

## 高等学校数学科におけるレポート課題の開発と学習評価

### Development of Report Assignments and Assessment as Learning in High School Mathematics Department

小 関 央 高\*・田 中 義 久\*\*

Hisataka KOSEKI, Yoshihisa TANAKA

#### 要旨

本研究の目的は、高等学校数学科における授業と関連づけたレポート課題を開発するとともに、開発したレポート課題を用いた学習評価の実際を明らかにすることである。このために、二次曲線に関する授業と関連づけたレポート課題を開発し、開発したレポート課題に対する生徒の記述内容の分析及び考察を行った。

この結果、数学的な思考や表現の質の高まり、課題の取組状況に対する自己評価、学習態度の変容を評価するレポート課題が開発された。これにより、場合分けに必要な式変形をしたり、結論に対する根拠を明確に示したりする数学的な思考や表現の質の高まりを評価できた。また、数学的に考えることのよさを実感したり、今後の学びに対する目標を設定したりする生徒の自己評価を評価できた。そして、授業で引き起こした内発的動機づけをレポート課題に生かしたり、授業で気づいた困難さをレポート課題で改めて認識したりする学習態度の変容を評価できた。

**キーワード：**レポート課題、学習評価、動機づけ、教師の指導改善、生徒の学習改善

#### 1. 研究の目的と方法

##### (1) 研究の目的

平成30年の高等学校学習指導要領改訂において、身に付けさせたい資質・能力は、「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3つに再整理され、それらは、これから迎える新しい時代に求められる生きる力として位置づけられている。そして、「何が身に付いたのか」という視点から学習評価を充実させるために、単元や題材など内容や時間のまとまりを見通しながら、その3つの資質・能力はバランスよく育むことを目指さなければならない。学習評価の実施に当たっては、「生徒のよい点や進歩の状況などを積極的に評価し、学習したことの意義や価値を実感できるようにすること」、「創意工夫の中で学習評価の妥当性や信頼性が高められるよう、組織的かつ計画的に推進する」(文部科学省, 2018, p.29)ことが求められている。

一方で、八田ら(2023)によれば、「知識・技能」と「思考・判断・表現」の区別をつけるのが難しい。「思考・判断・表現」を評価しようとしても、結局のところどれだけ知識を理解しているかを評価してしまっている気がすると言われており、こうした課題意識は高等学校において少なくない。合わせて、市川(2019)によれば、知識の暗記・再生ならペーパーテストで測れるが、意味理解や応用力を測るには論述式問題やレポートを用いるなど、評価方法の工夫が求められている。これらのことから、ペーパーテストだけでは「知識・技能」に偏りがちであるが、学習過程において課すレポート課題のような評価方法を取り入れて形成的に評価をし、生徒にフィードバックしていくことが3つの資質・能力を偏りなく育成することに貢献できるのではないか、そして、高等学校数学科においてそのような実践事例を蓄積し、共有していくことで、学校

\* 青森県総合学校教育センター

Aomori Prefectural School Education Center

\*\* 弘前大学教育学部数学教育講座

Department of Mathematics Education, Faculty of Education, Hirosaki University

は組織的かつ計画的に取り組んでいくことができるのではないかと考えられる。

以上のことを踏まえ、本研究の目的は、高等学校数学科における授業と関連づけたレポート課題を開発するとともに、開発したレポート課題を用いた学習評価の実際を明らかにすることである。

## (2) 研究の方法

本研究の目的の達成に向けて、まず、小単元「二次曲線」の設計とレポート課題につながる授業の実際を明らかにする（第2章）。次に、授業と関連づけたレポート課題の開発方針を明らかにするために、開発に関する基本的な考え方を示すとともに、開発の意図とレポート課題の概要を示す（第3章）。さらに、レポート課題に対する生徒の記述内容を分析し、学習評価の実際を示す（第4章）。最後に、レポート課題による学習評価に関する成果を考察する（第5章）。

## 2. 小単元「二次曲線」の設計と授業の実際

### (1) 小単元「二次曲線」の設計とレポート課題の関連性

数学Ⅰにおいて、二次関数のグラフが放物線であることを確認している。また、数学Ⅱにおいて、座標平面上の図形を、方程式を用いて表現し、図形の性質や位置関係について考察する力を育成している。本単元では、幾何学的な定義に基づいて導き出された放物線、楕円、双曲線の方程式とその概形についての考察を通して、二次曲線の基本的な性質を理解できるようにする。また、放物線、楕円、双曲線がいずれも2つの変数 $x$ 、 $y$ の二次方程式で表されることから、二次曲線という代数的な一つ概念にまとめられることや、点Pから定点Fまでの距離と、点Pから点Fを通らない定直線までの距離の比の値、いわゆる離心率によって分類できることを理解できるようにする。放物線、楕円、双曲線の定義を相互に関連づけて考察し、最終的には統合的な概念として捉えることを目指し、小単元「二次曲線」の指導計画（表1）がデザインされた。

