

# 資質・能力を育むための数学科授業デザインの在り方

中野弘章\*・榊隼弥\*・豊留洋輔\*・日高大志\*

(2022年11月16日受理)

## Designing Mathematics Classes to Foster Qualities and Abilities

NAKANO Hiroaki, TOYODOME Yosuke, SAKAKI Junya and HIDAKA Taishi

### 要約

平成29年3月に新たな中学校学習指導要領（以下、学習指導要領）が告示され、中学校においては令和3年度より全面実施となった。今回の学習指導要領では、豊かな心や創造性の涵養を目指した教育の充実に努め、その育成に当たっては、主体的・対話的で深い学びを実現するための授業改善が必要であると述べられている。

そこで本校数学科では、学習指導要領の改訂に伴い、資質・能力を育むための授業デザインの在り方を見直し、「何ができるようになるか」を明確に捉えた授業デザインの在り方について実践を重ねてきた。本稿は、その成果を授業デザインの手順に沿って報告するものである。

**キーワード**：学習指導案作成の手順，算数・数学の学習過程のイメージ，学習過程の実際と手立て

### 1. 実践の概要と経緯

学習指導要領の改訂に伴い、すべての教科等で目標が三つの柱で整理された。つまり、「何ができるようになるか」という育成を目指す資質・能力がすべての教科等で整理され、明確になっていくということである。本校では、「授業デザイン」を「育成を目指す資質・能力を明確にして授業づくりをしていく，一つ一つの取組や一連の取組」であると捉えている。これを受けて、本校数学科においても、単純な1単位時間の授業づくりだけでなく、資質・能力のつながりや学習活動のまとまりの中で授業をデザインしていく方法や在り方を検討していくこととなった。

---

\* 鹿児島大学 教育学部附属中学校 教諭

## 2. 授業デザインの方法

本校数学科では授業デザインを文書で示す学習指導案の作成を図1のような手順で進めている。

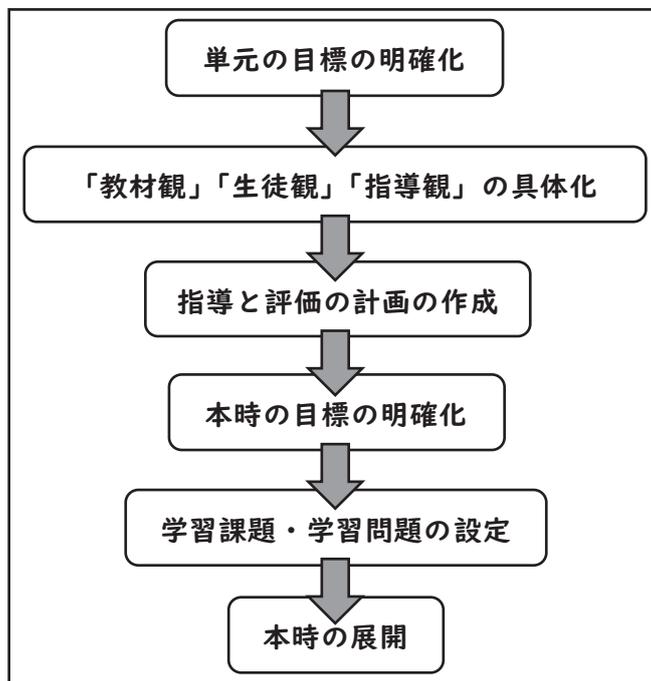


図1 学習指導案作成の手順

### 2.1 単元の授業デザインの在り方

図1にあるように、前半の3ステップでは単元全体に関わる内容となる。まず、単元の目標を明確化する。各単元の目標は、中学校学習指導要領解説数学編をもとに、1年生はp.62、2年生はp.100、3年生はp.131にある各学年の目標を確認することで明確化することができる。ただし、ここで示されている目標は、語尾が「～を身に付けるようにする」や「～を養う」とあるように、授業者である教師の指導目標になっている。学習指導案において単元の目標を記載する際は、生徒が主語になるため、語尾は知識及び技能や思考力、判断力、表現力等に関する目標については、「～を身に付ける」や「～できる」等に変え、学びに向かう力、人間性等は、語尾を「～態度を身に付ける」とするように留意している。次に、本単元における教材観、生徒観、指導観を具体化する。教材観には、教材の系統性や指導の意義を記載する。中学校学習指導要領解説数学編p.12～17にまとめられている、中学校と小学校の内容の構成を参考にするとよい。ここでは、本単元と系統性をもつ小学校での学習内容を書いた上で、本単元全体の内容を記載していくようにする。生徒観は、普段の授業の様子やテスト結果、アンケートなど様々な場面から把握することができる。また、指導観は、生徒の実態から手立てを考え、授業後にアンケート等を実施することで手立ての有効性を確認できる内容を記載する。生徒観と指導観の二つは対応しており、生徒観の部分は生徒の実態における課題であり、それに対して、指導観の部分で、その手立てとその手立てを打つことで予想される生徒の姿を記載するように留意している。具体化した教材観、生徒観、指導観をもとに、指導と評価の

計画を作成していく。授業に必要な単位時間数、各単位時間におけるねらい等を表にまとめておくと、どのような計画や評価を経て本時まで至ったのかということが明確になる。指導と評価の計画を立てる段階から評価の方法や実施時期を考えておくことで授業改善にもつなげることができる。表について、授業に必要な各小単元の授業時間数や総授業時間数は、使用する教科書会社の時数を参考にしながら、生徒観、指導観をもとに、調整をする。ねらいについては、各単位時間の目標を、授業者である教師を主語として、語尾を「～できるようにする」もしくは、「～しようとする態度を養う」と表して記載するようにしておく。

## 2.2 指導と評価の計画の内容の詳細

中学校学習指導要領解説数学編 p.162～166 では、① 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善、② 各学年で指導する内容について、③ 学び直しの機会を設定することについて④ 障害のある生徒への指導、⑤ 道徳科などとの関連の五つが指導計画作成上の配慮事項として掲載されている。これらの指導計画作成上の配慮事項を基に作成した、単元の指導計画の例を図2に示した。図2は第2学年の単元「データの分布」における例である。

三つの観点の評価については、「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料に掲載されている。「知識・技能」は、数量や図形などについての基礎的な概念や原理・法則などを理解しているかどうかについて評価する。また、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けているかどうかについて評価する。「思考・判断・表現」は、数学を活用して事象を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、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身に付けているかどうかについて評価する。「主体的に学習に取り組む態度」は、数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度、多様な考えを認め、よりよく問題解決しようとする態度を身に付けているかどうかについて評価する。「主体的に学習に取り組む態度」の評価は、知識及び技能を習得させたり、思考力、判断力、表現力等を育成したりする場面に関わって行うものであり、その評価の結果を、知識及び技能の習得や思考力、判断力、表現力等の育成に関わる教師の指導や生徒の学習の改善にも生かすことによりバランスのとれた資質・能力の育成を図るという視点が重要になる。これらを基に作成した、単元の評価計画の例を図3、図4に示した。図3は第2学年の単元「図形の性質の調べ方」における「知識・技能」の評価の計画の例である。図4は第1学年の単元「正の数・負の数」における「思考・判断・表現」の評価の計画の例である。

