

中等教育研究開発室年報 第34号（2021年3月31日発行）別冊電子版  
2020年度 授業実践事例

理科 中学校第2学年

身近な物理現象（光による現象）—顕微鏡の機能や仕組みを「探す」—

授業者 西本 宏典

（教育研究大会 公開授業）

広島大学附属中・高等学校



## 中学校 理科（第1分野） 学習指導案

指導者 西本 宏典

- 日時** 令和2年12月4日（金） 第2限 9:40～10:30
- 場所** 第1生物教室（第2生物教室）
- 学年・組** 中学校2年C組 44人（男子24人 女子20人）
- 単元** 身近な物理現象（光による現象）
- 目標**
1. 身近な物理現象に関する基本的な概念を理解するとともに、科学的に探究するために必要な技能を身に付ける。（知識・技能）
  2. 日常生活や社会から物理現象に関する問題を見だし、科学的に探究している。（思考・判断・表現）
  3. 身近な物理現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりして、科学的に探究しようとしている。（主体的に学習に取り組む態度）

### 指導計画（全9時間）

第一次	光の反射・屈折	4時間
第二次	凸レンズの働き	2時間
第三次	顕微鏡	3時間（本時1/3）

### 授業について

平成29年告示の中学校学習指導要領解説理科編では、単元「身近な物理現象」の内容として「簡単なカメラや楽器などのものづくりを取り入れ、原理や仕組みの理解を深めさせ、興味・関心を高めるようにすること」とされている。とくに、凸レンズの働きの内容として「眼鏡やカメラなど光の性質やレンズの働きを応用した身の回りの道具や機器などを取り上げ、日常生活や社会と関連付けて理解させるようにする」とされている。

上記に関して、顕微鏡の教材化を試みた。顕微鏡は、反射鏡やレンズといった光学系装置により構成されている。そのため、本単元の学習内容である「光の反射・屈折」と「凸レンズの働き」の両者を同時に応用した身近な機器といえる。授業は自作のテキストを用いて進める。テキストには、顕微鏡の扱い方や原理等と「光による現象」を関連付けた課題を示している。生徒は、課題に取り組むことで光に関する既習事項を振り返ることができるとともに、課題を解決することで理解が深まり、興味・関心も高まると考えた。また、顕微鏡は、第2分野で適切な扱い方を身に付けさせることが求められている観察器具である。第1分野において顕微鏡の理解を深めさせ、扱い方の意味を理解させることで、顕微鏡に対する見え方・捉え方が変容し、生徒は今後、思考を巡らせながら顕微鏡の操作を行えるようになる（検鏡技術が向上する）と考えた。変容を可視化するため、本単元の学習前後において「顕微鏡について知っていること」を記述させる構成とした。リフレクションとして、学習後では、顕微鏡の扱い方や仕組みに込められた意味を踏まえた、具体的な記述を生徒に要求し、記述に対して自己評価をさせる。

本時までは、本単元の学習内容を実験結果の考察を通して学習させ、課題に取り組ませることで顕微鏡の扱い方と関連付けてきた。その際、関連付けのために、透過光の利用や凹面鏡による光の反射についても扱った。

本時では、生徒を半分に分けて異なる授業を展開する。一方は、見え方の違いを「探す」活動により、実験の気づきを通して、顕微鏡の機能について学習させる。また、検鏡技術向上のため、資料の読み取りから焦点深度についても学習させる。もう一方は、仕組みの意味を「探す」活動により、実験結果の考察を通して、顕微鏡の仕組みの一部を解明させる。どちらの授業においても、課題に取り組ませることで、これまでの学習をもとに課題を解決していく場面を準備する。

次時以降では、本時において異なる学習をした生徒同士での話し合い活動（情報の共有）や顕微鏡



# 中学校「身近な物理現象（光による現象）」を顕微鏡と関連付けた指導

広島大学附属中・高等学校

教諭 西本 宏典

## 1. 目的

本高等学校では、長年、SSH 事業の取り組みとして課題研究に取り組んでいる。課題研究を行う際、まずはテーマの決定が困難となる。テーマを決定するには、日常生活の「当たり前」に疑問を抱き、課題を見いだす必要がある。また、観察・実験などの見通しが立ち、実行が可能な研究であるかどうかを見極める必要がある。これらに必要な能力を課題発見力とし、中学校の授業においても段階的に養っていききたい。

顕微鏡は、理科第 2 分野で観察器具として用いられており、生徒にとって身近である。また、反射鏡やレンズなどの光学系装置により構成されるため、理科第 1 分野の単元「身近な物理現象（光による現象）」で習得した知識を活用できる非常に良い教材である。これまで、顕微鏡を用いた観察・実験では、「見えない」と発言する生徒が多く見られていた。検鏡技術の低さは経験不足によるものであり、観察・実験を繰り返す中で、検鏡技術は徐々に高めていくことができると考えていた。しかし、顕微鏡の扱い方を「覚えること」として学んだ生徒は、反射鏡や絞り、粗動ねじや微動ねじの調節などについて、それらの操作が必要な理由や、それらの操作によってもたらされる効果などは理解できておらず、感覚的に操作を行っていると予想された。顕微鏡という観察器具について深く学び、扱い方を覚えるのではなく、理解して使用することができるのならば、生徒の検鏡技術はさらに向

上すると考える。そこで、「光による現象」における学習内容を、顕微鏡の原理や仕組み、扱い方等と関連付けて学ぶ授業を構成した。

## 2. アンケート調査の内容と結果

学習を進めるためのテキストの作成にあたって、生徒の顕微鏡観察に対する意識や、1つ1つの操作の理解度を把握する必要があった。そこで、生徒の実態を把握するアンケート調査を中学 2 年生 129 名対象に実施した。調査は無記名で実施し、回答時間は 10 分程度とした（図 1）。

顕微鏡観察に対する意識の回答（表 1）からは、顕微鏡観察を「楽しい」と感じている生徒は過半数を超えていた。このことから、顕微鏡を教材として扱うことで、生徒のモチベーションを高く維持できることを期待した。一方で、顕微鏡観察は「得意」ではないと感じている生徒は 30%程度であった。苦手意識がある顕微鏡操作の回答（表 2）からは、プレパラートの作成が最も苦手意識が高く、それに続いて、絞りや反射鏡の調節、高倍率等におけるピントの調節が高かった。苦手意識がある理由の回答（表 3）から、プレパラートの作成は、経験不足による自信の欠如や、作業に手間さを感じている生徒が多いこと。また、反射鏡や絞りの調節、ピントの調節等については、各部品に施された機能を十分に理解できていない生徒が多いことがわかった。



