

高等学 校

平成 2 7 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	研究主題の設定理由	1
II	研究の視点	2
III	研究の仮説	2
IV	研究の方法	3
V	研究の内容	7
VI	研究の成果	23
VII	今後の課題	24

研究主題	<b>『思考力』を育むための主体的・協働的な学習の展開と指導・評価の在り方</b>
------	---

## I 研究主題設定の理由

### 1 研究主題設定の背景

21世紀の情報化社会・知識基盤社会において学習内容が高度化する中、学びの質を保障することが求められている。TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）やPISA（OECD生徒の学習到達度調査）等の国際学力調査が示すように、習得した知識や技能を定着させ、それらを活用し探究できる力や学習習慣や学習意欲を高めるような授業や学習の在り方が問われている<sup>1)</sup>。高等学校学習指導要領<sup>2)</sup>では「生きる力」を育むという理念の下、知識や技能の習得とともに思考力・判断力・表現力などの育成が一層重視された。理科では、科学的な思考力・判断力・表現力の育成を図る観点から、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動や科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動の充実が図られている。

### 2 研究主題設定の理由

国立教育政策研究所教育課程研究センターがとりまとめた報告書<sup>3)</sup>では、21世紀型能力として「生きる力」を「基礎力・思考力・実践力」の観点で再構築し、その相互関係を示している。この三つの観点のうち、高等学校理科部会では、平成27年度の教育研究員高校部会テーマ『『思考力』、『基礎力』、『実践力』を育むための、主体的・協働的な学習の指導の在り方』の筆頭にも挙げられている思考力の育成に重点を置き、取り組むこととした。

平成24年度の教科基礎調査研究（1年次）<sup>4)</sup>では、「問題に対し予想し、仮説を立てる学習」及び「観察・実験結果を基に考察する学習」を授業に適切に取り入れ、これらの学習活動に対する児童・生徒の意欲を高めるとともに思考力・表現力を高めていけるような指導の改善が課題として報告されている。また、平成26年度の東京都教育研究員高等学校理科<sup>5)</sup>の報告では、思考力・判断力・表現力を高めるために、生徒が自分一人で考え結論を導く学習から、グループワークで他の生徒の考えと比較検討して結論へ導く学習へと発展させることのできる機会を、繰り返し提供していく必要性が述べられている。さらに、平成27年度に実施された全国学力・学習状況調査結果<sup>6)</sup>により、「自分の考えをまわりの人に説明したり発表したりする」、「自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている」、「観察や実験の結果からどのようなことが分かったか考える」、「観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考える」等の項目において、肯定的回答をしている児童・生徒の方が、正答率が高いことが明らかになっている。したがって、生徒が自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考える主体的な学習をするとともに、グループワークなどの協働的な学習を取り入れながら「思考力」を育むことで、「基礎力」、ひいては「実践力」の向上につなげることも期待できる。

以上の点を踏まえ、本研究では、研究主題を『『思考力』を育むための主体的・協働的な学習の展開と指導・評価の在り方』と設定した。仮説（予想）を立てるところから、考察し結論付けるところまで、思考が段階的に把握できるワークシートを用いて、主体的・協働的な学習活動を実践し、ワークシートの記述分析結果を評価に取り入れることで「思考力」の高まりを検証することとした。

## II 研究の視点

平成 27 年度の教育研究員高校部会テーマ『思考力』、『基礎力』、『実践力』を育むための、主体的・協働的な学習の指導の在り方」を受け、本研究ではこれら三つの力には相関関係があり、「思考力」を育むことで、「基礎力」、「実践力」も育むことができるという考えの下、「思考力」を重視し、以下を研究の視点として研究を進めた。

### 1 「思考力」、「基礎力」、「実践力」を育むための指導

平成 24 年度～26 年度の教育研究員の報告<sup>7)</sup>では、生徒が既習事項を用いて課題に取り組む際、グループワーク等を取り入れることで理解が深まることが報告されている。この結果を受け、今年度は、グループワーク等を活用すると同時に、思考過程を明示するワークシートを開発・作成し、それを活用する授業について研究することとした。探究活動の実践方法を参考に作成したワークシートは、[i) 仮説→ii) 検証→iii) 考察→iv) 共有→v) 結論]の流れで構成し、この過程で「思考力」を育ませることを主眼とした。生徒が上記の流れを繰り返し、試行錯誤することによって、「思考力」が育まれ、「基礎力」・「実践力」の向上につながると考えた。また、このワークシートの各項目について、正答だけではなく、思考の過程を評価することで、意欲の向上につながり、「思考力」がより育むことができると考えた。

### 2 主体的・協働的な学習の指導

自然科学は、本来自然に関する事物・現象と向き合い、その過程や仕組みを探究することから始まる。しかし、結果・結論を暗記するものと思っている生徒が多数いる。そこで、興味ある課題、身近な課題を設定し、「仮説」を立てる中で、常に「どうして、そうなるのだろうか」、「(仮に)このようにしたら、どのようになるのか」を意識させることに重点を置いた。そのような取組が、生徒の意欲・関心を高め、生徒の主体的な学習につながると考えた。

また、現状として生徒は、正答だけに重点を置き、過程を熟慮しない傾向にある。それは、授業者が、知識・理解に重点を置く傾向があるため、その過程の指導・評価が十分に行われていないからだと考えた。正答だけにこだわらず、その過程で思考することを観点にした評価をすることにより、生徒が思考しようとする意識付けになると同時に、生徒間の情報交換が盛んになり、生徒の主体的・協働的活動が活性化すると考えた。さらに、段階的に思考過程を把握することができるワークシートを開発・作成することで生徒の学習の支援となり、主体的・協働的な学習を活性化できると考えた。

## III 研究の仮説

本研究では、前述した「II 研究の視点」を踏まえ、次の仮説を立てて研究を行った。

- ① 授業者が授業の導入時に、生徒の興味のある身近な課題を設定すると、生徒は主体的に考え、思考し始める。
- ② 授業者が多様で多面的な評価をすることで、生徒の思考が深化し、生徒間の協働的な活動が活性化する。
- ③ 生徒は、グループワーク等により様々な考え方に触れると、思考する機会が増え、探究する意欲が高まる。
- ④ 生徒は、正答を導き出す過程（プロセス）を自ら発見し、理解することで、学習に取り組む意欲が高まる。
- ⑤ 生徒は、意欲をもって自然の事物・現象を観察し、実験に取り組むことで、その中に新たな疑問を発見できる。

## IV 研究の方法

研究の仮説を踏まえ、「思考力」を育むために、実験・観察以外の授業においてもグループワーク等の協働的な活動を行い、様々な考えを共有することによって、生徒の思考が深化し、主体的に学習に取り組む姿勢が向上するのかを研究した。ワークシートを活用し、生徒の思考の過程を正誤だけではなく、段階的に評価し、生徒のワークシートへの記入内容の変容や授業に関するアンケート結果から効果検証を行った。

### 1 指導の方法

生徒の「思考力」を育むため、主体的・協働的に学習に取り組む授業の展開と評価を行った。検証授業では、グループワークを行ったり、グループ内で他人の考えを共有したりすることで、生徒間の主体的・協働的活動をより活性化させた。また、多様で多面的な（正答にこだわらない）評価を行い、思考する過程に観点を当てた評価をすることで、生徒の意欲が向上し、より思考力が育まれると考えた。

授業の展開としては、指導の流れ（図1）に示したように、授業の目的や目標を生徒に伝え、生徒が興味ある課題や身近な課題を示した後、生徒はグループワークを通して話し合いを行い、その課題に対する仮説を考える。その後、実験や演習を通し、仮説に基づいて検証する。検証結果を基に、グループワークを通して考察し、当初の仮説に対する再検証を行い、内容の補足・訂正を行う。他の生徒やグループの結果・考察を共有し、最後に分かったことを結論としてまとめる。

