

探究的問題解決活動を位置づけることによる 数学科の授業と評価の改善

井上 芳文 喜田 英昭 秋枝 幸江 井上 優輝
砂原 徹 富永 和宏 橋本 三嗣 藤川 将晃
森脇 政泰 甲斐 章義 野田 真美 小山 正孝
下村 哲 影山 和也

Abstract: The purpose of this research is to make a theoretical framework for improving mathematics lesson and evaluation through setting inquiry problem-solving activities effectively in junior high and senior high mathematics lessons. To achieve this, we first carried out a questionnaire survey to capture how students perceive learning mathematics and, based on the results, made a framework incorporated these activities for lesson design and evaluation of student's learning. Then, sample lesson conducted in a junior and senior high school based on the framework was analyzed to investigate its effectiveness and get some practical suggestions.

1. はじめに

平成 30 年に告示された高等学校の学習指導要領（文部科学省，2018）では，社会構造の急速な変化に対応し，一人一人が持続可能な社会の担い手として新しい価値を創造していくような人材の育成が求められている。そして，学校教育を通して「生きる力」を育むために「何のために学ぶのか」という学びの意義を共有しながら，教科等の目標や内容を「知識及び技能」，「思考力，判断力，表現力等」，「学びに向かう力，人間性等」の三つの柱で整理し，「主体的・対話的で深い学び」の実現を促している。さらに，複数の教科において「探究」という名前の付いた科目が配置され，教科学習などにおいて探究的に学ぶことの重要性がこれまで以上に強調されている。

本研究の目的は，中学校・高等学校数学科の授業に探究的問題解決活動を効果的に位置づけ，授業と評価の改善に向けた授業づくりの理論的

枠組みを作り，その有効性を事例の分析を通して検討することによって，授業実践への示唆を得ることである。そのため，まず数学の学習に対する生徒の認識の現状をアンケート調査によって把握する。次いで，その結果を踏まえて探究的な学習活動を位置づけた授業づくりの枠組みを構築する。そして，その枠組みに基づいて実践した中学校と高等学校における数学科の授業の事例を分析することによって，その授業づくりの枠組みの有効性を検討する。

2. 数学の学習に対する生徒の認識

2019 年 3 月に中学校 3 年生 (42 名) を対象にして，数学の学習に対する認識に関するアンケート調査を実施した。このアンケート調査では，学習に取り組む姿勢に関するいくつかの項目に対して，「(I) 生徒が重要な活動と認識しているか」，「(II) 生徒が実際に学習において実行しているか」を調査することとした。

Yoshifumi Inoue, Hideaki Kida, Sachie Akieda, Yuki Inoue, Toru Sunahara, Kazuhiro Tominaga, Mitsugu Hashimoto, Masaaki Fujikawa, Masayasu Moriwaki, Akiyoshi Kai, Mami Noda, Masataka Koyama, Tetsu Shimomura, Kazuya Kageyama : Improving Mathematics Lesson and Evaluation through Setting Inquiry Problem-Solving Activities

表 1 数学の学習に対する生徒の認識（平均値） N=42

項目	I	II
①問題文をしっかりと読む。	1.12	1.68
②問題に書かれていることがらを、表や図を用いて自分なりに整理してみる。	1.39	1.71
③すぐには問題が解決できなくても、見方を変えるなどして粘り強く考えてみる。	1.49	1.93
④1通りの方法で解決できても、別の方法を考えてみる。	2.07	2.93*
⑤一般の場合を考えるために、いくつか具体的な例で試してみる。	1.61	2.07
⑥問題を解決するために、関わりのありそうな過去の学習内容を結びつけて考える。	1.73	1.93
⑦問題文の形になっていない情報のまとまりの中から、自分で問題を見つけ出す。	2.05	2.61*
⑧自分の解決の方法を他の人の方法と比べてみる。	1.98	2.34
⑨1つの問題が解決しても、さらに疑問な点などを見つけて考えてみる。	2.12	2.83*
⑩1つの問題が解決しても、条件を変えるなどして問題を発展させて考えてみる。	2.07	2.85*
⑪日常生活の問題も、数学を利用して考えてみる。	2.27	2.85*
⑫数学を用いて導いた結果を日常生活にあてはめてみる。	2.32	3.00*

