時では、0をふくむときの平均について考察した。教科書の問題を基に、平均を求める際に0を含むべきかどうかを話し合い、0も含むべきであるという結論を導いていた。そこで教員が、「歩幅で距離を測ったときに歩数の数え間違いをしていたグループがあったけれど、そのデータは平均に含めるべきかな」と発問した。児童の意見は、「回数を増やせば平均はより正確になるから含むべき」と「失敗だから含まない方がいい」に分かれた。最終的には、「明らかな失敗データは含まないなど、含むべきかどうかを判断して平均を求めることが大切だ」という結論に達していた。

第6時では、一部の平均から全体の平均を求めることについて、「学校内のWi-Fiの通信速度（以下、通信速度）を調べよう」を題材とした。

まず、児童が各自で調査活動を行った。タブレット端末（インターネット上の通信速度を測定するサイトを使用）で、学校内の様々な場所における通信速度を測定し、その結果から学校内の平均通信速度を求めた。

それぞれの児童が求めた学校内の平均通信速度と測定場所の数を教員がデータとして収集し提示した（図27）。データがばらばらであったことから、教員が「より正確な学校内の平均通信速度を求めるにはどうするとよいか」と発問したところ、児童から「全員のデータから平均を求めればよい」と提案があった。児

	平均通信速度	測定場所の数
1	83.5	4
2	80.8	7
3	124	5
4	90.3	12
5	105	9

図27 学校内の平均通信速度と測定場所数のデータ

童は、データとして提示された学校内の平均通信速度から平均を求めてしまい、教員の求めた平均と違っており、「なぜ違うの」と疑問の声があがっていた。児童は原因を突き止めようとしたが解明できず、教員が原因を伝えた。児童の振り返りには、「一部の平均から全体の平均を求めるには、平均とデータの個数から合計を求めて平均し直すことが大切だとわかった」という記述が見られた。

第7時では、小テストに取り組み、次のレポート課題を提示した。

- ① ○○から○○まで何kmか。
- ② ○○にあるメニューの平均カロリーは何kcalか。
- ③ 今年の雪は何cmくらい積もると予想されるか。
- ④ 自由（ただし平均を使って調べること）

①～④から一つを選択し、家庭学習として調査を進めていくことを説明した。説明後、児童が課題を選び、問題を考え始めた頃に授業が終了した。

### ③ 検証結果

【小テスト】知識及び技能を評価

問題の概要	正答率
平均を求める。	73.7%
平均とデータの個数から合計を求める。	76.3%
求めた平均が何を表しているかを答える。	44.7%

(成果)

平均を求める、平均とデータの個数から合計を求める等の知識及び技能を身に付けることができていた。

(課題)

求めた平均が何を表しているかを答えることができなかった。

【レポート】多面的・批判的に考察する力を評価

(成果)

全児童が「歩幅で測った部屋の長さ」や「私と妹の平均体温の比較」等、様々な問題で調査を進めることができた。「ファーストフード店まで何分でいけるか」を問題として扱った児童がおり、道のり、速さ、時間の関係について、まだ学習していないにも関わらず、インターネットを活用しながら挑戦していた。また、ラーメン店での摂取カロリーについて調査した児童が、データとして取り上げるラーメンの種類を通年で提供される普通サイズのものに限定していたり、新たな問題として値段について調査しようとしていたり、多面的・批判的な思考を働かせながら結論を考察していた。約20%の児童が、結論から新たな問題を発見していた。棒グラフ等の既習事項を活用する姿も見られた。

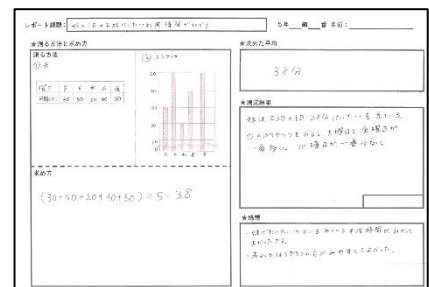


図28 小学校第5学年レポート課題

(課題)

設定したレポートの問題が、平均を使うためのものになってしまっていた。解決したい問題は何かを明確にし、解決のためにどのようなデータが必要かを考える問題への再考が必要である。

