

高等学 校

平成 31 年度 (2019 年度)

# 教育研究員研究報告書

理 科

東京都教育委員会

## 目 次

|     |           |    |
|-----|-----------|----|
| I   | 研究主題設定の理由 | 1  |
| II  | 研究の視点     | 1  |
| III | 研究の仮説     | 2  |
| IV  | 研究の方法     | 3  |
| V   | 研究の内容     | 5  |
| VI  | 研究の成果     | 15 |
| VII | 今後の課題     | 16 |

|      |   |
|------|---|
| 研究主題 | <b>観察、実験の結果を処理し、考察する力を育成するための授業改善と学習評価の工夫</b> |
|------|---|

## I 研究主題設定の理由

### 1 我が国の生徒の学力の実態と課題について

PISA2015では、科学的リテラシーの平均得点は国際的にみると高く、TIMSS2015では、1995年以降の調査において最も良好な結果になっているといった成果が見られる。一方、TIMSS2015では、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力に課題が見られる結果となっている。

### 2 高等学校学習指導要領改訂に当たっての基本的な考え方

「高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編(平成30年7月)」(以下、「解説」と表記。)には、「理科で育成を目指す資質・能力を育成する観点から、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象について科学的に探究する学習を重視した。」と示されている。

### 3 学習評価の在り方

平成31年3月文部科学省からの「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)」において、学習評価の基本的な考え方として、「教師の指導改善につながるものにしていくこと」、「生徒の学習改善につながるものにしていくこと」、「これまで慣行として行われてきたことでも必要性・妥当性が認められないものは見直していくこと」が示された。

### 4 研究主題設定の理由

高等学校学習指導要領改訂に当たっての基本的な考え方及び学習評価の在り方を踏まえ、生徒が理科の見方・考え方を働かせて、観察、実験の結果に基づき考察を進めることができるようにするためには、授業改善や学習評価の工夫が必要であるとの観点から、本研究では、研究主題を「観察、実験の結果を処理し、考察する力を育成するための授業改善と学習評価の工夫」とした。

## II 研究の視点

以下に示す視点に立って仮説の設定を行い、研究を計画した。

### 1 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ

「解説」では、「理解においては、課題の把握(発見)、課題の探究(追究)、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが必要である。」と示された上で、資質・能力を育成する学びの過程の例として図1が示されている。本研究は、図1の課題の解決の考察・推論の場面に着目して実施した。

### Ⅲ 研究の仮説

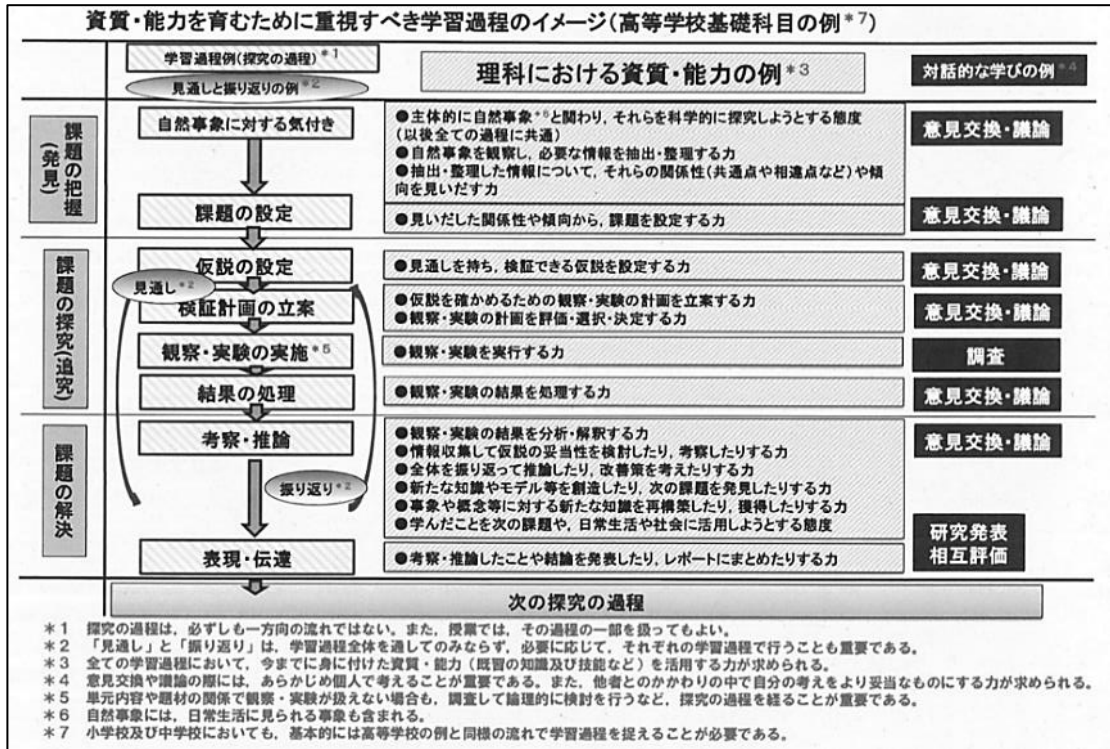


図1 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ(「解説」より)

#### 1 理科の見方・考え方を働かせる

平成30年度の教育研究員高等学校理科部会の研究では、理科において求められる「資質・能力」を育むために、ルーブリック評価を使った授業改善を行っている。報告書からは、「仮説の設定」や「検証計画の立案」の場面で、生徒が理科の見方・考え方を働かせる

ようになった要因は、ルーブリック評価とともに、生徒に具体的に示した理科の見方・考え方のマトリクスを提示したことではないかとの考えが示されていた。(「平成30年度教育研究員研究報告書 理科」 東京都教育委員会)そこで、図2のような理科の見方・考え方のマトリクス表を配布し、活用することとした。

|    |           | 考え方      |           |             |             |
|----|-----------|----------|-----------|-------------|-------------|
|    |           | (ア) 比較する | (イ) 関連付ける | (ウ) 条件を制御する | (エ) 多面的に考える |
| 見方 | ① 量的・関係的  |          |           |             |             |
|    | ② 質的・実体的  |          |           |             |             |
|    | ③ 共通性・多様性 |          |           |             |             |
|    | ④ 時間的・空間的 |          |           |             |             |
|    | ⑤ 原因と結果   |          |           |             |             |
|    | ⑥ 部分と全体   |          |           |             |             |
|    | ⑦ 定性と定量   |          |           |             |             |

図2 生徒に示す理科の見方・考え方

#### 2 ワークシートの工夫

図3のように、ワークシートに理科の見方・考え方のチェック項目を記載し、配布した図2の理科の見方・考え方のマトリクス表の活用を促すこととした。

【考察】 実験結果、データ処理から分かること、考えられることについて記述せよ。

.....