表1 小単元「二次曲線」の指導計画

時間	指導のねらい・生徒の学習活動
1	・放物線の定義とその方程式について、条件を満たす点の軌跡の考え方をを用いて考察し、基本的な性質について理解できるようにする。
2, 3	・楕円の定義とその方程式について、条件を満たす点の軌跡の考え方をを用いて考察し、基本的な性質について理解できるようにする。
4	・双曲線の定義とその方程式について、条件を満たす点の軌跡の考え方をを用いて考察し、基本的な性質について理解できるようにする。
5	・放物線の定義に基づいて、放物線を表す式を導出できるとともに、距離が等しいという条件を1:1という比で捉え、その比を変化させる活動を通して新たな課題を見出し表現することができるようにする。
6	・どのような場合に双曲線や楕円になるのかを明らかにするために、一般性を志向した際の式 $(x+2)^2 = a^2\{(x-2)^2 + y^2\}$ を導出でき、 $a$ の変化に伴う図形の変化の観察から場合分けを行うことができるようにする。 ・場合分けに基づいて、放物線や楕円、双曲線を、 $a$ を用いて定義することができ、統合することのよさを感じ得ることができるようにする。
7	・二次曲線を平行移動して得られる曲線の方程式について、条件を満たす点の軌跡の考え方をを用いて考察することができるようにする。 ・平行移動したとき、二次曲線の方程式の変化について理解できるようにする。
8	・二次曲線と直線の共有点について、二次方程式の実数解の考え方をを用いて考察することができるようにする。 ・二次方程式の判別式を用いて、二次曲線と直線の共有点の個数を求めたり、二次曲線の接線の方程式を求めたりすることができるようにする。
9	・単元全体を振り返り、二次曲線の定義の統合に関するレポート課題に取り組むことを指示し、単元で学習したことがどの程度身に付いているかを自己評価することができるようにする。

5, 6校時の授業では、 $(x+2)^2 = a^2\{(x-2)^2 + y^2\}$  を式変形し、二次曲線について再定義することが計画された。放物線の定義を見直し、最終的に二次曲線について再定義する過程には、「desmos」というアプリによるICTの活用を想定した。あくまでもICTを活用し、 $a$ の変化によって現れる図形を観察するという視

覚的な補助があるからこそ場合分けをすることができ、結論を導き出すことができる。つまり、代数的な理解が伴っているわけではないのである。定義の拡張の過程と統合の過程を含む活動及び再定義する活動を優先するとともに生徒の実態を考慮したために5、6校時の授業においては式を代数的に変形して場合分けする活動は行わず、ICTの活用による理解に留めるようにした。なお、5、6校時の授業では、それぞれの授業においてワークシートを用いており、生徒自身の考えを記述する欄を設けている。

小単元末では、5、6校時で扱った内容に対して、結論を導き出すまでの過程において代数的な操作の伴う場合分けを問うレポート課題を課すこととした。レポート課題は、該当する学習内容を展開した授業後すぐに実践するのではなく、放物線、楕円、双曲線の定義それぞれに対する理解度が深まった状態にある小単元末で実施することが適していると考えた。

## (2) 授業の実際

5校時では、二次曲線（放物線、楕円、双曲線）の再定義に関する数学的活動を促す授業とするため、放物線の定義における「距離が等しい」という条件を、比「1:1」と表現することを生徒から引き出した。その後、距離が等しくないという条件に考察範囲を拡げ、「1:2」や「2:3」などの具体的な数値のときであれば、どのような図形が描かれるのかICTを活用して体験させた。生徒のワークシートの振り返りでは「特定の比の代入でなく、一般形の形で表したい」や「比によって双曲線になったり楕円になったりするの、標準形の方程式に出てくる和や差に関係があるのか知りたい」等の新たな課題を設定している記述が見られ、自身の学びを調整し積極的に課題解決に向かおうとする意欲を喚起することができた。

6校時では、生徒が新たに見いだした課題から、比を「1:α」とすることにより、二次曲線の定義を統合的・発展的に考察しようとする学びが始まった。他者が考察して出した結論を自分なりに意味づけし自分が出した結論を再構築したり、放物線の比による定義（「1:1」を用いた定義）と楕円、双曲線の比による定義を比較したりする中で、二次曲線の定義の拡張を目指す生徒の姿が多く見られた。授業の終末では、 $(x+2)^2 = \alpha^2 \{(x-2)^2 + y^2\}$  という二次方程式から、これまでの楕円や双曲線の定義を見直し、放物線の比による定義を用いて、生徒は以下のように再定義することができた。

定点Fからの距離と、点Fを通らない定直線からの距離の比が1:α（0<α）となる点Pの軌跡のうち、  
 α = 1 のときの軌跡を放物線  
 1 < α のときの軌跡を楕円  
 0 < α < 1 のときの軌跡を双曲線 という。

9校時では、本小単元の学習内容を網羅的に復習する中で、特に5、6校時で使用したワークシートの内容について再確認した。レポート課題の特徴や趣旨を丁寧に説明し、小単元の学習内容のみならず、授業の振り返りで記述した内容も参考にしながら取り組むように指示をした。対象生徒は7名である。