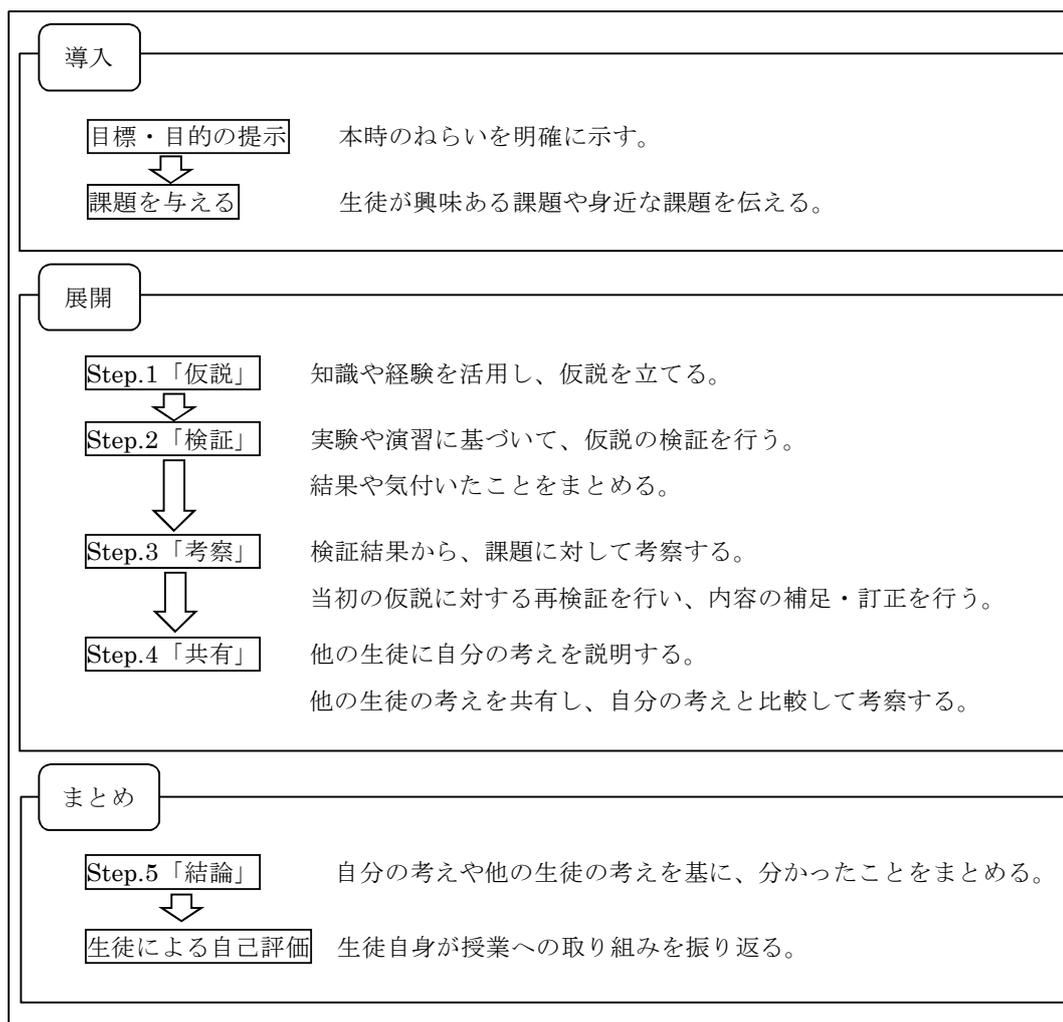


図1 指導の流れ



「Step. 3 (考察)」及び「Step. 5 (結論)」は、科学的・論理的な思考を確認するための観点として評価基準を設定した。「Step. 3 (考察)」と「Step. 5 (結論)」の内容を比較することで、他者の意見の取り入れや、協動的態度を確認することができた。さらに、「Step. 5 (結論)」は、生徒が記入した内容が既習事項に基づき、観察・実験で確認した事象を通して、科学的（実証性・再現性・客観性）に整理されていることを確認するための観点として評価基準を設定した。

「Step. 4 (共有)」の観点に関しては、自由な発想を期待するため、評価の対象外とした。

また、全体を通して、生徒の独自の視点があるかどうかを評価することで、「思考力」の高まりを評価することとした。評価基準については、「物理」「化学」「生物」の3科目共通で一定の基準とし、具体的な評価基準については各学校の生徒の実態に応じて作成した。

表1 ワークシートの項目別評価基準

項目	観点	評価	評価基準
Step. 1	主体性	A	記入している。
		B	記入していない。
	発想・視点	A	発想・視点が記入されている。
		B	発想・視点が記入されていない。
Step. 2	主体性	A	記入している。
		B	記入していない。
Step. 3	思考	A	考えを導き出している。
		B	考えがまとまっていない。
Step. 5	思考・表現	A	科学的・論理的に記入している。
		B	科学的・論理的思考に至っていない。
全体	視点	A	全体を通して、独自の視点が記入されている。
		B	全体を通して、独自の視点が記入されていない。

### 3 生徒による自己評価

ワークシート（図2）の右下には、図3のように自己評価欄を設けた。

自己評価欄の記入内容から、生徒の学習に対する意欲の変化を検証し、学習内容を他の人と共有することが学習する上で、どのように作用するかなどについて考察し、成果と課題を明らかにした。

自己評価の項目は、各科目で共通とした。自己評価を分析することにより、学習意欲の向上を検証した。

項目		低	→	高	
1	自分なりの考えをもつことができた	1	2	3	4
2	他の人と協力し合いながら考えを深めることができた	1	2	3	4
3	用語を正しく用いて考察や結論を書くことができた	1	2	3	4

図3 ワークシートの自己評価欄

## V 研究の内容

全体テーマ **思考力・判断力・表現力等を高めるための授業改善**

高校部会テーマ 「思考力」、「基礎力」、「実践力」を育むための、主体的・協働的な学習の指導の在り方

### 各教科等における「思考力」、「基礎力」、「実践力」の定義

**思考力** ○ 自然に関する事物・現象に疑問をもち、知識や経験を活用し、主体的・科学的に考察する力  
○ 他者の考えや情報を統合、分析、判断し、論理的に課題解決し、新たな疑問を発見する力

**基礎力** ○ 科学的な知識と数や情報を適切に扱う力

**実践力** ○ 科学的な課題を発見し解決できる力

### 高校部会テーマにおける現状と課題

**現状** 授業者は、知識・理解に重点を置く傾向があり、「思考力」を育む指導・評価が十分行われていない。そのため、生徒は正答だけを求め、主体的に考え、多様な観点から思考し、判断しようとならない。

**課題** 授業者は、様々な事物・現象について多様な知識を活用し、多面的に探究して答えを導き出すという過程を重視する必要がある。

### 高等学校理科部会主題

### 「思考力」を育むための主体的・協働的な学習の展開と指導・評価の在り方

#### 仮説

- ・授業者が授業の導入時に、生徒の興味のある身近な課題を設定すると、生徒は主体的に考え、思考し始める。
- ・授業者が多様で多面的な評価をすることで、生徒の思考が深化し、生徒間の協働的な活動が活性化する。
- ・生徒は、グループワーク等により様々な考え方に触れると、思考する機会が増え、探究する意欲が高まる。
- ・生徒は、正答を導き出す過程(プロセス)を自ら発見し、理解することで、学習に取り組む意欲が高まる。
- ・生徒は、意欲をもって自然の事物・現象を観察し、実験に取り組むことで、その中に新たな疑問を発見できる。

#### 具体的方策

- 授業者は、生徒に授業(単元)の目標や目的を事前に理解させ、主体的・協働的な学習活動を実施する。
- 授業者は、生徒の思考を段階的に把握できるワークシートを作成し、主体的・協働的な学習活動を実践する。  
生徒は、初めに仮説を立て、その後、自ら考えた当初の仮説に対する再検証を行い、内容の補足・訂正を行う。
- 授業者は、生徒が記入したワークシートの各項目について、多様で多面的な評価を行う。
- 授業者は、実験・観察等を内容に応じて有効に活用し、生徒の学習活動の深化を図る。

#### 検証方法

- ワークシートの記入内容の分析により、生徒一人一人の「思考力」の高まりを検証する。
- 自己評価アンケートの分析により、学習意欲の向上を検証する。

図4 研究構想図

## 1 実践事例①（物理基礎）

(1) 単元（題材）名（科目名、教科書等）

- ・単元名 3章 波 2節 音と振動
- ・題材名 音の三要素
- ・使用教材 教科書『高校物理基礎』実教出版

(2) 単元（題材）の目標

- ・直線状に伝わる場合を中心に、波の性質について理解する。
- ・気柱の共鳴、弦の振動及び音波の性質を理解する。

(3) 単元（題材）の評価規準

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 観察・実験の技能	エ 知識・理解
①いろいろな波の現象の存在を理解し、一つの物体の運動とは異なり、振動が伝わる量的な関係について関心をもち、意欲的に探究している。	①波動現象を、物理量で表現している。 ②波動現象を表すグラフの意味を、実際の現象と照らし合わせて表現している。 ③音の性質を物理現象とし考察し、導き出した答えを表現している。	①様々な波動現象を部分ごとの周期的な動きの伝わりとして、視点を部分と全体間を行き来させる観測している。 ②空間変化と時間変化を区別している。 ③波動現象を再現でき、図でも表現している。	①波長と振動数を用いた式を理解している。 ②重ね合わせの原理を用いて説明ができる様々な現象を、その生じる条件の違いを基に区別して理解している。 ③音の原理について理解している。

(4) 指導観

ア この単元（題材）の扱いについて（単元観）

身近にある多くの波動現象に気付かせ、波の現象についての基本的な性質や表し方を、直線状に伝わる波を通して理解させることが主なねらいである。波が伝わる様子を波動実験器、ばねを用いて観察し、直線状に伝わる波の波長、振動数、波の伝わる速さなど基本的な量を扱う。波の重ね合わせや独立性、定常波についても、観察や波形の作図により扱う。波動実験器を用いて、固定端と自由端での反射の現象を観察し、波形の作図を通して理解させる。また、気柱共鳴実験、弦の振動実験や二つのおんさを用いた実験により、媒質内の定常波、固有振動、共振、共鳴、うなりを扱う。うなりの学習においては、合成波の振動の形をオシロスコープで調べたり、波の重ね合わせを作図したりすることから理解を深められるよう指導する。