.....

.....

※考察の視点(理科の見方・考え方)  
 ①-ア     ①-イ  
 ⑤-イ     ⑤-エ

図3 理科の見方・考え方のチェック項目を記載したワークシートの例

### 3 ルーブリックの評価と活用

評価は、評価A（十分満足できる）、評価B（おおむね満足できる）、評価C（努力を要する）の三つを基本として作成した。本部会において、B評価は、「観察、実験の結果に基づいて、理科の見方・考え方を働かせて、規則性・関係性・特徴等について正しく表現している。」とした。また、評価Cは、評価Bに満たない場合と設定し、評価Aは、学校で育成を目指す資質・能力と照らし合わせて、研究員ごとに設定した。

ルーブリックは、自己評価や他者を評価するとき、教員の評価を見て振り返るときなど複数回活用する機会を設定した。また、授業で身に付ける力を意識させるため、自己評価の際には、その理由を書くようにした。

本研究では、前述した「Ⅱ 研究の視点」を踏まえて、「探究の過程を踏まえた授業の『考察・推論』の場面で、理科の見方・考え方を考慮したワークシートや、自己評価や相互評価、授業者による評価の際にルーブリックを活用することで、理科の見方・考え方を働かせた考察ができるようになる」と仮説を立てて研究を行った。

## Ⅳ 研究の方法

### 1 研究の概要

図4は、研究の概要である。網掛けの部分は本研究で工夫したところを表している。

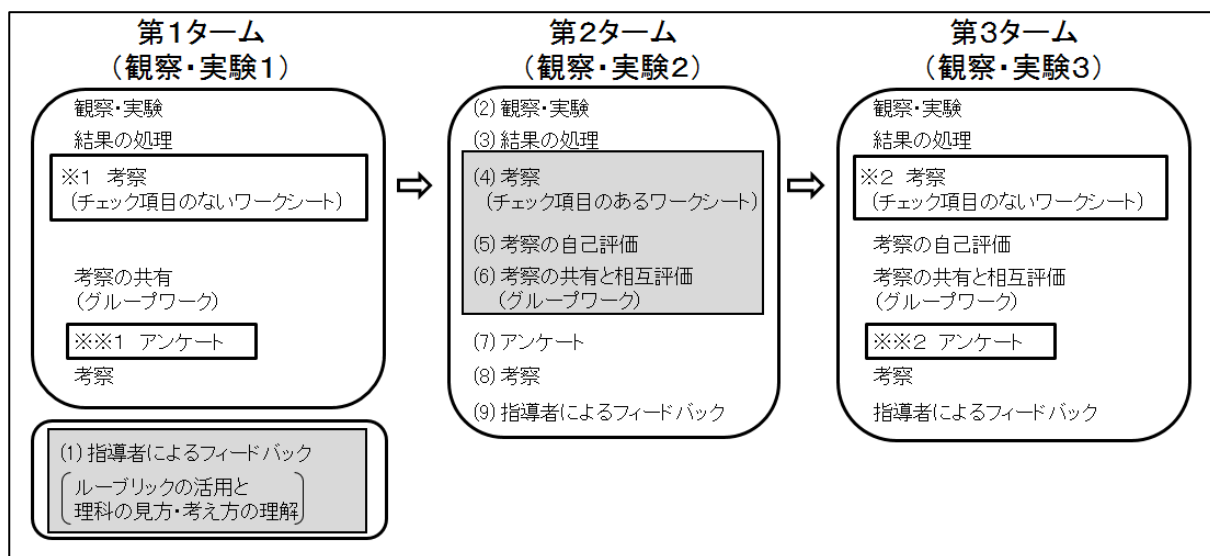


図4 検証計画の概要図

以下に検証授業における生徒の学習活動と指導内容について記す。なお、表中の番号(1)～(9)は「図4 検証計画の概要図」中の番号(1)～(9)と対応している。

|       |     | 生徒の学習活動                                    | 指導内容  |
|-------|-----|--|---|
| 第1ターム | (1) | 指導者によるフィードバック<br>(ルーブリックの活用法と理科の見方・考え方の理解) | 考察の評価を行い、考察の評価ポイントや改善点についてコメントを付けて返却する。また、ルーブリックの活用法と理科の見方・考え方について説明する。 |

|       | 生徒の学習活動           | 指導内容  |
|-------|-------------------|---|
| 第2ターム | (2) 観察・実験         | 観察・実験を行う。   |
|       | (3) 結果の処理         | 結果の処理を行う上で必要なチェック項目を記載したワークシートを用いる。                     |
|       | (4) 考察            | どの見方・考え方を意識して考察するとよいか分かるように、チェック項目を記載したワークシートを用いる。      |
|       | (5) 考察の自己評価       | 生徒は、ループリックを用いて、自分の考察を評価をさせる(評価A～C)。また、その評価を付けた理由を記述させる。 |
|       | (6) 考察の共有と相互評価    | ループリックを用いてグループ内で考察の評価をさせる。また、グループワークによって新たに得た考察を記入させる。  |
|       | (7) アンケート         | アンケート(図5)を実施する。   |
|       | (8) 考察            | 再度、考察を行う。   |
|       | (9) 指導者によるフィードバック | 考察の評価を行い、考察の評価ポイントや改善点についてコメントを付けて返却する。                 |