## 3. レポート課題の開発

### (1) 開発に関する基本的な考え方

本研究においては、生徒の数学的な思考や表現の質の高まりや課題の取組状況に対する自己評価、学習態度の変容に対する学習評価の実際を明らかにするために、動機づけの概念に着目した。「動機づけとは、何らかの目標を達成するために自分をコントロール（自己調整）しながら、課題に積極的に関わり、かつ、この関わりに有用性をもつことを意味しています。」（大島ほか、2019, p.46）と言われている。本来、生徒は、教師から評価されるという外発的動機づけにより、目標達成の度合いを把握し、課題解決に向けて数学的な思考や表現が足りない場合は学び方を調整しようとする内発的動機づけを得られることが理想とされる。一方で、教師は、授業のねらいと生徒の実態とのギャップを捉え、生徒の成長を評価するという外発的動機づけにより、絶え間なく指導改善をしようとする内発的動機づけを得ようとしなければいけない。つまり、生徒と教師にとって、成績の優劣をつけるために学習評価を使用するのではなく、学習評価は内発的動機づけを促す外発的動機づけと捉えることが必要であり、互いに気づきを生む場としなければいけない。

国立教育政策研究所（2021）によれば、学習評価の妥当性や信頼性を高めるとともに、生徒自身に学習の見通しをもたせるために、「学習評価の方針」を事前に生徒と共有する場面を必要に応じて設けることが求められており、生徒に評価の結果をフィードバックする際にも、どのような方針によって評価したのかを改



めて生徒に共有することも重要であるとされている。ペーパーテストだけでは促しにくい内発的動機づけや、共有しきれていないとされる「学習評価の方針」に策を講じるためには、学習評価の1つの方法であるレポート課題が適していると考えた。なぜなら、レポート課題は内発的動機づけを引き起こした授業の延長上にあるものとして課することができるからである。そこで、レポート課題開発に向けて、まずは信頼性と妥当性を高める工夫について整理する。

本レポート課題における信頼性を高める工夫として、生徒に対して「学習評価の方針」を示し共有することとした。これにより、数学的な思考や表現を用いてどのように取り組むことが必要なのか考えさせ、学習に見通しをもたせることができる。また、この取組により「教師によって評価の方針が異なり、生徒が学習改善につなげにくい」（文部科学省，2019，p.3）といった課題を解消していくための手だてとなり、信頼性を高める効果が期待できる。さらに、「先生によって観点の重みが違うんです。授業態度をととても重視する先生もいるし、テストだけで判断するという先生もいます。そうすると、どう努力していけばよいのか本当に分かりにくいんです。」（中央教育審議会，2019，p.4）と高等学校三年生の意見が掲載されている。こうした生徒の実態に対応した学習評価の改善を促す効果も期待できる。本レポート課題における妥当性を高める工夫として、生徒に対して振り返りのしやすさを考慮した「振り返りの目線」として3つの項目を設けることとした。これにより、自分の考えの変容に気づくきっかけを与えることができるとともに、その「振り返りの目線」を参考にしながら振り返り記述までつなげていくことにより、妥当性を確保する効果が期待できる。「[「関心・意欲・態度」の観点について信頼性や妥当性を高める方策は今のところ見つかっていません」（鈴木，2021，p.27）と言われるように、生徒の意思的な側面を評価する「主体的に学習に取り組む態度」の性格を的確に捉え、実践することは容易なことではない。ただし、本レポート課題において用いている「振り返りの目線」は、「学習評価の方針」と連動した項目を設定している。自身の意思的な側面と向き合うために、このような連動性をもたせることにより、単なる感想文と化した振り返り記述になることを防ぐ効果も期待できる。

日々の授業で繰り返し引き起こされた内発的動機づけと関連づけたレポート課題を開発する。なおかつ、「信頼性・妥当性を高める工夫」を施したものであれば、教師の指導改善及び生徒の学習改善によりよく結びつけることができ、生徒の数学的に考える資質・能力を育むことにつながるのではないかと考えた。

## (2) レポート課題の設計

生徒の学習活動を評価するレポート課題の設計の重点は次の3点とする（表2）。

表2 レポート課題の設計の重点

<p>X：数学的な思考や表現の質の高まり</p> <p>評価の観点とその基準A及びBを提示した場合、数学的な思考や表現の質の高まりを「思考・判断・表現」としてどのように評価できるのか。</p>
<p>【分析の視点】</p> <p>①答えに結び付けるための適切な代数的な操作</p> <p>②課題解決に必要な思考の過程や発想、着想</p> <p>③定義に基づいて導かれた放物線、楕円、双曲線の方程式に対する数学的な思考や表現の質の高まり</p>
<p>Y：課題の取組状況に対する自己評価</p> <p>評価の基準A及びBと連動した形式で「振り返りの目線」を例示した場合、課題の取組状況に対する自己評価を「主体的に学習に取り組む態度」としてどのように評価できるのか。</p>
<p>【分析の視点】</p> <p>④内発的動機づけを引き起こしているか否か</p>
<p>Z：学習態度の変容</p> <p>授業の延長上にあるものとしてレポート課題を位置づけた場合、学びに向かう姿勢にどのような変化が起きるのか。</p>
<p>【分析の視点】</p> <p>⑤授業内容と関連づけた学習態度の変容</p>