イ 生徒の実態について（生徒観）

中学校では、第1分野「(1) 身近な物理現象」で、音について、発音体の振動、振動数、振幅及び音を伝える物質の存在などを、第2分野「(2) 大地の成り立ちと変化」で、地震波の伝わり方について学習している。全体的に理解に時間がかかる生徒が多いが、実験等には関心をもって意欲的に取り組む。

ウ 教材の活用について（教材観）

授業に視聴覚教材や観察・実験（波動実験器、おんさ、オシロスコープ、楽器等）を取り入れ、視覚的に印象付けて関心をもちさせることで、実感を伴った理解を図る。原理を取り扱う場合は、具体的な例を示して分かりやすく説明し、理解に時間がかかる生徒に配慮する。さらに、日常生活と関連付けて考察させることで、科学現象が身近なものであることを認識させる。

## (5) 年間指導計画における本単元との関係

	月	単元内容 (学習内容)	配当時間
後期	10・11	①波の性質	6時間
	11・12	①音と振動 (本単元)	6時間

## (6) 単元 (題材) の指導計画と評価計画 (2×6=12時間扱い)

	ねらい	学習内容・学習活動	具体的な評価規準
第1時 ・ 第2時	・波とは、媒質の振動が次々と時間をかけて伝わっていく現象であることを理解する。 ・横波と縦波について理解する。	導入：ビニールプールに物体を浮かべ、波を起こした時、物体がどうなるか予想する。 展開：演示実験を行い、考察する。 まとめ：ばねを利用し、横波と縦波の違いを発見する。	ア① (授業での観察) イ②ウ① (ワークシート提出)
第3時 ・ 第4時	・波の式 $v = f\lambda$ を理解する。	導入：NHK高校講座物理基礎視聴 展開：視聴覚教材を利用し、波を示す量について理解する。 まとめ：波の基本式を理解する。	ア① (授業での観察) イ①ウ②エ① (ワークシート提出)
第5時 ・ 第6時	・波の反射について理解する。	導入：波動実験器を利用し、自由端と固定端での反射の違いについて気付く。 展開：反射波を作図により理解する。 まとめ：入射波と反射波の合成を作図により、理解する。	ア① (授業での観察) ウ①エ② (ワークシート提出)
第7時 ・ 第8時 (本時)	・音の伝わり方は、波の性質を示すことを理解する。	導入：オシロスコープを利用し、音の三要素を予想する。 展開：音の三要素について、オシロスコープの波形から理解する。 まとめ：音の三要素についてまとめる。	ア① (授業での観察) イ③ウ①エ③ (ワークシート提出)
第9時 ・ 第10時	・定常波の知識から、発音体の振動を理解させ、そこから発せられる音との関係を考える。	導入：弦楽器を用い、音の違いの理由を予想する。 展開：弦の固有振動について、作図することで理解する。 まとめ：弦に生じる定常波の振動数について理解する。	ア① (授業での観察) ウ③エ③ (ワークシート提出)
第11時 ・ 第12時	・気柱の共鳴や共振について理解する。	導入：管内の空気は、弦と同様に管内の音波自体が定常波を作ること理解する。 展開：開管と閉管の固有振動について、作図することで理解する。 まとめ：共振や共鳴の現象について理解する。	ア① (授業での観察) ウ③エ③ (ワークシート提出)

## (7) 指導の工夫

- 一斉授業でも生徒が板書を取る間、机間指導をしながら様子を適宜観察する。
- グループで実験を行わせることで、話し合い活動を活発に行う。
- 板書内容は消さずに残し、いつでも、授業を振り返ることを可能にする。

## (8) 本時 (全12時間中の第7・8時間目)

## ア 本時の目標 (ねらい)

- 音の伝わり方は、波の性質を示すことを理解する。
- 音の三要素について、オシロスコープの波形から理解する。

イ 本時の課題

○音の三要素を見つけ出そう。

ウ 本時の展開

時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 30分	<ul style="list-style-type: none"> <li>既習事項を確認し、本時のねらいを把握する。</li> <li>学習の進め方を知り、学習の見通しをもつ。 (Step.1 5分)</li> </ul> ※( )内の時間は、ワークシートを活用する目安である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>板書で目的を明示する。</li> <li>身近な例(「声だけで、親しい人であれば誰だか判断できるのはなぜか?」等)を示して音の三要素について課題意識をもたせる。</li> <li>オシロスコープにマイクを接続し、自由に音を入力させ、音の要素を予想させる。</li> </ul>	ア①(ワークシート記述の観察) ウ①(実験への取組の観察)
展開 40分	<ul style="list-style-type: none"> <li>音の三要素について考える。 (Step.2 15分)</li> <li>音の三要素について気付いたことを意見交換する。 (Step.3~4 15分)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>音とオシロスコープの波形を関連付けて考えさせる。</li> <li>机間指導により、実験をスムーズに行っていない生徒や理解が十分でない生徒に対し、個別にアドバイスを与え指導する。</li> <li>意見交換させる際、オシロスコープの波形の観察をもとに行うことを確認させ、意見交換の際もオシロスコープで現象を確認させる。</li> </ul>	ア①(ワークシート記述の観察) イ③(意見交換への取り組みの観察)
まとめ 30分	<ul style="list-style-type: none"> <li>意見交換を基に、自分の考えをまとめる。 (Step.5 10分)</li> <li>音の三要素についてまとめる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>まとめたことを、学習のねらいに即して価値付ける。</li> <li>生徒の考察を活かし、音の三要素についてまとめ、理解させる。</li> </ul>	エ③ (ワークシート記述の観察) (意見交換への取り組みの観察)

(9) 生徒の活動と評価

ア 生徒の取組

生徒は、身近な題材である音の三要素について主体的に考えることができ、オシロスコープの波形ですぐに結果を確認することで、理解できた。また、ほとんどのグループでワークシートを十分に活用し、活発に議論が行われていた。自分たちで結論を出すために試行錯誤し、まとまった時の達成感は大きかったようである。しかし、行き詰ってしまうと集中力が切れてしまう生徒が多いため、適宜、全体・個別への助言が必要であり、コミュニケーションを苦手とする生徒が多いグループでは、教員主導で活動をさせる必要があった。

<p>&lt;生徒の感想 抜粋&gt; ※○印は、「主体的・協働的な学習」のねらいに沿った肯定的な意見</p> <p>○他の人の考えを聞くことで、<u>新しい考えや方法が生まれて理解が深まった。</u></p> <p>○話し合ったことで、<u>自分では思いつかなかった意見や発想の違いを知り楽しかった。</u>また、意見が違ったときに<u>相手の考えを聞くのが楽しかった。</u></p> <p>○いろいろな意見を交換できてとても楽しく、<u>自分の視野が少し広がったように感じた。</u></p> <p>○疑問に思ったことを<u>すぐに相談でき、一緒に調べることができるのは一人でするより良いと思う。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ノートに書くより、ワークシートを活用するのが楽しい。</li> <li>・自由に考えられるのは良いと思ったが、正解が分からないもどかしさがあった。</li> <li>・話し合うのが好きではない。</li> <li>・話し合う相手と仲が良くないと会話ができない。</li> </ul>
---

イ 記入内容の評価

本授業を2クラスで実施し、ワークシートの分析を行った。生徒は、普段から身近な事

象に対して考え、予想させることを習慣的に行っていたので、ワークシートの Step. 1 への記入はおおむねスムーズにできが、Step. 2・3・5 では事象を科学的に説明することに苦労していた。これは、基本的な科学的用語の意味や使い方を理解していないことが原因の一つとして考えられる。また、物事を順を追って考え整理することが身に付いておらず、自らの考えをまとめられないことも原因の一つとして考えられる。生徒がワークシートに記入するとき、一つ前の段階に戻り、改めて思考する順序を確認することが重要だった。

#### ウ 自己評価

ワークシートで何をやるべきなのかをスモールステップで示すと同時に、細かい指示を与えたため、生徒が何を考えたらいいいのかを理解し、多くの生徒が意見をもてたようである。しかし、コミュニケーションを取ることが苦手な生徒が多くいるため、他者との協力の部分で評価が低い生徒が半数近くいる。授業者が評価した場合、全体を通して十分な取組を行う生徒であっても、自己肯定感が低い生徒の自己評価はかなり低い。毎回の授業の中で、良い部分を少しでも見出し評価することで生徒の自信へとつなげることができれば、さらに学習意欲を向上させることができる。

#### (10) 成果と課題

思考の順序を明示したワークシートを活用したことで、生徒はグループ活動がスムーズに行うことができた。何を目標としてどのような過程で思考するのが示されていることで、生徒は先を見据えて、十分に思考できるからであると考えられる。また、活発なグループ活動は生徒の理解を深めると同時に、意欲や思考力の向上へとつながった。一方で、話し合いを苦手とする生徒に対する配慮も必要である。さらに、単元・内容によって、生徒の思考活動に沿ったワークシートの改善が常に必要である。