第1ターム、第2ターム、第3タームは、観察・実験の一つのまとまりを示している。第1タームの(1)指導者によるフィードバックでは、ワークシートに考察の書き方の助言を記載して返却する。また、理科の見方・考え方のマトリクス表を配布し、理科の見方・考え方について説明をする。第2ターム(4)では、理科のどの見方・考え方を意識して考察するとよいか分かるように、チェック項目が記載されたワークシートを用いる。(5)では、自己評価を行い、評価理由を記述させる。(6)では、ループリックを用いて、生徒が互いに考察の記述内容を評価する。(8)では、再び、同じ課題についての考察を行う。(9)では、考察の評価ポイントや改善点についてコメントを記載し、返却する。

## 2 検証方法

### (1) ワークシートによる検証

図4における第1タームの※1考察の評価と第3タームの※2考察の評価B(おおむね満足できる)以上の評価の割合を比較し、第2タームのワークシートの工夫とループリックを複数回活用した効果の検証を行う。

### (2) アンケート調査による検証

第1ターム中の「※※1アンケート」と第3ターム中の「※※2アンケート」の結果から、ワークシートの工夫やループリックを複数回活用することは、理科の見方・考え方を働かせた考察を行う上で有効な支援になったかを調査・分析する。

| 項 目                       | 当てはまる やや当てはまる やや当てはまらない 当てはまらない |   |   |   |
|---------------------------|---------------------------------|---|---|---|
|                           | 1                               | 2 | 3 | 4 |
| 1 理科の見方(〇〇)を意識して、授業に参加した。 | 1                               | 2 | 3 | 4 |
| 2 理科の考え方を意識して考察した。        | 1                               | 2 | 3 | 4 |

※ 項目1の〇〇には、本授業の理科の見方の例を記載した。

図5 アンケート項目

## V 研究の内容

全体テーマ 「『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業改善」

高校部会テーマ

学校の教育活動全体を通して育成すべき「資質・能力」を育むための授業改善と学習評価の充実

理科において求められる「資質・能力」について

- (1) 自然の事象に関する知識・理解。観察、実験に関する技能
- (2) 自然の事象の中から課題を発見する力。見通しをもって観察、実験を行い、得られた結果を処理し、科学的な根拠を基に考えを表現する力
- (3) 主体的に自然の事物・現象に関わり、探究しようとする態度及び新たなものを創造する力

高校部会テーマにおける各教科等の【現状】と【課題】と【テーマ設定のための着眼点】

【現状】

- (1) 観察、実験の結果を表にしたり、グラフにしたりするなどの結果を処理する力が十分ではない。
- (2) 観察、実験の結果に基づいていない考察をする生徒が一定数いる。
- (3) 授業で理科の見方・考え方を意識して学んでいる生徒は少ない。

【課題】

- (1) 観察、実験の結果を処理する方法について気付かせる必要がある。
- (2) 考察するための基本的な視点や表現方法について指導する必要がある。
- (3) 理科の見方・考え方を意識させるための授業改善と学習評価が必要である。

【テーマ設定のための着眼点】

- ・観察、実験の結果を処理する力は、考察・推論するのに不可欠である。
- ・観察、実験の結果に基づいて、考察・推論する力を養うことは、探究する力を養うことにつながる。
- ・理科の見方・考え方を意識させるために、ワークシートを工夫して授業改善を図るとともにルーブリックを用いて、学習評価を示すことにより生徒の学習の方向性を伝えることは、生徒の学習改善につながる。

### 高等学校理科部会主題

観察、実験の結果を処理し、考察する力を育成するための授業改善と学習評価の工夫

仮 説

理科の見方・考え方を示したワークシートや、ルーブリックを利用した学習評価の活用を通して、生徒は理科の見方・考え方を働かせた考察を行うことができる。

具体的方策

- ・観察、実験の結果を適切に処理させるために、既習事項を振り返る場面を設定する。
- ・理科の見方・考え方を働かせた考察をさせるために、理科の見方・考え方を記載したプリントを配布する。
- ・ルーブリックの利用を促すために、留意する点を示したチェックリストをワークシートに記載する。また、自己評価や相互評価を行う際にルーブリックを利用する。
- ・生徒の学習改善につなげるために、ルーブリックにより、評価基準を示す。

検証方法

- ・工夫したワークシートを活用する前後で、理科の見方・考え方を働かせて考察できているかについて、考察の変容と質問紙法により検証する。
- ・検証授業後にルーブリックの活用を意識するようになったかについて、質問紙法により検証する。

## 1 実践事例 物理基礎 第2学年

### (1) 単元名、使用教材（教科書、副教材）

ア 単元名 (2)様々な物理現象とエネルギーの利用 (ア)波 ①音と振動

イ 使用教材 教科書「改訂 新編 物理基礎」東京書籍

### (2) 単元の目標

ア 様々な物理現象とエネルギーの利用を日常生活や社会と関連付けながら、弦の振動、音波の性質について理解する。

イ 様々な物理現象とエネルギーの利用について、観察・実験などを通して探究し、波とその利用における規則性や関係性を見いだして表現する。

ウ 自然の事物・現象に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

### (3) 単元の評価規準

| ア 知識・技能  | イ 思考・判断・表現   | ウ 主体的に学習に取り組む態度  |
|--|--|--|
| ①日常生活や社会と関連付けながら、音と振動について理解している。<br>②実験の基本操作を習得している。 | ①実験で得られた結果から、規則性や関係性を見いだしている。<br>②科学的な根拠を基に、自分の考えを表現している。<br>③仮説の妥当性や改善策を検討している。 | ①主体的に実験を行うことができる。<br>②音と振動の現象に対して主体的に関わり、科学的に探究しようとしている。<br>③他者と対話しながら、自分の考えを改善しようとしている。 |