具体的には、

I：「数学を学習するとき、あなたは次の①～⑫のことがらをどのくらい重要だと思っていますか。」

II：「数学を学習するとき、あなたは次の①～⑫のことがらをどのくらい実際に行っていますか。」

という質問に対して、自分の考えにあてはまるものを次の1～4の数字で回答させた。

1. あてはまる。
2. どちらかと言えばあてはまる。
3. どちらかと言えばあてはまらない。
4. あてはまらない。

それぞれの質問に対する生徒の回答の平均値をまとめたものが表1であり、平均値が2.5を超える項目に*を付している。表1のIの値から、ほとんど全ての項目で、生徒は学習に対するこれらの姿勢を概ね重要であると思っているが、実際にそれらを実行しているかという点に関しては表1のIIの値から、いくつかの課題があることが明らかとなった。このことから、生徒が主体的に対象に働きかけ、積極的に深く思考しながら数学に取り組むような授業を構想するとき、次のような学習場面の位置づけの重要性が示唆される。

- ・ 1通りの方法で解決できても、別の方法を考えてみる。
- ・ 1つの問題が解決しても、さらに疑問な点などを見つけて考えてみる。
- ・ 1つの問題が解決しても、条件を変えるなどして問題を発展させて考えてみる。
- ・ 問題文の形になっていない情報のまとめ

りの中から、自分で問題を見つけ出す。

また、数学を身の回りの問題に積極的に活用したり、数学的な考察で得られた結果をもとの事象に照らし合わせて解釈したり吟味したりする活動の必要性も明らかになった。日々の授業での学習場面の設定を工夫することで、これらの考え方や姿勢が育成されるような授業づくりを改めて検討する必要があると考えられる。

3. 教科学習と探究的な学習

平成30年告示の高等学校の学習指導要領（文部科学省、2018）では、複数の教科において「探究」と名前の付いた科目が配置され、これまでの総合的な学習の時間も「総合的な探究の時間」となった。しかし、学習指導要領においては、「探究」の捉え方について、「総合的な探究の時間」「理数探究」「理数探究基礎」とそれ以外の教科・科目では、それを扱う文脈に関して次のように違いをもたせている。

すなわち、前者（国語科の「古典探究」、地理歴史科の「地理探究」、「日本史探究」及び「世界史探究」）は、当該教科・科目における理解をより深めることを目的とし、教科の内容項目に応じた課題に沿って探究的な活動を行うものであるのに対して、「総合的な探究の時間」や「理数探究」、「理数探究基礎」は、課題を発見し解決していくために必要な資質・能力を育成することを目的とし、複数の教科・科目等の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究のプロセスを通して

資質・能力を育成するものである。

(文部科学省, 2018, p. 62, () 内は筆者による)

ここでは、「理数探究」「理数探究基礎」という新しい科目において、教科横断的な視点から課題設定とその解決を実現し、その過程を通して資質・能力を育成することが求められている。その一方で、通常の教科・科目における授業の中においても理解を深めるための探究的な活動を行うことの必要性について、次のように言及されている。

なお、「探究」の名称が付されていない教科・科目等についても、それぞれの内容項目に応じて、探究的な活動が取り入れられるべきことは当然である。

(文部科学省, 2018, p. 62)

つまり、科目名に「探究」と付く変更が伴わない数学科の授業においても、こうした視点からの授業改善が必要なことは言うまでもない。

もともとは、平成10年からの学習指導要領の改訂に伴って、横断的・総合的な性格を持ち、生徒の興味・関心等に基づく内容を含むものとして「総合的な学習の時間」が導入されたが、その後、平成20年からの学習指導要領では、「横断的」「総合的」な学習の要素に加えて、「探究的」な学習という視点が強調されている。そこでの探究的な学習活動は、図1のように、次の①～④の活動が発展的に繰り返されていく一連の学習活動として捉えられている(文部科学省, 2010, p. 17)。

- ①【課題の設定】 …… 体験活動などを通して、課題を設定し課題意識をもつ。
- ②【情報の収集】 …… 必要な情報を取り出したり収集したりする。
- ③【整理・分析】 …… 収集した情報を、整理したり分析したりして思考する。
- ④【まとめ・表現】 …… 気づきや発見、自分の考えなどをまとめ、判断し、表現する。

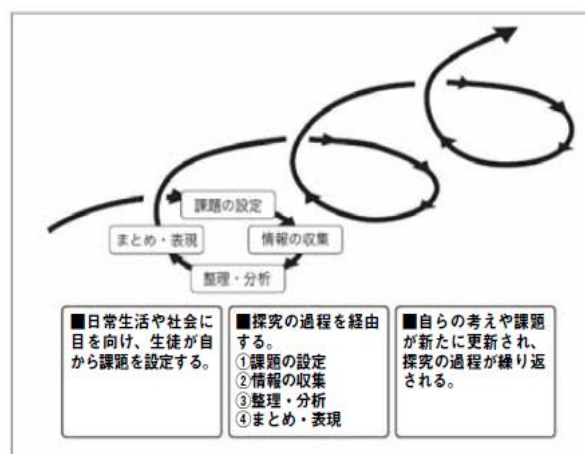


図1 探究的な学習における生徒の学習の姿
(文部科学省, 2010, p. 17より引用)