単元を通した学習課題		
<p>運動会の学年種目でクラス全員による「長縄跳び」を実施することになった。順位の決め方は、5分間で、連続してもっとも多く跳んだ順番で決定する。どの学級も優勝を目指して昼休みに練習をしている。優勝候補は、どの学級だろうか。</p>		
時間	ねらい・学習活動	指導計画作成上の配慮事項
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数のデータを度数分布表やヒストグラムによって比較することの難しさを指摘し、データを視覚的に比較しやすい統計的な表現の方法について考えるようにする。</li> </ul> <p>学習問題 練習の記録をもとに統計的な手法を用いて分析しよう。</p>	<p>1学年の内容を振り返ることで、生徒の理解を広げたり深めたりすることができるようになります。(②・③)</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>四分位数や四分位範囲の必要性とその意味について理解することができる。</li> </ul> <p>学習問題 優勝候補を決定するための新たな分析方法にはどのようなものがあるだろうか。</p>	<p>新たな分析方法の必要性とその意味について理解することで、生徒の主体性を引き出し、確実な習得を図ることができるようになります。(①・④)</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>箱ひげ図の形とヒストグラムのおおよその形の関係を理解し、数学的根拠を基に、ヒストグラムにおけるデータの分布の傾向を考察し、論理的に他者にわかりやすく伝えることができるようにする。</li> </ul> <p>学習問題 箱ひげ図とヒストグラムには、どのような関係があるだろうか。</p>	<p>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ことで、生徒の対話的な学びを実現し、道徳的判断力を育成することができるようになります。(①・⑤)</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数の資料の箱ひげ図からそれぞれの傾向を比較し、読み取ることができるようにする。</li> <li>ヒストグラムや箱ひげ図等を使ってデータの傾向を説明することができるようにする。</li> </ul> <p>学習問題 箱ひげ図だけを用いて分析すると、優勝候補はどこになるだろうか。</p>	<p>1時間目の自分の考えと新たな分析方法を習得した後の自分の考えを比較することで、自身の学びの変容を自覚することができるようになります。(①)</p>

図2 第2学年の単元「データの分布」における指導計画の例

<p>学習課題</p> <p>内角の和は、三角形、四角形、五角形、…となると、<math>180^\circ</math> ずつ増えていったので、外角の和は、だんだん減っていくのではないだろうか。</p>
<p>評価規準</p> <p>多角形の角についての性質が見いだせることを知っている。</p> <p>評価方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>授業において、「行動観察」による評価</li> <li>定期(ペーパー)テストに</li> </ul>
<p>定期(ペーパー)テストの問題</p> <p>1つの内角の大きさが1つの外角の大きさの9倍である正多角形は、正何角形か求めよ。</p>

図3 第2学年の単元「図形の性質の調べ方」における「知識・技能」の評価の計画の例

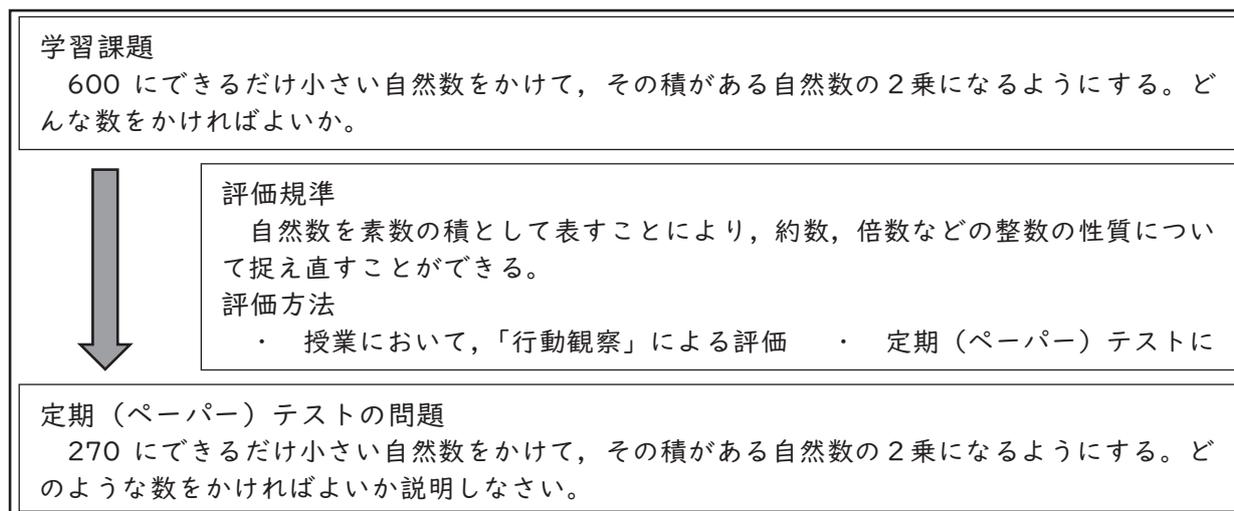


図4 第1学年の単元「正の数・負の数」における「思考・判断・表現」の評価の計画の例

本校では、「主体的に学習に取り組む態度」の評価の例については、以下の表1に示すように、各単元の学習の後に自らの学びを振り返り、1枚程度の「単元テストや定期テストの振り返りシート」に記入する機会を設けて、多面的に評価している。

表1 「単元テストや定期テストの振り返りシート」の質問項目と質問に対する意図

質問項目	質問に対する意図
数学の楽しさやよさに気付いて、粘り強く考え、数学を生活やこれからの学習に生かそうとすることができましたか。	粘り強い取組を行おうとしている側面を自己評価する。
問題解決の「過程（方法）」を振り返って、正しいかどうか検討したり、修正したりしようとしたか。	自らの学習を調整しようとする側面を自己評価する。
特定の考えに固執することなく、グループやペア活動を通して、比較したり、新たな考えを見つけ出そうとしたりすることができましたか。	協働的な学習を通して、学びが深めることができたかを自己評価する。

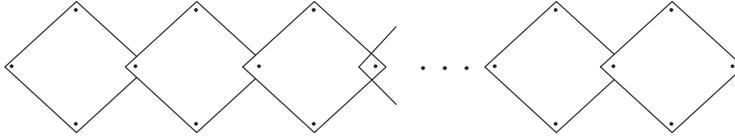
さらにここでは、本校で行った、問題づくりによる「思考・判断・表現」と「主体的に学習に取り組む態度」の評価について述べる。定期（ペーパー）テストの問題や授業の学習課題を「もし～でなければどうか？」の視点で、条件を変更し、問題づくりを行い、「思考・判断・表現」と「主体的に学習に取り組む態度」の観点を評価した。評価の例については図5の通りである。図5は第1学年の単元「文字式」における評価の計画の例である。

### 2.3 本時（1単位時間）の授業デザインの在り方

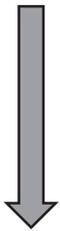
各単元における目標や計画を明確化できたら、本時の内容について記載していく。後半の3ステップである。単元における指導と評価の計画を基に、ここでは主語を生徒にして「～することができる」や「～（しようとする態度）を身に付ける」と表して記載をする。ここでは、三つの観点す

定期（ペーパー）テストの問題

下の図のように、正方形の色紙を掲示板にはるとき、必要な画びょうの数について調べる。色紙を1枚ずつ、その一部を重ねて横1列にはることにする。このとき、次の問いに答えなさい。ただし、画びょうは色紙の四すみに1個使うものとする。