### (4) 単元の指導と評価の計画（8時間扱い）

|         | 学習活動   | 評価の観点 |   |   | 評価規準<br>(評価方法など)  |
|---------|--|-------|---|---|---|
|         |  | ア     | イ | ウ |   |
| 第1時     | ・音の速さについて、演示実験を通して理解する。  | ●     | ● | ● | ア-①（ワークシート）<br>イ-①、②、③（ワークシート）<br>ウ-②、③（ワークシート、行動観察）          |
| 第2時     | ・音の大きさや高さ、音色など、音の伝わり方について理解する。   | ●     |   |   | ア-①（授業ノート）  |
| 第3時     | ・うなりについて理解する。  | ●     |   |   | ア-①（授業ノート）  |
| 第4時（本時） | ・実験の考察を通して、弦の振動における波長、周期、振動数、弦を伝わる波の速さについて理解する。<br>・ルーブリックを用いて自己評価、相互評価を行い、チェック項目を付したワークシートを用いて理科の見方・考え方を意識して取り組む。（第2タームの考察） | ●     | ● | ● | ア-①（ワークシート）<br>イ-①、②、③（ワークシート）<br>ウ-②、③（ワークシート、行動観察）          |
| 第5時     | ・弦の振動について、問題演習を通して理解する。  | ●     |   |   | ア-①（授業ノート）  |
| 第6時     | ・実験の考察を通して、弦を伝わる波の速さを決める物理量について理解する。（※2考察）   | ●     | ● | ● | ア-①（ワークシート）<br>イ-①、②、③（ワークシート）<br>ウ-②、③（ワークシート、行動観察）          |
| 第7時     | ・気柱の共鳴について、問題演習を通して理解する。   | ●     |   |   | ア-①（授業ノート）  |
| 第8時     | ・気柱の共鳴について、実験を通して理解を深める。   | ●     | ● | ● | ア-①、②（ワークシート、行動観察）<br>イ-①、②、③（ワークシート）<br>ウ-①、②、③（ワークシート、行動観察） |



(5) 本時（全8時間中の4時間目）

ア 本時の目標

(7) 弦に定常波ができるときの波形を変化させると、波長、周期、振動数、弦を伝わる波の速さがどのように変化するか、その関係性について理解する。

(1) 実験結果から考察・推論することを通して、理科において求められる資質・能力を高める。

イ 仮説に基づく本時のねらい

理科の見方・考え方を示したワークシートや、自己評価や相互評価、授業者による評価の際にルーブリックを活用して、弦の波形の変化と、波長、周期、振動数、弦を伝わる波の速さとの関係性について、実験結果に基づいて考察することをねらいとする。

ウ 本時の展開

| 時間  | 学習活動  | 指導上の留意点   | 評価規準<br>(評価方法など)  |
|-----|---|---|---|
| 5分  | ・ルーブリックと理科の見方・考え方について確認する。                                  | ・ワークシート1と理科の見方・考え方のマトリクスを配布し、ルーブリックの使い方と理科の見方・考え方について説明する。<br>理科の見方・考え方については、具体例を挙げて説明する。 |   |
| 5分  | <b>【実験】 弦にできる定常波の波形を変化させると、波長、周期、振動数、弦を伝わる波の速さがどう変化するか。</b> |   |   |
| 5分  | ・2名の生徒が行う実験を見ながら、実験内容を理解する。                                 | ・2名の生徒を指名し実験を行わせる。  |   |
| 25分 | ・個人でデータ処理、考察を行う。  | ・ワークシート2を配布する。机間指導し、データ処理で間違っている生徒には個別に指導を行う。   | ア - ① (ワークシート)<br>イ - ①、②、③ (ワークシート)<br>ウ - ② (ワークシート、行動観察)   |
| 2分  | ・自己評価を行う。   | ・ルーブリックを用いて評価するように説明する。その評価をつけた理由も記述するように説明する。  |   |
| 10分 | ・3～4名のグループで、相互評価を行う。  | ・一人が自身の考察を発表し、それに対してグループで評価を行わせる。他者の考察を聞いて新たに得られた考察については記述するように説明する。                      | ウ - ③ (ワークシート)  |
| 3分  | ・ワークシート2を提出する。<br>・アンケートに回答する。<br>・実験レポートの課題内容を確認する。        | ・ワークシート2を回収する。<br>・アンケートを実施する。<br>・実験レポートを配布し、課題内容、提出方法について説明する。                          | ア - ① (ワークシート)<br>イ - ①、②、③ (ワークシート)<br>ウ - ②、③ (ワークシート、行動観察) |



ト上昇した。一方、アンケート項目5「理科の見方を意識して授業に参加した」において、肯定的な回答である「当てはまる」「やや当てはまる」の割合は、第1タームでは64%、第3タームでは82%となり、18ポイント上昇した（図9を参照）。また、アンケート項目6「理科の考え方を意識して考察した」では、肯定的な回答が第1タームでは66%、第3タームでは74%と8ポイント上昇した（図10を参照）。以上のことから、理科の見方・考え方を考慮したワークシートや、自己評価や相互評価の際にルーブリックを活用することなどにより、理科の見方・考え方を意識して、観察、実験の結果に基づいた考察ができるようになったと考えられる。

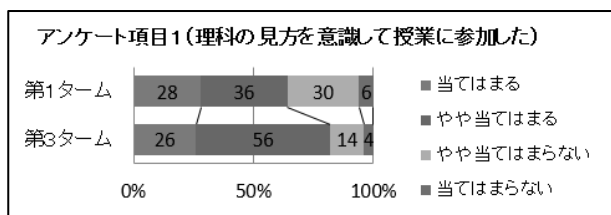


図9 アンケート項目1

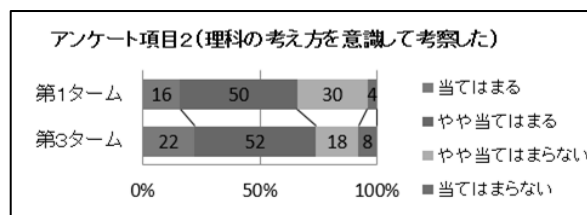


図10 アンケート項目2

#### イ ワークシートにおける考察の変容

第1タームで行った重力加速度の測定実験では、「落下距離を長くすると、落下にかかる時間が長くなる」など、考察の記述は、現象の説明が多く、物理量の関係性についてはあまり見られなかった。しかし、理科の見方・考え方を考慮したワークシートや、自己評価や相互評価、授業者による評価の際にルーブリックを活用したことで、第3タームで行った弦を伝わる波の速さを決める物理量を調べる実験では、「糸の張力が2倍、3倍…になると、弦を伝わる波の速さの2乗も2倍、3倍…になっているので、弦を伝わる波の速さの2乗は、糸の張力に比例する。」や、関係性を視覚化するためにグラフを描き、「グラフより、弦を伝わる波の速さの2乗は、糸の張力に比例する。」のように、量的な関係の見方で比較している考察が多く見られるようになった。このことは、教師による評価のフィードバックの際に、理科の見方・考え方を働かせた考察ができていた生徒の例や、物理量の関係性を見るためにグラフを描いている生徒の例を提示したことも、一因であると考えられる。

