

# 仲間との協働を通して意思決定できる生徒の育成(1年次)

～「問題発見・解決の過程」を連続的にプロモートする単元の構想～

菅原 大, 菅沼 純治

Dai SUGAWARA, Junji SUGANUMA

## 概要

現学習指導要領において、中学校の数学科で目指すのは「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする資質・能力」の育成である。この資質・能力を育成するためには、主として日常生活や社会の事象に関わる過程と、数学の事象に関わる過程の二つの問題発見・解決の過程を重視していくことが求められている。そこで、問題発見・解決の過程の各層における具体的な資質・能力を明確化し、単元の学びを進めていくとともに、人工知能の発達に代表される社会の変化に対応すべく、自ら判断して根拠をもとに考えるという「意思決定する力」の育成が重要である。社会において意思決定を迫られたとき、数学を用いることはできているだろうか。自分の直感や思いが先行したり、加工された数値を一方的に鵜呑みしたりしがちではないだろうか。これからの時代においては、数理科学的な事象の把握・処理の能力は欠かせない。特に正しい判断を行うためには、データに基づき物事を量的に把握することが非常に重要である。そこで、本校数学科では、協働的な学びを主軸に単元を通して問題発見・解決の過程を連続的にプロモートした指導を継続するとともに、個や集団で意思決定する場面を適宜設定し、生徒の「意思決定する力」を育成する。

キーワード : 意思決定, 問題発見・解決の過程, 協働的な学び

## 1. はじめに～研究の目的

「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策(最終まとめ)」(文部科学省, 2019)では、新時代(たとえば「Society5.0 時代」)に向けて、多様な子供たちを「誰一人取り残すことのない、公正に個別最適化された学び」の実現が強調されている。また、『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して ～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)』(中央教育審議会, 2021)では、目指すべき姿を「全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現」としている。このような「学び」では、「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実の重要性が指摘されている。特に、学校における授業づくりに当たっては、「個別最適な学び」と「協働的な学び」の要素が組み合わされて実現されていくことが多いと考えられる。そのため、授業の中で「個別最適な学び」の成果を「協働的な学び」に生かし、更にその成果を「個別最適な学び」に還元するなど、「個別最適な学び」と「協働的な学び」を一体的に充実し、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善につなげていくことが必要である。

これに関わって、学習指導要領解説(総則編)(文部科学省, 2019)では、主体的・対話的で深い学びの実現に

向けた授業改善を進める際の指導上の配慮事項が示されている。主体的・対話的で深い学びは、必ずしも1単位時間の授業の中で全てが実現されるものではなく、単元や題材など内容や時間のまとまりを見通して、例えば、主体的に学習に取り組めるよう学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりして自身の学びや変容を自覚できる場面をどこに設定するか、対話によって自分の考えなどを広げたり深めたりする場面をどこに設定するか、学びの深まりをつくり出すために、生徒が考える場面と教師が教える場面をどのように組み立てるか、といった観点で授業改善を進めることが重要となる。すなわち、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を考えることは単元や題材など内容や時間のまとまりをどのように構成するかというデザインを考えることに他ならない。なお、主体的・対話的で深い学びの実現を目指して授業改善を進めるに当たり、特に「深い学び」の視点に関して、各教科等の学びの深まりの鍵となるのが「見方・考え方」である。

以上より本研究は、主体的・対話的で深い学びを実現させていくためには、単元全体を俯瞰して各単元を構想していくことが重要であると捉えたうえで、数学的な見方・考え方を働かせて協働的に学びを深めるための授業を構想し、その事例を提案することとする。

## 2. 生徒の実態

本校数学科の前次研究では、「つながりのある単元構成の工夫」「自己調整力の向上を目指した指導の工夫」という2つの柱から、自ら感じた様々な疑問や問いから問題として定式化し、領域や単元をつながりをもとに問題を解決したり、他に問題解決に生かしたりする生徒、そして自己調整力を高め、自らの学習状況をより客観的に捉えて学習意欲を喚起する生徒を目指して実践研究を進めてきた。前次研究ではいかに示す2つの視点から授業改善に迫り、それぞれ次のような成果と課題を得た。

### ①単元を通した授業と授業のつながりの工夫

単元を見通して、自己の考えを的確に把握し、これまでの学びを振り返って、既習内容を活用するスキルを身に付ける素地が培われたと考える。単元の最終学習場面を1つのゴールに見据えながら、導入やその後の指導のつながりを意識した指導を行ってきた。ただ、問題を教師から一方的に提示する場面が多く、生徒にとっては「次はこういう点を学びたい」、「次の課題はこういった点だ」と先々をつなげて学習には届いていない。

### ②自己調整力をより高める工夫

つながりを意識した単元構成をもとに自己調整する力を高める指導の工夫を継続することで、生徒はより学びたい、学び合いたいと意欲を高め主体的に学ぶ姿を見せた。自己調整する力をより高めていくうえで継続して自己調整力向上シートを活用しながら自らを省察するルールとして生徒にも浸透した。各単元の取組を通して、生徒も授業から学び得た力を振り返り、自らの学びを調整する取組ができるようになってきた。反面、ノートに記述されている内容のままシートへの記述がみられるなどの実態や、まだまだ、自分の改善すべき点と実状との齟齬などが見られた。

なお、年度末に該当する2学年を対象に、全国学力学習状況調査と同様の質問を行い、以下の結果を得た。

質問内容	肯定的な解答
数学の勉強は好きですか	73.7%
数学の勉強は大切だと思いますか	94.7%
数学の授業の内容はよく分かりますか	87.4%
数学の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思いますか	88.4%
数学の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えますか	71.6%
数学の問題の解き方が分からないときは、あきらめずにいろいろな方法を考えますか	85.3%
数学の授業で公式やきまりを習うとき、そのわけを理解するようにしていますか	89.5%

どの項目においても、肯定的な解答の割合が高い。そういった数学の学びを大切にしている意識は高い現状にあ

り、既習内容などを根拠にしながらか他人者に自分の考えを適切に伝えることや、「〇〇の場合は前に学習した△△を使うね」などの具体を挙げることで十分とは言えない姿が見られた。既習の定着した知識や考え方を他者に、必要に応じて、適宜適切に伝えるためには、意図的に単元を通した授業と授業のつながりやそれ以降の単元の学習の糧となるつながりを意識的に意図した授業展開を進める必要がある。

## 3. 数学科を取り巻くこれからの学び

数学的活動を軸に学習指導を組み立て、子どもの数学的な見方・考え方の働きを促して、数学科だからこそ育成できる「資質・能力」を育むことが求められている。一方、社会全体では、新しいデータサイエンスを基盤とする人材育成のあり方や、最近話題の生成型 AI に象徴される AI と教育界がいかに対峙するかが問われる新たな時代を迎えている。このような状況で、科学の言語としての数学の役割、論理的思考の育成に貢献する数学の役割が一層重要になっている。

そうした中で、数学という教科が担っていくべきものは一体何であるのか。以下ではそこに触れていく。

### 3. 1. 育成する資質・能力の明確化

数学科では図1の算数・数学の問題発見・解決の過程において、数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指している。