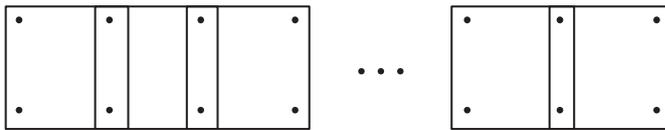
- (1)  $n$  枚の色紙をはるときに必要な画びょうの数を  $n$  を用いて表せ。また、そのときに用いた考えを図に記入せよ。
- (2) 120 枚の色紙をはるときに必要な画びょうの数を求めよ。



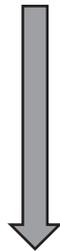
「もし〜でなければどうか？」の視点で、条件を変更する3つの方法

- ・ 求めるものを変更すること。
  - (1), (2)とは異なる他の問いを立てること。
- ・ 問題の条件は変えずに、数値（形）を変更すること。
  - 図を変更すること。
- ・ 問題文を変更すること。
  - 一辺の長さを設定し、周りの長さを求める問題に変更すること。

図を変更してつくった問題（例）



この図において、(1), (2)を解く。



「思考・判断・表現」の評価規準

数学の事象から新たな性質を見だし表現することができる。

「主体的に学習に取り組む態度」の評価規準

文字を用いた式を活用した問題解決の過程を振り返って検討しようとしている。

評価方法

評価	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
「十分満足できる」状況	条件を変更して新たな問題を作り、 <u>問題や解答が適切かどうか検討</u> することができた。	条件を変更して新たな問題を作ろうとし、 <u>粘り強く考え、問題や解答が適切かどうか検討</u> しようとした。
「おおむね満足できる」状況	条件を変更して新たな問題を作ることができた。	条件を変更して新たな問題を作ろうとした。
「努力を要する」状況	おおむね満足できる状況と判断される状況に達していないもの。	

図5 第1学年の単元「文字式」における評価の計画の例

べてを記載する必要はなく、その時間に身に付けさせたい内容を明記するようにしている。次に、本時における学習課題・学習問題の設定をする。本校では、授業において、最初に教師が生徒に問題発見・解決のきっかけとして課すものを学習課題として位置付けている。そして、学習課題の解

決のために求められるものは何か，教師が生徒に問うものを，学習問題として位置付けている。学習課題・学習問題を設定したら，これを軸にして，本時の展開について記載していくことになる。本校の学習過程は，中学校学習指導要領解説数学編 p.23 に記載されている算数・数学の学習過程のイメージと対応させている。展開の中には，生徒の反応例を予想し，細かく書くことで，学習課題の設定が十分であるかどうかの確認をすることができる。ここでは，指導上の留意点として，「指導に生かす評価」や「記録に残す評価」，「授業デザイン上の工夫」をどの場面で行うかまで記載するようにしておくようにする。

## 2.5 算数・数学の学習過程のイメージ

本校では，「事象を数理的に捉え，数学の問題を見だし，問題を自立的，協働的に解決する過程を遂行することである数学的活動」における問題発見・解決の過程の研究を重ねてきている。現在も教科研究の基盤となり，授業デザインにおいても欠かせないものである。

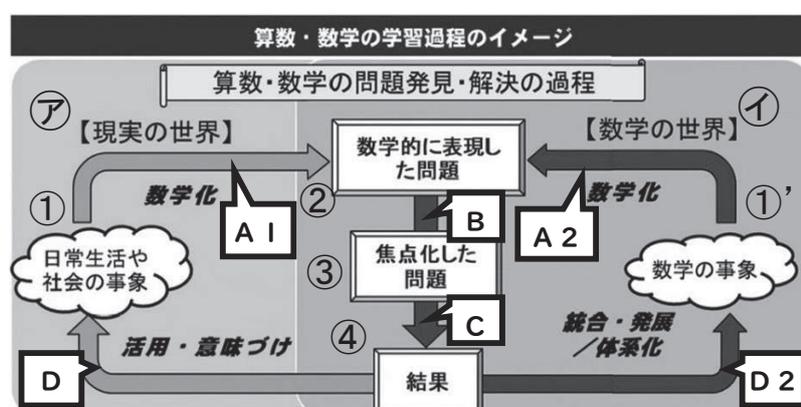


図6 数学的活動における問題発見・解決の過程

図6のような数学的活動における問題発見・解決の過程（以下，イメージ図）は，主として二つの過程に分けて考えることができる。現実の世界の過程（以下，過程ア）は，日常生活や社会の事象を数理的に捉え，数学的に表現・処理し，問題を解決し，解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する過程になる。数学の世界の過程（以下，過程イ）は，数学の事象から問題を見だし，数学的な推論などによって問題を解決し，その過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する過程になる。過程ア・イにおける，場面①～④と過程A1～D2の説明を表2と表3に示す。

表2 場面①～④の説明

場面	説明
場面① 日常生活や社会の事象について	本校では，授業の最初で教師が生徒に問題発見・解決の過程のきっかけとして課すものを，学習課題と位置付けている。
場面①' 数学の事象について	
場面② 数学的に表現した問題について	学習課題の解決のために求められているものは何か，教師が生徒に問うものを，学習問題と位置付けている。
場面③ 焦点化した問題について	教師が生徒に見通しをもたせることで学習問題が焦点化されていくことになる。
場面④ 結果について	学習課題を解決して得られた結果を，授業のまとめにつなげていく。

表3 過程A1～D2の説明

過程	説明
A1	場面①を数理的に捉える過程です。目的に応じて必要な観点を持ち、その観点から事象を理想化したり抽象化したりして、事象を数学の舞台にのせ、「数学化」して考察していきます。
A2	場面①'から問題を見いだす過程です。数学的な見方・考え方を働かせ、観察や操作、実験などの活動を通して、一般的に成り立ちそうな事柄を予想していきます。
B	生徒に見通しをもたせて問題を焦点化していく過程です。
C	焦点化された問題から結果を導き出していく過程です。
D1	学習の過程は、結果で終末を迎えるだけではなく、再び日常生活や社会の事象に活用・意味づけしていく過程と、数学の事象に統合・発展または体系化されていく過程へと繋がっていきます。
D2	

## 2.4 学習課題・学習問題の作成手順および留意点

本時（1単位時間）の授業をデザインする上で学習課題・学習問題の設定は特に重要である。ここでは、学習課題・学習問題を作成する際の手順および留意点について述べる。本校数学科では学習課題・学習問題の作成を図7のような手順で進めている。

