

高等学校数学科における統合的・発展的に考察する力を高める学習指導の工夫 — 解決の過程や結果を振り返り、新たな数学の事象につなげていくパフォーマンス評価を通して —

広島県立海田高等学校 桑原 利通

研究の要約

本研究は、高等学校数学科における統合的・発展的に考察する力を高める学習指導の工夫について提案するものである。文献研究から統合的・発展的に考察する力を、「具体的な数学の問題の解決過程や結果を振り返り、問題の条件や観点を変更したり、本質的な共通性を抽象したりすることで新たな数学の事象を見だし、見いだした事象を数学化した問題を解決していこうとする力」とした。この力を高めるために、パフォーマンス評価に着目した。パフォーマンス評価を取り入れた授業は、高等学校数学科では、日常生活や社会の事象などの【現実の世界】で活用される事例は多くみられるが、本研究では、【数学の世界】において、問題解決の過程やその結果を振り返り、新たな数学の事象につなげていくパフォーマンス評価を、単元の指導計画に組み込むための学習指導の工夫について提案する。

I 主題設定の理由

高等学校学習指導要領（平成30年）において、数学科の目標では、数学的に考える資質・能力の一つとして、「事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力」⁽¹⁾の育成が求められている。算数・数学ワーキンググループ審議の取りまとめ（平成28年、以下「WG審議の取りまとめ」とする。）によると、統合的に考えるとは「関連づける、既習の事柄と結びつける」こと、発展的に考えるとは「適用範囲を広げる、条件をかえる、新たな視点から捉え直す」こととしている¹⁾。

しかしながら、このような力が授業を通して十分に育成できているとは必ずしもいえない。例えば、平成28年度の広島県高等学校学力調査において、基本的な二次不等式の問題の正答率は61.1%であり、課題となっている⁽²⁾。本問題は多肢選択式であり、二次関数のグラフやその解き方の一部が与えられている。それにもかかわらず二次不等式の解を正しく選択することができていない生徒が多く、二次不等式を二次関数のグラフと関連付けられていないことや不等式の解という概念を新たな視点で捉え直すことができていないことが考えられる。したがって、高等学校数学科においては上で述べたような力を育成していくための授業改善が求められ、本研究では、高等学校の必修科目である数学Ⅰの単元「二次不

等式」を事例に授業を提案することとする。

上で述べた学びを具体化するものとして、パフォーマンス評価に着目する。資質・能力は従来のペーパーテストだけでは十分に捉えられないものであり、真正の学習を通して育まれる資質・能力を評価するために、パフォーマンス評価は有効な方策であると考ええる。先行研究においては、数学科のパフォーマンス評価は日常生活や社会の事象を数学化していく学習過程で活用されている事例は多いが、本研究では、数学的に表現した問題の解決の過程や結果から新たな数学の事象につなげていくために、パフォーマンス評価を用いていく。このことを通して、高等学校数学科における統合的・発展的に考察する力を捉え、高めることができると考え、本研究題目を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 高等学校数学科における統合的・発展的に考察する力

(1) 高等学校数学科における統合・発展の位置付け

「WG審議の取りまとめ」で、数学的に考える資質・能力を育成するために重視すべき学習過程のイメージとして、算数・数学の問題発見・解決の過程が示されている（図1、以下「イメージ図」とする。）。図1は、算数・数学の問題発見・解決の過程を示している。図1は、算数・数学の問題発見・解決の過程を示している。図1は、算数・数学の問題発見・解決の過程を示している。

「イメージ図」は、二つの過程で構成されており、一つは、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であり、もう一つ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、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である。