表 3 : 苦手意識がある理由

顕微鏡観察を行う手順①～⑧を「苦手だ」「難しい」と感じる理由	
①	・作業が細かい。 ・面倒である。 ・水の量の調整が難しい。 ・気泡が入ってしまう。 ・『良いプレパラート』の基準が分からない。 ・時間がかかる。
②	・反射鏡からの光を試料に当てるのが難しい。 ・時間がかかる。 ・反射鏡の平面と凹面の使い分けが分からない。
③	・クリップでカバーガラスを割ってしまう。
④	・距離感がつかめない。 ・対物レンズでカバーガラスを割ってしまう。
⑤	・高倍率でピントを合わせることができない。 ・観察したいものが見つからない。
⑥	・絞りの役割や使い方が不明。 ・操作することを忘れる。 ・明るいからよく見えるわけではない。 ・明るい方が良いのか暗い方が良いのか分からない。 ・暗くするとなぜ輪郭がはっきりするのかが分からない。
⑦	・高倍率でピントを合わせることができない。 ・レボルバーを回して高倍率にすると、プレパラートに対物レンズが当たるため、もう一度調節ねじを回す必要がある。
⑧	・片目で観ながら書くことができない。

### 3. 授業全体の学習計画

アンケート調査の結果に基づき、習得させたい知識を精選し、本単元の学習内容と関連付けるように全体の学習計画を立てた(図2)。そして、生徒が各時間(50分)の中で、「光による現象」について実験を通して学び、既習事項と顕微鏡の原理

や仕組み、扱い方等を関連付けた課題(図3)に取り組むことができるよう、テキストを作成した。課題に取り組むことで既習事項を振り返ることができ、課題を解決することで理解を深めることができると考えた。

時間	内容	1時間(50分)の中のキーワード
1時間目	プレパラートの作成との関わり	光源 乱反射 入射光 反射光 透過光
2時間目	反射鏡の操作との関わり	反射の法則(入射角と反射角) 反射鏡(平面と凹面)
3時間目	像を見る	像(虚像)
4時間目	見え方が変わる	屈折光 屈折角 全反射
5時間目	レンズの利用	焦点 焦点距離 正立と倒立
6時間目	凸レンズの実験	実像
7時間目	I. 顕微鏡で観察	接眼レンズ 対物レンズ 倍率 視野 絞り
8時間目	II. 顕微鏡を観察	コントラスト 焦点深度 コンデンサレンズ
9時間目	顕微鏡を再現	レボルバー 同焦点

図 2 : 学習計画(全9時間)

時間	内容
1時間目	顕微鏡で木の葉などを見るとき、木の葉を薄くはがしたり、薄くカミソリで切り取ったりしてプレパラートを作成する。なぜこのような細かい作業をしなくてはならないのだろうか。
2時間目	顕微鏡観察をするとき、視野を明るくするために反射鏡を調節する。何を基準として調節すれば、スムーズに視野を明るくすることができるのだろうか。 顕微鏡を高倍率にすると視野が暗くなるため、反射鏡を凹面鏡に変える操作を行う。なぜ高倍率では視野が暗くなるのか、また、なぜ凹面鏡に変えると、光量が補えるのだろうか。
3時間目	2枚の鏡を、様々な角度で組み合わせてものを映したとき、虚像はいくつ（何個）見えるだろうか。
4時間目	水中や分厚いガラスの向こう側にあるものを見るとき、ものを直接見る場合と見え方が変わるのなぜだろうか。
5時間目	凸レンズや凹レンズを通してものを見るとき、ものはどのような見え方になるのだろうか。 凸レンズの膨らみの大きさ（分厚さ）は、もの見え方にどのような影響を与えるのだろうか。
6時間目	レンズと実像の距離 $b$ [cm] を変化させることなく、できるだけ大きな実像を映し出したい。この場合、どのような工夫をすれば良いだろうか。
7時間目	顕微鏡を高倍率にすると、観察したい試料にピントを合わせにくくなる。なぜピントを合わせにくくなるのだろうか。
8時間目	顕微鏡の対物レンズは、観察したい試料を拡大する上で、どのような役割を果たしているのだろうか。
9時間目	顕微鏡観察では、はじめに低倍率の対物レンズでピントを合わせ、その後、レボルバーを回して高倍率の対物レンズで観察をする。レボルバーを回して対物レンズを変えた後、再度ピント調節をほとんどしなくても良いのは、顕微鏡がどのような仕組みであるからだろうか。

図3：各時間で取り組む主な課題

#### 4. 学習成果の評価方法

本単元の学習を通して、生徒が顕微鏡の原理や仕組み、扱い方等を理解し、顕微鏡に対する見え方・捉え方がどのように変容したかを明らかにするため、テキストの冒頭（学習前）と末尾（学習後）において、次の課題を生徒に投げかけた。

学習の前後で同じ課題を生徒に与えるために、課題は学習前でも取り組みやすい抽象的な表現で示した。学習後では、具体的な記述を生徒に要求するためループリック（図4）を提示し、それに基づき課題に取り組ませた。

**【課題】** 顕微鏡について、あなたの知っていることを書きなさい。

評価	評価基準
5	下記①～④の説明について、顕微鏡の扱い方や仕組みに込められた意味をふまえて具体的にわかりやすく説明することができている。
4	下記①～④の説明について、顕微鏡の扱い方や仕組みに込められた意味をふまえて説明することができている。
3	顕微鏡について説明するにあたり、 ①光源からの白色光の進路について説明できている。 ②対物レンズの役割や接眼レンズの役割について説明できている。 ③倍率の変化について説明できている。 ④絞りの役割について説明できている。
2	上記①～④のうち、いずれかの説明が十分になされていない。
1	上記①～④のすべての説明が十分になされていない。

図4：ルーブリック

## 5. 本時（7時間目）の学習内容

7時間目に関わるテキストの内容を図5-1～図5-4に示す。

課題発見力を養うため、前時までは、生徒に課題を与え、「当たり前」に疑問を抱くこと、課題を見いだすことを学ばせた。また、課題の解決方法も与えた。本時では、クラスを半分に分け、ジグソー法による学習を展開する中で、生徒自らが疑問を抱き、課題を見いだすこと。また、課題の解決方法を導き出すことを仕掛けた。