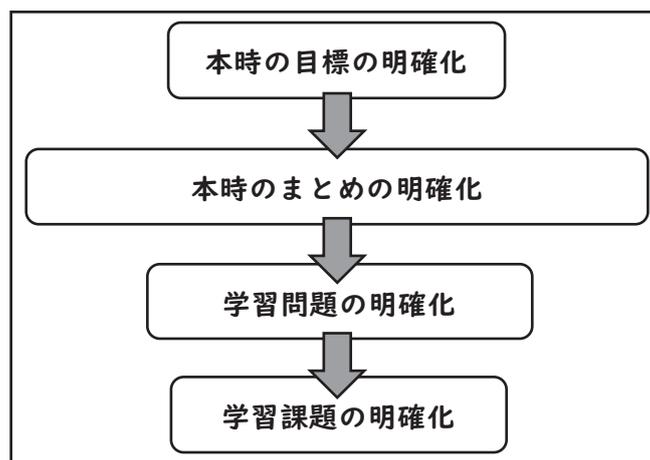


図7 学習課題・学習問題作成の手順

まず、最初のステップは本時の目標を明確化することである。これは、2.2で示した内容である。ここでは、1単位時間内で達成できる目標か、三つの観点のどれに重点を置いているのか、前時とのつながりがあるかを確認しておくことに留意しておくようにする。次に、本時におけるまとめを明確にしていく。ここでの「まとめ」とは、本校は、本時の目標を達成した生徒の姿を表したものとして捉えている。まとめは目標に対する評価規準を考えた上で表していくとよい。よって、本時で身に付けさせたい目標が簡潔にまとめられているか、生徒のことばでまとめられるものになっているかに留意する必要がある。まとめが明確化できたら、学習問題を設定する。ここでは、何度も本時の目標やまとめとのつながりがあるかを確認しながら、何を解決させると本時の目標が達成されるかを考えると学習問題を設定しやすくなる。この際、本校では考え、解決することによってまとめが導き出される問題になっているか、生徒の実態に合っており、適度な抵抗感を感じさせるとともに、解決したいという意欲や必要性をもたせることができるか、条件として使っている数

値は実生活に即した値であるか、既習の知識及び技能を用いて、多様な数学的な見方・考え方ができるものになっているかに留意している。学習問題が設定できたら、最後のステップは、本時における授業の切り口となる学習課題の設定となる。ここでは、本時の学習課題が、「日常生活や社会の事象」か「数学の事象」のどちらの問題がふさわしいかについて考えることになる。その際、中学校学習指導要領解説数学編 p.23 に記載されている算数・数学の学習過程のイメージにも記載されているように、「日常生活や社会の事象」ならば、事象を理想化したり、単純化したり、条件を数学的に表現したりする問題になっているか、「数学の事象」ならば、事象を一般化したり、拡張したり、条件を数学的に表現したりする問題になっているかを確認しておくことが重要である。

## 2.5 学習課題・学習問題の例

ここでは、3.1 で述べた内容をもとに、学習課題や問題を設定した例を示す。図8は第3学年の単元「相似な図形」における「相似な図形の面積比」の授業における例である。ここでは、相似な図形の面積比をグラウンドの広さという「日常生活や社会の事象」と関連付けて設定した。数値の設定についても、学習問題では学習課題における日常の事象に近い値を数学的に考えやすい数値へと変更している。最初のステップは本時の目標を明確化することである。これは、2.2 で示した内容である。図9は第2学年の単元「式の計算」における「文字式による説明」の授業における例である。ここでは、学習問題で生徒に説明させたい内容に関して、(1)～(4)までの具体例をもとに、生徒に帰納的に規則性を考えさせ、学習問題に繋がられるように「数学の事象」と関連付けて設定をしている。

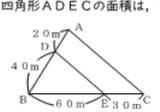
本時の目標の 明確化	Q. 本時で身に付けたい(身に付けさせたい)目標とは? A. 図形の相似比と面積比の関係を理解することができる。								
本時のまとめの 明確化	Q. 本時の目標に対する評価規準は? A. 相似な図形の相似比と面積比との関係について理解している。 【知識・技能】								
	本時の評価								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価規準</th> <th>知識・技能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>「十分満足できる」状況</td> <td>相似な図形の相似比と面積比との関係について理解している。 相似な図形の相似比と面積比との関係について理解し、<b>面積比を用いて相似な図形の面積を求めることができる。</b></td> </tr> <tr> <td>「おおむね満足できる」状況</td> <td>相似な図形の相似比と面積比との関係について理解している。</td> </tr> <tr> <td>「努力を要する」状況</td> <td>おおむね満足できると判断される状況に達していないもの。</td> </tr> </tbody> </table>	評価規準	知識・技能	「十分満足できる」状況	相似な図形の相似比と面積比との関係について理解している。 相似な図形の相似比と面積比との関係について理解し、 <b>面積比を用いて相似な図形の面積を求めることができる。</b>	「おおむね満足できる」状況	相似な図形の相似比と面積比との関係について理解している。	「努力を要する」状況	おおむね満足できると判断される状況に達していないもの。
評価規準	知識・技能								
「十分満足できる」状況	相似な図形の相似比と面積比との関係について理解している。 相似な図形の相似比と面積比との関係について理解し、 <b>面積比を用いて相似な図形の面積を求めることができる。</b>								
「おおむね満足できる」状況	相似な図形の相似比と面積比との関係について理解している。								
「努力を要する」状況	おおむね満足できると判断される状況に達していないもの。								
	Q. まとめを生徒の姿で表すと? A. 図形の相似比が $m:n$ のとき、面積比は $m^2:n^2$ となり、相似な図形の面積を比で計算して求めることができる。								
学習問題の 明確化	Q. 何を解決させると本時の目標が達成されるか? A. 下の図の△DBEと四角形ADE Cの面積は、どちらが大きいだろうか。								
									
学習課題の 明確化	Q. 「日常生活や社会の事象」か「数学の事象」のどちらの事象の問題がよいか? A. 「日常生活や社会の事象」の問題です。 野球部とハンドボール部が、下の図のようなグラウンドを使って練習試合をしたいと考えている。どちらのグラウンドの方が広く使えるだろうか。								
									

図8 学習課題・学習問題の例①

本時の目標の 明確化	Q. 本時で身に付けたい(身に付けさせたい)目標とは? A. 数の性質を帰納や類推によって予想し、文字式を用いて一般的に説明することができる。												
本時のまとめの 明確化	Q. 本時の目標に対する評価規準は? A. 具体的な事象の中の数量の関係を文字を用いた式で表したり、式の意味を読み取ったりすることができる。 【知識・技能】 文字を用いた式を具体的な場面で活用することができる。 【思考・判断・表現】												
	本時の評価												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価規準</th> <th>知識・技能</th> <th>思考・判断・表現</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>「十分満足できる」状況</td> <td>具体的な事象の中の数量の関係を文字を用いた式で表したり、式の意味を読み取ったりすることができる。</td> <td>文字を用いた式を具体的な場面で活用することができる。</td> </tr> <tr> <td>「おおむね満足できる」状況</td> <td>具体的な事象の中の数量の関係を文字を用いた式で表したり、式の意味を読み取ったりすることができる。</td> <td>文字を用いた式を具体的な場面で活用することができる。</td> </tr> <tr> <td>「努力を要する」状況</td> <td>おおむね満足できると判断される状況に達していないもの。</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	評価規準	知識・技能	思考・判断・表現	「十分満足できる」状況	具体的な事象の中の数量の関係を文字を用いた式で表したり、式の意味を読み取ったりすることができる。	文字を用いた式を具体的な場面で活用することができる。	「おおむね満足できる」状況	具体的な事象の中の数量の関係を文字を用いた式で表したり、式の意味を読み取ったりすることができる。	文字を用いた式を具体的な場面で活用することができる。	「努力を要する」状況	おおむね満足できると判断される状況に達していないもの。	
評価規準	知識・技能	思考・判断・表現											
「十分満足できる」状況	具体的な事象の中の数量の関係を文字を用いた式で表したり、式の意味を読み取ったりすることができる。	文字を用いた式を具体的な場面で活用することができる。											
「おおむね満足できる」状況	具体的な事象の中の数量の関係を文字を用いた式で表したり、式の意味を読み取ったりすることができる。	文字を用いた式を具体的な場面で活用することができる。											
「努力を要する」状況	おおむね満足できると判断される状況に達していないもの。												
	Q. まとめを生徒の姿で表すと? A. 文字式を利用することで、すべての数で成り立つかどうかを確認することができる。												
学習問題の 明確化	Q. 何を解決させると本時の目標が達成されるか? A. 連続する3つの整数の和は、真ん中の整数の3倍になることを文字式を用いて説明しよう。												
学習課題の 明確化	Q. 「日常生活や社会の事象」か「数学の事象」のどちらの事象の問題がよいか? A. 「数学の事象」の問題です。 次の計算をして何が言えそうか考え、それを文章で表しなさい。 (1) $6+7+8=$ (2) $10+11+12=$ (3) $23+24+25=$ (4) $100+101+102=$												