## 2 実践事例②（化学基礎）

### (1) 単元（題材）名、使用教材（教科書、副教材）

- ・単元名 物質の変化 ア 物質と化学反応式
- ・題材名 (ア) 物質
- ・使用教材 教科書「化学基礎」、ワークシート

### (2) 単元（題材）の指導目標

- ・分子量、式量の計算ができる。
- ・1 molの定義を説明でき、物質の意義について、考察できる。
- ・代表的な化学反応の化学反応式が書け、その意味について考察できる。

### (3) 単元（題材）の評価規準

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 観察・実験の技能	エ 知識・理解
①原子の質量や物質の扱いについて関心を持ち、意欲的に探究している。 ②化学反応式の意味について関心を持ち、意欲的に探究している。	①物質の意義について考察している。 ②化学反応式の意味について考えている。	①実験の目的を理解し、適切に実験方法を決定している。	①分子量・式量や物質について理解し、計算している。 ②化学反応式を適切に書いている。 ③化学反応式の係数と物質の比の関係について理解し、計算している。

(4) 指導観

ア この単元（題材）の扱いについて（単元観）

物質量の概念を導入し、化学反応における物質の変化と量的関係を化学反応式で表すことを理解させる単元である。物質量とその単位である「モル (mol)」を導入し、原子量、分子量、式量との関係を扱う。実験を通じてなぜ物質量の考えが必要なのかを考えさせる。

イ 生徒の実態について（生徒観）

理系科目に対する興味・関心が薄く、苦手意識も強く、基礎学力の定着が十分ではない生徒が多い。与えられたことには取り組むが、主体的に取り組む生徒は少ない。一方で、何事にも真面目に取り組む生徒は、理系科目である化学基礎に対しても一生懸命取り組む。

ウ 教材の活用について（教材観）

物質量を導入する理由について実験等を通じて理解させるとともに、計算力を向上させるために、計算の方法を丁寧に指導して計算練習に多く取り組ませる。また、化学反応の量的な関係を意識させ、物質量を導入するメリットを理解させる。

(5) 年間指導計画における本単元との関係

	月	単元内容（学習内容）	配当時間
後期	10・11・12	物質量と化学変化（本単元）	20 時間
	1・2・3	化学変化	17 時間

(6) 単元（題材）の指導と評価計画（6 時間扱い）

	ねらい	学習活動	評価基準
第1時	化学反応の量的な関係を考えるときは、原子、分子の数を数えればよいことに気づく。	導入：中学校で学習した化学反応を復習する。 展開：化学反応の例を挙げて、質量、個数の関係を示し、どちらで考えるのが簡潔か考える。 まとめ：個数で考えることが簡潔であることを発見する。	ア①（行動観察） イ①（机間指導、発問に対する返答）
第2時 （本時）	数えられない物の数を数える方法を考える。	導入：膨大なものの数を数える方法を考える。 展開：数を数える方法をグループ内で共有させ、グループごとに発表する。 まとめ：質量から個数になおす必要があることを理解する。	ア①（行動観察） イ①・ウ①（机間指導、ワークシートの記述分析、行動観察）
第3時	原子の相対質量や原子量を理解する。	導入：化学反応の量を考えるときに、質量から個数に直す。 展開：原子1個の質量を相対質量で表し、原子量を理解する。 まとめ：原子量の値を確認する。	ア①（行動観察） イ①（机間指導、発問に対する返答）
第4時	分子量、式量の概念を理解し、計算できる。	導入：分子量、式量の概念を理解する。 展開：分子量、式量の計算を練習する。 まとめ：分子量、式量の計算方法を確認する。	ア①（行動観察） エ①（机間指導、ワークシートの記述分析、行動観察）
第5時	物質量を導入する意味を理解する。	導入：物質量の概念を理解する。 展開：物質量の概念を理解させ、物質量で考えるメリットを理解する。 まとめ：物質量を導入する意味を考える。	ア①（行動観察） イ①・エ①（机間指導、発問に対する返答）
第6時	質量から物質量や物質質量から質量になおす計算方法を知る。	導入：分子量、式量と物質量の関係を理解する。 展開：質量から物質量、物質量から質量に直す計算を練習する。 まとめ：物質量の計算方法を確認する。	ア①（行動観察） エ①（机間指導、ワークシートの記述分析、行動観察）

(7) 指導の工夫

- 一斉授業でも生徒が板書を取る間、机間指導をしながら様子を適宜観察する。
- 豊富な量の計算問題に取り組ませる。
- 前時までの復習を適宜取り入れ、授業と授業のつながりを意識させる。

(8) 本時の指導

ア 本時のねらい

- ・数えられないものを数える方法を考えることにより、原子の個数を数える方法を検討する。
- ・科学的に正確に量を図る方法を検討することにより、科学的な考え方を学ぶ。

イ 本時の課題

膨大な数が含まれる集団の個数を数えよう。

ウ 本時の展開

時間	学習活動	指導上の留意点・配慮事項	評価基準
導入 5分	・本時の流れを知る。	・本時のねらいを説明する。 ・前時の内容を確認させる。 ・実験器具を自由に使えることを伝える。	ア①(取り組みの観察)
展開 ① 25分	・班ごとに実際に測定しながら、個数を数える方法を考える。 (Step.1 5分) ・結果を踏まえて、実験方法の改善をする。 (Step.2 15分)  ・器具の片付けと、発表準備を行う。 ・結論をまとめる。 (Step.3 5分)	・自分なりの方法を先に考えさせる。 ・グループ内の議論を活発にさせる。  ・実験器具を自由に使う。 ・実験結果を踏まえて、よりよい方法を検討させる。 ・実験に使った球を落とさないように注意させる。	ア①(実験の取り組みの観察) ウ①(ワークシートの記述観察)
展開 ② 20分	・グループごとに個数を数える方法を演示する。(Step.4 20分)	・他のグループの方法に左右されず、自分たちが考えた方法で演示させる。 ・他のグループと自分たちの方法を比較し、より良い方法を考えさせる。 ・より、正確に測るにはどのようにしたらよいか考えさせる。	ア①(発表の取り組みの観察) ウ①(ワークシートの記述観察)
まとめ 10分	・ここまでの学習内容をまとめ、結論を記入する。(Step.5) ・本時を振り返り、自己評価を記入する。	・他のグループの方法も踏まえて、どのような方法が良いか考えさせる。 ・自己評価を記入させる。	ア① イ①(ワークシートの記述観察)

(9) 本時の振り返り

ア 生徒の取組

生徒の多くが実験の方法を考える経験がなかったため、探究に対して、最初は戸惑いながらも、積極的に取り組んでいた。一方で、ワークシートを用いた授業は初めてであり、記入に戸惑う生徒が多かったため、板書を活用して指示を与えたが、考えた内容を十分に表現し、記入することができなかった。また、グループワーク後、最終的にはほとんどのグループが同様の実験方法を結論としたため、思考過程ではなく、自分たちのグループと結果の違いにのみ注目する生徒が大部分であったが、他のグループが同じ方法であったことで、自らの思考過程に自信をもつ生徒が多かった。

## イ 記入内容の評価

図5は、表1のワークシートの項目別評価基準に基づき評価をした結果をまとめたグラフである。対象人数は29人である。Step.1及びStep.2「主体性」の観点の記入については、全員の生徒が何らかの内容を記入することができていた。しかし、Step.1の発想、Step.3、Step.5、全体を通じての独自の視点は、ほとんどの生徒が記入できていなかった。

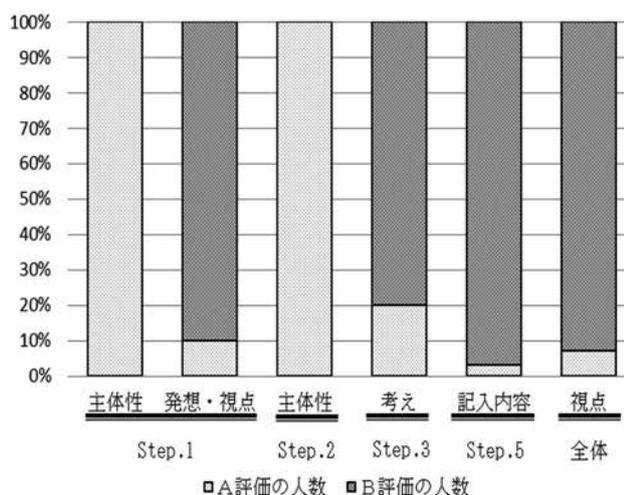


図5 ワークシートの項目別評価分布

Step.1では、実験方法を記入することはできていたが、なぜその実験方法が適切なのかという科学的根拠を記入することができていない生徒が多かった。Step.3では、実験結果だけを記入している生徒が多かった。また、Step.5では、実験を通して「上手にできた。」という感想や「他のグループとは結果が違った。」という事実しか記入していない生徒が多かった。全体を通じての視点は、独自の視点で記入できている生徒が少なかった。

## ウ 自己評価欄の分析

表2は、ワークシートの自己評価欄をまとめたものである。対象人数は29人である。自己評価欄を記入する時間がほとんどなかったことや、自己評価欄があることに気付かなかった生徒が多く、未記入のまま提出した生徒が約半分いた。十分な分析とは言えないが、おおむね肯定的な評価であり、生徒はワークシートを活用し、グループワークを行うことで、学習に対する意欲の高まりが見られた。

