

学習指導資料

「学習評価の事例集」(宮城県版)

高等学校

第2編(各教科)

理数科

令和4年1月

宮城県教育委員会

仙台市教育委員会

石巻市教育委員会

<各事例概要一覧と事例>

【 共通教科理数 】

(P. 3~18)

事例1 キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

科目 理数探究基礎 単元 探究活動 表現・伝達

本事例は、「理数探究基礎ア(カ)イ(ウ) 探究活動の過程の表現・伝達」(全9時間)をポスター発表を素材とした指導と評価の計画から評価の総括までについて示している。

このうち、第3時、第6・7時、第9時の各時間の観点別学習状況の評価について具体的に示している。

第3時は、「知識・技能」の評価例であり、研究結果についての発表用ポスターの作成過程においてポスター作成の基本的な技能を身に付けているかを見取る例を示す。第6・7時は、「思考・判断・表現」の評価例であり、実際のポスター発表において、探究活動について、適切にポスターに反映させ表現しているかを見取る例を示す。第9時は、「主体的に学習に取り組む態度」の評価例であり、探究活動を通して学びを振り返り、意義や価値を実感し、自己のキャリア形成に向けて新たな目標を検討しているかを、ワークシートの振り返りと記述を基に見取る例を示す。

また最後に、観点別学習状況の評価の総括について示している。

【 専門教科理数 】

(P. 19~29)

事例2 キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

科目 理数物理 単元 運動の表し方

本事例は、「理数物理(1) 力と運動」(全13時間)の指導と評価の計画から評価の総括までについて示している。

このうち、第5時、第9時、第13時の各時間の観点別学習状況の評価について具体的に示している。

第5時は、「思考・判断・表現」の評価例であり、前時の実験結果を分析して解釈し、水平面に対する斜面の傾きと速さの変わり方や力学台車の質量と関係を見いだして表現しているかを見取る例を示す。第9時は、「知識・技能」の評価例であり、前時の実験結果を分析して解釈し、等加速度直線運動との関連を見出し、初速度がある物体の落下について、各物理量を求める方法について理解しているかを見取る例を示す。第13時は、「主体的に学習に取り組む態度」の評価例であり、ボールを遠くに飛ばす方法について探究する場面を想定して、斜方投射の運動を等速直線運動や落体の運動と関連付け、課題解決に向けた実験方法を試行錯誤しながら提案ようとしているかを、ワークシートの記述を基に見取る例を示す。

また最後に、観点別学習状況の評価の総括について示している。

(P. 30~47)

事例3 キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

科目 理数化学 単元 物質と化学反応式

本事例は、「理数化学(3) 物質の変化とその利用」(全12時間)の指導と評価の計画から評価の総括までについて示している。

このうち、第6時、第7時、第11時の各時間の観点別学習状況の評価について具体的に示している。

第6時は、「知識・技能」の評価例であり、ステアリン酸単分子膜と1円玉を用いたアボガドロ数の測定を行い、実験器具を適切に使い数値を正しく記録する技能を見取る例を示す。第7時は、「主体的に学習に取り組む態度」の評価例であり、前時を振り返り、誤差の原因として精度向上のための改善策について、試行錯誤しながら説明しようとしているかをワークシートの記述を基に見取る例を示す。第11時は、「思考・判断・表現」の評価例であり、塩酸に加えた炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量を図に表し分析し、分析した値を用いて塩酸の濃度について計算で求めることができるかを見取る例を示す。

また最後に、観点別学習状況の評価の総括について示している。

(P. 48~59)

事例4 キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

科目 理数数学Ⅰ 単元 二次関数

本事例は、「理数数学Ⅰ(3) 二次関数」(全30時間)の指導と評価の計画から評価の総括までについて示している。

このうち、第9時、第12時、第26時の各時間の観点別学習状況の評価について具体的に示している。

第9時は、「知識・技能」の評価例であり、平方完成し、軸の位置と定義域の両端を正確に捉え、二次関数の最大値・最小値を求めることができるかを見取る例を示す。第12時は、「思考・判断・表現」の評価例であり、日常生活や社会における、二つの量が互いに関連しながら変化する現象に着目し、それを二次関数として表現しているかを見取る例を示す。第26時は、「主体的に学習に取り組む態度」の評価例であり、習得した知識及び技能を活用して、様々な二次不等式に対する解く手立てを整理し、課題を説明しようとしているかを、ワークシートの記述を基に見取る例を示す。また最後に、観点別学習状況の評価の総括について示している。

(P. 60~71)

事例5 キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

科目 理数数学Ⅱ 単元 いろいろな式

本事例は、「理数数学Ⅱ(1) いろいろな式」(全32時間)の指導と評価の計画から評価の総括までについて示している。

このうち、第9時、第13時、第26時の各時間の観点別学習状況の評価について具体的に示している。

第9時は、「知識・技能」の評価例であり、恒等式の性質を理解し、係数比較法・数値代入法いずれにおいても正しく記述し、未知数を求めることができるかを見取る例を示す。第13時は、「思考・判断・表現」の評価例であり、実数の性質や等式の性質などを基に、条件式を効果的に活用し、等式が成り立つことを論理的に考察し、証明の記述法に基づき記述しているかを見取る例を示す。第26時は、「主体的に学習に取り組む態度」の評価例であり、習得した知識及び技能を活用して、二次方程式の解の存在範囲を考える問題において、二通りの解法を比較し、課題を説明しようとしているかを、ワークシートの記述を基に見取る例を示す。

また最後に、観点別学習状況の評価の総括について示している。

理数科 事例1 (理数探究基礎)

キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

単元名

探究活動

・表現・伝達

1 単元の目標

- (1) 探究するために必要な基本的な知識及び技能を身に付けるようにする。
- (2) 多角的、複合的に事象を捉え、課題を解決するための基本的な力を養う。
- (3) 様々な事象や課題に知的好奇心をもって向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとする態度を養う。

2 単元の評価規準

| 知識・技能 | 思考・判断・表現 | 主体的に学習に取り組む態度 |
|---|--|---|
| 観察、実験、調査等、事象の分析、探究した結果をまとめ、発表するための基本的な技能を身に付けている。 | 課題を設定するための基礎的な力、数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力、探究した結果をまとめ、適切に表現する力を身に付けている。 | 様々な事象や課題に知的好奇心をもって向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとしている。 |

※本事例では、1年間を通じた探究活動の中で、「表現・伝達」までを単元の一つとしている。

3 年間指導計画（1単位，1年間での実施を想定）

※探究の過程は，必ずしも一方向の流れではなく，途中の過程で状況に応じて前の過程に戻ることも必要である。

| 期間 | 単元 | 内容 | 学習活動 | 時間 (目安) |
|------------|-----------------|---|--|------------|
| 4月～5月 | 探究活動 導入としての | 探究を始めるために | <ul style="list-style-type: none"> ・日程の確認 ・探究の意義についての確認 ・探究の過程についての確認 ・研究論理についての確認 | 10 |
| | 課題の設定 | 自然事象に対する気づき | <ul style="list-style-type: none"> ・疑問の抽出 ・先行研究の調査 | 1 |
| | | 課題の設定 | <ul style="list-style-type: none"> ・疑問の焦点化 ・課題の設定 ・設定した課題の焦点化 | 1 |
| 課題の設定の振り返り | | <ul style="list-style-type: none"> ・自己評価 | 1 | |
| 6月～1月 | 探究活動 課題解決の過程 | 仮説の設定 | <ul style="list-style-type: none"> ・課題解決の見通し ・仮説の設定 ・設定した仮説の焦点化 | 2 |
| | | 検証計画の立案 | <ul style="list-style-type: none"> ・多面的な解決策の考案 ・解決策案のモデル化 ・検証方法の創意工夫 ・検証条件の制御 | 2 |
| | | 観察・実験・調査の実施 | <ul style="list-style-type: none"> ・観察，実験器具等の準備 ・観察・実験・調査の実施 ・データの収集と記録 ・検証計画の見直しと改善 | 5 |
| | | 課題解決の過程の振り返り | <ul style="list-style-type: none"> ・自己評価 | 1 |
| | 分析・考察・推論 | 結果の処理 | <ul style="list-style-type: none"> ・データの整理と処理 ・結果の分析 | 1 |
| | | 考察・推論 | <ul style="list-style-type: none"> ・結果の妥当性検討 ・仮説の確認，反証の判断 ・新たな課題の発見 | 1 |
| | | 分析・考察・推論の振り返り | <ul style="list-style-type: none"> ・自己評価 | 1 |
| 2月～3月 | 表現・伝達 | 表現・伝達 | <ul style="list-style-type: none"> ・研究倫理の確認 ・表現・伝達方法の検討 ・探究の過程の整理 ・報告書の作成 ・発表資料の作成 ・成果発表 | 7 |
| | | 表現・伝達の振り返り | <ul style="list-style-type: none"> ・自己評価 | 1 |
| | まとめ | | <ul style="list-style-type: none"> ・年間の活動の振り返り | 1 |
| 年間実施時数計 | | | | 35 |

4 指導と評価の計画（9時間）

| 時間 | ねらい・学習活動 | 重点 | 記録 | 備考 |
|-----|---|----|----|--|
| 1 | 【表現・伝達方法の検討】 【研究論理の確認】 ・ポスター発表と口頭発表について、よりよい発表の仕方や聞き手の心構えなどを確認する。 ・論文とポスターの違いや、構成要、文章表現など書き方を確認する。 | 知 | | ・ポスター発表と口頭発表について、よりよい発表の仕方や聞き手の心構えなどを理解する。 ・論文とポスターの違いや、構成要、文章表現など書き方を理解する。 |
| 2 | 【ポスター作成】（班） ・研究結果について、内容がしっかりと伝わるポスターを作成しようとする。 ・班の仲間と対話・協働しポスターを作成しようとする。 | 知態 | | ・ポスター作成の技能を身につけている。 ・班の仲間と対話・協働しポスターを作成している。 |
| 3 | 【ポスター完成】 ・研究結果について、内容がしっかりと伝わるポスターを作成しようとする。 | 知 | ○ | ・ポスター作成の基本的な技能を身につけている。 [成果物（ポスター）分析] |
| 4 | 【発表ポスター修正】 ・完成したポスターの内容について再度検討し、成果物の精度を高めようとする。 | 思 | | ・完成したポスターの内容について再度検討し、成果物の精度を高めている。 |
| 5 | 【発表要旨作成】 ・発表に向けて、わかりやすい資料を作成しようとする。 | 思 | | ・発表に向けて、わかりやすい資料を作成している。 |
| 6・7 | 【ポスター発表】 ・探究活動の結果について、適切にポスターに反映させ表現しようとする ・ポスターの内容がしっかりと伝わるように表現しようとする。 ・質問に対して的確に回答しようとする。 | 思 | ○ | ・探究活動の結果について、適切にポスターに反映させ表現している。 [成果物（ポスター）分析] |
| 8 | 【表現・伝達の振り返り】 ・ポスター発表について班内で振り返り、今後の活動を改善しようとする。 | 態 | | ・ポスター発表について班内で振り返り、今後の活動を改善している。 |
| 9 | 【振り返り】 ・探究活動を通して学びを振り返り、意義や価値を実感し、自己のキャリア形成に向けて新たな目標を検討する。 | 態 | ○ | ・探究活動を通して学びを振り返り、意義や価値を実感し、自己のキャリア形成に向けて新たな目標を検討している。 [記述分析] |

5 観点別学習状況の評価の進め方

知識・技能

(1) 本時(第3時)のねらい

観察, 実験, 調査等についての基本的な技能, 事象を分析, 探究した結果をまとめ, 発表するための基本的な技能を身に付けている。

(2) 評価規準

「知識・技能」

ポスター作製を通して, 観察, 実験, 調査等, 事象の分析するための基本的な技能について観察, 探究した結果をまとめ, 発表するための基本的な技能を身に付けている。

(3) 評価のポイント

「知識・技能」のうち知識・技能の評価として, 本時ではポスター作製を通して, 観察, 実験, 調査等についての基本的な技能, 事象を分析するための基本的な技能, 観察, 探究した結果をまとめ, 発表するための基本的な技能を身に付けているかを評価する。

ポスター作製は, 探究の目的, 仮説, 方法, 結果, 分析, 考察, 推論, 参考文献等の形式の他, グラフの適正な使い方, 研究内容など多岐にわたっており, 細分化して一回ずつ評価するのは難しい。そこでポスターを成果物として, それぞれの項目に該当する箇所を評価し, 総合的に判断する。

評価する際には, 教員での目線合わせやポスター作製前に生徒への評価規準の提示になど重要である。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における 具体の評価規準 | 評価方法 |
|---------------------------------|---|---------------------|------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> ポスター作製に当たって, 探究の目的, 仮説, 方法, 結果, 分析, 考察, 推論, 参考文献等の形式の他, グラフの適正な使い方, 研究内容など理解すべきことについて確認する。 | | |
| 課題: ポスター作製に当たって, 理解すべきことを確認しよう。 | | | |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> 以下の項目において, グループによるポスター作製を行い, 理解を深める。 ① 観察, 実験, 調査等についての基本的な技能 ② 事象を分析するための基本的な技能, 観察 ③ 探究した結果をまとめ, 発表するための基本的な技能 | | |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> ①～③についてポスター作製し, 提出する。 | ポスター作製について理解している。 | ポスター |

(5) 「知識・技能」の評価例

ここでは、評価規準に沿って成果物であるポスターを分析することにより、評価を行う。

＜評価表の例＞

| 項目番号 | 評価項目の評価内容 |
|------|---|
| 1 | 実験器具の基本的な操作や、データを収集する方法、サンプルの抽出方法などを身に付けている。 |
| 2 | 観察、実験、調査等の目的を明確にして適切に条件制御等を行い、見直しをもって計画を立てている |
| 3 | 観察、実験、調査等で得られたデータに適した処理方法や変数の関係性を見いだすためのグラフ作成の技能を身に付けている。 |
| 4 | 探究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、推論、参考文献等をまとめ、論理的に記述する技能が身に付けている。 |
| 5 | 考察や推論においては、先行研究等から得られた情報と、自分の観察、実験、調査等によって得られた知見を区別している。 |

【評価Bの例】

生徒の実際のポスター例

P. 16 資料① 【評価Bのポスター例】

| 項目番号 | 評価項目における評価内容 | 知識・技能 |
|---------------------------|--|----------|
| 1 | 身近な材料を用いて自分たちの手で風洞を作り、先行研究を参考に実験を行っている。ストローとメッシュと用いて比較を行っており、データも抽出されている。 | A |
| 2 | 観察、実験、調査等の目的は「安価で精度の高い風洞を作る」と明確である。また、そのためにストローを材料にする、メッシュを用いるなど適切に計画を立てている。実験計画自体は精度の高い風洞を作るのではなく、予備実験までに留まっているが、そこが改善されればなお良い。 | B |
| 3 | 観察、実験、調査等で得られたデータに適した処理方法や変数の関係性を見いだすためのグラフが作成されている。表○、図○などの表記、m、cmなど単位の記載を明記していればなお良い。 | B |
| 4 | 探究の目的、方法、結果、考察、参考文献をまとめており、論理的に記述している。「なぜそうなったのか」などのさらに深く論理的に考察することができればさらに良い。 | B |
| 5 | 考察や推論においては、自分の観察、実験、調査等によって得られた知見に関して述べている。先行研究等から得られた情報と区別できるとなお良い。 | B |
| ポスター作製における知識・技能の総括 | | B |

ポスター作製において、上記の項目においてそれぞれ該当しており、知識・技能は身に付けていると判断できる。知識・技能の観点で「おおむね満足できる」状況（B）と判断できる。

【評価Aの例】

生徒の実際のポスター例

P. 17 資料② 【評価Aのポスター例】

| 項目番号 | 評価項目における評価内容 | 知識・技能 |
|---------------------------|--|----------|
| 1 | 個体崩壊を観察するためにグリセリンやファロイジンなどを用い、時間と崩壊の経過観察という方法で実際にデータが得られている。 | A |
| 2 | 目的は「ブラナリアに熱刺激により何分で個体崩壊するのか」と明確であり、そのための薬品の使用や時間における経過観察など適切に条件制御等を行い、そのための実験計画も見通しをもって行っている。 | A |
| 3 | 1～10分の1分ごとの写真を提示することで読み手は変化の様子を把握することができる。変数の関係性を見いだすためのグラフの作成はされているが、表○、図○などの表記や単位等の記載があればなお良い。 | B |
| 4 | 探究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、推論、参考文献の項目全ての記載があり、論理的に記述している。 | A |
| 5 | 先行研究のわさびについての刺激を参考にし、自分たちの熱による刺激によって得られた情報を加えてブラナリアの個体崩壊について考察している。 | A |
| ポスター作製における知識・技能の総括 | | A |

ポスター作製において、上記の項目においてそれぞれ該当しており、知識・技能は身に付いていると判断できる。知識・技能の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

【評価Cの例】

生徒の実際のポスター例

P. 18 資料③ 【評価Cのポスター例】

| 項目番号 | 評価項目における評価内容 | 知識・技能 |
|---------------------------|--|----------|
| 1 | 実験器具の基本的な操作や、データを収集する方法、サンプルの抽出方法などは身に付いている。 | B |
| 2 | 観察、実験、調査等の目的は記載があるが不明瞭である。条件制御等はおこなっているが、見通しをもって計画を立てているとは言いがたい。 | C |
| 3 | 観察、実験、調査等で得られたデータに適した処理方法や変数の関係性を見いだすためのグラフ作成はされていない。 | C |
| 4 | 探究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、推論、参考文献等の記載がない箇所がある。記述箇所は断片的で論的とは言えない。 | C |
| 5 | 考察や推論はなく、先行研究等から得られた情報と、自分の観察、実験、調査等によって得られた知見の区別はされていない。 | C |
| ポスター作製における知識・技能の総括 | | C |

ポスター作製において、上記の項目においてそれぞれ該当しているとは言い難く、知識・技能の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

ポスター作製は、1回の提出で終わるものではなく複数回、教員と生徒との間で話し合い、指導、助言の積み重ねの結果である。今回は事例ということでCを意図的に作製したが、本来であればこの状態で評価はあり得ず、評価をする前に「図を載せるように。」「まとめ、考察、参考文献の表記がないよ。」などの教員側による指導が必要である。Cと判断する結果の前に十分に適切な指摘、助言、話し合い活動を行い、提出時にはCという判断がないようにすることが望ましい。

6 観点別学習状況の評価の進め方

思考・判断・表現

(1) 本時のねらい

課題を設定するための基礎的な力、数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力、探究した結果をまとめ、適切に表現する力を身に付ける。

(2) 評価規準

「思考・判断・表現」

ポスター発表を通して、課題を設定するための基礎的な力、数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力、探究した結果をまとめ、適切に表現する力を身に付けている。

(3) 評価のポイント

思考、判断、表現の評価として、本時ではポスター発表を通して、課題を設定するための基礎的な力、数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力、探究した結果をまとめ、適切に表現する力を身に付けているかを評価する。

評価する際には、教員での目線合わせやポスター作製前に生徒への評価規準の提示になど重要である。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における 具体の評価規準 | 評価方法 |
|-------------------------------|---|---------------------|--------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> ポスター発表に当たって、課題を設定するための基礎的な力、数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力、探究した結果をまとめ、適切に表現する力を身に付けているかを確認する。 | | |
| 課題：ポスター発表に当たって、理解すべきことを確認しよう。 | | | |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> 以下の項目において、グループによるポスター発表を行い、理解を深める。 ① 課題を設定するための基礎的な力 ② 数学的な手法や科学的な手法などを用いて、探究の過程を遂行する力 ③ 探究した結果をまとめ、適切に表現する力 | | |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> ①～③についてポスター発表し、提出する。 | ポスター発表について理解している。 | ポスター発表 |

(5)「思考, 判断, 表現」の評価例

ここでは、評価規準に沿って成果物であるポスターを分析することにより、評価を行う。なお探究のテーマ、内容によっては該当しない評価項目なども出てくるケースがある。その場合は、各学校の評価者等で話し合い、状況に応じた評価をする。

<評価表の例>

| 項目番号 | 評価項目 |
|------|--------------------------------------|
| 1 | 先行研究や具体的な事例を複数検討することが表現できている。 |
| 2 | 課題を明確化することが表現できている。 |
| 3 | 検証可能な仮説を立てることが表現できている。 |
| 4 | 事象を数理的に捉え、構想や見通しを立てることが表現できている。 |
| 5 | 仮説を検証するために適切な観察、実験、調査等を行うことが表現できている。 |
| 6 | モデルをつくりシミュレーションを行うことが表現できている。 |
| 7 | 観察、実験、調査等の方法や結果を記録し、整理することが表現できている。 |
| 8 | 観察、実験、調査等の結果に基づき考察することが表現できている。 |