## 2 実践事例 化学 第2学年

### (1) 単元名、使用教材（教科書、副教材）

ア 単元名 (1)物質の変化と平衡 (イ)化学反応と化学平衡 ㊦電離平衡

イ 使用教材 教科書「改訂 高等学校 化学」第一学習社

### (2) 単元の目標

ア 水のイオン積、pH及び弱酸や弱塩基の電離平衡について理解する。

イ 電離平衡については酢酸やアンモニアのような弱酸や弱塩基の水溶液を取り上げ、電離定数についての理解を深める。

ウ 弱酸の濃度から電離定数を求めるような実験を行い、濃度と電離度の関係性について理解する。

### (3) 単元の評価規準

| ア 知識・技能   | イ 思考・判断・表現   | ウ 主体的に学習に取り組む態度  |
|---|--|--|
| ①弱酸の電離平衡定数、緩衝作用について理解している。<br>②弱酸の電離定数や緩衝液の性質についての実験の基本操作を習得している。 | ①実験で得られた結果から、規則性や関係性を見いだしている。<br>②科学的な根拠を基に、自分の考えを表現している。<br>③仮説の妥当性や改善策を検討している。 | ①主体的に実験に取り組もうとしている。<br>②弱酸・弱塩基の電離平衡と電離度、水のイオン積と水溶液の pH の関係性について主体的に関わり、科学的に探究しようとしている。<br>③他者と対話しながら、自分の考えを改善しようとしている。 |

### (4) 単元の指導と評価の計画（9時間扱い）

|             | 学習活動  | 評価の観点 |   |   | 評価規準<br>(評価方法など)  |
|-------------|---|-------|---|---|---|
|             |   | ア     | イ | ウ |   |
| 第1時         | ・水の電離平衡から水素イオン指数 (pH) を求める方法を学ぶ。  | ●     |   |   | ア-① (授業ノート)   |
| 第2時         | ・弱酸と弱塩基の電離定数と pH の関係について学ぶ。   | ●     |   |   | ア-① (授業ノート)   |
| 第3時         | ・溶液の希釈と電離度の関係について理解する。  | ●     |   |   | ア-① (授業ノート)   |
| 第4時         | ・濃度と電離度と電離定数の関係性を見いだす (実験)。   | ●     | ● | ● | ア-① (ワークシート)<br>イ-① (ワークシート)<br>ウ-① (ワークシート、行動観察)                   |
| 第5時<br>(本時) | ・濃度と電離度と電離定数の関係性を見いだす。<br>・ループリックを用いて自己評価、相互評価を行い、チェック項目を付したワークシートを用いて理科の見方・考え方を意識して取り組む。(第2タームの考察) | ●     | ● | ● | ア-① (ワークシート)<br>イ-①、②、③ (ワークシート)<br>ウ-②、③ (ワークシート、行動観察)             |
| 第6時         | ・前時のレポートを振り返る。<br>・酸の多段階電離について理解する。   | ●     | ● | ● | ア-① (ワークシート)<br>イ-① (ワークシート)<br>ウ-② (ワークシート)                        |
| 第7時         | ・塩の加水分解について理解する。  | ●     |   |   | ア-① (授業ノート)   |
| 第8時         | ・緩衝液について理解する。   | ●     |   |   | ア-① (授業ノート)   |
| 第9時         | ・実験を通して、緩衝液について理解する。<br>・ループリックを用いて自己評価、相互評価を行い、チェック項目を付したワークシートを用いて理科の見方・考え方を意識して取り組む。(※2考察)       | ●     | ● | ● | ア-① (授業ノート) ア-② (行動観察)<br>イ-①、②、③ (ワークシート)<br>ウ-①、②、③ (ワークシート、行動観察) |

### (5) 本時（全9時間中の5時間目）

#### ア 本時の目標

- (ア) 弱酸の濃度と電離度の図の作成や電離定数を求め、弱酸の電離平衡についての理解を深める。
- (イ) 実験結果から考察・推論することを通して、理科において求められる資質・能力を高める。

イ 仮説に基づく本時のねらい

理科の見方・考え方を示したワークシートや、自己評価や相互評価、授業者による評価の際にルーブリックを活用して、濃度と電離度と電離定数の関係性について、実験結果に基づいて考察をすることをねらいとする。

ウ 本時の展開

| 時間  | 学習活動   | 指導上の留意点   | 評価規準<br>(評価方法など)  |
|-----|--|---|---|
| 10分 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ルーブリックと理科の見方・考え方を確認する。</li> <li>データ処理やデータの共有できているか確認する。</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>ワークシート1と理科の見方・考え方のシートを配布し、ルーブリックの使い方と理科の見方・考え方を説明する。理科の見方・考え方については具体例を説明する。</li> <li>データ処理で間違えている生徒には個別に指導する。</li> </ul>                 |   |
| 15分 | <ul style="list-style-type: none"> <li>データ処理、考察を行う。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ワークシート2を配布する。</li> <li>考察では、話し合いをしないように指導する。</li> </ul>  | ア - ① (ワークシート)<br>イ - ①、②、③ (ワークシート)<br>ウ - ② (ワークシート、行動観察)   |
| 5分  | <ul style="list-style-type: none"> <li>自己評価を行う。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ルーブリックを用いて評価するように説明する。その評価にした理由も記述するように説明する。</li> </ul>  |   |
| 10分 | <ul style="list-style-type: none"> <li>3～4名のグループで、相互評価を行う。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>個人の考察の自己評価をさせる。</li> <li>グループでの話し合いを進めるよう声掛けをする。</li> <li>一人が自分の考察を発表し、それに対してグループで評価を行わせる。他者の考察を聞いて新たに得られた考察については記述するように説明する。</li> </ul> | ウ - ③ (ワークシート)  |
| 10分 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ワークシート2を提出する。</li> <li>アンケートに回答する。</li> <li>ワークシート3の課題内容を確認する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ワークシート2を回収する。</li> <li>アンケートを実施する。</li> <li>ワークシート3を配布し、課題内容、提出方法について説明する。</li> </ul>  | ア - ① (ワークシート)<br>イ - ①、②、③ (ワークシート)<br>ウ - ②、③ (ワークシート、行動観察) |