表2 自己評価集計結果

評価	自己評価			
	(低)	→		(高)
	1	2	3	4
A		3人	2人	8人
B	1人		3人	9人
C		3人	3人	7人

A：仮説や考察を、論理性をもって立てることができた。

B：他の人と協力しながら考えることができた。

C：用語を正しく入れて考察や結論を書くことができた。

未記入 16人

## (10) 成果と課題

本授業では、自己評価欄を除き、生徒全員が全ての項目に記入していた。生徒は、記入する内容ではなく、何らかを記入することが大切であることを周知することで、様々な思考が起こり、結果的として、積極的に実験に取り組んでいた。また、最初から、グループごとに課題に取り組ませることなどで、生徒は、主体的に、かつ協働的な取組を行うことができた。

ワークシートの記入内容は、科学的・論理的な思考が確認できる記入が少なかったが、グループワークでの活発な議論や授業者への積極的な質問、試行錯誤の場面は多く見られた。ほとんどの生徒は、今まで科学に対する苦手意識が強く、科学的に物事を考えた経験がほとんどなかったため、科学的な思考を文章として表現することができなかつたと考えられる。

ワークシートを活用した授業方法は、複数回繰り返し、生徒が科学的な思考の過程を理解することで、思考力が高まることが期待できるが、科学的な思考が苦手な生徒には、思考を促すヒントを板書で示したり、声かけをしたりするなど各学校で指導法の工夫が必要である。

## 3 実践事例③（化学基礎）

### (1) 単元（題材）名 物質と化学反応式

- ・単元名 3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
- ・題材名 化学反応の量的関係
- ・使用教材 教科書「化学基礎」

### (2) 単元（題材）の目標

- ・物質について積極的に探究する活動の中で、その意義について考察し表現する。
- ・物質と化学反応式についての実験方法を組み立て、実験を行うことで、それらの概念についてより深く理解するとともに、定量実験の技法を身に付ける。

### (3) 単元（題材）の評価規準

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 観察・実験の技能	エ 知識・理解
①原子の質量や物質の扱いに関心を持ち、意欲的に探究している。 ②化学反応式の意味に関心を持ち、意欲的に探究している。	①物質の意義を考察し、導き出した答えを表現している。 ②物質と化学反応式の関係について考え、説明している。	①定量実験の手法を理解し、適切に実験方法を決定している。 ②炭酸塩と塩酸との反応について実験を行い、定量実験の基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。	①原子の質量や物質を理解し、適切に扱っている。 ②化学反応式の係数を適切に決めている。 ③化学反応式の係数と物質の比の関係を理解し、適切に扱っている。

### (4) 指導観

#### ア この単元（題材）の扱いについて（単元観）

本単元は、化学反応の量的関係について、中学校では質量に注目して学習してきた内容を、物質を用いてより深めていく内容になっている。そのため、物質の概念を正しく理解し、計算によって求めるための技能を習得するのに加え、化学反応の量的関係について観察、実験などを通して探究し、化学反応に関する基本的な概念や法則を理解させるとともに、それらを日常生活や社会と関連付けて考察できるようにする。

#### イ 生徒の実態について（生徒観）

生徒の中には理科全般に対して苦手意識をもっている者も多いが、総じて学習に対する

意欲は高く、授業に対しても積極的に取り組んでいる。そのため、本単元の指導においても生徒の意欲を刺激し、引き出しながら指導にあたりたい。しかし、計算に対して苦手意識をもっている生徒には、配慮して指導する必要がある。

ウ 教材の活用について（教材観）

物質量の学習においては、計算技能の習得に向けて、技能をスモールステップに分割して少しずつ学習を進められるよう計画したワークシートを使用し、技能の習得を図る。その上で化学反応の量的関係と組み合わせ、物質量の概念を理解し深める。実験においては、特に「思考力」の育成を重視するため、実験方法の設計考察までの過程において、できる限り生徒自身に考えさせ、生徒の思考が深まるようワークシートを活用していく。

(5) 単元（題材）の指導計画と評価計画（13 時間扱い）

	ねらい	学習内容・学習活動	具体的な評価規準 (評価方法)
第1時	原子の相対質量の意味と扱い方を理解する。	導入：BB弾の1個の重さを正確に比較する方法を考える。 展開：質量比の考え方を原子へと展開する。 まとめ：相対質量を比の計算によって求める。	ア-①（授業での観察） エ-①（定期考査）
第2時	原子量の意味と扱い方を理解する。	導入：一定の数で混ざった複数種類のBB弾の集合を用いて、平均質量を求める方法を考える 展開：同位体の比を基に平均質量を求める。 まとめ：原子量の扱いをまとめ、計算を行う。	ア-①（授業での観察） エ-①（定期考査）
第3時	分子量・式量の意味を理解し、原子量を基に求める。	導入：原子量を分子などに適用する方法を考える。 展開：分子量・式量の計算を、原子量を用いて行う。 まとめ：分子量・式量の意味をまとめる。	エ-①（定期考査）
第4時	物質量の定義を知り、その意義について考える。	導入：物質量の定義を理解する。 展開：なぜ物質量（mol）を決める必要があるのか考え、意見交換を行い、幅広い視点から見直す。 まとめ：物質量の定義とその意義についてまとめる。	ア-①（授業での観察） イ-①（ワークシート）
第5時	物質量と粒子数の関係を理解し、計算で求める。	導入：物質量・粒子数の関係について理解する。 展開：物質量・粒子数の関係について計算方法を知る。 まとめ：物質量・粒子数の関係について問題を解く。	エ-①（プリント）
第6時	物質量と質量の関係を理解し、計算で求める。	導入：物質量・質量の関係を理解する。 展開：物質量・質量の関係について計算方法を知る。 まとめ：物質量・質量の関係について問題を解く。	エ-①（プリント）
第7時	物質量と気体の体積の関係を理解し、計算で求める。	導入：物質量・標準状態における気体の体積との関係を理解する。 展開：物質量・標準状態について計算方法を知る。 まとめ：物質量・標準状態について問題を解く。	エ-①（プリント）
第8時	物質量の計算全般ができるようになる。	導入：学習した物質量の計算方法を確認する。 展開：物質量に関する計算問題を解くことにより、方法を理解する。 まとめ：物質量に関する計算を行う時には必ず物質量を求める必要があることを確認する。	エ-①（プリント）
第9時	体積モル濃度の考え方を理解し、使えるようになる。	導入：体積モル濃度の定義を理解する。 展開：実験器具を見ながら、指定された体積モル濃度の溶液を調製する方法を考え、他の生徒の考えと比較する。 まとめ：より良い実験方法を考え、まとめる	ウ-①（ワークシート）
第10時	化学反応式と物質の量的な関係の基本を身に付ける。	導入：化学反応式の係数決定について理解する。 展開：化学反応式の係数と量的関係の関係について理解する。 まとめ：化学反応式と量的関係について問題を解く。	ア-②（授業での観察） イ-②（プリント）

第 11 時	CaCO <sub>3</sub> と HCl の反応比を求める実験の方法を考える。	導入：CaCO <sub>3</sub> と HCl の反応を観察し、その化学反応式を作る。 展開：反応比を求めるための実験について、測定方法と結果を予測しながら方法を考える。 まとめ：実験手順を組み立てる。	ウ-② (プリント) エ-② (プリント)
第 12 時	CaCO <sub>3</sub> と HCl の反応比を求める実験を行い、結果を確認する。	導入：前時に組み立てた自分の班の実験方法について確認する。 展開：各班で実験を行い、結果を記録する。 まとめ：実験結果を処理して、反応比を求める	ウ-② (プリント)
第 13 時 (本時)	CaCO <sub>3</sub> と HCl の反応比を求める実験の方法と結果を互いに比較し、より良い実験方法を考える。	導入：前時の実験方法と結果を確認する。 展開：他の班の実験方法と結果を見て比較し、実験方法の妥当性と精度について互いに評価し、考えをまとめる。 まとめ：連続変化法とそのデータ処理方法について理解する。	ウ-① (ワークシート)

(6) 本時 (全 13 時間中の第 13 時間目)