上記で示したレポート課題の設計の重点と、(1)の開発方針で述べた内発的動機づけや「信頼性・妥当性を高める工夫」を受けて、本レポート課題では【評価の視点】（左ページ上部）、【レポート課題】（左ページ

下部) , 【自分の考え】 (右ページ上部) 」及び【自己評価】 (右ページ下部) という構成にした (図1)。

問題解決したときの生徒の姿を想起させるためのガイドライン的役割が期待できる評価の基準としての【評価の視点】や、それと連動した形で達成度を自己評価できる「振り返りの目線」としての【自己評価】を生徒と共有することで、レポート課題において身に付けさせたい資質・能力をより適切に評価することが可能になるのではないかと。教師は学校や生徒の実態等に合わせ、授業では評価しきれなかった代数的な操作の部分を授業の延長上にあるレポート課題の評価を通して外発的動機づけをすることにより、生徒は学習することへの積極的な関わりとしての内発的動機づけが促される。このような学習評価により、数学的な思考や表現の質の高まりを見取ることにつながると期待した。これまでは「思考・判断・表現」の評価が「応用問題を解くことができたか否か」という成果の状況の評価に偏っていたことが課題として挙げられる。そこで、本レポート課題では、二次曲線について再定義する代数的な操作の伴う場合分けを評価するため、【レポート課題】とは別に、【レポート課題】に対し「なぜ、そのように結論づけられるのか」を問い、定義の拡張の過程と統合の過程を【自分の考え】に記述させた。授業で得た気づきとともに、生徒の思考の過程や発想、着想を評価できる構成にすることにより、代数的な理解や数学的な思考や表現の質の高まりを見取りやすくなるのではないだろうか。「思考・判断・表現」の評価については、「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」(中央教育審議会, 2019, p.8)とされている。【自分の考え】では、授業の中で習得した知識及び技能である幾何学的な定義に基づいて導き出された放物線、楕円、双曲線の方程式を活用することが予想される。

中央教育審議会(2019)では、「主体的に学習に取り組む態度」のみを取り出して評価するのではなく、「思考・判断・表現」などと一体的に評価していく方針が示されている。思考力や表現力を必要とする課題に対しては、試行錯誤し粘り強く考える姿勢や自己調整する知的態度なども求められるからである。【自分の考え】と一体的に【自己評価】の内容から、課題の取組状況に対する自己評価や一連の学習過程における学習態度の変容を評価できるのではないかと。さらに、先述したとおり、【評価の視点】と【自己評価】の3つの項目は連動するように仕掛けられている。このように、レポート課題に対する信頼性や妥当性を高めることにより、数学的な質の伴った振り返りの記述が期待できる。なおかつ、このような工夫があることにより、教師の指導改善や生徒の学習改善によりよくつなげていくことが可能となる。

**数学III 単元：式と曲線（2次曲線）**

**評価の視点**

観点：思考・判断・表現（課題解決に向けて数学的に表現する力） ※「知識・技能」の観点の状況を踏まえ上で評価を行います。	
A	Bに加えて、自分の考えを、根拠をもとに論理的に表現している。
B	自分の考えを、言葉や数式、図、表、グラフなどの数学的な表現を用いて考察し、課題を解決している。

担当者から

コメント	観点別評価
	<b>A B C</b>

**【レポート課題】**

3月10日(金)、13日(月)の授業では「放物線、楕円、双曲線を統一的に扱うよ」という目標のもと、それぞれの定義の特徴を把握し、放物線の定義を比例式で捉えることで、定義の両側面を把握しました。授業では、視覚的な補助として desmos を活用しましたが、本レポートではアプリに頼らない解決方法を考えてもらいます。

皆さんのワークシートでは、以下のように(\*)まで数学的処理が見られました。その先の**変数部分にどのような数学的処理(数式など)が入ると最終的な答えにたどり着くまでの過程として適切**と考えてください。その上で、**なぜそのように結論づけられるのか【自分の考え】を整理・表現**してください。最後に、自己評価の欄に○、自由記述欄に記入をして、3月〇〇日(〇)までにclassroomで提出してください。

(問題) 定点F(2, 0)からの距離と、定直線  $x = -2$  からの距離の比が  $PF : PH = 1 : \alpha$  となる点の軌跡を求めなさい。

(解答)

点Pの座標を  $(x, y)$ 、点Pから直線  $x = -2$  へ下ろした垂線をPHとする。

$PF : PH = 1 : \alpha$  より

$PH = \alpha PF$

すなわち

$PH^2 = \alpha^2 PF^2$

ここで

$PH^2 = (x + 2)^2$

$PF^2 = (x - 2)^2 + y^2$

を代入すると

$(x + 2)^2 = \alpha^2 \{ (x - 2)^2 + y^2 \}$

$x^2 + 4x + 4 = \alpha^2 (x^2 - 4x + 4 + y^2)$

$x^2 + 4x + 4 = \alpha^2 x^2 - 4\alpha^2 x + 4\alpha^2 + \alpha^2 y^2$  ..... (\*)