「II. 顕微鏡を観察」のグループは、与えられた課題に対して、実験を通して対物レンズが凸レンズであることを知り、対物レンズが実像と虚像のどちらを作る役割であるかを予想し、焦点距離との関係から実像を作る役割を担うと結論付けて課

題の解決に至る。一方、「I. 顕微鏡で観察」のグループは、与えられた課題に対して、実験を通して顕微鏡の扱い方や機能について追究する中で、焦点距離と焦点深度の関係に気づき、対物レンズを高倍率にすることで焦点距離が短くなるという仮定に至る。しかし、高倍率の対物レンズの方が低倍率のものより焦点距離は短いという確たる根拠がないため、課題の解決には至らない。「対物レンズの倍率と焦点距離の関係を調べる」という新たな課題を生徒に見出してほしいため、与える情報をあえて減らした。また、この課題の解決方法を次時の話し合い活動の中で導き出してほしいため、本時で「II. 顕微鏡を観察」のグループが行う実験方法を利用すれば解決できるものとした（図6）。

7時間目の学習にむけて

次回の7時間目では、クラスを半分に分けて異なる活動をします。席の中で半分に分かれるようにしてください。8時間目は、それぞれの活動によって分かったことを、話し合い活動により共有し、顕微鏡に関する理解を深めていきます。

以下を参考に、自分が担当する活動を選択してください。

	I. 顕微鏡で観察	II. 顕微鏡で観察
課題	顕微鏡を高倍率にする。観察したい材料にピントを合わせたい。なぜピントを合わせたいのかを説明しよう。	顕微鏡の対物レンズを、観察したい材料を拡大する上で、どのような役割を果たしているのだろうか。
課題解決に向けて	顕微鏡の機能を理解する必要がある。	顕微鏡の対物レンズを調べる必要がある。
活動	見え方の違いを「探す」 顕微鏡の機能を調べることで、観察する対象の見え方がどのように変わるかを整理し、顕微鏡の機能を理解する。	目印の意味を「探す」 標本の対物レンズでは何が出来るのか。また、顕微鏡観察において、対物レンズはどのような役割を担っているのかを調べる。
準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>直接見ること、顕微鏡で観ることの違い。</li> <li>顕微鏡の倍率による違い。</li> <li>顕微鏡と肉眼の違い。</li> <li>顕微鏡の絞りを使うことによる違い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>顕微鏡を構成するレンズについて。</li> <li>コンデンサレンズの役割について。</li> <li>顕微鏡観察での対物レンズの役割について。</li> </ul>
担当の名前		

7時間目 I. 顕微鏡で観察

見え方の違いを「探す」

顕微鏡の機能を使うことで、観察する対象の見え方がどのように変わるのかを、実験を通して整理しよう。顕微鏡の機能を理解し、課題の解決に取り組みよう。

顕微鏡を高倍率にする。観察したい材料にピントを合わせたい。なぜピントを合わせたいのかを説明しよう。

※実験を行う前には、どのような結果になるか、しっかり予想を立てて取り組んでください。

<実験1> 顕微鏡による見え方と、倍率による変化を調べる。 <目安:15分>

【目的】1. 顕微鏡を使うと、文字はどのように見えるのかを明らかにする。  
2. 高倍率にする、見え方がどのように変わるのかを明らかにする。

【準備】顕微鏡 (対物レンズ10倍、対物レンズ4倍と10倍)、紙、スライドガラス、定規

【方法】①対物レンズ40倍、また100倍で観たとき、視野いっぱい大きさを「P」という文字が見えることを目印に紙に文字を書く。  
※ (対物レンズ) × (対物レンズの倍率) × (対物レンズの倍率)  
②紙をスライドガラスの上のせ、顕微鏡で観察し、視野いっぱいの「P」が見えたかを確認する。  
※失敗した場合、作成した文字は記録として残しておき、空いたスペースで、別の紙を使って再度挑戦する。  
③対物レンズ40倍、また100倍で視野いっぱいになった文字の、おおよその位置を記録する。

目印

【予想と結果】

※文字を書いた紙も、実験後に貼る。

【文字の記録】 → 対物 40倍 ( ) → 対物 100倍 ( )  
【気づき】

図5-1:「学習にむけて」と「I. 顕微鏡で観察」の内容

【考察】顕微鏡と肉眼は、「小さなものを拡大して見るために用いる」という共通点がある。顕微鏡と肉眼の相違点として何があげられるだろうか。考えて書きなさい。

<実験2> 顕微鏡による見え方と、絞りの調節による変化を調べる <目安:10分>

【目的】1. 顕微鏡を使うと、定規の目盛り線はどのように見えるのかを明らかにする。  
2. 絞りを調節すると、見え方がどのように変わるのかを明らかにする。

【準備】顕微鏡、アクリル定規

【方法】①アクリル定規の目盛り線を顕微鏡で拡大して観たとき、どのように見えるかを予想する。  
②顕微鏡で観察する。  
③コンデンサ絞り調節を開いたり閉じたりすると、見え方にどのような変化があるかを調べる。  
※目盛り以外にも目印をつけてみよう。

【予想】

【結果】

【気づき】

【考察】 空白ページに『資料①「焦点深度と絞り」を読んでから取り組もう。顕微鏡観察では、はじめに低倍率の対物レンズでピントを合わせ、その後、高倍率の対物レンズで観察をする。理由は、「高倍率では観察したい材料にピントを合わせにくいから」ということであるが、なぜピントを合わせたいのだろうか。これまでの学習や、焦点深度の知識をもとに考え、書きなさい。

<フリースペース>

図5-2:「I. 顕微鏡で観察」の内容の続き

**了習目 Ⅱ. 顕微鏡を観察**

**仕組みの意味を「探す」**  
 顕微鏡からレンズを取り外し、顕微鏡を構成しているレンズの種類を調べてみよう。単体の対物レンズでは何ができるのか。また、顕微鏡観察において、対物レンズはどのような役割を果たしているのかを調べ、課題の解決に取り組みよう。

**顕微鏡の対物レンズは、観察したい試料を拡大する上で、どのような役割を果たしているのだろうか。**

実験では、顕微鏡から各種レンズを取り外します。レンズは非常な真円で研磨されています。  
 外し方を取り外し方を厳密に説明しますので、真いには十分な注意をしてください。  
 ・レンズの表面を直接手で触らないこと。指の上で適当に置かないこと。  
 ・対物レンズ（10倍）を外し、その後、接眼レンズを外すこと。レボルバーを回し、他の対物レンズの上のコリがたまるないようにすること。

