

数 学 科

統合的・発展的に考察する力を育成する 数学学習指導

～新たな問いを見いだす学びのデザイン～

岸 本 航 司
奥 田 勇 司
大 野 洋 嗣

1 研究主題について

中学校では、令和3年度より新学習指導要領が全面実施され、数学科では「育成を目指す資質・能力」として、特に「統合的・発展的に考察する力」が注目されている。また、学習指導要領では「数学的な見方・考え方」について、「『事象を、数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること』として整理することができる」(p.21)と述べられており、統合的・発展的に考察することの重要性を示している。

一方で、本校生徒の実態調査^(※1)の分析より、未知のものや解決困難と思われる課題に正対し、粘り強く取り組もうとする意志を強くはもてていない生徒が少なくないことが明らかになった。予測困難な時代の中だからこそ、様々な課題に対して諦めずに取り組み続けるとともに、その中で新たな価値の創造に挑戦していく生徒を育成していきたい。

上記を踏まえて、本研究では、学校教育全体で育成を目指す「挑戦心」のうち、数学科で育成が期待される「統合的・発展的に考察する力」を育成する数学学習について研究を進めていく。そして、具体的な方策として、新たな問いを見いだす学びのデザインに焦点を当てて、論を進めていく。

2 研究内容について

本校の研究主題を受けて研究を進めていくにあたり、各教科共通の研究内容を基に研究を進めた。

【手立て1】 困難に向き合い、試行錯誤するなどの挑戦する学びの場面の設定

【手立て2】 教師や仲間との協働的な学びの充実の手立て

3 研究の実際について

(1) 本校数学科における「挑戦心」の捉え方について

各種調査の結果から、本校生徒の実態として「挑戦心の育成」が課題であることが分かった。この「挑戦心」の定義は一つに限定されるものではなく、各教科等の特性や活動場面によって、多岐に渡ると考えられる。そこで本校数学科では、特に数学科の授業において挑戦心が表れていると考えられる具体的な生徒の姿の例を次ページ資料にまとめた。また、他の質問紙調査からは、次ページ資料の例でいうところのイやウの姿に課題があると考えられる結果が得られた。つまり問題解決に対しては一定の挑戦心を発揮するものの、その多様性や発展的・統合的な考察については更なる挑戦心の発揮が望まれるということである。

※1 令和3年7月に、全校生徒を対象に「生徒実態把握のためのアンケート」調査を実施した。この調査は、全国学力・学習状況調査を参考に本校で作成したもので、「挑戦心」や自己肯定感・有用感など28点の質問項目を設定し、それらに対して「あてはまる」、「まあまああてはまる」、「あまりあてはまらない」、「あてはまらない」で回答する四件法でのアンケートである。全国学力・学習状況調査や埼玉県学力・学習状況調査からは、本校生徒の学力自体は平均を上回っているにも関わらず、「挑戦心」に関する質問では全国の傾向と同等程度となった。これらのことから「挑戦心の育成」が本校生徒の課題であることが明らかになった。

資料 数学科の授業において「挑戦心」が表れている生徒の姿の例

- ア：問題解決の見通しを、既習の数学と結びつけて、粘り強く考えようとする。
 イ：問題解決の方策について、一通りの考え方だけでなく、様々な考え方を見だし、よりよい解決方法を探そうとする。
 ウ：問題解決の結果に満足せず、そこからさらに条件を変えて発展的に考察したり、様々な結果を統合的に考察したりして、よりよい解を見いだそうとする。
 エ：問題解決の結果を基に、さらに新しい問題を発見しようとする。

一方、中教審(2016)では、資質・能力を育成するための新たな算数・数学の学習過程を図1のようにモデル化している。ここからは上記の挑戦心が表れている生徒の姿が、特に「B：数学を活用した問題解決に向けて、構想・見通しを立てる」「C：焦点化した問題を解決する」「D2：解決過程を振り返るなどして概念を形成したり、体系化した問題などを解決する」「D2：解決過程を振り返るなどして概念を形成したり、体系化した問題などを解決する」といった学習過程において育成され、表出されていくものと考えられる。そこでこれらの学習過程に焦点を当てて、それぞれの学習活動が充実していくような教師の発問や、単元の中での位置付けについて研究していく。