よって、 $\alpha > 0$  より

$1 - \alpha = 0$  つまり  $\alpha = 1$  のとき放物線

$1 - \alpha < 0$  つまり  $\alpha > 1$  のとき楕円

$1 - \alpha > 0$  つまり  $0 < \alpha < 1$  のとき双曲線

**【自分の考え】**

**【自己評価】** 本レポートの取組状況として、評価の観点である「思考・判断・表現」を自己評価してください。

項目①②③をA、B、Cの3段階で自己評価した後、それらをもとに自由記述してください。

	A (十分満足できる)	B (おおむね満足できる)	C (努力を要する)
①整理事項を用いて、自分の考えを表現することができた。	単元で学んだことを教科書やノート等で振り返り、自分の考えを表現することに加え、授業中での理解度を高めることができた。	単元で学んだことを教科書やノート等で振り返り、自分の考えを表現することができた。	単元で学んだことを教科書やノート等で振り返ったが、自分の考えを表現することができなかった。
②数学的な表現を用いて、自分の考えを表現することができた。	単元で学んだ言葉や数式、図、表、グラフなどを用いて、自分の考えを表現することに加え、それをプレゼンテーションできる程度に仕上げることもできた。	単元で学んだ言葉や数式、図、表、グラフなどを用いて、自分の考えを表現することができた。	単元で学んだ言葉や数式、図、表、グラフなどを用いたが、自分の考えとして表現することができなかった。
③根拠を明確にし、自分の考えを表現することができた。	単元で学んだことを基として根拠を明確にし、自分の考えを表現することに加え、根拠となる事項について理解度を高めることができた。	単元で学んだことを基として根拠を明確にし、自分の考えを表現することができた。	根拠が不明確なまま、自分の考えとして表現してしまった。

**自由記述**

上記①②③をもとに、本レポートに取り組んで感じたことをまとめてください。どのような工夫して取り組めたかでも構いません。

図1 レポート課題の全体像

#### 4. 開発したレポート課題による学習評価の実際

小単元の指導計画の設計から授業実践までの過程を踏まえ、授業のワークシートとレポート課題における生徒の記述から、数学的な思考や表現の質の高まりや課題の取組状況に対する自己評価、学習態度の変容を評価し、分析を行う。

##### (1) 数学的な思考や表現の質の高まり

分析の視点①②③(表2)をもとに代数的な操作の傾向を分類し、それぞれ代表例を取り上げる。

##### (ア) 場合分けで導いた結論に対する根拠を示そうとしている記述(2名:生徒A, 生徒E)

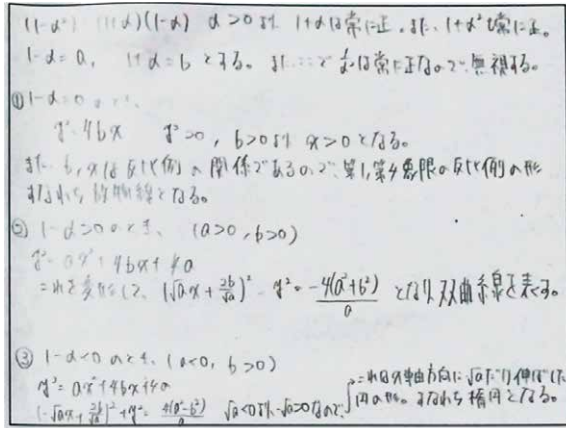


図2 生徒Eの記述

【レポート課題】では、 $y^2 = 1/a^2(1-a^2)x^2 + 4(1+a^2)x + 4(1-a^2)$  というように、放物線の定義式に合わせた二次式として整理しているが、この時点では場合分けによる結論をなぜ導くことができるのかは明確に示すことができていない。しかし、【自分の考え】では、 $1-a^2 = (1+a)(1-a)$  の形まで整理し、最終的には  $1-a$  のみが正の値か0、もしくは負の値かを場合分けする必要があると判断している(図2)。単元の導入部分で行った二次曲線の定義とその方程式に関する授業を通して、その基本的な性質を理解していることが読み取れる。

##### (イ) 場合分けに必要な式変形にたどり着き、係数の値の正負に着目している記述(2名:生徒C, 生徒D)

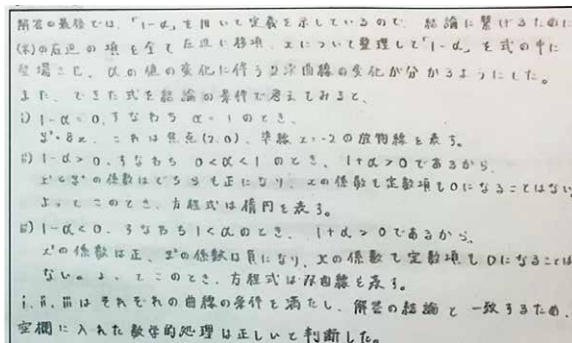


図3 生徒Cの記述

【レポート課題】では、 $(1-a)(1+a)(x^2+4)+4(1+a^2)x-a^2y^2=0$  というように、係数もしくは定数項となる  $1-a^2$ ,  $1+a^2$ ,  $a^2$  に着目し、値の正負を吟味している。それを踏まえて【自分の考え】では、楕円や双曲線の方程式(標準形)に関係する正負と比較することにより解決しようとしていることが伺える(図3)。ただし、数式と文章を織り交ぜた言語表現に難しさを感じているようである。