＜実験1＞ 各種レンズの種類を調べよう 《目安：15分》  
 【目的】 顕微鏡を構成する各種レンズがどのようなレンズなのか、見え方の違いから明らかにする。  
 【準備】 顕微鏡、凸レンズ、凹レンズ  
 【方法】 ①顕微鏡から対物レンズ（10倍）、接眼レンズ、コンデンサ（コンデンサレンズ）を取り外す。  
 ②コンデンサを取り外す際は全開にしておく。  
 ③1つのレンズだけで物が見えるかを調べる。見える場合、どのような物が見えるかを調べる。  
 ④凸レンズや凹レンズの見え方と比較して、それぞれのレンズが凸・凹どちらのレンズかを調べる。

【結果】

レンズ名 (凸・凹)	どのように見えたか（気づきも含む）	
	近くのものを見る	遠くのものを見る
対物レンズ (凸・凹)		
接眼レンズ (凸・凹)		
コンデンサレンズ (凸・凹)		

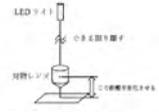
図5-3：「Ⅱ. 顕微鏡を観察」の内容

**【詳細】**  
 顕微鏡観察では、調節ねじを回し、対物レンズとプレパラートを遠ざけながらピントを合わせる。顕微鏡観察において、対物レンズはどのような役割を果たしていると考えられるか。これまでの学習や、下欄（イ）の結果をもちに考え、書きなさい。

＜フタースペース＞

【考察】 顕微鏡のステージの下に設置されるコンデンサレンズの役割は何だろうか。

＜実験2＞ 顕微鏡観察での対物レンズの役割を調べよう 《目安：10分》  
 【目的】 1. 単体の対物レンズに平行光線を与えて、集光された光の様子から、焦点距離を明らかにする。  
 2. 顕微鏡観察中の対物レンズに平行光線を与えて、集光された光の様子から、対物レンズの役割を明らかにする。  
 【準備】 顕微鏡、LEDライト、黒い紙、スライドガラス、プレパラート  
 【方法】 ①顕微鏡から対物レンズ（10倍）を取り外す。  
 ②単体の対物レンズに、レボルバーに装着する側からLEDライトの光を与える。  
 ③集光する光ができるだけ平行光線になるよう、ライトの位置はできるだけ対物レンズから離す。  
 ④レンズ通過後の光を黒い紙の上に照らし、集光された光がきれいな円に見えることを確認する。  
 ⑤対物レンズと黒い紙の距離を細く近づけ、対物レンズを黒い紙から徐々に離していく。  
 ⑥そのとき、集光された光がどのような変化をするか調べる。  
 ⑦対物レンズを顕微鏡に装着し、プレパラートをステージにのせ、試料にピントを合わせる。  
 ⑧調節ねじはそのままでの状態で、プレパラートをステージから外し、黒い紙を貼り付けたスライドガラスをステージにのせる。  
 ⑨接眼レンズを取り外し、接眼の上からLEDライトの光を与える。  
 ⑩対物レンズ通過後の集光された光を確認し、調節ねじを回して調節を上げていく。  
 ⑪そのとき、集光された光がどのような変化をするか調べる。