こうした総合的な学習の時間の考え方は、各教科・科目で習得した知識や考え方を総合的な学習の時間で活用することによって、それらをより一層生きて働く力とすることを目指すものであり、上記のプロセスの中で、問題発見能力や課題解決能力の育成にとって効果的に寄与するような学習環境の設定に主眼が置かれたものである。このような、「課題の設定」から「分析・考察」、「まとめ」のサイクルを数学の教科学習にあてはめて考えるとき、数学科の授業での扱いとしては、次の場面が考えられる。

- (ア) 1時間程度の比較的短い単位時間内で実現する探究的な学習活動
- (イ) 単元計画において単元の最後に配置される、習得・活用・探究のサイクルの一部に位置づけられる探究的な学習活動
- (ウ) 他教科との関わりの中で教科横断的な視点を取り入れた授業づくりによって実現する探究的な学習活動

本研究では、上記の(ア)を想定した「探究的な学習活動」に関して、それを効果的に位置づけた数学科の授業づくりの枠組みを構築する。

4. 数学科の授業に探究的な学習活動を位置づけるための枠組み

数学科の授業における探究的な学習活動を、次のような3つの側面を含んだ問題解決活動と捉える。

(A) 問題の意識化

目の前の状況や提示された情報から、学習者によって問題が発見（意識化）される。

(B) 有機的な関連づけ

利用する知識や概念、あるいは方法に関して学習者の中で有機的な関連づけがなされる。

(C) 振り返りと統合・発展への志向

多様な側面から解決の方法や結果を振り返ることを通して、統合的な視点を得たり発展性や新たな問題が認識されたりする。

これら3つの側面が促される学習場面を数学科の授業の中に効果的に位置づけるために、1)学習者の思考の流れ、2)内容の配列を含む教材の構成、3)授業における指導者の役割という3つの視点から授業づくりのポイントを整理すると、以下のようになる。

(A) 問題の意識化

目の前の状況や提示された情報から、学習者によって問題が発見（意識化）される。

A1：既存の知識や経験との対立

生徒にとって、これまでの経験とは相反していたり、既存の知識だけでは説明がつかなくなったりするような現象に出会ったとき、知的な好奇心が喚起されるとともに学習への動機づけが生じることが期待される。

A2：学習経験の整理とレディネスの把握

授業づくりにあたっては、生徒の学習に関するレディネスに配慮する。課題として認識するために必要な、前提となる知識や技能の定着や理解の度合いを把握しておくことが重要で、それをもとに、課題を見出す際に生徒が行うアプローチにおける知的な負荷の度合いを適切に判断する必要がある。授業づくりにおいて導入部分で鍵になるのは、生徒にとって自然な思考の流れの中で、「解決に臨むに値する」課題意識が生じるような方向づけ（場面設定）を工夫することである。

A3：場面や状況の提示の方法

教師は場面設定と情報の提示の役割を担うが、生徒自身が状況を整理し探究すべき課題を発見し焦点化する余地を残すために、授業にお

いては過剰に情報を整理しない。対象に働きかける中で、生徒自らが課題を見出していくような場面設定が望ましい。

(B) 有機的な関連づけ

利用する知識や概念、あるいは方法に関して学習者の中で有機的な関連づけがなされる。

B1：解決の見通しや方略の検討に伴う学習内容の関連づけ

課題の解決に取り組む場面では、これまでの経験や知識、考え方から利用できそうなものと、直面している課題との関連に言及がなされる。解決すべき課題に関して、その構造が明らかになっている部分を整理することによって、これまでの数学的な経験や知識、考え方と目の前の状況との結びつきを考察する。この関連づけの場面では、その題材を扱う単元の中だけに限らず、これまで学習したあらゆる内容や方法がその考察の対象となる。そして、多様な側面からの考察と議論によって必要な方略を模索し、それらの試行錯誤を通して課題の解決を目指す。

B2：前後の学習に対する位置づけの明確化

授業の構成にあたっては、問題の解決に当たって、今回の学習内容がどのような知識を前提とし、どのような内容が関連しているのかを整理する。これによって、授業内で展開される生徒の議論の方向を想定することが可能となり、適切な場面設定が決定される。同時に、今後どのような内容につながっていくのかを明確にしておく。これらの準備によって、必要に応じて以前の学習内容を復習したり、今後学ぶ概念の入り口を無理のない範囲で紹介したりすることも可能となる。