図9 学習課題・学習問題の例②

### 3. 本校数学科の指導における手立て

ここからは、本校の授業デザインの方法と在り方に沿ってデザインされた授業において、本校数学科が取り組んでいる手立てについて述べる。なお、本校の学習過程は、中学校学習指導要領解説数学編 p.23 に記載されている算数・数学の学習過程のイメージと対応させている。

#### 3.1 過程 A 1・A 2・B における「何を使って」、「どのような考え方で」の発問

与えられた事象から数学的に活用できそうなものを想起させるために行う発問である。この発問により生徒は日常や数学の事象を数学的に表現した問題を見だし、焦点化ようになる。また、生徒が焦点化をする際、他の生徒や教師との対話を行って自己の考えを拡げていくことになる。

#### 3.2 過程 C における「3つの数学的な推論（帰納的・類推的・演繹的）」を促す指導

帰納は、特別な場合についての観察や操作、実験などの活動に基づいて、それらを含んだより一般的な結果を導き出す推論である。類推は、似たような条件のもとでは、似たような結果が成り立つであろうと考えて新しい命題を予想する推論である。また、演繹は、前提となる命題から論理の規則に従って結論となる命題を導き出す推論である。

#### 3.3 過程 C における批判的に考察し判断する指導

データの活用の領域では、Problem(問題)・Plan(計画)・Data(データ)・Analysis(分析)・Conclusion(結論)・Problem(問題)の順で問題を解決していく方法を通して、批判的に考察し判断する資質・能力を身に付けさせられるようにしている。

#### 3.4 過程 C における数学的な表現を目的に応じて選択したり、関連付けたりする指導

数学的な表現とは言葉や数、式、図、表、グラフなどの様々な表現のことを指している。式や数量はその関係について一般的な表現や形式的な操作を可能にし、図は視覚的な把握を容易にし、表は変化の規則性を示唆し、グラフは事象の変化を視覚的に把握することを容易にするなど、それぞれが長所をもっている。それらの長所を踏まえながら、生徒が適当な場面で必要な数学的な表現を用いることができるようにしている。

#### 3.5 過程 C における思考過程を外化するための指導

ノート・ワークシートの記述やタブレット端末で撮った写真、動画の記録等で、思考過程を外化させる。そうすることで、生徒は、解決の方法や内容、順序を見直したり、客観的に評価したりすることができるようになる。また、協働的な学習を通して他者の見方や考え方と比較し、新しい考えを創造できるようになる。

#### 3.6 過程 D 1・D 2 における「What If Not?」(もし〜でなければ)による条件の変更

「What If Not?」の発問により、一度解決した問題の結果について、「もし〜でなければ」と考えさせる。生徒にはあらかじめ『条件を変更する視点』として、「求めるものを変更すること」、「問題の条件は変えずに、数値(形)を変更すること」、「問題文を変更すること」の三つの視点を与えており、「現実の世界」では、得られた結果を解釈したり、類似の事象に活用したりしてその適用範囲を拡げることができる。「数学の世界」では、得られた結果を振り返り、統合的・発展的に考察させることができる。

4. イメージ図に沿った学習過程の実際と手立ての例

4.1 過程⑦における学習過程の実際

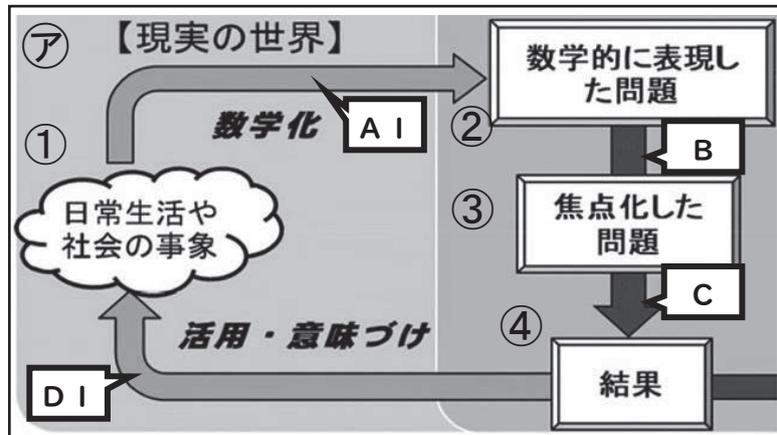


図 10 イメージ図に沿った学習過程①

図 10 のような過程⑦における学習過程は、イメージ図でみると左側の部分になる。主として「日常生活や社会の事象」、すなわち現実の世界に関わる内容から始まり、それを数理的に捉え、数的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する過程になる。この過程に沿った授業の実際を以下の図 11 に示す。