【評価Bの例】

生徒の実際のポスター例

P. 16 資料① 【評価Bのポスター例】

| 項目番号 | 評価項目の評価内容 | 思考・判断・表現 |
|------------------------------|--|----------|
| 1 | 「自動車や航空機、高層ビル設計」「人工的に風の流れを発生」など複数事例を表現している。実際の装置についての具体的な表記があるとなお良い。 | B |
| 2 | 「安価で精度の高い手作りの風洞」という課題を明確に表現している。具体的などのような素材を用いて何を持って精度の高いとするかの詳細について表現できればなお良い。 | B |
| 3 | 検証可能な仮説を立てている。具体的にどのような条件で行えば精度の高い整流器になるかを表現できればなお良い。 | B |
| 4 | ストローの長さ、メッシュの穴の大きさ、実験の距離など数値的なデータを扱った上で適切に構想を立てている。どのようなことをすれば精度が高くなるかという構想や見通しが表現できていればなお良い。 | B |
| 5 | 観察、実験、調査等をの内容を適切に表現している。 | B |
| 6 | 実際に自分たちの手でストローを用いて整流器をつくりシミュレーションを行っていることが表現できている。 | A |
| 7 | 整流器の配置図や得られた結果を数値を用いたグラフにするなど観察、実験、調査等の方法や結果を記録し、表や写真を用いて整理してある。 | A |
| 8 | 得られた結果からメッシュを用いた場合が空気を調整知ることができ、部分的にはストローとメッシュを用いることでよりよい整流作用が得られることを考察している。「なぜメッシュの方が整流できるのか」などの付記考察があるとなお良い。 | B |
| ポスター作製における思考・判断・表現の総括 | | B |

ポスター発表において、上記の項目においてそれぞれ該当しており、思考・判断・表現は身に付いていると判断できる。よって「おおむね満足できる」状況（B）と判断できる。

【評価Aの例】

生徒の実際のポスター例

P. 17 資料② 【評価Aのポスター例】

| 項目番号 | 評価項目の評価内容 | 思考・判断・表現 |
|------------------------------|---|----------|
| 1 | 先行研究では熱やワサビの刺激によってプラナリアが固体崩壊することなど2つの具体的な事例2つから検討していることが表現できている。 | A |
| 2 | 先行研究の「ストレスによって固体崩壊する」ことをもとにさらに「では時間経過によってどのように固体崩壊するのか」と発展させるなど課題を明確化されており、表現できている。 | A |
| 3 | 固体崩壊が細胞レベルで起こっており、その原因をカドヘリンに着目し、さらにファロイジンを用いて染色するなど検証可能な仮説を立てており、理論だって表現できている。 | A |
| 4 | 固体崩壊の経過観察を、時間を用いることで数的に捉えている。 | A |
| 5 | 実際に固体崩壊が観察でき、時間経過とその様子を表現することができおり、読み手は把握することができる。 | A |
| 6 | 実際に実験を行いデータは得られておりさらに仮説で、カドヘリン⇒アクチフィラメント⇒ファロイジンという流れで仮説を立てておりシミュレーションされている。 | A |
| 7 | 観察、実験、調査等の方法や結果は図や表が載せてあり、整理することが表現できている。 | A |
| 8 | 観察、実験、調査等の結果に基づき、考察がなされている。 | B |
| ポスター作製における思考・判断・表現の総括 | | A |

ポスター発表において、上記の項目においてそれぞれ該当しており、思考・判断・表現は身に付いていると判断できる。よって「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

【評価Cの例】

生徒の実際のポスター例

P. 18 資料③ 【評価Cのポスター例】

| 項目番号 | 評価項目の評価内容 | 思考・判断・表現 |
|------------------------------|--|----------|
| 1 | 図説の銅樹を参考にしており具体的な事例を1つ検討している。 | B |
| 2 | これから行う仮説がたとえば濃度について言及するなどがなく漠然としており、明確化とまでは表現できていない。 | C |
| 3 | 仮説の記載はない。 | C |
| 4 | 仮説がないため構想や見通しが立てておらず、思いついた条件で実験を行っている判断できる表現となっている。 | C |
| 5 | 仮説がないまま行った実験の表記となっている。 | C |
| 6 | 仮説がないためモデルの作製、シミュレーションの表記はない。 | C |
| 7 | 観察、実験、調査等の方法や結果を記録があり、整理はされている。ただし断片的である。 | B |
| 8 | 観察、実験、調査等の結果に基づいた考察の箇所の記載がない。 | C |
| ポスター作製における思考・判断・表現の総括 | | C |

ポスター発表において、上記の項目においてそれぞれ該当しているとは言い難く、思考・判断・表現の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

ポスター作製は、1回の提出で終わるものではなく複数回、教員と生徒との間で話し合い、指導、助言の積み重ねの結果である。そのため上記のようにCと判断する結果の前に十分に適切な指摘、助言、話し合い活動を行い、提出時にはCという判断がないようにすることが望ましい。例えばこのポスターが提出された際には「考察がされていないし、参考文献も表記されていないよね。」などといった不足の部分を促す声かけが必要である。また、「図がないのでわかりづらい。」といったポスターを見る側の意見を言うことで発表側から他者の立場に立った発表の視点なども学ばせることもできる。

7 観点別学習状況の評価の進め方 **主体的に学習に取り組む態度**

(1) 本時のねらい

ポスター発表を通して、これまで取り組んできた課題研究の取り組みに向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとする態度を養う。

(2) 評価規準

「主体的に学習に取り組む態度」

ポスター発表を通して、これまで取り組んできた課題研究の取り組みに向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとしている。

(3) 評価のポイント

「主体的に学習に取り組む態度」の評価として、課題研究の総括とも言えるポスター発表を通して、これまで取り組んできた課題研究の取り組みに向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとしているかを評価する。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における 具体の評価規準 | 評価方法 |
|--------------------|---|---|--------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> これまで行ってきた活動を振り返るための資料を個々に準備する。 | | |
| 課題：今までの学習活動を振り返ろう。 | | | |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> 以下の項目において、これまでの課題研究の活動の振り返りを行い、ワークシートに良かった点や改善点を記述する。 ① 様々な情報を取得し、研究に対して多角的に考えた。 ② 活動の中で他者の意見を取り入れた。 ③ 自ら対言語、対IT・サイエンスに対して主体的に取り組んだ。 ④ 班内において問題発見・解決に向けてお互いに協働して活動した。 | <ul style="list-style-type: none"> 各項目を振り返り、その上で良かった点などを具体的な事例や分析を通して記述しており、その上で今後の改善点や展望で具体的にどのような活動をしていくか表現している。 | ワークシート |
| まとめ | ワークシートを提出する。 | <ul style="list-style-type: none"> ワークシートに必要事項を記述している。 | |

(5) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

ここでは、自己評価表の記述を分析することにより、評価する。

<評価表の例>

今までの活動を振り返り、A、B、Cと自己評価してください。また良かった点と改善点などを書いてください。

| 振り返り | | 自己評価 |
|--------------------------------|-------|------|
| 様々な情報を取得し、研究に対して多角的に考えた。 | | |
| 活動の中で他者の意見を取り入れた。 | | |
| 自ら対言語、対IT・サイエンスに対して主体的に取り組んだ。 | | |
| 班内において問題発見・解決に向けてお互いに協働して活動した。 | | |
| 【良かった点】 | 【改善点】 | |
| | | |

【評価Bの例】

今までの活動を振り返り、A、B、Cと自己評価してください。また良かった点と改善点などを書いてください。

| 振り返り | | 自己評価 |
|--|---|------|
| 様々な情報を取得し、研究に対して多角的に考えた。 | | A |
| 活動の中で他者の意見を取り入れた。 | | B |
| 自ら対言語、対IT・サイエンスに対して主体的に取り組んだ。 | | B |
| 班内において問題発見・解決に向けてお互いに協働して活動した。 | | B |
| 【良かった点】 | 【改善点】 | |
| 班員とよく話し合い、研究内容について議論し合った。また研究も自分の役割を持ち、班に貢献することができた。 | 研究結果が一応出たが、仮説の検証には至っていないので、残りの時間で仲間と協力して頑張っていきたい。 | |

良かった点に活動の中で「班員とよく話し合い、議論した」という記載があり、他者の意見を取り入れた様子が読み取れる。また自分の役割を全うし、班に貢献したことから自ら対言語、対IT・サイエンスに対して主体的に取り組んだことも読み取れる。改善点では得られた結果に満足しておらず、仮説の検証に向かって、粘り強く考え行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとしていると判断できる。よって「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

【評価Aの例】

今までの活動を振り返り， A， B， Cと自己評価してください。また良かった点と改善点などを書いてください。

| 振り返り | 自己評価 |
|--|--|
| 様々な情報を取得し，研究に対して多角的に考えた。 | A |
| 活動の中で他者の意見を取り入れた。 | B |
| 自ら対言語，対 IT・サイエンスに対して主体的に取り組んだ。 | B |
| 班内において問題発見・解決に向けてお互いに協働して活動した。 | A |
| <p>【良かった点】</p> <p>研究でわからないときは班員と相談したり，参考文献を調べたりすることによって状況を打破することができた。その結果，先行研究では判明しなかった新規の発見があった。実際に実験してみることで教科書の内容だけが全てではないと気付かされた。</p> | <p>【改善点】</p> <p>研究成果が出たが，まだその結果をポスターにうまく反映できておらず，わかりやすいグラフでの表記や，まとめ方などよりよいポスターづくりをしていきたい。まだ自校のみでの発表なので今度の 11 月実施の宮城県生徒理科研究発表会に出品したい。</p> |

「研究でわからないときは班員と相談したり，参考文献を調べたりすることによって状況を打破することができた。」という記載から様々な情報を取得し，研究に対して多角的に考え，他者の意見を取り入れ，サイエンスに対して主体的に取り組む，問題発見・解決に向けてお互いに協働して活動したことが読み取れる。改善点には具体的な目標を挙げ，課題の解決に向けて計画しており，さらに外部のコンテストへの出品を考えている。このことから主体的に取り組む態度の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

【評価Cの例】

今までの活動を振り返り， A， B， Cと自己評価してください。また良かった点と改善点などを書いてください。

| 振り返り | 自己評価 |
|--|-------------------------------|
| 様々な情報を取得し，研究に対して多角的に考えた。 | B |
| 活動の中で他者の意見を取り入れた。 | B |
| 自ら対言語，対 IT・サイエンスに対して主体的に取り組んだ。 | B |
| 班内において問題発見・解決に向けてお互いに協働して活動した。 | B |
| <p>【良かった点】</p> <p>皆と協力できた。実験を頑張った。</p> | <p>【改善点】</p> <p>研究を頑張りたい。</p> |

振り返りの自己評価はBとしているが，良かった点，改善点ともに浅く，一言の感想程度となっている。真摯に発問に対して向き合っている記述とは言えず，このことから主体的に取り組む態度の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

ポスター発表を通して、今までの探究活動を振り返る機会としているが、教員の説明不足であると生徒は勝手にわからず、一言の感想程度で提出してくるケースがある。そういった事態にならないためにも事前にルーブリックを用いて説明したり、各項目について言及するなどということが大事である。なお、それ以外に上記の「努力を要する」状況（C）のような表記で提出してくる場合には、研究が行き詰まっているケースや、モチベーションが下がっているケース、班員とのコミュニケーションがうまくいっていないケースなど様々な要因が考えられる。評価Cと判断する前に担当教員は、毎回の授業において生徒への声かけや様子を見て、研究の進捗状況などを確認して、上記のケースなどがあつた際に、次回に向けて前向きに取り組めるよう指導、助言していくことが何より大切である。

8 観点別学習状況の評価の総括

| 月 | 探究活動における探究の過程 | 知 | 思 | 態 | 生徒の様子 |
|-------------|---------------|---|---|---|--|
| 2 ・ 3 | ・表現・伝達 | B | A | A | <ul style="list-style-type: none"> ・ポスター作成の基本的な技能を身に付けている。 ・探究活動の結果について、適切にポスターに反映させ表現している。 ・探究活動を通して学びを振り返り、意義や価値を実感し、自己のキャリア形成に向けて新たな目標を検討している。 |
| 単元の総括 | | B | A | A | |

資料① 【評価Bのポスター一例】

安価な風洞の制作に向けて

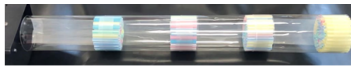
1. 序論

私たちの班は風洞実験装置を用いた実験を行った。風洞実験装置とは、人工的に風の流れを発生させ、煙などを使ってその流れを可視化して観察することができるようにするもので、本来は、自動車や航空機、高層ビルなどの風の影響を受けやすいものの設計などに用いられる。それらは非常に高価なため、私たちは安価で、かつ精度の高い風洞を作れないかと考え、実験を開始した。

2. 材料と方法

・材料
プラスチックの板、ガムテープ、掃除機、ネット、ストロー、袋

・装置の作り方
プラスチックの板を筒状に丸め、その端に整流器として、ストローをまとめて12cmに切ったものと、小さい穴がたくさん空いたネット（メッシュ）を張ったものをそれぞれ作成する（ストローとメッシュの規格は下に示す）。



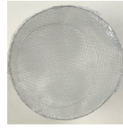
ストローを用いた風洞



メッシュを用いた風洞



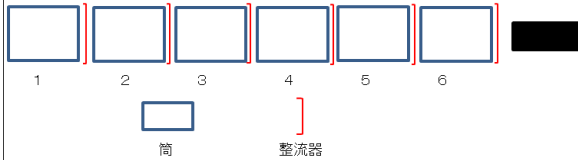
・ストロー
Φ



・メッシュ
40メッシュ
開孔率：42.7%

・材料 円周18cmのプラスチックの筒を8つつなげたもの、整流器（直径8mmのストロー、メッシュ）、糸を付けた針金

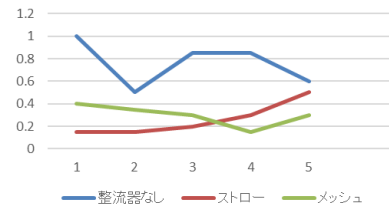
・実験方法
整流器にストロー・メッシュ・整流器なしの風洞を用意し、風洞装置を地面に垂直に立て、装置内に針金をいれて、観察箇所に糸を3本垂らしてその糸が掃除機で下から吸った風によってどのくらい動いたかでどの整流器が最も空気を整えられるか、どの位置が最も観察位置として適切かを検証した。この実験を、すべての場所に整流器を配置した状態と、観測する位置のみに整流器を配置する状態の2通りで行った。



3. 結果・考察

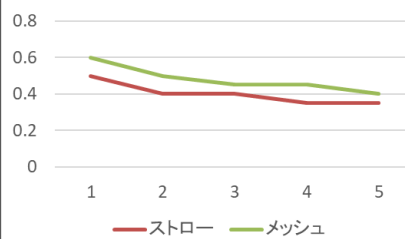
横軸は、風洞の中の位置を表していて、掃除機から遠い位置から1から5としている。
また、縦軸は、糸の乱れを表していて、整流器なしの最も掃除機から遠い位置の糸の揺れを1として記録している。

すべての位置に整流器を配置した状態



上のグラフから、ストロー、メッシュのいずれも、整流器を何もつけなかったただの筒と比べ、大幅に空気の流れを整えていることがわかった。
すべての位置に整流器を配置した状態のグラフを見ると、メッシュを使った場合に最も糸の揺れが抑えられている。

観測位置のみに設置した状態



しかし、観測位置のみに設置した状態のグラフでは、どの位置でもストローがより空気を整流していた。

今回、観測位置のみに整流器を設置する方法では、観測位置の奥に整流器を設置していたので、全ての整流器を同じ種類に統一するのではなく、観測位置の奥はストロー、手前はメッシュというように、場所によって使い分けが必要だと考察した。

まとめ・今後の展望

今回の調査・実験で、風洞装置に適している整流器や、空気の流れを観察する物体を置く適切な位置を確かめることができた。

今後は、実験で明らかになった適した整流器や観察位置から、より実践的な大きい風洞装置を制作し、風速測定や、実際に物体を入れて観察することで、更なる風洞装置の性能評価をして、安価でより性能の高い風洞実験装置を作成していきたい。

参考文献

国立大学56工学系ホームページ
ファインメッシュ/規格表

<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/130109.php>
http://www.sogyo.co.jp/mesh_jis/

資料② 【評価Aのポスター一例】

プラナリアの個体崩壊の過程

1. プラナリアとは

- ・水質のいい環境下に生息
- ・再生能力が高い→固体差あり
→分裂すると足りない部分を再生可能
- ・雌雄の区別なし
- ・有性生殖、無性生殖どちらも可能



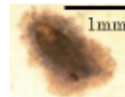
2. 背景

先行研究¹⁾から
熱orワサビ刺激などのストレスで個体崩壊する

【個体崩壊の定義】

プラナリアが再生不可能な個体の崩壊をすること

輪郭が不明瞭になる



3. 目的

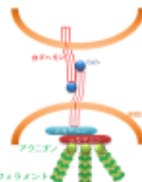
実験を通してプラナリアの個体崩壊の過程の現象を細胞レベルで明らかにすること

4. 仮説

個体崩壊の原因はカドヘリン(細胞接着分子)が離れることではないか

カドヘリンを観察したい→手頃な染色液がない

カドヘリンは細胞骨格のアクチンフィラメントと接着結合
→**アクチンは染色可能**



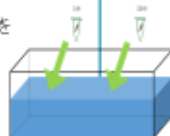
5. 材料・方法

材料

- ・プラナリア→七北田川水系二級河川の高野川に生息
- ・蛍光顕微鏡
- ・人工淡水
- ・ホルマリン
- ・ファロイジン→アクチンフィラメントを緑色に染める
- ・グリセリン→プラナリアの体を脱色する

実験

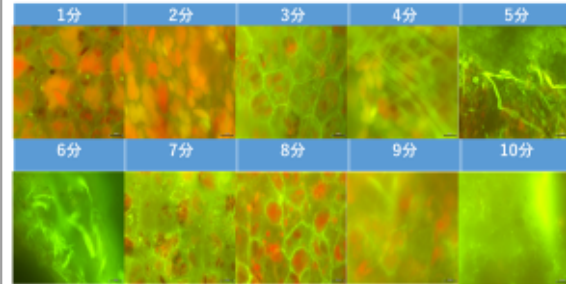
- ①プラナリアを40℃の温水に入れる
- ②1分間に匹ずつ取り出す作業を10分間行う
- ③プラナリアをホルマリン漬けにする
- ④m-solution(人工淡水)で3回洗いホルマリンを流す
- ⑤ファロイジンでアクチンを染める
- ⑥m-solution(人工淡水)で洗う
- ⑦グリセリンをかきプラナリアを脱色する
- ⑧顕微鏡で観察する



6. 結果・考察

実験の結果と先行研究¹⁾より

顕微鏡で観察した表皮細胞を撮影し、以下のようにまとめた



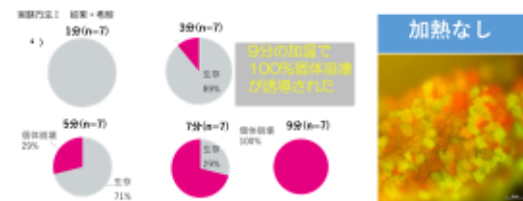
結果

- ①1～10分にかけてアクチンフィラメントの形状が崩れていった
- ②一部変化が分かりづらいところがあるが、後半になるほど1分ごとの崩壊が著しく進んでいた



考察

- ①から
アクチンフィラメントの形状変化と個体崩壊の過程は何らかの関係がある
- ②から
下図の先行研究結果より個体崩壊は5から7分で最も起きている
↓
アクチンの形状変化と個体崩壊はほぼ同時に起きている可能性が高い



7. まとめ

今回は、熱刺激によって個体崩壊を起こしたプラナリアの崩壊の過程を観察した
また、1～10分間でアクチンフィラメントの形状が完全に崩れることが分かった

8. 展望

- ・今後は、さらに明確に変化がわかるように繰り返し実験を行う
- ・ワサビの刺激によって個体崩壊を起こしたプラナリアでも同じ結果になるのかを調べる
- ・考察が正しいかを実験を繰り返すことで検討していきたい