B3：相互作用の場面設定とアイデアの交流の促進

探究的な学習活動が展開される授業においては、特定の方略が強く促されるのではなく、既知の方法の活用や新しいアイデアの創出などの幅広い考察が教師や生徒たちによって価値づけられ、多面的な考察によってこれまでの学習をより豊かな形で深めていく方向で議論が進められる。生徒のこれらの思考を促進するために、教室内においては適切に相互のアイデアが交流される場面が設定され、生徒は他との相互作用によって自分の考えを精緻化し、より確かな理解へと向かう。

(C) 振り返りと統合・発展への志向

多様な側面から解決の方法や結果を振り返ることを通して、統合的な視点を得たり発展性や新たな問題が認識されたりする。

C1: 経験した学習の意味づけ

問題解決の過程や学んだ内容を振り返る中で、これまでの知識や経験を含む形で物事を統合的に捉えたり、発展的に新たな問題を見だしさらに考察を行ったりする場面を位置づける。これは、生徒がこれまでに自分が行ってきた数学の学習を自分で価値づけ、意味を持たせる重要な場面である。

C2: 数学の系統性への配慮と教科横断的な視点

統合の度合いや発展の方向性に関しては、生徒の実態に応じてある程度柔軟に対応することが必要である。生徒の疑問や問いをそのまま教室全体で採用することもあるし、個人で探究を続けることもある。また、発展の方向性をいくつか抽出し、それを代表する形で探究すべき問題を絞り込む展開も考えられる。生徒にとっての新たな問いが、今後の学習のどこに位置づけるのか(「すぐに取り組むことが可能なのか」「この段階の知識や考え方で解決が可能なのか」「他の教科との連携」など)を適切に判断し、その議論の形態や時間的な設定も含めて事前の検討が必要となる。

C3: 学びの振り返りの方向づけ

これらの場面は、生徒が今回の学びを自分自身で振り返る中で設定されることが必要である。授業において振り返りの場面を意図的に繰り返し位置づけることが、数学を用いて課題解決に取り組む姿勢や態度の変容を促すことにつながる。教師はこうした振り返りによって得られた気づきや生徒の変容を積極的に評価し、価値づけていく役割を担うことになる。

清水(2007)は、学習者の問題解決過程を、同値な問題や補助問題を考えたり、観点の変更によって新たな問題が生じたりするといった「問題の変容」として捉えることによる、教材の検討や指導教授過程の分析の可能性を示している。数学の授業における探究的な学習活動は、生徒の主体的な関わりによって課題が意識化された後、考察や議論の進行によってそれが焦点化されたり、振り返りによって新たな問題が生じたりするという点において、生徒が認識する

問題の変容の過程として捉えることができる。

数学科の授業における探究的な学習は、これらの一連のサイクルをたどりながら、学びの深まりを実現しようとするものである。そして、この探究的な学習活動は、特別な題材で行うトピック的なものだけではなく、教科書をベースとした通常の数学科の授業形態の中で行うことの可能性を想定している。

5. 数学科の授業の事例による検討

探究的な学習活動の数学科の授業への位置づけに関して、中学校と高等学校での授業を想定して事例的に検討を行う。それぞれの事例は、教科書にあるような基本的事項の理解を基本としつつ、そこから深い学びにつながるように探究的な学習活動を意図的に配置している。

以下の授業づくりの事例では、前節で述べた探究的な問題解決活動の次の3つの側面を配置することによって授業が構成されている。

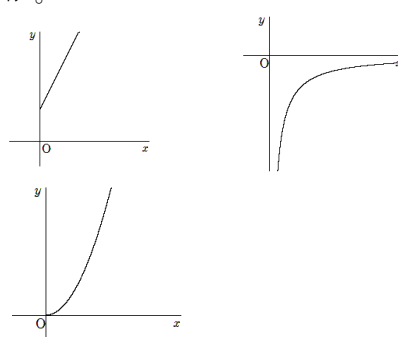
- (A) 問題の意識化
- (B) 有機的な関連づけ
- (C) 振り返りと統合・発展への志向

5.1 中学校の事例

対象：中学校3年

単元：関数 $y = ax^2$

内容：「変化の割合」(2時間で実施)

学習活動
1. 関数の特徴とその記述
・「1次関数」「反比例」「2乗に比例する関数」について、そのグラフの特徴を挙げる。(複数の対象の共通点や違いに着目する)
次の3つの関数のグラフの特徴をどのように説明すればよいだろうか。