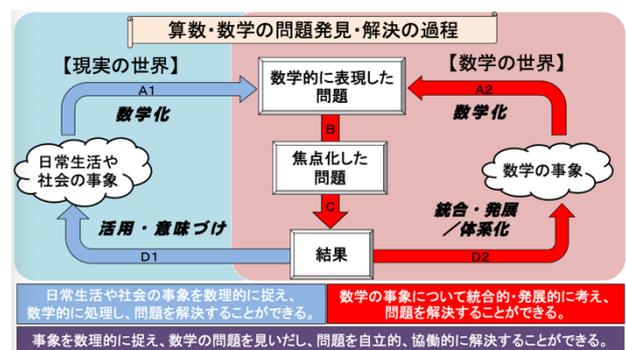


図1 算数・数学の問題発見・解決の過程

- ①数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり表現・処理したりする技能を身に付ける。
- ②事象を、数学を活用して論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見だし統合的・発展的に考察する力や、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
- ③数学のよさを実感し、数学を活用して粘り強く考え、

# 算数・数学における問題発見・解決の過程と育成を目指す資質・能力

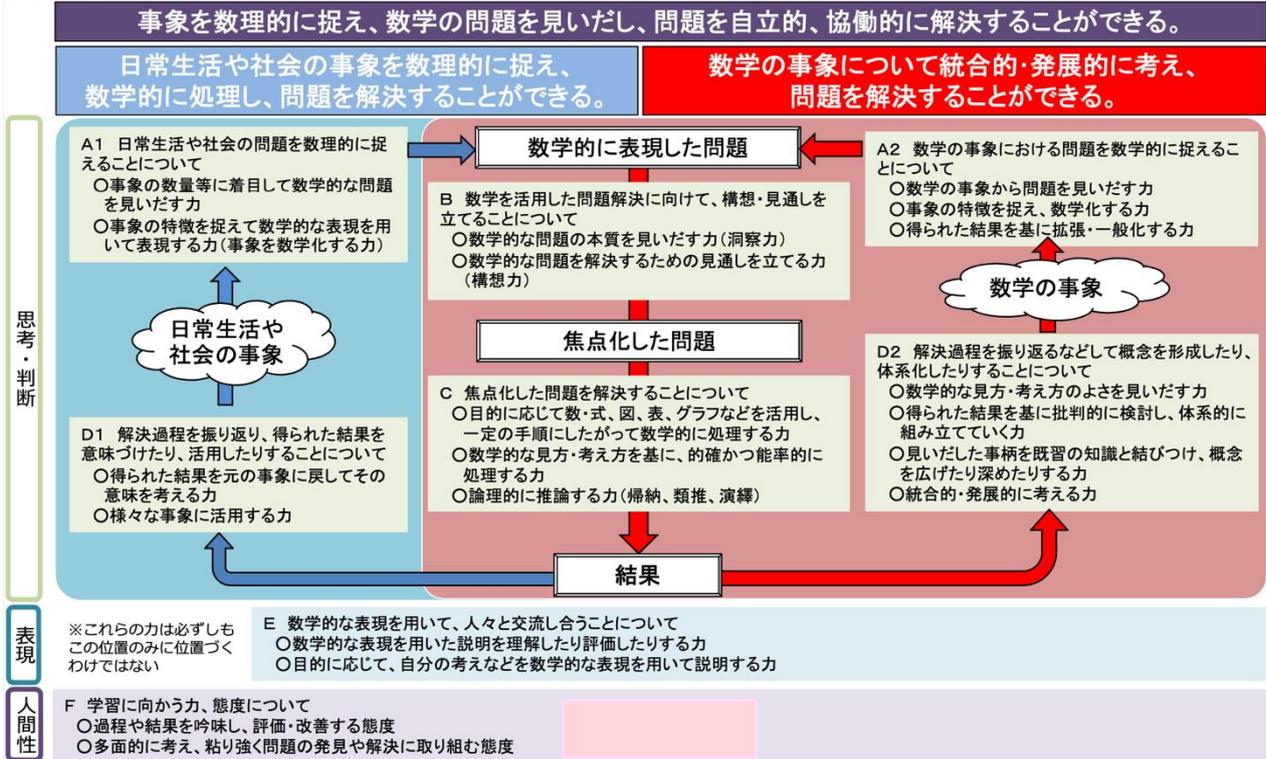


図2 算数・数学の問題発見・解決の過程と育成を目指す資質・能力

生活や学習に生かしたり、問題解決の過程を振り返って評価・改善したりする態度を養う。

この3点の資質・能力を育成するためには、日々の授業を通して、「問題解決に必要な情報を生徒自らが集めたり選択したり、帰納的に考えることなどから自らきまりを見付けたり、見いだしたきまりを既習の内容を生かして演繹的に説明したりする活動を充実すること」、「既習の内容を振り返って関連を図ったり、新たに学んだ内容を用いると、どのようなことができるようになったのかなどについて明らかにしたりする活動を充実すること」が求められている。

特に、図2に示される算数・数学の問題発見・解決の過程の各層における「資質・能力」が明記されているが、これらの「資質・能力」を明確にした指導を行うことが重要であると考えられる。

## 3. 2. 意思決定する力の育成

現代は、人工知能(AI)が飛躍的な進化を遂げている。自ら知識を概念的に理解し、思考し始めているともいわれ、雇用の在り方や学校において獲得する知識の意味にも大きな変化をもたらすのではないかとの予測も示されている。このことは同時に、人工知能がどれだけ進化し思考できるようになったとしても、その思考の目的を与えたり、目的のよさ・正しさ・美しさを判断したりできるのは人間の最も大きな強みであるということの再認識につ

ながっている。

具体的な場面では、社会において意思決定を迫られたとき、数学を用いることはできているだろうか。自分の直感や思いが先行することや、加工された数値を一方的に鵜呑みしがちではないだろうか。これからの時代においては、数理工学的事象の把握・処理の能力は欠かせない。特に正しい判断を行うためには、データに基づき物事を量的に把握することが非常に重要である。

そのためにも、意思決定を要する現実世界の問題を扱い、図1に示す問題発見・解決の過程を通して、複数の選択肢の中から根拠を明確にしながら協働的に合意形成を図り、何らかの決定を行う力を高めていくことが重要である。

それを実現するための具体的な手立てについては以下に述べるが、生徒が意思決定する場を繰り返し設定し経験させていくためには、問題発見・解決の過程を連続的にプロモートする必要があると考えている。プロモートとは「推進する」という意味であるが、本稿では「生徒が推し進めていく」と捉える。

## 4. 目指す生徒像

本校数学科では、以上の課題や求めを踏まえ、新しい研究の目指す生徒像を以下のように設定した。

- ・問題解決の種々の場面で、自分なりに意思決定をしながら活動に取り組むことのできる生徒
- ・協働的な学びを通して、合意形成を図りながら集団としての意思決定をすることができる生徒

## 5. 研究主題及び副題

以上のことから、本校数学科の1年次研究の主題と副題を以下のように設定した。

仲間との協働を通して意思決定できる生徒の育成(1年次)  
 ～「問題発見・解決の過程」を連続的にプロモートする単元の構想～

## 6. 研究の内容と方法

本校の1年次研究においては、生徒の実態やこれからの時代の潮流を踏まえ、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させ、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善が重要であると捉えている。