参考文献

- 1) プラナリアの生と死の境 平成29年度 仙台三高課題研究活動集
- 2) プラナリアのストレス受容と個体崩壊の関係 平成29年度 仙台三高課題研究活動集

銅樹について

1. 金属イオンが溶けている溶液にイオン化傾向が大きい金属を加えるとイオン化傾向の小さい金属は析出する。これを金属樹といい、銀樹、銅樹などが知られている。しかし資料集、図説に載っている銅樹は、いろいろな形があるので条件によって形がかわるのか調べようと思った。

2. 作成方法①

使用薬品

2.5 mol/L 塩化銅水溶液 2.0 mL

亜鉛

ろ紙

シャーレ

実験

2.5 mol/L 塩化銅水溶液 2.0 mL をシャーレの上に滴下し、その上に亜鉛を置き、1日放置する。

《結果》

黒い色の銅樹できた。銅樹ができてから1, 2日置くと、緑色に変化した。

3. 使用薬品

2.5 mol/L 塩化銅水溶液 2.0 mL

亜鉛

ろ紙

シャーレ

ヘキサン

実験

実験①の条件にヘキサンを加えた。

《結果》

光沢のある銅樹ができた。しかし、少し振動を加えると色が緑色に変化した。

4 作成方法③

使用薬品

2.5 mol/L 塩化銅水溶液 2.0 mL

亜鉛

ろ紙

シャーレ

ビタミンC

実験

実験①の条件に加えてビタミンCを加えてみた。

《結果》

キラキラと光沢のある銅樹ができた。

展望

濃度を変化させたときどのような銅樹ができるのか調べる。

理数科 事例2 (理数物理)
 キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

単元名
 運動の表し方

内容のまとめり
 (1) 力と運動

1 単元の目標

- (1) 運動の表し方を日常や社会との関連付けながら、運動量の測定と扱い方、運動の表し方、直線運動の加速度についての基本的な概念や原理・原則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けること。
- (2) 運動の表し方について、観察、実験などを通して探究し、運動の表し方における規則性や関連性を見いだして表現すること。
- (3) 自然に対する関心を高め、運動の表し方を科学的に探究しようとする態度を養うこと。

2 単元の評価規準

| 知識・技能 | 思考・判断・表現 | 主体的に学習に取り組む態度 |
|---|--|------------------------------------|
| 運動の表し方を日常や社会との関連付けながら、運動量の測定と扱い方、運動の表し方、直線運動の加速度についての基本的な概念や原理・原則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。 | 運動の表し方について、観察、実験などを通して探究し、運動の表し方における規則性や関連性を見いだして表現している。 | 自然に対する関心を高め、運動の表し方を科学的に探究しようとしている。 |

3 指導と評価の計画 (13 時間)

| 時間 | ねらい・学習活動 | 重点 | 記録 | 備考 |
|----|---|----|----|--|
| 1 | ・有効数字の意味と表し方について理解する。 | 知 | | ・測定と有効数字の関係や、指数表記を用いた数値の表し方を理解している。 |
| 2 | ・速さと速度の違いについて理解し、説明する。 ・変位と時間のグラフにおいて、等速直線運動や速さの大きさとの関係を見いだす。 | 思 | | ・運動には速さと向きの要素があることを理解して、説明している。 ・変位と時間のグラフにおいて、等速直線運動や速さの大きさとの関係を見いだしている。 |
| 3 | ・身の回りの物体の運動の様子を詳しく観察し、動いている物体同士の運動の表し方を考える。 ・平面内の運動での速度の合成や分解について理解する。 | 知 | | ・2つの物体の運動で合成速度や相対速度で表されることを理解している。 |

| | | | | |
|----------|--|--------|---|---|
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> 傾きを変えた斜面などを使って、力学台車の運動の様子を調べる実験を行う。 記録タイマーの正しい操作と物体の運動の様子を定量的に記録する技術を身に付ける。 | 知 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> 記録タイマーを正しく操作し、力学台車の運動の様子を調べる実験を行い、記録テープを適切に処理する方法を身に付けている。[行動観察, 記述分析] |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> 前時の実験結果を分析して解釈し、水平面に対する斜面の傾きと速さの変わり方や力学台車の質量と関係を見いだす。 見いだした運動の規則性を確かめるための追加の実験方法を考える。 | 思 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> 実験結果から、$x-t$ グラフや $v-t$ グラフとして表現し、規則性を見いだしている。 見いだした運動の規則性(仮説)を確かめる実験方法を考えている。[記述分析] |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> 前時で考えた追加の実験を行い、規則性を確かめる。 等加速度直線運動と他の現象との関係を見いだす。 | 態 | | <ul style="list-style-type: none"> 班で協力しながら追加の実験を行い、仮説を科学的に確かめようとしている。[行動分析] 自分の学習方法についての課題をどのように改善していくか振り返りをしている。[記述分析] |
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> 加速度が単位時間あたりにおける速度の変化量であることを理解する。 等加速度直線運動における、変位、速度、時間の関係を見だし、各物理量を求める方法を理解する。 | 知 | | <ul style="list-style-type: none"> 等加速度直線運動における、変位、速度、時間の関係を見だし、各物理量を求める方法を身に付けている。 |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> 斜面を直角にした時の物体の運動の様子を予想する。 おもりを落下させる実験を行い、運動の規則性を見いだす。 | 思 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> 実験結果から、時間と速度、時間と移動距離との関係を見いだして表現している。[記述分析] |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> 前時の実験結果を分析して解釈し、等加速度直線運動との関連を見出す。 初速度がある物体の落下について、各物理量を求める方法を理解する。 | 知 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> 落体の運動における変位、速度、時間の関係を見いだして、各物理量の求め方を身に付けている。[ペーパーテスト] |
| 10 11 | <ul style="list-style-type: none"> 斜方投射された物体の運動は曲線運動であり、鉛直方向と水平方向に運動を分解して解析できることを理解する。 | 知 思 | | <ul style="list-style-type: none"> 斜方投射された物体の運動は曲線運動であり、鉛直方向と水平方向に運動を分解して解析できることを理解している。 |
| 12 | <ul style="list-style-type: none"> 速さに比例する抵抗力として空気抵抗を受けるときの力と運動の関係について理解する。 | 知 | | <ul style="list-style-type: none"> 速さに比例する抵抗力として空気抵抗を受けるときの力と運動の関係について理解している。 |
| 13 | <ul style="list-style-type: none"> 斜方投射の運動を、等速直線運動や落体の運動と関連付けて考察し、課題解決に向けて実験方法を提案しようとする。 | 態 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> 斜方投射の運動を、等速直線運動や落体の運動と関連付けて、課題解決に向けた実験方法を習得した知識や技能を踏まえて提案しようとしている。[記述分析] |

4 観点別学習状況の評価の進め方 知識・技能

(1) 本時（第9時）のねらい

落体の運動における変位，速度，時間の関係を等加速度直線運動との関連から見だし，各物理量の求め方を理解する。

(2) 評価規準

「知識・技能」

落体の運動における変位，速度，時間の関係を等加速度直線運動との関連から見だし，各物理量の求め方を身に付けている。

(3) 評価のポイント

落体の運動における変位，速度，時間の関係式を用いて，各物理量を求められているかを評価する。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体的評価規準 | 評価方法 |
|---|--|---|--------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> 前時の実験結果のまとめを3つの班に発表してもらう。 | | |
| 課題：落体の運動における変位，速度，時間の関係を等加速度直線運動との関連から見だし，それぞれの運動における各物理量を求めよう。 | | | |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> 等加速度直線運動と落体の運動の関連性について，班ごとに考える。 班ごとに，自由落下，投げおろし，投げ上げのそれぞれの具体例について，各物理量を求める。 | <ul style="list-style-type: none"> 等加速度直線運動と落体の運動の関連性について，意見を出しあっている。 班ごとに，自由落下，投げおろし，投げ上げのそれぞれの具体例について，各物理量を求めている。 | 行動観察 |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> 確認問題に取り組む | <ul style="list-style-type: none"> 確認問題に取り組んでいる | ワークシート |

(5) 「知識・技能」の評価例

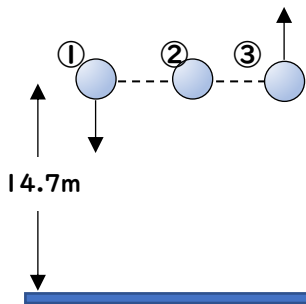
ここでは，ワークシートの記述を分析することにより，客観的な公式の運用の力を問い，分析する。

<ワークシートの例>

図のように，地上14.7 mの高さにある小物体を，①速さ9.8 m/sで鉛直投げおろした，②自由落下させた，③速さ9.8 m/sで鉛直投げ上げた。重力加速度は9.8 m/s²とする。

(1) ①の投げてから地面に落下するまでの時間を求めよ。

(2) ③の地面に落下した時の速さを求めなさい。



【評価Bの例】

$$\begin{aligned} (1) \quad & 14.7 = 9.8t + 1/2 \times 9.8 \times t^2 \quad 4.9t^2 + 9.8t - 14.7 = 0 \\ & t^2 + 2t - 3 = 0 \quad (t-1)(t+3) = 0 \quad \text{よって } t = 1 \\ (2) \quad & -14.7 = 9.8t - 1/2 \times 9.8 \times t^2 \quad 4.9t^2 - 9.8t - 14.7 = 0 \\ & t^2 - 2t - 3 = 0 \quad (t+1)(t-3) = 0 \quad \text{よって } t = 3 \\ & v = 9.8 - 9.8 \times 3 = -19.6 \end{aligned}$$

(1) (2) ともに適切な公式を用いて解答を導き出せているので、客観的な公式の運用の力については知識・技能の観点で「おおむね満足できる」状況 (B) と判断できる。

【評価Aの例】

$$\begin{aligned} (1) \quad & \text{上向きを正とすると } -14.7 = -9.8t - 1/2 \times 9.8 \times t^2 \quad 4.9t^2 + 9.8t - 14.7 = 0 \\ & t^2 + 2t - 3 = 0 \quad (t-1)(t+3) = 0 \quad t = 1, -3 \quad t > 0 \text{ より } t = 1 \text{ 秒} \\ (2) \quad & \text{上向きを正とすると } -14.7 = 9.8t - 1/2 \times 9.8 \times t^2 \quad 4.9t^2 - 9.8t - 14.7 = 0 \\ & t^2 - 2t - 3 = 0 \quad (t+1)(t-3) = 0 \quad \text{よって } t = 3 \\ & v = v_0 + gt \text{ より } v = 9.8 - 9.8 \times 3 = -19.6 \quad \text{下向きに } 19.6 \text{ m/s} \end{aligned}$$

客観的な公式の運用の力に加え、向きや単位などにも触れられているため、知識・技能の観点で「十分満足できる」状況 (A) と判断できる。

【評価Cの例】

$$\begin{aligned} (1) \quad & 14.7 = 9.8t - 1/2 \times 9.8 \times t^2 \quad 4.9t^2 - 9.8t + 14.7 = 0 \\ & t^2 - 2t + 3 = 0 \\ (2) \quad & 14.7 = 9.8t + 1/2 \times 9.8 \times t^2 \quad 4.9t^2 + 9.8t - 14.7 = 0 \\ & t^2 + 2t - 3 = 0 \quad (t-1)(t+3) = 0 \quad \text{よって } t = 1 \\ & v = v_0 + gt \text{ より } v = 9.8 + 9.8 \times 1 = 19.6 \end{aligned}$$

上向きまたは下向きどちらを基準にしているかわからず、初速度や加速度、変位の符号が間違っている。また、(2) はたまたま数字があっているが、解答過程をみると、間違っていることがわかる。このことから、客観的な公式の運用の力が不足しており、知識・技能の観点で「努力を要する」状況 (C) と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

「上向きを正にする」や「物体が動き出す方向を正にとる」など、運動における座標軸を設定するところを支援する。特に投げ上げでは、動き出す方向を正にとると、変位を負の値で代入しなければならず、運動がイメージしづらくなる可能性がある。落体では、下向きを常に軸の正にとることで、 $y = v_0t + 1/2 \times g \times t^2$ だけで運用することができ、鉛直投げ上げの場合だけ、初速度を負でとることを考えられるように促すのも一つの方法である。

5 観点別学習状況の評価の進め方 思考・判断・表現

(1) 本時(第5時)のねらい

前時の実験結果を分析して解釈し、水平面に対する斜面の傾きと速さの変わり方や力学台車の質量と関係を見だし、その運動の規則性を確かめるための追加の実験方法を考える。

(2) 評価規準

[思考・判断・表現]

前時の実験結果を分析して解釈し、水平面に対する斜面の傾きと速さの変わり方や力学台車の質量と関係を見いだそうとし、その運動の規則性を確かめるための追加の実験方法を考えようとしている。

(3) 評価のポイント

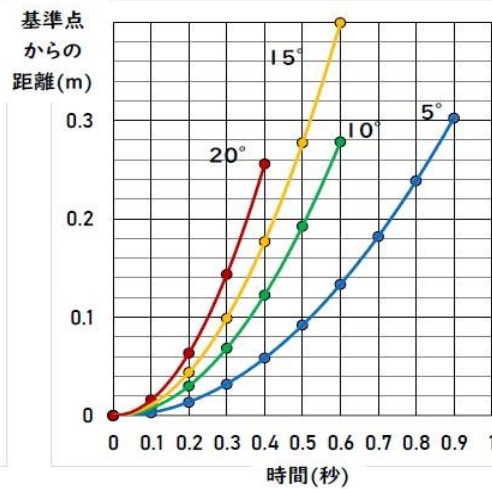
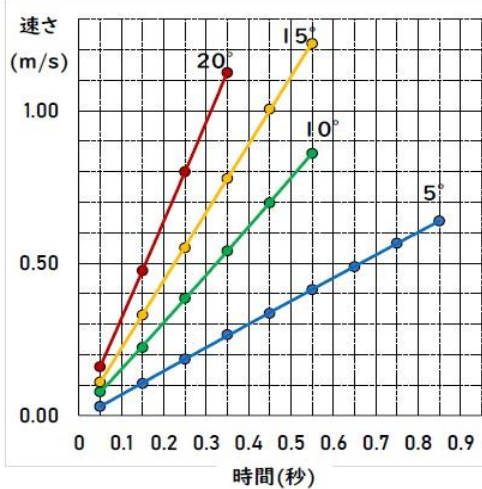
実験において、変化させる要素は一つにして比較することが求められる。また、仮説に当てはまる実験も必要であるが、反証条件に当てはまらないことを確認することも必要である。

(4) 指導と評価の流れ

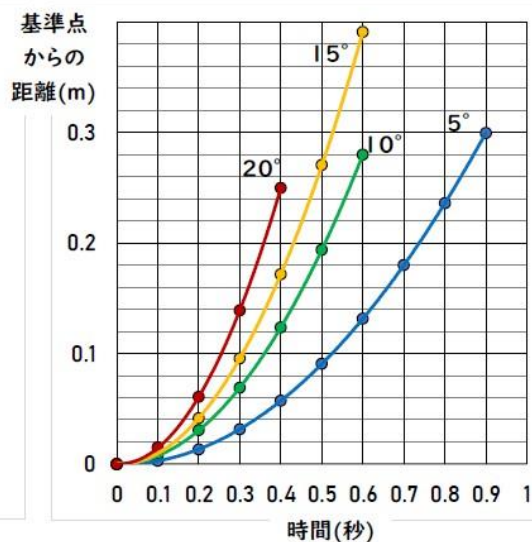
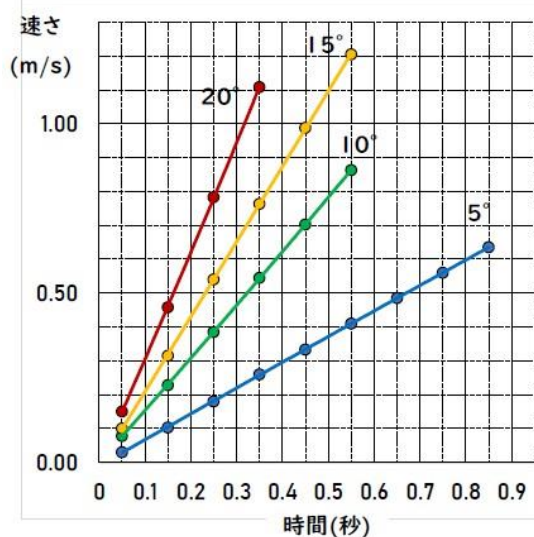
| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体的評価規準 | 評価方法 |
|---|---|---|----------------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> 前時の実験結果をクラス全体で共有する。 | | 行動観察 |
| 課題: 斜面を下る力学台車の実験を分析して、水平面に対する斜面の傾きと速さの変わり方や力学台車の質量と関係を見いだそう。その仮説を確かめるための追加の実験方法を考えよう。 | | | |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> 等加速度直線運動の関連性について班ごとに考え、仮説をたてる。 仮説を確かめるための実験方法を考える。 | <ul style="list-style-type: none"> 等加速度直線運動と落体の運動の関連性について、意見を出しあっている。 仮説を確かめるための実験方法を考えている。 | 行動観察 ワークシート |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> 実験内容の発表し全体で共有する。 | | |

<想定される前時のまとめ>

(1) 台車1つの時の、時間と速さ・基準点からの距離の関係を図にまとめなさい。



(2) 台車2つの時の、時間と速さ・基準点からの距離の関係を図にまとめなさい。



(5) 「思考・判断・表現」の評価例

ここでは、ワークシートの記述を分析することにより、評価を行う。

【評価Bの例】

| | |
|------------------|----------------------------------|
| 見いだした関係性 (仮説) | 角度が大きければ大きいほど、力学台車の速度の増加量は大きくなる。 |
| 追加の実験内容 | 45°の斜面で、台車1つで実験をする |
| 予想される結果 | 45°の方が増加量は大きくなる |

仮説については、実験結果から読み取れるものであり、それに対する追加実験の内容や予想される結果も妥当なものなので、思考・判断・表現の観点で「おおむね満足できる」状況（B）と判断できる。

【評価Aの例】

| | |
|------------------|---|
| 見いだした関係性 (仮説) | 運動する物体の速さは物体の重さには関係がなく、斜面の角度が物体の速度を決める。 |
| 追加の実験内容 | 台車を3つにして同じ実験を行う。 |
| 予想される結果 | 同じ $v-t$ グラフや $x-t$ グラフがつかれる。 |

角度と台車という2つの変化量のグラフから、より力学台車の運動に影響する要素を選び出し、もう片方の要素は影響がないことを見だし、それを表現しているのだから、思考・判断・表現の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。今回のように自分で仮説を立てて検証する場合、仮説にある条件だけを調べがちになるが、その反証条件に当てはまらないことを確かめることも重要であり、より思考力が高いと評価できる。

【評価Cの例】

| | |
|------------------|--|
| 見いだした関係性 (仮説) | 基準点からの距離、速さは 15° に傾けたときに最も遠く、速く台車は運動する。 |
| 追加の実験内容 | $25^\circ \sim 45^\circ$ まで 5° ずつ傾けて、他は同じ条件で実験する。 |
| 予想される結果 | 15° の時よりは、5つとも実験の結果が短く遅くなる。 |

グラフの横軸が時間であることを踏まえ、縦軸で一番上に伸びているものが最も速く、遠くに移動したのと考えているように読み取れる。グラフの読み方が不十分であるため、思考・判断・表現の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。また、実験結果から読み取れない関係性を仮説にあげたものも、思考・判断・表現の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

実験結果が図にどのようにまとめられているのか、図が表す内容についてまずは説明できるように支援する。その後、変化させた条件が図でどのように表現されるのか説明できるように支援し、図から傾向を読み取れるようにしていく。

6 観点別学習状況の評価の進め方 主体的に学習に取り組む態度

(1) 本時（第13時）のねらい

水平投射と斜方投射の運動を、等速直線運動や落体の運動と関連付けて考察し、課題解決に向けて実験方法を提案しようとする。

(2) 評価規準

主体的に学習に取り組む態度

ボールを遠くに飛ばす方法について探究する場面を想定して、斜方投射の運動を等速直線運動や落体の運動と関連付け、課題解決に向けた実験方法を試行錯誤しながら提案ようとしている。