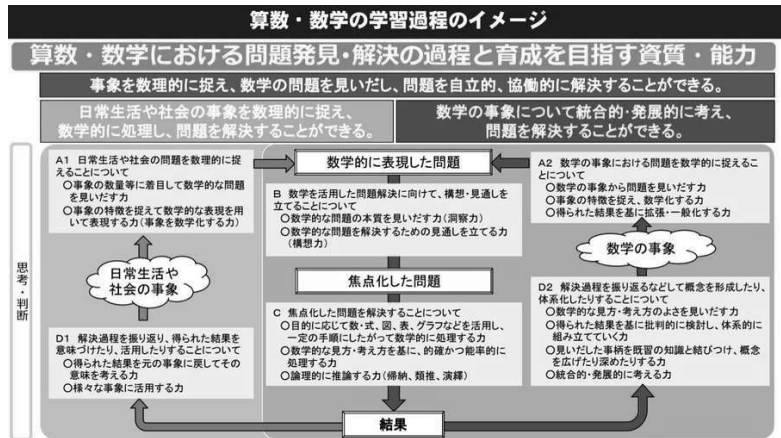


図1 算数・数学の学習過程のイメージ

(2) 困難に向き合い、試行錯誤するなどの挑戦する学びの場面の設定【手立て1】

① 生徒が新たな問いを見いだす力を育む発問の工夫

片桐(2017)は教師の発問について、問題解決のそれぞれの過程ごとに、それぞれの段階で主にとられると考えられる態度と、そこから引き出される考え方に対応した発問を関連付けて分類整理している。本稿ではこれを受け、それぞれの学習過程の中で生徒の挑戦心を引き出す発問について次のように整理した。

(i) 「B：数学を活用した問題解決に向けて、構想・見通しを立てる」学習過程において	
数学的な態度の発問	・どんな方法でできそうか(見通し) ・どんな結果になりそうか(見通し)
方法に関係した考え方の発問	・わかっていることと同じようにできないか(類推) ・わかっていることと同じようにならないか(類推) ・特別な場合を考えてみよう(特殊化)
内容に関係した考え方の発問	・何を基(単位)にしてできていると考えればよさそうか(単位) ・同じような意味(性質)のものはないか(表現, 操作, 性質)
(ii) 「C：焦点化した問題を解決する」学習過程において	
数学的な態度の発問	・わかっていること(わかること)を使って考えよう(筋道) ・求めるものに近づいているか(筋道)
方法に関係した考え方の発問	・どんなきまりがありそうか、データを集めよう(帰納) ・わかっていること(わかること)を基にして考えよう(演繹) ・条件を一定にしよう。条件の特別な場合を考えよう(特殊化)
内容に関係した考え方の発問	・言葉の意味を基にして考えよう(表現, 操作, 性質) ・それ(式, 記号)はどんなことを表しているか(式, 表現)
(iii) 「D2：解決過程を振り返るなどして概念を形成したり、体系化した問題などを解決する」学習過程において	
数学的な態度の発問	・もっとよい方法はないか(よりよい方法) ・新しい問題が見つけられないか(より新しいもの)
方法に関係した考え方の発問	・まとめていえないか。似ているところ、同じところはないか(統合) ・条件を変えたらどうなるか(発展)
内容に関係した考え方の発問	・条件をどう変えられるか(関数的) ・式からどんなことがわかるか(どんな問題がわかるか)(式をよむ)