ア 本時のねらい

○前時の実験方法を客観的に比較することで、実験の妥当性や精度について評価する。

イ 本時の課題

○より精度よく反応比を求めるには、実験方法をどのように改善したら良いか。

ウ 本時の展開

時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 2分	・本時の学習の進め方を知り、学習の見通しをもつ。	・ワークシートに記載されている目標を確認する。	
展開 33分	・前時の実験を振り返り、自分の班の実験方法が適切だったかどうかについて仮説を立てる。 (Step.1 10分) ・同じ実験方法の班を探し、互いの実験結果を比較する。 (Step.2 7分) ・違う実験方法の班と実験方法と結果を交換し、互いの実験方法の違いについて気付いたことを記録する (Step.2 7分) ・意見交換した中でどのような方法で実験及び結果の処理を行うと、精度の高い実験結果を得られるかについて、自分なりに考察する。(Step.3 5分) ・考察に書いた内容を他の生徒と比較し、より科学的に正しい表現として妥当だと思われるものについて互いに評価し、メモをとる。(Step.4 3分)	・正解かどうかにかかわらず、自分の考えを書くよう指導する。 ・同じ方法をとった班同士で結果を比較することによって、実験結果の処理について考えさせる。また、それらの複合的な要素による結果として、自分の方法にどの程度の精度が見込めるのかを評価させるようにする。 ・自分の実験方法についての理解を深めた上で、他の実験方法と比較することで、互いに客観的に実験方法について評価させる。 ・正解かどうかにかかわらず、自分の考えを書くよう指導する。また、適切な用語があれば使うよう指導する。 ・互いの考えや表現を評価しあい、より良い結論を導くよう指導する。 ・特定の仲間内だけでの共有に終始せず、全く違う考えを持っている生徒を探して意見交換するよう指導する。	
まとめ 15分	・考察を共有した結果として、どのような方法がよいのかについて結論をまとめる。 (Step.5 10分) ・連続変化法の結果の処理法について説明する。	・できる限り適切に用語を用いて結論をまとめるよう指導する。	ウ-② 連続変化法の手法を理解する。 (ワークシートの記述)

## (7) 生徒の活動と評価

### ア 生徒の取組

生徒は、実験方法の違いやデータの取り方、その精度などについて楽しみながら比較し、違いを見出していくことができていた。また、生徒は、正解は一つではなく、実験結果を得るための方法は複数あることにも気づき、自分たちの自由な発想を出し合い、協働的に検討できたことで、活発な議論を行うことができた。特に、発表等の時間を設けたりはしなかったが、教室の中であればどこで誰と話をしても良い、という条件の中で、多くの生徒が仲の良いグループに捉われず、より多くの班の結果を見て、考えを深めようと積極的に取り組む様子が見られた。

### イ 記入内容の評価

図6は、本授業を実施し、154名分のワークシートの結果をまとめたグラフである。

生徒たちは、自分の考えをもち、他の生徒と考えを比較することに関しては非常に積極的に取り組んでいたが、それらを文章として表現することについては苦手意識をもつ生徒も多かった。しかし、多くの生徒が全ての欄に何らかの記述をしており、積極的に取り組み、考えをまとめようとした様子が見られた。その中で

も、論理的に自分の考えを表現することができた生徒が3割程度おり、少しずつ考えを科学的・論理的にまとめる力が付いてきている様子が見られた。また、全体としても自由な意見が出せたこともあり、独自の視点から意見を出すことのできた生徒もいた。

### ウ 自己評価

生徒自身による自己評価の集計を行った(図7)。設問2については肯定的な回答が多く(約70%)、積極的に取り組んだことが自己評価にも反映されていることが分かる。しかし、自分の考えをもち、表現することに関する設問1や設問3は、肯定的な意見は少なく(約40~45%)、生徒自身の苦手意識を反映した内容となっている。

## (8) 成果と課題

生徒は、明確な正解がなく、何を書いても良い、ということが分かると、安心してワークシートに記入する傾向がある。理科においては、明確な解のある質問が多いという意識からか、正解を求められていると思うと、生徒は記入を止めてしまうことも多く、この課題については様々な解が有り得

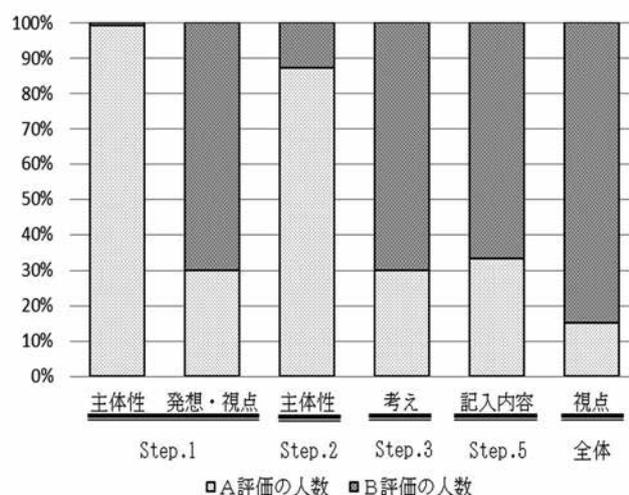
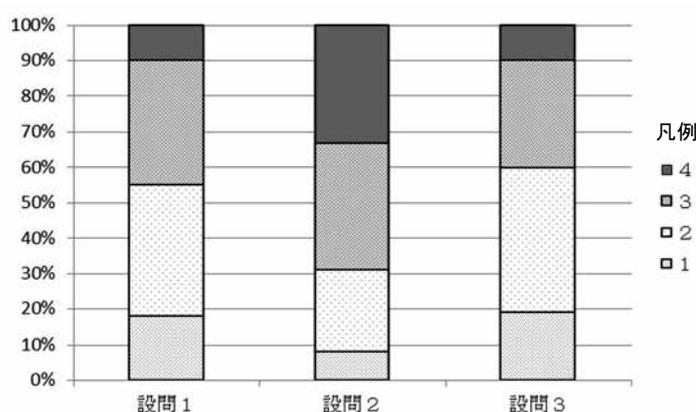


図6 ワークシートの項目別評価の分布



るため、安心して記入できていた。

また、この単元の中で繰り返しワークシートを使用した授業を行っており、時間配分や狙いを明確にした議論の進め方が分かってきたことも、ワークシートへの記入が進んだ要因の一つとして考えられる。事実、ワークシートを使用し始めたころから比べると、取り組みまでのスタートが非常に速くなった。また、内容についても、既知の事項に立脚して論を展開することができるようになってきており、科学的な思考力が高まっていると考えられる。

#### 4 実践事例④（生物基礎）

##### (1) 単元（題材）名、使用教材（教科書、副教材）

- ・単元名 1章 生物と遺伝子
- ・題材名 遺伝子とDNA
- ・使用教材 教科書「生物基礎」、学習プリント、ワークシート

##### (2) 単元（題材）の指導目標

生物において、親から子に伝わる遺伝情報を担う物質がDNAであること、さらに、そのDNAの化学構造及び立体構造を理解させた上で、DNAが全生物共通に存在することを理解する。

##### (3) 単元（題材）の評価規準

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 観察・実験の技能	エ 知識・理解
遺伝子の本体がDNAであること、DNAが全生物共通のものであることに興味をもっている。また、実験等が失敗した場合にも、その理由などを探究している。	既存の知識を活用した仮説を設定し、実験を通じた検証し、他者の考えを取り入れた考察から、科学的・論理的な思考している。 【重視観点とする】	DNAの抽出実験において、実験機器の基本的な扱いや、手順に従った操作を行い、実験操作の中でも改善や創意工夫している。	遺伝子、DNA、ゲノムの違いを理解し、DNAが二重らせん構造であり、遺伝子情報は四つの塩基によりコードされていることを理解している。

##### (4) 指導観

###### ア この単元（題材）の扱いについて（単元観）

生徒は、中学校時の理科第2分野「生命の連続性」において、遺伝子本体がDNAであることや、遺伝子の変化が形質に反映されることを学習している。本単元では、「DNAの構造」と「染色体の動き」が遺伝情報の伝承に関連すること、さらにDNAが全ての生物に存在することから、生徒自身も含めた生物の共通性を考えさせる。

###### イ 生徒の実態について（生徒観）

全員が国公立・私立大学への進学を希望している。与えられた課題は必ずこなし、記憶力と情報処理能力に優れている。一方で、自ら疑問を見つけ出し、解決していく行動はほとんどみられない。試験問題が解けることに執着する傾向がある。

###### ウ 教材の活用について（教材観）

特に、DNA抽出実験において、科学的・論理的思考力の向上を図る仕組みを取り入れる。具体的には、①DNAを抽出する生物サンプルを複数用意し、その中から実験対象を生徒自身に選ばせることで、選んだ理由と結果の仮説を立てる姿勢と自由な発想を育む。②もともと生物サンプルの中にはDNAを抽出できないものも存在しており、実験が失敗した場合（仮説の実証ができなかった場合）の生徒の考察や課題発見を促す。③話し合いの時間を設けることで、他者の実験結果や意見を取り入れ、より科学的・論理的に実験結果を考察し、内容をまとめていく思考力を向上させる。

## (5) 年間指導計画における本単元との関係

	月	単元内容 (学習内容)	配当時間
通年	6	遺伝情報とDNA、DNAの構造	2時間
	11	DNA抽出実験 (本実験は年間スケジュールの都合上11月に行う)	2時間