この二つの過程は相互に関わって展開されており、生徒が目的意識をもって、これらの過程を取り組むことによって数学的に考える資質・能力が育まれていく。

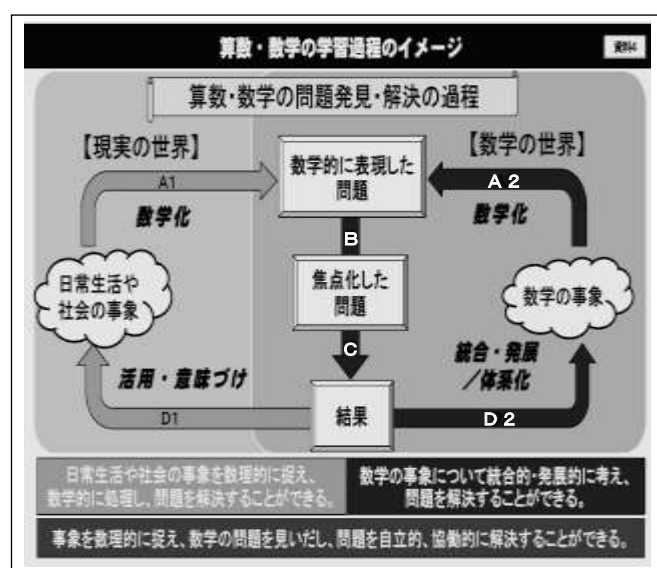


図1 算数・数学の問題発見・解決の過程²⁾

このうち、統合的・発展的に考察する力は、資質・能力のうちの思考力、判断力、表現力等に位置付けられている。そして、統合的・発展的な考察につながるプロセスとして、高等学校数学科では、「既習の内容を基にして問題を解決し、思考の過程を振り返る活動」³⁾が示されている。

(2) 統合的・発展的に考察する力

片桐重男（2017）は、統合的な考え方、発展的な考え方を数学的な考え方として位置付けている。統合的な考え方は「多くの事柄を個々ばらばらにしておかないで、より広い観点から、それらの本質的な共通性を抽象し、これによって、同じものとしてまとめていこうとする考え方である」とし、図2の三つのタイプを取りあげている⁽³⁾。

次に、発展的な考え方は「統合したことをさらに広い範囲に用いていこうとしたり、一つの結果が得られても、さらによりよい方法を求めたり、これを

基にして、より一般的、より新しいものを発見していこうとする」としている。そして、その考え方として、発展Ⅰ型（条件変更による発展）と発展Ⅱ型（観点変更による発展）の二つのタイプを取りあげている。発展Ⅰ型は「条件の一部を他のものにおきかえてみたり、条件をゆるめたりすることや問題の場面を変えてみる」とし、発展Ⅱ型を「観点を変更して、もっといろいろな性質を見いだそうとすること」としている⁽⁴⁾。

「WG審議の取りまとめ」で示された統合的に考えることと発展的に考えることは、片桐(2017)による数学的な考え方としての統合的な考え方、発展的な考え方と親和性がある。

以上のことを踏まえ、本研究において、統合的・発展的に考察する力を、「具体的な数学の問題の解決過程や結果を振り返り、問題の条件や観点を変更したり、本質的な共通性を抽象したりすることで新たな数学の事象を見だし、見いだした事象を数学化した問題を解決していこうとする力」とする。これは、「イメージ図」の結果を起点とした【数学の世界】のサイクルにあたる。そして、統合的・発展的に考察する力を高めるには、このサイクルを回し続けることが重要である。なぜなら、統合的・発展的な考察を重ねることで、数学の事象がより包括的・高次のなものになり、その事象を数学化させた問題に取り組むことで、数学的に考える資質・能力を育成することができると考えるからである。

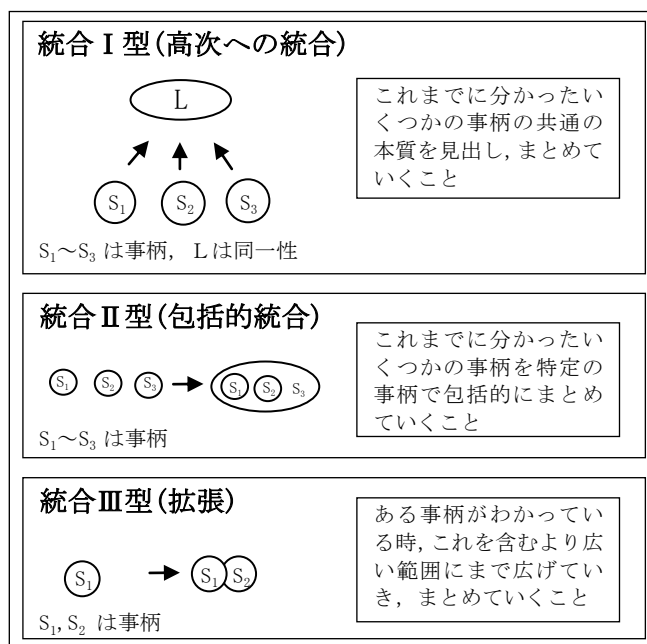


図2 統合的な考え方（片桐，2017）

2 解決の過程や結果を振り返り、新たな数学の事象につなげていくパフォーマンス評価

(1) パフォーマンス評価

一般的に思考力、判断力、表現力等の資質・能力は、内面の思考プロセスを多く含むため、見えにくい力とされている。そのため、それらの力を評価することは容易ではない。算数・数学における思考力、判断力、表現力等に位置付けられた統合的・発展的に考察する力についても同様である。これらの力を見取るには、統合的・発展的に考え、問題を解決していくような学習活動に取り組み、その活動を評価するような機会を意図的に設定することが重要になる。このような力は、従来のペーパーテストだけでは、十分に捉えられない。