2. 課題の焦点化と考察

(1) 直線と曲線の違いについて

- ・ 変化の割合に注目して「直線でないこと」を表現する。
- ・ 区間の幅を小さくとることによって、折れ線の集合が実際のグラフに近づいていくことを理解させる。

(2) 凹凸の違いについて

- ・ ある区間の変化の割合が、2点を結ぶ折れ線の傾きであることを理解する。
- ・ 変化の割合の変化の様子に注目することによって、放物線と双曲線の「右上がり」の違いを説明する。

3. 学習内容のまとめ

- ・ 関数 $y = ax^2$ の変化の割合の性質をまとめ、グラフの特徴と関連づける。(練習問題)
- ・ 今後の学習内容とのつながりについて触れる。

(A) 問題の意識化

授業の導入において、複数の対象の比較を通して、共通する性質やその違いに注目させている。グループ内で気づきなどを共有し整理することによって、生徒に課題を意識化させる場面が設定される。ここでは、複数の対象から「グラフが右に上がっている」という共通の性質を見出す一方で、明らかに存在している「違い」を説明する必要性を認識させる。

(B) 有機的な関連づけ

「直線と曲線の違いをどのように記述するか」「『右上がり』の違いをどのように説明するか」という課題を全体で共有しながら、既知の学習内容や考え方・方法の関連づけを図る場面である。生徒は、この段階で改めて、新たに学習している「2乗に比例する関数」と既習の関数との比較を行い、共通点や違いをクローズアップさせる中で考察のポイントを焦点化させていく。

例えば、1次関数のグラフが直線になることを議論した中学校2年の学習経験を想起し、そのときの考え方や方法を今回の内容に結びつける試みを行う。具体的には、一般的な議論のための文字の利用や、変化の割合や直線の傾きへの着目といった手がかりから、生徒個人の思考によって、そしてそれに続く対話的なアイデア

の共有によって議論を深めていく。

また、直線の議論の場合には区間の幅をどのように設定しても変化の割合が一定であったのに対し、2乗に比例する関数において区間の設定によって線分の傾きが変化すること、そして区間の幅を小さくするほどグラフの曲線に近づいていくことなど(図2)が気づきとしてあがってくる。

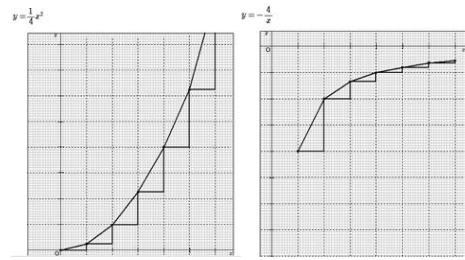


図2 変化の割合とグラフ

(C) 振り返りと統合・発展への志向

学習した内容や問題解決の過程を振り返る場面を通して統合的な考えや発展的な見方を促す場面を設定する。授業では、2乗に比例する関数の変化の割合が一定でないことが明らかになった段階で、具体的な練習問題としてある区間の変化の割合を求めさせる(状況に応じて、複数の異なる区間で変化の割合を求めてみる)。この問題を通して、1次関数との違いを変化の割合を通してクローズアップし、内容の理解を確認すると同時に、変化の割合を通して関数を捉えるという統一的な視点を共有することができる。そしてその後、変化の割合が同じになるようにしたままで区間を変更するように生徒に促す(図3)。

関数 $y = \frac{1}{4}x^2$ において

- (1) $x=2$ から $x=10$ までの変化の割合を求めよ。
- (2) 変化の割合が(1)と同じになるような別の区間を設定せよ。

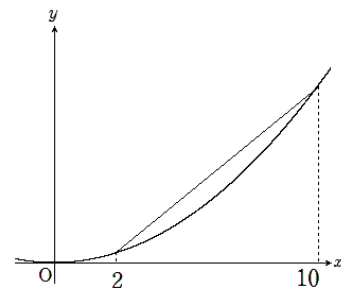


図3 提示される練習問題

すると、文字を用いて検討した場面の数式を再度振り返りながら、「同じ値だけ内側に寄せればよい(あるいは外側に拡げる)」ことに気づく。この場面から最終的に接線の存在に触れ、変化の割合から微分係数の考え方の入り口を見せることができる。同時に、理科分野との関連についても触れることができる。

5.2 高等学校の事例

対象：高等学校2年

単元：対数

内容：「常用対数とその利用」(3時間で実施)

学習活動

(第1時)