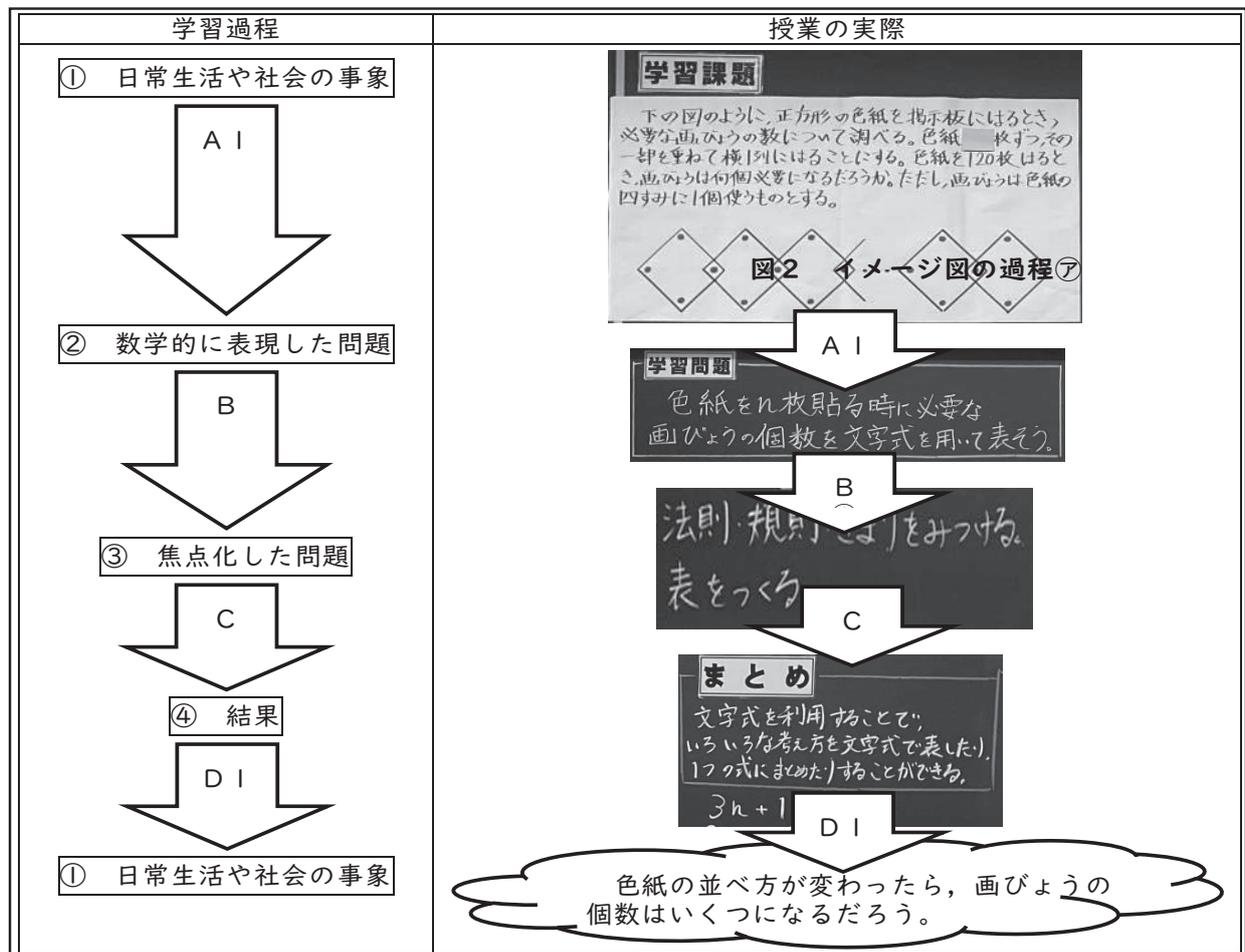


図 11 過程⑦における学習過程に沿った 1 年の単元「文字式」の授業の実際

さらに、この過程に沿った授業においては、以下の手立てを講じた。

#### 4.2 A1の日常生活や社会の事象を数理的に捉える過程における手立て

この授業では、学級設営でも使用する色紙と画びょうという日常生活の事象を学習課題として提示した。「これからたくさん色紙をはろうと思っているが、その枚数をまだ決めていない。そのような中で画びょうの個数を求めるにはどうすればよいか。」と問いかけ、色紙の枚数を文字において画びょうの個数を文字式で考えていくことの必要性を感じさせ、学習問題の設定へと繋げた。

#### 4.3 Bの生徒に見通しをもたせて問題を焦点化していく過程における手立て

「何を使って」、「どのような考え方で」の発問を行い、焦点化をさせた。また、生徒が焦点化をする際に、ペアでの対話や教師との対話を行うことにより、自己の考えを上げられるようにした。全体で確認をする前にペアで意見の交換をさせることで、生徒に複数の見通しがもてるようにした。さらに、全体で共有する場面で「きまりを見つけやすくしたり、表を作るための画びょうの数を数えやすくしたりするにはどうすればよいか。」と問うことで図に印をつけながら考える方法を確認することができた。

#### 4.4 焦点化された問題から結果を導き出していく過程における手立て

過程Bで確認できた図や表といった数学的な表現を用いて画びょうの個数を考え、説明するように指示をした。指示をしたことで図12～14のように図を用いて印をつけながら視覚的な把握を容易にしている生徒や、表を用いて変化の規則性を示す生徒がいた。生徒が使いやすさや説明の伝わりやすさを考え、選択して式を考えていくことで多様な考えを導き出した。その後、全体で代表者に発表をさせ、多様な考えを共有した。そこで、多様な考えにある文字式の全てが「 $3n+1$ 」と表せることを確認し、本時のまとめへと繋げた。

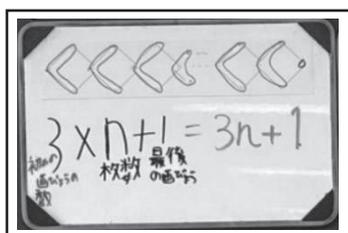


図12 「図」を使った考え①

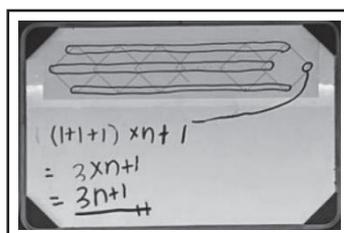


図13 「図」を使った考え②

色紙の枚数	1	2	3	4	5
画びょうの個数	4	7	10	13	16

+3   +3   +3   +3

$4 + (n-1) \times 3 = 3n + 1$

図14 「表」を使った考え

#### 4.5 日常生活や社会の事象に活用・意味づけしていく過程における手立て

まとめが終わり、『条件を変更する視点』を基にして、「What If Not?」（もし〜でなければ）と考えさせた。生徒は、視点「求めるものを変更すること」から「画びょうの数ではなく、色紙の面積や周りの長さを求めるとしたら」、視点「問題の条件は変えずに、数値（形）を変更すること」から「色紙の枚数を120枚ではなく、1000枚にしたら」や視点「問題文を変更すること」から「図のような色紙の並べ方ではなく、色紙の向きや段数が異なっていたら」というように、視点を基に条件の変更を行うことができ、新たな課題へとつなげていくことができた。

4.6 過程①における学習過程の実際

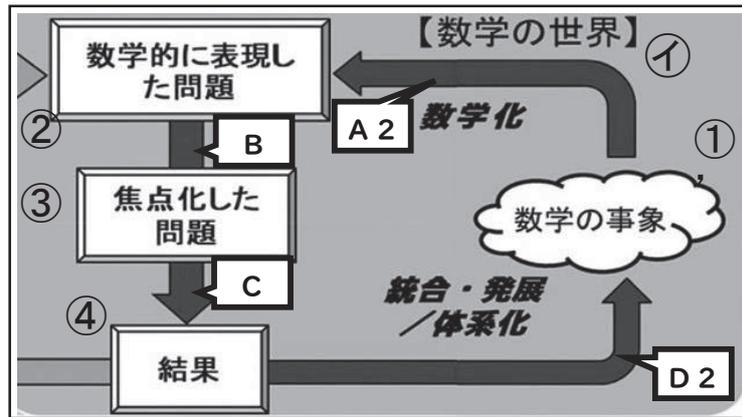


図 15 イメージ図に沿った学習過程②

図 15 のような過程①における学習過程は、イメージ図で見ると右側の部分になる。主として「数学の事象」、すなわち数学の世界に関わる内容から始まり、そこから問題を見だし、数学的な推論などによって問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する過程になる。この過程に沿った実際の例を以下の図 16 に示す。