中央教育審議会答申（平成28年）において、次期学習指導要領における評価の留意点として、「資質・能力のバランスのとれた学習評価を行っていくためには、指導と評価の一体化を図る中で、論述やレポートの作成、発表、グループでの話し合い、作品の制作等といった多様な活動に取り組みさせるパフォーマンス評価などを取り入れ、ペーパーテストの結果にとどまらない、多面的・多角的な評価を行っていくことが必要である」⁴⁾を示している。これらのことを踏まえ、生徒の統合的・発展的に考察する力を評価したり、高めたりするための学習指導の一つの方法として、パフォーマンス評価に着目する。

松下佳代（2016）は、パフォーマンス評価を、ある特定の文脈のもとで、様々な知識や技能などを用いて行われる人のふるまいや作品を、直接的に評価する方法としており、具体的に、パフォーマンス課題を与えて解決・遂行させ、それを複数の評価者が、ルーブリックと呼ばれる評価基準表を用いながら、評価していくものとしている⁵⁾。また、西岡加名恵（2016）は、パフォーマンス課題を作成するにあたり、本質的な問いの設定と永続的理解の明文化を定めることに言及している。本質的な問いとは、学習する単元全体や教科の中核を貫くような問いである。永続的理解とは、その問いに対しての答えであり、学習の中核部分にあたる理解、いろいろな場面で役立つ理解にあたる⁶⁾。本研究においては、松下（2016）、西岡（2016）の考えに基づいて、パフォーマンス評価を設計する。具体的には、逆向き設計の考えに基づき、本質的な問い、永続的理解を定めてパフォーマンス課題を作成し、ルーブリックを用いた質的評価を教師と生徒の双方で行う授業を構成する。

(2) 統合的・発展的に考察する力を高めるためのパフォーマンス評価の工夫

具体的な数学の問題から新たな数学の事象につなげていくために、これまで学んだ問題の解決の過程や結果を振り返らせ、統合的・発展的な考え方を活用させていく授業場面を設計していくことが重要となる。これをパフォーマンス評価を取り入れた授業で実現させていく。新たな数学の事象につなげていくため、課題解決において生徒が自然な流れで統合的・発展的に考察していくようなパフォーマンス課題を作成することが重要である。そのパフォーマンス課題をレポートとして取り組み、ルーブリックを用いた質的評価を教師と生徒の双方で行うことにより、その段階における生徒の統合的・発展的に考察する力を見取る。そして、この力をさらに伸ばすためにレポートの検討会を実施する。レポート検討会を通して、自分の考えを他者と共有させ、自己のレポートや単元での学びを振り返らせる場面を設定する。具体的な学習活動として、自己のレポートを発表し合う活動やレポートをよりよく改善していく活動を取り入れる。また、優れているレポートをクラス全体で取りあげ、クラス全員で考察にあたらせる活動も考えられる。レポート検討会を形成的评价の一環として捉え、このような振り返りの場面を意図的に仕組むことでこれまでの学習との関連を実感させ、生徒の統合的・発展的に考察する力をさらに高めていくことが重要となる。

Ⅲ 事例研究

I，Ⅱで述べたパフォーマンス評価を、数学Ⅰの単元「二次不等式」を事例に設計する。二次不等式は、高等学校で学習する関数分野の基礎的なことを習得することができる重要な単元である。本単元は、既習の一次不等式、二次関数の考え方を基礎として考察していくこととなる。更に、数学Ⅱ、数学Ⅲで学ぶ関数分野の内容へとつなげることができ、統合的・発展的に考察することのよさを感じられる単元と考え、本単元で設定した。

1 本質的な問いと永続的理解

数学Ⅰの単元「二次不等式」は二次関数の内容の後半部分にあたる。二次不等式の学習にあたり、高等学校では、一次不等式、二次関数のグラフ、二次方程式を学習している。一次不等式では、一次不等式と一次関数のグラフを関連付けた解の考察を行っている。また、二次関数のグラフ、二次方程式では、