エ 本時のワークシートの一部

酢酸と同様に塩酸を希釈していくと、pH は以下表のようになった。

| 濃度     | 0.0010mol/L | 0.0050mol/L | 0.010mol/L  | 0.050mol/L  | 0.10mol/L   |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 酢酸の pH | <b>3.82</b> | <b>3.45</b> | <b>3.29</b> | <b>2.94</b> | <b>2.79</b> |
| 塩酸の pH | <b>3.00</b> | <b>2.30</b> | <b>2.00</b> | <b>1.30</b> | <b>1.00</b> |

**【考察】**

酢酸の pH の変化と塩酸の pH の変化の違いについて、理由とともに述べよ。

※考察の視点 (理科の見方・考え方)  
 ア

---



---

| 自己評価 (A、B、C) | 自己評価の理由 |
|--------------|---------|
| 考察：          |         |

図 11 考察のワークシート

(6) 本時の振り返り

ア 評価及びアンケートの変容

図 12 は、考察における評価の割合を示している。評価 A 又は評価 B の割合について第 1 タームでは 11%、第 3 タームでは、26%であり、15 ポイント上昇した。一方アンケート項目 1「理科の見方を意識して授業に参加した」

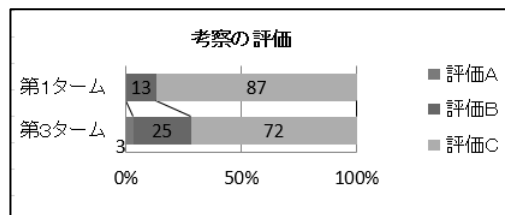


図 12 考察の評価の割合

において、肯定的な回答の割合は、第 1 タームでは 65%、第 3 タームでは 73%であり、8 ポイント上昇した (図 13 を参照)。また、アンケート項目 2「理科の考え方を意識して考察した」においても肯定的な回答が第 1 タームでは 78%、第 3 タームでは 72%であり、6 ポイント減少した (図 14 を参照)。肯定的な回答が減少した理由だが、第 3 タームの自己評価は第 1 タームの自己評価に比べ厳しく評価していることから、評価 A 又は評価 B をとることに難しさを感じたのではないかと考えている。

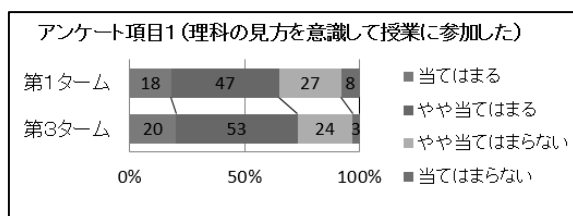


図 13 アンケート項目 1

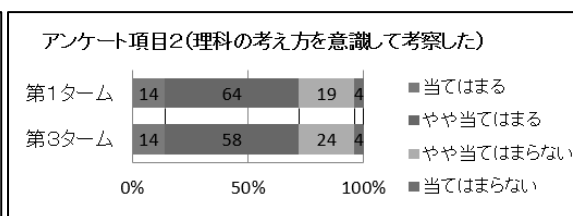


図 14 アンケート項目 2

イ ワークシートにおける考察の変容

第 1 タームの考察では、現象の記述が多かったが、第 3 タームの考察では、実験中の数値の変化について着目して記述したり、実験中の観察に基づいて記述したりするような記述が多くなった。考察の記述の内容が理科の見方・考え方に基づいた内容となってきたことから、理科の見方・考え方を考慮したワークシートや、自己評価や相互評価等の際にルーブリックを活用することで、生徒は理科の見方・考え方を意識して、観察、実験の結果に基づいて考察できるようになったと考えられる。

3 実践事例 生物基礎 第 1 学年

(1) 単元名、使用教材

- ア 単元名 (2)生物の体内環境の維持 ア 生物の体内環境 (イ) 体内環境の維持の仕組み
- イ 使用教科書 改訂版 生物基礎 (数研出版)
- ウ 使用副教材 七訂版 スクエア最新図説生物 (第一学習社)

(2) 単元の目標

- ア 生物の体内環境の維持について理解するとともに、それらの観察、実験などの技能を身に付ける。
- イ 生物の体内環境の維持について、観察、実験などを通して探究し、神経と内分泌による調節及び免疫などの特徴を見いだして表現する。
- ウ 生物や生物現象に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度と、生命を尊重し、

自然環境の保全に寄与する態度を養う。観察、実験などを通して探究し、生物には体内環境を維持に自律神経とホルモンが関係することを理解するとともに、体内環境の維持と健康との関係について認識する。

(3) 単元の評価規準

| ア 知識及び技能   | イ 思考力、判断力、表現力等  | ウ 主体的に学習に取り組む態度   |
|--|---|---|
| ①生物は多様でありながら、共通点があることを理解している。<br>②中学校で学習した内容について理解している。<br>③器具を用いて正しく観察している。 | ①実験・観察で得られた結果から、共通性や多様性を見いだしている。<br>②科学的な根拠を基に考察している。 | ①主体的に実験・観察を行うことができる。<br>②理科の見方・考え方を基に、考察しようとしている。<br>③他者と対話をしながら、評価を互に行い、自分の考察を検討し改善しようとしている。 |