(3) 評価のポイント

理数科においては、理数探究を原則履修することになっており、理数探究におけるテーマ探しをかねて、単元の最後に、探究活動を想定した場面を設定している。空気抵抗がないものとして様々な公式を利用しているものの、実生活では空気抵抗が存在する。そのあたりも踏まえて、ボールを遠くへ飛ばす方法について、試行錯誤しながらどのような実験方法を提案するのかを評価する。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体的評価規準 | 評価方法 |
|---|---|--|--------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> 前時のペーパーテストの解説をする。 | | |
| <p>課題：ボールを遠くへ飛ばす方法について探究することにしました。どのような実験をすれば良いでしょうか。この単元で習得した知識や技能に触れながら、提案してください。</p> | | | |
| 展開1 | <ul style="list-style-type: none"> 水平投射や斜方投射では、水平方向と鉛直方向に分けて考えることに気付く。 | <ul style="list-style-type: none"> 例題を踏まえて水平方向は等速直線運動として、鉛直方向は落体の運動として計算している。 | 行動観察 |
| 展開2 | <ul style="list-style-type: none"> 個人で課題に取り組む。その後グループで意見交換する。 | <ul style="list-style-type: none"> 課題について、斜方投射の運動を等速直線運動や落体の運動と関連付け、課題解決に向けた実験方法を試行錯誤しながら提案ようとしている。 | ワークシート |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> 単元全体を通した振り返りを行う | | ワークシート |

(5) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

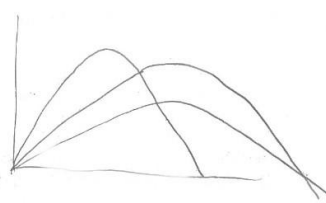
ここでは、ワークシートの記述を分析することにより、評価を行う。

【評価Bの例】

斜方投射では、水平方向は等速直線運動をするので、落下までの時間が長い方が遠くへ飛ぶことになる。鉛直方向は投げ上げと同じように考えれば良いので、落下までの時間を求めることが出来る。初速度の水平成分と鉛直成分は投げ出す角度によって決まるので、角度を変えて投げる実験を行い、最も遠くへ飛ぶ角度を求める。

運動の解析に関する具体的な記述はないものの、学習内容を踏まえながら実験方法を提案しているもので、主体的に学習に取り組む態度の観点で「おおむね満足できる」状況（B）と判断できる。

【評価Aの例】

| | |
|---|---|
| $y = v_0 \sin \theta t + \frac{1}{2} g t^2$ $L = \frac{2 v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$ $x = v_0 \cos \theta \cdot t$ $= \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ $2\theta = 90^\circ$ $\theta = 45^\circ$  | <p>水平方向と鉛直方向に分解すると、鉛直方向は投げ上げと同じなので、落下までの時間を求める。</p> <p>水平方向は等速直線運動なので、水平成分に時間を掛ければよい。</p> <p>よって、$\sin 2\theta$が最大となる時、つまり45°が理論的に最長となる。しかし、空気抵抗や風の影響があるので、45°付近で無風の時に角度を変えてボールを飛ばし、最長の距離を飛ぶ角度を探る。</p> |
|---|---|

学習で習得した知識を用いて、試行錯誤しながら等速直線運動や落体の運動と関連付けて考察し、課題解決に向けて実験方法を提案している。このことから主体的に学習に取り組む態度の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

物理では空気抵抗や摩擦力がないものとして物体の運動を扱っているが、現実には空気抵抗など影響を受ける。このことを踏まえて、空気抵抗を減らすためのボールの形状や質量による飛行距離の比較、風の有無による飛行距離への影響を考察し実験方法を提案しているものに関しても、単元の学習で習得した知識を用いて、試行錯誤しながら課題に取り組んでいるとして「十分満足できる」状況（A）と判断できる。また、野球部やソフトボール部、バレーボール部、卓球部など球技を行っている生徒は、ボールの回転などより専門的な提案をしてもらうことが考えられる。これらに関しても学習で習得した知識と実生活の一場面を関連付けながら思考しており、実験方法が妥当な提案であれば、「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

【評価Cの例】

バッティングマシンの投げる機械でとりあえず飛ばしてみる。

等速直線運動や落体の運動と関連付けて考察していないことと、運動の解析に関する具体的な記述がないことから、主体的に学習に取り組む態度の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

身近な運動について、この単元での学習内容を踏まえた振り返りや、科学的な分析方法について、習得した公式などを用いながら解析する方法について個別に支援していく。日常生活の一場面やその生徒の趣味や特技などと関連した物理現象を取り上げることで、より身近に感じられ取り組みやすくなると考えられる。

7 観点別学習状況の評価の総括

| 時 | ねらい・学習活動 | 知 | 思 | 態 | 生徒の様子 |
|---------------|---|---|---|---|--|
| 1 | ・有効数字の意味と表し方について理解する。 | | | | ・測定と有効数字の関係や、指数表記を用いた数値の表し方を理解した。 |
| 2 | ・変位と時間のグラフにおいて、等速直線運動や速さの大きさとの関係を見いだす。 | | | | ・変位と時間のグラフにおいて、等速直線運動や速さの大きさとの関係を見いだした。 |
| 3 | ・平面内の運動での速度の合成や分解について理解する。 | | | | ・2つの物体の運動で合成速度や相対速度で表されることを理解した。 |
| 4 | ・記録タイマーの正しい操作と物体の運動の様子を定量的に記録する技術を身に付ける。 | A | | | ・記録タイマーを正しく操作し、力学台車の運動の様子を調べる実験を行い、記録テープを適切に処理する方法を身に付けた。 |
| 5 | ・前時の実験結果を分析して解釈し、水平面に対する斜面の傾きと速さの変わり方や力学台車の質量と関係を見だし、運動の規則性を確かめるための追加の実験方法を考える。 | | A | | ・実験結果から、 $x-t$ グラフや $v-t$ グラフとして表現し、規則性を見だし、運動の規則性を確かめる実験方法を考えた。 |
| 6 | ・前時で考えた追加の実験を行い、規則性を確かめ、等加速度直線運動と他の現象との関係を見いだす。 | | | | ・協力しながら追加の実験を行い、仮説を科学的に確かめようとした。 ・自分の学習方法についての課題をどのように改善していくか振り返りをした。 |
| 7 | ・等加速度直線運動における、変位、速度、時間の関係を見だし、各物理量を求める方法を理解する。 | | | | ・等加速度直線運動における、変位、速度、時間の関係を見だし、各物理量を求める方法を身に付けた。 |
| 8 | ・おもりを落下させる実験を行い、運動の規則性を見いだす。 | | B | | ・実験結果から、時間と速度、時間と移動距離との関係を見いだして表現した。 |
| 9 | ・初速度がある物体の落下について、各物理量を求める方法を理解する。 | A | | | ・落体の運動における変位、速度、時間の関係を見いだして、各物理量の求め方を身に付けた。 |
| 10 11 | ・斜方投射された物体の運動は曲線運動であり、鉛直方向と水平方向に運動を分解して解析できることを理解する。 | | | | ・斜方投射された物体の運動は曲線運動であり、鉛直方向と水平方向に運動を分解して解析できることを理解した。 |
| 12 | ・速さに比例する抵抗力として空気抵抗を受けるときの力と運動の関係について理解する。 | | | | ・速さに比例する抵抗力として空気抵抗を受けるときの力と運動の関係について理解した。 |
| 13 | ・斜方投射の運動を、等速直線運動や落体の運動と関連付けて考察し、課題解決に向けて実験方法を提案する。 | | | A | ・水平投射を、等速直線運動や落体の運動と関連付けて、課題解決に向けた実験方法を習得した知識や技能を踏まえて提案した。 |
| ペーパーテスト（定期考査） | | A | B | | |
| 単元の総括 | | A | B | A | |

- ・「知識・技能」は、第4時、第9時とペーパーテストで評価した。その結果「AAA」となることから、総括して「A」とした。
- ・「思考・判断・表現」は、第5時、第8時とペーパーテストで評価した。その結果「ABB」となることから、総括して「B」とした。
- ・「主体的に取り組む態度」は、第13時で評価した。第6時でも形成的評価として主体的に取り組む態度を評価し、生徒へのフィードバックや教員の指導方法改善のために利用している。この単元では、公式の利活用に時間がかかることが多いため、記録に残す主体的に取り組む態度は、最後の1回のみとし、「A」とした。

理数科 事例3 (理数化学)

キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

単元名

物質と化学反応式

内容のまとめ

(3) 物質の変化とその利用

1 単元の目標

- (1) 物質と化学反応式について、物質と粒子数、質量、気体の体積との関係を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けていること。
- (2) 物質と化学反応式について、観察、実験などを通して探究し、物質の変化における規則性や関連性を見いだして表現すること。
- (3) 自然に対する関心を高め、物質の変化とその利用について科学的に探究しようとする態度を養うこと。

2 単元の評価規準

| 知識・技能 | 思考・判断・表現 | 主体的に学習に取り組む態度 |
|--|---|---|
| 物質と化学反応式について、物質、化学反応式の基本的な概念や原理・法則などを理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。 | 物質の変化のその利用について、観察、実験などを通して探究し、物質の変化における規則性や関連性を見いだして表現している。 | 自然に対する関心を高め、物質の変化とその利用について科学的に探究しようとしている。 |

3 指導と評価の計画

| 時間 | ねらい・学習活動 | 重点 | 記録 | 備考 |
|----|---|----|----|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> ・原子1個の質量は極めて小さいため、¹²Cの質量を基準とした相対質量で表すことを理解する。 ・相対質量×存在比の総和で平均値である原子量が求められることを理解する。 | 知 | | <ul style="list-style-type: none"> ・原子1個の質量は極めて小さいため、¹²Cの質量を基準とした相対質量で表すことを理解している。 ・相対質量×存在比の総和で平均値である原子量が求められることを理解している。 |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> ・分子量、式量が構成原子の原子量の総和であることを理解する。 | 知 | | <ul style="list-style-type: none"> ・分子量、式量が構成原子の原子量の総和であることを理解している。 |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> ・6.0×10^{23}個のまとめりを基準とした物質を質量を理解し、粒子の数や原子量・分子量・式量との関係、モル質量、気体の体積との関係がわかり、それらの単位変換を理解する。 | 知 | | <ul style="list-style-type: none"> ・物質と粒子の数、質量、気体の体積の関係について理解している。 |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> ・具体的な物質を用いて、物質と粒子数、質量、気体の体積との関係を説明する。 | 思 | | <ul style="list-style-type: none"> ・具体的な物質を用いて、物質と粒子数、質量、気体の体積との関係を説明している。 |

| | | | | |
|----|--|--------|--------|--|
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> ・モル濃度による溶液の濃度の表し方を理解し、質量パーセント濃度との違いが説明できる。 ・水溶液の作り方について説明する。 | 思 | | <ul style="list-style-type: none"> ・モル濃度による溶液の濃度の表し方を理解し、質量パーセント濃度との違いを説明している。 ・水溶液の作り方について説明している。 |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> ・ステアリン酸単分子膜と1円玉を用いたアボガドロ数の測定を行い、実験器具を適切に使い数値を正しく記録する。 | 知 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・ステアリン酸単分子膜と1円玉を用いたアボガドロ数の測定を行い、実験器具を適切に使い数値を正しく記録している。[記述分析] |
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> ・統計を用いた誤差について理解する。 ・前時を振り返り、誤差の原因として精度向上のための改善策について、試行錯誤しながら説明する。 | 態 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・統計を用いた誤差について理解している。 ・前時の振り返りとしての、誤差の原因として精度向上のための改善策について、試行錯誤しながら説明している。[記述分析] |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式やイオン反応式の書き方を理解し、反応式を書くことができる。 | 知 | | <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式やイオン反応式の書き方を理解し、反応式を書くことができる。 |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式の係数をもとに、物質量や粒子数、質量、気体の体積の関係について説明する。 | 思 | | <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式の係数をもとに、物質量や粒子数、質量、気体の体積の関係について説明している。 |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> ・具体的な化学反応を用いて、反応前後における物質の量の変化を説明する。 | 思 | | <ul style="list-style-type: none"> ・具体的な化学反応式を用いて、反応前後における物質の量の変化を説明している。 |
| 11 | <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸に加えた炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量を図に表し分析する。 ・分析した値を用いて塩酸の濃度について計算で求める。 | 思 知 | ○ ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸に加えた炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量を図に表し分析している。[記録分析] ・分析した値を用いて塩酸の濃度について計算で求めている。[記述分析] |
| 12 | <ul style="list-style-type: none"> ・化学の基本法則を理解する。 ・この単元で身についたことを他の人と共有しながら、学習内容の到達度について自己評価する。 | 態 | ○ | <ul style="list-style-type: none"> ・化学の基本法則を理解している。 ・この単元で身についたことを他の人と共有している。学習内容到達度について自己評価している。 |

※この単元では計算が多く、知識の習得や活用に時間がかかることが多い。そのため、形成的評価を毎回行いながら、知識・技能の記録に残す評価については、後半に配置している。

4 観点別学習状況の評価の進め方 知識・技能

(1) 本時（第6時）のねらい

ステアリン酸単分子膜と1円玉を用いたアボガドロ数の測定を行い、実験器具を適切に使い数値を正しく記録する。

(2) 評価規準

[知識・技能]

ステアリン酸単分子膜と1円玉を用いたアボガドロ数の測定を行い、実験器具を適切に使い数値を正しく記録している。

(3) 評価のポイント

測定器具では最小目盛りの10分の1まで読み取る。今回使用するメスピペットの最小目盛りは0.01 mL刻みなので、0.001 mL（小数第3位）まで読み取る必要がある。また、メスシリンダーは最小目盛りが1 mL刻みなので、0.1 mL（小数第1位）まで読み取る必要がある。実験前に例を用いて数値の読み取り方を確認しているのでメスピペットは小数第3位まで読み取る場合が多いが、メスシリンダーの方が忘れがちになる傾向がある。また、数値は読み取れているものの、例えばちょうど1の場合に1.000と書かない場合や引き算をしたあとの数値も小数第3位まで書かない場合が見受けられる。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体的評価規準 | 評価方法 |
|------|--|--|----------------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> 目的と実験内容について理解する。 | | 行動観察 |
| | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 課題：ステアリン酸の単分子膜と一円玉を用いてアボガドロ数を求めよう。そのために実験器具を適切に使い数値を正しく記録しよう。 </div> <ul style="list-style-type: none"> 目盛りの読み方のルールを確認し、目盛りを読む練習をする。 安全ピペッターの使い方について理解する。 | | 行動観察 |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> 実験器具を適切に使い、数値を正しく記録する。 | <ul style="list-style-type: none"> 実験器具を適切に使い、数値を正しく記録しようとしている。 | 行動観察 ワークシート |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> 記録した数値を用いて、アボガドロ数を求める。 実験で気付いたことをまとめる。 | <ul style="list-style-type: none"> 実験の結果を基に、試行錯誤しながらアボガドロ数を求めようとしている。 | ワークシート |

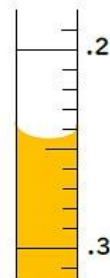
<ワークシートの例>

実験 3-1 アボガドロ定数を求める～単分子膜法～ 教科書 p.111 資料集 p.64,65

【方法】

- ① バットに水道水を張り、水面が静止するまで待つ。
- ② メスピペットで1滴ずつ落とす練習を空のビーカーの上で行う。
- ③ 1滴ずつ落とせるようになったら、読み取りやすい目盛に合わせ、目盛を記録する。
必ずしも「0.000」からスタートする必要はない。

目盛は最小目盛の _____ まで目算する。
 メスピペットの最小目盛は _____ mL 刻みなので _____ mL まで目算する。
 右の図では _____ mL と読む



- ④ バットの中央に1滴落とす。水面に小さな盛り上がりができる。この盛り上がりが広がったら、次の1滴を垂らす。盛り上がりが消えなくなったら滴下をやめ、目盛を記録する。
- ⑤ 測定後、バットをきれいに洗う。一人一回は行う。

【安全ピペッターの使い方】

- ① A を押して、空気を抜く
- ② S を押して、吸い上げる
- ③ E を押して、出す

教科書 p.145

【結果】

| 回数 | 始めの目盛(mL) | 終わりの目盛(mL) | 滴下体積(mL) (終わりー始め) |
|----|-----------|------------|----------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| | | 平均 | |

【考察】

- ① 今回の実験で使った溶液は、ステアリン酸 2.84×10^{-2} g をシクロヘキサン 100 mL に溶かしたものである。ステアリン酸($C_{18}H_{36}O_2$)の分子量は _____ なので、ステアリン酸水溶液のモル濃度は、
(式)

<ワークシートの例>

- ② 滴下したシクロヘキサン溶液の体積(平均)と①の濃度を用いて、単分子膜を形成しているステアリン酸の物質量を求めると、

(式)

_____ mol となる。

- ③ 今回のパットは直径 27 cm の円なので、(単分子膜の)表面積は _____ cm^2 である。

- ④ ステアリン酸1分子の断面積を $2.05 \times 10^{-15} \text{ cm}^2$ とすると、単分子膜を形成しているステアリン酸の分子数は、

(式)

_____ 個である。

- ⑤ ②④の結果から、ステアリン酸 1.0 mol に含まれる分子数(アボガドロ定数)は、

(式)

_____ 個/mol である。

実験3-2 アボガドロ定数を求める～密度測定法～ 教科書 p.資料集 p.52

【方法・結果】

- ① 1円玉を数十枚用意し、電子天秤で質量を測る。

| 枚数 | 質量 | 物質量 |
|----|----|-----|
| 枚 | g | mol |

Al 原子量:27

- ② メスシリンダーに水を約 50 mL 入れて、正確に目盛りを読む。

- ③ メスシリンダーの中に硬貨を少しずつ入れ、再び目盛りを読む。

| 入れる前 | 入れた後 | 増加量(1円玉の体積) |
|------|------|--------------------|
| mL | mL | mL = cm^3 |

【考察】

Al の金属結晶は $6.59 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ (一辺 $4.04 \times 10^{-8} \text{ cm}$ の立方体) の中に 4 個の原子が含まれることがわかっている。よってメスシリンダーに入れた1円玉数十枚の中に Al 原子の数は、

(式)

_____ 個になる。

硬貨の物質量との関係から、1 mol あたりの原子の数を求めると、

(式)

_____ 個になる。

(5) 「知識・技能」の評価例

ここでは、ワークシートの記述を分析することにより、目盛りの読み方に関する技能の評価を行う。

【評価Bの例】

| 回数 | 始めの目盛(mL) | 終わりの目盛(mL) | 滴下体積(mL) (終わり-始め) |
|----|-----------|------------|----------------------|
| 1 | 0.00 | 0.230 | 0.230 |
| 2 | 0.061 | 0.330 | 0.269 |
| 3 | 0.3 | 0.3 | 0.17 |
| 4 | | | |

① 1円玉を数十枚用意し、電子天秤で質量を測る。

| 枚数 | 質量 | 物質質量 |
|------|---------|----------|
| 10 枚 | 10.01 g | 0.37 mol |

Al 原子量: 27

② メスシリンダーに水を約 50 mL 入れて、正確に目盛りを読む。

③ メスシリンダーの中に硬貨をすずかに入れ、再び目盛りを読む。

| 入れる前 | 入れた後 | 増加量(1円玉の体積) |
|---------|---------|--------------------------|
| 50.1 mL | 53.8 mL | 3.7 mL = cm ³ |

左側では小数第3位まで読んでいることが読み取れるが、「0.00」や「0.3」など一部表記に不備がある。右側では小数第1位まで読み取れているので、知識・技能の観点で「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

【評価Aの例】

| 回数 | 始めの目盛(mL) | 終わりの目盛(mL) | 滴下体積(mL) (終わり-始め) |
|----|-----------|------------|----------------------|
| 1 | 0.062 | 0.372 | 0.310 |
| 2 | 0.001 | 0.316 | 0.315 |
| 3 | 0.009 | 0.305 | 0.296 |
| 4 | | | |

① 1円玉を数十枚用意し、電子天秤で質量を測る。

| 枚数 | 質量 | 物質質量 |
|------|---------|----------------|
| 11 枚 | 10.95 g | 0.40555... mol |

Al 原子量: 27

② メスシリンダーに水を約 50 mL 入れて、正確に目盛りを読む。

③ メスシリンダーの中に硬貨をすずかに入れ、再び目盛りを読む。

| 入れる前 | 入れた後 | 増加量(1円玉の体積) |
|---------|---------|--------------------------|
| 40.0 mL | 44.0 mL | 4.0 mL = cm ³ |

左側では小数第3位まで読んでいることが読み取れ、差を計算した時に有効数字を意識していることが読み取れる。右側では小数第1位まで読み取れているので、知識・技能の観点で「十分満足できる」状況(A)と判断できる。