【児童、教員へのアンケート】データを活用する態度の育成につながるかを評価

(成果)

児童の感想には、「長い廊下の距離を測ったことが楽しかった」「体育館や廊下以外の場所も測ってみたい」という意見が多く見られた。教員の感想には、「自分たちの歩幅と計算のみで距離を測るという活動は、教科書の例題よりはるかに学習への関心が高くなり、なかなかやる気の出ない児童にとっても授業参加に対するハードルが低くなり良かった」「学んだことが児童の生活とリンクできていて良かった」「ICTを活用したことで、平均の意味や必要性の理解に焦点化することができ、児童も考えやすそうだった」という肯定的な意見が多かった。

(課題)

教員の感想には、「活動場所の確保が大変だった」という意見があった。

#### ④ 小学校5年生での実践における課題と今後の対応

小学校第6学年での実践における課題から、教員に普段のICTの活用方法について聞き取り、扱うアプリケーションを決めてワークシート等を作成したことで、児童は無理なく活動に取り組み、計画していた授業時数で活動を終えることができた。また、授業内で行った歩幅で距離を測る調査活動では、多面的・批判的な思考を働かせながら結論を考察する姿が見られた。

活動場所について、雨天でも実践できるようにするため体育館を使用することにしたが、他学年の体育の授業と重なってしまい、確保が難しい状況であった。教室の前面から背面までの距離や今回の実践のように廊下の長さを測るといった対策が考えられる。レポート課題においては、自分でテーマ設定した児童も多く、意欲的に課題に取り組む姿が見られた。しかし、解決したい問題は何かを明確にし、解決のためにどのようなデータが必要かを考える課題について再考する必要がある。実践後、その点に対応した例として、小学校第6学年の実践をアレンジし「外食は体に悪いというのは本当か」を課題とすることを考えた。「外食」や「体に悪い」という点を、どのようなデータを基に判断するか考える中で、多面的・批判的思考を働かせる場面が生まれる。また、同じ課題を第6学年で再度取り扱うことで、平均値以外の代表値や散らばりといった視点から分析し、学年間のつながりのある学習にもなる。

加えて、通信速度の題材にも課題が残った。現実場面では、通信速度が一番速い場所を知ることが重要で、学校全体の通信速度の平均を求めることには実用性がなかった。これも、レポート課題同様、平均を求めることが目的となってしまうていた。一部の平均から全体の平均を求めることを学習する際には、別の課題を取り扱う必要がある。

## V おわりに

本研究では、算数・数学科「データの活用」領域において、児童・生徒が問題解決の一連のプロセスを経験できるように、PPDACサイクルを活用できる題材の条件を整理した。次に、この条件を満たす題材での授業を軸に、中学校第2学年「箱ひげ図とデータの活用」、小学校第6学年「資料の調べ方」、小学校第5学年「平均とその利用」単元を計画した。その上で、小・中学校での授業実践を通して、多面的・批判的に解釈し判断する力やデータを活用する態度の育成に有効であったかを検証した。

中学校第2学年「箱ひげ図とデータの活用」で「インターネットの使用時間」を題材とした実践では、生徒の意欲的に取り組む姿勢が見られ、更に、調査を続けたいとするデータ活用の積極的な態度も見取ることができた。また、質問項目を設定した状況下で、レポート課題においてほとんどの生徒が新たな問題を見いだすことができおり、多面的・批判的に解釈し判断する力の育成にも効果が見られたことから、PPDACサイクルを活用した授業の有効性を見いだすことができた。

小学校第6学年「資料の調べ方」で「ファーストフード店での摂取カロリー」を題材とした実践では、授業をPPDACサイクルの各段階に当てはめながら振り返る活動を設定したことが、2回目のサイクルにおいて、児童自身が多面的・批判的な思考を働かせながら新たな問題を見いだすことに有効であった。2回目のサイクルにおける調査活動においても、多面的・批判的な思考を働かせながら結論を考察し、他の飲食店についても調べたいというデータを活用する態度の育成にもつなげることができた。