二次関数の様々なタイプのグラフをかくことや二次方程式の解が二次関数のグラフと x 軸の共有点の x 座標の値として表されることを学んでいる。二次不等式は、これまで学習してきたこれらの内容を統合・発展した内容として捉えることができる。高等学校学習指導要領解説数学編（平成30年、以下「30年解説」とする。）において、二次不等式の内容では、「二次不等式の解と二次関数のグラフとの関係について理解し、二次関数のグラフを用いて二次不等式の解を求めること」が示されており、指導上の留意事項として、グラフを活用することのよさを認識させる指導が求められている⁽⁷⁾。このことを踏まえ、本質的な問いと永続的理解を次のように定めた。

【本質的な問い】

二次不等式を解くとき、なぜグラフを用いるのだろう。不等式において、グラフを用いて考察することのよさとはなんだろう。

【永続的理解】

二次不等式の解は、二次関数のグラフと x 軸の位置関係から読み取ることができる。このように、不等式の解をグラフと関連付けることで、解を視覚的に捉えたり、解釈したりすることができる。

2 指導と評価の計画

単元「二次不等式」の評価規準を表1のように設定した。評価規準は、国立教育政策研究所（平成24年）⁽⁸⁾を参考に、本質的な問いや永続的理解につながるようにした。

表1 単元「二次不等式」の評価規準

①関心・意欲・態度	ア 二次不等式の解を二次関数のグラフと関連付けて考察しようとしている。 イ 不等式の解をグラフと関連付けて考察しようとしている。
②数学的な見方や考え方	ア 一次不等式の解を一次関数のグラフと関連付けて考察することができる。 イ 二次不等式の解を二次関数のグラフと関連付けて考察することができる。 ウ 様々な課題場面において、二次不等式を活用し、考察することができる。
③数学的な技能	ア 二次関数のグラフを利用して二次不等式の解を求めることができる。 イ 絶対値を含む関数のグラフをかくことができる。
④知識・理解	ア 二次不等式の解の意味を理解し、解を正しく表現することができる。

次に、学習指導計画として、二次不等式の授業を全10時間で構成した（表2）。この10時間はパフォーマンス評価に向けて学習計画を立てているため、二次不等式の学習で必要となる内容を精選している。

第1次で、一次不等式の解を一次関数のグラフと関連付けた考察を行い、第2次の3時間の授業で、基本的な二次不等式の指導を行う。第2次の1時間目の授業の二次不等式の導入では、二次不等式を解く上でグラフを使うことのよさを認識させることが大切である。第3次で、絶対値を含む関数のグラフを学習する。これは、パフォーマンス課題で扱う不等式の立式につなげていきたいからである。第3次までの授業でパフォーマンス課題に取り組むために必要となる知識や技能を身に付けさせる。そして、第4次で、パフォーマンス課題・ループリックを提示し、単元末である第6次でパフォーマンス課題におけるレポート検討会を設定する。

表2 単元「二次不等式」の学習指導計画（全10時間）

次	学習内容	評価規準・評価方法
1	事前アンケート 一次不等式と一次関数（1 h）	②ーア ワークシート
2	二次不等式と二次関数（3 h）	③ーア ワークシート ④ーア 小テスト
3	絶対値を含む関数のグラフ（1 h）	③ーイ ワークシート
4	パフォーマンス課題提示（1 h）	①ーア 発表 ②ーイ レポート
5	二次不等式の応用（3 h）	②ーウ ワークシート
6	パフォーマンス評価におけるレポート検討会（1 h）、事後アンケート	①ーイ レポート、発表

本パフォーマンス評価は単元末に実施することとしている。そのため、パフォーマンス評価を行うまでにどのような知識や技能を身に付けさせていけばよいのか、また単元を終えて最終的にどのような力を身に付けさせればよいのかを教師は考えることになり、単元の目標から授業を設計していくこととなる。