【評価Cの例】

| 回数 | 始めの目盛(mL) | 終わりの目盛(mL) | 滴下体積(mL) (終わり-始め) |
|----|-----------|------------|----------------------|
| 1 | 0.70mL | 0.82mL | 0.12mL |
| 2 | 0.21mL | 0.47mL | 0.262mL |
| 3 | 0.20mL | 0.52 | 0.32mL |
| 4 | 0.20mL | 0.49 | 0.292mL |

① 1円玉を数十枚用意し、電子天秤で質量を測る。

| 枚数 | 質量 | 物質質量 |
|------|------|---------|
| 10 枚 | 10 g | 0.3 mol |

Al 原子量: 27

② メスシリンダーに水を約 50 mL 入れて、正確に目盛りを読む。

③ メスシリンダーの中に硬貨をすずかに入れ、再び目盛りを読む。

| 入れる前 | 入れた後 | 増加量(1円玉の体積) |
|----------|----------|---------------------------|
| 50.00 mL | 53.62 mL | 3.62 mL = cm ³ |

左側では小数第2位までしか読み取れておらず、右側では小数第2位まで読んでおり不適切である。このことから知識・技能の観点で「努力を要する」状況(C)と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

最小目盛りがいくらなのか実験器具を手に取り確認する。更に、実際に液体を用いて、目盛りを読む練習を支援する。また、班で測定をしている場合、測定した生徒は小数第3位まで読み上げたが、記録した生徒が間違えて記載した可能性や、班全体として間違いに気付かなかった可能性などが考えられるため、他の生徒のワークシートとの比較も行う。

5 観点別学習状況の評価の進め方 知識・技能

(1) 本時（第11時）のねらい

分析した値を用いて市販の濃塩酸の濃度について計算で求める。

(2) 評価規準

知識・技能

分析した値を用いて市販の濃塩酸の濃度について計算で求めている。

(3) 評価のポイント

グラフの解析を間違えると計算部分はすべて不正解になってしまうため、各自が読み取った塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量の数値をもとに、それ以降の計算の正確さを判断する。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体的評価規準 | 評価方法 |
|------|---|---|--------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> 炭酸カルシウムと塩酸の反応式の係数を確認する。 | <ul style="list-style-type: none"> 係数をワークシートに記入している。 | 行動観察 |
| | <p>課題：炭酸カルシウムと塩酸を反応させて発生する二酸化炭素の量をもとに、グラフ作成して、市販の濃塩酸の濃度を求めよう。</p> | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 表の書き方とグラフの書き方について理解する。 | | ワークシート |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> 塩酸に炭酸カルシウムを一定量加えていき、発生する二酸化炭素の量を測定し、その関係性をグラフに示す。 | <ul style="list-style-type: none"> 塩酸に炭酸カルシウムを一定量加えていき、発生する二酸化炭素の量を測定し、その関係性をグラフに示している。 | 行動観察 |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> グラフを解析することで、塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの量を求め、濃塩酸の濃度を計算で求める。 | <ul style="list-style-type: none"> グラフを解析することで、塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの量を求め、濃塩酸の濃度を計算で求めている。 | ワークシート |

<ワークシートの例>

実験 4 塩酸の濃度を測定する 教科書 p.193 資料集 p.67

【原理】

炭酸カルシウム CaCO_3 と塩酸 HCl の反応は、次式で示される。



塩酸が十分ある場合、加えた CaCO_3 と発生した CO_2 の物質量が_____関係になる。塩酸がなくなれば、 CO_2 は発生量しなくなる。塩酸と過不足なく反応する CaCO_3 の物質量を作図から求めることで、反応した HCl の物質量がわかり、濃度を計算することができる。

【方法】

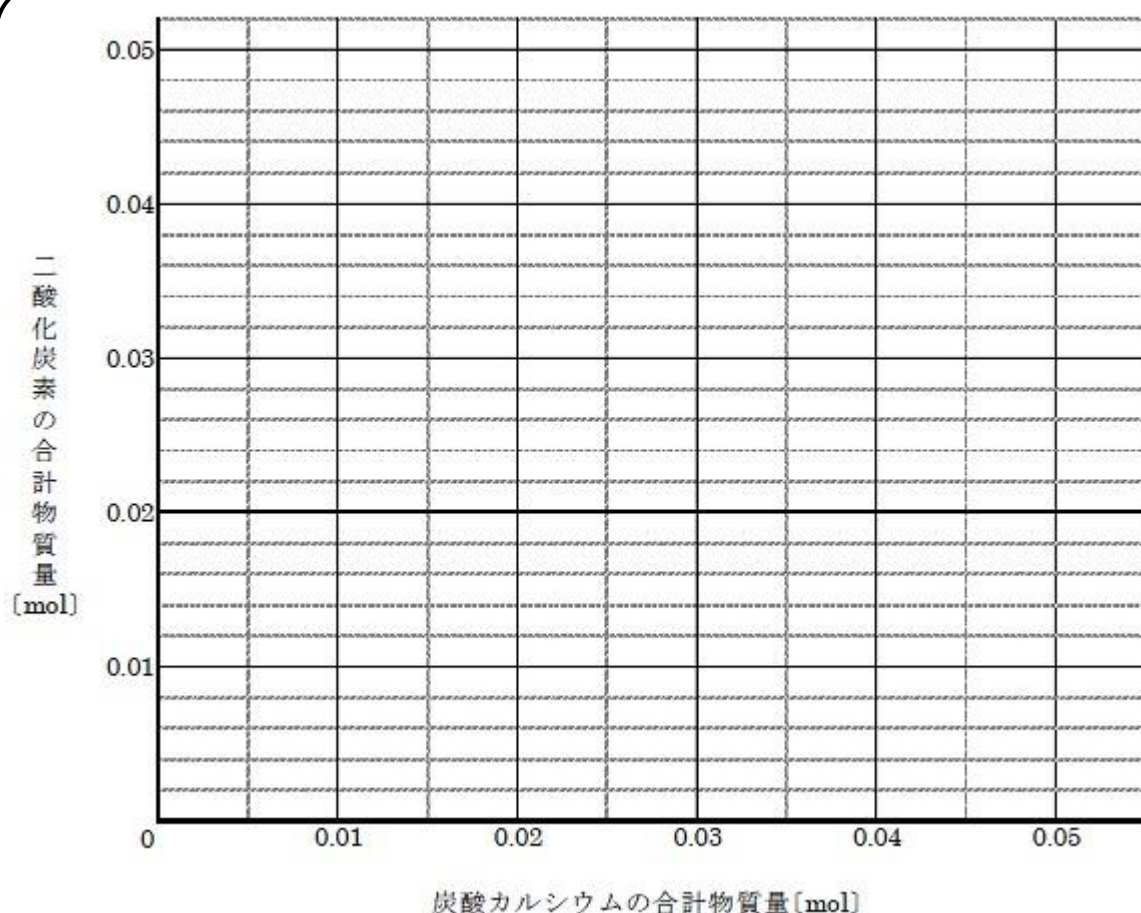
- (1) 濃塩酸 HCl 10 mL をホールピペットで測り、メスフラスコに入れる。その後、水を加えて 50 mL にする。
 - (2) 作った塩酸 25 mL をホールピペットで測り、コニカルビーカーに入れる。
 - (3) 塩酸入りコニカルビーカーの質量を電子天びんで測る。 実測値 _____ …①
 - (4) 炭酸カルシウム CaCO_3 0.50 g を薬包紙にとり、コニカルビーカーに入れ反応させる。
※内壁についた場合は、傾けて溶液に触れさせる。
 - (5) 反応後、ストローでビーカーに息を静かに吹き込む。
 - (6) コニカルビーカーの質量を電子天びんで測る。 …B
- 以降、(4)～(6)を繰り返し、炭酸カルシウムの質量の合計が 5.0 g になるまで行う。

【結果】 原子量 C:12 O:16 Ca:40

| | | | | | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|------|------|
| CaCO ₃ の合計質量[g] | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |
| CaCO ₃ の合計物質質量[mol] | | | | | |
| 反応前の質量[g] A | ①+0.50 | ②+0.50 | ③+0.50 | | |
| 反応後の質量[g] B | ② | ③ | | | |
| CO ₂ の質量[g] A-B | a | b | c | | |
| CO ₂ の合計質量[g] | a | a+b | a+b+c | | |
| CO ₂ の合計物質質量[mol] | | | | | |

| | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| CaCO ₃ の合計質量[g] | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 |
| CaCO ₃ の合計物質質量[mol] | | | | | |
| 反応前の質量[g] A | | | | | |
| 反応後の質量[g] B | | | | | |
| CO ₂ の質量[g] A-B | | | | | |
| CO ₂ の合計質量[g] | | | | | |
| CO ₂ の合計物質質量[mol] | | | | | |

<ワークシートの例>



グラフより、今回の塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量は _____ mol なので、
化学反応式の係数比より反応した HCl は _____ mol となる。

この物質量は塩酸 25 mL あたりの値なので、1 L あたりで考えると _____ mol/L となる。

また、濃塩酸 10 mL に水を加え 50 mL に薄めているので、もとの濃塩酸の濃度は _____ mol/L
となる。濃塩酸の密度を 1.19 g/cm^3 とすると濃塩酸の質量パーセント濃度は _____ % となる。

【考察】 【方法】(5)でビーカーに息を吹き込むのはなぜか、説明せよ。

【感想・振り返り】 気が付いたことや感じたことを書きなさい。

(5) 「知識・技能」の評価例

ここでは、ワークシートの記述を分析することにより、量的関係や濃度計算の知識・技能について評価を行う。

【評価Bの例】

グラフより、今回の塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量は 0.03 mol なので、
化学反応式の係数比より反応した HCl は ① 0.06 mol となる。
この物質量は塩酸 25 mL あたりの値なので、1 L あたりで考えると 2.4 mol/L となる。
また、濃塩酸 10 mL に水を加え 50 mL に薄めているので、もとの濃塩酸の濃度は ② 12 mol/L
となる。濃塩酸の密度を 1.19 g/cm^3 とすると濃塩酸の質量パーセント濃度は 20 % となる。

量的関係から塩酸の物質質量①を求められ、モル濃度②として表現できているので知識・技能の観点で「おおむね満足できる」状況 (B) と判断できる。

【評価Aの例】

グラフより、今回の塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量は 0.035 mol なので、
化学反応式の係数比より反応した HCl は ① 0.07 mol となる。
この物質量は塩酸 25 mL あたりの値なので、1 L あたりで考えると 2.8 mol/L となる。
また、濃塩酸 10 mL に水を加え 50 mL に薄めているので、もとの濃塩酸の濃度は ② 14 mol/L
となる。濃塩酸の密度を 1.19 g/cm^3 とすると濃塩酸の質量パーセント濃度は ③ 43 % となる。

量的関係から塩酸の物質質量①を求められ、モル濃度②として表現し、質量パーセント濃度③も正しく計算できているので知識・技能の観点で「十分満足できる」状況 (A) と判断できる。

【評価Cの例】

グラフより、今回の塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量は 0.03 mol なので、
化学反応式の係数比より反応した HCl は ① 0.06 mol となる。
この物質量は塩酸 25 mL あたりの値なので、1 L あたりで考えると ② _____ mol/L となる。
また、濃塩酸 10 mL に水を加え 50 mL に薄めているので、もとの濃塩酸の濃度は _____ mol/L
となる。濃塩酸の密度を 1.19 g/cm^3 とすると濃塩酸の質量パーセント濃度は _____ % となる。

量的関係から塩酸の物質質量①を求められているものの、モル濃度②として表現することができていないので、知識・技能の観点で「努力を要する」状況 (C) と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

モル濃度とは 1 L あたり何 mol 溶けているかというもので、全体の中のどの部分を求めているのか、考える必要がある。全体像がイメージできるように、図示するなどして支援していく。

6 観点別学習状況の評価の進め方 思考・判断・表現

(1) 本時(第11時)のねらい

塩酸に加えた炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量を図に表し分析することができる。

(2) 評価規準

[思考・判断・表現]

塩酸に加えた炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量を図に表し分析することができる。

(3) 評価のポイント

「線の上下に同じ数の測定点があるようになめらかな曲線または直線を引く」と中学校のグラフの書き方で理解しているため、塩酸がなくなり未反応の炭酸カルシウムがある点(下の例では0.03 mol)も含めて、比例の直線を書く生徒が多い。量的関係を考えると0.50 gの炭酸カルシウムに対して発生する二酸化炭素の理論値は0.22 gなので、この量と比べて、直線に含めるか含めないかを判断する必要がある。

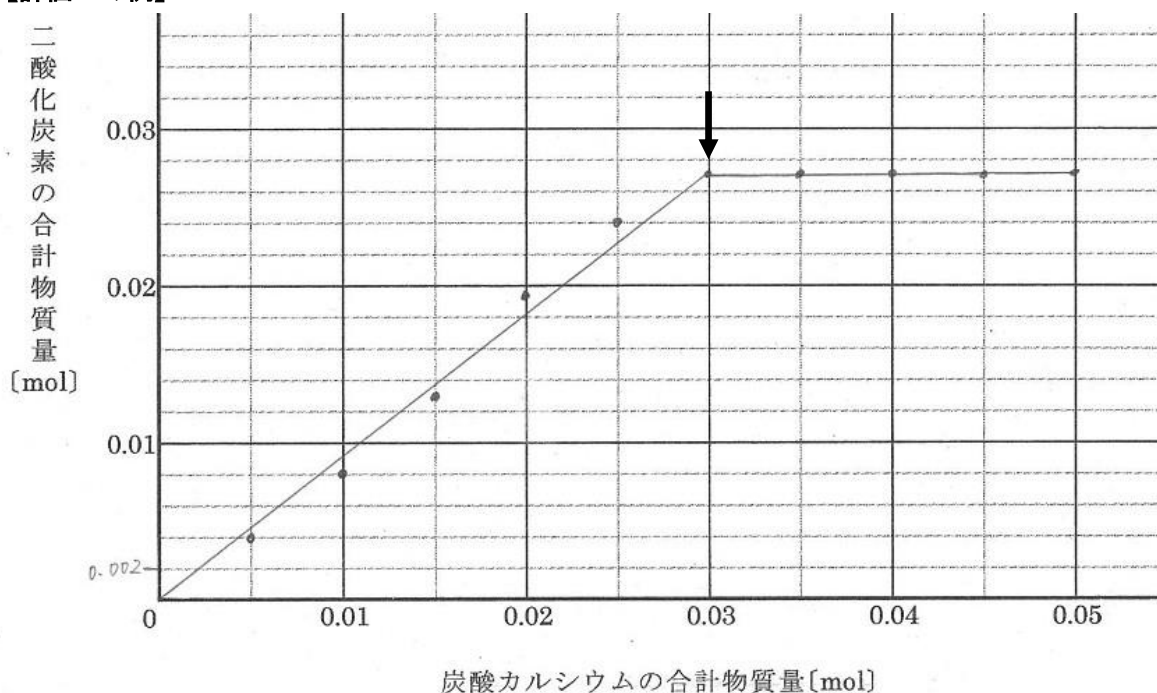
(4) 指導と評価の流れ

P.36の(4)指導と評価の流れと同様

(5) 「思考・判断・表現」の評価例

ここでは、ワークシートの図の表記を分析することにより、思考・判断・表現する評価を行う。

【評価Bの例】

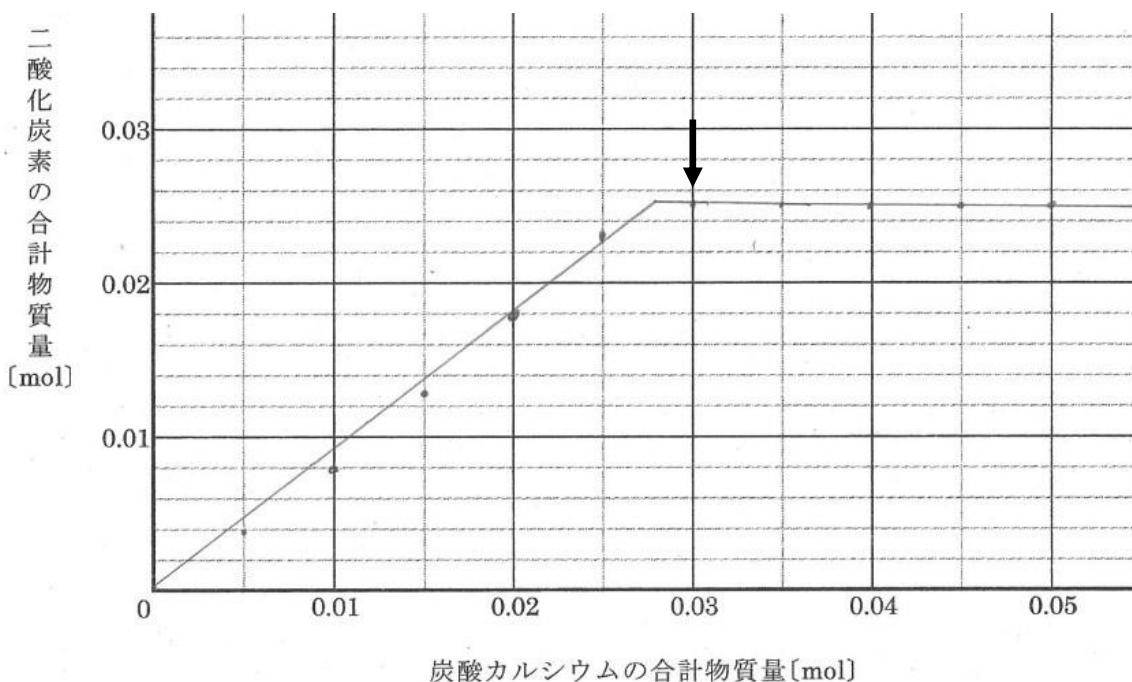


| CaCO ₃ の合計質量(g) | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| CaCO ₃ の合計物質量(mol) | 0.005 | 0.01 | 0.015 | 0.02 | 0.025 |
| 反応前の質量(g) A | ①93.22 | ②93.55 | ③93.86 | 94.13 | 94.40 |
| 反応後の質量(g) B | 93.05 | 93.36 | 93.63 | 93.90 | 94.18 |
| CO ₂ の質量(g) A-B | 0.17 a | 0.19 b | 0.23 c | 0.23 | 0.22 |
| CO ₂ の合計質量(g) | 0.17 | 0.36 | 0.69 | 0.82 | 1.04 |
| CO ₂ の合計物質量(mol) | 0.0039 | 0.0082 | 0.013 | 0.019 | 0.024 |

| CaCO ₃ の合計質量(g) | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CaCO ₃ の合計物質量(mol) | 0.03 | 0.035 | 0.04 | 0.045 | 0.05 |
| 反応前の質量(g) A | 94.68 | 95.03 | 95.52 | 96.02 | 96.54 |
| 反応後の質量(g) B | 94.53 | 95.02 | 95.52 | 96.04 | 96.54 |
| CO ₂ の質量(g) A-B | 0.15 | 0.01 | 0 | -0.02 | 0 |
| CO ₂ の合計質量(g) | 1.19 | 1.2 | 1.2 | 1.18 | 1.18 |
| CO ₂ の合計物質量(mol) | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.027 | 0.027 |

炭酸カルシウム 3.00g(0.03 mol)の点(矢印)も含めて直線を書いている。塩酸がなくなるまでは比例のグラフで、その後は一定になることを理解して直線を表現しているため、思考・判断・表現の観点で「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