次に、単元計画を構成する際に、学習内容のつながりだけではなく、数学的な活動や、挑戦心を引き出す発問についても、そのつながりが見えるように工夫をした。

このような発問による指導を計画的に繰り返していく中で、いずれ子どもたち自身が、新たな問いを見だし、自ら考えていくことができるようにしていきたい。

時数	学習内容・数学的活動	重視したい学習過程	学習過程を充実させるための具体的な手立て	挑戦心を引き出す発問例	知	思	感
1	箱ひげ図の導入 ・「1秒センズ」の実験結果からデータの散らばりを知る手法としての箱ひげ図と出会い、そのよさを実感しながら学びの必要性や展望について話し合う活動		分析の視点を既習のデータの散らばりと関連付け、ドットプロットやヒストグラムを評価・改善する形で箱ひげ図を導入し、課題の必然性をもたせる。 課題を自分ごととして捉え、自分の意見を伝え、互いに考えを共有したいと思えるような課題設定（1秒センズ）をする。	「データの分析をするなら、代表値だけでも十分ではないかな。」(C) 「データの比較をするなら、ヒストグラムや(相対)度数折れ線だけでも十分ではないかな。」(C)			
2	四分位数と四分位範囲 ・箱ひげ図から四分位数の特徴を読み取り、ヒストグラムと比較しながら分布の様子を予想する活動		四分位範囲から読み取れることについて、自分の考察を他者の考察と比較検討することで、多角的な視点をもたせる。 四分位範囲とヒストグラムの関係性を考えさせ、批判的に考察させる。	「箱ひげ図から読み取れることはまだあるかな。」(C) 「よりよい分析するには、他にどんな情報や資料が必要かな。」(D2)			

図2 指導案における単元計画の例

② 単元全体を通して意識させた学びのつながりを用いて解決する課題の設定

本校数学科では単元の構成と生徒の実態に応じて「パフォーマンス課題※2」の設定を行っている。ここでは、単元を通して意識させた学びのつながりを用いて解決する課題を設定し、育成したい思考力、判断力、表現力等を見取ることができるようにした。

例えば、単元「平行と合同」は、ユークリッド幾何学に基づき、常に統合と発展を繰り返して学びを進めてきた。そこで本単元のパフォーマンス課題では、星型多角形の角の和を求める課題を設定し、多様な解法をこれまでの学びと関連付け、統合と発展の中で問題解決することのよさを再確認できるようにした。

この課題に対して、ほぼ全ての生徒が黙々と自らの学びを振り返りながら、試行錯誤を繰り返し、課題解決にひたむきに取り組む姿を確認できた。決して簡単とはいえない課題だが、諦める生徒は皆無であり、授業後も取り組み報告しに来る生徒や、さらに発展・一般化を目指す生徒も多数見られた。

このような課題の設定や、それにつながる単元・学びをデザインすることで、新たな問いを見いだす力の育成と評価が可能になると考えられる。

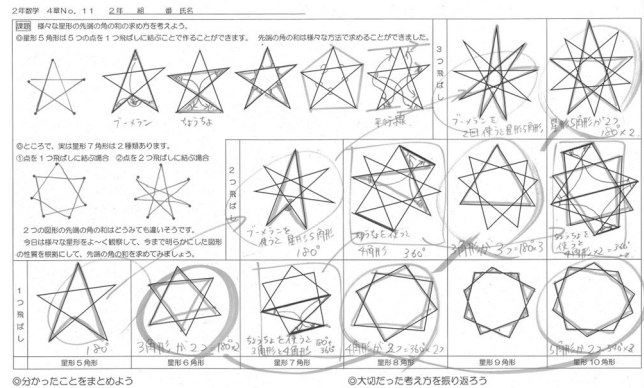


図3 課題「星形多角形の先端にできる角の大きさの和を求めよう」のワークシート

③ 学びのつながりの中で生徒の挑戦心を引き出す単元デザインの工夫

生徒が見通しをもって学習に臨み、問題解決後にさらに統合的・発展的に考察を深めて、新たな問いを見いだしていくには、単元の中での学びのつながりが欠かせない。本校数学科では先述の学習過程のイメージを重視するとともに、単元全体の学びのつながりを意識して単元をデザインしている。その中で中核的な位置付けになるものが「OPPシート」である。

第2学年数学科では、各単元において「OPPシート」を活用した振り返りを行っている。OPPシートでは、単元の学習前に、単元の本質に迫る「問い」を与える。授業ごとに「今日の授

※2 西岡(2003)はパフォーマンス課題について、「パフォーマンス課題とは、リアルな文脈の中で、様々な知識やスキルを応用・総合しつつ何らかの実践を行うことを求める課題です。具体的には、レポートや新聞といった完成作品や、プレゼンテーションなどの実技・実演を評価する課題です。(中略)実験を計画・実施し、結果と考察を報告する、バスケットボールの試合をするといった一連の活動を行うことを求めるのが、パフォーマンス課題です。」と述べている。本校数学科では令和2年度より、思考力、判断力、表現力等の育成や評価に有効であると考え、導入している。