【結果】

下欄（あ）	
下欄（い）	

図5-4：「Ⅱ. 顕微鏡を観察」の内容の続き

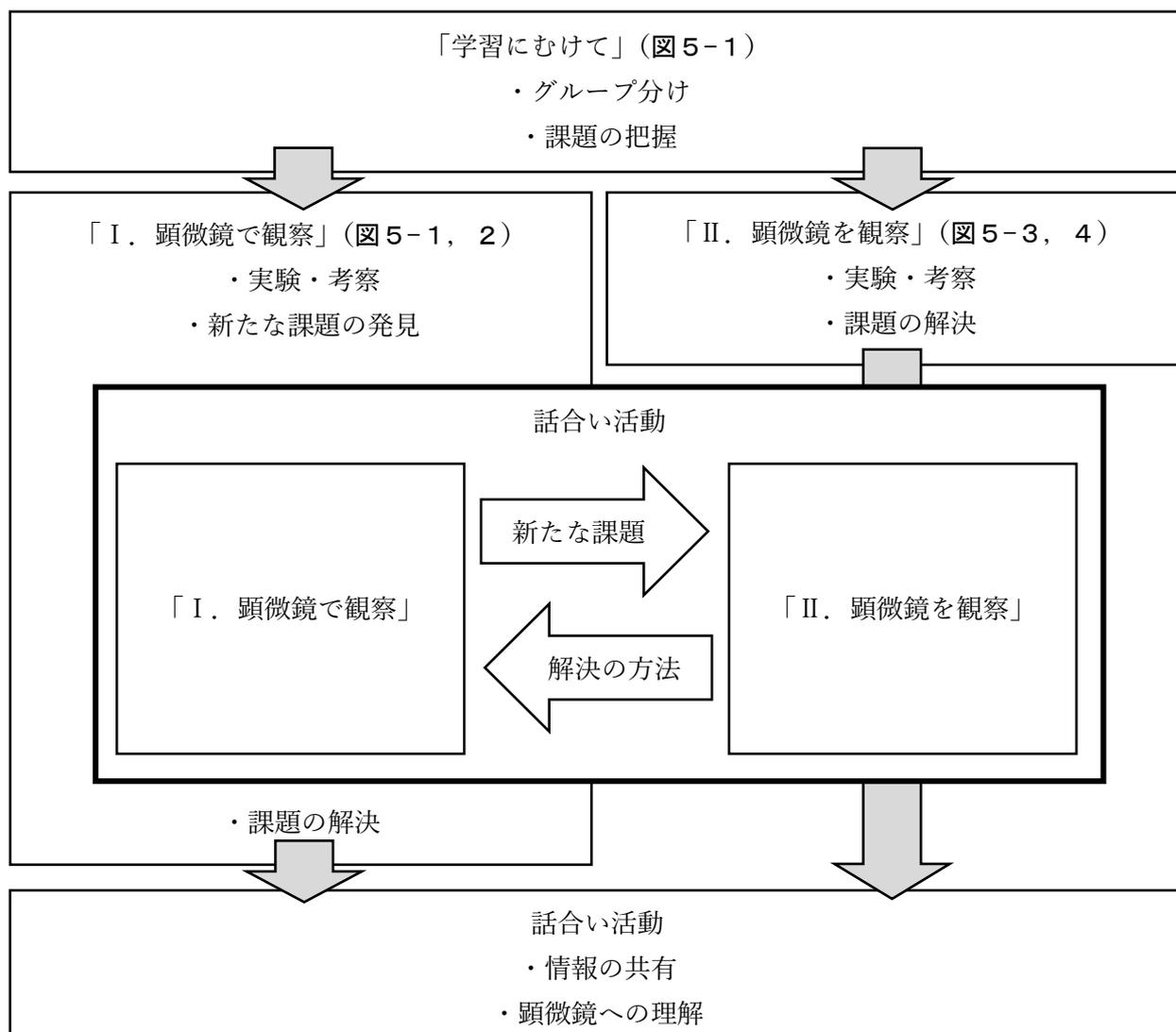


図6：ジグソー法による学習の展開

## 6. 学習成果の分析

「成績」, 「教員評価」, 「自己評価」の3項目で分析を行った。評価対象は131名である。以下に各項目について詳述する。

### ① 成績

本単元の学習で使用したテキストへの生徒の回答に対し、50点満点で評価をした。課題に対して間違った回答や、説明不十分な回答をした場合は減点とした。平均点は39.3点であった。

### ② 教員評価

「3. 学習成果の評価方法」で示した課題に対する学習後の生徒の回答について、指導教員1名(筆

者)がルーブリックに基づき評価をした。ルーブリックは5段階であり、平均は3.06であった。

### ③ 自己評価

「3. 学習成果の評価方法」で示した課題に対する学習後の生徒の回答について、生徒自身がルーブリックに基づき評価をした。ルーブリックは5段階であり、平均は3.69であった。

教員評価と自己評価は、ともに同じルーブリックを用いている。評価の一致具合を調べるため、それぞれ段階別に人数を集計した(表4)。また、教員評価－自己評価の値を、評価の差として定義し、成績層別の評価の差を調べた(表5)。ゼロに

該当する生徒は、自己評価と教員評価が一致している。プラスに該当する生徒は、教員評価に対して自己評価が低い生徒である。さらに、成績(平均39.3点との差)と評価の差の相関を調べた(図7)。

結果から、ループリック修正の必要性を感じた。教員評価の平均と自己評価の平均には、約1段階程度の差が生じた。また、表4からは、自己評価で評価2を選択した生徒はほとんどおらず、評価4を選択した生徒が多いことがわかる。これに対して教員評価では、評価2に該当した生徒は多く、評価4に該当した生徒はほとんどいなかった。原因は2点あると考えた。1点目は、評価3に該当する評価基準と自身の回答との照合が、不適切であった生徒が多くいたことである。評価基準の①～④(図3)については、①光の直進性や反射の法則。反射鏡に施された工夫。②凸レンズのはたらき。2枚のレンズ系による効果。③高倍率での見え方の違いやピント調節に施された工夫。④絞りの役割。以上のような内容について説明することを意図した。これは、「光による現象」における学習内容と、検鏡技術の向上に必要な学習内容をどちらも理解できたと判断するためであった。しかし、①または③についての説明がなされていないにも関わらず、自己評価で評価3とされるものが多くあった。①～④のすべてを説明できてはいないが、十分な記述量ではあったため、達成感で判断した生徒がいたと考えた。2点目は、評価4または5の評価基準が曖昧であり、評価基準として適切では

なかったことである。教員評価で評価4に該当させたのは、評価3を満たすことに加えて、凹面鏡の使用法や使用する理由の説明がされているもの。また、対物レンズを低倍率から高倍率に変化させた際、顕微鏡にはピント調節をほとんどしなくて良い工夫が施されていることの説明がされているものである。評価5に該当させたのは、評価4を満たすことに加えて、回答に分かりにくい説明がなく、図や表を用いて他者にわかりやすく伝える回答になっているものである。評価基準の曖昧さをなくす必要はあるが、説明すべき内容を明確にしすぎてしまうと、何を回答するかを思考する機会が失われてしまう恐れがある。顕微鏡には観察器具としてどのような工夫が施されていたのかを振り返る機会や、相手に対して具体的にわかりやすく伝えるにはどのように工夫をしたらよいかを考える機会が失われたりしないように、適切な評価基準の示し方を考えていきたい。

表5から、成績が46点以上の層は、評価の差がプラスである人数とマイナスである人数は、プラスである人数の方が多い。それ以外の層では、評価の差がマイナスである人数の方が多い。図6の相関から、成績が上位になるほど、自身の回答に満足できていない生徒が存在しやすい傾向であることがわかる。深く学び、理解できる点が増えてくる一方で、新たな疑問点が生じ、自身の理解に不十分さがあると判断したのだと思われる。

表4：教員評価と自己評価の段階別人数

		自己評価					計
		5	4	3	2	1	
教員 評価	5	7人	13人	4人	—	—	24人(18%)
	4	1人	3人	5人	—	—	9人(7%)
	3	5人	29人	15人	2人	—	51人(39%)
	2	5人	15人	21人	4人	—	45人(34%)
	1	—	1人	—	1人	—	2人(2%)
計		18人(14%)	61人(47%)	45人(34%)	7人(5%)	—	

表5：成績層別の評価の差

成績	評価の差（教員評価－自己評価）		
	プラス	ゼロ	マイナス
50～46点	13人	10人	6人
45～41点	2人	4人	15人
40～36点	8人	10人	24人
35～31点	1人	3人	2人
30点～	0人	2人	10人

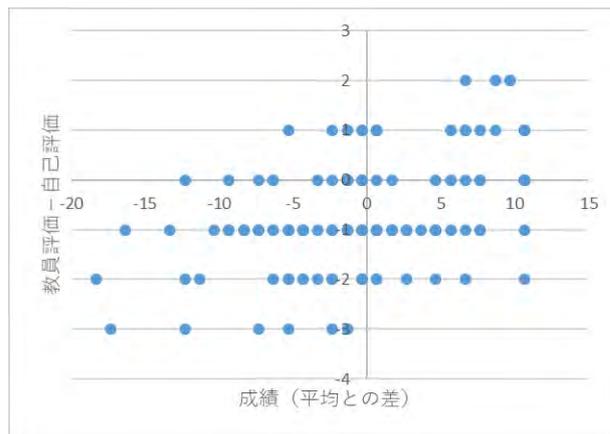


図7：成績と評価の差の相関

## 6. 気づき

本単元の学習を終えての気づきを3点述べる。

1点目に、生徒の検鏡技術は向上したと感じた。学習後の授業において顕微鏡を用いた観察・実験を行ったところ、使用した際に「見えない」と発言する生徒が激減した。高倍率におけるピント調節にも対応できるようになり、反射鏡や絞りの操作も適切に行えるようになった。2点目に、顕微鏡の教材化は生徒の興味・関心を引き出し、モチベーションを高く保つことができると感じた。1時間（50分）の限られた時間の中で、実験や考察を行い、課題に取り組むことは、生徒にとっては慌ただしく負担になる点であった。しかし、生徒は授業外の時間（昼休憩や移動教室の合間）も使って積極的に課題に取り組み、主体的に生徒同士での話し合い活動等を行っていた。課題に対して納得できる回答が得られなければ、インターネット等を使い、情報収集も行うことができた。3点目に、顕微鏡の教材化は、単元「身近な物理現象（光による