なお、本校研究の「総論」にもある通り、1年次の研究で特に重要視しているのは学びの「セルフ・マネジメント」へのアプローチである。課題解決における学習者から見た学びの有意義性は、主体的に学習に取り組むための基軸となるものであり、それがひいては各教科等における資質・能力の育成につながるものと考えられるためである。

「総論」掲げた「個別最適な学びと協働的な学び」の概念図は以下である(図3)。

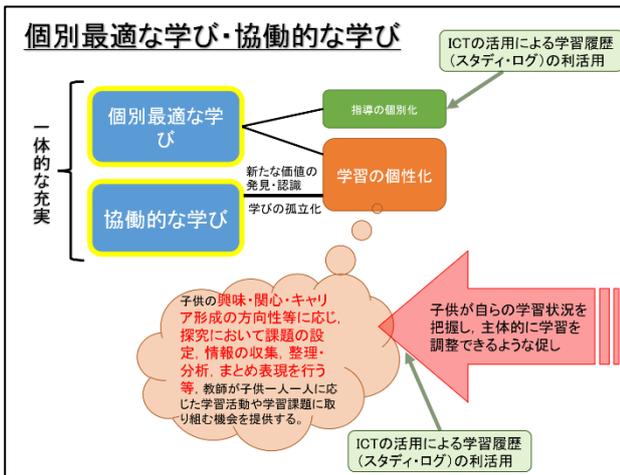


図3 個別最適な学びと協働的な学びの概念図

この中で、本校数学科では、特に「学習の個性化」や「指導の個別化」に焦点を当てて実践研究を進めることとした。これらが、「4.」で示した目指す生徒の育成に向かううえで重要であると考えたためである。

### 6. 1. 「意思決定する力」を育成する指導場面の創出

「意思決定する力」は文脈依存で価値観付与型のプ

ロセスである。提示する問題に対して学習者が価値を付与しながら選択肢を見いだすとともに、選択肢の背景にある価値観を個として顕在化することや、協働的な学びを通して合意形成を図るものである。このような場面を指導過程に位置付けていく必要がある。

例えば、導入場面において、次のような生徒の身近にある話題を題材にした問題を提示することが考えられる。

#### 問題例

F 中学校では、スポーツ飲料の粉末(1L 用)を 500 袋後援会「F 中会」より寄贈されました。これを夏休みに活動する部活動に分けることにしました。

夏休みに活動する部活動の人数と活動日数は下の表のとおりです。

部活名	人数	活動日数
野球	25	8
サッカー	30	10
男子ソフトテニス	35	12
女子ソフトテニス	15	12
女子バドミントン	20	10
バレーボール	20	8
音楽	25	10
美術	35	1

あなたなら、それぞれの部活動に何袋ずつ分けますか。どのように考えたかも説明しましょう。

この問題例は部活動の人数や活動日数のデータを予め提示している。このような問題を経験することで、生徒なりに数値の情報を読み取り、根拠をもって考える活動が保証されると思われる。この問題の部活動の人数や活動日数のデータを提示しない問題も考えられる。すると、生徒は必要なデータを考えたり、必要に応じて情報を収集したりする活動に取り組むことになる。中学1年の各単元から適宜位置付けていくことで、「意思決定する力」を育成することが可能であると考えられる。

### 6. 2. 「問題発見・解決の過程」の連続的なプロモート

前次研究において、問題発見・解決の過程を中核に据えて、「つながり」を意図した単元構想を提案した(図4)。

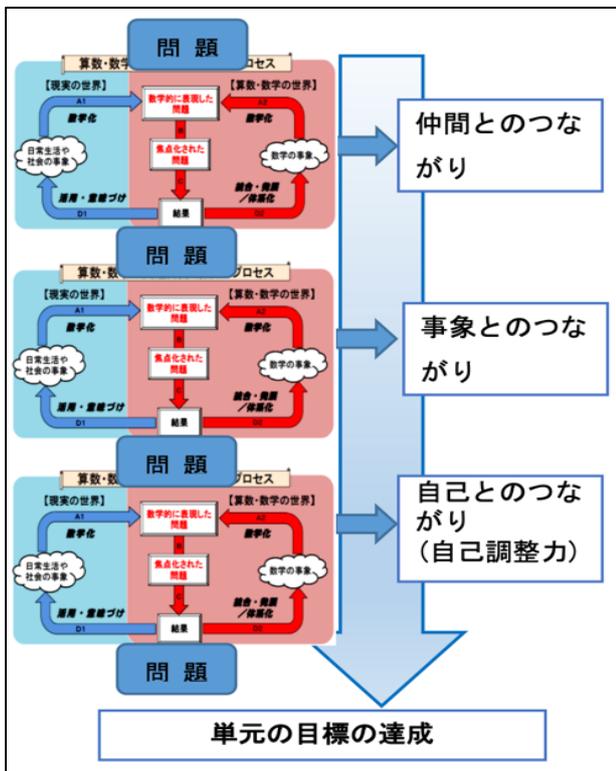


図4 つながりを意図した単元構想

本研究では、「意思決定する力」の育成を主軸におきつつ、前次研究を踏襲し、「問題発見・解決の過程」の連続的なプロモートするための単元構想モデルに改善した(図5)。

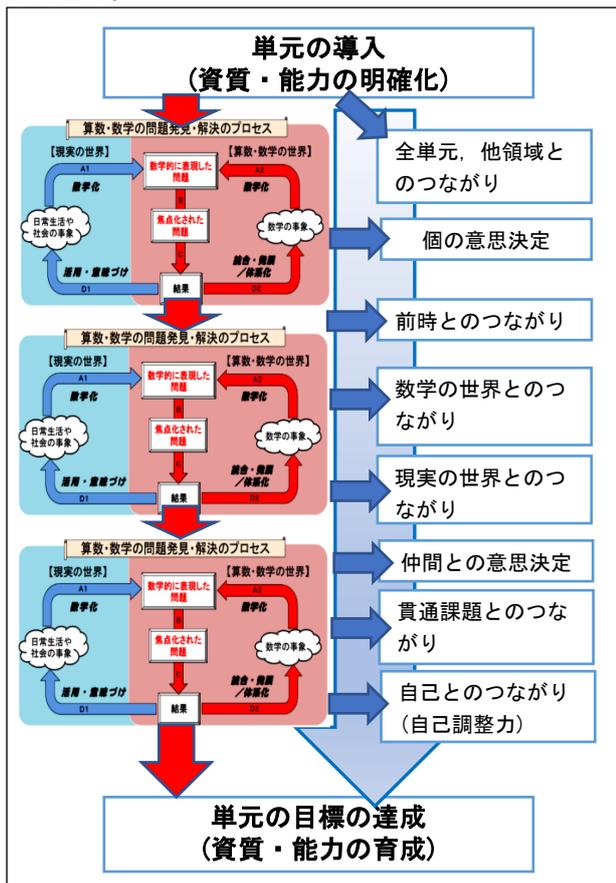


図5 単元構想モデル

## 7. 実践と考察

本稿では、第1学年における「第8章データの分析」の単元を軸とした実践を基に、考察を進めていく。

### 7. 1. 実践における単元の構想

中学校学習指導要領数学編(2017)では、資質・能力の育成として3つの柱が強調されるとともに、データの活用領域の一層の充実が求められている。第1学年においては、多数回の試行によって得られる確率(統計的確率)が加わり、一定の値に近づいていく相対度数を確率と捉えることを学習する。また、多数の観察や多数回の試行の結果を基に不確定な事象について考察する際には、相対度数を確率とみなして用いることで日常生活や社会との関連を実感させていくことが求められている。