【評価Aの例】

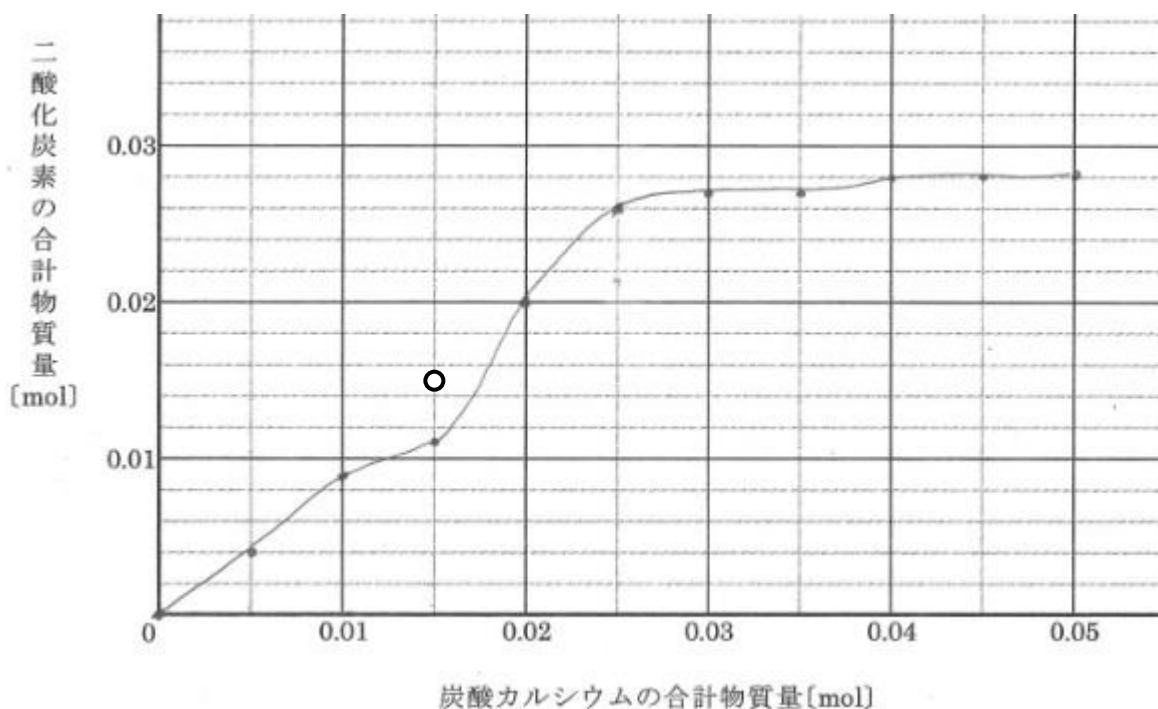


| CaCO ₃ の合計質量(g) | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| CaCO ₃ の合計物質量(mol) | 5.0×10^{-3} | 1.0×10^{-2} | 1.5×10^{-2} | 2.0×10^{-2} | 2.5×10^{-2} |
| 反応前の質量(g) A | 102.00 | 102.32 | 102.64 | 102.93 | 103.21 |
| 反応後の質量(g) B | 101.82 | 102.14 | 102.43 | 102.71 | 103.00 |
| CO ₂ の質量(g) A-B | 0.18 a | 0.18 b | 0.21 c | 0.22 | 0.21 |
| CO ₂ の合計質量(g) | 0.18 | 0.36 | 0.57 | 0.79 | 1.00 |
| CO ₂ の合計物質量(mol) | 4.0×10^{-3} | 8.1×10^{-3} | 1.3×10^{-2} | 1.8×10^{-2} | 2.3×10^{-2} |

| CaCO ₃ の合計質量(g) | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| CaCO ₃ の合計物質量(mol) | 3.0×10^{-2} | 3.5×10^{-2} | 4.0×10^{-2} | 4.5×10^{-2} | 5.0×10^{-2} |
| 反応前の質量(g) A | 103.50 | 103.89 | 104.39 | 104.90 | 105.41 |
| 反応後の質量(g) B | 103.39 | 103.89 | 104.40 | 104.91 | 105.42 |
| CO ₂ の質量(g) A-B | 0.11 | 0 | -0.01 | -0.01 | -0.01 |
| CO ₂ の合計質量(g) | 1.11 | 1.11 | 1.10 | 1.09 | 1.08 |
| CO ₂ の合計物質量(mol) | 2.5×10^{-2} | 2.5×10^{-2} | 2.5×10^{-2} | 2.5×10^{-2} | 2.5×10^{-2} |

0.50 gの炭酸カルシウムで発生する二酸化炭素は0.22 gであることを踏まえると、3.00 gでの二酸化炭素発生量は理論値より小さく、それよりも前に塩酸が反応しきったと考えられる。そのことを踏まえて、炭酸カルシウム 3.00 gの点(矢印)を含めずに直線を書いていることが読み取れることから、思考・判断・表現の観点で「十分満足できる」状況(A)と判断できる。

【評価Cの例】



| CaCO ₃ の合計質量(g) | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|--------|--------|
| CaCO ₃ の合計物質質量[mol] | 0.005 | 0.01 | 0.015 | 0.02 | 0.025 |
| 反応前の質量(g) A | ①+0.50 100.36 | ②+0.50 100.67 | ③+0.50 100.95 | 101.21 | 101.45 |
| 反応後の質量(g) B | 100.17② | 100.45③ | 100.71 | 100.95 | 101.23 |
| CO ₂ の質量(g) A-B | 0.19 ^a | 0.22 ^b | 0.24 ^c | 0.26 | 0.22 |
| CO ₂ の合計質量(g) | 0.19 | 0.41 ^{a+b} | 0.65 ^{a+b+c} | 0.91 | 1.13 |
| CO ₂ の合計物質質量[mol] | 0.004 | 0.009 | 0.015 | 0.020 | 0.026 |

| CaCO ₃ の合計質量(g) | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 | 5.00 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CaCO ₃ の合計物質質量[mol] | 0.03 | 0.035 | 0.04 | 0.045 | 0.05 |
| 反応前の質量(g) A | 101.73 | 102.17 | 102.66 | 103.14 | 103.62 |
| 反応後の質量(g) B | 101.67 | 102.16 | 102.64 | 103.12 | 103.60 |
| CO ₂ の質量(g) A-B | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| CO ₂ の合計質量(g) | 1.19 | 1.2 | 1.22 | 1.24 | 1.27 |
| CO ₂ の合計物質質量[mol] | 0.027 | 0.027 | 0.028 | 0.028 | 0.028 |

炭酸カルシウム 1.50 g のプロットする位置が間違っており、さらに曲線として結んでいる。塩酸があるうちは炭酸カルシウムと発生する二酸化炭素の量が比例関係になることを踏まえていれば、プロットした位置がおかしいことに気付き、修正できるはずである。このことから思考・判断・表現の観点で「努力を要する」状況 (C) と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

平衡反応を除いて化学反応は反応物のどれかがなくなるまで反応が進み、係数の比で反応していくことを理解できるように支援する。

7 観点別学習状況の評価の進め方 主体的に学習に取り組む態度

(1) 本時（第7時）のねらい

前時を振り返り、誤差の原因として精度向上のための改善策について、試行錯誤しながら説明する。

(2) 評価規準

主体的に学習に取り組む態度

前時を振り返り、誤差の原因として精度向上のための改善策について、試行錯誤しながら説明している。

(3) 評価のポイント

統計的な誤差については、この時期に標準偏差や分散について数学で扱っていない。しかし、理科の実験においては、操作のミスによる誤差があることを早い段階で理解する必要がある。よって、外値を除外する方法について学ぶとともに、科学的に誤差が生じる操作について考察し、次回以降の実験に反映させる必要がある。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体的評価規準 | 評価方法 |
|------|---|---|----------------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> 前時の実験内容を確認する。 | | 行動観察 |
| | 課題：誤差の原因として精度向上のための改善策について、説明する。 | | |
| 展開1 | <ul style="list-style-type: none"> 正規分布に基づく誤差の考え方について理解する。 | <ul style="list-style-type: none"> 正規分布に基づく誤差の考え方について理解している。 | 行動観察 ワークシート |
| 展開2 | <ul style="list-style-type: none"> 自分の班の測定結果や計算過程で生じる誤差について考え、説明する。 | <ul style="list-style-type: none"> 自分の班の測定結果や計算過程で生じる誤差について考え、説明している。 | |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> 今回の誤差を減らす方法について話し合うとともに、具体的な方法について記載する。 | <ul style="list-style-type: none"> 今回の誤差を減らす方法について話し合うとともに、具体的な方法について記載している。 | ワークシート |

<ワークシートの例>

実験値の検定

| 回数 | 滴下体積(mL) | 滴下体積-平均値 (偏差) | 偏差の2乗 | 68% | 95% |
|----|----------|------------------|-------|-----|-----|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 平均 | | | | | |

↑分散

標準偏差 $s = \sqrt{\text{分散}} =$

68.2%に入るデータは 平均 $\pm s$ なので $\frac{\quad}{\text{平均値} - s} \sim \frac{\quad}{\text{平均値} + s}$

95.5%に入るデータは 平均 $\pm 2s$ なので $\frac{\quad}{\text{平均値} - 2s} \sim \frac{\quad}{\text{平均値} + 2s}$

99.7%に入るデータは 平均 $\pm 3s$ なので $\frac{\quad}{\text{平均値} - 3s} \sim \frac{\quad}{\text{平均値} + 3s}$

【振返り】理論値(6.0×10^{23})からズレた理由について、実験を振返りながら考え、今後のどのようにすれば精度が向上するか書きなさい。

(5) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

ここでは、ワークシートの図の表記を分析することにより、主体的に学習に取り組む態度について評価を行う。

【評価Bの例】

全体を通して動きが遅く、急いでやったために正確なデータが得られなかったことが1番のズレの理由田と思う。2番目は、小数点や目盛りの読み取りがズレにつながってしまったと思う。今回の反省を生かして、これからの実験に取り組んでいきたい。また、今回メスピペットや安全ピペットの使い方を学んだので、今後、有効に活用していきたい。

ズレた原因について試行錯誤しながら考え、今後の改善策について述べていることから、主体的に取り組む態度の観点で「おおむね満足できる」状況 (B) と判断できる。

【評価Aの例】

理論値からステアリン酸の滴下量を考えると、自分の班の値は大きいことがわかった。初めて安全ピペッターやメスピペットを使ったので、1滴ずつ落とすことができず、多量に入れてしまうことがあった。そのため、膜が2層になったり上手に広がらなかったりした可能性がある。細かな値や指数の計算が多く過程が大変だったが、教科書を見ながらどうにか計算し、答えにたどりついた。最後の方は、1滴ずつ落とすコツをつかんだので、次回以降は正確にデータをとれると思う。

ズレの原因についてより具体的に振り返り原因を分析しようと粘り強く取り組む姿勢がみられる。また、自己の学習の振り返りとも関連させており、主体的に取り組む態度の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

【評価Cの例】

メスシリンダーの目盛りの読み取りなど、実験が正確に行えていなかったから。とにかく計算が難しかった。

ズレの原因について述べているものの具体性に欠ける部分がある。また、計算が難しい分野ではあるが、今後の学習への調整などが読み取れないため、主体的に取り組む態度の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

今回の実験において、操作によって数値が変わる可能性がある部分について、P.33とP.34のワークシートを用いて気付かせ、結果に影響する実験操作について考えられるように支援する。

8 観点別学習状況の評価の総括

| 時間 | ねらい・学習活動 | 知 | 思 | 態 | 備考 |
|----|---|---|---|---|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> 原子1個の質量は¹²Cの質量を基準とした相対質量で表すことを理解する。 相対質量×存在比の総和で平均値である原子量が求められることを理解する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 原子1個の質量は¹²Cの質量を基準とした相対質量で表すことを理解した。 相対質量×存在比の総和で平均値である原子量が求められることを理解した。 |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> 分子量、式量が構成原子の原子量の総和であることを理解する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 分子量、式量が構成原子の原子量の総和であることを理解した。 |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> 物質量を理解し、粒子の数や原子量・分子量・式量との関係、モル質量、気体の体積との関係がわかり、それらの単位変換を理解する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 物質量と粒子の数、質量、気体の体積の関係について理解した。 |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> 具体的な物質を用いて、物質量と粒子数、質量、気体の体積との関係を説明する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 具体的な物質を用いて、物質量と粒子数、質量、気体の体積との関係を説明した。 |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> モル濃度による溶液の濃度の表し方を理解し、質量パーセント濃度との違いが説明できる。 水溶液の作り方について説明する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> モル濃度による溶液の濃度の表し方を理解し、質量パーセント濃度との違いを説明した。 水溶液の作り方について説明した。 |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> ステアリン酸単分子膜と1円玉を用いたアボガドロ数の測定を行い、実験器具を適切に使い数値を正しく記録する。 | A | | | <ul style="list-style-type: none"> ステアリン酸単分子膜と1円玉を用いたアボガドロ数の測定を行い、実験器具を適切に使い数値を正しく記録した。 |
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> 統計を用いた誤差について理解する。 前時を振り返り、誤差の原因として精度向上のための改善策について、試行錯誤しながら説明する。 | | | B | <ul style="list-style-type: none"> 統計を用いた誤差について理解した。 前時の振り返りとしての、誤差の原因として精度向上のための改善策について、試行錯誤しながら説明した。 |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式やイオン反応式の書き方を理解し、反応式を書くことができる。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式やイオン反応式の書き方を理解し、反応式を書くことができた。 |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式の係数をもとに、物質量や粒子数、質量、気体の体積の関係について説明する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式の係数をもとに、物質量や粒子数、質量、気体の体積の関係について説明した。 |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> 具体的な化学反応を用いて、反応前後における物質の量の変化を説明する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 具体的な化学反応式を用いて、反応前後における物質の量の変化を説明した。 |
| 11 | <ul style="list-style-type: none"> 塩酸に加えた炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量を図に表し分析する。 分析した値を用いて塩酸の濃度について計算で求める。 | A | A | | <ul style="list-style-type: none"> 塩酸に加えた炭酸カルシウムの量と発生する二酸化炭素の量を図に表し分析した。 分析した値を用いて塩酸の濃度について計算で求めた。 |
| 12 | <ul style="list-style-type: none"> 化学の基本法則を理解する。 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 化学の基本法則を理解した。 |

| | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|
| | ・この単元で身についたことを他の人と共有しながら、学習内容の到達度について自己評価する。 | | | A | ・この単元で身についたことを他の人と共有している。学習内容到達度について自己評価した。 |
| | ペーパーテスト（定期考査） | A | B | | |
| | 単元の総括 | A | B | A | |

- ・「知識・技能」は、第6時、第11時とペーパーテストで評価した。その結果「AAA」となることから、総括して「A」とした。
- ・「思考・判断・表現」は、第11時とペーパーテストで評価した。その結果「AB」となり、この単元では知識の習得や活用に時間がかかることが多いことから、後半の評価を重視し総括して、「B」とした。
- ・「主体的に取り組む態度」は、第7次、第12時で評価した。その結果「BA」となり、後半の評価を重視し総括して、「A」とした。

理数科 事例4 (理数数学 I)

キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

単元名
二次関数

内容のまとめり
(3) 二次関数

1 単元の目標

- (1) 二次関数についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、二次関数を用いて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る。
- (2) 二次関数を活用して事象を論理的に考察する力、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、二次関数の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る。
- (3) 二次関数について、数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、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を身に付ける。

2 単元の評価規準

| 知識・技能 | 思考・判断・表現 | 主体的に学習に取り組む態度 |
|---|--|---|
| ①二次関数の値の変化やグラフの特徴について理解している。 ②二次関数の最大値や最小値を求めることができる。 ③二次方程式の解と二次関数のグラフとの関係について理解している。また、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できる。 | ①二次関数の式とグラフとの関係について、コンピュータなどの情報機器を用いてグラフをかくなどして多面的に考察することができる。 ②二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること。 | ①二次関数やそれに関わる定理・公式のよさを認識し、事象の考察や問題の解決に活用しようとしている。 ②二次関数やそれに関わる定理や公式を導くことやそれらを活用した問題解決において、粘り強く考え、その過程を振り返って考察を深めたり評価・改善したりしようとしている。 |

3 指導と評価の計画 (30 時間)

| 時間 | ねらい・学習活動 | 重点 | 記録 | 備考 |
|----|--|----|----|---------|
| 1 | ・日常生活や社会における、二つの量が互いに関連しながら変化する現象に着目し、それを関数として表現することができる。また、数学として扱う関数の意味や値の範囲等の基礎知識を身に付ける。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 2 | ・座標平面に関する知識を確認したうえで、1次関数のグラフをかくことができる。また、最大値・最小値とその表現のしかたについて、正しく理解している。 | 知 | | 知①：行動観察 |
| 3 | ・二次関数 $y = ax^2$ について、軸や頂点、凸の考え方を確認し、グラフをかくことができる。また、増加・減少の考え方を理解している。 | 知 | | 知①：行動観察 |

| | | | | |
|----|--|--------|---|---|
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> 二次関数 $y = ax^2 + q$, $y = a(x - p)^2$ について、具体的な点のプロットからグラフの位置を理解し、それにもない軸や頂点も平行移動されることを利用して、グラフをかくことができる。 | 知 | | 知①：行動観察 |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> コンピュータを用いて二次関数のグラフをかくことにより、式とグラフの関係を再確認し、$y = a(x - p)^2 + q$ のグラフを見通すことができる。 様々な二次関数のグラフをかくために、平方完成が必要であることを理解し、平方完成ができる。 | 思 知 | | 思①：行動観察 知①：行動観察 |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> 平方完成の結果から、軸や頂点を読み取り、グラフをかくことができる。 | 知 | | 知①：行動観察 |
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> 二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題解決に必要な関数式やそのグラフを表現し、処理することができる。 小単元1の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 知 態 | ○ | 知①：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> 平方完成し、頂点を明らかにしグラフを考えることで、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。 | 知 | | 知②：行動観察 |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> 二次関数のグラフに対し、定義域で正確に切り取り、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。 | 知 | | 知②：行動観察 |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> 決定した二次関数のグラフに対して、定義域の変化に対応した場合分けを行い、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。 | 知 | | 知②：行動観察 |
| 11 | <ul style="list-style-type: none"> 決定した定義域に対して、軸の位置の変化に対応した場合分けを行い、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。 | 知 | | 知②：行動観察 |
| 12 | <ul style="list-style-type: none"> 日常生活や社会における、二つの量が互いに関連しながら変化する現象に着目し、それを二次関数として表現することができる。また、定義域を正確に捉え、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。 | 知 思 | ○ | 知②：小テスト 思②：小テスト |
| 13 | <ul style="list-style-type: none"> 頂点や軸、通る点の条件から、それを満たす二次関数の式を求めることができる。 | 知 | | 知①：行動観察 |
| 14 | <ul style="list-style-type: none"> 定義域や変化を正確に捉え、条件に応じた二次関数の最大値・最小値を求めることができる。 小単元2の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 知 態 | ○ | 知②：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 15 | <ul style="list-style-type: none"> 二次式の因数分解や解の公式を利用して、二次方程式を解くことができる。また、平方完成の計算を利用して、解の公式を導くことができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 16 | <ul style="list-style-type: none"> 解の公式と判別式との関係を正しく理解し、二次方程式の実数解の個数を求めることができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 17 | <ul style="list-style-type: none"> 二次方程式の解と二次関数のグラフとの関係について理解し、二次関数のグラフと x 軸の共有点の座標を求めることができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |

| | | | | |
|----------|--|--------|---|---|
| 18 | ・二次方程式の解と二次関数のグラフとの関係について理解し、判別式を利用して二次関数のグラフと x 軸の共有点の個数を求めることができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 19 | ・二次方程式を利用して、二次関数と x 軸の共有点の座標や個数を求めることができる。 ・小単元 3 の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 知 態 | ○ | 知③：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 20 | ・一次関数と一次不等式の解の関係に着目し、二次関数と二次不等式の解に応用することができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 21 22 | ・二次方程式と二次関数のグラフとの関係について理解し、様々な二次不等式を解くことができる。 | 知 | | 知③：小テスト |
| 23 | ・二次方程式における判別式の意味を振り返り、二次方程式の解の個数や、二次関数のグラフと x 軸との位置関係の条件を適切に処理できる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 24 | ・共通範囲の考え方を理解し、それを利用して連立不等式を解くことができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 25 | ・二次方程式の解の存在範囲について、二次関数のグラフと x 軸の位置関係から考察することができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 26 | ・様々な二次不等式を解くことができる。 ・小単元 4 の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 態 | ○ | 態①②：振り返りシート |
| 27 | ・分母が x の一次式である分数関数について学び、さらに平行移動の考え方を応用し、分数関数のグラフをかくことができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 28 | ・分数関数のグラフを利用し、方程式や不等式を解くことができる。 ・ルート内が x の一次式である無理関数について学び、そのグラフをかくことができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 29 | ・無理関数のグラフを利用し、方程式や不等式を解くことができる。 ・逆関数と合成関数について学び、それぞれ求めることができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 30 | ・単元全体の学習内容についてのテストに取り組み、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。 | 知 思 | ○ | 知①～③：単元テスト 思①②：単元テスト |