現象）」における学習内容を網羅しているため、既習事項を振り返るのに適した教材であると感じた。「3. 学習成果の評価方法」で示した、学習後における生徒の回答から、反射や屈折、また凸レンズにおける実像や虚像の条件等を振り返る過程が見られた。本資料の末尾に、生徒の学習前後の回答を掲載した（図8-1～図8-6）。学習の振り返りの過程が見られるだけでなく、学習の前後で顕微鏡に対する見え方・捉え方が大きく変容していることがわかる。本単元を学習した生徒の感想では、学習前後の課題に対する自身の回答を比較して、自らの成長を感じることができたと書かれたものが多くあった。

最後に、筆者は全9時間のテキストに記された課題の回答131名分を評価することに、相当な時間と労力を要した。そのため、ループリック修正に加え、評価方法等についても改めて検討していく必要があると感じた。

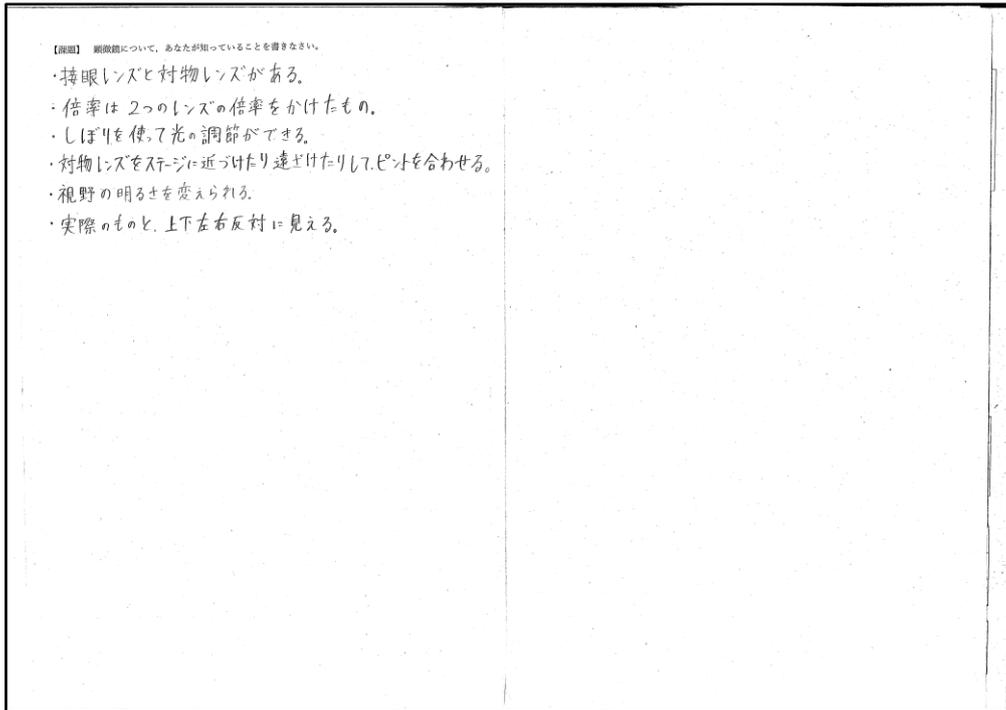


図8-1：学習前の回答（教員評価5，自己評価5の生徒A）

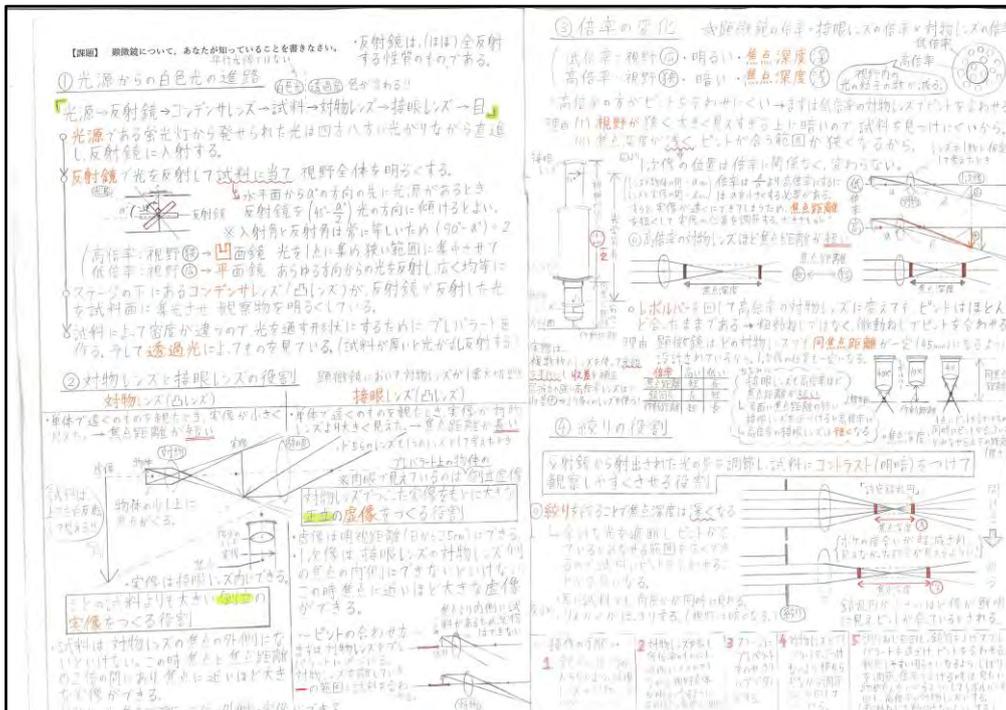


図8-2：学習後の回答（教員評価5，自己評価5の生徒A）

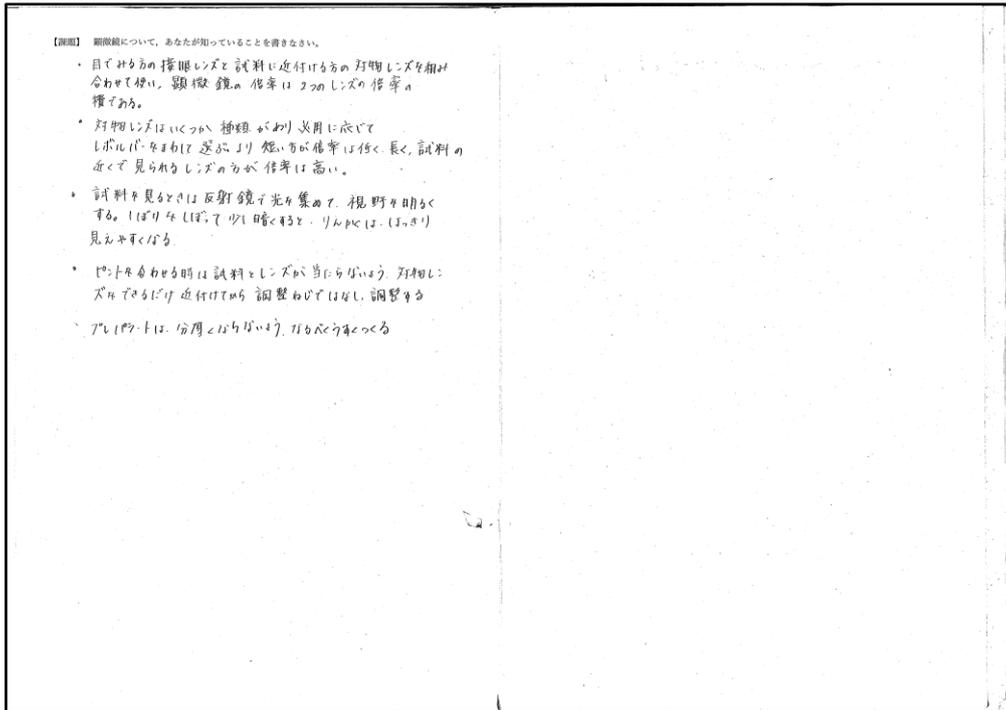


図 8-3 : 学習前の回答 (教員評価 5, 自己評価 4 の生徒 B)

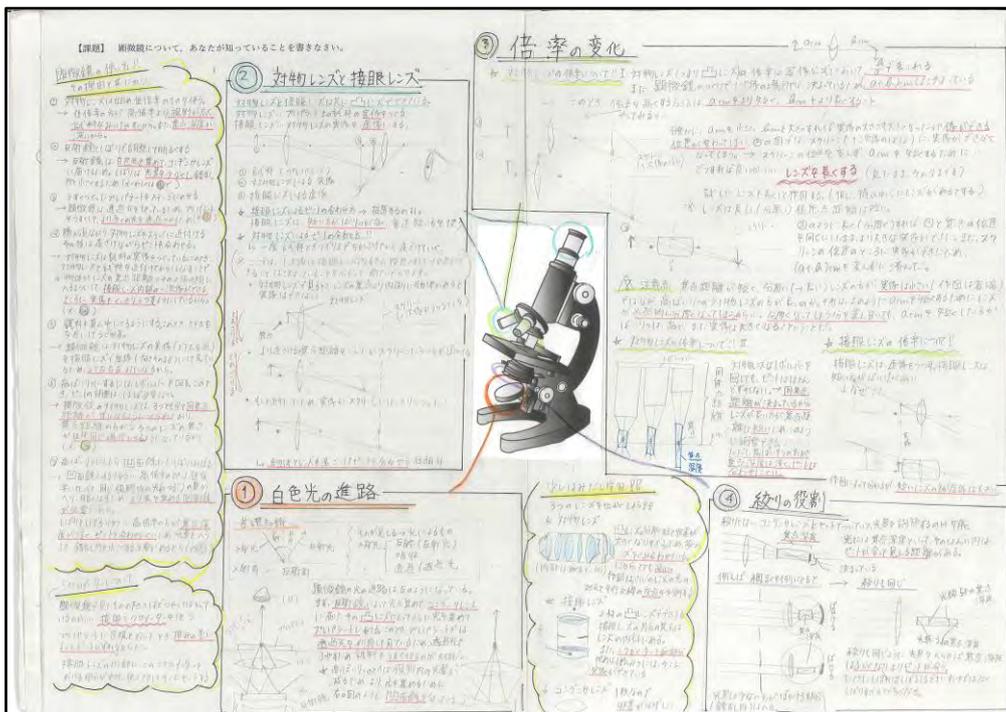


図 8-4 : 学習後の回答 (教員評価 5, 自己評価 4 の生徒 B)

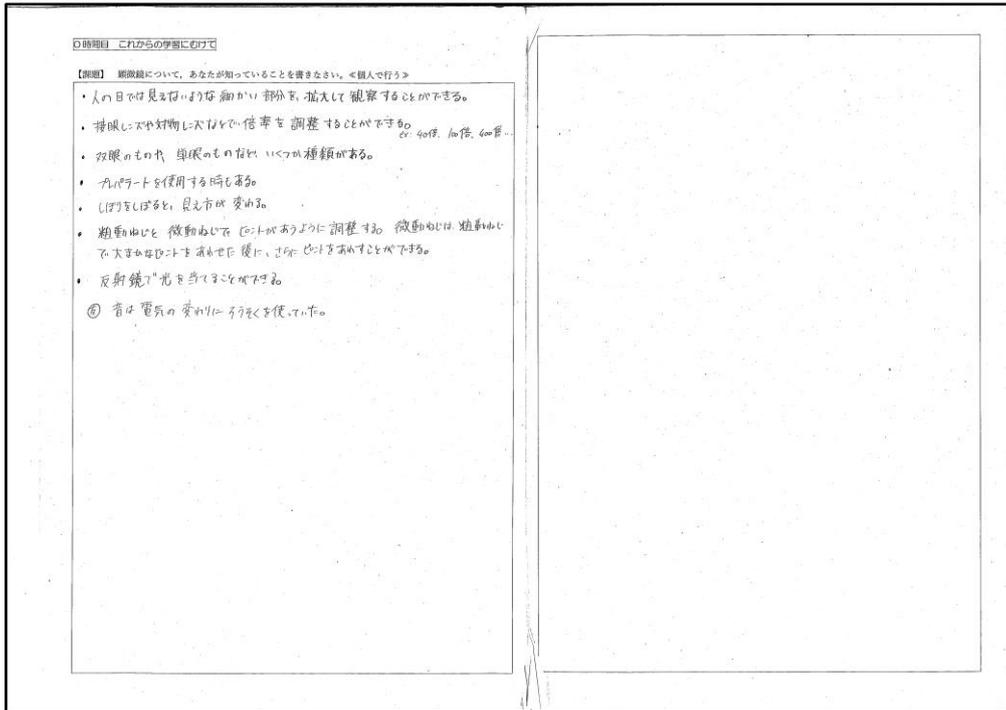


図 8-5 : 学習前の回答 (教員評価 5, 自己評価 3 の生徒 C)