そこで、全国学力・学習状況調査(以下、全国学調)の結果から、データの活用領域の課題を見いだそうと考えた。H29A14(2)は、「与えられた度数分布表について、ある階級の相対度数を求めることができるかどうかをみる」ことをねらった設問である(図6)。

(2) ある市の平成28年6月1日から30日までについて、日ごとの最高気温の記録を調べました。下の度数分布表は、その結果をまとめたものです。

日ごとの最高気温		度数(日)
階級(℃)		
以上	未満	
22～24		3
24～26		8
26～28		7
28～30		6
30～32		5
32～34		1
合計		30

22℃以上24℃未満の階級の相対度数を求めなさい。

図6 全国学調 H29A14(2)

また、H25A14(2)は、「与えられたヒストグラムについて、ある階級の相対度数を求めることができるかどうかをみる」ことをねらった設問である(図7)。

(2) 下の図は、ある市の平成24年6月1日から30日までについて、日ごとの最高気温の記録をヒストグラムに表したものです。このヒストグラムから、例えば、最高気温が30℃以上32℃未満の日は5日あったことがわかります。

最高気温の分布

22℃以上24℃未満の階級の相対度数を求めなさい。

図7 全国学調 H25A14(2)

正答率はH29が46.1%、H25が23.7%と、特に低い傾向にある。その他、中央値や範囲を求めるといった基

本的な問題に対しても正答率が低い傾向が見られた。この結果の要因としてぱっと思いつくのは、中1～中3にかけてデータの活用領域が最後の単元に位置付けられていることである。学年末で残時数の少なさから割愛した指導になることや、評定の対象に入らない場合などが要因として予想される。

そこで、データの活用領域の指導の実態を把握するために教師調査を行い、さらには教師の悩み等を把握しようと考えた。そのうえでデータの活用領域の一層の充実を目指した、1年間の数学の学びの集大成となるような活動を位置付けた単元をデザインし、提案しようと考えた。

### (1)統計的問題解決のサイクル

中1データの活用では次のような資質・能力の育成が求められている(文科省 2017)。

#### D(1) データの分布

ア 次のような知識及び技能を身に付けること。

(ア) ヒストグラムや相対度数などの必要性和意味を理解すること。

(イ) コンピュータなどの情報手段を用いるなどしてデータを表やグラフに整理すること。

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。

(ア) 目的に応じてデータを収集して分析し、そのデータの分布の傾向を読み取り、批判的に考察し判断すること。(下線は筆者)

#### D(2) 不確定な事象の起こりやすさ

ア 次のような知識及び技能を身に付けること。

(ア) 多数の観察や多数回の試行によって得られる確率の必要性和意味を理解すること。

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。

(ア) 多数の観察や多数回の試行の結果を基にして、不確定な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現すること。(下線は筆者)

下線に示されているように、「批判的に考察し判断すること」や「不確定な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現すること」については、統計的な問題解決の方法で考察を進めていくことが求められている。そもそも、統計的な問題解決の方法については、小学校5年生で、5つの段階を経て問題を解決する方法が指導されている(文科省 2017)。5つの段階は以下の通りである。

- ①身の回りの事象について、興味・関心や問題意識に基づき統計的に解決可能な問題を設定すること
- ②見通しを立て、どのようなデータを、どのように集め

るかについて計画を立てること

③データを集めて分類整理すること

④目的に応じて、観点を決めてグラフや表や図などに表し、特徴や傾向をつかむこと

⑤問題に対する結論をまとめるとともに、さらなる問題を見いだすこと

この段階は、総務省「なるほど統計学園」のホームページにある、PPDAC サイクルと同意であると考えられる(図8)。

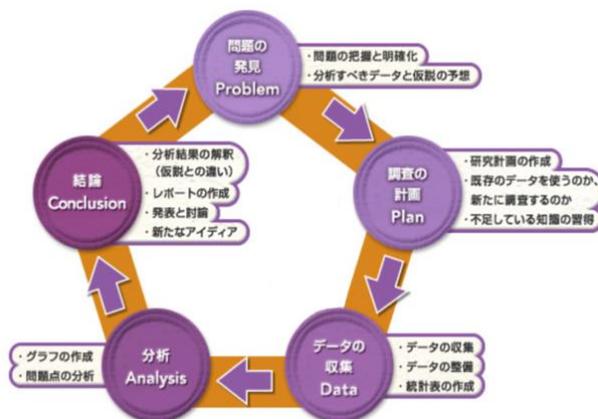


図8 総務省なるほど統計学園 HP より抜粋

このPPDACサイクルは小4「整理のしかた(10月下旬6時間)」の単元末の発展的な扱いとして登場する。ここでは5つの段階が示され、その通りにサイクルを回してみるという内容である。小5では、平均(9月下旬から10月上旬6時間)、割合とグラフ(12月7時間)で学習する。教科書には、「割合とグラフ」でPPDACサイクルが出てくるが、「平均」においてもサイクルを回し、問題解決の道具として平均を活用するという視点が大切とされる実践が見られる(成田, 2023)。小6では、「データの見方(9月11時間)」「並べ方と組み合わせ(1月8時間)」で学習する。とりわけ小5、小6のデータ領域の学習では、基本的に全てをPPDACサイクルで指導することが求められており、教科書の構成は、単元の終盤の発展や活用としてPPDACサイクルを回す展開になっている。

なお、学習指導要領(算数編)にある「一連のプロセスは「問題」から「結論」に向けて一方向に進んでいくものではなく、計画を立てながら問題を見直して修正を加えてみたり、グラフを作り直して分析したり、ときにはデータを集め直したり、相互に関連し、行き来しながら進むものである。」という記述にも着目したい。

表1 データの活用領域における学びの系統

小4	目的に応じてデータを集めて分類整理し、データの特徴や傾向に着目し、問題を解決するために適切なグラフを選択して判断し、その結論について考察すること。
----	---

小5	目的に応じてデータを集めて分類整理し、データの特徴や傾向に着目し、問題を解決するために適切なグラフを選択して判断し、その結論について多面的に捉え考察すること。
小6	目的に応じてデータを集めて分類整理し、データの特徴や傾向に着目し、代表値などを用いて問題の結論について判断するとともに、その妥当性について批判的に考察すること。
中1	目的に応じてデータを収集して分析し、そのデータの分布の傾向を読み取り、批判的に考察し判断すること。
中2	四分位範囲や箱ひげ図を用いてデータの分布の傾向を比較して読み取り、批判的に考察し判断すること。
中3	標本調査の方法や結果を批判的に考察し表現すること。簡単な場合について標本調査を行い、母集団の傾向を推定し判断すること。