(4) 単元の指導計画と評価計画（4時間扱い）

|             | 学習活動   | 評価の観点 |   |   | 評価基準<br>(評価方法など)   |
|-------------|--|-------|---|---|--|
|             |  | ア     | イ | ウ |  |
| 第1時         | ・自律神経系とホルモンによる調節を学習する。   |       | ● | ● | ア-① (ワークシート)<br>ア-② (ワークシート)   |
| 第2時<br>(本時) | ・第1時の学習内容について、グループで実験観察を行い知識の定着を行う。<br>・ニワトリの脳を観察し、脳の構造を比較し、考察する。<br>(第2タームの考察)<br>・ループリックを用いて自己評価とグループでの相互評価を行う。  | ●     | ● | ● | ア-① (ワークシート)<br>ア-③ (ワークシート)<br>イ-① (ワークシート)<br>イ-② (ワークシート)<br>ウ-① (ワークシート)<br>ウ-② (ワークシート)<br>ウ-③ (ワークシート) |
| 第3時         | ・第2時の学習内容について、グループで考察の相互評価及び自己評価の確認を行う。<br>・授業者からのフィードバックを行った後、理科の見方・考え方を意識した考察を行う。<br>・第1時の続きとして、自律神経系とホルモンによる調節を学習する。  | ●     | ● | ● | ア-① (ワークシート)<br>ア-② (ワークシート)<br>イ-② (ワークシート)<br>ウ-① (ワークシート)<br>ウ-② (ワークシート)<br>ウ-③ (ワークシート)                 |
| 第4時         | ・第1時の学習内容について、グループで課題学習を行い知識の定着を行う。<br>・心臓拍動の調節について、聴診器を用いて調査し、自律神経系との関わりを考察する。(※2考察)<br>・血糖値と糖尿病について、血糖値のデータから解析し、自律神経系や内分泌系との関わりを考察する。<br>・ループリックを用いて自己評価と相互評価を行う。 | ●     | ● | ● | ア-① (ワークシート)<br>ア-② (ワークシート)<br>イ-② (ワークシート)<br>ウ-① (ワークシート)<br>ウ-② (ワークシート)<br>ウ-③ (ワークシート)                 |

(5) 本時（全4時間中の第2時間目）

ア 本時の目標

- (ア) 鳥類の脳を観察し、脊椎動物の脳の構造を示すことができる。
- (イ) ヒトを含めた脊椎動物における脳の構造・機能比較ができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

理科の見方・考え方を示したワークシートや、自己評価や相互評価、授業者による評価の際にループリックを活用して、ニワトリの脳と他の動物の脳を比較し、観察結果に基づ

いて考察することをねらいとする。また、自己評価や相互評価を行うことで、生徒自身が学習の自己調整を行う。

#### ウ 本時の展開

| 時間  | 学習活動   | 指導上の留意点  | 評価規準<br>(評価方法など)   |
|-----|--|--|--|
| 5分  | ・ワークシートの配布<br>・本時の授業内容の確認  |  |  |
| 25分 | ・観察結果1<br>・観察結果2   | ・評価の観点を確認する。<br>・スケッチの方法について机間指導する。  | ア-③ (ワークシート)<br>ウ-① (ワークシート)   |
| 15分 | ・考察<br>(1) 観察結果からの考察<br>(2) 計測結果からの考察<br>・理科の見方・考え方、ルーブリックが記載されたワークシートを用い、考察を行う。<br>・各自でワークシートをまとめ、提出する。 | ・結果に基づく考察であるか確認する。<br>・理科の見方・考え方、ルーブリックを確認し、自己評価をさせる。<br>・班員の間で、結果・考察について理科の見方・考え方、ルーブリックを確認して他者評価をさせる。<br>・班で協力して実施していることを確認する。 | ア-① (ワークシート)<br>イ-① (ワークシート)<br>イ-② (ワークシート)<br>(ルーブリック)<br>ウ-① (ワークシート)<br>ウ-② (ワークシート)<br>ウ-③ (ワークシート) |
| 5分  | ・実験器具の片付け<br>・事後ワークシートの配布  | ・考察のまとめ及び振り返りを記載するワークシートを提出させる。  | ウ-① (ワークシート)<br>ウ-② (ワークシート)<br>ウ-③ (ワークシート)   |

#### (6) 本時の振り返り

##### ア 評価及びアンケートの変容

図 15 は、考察における評価の割合を示している。評価 A 又は評価 B の割合について、第 1 タームでは 15%、第 3 タームでは 94% と 79 ポイント上昇した。一方、アンケート項目 5 「理科の見方を意識して考察した」

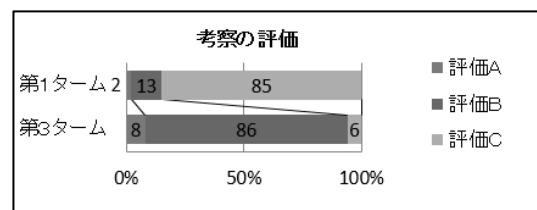


図 15 考察の評価の割合

については、肯定的な回答の割合は、第 1 タームでは 92%、第 3 タームでは 96% と 4 ポイント上昇した (図 16 を参照)。また、アンケート項目 6 「理科の考え方を意識して考察した」 においての、肯定的な解答の割合については、第 1 タームでは 86%、第 3 タームでは 99% と 13 ポイント上昇した (図 17 を参照)。このことより、もともと理科の見方・考え方については、ワークシートへ提示することで生徒への意識付けはできており、それに加えて自己評価や相互評価、さらに、授業者からのフィードバックを行うことで、よりルーブリックに即した考察を行うことができるようになったと考えられる。

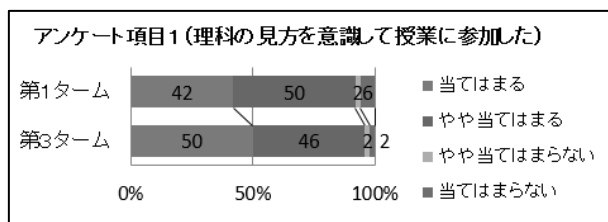


図 16 アンケート項目 1

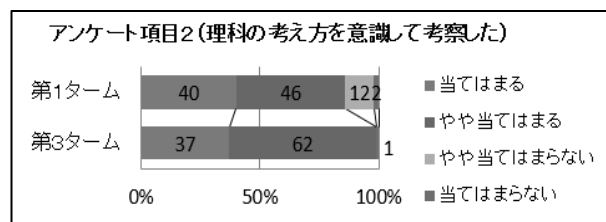


図 17 アンケート項目 2



## イ ワークシートにおける考察の変容

第1タームと比較して、第3タームでは、実験・観察の結果に基づき考察した記述が多く見られるようになった。また、相互評価の場面を観察していると、互いの不足している部分を指摘し合う姿が見られた。互いに学び合い、考察しようとするようになったことや、授業者がフィードバックの際に、理科の見方・考え方を働かせた考察例をプリントで提示することで、考察に対するイメージができるようになったと考えられる。