小学校第5学年「平均とその利用」で「歩測」を題材とした実践では、2回目のサイクルにおいて横に足を開いたときの幅の平均を使う方法や(1歩の平均幅)×(2本の直線間の平均歩数)という方法で距離を求めるなど、多面的・批判的な思考を働かせ試行錯誤しながら様々な方法で結論を導くことができた。家庭学習として行ったレポート課題は、課題として改善の必要があるが、児童自身で様々な問題を意欲的に考えることができた。

以上のことから、PPDACサイクルを活用した授業が、多面的・批判的に解釈し判断する力やデータを活用する態度の育成に効果があると考えられる。授業時数が足りないといった課題にも、児童・生徒が使い慣れているアプリケーションを使ってワークシート等を作成することで、実践を重ねる中で効率よく授業を進めることができるようになった。その一方で、本研究における実践では、第5学年で実践した平均の学習での通信速度の題材やレポート課題において、平均を求めることが目的となってしまったという課題が残った。解決したい問題は何かを明確にし、解決のためにどのようなデータが必要かを考える課題を再考するなど改善の余地があると考えられる。また、3つの実践を提案したにすぎず、データの活用における教材不足が解決できたわけではない。本研究において行った第5学年での実践のように活動場所の確保が難しいものもある。今後、より多くの教員が様々な実践を積み重ね、題材やワークシート等の情報を共有し、学校の状況に応じた題材の選択が



可能となることで解決につながると考える。今後も児童・生徒が多面的・批判的な思考を働かせながらPPDACサイクルを活用し、問題解決できる題材について、小中接続の視点を取り入れるなど、更に研究を進めていく必要がある。

《参考・引用文献》

- (1) 文部科学省 (2018a) 『Society5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～』
- (2) 文部科学省 (2018b) 『小学校学習指導要領 (平成29年度告示)解説 算数編』
- (3) 文部科学省 (2018c) 『中学校学習指導要領 (平成29年度告示)解説 数学編』
- (4) 文部科学省 (2019) 『高等学校学習指導要領 (平成30年度告示)解説 理数編』
- (5) 文部科学省 (2018) 『小学校学習指導要領 (平成29年度告示)解説 総則編』
- (6) 一般財団法人日本情報経済社会推進協会 (2019) 『IT-REPORT 2019 Winter』
- (7) 裕元新一郎 (2013) 『中学校数学科統計指導を極める』 明治図書出版
- (8) 裕元新一郎 (2019) 『小学校算数・中学校数学「データの活用」の授業づくり』 明治図書出版
- (9) お茶の水女子大学附属学校園連携研究算数・数学部会 (2018) 『「データの活用」の授業』 東洋館出版社出版
- (10) ホームページ「静岡大学・教育学部・裕元研究室」 静岡大学
- (11) ホームページ「Society5.0-科学技術政策-」 内閣府
- (12) ホームページ「なるほど統計学園高等部」 総務省統計局
- (13) Wild&Pfannkuch (1999) .Statistical Thinking in Empirical Enquiry. International Statistical Review, Vol. 67, No. 3, pp223-265
- (14) 松本智恵子・風間寛司・藤川洋平・草桶勇人 (2018) 「中学校教員と大学教員との協働による統計授業実践」『福井大学教育実践研究 2017』, 第42号, pp9-19
- (15) 三井寺健司 (2020) 「小学校算数科「データの活用」領域における単元開発」『令和元年度 (第63回) 岩手県教育研究発表会発表資料』
- (16) 藤井良宜 (2019) 「統計的な問題解決での授業の進め方と統計に対する態度の評価」『日本科学教育学会 第43回年回論文集』 pp137-140
- (17) 藤原大樹 (2019) 「統計的思考力の育成を目指した単元指導と評価 (9) ～教科横断的な探究に向けた単一教材の複数回扱い～」『第101回全国算数・数学教育研究 (沖縄) 大会 当日発表資料』
- (18) 青山和裕 (2015) 「小学校統計指導における他変数データの利用について－知多市立旭東小学校での実践から－」『イプシロン 2015』 Vol. 57, pp39-50
- (19) 小田富生 (2019) 「平均水そうを作ろう！」『算数工房』, <http://sansukobo.sakura.ne.jp/heikinsuiso.pdf>
- (20) 日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会 (2016) 「初等中等教育における算数・数学教育の改善についての提言」, <https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t228-4.pdf>