3 パフォーマンス課題とループリック

(1) パフォーマンス課題

パフォーマンス課題は、本質的な問い、永続的理解に対応した課題となるよう作成した（図3）。

海田高校 1 年 4 組で二次不等式の授業が行われています。

桑原先生：二次不等式 $-x(x-2) < -3 \cdots \textcircled{1}$ を解きましょう。

太郎君はこれまでに学んだことを振り返り、次のように解きました。

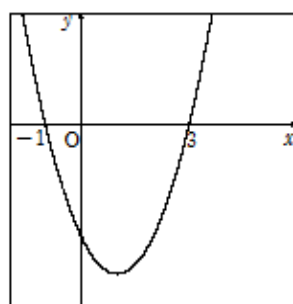
$$-x^2 + 2x < -3$$

$$-x^2 + 2x + 3 < 0$$

$$x^2 - 2x - 3 > 0$$

$$(x+1)(x-3) > 0 \cdots \textcircled{2}$$

$y = (x+1)(x-3)$ とおき、二次関数のグラフをかくと



二次関数 $y = (x+1)(x-3)$ のグラフが x 軸より上側にある x の値の範囲を調べればよいので、 $\textcircled{2}$ の解は $x < -1, 3 < x$ である。

洋一郎君：太郎君は二次不等式 $\textcircled{1}$ の右辺が 0 、 x^2 の係数が正となるように変形しているけど、二次不等式 $\textcircled{1}$ を変形せずに解を求めることはできないだろうか。

そこで、洋一郎君は関数 $y = -x(x-2)$ のグラフと関数 $y = -3$ のグラフをかき、二次不等式 $\textcircled{1}$ の解を調べました。

課題 1

洋一郎君の考え方をもとに、

二次不等式 $-x(x-2) < -3 \cdots \textcircled{1}$ を解きましょう。

課題 2

不等式

$$\frac{1}{x} < 2$$

を解きましょう。

課題 3

二次不等式 $-x(x-2) < a$ を解きましょう。

ただし、 a は定数とします。

課題 4

課題 1, 2, 3 やこれまでの二次不等式の学習を通して学んだことを基にして、新たな視点で不等式をつくり、その解を調べましょう。

○パフォーマンス課題に取り組んで分かったことや考えたことを書いてください。

図 3 パフォーマンス課題

課題 1 は第 4 次の授業で行い、課題 2 以降については、レポート課題として取り組ませる。レポートを通じ、個人の統合的・発展的に考察する力を評価するために、課題 2 以降は、自力で取り組むようにあらかじめ指示を出しておく。

課題 1 の前段階として、第 1 次の授業で一次不等式を取りあげ、直接、一次関数のグラフと x 軸に平行な直線の位置関係から解を考察させる。この考え方を基に一次不等式から二次不等式へつなげていくことが課題 1 のねらいである。

二次不等式を解く基本的な方法は、下に凸の二次関数のグラフと x 軸の位置関係を考察し、解を読み取ることである。このことで、グラフの比較が容易になり、解を視覚的に捉えやすくなる。実際に、教科書においても、この解法で統一されている。しかし、課題 1 の考え方のように、二次不等式 $-x(x-2) < -3$ において、直接、関数 $y = -x(x-2)$ と関数 $y = -3$ のグラフの位置関係を比較して、解を求める方法も考えられる。二次不等式においては、このような考え方はあまり一般的ではないが、図 4 のように、数学 II、数学 III で学ぶ方程式、不等式を考察する上で重要となる。

数学 II 単元（三角関数）

$0 \leq x < 2\pi$ のとき、 $\sin x > \frac{1}{2}$ を解け。

解答

$0 \leq x < 2\pi$ で三角関数 $y = \sin x$

のグラフが直線 $y = \frac{1}{2}$ より上側に

ある x の値の範囲を調べればよい

ので、これを解くと

$\frac{\pi}{6} < x < \frac{5\pi}{6}$ である。

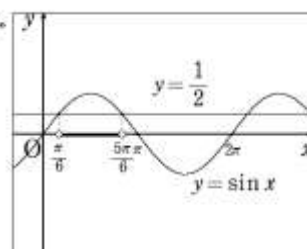


図 4 不等式でグラフを活用する例

本単元で、直接的に、関数のグラフを比較し、解を考察する意図として、不等式の理解を深め、他の単元に活用できることにある。

課題2は、分母に文字を含む不等式である。この不等式は、数学Ⅲで扱う内容であるが、中学校第一学年の反比例の学習で関数 $y=1/x$ のグラフをかいており、関数 $y=1/x$ のグラフと直線 $y=2$ の位置関係を読み取り、解を考察することは可能である。解答として、両辺を x 倍し、2 で割ることで、解を $x>1/2$ として求める誤答が多数あると考えられる。また、グラフを活用せずに x の符号について場合分けをして解を求める方法も考えられる。生徒がどのような方法で記述しているかによって、統合的に考察することができているか判断することができる。課題1の解決の過程や結果を振り返ることで、課題1の考え方と同様に関数のグラフを用いて考察することを求めている。