## (6) 単元 (題材) の指導と評価計画 (4時間扱い)

	ねらい	学習活動	評価基準
第1時	・遺伝情報を担う物質が染色体に含まれるDNAであることを理解する。	導入：遺伝情報を担う物質がDNAであることを理解する。 展開：配偶子は一組、個体は二組のゲノムをもつことを理解する。 まとめ：受精と発生における染色体の動きを理解する。	ア (発問に対する返答) エ (学習プリント記入)
第2時	・DNAの化学的・立体的構造を理解する。	導入：DNAの構成単位がヌクレオチドであり、塩基にATGCがあることを理解する。 展開：AとT、GとCが相補的に結合し、かつヌクレオチドが鎖状となることで、DNAが二重らせん構造であることを理解する。 まとめ：DNAの塩基配列が遺伝情報となることを理解する。	ア (発問に対する返答) エ (学習プリント記入)
第3時	・科学において、「実験系の確立」と「仮説の設定」を行い、「実証」する流れがあることを理解する。	導入：複数の生物サンプルから抽出対象を選んだ理由の提示と、仮説の設定方法を理解する。 展開：抽出実験を通じて、実験機器の基本的な使い方や、実験手順に意味と目的があることを理解する。 まとめ：実験の仮説を立てる。	ア (発問に対する返答) イ (ワークシートの記述分析) ウ (行動観察)
第4時 (本時)	・科学において、「仮説と結果の比較」と「客観的な視点」により、「科学的・論理的結論」を導き出せるようになる。	導入：仮説と結果を比較することで、成功と失敗の理由を探究する方法を理解する。 展開：結果からの考察を発表することで、自身の考えを他者に伝える表現や方法を理解する。 まとめ：他者の意見を取り入れることで、より科学的・論理的な結論を導く方法を理解する。	ア (発問に対する返答) アイ (発表内容) イ (ワークシートの記述分析) ウ (行動観察)

## (7) 指導の工夫

- 一斉授業では、視聴覚教材としてICT (理科ネットワーク等) を活用し、DNAの化学構造・立体構造などを教授する。
- 授業内では必ずグループで内容に関する話し合い活動を行う。
- 教員の適切な助言をタイミング良く行う。

## (8) 本時の指導

## ア 本時のねらい

- ・様々な生物のDNAを抽出した体験を基に「仮説と結果の比較」と「客観的な視点」により、「科学的・論理的結論」を導き出せるようになる。
- ・DNAが生物に共通して存在していることを学ぶ。

## イ 本時の課題

実験結果の比較によって、普遍性・再現性・客観性がある考え方をもつ。

## ウ 本時の展開

実験と考察は4人ほどの班で行い、発表も班の代表が行う。ただし、最終の結論・まとめは個人で行う。なお、第3時の実験では「実験手順プリント」を用いて行っている。

時間	学習活動	指導上の留意点・配慮事項	評価基準
導入 20分	〔実験結果の考察 班活動〕 ・DNAを抽出できたかどうかについて確認する。 ・なぜ、DNAが抽出できなかったか、またはDNAが抽出できたか、を考察する。 ・仮説と結果の比較をする。 ・実験結果を考察し、発表準備を行う。	・生徒は、試験管内のどれがDNAかと、すぐに正答を教員に求める傾向がある。目の前の事象を「じっくり観察する態度」と「観察を基に自ら結果を導く態度」を育む。 ・生徒が、非科学的な考察結果を導いたとしても、「考察した過程」を評価するとともに、教員の適切な発問により、ある程度科学的な考察結果に補正していく。	ア（発問に対する返答） イ（ワークシートの記述分析） ウ（行動観察）
展開 15分	〔結果と考察の情報共有〕（班活動） ・結果と考察を班の代表が発表する。 ・他者の発表内容のメモをとり、情報の収集と集約を行う。	・代表生徒の発表内容が他生徒に伝わらない可能性がある。その場合、同じ条件で実験を行った班へのインタビューや、教員による結果の言い直しで理解を促す。 ・メモはあくまで結論のための要素であり、評価は行わない。	ア（発問に対する返答） アイ（発表内容） イ（ワークシートの記述分析） ウ（行動観察）
まとめ 15分	〔結論の導き 個人活動〕 ・自身の考察とメモの内容とを比較し、より科学的・論理的に考察することで結論を導く。	・机間指導を徹底し、生徒からの質問をくまなく拾いあげる。 ・生徒からの発問やシートへの記入内容が「実証性をもったものか」、「質的・量的な関連性をもったものか」、「客観性をもったものか」などを吟味し、適切な助言を行う。 ・生徒から、新たな疑問や、それを解決するための実験系を確立する考えが生まれた場合、おおいに評価する。	ア（発問に対する返答） アイ（発表内容） イ（ワークシートの記述分析） ウ（行動観察）

(9) 本時の振り返り

ア 生徒の取組

生徒は、日頃から実験作業と並行してプリントを記入していくことに慣れており、ワークシートへの記入もスムーズであった。正答のない答えを記入することに抵抗があるものと推測していたが、4人一組のチームとしたことが影響したためか、ほとんどの生徒が周りの生徒と議論・相談しながら記入していた。これまでの授業の中で、授業の内容を周りの生徒と話し合う時間を設けていたことも、この行動に影響しているものと考えられる。また、実験の前に教科書と実験手順プリントを確認させ、かつ、DNAを抽出する手技と理論が実験の中心ではないことを理解していたためか、仮説の段階から教科書や実験プリントの中に正答を探す行動は4クラス全てにおいてみられなかった。

Step. 1の仮説とStep. 2の結果記録は、50分授業の中で実験手技と並行に行ったため、タイトなスケジュールとなった。しかし、他班の発表内容も真剣に聞いており、特に同じ材料を扱った班の結果は実際に見に行くなどの積極的な行動もしばしば見られた。「Step. 5の結論」は授業内に生徒が記入できなかったため宿題とし、翌日に提出することとしたが、欠席者を除いて8クラス全ての生徒が提出し、内容を記入していた。提出物は必ず提出する習慣が背景にあるものと考えられる。

## イ 記入内容の評価

図8は、表1のワークシートの項目別評価基準に基づき評価をした結果をまとめたグラフである。対象人数は302人である。

グループワークが影響したためか、Step.1は全ての生徒が、Step.2はほとんどの生徒が記入していた。Step.3で考えがまとまっていないものが3割強であったが、Step.4の情報の共有を経た後のStep.5では考えがまとまり、結論を導けたものが6割強へと増加している。以下、各ステップに関して詳細に示す。

Step.1は題材が実験であったためか、発想が記入できている生徒は8割以上であった。多くは、植物と動物、若いものと老いたもの、加工物と非加工物、部位の違いなどを比較するといった内容であった。生徒の記入内容に関して、「卵は生殖に関わる細胞であるから、DNAの量が多く、抽出しやすいと考えた。」といった、科学的事実とは異なる内容でも記入している例が見られた。このような例は、発想を記入しているもののうち約12%であった。Step.1の「発想・視点」が適切に記入できていない内容としては、「綺麗だから」や「面白そうだから」といったものが多かった。

Step.2では、「ワークシートに絵や図で描くことも可」と記載していたことから、7割以上が抽出されたDNAが存在する試験管の様子を絵に描いて表現していた。結果の事実だけが記載されており、感想や予想は書かれていなかった。

Step.3では、考えがまとまっていないものの9割以上は、DNAが抽出できる手技と理論を実験手順プリントから写した内容であり、実験結果から考えられることを記載しない傾向が見られた。考えがまとまっているものの7割弱は、その内容が科学的な内容であった。

Step.5では、他者の考察内容を聞くことが考えのまとまりと結論の導きにつながったことが考えられる。Step.5は宿題となったためか、チームメンバーの内容と同じになる傾向は見られなかった。

全体を通して、「本当にDNAであるかを確認するため、DNAに特異的な染色を行う。」、「タンパク質が固まらないような別の実験手技を考える。」といった、新たな視点を得た生徒が全体の1割強現れた。

## ウ 自己評価欄の分析

図9は、ワークシートの自己評価欄の記入内容をまとめたグラフである。

この自己評価の内容の中で、特に、設問3において肯定的に捉えている生徒が少ないことが分かった。この設問は、自分の記述が科学的・論理的に書かれているかということ問う評価項目であるが、仮説を立てる際に、何をもって論理的と捉えるのか、と

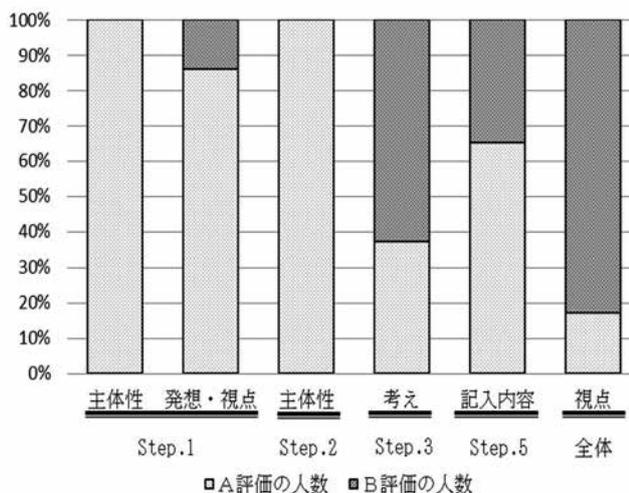


図8 ワークシートの項目別評価分布

いった基準も生徒に理解させる必要があるものと考えられる。他者との話し合いは日頃からトレーニングを行っているため、自己評価も高い傾向にあるものと考えられるほか、思考力育成シートの流れに組み込まれていることが影響しているものと考えられる。科学的な用語を適切に用いて論理的な文章を書くことについては、本校の生徒の苦手とする分野であり、今後のトレーニング次第とも考えられる。