特に、小6の指導内容については、中1との共通点が多く見られる。中1では相対度数や累積度数、累積相対度数などが新たに加わり、データの分析を多面的にそして深く考察することが求められる。ただ、中学校ではデータの活用領域の指導が年度末であり、残時数に追われるなどの原因で、知識・技能の定着に終始して、十分に PPDAC サイクルを意図した指導がなされていないのではないかと懸念がある。

## (2)教師調査の実施

中学校教師がデータの活用領域における PPDAC サイクルに対する意識の度合いや、実施状況を把握することを目的に、GoogleForms を用いて教師調査を実施した。

教師調査については、令和5年12月下旬頃から令和6年1月上旬の期間で北海道の数学科教師を中心に行い50の回答を得た。調査の内容は回答者の負担を考慮し、以下の通り3問で構成した。

1. データの活用領域では「PPDAC サイクル」を意識して指導を行っていますか。
2. 中1「データの分析」の単元で「PPDAC サイクル」を回す指導を何回行っていますか。
3. 「PPDAC サイクル」を回すための「指導上の悩み」「問題点」等を自由にお書きください。

質問項目1については、「とても意識している」「少し意識している」「あまり意識していない」「意識していない」の4肢選択で行った。結果は以下の通りである(図9)。

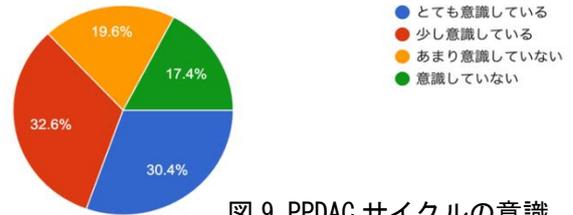


図9 PPDAC サイクルの意識

「とても意識している」「少し意識している」の合計の割合が63%であった。一方で、「あまり意識していない」「意識していない」の割合が約37%に上ることがわかった。

続いて、質問項目2については、「0回」「1回」「2回」「3回」「4回以上」の5肢選択で行った。結果は以下の通りである(図10)。

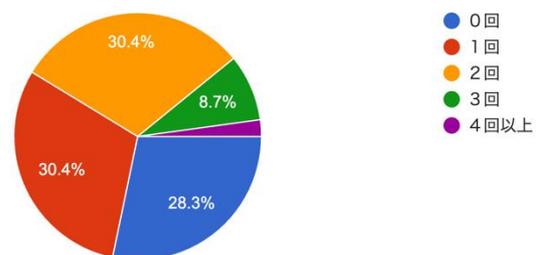


図10 PPDAC サイクルを意図した指導の回数

単元において PPDAC サイクルを意図した指導の回数について、「1回」「2回」と回答した割合は60.8%であった。一方で「0回」の割合は28.3%である。今回の調査は、各地区の教育研究会に属している意欲の高い先生方に依頼していることを鑑みると、PPDAC サイクルを意図した指導が行われていない割合はもっと高いのではないかと考えられる。

最後の質問項目3については、自由記述で行った。次に示すの①～④は、代表的な回答であり、同様な内容が複数あったものである。

- ①十分な時数の確保です。多くの公立中学校では、全員を救いながら授業を行ったり、今まで指導されてきていなかった「学び方」を指導しながら1年の指導を進めたり、各種テストやチャレンジテスト等を行ったりしていくと、どうしても各単元の予定時数を上回ってしまい、後ろの統計指導がひっ迫してしまいます。
- ②恥ずかしながら、そもそも「データの活用領域において PPDAC サイクルを回す」ことがどのようなことなのかを理解していません。この領域の指導について、今後勉強が必要だと感じています。
- ③PPDAC サイクルを意識しながら授業を行っているが、教師主導で終わってしまうことが多く、時数の関係もあり生徒自らがサイクルを回すには至って

いない。

④統計サイクルを回す上で、限られた指導時数を考慮すると、各 PPDAC 場面では「軽重」をつけた指導が重要と思います。

①の回答に見られるように、時数の確保ができないという悩みが多く見られた。関連して、「標準時数でサイクルを複数回すのは厳しい」「データの活用領域は準備が大変」などの回答が見られた。プリントを配って終わりという指導や、小学校の内容が定着しておらず知識・技能の指導に終始してしまうといった声も聞かれるなど、きちんと指導されていない実態が明らかになった。

②の回答に見られるように、大学で統計を学んでおらず、そもそも PPDAC サイクルという概念すら知らないという教師の存在がいることが明らかとなった。そこで、小学校でどのように指導されているのかを中学校教師が理解するとともに、PPDAC サイクルを用いた事例を複数提案することが重要であると考えた。

③の回答に見られるように、PPDAC サイクルへの理解があるものの、「問題を提示する」「データを与える」というように、サイクルの各相において教師主導になってしまうという回答が多く見られた。また、PPDAC サイクルは複数回することが重要であるとの回答も見られた。そこで、解決への目的意識を高めることや 2 周目を回すための文脈づくり、生徒が主体的に取り組むことのできる「題材」の開発等が課題であると考えた。

④の回答に見られるように、PPDAC サイクルを具体的にどのように回していくのかという回答が多く見られた。5つの段階のどの層を重視するかという悩み、単元を通して同じ題材で指導すべきか、どのタイミングで題材を変更するのかという悩みが複数示された。そこで、PPDAC サイクルの様相がわかるような単元の指導計画等を作成することや、時数が足りない中でもどの学校でも実践できるような汎用的な題材を複数提案することが重要であると考えた。

以上より、これまでの考察を踏まえて、次の a)~c)の 3 点を単元及び各授業に位置付けることとした。

- a) どの学校でも活用できる「題材」を用いて、PPDAC サイクルを複数回すことを意図した単元をデザインすること。
- b) 残時数が足りなくとも PPDAC サイクルを回せるように、1 単位時間で完結する事例を単元に位置付けること。また、5つの相を明確に示した単元の指導計画を提案すること。
- c) PPDAC サイクルを意図した授業を構想するとともに、2周目に回す事例を提案すること。

## 7. 2. 実践における授業の実際

前述のような単元の特性を踏まえて行った実践の授業の実際を以下に述べる。

### 7. 2. 1. 「意思決定する力」を育成する指導場面の創出に関する学習活動の実際

「意思決定する力」は「6. 1.」で述べた通り、文脈依存で価値観付与型のプロセスである。生徒にとって身近な題材を用いるとともに、立場を明確にすることが大切であると考えた。そこで、本単元の導入である第1時の授業実践(1年A組)を基に説明する。

データの活用領域の単元は、年度末に位置付けられている。そこで、単元の導入である第1時では、生徒にとって直近の行事である卒業式と結びつけて、教室の装飾づくりという場面から、解決する問題を見いだす文脈を設定した。



T: 卒業式で紙テープを使って装飾の飾りを作ります。

1つの輪をつくる時、何 cm 間隔で切るとよいか？

S: 10cm! 15cm かな？

T: ○○さん、ちょっと 10cm 切ってくれませんか？

S: (紙テープをハサミで切る)

T: 本当に 10cm に切れているかな？

(実測する)

S: 惜しい! 私もやってみたい!