課題3では、課題1の二次不等式 $-x(x-2)<-3$ の右辺を文字 a とした二次不等式である。不等式に文字定数が含まれることで、変化を伴う関数のグラフを考察することとなる。解法としては、大きく分けて二通り考えられる。二次不等式の右辺を0、両辺を -1 倍と変形し、関数 $y=x^2-2x+a$ のグラフと x 軸の位置関係を比較し解を考察する方法と、二次不等式を変形せずに、直接、関数 $y=-x(x-2)$ のグラフと直線 $y=a$ の位置関係を比較し解を考察する方法である。課題3も課題2と同様に、課題1、2の振り返りと活用を求めている。

課題4では、既習を基に、生徒自身で新たな数学の問題を見だし、見だした問題の解決に向けてどのようにアプローチしているかを見取ることができる。課題1、2、3やこれまでの二次不等式の学習で学んだことを基にして、新たな視点で不等式を立式させ、解を調べさせる。課題4を通じて、生徒は様々な不等式を立式し、考察することとなる。不等式の解について、不等式に対応する二つの関数のグラフの位置関係を把握することで解を捉えられることを理解させていく。ここで、不等式の解を調べさせることにとどめているのは、不等式に対応する関数のグラフが未習である可能性が考えられるからである。しかしながら、そのような場合であっても、グラフを用いて、解を考察していこうとする態度を見取ることができる。

(2) ルーブリックによる質的評価

ルーブリックは生徒のパフォーマンスの質を段階的に評価するための評価基準表である。生徒の統合的・発展的に考察する力を評価すると同時に高めていくためにルーブリックを用いる。ルーブリックを用いることのよさとして、生徒に身に付けさせ

たい力が具体化され、パフォーマンスの特徴を示した記述語を基に客観的に評価できることがあげられる。事前に段階的評価を生徒に示すことにより、生徒はより高い水準になるよう学習に取り組むことができる。本研究においては、パフォーマンス課題の評価を、ルーブリックの基準に沿って、レポートを評価することとする。

作成したパフォーマンス課題における予備的ルーブリックを表3に示す。本研究は、統合的・発展的に考察する力を高めることを目標にしているため、ルーブリックの観点を「統合的・発展的に考察する力」としている。留意点として、生徒に表3のルーブリックを説明する際には、課題を単に解くことを求めているのではなく、この観点に基づいて作成するレポートを評価していくことを説明する。

表3 予備的ルーブリック

段階\観点	統合的・発展的に考察する力
S	本単元で取り組んだ問題の解決過程や結果を基にして、与えられた課題を解くことができ、新たな視点で不等式を見だし深く考察することができている。
A	本単元で取り組んだ問題の解決過程や結果を基にして、与えられた課題を解くことができ、新たな視点で不等式を見だし考察することができている。
B	本単元で取り組んだ問題の解決過程や結果を基にして、与えられた課題を解いているが、その活用が十分なレベルに達していない。
C	与えられた課題を本単元で取り組んだ問題と関連付けて考察することができていない。

パフォーマンス課題と同時に表3のルーブリックを生徒に提示していくが、表3のS段階を「深く考察すること」と示している。あらかじめこの部分を具体的に記述してしまうと、パフォーマンス課題で求めている生徒の多様な考えを引き出すことをさまたげる可能性があると考えられる。

生徒による自己評価はレポートが終わった段階で各自評価させる。その後、レポートを回収し、教師による評価を行う。評価の手続きは、図5のとおりである。レポートは複数の教師で採点をしていくが、その理由は、評価の客観性を高めることと教師の評価力を磨くことである。複数のレポートを共同で読み解いていくうちに、生徒の思考プロセスや表現の特徴が読み取れるようになっていく。また、採