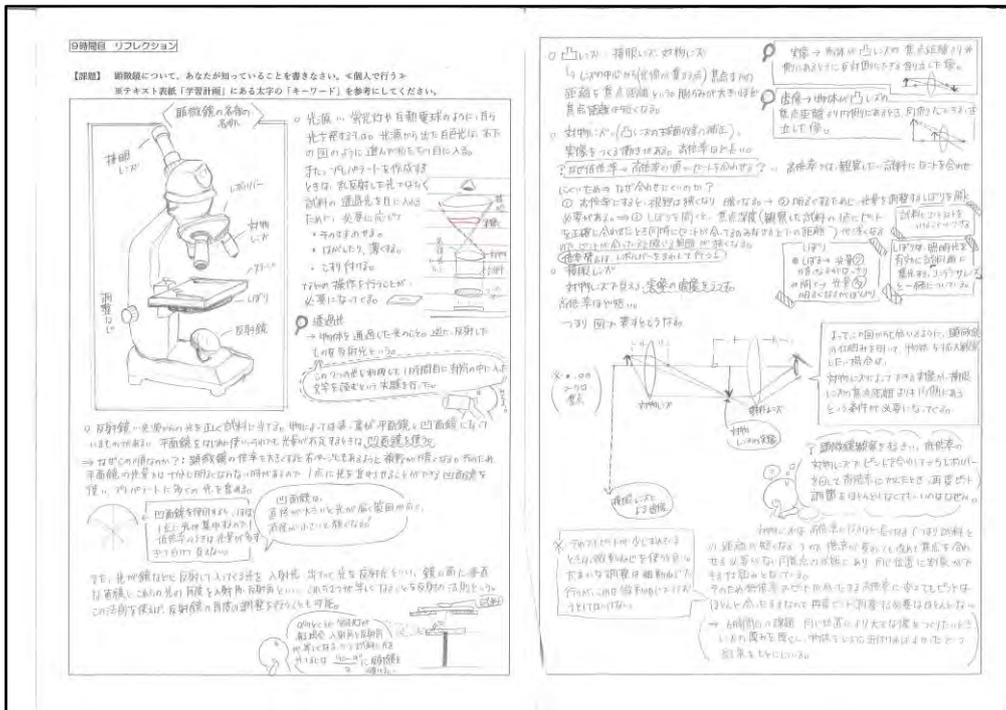


図 8-6 : 学習後の回答 (教員評価 5, 自己評価 3 の生徒 C)

## 実践上の留意点

### 1. 授業説明

本授業の目的は、生徒の課題発見力を養うこと、および顕微鏡を教材として扱い、生徒の検鏡技術を高めることである。本高等学校では、長年、SSH 事業の取り組みとして課題研究に取り組んでいる。課題研究はまさに「理科的『探究』」であるため、中学校段階の生徒に対しても、その過程を経験させることが大切である。課題研究を行う際、まずはテーマの決定が困難となる。テーマを決定するには、日常生活における「当たり前」に疑問を抱き、課題を見いだす必要がある。また、見通しが立ち、実行可能であるかを見極める必要がある。本授業では、生徒が「当たり前」と思うだろうことを課題として提示し、「当たり前」が課題に成りうることを認識させることを通して、生徒の課題発見力を養いたい。また、顕微鏡は、理科第 2 分野で観察器具として用いられており、生徒にとって身近である。さらに、反射鏡やレンズなどの光学系装置により構成されるため、理科第 1 分野「光による現象」で習得した知識を活用できる良い教材である。生徒対象に、顕微鏡の使い方等に関するアンケートを実施した結果、顕微鏡操作に対する苦手意識は、顕微鏡の原理や仕組みが理解できていないために起こることがわかった。顕微鏡の原理や仕組みを学び、扱い方を理解させ、生徒が顕微鏡を操作する際、思考を巡らせることができるようになるならば、苦手意識は解消されると考えた。そのため、本授業では、生徒の検鏡技術を高めたい。これらを踏まえ、「光による現象～顕微鏡との関わり～」と題したテキストを作成した。本授業は 7 時間目（全 9 時間）にあたり、ジグソー法による学習を通して、顕微鏡の原理や仕組みに関する課題を解決することを目指している。授業全体の説明について、資料に詳細を示す。

### 2. 研究協議より

・顕微鏡の視野いっぱい「P」の文字が見えるように文字を紙に書くことについて、生徒の手先の器用さを考えて課題を設定したのか。器用でないと書けない可能性もあるのではないか。

→ 手先の器用さまでは考慮しておらず、先の尖った鉛筆等があれば書けると考えた。中学生は、試料を視野の中心にもってくるために、プレパラートをどちらの方向に動かせば良いかについて学ぶ。問にすると、多くの生徒は知識を有しているため正解できる。しかし、その既存の知識を用いて見通しをたてることは限らないため、課題として設定した。授業者の予想としては、上下左右を逆にしたものを書けないと思った。本時の実験では、「そうか、逆か」と生徒が言いながら書き直すといった一連の活動があったため、理解が深まったと感じた。

・難易度が高い授業や生徒の活動が主体となるような授業では、ある程度進んだ時点で、教員がまとめのようなことをするのか。生徒が書いた成果物がまとめであるともできるように感じた。本時の活動の中には色々な失敗も含まれており、一種雑音のようなものも含まれて知識が獲得されているように感じた。

→ 学習指導要領で示された内容については、教員がまとめを行い、誤った知識が含まれないようにした。生徒が受け身の姿勢にならないよう、課題の模範解答を示すことはしていない。個別に質問に来た生徒に対しては、躰きの箇所を聞き取り、助言するようにした。難易度が高く、テキスト外の内容（収差やアイポイント、マイクロメーターなど）は、全体の場で紹介・説明をした。