##### (ウ) 場合分けを用いた結論の導き方の理解が十分に伴わない記述(3名:生徒B, 生徒F, 生徒G)

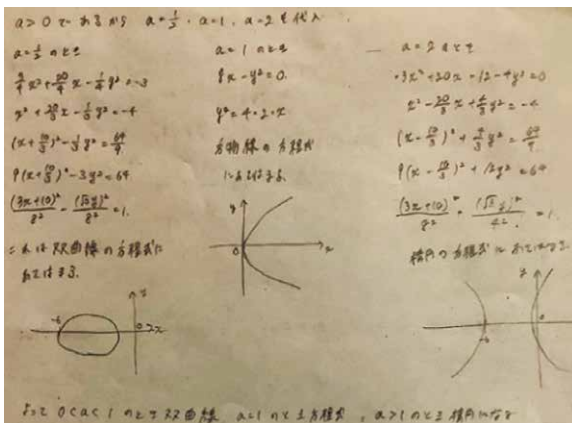


図4 生徒Gの記述

【レポート課題】では、1名は  $(1-a^2)x^2 + 4(1+a^2)x + 4(1-a^2) - a^2y^2 = 0$  というように、場合分けで答えるために必要な式変形にたどり着いている記述が見られるが、【自分の考え】では、一般化した時の表現ができていなかった(図4)。場合分けの考え方がグラフだけで示されているため、本質的な理解とまではいかない記述であると受け止められる。他の2名は、【自分の考え】の部分で、それぞれの場合において具体的な数値を代入して結論づけてしまっている。



## (2) 課題の取組状況に対する自己評価

分析の視点④（表2）をもとにレポート課題の取組状況に対する自己評価の傾向を分類し、それぞれ代表例を取り上げる。なお、【自己評価】で示した3つの項目では、A-A-Aが3名（生徒A、生徒D、生徒E）、A-B-Aが1名（生徒C）、B-B-Aが1名（生徒G）、B-B-Bが2名（生徒B、生徒F）であった。

### (ア) 数学的に考え、定義を再構築することのよさを実感している記述（1名：生徒A）

【自己評価】では、A-A-Aとした生徒であり、自由記述では「放物線・双曲線・楕円の方程式はどんな特徴があったのか確認して、iPadでグラフを書いたときのことを思い出しながら、今回取り組み、ある数のときだけでなく、一般数を文字で置き換え、証明することができた。なぜそうなるのかを自分で考え、まとめることで、この分野に対して深く理解することができたので、いい勉強となりました。」とまとめている。授業内で行ったICT（desomos）を活用した理解だけでは本質的な理解とはならないと改めて確認できたようである。一般化した解決方法である代数的な操作の必要性を実感できている。

### (イ) 今後の学びに対する目標設定をしている記述（2名：生徒B、生徒E）

【自己評価】でB-B-Bとした生徒Eは、自由記述では「離心率を用いて楕円、双曲線はイメージしながら結論まで導けたが、双曲線だけは「公式だから」という不明確なイメージしかもてなかった。元ある情報をたよるのではなく、自分で1からイメージできるようになりたい。」とまとめている。離心率をもとにして結論づけることができたが、今後は「与えられている条件を鵜呑みにするのではなく、なぜそのように言えるのか」も理解した上で課題解決に挑戦したいという決意が感じられる。生徒Bは、自分の考えを表現する中で、十分な根拠を見いだせなかったと反省している。中でも「式でまとめる」ことが今の自分に足りないことだと具体的に自覚できている。

### (ウ) 教師の指導改善あるいは生徒の学習改善が必要だと思われる、自己評価と自由記述の内容にギャップが見られる記述（4名：生徒C、生徒D、生徒F、生徒G）

【自己評価】でB-B-Aとした生徒Gは、自由記述では「教科書やノートを見て公式にあてはめて考えることができた。式の簡略化が苦手なので少し難しかった。」とまとめている。項目③「根拠を明確にして、自分の考えを表現することができたか。」に対してAと自己評価しているが、式変形・簡略化に対する苦手意識を解消することはできていない。そのため、公式にあてはめて考えること以外では、どのような根拠の示し方があるのか考えさせる手だてが必要だと思われる。また、レポート課題に対する自身の取組には満足している記述が見られるが、項目①「既習事項を用いて、自分の考えを表現することができたか。」に対してBと自己評価している生徒Fは、持ち合わせている知識を駆使して取り組めたという満足感で終わらせるのではなく、既習事項の理解度を高め、数学的な表現を豊かにする手だてが必要だと思われる。さらには、【自己評価】でA-A-Aとしているが、言語表現に困難さがあるという記述が見られる生徒Dもいる。言葉のみならず、式変形による数学的な表現をどのように織り交ぜていくべきか考えさせる手だてが必要だと思われる。最後に、二次曲線それぞれの標準形に対する理解度が高まり、知識の質が高まったという記述が見られるが、項目②「数学的な表現を用いて、自分の考えを表現することができたか。」に対してBと自己評価している生徒Cは、一定程度理解はできているが、その理解していることを他者に対して説明できるところまでには至っていない。どのような視点が足りないのかを自覚化させる手だてが必要だと思われる。