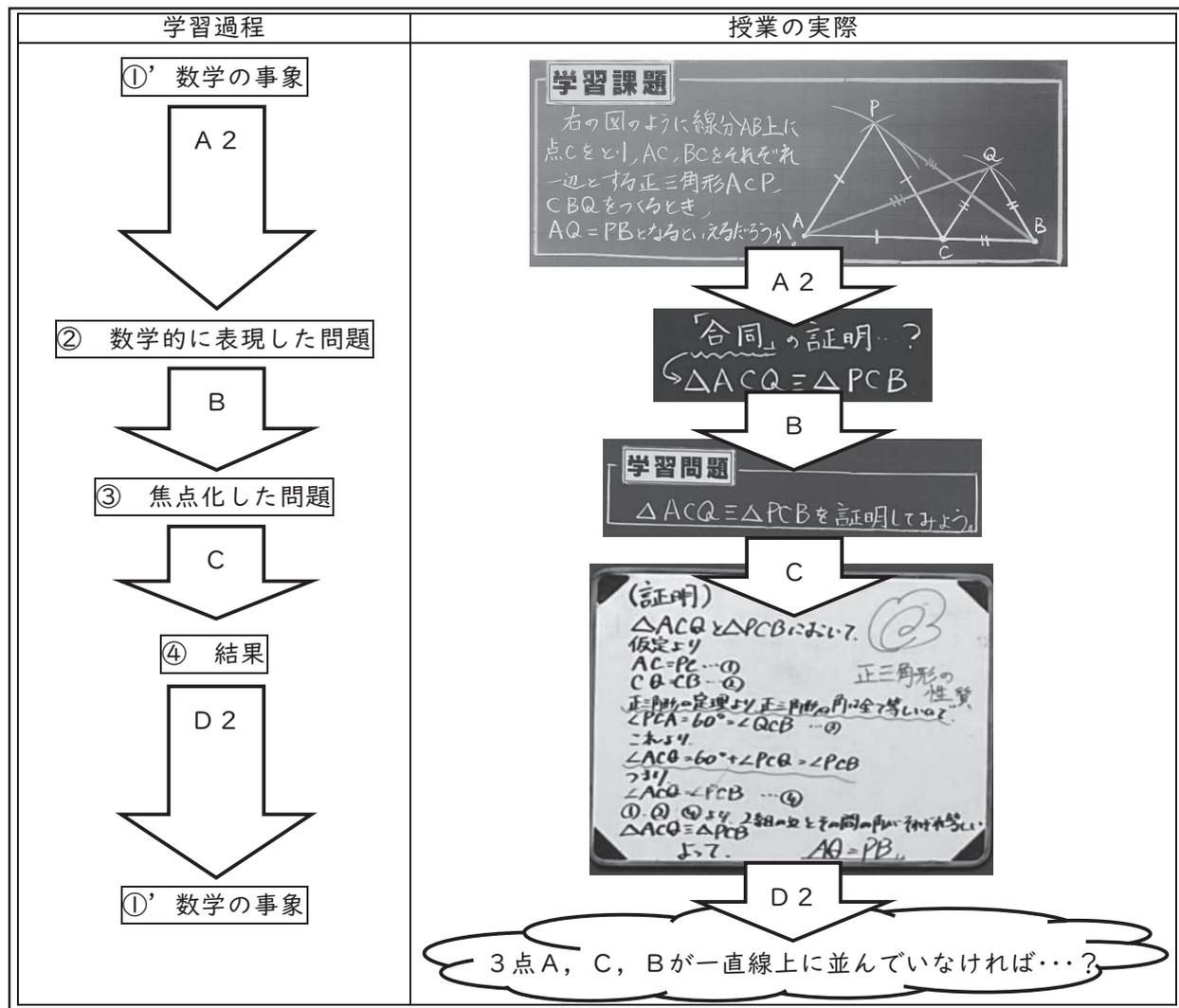


図 16 過程①における学習過程に沿った2年の単元「三角形・四角形」の授業の実際

さらに、この過程に沿った授業においては、以下の手立てを講じた。

#### 4.7 A2の数学の事象から問題を見いだす過程における手立て

この授業では、その前時で学んだ正三角形についての課題を扱った。作図をさせ、2つの線分AQとPBの長さが等しくなりそうであることに気付かせ、操作的ではなく論理的に証明するように促した。ここで、「何を使って」、「どのような考え方で」の発問を行い、図形を見て証明に活用できそうなものを考えさせた。図形をじっくりと見る時間をとった上で、ペアで意見を交換させると、 $\triangle ACQ$ と $\triangle PCB$ の合同が証明できればよいのではないかという問題を見いだすことができた。

#### 4.8 Bの生徒に見通しをもたせて問題を焦点化していく過程における手立て

「 $AQ=PB$ を証明するためには、 $\triangle ACQ \equiv \triangle PCB$ を証明すればよい」という新たな問題へと焦点化することができ、学習問題の設定へと繋がりました。

#### 4.9 Cの焦点化された問題から結果を導き出していく過程における手立て

生徒が結果を導く活動の際に机間指導をしながら、「前時までの授業の中で今回の証明の根拠として活用できる図形の性質や定義、定理はないか」と問いかけ、演繹的な説明を促した。

生徒は前ページの授業例の中でも示した証明の方法も含めて、「正三角形の定義」や「正三角形の定理」、「三角形の角の性質」などを証明の根拠として用い、図17のように、演繹的に説明をして証明をしている考え方が複数見られた。そこで、どの考えも前時で学んだことを活用して証明をすることができたことを確認し、本時のまとめへと繋げた。

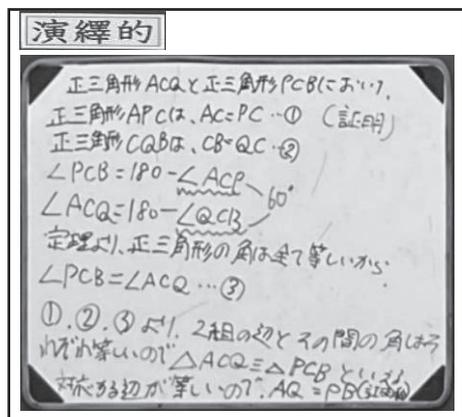


図17 演繹的な考えを用いた生徒の反応

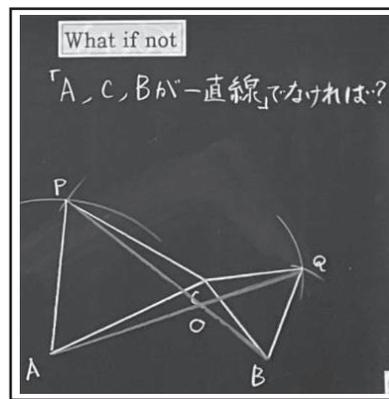


図18 条件を変更してできた課題

#### 4.10 D2の数学の事象に統合・発展または体系化されていく過程における手立て

まとめが終わり、『条件を変更する視点』を基にして、「What If Not?」(もし〜でなければ)と考えさせた。ここでは、視点「問題文を変更すること」から図18のように、「図にあるような3点A, C, Bが一直線上に並ぶような正三角形の並べ方ではなくても2つの線分AQとPBの長さは等しいことが証明できるのだろうか」と条件を変更させ、再び考察させた。そうすることで、過程④で共有した証明のうち、同様にいえるものとそうでないものがあることが確認でき、考えを統合・体系化することができた。

## 5. 本校数学科が授業で講じるその他の手立て

本校数学科では、図6に沿った授業において、その他にも以下のような手立てを講じている。

### 5.1 過程Cにおける「3つの数学的な推論（帰納的・類推的・演繹的）」を促す指導の例

以下には、数学的な推論のうち、帰納的な考えや類推的な考えを用いた生徒の反応例を示す。

~角形	三	四	五	...	(角) n
三角形の 数	1	2	3	...	$n-2$
内角和	$180 \times 1$	$180 \times 2$	$180 \times 3$	...	$180 \times (n-2)$