このように、紙鎖の1つのパーツを 10cm ずつ切るという文脈を生徒とのやり取りを通して引き出した。特に、「紙鎖を 10cm ずつ切る」という数値の決定、また「実際に切ってみよう(実験したい)」、「定規を使わずにまっすぐ切る」といった解決への方針や方法の決定については、集団における合意形成を通して意思決定する場面を充実させた。また、問題文についても生徒とやり取りを通して設定した。

全員の実験データが出揃った場面で、「実験データはどうしたらよいか？」と問うと、「1人ずつ聞く」「記録を小さい順に並べる」「フォームで収集する」「度数分布表」「ヒストグラム(柱状グラフ)」といった考えが出された(図 11)。

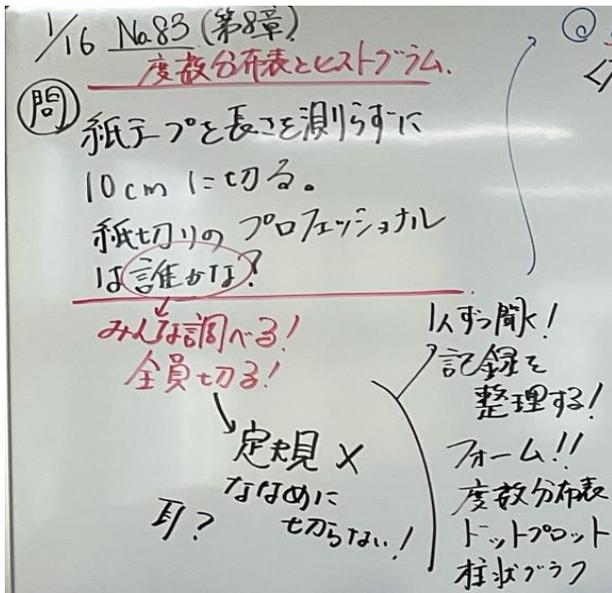


図 11 授業の板書(第1時導入場面)

そこで、「学級のデータを整理しよう」という課題を設定し、小学校の学習を振り返りながら、度数分布表を作成することにした。階級や度数などの用語を確認する中で、「階級の幅をどうするべきか」が課題となった。

T:階級の幅は何 cm にしますか?

S1:1cm 間隔でよいと思います。

T:どうして1cm がよいと思ったのですか?

S1:何となく、区切りがよいと考えました。

S2:区切りはよいけど、1cm もずれていたらセンスがよいとはいえないよ。

S3:じゃあ 0.5cm にしよう!

S:いいね～(多数)

階級の幅を決める場面では、階級の幅をなんとなく 1cm や 0.5cm とするのではなく、その根拠を明らかにしようとして意思決定を図りたい。ここでは、教師は生徒の発した考えをそのまま問い返ししながら、根拠となる考えを引き出していくスタンスが重要であると考えた。

なお第1時の授業では、度数分布表を基にしてヒストグラムを作成し、9.5cm～10.5cm の範囲の人が紙切りのプロフェッショナルであると思決定され、問題が解決された。

## 7. 2. 2. 「問題発見・解決の過程」の連続的なプロモートに関する学習活動の実際

「7. 1.」実践における単元の構想において、単元を構想するうえで、3点挙げている。これは単元構想モデル(図5)と関連付いており、生徒が単元を通して自然な文脈で問題を把握し、解決していくことができるように構

成している。

### (1)第1時から第2時への連続的な展開

第1時では、度数分布表を作成する場面で、1年A組とC組は階級の幅を 0.5cm とし、B組は1cm とそれぞれ意思決定された。そこで、第2時では第1時とのつながりを意図して、次のように導入した。

T:前時は紙テープを 10cm に切るデータについて、学級の傾向について調べ、自分の位置を表現しました。さて、次はどんなことを調べてみたいですか?

S:他の学級の様子を知りたい。

T:では1年B組と比べてみましょう。

このように、1つの学級におけるデータの考察から他の学級のデータとの比較という文脈設定から、生徒とのやり取りを通して、1年A組とB組の2つのヒストグラムを大型TVで提示した(図12)。

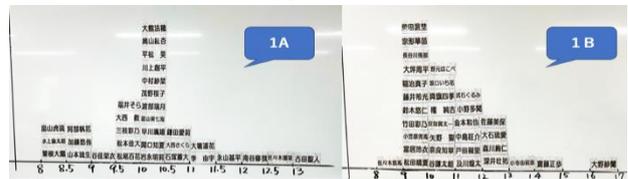


図 12 2つの学級のヒストグラム

この2つのヒストグラムを見て、はじめはヒストグラムの山の部分に着目して判断している様子が見られた。

S1:1Bの方が(センス)よいかもしれない。

S2:いや同じ位じゃない。だって、もっとも多い度数はどちらも 11 だから。

S3:いやこれ階級の幅が違うから比べられないぞ。

S:本当だ!(多数)

T:階級の幅はどうしたらよいか?

S3:揃えることはできますか?

このタイミングで、「どちらの学級のセンスがよいだろうか?」という問題が見いだされた。1時間目の学びの世界を広げて、解決すべき新たな問題を見いだすことで、生徒にとって自然さを担保しつつ、高い意欲を引き出すことができた。

### (2)第7時から第8時への連続的な展開

第7時では、再び卒業式を話題として、生徒会本部役員という立場で、三年生を送る会の退場時に紙吹雪を降らせる演出を考えるという文脈を設定した。紙吹雪はコピー用紙を用いて、「1cm×1cm」「2cm×2cm」「1cm×4cm」のどの紙吹雪の滞空時間が長いかについて、PPDAC サイクルに沿って解決する授業を行った(図13)。

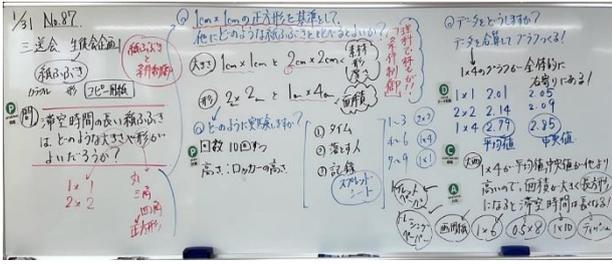


図 13 授業の板書(第7時)

実験をしてデータを収集し、度数折れ線で比較した結果、 $1 \times 4\text{cm}$  の紙吹雪の滞空時間が最も長いということで問題が解決された。この場面では、新たな問題の発見につなげるために、「さらに滞空時間を伸ばすためにはどうしたらよいか?」と問いかけると、「 $1\text{cm} \times 6\text{cm}$ 」「 $0.5\text{cm} \times 8\text{cm}$ 」「 $1\text{cm} \times 10\text{cm}$ 」といったサイズに着目した考え、「画用紙」「ティッシュ」「トレーシングペーパー」などの素材に関わる考えが出された。

第 8 時では、前時とのつながりを意図して、第 7 時の授業を振り返った。

T: 前時ではどのような紙吹雪の滞空時間が長かったですか?

S: コピー用紙で作った  $1\text{cm} \times 4\text{cm}$  のサイズです。

T: さらに滞空時間を伸ばすためには、どのような改善点があるって話していませんか?

S1: 素材を変えることです。例えば、トレーシングペーパーなどです。

S2: 他にも形、サイズを変えるという案も出ていました。

T: では今日解決すべき問題は何ですか?