点者間で評価が異なる場合は、議論を重ねていくこととなり、多面的な視点で評価を考えることになる。

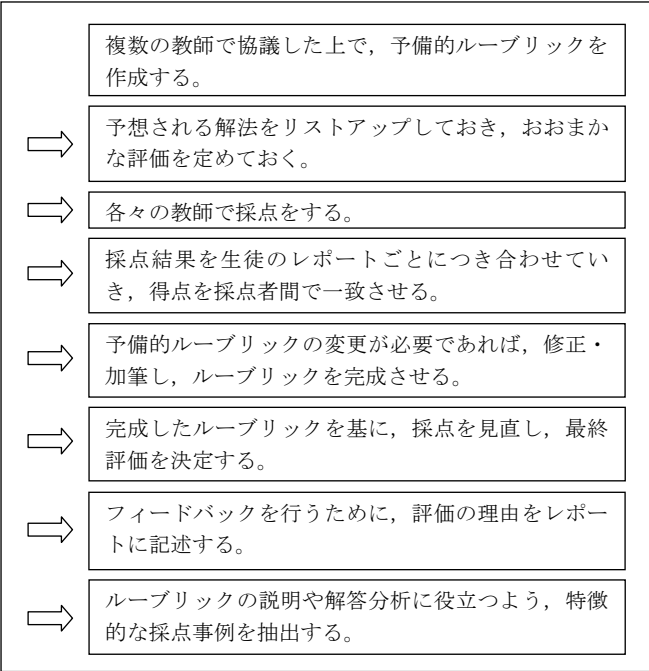


図5 ルーブリックによる評価の手続き

4 レポート検討会

「30年解説」では、数学的に考える資質・能力を育成するために、数学の学習において、数学的な見方・考え方を常に意識するとともに、数学的な見方・考え方を働かせる機会を意図的に設定することの重要性が示されている⁽⁹⁾。そして、その活動の具体として、数学の事象から自ら問題を見いだし解決して、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する数学的活動が求められている。この学びを実現するために、本パフォーマンス評価においては、レポート検討会を実施する。レポート検討会では、グループ活動でお互いの考えを共有する場面を設けるが、グループの構成については、教師があらかじめ生徒のレポートの結果に基づいて課題の解き方が異なるグループを構成する。

以下、レポート検討会の進め方について、表4に示す。表4の導入では、教師の評価やコメントを基に、自己のレポートの振り返りを行わせる。教師の評価と自己評価のずれが大きい場合、そのような結果に至った理由を考えさせる。展開①では、課題2、3について共有・発表を行い、そこで得られたことを基に、自己のレポートを改善させていく。展開②では、課題4を考察する。課題1、2、3やこれまでの二次不等式の学習を振り返らせることにより、新たな視点で不等式を立式できるよう促していく。

その方法として、「得られた結果から他に分かることがないかを考えること」、「問題の考察範囲を広げること」など新しい知識を得る視点で考察させていく。まとめとして、パフォーマンス課題を用いて、単元「二次不等式」の振り返りを行う。単元全体を振り返ることで、二次不等式の体系的な理解につなげていく。

表4 レポート検討会の進め方

指導過程・学習活動 ●教師 ○生徒	
導入 (5分)	●グループ活動をスムーズに行うために、事前に提示した座席表に着席させ、授業をスタートする。 ●レポートを返却する。 ○教師の評価やコメントを確認し、自己のレポートがどのように評価されたか考える。 ●本時の授業の流れについて説明する。自己のレポートを発表することや優れたレポートをクラス全体で取りあげることを伝える。 ●パフォーマンス課題、ルーブリックをクラス全体で確認する。
展開① (15分)	○グループ内で課題2、3について共有・発表を行う。レポートを交換し、レポートを読み取る。その後、自己のレポートを発表し、グループで協議する。その際、他者のレポートの良い点や参考になる点を記述する。 ○課題2、3について、数人の代表の生徒がクラス全体で発表する。 ○課題2、3について、自己のレポートを振り返る。
展開② (20分)	●クラス全体で課題4について考察を行う。生徒のレポートの中から新たな視点で不等式を立式しているものや授業中に生徒が思いついた不等式を取りあげる。以下、生徒があげてくると予想される不等式である。 例 三次不等式 $(x-1)(x-2)(x-3) > 0$ 絶対値を含む不等式 $ x^2 - 2x > 2 - x$ 分母に文字を含む不等式 $\frac{3}{x} > x$ 関数のグラフをかくことが難しい場合は、数学ソフトである grapes 等を活用しグラフの考察にあたる。
まとめ (10分)	○レポート検討会を通して、分かったことや感想等を記述する。 ●パフォーマンス課題を通して、単元「二次不等式」を振り返る。不等式をグラフと関連付けることで、不等式の解を視覚的に捉えたり、解釈したりすることができることのよさを伝える。 ●数学において統合的・発展的に考察することの重要性について説明し、今後の数学の学習において、統合的・発展的な考察の視点を意識し、学習に取り組んでほしいことを伝える。