1. 最高位に注目した数の観察

- ・新聞に登場する様々な数について1~9の数が最高位に現れた回数をそれぞれ調べてみる。
- ・クラス全員の結果を合計する。
- ・観察の結果を表に整理して観察する。
- ・気づきを挙げさせる中で、小さい数の方が登場回数が多い傾向にあることを共有する。

(第2,3時)

2. 常用対数について

- ・常用対数について学習し、それを利用して累乗の形で表現された大きい数の桁数を求めたり、最高位の数を求めたりする。

3. 常用対数を利用した問題解決

(1) 課題の共有

課題

【第1時】で調べた結果について、常用対数を用いて議論せよ。

- ・第1時の観察の結果から得られた予想を再度全体で確認する。

(2) 常用対数を利用した議論と解決

- ・ $10^a = 10^{(a \text{の小数部分})} \times 10^{(a \text{の整数部分})}$ と表したときに、 a の小数部分と最高位の数の関係に着目し、課題を解決する。
- ・【第1時】の結果と比較し、解決の数値と実際の値が近いことを確認する。

解決

a の小数部分が、 $0 \sim 0.3010$ のとき最高位の数は1、 $0.3010 \sim 0.4771$ のとき最高位の数は2、…のように考え、世界のあらゆる数を 10^a と変形したときに a の小数部分に偏りなく数があられることを仮定すると、最高位の数は次の割合で現れる。

…	3	4	5	6	7	…
…	0.125	0.097	0.079	0.067	0.058	…

4. 学習内容のまとめ

- ・常用対数を用いて議論した課題解決の流れを振り返る。
- ・身の回りの現象を考察する際の数学の有用性について確認する。

(A) 問題の意識化

第1時において、新聞に掲載されている株価の数値を用いて、数の現れ方を生徒に観察させる。この結果を表にして出現の割合をまとめてみると、生徒から複数の気づきが生じる。このような場面設定により、生徒自身の活動の結果から得られた情報をもとに予想をさせることができる。その結果、課題設定がより主体的なものとなり、課題への関心や解決への意欲を喚起することが可能となる。

(B) 有機的な関連づけ

生徒は、本時の課題に取り組むまでに、 5^{105} などの大きな数について、常用対数を用いてその桁数や最高位の数を求める学習を行っている。今回の課題を解決するに当たって、そのときの方法や考え方を想起し、問題の構造を関連づけながら、解決に結びつく形でそれらを適用しようとする。その試行錯誤に際しては、周囲の生徒と対話的に思考を進めていく中で、次第に「なぜ対数を用いるのか」という議論の本質部分が見えてくることになる。これは、自然数の性質の考察における方法を検討・分析することを通して、対数についての理解や考え方を深めていく重要な場面である。実際の考察においては、数の分布の様子と対数のグラフの形状を関連づけて考察することも考えられ、これまで学習した対数の性質を多様な側面から見つめ直

し、今回の課題解決に利用することが促される場面設定になっている。

(C)振り返りと統合・発展への志向

授業の終わりに、常用対数を用いて自然数の最高位の数の分布を調べた問題解決過程の流れを振り返る。このことを通して、整数の性質の分析に対数を用いる方法の意味を再確認することに加え、全ての自然数が10のべき乗で表されることのよさについても認識することができる。ここでは、生徒は数の表現に関する統一的な視点の1つに触れることになる。同時に、「実際の実験結果との誤差はどのように判断すればよいのだろう」などの疑問も生じており、理解の度合いに応じてさらなる探究につなげることも可能となる。

6. 数学科の授業における探究的な学習活動の様相の評価

新しい学習指導要領によって展開されるこれからの教育の目指すべき姿を反映させる形で、教科指導において実施される評価の重要性も改めて以下のように整理されている（文部科学省，2019）。

（知識・技能）

各教科等における学習の過程を通じた知識及び技能の習得状況について評価を行うとともに、それらを既存の知識及び技能と関連付けたり活用したりする中で、他の学習や生活の場面でも活用できる程度に概念等を理解したり、技能を習得したりしているかについて評価するものである。（p.7）

（思考力・判断力・表現力）

各教科等の知識及び技能を活用して課題を解決する等のために必要な思考力，判断力，表現力等を身に付けているかどうかを評価するものである。（p.8）

（主体的に学習に取り組む態度）

各教科等の「主体的に学習に取り組む態度」に係る評価の観点の趣旨に照らして、知識及び技能を獲得したり、思考力，判断力，表現力等を身に付けたりするために、自らの学習状況を把握し、学習の進