## (3) 学習態度の変容

分析の視点⑤（表2）をもとに二次曲線を再定義する活動に対する振り返りの傾向を分類し、それぞれ代表例を取り上げる。なお、以下の図は上から順に5校時ワークシート、6校時ワークシートとなっている。

### (ア) 授業での内発的動機づけがレポート課題に反映された記述（4名：生徒A、生徒B、生徒C、生徒E）

自由記述では「放物線・双曲線・楕円の方程式はどんな特徴があったのか確認して、iPadでグラフを書いたときのことを思い出しながら、今回取り組み、ある数のときだけでなく、一般数を文字で置き換え、証明することができた。なぜそうなるのかを自分で考え、まとめることで、この分野に対して深く理解することができたので、いい勉強となりました。」と記述したのは生徒Aである。ワークシートの段階から「 $x^2$ と $y^2$ の符号」に着目し、場合分けの切り口を模索したり、二次曲線の定義を別々に捉えるのではなく、統合的・発展的に考える数学的活動を楽しんだりしていた（図5）。このような内発的動機づけが授業で引き起こされたことにより、レポート課題に対して根拠を整理しながら意欲的に取り組むことができ、かつ、代数的な





## 5. レポート課題による学習評価に関する成果

### (1) 数学的な思考や表現の質の高まり

教師が求めている理想とする状況を【評価の視点】で示し、信頼性を高めることにより、生徒は課題解決に向けて目標設定しやすくなった。例えば、生徒Aは、言葉や数式を駆使し、論理的に代数的な操作をすることにより根拠を明確にできている。生徒Dは、係数の値が正であるか負であるかといった着眼点をもとに数学的な表現に挑戦している。また、【自分の考え】の欄を設けたことにより、教師は二次曲線の個々の定義に対する理解、思考や表現の質の高まりが確認できた。実際、上記の分析では代数的な操作の傾向を分類することができた。【評価の視点】や【自分の考え】の欄を設けることは、【レポート課題】だけでは見取ることの難しい生徒の思考過程や発想、着想を数学的に表現させることができるとともに、これらの重要性を生徒に伝えることができるという点で有効であった。

他にも、教師としての新たな気づきが得られた。例えば、【自分の考え】の下に「新たな気づき、これから明らかにしたいと思える課題の発見」というような欄を設けることが考えられる。これにより、生徒の数学的活動を促進することも可能となり、基準Aの上に基準Sを設けることもできるはずである。

### (2) 課題の取組状況に対する自己評価

【評価の視点】と連動した【自己評価】の項目①②③を例示し、妥当性を高めることにより、数学的な質の伴った振り返りが確認できた。特に、【評価の視点】であるAの基準と【自己評価】の項目③をもとに、レポート課題で引き起こされた内発的動機づけを言語化させることに効果的であった。実際、生徒Eは「離心率を用いて、楕円、双曲線はイメージしながら結論まで導けた」と言語化できていたのである。また、項目①②③で自己評価したことと自由記述の内容にギャップを見られる場合は、教師の指導改善もしくは生徒の学習改善の機会と捉えることができたということである。例えば、生徒Cは「できた時の達成感はとても気持ち良かったです」という振り返りの記述がされているが、項目①②③はすべてBとしていた。持ち合わせている知識を駆使してレポート課題には取り組めたという満足感がある一方で、既習事項の理解を深めることや数学的な表現の使い方については学習改善することが求められる。

他にも、例えば、授業での生徒の反応を踏まえたり、レポート課題に取り組む生徒の姿を予想したりすることで、より適当な【自己評価】の項目①②③を設けることができるはずである。こうした教師の活動により、生徒に対して理想的な内発的動機づけを引き起こすことも期待できるのである。

### (3) 学習態度の変容

「主体的に学習に取り組む態度」は一時的に表出される行動面を安易に評価するのではなく、一定の期間の中でどのような変容が見取れるかを重視すべきだといわれている。本研究では、教師が指導と評価の一体化を意識したことにより、生徒は目標を達成するために自己調整しながら課題に積極的に関わり、内発的動機づけが繰り返し引き起こされていったことがワークシートやレポート課題において確認できた。教師が意図的・計画的な振り返り場面を設定することにより、生徒は自身の成長を認識し、新たな問いを見いだすといった主体的な学びが実現できていることが成果として挙げられる。実際、生徒Bは「放物線、楕円、双曲線の方程式について授業プリントを見ながらまとめることができた。今回グラフでまとめることはできたが「式」を使ってまとめることはできなかった。もっと深くまで勉強して「式」でまとめられるようにこれから頑張ります。」といった授業で引き起こされた内発的動機づけをレポート課題に生かし、これからの学習活動に対して見通しを立てる記述が見られた。