### (7) 本時のワークシートの一部

|  |          |
|--|----------|
| <b>【考察】</b>  |          |
| (1) ニワトリの脳の観察結果からどのようなことが考えられるか。<br>考察例① ヒトの脳と比べて、鳥類の脳との違いを考えてみよう。(資料集p.00参照)<br>考察例② 鳥類の脳では、小脳や中脳の占める割合が大きい。そこから何が考えられるだろうか。(資料集p.00参照) |          |
|  |          |
| ※考察の視点(理科の見方・考え方) <input type="checkbox"/> ③-エ <input type="checkbox"/> ⑤-イ  |          |
| (2) 鶏の脳重量の、頭部重量に対する割合を求めてみよう。その結果から何が考えられるだろうか。<br>考察例 ヒト(成人男性)の頭部重量を8kg、脳重量を1.5kgとして比較してみよう。  |          |
|  |          |
| ※考察の視点(理科の見方・考え方) <input type="checkbox"/> ①-ア <input type="checkbox"/> ③-ア  |          |
| 考察<br>自己<br>評価   | A・B<br>C |
| 考察<br>評価<br>理由   |          |

図 18 考察のワークシート

## VI 研究の成果

### 1 理科の見方・考え方を示したワークシートの使用は、理科の見方・考え方を働かせた考察を行う上で、有効な支援になる。

第3タームでの評価A又は評価Bの割合は、第1タームでの評価A又は評価Bの割合よりも大きい数値となった(考察における評価の割合、図8、図12、図15を参照)。このことから、理科の見方・考え方を提示し、どのような見方・考え方を意識して考察・推論するとよいか分かるように、ワークシートにチェック項目を記したワークシートの使用は、理科の見方・考え方を働かせて、規則性・関係性・特徴等について考察を行う上で、有効な支援になると考えられる。

### 2 ルーブリックを複数回活用する機会を設けることは、理科の見方・考え方を意識させることに有効である。

アンケート項目1及び2の結果(図9、図10、図13、図16、図17を参照)から、自己評価、相互評価及び教師による評価をフィードバックすることで、生徒に理科の見方・考え方を働かせた考察を意識させることが可能になる。しかし、本研究の一つの事例においては、図14のように理科の考え方を意識して考察したという割合は、第1タームに比べ、第3タームの方の数値が減少する結果となった。このことは、授業の生徒の発言等から第1タームに

比べ第3タームの方が、自己を客観的に振り返ることができるようになり、自己評価を厳しくするようになった結果と分析している。

### 3 学習評価を振り返るときにルーズブックを活用することは、生徒の学習意欲を高めるために有効である。

本研究においては、生徒が主体的に評価の観点を再確認したり、具体的な記述の改善点について教師に相談したりする姿が見られた。生徒は、授業で身に付ける力を意識するとともに学習の改善を考えるようになったことから、意欲的に学習に取り組む姿が見られたと分析している。

## VII 今後の課題

### 1 理科の見方・考え方を働かせた考察ができるようになるための更なる工夫

本研究において、理科の見方・考え方を働かせた考察ができるようになった生徒の割合は増加した。しかし、アンケート項目1（図9、図13、図16）やアンケート項目2（図10、図14、図17）において、肯定的でない回答があったことから、全ての生徒に有効であったとは言えない。今後も理科の見方・考え方を働かせ、実験の観察や結果に基づいた考察ができるようにするため、更なる工夫が必要である。

### 2 科学的に探究するために必要な資質・能力の指導の充実

本研究では、図1の資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージのうち、「課題の解決」に分類される「考察・推論」に着目した。しかし、「考察・推論」は、探究の過程（図1）の一部である。また、育成を目指す資質・能力のどのような力をどの時期に育成すべきかを示した年間指導計画に基づいて実施したわけではない。今後は、年間指導計画の中で、どのような力をどの時期に育成するか計画に加え、校内の教科会等において連携を図り、理科の見方・考え方を働かせて、自然の事物・現象について科学的に探究する学習を推進する必要がある。

### 3 ワークシートの改善や自己評価及び相互評価の活用

学習評価を教師の指導改善につなげるために、第1タームの実験の結果の処理と考察を記述する際の生徒の様子を観察した。実験の結果の処理については、教師の予定時間よりも多くの時間がかかり、考察の時間が十分確保できていないように見受けられた。そのため、第2タームでは、実験結果の処理がより適切に短時間でできるようにワークシートを工夫した。今後も教師は、生徒の様子を観察し、授業の目標を達成するための指導改善を継続する必要がある。また、学習評価を生徒の学習改善につなげるためには、自己評価及び他者からの評価を理由とともに考える学習活動が有効であると示唆する結果が得られた。しかし、短期間での指導では、適切な自己評価ができるようになったとは言いきれない。今後は、生徒が自ら育成する力について明確に把握できるよう、更に自己評価及び相互評価の学習活動を工夫し、適切な自己評価ができるようにする必要がある。

平成 31 年度 (2019 年度) 教育研究員名簿

高等学校・理科

| 学 校 名         | 職 名  | 氏 名      |
|---------------|------|----------|
| 東京都立小松川高等学校   | 主任教諭 | 山 沖 和 之  |
| 東京都立狛江高等学校    | 教 諭  | 沢 田 萌 実  |
| 東京都立戸山高等学校    | 主任教諭 | 鶴 島 富士彦  |
| 東京都立文京高等学校    | 教 諭  | 品 川 瑞 奈  |
| 東京都立町田工業高等学校  | 主任教諭 | ◎松 井 彰 洋 |
| 東京都立昭和高等学校    | 主任教諭 | 西 谷 真 一  |
| 東京都立南多摩中等教育学校 | 教 諭  | 猪 卷 努仁修  |

◎ 世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部高等学校教育指導課  
指導主事 加藤 裕一郎

平成 31 年度 (2019 年度)  
教育研究員研究報告書  
高等学校・理科

令和 2 年 3 月

編 集 東京都教育庁指導部指導企画課  
所 在 地 東京都新宿区西新宿二丁目 8 番 1 号  
電話番号 (03) 5320-6849