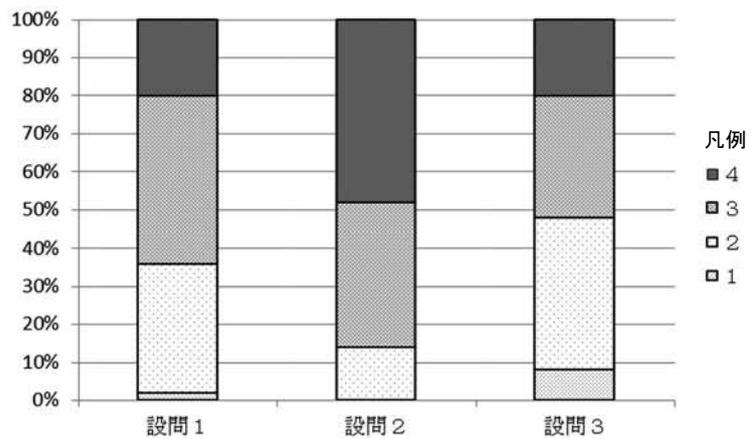


図9 自己評価の分布

(10) 成果と課題

図8のStep.1やStep.2の評価がほとんどAであったことから、ワークシートを用いることで、生徒は、正答を求めず自由に仮説を立てることや、他者の意見を取り入れること、そして、授業を通して新たな視点を得ることができるようになることが考えられる。また、これらの内容を教員が情報として目にするができることから、論理性や視点の評価も容易となった。

仮説において、最初から生徒に正答を求めさせないためには、本授業のDNAの抽出のような、誰もが容易に考えられる身近な題材・課題が比較的有効である。そのため、ワークシートを用いた授業内容に関しては、適切な題材・課題を精選する必要がある。

ワークシートによる情報の共有に関しては、日頃の授業から話し合いの時間を設定し、他者の考えを否定しないことや、間違った発言を恐れないことなどのトレーニングをした上で活用する必要がある。

本授業の中では、DNAの特異的染色や、熱を与えない実験手技など、生徒の新たな視点が見られた。これらの視点を更に活用し、伸ばしていくことが今後の課題である。

## VI 研究の成果

### 1 ワークシートの使用による効果

図10は、実践事例で示した各学校における考察課題ごとのワークシートの内容の分析結果から、Step. 1 及び Step. 2 の記入の有無についての集計をまとめたグラフである。おおむね9割以上の生徒がStep. 1 及び Step. 2 の記入をしており、何らかの思考をして仮説を立て、他の生徒と議論を行い、その内容を記述していることが分かった。このことから、ワークシートを活用した協働的な授業展開が、生徒の活動の支援となったことが分かった。

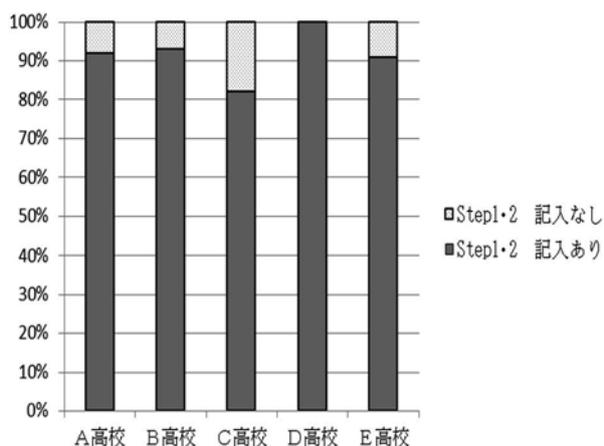


図10 ワークシート Step. 1 及び Step. 2 の記入の有無

### 2 考察課題の設定とワークシートの評価

図11のように、内容の評価については、考察課題や学校によって大きな差が出た。この一つの要因としては、生徒集団の大きさが考えられる。特に、考察を含む課題において、E高校においてAのついている割合が高くなっているのは、選択科目として設定されており、非常に小さな集団の中で十分な支援が得られたことが考えられる。考察における課題の設定によって記入内容の科学性・論理性の差が大きく、そこから見られる生徒の思考の深まりに大きく差が出るということが分かった。

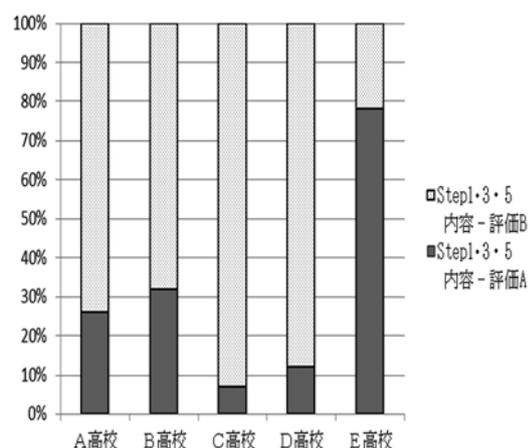


図11 ワークシートの記入内容の分析

実践事例において、生徒の思考がより深まったと考えられる授業の課題は、実験の内容や方法についてのものであった。実験では、具体的な操作を進めながら考えることができるなど、思考のヒントが多くあり、課題に取り組むための障壁が低かったことが、思考を深化させる要因となったのではないかと考えられる。

### 3 まとめ

実験などで生徒が主体的に動き出すきっかけをつくり、さらに思考すべき課題を与えることで、生徒の協働的な活動は活性化し、思考が始まっていくことが分かった。また、ワークシートによって思考の流れを明確にすることで、グループでの活動に方向性が生まれ、議論も活発になった。グループの活動が活発になることによって、授業者からも生徒の活動や集団の様子が見えやすくなるとともに、生徒間では周囲の生徒の活動の様子が明確になり、互いに刺激を与え合うことができていた。さらに、一部の生徒は、授業で設定していた課題の中に新たな疑問をもち、探究しようとする姿勢も見られた。

このように、本研究においては生徒の活動や思考の深まりについて一定の成果が見られた。

## VII 今後の課題

本研究では、大きく二つの課題が明らかになった。一つは各学校・学級の生徒の実態を踏まえた「思考力」を高めるための指導法の検討である。多様な学力層の生徒が混在する状況では学習に対する意欲に差があるので、本研究のような成果が現れないことも考えられる。もう一つは生徒の「思考力」の高まり、及びそれに伴う意欲の向上を明らかにするためには、本研究のような取組を継続的に実施していくことが必要である。

今後、生徒の「思考力」を向上していくために、新たに、次の4点に視点を当てて検証していく必要がある。

- (1) 考察課題に取り組んでいる生徒の思考をより深めるために、授業者はどのような支援をしたり、生徒のディスカッションをマネジメントしたりしていくべきか。また、生徒の思考を、意図的に誘導しないような形で補助するための方法について。
- (2) 本研究で作成したワークシートの内容を終えるには、少なくとも50分程度の時間がかかる。そのため、あまり授業での回数を重ねられない。より短時間で同等の思考ができれば、より多くの授業で活用が可能になる。短時間で同等の思考を促す方法について。
- (3) 本研究で作成したワークシートを用いた授業は、単発の課題になりがちで、その後の生徒の変容を掴みづらいという課題がある。生徒の意欲の向上や「思考力」の高まりを十分に把握するための各学校での授業や単元の構成における工夫すべき点について。
- (4) 本研究で取組んだワークシートによる実践を、生徒の「思考力」や意欲を高める様な能力の向上につなげるために必要な頻度、期間について。

### 参考文献

- 1) 秋田喜代美、学びの心理学、平成24年
- 2) 文部科学省、高等学校学習指導要領、平成21年3月
- 3) 国立教育政策研究所教育課程研究センター、社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則、平成25年3月
- 4) 東京都教職員研修センター、東京都教職員研修センター紀要第12号 教科基礎調査研究（1年次）、平成25年3月
- 5) 東京都教育委員会、教育研究員研究報告書 理科、平成26年度
- 6) 国立教育政策研究所、全国学力・学習状況調査、平成27年
- 7) 東京都教育委員会、教育研究員研究報告書 理科、平成24年、平成25年、平成26年

# 平成27年度 教育研究員名簿

## 高等学校・理科

学校名	課程	職名	氏名
都立立川高等学校	定時制	教諭	大野 讓
都立府中西高等学校	全日制	教諭	川島 愛美
都立国分寺高等学校	全日制	教諭	長尾 嘉崇
都立小川高等学校	全日制	教諭	◎ 永島 裕
都立大田桜台高等学校	全日制	教諭	原田 武一
都立東久留米総合高等学校	定時制	教諭	廣森 真史
都立立川高等学校	定時制	教諭	宮崎 苑子
都立六本木高等学校	定時制	主任教諭	山口 幸子

◎ 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 後藤 洋士

平成 27 年度  
教育研究員研究報告書

高等学校・理科

東京都教育委員会印刷物登録

〔平成 27 年度第 197 号〕  
平成 28 年 3 月

編集・発行 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  
印刷会社 正和商事株式会社

リサイクル適性(B)

この印刷物は、紙へ  
リサイクルできます。