4 観点別学習状況の評価の進め方 知識・技能

(1) 本時(第9時)のねらい

二次関数のグラフに対し、定義域で正確に切り取り、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。

(2) 評価規準

「知識・技能」

平方完成し、軸の位置と定義域の両端を正確に捉え、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。

(3) 評価のポイント

増加と減少という二つの特徴をもつ二次関数のグラフに対して、定義域で正確に切り取り、グラフ上で最大値・最小値を求めることができるかどうかを確かめる。グラフ上では y の値として上下の位置で見えていくが、不等号の種類により最大値・最小値をなしと判断する場合などもあり、極限の考え方にも通じるような正確な理解が求められる。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体の評価規準 | 評価方法 |
|------|---|--|------|
| 導入 | ・前時までの内容をもとに、与えられた二次関数を平方完成し、軸の位置と凸の方向を確認する。 | | |
| 展開 | ・定義域の両端の y 座標を調べ、定義域内をクローズアップしたグラフをかく。そのグラフから最大値・最小値を考える。 ・不等号の種類が変わったときの考え方を確認する。 | ・平方完成し、軸の位置と定義域の両端を正確に捉え、二次関数の最大値・最小値を求めることができる。 | 行動観察 |
| まとめ | ・教科書掲載の練習問題で同様の問題に取り組み、要点を整理する。 | | |

(5) 「知識・技能」の評価例

ここでは、行動観察によって評価を行う。

【評価Bの例】

与えられた二次関数の式を正しく平方完成し、さらに定義域の両端を調べグラフをかくことができる。そのうえで最大値・最小値の候補となるグラフ上の点を見いだすことができる場合は、知識・技能の観点で「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

【評価Aの例】

与えられた二次関数の式を正しく平方完成し、さらに定義域の両端を調べグラフをかくことができる。そのうえで最大値・最小値の候補となるグラフ上の点を見いだすことができ、不等号の変化にも対応できる場合は、知識・技能の観点で「十分満足できる」状況(A)と判断できる。

【評価Cの例】

与えられた二次関数のグラフを正確にかくことができない生徒や、最大値・最小値を定義域外の x の値で答えてしまう生徒は、知識・技能の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

上記のような生徒に対しては、平方完成の計算や、軸と頂点などを読み取りグラフをかくプロセスの一つ一つの手順をいっしょに確認していくなど、個別に支援する。グラフについては、どこが定義域で、どこが定義域外なのか分かるよう示し、定義域内で解答ができるよう個別に支援する。

5 観点別学習状況の評価の進め方 思考・判断・表現

(1) 本時(第12時)のねらい

日常生活や社会における、二つの量が互いに関連しながら変化する現象に着目し、それを二次関数として表現することができる。

(2) 評価規準

「思考・判断・表現」

日常生活や社会における、二つの量が互いに関連しながら変化する現象に着目し、それを二次関数として表現している。

(3) 評価のポイント

「思考・判断・表現」の評価の例として、本時では二次関数の知識を生かして最大値・最小値を求める文章問題の小テストを行い、 x とおくものによって変わる定義域を正確に捉えて表現できているか、また、何を x とおくのが最も計算がしやすいかを見いだして表現しているかを評価する。

(4) 「思考・判断・表現」の評価例

ここでは、小テストの記述を分析することにより、思考・判断・表現の評価を行う。

〈小テストの例〉

商品Aは、値段が100円で、1日に100個売れる。この商品Aは、10円値上げするたびに、5個売り上げ数が減ることがわかっている。

問1 $10x$ 円値上げするとしたとき、売り上げ y (円)を x で表せ。

また、 x の範囲を求めよ。

問2 このとき、商品Aの値段をいくらにすれば、売り上げが最大になるか。

問3 x 円値上げすると考えると、売り上げ y や定義域はどう変わるか。

【評価Bの例】

問1では問題を正確に読み取り、 y を x で正しく表し、定義域も正しく求められている。そのうえで問2において、平方完成をし y の最大値とそのときの商品Aの値段を正しく表現できている場合は思考・判断・表現の観点で「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

- (1) $10x$ 円値上げするとしたとき、売り上げ y (円)を x で表せ。
また、 x の範囲を求めよ。

$$y = (100 + 10x) \times (100 - 5x)$$

$$y = -50x^2 + 500x + 10000$$

$$(0 \leq x \leq 20)$$

- (2) このとき、商品Aの値段をいくらにすれば、売り上げが最大になるか。

$$y = -50x^2 + 500x + 10000$$

$$= -(x-5)^2 + 225$$

よって $x=5$ のので $100 + 10 \cdot 5 = 150$

なので 150円にすると売り上げが最大になる。

【評価Aの例】

問1では問題を正確に読み取り、 y を x で正しく表し、定義域も正しく求められている。そのうえで問2において、平方完成をし y の最大値とそのときの商品Aの値段を正しく表現でき、問3において x の置き方の変化にも対応できる場合は思考・判断・表現の観点で「十分満足できる」状況(A)と判断できる。

(1) $10x$ 円値上げするとしたとき、売り上げ y (円) を x で表せ。
また、 x の範囲を求めよ。

題意より $y = (100 + 10x)(100 - 5x)$
 $= -50x^2 + 500x + 10000$

また、 $10x \geq 0$ から $100 - 5x > 0$ より、
 $0 \leq x < 20$

(2) このとき、商品Aの値段をいくりにすれば、売り上げが最大になるか。

(1)より $0 \leq x < 20$ において、 $y = -50(x-5)^2 + 10250$
 $y = -50x^2 + 500x + 10000 = -50(x-5)^2 + 10250$
 の最大値は、 $x=5$ で $y=10250$

つまり、 150 円にすれば売り上げが最大になる。

(3) x 円値上げすると考えると、売り上げ y や定義域はどう変わるか。

このとき、 $y = (100 + x)(100 - \frac{x}{10} - 5)$
 $= -\frac{1}{10}x^2 + 50x + 10000$

また、 $x \geq 0$ から $100 - \frac{x}{10} - 5 > 0$ より、
 $0 \leq x < 200$

【評価Cの例】

問1において正しく立式できない生徒や、問2において平方完成を正しく行うことができない生徒は、思考・判断・表現の観点で「努力を要する」状況(C)と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

上記のような生徒に対しては、平方完成の計算や、定義域の考え方の手順などをいっしょに確認していくなど、個別に支援する。変化するものを x とおいていくが、その変化の単位についても補足し、理解が深まるよう個別に支援する。

6 観点別学習状況の評価の進め方 主体的に学習に取り組む態度

(1) 本時(第26時)のねらい

二次不等式を解くために、二次方程式や二次関数のグラフの知識を利用していることを理解し、様々な二次不等式に対する解く手立てを整理し、説明する。

(2) 評価規準

「主体的に学習に取り組む態度」

習得した知識及び技能を活用して、様々な二次不等式に対する解く手立てを整理し、課題を説明しようとする。

(3) 評価のポイント

「主体的に学習に取り組む態度」の評価の例として、本時では様々な二次不等式を解く手立てや手順について、ワークシートを用いながらグループで話し合い活動を行い、様々な二次不等式と解くという課題を解決しようとしているかを、本時の「振り返りシート」の記述を基に評価する。

ワークシートの一部

- 1 課題 これまでの学習内容を整理し、二次不等式を解く手順についてフローチャートを作成し、説明しよう。
- 2 説明 まず、自分の考えをまとめよう。次に、班で話し合ってみよう。そのとき、他の人の考えを聞いて気付いたことや深まったことを赤字で加えていこう。

振り返りシートの一部

- 1 「どのような知識及び技能を活用したか」
(この時間の活動について、課題を説明するためにあなたが手がかりにしたことや意識したことなど)
- 2 「誰とどのように対話をしたか」
 - ・自分の考え
 - ・班で話し合った後の考え
- 3 「何に気付いたか」
(課題を設定し解決する学習を行い、大切だと感じたことや、学習を進める上で気付いたポイントなど)

(4) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

ここでは、振り返りシートの記述を分析することにより、主体的に学習に取り組む態度の評価を行う。

【評価Bの例】

「誰とどのような対話をしたか」、「何に気付いたか」について記述しており、課題を解決する過程において、試行錯誤しようとしていることが分かる場合は主体的に学習に取り組む態度の観点で「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

【評価Aの例】

「どのような知識及び技能を活用したか」、「誰とどのような対話をしたか」、「何に気付いたか」について記述しており、課題を解決する過程において、試行錯誤しながら、解決しようとしていることが分かる場合は主体的に学習に取り組む態度の観点で「十分満足できる」状況(A)と判断できる。

【評価Cの例】

これまでの学習内容を基に、二次不等式を解く手順を確認しているが、「どのような知識及び技能を活用したか」、「誰とどのような対話をしたか」、「何に気付いたか」について記述していない場合は主体的に学習に取り組む態度の観点で「努力を要する」状況Cと判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

上記のような生徒に対しては、最初に学習のねらいを確認したり、これまでの学習内容を想起させたりする。その上で、例えば、二次不等式の解く手順や考えることについて、自分の考えを基にして試行錯誤したり、他者の考えを基に気付いたりできるように支援する。

7 観点別学習状況の評価の総括

ここでは、単元の指導と評価の計画に基づき、評価方法を工夫して行い、観点ごとに総括した事例を紹介する。

| 時 | 学習活動 | 知 | 思 | 態 | 生徒の様子 |
|----|---|---|---|---|--|
| 1 | ・二つの量が互いに関連しながら変化する現象に着目し、それを関数として表現する。また、数学として扱う関数の意味や値の範囲等の基礎知識を身に付ける。 | | | | ・二つの量が互いに関連しながら変化する現象を関数として表現している。また、数学として扱う関数の基礎知識を身に付けている。 |
| 2 | ・一次関数のグラフをかく。また、最大値・最小値について正しく理解する。 | | | | ・一次関数のグラフをかき、最大値・最小値について理解している。 |
| 3 | ・二次関数 $y = ax^2$ について理解しグラフをかく。また、増加・減少の考え方を理解する。 | | | | ・二次関数 $y = ax^2$ について理解しグラフをかき、増加・減少の考え方を理解している。 |
| 4 | ・二次関数 $y = ax^2 + q$, $y = a(x - p)^2$ について、グラフの位置を理解し、平行移動の考え方を利用して、グラフをかく。 | | | | ・二次関数 $y = ax^2 + q$, $y = a(x - p)^2$ のグラフをかくことができている。 |
| 5 | ・コンピュータを利用して、 $y = a(x - p)^2 + q$ のグラフを見通す。 ・平方完成の計算を身に付ける。 | | | | ・ $y = a(x - p)^2 + q$ のグラフを見通すことができ、さらに平方完成をすることができている。 |
| 6 | ・平方完成を利用し、二次関数のグラフをかく。 | | | | ・平方完成ができている、それを利用し二次関数のグラフをかいている。 |
| 7 | ・問題解決に必要な関数式やそのグラフを表現し、処理する。 ・小単元1の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | A | | B | ・平方完成の計算が正確で、さらにグラフも正確にかいている。 ・対話や気づきを捉え、課題解決に向けて試行錯誤しようとしている。 |
| 8 | ・グラフを利用して、二次関数の最大値・最小値を求める。 | | | | ・平方完成の結果からグラフの位置を捉え、二次関数の最大値・最小値を求めている。 |
| 9 | ・定義域における二次関数の最大値・最小値を求める。 | | | | ・定義域でグラフを正確に切り取り、最大値・最小値を求めている。 |
| 10 | ・定義域の変化に対応した場合分けを行い、二次関数の最大値・最小値を求める。 | | | | ・場合分けを理解し、二次関数の最大値・最小値を確認している。 |
| 11 | ・軸の位置の変化に対応した場合分けを行い、二次関数の最大値・最小値を求める。 | | | | ・場合分けを理解し、二次関数の最大値・最小値を確認している。 |
| 12 | ・二つの量が互いに関連しながら変化する現象を二次関数として表現する。 ・定義域を正確に捉え、二次関数の最大値・最小値を求める。 | B | B | | ・ y を x で正しく表し、定義域も正しく求めている。さらに平方完成をし y の最大値とそのときの x を正しく表現している。 |
| 13 | ・条件から、それを満たす二次関数の式を求める。 | | | | ・条件を理解し、それを満たす二次関数の式を求めている。 |
| 14 | ・定義域や変化から、条件に応じた二次関数の最大値・最小値を求める。 ・小単元2の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | B | | A | ・与えられた定義域における二次関数の最大値・最小値を求めている。 ・身に付けた知識や技能を把握し、対話や気づきを捉えている。 |
| 15 | ・様々な二次方程式を解く。 | | | | ・二次方程式を解いている。また、解 |

| | | | | | |
|----------------|--|---|---|---|--|
| | ・解の公式を導く。 | | | | の公式を導く過程を理解している。 |
| 16 | ・判別式を利用して、二次方程式の実数解の個数を求める。 | | | | ・判別式を利用して、二次方程式の実数解の個数を求めている。 |
| 17 | ・二次関数のグラフと x 軸の共有点の座標を求める。 | | | | ・二次方程式の解から、共有点の座標を求めている。 |
| 18 | ・判別式を利用して二次関数のグラフと x 軸の共有点の個数を求める。 | | | | ・判別式の意味を理解し、共有点の個数を求めている。 |
| 19 | ・二次関数と x 軸の共有点の座標や個数を求める。 ・小単元3の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | A | | B | ・二次方程式と二次関数のグラフの関係を理解し、共有点の座標や個数を正しく求めている。 ・対話や気付きを捉え、課題解決に向けて試行錯誤しようとしている。 |
| 20 | ・関数のグラフを利用して、不等式の解を求める。 | | | | ・関数のグラフを利用して、不等式の解を求めている。 |
| 21 22 | ・二次方程式と二次関数のグラフとの関係について理解し、様々な二次不等式を解く。 | | | | ・関数のグラフを利用して、様々な二次不等式の解を求めている。 |
| 23 | ・二次方程式の解の個数や、二次関数のグラフと x 軸との位置関係の条件を適切に処理する。 | | | | ・判別式等を効果的に利用し、二次関数のグラフと x 軸との位置関係の条件を適切に処理している。 |
| 24 | ・共通範囲の考え方を理解し、連立不等式を解く。 | | | | ・それぞれの不等式の解の共通範囲が連立不等式の解であることを理解して解いている。 |
| 25 | ・二次方程式の解の存在範囲について、二次関数のグラフと x 軸の位置関係から考察する。 | | | | ・条件立ての過程を理解し、それぞれの条件を適切に処理している。 |
| 26 | ・様々な二次不等式を解く。 ・小単元4の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | | | B | ・対話や気付きを捉え、課題解決に向けて試行錯誤しようとしている。 |
| 27 | ・分数関数のグラフについて学ぶ。 | | | | ・分数関数のグラフをかくことができている。 |
| 28 | ・分数関数のグラフを利用して方程式や不等式を解く。 ・無理関数のグラフについて学ぶ。 | | | | ・関数のグラフを利用して、方程式や不等式の解を求めている。 ・無理関数のグラフをかくことができている。 |
| 29 | ・無理関数のグラフを利用して方程式や不等式を解く。 ・逆関数と合成関数について学ぶ。 | | | | ・関数のグラフを利用して、方程式や不等式の解を求めている。 ・逆関数や合成関数を正しく求めることができている。 |
| 30 | ・単元全体の学習内容についてのテストに取り組む。 | B | B | | ・二次関数のグラフや基本的な性質を理解し、さらにそれらを二次不等式等に応用している。 ・単元の学習内容がどの程度身に付いているかを自己評価している。 |
| ペーパーテスト（定期考査等） | | B | B | | |
| 単元の総括 | | B | B | B | |

- ・「知識・技能」は、第7時、第12時、第14時、第19時、第30時とペーパーテストで評価した。その結果、「ABBABB」となることから、総括して「B」とした。
- ・「思考・判断・表現」は、第12時、第27時とペーパーテストで評価し、「BBB」となることから、総括して「B」とした。
- ・「主体的に学習に取り組む態度」は、「BABBB」となることから、総括して「B」とした。

理数科 事例5 (理数数学Ⅱ)

キーワード 指導と評価の計画から評価の総括まで

単元名

いろいろな式

内容のまとめり

(1) いろいろな式

1 単元の目標

- (1) いろいろな式の考えについての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、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る。
- (2) 数の範囲や式の性質に着目し、等式や不等式が成り立つことなどについて論理的に考察する力など、問題解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする力を養う。
- (3) いろいろな式について、数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、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を身に付ける。

2 単元の評価規準

| 知識・技能 | 思考・判断・表現 | 主体的に学習に取り組む態度 |
|--|---|---|
| ①三次の乗法公式及び因数分解の公式を理解し、それらを用いて式の展開や因数分解をすることができる。 ②多項式の除法や分数式の四則計算の方法について理解し、簡単な場合について計算をすることができる。 ③数を複素数まで拡張する意義を理解し、複素数の四則計算をすることができる。 ④二次方程式の解の種類を判別及び解と係数の関係について理解している。 ⑤因数定理について理解し、簡単な高次方程式について因数定理などを用いてその解を求めることができる。 | ①式の計算の方法を既に学習した数や式の計算と関連付け多面的に考察している。 ②実数の性質や等式の性質、不等式の性質などを基に、等式や不等式が成り立つことを論理的に考察し、証明することができる。 ③日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、方程式を問題解決に活用することができる。 | ①多項式や方程式に関わる定理・公式のよさを認識し、事象の考察や問題の解決に活用しようとしている。 ②多項式や方程式に関わる定理や公式を導くことやそれらを活用した問題解決において、粘り強く考え、その過程を振り返って考察を深めたり評価・改善したりしようとしている。 |

3 指導と評価の計画 (32 時間)

| 時間 | ねらい・学習活動 | 重点 | 記録 | 備考 |
|----|---|--------|----|--------------------|
| 1 | ・三次の情報公式及び因数分解の公式を導き、それらを用いて展開や因数分解をすることができる。 | 知 | | 知①：行動観察 |
| 2 | ・パスカルの三角形の規則性を理解し、それを用いて式の展開をすることができる。 ・組合せの考え方を用いて、二項定理を用いた展開の計算を理解し、式の展開をすることができる。 | 知 思 | | 知①：行動観察 思①：行動観察 |
| 3 | ・二項定理を利用して、特定の項の係数を求めることができる。 | 知 | | 知①：行動観察 |

| | | | | |
|----|---|--------|---|---|
| 4 | ・前時の発展として、組合せの考え方から多項定理を理解し、特定の項の係数を求めることができる。 | 思 | | 思①：行動観察 |
| 5 | ・三次式の展開や因数分解ができる。二項定理を用いて特定の項の係数を求めることができる。 ・小単元1の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 知 態 | ○ | 知①：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 6 | ・多項式の除法の手順を理解し、商と余りを求めることができる。 | 知 | | 知②：行動観察 |
| 7 | ・2種類以上の文字を含む多項式において、1つの文字に着目して割り算をすることができる。 ・分数式の乗法・除法の手順を理解し、正しく計算することができる。 | 知 | | 知②：行動観察 |
| 8 | ・因数分解の結果から、多項式の最大公約数と最小公倍数を考えることができる。 ・分数式の加法・減法において、正しく通分したうえで計算することができる。 | 知 | | 知②：行動観察 |
| 9 | ・恒等式の性質を理解し、係数比較法や数値代入法を用いて未知数を求めることができる。 | 知 | | 知①②：行動観察 |
| 10 | ・多項式の除法や分数式の四則演算を正しく計算することができる。 ・小単元2の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 知 態 | ○ | 知②：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 11 | ・正確に式変形することにより、等式の証明をすることができる。また、与えられた条件を利用して、等式を証明することができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 12 | ・比例式とその活用の仕方を理解し、条件が比例式となっている等式を証明することができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 13 | ・実数の性質や等式の性質などを基に、条件式を効果的に活用し、等式が成り立つことを論理的に考察し、証明することができる。 ・両辺の差が正であることを示すことにより、不等式を証明することができる。 | 思 | ○ | 思②：小テスト ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 14 | ・実数の平方が0以上であることを利用して、不等式を証明することができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 15 | ・両辺が正である不等式において、平方の大小関係を示すことにより、もとの不等式を証明することができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 16 | ・相加平均と相乗平均の関係について理解し、それを利用して不等式の証明をすることができる。 | 思 | | 思②：行動観察 |
| 17 | ・様々な不等式を証明することができる。 ・小単元3の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 思 態 | ○ | 思②：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 18 | ・複素数とその性質について理解し、簡単な加法・減法・乗法の計算をすることができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |

| | | | | |
|----|--|--------|---|---|
| 19 | ・互いに共役な複素数の性質を理解し、複素数の除法の計算をすることができる。また、負の数の平方根を求めることができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 20 | ・解の公式を用いて、実数解・虚数解いずれの場合であっても二次方程式を解くことができる。 | 知 | | 知③：行動観察 |
| 21 | ・複素数の四則演算をすることができる。 ・様々な二次方程式を解くことができる。 ・小単元4の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 知 態 | ○ | 知③：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 22 | ・二次方程式における判別式の意味を振り返り、二次方程式の解の種類と個数を判別することができる。 | 知 | | 知④：行動観察 |
| 23 | ・二次方程式の解と係数の関係について理解し、様々な計算に活用することができる。 | 知 | | 知④：行動観察 |
| 24 | ・二次方程式の解を利用した因数分解ができる。解と係数の関係を利用して、条件を満たす二次方程式を求めることができる。 | 知 | | 知④：行動観察 |
| 25 | ・解と係数の関係を利用して、二次方程式の解の符号の条件を適切に処理することができる。また、二次関数のグラフを利用した解法との比較を理解している。 | 知 思 | | 知④：行動観察 思①：行動観察 |
| 26 | ・解と係数の関係を利用した様々な問題を処理することができる。 ・小単元5の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 態 | ○ | 態①②：振り返りシート |
| 27 | ・多項式の除法の知識を生かし、剰余の定理を利用して1次式や2次式で割った余りを求めることができる。 | 知 思 | | 知⑤：行動観察 思①：行動観察 |
| 28 | ・剰余の定理を発展させた因数定理を理解し、それを利用して多項式の因数分解をすることができる。 | 知 | | 知⑤：行動観察 |
| 29 | ・三次の因数分解公式や因数定理を利用して、高次方程式を解くことができる。 | 知 | | 知⑤：行動観察 |
| 30 | ・複素数の相等の知識を生かし、方程式の解の条件から、方程式の係数や他の解を求めることができる。 ・三次方程式の解と係数の関係について理解し、簡単な計算を行うことができる。 | 知 | | 知⑤：行動観察 |
| 31 | ・様々な高次方程式を解くことができる。 ・小単元6の学習を振り返り、振り返りシートに記述することを通して、その後の学習を見通すことができる。 | 知 態 | ○ | 知⑤：小テスト 態①②：振り返りシート ※小テストの結果は指導等に生かす。 |
| 32 | ・単元全体の学習内容についてのテストに取り組み、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。 | 知 思 | ○ | 知①～⑤：単元テスト 思①②：単元テスト |