め方について試行錯誤するなど自らの学習を調整しながら、学ぼうとしているかどうかという意思的な側面を評価することが重要である。（p.10）

授業においては、これらの3つの柱に整理された学力を偏りなく評価する必要がある。そこで、これまでの評価活動に加えて、思考過程も含めた生徒の探究的な学習活動の様相を捉え、学習指導に活かすための評価を実現するために、**図4**のような「振り返りシート」を活用する。

振り返りシート

年 組 番 名 前 ()

1. 授業の内容にしっかり取り組むことができましたか。(A・B・C)
2. 「学びの方法について」
(うまくいったこと，うまくいかなかったこと，それらに関して気づいたことなど)
3. 「学びの内容について」
(新たに分かったこと，理解できなかったこと，それらに関して気づいたこと，さらに調べてみたいこと など)

図4 振り返りシート

この振り返りシートは、問題解決型の授業が配置された単元計画の中で、適切なタイミングで実施することを想定しており、その記述内容を把握することによってその後の指導に効果的に活用することを目的としている。実施にあたっては、授業の最後の数分程度を利用し、生徒は簡潔な表現でもよいので自分の学習を積極的に振り返り記述するように指示される。

この振り返りシートは、主に3つの項目によって生徒の探究的な学びの様相を評価するものである。まず、「授業の内容にしっかり取り組むことができましたか」という項目によって、生徒の主体的な学習に対する総合的な自己評価を促す。次に、生徒の学びの「方法」と「内容」について、その時間の学習を振り返り、気づきや疑問点などを挙げさせる中で探究的な思考の表出を評価する。

以下の生徒の記述は、中学校2年生と高校1年生によるものであり、中学校2年生は「平行四辺形とその性質」の単元で、高校1年生は数学Aの「方べきの定理」の単元でのものである。また、()内は筆者によるものであり、《 》内は学年を表している。

(1)「学びの方法について」の項目

ここには、探究的な学習活動の中核となる「関連づけ」のうち、学びの方法に関するものを表出させる。生徒は、授業の問題解決の中で、成功経験だけではなく、解決に結びつかなかった方法や考え方についても記述するように求められる。これによって、生徒が以前の方略や考え方との関連づけを行ってそれを利用しようとする姿や、複数の問題解決に通じる包括的な考え方の存在に気づく様子などを評価することができる。ここでの記述には、問題解決過程を含む生徒の学習活動に関して、相互の関連や発展性への言及が次のような形で表れる。

- ・(証明を考えるにあたっては)結論から逆算してうまく導くことができた。《高校1年》
- ・きまりがありそうなところから予想を立てることができた。2円の交点は何かヒントになりそう。《高校1年》
- ・補助線次第で問題の見え方が変わると思った。《高校1年》
- ・一気に証明するのではなく、大まかな組み立てをイメージした方が証明は分かりやすく書ける。《中学校2年》

これらの記述からは、生徒が多面的に問題を見ようとする姿勢や筋道を立てて考える態度など、自己の学習を調整的に進めようとする姿を評価することができる。

一方で、問題解決過程を振り返ってはいるものの、「できた」「できなかった」の表面的な記述に終わる例もある。

- ・すでに習った定理をうまく使えなかった。《高校1年》
- ・一人では思いつかなかった。教えてもらわないと分からない。《高校1年》
- ・接弦定理や相似を使って証明がうまくいった。《高校1年》

(2)「学びの内容について」の項目

ここでは、生徒が自身の学習過程を振り返る中で、数学的な内容に関する記述を行う。「～がわかった」という記述のみならず、気づいたことや分からないこと、さらに調べたり考えたりしてみたいことなどを積極的に記述させる。ここでの記述内容から、既存の知識との関連への言及や発展的な考察への方向性を評価することができる。

- ・方べき(の定理)は片方が接線であっても成り立つ。円についての他の定理は? 《高校1年》
- ・条件を変えるだけで新しい問題になる。《高校1年》
- ・平行四辺形は、それになる条件がたくさんあるので、いろいろな種類の証明が見つかるのかなと思いました。《中学校2年》

その一方で、次のような記述では、学習内容の結果に対する表面的な感想やことからの事実のみが表れているだけで、そこに探究的な学習活動の様相を読み取ることは困難である。

- ・最後の問題が難しかった。《高校1年》
- ・平行四辺形の中に正方形や長方形、ひし形が含まれることを知りました。《中学校2年》

7. 数学科の授業における探究的な学習活動の位置づけとその授業実践への示唆

これまでの考察から、探究的な学習活動としての探究的問題解決活動を位置づけた数学科の授業づくりと学習の振り返り、評価の在り方について、以下のような授業実践への示唆が得られる。