一方で、授業では上向きに変容していた学習態度をレポート課題で生かし切れていない生徒もいた。レポート課題に取り組む上で理解度の高さが求められるのは、二次曲線の定義を統合する場面だけではない。小単元の導入部分である放物線、楕円、双曲線の方程式や概形を理解する場面もまた重要である。ただ単に粘り強くレポート課題に取り組むのではなく、小単元全体を通して習得したことを振り返り、学習態度がどのように変容してきたのか、その重要性に気づかせることにおいても効果があつた。

## 6. 研究のまとめと今後の課題

### (1) 研究のまとめ

本研究の目的は、高等学校数学科における授業と関連づけたレポート課題を開発するとともに、開発した

レポート課題を用いた学習評価の実際を明らかにすることであった。このために、二次曲線に関する授業と関連づけたレポート課題を開発し、開発したレポート課題に対する生徒の記述内容の分析及び考察を行った。

この結果、生徒の数学的な思考や表現の質の高まり、課題の取組状況に対する自己評価、学習態度の変容を評価するレポート課題が開発された。信頼性や妥当性を高める工夫を取り入れることにより、ペーパーテストだけでは評価しきれていない、生徒の課題解決に必要な思考の過程や発想、着想を見取る場面を設けることができ、場合分けに必要な式変形をしたり、結論に対する根拠を明確に示したりする数学的な思考や表現の質の高まりを評価することができた。また、生徒の内発的動機づけを見取る場面を設けることができ、数学的に考えることのよさを実感したり、今後の学びに対する目標を設定したりする生徒の自己評価を評価することができた。そして、教師が小単元の指導計画をデザインする際に、学習評価の位置づけ方を模索したことにより、授業内容と関連づけた学習態度の変容を見取る場面を設けることができ、授業で引き起こした内発的動機づけをレポート課題に生かしたり、授業で気づいた困難さをレポート課題で改めて認識したりする学習態度の変容を評価することができた。

## (2) 今後の課題

【評価の視点】と【自己評価】の3つの項目は単元の特性に合わせた表現にすることが望ましい。今回は他の単元にも応用できる汎用性を意識したが、質的な側面を評価することの難しさを克服するためには、スクールポリシーや生徒の実態等を考慮し、学習課題に適当な文章表現で構成すべきである。また、「生徒に基準Aを提示するべきか否か」は検討を続けなければならない。【評価の視点】を示すことにより、教師は担当者間で評価の方針を共有することができ、生徒は目標設定しやすくなる一方で、基準Aを明らかにすることが生徒の数学的な思考や表現の妨げになることも考えられる。さらに、「基準A、B、Cだけで評価することの困難さ」も痛感した。基準Bの対象となる生徒は幅広く存在するため、「B+、B、B-」のように区分することも必要ではあると思うが、持続可能な評価方法として開発することは容易ではない。

今回は2学年末に実施したが、同じ学習領域は他学年でも取り扱う。そのため、単発的なレポート課題として実施するのではなく、他学年でも日常的に実施することで教師の指導改善や生徒の学習改善を促す機会を増やすべきである。本レポート課題のように、左ページ下部にはペーパーテストで問えること、右ページ上部には単元全体の学びを通して掘り下げて問いたいこと、といった組み合わせにすることにより様々な場面で実践できるのではないだろうか。また、1、2学年ではA3用紙1枚の形式のレポート課題、最終学年である3学年では自分なりに構成から考えさせるA4用紙複数枚の形式のレポート課題、といったように形式を段階的に変化させていくことも有効ではないだろうか。意図を明確にして3年間継続してレポート課題を課すことにより、多様な評価場面の創出し、生徒の数学的に考える資質・能力の育成につなげていきたい。

## 謝辞

レポート課題の実践にご協力いただきました青森県立木造高等学校の工藤祐輔先生に感謝申し上げます。

## 引用・参考文献

- 1) 文部科学省 (2018) 高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 数学編 理数編. 東洋館出版社.
- 2) 八田幸恵・渡邊久暢 (2023) 高等学校 観点別評価入門. 学事出版.
- 3) 市川伸一 (2019) 2019年改訂速報新指導要録と「資質・能力」を育む評価. ぎょうせい.
- 4) 大島純・千代西尾祐司 (2019) 主体的・対話的で深い学びに導く学習科学ハンドブック. 北大路書房.
- 5) 国立教育政策研究所 (2021) 「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. 東洋館出版社.
- 6) 文部科学省 (2019) 小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について (通知) (平成31年3月29日)  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/nc/1415169.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/1415169.htm). (2023年3月31日取得)
- 7) 鈴木秀幸 (2021) これだけはおさえたい学習評価入門「深い学び」をどう評価するか. 図書文化.
- 8) 中央教育審議会 (2019) 児童生徒の学習評価の在り方について (報告) (平成31年1月21日)  
[https://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2019/04/17/1415602\\_1\\_1\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2019/04/17/1415602_1_1_1.pdf) (2023年3月31日所得)