$180 \times (n-2) = 180n - 360$

図19 帰納的な考えを用いた生徒の反応

**類推的**

$$\begin{cases} 0.19x - 1.05y = 2 \dots \textcircled{1} \\ 3.8x + 8.5y = 105 \dots \textcircled{2} \end{cases}$$

①  $\times 100$  とし、 $19x - 105y = 200 \dots \textcircled{1}'$

②  $\times 10$  とし、 $38x + 85y = 105 \dots \textcircled{2}'$

①  $\times 2 - \textcircled{2}'$  とし、 $38x - 210y = 400$

$$\begin{array}{r} 38x - 210y = 400 \\ -) 38x + 85y = 105 \\ \hline -295y = 295 \\ y = -1 \end{array}$$

①  $\times 2 - \textcircled{2}'$  とし、 $19x = 95$

$$\begin{cases} x = 5 \\ y = -1 \end{cases}$$

1年生の単元  
1次方程式と小数  
の交点の場合の  
解き方と同じように

図20 類推的な考えを用いた生徒の反応

### 5.2 過程Cにおける批判的に考察し判断する指導の例

以下には、2年の単元「データの活用」において、「どんな方法で整理したら全体の傾向がまとめやすいか」批判的に考察し判断した生徒の反応例を示す。

<p>3組(四分位範囲)</p> <p>箱ひげ図の四分位範囲に着目すると他のクラスより四分位範囲が狭いこと が分かるから</p>	<p>3組(幅/班)</p> <p>中央値から最小値より中央値から最大値の方が小さく出る確率が高いこと が分かるから</p>	<p>3組(四分位範囲・代表値幅)</p> <p>平均値も高く中央値が右側において、幅や四分位範囲が 高い所に集まっていること 一番安定している事 が分かるから</p>	<p>3組(散らばり)</p> <p>箱の密度を調べた時に3組が最も密集している所の数が高いこと が分かるから</p>
<p>4組(範囲・幅)</p> <p>範囲が右側に偏っていて、幅が狭いから、安定し高回数を出せること が分かるから</p>	<p>3組(幅)</p> <p>中央値から第3四分位数の幅が狭いこと 2班 が分かるから</p>	<p>3組(四分位範囲・幅)</p> <p>四分位範囲がせまく、密になっているのが、回数が多い方が が分かるから</p>	<p>3組(箱ひげ図の甘)</p> <p>第2・第3四分位数の長さか 番右に偏っていること が分かるから</p>

図21 批判的に考察し判断した生徒の反応例

### 5.3 過程Cにおける思考過程を外化させる工夫の例

ノート・ワークシートの記述や自分の考えの説明を写真や動画に記録として外化させることで、客観的に自分の思考を振り返らせることができるようになる。

2年の単元「確率」における授業では、学習問題に対する記述を端末で映しながら説明したものを撮影しておき、全体で考えを共有した後に、過去の動画を確認させた。そうすることで、他者の見方や考え方や自分自身の新たな気付きによって、必要に応じて修正しながら学習を進めることができ、問題解決に繋がった。さらに、再度説明する動画を撮ることで、過去の自分と今の自分を比較し、自分がどこを間違えていたのかなどを振り返り、自らの変容を感じさせることができた。

## 6. ICT活用の工夫

本校では、令和3年度より一人一台端末が支給されており、授業における活用も行っている。ここでは、授業の展開ごとのICT活用の状況について述べる。

### 6.1 導入場面

単元によって、生徒に学習課題を把握させたり、提示をししたりする際などの授業の導入場面において、各教室に設置されているモニターと端末をつないで、スライドやイラスト、写真などを映し出している。そうすることで、教師は具体物がなかったり、ことばだけでは伝えきれなかったりする情報を視覚的に伝えることができ、生徒に課題の内容を把握させやすくすることができる。

### 6.2 展開場面

生徒が自分の考えを説明したり、他者の説明を聞いたりして互いの考えを共有する展開場面において、生徒に一人一台支給されている端末を介し、Google チャットを利用させている。図22のように、生徒は、自分のノートを写真に撮ってメッセージ形式でクラス全員が入っているグループチャットに送信し、お互いの考えを見たり、意見の交換をチャット上で行ったりすることができる。そうすることで、生徒は、グループチャットに送信されたすべての考えを共有することができ、他者の意見を参考にしながら、自分の考えを深めることができている。また、短い時間で学級の生徒全員と素早く、容易に意見の共有を行うことができる。

### 6.3 終末場面

生徒への課題等の提示や、課題の取組状況の確認を Google Classroom を利用して行うことができる。図23のように、教師からの課題に対して、生徒はノートを写真で撮って提出したり、Google Forms の質問に答えたりすることができる。また、提出された課題の内容は、生徒と教師のみが閲覧をするという設定になっているため、個人の達成状況を確認したい場面や、後に評価で活用したい場面などで状況に応じて使い分けることもできる。このように、生徒一人一人の学びをしっかりと把握することができる。

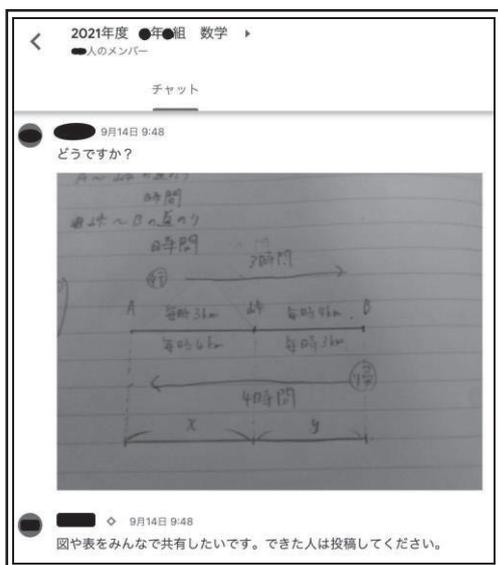


図22 Google チャットの画面での意見交換の様子



図23 Google Classroom 生徒の課題確認画面

## 7. 成果と課題

これらの研究を通して、次のような成果と課題を得ることができた。

### 7.1 成果

- ・学習指導要領が目指す資質・能力の育成を図るための数学科授業デザインの在り方とその具体的なモデル授業を、算数・数学の学習過程のイメージに沿って複数検討することができた。
- ・学習指導要領が目指す資質・能力の育成を図るための数学科授業デザインの在り方の検討を通して、適切な指導方法（手立て）や評価方法の具体について実践を積み重ねることができた。

### 7.2 課題

- ・学習活動の展開に費やすことのできる授業時数の確保など、年間を通じた弾力的なカリキュラムマネジメントが必要である。

## 8. 引用・参考文献

- ・ 鹿大附属中（2019～2021）：新たな時代を豊かに生きる生徒の育成
- ・ 文部科学省（2017）：中学校学習指導要領解説 数学編，日本文教出版株式会社
- ・ 国立教育政策研究所（2020）：「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料

【中学校 数学】，東洋館出版

### 【付記】

本報告は、鹿児島大学教育学部附属中学校令和4年度の研究紀要で発表した内容に基づき、その内容を発展させ、その研究成果をまとめたものである。