4 観点別学習状況の評価の進め方 知識・技能

(1) 本時（第9時）のねらい

恒等式の性質を理解し、係数比較法や数値代入法を用いて未知数を求めることができる。

(2) 評価規準

「知識・技能」

恒等式の性質を理解し、係数比較法・数値代入法いずれにおいても正しく記述し、未知数を求めることができる。

(3) 評価のポイント

計算部分だけを見れば基本的な数値計算であり、決して複雑ではない。しかし、係数比較法であれば「この等式が恒等式となるためには」、数値代入法であれば「逆にこのとき、左辺は□という式になるから、 x についての恒等式となる。」など、評価者に解答記述の意図が伝わるような記述が求められる。この後の等式・不等式の証明ではさらに記述が重要になってくることもあり、ここで正確な記述を意識することができるかどうかの評価のポイントになる。

(4) 指導と評価の流れ

| 学習場面 | 学習活動 | 学習活動における具体の評価規準 | 評価方法 |
|------|--|--|------|
| 導入 | ・方程式と恒等式の違いに触れながら、恒等式の性質をまとめる。 | | |
| 展開 | ・恒等式の性質を利用して、係数を求める問題を考える。記述部分を強調しながら、係数比較法で考え解く。 ・数値代入法について考える。「逆に～」という記述がなぜ必要なのか、数値代入法が適しているのはどのような問題か、について考える。 | ・恒等式の性質を理解し、係数比較法・数値代入法いずれにおいても正しく記述し、未知数を求めることができる。 | 行動観察 |
| まとめ | ・教科書掲載の練習問題で同様の問題に取り組み、要点を整理する。 | | |

(5) 「知識・技能」の評価例

ここでは、行動観察によって評価を行う。

【評価Bの例】

恒等式の性質を理解し、係数比較法・数値代入法いずれにおいても正しく記述し、未知数を求めることができる場合は、知識・技能の観点で「おおむね満足できる」状況（B）と判断できる。

【評価Aの例】

恒等式の性質を理解し、係数比較法・数値代入法いずれにおいても正しく記述し、未知数を求めることができる。さらに記述の必要性について理解し、問題に合わせて解法を選ぶことができる場合は、知識・技能の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

【評価Cの例】

式変形や数値代入の際の計算でミスをしてしまう生徒や、必要な記述が抜けてしまい、答えを求めることにとどまってしまう生徒は、知識・技能の観点で「努力を要する」状況（C）と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

上記のような生徒に対しては、丁寧な式変形のプロセスや計算の工夫などの手順をいっしょに確認していくなど、個別に支援する。記述についても、その必要性を再度確認するなど、丁寧に記述するという意識ができるよう個別に支援する。

5 観点別学習状況の評価の進め方 思考・判断・表現

(1) 本時(第13時)のねらい

実数の性質や等式の性質などを基に、条件式を効果的に活用し、等式が成り立つことを論理的に考察し、証明することができる。

(2) 評価規準

「思考・判断・表現」

実数の性質や等式の性質などを基に、条件式を効果的に活用し、等式が成り立つことを論理的に考察し、証明の記述法に基づき記述している。

(3) 評価のポイント

「思考・判断・表現」の評価の例として、本時では等式の証明を求める小テストを行い、証明の記述法に基づき記述できているか、また、条件つき等式の場合には、どのように条件式を利用するのが最も計算しやすいかを見いだして表現しているかを評価する。

(4) 「思考・判断・表現」の評価例

ここでは、小テストの記述を分析することにより、思考・判断・表現の評価を行う。

〈小テストの例〉

問1 次の等式を証明せよ。

$$(x^2 + 1)(y^2 + 1) = (xy + 1)^2 + (x - y)^2$$

問2 次の等式の証明を考える。

$$a + b + c = 0 \text{ のとき } ab(a + b) + bc(b + c) + ca(c + a) + 3abc = 0$$

- (1) $a + b + c = 0$ より $c = -(a + b)$ として、 c を $-(a + b)$ に置き換えた等式を証明せよ。
 (2) 問1とは異なる条件式の利用の仕方でも等式を証明せよ。

【評価Bの例】

問1では証明の記述法にしたがい、両辺それぞれ式変形を正しく行い、証明できている。そのうえで問2(1)において、指定されている通りに条件式を利用し、正しく証明が記述できている場合は思考・判断・表現の観点で「おおむね満足できる」状況(B)と判断できる。

②(1) 次の等式を証明せよ。

$$(x^2 + 1)(y^2 + 1) = (xy + 1)^2 + (x - y)^2$$

$$\begin{aligned} \text{(左辺)} &= (x^2 + 1)(y^2 + 1) \\ &= x^2y^2 + x^2 + y^2 + 1 \\ &= x^2y^2 + 2xy + 1 + x^2 - 2xy + y^2 \\ &= (xy + 1)^2 + (x - y)^2 = \text{(右辺)} \end{aligned}$$

(2) 次の等式の証明を考える。よて $(x^2 + 1)(y^2 + 1) = (xy + 1)^2 + (x - y)^2$
 $a + b + c = 0$ のとき $ab(a + b) + bc(b + c) + ca(c + a) + 3abc = 0$ と仮定。

① 条件より $c = -(a + b)$ として、 c を $-(a + b)$ に置き換えた等式を証明せよ。

$$\begin{aligned} \text{(左辺)} &= ab(a + b) + b(a + b)(-a) - a(a + b)(-b) + 3ab(a + b) \\ &= ab(a + b) + ab(a + b) + ab(a + b) - 3ab(a + b) \\ &= 3ab(a + b) - 3ab(a + b) \\ &= 0 = \text{(右辺)} \end{aligned}$$

よて、式は証明された。

【評価Aの例】

問1では証明の記述法にしたがい、両辺それぞれ式変形を正しく行い、証明できている。そのうえで問2(1)において、指定されている通りに条件式を利用し、正しく証明が記述できている。さらに問2(2)において、異なる条件式の利用の仕方を表現できている場合は思考・判断・表現の観点で「十分満足できる」状況(A)と判断できる。

2 (1) 次の等式を証明せよ。
 $(x^2+1)(y^2+1)=(xy+1)^2+(x-y)^2$
 (左辺) = $x^2y^2+x^2+y^2+1$
 (右辺) = $x^2y^2+2xy+1+x^2-2xy+y^2$
 $= x^2y^2+x^2+y^2+1$
 よって、(左辺) = (右辺) ㊦

(2) 次の等式の証明を考える。
 $a+b+c=0$ のとき $ab(a+b)+bc(b+c)+ca(c+a)+3abc=0$
 ① 条件より $c=-(a+b)$ として、 c を $-(a+b)$ に置き換えた等式を証明せよ。
 $c = -(a+b)$ より、
 (左辺) = $ab(a+b)+b\{- (a+b)\}\{b-(a+b)\}-(a+b)a\{- (a+b)+a\}$
 $+3ab\{- (a+b)\}$
 $= ab(a+b)+ab(a+b)+ab(a+b)-3ab(a+b)$
 $= 0 = (\text{右辺})$
 よって(左辺) = (右辺) ㊦

② ①とは異なる条件式の利用の仕方等で等式を証明せよ。
 $a+b+c=0$ より、 $a+b=-c$, $b+c=-a$, $c+a=-b$ などが
 (左辺) = $ab(-c)+bc(-a)+ca(-b)+3abc$
 $= -abc-abc-abc+3abc = 0 = (\text{右辺})$
 よって(左辺) = (右辺) ㊦

【評価Cの例】

問1や問2(1)において正しく式変形ができない生徒や、証明の記述法として成り立っていない生徒は、思考・判断・表現の観点で「努力を要する」状況(C)と判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

上記のような生徒に対しては、両辺を別々に扱うなどの基本的な証明の記述法から確認するなど、個別に支援する。また、展開や因数分解など、計算の部分もいっしょに確認していくなど、理解が深まるよう個別に支援する。

6 観点別学習状況の評価の進め方 主体的に学習に取り組む態度

(1) 本時（第26時）のねらい

二次方程式の解と係数の関係を利用して、解の存在範囲を考える問題において、二次関数のグラフを利用した解法と、ひとつひとつの条件を比較し、どちらも正しい解が導かれることを整理し、説明する。

(2) 評価規準

「主体的に学習に取り組む態度」

習得した知識及び技能を活用して、二次方程式の解の存在範囲を考える問題において、二通りの解法を比較し、課題を説明しようとする。

(3) 評価のポイント

「主体的に学習に取り組む態度」の評価の例として、本時では二次方程式の解の存在範囲を考える問題とその二通りの解法について、ワークシートを用いながらグループで話し合い活動を行い、様々な二次不等式と解くという課題を解決しようとしているかを、本時の「振り返りシート」の記述を基に評価する。

ワークシートの一部

1 課題 これまでの学習内容を整理し、二次方程式の解の存在範囲を考える問題において、次の二通りの解法を比較し、どちらも正しい解が導かれることを説明しよう。

- ① 二次方程式の解と係数の関係の利用
- ② 二次関数のグラフの利用

2 説明 まず、自分の考えをまとめよう。次に、班で話し合ってみよう。そのとき、他の人の考えを聞いて気付いたことや深まったことを赤字で加えていこう。

振り返りシートの一部

- 1 「どのような知識及び技能を活用したか」
(この時間の活動について、課題を説明するためにあなたが手がかりにしたことや意識したことなど)
- 2 「誰とどのように対話をしたか」
 - ・自分の考え
 - ・班で話し合った後の考え
- 3 「何に気付いたか」
(課題を設定し解決する学習を行い、大切だと感じたことや、学習を進める上で気付いたポイントなど)

(4) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

ここでは、振り返りシートの記述を分析することにより、主体的に学習に取り組む態度の評価を行う。

【評価Bの例】

「誰とどのような対話をしたか」、「何に気付いたか」について記述しており、課題を解決する過程において、二つの解法の条件の違いに注目し、試行錯誤しようとしていることが分かる場合は主体的に学習に取り組む態度の観点で「おおむね満足できる」状況（B）と判断できる。

【評価Aの例】

「どのような知識及び技能を活用したか」、「誰とどのような対話をしたか」、「何に気付いたか」について記述しており、課題を解決する過程において、違う条件でも同じ解が導かれることを確認するなど、試行錯誤しながら、解決しようとしていることが分かる場合は主体的に学習に取り組む態度の観点で「十分満足できる」状況（A）と判断できる。

【評価Cの例】

これまでの学習内容を基に、問題を解く手順を確認しているが、「どのような知識及び技能を活用したか」、「誰とどのような対話をしたか」、「何に気付いたか」について記述していない場合は、主体的に学習に取り組む態度の観点で「努力を要する」状況Cと判断できる。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

上記のような生徒に対しては、最初に学習のねらいを確認したり、これまでの学習内容を想起させたりする。その上で、例えば、二次方程式の解の存在範囲を考えることについて、自分の考えを基にして試行錯誤したり、他者の考えを基に気付いたりできるように支援する。

7 観点別学習状況の評価の総括

ここでは、単元の指導と評価の計画に基づき、評価方法を工夫して行い、観点ごとに総括した事例を紹介する。

【事例】

| 時 | 学習活動 | 知 | 思 | 態 | 生徒の様子 |
|----|---|---|---|---|---|
| 1 | ・三次の情報公式及び因数分解の公式を導き、それらを用いて展開や因数分解をする。 | | | | ・三次の乗法公式、因数分解の公式を導くことができている。それらを利用して展開、因数分解をしている。 |
| 2 | ・パスカルの三角形や、二項定理を用いた展開の計算を利用し、式の展開をする。 | | | | ・パスカルの三角形の規則性や、二項定理を理解し、それらを利用した展開の計算ができている。 |
| 3 | ・二項定理を利用して、特定の項の係数を求める。 | | | | ・二項定理を利用して、特定の項の係数を求めている。 |
| 4 | ・組合せの考え方から多項定理を理解し、特定の項の係数を求める。 | | | | ・多項定理を利用し、特定の項の係数を求めている。 |
| 5 | ・三次式の展開や因数分解を計算する。二項定理を用いて特定の項の係数を求める。 ・小単元1の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | A | | B | ・展開や因数分解の計算が正確で、二項定理も効果的に活用できている。 ・対話や気付きを捉え、課題解決に向けて試行錯誤しようとしている。 |
| 6 | ・多項式の除法の手順を理解し、商と余りを求める。 | | | | ・手順にしたがい、多項式の除法の計算ができている。 |
| 7 | ・2種類以上の文字を含む多項式の割り算をする。 ・分数式の乗法・除法の手順を理解し、正しく計算する。 | | | | ・多項式の割り算を正確に行っている。分数式の乗法・除法の手順を理解している。 |
| 8 | ・多項式の最大公約数や最小公倍数を求めることができる。 ・分数式の加法・減法において、正しく通分したうえで計算する。 | | | | ・多項式の最大公約数や最小公倍数を求めることができている。 ・分数式の加法・減法を正しく処理している。 |
| 9 | ・恒等式の性質を理解し、係数比較法や数値代入法を用いて未知数を求める。 | | | | ・恒等式の性質を理解し、未知数を求めることができている。 |
| 10 | ・多項式の除法や分数式の四則演算を正しく計算する。 ・小単元2の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | A | | B | ・多項式の除法や分数式の四則演算を正確に計算している。 ・対話や気付きを捉え、課題解決に向けて試行錯誤しようとしている。 |
| 11 | ・式変形や、与えられた条件を利用して、等式を証明する。 | | | | ・正確に式変形を行い、等式を証明している。 |
| 12 | ・条件が比例式である等式を証明する。 | | | | ・比例式の利用の仕方を理解し、等式を証明している。 |
| 13 | ・条件式を効果的に活用し、等式を証明する。 ・両辺の差が正であることを示すことにより、不等式を証明する。 | | B | | ・条件式を利用し、等式を証明している。 ・不等式の証明法を理解している。 |
| 14 | ・実数の平方が0以上であることを利用して、不等式を証明する。 | | | | ・因数分解や平方完成を不等式の証明に利用している。 |
| 15 | ・両辺が正である不等式において、平方 | | | | ・記述に注意し、不等式を証明してい |

| | | | | | |
|----|--|---|---|---|--|
| | の大小関係を示し、もとの不等式を証明する。 | | | | る。 |
| 16 | ・相加平均と相乗平均の関係を利用して不等式の証明をする。 | | | | ・相加相乗平均の関係を理解し、不等式の証明に利用している。 |
| 17 | ・様々な不等式を証明する。 ・小単元3の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | | A | B | ・様々な不等式の証明法を理解している。また、等号成立とその意味について理解している。 ・対話や気づきを捉え、課題解決に向けて試行錯誤しようとしている。 |
| 18 | ・複素数とその性質について理解し、簡単な加法・減法・乗法の計算をする。 | | | | ・正確に複素数の計算をしている。 |
| 19 | ・複素数の除法を計算する。また、負の数の平方根を理解し求める。 | | | | ・複素数の除法について理解している。負の数の平方根を求めている。 |
| 20 | ・解の公式を用いて、二次方程式を解く。 | | | | ・解の公式を正確に覚え、計算に生かしている。 |
| 21 | ・複素数の四則演算をする。 ・様々な二次方程式を解く。 ・小単元4の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | B | | A | ・複素数の四則演算や二次方程式の計算が正確にできている。 ・身に付けた知識や技能を把握し、対話や気づきを捉えている。 |
| 22 | ・二次方程式の解の種類と個数を判別する。 | | | | ・判別式を利用し、二次方程式の解の種類と個数を判別している。 |
| 23 | ・二次方程式の解と係数の関係について理解し、様々な計算に活用する。 | | | | ・対称式の知識も生かし、様々な計算に利用している。 |
| 24 | ・二次方程式の解を利用して因数分解する。解と係数の関係を利用してや条件を満たす二次方程式を求める。 | | | | ・二次方程式の解を利用した因数分解をしている。また、解と係数の関係を理解している。 |
| 25 | ・解と係数の関係を利用して、二次方程式の解の符号の条件を処理する。また、二次関数のグラフを利用した解法との比較を理解する。 | | | | ・解と係数の関係の利用について理解し、二次関数のグラフを利用する解法と比較している。 |
| 26 | ・解と係数の関係を利用した様々な問題を処理する。 ・小単元5の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | | | B | ・対話や気づきを捉え、課題解決に向けて試行錯誤しようとしている。 |
| 27 | ・剰余の定理を利用して一次式や二次式で割った余りを求める。 | | | | ・剰余の定理を理解し、整式の割り算における余りを求めている。 |
| 28 | ・因数定理を利用して多項式の因数分解をすることができる。 | | | | ・因数定理を利用して、多項式の因数分解をしている。 |
| 29 | ・三次の因数分解公式や因数定理を利用して、高次方程式を解く。 | | | | ・これまでの因数分解の知識を生かし、高次方程式を解いている。 |
| 30 | ・方程式の解の条件から、方程式の係数や他の解を求める。 ・三次方程式の解と係数の関係について理解し、簡単な計算を行う。 | | | | ・虚数解の代入や、その後の計算が正確にできている。 ・三次方程式の解と係数の関係を理解している。 |
| 31 | ・様々な高次方程式を解く。 ・小単元6の学習を振り返り、その後の学習を見通す。 | B | | A | ・因数定理を利用して、高次方程式を解いている。 ・身に付けた知識や技能を把握し、対 |

| | | | | |
|----|--------------------------|---|---|---|
| | | | | 話や気づきを捉えている。 |
| 32 | ・単元全体の学習内容についてのテストに取り組む。 | B | B | <ul style="list-style-type: none"> ・二項定理や整式の除法，因数定理など，基本的な多項式に関する知識を身につけている。 ・解と係数の関係について理解し，様々な計算に活用することができる。 ・単元の学習内容がどの程度身に付いているかを自己評価している。 |
| | ペーパーテスト（定期考査等） | B | B | |
| | 単元の総括 | B | B | B |

・「知識・技能」は，第5時，第10時，第21時，第31時，第32時とペーパーテストで評価した。その結果，「AABBBB」となることから，総括して「B」とした。

・「思考・判断・表現」は，第13時，第17時，第32時とペーパーテストで評価し，「BABBB」となることから，総括して「B」とした。

・「主体的に学習に取り組む態度」は，「BBBBABA」となることから，総括して「B」とした。

【理数部会作成委員】

| | |
|-------|-----------------|
| 高木 伸幸 | 宮城県教育庁高校教育課指導主事 |
| 菅原 佑介 | 宮城県仙台第三高等学校教諭 |
| 庄司 宗彦 | 宮城県仙台向山高等学校教諭 |
| 三嶋 廣人 | 宮城県宮城第一高等学校教諭 |