S: 「さらに滞空時間を伸ばすためには、紙吹雪の素材やサイズをどうすればよいか?」です。

このように前時とのつながりを意図した文脈を設定することで、生徒自らが解決すべき問題を見いだすことができた。その結果、問題が自分事となり、高い意欲でその後の活動に取り組むことができていた。

### 7. 3. 実践における結果と考察

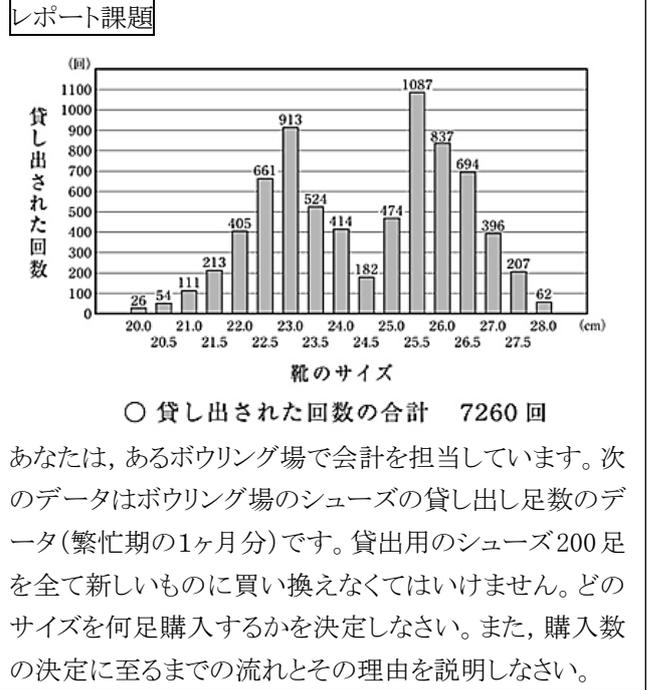
本実践で講じた2つの手立てを述べてきたが、それぞれの視点から本実践の結果と考察を行う。

#### 7. 3. 1. 「意思決定する力」を育成する指導場面の創出に関する学習活動の視点から

単元を通して、文脈設定によって生徒の立場を明確にするとともに、個人または集団において意思決定を促す場面を設定することを意図した授業を、単元を通して継続した。その結果、「7. 2. 2.」で述べたように、本研

究において目指す生徒像である「問題解決の種々の場面で、自分なりに意思決定をしながら活動に取り組むことのできる生徒」、「協働的な学びを通して、合意形成を図りながら集団として意思決定をすることができる生徒」の姿が随所見られた。

単元末には、次のような意思決定を必要とするレポート課題を提示した。



あなたは、あるボウリング場で会計を担当しています。次のデータはボウリング場のシューズの貸し出し足数のデータ(繁忙期の1ヶ月分)です。貸出用のシューズ200足を全て新しいもの買い換えなくてはなりません。どのサイズを何足購入するかを決定しなさい。また、購入数の決定に至るまでの流れとその理由を説明しなさい。

レポートの計算部分は割愛するが、最終的に購入を決定した理由について、生徒の回答の様子を2つ紹介する(図 14)。

【購入を決定した理由】

各サイズの相対度数を求め、それに200(つまり購入数の合計)をかけたものを購入数とした。相対度数を用いて、繁忙期の貸し出し足数(つまり未定)を予測して、その購入数にした。相対度数 $\times 200$ の合計が199だったため、残りの1足は、20.5cmにした。なぜなら、20と20.5が1つずつだったため、20cmの人と20.5cmは併せた(つまり、20.5に1足20足とした)。

【購入を決定した理由】

相対度数から考える個数だと小数がまがっているため、四捨五入をして全て整数にしました。1足しかないともしの可能性があるため最低でも2足にしました。そうすると合計が206足になってしまうので上のグラフで相対度数から考える個数が20個以下の22.5と26.5は1足、21個以上の23.0と25.5と26.0は2足にしました。

図 14 レポート回答例

このレポートでは、まず全ての階級の度数に対する相対度数を求める。求めた相対度数を確率とみなして購入数である200をそれぞれにかけると、合計が199足に

なるように数値を調整したデータである。そこで、残り1足をどのように購入するかについて、現実場面を考慮に入れて意思決定する課題となっている。

上の生徒は、20.5cm サイズを1足追加するとしている。根拠として 20.0cm サイズも1足であるが、20.0cm が不足の場合は、20.5cm サイズを流用するという考えである。また、下の生徒は、自分なりに基準を設け、購入数の多いサイズを減らして、少ないサイズの購入数を増やすという考えを述べている。このように意思決定するには根拠が必要である。その根拠を明らかにするために、必要感ある課題への取り組みが可能になると考える。

### 7. 3. 2. 「問題発見・解決の過程」の連続的なプロモートに関する学習活動の視点から

本研究では、単元を通して「問題発見・解決の過程」(本単元では PPDAC サイクル)をプロモートしたことで、「自然さ」と「意欲の継続」が達成できた。また、PPDAC サイクルをプロモートするためには、それぞれの段階における具体的な方法知を自覚化する必要があると考える。そこで、単元の3時間目終了時、6時間目、単元終了時に「統計的問題解決力」向上シートへの記述を行った(図15)。

このレポートの中央部分には「今後の活動のさらなる充実を目指し、身の回りにある問題を統計的に解決するための大切な考え方をまとめよう！」に対して、次のような記述が見られた。

P(問題)には「詳しく、具体的な問題にして、調査しやすくなる」、「根拠をもとに仮説を立て、後から正しかったのか確かめやすくなる」等の記述が見られた。

P(計画)には「効率のよい方法を考える(時間、もの、負担)」、「他人に迷惑がかからない方法にする」、「班の仲間間で役割を分担する」、「何を調べるのかを再確認する」等の記述が見られた。

D(データ)には「データの数はできるだけ多くとっておき、正確性を高める」、「条件制御を大切にすること」等の記述が見られた。

A(分析)では「1つの視点だけでなく、複数の視点からデータを見る」、「根拠と結びつけて説得力を上げる」等の記述が見られた。

C(結論)では「分析結果を総合的に見る」、「分析でわかったことを簡潔にまとめなおす」、「調べきれていないことを探す」等の記述が見られた。

「統計的問題解決力」向上シート		
PPDAC サイクル	今後の活動のさらなる充実を目指し、身の回りにある問題を統計的に解決するための大切な考え方をまとめよう！	授業で深く考えたこと意欲的に取り組んだことを書こう！
<p><b>P</b> problem 問題</p> <p>解決すべき問題を明確化し仮説を設定する</p>		
<p><b>P</b> plan 計画</p> <p>データの種類や収集する方法を計画する</p>		
<p><b>D</b> data データ収集</p> <p>データを収集し整理する</p>		
<p><b>A</b> analysis 分析</p> <p>目的に応じてグラフや表に整理し特徴や傾向をつかむ</p>		
<p><b>C</b> conclusion 結論</p> <p>問題(仮説)の結論をまとめ、新たな問題を見いだす</p>		