このレポート検討会を通して、不等式の理解を深めるとともに、今後学ぶ様々な数学の分野において、統合的・発展的な視点で考察できるようにしていくことが目標である。

IV 検証の視点と方法について

検証の視点と方法について、表5に示す。

表5 検証の視点と方法

検証の視点	方法
パフォーマンス評価を取り入れた授業を行うことで統合的・発展的に考察する力を高めることができるか。	アンケート、レポートの記述を分析する。

アンケートは、統合的・発展的に考察する力の意識に関わって、質問項目を三つ、基準を四段階(4:とてもそう思う 3:ややそう思う 2:あまりそう思わない 1:そう思わない)として調査する(表6)。

表6 アンケート

質問項目
①数学の問題を考えると、以前に解いた問題と似ているところや違っているところがあるかを意識しますか。
②数学の問題を解決した後に、その解決方法よりもよりよい解決の仕方があるかを考えますか。
③数学の問題を解決した後に、その問題の条件や観点を考えるなどして新たな問題を考えようとしていますか。

授業実施予定のクラスで単元「二次不等式」の学習を行う前に、事前にアンケートを行った。その結果が表7である。平均値をみると、統合に関わる質問①については概ね高いが、発展に関わる質問③については低いことが分かる。日頃の数学の学習において、既習と未習のつながりを意識して問題に取り組むことはできているが、解決した問題を振り返り、発展的に考察することの意識についてはあまりもてていない状況であった。

表7 事前のアンケート結果

質問項目	基準				平均値
①	4	3	2	1	3.2
	10人	28人	2人	0人	
②	4	3	2	1	2.8
	5人	22人	13人	0人	
③	4	3	2	1	2.0
	0人	5人	30人	5人	

V 研究のまとめ

1 研究の成果

- 高等学校学習指導要領(平成30年)において、数学科の目標に示されている統合的・発展的に考察する力について、先行研究を基にその位置付けを明らかにした。
- 生徒の統合的・発展的に考察する力を見取り、高めるために、パフォーマンス評価を活用した学習指導を提案できた。

2 今後の課題

- 生徒の統合的・発展的に考察する力を見取り、高めるためには長期的な視点で考察することが必要である。本授業の実践を含め、パフォーマンス評価を活用した授業を他の単元においても設計し、実践を重ねていくことが重要である。
- 作成したルーブリックはパフォーマンス課題に対する予備的ルーブリックであったが、今後より広い範囲でルーブリックを運用していくためには、所属校における数学科が目指す資質・能力について検討し、一般的ルーブリックを作成した上で予備的ルーブリックを用いる必要がある。

【注】

- (1) 詳しくは、文部科学省ホームページ、「高等学校学習指導要領(平成30年)」p.111を参照されたい。http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afidfile/2018/07/11/1384661_6_1_2.pdf
- (2) 詳しくは、広島県教育委員会ホームページ、「平成28年度広島県高等学校学力調査報告書Ⅲ各科目の分析と考察 3 具体的な設問の分析(2)数学」p.46を参照されたい。<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/kyouiku/06senior-2nd-28-gakuryoku-h28toppage.html>
- (3) 片桐重男(2017):『数学的な考え方の具体化』明治図書 pp.148-151
- (4) 片桐重男(2017):前掲書pp.161-165
- (5) 松下佳代(2016):『パフォーマンス評価』日本標準pp.6-7, pp.15-19
- (6) 西岡加恵(2016):「教科のカリキュラムづくり」『カリキュラムマネジメントハンドブック』ぎょうせいpp.99-101
- (7) 詳しくは、文部科学省ホームページ、「高等学校学習指導要領解説数学編・理数編(平成30年)」p.43を参照されたい。http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afidfile/2018/07/17/1407073_05.pdf
- (8) 国立教育政策研究所(平成24年):『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料』教育出版p.31
- (9) 高等学校学習指導要領解説数学編・理数編(平成30年):前掲書p.26

【引用文献】

- 1) 文部科学省(平成28年):『算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめ』資料1
- 2) 文部科学省(平成28年):前掲書資料4
- 3) 文部科学省(平成28年):前掲書資料3
- 4) 文部科学省(平成28年):『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』p.18