(1) 授業づくり

比較的短いスパンで授業づくりを考える場合、問題解決型の授業スタイルの中に「問題の意識化」「有機的な関連づけ」「振り返りと統合・発展への志向」を位置づけることによって、探究的な学習活動を核とした授業づくりが可能となる。このような探究的問題解決活動の3つの側面からなる枠組は、教科書の流れに沿った基礎的な内容だけでなく、それらを利用して問題

解決を行う発展的なレベルの授業においても適用可能である。

授業においては、探究すべき課題を焦点化する場面に生徒を主体的に参加させることが重要である。この意思決定への主体的参加によって、(たとえ一人で発見したものでなくても)自分を含む教室全体での活動の成果として得られた課題は、生徒にとって「自分の課題」となる。また、課題へのアプローチにおいては、個人の活動と他者との相互作用によって、知識や方略の結びつきや拡がりの展開を促すような場面設定が鍵となる。また、学習の終わりに設定される振り返りの場面は、統合的な見方や考え方を促したり、新たな疑問が生じたりする場として重視される。類似した問題を自力解決する場面であっても、単なる練習問題以上の役割を持たせることが可能となる。これまでの考え方の拡がりや新たな疑問などの発展性の材料が得られることもあり、そこにさらなる探究のサイクルが生まれることも期待される。

(2) 学習の振り返りと評価の在り方

授業の最後に位置づくまとめの時間において、短くてもよいので生徒が自分の学習を振り返る時間を確保することが効果的である。そこでは、振り返りシートによって生徒が自身の気づきや新たな疑問を顕在化することによって、自身の学びの変化に気づいたり、自己の理解をさらに深めるような新たな探究のサイクルのスタートとしたりすることもできる。

生徒は自らの学びを振り返るときには、成功につながった活動や思考に注目しがちである。しかし、問題の解決に寄与しなかったアイデアや途中で行き詰まってしまった方法の中にも、自らの学びを深め発展的に視野を広げていくことのできる材料が含まれている。また、なぜその考え方や方法がうまくいかなかったのかを考察することも、数学的な思考活動を一段高いレベルから見直すことにつながり、こうしたいわゆる「失敗の経験」の振り返りが、体系的な数学の理解につながることが期待される。探究的な学習活動という視点から、生徒の振り返りにおける記述内容を活かしていくことによって、深い学びを実現するための授業改善につなげていくことが重要である。その際、授業の時間は限られているので、問題解決のために必要な時間との兼ね合いから、意味のある振り返りを行

うことができるような効率的な形態や手法を工夫し、日々続いていく授業の中へ効果的に位置づけることが求められる。

8. おわりに

これからの時代に求められるのは、対象に主体的に働きかけることによって解決すべき問題を見出し、その解決のために積極的に行動できる資質を備えた人材である。そのために教科教育が寄与できるのは、毎日の授業を通して、生徒の主体的に深く考え、自己の学びを調整しながら思考を前に進めていく力を育成することである。そのためには、数学科の授業において問題解決の場면을探究的な学習活動の場として捉え、生徒の深い学びにつながるような、協働的で主体的な思考活動が展開される授業づくりを行うことが重要である。

本研究では、(ア)比較的小さい単位時間内で実現する探究的な学習活動を想定し、「問題の意識化」「有機的な関連づけ」「振り返りと統合・発展への志向」という探究的問題解決活動の3つの側面を中学校・高等学校数学科の授業に位置づけ、授業と評価の改善に向けた授業づくりの理論的枠組みを構築した。そして、その枠組みの有効性を授業実践の事例の分析を通して検討することによって、授業実践への示唆を得た。

しかしながら、(イ)単元計画において単元の最後に配置される、習得・活用・探究のサイクルの一部に位置づけられる探究的な学習活動や(ウ)他教科との関わりの中で教科横断的な視点を取り入れた授業づくりによって実現する探究的な学習活動については明らかになっていない。こうした探究的な学習活動において、生徒の深い学びにつながるような、協働的で主体的な思考活動が展開できる数学科の授業について実践研究することは、今後の課題として残されている。

引用・参考文献

- 清水美憲(2007)『算数・数学における思考指導の方法』, 東洋館出版社.
- 文部科学省(2010)「今, 求められる力を高める総合的な学習の時間の展開(中学校編)」.
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/sougou/1300534.htm 2020年1月6日取得.
- 文部科学省(2018)「【総則編】高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説」, 東洋館出版社.

文部科学省(2019)「児童生徒の学習評価の在り方について(報告)」.

https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/31/01/__icsFiles/afieldfile/2019/01/21/1412838_1_1.pdf 2020年1月6日取得.