図15 「統計的問題解決力」向上シート

上記の内容は、どれも PPDAC サイクルを繰り返し経験しているからこそ記述することができたと考えられる。

## 8. 今年次研究の成果と課題

本校数学科における新たな研究では、主題を「仲間との協働を通して意思決定できる生徒の育成」として実践を行ってきた。先にも述べた通り、「意思決定」を行う場面を設定することで、決定に至る根拠を考える必要感となり、高い意欲で問題や課題の解決に取り組む姿が期待できる。そこで、今後もより具体的に実践研究を進めていく必要があると考えている。

一方、本稿では副題を「問題発見・解決の過程」を連続的にプロモートする単元の構想」とした1年次の研究をメインに述べてきた。以下では、主にその1年次研究の成果と、それをうけた今後の展望について考えていく。

### 8. 1. 研究の成果

1年次研究の副題にある「問題発見・解決の過程」を連続的にプロモートする単元の構想」という部分については、「7. 3. 2.」において「統計的問題解決力」向上シートへの具体的な記述から、生徒の学びの様相について紹介した。問題発見・解決の過程を繰り返す中で「意思決定」する場面を位置付けたことにより、高い意欲化を図ることができた(詳細は「7. 3. 1.」)。加えて、単

元末に実施した生徒の学習感想をいくつか紹介する(下線は筆者)。

- ・相対度数を確率としてみなせば、未来の予想とその対策を前もってすることができるので、日常で使っていけたらよいと思った。
- ・実際に将来働いたときに絶対役に立つようなことをやってみて、コツを掴めばすぐに活用することができることがわかり、他の場面でもやってみたいと思った。
- ・データは数値を具体的な場面に照らし合わせて検討しないといけないということがわかりました。この単元を通して中央値、平均値を求めて何を説明するのかについて身についたので、将来資料を作るときに生かしていきたい。
- ・これからの社会はこの単元で学んだように個々の意見が試されることが増えると思うので、普通にたわねず、自分のだけの考えを大切にして、これからの社会に乗り遅れないようにしたいです。
- ・今まで相対度数は日常では使えないと思っていたましたが、相対度数を確率とみなせば効率よく商売することができるわかりました(データは根拠だね)。
- ・サッカーの1試合毎のゴール決定率なども調べられるかもしれないと思った。

生徒が意思決定して、その根拠を説明することを通して、「未来を予測する」、「将来使える」といったことを実感できているようである。また、「問題発見・解決の過程」を連続的にプロモートすることを通して、学んだことが日常に生かせることや具体的な新たな問題を発見している生徒もいた。これは、主体的に問題の解決を推し進めていくことができるという見通しをもっているからである。

一方で、本研究で扱った単元はデータの活用領域であり、数学的な処理はICTの活用を認めていた。他の領域、例えば関数領域等では、解決するために計算技能が必要となってくる。生徒の主体性を担保するための知識・技能の定着とのバランスについては、教科の特性上検討していく必要がある。

## 8.2. 今年次研究の今後の展望

ここまで、1年次研究の成果について述べてきたが、2年次以降の課題と展望についても触れておく。

本校研究の総論にも述べている通り、本校の1年次では、各教科等において学習の個性化の一側面として「学びのセルフ・マネジメント」について実践研究を進めてきた。数学科においても、1年次は生徒の「個」に注目

し、「意思決定」する場면을指導過程に位置付けた。

その「個性化」の一方で、置き去りにしてはならないのが「協働」という側面である。数学の授業では、日常的に問題解決的な学習を中心に据えて行っている。この解決過程には、生徒全員で議論して意思決定し合意形成を図るという所謂集団解決の場面が位置付いている。その集団解決の場面を充実させていくとともに、今後は、生徒に任せて主体的に解決を推し進めていくことができる場面を単元に計画的に位置付けていくことが大切であると考える。

## 参考文献・論文

- 文部科学省(2019). 新時代の学びを支える先端技術活用推進方策(最終まとめ).
- 中央教育審議会(2022). 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申).
- 文部科学省(2019). 学習指導要領解説(総則編). 東山書房.
- 文部科学省(2019). 学習指導要領解説(数学編). 日本文教出版株式会社.
- 文部科学省(2018). 学習指導要領(平成29年告示)解説 算数編. 日本文教出版.
- 清水宏幸, 久保良宏, 清野辰彦, 長尾篤志, 西村圭一(2015). 数理科学的意思決定力の育成に関する調査研究. 日本数学教育学会学会誌第97巻第9号. 2-12.
- 藤井齊亮・真島秀行ほか(2020). 新しい数学1,2. 東京書籍.
- 池田敏和ほか(2020). 中学校数学1,2. 学校図書.
- 岡部恒治ほか(2020). 見方・考え方がはたらき、問題解決のチカラが高まるこれからの数学1,2. 数研出版.
- 岡本和夫・森杉馨・根本博・永田潤一郎ほか(2020). 未来へひろがる数学1,2. 啓林館.
- 坂井裕・小谷元子ほか(2020). 中学数学1,2. 教育出版.
- 重松敬一・小山正孝・飯田慎司ほか(2020). 中学数学1,2. 日本文教出版.
- 吉田稔・相馬一彦ほか(2020). 数学の世界1,2. 大日本図書.
- 赤本純基・浅賀亮史・菅原大(2023). 1人1台端末に生きる中学校数学授業の「問題」. 明治図書.
- 青山和裕(2018). 中学数学の統計「データの活用」. 東京図書.
- 池田敏和, 田中博史, 藤原大樹(2022). 板書で見る全単元・全授業の全て, 数学(中学校1年). 東洋館出版社
- 藤原大樹(2018). 「単元を貫く数学的活動」でつくる 中学校数学の新授業プラン. 明治図書.
- 藤原大樹(2018). 「統計の授業づくりに向けて」, 『お茶の水女子大学附属学校園連携研究算数・数学部会, 『「データの活用」の授業—小中高の体系的指導で育てる統計

的問題解決力』,東洋館出版社,pp.28～39.

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.

半田進(1997). 中学校における確率指導についての一考察—大数の法則に対する生徒の意識を中心に—. 日本数学教育学会誌, 79(9), 271-279.

松元新一郎(2013). 中学校数学科統計指導を極める. 明治図書.

松元新一郎(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.

永田潤一郎 編著(2021). 板書&展開例でよくわかる 数学的活動でつくる365日の全授業 中学校数学 1年下. 明治図書.

成田翔(2023). 統計的問題解決のプロセスを通して, データを根拠とし, 最適解・最善解を自己決定する力を育てる学習. 数学的な授業を創る会(12月例会提案資料).

相馬一彦(1997). 数学科「問題解決の授業」. 明治図書.

菅原大(2021). 「知識・技能／1年, データの分析と活用」, 「思考・判断・表現／1年, データの分析と活用(不確定な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現しよう)」, 明治図書『数学教育』編集部編, 評価事例&テスト問題例が満載!! 中学校数学新3観点の学習評価完全ガイドブック. pp.40～43. 明治図書.

菅原大(2021). 事例で徹底解説! 「主体的に学習に取り組む態度」の学習評価, 1年／データの分析と活用, 統計的に問題を解決する方法を振り返り新たな問題を見いだそう!. 教科科学「数学教育」12月号, No770. 明治図書.

菅原大(2022). 「1年データの分析と活用」, 明治図書『数学教育』編集部編, 中学校数学「主体的に学習に取り組む態度」の学習評価完全ガイドブック. pp.46～51. 明治図書.